

北陸新幹線における土木・建築技術について

令和4年9月8日
独立行政法人 鉄道建設・運輸施設整備支援機構
(鉄道・運輸機構)

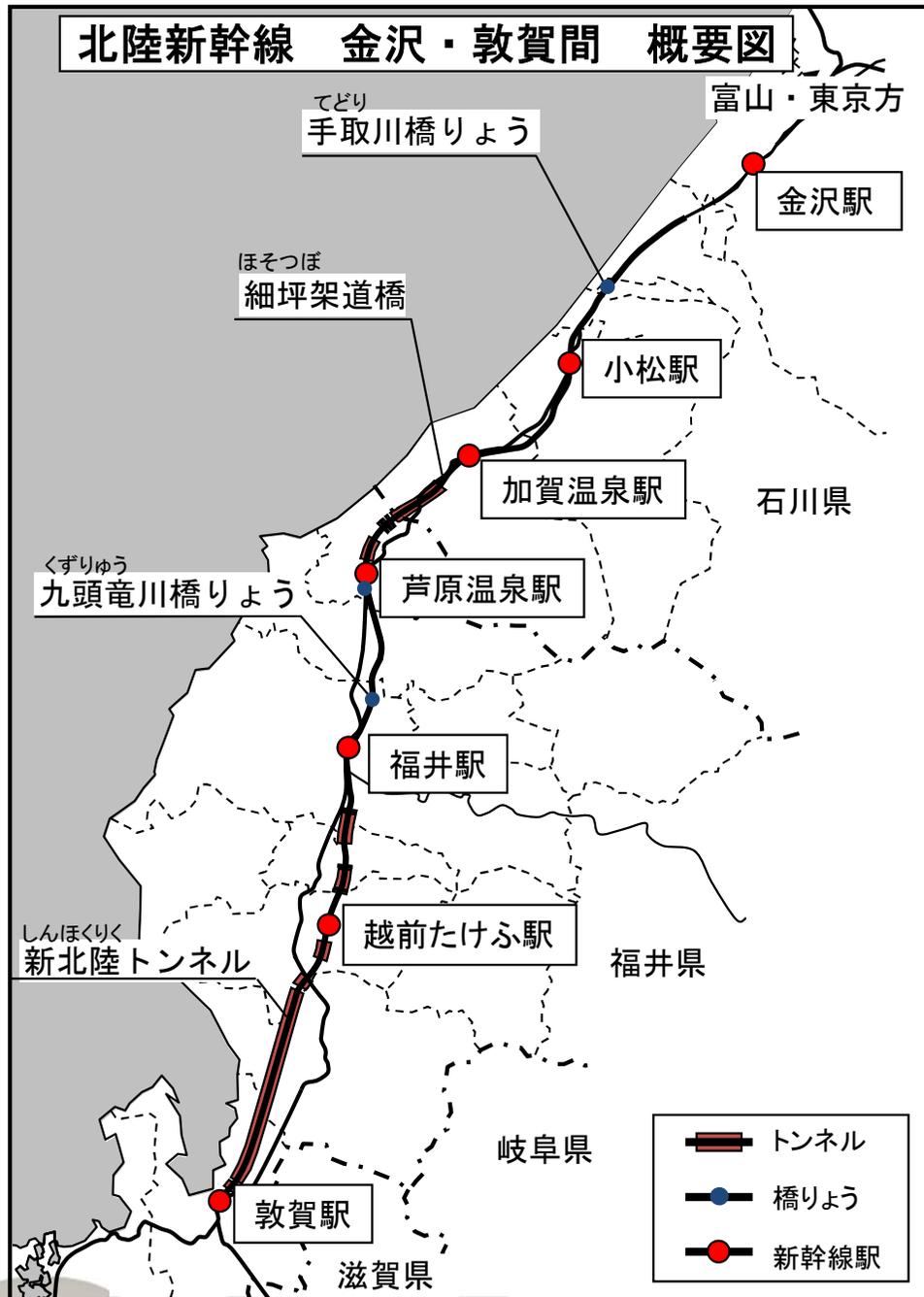
北陸新幹線建設局計画課長 小林 寛明

①北陸新幹線(金沢・敦賀間)の進捗状況





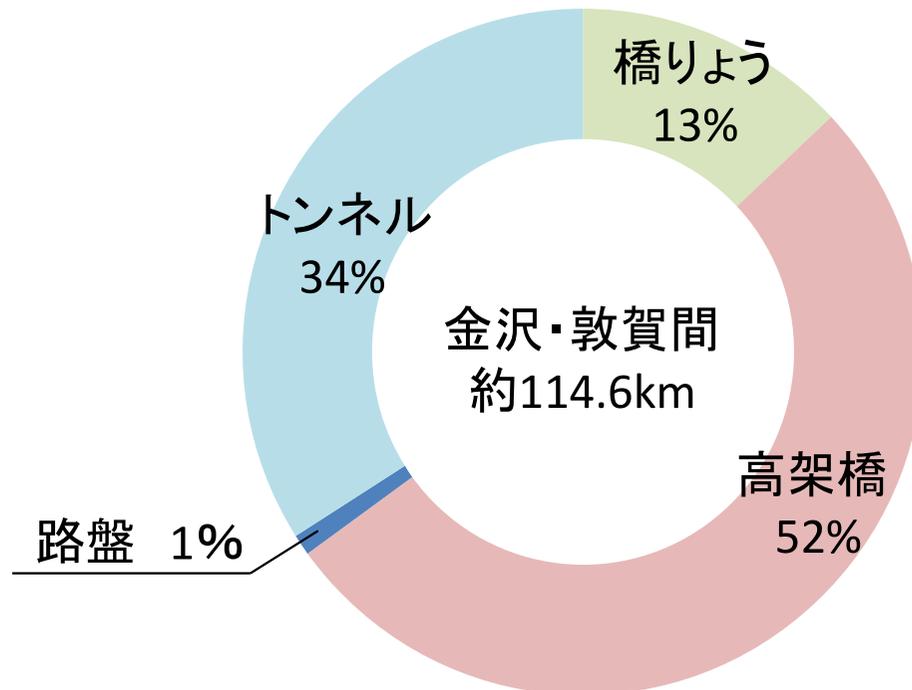
北陸新幹線(金沢・敦賀間)工事概要



総工事費 : 16,779億円

工事延長 : 約 114.6km

路盤 : 約 1.7km (約 1%)
 橋りょう : 約 15.3km (約 13%)
 高架橋 : 約 59.2km (約 52%)
 トンネル : 約 38.4km (約 34%)





土木



北陸新幹線(金沢・敦賀間)【土木工事】



細坪架道橋(加賀市内)

- ・国道8号と交差する3径間連続エクストラードード橋 (92+155+92=339m)
- ・中央径間155mは、東北新幹線三内丸山架道橋を上回り新幹線のコンクリート橋としては最長スパンとなる



令和3年度 プレストレストコンクリート工学会作品賞受賞

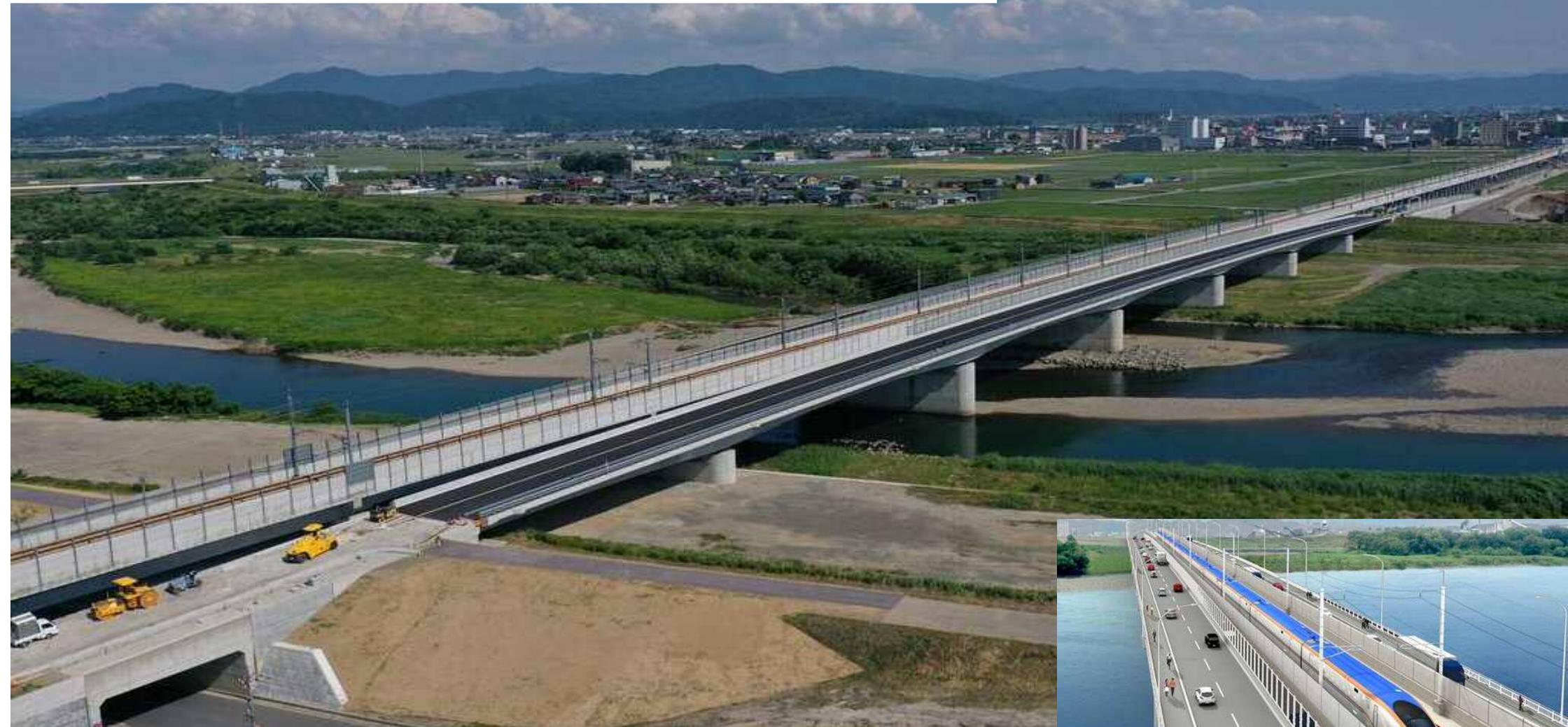


北陸新幹線(金沢・敦賀間)【土木工事】



九頭竜川橋りょう(福井市内)

- ・北陸新幹線福井県内最長となる7径間連続PC箱桁橋 (全長414m)
- ・全国初となる、新幹線の両脇を県道の上下線が走る併用橋
- ・両脇の県道は来月10月22日開通予定



北陸新幹線(金沢・敦賀間)【土木工事】



敦賀駅高架橋(敦賀市内)

- ・3階に新幹線ホーム、2階に乗り換えコンコース、1階に在来線(特急列車)ホームを有する3層構造
- ・駅前広場～新幹線ホーム床面までの高さ約21m、駅前広場～駅舎の屋根天端までの高さ約37mの巨大駅となる



北陸新幹線(金沢・敦賀間)【土木工事】



敦賀車両基地

- ・金沢・敦賀間では白山総合車両所に続く、2つ目の車両基地
- ・車両の収容、検修、修繕のための施設であり、仕業検査が行われる



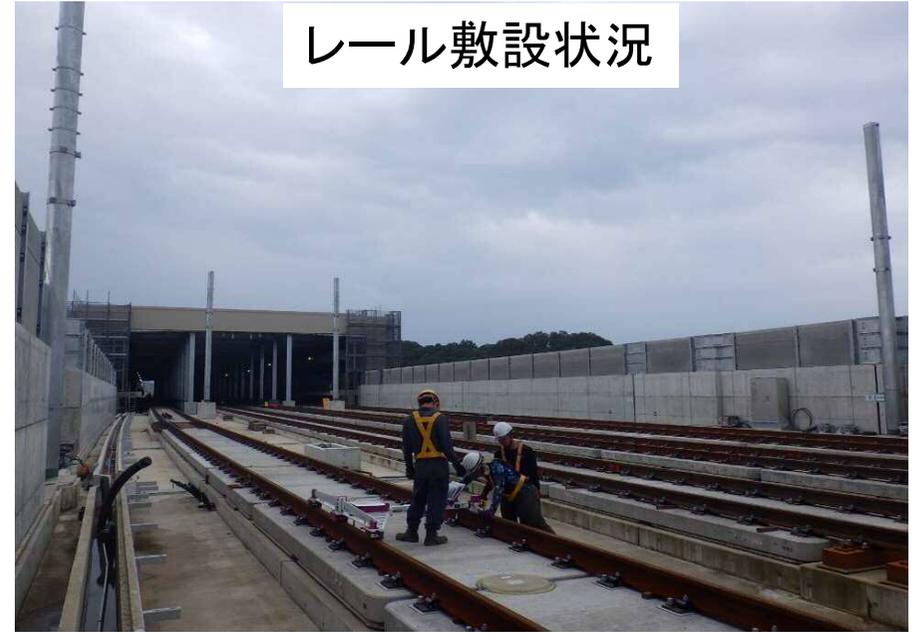
北陸新幹線(金沢・敦賀間)【軌道工事】



スラブマット敷設状況



レール敷設状況



スラブマット敷設完了



レール敷設完了



各駅のデザイン(小松駅)



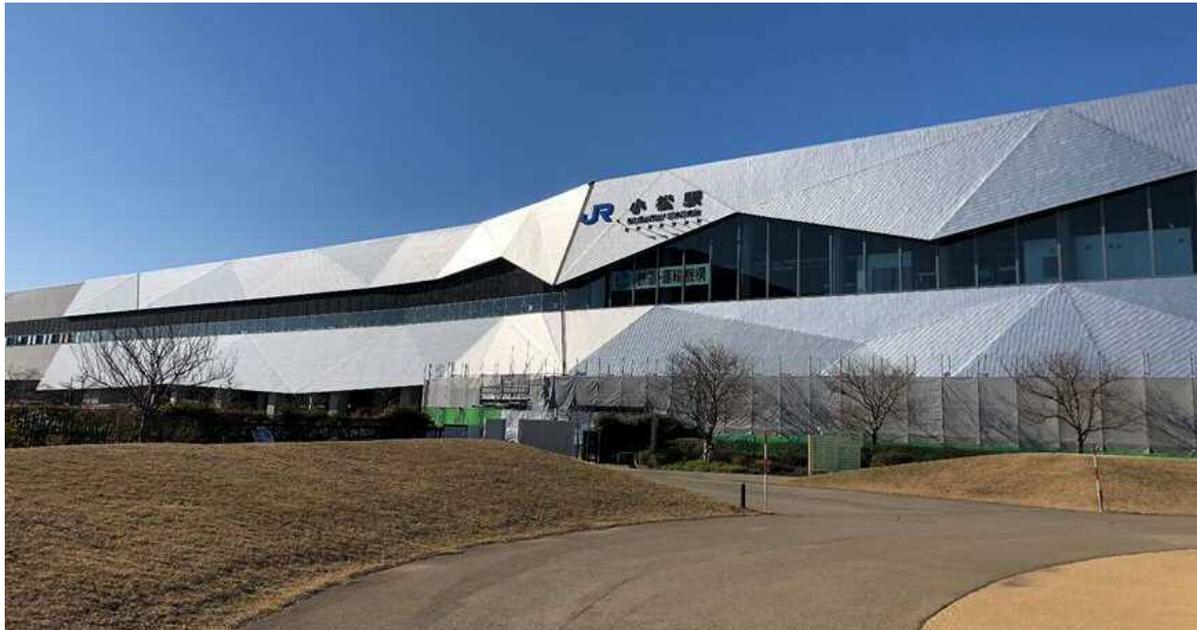
デザインコンセプト

「ふるさとの伝統を未来へつなぐ『ターミナル』」

デザインイメージ

慣れ親しんだ白山の雄大な山並みと
未来を感じる ターミナル

雪をまとった霊峰白山の山並みを表現し、
立体的・多面的に構成したデザインで、
小松の歴史と未来を融合するイメージ



コンコース



小松の伝統工芸品や、県産木材・日華石といった地場産材を取り入れ「小松らしさ」を感じられる空間としています

ホーム



白山の山並みから切り取ったガラス面は、東側に見える白山の眺望を最大限引き出しています

各駅のデザイン(加賀温泉駅)



デザインコンセプト

「加賀の自然と歴史、文化を見せる駅」

デザインイメージ

**温泉郷の風情と城下町の歴史を
感じさせる駅**

温泉郷や城下町に見られる
伝統的な和の様式をモチーフとし、
風情と歴史を感じさせるデザイン



コンコース

加賀特有の赤瓦を待合室に採用し、柱には県産木材を使用することで、加賀温泉らしさを演出します。また、山中漆器の挽きのイメージを壁上部に施したデザインとしています



ホーム

外観の格子のイメージを取り入れること、待合室などの底を木調とすることで、加賀温泉郷の落ち着きとくつろぎを感じられる空間としています

各駅のデザイン(芦原温泉駅)



デザインコンセプト

「あわらの大地に湧き出る^{いで}贅^{ぜい}の駅」

デザインイメージ

あわら温泉の癒しと旅情が漂う駅

全体を落ち着いた色と木調で仕上げ、
趣のある和を強調したイメージとし、
あわら温泉の癒しと旅情を表現



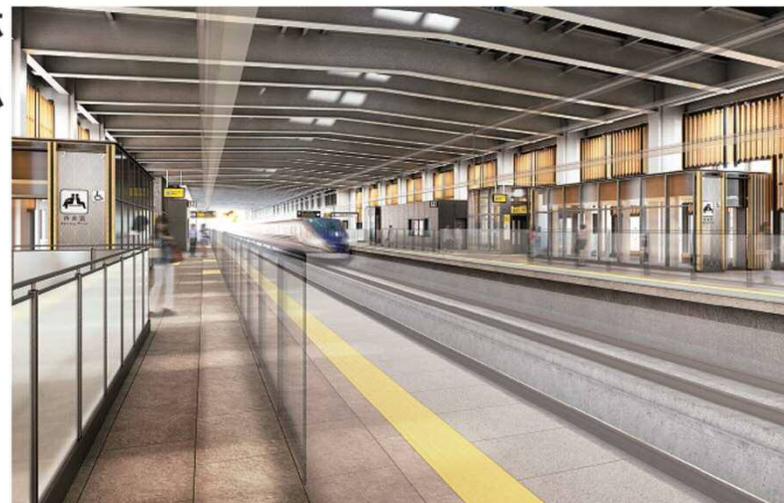
Japan Railway Construction, Transport and Technology Agency

コンコース



温泉街らしい和の趣のある空間とし、中央部には柔らかな間接照明を施した折り上げ天井をデザインすることにより暖かみのある室内空間を演出しています

ホーム



外壁側に木調の落ち着いたイメージの日除けを設け、待合室は温泉街らしさをイメージしたデザインとしています

各駅のデザイン(福井駅)



デザインコンセプト

「太古から未来へ～悠久の歴史と自然がみえる駅～」

デザインイメージ

悠久の歴史を未来へつなぐ
シンボルゲートとなる駅

唐門をモチーフとした木調のルーバーと、明るく開放的なガラス面を組み合わせることにより、福井の歴史を感じさせるデザイン



コンコース

県産木材や和紙を使用することで、福井らしい悠久の歴史を印象付け、格調高い重厚な和の空間をイメージしています



ホーム

屋根のトップライトからの木漏れ日のような光とともに、天井のルーバーと床の木調タイルにより、ゆっくりとくつろげる空間となるよう配慮しています

各駅のデザイン(越前たけふ駅)



デザインコンセプト

「伝統・文化を未来につなぐシンボルとしての駅」

デザインイメージ

コウノトリが飛翔する

未来への道標となる駅

越前市に飛来するコウノトリをモチーフとし、
越前市の美しい自然環境を未来へ
つないでいくシンボルとなる駅をイメージ



コンコース



中央部の天井には越前和紙の技法である「流し漉き」の動きをダイナミックに表現した和紙照明を設置し、全体を落ち着いた色調でデザインしています

ホーム



ホーム空間は外観デザインと合わせたモノトーン調とし、待合室は地域の伝統・文化が感じられるような格子戸、白壁をあしらったデザインとしています

各駅のデザイン(敦賀駅)



