

道路構造物の維持管理技術に関する研究報告書

〈産学官共同研究報告書〉

平成二十七年六月

公益財団法人 福井県建設技術公社

道路構造物の維持管理技術 に関する研究報告書

～産学官共同研究報告書～

平成27年6月

公益財団法人 福井県建設技術公社

発刊にあたって

（公財）福井県建設技術公社は、県および市町の建設技術の向上と良質な社会資本の整備に寄与することを目的として各種の事業を実施しています。

その中の一つであります産学官共同研究支援事業は、産学官が取り組む技術研究開発を推進するため、研究経費を補助するとともに、その研究成果を報告書として作成し、関係機関に配布することをもって技術の普及を図ることを目的としています。

さて、国土交通省では、平成24年12月に発生した中央自動車道笹子トンネル天井板落下事故を踏まえ、平成25年をインフラの老朽化対策に取り組む「社会資本メンテナンス元年」として位置付け、また、平成26年4月には社会資本整備審議会が「道路の老朽化対策の本格実施に関する提言」を発表するなど、点検、診断、措置、記録のメンテナンスサイクルの構築が喫緊の課題となっていることが公にされたところです。

このような中、県内技術者等による産学官共同研究において、道路構造物（橋梁、トンネル、舗装、斜面、擁壁・カルバート）における既存資料の収集と整理、現地調査等が行われ、県産技術による調査手法の開発、点検要領（案）などがまとめられ、このたび「道路構造物の維持管理技術に関する研究報告書」として発刊されることになりました。

この研究成果が、皆様の日頃の業務に活用され、県内技術者の道路維持管理技術の向上に寄与できれば幸いです。

最後に、この共同研究にご協力いただきました関係各位に、心から御礼申し上げます。

平成27年6月

公益財団法人 福井県建設技術公社

理事長 幸道 隆治

まえがき

高度経済成長時代に建設された大量の道路構造物や道路斜面の点検・補修、維持管理が喫緊の課題となっている。この共同研究では、福井県内技術者の維持管理技術の高度化・ボトムアップを図ること、維持管理技術に関する先進的な取り組みの情報を収集・整理・分析して県内の技術向上を図るために参考情報を提供すること、県産技術を有効活用して新技術を開発することを目的として研究開発活動を行った。

道路構造物の維持管理が極めて広範囲の内容を含むことから、橋梁・トンネル・舗装・斜面・擁壁他の5つの研究グループを設置して活動を行った。各グループの研究内容・成果を以下に示す。

1. 橋梁グループ

- (1) 点検の重要ポイントの整理：絶対に点検漏れをしてはいけないポイント（重大事故に繋がるような箇所）は何かを考察し整理した。
- (2) 異常時（緊急）の手順：異常時（緊急）点検のあり方（点検内容や部位への影響等）について考察し整理した。
- (3) 人材育成の仕組み（枠組み）の提案：点検漏れを防ぐための高度な人材を育成できる仕組みを、福井で実施可能な内容や方法を整理して提案した。

2. トンネルグループ

初級者・未経験者向けにトンネル維持管理のため初歩的な疑問について、グループ内で協議した結果を取りまとめた。トンネルの維持管理に関する既存資料を収集整理し、着目すべき変状、変状から考えられる原因、損傷原因の判別に必要となる調査等も整理した。整理する既存資料は、「道路トンネル維持管理便覧」、「道路トンネル定期点検要領（案）」、「山岳トンネル覆工の現状と対策」、「設計要領第三集トンネル本体工保全編」、「トンネル補修・改築マニュアル（案）」とした。この資料はコンサルタント技術者向けの資料としてまとめ、資料の妥当性を検証するために、実際現場での協議も実施した。

3. 舗装グループ

- (1) 道路舗装の目視調査による点検マニュアル（案）の作成：道路管理者による日常の道路パトロールや大型車交通量（舗装計画交通量）の少ない道路における舗装の現状把握の手法として「目視調査」に着目し、次のまとめを行った。
 - ① 道路管理者を対象とした車中目視調査（道路パトロール）の調査方法を定型化した
 - ② 徒歩目視調査による点検を実務に即した方法とするため、点検項目や損傷の判定基準を現場で容易にできるような内容とし、また、調査路線の損傷レベルの判定を定量化できる点検マニュアルを作成した。
- (2) 損傷状況の調査：福井県建設技術研究センターで開発中である「小型FWDによる調査手法の研究」と連携し、小型FWD調査およびアスファルト合材厚や路床支持力の調査を福井県管理の一般国道で実施した。その結果を整理し、小型FWD調査の実用性や舗装の損傷状況について取りまとめた。

4. 斜面グループ

切土法面における老朽化吹付け法面を対象とした既往の産学官研究として、「老朽化吹付け法面の健全性評価手法及び補修対策工法の研究、福井県雪対策・建設技術研究所、平成24年3月」（以下「H24 報告書」という）がある。「H24 報告書」の継続研究が有意義であると考え、老朽化吹付け法面を対象とした。吹付け法面に関する予防保全型維持管理手法は明らかにされていないので、老朽化吹付け法面に関する調査手法について研究・整理した。具体的には、吹付け法面の問題の一つである背面の空洞化に着目し、従前の面的調査である熱赤外線調査が実施されて

いる斜面に対し、次の検証により個々の調査手法の特徴についてまとめた。

- (1)「H24 報告書」で開発された「打撃ハンマーを用いた振動計測によるひび割れ調査手法」は従来のコア抜き調査に比べて、手軽かつ広範囲のデータが得られるため、その適用性について確認を行った。
- (2)グループメンバーなどによる現地打音調査結果をもとに、打音調査のバラツキ調査を行った。

5. 擁壁・カルバート他グループ

擁壁工・カルバート工および道路附属構造物などは、橋梁やトンネルに比べて、損傷が生じたときの重要度が低いと考えられている。このため、ストック数が膨大であるにも関わらず、点検要領が整っていないため、点検調査が行き届いていない。しかし、擁壁などでも、点検・補修の不備により、第三者被害に直結するケースも発生しており、老朽化が進む構造物を適正に効率よく管理していくことが求められている。そこで、既往の点検技術や知見を収集・整理したうえで、初心者でも実践可能な「擁壁・カルバート点検要領(案)」を作成した。この点検要領(案)の作成に当たっては、各構造物の健全度と損傷状況および対策の目安について、具体例の写真などを交えながら、分かりやすい資料とした。

本報告書は、以上の研究結果を道路構造物の調査点検実務者への支援資料としてまとめたものである。

本研究は平成 25 年 9 月から 27 年 3 月まで実施され、この間、多数の全体研究会と各グループの研究会、現地調査などが実施された。委員各位の努力と、(一社)福井県測量設計業協会、福井県建設技術研究センター、(公財)福井県建設技術公社のご支援に深く感謝する次第である。

道路構造物の維持補修は今後長期に渡って継続する課題であり、本報告書は一つの基礎的なステップのまとめを行ったものである。本報告書の成果を実際に適用するなどの多数の経験を踏まえて、さらに実用的に有効な維持管理方法や新しい方法の開発が必要と考えられる。本研究の成果が実際の維持管理で広く活用されることを期待する。

平成 27 年 6 月

道路構造物の維持管理技術に関する研究会

研究会委員

区分	役職・所属グループ	氏 名	所属・職名
産	委員長 兼：トンネル G, 斜面 G	岡島 尚司	(株)サンワコン 地質部 地盤防災グループ長
	副委員長 兼：擁壁他 G	竹内 義博	(株)川上測量コンサルタント 技術部 技術 2 課 主任
	橋梁 G リーダー	孝治 吉幸	(株)構造設計研究所 設計課 主任
	舗装 G リーダー	大槻 太郎	(株)サンワコン 設計部 第 1 課 主任
	擁壁他 G リーダー	岡田 元	(株)エイコー技術コンサルタント 土木設計部
	トンネル G リーダー	上田 哲也	(株)帝国コンサルタント 技術部 主査
	斜面 G リーダー	藤田 貴準	(株)キミコン 設計部 部長
	舗装 G	山崎 裕生	丸一調査設計(株) 調査設計第 1G グループリーダー
	擁壁他 G	中野 正策	京福コンサルタント(株) 設計部 技師長
		潟田 耕一	第一技術開発(株) 技術員 (25 年度まで参加)
	トンネル G	中川 倫宏	ジビル調査設計(株) 技術部
		清明 邦央	前田工織(株) 福井営業部 部長
	橋梁 G	中橋 直哉	ジビル調査設計(株) 技術部
		長谷川 智史	ジビル調査設計(株) 技術部
	斜面 G	川端 小右衛門	(株)エイコー技術コンサルタント 土木設計部
		野坂 和典	中央測量設計(株) 専務取締役
		熊谷 幸博	前田工織(株) 地盤防災推進部 部長
		野尻 敏也	日光産業(株) 営業部長
		川端 元之	(株)協立測量設計 代表取締役 (25 年度まで参加)
学	統括幹事 兼：擁壁他 G	荒井 克彦	NPO 法人福井地域地盤防災研究所 理事長
	トンネル G	澤崎 雅之	福井工業大学工学部 産業ビジネス学科 教授
	橋梁 G	磯 雅人	福井大学大学院 工学研究科 建築建設工学専攻 准教授
		鈴木 啓悟	福井大学大学院 工学研究科 原子力・エネルギー安全工学専攻 (建築建設工学科) 講師
	斜面 G	小林 泰三	福井大学大学院 工学研究科 建築建設工学専攻 准教授
	舗装 G	吉田 雅穂	福井工業高等専門学校 環境都市工学科 教授
官	官側代表幹事 兼：舗装 G	三田村 文寛	福井県建設技術研究センター 主任研究員
	斜面 G	久保 光	福井県丹南土木事務所 鯖江丹生土木部 道路保全課 補修 G 企画主査
	擁壁他 G	流 守博	福井県建設技術研究センター 主任研究員
	橋梁 G	近藤 泰光	福井県建設技術研究センター 主任研究員
	トンネル G	前田 健児	福井県建設技術研究センター 主事
		玉村 直之	公益財団法人福井県建設技術公社 業務課 設計積算 G 主査
		山内 義康	公益財団法人福井県建設技術公社 業務課 設計積算 G 主査
		山木 忠嘉	当時所属：公益財団法人福井県建設技術公社 総務課(業務課兼務) 課長補佐 (25 年度まで参加)
		梶村 周平	当時所属：福井県建設技術研究センター 主任研究員 (25 年度まで参加)
	オブザーバー	脇本 幹雄	福井県建設技術研究センター 所長
		片岡 佳三	近畿地方整備局 福井河川国道事務所 道路管理課 課長
		有田 隆司	近畿地方整備局 福井河川国道事務所 道路管理課 保全管理係 係長

全体の目次

発刊にあたって

まえがき

研究会委員

第1編 橋梁グループ

第2編 トンネルグループ

第3編 舗装グループ

第4編 斜面グループ

第5編 擁壁・カルバート他グループ

あとがき

定例研究会議事録

(議事録は印刷版には含まれない。福井県建設技術公社HPにてダウンロードできる)

第 1 編 橋梁グループ

橋梁グループ 目次

はじめに	1-1
第1章 点検の重要ポイントの整理（平時）	1-3
1.1 点検の流れ	
1.2 路面の点検のチェックポイント	
1.3 側面の点検のチェックポイント	
1.4 路面下の点検のチェックポイント	
第2章 点検の重要ポイントの整理（異常時）	1-25
2.1 巡回時の着目点（異常時）	
2.2 現地点検時の着目点	
2.3 地震の影響を受けやすい既損傷	
第3章 人材育成の提案	1-34
3.1 人材育成の仕組み（枠組）について	
3.2 他県における人材育成の取組み	
3.3 福井県における人材育成の取組み（案）	
第4章 今後の課題について	1-71

【参考資料1】 アンケート結果

【参考資料2】 長崎大学ヒアリング調査質疑応答議事録

【参考資料3】 福井県道路メンテナンス研修：青戸の大橋 橋梁補修工事参加報告

【参考資料4】 先進地見学報告

はじめに

我が国では1964年の東京オリンピックの頃に整備された首都高速1号線をはじめ、高度成長期以降に整備したインフラが急速に老朽化し、今後20年間で、建設後50年以上経過する施設の割合が加速度的に高くなる見込みであり、その対策が急がれている。

点検の結果、損傷が少なく健全と判断されるものは、そのまま継続利用できるが、あきらかに劣化、損傷が激しく、設計荷重に対して危険と判断される場合には、架け替え、補修・補強、通行止め等の措置がとられており、その数は今後さらに増加すると考えられる。また、それと同時期にして、コンクリートの剥落、鉄骨の破断、落橋などの事故が徐々に増加している状況であり、その対策も必要とされている。

以上の背景から、国土交通省は、橋梁等の構造物の維持管理計画のための地方自治体への財政支援として、2007年（平成19年）4月に「長寿命化修繕計画策定事業費補助制度要綱について」を、同5月にその運用方法を通知した。長寿命化修繕計画策定は、「従来の事後的な修繕および架替えから予防的修繕及び計画的な架替えへと円滑な政策転換を図るとともに、橋梁の長寿命化並びに橋梁の修繕及び掛替えに係る費用の削減を図りつつ、地域の道路網の安全性・信頼性を確保する」ことを目的とした計画であり、国は地方自治体が策定する長寿命化修繕計画の策定に要する費用の2分の1を補助するものである（都道府県及び政令市は2011年度（平成23年度）、その他の市町村に対しては2013年度（平成25年度）までの時限措置）。長寿命化修繕計画の策定には、学識経験者等の専門知識を有する者の意見を聴くこと、策定後は地域の住民に分かりやすく示すことが必要とされている。以上より、福井県は県、17市町（9市8町）の橋梁長寿命化修繕計画を2014年（平成26年）3月25日に終了した。

ところで、事故発生の要因の一つは、適切に維持管理がなされないために、劣化が放置され、進行して事故に至ることが考えられる。一方で、定められた維持管理がなされていた場合でも、重要な点検部位が点検箇所として見逃されたために、そこに生じた劣化、損傷がそのまま放置され、進行して事故に至ることも考えられる。さらには、点検箇所として定められていた場合でも、点検者自身の技術不足および知識不足により、その劣化が見逃されて事故に至るケースも考えられる。

以下に、近年に発生した社会インフラに関する事故例を3つ示す。

- ①木曽川大橋（国道23号）のトラス橋では、2007年（平成19年）6月20日にコンクリートに埋設された鉄骨の斜材が破断していることが確認された（写真・1参照）。
- ②中央自動車道上り線笹子トンネルでは、2012年（平成24年）12月2日に天井板のコンクリート板が約130mの区間にわたって落下し、多くの死傷者が出る事故が発生した（写真・2参照）。
- ③第一弁天橋（静岡県浜松市）の吊り橋では、2013年（平成25年）2月10日にメインケーブルのアンカー部分に近接したターンバックルの破断により、橋が傾く事故が発生した（写真・3参照）。

上記に示した事故は、高度な点検技術者により適切に点検が行われていれば、未然に防ぐことは十分可能であったと思われる。

○橋梁全景



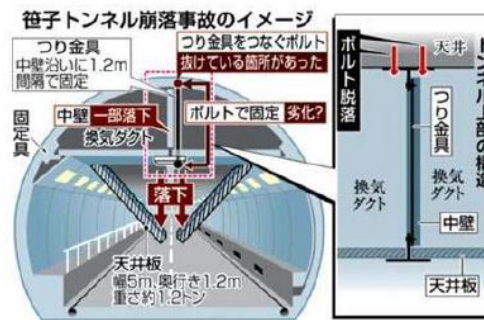
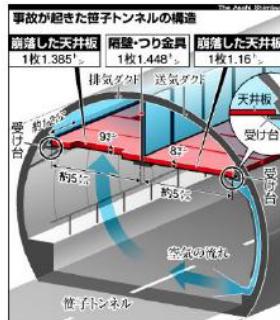
○損傷状況



○補修完了



写真-1 木曽川大橋の損傷および補修状況



写真・2 笹子トンネル天井板落下事故

○事故前写真



○事故後写真



○ターンバックルの破断



写真・3 第一弁天橋の事故写真

以上の事故等を背景として、国は社会インフラの老朽化対策に向けた組織委員会等を設置し、その方針を示すとともに、それに向けた法整備を行っている。以下に、その詳細を示す。

- ・平成 25 年 1 月 21 日：
「社会資本の老朽化対策会議」を設置。同 3 月 21 日に老朽化対策の全体像を工程表としてとりまとめた。
- ・平成 25 年 3 月 21 日：
国土交通省の所掌事務に係る社会資本の老朽化に関する対策を効果的かつ総合的に推進するため、国土交通省に、事務次官を室長とする「社会資本老朽化対策推進室」を設置。
- ・平成 25 年 3 月 21 日：
国は平成 25 年を「社会資本メンテナンス元年」として、インフラの老朽化対策についての、総合的・横断的な取り組みを推進。
- ・平成 25 年 9 月 2 日施行（平成 26 年 6 月 5 日公布）：
道路法等の一部を改正する法律施行：維持、点検、措置を講ずることを規定
- ・平成 26 年 6 月 25 日：
国交省道路局は定期点検要領：「道路橋」、「道路トンネル」、「シェッド・大型カルバートなど」、「横断歩道橋」、「門型標識など」の 5 種類の要領を公開。
http://www.mlit.go.jp/report/press/road01_hh_000429.html
- ・平成 26 年 7 月 1 日施行（平成 26 年 3 月 31 日公布）：
「道路法施行規則の一部を改正する省令（平成 26 年国土交通省令第 39 号）」及び「トンネル等の健全性の診断結果の分類に関する告示（平成 26 年国土交通省令告示第 426 号）」
トンネルや 2m 以上の道路橋などを、5 年に 1 回の頻度で近接目視を基本とする点検を義務付け。健全性の診断結果を「健全」、「予防保全段階」、「早期措置段階」、「緊急措置段階」4 つに区分。

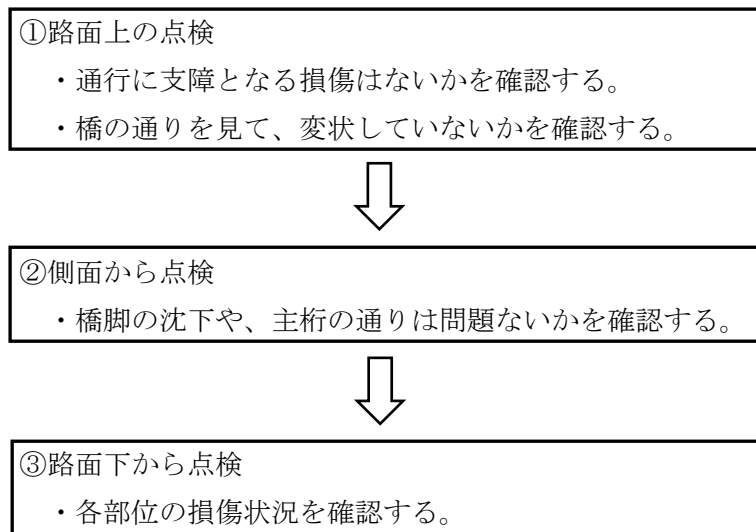
福井大学大学院 磯 雅人

第1章 点検の重要ポイントの整理(平時)

平時に点検を行う際は、過去の橋梁定期点検結果を参考にして、損傷の進行状況や、重大な事象につながる損傷の有無を可能なかぎり近接し、確認を行う。

1.1 点検の流れ

現地での点検は、路面→側面→路面下の順序で実施する。



点検の結果、重大な損傷や気になる損傷が確認され、専門家による点検が必要となった場合は、至急連絡を行う。

1.2 路面の点検のチェックポイント

路面上から橋梁全体を見て確認する。

① 路上（高欄・防護柵・標識・照明等）

- ・ 車両の衝突などで壊れていないか。
- ・ 標識、照明灯の異常な振動や根元の腐食はないか。
- ・ 道路利用者に危険と思われる箇所はないか。



② 路面（舗装）

- ・ 穴や大きなへこみはないか。
- ・ 亀甲状のひび割れはないか。
- ・ 橋軸方向または橋軸直角方向の大きなひび割れはないか。



重要ポイント

- ・ 何度も舗装のポットホールやひび割れが発生する場合、損傷が原因となっていることが考えられる。
- ・ 床版下面の損傷位置と舗装の異常箇所の位置関係を確認する。

③ 路面（伸縮装置）

- ・ 段差・異常な遊間は生じていないか。
- ・ 壊れていないか。
- ・ 土砂が堆積していないか。

＊参考：ジョイントの隙間 夏は小さい、冬は大きい



重要ポイント

- ・ 伸縮装置の損傷は、支承や沓座の損傷・下部工の移動等の可能性がある。段差がある場合、路面下から支承、下部工を確認する。
- ・ 遊間部に土砂が堆積し、車両が土砂を押し込むことが伸縮装置の損傷につながるため、土砂は撤去する必要がある。

④ その他（排水装置）

- ・ 土砂等によって埋まっていないか。



＊排水機能低下は、滞水等の原因となり、土砂の撤去等を行い、排水機能の回復を図る。

⑤ その他（異常音・異常振動）

- ・ 異常な音や振動は発生していないか。

1.3 側面の点検のチェックポイント

① 橋梁全体

- ・ 主桁の通りは問題ないか。
- ・ 高欄・地覆の通りは問題ないか。
- ・ 下部工の沈下・傾斜・移動は生じていないか。



＊橋梁全体を見て、違和感がないかどうかを確認する。

② 排水施設

- ・ 排水施設は壊れていないか。
- ・ 橋脚・橋台に大規模な漏水跡はないか。



排水管の腐食



橋台部の漏水

重要ポイント

- ・ 漏水跡がある場合、支承・桁端部等に損傷が発生している可能性がある。
- ・ 伸縮装置からの漏水・止水機能を確認するなど、漏水の原因を確認する必要がある。

1.4 路面下の点検のチェックポイント

① 支承部

1) 沓 座

- ・ モルタルの欠損は進行していないか。
- ・ 沓座付近のひび割れ等は進行していないか。

2) アンカーボルト・セットボルト

- ・ ゆるみ・脱落・破断はないか。
- ・ 腐食は生じていないか。

3) 支承本体

- ・ サイドブロック・ローラーの不具合はないか。
- ・ 沈下・移動・傾斜は生じていないか。

4) 移動量

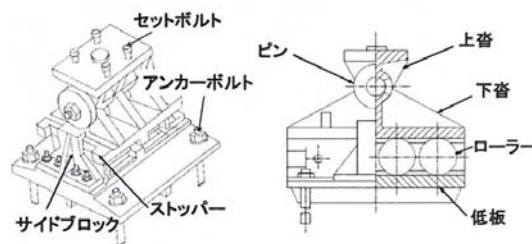
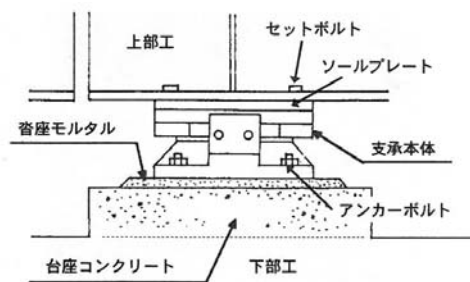
- ・ 異常な移動や回転は生じていないか。



沓座モルタルの損傷



支承本体の損傷



鋼製支承 (ピンローラー支承)

支承部構造

重要ポイント

- ・ 腐食により、支承の回転・移動などの機能障害が発生し、主桁の亀裂などが発生する可能性がある。
- ・ 可動支承は、チョークで印をつけることで、支承が可動しているかを確認することができる。

② 鋼橋（ばん桁）

1) 桁端部

- ・ 腐食は進行していないか。

2) 支点部

- ・ 腐食は進行していないか。
- ・ ソールプレート溶接部に塗膜割れ・亀裂はないか。
- ・ 補剛材の変形はないか。

3) 横構・対傾構

- ・ ガセット溶接部に塗膜割れ・亀裂はないか。
- ・ 補剛材上端部に塗膜割れ・亀裂はないか。
- ・ 変形は生じていないか。

4) 添接部

- ・ 腐食は進行していないか。
- ・ ボルトのゆるみ・脱落はないか。

5) 切欠部

- ・ 切り欠き R 部に塗膜割れ・亀裂はないか。



桁端部の腐食



主桁の亀裂



高力ボルトの折損

重要ポイント

①桁端部の腐食

桁端部は伸縮装置からの漏水により腐食が発生しやすく、また、支承の機能障害に伴う亀裂が生じる可能性がある。

②重大な亀裂

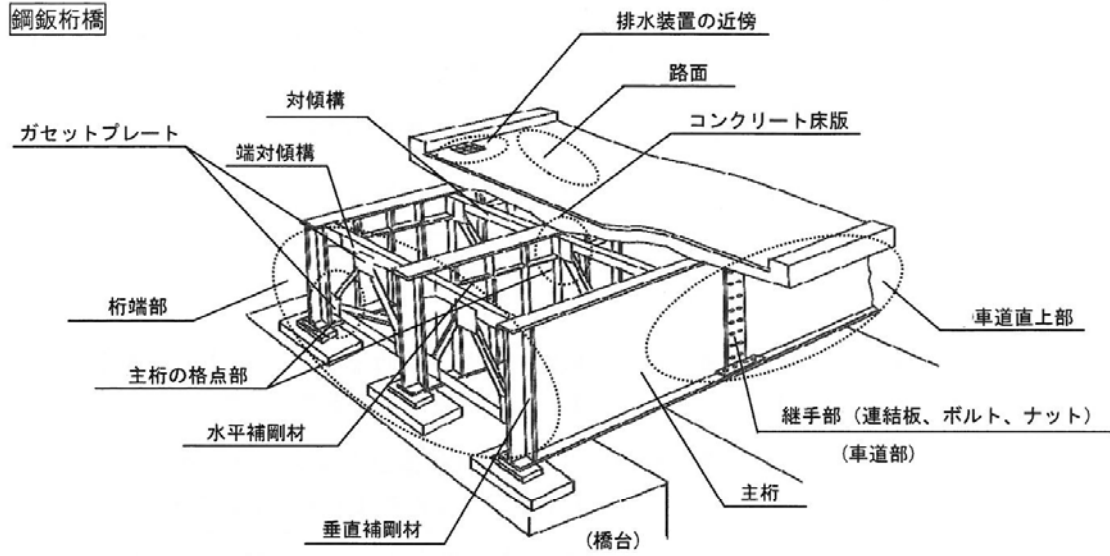
主桁ウェブ・フランジに進展した亀裂や、支点部やソールプレートの亀裂などは構造安全性を損なうものであり、緊急対応が必要である。

③高力ボルトの遅れ破壊

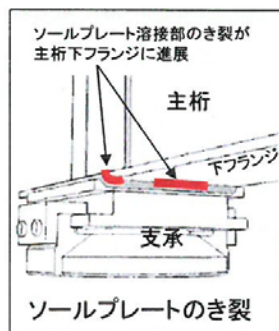
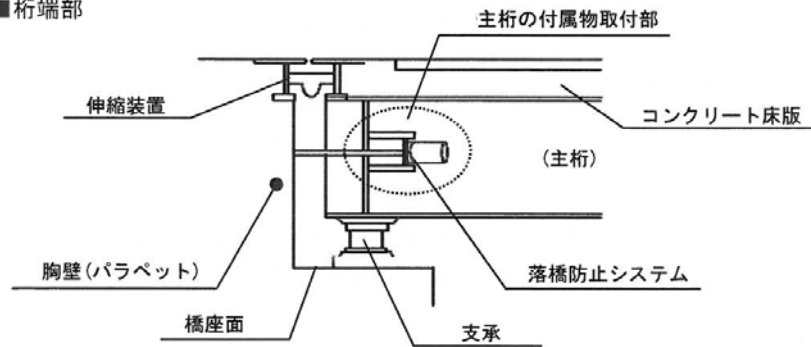
F11T の高力ボルトは遅れ破壊によって、ゆるみや脱落の危険性がある。
脱落等による第三者被害の可能性に注意が必要である。

* ボルトの規格はボルト頭部に刻印されている。

鋼鈑桁橋



■ 桁端部



③ 鋼橋（箱桁）

1) 桁端部

- ・ 腐食は進行していないか。

2) 支点部

- ・ 腐食は進行していないか。
- ・ ソールプレート溶接部に塗膜割れ・亀裂はないか。

3) 横 桁

- ・ 横桁端部腹板に塗膜割れ・亀裂はないか。

4) 添接部

- ・ 腐食は進行していないか。
- ・ ボルトのゆるみ・脱落はないか。

5) 切欠部

- ・ 切り欠き R 部に塗膜割れ・亀裂はないか。

6) 箱桁内

- ・ 塗膜割れ・亀裂はないか。
- ・ 滞水していないか。



箱桁内部の腐食



箱桁内部の滞水

＊箱桁内の作業は、酸欠対策に十分に注意し、マンホールを開けて、しばらく時間をおいて箱桁内部に入る。

重要ポイント

①箱桁内の滞水

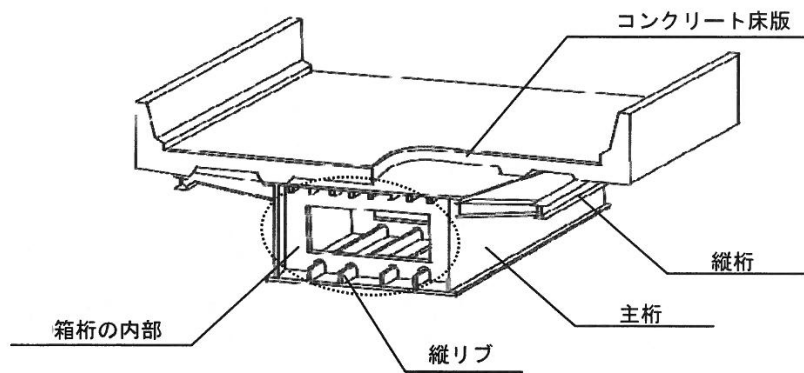
箱桁は、内部に滞水すると容易に排水できないため、滞水している場合は、どこから水が流水しているか確認する必要がある。

- ・ ダイヤフラム、添架物などの開口部
- ・ モンホール扉、添接部などの隙間

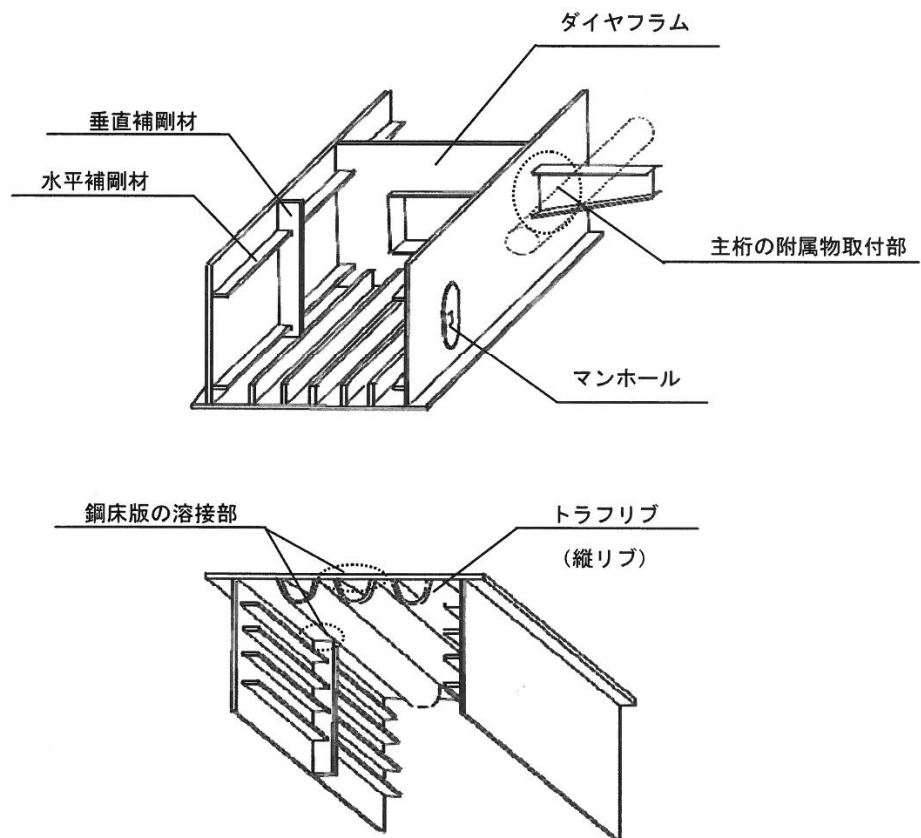
②亀裂、腐食等

鈑桁と同様に、亀裂や腐食、高力ボルトの脱落等に注意する必要がある。

鋼箱桁橋



■箱桁内部



④ 鋼橋（RC 床版）

1) 床版・下面

- ・ 浮き、剥離・鉄筋露出は進行していないか。
- ・ ひび割れは進行していないか。
（ひび割れの方向は一方向 or 二方向）
- ・ ひび割れから漏水・遊離石灰・さび汁の滲出はないか。

2) 鋼板・接着部

- ・ 鋼板の腐食は進行していないか。
- ・ 鋼板の浮きは進行していないか。
- ・ シール材、アンカーボルトの脱落は生じていないか。



床版ひび割れ（一方向）



床版ひび割れ（二方向）



角落ちが生じたひび割れ

【参考：床版ひび割れ幅と損傷の程度】

次の数値のひび割れは注意が必要である。

- ・ ひび割れ幅　：0.2mm 以上で連続的な角落ち
- ・ ひび割れ間隔：0.2m 以下、格子上に発生

重要ポイント

①舗装の損傷箇所との関係






何度も舗装のポットホールやひび割れが発生する場合、床版損傷が原因となっていることが考えられる。

②漏水を伴うひび割れ

二方向ひび割れに漏水を伴う場合は、損傷が急激に進展する可能性があるため、特に注意が必要である。

③昭和 39 年道路橋示方書で設計された RC 床版

床版厚が薄く、鉄筋が少ないなど、疲労耐久性が低いため、特に注意が必要である。

損傷の進行状況	
乾燥収縮によるひびわれが発生し、並列 ばり状態の異方性版の段階	
輪荷重によるひびわれは縦横交互に発生 し、格子状ひびわれが増加する段階	
下面から発生した曲げひびわれが輪荷重 の繰り返しによる上面まで貫通する段階	
貫通したひびわれ界面が摺り磨き作用に より摩耗・平滑化され、せん断抵抗を失 う段階	
低下した押し抜きせん断強度を超える輪 荷重による抜け落ちが生じる段階	

⑤ 鋼橋（トラス橋、アーチ橋、ラーメン橋、斜張橋、吊り橋）

1) 格点部

- ・ 腐食は進行していないか。
- ・ 変形および亀裂はないか。

2) 主構と床組の接合部

- ・ 接合部に塗膜割れ・亀裂はないか。

3) 横桁・縦桁接合部

- ・ 接合部に塗膜割れ・亀裂はないか。

4) コンクリート埋込部

- ・ 腐食は進行していないか。

5) ケーブル部材の定着部

- ・ 腐食は進行していないか。
- ・ 被覆等の防食機構が損傷していないか。



斜材の破断



埋込部内部の腐食



支柱下端の腐食



ケーブル継手の腐食



アンカーボルトの腐食

重要ポイント

①格点部

水はけが悪く、応力集中することで、腐食および亀裂が生じやすいため、特に注意が必要である。

②接合部

応力が複雑に作用するため、疲労亀裂が生じやすいことから、特に注意が必要である。

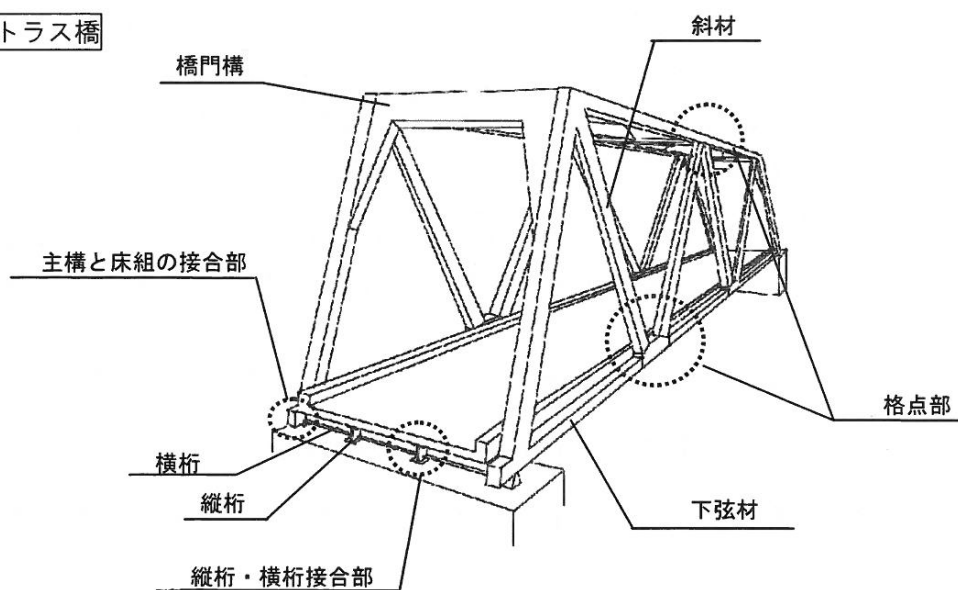
③コンクリート埋込部

土砂や水が溜まりやすいことで、局部腐食や異常腐食が進行しやすいため、特に注意が必要である。

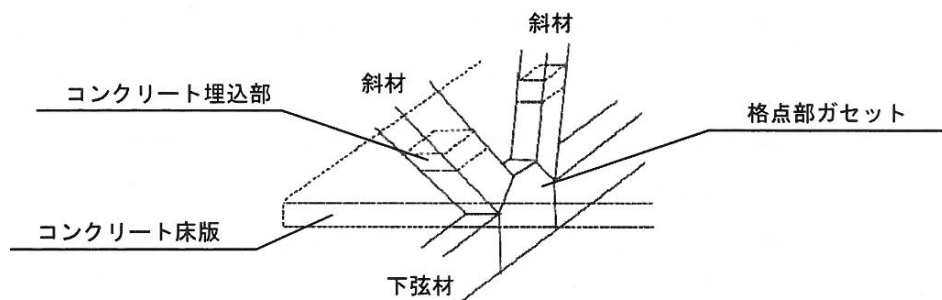
④ケーブル部材

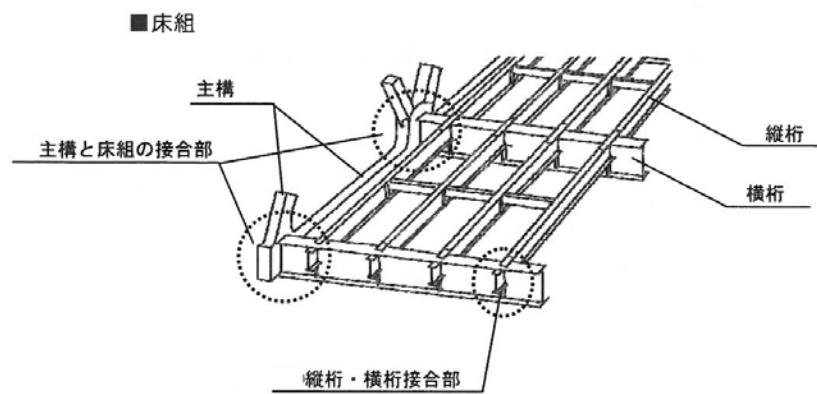
構造上特に重要な箇所であるため、腐食および損傷しているか確認する必要がある。

トラス橋

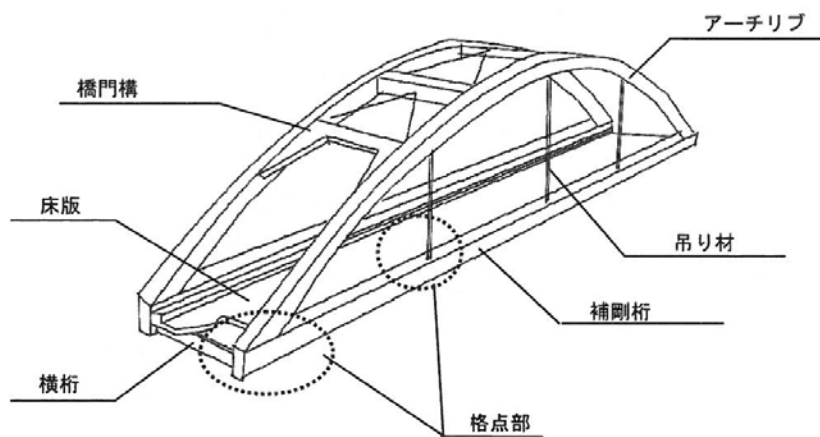


■ 格点部

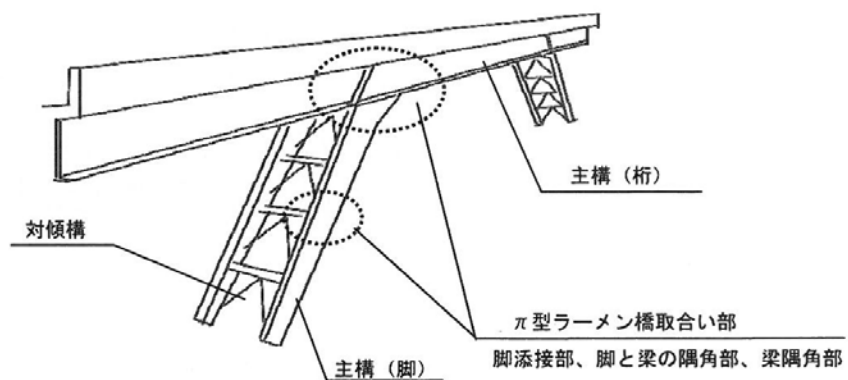




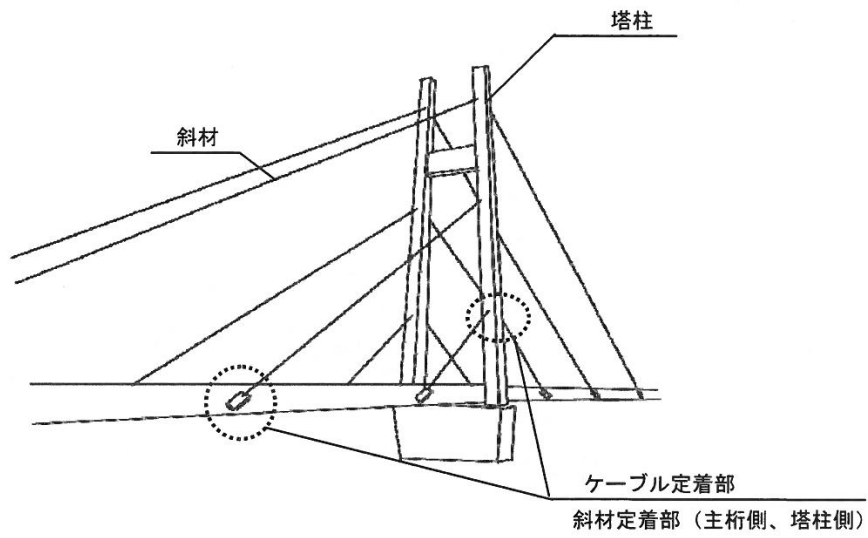
アーチ橋（下路式）



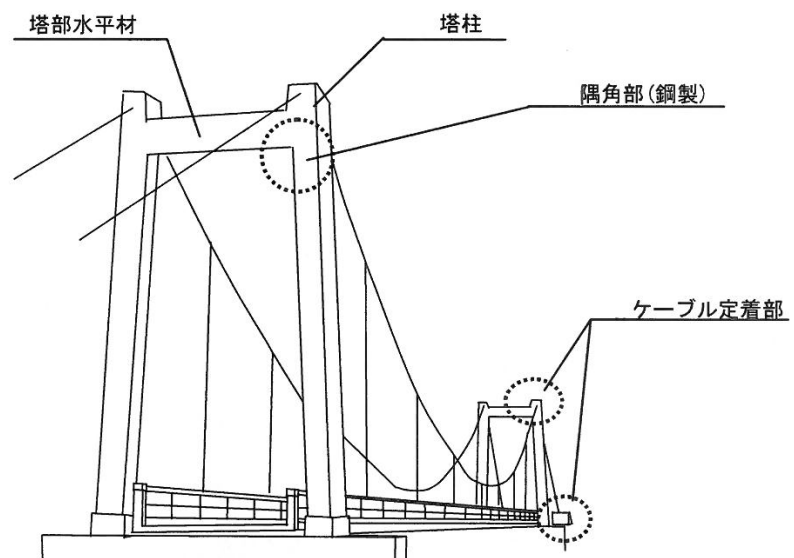
ラーメン橋



斜張橋



吊り橋



⑥ コンクリート橋（RC 橋）

1) T 桁

- ・ ひび割れは進行していないか。
- ・ 浮き、剥離・鉄筋露出は進行していないか。

2) 床版橋

- ・ ひび割れは進行していないか。
- ・ 浮き、剥離・鉄筋露出は進行していないか。
- ・ 遊離石灰の滲出はないか。



ひび割れ



鉄筋露出

【参考：RC 構造物におけるひび割れ幅と損傷の程度】

次の数値のひび割れは注意が必要である。

- ・ 最大ひび割れ幅　：0.3mm 以上
- ・ 最小ひび割れ間隔：0.5m 未満

重要ポイント

①塩害

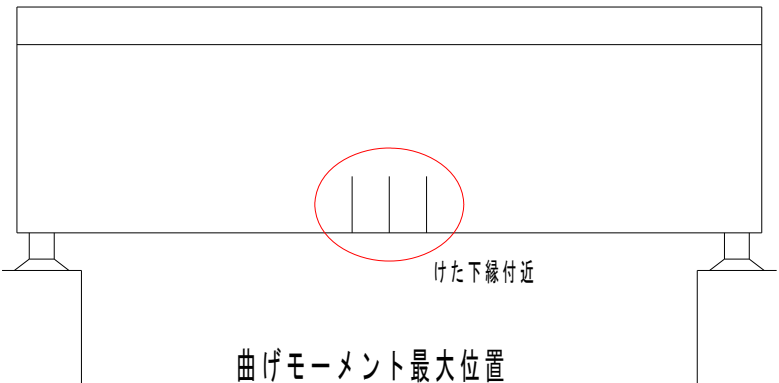
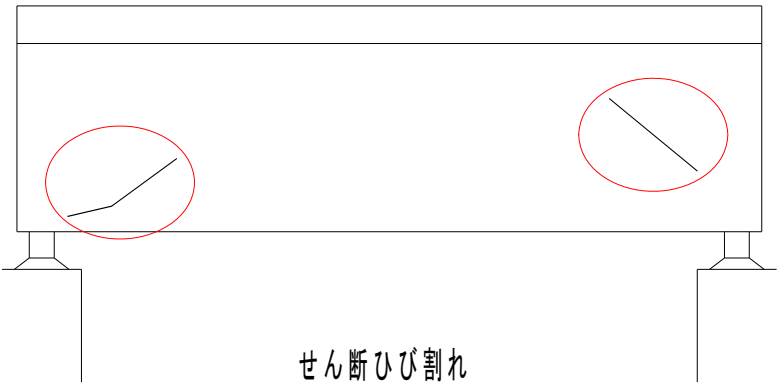
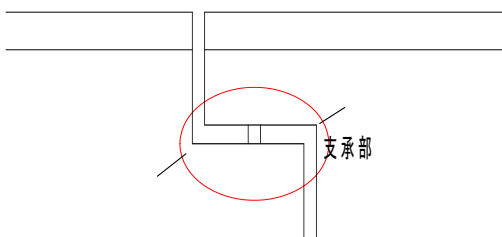
塩害による損傷は進行が早く、補修しても再劣化することが多いため、注意が必要である。

②鉄筋腐食

鉄筋腐食や、ひび割れからの漏水に著しい錆汁が混入している場合、鉄筋の腐食による耐荷力低下が懸念される。

③中空床版橋の損傷

中空床版橋で漏水、遊離石灰が確認される場合は、ボイド内に滞水している可能性がある。

着目位置	着目のポイント
支間中央	 <p>けた下縁付近</p> <p>曲げモーメント最大位置</p>
支間1/4	 <p>せん断ひび割れ</p>
ゲルバー ヒンジ部	 <p>支承部</p> <p>局所的な応力集中によるひび割れ</p>

⑦ コンクリート橋（PC 橋）

1) 主桁

- ・ ひび割れは生じていないか。
- ・ 浮き、剥離・鉄筋露出は生じていないか。

2) 間詰部

- ・ ひび割れは進行していないか。
- ・ 漏水・遊離石灰・錆汁はないか。
- ・ 間詰め部の抜け落ちはないか。

3) セグメント・目地部

- ・ ひび割れは生じていないか。
- ・ 漏水は生じていないか。

4) PC 鋼材・定着部

- ・ ひび割れは生じていないか。
- ・ 遊離石灰・錆汁は生じていないか。
- ・ 後打ちコンクリートの浮きはないか。



浮き・剥離



遊離石灰



定着部の錆汁や石灰

【参考：PC 構造物におけるひび割れ幅と損傷の程度】

次の数値のひび割れは注意が必要である。

- ・ 最大ひび割れ幅 : 0.2mm 以上
- ・ 最小ひび割れ間隔 : 0.5m 未満

重要ポイント

①PC 鋼材に沿ったひび割れ

PC 鋼材に沿ったひび割れが確認された場合は、グラウト不良による PC 鋼材腐食、若しくは ASR の可能性がある。

②定着具の損傷


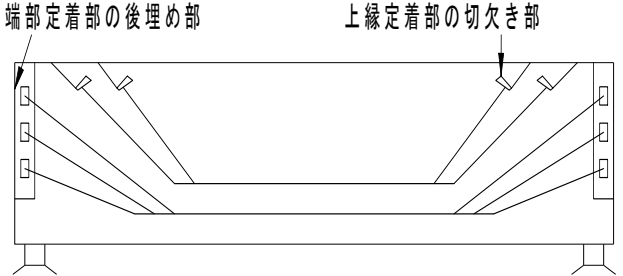
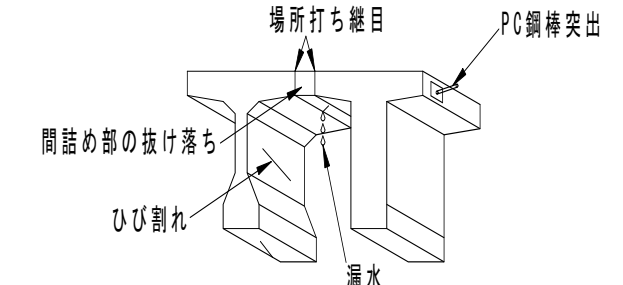
横締め PC 鋼材は、定着具のコンクリートかぶりが十分でない場合があり、コンクリートの浮き・剥離に注意が必要である。

縦締めの定着部も可能な範囲で確認が必要である。

③間詰め部の抜け落ち

以下の PCT 桁橋梁は、構造上、間詰め部が抜け落ちる恐れがあるため注意が必要である。

- ・プレテン桁：設計が1971年以前または竣工年が1974年以前の橋梁
- ・ホーステン桁：設計が1969年以前または竣工年が1972年以前の橋梁

着目位置	着目のポイント
支間1/4	 <p>PC鋼材に沿ったひび割れ</p>
上縁定着部	 <p>切欠き部のひび割れ・突出</p>
間詰部 桁端・横締着部	 <p>場所打ち継目</p> <p>PC鋼棒突出</p> <p>間詰め部の抜け落ち</p> <p>ひび割れ</p> <p>漏水</p>

⑧ コンクリート橋台・橋脚

1) 橋座・梁

- ・ 滞水や土砂堆積は生じていないか。
- ・ コンクリートの破損は進行していないか。

2) 躯体・柱

- ・ ひび割れは進行していないか。
- ・ 剥離・鉄筋露出は進行していないか。

3) 基礎

- ・ 沈下・傾斜・移動は生じていないか。
- ・ 河床の異常、洗掘は生じていないか。



橋座の滞水



剥離・鉄筋露出



下部工の沈下



下部工の洗掘

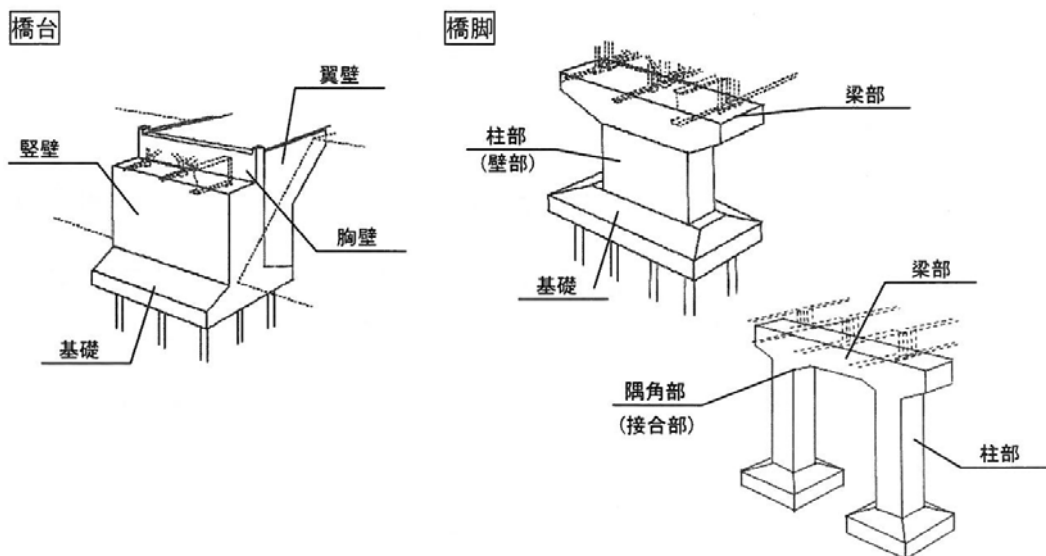
重要ポイント

①アルカリ骨材反応（ASR）

亀甲状のひび割れ発生箇所は ASR が疑われる。ASR 箇所に水が浸入している箇所は ASR の促進、鋼材の腐食・破断の危険性があるため注意が必要である。

②伸縮装置の漏水箇所

伸縮装置から漏水している場合、橋座部のひび割れ、広範囲の浮きが生じる場合があるため、注意が必要である。



着目点

- 橋座面・支承部 : 伸縮装置等からの漏水により湿乾が繰り返されるため、鉄筋の腐食やコンクリートの劣化が発生しやすい。
特に、橋座面の滞水や、支承部の土砂堆積が生じている場合は湿潤状態となるため、土砂撤去等が必要である。
- 梁付け根部の上側 : 片持ち梁として負の曲げモーメントが発生する部分であり、上縁に鉄筋が集中的に配置されているので、この付近の変状には注意する必要がある。
- 柱・梁隅角部 : ラーメン部材の節点部は、応力の方向が急変し、応力伝達機構が複雑であるため、コンクリートの引張強度以上の応力が発生する場合がある。
- 梁中央部下側 : 梁として正の曲げモーメントが発生する部分であり、下縁に鉄筋が集中的に配置されているので、この付近の変状には注意する必要がある。
- 洗 掘 : 川に建てられた橋台・橋脚のまわりを取り囲むように渦が形成され、川底が掘り起こされる。河床の異常の有無、流れの変化に注意する。

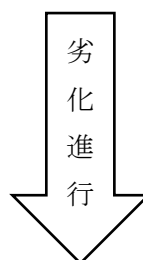
⑨ コンクリートの塩害

1) 外観上の劣化状況

飛来塩分量の多い日本海沿岸等に架橋されている橋梁において、塩害の疑いのある損傷が確認された場合は、詳細調査を実施の上対応する必要がある。

塩害の劣化現象

- ・ 鋼材方向のひび割れ
- ・ 錆汁の滲出
- ・ コンクリートの剥離・剥落
- ・ 内部鋼材の露出
- ・ 変形、変位
- ・ 内部鋼材の断面欠損（目視不可）



錆汁の滲出

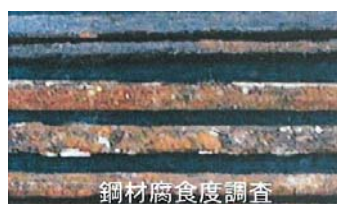


コンクリート剥離・鉄筋露出

2) 詳細調査

外観目視にて、上記の損傷がみられ、塩害の疑いがある場合は、以下の詳細調査を行い、補修対策の検討が必要である。

- ・ 外観変状調査
- ・ 鋼材の腐食度調査
- ・ 塩化物イオン含有量調査
- ・ 中性化深さ調査



第2章 点検の重要ポイントの整理(異常時)

2.1 巡回時の着目点(異常時)

通行に支障となる損傷はないか、また橋全体を見て変状が現れていないかを、車上から確認を行う。

① 異常時における巡回では、以下の項目を重点的に確認する。

- ・ 路面・防護柵・地覆の通り
- ・ 橋台背面の段差
- ・ 防護柵の異常
- ・ 伸縮装置の異常

② 異常が確認された場合は、以下の部位に損傷が現れている可能性がある。

- ・ 橋 台
- ・ 橋 脚
- ・ 支 承
- ・ 桁端部
- ・ 横 組

【参考：特に重点的に点検すべき部位】

確認すべき事項	着 目 点	重点的に確認する部位
路面・防護柵・地覆の通り	縦断線形の通り 折れ曲り 平面線形の通り 折れ曲り・ねじれ 防護柵・地覆の段差	橋台、橋脚 支承、横組
橋台背面の段差	路面の段差（背面の沈下） 踏掛版の沈下	橋台
防護柵の異常	遊間異常（遊間過大 遊間なし） 破損（変形 親柱との衝突）	橋台、橋脚 支承、横組 桁端
伸縮装置の異常	段差（鉛直方向） ずれ（橋軸直角方向） 遊間異常（遊間過大 遊間なし） 破損	橋台、橋脚 支承、横組 桁端
その他	舗装の異常等	

2.2 現地点検時の着目点

異常時における巡回の後に、現地点検を実施する際は、地震により損傷が発生しやすい以下の部位・内容を重点的に点検する必要がある。

① 橋 台

点検すべき内容

- ・ 橋台背面などから土砂が流出していないか。
- ・ パラペット付根にひび割れが発生していないか。
- ・ 堅壁が傾斜していないか。
- ・ 沈下、移動していないか。



桁端部が橋台に衝突

他の部位への影響、応急手当の必要性

- ・ 橋台背面の段差の原因となる。
 - ・ 伸縮装置や支承の損傷の原因となる。
 - ・ 余震等で損傷が進展すると復旧が困難となる。
- *変位量が大きいと応急手当が必要である。



橋台背面の沈下



伸縮装置の異常遊間

② 橋 脚

点検すべき内容

- ・ 柱が傾斜していないか。
- ・ かぶりコンクリートに剥離、鉄筋露出、鉄筋座屈が発生していないか。
- ・ 基礎が沈下、移動していないか。



橋脚の変位



ひび割れ

他の部位への影響、応急手当の必要性

- ・ 伸縮装置や支承の損傷の原因となる。
 - ・ 余震等で損傷が進展すると復旧が困難となる。
- *変位量が大きいと応急手当が必要である。



伸縮装置の遊間異常



伸縮装置の段差

③ 支 承

点検すべき内容

- ・転倒、沈下していないか。
- ・ボルトに緩み、破断はないか。
- ・アンカーバー回りに異常はないか。
- ・鋼製支承：部材の割れ、破断、脱落、変形はないか。
- ・ゴム支承：ゴムの破断、変形の残留、亀裂はないか。
- ・支承の損傷により発生した部材や破片の落下による第三者被害の可能性はないか。



モルタルの破損



ゴム支承の亀裂



ゴム支承の水平変位残留



取り付けボルトの破断

他の部位への影響、応急手当の必要性

- ・伸縮装置や防護柵の損傷の原因となる。
- ・支承に破断が見られる場合には、余震等で桁が落下する恐れもあるため、応急手当が必要である。

＊サンドルなどで桁を仮受け等



伸縮装置の遊間異常



伸縮装置の段差

④ 桁端部

点検すべき内容

- ・遊間過大、桁とパラペットの衝突はないか。
- ・主桁ウェブのはらみ出し、座屈はないか。
- ・下フランジが変形していないか。
- ・垂直補剛材の変形、座屈はないか。



桁端部が橋台に衝突



ウェブの座屈（破断）



垂直補剛材とガセットの割れ

他の部位への影響、応急手当の必要性

- ・伸縮装置の段差発生、異常遊間の要因となる。
 - ・部材が大きく座屈している場合は、余震等で桁が落下する恐れもあるため、応急手当が必要である。
- * 仮支点を設けて主桁を仮受け等



伸縮装置の遊間異常



伸縮装置の段差

⑤ 横 組

点検すべき内容

- ・ 対傾構・横構が変形、座屈、破断していないか。



対傾構斜材の座屈



横構の座屈



端横桁のコンクリートの損傷



端横桁のコンクリートの破損

他の部位への影響、応急手当の必要性

- ・ 変形量が大きい場合、伸縮装置や防護柵の損傷原因となる。
* 部材が破断した場合には、余震に備えて仮部材等の設置が必要である。



伸縮装置の遊間異常



伸縮装置の段差

⑥ その他

点検すべき内容

・落橋防止システム等

部材の接触、変形・座屈、ケーブル破断がないか。

破損・脱落した部材の落下による第三者への被害の可能性はないか。

・護岸工

護岸の沈下、周辺土砂流出がないか。



変位制限構造の破損



衝突による地覆コンクリートの剥離



護岸工の沈下



護岸工のはらみだし

他の部位への影響、応急手当の必要性

・部材が破断した場合には、余震に備えて仮部材等の設置が望まれる。

・河川の流水部で基礎工が露出した場合には、応急手当が必要である。



基礎工の洗掘

2.3 地震の影響を受けやすい既損傷

橋梁定期点検で以下の損傷が確認されている場合、損傷が拡大している恐れもあるため、現地点検時には留意する必要がある。

【地震の影響を受けやすい既損傷】

- ・伸縮装置・主桁・支承の遊間異常
- ・主桁支点付近の減肉や亀裂
- ・支承の機能低下

① 伸縮装置等の遊間異常がある橋梁

点検すべき内容

- ・伸縮装置・主桁・支承の遊間異常によって、橋台パラペットや堅壁に損傷が生じていないか、若しくは落橋の恐れがないか。



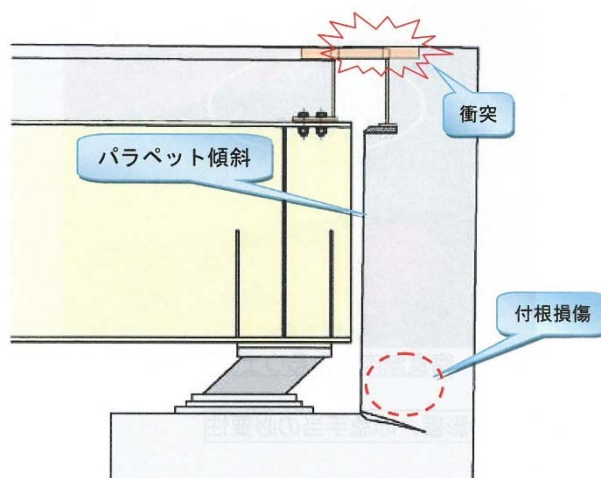
伸縮装置の遊間異常



伸縮装置の段差

他の部位への影響、応急手当の必要性

- ・パラペット・堅壁の損傷により橋台背面に段差が生じる可能性がある。
 - ・余震等で損傷が進展すると復旧が困難となる。
- *変位量が大きいと応急手当が必要である。



② 支点部で主桁に減肉・亀裂のある橋梁

点検すべき内容

- ・腐食による減肉箇所に変形・亀裂が生じていないか。
- ・亀裂の幅・長さが拡大していないか。



主桁の腐食減肉

他の部位への影響、応急手当の必要性

- ・伸縮装置・防護柵の損傷の原因となる。また、亀裂・変形が進展すると、落橋の恐れがある。
- ・亀裂などによって部材が大きく変形している場合には仮支点を設けて主桁を仮受けするなどの応急手当が必要である。

③ 支承の機能低下が発生している橋梁

点検すべき内容

- ・支承の機能低下によって主桁に変形や亀裂が生じていないか。
- ・支承本体に新たな損傷が発生していないか。



主桁の断面欠損

他の部位への影響、応急手当の必要性

- ・可動沓の移動機能が低下していると、上部工、下部工に損傷を与える可能性がある。
- ・主桁に亀裂や大きな変形が生じている場合には、仮支点を設けて主桁を仮受けするなどの応急手当が必要である。

第3章 人材育成の提案

福井県内の道路構造物は、昭和 30 年代後半からの高度経済成長期に集中的に整備され、今後急速に老朽化が進むことが確実視されている。特に、重要道路構造物である橋梁（2 車線以上 {5.5m 以上} の大型カルバートを含む）の数は、平成 26 年現在、福井県が管理する橋梁で 2,336 橋、福井県内市町が管理する橋梁で 7,075 橋となっている。また、平成 26 年 6 月には、今後の橋梁点検のあり方を定める「道路橋定期点検要領」が国土交通省にて策定され提示された。この中で、今後の定期点検は 5 年に 1 回の頻度で近接目視により行うことが基本とされている。しかしながら、県内地方自治体では、管理する非常に多くの橋梁を多頻度にて適切に点検できる、高度な点検技術を有する技術者が不足しているのが現状である。そのため、橋梁の「点検の不備」、「重要部位への点検漏れ」および「劣化要因の誤判定」を防げる人材の育成を積極的に進めることが極めて重要と言える。そこで本章では、「点検者を育成するための取組」について広く調査を行い、その方法や課題について整理しまとめるとともに、以上の結果をまとめて、今後、福井県内で取り組むべき人材育成のための方法および仕組みについて提案するものである。

3.1 人材育成の仕組み(枠組)について

文部科学省では、国の経済社会を支えているのは（富裕層でもなく貧困層でもない）分厚い中間層であるとして、この層に位置する中核的専門人材⁽¹⁾を戦略的に確保するためのシステムの構築を目指している。そのために、「成長分野等における中核的専門人



図-1 産学官コンソーシアムの概念図

材養成の戦略的推進事業」(以下、成長分野戦略と呼ぶ)を展開し、社会基盤も成長分野の1つに位置づけて、人材育成のための産学官コンソーシアム⁽²⁾を地域社会に形成し、各間の連携を強化することによって共同プロジェクトを実施することとしている。産学官コンソーシアムの概念図を図-1に示す。

平成 25 年度末現在、社会基盤分野においては、岐阜県(中部地方・岐阜大学)、長崎県(九州地方・長崎大学)、愛媛県(四国地方・愛媛大学)、山口県(中国地方・山口大学)、および新潟県(北陸地方・長岡技術科学大学)の5つの地方自治体(地方・大学)にてコンソーシアムが形成され、産学官の強い連携のもとで、再生技術者(地域再生を担う社会基盤維持管理の総合技術者)の育成に着手している。

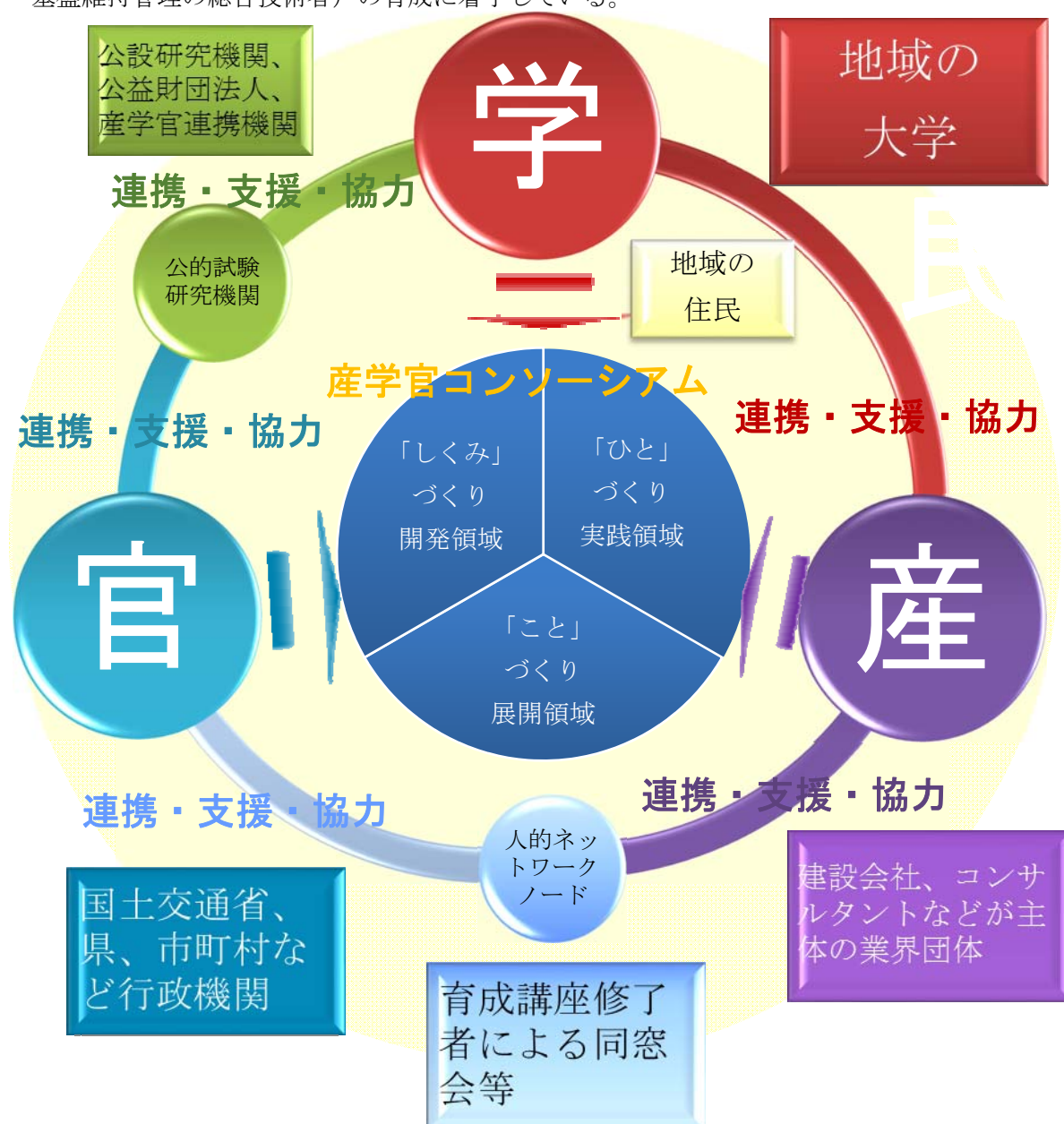


図-2 社会基盤分野における産学官コンソーシアムの形成例

また、1つの地方自治体（地方・大学）に限定せず、広域的にかつ大規模に再生技術者の育成に取り組んでいるものとしては、名古屋大学や中日本高速道路株式会社らが主体となって形成した「N²U-BRIDGE」（呼称:ニュー・ブリッジ）と呼ばれるコンソーシアムがその代表的なものと言える。

図-2 は、岐阜県（中部地方・岐阜大学）にて形成されたコンソーシアムである「インフラマネジメント技術研究センター⁽³⁾」の実施体制をもとに、社会基盤分野における産学官コンソーシアムの形成例を示したものである。その特徴としては以下の3点が挙げられる。

- ① 産学官コンソーシアムは、地域の大学【学】を中心に形成され、5つの地方自治体のいずれにおいても大学内に設置されている。
- ② 産学官からなる人的ネットワークを構築し、ネットワークを強化することで社会貢献度の向上や技術力の向上および技術の継承を図っている。
- ③ 産学官に止まらず、地域の住民【民】とも連携・支援・協力体制を築き、地域のニーズに応じた人材育成づくりを行っている。

産学官さらには民を加えたコンソーシアムにおいて、人材育成を戦略的に推進し、協働作業による質を保証するためにはPDCA サイクル⁽⁴⁾の構築が必要である。また、このサイクルを潤滑に廻すために、コンソーシアム内にコーディネート機能を強化するためのコーディネーターを配置することが望ましい。PDCA サイクルの構築例を図-3 に示す。

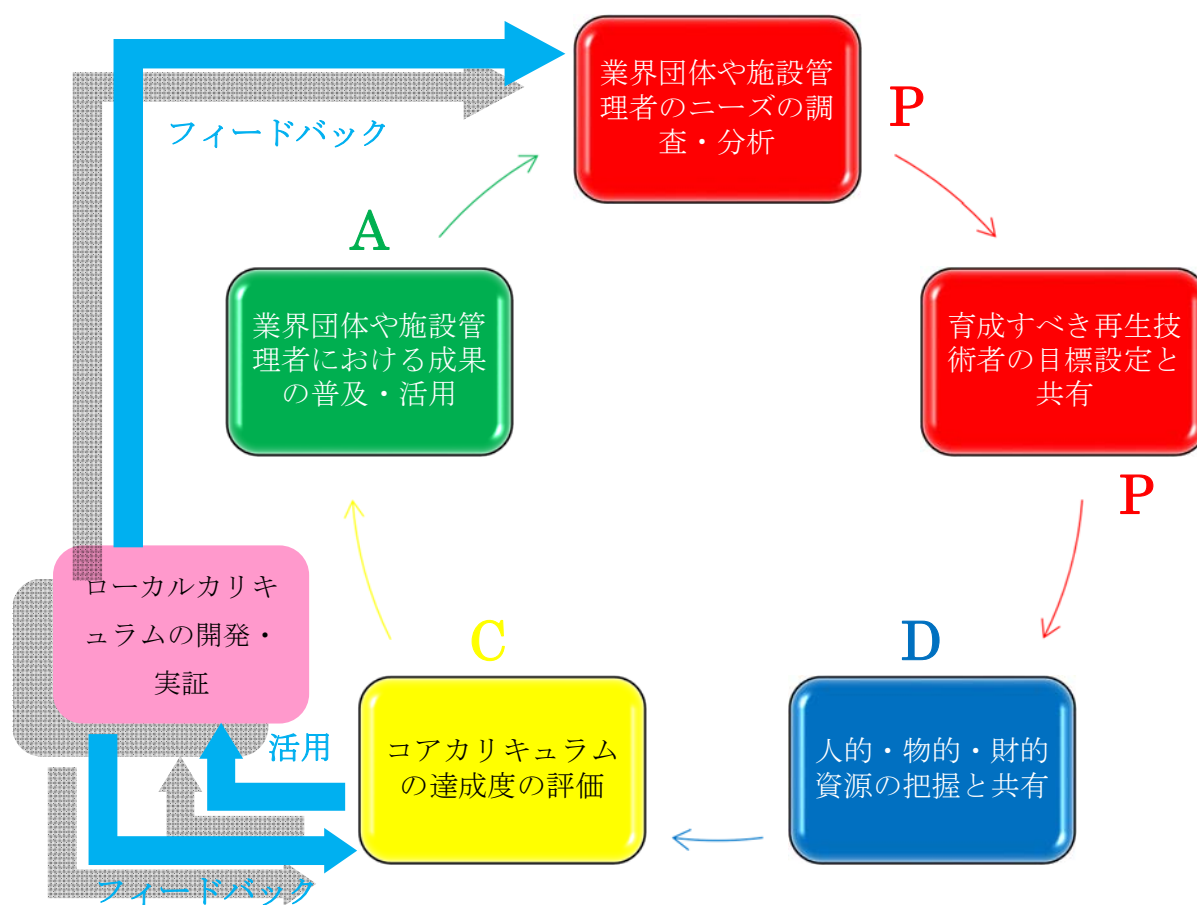


図-3 再生技術者育成のためのPDCAサイクルの構築例

全国的な人材シーズの変化と地域的な人材ニーズの変化に対処するためには、民間企業を母体とする建設業界【産】と地域の大学【学】との間に生じているミスマッチを解消し、企業が求めている人材にマッチしたカリキュラムを構築した上で、それに基づく人材育成を行う必要がある。また同時に、社会人や離職している人が大学で学び直す機会を充足することも重要である。

そこで、文部科学省の成長分野戦略においては、次の 3 つを人材育成の基本的な方針として位置付けて、カリキュラムを構築することとしている。

- ① 学びと職を両立し、自らの職業能力の向上を目指すことができる人材育成の実現
- ② 社会人がアクセスしやすい学習環境の整備
- ③ 【産】と【学】の対話と協働による学習システムの構築

さらに、カリキュラム（学びのプログラム）は、以下の 2 通りに分けて構築し、お互いの相互作用（活用とフィードバック）によって「オーダーメイド型教育プログラム」を開発・実証することとしている。

- ① 全国的な標準モデルカリキュラム（コアカリキュラム）

全国に普及するモデルとしての社会人向け短期プログラムの開発、既存の正規プログラムの見直しと反映、通信制・長期履修の活用等学習環境への配慮等。

- ② 地域のニーズに応じた（地域独自の）カリキュラム（ローカルカリキュラム）

地元企業や業界団体、地方自治体のニーズに応じたプログラムの開発・教員派遣、地域の住民の声を反映したプログラムの開発、地域社会をフィールドとした現場実習・実技等。

⁽¹⁾ 中核的専門人材とは、実践的かつ専門的な知識・技術・技能を身に付け、職業に必要な卓越したまたは熟達した実務能力に基づく業務を遂行し、または、グループや中小規模の組織の中で中核的な役割・機能を果たす厚みのある中間層のことを言う。一方、高度人材とは、大規模な組織の中やある職業活動領域において、グローバル社会での高度な業務実施能力やイノベーションの創出に必要な資質等に基づき業務を遂行する専門人材のことを言う（インフラ再生技術者育成シンポジウム資料より）。

⁽²⁾ コンソーシアム…2 つ以上の個人、企業、団体、政府（あるいはこれらの任意の組合せ）から成る団体であり、共同で何らかの目的に沿った活動を行ったり、共通の目標に向かってリソースをプールする目的で結成されるもの。

⁽³⁾ 平成 26 年 4 月に、「社会資本アセットマネジメント技術研究センター」より名称変更

⁽⁴⁾ P は Plan、D は Do、C は Check、A は Action を指す。

3.2 他県における人材育成の取組み

本節では、他県で実施されている人材育成の取組みについてとりまとめ、その課題について整理する。表-1 に、他県にて形成された産学官コンソーシアムの事例を示す。

表-1 他県における産学官コンソーシアムの事例

コンソーシアム名	設置場所（大学名）	主体（事業主名）
橋梁点検技術研さん・研究用施設「N ² U-BRIDGE」 （呼称：ニュー・ブリッジ）	名古屋大学	<ul style="list-style-type: none"> ・国立大学法人 名古屋大学 ・中日本高速道路株式会社 ・中日本ハイウェイエンジニアリング名古屋株式会社
インフラ長寿命化センター	長崎大学 （文科省の成長分野戦略に基づき設置）	<ul style="list-style-type: none"> ・国立大学法人 長崎大学 ・長崎県土木部 ・（社）長崎県建設業協会 ・（社）長崎県測量設計業協会 ・（財）長崎県建設技術研究センター
インフラマネジメント技術研究センター	岐阜大学 （文科省の成長分野戦略に基づき設置）	<ul style="list-style-type: none"> ・国立大学法人 岐阜大学 ・岐阜県 ・国土交通省中部地方整備局 ・岐阜社会基盤研究所

3.2.1 N²U-BRIDGE（ニュー・ブリッジ）における取組み

橋梁点検技術研さん・研究用施設である「N²U-BRIDGE」（呼称：ニュー・ブリッジ）は、名古屋大学内に設置された産学官コンソーシアムで、名古屋大学、中日本高速道路㈱および中日本ハイウェイエンジニアリング名古屋㈱が行っている再生技術者育成のための取組みである。概要を表-2 に示す。ニュー・ブリッジでは、行政機関、道路事業者、民間業界団体およびそれに加盟する企業（表-2 研修協議会参加者参照）が、自身の技術者育成のために実施するオーダーメイド型の研修も支援している。

つまり、カリキュラム、講師、点検機器をそれぞれの機関が持ち込んで研修することができるような仕組みづくりが行われている。また、その一部を橋梁長寿命化推進室（ニュー

表-2 N²U-BRIDGE（ニュー・ブリッジ）における取組みの概要

事業名	N ² U-BRIDGE（ニュー・ブリッジ）事業
事業者	国立大学法人 名古屋大学 中日本高速道路株式会社 中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋株式会社
事業内容	技術者教育事業（橋梁保全技術研修協議会，キャリア教育・研修部会，教育プログラム開発部会），技術者認定事業（橋梁保全技術者認定審査会），学生教育事業，研究推進事業
場所	国立大学法人 名古屋大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻 橋梁長寿命化推進室 URL: http://concrete-lab.civil.nagoya-u.ac.jp/n2u-bridge/
研修協議会参加者	大学（9 大学）：富山県立大学，金沢大学，福井大学，岐阜大学，愛知工業大学，中部大学，豊橋技術科学大学，名古屋工業大学，名城大学 行政機関等（11 機関）：国土交通省中部地方整備局，富山県，石川県，福井県，岐阜県，静岡県，愛知県，三重県，名古屋市，愛知県道路公社，名古屋高速道路公社 民間業界団体（3 団体）：プレストレス・コンクリート建設業協会，日本橋梁建設協会，建設コンサルタンツ協会中部支部
資格制度	橋梁点検士：橋梁点検調書作成から劣化機構推定まで H25 年度 60 名合格 H26 年度 60 名合格 橋梁診断士：橋梁劣化予測，対策提案から維持管理計画立案まで H27 年 3 月現在で認定試験の実施なし
研修制度	<p>■常設研修■</p> <ul style="list-style-type: none"> ・基礎コース（学生向け）：維持管理の流れと劣化を理解及び，簡易な点検を体験 <p><テキスト>臨床橋梁保全学（橋梁保全研修テキスト） 基礎コース編 2013 年 4 月</p> <p><受験資格>必要なし</p> <p><内容>60 名・2 日間（座学・実習） 年 2 回実施</p> <ul style="list-style-type: none"> ・検査点検コース（実務者向け）：部材ごとの劣化機構の評価から劣化機構の推定まで，及び点検調書の作成 <p><テキスト>臨床橋梁保全学（橋梁保全研修テキスト） 検査点検コース編 2013 年 4 月</p> <p><受験資格>橋梁業務の実務経験 2 年以上 技術士補（建設部門）等既存の資格保有者</p>

	<p><内容> 21名・3日間（座学・実習） 年5回実施</p> <ul style="list-style-type: none"> ・診断評価コース（実務者向け）：劣化予測，性能評価，対策提案から維持管理計画を立案 <p><テキスト> 検討中</p> <p><受験資格> 検査点検コース修了証取得後，橋梁保全業務の実務経験2年以上</p> <p>技術士（建設部門）等既存の上級資格保有者</p> <p><内容> 30名・3日間（座学・実習） 年1回実施</p> <p>■その他■</p> <ul style="list-style-type: none"> ・オーダーメイドの研修の支援 行政機関，道路事業者，民間業界団体およびそれに加盟する企業が，自身の技術者育成のために，ニュー・ブリッジを使用して実施する研修。カリキュラム，講師，点検機器をそれぞれの機関が持ち込んで研修することができる。また，その一部を推進室が支援することもできる（例：事前の打ち合わせにより，カリキュラムを決め，講師を手配すること）。 ・地域研修の支援 検査点検コースの内容をより多くの技術者に学習して頂く目的で，地域で行う研修。 必要に応じてカリキュラムの設定，講師の派遣，点検機器を支援。 ・研究推進事業 大学，行政，官公署，民間の橋梁保全技術に関する研究，技術開発のフィールド提供を行っている。疲労劣化の研究，宇宙開発などにも利用されている。 ・学生教育事業 名古屋大学の学部学生に対して，本施設を用いてインフラの授業を行っている。大学院生に対しては，6月，7月，8月の月1回，計3日間の集中講義を行い，9月にレポートを提出し，単位を与えている取組が行われている。その他の愛工大，名城大，高専の授業でも本施設を利用し，実習的な授業が行われている。
--	---

ー・ブリッジを管理・運営する大学の上位機関）が支援することもできるようになっている⁽¹⁾。

このような人材シーズの提供とは別に、検査点検コースの内容を地域の多くの技術者に学習してもらうことを目的に、地域で行う研修の支援など人材ニーズへの対応も同時に行

っていることが特徴と言える（人材シーズと人材ニーズの融合）。

ニュー・ブリッジにおける実習状況を写真-1～写真-4 に、実習に用いられている供試体（サンプル）を写真-5～写真-18 に示す⁽²⁾。



写真-1 検査点検コース実習風景



写真-2 打診検査実習風景 1⁽³⁾



写真-3 打診検査実習風景 2



写真-4 サーモグラフィを用いた実習風景



写真-5 ASR により破断した鉄筋



写真-6 ASR 発生状況



写真-7 PC 中空床版



写真-8 ピン、ローラー支承劣化



写真-9 床版の塩害劣化



写真-10 塩害劣化を受けた橋梁



写真-11 豆板のサンプル



写真-12 伸縮装置のサンプル



写真-13 橋梁腐食部材 1



写真-14 橋梁腐食部材 2



写真-15 第一弁天橋の概要

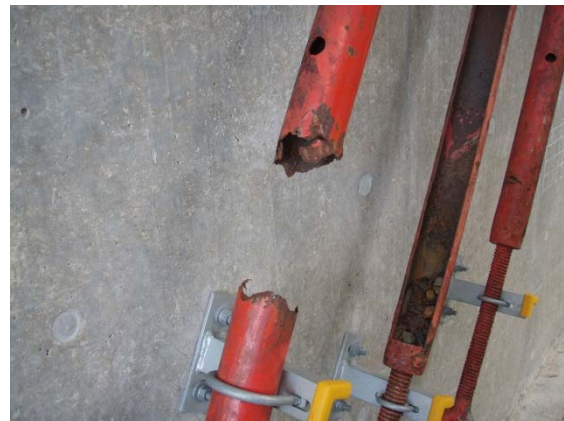


写真-16 第一弁天橋メインケーブルのターンバックル（劣化サンプル）



写真-17 PC 鋼線のグラウト材の充填不良サンプル



写真-18 ドリル法による中性化試験痕跡と被り不足による鉄筋の腐食（劣化サンプル）

3.2.2 長崎（インフラ長寿命化センター）における取組み

長崎における「インフラ長寿命化センター」は、文部科学省の成長分野戦略に基づいて長崎大学内に設置された産学官コンソーシアムで、長崎大学、長崎県および長崎県内民間企業からなる業界団体が行っている再生技術者育成の取組みである。概要を表-3 に示す。長崎と同じく、成長分野戦略に基づく再生技術者育成に取り組んでいる、岐阜の「インフラマネジメント技術研究センター」における ME（メンテナンスエキスパート）が単体であるのに対して、長崎の「道守養成ユニット」は階層式の人材育成システムとなっている点が大きな特長と言える。この「道守」は、平成 27 年 1 月 26 日に「公共工事に関する調査及び設計等の品質確保に資する技術者資格登録規程（平成 26 年国土交通省告示第 1107 号）」に基づいて技術者資格登録簿に登録（第 1 回登録）された。4 分野 { 橋梁（鋼橋・点検）、橋梁（鋼橋・診断）、橋梁（コンクリート橋・点検）、橋梁（コンクリート橋・診断） } 13 資格を得ている。また、「道守補助員」として、道路の利用者でもある地域の住民を育成することで、構造物の異常に一早く対応できる産学官民による協働システムを構築していることが意義深いものと言える。

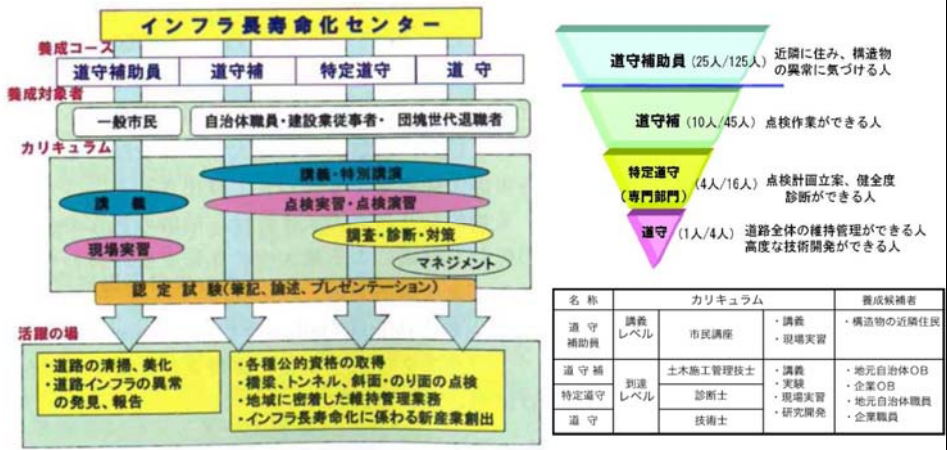
3.2.3 長崎における取組みに関するヒアリング調査の実施

長崎県における「道守養成ユニット」の運営の仕組みや今後の方針を把握し、福井県の地域特性や実情に見合った人材育成のための方法や仕組み（枠組み）づくりに寄与することを目的に、ヒアリング調査を実施した。調査の概要を表-4 に示す。ヒアリング調査は会議形式によるもので、調査対象者に対する質疑応答により調査内容を把握した。参考資料に質疑応答議事録を記す。

表-3 長崎（インフラ長寿命化センター）における取組みの概要

事業名	長崎大学インフラ長寿命化センター
事業者	国立大学法人 長崎大学 長崎県土木部 (社) 長崎県建設業協会 (社) 長崎県測量設計業協会 (財) 長崎県建設技術研究センター
場所	長崎大学大学院工学研科 インフラ長寿命化センター 道守養成ユニット事務局 URL: http://michimori.net/ (道守 HP)
協力体制	・岐阜大学, (独) 土木研究所との三者間で「社会基盤のメンテナンスに係る地域人材育成に関する協定」を締結
資格制度	受講後に認定試験を実施。 認定者には長崎大学長名の「認定書」, 「認定カード」を発行 有効期限は4年間。資格の更新には, 定められたポイントが必要であり, それを満たせば資格の更新は可能。 ＜更新ポイントが付与される活動＞ ・点検パトロールのボランティア活動 ・資格取得 ・各種講習会参加
研修制度	養成講座は4つのコースがある。 ・道守補助員コース (一般住民を対象): ＜目的＞日常生活の中で道路インフラ施設の大きな変状・異常を発見し, その状況を管理する担当機関 (国, 県, 市町等) に報告できる人材の養成 ＜時間＞講義 4.5h 現場実習 1.5h 計約 6h (1日) ＜内容＞講義内容: 道路インフラの重要性, 変状・異常事例等の説明 現場実習: 橋梁, 斜面の変状・異常について現地で説明, 点検シートの作成および添削等 ＜試験＞筆記試験, 面接試験

	<p>・道守補コース（実務者向け）：</p> <p><目的>道路インフラ施設の点検作業・記録ができる一級土木施工管理技士レベルの人材の養成</p> <p><時間>講義 14h 点検演習 12h 点検実習 10h その他の講演等 3h 計 39h（週 1 回 1 ヶ月半）</p> <p><内容>講義内容：道路インフラの施設の構造・点検に関する説明 点検演習：撤去橋梁を用いて非破壊検査装置，各種点検機器等の使用について演習 点検実習：現場に出向き，点検の際に重要な部位や部材の確認，点検シートの記載方法などの実習</p> <p><試験>筆記試験，面接試験</p> <p>・特定道守コース（実務者向け）：</p> <p><目的>コンクリート構造・鋼構造の 2 分野があり，道路インフラ施設の診断ができ，各分野できわめて高度な技術を有するコンクリート診断士・鋼構造診断士レベルの人材を養成</p> <p><内容>道守補コースのカリキュラムに加えて環境工学，情報処理，計測モニタリングなどの共通科目および各分野の各分野の専門科目・プロジェクト演習で構成。プロジェクト演習は数パターンの変状を有する構造物を想定して，(1)調査・計画，(2)予測・評価，(3)補修・補強計画について案を作成し，各案の良否を経験豊富な技術者を交えながらディスカッションを行う受講者参加型の講義。</p> <p><試験>筆記試験，用語説明，論文形式の問題，面接試験</p> <p>・道守コース（実務者向け）：</p> <p><目的>点検・診断の結果の妥当性を適切に評価して，総合的な判断を行うことができ，さらに維持管理に関するマネジメントができる技術士レベルの人材を養成</p> <p><時間>年間 119h</p> <p><内容>特定道守コースのカリキュラムに加えてアセットマネジメント，リスクマネジメント，ライフサイクルマネジメント，道守総合演習の講義・演習で構成。道守総合演習では，長崎県橋梁長寿命化修繕計画をもとに，橋梁の健全度判定方法，および点検結果から健全度診断までの一連の流れを説明。橋梁の健全度に応じた補修・補強工法の選定および費用の算出，劣化曲線を用いた橋梁の劣化予測に基づ</p>
--	---

	<p>く補修・補強時期の推定および維持管理費用の平準化を行っている。</p> <p>＜試験＞筆記試験，プレゼンテーション試験</p> <p>★総合評価落札方式において，当該企業に所属する従業員が「道守，特定道守，道守補」に認定されていることが，社会貢献活動の項目で加算点の対象</p>  <p>図 養成講座の概要</p>
所有備品	<p>①コンクリート構造物・・・鉄筋探査機器，コア抜きのための機器類等</p> <p>②鋼構造物・・・表面塩分測定器，超音波探傷器，厚さ測定器，膜厚計等</p> <p>③ひずみ・変位・振動測定・・・データロガー等</p> <p>④化学分析・・・塩化物イオン含有量測定器</p> <p>⑤解析ソフト・・・温度応力解析，FEM 解析，弾塑性解析，劣化シミュレーション等のソフト</p> <p>⑥その他・・・デジタルカメラ，サーモグラフィーカメラ，微粉碎機，発電機等</p>
その他	<ul style="list-style-type: none"> ・刊行物として「道しるべ」，「各種報告書」がWEB 上に示されている。 「道しるべ」:道守養成ユニットの活動の広報誌。(2カ月に1回程度発刊) 「各種報告書」: <ol style="list-style-type: none"> ①文部科学省科学技術戦略推進費 (H20～H24) 観光ナガサキを支える“道守”養成ユニット 成果報告書 ②長崎大学 工学部 インフラ長寿命化センター 活動報告書 ③国土交通省建設技術研究開発助成制度(H20, H21) 光学的非接触全視野計測法によるコンクリート構造物のマルチスケール診断法の開発 ・外部予算の獲得を積極的に行っている 2014 年度 建設技術研究開発助成制度採択

	<p>「光学的計測法を用いた効率的・低コストな新しい橋梁点検手法の開発」</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 高校生に対する道守講座 ・ 道路の異常通報システムの構築 <p>長崎大学の方で、道路の異常の通報，その対処について一元管理を行っている。</p>
--	--

表-4 長崎における取組みに関するヒアリング調査の概要

日 時	2014 年（平成 26 年）3 月 31 日（月） AM9:00～11:30
場 所	長崎大学文教キャンパス インフラ長寿命化センター 道守養成ユニット事務局 〒852-8521 長崎市文教町 1-14
調査対象者	長崎大学大学院工学研究科 松田浩教授（副学長） 森田千尋准教授 高橋和雄名誉教授（産学官連携研究員）
ヒアリング調査の内容	<ul style="list-style-type: none"> ・ 「道守養成ユニット」の運営体制について ・ 「道守養成ユニット」の学習プログラムについて ・ 「道守養成ユニット」の今後の方針について ・ 産学官の連携体制について ・ 自治体（官）独自の取組み内容について ・ 地域住民・離職者（民）との協働について
施設（インフラ長寿命化センター）の現況	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>長崎大学正門</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>長崎大学校舎配置図</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;">  <p>インフラ長寿命化センター入口1</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>インフラ長寿命化センター入口2</p> </div> </div>



3.2.4 岐阜（インフラマネジメント技術研究センター）における取組み

岐阜における「インフラマネジメント技術研究センター」は、長崎と同様に、文部科学省の成長分野戦略に基づいて岐阜大学内に設置された産学官コンソーシアムで、岐阜大学、岐阜県および岐阜県内民間企業からなる業界団体にて設立された岐阜地域協議会が母体の再生技術者育成の取組みである。概要を表-5に示す。

表-5 岐阜（インフラマネジメント技術研究センター）における取組みの概要

組織名称	岐阜大学 工学部附属インフラマネジメント技術研究センター（平成 26 年 4 月より） 旧：岐阜大学研究推進・社会連携機構 社会資本アセットマネジメント技術研究センター
事業者	国立大学法人 岐阜大学 岐阜県 国土交通省中部地方整備局 岐阜社会基盤研究所
場所	岐阜大学工学部インフラマネジメント技術研究センター 事務局：工学部E棟3階 E316 室 URL： http://www1.gifu-u.ac.jp/~ciam/ http://ciam.xsrv.jp/organization/
協力体制	・長崎大学、（独）土木研究所との三者間で「社会基盤のメンテナンスに係る地域人材育成に関する協定」を締結
資格制度	<u>ME（メンテナンスエキスパート）</u> ＜試験内容＞論文試験，プレゼンテーション試験 ＜合格者＞189 名（H26 年 1 月現在）

