岐阜大学ＳＩＰ実装プロジェクト

第 2 回フィールド試験実施計画書

【ＳＩＰトンネル点検技術】

平成２９年１月

国立大学法人　岐阜大学
ＳＩＰ実装支援チーム

目次

1. フィールド試験概要 1
1.1. フィールド試験の目的 1
1.2. 実施日時 1
1.3. 試験場所 1
1.4. フィールド試験技術 1
1.5. 連絡先 1
1.6. 位置図 2
(1) 全体位置図 2
(2) 現場位置図 3
(3) 集合場所位置図 4
2. フィールド試験技術 5
2.1. 高速走行型非接触レーダーによるトンネル覆工の内部欠陥点検技術と統合型診断システムの開発 5
(1) 概要 5
(2) 参考資料 6
3. 作業内容 8
3.1. 全体工程 8
3.2. 試験手順 8
3.3. 当日作業スケジュール 11
3.4. 準備機材等 11
4. 交通規制 12
4.1. 交通規制全体図 12
4.2. 交通規制詳細図 13
（1）樽見側 13
（2）上大須側 14
5. 緊急連絡体制 15
6. 添付資料 16
6.1. 過年度点検結果（抜粋） 16
6.2. SIP 技術アピールシート 18
6.3. SIP 維持管理技術のアドバイスシート整理結果 22

1.　フィールド試験概要

1.1.　フィールド試験の目的

戦略的イノベーション創造プログラム（ＳＩＰ）で採択されたＳＩＰ維持管理技術について、現地における技術検証を行うとともに、利用者と開発者の意見交換を通じて実装に向けた課題の共有を図る。

1.2.　実施日時

実施予定日：平成 29 年 1 月 16 日（月）13：00～16：00
予備日：1 月 17 日（火）

1.3.　試験場所

岐阜県本巣市根尾小鹿地内　一般県道根尾谷汲大野線　小鹿トンネル

1.4.　フィールド試験技術

表 1 フィールド試験技術

技術名	開発責任者
高速走行型非接触レーダーによるトンネル覆工の内部欠陥点検技術と統合型診断システムの開発	パシフィックコンサルタンツ（株） 安田　亨

※既存技術との比較検証としてトンネル点検車を用いた接触型レーダー探査を実施。
（必要に応じ、後日コア抜きによる内部欠陥の確認を実施）

1.5.　連絡先

【主催】　岐阜大学ＳＩＰ実装支援チーム
代　表：　沢田　和秀
事務局：　岐阜大学インフラマネジメント技術研究センター
（担当）羽田野（h_hatano@gifu-u.ac.jp）　TEL：058-293-2436
【協力】　岐阜県岐阜土木事務所

1.6. 位置図

(1) 全体位置図

図 1 全体位置図

(2) 現場位置図

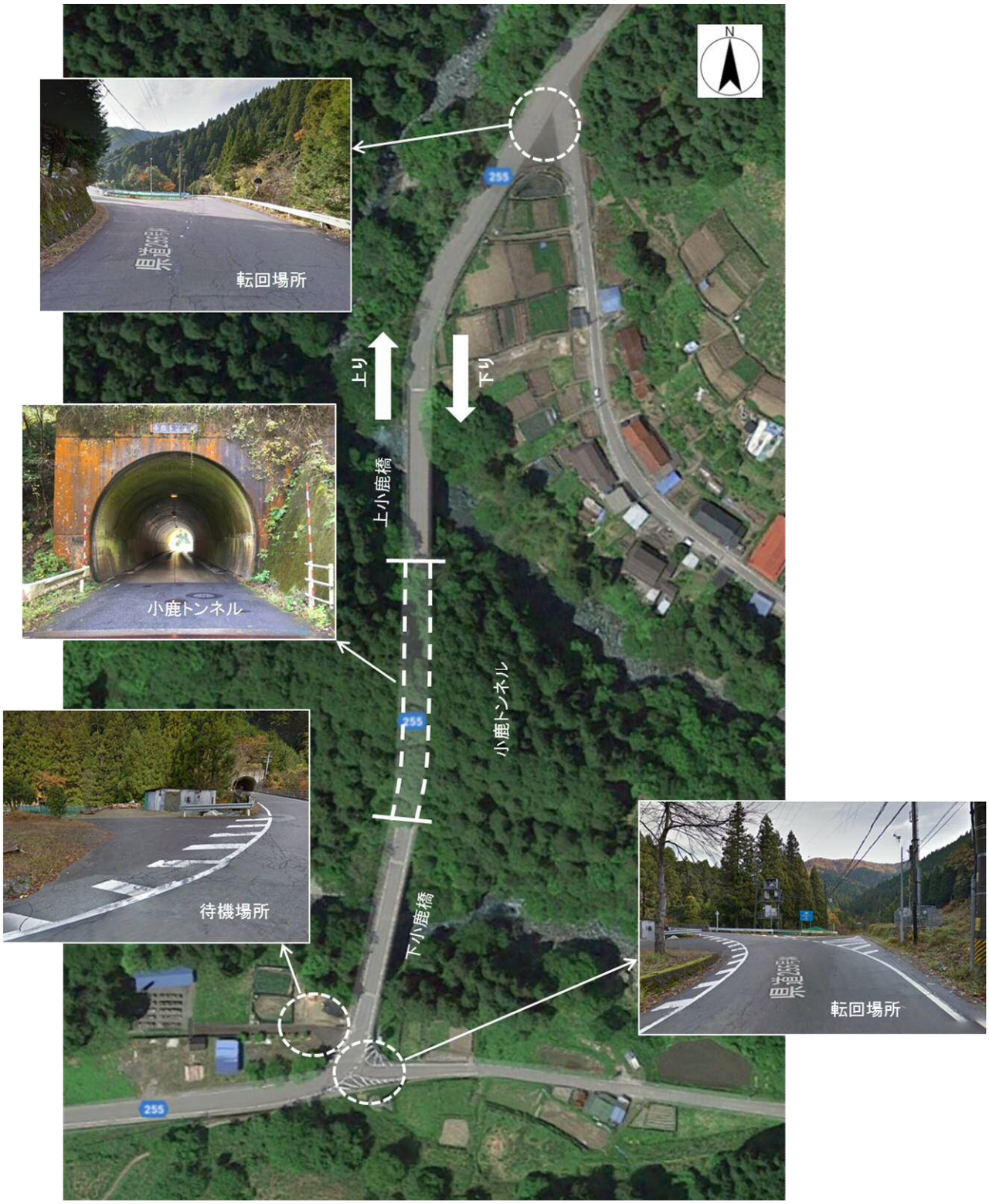


図 2 現場位置図

※　待機場所の駐車可能台数は 4 台程度のみ。
※　参加者は、集合場所から現場までマイクロバスにより送迎する。
※　携帯電話の通話可能エリアは NTT ドコモのみ。ａｕ、ソフトバンクはエリア外。

(3) 集合場所位置図

図 3 集合場所位置図

集合場所　　：樽見鉄道樽見駅駐車場
管理者　　：本巣市役所根尾総合支所

2. フィールド試験技術

2.1. 高速走行型非接触レーダーによるトンネル覆工の内部欠陥点検技術と統合型診断システムの開発

(1) 概要

研究開発テーマ	高速走行型非接触レーダーによるトンネル覆工の内部欠陥点検技術と統合型診断システムの開発
研究責任者	パシフィックコンサルタンツ(株)　技術研究センター 技師長　主席研究員　安田　亨
共同研究グループ	(株)ウォールナット、ｉシステムリサーチ(株)、三栄技研(株)、(株)フォーラムエイト

【概　要】

①　何をする技術なのか？

・　走行計測時の交通規制を要しないで、トンネル点検を可能にする技術

②　維持管理における当該技術の活用方法の提案

・　５年に１回のトンネル点検（法定）への活用
　点検前に走行計測することで問題箇所をスクリーニングし、点検作業を低減できる。特に２回目以降の点検で、効率化、合理化、低コスト化を図ることが期待できる。
　規制期間の短縮により一般利用者への負荷を軽減できる。

