

令和5年度 土木学会全国大会研究討論会  
産官学の連携による地域のインフラメンテナンスへの新技術の実装

トンネル点検システム iTOREL (アイトーレル)  
の現場実証と社会実装について

東急建設株式会社  
土木事業本部 技術統括部  
伊藤 正憲

2023年9月13日 (水)

## 報告内容

1. トンネル点検システム iTORELの概要
2. トンネル現場実証
3. 新技術の地域実装の課題

# 1. トンネル点検システム iTORELの概要

## システムの特徴

- ・交通規制による影響を低減し、1日1本のトンネルを点検（点検速度 16m/h）
- ・トンネル覆工のひび割れ、うきの自動検出と内業支援

### 1. フレキシブルガイドフレーム



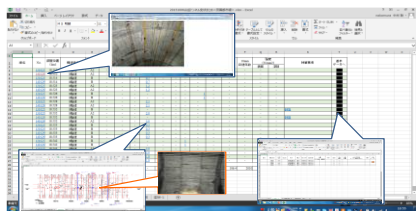
トンネル形状や坑内設備に合わせて自由にフレームを变形

### 2. 走行式防護フレーム



坑内を走行するフレームで点検時のコンクリート片落下から第三者を防護

### 5. 帳票作成システム



点検結果を基にLCCの目標に沿った最適な補修方法を提示

### 3. ひび割れ検出ユニット



画像と凹凸を同時に計測し、ひび割れやエフロを高精度に検出

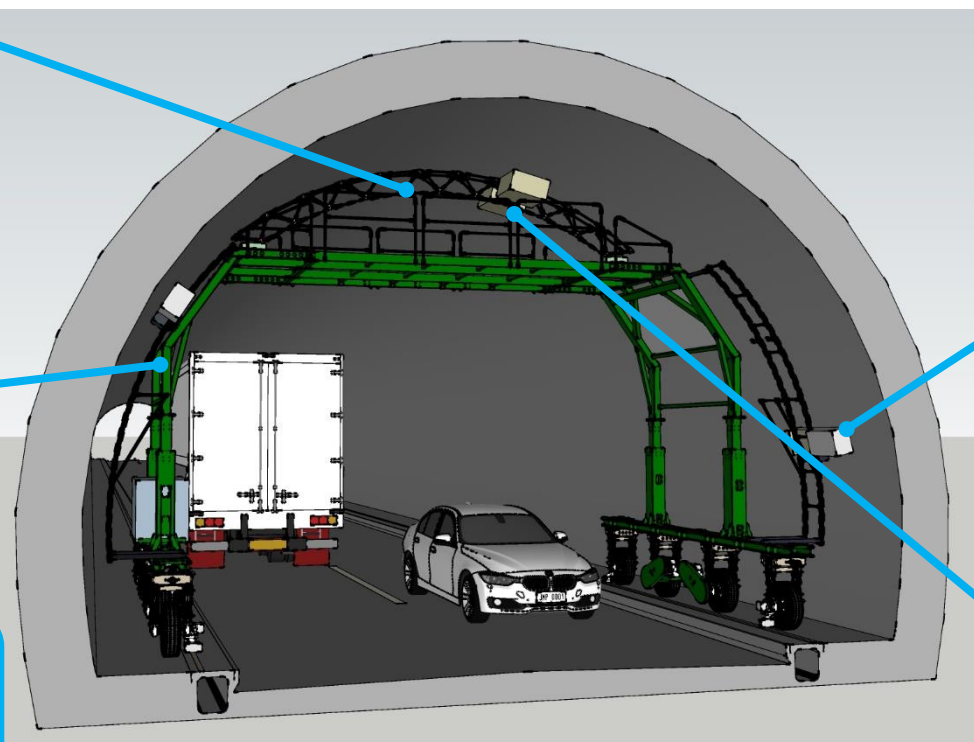
### 4. 打音検査ユニット



コンクリートを自動で叩き、自動判定したうき位置を記録

## 主な適用対象

都道府県・市区町村が管理する一般道トンネル



## ガントリーフレーム型



- 点検時に車への交通規制が不要
- 技術者の熟練度によらない定量的な点検ができる
- 点検調書の作成が従来よりも早くできる
- 画像データや打音データが記録されるため、現場
- 以外でもトンネルの状態を確認できる