<p>研修制度</p>	<p>・「<u>社会基盤メンテナンスエキスパート（ME）養成講座</u>」</p> <p><目的>社会資本の維持管理を担う高度な知識を持った総合的技術者を養成することを目的。</p> <p><受講資格>官公庁等土木技術者（社会資本の維持業務2年以上） 建設業界技術者（社会資本の点検・調査，補修・補強等の業務3年以上）</p> <p><講座内容></p> <ul style="list-style-type: none"> ・アセットマネジメント基礎科目 ・社会基盤設計実務演習 ・点検・維持管理演習 <p><受講人数>20名</p> <p><受講期間>20日間の集中講義 (5科目×16コマ=80コマ，90分/コマ×4コマ/日×20日=120時間)</p> <p>養成講座を修了した場合は「岐阜大学大学院履修証明書」が交付され，MEの受講資格が与えられる仕組みとなっている。</p> <p><費用>無料</p> <p>・<u>メンテナンスサポーター（以下、MS）講習会</u></p> <p><目的>メンテナンスサポーターとは，厳しい財政状況や土木技術者不足の中，高齢化が進む社会基盤に対して，県民協働による情報収集や効率的な補修などの維持管理が必要との考えからはじまった県民のボランティア活動による道路施設の点検・報告を行うもの。</p> <p><講座内容>座学とフィールド実習で構成される。座学は，活動するときの注意点や点検する視点，報告方法を学習。また，道路を構成する舗装，側溝，橋りょう，トンネルなどの施設の劣化や損傷について学習。フィールド実習では，道路施設において，道路舗装や道路標識，橋梁の点検のポイントを学習。</p> <p><受講期間>1日</p> <p><登録者数>893名（2014年6月現在）<——岐阜県に登録される。</p>
<p>沿革</p>	<p>平成20年度『社会基盤メンテナンスエキスパート（ME）養成ユニット』を実施</p>
<p>その他</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・文部科学省科学技術戦略推進費「地域再生人材創出拠点の形成プログラム」（平成20～24年度）により「社会基盤メンテナンスエキスパート養成講座」を運営・実施 ・文部科学省「成長分野等における中核的専門人材養成等の戦略的推進事業」

	<p>を平成 25 年度から進めている。長崎大学、岐阜大学、長岡技術科学大学、愛媛大学、山口大学の 5 大学が連携して人材育成に取り組む事業を行っている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ME 認定者全員が入会する「ME の会」が結成されており、自主的にフォローアップ研修を行うなど、技術を向上するための仕組みが構築されている。 ・ 「社会基盤メンテナンス手帳（技報堂出版）」が発刊されている。 ・ 平成 14 年 12 月 2 日に岐阜県内建設業界、岐阜大学工学部社会基盤工学科、（財）岐阜県建設研究センターの産官学が連携した研究所として岐阜社会基盤研究所を設立している。
--	---

3.2.5 その他の取組み

文部科学省の成長分野戦略に基づく社会基盤分野の人材育成は、段階的にその他の自治体（地方・大学）においても実施されている。平成 25 年度からは、新たに愛媛県（四国地方・愛媛大学）、山口県（中国地方・山口大学）、および新潟県（北陸地方・長岡技術科学大学）で実施され、それぞれのローカルルールを適用した内容の再生技術者育成が行われている。

① 新潟県（北陸地方・長岡技術科学大学）における取組み

平成 25 年度末現在、新潟県（北陸地方・長岡技術科学大学）においては、学内に未だ産学官コンソーシアムは形成されていないが（総合診断技術センター【仮称】を設置予定）、その前身母体となりうる「コンクリート技術研究会」と「コンクリートメンテナンス研究会」が存し、活動を活発化している⁽⁴⁾。活動状況を写真-19～写真-22 に示す。

「コンクリート技術研究会」は、自治体（官）の技術職員（20 代後半～30 代半ば）を対象にした研究会であり、参加者は各自治体からそれぞれ制限人数以内で募集（全体で 1 講当り 20 名以下）し、講師陣は大学（学）の学識経験者が中心となっている。講義は 6 月から開始（自治体の人事異動を考慮）され、ほぼ月 1 回開催で計 7 回実施されているのが現状である。カリキュラム（学習プログラム）は座学、実験、野外での点検など総合力育成を重視した内容となっている。

一方、「コンクリートメンテナンス研究会」は、新潟県内の民間企業（産）の技術者を対象にした研究会であり、一般社団法人化して活動を行っている。講師陣は新潟県内の民間企業（産）の技術者が中心となっている。講義は年 5 回実施されているの



写真-19 座学の様子（技術研究会）



写真-20 実習の様子（技術研究会）



写真-21 座学の様子（メンテナンス研究会） 写真-22 実習の様子（メンテナンス研究会）

が現状であり、カリキュラム（学習プログラム）は、コンクリート診断士等資格取得を前提とした講習会、測定機器を用いた点検・調査の実習など、実践力育成を重視した内容となっている。

長崎県の「道守」に対して、新潟県は「橋守」として今後展開される。つまり、今後の展望としては、まずはじめに産学官からなる技術者ネットワークを確立し、新潟県内（地元）の建設会社の技術者を「橋守」として機能させ、高頻度の点検手法（安価で毎年点検できるような点検方法）の開発とともに成長分野戦略の実現を図るものである。

② 愛媛県（四国地方・愛媛大学）における取組み

平成 25 年度末現在、愛媛県（四国地方・愛媛大学）においても、学内に未だ産学官コンソーシアムは形成されていないが、設置に向けた取組みとして、「愛媛社会基盤メンテナンス推進協議会」を設立している⁽⁵⁾。ここでは、四国全体を対象にした再生技術者の育成を念頭に、受講者は 30～40 歳代を想定しており、受講料は無料とする方向で検討中である。さらに、協議会規約・委員の審議、講座内容の審議、試行講座や講演会の報告などが行われている。

また、学習システムの構築の準備段階として、国、県、市町、民間団体へ養成講座の実施に関する聞き取り調査を実施している。その結果、維持管理の専門家養成、技術者ネットワークの構築の必要性に関する認識は高いが、人員不足・時間不足等により、現状では開講が困難であるという結果が得られている。

しかしながら、「地域のインフラは地域の技術者が守る」という趣旨には賛同が得られ、講座内容や開催時期、そして地域のニーズに応じたカリキュラム（学習プログラム）の設定が必要であるという結論も得られている。今後の展望としては、岐阜大学との連携を基に、ME 養成講座を参考とした試行講座の実施、そして平成 26 年度にはその本格的開講を図るものである。また、その内容は ME と比較してより実践的なものになる可能性が大きい。協議会の開催状況を写真-23 に、試行講座の開催状況を写真-24 に示す。



写真-23 協議会開催の様子



写真-24 試行講座開催の様子

③ 山口県（中国地方・山口大学）における取組み

山口県（中国地方・山口大学）における取組みの特徴の1つは、地域の人材ニーズへの対応を重視していることである。ここでも、愛媛県（四国地方・愛媛大学）と同様に、学内には未だ産学官コンソーシアムが形成されていないが、設置に向けた取組みとして、平成26年度に産学官からなる協議会を設置することとなっている。また、学習システムの構築に向けた取組みとして、ME養成講座を参考とした試行講座の実施に関する説明会・アンケート調査を、関係自治体向けに実施している。その結果、中国地方においても橋梁の維持管理について、「予算の不足」、「人材の不足」および「技術の不足」といった問題が深刻であることを明らかにしている。アンケートの結果の一部を写真-25に、説明会の開催状況を写真-26に示す。

橋梁の維持管理を行う上での問題点



写真-25 アンケート調査結果



写真-26 説明会開催の様子

なお、今回の報告に用いた図・写真の多くは、平成26年2月26日に岐阜にて開催された、「地域ニーズに応えるインフラ再生技術者の育成シンポジウム」における配布資料から引用していることを申し添えます。

3.2.6 人材育成の取組みに関する今後の課題

本節では、他県で実施されている人材育成の取組みについてとりまとめた。また、再生技術者育成に早くから取り組み、大きな成果を挙げている「インフラ長寿命化センター」（長崎大学内に設置された産学官コンソーシアム）を訪問し、運営の仕組みや今後の方針を把握した上で、福井県の地域特性や実情に見合った人材育成のための方法、仕組み（枠組み）づくりの参考にすることを目的にヒアリング調査を実施した。

これらの結果、人材育成の取組みにおける実情や課題について把握できた。今後の課題を列挙すると以下のとおりとなる。

- ・今後の地方自治体における橋梁の維持管理を取り巻く環境は非常に厳しいものがあり、「予算の不足」、「人材の不足」および「技術の不足」といった問題が、いずれの地方自治体においても深刻であることが明らかになった。これらの問題に対応するためには、産学官からなるコンソーシアムを形成し、互いが強く連携・支援・協力することが重要である。そのためには、まず人的ネットワークの構築が必要である。
- ・全ての橋梁の点検・マネジメントには、多くの費用・労力・時間がかかるため、効果的

で効率的な点検・マネジメントを担う社会システムの構築が重要となる。そのためには、地域住民の協力・協働が必要不可欠であり、それなしに実現は望めない。今後は地域住民との協力・協働を図っていくためのローカルガバナンスや人材育成システムの構築が必要である。

- ・産学官に、さらに民を加えることで、点検者の目が増え、インフラに問題が生じた際の迅速な対処につながるほか、損傷の初期状態で発見され得ることが可能となる（予防保全への寄与）。その結果、インフラの維持管理に対する予算の低減化につながる可能性がある。今後はアセットマネジメント技術との融合を図り、具体的なコスト縮減策を策定する必要がある。
- ・ローカルカリキュラムに基づいた地域の再生技術者の育成は、地域貢献につながり、持続可能な地域社会のリノベーションに寄与するものとなる。しかしながら、カリキュラム（学習プログラム）の策定、調整、運営には非常に労力がかかるため、今後は省力化も含めた具体的で実施可能なカリキュラム（学びのプログラム）の開発・実証が必要である。
- ・橋梁以外の、河川、砂防等も含めた全インフラに対して、再生技術者を養成することが必要ではないかと思われる。

⁽¹⁾例えば、事前打ち合わせによりカリキュラムを決めて、講師を手配できることなど

⁽²⁾写真で示した供試体（サンプル）以外にも、コンクリートの初期欠陥モデルとしてエフロレッセンス、砂すじ、すり減り、火害、化学的浸食、塩害、コールドジョイント、中性化、アルカリシリカ反応、ひび割れのモデルが用意されている。

⁽³⁾コンクリート内部に空洞を設けており、その厚さ、幅などを変化させて、打診の変化を確認できるものである。

⁽⁴⁾コンソーシアム設立に関しては、学内にインフラ再生技術者育成新潟地域協議会事務局を設立して対応している。また、これとは別に、学内には「安全安心社会研究センター」が設立されており、システム安全の専門家養成が行われている。

⁽⁵⁾学内には「防災情報研究センター」が設立されており、行政の地域防災計画やリスクマネジメントへの協力と支援が行われているとともに、ME（メンテナンスエキスパート）養成講座の開講も予定されている。

3.3 福井県における人材育成の取組み(案)

本節では、福井県がこれまで行ってきた人材育成の取組みについて整理し、前節までの結果を総合的に考察した上で、福井県で取組み可能な人材育成の仕組み、内容、方法等について提案を行う。

3.3.1 福井県における人材育成の仕組み(枠組)に関する一提案

3.1 節の図-2 にて提示した社会基盤分野における産学官コンソーシアムの形成を、福井県に適用した場合、産学官および民の担い手となる組織や団体は以下のものが挙げられる。

- ・産 … 一般社団法人 福井県測量設計業協会、一般社団法人 福井県建設業協会、一般社団法人 福井県建設コンサルタント協会、福井県道路構造物保全協会など
- ・学 … 国立大学法人 福井大学、独立行政法人国立高等専門学校機構 福井工業高等専門学校、学校法人金井学園 福井工業大学など
- ・官 … 福井県道路メンテナンス会議、福井県・各市町等地方公共団体、国土交通省近畿地方整備局福井河川国道事務所等国の出先機関、福井県建設技術協会など
- ・民 … 福井県コンクリート診断士会、各 NPO 法人、各ボランティア団体、町内会・自治会等地域住民からなる任意団体など

また、産学官および民の間に立って、それぞれを結び付けたり、コーディネートしたり、時には支援したりするソーシャルワーカー⁽¹⁾的な役割を担うものとしては、公的な試験研究機関が挙げられる。福井県の場合は以下の機関が考えられる。

- ・公的試験研究機関 … 国立大学法人 福井大学産学官連携本部、公設試験研究機関 福井県建設技術研究センター、公益財団法人 福井県建設技術公社、公益財団法人 ふくい産業支援センターなど

産学官コンソーシアムを形成するには、これらの組織や団体間での強い連携・協力・協働が必要となってくる。そのためには、産学官および民に属する組織や団体間でさらに小さなコンソーシアム・チーム・ユニットを形成したり、場合によっては融合したりすることによって、産学官コンソーシアム形成に必要な内部コンセンサスを得ることが重要となってくる。

そして、コンセンサスの形成や各組織・団体間での連携を強める有効な方策として、専門技術者（産）や総合技術者（官）および専門家（学）からなる人的ネットワークの構築が挙げられる。人的ネットワークは、産学官および民をそれぞれリンクさせることでその強化が図られる。ネットワーク構築の手段としては、メーリングやオンラインストレージ、地域 SNS など ICT 技術の積極的な活用が考えられる。この人的ネットワークの拠点（ノード）は、最初は、形成されたコンソーシアム内に設けるのが妥当であると考えられるが、人材育成システム構築後は、カリキュラム修了者で構成される同窓会等の非営利団体にて組織的に運営されることが望ましい。

地域住民との協力・協働を図っていくためのローカルガバナンスや人材育成システムの

構築においては、地域のニーズを的確・適切に反映できる計画的手法の導入が必要となってくる。そのためには、アンケート調査など従来の手法に加え、ワールドカフェ方式によるワークショップ⁽²⁾の開催や ICT 技術を活用した最新の合意形成手法の導入を検討することで、産学官と民の相互理解を深め、地域の意見や知識を広く公平・公正に集めることが重要である。

また、構築した人材育成システムを地域に定着させ、継続的に運営していくためには、運営費や人件費を抑えるための経営管理上のマネジメント技術を積極的に取り入れ、さらに、講座運営上の省力化も視野に入れて取り組む必要がある。そのためには、すでに実績を上げている他県（地方・大学）の産学官コンソーシアムとの連携、大学コンソーシアムとの連携など県域にとらわれない広域的な連携が重要である。

図-4 に、福井県における産学官コンソーシアムの形成例を示す。

3.3.2 福井県における人材育成の現状と将来

福井県では、2014 年 5 月 26 日に国および県内の道路管理者などをつくる「福井県道路メンテナンス会議」を立ち上げている（写真-27～写真-29）。これは、「福井県内における道路施設等の維持管理・補修・更新等を効果的・効率的に行うため、交通上密接な関連を有する道路管理者が相互に連絡・調整を行い、道路施設の点検結果や修繕計画等を共有・協力することにより、円滑な道路管理を促進し、道路構造物等の予防保全・老朽化対策の強化を図ること」を目的に設置された。

そして、同会議と連動し、点検技術の向上や補修技術の継承を目的に、「道路メンテナンス研修」を定期的で開催している（写真-30）。これは、橋梁、トンネル等の補修・補強工事の現場見学を主としており、道路インフラを維持管理するための技術について学習すると同時に、道路管理者間で意見交換並びに情報交換を行うものである。さらに、これまで福井県が主体として実施してきた橋梁技術研修と融合し、同研修では、点検技術に関しての実地研修や講習会等を行い、「総合技術者」としての点検技術の向上・研鑽ならびに技術の継承に積極的に取り組んでいる⁽³⁾。

一方、現場で行う点検作業は、各自治体から委託されるコンサルタント会社等の専門技術者である。しかしながら、福井県内では、これら民間事業者【産】の専門技術者に対して、道路インフラの維持管理に特化した人材育成の取り組みが十分に行われていないのが現状である。重要点検部位の点検漏れによる事故の発生は、「点検を行う専門技術者の知識不足が一つの要因」であることから、現場で適切・的確に点検・診断・評価を行い、道路インフラの維持管理を担う「再生技術者の育成が極めて重要」と言える。同様に、補修・補強においても、塩害を受けた構造物を補修・補強したにも関わらず再劣化するなどの事象も生じており、「補修・補強を担う技術者の育成も極めて重要」と言える。以上より、2015 年 3 月 16 日に、その第一歩として、より適した工法、材料の選定を道路管理者に提言するほか、技術の向上や継承、人材育成を目的に補修・補強の施工業者および資材

メーカーなどをつくる「福井県道路構造物保全協会」を立ち上げている（写真-31）。

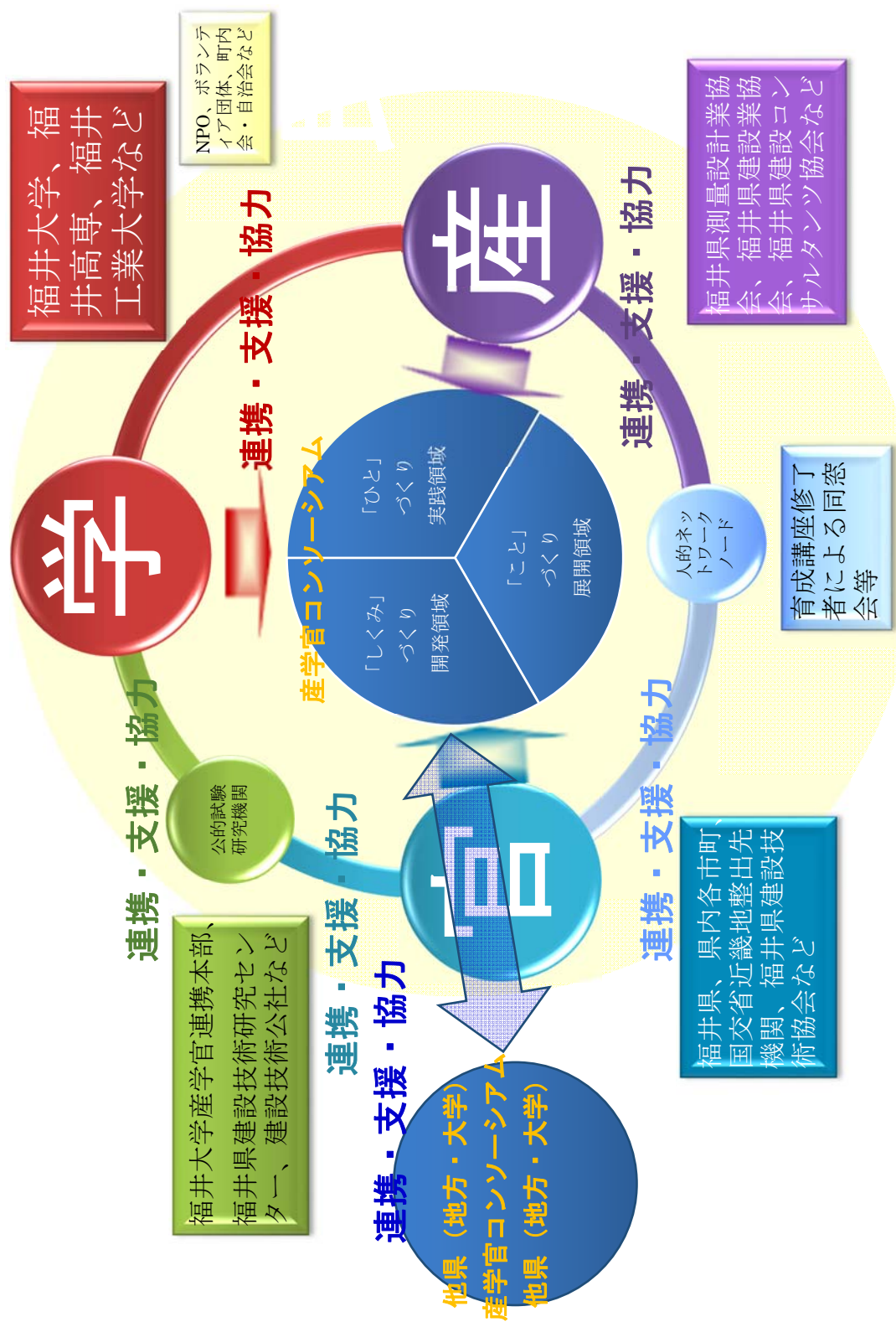


図-4 福井県における産学官コンソーシアムの形成例

道路管理する県や市町の担当者ら約40人が出席した県道路メンテナンス会議＝26日、福井市の県教育センター



道路管理の情報共有

トンネルや橋の点検方法、基準

国や自治体 県メンテナンス会議設立

国や県、市町など県内の道路管理者でつくる「県道路メンテナンス会議」が26日設立し、福井市の県教育センターで初会合を開いた。トンネルや橋は7月から5年ごとの点検が義務化されるため、点検方法や点検基準など情報の共有を図るとともに、点検・補修の研修を強化していく。

国土交通省は道路の維持修繕に関する「道路法施行規則」を改正し、現場で直接見てチ

ェックする近接目視点検を義務付ける。診断結果は「健全」「予防保全」「早期措置」「緊急措置」の4段階で判断。た

だ詳細な点検基準や要領はまだ決まっていない。

△会合には国交省近畿地方整備局福井河川国道事務所、県各市町、中日本高速道路、西日本高速道路の担当者ら約40人が出席した。今後は国が示す点検基準や、点検で着目すべき箇所、判定事例写真などを加えた要領について情報を共有。道路施設の効果的、効率的な維持管理を目指す。点検・補修技術の向上、継承を図るため、メンテナンス研修も実施。29日にはおおい町の青戸の大橋で、実際に行われている補修工事を視察する。

(堀英彦)

県道路メンテナンス会議設立

情報共有 点検体制強化へ

トンネルや橋の保全業務を確実に、効率的に実施するため、関係者が集まる県道路メンテナンス会議の設立会議が二十六日、福井市大手二丁目の県教育センターで開かれた。点検技術の情報共有や合同研修によって職員の

技術レベルを上げ、点検体制の強化を目指す。速道路の担当者ら四十人が出席。会長の国土交通省近畿地方整備局福井河川国道事務所の青野正志所長が「人的資源、予算が厳しい中、各機関が情報交換して、有効な対策を練る場になりたい」とあいさつした。

同局の奈良明彦道路構造保全官が、道路保全を取り巻く動向を講演した。十年後に築五十年以上の橋が全体の四割となることや、老朽化による橋の通行止めで社会的影響が出ていることなどを解説。一方で、築八十九年の犀川大橋（金沢市）など大きな損傷がない古い橋があることにも触れ、「適時適切な補修が重要」と説いた。

二十九日には、おおい町犬見の青戸の大橋で、道路管理者を対象に、点検・補修技術の向上のため研修会を開く。事務局の県道路保全課によると、五十人以上の申し込みがあるという。（塚田真裕）

国や県、市町、中日本高速道路、西日本高

速道路の担当者ら四十人が出席。会長の国土交通省近畿地方整備局福井河川国道事務所の青野正志所長が「人的資源、予算が厳しい中、各機関が情報交換して、有効な対策を練る場になりたい」とあいさつした。

同局の奈良明彦道路構造保全官が、道路保全を取り巻く動向を講演した。十年後に築五十年以上の橋が全体の四割となることや、老朽化による橋の通行止めで社会的影響が出ていることなどを解説。一方で、築八十九年の犀川大橋（金沢市）など大きな損傷がない古い橋があることにも触れ、「適時適切な補修が重要」と説いた。

二十九日には、おおい町犬見の青戸の大橋で、道路管理者を対象に、点検・補修技術の向上のため研修会を開く。事務局の県道路保全課によると、五十人以上の申し込みがあるという。（塚田真裕）

国や県、市町、中日本高速道路、西日本高

速道路の担当者ら四十人が出席。会長の国土交通省近畿地方整備局福井河川国道事務所の青野正志所長が「人的資源、予算が厳しい中、各機関が情報交換して、有効な対策を練る場になりたい」とあいさつした。

同局の奈良明彦道路構造保全官が、道路保全を取り巻く動向を講演した。十年後に築五十年以上の橋が全体の四割となることや、老朽化による橋の通行止めで社会的影響が出ていることなどを解説。一方で、築八十九年の犀川大橋（金沢市）など大きな損傷がない古い橋があることにも触れ、「適時適切な補修が重要」と説いた。

二十九日には、おおい町犬見の青戸の大橋で、道路管理者を対象に、点検・補修技術の向上のため研修会を開く。事務局の県道路保全課によると、五十人以上の申し込みがあるという。（塚田真裕）

写真-28 「福井県道路メンテナンス会議設立」の記事 H26.5.27 中日新聞より引用



写真-29 「福井県道路メンテナンス会議設立」の記事 H26. 5. 27 日刊県民福井より引用

補修補強工事の現場を視察し県の担当者から説明を受けるメンバー＝29日、おおい町の青戸大橋



インフラ維持 技学ぶ

県道路メンテナンス会議

50人、おおいで初研修

国や県内の道路管理者などでつくる「県道路メンテナンス会議」は29日、おおい町の青戸大橋などで初めての研修を行った。橋の補修補強工事の現場を見学したり、担当者らと意見交換して、交通インフラを維持していくための技術を学んだ。

同会議は、インフラ整備における点検技術の向上と継承などを目的に26日に設立された。この日は国土交通省近畿整備局や中日本、西日本高速道路、県、市町などから約50人が参加。橋げたと橋脚を支える部材の取り換え工事が行われている同大橋を視察し

た。同町総合運動公園内の悠久館では、工事を管理する県職員らから概要説明を受けた。メンバーたちは、新旧の部材やジャッキなどが並ぶ現場で、写真を撮ったり担当者から話を聞くなど情報収集に努めた。同公園には取り付ける

前の部材が用意され、メーカー担当者から詳しい説明を受けた。県職員は「現場を見ることが多くのが学べる。今後もしばしば現場に行って研修したい」と話していた。
(谷口春馬)

写真-30 「福井県道路メンテナンス研修開催」の記事 H26.5.30 福井新聞より引用

道路構造物保全 建設業者ら結束 県協会が設立総会

立総会が16日、福井市内のホテルで開かれた。トンネルや橋など道路インフラの補修、補強に当たる県内の建設業者らが集まり、正会員6社、賛助会員11社と顧問らで発足した。写真。専門知識を生かして現場により適した工法、材料の選定を道路管理者に提言するほか、技術の向上や継承、人材育成に取り組んでいく。総会には約40人が出席。役員を選出し、会長には日光産業(福井市)の寛純治会長が決まった。寛会長は「道路構造物が20年、30年と延命できるような補修、補強をするのが、われわれの仕事。責任は重い」とあい



さつ。新年度の事業計画として工法の問題点や施工の工夫に関する研修会、現場見学会、発注者への啓発活動などに取り組むことを決めた。山梨県の中央自動車道笹子トンネル天井板崩落事故などを受け、道路インフラの安全性に厳しい目が向けられる中、協会設立によって補修の施工業者や資材メーカーが協力し、安全性向上に寄与するのが狙い。正会員は技術士やコンクリート診断士ら専門資格者のいる業者で構成する。(水口浩樹)

写真-31 「福井県道路構造物保全協会設立」の記事 H27.3.17 福井新聞より引用

3.3.3 福井県内で取組める人材育成に関する一提案

3.3.3.1 人材育成の取組みについての整理

以下に、福井県内で人材育成を行うのにあたり、名古屋大学、長崎大学、岐阜大学の人材育成の取組に関して、とくに参考となる点について整理する。

<名古屋大学>

- ・名古屋にあるニューブリッジのように点検作業を研鑽するための研修プログラムおよび研修施設は本県にはない状況である。点検業務を的確かつ確実に実践できる高度な人材を安定的かつ早期に育成するためには「実践的に点検業務を学べる研修施設および教育」が必要と考えられる。さらには、1度限りでなく「継続的に学べる仕組み」も必要と考えられる。土木学会認定 CPD プログラムに組み入れることも必要。
- ・研修内容に実践的要素を組み込むことは、点検技術を習得する上で極めて有効である。
- ・点検技術者としての地位を上げることの有効な資格制度とすることが重要。

<長崎大学>

一般住民に向けたインフラの維持・管理に関しての教育が行われており、それを受講したものは「道守補助員」の資格が与えられる。以上により、インフラの変状・異常を発見、

報告するための「人間センサー」としてとらえていることの手法は、インフラを安全に維持管理する上で極めて有効な手法であると言える。また、資格を与えた後も、継続的に技術力を向上させるためのシステムが構築されていることも特筆する点である。さらに、当該資格は、総合評価落札方式での社会貢献活動のポイントの対象となっており、地元企業の受注機会向上にも繋がっており、地元企業の活性化に繋がるものである。

<岐阜大学>

一般住民・学生に向けたインフラの維持・管理に関しての教育が行われており、それを受講したものは「メンテナンスサポーター (MS)」の資格が与えられる。以上により、インフラの変状・異常を発見、報告するための「人間センサー」としての役割を担ってもらっており、長崎大学の「道守補助員」の取組みと類似している。また、ME の資格を与えられた後も、継続的に技術力を向上させるための仕組みがあり、そのための「ME の会」が結成されている。また、ME の資格は、岐阜県内の点検業務を受注する際の資格条件に加えられている。他大学に比較して特筆すべき点は、古くから産学官が密接に連携した組織体制がつけられており、産学官の連携が非常にスムーズである。

3.3.3.2 人材育成に関しての一提案

福井県内の取組みとして、一般住民、学生にむけたインフラの維持・管理に関しての教育は、大学が中心となり、実施することは十分可能と考えられる。そのための資格を大学が認定することも可能である。ただし、人間センサーとしての役割をなす資格認定者が、インフラの異常・変状を道路管理者に伝達する仕組みを構築する必要がある。この件に関しては、行政と大学が連携し、資格認定者からの情報を道路管理者に伝達するための仕組み、システムを構築することを考えればよく、福井県でも、その取り組みは十分可能であり、先行している長崎大学および岐阜大学の取組みが参考になる。

また、高度な点検技術者を育成するためには、以下に示す①研修教材による研修、②公開実験による人材の育成、③点検機器を扱うための研修などを行うことは極めて有効と考えられる。ただし、そのための仕掛け、施設、設備等を備える必要がある。例えば、名古屋大学のように大学構内にそのような施設を建設し、高度な点検技術者を育成することが考えられる。さらには、その施設を利用して、一般住民および学生に向けたインフラの維持・管理に関しての教育・実習にも利用できると考えられる。ただし、この人材育成事業を事業化することは、競争的な外部資金に依存している他大学の取り組みを見ても、それと同レベルの取組みを福井で実施することは困難と考えられる。以上のことから、福井県でも実施可能な、身の丈にあった人材育成の一つの方法は、まず大学がインフラの維持管理に関する科目を新たに設け、その科目を誰もが受講できるように開放し、科目等履修生として受講できるようにすることである。この取組みは、岐阜大学の「社会基盤メンテナンスエキスパート養成講座」の受講形態と同様である。講師は大学教員をベースとし、実務の部分は行政、民間の方々に協力を依頼する方法が、無理なく継続してできる人材

育成の仕組みと考えられる。

一方、福井県には以下に示す社会インフラの維持管理、補修・補強に関連した人材育成を行っている様々な組織、協会がある。それらが連携し、人材育成を行うための研修、シンポジウム等を様々企画し、開催することも極めて有効と考えられる。

■福井県の社会インフラの維持管理または補修・補強を行う組織■

- ・2014 年 5 月 26 日設立：福井県道路メンテナンス会議
- ・2015 年 3 月 16 日設立：福井県道路構造物保全協会
- ・2012 年 11 月 1 日法人移行：(一社) 福井県測量設計業協会
- ・2004 年 3 月：福井県コンクリート診断士会

① 研修教材による研修

実践的に学べる施設の構築および研修教材は、点検者の技術の向上に極めて有効と考えられる。以下に、今後の福井県内における点検者の技術向上に役立てることを目的に、現在、福井大学で取り組んでいる人材育成のための研修教材づくりについて記述する。

写真-32 は、福井県大飯郡おおい町に架かる青戸の大橋の耐震補強で、支承の入れ替え工事により撤去されたピンおよびピン・ローラの支承である。写真-33 は、福井県大野市下半原に架かる子馬巣谷橋の床版打ち替え工事により解体・撤去された床版である。このように、現在、補修・補強工事により、解体・撤去される部材や支承などが様々でてきている状況である。それらを単に廃棄するのではなく、むしろ今後の人材育成に必要な教材としてとらえ、保管することも必要と考えられる。

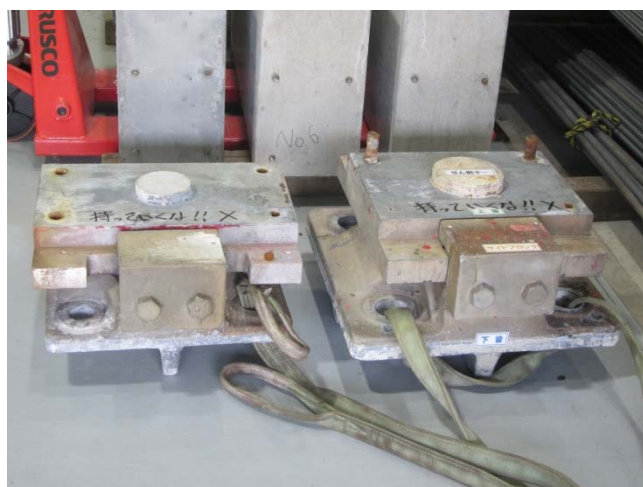


写真-32 撤去された青戸の大橋の支承



写真-33 撤去された子馬巣谷橋の床版

② 公開実験による人材の育成

- ・各種鉄筋材を用いた飛沫帯での屋外暴露実験



写真-34 屋外暴露実験現場

- 各種鉄筋材の塩水噴霧試験

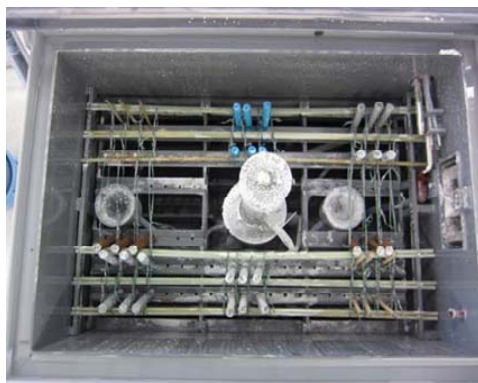


写真-35 塩水噴霧試験

- 各種鉄筋材の付着試験

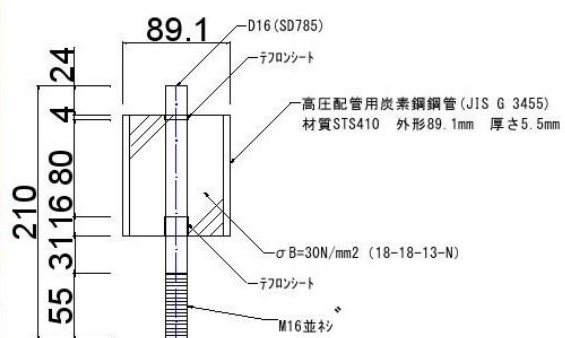


写真-36 付着試験

- ・ 損傷を評価するための梁の曲げせん断実験

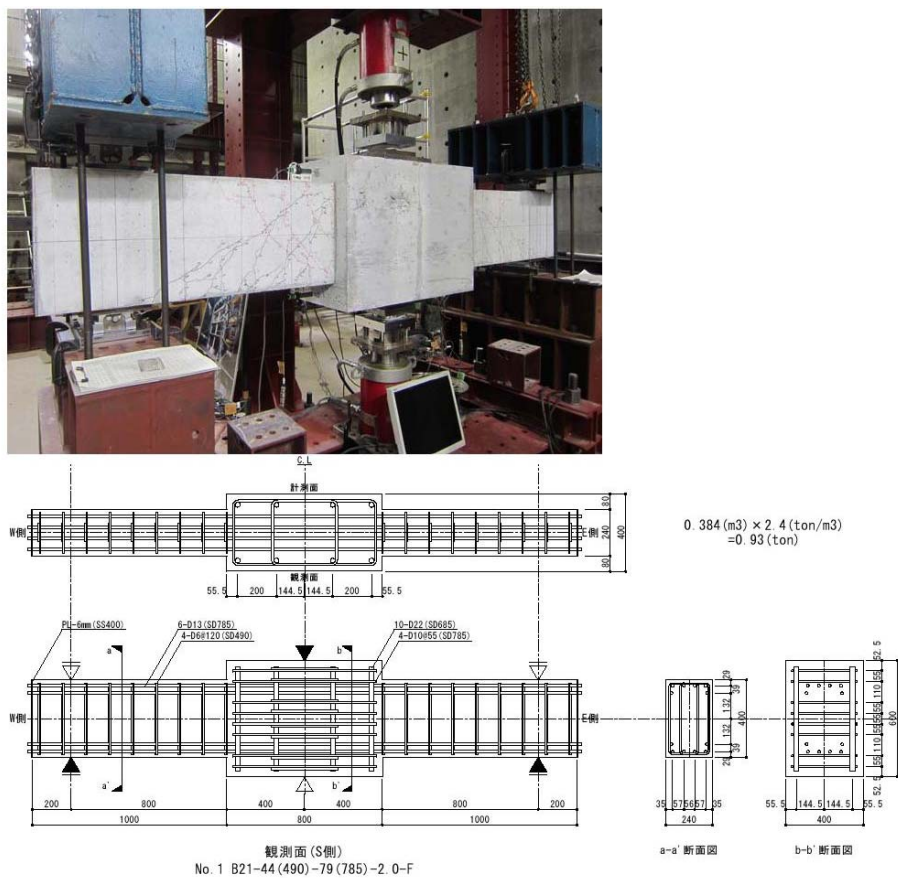


写真-37 曲げせん断実験

- ・ 点検ロボット等の見学



写真-38 点検ロボット



写真-39 点検ロボット見学会の様子 1



写真-40 点検ロボット見学会の様子 2



写真-41 点検ロボット見学会の様子 3

③ 点検機器を扱うための研修

- ・ 機器を扱うために必要な知識や機器の扱い方法の習得
- ・ 点検研修できる施設の設計、構築（打診テスト、鉄筋探索等）

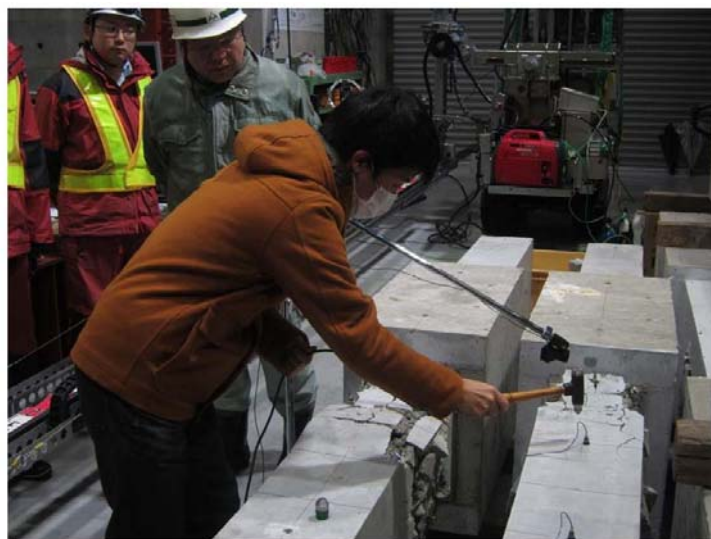


写真-33 テストハンマーによる打診状況

- ⁽¹⁾今後の社会基盤分野の維持管理の仕組みを説明する際に、理解し易くするための比喻として、医学分野の健康診断がよく用いられる。この場合、医者に相応するものが点検者、患者に相応するものが公共構造物（今の場合は橋梁）である。医学分野においては、生活する上で困っている人々や、生活に不安を抱えている人々、社会的に疎外されている人々、すなわち、定期的に病院等の施設にて健康診断を受け難い社会的環境にある人々に対して、総合的かつ包括的な援助を提供する専門職が存在する。その総称をソーシャルワーカーと呼んでいる。今後、社会基盤分野においても、定期的に点検を受けられない公共構造物（市町が管理する中小規模の橋梁やボックスカルバート等）が発生する可能性は否定できず、必要な維持管理のサービスを開発・援助する相談援助職の必要性が生じるものと考えられる。
- ⁽²⁾ワールドカフェとは、“カフェ”にいるような寛いだ雰囲気の中、少人数に分かれたテーブルで自由な対話を行い、ときどき他のテーブルのメンバーとシャッフルして対話を続けながら話し合いを発展させることで、相互理解を深め、参加する全員の意見や知識を集めることができる会議手法のことである。橋梁グループでは、研究会の下協議にてこの手法に準じた手法を取入れ、リラックスしてオープンな話し合いを行えるよう“カフェ”のような空間を演出し、その結果、多くの知識や洞察が生まれ、主体性と創造性に富んだ話し合いを実現している。
- ⁽³⁾福井県道路メンテナンス研修は、他県における【学】主体または【産】主体による研修形態ではなく、自治体職員が将来の道路のメンテナンスの必要性・重要性について自ら考えて行動し実施した、いわば【官】主体による研修である点が大きな特徴である。また、今後は、①橋梁のみならず、ロックシェッド（スノーシェッド）やトンネル、大型函体（ボックスカルバート含む）なども対象にする、②国が策定した「定期点検要領」に基づく研修内容にする、③これまでの研修内容を整理し事例集を発行する、④受講者には修了証書を授与し、優秀な受講者を表彰するなどして受講者のモチベーションの向上を図る、など研修内容を充実させる方向での検討が行われている。

第4章 今後の課題について

平時及び異常時点検について、点検要領等（国土交通省、福井県等）を参考に点検の重要ポイントについて整理を行った。

人材育成について、他県の人材育成（岐阜大学、名古屋大学、長崎大学等）における方法や課題を整理し、福井県内で取り組むべき人材育成のための方法及び仕組みをまとめた。

今後の課題として、今まで整備されてきたマニュアル類の現場への適用を検証し、実際の現場に適したマニュアル等を作成することを期待するものである。

参考資料1 アンケート結果

1. アンケートの集計結果

1) 点検の重要性

橋梁アンケート集計結果(官、民合計)

点検の重要性	橋 梁	
	官	民
日常点検		
極めて重要	3 43%	3 27%
重要	4 57%	7 64%
どちらともいえない	0 0%	1 9%
不要(そこまで費用をかけられない)	0 0%	0 0%
不要(そもそも不要)	0 0%	0 0%
合計	7	11
異常時(緊急)点検		
極めて重要	4 57%	8 73%
重要	3 43%	3 27%
どちらともいえない	0 0%	0 0%
不要(そこまで費用をかけられない)	0 0%	0 0%
不要(そもそも不要)	0 0%	0 0%
合計	7	11
定期点検		
極めて重要	3 43%	6 55%
重要	1 14%	5 45%
どちらともいえない	2 29%	0 0%
不要(そこまで費用をかけられない)	1 14%	0 0%
不要(そもそも不要)	0 0%	0 0%
合計	7	11
詳細点検、調査		
極めて重要	2 29%	7 64%
重要	2 29%	4 36%
どちらともいえない	0 0%	0 0%
不要(そこまで費用をかけられない)	3 43%	0 0%
不要(そもそも不要)	0 0%	0 0%
合計	7	11

1位
2位

- ・官民ともに「重要性が高い」との回答割合が大きい
- ・「詳細点検・調査」項目において、官民で回答結果が異なった

2) 現在の点検体制

現在の点検体制	橋 梁	
	官	民
日常点検		
十分	3 43%	1 10%
どちらともいえない	4 57%	9 90%
不十分	0 0%	0 0%
合計	7	10
異常時(緊急)点検		
十分	0 0%	1 10%
どちらともいえない	5 71%	9 90%
不十分	2 29%	0 0%
合計	7	10
定期点検		
十分	2 29%	3 27%
どちらともいえない	3 43%	8 73%
不十分	2 29%	0 0%
合計	7	11
詳細点検、調査		
十分	1 14%	3 30%
どちらともいえない	6 86%	6 60%
不十分	0 0%	1 10%
合計	7	10

1位
2位

どちらともいえない、不十分の理由

項目	点検レベル	理由
橋梁	日常点検	目視できない場所は点検できない(鯖丹) 日常パトロールを行う管理職職員への講習が必要(福井)
	異常時(緊急)点検	目視できない場所は点検できない(鯖丹) 技術系職員の不足で同行できない可能性(小浜) 人手不足。点検車がない。点検路がない。(福井)
	定期点検	目視できない場所は点検できない(鯖丹) 職員点検時間確保。点検出来ないところが多い(小浜) 人手不足。点検路がない。(福井)
	詳細点検、調査	各部だけで費用がかかりすぎて全体をチェックできない(鯖丹) 予算次第(福井)

- ・官民ともに「どちらともいえない」との回答割合が大きい
 - ・「どちらともいえない」と回答した理由として、
 - 目視できない場所があるため
 - 人手が足りないため、点検路がないため
 - 点検費用がかかり過ぎるため
- という意見が得られた

3) 点検・調査手法

点検調査手法	橋 梁	
	官	民
日常点検		
明確で迷わない	2 29%	2 20%
明確だが不十分と感ずることがある	5 71%	8 80%
不明確・不十分	0 0%	0 0%
	7	10
異常時(緊急)点検		
明確で迷わない	1 14%	3 30%
明確だが不十分と感ずることがある	3 43%	7 70%
不明確・不十分	3 43%	0 0%
	7	10
定期点検		
明確で迷わない	3 43%	4 36%
明確だが不十分と感ずることがある	4 57%	7 64%
不明確・不十分	0 0%	0 0%
	7	11
詳細点検、調査		
明確で迷わない	4 57%	4 40%
明確だが不十分と感ずることがある	3 43%	5 50%
不明確・不十分	0 0%	1 10%
	7	10

1位
2位

どちらともいえない、不明確・不十分の理由

項目	点検レベル	理由
橋梁	日常点検	マニュアル等の不足(福井)
	異常時(緊急)点検	点検・調査手法が分らない(奥越) 手法が不明確(小浜) 人手不足。(福井)
	定期点検	人手不足。予算不足(福井)
	詳細点検、調査	劣化原因の特定は、消去法であり、それらの十分な調査には様々な機器や手法で順次実施する必要がある。(サンワコン) 予算が限られる中、随時、必要な調査を実施出来ない。(サンワコン)

- ・官民ともに「明確だが不十分と感ずることがある」との回答割合が大きい
- ・「明確だが不十分と感ずることがある」と回答した理由として、
 - マニュアル等が不足しているため
 - 人手が不足しているため
 - 予算が不足しているため

という意見が得られた

4) 対策方針の判断

対策方針の判断	橋 梁	
	官	民
日常点検		
明確で迷わない	1 14%	3 30%
明確だが不十分と感ずることがある	5 71%	7 70%
不明確・不十分	1 14%	0 0%
	7	10
異常時(緊急)点検		
明確で迷わない	1 14%	2 20%
明確だが不十分と感ずることがある	5 71%	7 70%
不明確・不十分	1 14%	1 10%
	7	10
定期点検		
明確で迷わない	3 43%	4 40%
明確だが不十分と感ずることがある	4 57%	6 60%
不明確・不十分	0 0%	0 0%
	7	10
詳細点検、調査		
明確で迷わない	3 43%	3 30%
明確だが不十分と感ずることがある	4 57%	6 60%
不明確・不十分	0 0%	1 10%
	7	10

どちらともいえない、不明確・不十分の理由

項目	点検レベル	理由
橋梁	日常点検	状況の判断や原因の推定、特定が出来る経験不足(小浜) 担当者の経験や技量次第な部分が多い(福井)
	異常時点検	対策方針が不明確(小浜) 担当者の経験や技量次第な部分が多い(福井)
	定期点検	担当者の経験や技量次第な部分が多い(福井)
	詳細点検、調査	担当者の経験や技量次第な部分が多い(福井)

- ・官民ともに「明確だが不十分と感ずることがある」との回答割合が大きい
 - ・「明確だが不十分と感ずることがある」と回答した理由として、
 - 担当者の経験や技量次第な部分が多いため
- という意見が得られた

5) 顕在化している問題

問題	合 計		官		民		橋 梁		中 央		キ ミ		京 福		帝 立		サ ン	
	合 計	順 位	小 計	順 位	小 計	順 位	合 計	順 位	合 計	順 位	合 計	順 位	合 計	順 位	合 計	順 位	合 計	順 位
台帳と設計資料の未整備	15	1	5	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
技術者の経験や技量が点検判定結果に影響	11	2	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
状況が緊急性を有するかどうかの判断基準が不明確	6	3	4	2	2	1	1	2	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1
点検箇所・対策箇所の優先順位づけ	6	3	2	6	2	1	1	4	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
従来から行われている鋼板接着工法の是非の判定	5	6	1	7	1	1	4	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
高所作業車等がない	6	3	3	5	1	1	1	3	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1
人手不足	5	6	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

問題点	コンクリート橋造物		鋼橋造物		基礎橋造物		支 承		伸縮装置		高欄		排水装置	
	官	民	官	民	官	民	官	民	官	民	官	民	官	民
非常にある	3 43%	5 45%	2 29%	3 27%	1 17%	1 10%	3 43%	4 36%	1 14%	5 45%	0 0%	1 9%	0 0%	3 27%
ある	4 57%	6 55%	5 71%	8 73%	4 67%	7 70%	3 43%	7 64%	4 57%	6 55%	3 43%	7 64%	3 43%	6 55%
ない	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	1 17%	2 20%	1 14%	0 0%	2 29%	0 0%	4 57%	3 27%	4 57%	2 18%
合 計	7	11	7	11	6	10	7	11	7	11	7	11	7	11

- ・官民ともに「台帳と設計資料の未整備」、「技術者の経験や技量が点検判定結果に影響」との回答点数が大きい
- ・全ての構造物に対して、官民ともに「ある」との回答割合が大きい

- ・その他の意見として、
 - 補修履歴等の不備
 - 発注者、点検者双方が技量不足である
 - 分からない者同士で対策を求めるのは難しい
 - プロフェッショナルを育成することが課題である
- が得られた

6) 災害・事故の事例

- ・災害・事故の事例として、
 - ・国道158号向東洞橋のアルカリ骨材反応によるコンクリート床版の劣化
 - ・静岡県浜松市天竜区における歩行者専用吊橋「第一弁天橋」のケーブル切断
 - ・国道305号沿いの塩害被害
 - ・能登有料道路での橋脚のASR劣化
 - ・国道23号木曾川大橋のトラス斜材破断
 - ・アメリカ州間高速道路I-35W ミシシッピ川橋ガセットプレート板厚不足により疲労破壊
 - ・イギリスYnys-y-Gwas橋 グラウト不良

が得られた

7) 今後、必要なこと・必要な新技術

今後、必要なこと・必要な新技術

項目	全体		官								民											
	合計	順位	合計	順位	奥越	鯖丹	小浜	丹南	福井	合計	順位	エイコー	構造	川上	中央	キミコン	丸一	京福	帝国	協立	ジビル	サンワコン
維持管理マニュアルの策定	6	4	3	3	1		1		1	3	3	1						1		1		
技術者の育成	8	2	5	1	2		1	1	1	3	3			1				1				
民間委託	9	1	4	2	1		1	1	1	5	1	1		1	1						1	
予防保全型の対応が重要 長寿命化計画の的確な実施	7	3	2	4			1		1	5	1	1	1	1			1	1				
詳細点検における福井県独自の橋梁システム確立の必要	3	6	1	6			1			2	5	1		1								
損傷程度判定評価と健全度評価の関連性の基準化	4	5	2	4	1		1			2	5		1					1				

- ・官は「技術者の育成」と「民間委託」との回答点数が大きい
- ・民は「民間委託」と「予防保全型の対応が重要 長寿命化計画の的確な実施」との回答点数が大きい

- ・その他の意見として、

【官】

- 維持補修マニュアルの策定
- 継続的な台帳管理システムの整理
- 維持補修費不足（地域住民に説明し、行政上の理解が必要）
- JR との協議（1 工事/年と制限 踏切改良が優先され、橋梁補修は後手状態）
- 優先度の高い橋梁は交付金等の事業費で補修し、優先度の低い橋梁は、単独費等の事業費で小規模かつ効果的な予防保全型の補修を実施していく

【民】

- 長寿命化に対するマニュアルや指針の整備
- 点検業務、補修設計・施工の積算体系の整備
- マニュアル通りに点検することも必要であるが、力学的なイメージをもって点検する目を養う必要がある。

が得られた

8) 産学官共同研究に望むこと

産学官共同研究に望むこと

項目	全体		官								民											
	合計	順位	合計	順位	奥越	鯖丹	小浜	丹南	福井	合計	順位	エイコー	構造	川上	中央	キミコン	丸一	京福	帝国	協立	ジビル	サンワ
簡易な調査方法の提案、研究	8	2	2	2	1				1	6	1	1			1			1		1	1	1
補修工法・補修材料の仕様・歩掛の確立	11	1	6	1	3		1	1	1	5	2		1	1			1	1				1

- ・官は「補修工法・補修材料の仕様・歩掛の確立」との回答点数が大きい
- ・民は2項目ともに回答点数が大きい
- ・その他の意見として、
 - 補修工法を選定できるフローの確立
 - 塩害に対する緊急性の判断確立
 - 補修設計、補修工事の仕様・歩掛・材料単価の確立

2. アンケート集計結果の考察

- ・点検については、重要であると認識しているが、人手不足および点検費用不足等の問題を抱え、満足のいく点検ができていない
- ・顕在化している問題として、「台帳と設計資料の未整備」や「技術者の経験や技量が点検判定結果に影響」との認識がある
- ・官民ともに、補修設計、補修工事、補修工法・補修材料の仕様・歩掛等の確立を望んでいる

3. グループの方針

○定期点検のための継続的な人材育成に関する仕組みづくり

- ✧ 点検漏れを防ぐための高度な人材を育成できる仕組み（スキーム）づくり
- ✧ 「マニュアルにとらわれない、自ら判断し行動できる技術者」研修のあり方についての考察

○定期点検（1次点検、2次点検）実施における重点ポイントの整理

- ✧ 絶対に点検漏れをしてはいけないポイント（重大事故に繋がるような箇所）は何かを考察し整理する

○異常時（緊急）点検手法の確立に関する考察

- ✧ 異常時（緊急）点検のあり方（点検手法や内容等）について考察し、官と民との間に潜在する意識の隔たり(乖離)を解消するための仕組みづくりについて考察を加える

参考資料2 長崎大学ヒアリング調査質疑応答議事録

質問内容：

[1]

- ①産学官の連携体制についてお聞かせ頂けたらと思います。もし、差し支えがなければ「協定書」のコピーをさせて頂きたいのですがよろしいでしょうか？

回答：

後日、メールにて鈴木先生宛て送付させていただきます。

- ②今後、国は2m以上の橋梁の点検を義務付ける予定ですが、どのような実施体制で点検等を行っていく予定かをお聞かせ頂けたらと思います。

- ・「点検の技術基準は、国交省令で定める」（第5回道路メンテナンス技術小委員会）と言及しています。長崎県の基準を国交省基準に合わせていく形としますでしょうか。

回答：

国交省の基準との整合性については、国の点検基準（土研？）に準拠しているので合わせた形になっている。また、九州地整に省令（案）に関して話をしたところ、「長崎では既に完成した形で実施しているので、それをそのままやれば良いのではないか」との回答を得ている。

ロボット、器具等を利用して点検することも考えられる。

（意見）：点検結果の評価、補修・補強工法の選定については、第3者委員会による評価が必要と思われる。（磯）

- ・地方自治体でのメンテナンスサイクル導入に向けた支援体制を国交省がその必要性を強調しています。道守養成ユニットはこの支援体制があれば、それを受けつつ継続していきますでしょうか。

回答：

現在の道守養成ユニットは、文科省の戦略に基づいた資金援助のもと行っている。一方で、長崎県内の地方自治体においては、大きな自治体では支援体制が整いつつあるが、離島を多く抱えているような小さな自治体では、まだ十分な支援体制が構築されていないのが実情である。今後は「道守」をキーマンとする支援体制のバックアップを行える仕組みづくりを、小さな自治体向けに提案できればと考えている。また、道守養成ユニットの継続的な実施については、今年度から岐阜県（岐阜大学）と連携をとりながら実

施していくこととなった。

- ・国交省ではデータベースの構築と活用をしていくべきであると言っています。道守養成ユニットまたは長崎県にはデータベースはありますか。また、あれば入力方法(点検者自ら？もしくは点検シートを受け取った管理側？)はどのような体系のもとに行われているのでしょうか。

回答：

データベースについては、道守ポータルを整備し、台帳等の電子化（IT 化）を長崎県が現在取組中であり、そのシステム化も図っている。また、このシステムではスマートフォンから通報できるようになっており、道守補助員（一般市民）からの入力もできる。データは大学で保管しており、県のデータベースとリンクされている。点検者が行った点検シートは、いったんここ（長寿命化センター）に集められた後に、自治体の方に送付するという体系となっている。

- ・国交省の点検要領（案）では定期点検の方法として、「必要に応じて触診や打音等の非破壊検査などを併用して行う」とあります。道守養成ユニットでは非破壊検査機器を用いて講習を行っていたかと思いますが、触診や打音を点検手法として入れている場合、基準の設定等を行っていますでしょうか（因みに国交省では基準が触れられていません。近接目視の基準例となる写真はたくさんあるのですが）。

回答：

非破壊検査機器を用いた点検に関する技術基準の設定について、今のところは未だそこまでは至っていないのが実情である。専門技術者（コンサル技術者、道守補レベル）が行う非破壊検査となると、かなり専門的な機器を用いることとなるので、何らかの基準が必要だと思う。

- ・国交省の定める点検基準は、予防保全型といいつつも、応答確認（ひび割れ、き裂、腐食減肉等）の点検となっております。地域によって特有の損傷形態がある場合は、それを考慮し、付加した点検要領とすることを検討しますか？

回答：

先ほどの質問回答にもあったとおり、長崎県は離島が多く、海岸線の総距離は北海道に続いて全国で2番目となっている。そのため、橋梁の塩害がひどく、特に市町村管理の小規模橋梁においては維持管理が行き届いていないため深刻な状況となっている。一方で、福井県や昨年度から取り組んでおられる新潟県など積雪寒冷地においては、凍結防止剤による橋梁の塩害など、長崎県とは異なる損傷形態が見られることから、地域の実

情に応じた点検要領の作成が必要不可欠だと考えている。しかし、道守養成ユニットではそこまでは踏み込んでいないのが実情である。

③長崎県の橋梁の「長寿命化修繕計画」の内容についてお聞かせ頂けたらと思います。

もし、さしつかいがなければ「長寿命化修繕計画」のコピーをさせて頂きたいのですが、可能でしょうか。

回答：

長崎県の橋梁の「長寿命化修繕計画」についてはホームページにて公開しているので、そちらを参照願いたい。長崎県では早くから橋梁の「長寿命化修繕計画」を策定したが、ことそのアクションとなると立ち遅れている状況である。

④学生に関しまして、養成講座への参加へ促すようなシステムはありますか。例えば長崎大学の講義として単位認定される等。

回答：

文科省から頂いた競争的資金は地域再生を目的としたものであり、学生への提供は制限されている。そのため、本プログラムは学生には開講していない状況である。ただし、別途、維持管理の授業は行っている状況である。

⑤DVD による講義と講師による講義とでは、その内容の修得度合に差異はありますか。また、DVD の内容は更新等を行っていますか。質問がある場合はどのように対処されていますか。

回答：

大きな差異は認められない。DVD による講義の方が良い場合もある。また、DVD の内容の更新は行っていない状況である。質問に対しては、担当者が1名は行くので、その方が返答できるものに対してはその場で回答するが、回答が難しい場合には、その質問内容をアンケート用紙に記述頂き、後日返答するようにしている。

⑥資格の更新はありますか？

回答：

4年毎に更新をしている。その際には簡単な講義を受けてもらっている。

[2]

①地元自治体と大学との連携について

・施設の運営について

再生技術者の育成を具体的に行う機関（コンソーシアム）として、貴センターがあり、産学官連携のもと運営をしていますが、これに対して自治体職員はどのようなかたちで携わっているのか、また、今後はどのようなかたちで携わっていくことになるのか、現況と今後の展望についてお聞かせ願います。

ex:センターを運営するのに専門の自治体職員を受け入れている（出向または兼務？）かどうかなど。

自治体側からの労務、予算の提供方法（自治体独自の予算体系を構築して、そこから提供して頂いているのか）、監査体制など。

回答：

「協議会規約」に基づく協議会を設置し、施設の運営を行っている。現在は大学の職員を中心に運営しているが、今後は民間企業からの専属、自治体からの出向・兼務、人材派遣やハローワークとの連携も視野に入れた形態にしていきたいと考えている。また、予算については長崎県の方で独自の予算を組んでもらい対応して頂いている。

・講師の受け入れについて

自治体からの講師の選定については、大学が選定していますか、自治体に選定を依頼していますか、その体制（講師の社会的立場も含む）についてお聞かせください。

回答：

上記協議会および審査委員会にて選定している。自治体からは安全管理や事例の紹介など県勢についての講義をして頂いており、講義割合としては 1 割程度と低いのが実情であるため、今後は更なる協力をお願いしていく予定である。

・組織体制の違いによる配慮について

自治体の場合は人事異動があり、継続的運営に対するバックアップ体制を構築するには難しい状況にありますが、このような点についてはどのような配慮がなされていますか。

ex:講座の開催開始時期を遅らせる、講師を担当する自治体職員の職能の変化への対応など。

回答なし

・研究機関との連携について

福井県の場合は、土木系の公設試験研究機関がありますが、このような研究機関とはどのように連携を図っていますか、または、どのように連携を図るべきなのか、現況とお考えをお聞かせ願います。

回答：

長崎県の場合は、直営による土木系の公設試験研究機関はなく、社団法人化している。このなかで「産学官連携研究員」として協力をお願いしている。具体的には、実務講座における実験・試験の担当や、野外研修における指導などの担当をお願いしている。

②自治体独自の取組み内容について

・入札契約制度面について

A) 資格認定者が所属する企業が、総合評価落札方式にて落札した場合、社会貢献活動項目にポイントを加算することで資格制度の促進を図っていますが、その効果は高いものであるのかどうか、現状についてお聞かせ願います。

B) 上記 A) 制度において、これだけでは不十分であり、より拘束力の強い制約を設ける制度（例えば、有資格者が所属する企業のみが、道路の維持管理業務を請け負えるようにするといった請負契約制度の構築等）によって、地元企業の受注機会の向上および活性化を図るべきであるという意見がありますが、これについてはどのような考えをお持ちかお聞かせ願います。

C) その他制度面における有資格者優遇措置などがありますか。

回答：

制度面における有資格者優遇措置については、今のところ総合評価落札方式で道守を評価しているが、加点は小さい。理由は橋梁、トンネル、斜面の技術に特化しているため、河川や砂防などの領域をカバーしていないことから、特定の分野のみ大きく加点をすることは出来ない。（県議会）

岐阜のメンテナンスエキスパート(ME)は、技術士と同等の評価としている。

・技術面（スキルアップ）について

新しい点検・診断技術の促進について、自治体が率先して行っていますか、または、技術を指定した発注・指導方法はとられていますか。

回答なし

・社会的環境について

シンポジウムにおいては、長崎県は離島が多く、有資格者の適正配置が難しく、地域

によって偏り・隔たりが生じていることが大きな課題であるとありましたが、それに対しては具体的に対策をお考えでしょうか、また、今後の方針についてお聞かせください。

回答：

この点は問題であると認識しているが、離島においても、講義の前半部分を DVD を用いているほか、講師自身も赴いている。ただし、生の講義を行って欲しいとの要望は大きい。成績を見ると、DVD 講義のほうが良かったこともあるので、一概に生の講義が良いとも言いきれない。自治体の規模などにも影響されるので、地域ごとの適正配置は難しい。今後は、指導的立場となる「道守」または「特定道守」も離島等に配置できるような体制づくりを精力的に行いたいと考えている。それでも、地域による偏り・隔たりが今後も大きな課題になると認識している。

③地元住民、離職者との協力方法について

- ・「道守養成ユニット」においては、地元の一般住民の方々にも協力をお願いし、「道守補助員」として活躍して頂くことが大きな特長の 1 つといえますが、住民の方々の協力を仰ぐには、まず合意形成を図る必要があるものと思われます。この点について、「道守養成ユニット」の場合はどのような手法で合意形成を図っていますか。
ex:公募による、地域の代表者に協力をお願いしている、OB のみ、無作為抽出など

回答：

「道守補助員」（5 年間で 194 名の登録。約半数は建設関係者）は、最初はボランティアとして公募したが、人の集まりが悪かったため、ほとんどは関係者によって構成されたのが実情である。その後、メディア（コミュニティーチャンネル、市長広報紙への掲載）の活用や愛護団体への直接呼びかけなどによって地域社会に徐々に認知されるようになった。本来は地元代表者や PTA への呼びかけが（通学路の安全向上といった観点等で）理想的であると考えている（長野県下條村のように PTA とスクラムを組んで通学路の点検を実施する例もある）。今後は活動範囲を広めて、橋上設備の目視だけでなく、道路看板・標柱・斜面・トンネルの異常も確認できるよう育成プログラムに含めていく方向で検討中である。

- ・「道守補助員」からの役所への報告形態はどうなっていますか。

ex:役所に専用の窓口を設置して対応している、インターネットのサイトに専用の窓口を設置して対応している、専用の窓口は設置せず職員が個別に対応している。

回答：

「道守補助員」の方々に「道守シート」を記入していただき（記入方法については講座に

て指導)、「道守通報システム」にて当センターで一元的に情報を集約後、関係自治体へ送信して対応をお願いするといった体系となっている。また、「道守シート」のチェックも当センターにて行っている。「道守通報システム」は管理者（自治体）でも参照することができるようになっている。専用の窓口は設置していないようである。

参考資料3 福井県道路メンテナンス研修:青戸の大橋 橋梁補修工事参加報告

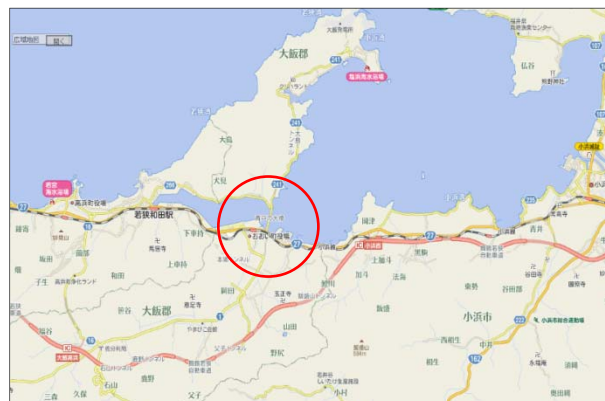
橋梁の名称：青戸の大橋・・・大飯原発の工事用道路として施工

福井県道 241 号 赤礁崎公園線（あかぐりさきこうえんせん）

完成年 昭和 48 年 12 月 15 日（昭和 49 年 6 月 1 日開通）

場所 福井県大飯郡おおい町本郷——犬見

構造：RC ラーメン橋、単純合成鋼桁橋 橋長 743.01m



参加日時：平成 26 年 5 月 29 日（木） PM1:30～4:00

参加者：4 6 名（県メンテナンス協議会メンバー、福井大学、福井県建設技術研究センター、福井県建設技術公社）

工事内容：支承取替工（車両を通行させながらのジャッキアップによる支承取替）

2013 年 4 月、12 月、2014 年 1 月に鋼桁の塗装工事を実施済

研修内容：

橋脚上の支承のうち、2 橋脚を対象として支承取替工の見学会が行われた。見学に際しては、工事の説明、交換前後の支承の構造説明、移動用のバスの手配まで非常に配慮の行き届いたアレンジがされており、限られた時間ながらも、スムーズな運び、かつ重要ポイントの重点的な見学がなされた。

1 つの橋脚上においては、施工前と施工中の支承(写真 1)、他方の橋脚上においては、施工前と施工後の支承が見学できるようになっており、施工のプロセスや、施工上の留意点が理解しやすいように配慮されていた。新型ゴム支承の構造に関しては、実物および、亚克力製で機構が可視化された支承が展示され、メーカーである川金コアテックより説明がされた。

本施工のポイントは以下に挙げるとおりである。

管理上の留意点、施工の特徴：

①ベースプレート下端の無収縮モルタルの打設は、巻き込みエアーが抜けるように施工することポイントである。

- Ex. ・片側から無収縮モルタルを圧入する。両側から打設することは厳禁である。
- ・ベース部分にエアーを抜くための孔を設けておく。
 - ・厳密に行えば、施工実験を行い、空気が介在する面積の割合を制限、規定される場合がある。

②アンカー筋の穿孔では、鉄筋にあたったため、図 1 に示すように近接した位置に何度も穿孔した箇所（最大で 3 箇所）が存在した。余分に穿孔した部分は、接着系の樹脂で埋めるとのことであった。あと施工アンカーの耐力式は、そのような条件下での耐力を保証するものではないと推察される。また、このような大きなボリュームの穿孔孔に樹脂を注入した場合、相当大きく収縮することは避けられない。そのため、アンカーの性能に何らかの影響を与える可能性がある。

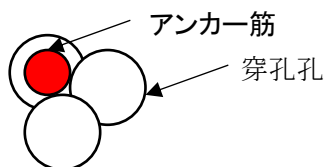


図 1 アンカー筋の穿孔孔の状況

- ③ 支承交換に伴い、桁を 2～3mm 程度リフトアップさせるため、橋脚上端部にジャッキを設置する。ジャッキの反力が及ぼす橋脚耐力への影響から、補強が必要となるため、橋脚の側面上部に補強用アンカーを設置している(写真 1、写真 11)。アンカーは配筋を除ける形で設置している。支承交換完了後は、アンカーを除去し、モルタルを充填する。



写真-1 (a) 橋脚側面上部に設置したアンカー

- ④ 主桁下フランジとソールプレートは最終的に現場溶接（隅肉溶接）され、塗装される。過去の事例から、ソールプレートの溶接部は疲労き裂の事例が多い。その原因は、重量車両の通行および支承機能の低下である。青戸の大橋における重量車両の交通量は少ないものの、この溶接は良質な施工であることが要求されるほか、この部位は点検時の着目箇所の一つである。また、点検においては、チョークを用いた支承機能の健全性確認等が重要である。



写真-1 (b) 橋脚側面上部に設置したアンカー



写真-2 吊り足場（左：側面からの写真 右：下からの写真）



写真-3 消波パネル補修・橋脚補強



写真-4 伸縮装置



写真-5 排水マス（左：土砂により詰まっている 右：グレーチングの損傷）



写真-6 単柱式橋脚の劣化状況（左：フーチング部の劣化状況 コンクリート表面のスケーリング 右：鋼管部分の腐食 錆汁がでている状況）



写真-7 RC ラーメン橋（ひび割れ幅 0.2mm の記載）

写真-8 RC ラーメン橋（鋼管杭被覆防食）



写真-9 新しい支承（左：支承 右：アンカー筋）

支承：DRB (Disk Rubber Bearing、ディスク型高面圧ゴム支承、川金コアテック)
 ベースプレート下部の無収縮グラウト材：ナイロン繊維入り無収縮モルタルフィルコン R-F
 （住友大阪セメント）
 アンカーボルト：接着系アンカー（注入方式）



写真-10 古い支承の設置状況（左：コアはアンカー筋の穿孔孔からでたものと推察される）



写真-11 ジャッキの設置状況とせん断補強状況
ジャッキにより桁を2mm ジャッキアップする。荷重は90～130tf 程度。

写真-12 手押しポンプ



写真-13 支承設置完了（無収縮モルタル充填前）

写真-14 支承交換、無収縮モルタル充填完

参考資料4 先進地見学報告

■見学行程■

①岐阜大学 工学部附属インフラマネジメント技術研究センター

(旧：社会資本アセットマネジメント技術研究センター) 見学

日 時：2015年3月9日(月) AM10:00～12:00

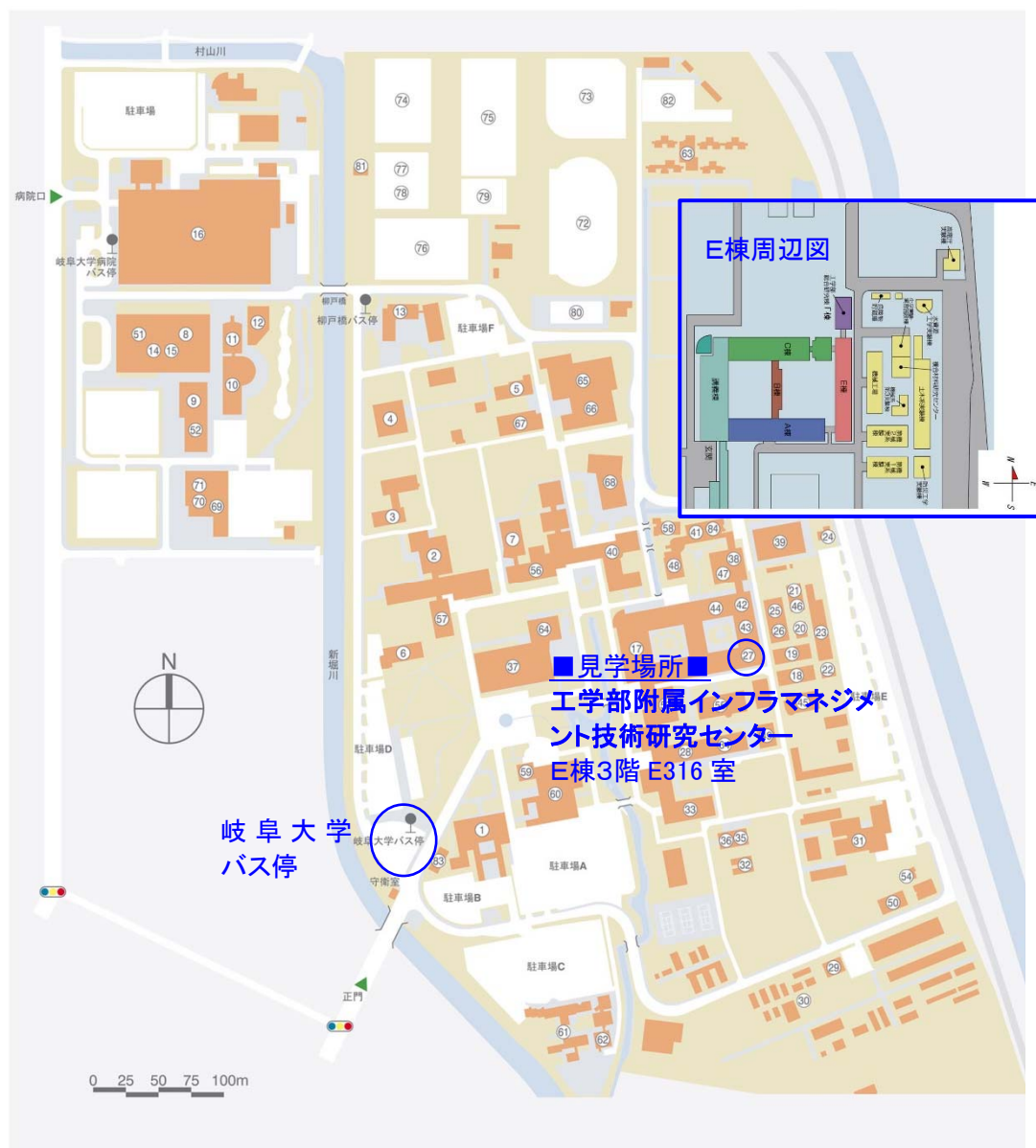
見学場所：〒501-1193 岐阜市柳戸1-1 事務局(岐阜大学工学部E棟3階 E316室)

応 対 者：岐阜大学工学部附属インフラマネジメント技術研究センター

沢田 副センター長

熊田 秘書

見学内容：岐阜(インフラマネジメント技術研究センター)における人材育成取組みに関するヒアリング(内容のまとめについては、本編3.2.4を参照)



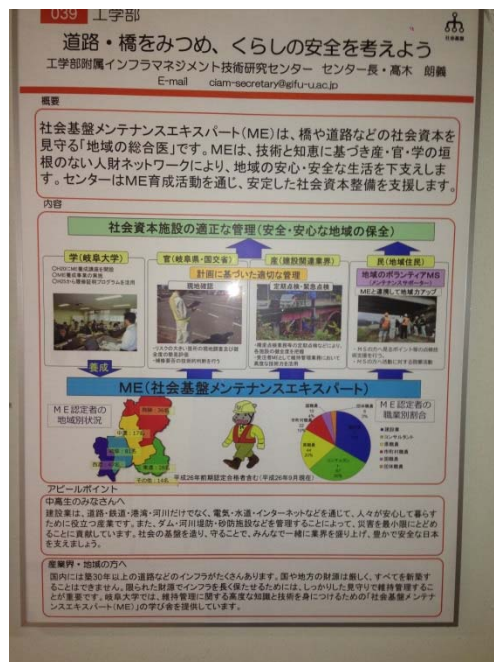


写真-1 インフラマネジメント技術研究センター

②中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋（株）

E-MAC (Electric Machine Architecture Communication) 技術研修センター見学

日 時：2015 年 3 月 9 日（月） PM3:00～5:00

見学場所：〒509-0141 岐阜県各務原市鵜沼各務原町 7-71-10 E-MAC 技術研修センター

応 対 者：中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋（株）E-MAC 技術研修センター

奥田 技術主任

加藤 技術主任

加藤 係長

見学内容：E-MAC 技術研修センターにおける人材育成取組みに関する施設見学

施設概要：①故障修理技術の習得、②土木技術の習得および③安全文化を身に付けることを目的に、主に NEXCO の初級・中級実務社員（一部の研修はアルバイトも含む）を対象にした現場実務研修施設で、実物または実物大の模型や 3D シミュレーションを用いて技術の伝承を図る施設である。

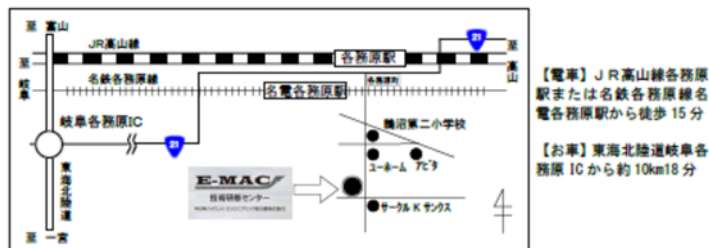




写真-2 実地訓練棟

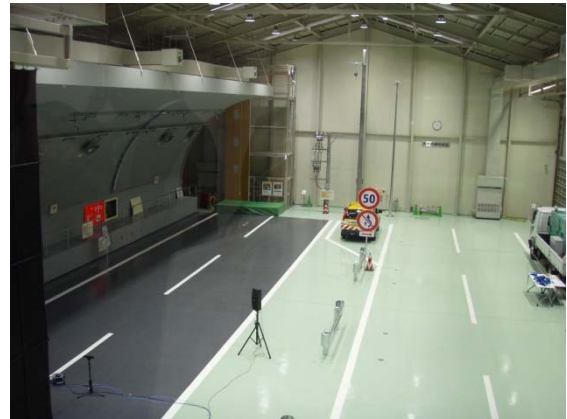


写真-3 実地訓練棟全景 1

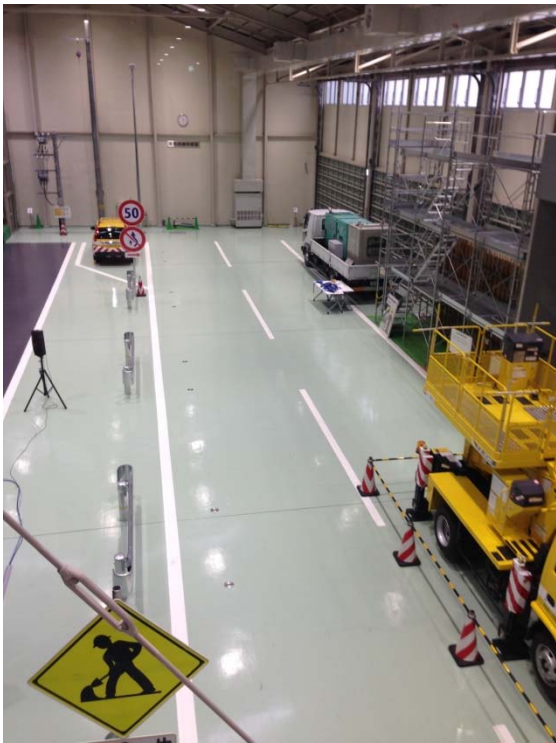


写真-3 実地訓練棟全景 2

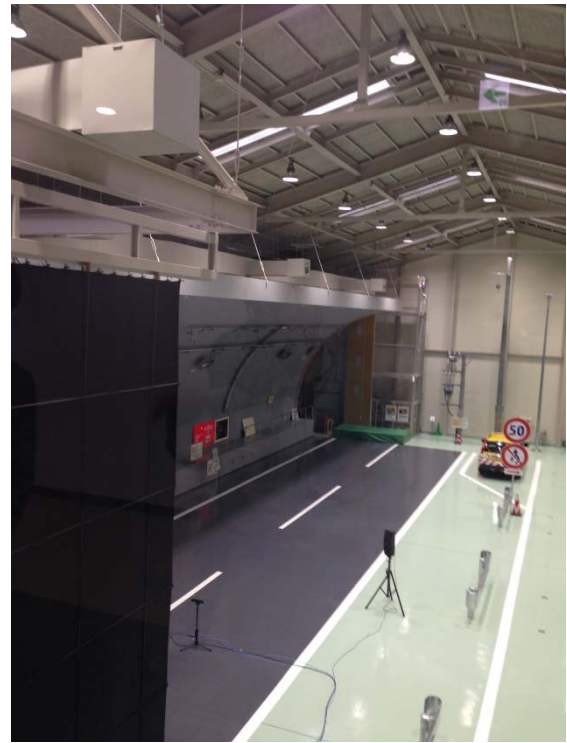


写真-4 半割トンネル訓練施設 1

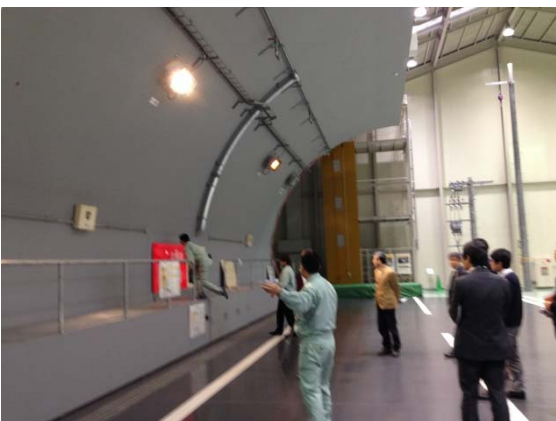


写真-5 半割トンネル訓練施設 2



写真-6 半割トンネル訓練施設 3

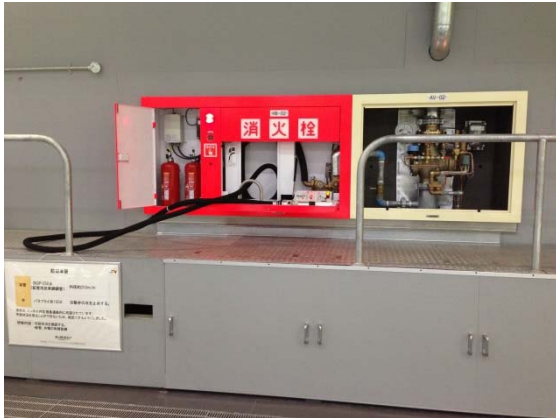


写真-7 トンネル内安全訓練設備



写真-8 足場訓練施設 1



写真-9 足場訓練施設 2



写真-10 高所作業車 1



写真-11 高所作業車 2



写真-12 ロープアクセス訓練設備

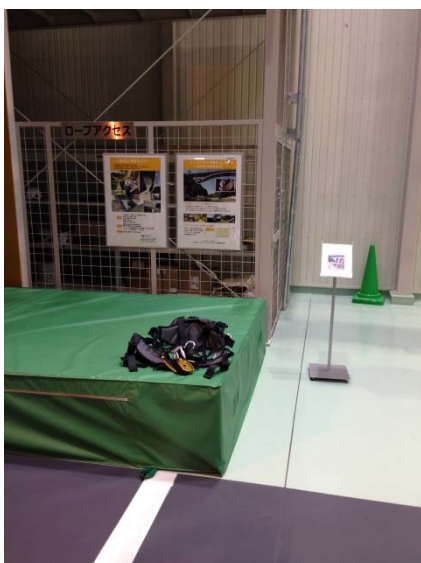


写真-12 ロープアクセス訓練装備



写真-13 電柱アクセス訓練装備



写真-14 表示板・ガードレール等
訓練設備



写真-15 天井裏点検スペース 1



写真-16 天井裏点検スペース 2

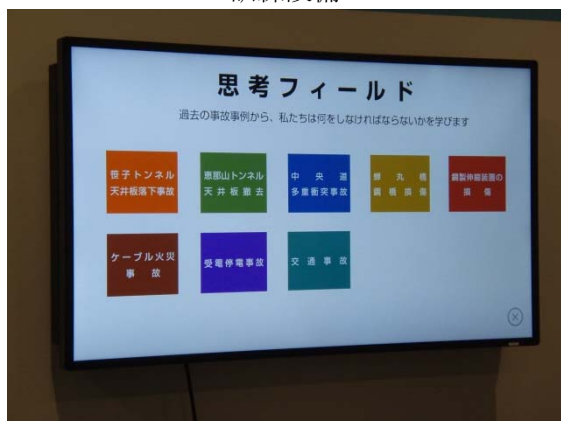


写真-17 ビデオモニターによる研修 1



写真-18 ビデオモニターによる研修 2

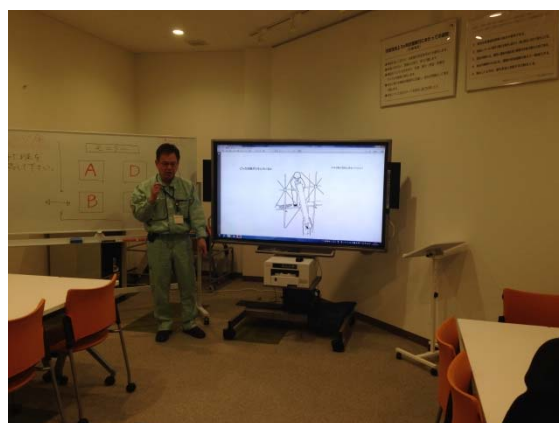


写真-19 ビデオモニターによる研修 3

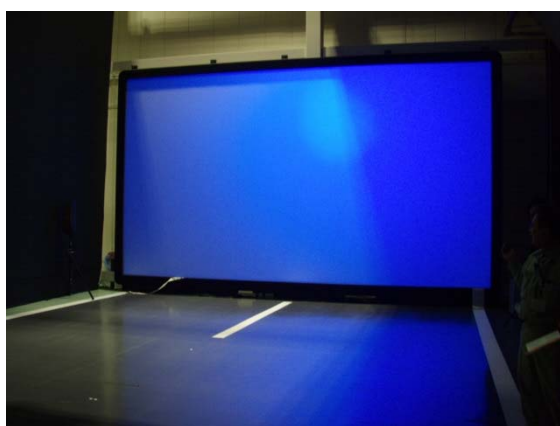


写真-20 3D シミュレーションによる研修 1



写真-21 3D シミュレーションによる研修 2



写真-22 可変式道路標識

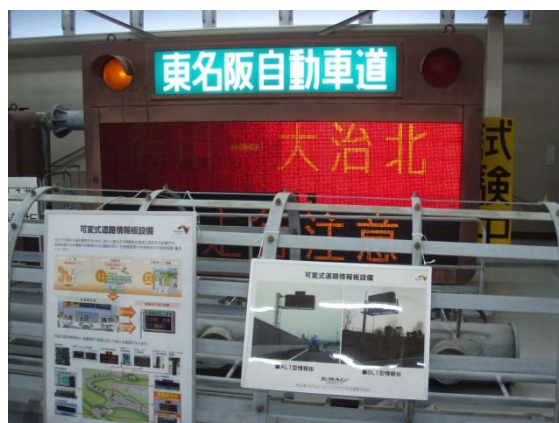


写真-23 可変式道路情報板



写真-24 感電体験設備 1



写真-25 感電体験設備 2



写真-26 見える化展示室



写真-27 空洞打音点検設備

③名古屋大学 ニューブリッジ見学

日 時：2015 年 3 月 10 日（火） AM10:00～11:00

集合場所：工学部 3 号館 3 階 331 講義室（N²U-BRIDGE 南側の建物）

見学場所：N²U-BRIDGE

応 対 者：中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋（株）

西 副部長

加藤 係長

見学内容：N²U-BRIDGE における人材育成取組みに関するヒアリングおよび施設見学（内容のまとめについては、本編 3.2.1 を参照）



第2編 トンネルグループ

トンネルグループ 目次

第1章 研究の概要

- 1.1 概要 2-1
- 1.2 本報告書の位置づけ（取扱い上の留意点） 2-1

第2章 点検の準備段階 2-2

- 2.1 点検で準備するものは？ 2-2
- 2.2 点検前に事前に調べておくべき事項は？ 2-3
- 2.3 トンネルの維持管理に関する基準、書籍は？ 2-4
- 2.4 トンネルの施工方法はどのような方法がありますか？ 2-5
- 2.5 NATM 工法と在来工法の現地での見分け方 2-6
- 2.6 トンネルの管理者が決まっていない場合とは？ 2-7
- 2.7 トンネルの外部から作用する外力（緩み土圧、偏土圧、膨張性土圧）は
どのような場合に発生しますか？ 2-8
- 2.8 有効巻厚、設計巻厚とは？ 2-9
- 2.9 豆板（ジャンカ）とは？ 2-10
- 2.10 化粧モルタルと補修モルタルの区別は容易に可能ですか？ 2-11
- 2.11 点検に必要な資格はありますか。 2-12
- 2.12 投光器はどのようなものを準備すればいいですか。 2-13
- 2.13 変状とは？ 2-14
- 2.14 外力とは？ 2-15
- 2.15 材質劣化とは？ 2-16
- 2.16 漏水とは？ 2-17

第3章 変状原因の判断 2-18

- 3.1 ひび割れ種の判断は？ 2-18
- 3.2 セン断と押し出しの違いはどのように考えればよいか？ 2-22
- 3.3 圧縮と開口亀裂の違いはどのように考えればよいか？ 2-23
- 3.4 変状（圧縮）とコールドジョイントの違いはどのように考えればよいか？ 2-24
- 3.5 スプリングラインより下の水平亀裂の成因は塑性圧、水圧、凍上圧以外に
ないか？ 2-25
- 3.6 軽微な変状と要注意変状の判断はどのようにすればよいか？ 2-26
- 3.7 地すべりと沈下の違いはありますか？ 2-27
- 3.8 塑性圧による変状は頻繁に発生するものですか？ 2-28
- 3.9 覆工のひび割れ判定の際、ひび割れ幅はクラックスケールで計測すれば

良いのですか。別に光学的センサーなどを用いて計測する方法などは 無いのですか？	2-29
3.10 覆工の材料劣化の状態とは？	2-30
3.11 漏水、凍結による劣化の影響とは？	2-31
3.12 地圧の増加による変状とは？	2-32
3.13 緊急を有する変状の判断方法とは？	2-33
 第4章 変状への対応	2-34
4.1 塑性圧、水圧、凍上の可能性が確認された場合、どのように対応すれば よいか？	2-34
4.2 トンネルの調査にはどのようなものがありますか？	2-36
4.3 トンネルの変形速度の計測方法は？	2-37
4.4 打音検査で判定する項目は？	2-38
4.5 浮きに対する叩き落としの判定の指標は？	2-39
4.6 変状現象からの原因を推定する方法は？	2-40
4.7 推定される原因に対して原因確定及び対策工立案のために適用すべき 調査項目は何ですか？	2-41
4.8 地山試料試験とは、何ですか？	2-42
4.9 ひび割れ形状変化調査とは何ですか？	2-43
 第5章 対策の方針	2-44
5.1 変状の原因と主な対策工の関係を簡単に教えて欲しい。	2-44
5.2 裏込め注入工の目的に、「地山と覆工との間の空間に材料を充填し、覆工が 外力に対抗するための反力をとれるようにする（便覧 p.142)）があるが、「外 力に対抗するための反力」を得る方法にはどのような工法があるか？	2-46
5.3 裏込め注入工の目的に、「空洞自体の安定対策（便覧 p.142)）があるが、「空 洞自体の安定」とは具体的にどういう意味か？	2-47
5.4 裏込め注入工の目的に、「漏水による覆工の劣化防止、漏水を止め通行車両 の安全確保（便覧 p.142)）があるが、止めた漏水はどこへ行くのか？漏水を止 めることで背面の水位が上昇して水圧がかかることなどは気にしなくてよい のか？	2-48
5.5 地下水多量区間に注入工を実施する場合はうまく注入できないと思われる がどうするのか？	2-49
5.6 注入材にはコンクリートと同等の強度が必要ない（便覧 p.142）と記載が あるが、どういう意味か？外力に対抗するための反力を期待するような場面 でも強度は必要ないか？	2-56

5.7 ブリージング（便覧 p.143）とはどういう意味か？	2-58
5.8 セメント系急硬剤とは？	2-59
5.9 空隙がアーチ天端付近にあり，左右に同様な状態がある場合は注入穴を天端中央に設け，これより注入するのが最良の方法である（ただし，通行制限の関係で難しい）（便覧 p.145）とあるが，この方法の場合，監視孔の位置はどのようにするか？天端より低い位置に監視孔を設けても溢流確認が不十分になるのではないかと？	2-60
5.10 グラウトストッパーについて「使用個所が限定される」との記載がある（便覧 p.147 の表中特記事項）が，どういう意味か？	2-62
5.11 エアーミルク，エアーモルタルについて「起泡剤の発砲により圧力が負荷される」との記載がある（便覧 p.147 の表中特記事項）が，良い意味か悪い意味か？	2-63
5.12 セメントベントナイトについて「起泡剤を含まない材料」と書いてあるが，特記事項には「起泡剤の発砲により圧力が負荷される」との記載がある（便覧 p.147 の表中）。話が矛盾しないか？	2-64
5.13 エアーミルク，エアーモルタル，セメントベントナイトの使い分けの目安はないか？	2-65
5.14 覆工にひび割れが発生している場合は，注入によりさらに変状を進行させる恐れがあるので事前に覆工が注入圧に耐えられるかを確認する必要がある（便覧 p.148）と記載されているが，どうやって確認するのか？	2-66
5.15 はつり，防護ネット対策は応急措置および他対策と併用して施工する場合が多い（便覧 p.150）とありますが，ここでいう応急措置はどの程度の期間を指すのか？	2-68
5.16 はつり，防護ネット対策は応急措置および他対策と併用して施工する場合が多い（便覧 p.150）とありますが，他対策との併用とは具体的にはどのようなパターンがあるのか？	2-69
5.17 吹付コンクリート対策は覆工面に 100～150mm 厚程度に補強したモルタルやコンクリートを吹付る（便覧 p.150）とあるが，ここでいう「補強」とは何を意味するか？	2-70
5.18 吹付コンクリート対策は覆工面に 100～150mm 厚程度に補強したモルタルやコンクリートを吹付る（便覧 p.150）とあるが，建築限界との関係で採用しにくいのではないかと？	2-71
5.19 吹付工の前に行う「覆工表面の処理（便覧 p.151）」とは具体的にどのような処理か？	2-72
5.20 吹付工の前に行う「チッピング（便覧 p.151）」とは具体的にどのような処理か？	2-73

5.21 吹付コンクリート対策には①モルタル+金網, ②コンクリート+金網, ③SFRC (鋼繊維補強コンクリート), ④GFRC(ガラス繊維補強コンクリート) があり, 変状の程度や施工条件に応じて選定する必要がある (便覧 p.151) が, 具体的にどのように判断選定するのか?	2-74
5.22 吹付コンクリートやモルタルの配合は, 強度, 付着性, 施工性のよいもの が得られるように定めなければならない (便覧 p.151) が, 具体的にどのよ うな試験をして決めるのか?	2-74
5.23 吹付コンクリートの金網には適切なかぶりが必要 (便覧 p.151) であるが 具体的にどの程度のかぶりがあればよいか?	2-78
5.24 ロックボルトはどのような場合に使われるか?	2-79
5.25 内圧効果とは何か?	2-80
5.26 ロックボルトには定着形式により全面接着型と先端接着型があり, 先端接 着型は使用されるのは硬岩, 中硬岩に限定されるので便覧では主に全面接着 型について述べる (便覧 p.153) となっているが, 先端接着型は硬岩, 中硬 岩でも採用されないケースがあるのか? かなり稀なのか?	2-82
5.27 ロックボルトの設計では試験施工によるボルトの引き抜き試験等により 引き抜き耐力の確認が必要である (便覧 p.154) とあるが, 設計段階で必ず 実施するのか? 施工段階で必ず実施するのか?	2-83
5.28 ロックボルト長の設計と並行して原位置で試験施工し, ロックボルト軸力 系, 地中変位測定を行うことが重要である (便覧 p.154) とあるが, 必ず実 施するのか?	2-84
5.29 ロックボルトの試験施工で測定する地中変位は, どこをどのように計測す るのか?	2-85
5.30 漏水防止工法にはどのようなものがあるか?	2-86
5.31 導水工法には立とい工法と溝切り工があり, 湧水の量や個所によって選定 する (便覧 p.157) とあるが, 具体的にどのように選定するのか? 文章では 遊離石灰がある場合は立とい工法にするように見えるが。	2-87
5.32 止水工法では溝切後に止水材を充填する場合と溝切なしで充填する場合 がある (便覧 p.158) が, どのような使い分けか?	2-88
5.33 背面注入工 (便覧 p.160) と裏込め注入工 (便覧 p.142) の違いは何か?	2-89
5.34 背面注入工 (便覧 p.160) は漏水防止工として記載されているが, 漏水防 止効果しかないのか?	2-90
5.35 背面注入工の効果の確認方法として, ボーリングで試料を採取し, フェノ ールフタレン反応および目視で判定と記載されている (便覧 p.161) が, フ ェノールフタレン反応とは?	2-91
5.36 地盤性状と注入方法の適合性はどのように考えるか?	2-92

5.37 地下水低下工法で水抜きボーリングの採用にあたっては, 一般的な調査に加えて, トンネル周辺の地質条件および地下水の状態などを把握する必要がある (便覧 p.162) とあるが, 具体的にはどのような調査を実施するのか? 調査の着目点は何か?	2-93
5.38 内巻きコンクリート工と吹付コンクリート工の違いは何か?	2-94
5.39 地山注入工の考え方はどこに記載があるか?	2-95
参考資料	2-96
アンケート資料	2-96

