

2024年 5月 22日

令和6年度 第1回構造工学会

渋谷駅改良工事 ～鉄道工事を支える鋼構造物～

東日本旅客鉄道株式会社
東京建設プロジェクトマネジメントオフィス
プロジェクト支援ユニット 構造計画
三木 孝則

1. はじめに

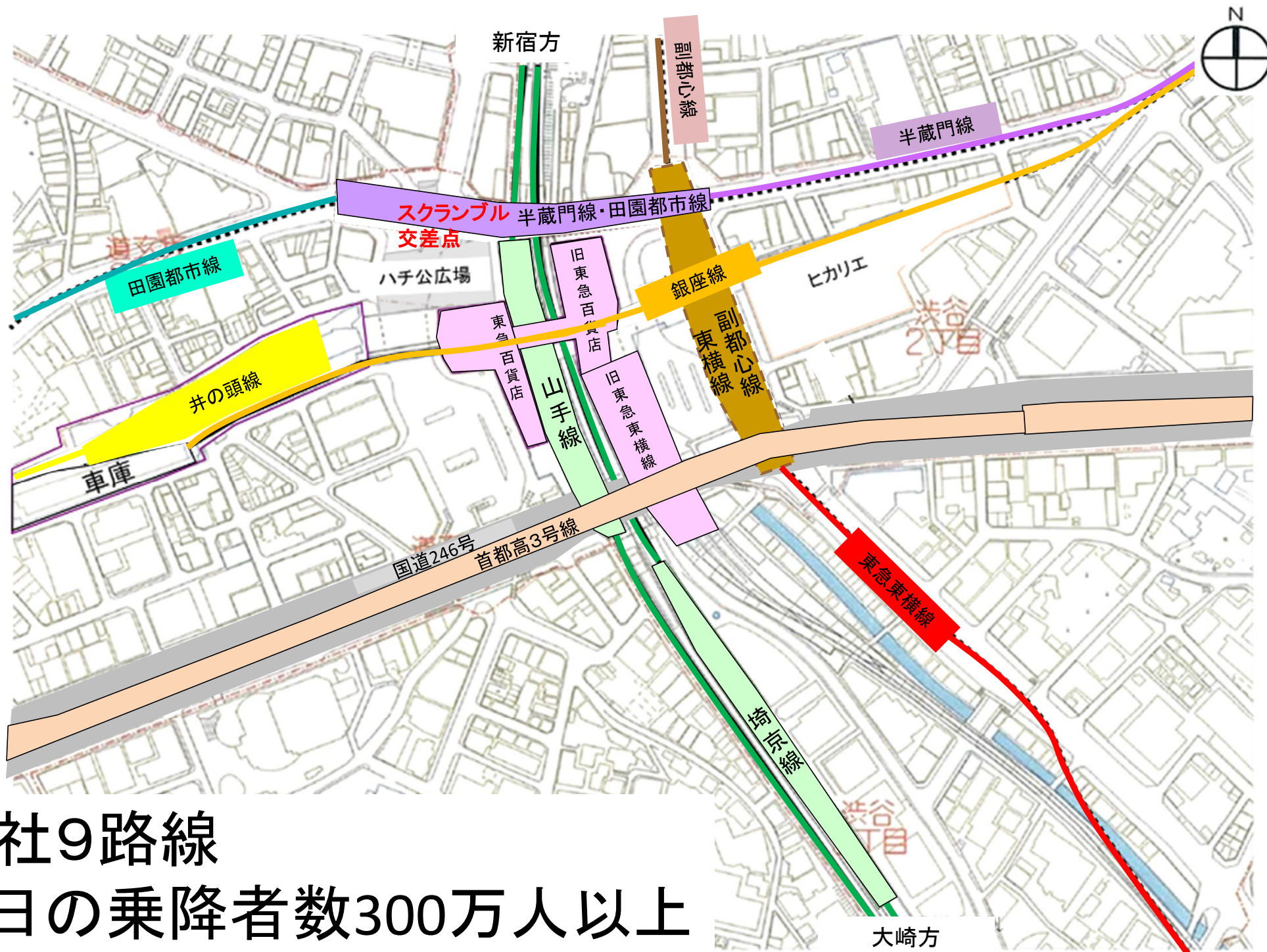
2. 全5回の線路切換え工事の振り返り

3. 本設利用工事桁の設計施工時の課題

4. 狭隘な施工環境でのビル鉄骨架設

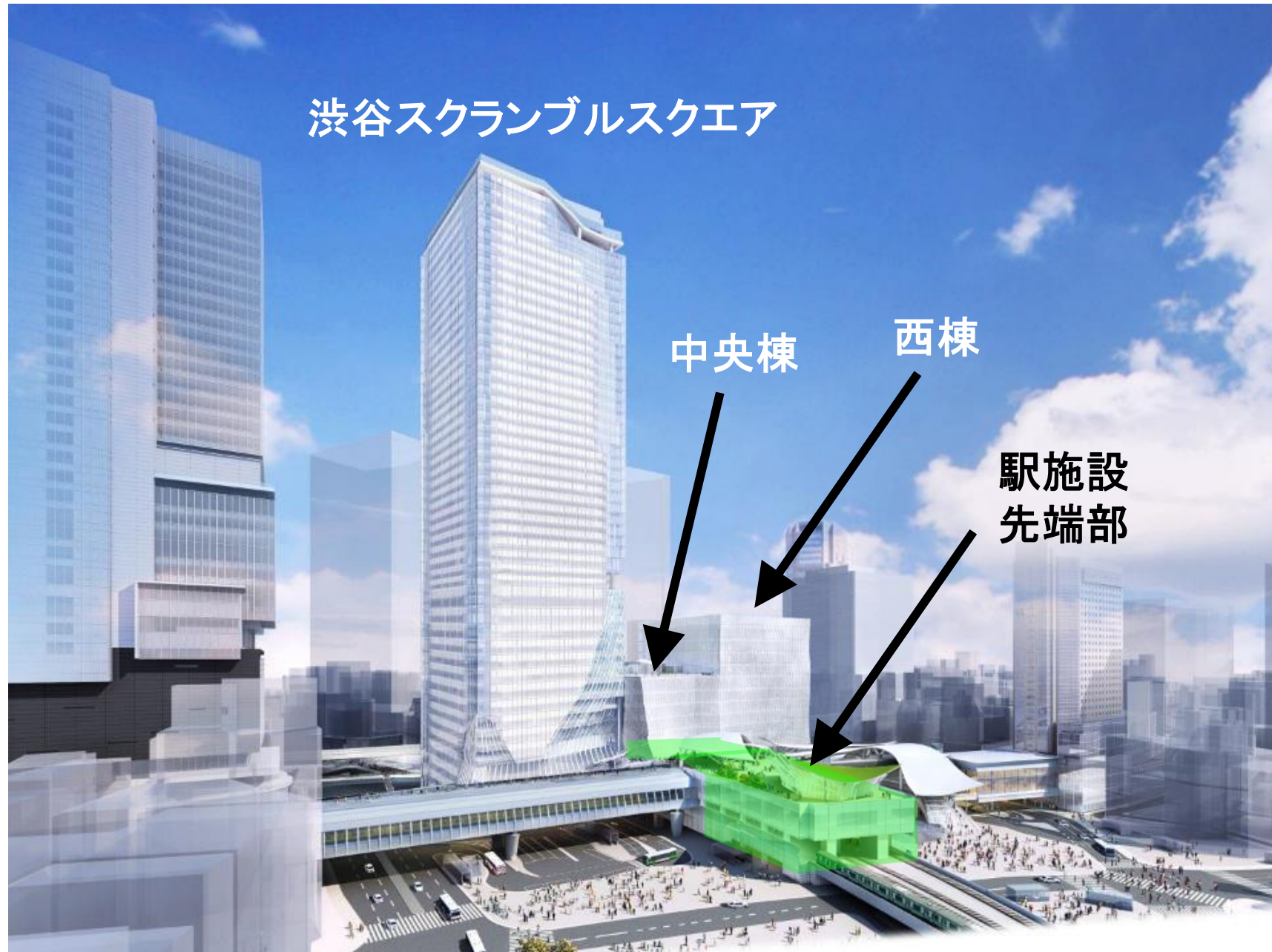
5. 渋谷駅改良工事の今後

6. まとめ



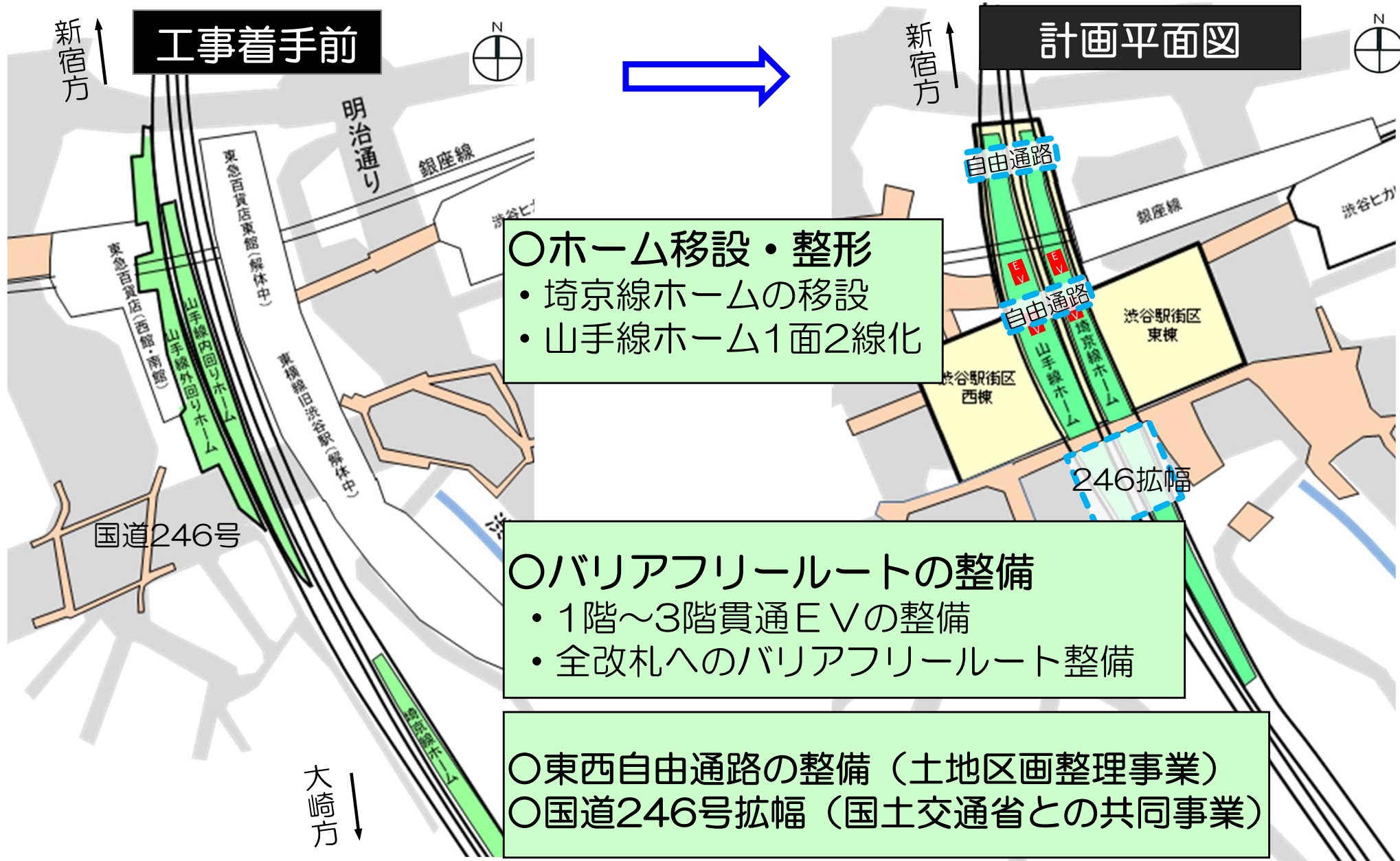
4社9路線
1日の乗降者数300万人以上

将来の渋谷駅イメージ(新宿方面より望む)



○駅施設の再配置による利便性向上

2階(軌道階) 駅改良計画



1. はじめに

2. 全5回の線路切換え工事の振り返り

3. 本設利用工事桁の設計施工時の課題

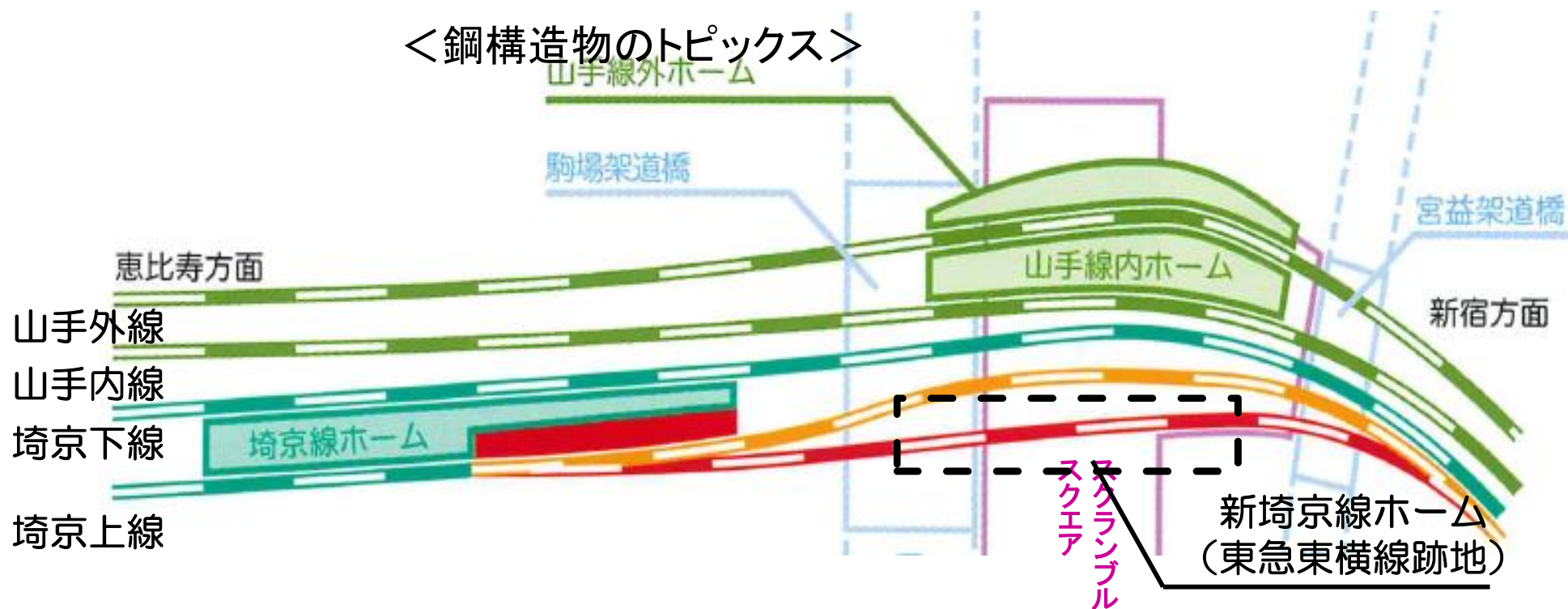
4. 狭隘な施工環境でのビル鉄骨架設

5. 渋谷駅改良工事の今後

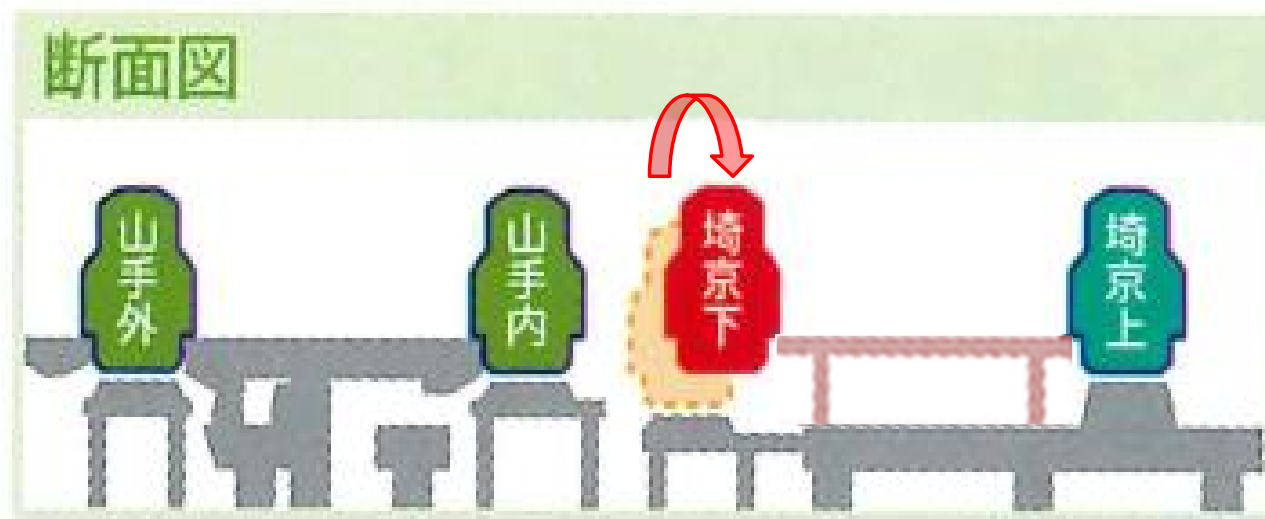
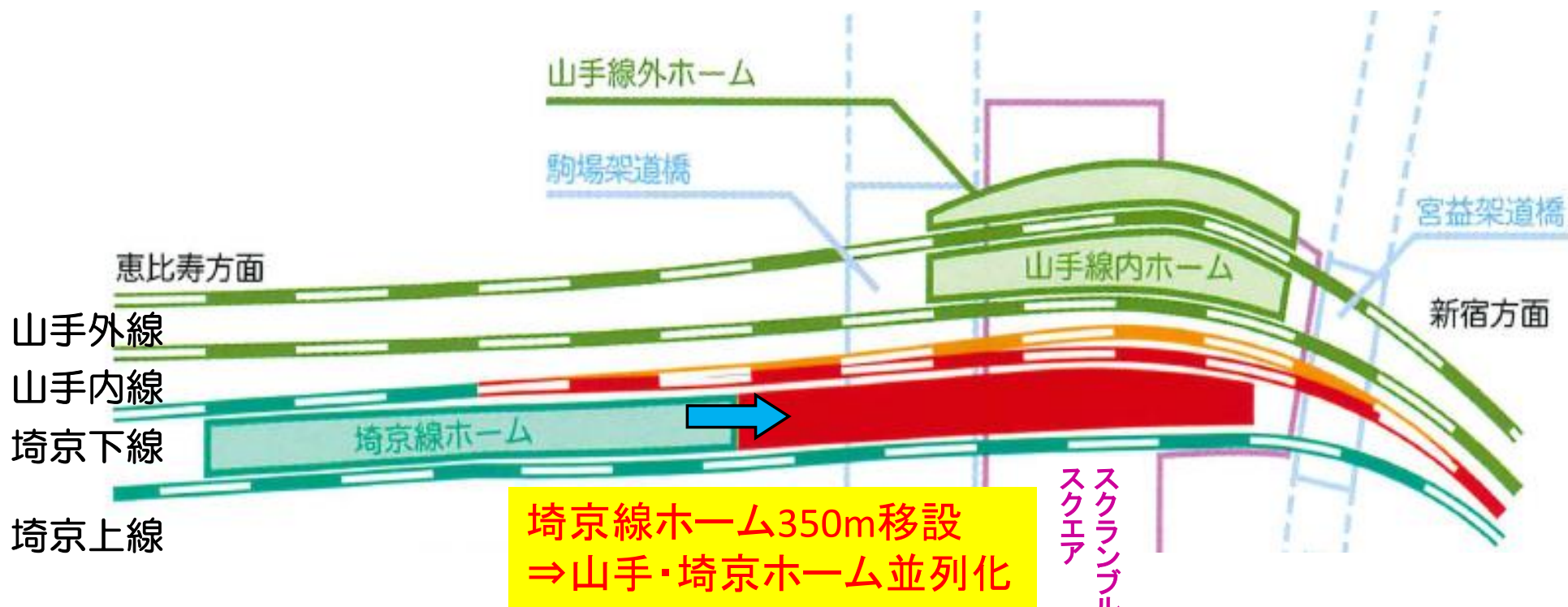
6. まとめ