## 高所作業車型



- 点検スピードが人の約2倍 (変状:多→効果:大)
- 少ない人数で点検が可能 (4人→3人)
- 点検費用が削減可能  
(延長300m→約20万円削減)
- 画像データや打音データが記録され、点検調書の作成が従来よりも早くできる

## 2. トンネル現場実証

### 2020年度 現場実証

実証場所:中詰トンネル【大分県中津市】  
延長 109m、道路幅 9.2m

実証日時:2021年 4月23日(金)

実施者:東急建設、テクノコンサルタント

実証内容:従来点検と比較した点検時間短縮、  
人員削減効果、正確な変状位置、形状の把握



### 2021年度 現場実証

実証場所:浦代トンネル【大分県津久見市】  
延長 197m、道路幅 10.75m

実証日時:2022年 11月18日(金)

実施者:大分高専、テクノコンサルタント、東急建設

実証内容:点検項目の拡充と変状発生原因の推定、  
遠隔地との点検結果のリアルタイム共有



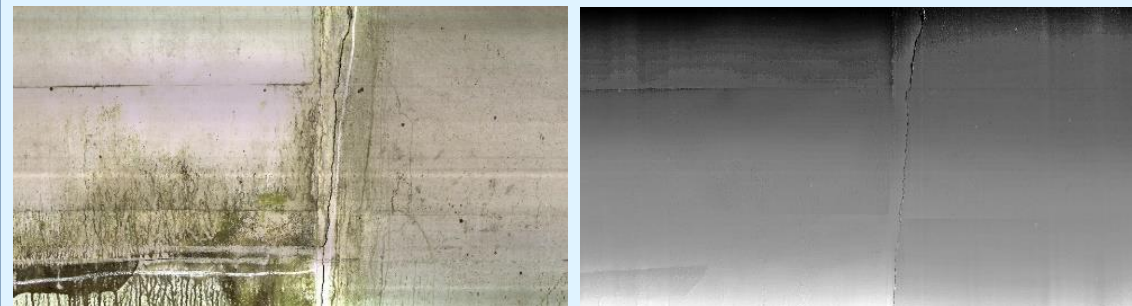
## 2. トンネル現場実証（2020年度）

### 現場実証 概要

実証場所: 中詰トンネル【大分県中津市】  
 延長 109m、道路幅 9.2m  
 実証日時: 2021年 4月23日(金)  
 実施者: 東急建設、テクノコンサルタント  
 実証内容: 従来点検と比較した点検時間短縮、  
 人員削減効果、正確な変状位置、形状の把握

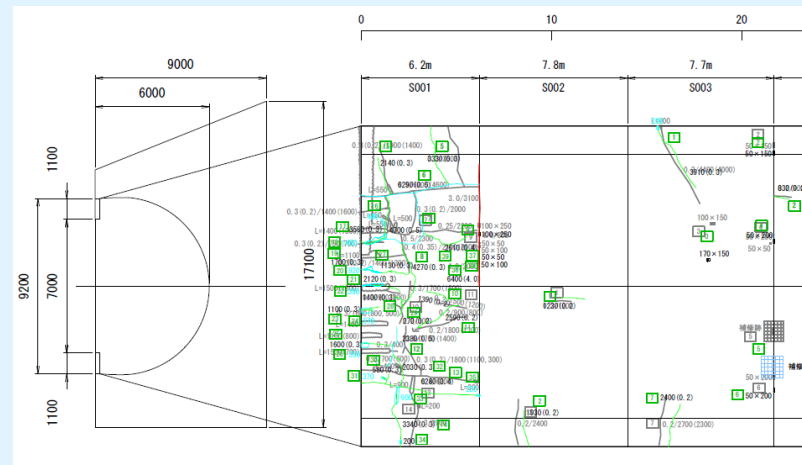


### 現場実証 結果



可視画像

距離画像



- 点検結果は計測者や転記ミスで差異発生
- 点検データから現場以外でも状態検証可能
- システムで点検の人員1名、日数1日削減  
 （変状が多いと導入メリットが大）
- 即時データ化により内業工数を削減可能

