

関西・広島地域における SIP開発技術の実装実験活動

関西大学
古田 均

SIP インフラ維持管理・更新・マネジメント技術
平成28年度追加公募に係る採択審査

研究開発小項目(5)-(C)-a
「アセットマネジメント技術に関わる技術の地域への実装支援」

研究開発課題名
「関西・広島地域のインフラ維持管理の枠組みと新技術の実展開」

研究責任者氏名(所属):古田 均(関西大学)

研究開発グループ名:関西大学

共同研究グループ名:神戸大学、広島大学、広島工業大学

平成28年7月28日

研究目標

1 データベースの構築

インフラのうち橋梁についてはデータベース化が進んでいるが、いまだその有効性について、使用性、経済性、拡張性、その他の具体的指標で十分な検討がなされていない。本研究では、中間目標としてインフラ維持管理データベースのプロトタイプを完成し、その有効性を明らかにする。

2 インフラ維持管理E-ラーニングシステム

中間目標としては、プロトタイプを完成し、その各インフラに関わる各自治体の特徴を生かしたコンテンツを収集する。また、E-ラーニングシステムの有効性を高めるために、SNSの利用及びアイトラッキング等の技術を利用した新たなシステムのプロトタイプを完成する。同時に仮想点検学習システムを構築し、技術継承の新たな枠組みを完成する。

3 SIP開発技術の社会実装

SIP開発技術の実装のためのフィールド実験を4府県で各1～3件程度実施し、その有効性について検討する。

4 壁面走行ロボットの開発

壁面走行ロボットの開発を行い、その実用化に向けて実験を行う。この壁面走行ロボットの能力、機能、性能、実用性について、鋼橋、コンクリート橋の上部工、下部工を対象に、大きさ、能力の異なるロボットを何体か作成し検討する。

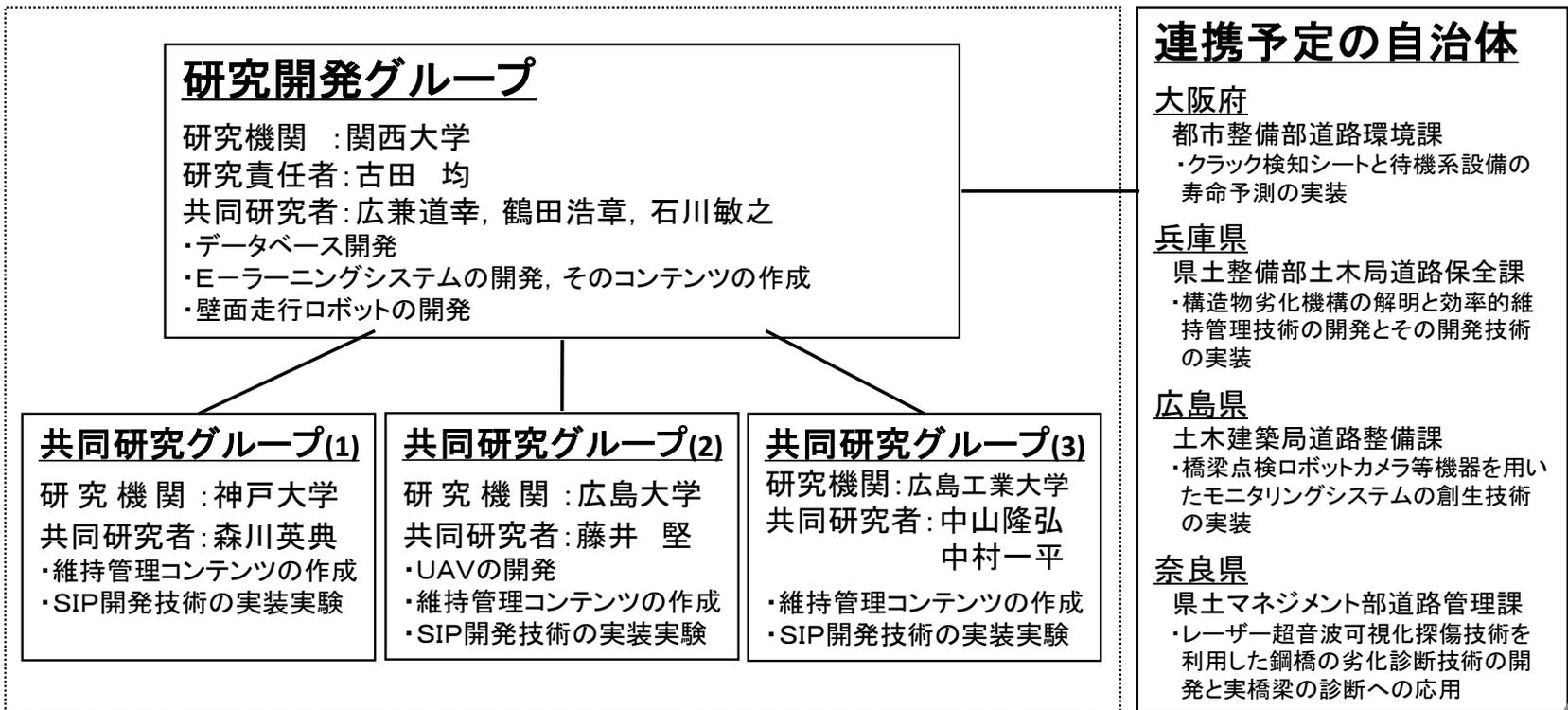
5 低負荷メンテナンス橋の設計

新たな技術（ICT技術（CIM、モニタリング、新材料）を用いた長寿命化コンクリート橋梁のデザインについて検討し、その試作デザインを完成させる。

実施体制図

関西・広島地域のインフラ維持管理の枠組みと新技術の実展開

【概要】本研究では、協力自治体である4府県(大阪府, 兵庫県, 広島県, 奈良県)下の市町村へのインフラ維持管理のさらなる支援を可能とする取り組みについて研究を進める。特に本研究で重点を置くのは、技術継承と技術者養成である。そのため、下記の4大学以外に土木学会, NPO関西橋梁維持管理大学コンソーシアムと連携して、地方自治体職員のための講習会を開催して、そのスキルアップを図る。同時に、阪神高速道路技術センターとも連携して、維持管理のためのE-ラーニングシステムの構築を図る。

