

2022年度 土木学会関西支部技術賞候補発表会

# 東海道本線交差部桁受替えプロジェクト － 東海道線支線地下化工事－

---



西日本旅客鉄道株式会社 大阪工事事務所  
ジェイアール西日本コンサルタンツ株式会社  
大成建設・大鉄工業共同企業体

- はじめに（事業概要／工事概要）
- 1. 新しい技術
- 2. 使える技術
- 3. 成し遂げた技術
- 4. 喜ばれる技術
- おわりに

### 東海道線(支線)

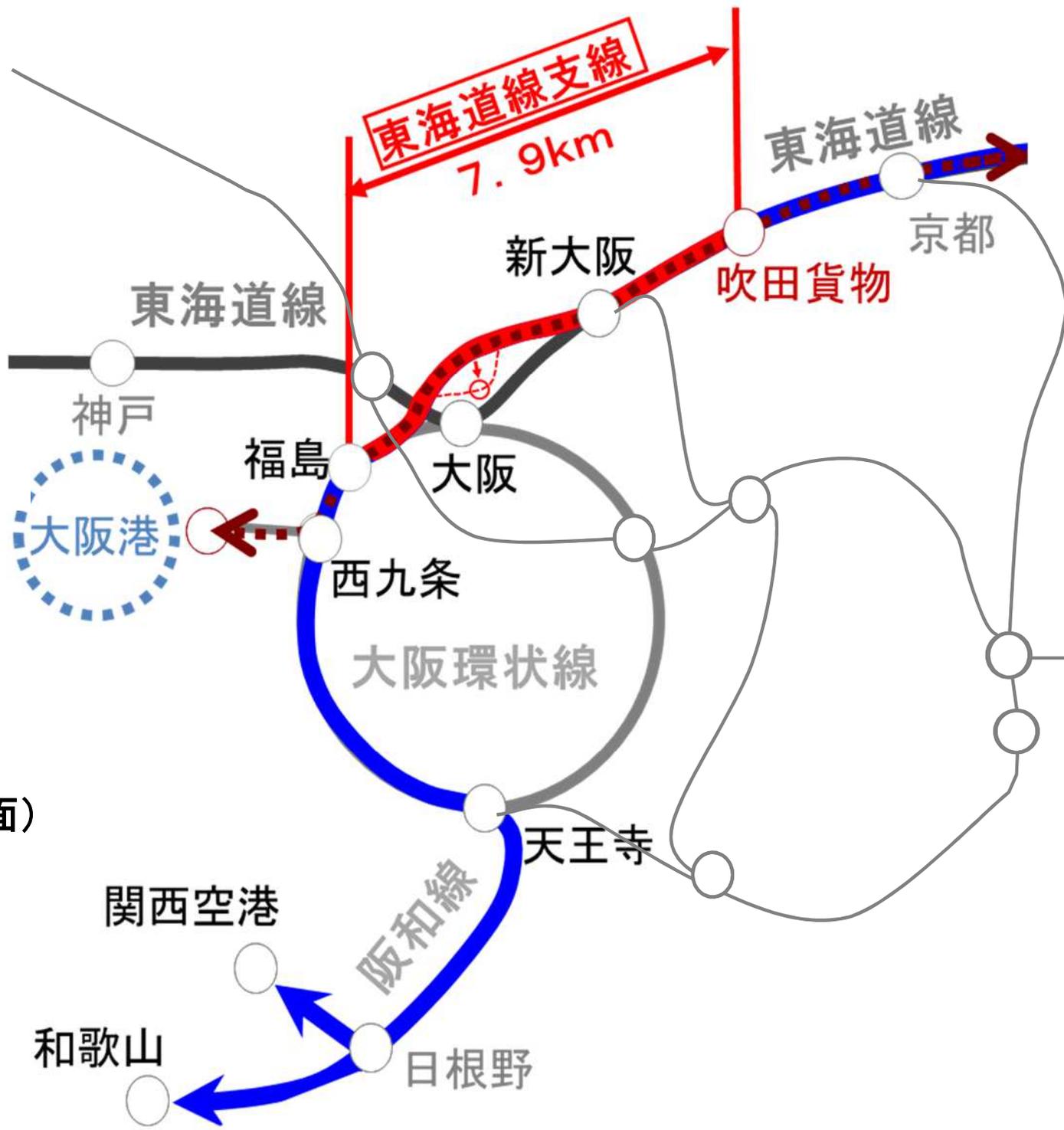
○大阪港への貨物輸送

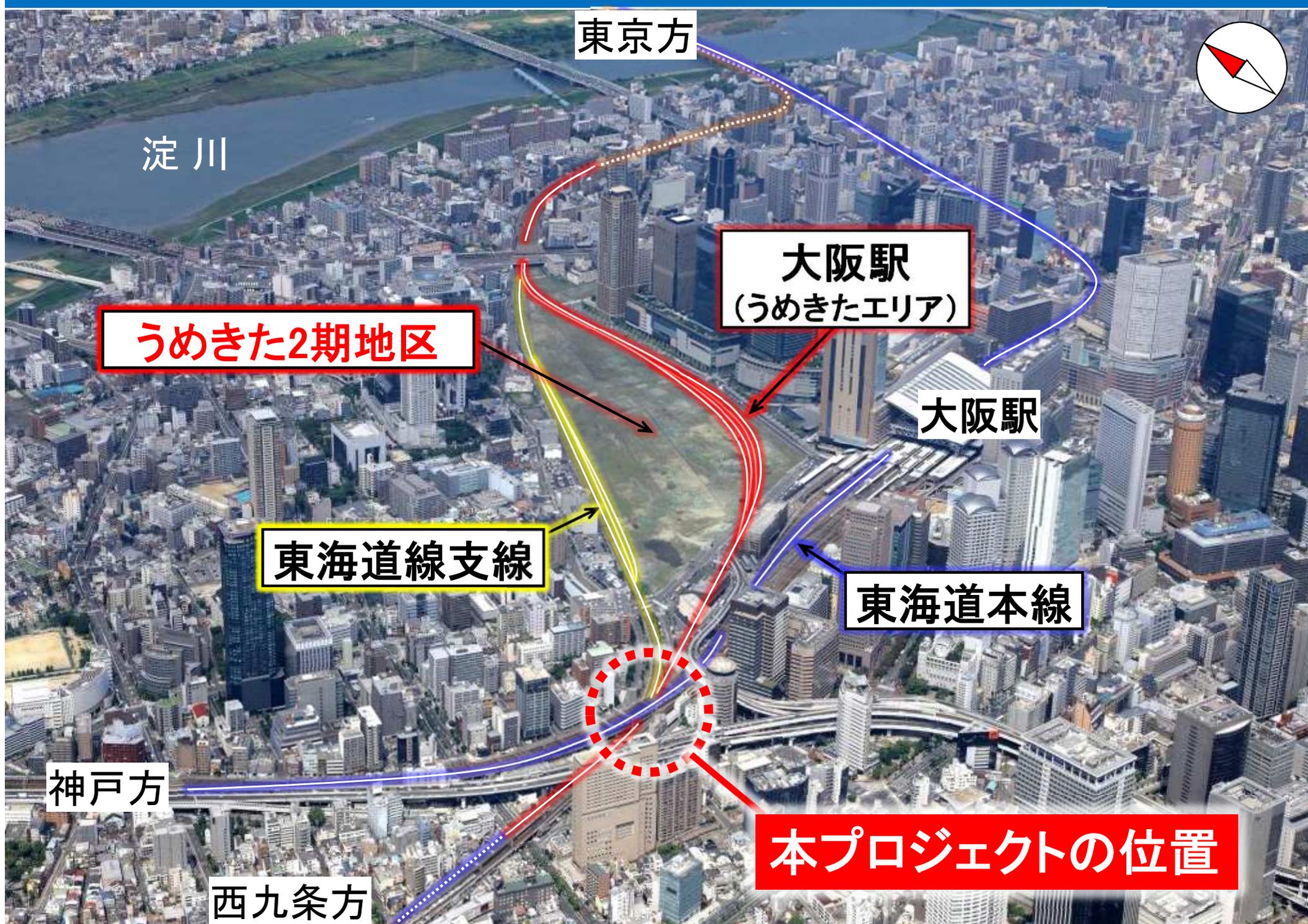


○関空特急はるか



○特急くろしお(和歌山方面)





東京方

淀川

うめきた2期地区

大阪駅  
(うめきたエリア)

大阪駅

東海道線支線

東海道本線

神戸方

本プロジェクトの位置

西九条方

# 東海道本線交差部

東海道本線 輸送人員(平均通過人員)