第1章 研究の概要

1.1 概要

定期点検などトンネルの点検方法等については詳細な基準がある。定期点検や日常点検で変状が見つかり、何らかの対応が必要と判断された場合の調査、判断について整理した。

道路トンネルでは日常的な道路パトロール、定期点検で点検が実施されてきた。

平成24年2月に発生した中央自動車道笹子トンネルの天井板落下事故を受けて、平成25年2月に国土交通省道路局から「総点検実施要領（案）【道路トンネル編】」が出され、第三者被害を防止する観点での点検も実際されている。

さらに平成26年6月には国土交通省道路局から道路トンネル定期点検要領が発行されている。

以上のように、トンネルの点検については具体的な要領に沿って点検を実施することとなっており、それらの基準に従って点検を実施するのが妥当である。

一方で点検の結果、何らかの対応が必要となった場合の調査や判断については明らかとは言えない。そこで、本グループでは何らかの対応が必要になった場合の調査、判断について整理した。

点検・準備段階、現地調査段階、変状への対応検討段階、対策方針検討段階に分けて整理した。トンネルに関する調査経験の少ない初中級者を対象としており、基本的な資料や考え方の整理を主とした。グループメンバー自体がトンネルの調査、補修対策設計等の経験がなく、各段階における初歩的な疑問を持ちより協議した。協議の結果を協議記録として掲載する。

1.2 本報告書の位置づけ(取扱い上の留意点)

本報告書はトンネル維持管理における初歩的な疑問について、グループ内で協議した結果をとりまとめたものである。初中級者が調査や対策を検討する際の参考資料としての位置づけである。他の考えを排除したり、なんらかの拘束力を持つものではない。

第2章 点検の準備段階

2.1 点検で準備するものは？

ヘルメット、反射ベスト、長靴、軍手、ゴーグル、防塵マスク、ヘッドランプ、懐中電灯、クラックスケール、ハンマー、コンベックス、巻尺、マーカー、チョーク、記録用紙、点検簿、筆記用具、カメラ、三脚、高所作業車、足場、梯子、脚立、投光器、発電機

※コンクリートの叩き落としが必要な場合は、タガネがあると便利。

※叩きおとしで対処できない浮きがある場合、応急対策スプレー（潜在硬化型エポキシ樹脂）により応急的な剥落防止対策が可能。

覆工内部から鋼材（型枠のアンカー等）が露出している場合防錆スプレーがあると便利。



2.2 点検前に事前に調べておくべき事項は？

- ・既存資料の整理（対象トンネルの竣工年、施工方法、地形、地質特性、地すべり地区の範囲か）
- ・過去の点検記録
- ・過去の補修履歴
- ・関係機関との協議（道路使用許可申請書等）
- ・安全管理計画の実施
- ・予告看板の設置
- ・交通整理員の配置箇所の確認
- ・点検車両等の駐車スペースの確保
- ・ひび割れを目視確認できるか。煤煙、遊離石灰、エフロレッセンス等が大量に付着していないか。表面清掃が必要か。



写真 1 エフロレッセンスが大量に付着し、ひび割れが判定できない状況

- ・気象条件（降雨、乾燥、風向きにより漏水や結露の状況が変わる。）

2.3 トンネルの維持管理に関する基準、書籍は？

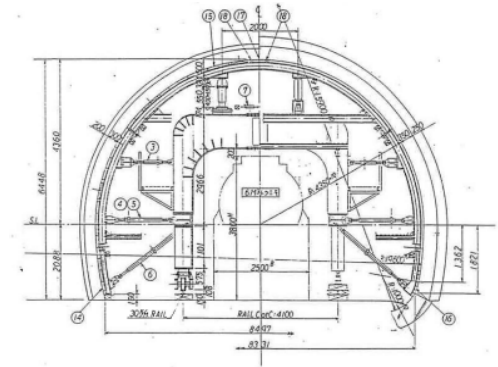
No.	名称	編集又は発行所名	発行年月
1	道路トンネル維持管理便覧	社団法人 日本道路協会	平成5年11月
2	道路トンネル点検・補修の手引き「近畿地方整備局版」	財団法人 道路保全技術センター	平成13年7月
3	道路トンネル定期点検要領	国土交通省道路局国道課	平成26年6月
4	附属物（標識、照明施設等）の点検要領（案）	国土交通省 道路局国道・防災課	平成22年12月
5	総点検実施要領（案）【道路トンネル編】	国土交通省道路局	平成25年2月
6	土木研究所資料 道路トンネル変状対策工マニュアル（案）	独立行政法人土木研究所基 礎道路技術研究グループ	平成15年2月
7	トンネルの維持管理	土木学会	平成17年7月
8	山岳トンネル覆工の現状と対策	土木学会	平成14年9月
9	設計要領第三集トンネル本体工保全編	東、中、西日本高速道路 株式会社	平成25年7月
10	トンネル変状調査マニュアル	日本道路公団試験研究所道 路研究部 トンネル研究室	平成10年10月
11	トンネル補修・改築マニュアル（案）	ジェオフロンテ研究会 新技術相互利用分科会 トンネルの改築・補修WG	平成20年3月
12	矢板工法トンネルの背面空洞注入工設計・施工指針	日本道路公団	平成14年10月
13	トンネルの変状メカニズム	土木学会	平成15年9月
14	トンネル補修・補強マニュアル	財団法人 鉄道総合技術研究所	平成19年1月

2.4 トンネルの施工方法はどのような方法がありますか？

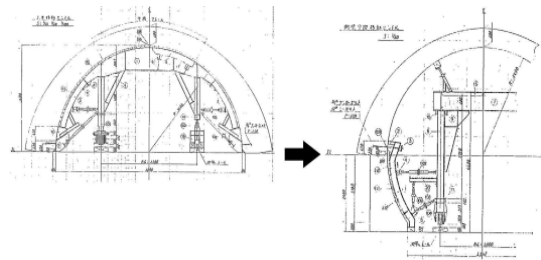
大きく分けて在来工法と NATM 工法がある。在来工法には、矢板工法（木製支柱式支保工、鋼アーチ支保工等）がある。覆工についてもコンクリート覆工、レンガ覆工、石積み覆工がある。

2.5 NATM 工法と在来工法の現地での見分け方

NATM 工法は、SL（スプリングライン）に、モルタル又はコンクリートの打ち継ぎ目の跡がない。（覆工コンクリートの打込みが、全断面一体とした打込み方法であるため）



在来工法は、SL（スプリングライン）に、モルタル又はコンクリートの打ち継ぎ目の跡がある。（覆工コンクリートの打込みが、アーチ部のち側壁部を打込む逆巻き工法であるため）



2.6 トンネルの管理者が決まっていない場合とは？

(道路トンネル定期点検要領 国土交通省道路局 平成 26 年 6 月 p.7)

道路トンネルの管理者以外が管理する占有物件。管理者が決まっていない場合は、関係機関で協議し、調査する機関を定めること。

2.7 トンネルの外部から作用する外力(緩み土圧、偏土圧、膨張性土圧)で、以下の外力はどのような場合に発生しますか？

緩み土圧 ： トンネル掘削、支保工の沈下、覆工背面の空洞等によりトンネルの上方の地山が緩み、ある高さ相当の地山重量がトンネルの覆工に直接、鉛直方向に荷重として作用した場合。

偏土圧 ： トンネル横断面において、左右不均等な荷重がトンネル覆工に作用した場合。

膨張性土圧 ： トンネル掘削によって周辺の地山が塑性化し、トンネル内空側に地山が押し出すことで、覆工に荷重として作用した場合。

※膨潤性（粘土鉱物の結晶が結晶構造内に吸水して体積が増加する場合も考えられる。）

2.8 有効巻厚、設計巻厚とは？

設計巻厚：最低限必要な覆工厚さで、木材（型枠）などの覆工の強度に影響を与えるものが入っていない覆工厚さ。

内空幅 10m(2 車線の道路トンネルの場合)で、設計巻厚 40～70cm とされている。※資料-1 参照

有効巻厚：現場で確認した覆工の厚さのうち、設計基準強度以上(15N/mm²)を有する厚さ。コンクリートの圧縮強度試験が必要。

資料 1

第 69 条 覆工の設計巻厚

(1) 覆工の設計巻厚は、トンネルの幅のほか、地質、水圧、覆工材料、施工法、等を考慮して定めなければならない。

(2) 鋼アーチ支保工を用いたコンクリート覆工の設計巻厚は、特別の場合を除き、表 2 の値を標準として用いてよい。

表 2 コンクリート覆工の設計巻厚

内空断面の幅 (m)	コンクリート覆工の設計巻厚 (cm)
3	20～40
5	30～50
10	40～70

(3) 地質が悪い場合、土被りが小さい場合、偏圧がある場合、等では、覆工の設計巻厚をいたずらに増加するよりも、むしろ裏込め注入を十分に行うか、またはコンクリートを鉄筋により補強するのがよい。

「トンネル標準示方書（山岳編）・同解説 昭和 52 年版 土木学会 P81」

2.9 豆板(ジャンカ)とは？

型枠を外した時に表面に豆が集まったように見える不具合を、干菓子の「豆板」に様子が似ていることから豆板と呼ぶ。コンクリートを打ち込む際に、モルタルと粗骨材が分離し、型枠の中で粗骨材ばかりが集まった場合に生じる。



「n2ubridge 見学会にて撮影」

2.10 化粧モルタルと補修モルタルの区別は容易に可能ですか？

見た目には判別は困難である。また、無理に区別する必要は無いが点検の際に第 3 者被害の可能性があるため、注意を要する。

2.11 点検に必要な資格はありますか。

道路トンネルの定期点検を適正に行うために必要な知識及び技能を有する者がこれを行う。

点検員は、道路トンネルの変状・異常を確実に把握し、利用者被害を防止するための応急措置、応急対策および調査の必要性など専門的な判断が求められる。このため、道路トンネルに関する設計、施工や維持管理等の専門的知識および技能を有する者とし、以下に示すいずれかの実務経験を有することが望ましい。

- 1) 大学卒業後、5 年以上のトンネルに関する実務経験を有するもの
- 2) 短大・高専卒業後、8 年以上のトンネルに関する実務経験を有するもの
- 3) 高校卒業後、11 年以上のトンネルに関する実務経験を有するもの
- 4) 前項 1) ～ 3) と同等以上の能力を有すると道路トンネルの管理者が認めたもの

調査技術者は、トンネルの変状に関する調査、診断に関連する以下の専門的な資格を有する者が望ましい。

- 1) 技術士（トンネル）
- 2) RCCM（トンネル）

「道路トンネル定期点検要領 国土交通省 道路局 国道・防災課 平成 26 年 6 月 P9」

国土交通省のホームページ (http://www.mlit.go.jp/tec/tec_tk_000098.html) に点検、診断等の技術を満たす民間資格を公表している。

2.12 投光器はどのようなものを準備すればいいですか。

損傷が確認できる程度の明るさをもつもの。熱をあまり発生しないもの（水滴がかかると割れたり、やけどする場合がある）。

2.13 変状とは？

トンネル本体工の覆工、坑門、天井板本体等に発生した劣化の総称をいう。

「道路トンネル定期点検要領 国土交通省 道路局 国道・防災課 平成 26 年 6 月 P3」

外力の発生、支持力不足による沈下、材料劣化、設計・施工の欠陥等を原因とし、トンネルの機能が阻害されている状態、あるいは放置すればその恐れがある状態。

「NEXCO 設計要領」

2.14 外力とは？

トンネルの外部から作用する力であり、緩み土圧、偏土圧、地すべりによる土圧、膨張性土圧、水圧(地下水位の上昇)、凍上圧、地震等の総称をいう。

「道路トンネル定期点検要領 国土交通省 道路局 国道・防災課 平成 26 年 6 月 P4」

2.15 材質劣化とは？

使用材料の品質が時間の経過とともに劣化が進行するものであり、コンクリートの中酸化、アルカリ骨材反応、鋼材の腐食、凍害、塩害、温度変化、乾燥収縮等の総称をいう。

「道路トンネル定期点検要領 国土交通省 道路局 国道・防災課 平成 26 年 6 月 P4」

覆工や坑門に使用されているコンクリートだけでなく、舗装についても配慮する必要がある。

2.16 漏水とは？

覆工背面地山の地下水が、覆工コンクリートに生じたひび割れ箇所や目地部を通過し、トンネル坑内側に流出するなどの現象の総称をいう。なお、漏水等による変状には、冬期におけるつららや側氷が生じる場合も含む。

「道路トンネル定期点検要領 国土交通省 道路局 国道・防災課 平成 26 年 6 月 P4」

基本的にトンネルは水圧を掛けない構造としており、トンネル底面に排水工が設けられている。水位上昇により著しい漏水や噴出物がある場合は注意が必要。

第3章 変状の判断

3.1 ひび割れ種の判断は？

- ☐ せん断ひび割れ
- ☐ 開口ひび割れ
- ☐ 圧縮ひび割れ
- ☐ 押し出し

- ・ ひび割れの発生位置を観察し、「NEXCO 設計要領」に示すひび割れパターンで、発生原因のあたりをつける必要がある(資料-2 参照)。
- ・ NATM の場合のひび割れのパターンについて、資料-3 を参照のこと。

資料 2

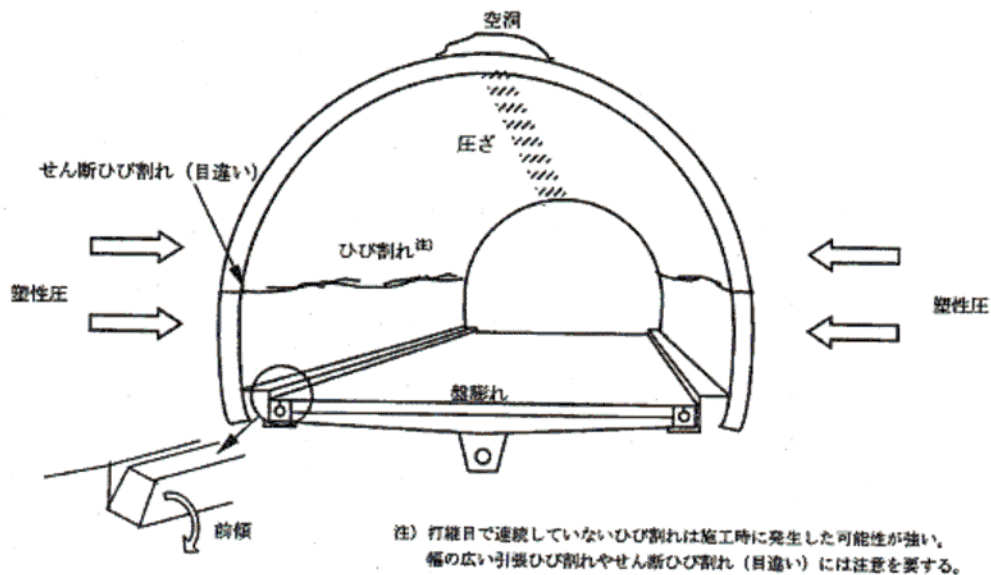


図 3-2.1 塑性圧による変状

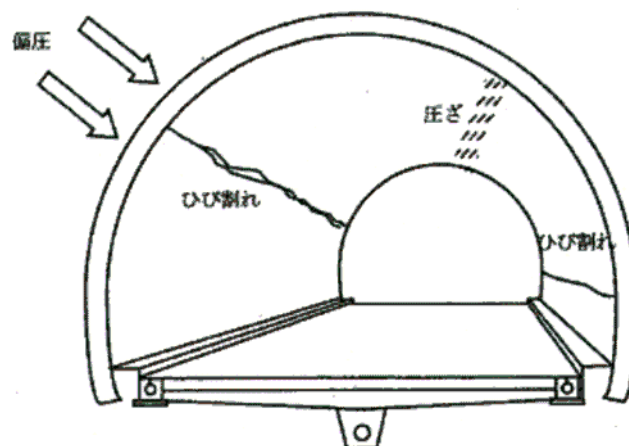


図 3-2.2 偏圧による変状

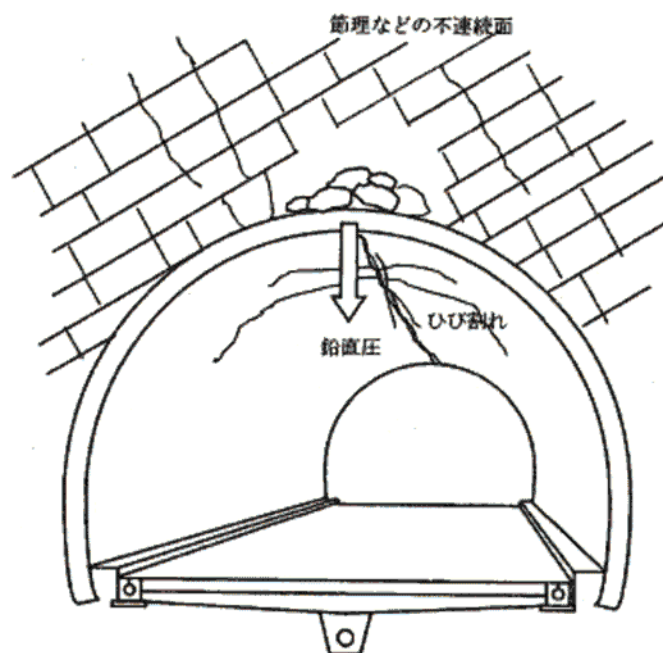


図 3-2.3 地山のゆがみによる鉛直圧による変状

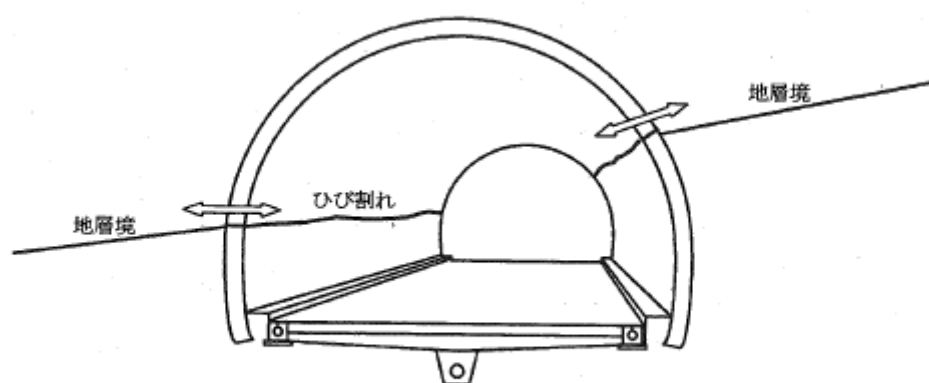
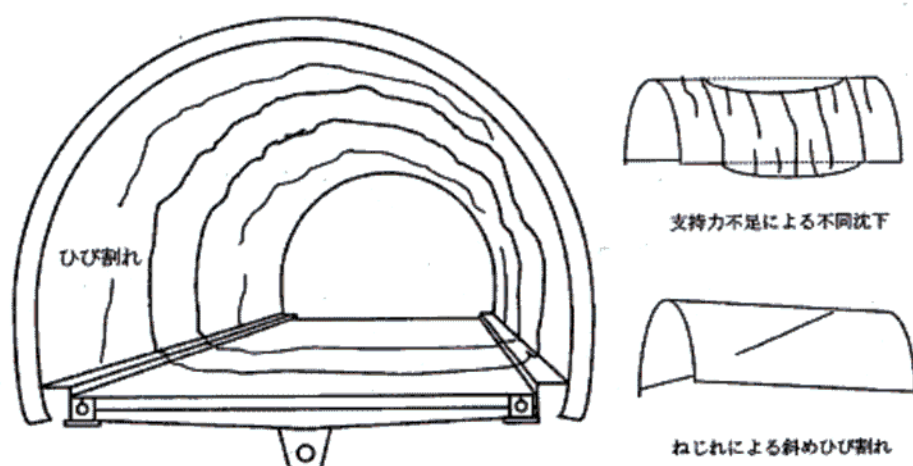


図 3-2.4 地震による変状



一定間隔で規則的にひび割れが発生している場合は、コンクリートの乾燥収縮や温度収縮による可能性もある。

図 3-2.5 支持力不足による覆工の変状

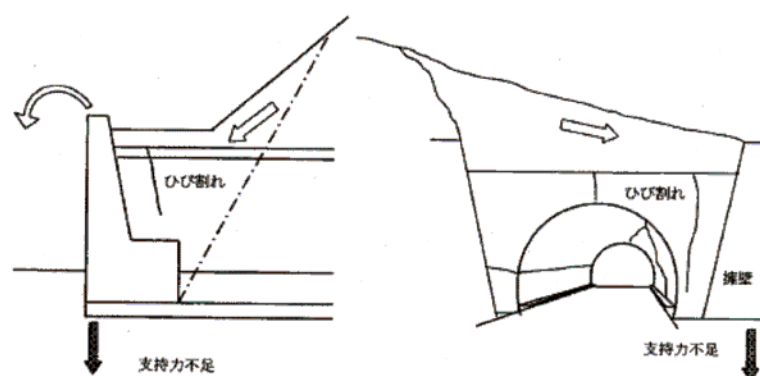
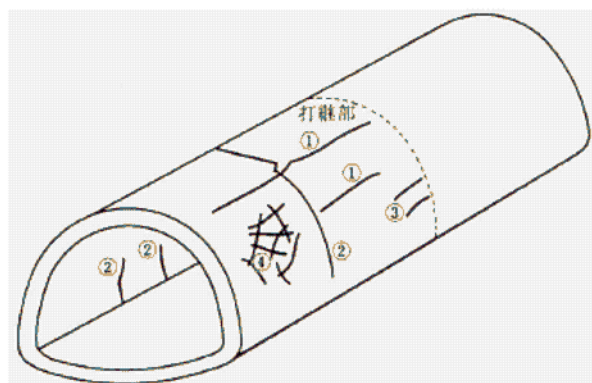


図 3-2.6 支持力不足による坑門工の変状

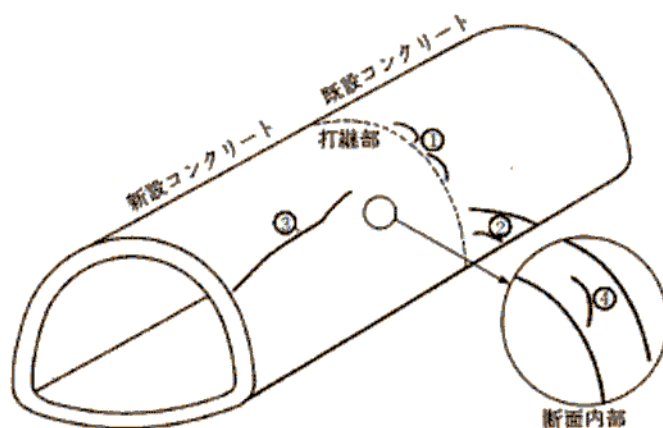


図 3-2.7 アルカリ骨材反応によるひび割れ



- ① 軸方向へ直線的に伸びる
- ② 軸直角方向に伸びる
上向きに規則的間隔で生じる
全周にわたる場合もあり
- ③ 継ぎ目近傍で軸方向に伸びる
短い規則的間隔で発生
- ④ ランダム方向に亀甲状あるいは網目状に分布

図-2.4 材料・環境に起因するひび割れのパターン 21)



- ① 型枠の接触面に沿って発生
不均等な脱型の過度の圧力等に起因
- ② 型枠を据付ける際の反力が既設コンクリートの下端部に作用することに起因
- ③ コールドジョイントに起因
- ④ 断面内部に局部的に伸びる
型枠の沈下、型枠とコンクリートとの付着に起因

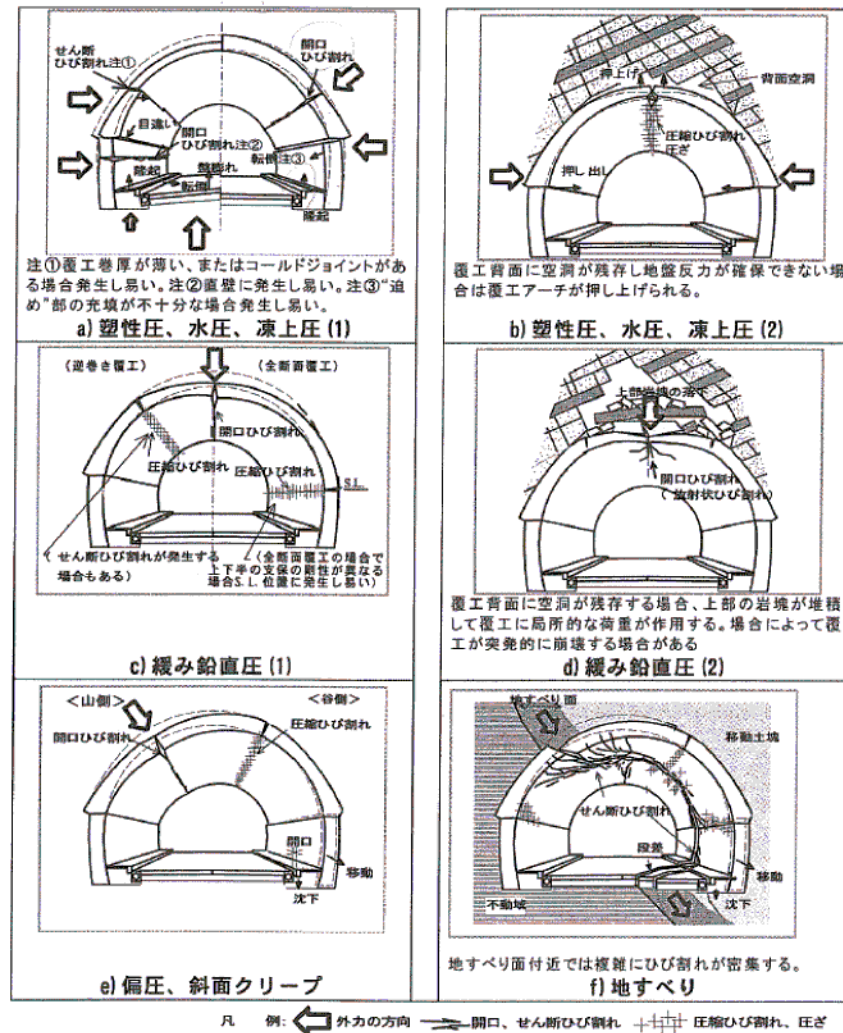
図-2.5 施工に起因するひび割れのパターン 21)

3.2 セン断と押し出しの違いはどのように考えればよいか？

現地のひび割れだけを見て判断するのは困難である。外力のかかる方向および材質劣化の可能性を既存資料及び調査を元に推定する必要がある。

研究会で出た意見として以下に示す。

- 両者とも段差を生じる亀裂
- 上下方向（亀裂面と垂直方向）の圧縮によるものがセン断
- 横方向（亀裂面と水平方向）の力によるものが押し出し
- 段差を伴う亀裂面付近のコンクリートが劣化して骨材が見える場合は圧縮によるセン断の可能性が高い
- 段差を伴う亀裂面が比較的平滑な場合は押し出し



図一 4.2.2 外力に伴うトンネル覆工・路面の代表的な変状形態模式図

「山岳トンネル覆工の現状と対策 土木学会 P66」

3.3 圧縮と開口亀裂の違いはどのように考えればよいか？

研究会で出た意見として以下に示す。

- ☐ 圧縮は亀裂面付近のコンクリートが劣化して骨材が見えるようなイメージ
- ☐ 開口は亀裂面付近のコンクリート劣化が少ない（潰された感がない）

3.4 変状(圧縮)とコールドジョイントの違いはどのように考えればよいか？

コールドジョイントはある全体に波打つ（斜め）のケースが多く、側方への連続性が無い（施工スパンをこえない）



「n2ubridge 見学会にて撮影」

3.5 スプリングラインより下の水平亀裂の成因は塑性圧、水圧、凍上圧以外にないか？

- ☐ 連続性が短ければコールドジョイントの可能性あり
- ☐ 圧縮系であれば別の成因も考えられる（ただし、そのようなケースはほとんどない）
- ☐ 覆工支持地盤の耐力不足の可能性もある。

3.6 軽微な変状と要注意変状の判断はどのようにすればよいか？

次のようなケースを要注意と判断する。

- ☐ 開口亀裂と圧縮系の亀裂がセットになっている場合
- ☐ トンネル横断方向に連続する斜め亀裂と圧縮系亀裂がセットになっている場合（地すべりの疑い）
- ☐ 2m 以上の亀裂で、湧水または遊離石灰が認められる場合
- ☐ 亀裂の長さを問わず、噴出する湧水（水圧がかかっている）が認められる場合
- ☐ 複数の変状が重なってトンネル利用者に被害を及ぼす可能性が高いか低いかで判断。

3.7 地すべりと沈下の違いはありますか？

- ☐ 坑口付近にトンネル横断方向に連続する斜め開口亀裂がある場合は、地すべりの可能性を疑う。
- ☐ トンネル横断方向の斜め開口亀裂において、下方より上方の開口幅が大きい場合は基礎地盤の沈下の可能性がある。が、沈下を示唆する変状でもその原因が地すべりである可能性もあるため、地すべりの可能性を除外しないこととする（地形的に明らかに基礎地盤の支持力不足の場合は別）
- ☐ ひび割れの種類や位置だけで特定せず、トンネル周辺の地形図や地すべり分布図の確認、地表踏査による確認で、地すべりの特徴があるかを判断することも必要。

3.8 塑性圧による変状は頻繁に発生するものですか？

「地山強度の経時劣化を考慮したトンネル変状の予測と対策に関する研究（松長 剛）,土木学会論文集 799」に下記の記載がある

- ①グリーンタフ地域の新第三紀堆積岩（泥岩，凝灰岩等）に建設されたトンネルの事例が多い.
- ②1950～1970 年代に矢板工法で施工されたトンネルが多く，インバート無の覆工構造が採用されている場合が多い.
- ③地圧の作用により，断面縮小，盤膨れ，ひび割れ・圧ざといった変状が生じている.

断層破碎帯や土砂・軟岩地山でも塑性地圧が発生する可能性はある。

3.9 覆工のひび割れ判定の際、ひび割れ幅はクラックスケールで計測すれば良いのですか。
別に光学的センサーなどを用いて計測する方法などは無いのですか？

光学的センサーで計測も可能。

NETIS 等にレーザー画像計測システムなどがあるが、現状のトンネル調査の委託費用に対して高価となる。ただし、トンネル延長が長い場合や交通規制の日数が限られている場合は効果的と考える。

3.10 覆工の材料劣化の状態とは？

- ・骨材、異物の露出（ジャンカ、工具が埋まっていることもあり）
- ・表層が劣化・剥離
- ・打音調査で明らかに周囲と異なる打音がする場合や跳ね返る時の感触が違う場合。

3.11 漏水、凍結による劣化の影響とは？

道路利用者への影響(路面への滴水、凍結、土砂の流出に伴う美観の損傷と、側溝のつまり。)

坑内設備への影響(照明設備や非常用設備などの劣化)。

覆工構造への影響(覆工背面の地山の流出により空洞化、凍害など)

3.12 地圧の増加による変状とは？

段差を伴うひび割れ

亀甲状のひび割れ

縦断方向に平行に走るひび割れ

3.13 緊急を有する変状の判断方法とは？

道路利用者に被害をもたらす可能性が高いと考えられる場合。

第4章 変状への対応

4.1 塑性圧、水圧、凍上の可能性が確認された場合、どのように対応すればよいか？

- ①代表的な亀裂の幅を鉋間計測する。
- ②代表的な亀裂の端部の延伸を計測管理（端部に鉋を打つなど）
- ③変位の進行が確認されたら原因を確認するために必要な調査を実施する。

研究会で原因を確認するために必要な調査についてとりまとめた結果を以下に示す。

「設計要領 第三集 トンネル編」(株)高速道路総合技術研究所、平成23年7月)

◎必須実施項目
○標準実施項目
△必要に応じ実施する

2-35

4.2 トンネルの調査にはどのようなものがありますか？

一般的な調査項目は、以下のとおりである。

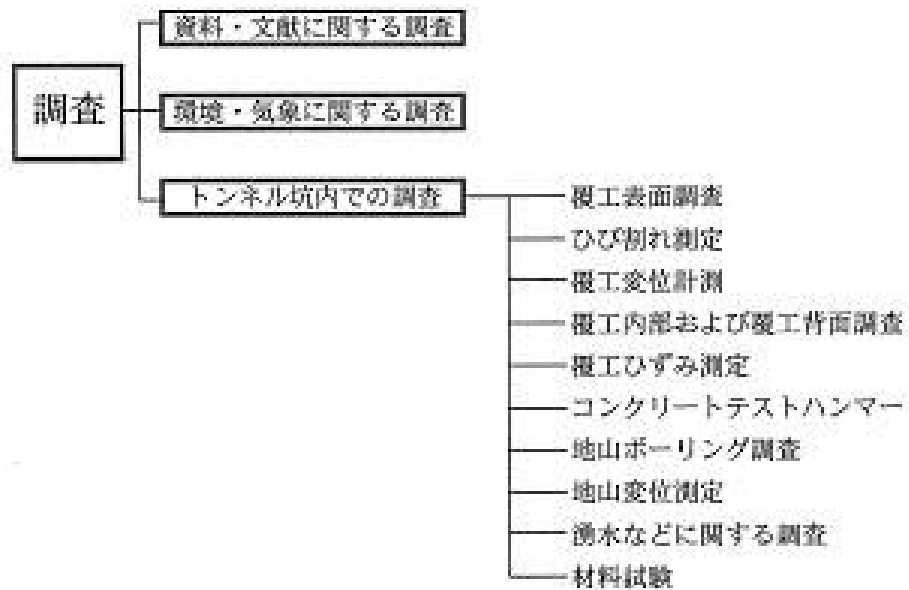


図-4.2.1 一般的なトンネルにおける調査項目

「山岳トンネル覆工の現状と対策 P98」

4.3 トンネルの変形速度の計測方法は？(国土交通省定期点検要領 p39)

NEXCO 設計要領によれば以下のような調査方法がある。

表 2-4.5 トンネル変位調査の調査内容

調査項目	調査対象物	着目点	調査内容	調査方法	備考
③トンネル変位調査	坑門	躯体の変位・変形	躯体の寸法	形状測定	・躯体の寸法、形状等は、既存資料の竣工図等と対比する。
			傾き、折れ、沈下	下げ板、定規、光波測距儀、水準測量等	
	覆工	変形 はらみ出し	天端沈下量	水準測量、光波測距儀	・天井板の有無により測定方法、計測點点配置の検討を要する。
			内空変位量	内空変位計、光波測距儀、レーザー	
			断面形状(建築限界)	断面測定	
	舗装面	段差 盤ぶくれ、沈下 ずれ、傾き	段差測定	スケール、水準測量等、写真画像	・覆工に外力が作用して舗装面が変状する場合 横断方向にも段差、ずれが生じることから円形 水路、監視員通路、縁石との関係にも注意を 要する
			舗装面の変位量	水準測量等、光波測距儀	
			舗装面の相対変位量	スケール、水準測量等、写真画像	

「NEXCO 設計要領第三集 トンネル編 P19」

4.4 打音検査で判定する項目は？

- ①剥落の有無
- ②圧さの有無
- ③覆工のブロック化の有無
- ④覆工表面の劣化状況
- ⑤覆工内部の欠陥（空洞、ジャンカ）の有無
- ⑥極端な巻厚不足あるいは背面空洞の有無
- ⑦コンクリートの浮きの有無

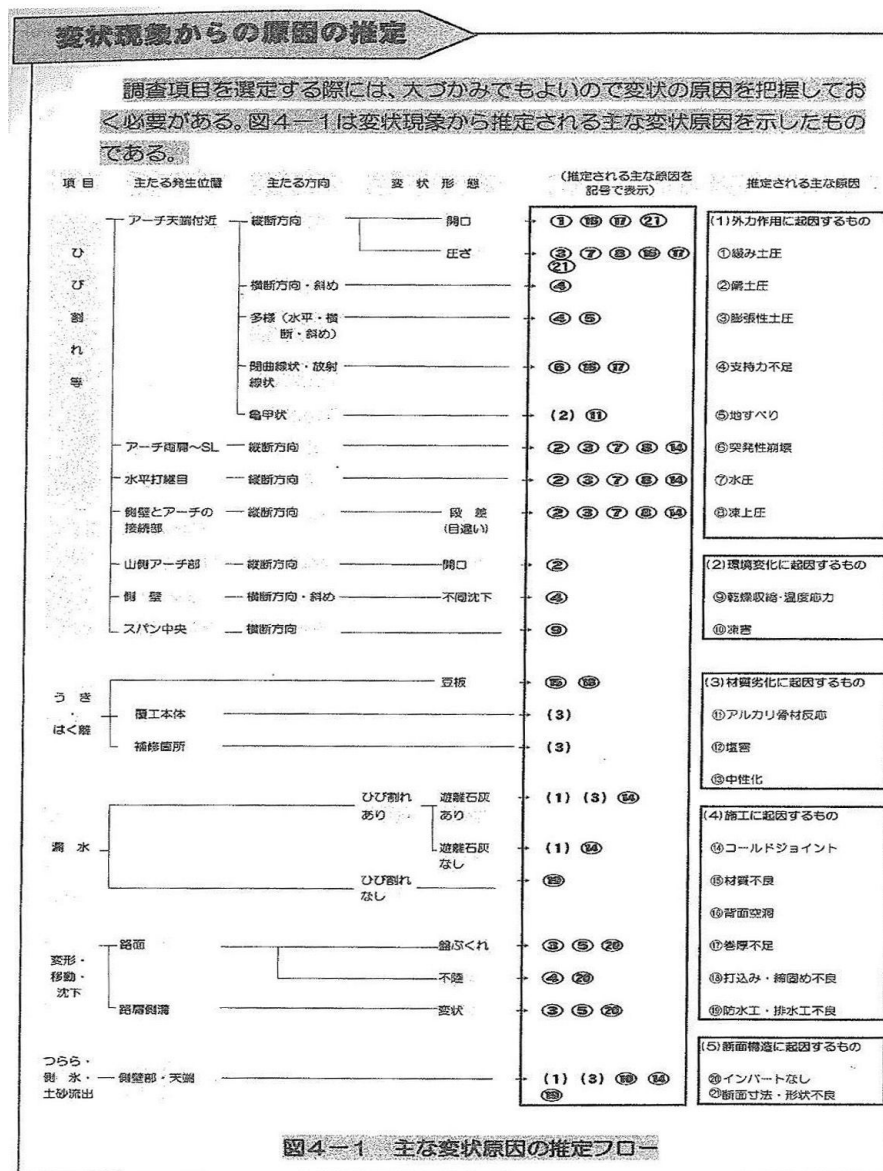
4.5 浮きに対する叩き落としの判定の指標は？

点検者の判断に委ねられると考えるが、「放置しておくことで、近い将来トンネル利用者に危険を及ぼす可能性が高い」と判断できる場合。

ちなみに、目地部分に補修モルタルが施工されており、ハンマーの打音より浮いていると判断できたため叩き落とししたが、補修モルタルの背面には、劣化したコンクリート(骨材が浮いている状況)があり、それを叩き落とすのに苦勞した。全て取り除くことができなかった事もある。

4.6 変状現象からの原因を推定する方法は？

変状現象と変状原因は必ずしも一対一で対応するものではなく、複数の変状原因が複雑に関連して変状が発生することが多い。原因を特定することは難しいが、変状を生じさせている原因とその結果生じる現象との因果関係を変状別に把握しておくことが大切である。



「道路トンネル点検・補修の手引き P52, 53」

4.7 推定される原因に対して原因確定及び対策工立案のために適用すべき調査項目は何か？

道路トンネル維持管理便覧 P92 に選定表がある。各マニュアルにより若干違いはあるが、道路トンネル点検・補修の手引き【近畿地方整備局版】P54 では以下の通りである。

調査項目の選定												
調査項目の選定は、表4-1の調査項目選定表を参考に行う。												
表4-1 変状原因と調査項目選定表												
項 目	調査項目 推定される原因	原因確定および対策工立案のために適用すべき調査項目										
		資料調査	気温調査	地形・地質調査	地山挙動調査	地山試験調査	ひび割れ調査	漏水水質試験	覆工厚・背面地山調査	覆工強度試験	覆工コンクリート・鉄筋材質試験	覆工断面形状変化調査
ひび割れ等	緩み土圧	◎		◎	○	◎			◎			○
	偏土圧	◎		◎	○	◎						○
	膨張性土圧	◎		◎		◎					◎	○
	支持力不足	◎		◎		◎						○
	地すべり	◎		◎	◎	◎					◎	◎
	突発性土圧	◎		◎		◎		◎	○			○
	水圧	◎				◎						○
	凍上圧	◎	◎			◎					◎	○
	乾燥収縮・温度応力	◎	○			◎						○
	凍害	◎	◎			◎	○	○	○	◎		
	アルカリ骨材反応、塩害、中性化 他	◎	◎			◎	○	○	○	◎		
	背面空洞	◎				○	◎					
	巻厚不足	◎				○	◎	○				
	コールドジョイント	◎				◎		◎	◎			
うき・はく落	断面構造	◎				○					○	○
	ひび割れがブロック化し、うき・はく離に至った場合は、「ひび割れ等」と同様											
	材質劣化	◎	◎			◎	○	○	○	◎		
	経年劣化（補修材）	◎										○
漏水	外力作用	◎				◎						
	施工	◎						○				
	材質劣化	◎										
変形、移動、沈下	断面構造	◎				○					○	○
	インバートなし	◎				○					○	○
つらら・側水・土砂流出	施工・材質劣化	「漏水－施工、材料劣化」と同様										
	環境変化	「ひび割れ等－環境変化－凍害」と同様										

(凡例) ◎：原則として実施 ○：必要に応じ実施

4.8 地山試料試験とは、何ですか？

道路トンネル維持管理便覧に以下の表のような種類がある。

表-2.3.4 地山の試料試験項目³⁾

試 験 項 目	試験によって求められる物性値	硬岩	軟 岩				土 砂	試 験 法 の 規 格	供 試 体 の 状 態	1 試験あたり 供試体数
			土圧小	膨張性 のある 場合	粘性土	砂質土				
単位体積重量	単位体積重量(γ)	◎	◎	◎	◎	◎	KDK S 0501-1968	「岩石の密度・含水比・飽和度・空気間隙率・吸水率試験方法」	自然状態	
自然含水比	含水比(w)		○	◎	◎	◎	"	"	自然状態	
一軸圧縮試験	一軸圧縮強度(q_u)、静弾性係数(E)、 静ポアソン比(ν)	◎	◎	◎	◎		KDK S 0502-1968 KDK S 0503-1968 国鉄試験法	「岩石の一軸圧縮試験方法」 「岩石の静弾性および動弾性係数測定方法」 「変形係数およびポアソン比」を参考	ボーリングコア 自然状態	1
三軸圧縮試験	粘着力(c)、内部摩擦角(ϕ)		○	○	○		建設省土木試験基準 案、土木学会(案)	「岩石の三軸圧縮試験方法」 「軟岩の三軸圧縮試験」	ボーリングコア 自然状態	4
圧裂引張試験	引張強度(σ)	○	○	○			建設省土木試験基準 案	「引張試験方法」	ボーリングコア 自然状態	1
超音波伝播速度測定	P波速度(V_p)、S波速度(V_s)、動弾性係数(E_d) 動弾性率(G_d)、動ポアソン比(ν_d)	◎	◎	◎			KDK S 0503-1968	「岩石の静弾性および動弾性係数測定方法」	ボーリングコア 自然状態	1
粒度試験	粒度分布			◎	◎	◎	JIS-A-1204	「土の粒度試験方法(案)」		
土粒子の比重試験	土粒子の真比重			○	○	○	JIS-A-1202	「土粒子の比重試験方法」		
コンシステンシー 試験	液性限界(LL)、塑性限界(PL)、塑性指数(PI)			◎	○		JIS-A-1205 JIS-A-1206	「土の液性限界試験方法(案)」 「土の塑性限界試験方法」		
スレーキング試験 (浸水崩壊度試験)	浸水崩壊度(A~D)		○	◎	○		土木学会(案) 国 鉄 日本道路公団	「簡易スレーキング試験法(案)」 「浸水崩壊度試験」 「岩の乾置くり返し試験方法」	岩片でも可 自然状態	1
膨潤度試験	膨潤度(CC)		△	○	○					
陽イオン置換容量式 験(CEC)	モンモリロナイト含有量の推定(meq/100g)			△			土木学会(案)	「陽イオン置換容量(CEC)の測定」		最小値50g
メチレンブルー試験 (MBC)	モンモリロナイト含有量の推定(g/100g)			△						
X線分析	粘土鉱物の種類(膨張性粘土の有無)		○	○	○		土木学会(案)	「X線粉末回折による鉱物の同定法」		非定方位法の みの時50g
クリープ試験	クリープ定数		△	△	△				ボーリングコア 自然状態	1
多段三軸圧縮試験	粘着力(c)、内部摩擦角(ϕ)、残留強度(c' 、 ϕ')			△	△				ボーリングコア 自然状態	1

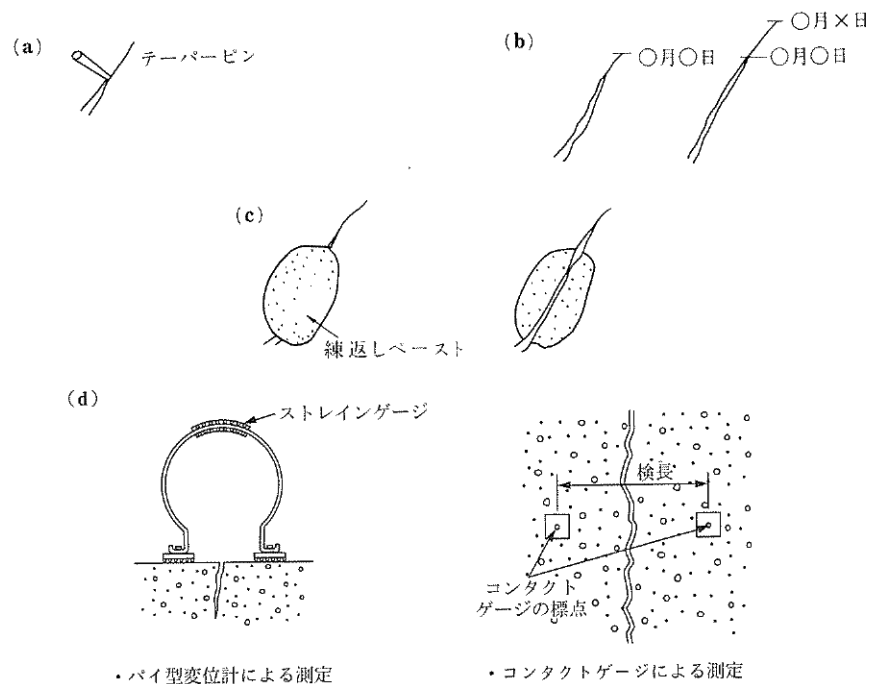
- 注) 1. ◎多くの場合実施する。 ○実施した方がよい。 △特殊な場合に実施。
2. 陽イオン置換容量試験とメチレンブルー試験はどちらか一方を実施すればよい。
3. 供試体の状態で空欄は、整形する必要無・自然状態の必要無で最も多量が必要としない。

「道路トンネル維持管理便覧 P94」

4.9 ひび割れ形状変化調査とは何ですか？

ひび割れの形状変化に進行性が認められる場合には、変状が進行している可能性が大きいと考えられる。ひび割れの進行性を詳細に調べることを目的として行う調査である。以下のような方法がある。

- (a) テーパーピンをひび割れにはさむ方法
- (b) ひび割れ先端位置を記録する方法
- (c) ひび割れの上に練返しペーストの薄層をぬり再度ひび割れが生ずるか否かを検討する方法
- (d) パイ型変位計やコンタクトゲージなどでひび割れ幅の変化を測定する方法



解説図-2.3.1 ひび割れの進展に関する測定方法

「コンクリートのひび割れ調査、補修・補強指針ー2013ー P27」

第5章 対策の方針

5.1 変状の原因と主な対策工の関係を簡単に教えて欲しい。

道路トンネル維持管理便覧 p.140～141 に変状原因と対策工法選定の目安がある。

表-2.4.1 変状原因と対策工法選定の目安

変状原因 対策工法	変 状 原 因										変状現象の代表的なもの	期待される効果	
	外力による変状					材 質 劣 化	漏 水	そ の 他					
	緩急発生土圧含む	偏土圧	地すべり	膨張性土圧	支持力不足			水 圧	凍 上 圧	背 面 の 空 げ き			インバートなし
変状原因 対策工法	裏込め注入工	◎	◎	◎	◎	◎	◎	△	◎			①覆工のひび割れ、はく離、はく落 ①覆工と地山を密着させて均等な荷重を作用させ、覆工および周辺地山の安定 ①覆工の局所的な劣化防止や改良、強化	
	はつり防護ネット							◎				①覆工のひび割れ、はく離、はく落 ②覆工の材質劣化	
	吹付けコンクリート	△	○	○	○	△	△	○		○		①覆工のひび割れ、はく離、はく落 ②覆工の材質劣化	
	ロックボルト	○	◎	○	◎	○	△	△		○	◎	①アーチコンクリートと側壁コンクリートのひび割れ、および側壁コンクリートの押し出し ②路面のきれつ、翫ぶくれ	
	漏水防止工	△	△	○	△	○	◎	◎	◎			①覆工のひび割れ、あるいは打雑目からの漏水量の増加 ②覆工の裏面排水工からの多量の土砂流出	
	内巻きコンクリート	△	○	○	○	△	△	○		◎		①覆工のひび割れ、はく離、はく落 ②覆工の材質劣化	
	断熱工						◎					①アーチコンクリートと側壁コンクリートの目違いや側壁コンクリートの押し出し ②変状の進行の季節変動	
変状原因 対策工法	斜面安定工 (坑外からの対策工)		○	◎								①覆工のひび割れ、内空幅の縮小 ②側溝の食違い、押し出しおよび路面の翫ぶくれ	
	地山注入工	△	△		○	△	△	△	○	○		①アーチコンクリートと側壁コンクリートのひび割れ、および側壁コンクリートの押し出し ②路面のきれつ、翫ぶくれ	
	グラウトアンカー工	○	◎	◎	◎	△				△	◎	①アーチコンクリートと側壁コンクリートのひび割れ、および側壁コンクリートの押し出し ②路面のきれつ、翫ぶくれ	
	インバート工		◎	○	◎	△	○				◎	①アーチコンクリートと側壁コンクリートのひび割れ、および側壁コンクリートの押し出し ②路面のきれつ、翫ぶくれ	
	部分改築工	○	○	○	○	△	△	◎	○	◎	◎	①アーチコンクリートと側壁コンクリートのひび割れ、および側壁コンクリートの押し出し ②路面のきれつ、翫ぶくれ	
												①覆工の改築により耐久性の向上	
												①覆工の改築により耐久性の向上	

(凡例) ◎ 各変状原因に対し非常に効果的と考えられる対策
 ○ 効果的と考えられる対策
 △ やや効果的と考えられる対策

5.2 裏込め注入工の目的に、「地山と覆工との間の空間に材料を充填し、覆工が外力に対抗するための反力をとれるようにする(便覧 p.142)」があるが、「外力に対抗するための反力」を得る方法にはどのような工法があるか？

「矢板工法トンネルの背面空洞注入工設計施工指針 H14.10 NEXCO」より、裏込め注入の定義は「覆工と地山を密着させて地盤反力の均等化を図るもので、トンネル内から覆工背面の空洞中に注入材を充填させる」となっている。

外力に対抗することを目的にする場合は、地山補強工としての薬液注入工に当たると考えられる。

5.3 裏込め注入工の目的に、「空洞自体の安定対策(便覧 p.142)」があるが、「空洞自体の安定」とは具体的にどういう意味か？

硬岩などの地山で自立している空洞において、外力が加わったときに、岩片が空洞を落下し、その衝撃により覆工が損傷する場合がある。これを防ぐことを目的とする意味で書かれていると考えられる。

5.4 裏込め注入工の目的に、「漏水による覆工の劣化防止，漏水を止め通行車両の安全確保（便覧 p.142）」があるが、止めた漏水はどこへ行くのか？漏水を止めることで背面の水位が上昇して水圧がかかることなどは気にしなくてよいのか？

□湧水する区間では，適宜排水工を削孔する（便覧 p.149）

□水圧を伴った漏水区間では，一般的に水圧の低下させるための水抜き孔の削孔を先行する。水抜き孔から細粒分が流出する場合は地山注入の併用を検討する。（便覧 p.149）

□土被りの小さい場合での地表水の流入区間では，背面地山を緩めつつあるので地表陥没や崩壊を招きやすいことから地山注入工の検討が必要である。

トンネルは水圧のかからない構造が基本となっているため、背面の水圧上昇には注意が必要である。裏込め注入により漏水を止めた場合は、地下水は地山の弱い部分を通過し、トンネルの違う箇所からの漏水を招く可能性もある。

5.5 地下水多量区間に注入工を実施する場合はうまく注入できないと思われるがどうするのか？

□比重の大きい注入材の選定が必要。豆砂利や乾燥砂などをまず注入してから 2 回目で注入材を注入する方法もある（便覧 p. 149）

注入材は①充填性、流動性、②非漏出性、③水中分離抵抗性、④非収縮性、⑤硬化時間、⑥強度、⑦比重などの条件を整理した上で選定する。（資料-4 参照）

資料 4

3. 2 注入材の選定

背面空洞注入工に使用する材料の選定にあたっては、以下に示す条件を整理した上で、安全性、施工性、経済性の面で最も合理的な注入が可能な材料を選定しなければならない。

- ① 充填性、流動性
- ② 非漏出性
- ③ 水中分離抵抗性
- ④ 非収縮性
- ⑤ 硬化時間（凝結時間）
- ⑥ 強度
- ⑦ 比重

背面空洞注入用材料の比較表を表-3.1に、また注入材選定フローを図-3.1に示す。

なお、表-3.1に示す材料は、現在、現場にて適用している材料あるいは室内実験レベルで各性能を確認し現場での実用化が可能と判断しているものである。

表-3.1 背面空洞注入用材料比較表

種別	モルタル系注入材	*1 可塑状注入材						非セメント系注入材
		TYPE1	TYPE2	TYPE3	TYPE4	TYPE5	TYPE6	
材料種別	モルタル	モルタルに可塑剤を加えたもの		ポリマーセメント系のもの	モルタルに特殊増粘材を加えたもの		可塑性セメントに可塑剤を加えたもの	発泡ウレタン(シリコン含む)
材質	比重(KN/m ³)	9～15程度		11～12程度		13～15程度		1～2程度
	硬化(凝結)時間	数時間		速い(1hr程度)	数時間	数時間	速い(1hr程度)	数時間
	覆工への荷重負担	中		中				小
	耐火性	不燃性		不燃性				難燃性(自己消火性あり)
適用性	充填性・流動性	可塑状注入材より劣るが状況により適用可		適用可				適用可
	非漏出性	漏出しやすいが状況により適用可		適用可				適用可
	水中分離抵抗性	材料分離が生じやすいので湧水が多い箇所では不適		適用可				適用可
	非収縮性	適用可		適用可				適用可

*1 可塑状注入材のTYPE1～TYPE6の区分は、3. 4 注入材の配合を参照のこと

なお、上記以外の材料の適用については、本社担当課と協議するものとする。

① 充填性・流動性

注入材は、作用地圧および地盤反力を覆工に均等に伝達することを目的としている。よって、注入材で覆工と背面の地山を密着させるために、充填性、流動性に優れているものを選定する必要がある。なお、流動性は材料分離と密接な関係にあり、あまり流動性を良くすると材料分離の原因となることもある。

② 非漏出性

覆工のひび割れや目地部の目開きが大きい場合には、注入材がトンネル内に漏出する恐れがあるため、漏出対策を講じる必要がある。

表-3.1に示す可塑状注入材については、簡易な実験装置を用い、1mm～10mmの隙間に注入材を投入して、隙間への漏出深さ（覆工厚さを想定し、最大深さ35cmとした。）を測定した。その結果によれば、可塑状注入材は多少の隙間への漏出があるものの、5mm以下の隙間に対して

資料 4

は、完全に漏出しないことが実験より確認されている。よって、これを目安に、漏出対策の判断を行うことが望ましい。

③水中分離抵抗性

湧水のある場合には、比重の小さい材料は流されたり、水面下では充填不足となりやすいことから、比重の大きいものを選定する必要がある。また、水中で分離しない材料や急結性のものなどの検討も行う必要がある。

④非収縮性

注入材は、①充填性・流動性で示したとおり、覆工と背面の地山を密着させる必要があることより、ブリージングが少なく注入後の体積収縮が少ないものを選定する必要がある。表-3.1、に示す可塑状注入材では、エアモルタルに可塑剤を加えた注入材は、実験結果より体積収縮が少ない結果となっている。よって、局所的な大規模の空洞が存在する場合には、収縮率が小さい材料を選定する必要がある。

⑤硬化時間

湧水のある個所や付近に排水設備がある場合には、硬化時間の検討が必要である。特に湧水のある個所では、材料分離、逸出、強度不足となりやすいので十分な検討を要する。

⑥強度

空洞注入工に用いる注入材は、一般的に高強度のものは必要なく、地盤反力を均等に伝達できるように、材料にばらつきがないように施工することが必要である。

⑦比重

注入することにより、覆工には荷重がかかることになるが、覆工厚さが薄く空洞厚さが大きい場合には、比重の小さい材料を選定する必要がある。

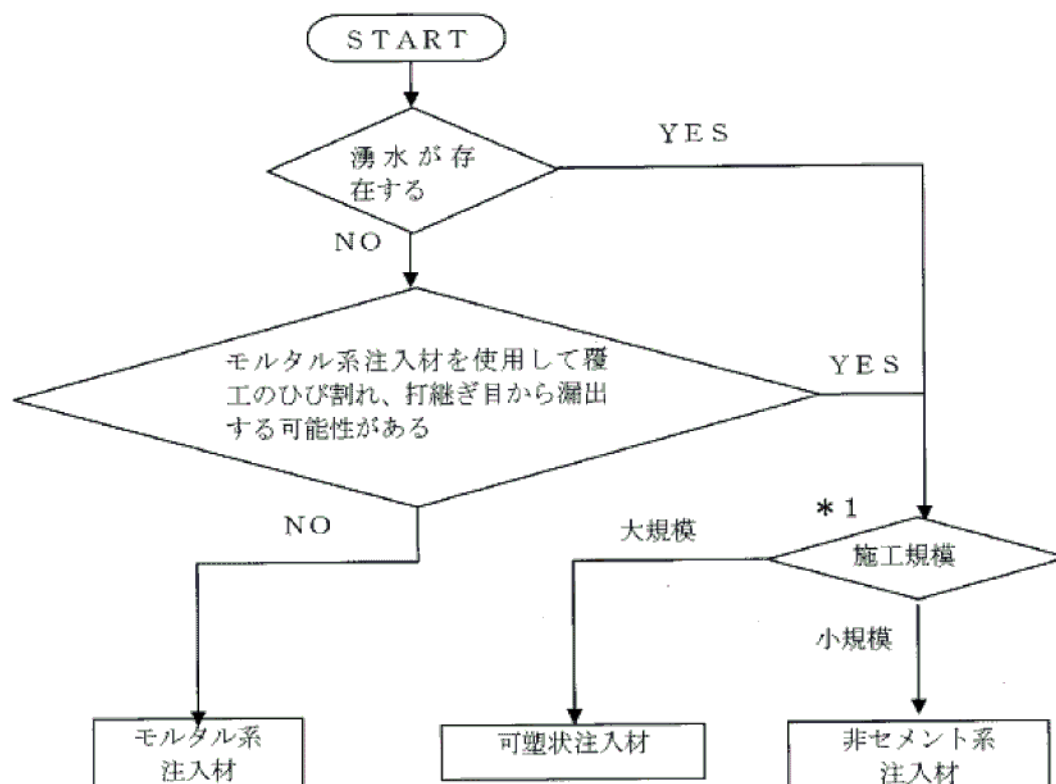


図-3.1 注入材選定フロー

* 1 1 工事の施工規模を勘案して、小規模とは 3 m³ 程度である。

資料 4

3. 3 注入材の品質規格

背面空洞注入工に使用する材料は、各種規格に適合しなければならない。

背面空洞注入工に使用する材料は、表-3.2 の規格に適合しなければならない。

なお、表-3.1 に示す可塑状注入材以外の注入材は、表-3.3 に示す各種項目について試験を実施し、規格値を満足するものでなければならない。

表-3.2 背面空洞注入材の品質規格(1)

種別	モルタル系 注入材	可塑状注入材						非セメント系 注入材
		TYPE1	TYPE2	TYPE3	TYPE4	TYPE5	TYPE6	
材料種別	エアモルタル	エアモルタルに可塑剤を加えたもの	ポリマーセメント系のもの	モルタルに特殊増粘材を加えたもの	可塑性セメントに可塑剤を加えたもの	発泡クレタ(シリカレジン含む)		
比重 (KN/m ³)	9~15程度	11~12程度	11~12程度	13~15程度	13~15程度	13~15程度	13~15程度	1~2程度
フロー値 (mm)	フロー値	*1 (200±20) 80~150	*1 (200±20) 80~150	180±25	130±25	100±20	100±20	*2 -
	試験方法	JHS 313 (シリンダ法)	JHS 313 (シリンダ法)	JIS R5201	JHS 313 (シリンダ法)	JHS 313 (シリンダ法)	JHS 313 (シリンダ法)	
空気量(%)	51±5	43±5	40±5	-	-	-	-	-
圧縮強度		1.5N/mm ² 以上						

*1:()内は可塑状前のエアモルタルの値である。

*2:発泡しながら硬化するのでフロー値はない。

表-3.3 背面空洞注入材の品質規格(2)

項目	規格項目	規格値	試験方法
流動性	フロー値 (静置時)	フロー値: 80~155mm 60 分後のフロー値: 100mm 以下	JHS 313 コンシステンシー試験方法のシリンダ法
	フロー値 (打撃時)	フロー値: 130mm~205mm 60 分後のフロー値: 170mm 以下	JIS R5201 フロー試験 フローコーンに代わって JHS 313 コンシステンシー試験方法のシリンダ法で適用する硬化プラスチック製シリンダーを用いる。
強度	一軸圧縮 強度	$\sigma_{28}=1.5\text{N/mm}^2$ 以上	1. 供試体の作り方 JHS 313 の 3. 圧縮強度試験方法 (40mm×40mm×160mm) あるいは JSCE-F 561 (Φ50mm×100mm) とする。 2. 圧縮強度試験方法 JIS A 1108
比重	比重	エア系: 11~12KN/m ³ エア系以外: 11~15KN/m ³	質量法による
充填性	充填性	容器内全体に注入材が充填され角材やH型鋼との間にも隙間がなく密実に充填がなされていること	4.8 試験法による
非漏出性	隙間への非漏出性	60 分経過後において 5mm 以下の隙間に完全流出があつてはならないこと	
水中分離抵抗性	濁度	分光光度計により測定した光透過率の値により、濁り具合を確認する。水槽内に注入材を投入する前の水の測定値と、投入後 60 分経過後の水の測定値の増減比率が±2%であること。	
	PH	注入直後からの 60 分経過後の PH 測定比率が±10%であること。	
非収縮性	収縮量	28 日硬化後の収縮量が 2cm 以下であること	

資料 4

3. 4 注入材の配合

注入材の配合は、施工性、経済性を考慮して、所定の目的を満足するように最適なものを定めなければならない。

各材料種別毎の配合例を表-3.3～表-3.9 に示すが、これらは、過去の実績による配合であるため、所定の品質が得られるように配合試験を実施しなければならない。

注入材料の圧縮強度は、 1 N/mm^2 以上あればよいとされているが、施工時には湧水があったり、過度に注入材が流動したりすることが考えられ注入後のばらつきが大きいことより、余裕を見込んで設計基準強度（28日強度）を 1.5 N/mm^2 以上とする。

表-3.3 モルタル系注入材 (1 m³ 当たり)

フロー値	空気量	セメント	水	細骨材	起泡剤	水セメント比	設計基準強度
(mm)	(%)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(%)	(N/mm ²)
200±20	50±5	250	210	500	3.1	84	1.5

(注) 生コン取り時のモルタル 1 m³ 当たり配合は下表による。

なお、エアモルタル 1 m³ 当たり生モルタル使用量は 0.485 m³ を標準とする。

C : S	セメント	細骨材	水
	(kg)	(kg)	(kg)
1 : 2	515	1,031	433

表-3.4 可塑状注入材 (TYPE 1) (1 m³ 当たり)

A液					B液		設計圧縮強度
空気量	セメント	水 (希釈水【20倍】を含む)	細骨材	特殊起泡剤	可塑剤	水	
(%)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(N/mm ²)
43±5	288	226	577	1.27	22.62	27.2	1.5

(注) 生コン取り時の注入材 1 m³ 当たり配合は下表による。

なお、可塑状注入材 1 m³ 当たり生モルタル使用量は 0.523 m³ を標準とする。

C : S	セメント	細骨材	水
	(kg)	(kg)	(kg)
1 : 2	551	1,102	395

資料 4

表-3.5 可塑状注入材(TYPE 2) (1 m³当たり)

A液					B液		設計圧縮強度
空気量	セメント	水	細骨材	起泡剤 (液体)	可塑剤 (液体)	水	
(%)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(N/mm ²)
40±5	300	230	600	16.8	30	-	1.5

(注) 生コン取り時の注入材 1 m³当たり配合は下表による。

なお、可塑状注入材 1 m³当たり生モルタル使用量は 0.560 m³を標準とする。

C : S	セメント	細骨材	水
	(kg)	(kg)	(kg)
1 : 2	540	1,079	414

表-3.6 可塑状注入材(TYPE 3) (1 m³当たり)

セメント	ベントナイト	混和剤	水	設計圧縮強度
(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(N/mm ²)
350	285	8.4	774	1.5

表-3.7 可塑状注入材(TYPE 4) (1 m³当たり)

セメント	細骨材	特殊増粘材	水	設計圧縮強度
(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(N/mm ²)
245	245	125	775	1.5

表-3.8 可塑状注入材(TYPE 5) (1 m³当たり)

主材			添加材 A		添加材 B		設計圧縮強度
セメント	ベントナイト	水	可塑剤 A	水	可塑剤 B	水	
(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(N/mm ²)
300	300	720	3	32	15	30	1.5

表-3.9 可塑状注入材(TYPE 6) (1 m³当たり)

A液			B液		設計圧縮強度
可塑性セメント	水		可塑剤	水	
(kg)	(kg)		(kg)	(kg)	(N/mm ²)
400	200		89	633	1.5

非セメント系の注入材は、各社の社内規準により、薬液の配合比率を定めるものとする。

非セメント系の注入材は、取り扱う作業者の安全、周辺環境への影響、火災への安全を考慮して十分安全なものでなければならず、「山岳トンネル工法におけるウレタン注入の安全管理に関するガイドライン（平成4年10月 日本道路公団）」に適合した薬剤を使用するものとする。

5.6 注入材にはコンクリートと同等の強度が必要ない(便覧 p.142)と記載があるが, どのような意味か? 外力に対抗するための反力を期待するような場面でも強度は必要ないか?

作用地圧および地盤反力を覆工に均等に伝えることを目的としているため、通常岩石地山の場合 1N/mm^2 程度のものが多く使われている。余裕を見込んで 1.5N/mm^2 としているのが一般的である。(資料-5 参照)

外力に対抗することを目的にする場合は、地山補強工が必要と考えられる。

資料 5

3 設計

3. 1 設計の基本方針

- ① 背面空洞注入工の設計は、調査で得られた資料に基づいて設計注入範囲を定め、充填効果をあげるための注入材、注入方式および注入管の配置を決定しなければならない。
- ② 注入材は、地質、背面空洞の大きさ、湧水状況等を考慮して、施工性がよく経済的なものを選定しなければならない。

①について

- ・ 注入材は、作用地圧および地盤反力を覆工に均等に伝えることを目的とするので、通常岩石地山の場合には一軸圧縮強度が 1 N/mm^2 程度のものが多く用いられている
- ・ 注入予定区間および付近に排水設備がある場合は、排水効果を妨げないような材料を選定するかまたは施工方法に十分な配慮をする必要がある。

②について

- ・ 注入材に混和する材料には、分散、気泡、膨張（発泡）、およびセメント量を少なくすることを目的とするものなど種々の製品があるので目的に応じて適宜選定する。セメント量を少なくする材料には、フライアッシュ等があり、施工性を向上させるための材料としては、ベントナイト（陶土）などがあげられる。分散作用を促進させるには、通常減水剤が用いられ注入材の流動性を向上させるのに効果的である。
- ・ 起泡剤は、それぞれ特徴があるのでセメント等の種類に応じたものを選ぶ必要がある。また、膨張材には、一般にアルミニウム粉末が用いられる。これは、注入材がまだ固まらないうちに膨張して収縮を打ち消す作用をするため、適当な発泡速度となるよう管理する。発泡が早すぎると硬化が始まる前に発泡してガスが逃げることになり、また遅すぎると膨張しなかったりひび割れが発生することになるので留意が必要である。
- ・ ポリマーセメント系の注入材は、混合するベントナイトの粘性が大きいことより、水、セメント、混和剤（ポリマー）、ベントナイトの順にミキサーへ投入する必要がある。また、特に混和剤は湿気にあたると、ポリマーが反応（膨張作用）を起こし、フロー値に大きく影響するので留意が必要である。

「矢板工法トンネルの背面空洞注入工 設計・施工指針 平成 14 年 10 月
日本道路公団 P11」

5.7 ブリージング(便覧 p.143)とはどういう意味か？

密度の差により、練り混ぜ水の一部が骨材やセメントの沈降に相反してコンクリート上面に集まる現象。とりわけ、水セメント比が大きいほど、スランプが大きいほど、細骨材率が小さいほど、また細骨材の微粒分が少ないほどブリージングは多い。

5.8 セメント系急硬剤とは？

コンクリートの早期強度発現を期待する場合に添加する混和剤。

- 5.9 空隙がアーチ天端付近にあり、左右に同様な状態がある場合は注入穴を天端中央に設け、これより注入するのが最良の方法である(ただし、通行制限の関係で難しい)(便覧 p.145)とあるが、この方法の場合、監視孔の位置はどうするのか？天端より低い位置に監視孔を設けても溢流確認が不十分になるのではないか？

資料-6 に配置図、施工手順を示す。

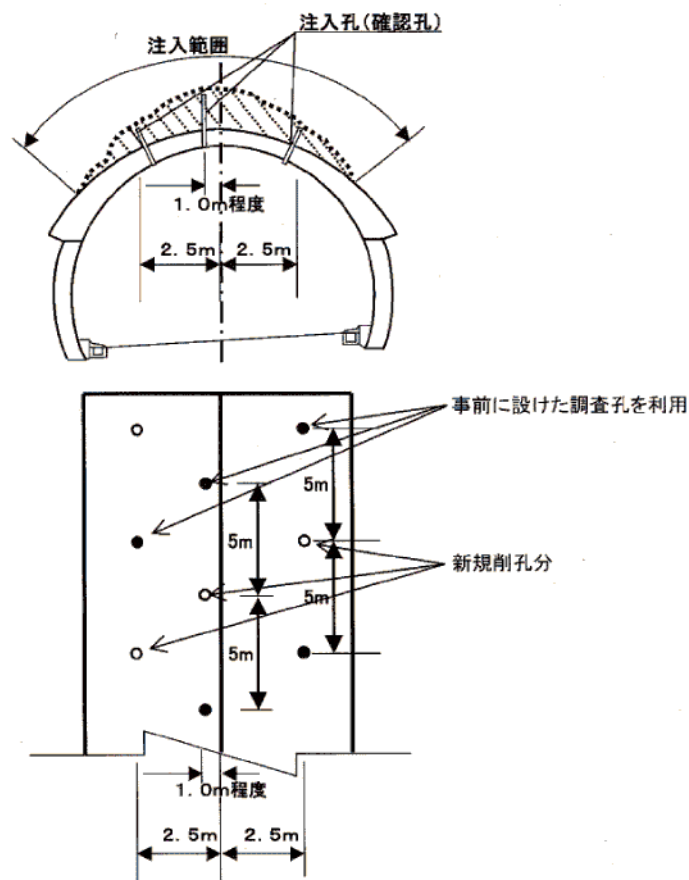
資料-6

3. 5 注入管

注入管は、背面空洞の範囲と大きさおよび施工性を考慮してその配置を決定しなければならない。

注入孔は、背面空洞の生じやすいアーチクラウンを中心にして背面空洞の状態によりその周辺に設けるのが一般的である。

現在までの施工事例より、**図-3.2**に示すと通りの配置を標準とする。



「矢板トンネルの背面空洞注入工 設計・施工指針 P18」

4.5 注入順序

注入は基本的には、高低の低い方から高い方（トンネルの縦断方向）に片押しで施工していくものとする。一般的な注入例を下記に示す。

①一次（肩部）注入

片側車線の注入孔より片側部分に相当する量に近い分の注入を行うか、隣接の注入孔（確認孔）からの流出（リーク）もしくは注入圧力の上昇で確認を行う。

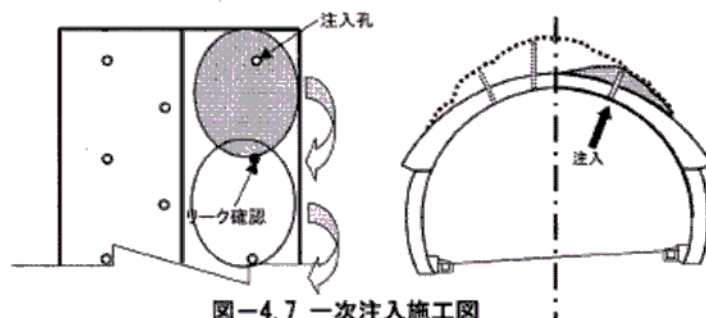


図-4.7 一次注入施工図

②二次（肩部、天端部）注入

反対車線に移り注入孔より注入し、隣接する注入孔（確認孔）から流出（リーク）もしくは注入圧力の確認を行う。

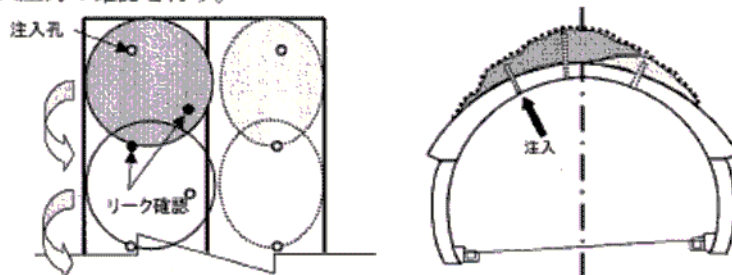


図-4.8 二次注入施工図

③三次注入

二次注入完了後に、充填を確認できなかった注入孔（確認孔）からも注入し、充填を完了させる。

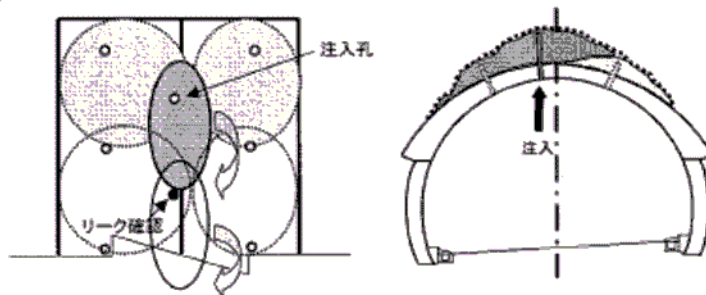


図-4.9 三次注入施工図

肩部からの注入はトンネル覆工に偏圧をかけないためにも左右交互に注入することが重要である。よって、交通規制条件を充分勘案して、トンネル覆工に対してバランスのとれた注入計画を行う必要がある。

5.10 グラウトストッパーについて「使用箇所が限定される」との記載がある(便覧 p.147 の表中特記事項)が、どういう意味か？

便覧 P. 147 の文章を読む限り、注入を計画している箇所以外からのリークを目的として必要なもので、固練りの材料が必要であることから通常の注入材より高価であることから、使用箇所が限定されるということと考えられる。

5.11 エアーミルク, エアーモルタルについて「起泡剤の発砲により圧力が負荷される」との記載がある(便覧 p.147 の表中特記事項)が, 良い意味か悪い意味か?

覆工厚が小さいと、その圧力により、覆工が耐えられないと言う意味合いであるため、悪い意味と捉えて良い。

5.12 セメントベントナイトについて「起泡剤を含まない材料」と書いてあるが、特記事項には「起泡剤の発砲により圧力が負荷される」との記載がある(便覧 p.147 の表中)。話が矛盾しないか？

「起泡剤の発砲により圧力が負荷される」がワープロミスと思われる。

5.13 エアーミルク, エアーモルタル, セメントベントナイトの使い分けの目安はないか？

セメントベントナイトは単位体積重量 20kN/m^2 と大きいため、覆工への負担が大きい。よって、覆工が健全である場合に用いる。

エアミルクやエアモルタルは、軽量で流動性が高いため、ほかのひび割れ地山の亀裂に逸走しやすい。また、水に希釈されやすいため材料分離が起こりやすい。そのため、可塑性材料や非セメント系注入材が用いられるようになってきた。

5.14 覆工にひび割れが発生している場合は、注入によりさらに変状を進行させる恐れがあるので事前に覆工が注入圧に耐えられるかを確認する必要がある(便覧 p.148)と記載されているが、どうやって確認するのか？

覆工厚と背面空洞高より、注入工に対する事前対策が必要かどうかの判断目安がある。
資料-7 参照

資料-7

(3) 覆工の調査

背面空洞注入工の計画にあたっては、事前に次に示す覆工の状態について調査しなければならない。

- ① 覆工巻厚
- ② 覆工ひび割れ状況
- ③ 覆工の強度

背面空洞注入の計画にあたっては、覆工の巻厚、ひび割れ、打ち継ぎ目地の開き、健全度（強度）について調査し、覆工が注入の圧力に対して耐えられるか否かの判断を行わなければならない。

覆工巻厚および覆工強度は、前項（2）背面空洞の調査により確認を行うものとする。覆工の状態は、主にコア観察により評価を行うものとするが、50mに1箇所程度で圧縮強度試験も行い総合評価を行う。なお、覆工の状態がジャンカ等で不良な場合や劣化が著しい場合にも、適宜圧縮強度試験を実施するものとする。

覆工巻厚が不足している場合は、1. 1適用範囲 ② にも示したとおり、内巻工等の併用が必要と表記しているが、背面空洞注入を行う場合は、覆工の巻厚不足により、注入材の自重が覆工に影響を与えることが考えられる。図-2.1 は、背面空洞注入が覆工に及ぼす影響について、任意の覆工巻厚と背面空洞高さごとに、二次元線形骨組解析を行い、その結果から、事前対策の要否を定めたものであり、これを事前対策の判断の目安とすることが出来る。なお、本解析は、覆工にひび割れがなく健全な状態を想定しているため、適用にあたっては覆工巻厚と背面空洞高さ以外にコンクリート強度および覆工のひび割れ等も合わせて判断する必要がある。

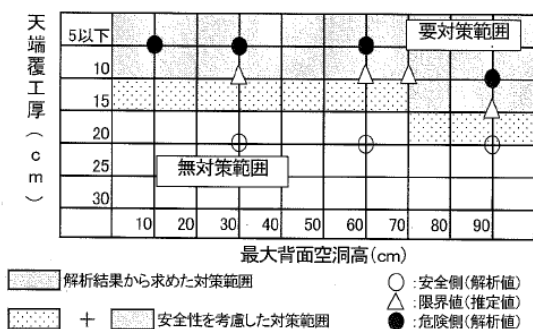


図-2.1 事前対策の範囲

覆工ひび割れ調査は、注入時にひび割れから注入材がリークすることが考えられないか検討するために行なうもので、JHが実施した既往調査資料を基に、現地状況を再度確認するものとする。

覆工の調査により、巻厚が少なくひび割れ等が数多く発生している場合には、注入圧により、新たなひび割れの発生や開口、覆工の崩壊などを配慮しておく必要がある。

覆工の調査結果を整理するうえで、参-1 覆工の調査票事例を参照するとよい。

「矢板工法トンネルの背面空洞注入工 設計・施工指針 平成14年10月
日本道路公団 P6」

5.15 はつり、防護ネット対策は応急措置および他対策と併用して施工する場合が多い(便覧 p.150)とありますが、ここでいう応急措置はどの程度の期間を指すのか？

応急措置とは、日常点検で交通に支障を与えるような変状および異常等が発見された場合に、緊急的に行う交通規制などの対処措置である。また、定期点検で利用者被害を与えるような覆工コンクリート等の浮きや剥落等の変状が発見された場合に、交通の支障を与えないようにするため、ハンマーで撤去する等の措置である。

このことから、応急措置の期間としては、応急対策が行われるまでの期間であり、1ヶ月程度と考えて良いのではないかと考える。

また、応急対策は、「応急処置を実施してから、補修・補強対策の要否を検討する調査を実施し、設計、発注まで」の期間と考えると、1～2年と思われる。

5.16 はつり、防護ネット対策は応急措置および他対策と併用して施工する場合が多い(覧 p.150)とありますが、他対策との併用とは具体的にはどのようなパターンがあるのか？

比較的狭い範囲の覆工面にひび割れや目地切れなどの部分的な材料劣化により覆工材が落下する危険に対処するものであるため、叩き落としや漏水処理と併用すると考えて良いのではないかと。

5.17 吹付コンクリート対策は覆工面に 100～150mm 厚程度に補強したモルタルやコンクリートを吹付ける(便覧 p.150)とあるが、ここでいう「補強」とは何を意味するか？

便覧の P. 151 に示しているように、吹付けコンクリートの補強材を意味する。(金網や繊維など)

5.18 吹付コンクリート対策は覆工面に 100～150mm 厚程度に補強したモルタルやコンクリートを吹付ける(便覧 p.150)とあるが、建築限界との関係で採用しにくいのではないか？

既存の断面形状を測定し、建築限界と覆工面の余裕を把握することが大切である。NATM の設計では、オーバーレイの余裕として 200mm(路肩で 50mm)を確保しているため、余裕は在来工法よりはあると考えて良い。

5.19 吹付工の前に行う「覆工表面の処理(便覧 p.151)」とは具体的にどのような処理か？

覆工面に付着している粉じんや浮きなどの異物を除去する必要がある。また、漏水は吹付けコンクリートの付着に影響するため、漏水処理が必要である。

5.20 吹付工の前に行う「チップング(便覧 p.151)」とは具体的にどのような処理か？

コンクリート表面を粗面仕上げする。新たに吹き付けるコンクリートとの馴染みをよくする。

5.21 吹付コンクリート対策には①モルタル＋金網、②コンクリート＋金網、③SFRC(鋼繊維補強コンクリート)、④GFRC(ガラス繊維補強コンクリート)があり、変状の程度や施工条件に応じて選定する必要がある(便覧 p.151)が、具体的にどのように判断選定するのか？

「トンネル補修・補強マニュアル H19.1 鉄道総合技術研究所 PⅡ-31」より、覆工表面の剥落防止を目的とする場合にモルタル＋金網、コンクリート＋金網を用い、覆工の巻き厚不足や土被りの小さい区間で覆工の耐力を増加させる場合には、SFRC や GFRC を用いる。資料-8 参照。

5.22 吹付コンクリートやモルタルの配合は、強度、付着性、施工性のよいものが得られるように定めなければならない(便覧 p.151)が、具体的にどのような試験をして決めるのか？

資料-8 参照。

資料-8

(3) 設計・施工上の留意点

① 吹付け材および厚さ

吹付け材と厚さの選定は、以下を目安にすると良い。

i) 覆工表層のはく落防止を目的とする場合

厚さ 30～70mm のモルタルや高分子材料を添加したモルタルとする。靱性等を確保するため、繊維を混入させるのが良い。

ii) 覆工耐力を増加させる必要がある場合（覆工巻厚不足の場合など）

厚さ 70mm 以上のコンクリートを用いる。靱性等を確保するため、繊維補強コンクリート（FRC（Fiber Reinforced Concrete：繊維補強コンクリート）等⁹⁾）を使用するのが良い。70mm を確保できない場合は、i) あるいは他の工法の採用を検討する。

※参考：STUBA（西ドイツ地下交通設備研究所）の勧告⁹⁾では、70mm 以上の吹付け厚さが必要としている。

なお、外力対策を兼ねる場合は、**第Ⅳ編「外力対策編」**も参照されたい。

② 配合および強度

コンクリートおよびモルタルの配合は、必要な強度が保たれ、付着性、施工性の良いものが得られるように定める。設計基準強度は、18N/mm²以上とする。

なお、繊維や高分子材料を混入する場合は、施工性や効果等を検討し、配合を決定する。

「トンネル補修・補強マニュアル H19.1 鉄道総合技術研究所 PⅡ-31」

資料-8

③ 金網・ネット，アンカー等

吹付け厚に関わらず，既設覆工との一体性を高めるために，金網あるいはネットおよびアンカーを必ず入れなければならない。

i) 金網・ネット

- ・曲げに対する補強や一体化によるはく落防止のため，内部に金網あるいはプラスチックネットを入れる。
- ・金網の場合は，吹付け後に金網が露出していると腐食してひび割れやはく落の発生の原因となるため，適当な被りを設ける必要がある。

ii) アンカー

- ・吹付けコンクリートおよびモルタルの自重を保持すると共に，乾燥収縮，または外的荷重による吹付け面に発生するせん断力を確実に伝達することを目的とする。
- ・アンカーの設計は，「あと施工アンカー工法設計施工の手引き」¹⁰⁾（昭和 60 年 3 月，国鉄構造物設計事務所）によるが，安全のため，1 本/m²以上設置することが望ましい。

iii) その他

吹付け厚が厚い場合（一般に 70mm 以上）は，内巻に生じる軸力を支えたり，インバートがある場合には断面力をインバートに伝える目的で，内巻の脚部に足付けを設ける必要がある。

④ 前処理

- ・前処理が不十分な場合は吹付け材料がはく落するおそれがあるため，確実に行わなければならない。
- ・施工面に付着している煤煙や塵埃，劣化部分は確実に除去する。
- ・施工面に漏水がある場合には，漏水処理を十分に行う（第Ⅲ編「漏水・凍結対策編」参照）。

「トンネル補修・補強マニュアル H19.1 鉄道総合技術研究所 PⅡ-32」

資料-8

⑤ 施工

- ・吹付け工法には、乾式工法と湿式工法があり、それぞれ得失があるので、施工場所の条件（搬送距離、作業場所等）を勘案して工法の選択を行う（表Ⅱ.2.8 参照）。

表Ⅱ.2.8 乾式・湿式工法の概要

項 目	工 法 の 種 類	
	乾 式 工 法	湿 式 工 法
混合方法	ノズルにおいて水と空練り材料を混合する	各材料をあらかじめ混合しておく（正確な計量が可能）
品質状態	作業員の熟練度、能力によって左右されるためばらつきがしやすい	作業員の能力に左右されないため品質のばらつきは乾式に比べて少ない
供給状態	制限は受けない	材料の供給に制限を受ける
圧送距離	水平で 500m ぐらいまで可能	水平で 100m 程度 つまり易い
粉 塵	発生が多い	発生が少ない
跳ね返り	比較的多い	少ない
吐 出 量	時間当たりの吐出量が少ない	多い
作業空間	機械が小さく作業スペース小	機械が大きく作用スペース大

- ・アンカーは、適切な引き抜き力が得られるように施工する。また、金網・ネットは適当な被りとなるように設置する。
- ・吹付けノズルは、施工面になるべく直角で 1m 程度離し、使用材料の最大寸法や施工面の状態を考慮して、適切な厚さで数層に分けて施工する。
- ・金網・ネットを使用して吹付けを施工する場合、粗骨材の跳ね返りが多くなったり、エントラップドエアが入り易くなるので、丁寧な施工が必要である。
- ・吹付けコンクリートおよびモルタルは、薄層施工で単位セメント量が多いため、急激な乾燥を避ける初期養生が必要であり、施工後の温度が 5℃以下とならない時期に施工する。

「トンネル補修・補強マニュアル H19.1 鉄道総合技術研究所 PⅡ-33」

5.23 吹付コンクリートの金網には適切なかぶりが必要(便覧 p.151)であるが具体的にどの程度のかぶりがあればよいか？

NATM では最低 10cm の被りを確保している。ただし、覆工コンクリートが化粧巻きとしての機能を有しているため、鉄筋の被りと同じと考えて良いのではないか。

5.24 ロックボルトはどのような場合に使われるか？

変状原因が膨張性土圧，偏土圧による外力によって生じる変状に対して用いられる。（便覧 p. 153） 既設構造物の周辺地山の一部に疑似構造物を形成して，内圧効果，地山のせん断抵抗力の増加を期待する。

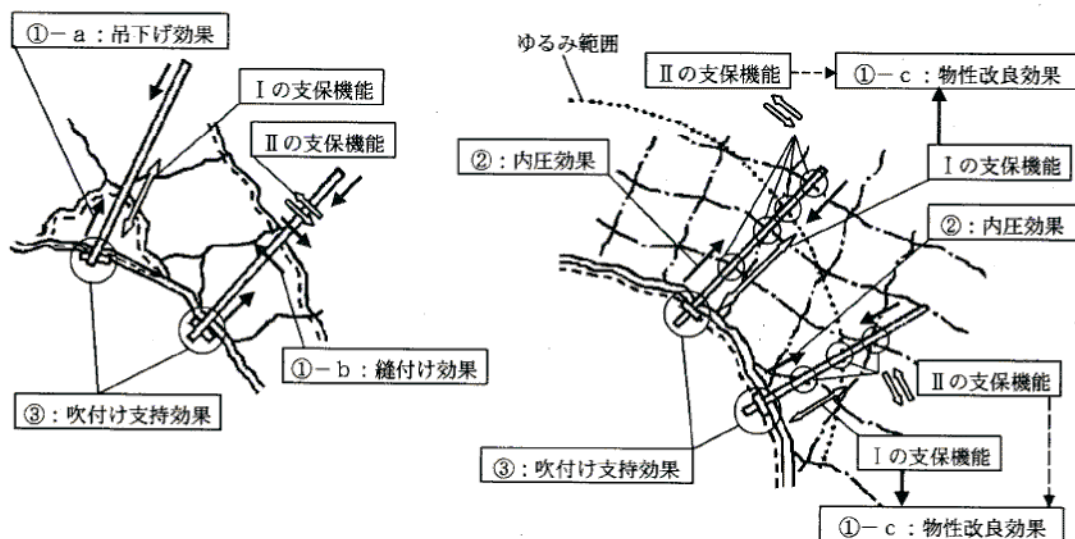
覆工コンクリート片の剥落防止（地山への縫い付け効果）

5.25 内圧効果とは何か？

軟岩地山や土砂地山の場合、ロックボルトに発生する軸力が吹付けコンクリートを介して坑壁に作用することで見かけの内圧効果が発揮され、トンネル周辺地山の塑性化とその拡大を抑制する効果がある。資料-9 参照

資料-9

機能、効果の分類			機能および効果の概要
機能	I	ロックボルトの引張抵抗	ロックボルト軸方向の引張抵抗によってその方向の地山との相対変位を抑制する。
	II	ロックボルトのせん断抵抗	ロックボルト軸直角方向のせん断抵抗によってその方向の地山との相対変位を抑制する。
効果	①	地山の補強効果	
	①-a	吊下げ効果	亀裂の発達した中硬岩や硬岩地山の場合には、亀裂によって区切られた不安定な岩塊を深部の地山と一体化し、そのはく落や拔出しを抑止する。
	①-b	縫付け効果	
	①-c	物性改良効果	中硬岩や硬岩地山の場合に、亀裂に交差してロックボルトが打設されると、亀裂面のせん断強度が向上し、見かけの物性改良効果が期待される。一方、強度の小さい軟岩地山や土砂地山の場合においても、ロックボルトの打設によって地山のせん断抵抗が向上して降伏後の残留強度も向上し、見かけの物性改良効果が期待される。
	②	内圧効果	軟岩地山や土砂地山の場合、ロックボルトに発生する軸力が吹付けコンクリートを介して坑壁に作用することで見かけの内圧効果が発揮され、トンネルの周辺地山の塑性化とその拡大を抑制することが期待される。
	③	吹付け支持効果	ロックボルトが吹付けコンクリートを地山に縫付けることによって、地山から分離したロックボルト打設間隔よりも小さな岩片の荷重を支持することが期待される。



(1) 亀裂の発達した中硬岩・硬岩地山

(2) 軟岩・土砂地山

支保機能 I : 軸方向引張抵抗による地山相対変位抑制

支保機能 II : 軸直角方向せん断抵抗による地山相対変位抑制

図 1.3.3 支保機能、支保効果の概念と関連性⁵⁾を改編

「現場技術者のための吹付けコンクリート・ロックボルト 平成 17 年 3 月
(社) 日本トンネル技術協会 P3-12」

5.26 ロックボルトには定着形式により全面接着型と先端接着型があり、先端接着型は使用されるのは硬岩、中硬岩に限定されるので便覧では主に全面接着型について述べる（便覧 p.153）となっているが、先端接着型は硬岩、中硬岩でも採用されないケースがあるのか？かなり稀なのか？

NATM で用いられるロックボルトは全面定着方式が標準で有り、日本では一般的な定着形式である。

5.27 ロックボルトの設計では試験施工によるボルトの引き抜き試験等により引き抜き耐力の確認が必要である(便覧 p.154)とあるが、設計段階で必ず実施するのか？施工段階で必ず実施するのか？

設計で引き抜き試験を実施し、その結果を反映させて実情に合ったロックボルト耐力を設計することができればいいが、設計施工分離発注の場合現実的に難しい。そのため、あらかじめ決められた耐力以上のボルトを設計で見込み、施工段階で引き抜き試験を実施し、引き抜き耐力を確認する事が一般的となっている。

5.28 ロックボルト長の設計と並行して原位置で試験施工し、ロックボルト軸力系、地中変位測定を行うことが重要である（便覧 p. 154）とあるが、必ず実施するのか？

地中変位測定はトンネル周辺の地山の挙動(緩んだ岩盤とそうでない岩盤の境)を計測するもので、トンネルの変状が進行している場合に設置するのが良いと考えられる。

ロックボルトの軸力測定はロックボルトに発生している軸力やその分布状況を把握しロックボルトの長さや打設ピッチ、耐力の妥当性を把握するが、施工段階で品質確保のため必ず実施される。

5.29 ロックボルトの試験施工で測定する地中変位は、どこをどのように計測するのか？

1 断面に 5 ヶ所測定する。1 本のロックボルトに 4～6 点のひずみゲージを貼り付け、ひずみゲージで測定されたひずみを軸力に換算し、ロックボルトの軸力分布図を作成し、ロックボルトの長さ及び耐力が有効かを判断する。

5.30 漏水防止工法にはどのようなものがあるか？

便覧 p. 156 に代表的な漏水防止工と選定表がある。

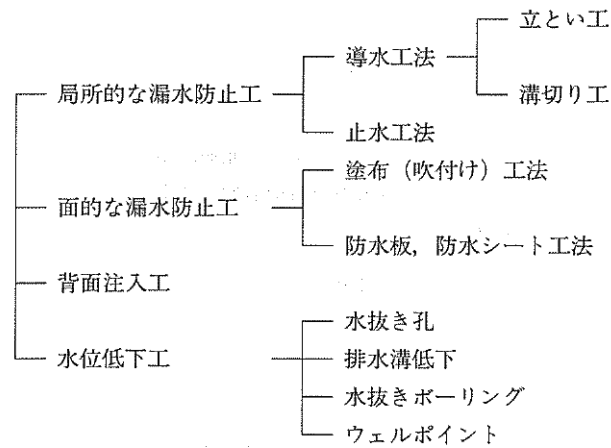


図-2.4.8 代表的な漏水防止工

表-2.4.9 漏水対策工の選定表³⁾

要 因 工 法		湧 水 量 (小)		湧 水 量 (多)	
		内空断面余裕(あり)	内空断面余裕(なし)	内空断面余裕(あり)	内空断面余裕(なし)
局所的な対策工	導 水 工 法		○		○
	止 水 工 法		○		
面的な対策工	吹 付 け 工 法	○		○	
	塗 布 工 法		○		
	防水板・防水シート	○		○	
背 面 注 入 工					○
水 位 低 下 工					○

「道路トンネル維持管理便覧 P156」

5.31 導水工法には立とい工法と溝切り工があり、湧水の量や個所によって選定する（便覧 p.157）とあるが、具体的にどのように選定するのか？文章では遊離石灰がある場合は立とい工法にするように見えるが？

内空断面に余裕がある場合は立とい工法、余裕がない場合に溝切り工を採用する。

5.32 止水工法では溝切後に止水材を充填する場合と溝切なしで充填する場合がある(便覧 p.158)が、どのような使い分けか？

「設計要領 NEXCO P.73」より、軽微な漏水箇所がある場合に、ひび割れに直接注入材を注入することが基本となっている。

溝切りする場合、溝の端部が欠落する恐れがあるので、NEXCO ではあまり用いない。漏水が多い場合は溝切り後に充填材を充填し止水する。

5.33 背面注入工(便覧 p.160)と裏込め注入工(便覧 p.142)の違いは何か？

背面注入工は空隙，裏込め注入工は空洞に注入。

背面注入工は、漏水防止を目的とする。

裏込め注入工は、覆工と地山を密着させ、地盤反力の均等化を図ることを目的とする。

5.34 背面注入工(便覧 p.160)は漏水防止工として記載されているが、漏水防止効果しかないのか？

一般的には地圧対策として実施されることが多い。空隙を充填することで覆工と地山を密着させて覆工に作用する地圧の均等化を図る（便覧 p. 160）

漏水防止が主な目的だが、必然的に裏込め注入工の効果も期待できる。

5.35 背面注入工の効果の確認方法として、ボーリングで試料を採取し、フェノールフタレン反応および目視で判定と記載されている(便覧 p.161)が、フェノールフタレン反応とは？