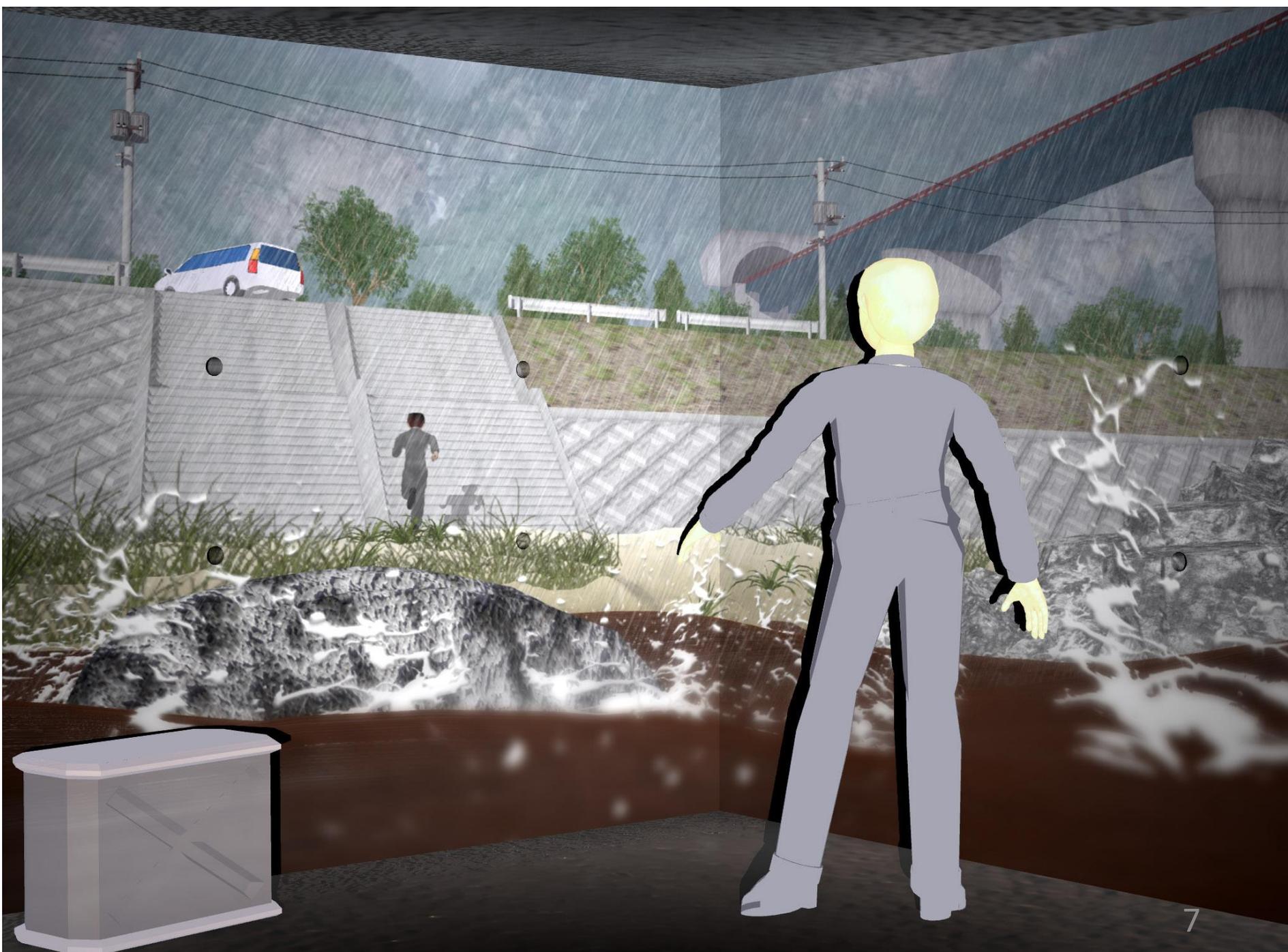


インフラ維持管理E-ラーニングシステムの概要

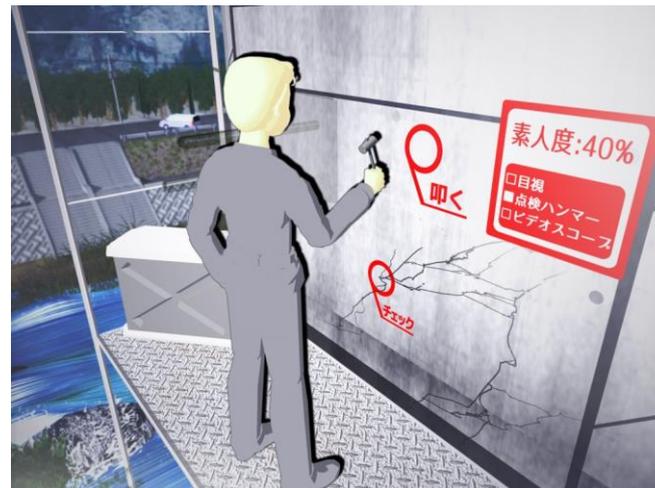


仮想点検学習システムの概要

- ・従来はオンザジョブトレーニングで点検・補修等の技術の学習並びに伝承が行われてきたが、現在は団塊世代の退職並びに技術者の減少、人と人とのコミュニケーション不足のため、実践的な学習の場が激減している。
- ・本研究では、ICT技術により現実と虚像が混在するサイバーフィジカル空間を構築して、未経験者が熟練者の経験知を実体験し、新たな伝承スキームを用いて技術の習得を可能とし、次世代の技術継承者育成を試みる。
- ・本スキームにより技術の伝承が可能となり、次世代の技術者育成が可能となることから、最近の橋梁架設事故のような事故を未然に防ぐことができると期待される。