■第1回線路切換（2018年6月）

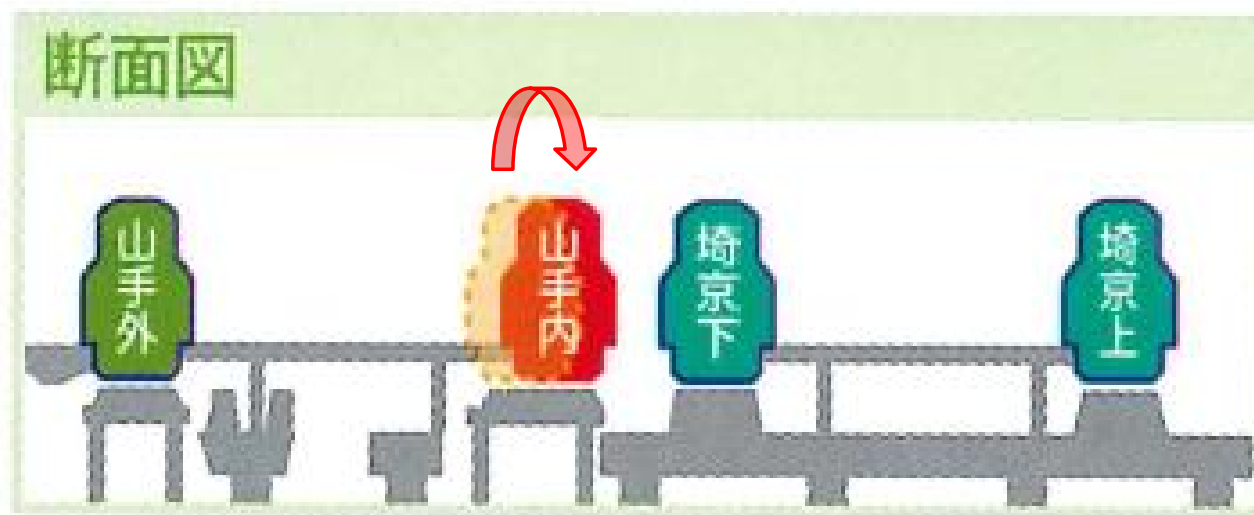
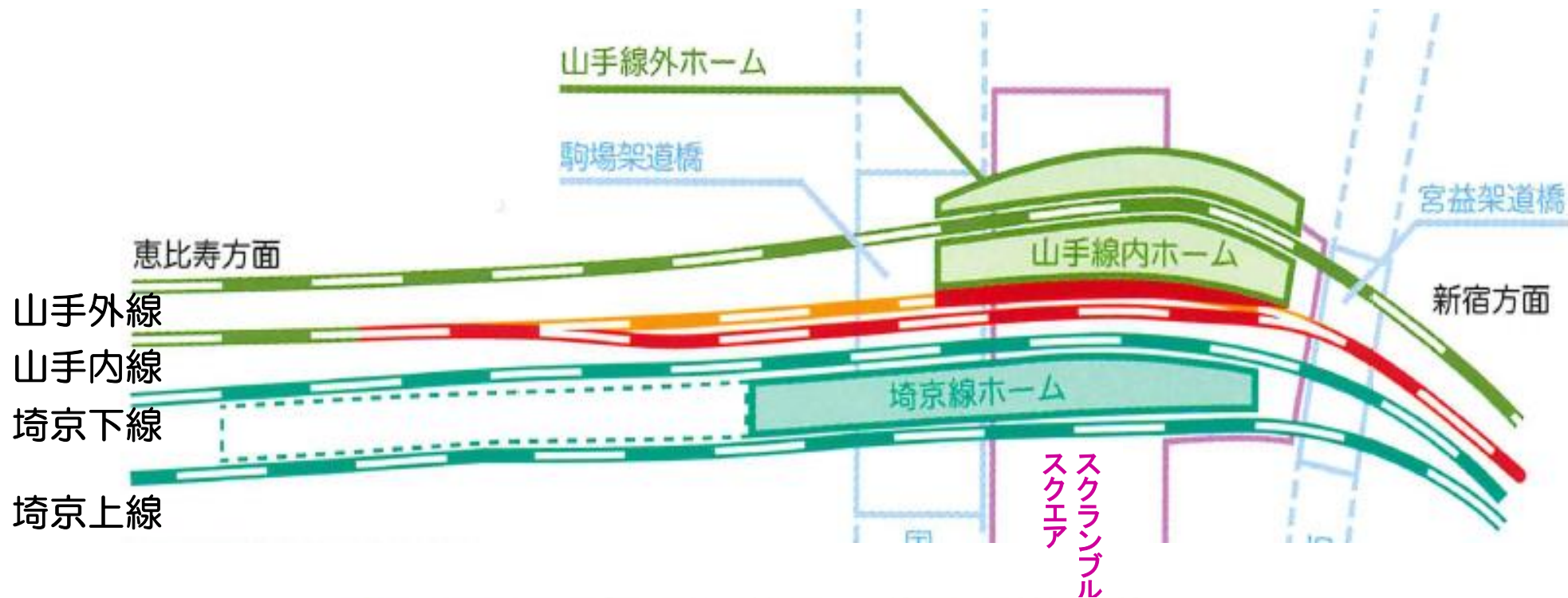
＜鋼構造物のトピックス＞



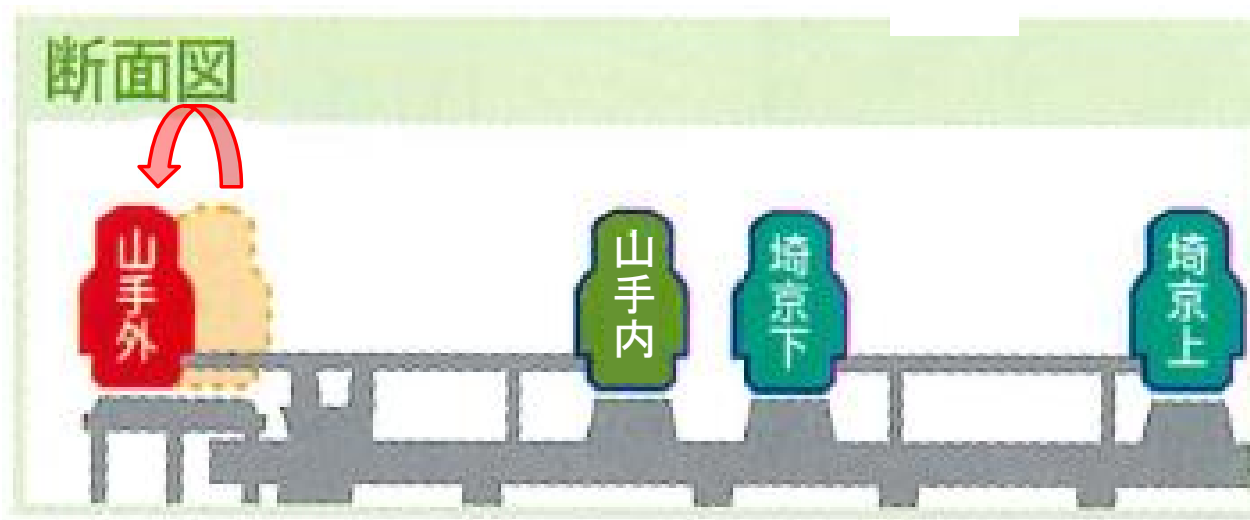
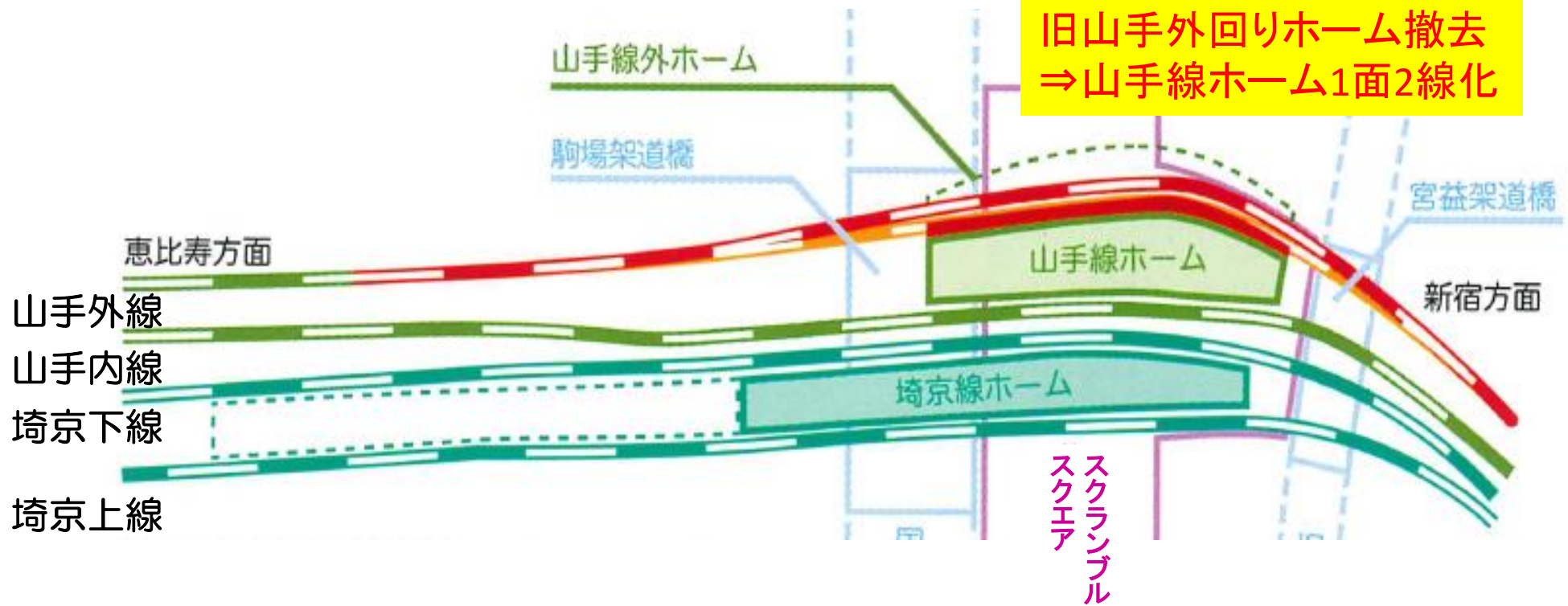
■ 第2回線路切換（2020年6月）



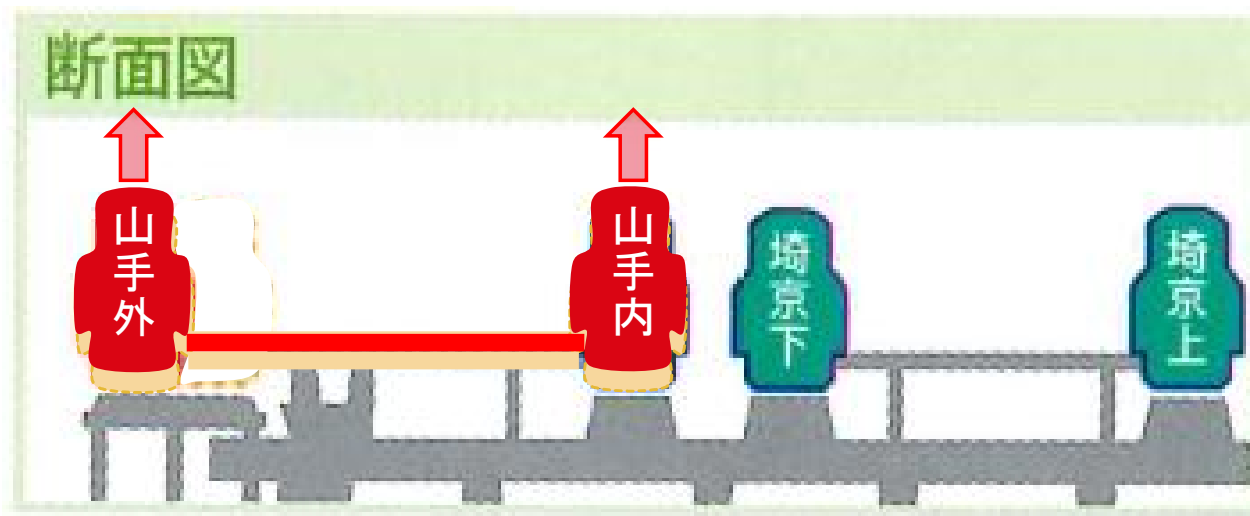
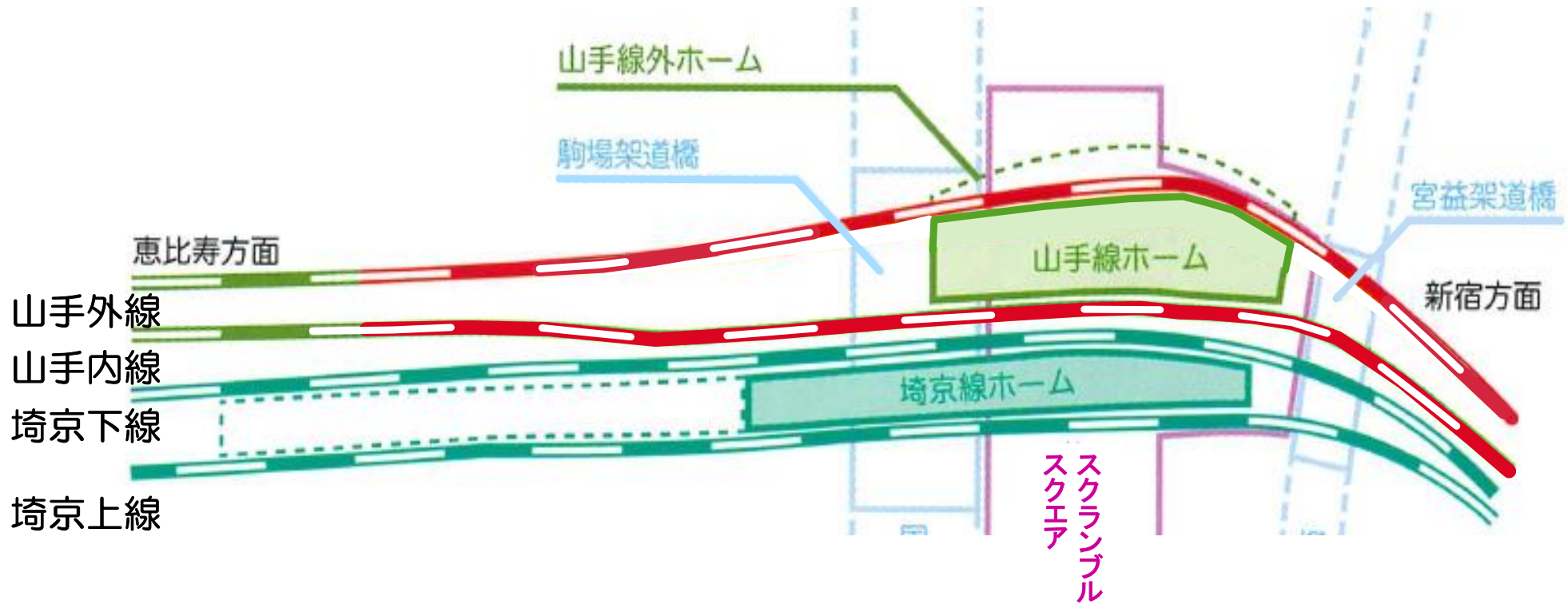
■第3回線路切換（2021年10月）



■ 第4回線路切換（2023年1月）



■ 第5回線路切換（2023年11月）



渋谷駅改良 全5回線路切換え工事まとめ

	第1回	第2回	第3回	第4回	第5回
主要工種	<ul style="list-style-type: none"> ・埼京線上り線路移動 ・埼京線ホーム改良 ・宮益架道橋改良 	<ul style="list-style-type: none"> ・埼京線下り線路移動 ・新埼京線ホーム使用開始→山手・埼京ホーム並列化 	<ul style="list-style-type: none"> ・山手内回り線路移動 ・山手内回ホーム拡幅 	<ul style="list-style-type: none"> ・山手外回線路移動 ・山手内回ホーム拡幅 ・山手ホーム1面2線化 ・山手外回りホーム使用停止 	<ul style="list-style-type: none"> ・山手内・外回り軌道扛上 ・地下通路床面フラット化
運休線区	埼京上り・埼京下り	埼京上り・埼京下り	山手内回り	山手外回り	山手内・外回り (交互運休)
施工日	1週目 2018年5月25日夜～5月27日 2週目 6月1日夜～6月3日	2020年5月29日夜～6月1日朝	2021年10月22日夜～10月25日朝	2023年1月6日夜～9日朝	2023年11月17日夜～19日朝
作業間合い	1週目 約45時間 2週目 約9時間	約54時間	約51時間	54時間	約55時間 外回り約28時間 内回り約27時間
切換従事人数	約4,700人	約5,600人	約3,350人	約3,940人	約4,600人
主な工種 (鋼構造物)	<ul style="list-style-type: none"> ・埼京線ホームホーム扛上・拡幅 ・宮益架道橋既設桁撤去・新設桁架設(1連) 	<ul style="list-style-type: none"> ・埼京線ホームホーム移設 ・工事桁扛上・横移動 ・宮益架道橋扛上、回転・横移動 	<ul style="list-style-type: none"> ・山手内回ホームホーム扛上・拡幅 ・工事桁扛上・横移動 	<ul style="list-style-type: none"> ・山手内回ホームホーム扛上・拡幅 ・工事桁扛上・横移動 ・宮益架道橋扛上、回転・横移動 	<ul style="list-style-type: none"> ・山手ホームホーム扛上 ・工事桁扛上 ・工事桁連続化、本設化

本日の発表

渋谷駅改良工事における鋼構造に関する内容の中で、本設利用工事桁における設計上、施工上の課題と解決策、その他、工事桁下の狭隘な施工環境での鉄骨架設などについて紹介

1. はじめに
2. 全5回の線路切換え工事の振り返り
3. 本設利用工事桁の設計施工時の課題
4. 狭隘な施工環境でのビル鉄骨架設
5. 渋谷駅改良工事の今後
6. まとめ