③　当該技術を構成する個別技術（フィールド試験対象）

・　MIS（画像撮影）技術、変状抽出技術、画像合成技術
・　MMS（レーザ計測）技術
・　MRS　非接触レーダー探査技術（巻厚・空洞レーダー、内部欠陥検出レーダー）

【フィールド試験内容】

① 試験項目

・　走行型計測画像から変状展開図を作成
・　レーザ計測による点群データから変形モードを算出
・　非接触レーダー探査から巻厚不足、背面空洞の有無及び内部欠陥を検出
・　背面空洞を検出した場合は、検出箇所において接触型レーダー探査も実施

② 当日の確認が可能な項目

・　走行計測状況
・　レーダー探査の反射波形画像

④　後日の確認が可能な項目

・　連続画像データを用いた変状展開図（既往点検調書との比較）
・　点群データによるトンネル変形モード図
・　巻厚・背面空洞測線図（接触型レーダとの比較）

【フィールド試験制限事項】

・　降雨時はカメラへの水滴付着により画像撮影不可
・　非接触型レーダー探査の適用は覆工厚 50cm 程度まで

【準備機材等（主催者側で用意すべきもの)】

・　高所作業車（接触型レーダー探査時）
・　高所作業車使用時の片側交互通行規制機材
・　高所作業車上の照明器材

(2) 参考資料

■研究開発項目　：点検・モニタリング・診断技術の研究開発
■研究開発テーマ　：高速走行型非接触レーダーによるトンネル覆工の内部欠陥点検技術と統合型診断システムの開発
■研究責任者　：パシフィックコンサルタンツ株式会社　安田亨
■共同研究グループ：㈱ウォールナット，iシステムリサーチ㈱，㈱三英技研，㈱フォーラムエイト

研究開発の目的・内容

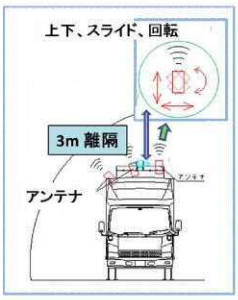
SIP

研究開発の目的

①**打音検査の代替技術、補完技術**として、覆工コンクリートの**内部欠陥を、高速走行型非接触レーダーにより検出**する点検技術を開発し、交通規制を要しないトンネル維持点検業務を実現する。

②変状情報を**レーザー計測の3次元位置情報と同期**し、高精度な変状図を**3次元可視化技術**によってデータベース化するとともに、**健全性を総合的に評価できる統合型診断システムを**開発する。

研究開発の内容



内部欠陥探査用レーダー

- **非接触型アンテナ**　3基搭載
  （**3m程度の探査離隔は世界初**）
- **時速50km/h程度での走行型計測**
- 問題箇所をスクリーニング
- **走行型計測車（MIMM-R）**に搭載

レーダーアンテナ

MIMM-R（カメラ,レーザー,空洞レーダー）に内部欠陥レーダーも搭載する

戦略的イノベーション創造プログラム
Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program
インフラ維持管理・更新・マネジメント技術

1

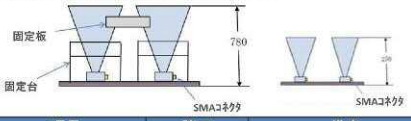
現状の成果①　レーダーの開発

SIP

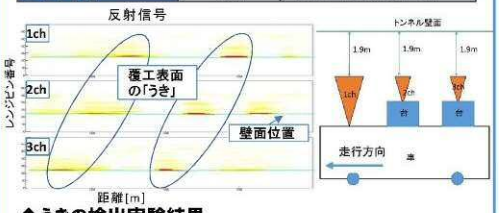
内部欠陥レーダーアンテナ（SIP新規開発）

◆対象とする内部欠陥

◆開発した内部欠陥レーダーアンテナ



項目	諸元	備考
レーダー方式	FM-CW方式	送受別アンテナ方式
最大探知距離	4m	壁面まで　1m～　3m(標準)
中心周波数（帯域）	3GHz（2GHz）	
アンテナ数	3基	大アンテナ1基、小2基

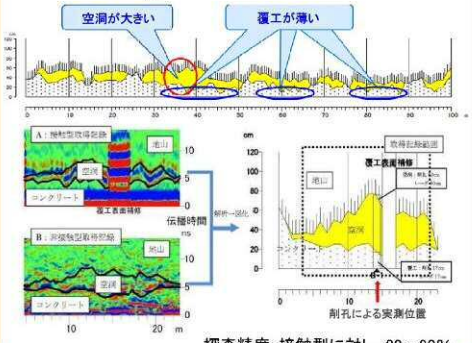


◆うきの検出実験結果

車両上部に3アンテナを走行方向に配置し、走行しながら、同一のうきが検出できるかを検証。
3アンテナとも、うきの検出に成功

巻厚・空洞レーダーアンテナ（開発済み）

非接触空洞探査レーダー



探査精度：接触型に対し、80～90%

- **交通規制せず、打音検査箇所をスクリーニング**
- **覆工,空洞,内部欠陥を総合して,問題箇所を抽出**

戦略的イノベーション創造プログラム
Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program
インフラ維持管理・更新・マネジメント技術

2

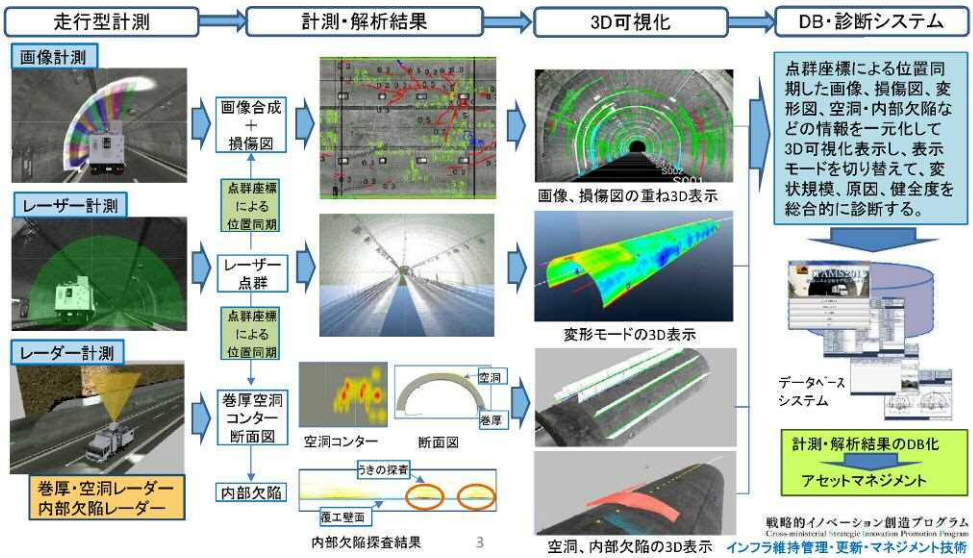
現状の成果② 3D可視化技術

SIP

3次元可視化技術（統合型評価診断システム）の開発 【全体構成】

SIPにおける研究開発内容

◆点群解析機能：トンネル点群から自動的に目地位置検出を行い、スパンごとに断面形状やスパン軸を高精度に抽出する機能
◆レーダー計測結果可視化機能：内部欠陥、巻厚・空洞厚の計測・解析結果を位置同期し、3D表示、コンター、縦・横断図表示する機能
◆下図の構成で、3D可視化、DB構築を行う。 **画像・レーザー・レーダーを組合せた健全度診断は日本で初めての試み。**



戦略的イノベーション創造プログラム
Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program
インフラ維持管理・更新・マネジメント技術