デザインコンセプト

「空に浮かぶ～自然に囲まれ、港を望む駅～」

デザインイメージ

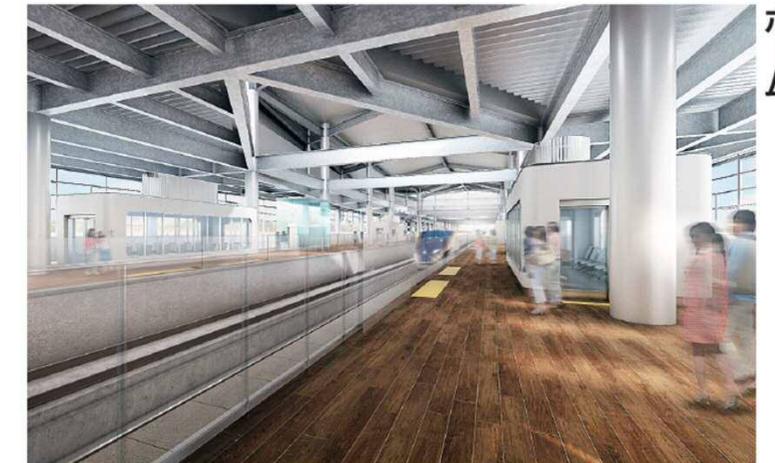
煌めく大海から未来へ飛翔する駅

敦賀湾の波の煌めきを表現し、
豊かな自然を感じられる駅をイメージ



コンコース

天井全体を北前船の帆をイメージした浮遊感のあるデザインとし、広いコンコース空間に相応しいスケール感の大きなデザインとなるよう工夫しています



ホーム

床は船の甲板をイメージした木調タイルで仕上げ、待合室は船をモチーフとしたデザインとしています

北陸新幹線(金沢・敦賀間)【建築工事】



小松駅

・令和4年8月建築工事完了。引き続き機械工事等を進める。



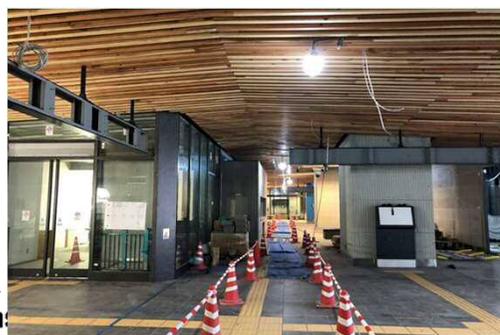
駅東側

駅正面

ホーム階
(エスカレーター付近)▶



▲昇降機監視盤据付
1階コンコース
(改札付近)▶
Japan Railway Construction, Trans



加賀温泉駅

・令和4年9月建築工事完了予定であり、引き続き機械工事等を進める。



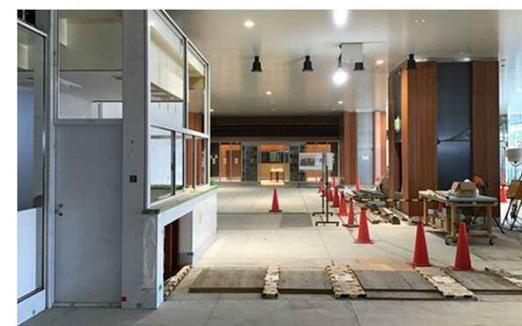
駅南側

駅正面

ホーム階
(エスカレーター付近)▶



▲西部消雪基地 水中ポンプ据付
1階コンコース
(改札付近)▶



北陸新幹線(金沢・敦賀間)【建築工事】



芦原温泉駅

・令和4年9月建築工事完了予定であり、引き続き機械工事等を進める。



駅東側

駅全景

福井駅

・令和4年8月建築工事完了。引き続き機械工事等を進める。



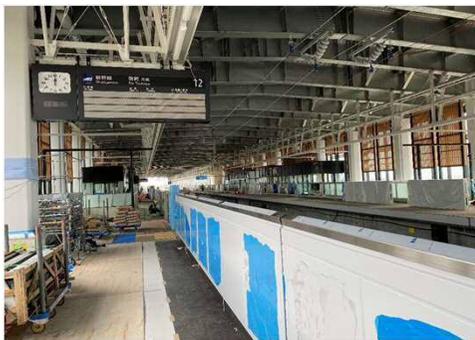
駅東側

駅正面

ホーム階▶



▲下りホーム 可動式ホーム柵据付
2階コンコース
(改札付近)▶
Japan Railway Construction, Trans



ホーム階
(ホーム中央部)▶



▲上り線 可動式ホーム柵据付
1階コンコース▶



北陸新幹線(金沢・敦賀間)【建築工事】



越前たけふ駅

・令和4年9月建築工事完了予定であり、引き続き機械工事等を進める。



駅西側

駅正面

ホーム階
(エスカレーター付近)▶



▲下りホーム 可動式ホーム柵据付
1階コンコース
(改札付近)▶
Japan Railway Construction, Trans



敦賀駅

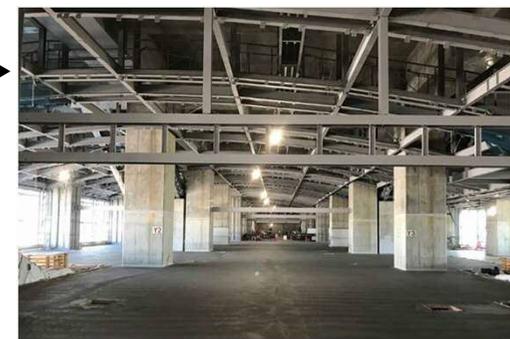
・令和5年秋頃建築工事完了予定であり、引き続き機械工事等を進める。



駅東側

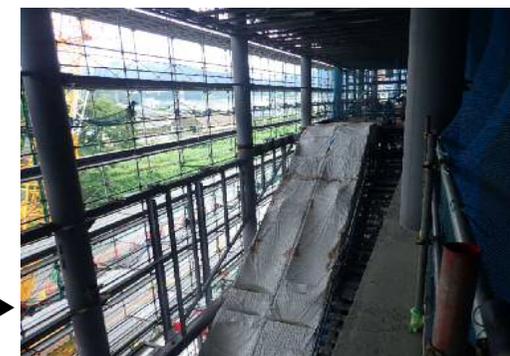
駅全景

駅本屋▶

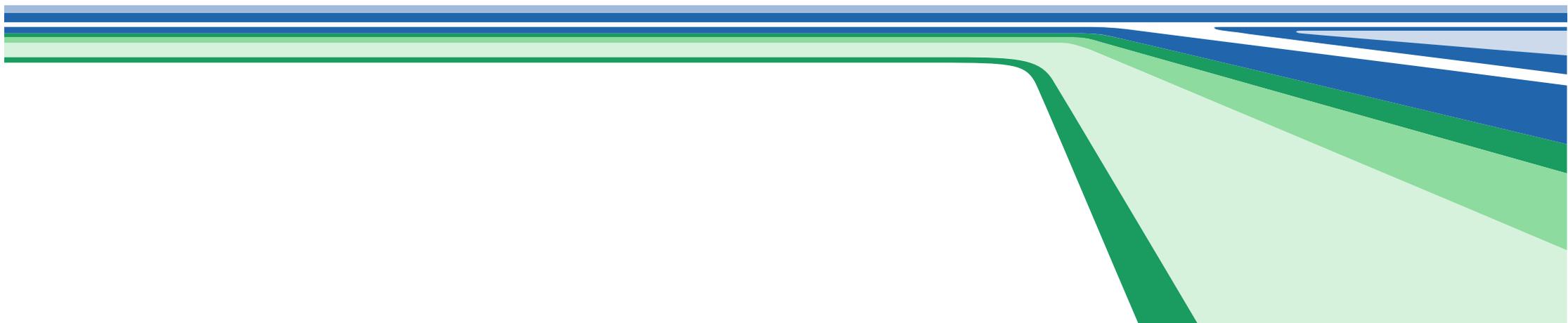


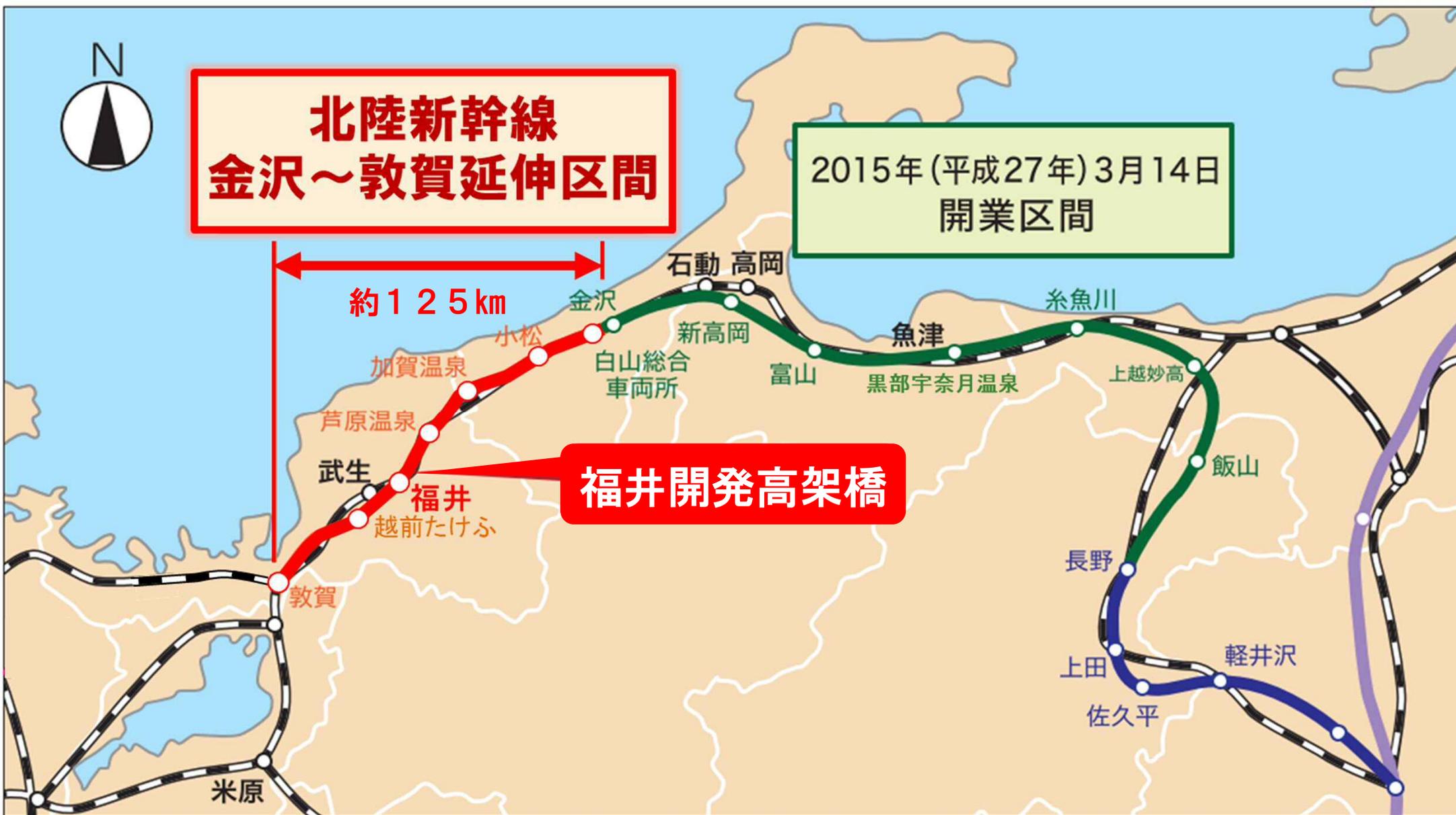
▲上りホーム エスカレーター

東口棟▶



②生産性向上と工期短縮を実現した フルプレキャストラーメン高架橋の建設 ～福井開発高架橋～





福井開発高架橋概要





3つの制約 (二つの事業の全体最適化による)

工程の制約

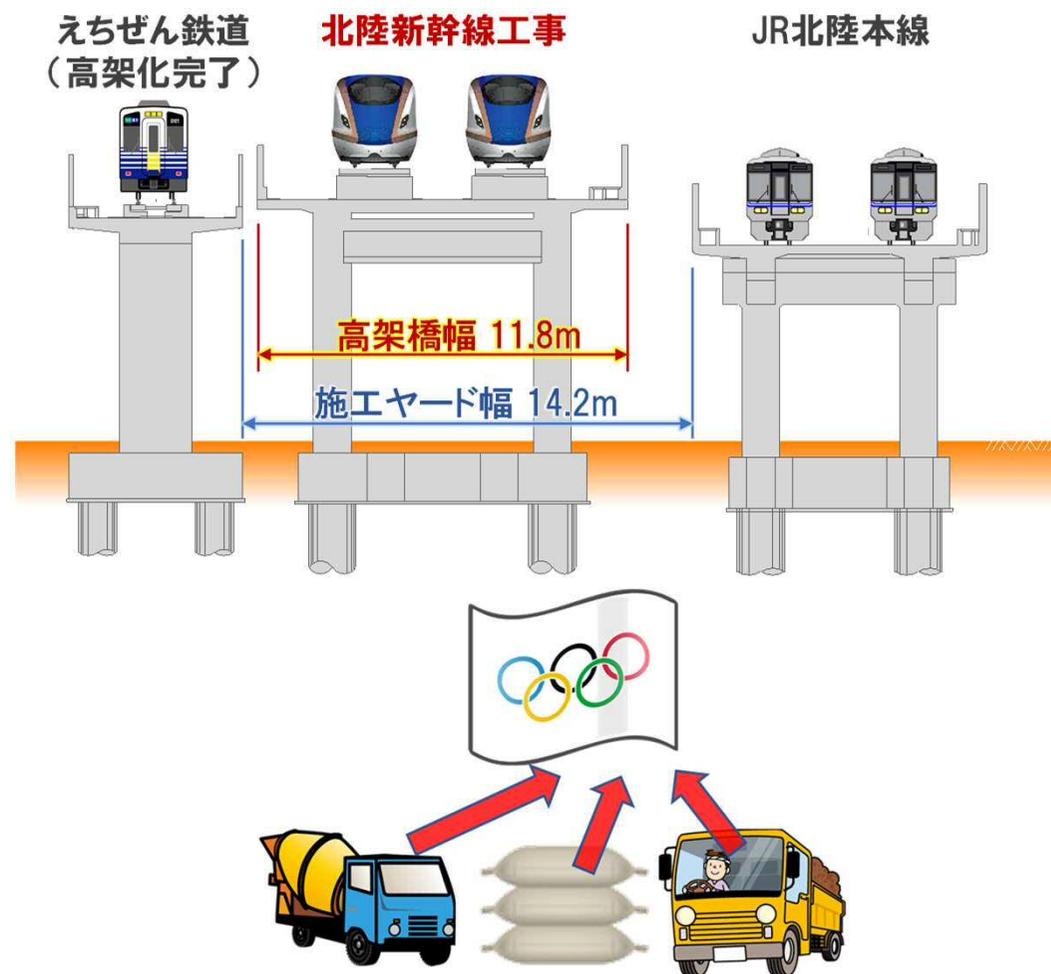
- ・ えちぜん鉄道の高架化工事後
に新幹線工事を開始

施工用地の制約

- ・ 営業線に近接する狭隘な用地

労務資機材調達の制約

- ・ 労務資機材のひっ迫
(新幹線工事、オリンピック)





厳しい制約のもと、解決する課題

- コンクリート工事の施工省力化による**生産性の向上**
- 大幅な**工期短縮**

フルプレキャスト工法の採用





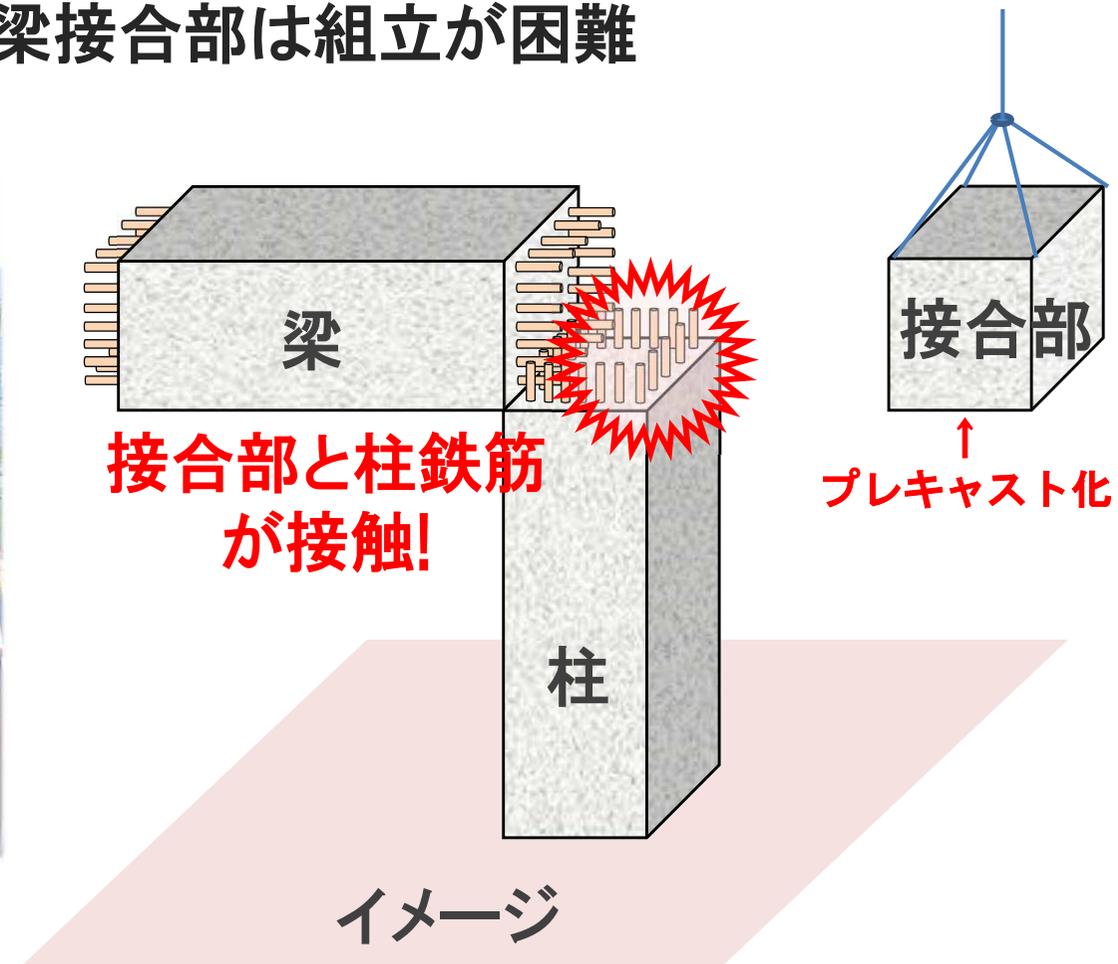
フルプレキャスト工法の概要

これまでのプレキャスト工法

- ・ 柱、梁単体のプレキャスト化
- ・ 柱・梁接合部は組立が困難



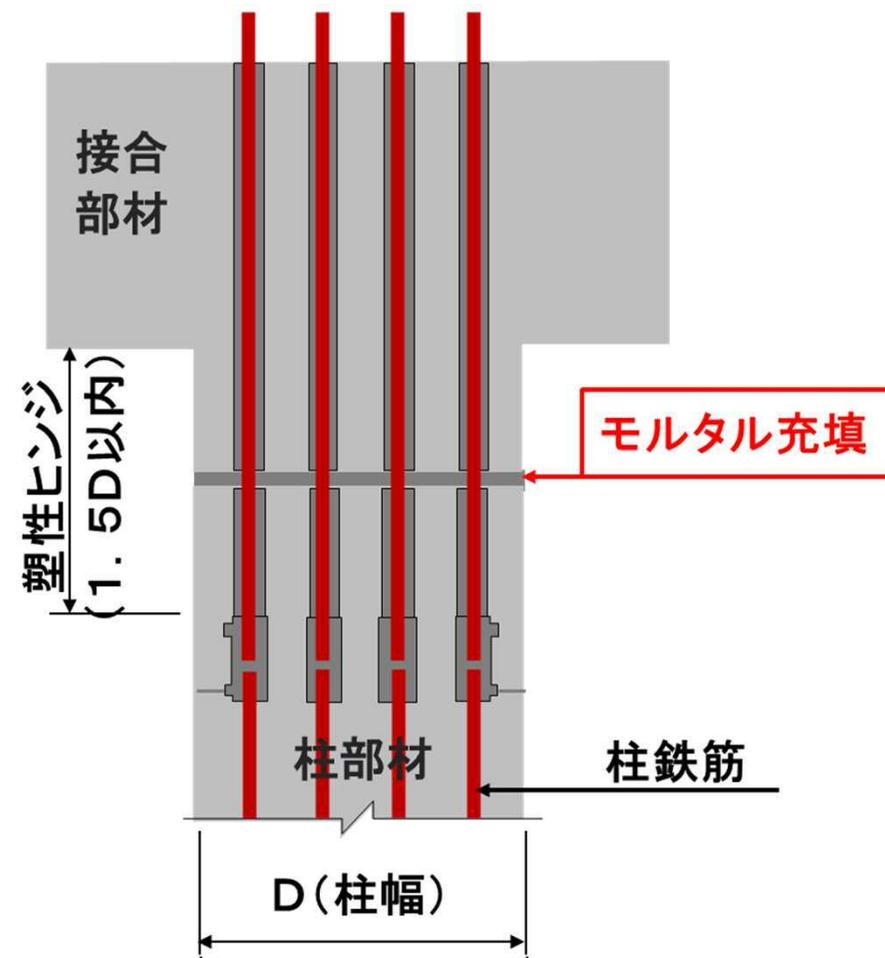
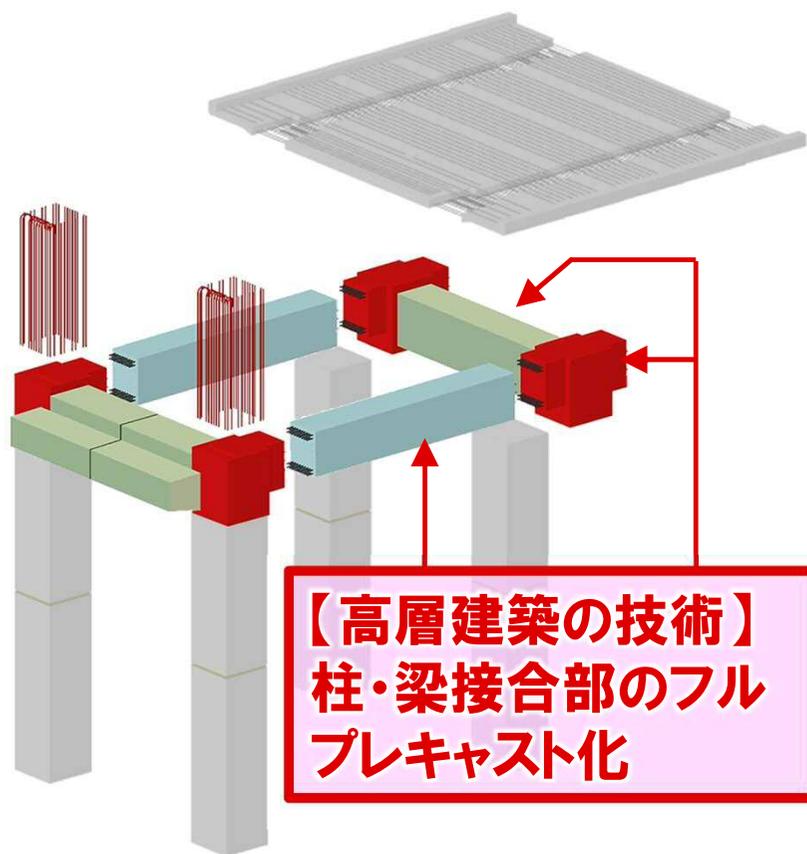
(イメージ:他事業より)