点検技術仮想訓練施設



社会実装に向けて連携を予定している地方自治体

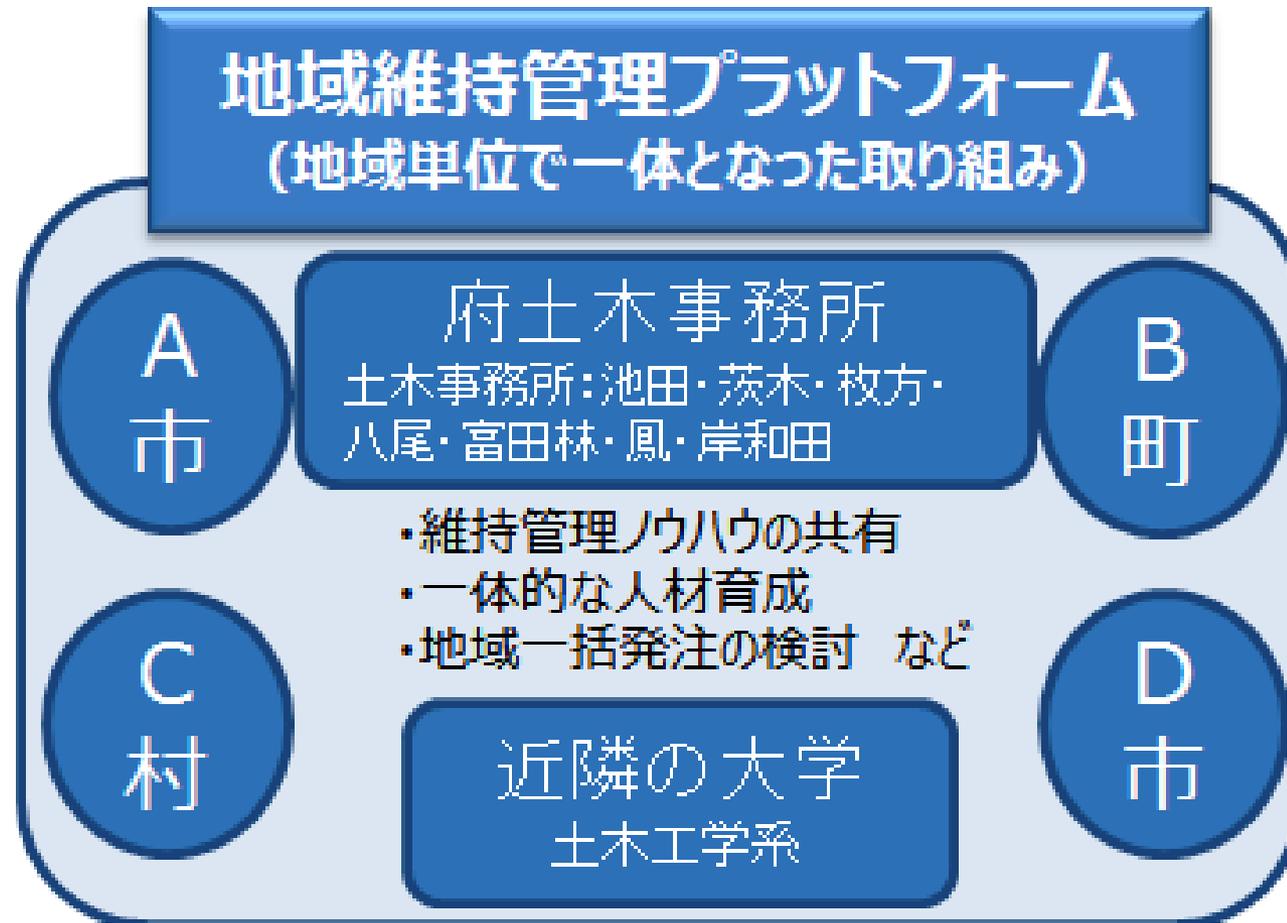
大阪府

兵庫県

広島県

奈良県

大阪府



大阪府でのSIP開発技術実装実験

- 構造物の中や目視できない個所の構造物として、
術標識、照明柱の支柱内部の劣化の把握。
- 実装実験の実施は、大阪市、SEKISUI、大阪府、
岡山大学チーム、関西大学チーム立ち合いのもと
実施(2017年10月11日実施)。



西淀川区御幣島1 - 1 8角形の標識柱の調査写真



西淀川区花川2 - 20 8角形の標識柱の調査写真



神武倉庫支柱の調査写真



大阪東大阪線道路照明支柱調査写真

実装実験後の評価を、フィールド試験による計測手法の評価とともに、腐食形状等を既存技術との差異から評価を行う。評価は、SIP開発技術チーム 岡山大学と関西大学チームの技術アドバイザーの双方の技術評価を行う。

既存技術と新技術については、現地作業、計測の容易性、技術の信頼性、現地搬入機器の規模、汎用性、経済性面等から総合的に比較して、新技術の妥当性や適用効果を整理し、今後の課題と適用時の留意事項について明確にする。