3

最終目標

SIP

達成目標と達成度

実施項目	達成目標	達成度
内部欠陥点検診断技術	アンテナシステム構築 ・検出精度：80%以上 ・縦断5cm,横断方向1m ・探査深度：20cm程度	・アンテナシステム完成 ・目標とする内部欠陥の信号受信に成功 ・探査深度20cm以上
点検診断結果の可視化技術	・位置同期、目地位置同期、進行性評価ソフト ・3D可視化VRソフト	・位置同期,目地検出完了 ・変状進行性ソフト完成 ・3D表示機能：ほぼ完了

本技術の社会実装イメージ

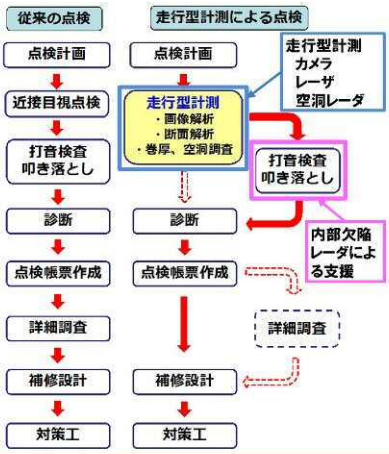
①開発レーダー、診断システムの点検業務への活用
・開発レーダーを含む走行型計測手法を近接目視、打音検査の補完、支援技術として活用する。（右図）
・標準化を目指す。

②自治体を中心とした技術指導、現場指導
走行型計測、統合型診断システムの普及。

③国内へのレーダー販売、開発ソフト販売
開発終了後、レーダー5台程度の販売。
ソフトは年10本程度の販売。

④開発レーダーの海外販売、技術支援などの海外展開
走行型計測車両を活用した海外展開（車両やソフトのカスタマイズ、販売、技術指導）

トンネル定期点検の支援



カメラ、レーザー、レーダーおよび、近接目視打音検査を総合的に融合させ、適切な判定を実施し、トンネル点検・診断全般の効率化、省力化を支援し、低コスト化を目指す。

戦略的イノベーション創造プログラム
Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program
インフラ維持管理・更新・マネジメント技術

4

3.　作業内容

3.1.　全体工程

フィールド試験工程表

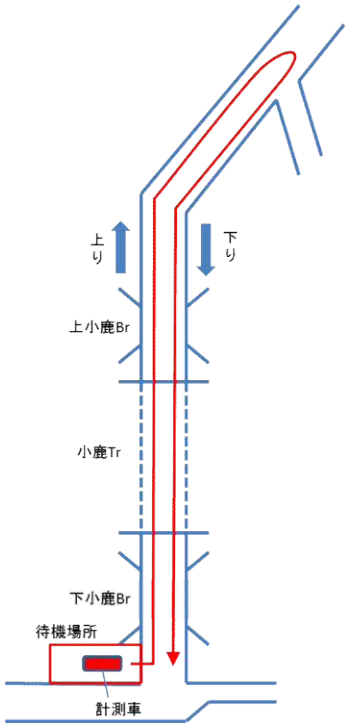
岐阜大学SIP実装プロジェクト

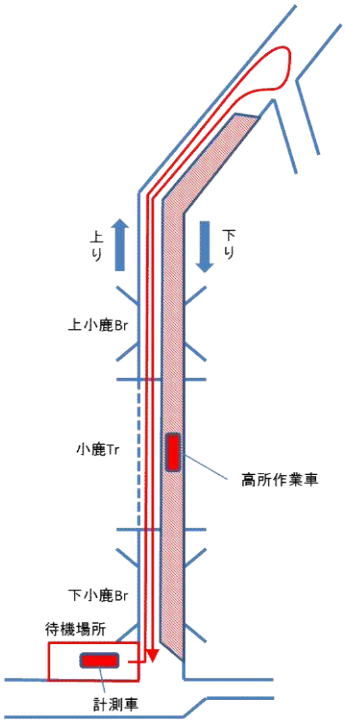
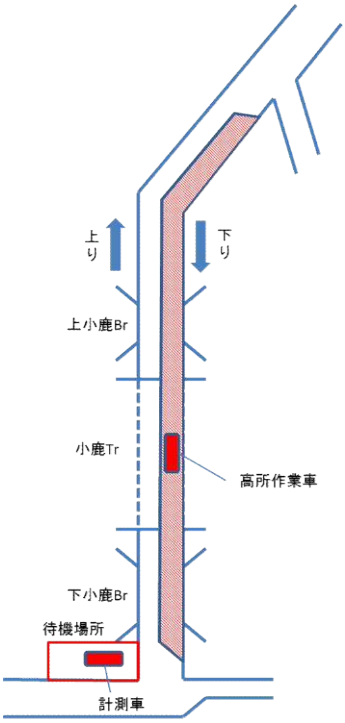
試験場所	規制方法	規制時間	準備試験	1月																				備考
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
				日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	
一般県道 根尾谷汲大野線 小鹿トンネル	片側交互 通行規制	13:00～ 16:00	規制看板						予告看板設置															
																			規制看板設置					
			規制																片側交互通行					
			試験																試験					17日は 予備日

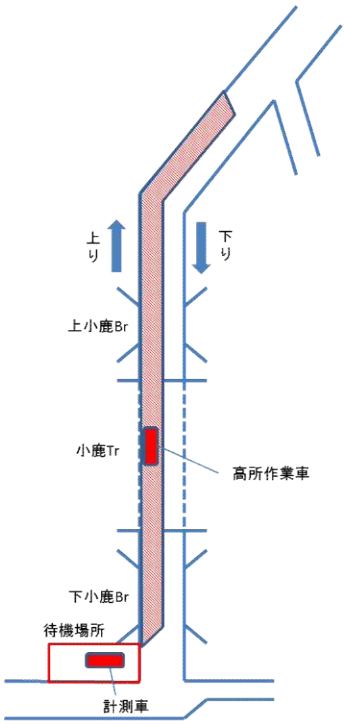
※　規制時間帯　13：00～16：00

※　片側交互通行規制は、途中で上下線の切り替えを行う。

3.2.　試験手順

区分	作業内容	場所
調査車両計測	・　調査車両による計測を実施（上下線）  	小鹿トンネル
全体説明	・　見学者集合 ・　主催者よりフィールド試験の概要について説明	樽見駅駐車場
調査車両説明	・　開発者より調査車両について説明 ・　説明終了後、マイクロバスにより現場へ移動	〃

区分	作業内容	場所
計測デモの見学	・　下り線（樽見方面）を規制 ・　調査車両による計測デモ走行（上り線・上大須方面） ・　参加者はトンネル内の規制内側（下り線・樽見方面）で見学  	小鹿トンネル
検証作業（下り線）	・　背面空洞が確認された場合は、下り線（樽見方面）規制内で高所作業車を用いて接触型レーダー探査による空洞調査を実施（開発者） ・　側壁部の損傷状況を確認（参加者）  	小鹿トンネル

区分	作業内容	場所
検証作業（上り線）	・　上り線（上大須方面）規制に切替え ・　背面空洞が確認された場合は、上り線（上大須方面）規制内で高所作業車を用いて接触型レーダー探査による空洞調査を実施（開発者） ・　側壁部の損傷状況を確認（参加者）  ・　確認作業終了後、参加者はマイクロバスで集合場所に移動 ・　上り線（上大須方面）の規制を解除	小鹿トンネル
意見交換	・　参加者と開発者による意見交換	樽見駅駐車場