アルカリ系薬液に反応するので、浸透状況を目視で確認できる。

5.36 地盤性状と注入方法の適合性はどのように考えるか？

便覧 p. 161 の表を参考にする

表-2.4.10 地盤性状と注入工法の適合性

注入方法 地盤の性状		2重管ダブル パッカー法	単管ロッド法	2重管ロッド 瞬結法	2重管ロッド 複合法	ジェットグラウト
岩盤	普通の割れ目		○			
	非常に多い割れ目	○	○			
	破 砕 状	○	○			△
	真 砂 化	○				△
	粘 土 化	○				
未固結地盤	火山破砕岩	○	△		△	△
	半固結砂岩	○			△	○
	軟質泥岩	○			△	
土質地盤	砂 礫	○	○	△	○	△
	中 ～ 粗 砂	○	△	○	○	○
	細 砂	○		○	○	○
	砂礫・砂複合	○			○	△
	粘性土	○	○	○	○	△

○：一般に適合する △：多様性あり，適合性は不確定

「道路トンネル維持管理便覧 P161」

5.37 地下水低下工法で水抜きボーリングの採用にあたっては、一般的な調査に加えて、トンネル周辺の地質条件および地下水の状態などを把握する必要がある(便覧 p.162)とあるが、具体的にはどのような調査を実施するのか？調査の着目点は何か？

湧水が多量に発生している箇所について、地形調査・現地踏査(集水地形か断層破碎帯の有無)、坑外からボーリング孔を利用した地下水位観測(気象における地下水の変動の把握)、水質検査(有害水かどうか)、流量観測(どの程度の漏水が発生しているか)を実施するのが有効と考える。

5.38 内巻きコンクリート工と吹付コンクリート工の違いは何か？

NEXCO の場合、内巻コンクリートは、場所打ち工法で鋼繊維補強コンクリートを厚さ 125mm 以上で打設する。吹付けコンクリートは、吹付け工法で鋼繊維補強コンクリートを厚さ 70 ～150mm で吹き付ける。

条件によっては RC プレキャスト版で施工する場合もある。

5.39 地山注入工の考え方はどこに記載があるか？

背面注入工を参照する（便覧 p.165）

参考資料 アンケート資料

共同研究を行うに際して、維持管理に関する要望を把握することを目的としてアンケートを行った。
以下にアンケートシート及びアンケート結果を添付する。

1. アンケートシート

トンネル(1/3)

項目	点検レベル	点検の重要性	現在の点検体制	点検・調査手法	対策方針の判断	顕在化している問題	災害・事故の事例	今後、必要なこと・必要な新技術	産学官共同研究に望むこと
覆工コンクリート	日常点検	<input type="checkbox"/> 極めて重要 <input type="checkbox"/> 重要 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不要（そこまで費用をかけられない） <input type="checkbox"/> 不要（そもそも不要）	<input type="checkbox"/> 十分 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不十分 原因：	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と 感じることもある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因：	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と 感じることもある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因：	「具体例」 <input type="checkbox"/> 台帳と点検結果が結びついていない。 <input type="checkbox"/> 技術者の経験や技量により点検結果が変わる。 <input type="checkbox"/> 点検マニュアルの評価項目は定性的判断が多く、変状展開図もスケッチ程度で、技術者によるばらつきが大きい <input type="checkbox"/> 変状が緊急性を有するかどうかの判断基準が不明確。 <input type="checkbox"/> 点検箇所・対策箇所の優先順位づけ	「具体例」 <input type="checkbox"/> 覆工コンクリート剥落 福岡県 山陽新幹線鞍手トンネル(2009.7) 高知県 国道 439 号矢筈トンネル(2009.7) <input type="checkbox"/> 天井版落下 中央自動車道 笹子トンネル (2012.12) 「その他」	「具体例」 <input type="checkbox"/> 維持管理マニュアルの策定、 <input type="checkbox"/> 技術者の育成 <input type="checkbox"/> 点検の民間委託 <input type="checkbox"/> 打音調査以外の調査技術 <input type="checkbox"/> トンネル新設時に設置すべき維持管理施設（光ファイバ等） <input type="checkbox"/> 背面地山（ロックボルト）の劣化調査技術 「その他」	「具体例」 <input type="checkbox"/> 変状に応じた調査手法、調査事例の収集整理 <input type="checkbox"/> 変状に応じた対策手法、対策事例の収集整理 <input type="checkbox"/> 調査対策の判断基準の整理、マニュアル的なもの 「その他」
	異常時（緊急）点検	<input type="checkbox"/> 極めて重要 <input type="checkbox"/> 重要 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不要（そこまで費用をかけられない） <input type="checkbox"/> 不要（そもそも不要）	<input type="checkbox"/> 十分 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不十分 原因：	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と 感じることもある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因：	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と 感じることもある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因：	<input type="checkbox"/> 一斉点検で点検が集中し作業員や高所作業台車の確保が困難 <input type="checkbox"/> 点検の際の作業員の安全対策、規制の方法、排気ガス、粉塵対策 <input type="checkbox"/> 十分な安全対策の費用と工期の確保 <input type="checkbox"/> 閉塞された暗い空間、片側通行規制でトンネル天端付近の点検や、坑内騒音による打音の判断が困難 <input type="checkbox"/> 照明は、寿命が明確であるが、計画的な交換をしていない。 <input type="checkbox"/> 打音調査で必要に応じて叩き落とすことになっているが、叩き落としが困難で逆に剥落を助長する場合もある <input type="checkbox"/> 点検後、緊急に対策が必要と判定しても、迅速に補修、対策の対応をとれない（予算の関係？） <input type="checkbox"/> ひびわれがあるところには、漏水で遊離石灰ができ、幅が一番広い位置でのひびわれが計測できないことがある <input type="checkbox"/> 望遠目視による亀裂幅の評価の不確実性。 <input type="checkbox"/> 変状部の見落とし。記録漏れ（ミス） 「その他」			
	定期点検	<input type="checkbox"/> 極めて重要 <input type="checkbox"/> 重要 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不要（そこまで費用をかけられない） <input type="checkbox"/> 不要（そもそも不要）	<input type="checkbox"/> 十分 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不十分 原因： <input type="checkbox"/> 委託対応	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と 感じることもある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因：	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と 感じることもある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因：				
	詳細点検, 調査 モニタリング	<input type="checkbox"/> 極めて重要 <input type="checkbox"/> 重要 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不要（そこまで費用をかけられない） <input type="checkbox"/> 不要（そもそも不要）	<input type="checkbox"/> 十分 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不十分 原因： <input type="checkbox"/> 委託対応	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と 感じることもある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因： <input type="checkbox"/> 調査方法の選定基準、事例がない <input type="checkbox"/> 経験がない <input type="checkbox"/> その他	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と 感じることもある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因： <input type="checkbox"/> 対策方針の選定基準、事例がない <input type="checkbox"/> 経験がない <input type="checkbox"/> その他				
照明施設	日常点検	<input type="checkbox"/> 極めて重要 <input type="checkbox"/> 重要 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不要（そこまで費用をかけられない） <input type="checkbox"/> 不要（そもそも不要）	<input type="checkbox"/> 十分 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不十分 原因：	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と 感じることもある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因：	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と 感じることもある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因：				
	異常時点検	<input type="checkbox"/> 極めて重要 <input type="checkbox"/> 重要 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不要（そこまで費用をかけられない） <input type="checkbox"/> 不要（そもそも不要）	<input type="checkbox"/> 十分 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不十分 原因：	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と 感じることもある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因：	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と 感じることもある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因：				
	定期点検	<input type="checkbox"/> 極めて重要 <input type="checkbox"/> 重要 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不要（そこまで費用をかけられない） <input type="checkbox"/> 不要（そもそも不要）	<input type="checkbox"/> 十分 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不十分 原因： <input type="checkbox"/> 委託対応	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と 感じることもある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因：	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と 感じることもある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因：				
	詳細点検, 調査 モニタリング	<input type="checkbox"/> 極めて重要 <input type="checkbox"/> 重要 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不要（そこまで費用をかけられない） <input type="checkbox"/> 不要（そもそも不要）	<input type="checkbox"/> 十分 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不十分 原因： <input type="checkbox"/> 委託対応	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と 感じることもある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因： <input type="checkbox"/> 調査方法の選定基準、事例がない <input type="checkbox"/> 経験がない <input type="checkbox"/> その他	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と 感じることもある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因： <input type="checkbox"/> 対策方針の選定基準、事例がない <input type="checkbox"/> 経験がない <input type="checkbox"/> その他				

トンネル(2/3)

項目	点検レベル	点検の重要性	現在の点検体制	点検・調査手法	対策方針の判断	顕在化している問題	災害・事故の事例	今後、必要なこと・必要な新技術	産学官共同研究に望むこと
換気施設	日常点検	<input type="checkbox"/> 極めて重要 <input type="checkbox"/> 重要 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不要（そこまで費用をかけられない） <input type="checkbox"/> 不要（そもそも不要）	<input type="checkbox"/> 十分 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不十分 原因：	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と 感じることもある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因：	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と 感じることもある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因：	※ 1／3 用紙にて回答	※ 1／3 用紙にて回答	※ 1／3 用紙にて回答	※ 1／3 用紙にて回答
	異常時（緊急）点検	<input type="checkbox"/> 極めて重要 <input type="checkbox"/> 重要 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不要（そこまで費用をかけられない） <input type="checkbox"/> 不要（そもそも不要）	<input type="checkbox"/> 十分 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不十分 原因：	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と 感じることもある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因：	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と 感じることもある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因：				
	定期点検	<input type="checkbox"/> 極めて重要 <input type="checkbox"/> 重要 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不要（そこまで費用をかけられない） <input type="checkbox"/> 不要（そもそも不要）	<input type="checkbox"/> 十分 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不十分 原因： <input type="checkbox"/> 委託対応	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と 感じることもある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因：	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と 感じることもある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因：				
	詳細点検, 調査 モニタリング	<input type="checkbox"/> 極めて重要 <input type="checkbox"/> 重要 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不要（そこまで費用をかけられない） <input type="checkbox"/> 不要（そもそも不要）	<input type="checkbox"/> 十分 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不十分 原因： <input type="checkbox"/> 委託対応	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と 感じることもある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因： <input type="checkbox"/> 調査方法の選定基準、事例がない <input type="checkbox"/> 経験がない <input type="checkbox"/> その他 〔 〕	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と 感じることもある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因： <input type="checkbox"/> 対策方針の選定基準、事例がない <input type="checkbox"/> 経験がない <input type="checkbox"/> その他 〔 〕				
非常用施設	日常点検	<input type="checkbox"/> 極めて重要 <input type="checkbox"/> 重要 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不要（そこまで費用をかけられない） <input type="checkbox"/> 不要（そもそも不要）	<input type="checkbox"/> 十分 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不十分 原因：	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と 感じることもある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因：	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と 感じることもある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因：				
	異常時点検	<input type="checkbox"/> 極めて重要 <input type="checkbox"/> 重要 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不要（そこまで費用をかけられない） <input type="checkbox"/> 不要（そもそも不要）	<input type="checkbox"/> 十分 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不十分 原因：	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と 感じることもある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因：	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と 感じることもある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因：				
	定期点検	<input type="checkbox"/> 極めて重要 <input type="checkbox"/> 重要 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不要（そこまで費用をかけられない） <input type="checkbox"/> 不要（そもそも不要）	<input type="checkbox"/> 十分 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不十分 原因： <input type="checkbox"/> 委託対応	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と 感じることもある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因：	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と 感じることもある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因：				
	詳細点検, 調査 モニタリング	<input type="checkbox"/> 極めて重要 <input type="checkbox"/> 重要 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不要（そこまで費用をかけられない） <input type="checkbox"/> 不要（そもそも不要）	<input type="checkbox"/> 十分 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不十分 原因： <input type="checkbox"/> 委託対応	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と 感じることもある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因： <input type="checkbox"/> 調査方法の選定基準、事例がない <input type="checkbox"/> 経験がない <input type="checkbox"/> その他 〔 〕	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と 感じることもある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因： <input type="checkbox"/> 対策方針の選定基準、事例がない <input type="checkbox"/> 経験がない <input type="checkbox"/> その他 〔 〕				

トンネル(3/3)

項目	点検レベル	点検の重要性	現在の点検体制	点検・調査手法	対策方針の判断	顕在化している問題	災害・事故の事例	今後、必要なこと・必要な新技術	産学官共同研究に望むこと
排水施設	日常点検	<input type="checkbox"/> 極めて重要 <input type="checkbox"/> 重要 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不要（そこまで費用をかけられない） <input type="checkbox"/> 不要（そもそも不要）	<input type="checkbox"/> 十分 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不十分 原因：	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と 感じることもある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因：	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と 感じることもある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因：	※ 1／3 用紙にて回答	※ 1／3 用紙にて回答	※ 1／3 用紙にて回答	※ 1／3 用紙にて回答
	異常時（緊急）点検	<input type="checkbox"/> 極めて重要 <input type="checkbox"/> 重要 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不要（そこまで費用をかけられない） <input type="checkbox"/> 不要（そもそも不要）	<input type="checkbox"/> 十分 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不十分 原因：	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と 感じることもある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因：	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と 感じることもある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因：				
	定期点検	<input type="checkbox"/> 極めて重要 <input type="checkbox"/> 重要 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不要（そこまで費用をかけられない） <input type="checkbox"/> 不要（そもそも不要）	<input type="checkbox"/> 十分 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不十分 原因： <input type="checkbox"/> 委託対応	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と 感じることもある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因：	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と 感じることもある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因：				
	詳細点検, 調査 モニタリング	<input type="checkbox"/> 極めて重要 <input type="checkbox"/> 重要 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不要（そこまで費用をかけられない） <input type="checkbox"/> 不要（そもそも不要）	<input type="checkbox"/> 十分 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不十分 原因： <input type="checkbox"/> 委託対応	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と 感じることもある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因： <input type="checkbox"/> 調査方法の選定基準、事例がない <input type="checkbox"/> 経験がない <input type="checkbox"/> その他 〔 〕	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と 感じることもある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因： <input type="checkbox"/> 対策方針の選定基準、事例がない <input type="checkbox"/> 経験がない <input type="checkbox"/> その他 〔 〕				

2. アンケート回答の結果概要

○点検の重要性

全ての項目において、「極めて重要」及び、「重要」が大半を占めた。

照明施設、換気施設の詳細点検については、「不要（そもそも不要）」という回答もあった。

→照明施設、換気施設については、本体の故障及び寿命を想定していると思われる。

○現在の点検体制

日常点検、異常時点検では、「どちらともいえない」が多数意見であった。

→現状では大きな問題は起こっていない。

定期点検、詳細点検調査モニタリングの項目では、「どちらともいえない」及び「委託対応」の回答が多かった。排水施設に関しては、「不十分」という回答が他の項目に比べ若干多かった。

○点検調査手法

日常点検の覆工コンクリート、照明施設、排水施設は、「明確で迷わない」という回答もあった。

→日常点検については、ある程度点検の流れを把握している。

全体的に「明確だが不十分」「不十分」の回答が多かった。

→詳細点検等は、点検で不明確なところが多い。

○対策方針の判断

全体的に「明確だが不十分」「不十分」の回答が多かった。詳細点検の覆工コンクリート、照明施設、排水施設の項目では、「対策方針の選定基準、事例がない」という回答があった。

○顕在化している問題

「変状が緊急性を有するかどうかの判断基準が不明確」「技術者の経験や技量により、点検結果が変わる」「一斉点検で点検が集中し作業員や高所作業台車の確保が困難」「点検後、緊急に対策が必要と判定しても、迅速に補修、対策の対応をとれない（予算の関係?）」の回答が比較的多かった。

○今後、必要なこと・必要な新技術

「技術者の育成」「点検の民間委託」の回答が多かった。民間では、「維持管理マニュアルの策定」の回答が多かった。

アンケート結果についての考察

- ・点検は重要
- ・マンパワー、機材が不足（計画的な点検が必要。） →対応困難
- ・技術者個人の技術力に依るところが大きい
- ・変状が緊急を有するかどうかを判断できる技術者の不足
- ・緊急対策をすぐにとれるような体制づくり →対応困難

アンケート作成前のトンネルグループの方針

○日常点検、定期点検のフローはあるが、詳細点検については該当するものがないので、 詳細調査の際に使用できる参考図書(変状、調査手法、対策の判断基準)のようなものを作れないか。

結論として

- ・官は民間委託したい（一定レベルの成果を確保できるマニュアルが必要）
- ・民間は技術力不足なのでマニュアルが欲しい

と読みました。当初の想定通り

協会マニュアル策定へと進みたいと考えます。その際、下記のどのレベルを目標とするかを検討しました。

- ①あくまでも未経験者向けの入門マニュアル
- ②オリジナルな判断などを含む専門マニュアル

グループの結論としては、

①を策定して、この研究を継続して知見を蓄積し将来②を策定するのが良いと考えます。

トンネルアンケート集計結果(官、民合計)

点検の重要性	覆工コンクリート		照明施設		換気施設		非常用施設		排水施設		1位	2位
	官	民	官	民	官	民	官	民	官	民		
日常点検												
極めて重要	1 20%	5 33%	1 20%	0 0%	0 0%	3 23%	0 0%	1 8%	0 0%	3 21%		
重要	3 60%	9 60%	4 80%	11 73%	3 75%	7 54%	3 75%	8 62%	3 60%	8 57%		
どちらともいえない	1 20%	1 7%	0 0%	4 27%	0 0%	2 15%	0 0%	3 23%	1 20%	2 14%		
不要(そこまで費用をかけられない)	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	1 8%	0 0%	1 8%	1 20%	1 7%		
不要(そもそも不要)	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	1 25%	0 0%	1 25%	0 0%	0 0%	0 0%		
合計	5	15	5	15	4	13	4	13	5	14		
異常時(緊急)点検												
極めて重要	0 0%	10 67%	1 20%	6 38%	1 25%	8 57%	1 25%	7 54%	0 0%	4 29%		
重要	5 100%	3 20%	4 80%	7 44%	2 50%	4 29%	2 50%	1 8%	3 60%	6 43%		
どちらともいえない	0 0%	1 7%	0 0%	1 6%	0 0%	1 7%	0 0%	3 23%	0 0%	2 14%		
不要(そこまで費用をかけられない)	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	1 8%	1 20%	1 7%		
不要(そもそも不要)	0 0%	1 7%	0 0%	2 13%	1 25%	1 7%	1 25%	1 8%	1 20%	1 7%		
合計	5	15	5	16	4	14	4	13	5	14		
定期点検												
極めて重要	1 20%	9 56%	1 20%	8 50%	0 0%	8 53%	0 0%	6 43%	0 0%	4 27%		
重要	4 80%	5 31%	3 60%	6 38%	3 75%	4 27%	3 75%	7 50%	3 60%	9 60%		
どちらともいえない	0 0%	2 13%	0 0%	1 6%	0 0%	2 13%	0 0%	1 7%	1 20%	2 13%		
不要(そこまで費用をかけられない)	0 0%	0 0%	0 0%	1 6%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%		
不要(そもそも不要)	0 0%	0 0%	1 20%	0 0%	1 25%	1 7%	1 25%	0 0%	1 20%	0 0%		
合計	5	16	5	16	4	15	4	14	5	15		
詳細点検、調査モニタリング												
極めて重要	1 20%	9 56%	0 0%	3 21%	0 0%	4 31%	0 0%	3 21%	0 0%	2 14%		
重要	3 60%	5 31%	2 40%	6 43%	2 50%	4 31%	2 50%	5 36%	3 60%	6 43%		
どちらともいえない	1 20%	2 13%	0 0%	4 29%	0 0%	4 31%	0 0%	4 29%	0 0%	5 36%		
不要(そこまで費用をかけられない)	0 0%	0 0%	1 20%	1 7%	0 0%	0 0%	0 0%	1 7%	0 0%	1 7%		
不要(そもそも不要)	0 0%	0 0%	2 40%	0 0%	2 50%	1 8%	2 50%	1 7%	2 40%	0 0%		
合計	5	16	5	14	4	13	4	14	5	14		

現在の点検体制		覆工コンクリート		照明施設		換気施設		非常用施設		排水施設		1位	2位
		官	民	官	民	官	民	官	民	官	民		
		0 0%	0 0%	1 20%	1 9%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	1 20%	1 9%		
日常点検	十分	5 100%	9 82%	3 60%	9 82%	2 67%	10 100%	2 67%	10 100%	2 40%	9 82%		
	どちらともいえない	0 0%	2 18%	1 20%	1 9%	1 33%	0 0%	1 33%	0 0%	2 40%	1 9%		
異常時(緊急)点検	十分	5	11	5	11	3	10	3	10	5	11		
	どちらともいえない	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	1 11%	0 0%		
不十分	委託対応	5 100%	9 82%	4 80%	10 100%	2 67%	9 90%	2 67%	8 89%	2 50%	11 100%		
		0 0%	2 18%	1 20%	0 0%	1 33%	1 10%	1 33%	0 0%	1 25%	0 0%		
定期点検	十分	5	11	5	10	3	10	3	9	4	11		
	どちらともいえない	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	1 10%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%		
不十分	委託対応	2 40%	6 46%	2 40%	8 67%	1 33%	8 80%	1 33%	9 90%	2 40%	9 82%		
		1 20%	3 23%	1 20%	1 8%	1 33%	0 0%	1 33%	0 0%	3 60%	0 0%		
詳細点検、調査モニタリング	十分	2 40%	4 31%	2 40%	3 25%	1 33%	1 10%	1 33%	1 10%	0 0%	2 18%		
		5	13	5	12	3	10	3	10	5	11		
不十分	委託対応	1 20%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%		
		1 20%	7 58%	2 50%	8 67%	1 50%	8 80%	1 50%	7 70%	2 50%	8 73%		
理由	日常点検	0 0%	1 8%	0 0%	1 8%	0 0%	0 0%	0 0%	1 10%	1 25%	1 9%		
	異常時(緊急)点検	3 60%	4 33%	2 50%	3 25%	1 50%	2 20%	1 50%	2 20%	1 25%	2 18%		
照明施設	十分	5	12	4	12	2	10	2	10	4	11		
	どちらともいえない												
排水施設	十分												
	どちらともいえない												

不十分の理由

項目	点検レベル	理由
覆工コンクリート	日常点検	管理物の量に対する管理者の人員不足(帝国1)
	異常時(緊急)点検	一つのトンネルで発生した異常に対して、全てのトンネルで一斉点検が行われるため、人員不足となりやすい(帝国)
	定期点検	予算(ジビル)
	詳細点検	定期点検の集中による人員不足。定期点検の分散化が必要(帝国)
	調査、モニタリング	定期点検のボリュームによっては技術者や機材を確保できない場合もある。(帝国)
照明施設	日常点検	予算、技術力不足(ジビル)
	異常時(緊急)点検	この段階になると機械の据え付けが必要となり、モニタリングが主となるのでその後の評価が大切。(帝国)
	定期点検	予算(ジビル)
	詳細点検	点検が困難(鯖丹)
	調査、モニタリング	点検が困難(鯖丹)
排水施設	日常点検	点検が困難(鯖丹)
	異常時(緊急)点検	点検が困難(鯖丹)
	定期点検	点検が困難(鯖丹)
	詳細点検	点検が困難(鯖丹)
	調査、モニタリング	点検が困難(鯖丹)

点検調査手法	覆工コンクリート		照明施設		換気施設		非常用施設		排水施設		1位	2位
	官	民	官	民	官	民	官	民	官	民		
日常点検 明確で迷わない 明確だが不十分と感ずることがある 不明確・不十分	2 40%	2 18%	3 60%	2 20%	0 0%	2 20%	0 0%	2 20%	2 40%	3 27%		
	2 40%	5 45%	0 0%	6 60%	2 67%	5 50%	2 67%	5 50%	0 0%	5 45%		
	1 20%	4 36%	2 40%	2 20%	1 33%	3 30%	1 33%	3 30%	3 60%	3 27%		
	5	11	5	10	3	10	3	10	5	11		
異常時(緊急)点検 明確で迷わない 明確だが不十分と感ずることがある 不明確・不十分	1 20%	2 18%	2 40%	2 20%	0 0%	2 22%	0 0%	3 33%	2 50%	3 27%		
	2 40%	6 55%	1 20%	6 60%	1 33%	5 56%	1 33%	3 33%	0 0%	5 45%		
	2 40%	3 27%	2 40%	2 20%	2 67%	2 22%	2 67%	3 33%	2 50%	3 27%		
	5	11	5	10	3	9	3	9	4	11		
定期点検 明確で迷わない 明確だが不十分と感ずることがある 不明確・不十分	1 20%	1 9%	3 60%	0 0%	0 0%	2 20%	0 0%	1 10%	1 25%	2 18%		
	2 40%	7 64%	1 20%	7 70%	2 67%	5 50%	2 67%	6 60%	0 0%	6 55%		
	2 40%	3 27%	1 20%	3 30%	1 33%	3 30%	1 33%	3 30%	3 75%	3 27%		
	5	11	5	10	3	10	3	10	4	11		
詳細点検、調査モニタリング 明確で迷わない 明確だが不十分と感ずることがある 不明確・不十分 調査方法の選定基準、事例がない 経験がない その他	1 20%	2 14%	1 33%	1 7%	0 0%	1 9%	0 0%	1 9%	1 33%	1 8%		
	3 60%	3 21%	0 0%	4 27%	1 50%	3 27%	1 50%	3 27%	0 0%	4 31%		
	0 0%	3 21%	0 0%	3 20%	0 0%	1 9%	0 0%	0 0%	1 33%	0 0%		
	1 20%	0 0%	1 33%	2 13%	1 50%	2 18%	1 50%	2 18%	1 33%	2 15%		
	0 0%	5 36%	1 33%	5 33%	0 0%	4 36%	0 0%	5 45%	0 0%	6 46%		
	0 0%	1 7%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%		
	5	14	3	15	2	11	2	11	3	13		

不明確不十分の理由

項目	点検レベル	理由
覆工コンクリート	日常点検	暗いトンネルの中で車上からのパトロールでは異常を見逃す可能性は高い。(帝国)
	異常時(緊急)点検	異常時点検では進行性も把握する必要があり、定期点検の手法を適用させるのには無理がある。(帝国)
	定期点検	打診、触診、目視等数値化出来ず検査者の主観による事(キミコン)
	詳細点検	点検者の主観や技量、丁寧さにより点検結果が変わる可能性が高い。(帝国)
照明施設	詳細点検	個別対応になるので、試行錯誤の部分があると思う(帝国)
	定期点検	専門業者(施工業者)に頼らざるを得ない(ジベル)
	詳細点検	専門業者(施工業者)に頼らざるを得ない(ジベル)
換気施設	詳細点検	専門業者(施工業者)に頼らざるを得ない

対策方針の判断		覆工コンクリート		照明施設		換気施設		非常用施設		排水施設		1位	2位
		官	民	官	民	官	民	官	民	官	民		
日常点検 明確で迷わない 明確だが不十分と感ずることがある 不明確・不十分													
		1 20%	2 18%	2 50%	3 30%	0 0%	2 20%	0 0%	2 22%	2 40%	3 27%		
		2 40%	7 64%	0 0%	5 50%	1 33%	5 50%	1 33%	5 56%	0 0%	5 45%		
		2 40%	2 18%	2 50%	2 20%	2 67%	3 30%	2 67%	2 22%	3 60%	3 27%		
異常時(緊急)点検 明確で迷わない 明確だが不十分と感ずることがある 不明確・不十分		5 11		4 10		3 10		3 9		5 11			
		1 20%	2 20%	1 25%	2 20%	0 0%	2 22%	0 0%	3 38%	2 50%	2 18%		
		2 40%	7 70%	1 25%	6 60%	1 33%	5 56%	1 33%	3 38%	0 0%	6 55%		
		2 40%	1 10%	2 50%	2 20%	2 67%	2 22%	2 67%	2 25%	2 50%	3 27%		
定期点検 明確で迷わない 明確だが不十分と感ずることがある 不明確・不十分		5 10		4 10		3 9		3 8		4 11			
		1 20%	1 9%	1 25%	0 0%	0 0%	2 20%	0 0%	1 11%	1 25%	1 9%		
		2 40%	8 73%	2 50%	7 70%	2 67%	5 50%	2 67%	6 67%	0 0%	7 64%		
		2 40%	2 18%	1 25%	3 30%	1 33%	3 30%	1 33%	2 22%	3 75%	3 27%		
詳細点検、調査モニタリング 明確で迷わない 明確だが不十分と感ずることがある 不明確・不十分 対策方針の選定基準、事例がない 経験がない その他		5 11		4 10		3 10		3 9		4 11			
		1 20%	1 7%	2 67%	1 8%	0 0%	1 9%	0 0%	1 8%	1 33%	1 8%		
		2 40%	5 33%	0 0%	4 31%	1 50%	3 27%	1 50%	3 25%	0 0%	4 31%		
		1 20%	2 13%	0 0%	2 15%	1 50%	1 9%	1 50%	0 0%	1 33%	0 0%		
不明確・不十分の理由		1 20%	1 7%	1 33%	2 15%	0 0%	2 18%	0 0%	2 17%	1 33%	2 15%		
		0 0%	5 33%	0 0%	4 31%	0 0%	4 36%	0 0%	6 50%	0 0%	6 46%		
		0 0%	1 7%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%		
		5 15		3 13		2 11		2 12		3 13			

不明確・不十分の理由

項目	点検レベル	理由
覆工コンクリート	日常点検	判定者の個人的技量や力量により大きく異なる。(帝国)
	定期点検	判定は技術者の主観に大きく関わるため、判定にばらつきがでる。また、原因の特定が求められる場合があるが定期点検ではその判断が難しい。帝国
	詳細点検	個別対応になり、過去の事例等の収集が必要である。(帝国)
照明施設	日常点検	近接目視及び触診による判断のため個人差が生じる(構造)
	異常時点検	近接目視及び触診による判断のため個人差が生じる(構造)
	定期点検	近接目視及び触診による判断のため個人差が生じる(構造)
	詳細点検	専門業者(施工業者)に頼らざるを得ない(ジゼル)
換気施設	日常点検	専門業者(施工業者)に頼らざるを得ない (ジゼル)
	詳細点検	専門業者(施工業者)に頼らざるを得ない

点検の重要性	官 合 計	奥 越 土 木	鱈 丹 土 木	小 浜 土 木	丹 南 土 木	県 道 路 保 全 課	民 合 計	エ イ コ ー	構 造	川 上	中 央	キ ミ コ ン	京 福	帝 国 1	帝 国 2	協 立	ジ ビ ル	サ ン ワ フ コ ン	不十分の理由
日常点検	1	1	1	1	1	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
極めて重要	3	1	1	1	1	1	9	1	1	1	1	1	3	1		1	1		
重要	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1		
どちらともいえない	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
不要(そこまで費用をかけられない)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
不要(そもそも不要)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
異常時(緊急)	0	0	0	0	0	10	10	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	
極めて重要	5	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
重要	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
どちらともいえない	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
不要(そこまで費用をかけられない)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
不要(そもそも不要)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
定期点検	1	1	1	1	1	9	9	1	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1	
極めて重要	4	1	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
重要	0	0	0	0	0	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
どちらともいえない	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
不要(そこまで費用をかけられない)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
不要(そもそも不要)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
詳細点検、調査	1	1	1	1	1	9	9	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	
極めて重要	3	1	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
重要	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
どちらともいえない	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
不要(そこまで費用をかけられない)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
不要(そもそも不要)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

現在の点検体制	官 合 計	奥 越 土 木	鱈 丹 土 木	小 浜 土 木	丹 南 土 木	県 道 路 保 全 課	民 合 計	エ イ コ ー	構 造	川 上	中 央	キ ミ コ ン	京 福	帝 国 1	帝 国 2	協 立	ジ ビ ル	サ ン ワ フ コ ン	不十分の理由
日常点検	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	管理物の量に対する管理者の人員不足(帝国1)
どちらともいえない	5	1	1	1	1	1	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
不十分	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	
異常時(緊急)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	一つのトンネルで発生した異常に対して、全てのトンネルで一斉点検が行われるため、人員不足となりやすい(帝国)
極めて重要	5	1	1	1	1	1	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
重要	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	
どちらともいえない	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	予算(ジビル)
不要(そこまで費用をかけられない)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	不十分の理由
不要(そもそも不要)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	不十分の理由
定期点検	2	1	1	1	1	6	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	定期点検の集中による人員不足。定期点検の分散化が必要(帝国)
極めて重要	1	1	1	1	1	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	定期点検のボリュームによって技術者や機材を確保できない場合もある。(帝国)
重要	2	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	委託対応
どちらともいえない	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	定期点検の理由
不十分	0	0	0	0	0	7	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	予算、技術力不足(ジビル)
委託対応	3	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	委託対応

覆エコノクリート

[illegible]

対策方針の判断	官合計	奥越土木	鯖丹土木	小浜土木	丹南土木	県道路保全課	民合計	EIコー	構造	川上	中央	キミコン	丸一	京福	帝国１	帝国２	協立	ジビル	サンウコン	不十分の理由
日常点検	明確で迷わない	1		1			2	1			1									
	明確だが不十分と感ずることがある	2	1	1			7	1					1	1	1	1	1	1	1	
	不明確・不十分	2	1				1	2				1				1				
異常時(緊急)	明確で迷わない	1		1			2	1			1									
	明確だが不十分と感ずることがある	2	1	1	1		7	1					1	1	1	1	1	1	1	
	不明確・不十分	2	1				1	1				1								
定期点検	明確で迷わない	1		1			1				1									
	明確だが不十分と感ずることがある	2	1	1	1		8	1	1				1	1	1	1	1	1	1	
	不明確・不十分	2	1				1	2				1			1					
詳細点検、調査	明確で迷わない	1		1			1	1			1									
	明確だが不十分と感ずることがある	2	1	1	1		5	1					1	1	1	1	1	1	1	
	不明確・不十分	1	1				2					1			1					
	対策方針の選定基準、事例がない	1					1	1						1						
	経験がない	0					5	1					1	1	1	1	1	1	1	
	その他	0	0				1									1				
個別対応になり、過去の事例等の収集が必要である。(帝國)																				

照明施設

点検の重要性	官 合 計	奥 越 土 木	鯖 丹 土 木	小 浜 土 木	丹 南 土 木	県 道 路 保 全 課	民 合 計	エ イ コ ー	構 造	川 上	中 央	キ ミ コ ン	丸 一	京 福	帝 国 1	帝 国 2	協 立	ジ ビ ル	サ ン ワ コ ン	不 十 分 の 理 由
日常点検 極めて重要	1	1	1	1	1	1	0													
重要	4	1	1	1	1	1	11	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	
どちらともいえない	0						4		1				1		1				1	
不要(そこまで費用をかけられない)	0						0													
不要(そもそも不要)	0						0													
異常時(緊 極めて重要)	1	1	1	1	1	1	6			1	1			2		1	1	1		
重要	4	1	1	1	1	1	7	1	1	1				2	1	1			1	
どちらともいえない	0						1							1						
不要(そこまで費用をかけられない)	0						0													
不要(そもそも不要)	0						2								1					
定期点検 極めて重要	1	1	1	1	1	1	8	1	1	1				3	1	1	1	1		
重要	3	1	1	1	1	1	6			1	1	1	1	1	1	1			1	
どちらともいえない	0						1		1											
不要(そこまで費用をかけられない)	0						1							1						
不要(そもそも不要)	1	1	1	1	1	1	0													
詳細点検 極めて重要	0						3		1	1				1						
重要	2	1	1	1	1	1	6				1		1	2	1	1	1	1		
どちらともいえない	0						4	1	1										1	
不要(そこまで費用をかけられない)	1	1				1	1						1							
不要(そもそも不要)	2	1	1		1	1	0													

現在の点検体制	官 合 計	奥 越 土 木	鯖 丹 土 木	小 浜 土 木	丹 南 土 木	県 道 路 保 全 課	民 合 計	エ イ コ ー	構 造	川 上	中 央	キ ミ コ ン	丸 一	京 福	帝 国 1	帝 国 2	協 立	ジ ビ ル	サ ン ワ コ ン	不 十 分 の 理 由
日常点検 十分	1	1	1	1	1	1	1								1					
どちらともいえない	3			1	1	1	9	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	
不十分	1	1					1							1						
異常時(緊 十分)	0						0													
どちらともいえない	4	1	1	1	1	1	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
不十分	1	1					0													
定期点検 十分	0						0													
どちらともいえない	2			1	1	1	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
不十分	1	1					1													
委託対応	2	1	1				3	1								1				予算(ジビル)
詳細点検 十分	0						0													
どちらともいえない	2			1	1	1	8		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
不十分	0						1													
委託対応	2	1	1				3	1												

照明施設

点検調査手法	官 合 計	奥 越 土 木	鯖 丹 土 木	小 浜 土 木	丹 南 土 木	県 道 路 保 全 課	民 合 計	エ イ コ ー	構 造	川 上	中 央	キ ミ コ ン	丸 一	京 福	帝 国 1	帝 国 2	協 立	ジ ビ ル	サ ン ワ ウ コ ン	不 十 分 の 理 由
日常点検 明確で迷わない	3	1	1	1	1		2	1			1									
明確だが不十分と感ずることがある	0						6	1	1				1	1			1	1		
不明確・不十分	2	1					1	2				1							1	
異常時(緊)明確で迷わない	2		1	1	1		2	1			1									
明確だが不十分と感ずることがある	1	1					6	1	1			1	1	1			1	1		
不明確・不十分	2	1					1	2				1							1	
定期点検 明確で迷わない	3	1	1	1	1		0													
明確だが不十分と感ずることがある	1	1					7	1	1	1			1	1		1	1			
不明確・不十分	1						1	3					1					1	1	
詳細点検、明確で迷わない	1	1	1	1			1	1	1	1										
不明確・不十分と感ずることがある	0						4	1	1				1			1				
不明確・不十分	0						3							1		1		1	1	
調査方法の選定基準、事例がない	1	1					1	2				1		1						
経験がない	1				1		5	1	1				1	1	1	1	1	1	1	
その他	0						0													

対策方針の判断	官 合 計	奥 越 土 木	鯖 丹 土 木	小 浜 土 木	丹 南 土 木	県 道 路 保 全 課	民 合 計	エ イ コ ー	構 造	川 上	中 央	キ ミ コ ン	丸 一	京 福	帝 国 1	帝 国 2	協 立	ジ ビ ル	サ ン ワ ウ コ ン	不 十 分 の 理 由
日常点検 明確で迷わない	2	1	1	1			3	1			1			1						
明確だが不十分と感ずることがある	0						5						1		1	1	1	1	1	
不明確・不十分	2	1					1	2	1			1								
異常時(緊)明確で迷わない	1	1	1	1			2	1			1									
明確だが不十分と感ずることがある	1	1					6						1	1	1	1	1	1	1	
不明確・不十分	2	1					1	2	1			1								
定期点検 明確で迷わない	1	1	1	1			0													
明確だが不十分と感ずることがある	2	1	1				7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
不明確・不十分	1						1	3	1			1						1		
詳細点検、明確で迷わない	2	1	1	1			1	1			1									
明確だが不十分と感ずることがある	0						4	1					1		1	1			1	
不明確・不十分	0						2											1		
対策方針の選定基準、事例がない	1	1					1	2				1		1						
経験がない	0						4	1	1				1	1	1	1	1	1	1	
その他	0						0													

換気施設

点検の重要性	官 合 計	奥 越 土 木	鯖 丹 土 木	小 浜 土 木	丹 南 土 木	県 道 路 保 全 課	民 合 計	エ イ コ ー	構 造	川 上	中 央	キ ミ コ ン	丸 一	京 福	帝 国 1	帝 国 2	協 立	ジ ビ ル	サ ン ワ ウ コ ン	不 十 分 の 理 由
日常点検 極めて重要	0						3							1			1		1	
重要	3	1			1	1	1	7	1	1	1		1	1		1		1		
どちらともいえない	0						2		1			1								
不要(そこまで費用をかけられない)	0						1							1						
不要(そもそも不要)	1		1				0													
異常時(緊 極めて重要)	1				1		8		1	1	1			3			1	1	1	
重要	2	1				1	4	1					1	1		1				
どちらともいえない	0						1		1											
不要(そこまで費用をかけられない)	0						0													
不要(そもそも不要)	1		1				1					1								
定期点検 極めて重要	0						8	1	1	1				3			1	1	1	
重要	3	1			1	1	4		1		1	1	1			1				
どちらともいえない	0						2		1					1						
不要(そこまで費用をかけられない)	0						0			1										
不要(そもそも不要)	1		1				1							1						
詳細点検 極めて重要	0						4			1	1			1					1	
重要	2				1	1	4						1	1			1	1		
どちらともいえない	0						4	1	1			1				1				
不要(そこまで費用をかけられない)	0						0													
不要(そもそも不要)	2	1	1				1							1						

現在の点検体制	官 合 計	奥 越 土 木	鯖 丹 土 木	小 浜 土 木	丹 南 土 木	県 道 路 保 全 課	民 合 計	エ イ コ ー	構 造	川 上	中 央	キ ミ コ ン	丸 一	京 福	帝 国 1	帝 国 2	協 立	ジ ビ ル	サ ン ワ ウ コ ン	不 十 分 の 理 由
日常点検 十分	0						0													
どちらともいえない	2				1	1	10	1	1		1	1	1	1		1	1	1	1	
不十分	1	1					0													
異常時(緊 十分)	0						0													
どちらともいえない	2				1	1	9	1	1		1		1	1		1	1	1	1	
不十分	1	1					1					1								
定期点検 十分	0						1													
どちらともいえない	1				1		8		1		1	1	1	1			1	1	1	
不十分	1					1	0													
委託対応	1	1					1	1												
詳細点検 十分	0						0													
どちらともいえない	1				1		8		1		1	1	1	1				1	1	
不十分	0						0													
委託対応	1						1	2	1							1				

換気施設

点検調査手法	官 合 計	奥 越 土 木	鯖 丹 土 木	小 浜 土 木	丹 南 土 木	県 道 路 保 全 課	民 合 計	エ イ コ ー	構 造	川 上	中 央	キ ミ コ ン	丸 一	京 福	帝 国 1	帝 国 2	協 立	ジ ビ ル	サ ン ワ ウ コ ン	不 十 分 の 理 由
日常点検 明確で迷わない	0						2	1		1										
明確だが不十分と感ずることがある	2				1	1	5	1	1			1	1			1	1	1	1	
不明確・不十分	1	1					3							1						
異常時(緊) 明確で迷わない	0						2	1		1										
明確だが不十分と感ずることがある	1				1		5	1	1				1			1	1	1	1	
不明確・不十分	2	1				1	2					1				1				
定期点検 明確で迷わない	0						2			1						1				
明確だが不十分と感ずることがある	2	1			1		5	1	1				1					1	1	
不明確・不十分	1					1	3							1			1			
詳細点検 明確で迷わない	0						1			1										
明確だが不十分と感ずることがある	1				1		3	1					1						1	
不明確・不十分	0						1													
調査方法の選定基準、事例がない	1					1						1		1						専門業者(施工業者)に頼らざるを得ない
経験がない	0						4		1					1		1	1	1		
その他	0						0													

対策方針の判断	官 合 計	奥 越 土 木	鯖 丹 土 木	小 浜 土 木	丹 南 土 木	県 道 路 保 全 課	民 合 計	エ イ コ ー	構 造	川 上	中 央	キ ミ コ ン	丸 一	京 福	帝 国 1	帝 国 2	協 立	ジ ビ ル	サ ン ワ ウ コ ン	不 十 分 の 理 由
日常点検 明確で迷わない	0						2	1		1										
明確だが不十分と感ずることがある	1				1		5	1	1				1			1		1	1	
不明確・不十分	2	1				1	3					1		1			1			
異常時(緊) 明確で迷わない	0						2	1		1										
明確だが不十分と感ずることがある	1				1		5	1	1				1			1	1	1	1	
不明確・不十分	2	1				1	2													
定期点検 明確で迷わない	0						2			1						1				
明確だが不十分と感ずることがある	2	1			1		5	1	1				1			1		1	1	
不明確・不十分	1					1	3					1		1			1			
詳細点検 明確で迷わない	0						1			1										
明確だが不十分と感ずることがある	1				1		3	1					1						1	
不明確・不十分	1					1	1													
対策方針の選定基準、事例がない	0						2					1		1						専門業者(施工業者)に頼らざるを得ない
経験がない	0						4		1					1		1	1	1		
その他	0						0													

非常用施設

点検の重要性	官 合 計	奥 越 土 木	鯖 丹 土 木	小 浜 土 木	丹 南 土 木	県 道 路 保 全 課	民 合 計	エ イ コ ー	構 造	川 上	中 央	キ ミ コ ン	丸 一	京 福	帝 国 1	帝 国 2	協 立	ジ ビ ル	サ ン ワ ウ コ ン	不 十 分 の 理 由
日常点検 極めて重要	0						1												1	
重要	3	1			1	1	8			1	1	1	1	1		1	1	1		
どちらともいえない	0						3	1	1					1						
不要(そこまで費用をかけられない)	0						1							1						
不要(そもそも不要)	1		1				0													
異常時(緊 極めて重要)	1				1		7			1	1		1	1			1	1	1	
重要	2	1				1	1							1						
どちらともいえない	0						3	1	1							1				
不要(そこまで費用をかけられない)	0						1							1						
不要(そもそも不要)	1		1				1						1							
定期点検 極めて重要	0						6			1				2			1	1	1	
重要	3	1			1	1	7	1			1	1	1	2		1				
どちらともいえない	0						1		1											
不要(そこまで費用をかけられない)	0						0													
不要(そもそも不要)	1		1				0													
詳細点検 極めて重要	0						3			1	1								1	
重要	2				1	1	5						1	2			1	1		
どちらともいえない	0						4	1	1			1				1				
不要(そこまで費用をかけられない)	0						1											1		
不要(そもそも不要)	2	1	1				1							1						

現在の点検体制	官 合 計	奥 越 土 木	鯖 丹 土 木	小 浜 土 木	丹 南 土 木	県 道 路 保 全 課	民 合 計	エ イ コ ー	構 造	川 上	中 央	キ ミ コ ン	丸 一	京 福	帝 国 1	帝 国 2	協 立	ジ ビ ル	サ ン ワ ウ コ ン	不 十 分 の 理 由
日常点検 十分	0						0													
どちらともいえない	2				1	1	10	1	1		1	1	1	1		1	1	1	1	
不十分	1	1					0													
異常時(緊 十分)	0						1						1							
どちらともいえない	2				1	1	8	1	1		1	1	1	1			1	1	1	
不十分	1	1					0													
定期点検 十分	0						0													
どちらともいえない	1				1		9		1		1	1	1	1		1	1	1	1	
不十分	1					1	0													
委託対応	1	1					1	1												
詳細点検 十分	0						0													
どちらともいえない	1				1		7		1		1		1	1			1	1	1	
不十分	0						1													
委託対応	1					1	2	1								1				

非常用施設

点検調査手法	官 合 計	奥 越 土 木	鯖 丹 土 木	小 浜 土 木	丹 南 土 木	県 道 路 保 全 課	民 合 計	エ イ コ ー	構 造	川 上	中 央	キ ミ コ ン	丸 一	京 福	帝 国 1	帝 国 2	協 立	ジ ビ ル	サ ン ワ ウ コ ン	不 十 分 の 理 由
日常点検 明確で迷わない	0						2	1		1										
明確だが不十分と感ずることがある	2				1	1	5	1	1			1	1			1	1	1	1	
不明確・不十分	1	1					3							1			1			
異常時(緊) 明確で迷わない	0						3	1		1	1									
明確だが不十分と感ずることがある	1				1		3	1	1									1	1	
不明確・不十分	2	1				1	3					1	1			1				
定期点検 明確で迷わない	0						1			1										
明確だが不十分と感ずることがある	2	1			1		6	1	1				1			1	1	1	1	
不明確・不十分	1					1	3					1					1			
詳細点検 明確で迷わない	0						1			1										
明確だが不十分と感ずることがある	1				1		3	1					1						1	
不明確・不十分	0						0													
調査方法の選定基準、事例がない	1					1	2					1		1						
経験がない	0						5	1	1					1		1	1	1	1	
その他	0						0													

対策方針の判断	官 合 計	奥 越 土 木	鯖 丹 土 木	小 浜 土 木	丹 南 土 木	県 道 路 保 全 課	民 合 計	エ イ コ ー	構 造	川 上	中 央	キ ミ コ ン	丸 一	京 福	帝 国 1	帝 国 2	協 立	ジ ビ ル	サ ン ワ ウ コ ン	
日常点検 明確で迷わない	0						2	1		1										
明確だが不十分と感ずることがある	1				1		5	1	1				1			1	1	1	1	
不明確・不十分	2	1				1	2					1					1			
異常時(緊) 明確で迷わない	0						3	1		1	1									
明確だが不十分と感ずることがある	1				1		3	1	1									1	1	
不明確・不十分	2	1				1	2					1					1			
定期点検 明確で迷わない	0						1			1										
明確だが不十分と感ずることがある	2	1			1		6	1	1				1			1	1	1	1	
不明確・不十分	1					1	2					1					1			
詳細点検 明確で迷わない	0						1			1										
明確だが不十分と感ずることがある	1				1		3	1					1						1	
不明確・不十分	1						1	0												
対策方針の選定基準、事例がない	0						2					1		1						
経験がない	0						6		1					2		1	1	1	1	
その他	0						0													

排水施設

点検の重要性	官 合 計	奥 越 土 木	鯖 丹 土 木	小 浜 土 木	丹 南 土 木	県 道 路 保 全 課	民 合 計	エ イ コ ー	構 造	川 上	中 央	キ ミ コ ン	丸 一	京 福	帝 国 1	帝 国 2	協 立	ジ ビ ル	サ ン ワ ウ コ ン	不 十 分 の 理 由
日常点検 極めて重要	0						3	1				1						1		
重要	3			1	1	1	8		1	1	1		1	1		1	1		1	
どちらともいえない	1	1					2							1	1					
不要(そこまで費用をかけられない)	1		1				1							1						
不要(そもそも不要)	0						0													
異常時(緊 極めて重要)	0						4			1	1			1				1		
重要	3			1	1	1	6		1				1	1	1		1		1	
どちらともいえない	0						2	1								1				
不要(そこまで費用をかけられない)	1	1					1							1						
不要(そもそも不要)	1	1					1					1								
定期点検 極めて重要	0						4			1				2				1		
重要	3		1	1		1	9				1	1	1	2	1	1	1		1	
どちらともいえない	1	1					2	1	1											
不要(そこまで費用をかけられない)	0						0													
不要(そもそも不要)	1			1			0													
詳細点検 極めて重要	0						2			1	1									
重要	3		1	1		1	6						1	2			1	1	1	
どちらともいえない	0						5	1	1			1			1					
不要(そこまで費用をかけられない)	0						1							1						
不要(そもそも不要)	2	1			1		0													

現在の点検体制	官 合 計	奥 越 土 木	鯖 丹 土 木	小 浜 土 木	丹 南 土 木	県 道 路 保 全 課	民 合 計	エ イ コ ー	構 造	川 上	中 央	キ ミ コ ン	丸 一	京 福	帝 国 1	帝 国 2	協 立	ジ ビ ル	サ ン ワ ウ コ ン	不 十 分 の 理 由
日常点検 十分	1			1			1								1					
どちらともいえない	2				1	1	9	1	1		1		1	1		1	1	1	1	
不十分	2	1	1				1					1								
異常時(緊 十分)	1			1			0													
どちらともいえない	2				1	1	11	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	
不十分	1	1					0													
定期点検 十分	0						0													
どちらともいえない	2			1	1		9		1		1	1	1	1	1		1	1	1	
不十分	3	1	1			1	0													
委託対応	0						2	1								1				
詳細点検 十分	0						0													
どちらともいえない	2			1	1		8		1		1		1	1	1		1	1	1	
不十分	1		1				1													
委託対応	1					1	2	1								1				

排水施設

点検調査手法	官 合 計	奥 越 土 木	鯖 丹 土 木	小 浜 土 木	丹 南 土 木	県 道 路 保 全 課	民 合 計	エ イ コ ー	構 造	川 上	中 央	キ ミ コ ン	丸 一	京 福	帝 国 1	帝 国 2	協 立	ジ ビ ル	サ ン ワ ウ コ ン	不 十 分 の 理 由
日常点検 明確で迷わない	2			1	1		3	1			1				1					
明確だが不十分と感ずることがある	1					1	5	1	1			1	1			1	1	1	1	
不明確・不十分	2	1	1				3													
異常時(緊) 明確で迷わない	2		1	1	1		3	1	1	1					1					
明確だが不十分と感ずることがある	0						5	1	1				1			1		1	1	
不明確・不十分	2	1	1			1	3						1	1		1				
定期点検 明確で迷わない	1			1			2			1					1					
明確だが不十分と感ずることがある	0						6	1	1				1			1		1	1	
不明確・不十分	3	1	1			1	3					1		1			1			
詳細点検 明確で迷わない	1			1			1			1										
明確だが不十分と感ずることがある	0						4	1	1				1					1	1	
不明確・不十分	1	1					0													
調査方法の選定基準、事例がない	1					1	2					1		1						
経験がない	0						6	1	1					2	1	1	1	1		
その他	0						0													

対策方針の判断	官 合 計	奥 越 土 木	鯖 丹 土 木	小 浜 土 木	丹 南 土 木	県 道 路 保 全 課	民 合 計	エ イ コ ー	構 造	川 上	中 央	キ ミ コ ン	丸 一	京 福	帝 国 1	帝 国 2	協 立	ジ ビ ル	サ ン ワ ウ コ ン	
日常点検 明確で迷わない	2			1	1		3	1			1				1					
明確だが不十分と感ずることがある	0						5		1				1			1		1	1	
不明確・不十分	3	1	1			1	3					1		1			1			
異常時(緊) 明確で迷わない	2		1	1	1		2	1	1	1										
明確だが不十分と感ずることがある	0						6	1	1				1		1	1	1	1	1	
不明確・不十分	2	1	1			1	3						1	1			1			
定期点検 明確で迷わない	1			1			1			1										
明確だが不十分と感ずることがある	0						7	1	1	1			1		1	1	1	1	1	
不明確・不十分	3	1	1			1	3						1	1			1			
詳細点検 明確で迷わない	1			1			1			1										
明確だが不十分と感ずることがある	0						4	1	1				1					1	1	
不明確・不十分	1	1					0													
対策方針の選定基準、事例がない	1					1	2						1	1						
経験がない	0						6		1					2	1	1	1	1		
その他	0						0													

顕在化している問題

1位 2位

問題	合計		官					民									
	合 計	順 位	小 計	順 位	奥 越 士 木	鯖 士 木	小 浜 士 木	丹 南 士 木	県 道 路 保 全 課	小 計	順 位	エ イ コ ー	川 中 上 央 ミ コ ン	京 丸 一 福	帝 国 協 立	ジ ン ビ ル ワ	
台帳と点検結果が結びついていない。 技術者の経験や技量により点検結果が変わる。 点検マニュアルの評価項目は定性的判断が多く、変状展開図もスケッチ程度で、技術者によるばらつきが大きい。 変状が緊急性を有するかどうかの判断基準が不明確。 点検箇所・対策箇所の優先順位づけ 一斉点検で点検が集中し作業員や高所作業台車の確保が困難 点検の際の作業員の安全対策、規制の方法、排気ガス、粉塵対策 十分な安全対策の費用と工期の確保 閉塞された暗い空間、片側通行規制でトンネル天端付近の点検や、坑内騒音による打音の判断が困難 照明は、寿命が明確であるが、計画的な交換をしていない。 打音調査で必要に応じて叩き落とすことになっているが、叩き落としが困難で逆に剥落を助長する場合もある。 点検後、緊急に対策が必要と判定しても、迅速に補修、対策の対応をとれない(予算の関係?) ひびわれがあるところには、漏水で遊離石灰ができ、幅が広い位置でのひびわれが計測できないことなど 望遠目視による亀裂幅の評価の不確実性。 変状部の見落とし。記録漏れ(ミス)	4	7	1	5	1					3	7	1			1	1	
	9	1	2	2			1	1		7	1	1		1	1	1	1
	6	4	1	5			1			5	3			1	2	1	1
	8	3	3	1			1	1	1	5	3	1	1	1	1	1	1
	4	7	1	5			1			3	7	1	1				1
	9	1	2	2			1	1		7	1	1		4		1	1
	3	11	1	5			1			2	12			1			1
	5	6	1	5			1			4	6		1	1		1	
	1	15	0	13						1	15		1				
	6	4	1	5			1			5	3	1	1	1	1	1	1
3	11	0	13						3	7			1		1	1	
4	7	2	2			1	1		2	12			1			1	
3	11	1	5			1			2	12					1	1	
4	7	1	5			1			3	7			1	1	1	1	
3	11	0	13						3	7			1			1	

その他の意見

キミコン

ローラージャッキ装備のトンネル点検車リース車両が県内に見当たらない、あってもリース料金が高額で使えない。

高所作業車オペレーターの確保が困難。

一斉点検に伴う交通誘導員の確保が困難。

帝国

点検後、報告を受けた後の発注者の対応が重要。 対策の時期の判断など

災害・事故の事例

□覆工コンクリート剥落

福岡県 山陽新幹線鞍手トンネル(2009.7)

高知県 国道439号矢筈トンネル(2009.7)

□天井版落下

中央自動車道 笹子トンネル (2012.12)

2004年新潟県中越地震によるJRトンネルの被害

2007年新潟県中越沖地震によるJRトンネルの被害(トンネルと地下2012.4)

トンネル照明器具の一部落下、車に直撃 富山県 国道8号(2012.12)

今後、必要なこと・必要な新技術

1位 2位

項目	全体		官					民									
	順位	合計	順位	合計	奥越	鯖丹	小浜	丹南	県道路保全課	順位	合計	順位	順位	京福	帝国	帝国	協立
維持管理マニュアルの策定	11	1	2	3			1	1	1	9	1	1	1	3			1
技術者の育成	9	2	3	2		1	1	1	1	6	2		1	1	1		1
点検の民間委託	9	2	4	1	1	1	1	1	1	5	3		1	2			1
打音調査以外の調査技術	7	4	2	3			1	1	1	5	3		1	2		1	1
トンネル新設時に設置すべき維持管理施設(光ファイバ等)	5	5	2	3			1	1	1	3	5			1	2		
背面地山(ロックボルト)の劣化調査技術	3	6	1	6					1	2	6			2			

その他意見

福井県道路保全課

点検記録台帳整備の体制づくり

川上

「打音調査以外の調査技術」 交通規制が出来ない より精度が高い技術による調査

- ・覆エコンクリートは定期点検指針すらない？
- ・コンクリートの各種試験が実施できる県内機関の確保 (毎年計画的に発注される仕組みも必要)

キミコン

レイザースキャナー、赤外線、電磁波等による検査はあるだろうが、人の目や耳、感覚を超える検査機器は無いと思われる。

打音検査は経験の蓄積が必要であり、検査結果も主観による事が難点である。

インパルスハンマー、シュミットハンマー等を使えば記録等は残せるが点検時間が長くなり、

道路規制に伴う交通規制時間、事故等リスクを考慮して使用する必要がある。

帝国

・点検の簡素化に関する技術の普及

・照明は管理番号より台帳を作成し、ランプ・安定器交換日を記入し、今後のランプ等交換を計画的に行う必要がある。

ただし、今後の新規トンネル照明は、LED化されるため必要性は小さい。(LEDは概ね10年で交換)

産学官共同研究に望むこと

1位 2位

項目	全体		官		民																		
	順位	合計	順位	合計	奥越	鯖丹	小浜	丹南	県道路保全課	合計	順位	エイコー	構造	川上	中央	キミコン	丸一	京福	帝国	帝国	協立	シビル	サンワ
変状に応じた調査手法、調査事例の収集整理	4	3	1	1			1			3	3	1					1	1					
変状に応じた対策手法、対策事例の収集整理	8	1	1	1			1			7	1				1		1	3			1		1
調査対策の判断基準の整理、マニュアル的なもの	6	2	1	1			1			5	2	1	1					2			1		

その他意見
キミコン トンネル点検の研修等

第 3 編 舗装グループ

舗装グループ 目次

第1章 研究の概要	3-1
1.1 概 要	
1.2 本報告書の位置付け（取扱上の留意点）	
1.3 参考図書	
第2章 道路舗装の目視調査による点検マニュアル（案）	3-4
第3章 現 地 調 査	3-21
3.1 現地調査の実施報告	
3.2 考 察	
第4章 巻 末 資 料	3-30
4.1 アンケート結果	
4.2 舗装グループ会議記録簿	

第1章 研究の概要

1.1 概 要

道路舗装における現状の維持管理方法を踏まえ、(1)道路パトロールの調査方法の定型化(対象:道路管理者) (2)目視調査における点検実施方法の定型化および舗装修繕判定基準などを整理した「点検マニュアル」を作成した。

また、点検マニュアルの実用性のチェックを行うとともに、福井県建設技術研究センターで開発中である「小型 FWD による調査手法の研究」と連携し現地調査を実施した。

福井県における道路舗装の維持管理手法は、平成26年3月に「福井県舗装維持管理ガイドライン(案)」が提案されているほかは、特に定型化された点検マニュアルが存在しない。

当研究会では、現状の維持管理方法を踏まえ、道路舗装を効率的に維持管理していくための点検方法として「道路舗装の目視調査による点検マニュアル(案)」を作成した。

内容としては、道路管理者が日常的に行っている道路パトロールや大型車交通量(舗装計画交通量)の少ない道路(生活道路を含む)における舗装の現状把握のための調査手法として“目視調査”に着目し、(1)道路パトロールの調査方法の定型化 (2)業務委託を対象とした、目視調査における点検実施方法や写真撮影方法を定型化するとともに、舗装修繕の目安となる判定基準について分かり易く掲載した目視調査による点検マニュアルを作成した。

また、作成した点検マニュアルの実用性のチェックを行うとともに、福井県建設技術研究センターで開発中である「小型 FWD による調査手法の研究」と連携し、小型 FWD 調査およびアスファルト合材厚や路床支持力の調査を福井県管理の一般国道で実施した。

1.2 本報告書の位置付け

本報告書のマニュアルに掲載した点検手法や判定基準は、各種参考図書を参考にグループ内で議論した内容をまとめたものである。したがって、当点検マニュアルは実務者の点検方法や判定基準を拘束するものではない。

「道路舗装の目視調査による点検マニュアル（案）」は、軽交通道路および市町道など路面性状測定車を用いた調査が不適当と考えられる路線や、幹線道路において通常行っている路面性状測定車による調査の補足調査として、構造設計や修繕工事を実施する必要性や優先度を判断する際の点検マニュアルとして作成した。

点検実務者が、点検目的に沿った手法を検討する際に、当点検マニュアルを参考にしてもらえそうな内容として整理した。

1.3 参 考 図 書

<input type="checkbox"/> 舗装の維持修繕ガイドブック 2013	平成 25 年 11 月	(社)日本道路協会
<input type="checkbox"/> 舗装の維持修繕	平成 5 年 5 月	建設図書
<input type="checkbox"/> 舗装設計施工指針	平成 18 年 2 月	(社)日本道路協会
<input type="checkbox"/> 福井県舗装維持管理ガイドライン (案)	平成 26 年 3 月	福井県土木部

本報告書の取りまとめ及び舗装の維持管理に関する参考図書として、上記図書を活用した。

第2章 道路舗装の目視調査による点検マニュアル(案)

道路舗装の目視調査による点検マニュアル (案)

～～道路構造物の維持管理技術の調査に関する研究～～

平成27年3月

産学官共同研究会 舗装グループ^o

道路舗装の目視調査による点検マニュアル（案）

目次

1. 総 則

1.1 目 的	1
1.2 目視調査の位置付け	1
1.3 用語の説明	3

2. 車中目視調査（道路パトロール）の実施方法

2.1 調査対象箇所	4
2.2 車中目視調査の実施	5
2.3 結 果 報 告	8

3. 徒歩目視調査の実施方法

3.1 調査対象箇所	9
3.2 徒歩目視調査の実施	10
3.3 判 定 基 準	11
3.4 調査結果記録シート	14

1. 総 則

1.1 目 的

- 1) 本マニュアルは、道路パトロールや舗装計画交通量の少ない道路における舗装の現状把握として行う目視調査に適用する。

【解 説】

- 1) 道路管理者が通常行っている道路パトロールや、路面性状測定車を用いて調査しない舗装計画交通量が少ない道路（以下、軽交通道路という）などにおいて、舗装の現状把握に用いる手法としての目視調査について、調査方法や判定基準の定型化を目的として定める。

1.2 目視調査の位置付け

- 1) 目視調査は、既存舗装の現状を簡易的かつ定量的に判定したい場合や、路面性状調査による測定頻度（間隔）を補足するための調査の手法として行う。
- 2) 目視調査は、走行状態の車中より行う「車中目視調査」と降車し徒歩で行う「徒歩目視調査」に分類する。

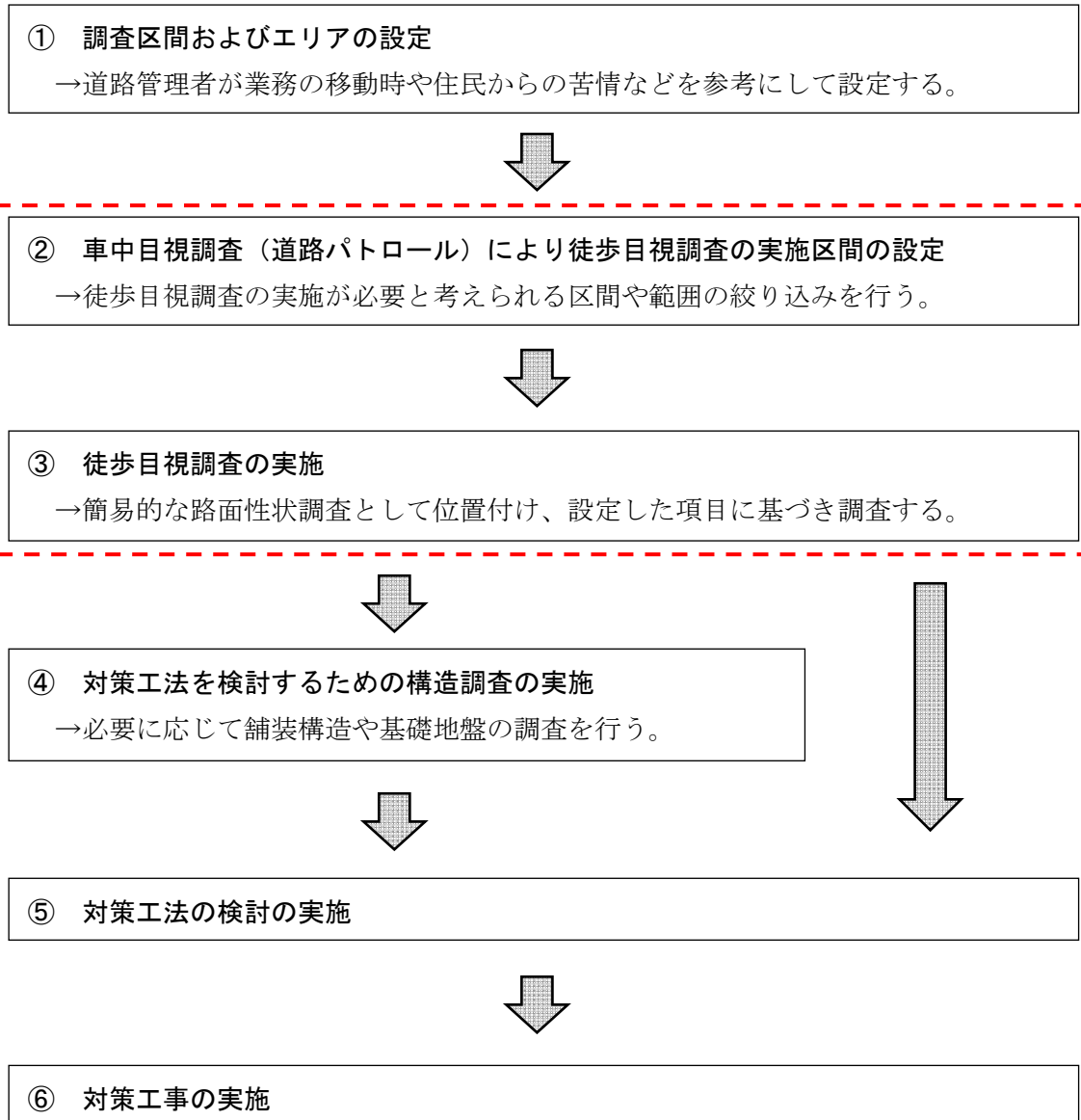
【解 説】

- 1) 目視調査は、軽交通道路および市町道など路面性状測定車を用いた調査が不適当と考えられる路線や、幹線道路において通常行っている路面性状測定車による調査の補足調査として、構造設計や修繕工事を実施する必要性や優先度を判断する際の調査として位置付ける。

次項に「図-1. 軽交通道路舗装の管理フロー」を示す。

- 2) 管理フローの段階において実施する目視調査を、それぞれ「車中目視調査」と「徒歩目視調査」に分類し、調査の目的を明確にしたうえで、調査方法および調査内容をそれぞれ定義する。

なお、福井県管理道路で行う「車中目視調査」を道路管理者が実施する場合は、「道路パトロール」の一部として扱うことができる。



注) [] が、当該マニュアルの対象範囲である。

図-1. 軽交通道路舗装の管理フロー

1.3 用語の説明

1) 舗装計画交通量

普通道路においては、舗装の設計期間内の大型自動車の平均的な交通量のことをいい、道路管理者が定める。

2) ひび割れ率

道路を単位区間ごとに分割して、路面上に縦横 0.5m ごとのマス目を想定し、調査区間全体の面積に占める道路舗装面にひび割れのあるマス目の面積の割合を示す。

3) わだち掘れ量

わだち掘れは、道路の横断方向の平たん性を評価する。測定区間ごとにわだち掘れのパターンを判別し（流動 or 摩耗）、mm 単位で測定し、いずれか大きい方を測定断面のわだち掘れ量とする。

4) 平たん性

平たん性は、道路の縦断方向の平たん性を評価する。縦断方向の路面の形状が基準線からどの程度下がっているか測定し、縦断方向の凸凹量を算出。この縦断方向の凸凹量を 1.5m 間隔で抽出し、単位区間ごとに標準偏差を算出した値が平たん性となる。

5) ポットホール

舗装面に発生する局所的な小さい穴をいい、ひび割れに起因するアスファルト材の剥離等が原因。

6) 路面性状測定車

走行しながら路面性状、沿道画像を自動計測記録することが可能な調査車両のこと。

7) FWD試験

Falling Weight Deflectometer の略。おもりを路面に落下させ、その際に生じるたわみ量をセンサーにより計測し、舗装構造の健全性を試験方法である。

【『福井県舗装維持管理ガイドライン（案）；福井県土木部』より抜粋加筆】

2. 車中目視調査（道路パトロール）の実施方法

2.1 調査対象箇所

- 1) MCI 3 以下の箇所（管理区分Ⅰ～管理区分Ⅲ）
- 2) 管理区分Ⅳの箇所
- 3) 道路管理者が指定する路線

【解 説】

- 1) 福井県管理路線は、路面性状調査を実施していることから、MCI 3 以下の箇所は各土木事務所・土木部の舗装の修繕工事担当に確認すること。

なお、MCI とは路面状態を評価する指標で、維持管理指数といいひび割れ率、わだち掘れ量、平坦性(目視ではわかりにくい)などで評価する。



ひび割れ



わだち掘れ

- 2) 管理区分Ⅳとは、「福井県舗装維持管理ガイドライン（案）」で定義されている、大型車交通量 100 台/日・方向 未満、交通量 500 台/日未満の道路であり、各土木事務所・土木部の舗装の修繕工事担当に確認すること。
- 3) 市町道については、道路管理者が調査の必要性を検討し、調査路線や調査範囲を指定する。

2.2 車中目視調査の実施

- 1) パトロール車を約30km/hで走行させる。
- 2) 走行上危険なポットホールや段差のある箇所を確認し、修繕工事の必要性のあると考えられるものは降車して位置を記録して写真を撮る。
- 3) ひび割れ率が概ね50%以上と推定される箇所については、降車して位置を記録し、写真を撮る。

【解 説】

- 1) 走行車内から目視調査が可能な速度として、30km/hを設定する。
- 2) 事前に準備した管内図や道路台帳に、ポットホールや段差を確認した概ねの位置を記録し、修繕工事の必要性があると考えられる規模の損傷については、降車し写真撮影を行う。



ポットホール



段 差

修繕工事の必要性があると考えられる規模の目安は、以下のとおりである。

ポットホール	・長辺が概ね50cm以上の場合 ・100m程度区間内に多数点在している場合
段 差	・段差が2cm程度以上の場合 ・車内において、乗り心地が著しく悪いと感じた場合

注) 維持工事とは、反復して行う手入れまたは軽度な修理であり、路面の性能を回復させることや舗装の強度低下を遅延させることを目的に実施する工事をいう。

なお、維持工事では不経済もしくは十分な回復効果が期待できない場合に実施するものは修繕工事といい、管理上要求される性能を満足させることを目的に実施する。

- 3) 事前に準備した管内図や道路台帳に、ひび割れ率が50%以上と推定される範囲を確認した位置を記録し、概ね10mごとに100m程度の状況写真を撮影する。

なお、ひび割れ率の判定目安については「図-2. ひび割れ推定票」を参考にする。

ひび割れ推定票

※100m単位程度でグループ化

※メッシュの中にひび割れ1本→0.6メッシュ

ひび割れ2本以上→1.0メッシュとしてカウント

ひび割れ率	5～10%	15%程度	20%程度	30%程度
	縦断ひび割れが1本全線の場合 → 10%程度 " 延長の半分 → 5%程度	縦断ひび割れの近傍もひび割れ → 15%程度 縦断ひび割れが近接して2本 → 15%程度	縦断ひび割れが2本全線 → 20%程度 " 延長の半分 → 10%程度	縦断ひび割れ2本で、片方が複数ひび割れ→30% 亀甲状または面状ひび割れが部分的 →30%
路面メッシュ 50×50 cm				



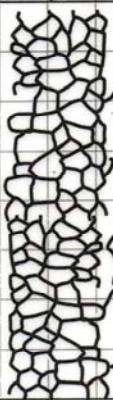








ひび割れ率	40～50% 程度	60～70% 程度	70～80% 程度	90% 以上
	片側のわだち部が亀甲、もう一方は線状 → 45% " " " 面状 → 55%	両側のわだち部ともに面状 → 70% 全面の壊って大きな面状 → 60%	両側のわだち部ともに亀甲状、間にもひび割れ → 80% 全面に壊って大きな亀甲状 → 70%	全面に壊って亀甲状
路面メッシュ 50 x 50 cm				
	 	 	 	

図-2. ひび割れ推定票

【北川ヒューテック(株) 提供資料】

2.3 結 果 報 告

- 1) 福井県管理道路における調査結果は、各土木事務所・土木部の舗装の修繕工事担当に引き継ぐ。
- 2) 市町道における調査結果は、道路管理者の指示に従いまとめ、報告すること。

【解 説】

- 1) 福井県管理道路は、道路パトロールにて車中目視調査の実施を前提としているため、工事担当課へ報告することを規定する。
なお、調査結果は工事担当課の修繕工事の優先順位に反映されることもある。
- 2) 市町道については、道路管理者が指示する様式に調査結果を取りまとめ、報告することを規定する。

3. 徒歩目視調査の実施方法

3.1 調査対象箇所

- 1) 車中目視調査の結果より必要と判断された路線
- 2) 道路管理者が指定する路線

【解 説】

- 1) 車中目視調査の実施結果により、補修工事の必要性をある程度定量的に把握したい場合や、構造調査の実施を判断する基礎資料が必要であると判断した路線を対象とする。
- 2) 道路管理者が“徒歩目視調査が必要”と判断した路線や範囲を指定する。

3.2 徒歩目視調査の実施

- 1) 徒歩目視調査の調査項目は、ひび割れ・わだち掘れ・くぼみ・ポットホール・段差 の5項目とする。
- 2) 徒歩目視調査は、車中目視調査にて設定した調査区間（調査範囲）において、「様式-1 調査結果記録シート」に損傷を記録することとする。
- 3) 徒歩目視調査に用いる器具は、デジタルカメラ・コンベックス・ピンポール・標尺を標準とする。

【解 説】

- 1) 調査項目は、目視（簡易器具による計測含む）により調査でき、かつ将来的に舗装構造へ悪影響を及ぼす損傷、走行性を損なう損傷や沿道へ悪影響を及ぼすような損傷を点検できる項目を抽出している。以下に、調査項目の概説を示す。

調 査 項 目	解 説	想定される影響
ひ び 割 れ	網状や線状に発生したひび割れのことをいい、主に路床路盤支持力の不均一や切盛境の不等沈下、施工継ぎ目の不良などにより発生する損傷	走行性の水準低下 路床路盤の支持力低下（雨水浸透に起因）
わ だ ち 掘 れ	横断方向の凸凹のことをいい、主にアスファルト混合物の変形・流動・摩耗、路盤以下の圧密沈下に起因する損傷	走行性の水準低下
く ぼ み	軽微な段差やわだち掘れにより局所的に発生する凹部のことをいう。	歩行者などへの水はね
ポ ッ ト ホ ール	表面の局所的な小穴のことをいい、主にアスファルト量不足や施工不良、網状ひび割れの進展に起因する損傷	走行性の水準低下
段 差	構造物の取付け箇所や地下埋設物に沿って発生する凸凹のことをいい、主に交通繰り返し荷重や不等沈下により発生する損傷	走行性の水準低下 周辺地盤での振動

【『舗装の維持修繕；建設図書』より抜粋加筆】

- 2) 徒歩目視調査とは、道路管理者が指定する調査区間において、詳細調査（構造調査）を実施するか否かを判断するための“簡易的な路面性状調査”と位置付ける。
したがって、当該マニュアルでは、所定の様式に調査記録を残すことを規定する。
なお、道路の重要度によっては、直接 修繕工事の実施判断の目安にしてもよい。
- 3) 徒歩による目視調査において、損傷状況の撮影や簡易計測ができる道具を携行することを基本とする。

3.3 判 定 基 準

1) 損傷レベルの判定は、下表に示すとおりとする。

損 傷		判 定 お よ び 判 定 基 準	
修繕工事 評価対象項目	ひ び 割 れ	網状、線状のひび割れに着目	
		50 点	概ね 50%以上のひび割れ率 (MCI 2 以下)
		25 点	概ね 30%～50%のひび割れ率 (MCI 3)
		5 点	概ね 10%～30%のひび割れ率 (MCI 4)
		0 点	概ね 10%以内のひび割れ率 (MCI 5)
	わ だ ち 掘 れ	横断方向の凸凹	
		25 点	有り
		0 点	無し
	く ぼ み	水たまりになりそうな凹みや雨天時の水たまりなど	
		10 点	有り
		0 点	無し
維持工事 評価対象項目	ポット ホール	自動車の走行に影響しない程度のポットホールの有無に着目 (50cm 以上は応急対応すること)	
		大	長辺が概ね 50cm 以上の大きさ
		中	長辺が概ね 10cm～50cm の大きさ
		小	長辺が概ね 10cm 以下の大きさ
	段 差	施工目地、埋設物(復旧跡含む)、マンホールなどに生じている段差	
		有り	沿道環境への影響がある
		無し	沿道環境への影響はない

2) 上表の点数を合計し、点数の高い調査区間（路線）を詳細調査（構造調査）、または修繕工事を実施する優先順位の目安として考慮する。



【解 説】

1) 損傷レベルの判定は、目視調査ということを前提に判断しやすい分類とした。また、点検者の主観に左右されないように、次項の「**損傷事例**」を参考にして判定することとする。

2) 現時点では域内道路の現状やサービス水準が把握できていないため、当面は下表のとおり運用することとする。

50 点以上	詳細調査（構造調査）の実施／補修や修繕の実施の目安
50 点～10 点	車中目視調査（道路パトロール）の重点チェックポイント
10 点以下	通常の車中目視調査（道路パトロール）で対応

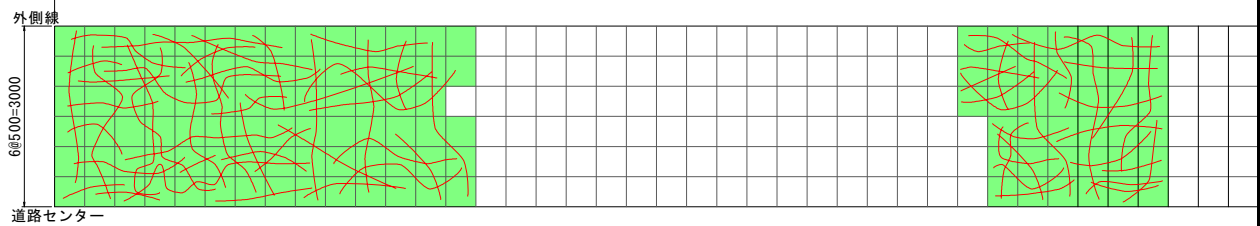
参考：損傷事例（1/2）

ひび割れ	
網状ひび割れ	線状ひび割れ
	

【ひび割れ率 イメージ図】 下図を参考にひび割れ率を判断する（近接目視が可能な範囲として20m単位を想定）

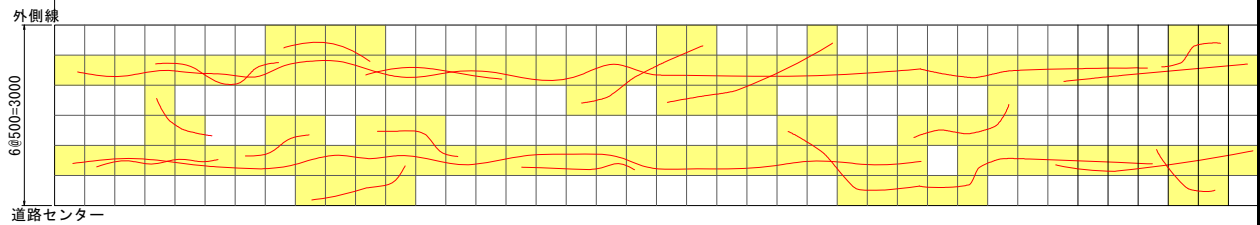
ひび割れ率 50%（網状ひび割れ）

40@500=20000



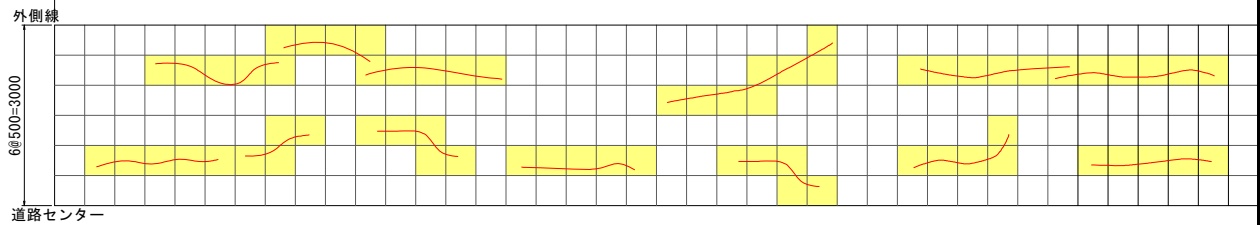
ひび割れ率 50%（線状ひび割れ）

40@500=20000



ひび割れ率 30%（線状ひび割れ）

40@500=20000



ひび割れ率 10%（線状ひび割れ）

40@500=20000



参考：損傷事例（2/2）

ポットホール

長辺が概ね 50cm 以上の大きさ



長辺が概ね 10cm 以下の大きさ



段 差



く ぼ み



わ だ ち 掘 れ



3.4 調査結果記録シート

【様式－１】 目視調査 実施記録シート

事務所 〇×土木事務所	現況交通量 調査車線	自動車の交通量 上り：車線 下り：車線	台/24h	台/24h	大型車の交通量 車線	台/24h	点検者 点検日 天候	株式会社〇〇〇〇	〇〇
路線名 一般国道 〇×△号線	調査車線 調査区間	自動車の交通量 上り：車線 下り：車線	台/24h	台/24h	大型車の交通量 車線	台/24h	点検者 点検日 天候	株式会社〇〇〇〇	〇〇
地係 福井市〇〇町	調査区間	自動車の交通量 上り：車線 下り：車線	台/24h	台/24h	大型車の交通量 車線	台/24h	点検者 点検日 天候	株式会社〇〇〇〇	〇〇
位置図									

ひび割れ 点	わだち掘れ 点	くぼみ 点	ポットホール 点	段差
状況写真 添付	状況写真 添付	状況写真 添付	状況写真 添付	状況写真 添付

評価および 点検者コメント	損傷度： 0 点
------------------	----------

第3章 現 地 調 査

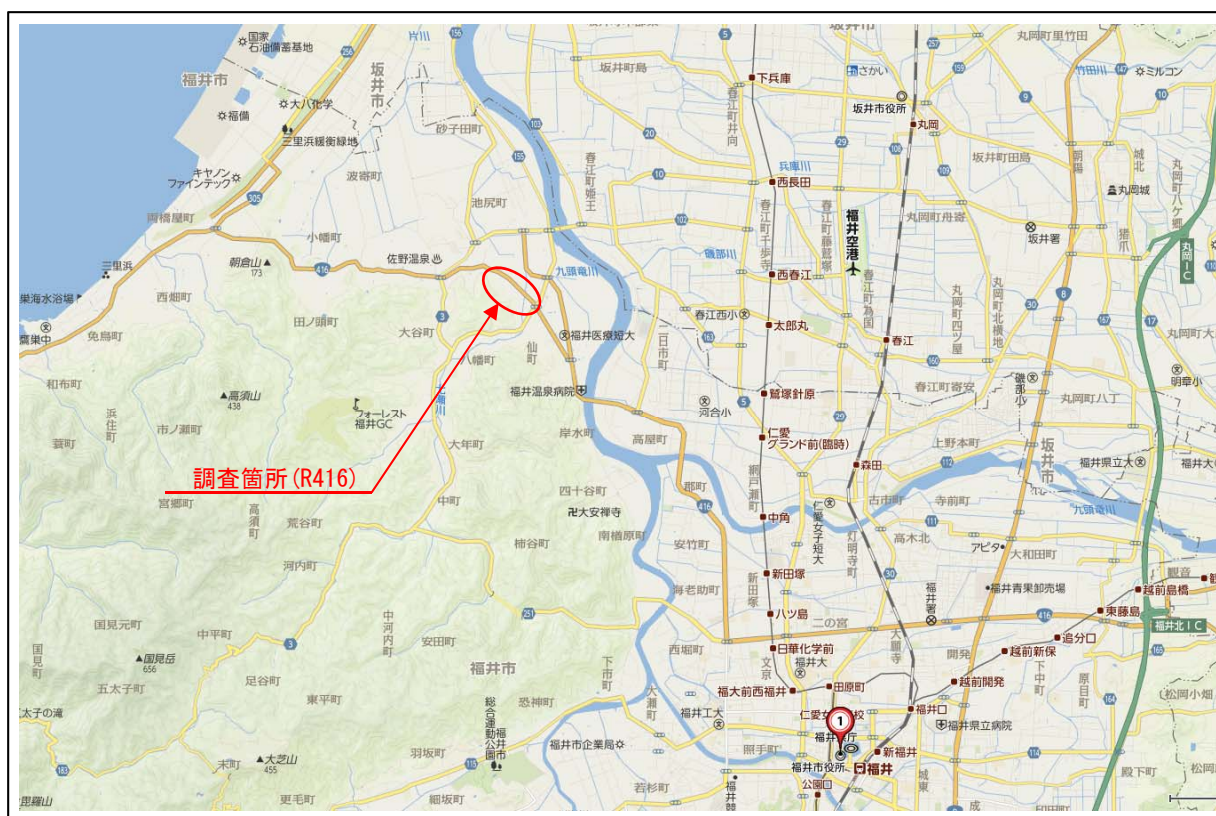
3.1 現地調査の実施報告

3.1.1 調 査 目 的

福井県管理の路線より抽出した調査区間において、当研究会で作成した「道路舗装の目視調査による点検マニュアル（案）」の実用性のチェックおよび福井県建設技術研究センターが、舗装の損傷要因を簡易的に調査する目的で研究している「小型 FWD による調査手法の研究」と連携し、小型 FWD 調査の実用性を確認した。

3.1.2 調 査 箇 所

福井土木事務所道路保全課の協力を得て、国道 416 号（福井市浄土寺町）の 500m 区間において、調査を実施した。



YAHOO!地図より

3.1.3 調査実施日および参加者

	調 査 日	調 査 項 目	参 加 者
第 1 回	H26. 11. 11	小型 FWD、コア抜き、現場 CBR	舗装 G；三田村、山崎、大槻 その他；岡島、小林先生
第 2 回	H27. 1. 30	徒歩目視調査	舗装 G；三田村、山崎、大槻
第 3 回	H27. 4. 21	コア抜き(追加)	舗装 G；三田村、山崎、大槻

3.1.4 調査内容

①小型FWD調査（25箇所）

福井県建設技術研究センター（担当：三田村主任研究員）が研究している調査手法で、調査概念図を図-3.1に示す。

なお、計測数は25箇所（500m調査区間を20mピッチ）実施した。

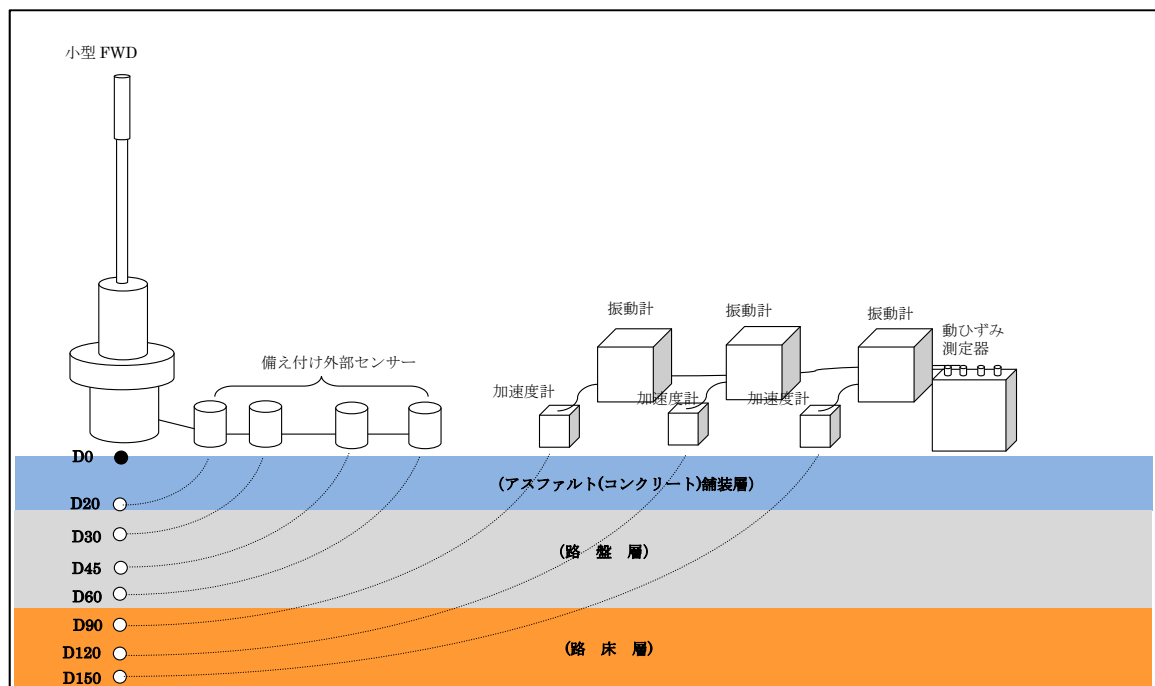


図-3.1 小型FWD調査概念図

②コア抜き調査（3箇所）

ハンドドリルでφ80mmのコア抜きを行い、舗装のアスファルト合材の厚さを計測した。

③現場CBR調査（1箇所）

路肩部で舗装厚分の土砂を掘削し、路床上面で簡易支持力測定器（キャスポル）を用いて間接的にCBR値を計測した。

④徒歩目視調査（500m）

小型FWD調査を行った500m区間を「道路舗装の目視調査による点検マニュアル（案）」を用いて徒歩目視調査を行った。

3.1.5 調査機器

①小型FWD調査



メイン機器：小型FWDシステム（株東京測器研究所） *FWD-Light*

付加機器：サーボ加速度計（リオン株） LS-10C

：汎用振動計（リオン株） VM-83

②コア抜き調査



ドリル本体：GBH2-28DFV 型（BOSCH）

コアドリル：ドライモンドコアドリル

刃先径 80mm（株ミヤナガ）

③現場C B R 調査



計測機器：

簡易支持力測定器 キャスポル

（株マルイ）

3.1.6 調査結果

①小型FWD調査

調査状況



調査状況



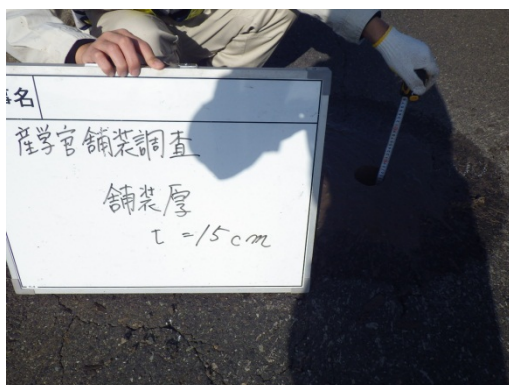
調査結果を下表に示す。

表-3.1 小型FWD調査結果一覧表

測点	載荷重 (N)	路面温度 (℃)	気温 (℃)	表層厚 (cm)	D ₀ (mm)	D ₂₀ (mm)	D ₃₀ (mm)	D ₄₅ (mm)	D ₆₀ (mm)	D ₉₀ (mm)	D ₁₂₀ (mm)	D ₁₅₀ (mm)	アスファルト層の 弾性係数(MPa)
No.0	8,199.50	9.8	9.5	15.0	1.691	0.897	0.632	0.397	0.230	0.1392	0.014	0.012	209
No.1	8,256.50	10.2	9.5	15.0	1.870	0.815	0.454	0.344	0.214	0.0207	0.020	0.011	147
No.2	8,474.00	10.8	9.5	15.0	1.241	0.640	0.575	0.452	0.153	0.0215	0.018	0.010	296
No.3	8,486.25	11.4	11.7	15.0	1.556	0.613	0.570	0.421	0.101	0.0234	0.023	0.018	169
No.4	8,371.00	11.8	11.7	15.0	1.652	0.910	0.436	0.316	0.291	0.0388	0.030	0.020	228
No.5	8,206.00	12.2	11.7	15.0	1.680	0.786	0.521	0.346	0.273	0.0645	0.028	0.021	181
No.6	8,318.25	13.1	11.7	15.0	0.936	0.471	0.370	0.272	0.209	0.0345	0.020	0.012	408
No.7	8,210.25	13.5	13.8	15.0	0.974	0.877	0.642	0.386	0.257	0.0045	0.011	0.0072	2,873
No.8	8,157.50	14.1	13.8	15.0	0.885	0.469	0.365	0.293	0.207	0.0176	0.013	0.0061	468
No.9	8,381.50	15.3	13.8	15.0	1.242	0.575	0.465	0.360	0.276	0.0178	0.017	0.0059	260
No.10	8,387.25	15.4	13.8	15.0	0.849	0.276	0.201	0.167	0.127	0.0033	0.0020	0.0013	314
No.11	8,441.00	18.5	16.8	15.0	1.038	0.405	0.257	0.190	0.161	0.0032	0.0029	0.0022	278
No.12	8,208.75	17.8	17.2	15.0	0.992	0.386	0.266	0.197	0.165	0.0035	0.0032	0.0026	293
No.13	8,141.50	17.6	17.2	15.0	0.908	0.323	0.232	0.176	0.144	0.0025	0.0023	0.0019	306
No.15	8,117.50	16.7	17.1	15.0	1.505	0.257	0.180	0.101	0.063	0.0000	0.0000	0.0000	119
No.16	8,171.00	16.3	17.1	15.0	0.794	0.308	0.262	0.210	0.154	0.0030	0.0025	0.0021	386
No.17	8,171.75	16.0	17.1	15.0	1.281	0.294	0.240	0.208	0.175	0.0035	0.0025	0.0019	159
No.18	8,047.50	15.8	15.9	15.0	1.653	0.458	0.320	0.242	0.216	0.0035	0.0031	0.0025	126
No.19	8,153.25	15.6	15.9	15.0	1.191	0.476	0.376	0.268	0.200	0.0033	0.0027	0.0022	239
No.20	8,062.50	15.3	15.9	15.0	1.027	0.376	0.298	0.220	0.173	0.0027	0.0022	0.0018	268
No.21	7,990.75	15.0	15.9	15.0	1.137	0.358	0.268	0.208	0.150	0.0020	0.0017	0.0013	214
No.22	8,026.50	15.0	15.9	15.0	1.525	0.749	0.517	0.349	0.238	0.0023	0.0017	0.0014	216
No.23	8,056.75	14.9	15.9	15.0	1.309	0.648	0.462	0.338	0.264	0.0035	0.0026	0.0019	263
No.24	8,118.00	14.9	15.9	15.0	1.299	0.543	0.364	0.240	0.189	0.0024	0.0019	0.0014	223
No.25	7,997.25	14.9	15.9	15.0	1.751	0.615	0.437	0.300	0.222	0.0024	0.0017	0.0012	134

②コア抜き調査

コア抜き調査 No. 1 t=15cm



コア抜き調査 No. 2 t=15cm



③現場CBR調査



衝撃加速度法によるインパクト値試験

調 査 名		産官学舗装調査		試験年月日		平成26年11月11日		
調 査 場 所		福井市浄土寺町地保		試 験 者		真柄 高志		
				天 候		晴れ		
測 点	測定項目	1	2	3	4	5	6	平均値
路肩盛土部	インパクト値 Ia	8.9	10.0	8.6	9.1	8.6		9.0
	(CBR) %	9.3	11.3	9.0	9.7	9.0		9.7
	観 察 記 事							
測 点	測定項目	1	2	3	4	5	6	平均値
	インパクト値 Ia							
	観 察 記 事							
測 点	測定項目	1	2	3	4	5	6	平均値
	インパクト値 Ia							
	観 察 記 事							