### 現場実証 概要

実証場所: 浦代トンネル【大分県津久見市】

延長 197m、道路幅 10.75m

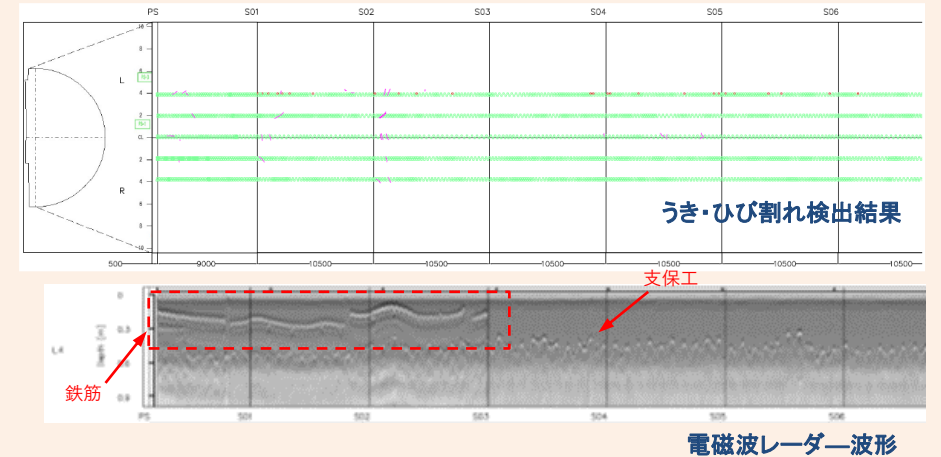
実証日時: 2022年 11月18日(金)

実施者: 大分高専、テクノコンサルタント、東急建設

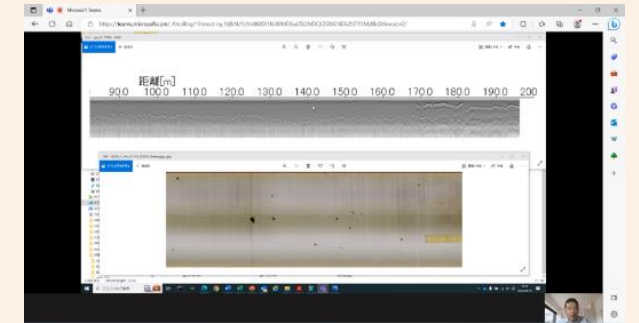
実証内容: 点検項目の拡充と変状発生原因の推定、  
遠隔地との点検結果のリアルタイム共有



### 現場実証 結果



リアルタイム通信状況説明



点検データオンライン共有画面

- 画像撮影、打音検査、電磁波レーダなど、複数の点検データが同時に計測可能
- 移動通信回線を使用し、現場と遠隔地で点検データ共有は可能 (大分県-神奈川県で実証)

## これまでの現場導入実績

- ガントリーフレーム型：3件
- 高所作業車型：9件

※今年度、3件の現場導入を予定

### 大分県

道路トンネル 596本 (全国1位)

※道路統計年報2020



県道646号 中詰トンネル

- 利用できる体制が構築されていないため、輸送費も含めた点検システムの利用料が高額になり、不慣れなシステム操作で点検に多くの時間を要するなど、地元会社の新技術導入を阻害する要因がある。
- 新技術活用の体制構築のために点検装置やオペレータの拠点を作り、連携して新技術を利用できる環境整備を進めている。



大分県を本拠地とする点検コンサルタント会社中心に点検システムのレンタルや販売、技術指導などの体制構築を開始

### 千葉県

道路トンネル 465本 (全国3位)