フルプレキャスト工法の概要

高層建築のフルプレキャスト化技術の適用



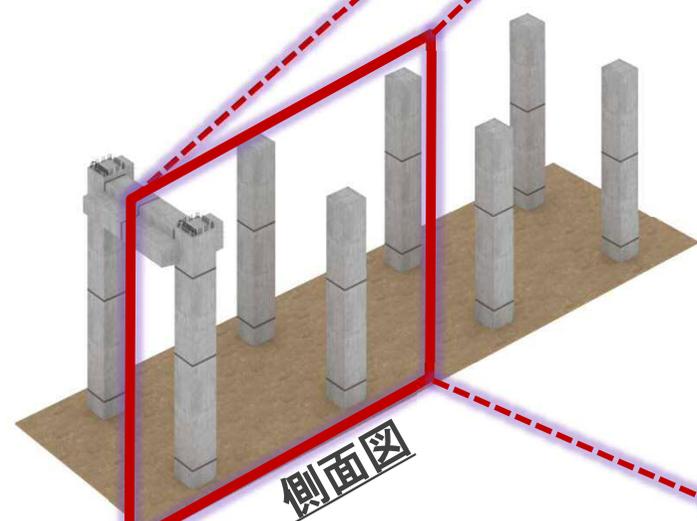
柱・梁接合部材と柱部材の接合





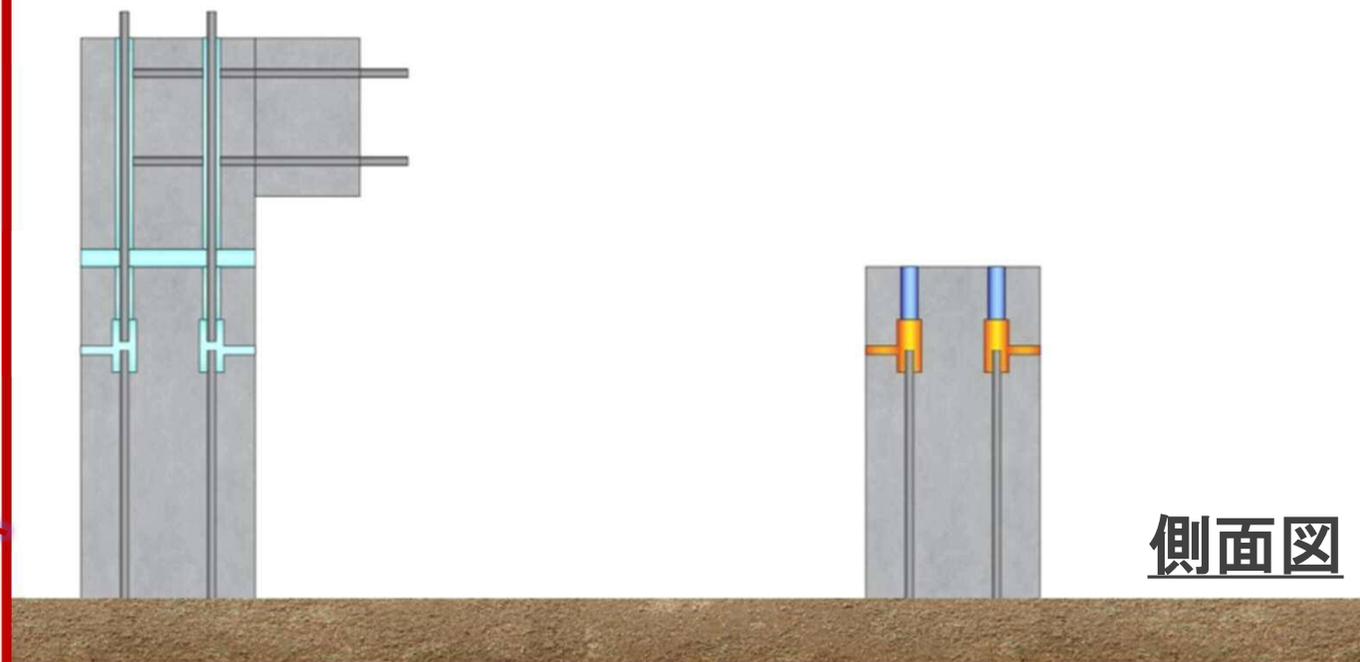
フルプレキャスト工法の概要

フルプレキャスト部材の
組み立て



側面図

新幹線RCラーメン高架橋の フルプレキャスト化を実現



側面図

仕口：柱梁接合部材





フルプレキャスト工法を採用した効果

① 生産性向上

- 現場施工（労務）の省力化
- 工場（部材製作）の省力化

② 工期短縮

- 躯体構築期間の短縮

③ 長寿命化および維持管理の合理化

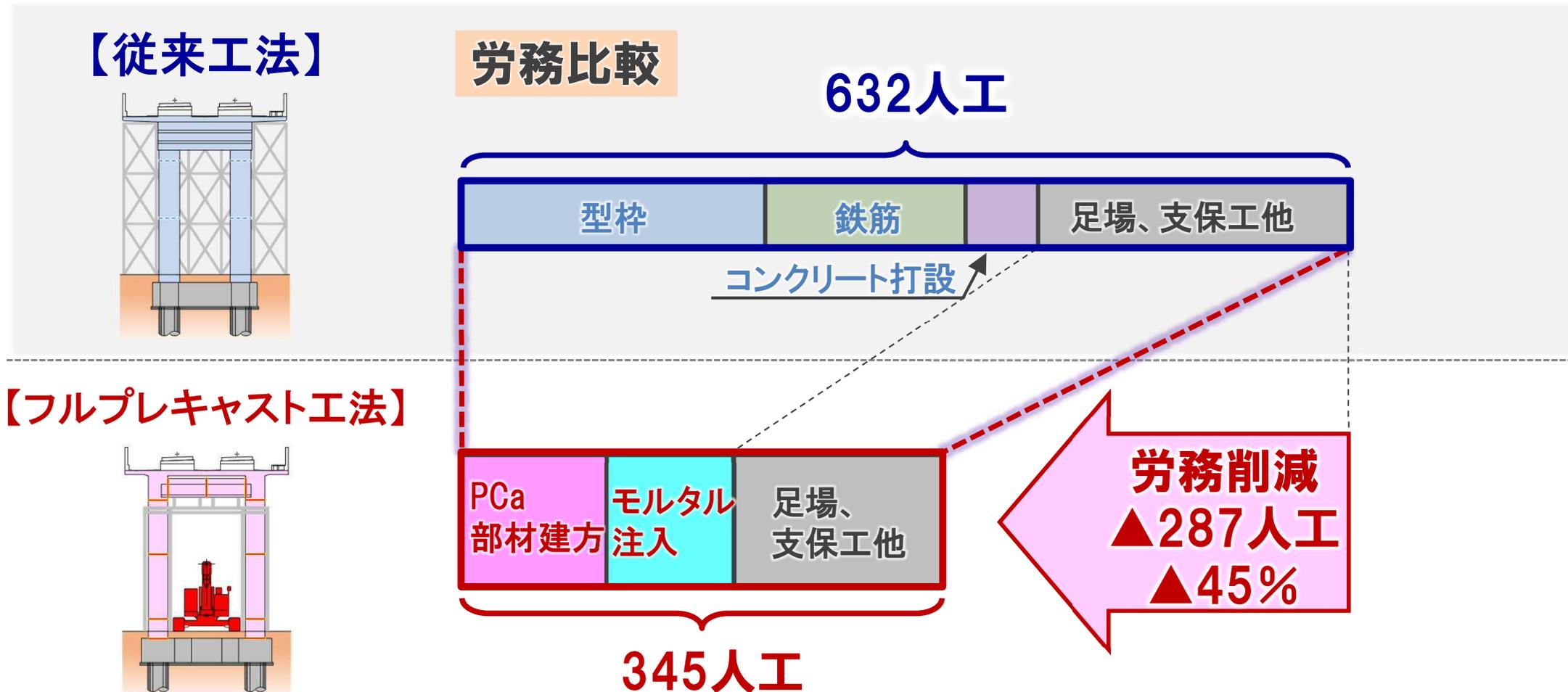
- 長寿命化（構造物の耐久性向上）
- 維持管理の合理化





① 生産性向上

(1) 現場施工(労務)の省力化 (1層3径間**単独高架橋**の実績)





① 生産性向上

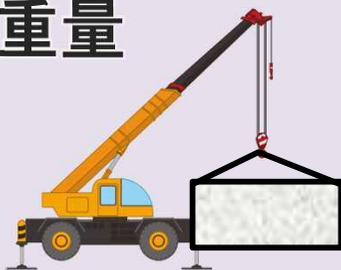
(2) 工場(労務)の省力化

プレキャスト部材計画
における**制約条件**

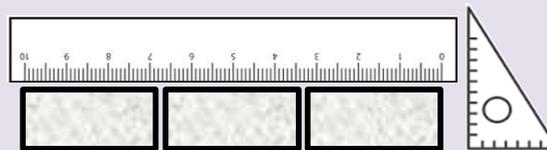
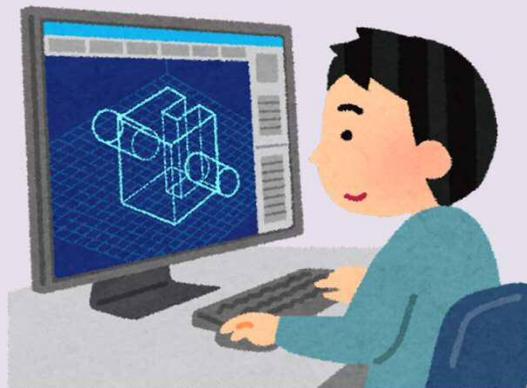
① 部材運搬
⇒ 形状、重量



② 部材吊上
⇒ 重量



部材規格を**標準化**



部材の割り付け設計

工場製造ラインの
最小化



部材製作の**省力化**





① 生産性向上

- ・ 現場施工（労務）の省力化
- ・ 工場（部材製作）の省力化

② 工期短縮

- ・ 躯体構築期間の短縮

③ 長寿命化および維持管理の合理化

- ・ 長寿命化（構造物の耐久性向上）
- ・ 維持管理の合理化



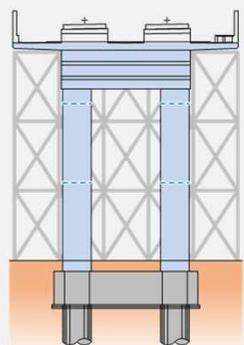
② 工期短縮



躯体構築期間の短縮

○ 1層3径間単独高架橋の実績

【従来工法】



工期比較

82日

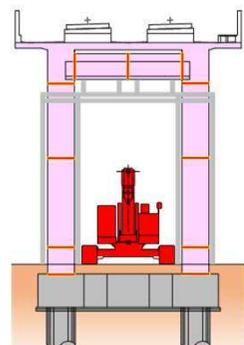
工期短縮

▲34日

▲40%

48日

【フルプレキャスト工法】



部材建方とモルタル注入
（同時並行可）

⇒ **待機日数を解消**



フルプレキャスト工法を採用した効果

① 生産性向上

- ・ 現場施工（労務）の省力化
- ・ 工場（部材製作）の省力化

② 工期短縮

- ・ 躯体構築期間の短縮

③ 長寿命化および維持管理の合理化

- ・ 長寿命化（構造物の耐久性向上）
- ・ 維持管理の合理化



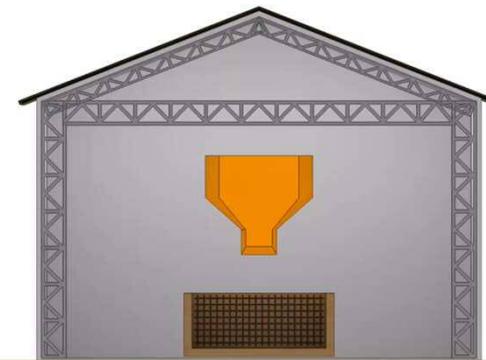


③ 長寿命化および維持管理の合理化

従来の場所打ち工法



フルプレキャスト工法



ひび割れ発生の抑制による耐久性向上 ⇒ **長寿命化**
維持管理の合理化も期待





フルプレキャスト工法により、厳しい制約のもと施工課題を解決！

- コンクリート工事の施工省力化による**生産性の向上**
- 大幅な**工期短縮**（近接する営業線の列車阻害等の重大事故無し）

RC構造物の**長寿命化および維持管理の合理化**にも寄与！

⇒ 工期短縮(急速施工)と品質確保の両立も達成！





- 新幹線RCラーメン高架橋に適用できる**フルプレキャスト工法を確立** ⇒ **国内で初めて、鉄道分野で社会実装**
- 省力化による**生産性向上、工期短縮**
- RC構造物の**長寿命化、維持管理の合理化**の期待
⇒ **令和3年度土木学会技術賞（Iグループ）を受賞**



- VFM(Value for Money)の一例、社会資本ストックの**価値向上**
-  **i-Construction** が目指す**未来像の実現**
 - 少子化への対応（生産性向上、働き方改革、多様な人材 etc.）
 - 希望が持てる建設現場（働きやすい環境、建設現場の週休2日 etc.）



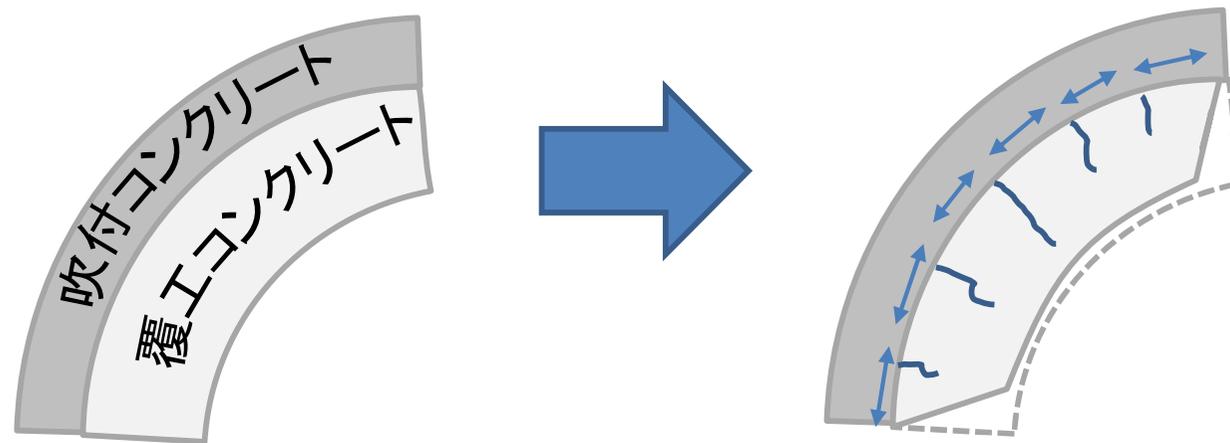
③トンネル覆エココンクリートの品質向上





トンネル防水工の役割

- トンネル内へ漏水防止
- 吹付と覆工のアイソレーション機能



掘削工

支保工

インバート工

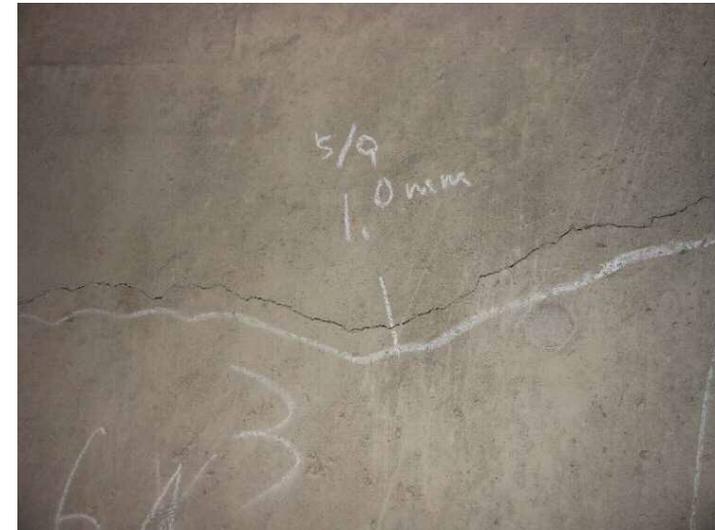
防水工

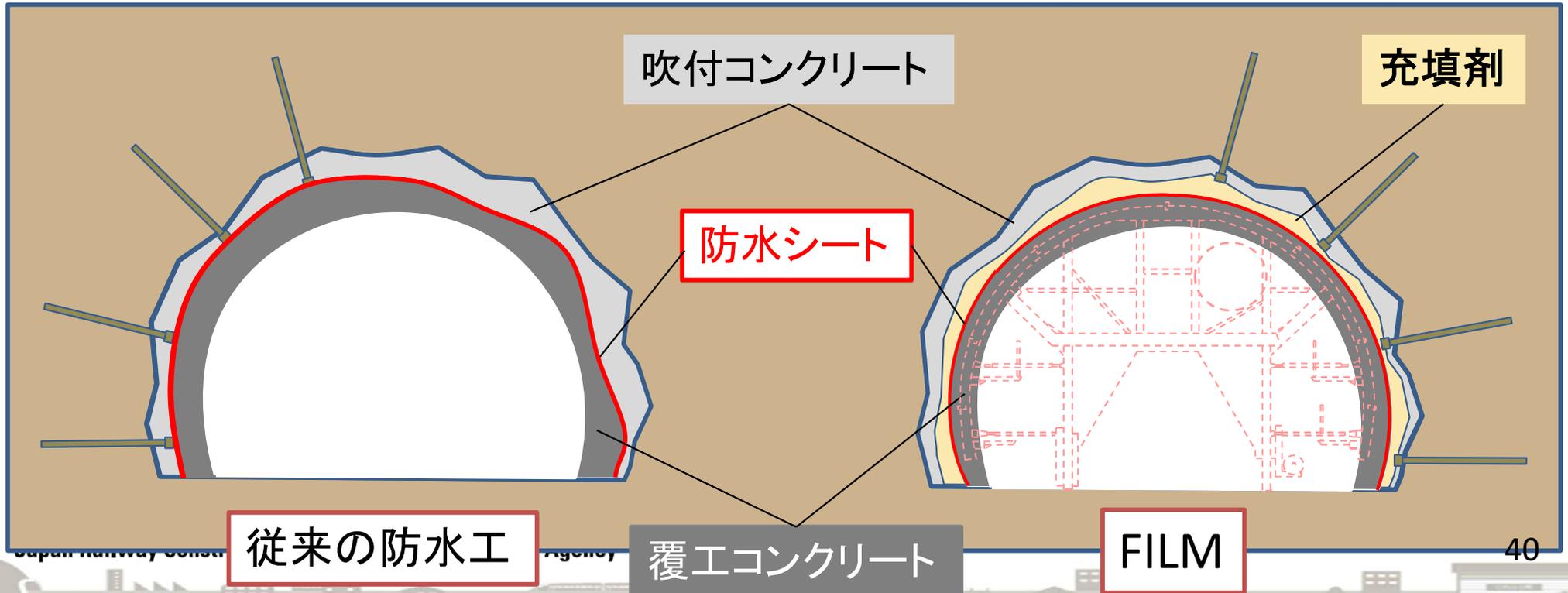
覆工

吹付コンクリート接触面が拘束されるため、接触面に引張応力が発生



- ▶ 覆工コンクリート背面の凹凸
 - ▶ ひび割れの発生
 - ▶ 巻厚の不足
 - ▶ 安定的強度発現の妨げ
- ▶ 防水シートの弛み
 - ▶ シート背面に空隙の発生
 - ▶ 防水シートの損傷







- ▶ 防水性の向上
 - ▶ 防水シート破損のリスク低減
 - ▶ 現場溶着作業量の減少によるシート品質の向上
- ▶ 作業環境の改善
 - ▶ 作業員の熟練度による品質差が減少
 - ▶ 上向き作業量の軽減

- 覆工品質の向上

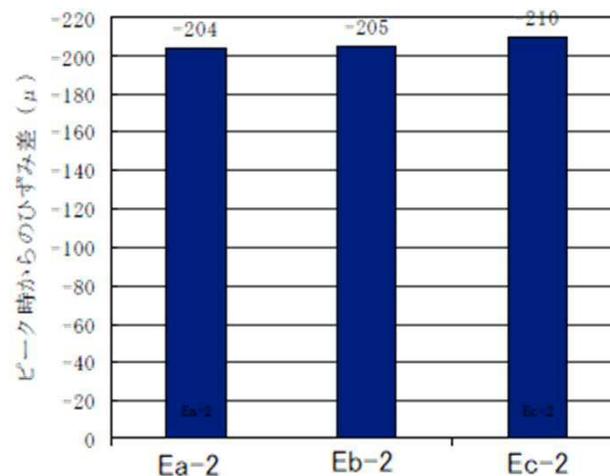
- 覆工コンクリートのひび割れ低減

- 覆工背面の空洞の解消

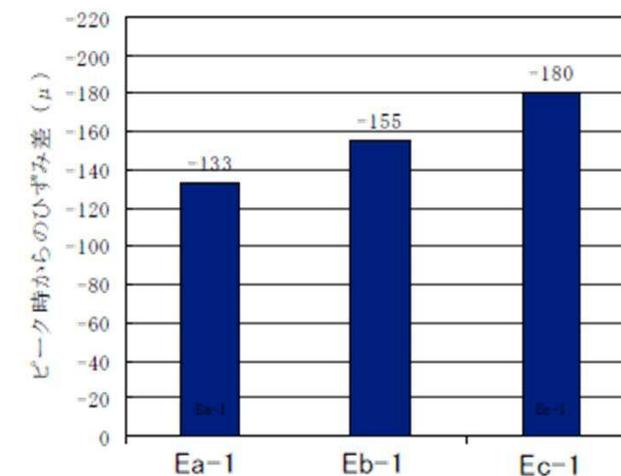
- 巻厚の安定化

- 応力集中の解消

膨張ひずみピーク時からのひずみ差※

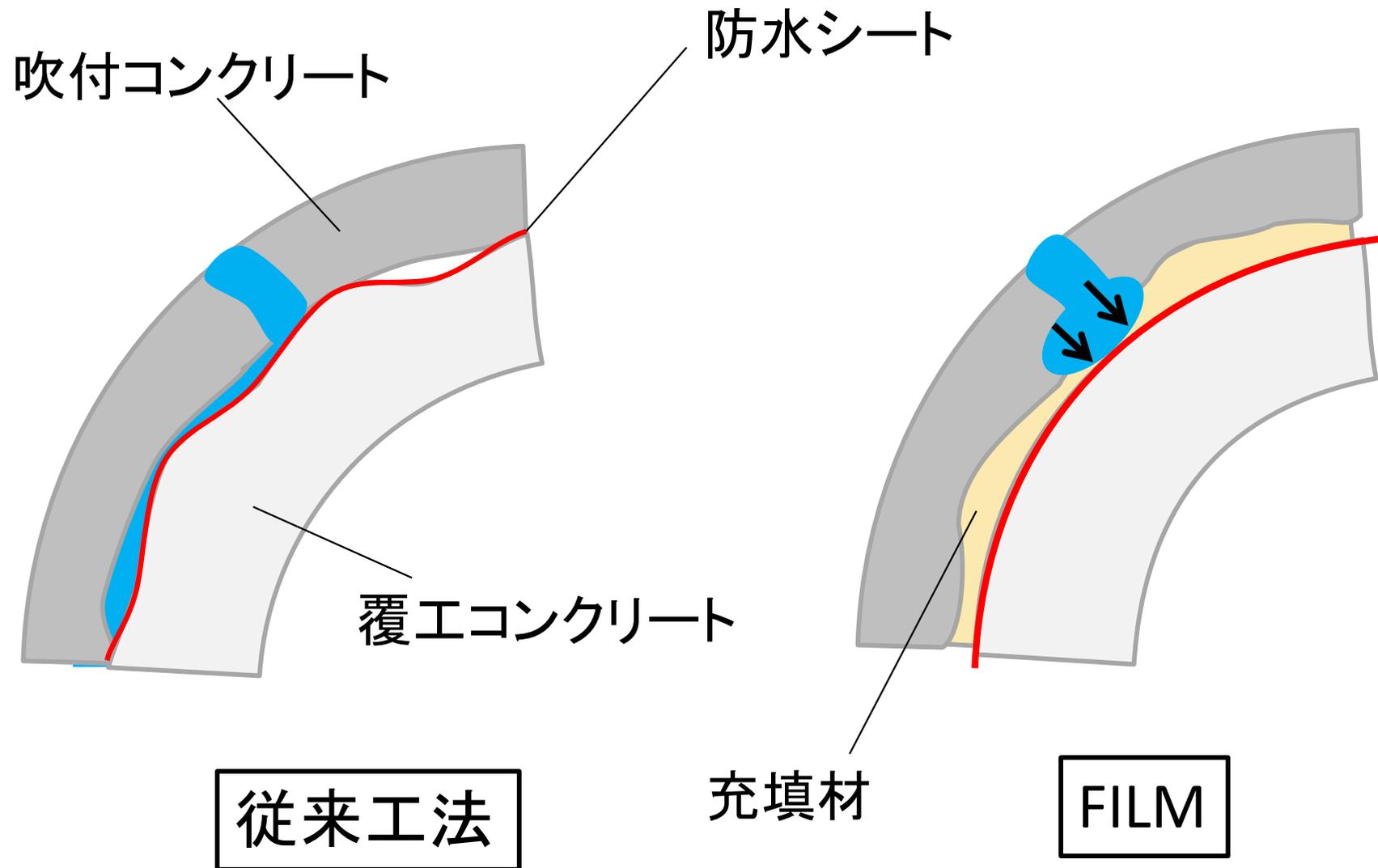


FILM

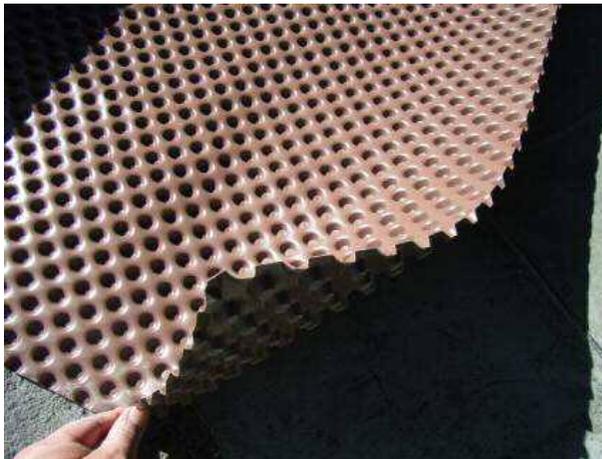


従来工法

排水機能について



排水機能について





- 山岳トンネルの高品質化
 - 防水工・覆工品質の向上
- 規定・管理基準の策定
 - 防水シートなどの品質管理
 - 掘削断面や吹付の管理

実施工を通して工法の最適化を目指す

④狭隘な施工ヤードにおける旅客上家の施工 ～福井駅新築工事～



福井駅の概要 - 駅舎デザイン -



太古から未来へ ~悠久の歴史と自然がみえる駅~



外観

★唐門をモチーフとした意匠
福井の歴史を感じさせるデザイン

★内装では県産木材、和紙を使用
重厚な和の空間をイメージ



ホーム



コンコース

福井駅の概要 - 進捗状況 -



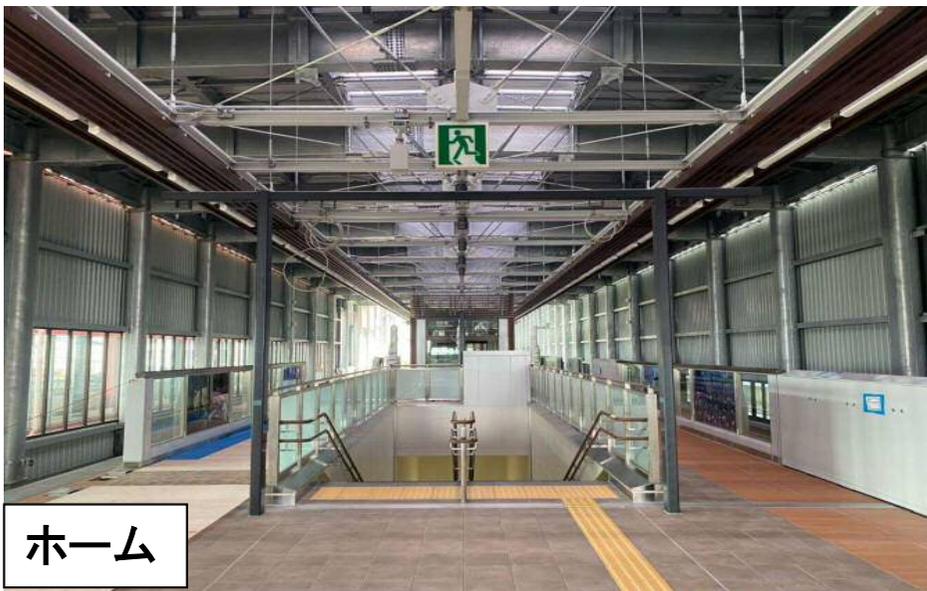
令和4年8月26日建築工事完了(設備工事は継続中)