道路性状調査の実証実験

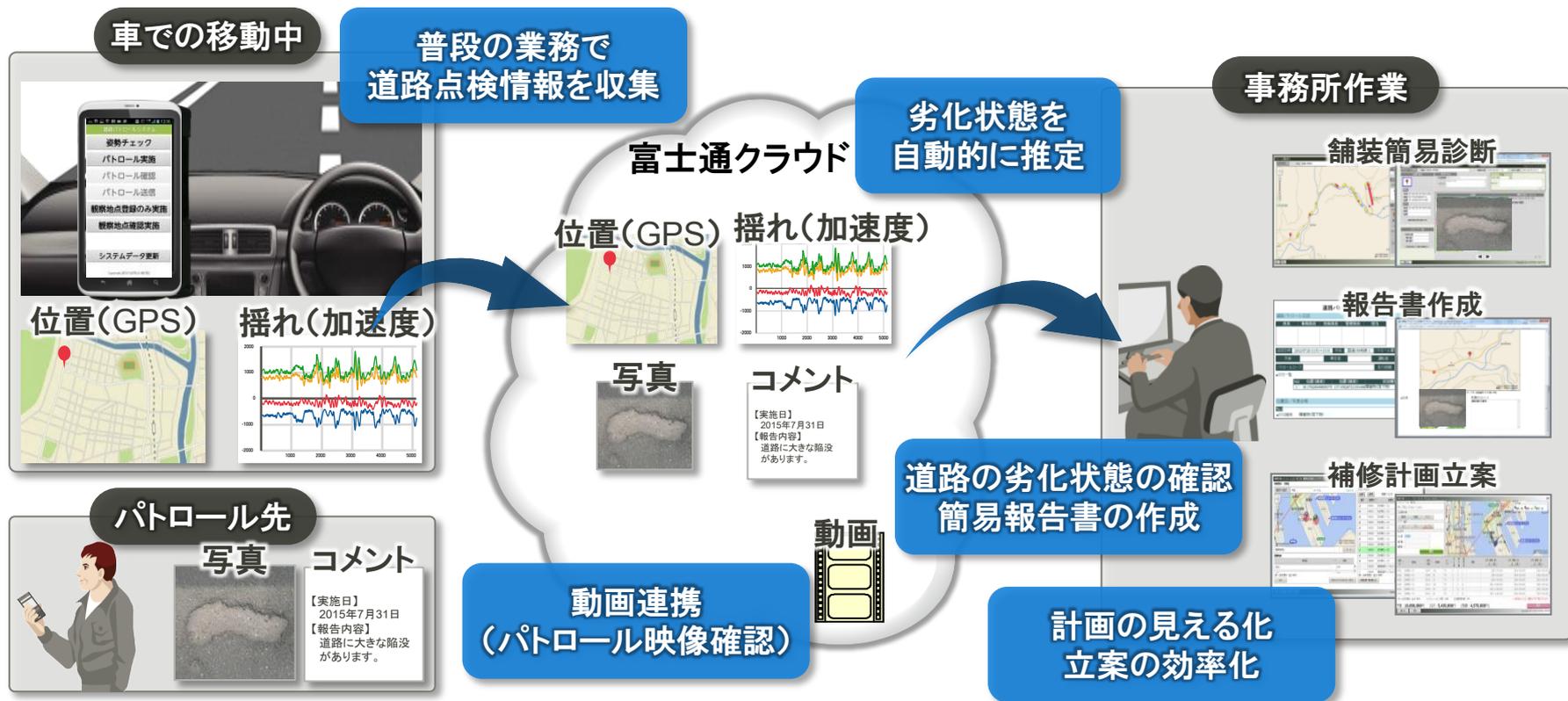
茨木土木事務所で実施

- 道路の劣化状態の把握
- 地下空間調査

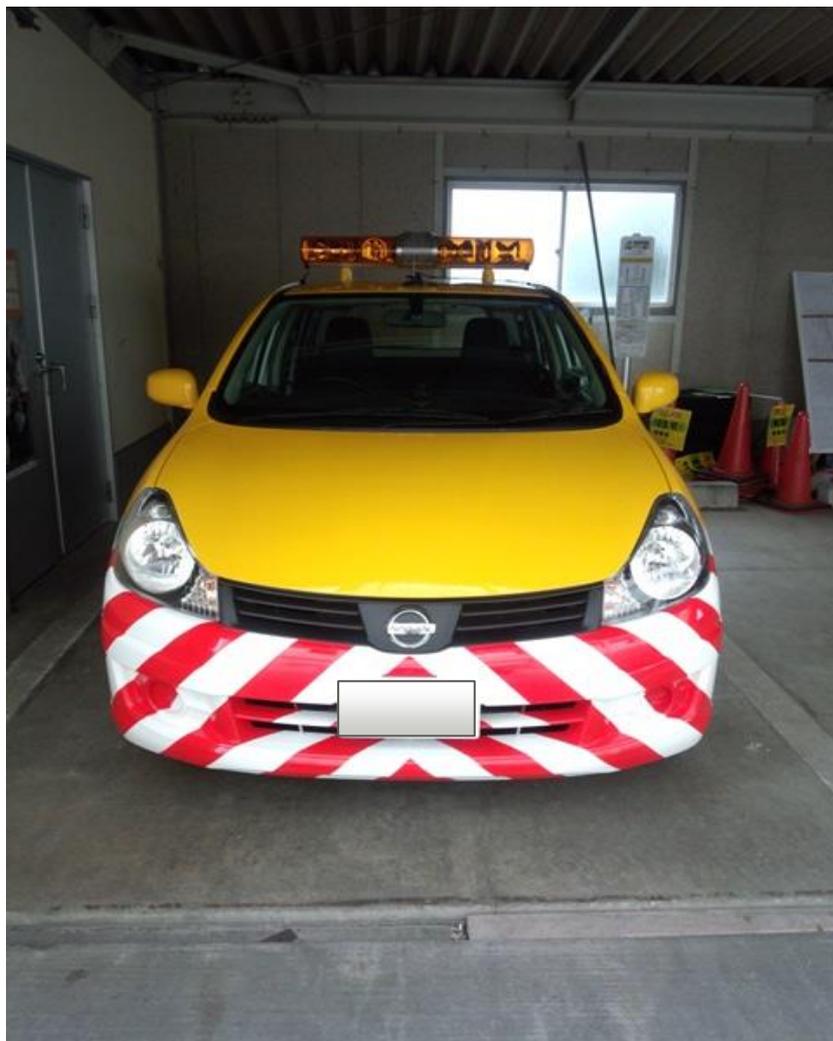
道路パトロール支援サービスの概要

車を走らせた時の振動から、道路の劣化状態を簡単に把握

- ・スマートフォンのGPS・加速度センサーを活用し凸凹情報を地図上に記録、劣化状況が見える化
- ・日常的なパトロールの中で路面情報を取得し、集積されたデータを補修計画に活用可能
- ・舗装の損傷を撮影することで、画像とコメントを地図上にプロットでき、報告書を効率的に作成



走行時のデータ収集イメージ



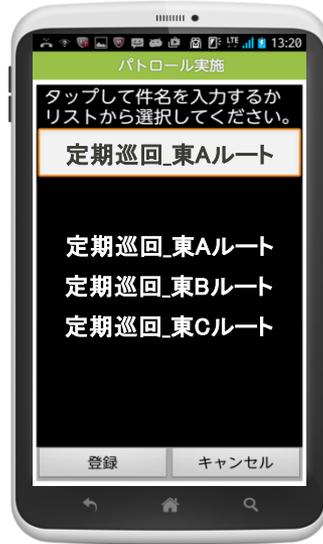
車のダッシュボードに
固定したスマートフォンに
よりデータを取得

スマートフォン側の機能イメージ

●メニュー画面



●ルート選択



●観察地点登録



●損傷状況登録



●補修情報入力



●データ送信



●画像撮影



全道路見える化：路線評価機能

- スマートフォンにて測定した加速度を基に舗装の走行性能を算出し、路線・区間毎に地図上で表示（評価指数DIIについては後述）

路線評価

評価件名
(路線評価保存時に設定します)

評価期間
2015/08/01 ~ 2015/08/31

評価結果 上り 下り

劣化度	凡例	劣化情報指数	区間数
8	■	13 ~	0
7	■	11 ~ 12.9	2
6	■	9 ~ 10.9	2
5	■	7 ~ 8.9	4
4	■	5 ~ 6.9	1
3	■	3 ~ 4.9	1
2	■	1 ~ 2.9	2
1	■	0.0 ~ 0.9	1
—	■	(未評価)	0
計			13

路線情報
以下の路線を表示しています。

区分	路線名
主要道路	〇〇区△△通り2

終了 戻る ダウンロード 路線評価保存

Copyright 2013-2015 FUJITSU LIMITED

パトロール業務の効率化：報告書作成機能

- スマートフォンにて撮影した写真、入力したコメントを基に報告書を自動作成。

道路パトロール支援サービス - Internet Explorer
https://roadpatrol.douro-net.jp.fujitsu.com/patrol/AssistPatrol/PatrolPointReport.html

No. 000000002

道路パトロール報告書

報告日: 2015年09月01日

部長	課長	課長補佐	係長	係

対応種類	移動中発見	状況種類	舗装(穴)	ステータス	補修完了
調査内容	即時補修対応済み				
対応日	2015年08月31日	対応時刻	11:05 ~ 11:35	天候	-
対応者	富士通太郎				
地区名	〇〇県△△市××通5丁目16-5	路線名		コース名	
現場確認内容	幅30cmのさく浅い穴有り。 補修済み。				
処理結果・方針等	即時補修対応済み				

【地図】 対象箇所 緯度 33.5874076 経度 130.4035341 (世界測地系)