大阪～神戸:約300千人/日



大阪方

JR大阪環状線

西九条方

浅い角度で斜交差

本線の桁・橋台

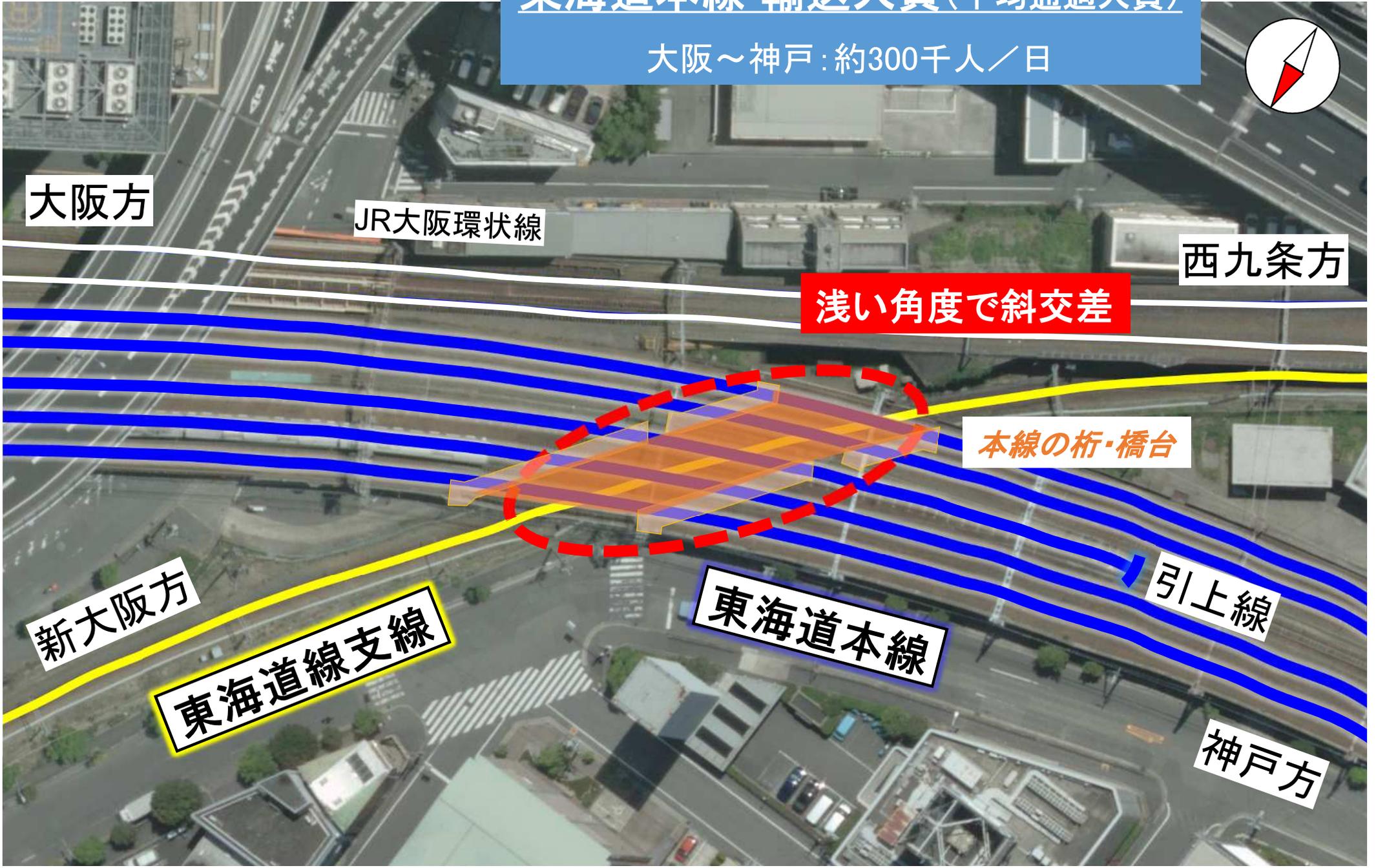
新大阪方

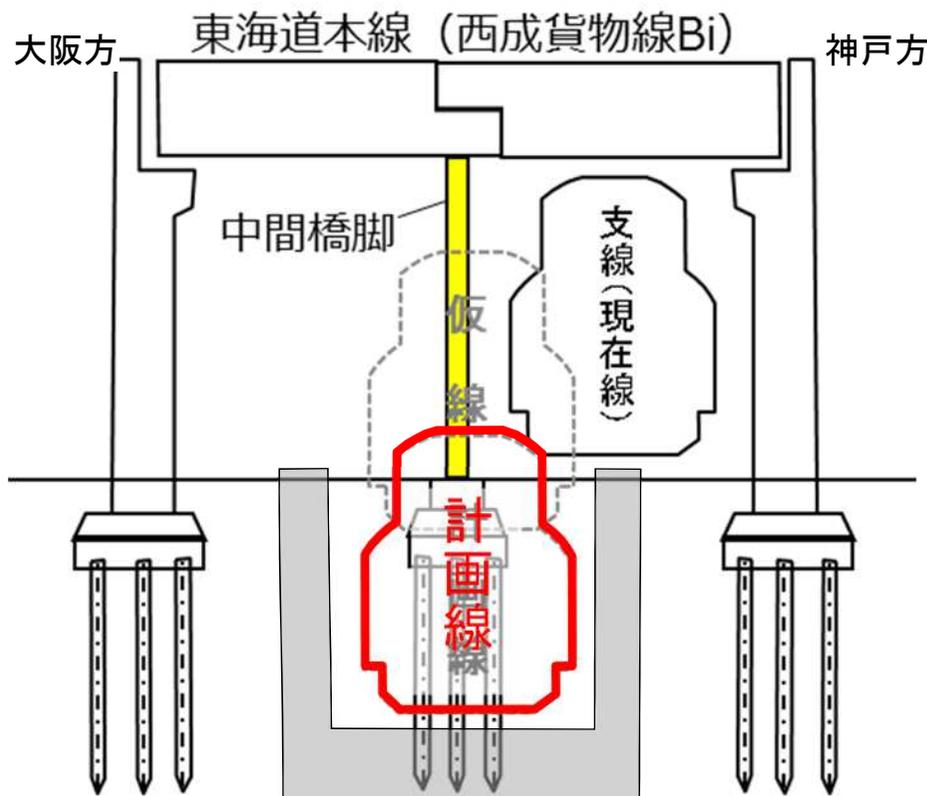
東海道線支線

東海道本線

引上線

神戸方





- ・計画線は橋りょうのスパン中央の位置 (構造はU型擁壁)
- ・本線桁の中間橋脚が支障

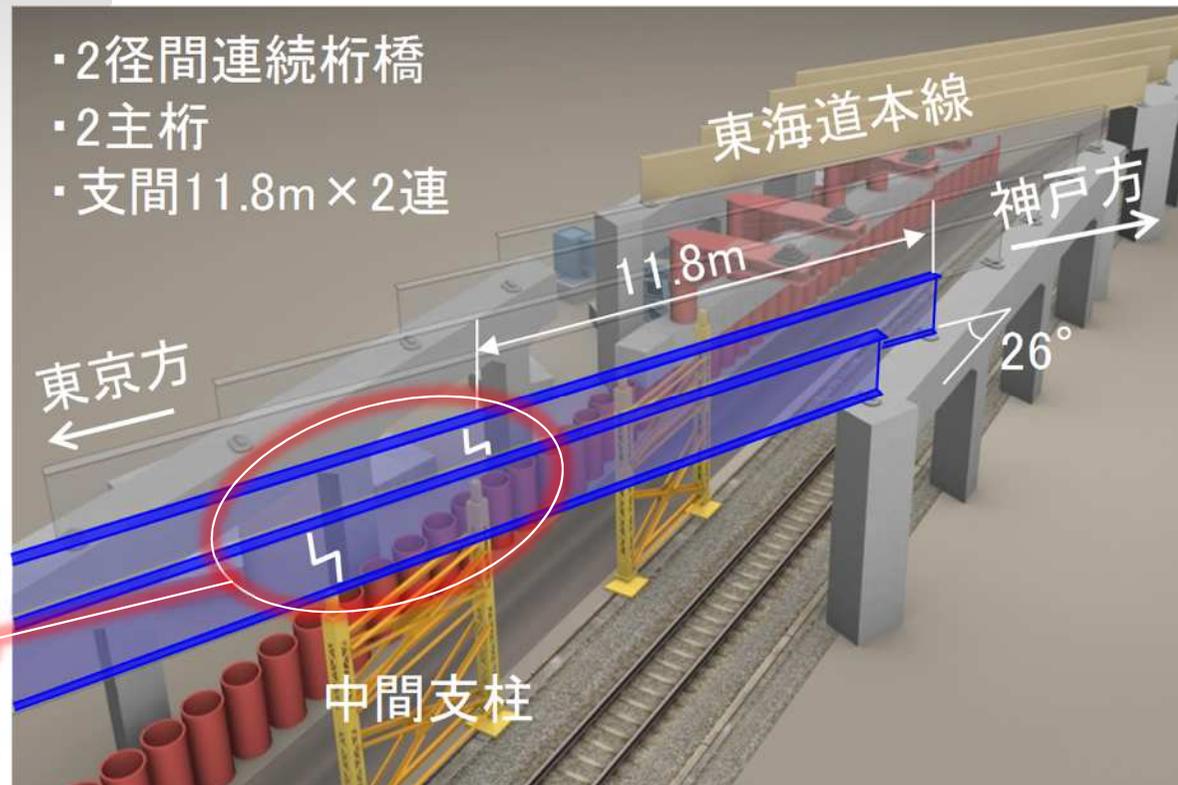
重要路線に対して、桁の大規模な改良工事が必要

### ■ 本橋りょうの特徴

- ・掛違い部
- ・急な斜角桁(26度)
- ・曲線区間(R=400)
- ・経年80年以上

### 複雑な桁構造

- ・2径間連続桁橋
- ・2主桁
- ・支間11.8m×2連



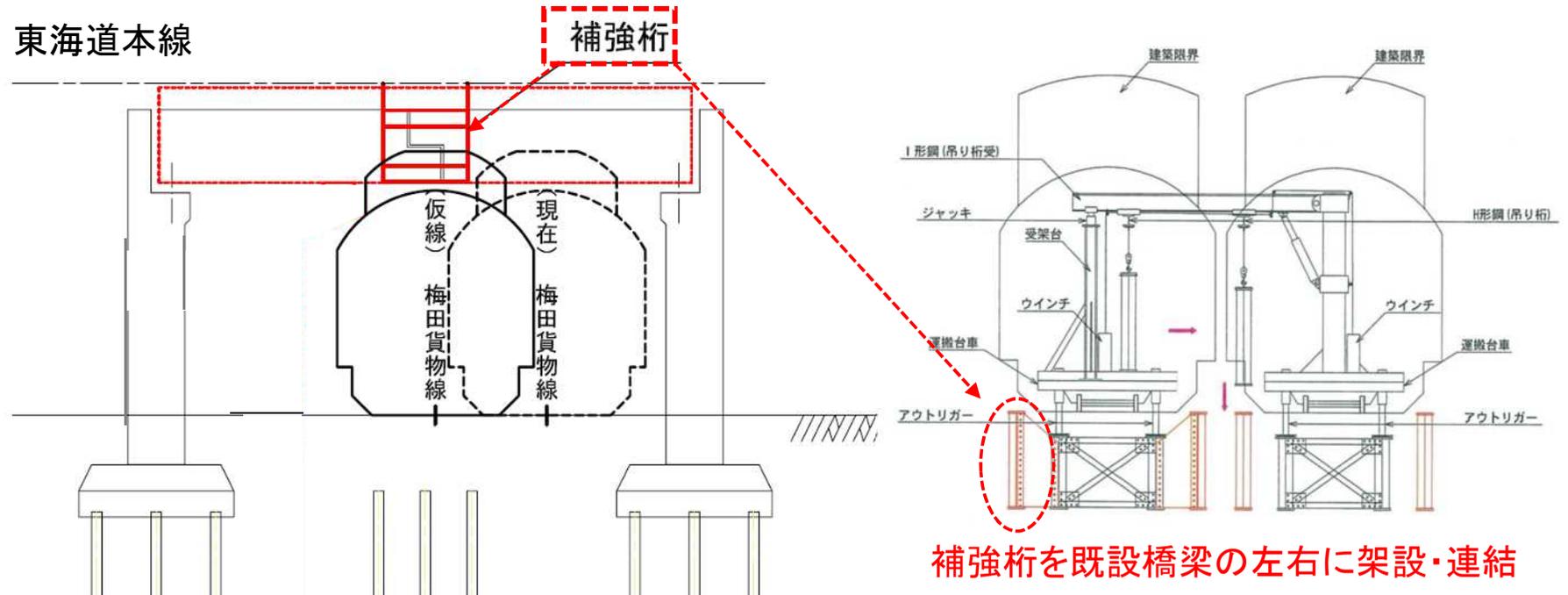
### 老朽化の課題(中間橋脚の沈下・変形)

- ・本線に影響のない設計・施工計画の策定が必須
- ・本事業のクリティカルパスとなる難関工事

## 1. 新しい技術

- **独創的な計画**
- **計画を実施するための前例のない設計**
- **独自性のある機械施工**

【当初案】 東海道本線



### 補強桁連結によるゲルバー桁全体補強による1径間化

課題: 支点反力増大に伴う橋台改築が必要(本線に対する影響大)