駅舎外観 - 外壁工事



駅舎内観 - コンコース



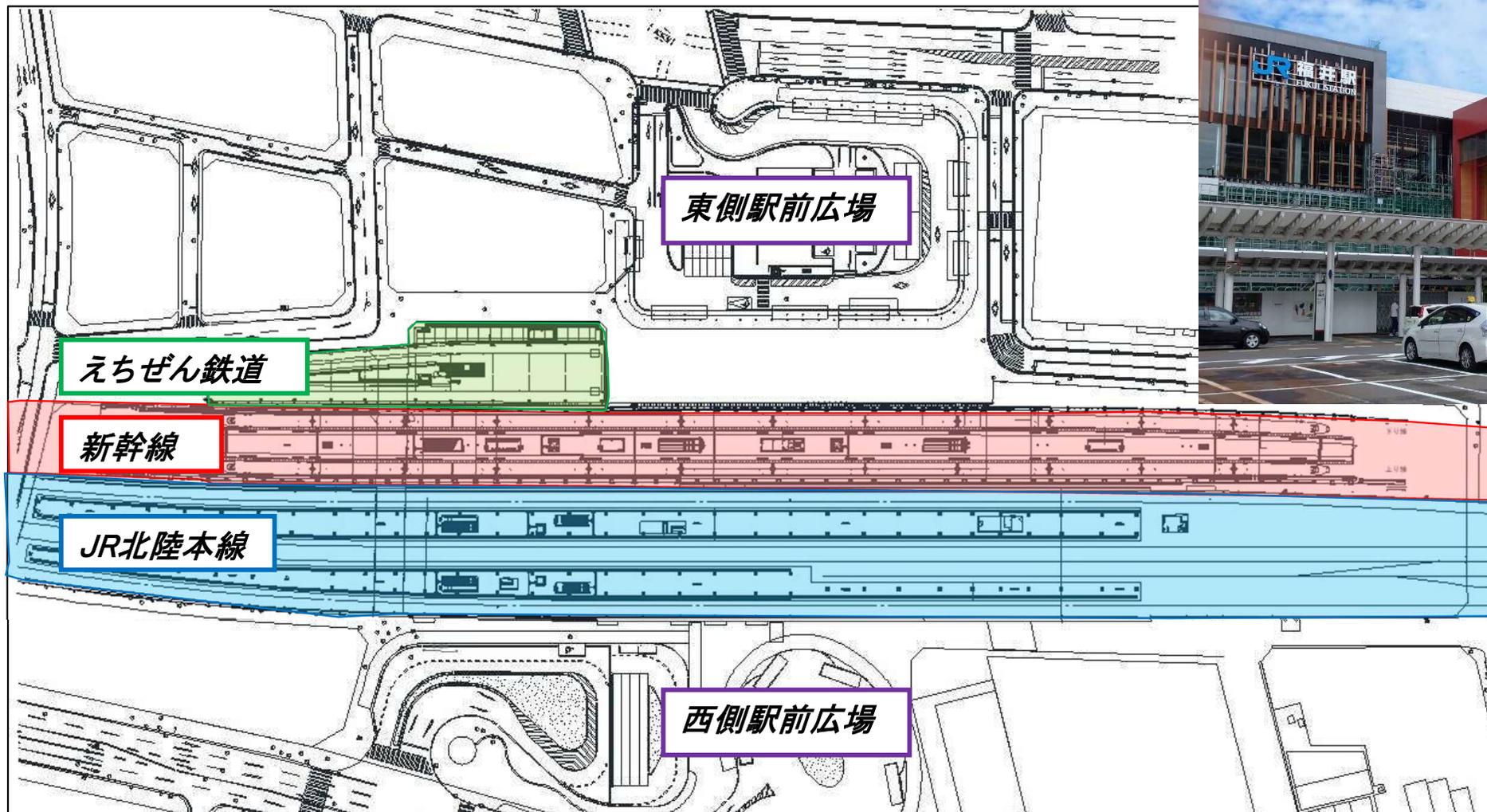
ホーム



駅舎内観 - EV、階段



福井駅の概要 - 周辺状況 -

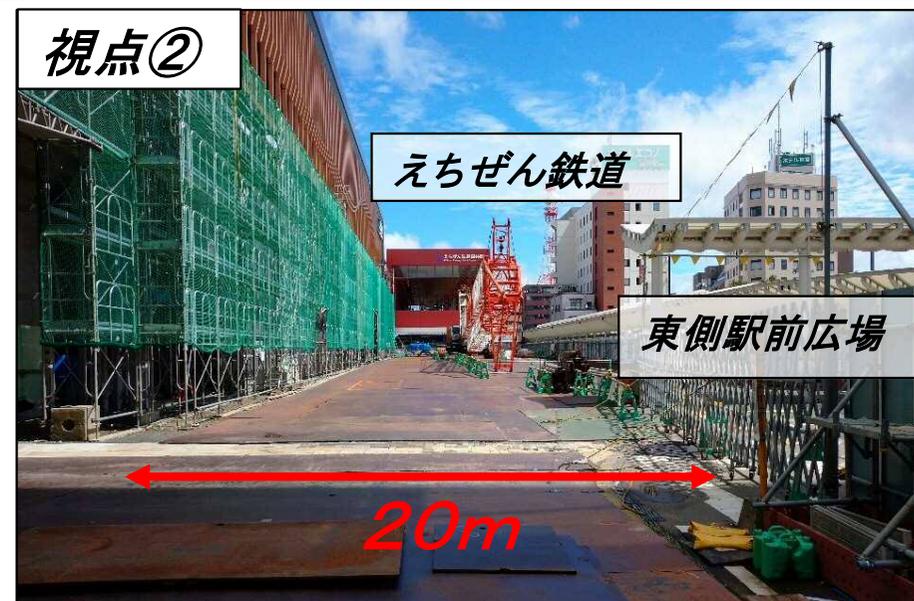
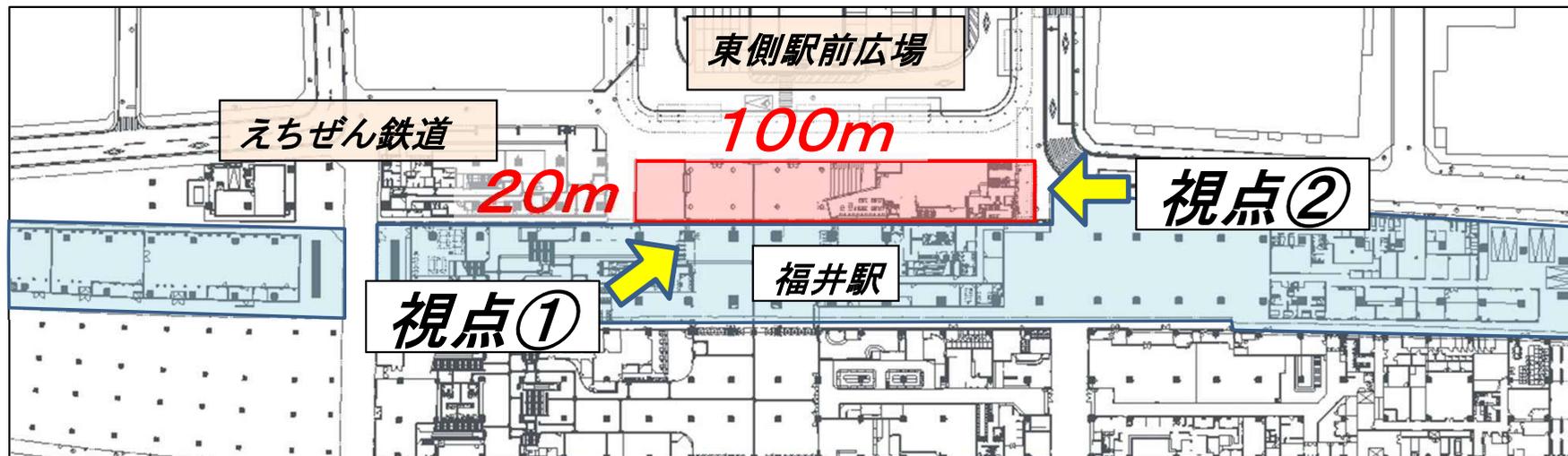


⇒えちぜん鉄道と在来線に挟まれた立地状況



鉄骨建て方の工法選定 - 立地状況 -

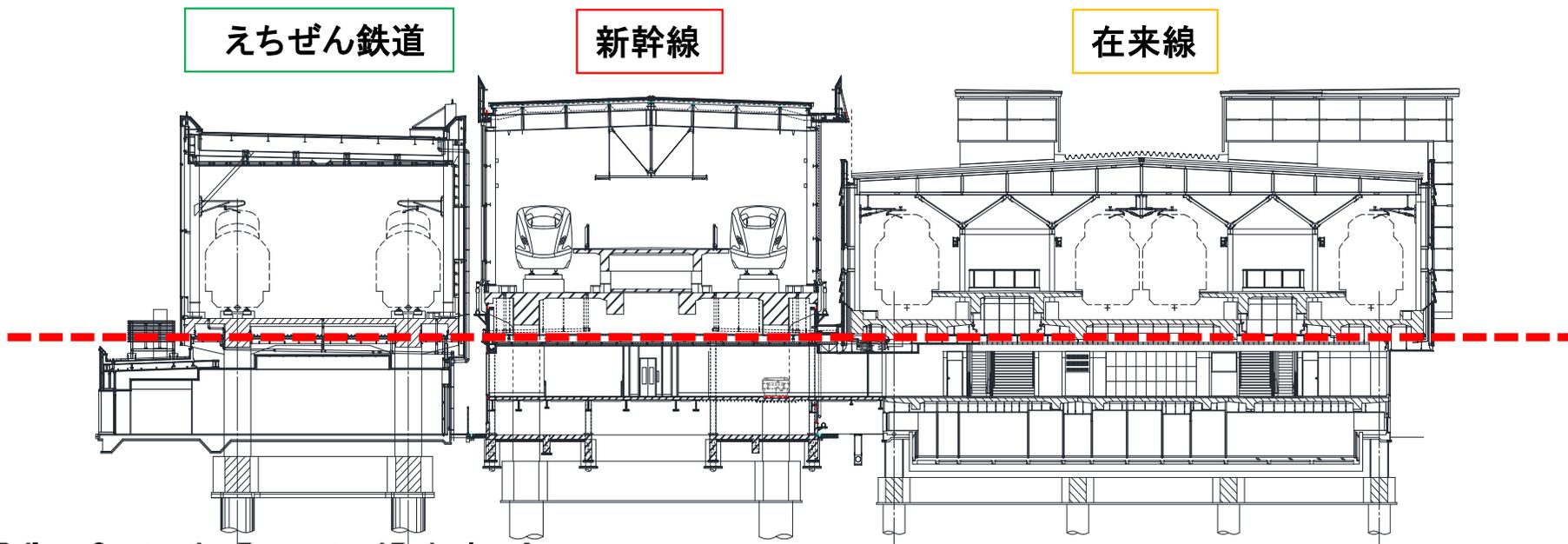
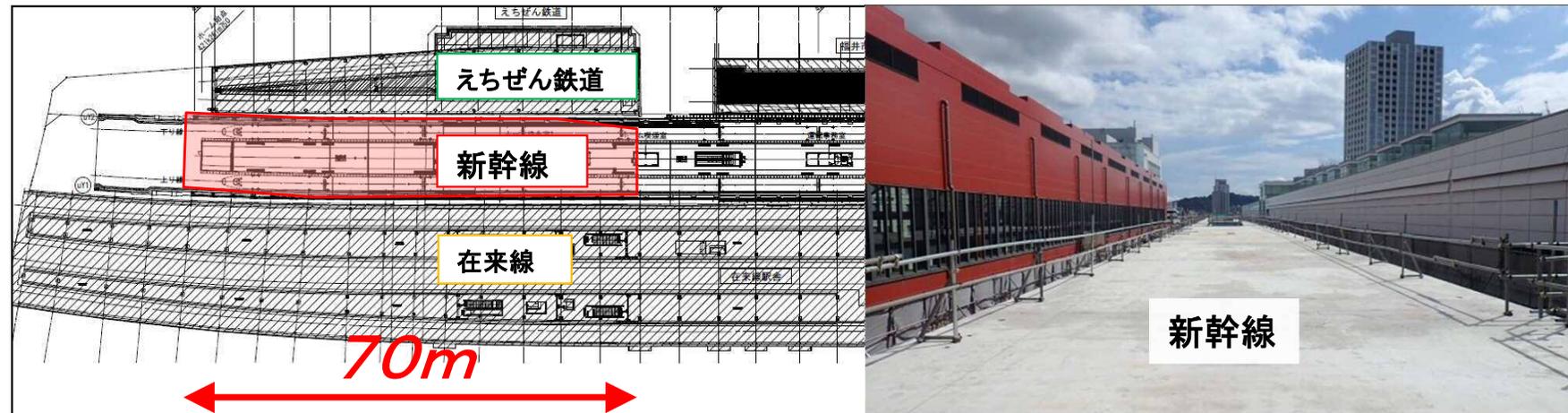
●作業ヤードは20m×100mの狭隘な施工条件





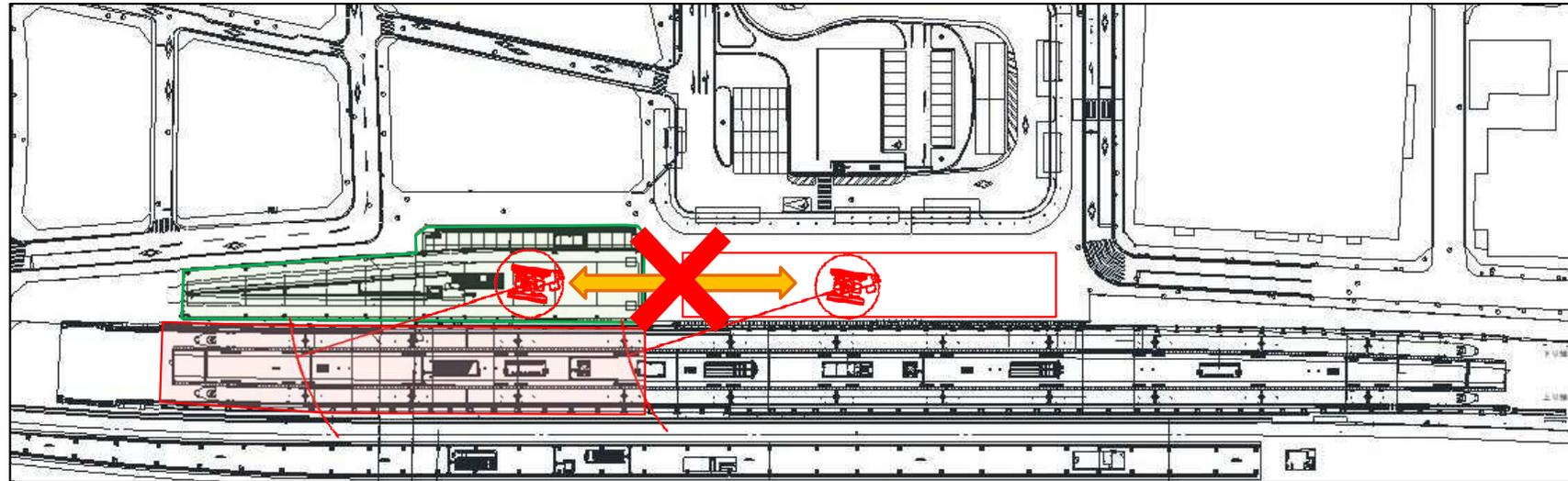
鉄骨建て方の工法選定 - 立地状況 -

- ホーム上は在来線、えちぜん鉄道駅舎に挟まれる(約70m)