3.3. 当日作業スケジュール

表 2 当日スケジュール

<table>
<tr><th>時刻</th><th>所要時間</th><th>見学者、事務局</th><th>計測班</th><th>規制班</th></tr>
<tr><td>11:00</td><td>60 分</td><td></td><td rowspan="3">【小鹿 TN】
・現地集合
・調査車両計測
・樽見駅駐車場へ移動</td><td></td></tr>
<tr><td>12:00</td><td>30 分</td><td>【樽見駅駐車場】
・事務局集合
・受付準備</td><td rowspan="2">【小鹿 TN】
・ 開始ミーティング
・ 規制準備</td></tr>
<tr><td>12:30</td><td>30 分</td><td>・見学者受付開始</td></tr>
<tr><td>13:00</td><td>5 分</td><td colspan="2">【樽見駅駐車場】
・全体説明（事務局）</td><td rowspan="7">・ 下り線（樽見方面）規制</td></tr>
<tr><td>13:05</td><td>30 分</td><td colspan="2">・調査車両説明（開発者）</td></tr>
<tr><td>13:35</td><td>10 分</td><td>・小鹿 TN へ移動
（マイクロバス）</td><td>・小鹿 TN へ移動
（計測車両）</td></tr>
<tr><td>13:45</td><td>10 分</td><td>【小鹿 TN】
・規制内に徒歩移動</td><td>【小鹿 TN】
・車両待機</td></tr>
<tr><td>13:55</td><td>10 分</td><td>・デモ走行見学</td><td>・計測デモ走行</td></tr>
<tr><td>14:05</td><td>25 分</td><td colspan="2">・高所作業車による検証作業（下り線・樽見方面）</td></tr>
<tr><td>14:30</td><td>5 分</td><td colspan="2">・待機</td><td>・ 規制切替え</td></tr>
<tr><td>14:35</td><td>25 分</td><td colspan="2">・高所作業車による検証作業（上り線・上大須方面）</td><td>・ 上り線（上大須方面）規制</td></tr>
<tr><td>15:00</td><td>10 分</td><td>・樽見駅駐車場へ移動
（マイクロバス）</td><td>・樽見駅駐車場へ移動
（計測車両）</td><td rowspan="3">・ 規制解除
・ 撤収
・ 終了ミーティング</td></tr>
<tr><td>15:10</td><td>30 分</td><td colspan="2">【樽見駅駐車場】
・意見交換（見学者、開発者）</td></tr>
<tr><td>15:40</td><td>－</td><td>・見学者解散
・片付け（事務局）</td><td>・計測班解散</td></tr>
</table>

3.4. 準備機材等

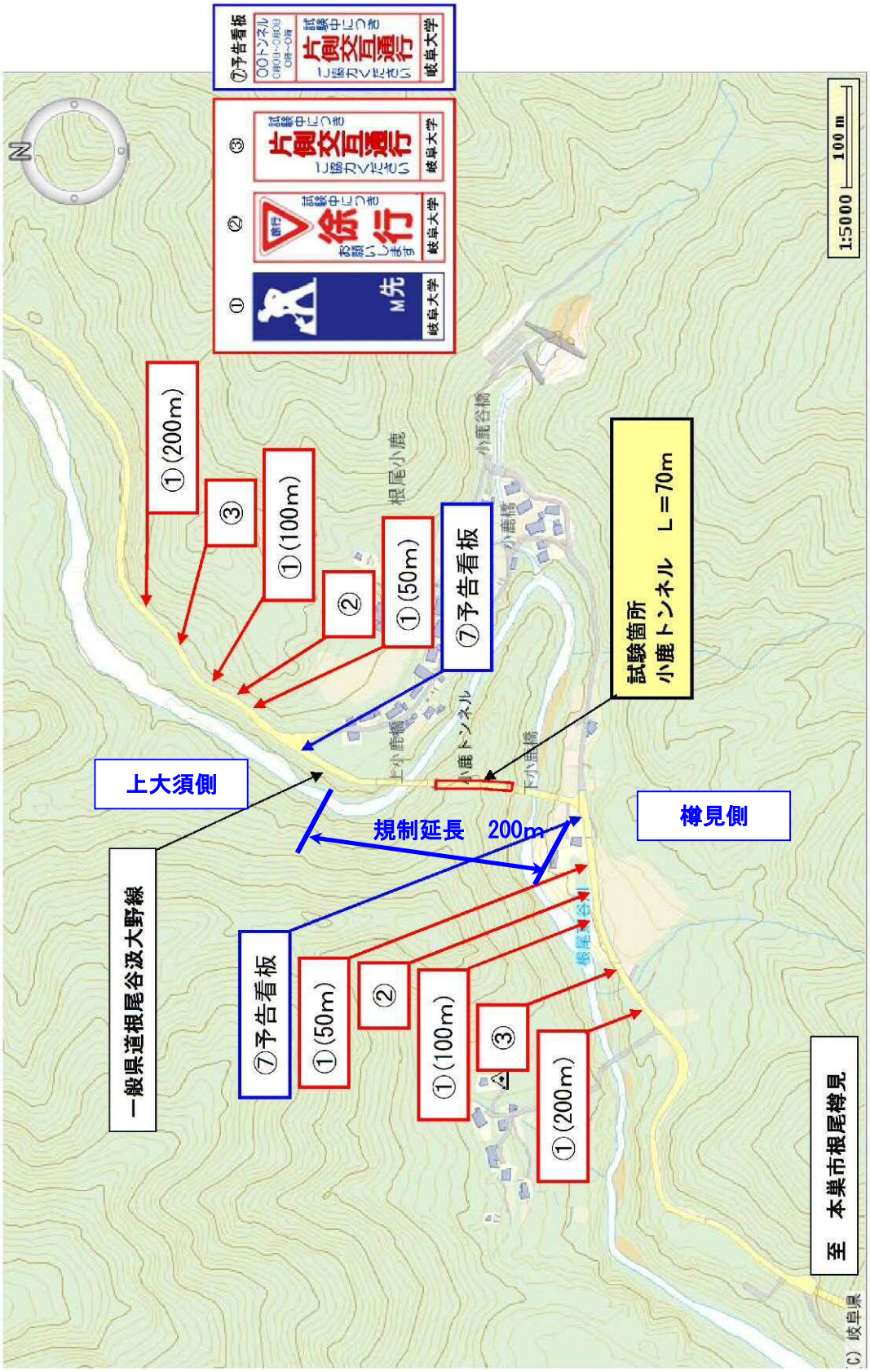
表 3 準備機材等

№.	品名	規格	単位	数量	備考
1	折たたみ机		脚	1	
2	折りたたみ椅子		脚	2	
3	テント	ウェイト付	張	1	
4	拡声器		台	1	
5	トンネル点検車	15m タイプ	台	1	照明器具付
6	安全帯	点検ハンマー付			5 名分
7	移動トイレ	軽トラ付	台	1	
8	規制材、誘導員		式	1	
9	マイクロバス	定員 20 名	台	1	運転手付
10	イベント保険加入		式	1	参加者数 40 名以内