※ 測定項目 () : インパクト値からの推定項目

特記事項
CBR = -4.945 + 1.615 × Ia : キャスボルマニュアルより

※ 測定項目 () : インパクト値からの推定項目

特記事項

CBR = -4.945 + 1.615 × Ia : キャスポールマニュアルより

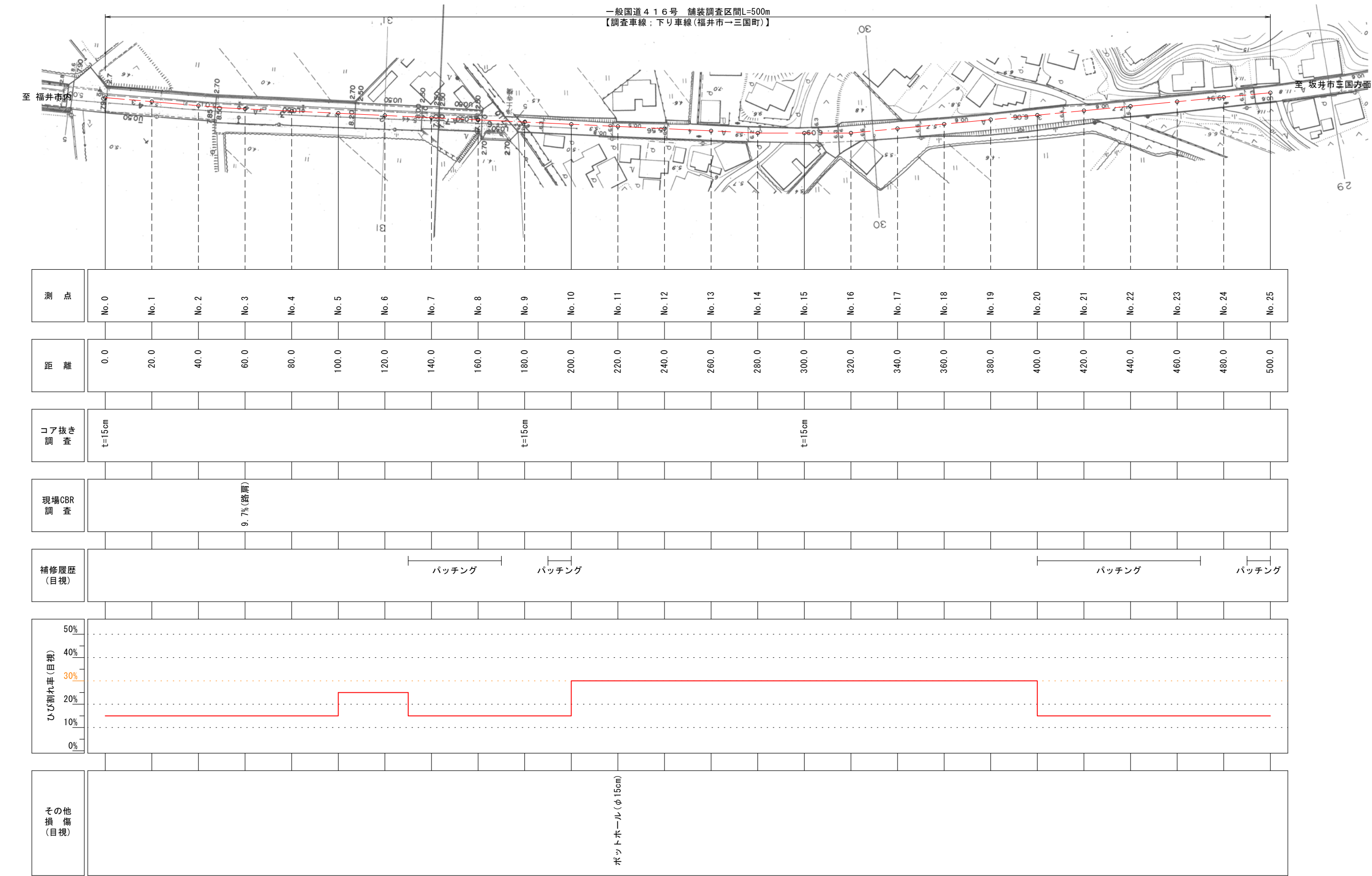
図-3.2 キャスポールによる現場CBR調査結果

④ 徒歩目視調査

調査結果を以下の「【様式－１】 目視調査 実施記録シート」に示す。

事 務 所	横井土木事務所	現 況 交 通 量	自動車交通量：8,057 台/24h 大型車交通量：515 台/24h	点 検 者	彦学宮共同研究会 齋藤グループ	
路 線 名	一般国道 416 号線	測 量 車 輛	上り：1 車線 下り：1 車線	点 検 日	平成 27 年 1 月 30 日 (金)	
地 区	横井市神土寺町	測 量 区 間	自：七瀬橋北岸側アプローチ部 至：富田工業工場付近	天 候	雨	
位 置 図						
調査点番号 ・区間1のひび割れポイント ・区間2は、占用施設等の進展し不具合よりひび割れが多数発生しているが、ひび割れ率は15%程度以下である。地盤状況から切土地盤と推測され、基礎地盤は比較的良好と考えらる。	ひ び 割 れ【NO.1付近】	ひ び 割 れ【NO.4付近】	ひ び 割 れ【NO.14付近】	ポットホール	段 差	
	5 点	5 点	5 点	中	無し	
	15 点					段差高 露骨

調査結果のまとめ



3.2 考 察

3.2.1 計測値について

D_{90} 、 D_{120} 、 D_{150} の値が 1 桁小さい（表-3.1 参照）。これらの値は加速度計からの値を振動計内で積分を 2 回行い、加速度→速度→変位を求めているが、加速度計の重量が軽すぎて風や通行車両の振動の影響を受けて舗装路面から浮き上がり正確な値が計測できなかったと推察される。

今後の課題としては、加速度計に 1 kg 程度（小型 FWD の外部センサーの重量、 D_{20} 、 D_{30} 、 D_{45} 、 D_{60} の値はこれによる計測値、 D_0 は内部センサーの値）の錘をつけて浮き上がらないようにするなどの対応が必要であると考えられる。

【 参 考 】

D_{90} 、 D_{120} 、 D_{150} の値の内、 D_{150} の値は路床の支持力を表す値に使用される（式-3.1 参照）。

$$\text{現状の CBR(\%)} = 1,000 / D_{150} \quad \dots\dots\dots \text{式-3.1}$$

D_{150} の値の小さく出ていることで、支持力は大きく出てしまい路床の支持力を正確に評価できない。

3.2.2 舗装の損傷について

載荷点直下のたわみ量 D_0 は、路床を含めた舗装全体の支持力を表している。このたわみ量 D_0 と舗装計画交通量別の許容のたわみ量の目安（表-3.2 参照）と比較することで、路床を含む舗装全体の支持力を評価することができる。

表-3.2 許容のたわみ量の目安

(mm)

舗装計画交通量 (台/日・方向)	100 未満	100 以上 250 未満	250 以上 1,000 未満	1,000 以上 3,000 未満	3,000 以上
設計交通量の区分	$N_1 \sim N_3$	N_4	N_5	N_6	N_7
許容たわみ量の基準値	0.8	0.6	0.4	0.3	0.2

出典；活用しよう FWD（(財)道路保全技術センター） p. 18

一般国道 416 号（福井市浄土町付近）の舗装計画交通量は N_5 に相当する。

本路線のたわみ量 D_0 は許容たわみ量の基準値 0.4 mm を大きく超え、舗装全体の支持力は不足していることが分かった。また、アスファルト舗装部の弾性係数は 6,000MPa が健全な値とされているが、全般的にかなり小さい(200MPa 程度)ことも分かった。

今回、計測を行った下り車線(福井市→小松市)は、マンホールが道路縦断方向に点在しており、地中管の埋設時に埋戻し土の締固めが不足していたことが推察される。また、No. 7 付近のみ比較的弾性係数の値が大きい(3,000MPa 程度)が、これは舗装が比較的新しくなっており、最近オーバーレイによる補修が行われたと推察される（ただし、補修履歴とは合わない）。

また、当初の表層厚は舗装計画交通量から 10cm と推定するが、何回かオーバーレイが行われており、コア抜き箇所はいずれも 15cm であった。

切土と想定される区間の値も悪く、正確な舗装厚を得なければ舗装構造全体の評価は難しい。

まとめとしては、全般的に舗装全体の支持力が小さく、アスファルト舗装層の弾性係数が低いことから、主な理由としては地中管埋設時の埋戻し土の転圧不足や施工不良が考えられるが、かなり値が低いことから、盛土区間の路体・路床の沈下の影響も考えられる。

しかし、切土と想定される区間の値も悪いので、今後の課題として、前述のように計測機器を改善して正確な D_{150} の値を得て評価を行う必要がある。

第4章 巻 末 資 料

4.1 アンケート結果

舗装アンケート集計結果(官、民合計)

点検の重要性		舗装		官		民		官		民		官		民	
日常点検	極めて重要	1	100%												
	重要	0	0%												
	どちらともいえない	0	0%												
	不要(そこまで費用をかけられない)	0	0%												
	不要(そもそも不要)	0	0%												
合計		1													
異常時(緊急)点検	極めて重要	0	0%												
	重要	0	0%												
	どちらともいえない	0	0%												
	不要(そこまで費用をかけられない)	0	0%												
	不要(そもそも不要)	1	100%												
合計		1													
定期点検	極めて重要														
	重要														
	どちらともいえない														
	不要(そこまで費用をかけられない)														
	不要(そもそも不要)														
合計															
詳細点検, 調査モニタリング	極めて重要	0	0%												
	重要	1	100%												
	どちらともいえない	0	0%												
	不要(そこまで費用をかけられない)	0	0%												
	不要(そもそも不要)	0	0%												
合計		1													

現在の点検体制	舗装		民	官	民	官	民	官	民	官	民	官
	官	民										
日常点検 十分 どちらともいえない 不十分												
	0	0%										
	0	0%										
	1	100%										
異常時(緊急)点検 十分	1											
どちらともいえない 不十分												
定期点検 十分 どちらともいえない 不十分 委託対応												
詳細点検, 調査モニタリング 十分 どちらともいえない 不十分 委託対応												
	0	0%										
	0	0%										
	1	100%										
	0	0%										
	1											

点検調査手法	舗装			民			官			民			官			民		
	官	民		官	民		官	民		官	民		官	民		官	民	
日常点検 明確で迷わない 明確だが不十分と感ずることがある 不明確・不十分	0	0%																
	1	100%																
	0	0%																
異常時(緊急)点検 明確で迷わない 明確だが不十分と感ずることがある 不明確・不十分	1																	
定期点検 明確で迷わない 明確だが不十分と感ずることがある 不明確・不十分																		
詳細点検、調査モニタリング 明確で迷わない 明確だが不十分と感ずることがある 不明確・不十分 調査方法の選定基準、事例がない 経験がない その他	0	0%																
	0	0%																
	1	100%																
	0	0%																
	0	0%																
	0	0%																
	1																	

対策方針の判断	舗装		民		官		民		官		民		官		民	
	舗装	官	民	官	民	官	民	官	民	官	民	官	民	官	民	官
日常点検 明確で迷わない 明確だが不十分と感ずることがある 不明確・不十分																
			0	0%												
			0	0%												
			1	100%												
異常時(緊急)点検 明確で迷わない 明確だが不十分と感ずることがある 不明確・不十分		1														
定期点検 明確で迷わない 明確だが不十分と感ずることがある 不明確・不十分																
詳細点検, 調査モニタリング 明確で迷わない 明確だが不十分と感ずることがある 不明確・不十分 対策方針の選定基準、事例がない 経験がない その他																
			0	0%												
			0	0%												
			1	100%												
			0	0%												
			0	0%												
その他		1														

舗装

点検の重要性	官 合 計	奥 越	鯖 丹	福 井	小 浜	丹 南	県 道 路 保 全 課	民 合 計	工 イ コ ー	構 造	川 上	中 央	キ ミ コ ン	丸 一	京 福	帝 国	協 立	ジ ビ ル	サ ン ワ コ ン	不十分の理由
日常点検	1						1													
極めて重要	0																			
重要	0																			
どちらともいえない	0																			
不要(そこまで費用をかけられない)	0																			
不要(そもそも不要)	0																			
異常時(緊急)	0																			
極めて重要	0																			
重要	0																			
どちらともいえない	0																			
不要(そこまで費用をかけられない)	0																			
不要(そもそも不要)	1						1													
定期点検	0																			
極めて重要	0																			
重要	0																			
どちらともいえない	0																			
不要(そこまで費用をかけられない)	0																			
不要(そもそも不要)	0																			
詳細点検、調査	0																			
極めて重要	0																			
重要	1						1													
どちらともいえない	0																			
不要(そこまで費用をかけられない)	0																			
不要(そもそも不要)	0																			

調査なし。

現在の点検体制	官 合 計	奥 越	鯖 丹	福 井	小 浜	丹 南	県 道 路 保 全 課	民 合 計	工 イ コ ー	構 造	川 上	中 央	キ ミ コ ン	丸 一	京 福	帝 国	協 立	ジ ビ ル	サ ン ワ コ ン	不十分の理由
日常点検	0																			
十分	0																			
どちらともいえない	0																			
不十分	1						1													
異常時(緊急)	0																			
十分	0																			
どちらともいえない	0																			
不十分	0																			
定期点検	0																			
十分	0																			
どちらともいえない	0																			
不十分	0																			
委託対応	0																			
詳細点検、調査	0																			
十分	0																			
どちらともいえない	0																			
不十分	1						1													
委託対応	0																			

調査なし。

点検調査手法	官 合 計	奥 越	鯖 丹	福 井	小 浜	丹 南	県 道 路 保 全 課	民 合 計	エ イ コ ー	構 造	川 上	中 央	キ ミ コ ン	丸 一	京 福	帝 国	協 立	ジ ビ ル	サ ン ワ コ ン	不十分の理由
日常点検	0																			
明確で迷わない																				
明確だが不十分と感ずることがある	1						1													
不明確・不十分	0																			
異常時（緊急）、明確で迷わない	0																			
明確だが不十分と感ずることがある	0																			
不明確・不十分	0																			
定期点検	0																			
明確で迷わない																				
明確だが不十分と感ずることがある	0																			
不明確・不十分	0																			
詳細点検、明確で迷わない	0																			
調査モニタリング、明確だが不十分と感ずることがある	0																			
不明確・不十分	1																			
調査方法の選定基準、事例がない	0						1													
経験がない	0																			
その他	0																			

調査なし。

対策方針の判断	官 合 計	奥 越	鯖 丹	福 井	小 浜	丹 南	県 道 路 保 全 課	民 合 計	エ イ コ ー	構 造	川 上	中 央	キ ミ コ ン	丸 一	京 福	帝 国	協 立	ジ ビ ル	サ ン ワ コ ン	不十分の理由
日常点検	0																			
明確で迷わない																				
明確だが不十分と感ずることがある	0																			
不明確・不十分	1						1													
異常時（緊急）、明確で迷わない	0																			
明確だが不十分と感ずることがある	0																			
不明確・不十分	0																			
定期点検	0																			
明確で迷わない																				
明確だが不十分と感ずることがある	0																			
不明確・不十分	0																			
詳細点検、調査、明確で迷わない	0																			
明確だが不十分と感ずることがある	0																			
不明確・不十分	1																			
対策方針の選定基準、事例がない	0						1													
経験がない	0																			
その他	0																			

調査なし。

顕在化している問題

項目	合計			官			民		
	合	順	位	小	順	位	小	順	位
変状が緊急性を有するかどうかの判断基準が不明確	11	1	3	1	1	1	8	1	1

その他の意見

奥越土木

補修工法がほぼ統一化されている。路床から置換えが必要な場合でもそこまでの予算がない。
地元からの苦情箇所が、定期点検の路面性状調査と一致しないことがある。苦情箇所が局所的なことが多いため。
点検結果によって補修が必要となった場合でも、予算の都合で対応できない場合が多い。

鯖江丹生土木部(丹南土木出先)

大型車面が通ると振動するという苦情が非常に多い。しかし、振動の感じ方は個人差があるせいで、現場を見ると相対的に舗装が傷んでいないケースもある。
ちなみに、以前に当該が振動計で調べたところ、許容範囲内であった。

福井土木

変状に対する最適な補修工法の選定基準が不明確であり、一律に(切削)オーバーレイ工法を選定している現状。
ひび割れ深さを事前(工事発注前)に把握できない。または困難である。

小浜土木

小浜IC開通に伴う、(主)小浜上中線の大型車交通量の増加により、舗装損傷が著しくなっている。

丹南土木

大型車の交通が多くわだち掘れが多い路線があるが、路盤から入れ替えると、延長も長く費用がかさむため、パッチングや切削オーバーレイ等に対応しているのが現状である。
しかし、またすぐにわだち掘れが発生するため、イタチゴッコのような状況である。

県庁道路保全課

恒常的な予算の不足

サービス水準の不明確

キミコン

県内道路の交通量区分、設計CBR、舗装構成などをまとめた舗装データベースがない。(DBがあればその利活用)
サンワコン

道路の埋設物(上下水道)の老朽化による陥没事故への対応。事前に損傷把握できないか。事前予測の方法。

ポットホールや段差の発生等以外にわだち掘れや道路の平坦性の低下による道路使用者の走行性の低下。

車両通行時の騒音発生の評価(実際に騒音を計測する以外に判断基準はないか)

下水管等の敷設に伴う舗装復旧による騒音発生。

丸一調査設計

要求性能の具体化

性能指標の整理

京福コンサルタン

設計期間、信頼度が管理者により決められていない。

路線のCBRが整理されていない。

台帳等により舗設経緯が整理されていないため、維持修繕計画に基づいた補修にならない。(悪くなった箇所を補修する等)

予算削減による日常点検の頻度の低下

予算削減による維持補修の頻度の低下

点検的には、現在バトロールで十分と考えられるが、見る目が必要(技術者の育成、技術力の向上)である。

舗装の設計期間が不明確。(道路管理者による決定がされない)

災害・事故の事例
調査なし。

今後、必要なこと・必要な新技術

項目	全体		官		民																		
	合計	順位	合計	順位	奥越土木	鯖丹土木部	福井土木	小浜土木	丹南土木	県道路保全課	合計	順位	エイコー	構造設計	川上測量	中央測量	キミコン	丸一調査	京福	帝国	協立	ジビル	サンワコン
維持管理マニュアルの策定	9	1	4	1			1	1	1	1	5	1	1		1				1	1	1		
技術者の育成	7	2	4	1			1	1	1	1	3	3			1				1	1			
民間委託	5	3	0	3							5	1		1		1			1	1	1	1	

その他意見

奥越土木
 低予算で広範囲補修できる技術
 鯖江丹生土木部(丹南土木出先)
 大型車が通っても振動を吸収する舗装を廉価にできないか。
 旧国道8号にはコンクリート舗装が敷設されている。コンクリート舗装にある目地により、アスファルト表面に横断上のクラックが5m間隔で発生しやすくなっている。
 舗装補修時に、その継ぎ目にアスファルト材を目地注入しているが、持続性がないのでその対策を検討できないか。
 抜本的な対策としては、コンクリート舗装を撤去して路床改良する案があるが、交通量上、全面通行止めにはできず、また路床改良となると費用も高い。
 福井土木
 管理パトロール職員および道路保全課職員の舗装補修に対する意識・知識共有のための研修

キミコン

長寿命化舗装(コンポジット、半たわみ性など)や予防的維持工法(マイクロサーフエーシング、スラリーシーリング、チップシールなど)の福井県標準化
 排水性舗装の機能回復技術
 維持管理に関連は薄いかもしれないが、自転車道と車道との境界にランブルストリップスを設けて、お互いの注意喚起を促す工法が効果的で経済性も優れていると考える。
 積雪寒冷地に対しても除雪の障害とならないなど有利である。(試験的に実施してはどうか)

サンワコン

舗装台帳の作成(周辺の状況、補修時期、竣工年月日)
 騒音発生抑制舗装
 部分的な舗装改修時の環境への影響低減方法の確立(すり付け方法など)
 舗装材の高耐久化
 路線毎の維持管理計画(補修計画)の作成
 丸一調査設計

民間委託の場合、不具合が生じた場合の責任の所在
 維持管理マニュアル、対応マニュアルの整備

京福コンサルタント

舗装台帳の精度を上げる。(施工年度、舗装構成、CBRや信頼度など設計条件、補修履歴(メッシュ割り))→適切な補修工法の提案や設計が可能になりLCCの削減が図れる。
 具体的な舗装管理計画や舗装管理目標が決定されていない場合の設計方法の確立。
 橋面舗装の維持管理マニュアルが必要。

産学官共同研究に望むこと

項目	全体		官		民		構造設計	川上測量	中央測量	キミコン	丸一調査	京福	協立	デジタル	サンワコン
	合	順	合	順	合	順									
簡易な調査方法の提案、研究	11	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

その他意見

- 奥越土木
 - 県内の路面状況の現状が分かる調査方法の提案。
 - より広範囲に補修できる技術の研究。
- 鯖江丹生土木部（丹南土木出先）
 - 舗装状態と各大型車規格の振動相關
- 福井土木
 - 職員でも使用可能な調査方法・機材の提案、研究
 - 安価で有効な補修材料の開発
- 小浜土木
 - 低コストな補修方法
- 県庁道路保全課
 - 設計条件と損傷度合に応じて補修工法の選定可能なマトリックスの作成
- キミコン
 - 散水消雪に関する積雪状態の画像診断技術を改良した、既設舗装面の画像診断技術の開発
- サンワコン
 - 日常点検を行ううえで、目視調査による判断基準の提案。（調査時のチェック項目の整理）
 - 日常点検から詳細調査および補修対策へのスムーズな移行の体制、システムづくり。
- 丸一調査設計
 - 技術力の向上
- 新技術の開発
 - 京福コンサルタント
- 京福コンサルタント
 - 技術者育成のための講習会
- 凍結や日射による特殊な条件における破損事例および対策方法

4.2 舗装グループ会議記録簿

第8回共同研究会の資料（舗装グループ）

1. 維持管理の現状について

- 1) 点検対象（優先順位のつけ方）
→県管理道路（優先順位はなし）
- 2) 点検項目
→路面性状調査（ひび割れ率、わだち掘れ量、平たん性）
- 3) 点検頻度
→5年に1回
- 4) 点検体制
→建設コンサルタントに委託している
- 5) 点検マニュアルの有無と利用
→平成25年2月総点検要領（案）【舗装編】
- 6) 台帳・データベースの有無
→舗装台帳はあるが更新履歴は不完全である。データベースはエクセルデータで、幅員、延長、舗装構成などが記載されている。
- 7) 設計資料などの保管状況
→無

2. 方向性について

福井県では、アセットマネジメントシステムを構築するためのワーキンググループの立ち上げを考えている状況であり、福井県独自の点検マニュアルやマネジメントシステムの整備はなされていないようである。

以上を踏まえて、以下に示す案で進めてはどうか。

第1案；「維持管理技術の調査に関する研究」という目的を踏まえ、点検や調査に関する技術を現状から新技術について調べて整理し、道路管理者が補修や打ち換えを検討する場合、どのような調査を実施すればよいか確認できるような『舗装の損傷調査における留意事項（仮称）』を作成する。

→有効な調査を確実に実施しないとアセットマネジメント上も不利になること示す。

第2案；「舗装ストックのマネジメント支援」に主眼を置き、点検・調査から設計・施工に関して、既存の文献等から引用可能な部分は活用し、既存の文献で判断しづらい部分をガイドライン化したものを作成する。

→福井県では『舗装補修における留意事項』を作成する予定があり、作業がダブる可能性がある。

3. 方向性を踏まえたアンケート実施の有無と項目

以上を踏まえて、前回提案したアンケートを再度精査し、必要に応じて項目を整理する。

1) 研究会の方向性を決めるうえでの整理事項

先月、福井県の舗装担当者会議が実施されており、その中で三田村さんより聞き取りしていただいた結果、舗装の維持管理に対する現状の取り組みが分かった。その内容を以下にまとめる。

- ・路面性状調査の結果は、一部の土木事務所において活用している。（なお、調査自体は継続して実施していく方針である。）
- ・修繕工事に至るケースで一番多いのが、沿道住民からの「振動」に関する苦情である。
- ・福井県では、日常点検や沿道住民からの苦情を受けて、修繕工事を実施する優先順位がある程度整理されている。（予算が確保できれば、順次工事発注しているようである。）
- ・修繕工事に用いる工法は、主に オーバーレイ・切削オーバーレイ・打ち換え・パッチング・ひび割れ注入 である。

2) 研究会のテーマの提案

以上を踏まえて整理すると…

- ① 維持管理の重要性は認識しているものの、点検体制や調査手法が不十分であると感じている。
→パトロールでは、表層のひび割れやポットホールの有無程度しか点検できない。
- ② 修繕工事の優先順位はある程度整理されており、事後保全対応ではない。
→優先順位を、路面性状調査の結果により決めているということではないようである。
- ③ 修繕工事は、ほとんどが表層部のみの工事で対策されているようであるが、沿道において振動が生じる場合、ほとんどが路床や基礎地盤に問題があるケースが多いと考えられる。
→要因を調査するには、路床土や基礎地盤の試料採取など手間がかかるため、実施していないのでは…

これらの結果を踏まえて協議した結果、日常点検において簡単に確認でき、かつ路面性状調査の成果である「ひび割れ」と 沿道住民から苦情が多く振動の要因となる「構造上の問題」の関連付けに着目し、『ひびわれパターンで構造上の欠陥を推測する調査技術（従来技術および新技術の両方を視野に入れる）』を研究し、損傷箇所の事例も含めて記載しそれらを研究成果としてはどうか。

3) アンケートに関して

前項で整理したとおり、維持管理の現状については概ね確認できているため、現状以外の項目について上記提案を踏まえて実施する。

(仮) 舗装グループ事前協議結果

実施日；平成 25 年 6 月 11 日（火）15：00 より

出席者；建設技術研究センター三田村氏、丸一調査設計山崎氏、サンワコン大槻（まとめ役）

○協議内容

1) 研究会の方向性を決めるうえでの整理事項

三田村さんの方で、福井県の担当者へ聞き取り等していただいている情報として、舗装の維持管理に対する取り組みが見えてきた。その内容を以下に整理する。

- ・点検の現状に関する項目については、アンケートを行う必要がないことが分かった。（下記アンケートの ■ を参照）
- ・路面性状調査の結果は、ごく一部の土木事務所においてのみ活用している。（逆に言えばほとんど活用していない） →ただし、調査自体は継続して実施していく方針である。
- ・修繕工事に至るケースで一番多いのが、沿道住民からの「振動」に関する苦情である。
- ・福井県では、日常点検や沿道住民からの苦情を受けて、修繕工事を実施する優先順位がある程度整理されている。（予算が確保できれば、順次工事を発注している）
- ・修繕工事に用いる工法は、主に オーバーレイ・切削オーバーレイ・打ち換え・パッチング・ひび割れ注入 である。

2) 研究会のテーマについて

以上を踏まえて整理すると…

- ① 維持管理の重要性は認識しているものの、点検体制や調査手法が不十分であると感じている。 →パトロールでは、表層のひび割れやポットホールの有無程度しか点検できない。
- ② 修繕工事の優先順位はある程度整理されており、事後保全対応ではない。 →ただし、路面性状調査の結果により優先順位を決めているわけではない。
- ③ 修繕工事は、ほとんどが表層部のみの工事で対策されている。 →逆に言えば構造的な要因について調査していないため、原因が不明瞭のまま対策工事を実施している。
- ④ 沿道において振動が生じる場合、ほとんどが路床や基礎地盤に問題があるケースが多いと考えられる。 →要因が特定できる簡易的な調査方法はないのか？

これらの結果を踏まえて協議した結果、日常点検において簡単に確認でき、かつ路面性状調査の成果である「ひび割れ」と 沿道住民から苦情が多く振動の要因となる「構造上の問題」の関連付けに着目し、『ひびわれパターンで構造上の欠陥を推測する調査技術（従来技術および新技術の両方を視野に入れる）』を研究し、損傷箇所の事例も含めて記載しそれらを研究成果としてはどうか。

3) アンケートの内容

上記より、現状や方針は概ね整理できているため、実施するアンケートの確認項目は、以下の 3 項目とする。

舗装グループ アンケートシートサンプル

項目	点検レベル	点検の重要性	現在の点検体制	点検・調査手法	対策方針の判断	顕在化している問題	災害・事故の事例	今後、必要なこと	産学官共同研究に望むこと	テーマ別の質問項目
日常点検		■極めて重要 □重要 □どちらともいえない □不要（そこまで費用をかけられない） □不要（そもそも不要）	□十分 □どちらともいえない ■不十分 原因：	□明確で迷わない ■明確だが不十分と感ずることがある □不明確・不十分 原因：	□明確で迷わない □明確だが不十分と感ずることがある ■不明確・不十分 原因：	□台帳や設計資料の未整備 □技術者の経験や技量が 不明確。 点検結果に かどうかの判断基準が 先順位づけ 「その他」 □	「その他」 □	□維持管理計画の策定、 □技術者の育成 □民間委託 □その他 □	「具体例」 □簡易な調査方法の提案、研究 □「その他」 □	Q1- 発生要因を調査している「路面性状調査」の結果を 活用しているか？ □YES、□NO 【YESとお答えになった方】 Q1-1. 何に活用されていますか？ Q1-2. さらに活用を進めるために改善すべき点は？ 【NOとお答えになった方】 Q1-3. 原因はどこにあると思いますか？ Q1-4. さらに活用を進めるために改善すべき点は？
異常時点検		□極めて重要 □重要 □どちらともいえない □不要（そこまで費用をかけられない） ■不要（そもそも不要）	□十分 □どちらともいえない ■不十分 原因：	□明確で迷わない □明確だが不十分と感ずることがある □不明確・不十分 原因：	□明確で迷わない □明確だが不十分と感ずることがある □不明確・不十分 原因：	□台帳や設計資料の未整備 □技術者の経験や技量が 不明確。 点検結果に かどうかの判断基準が 先順位づけ 「その他」 □	「その他」 □	□維持管理計画の策定、 □技術者の育成 □民間委託 □その他 □	「具体例」 □簡易な調査方法の提案、研究 □「その他」 □	Q1- 発生要因を調査している「路面性状調査」の結果を 活用しているか？ □YES、□NO 【YESとお答えになった方】 Q1-1. 何に活用されていますか？ Q1-2. さらに活用を進めるために改善すべき点は？ 【NOとお答えになった方】 Q1-3. 原因はどこにあると思いますか？ Q1-4. さらに活用を進めるために改善すべき点は？
詳細点検、調査		□極めて重要 ■重要 □どちらともいえない □不要（そこまで費用をかけられない） □不要（そもそも不要）	□十分 □どちらともいえない ■不十分 原因：	□明確で迷わない □明確だが不十分と感ずることがある ■不明確・不十分 原因：	□明確で迷わない □明確だが不十分と感ずることがある ■不明確・不十分 原因：	□台帳や設計資料の未整備 □技術者の経験や技量が 不明確。 点検結果に かどうかの判断基準が 先順位づけ 「その他」 □	「その他」 □	□維持管理計画の策定、 □技術者の育成 □民間委託 □その他 □	「具体例」 □簡易な調査方法の提案、研究 □「その他」 □	Q1- 発生要因を調査している「路面性状調査」の結果を 活用しているか？ □YES、□NO 【YESとお答えになった方】 Q1-1. 何に活用されていますか？ Q1-2. さらに活用を進めるために改善すべき点は？ 【NOとお答えになった方】 Q1-3. 原因はどこにあると思いますか？ Q1-4. さらに活用を進めるために改善すべき点は？

官（道路管理者）が認識している課題とその対応の整理

1. 補修工法がほぼ統一化されている。路床から置換えが必要な場合でもそこまでの予算がない。
変状に対する最適な補修工法の選定基準が不明確であり、一律に（切削）オーバーレイ工法を選定している現状。ひび割れ深さを事前（工事発注前）に把握できない。または困難である。
大型車の交通が多くわだち掘れが多い路線があるが、路盤から入れ替えると、延長も長く費用がかさむため、パッチングや切削オーバーレイ等で対応しているのが現状である。しかし、またすぐにわだち掘れが発生するため、イタチゴッコのような状況である。
恒常的な予算の不足
→簡単な調査手法（小型 FWD）を開発する（平成 26 年度予算要求）。
→路床に木杭を打ち込み安価な方法で路床の強化を図る工法等の検討。
→リフレクションクラック防止の対策を行えばよい。
2. 地元からの苦情箇所が、定期点検の路面性状調査と一致しないことがある。苦情箇所が局所的なことが多いため。
→路面性状調査の方法を道路保全課と研究 C で検討中（幹線を中心に詳細に計測する）。
3. 点検結果によって補修が必要となった場合でも、予算の都合で対応できない場合が多い。
サービス水準の不明確
→点検結果と補修工法についての考え方を道路保全課と研究 C が中心となって検討中。
4. 大型車両が通ると振動するという苦情が非常に多い。しかし、振動の感じ方は個人差があるせいで、現場を見ると相対的に舗装が傷んでいないケースもある。ちなみに、以前に当課が振動計で調べたところ、許容範囲内であった。
→1. の調査手法の開発の中で取り組む予定
5. 小浜 IC 開通に伴う、（主）小浜上中線の大型車交通量の増加により、舗装損傷が著しくなっている。
→適切な路面設計を行う必要がある。

アンケート結果のまとめ

顕在化している課題

○官（道路管理者）の意見

- 1) 舗装の損傷箇所が多く、対策を必要としている箇所が多い。
- 2) 沿道住民からの苦情は、振動に関する内容が多い。
- 3) 対策を施したいが、恒常的な予算不足から十分に対策できない。
- 4) 対策工法は、オーバーレイかパッチングなどで対応している。

○民（建設コンサルタント）の意見

- 1) 舗装管理台帳のデータベースが整理されていない。
- 2) わだち掘れや平坦性の低下による走行性の低下（ポットホールや段差以外の損傷）
- 3) 車両通行時の騒音発生

今後必要なこと、必要な新技術

○官（道路管理者）の意見

- 1) 廉価な補修技術
- 2) 技術系職員の意識、知識共有のための研修

○民（建設コンサルタント）の意見

- 1) 長寿命化舗装や予防的維持工法の福井県の標準化
- 2) 排水性舗装の機能回復技術
- 3) 舗装管理台帳の作成
- 4) 具体的な舗装管理計画や舗装管理目標が決定されていない場合の設計方法の確立

産学官共同研究に望むこと

○官（道路管理者）の意見

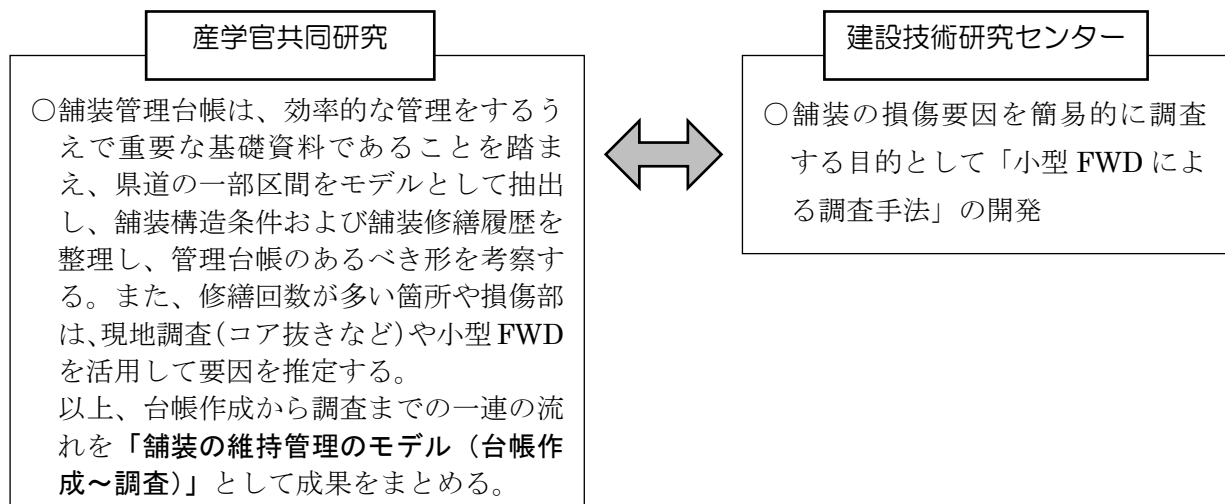
- 1) 廉価な調査方法や機材および補修材料や対策工法の開発
- 2) 舗装状態と各大型車規格の振動の相関
- 3) 設計条件と損傷度合に応じて補修工法の選定が可能なマトリックスの作成

○民（建設コンサルタント）の意見

- 1) 舗装面の画像診断技術の開発（融雪の制御用として開発された画像処理技術の流用）
- 2) 目視調査による判断基準の提案
- 3) 詳細調査から補修対策までのシステムの構築
- 4) 技術者育成のための育成

今後の方向性

以上より、①損傷箇所は多くあるが予算がないため対策出来ない ②対策工法は、要因はどうであれ安価な工法を安易に選定している ③舗装管理台帳がないため、設計条件や修繕履歴が不明確であるなど、これらの課題を解決する第一歩として、舗装管理台帳の作成が重要である。よって、当該研究会では、建設技術研究センターの研究を取り入れ、以下の方向性を提案する。



舗装アンケート集計結果(官、民合計)

点検の重要性	舗装		民		官		民		官		民		官		民	
	官	民	官	民	官	民	官	民	官	民	官	民	官	民	官	民
日常点検																
極めて重要	1	100%														
重要	0	0%														
どちらともいえない	0	0%														
不要(そこまで費用をかけられない)	0	0%														
不要(そもそも不要)	0	0%														
合計	1															
異常時(緊急)点検																
極めて重要	0	0%														
重要	0	0%														
どちらともいえない	0	0%														
不要(そこまで費用をかけられない)	0	0%														
不要(そもそも不要)	1	100%														
合計	1															
定期点検																
極めて重要																
重要																
どちらともいえない																
不要(そこまで費用をかけられない)																
不要(そもそも不要)																
合計																
詳細点検, 調査モニタリング																
極めて重要	0	0%														
重要	1	100%														
どちらともいえない	0	0%														
不要(そこまで費用をかけられない)	0	0%														
不要(そもそも不要)	0	0%														
合計	1															

現在の点検体制	舗装		民	官	民	官	民	官	民	官	民	官
	舗	装										
日常点検 十分 どちらともいえない 不十分												
		0	0%									
		0	0%									
		1	100%									
		1										
異常時(緊急)点検 十分 どちらともいえない 不十分												
定期点検 十分 どちらともいえない 不十分 委託対応												
詳細点検, 調査モニタリング 十分 どちらともいえない 不十分 委託対応												
		0	0%									
		0	0%									
		1	100%									
		0	0%									
		1										

点検調査手法	舗装			民			官			民			官			民		
	官	民		官	民		官	民		官	民		官	民		官	民	
日常点検																		
明確で迷わない	0	0%																
明確だが不十分と感ずることがある	1	100%																
不明確・不十分	0	0%																
	1																	
異常時(緊急)点検																		
明確で迷わない																		
明確だが不十分と感ずることがある																		
不明確・不十分																		
定期点検																		
明確で迷わない																		
明確だが不十分と感ずることがある																		
不明確・不十分																		
詳細点検, 調査モニタリング																		
明確で迷わない	0	0%																
明確だが不十分と感ずることがある	0	0%																
不明確・不十分	1	100%																
調査方法の選定基準、事例がない	0	0%																
経験がない	0	0%																
その他	0	0%																
	1																	

対策方針の判断	舗装		民		官		民		官		民		官		民	
	舗装	官	民	官	民	官	民	官	民	官	民	官	民	官	民	官
日常点検 明確で迷わない 明確だが不十分と感ずることがある 不明確・不十分																
			0	0%												
			0	0%												
			1	100%												
異常時(緊急)点検 明確で迷わない 明確だが不十分と感ずることがある 不明確・不十分		1														
定期点検 明確で迷わない 明確だが不十分と感ずることがある 不明確・不十分																
詳細点検, 調査モニタリング 明確で迷わない 明確だが不十分と感ずることがある 不明確・不十分 対策方針の選定基準、事例がない 経験がない その他																
			0	0%												
			0	0%												
			1	100%												
			0	0%												
			0	0%												
			0	0%												
		1														

顕在化している問題

項目	合計			官			民		
	合	順	位	小	順	位	小	順	位
変状が緊急性を有するかどうかの判断基準が不明確	11	1	3	1	1	1	8	1	1

その他の意見

奥越土木

補修工法がほぼ統一化されている。路床から置換えが必要な場合でもそこまでの予算がない。
地元からの苦情箇所が、定期点検の路面性状調査と一致しないことがある。苦情箇所が局所的なことが多いため。
点検結果によって補修が必要となった場合でも、予算の都合で対応できない場合が多い。

鯖江丹生土木部(丹南土木出先)

大型車面が通ると振動するという苦情が非常に多い。しかし、振動の感じ方は個人差があるせいで、現場を見ると相対的に舗装が傷んでいないケースもある。
ちなみに、以前に当該が振動計で調べたところ、許容範囲内であった。

福井土木

変状に対する最適な補修工法の選定基準が不明確であり、一律に(切削)オーバーレイ工法を選定している現状。
ひび割れ深さを事前(工事発注前)に把握できない。または困難である。

小浜土木

小浜IC開通に伴う、(主)小浜上中線の大型車交通量の増加により、舗装損傷が著しくなっている。

丹南土木

大型車の交通が多くわだち掘れが多い路線があるが、路盤から入れ替えると、延長も長く費用がかさむため、パッチングや切削オーバーレイ等に対応しているのが現状である。
しかし、またすぐにわだち掘れが発生するため、イタチゴッコのような状況である。

県庁道路保全課

恒常的な予算の不足

サービス水準の不明確

キミコン

県内道路の交通量区分、設計CBR、舗装構成などをまとめた舗装データベースがない。(DBがあればその利活用)
サンワコン

道路の埋設物(上下水道)の老朽化による陥没事故への対応。事前に損傷把握できないか。事前予測の方法。

ポットホールや段差の発生等以外にわだち掘れや道路の平坦性の低下による道路使用者の走行性の低下。

車両通行時の騒音発生の評価(実際に騒音を計測する以外に判断基準はないか)

下水管等の敷設に伴う舗装復旧による騒音発生。

丸一調査設計

要求性能の具体化

性能指標の整理

京福コンサルタン

設計期間、信頼度が管理者により決められていない。

路線のCBRが整理されていない。

台帳等により舗設経緯が整理されていないため、維持修繕計画に基づいた補修にならない。(悪くなった箇所を補修する等)

予算削減による日常点検の頻度の低下

予算削減による維持補修の頻度の低下

点検的には、現在バトロールで十分と考えられるが、見る目が必要(技術者の育成、技術力の向上)である。

舗装の設計期間が不明確。(道路管理者による決定がされない)

災害・事故の事例
調査なし。

今後、必要なこと・必要な新技術

項目	全体		官		民																		
	合 計	順 位	合 計	順 位	奥越土木	鯖丹土木部	福井土木	小浜土木	丹南土木	県道路保全課	合 計	順 位	エイコー	構造設計	川上測量	中央測量	キミコン	丸一調査	京福	帝国	協立	ジビル	サンワコン
維持管理マニュアルの策定	9	1	4	1			1	1	1	1	5	1	1		1				1	1	1		
技術者の育成	7	2	4	1			1	1	1	1	3	3		1					1	1			
民間委託	5	3	0	3							5	1		1		1			1	1	1	1	

その他意見

奥越土木
 低予算で広範囲補修できる技術
 鯖江丹生土木部(丹南土木出先)
 大型車が通っても振動を吸収する舗装を廉価にできないか。
 旧国道8号にはコンクリート舗装が敷設されている。コンクリート舗装にある目地により、アスファルト表面に横断上のクラックが5m間隔で発生しやすくなっている。
 舗装補修時に、その継ぎ目にアスファルト材を目地注入しているが、持続性がないのでその対策を検討できないか。
 抜本的な対策としては、コンクリート舗装を撤去して路床改良する案があるが、交通量上、全面通行止めにはできず、また路床改良となると費用も高い。
 福井土木
 管理パトロール職員および道路保全課職員の舗装補修に対する意識・知識共有のための研修

キミコン

長寿命化舗装(コンポジット、半たわみ性など)や予防的維持工法(マイクロサーフエーシング、スラリーシーリング、チップシーリングなど)の福井県標準化
 排水性舗装の機能回復技術
 維持管理に関連は薄いかもしれないが、自転車道と車道との境界にランブルストリップスを設けて、お互いの注意喚起を促す工法が効果的で経済性も優れていると考える。
 積雪寒冷地に対しても除雪の障害とならないなど有利である。(試験的に実施してはどうか)

サンワコン

舗装台帳の作成(周辺の状況、補修時期、竣工年月日)
 騒音発生抑制舗装
 部分的な舗装改修時の環境への影響低減方法の確立(すり付け方法など)
 舗装材の高耐久化
 路線毎の維持管理計画(補修計画)の作成
 丸一調査設計

民間委託の場合、不具合が生じた場合の責任の所在
 維持管理マニュアル、対応マニュアルの整備

京福コンサルタント

舗装台帳の精度を上げる。(施工年度、舗装構成、CBRや信頼度など設計条件、補修履歴(メッシュ割り))→適切な補修工法の提案や設計が可能になりLCCの削減が図れる。
 具体的な舗装管理計画や舗装管理目標が決定されていない場合の設計方法の確立。
 橋面舗装の維持管理マニュアルが必要。

産学官共同研究に望むこと

項目	全体		官		民		構造設計	川上測量	中央測量	キミコン	丸一調査	京福	協立	デジタル	サンワコン
	順位	合計	順位	合計	順位	合計									
簡易な調査方法の提案、研究	11	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

その他意見

- 奥越土木
 - 県内の路面状況の現状が分かる調査方法の提案。
 - より広範囲に補修できる技術の研究。
 - 鯖江丹生土木部（丹南土木出先）
 - 舗装状態と各大型車規格の振動相關
 - 福井土木
 - 職員でも使用可能な調査方法・機材の提案、研究
 - 安価で有効な補修材料の開発
 - 小浜土木
 - 低コストな補修方法
 - 県庁道路保全課
 - 設計条件と損傷度合に応じて補修工法の選定可能なマトリックスの作成
- キミコン
 - 散水消雪に関する積雪状態の画像診断技術を改良した、既設舗装面の画像診断技術の開発
- サンワコン
 - 日常点検を行ううえで、目視調査による判断基準の提案。（調査時のチェック項目の整理）
 - 日常点検から詳細調査および補修対策へのスムーズな移行の体制、システムづくり。
- 丸一調査設計
 - 技術力の向上
- 新技術の開発
 - 京福コンサルタント
 - 技術者育成のための講習会
- 凍結や日射による特殊な条件における破損事例および対策方法

舗装の適切な維持管理のあり方に関する研究（台帳作成～調査）

〇目 的

福井県下における既存の道路舗装を、効率的に維持管理するためには、道路交通条件および既存舗装の構造や過去の修繕履歴などが整理された「舗装管理台帳」の整備が重要であることや、今後、車道舗装の修繕や打ち換えを適切に計画するために、修繕回数が多い箇所と損傷要因の因果関係を、簡易的な調査方法で推定できるシステムの構築が重要であることを鑑み、今後の維持管理のあり方のモデルを提案することを目的とする。

〇主な作業内容（研究成果の目標）

【舗装管理台帳（案）の作成】

福井県が管理する幹線道路において、モデルとなる路線を 2 路線程度抽出し、該当路線における舗装構造条件や道路交通条件および修繕履歴など、舗装の維持管理に必要な基礎資料を収集、整理、とりまとめをおこなう。

県が保有している管理台帳や他県の道路管理者が保有している管理台帳などを参考に、今後、道路舗装の効率的な維持管理が可能となるような管理台帳のフォーマットを作成する。

- ① モデルとする路線の抽出
- ② 舗装構造条件や道路交通条件および修繕履歴などの基礎資料収集・整理
- ③ 舗装管理台帳のフォーマット（案）の作成

【損傷要因の調査およびとりまとめ】

舗装管理台帳（案）の作成で抽出した路線において、基礎地盤の条件が異なる箇所、修繕回数が多い区間を 2 箇所程度選定し、舗装構成や路床支持力、基礎地盤の調査など当研究会において調査が可能でかつ有効な調査方法を策定し、現地調査を実施する。

また、福井県建設技術研究センターで平行して実施している、舗装の損傷要因を簡易的に調査する目的で開発される「小型 FDW による調査手法の研究」と連携することにより、それら結果をあわせて分析し、損傷要因と調査結果の因果関係についてまとめる。

- ① モデルとする路線での調査箇所の選定
- ② 調査項目の策定および現地調査の実施
- ③ 調査結果の整理およびとりまとめ

〇グループ内における役割分担

吉田先生；研究に関する総合的な技術支援

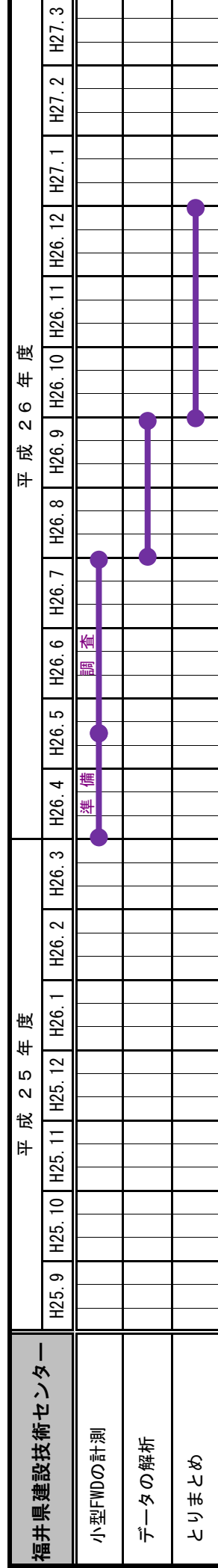
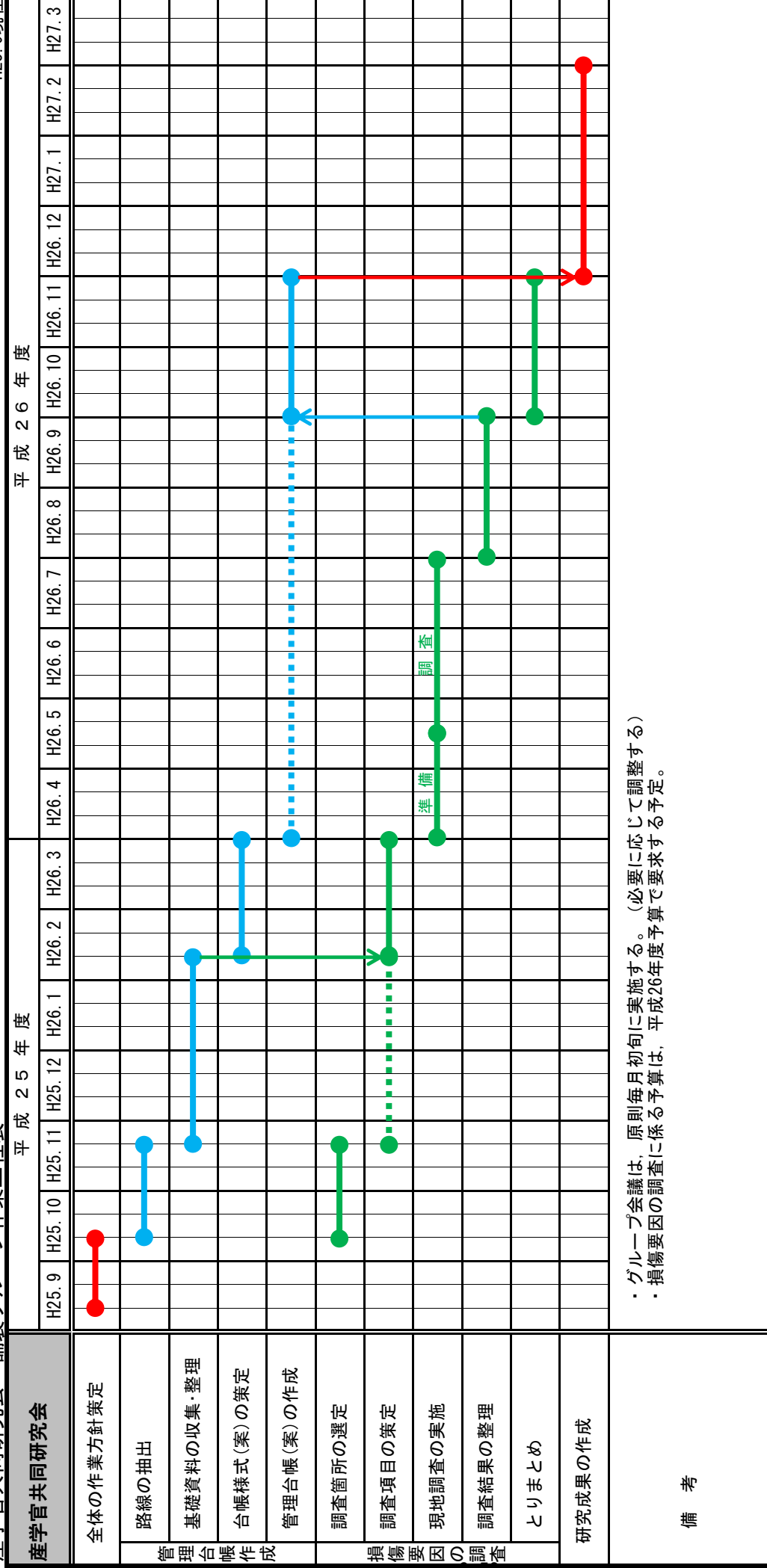
三田村委員；公的機関との調整や情報共有、福井県建設技術研究センターとの連携役

山崎委員；舗装管理台帳（案）の作成に関することの担当

大槻委員；損傷要因の調査およびとりまとめに関することの担当

産学官共同研究会 舗装グループ作業工程表

H25.9現在



○進捗状況の報告

現在、調査路線の選定が概ね完了し、今後当該区間における基礎資料などの整理を順次進めていく予定である。

1. モデル路線の選定の手順

以下の手順でモデル路線の抽出を実施した。

- ① 福井土木事務所管内の県管理の道路において、道路管理実務担当のヒアリングにより補修頻度の高い路線（区間）を抽出する。⇒【一般国道 416 号の七瀬橋～R305 交差点までを抽出】

↓

- ② 舗装補修履歴（平成 10 年度から平成 24 年度の過去 14 年間）を平面図にプロットし、調査対象区間の見当をつける。

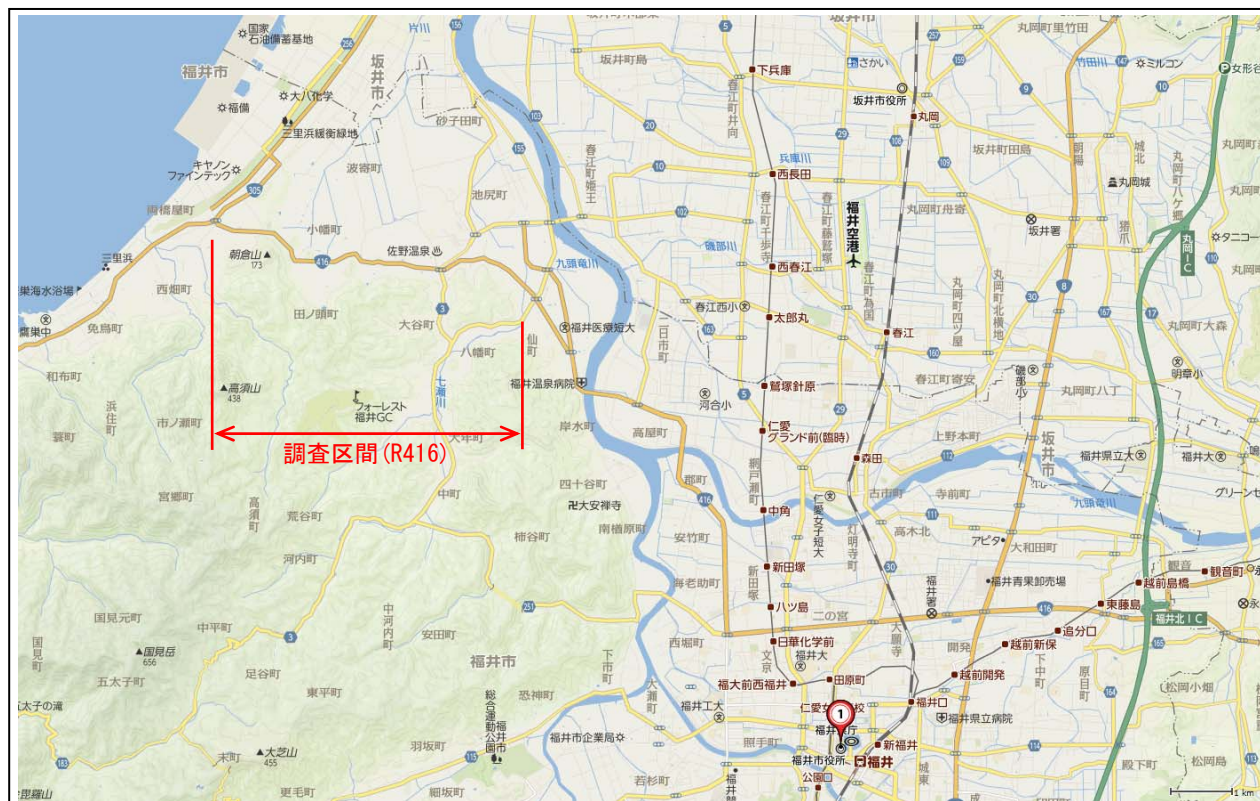
↓

- ③ 現地確認を行い、舗装の損傷度の実情を把握し調査区間を選定する。

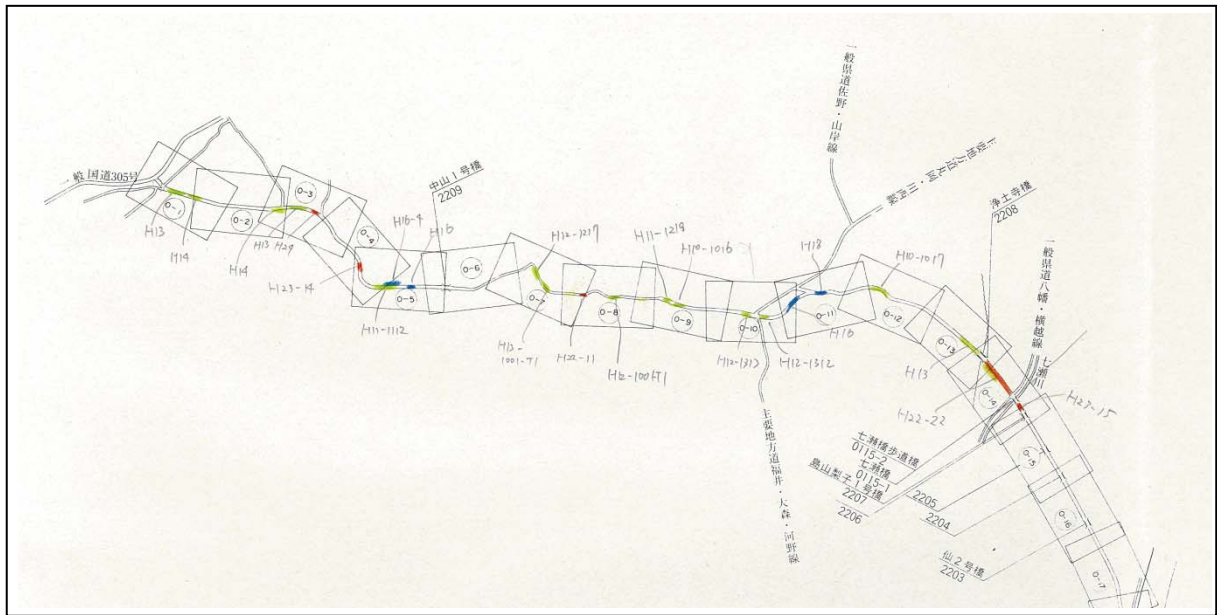
2. 調査区間の選定について

一般国道 416 号の下図に示す区間において、福井土木事務所道路保全課の協力を得て、過去の舗装補修履歴（平成 10 年度から平成 24 年度の過去 14 年間）の調査を実施した。

位 置 図



補修履歴プロット図（素図）



H10 年度～H15 年度工事 緑
H16 年度～H20 年度工事 青
H21 年度～H24 年度工事 赤

3. 調査区間の決定

一般国道 416 号の上記区間で現地確認を行い、舗装の損傷度の実情を踏まえ、以下の区間で調査を実施することとした。

調査区間 - 1

- ・一般国道 416 号（福井市浄土寺町地係）延長 L=500m
- ・選定理由；県担当者からの聞き取り、現地調査の結果から、舗装面が比較的健全な区間（盛土区間を含む）

調査区間 - 2

- ・一般国道 416 号（福井市中山町地係）延長 L=500m
- ・選定理由；県担当者からの聞き取り、現地調査の結果からひび割れが多く発生し、損傷が著しい区間（切土区間を含む）

次項に「調査位置平面図(1/2) (2/2)」を示す。

第14回産学官共同研究会

舗 装 グ ル ー プ		
所 属 メ ン バ ー	学；吉田先生（福井工業高等専門学校） 官；三田村（福井県建設技術研究センター） 産；山崎（丸一調査設計），大槻（サンワコン）	
研 究 成 果 (最終目標)	<p>①舗装管理台帳（案）の作成 福井県が管理する幹線道路において、モデルとなる路線を抽出し、舗装構造条件や道路交通条件および修繕履歴など、基礎資料を収集、整理、とりまとめをおこなう。これらをもとに、県が保有している管理台帳や他県の道路管理者が保有している管理台帳などを参考に、今後、道路舗装の効率的な維持管理が可能となるような管理台帳のフォーマットを作成する。</p> <p>②損傷要因の調査 舗装管理台帳（案）の作成で抽出した路線において、舗装構成や路床支持力、基礎地盤の調査など当研究会において調査が可能でかつ有効な調査方法を策定し、現地調査を実施する。</p> <p>また、福井県建設技術研究センターで実施している、舗装の損傷要因を簡易的に調査する目的で開発される「小型 FDW による調査手法の研究」と連携することにより、それら結果をあわせて分析し、損傷要因と調査結果の因果関係についてまとめる。</p>	
11 月	今 月 の 課 題	基礎資料の収集および調査項目の素案についての調整
	出席者・作業者	学；（欠席） 官；三田村氏 産；山崎氏・大槻
	活 動 概 要	<p>[グループ会議の議事録や活動内容および資料などを記載する]</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p>【H25 年度の目標】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・舗装管理台帳（案）の作成にかかる、基礎資料の収集および整理をおこない管理台帳様式の素案の作成 ・損傷要因の調査項目の抽出および関連資料の整理 </div> <p>以下の内容について打合せを行った。(H25. 11. 14)</p> <p>1. 管理台帳作成に必要な基礎資料項目の整理</p> <p>舗装を管理するうえで、必要な情報について以下のとおり収集する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・建設年度→管理者が所有している図書 ・大型車交通量→道路交通センサス ・ボーリングデータ（切土/盛土）→建設技術公社保有データ ・路面温度（必要に応じて）→建設技術研究センター <p>2. 損傷要因の調査項目の素案策定</p> <p>現状および損傷要因を確認するため、以下の調査項目を抽出した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・路面性状調査（ひび割れ率/わだち掘れ）→メンバーで実施予定（@50m） ・基礎地盤調査→周辺での既存ボーリングデータの有無を調査 ・CBR調査（2箇所）→周辺の既存CBRデータの有無を調査。無い場合は当研究会で実施？（要相談） ・コア抜き調査（ひび割れ深さ/合材厚）→当研究会で実施 <p>なお、コア抜き調査は、周辺で実施される福井土木発注の舗装修繕工事にあわせて、施工業者に依頼できないか調整する必要がある。</p> <p style="text-align: right;">（以 上）</p>

第16回産学官共同研究会

舗 装 グ ル ー プ		
所 属 メ ン バ ー	学；吉田先生（福井工業高等専門学校） 官；三田村（福井県建設技術研究センター） 産；山崎（丸一調査設計），大槻（サンワコン）	
研 究 成 果 (最終目標)	<p>①舗装管理台帳（案）の作成 福井県が管理する幹線道路において、モデルとなる路線を抽出し、舗装構造条件や道路交通条件および修繕履歴など、基礎資料を収集、整理、とりまとめをおこなう。これらをもとに、県が保有している管理台帳や他県の道路管理者が保有している管理台帳などを参考に、今後、道路舗装の効率的な維持管理が可能となるような管理台帳のフォーマットを作成する。</p> <p>②損傷要因の調査 舗装管理台帳（案）の作成で抽出した路線において、舗装構成や路床支持力、基礎地盤の調査など当研究会において調査が可能でかつ有効な調査方法を策定し、現地調査を実施する。</p> <p>また、福井県建設技術研究センターで実施している、舗装の損傷要因を簡易的に調査する目的で開発される「小型 FDW による調査手法の研究」と連携することにより、それら結果をあわせて分析し、損傷要因と調査結果の因果関係についてまとめる。</p>	
1 月	今 月 の 課 題	基礎資料の収集
	出席者・作業者	学；（欠席） 官；三田村氏 産；山崎氏・大槻
	活 動 概 要	<p>[グループ会議の議事録や活動内容および資料などを記載する]</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p>【H25 年度の目標】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・舗装管理台帳（案）の作成にかかる、基礎資料の収集および整理をおこない管理台帳様式の素案の作成 ・損傷要因の調査項目の抽出および関連資料の整理 </div> <p>以下の内容について打合せを行った。(H26. 1. 15)</p> <p>1. 管理台帳作成に必要な基礎資料項目の整理 舗装を管理するうえで、必要な情報について以下のとおり収集する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・建設年度→県庁道路建設課に確認中 ・大型車交通量→「H22 道路交通センサス」より収集済み ・ポーリングデータ（切土/盛土）→「ジオステーション」より収集済み ・路面温度→「雪みち情報ネットふくい」より収集済み <p>2. 来月の作業予定 作業スケジュールに従い、管理台帳の素案の作成を行う。</p> <p>3. その他 来年度の予定として、福井県建設技術研究センターで実施している「小型 FDW による調査手法の研究」が予定通り実施される見込みがついたため、当研究会においても、そのスケジュールに合わせ予定通り調査を実施する。</p> <p style="text-align: right;">（以 上）</p>

18000230651922800-BED0001.XML (0 - 13.5 m)



ボーリング柱状図

調 査 名 総合流域防災工事 地質調査業務委託 その1

事業・工事名

ボーリングNO.

シートNO.

ボーリング名	H20BNo.1		調査位置		一級河川 七瀬川 福井県福井市八幡町 地係				北 緯		36° 7' 49.5"				
発注機関	福井県 福井土木事務所				調査期間		平成20年10月08日 ～ 平成20年12月16日				東 経		136° 9' 28.3"		
調査業者名	株式会社 キミコン		主任技師		現場代理人		コア鑑定者		ボーリング責任者						
孔口標高	5.77 m	角			方 向			地盤勾配	水平		使用機種	試錐機	—	ハンマー 落下用具	
総掘進長	13.00 m	度			方 向			地盤勾配	90°		使用機種	エンジン	—	ポンプ	—

[illegible]

18000230751905610-BED0001.XML (0 - 20.65 m)

ボーリング柱状図

調 査 名 地方道路交付金工事(橋梁整備)土質調査業務委託その2

事業・工事名 地方道路交付金工事(橋梁整備)土質調査業務委託その2

ボーリングNO.

シートNO.

ボーリング名	BNo. 1	調査位置	主要地方道丸岡川西線 福井市布施田地係	北 緯	36° 8' 35.44"
発注機関	福井県三国土木事務所	調査期間	平成20年03月07日 ~ 平成20年03月25日	東 経	136° 9' 33.93"
調査業者名	ジビル調査設計株式会社	主任技師		現場代理人	コア鑑定者
孔口標高	4.05 m	角	180° 上 90° 下	方 向	0° 北 270° 西 180° 南 90° 東
総掘進長	20.50 m	地盤勾配	水平 鉛直 90°	使用機種	試錐機 エンジン
				ハンマー 落下用具	ポンプ

標準貫入試験				原位置試験		試験採取		掘進	
深度	10cmごとの 打撃回数	打撃 回数 ／ 貫入 量	N 値	深度	試験名 および結果	深度	試験 番号	採取 方法	室内 試験
(m)	(m)	(cm)		(m)		(m)			月 日
0	0	0							
1	1	1							
2	2	2							
3	3	3							
4	4	4							
5	5	5							
6	6	6							
7	7	7							
8	8	8							
9	9	9							
10	10	10							
11	11	11							
12	12	12							
13	13	13							
14	14	14							
15	15	15							
16	16	16							
17	17	17							
18	18	18							
19	19	19							
20	20	20							
21	21	21							
22	22	22							
23	23	23							
24	24	24							
25	25	25							
26	26	26							
27	27	27							
28	28	28							
29	29	29							
30	30	30							
31	31	31							
32	32	32							
33	33	33							
34	34	34							
35	35	35							
36	36	36							
37	37	37							
38	38	38							
39	39	39							
40	40	40							
41	41	41							
42	42	42							
43	43	43							
44	44	44							
45	45	45							
46	46	46							
47	47	47							
48	48	48							
49	49	49							
50	50	50							

18000230751905610-BED0002.XML (0 - 20.65 m)

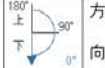
ボーリング柱状図

調 査 名 地方道路交付金工事(橋梁整備)土質調査業務委託その2

事業・工事名 地方道路交付金工事(橋梁整備)土質調査業務委託その2

ボーリングNO.

シートNO.

ボーリング名	BNo.2		調査位置		主要地方道丸岡川西線 福井市布施田地係				北 緯	36° 8' 35.68"		
発注機関	福井県三国土木事務所				調査期間		平成20年03月07日 ~ 平成20年03月25日			東 経	136° 9' 39.05"	
調査業者名	ジビル調査設計株式会社		主任技師		現場代理人		コア鑑定者		ボーリング責任者			
孔口標高	4.16 m	角			方			使用機種	試錐機		—	
総掘進長	20.50 m	度	0°		方	0° 北 270° 西 180° 南 90° 東		エンジン		—		
					地盤勾配		90°		ハンマー 落下用具		ポンプ	
					使用機種		エンジン		—		—	

標尺	高 度	厚 度	深 度	柱 状 図	土 質 区 分	色 相 対 調 度	相 対 密 度	記 事	地 層・岩 体 区 分	孔内水位 (m) / 測定月日	標準 貫 入 試 験				原位置試験		試料採取		室内試験	掘 進 月 日
											深 度	10cmごとの 打撃回数	打撃回数 / 貫入量	N 値	深 度	試 験 名 および結果	深 度	試 料 採 取 番 号		
(m)	(m)	(m)	(m)								(m)			(m)		(m)				
0.66	0.50	0.30			盛土 (SU)	暗褐色		道路盛土および耕作土。シルト質砂〜砂よりなる。	03/25 0.70											

国道416号路面温度等一覧(平成25年度)

雪みち情報ネットふくいより抽出したデータ

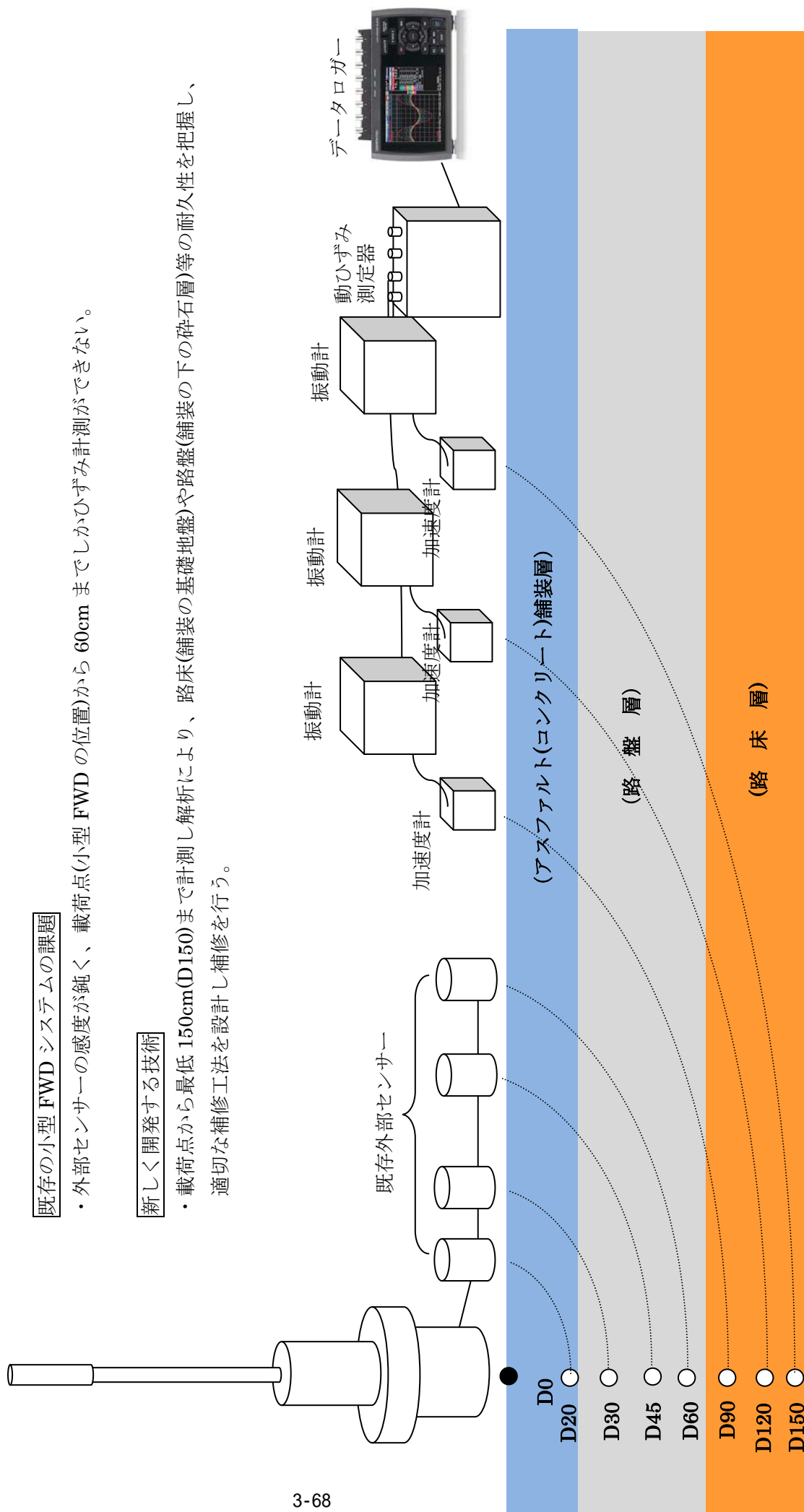
(単位:℃)

		路面からの 深さ(cm)	10月24日 以降	11月	12月	1月	2月	3月	10月24日～ 3月31日
御油田	第1層目	2.0	14.0	3.8	-1.6	-1.7	-1.7	2.1	-1.7
			19.1	12.2	5.4	4.2	5.1	12.8	8.5
	第2層目	7.5	15.2	5.6	0.1	-0.1	-0.1	3.7	-0.1
			19.4	12.5	5.8	4.9	5.2	12.5	8.7
	第3層目	20.0	16.8	7.5	1.9	1.6	1.7	5.1	1.7
			19.9	13.3	6.5	5.0	5.5	12.4	9.1
	第4層目	40.0	18.9	10.3	4.4	3.8	0.8	6.6	0.8
			20.6	14.6	7.6	5.7	5.9	11.9	9.9
東長田	第1層目	2.0	12.2	-	-	-	-	-0.8	-
			18.0	-	-	-	-	0.1	-
	第2層目	7.5	13.6	-	-	-	-	8.3	-
			18.2	-	-	-	-	11.7	-
	第3層目	20.0	15.6	-	-	-	-	-	-
			18.4	-	-	-	-	-	-
	第4層目	40.0	17.3	-	-	-	-	-	-
			18.6	-	-	-	-	-	-

(注)上段:最低温度, 下段:平均温度

福岡県建設技術研究所発行

既存小型 FWD



産学官共同研究会舗装G 活動報告書

日 時 ; H26 年 1 月 28 日 (火) AM9:30～AM10:30

場 所 ; 三国土木事務所 道路保全課

出席者 ; 道路保全課改良舗装 G 福山主任・今村主事
産学官共同研究会舗装 G 三田村氏・大槻

目 的 ; 舗装管理システムの視察

内 容 ; 三国土木事務所で運用されている舗装管理システムとはどのようなものか確認した。
現システムの概要は以下のとおりであった。

- ・市販の GIS ソフト「PC-Mapping」を活用し、過去の舗装修繕箇所と舗装修繕工事内容などが属性データとして入力されており、それらが確認できるシステムである。
- ・確認できるデータは、過去の舗装工事台帳、H17 交通センサス（大型車交通量）、MCI データ（国際航業が実施している）などが確認できる。
- ・更新は委託が必要（約 60 万円/年/事務所）である。

したがって、基礎データの整理や紙ベースの舗装工事台帳との関連付けなどがなされておらず、実用性に欠ける。また、そのほか県庁土木部で運用されている「社会基盤情報提供システム」もあり、これらのシステム間での同期化問題など課題は多い。（管理者の意見）

考 察 ; 効率的な維持管理を行うための管理システムとは程遠いことが分かった。

実現のためには、システムの抜本的な改良が必要であると思われ、当該研究会でできる範疇とは考えにくく、効率的な維持管理を行うためにはどのような情報（基礎資料）が必要か、また、どのような調査を行うべきかなどが容易に判断できる材料的なものをフォーマット化することが現実的だと感じた。

今後、管理システムを改善していくうえで参考にしてもらえそうな、研究となることを目的としてはどうか？

第17回産学官共同研究会

舗 装 グ ル ー プ		
所 属 メ ン バ ー	学；吉田先生（福井工業高等専門学校） 官；三田村（福井県建設技術研究センター） 産；山崎（丸一調査設計），大槻（サンワコン）	
研 究 成 果 (最終目標)	<p>①舗装管理台帳（案）の作成</p> <p>福井県が管理する幹線道路において、モデルとなる路線を抽出し、舗装構造条件や道路交通条件および修繕履歴など、基礎資料を収集、整理、とりまとめをおこなう。これらをもとに、県が保有している管理台帳や他県の道路管理者が保有している管理台帳などを参考に、今後、道路舗装の効率的な維持管理が可能となるような管理台帳のフォーマットを作成する。</p> <p>②損傷要因の調査</p> <p>舗装管理台帳（案）の作成で抽出した路線において、舗装構成や路床支持力、基礎地盤の調査など当研究会において調査が可能でかつ有効な調査方法を策定し、現地調査を実施する。</p> <p>また、福井県建設技術研究センターで実施している、舗装の損傷要因を簡易的に調査する目的で開発される「小型 FDW による調査手法の研究」と連携することにより、それら結果をあわせて分析し、損傷要因と調査結果の因果関係についてまとめる。</p>	
4 月	今 月 の 課 題	平成 26 年度の取り組みについて
	出 席 者 ・ 作 業 者	学；（欠席） 官；三田村氏 産；山崎氏・大槻
	活 動 概 要	<p>[グループ会議の議事録や活動内容および資料などを記載する]</p> <p>① 今後の方向性の再設定</p> <p>前回のグループ会議において、福井県の取り組み状況を踏まえて“舗装管理台帳案の作成に変えて、何か別のことに取り組んでいく方向で目標を設定する”ことで検討した結果、現在、道路保全課で「福井県舗装維持管理ガイドライン（案）」を策定しており、その中の一部を協力する方向で検討することとする。</p> <p>② 損傷要因の調査の実施計画</p> <p>福井県建設技術研究センターで実施している「小型 FDW による調査手法の研究」とあわせて調査する内容について、作業項目および作業時期など具体的な計画を策定した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・調査日は6月上旬を目途に調整する。（来月，道路管理者と調整する） ・当会に対応する作業は，コア抜き調査および小型 FWD 調査補助を考えている。 ・ひび割れ調査およびわだち掘れ調査は，既存路面性状調査結果を参考にする。 ・現場 CBR 調査は，当会に参加しているコンサルに委託する。（予算確定後） <p style="text-align: right;">（以 上）</p>

第18回産学官共同研究会

舗 装 グ ル ー プ		
所 属 メ ン バ ー	学；吉田先生（福井工業高等専門学校） 官；三田村（福井県建設技術研究センター） 産；山崎（丸一調査設計），大槻（サンワコン）	
研 究 成 果 (最終目標)	<p><u>①道路舗装の目視調査による点検マニュアル（案）</u> 道路管理者が日常的に行っている道路パトロールや大型車交通量（舗装計画交通量）の少ない道路（生活道路を含む）における舗装の現状把握のための調査手法として“目視調査”に着目し、（1）道路パトロールの調査方法の定型化。（対象：道路管理者）（2）目視調査における点検実施方法や写真撮影方法を定型化するとともに、舗装修繕の目安となる判定基準について損傷写真などを用いて整理し、目視調査による点検マニュアルを作成する。（対象：業務委託受託者）</p> <p><u>②損傷要因の調査</u> 舗装管理台帳（案）の作成で抽出した路線において、舗装構成や路床支持力、基礎地盤の調査など当研究会において調査が可能でかつ有効な調査方法を策定し、現地調査を実施する。 また、福井県建設技術研究センターで実施している、舗装の損傷要因を簡易的に調査する目的で開発される「小型FDWによる調査手法の研究」と連携することにより、それら結果をあわせて分析し、損傷要因と調査結果の因果関係についてまとめる。</p>	
5 月	今 月 の 課 題	研究方針について
	出席者・作業者	学；吉田先生 官；三田村氏 産；山崎氏・大槻
	活 動 概 要	<p>[グループ会議の議事録や活動内容および資料などを記載する]</p> <p>平成26年4月24日（福井高専会議室） <u>議題；今後の方向性の再設定</u> 前回のグループ会議において、福井県の取り組み状況を踏まえて“舗装管理台帳案の作成に変えて、何か別のことに取り組んでいく方向で目標を設定する”ことで検討した結果、現在、道路保全課で「福井県舗装維持管理ガイドライン（案）」を策定しており、その中の一部を協力する方向で検討することとする。 ⇒道路パトロールにおける点検方法を、ある程度マニュアル化する方向で再考する。各委員の素案を持ち寄り5/14(水)AM9:30～福井高専で協議する。</p> <p>平成26年5月14日（福井高専会議室） <u>議題；研究成果の具体的な内容の策定</u> 道路管理者が日常的に行っている道路パトロールや大型車交通量（舗装計画交通量）の少ない道路（生活道路を含む）における舗装の現状把握のための調査手法として“目視調査”に着目し、以下の内容について取りまとめる。 ①道路パトロールの調査方法の定型化。（対象：道路管理者） ②目視調査における点検実施方法や写真撮影方法を定型化するとともに、舗装修繕の目安となる判定基準について損傷写真などを用いて整理し、目視調査による点検マニュアルを作成する。（対象：業務委託受託者） ⇒作業分担し、随時とりまとめ作業を進める。</p> <p style="text-align: right;">（以 上）</p>

道路舗装の目視調査による点検マニュアル（案）

目 次

1. 総 則

- 1.1 目的…（本マニュアルの位置づけや対象路線を明確にする）
- 1.2 調査の流れ…（道路パトロール→目視調査→簡易構造調査）
- 1.3 用語の定義

2. 道路パトロールの実施方法

- 2.1 調査対象箇所…
- 2.2 調査方法…（写真撮影の精度を低く設定し作業を容易にする）
- 2.3 結果報告…（判定が難しい箇所や損傷が著しい箇所を抽出→目視調査へ）

3. 目視調査の実施方法

- 3.1 調査項目および方法…（ひび割れ、わだち掘れの調査方法や写真撮影方法を定義）
- 3.2 調査結果記録シート…（記録様式を提案）
- 3.3 判定基準…（例として損傷写真を添付し損傷度をランク付け→簡易構造調査へ）

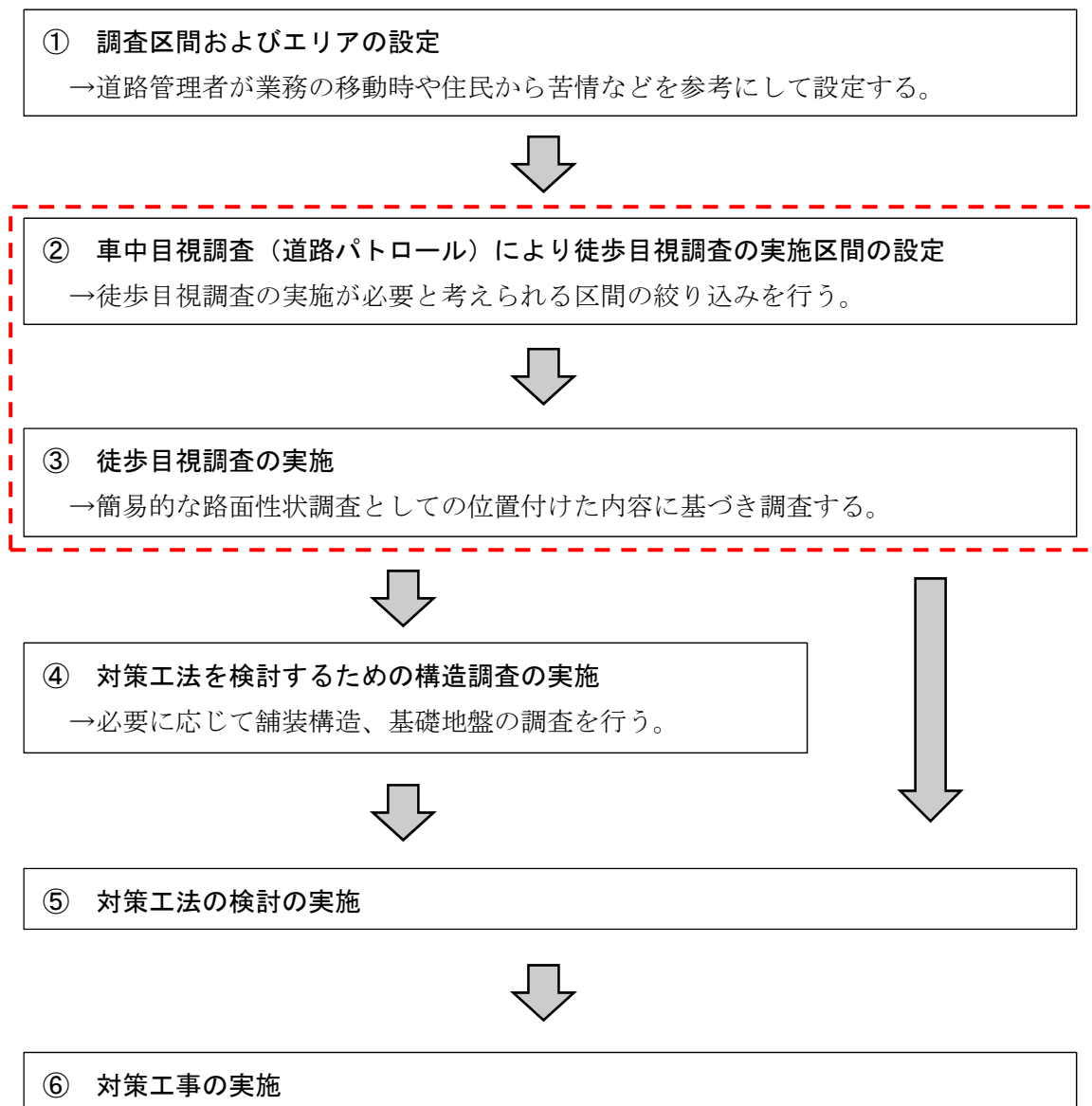
4. 簡易構造調査の実施方法（小型 FWD 調査）

- 4.1 調査の流れ…
- 4.2 調査方法…
- 4.3

第19回産学官共同研究会

舗 装 グ ル ー プ		
所 属 メ ン バ ー	学；吉田先生（福井工業高等専門学校） 官；三田村（福井県建設技術研究センター） 産；山崎（丸一調査設計），大槻（サンワコン）	
研 究 成 果 (最終目標)	<p>①道路舗装の目視調査による点検マニュアル（案） 道路管理者が日常的に行っている道路パトロールや大型車交通量（舗装計画交通量）の少ない道路（生活道路を含む）における舗装の現状把握のための調査手法として“目視調査”に着目し、（1）道路パトロールの調査方法の定型化。（対象：道路管理者）（2）目視調査における点検実施方法や写真撮影方法を定型化するとともに、舗装修繕の目安となる判定基準について損傷写真などを用いて整理し、目視調査による点検マニュアルを作成する。（対象：業務委託受託者）</p> <p>②損傷要因の調査 舗装管理台帳（案）の作成で抽出した路線において、舗装構成や路床支持力、基礎地盤の調査など当研究会において調査が可能でかつ有効な調査方法を策定し、現地調査を実施する。 また、福井県建設技術研究センターで実施している、舗装の損傷要因を簡易的に調査する目的で開発される「小型FDWによる調査手法の研究」と連携することにより、それら結果をあわせて分析し、損傷要因と調査結果の因果関係についてまとめる。</p>	
6 月	今 月 の 課 題	H25 年度成果のまとめと現地調査
	出席者・作業者	学；吉田先生 官；三田村氏 産；山崎氏・大槻
	活 動 概 要	<p>[グループ会議の議事録や活動内容および資料などを記載する]</p> <p>平成 26 年 6 月 2 日（福井高専会議室） <u>議題：マニュアル素案の確認および小型FDW調査の調整</u></p> <p>①マニュアル素案の内容について 別添マニュアルの素案についてグループ内での調整を図る。 ・適用路線の明確化の要否 →市町道も対象としてはどうか ・判定用写真の収集 →随時収集する ・記録シートの内容確認 →下記現地調査でテストする</p> <p>②小型FDW調査の実施について 以下の項目について作業項目や責任者（準備、段取り、とりまとめなどの責任者）など調整する。 ・実施日 →調整中 ・調査項目責任者 小型FDW調査→三田村 コア抜き調査 →大槻 現場CBR調査→山崎 ・実施予算 →現場CBR（キャスポル）1万/日、コア抜き5万/日、交通誘導員2.5万/日、合計8.5万円程度を想定している。</p> <p>今後の方針 →舗装の維持管理において、<u>当該マニュアルの位置付けを明確にしたうえで、再度マニュアル全体を通してブラッシュアップを行う必要がある。</u></p> <p style="text-align: right;">（以 上）</p>

■軽交通道路舗装の管理フロー（案）



注) [] が、当該マニュアルで設定している部分である。

目次

1. 総 則	
1.1 目 的	1
1.2 目視調査の位置付け	1
1.3 用語の説明	1
2. 道路パトロールの実施方法	
2.1 調査対象箇所	1
2.2 調査方法	1
2.3 結果報告	1
3. 目視調査の実施方法	
3.1 目視調査の実施	1
3.2 判定基準	1
3.3 調査結果記録シート	1
4. 簡易構造調査の実施方法（小型FWD調査）	…未

1. 総 則

1.1 目 的

1) 本マニュアルは、道路パトロールや舗装計画交通量の少ない道路における舗装の現状把握として行う目視調査に適用する。

【解 説】

1) 道路管理者が通常行っている道路パトロールや、路面性状測定車を用いて調査しない舗装計画交通量が少ない道路（いわゆる生活道路）などにおいて、舗装の現状把握に用いる手法としての目視調査について、調査方法や判定基準の定型化を目的として定める。

1.2 目視調査の位置付け

1) 目視調査は、既存舗装の現状を簡易かつ定量的に判定したい場合や、路面性状調査による測定頻度（間隔）を補足するための調査の手法として行う。

【解 説】

1) 目視調査は、舗装計画交通量の少ない道路および市町道など路面性状測定車を用いた調査が不適当と考えられる路線や、幹線道路において通常行っている路面性状測定車による調査の補足調査として、構造設計や修繕工事を実施する必要性や優先度を判断する際の調査として位置付ける。

1.3 用語の説明

1) 舗装計画交通量

普通道路においては、舗装の設計期間内の大型自動車の平均的な交通量のことをいい、道路管理者が定める。

2) ひび割れ率

道路を単位区間ごとに分割して、路面上に縦横 0.5m ごとのマス目を想定し、調査区間全体の面積に占める道路舗装面にひび割れのあるマス目の面積の割合を示す。

3) わだち掘れ量

わだち掘れは、道路の縦断方向の平たん性を評価する。測定区間ごとにわだち掘れのパターンを判別し（流動 or 摩耗）、mm 単位で測定し、いずれか大きい方を測定断面のわだち掘れ量とする。

4) 平たん性

平たん性は、道路の縦断方向の平たん性を評価する。縦断方向の路面の形状が基準線か、どの程度下がっているか測定し、縦断方向の凸凹量を算出。この縦断方向の凸凹量を 1.5m 間隔で抽出し、単位区間ごとに標準偏差を算出した値が平たん性となる。

5) ポットホール

舗装面に発生する局所的な小さい穴をいい、ひび割れに起因するアスファルト材の剥離等が原因。

6) 路面性状測定車

走行しながら路面性状、沿道画像を自動計測記録することが可能な調査車両のこと。

7) FWD試験

Falling Weight Deflectometer の略。おもりに路面に落下させ、その際に生じるたわみ量をセンサーにより計測し、舗装構造の健全性を試験方法である。

2. 道路パトロールの実施方法

2.1 調査対象箇所

- 1) MCI 3 以下の箇所
2) 管理区分Ⅳの箇所

【解説】

1) MCI とは、路面状態を評価する指標で維持管理指数といいひび割れ率、わだち掘れ量、平たん性目視ではわかりにくいなどで評価する。MCI 3 以下の箇所は各土木事務所・土木部の舗装の修繕工事担当に確認すること。



ひび割れ

わだち掘れ

2) 管理区分Ⅳとは、大型車交通量 100 台/日・方向 未満、交通量 500 台/日未満の道路で各土木事務所・土木部の舗装の修繕工事担当に確認すること。

2.2 調査方法

- 1) バトロール車を約 30km/h で走行させる。

2) 走行上危険なポットホールや段差のある箇所を確認し、修繕工事の必要性のあると考えられるものは降車して位置を記録して写真を撮る。

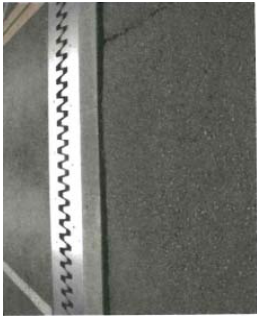
3) 別紙ひび割れ推定票と比較してひび割れ率 50%以上と推定される箇所については、降車して位置を記録、10m ごとに 100m 写真を撮る。

【解説】

- 1) 走行車内から目視調査が可能な速度として、30km/h を設定する。
- 2) 維持工事は、回復して行う手入れまたは軽度な修理であり、路面の性能を回復させることや舗装の強度低下を遅延させることを目的に実施する。
修繕工事は、維持工事では不経済もしくは十分な回復効果が期待できない場合に実施するもので、管理上要求される性能を満足させることを目的に実施する。



ポットホール



段差

2.3 結果報告

- 1) 調査結果は、各土木事務所・土木部の舗装の修繕工事担当に引き継ぐ。

【解説】

- 1) 調査結果は修繕工事の優先順位に反映されるので、工事担当課へ報告する。

3. 目視調査の実施方法

3.1 目視調査の実施

1) 目視調査の調査項目は、ひび割れ・ポットホール・段差・わだち掘れ・くぼみ の5項目とする。
2) 目視調査は、あらかじめ設定した調査区間において、損傷が最も進展している箇所を記録することとする。
3) 目視調査に用いる器具は、デジタルカメラ・コンベックス・ピンポール・標尺を標準とする。

【解説】

1) 調査項目は、目視（簡易器具による計測含む）により調査でき、かつ将来的に舗装構造へ悪影響を及ぼす損傷、走行性を損なう損傷や沿道へ悪影響を及ぼすような損傷を点検できる項目を抽出している。以下に、調査項目の概説を示す。

調査項目	解説	想定される影響
ひび割れ	網状や線状に発生したひび割れのことをいい、主に路床路盤支持力の不均一や切盛境の不等沈下、施工継ぎ目の不良などにより発生する損傷	走行性の水準低下 路床路盤の支持力低下(雨水浸透に起因)
ポットホール	表面の局所的な小穴のことをいい、主にアスファルト量不足や施工不良、網状ひび割れの進展に起因する損傷	走行性の水準低下
段差	構造物の取付け箇所や地下埋設物に沿って発生する凸凹のことをいい、主に交通繰り返し荷重や不等沈下により発生する損傷	走行性の水準低下 周辺地盤での振動
わだち掘れ	横断方向の凸凹のことをいい、主にアスファルト混合物の変形・流動・摩耗、路盤以下の圧密沈下起因する損傷	走行性の水準低下
くぼみ	軽微な段差やわだち掘れにより局所的に発生する凹部のことをいう。	歩行者などへの水はね

2) 当該マニュアルにおける“目視調査”とは、道路管理者が指定する調査区間において、詳細調査（構造調査）を実施するか否かを判断するための予備調査と位置付ける。ただし、道路の性格によっては、修繕工事の実施判断の目安にしてもよい。

