

# 鉄道構造物に関する最近の研究開発

構造物技術研究部  
研究部長 田所 敏弥

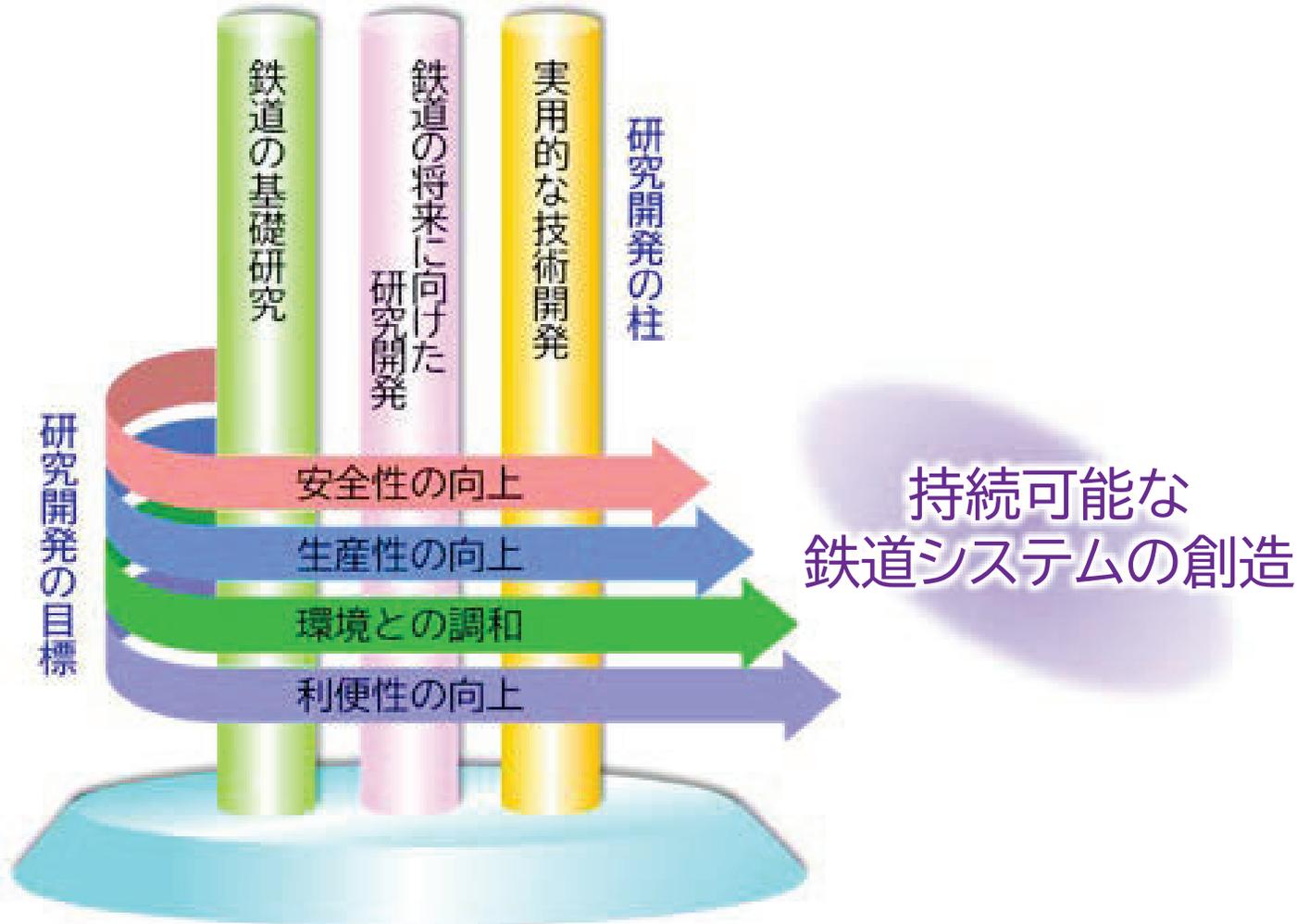
# 本日の発表

1. 持続可能な鉄道システムの創造に向けて
2. 構造物分野における研究開発  
(本日の発表件名の位置づけ)
3. 構造物のメンテナンスにおける省人化

# 1. 持続可能な鉄道システムの創造に向けて

Railway Technical Research Institute

基本計画 RESEARCH 2030 (2025~29年度の中期計画)



## 安全性の向上

雨・風・雪・地震等の災害に強いシステム

観測・予測・運転規制による被害の最小化  
レジリエンスの向上と対策効果の定量化  
災害被害からの早期復旧支援

## 生産性の向上

メンテナンスの省人化・低コスト化

データ分析のためのプラットフォーム  
車両・設備の省メンテナンス・長寿命化・低コスト化  
検査・診断・施工の自動化・省人化・低コスト化  
省人化に即したメンテナンス体系