切換ステップ、施工進捗に応じて変化する線路線形に対応するための、
本設利用工事桁の設計・施工計画上の課題・解決策について紹介

課題

①

切換ステップに応じて変化する線路線形に対して、
対応可能な本設利用工事桁をどのように設計したか

⇒工事桁の設計上の課題

課題

②

切換ステップに応じて変化する線路線形に対して、
本設利用工事桁をどのように位置調整するか

⇒工事桁の線路切換え時の施工上の課題

課題

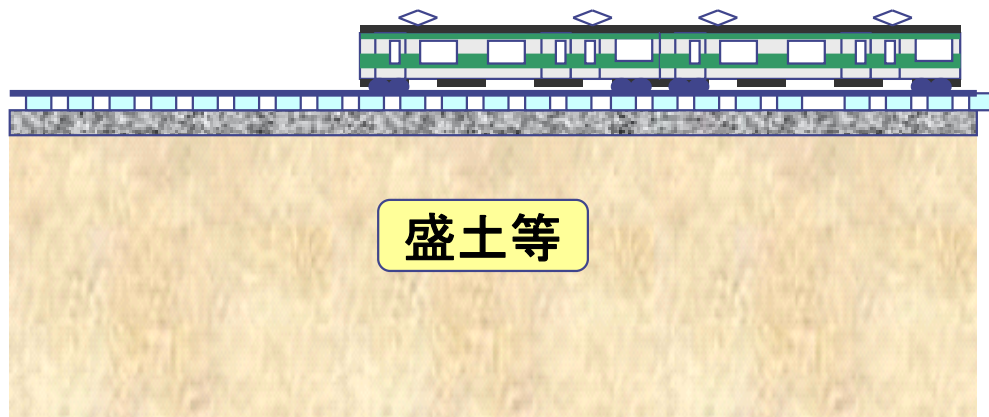
③

施工進捗に応じて変化する本設利用工事桁の
桁連結・支持条件変化にどのように対応するか

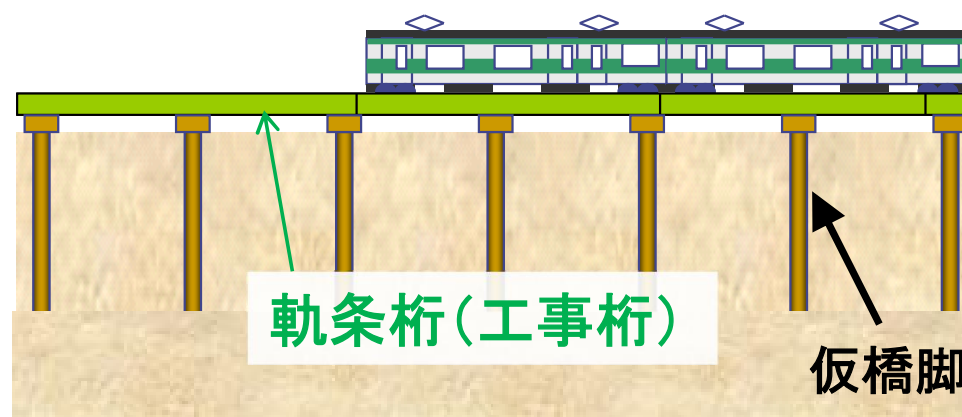
⇒工事桁の本設軌条桁化（連続化）時の課題

【既往技術】工事桁を用いて盛土部に構造物を構築する工法

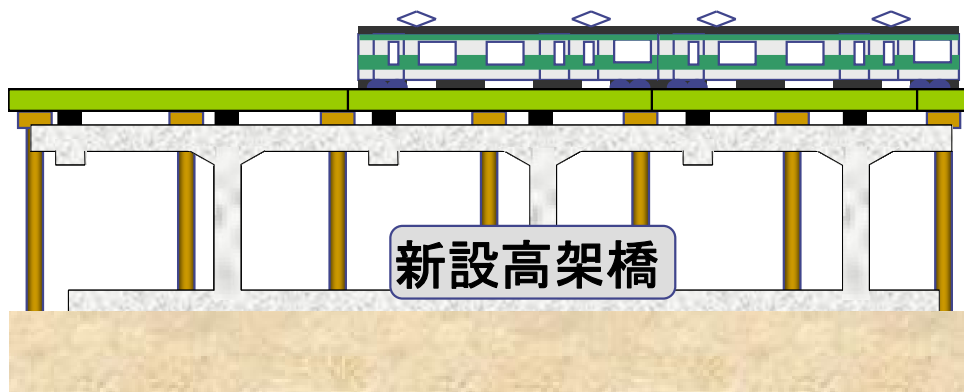
<STEP1: 施工前>



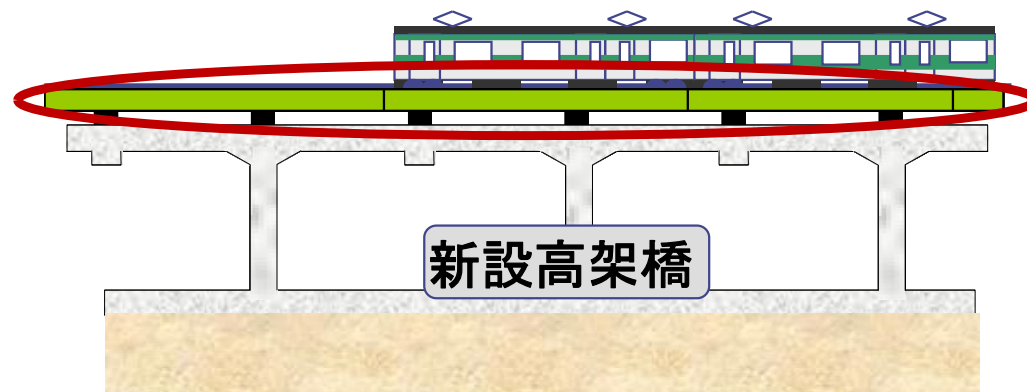
<STEP2: 工事桁設置(軌道仮受)>



<STEP3: 高架橋新設・工事桁受替本設化>



<STEP4: 仮橋脚撤去・完成>

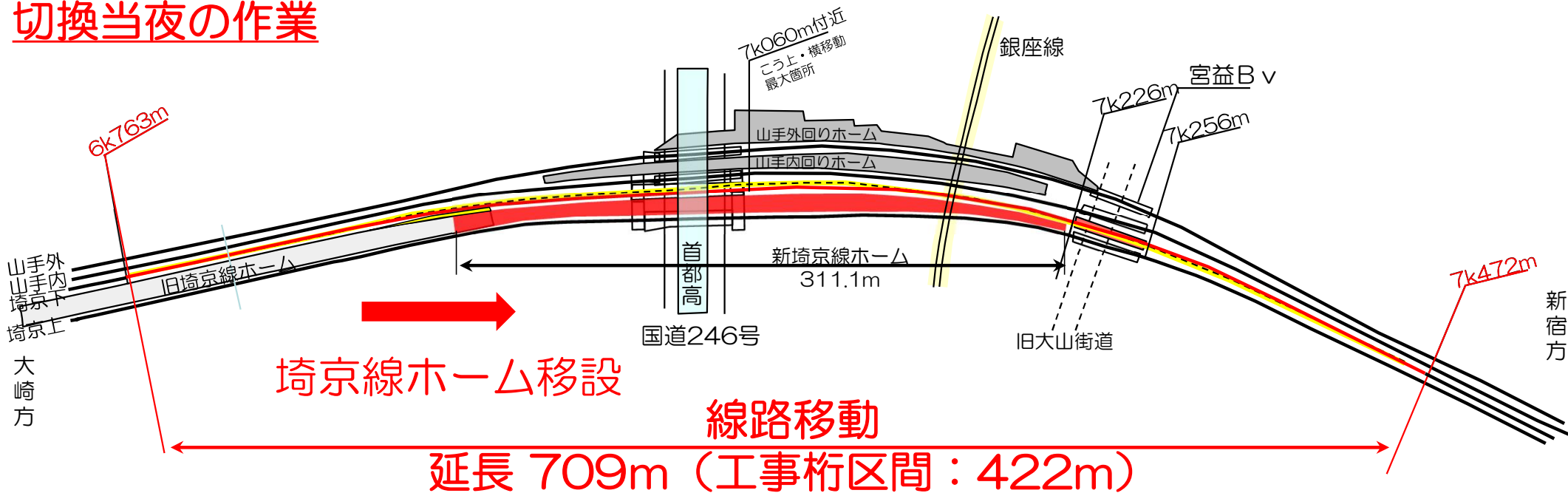


工事桁を撤去して道床バラスト化するのではなく、**本設**として利用



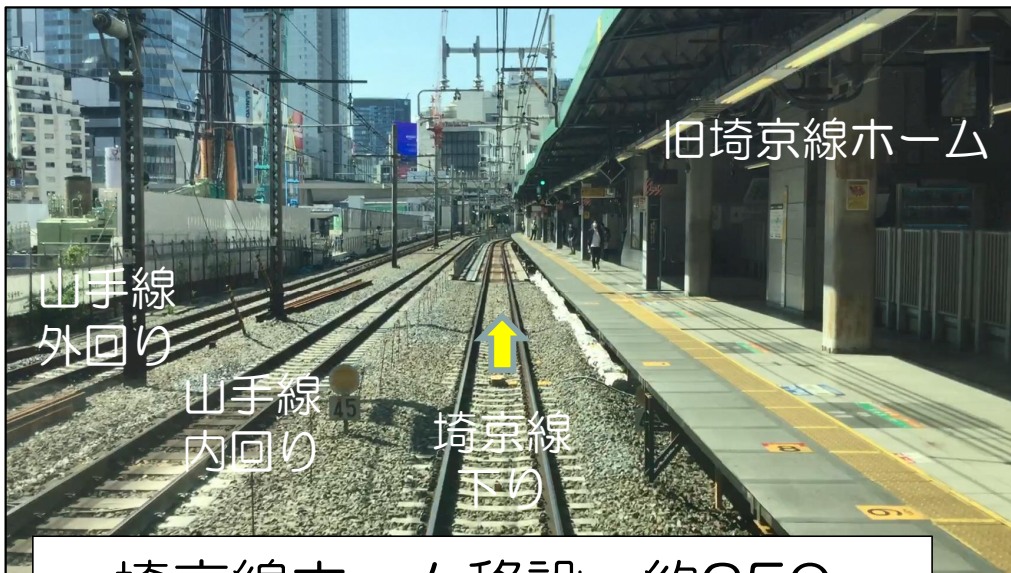
大きなコストダウン・工期短縮につながる工法

切換当夜の作業



埼京線ホーム移設

最大こう上・横移動区間



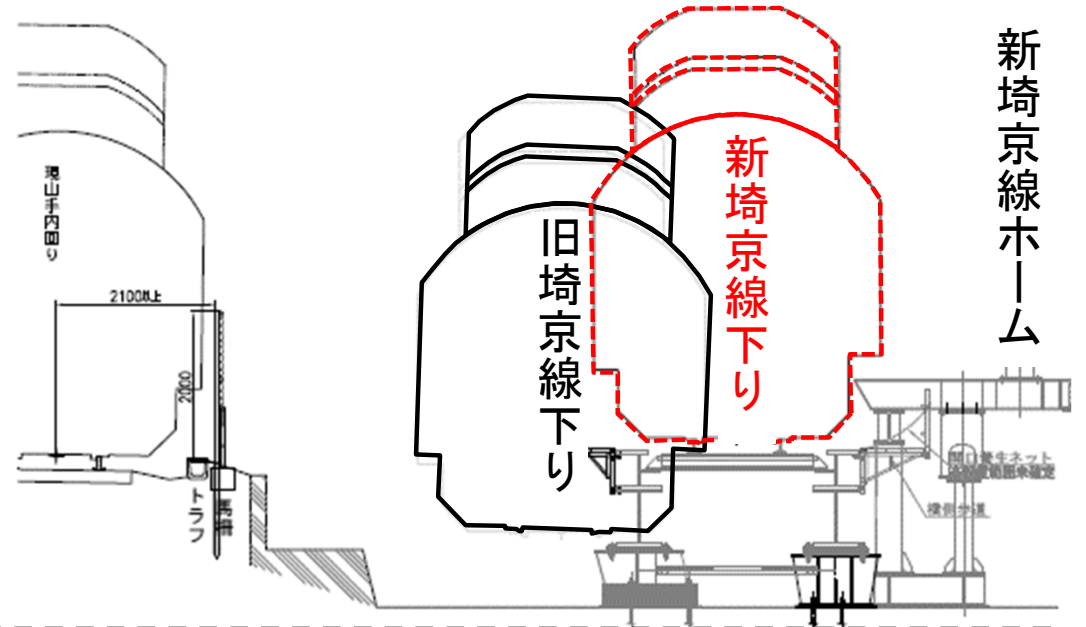
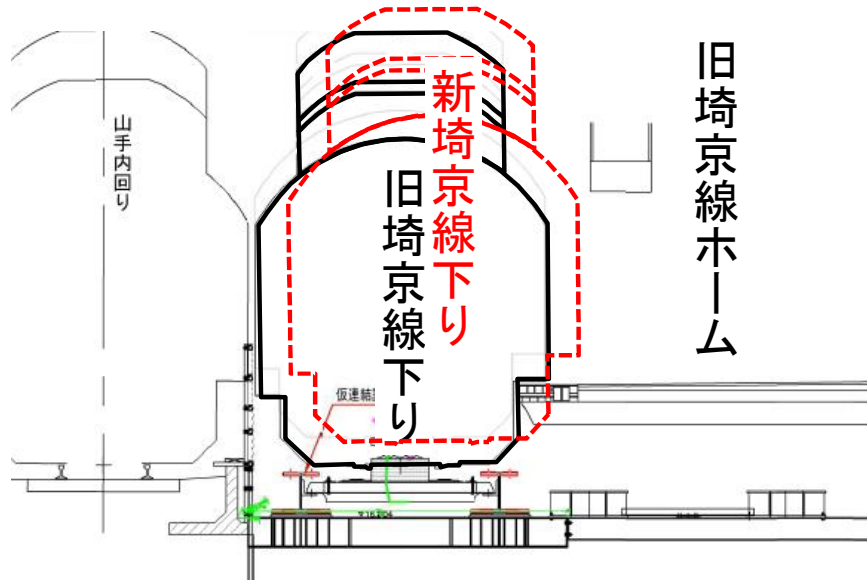
• 埼京線ホーム移設 約350m

• こう上 最大約1.3m
• 横移動 最大約2.6m

旧埼京線ホーム部



新埼京線ホーム部



旧ホーム埼京線ホーム、線路移動量から
事前の別線施工不可



延長709mの線路移動は当夜施工

<一般的な軌道こう上・横移動方法>

軌道下にバラストを補充し軌道こう上・横移動

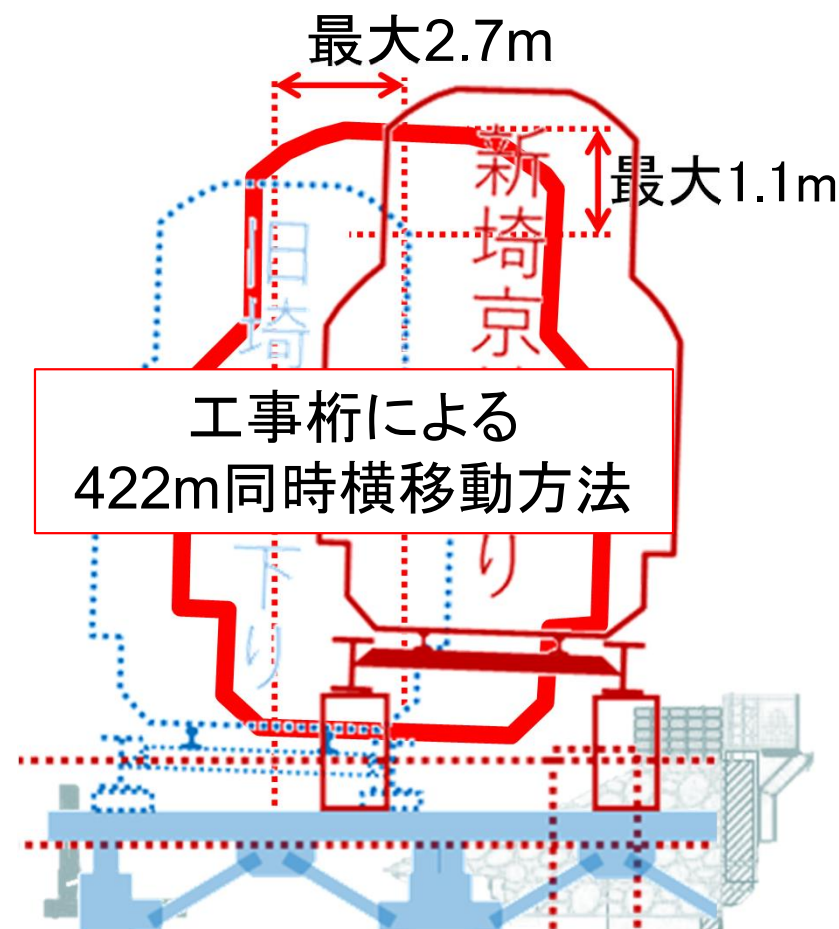
渋谷駅改良・第1回線路切換
における線路こう上・横移動
(バラスト：施工延長82m)

第1回線路切換における
線路こう上・横移動(施行延長：82m)

工事桁をバラスト軌道化した上で
延長422mもの範囲へ
一度にバラスト補充することは
短時間では不可能

く体を構成する鉄骨を架設する
ためには**工事桁は必要不可欠**

バラスト補充を用いずに
工事桁で同時移動工法を考案



切換ステップ、施工進捗に応じて変化する線路線形に対応するための、
本設利用工事桁の設計・施工計画上の課題・解決策について紹介

課題

①

切換ステップに応じて変化する線路線形に対して、
対応可能な本設利用工事桁をどのように設計したか

⇒工事桁の設計上の課題

課題

②

切換ステップに応じて変化する線路線形に対して、
本設利用工事桁をどのように位置調整するか

⇒工事桁の線路切換え時の施工上の課題

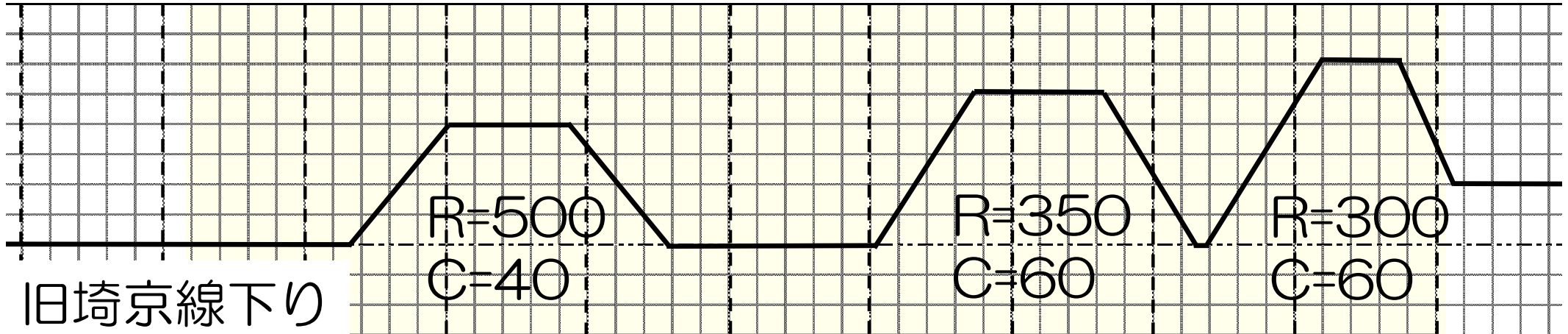
課題

③

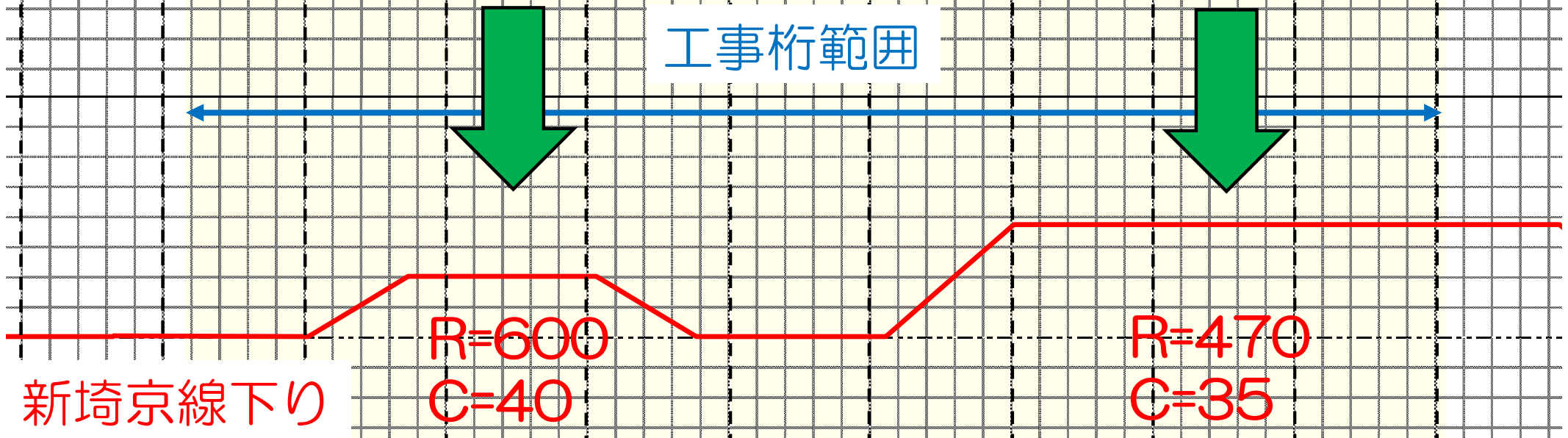
施工進捗に応じて変化する本設利用工事桁の
桁連結・支持条件変化にどのように対応するか