※道路統計年報2020



国道127号 勝岩トンネル

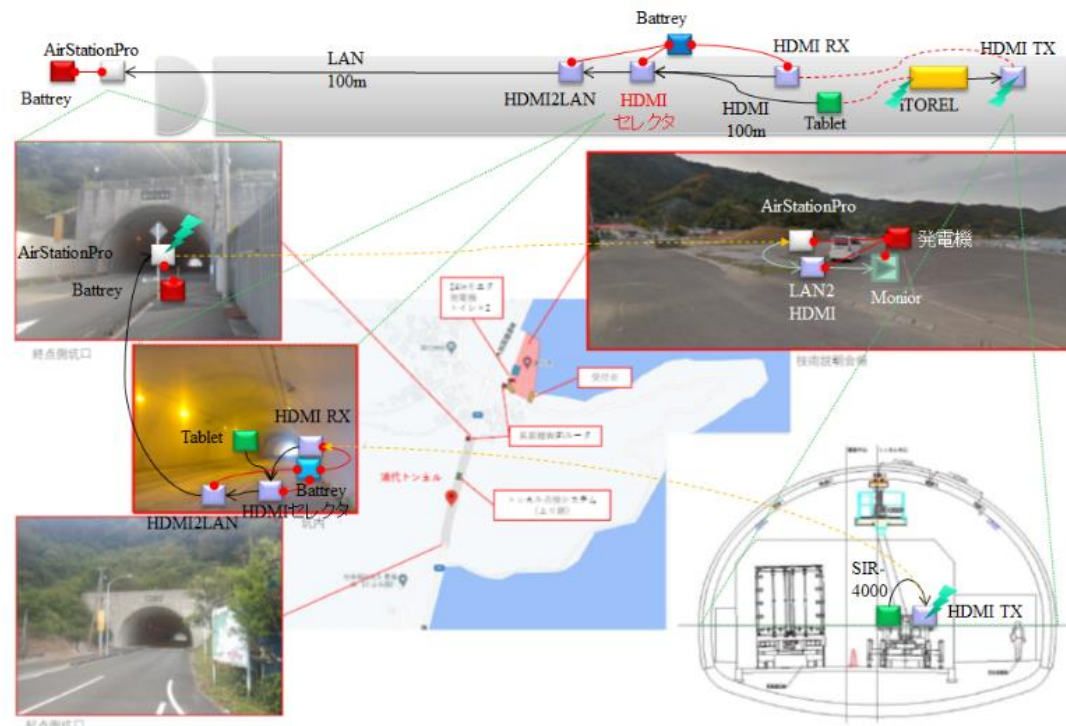
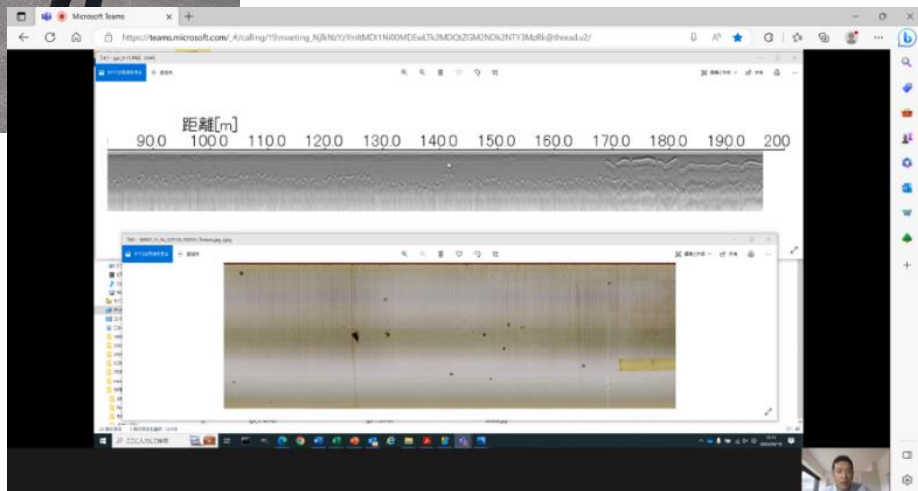