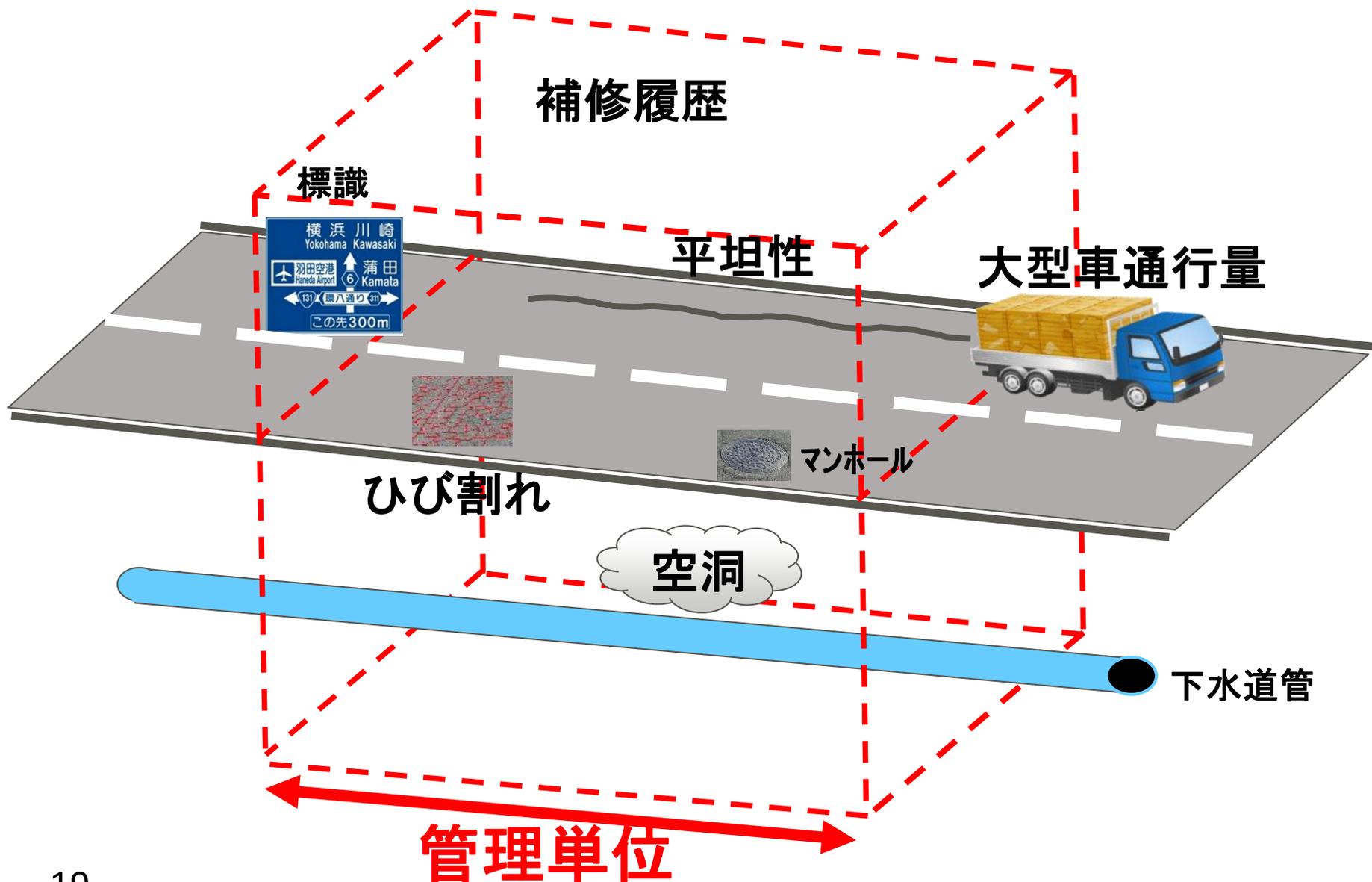
【写真】: 幅30cmのごく浅い穴有り。



【写真】: 補修済み。



道路管理単位のイメージ



兵庫県



高度な技術力を有する公益財団法人として
兵庫の社会基盤整備を総合的に支援します

～効率的な社会基盤の整備・管理、開発と文化財保存の調和を実現～

兵庫県

兵庫県において、以下のSIP開発技術の社会実装実験を行った。

①橋梁点検ロボットカメラ等機器を用いたモニタリングシステム技術

実施日：2017年7月24, 25日

場所：兵庫県道178号線「香住道路」下岡高架橋

内容：下岡高架橋の箱桁側面および箱桁内面において、橋梁点検ロボットカメラを用いたコンクリートひび割れ等の点検調査を実施した。また、7月25日午後、県職員、コンサルからの参加者25名に対して説明会・見学会を実施し、本技術の有用性に関するアンケート調査を実施した。

②ALB(航空レーザ測深機)による橋脚の洗掘状況把握に関する開発技術

実施日：2017年10月31日

場所：対象河川を兵庫県姫路市にある市川の下流部とし、対象橋梁を河口部から市川浜手大橋、永世橋、阿保橋、市川橋、新小川橋の5橋

内容：ALB(航空レーザ測深機)による河床地形の測定を行った。なお、ALBによる測定結果の精度検証のため、別途、11月6日に阿保橋、新小川橋においてボートを用いた測深を行った。

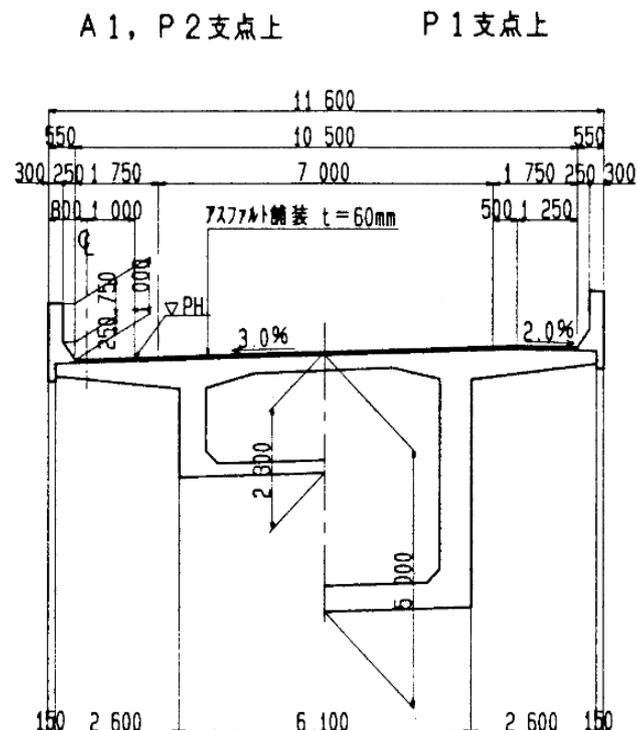
橋梁点検ロボットカメラ等を用いた モニタリング手法の実証実験

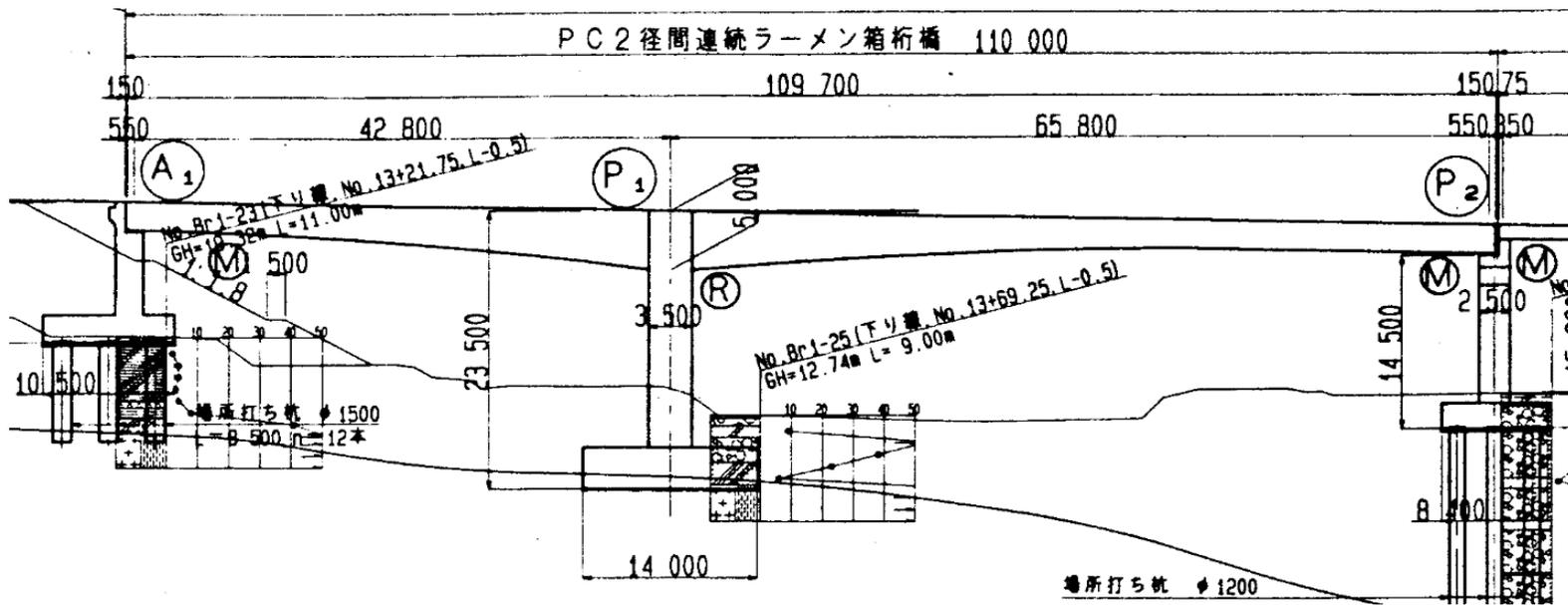
- 目的 橋梁点検ロボットを使用し、以下のコンセプトによる新しい橋梁点検を実施する
 - ・橋梁点検車・足場を使用しない。また、箱桁内部でも、梯子・脚立を使用しない。
(安全性の向上、コストの縮減) → 効率的
 - ・現場では損傷調査を行わず、全数写真を撮り、机上にて損傷調査(大きさ、位置)
(チョーキングの廃止、損傷位置特定を確実に、損傷が無いエビデンス) → 効果的