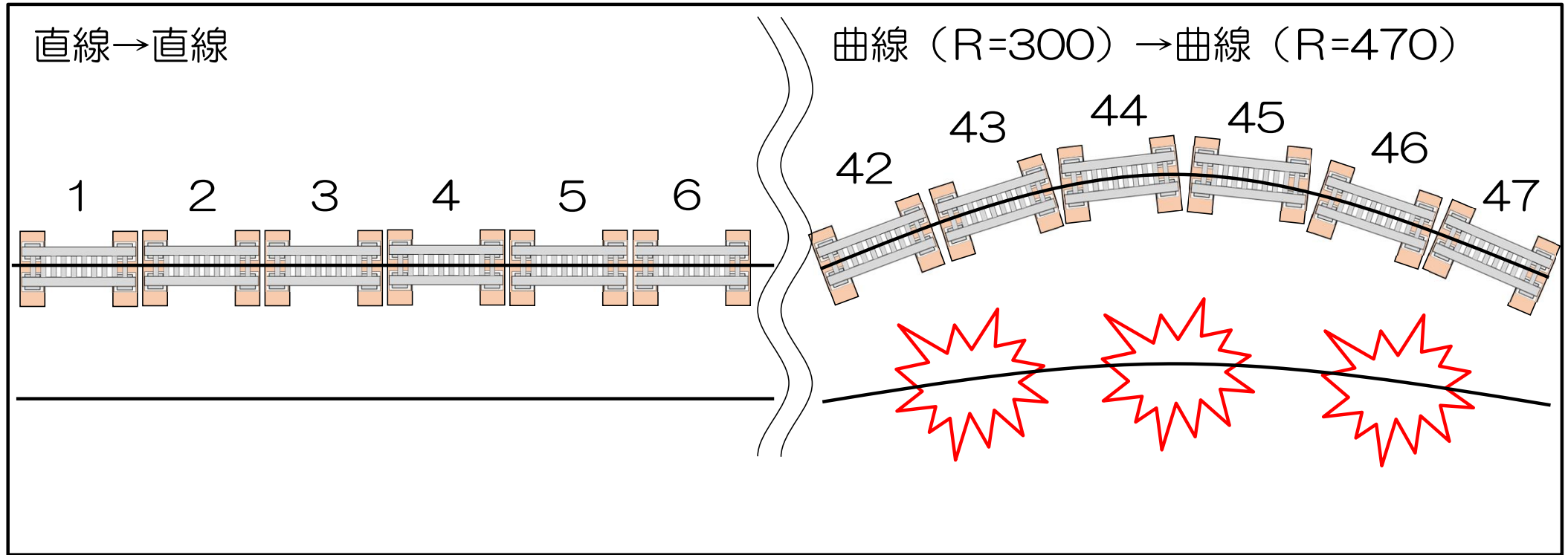
⇒工事桁の本設軌条桁化（連続化）時の課題

6k750m 6k800m 6k850m 6k900m 6k950m 7k000m 7k050m 7k100m 7k150m 7k200m 7k250m

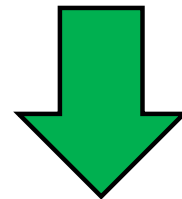


工事桁範囲





線形変化に対応できる工事桁の設計が必要



設計上の取組

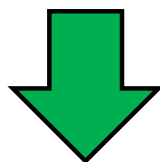
カント、遊間量等調整が可能な工事桁の設計が必要

○設計上の取組

施工段階線形→最終線形へ移動

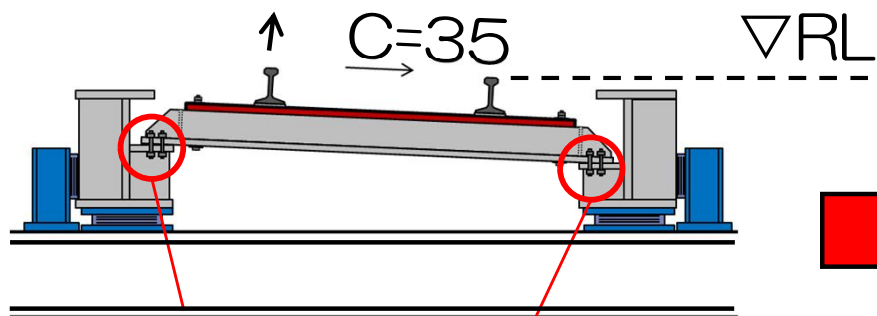
施工段階→最終形の線形変更に対応できる構造を検討

- カント C=60 → C=35 (緩和曲線あり)
- 軌道延長 300mm縮小



最終形

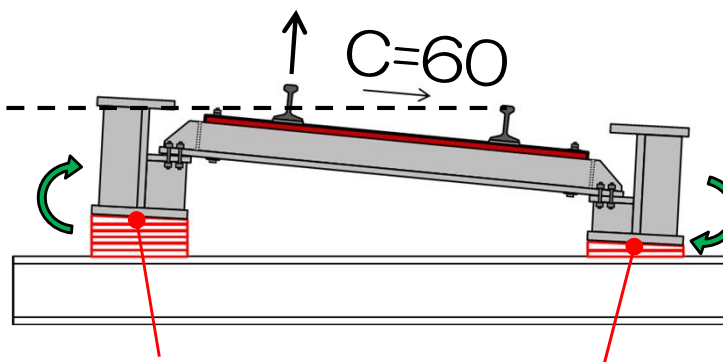
カント調整量+5mm以内



棚板高さとテーパプレートで横桁の傾きを設定

施工段階 (工事桁を傾けて配置)

カント調整量+20mm以内



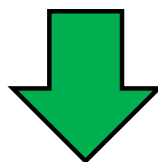
支点部にテーパプレート設置
単純桁毎に桁を傾け現在線カントを確保

○設計上の取組

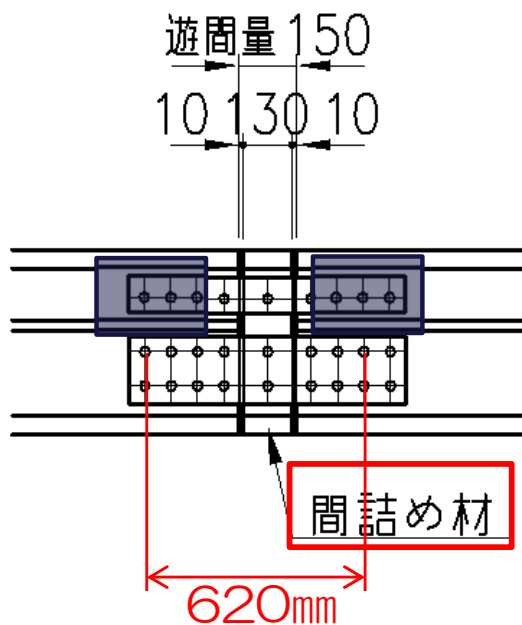
施工段階線形→最終線形へ移動

施工段階→最終形の線形変更に対応できる構造を検討

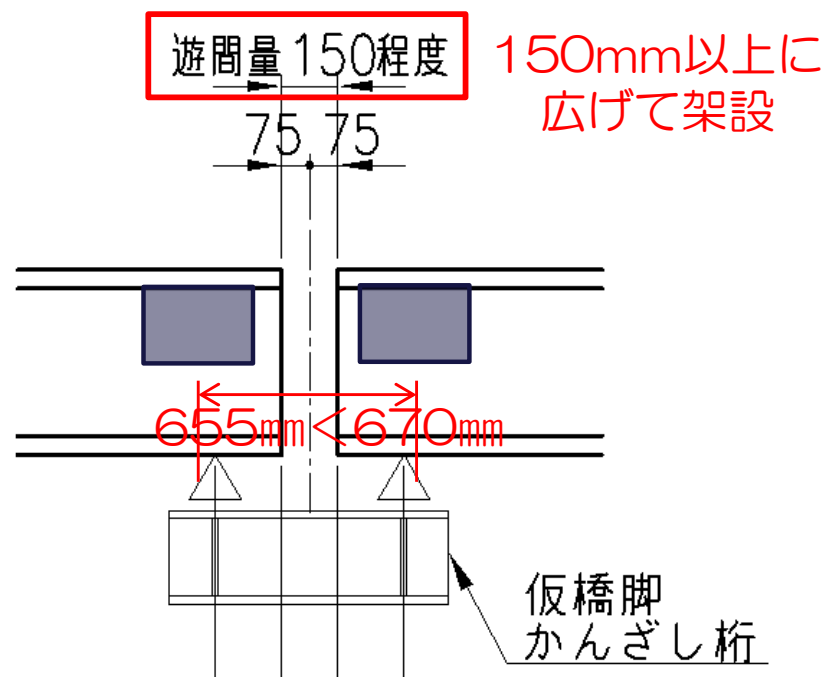
- カント C=60 → C=35 (緩和曲線あり)
- 軌道延長 300mm縮小



最終形 (遊間150mmに設定)



施工段階 (遊間を広げて調整)



工事桁を用いた 線路切換

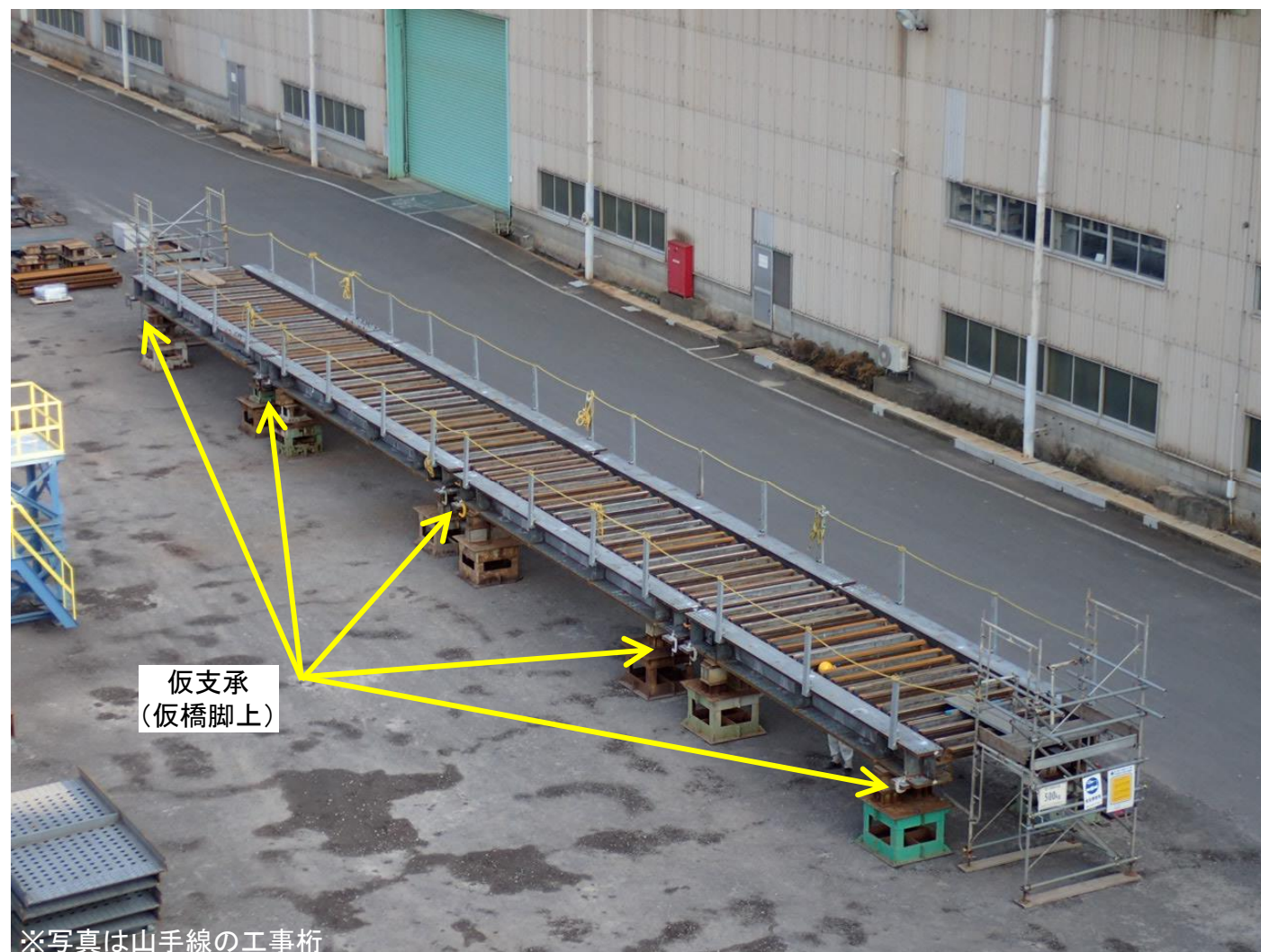
【仮組立の実施】
線形変化へ対応可否確認

仮組立を3回実施

①線路切換前

曲線：R=300
カント：60mm

曲線：R=470
カント：35mm
(緩和曲線)



工事桁を用いた 線路切換

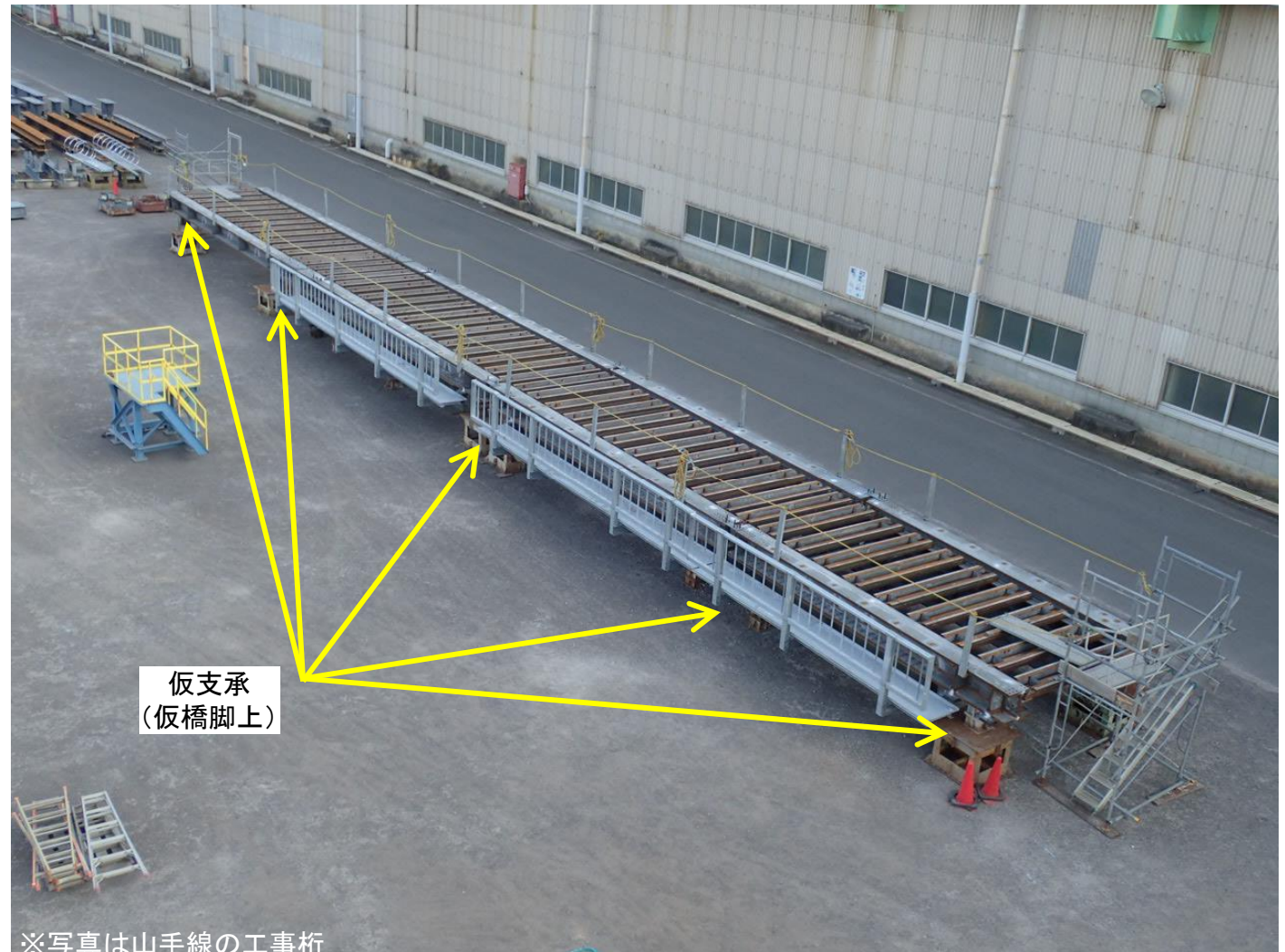
【仮組立の実施】
線形変化へ対応可否確認

仮組立を3回実施
②線路切換後
(線路線形の変化を確認)

曲線: R=300
カント: 60mm



曲線: R=470
カント: 35mm
(緩和曲線)



工事桁を用いた 線路切換

【仮組立の実施】

線形変化へ対応可否確認

仮組立を3回実施

③本設軌条桁時
(連続桁化の添接を確認)

曲線: R=300
カント: 60mm



曲線: R=470
カント: 35mm
(緩和曲線)