4.　交通規制

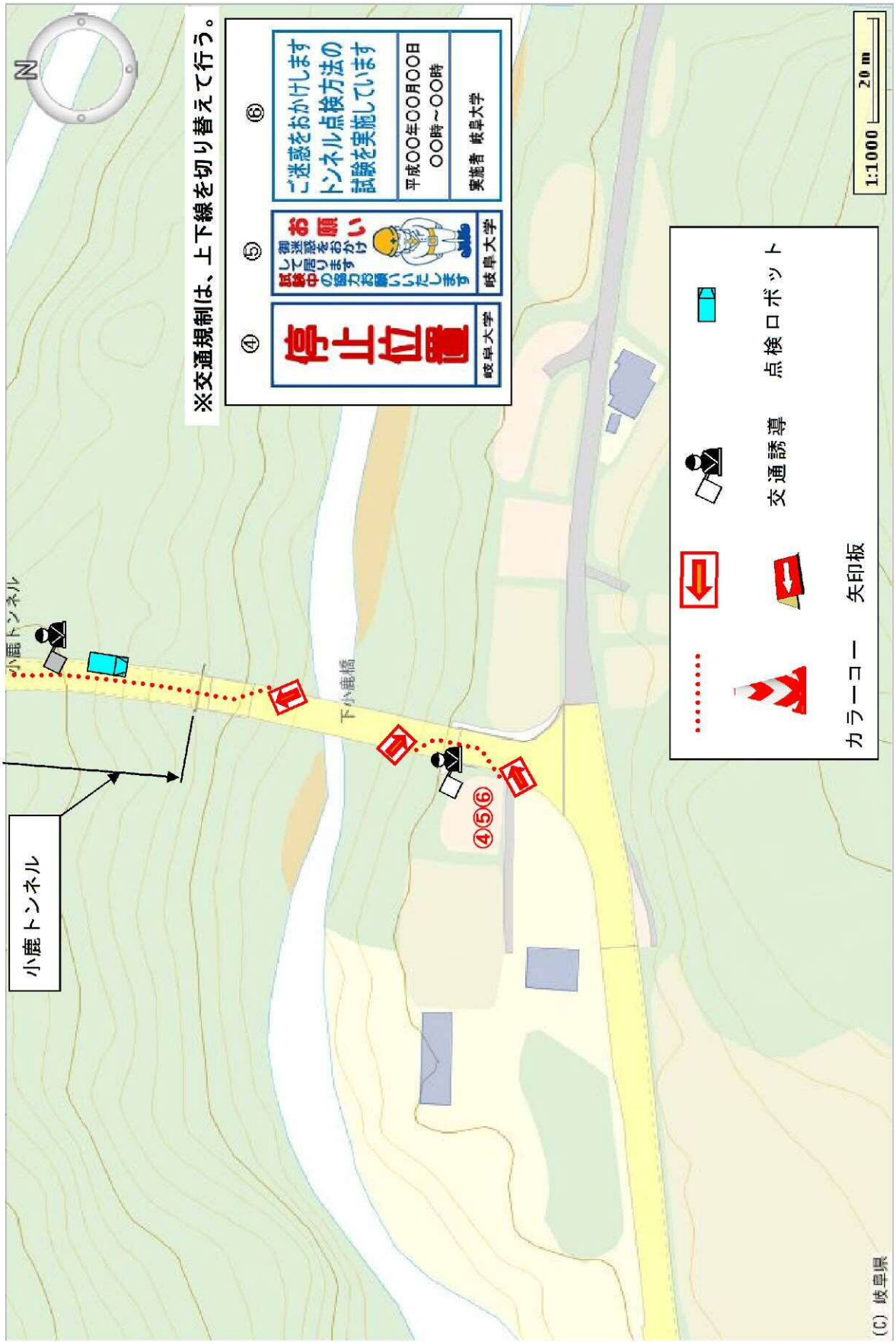
4.1.　交通規制全体図

交通規制は片側交互通行にて実施する。なお、途中で上下線の切り替えを行う。

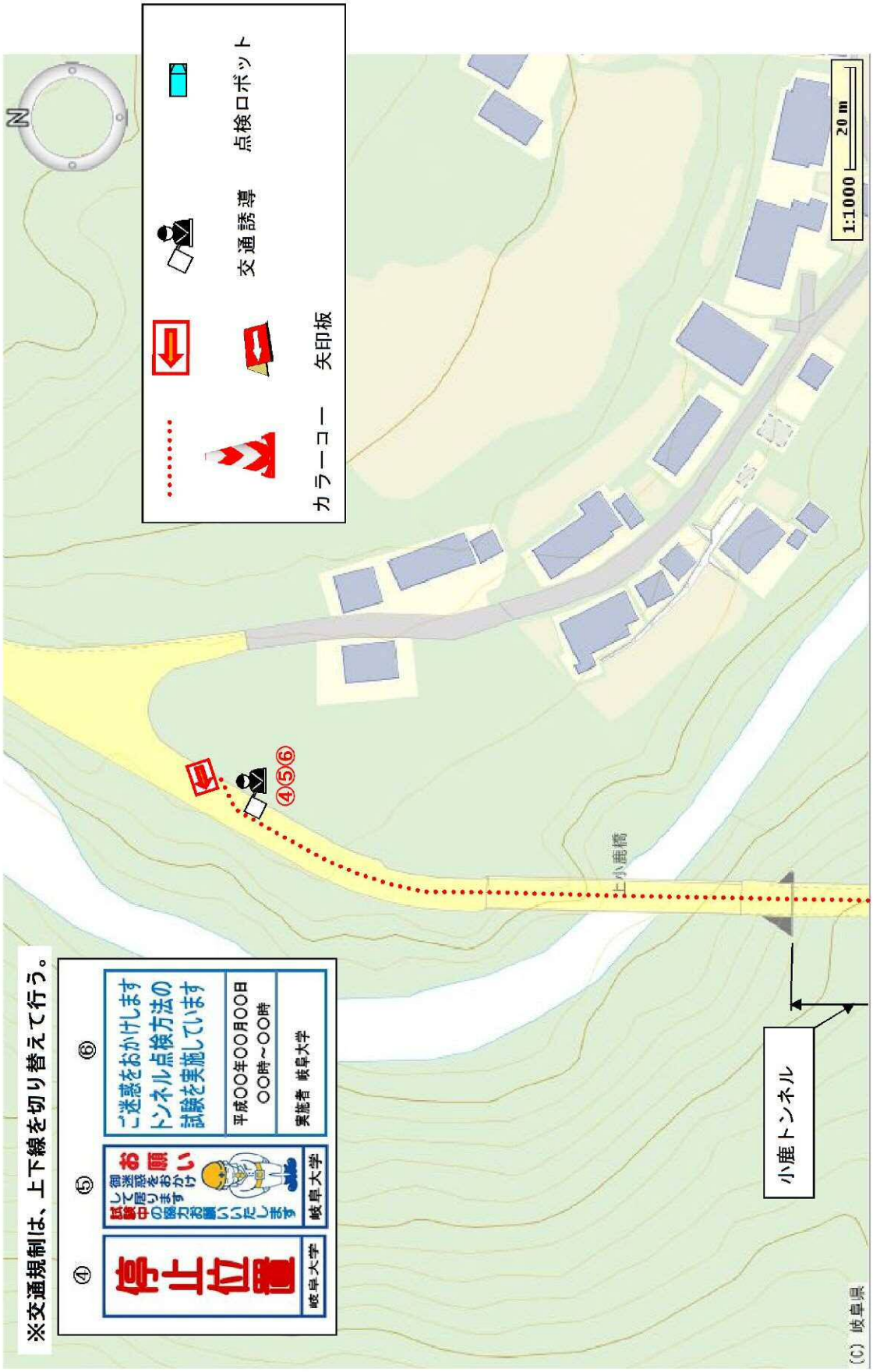


4.2. 交通規制詳細図

（1）樽見側



（2）上大須側


カラーコーン
矢印板
交通誘導
点検ロボット
N
④⑤⑥
上小鹿橋
小鹿トンネル
1:1000
20 m
(C) 岐阜県
※交通規制は、上下線を切り替えて行う。
④
⑤
⑥
停止位置
岐阜大学
お願い
視界確保をおかけして申し訳ありませんがご協力お願いいたします
岐阜大学
ご迷惑をおかけします
トンネル点検方法の試験を実施しています
平成○○年○○月○○日
○○時～○○時
実施者 岐阜大学