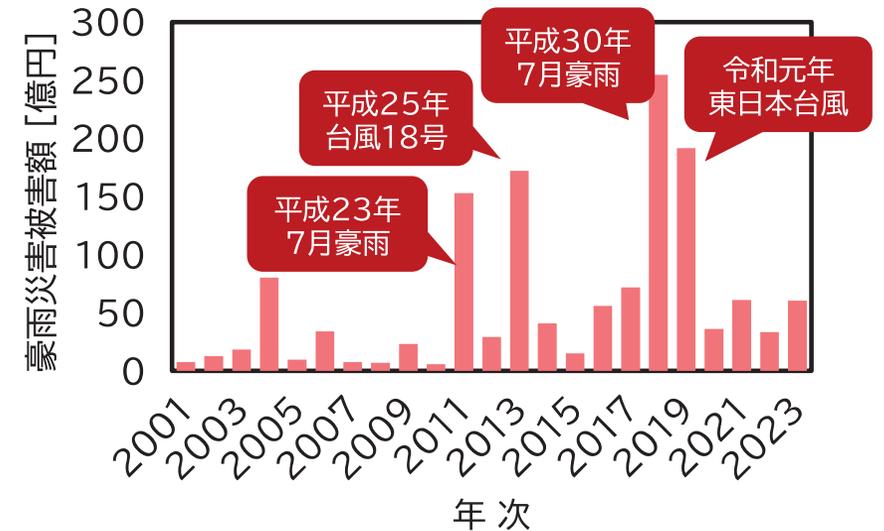
建設の省人化・低コスト化

鉄道設備の建設の自動化・省人化・低コスト化  
建設とメンテナンスの技術基準の融合

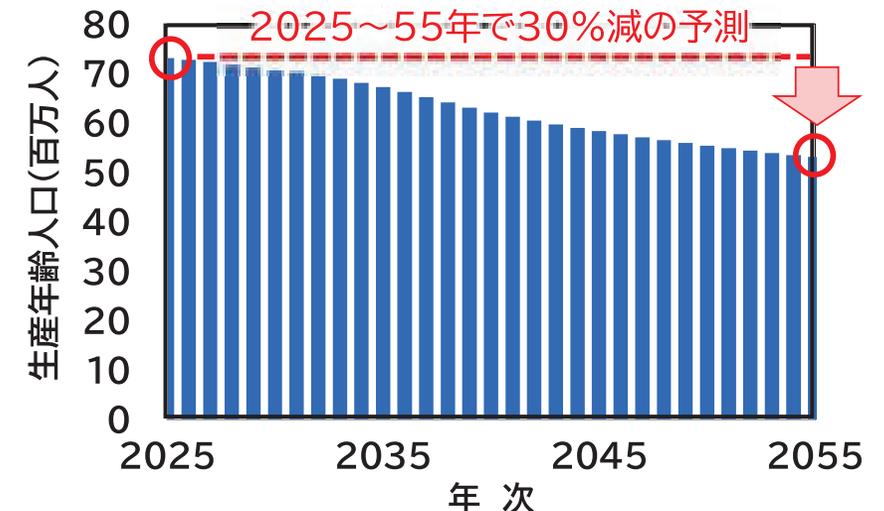
1. 持続可能な鉄道システムの創造に向けて
- 2. 構造物分野における研究開発  
(本日の発表件名の位置づけ)**
3. 構造物のメンテナンスにおける省人化

# 構造物分野の現状

- 自然災害の激甚化、頻発化、広域化
  - ・リスク増大：地震、豪雨、強風、豪雪
- 生産年齢人口、今後30年で30%減少
  - ・労働力不足：保守要員の高齢化、確保困難
  - ・地域鉄道：事業継続困難
- 施設の老朽化
  - ・変状増加：構造物の平均経年60年超



出典：鉄道技術推進センター：鉄道安全データベース

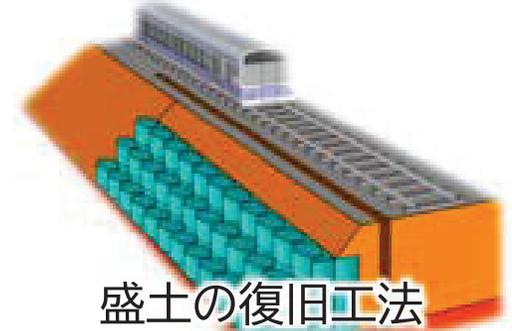


出典：国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口」<sup>4</sup>

# 構造物分野の研究開発の動向

## ■ [安全性の向上] 自然災害に対する強靱化

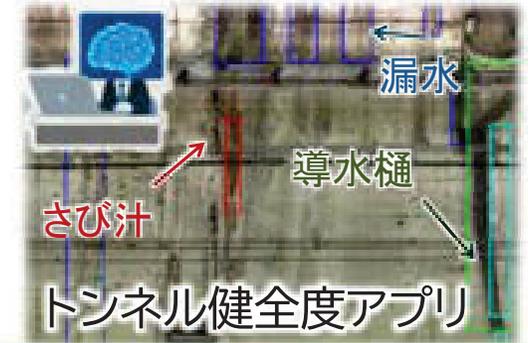
- ・施設や設備の補強
  - ・被害の予測・検知、早期復旧
- ➡ 工法開発、列車・構造物連成解析、運行可否判断



盛土の復旧工法

## ■ [生産性の向上] メンテナンス・建設の省人化

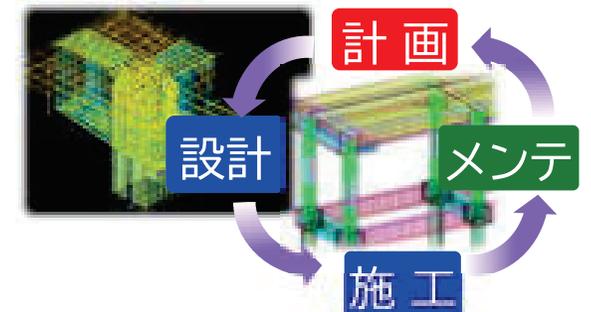
- ・現場作業の機械化・自動化、脱技能化、長寿命化
  - ・状態監視(センサ、AI)、メンテナンスレス構造
- ➡ 検査支援システム開発、省力化工法開発