切換ステップ、施工進捗に応じて変化する線路線形に対応するための、
本設利用工事桁の設計・施工計画上の課題・解決策について紹介

課題

①

切換ステップに応じて変化する線路線形に対して、
対応可能な本設利用工事桁をどのように設計したか

⇒ 工事桁の設計上の課題

課題

②

切換ステップに応じて変化する線路線形に対して、
本設利用工事桁をどのように位置調整するか

⇒ 工事桁の線路切換え時の施工上の課題

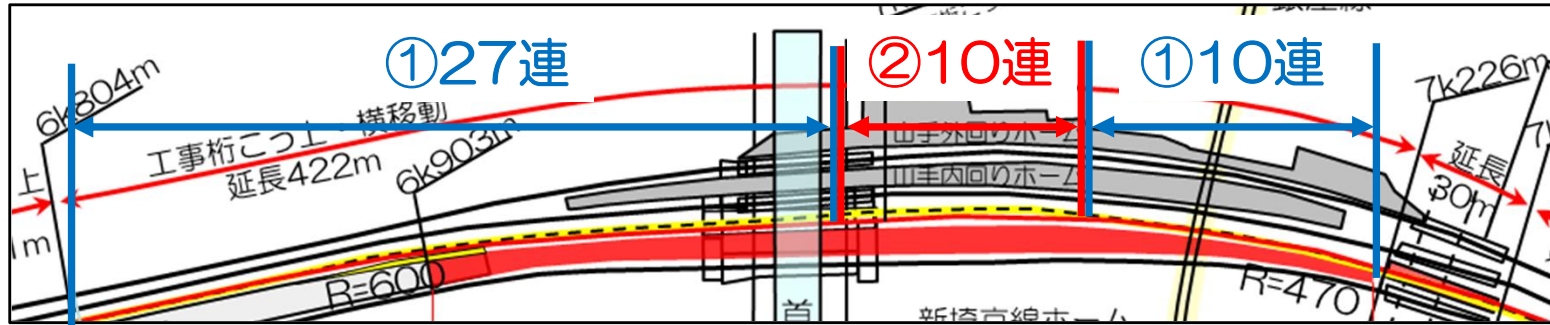
課題

③

施工進捗に応じて変化する本設利用工事桁の
桁連結・支持条件変化にどのように対応するか

⇒ 工事桁の本設軌条桁化（連続化）時の課題

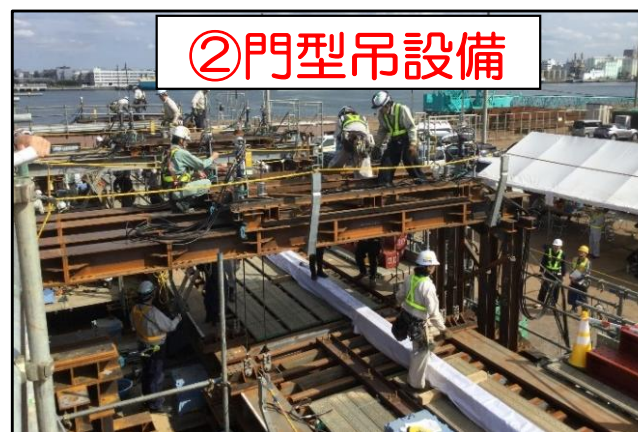
○47連工事桁こう上・横移動の施工方法（2パターン）

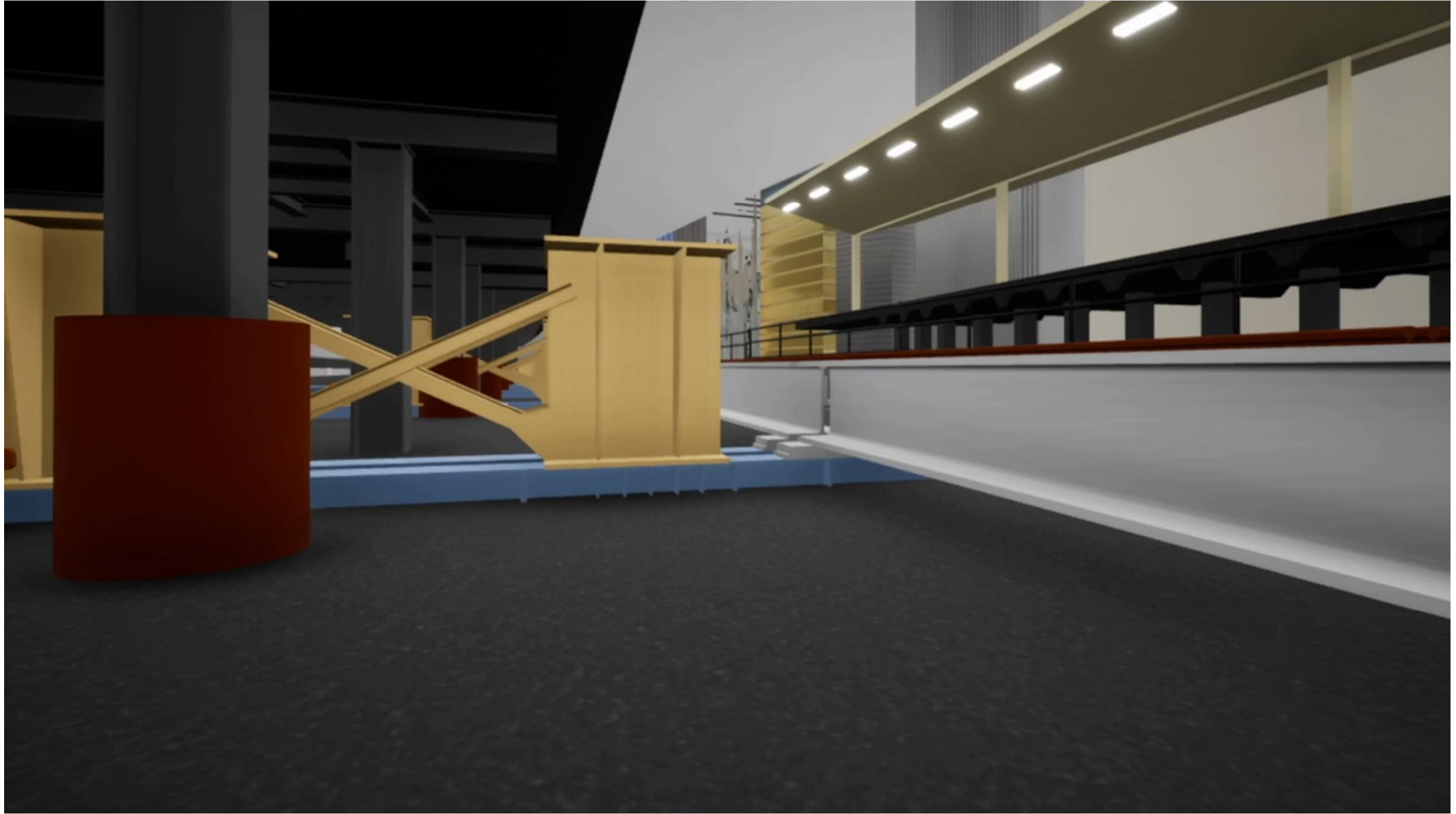


施工方法	①サンドル、ジャッキ	②門型吊設備
作業環境	隣接線（山手内回り）が近接	隣接線（山手内回り）と離隔あり
工事桁 こう上		
工事桁 横移動		

○事前に試験施工を実施（リスク検討：延べ52回）

内容	実施日	試験施工内容
サンドル・ジャッキ (27連)	2019/7/30-8/2	Tシリーズ工事桁こう上横移動
	2019/9/2-9/6	SDKシリーズ工事桁こう上横移動
	2020/1/27	SDK工事桁追加
	2020/5/12	Tシリーズ工事桁こう上現地試験
	2020/5/22	現地ジャッキ試験、予備電源切替試験
門型吊設備 (10連)	2019/10/4	吊桁設置試験
	2019/10/7	工事桁扛上～横移動～降下～位置調整試験
	2019/10/19	一連作業①
	2019/10/28	一連作業②
	2019/11/9	一連作業③
	2020/1/16	吊桁落下試験
	2020/5/1	仮橋脚27部 足場設置～吊桁受桁設置
	2020/5/2	仮橋脚30-1部 足場設置～吊桁受桁設置
	2020/5/5	KP-6部 足場設置～吊桁受桁設置
	2020/5/17	仮橋脚39,40 門型架台設置（山内側）
2020/5/19	仮橋脚42,25,26 門型架台設置（山内側）	
2020/5/20	仮橋脚28,29 門型架台設置（山内側）	
2020/5/22	仮橋脚41部 足場設置～吊桁受桁設置	
サンドル・ジャッキ (10連)	2019/11/11	工事桁扛上横移動 一般部①
	2019/11/19	工事桁扛上横移動 一般部②
	2019/11/21	工事桁扛上横移動 一般部③
	2019/12/6	工事桁扛上横移動 一般部④
	2020/1/23	宮益架道橋嵩上既設支承撤去
	2020/1/24	宮益架道橋嵩上嵩上げ鋼材設置①
	2020/2/6	宮益架道橋嵩上嵩上げ鋼材設置②
	2020/4/26	工事桁扛上現場試験 ①
	2020/5/12	工事桁扛上現場試験 ②
2020/5/21	工事桁扛上現場試験 ③	
軌道	2020/2～月2回	本設工事桁上レール面整正訓練
	2020/4/25-5/10	リスク用タイププレート使用 レール面整正訓練





切換ステップ、施工進捗に応じて変化する線路線形に対応するための、
本設利用工事桁の設計・施工計画上の課題・解決策について紹介

課題

①

切換ステップに応じて変化する線路線形に対して、
対応可能な本設利用工事桁をどのように設計したか

⇒ 工事桁の設計上の課題

課題

②

切換ステップに応じて変化する線路線形に対して、
本設利用工事桁をどのように位置調整するか

⇒ 工事桁の線路切換え時の施工上の課題

課題

③

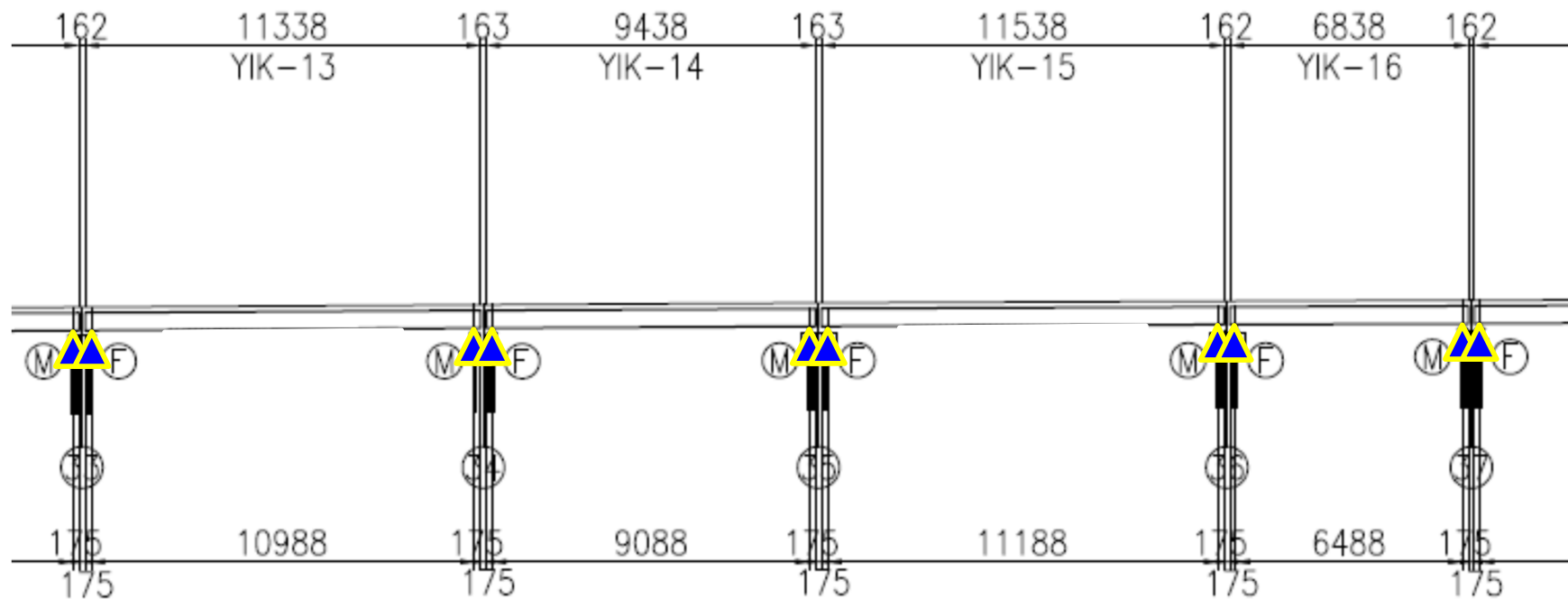
施工進捗に応じて変化する本設利用工事桁の
桁連結・支持条件変化にどのように対応するか

⇒ 工事桁の本設軌条桁化（連続化）時の課題

高架橋構築と本設軌条化

【工事桁の本設軌条化ステップ】

工事桁架設(単純桁)

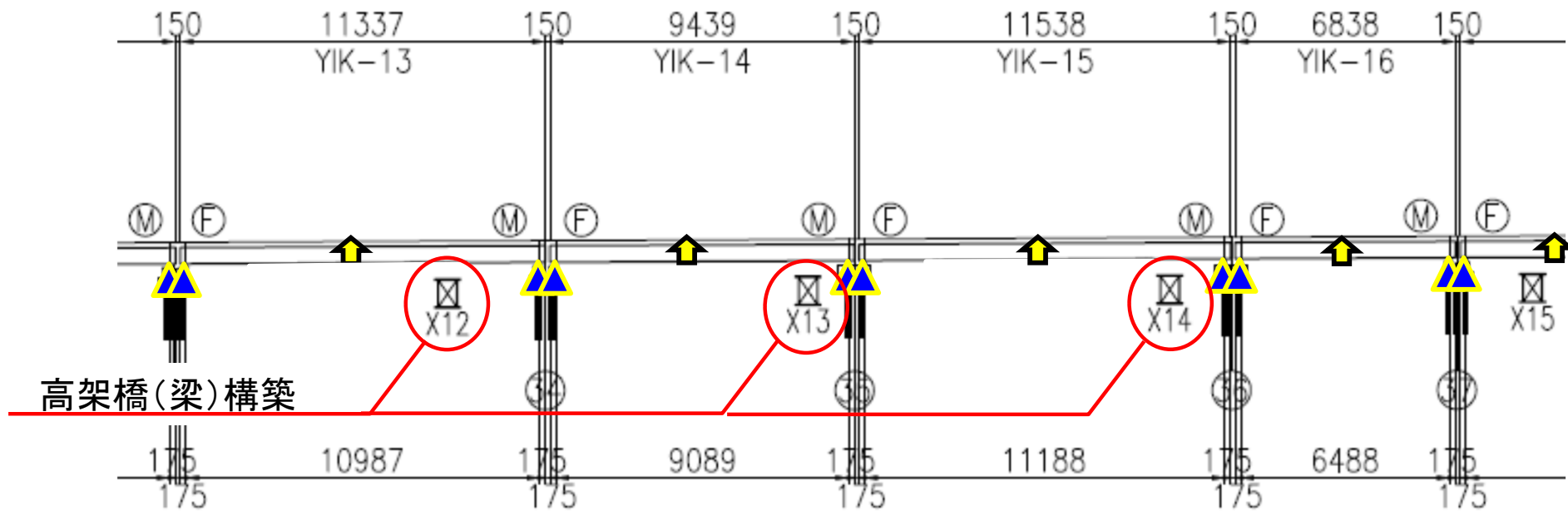


➤ 単純桁構造の工事桁として架設(仮支承)

高架橋構築と本設軌条化

【工事桁の本設軌条化ステップ】

線路切換（単純桁で線路こう上・横移動）

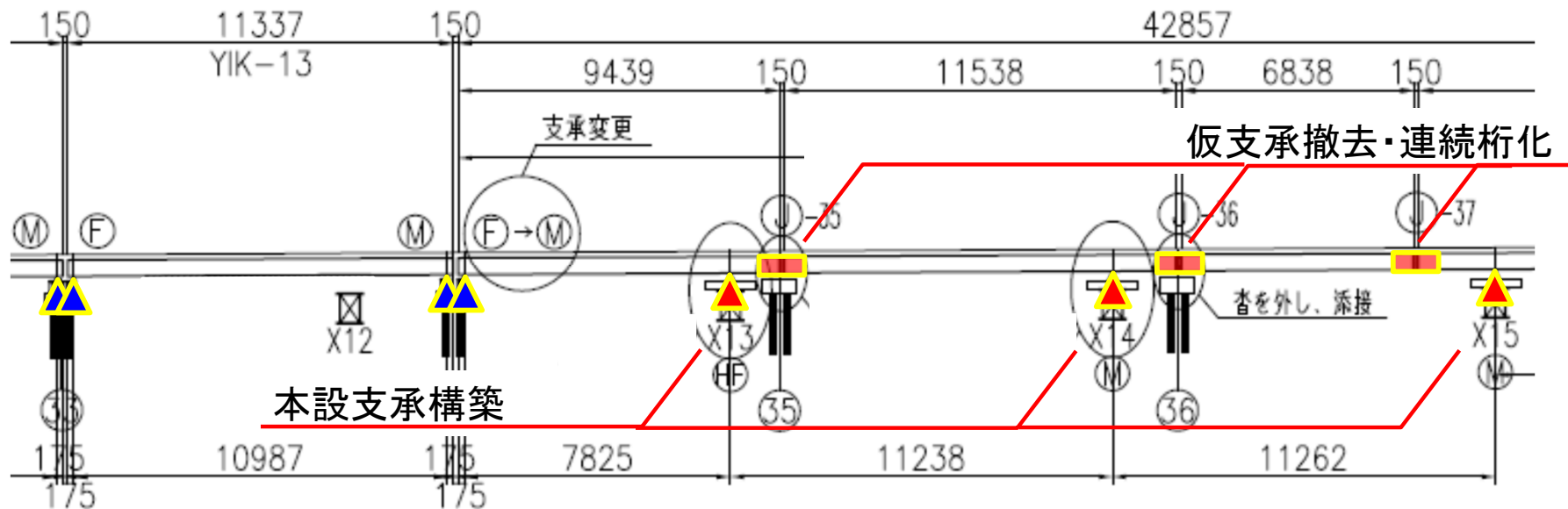


- 単純桁構造のまま線路切換（スパン変更なし，仮支承）
- 並行して新設高架橋を順次構築

高架橋構築と本設軌条化

【工事桁の本設軌条化ステップ】

高架橋へ受替え（連続桁化）

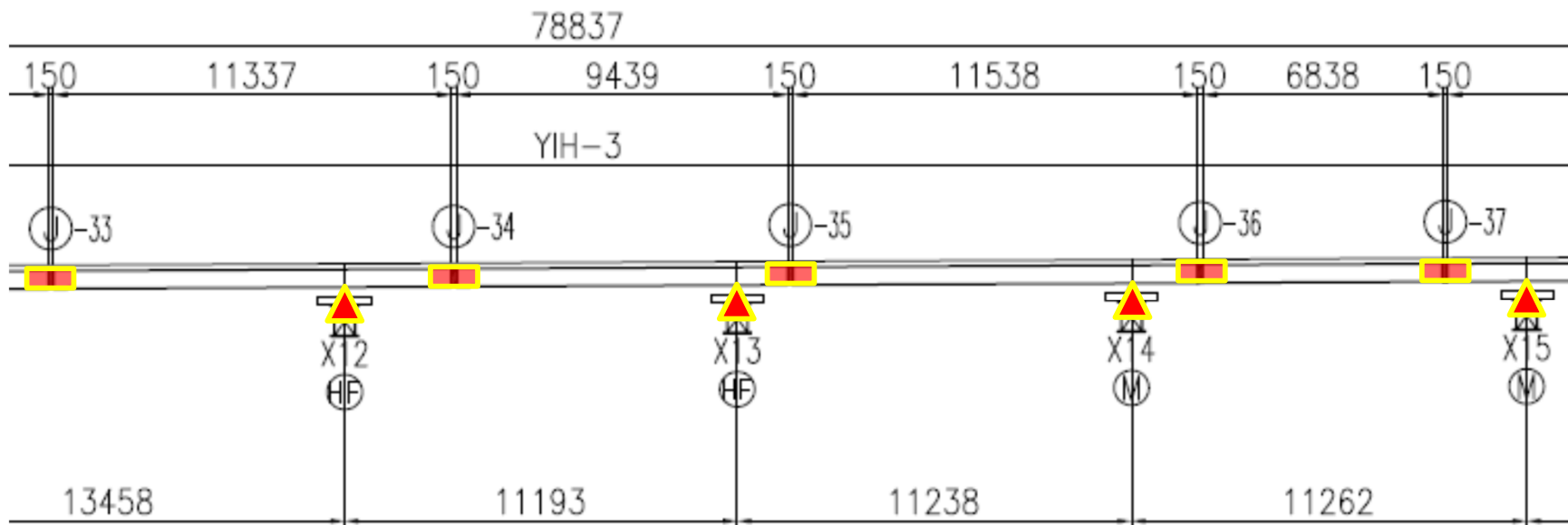


- 高架橋上に本設支承を設置し順次受替え
- 仮支承を撤去と同時に桁を連結（連続桁化）

高架橋構築と本設軌条桁化

【工事桁の本設軌条化ステップ】

受替え完了(本設軌条桁)



➤ すべての仮支承を本設支承に受替え「本設軌条桁化」完成

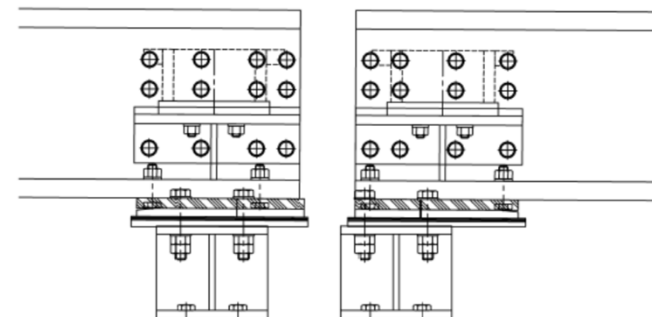
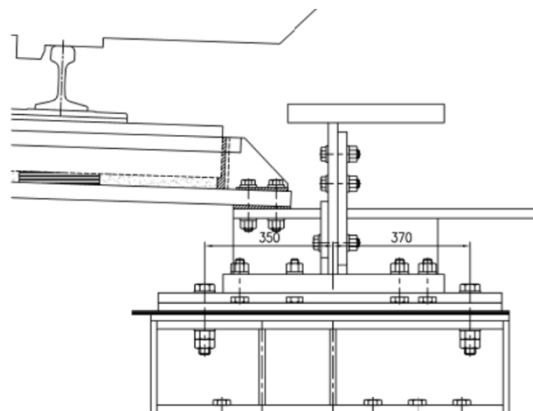
⇒ 工事桁の連続化を通常の線路閉鎖間合いで行う必要がある