5.　緊急連絡体制

岐阜大学SIP実装プロジェクト

住所　　〒501-1193　岐阜市柳戸1-1

Tel　　058-293-2422

代表　　沢田　和秀

携帯　　080-5134-9380

〈警察〉

北方警察署

Tel　　058-324-0110

〈消防〉

本巣消防事務組合消防本部

本巣北消防署根尾分署

Tel　　0581-38-3113

〈地域救急医療情報センター〉

本巣地域救急医療情報センター

Tel　　058-324-3799

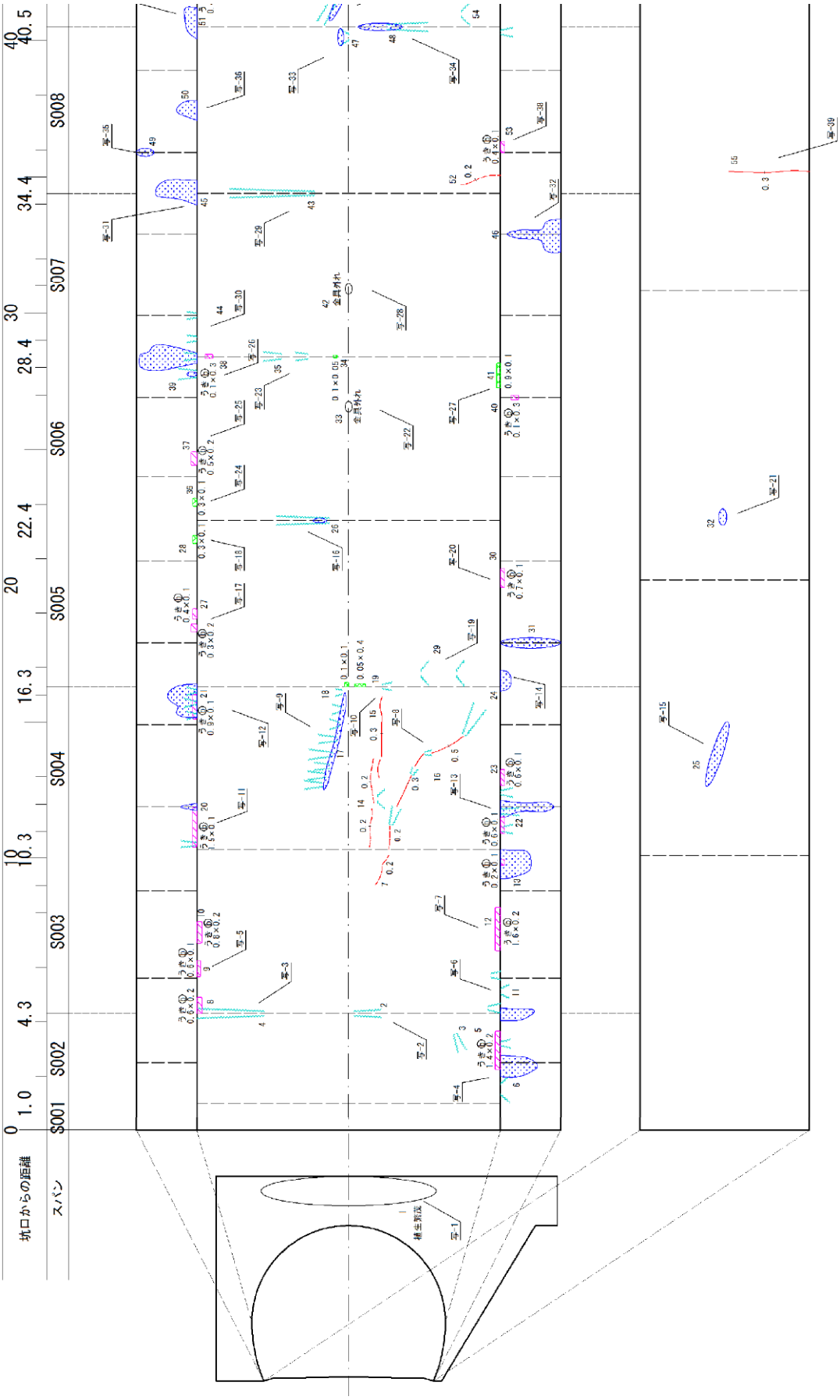
〈労働基準監督署〉

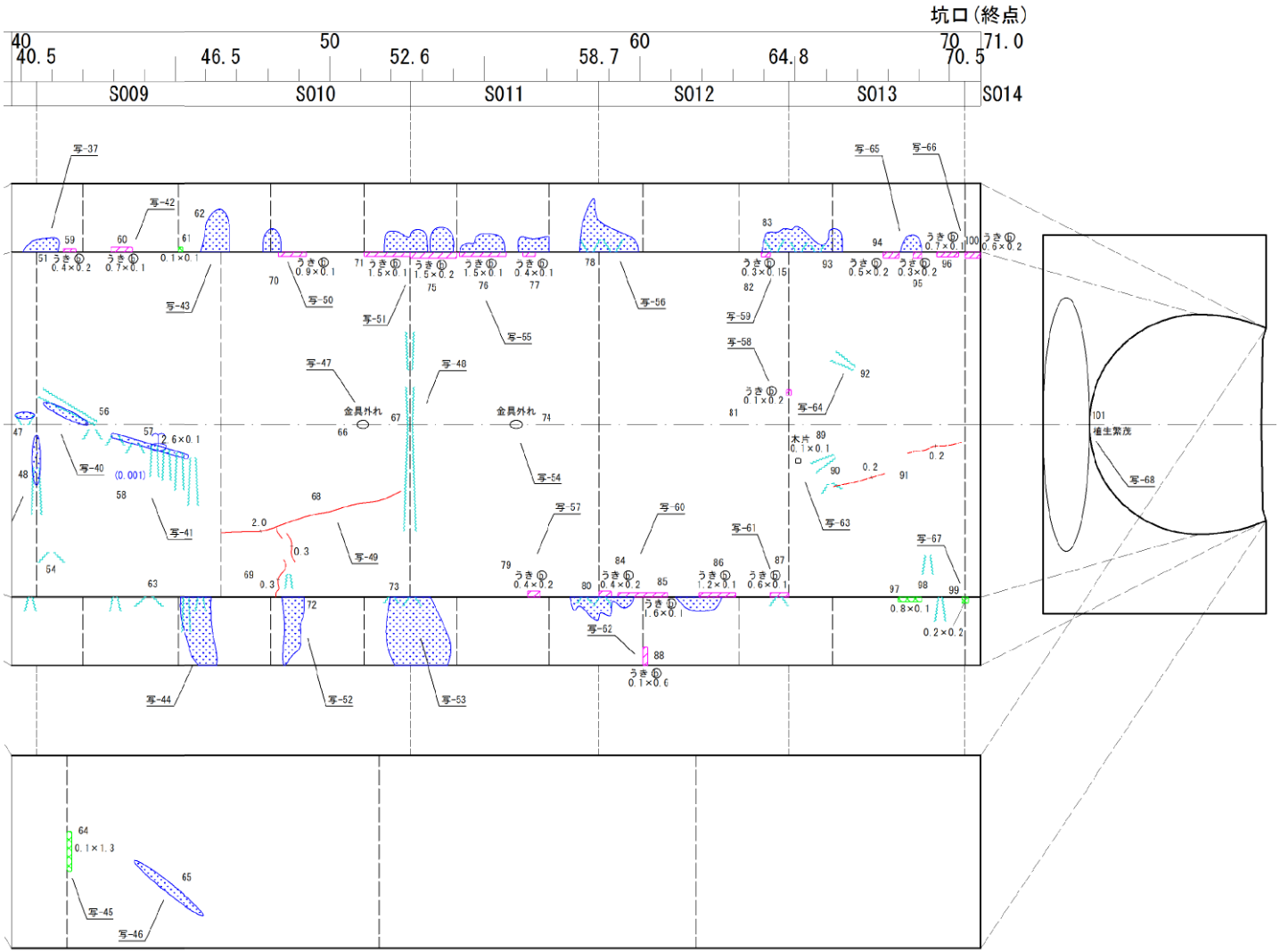
岐阜労働基準監督署

Tel　　058-247-1101

6.　添付資料

6.1.　過年度点検結果（抜粋）





凡　例

表　示		目視点検での変状種類
		施工目地
		ひび割れ(0.3mm未満)
5.0		ひび割れ(0.3mm以上) 数値はひび割れ間口幅(mm)
2.0		段差 矢印側突出、数値は段差(mm)
		コールドジョイント
		圧ざ
		うき・はく離 (ハンマー打診異常箇所)
		はく落
		骨材の露出(豆板部)
(0.5)		漏水(漏水量 リットル/分)
		漏水(濡れている部分)
(漏水5)		漏水、氷盤、沈砂 (○○厚さ cm)
		溶脱物(遊離石灰など)
		腐食
		漏水防止工(導水工)
		補修工
		鉄筋露出
打音検査	ⓐ	濁音(ボコボコ)がし、 はく落の可能性がある。
	ⓑ	濁音がする。
	ⓢ	清音を発し、反発がある。