関東地方整備局  
現場ニーズと技術シーズのマッチングにおいて  
「標準化推進技術」に認定



### 3. 新技術の地域実装の課題

- トンネル内坑内での無線通信はマルチパスの影響を受け長距離伝送することが困難で、長いトンネルや携帯電話の電波が届かない山間部では遠隔地とのリアルタイムな情報共有が難しい。
- インフラ点検におけるDXの環境整備を進め、地震や豪雨などの災害発生時に新技術を使用した迅速な健全度判定する「インフラ版トリアージ」にも活用を期待でき、実現には被害を受けていない地域の技術者と情報共有するための通信ネットワーク網の整備などが必要。



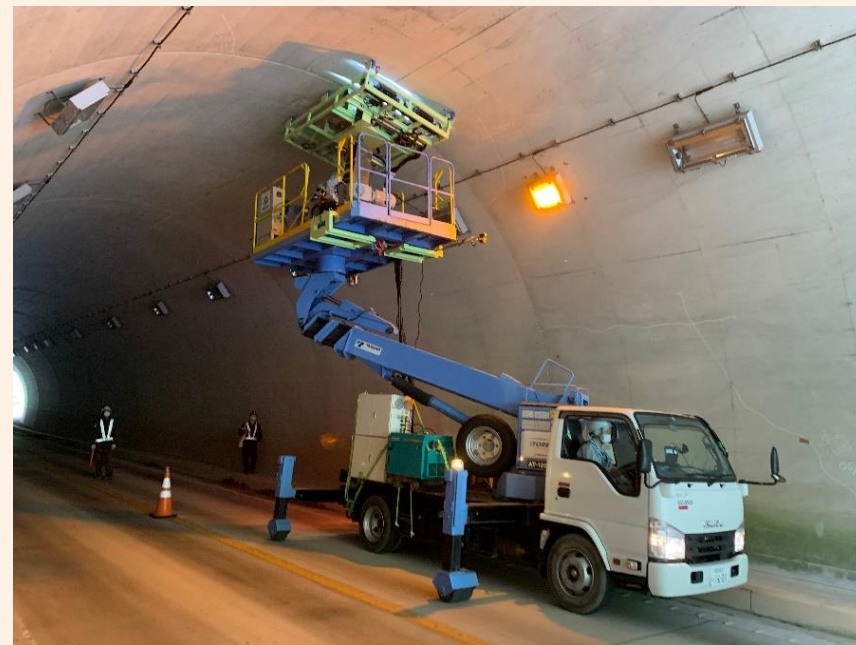
トンネル点検データ転送のネットワーク機器構成

### ガントリーフレーム型



走行式ガントリーフレーム型		
全長	5.0 m	最小曲率半径50m
全幅	6.3~9.5 m	調整可能
総重量	4.0 t	輪荷重 500kg/輪、発電機含む
走行速度	1~10m/min	可変速、最大登坂勾配10%
点検項目	ひび割れ、うき	エフロ、はく離、ブロック化も自動検出
点検速度	最大130m <sup>2</sup> /h	全周モードで1時間あたり約16m