※線路切換え時に施工可能な箇所を除く

高架橋構築と本設軌条桁化

【工事桁の本設軌条桁化】
（連続桁化）

➤ 線路移動後に桁を連続化



仮支承補剛材

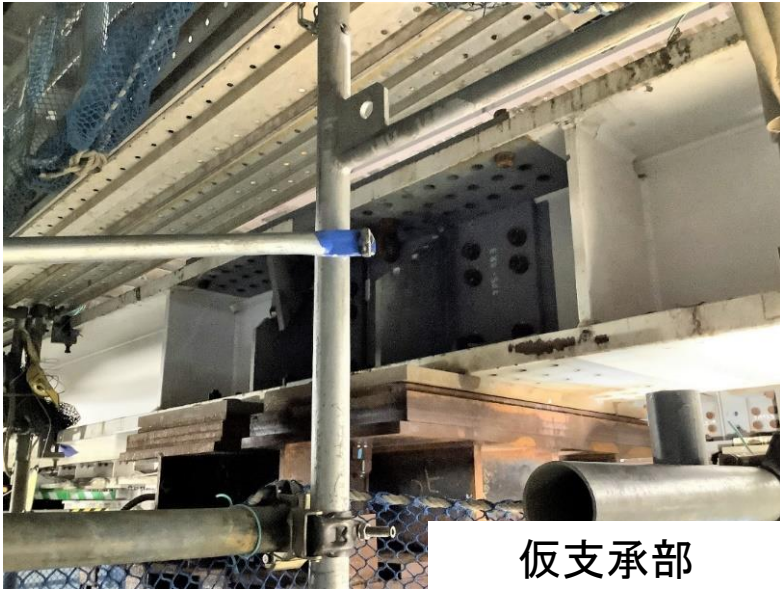
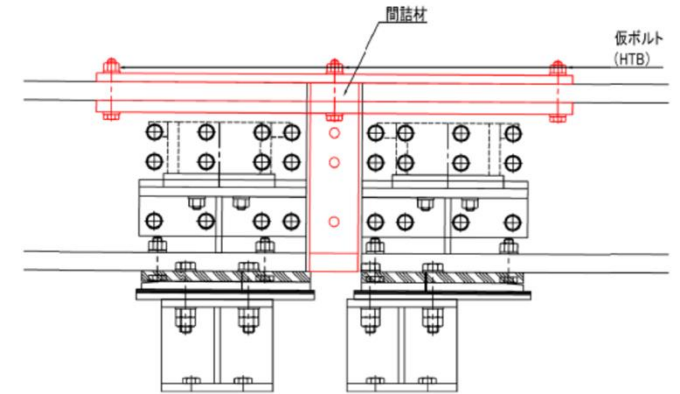
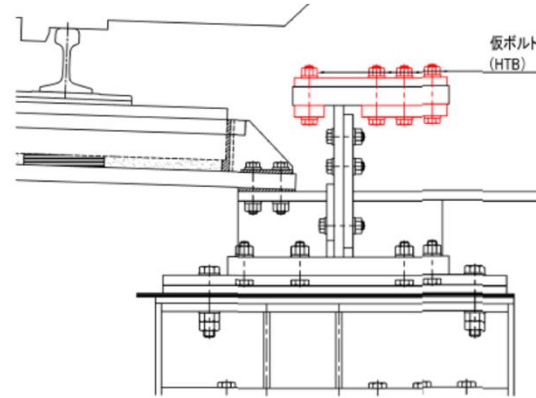


仮支承部

高架橋構築と本設軌条桁化

【工事桁の本設軌条桁化】 （連続桁化）

- 主桁上フランジ添接
- コマ材設置



仮支承部

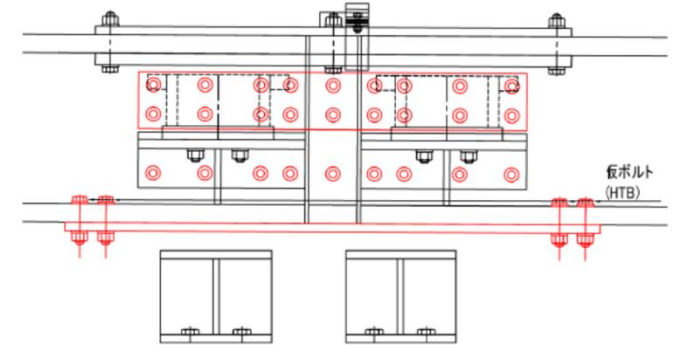
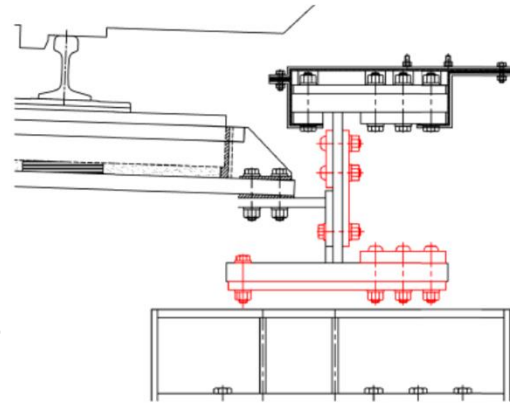


上フランジ添接板仮設置

高架橋構築と本設軌条桁化

【工事桁の本設軌条桁化】
（連続桁化）

➤ 下フランジ下面添接板設置



ウェブ添接板設置

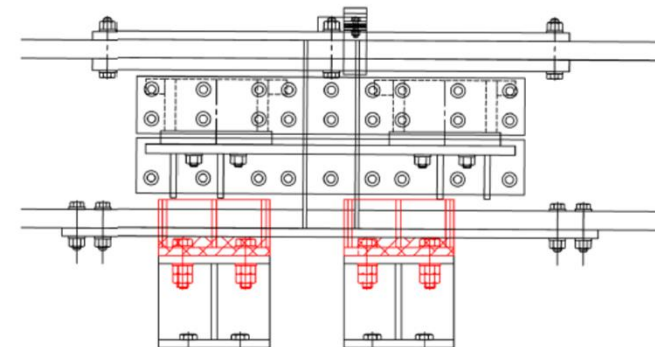
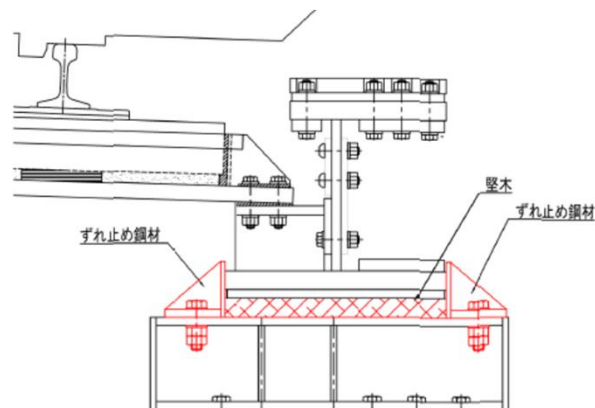


下フランジ添接設置

高架橋構築と本設軌条桁化

【工事桁の本設軌条桁化】 （連続桁化）

- 工事桁を仮々支承で受替
（1日目完了）



仮々支承設置

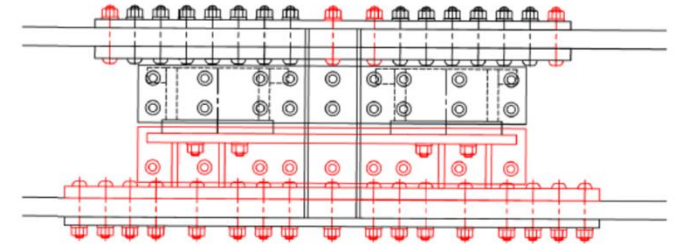
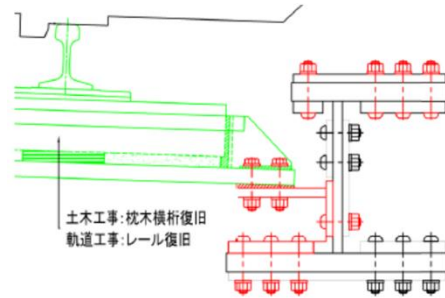


仮々支承化完成

高架橋構築と本設軌条桁化

【工事桁の本設軌条桁化】 （連続桁化）

- 本設軌条桁化完了
（2日目完了）



桁受け設置



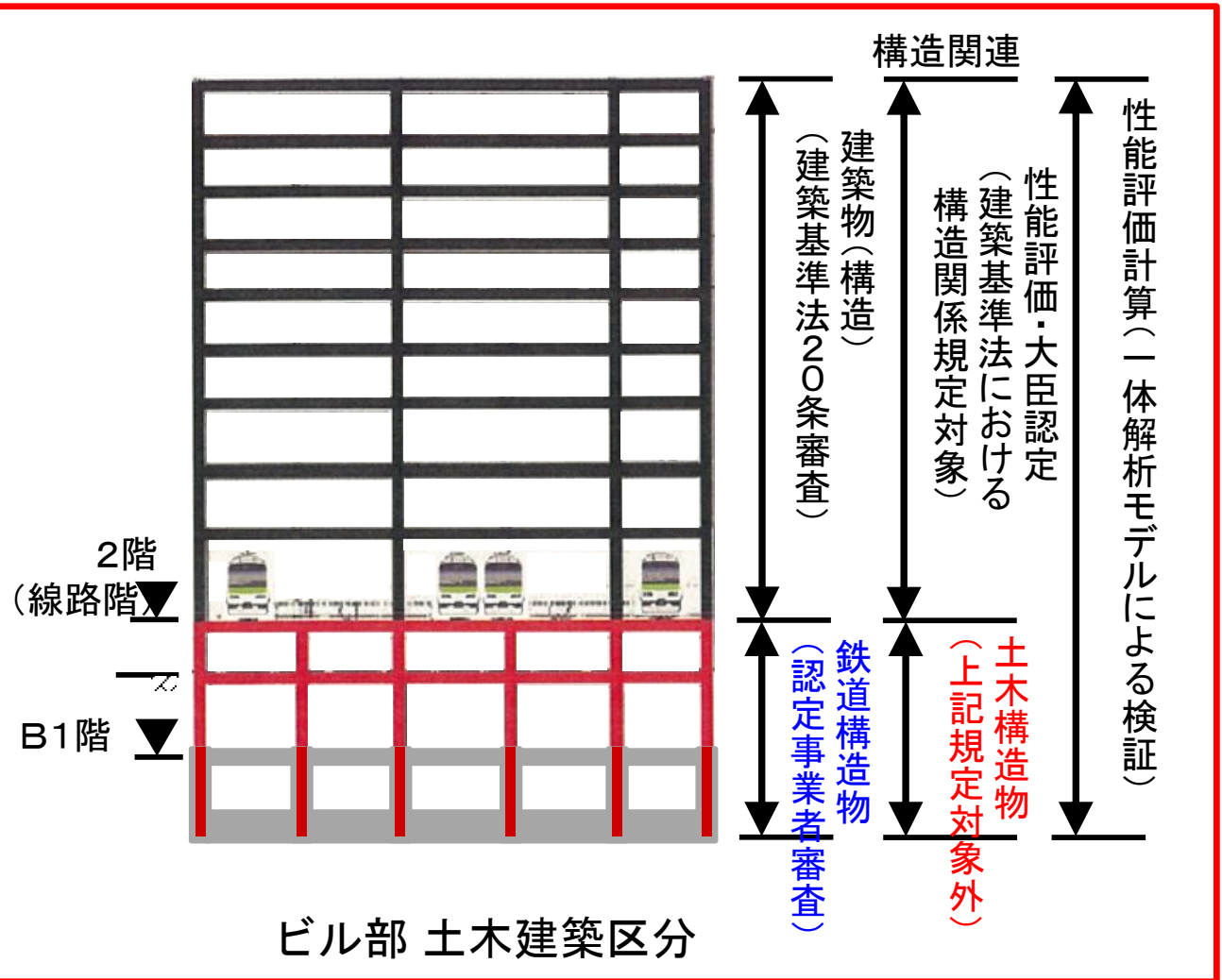
連続桁化完了

1. はじめに
2. 全5回の線路切換え工事の振り返り
3. 本設利用工事桁の設計施工時の課題
4. 狭隘な施工環境でのビル鉄骨架設
5. 渋谷駅改良工事の今後
6. まとめ

高架橋構築と本設軌条析化

【駅ビル部の高架橋構造】

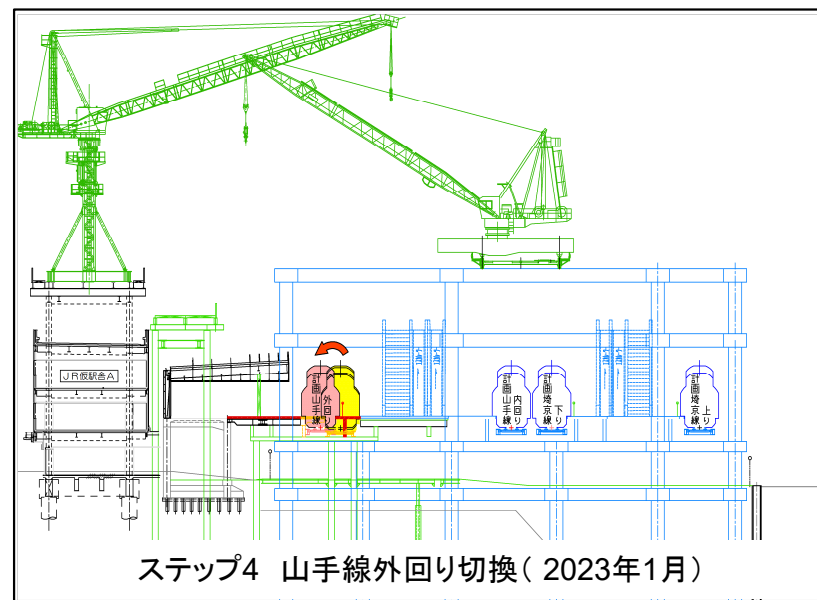
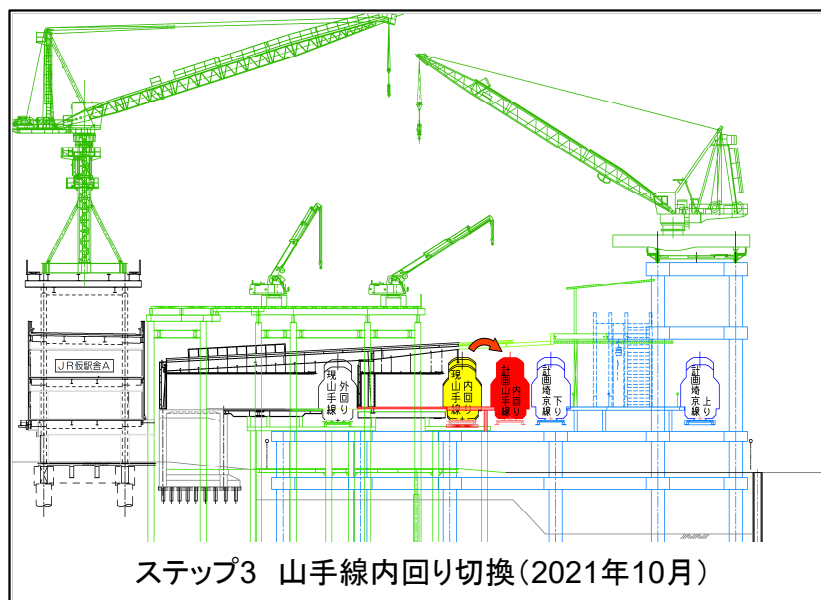
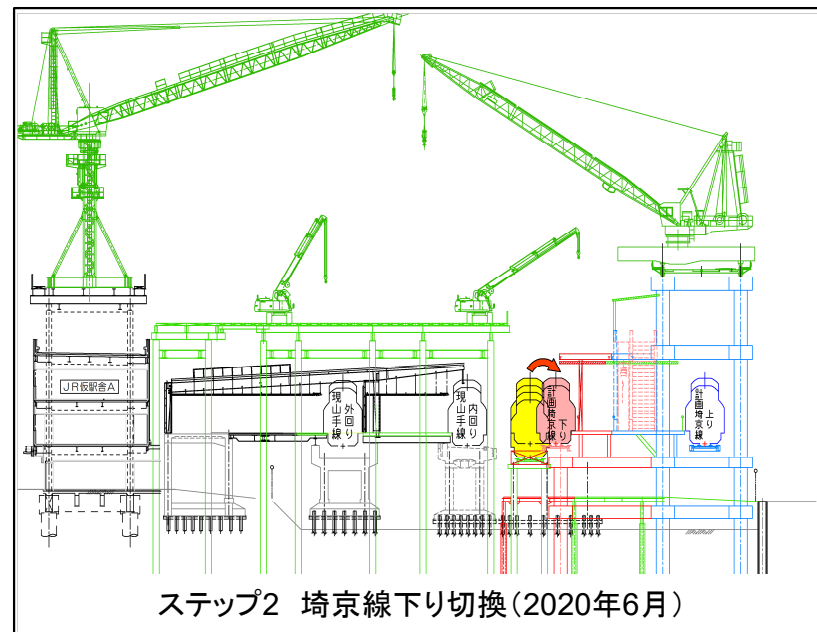
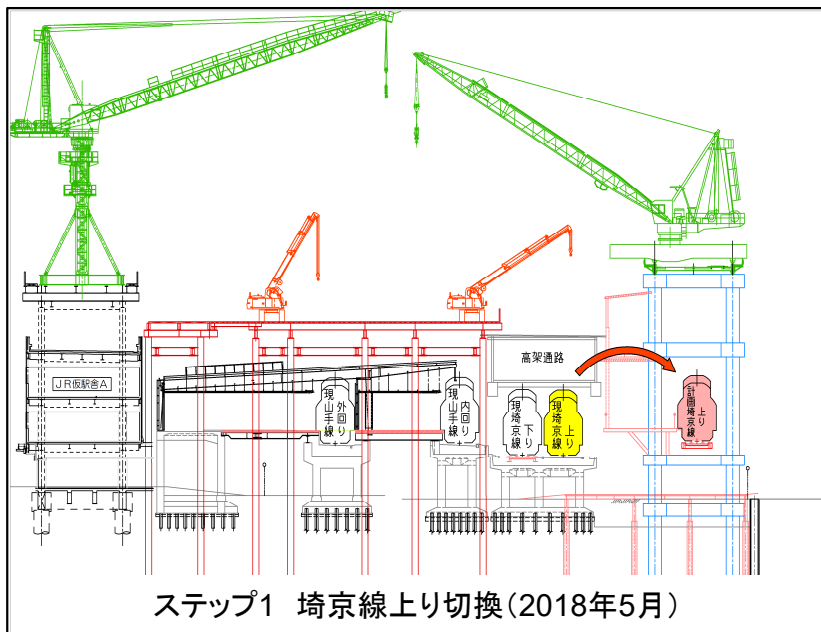
- 駅ビルとの一体解析
- 高架橋部の土木としての照査