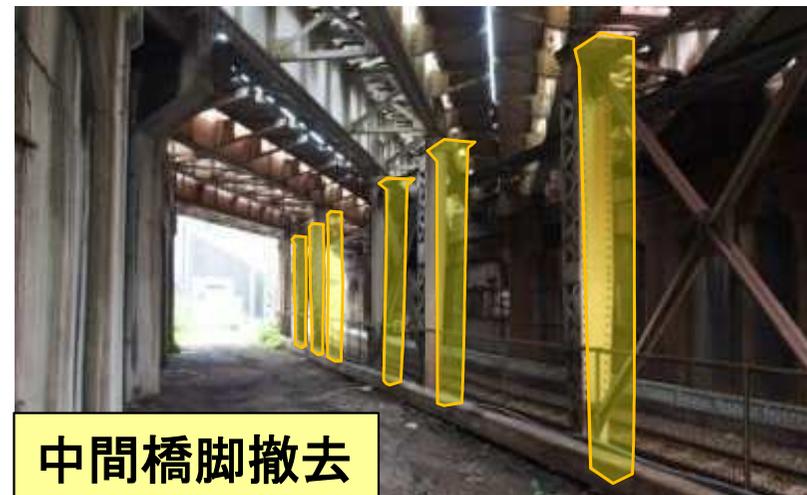
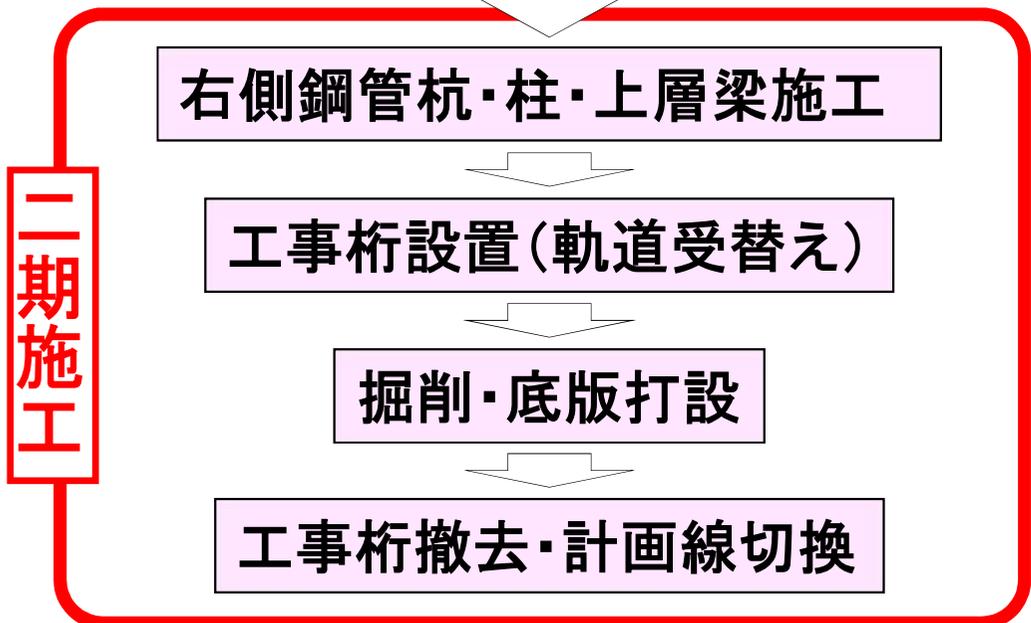
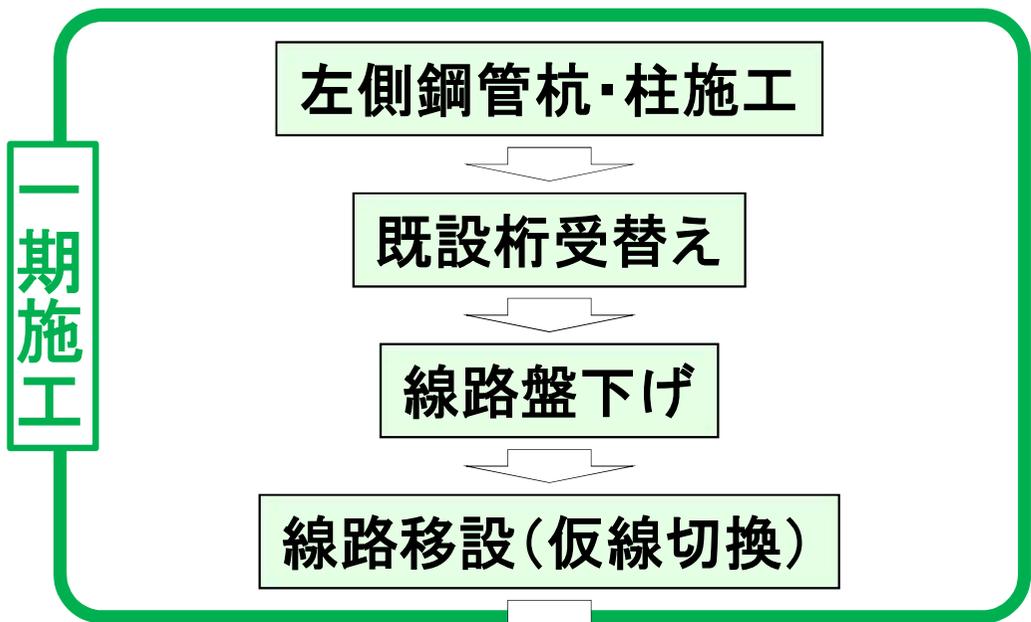
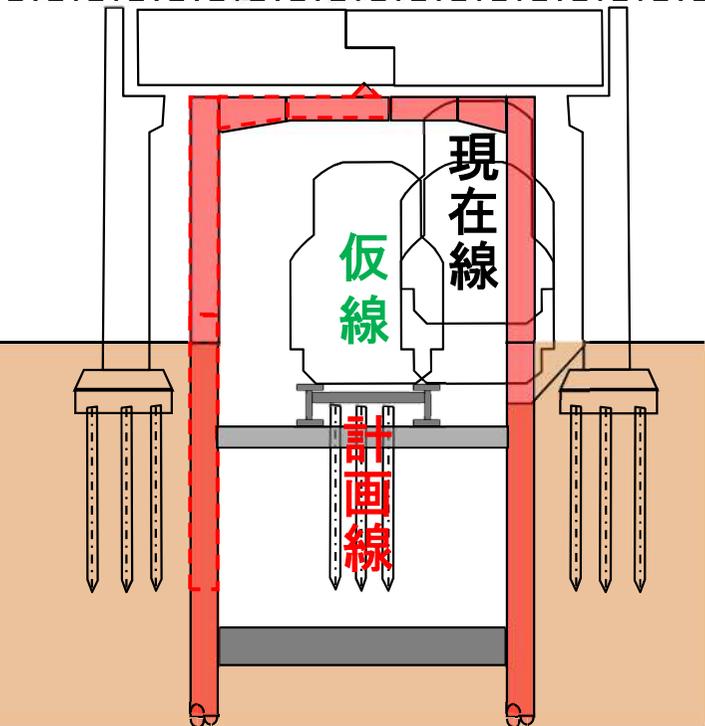
補強桁の架設・連結など本線上の作業が多い(架線の移動など)

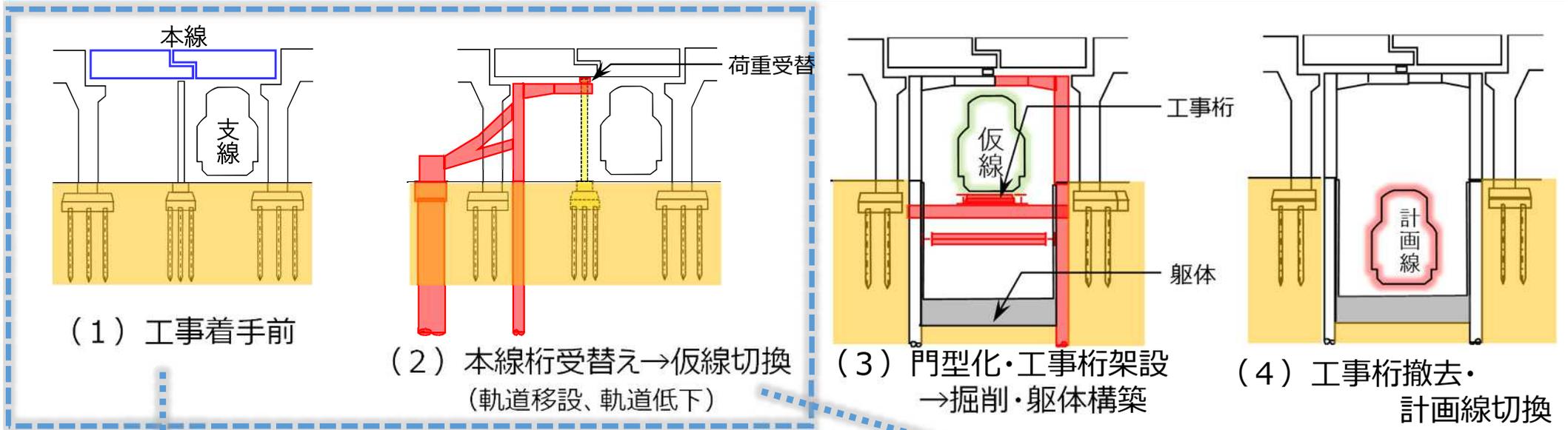
### 【構造計画の方針】

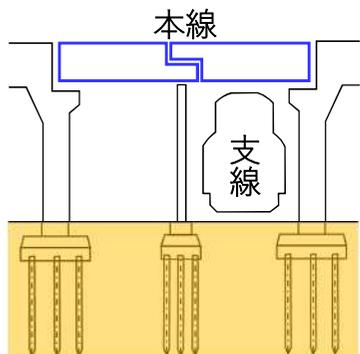
東海道本線上での作業を軽減したい(安全・工程・コスト)

⇒ 支点位置を変えない / 既存の桁を活用

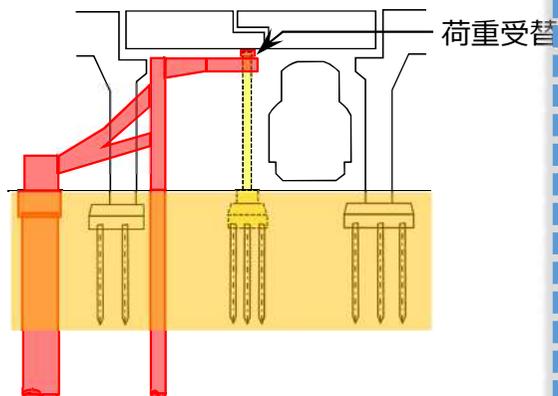
## 発案した構造計画（2段階の受替え）



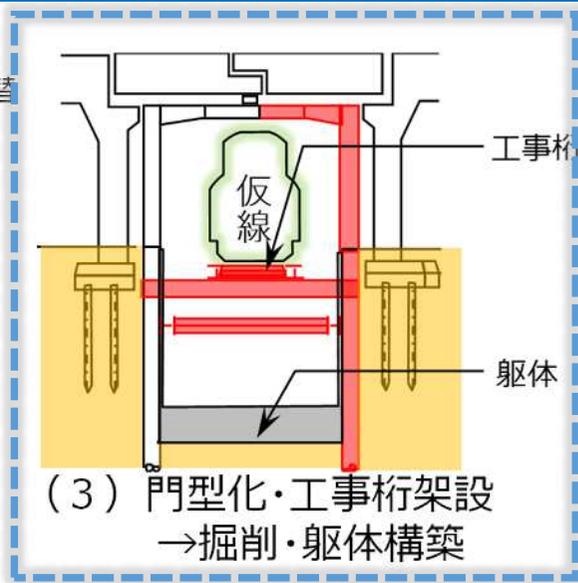




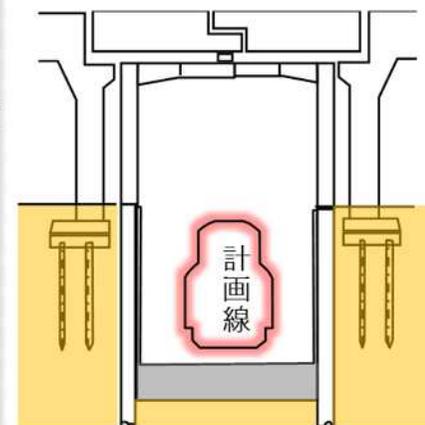
(1) 工事着手前



(2) 本線桁受替え→仮線切換  
(軌道移設、軌道低下)