### 高所作業車型



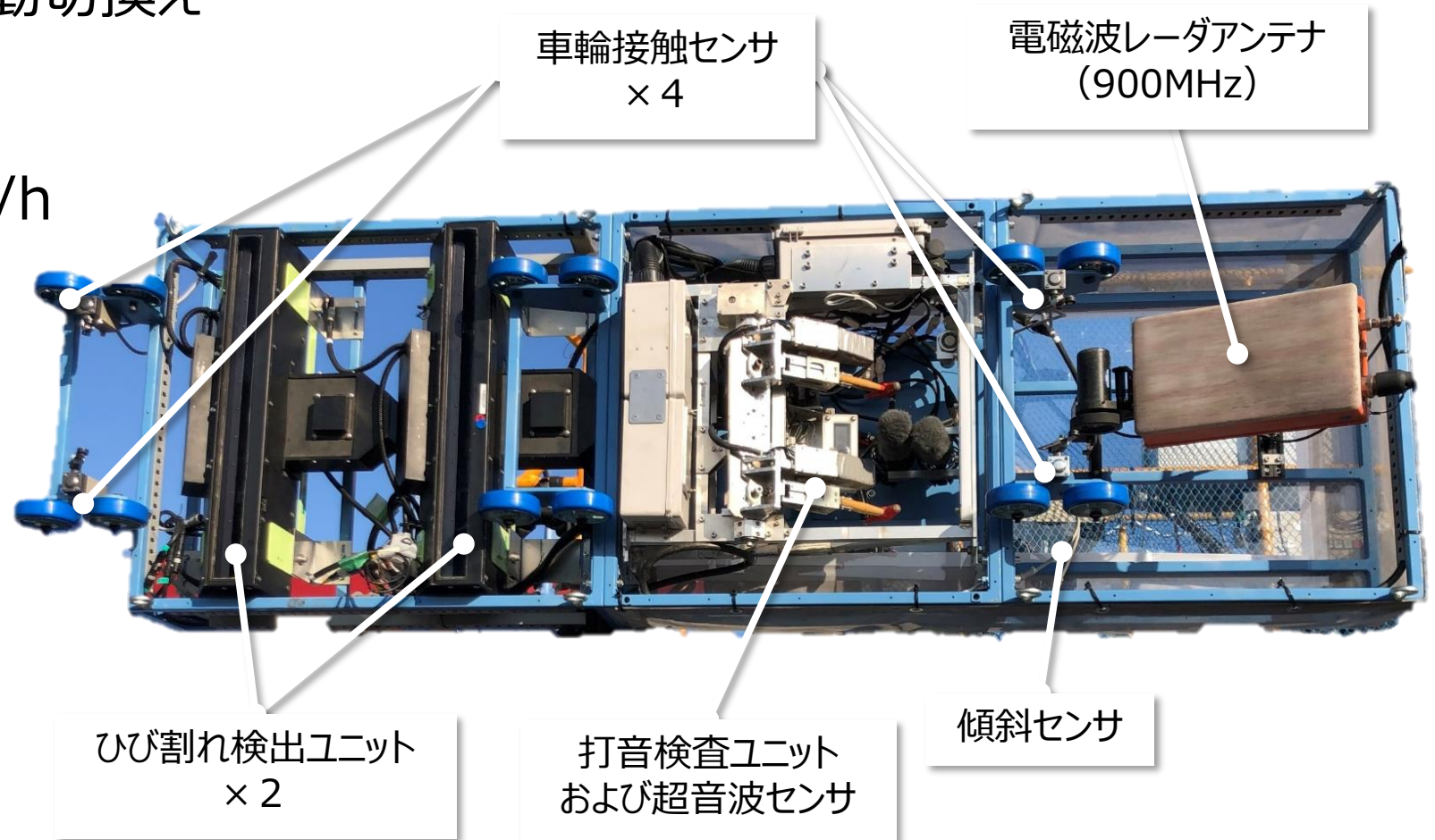
点検用アーム搭載型		
ベースマシン	タダノ AT-120SRM	他社にも適応可能
計測幅	800~1200mm/測線	ラップ分含まず
点検項目	ひび割れ、うき	エフロ、はく離、ブロック化も自動検出
点検速度	最大 1150m <sup>2</sup> /h	打音検査間隔 200mm
走行速度	1.2~1.4km/h	
点検範囲	地上高 約13m 作業半径 約4m	ベースマシンの性能による アウトリガ最大張出時

スリムユニットフレームでの  
電磁波レーダアンテナ搭載に対応

- 各種電磁波レーダアンテナ
- 光切断ユニット 2 台交互に自動切換え
- 打音検査ユニット 1 台
  - 点検幅0.4m
  - 点検速度は最大560m<sup>2</sup>/h

狭い所の点検

坑内設備の多いトンネルで、  
ケーブルの間などの狭い部分を点検できる



車輪接触センサ  
× 4

電磁波レーダアンテナ  
(900MHz)

ひび割れ検出ユニット  
× 2

打音検査ユニット  
および超音波センサ

傾斜センサ