3) 本マニュアルの目視調査は、降車（徒歩）での調査を基本としているため、損傷状況の撮影や簡易計測ができる道具を携行することを基本とする。

3.2 判定基準

1) 損傷レベルの判定は、下表に示すとおりとする。	
損傷	判定および判定基準
ひび割れ	網状、線状のひび割れに着目
	50点 概ね50%以上のひび割れ率 (MCI 2以下)
	25点 概ね30%～50%のひび割れ率 (MCI 3)
	5点 概ね10%～30%のひび割れ率 (MCI 4)
	0点 概ね10%以内のひび割れ率 (MCI 5)
ポットホール	自動車の走行に影響しない程度のポットホールの有無に着目 (50cm 以上は応急対応すること)
	50点 長辺が概ね 50cm 以上の大きさ
	25点 長辺が概ね 10cm～50cm の大きさ
	0点 長辺が概ね 10cm 以下の大きさ
	施工目地、埋設物(復旧跡含む)、マンホールなどに生じている段差
段差	15点 有り
	0点 無し
	横断方向の凸凹
わだち掘れ	25点 有り
	0点 無し
くぼみ	水たまりになりそうな凹みや晴天時の水たまりなど
	10点 有り
	0点 無し
2) 上表の点数を合計し、点数の高い調査区間（路線）を詳細調査（構造調査）、または修繕工事を実施する優先順位の目安として考慮する。	


【解説】

1) 損傷レベルの判定は、目視調査ということを前提に判断しやすい分類とした。また、点検者の主観に左右されないように、次項の「**損傷事例**」を参考にして判定することとする。

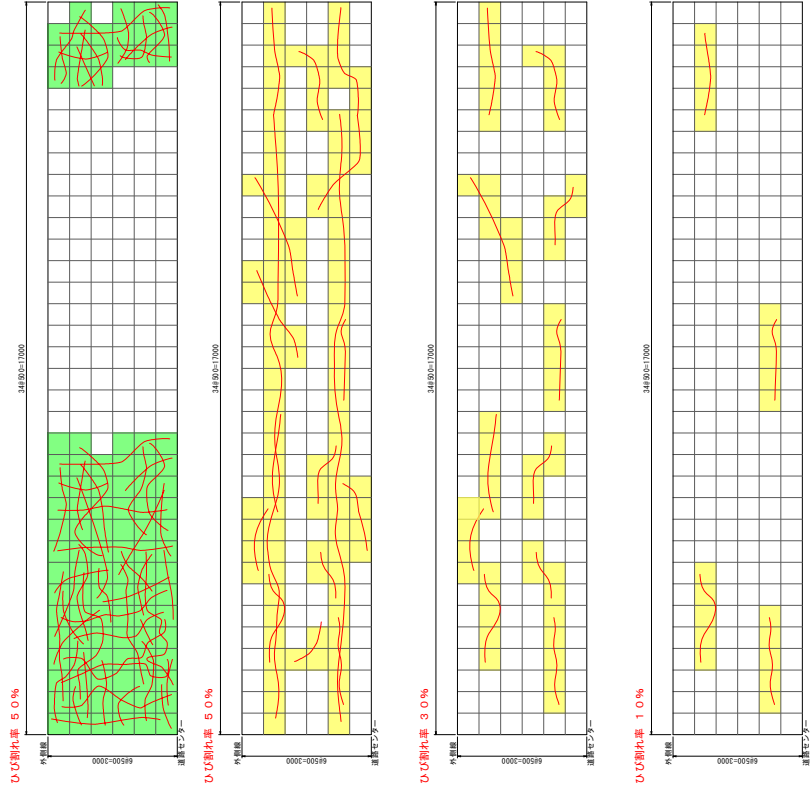
2) 現時点では域内道路の現状が把握できていないため、当面は下表のとおり運用することとする。

50点以上	詳細調査（構造調査）の実施／補修や修繕の実施の目安
50点～10点	道路パトロールの重点チェックポイントとする
10点以下	通常の道路パトロールで対応する


参考：損傷事例（1/2）

ひび割れ	
網状ひび割れ	線状ひび割れ
	

【ひび割れ率イメージ図】



参考：損傷事例（2/2）

ポットホール	
長辺が概ね 50cm 以上の大きさ	長辺が概ね 10cm 以下の大きさ
	

段	差	水たまり

わだち掘れ	

3.3 調査結果記録シート

【様式ー1】 目視調査 実施記録シート

事務所	福井土木事務所	現況交通量	自動車交通量：台/24h	大型車交通量：台/24h	点検者	株式会社〇〇〇〇	〇〇
路線名	一般国道 416号線	調査車線	上り：車線	下り：車線	点検日	平成 年 月 日	()
地係	福井市浄土寺町	調査区間	自：	至：	天候		
位置図							
ひび割れ		ポットホール		段差	わだち掘れ		水たまり
状況写真 添付		状況写真 添付		状況写真 添付	状況写真 添付		状況写真 添付
点検者コメント							

第20回産学官共同研究会

舗 装 グ ル ー プ		
所 属 メ ン バ ー	学；吉田先生（福井工業高等専門学校） 官；三田村（福井県建設技術研究センター） 産；山崎（丸一調査設計），大槻（サンワコン）	
研 究 成 果 (最終目標)	<p>①道路舗装の目視調査による点検マニュアル（案） 道路管理者が日常的に行っている道路パトロールや大型車交通量（舗装計画交通量）の少ない道路（生活道路を含む）における舗装の現状把握のための調査手法として“目視調査”に着目し、（1）道路パトロールの調査方法の定型化。（対象：道路管理者）（2）目視調査における点検実施方法や写真撮影方法を定型化するとともに、舗装修繕の目安となる判定基準について損傷写真などを用いて整理し、目視調査による点検マニュアルを作成する。（対象：業務委託受託者）</p> <p>②損傷要因の調査 舗装管理台帳（案）の作成で抽出した路線において、舗装構成や路床支持力、基礎地盤の調査など当研究会において調査が可能でかつ有効な調査方法を策定し、現地調査を実施する。 また、福井県建設技術研究センターで実施している、舗装の損傷要因を簡易的に調査する目的で開発される「小型 FWD による調査手法の研究」と連携することにより、それら結果をあわせて分析し、損傷要因と調査結果の因果関係についてまとめる。</p>	
7 月	今 月 の 課 題	H25 年度成果のまとめ
	出席者・作業者	学；吉田先生 官；三田村氏 産；山崎氏・大槻
	活 動 概 要	<p>[グループ会議の議事録や活動内容および資料などを記載する]</p> <p>平成 26 年 7 月 2 日（福井高専会議室） 議題；マニュアル素案の確認および中間報告書について</p> <p>①マニュアル素案の内容について 別添マニュアルの素案についてグループ内での調整を図る。</p> <p>②中間報告書について 以下の項目をとりまとめることで調整する。 ・道路舗装の目視調査による点検マニュアル（案）（小型 FWD 調査なし） ・アンケート結果 ・これまでの会議録</p> <p style="text-align: right;">（以 上）</p>

道路舗装の目視調査による点検マニュアル

(案)

～～道路構造物の維持管理技術の調査に関する研究～～

道路舗装の目視調査による点検マニュアル (案)

～～ 目 次 ～～～

1. 総 則	
1.1 目 的	1
1.2 目視調査の位置付け	1
1.3 用語の説明	3
2. 車中目視調査（道路パトロール）の実施方法	
2.1 調査対象箇所	4
2.2 車中目視調査の実施	5
2.3 結 果 報 告	8
3. 徒歩目視調査の実施方法	
3.1 調査対象箇所	9
3.2 徒歩目視調査の実施	10
3.3 判 定 基 準	11
3.4 調査結果記録シート	14
4. 簡易構造調査の実施方法（小型FWD調査）	
4.1 小型FWD調査の概要	15
4.2 調 査 方 法	15
4.3	

平成26年 7 月

産学官共同研究会 舗装グループ

1. 総 則

1.1 目 的

1) 本マニュアルは、道路パトロールや舗装計画交通量の少ない道路における舗装の現状把握として行う目視調査に適用する。

【解 説】

1) 道路管理者が通常行っている道路パトロールや、路面性状測定車を用いて調査しない舗装計画交通量が少ない道路（以下、軽交通道路という）などにおいて、舗装の現状把握に用いる手法としての目視調査について、調査方法や判定基準の定型化を目的として定める。

1.2 目視調査の位置付け

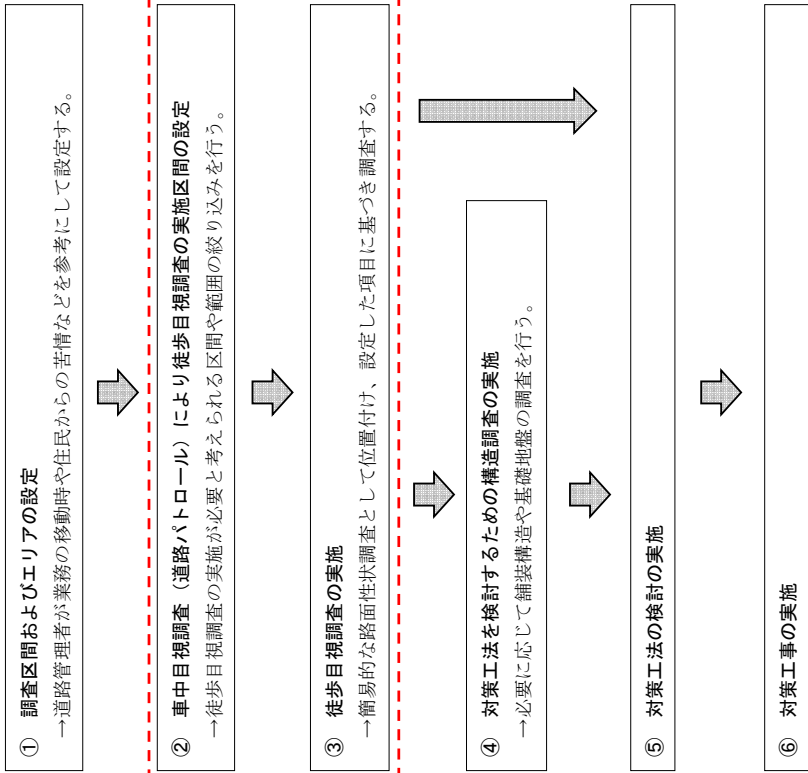
- 1) 目視調査は、既存舗装の現状を簡易的かつ定量的に判定したい場合や、路面性状調査による測定頻度（間隔）を補足するための調査の手法として行う。
- 2) 目視調査は、走行状態の車中より行う「車中目視調査」と降車し徒歩で行う「徒歩目視調査」に分類する。

【解 説】

1) 目視調査は、軽交通道路および市町道など路面性状測定車を用いた調査が不適当と考えられる路線や、幹線道路において通常行っている路面性状測定車による調査の補足調査として、構造設計や修繕工事を実施する必要性や優先度を判断する際の調査として位置付ける。

次項に「図-1. 軽交通道路舗装の管理フロー（案）」を示す。

2) 管理フローの段階において実施する目視調査を、それぞれ「車中目視調査」と「徒歩目視調査」に分類し、調査の目的を明確にしたうえで、調査方法および調査内容をそれぞれ定義する。



注) [] が、当該マニュアルの対象範囲である。

図-1. 軽交通道路舗装の管理フロー（案）

1.3 用語の説明

1) 舗装計画交通量

普通道路においては、舗装の設計期間内の大型自動車の平均的な交通量のことをいい、道路管理者が定める。

2) ひび割れ率

道路を単位区間ごとに分割して、路面上に縦横 0.5m ごとのマス目を想定し、調査区間全体の面積に占める道路舗装面にひび割れのあるマス目の面積の割合を示す。

3) わだち掘れ量

わだち掘れは、道路の縦断方向の平たん性を評価する。測定区間ごとにわだち掘れのパターンを判別し（流動 or 摩擦）、mm 単位で測定し、いずれか大きい方を測定断面のわだち掘れ量とする。

4) 平たん性

平たん性は、道路の縦断方向の平たん性を評価する。縦断方向の路面の形状が基準線からどの程度下がっているか測定し、縦断方向の凸凹量を算出。この縦断方向の凸凹量を 1.5m 間隔で抽出し、単位区間ごとに標準偏差を算出した値が平たん性となる。

5) ポットホール

舗装面に発生する局所的な小さい穴をいい、ひび割れに起因するアスファルト材の剥離等が原因。

6) 路面性状測定車

走行しながら路面性状、沿道画像を自動計測記録することが可能な調査車両のこと。

7) FWD試験

Falling Weight Deflectometer の略。おもりに路面に落下させ、その際に生じるたわみ量をセンサーにより計測し、舗装構造の健全性を試験方法である。

2. 車中目視調査（道路パトロール）の実施方法

2.1 調査対象箇所

- 1) MCI 3 以下の箇所（管理区分Ⅰ～管理区分Ⅲ）
2) 管理区分Ⅳの箇所
3) 道路管理者が指定する路線

【解説】

1) 福井県管理路線は、路面性状調査を実施していることから、MCI 3 以下の箇所は各土木事務所・土木部の舗装の修繕工事担当に確認すること。
なお、MCI とは路面状態を評価する指標で、維持管理指数といいひび割れ率、わだち掘れ量、平たん性（目視ではわかりにくい）などで評価する。



ひび割れ

わだち掘れ

2) 管理区分Ⅳとは、「福井県舗装維持管理ガイドライン（案）」で定義されている、大型車交通量 100 台/日・方向 未満、交通量 500 台/日未満の道路であり、各土木事務所・土木部の舗装の修繕工事担当に確認すること。

3) 市町道については、道路管理者が調査の必要性を検討し、調査路線や調査範囲を指定する。

2.2 車中目視調査の実施

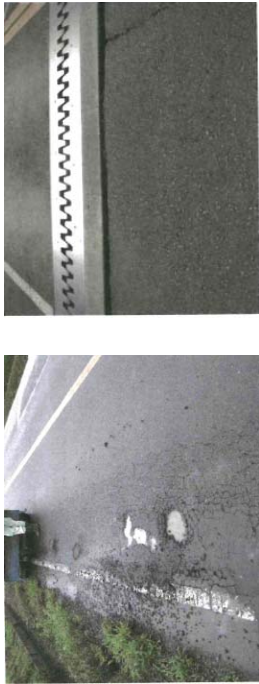
- 1) パトロール車を約30km/hで走行させる。

2) 走行上危険なポットホールや段差のある箇所を確認し、修繕工事の必要性のあると考えられるものは降車して位置を記録して写真を撮る。

3) ひび割れ率が概ね50%以上と推定される箇所については、降車して位置を記録し、写真を撮る。

【解説】

- 1) 走行車内から目視調査が可能な速度として、30km/hを設定する。
- 2) 事前に準備した管内図や道路台帳に、ポットホールや段差を確認した概ねの位置を記録し、修繕工事の必要性があると考えられる規模の損傷については、降車し写真撮影を行う。



ポットホール

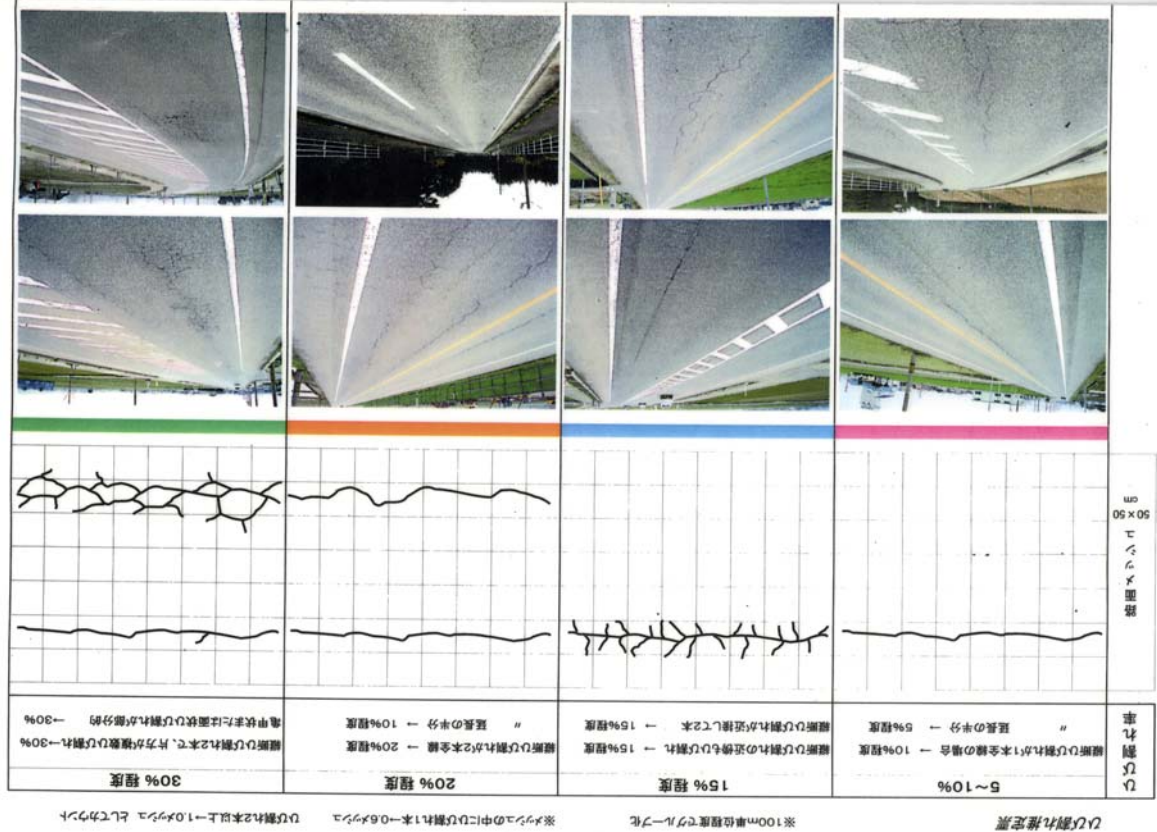
段 差

修繕工事の必要性があると考えられる規模の目安は、以下のとおりである。

ポットホール		・長辺が概ね50cm以上の場合 ・100m程度区間内に多数点存在している場合
段 差		・段差が2cm程度以上の場合 ・車内において、乗り心地が著しく悪いと感じた場合

注) 維持工事とは、回復して行う手入れまたは軽度な修理であり、路面の性能を回復させることや舗装の強度低下を遅延させることを目的に実施する工事をいう。
なお、維持工事では不経済もしくは十分な回復効果が期待できない場合に実施するものは修繕工事といい、管理上要求される性能を満足させることを目的に実施する。

- 3) 事前に準備した管内図や道路台帳に、ひび割れ率が50%以上と推定される範囲を確認した位置を記録し、概ね10mごとに100m程度の状況写真を撮影する。
- なお、ひび割れ率の判定目安については「図-2. ひび割れ推定票」を参考にする。



※100m単位程度でデジタル化 ※メッシュの中にひび割れ1本→0.6メッシュ ひび割れ2本以上→1.0メッシュとしてカウント

- 1) 福井県管理道路における調査結果は、各土木事務所・土木部の舗装の修繕工事担当に引き継ぐ。
- 2) 市町道における調査結果は、道路管理者の指示に従いまとめ、報告すること。

1) 福井県管理道路は、道路パトロールにて事中目視調査の実施を前提としているため、工事担当課へ報告することを規定する。

なお、調査結果は工事担当課の修繕工事の優先順位に反映されることもある。

2) 市町道については、道路管理者が指示する様式に調査結果を取りまとめ、報告すること

を規定する。

【北川ヒューテック㈱ 提供資料】

3. 徒歩目視調査の実施方法

3.1 調査対象箇所

- 1) 車中目視調査の結果より必要と判断された路線

2) 道路管理者が指定する路線

【解 説】

- 1) 車中目視調査の実施結果により、補修工事の必要性をある程度定量的に把握したい場合や、構造調査の実施を判断する基礎資料が必要であると判断した路線を対象とする。
- 2) 道路管理者が“徒歩目視調査が必要”と判断した路線や範囲を指定する。

3.2 徒歩目視調査の実施

- 1) 徒歩目視調査の調査項目は、ひび割れ・わだち掘れ・くぼみ・ポットホール・段差の5項目とする。

2) 徒歩目視調査は、車中目視調査にて設定した調査区間（調査範囲）において、「様式-1 調査結果記録シート」に損傷を記録することとする。

3) 徒歩目視調査に用いる器具は、デジタルカメラ・コンペンクックス・ピンボール・標尺を標準とする。

【解 説】

- 1) 調査項目は、目視（簡易器具による計測含む）により調査でき、かつ将来的に舗装構造へ悪影響を及ぼす損傷、走行性を損なう損傷や沿道へ悪影響を及ぼすような損傷を点検できる項目を抽出している。以下に、調査項目の概説を示す。

調査項目	解 説	想定される影響
ひび割れ	網状や線状に発生したひび割れのことをいい、主に路床路盤支持力の不均一や切盛境の不等沈下、施工継ぎ目の不良などにより発生する損傷	走行性の水準低下 路床路盤の支持力低下（雨水浸透に起因）
わだち掘れ	横断方向の凸凹のことをいい、主にアスファルト混合物の変形・流動・摩耗、路盤以下の圧密沈下起因する損傷	走行性の水準低下
くぼみ	軽微な段差やわだち掘れにより局所的に発生する凹部のことをいう。	歩行者などへの水はね
ポットホール	表面の局所的な小穴のことをいい、主にアスファルト量不足や施工不良、網状ひび割れの進展に起因する損傷	走行性の水準低下
段差	構造物の取付け箇所や地下埋設物に沿って発生する凸凹のことをいい、主に交通繰り返し荷重や不等沈下により発生する損傷	走行性の水準低下 周辺地盤での振動

- 2) 徒歩目視調査とは、道路管理者が指定する調査区間において、詳細調査（構造調査）を実施するか否かを判断するための“簡易的な路面性状調査”と位置付ける。
したがって、当該マニュアルでは、所定の様式に調査記録を残すことを規定する。
なお、道路の重要度によっては、直接 修繕工事の実施判断の目安にしてもよい。
- 3) 徒歩による目視調査において、損傷状況の撮影や簡易計測ができる道具を携行することを基本とする。

3.3 判定基準

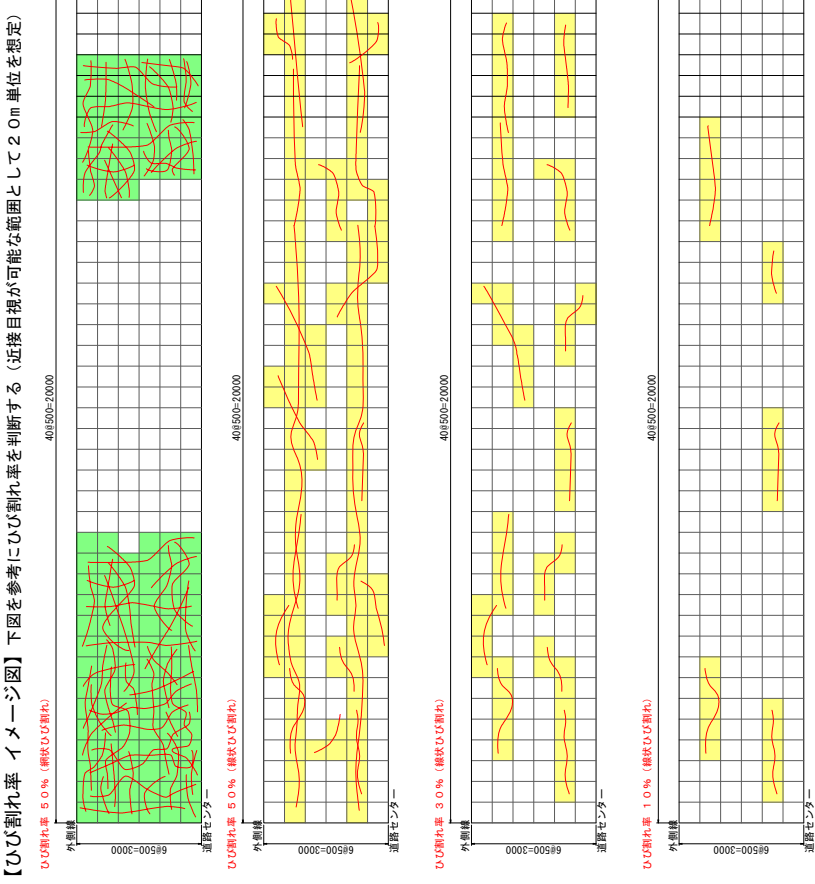
1) 損傷レベルの判定は、下表に示すとおりとする。		
損傷	判定および判定基準	
ひび割れ 修繕工事	網状、線状のひび割れに着目	
	50点 概ね50%以上のひび割れ率 (MCI 2以下)	
	25点 概ね30%～50%のひび割れ率 (MCI 3)	
	5点 概ね10%～30%のひび割れ率 (MCI 4)	
	0点 概ね10%以内のひび割れ率 (MCI 5)	
わだち掘れ 評価対象項目	横断方向の凸凹	
	25点 有り	
	0点 無し	
くぼみ 評価対象項目	水たまりになりそうな凹みや晴天時の水たまりなど	
	10点 有り	
	0点 無し	
ポットホール 維持工事 評価対象項目	自動車の走行に影響しない程度のポットホールの有無に着目 (50cm以上は応急対応すること)	
	大 長辺が概ね50cm以上の大きさ	
	中 長辺が概ね10cm～50cmの大きさ	
	小 長辺が概ね10cm以下の大きさ	
段差 評価対象項目	施工目地、埋設物(復旧跡含む)、マホールなどに生じている段差	
	有り 沿道環境への影響がある	
	無し 沿道環境への影響はない	
2) 上表の点数を合計し、点数の高い調査区間(路線)を詳細調査(構造調査)、または修繕工事を実施する優先順位の目安として考慮する。		

【解説】



- 1) 損傷レベルの判定は、目視調査ということを前提に判断しやすい分類とした。また、点検者の主観に左右されないように、次項の「**損傷事例**」を参考にして判定することとする。
- 2) 現時点では域内道路の現状やサービス水準が把握できていないため、当面は下表のとおり運用することとする。
- | | |
|---------|----------------------------|
| 50点以上 | 詳細調査(構造調査)の実施／補修や修繕の実施の目安 |
| 50点～10点 | 車中目視調査(道路パトロール)の重点チェックポイント |
| 10点以下 | 通常の車中目視調査(道路パトロール)で対応 |



参考：損傷事例(1/2)

ひび割れ	
網状ひび割れ	線状ひび割れ
	



参考：損傷事例（2/2）

ポットホール	
長辺が概ね 50cm 以上の大きさ	長辺が概ね 10cm 以下の大きさ
	

段	差	く	ぼ	み
				

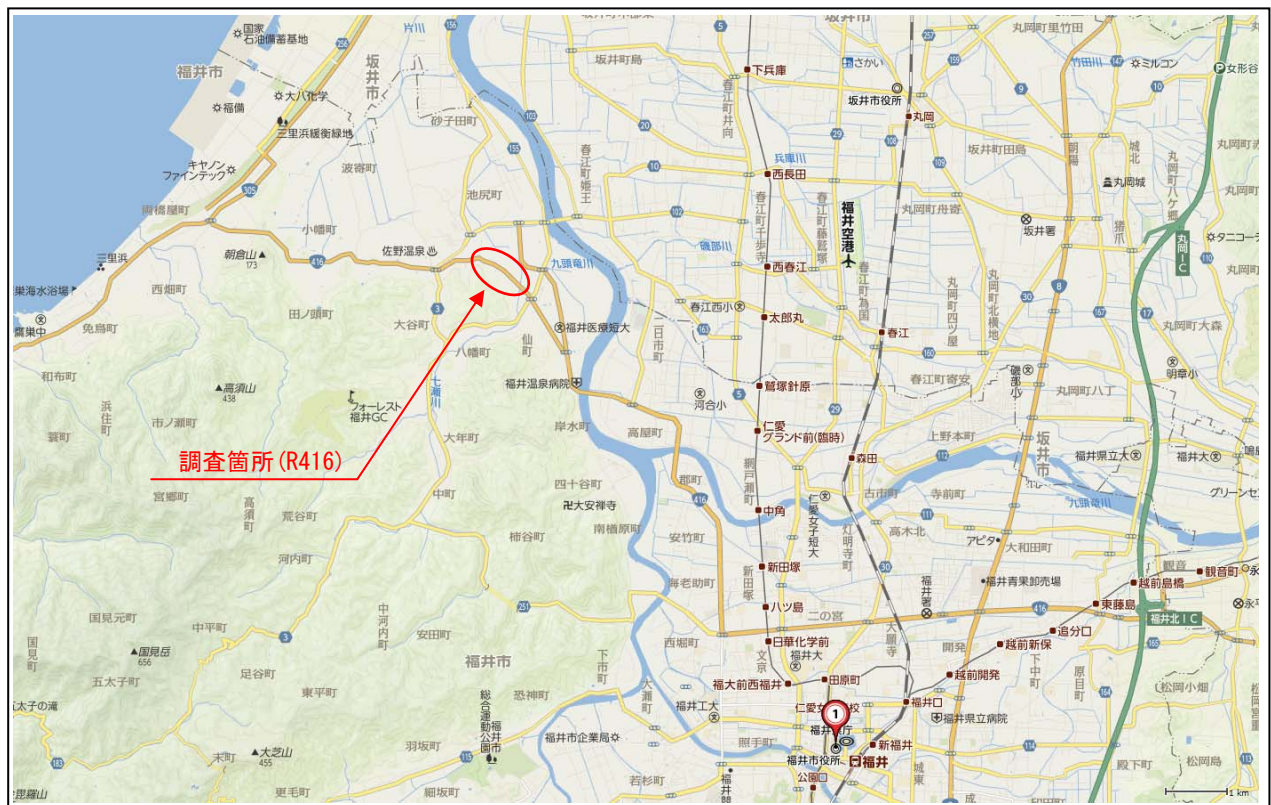
わ		だ	ち	掘	れ
		<div>損傷写真収集中</div>			

第21回産学官共同研究会

舗 装 グ ル ー プ		
所 属 メ ン バ ー	学；吉田先生（福井工業高等専門学校） 官；三田村（福井県建設技術研究センター） 産；山崎（丸一調査設計），大槻（サンワコン）	
研 究 成 果 (最終目標)	<p>①道路舗装の目視調査による点検マニュアル（案）</p> <p>道路管理者が日常的に行っている道路パトロールや大型車交通量（舗装計画交通量）の少ない道路（生活道路を含む）における舗装の現状把握のための調査手法として“目視調査”に着目し、（１）道路パトロールの調査方法の定型化。（対象：道路管理者）（２）目視調査における点検実施方法や写真撮影方法を定型化するとともに、舗装修繕の目安となる判定基準について損傷写真などを用いて整理し、目視調査による点検マニュアルを作成する。（対象：業務委託受託者）</p> <p>②損傷要因の調査</p> <p>舗装管理台帳（案）の作成で抽出した路線において、舗装構成や路床支持力、基礎地盤の調査など当研究会において調査が可能でかつ有効な調査方法を策定し、現地調査を実施する。</p> <p>また、福井県建設技術研究センターで実施している、舗装の損傷要因を簡易的に調査する目的で開発される「小型 FWD による調査手法の研究」と連携することにより、それら結果をあわせて分析し、損傷要因と調査結果の因果関係についてまとめる。</p>	
9 月	今 月 の 課 題	現地調査の事前調整
	出席者・作業者	官；三田村氏 産；山崎氏・大槻
	活 動 概 要	<p>[グループ会議の議事録や活動内容および資料などを記載する]</p> <p><u>議題；現地調査の事前調整について</u></p> <p>現地調査の実施計画は以下のとおりとする。</p> <p>①実施箇所；R 4 1 6 号（福井市浄土寺町付近）</p> <p>②実施日；10 月下旬→コア抜きおよび現場 C B R 実施箇所を現地で選定 11 月上旬→調査の実施（天候や委員の都合にて決定）</p> <p>③調査の詳細；</p> <ul style="list-style-type: none"> ・小型 FWD→500m 単位区間を 2 区間（計 1km）調査する予定。 ・コア抜きおよび現場 C B R→小型 FWD 実施区間内（1 区間のみ）で 3 箇所それぞれ実施する。 <p>④調査道具；</p> <ul style="list-style-type: none"> ・小型 FWD→三田村さん（建設技術 C）のほうで段取りしてもらう。 ・コア抜き→コア抜き用ドリルおよび発電機（研究会購入品） ・現場 C B R→キャスポル（外注） ・その他→交通誘導員は外注、移動用車両は所属コンサルで準備 <p style="text-align: right;">（以 上）</p>

第21回産学官共同研究会

1) 位置図

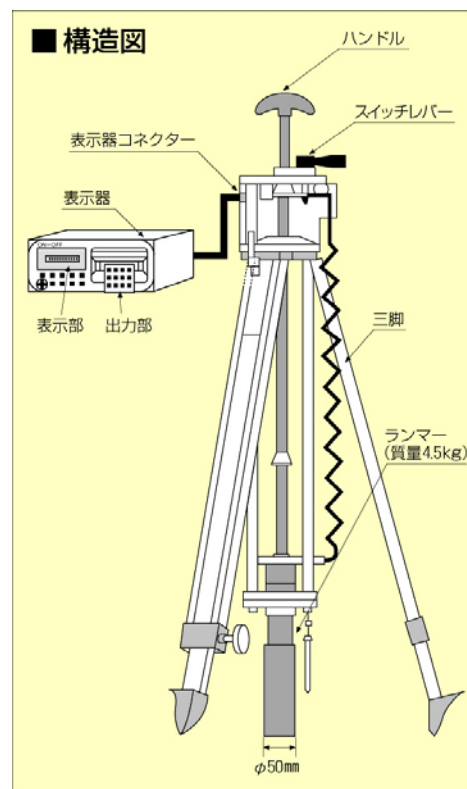


2) 使用道具

コア抜き用ドリル



キャス波尔

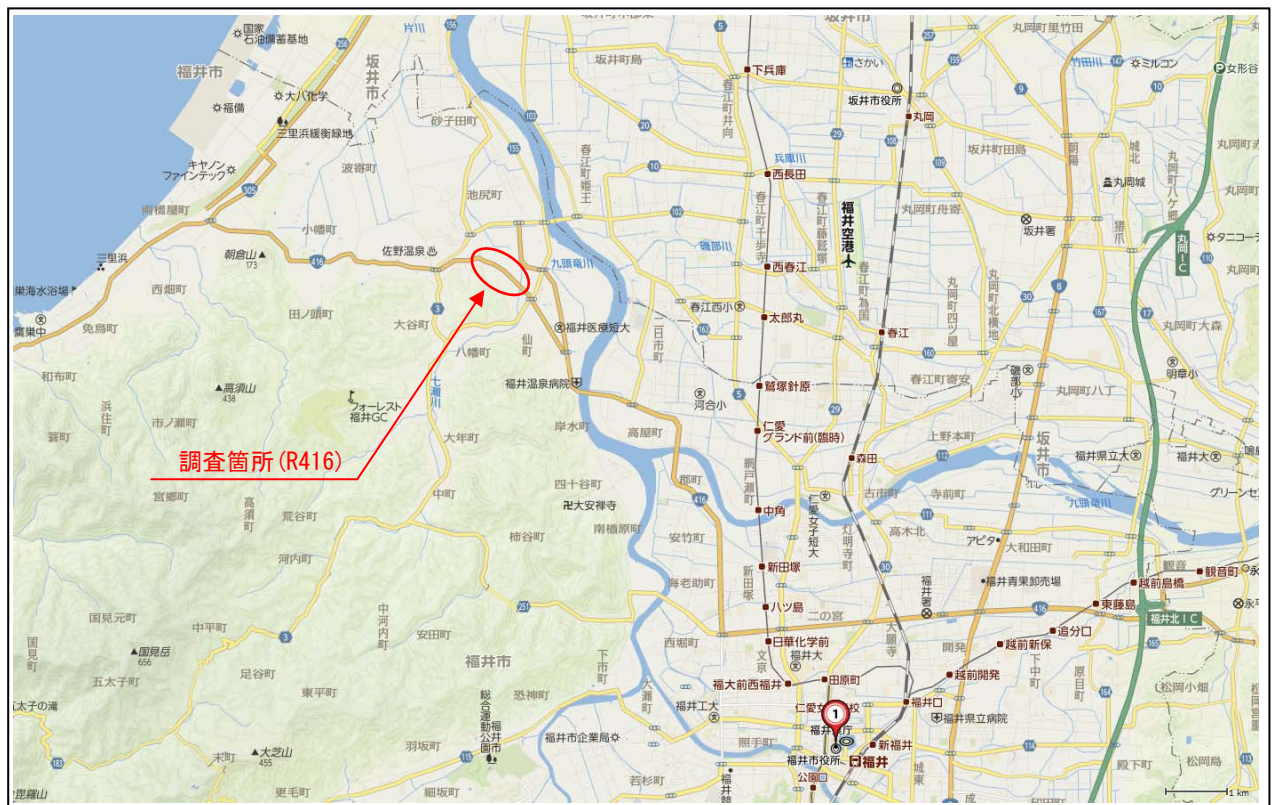


第22回産学官共同研究会

舗 装 グ ル ー プ		
所 属 メ ン バ ー	学；吉田先生（福井工業高等専門学校） 官；三田村（福井県建設技術研究センター） 産；山崎（丸一調査設計），大槻（サンワコン）	
研 究 成 果 (最終目標)	<p>①道路舗装の目視調査による点検マニュアル（案） 道路管理者が日常的に行っている道路パトロールや大型車交通量（舗装計画交通量）の少ない道路（生活道路を含む）における舗装の現状把握のための調査手法として“目視調査”に着目し、（1）道路パトロールの調査方法の定型化。（対象：道路管理者）（2）目視調査における点検実施方法や写真撮影方法を定型化するとともに、舗装修繕の目安となる判定基準について損傷写真などを用いて整理し、目視調査による点検マニュアルを作成する。（対象：業務委託受託者）</p> <p>②損傷要因の調査 舗装管理台帳（案）の作成で抽出した路線において、舗装構成や路床支持力、基礎地盤の調査など当研究会において調査が可能でかつ有効な調査方法を策定し、現地調査を実施する。 また、福井県建設技術研究センターで実施している、舗装の損傷要因を簡易的に調査する目的で開発される「小型 FWD による調査手法の研究」と連携することにより、それら結果をあわせて分析し、損傷要因と調査結果の因果関係についてまとめる。</p>	
12 月	今 月 の 課 題	現地調査の実施
	出席者・作業者	官；三田村氏 学；小林先生 産；山崎氏・岡島氏・大槻
	活 動 概 要	<p>[グループ会議の議事録や活動内容および資料などを記載する]</p> <p><u>現地調査の実施結果（中間報告）</u></p> <p>現地調査の実施結果は以下のとおり。</p> <p>①実施箇所；R 4 1 6 号（福井市浄土寺町付近）</p> <p>②実施日；11 月 11 日（水）</p> <p>③調査の詳細；</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 小型 FWD →500m 区間において 20m ピッチで実施（25 箇所） ・ コア抜き →2 箇所 ・ 現場 C B R →1 箇所 <p>今後調査結果を整理して、取りまとめる予定。</p> <p style="text-align: right;">（以 上）</p>

第22回産学官共同研究会

1) 位置図

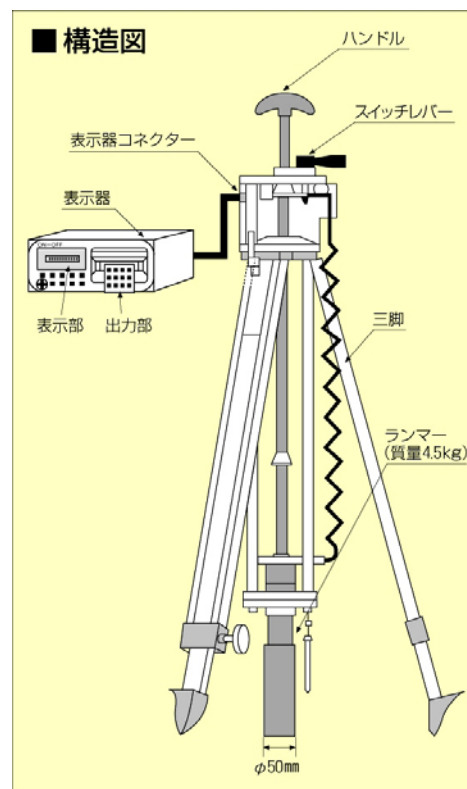


2) 使用道具

コア抜き用ドリル

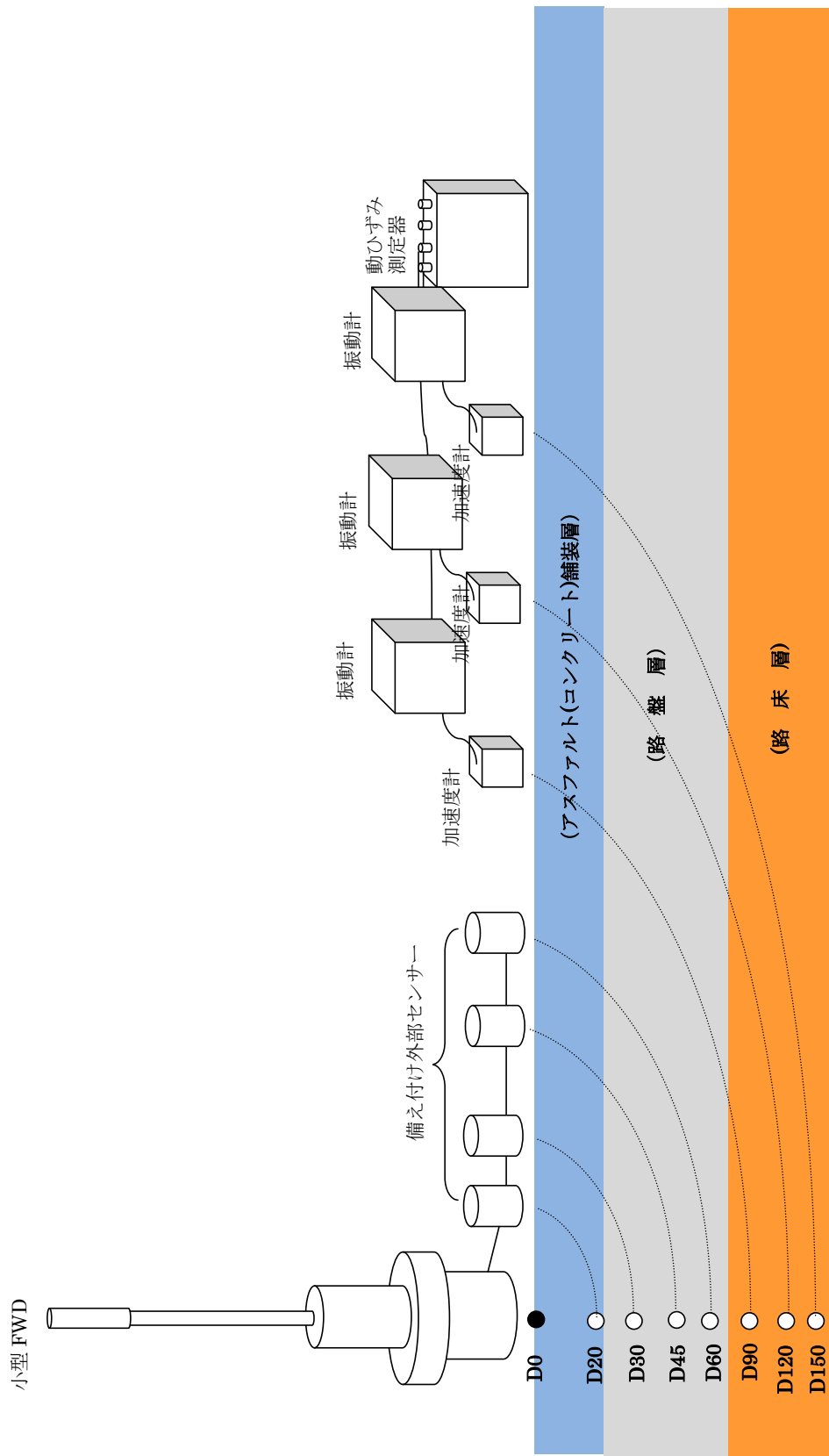


キャスボル



3) 小型 FWD 調査方法概念図

小型 FWD 計測システム



第22回産学官共同研究会

4) 作業風景写真

①小型FWD調査 (調査結果整理中)



②コア抜き調査 (コア径 80mm, アスファルト厚 15cm)



③現場C B R 調査 (調査結果整理中)



第4編 斜面グループ

斜面グループ 目次

第1章 アンケート調査及び研究対象検討	4-1
1.1 はじめに	4-1
1.2 アンケート調査結果	4-1
1.3 斜面グループ対象構造物検討	4-9
1.4 研究方針及びスケジュール	4-10
第2章 吹付法面調査	4-11
2.1 比較工法検討	4-11
2.2 既往調査手法	4-11
2.3 検証	4-12
2.4 調査対象法面検討	4-12
2.5 調査方法検討	4-13
2.6 調査結果	4-16
第3章 背面空洞の非破壊調査法に関する基礎的研究	4-21
3.1 背景と目的	4-21
3.2 背面空洞判定の原理	4-21
3.3 石膏ボードとコンクリートブロックを用いた室内モデル実験	4-22
3.4 現場実証実験	4-25
3.5 今後の課題と展望	4-28

第1章 アンケート調査及び研究対象検討

1.1 はじめに

斜面安定工の維持管理といっても、以下のようにその点検対象は様々であり、数も膨大である。そこで、斜面安定工の維持管理に関するニーズを把握するために関係者に斜面や構造物の点検に関するアンケートを行った。

表-1.1 斜面に関する点検対象

○切土斜面・自然斜面
○盛土斜面
○排水工、グラウンドアンカー工、切土補強土工、のり砕工、吹付工、張工、石張工・ブロック張工、かご工、石積・ブロック積擁壁工、井桁組擁壁工、ワイヤーロープ掛工、根固め工、編柵工、落石防護網工、落石防護柵工、落石防護擁壁工、ロックシェッド工

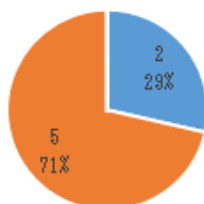
1.2 アンケート調査結果

斜面の維持管理の現状について、福井県の各土木事務所や県内の建設コンサルタント会社にアンケートを行った。回答は官 7、民 12 であった。

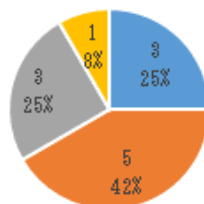
1.2.1 点検の重要性

①日常点検、②異常時（緊急）点検、③定期点検、④詳細点検・調査の各点検の重要性について、「極めて重要」、「重要」、「どちらともいえない」、「不要（そこまで費用をかけられない）」、「不要（そもそも不要）」の5項目の中から選んでもらったところ、「極めて重要」と「重要」が全ての項目で多くなっている。民側では②異常時（緊急）点検が「極めて重要」とする割合が特に高くなっている。一方、官側では③定期点検や④詳細点検・調査について「不要（そこまで費用をかけられない）」とする意見が見られた。

日常点検（官）

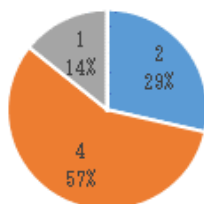


日常点検（民）

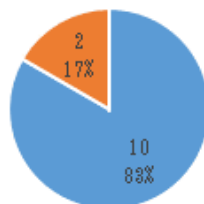


- 極めて重要
- 重要
- どちらともいえない
- 不要（そこまで費用をかけられない）
- 不要（そもそも不要）

異常時点検（官）

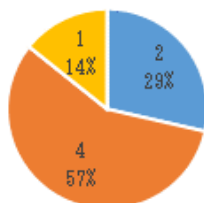


異常時点検（民）

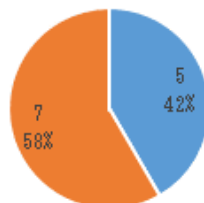


- 極めて重要
- 重要
- どちらともいえない
- 不要（そこまで費用をかけられない）
- 不要（そもそも不要）

定期点検（官）

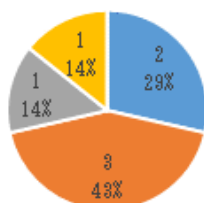


定期点検（民）

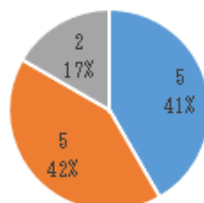


- 極めて重要
- 重要
- どちらともいえない
- 不要（そこまで費用をかけられない）
- 不要（そもそも不要）

詳細点検（官）



詳細点検（民）

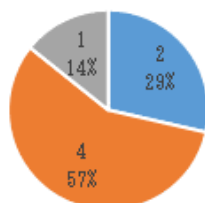


- 極めて重要
- 重要
- どちらともいえない
- 不要（そこまで費用をかけられない）
- 不要（そもそも不要）

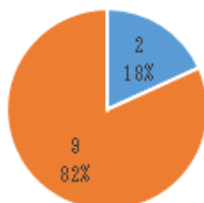
1.2.2 現在の点検体制

①日常点検、②異常時（緊急）点検、③定期点検、④詳細点検・調査の各点検の現在の体制について、「十分」、「どちらともいえない」、「不十分」の3項目の中から選んでもらったところ、「どちらともいえない」が全ての項目で多くなっている。官側で③定期点検、④詳細点検・調査について「不十分」とする意見の割合が高くなっており、点検体制の整備や強化が課題のようである。

日常点検（官）

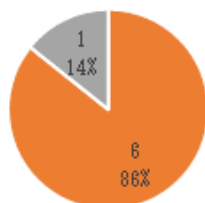


日常点検（民）

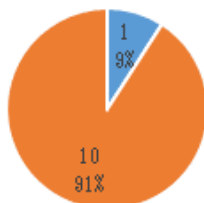


- 十分
- どちらともいえない
- 不十分

異常時点検（官）

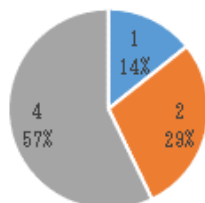


異常時点検（民）

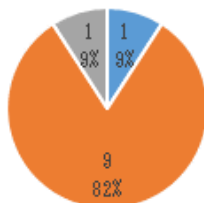


- 十分
- どちらともいえない
- 不十分

定期点検（官）

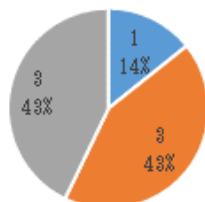


定期点検（民）

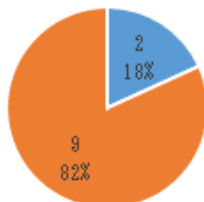


- 十分
- どちらともいえない
- 不十分

詳細点検（官）



詳細点検（民）

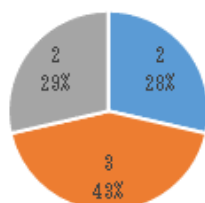


- 十分
- どちらともいえない
- 不十分

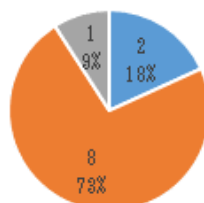
1.2.3 点検・調査手法

①日常点検、②異常時（緊急）点検、③定期点検、④詳細点検・調査の各点検の手法について、「明確で迷わない」、「明確だが不十分と感ずることがある」、「不明確・不十分」の3項目の中から選んでもらったところ、官側の②異常時（緊急）点検、③定期点検で「不明確・不十分」とする意見の割合が多くなっており、民側の割合と大きく異なっている。特に③定期点検は、これまで行われている『防災総点検』等を示すものであると思われるが、担当者によってその手法や結果が異なる場合があるためであると推測される。

日常点検（官）

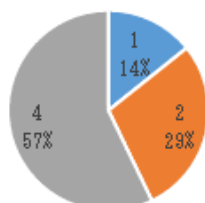


日常点検（民）

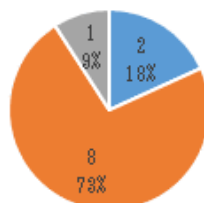


- 明確で迷わない
- 明確だが不十分と感ずることがある
- 不明確・不十分

異常時点検（官）

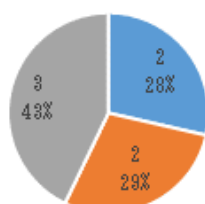


異常時点検（民）

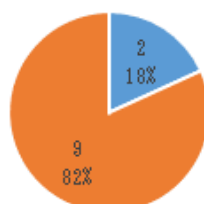


- 明確で迷わない
- 明確だが不十分と感ずることがある
- 不明確・不十分

定期点検（官）

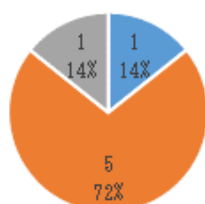


定期点検（民）

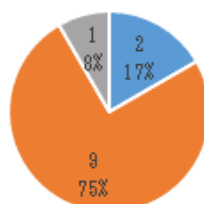


- 明確で迷わない
- 明確だが不十分と感ずることがある
- 不明確・不十分

詳細点検（官）



詳細点検（民）

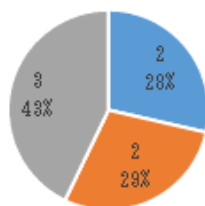


- 明確で迷わない
- 明確だが不十分と感ずることがある
- 不明確・不十分

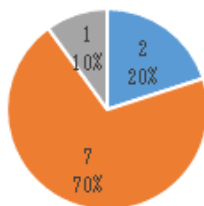
1.2.4 対策方針の判断

①日常点検、②異常時（緊急）点検、③定期点検、④詳細点検・調査の各点検の対策方針の判断について、「明確で迷わない」、「明確だが不十分と感ずることがある」、「不明確・不十分」の3項目の中から選んでもらったところ、官側の多くが「不明確・不十分」と感ずている。対象となる斜面はそれぞれ現状が異なり、その対策のパターンも多種多様であるため、このような結果になったのだと考えられる。

日常点検（官）

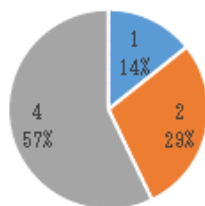


日常点検（民）

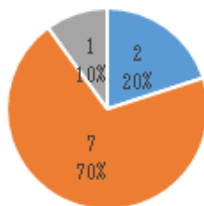


- 明確で迷わない
- 明確だが不十分と感ずることがある
- 不明確・不十分

異常時点検（官）

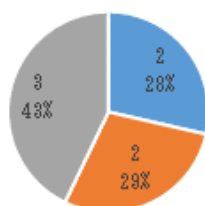


異常時点検（民）

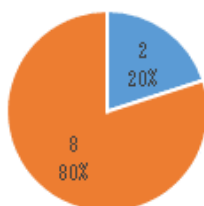


- 明確で迷わない
- 明確だが不十分と感ずることがある
- 不明確・不十分

定期点検（官）

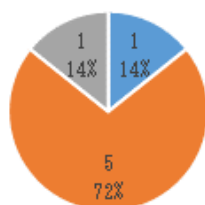


定期点検（民）

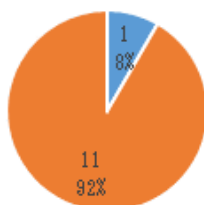


- 明確で迷わない
- 明確だが不十分と感ずることがある
- 不明確・不十分

詳細点検（官）



詳細点検（民）



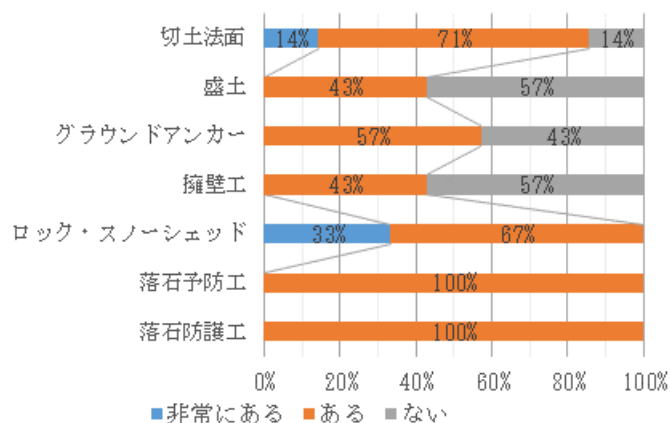
- 明確で迷わない
- 明確だが不十分と感ずることがある
- 不明確・不十分

1.2.5 顕在化している問題

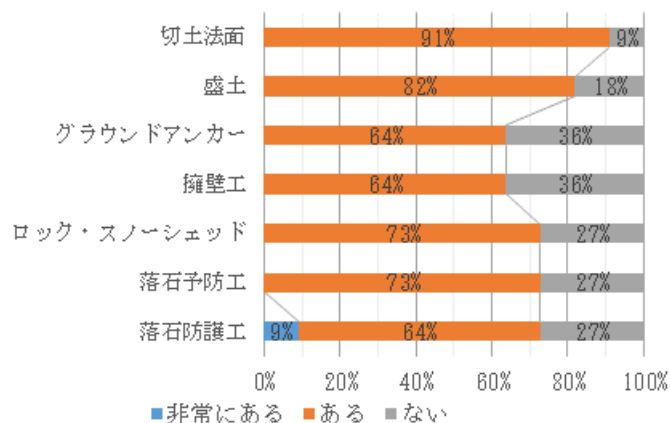
斜面の構造物で顕在化している問題があるかについて、「非常にある」と回答があったのは、官側で『切土斜面』と『ロック・スノーシェッド』であった。民側では『落石防護工』であった。『グラウンドアンカー』や『擁壁工』では比較的問題が「ない」と評価されている。

構造物	官			民		
	非常に ある	ある	ない	非常に ある	ある	ない
切土法面	1	5	1	0	10	1
盛土	0	3	4	0	9	2
グラウンドアンカー	0	4	3	0	7	4
擁壁工	0	3	4	0	7	4
ロック・スノーシェッド	2	4	0	0	8	3
落石予防工	0	7	0	0	8	3
落石防護工	0	7	0	1	7	3

顕在化している問題（官）



顕在化している問題（民）



1.2.6 災害・事故の事例

災害・事故の事例として、落石に関する事例が2件、モルタルに関する事例が1件挙げられた。

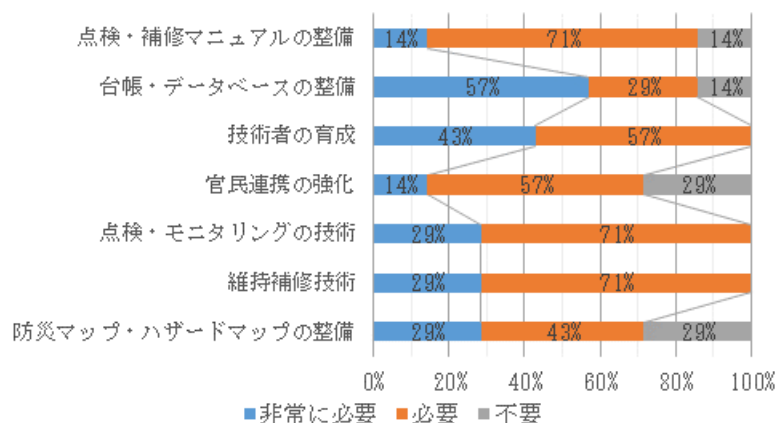
官	<ul style="list-style-type: none"> ・シカ等の小動物による落石が数回発生 ・落石、岩盤崩壊 ・経年劣化によるモルタル吹付の老朽化が進んでいる箇所が目立ってきており、今後崩壊等の恐れ
民	<ul style="list-style-type: none"> ・国道303号にて落石が通行車両に直撃し死亡事故発生 ・落石対策の未整備区間で落石が発生し車両と衝突 ・既設の対策工が劣化し、落石等の災害に対して機能しない可能性がある ・施設の老朽化による倒壊の恐れ ・モルタル吹付法面の崩壊 ・谷部を横断する道路盛土傾斜面において、降雨（豪雨）により、盛土内の地下水位が上昇したために盛土斜面がすべり破壊を起こした (原因は、表流水処理の不足、道路盛土により地下水位がダムアップされたことと盛土内の排水対策不足であった) ・普段沢水のない小規模な谷地形の箇所において、ゲリラ的な豪雨時に、土砂の流出や斜面崩壊が発生 水路や法面保護工を整備することで防げるケースがあると考えられる ・最近多い災害の事例として、谷地形での切土法面の崩壊が目立つ。これらは豪雨時に地盤（崖錐等）の悪い谷部に水が流れ込むことにより発生 ・切土斜面の崩壊 ・グラウンドアンカー等の張力により効果を発揮する構造物について、経年劣化によるリラクゼーションの促進、また腐食による突発的破断が懸念され、初期の整備効果より不安定化が進んでいると思われるが、点検や劣化判断は地中部のことなので行えず、崩壊を起こすまで解らない ・ロック・スノーシェットの塩害、ASR ・1989/7 越前町玉川（岩盤崩落） ・2004/7 大野市下打波（地すべり） 鯖江市上河内（土砂崩壊） ・2009/1 越前町厨（土砂崩落）

1.2.7 今後、必要なこと・必要な新技術

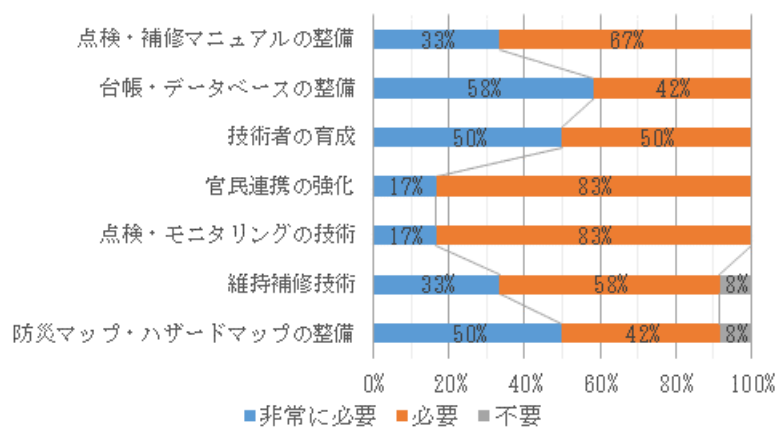
今後、必要なこと・必要な新技術として、「非常に必要」なものとして、『台帳・データベースの整備』と『技術者の育成』があげられる。

項目	官			民		
	非常に必要	必要	不要	非常に必要	必要	不要
点検・補修マニュアルの整備	1	5	1	4	8	0
台帳・データベースの整備	4	2	1	7	5	0
技術者の育成	3	4	0	6	6	0
官民連携の強化	1	4	2	2	10	0
点検・モニタリングの技術	2	5	0	2	10	0
維持補修技術	2	5	0	4	7	1
防災マップ・ハザードマップの整備	2	3	2	6	5	1

今後、必要なこと・必要な技術（官）



今後、必要なこと・必要な技術（民）



1.2.8 産学官共同研究に望むこと

産学官共同研究に望むこととして、官側からは対策工法の選定や事例集等に関する要望があった。民側からは斜面緑化に関する実務的な項目や業務の効率化につながるものが多い。

官	<ul style="list-style-type: none">・対策工法が様々あるなかで、技術や経験が少ない者にとっては、その信頼性や確実性を評価するのは困難であると思う。・変状に応じた対策事例のようなものがあれば役立てたいと思う。・構造物の健全度を測る指標の整備。
民	<ul style="list-style-type: none">・斜面の緑化に対する研究。・獣害、日照害、塩害、脆弱な土壌など、様々な条件で緑化を経済的に行う方法の研究。・GPS を用いた斜面点検のシステムまたはソフトを点検業者へ貸出し、統一したやり方で点検を進める方法を確立して欲しい。・吹付法面についての基準。

1.3 斜面グループ対象構造物検討

アンケート結果より、点検の重要性については官民間問わず重要であると認識しており、なかでも問題のある構造物として『切土法面（吹付、ロックボルト、グラウンドアンカー）』と『ロックシェッド（スノーシェッド）』が挙げられた。

『ロックシェッド（スノーシェッド）』はその構造的なことから、落石防護柵等と比べ、事後保全とした場合は更新が困難であり、結果的に維持管理費が増加する傾向にあるため、予防保全型管理が望ましいと考えられる。また、維持管理に関する知見も少なく、研究対象としては妥当と考えられる。しかし、『切土法面』に比べ施設数が少なく、かつ、近年は高エネルギー落石防護柵の開発により、その新規採用が少なくなっている。これらを踏まえ、本研究においては「切土法面」を対象とする。

切土法面のなかでも、維持管理の視点から、老朽化吹付法面を対象としたい。近年、コンクリートやモルタルを吹付けた法面が変状し、はく離やはく落する現象が頻発しており、第三者への被害も懸念されるためである。また、斜面においても予防保全型の維持管理手法を導入したらどうかといった意見やアンケートからも抽出されるように点検や補修の方法をもっと効率化したいといった意見も聞かれた。

また、既往産学官研究として、「老朽化吹付法面の健全性評価手法及び補修対策工法の研究 産学官共同研究報告書 平成 24 年 3 月 福井県雪対策・建設技術研究所」（以後、「H24 報告書」と称す）が存在する。

本研究においてはこの継続研究が有意義であると考え、対象構造物は「老朽化吹付法面」とする。

1.4 研究方針及びスケジュール

「H24 報告書」では吹付法面の調査として、打撃ハンマーを用いた振動計測による調査手法の開発を行っているが、既往調査手法との関係についてとりまとめられていない。本研究において開発調査手法と既往調査手法による現場実験（調査）を実施することによって、この関係性を明らかにすることを目的とする。

表-1.2 研究方針及びスケジュール

内容	実施年月
①「H24 報告書」の読み合わせ（特に調査に関して）	平成 25 年 10 月
②既往調査手法の読み合わせ及び検討	平成 25 年 11 月
③対象斜面の検討及び抽出	平成 25 年 12 月
④調査機関の検討及び抽出	平成 26 年 1 月
⑤現場実験	平成 26 年 4 月
⑥結果整理	平成 26 年 5 月

第2章 吹付法面調査

2.1 比較工法検討

吹付法面における一般的な調査方法である打音調査と、「H24 研究報告書」にて開発した振動計測による亀裂状況評価方法（以後、「振動調査法」と称す）と比較する目的で既往調査の検討を行った。

2.2 既往調査手法

吹付法面の調査手法において、モルタルとその背面の空洞調査としての適性を示せば、表-2.1 のようである。

表-2.1 吹付法面の調査方法

調査手法	計測対象	利 点	欠 点	適用性
目視	変状把握	・ 調査の基本。 ・ 安価である。	・ 定性的な判断となる。	◎
打音調査	背面空洞	・ 安価である。	・ 定性的な判断となる。	○
コアリング調査	背面空洞	・ 定量的な結果が得られる。	・ 調査点数が少ないと、斜面全体把握が困難である。	○
熱赤外線影像法	背面空洞	・ 大断面の場合、背面の状況を概略把握するのに有効である	・ 高価である。 ・ 定性的な判断となる。	○
地中レーダ探査	背面空洞	・ 面的なデータが得られる。	・ 斜面の勾配や表面の凸凹等、地形上の制約がある。	○
クラックスケール	ひび割れ幅	・ 安価である。	・ 大規模斜面の場合、面的データ取得が困難。	×
コンクリートのひび割れ抽出画像処理ソフト	ひび割れ幅	・ クラックスケールに比べ、面的データが取得可能。	・ 高価である。 ・ 植生等の影響で精度に問題がある。	×
ボーリング調査	地山安定性	・ 定量的な結果が得られる。	・ 高価である。	△
弾性波探査	地山強度	・ ボーリングに比べ、面的データが取得可能。	・ 高価である。	×
電気探査	地山状態 (風化程度、地下水)	・ ボーリングに比べ、面的データが取得可能。	・ 高価である。	×

2.3 検証

モルタルとその背面の空洞を調査する方法として一般的な打音調査と、新たな調査手法として提案した振動調査法について検証する。

振動調査法の目的は、吹付背面の空洞の状況を調査することである。同様の調査目的をもつ調査手法としては、①目視調査、②打音調査、③コアリング調査、④熱赤外線影響調査、⑤クラックスケールが挙げられる。

これら調査のうち①、③、④の成果がある吹付法面を抽出し、打音調査と振動調査法を実施して調査方法および個人差によるバラツキを検証することにした。

2.4 調査対象法面検討

福井県丹南土木事務所鯖江丹生土木部管内において既に調査が完了している吹付法面から、赤外線調査およびコアリング調査が完了している箇所をピックアップした。この中から、打音調査および振動調査法が容易に行える吹付法面として「H305B238」を選定した。

表-2.2 福井県丹南土木事務所鯖江丹生土木部管内吹付法面の既調査内容

連番	施設管理番号	所在地	既往調査			資料状態		摘要
			赤外線	コア抜き 3孔	10孔	赤外線	コア	
1	H 3 0 5 B 0 2 1	丹生郡越前町梨子ヶ平	1	1	—	○	○	
2	H 3 0 5 B 0 6 1	丹生郡越前町左右	4	—	1	○	○	
3	H 3 0 5 B 0 6 5	丹生郡越前町左右	5	2	—	○	○	
4	H 3 0 5 A 3 8 5	丹生郡越前町左右	6	3	—			実施済み
5	H 3 0 5 B 1 1 5	丹生郡越前町玉川	8	—	2	○	○	
6	H 3 0 5 A 4 2 1	丹生郡越前町玉川	11	—	3	×	×	
7	H 3 0 5 B 1 7 2	丹生郡越前町梅浦	14	4	—	資料なし		
8	H 3 0 5 A 4 8 5	丹生郡越前町梅浦	15	—	4	○	○	
9	H 3 0 5 B 1 7 3	丹生郡越前町新保	16	—	5	○	○	
10	H 3 0 5 B 1 9 1	丹生郡越前町新保	19	5	—	○	写真なし	
11	H 3 0 5 B 1 9 5	丹生郡越前町大樟	21	6	—	○	写真なし	
12	H 3 0 5 B 2 2 8	丹生郡越前町米ノ	24	8	—	×	×	
13	H 3 0 5 A 5 6 1	丹生郡越前町米ノ	25	—	6	○	○	
14	H 3 0 5 B 2 3 1	丹生郡越前町米ノ	26	9	—	○	○	
15	H 3 0 5 B 2 3 8	丹生郡越前町米ノ	28	10	—	○	○	
計			28	10	6			

採用⇒

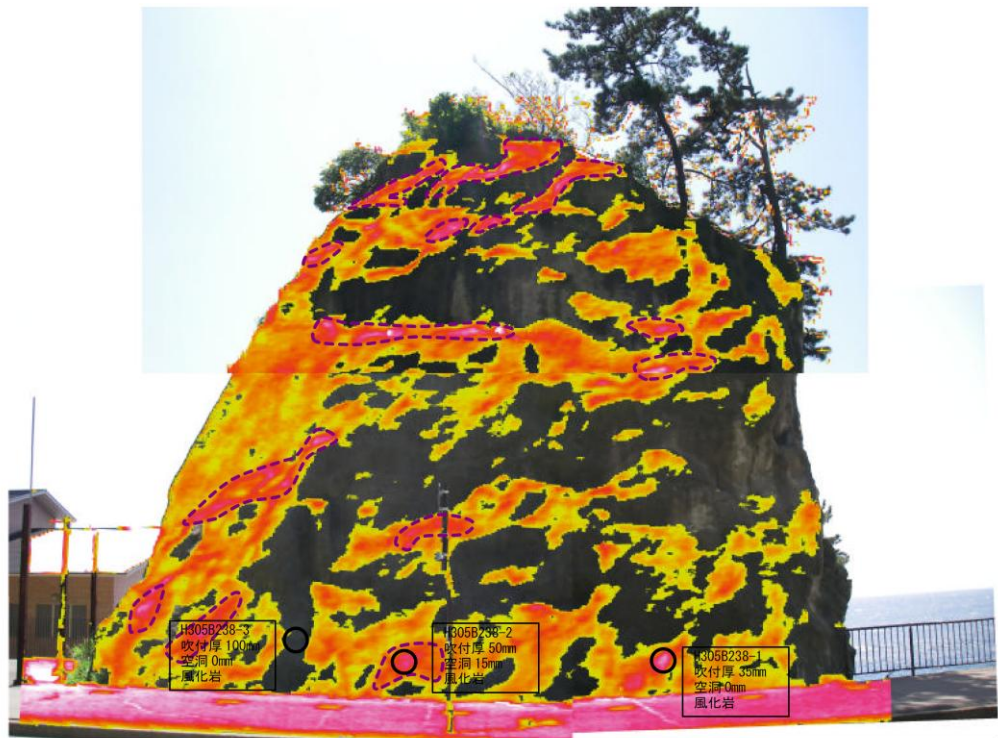


図-2.1 調査対象吹付法面〈H305B238〉全景(赤外線調査結果)

2.5 調査方法検討

(1) 打音調査

吹付法面において、モルタルとその背面の空洞を調査する方法として一般的な打音調査を行う。

(2) 測定原理

打音調査は、ハンマー打撃により構造物の健全度を判定する手法であるから手軽に実施でき、良好な調査結果が得られ、広く用いられている。

しかし、聴覚に頼る打音の判定手法は個人差が生じやすく、記録として残せないなどの課題がある手法でもある。

(3) 調査方法

打音調査は、全体調査と定点調査に区分して行った。全体調査は、対象吹付法面に設定した調査範囲内において空洞位置をマッピングするものである。また、定点調査は調査範囲内に設けた点の空洞の有無を調査するものである。

観測は打撃係と記録係に分かれて、2名以上で行う。打撃係は記録者の指示により調査範囲内を順次打撃し、記録係は打撃位置と打撃係の評価を記録するとともに打撃位置の移動先を指示する。

また、測定に使用するハンマーは、石頭ハンマー(重さ 1～2kg)とする。

打音調査の結果は、次頁に示す「調査シート」に整理する。調査シートには、打音調査の経験の有無や調査に要した時間、マッピング間隔などを記載する欄を設け、調査員によるバラツキを診る基礎資料とすることにした。



①全体調査

項目	解答欄
点検者名 (所属)	
モルタル打音調査の経験はありますか。	
調査に要した時間を記入してください	
調査した方法を記入してください	
調査ピッチを記入してください	

4-15

②定点点調査（下表のどれに該当するかを右表に記入してください。）

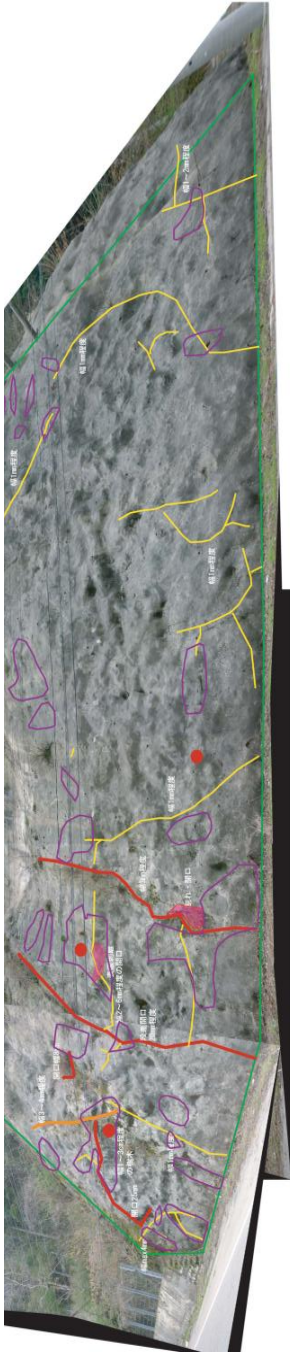
表 6.3.8 背面空洞に着目した収付のり面の健全性評価区分

健全度	A (健全) 密着している。	B (軽微な低下) ハンマ打診などで空洞が存在する可能性ありと判断される。土砂露出跡が確認される。	C (低下) 空洞の存在が確認される。空洞周辺に開口ひび割れが認められる。	D (著しく低下) 空洞の存在が確認される。り面表面に開口ひび割れ、滑動、はらみ出しなどの変位が生じている。	E (危険) 空洞部の欠付が大きく変位している。崩落などが生じ、一部地山が露出している。
背面の状態					
ハンマ打診による反応	金風音がする。	やや鈍いこもった音がする。	鈍いこもった音がする。		

定点点調査結果記入表

箇所①	A	B	C	D	E
箇所②	A	B	C	D	E
箇所③	A	B	C	D	E

記入例



凡例

- 背面空洞化（明瞭）
- 背面空洞化（不明瞭）

2.6 調査結果

一斉打音調査では、経験者 5 名、未経験者 10 名（うち 6 名は学生）の合計 15 名により、以下に示す 2 項目の調査を行った。

- ① 背面が空洞化していると判断できる領域のマッピング（空洞化が明瞭である領域（実線）、不明瞭であるが空洞化している恐れがある領域（点線））
- ② 3 個所の定点における健全性評価（A～E 判定）

図-1 にある試験者の調査結果シートを示す。①のマッピング調査では、予め対象斜面の写真が掲載された調査シート上に空洞化領域を直接書き込んでいく方法をとった。打音ピッチは自由とし、調査に要した時間と調査ピッチ等についても記載する。②の定点調査は、同一点に対する個人差を調べるものであり、適当と思われる評価区分（A～E）を判定して調査シートにマークした。なお、この定点 3 個所については、後に削孔を行い、実際の背面状況を確認することとした。

調査結果を定量的に評価するために、図-2.2 に示すように、得られたマップ上に 30×30 cm のグリッドメッシュを重ね、グリッドが空洞化領域内部にある場合は「1」、空洞化領域から外れて健全と判定された場合は「0」としてカウントする。なお、健全領域と空洞化領域がグリッド内を分断する場合は、空洞化領域の割合を目視によって決定しカウントする。領域全域のカウント数の総和を全グリッド数で除すと、全領域に対する空洞化率が算出されることになる。

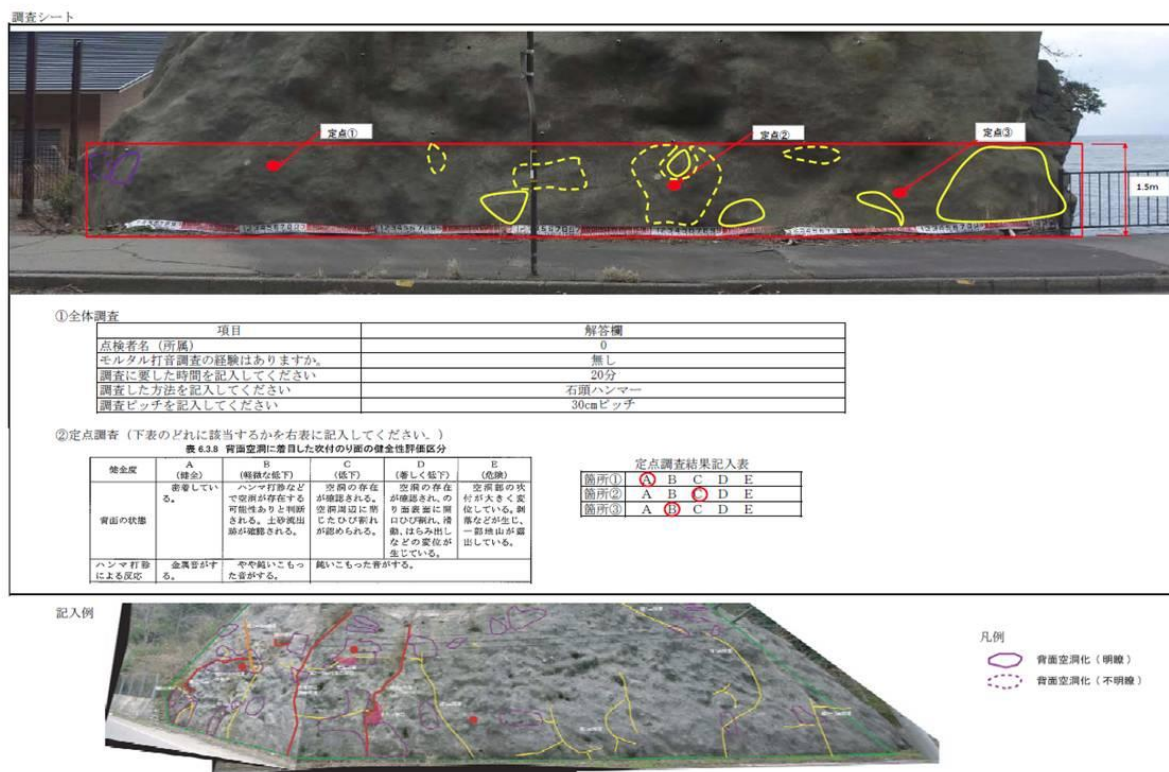


図-2.2 調査シートと結果の一例

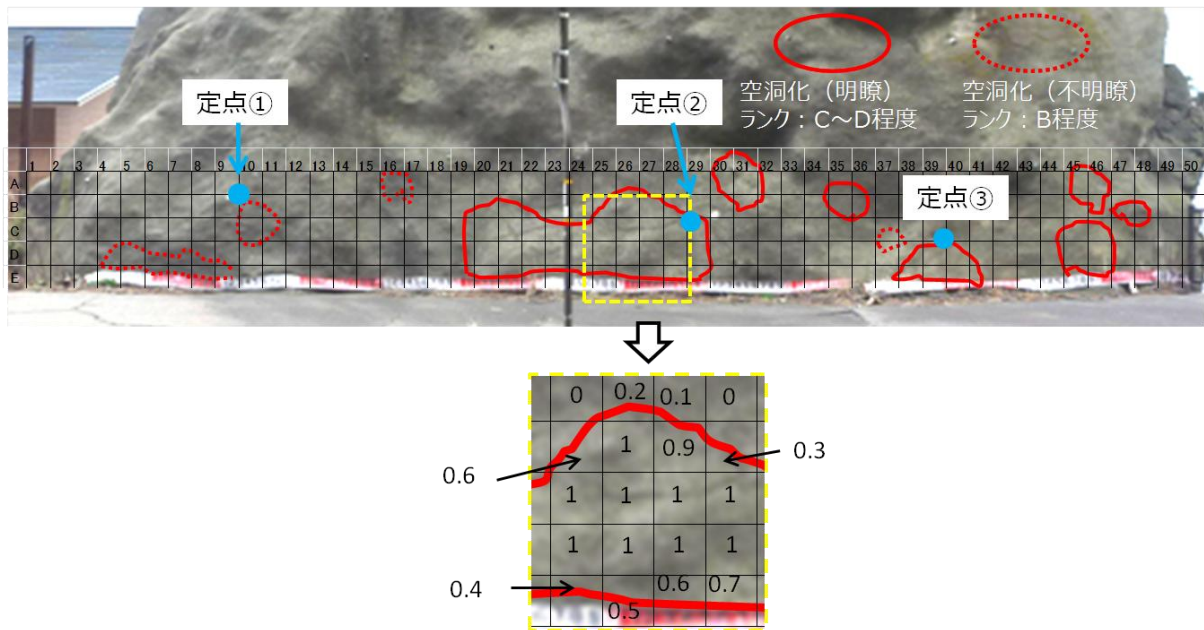


図-2.3 領域のグリッド化と空洞化領域のカウント

図-2.3 は、「空洞化が明瞭な個所」をマッピングした結果について、各グリッドにカウント値を記載したものである。ただし、このカウント値は、全試験者の平均値として示している。すなわち、「0」はいずれの試験者も空洞化を検出なかったグリッド、「1」は試験者全員が空洞化と判定したグリッドを示す。「1」に近づくほど空洞化と判定した試験者数（判定確率）や空洞化面積（判定面積）が多いことを意味する。図(a)～(c)は、試験者全員（15名）、経験者（5名）、未経験者（10名）で区別して計算を行った結果を示す。同様に「不明瞭であるが空洞化している恐れのある個所」のマッピング結果を図-4(a)～(c)に示す。参考まで図-5には同領域について熱赤外線調査法によって取得した熱差画像を示す。

図-2.3の「空洞化が明瞭な個所」については、健全部と空洞部の検出結果は経験者と未経験者で同様の傾向が得られている。このことは、明らかに空洞化していると思われる領域では打音による音響変化が明瞭に起り、個人差や経験による差が現れにくいことを示している。ただし、経験者による空洞化率が18.7%であるのに対して未経験者のそれは13.1%に留まった。経験者が検出した斜面右側下段における空洞化領域については、未経験者では検出率が低いことなどからも、未経験者では「見逃し」の可能性があることを示す結果と言える。また、図-2.4の「不明瞭であるが空洞化している恐れのある個所」については、未経験者に較べて経験者の検出率が高いことが分かる。これは、経験者は背面状況を段階的に評価できることを示唆する結果と言える。

ただし、ここに図示した空洞化領域と図-2.5の熱赤外線調査結果を比較すると、両者は必ずしも一致しないことが分かる。経験者による調査結果にはある程度の一致が認められるが、例えば左方における熱差の激しい領域については打音では空洞化が検出されていない。実際の空洞化領域が不明のため、どちらが正しいかは判定できないが、両者を比較する限り、熱赤外線調査法よりも打音調査法の方が空洞領域の検出面積が小さくなるようである。

表-2.3 各試験者の結果

試験者		所要時間 (min)	打音ピッチ (cm)	明瞭空洞化率 (%)	不明瞭空洞化率 (%)	合計 (%)	①	②	③
経験者	A	40	33	12.1	42.5	54.6	B	B	C
	B	15	30	31.1	1.21	32.3	A/A	B/C	C/C
	C	30	30	33.5	7.29	40.8	A	C	A
	D	10	10~20	11.5	5.17	16.7	A	C	C
	E	10	30	5.08		5.1	A	C	C
未経験者	建設業	F	20	30	11.5	9.63	A	C	B
		G	20	15	7.63	15.4	A	C	B
		H	15	30	21.2	21.2	A	B	C
		I	15	30	23.6	23.6	A	B	B/C
	学生	J	20	20	4.63	4.6	A	C	C
		K	20	10	4.63	4.6	A	A	A
		L	18	20	18.8	3.79	A	C	C
		M	20	10	8.5	8.5	A	B	A
		N	16	10	22.2	3.29	A	C	C
		O	13	5	4.83	1.13	A	A	C
	平均値		18.80	21.64	14.72	9.09	20.17		

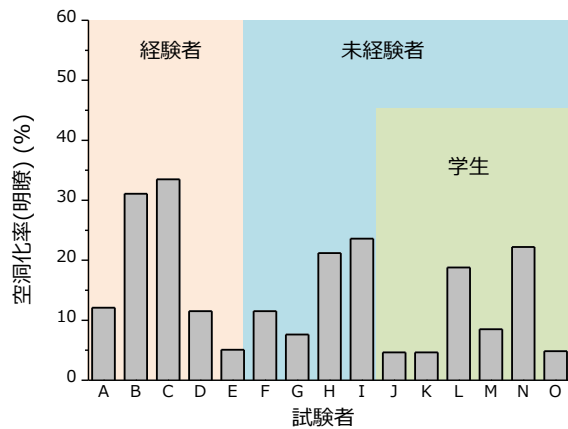
表-2.3 は、試験者毎の所要時間や打音ピッチ、空洞化率、定点判定結果をまとめたものである。定点調査については、定点①についてはほぼ全員が A 判定（健全）であるが、②と③については試験者によるばらつきが見られた。特に未経験者ではばらつきが大きく、A 以外の判定では個人の主観によるところが大きいことが伺える。

図-2.6 は、試験者毎の空洞化率をグラフ化したものである。図(a)は、明瞭な空洞化を検出した面積率を示したものであるが、試験者間で 4.83～33.5 %のばらつきがあり、個人差による影響が大きいことが分かる。図(b)に示す不明瞭であるが空洞化の恐れのある個所の面積率は、試験者 A を除いて 10 %以下である。図(c)は、明瞭個所と不明瞭個所の合計を示したものであり、総じて経験者の空洞検出率が高い傾向にある。ただし、経験者においても 5.1～54.6 %と極めて大きなばらつきが見られる。このことから、定点判定で見られたように、打音調査は、健全部については個人差は現れにくい、空洞部については個人差が大きいことが分かる。

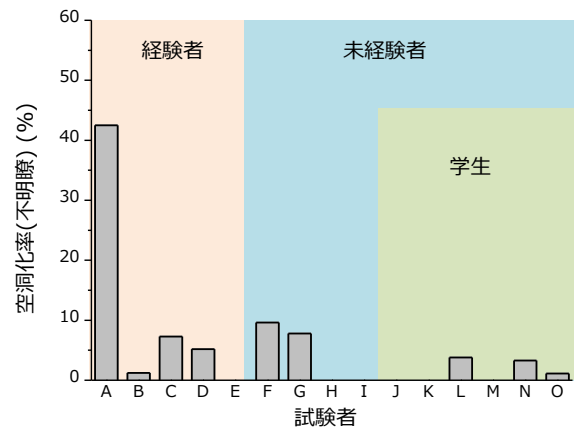
なお、本調査では、空洞化検出率に及ぼす調査時間や打音ピッチの影響についても調べたが、調査時間が長いほど、また、打音ピッチが粗いほど空洞化検出率が高くなる傾向が見られたが、個人差によるばらつきが大きく、有意な傾向とは言えるものではなかったことを追記しておく。

以上をまとめると、以下のような結論が導かれる。

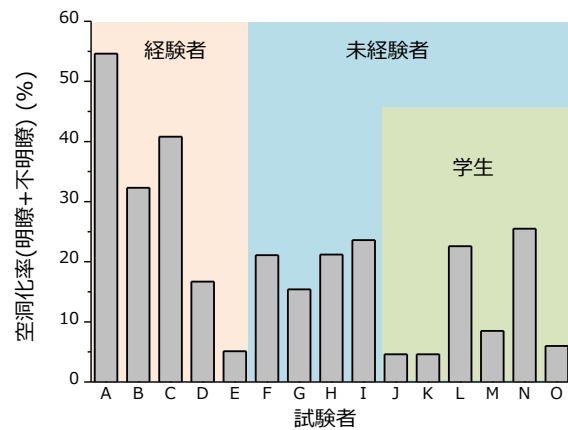
- ・ 空洞化が明瞭な領域は、経験の有無によらず、概観的に類似した傾向が得られたが、熱赤外線調査による推定結果とは一致しなかった（打音調査より熱赤外線調査による検出率の方が大きくなる）。
- ・ 経験者の方が、空洞化領域の「見落とし」がなく検出面積が大きくなる傾向がある。
- ・ 経験者は、明瞭／不明瞭等の段階的な評価が細かく行える。



(a) 明瞭な空洞化領域の検出率



(b) 不明瞭な空洞化領域の検出率



(c) 全空洞化領域の検出率

図-2.6 各試験者における空洞化領域の検出

- ・ 健全部については個人差は現れにくい、空洞部については個人差が大きくなる。
- 打音調査は、場所が異なると吹付けモルタルの厚さや背面の岩盤地質も異なるため、打音の音響も変化する。道具や叩く強さ、損傷図の図化方法なども影響すると考えられる。このことから、打音調査は、試験者の感性に依るところが極めて大きな試験と言え、斜面全体の概観的な評価は可能と思われるが、空洞化領域の特定やその面積の定量的評価、劣化度合いの段階的判断を行う場合には、個人差が大きいことに十分に留意する必要があると結論付けられる。

第3章 背面空洞の非破壊調査法に関する基礎的研究

3.1 背景と目的

老朽化が進むモルタル吹付け法面が膨大に存在する中、適切な維持管理を行っていく上で、健全度を簡便に診断する手法の確立が急務とされている。現在、熱赤外線調査法や打音法を用いて診断を行うことが多いが、熱赤外線調査法ではモルタル吹付け条件や気象・撮影条件の影響を受けやすいこと、打音法では個人差によるばらつきが生じやすいなどの問題がある。本研究では、モルタル背面の空洞化の有無を定量的に判定する診断技術を開発することを目標に、新たな判定原理を提案し、その妥当性を確認するためのフィージビリティ研究を行った。

3.2 背面空洞判定の原理

本研究では、吹付けモルタルの表面をハンマー等で打撃し、モルタルに発生する振動の波形の特徴を分析することで背面状況を判定する手法について検討する。

図-3.1 は、空洞のあるモルタル吹付け法面を模式的に示したものである。背面が空洞化しているモルタル面をハンマー等で打撃した場合、モルタルには曲げ振動が卓越し、振幅の大きな低周波の振動が発生すると考えられる（図-3.1①）。一方、岩着領域に近づくと曲げ振動に加え、高次モードの振動成分が発生して高周波成分が加わると考えられる（図-1②）。また、モルタルが十分に岩着している領域においては、曲げ振動は発生せず、振幅の小さい高周波成分が発生すると考えた（図-3.1③）。つまり、表-3.1 に示すように、打撃によって発生するモルタルの振動の卓越周波数帯とその振幅が背面状況に応じて変化する可能性のあることを利用して、空洞化／岩着の判定を行おうとするのが提案する手法の原理である。

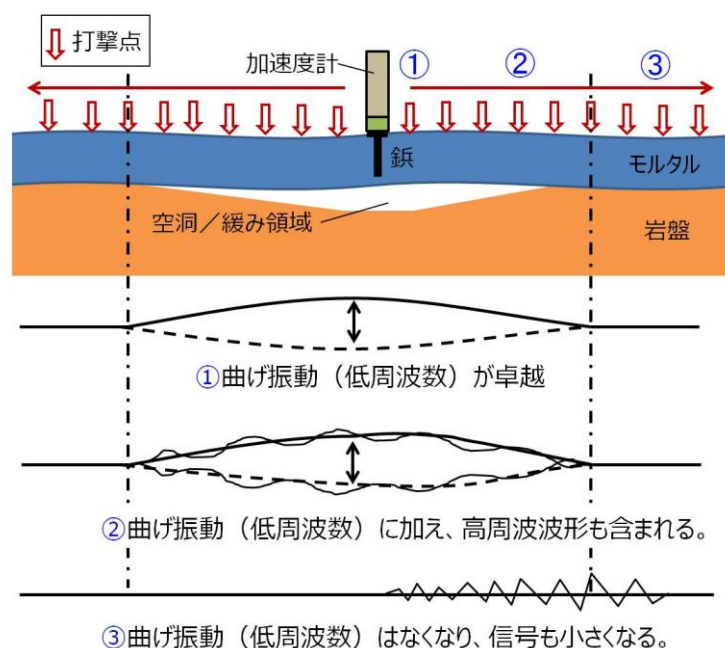


図-3.1 空洞判定の原理

表-3.1 モルタルに発生する振動

背面状況	モルタルの曲げ振動	卓越する周波数帯	卓越周波数波の振幅
空洞領域	発生しやすい	低周波	大きい
遷移領域	発生しにくい	低～高周波	中程度
岩着領域	発生しない	高周波	小さい

3.3 石膏ボードとコンクリートブロックを用いた室内モデル実験

上述した判定原理の妥当性を検証するために、石膏ボード（吹付けモルタルのモデル）とコンクリートブロック（地山岩盤のモデル）を用いて室内モデル実験を行った（図-3.2）。石膏ボードとブロックはコンクリート釘で接着固定し、空洞は石膏ボード背面のブロックを抜くことによってモデル化した。本実験では、空洞の中央部に加速度計を固定設置し、打撃点の位置を変化させていった場合の振動波形を解析することにした。なお、打撃は衝撃エネルギーを一定にするために、質量 8 g の鉄球を高さ 500 mm の高さから落下させることによって行った。

本実験で得られた加速度応答の一例を図-3.3 に示す。同図(a)は、図-3.2 に示した青色測線上を 50mm 間隔で打撃して得られた場合の加速度の時間領域応答である。ここに、凡例の 50 mm のデータは、加速度計から 50mm 離れた地点を打撃したときの加速度応答であり、背面のコンクリートブロックを抜いた空洞領域内に位置するものである。また、打撃距離 100 mm のデータは空洞と岩着領域の境界付近に位置するものである。この図から、距離 50～150 mm の範囲における振動は打撃直後に大きな振幅を示し、また揺れが比較的長時間にわたって継続していることが分かる。一方、岩着領域である、距離 200 mm 以上のケ

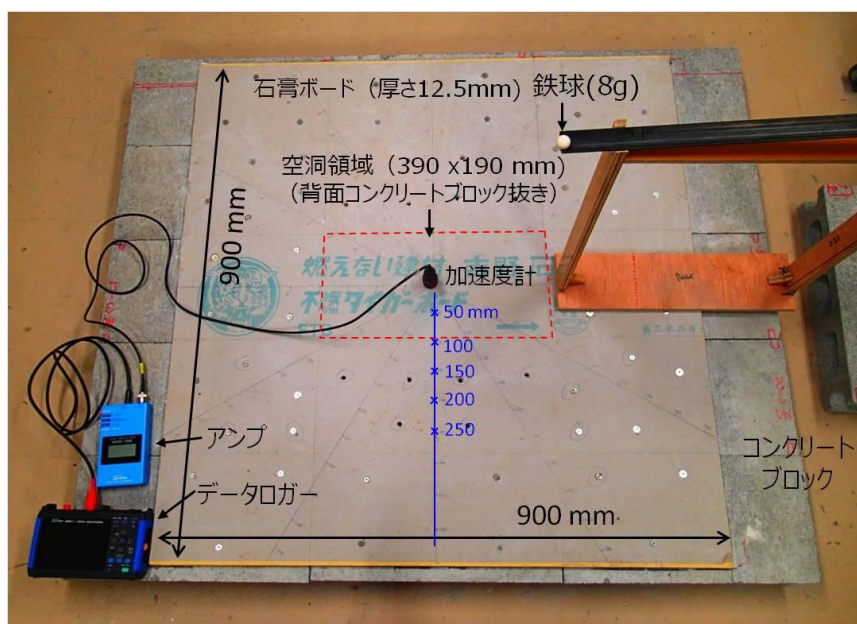


図-3.2 室内模型実験

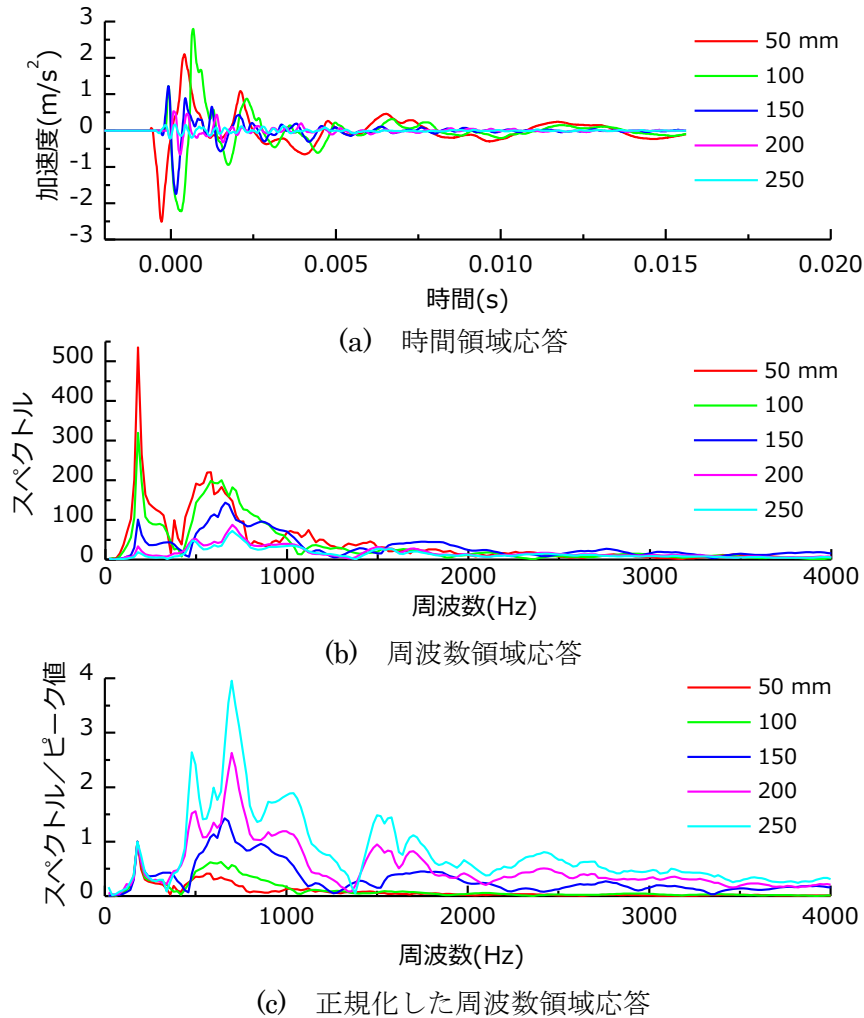


図-3.3 加速度応答の一例

ースでは、明らかに振幅が小さくなることが認められる。なお、この測線においては、空洞と岩着の境界線が打撃距離95mmに位置するが、岩着領域である距離100 mmや150 mmのケースにおいても比較的大きな振幅の振動が計測された。これは、空洞が近く、またこの付近に石膏ボードとブロックの固定点がなかったことによるものと考えられる。