トンネル健全度アプリ

## ■ 技術基準の整備

- ・最新技術の反映、社会実装
- ➡ ICT、BIM/CIMとの連携強化



BIM/CIMモデルの活用 5

# 構造物分野の研究開発の領域

Railway Technical Research Institute

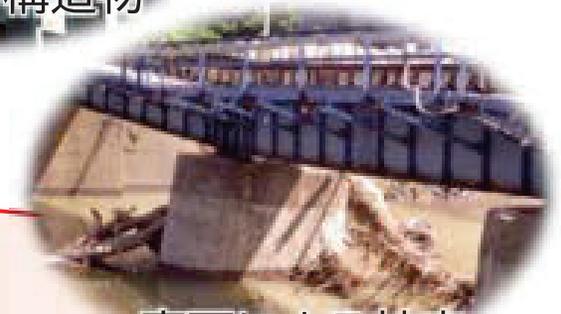
## 建設・改良技術

建設・改良工事の低コスト化  
現地材料・施工環境に適した構造、  
設計法の開発

生産性の向上



プレキャスト構造物



豪雨による被害

トンネルの変状

検査・診断の省人化・低コスト化  
画像計測、機械学習等、  
シミュレーション技術の適用

生産性の向上

## メンテナンス技術

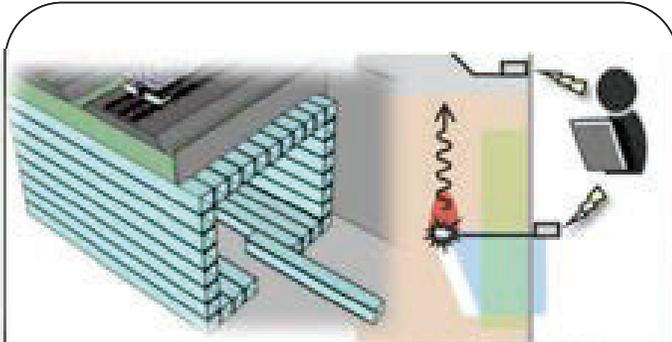
豪雨・地震等の災害に強いシステム  
弱点箇所の抽出、粘り強い構造、  
被災時の診断・復旧技術の開発