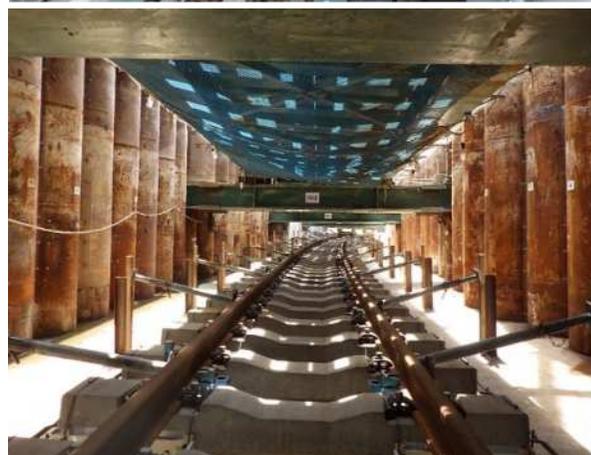
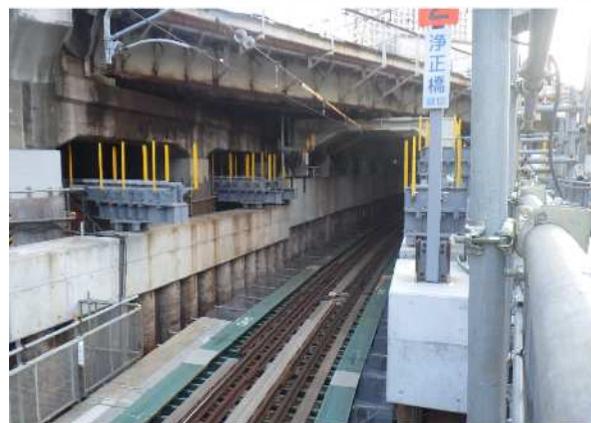
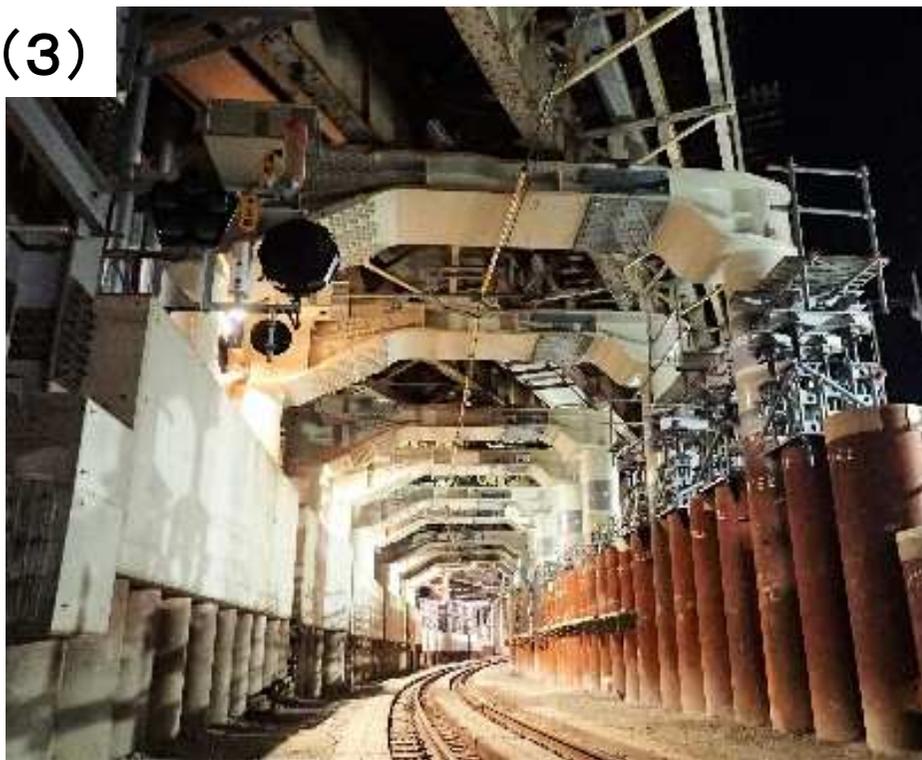


(3) 門型化・工事桁架設  
→掘削・躯体構築



(4) 工事桁撤去・  
計画線切換

(3)



2023年春  
線路切換！！

- ・工事桁23連撤去
- ・30時間の施工間合い

### 設計条件：安全・安定輸送に加え、快適性(乗り心地)維持に配慮

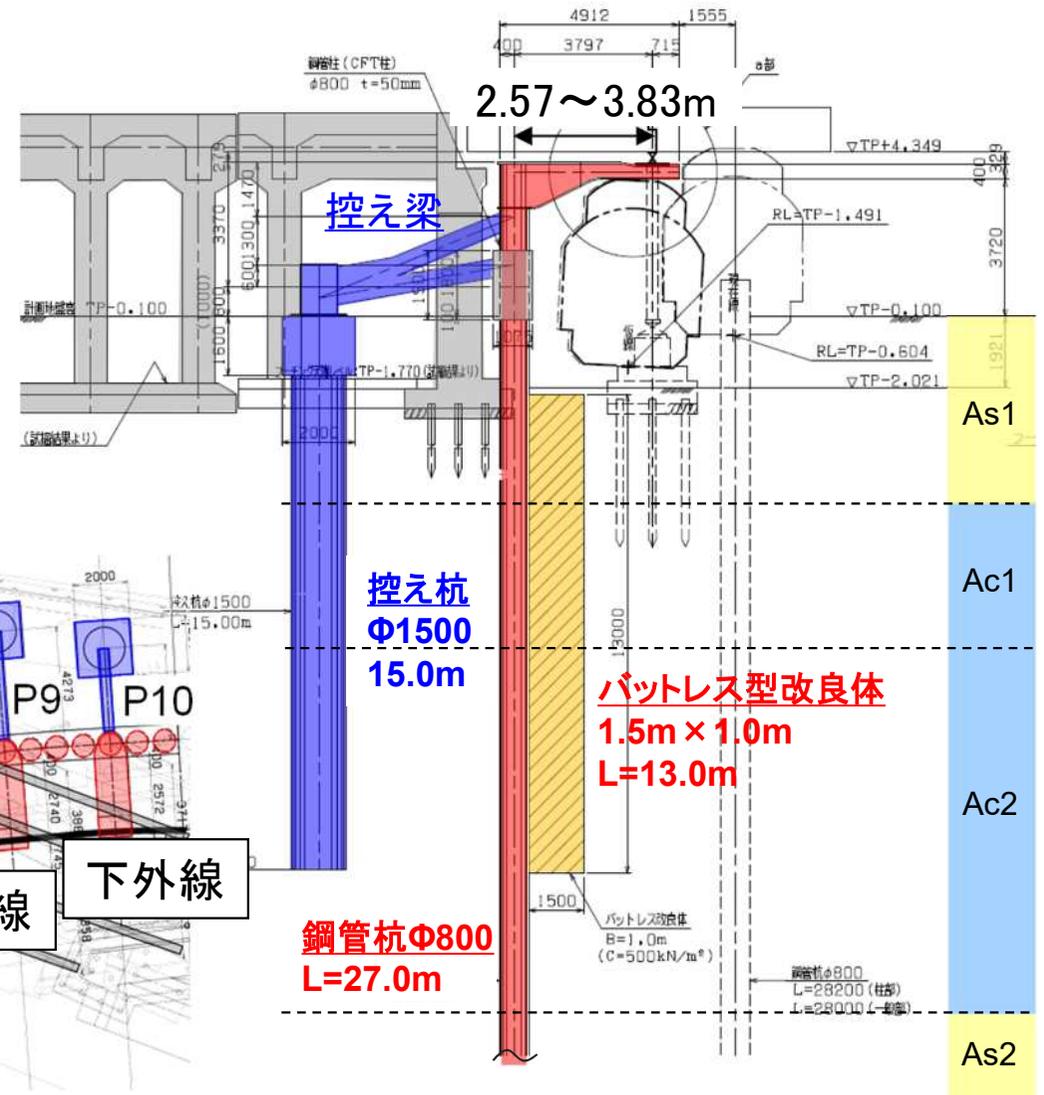
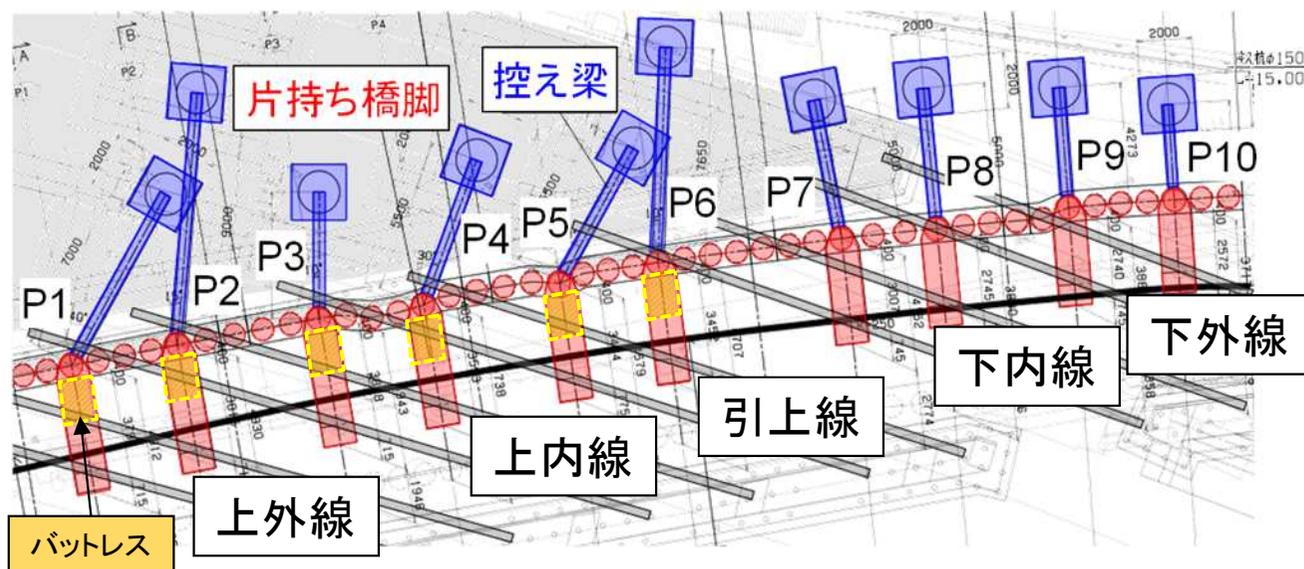
#### 構造概要【片持ち橋脚】

##### ○橋脚

- 梁長：2.57m～3.83m
- 柱：φ800mm(鋼管杭と同径)