同図(b)は、同一のデータをFFT解析し、周波数領域応答として表わしたものである。この図より、いずれのケースも180 Hzと600 Hz前後あたりにピークが出現することが分かる。これらは、長方形の空洞(390×190 mm)の長手方向と短手方向にそれぞれ卓越する曲げ振動を捉えたものと考えられる。この図から、卓越する周波数帯には大きな変化は見られないが、打撃点が空洞領域から遠ざかるほどスペクトルが小さくなることが分かる。これは、距離減衰による影響も考えられるが、岩着領域では曲げ振動が発生しにくいことを裏付ける結果と言える。

図(c)は、180 Hzにおけるピークスペクトル値(これを第一ピーク値と呼ぶことにする)で波形全体を除し、各打撃点データの第一ピーク値がいずれも1となるように正規化したものである。この処理によって、加速度測定点ー打撃点間の距離減衰の影響を除去できる

とともに、振動に含まれる低～高周波成分の割合を相対的に比較することができるようになる。この図から、打撃距離が大きくなるほど高周波帯成分が大きくなることが分かる。特に 1500 Hz 以上の高周波に着目すると、空洞および空洞／岩着境界である 50 と 100 mm のケースには殆ど含まれていない高周波成分が、岩着領域である 200 や 250 mm のケースでは第一ピークと同程度かそれ以上の大きさで発生していることが見てとれる。このことから、計測される振動のうち、高周波成分が含まれる相対的な割合が空洞領域と岩着領域では大きく異なることが示唆される。

以上のことから、前述した原理の妥当性が確認できるとともに、1) 曲げ振動に起因すると思われる低周波スペクトル値の大きさと 2) 正規化した波形における高周波スペクトル値の大きさを定量的に指標化することで空洞／岩着の判定ができる可能性のあることが伺える。

本モデル実験では、低周波数帯の大きさを指標化するにあたり、各打撃点の第一ピークスペクトル値 (180 Hz におけるスペクトル値) を空洞部 (距離 50 mm) を打撃して得られたそれに対する比率 S_{180} として算出することにした。また、高周波数帯については正規化周波数領域応答における 2000～4000 Hz の範囲の積分値 (面積) を求め、これについても空洞部 (距離 50 mm) を打撃して得られた積分値に対する比率 $S_{2000-4000}$ として算出した。図-3.4 は、モデル実験で得られたデータについて S_{180} と $S_{2000-4000}$ の関係をプロットしたものである。この図より、空洞部は S_{180} 値が大きく $S_{2000-4000}$ 値が小さくなり、岩着部は逆に S_{180} 値が小さく $S_{2000-4000}$ 値が大きくなることが明瞭に分かる。このように低周波と高周波の成分をそれぞれ指標化したグラフを用いることで、図上にプロットされる位置から空洞／岩着の判定が行える可能性があることが分かる。

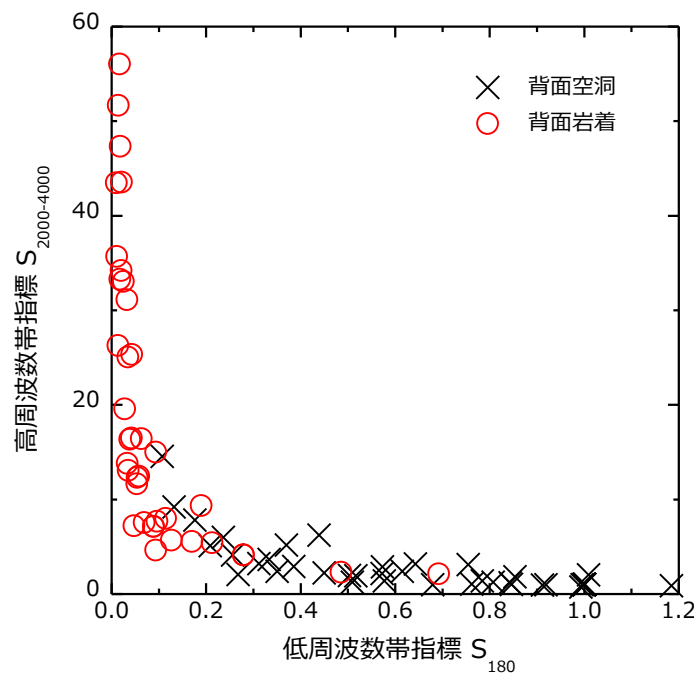


図-3.4 S_{180} と $S_{2000-4000}$ の関係 (モデル実験)

3.4 現場実証実験

本研究では、上述の模型実験に加え、福井県丹生郡米ノを通る県道 19 号線沿いの吹付け法面にて実験を行った。実験は、図-3.5 に示す二面の吹付け法面（幅 4m、高さ 1.5m）を対象とし、事前の打音調査により明らかに空洞化していると思われる点に加速度計を設置してその点から放射状に打撃を行った。なお、本実験では、シュミットハンマーを用いて打撃を行った。

図-3.6 は、現場実験で得られた加速度の時間領域応答の一例である。図(a)は背面が空洞と思われる点を打撃したときのデータであり、図(b)は岩着していると思われる点を打撃したときのデータである。両図を比較すると、空洞領域と岩着領域では振幅の大きさ等に明瞭な差異があることが分かる。図-3.7 は、これらの波形を FFT 解析して得られた周波数領域応答である。この図からは、空洞領域（図(a)）では 1000 Hz 以下の低周波数帯が卓越し、特に 200 Hz あたりに鋭いピークが確認できる。ここに見られるピーク周波数を含む低周波数帯の卓越は、背面が空洞化したモルタルの曲げ振動に起因するものと予想される。一方、岩着領域（図(b)）では 500～1000 Hz の範囲に卓越した振動が確認できるが、その振幅は空洞領域のそれよりも小さく、また、高周波数側に多少シフトする傾向が読み取れる。

本実証実験では、出現する低周波および高周波の大きさを指標化するにあたり、低周波数帯は 20～240Hz、高周波数帯は 2500～3500Hz におけるスペクトルに着目することにした。低周波数帯の大きさを示す指標 S_{20-240} は、20～240 Hz における打撃点毎のスペクトル積分値を打撃距離 125 mm のケース（明らかに空洞と思われる点）の値で除した比とする。高周波数帯の大きさを示す指標は 2500～3500 Hz におけるそれぞれのスペクトル積分値を

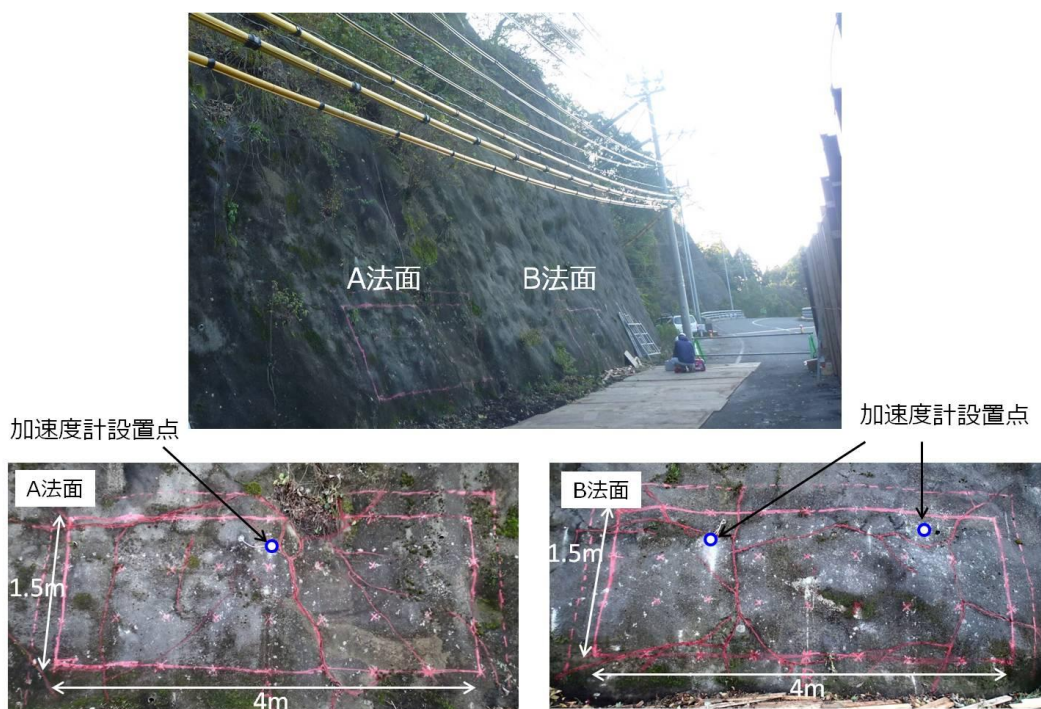


図-3.5 実験の対象法面

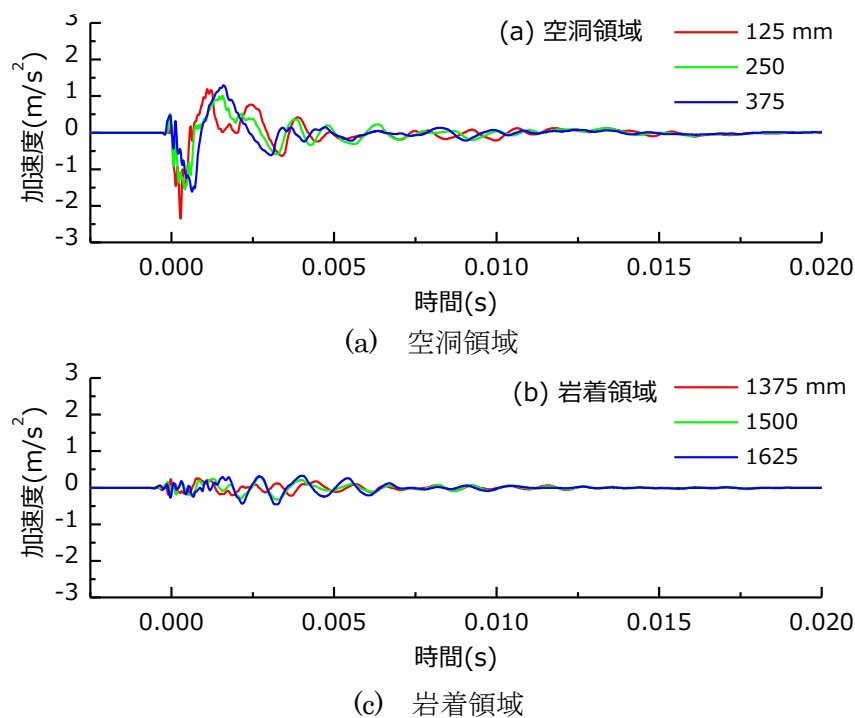


図-3.6 現場実証実験における時間領域応答の一例

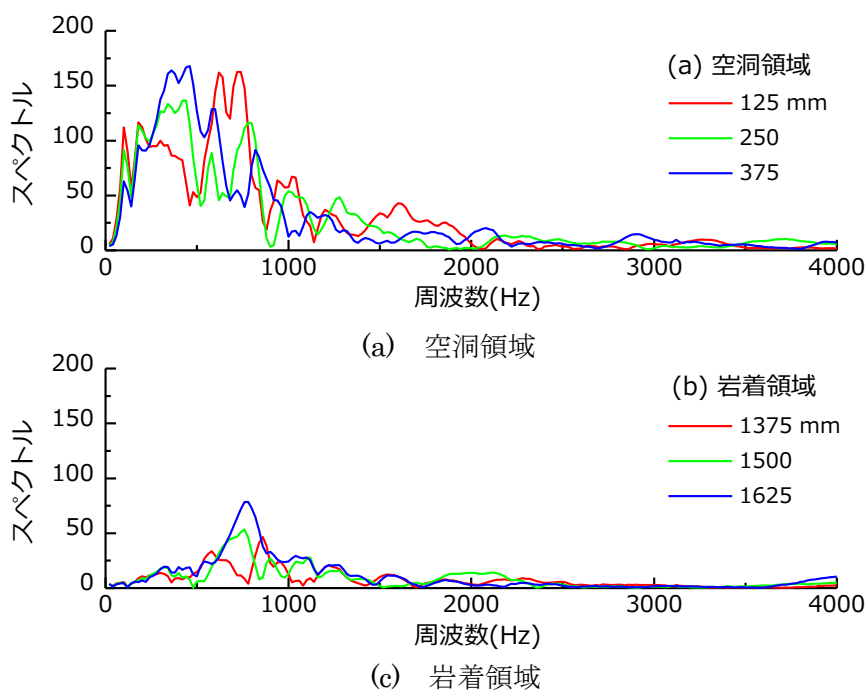
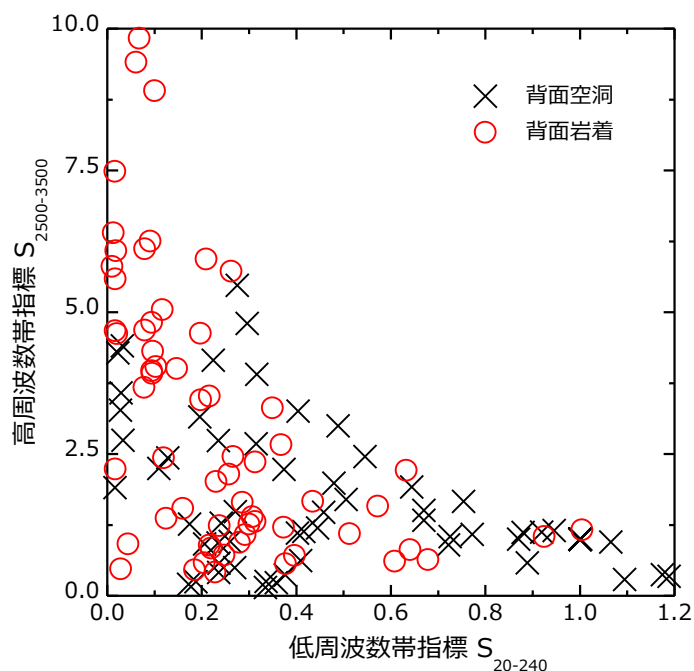


図-3.7 現場実証実験における周波数領域応答の一例

算出し、それを S_{20-240} で除して低周波数帯に対する高周波数帯の大きさを正規化（相対化）する。さらその打撃点毎の正規化値を打撃距離 125 mm のケースの正規化値で除した値を $S_{2500-3500}$ と定義する。つまり、 S_{20-240} と $S_{2500-3500}$ は、明らかに空洞と思われる点に対する

表-3.2 指標の計算例

	空洞領域			岩着領域		
打撃距離 (mm)	125	250	375	1375	1500	1625
低周波数帯指標 S_{20-240}	1.00	0.920	0.749	0.083	0.076	0.064
高周波数帯指標 $S_{2500-3500}$	1.00	1.085	1.908	5.426	3.230	4.136

図-3.8 S_{20-240} と $S_{2500-3500}$ の関係 (現場実証実験)

各打撃点の低周波と高周波の相対比をそれぞれ表す指標ということができる。

図-3.7 に示したデータについて求めた低周波帯指数 S_{20-240} と高周波数帯指数 $S_{2500-3500}$ を表-3.2 に示す。この表から、空洞領域では S_{20-240} 、 $S_{2500-3500}$ とともに 1 前後の値をとるが、岩着領域で両指標に大きな差異が見られることが分かる。すなわち、岩着領域では、低周波数帯指数は 0.01 以下となる極めて小さな値をとり、高周波数帯指数は 3.0 を超える大きな値をとる。この傾向は、前述した提案手法の原理や石膏ボードを用いたモデル実験結果と一致する。

図-3.8 は、本現場実験で得られた S_{20-240} と $S_{2500-3500}$ との関係をプロットしたものである。この図では、前述したモデル実験と同様に、空洞部では低周波数帯が大きく、高周波数帯は小さくなる傾向が見られるものの、空洞部と岩着部のプロットが明確に分かれず混在する領域が広い。例えば S_{20-240} が 0.7 以上となる領域では殆どが空洞領域のプロットが占め、 $S_{2500-3500}$ が 5.0 以上となる領域では殆どが岩着領域のプロットが占めており、提案する原理に沿う傾向と一致する。それぞれの指標にこのような閾値を設けることで空洞判定が行えることを示唆しているが、本ケースでは両閾値に入らず判定が行えないも多く存在する結

果となった。

本実証実験では、モルタルを剥がして実際の背面空洞状況を調べたが、計測の困難さから精度は高いとは言えず、同図の空洞／岩着の判断プロットが実際を表していない可能性もある。また、現場では打撃エネルギーの不均一性や距離・クラックによる振動の減衰・遮断などによる影響も懸念される。このように、実際の現場では前述のモデル実験のような明瞭な結果は得られなかったが、提案する原理に沿う傾向は確認できたと考えており、今後後述するような計測手法の改良により、同原理に基づく診断技術開発のフィージビリティは十分にあると思われる。

3.5 今後の課題と展望

本研究では、モルタルを打撃して発生する振動において、背面空洞の有無によって低周波成分と高周波成分にそれぞれ特徴が見られることを明らかにした。また、それぞれの成分の特徴を指標化し、図-3.4 や図-3.8 のようなグラフ上にその指標値をプロットすることで背面状況を簡単に判定できる可能性のあることを示した。以下では、この判定図の利用について補足考察を行うとともに、提案技術の実用化に向けた課題と展望を述べる。

提案する判定図を模式的に表わすと図-3.9 のようになる。これまで繰り返し述べてきたように、空洞領域では低周波帯指標 (S_L) が卓越し、高周波帯指標 (S_H) が小さくなる。一方、岩着領域では逆に S_H が卓越し、 S_L 小さくなる傾向がある。そこで、それぞれの指標に対して閾値 (S_{LT} 、 S_{HT}) を設けると、図-3.9 のように判定図は領域が 4 分割されることになる。図中の領域①は、 S_L が大きく S_H が小さい領域となり、空洞化している可能性の高い

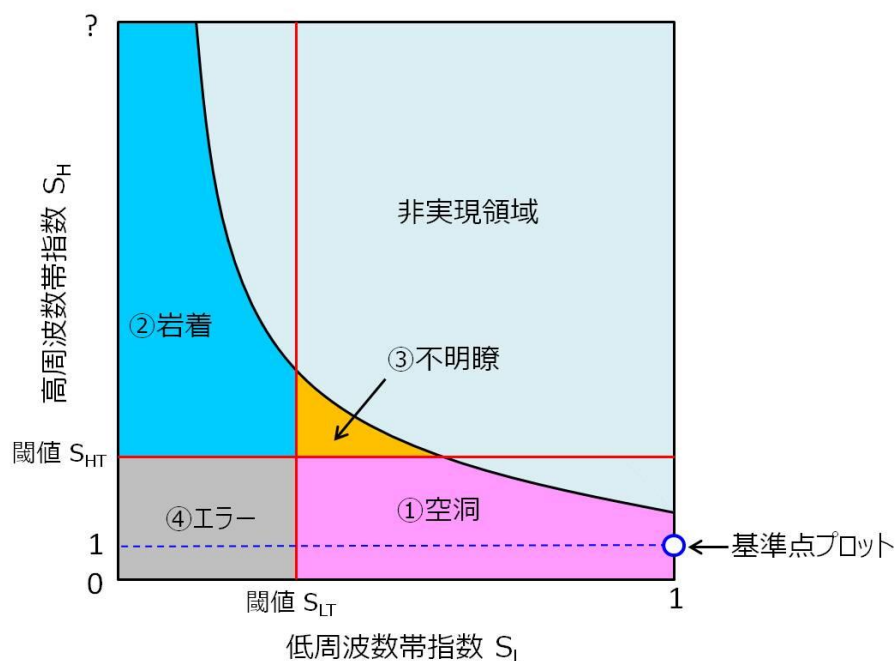


図-3.9 指標グラフを用いた空洞／岩着判定のイメージ

表-3.3 今後の課題と解決策

	問題・課題	解決策等
計測ハードウェア	均一かつ確実な打撃方法の確保	<ul style="list-style-type: none">・ 打撃ユニットの開発・ 力センサー等を内蔵する打撃ハンマー／ユニットを利用し、入力打撃力についても評価する（出力値を入力値によって正規化するなど）
	クラックや距離減衰による影響の除去	<ul style="list-style-type: none">・ 打撃点近傍で振動を計測する手法。ただし、加速度計を簡便に設置する方法の確立が課題。非接触の変位計や集音マイクによる計測も考えられる。
	モルタル厚さの不均一性による影響の除去	<ul style="list-style-type: none">・ 未検討
判定基準	S _L 及び S _H の積分領域の設定	<ul style="list-style-type: none">・ データ蓄積による経験則の構築・ 現場毎の事前キャリブレーション
	閾値の設定方法の確立	
効率化する	<ul style="list-style-type: none">・ 計測から判定までをリアルタイムで行うシステムの構築（ハードウェアとソフトウェアのシステム化）・ 打撃点と判定結果をリンクさせた損傷マップ作成ソフトウェアの開発・ 試験システムのロボット化（高所等での作業の機械化）	

領域ということができる。また、領域②は、 S_H が大きく S_L が小さい領域となることから、岩着している領域となる。図-3.4 や図-3.8 から分かるように、 S_L と S_H の両者が大きくなることは考えにくく、図の右上領域は非実現領域になると考えられる。その上で、 S_{LT} と S_{HT} の両閾値を超えるような場合には領域③にプロットされることになるが、これは、領域①と②の遷移領域とも考えられ、明確な判断が困難な領域となる。また、 S_L と S_H が共に小さい領域④は、検出される振動そのものが小さかったことを意味している。打撃力不足やクラック・距離による振動の減衰・遮断がその要因と考えられ、再試験を行うべきエラー値として判断すべき領域である。このように、予め何らかの方法で閾値を設定し、判定図を 4 領域に区分化することによって、計測エラーの判定を含め、空洞化の進んでいる可能性の高い領域を特定することができるようになると考えている。

現場実証実験結果（図-3.8）に見られた通り、本研究で行った試験法では実用に足る十分な判定精度を得ることができなかった。本フィージビリティ研究をまとめるにあたり、今後の課題とその解決策を表-3.3 にまとめた。今後は、これらの課題の解決に向けた取り組みを行っていきたいと考えている。

第 5 編 擁壁・カルバート他グループ

擁壁・カルバート他グループ 目次

擁壁・カルバート点検要領（案）

第1章 参考とする図書及び適用の範囲.....	5-	1
第2章 点検の目的.....	5-	2
第3章 点検の基本事項	5-	3
3.1 点検の種別.....	5-	3
3.2 点検方法	5-	4
3.3 点検の頻度.....	5-	5
第4章 点検の実施.....	5-	6
4.1 点検の流れ.....	5-	6
4.2 点検業務の流れ.....	5-	8
4.3 点検結果の判定.....	5-	9
4.4 判定の標準.....	5-	12
第5章 措置	5-	16
第6章 記録	5-	16
第7章 国土交通省定期点検要領との対比	5-	17
第8章 今後の課題について	5-	18
【添付資料】		
1 擁壁・カルバート点検シート(案)	5-	19
2 健全度判定及び措置の目安(案)	5-	23
擁壁	5-	24
カルバート.....	5-	52
3 グループ活動記録.....	5-	69

第1章 参考とする図書及び適用の範囲

本点検要領（案）は、福井県下における県管理および市町管理の道路構造物のうち、擁壁及びカルバート工を対象に策定したものであり、下記の図書をベースに加筆・修正を行ったものである。

「保全点検要領 構造物編」（平成24年4月）

編著：東日本高速道路株式会社

編著：中日本高速道路株式会社

編著：西日本高速道路株式会社

発行：株式会社高速道路総合技術研究所

なお、平成26年6月に国土交通省より示された、「定期点検要領」の実務的な点検・維持補修を行う上での参考資料として位置づけるものである。

第2章 点検の目的

点検は、安全な道路交通を確保するとともに、第三者に対する被害を未然に防止するため、および構造物を長期的に維持管理するために、構造物の状況を的確に把握することを目的とする。

〔解説〕

点検業務は、計画的な道路の維持管理を行うための基本（出発点）となる重要な業務であり、構造物の変状を含めた現状を把握し、補修などの対策の要否判断を行うとともに、構造物を良好に保つための適切な維持管理計画を策定するために実施するものである。

特に点検業務に期待される具体的な役割は以下のとおりである。

- ① 安全な道路交通を確保するとともに、第三者に対する被害を未然に防止するため、道路構造物の変状を早期に発見し、迅速かつ適切な対応を行うこと。
- ② 長期的に構造物を良好な状態に保つための維持管理計画等策定に向け、構造物の変状を含めた現状を的確に把握し、変状に対する判定を行うこと。

第3章 点検の基本事項

3. 1 点検の種別

点検は、要求する目的や内容に応じて以下のとおり区分し、実施することを標準とする。

(1) 日常点検

構造物を常に良好な状態に保ち、安全な道路交通の確保や第三者に対する被害を未然に防止するために、定期点検等において観察が必要と判定された箇所について、構造物の変状を日常的に確認することを目的として行う点検。

(2) 定期点検

構造物を長期的に保持するための健全性の把握および安全な道路交通の確保や第三者に対する被害を未然に防止するために、定期的に構造物の変状発生状況を把握し、その状態を判定することを目的として行う点検。

(3) 緊急点検

日常点検では対応が困難な場合や定期点検の補完および異常気象時などに、それぞれ対象とする構造物や点検内容を特定し、必要に応じて行う点検。

〔解説〕

上記点検種別は、目的や内容に応じた標準的な区分を示している。したがって点検の実施体制などにより、更に分類することや区分内容の変更が必要な場合は、必要に応じて別途検討し、区分を追加・変更できるものとする。

(1) 日常点検

日常点検は、安全な道路交通を確保し、沿道住民など第三者に支障を及ぼすことがないよう、構造物の変状などを日常的に確認するものである。この点検では、定期点検等において観察が必要と判定された箇所について、構造物の変状進行について日常的に観察するものである。

(2) 定期点検

定期点検とは、構造物の健全性の把握および安全な道路交通の確保や第三者に対する被害を未然に防止するため、構造物個々の状況を細部にわたり定期的に把握するために行うもので、構造物の健全性と安全な道路交通の確保や第三者に対する被害の防止の双方の観点から変状の発生や進行状況を把握し、その状態を適切に判定することが必要である。

なお、定期点検では、近接目視・打音のほか、構造物の設計・施工条件や使用・環境条件などを考慮し、非破壊検査機器などを活用することにより、構造物の状態を適切かつ効率的に把握するものとする。

(3) 緊急点検

臨時点検は、定期点検の補完、または地震・異常気象時や災害・重大事故発生時などにおいて、構造物の状況を把握するために必要に応じて実施するもので、点検内容、方法やその取扱いは、関連する防災関係の要領などに基づいて実施するものとする。

3. 2 点検方法

点検は、その目的や対象とする構造物に応じて適切かつ効率的な方法（手法）を選定して、実施するものとする。

〔解説〕

本要領において標準的な点検の方法（手法）として記載している内容は以下のとおりである。

(a) 車上目視

構造物の状況を車上から目視あるいは車上感覚で点検する方法である。

(b) 遠望目視

構造物の状況を降車し遠方から目視により点検する方法である。

(c) 近接目視

構造物の状況について可能な限り検査路や足場などを利用して、構造物に近接または双眼鏡にて目視により点検する方法である。また、必要に応じて簡易な計測機械、器具などを使用するものとする。

(d) 打音

所定のハンマーにより対象構造物を打音して、構造物の状況（はく離（うき）、ボルトのゆるみ等）を把握する点検手法。打音にあたっては、近接目視の際に変状が認められる周辺や、建設時やその後補修されている周辺、コンクリートの打継目や端部周辺は入念に行うものとする。

打音に使用する点検ハンマーは重量230 g（約1/2ポンド）程度のものを使用するのが一般的である。コンクリート構造物を打音した結果の状態は、概ね表3-1を目安とする。なお、打音にあたっては、構造物に損傷を与えることがないように留意することが必要である。

表3-1 打音によるコンクリート構造物の状態を判断する場合の目安

打音の結果	想定されるコンクリート構造物の状態
キンキン、コンコンといった清音を発し、反発感がある。（清音）	健全
ドン、ドスドスなど鈍い音がする。（濁音）	劣化、表面近くに空洞がある。
ポコ、ペコペコなど薄さを感じる音がする。（濁音）	はく離（うき）している。

(e) 非破壊検査機器

点検作業の効率性の向上又は定量的な変状状況を把握する目的として、構造物の特性に応じて適用されている赤外線カメラなどの非破壊検査機器などについては、その機器の用途、技術仕様、精度ならびに個々の構造物の変状状況、使用条件、環境条件などを十分理解したうえで、目的に合致する場合は積極的に導入を図るものとする。

3. 3 点検の頻度

点検種別毎の点検頻度等は以下を標準とする。

(1) 日常点検

点検種別	点検標準頻度
日常点検	変状の進行速度に応じ適宜設定を行う

(2) 定期点検

点検種別	点検標準頻度
定期点検	1回／5年～10年※

※上記のうち、安全な道路交通または第三者に対し支障となる恐れのある箇所は、1回/5年を標準頻度とする。

(3) 緊急点検

点検種別	点検標準頻度
緊急点検	必要の都度

〔解説〕

個々の構造物は、その設計条件や施工条件、環境条件、使用条件などにより変状の進行速度が異なるため、全ての点検について点検頻度は上記を標準としつつ、過去の点検結果や構造物の状況などを勘案し、必要に応じて適宜、点検頻度を設定するものとする。

また、点検頻度を検討するにあたり、個々の構造物の変状状況や環境条件、使用条件を勘案した点検計画を策定することが必要である。

(1) 日常点検

日常点検の頻度は、その変状の進行速度に合わせ適宜設定を行う。

また、日常点検の期間については、次回定期点検までとする。

(2) 定期点検

定期点検は、1回/5年～10年を標準の頻度とし、安全な道路交通または第三者に対し支障となる恐れのある箇所の点検は、1回/5年を基本とし、それ以外の箇所においては、構造物の状況に応じた現地の実績頻度などを勘案して1回/5年～10年とする。

上記のとおり、定期点検は、各構造物の過去の点検結果や構造物の状況およびその周辺環境などの地域特性を総合的に勘案し、点検間隔を変更して実施することができるものとする。

(3) 緊急点検

緊急点検は、地震や異常気象時および災害や重大事故発生時等において構造物の状況を把握するために、必要に応じて実施するもので、関連する防災関係の要領などに基づいて実施するものとする。

第4章 点検の実施

4. 1 点検の流れ

点検業務の流れは、維持管理業務の流れの一部であり、点検業務は単独で機能するものでなく、点検業務の判定の結果を受けて行う応急対策や詳細調査、さらに対策計画立案、対策等の実施など関連する業務と連携を図りながら、維持管理業務の流れの中で適切に実施するものとする。

[解説]

本要領では、点検業務には詳細調査や応急処置、補修等を含めていない。（ただし、安全な交通または第三者等に対して影響が大きく、かつ緊急的な対応を要する変状で、点検業務で可能な範囲の応急処置を除く）

しかし、点検業務は、図4－1に示す点検から対策等までの流れでも明らかなように、点検実施による判定結果が、応急処置、観察、詳細調査あるいは対策計画立案、対策等の実施につながるものであり、これら一連の流れの中で、必要な情報を記録蓄積していく必要がある。蓄積されたデータは、さらに次の点検などの業務に反映され、これらが繰り返し行われることになる。したがって、点検業務の実施にあたっては点検業務以外の維持管理業務と十分な連携をとりながら、点検頻度や判定結果、点検手法などに関して必要となる見直しを図り、関連情報を踏まえたうえで適切な点検を実施することが重要である。

以上のことから、点検業務は、維持管理業務の中で、点検の計画(PPLAN)、点検の実施(DU)、点検結果の確認(CHECK)、対策計画立案および補修などの実施(ACTION)のPDCAサイクルを循環させ、点検から対策等までの維持管理業務のマネジメントを確立することが重要である。

図4－1に点検から対策等までの流れを示す。

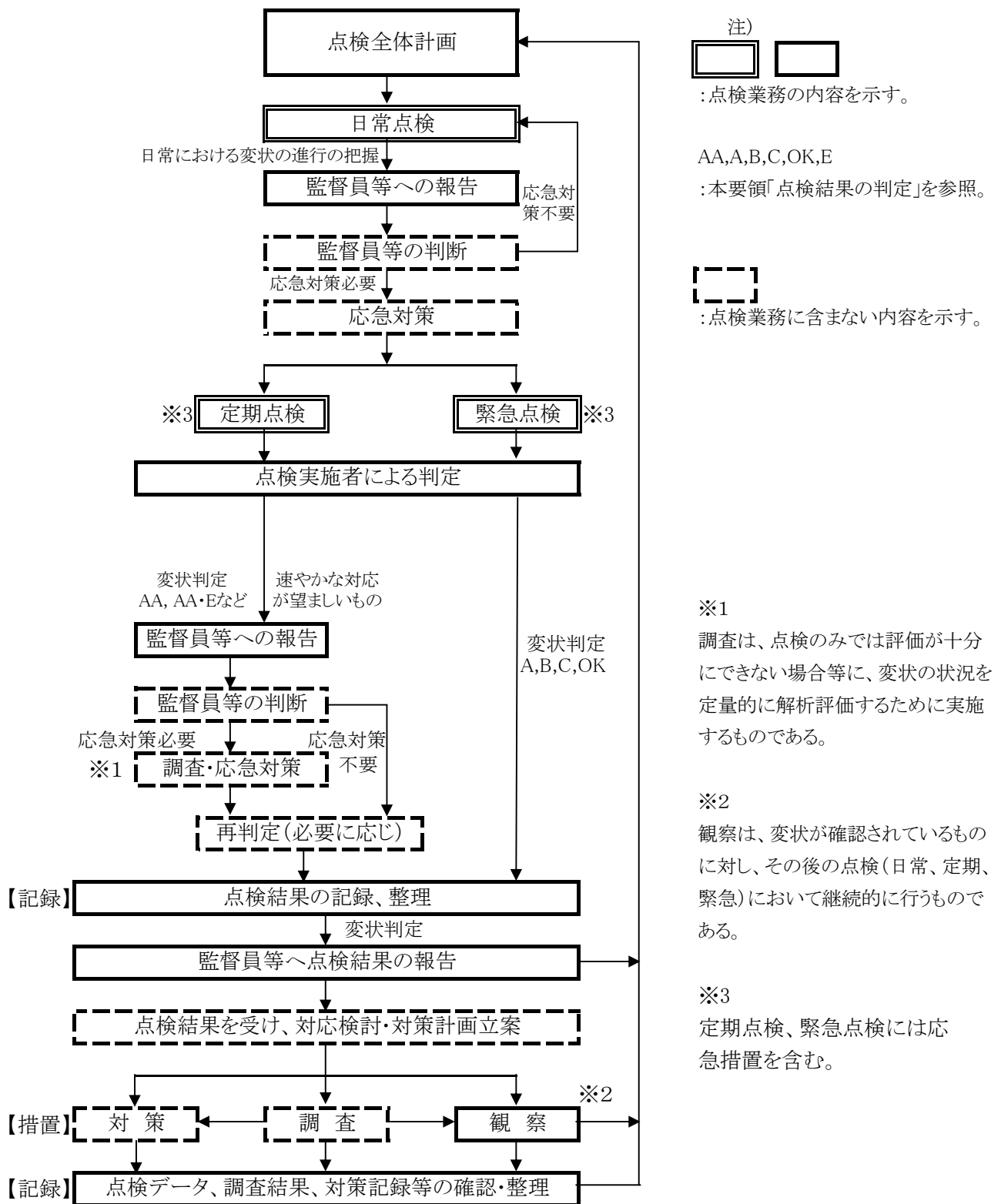
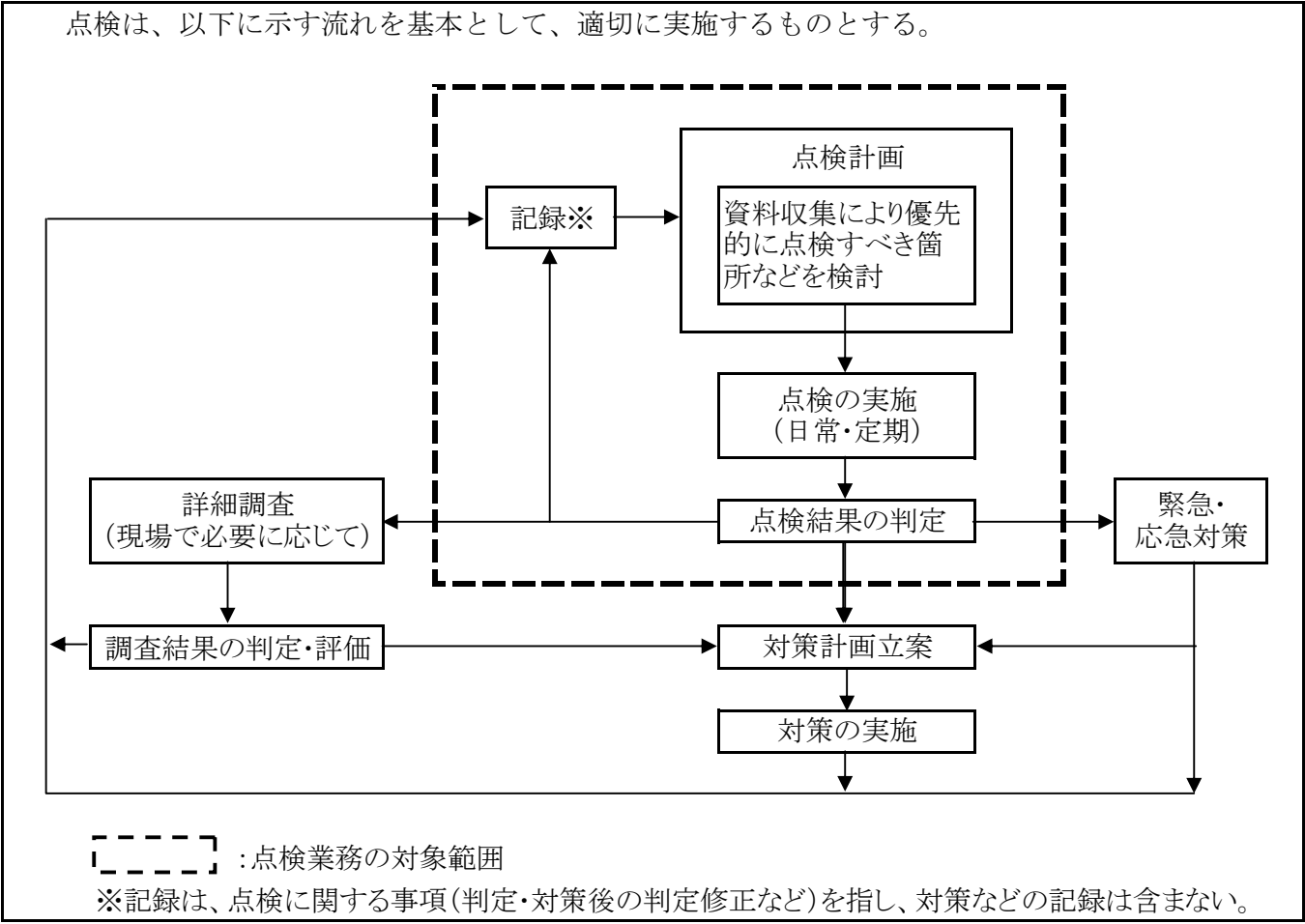


図 4 - 1 点検から対策等までの流れ

4. 2 点検業務の流れ



〔解説〕

日常点検は、観察が必要と判定された変状の進行について観察を行うものとする。

一方、定期点検は、点検対象を近接目視により点検することになるので、概観の確認に加え変状や異常出水などの誘因となるものまで含め確認を行うものとする。

4. 3 点検結果の判定

点検の結果は、各々の変状に対して以下に示す区分により判定を行うことを基本とする。

個別の変状に対する判定区分

判定区分		一般的状況
個別の変状に関する判定	AA	変状が著しく、機能面への影響が非常に高いと判断され、速やかな対策が必要な場合。
	A	変状があり、機能低下に影響していると判断され、対策の検討が必要な場合。
	A1 ^{※1}	変状があり、機能低下への影響が高いと判断される場合。
	A2 ^{※1}	変状があり、機能低下への影響が低いと判断される場合。
	B	変状はあるが、機能低下への影響は無く、変状の進行状態を継続的に観察する必要がある場合。
	C	変状の状態(機能面への影響度合いなど)に関する判定を行うために、調査を実施する必要がある場合。
	OK	変状がないか、もしくは軽微な場合。
第三者被害に関する判定	E	安全な交通または第三者に対し支障となる恐れがあるため、対策が必要と判断される場合。

※1 日常点検以外の点検では、A判定区分を2区分に細分化した判定を実施する。

〔解説〕

(1) 判定区分の位置付け

点検業務は、その種別に応じて点検者および点検方法が異なる。また、構造物の変状の程度は、個々の構造物によってその機能に与える影響が異なる。このため、すべての構造物の変状の程度を同一の基準および制度で統一することは困難である。

しかし、各々の構造物に対して、ある程度統一した判定区分を用いることが必要であるため、個別の変状に対する判定区分を示すこととした。

(2) 判定区分の内容

個別の変状に対する判定区分は、変状の状態と対策の必要性についての検討有無などから判定するAA、A、B、C、OKの5区分と、さらにその変状が第三者等に対して支障となる恐れがあるため、対策が必要かどうかを判定するEとに区分した。これは、例えば機能面から見ると軽易な変状と考えられるコンクリート表面の小さなはく離が、その発生した位置によっては、はく落のために、橋梁などの構造物下の通行車両や歩行者等第三者に被害を及ぼす可能性があることを想定したものである。

(a) 変状および対策の必要性に関する判定区分

判定区分AAとは、変状が著しく、各構造物の機能面への影響が非常に高く、速やかな対策が必要な場合の判定区分である。これは、AAと判定した場合は、機能面への影響があるため、応急処置的な対策も含め速やかな対処が必要であるためである。

判定区分Aとは、変状があり、各構造物の機能面への影響が考えられ、緊急性は低いものの放置しておくとも問題が生じる可能性があり、対策の時期・方法などについて検討が必要な場合で、各構造物の機能面への影響度合いに応じて、判定区分をA1、

A 2に細分化した。

なお、日常点検については、車上目視が主体である点検であり、交通の安全に影響する路面性状などは、できる限り早い時期に補修や調査を実施することが望ましいとの考え方にに基づき、判定区分Aの細分化は実施しなくて良いものとした。

ただし、日常点検で判定区分Aの細分化が可能な場合は、この限りではない。

判定区分Bは、変状はあるものの、各構造物の機能面への影響は無く、当面は対策の必要がなく進行状態を観察すれば良い場合の判定とした。

判定区分Cは、変状が認められるが、変状の状態（程度や機能面への影響度合いなど）に関する判定を行うために、調査を実施する必要がある場合の判定区分とした。

判定区分OKは、変状がないかもしくは軽微で、対策も観察も必要無い場合の判定区分であるが、点検もれの防止や点検実施の記録を残すため設定したものである。

(b) 第三者被害に関する判定区分

判定区分Eは、機能面に対する変状の大小に関係なく、安全な道路交通または第三者に対し支障となる恐れがあるため、対策が必要である場合の判定区分である。

また、物理的な変状のみでなく住宅密集地などにおいては、視覚的に第三者に対して著しく不快感や不安を与える場合なども状況に応じてEと判定することも必要である。

(3) 判定区分の表示

判定区分の表示は、個別の変状が第三者等に対して支障となる恐れがあると判定された場合には、個別の変状に関する判定区分に判定区分Eを付加して表示するものとする。表4-1に表示方法を示す。

表4-1 個別の変状に対する判定区分の表示方法

個別の変状に関する判定のみの場合		左記の判定に加え、第三者に対して支障となる恐れがあり対策が必要な場合	
A A		A A ・ E	
A※	A 1	A ・ E	A 1 ・ E
	A 2		A 2 ・ E
B		B ・ E	
C		C ・ E	

※日常点検における基本的な表示方法

なお、打音等ではく離（うき）箇所を発見し、ハンマー等で応急処置として撤去し、第三者等被害の可能性が無くなった場合には、機能面に対する単独での判定となる。

(4) 第三者等被害に関する判定にあたっての留意事項

判定区分Eは、安全な道路交通または第三者に対し支障となる恐れがあるため、対策が必要な場合の判定区分であるため、うき・はく離部の叩き落としや、付属物取付状態の改善といった応急措置以上の緊急的な現地対応を行う必要があると考えられる場合には、速やかに事務所の担当部署（監督員等）に報告するものとする。

この報告を受けた場合には、事務所の担当部署（監督員等）は、原則として直ちに変状状況の確認を行い、対応方法を決定するものとする。

なお、判定区分A Aのみの変状においても、緊急的な現地対応を行う必要がある場合には、上記と同様に対応するものとする。

(5) 点検結果の取扱いにおける留意事項

個別判定による点検結果には、対策時期を示すものは含まれていない。このため、点検結果の報告を受けた事務所の担当部署（監督員等）は、点検結果および現地状況などを十分に考慮し、補修計画などの対策計画を策定するものとする。

4. 4 判定の標準
判定の標準 (1/4)

対象 構造物	細 別	変状の種類	判 定 の 標 準		
			AA	A1～A2	B
擁 壁	コンクリートブロック積、 石積	① ひび割れ・ゆるみ・はらみ	著しいひび割れ、ゆるみ、またははらみがあり、崩壊に結びつく可能性のある場合。	ひび割れ、ゆるみ、またははらみがあり、放置すると将来崩壊に結びつく可能性がある。	ひび割れ、ゆるみ、またははらみがみられるが、拡大や進展の可能性がない。
		② 沈下・移動・倒れ	著しい沈下、移動、または倒れがあり、倒壊に結びつく可能性のある場合。	沈下、移動、または倒れがあり、放置しておくと将来崩壊に結びつく可能性がある。	沈下、移動、または倒れがみられるが、拡大や進展の可能性がない。
		③ 目地の異常	著しい目地のずれ、開き、または段差があり、倒壊に結びつく可能性のある場合。	目地のずれ、開き、または段差があり、放置しておくと将来崩壊に結びつく可能性がある。	目地のずれ、開き、または段差がみられるが、拡大や進展の可能性がない。
		④ 洗掘	倒壊に結びつく可能性のある基礎または、本体の周辺が著しく洗掘されており、早急な対策が必要。	基礎または、本体の周辺が洗掘されており、放置しておくと将来崩壊に結びつく可能性がある。	基礎または、本体の周辺の洗掘がみられるが、拡大や進展の可能性がない。
		⑤ 排水・湧水	目地等からの著しい湧水や水抜き穴の詰まり等により、崩壊に結びつく可能性のある場合。	—	目地や水抜き穴からの湧水があるが、抜け落ちまた崩壊に結びつく可能性がない。
擁 壁	コンクリートブロック井桁	① ひび割れ・はく離	著しいひび割れがあり、崩壊に結びつく可能性のある場合。	ひび割れがある、あるいははく離が顕在しており、放置すると将来崩壊に結びつく可能性がある。	ひび割れ、あるいは局部的なはく離がみられるが、拡大や進展の可能性がない。
		② ゆるみ・はらみ	著しいゆるみ、はらみがあり、抜け落ちまたはのり面、井桁の崩壊に結びつく可能性のある場合。	ゆるみ、またははらみがあり、放置すると将来崩壊に結びつく可能性がある。	小規模または局部的にゆるみ、またははらみがあるが、進展の恐れはない。
	鉄筋コンクリート擁壁	① ひび割れ・角落	広範囲にひび割れが発生しており、かつ、コンクリートのはく離、鉄筋の腐食が認められる。	擁壁表面の比較的広い範囲にひび割れが発生しており、エフロッセンスや錆汁も認められる。	擁壁表面の一部にひび割れが発生しているが、エフロッセンスや錆汁の発生は認められない。
		② はく離	—	はく離あるいはうきがある。または、はく離あるいはうきが顕在している。	局部的なうきが見られる。
		③ 鉄筋の露出・腐食	—	鉄筋露出が著しく、鉄筋の腐食が進行している。	局部的な鉄筋露出が見られる。
擁 壁		④ 沈下・移動・倒れ	沈下、移動、または倒れがあり、擁壁の倒壊に結びつく可能性のある場合。	沈下、移動、または倒れがあり、原因の調査等が必要である。	沈下、移動、または倒れがみられるが、倒壊の恐れがない。
		⑤ 目地の異常	目地のずれ、開き、または段差があり、倒壊に結びつく可能性のある場合。	目地のずれ、開き、または段差があり、放置しておくと将来崩壊に結びつく可能性がある。	目地のずれ、開き、または段差がみられるが、拡大や進展の可能性がない。

判定の標準 (2/4)

対象 構造物	細 別	変状の種類	判 定 の 標 準		
			AA	A1～A2	B
擁 壁	鉄筋コンクリート擁壁	⑥洗掘	倒壊に結びつく可能性のある基礎または、躯体の周辺が著しく洗掘されており、対策が必要。	基礎または、躯体の周辺が洗掘されており、放置しておくとき将来倒壊に結びつく可能性がある。	基礎または、本体の周辺の洗掘がみられるが、拡大や進展の可能性がない。
		⑦排水・湧水	目地等からの著しい湧水や水抜き穴の詰まり等により、崩壊に結びつく可能性のある場合。	—	目地や水抜き穴からの湧水があるが、抜け落ちまた崩壊に結びつく可能性がない。
		①ひび割れ・角落	急激に密集したひび割れが進行、あるいは幅の広いひび割れが生じている。	ひび割れ、または角落ちがあり進行が認められる。	ひび割れ、または角落ちがあるが進行は認められない。
		②沈下・移動・倒れ	沈下、移動、または倒れがあり、擁壁の倒壊に結びつく可能性のある場合。	沈下、移動、または倒れがあり、原因の調査等が必要である。	沈下、移動、または倒れがみられるが、倒壊の恐れがない。
		③目地の異常	目地のずれ、開き、または段差があり、倒壊に結びつく可能性のある場合。	目地のずれ、開き、または段差があり、放置しておくとき将来崩壊に結びつく可能性がある。	目地のずれ、開き、または段差がみられるが、拡大や進展の可能性がない。
	無筋コンクリート擁壁	④洗掘	倒壊に結びつく可能性のある基礎または、躯体の周辺が著しく洗掘されており、対策が必要。	基礎または、躯体の周辺が洗掘されており、放置しておくとき将来倒壊に結びつく可能性がある。	基礎または、本体の周辺の洗掘がみられるが、拡大や進展の可能性がない。
		⑤排水・湧水	目地等からの著しい湧水や水抜き穴の詰まり等により、崩壊に結びつく可能性のある場合。	—	目地や水抜き穴からの湧水があるが、抜け落ちまた崩壊に結びつく可能性がない。
		①ひび割れ・ゆるみ・はらみ	著しいひび割れ、ゆるみ、またははらみがあり、崩壊に結びつく可能性のある場合。	ひび割れ、ゆるみ、またははらみがあり、放置すると将来崩壊に結びつく可能性がある。	ひび割れ、ゆるみ、またははらみがみられるが、拡大や進展の可能性がない。
		②沈下・移動・倒れ	著しい沈下、移動、または倒れがあり、倒壊に結びつく可能性のある場合。	沈下、移動、または倒れがあり、放置しておくとき将来崩壊に結びつく可能性がある。	沈下、移動、または倒れがみられるが、拡大や進展の可能性がない。
		③目地の異常	著しい目地のずれ、開き、または段差があり、倒壊に結びつく可能性のある場合。	目地のずれ、開き、または段差があり、放置しておくとき将来崩壊に結びつく可能性がある。	目地のずれ、開き、または段差がみられるが、拡大や進展の可能性がない。
	補強土壁・軽量盛土	④洗掘	倒壊に結びつく可能性のある基礎または、本体の周辺が著しく洗掘されており、早急な対策が必要。	基礎または、本体の周辺が洗掘されており、放置しておくとき将来崩壊に結びつく可能性がある。	基礎または、本体の周辺の洗掘がみられるが、拡大や進展の可能性がない。
		⑤排水・湧水	目地等からの著しい湧水や水抜き穴の詰まり等により、崩壊に結びつく可能性のある場合。	—	目地や水抜き穴からの湧水があるが、抜け落ちまた崩壊に結びつく可能性がない。

判定の標準 (3/4)

対象 構造物	細 別	変状の種類	判 定 の 標 準		
			AA	A1～A2	B
カ ル バ ー ト	鉄筋コンクリート カルバート	①ひび割れ・角落	本体に著しいひび割れ・角落が発生している。	ひび割れ・角落がみられ、放置すると将来本体の機能面に影響を及ぼす可能性がある。	—
		②はく離(うき)	—	はく離(うき)あるいは大きなうきが進行している。	はく離(うき)あるいは大きなうきが発生している。
		③鉄筋の露出・腐食	—	鉄筋露出が著しく、鉄筋の腐食が進行している。	局部的な鉄筋露出が見られる。
		④漏水・エフロレッセンス	—	水やエフロレッセンスの滲出が著しく、主構造部の鋼材を腐食させている。	局部的に水やエフロレッセンスの滲出が見られる。
		⑤沈下・洗掘	—	<ul style="list-style-type: none"> 著しい沈下があり内部水路またはカルバート内に滞水している。 著しい沈下があり付道路との接続部の路面に、大きな段差が生じている。 ウイング周辺などが著しく洗掘されている。 	<ul style="list-style-type: none"> 沈下により、内部水路の機能が低下している。 ウイング周辺などが洗掘されている。
		⑥目地の異常	—	目地のずれ、開き、または段差などがあり、止水板などの落下の恐れがある。	目地のずれ、開き、または段差などがある。
鉄筋コンクリート パイプカルバート		①ひび割れ	本体に著しいひび割れ・角落が発生している。	ひび割れ・角落がみられ、放置すると将来本体の機能面に影響を及ぼす可能性がある。	—
		②はく離	—	はく離(うき)あるいは大きなうきが進行している。	はく離(うき)あるいは大きなうきが発生している。
		③鉄筋の露出・腐食	—	鉄筋露出が著しく、鉄筋の腐食が進行している。	局部的な鉄筋露出が見られる。
		④沈下	—	大きな沈下により通水機能が著しく低下し、内部に滞水がある。	沈下により通水機能が低下している。
		⑤接続部の変状・開き	—	接続部に開き、ずれ、またははわれなどが著しく生じ、漏水がある。	接続部に開き、またははわれなどがある。

判定の標準 (4/4)

対象 構造物	細 別	変状の種類	判 定 の 標 準		
			AA	A1～A2	B
カルバート	鉄筋コンクリート パイプカルバート	⑥ごみ・土砂の堆積	—	排水機能が著しく低下し、内部に滞水している。	排水機能が低下している。
	コルゲート パイプカルバート	①本体の変状	—	本体に大きな変形または著しいひび割れなどがある。	本体に変形、またはひび割れなどがある。
		②腐食	—	全体的に著しく腐食している。	局部的に腐食している。
		③沈下	—	大きな沈下により通水機能が著しく低下し、内部に滞水がある。	沈下により通水機能が低下している。
		④接続部の変状・開き	—	接続部に開き、ずれ、またはわれなどがあり、著しい漏水がある。	接続部に開き、またはずれなどがある。
		⑤ごみ・土砂の堆積	—	排水機能が著しく低下し、内部に滞水している。	排水機能が低下している。

第5章 措置

点検結果に基づき、道路の効率的な維持及び修繕が図られるよう、必要な措置を講ずる。

〔解説〕

具体的には、対策（補修・補強、撤去）、定期的あるいは常時の観察、緊急に対策を講じることができない場合などの対応として、通行規制・通行止めがある。

補修・補強にあたって点検結果の判定に基づいて擁壁・カルバートの機能や耐久性等を回復させるための最適な対策方法を擁壁・カルバートの管理者が総合的に検討する。

観察は、応急対策を実施した箇所、もしくは点検後の判定の結果、当面は対策工の適用を見送ると判断された箇所に対し、変状の挙動を追跡的に把握するために行われるものである。

第6章 記録

点検及び点検結果の判定並びに措置の内容等を記録し、当該擁壁・カルバートが利用されている期間中は、これを保存する。

〔解説〕

点検の結果は、維持・補修等の計画を立案する上で参考とする基礎的な情報であり、適切な方法で記録し蓄積しておかなければならない。

また、点検後に、補修・補強等の措置を行った場合は、健全性の「判定」を改めて行い、速やかに記録に反映しなければならない。（添付資料 措置シート参照）

さらに、その他の事故や災害等により擁壁・カルバートの状態に変化があった場合には、必要に応じて健全性の「判定」を改めて行い、措置及びその後の結果を速やかに記録に反映しなければならない。

第7章 国土交通省定期点検要領との対比

「シェッド、大型カルバート等定期点検要領 平成26年6月 国土交通省」の判定区分を用いる場合は、一般には以下のような対応となる。

I（健全）	：	OK
II（予防保全段階）	：	A2, B
III（早期措置段階）	：	A1
IV（緊急措置段階）	：	AA、E

なお、C判定の場合、国交省定期点検要領では以下のように定めている。

『調査を行わなければ、I～IVの判定が適切に行えない状態と判断された場合には、その旨を記録するとともに、速やかに調査を行い、その結果を踏まえてI～IVの判定を行うこととなる。（その場合、記録表には、要調査の旨を記録しておくこと。）』

第8章 今後の課題について

本点検要領（案）は、土構造物（擁壁・カルバート）に対して点検を行う際の資料として取りまとめを行ったものであり、点検要領の策定されていない道路附属物等においても、経年劣化や事故損傷等による構造物の破損が、第三者被害につながる可能性がある。

今後の課題として、その他の附属構造物や門型標識以外の標識や照明設備等についても、点検のための要領やマニュアル等の整備を行うことにより、今後の点検業務実施の際の一助となることを期待するものである。

【添付資料1】

擁壁・カルバート点検シート(案)

擁壁・カルバート点検シート(案)【様式1】

擁壁・カルバート点検シート(案)【様式1】										事務所	(例:小浜土木事務所)
路線名		上り・下り		点検日		設計図書の有無		建設年月			
所在地		点検者									
施設名称	(例:擁壁)	高さ・幅				位置情報		緯度		経度	
構造形式	(例:鉄筋コンクリート擁壁)	延長									
被災履歴		補修履歴									
変状の概要		変状の要因				位置図					
判定区分	AA	A (A1, A2)	B	C	OK	E					
平面図	(道路台帳図等から抽出)					断面図					

擁壁・カルバート点検シート(案)【様式2】

全 景 写 真		コメン (地形、施設概要等)		変 状 写 真		写 真 番 号	1	変 状 の 種 類	
(写真に延長等を旗揚げする)								(例:③鉄筋の露出・腐食)	
								コメント	
								判定区分	
変 状 写 真		2	変 状 の 種 類	変 状 写 真		写 真 番 号	3	変 状 の 種 類	
								コメント	
								判定区分	

擁壁・カルバート 措置シート(案)【様式3】




変状場所		
措置の経緯	(※補修設計を委託した場合や工事名などここに記載する。)	
措置後の判定区分		
変状の種類		
措置及び判定の実施年月日		
備考		

【添付資料2】

健全度判定及び措置の目安（案）

健全度判定及び措置の目安【擁壁】




(案)

細別 判定標準	コンクリートブロック積	変状の種類	① ひび割れ	
AA (E)	事例写真 		状況	著しいひび割れがあり、崩壊に結びつく可能性がある。
			変状の程度	クラック幅2cm以上
			措置の目安	早急に積み直し等の処置が必要である。
			備考	
A (A1～A2)	事例写真 		状況	ひび割れがあり、放置すると将来崩壊に結びつく可能性がある。
			変状の程度	クラック幅2mm～2cm未満
			措置の目安	目地詰め等の補強・補修を検討する。
			備考	
B	事例写真 		状況	ひび割れが見られるが、拡大や進展の可能性がない。
			変状の程度	クラック幅2mm未満
			措置の目安	変状程度を経過観測する。
			備考	

※ 写真出典：「被災宅地の調査・危険度判定マニュアル」

健全度判定及び措置の目安【擁壁】

(案)

細別 判定標準	石積	変状の種類	① ひび割れ	
AA (E)	事例写真 		状況	著しいひび割れがあり、崩壊に結びつく可能性がある。
			変状の程度	クラック幅2cm以上
			措置の目安	早急に積み直し等の処置が必要である。
			備考	
A (A1～A2)	事例写真 		状況	ひび割れがあり、放置すると将来崩壊に結びつく可能性がある。
			変状の程度	クラック幅2mm～2cm未満
			措置の目安	目地詰め等の補強・補修を検討する。
			備考	
B	事例写真 		状況	ひび割れが見られるが、拡大や進展の可能性がない。
			変状の程度	クラック幅2mm未満
			措置の目安	変状程度を経過観測する。
			備考	

※ 写真出典：「被災宅地の調査・危険度判定マニュアル」

健全度判定及び措置の目安【擁壁】



(案)

細別 判定標準	石積	変状の種類	① ゆるみ, はらみ	
AA (E)	事例写真 		状況	著しいゆるみ又ははらみがあり、崩壊に結びつく可能性がある。
			変状の程度	背後地盤にテンションクラックがあり、かつ円弧すべりの恐れあり。
			措置の目安	早急に積み直し等の処置が必要である。
			備考	
A (A1～A2)	事例写真 		状況	ゆるみ又ははらみがあり、放置すると将来崩壊に結びつく可能性がある。
			変状の程度	背後地盤にテンションクラックが無く、かつ円弧すべりの恐れも無い。
			措置の目安	沿え打ち・アンカー等の補強・補修を検討する。
			備考	
B	事例写真 		状況	ゆるみ又ははらみが見られるが、拡大や進展の可能性がない。
			変状の程度	小規模のはらみ
			措置の目安	変状程度を経過観測する。
			備考	

※ 写真出典：「被災宅地の調査・危険度判定マニュアル」

健全度判定及び措置の目安【擁壁】


(案)

細別 判定標準	コンクリートブロック積、石積	変状の種類	②沈下・移動・倒れ	
AA (E)	事例写真 		状況	著しい沈下、移動、または倒れがあり、倒壊に結びつく可能性のある場合。
			変状の程度	5cm以上の沈下、または擁壁の前傾・倒壊による機能喪失
			措置の目安	早急な対策が必要である。
			備考	
A (A1～A2)	事例写真 		状況	沈下、移動、または倒れがあり、放置しておくとも将来崩壊に結びつく可能性がある。
			変状の程度	5mm～5cm未満の沈下、または天端5cm以上の傾斜
			措置の目安	補強・補修対策について検討する。
			備考	
B	事例写真 		状況	沈下、移動、または倒れがみられるが、拡大や進展の可能性がない。
			変状の程度	5mm未満の沈下、または天端5cm未満の傾斜
			措置の目安	変状程度を経過観測する。
			備考	

「既存造成宅地擁壁の老朽化診断 目視点検調査要領」より


健全度判定及び措置の目安【擁壁】

(案)

細別 判定標準	コンクリートブロック積、石積	変状の種類	③目地の異常	
AA (E)	事例写真 		状況	著しい目地のずれ、開き、または段差があり、倒壊に結びつく可能性のある場合。
			変状の程度	5cm以上のずれ、開き、段差があり、滑動・転倒の恐れがある。
			措置の目安	早急に積み直し等の処置が必要である。
			備考	
A (A1～A2)	事例写真 		状況	目地のずれ、開き、または段差があり、放置しておくと将来崩壊に結びつく可能性がある。
			変状の程度	5mm～5cm未満のずれ、開き、段差がある。
			措置の目安	目地詰め等の補強・補修を検討する。
			備考	
B	事例写真 		状況	目地のずれ、開き、または段差がみられるが、拡大や進展の可能性がない。
			変状の程度	5mm未満のずれ、開き、段差がある。
			措置の目安	変状程度を経過観測する。
			備考	

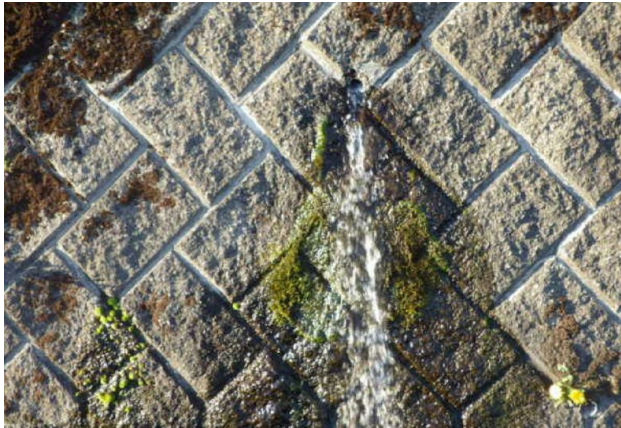
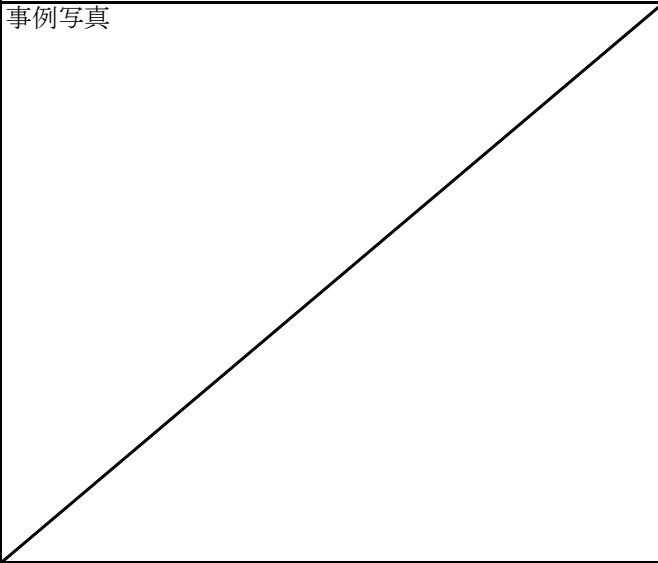

健全度判定及び措置の目安【擁壁】

(案)

細別 判定標準	コンクリートブロック積、石積	変状の種類	④洗掘	
AA (E)	事例写真 	状況	倒壊に結びつく可能性のある基礎または、本体の周辺が著しく洗掘されており、早急な対策が必要。	
		変状の程度		
		措置の目安	早急に積み直し等の処置が必要である。	
		備考		
A (A1～A2)	事例写真 	状況	基礎または、本体の周辺が洗掘されており、放置しておくとも将来崩壊に結びつく可能性がある。	
		変状の程度		
		措置の目安	ふとんかご・根固等の洗掘防止対策について検討を行う。	
		備考		
B	事例写真 	状況	基礎または、本体の周辺の洗掘がみられるが、拡大や進展の可能性がない。	
		変状の程度		
		措置の目安	変状程度を経過観測する。	
		備考		


健全度判定及び措置の目安【擁壁】

(案)

細別 判定標準	コンクリートブロック積、石積	変状の種類	⑤排水・湧水	
AA (E)	事例写真 		状況	目地等からの著しい湧水や水抜き穴の詰まり等により、崩壊に結びつく可能性のある場合。
			変状の程度	
			措置の目安	排水・湧水対策を実施する。
			備考	
A (A1～A2)	事例写真 		状況	
			変状の程度	
			措置の目安	
			備考	
B	事例写真 		状況	目地や水抜き穴からの湧水があるが、抜け落ちまた崩壊に結びつく可能性がない。
			変状の程度	
			措置の目安	変状程度を経過観測する。
			備考	


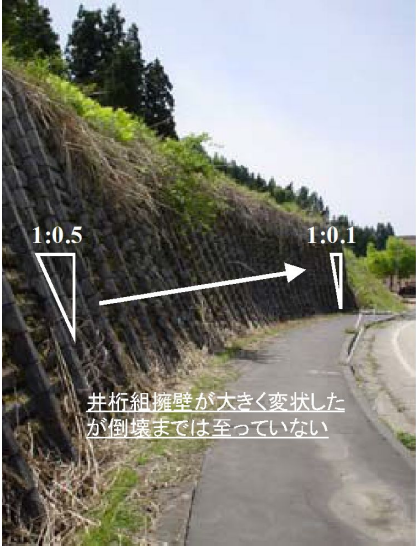

健全度判定及び措置の目安【擁壁】

(案)

細別 判定標準	コンクリートブロック井桁	変状の種類	①ひび割れ・はく離	
AA (E)	事例写真	事例写真なし	状況	著しいひび割れがあり、崩壊に結びつく可能性のある場合。
			変状の程度	クラック幅2cm以上
			措置の目安	早急に積み直し等の処置が必要である。
			備考	
A (A1～A2)	事例写真	事例写真なし	状況	ひび割れがある、あるいははく離が顕在しており、放置すると将来崩壊に結びつく可能性がある。
			変状の程度	クラック幅2mm～2cm未満
			措置の目安	目地詰め等の補強・補修を検討する。
			備考	
B	事例写真		状況	ひび割れ、あるいは局部的なはく離がみられるが、拡大や進展の可能性がない。
			変状の程度	クラック幅2mm未満
			措置の目安	変状程度を経過観測する。
			備考	



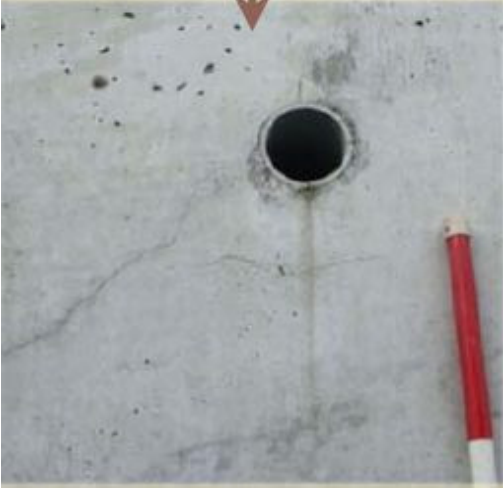
健全度判定及び措置の目安【擁壁】

(案)

細別 判定標準	コンクリートブロック井桁	変状の種類	②ゆるみ, はらみ	
AA (E)	事例写真 		状況	著しいゆるみ、はらみがあり、抜け落ちまたはのり面、井桁の崩壊に結びつく可能性のある場合。
			変状の程度	背後地盤にテンションクラックがあり、かつ円弧すべりの恐れあり。
			措置の目安	早急に積み直し等の処置が必要である。
			備考	
A (A1～A2)	事例写真 		状況	ゆるみ、またははらみがあり、放置すると将来崩壊に結びつく可能性がある。
			変状の程度	背後地盤にテンションクラックが無く、かつ円弧すべりの恐れも無い。
			措置の目安	積み直し等の対策を検討する。
			備考	
B	事例写真 		状況	小規模または局部的にゆるみ、またははらみがあるが、進展の恐れはない。
			変状の程度	小規模のはらみ及び中抜け(積石1～2個程度)
			措置の目安	変状程度を経過観測する。
			備考	

健全度判定及び措置の目安【擁壁】



(案)

細別 判定標準	鉄筋コンクリート擁壁	変状の種類	①ひび割れ・角落	
AA (E)	事例写真 		状況	広範囲にひび割れが発生しており、かつ、コンクリートのはく離、鉄筋の腐食が認められる。
			変状の程度	5mm以上のクラックが発生している。
			措置の目安	早急に打ち直し等の処置が必要である。
			備考	
A (A1～A2)	事例写真 		状況	擁壁表面の比較的広い範囲にひび割れが発生しており、エフロレッセンスや錆汁も認められる。
			変状の程度	5mm未満のクラックが発生している。
			措置の目安	注入等の補強・補修を検討する。
			備考	変状の範囲に応じて判定を行う。
B	事例写真 		状況	擁壁表面の一部にひび割れが発生しているが、エフロレッセンスや錆汁の発生は認められない。
			変状の程度	ヘアークラックの発生はあるが、機能上の支障なし。
			措置の目安	変状程度を経過観測する。
			備考	

「既存造成宅地擁壁の老朽化診断 目視点検調査要領」より



健全度判定及び措置の目安 【擁壁】

(案)

細別 判定標準	鉄筋コンクリート擁壁	変状の種類	②はく離	
AA (E)	事例写真		状況	
			変状の程度	
			措置の目安	
			備考	
A (A1～A2)	事例写真 		状況	はく離あるいはうきがある。 または、はく離あるいはうきが顕在している。
			変状の程度	
			措置の目安	断面修復等の処置を検討する。
			備考	
B	事例写真 		状況	局部的なはく離あるいはうきが見られる。
			変状の程度	
			措置の目安	変状程度を経過観測する。
			備考	


健全度判定及び措置の目安 【擁壁】

(案)

細別 判定標準	鉄筋コンクリート擁壁	変状の種類	③鉄筋の露出・腐食	
AA (E)	事例写真		状況	
			変状の程度	
			措置の目安	
			備考	
A (A1～A2)	事例写真 		状況	鉄筋露出が著しく、鉄筋の腐食が進行している。
			変状の程度	
			措置の目安	早急に断面修復等の処置が必要である。
			備考	
B	事例写真 		状況	局所的な鉄筋露出が見られる。
			変状の程度	
			措置の目安	断面修復等の対策について検討する
			備考	




健全度判定及び措置の目安【擁壁】

(案)

細別 判定標準	鉄筋コンクリート擁壁	変状の種類	④沈下・移動・倒れ	
AA (E)	事例写真 	状況	沈下、移動、または倒れがあり、擁壁の倒壊に結びつく可能性がある場合。	
		変状の程度	5cm以上の沈下、または擁壁の前傾・倒壊による機能喪失	
		措置の目安	早急な対策が必要である。	
		備考		
A (A1～A2)	事例写真 	状況	沈下、移動、または倒れがあり、原因の調査等が必要である。	
		変状の程度	5mm～5cm未満の沈下、または天端5cm以上の傾斜	
		措置の目安	補強・補修対策について検討する。	
		備考		
B	事例写真 	状況	沈下、移動、または倒れがみられるが、倒壊の恐れがない。	
		変状の程度	5mm未満の沈下、または天端5cm未満の傾斜	
		措置の目安	変状程度を経過観測する。	
		備考		

健全度判定及び措置の目安【擁壁】

(案)

細別 判定標準	鉄筋コンクリート擁壁	変状の種類	⑤目地の異常	
AA (E)	事例写真 	状況	目地のずれ、開き、または段差があり、倒壊に結びつく可能性がある。	
		変状の程度	5cm以上のずれ、開き、段差があり、滑動・転倒の恐れがある。	
		措置の目安	早急に打ち直し等の処置が必要である。	
		備考		
A (A1～A2)	事例写真 	状況	目地のずれ、開き、または段差があり、放置しておくとも将来倒壊に結びつく可能性がある。	
		変状の程度	5mm～5cm未満のずれ、開き、段差がある。	
		措置の目安	目地詰め等の補強・補修を検討する。	
		備考		
B	事例写真 	状況	目地のずれ、開き、または段差が見られるが、拡大や進展の可能性がない。	
		変状の程度	5mm未満のずれ、開き、段差がある。	
		措置の目安	変状程度を経過観測する。	
		備考		




※ 写真出典：「被災宅地の調査・危険度判定マニュアル」

(案)

A photograph of a weathered, corrugated metal structure, possibly a shed or small building, with a wooden fence visible in the background. The structure is made of light-colored, possibly galvanized, corrugated metal sheets. It has a simple, rectangular form. In the background, a wooden fence with vertical slats is visible. The foreground shows some green foliage and a dirt path. The overall scene suggests a rural or semi-rural setting.

健全度判定及び措置の目安【擁壁】

(案)

細別 判定標準	鉄筋コンクリート擁壁	変状の種類	⑦排水・湧水	
AA (E)	事例写真 		状況	目地等からの著しい湧水や水抜き穴の詰まり等により、崩壊に結びつく可能性のある場合。
			変状の程度	
			措置の目安	排水・湧水対策を実施する。
			備考	
A (A1～A2)	事例写真 		状況	
			変状の程度	
			措置の目安	
			備考	
B	事例写真 		状況	目地や水抜き穴からの湧水があるが、抜け落ちまた崩壊に結びつく可能性がない。
			変状の程度	
			措置の目安	変状程度を経過観測する。
			備考	

健全度判定及び措置の目安【擁壁】

(案)

細別 判定標準	無筋コンクリート擁壁	変状の種類	①ひび割れ・角落	
AA (E)	事例写真		状況	急激に密集したひび割れが進行、あるいは幅の広いひび割れが生じている。
	<p>連続したクラック (Max: 15mm)</p>		変状の程度	5mm以上のクラックが発生している。
			措置の目安	早急に打ち直し等の処置が必要である。
			備考	
A (A1～A2)	事例写真		状況	ひび割れ、または角落ちがあり進行が認められる。
			変状の程度	2mm～5mm未満のクラックが発生している。
			措置の目安	注入等の補強・補修を検討する。
			備考	
B	事例写真		状況	ひび割れ、または角落ちがあるが進行は認められない。
			変状の程度	2mm未満のクラックはあるが、機能上の支障なし。
			措置の目安	変状程度を経過観測する。
			備考	




健全度判定及び措置の目安 【擁壁】

(案)

細別 判定標準	無筋コンクリート擁壁	変状の種類	①ひび割れ・角落	
C	事例写真 	状況	1970年頃に施工された重力式擁壁(H≒5m)に亀甲状のひび割れが見られた。	
		変状の程度	1994年にひび割れ注入と表面被覆による補修履歴があるが、ひび割れが再発(進行)している。	
		措置の目安	ASRによる変状の可能性がある、調査が必要と考えられる。	
		備考		
	事例写真	状況		
		変状の程度		
		措置の目安		
		備考		
	事例写真	状況		
		変状の程度		
		措置の目安		
		備考		

健全度判定及び措置の目安 【擁壁】

(案)

細別 判定標準	無筋コンクリート擁壁	変状の種類	②沈下・移動・倒れ	
AA (E)	事例写真 	状況	沈下、移動、または倒れがあり、擁壁の倒壊に結びつく可能性がある場合。	
		変状の程度	5cm以上の沈下、または擁壁の前傾・倒壊による機能喪失	
		措置の目安	早急な対策が必要である。	
		備考		
A (A1～A2)	事例写真 	状況	沈下、移動、または倒れがあり、原因の調査等が必要である。	
		変状の程度	5mm～5cm未満の沈下、または天端5cm以上の傾斜	
		措置の目安	補強・補修対策について検討する。	
		備考		
B	事例写真 	状況	沈下、移動、または倒れがみられるが、倒壊の恐れがない。	
		変状の程度	5mm未満の沈下、または天端5cm未満の傾斜	
		措置の目安	変状程度を経過観測する。	
		備考		

(案)


健全度判定及び措置の目安【擁壁】

(案)

細別 判定標準	無筋コンクリート擁壁	変状の種類	④洗掘	
AA (E)	事例写真 	状況	倒壊に結びつく可能性のある基礎または、躯体の周辺が著しく洗掘されており、対策が必要。	
		変状の程度		
		措置の目安	早急に打ち直し等の処置が必要である。	
		備考		
A (A1～A2)	事例写真 	状況	基礎または、躯体の周辺が洗掘されており、放置しておくとも将来倒壊に結びつく可能性がある。	
		変状の程度		
		措置の目安	ふとんかご・根固等の洗掘防止対策について検討を行う。	
		備考		
B	事例写真 	状況	基礎または、本体の周辺の洗掘がみられるが、拡大や進展の可能性がない。	
		変状の程度		
		措置の目安	変状程度を経過観測する。	
		備考		



健全度判定及び措置の目安【擁壁】

(案)

細別 判定標準	無筋コンクリート擁壁	変状の種類	⑤排水・湧水	
AA (E)	事例写真 		状況	目地等からの著しい湧水や水抜き穴の詰まり等により、崩壊に結びつく可能性のある場合。
			変状の程度	
			措置の目安	排水・湧水対策を実施する。
			備考	
A (A1～A2)	事例写真		状況	
			変状の程度	
			措置の目安	
			備考	
B	事例写真 		状況	目地や水抜き穴からの湧水があるが、抜け落ちまた崩壊に結びつく可能性がない。
			変状の程度	
			措置の目安	変状程度を経過観測する。
			備考	

健全度判定及び措置の目安【擁壁】

(案)

細別 判定標準	補強土壁・軽量盛土	変状の種類	①ひび割れ・ゆるみ・はらみ	
AA (E)	事例写真 		状況	著しいひび割れ、ゆるみ、またははらみがあり、崩壊に結びつく可能性のある場合。
			変状の程度	5mm以上のひび割れがある。背後地盤にテンションクラックがあり、かつ円弧すべりの恐れあり。
			措置の目安	早急に打ち直し等の処置が必要である。
			備考	『③目地の異常』－AAにも該当。
A (A1～A2)	事例写真 		状況	ひび割れ、ゆるみ、またははらみがあり、放置すると将来崩壊に結びつく可能性がある。
			変状の程度	2mm～5mm未満のひび割れがある。背後地盤にテンションクラックが無く、かつ円弧すべりの恐れも無い。
			措置の目安	注入等の補強・補修を検討する。
			備考	
B	事例写真 		状況	ひび割れ、ゆるみ、またははらみがみられるが、拡大や進展の可能性がない。
			変状の程度	2mm未満のクラックはあるが機能上の支障なし。小規模のはらみ
			措置の目安	変状程度を経過観測する。
			備考	



健全度判定及び措置の目安【擁壁】

(案)

細別 判定標準	補強土壁・軽量盛土	変状の種類	②沈下・移動・倒れ	
AA (E)	事例写真		状況	著しい沈下、移動、または倒れがあり、倒壊に結びつく可能性のある場合。
			変状の程度	5cm以上の沈下、または擁壁の前傾・倒壊による機能喪失
			措置の目安	早急な対策が必要である。
			備考	
A (A1～A2)	事例写真		状況	沈下、移動、または倒れがあり、放置しておくとも将来崩壊に結びつく可能性がある。
			変状の程度	5mm～5cm未満の沈下、または天端5cm以上の傾斜
			措置の目安	補強・補修対策について検討する。
			備考	
B	事例写真		状況	沈下、移動、または倒れがみられるが、拡大や進展の可能性がない。
			変状の程度	5mm未満の沈下、または天端5cm未満の傾斜
			措置の目安	変状程度を経過観測する。
			備考	



健全度判定及び措置の目安【擁壁】

(案)

細別 判定標準	補強土壁・軽量盛土	変状の種類	②沈下・移動・倒れ	
C	事例写真 		状況	支持力不足によるものと考えられる沈下が生じ、目地部が変状している
			変状の程度	
			措置の目安	機能面への影響度合いを判定するため、基礎等の調査を行った上で対策を検討する
			備考	
C	事例写真 		状況	橋台との接合部で開きが生じている
			変状の程度	
			措置の目安	変状原因の特定と機能面への影響度合いを判定するため、調査を行った上で対策を検討する
			備考	
	事例写真		状況	
			変状の程度	
			措置の目安	
			備考	

健全度判定及び措置の目安【擁壁】

(案)

細別 判定標準	補強土壁・軽量盛土	変状の種類	③目地の異常	
AA (E)	事例写真 		状況	著しい目地のずれ、開き、または段差があり、倒壊に結びつく可能性のある場合。
			変状の程度	5cm以上のずれ、開き、段差があり、滑動・転倒の恐れがある。
			措置の目安	早急に打ち直し等の処置が必要である。
			備考	『①ひび割れ・ゆるみ・はらみ』－AAにも該当。
A (A1～A2)	事例写真 		状況	目地のずれ、開き、または段差があり、放置しておくと将来崩壊に結びつく可能性がある。
			変状の程度	5mm～5cm未満のずれ、開き、段差がある。
			措置の目安	目地詰め等の補強・補修を検討する。
			備考	施工不良（盛土の転圧不足等）の可能性も考えられる
B	事例写真 		状況	目地のずれ、開き、または段差がみられるが、拡大や進展の可能性がない。
			変状の程度	5mm未満のずれ、開き、段差がある。
			措置の目安	変状程度を経過観測する。
			備考	


(案)

[illegible]

(案)



健全度判定及び措置の目安【カルバート】

(案)

細別 判定標準	鉄筋コンクリートカルバート	変状の種類	① ひび割れ・角落	
AA (E)			状況	本体に著しいひび割れ・角落が発生している。
			変状の程度	鉄筋に沿い発生した側壁のひび割れ・剥離(塩害による)※鉄筋は腐食も進行
			措置の目安	断面修復を行うとともに、電気防食や鋼板接着等の補強についても検討する。
			備考	
A (A1～A2)	事例写真 		状況	ひび割れ・角落が見られ、放置すると将来本体の機能面に影響を及ぼす可能性がある。
			変状の程度	頂版下端近傍に水平方向に発生した沈降ひび割れ(初期欠陥による)ひび割れ幅は0.5mm程度
			措置の目安	ひび割れ幅に応じて、被覆工法(0.2mm未満)、注入工法(0.2～1.0mm)、充填工法(1.0mm以上)を選定する。
			備考	
B	事例写真		状況	
			変状の程度	
			措置の目安	
			備考	



健全度判定及び措置の目安 【カルバート】

(案)

細別 判定標準	鉄筋コンクリートカルバート	変状の種類	② はく離・うき	
AA			状況	
			変状の程度	
			措置の目安	
			備考	
A (A1～A2)	事例写真 		状況	はく離（うき）あるいは大きなうきが進行している。
			変状の程度	
			措置の目安	早急に断面修復等の処置が必要である。
			備考	
B	事例写真 		状況	はく離（うき）あるいは大きなうきが発生している。
			変状の程度	叩き落としにより剥落の可能性がない場合
			措置の目安	断面修復等の対策について検討する
			備考	



健全度判定及び措置の目安【カルバート】

(案)

細別 判定標準	鉄筋コンクリートカルバート	変状の種類	③ 鉄筋の露出・腐食	
AA	事例写真		状況	
			変状の程度	
			措置の目安	
			備考	
A (A1～A2)	事例写真 		状況	鉄筋露出が著しく、鉄筋の腐食が進行している。
			変状の程度	
			措置の目安	断面修復を行うとともに、電気防食や鋼板接着等の補強についても検討する。
			備考	
B	事例写真 		状況	局所的な鉄筋露出が見られる。
			変状の程度	
			措置の目安	変状程度を経過観測する。
			備考	

健全度判定及び措置の目安【カルバート】

(案)

細別 判定標準	鉄筋コンクリートカルバート	変状の種類	④ 漏水・エフロレッセンス	
AA	事例写真		状況	
			変状の程度	
			措置の目安	
			備考	
A (A1～A2)	事例写真 		状況	水やエフロレッセンスの滲出が著しく、主構造部の鋼材を腐食させている。
			変状の程度	
			措置の目安	断面修復を行うとともに、漏水対策等についても検討する。
			備考	
B	事例写真 		状況	局部的に水やエフロレッセンスの滲出が見られる。
			変状の程度	
			措置の目安	変状程度を経過観測する。
			備考	



健全度判定及び措置の目安 【カルバート】

(案)

細別 判定標準	鉄筋コンクリートカルバート	変状の種類	⑤沈下・洗掘	
AA	事例写真		状況	
			変状の程度	
			措置の目安	
			備考	
A (A1～A2)	事例写真 		状況	著しい沈下があり取付道路との接続部の路面に、大きな段差が生じている。
			変状の程度	
			措置の目安	詳細点検・調査を実施した上で、措置を決定する。
			備考	
B	事例写真 		状況	・沈下により、内部水路の機能が低下している。 ・ウイング周辺などが洗掘されている。
			変状の程度	
			措置の目安	変状程度を経過観測する。
			備考	

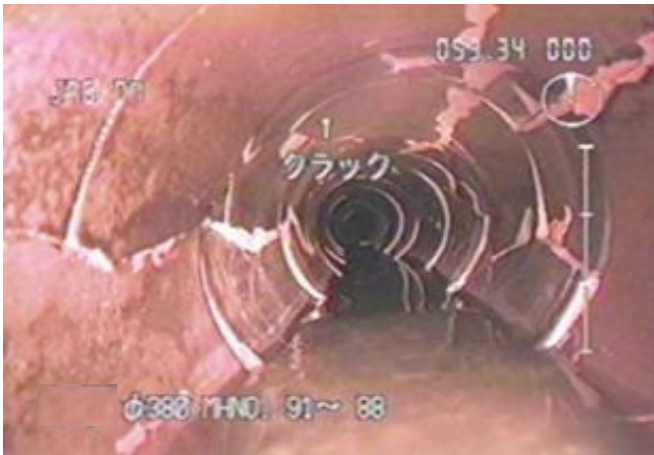
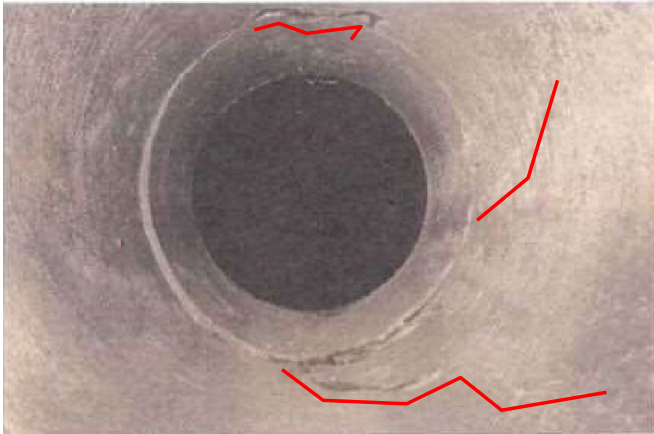
健全度判定及び措置の目安 【カルバート】

(案)

細別 判定標準	鉄筋コンクリートカルバート	変状の種類	⑥ 目地の異常	
AA	事例写真		状況	
			変状の程度	
			措置の目安	
			備考	
A (A1～A2)	事例写真 		状況	目地のずれ、開き、または段差などがあり、止水板などの落下の恐れがある。
			変状の程度	目地の開きが大きく水の浸透がある
			措置の目安	目地補修工等の補強・補修を検討する。
			備考	
B	事例写真 		状況	目地のずれ、開き、または段差などがある。
			変状の程度	目地の開きはあるが、水の浸透はない。
			措置の目安	変状程度を経過観測する。
			備考	


健全度判定及び措置の目安【カルバート】

(案)

細別 判定標準		鉄筋コンクリートパイプカルバート	変状の種類	① ひび割れ・角落	
AA (E)		状況	本体に著しいひび割れ・角落が発生している。		
		変状の程度			
		措置の目安	断面修復を行うとともに、防食や鋼板接着等の補強についても検討する。		
		備考			
A (A1～A2)	事例写真 	状況	ひび割れ・角落がみられ、放置すると将来本体の機能面に影響を及ぼす可能性がある。		
		変状の程度			
		措置の目安	ひび割れ幅に応じて、被覆工法(0.2mm未満)、注入工法(0.2～1.0mm)、充填工法(1.0mm以上)を選定する。		
		備考			
B	事例写真	状況			
		変状の程度			
		措置の目安			
		備考			



健全度判定及び措置の目安【カルバート】

(案)

細別 判定標準	鉄筋コンクリートパイプカルバート	変状の種類	② はく離・うき	
AA		状況		
		変状の程度		
		措置の目安		
		備考		
A (A1～A2)	事例写真 	状況	はく離（うき）あるいは大きなうきが進行している。	
		変状の程度		
		措置の目安	早急に断面修復等の処置が必要である。	
		備考		
B	事例写真 事例写真なし	状況	はく離（うき）あるいは大きなうきが発生している。	
		変状の程度	叩き落としにより剥落の可能性がない場合	
		措置の目安	断面修復等の対策について検討する	
		備考		

健全度判定及び措置の目安【カルバート】

(案)

細別 判定標準	鉄筋コンクリートパイプカルバート	変状の種類	③ 鉄筋の露出・腐食	
AA	事例写真		状況	
			変状の程度	
			措置の目安	
			備考	
A (A1～A2)	事例写真 		状況	鉄筋露出が著しく、鉄筋の腐食が進行している。
			変状の程度	
			措置の目安	断面修復を行うとともに、防食や鋼板接着等の補強についても検討する。
			備考	
B	事例写真 		状況	局所的な鉄筋露出が見られる。
			変状の程度	
			措置の目安	変状程度を経過観測する。
			備考	

健全度判定及び措置の目安 【カルバート】

(案)

細別 判定標準	鉄筋コンクリートパイプカルバート	変状の種類	④沈下	
AA	事例写真		状況	
			変状の程度	
			措置の目安	
			備考	
A (A1～A2)	事例写真	事例写真なし	状況	大きな沈下により通水機能が著しく低下し、内部に滞水がある。
			変状の程度	滞水が断面積の50%以上
			措置の目安	詳細点検・調査を実施した上で、措置を決定する。
			備考	
B	事例写真	事例写真なし	状況	沈下により通水機能が低下している。
			変状の程度	滞水が断面積の50%未満～20%以上
			措置の目安	変状程度を経過観測する。
			備考	

健全度判定及び措置の目安【カルバート】

(案)

細別 判定標準	鉄筋コンクリートパイプカルバート	変状の種類	⑤ 接続部の変状・開き	
AA	事例写真		状況	
			変状の程度	
			措置の目安	
			備考	
A (A1～A2)	事例写真 		状況	接続部に開き、ずれ、またはわれなどが著しく生じ、漏水がある。
			変状の程度	接続部の開きが大きく水の浸透がある
			措置の目安	目地補修工等の補強・補修を検討する。
			備考	
B	事例写真 		状況	接続部に開き、またはずれなどがある。
			変状の程度	接続部の開きはあるが、水の浸透はない。
			措置の目安	変状程度を経過観測する。
			備考	

健全度判定及び措置の目安【カルバート】

(案)

細別 判定標準	鉄筋コンクリートパイプカルバート	変状の種類	⑥ ごみ・土砂の堆積	
AA	事例写真		状況	
			変状の程度	
			措置の目安	
			備考	
A (A1～A2)	事例写真 		状況	排水機能が著しく低下し、異物の堆積または滞水が顕著である。
			変状の程度	管内に50%以上の堆積がある。
			措置の目安	管出入口および内部の堆積物を除去する。堆積物除去が困難である場合、可能であれば布替も検討する。
			備考	
B	事例写真 		状況	排水機能が低下している。
			変状の程度	管内に20～50%以上の堆積がある。
			措置の目安	管出入口および内部の堆積物を除去する。
			備考	

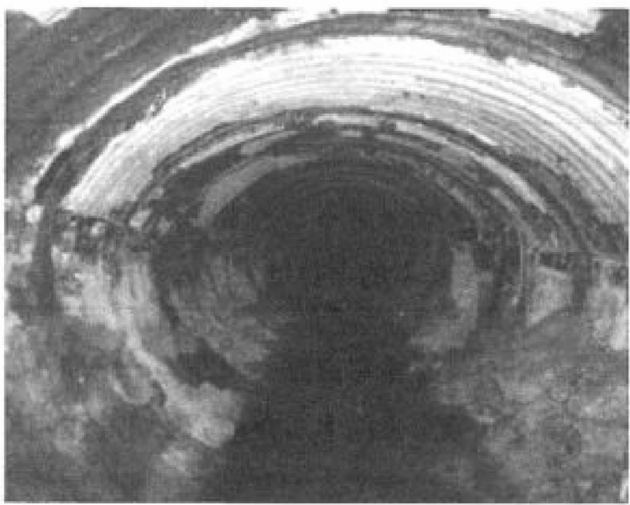

健全度判定及び措置の目安【カルバート】

(案)

細別 判定標準	コルゲートパイプカルバート	変状の種類	①本体の変状	
AA	事例写真		状況	
			変状の程度	
			措置の目安	
			備考	
A (A1～A2)	事例写真 		状況	本体に大きな変形または著しいひび割れなどがある。
			変状の程度	
			措置の目安	さや管方式による更新や可能であれば布替も検討する。
			備考	
B	事例写真 事例写真なし		状況	本体に変形、またはひび割れなどがある。
			変状の程度	
			措置の目安	変状程度を経過観測する。
			備考	

健全度判定及び措置の目安【カルバート】

(案)