安全性の向上

## 災害対策・復旧技術

# 建設・改良技術

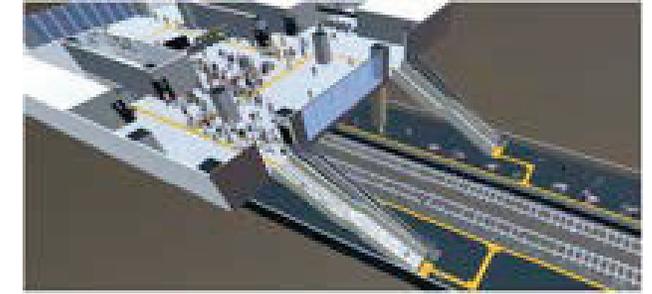
Railway Technical Research Institute



線路下横断工の緩み検知による軌道変状推定システム

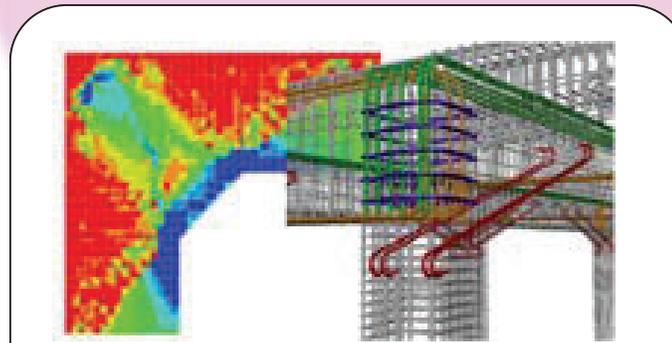


駅舎



防犯カメラ活用の駅構内OD交通量推計システム

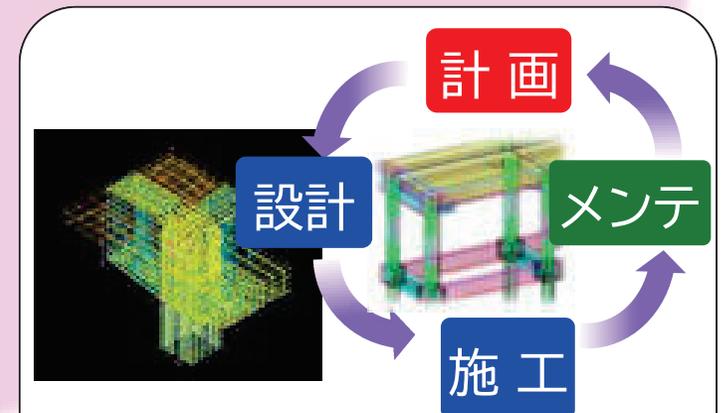
盛土 橋りょう



FEMの活用とラーメン高架橋の配筋合理化



プレキャスト高架橋

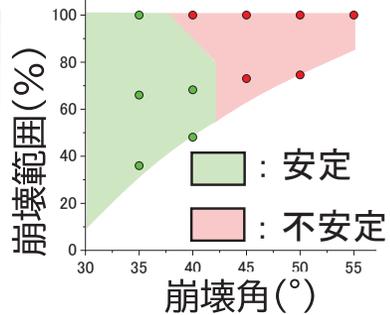


BIM/CIMモデル活用

# メンテナンス技術



# 災害対策・復旧技術

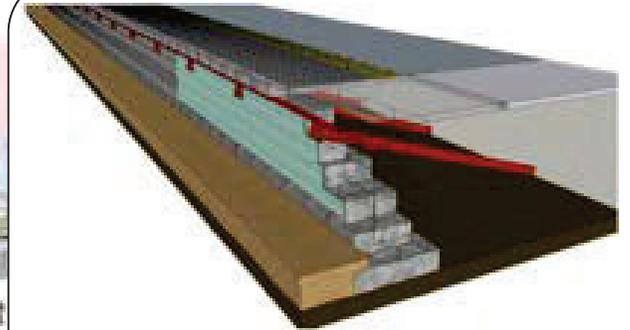


降雨被災した盛土の安定性評価と運行再開可否判断

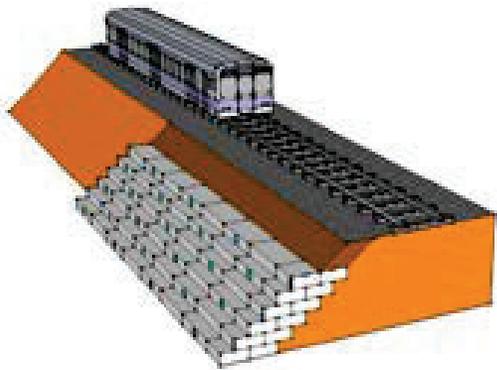


駅舎

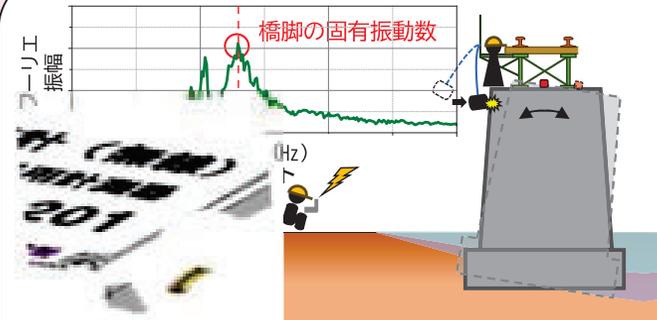
盛土 橋りょう



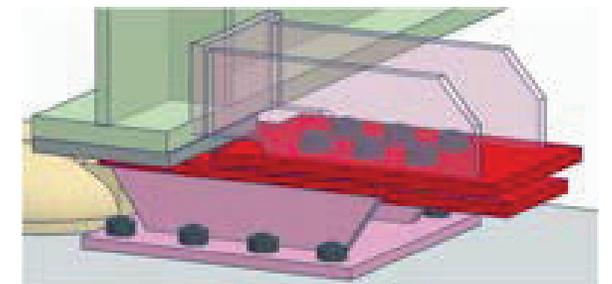
組積盛土式ホームの耐震補強法



被災盛土の早期復旧法



衝撃振動試験による洗掘橋梁の緊急診断法



復旧性を向上させた鋼桁の移動制限装置

# 本日の発表件名

## 建設 改良

コンクリート構造物の改築におけるあと施工アンカー接合部材の設計法

水分条件に応じたコンクリート橋りょうの長期変形挙動の予測手法

トンネル発生土を用いた盛土の施工管理法の開発

薄肉線路下アーチカルバートの地盤抵抗特性の設定法

地中梁の無い鉄道構造物における杭基礎の水平地盤抵抗特性の評価法

## メンテ ナンス

溶接桁の支点上補剛材の疲労き裂に対する補強工法

## 災害 復旧

地盤の残存支持性能に応じた洗掘被災橋りょうの補強復旧法

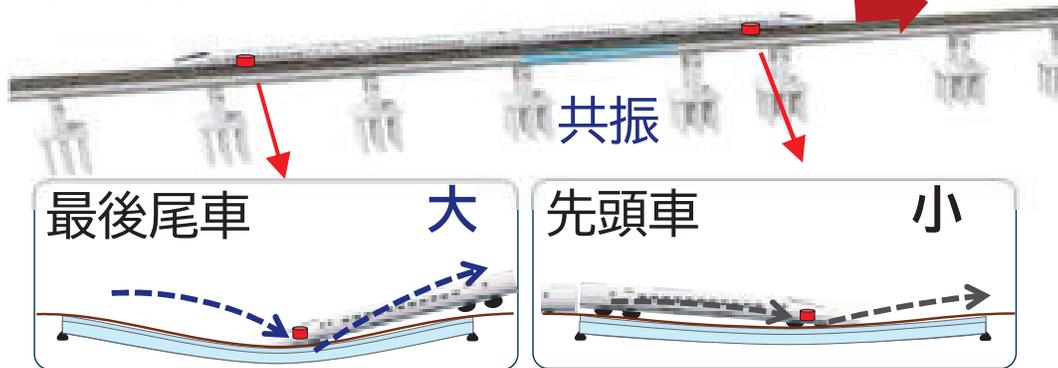
1. 持続可能な鉄道システムの創造に向けて
2. 構造物分野における研究開発  
(本日の発表件名の位置づけ)
- 3. 構造物のメンテナンスにおける省人化**
  - ✓ 橋りょうの車上計測によるたわみ推定法
  - ✓ トンネルの検査支援システム
  - ✓ 盛土中の伏びの効率的な危険箇所抽出手法