##### ○変位抑制

- 控え杭・控え梁
- 鋼管杭前面のバットレス型地盤改良

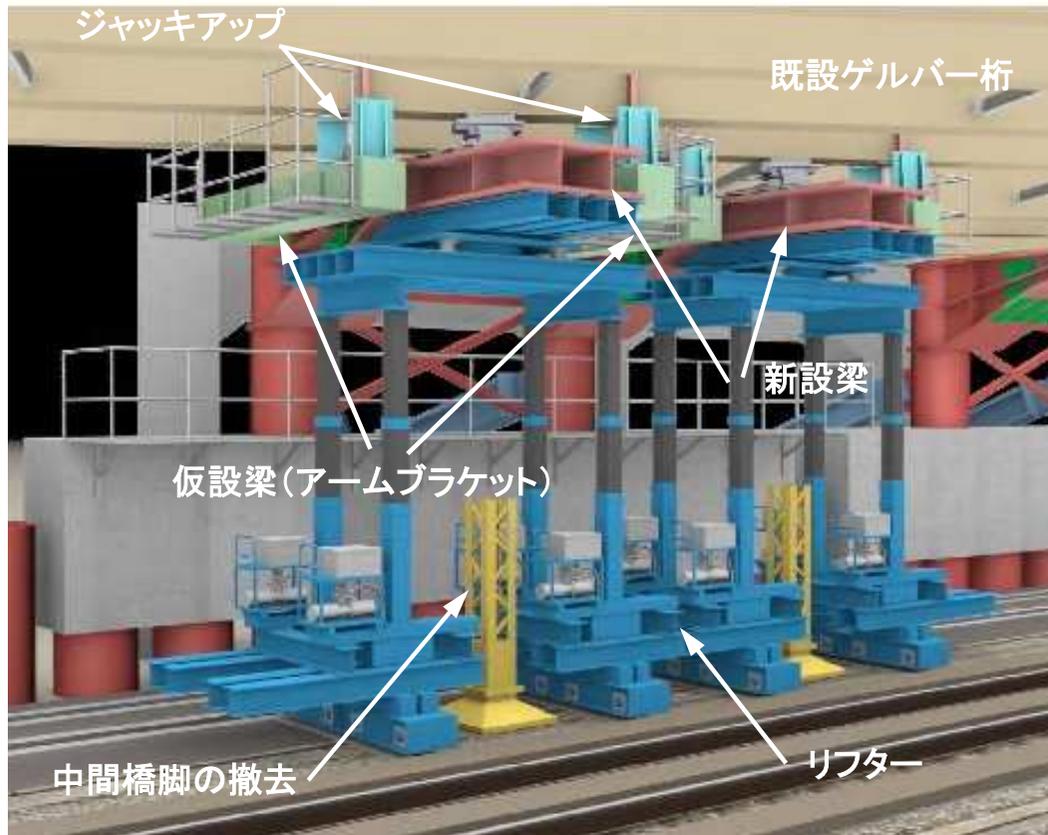


- ・営業線に囲まれた狭隘な施工環境、施工時間の制約(約4時間)
- ・大型クレーン等の揚重機の使用が不可能

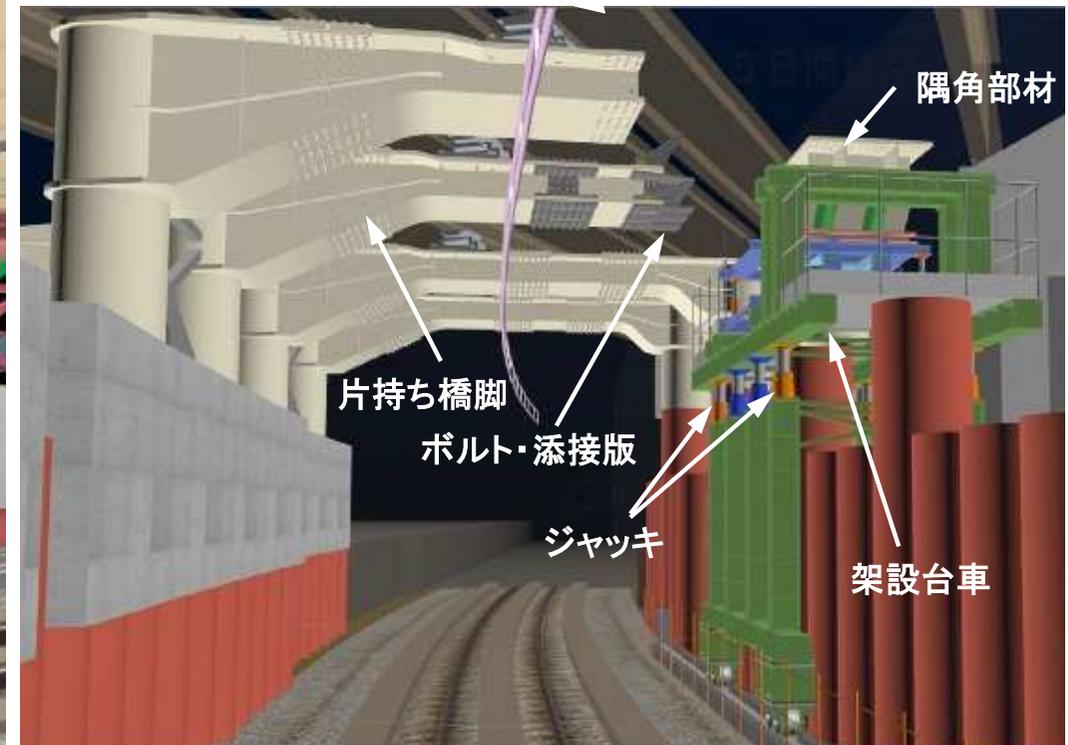


**積極的に機械化を取り入れ、工夫を凝らした施工に挑戦**

## 【片持ち橋脚による受替】

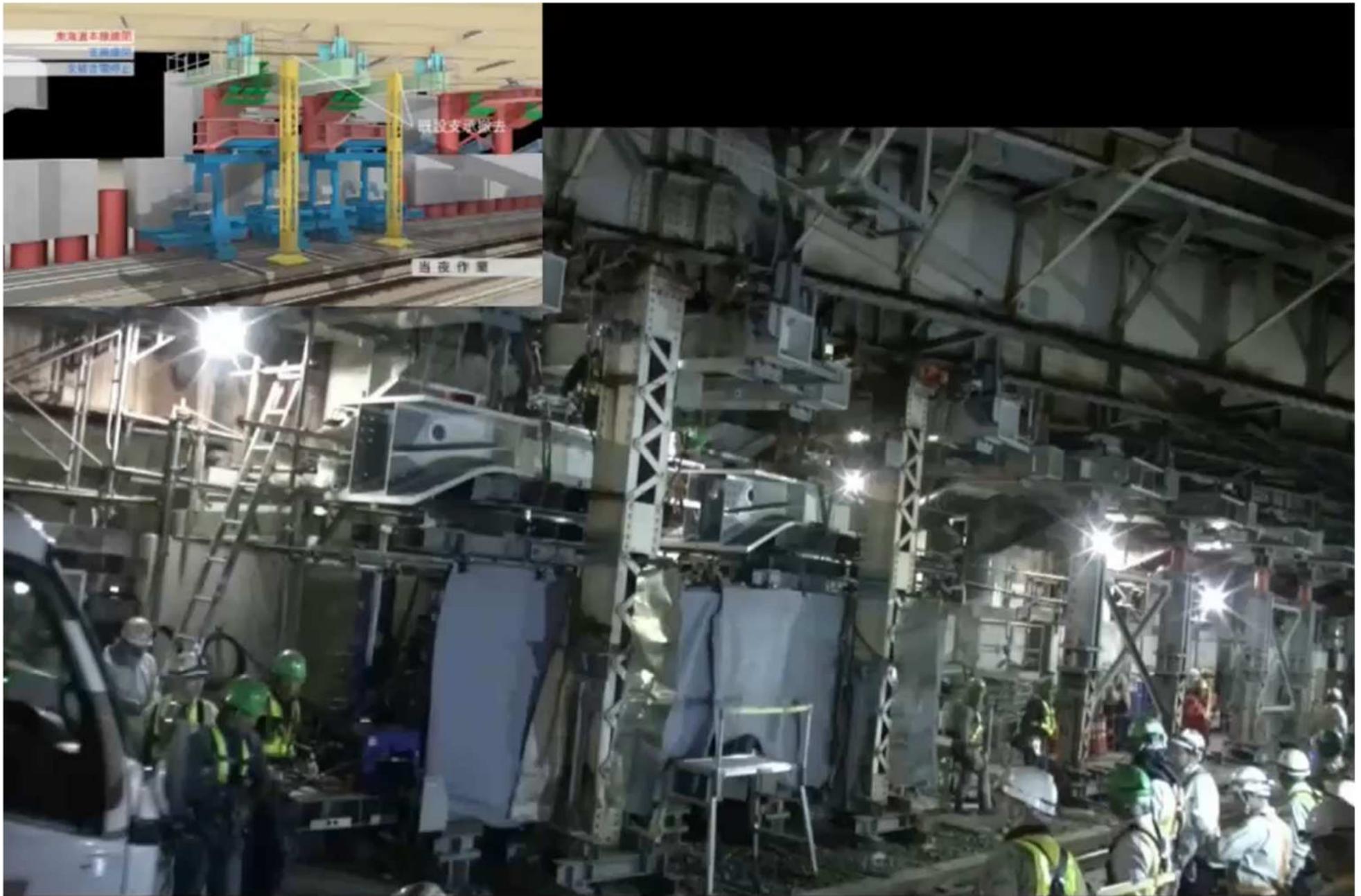


## 【門型橋脚の結合】



それぞれの目的に応じ、特殊台車を製作(運搬、リフトアップ、架設)

## ■ 実施工動画（I期工事 片持ち構造）



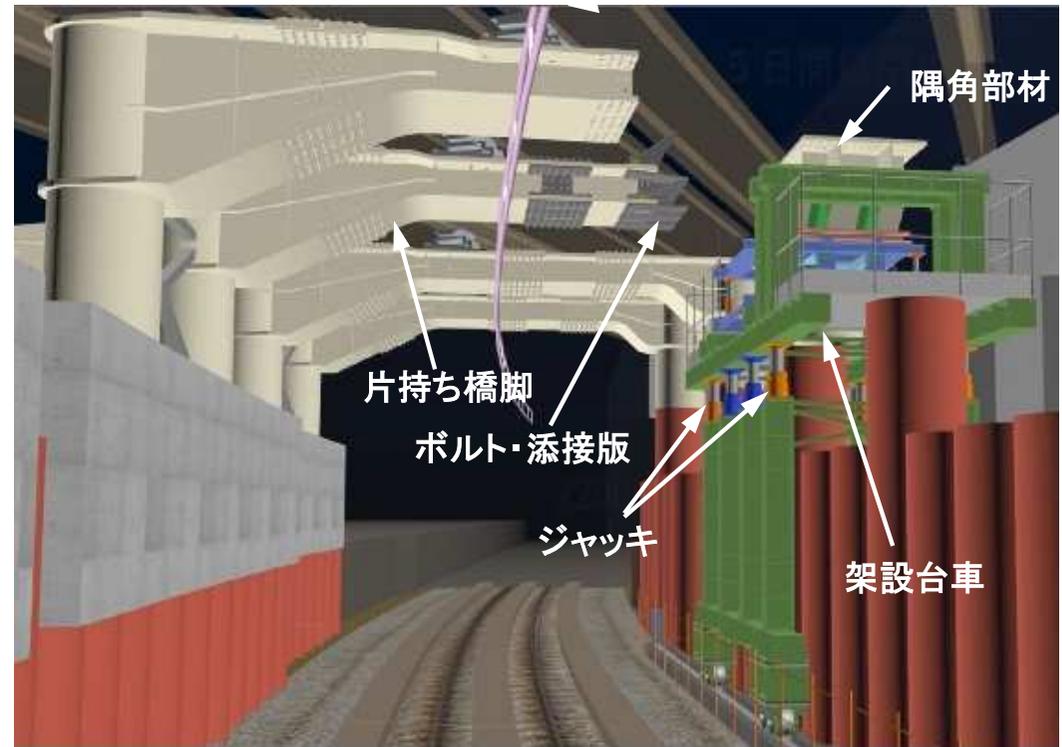
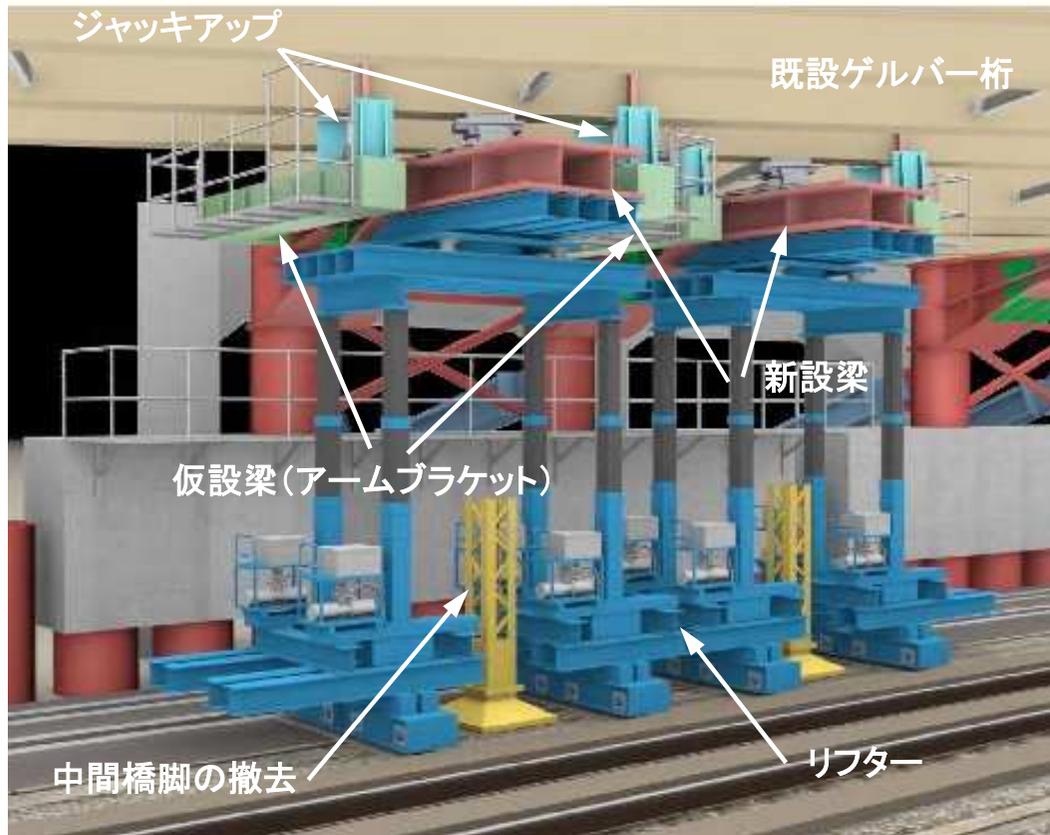
## ■ 実施工動画（Ⅱ期工事 門型構造）