対象橋梁 下岡高架橋 (一般国道178号 兵庫県美方郡香美町香住)

形式 PC2径間連続ラーメン箱桁橋
橋長 110.0m
支間長 42.8+65.8m
全幅員 11.6m
有効幅員 車道7m+路肩1.75m×2=10.5m
(歩道無し)

平面線形 R=1500
竣工 2000年7月 (築18年)
供用開始 2005年3月





実施状況写真



ALBによる橋脚の洗掘状況把握 の実証実験

- < 航空レーザ測深の仕組み >
- 2つの波長帯(近赤外線と緑)のレーザを同時に照射する。
- 水面は、近赤外線波長帯のレーザ光または緑波長帯のレーザ光が反射する。さらに、水を通過する緑波長帯のレーザ光により河床・海底の反射波を取得できる。
- これらの情報とレーザ照射角度、飛行機の自己位置姿勢情報から、レーザ光の大気中と水中における伝搬速度、および水面における屈折角を踏まえて河床の座標を算出する。

広島県

- 11月末に三井住友建設の橋梁点検ロボットカメラ等機器を用いたモニタリングシステム技術の実装実験を行う予定である。
- 残念ながらNECのUAVによる点検実験は、条件が合わず中止となったので、現在他の可能性について検討しているところである。

従来点検（近接目視点検）との比較



橋梁点検ロボットカメラ等機器を用いた モニタリングシステム技術の実証実験

対象橋梁の概要

本実装実験は豊島大橋を対象に実施した。豊島大橋は、広島県呉市豊浜町豊島と呉市蒲刈町大浦を結ぶ、橋長903mの単径間吊橋である(平成20年11月竣工)。

平成20年全建賞道路部門、同年土木学会田中賞作品部門受賞

管理者：広島県道路公社



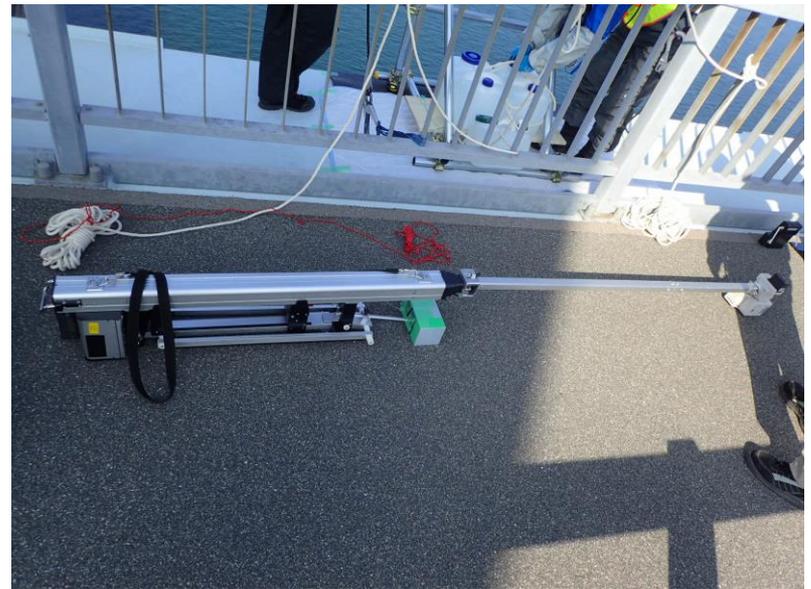
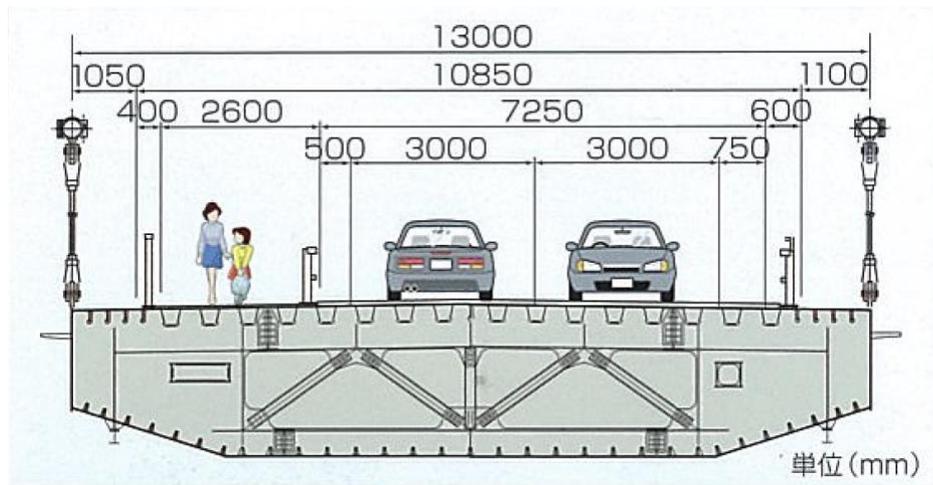
写真 豊島大橋全景(豊島より望む)



写真 橋面(上蒲刈島より望む)

橋梁点検ロボットカメラの適用にあたっての工夫

- ロボットカメラは高欄の笠木に設置することが可能であるが、豊島大橋は、補剛桁の両側にフラット版が取り付けられており、橋梁点検ロボットを取り付けることができない。
- そこで、単管パイプ他で現地状況に合わせた仮設台座を作成し、固定した。また、使用した製品は下方向に最大4.5m伸ばすことが可能であるが、本実験では先端にさらに1.5mのポールを設置した。1.5mのポールは標準の仕様外であり、点検者による工夫である。これにより取付箇所からの最大身長は6.0mとなり、より広範囲の計測を可能にした。