# 橋りょうの車上計測によるたわみ推定法

目的: 橋りょうのたわみ計測の省人化

## 背景と課題

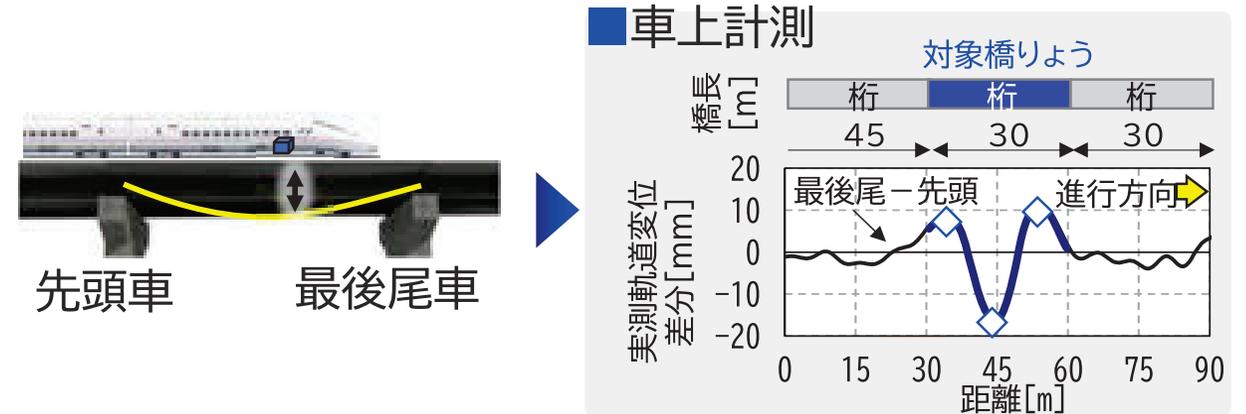
- 橋りょうのたわみ: 重要な健全度指標
  - ・劣化で共振が発生
- 目視で要注意判定の橋りょうは、たわみ計測
  - ➔ 地上計測には多大な労力
- 車上計測による共振橋りょうの抽出