## 2. 使える技術

- **3次元モデルを活用した安全管理  
(BIM/CIM)**
- 列車通過時の動的計測
- **ハンドリングマシンの開発**

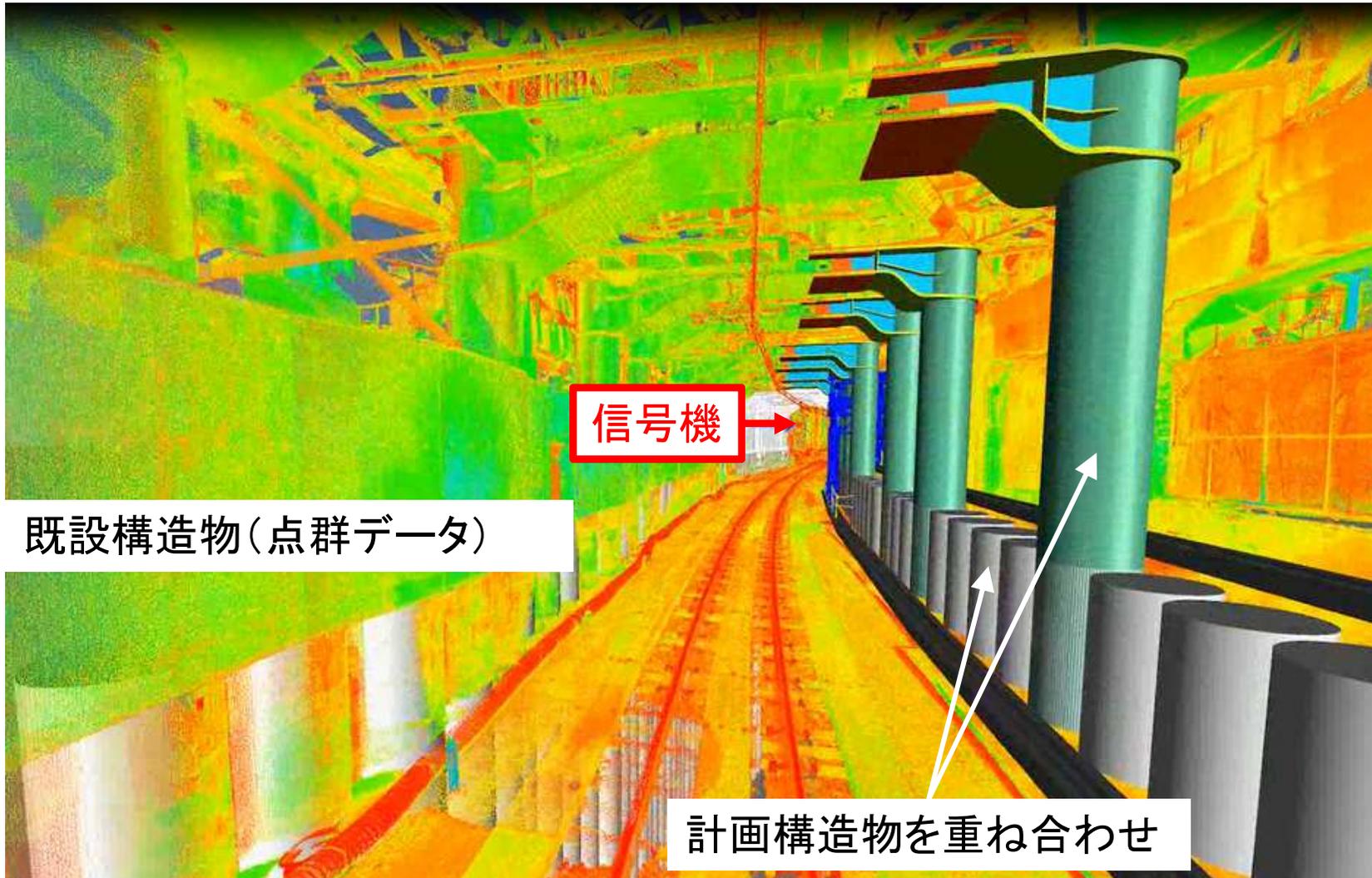
### 3次元モデルの積極的な活用 (「新しい技術」の施工計画に活用)



・「4D施工シミュレーション」を作成

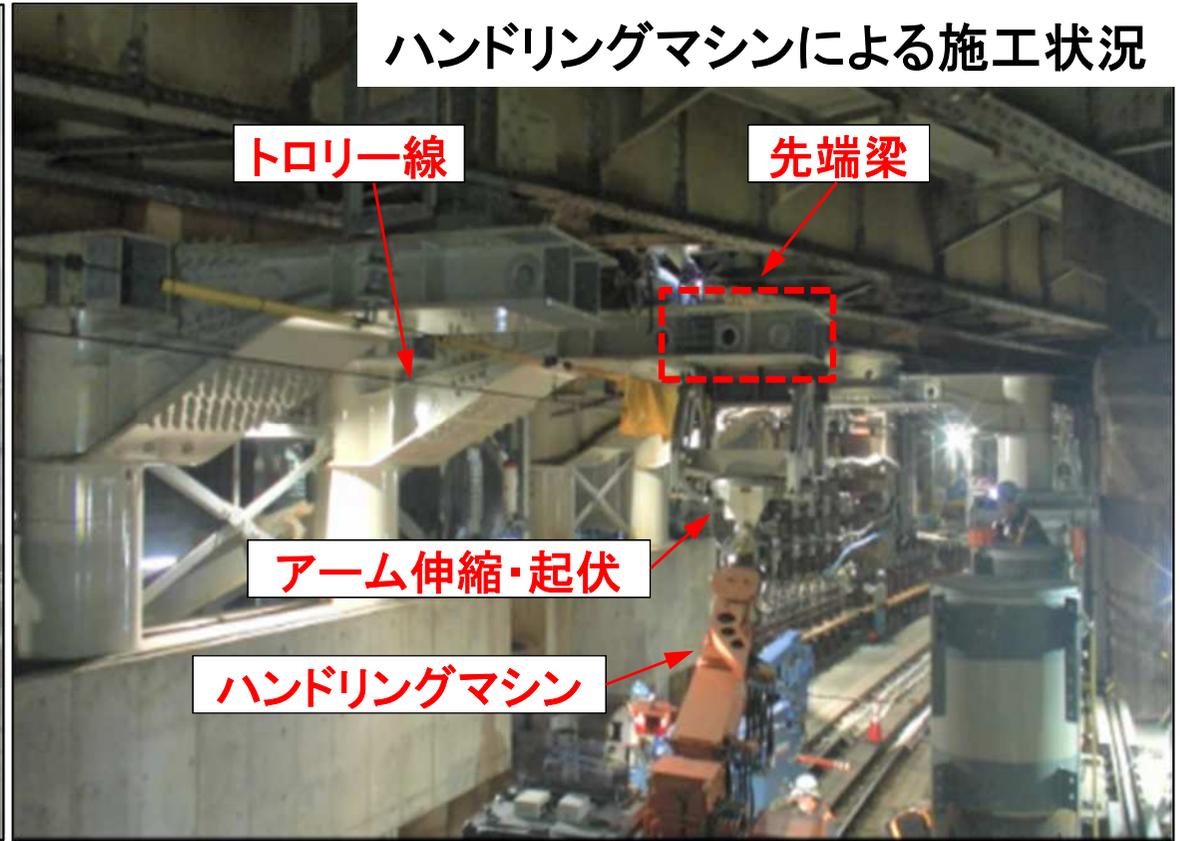
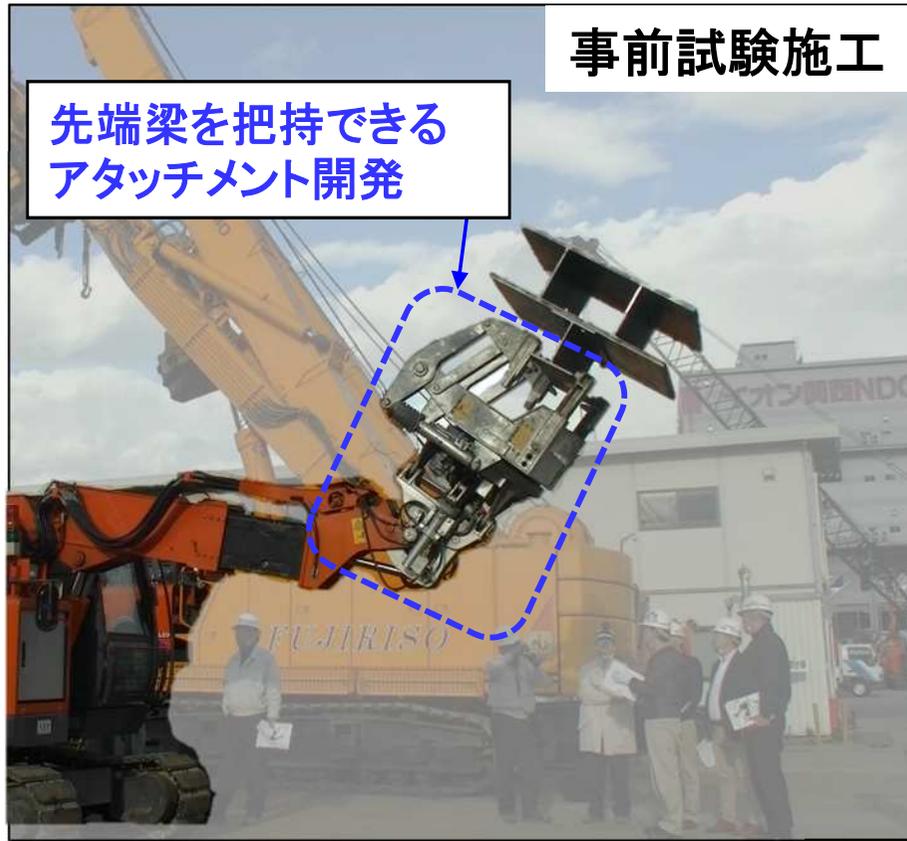
⇒細部まで検討が行き届いた施工計画、作業員や発注者の理解し易さ

## 3次元モデルの積極的な活用 (信号機の見通し確認)



- ・構造物の新設に伴い、信号機の見通し支障リスク  
⇒ 輸送関係社員が線路内に立ち入らずに、現場確認や教育が可能  
【安全性向上に寄与】

### ・架線近接箇所における機械施工



- ・ハンドリングマシンを活用
  - ・特殊な先端梁を把持できるアタッチメント装置を開発
- ⇒トロリー線に接触しない施工計画を実現。

他の線路内工事への活用が容易(「使える技術」)

※シールドセグメント耐震補強工事で活用事例あり

### 3. 成し遂げた技術

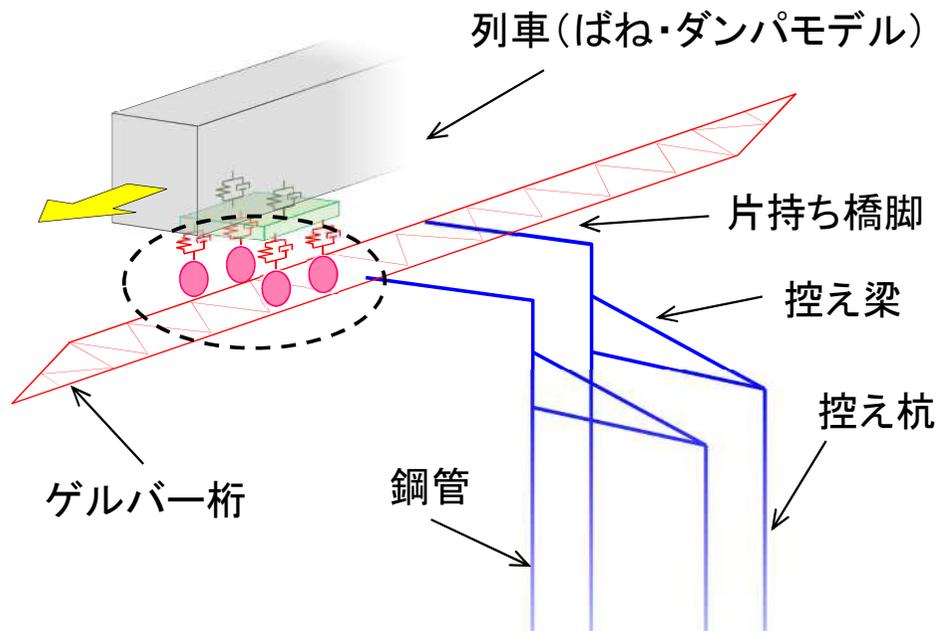
— 不確定要素に対する徹底した事前検証 —

- 列車走行シュミレーション解析による走行安全性
- 鋼管杭の水平載荷試験による変位抑制効果
- 実物大試験による片持ち梁構造の挙動・変位抑制効果
- 片持ち橋脚施工における施工サイクルタイム