細別 判定標準	コルゲートパイプカルバート	変状の種類	② 腐食	
AA	事例写真		状況	
			変状の程度	
			措置の目安	
			備考	
A (A1～A2)	事例写真 		状況	全体的に著しく腐食している。
			変状の程度	孔食あるいは鋼材全周のうき錆が見られるもの
			措置の目安	さや管方式による更新や可能であれば布替も検討する。経済性で有利であれば電気防食等も検討する。
			備考	
B	事例写真 		状況	局部的に腐食している。
			変状の程度	表面的あるいは小面積の腐食
			措置の目安	変状程度を経過観測する。
			備考	

健全度判定及び措置の目安 【カルバート】

(案)

細別 判定標準	コルゲートパイプカルバート	変状の種類	③沈下	
AA	事例写真		状況	
			変状の程度	
			措置の目安	
			備考	
A (A1～A2)	事例写真	事例写真なし	状況	大きな沈下により通水機能が著しく低下し、内部に滞水がある。
			変状の程度	滞水が断面積の50%以上
			措置の目安	詳細点検・調査を実施した上で、措置を決定する。
			備考	
B	事例写真	事例写真なし	状況	沈下により通水機能が低下している。
			変状の程度	滞水が断面積の50%未満～20%以上
			措置の目安	変状程度を経過観測する。
			備考	

(案)

5-67

健全度判定及び措置の目安【カルバート】

(案)

細別 判定標準	コルゲートパイプカルバート	変状の種類	⑤ ごみ・土砂の堆積	
AA	事例写真		状況	
			変状の程度	
			措置の目安	
			備考	
A (A1～A2)	事例写真 		状況	排水機能が著しく低下し、異物の堆積または滞水が顕著である。
			変状の程度	管内に50%以上の堆積がある。
			措置の目安	管出入口および内部の堆積物を除去する。堆積物除去が困難である場合、可能であれば布替も検討する。
			備考	
B	事例写真 		状況	排水機能が低下している。
			変状の程度	管内に20～50%以上の堆積がある。
			措置の目安	管出入口および内部の堆積物を除去する。
			備考	

【添付資料3】

グループ活動記録

第7回研究会 (H25. 4. 23) 資料

「擁壁・カルバートなど」の資料整理結果とアンケート項目案 H25.4.23

【維持管理の現状、顕在化している課題】

1) 施設台帳および設計資料の未整備

⇒ 膨大なデータの効率的かつ確実な保管が不可能。

(※ データベース等の情報システムの整備よりも、いかにデータを収集し活用するかが重要)

2) 点検マニュアルが十分に整備されていない。(橋梁に比べ対応が遅れている)

3) 担当職員の経験・技術力・専門性が不足している。

⇒ 業務発注を行うノウハウも持ち合わせていない。

(※ 国、都道府県、市町村それぞれで取り組み程度が異なる。)

4) 維持管理体制について

本庁：指針策定、予算配分 ⇒ 土木事務所：現場の維持管理

(情報と指示の流れが一方的)

∴現場の管理情報を基に、予算配分や管理方法見直し等のマネジメントサイクルが成立しにくい。

(背景) 現場：技術者不足、経験不足 本庁：マネジメント体制の不備

5) 維持管理の考え方

計画的な維持管理⇒「予防保全」：LCC や環境負荷を念頭

後追的な維持管理⇒「事後保全」：不具合が発生した後にはじめて対応

(橋梁等の重要構造物とその他の附属構造物とでも考え方が異なる。経済合理性で判断。)

6) 予算システム

投資的経費(補助金等資金調達に様々な方策がある)に比べ、維持的経費(経常的経費の一部として、管理者が自ら予算を確保する)の予算額は減少または頭打ちの傾向。

(背景) 投資的経費に対して必要性の認識が充分でない。

維持補修に関する知識不足により、必要性の充分な説明が困難。

7) 点検や補修計画等の内容が道路利用者に伝わっていない。

⇒ 内容を公表し、道路利用者からの情報提供等を活用することで、共有化を図り質を確保。

(道路構造物についても、自助・公助の概念を導入すべき)

【問題発生事例】

1) 構造物全般：転倒、傾斜、沈下、ひび割れ、鉄筋露出、塩害、ASR、凍害、洗掘等の発生

2) 排水構造物：流下能力の欠如(閉塞、断面不足など)

3) 防護柵：衝突による損傷、腐食

4) 標識・照明：衝突・風等による損傷、支柱等の腐食、亀裂、灯具等の接合ボルトの緩みや脱落

【アンケートの質問項目について】

- 1) アンケートの対象：自治体職員、コンサルタント？
- 2) 点検対象、優先順位
- 3) 点検内容・項目
- 4) 点検頻度・点検体制
- 5) 点検方法
- 6) 点検マニュアル・記録用紙の有無
- 7) 台帳・データベースの有無
- 8) 設計資料などの保管状況
- 9) 問題点、困っていること
- 10) その他

【管理者へのアンケート（案）】

1) 点検対象としている施設の優先順位は？

[() 橋梁、() トンネル、() 舗装、() 法面・斜面对策工、() 擁壁、
() カルバート、() その他()]

※「擁壁工」について質問します。

2) どのような方法で点検されていますか。

[() 車上からのみ目視、() 路上目視、() 近接目視、() 触診や打音調査、
() その他()]

3) 点検の頻度を教えて下さい。

[() ヶ月 または () 年に1度]

4) 誰が点検されますか？

[() 技術職員、() 事務職員、() 委託業者、() その他()]

5) 点検様式はありますか？（『はい』と回答の方：様式を見せて下さい。）

[はい、いいえ]

6) 異常発見後の対応はどのように行われていますか？

[() すぐに補修や修繕を行う () しばらく様子を見る () その他()]

7) 施設台帳は整備されていますか？（『はい』と回答の方：台帳様式等を見せて下さい。）

[はい、いいえ]

8) 7) で『はい』と回答の方、その保管方法は？

[データベース整備済み、データベース未整備]

9) 8) で『未整備』と回答の方、課題はなんですか。またどうすれば整備できると考えますか？

[(自由回答)]

10) 設計資料は整理・保管されていますか？

11) 10) で『はい』と回答の方、その保管方法は？

[データベース整備済み、データベース未整備、その他()]

12) 維持管理上の問題および困っている点がありますか。また、その中で特に多い問題は何ですか。

[(自由回答)]

13) 維持管理していく上で、望まれる事項がありますか。

[はい、いいえ]

14) 13) で『はい』と回答の方、要望事項を記載して下さい。

[(自由回答)]

(例 マニュアルの整備、点検様式の整備、etc)

15) 維持管理していく上で、設計・施工時点で配慮しておいてほしい要望があれば記載下さい。

[(自由回答)]

(予備)

16) コンサルタントにはどのような分野での技術力アップや受注を求めますか。

[☐ 計画・設計 ☐ 点検・診断技術 ☐ 補修技術 ☐ その他 ()]

17) 維持管理はどのような体制で行われていますか。

[☐ 現場のみで対応 ☐ 本庁(本課)と共同で対応 ☐ その他 ()]

18) 維持管理にあたっての課題はなんですか。(複数回答可)

[☐ 予算不足 ☐ 技術者不足・経験不足 ☐ 管理方法の情報不足
☐ システムの不足 ☐ その他 ()]

19) 維持管理はどのように行われていますか。

[☐ 計画的に行っている(予防保全) ☐ 後追いの対応(事後保全)
☐ その他 ()]

20) 利用者に対し維持管理の重要性の広報や情報の共有化を図っていますか。

[☐ 十分に共有化できている ☐ 広報不足 ☐ その他 ()]

第 8 回の準備

①官の準備：維持管理の現状報告

【流さん】 5/14

第 8 回共同研究に向けた準備として、官の宿題としてあった維持管理の現状についてお知らせします。

擁壁～排水構造物に関する維持管理の現状

点検については、予算がないため実施できていない状況にあり、予算がついた段階で緊急点検的に行うというスタンスです。

これまでもほとんど行ったことはないとのこと。

急傾斜施設としての擁壁を除き、台帳やデータベースはなく、点検マニュアルなどもないとのこと。

②グループ毎（擁壁ほか道路構造物）の準備 ～研究会の進め方について～

【竹内さん】 5/16

本グループは、他グループに比べ重要度の位置付けがやや低く、工種も様々あります。

様々な工種を広い範囲で取り組んでいくのは、まとまりにくくなり、負担もかかると思います。

よって、該当する工種の中で、これまでの第 3 者的被害の実例などを踏まえて、「防護柵や標識・照明等の附属構造物」に的を絞りたいと思うのですが、いかがでしょうか。

【中野】 5/16

■4 工種と数が多い。この中でも重要構造物とされれのは擁壁とカルバートである。（愛知県）

このため、次のような考え方で進めては。

- ・[排水構造物]は対象外とする。
- ・[その他附属構造物]は、第三者被害を及ぼす事象を防ぐという観点のみから、“「総点検実施要領（案）一道路標識、道路照明施設、道路情報提供装置編 H25.2 国土交通省」に準じる”ということだけ明記しておき、本研究会では対象外とする。

（参考：国交省管理の道路は「附属物（標識、照明施設等）の点検要領（案）H22.12

国土交通省」があり、細かい点検内容が示されている。）

- ・[擁壁・カルバート]は、橋梁から比べると重要度は、復旧の難易度や通行への影響などを考慮すると低いと考えられる。しかし、「総点検実施要領（案）」では物足りない。（第三者被害を及ぼす事象を防ぐという観点のみで作られているため。）

- ・[擁壁・カルバート]は、ある程度の長寿命化も考慮した点検・対策を提案する進め方としては、例えば、有筋構造で鉄筋が露出・腐食していれば耐久性に問題ありとして補修対策まで実施するなど。

■また、次の順序で進めるということも考えられるのでは。

- ①（官委員による維持管理の現状報告）を把握した上で、ヒアリング or アンケートの内容を検討

↓

ヒアリング or アンケート実施

↓

ヒアリング or アンケート結果を分析

↓

方針を決定

■点検やマニュアル作成の目的を明確にする。

安全性確保か長寿命化（予防保全）か？、どちらも対応なら分けて整理する必要あり。

■「社会資本の維持管理・更新に関し当面講ずべき措置 平成 25 年 3 月 21 日 国交省」

（平成 25 年 5 月 14 日 荒井先生からの紹介資料）では、

- ①各道路構造物の技術基準（点検要領等維持修繕関係）の改訂・試行が平成 25 年度中に成される。

「道路のメンテナンスサイクルの構築に向けて 平成 25 年 5 月 国交省社会資本整備審議会」

（平成 25 年 5 月 15 日 建研 C 脇本所長からの紹介資料）では、

- ②道路構造物の点検を制度化すべき
- ③各道路管理者が、具体の維持修繕をどのような実施要領に基づき行うべきか等を判断することが必要。

以上より、①が出た後にそれを基に福井県版の具体的取り組み方策を検討するのがよいのでは。

以上記載しましたが、私の中でもいくとおりの考え方がありまとまっていません。

【流さん】 5/16

本グループの進め方については、私も絞り込んだ方が良くと思います。
何に絞るかが難しいですが。
もう少し考えてみます。

【荒井先生】 5/17

絞り込むことは賛成ですが、今の段階で決めないで、アンケートの結果を見てから絞り込むという手順も考えられます。

【岡田さん】 5/17

今回の共同研究の主題が「道路構造物等の維持管理技術の調査に関する研究」であり、発注者・コンサルタントに共通の基準となるような調査・対策などの技術のマニュアル(案)または参考資料の作成を目標とされています。

しかし、地方整備局からの事務連絡による一斉点検などについては、様式や摘要とされるマニュアルを指定されることから、今回の研究会では対象外とすべきと考えます。

対象とする維持管理技術とは、パトロールによる日常点検や、騒音・振動による苦情などから発見される構造物の変状について、応急処置による道路としての日常の供用性の確保と、変状の経過観察、その後に詳細な調査による変状原因の究明と恒久対策となると考えられます。

したがって、ヒアリングやアンケートの実施による現状の維持管理体制の把握から、日常点検の実施内容の把握（目視点検）が最初にあるべきだと思います。

その後については変状原因による調査方法の選定マニュアルまで策定するのか、対策工の選定を含めたマニュアルの策定まで踏み込むべきなのかは、今後皆さんの意見を参考にさせて頂きたいと思います。

【②まとめ】

- ・当グループは工種が多いので、絞り込むのがよい。
- ・絞り込むのはアンケートの結果を見てからとする。
- ・マニュアルなどは指定される。また今年度に国交省より示される予定があることなどから、対象外としては。

擁壁・カルバート他グループ アンケートに向けてのまとめ

H25.6.27

【当該工種の維持管理の現状など】

- ・ 定期及び詳細点検は、これまでほとんど行われていない。
(重要度が他工種と比べ低いこと、構造が単純、補修・復旧等が安易なこと等から、点検の優先順位が低く、事後対応が主と思われる。予算もつかない。)
- ・ したがって、点検業務委託などが発注されていないため、県の担当者レベルにヒアリングしないと点検作業の内容実態・課題等分からない点が多い。
- ・ 台帳およびデータベースが整備されていない。点検・補修マニュアル等もほとんど整備されていない。(実務に着手できる材料に乏しい。)
- ・ 防護柵等をはじめ、第3者被害に直結する可能性も高く、点検の必要性を無視できない。

【アンケートの方針】

- ・ アンケートは、該当する工種全般について実施。
⇒ 結果を踏まえ、最もニーズが求められる工種に的を絞り進めていく予定。
(ex.点検の際の参考図書作成など)
※このとき、“安全性確保”対応とするか、“長寿命化(予防保全)”対応とするかも判断したい。
- ・ 点検レベルが工種でごとに違うことを想定し(未だ実施いない場合は担当者の思いも含めて)、「擁壁工」「カルバート工」「道路附属構造物」の3項目に分別した。
- ・ 顕在化している問題等具体例の不明な点が多いため、自由回答をより求める内容とした。

擁壁・カルバート・道路附属構造物 (1/2)

項目	点検レベル	点検の重要性	現在の点検体制	点検・調査手法	対策方針の判断	顕在化している問題	災害・事故の事例	今後、必要なこと・必要な新技術	産学官共同研究に望むこと
擁壁	日常点検	<input type="checkbox"/> 極めて重要 <input type="checkbox"/> 重要 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不要(そもそも費用をかけられない) <input type="checkbox"/> 不要(そもそも不要)	<input type="checkbox"/> 十分 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不十分 原因:	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と感ずることがある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因:	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と感ずることがある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因:	擁壁工において、顕在化している問題点がある。い「ない」のいずれかにチェックをお願い致します。問題点が「非常におかしい」にチェックされた場合、その内容についてご記入下さい。	災害・事故の事例、もしくは想定される災害・事故の事例があればご記入下さい。	下記の項目に対し、「非常に必要」、「必要」、「不要」のいずれかにチェックをお願い致します。なお、その他にチェックされた場合、その内容についても記入をお願い致します。	産学官共同研究に望むこと
	異常時(緊急)点検	<input type="checkbox"/> 極めて重要 <input type="checkbox"/> 重要 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不要(そもそも費用をかけられない) <input type="checkbox"/> 不要(そもそも不要)	<input type="checkbox"/> 十分 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不十分 原因:	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と感ずることがある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因:	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と感ずることがある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因:	問題点 内容	点検・補修マニュアルの整備 右側・データベースの整備 技術者の育成 官民連携の強化 点検・モニタリングの技術 維持補修技術 防災マップ・ハザードマップの整備 その他	点検・補修マニュアルの整備 右側・データベースの整備 技術者の育成 官民連携の強化 点検・モニタリングの技術 維持補修技術 防災マップ・ハザードマップの整備 その他	産学官共同研究に望むこと
	定期点検	<input type="checkbox"/> 極めて重要 <input type="checkbox"/> 重要 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不要(そもそも費用をかけられない) <input type="checkbox"/> 不要(そもそも不要)	<input type="checkbox"/> 十分 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不十分 原因:	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と感ずることがある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因:	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と感ずることがある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因:		その他にチェックをされた場合、その内容		産学官共同研究に望むこと
カルバート	日常点検	<input type="checkbox"/> 極めて重要 <input type="checkbox"/> 重要 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不要(そもそも費用をかけられない) <input type="checkbox"/> 不要(そもそも不要)	<input type="checkbox"/> 十分 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不十分 原因:	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と感ずることがある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因:	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と感ずることがある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因:	カルバートにおいて、顕在化している問題点がある。い「ない」のいずれかにチェックをお願い致します。問題点が「非常におかしい」にチェックされた場合、その内容についてご記入下さい。	災害・事故の事例、もしくは想定される災害・事故の事例があればご記入下さい。	下記の項目に対し、「非常に必要」、「必要」、「不要」のいずれかにチェックをお願い致します。なお、その他にチェックされた場合、その内容についても記入をお願い致します。	産学官共同研究に望むこと
	異常時(緊急)点検	<input type="checkbox"/> 極めて重要 <input type="checkbox"/> 重要 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不要(そもそも費用をかけられない) <input type="checkbox"/> 不要(そもそも不要)	<input type="checkbox"/> 十分 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不十分 原因:	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と感ずることがある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因:	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と感ずることがある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因:	問題点 内容	点検・補修マニュアルの整備 右側・データベースの整備 技術者の育成 官民連携の強化 点検・モニタリングの技術 維持補修技術 防災マップ・ハザードマップの整備 その他	点検・補修マニュアルの整備 右側・データベースの整備 技術者の育成 官民連携の強化 点検・モニタリングの技術 維持補修技術 防災マップ・ハザードマップの整備 その他	産学官共同研究に望むこと
	定期点検	<input type="checkbox"/> 極めて重要 <input type="checkbox"/> 重要 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不要(そもそも費用をかけられない) <input type="checkbox"/> 不要(そもそも不要)	<input type="checkbox"/> 十分 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不十分 原因:	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と感ずることがある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因:	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と感ずることがある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因:		その他にチェックをされた場合、その内容		産学官共同研究に望むこと

項目	点検レベル	点検の重要性	現在の点検体制	点検・調査手法	対策方針の判断	顕在化している問題	災害・事故の事例	今後、必要なこと・必要な新技術	産学官共同研究に望むこと
カルバート	日常点検	<input type="checkbox"/> 極めて重要 <input type="checkbox"/> 重要 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不要(そもそも費用をかけられない) <input type="checkbox"/> 不要(そもそも不要)	<input type="checkbox"/> 十分 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不十分 原因:	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と感ずることがある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因:	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と感ずることがある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因:	カルバートにおいて、顕在化している問題点がある。い「ない」のいずれかにチェックをお願い致します。問題点が「非常におかしい」にチェックされた場合、その内容についてご記入下さい。	災害・事故の事例、もしくは想定される災害・事故の事例があればご記入下さい。	下記の項目に対し、「非常に必要」、「必要」、「不要」のいずれかにチェックをお願い致します。なお、その他にチェックされた場合、その内容についても記入をお願い致します。	産学官共同研究に望むこと
	異常時(緊急)点検	<input type="checkbox"/> 極めて重要 <input type="checkbox"/> 重要 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不要(そもそも費用をかけられない) <input type="checkbox"/> 不要(そもそも不要)	<input type="checkbox"/> 十分 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不十分 原因:	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と感ずることがある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因:	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と感ずることがある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因:	問題点 内容	点検・補修マニュアルの整備 右側・データベースの整備 技術者の育成 官民連携の強化 点検・モニタリングの技術 維持補修技術 防災マップ・ハザードマップの整備 その他	点検・補修マニュアルの整備 右側・データベースの整備 技術者の育成 官民連携の強化 点検・モニタリングの技術 維持補修技術 防災マップ・ハザードマップの整備 その他	産学官共同研究に望むこと
	定期点検	<input type="checkbox"/> 極めて重要 <input type="checkbox"/> 重要 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不要(そもそも費用をかけられない) <input type="checkbox"/> 不要(そもそも不要)	<input type="checkbox"/> 十分 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不十分 原因:	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と感ずることがある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因:	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と感ずることがある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因:		その他にチェックをされた場合、その内容		産学官共同研究に望むこと

擁壁・カルバート・道路附属構造物(2/2)

項目	点検レベル	点検の重要性	現在の点検体制	点検・調査手法	対策方針の判断	顕在化している問題	災害・事故の事例	今後、必要なこと・必要な新技術	産学官共同研究に望むこと	
道路附属構造物	日常点検	<input type="checkbox"/> 極めて重要 <input type="checkbox"/> 重要 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不要（そこまで費用をかけられない） <input type="checkbox"/> 不要（そもそも不要）	<input type="checkbox"/> 十分 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不十分 原因：	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と感ずることがある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因：	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と感ずることがある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因：	道路附属構造物に対して、顕在化している問題点が、「非常に」「ある」「ない」「ない」のいずれかにチェックをお願い致します。また、問題点があれば「非常に」「ある」「ない」にチェックされた場合、その内容についてご記入下さい。	災害・事故の具体例、もしくは想定される災害・事故の事例があればご記入下さい。	下記的项目に対し、「非常に必要」、「必要」、「不要」のいずれかにチェックをお願いします。なお、その他にチェックされた場合、その内容についても記入をお願い致します。	産学官共同研究に望むことを自由に記入下さい。	
※ 側溝・防護欄・照明・標識等	異常時（緊急）点検	<input type="checkbox"/> 極めて重要 <input type="checkbox"/> 重要 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不要（そこまで費用をかけられない） <input type="checkbox"/> 不要（そもそも不要）	<input type="checkbox"/> 十分 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不十分 原因：	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と感ずることがある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因：	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と感ずることがある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因：	問題点 側溝・排水路 防護欄 道路照明 道路標識 情報提供装置 清雪設備	事例等	点検・補修マニュアルの整備 台帳・データベースの整備 技術者の育成 官民連携の強化 点検・モニタリングの技術 維持補修技術 防災マップ・ハザードマップの整備 その他	非常に必要 必要 不要 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	その他にチェックをされた場合、その内容
	定時点検	<input type="checkbox"/> 極めて重要 <input type="checkbox"/> 重要 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不要（そこまで費用をかけられない） <input type="checkbox"/> 不要（そもそも不要）	<input type="checkbox"/> 十分 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不十分 原因：	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と感ずることがある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因：	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と感ずることがある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因：	内容				
	詳細点検、調査	<input type="checkbox"/> 極めて重要 <input type="checkbox"/> 重要 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不要（そこまで費用をかけられない） <input type="checkbox"/> 不要（そもそも不要）	<input type="checkbox"/> 十分 <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 不十分 原因：	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と感ずることがある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因：	<input type="checkbox"/> 明確で迷わない <input type="checkbox"/> 明確だが不十分と感ずることがある <input type="checkbox"/> 不明確・不十分 原因：					

【アンケート結果と考察】

- 回答数：[官] 土木事務所 7回答（福井、奥越2、丹南、鯖丹、小浜2）
[民] コンサルタント 12回答（建コン専門部会所属）

- 点検の重要性

- ・日常・異常時(緊急)点検は、各工種とも「重要」であるとの回答が多い。
- ・定期点検も、各工種「重要」であるとの認識をもっているが、特に附属構造物においてはストックが膨大であるため、費用面から「不要」であるとの回答が多い。
- ・それ以上の詳細点検・調査になると、当然「不要」の回答が多い。

↓

日常・異常時・定期点検で異常があった場合の対策は、ほとんどが詳細点検・調査しなくとも対応できるものと考えているのでは…

↓

詳細点検・調査しないと対策が進められないものに限って、個別対応というスタンスでよいと思われる。

- 現在の点検体制

- ・各工種の各点検レベルにおいて、点検体制が「(十分、不十分) どちらともいえない」の回答が多い。
(妥当性が分からない状態?)
- ・「不十分」と答えた理由 ⇒ 人員・予算不足（ストック数が膨大である）

↓

予算を付けてもらうしかない。人員不足は委託対応で補える。(そのための歩掛もあるとよい)

- 点検調査手法、対策方針の判断

- ・各工種の各点検レベルにおいて、調査手法・対策の判断が「不明確・不十分」であるとの回答が多い。
- ・「不明確・不十分」と答えた理由
⇒ 点検および維持補修の要領・マニュアルがなく、具体的手法が示されていない。

↓

点検や維持補修の要領、マニュアルの整備が急務といえる。

- 顕在化している問題

- ・官側は問題が「ある」との回答が多い反面、コンサル側は「ない」の回答が多い。
⇒ 官と民側で意識に差がある。
∴ 当該工種では、委託業務が発注されることはまずないため、コンサル側に実情が伝わらない？
- ・擁壁
⇒ 端部処理が不十分、背面など不可視部における変状原因の特定が困難、点検要領の不備

- ・カルバート

- ⇒ 特に水路カルバートなどの小断面のものは、点検を怠ったりおろそかになりやすい。

- (道路台帳があっても、載っていないものも多い)

- また、土砂堆積の影響や水中部など不可視部の点検が困難、点検要領の不備

- ・附属構造物

- ⇒ 防護柵や道路標識をはじめとして、支柱基部の腐食劣化による老朽化

- 側溝・排水路では、土砂やゴミの堆積の影響による路面冠水、蓋の損傷による事故の危険性（不適切な乗入設置、雪捨ての影響等）

- 情報提供装置等の電気系部品は、劣化が早い反面、予算がつかず部品の不備も多い。

- 消雪施設は、設備や配管の劣化等による能力低下で補修が必要であるが、予算が足りない。

- 災害・事故の事例

- ・擁壁

- ⇒ 基礎部の洗掘や背面土の流出、背面水位上昇による転倒など

- ・カルバート

- ⇒ 不等沈下や目地欠損等を原因としたジョイント部からの土砂吸出による路面陥没

- ・附属構造物

- ⇒ 防護柵支柱の腐食劣化による転落事故

- 道路照明、道路標識、情報提供装置等の金属疲労による部材の落下事故

- 消雪施設の機能低下を原因とした路面凍結によるスリップ事故

- 今後必要なこと・必要な新技術

- 「台帳・データベースの整備」が必要であるとの回答が最も多い。

- 次いで、「点検・補修マニュアルの整備」「技術者育成」「官民連携強化」が必要と考えている。

- 【今後の方針案】

- 点検や維持補修の要領、マニュアル（または、参考図書）を作る。

- ・災害事例や必要な新技術など、アンケート結果を十分に反映させたものにする。

- ・健全度の簡易な判定技術の整理・提案ができるとうい。（客観的指標など）

- ・NEXCO や JR には基準があり明確であるとの意見あり。これをたたき台にして福井県版を作るのも一手法。

- 発注者側には台帳・データベースの整備をしてもらう。（但し、予算付けが必要）

- ⇒ 台帳の様式（案）やサンプルを本会で作成するよいと思われる。

- 今年、国土交通省より総点検実施要領（該当工種は一応網羅されている）が出たばかりであるが、実際にこれを運用した経験のあるところに、課題や改善点などを聞き取りする。

- 情報化施工に伴ったデータベースの構築および画像解析による点検技術等、最新の知見についても検討に加えられるとうい。

擁壁・カルバート・道路附属構造物 アンケート集計結果(官、民合計)

1位
2位

点検の重要性	擁壁		カルバート		道路附属構造物	
	官	民	官	民	官	民
日常点検						
極めて重要	0	0%	1	8%	1	14%
重要	4	67%	5	38%	6	86%
どちらともいえない	0	0%	7	54%	0	0%
不要(そこまで費用をかけられない)	2	33%	0	0%	0	0%
不要(そもそも不要)	0	0%	0	0%	0	0%
合計	6	13	5	12	7	11
異常時(緊急)点検						
極めて重要	3	50%	4	33%	2	29%
重要	3	50%	6	50%	4	57%
どちらともいえない	0	0%	2	17%	1	14%
不要(そこまで費用をかけられない)	0	0%	0	0%	0	0%
不要(そもそも不要)	0	0%	0	0%	0	0%
合計	6	12	5	12	7	11
定期点検						
極めて重要	0	0%	2	15%	0	0%
重要	2	40%	10	77%	1	14%
どちらともいえない	1	20%	1	8%	1	14%
不要(そこまで費用をかけられない)	2	40%	0	0%	5	71%
不要(そもそも不要)	0	0%	0	0%	0	0%
合計	5	13	5	12	7	11
詳細点検, 調査						
極めて重要	0	0%	4	33%	0	0%
重要	1	20%	5	42%	0	0%
どちらともいえない	2	40%	3	25%	1	14%
不要(そこまで費用をかけられない)	2	40%	0	0%	4	57%
不要(そもそも不要)	0	0%	0	0%	2	29%
合計	5	12	5	12	7	11

1位
2位

現在の点検体制	擁壁		カルバート		道路附属構造物							
	官	民	官	民	官	民						
日常点検 十分 どちらともいえない 不十分 合計	0	0%	1	9%	0	0%	1	9%	1	14%	1	10%
	6	100%	7	64%	5	100%	8	73%	6	86%	6	60%
	0	0%	3	27%	0	0%	2	18%	0	0%	3	30%
	6		11		5		11		7		10	
異常時(緊急)点検 十分 どちらともいえない 不十分 合計	0	0%	1	9%	0	0%	1	9%	1	14%	1	10%
	5	83%	8	73%	4	80%	8	73%	6	86%	6	60%
	1	17%	2	18%	1	20%	2	18%	0	0%	3	30%
	6		11		5		11		7		10	
定期点検 十分 どちらともいえない 不十分 合計	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	1	20%	0	0%
	3	60%	9	82%	3	60%	9	82%	3	60%	8	80%
	2	40%	2	18%	2	40%	2	18%	1	20%	2	20%
	5		11		5		11		5		10	
詳細点検、調査 十分 どちらともいえない 不十分 合計	0	0%	1	9%	0	0%	0	0%	1	20%	0	0%
	4	80%	8	73%	4	80%	9	82%	3	60%	8	80%
	1	20%	2	18%	1	20%	2	18%	1	20%	2	20%
	5		11		5		11		5		10	

不十分の理由

回答者	項目	点検レベル	理由
鯖丹土木	擁壁	異常時(緊急)点検	人員が少ない
	カルバート		
小浜土木	擁壁	定期点検	人手・予算不足
	カルバート		
帝国①	擁壁	日常点検	殆んど気に留めていない
	附属構造物	全点検レベル	点検箇所数が多く、人数が足りない
帝国②	擁壁	全点検レベル	ほとんど点検していない。また人員・技術力不足。
	カルバート	異常時(緊急)点検	緊急点検体制の未確立
附属構造物	日常点検		ほとんど点検していない。また人員・技術力不足。
	異常時(緊急)点検		
サンワ	擁壁	全点検レベル	対象となる箇所数が多いため
	附属構造物		
京福	カルバート	全点検レベル	そもそも点検がなされていない

1位
2位

点検調査手法	擁壁		カルバート		道路附属構造物								
	官	民	官	民	官	民							
日常点検	明確で迷わない	0	0%	2	18%	0	0%	2	18%	2	29%	4	33%
	明確だが不十分と感じることがある	3	50%	9	82%	2	40%	9	82%	3	43%	7	58%
	不明確・不十分	3	50%	0	0%	3	60%	0	0%	2	29%	1	8%
	合計	6	11	5	11	7	12						
	異常時(緊急)点検												
定期点検	明確で迷わない	0	0%	2	18%	0	0%	2	18%	2	29%	3	30%
	明確だが不十分と感じることがある	3	50%	9	82%	2	40%	9	82%	3	43%	7	70%
	不明確・不十分	3	50%	0	0%	3	60%	0	0%	2	29%	0	0%
	合計	6	11	5	11	7	10						
	詳細点検												
詳細点検, 調査	明確で迷わない	0	0%	2	18%	1	20%	2	18%	2	40%	4	40%
	明確だが不十分と感じることがある	2	40%	9	82%	1	20%	9	82%	1	20%	6	60%
	不明確・不十分	3	60%	0	0%	3	60%	0	0%	2	40%	0	0%
	合計	5	11	5	11	5	12						
	詳細点検, 調査												

不明確不十分の理由

回答者	項目	点検レベル	理由
小浜土木	擁壁	日常点検	具体的手法が示されていない
		異常時（緊急）点検	
		定期点検	定期点検として何をするかが不明確
		詳細点検・調査	詳細点検として何をするかが不明確
京福	カルバート	全点検レベル	具体的手法が示されていない
	附属構造物		
	擁壁	全点検レベル	点検マニュアルがない
	カルバート		

1位
2位

対策方針の判断		擁壁		カルバート		道路附属構造物	
		官	民	官	民	官	民
日常点検	明確で迷わない						
	明確だが不十分と感じることがある	1 17%	2 18%	1 20%	2 18%	2 29%	4 33%
	不明確・不十分	2 33%	9 82%	1 20%	9 82%	3 43%	7 58%
	合計	3 50%	0 0%	3 60%	0 0%	2 29%	1 8%
異常時（緊急）点検	明確で迷わない	6	11	5	11	7	12
	明確だが不十分と感じることがある	1 17%	2 18%	1 20%	2 18%	2 29%	4 33%
	不明確・不十分	2 33%	8 73%	1 20%	8 73%	3 43%	7 58%
	合計	3 50%	1 9%	3 60%	1 9%	2 29%	1 8%
定期点検	明確で迷わない	6	11	5	11	7	12
	明確だが不十分と感じることがある	1 20%	2 18%	1 20%	2 18%	2 40%	3 30%
	不明確・不十分	1 20%	9 82%	1 20%	9 82%	1 20%	7 70%
	合計	3 60%	0 0%	3 60%	0 0%	2 40%	0 0%
詳細点検、調査	明確で迷わない	5	11	5	11	5	10
	明確だが不十分と感じることがある	1 20%	2 18%	1 20%	2 18%	2 40%	4 40%
	不明確・不十分	1 20%	9 82%	1 20%	9 82%	1 20%	6 60%
	合計	3 60%	0 0%	3 60%	0 0%	2 40%	0 0%

不明確不十分の理由

回答者	項目	点検レベル	理由
小浜土木	擁壁	全点検レベル	具体的対策方針が示されていない
	カルバート 附属構造物		
帝国	擁壁	異常時（緊急）点検	損傷の規模により対策工に幅がある
	カルバート		

顕在化している問題	擁壁		カルバート		道路附属構造物				防護柵		道路照明		道路標識		情報提供装置		消雪設備	
	官	民	官	民	官	民	官	民	官	民	官	民	官	民	官	民	官	民
非常にある	0	0%	0	0%	1	20%	0	0%	0	0%	1	10%	0	0%	0	0%	0	0%
ある	3	50%	2	18%	1	20%	2	18%	4	67%	4	40%	4	67%	4	67%	4	80%
ない	3	50%	9	82%	3	60%	9	82%	2	33%	5	50%	2	33%	5	50%	1	20%
合計	6	11	5	11	4	11	11	10	7	10	6	10	6	10	6	10	5	10

【擁壁】

鯖丹土木

ブロック積みの端部処理（小口止）が不十分のため、法面損壊が発生したと感ずる場合がある。

小浜土木

重力式の場合、ひび割れや沈下が変状として考えられるが、不可視部の原因や点検時の傾斜が異常なのか判別が困難な場合があると思う。
 垂直壁は、背面部の変状が確認できない。

サンワ

ブロック積み擁壁の設計方法の解釈が統一されていないと思われる。

京福

点検要領の整備。ブロック積擁壁のはらみだし。維持管理がされていない。設計図書が残されていない。

帝国

NEXCOやJRの基準は、明確であるが、国、自治体の基準は無い状況である。
 国交省、自治体においては、日常点検（パトロール程度）で変状が確認された場合に、その都度対応している。（土工指針）
 劣化が顕在化している場合は、点検手間がかかるので、点検費用と点検度合いの設定が必要であり、判定のパラツギを抑えるために、画像解析技術の導入も検討するべきと考える。
 そのためには、点検要領を作成し、簡易で安価な点検手法の確立、技術者育成が必要である。
 道路ストック総点検要領ができたばかりであり、運用についての検証が必要と思われる。
 まずは、擁壁の種類、規模、範囲などの台帳作成から始めていただきたい。

【カルバート】

鯖丹土木

大断面のものに比べ小断面のものは点検がおろそかになりがち。場所打タイプのものの損傷が目立つ。

小浜土木

橋梁以外のものは、点検が実施されていないため、健全度が不明。
 道路台帳に記されていないものが存在しており、また地下構造物のための調査が必要。
 土砂の堆積や水中部など不可視部の調査が難しい。
 断面が小さいものは、近接調査が困難。
 地下占用物の損傷に起因する道路損傷。

川上

頂版目地からの漏水が見られることがかなり多い。

京福

点検要領の整備。海岸地域における塩害。維持管理がされていない。

帝国

擁壁に同じ。

1位

2位

5186

【道路附属構造物】

福井土木

構造物の基礎部に錆腐食が見られた際の対策の方法について。

鯖丹土木

施設の老朽化により改修が必要でも予算的に対応できない。

3枚蓋タイプの自由勾配側溝は壁厚が薄く損傷が目立つ。

海岸部の防護柵は潮風による腐食が目立つ。

情報提供装置等の電気系部品は計画的な更新が必要だが、予算的に不十分。

消雪施設の補修等に毎年多額の維持管理費を要する。

小浜土木①

雪捨てで、蓋が取外されたままとなり事故が生じる恐れ。

不適切な乗入れ部の歩道用蓋の損傷。

防護柵を含め支柱の基部に見られる腐食劣化から転倒の恐れ。

情報提供装置で経年劣化から基板等本体の修理が必要な状況で製品が既になく修理不可能な場合がある。

消雪設備の劣化による能力低下。

小浜土木②

防護柵、消雪設備の老朽化（ガードレールの錆、ガードロープたるみ）

エイコー

防護柵、道路照明、道路標識等については、建設時から補修がされていないものも多く見受けられる。

部材の腐食が進んだものについては、定期的に点検・補修を行う必要があるのではないか？

サンワ

道路照明、道路標識、情報提供装置等については、金属疲労等による落下等が懸念される。

道路照明については、環境に配慮した光源(LED等)への移行が必要。

消雪設備では、井戸の乱立による水源の枯渇等が問題となっている。

京福

点検要領の整備。維持管理がされていない。

側溝・排水路について、土砂等がたまって雨が降るたびにあふれて道路が水浸しになっている。

道路標識について、木や草で見えない時期がある。

構造

安全対策として地元からの設置要望の要求に対して、理解がされていない感じがする。

中央

防護柵、道路照明、消雪施設が必要な区間が見られる。

帝国

側溝・排水路は、農業水利施設等での豊富な実績があり、マニュアル化されている。

消雪設備は、不明である。

防護柵、道路照明、道路標識、情報提供装置は、道路ストック総点検要領ができたばかりであり、運用についての検証が必要と思われる。

災害・事故の事例

【擁壁】

小浜土木

洪水害などにより基礎部が洗掘され背面土砂の流出や転倒の可能性。

サンワ

定期的な点検や、地震や豪雨後の緊急点検等により、擁壁の変状等が確認された場合、設置されている地形条件によっては大規模な地滑り等が発生する恐れもあるため、警戒が必要である。

川上

河川護岸ではあるが、足羽川福井市東天田のブロック積護岸の転倒。（背面水位の上昇による）

京福

盛土上の補強土擁壁基礎が沈下、壁面パネルの損傷。

もたれ式擁壁の傾倒（地下水の排除がスムーズにできていないことが予想される。）

基礎の洗掘

帝国

地震、地すべり、荷重増大、水抜き穴の目詰まりによる変状、コンクリートの変状（ひび割れ、鉄筋露出、遊離石灰、塩害、ASRなど）特に重要路線、壁高H=5m以上、特殊構造、盛土部擁壁、谷埋め部において、リスクマネジメントが必要と思われる。

【カルバート】

鯖丹土木

横断管渠の接続部から吸出しにより路面陥没が発生。

小浜土木

災害時土砂流入により閉塞することがある。

劣化損傷による道路陥没の可能性。

不等沈下によりジョイント部から周囲土砂の吸い出しによって、道路陥没に至る可能性。

サンワ

大規模な地震では不等沈下等の影響により、継ぎ手の段差等が多く発生している。

川上

舞鶴若狭自動車道の横断ボックスカルバートの目地材（エラストイト）の脱落。

帝国

地震、地すべり、荷重増大、コンクリートの変状（ひび割れ、鉄筋露出、遊離石灰、塩害、ASRなど）

特に重要路線、従来型カルバート適用範囲外において、リスクマネジメントが必要と思われる。

【道路附属構造物】

小浜土木

支柱の腐食劣化により転倒し通行車に影響する恐れ。

消雪の散水能力低下と気温低下が重複した際の路面凍結の恐れ。

劣化した防護柵が機能を果たせず、転落事故が発生してしまう可能性。

サンワ

道路照明、道路標識、情報提供装置等では、過去に金属疲労等により部材が落下する事故が発生している。

川上

防護柵の端部の処理(すりつけ)

帝国

側溝・排水路：

摩耗、漏水、破損、土砂詰まり

防護柵：

土砂堆積、落石、破損

道路照明：

材料劣化(錆び)、基部損傷、破損、地震時の倒壊

道路照明：

材料劣化(錆び)、基部損傷、破損、地震時の倒壊

情報提供装置：

材料劣化(錆び)、基部損傷、破損、情報提供機能の停止、地震時の倒壊

消雪設備：

配管・ノズルの目詰まり・錆び、継手部損傷、井戸の不具合

1位
2位

今後、必要なこと・必要な新技術	擁壁		カルバート		道路附属構造物	
	官	民	官	民	官	民
点検・補修マニュアルの整備						
非常に必要	2 33%	3 23%	2 40%	2 17%	0 0%	2 18%
必要	3 50%	10 77%	3 60%	10 83%	6 86%	6 55%
不要	1 17%	0 0%	0 0%	0 0%	1 14%	3 27%
合計	6	13	5	12	7	11
台帳・データベースの整備						
非常に必要	3 50%	6 46%	3 60%	6 50%	2 29%	3 27%
必要	3 50%	6 46%	2 40%	6 50%	4 57%	7 64%
不要	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	1 14%	2 18%
合計	6	12	5	12	7	12
技術者の育成						
非常に必要	2 33%	3 23%	1 20%	3 25%	0 0%	2 18%
必要	2 33%	9 69%	4 80%	9 75%	4 57%	6 55%
不要	1 17%	0 0%	0 0%	0 0%	1 14%	4 36%
合計	5	12	5	12	5	12
官民連携の強化						
非常に必要	2 33%	3 23%	1 20%	3 25%	0 0%	2 18%
必要	2 33%	9 69%	4 80%	9 75%	3 43%	6 55%
不要	1 17%	0 0%	0 0%	0 0%	2 29%	4 36%
合計	5	12	5	12	5	12
点検・モニタリングの技術						
非常に必要	2 33%	3 23%	2 40%	3 25%	0 0%	2 18%
必要	3 50%	9 69%	3 60%	9 75%	3 43%	6 55%
不要	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	2 29%	3 27%
合計	5	12	5	12	5	11
維持管理技術						
非常に必要	1 17%	4 31%	1 20%	4 33%	0 0%	2 18%
必要	3 50%	6 46%	3 60%	7 58%	3 43%	6 55%
不要	1 17%	2 15%	1 20%	1 8%	2 29%	3 27%
合計	5	12	5	12	5	11
防災マップ・ハザードマップの整備						
非常に必要	0 0%	3 23%	0 0%	3 25%	0 0%	1 9%
必要	2 33%	6 46%	1 20%	4 33%	1 14%	3 27%
不要	3 50%	3 23%	3 60%	5 42%	4 57%	7 64%
合計	5	12	4	12	5	11

産学官共同研究に望むこと

帝国

ICT普及にあたって、まずは、情報化施工から着手してきている。
今後は、設計段階での3D-CAD導入、3次元数値データの作成、データベースの構築など、ICT技術のタイムスケジュールが決まっている。
本技術の導入・普及と併せて、本構造物への適用を検討していただきたい。
また、点検内容(スケッチなど)から、健全性の判定にあたり、簡易な判定手法を模索していただきたい。
マニュアル等を整備する場合は、ダブルスタンダードとならないようにしていただきたい。
点検に伴う安全管理の技術者講習を検討していただきたい。

第12回研究会 (H25. 9. 24) 資料

擁壁・カルバート他グループ 作業報告

H25.9.24

【作業内容】

点検マニュアル作成のため、資料収集を実施。

⇒ 各種資料よりたたき台となるものを抽出する。

【各資料の概要説明】

1. 総点検実施要領(案) 土工構造物編 H25.2 国土交通省
2. " 道路標識、道路照明施設、道路情報提供装置編
H25.2 国土交通省
3. 附属物（標識、照明施設等）の点検要領(案) H22.12 国土交通省
4. 保全点検要領 構造物編 H24.4 NEXCO
5. 福井河川国道事務所 構造物台帳（擁壁、横断 BOX、防護柵、標識）

擁壁・カルバート他グループ 作業報告

H25.10.29

【点検マニュアル作成に向けての大きな流れ】

①ベースとする点検要領

「NEXCO 保全点検要領」

(採用理由)

対象とする工種が包括できている。

第三者被害防止と長寿命化双方を意図としている。

②対象とする点検種別

日常点検・異常時点検・定期点検（打音や触診程度は含めたい）

③判定区分や点検項目

NEXCO 保全点検要領をベースとする。

④点検シート案の作成

⑤損傷の判定事例について

判定区分に応じた損傷状況について写真を添付して分かりやすく示す。

(文献やインターネットからの抜粋だけで物足りない場合は、

今回少し現場を見て回ってみるのもいいと思う。)

⑥各損傷に対する措置の目安

簡単な説明でもよいので、判定区分に応じた措置の目安を記す。

【H26.3 までの作業工程】

工種で大きく「擁壁・カルバート」「附属構造物」の2分類として作業を進めていく。

そして、上項の流れに従って、

H25.10～12 の間で、「擁壁・カルバート」を、

H26.1～2 の間で「附属構造物」をまとめていき、

以後、全体的なまとめを行っていく。

【添付資料】

[擁壁・カルバート]

- ・点検の概要説明書(案)
- ・点検シート(案)
- ・健全度判定及び対策検討の目安(案)

第14回産学官共同研究会(11/19)

擁壁・カルバート他グループ		
所 属 メ ン バ ー	学；荒井先生（福井地域地盤防災研究所） 官；流（福井県建設技術研究センター） 産；中野（京福コンサルタント）、岡田（エイコー技術コンサルタント） 潟田（第一技術開発）、竹内（川上測量コンサルタント）	
研 究 成 果	<p>① 擁壁工・カルバート工および道路附属構造物 点検マニュアル（案）の作成</p> <p>擁壁工・カルバート工および道路附属構造物等は、橋梁やトンネル等に比べ、構造物の重要度が低く、ストック数が膨大であるにも関わらず、その点検要領等が整っていないため、点検調査が行き届いていないのが現状である。</p> <p>当該工種においても、点検・補修等不備によって、第三者被害に直結するケースも発生しており、今後老朽化が進む構造物をいかに適正に効率よく管理していくかが求められている。</p> <p>以上を踏まえ、本研究会において、既往の点検技術・知見等を収集整理した上で、点検初心者でも実践可能な「擁壁工・カルバート工および道路附属構造物等」の点検マニュアル(案)を作成する。</p> <p>マニュアル(案)の作成に当たっては、各構造物における健全度と損傷状況およびそれに対する対策の目安等について、具体例写真などを交えながら、「分かりやすい資料」作成を心掛ける。</p>	
11 月	今 月 の 課 題	【擁壁工・カルバート工】 点検説明書, 点検シート, 健全度判定・対策目安表 作成 ※継続実施
	出席者・作業者	メンバー全員分担して作業
	活 動 概 要	<ul style="list-style-type: none"> ・各メンバー通常業務が立て混んでおり、具体的な作業は実施できなかった。 ・当分の作業予定としては、 「擁壁工・カルバート工」における 点検の概要説明書(案) 点検シート(案) 健全度判定および対策検討の目安(案) の作成を継続していく。(H26.3 頃までを予定) 【※各資料の作成サンプルは、前回(第13回)定例会にて配布】 <p style="text-align: right;">(以上)</p>

第16回産学官共同研究会(1/21)

擁壁・カルバート他グループ		
所属メンバー	<p>学；荒井先生（福井地域地盤防災研究所） 官；流（福井県建設技術研究センター） 産；中野（京福コンサルタント），岡田（エイコー技術コンサルタント） 潟田（第一技術開発），竹内（川上測量コンサルタント）</p>	
研究成果	<p>① 擁壁工・カルバート工および道路附属構造物 点検マニュアル（案）の作成 擁壁工・カルバート工および道路附属構造物等は、橋梁やトンネル等に比べ、構造物の重要度が低く、ストック数が膨大であるにも関わらず、その点検要領等が整っていないため、点検調査が行き届いていないのが現状である。 当該工種においても、点検・補修等不備によって、第三者被害に直結するケースも発生しており、今後老朽化が進む構造物をいかに適正に効率よく管理していくかが求められている。 以上を踏まえ、本研究会において、既往の点検技術・知見等を収集整理した上で、点検初心者でも実践可能な「擁壁工・カルバート工および道路附属構造物等」の点検マニュアル（案）を作成する。 マニュアル（案）の作成に当たっては、各構造物における健全度と損傷状況およびそれに対する対策の目安等について、具体例写真などを交えながら、「分かりやすい資料」作成を心掛ける。</p>	
11月	今月の課題	<p>【擁壁工・カルバート工】 点検説明書，点検シート，健全度判定・対策目安表 作成 ※継続実施</p>
	出席者・作業者	メンバー全員分担して作業
	活動概要	<p>・「擁壁工・カルバート工」における 点検の概要説明書（案） 点検シート（案） 健全度判定および対策検討の目安（案） の作成を継続していく。（H26.3 頃までを予定）</p> <p style="text-align: right;">（以上）</p>

第17回産学官共同研究会(4/15)

擁壁・カルバート他グループ		
所 属 メ ン バ ー	学；荒井先生（福井地域地盤防災研究所） 官；流（福井県建設技術研究センター） 産；中野（京福コンサルタント）、岡田（エイコー技術コンサルタント） 潟田（第一技術開発）、竹内（川上測量コンサルタント）	
研 究 成 果	<p>① 擁壁工・カルバート工および道路附属構造物 点検マニュアル（案）の作成</p> <p>擁壁工・カルバート工および道路附属構造物等は、橋梁やトンネル等に比べ、構造物の重要度が低く、ストック数が膨大であるにも関わらず、その点検要領等が整っていないため、点検調査が行き届いていないのが現状である。</p> <p>当該工種においても、点検・補修等不備によって、第三者被害に直結するケースも発生しており、今後老朽化が進む構造物をいかに適正に効率よく管理していくかが求められている。</p> <p>以上を踏まえ、本研究会において、既往の点検技術・知見等を収集整理した上で、点検初心者でも実践可能な「擁壁工・カルバート工および道路附属構造物等」の点検マニュアル（案）を作成する。</p> <p>マニュアル（案）の作成に当たっては、各構造物における健全度と損傷状況およびそれに対する対策の目安等について、具体例写真などを交えながら、「分かりやすい資料」作成を心掛ける。</p>	
2 ～ 3 月	今 月 の 課 題	【擁壁工・カルバート工】 点検説明書、点検シート、健全度判定・対策目安表 作成 ※継続実施
	出席者・作業者	メンバー全員分担して作業
	活 動 概 要	<p>年度末のため各自業務で忙しく、具体的な作業はできなかった。</p> <p>今後の予定としては、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「擁壁工・カルバート工」における <ul style="list-style-type: none"> 点検の概要説明書（案） 点検シート（案） 健全度判定および対策検討の目安（案） <p>の内容摺合せおよびとりまとめを行っていく。</p> <p>※ 前回定例会における指摘について</p> <ul style="list-style-type: none"> ・参考とする文献について明記すべき <ul style="list-style-type: none"> ⇒ 説明書のはじめに項を追加。 ・「総点検要領」も参考にすべき <ul style="list-style-type: none"> ⇒ 文献収集時に内容を確認しており、本マニュアル案のベースとしている「NEXCO 保全点検要領」は点検手法等についてほぼ包括している。 「保全点検要領」は、日常点検にまで踏み込んだ内容となっており、有用性が高いと判断して採用している。 <p style="text-align: right;">（以上）</p>

第18回産学官共同研究会(5/20)

擁壁・カルバート他グループ		
所 属 メ ン バ ー	学；荒井先生（福井地域地盤防災研究所） 官；流（福井県建設技術研究センター） 産；中野（京福コンサルタント）、岡田（エイコー技術コンサルタント） 潟田（第一技術開発）、竹内（川上測量コンサルタント）	
研 究 成 果	<p>① 擁壁工・カルバート工および道路附属構造物 点検マニュアル（案）の作成</p> <p>擁壁工・カルバート工および道路附属構造物等は、橋梁やトンネル等に比べ、構造物の重要度が低く、ストック数が膨大であるにも関わらず、その点検要領等が整っていないため、点検調査が行き届いていないのが現状である。</p> <p>当該工種においても、点検・補修等不備によって、第三者被害に直結するケースも発生しており、今後老朽化が進む構造物をいかに適正に効率よく管理していくかが求められている。</p> <p>以上を踏まえ、本研究会において、既往の点検技術・知見等を収集整理した上で、点検初心者でも実践可能な「擁壁工・カルバート工および道路附属構造物等」の点検マニュアル(案)を作成する。</p> <p>マニュアル(案)の作成に当たっては、各構造物における健全度と損傷状況およびそれに対する対策の目安等について、具体例写真などを交えながら、「分かりやすい資料」作成を心掛ける。</p>	
4 ～ 5 月	今 月 の 課 題	【擁壁工・カルバート工】 点検説明書, 点検シート, 健全度判定・対策目安表 作成 ※継続実施
	出席者・作業者	メンバー全員分担して作業
	活 動 概 要	<p>マニュアルについて、損傷事例の収集を中心に取りまとめを行った。</p> <p>今後の予定としては、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「擁壁工・カルバート工」における <ul style="list-style-type: none"> ・ 点検の概要説明書(案) ・ 点検シート(案) ・ 健全度判定および対策検討の目安(案) <p>の最終とりまとめを行っていくとともに、損傷事例写真の充実を図る。</p> <p>なお、損傷事例写真について、グループメンバーだけでは十分な資料を得ることが難しいため、研究会参加メンバーにも提供をお願いしたい。</p> <p>※ 前回定例会における指摘について</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 参考とする文献について明記すべき ⇒ 説明書のはじめに項を追加。 ・ 「総点検要領」も参考にすべき ⇒ 文献収集時に内容を確認しており、本マニュアル案のベースとしている「NEXCO 保全点検要領」は点検手法等についてはほぼ包括している。 「保全点検要領」は、日常点検にまで踏み込んだ内容となっており、有用性が高いと判断して採用している。 <p style="text-align: right;">(以上)</p>

第19回産学官共同研究会(6/17)

擁壁・カルバート他グループ		
所 属 メ ン バ ー	学；荒井先生（福井地域地盤防災研究所） 官；流（福井県建設技術研究センター） 産；中野（京福コンサルタント）、岡田（エイコー技術コンサルタント） 潟田（第一技術開発）、竹内（川上測量コンサルタント）	
研 究 成 果	<p>① 擁壁工・カルバート工および道路附属構造物 点検マニュアル（案）の作成</p> <p>擁壁工・カルバート工および道路附属構造物等は、橋梁やトンネル等に比べ、構造物の重要度が低く、ストック数が膨大であるにも関わらず、その点検要領等が整っていないため、点検調査が行き届いていないのが現状である。</p> <p>当該工種においても、点検・補修等不備によって、第三者被害に直結するケースも発生しており、今後老朽化が進む構造物をいかに適正に効率よく管理していくかが求められている。</p> <p>以上を踏まえ、本研究会において、既往の点検技術・知見等を収集整理した上で、点検初心者でも実践可能な「擁壁工・カルバート工および道路附属構造物等」の点検マニュアル(案)を作成する。</p> <p>マニュアル(案)の作成に当たっては、各構造物における健全度と損傷状況およびそれに対する対策の目安等について、具体例写真などを交えながら、「分かりやすい資料」作成を心掛ける。</p>	
5 ～ 6 月	今 月 の 課 題	【擁壁工・カルバート工】 点検説明書, 点検シート, 健全度判定・対策目安表 作成 ※継続実施
	出席者・作業者	メンバー全員分担して作業
	活 動 概 要	<p>マニュアルについて、中間報告に向けての取りまとめを行った。</p> <p>※ 前回定例会における指摘について</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ H8～H9 年の点検業務等より損傷事例写真を収集する。 <p>⇒ 道路保全課の方で、データベース化されていたため必要な損傷事例写真確認したが、すでに収集済みの項目が多かった。</p> <p>なお、損傷事例写真については、添付の資料の項目に該当するデータをお持ちの方は、提供をお願い致します。</p> <p>※ 5/29 グループ部会確認作業について</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 点検の頻度について、研究会での意見を求めたい。 <p>点検については、どの段階の点検を誰が実施するのかを明確にし、点検の頻度については他のグループとも意見交換し、すり合わせを行う。</p> <p>今後の予定としては、</p> <p>今後の活動としては、マニュアルに基づき実地で点検を行い、判定等について確認を実施する。</p> <p style="text-align: right;">(以上)</p>

第21回産学官共同研究会(10/17)

擁壁・カルバート他グループ		
所 属 メ ン バ ー	学；荒井先生（福井地域地盤防災研究所） 官；流（福井県建設技術研究センター） 産；中野（京福コンサルタント）、岡田（エイコー技術コンサルタント） 竹内（川上測量コンサルタント）	
研 究 成 果	<p>① 擁壁工・カルバート工および道路附属構造物 点検マニュアル（案）の作成</p> <p>擁壁工・カルバート工および道路附属構造物等は、橋梁やトンネル等と比べ、構造物の重要度が低く、ストック数が膨大であるにも関わらず、その点検要領等が整っていないため、点検調査が行き届いていないのが現状である。</p> <p>当該工種においても、点検・補修等不備によって、第三者被害に直結するケースも発生しており、今後老朽化が進む構造物をいかに適正に効率よく管理していくかが求められている。</p> <p>以上を踏まえ、本研究会において、既往の点検技術・知見等を収集整理した上で、点検初心者でも実践可能な「擁壁工・カルバート工および道路附属構造物等」の点検マニュアル（案）を作成する。</p> <p>マニュアル（案）の作成に当たっては、各構造物における健全度と損傷状況およびそれに対する対策の目安等について、具体例写真などを交えながら、「分かりやすい資料」作成を心掛ける。</p>	
8 ~ 9 月	今 月 の 課 題	【道路附属物】 門型標識以外の道路附属物定期点検に対する資料収集
	出席者・作業者	メンバー全員分担して作業
	活 動 概 要	<p>道路附属物定期点検要領について門型標識以外の定期点検要領作成にあたり資料収集を行った。</p> <p>※ 道路附属物の中でも門型標識については、国土交通省道路局より地方公共団体用に定期点検要領が公表されているが、別紙のように「適用範囲外の施設については道路管理者の判断で適切な時期に、適切な方法により点検を実施することが望ましい」とされており、点検要領（案）の作成のため、資料の収集を行った。</p> <p>今後の予定としては、門型標識等定期点検要領と同程度の点検要領（案）のとりまとめを行っていく。</p> <p style="text-align: right;">（以上）</p>

第22回産学官共同研究会(12/19)

擁壁・カルバート他グループ		
所 属 メ ン バ ー	学；荒井先生（福井地域地盤防災研究所） 官；流（福井県建設技術研究センター） 産；中野（京福コンサルタント），岡田（エイコー技術コンサルタント） 竹内（川上測量コンサルタント）	
	<p>① 擁壁工・カルバート工および道路附属構造物 点検マニュアル（案）の作成</p> <p>擁壁工・カルバート工および道路附属構造物等は、橋梁やトンネル等に比べ、構造物の重要度が低く、ストック数が膨大であるにも関わらず、その点検要領等が整っていないため、点検調査が行き届いていないのが現状である。</p> <p>当該工種においても、点検・補修等不備によって、第三者被害に直結するケースも発生しており、今後老朽化が進む構造物をいかに適正に効率よく管理していくかが求められている。</p> <p>以上を踏まえ、本研究会において、既往の点検技術・知見等を収集整理した上で、点検初心者でも実践可能な「擁壁工・カルバート工および道路附属構造物等」の点検マニュアル(案)を作成する。</p> <p>マニュアル(案)の作成に当たっては、各構造物における健全度と損傷状況およびそれに対する対策の目安等について、具体例写真などを交えながら、「分かりやすい資料」作成を心掛ける。</p>	
11 ～ 12 月	今 月 の 課 題	点検シートを使用した実地点検について
	出席者・作業者	作業者：中野（京福コンサルタント），岡田（エイコー技術コンサルタント） 竹内（川上測量コンサルタント）
	活 動 概 要	<p>マニュアル・点検シートを使用し、実際の構造物点検での確認を行った。</p> <p>※ 国道27号金山BPにおいて、ボックスカルバート、コンクリートブロック積鉄筋コンクリート擁壁、無筋コンクリート擁壁についてマニュアル・点検シートを使用し点検を行った。</p> <p>マニュアルの判定基準や、健全度判定及び措置の目安に従って判定を行った場合、</p> <p>変状の判定に迷う項目があったため、そのような箇所について修正を行っていく（以上）</p>

擁壁グループ 現地点検結果について

点検表について

位置情報について、当初はX、Yの表示となっていたが国家座標等による位置の特定については基準点測量を必要とするため、地理院地図や、インターネット上の地図ソフト、簡易GPS等による測定が可能な緯度経度の表示とした。

BOXカルバート

側壁に生じている鉛直方向のひび割れが確認された。漏水・エフロレッセンスも確認されず、鉛直方向のひび割れであるため本体構造に与える影響は少ないと判断し判定は「B」と判定した。

目地の開きは10mm以上であり、目地材の脱落のおそれがある。路面に水たまりができていることから、降雨時には構造物背面からの漏水が生じていることが想定されるが、漏水の程度が著しくないので（背面土砂の吸い出しは見られない）「A2」と判定した。

コンクリートブロック積み

沈下・移動・倒れとして、ブロック積み前面の勾配が、1:0.45であり、建設当時の勾配が1:0.5であった場合には1:0.05の前傾が生じていると考えられる。直高 $4.0\text{m} \times 0.05 = 0.2\text{m}$ のため本来であれば判定基準では「AA」となるが、建設後30年程度が経過しており、金山バイパス自体が建設当時から軟弱地盤地帯であったため、建設直後から変状が生じたものと考えられることから、「A2」と判定した。

鉄筋コンクリート擁壁

ひび割れはエフロレッセンスを伴っている（判定「AA」）が、5mm未満である（判定「A1 または A2」）。錆汁や漏水が発生しておらず、鉄筋位置まで到達しているかが現地では判断できなかった。

ひび割れの発生はごく一部であるため、機能低下の影響が低いと判断し「A2」と判定した。

無筋コンクリート擁壁

鉛直方向のひび割れが発生しているが、ごく一部であるため、機能低下の影響が低いと判断し「A2」と判定した。



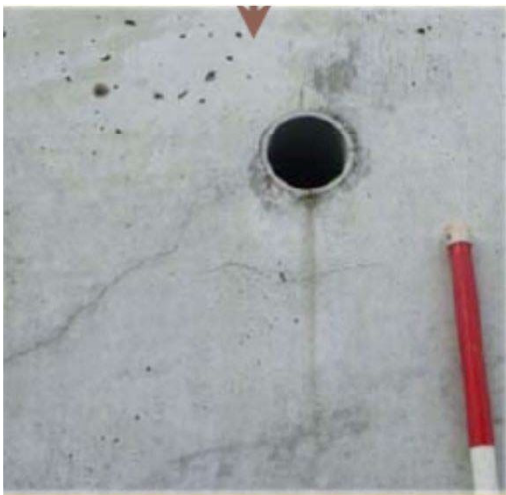
全体を通じて

調査箇所については、暫定 2 車線で供用開始後、概ね 10 年程度経過してから 4 車線化の工事が実施されている。また、定期点検や補修工事も実施されていることから、構造物には大きな変状は見られず、過去の定期点検結果から比べれば、変状の進行は少ないように感じられた。

判定基準について、鉄筋コンクリート擁壁のひび割れに対する判定が難しいと感じられた。また、過去の定期点検結果や構造物台帳がなければ、判定が困難な場合も見受けられた。


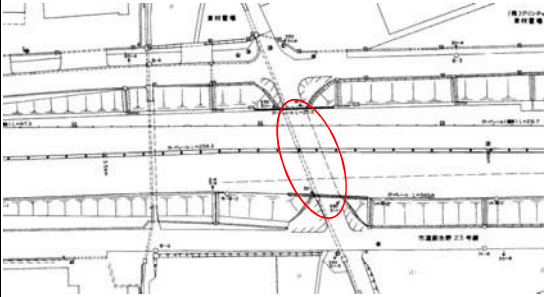
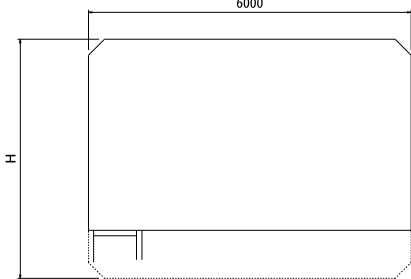
健全度判定及び対策検討の目安 【擁壁】

(案)


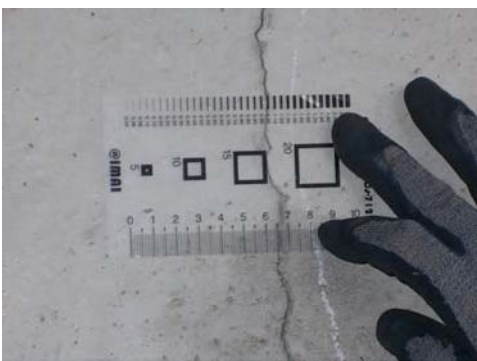
細別 判定標準	鉄筋コンクリート擁壁	変状の種類	①ひび割れ・角落	
AA (E)	事例写真 		状況	ひび割れが著しく亀甲状で閉塞している。ひび割れが鉄筋位置まで到達し、 <u>エフロレッセンスや錆汁を伴っている。</u>
			変状の程度	5mm以上のクラックが発生している。
			措置の目安	早急に打ち直し等の処置が必要である。
			備考	
A (A1～A2)	事例写真 		状況	<u>ひび割れが鉄筋位置まで到達している。</u>
			変状の程度	<u>2mm～5mm未満</u> のクラックが発生している。
			措置の目安	注入等の補強・補修を検討する。
			備考	
B	事例写真 		状況	<u>ひび割れが鉄筋位置まで到達していない。</u>
			変状の程度	2mm未満のクラックはあるが、機能上の支障なし。
			措置の目安	変状程度を経過観測する。
			備考	

「既存造成宅地擁壁の老朽化診断 目視点検調査要領」より

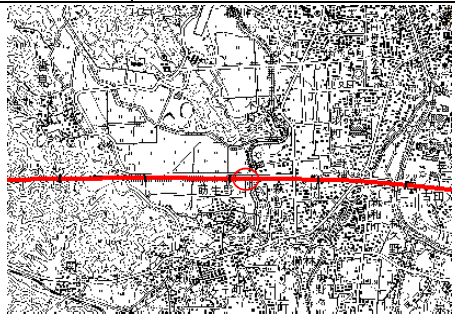
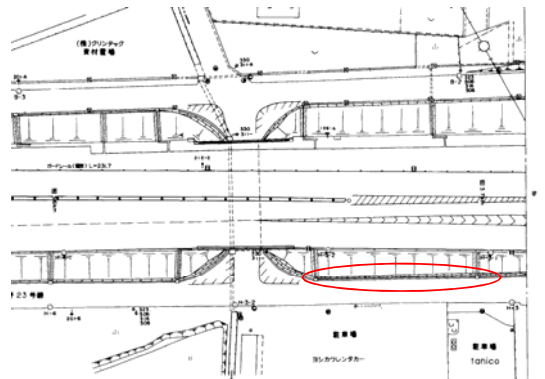
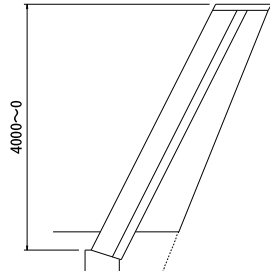
擁壁・カルバート 点検シート(様式1)

						事務所	—
路線名	国道27号	上り・下り	上下線	点検日	平成26年12月5日	建設年月	不明
所在地	福井県敦賀市助生野	点検者	擁壁グループ		設計図書の有無	—	
施設名称	助生野1号函渠	高さ・幅	H=—m、W=6.0m		位置情報	緯度: 35° 38' 0"	
構造形式	鉄筋コンクリートBOXカルバート	延長	L=12.0m			経度: 136° 2' 40"	
被災履歴	無	補修履歴	無		位置図		
変状の概要	側壁:鉛直方向へのひび割れ (w=1.0mm) 目地:目地の開き 10mm以上 漏水跡あり	変状の要因	地盤支持力の低下により発生したものと考えられるが、近年の4車線化に伴い路面が補修されたため、現道上からは沈下の影響は確認できない。				
判定区分	AA A (A1, A2) B C OK E						
平面図					断面図		




擁壁・カルバート 点検シート(様式2)

全 景 写 真		コメント (地形、施設概要等)	変 状 写 真		写真番号	1	変状の種類
							ひび割れ
							コメント
							側壁:鉛直方向のひび割れ (W=1.0mm) 漏水、エフロレッセンスは確認されていない。
							判定区分
							B
変 状 写 真		写真番号	2	変状の種類		変状の種類	
		目地の開き					
		コメント				コメント	
		側壁下部から頂版へ向かって目地の開きが大きくなっている。 路面に漏水跡が確認された。 土砂の流出等はない。					
		判定区分				判定区分	
		A2					

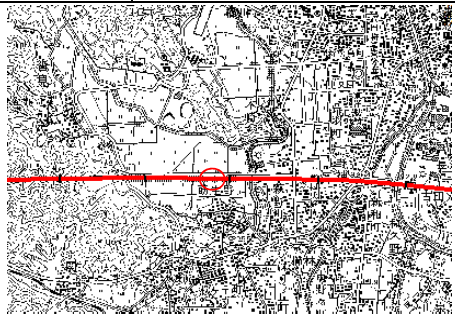
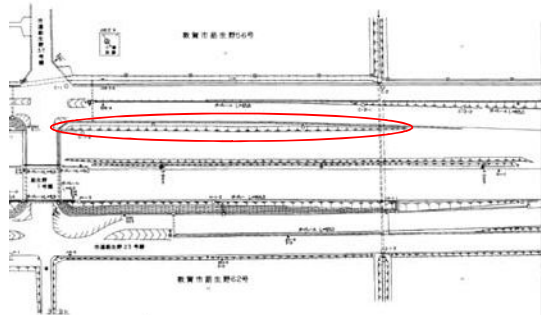
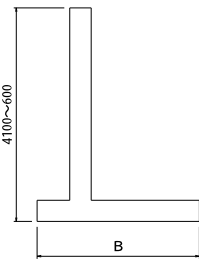
擁壁・カルバート 点検シート(様式1)

						事務所	—	
路線名	国道27号	上り・下り	上り	点検日	平成26年12月5日	建設年月	不明	
所在地	福井県敦賀市萌生野	点検者	擁壁グループ		設計図書の有無	—		
施設名称	—	高さ・幅	H=0~4.0m		位置情報	緯度: 35° 38' 0.9"		
構造形式	コンクリートブロック積	延長	L=124.8m			経度: 136° 2' 30.2"		
被災履歴	無	補修履歴	無		位置図			
変状の概要	沈下・移動・倒れ: 前面勾配1:0.45、建設当時の前面勾配が1:0.5であれば、1:0.05の前傾が発生している。		変状の要因	建設時から、道路全体の沈下が発生している箇所である。				
判定区分	AA A (A1, A2) B C OK E							
平面図					断面図			




擁壁・カルバート 点検シート(様式2)

全 景 写 真		コメント (地形、施設概要等)	変 状 写 真		写真番号	1	変状の種類
							沈下・移動・倒れ
							コメント 沈下・移動・倒れ: 前面勾配1:0.45、 建設当時の前面 勾配が1:0.5であ れば、1:0.05の前 傾が発生している。
							判定区分 A2
変 状 写 真	写真番号	2	変状の種類	変 状 写 真	写真番号	3	変状の種類
			コメント				コメント
			判定区分				判定区分


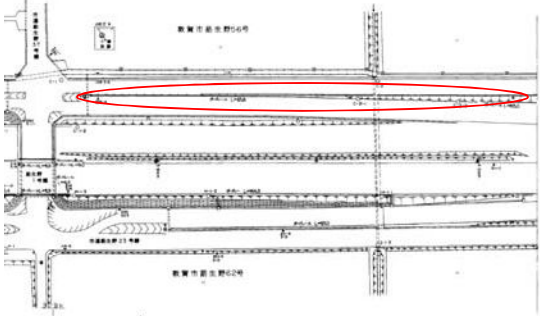
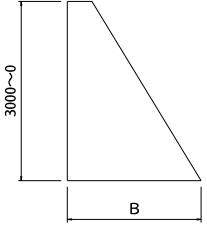
擁壁・カルバート 点検シート(様式1)

						事務所	—
路線名	国道27号	上り・下り	下り	点検日	平成26年12月5日	建設年月	不明
所在地	福井県敦賀市蒔生野	点検者	擁壁グループ		設計図書の有無	—	
施設名称	—	高さ・幅	H=0.6~4.1m		位置情報	緯度: 35° 38' 0.1"	
構造形式	片持ち梁式擁壁	延長	L=120.0m			経度: 136° 2' 27.7"	
被災履歴	無	補修履歴	無		位置図		
変状の概要	ひび割れ: 躯体鉛直方向に5mm未満のひび割れが発生している。エフロレッセンスにより目詰りが生じている。錆汁の発生は確認できない。目地の開き: 10mm程度の目地の開きがある。		変状の要因				
判定区分	AA A (A1, A2) B C OK E						
平面図					断面図		

擁壁・カルバート 点検シート(様式2)

全 景 写 真		コメント (地形、施設概要等)	変 状 写 真		写真番号	1	変状の種類
							ひび割れ
							コメント
							躯体鉛直方向に5mm未満のひび割れが発生している。エフロレッセンスにより目詰りが生じている。錆汁の発生は確認できない。
							判定区分
							A2
変 状 写 真	写真番号	2	変状の種類	変 状 写 真	写真番号	3	変状の種類
			目地の開き				
			コメント				コメント
			10mm程度の目地の開きが発生している				
			判定区分				判定区分
			A2				

擁壁・カルバート 点検シート(様式1)

事務所						—		
路線名	国道27号	上り・下り	下り	点検日	平成26年12月5日	建設年月	不明	
所在地	福井県敦賀市助生野	点検者	擁壁グループ		設計図書の有無	—		
施設名称	—	高さ・幅	H=0.1~3.0m		位置情報	緯度: 35° 38' 0.3"		
構造形式	重力式擁壁	延長	L=190.0m			経度: 136° 2' 27.7"		
被災履歴	無	補修履歴	無		位置図			
変状の概要	ひび割れ: 躯体鉛直方向のひび割れが発生している。		変状の要因					
判定区分	AA A (A1, A2) B C OK E							
平面図					断面図			

擁壁・カルバート 点検シート(様式2)

全 景 写 真		コメント (地形、施設概要等)	変 状 写 真		写真番号	1	変状の種類
							ひび割れ
							コメント
							ひび割れ: 躯体鉛直方向のひび割れが発生している。
							判定区分
							A2
変 状 写 真	写真番号	2	変状の種類	変 状 写 真	写真番号	3	変状の種類
			コメント				コメント
			判定区分				判定区分

第23回産学官共同研究会(2/20)

擁壁・カルバート他グループ		
所 属 メ ン バ ー	学；荒井先生（福井地域地盤防災研究所） 官；流（福井県建設技術研究センター） 産；中野（京福コンサルタント）、岡田（エイコー技術コンサルタント） 竹内（川上測量コンサルタント）	
研 究 成 果	<p>① 擁壁工・カルバート工および道路附属構造物 点検マニュアル（案）の作成</p> <p>擁壁工・カルバート工および道路附属構造物等は、橋梁やトンネル等に比べ、構造物の重要度が低く、ストック数が膨大であるにも関わらず、その点検要領等が整っていないため、点検調査が行き届いていないのが現状である。</p> <p>当該工種においても、点検・補修等不備によって、第三者被害に直結するケースも発生しており、今後老朽化が進む構造物をいかに適正に効率よく管理していくかが求められている。</p> <p>以上を踏まえ、本研究会において、既往の点検技術・知見等を収集整理した上で、点検初心者でも実践可能な「擁壁工・カルバート工および道路附属構造物等」の点検マニュアル(案)を作成する。</p> <p>マニュアル(案)の作成に当たっては、各構造物における健全度と損傷状況およびそれに対する対策の目安等について、具体例写真などを交えながら、「分かりやすい資料」作成を心掛ける。</p>	
1 ～ 2 月	今 月 の 課 題	点検要領（案）
	出席者・作業者	メンバー全員分担して作業
	活 動 概 要	<p>マニュアルについて、取りまとめを行った。</p> <p>※ 現地調査実施後の課題について</p> <ul style="list-style-type: none"> 鉄筋コンクリート擁壁のひび割れについて <ul style="list-style-type: none"> ⇒ 現地調査において判明した点検シートおよび、判断の標準について、整理を行った。 <p style="text-align: right;">（以上）</p>

あとがき

～～～産～～～

今回は委員長という立場で参加させていただいた。これまで道路防災点検業務の経験はあるものの、トンネルや橋梁、道路舗装の維持管理業務の経験はありませんでした。このようなレベルであったため、メンバーのみなさんには多大なご迷惑をおかけしてしまった。一方、個人的にはトンネルグループに入らせていただき、まさに初級者レベルの疑問をぶつけていろいろと話を聞かせていただくことができた。実務をやっている人には物足りないと思われますが、初歩の初歩という意味で有意義な議論、報告書になったと思っております。未知の世界を垣間見ることができ、とてもありがたい機会をいただけたこと、親切に教えていただいたメンバーの皆様に大変感謝いたします。

(株)サンワコン 岡島 尚司

私は、本研究会にて初めて他の機関の方々との共同研究事業に参加致しました。当初は、まだまだ経験が浅く技術もない私が、果たして皆さんと同じレベルで議論ができるのかとても不安でした。しかし、維持管理技術について既往の資料を基に皆で読み合わせしながら、一から勉強できたこと、また、研究会の最中に笹子トンネルの事故が発生し、土木インフラのメンテナンスに関する社会情勢が大きく変化したこと等、本研究の重要性を日ごとに増して感じながら、興味を持って意欲的に活動することができました。また、副委員長という役で研究会の運営に携わり、至らない点も多々あり、ご迷惑をお掛けしたことと思いますが、委員長をはじめ皆様のご協力のおかげでなんとか全うすることができました。本当にどうもありがとうございました。

(株)川上測量コンサルタント 竹内 義博

私は構造物の維持管理の調査に関する実務経験がほとんど無く、研究会の皆さんについて行くことが出来るか不安でした。研究会を重ねるたび皆さんの議論を聞いて、維持管理についての必要性を強く感じる事が出来ました。同時にたくさんの知識を得ることができ、大学等に人材育成の視察にも参加することで、本研究は自分にとって大変貴重な経験をさせて頂きました。

このような研究会に参加させていただき、微力ながらも報告書の作成に携われたこと感謝しております。ありがとうございました。

(株)構造設計研究所 孝治 吉幸

道路施設の老朽化対策が本格的に動き出した今年、まさにタイムリーなテーマで実施された産学官共同研究会に参加できたことは、非常に有意義だったと思います。道路構造物の維持管理（メンテナンスサイクル）において、最も重要な要素である“点検・調査”に関して、グループごとに特色あるテーマを設定され、その活動報告を聞き勉強になりましたし、この報告書を今後の維持管理関連の実務に生かしていきたいと考えております。さいごに、舗装グループのリーダーとして職責を全うできたのは、グループメンバーや研究会メンバーのご協力があったからだと感謝

しております。約2年半、本当にありがとうございました。

(株)サンワコン 大槻 太郎

膨大なストック数を誇りながら、橋梁等に比べ重要度が低いとされ、マニュアル等の整備が行われてこなかった擁壁工・カルバート工について、既往の点検技術・知見等を収集整理し、点検初心者が点検実務で利用することを主眼においた点検要領(案)の作成を心がけました。この点検要領(案)が、実地点検において判断を行う際の一助となり、擁壁工・カルバート工の損傷による第三者被害を未然に防ぐことに役立つことを期待します。なお、本研究会会員、福井県道路保全課、国土交通省福井河川国道事務所など、多くの方々に多大なるご助言とご協力をいただいたことに対し、深く感謝の意を表します。

(株)エイコー技術コンサルタント 岡田 元

産学官共同研究維持管理研究会が2012年9月から発足ということで約2年半、産学官共同研究維持管理研究会の皆様、及びトンネルグループの皆様には大変お世話になりました。研究にあたり道路構造物の維持管理に関する現状及び要望の把握に始まり、研究目的の設定、そして研究成果として形にすることができました。トンネルグループに参加させていただきましたが、トンネルについてあまりに知らない事が多く、グループ内での協議、現場見学会等を通じてトンネルについて勉強をしながらの研究となりました。研究会の活動で得たものをこれからの維持管理に役立てるよう技術者として精進したいと思います。

(株)帝国コンサルタント 上田 哲也

私は第3回から本研究会に参加させていただき、斜面グループのリーダーとして、グループの取りまとめ等を担当させていただきました。斜面グループでは「老朽化吹付モルタル」の主に「調査」を研究対象とし、外部講師を招いての勉強会、グループ委員自身による打音調査、打撃ハンマーを用いた調査手法の研究等、大変貴重な経験をさせていただきました。この経験を今後の業務にも生かしていけるよう、努力してまいりたいと思います。頼りないリーダーでしたが、何とか研究会を終え、報告書を完成させることができたのは一重に委員各位のおかげです。心から感謝申し上げます。ありがとうございました。

(株)キミコン 藤田 貴準

昨年4月に当研究会が発足し、各グループへの分割からグループでの詳細な活動を通して、道路構造物の維持管理に対する課題と方針を再確認することができました。「道路」は私達の生活活動において重要なファクターであり、今後も適切に機能を確保していくことは明確な課題であります。その課題に対して「舗装グループ」の一員として微力ながら研究に携われたことができ、一定の成果を収められたことを同メンバーの皆様には感謝したいと思います。ありがとうございました。最後に、当研究内容は非常に大きく、かつ継続的な課題であるため、技術者の一員として今後も取組んでいきたいと思っています。

丸一調査設計(株) 山崎 裕生

本研究会入会時に、本会の研究課題が“道路構造物の維持管理技術”であることを知り、時代に合ったテーマだなと感じたことを覚えています。私はこの中で擁壁他 G に参加させていただき、『擁壁・カルバート点検要領（案）』の作成に携わりました。見直しが必要なところも出てくるかもしれませんが、‘点検無しに、維持管理無し’ということで、本要領が今後の参考になればと思います。最後に、本会の活動を通じ社外の方々と交流することができ、大変貴重な経験ができたと思っています。これを機会に、今後の仕事の中でもよいお付き合いをさせていただきますよう、よろしくお願いいたします。

京福コンサルタント(株) 中野 正策

今回の産学官共同研究では、トンネル点検を題材に取り組んでできました。トンネルについては、右も左も分からない私に心優しく教えていただき、感謝しております。大したお手伝いはできませんでしたが、充実した2年半でした。現場見学では、ひびわれ等の損傷の判定が難しいことを知り、誰でも分かる点検マニュアルが必要であると思いました。最後に、本研究会に参加させていただきまして、ありがとうございました。

ジビル調査設計(株) 中川 倫宏

高度成長期に構築されたインフラ構造物の老朽化が進む中、維持管理・補修補強といったメンテナンスに正面から向き合わなければいけない時代になりました。これらの対応については専門技術者が取組むだけでなく、若手技術者や建設従事者の誰もが初期診断で同じ評価が出来、適正適切な処置を施せるような技術力の向上が欠かせない事です。これらを踏まえて担当させて頂いたトンネルグループは初級・未経験者向けの基礎資料としてまとめられています。産学官共同研究会の活動を通して、専門分野以外の知見を広められた事に感謝すると共に、この評価方法が幅広く活用される事を期待致します。

前田工繊(株) 清明邦央

約一年間にわたり橋梁グループに参加させて頂き、自身の橋梁に関する知識が微力ながらも貢献出来たことを嬉しく感じます。また、技術者育成事業の視察として各施設へ赴き、施設・制度の立ち上げに関わった先生方のお話を聞いたことは貴重な経験となりました。途中からの参加でしたので至らない点も多くあったかとは思いますが、橋梁グループの方や共同研究各位のサポートもあり、何とか無事に終わることが出来ました。今後は他県の人材育成制度を参考に、福井でも本格的な内容の育成事業の整備が進めば、と思います。その際に本研究が多少なりとも参考になれば幸いです。短い期間ではありましたが、お付き合い頂いた関係者の皆様には厚くお礼申し上げます。

ジビル調査設計(株) 中橋 直哉

今回の共同研究においては、委員長を始めとして皆々様に多大な迷惑をおかけしたことを深くお詫び申し上げます。業務の都合上あまり参加が出来ず非常に残念ではございましたが、今回の

研究成果を活用し、今後の業務に活かしていければと考えております。大変ありがとうございました。

ジビル調査設計(株) 長谷川 智史

近年、吹付法面の劣化についての調査やその対策工の設計業務が急増しているが、維持点検や老朽化調査から対策手法までの総合的な維持管理技術に特化した指針やマニュアルはこれまで存在していない。その中で、手引書を片手に現地調査し、試行錯誤しながら業務を対応しているのが実情です。今回、最も一般的な打音調査と新しく開発された振動調査法について現地実験を行って既往調査の比較を試みましたが、前者では個人によるバラツキ、後者では計測手法の改善が課題として残ったようです。これら調査手法の精度が向上し、吹付背面の空洞を定量的に判定することができれば、実務で老朽化吹付法面の安定性評価や対策工の設計に反映させていきたいと思えます。

(株)エイコー技術コンサルタント 川端 小右衛門

斜面グループに所属させていただき、主に老朽化吹付法面に関する調査方法について産学官で議論しました。これまで、詳細点検・調査において対策の検討などで携わることが多かったのですが、斜面における維持管理をテーマとして議論してみると、対象となる構造物の種類が多く、範囲が広範囲で、規模も大規模であるため、十分な維持管理を行うことが果たして可能なのかと思いました。近年も豪雨災害が頻発しており、土砂崩れのニュースを見ることが多くなったように感じます。維持管理が不十分だったのか、それとも想定外の規模だったのかは分かりませんが、今後も点検すべき施設を決めて点検し、必要があれば補修や補強を行うことが重要であると思えます。また、豪雨や地震などが発生した後には再び点検し、被害がなかったかどうか確認することや想定される外力に対して安全であるかチェックして、災害に備える体制を充実させることが重要だと思えます。福井県は森林地域の面積が県土の7割以上であり、山地部が多くを占める県です。災害による被害が少しでも小さくなるように、今後も産学官で連携を図っていくことが必要であると思えます。

中央測量設計(株) 野坂 和典

斜面グループでは、2か所の実現場において老朽化したモルタル吹付法面における打音法による調査の熟練度などによるばらつきと難しさやモルタルに発生する振動の波形の特徴を分析することで背面状況を判定する手法について体験することができました。越前町のモルタル吹付け法面では、調査検討中にその一部が崩壊し、空洞のあるモルタル吹付け法面の調査の信頼度とその判定の重要性を痛感しました。今後、UAVなどのさらなる進化もあり、より多くの情報を短時間で収集することが可能となると考えられますが、実際に斜面の調査に参加し、斜面の調査や設計を手がけたエキスパートの方々のご意見に参考にし、土木に関連するメーカーの社員として、維持管理に貢献できる製品の提案をしていきたいと考えています。

前田工織(株) 熊谷 幸博

斜面グループには、施工業者として途中から参加させていただきました。「法面における老朽化吹付モルタルの劣化調査」という研究対象において、施工だけに携わってきた私としては、議論に入っていけるのか、また内容が理解できるのか非常に不安でした。が、それも杞憂にすぎずグループの方々の配慮のおかげで多少ならずとも意見等を出すことができました。50年以上も変わらない工法で施工され続けているにもかかわらず、明確な調査方法・維持修繕方法が確立していない中、今研究対象は非常に重要なものだと思います。今回参加させていただいた内容、意見を頭に置き、吹付施工をしながら検討・反映していきたいと思います。

日光産業(株) 野尻 敏也

～～～学～～～

3年前に、この産学官共同研究が発足した時点では、インフラ構造物の維持補修の重要性が一般的に認識されながらも、具体的に何をやるべきかが明瞭でなく、研究会も資料収集や文献調査などの手探り状態でスタートしました。橋梁・トンネル・舗装・斜面・擁壁他の5つの研究グループを設置して具体的な対象が明確になってから、研究会の活動も充実してきたようです。笹子トンネル事故などで維持補修の重要性が全国的にも認知され、公的な維持管理マニュアルなどが整備され始めてきたことも追い風になりました。5つの研究グループごとに活発な活動が行われ、その成果を毎月1回の全体研究会で報告する方法で、全体の方向性を見失うことなく、研究会の成果がまとまりました。研究会の主な成果としては、研究グループの分野ごとの基本的な維持管理マニュアル作成となりますが、維持管理実施体制の問題点や、人材育成の必要性など、種々の課題の把握も大きな成果だと思います。これらを踏まえて、より高度かつ実務的な維持管理の研究開発が期待されます。研究会の運営に当たっては、岡島委員長を始めとする幹事会メンバー、グループリーダーに多大の御尽力をいただき、報告書の発刊にまで至ることができました。委員の皆様のご御貢献により、共同研究の大きな成果が得られたことに深く感謝しております。

NPO 福井地域地盤防災研究所 荒井 克彦

本研究会においては、トンネルグループの一員として参加させていただきましたが、日頃「トンネル」「コンクリート」といった分野に対する造詣が深くなく、あまり、お役に立てなかった点に関して恐縮に存じております。ところで、甚だ私事で恐縮ですが、新年度から健康科学に関係する分野にも係わることになり、現在、関係資料に目を通しているところでありますが、その中に、人間の「健康寿命」を延ばす方法についての記述がありました。人とトンネルを単純に比較はできませんが、「人間の健康寿命の延伸」と「トンネルの予防保全型維持管理」のどちらも、今後の社会情勢を考慮しますと、重要であるとともに、解決していかなければならない課題であると感じている今日この頃です。

福井工業大学 工学部 産業ビジネス学科 澤崎 雅之

橋梁グループの共同研究を通じまして、「技術者の人材育成」について、他県の取り組みを学ばせて頂きました。それと同時に、「技術者の人材育成」は極めて重要であることも学びました。

以上を通じて、技術者の一人として、真摯に技術と向き合い、さらに知識を蓄える必要があることを痛感させられました。そのため、この産学官共同研究に参加させて頂いたことは、自身にとってとても良い機会となりました。この紙面をお借りして御礼を申し上げるとともに、橋梁グループの関係各位に感謝を申し上げたいと思います。

福井大学大学院 工学研究科 建築建設工学専攻 磯 雅人

産学官共同で橋梁のマニュアル、人材育成について調査研究に取り組めたことは、非常に貴重な経験となりました。特に他県の人材育成は、産学官が一体となって自分達の技術向上を果たすために検討に検討を重ねた内容となっており、中央にはできない、地域に根差した産学官の取り組み事例でした。このような高度な取組みを、福井県下へすぐに取り入れるというのは難しいかもしれません。しかしながら、産学官が一体となり、有機的な活動をすれば、人材育成に限らず、中央には出来ないモノを創り上げることが出来るのだらうと思います。今回の活動は、これで一区切りつくこととなりますが、この成果が福井の産学官の今後の財産となっていくことでしょう。皆様には貴重な議論の機会を頂きましたこと、厚く御礼申し上げます。

福井大学大学院 工学研究科 原子力・エネルギー安全工学専攻 鈴木 啓悟

当初は福井大学に着任してまだ日が浅く、また、インフラの維持管理について浅学の身であることをかえりみず、勉強させて頂くつもりで研究会に参加させていただきました。本研究では、斜面グループの一員として、老朽化のり面の診断方法について調査研究を行いました。現場での調査の機会を通じて、福井県におけるインフラ維持管理問題の重要性に改めて気付かされるとともに、日頃パソコンと室内の実験装置を相手に研究している私にとって、研究の在り方を改めて考えさせられる大変貴重な経験となりました。そして、本研究会を終えるにあたり、福井県にはこのような共同研究を行うことができる充実した技術者ネットワークやバックアップ体制が整っていること、また、県下のインフラ整備をより良いものにしたいという、立場を超えた皆様の熱い思いに改めて感服している次第です。今では私もその一員として、更なる技術向上に向けて今後も研鑽を重ねていきたいと思います。最後に、研究会に参加できましたこと、そして皆様には大変お世話になりましたこと、この場を借りてお礼申し上げます。ありがとうございました。

福井大学大学院 工学研究科 建築建設工学専攻 小林 泰三

10年前に米国に留学した時、指導教授の研究室で床版のヘルスマニタリングに関する研究がなされていました。それは、振動特性から構造物の劣化判断を行うセンシング技術の開発であり、IT技術を活用し、専門の地震工学を応用したものです。自らの専門を活かしながら異分野で新たな技術を開発する好事例として、その後の私自身の研究の取り組み方に影響を与えてくれました。今では実用化段階に近づき、構造物の維持管理に必要な技術の一つとなっています。さて、当研究会のような産官学の継続的な活動は、今後の安全・安心な社会基盤整備に大変重要なものであります。特に、人口の少ない福井県では、顔の見えるお付き合いができるのが良い点です。所属グループは舗装という専門外のテーマではありましたが、熱心な他のメンバーのご尽力で大変分かりやすく、使いやすい目視調査による点検マニュアルが完成しました。近いうちに県内の

道路で活用されることを願っております。

福井工業高等専門学校 環境都市工学科 吉田雅穂

～～～官～～～

これまで維持管理をおさなりにしてきた弊害が土木構造物および行政組織内の随所に見受けられるようになっていました。ようやく今回のような維持管理をテーマにした研究会が産学官で催され、ほっとするとともに非常に喜ばしく思いました。しかし、やっとスタートラインに立った感があり、今後も引続き頑張っていかなければという思いを新たにしております。本研究会ではグループごとに点検マニュアルや簡単に経済的な構造物の評価方法等の研究成果ができました。中には非常に完成度の高いものがあると思います。今後はこれらの行政への反映が官の研究者として参加した者の責務であるという思いを強くしております。

福井県建設技術研究センター 三田村 文寛

本研究会に参加させていただき、多くのことを学ぶことができました。このような機会を与えて頂きましたことと、ご教示いただいた関係各位に感謝申し上げます。具体的には、斜面グループに所属し、既往研究において開発された、「打撃ハンマーを用いた振動計測によるひび割れ調査手法」の適用性確認およびグループメンバーなどによる現地打音調査結果をもとに、打音調査のバラツキ調査を行いました。本研究で得られた知見は、今後の公共事業に役立つものと考えております。

福井県丹南土木事務所 鯖江丹生土木部 久保 光

今回の産学官の共同研究では、擁壁・カルバート他グループに所属し、発注者（県）側からの視点でのチェックを中心に参加させていただきました。実際の記述作業、修正作業については、荒井先生のご指導の下、コンサルタントの方を中心に作業を進める形となりました。擁壁・カルバートや道路付属物については、特に事後対応的な現状にある中で、今回作成したマニュアルは、点検方法や損傷状況の判断およびそれに対する対策の目安等を記載でき、道路維持にたずさわる技術者にとって有意義なものになったと思われます。これもひとえに、お忙しい中ご参加いただいたコンサルタントの方の熱意と技術によるものであり非常に感謝しています。

福井県建設技術研究センター 流 守博

今回、産学官による共同研究に、初めて参加させていただきました。研究そのものについても未熟者ですが、産学官という異なる立場の方々と共同(協働)で研究を進めていくという、貴重な体験をさせていただきましたことに深く感謝申し上げます。お互いコミュニケーションを深めていくうちに、産学官ではそれぞれ物事の視点が異なること、アプローチの角度や考えの組み立て方などが異なることに気付き、私にとって大きな収穫の1つであったと思います。今回のように、産学官で共同(協働)・協力してひと・もの・ことづくりを進めていくという姿勢が重要ではないかと感じることができました。ありがとうございました。

福井県建設技術研究センター 近藤 泰光

道路インフラの老朽化については、これまでもさまざまな提言や報告書において対策の必要性が指摘されてきました。福井県内の道路構造物のほとんどが高度経済成長期を中心に建設されており、今後、増加傾向にある橋梁の高齢化および劣化に対して、維持管理費の増大・集中が課題です。笹野の警鐘を教訓とし、一刻も早く本格的なメンテナンス体制を構築しなければならないと思います。今回の報告書は、まさにその課題に対応したものであり、メンテナンス上必要とされる項目が取りまとめられており、当報告書が道路インフラの維持管理に少しでも役に立てば幸いです。

福井県建設技術研究センター 前田 健児

これまで、トンネルの維持管理の経験がない私にとって、本研究会は新たな知識・経験を得る良い機会になると同時に、自分の知識不足を痛感する場にもなっていました。しかしながら、先生および研究員の皆様と同じ時間を共有できたことは、私にとって貴重な財産の一つとなりました。今後はこの経験を生かして、よりよい県土整備の一翼を担えるよう、日々の業務に携わりたいと思います。最後に本成果が今後、トンネルの維持管理を担う県内若手技術者にとって、役立つものとなるよう祈念するとともに、これまで熱心にご指導いただきました先生方に心より感謝申し上げます。

福井県建設技術公社 玉村 直之

私のこれまでの業務において、殆どふれることのなかった維持管理業務でしたが、本研究会に参加させていただくことで、点検することの重要性と判定の難しさを学ばせていただくことができました。また、ご指導いただいた先生ならびにコンサルタントの皆様との出会いは私にとって大変貴重なものとなりました。これからは、本研究会での経験を活かしつつ、県内技術者の皆さまと一緒に県の社会資本整備に貢献していきたいと思います。

福井県建設技術公社 山内 義康