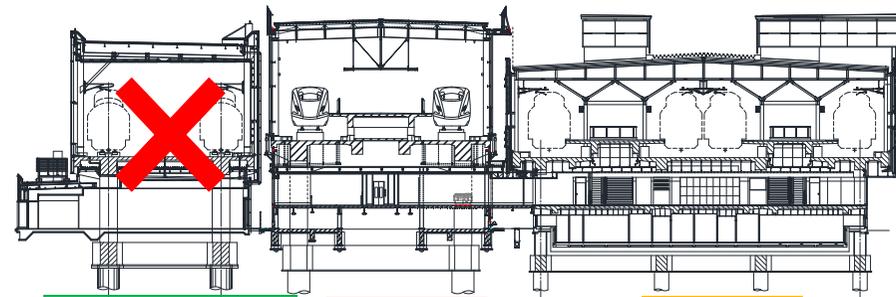




●建て逃げ工法 >> えちぜん鉄道駅舎側へ揚重機を移動



> 起点方70mの範囲(えちぜん鉄道駅舎部)は揚重機を据えることができない



えちぜん鉄道

新幹線

在来線



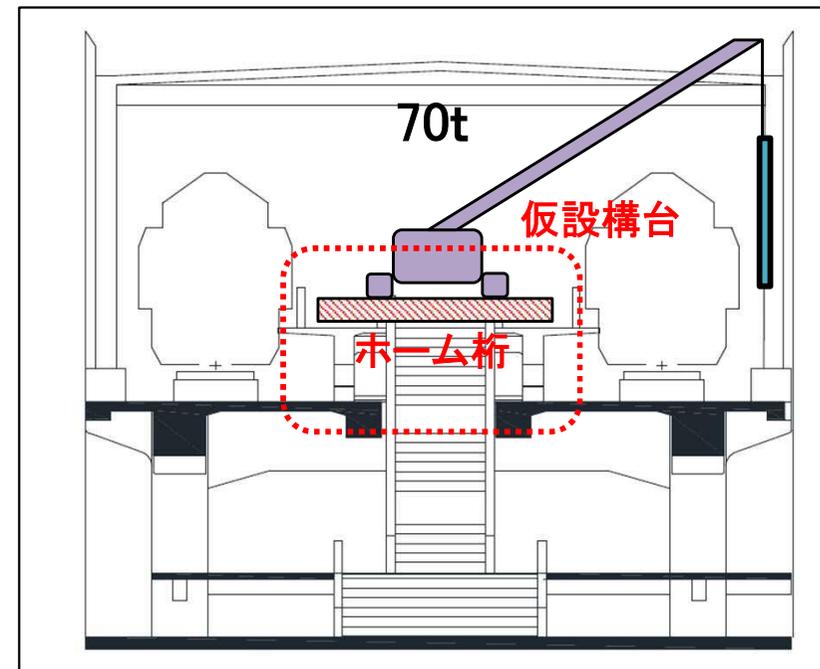
高架橋・ホーム桁への荷重条件に適合せず施工不可

施工実績はこれまでに数多くあるが、



- >高架上へ仮設構台(根太、大引)設置
- >70tクローラークレーンを積載想定

構造検討の結果、判定 NG

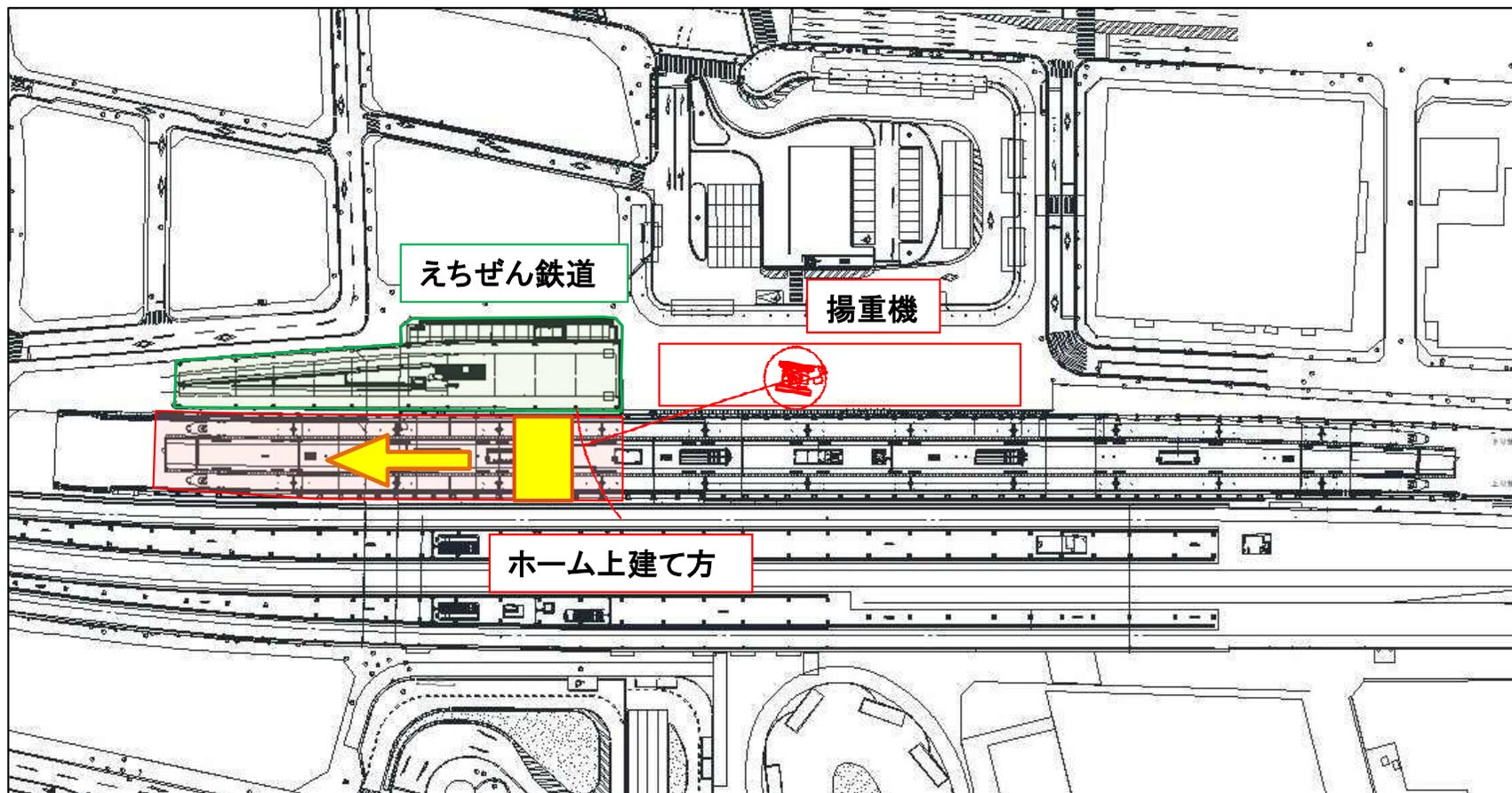


⇒ 福井駅の立地条件は工法が限定

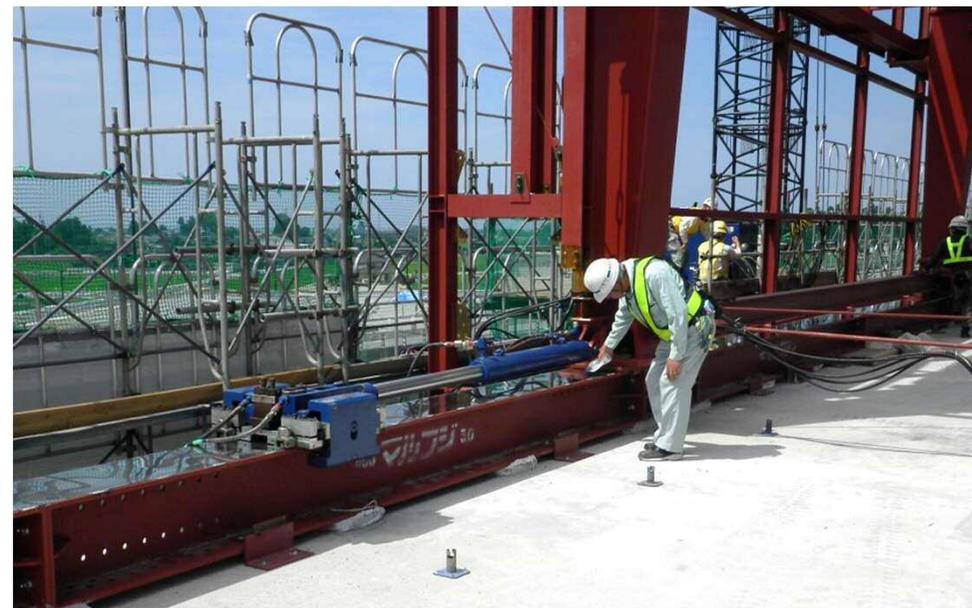


鉄骨建て方の採用工法 - 横引き工法 -

●横引き工法>> ホーム上の同一箇所にて建て方して横引き



鉄骨建て方の採用工法 - 横引き工法 -



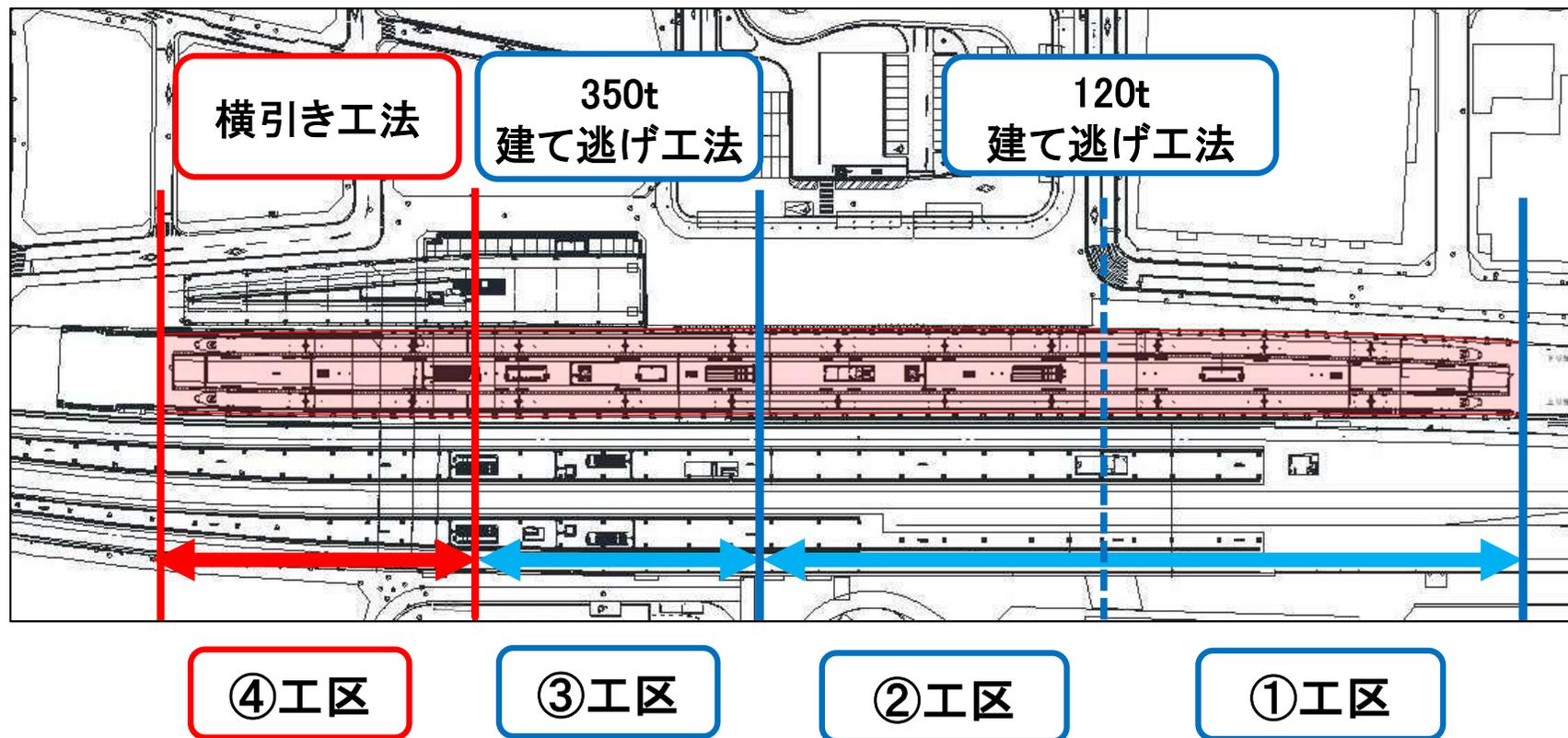
- 黒部宇奈月温泉駅にて類似の実績
- 横引き用のレールを据えて鉄骨フレームを移動
- 狭隘なホーム上でも施工可能





横引き工法の概要 - 鉄骨建て方計画 -

- 両駅舎に挟まれた部分の約70mは横引き工法



- 制約がない範囲は標準建て方(350t・120tクローラークレーン)

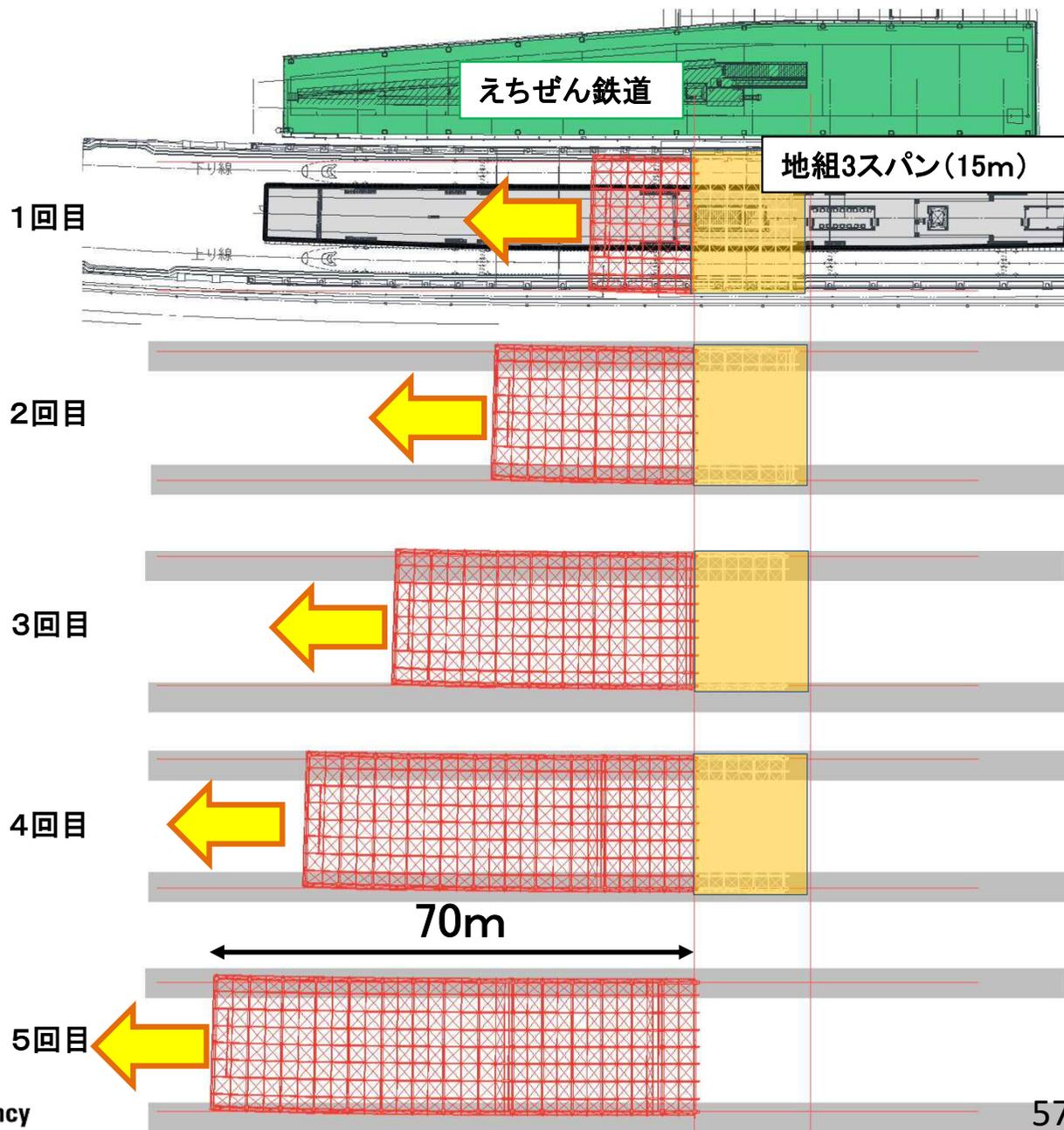
- 施工順序 ④工区→①工区→②工区→③工区



横引き工法の概要 - スライド -

●スライドは計5回実施

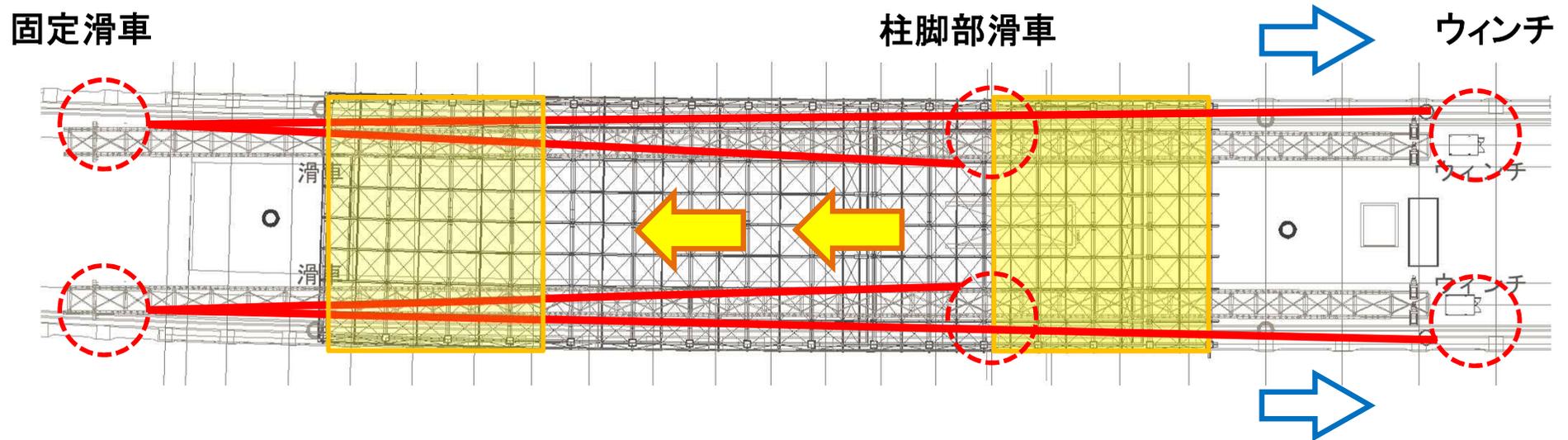
- ①地組範囲にて3スパン分建て方
- ②3スパン分スライド実施
- ③スライドを計5回繰り返す





横引き工法の概要 - スライド -

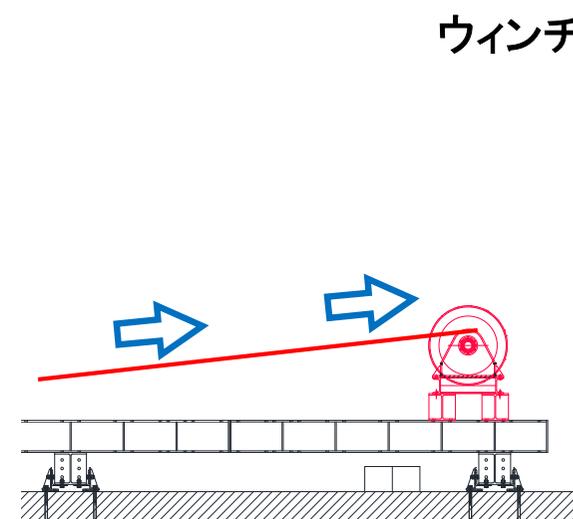
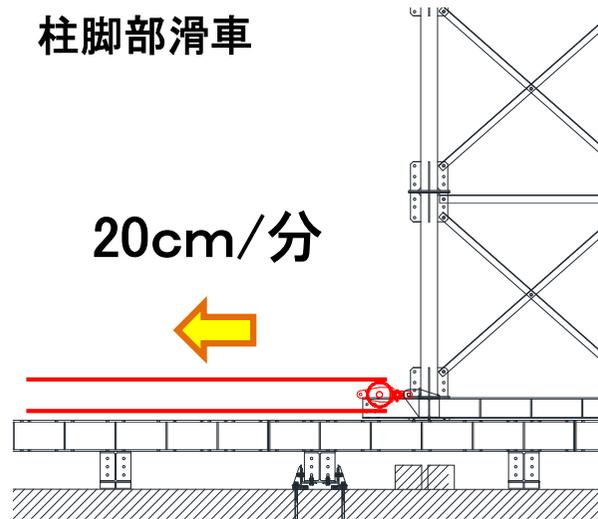
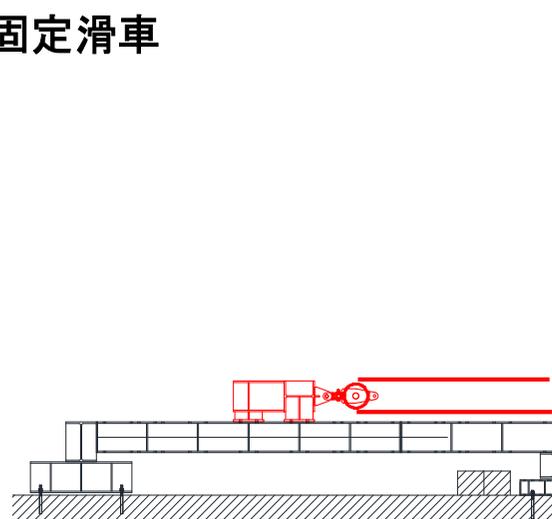
●スライドは後方のウィンチを巻き取ることで前方へ移動



固定滑車

柱脚部滑車

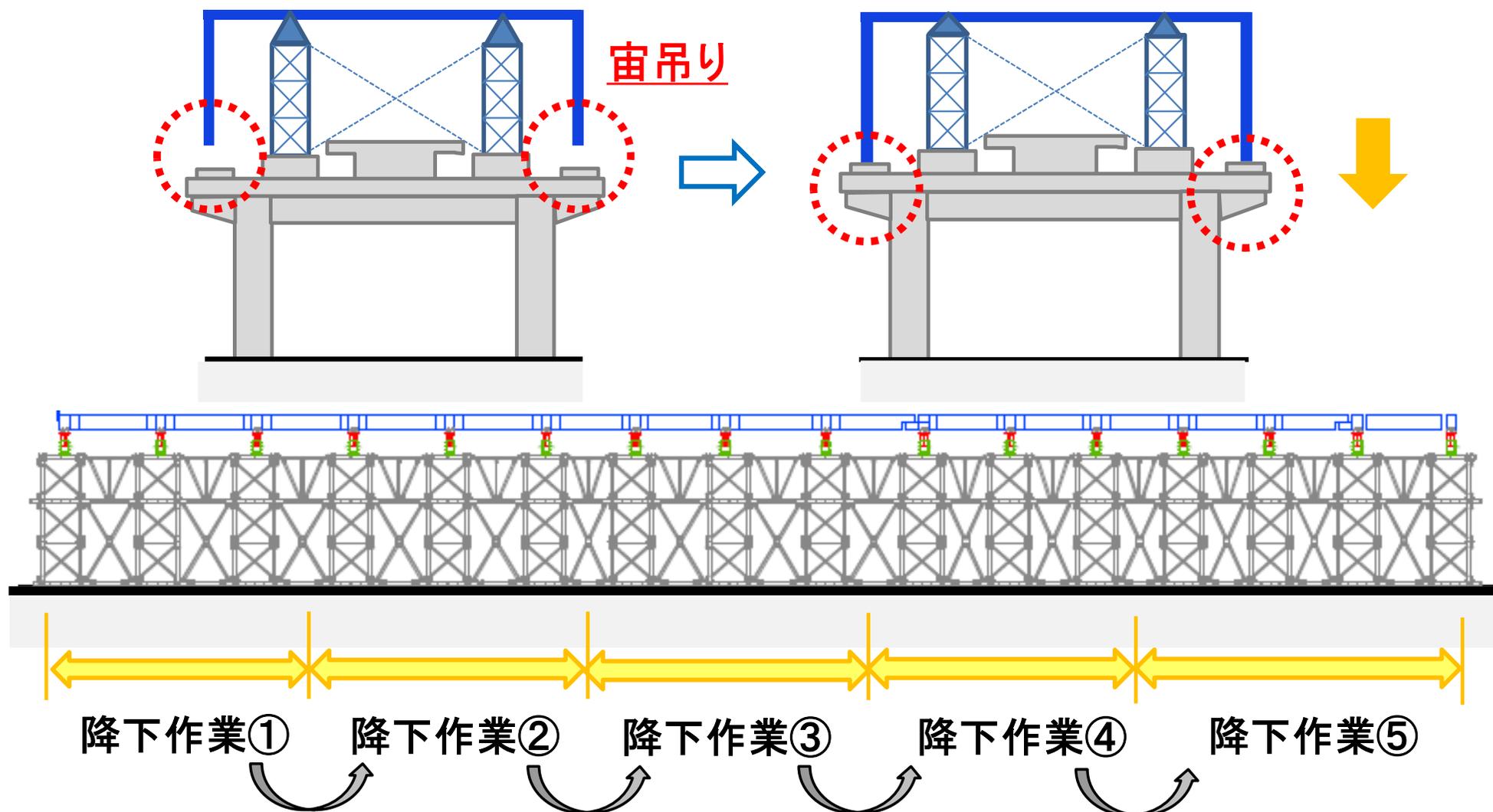
ウィンチ



横引き工法の概要 - ジャッキダウン -

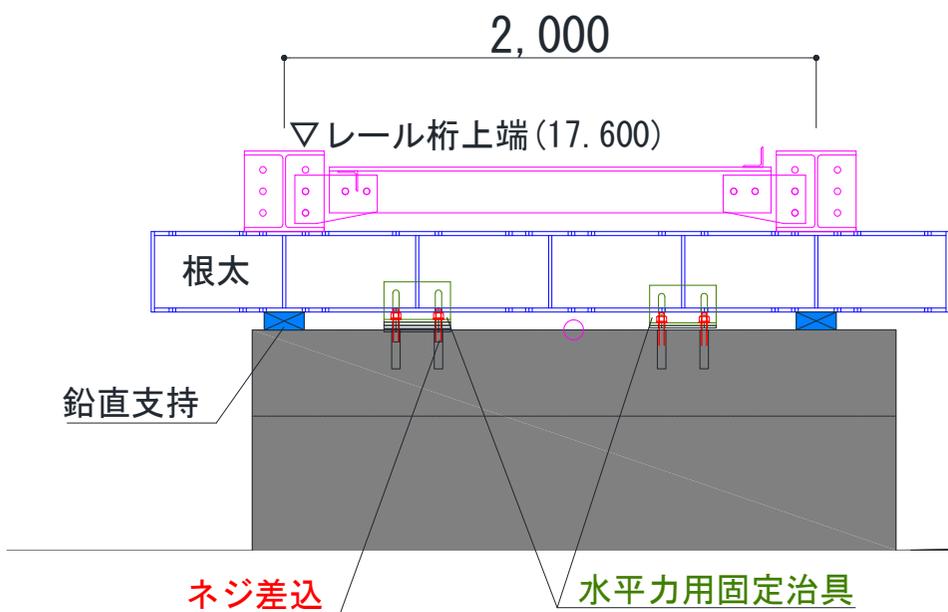
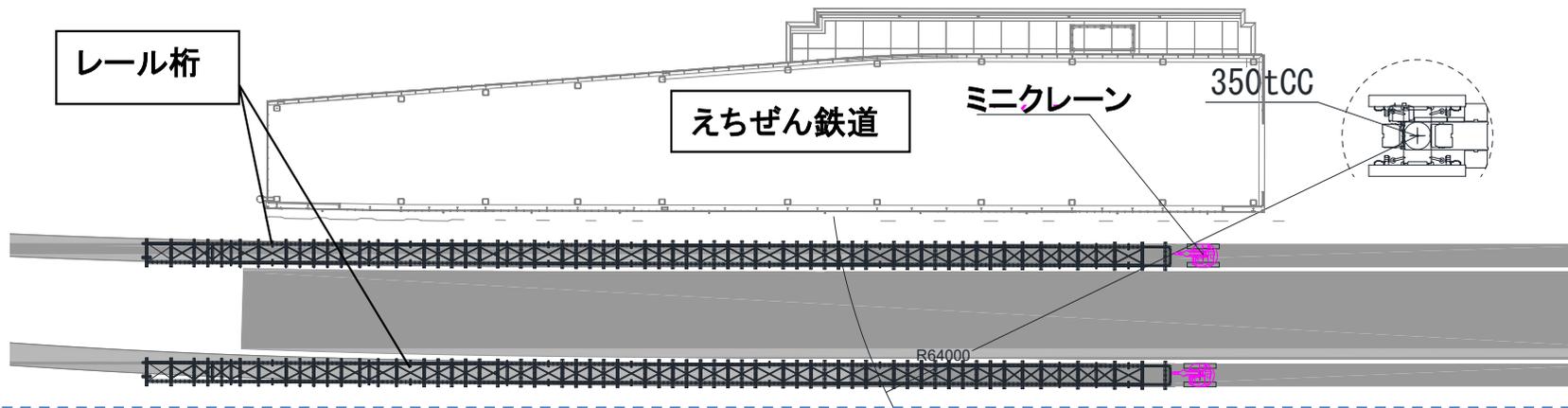