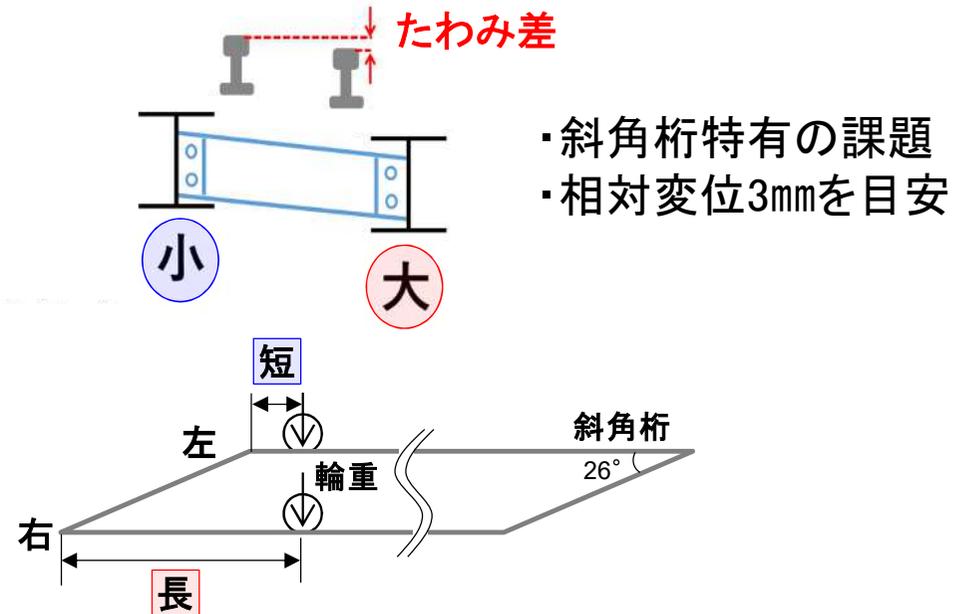
### ・列車走行シミュレーション解析

『車両種別や列車速度が走行安全性及び乗り心地に与える影響』

#### 解析モデル



#### 乗り心地の照査(左右レールたわみ差)



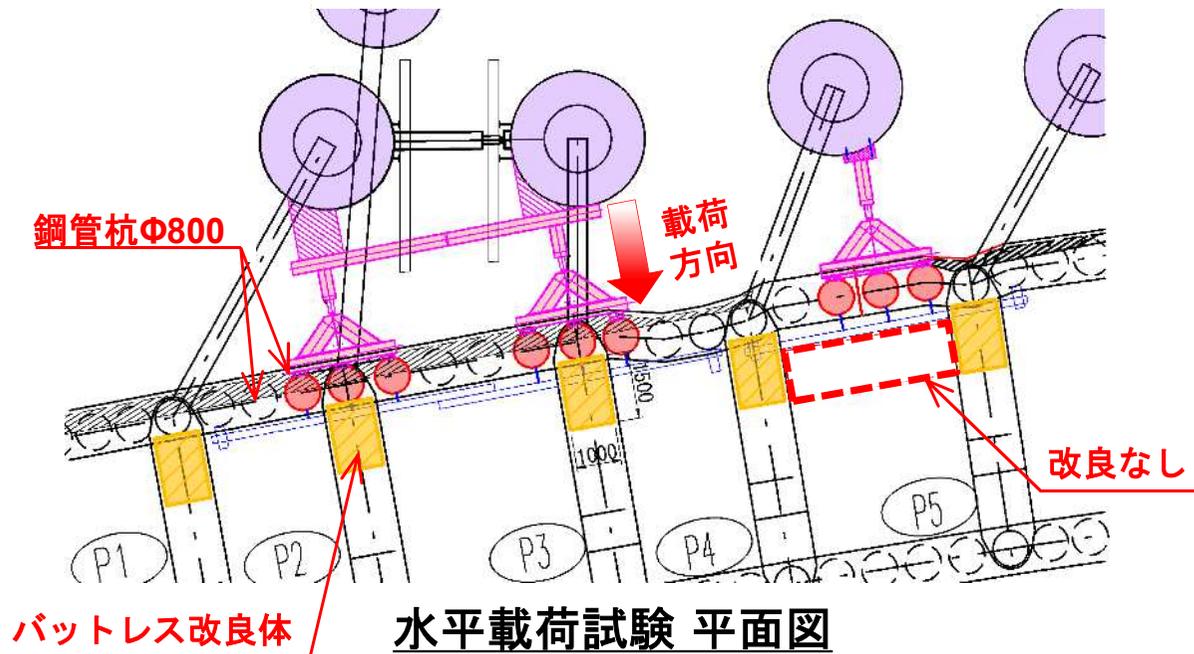
3次元動的相互作用解析プログラム「DIASTARSⅢ」を用いた列車走行シミュレーション解析により、実挙動に近い条件での事前検証が可能。

安定した列車の走行が可能であることを事前に確認

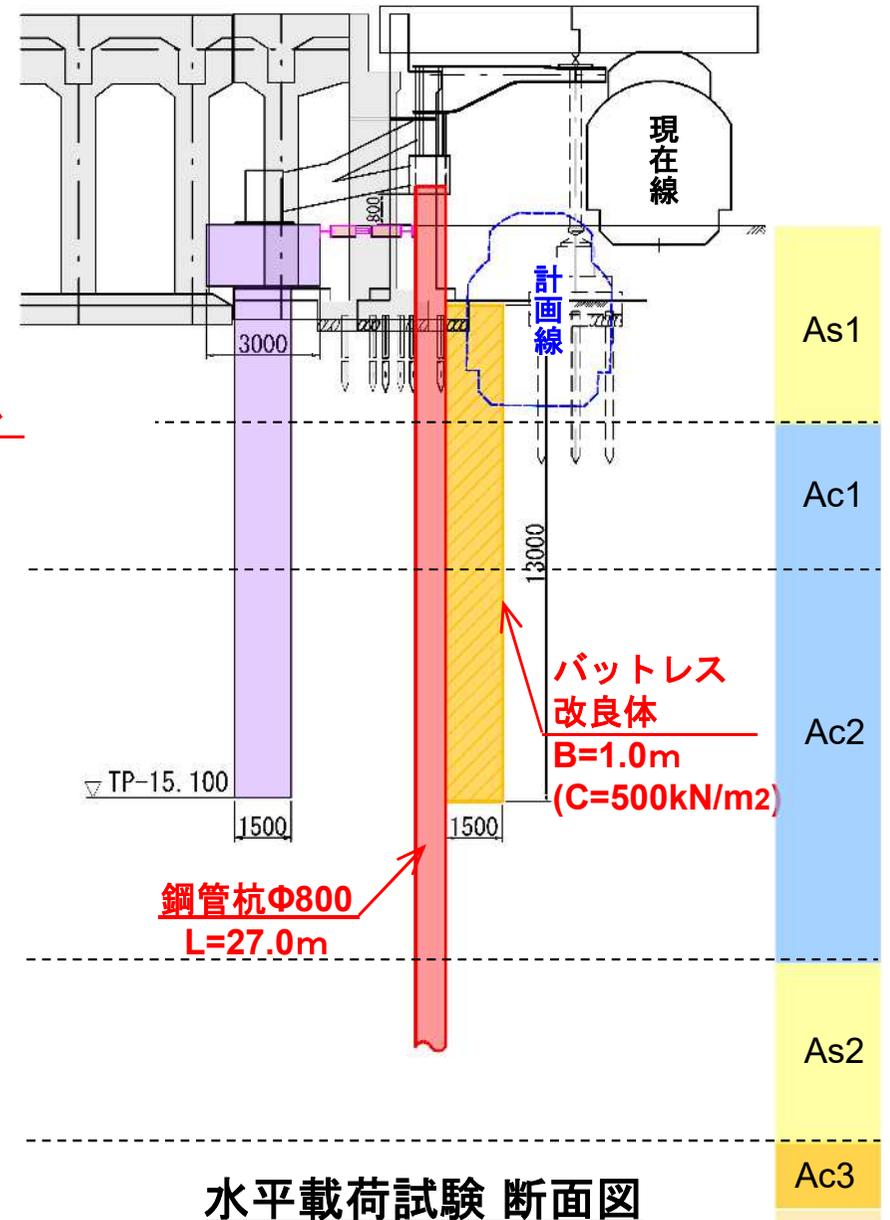
- ・走行安全性(桁のたわみ、脱線係数 等)
- ・乗り心地(左右レールたわみ差、車体加速度)