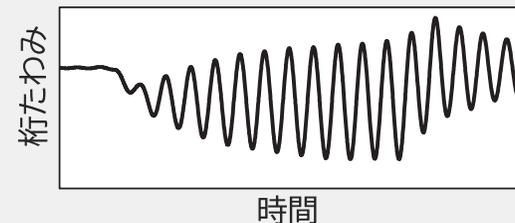
## 課題

- 健全度評価にたわみの絶対値の推定が必要

## 車上計測と数値解析を融合したたわみ推定法



3つのピークが合うよう  
解析パラメータを更新



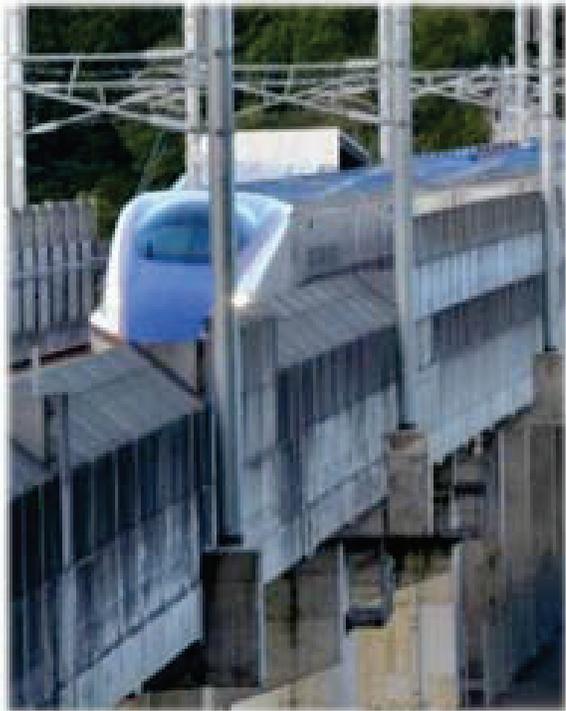
更新したパラメータで  
桁たわみを推定

■ 数値解析  
固有振動数・減衰定数

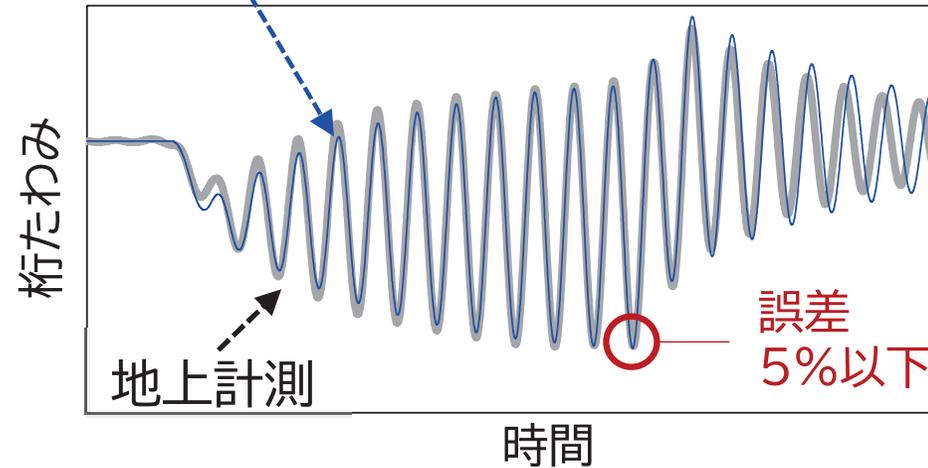
# 橋りょうの車上計測によるたわみ推定法

## 実構造物における検証

### ■ 車上計測(営業車)

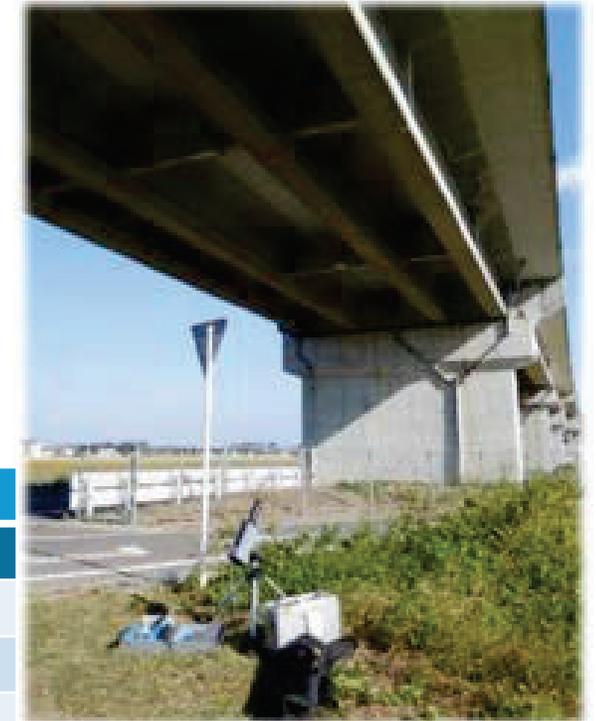


### 車上計測からの推定値(提案法)



橋りょう	推計値	実測値	誤差
	[mm]	[mm]	%
A	15.3	15.2	0.7
B	13.8	14.2	-2.8
C	11.9	11.4	4.4
D	9.4	9.7	-3.1

### ■ 地上計測(検証)



車上計測と数値解析を融合した手法で、橋りょうのメンテナンスを省人化

# トンネルの検査支援システム

目的: 人手のかかるトンネルの全般検査を省人化

## 背景と課題

### トンネル定期検査の現状

- 事務所: 入力/判定に労力・時間  
壁面画像の確認 健全度判定



変状マーキング

最も悪い判定	
目視	剥落
B	

### 課題

- 現地: 暗所での検査に労力・時間
- ・ 過去の検査結果
- ・ 現地の変状確認
- ・ 目視、打音箇所  
の特定



## 健全度自動判定システムと要注意箇所表示装置

### 変状抽出・健全度判定アプリ

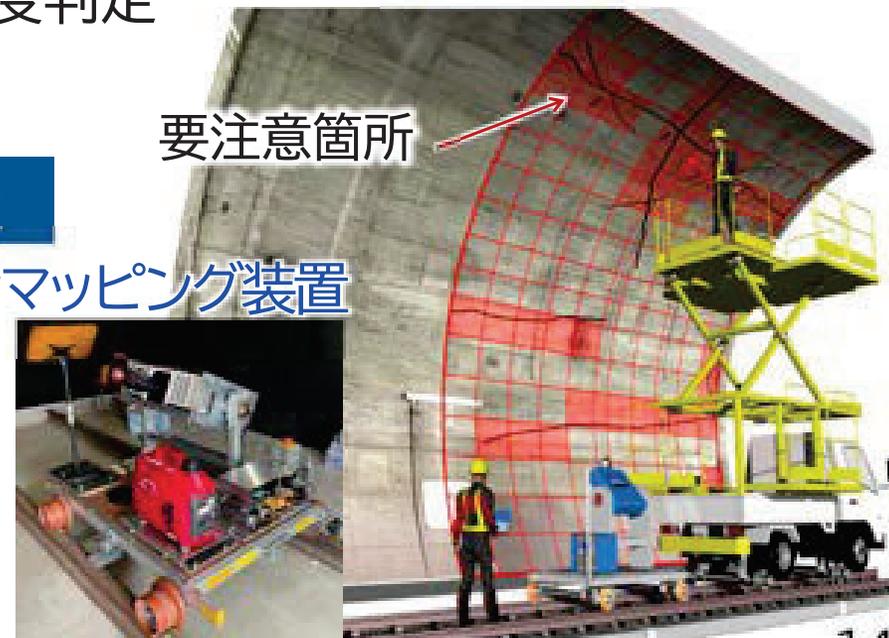
- 全国のトンネル画像を学習
- AIが変状を評価
- ・ 自動マーキング、健全度判定
- ・ 要注意箇所の選定