- 全スパン同時に降下せず3スパン程度毎に降下
- 所定の位置まで降下を繰り返す





横引き工法の概要 - ①レール桁 -





横引き工法の概要 - ②ベント設置 -

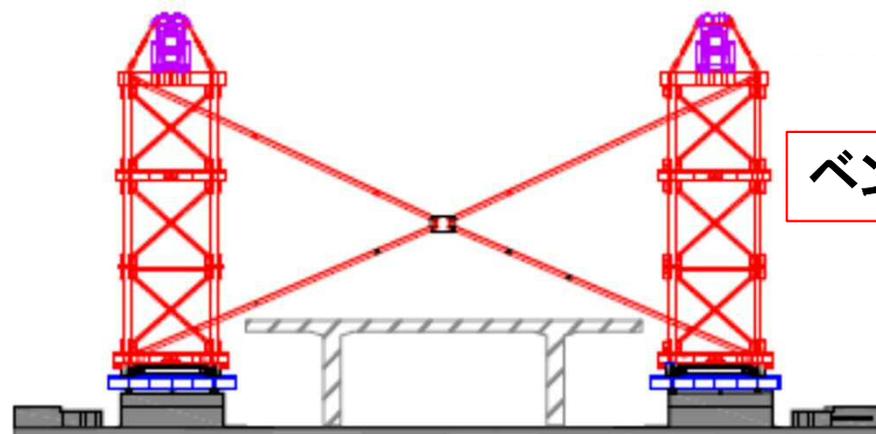
●取付順序

- ①レール桁にベントを設置
- ②ジャッキボックス取付
- ③ベントを3スパン組立・固定

ベント支柱

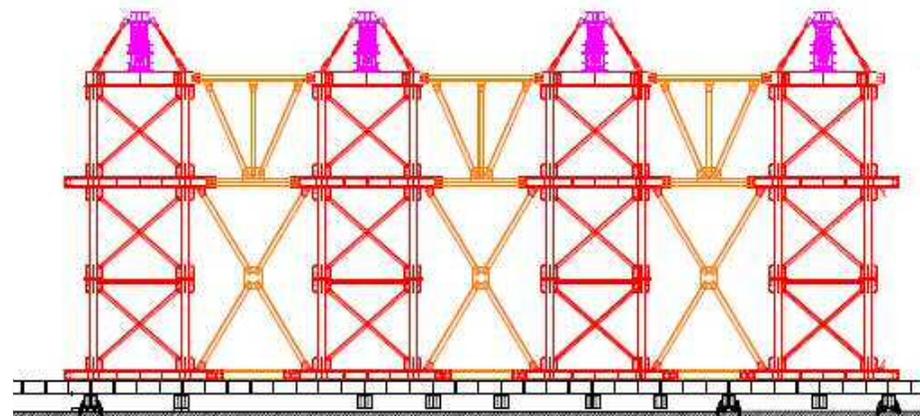


ジャッキダウン装置



断面図

ベント



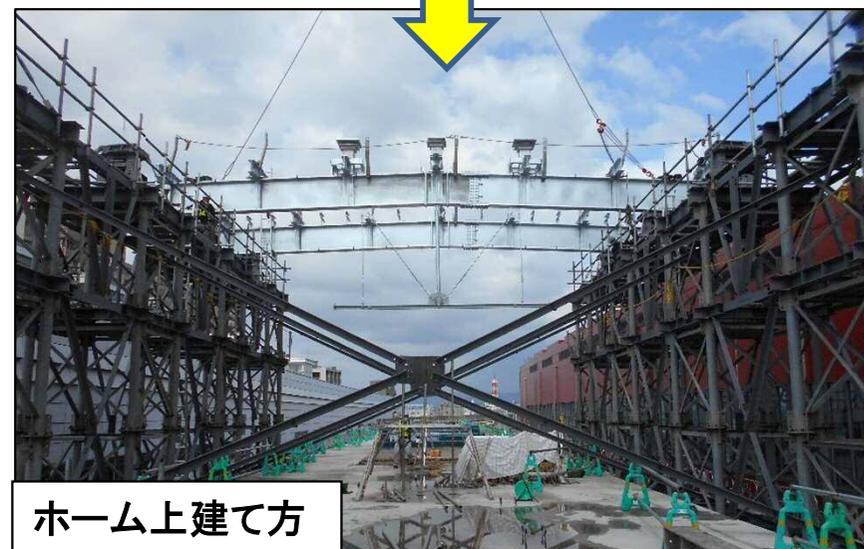
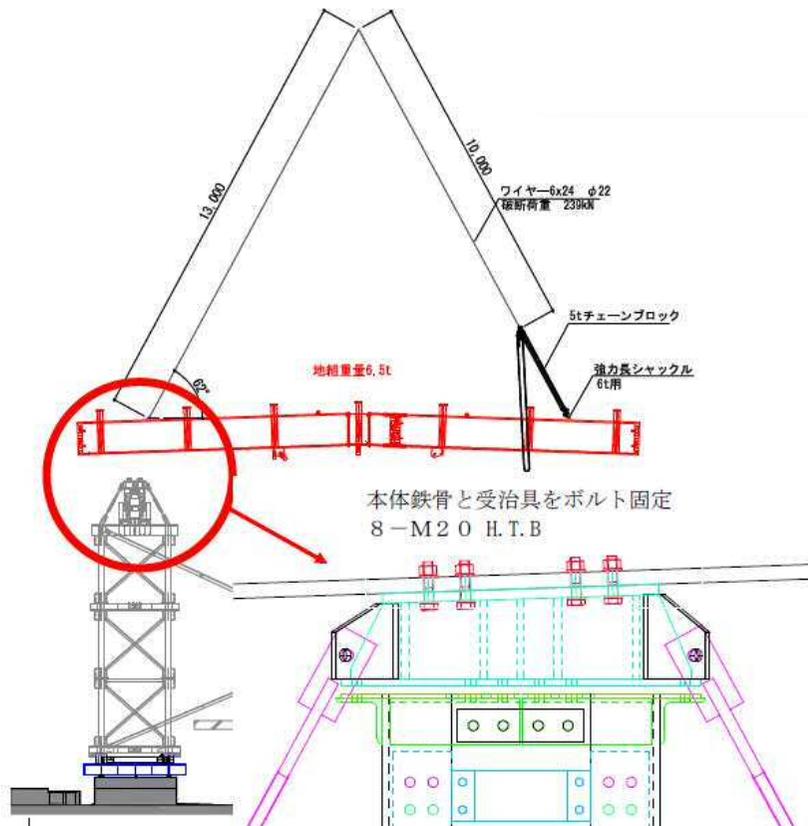
側面図



横引き工法の概要 - ③鉄骨建て方 -

● 取付順序

- ① 地上で大梁を地組
- ② 350tCCでベント支柱に設置
- ③ ボルトにて固定
- ④ 3スパン分を組立





●営業線近接工事における鉄道事業者との協議結果

(1) えちぜん鉄道 ⇒ 営近工事対象外

(2) 西日本旅客鉄道

⇒ ①350tCC、120tCC使用時は営近工事対象

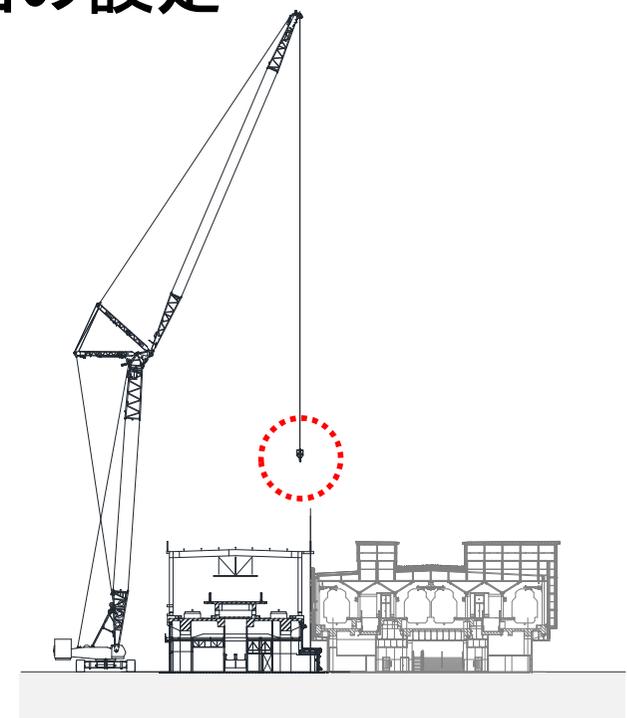
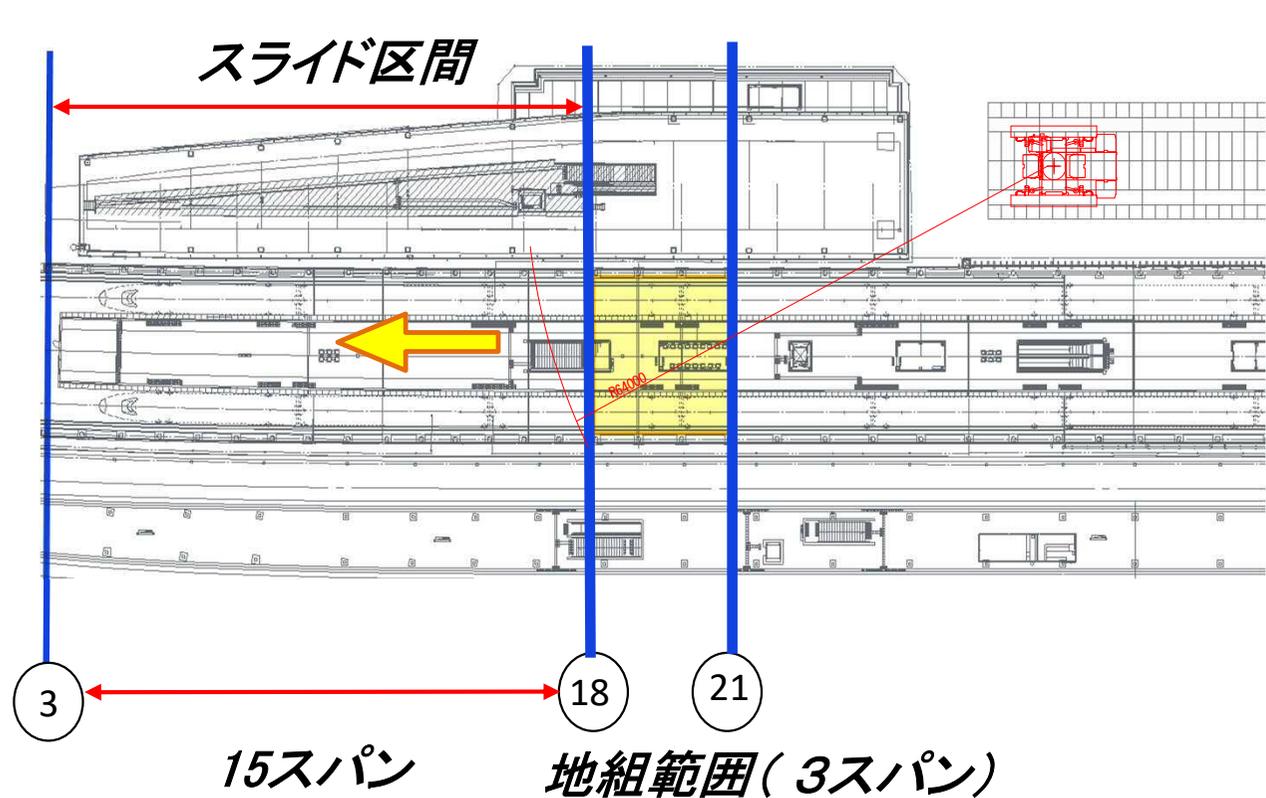
②横引き工事のスライド時(低速度により)営近工事対象外

⇒横引き工事のホーム上建て方作業は営近作業



横引き工法の施工課題 - 営業線近接工事 -

●ホーム上の地組み(営業線近接工事)範囲の設定



吊荷の安全率: 80%以下
(JR西日本)

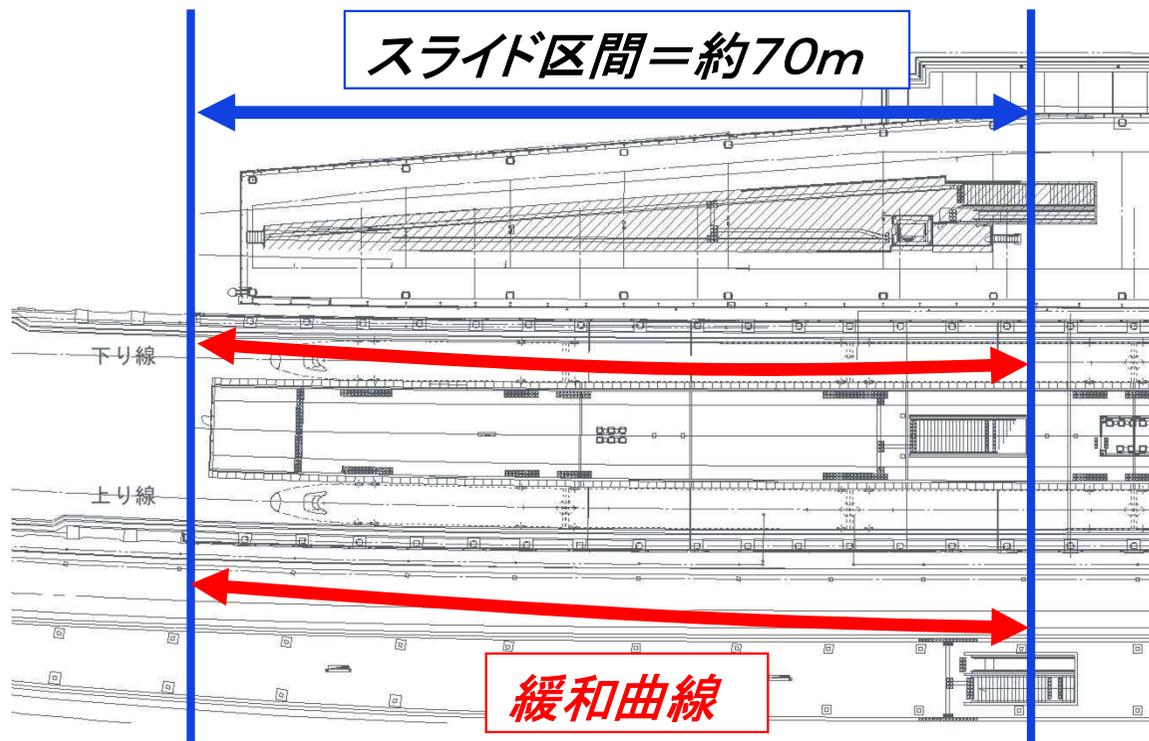
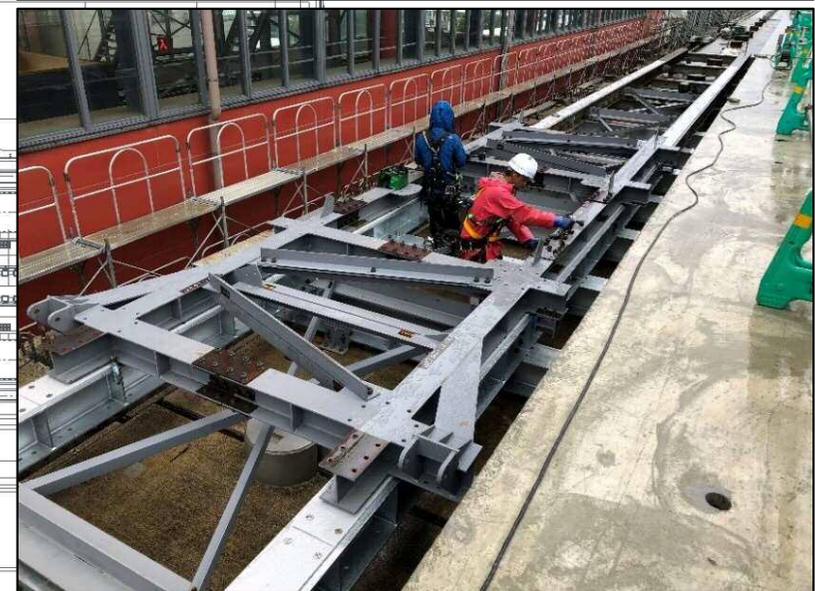
⇒ 横引き工法を実施する上で営業線近接工事下の条件
 >> 地組開始を18通り、3スパン分の計画



横引き工法の施工課題 - 曲線区間の課題 -

●福井駅の高架橋「スライド区間」＝「曲線区間」

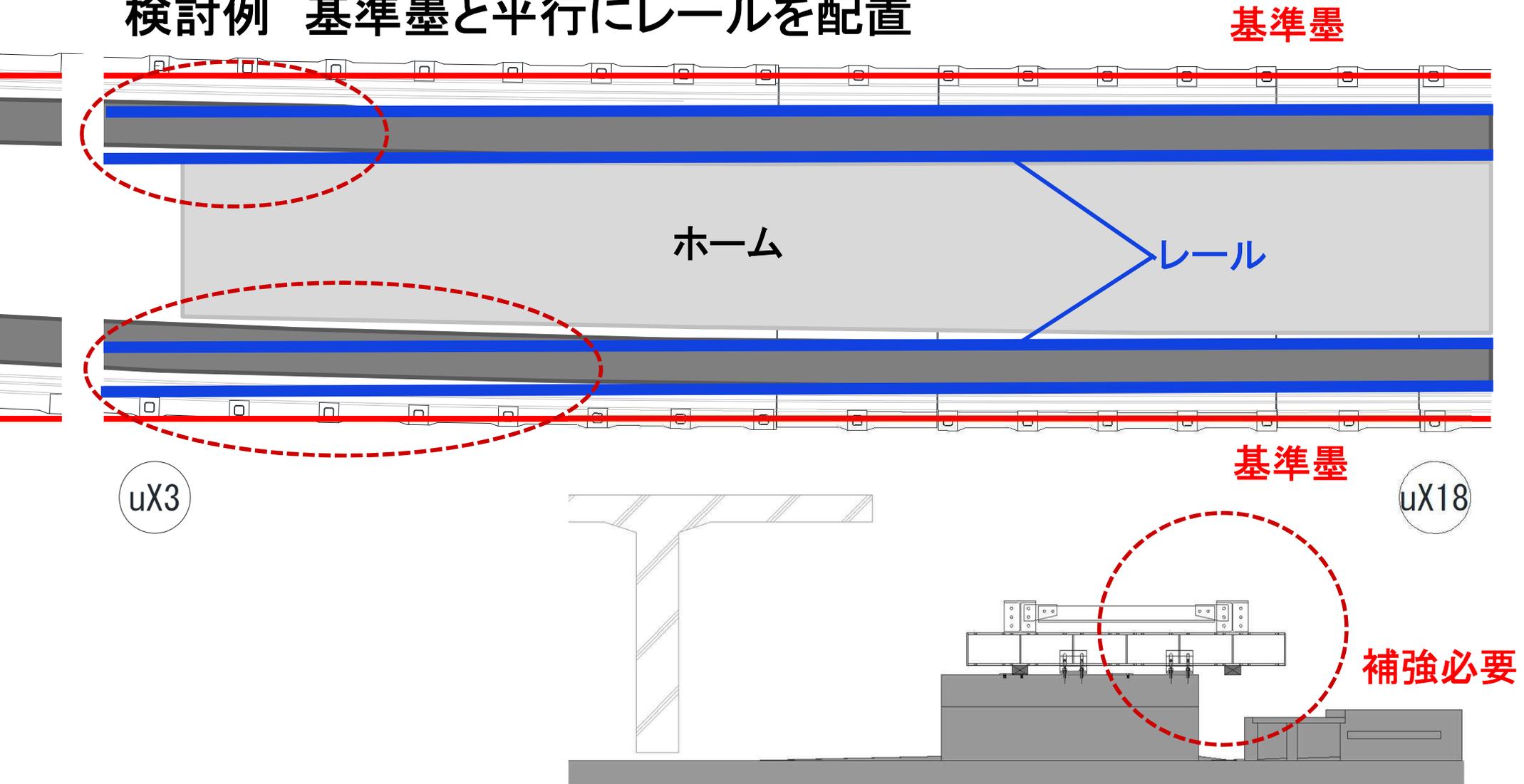
- ＞スライドレール桁は直線のため
曲線区間のスライドは調整が必要
- ＞レール桁を可能な限り路盤に支持