高架橋構築と本設軌条析化

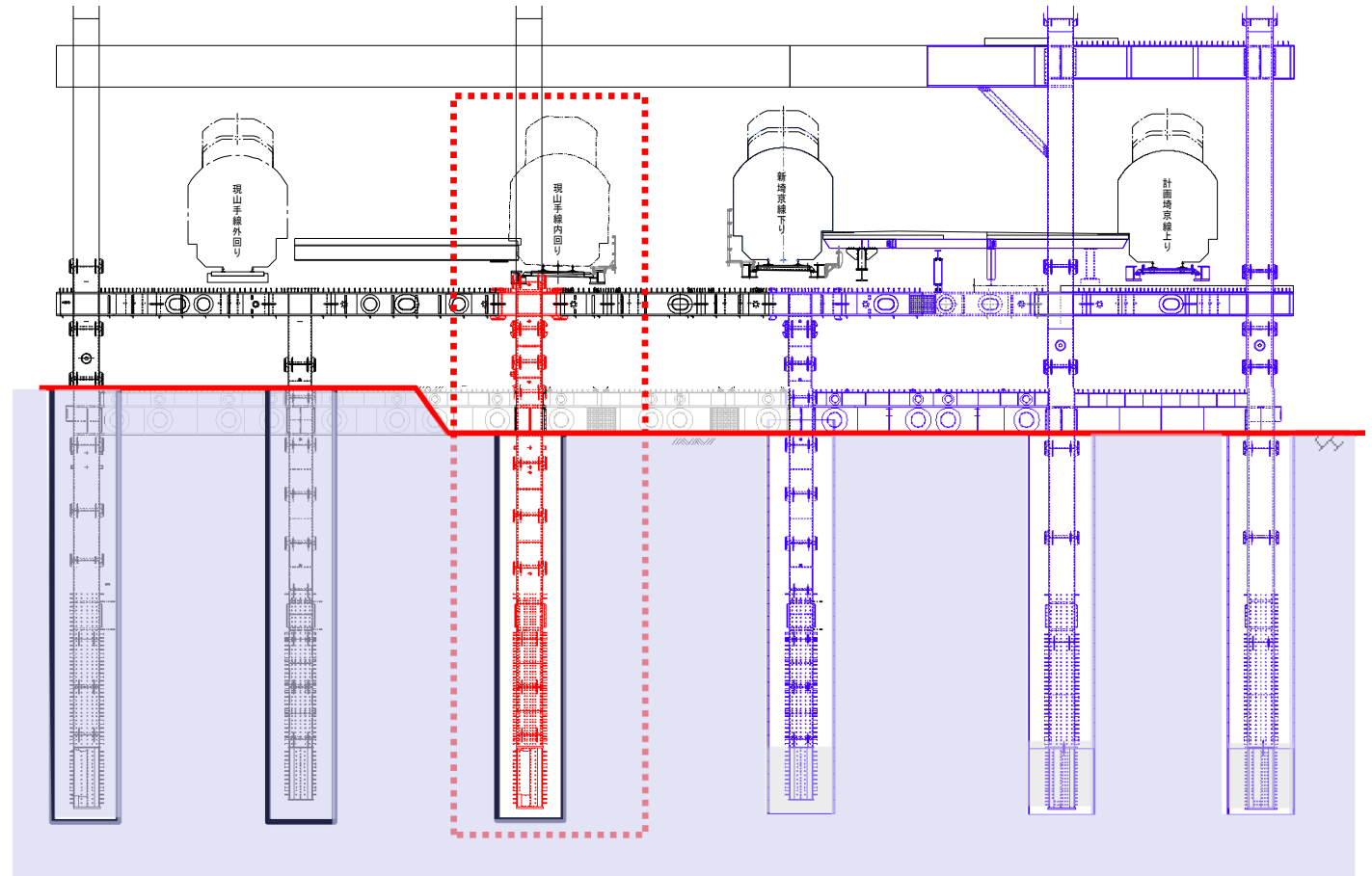
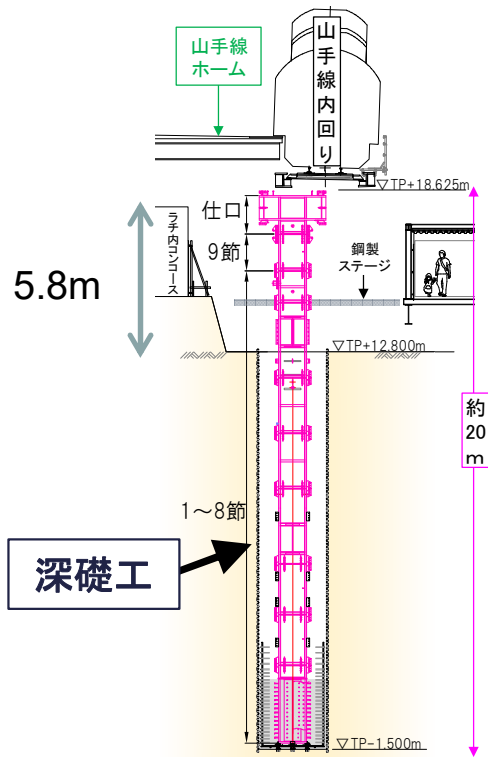
【駅ビル部の高架橋構造】

➤ 線路切換を行いながら高架橋(駅ビル)を構築



高架橋構築と本設軌条桁化

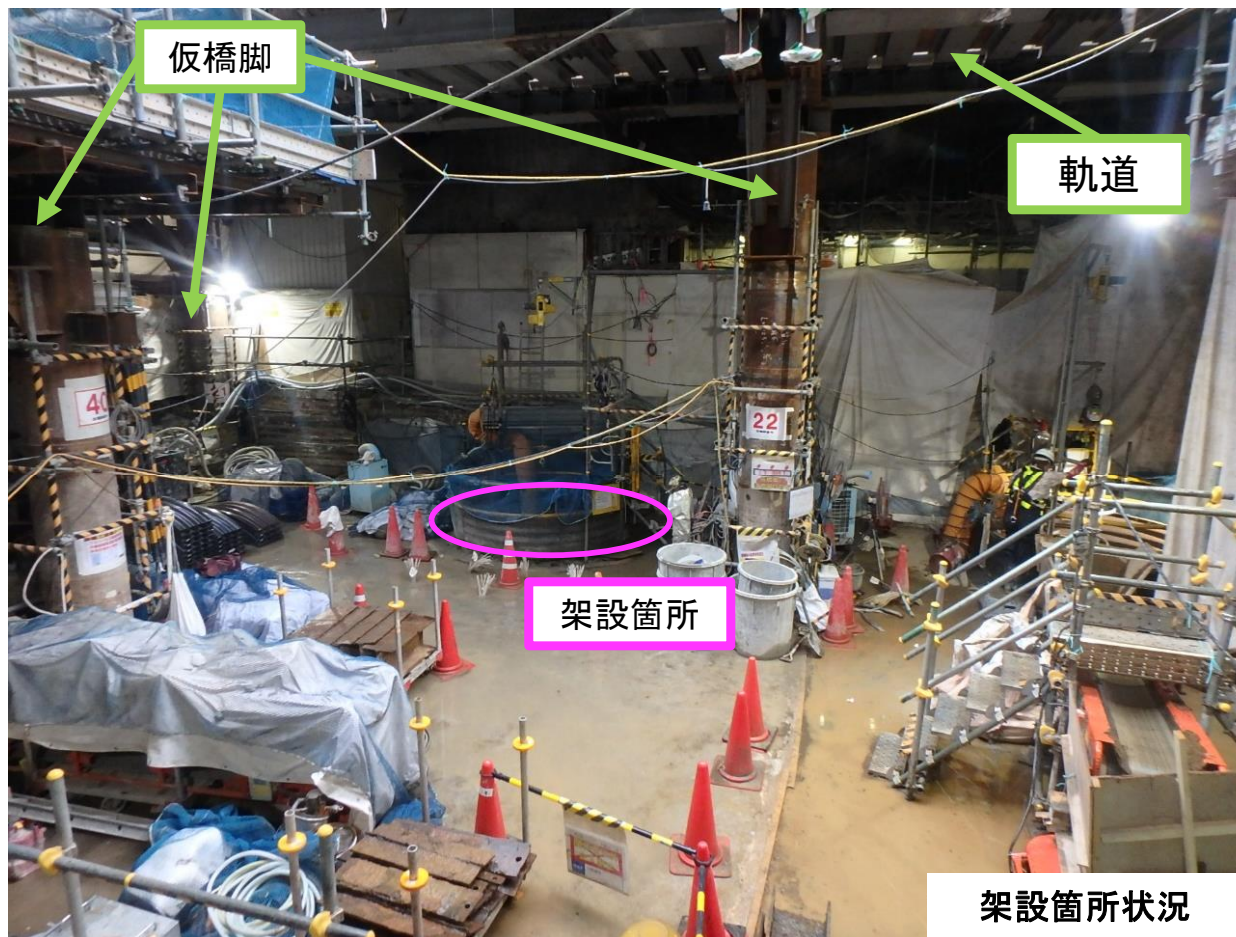
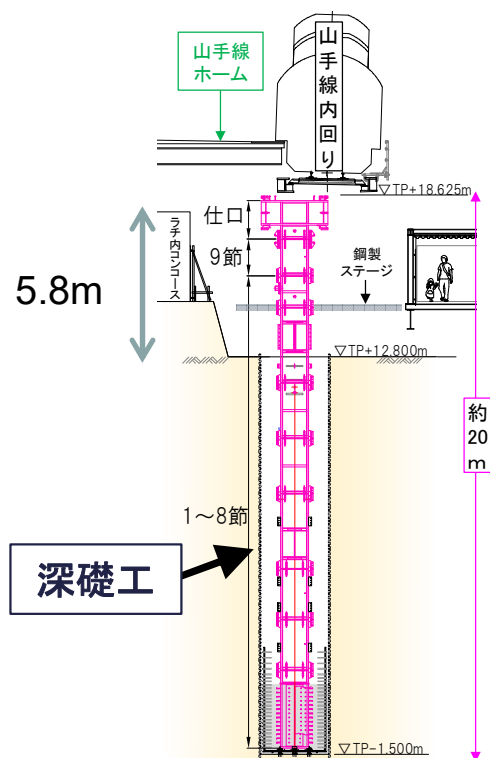
➤ 線路下での高架橋構築



深礎内への高架橋鉄骨架設

高架橋構築と本設軌条桁化

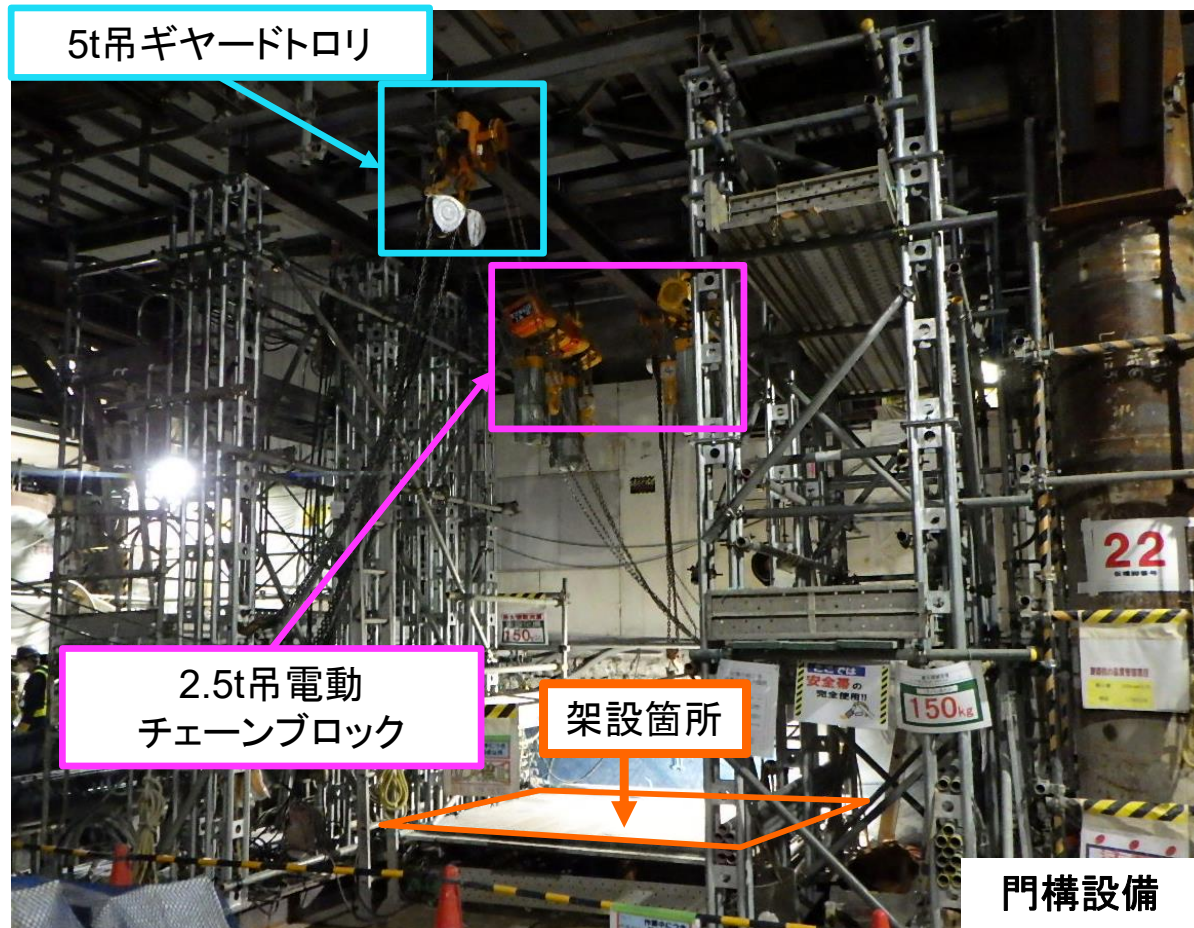
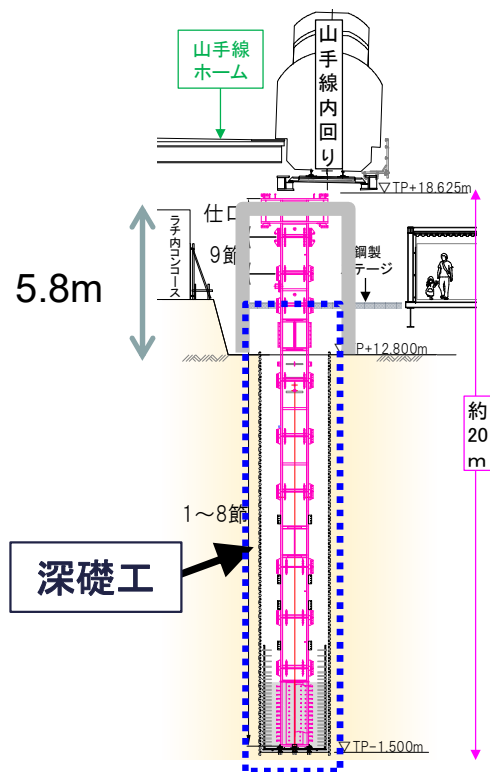
➤ 線路下での高架橋構築



深礎内への高架橋鉄骨架設

高架橋構築と本設軌条桁化

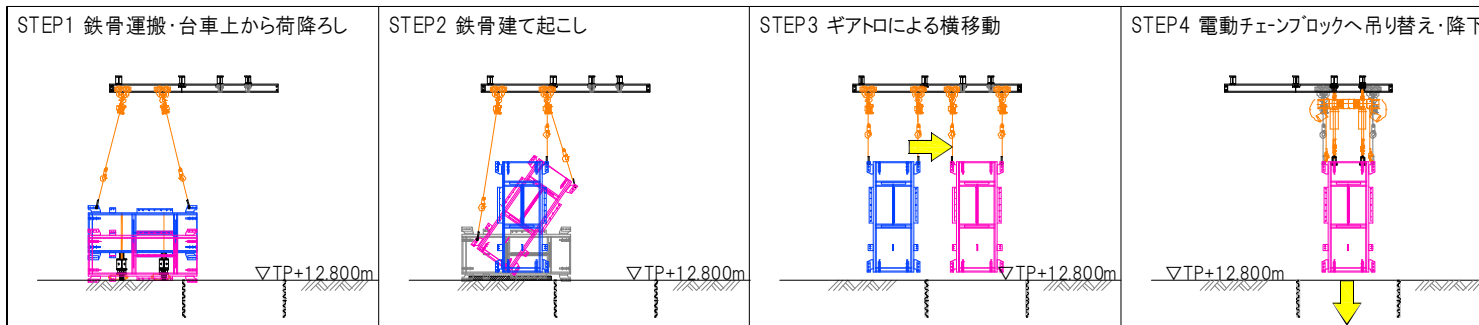
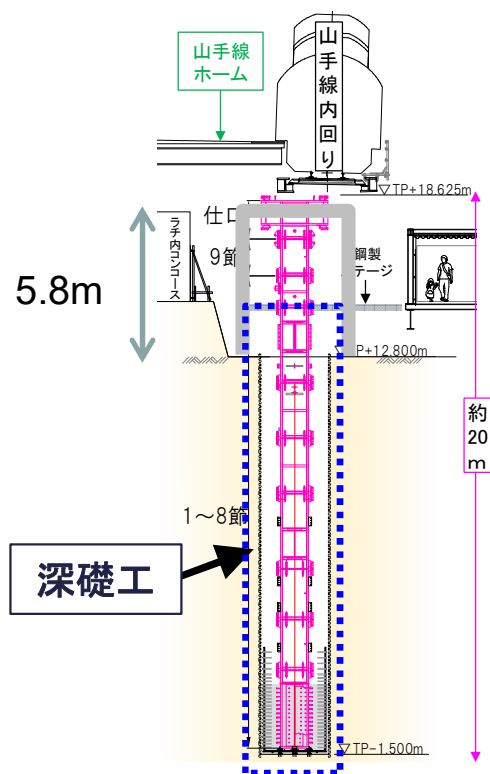
➤ 線路下での高架橋構築



深礎内への高架橋鉄骨架設

高架橋構築と本設軌条桁化

➤ 線路下での高架橋構築



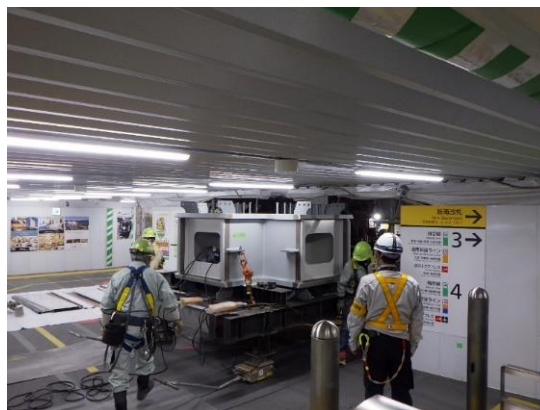
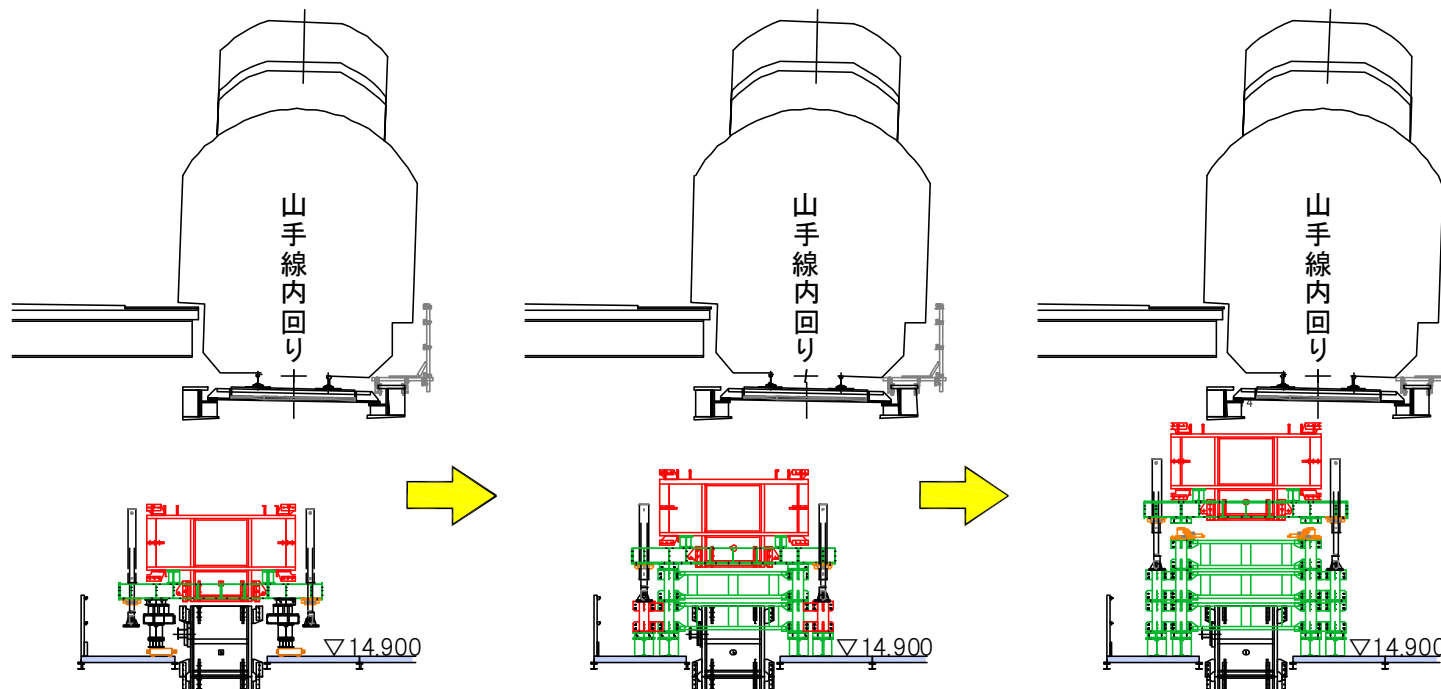
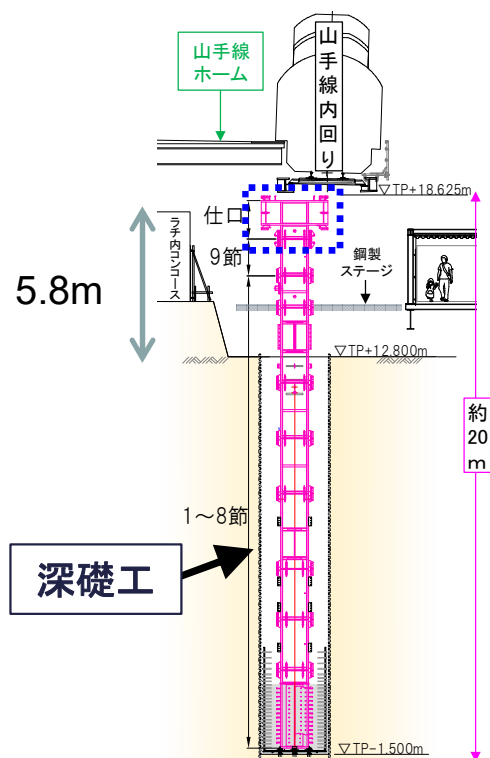
鉄骨建て起こし