### 要注意箇所投影装置

- 移動式プロジェクションマッピング装置
- ・ 要注意箇所を壁面に  
表示
- ・ 暗所での手元資料  
確認を効率化

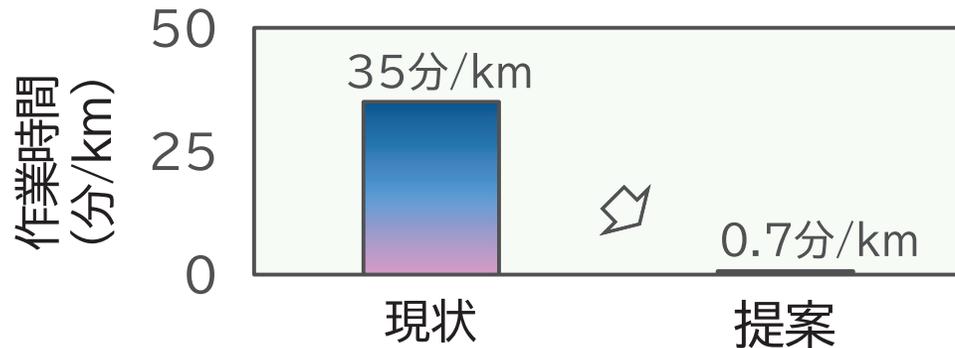
要注意箇所



# トンネルの検査支援システム

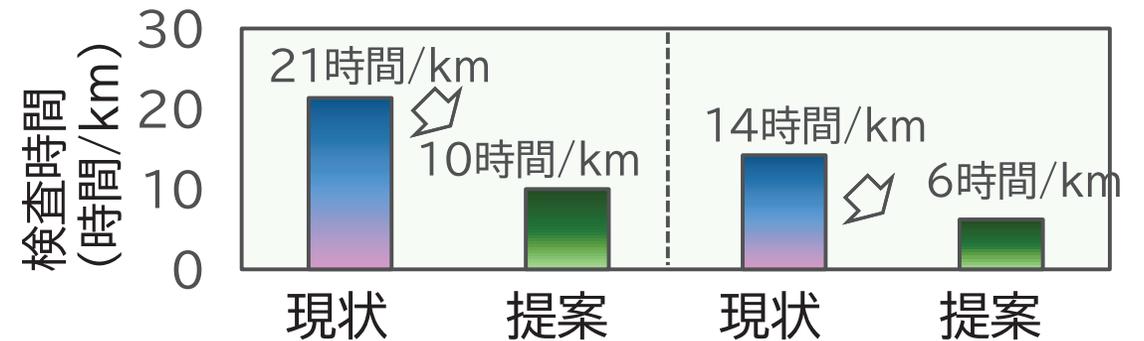
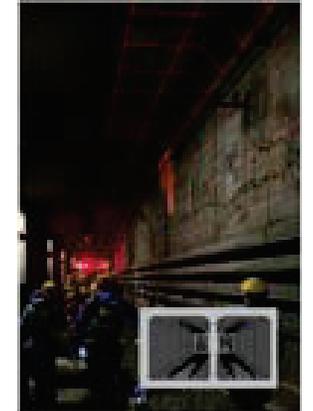
## 変状抽出・健全度判定アプリの検証

- 鉄筋露出・漏水等を90%以上の精度で検出
- 作業時間を1/50に短縮



## 要注意箇所投影装置の検証

- 様々な形状(山岳・シールド・開削)に対応
- 現地調査時間を1/2に短縮



画像と投影装置を用いた検査支援システムで、トンネルのメンテナンスを省人化

# 盛土中の伏びの効率的な危険箇所抽出手法

Railway Technical Research Institute

目的: 人手のかかる盛土中の伏びの検査を省力化・省人化

## 背景と課題

伏びを有する盛土で軌道沈下や  
陥没が発生



陥没による  
運転見合せ

## 課題

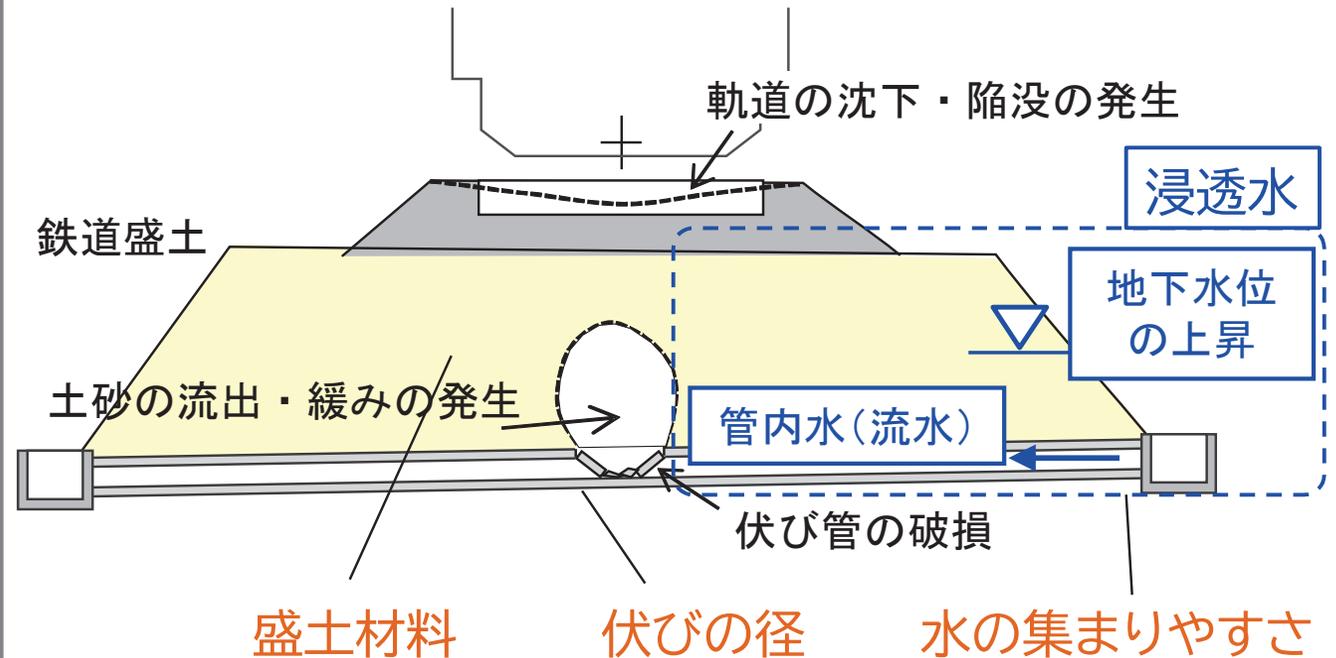
- ・陥没の発生メカニズムは未解明
- ・伏び数量は膨大  
検査や補修に  
多大な労力