横引き工法の施工課題 - 曲線区間の対応 -

検討例 基準墨と平行にレールを配置

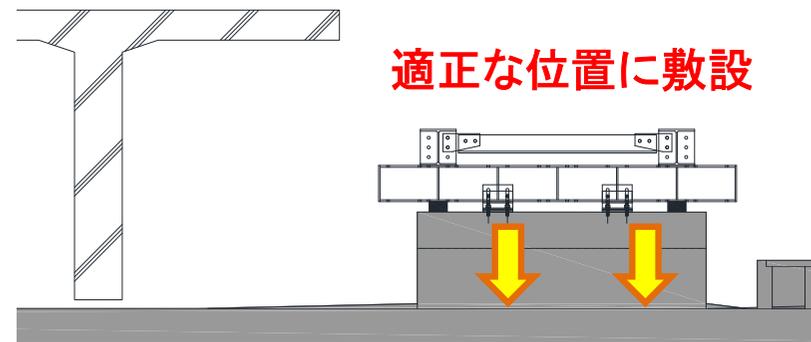


⇒ 路盤からレールが外れ鉛直支持× 仮設補強が必要



横引き工法の施工課題 - 曲線区間の対応 -

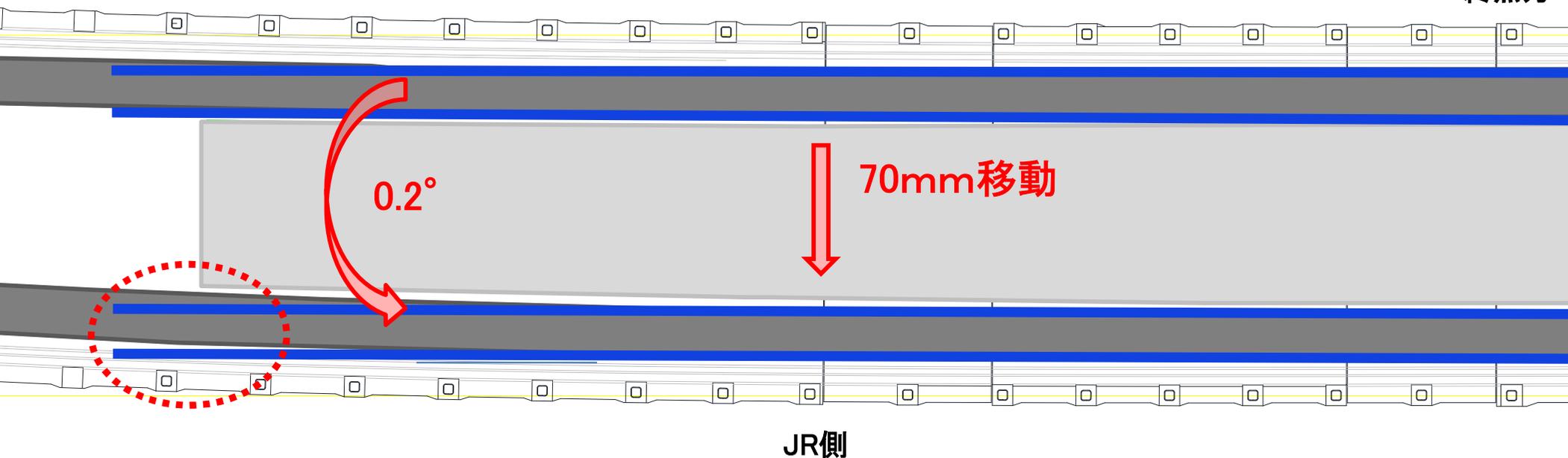
- ① 終点方に対して起点方を外軌道側へ 0.2°
- ② JR側へ70mm移動
⇒ 起点方を路盤に可能な限り支持



起点方

えちぜん鉄道側

終点方

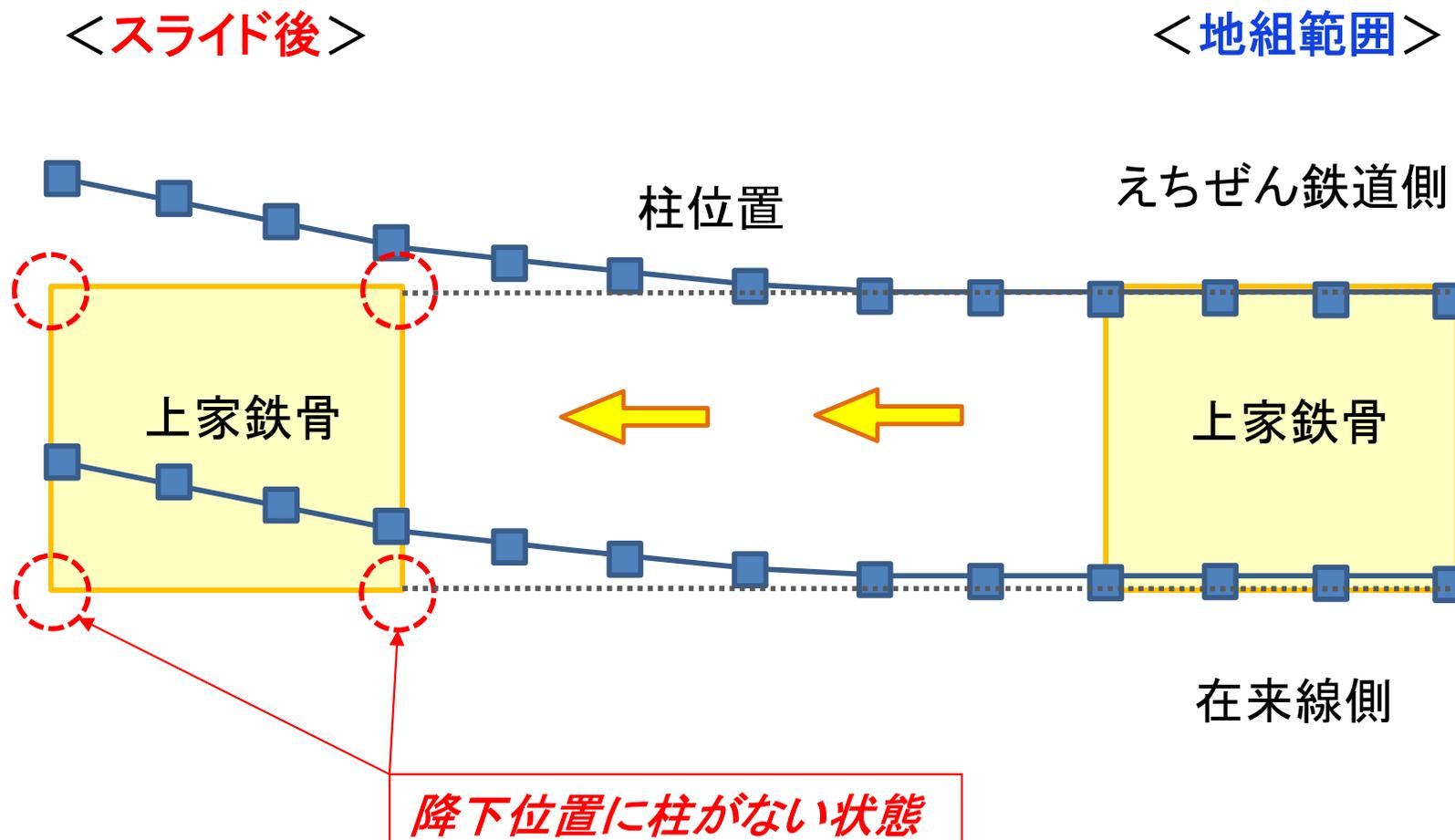


⇒ 曲線区間のレールは路盤に可能な限り支持、レールの補強を低減



横引き工法の施工課題 - 曲線区間の対応 -

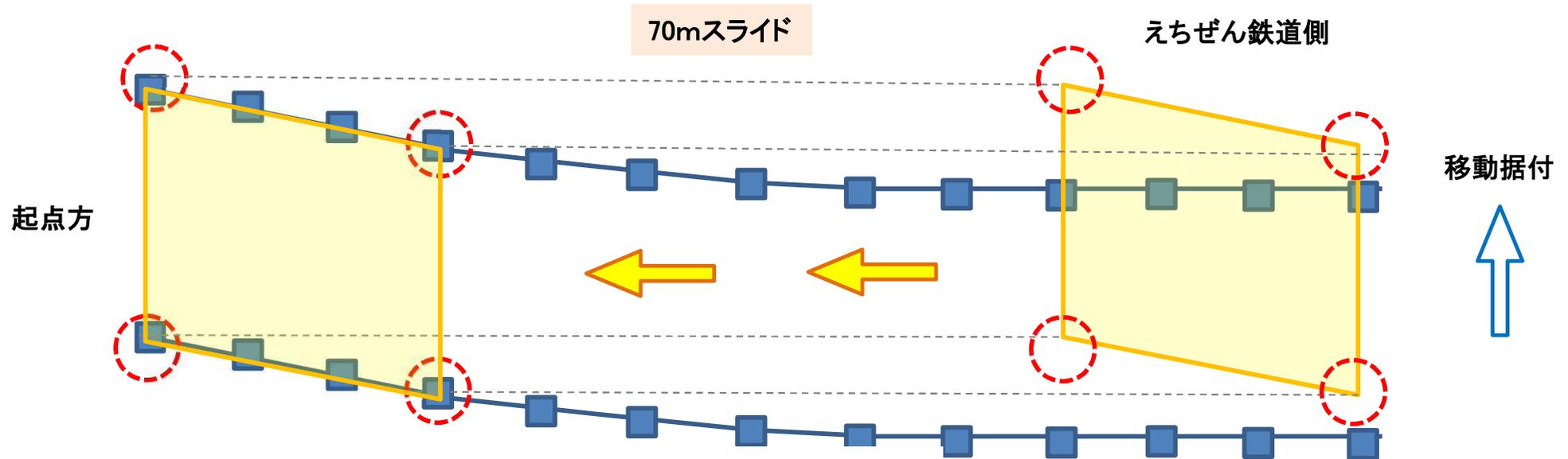
- 柱位置が異なり、所定の位置に降下するための検討が必要



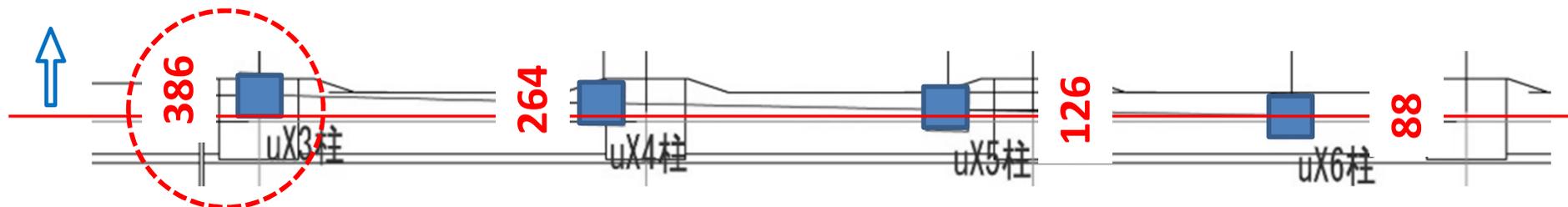


横引き工法の施工課題 - 曲線区間の対応 -

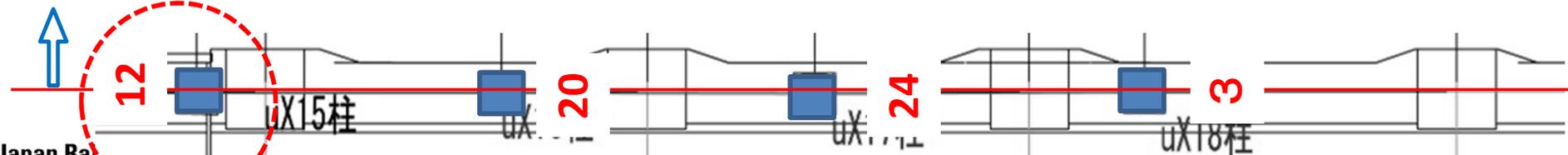
●スライド後の位置を全実測し、地組の時点で柱位置を調整



●スライド最終までのフレーム(70m移動)⇒(88mm~386mm)



●スライド1回のみフレーム(15m移動)⇒柱位置(3m~12mm)