奈良県

- 昨年度：備後橋の調査
- 本年度：研究開発テーマNO.51「近接目視・打音検査等を用いた飛行ロボットによる点検システムの研究開発」新日本非破壊検査株式会社を選定した。
- フィールドとして、新日本非破壊検査株式会社と協議し、上牧大橋（コンクリート橋（4径間単純PCプレキャスト桁橋））とする。
- また、フィールドとしては、橋梁の側面特に吊り橋等の搭については、一般の橋梁の桁又は橋脚を代用して実施する。対象橋梁は、中和幹線の三輪高架橋2号橋を対象とする。

実証実験概要

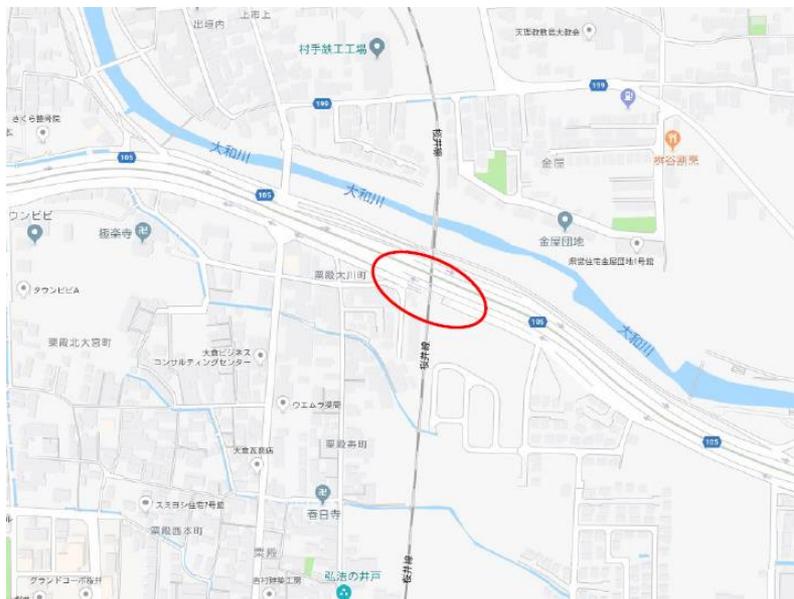


点検概要

- 点検実施日 2018年2月20日



橋梁諸元



橋梁名	三輪高架橋
路線名	中和幹線
橋長	784m
全幅員	16.10m
径間数	24
所在地	奈良県桜井市粟殿
位置情報	34°31'19.9"N 135°50'40.8"E
施工年月日	2008年12月
管理者	奈良県中和土木事務所

実証内容

点検性能検証項目

- ①PC桁下面の近接目視・打音点検(水平面用ロボット)
- ②PD床版の近接目視・打音点検(水平面用ロボット)
- ③橋脚側面・支承部の近接目視(垂直面用ロボット)

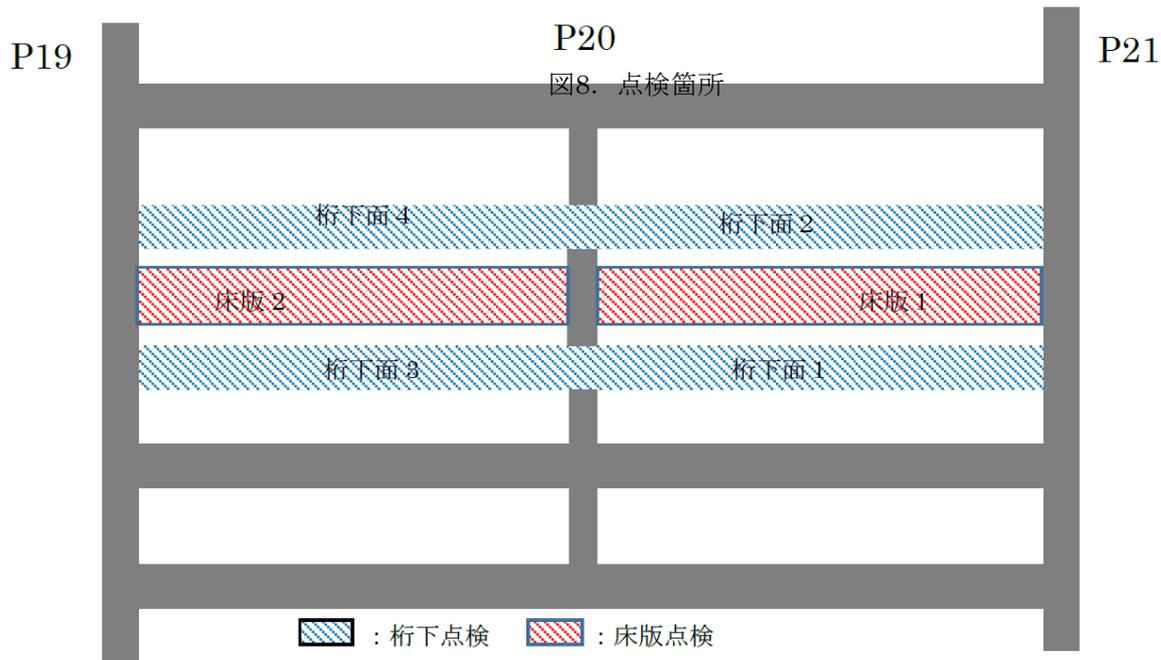
機能検証内容

- ①近接目視(桁下面、床版、橋脚側面・支承)
- ②打音検査(桁下面、床版)
- ③点検位置(桁、床板)、点検部形状計測(床版)
- ④垂直面走行(橋脚側面)

実証結果

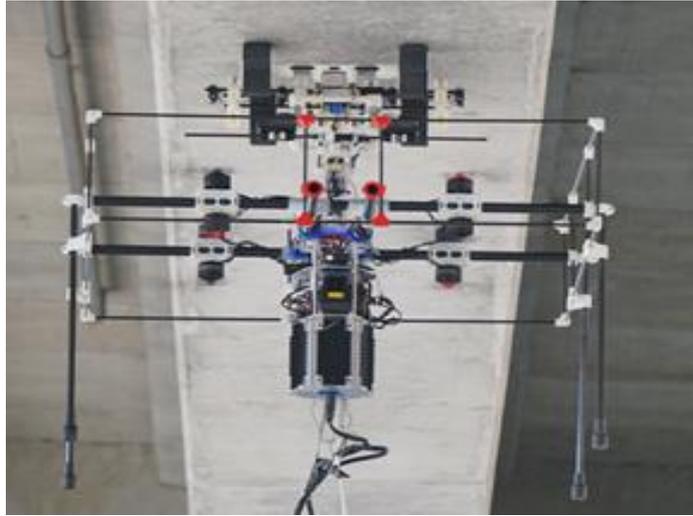
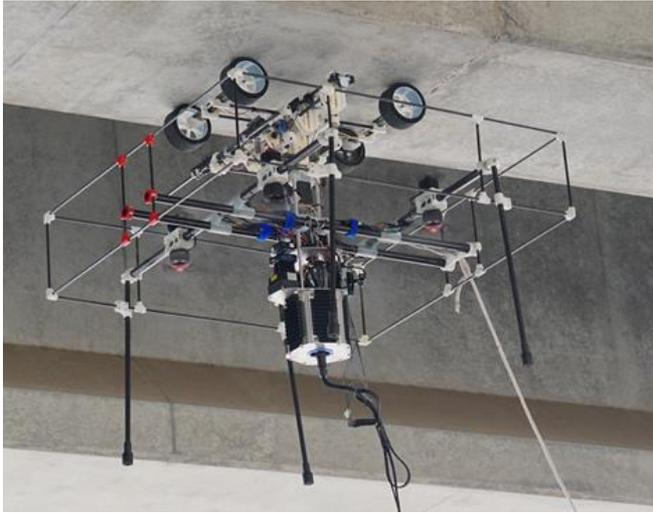
実証実験実施日の天候は晴れ、風速は1～2m程度、実施した径間は第20径間、地上から桁下面までの高さはおよそ5mであった。