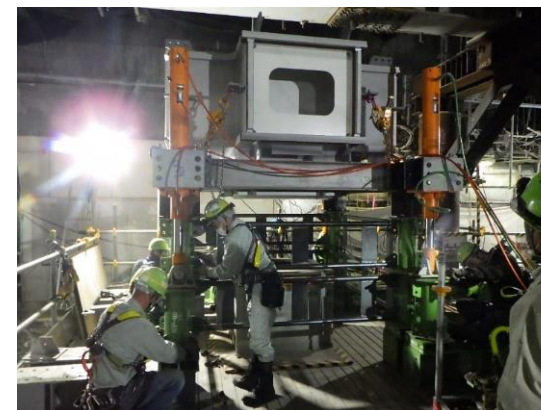
深礎内への鉄骨降下

高架橋構築と本設軌条桁化

➤ 線路下での高架橋構築



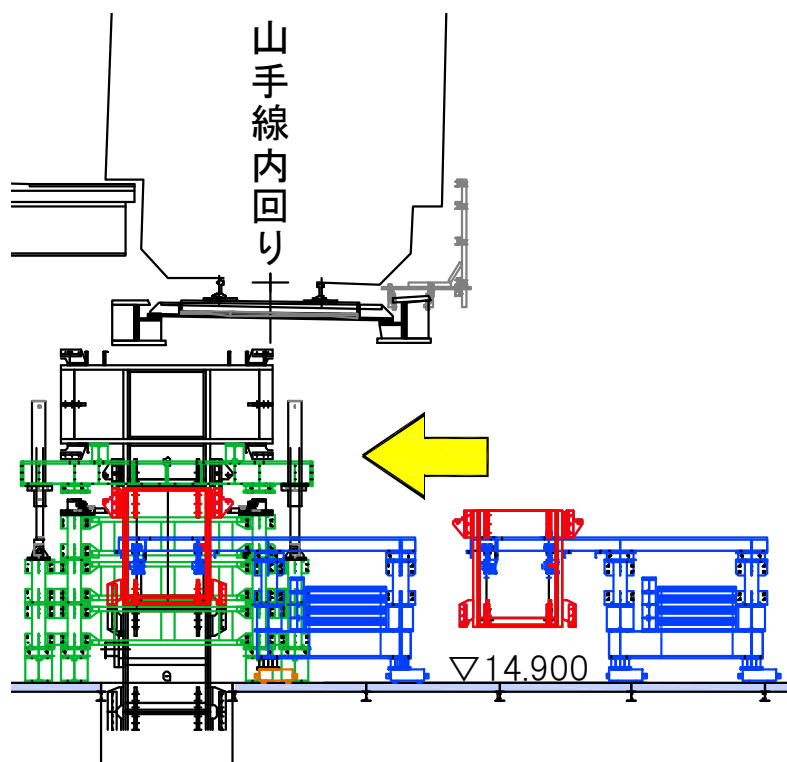
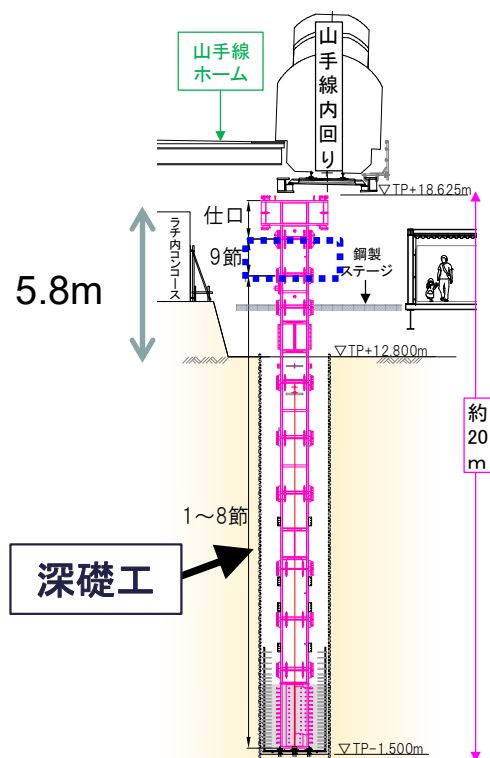
鉄骨搬入



ジャッキアップ架設

高架橋構築と本設軌条桁化

➤ 線路下での高架橋構築



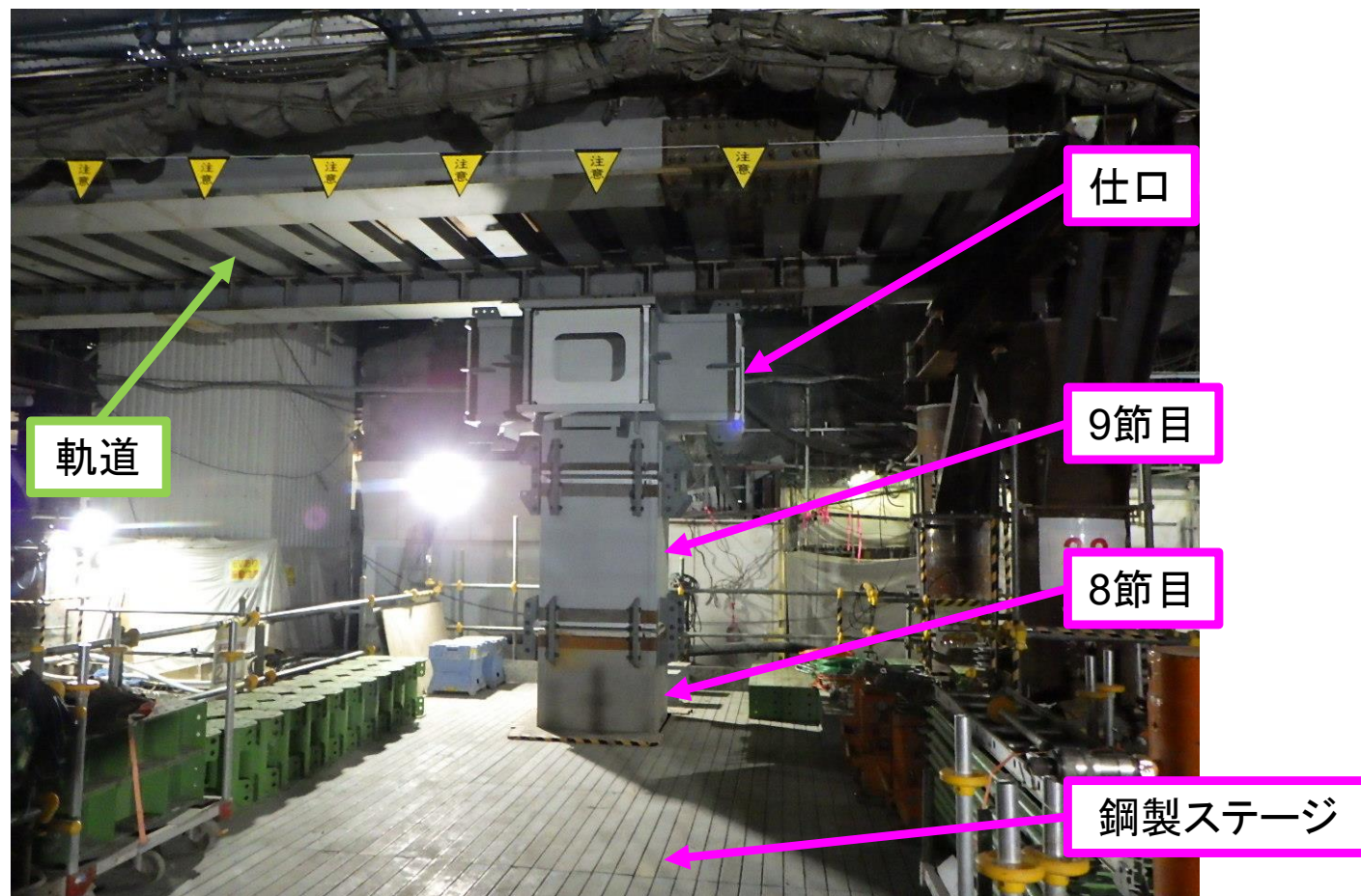
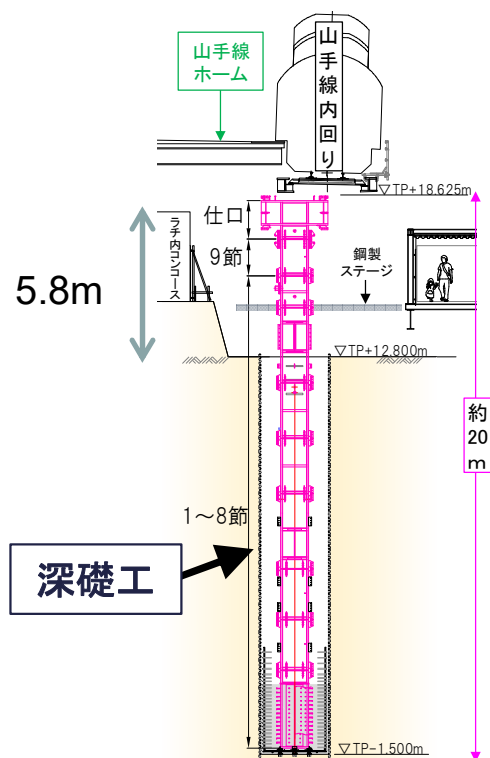
仕口下鉄骨架設



特製架設装置

高架橋構築と本設軌条桁化

➤ 線路下での高架橋構築

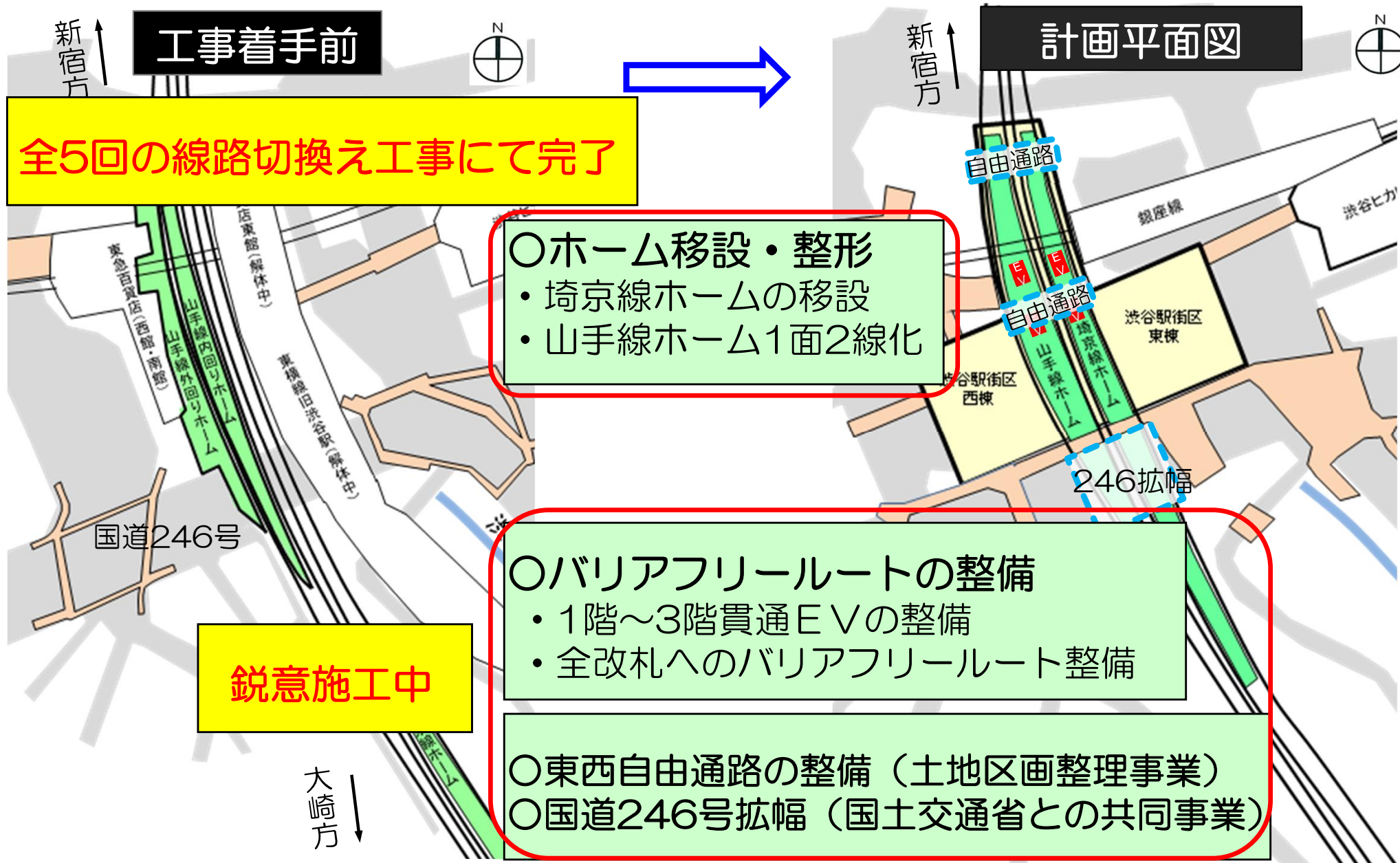


架設完了状況

1. はじめに
2. 全5回の線路切換え工事の振り返り
3. 本設利用工事桁の設計施工時の課題
4. 狭隘な施工環境でのビル鉄骨架設
5. 渋谷駅改良工事の今後
6. まとめ

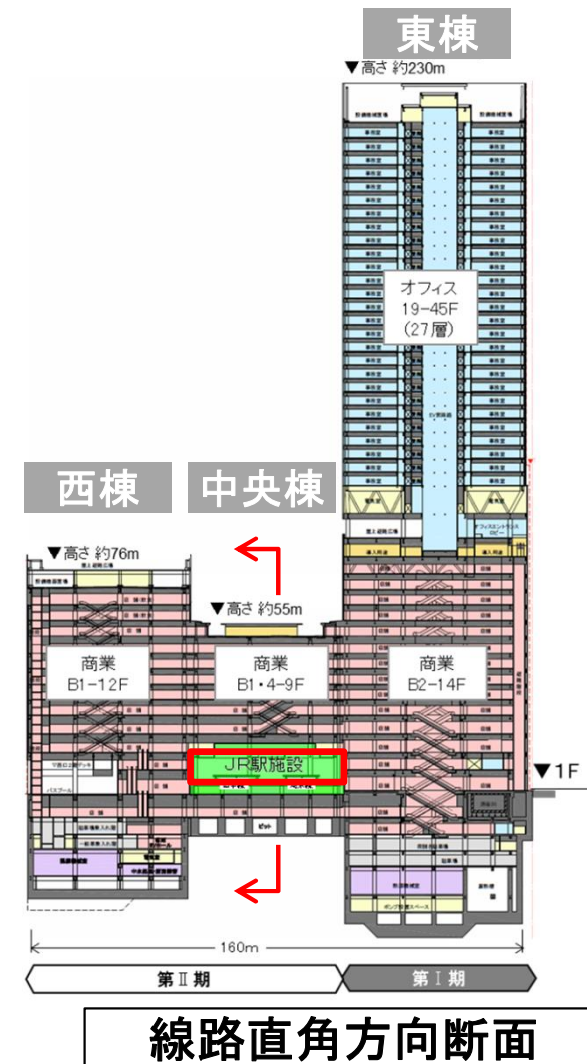
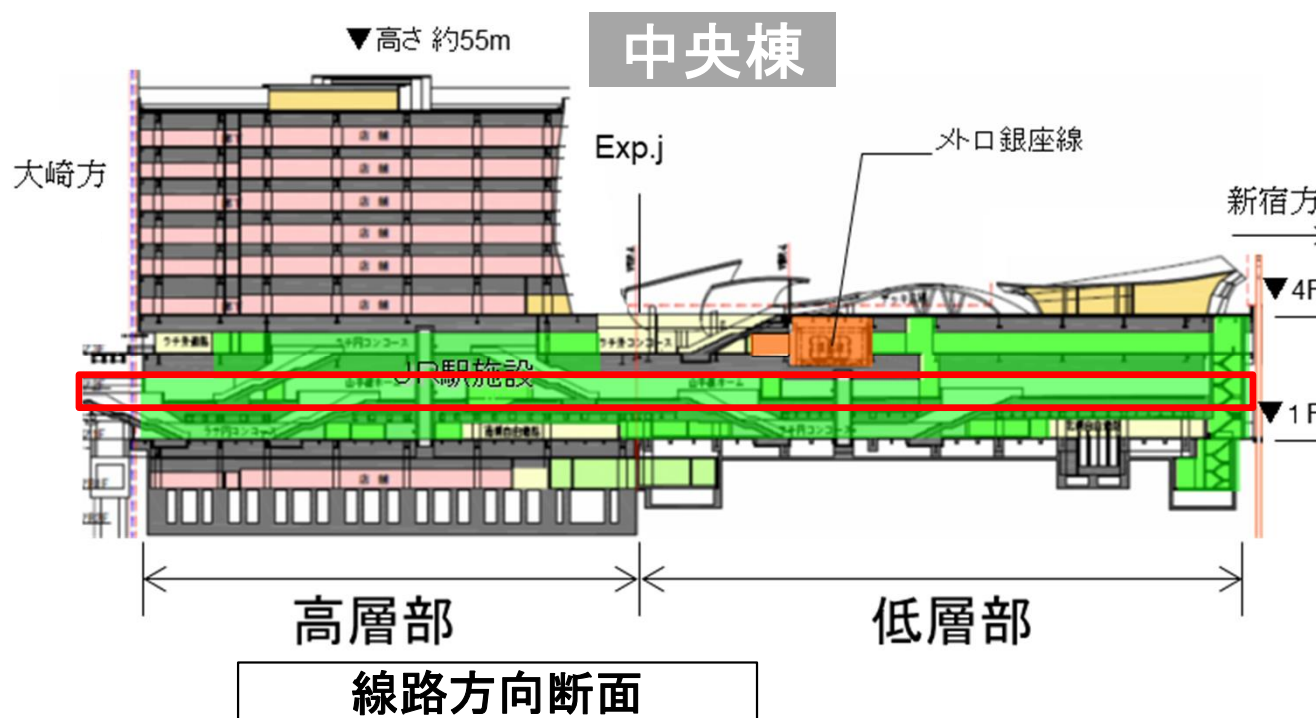
○駅施設の再配置による利便性向上

2階(軌道階) 駅改良計画



【駅ビル部の高架橋構造】

➤ 高架橋が駅ビルの一部

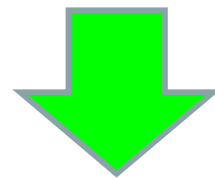


【残工事】

- 中央棟(高層・低層)ビル工事の本格化
- 線路下空間の構築
- ホーム本設化、ホームドア工事、新南口駅舎
- メトロ銀座線のトラス桁架設

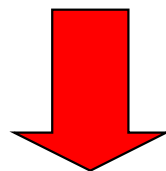
1. はじめに
2. 全5回の線路切換え工事の振り返り
3. 本設利用工事桁の設計施工時の課題
4. 狭隘な施工環境でのビル鉄骨架設
5. 渋谷駅改良工事の今後
6. まとめ

- ◎本設利用工事桁の設計、線路切換え時の施工、本設軌条化（連続化）における各課題に対して、種々の検討や試験施工をとおしてリスクを洗い出し、解決策を見出した
- ◎鉄道工事では世界初となる軌条桁同時移動技術を確立
- ◎工事桁下の狭隘な施工環境でのビル鉄骨架設



大ターミナル駅における乗換え利便性が格段に向上し社会発展に大きく貢献

今後、益々難易度が高くなる
都市部での駅改良工事



軌条桁同時移動技術や
狭隘な施工環境での鉄骨架設技術が
今後、狭隘な都市空間における
多くの同種工事に適用可能

渋谷駅線路切換え工事やその他、
JR東日本で行っている建設工事の様子は
JR東日本YouTu部
【JR東日本建設工事部門公式チャンネル】
でもご視聴いただけます



ご清聴ありがとうございました