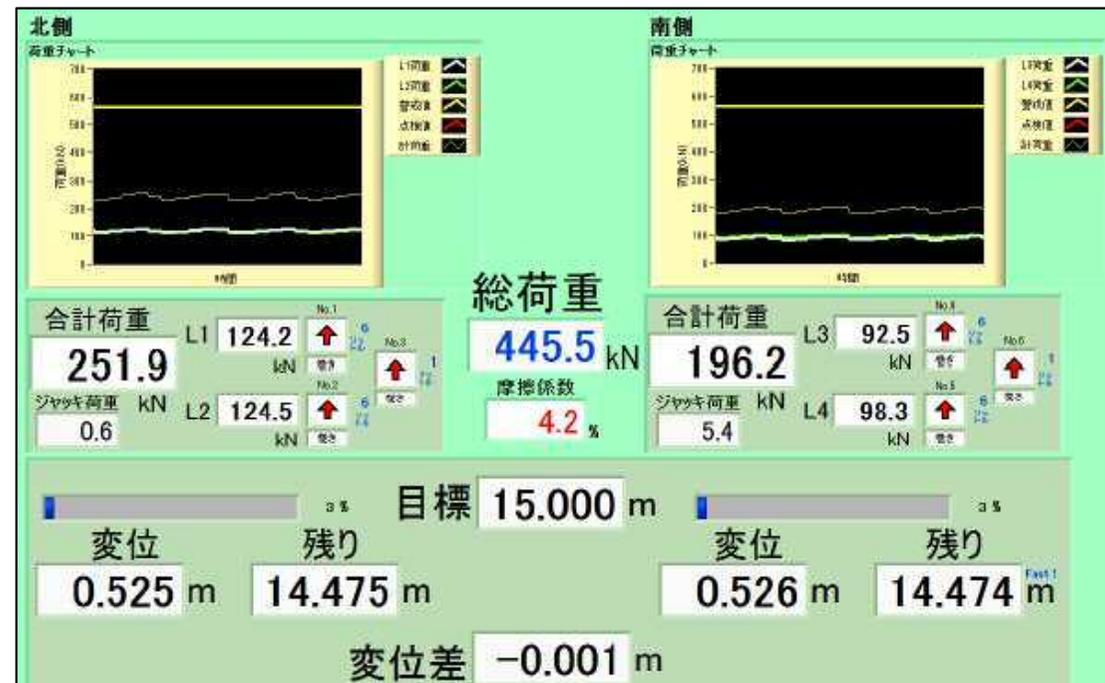




横引き工法の成果 - スライド管理実測 -

- 上り線側と下り線側⇒移動差による『変位管理』
摩擦抵抗値の計測による『荷重管理』

異常がある場合は
ウインチの巻き取りを自動で停止

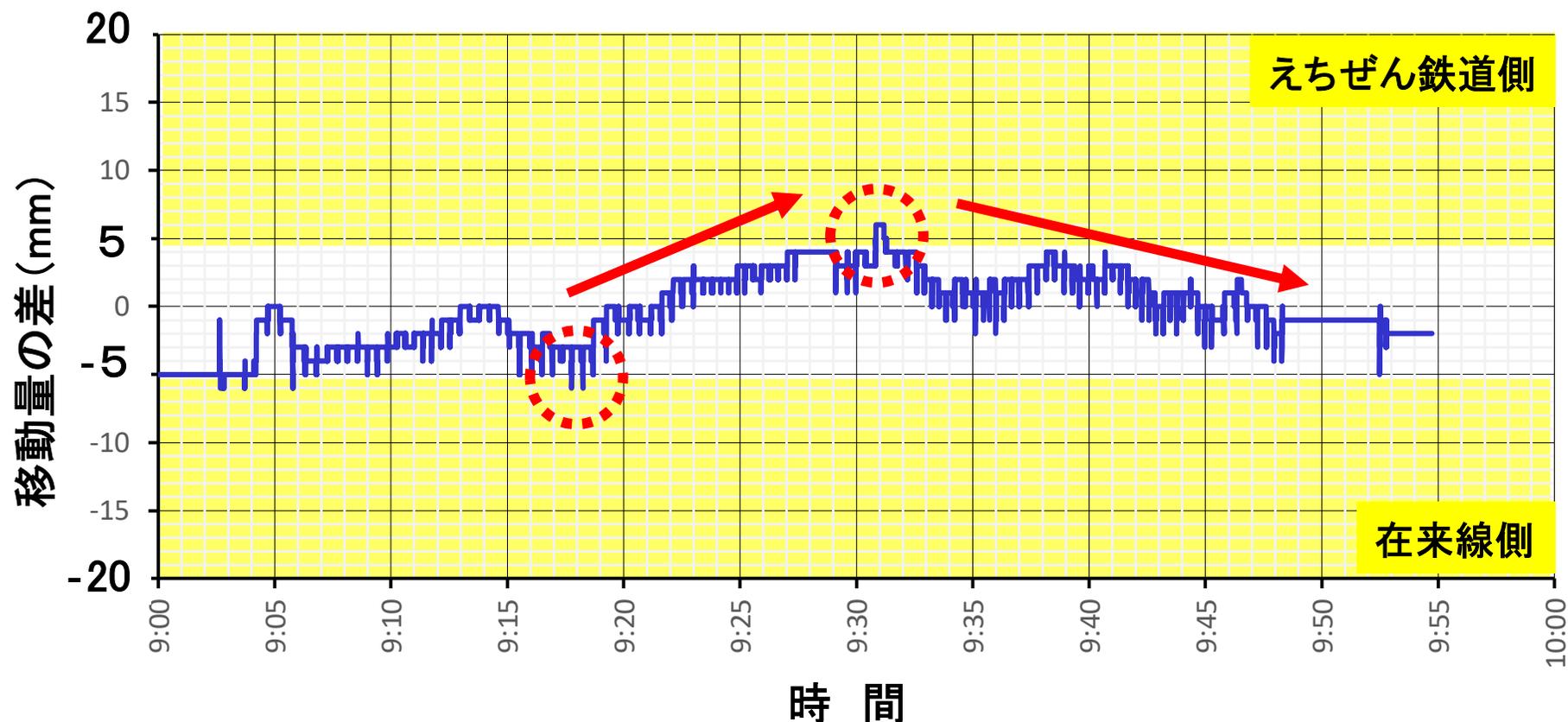


- 自動制御の制御内容

上下線の上家の移動差 ⇒ 警戒値 **5mm以上**
一時停止値 **20mm以上**



● 自動制御により警戒値内に収まるように管理

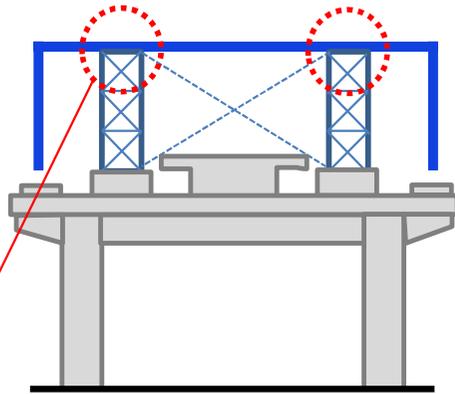


⇒ スライド時は監視体制、制御管理を徹底し精度確保



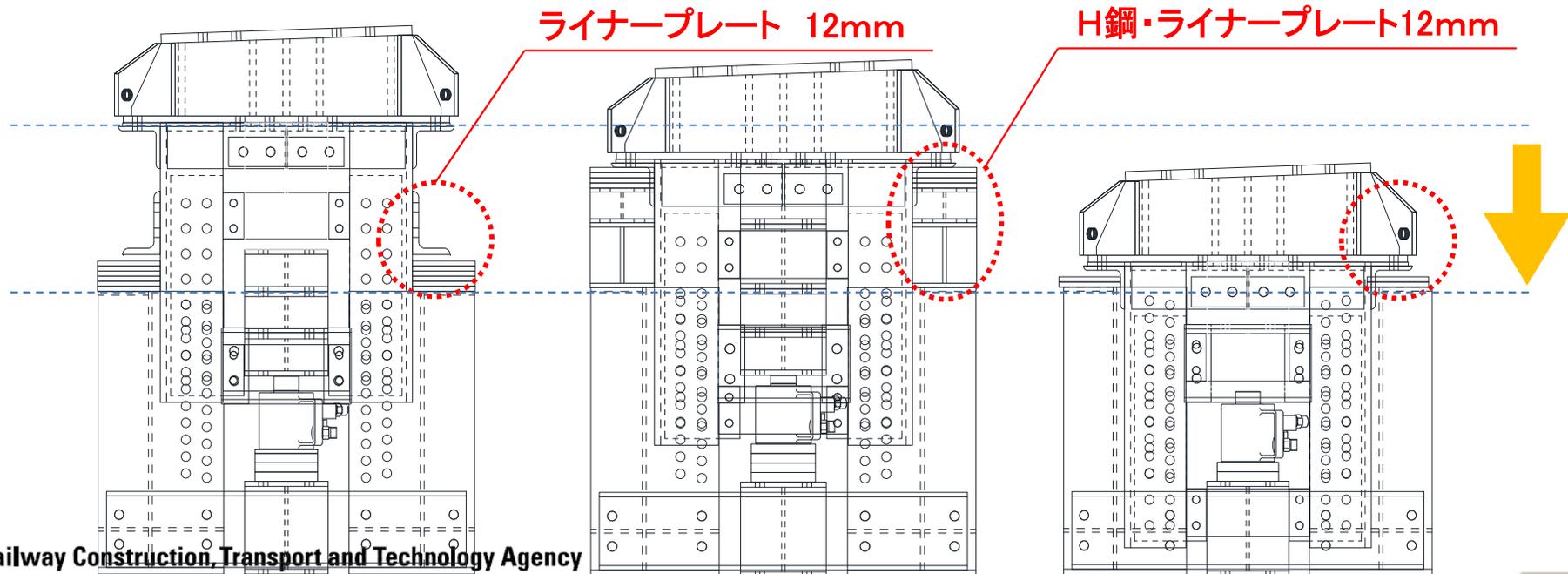
●ベント上部の受治具(降下用装置)にてジャッキダウンを実施

受治具位置



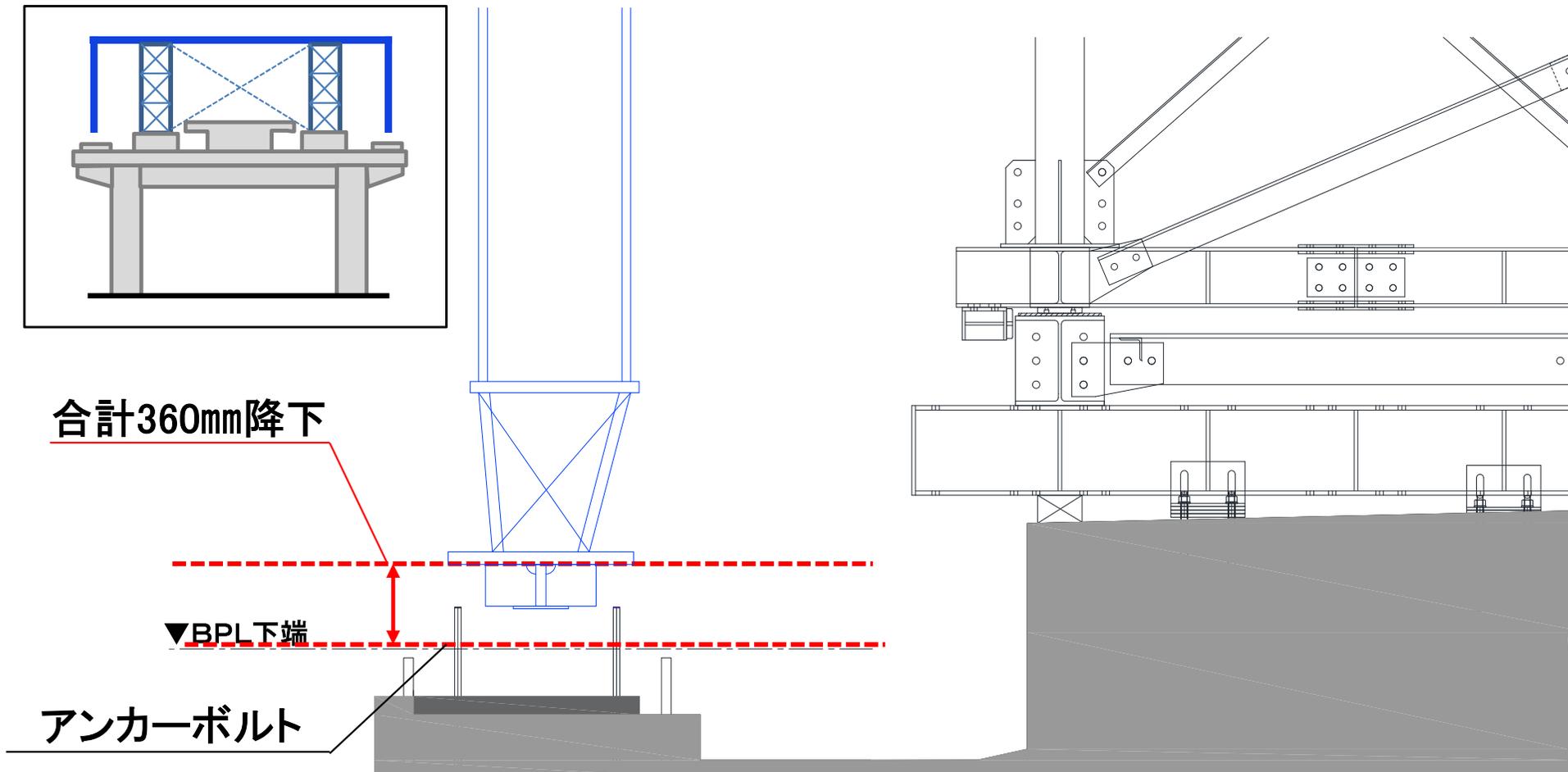
＜ジャッキダウン手順＞

- ①受け治具を上家とベント支柱に接続
- ②ライナープレート12mmを1枚ずつ抜き取る
- ③所定の位置まで繰り返し





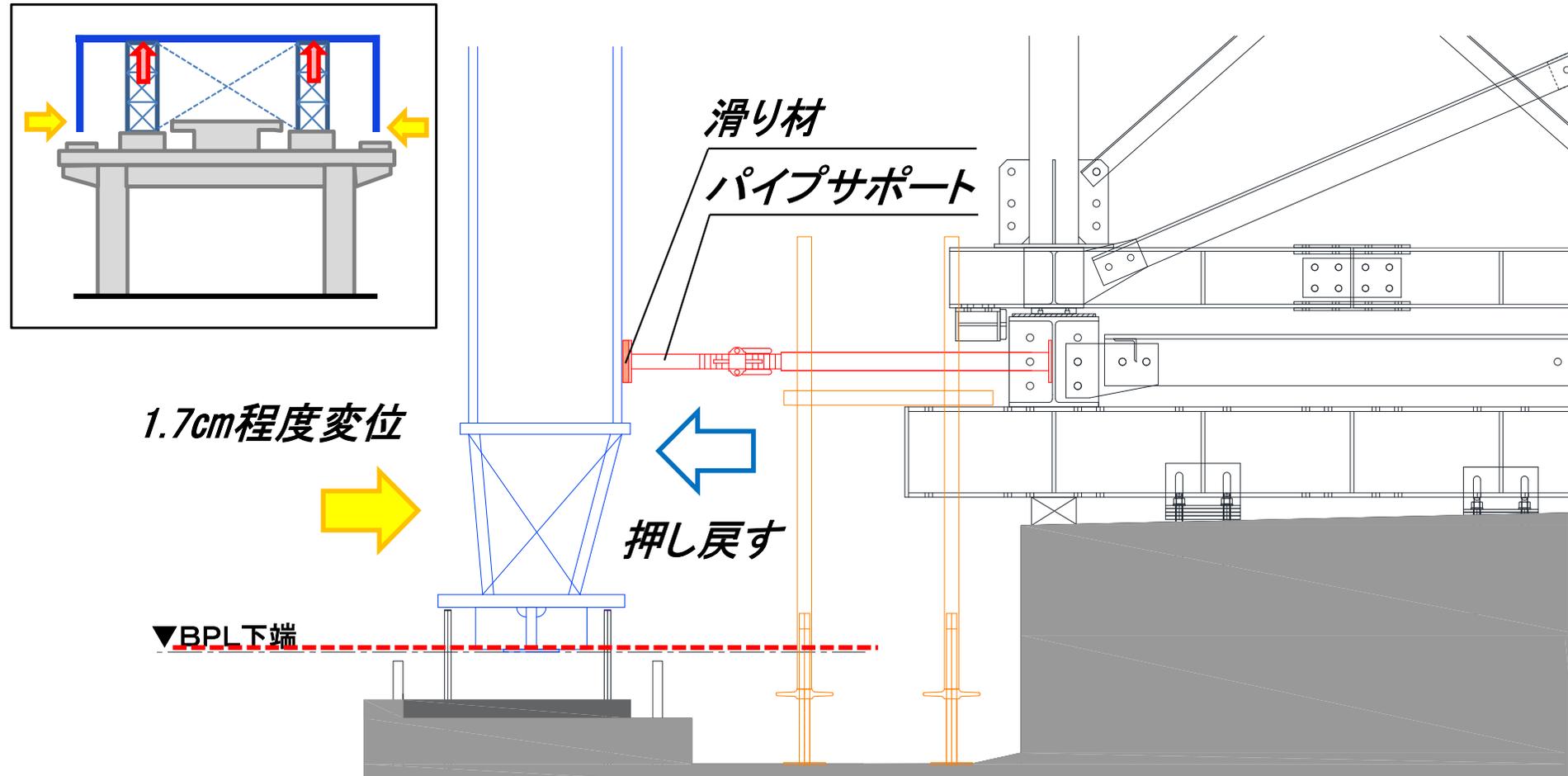
●既存アンカーに支障しない位置から降下開始



⇒ 12mm毎に計360mmジャッキダウンを実施



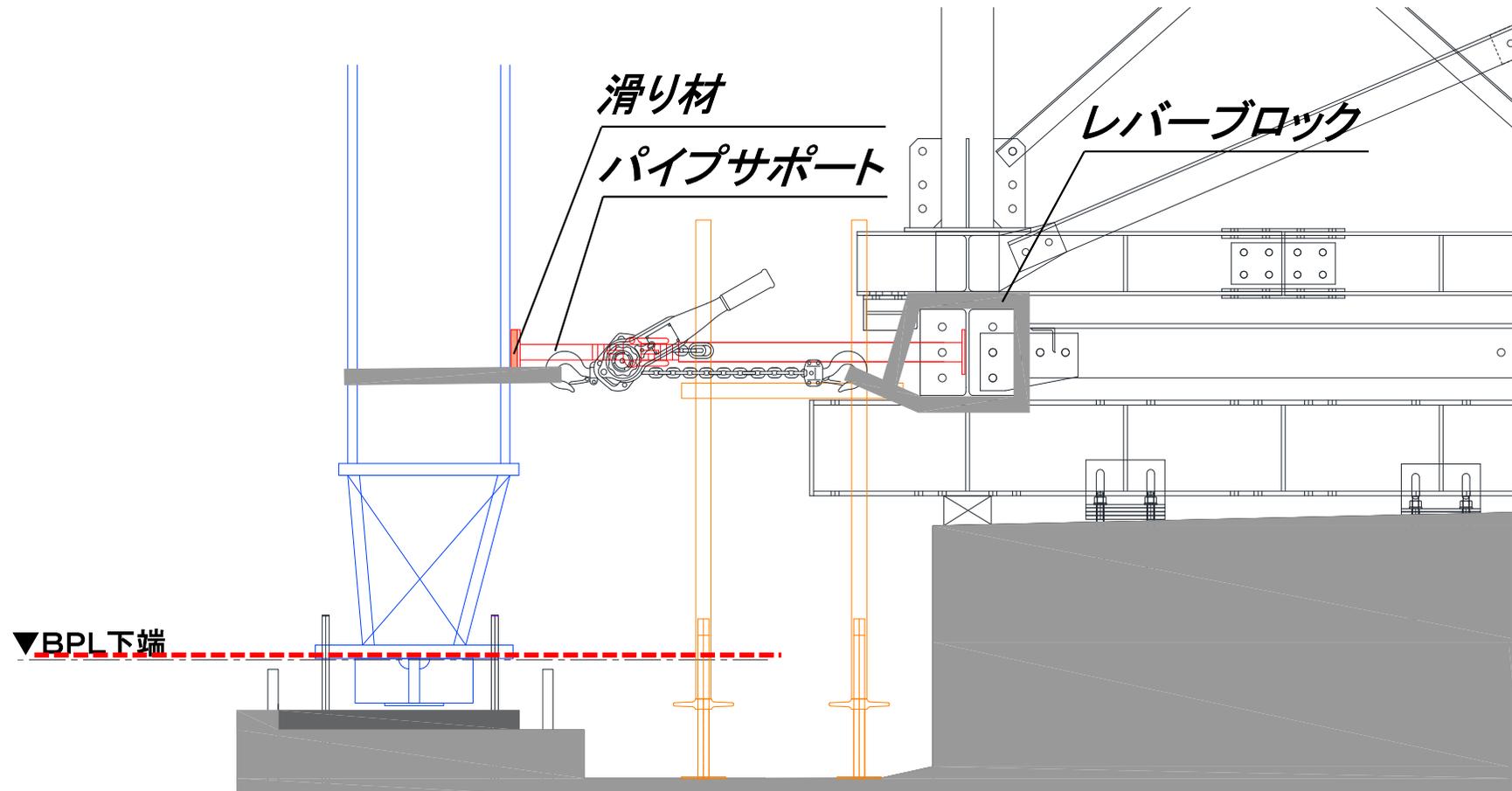
● 上家架構は宙吊りのため軌道側へ変位



⇒ アンカーをベースプレートに通過させるため柱脚を調整



●最終降下時はレバーブロックにて柱脚の動きを抑制



⇒ ジャッキダウンは細心の管理のもと実施



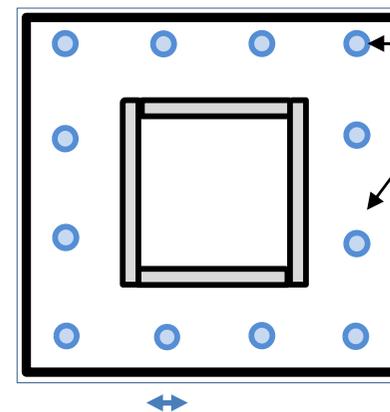
横引き工法の成果 - ベースプレートの改良 -

●柱脚部

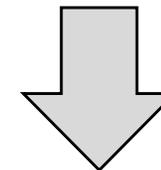


→曲線区間における施工誤差を考慮

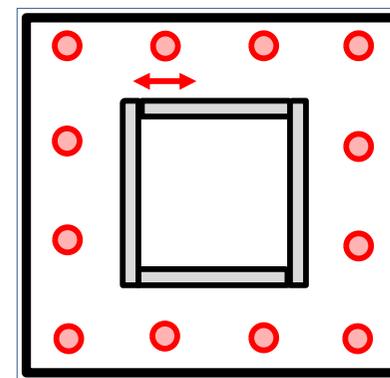
●当初設計



孔径32mm
板厚40mm



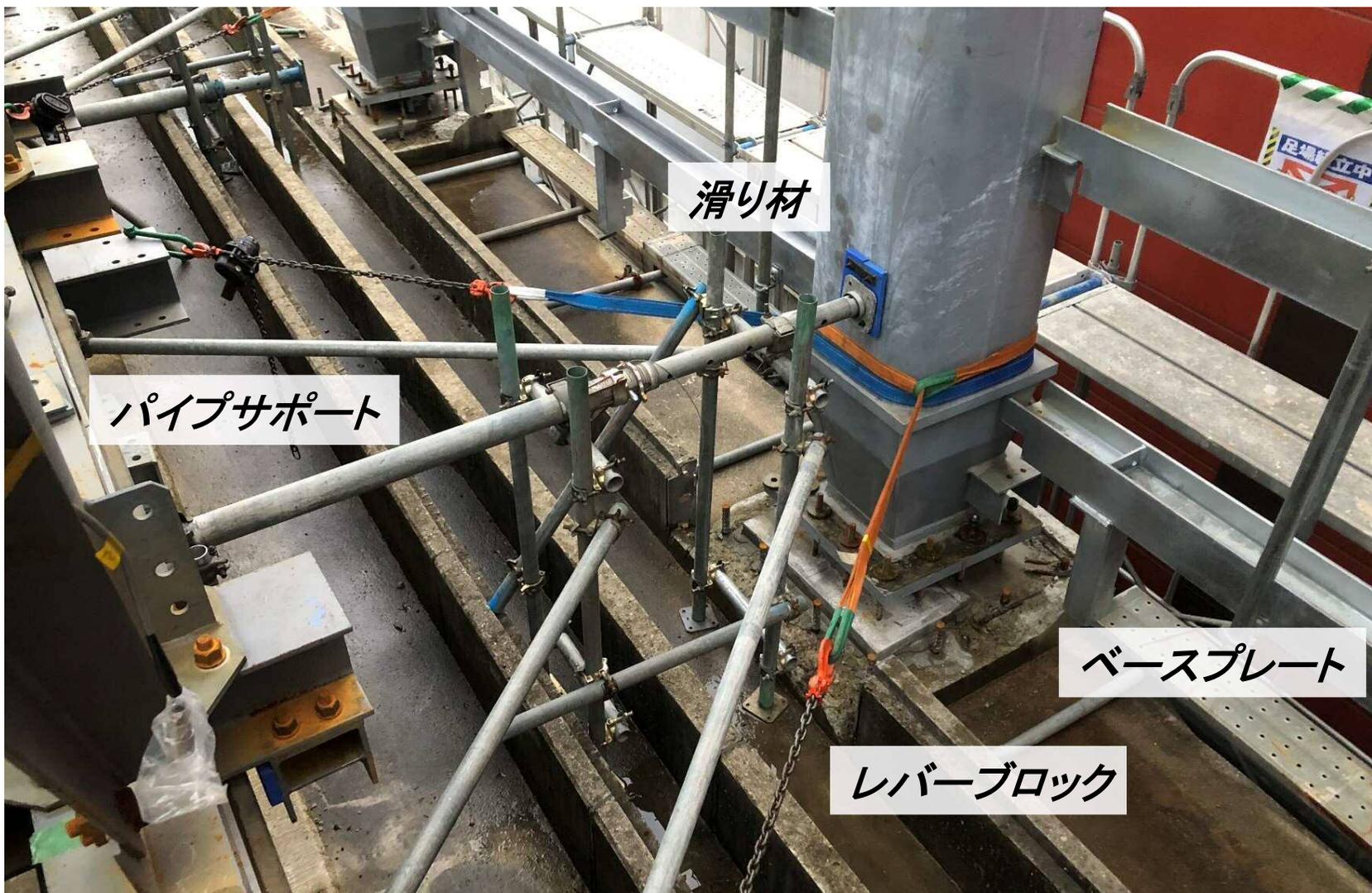
●施工時



孔径50mm
板厚52mm以上
※板厚は1.3倍確保

⇒ 曲線区間のジャッキダウンを実施するため孔径を拡大

横引き工法の成果 - ジャッキダウンの状況写真 -

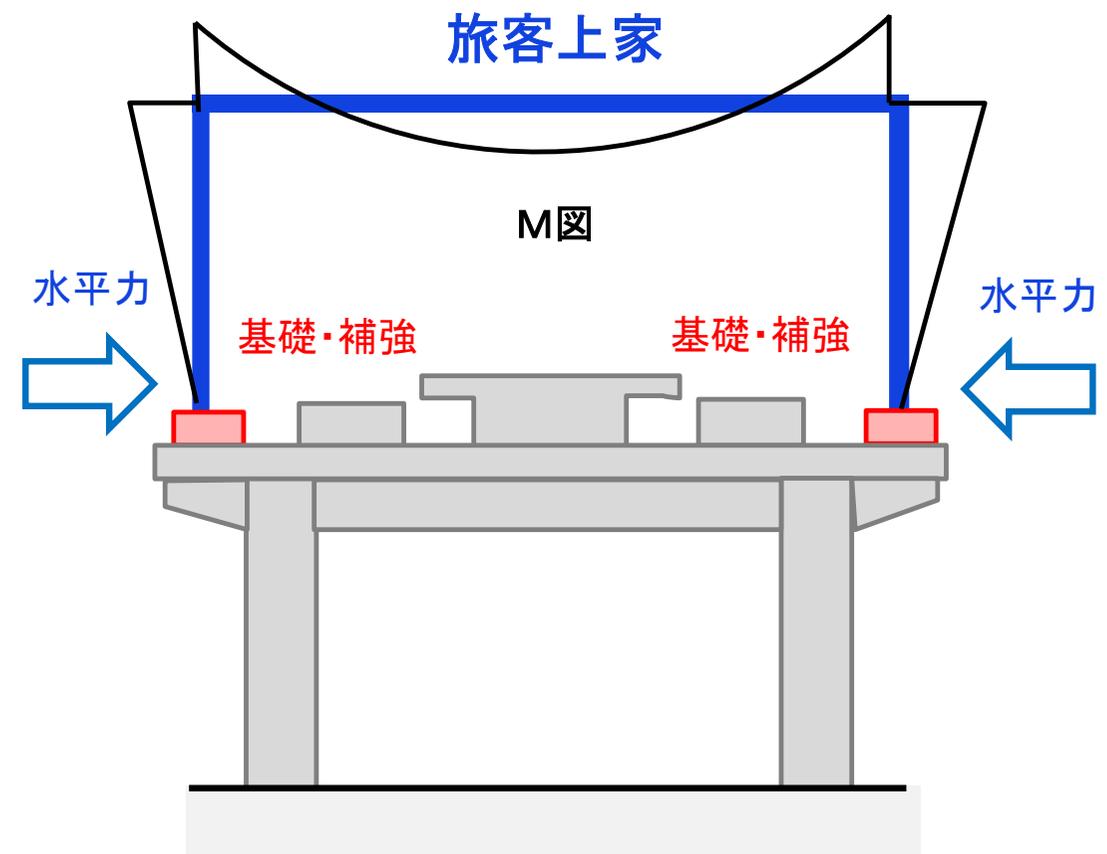


⇒ジャッキダウンするための対策を実施



●従来のスライド工法の課題

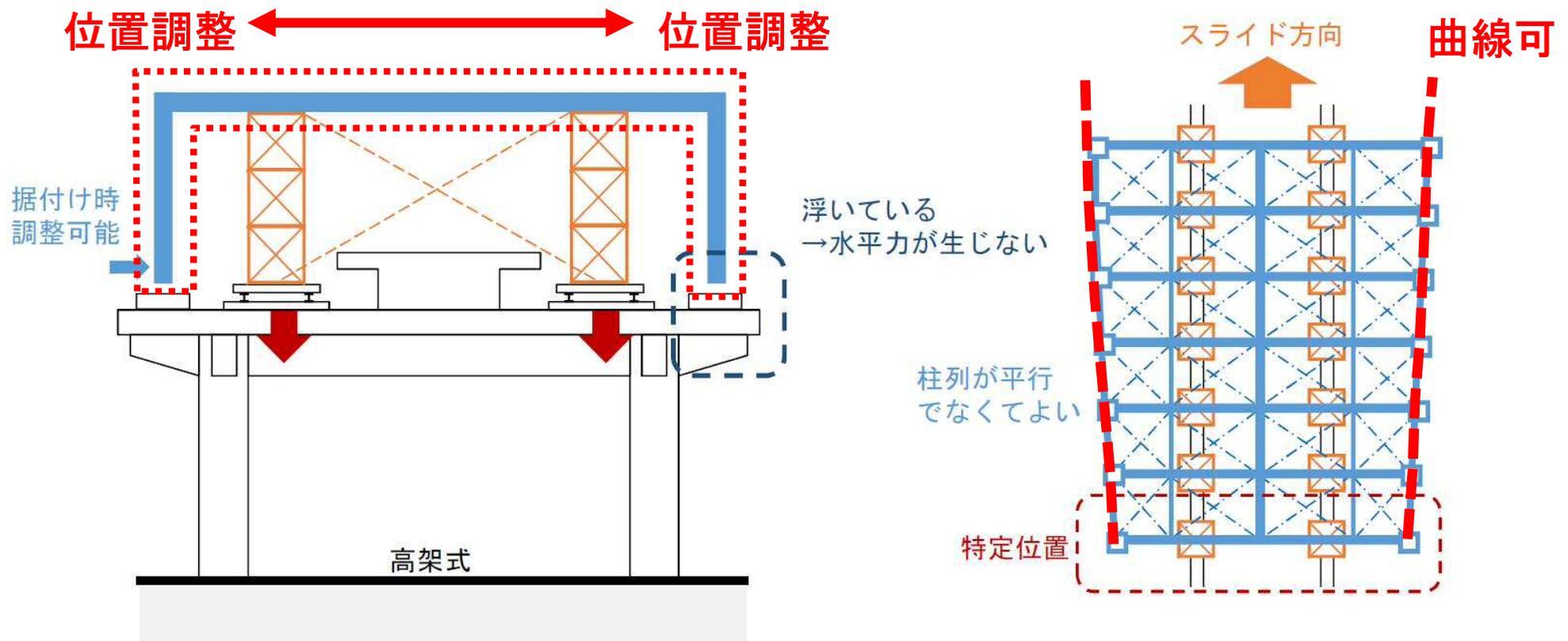
- ①柱脚部に水平反力を支持する基礎・補強
- ②摩擦力が発生
- ③スライド時に大きな牽引力
- ④直線区間の横引き





●本工法のメリット

- ①柱脚部が宙に浮いているため、水平力が発生しない
- ②基礎の補強コスト削減
- ③柱脚の据付け時に調整可能
- ④柱位置が平行でなくても自由な位置にジャッキダウン可能



●従来工法と本工法(福井駅実施)との比較

比較	従来工法	本工法	備考
コスト	1	0.9	・本工法 > ベント設置 ・従来工法 > 柱脚部の設備設置
工期	113日	105日	・仮設材の組立期間
施工	曲線区間×	曲線区間○	—

⇒ コスト・工期面で優位、曲線区間の施工が可能



福井駅鉄骨建方工事のまとめ

- ① えちぜん鉄道、在来線福井駅に挟まれた立地条件に対して横引き工法を採用し、鉄骨建て方を実施
- ② 曲線区間での対応や横引き工法の各作業にて高い精度管理を実施（特許申請中）
- ③ 狭隘なヤード下において仮設通路の確保、道路占用協議を行い工事を実施

- ・都市部の駅舎工事は安全性や周辺環境に鑑み適切な工法を選定
- ・関係各所、関連工事との密な調整が重要

明日を拓く

北陸新幹線

金沢・敦賀間



鉄道・運輸機構

JR TT