点検箇所を下図に示す。下図の青で示した部分は桁下面の点検箇所、赤で示した部分は床版の点検箇所である。また、点検走行は桁下面、床版ともに中央の横桁を境にP-21側、P-19側と分けて実施し、桁下部では2回、床版部では3回の走行を行い、横方向にずらしながら点検漏れが発生しないように走行させた。



桁下面点検状況





昨年度の実証実験結果

高感度磁気非破壊検査法による 国道425備後橋の評価

SIP「関西・広島地域のインフラ維持管理の枠組みと新技術の実展開」

研究責任者 関西大学 古田 均

関西大学 石川 敏之

KISS 飯田 毅, 横山 照正, 塩見 健

SIP「インフラ劣化評価と保全計画のための高感度磁気非破壊検査」

研究開発責任者 岡山大学 塚田啓二

岡山大学 堺 健司

備後橋の概要

- 橋名 : 備後橋(ビンゴバシ)
(国道425号 奈良県吉野郡下北山村大瀬内)
- 橋梁形式 : 単径間2ヒンジ補剛桁吊橋
主ケーブル : スパイラルロープ
ハンガー : ロッド
補剛桁 : トラス
- 橋長 : 163m
- 幅員 : 4.5m
- 架設年次 : 1963年



備後橋



通行止め



車両重量6tまで



備後橋の損傷状況(補剛桁)

トラス上弦材の表面錆(広範囲)



トラス下弦材の表面錆(広範囲)



トラス斜材の表面錆(広範囲)



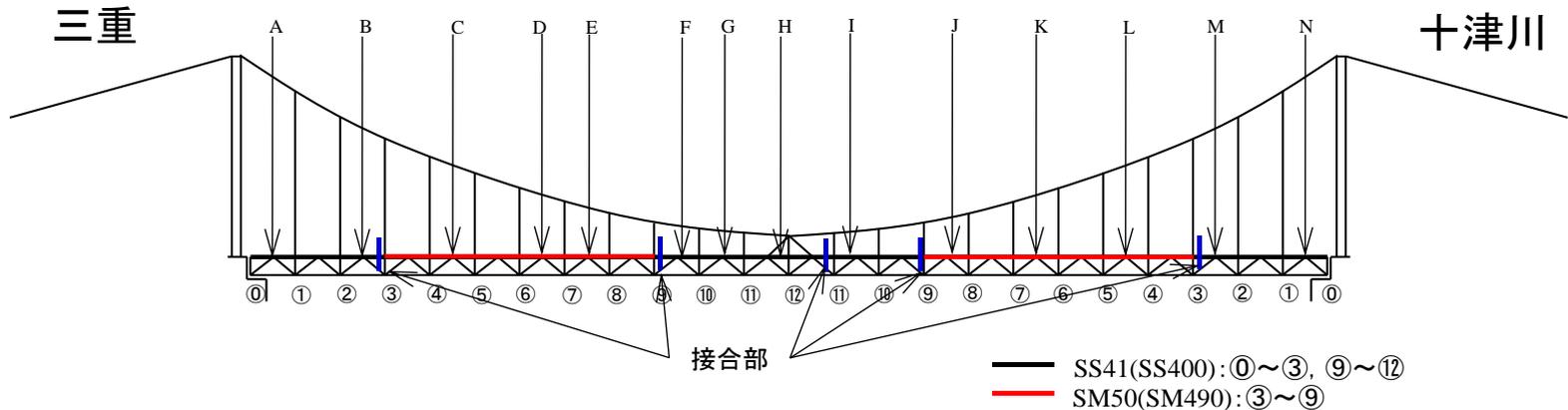
縦桁・横桁の表面錆(局所的な範囲)



板厚の計測状況



(1) 補剛トラス桁上弦材上面の検査結果

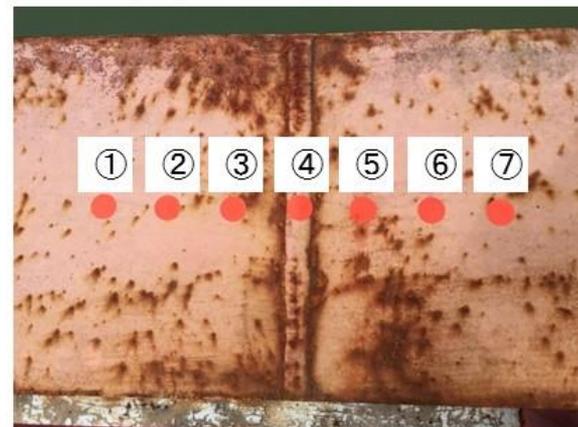


補剛トラス上弦材上面の板厚測定結果(単位mm)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
板厚_SS	7.83	7.91				8.53	8.72	8.82	7.73				8.31	7.78
板厚_SM			7.71	8.71	7.62					7.47	8.21	7.30		
超音波厚さ計	9.17	9.37	9.8	10.21	10	9.28	9.8	9.76	8.73	9.66	9.74	9.21	9.63	9.64

(1) 補剛トラス桁上弦材上面の検査結果

- 接合部近傍の板厚検査(SS材)



溶接部近傍の板厚測定結果(単位mm)

計測位置	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
板厚_SS材	7.65	7.87	7.82	8.70	8.58	8.65	8.59
超音波厚さ計	8.85						9.23

SIP等各種技術の国際展開

・インフラ維持管理技術の国際展開を視野に入れ、国際会議等でSIP開発技術及び本研究で開発する新技術の実装成果を発表し、アジア各国での利用を促進し、新たなビジネス展開の基盤となることを目指す。

具体的には、維持管理に関する国際会議、

IABMAS (International Association for Bridge Maintenance and Safety)

IALCCE (International Association for Lifecycle Civil Engineering)

IABSE (International Association for Bridge and Structural Engineering)

ICOSAR (International Conference on Structural Reliability and Safety)

APSSRA (Asia Pacific Symposium on Structural Reliability and Applications)

その他の国際会議において我が国におけるインフラ維持管理の現状とその技術、特にSIP開発技術及び新たに開発された新技術を紹介する。

・さらに、IABMAS Japan (事務局(一財)大阪地域計画研究所・渡邊英一理事長)を母体に国際活動を進める。

具体的にはIABMAS ChinaとIABMAS Japan 合同シンポジウムを開催し、中国への新インフラ維持管理技術の売り込みを試みる。