### ・鋼管杭の水平載荷試験(現地の実構造物に対して)

『設計に用いた水平地盤反力係数等の妥当性や改良効果の検証』

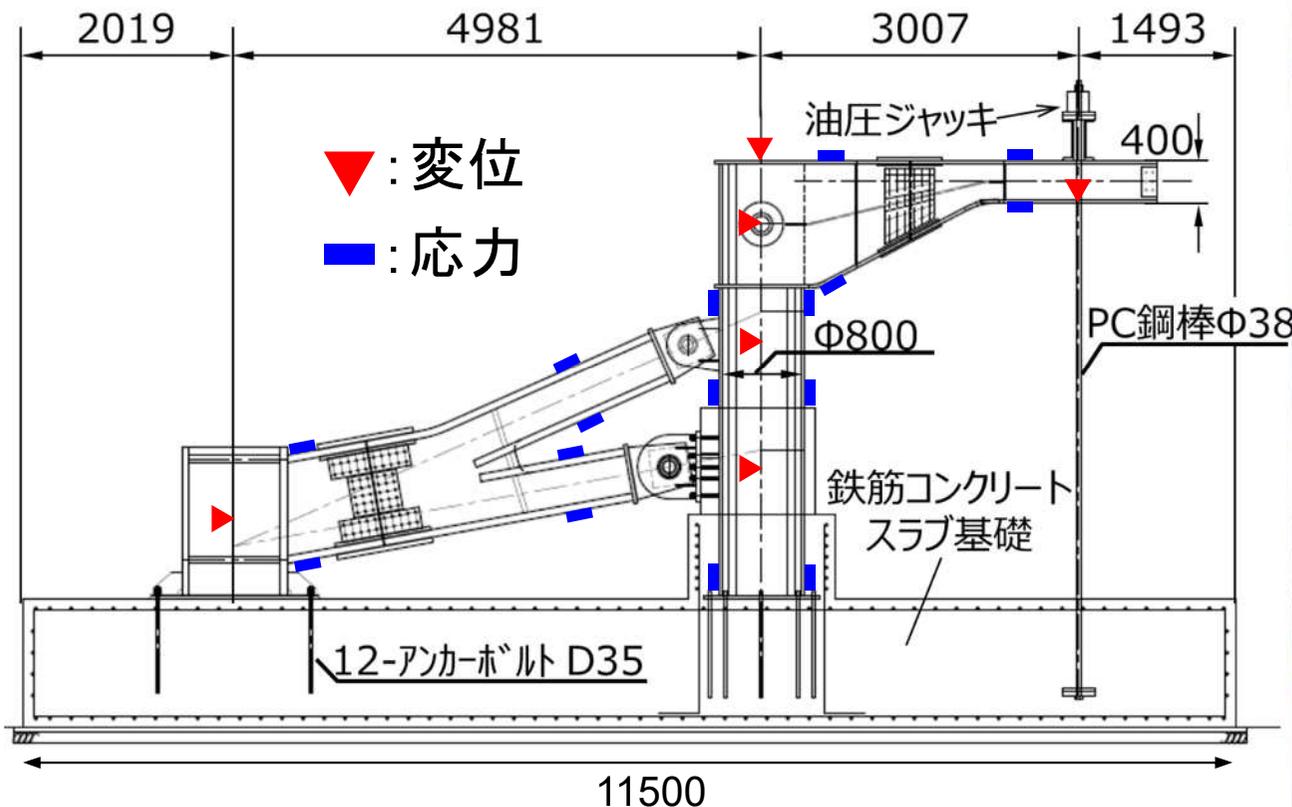


試験実施状況



- ・受替え構造が複雑で、設計と同じ挙動を示さないことが危惧

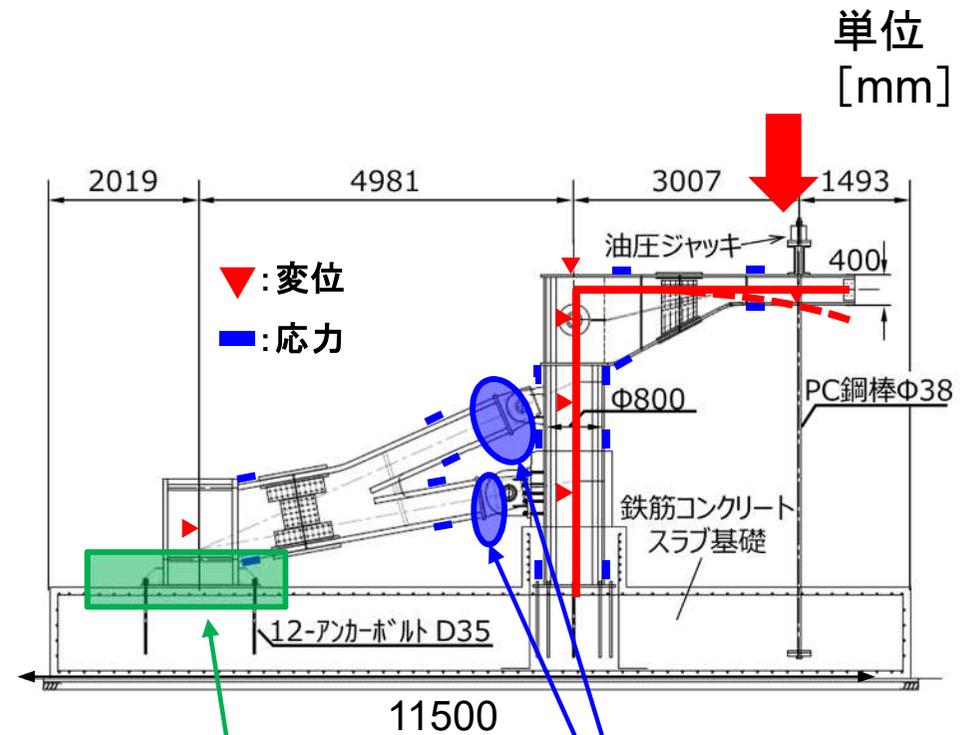
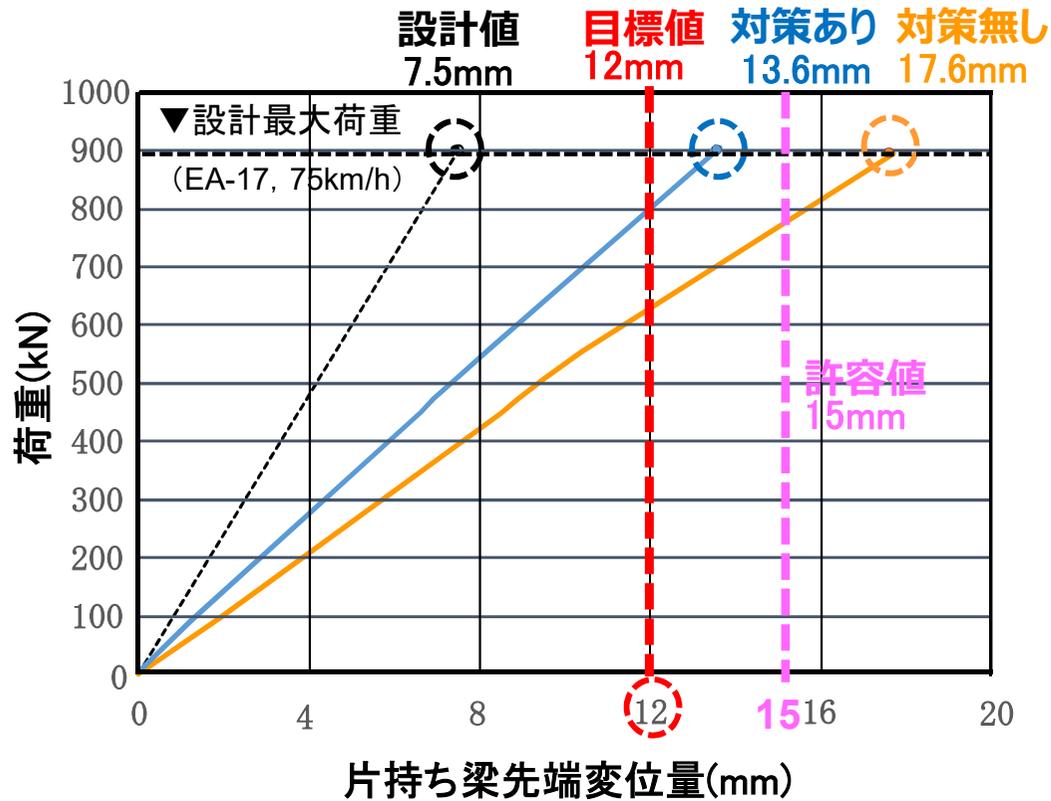
### 実物大試験体による載荷試験



- ・実物大寸法, 仕様
- ・RCスラブ基礎に固定
- ・PC鋼棒を緊張し載荷

実物大試験実施状況

### 実物大試験の結果



対策工②

対策工①

この追加対策にて、本施工を実施

- ・他の試験により安全性を確認
- ・異常時の対策を検討・準備



## 4. 喜ばれる技術

- **鉄道利用者に対して**
- **夜間工事における近隣住民に対して**
- **事業の推進に対して**

- ・本線へ影響の無い構造計画
- ・乗り心地まで拘った設計、施工管理
- ・片持ち橋脚において、変位など管理基準値を下回る

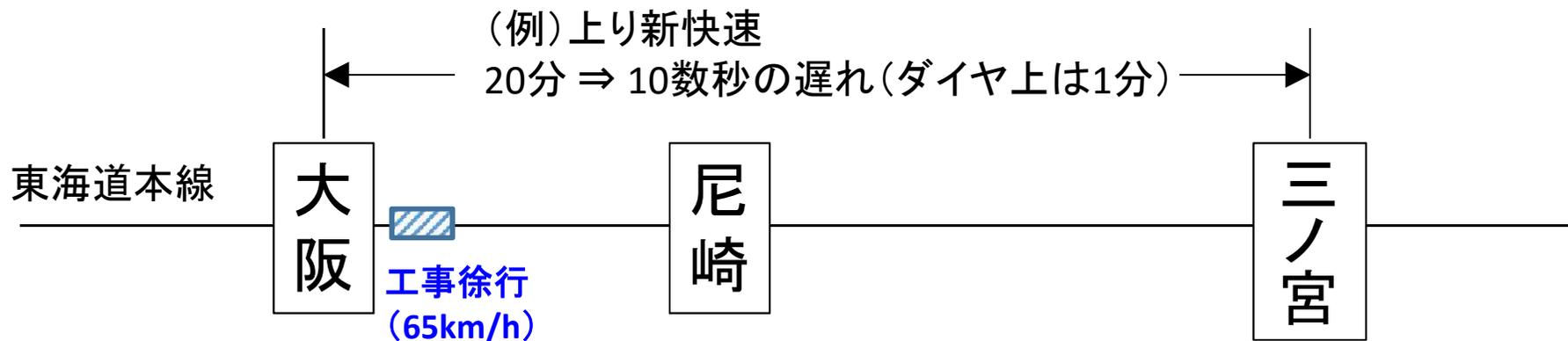
## 『快適性の維持』

⇒ 工事起因による乗り心地の悪化は発生させなかった

- ・本線の列車徐行（片持ち橋脚受替え～門型橋脚の結合まで）
- ・運行時間に極力影響を及ぼさない
- ・安全を担保したうえで、最適な徐行速度を設定

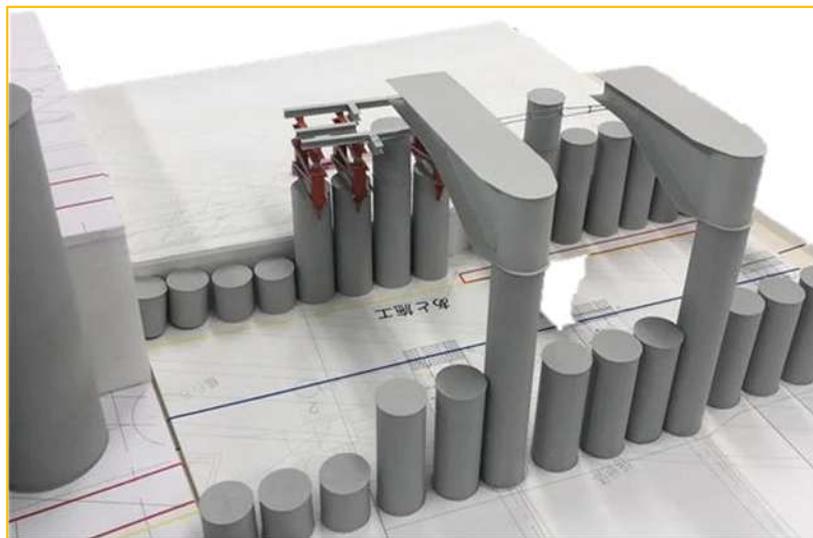
## 『利便性の確保』

⇒ 本線を利用するお客様への影響を最小限とした



## 夜間工事における取組み

- 所内における近隣への配慮に関する伝達の実施
- 機械化施工の採用 ⇒ 不要な金属音等の低減
- 複雑な施工順序を3D模型化した作業手順習得ツールの作成  
⇒ 手戻り防止、所員による不要な会話の排除



3D模型の例

- ・ **近隣住民への配慮、寄り添った工事の実施**
- ・ **夜間工事の苦情トラブル回避**

地下駅改札

- 地下化工事の最難関工事
- 開業までのクリティカルパスとなる工事

地下駅柵内コンコース

**様々な技術を駆使して、予定工期限内に完遂！！**

**地下駅をご利用になる鉄道利用者への貢献【関空アクセス向上】**

**周辺の街づくりへの貢献【安全性向上、うめきた2期開発】**



## ・前例のない桁の受替え工事に直面

新しい技術

⇒独自の構造計画、現地条件を反映・乗り心地まで拘った設計、工夫を凝らした機械施工によりこれを実現

## ・細部までの検討／分かりやすさを追求（安全性の向上）

使える技術

⇒点群データを活用した安全性確認、3D模型・動画によるプロセス検証

## ・不確定要素が多い（全体構造が複雑／設計・施工上の制約）

⇒徹底して事前の検証を多用（走行シミュレーション、実物大試験等）

成し遂げた技術

## ・鉄道利用者や地域住民への貢献

⇒目に見えにくいものの、工事起因による不便を生じないように配慮・達成

喜ばれる技術

・これら難関工事を、設計着手から約7年の歳月をかけ、無事完遂させた

・本プロジェクトのプロセスが、他工事への展開、今後DX技術の導入による更なる発展を期待