6.2. SIP 技術アピールシート

SIP 維持管理技術のアピールシート

平成 28 年 12 月 05 日

説明会参加者の理解を助けるため，SIP ホームページに公開されている SIP 維持管理技術の情報をもとに，メンテナンスアドバイザー（MA）のコアメンバーが事前に出した意見を記載しました。これに，技術の開発者からコメント（囲み部分）を加えていただきました。

１．研究開発の技術名称（研究責任者）

高速走行型非接触レーダーによるトンネル覆工の内部欠陥点検技術と統合型診断システムの開発（安田 亨）

２．技術の特徴

交通規制を要しないで，トンネル点検を可能にする技術である。

① 高速走行型非接触レーダーを用いて，時速 50km のスピードで覆工コンクリート表面を計測することができる。

② 統合型評価診断システムにより，取得したデータから覆工コンクリートの内部欠陥を検出することができる。

【開発者からのコメント】

走行型計測の画像に基づき変状展開図を作成，レーザー計測による点群データから変形モードを算出，非接触レーダー探査から巻厚不足、背面空洞の有無および内部欠陥を検出し，近接目視点検，打音検査を支援します．従来点検時に併せて，画像，レーザー，レーダー計測を実施することにより，変状原因，巻厚不足，背面空洞を考慮した総合的な健全度診断ができます．国交省による次世代インフラ用ロボット試行を受け，Ｉ，試行的導入へ向けた検証を推奨するとの評価を得ています．

３．岐阜県内での想定される活用方法

① ５年に１回のトンネル点検（法定）に有効であると思われる。

② 幅員が狭いトンネルにおける通行止め，延長が長いトンネルにおける長期片側通行規制が不要となる。

【開発者からのコメント】

走行計測時の交通規制が不要で，近接目視点検の前に走行計測による問題箇所のスクリーニングを実施することにより，トータルでの交通規制時間を短縮できます．山間部などトンネルが連続する場合の一般利用者への負荷を軽減できます．特に 2 回目以降の点検で効率化，合理化，低コスト化を図ることが期待できます．

４．活用に際しての現状での問題点

① ハード（車両）と解析ソフトは，販売することを予定しているが，高精度な機材を搭載した特殊車両となるため，相当高額になると思われる。

② 車両のメンテナンス，解析技術の保持等，継続的なサポート体制が必要である。

③ 内部欠陥検出の精度が不明である。

【開発者からのコメント】

計測車両の販売は想定しておらず，点検業務請負により実施します．レーダーについては，単体での販売を想定しています．データベース，3 次元可視化ソフトについて販売を想定しており，計測・点検結果を総合的にデータ化し，判定を支援できます．

内部欠陥検出精度については，検証実験により確認しており，うきの箇所を検出できることから打音検査のスクリーニングに有効活用できます．

5．活用に向けての課題

① 新技術費用（ハードおよびソフトの導入，メンテナンス，点検業務委託）と従来技術費用（交通規制，点検業務委託）を比較して，コスト面での導入メリットを明らかにする。

② 岐阜県での導入に対しては，サービス形態を明確にする。

【開発者からのコメント】

走行計測および近接目視，スクリーニング箇所の打音検査を，従来の点検費用と同等で実施できます．岐阜県での導入については，走行計測の実施による展開図，帳票の事前作成を提案します．近接目視，打音検査は県内業者による実施を想定しています．

6．課題の解決策

① 技術開発者への詳細機能や条件等のヒアリング

② 国土交通省へのヒアリング（制度として認められるか）

③ 点検済の複数トンネル（延長の長短，幅員の大小など）にて，作業効率，点検精度を検証

【開発者からのコメント】

国交省による次世代インフラ用ロボット試行を受け，Ｉ，試行的導入へ向けた検証を推奨するとの評価を得ており，今年度はロボット支援による運用マニュアルの作成が進んでいます．今年度は，静岡県にて実施される従来点検の前に，走行計測を実施し有効性を検証しています．

7．これまでに利用されている既存技術

【開発者からのコメント】

① MMS（レーザー計測）技術

② MIS（画像撮影）技術，変状抽出技術

③ 画像合成技術

８．本 SIP 技術の開発状況および開発完了時期

【開発状況】

内部欠陥レーダー，3D 可視化技術の開発は概ね完了

【開発完了時期】

SIP 開発期間は 3 年であり，今年度末で完了

９．技術の新規性（既存技術との比較）

□ 既存技術にはない全く新しい技術である。

□ 既存技術をより良くするものである

- 安全性が向上する。
- 調査時間の短縮が可能である。(走行計測は 1km 程度のトンネルで，合計 1 時間以内)
- 調査経費の削減が可能である。(現況比較で近接目視，打音検査も実施し，従来と同等程度)
- 高精度化（展開図の位置情報は非常に正確）

10. 技術の適用範囲や精度

① 計測に対する制限

→照明を点灯しての画像計測に対しては，緩和申請済み。

→レーザー対しては，人体への影響はない。

→雨天時はカメラに水滴が付着するため，適用できない

② レーダーの精度

検証により，従来の接触型レーダーと比較して，検出厚さが 80～90%程度の検出精度となっており，ｽｸﾘｰﾆﾝｸﾞ点検としては実用レベル.

11. これまでの実績・成果等

□ 室内等での試験により成果が確認されている。

→

□ 実構造物での試験により結果を確認している。

→走行計測はこれまでに 550km 程度の実績がある.

空洞レーダーは，これまでに 50 本以上のトンネルで実績がある.

内部欠陥レーダーは今年度検証中で，名古屋大学ニューブリッジのうき検証も実施し，良好な結果を得ている.

12. 実業務での利用時の対応

① 検査機器１式の導入コストは，どの程度となるか。（リース or レンタル）

→

② 利用時のコスト

→近接目視点検，スクリーニング箇所の打音検査も実施し，従来点検と同等程度

③ 利用者への教育

■利用者教育あり

□ 取扱い説明書での対応

■ 計測は専門の体制（会社）により実施

□ その他（→○○○○○）

④ 測定機器のメンテナンス体制

→メンテナンス体制は整備済み

⑤ この装置以外で，利用者側で準備すべき機器等

■特になし

□ 準備すべき機器（→○○○○○）

⑥ 既存技術では不要であったが，本技術では準備すべき事項・対応など

□ 特になし

□ 準備項目（→ ○○の規制）

13. 開発者から特に付記したい項目など

【開発者からのコメント】

全県のトンネルを走行計測した自治体の実績が 8 県あり，点検要領改訂後に走行計測による点検マニュアルを策定した自治体もあります．国交省のロボットによる点検マニュアルも整備される予定で，新技術の活用が今後さらに期待されると考えております．

SIP 維持管理技術へのアドバイスシート整理結果

平成 29 年 1 月 9 日

研究開発の技術名称（研究責任者）
高速走行型非接触レーダーによるトンネル覆工の内部欠陥点検技術と統合型診断システムの開発（安田 亨）

岐阜大学 SIP 実装プロジェクトの説明会（2016/11/05）における参加者の立場

- □ MA（メンテナンスアドバイザー）：自由に意見を述べ，アドバイスシートに記入する。（11 人）
- □ オブザーバー：制約はあるが，意見を述べ，アドバイスシートに記入する。（7 人）
- □ 聴講者：意見を述べず，アドバイスシートにも記入しない。（3 人）