伏びのメンテナンス

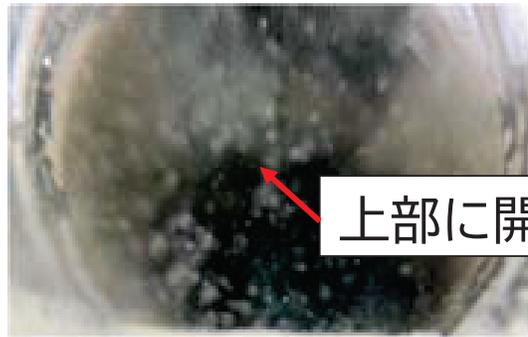
## 全般検査を省力化・省人化できる手法

軌道沈下や陥没に影響の大きい浸透水の  
影響を明らかにし、危険箇所抽出手法を構築

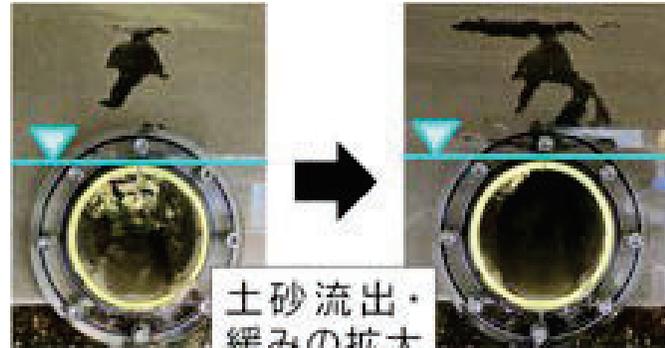


# 盛土中の伏びの効率的な危険箇所抽出手法

## 浸透水に関する模型実験



上部に開口



土砂流出・緩みの拡大

伏び周辺で空洞を形成し土砂が流出

## 鉄道盛土での調査

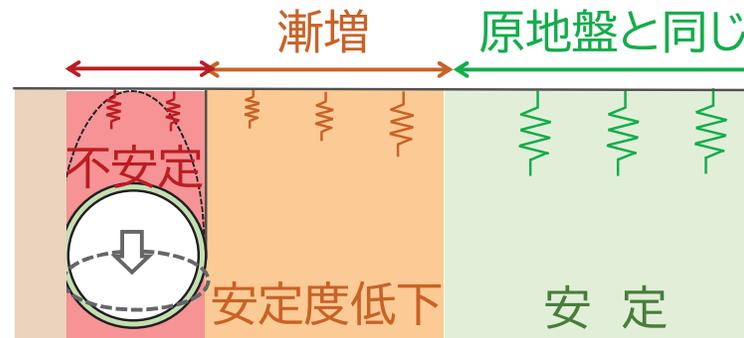
## 地盤反力低下を考慮した沈下予測

側面のひび割れから管内水の流出

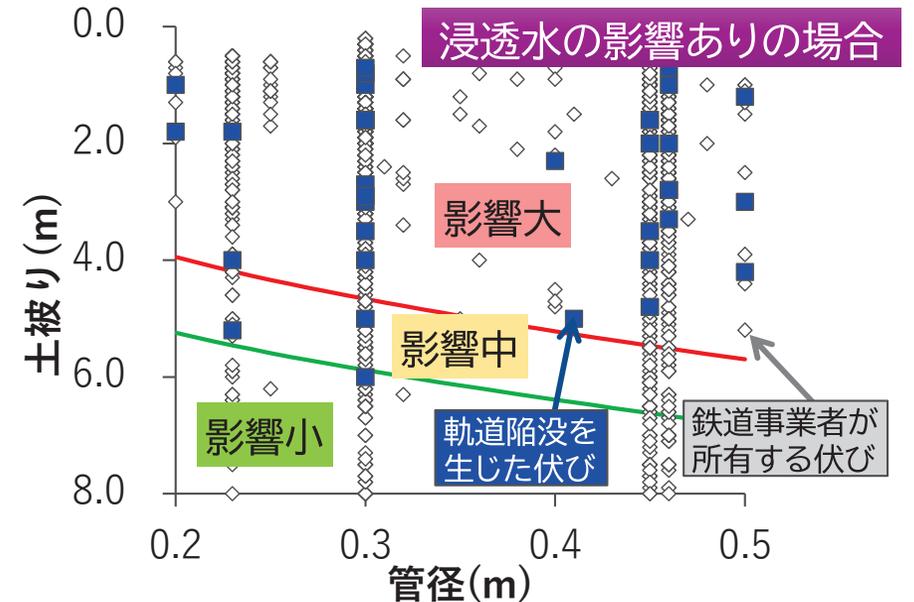


継手部の破損

ひび割れ



## 浸透水の有無を考慮した軌道沈下に影響する伏び判定チャート作成



- ・浸透水の有無で影響度を区分
- ・軌道沈下事象の9割を評価
- ・伏びの検査を2割削減

軌道沈下におよぼす伏びの判定チャートで、盛土のメンテナンスを省力化・省人化

# おわりに

構造物分野では、

- ニーズをとらえた**建設・改良技術**の開発と**技術基準整備**を推進
- **メンテナンス省人化**のための**検査・診断・解析**等に関する**コア技術**を強化
- 安全性の向上のための**災害対策・復旧技術**の開発を推進

「**持続可能な鉄道システムの創造**」を目指し、研究開発に取り組めます。

引き続き、皆さま方のご支援・ご協力をお願い申し上げます。

# 参考文献

- 松岡弘大, 服部紘司: 車上計測された軌道変位に基づく共振橋りょうの桁たわみ推定法、鉄道総研報告、Vol.39、No.10、pp.56-65、2025  
[https://www.rtri.or.jp/publish/rtriirep/2025/rep25\\_10\\_J.html](https://www.rtri.or.jp/publish/rtriirep/2025/rep25_10_J.html)
- 仲山貴司、山下雄大、野城一栄: トンネル壁面画像を用いた健全度自動判定・要注意箇所投影技術の開発、鉄道総研報告、Vol.39、No.7、pp.33-39、2025  
[https://www.rtri.or.jp/publish/rtriirep/2025/rep25\\_07\\_J.html](https://www.rtri.or.jp/publish/rtriirep/2025/rep25_07_J.html)
- 松丸貴樹、佐藤武斗、嶋本敬介、森裕昭: 浸透水の影響を受ける直上盛土の沈下予測法、日本鉄道施設協会誌、Vol.64、pp.30-33、2026