（合計回答者数 21 人）

以下の記載は，※MA の回答を（→）で表記，オブザーバーの回答を（⇒）表記する。

1．実業務への適用範囲

- □ 提案されている技術のみで，実業務に適用できると思う。（16 人）
- □ 既存技術の一部を補完する要素技術として適用できると思う。（2 人）

理由

→本技術を使用する場合の「直接経費」と現場の適正によって，直接目視及びハンドタッチのスクリーニングに使用できる。

- □ 他の要素技術や既存技術との組合せによって利用の可能性は広がると思う。

- □ その他（　　）

2．提案技術の利用についての実務面からの印象

- □ 積極的に利用したいと思う。（16 人）

理由

→開発者の考え通り「スクリーニング」は可能。

→完成度が高く，使ってみたいと感じた。（MA3 人，オブザーバー1 人）

→交通規制が不要で，短時間に高精度な測定ができる。(MA2 人，オブザーバー1 人)

→トンネルのデータ化，アセットマネジメントに活用できる。

→完成度が比較的高く，技術者が健全度評価をする際に有用となる多くのデータを一括して取集できる。

→法定近接目視と併用して利用できる。特に空洞検査率 80～90%は素晴らしい。

⇒点検の補完技術として，完成度が高い。（疑問：成果のソフトは別納品か。CAD 化されたデータか。）

【開発者からのコメント】納品は，共通仕様の帳票，CAD データ，およびビューア機能をもつ DB ソフトとしている。

⇒ひび割れ位置を手書きでチョーキングした場合，端部が不明瞭になるため画像に残るのは，定量的で良い。

□ 発注者からの指示であれば利用する。(1 人)
理由
→費用。

□ 使えない（使いたくない）と思う。(0 人)
理由

3．提案技術が優れていると思った項目

既存技術に比べて，提案技術が優れていると思われる項目，機能等
→交通規制することなく，1 回の走行で多様なデータが取得できる。(5 人)
→新旧の比較ができる。(MA1 人，オブザーバー1 人)
→正確な損傷位置の記録ができる。(MA1 人，オブザーバー1 人)
→理想的な技術でレーザ，データベース，走行性が優れている。(MA1 人，オブザーバー1 人)
→人が行う目視点検を支援という位置づけがしっかりしている。(MA1 人，オブザーバー1 人)
→完成形に近いと思われる
→十分に支援システムとして活用でできると思う。
→多種類の計測：位置＝レーザ，外観＝画像，内部構造＝レーダーと 3 種類あること。
⇒空洞，うきの検出が可能。(2 人)
⇒客観的に記録をデータベース化することができる事。
⇒レーザ，レーダー，画像を組み合わせた技術。
⇒前回点検時との比較が容易。

4．提案技術への改良提案

岐阜県内での実装に際して，充実させて頂きたい項目，機能等
→代替になるかどうか，法定点検のロボット点検マニュアルが必要。
→汚れているトンネルの点検。
→GIS に掲載可能なデータの作成：県域統合 GIS に載せる
→漏水の有無も重要な情報となるので，漏水箇所検査機能の搭載の検討。
【開発者からのコメント】漏水箇所は画像から判断し，変状展開図に記載できる。
→点検後，速やかに(可能であれば現場で)技術者が点検結果の参照，確認ができると良い。
→覆工コンクリートが厚い場合や，土砂が崩落して背面に堆積している場合の調査精度はどの程度か。
【開発者からのコメント】厚い覆工コンクリート背面に空洞があっても喫緊の問題にならないと考えている。背面が空洞で土砂が堆積している場合，ある程度判定することができる。調査精度は，堆積物の比誘電率で変化する。

⇒計測結果がその場で分析・可視化できれば，当日に打音確認・叩き落しができるのでは。

【開発者からのコメント】計測結果のその場での分析・可視化は可能であるが，叩き落しのために交通規制が必要となるため，現実的には近接目視を行うタイミングで実施することになると思われる。ただし緊急性が高い場合は、規制をして速やかに処理することになる。

⇒うき検出の精度，背面空洞の精度の向上。（キャリブレーションを利用し，95%程度に）

⇒次期の点検に活かすため，全トンネルのデータを取得すること。

【開発者からのコメント】点検する 1 本のトンネルについては，全線のトンネルデータを 1 日の走行計測で取得する。

5．提案技術の別な用途での利用提案

開発意図とは異なる方面での利活用ができると思われる項目等

→RC 床版への利用。

→橋梁，スノーシェッド，ロックシェッドへの利用。

→盛土，切土面などの斜面構造物の経年劣化及び変位，及びコンクリート背面の水分の有無。

→ダム堤体内の満水時，最低水位時のダム軸の挙動の把握。

→船に積ませるなどして，用水路やダム水路等の内部。

【開発者からのコメント】断面が小さい場合には搭載は困難である。小断面用の別のシステム（保有）が活用できる。

⇒舗装の点検，床版の土砂化への利用。（MA1 人，オブザーバー2 人）

6．提案技術と他の新技術との組み合わせの提案

実装に際して他の技術と組み合わせると，更に使いたくなると思うこと等

→トンネルの覆工だけでなく，路面状態も測定できれば良い。

【開発者からのコメント】レーザによる路面計測は現状で可能である。画像撮影について現在開発中である。

→MCI 計測の併用：周囲の変形が路面の性状に影響することの解析で異常個所の抽出ができると考える。

7．提案技術に対する技術的発展の期待度

本技術提案は，インフラ維持管理・更新・マネジメント技術として，システム化されたインフラマネジメントを構築でき，インフラの事故を未然に防ぎ，維持管理やメンテナンスの負担軽減を図ることが期待できますか。

□　大いに期待できると思う。（17 人）

期待できる項目

→トンネルの安全性確保に対して大変有効。（3 人）

→竣工後から供用時までの状態がすべて自動的にデータベース化されること。

【開発者からのコメント】時系列データベース機能を持つソフトは開発済みである。

→点検補助，施設のデータ化，診断。

→トンネル点検の合理化。

→近接目視箇所及び打音計測箇所の抽出スクリーニングに限定。

→点検環境が悪いトンネル点検において，効率よく有用な資料を一括に得ることができる。

→コストが下がればさらに広く浸透可能だと考える。また，海外への展開も可能では。

→交通規制による一般道への影響回避。

⇒詳細調査が必要な箇所の発見を短時間でピンポイントに特定することができる事により，時間短縮，コストダウンにつながる可能性がある。

⇒前回点検との比較ができるのは良い。

□ 改良等を行なえば期待できると思う。(2 人)

改良が必要と思われる項目

⇒現在の調査費と同程度の場合，危険箇所があった時，別途詳細点検に人件費が必要になるため。

□ 本日の説明だけでは，期待できないと思う。(1 人)

期待できないと思う理由

→採用は困難：費用が既存の技術費用を超過。

・高度なシステムのため経費が高い。現状で交通規制+近接目視+打音より高額。

【開発者からのコメント】当日説明したとおり、交通規制＋全面近接目視＋打音に相当する既往点検コストで，画像，レーザ，レーダ計測＋抽出近接目視＋抽出打音＋近接目視打音時の規制が同等の価格でできることを目指している。一度データをきちんと取得しておけば，2 回目以降コストダウンが図れる。

・市町村管理の短いトンネルでは費用面でメリットは少ない。

・県管理若しくは市管理の長大トンネルのみ利用可能であると思われる。

8．疑問，その他

疑問

→使用している GPS の使用方法は単独測位またはどのような干渉測位を使用していますか。

【開発者からのコメント】単独測位で，車載している 3 基の GPS で衛星を補捉し自己位置を求める。

→CAD データが無いトンネルの計測場所の位置づけはどのように行うか。新たに CAD を作成するか。

【開発者からのコメント】断面の CAD データという意味では，レーザ計測によって断面測量するため問題はない。変状展開図の CAD データという意味なら，レーザ計測により位置情報をもった展開図を作成する。計測位置はレーザ計測に基づいて算定する。