

鉄道ラーメン高架橋の連続アンダーピニング工事の計画と施工実績

鹿島建設(株) 正会員 ○伊藤弘之 田中 誠 山本信也
東京急行電鉄(株) 山道芳徳

1. はじめに

供用中のRC ラーメン高架橋の直下に新線増設のため、半地下のラーメン構造物を新設し既設梁スラブ3連(延長約130m)を受け替えるアンダーピニング工事を施工している¹⁾。一般に、受替えには既設構造の安全性や営業線の走行安全性の確保に様々な対策と工期が必要であるが、本工事では、構造物・軌道構造の特性を考慮したリスク低減策を講じることにより、工程短縮を図れる手順で受替え工を無事に完了した。本稿では、受替え工の計画と施工実績の概要を報告する。

2. 受替え構造

受替え構造の概要を図-1、図-2に示す。新設するラーメン高架橋の柱は、用地制約と新線内空確保から、線路方向は既設高架橋の径間中央、線路直角方向は既設柱のやや外側に配置している。新設上層梁はラーメンを構成する横梁と縦梁に加えて、縦梁径間中央(既設柱通り)に既設梁スラブを受け替える“受け梁”が配置される。なお、当該範囲の既設線はバラスト軌道である。

3. 受替え計画

検討した受替え計画案の概要を表-1、図-2に示す。

第1案は、受替え前の掘削が既設高架橋に及ぼす影響の最小化を主眼としたもので、新設柱部分のみを壺掘りして地中梁以外を部分構築して受け替える手順である。また、受替え時に受け梁のたわみの影響を受けるためジャッキ仮受けとし、掘削および既設高架橋の撤去完了後に本受け、地中梁を構築する。

第2案は、工事数量の低減、施工性向上を主眼としたもので、既設高架橋の地中梁の直下を含む掘削全体を受替え前に完了させる手順である。一方で、全体掘削時に既設基礎杭が露出し不安定な状態となるため、床付け面付近の地盤改良(先行地中梁)と仮土留め壁と既設地

表-1 受替え施工手順

第1案	第2案(採用)
土留工(外周+柱周り) 土留工数大△	土留工(外周のみ) 土留工数小○
掘削(柱部つぼ掘り) 掘削効率が低い△ 既設高架橋への影響小○	掘削(全体) 掘削効率が比較的よい○ 既設高架橋への影響あり△ ⇒横振れ防止材で補強
構築(柱・上層梁) 施工効率が低い△ ジャッキ設置	構築(全体) 施工効率が比較的よい○ 既設横梁・柱と受け梁の一体化
既設高架橋 柱切断 受け梁たわみ影響あり△ ⇒ジャッキ調整	既設高架橋 柱切断 受け梁たわみ影響あり△ ⇒たわみ抑制計画、構造検証
掘削(全体) 既設高架橋撤去(柱・地中梁・杭) 新設構造物仕様は地中梁のない仮受け時で決定(仕様大)△	掘削(全体) 既設高架橋撤去(柱・地中梁・杭) 新設構造物仕様は完成系で設計(仕様小)○
既設横梁・柱と受け梁の一体化 ジャッキダウン	既設横梁・柱と受け梁の一体化 ジャッキダウン
構築(地中梁)	構築(地中梁)

青字：数量、施工性に関する留意点
赤字：安全性に関する留意点

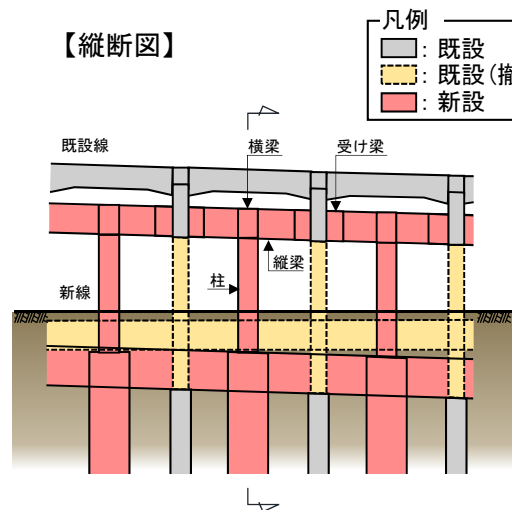


図-1 既設高架橋の受替え構造

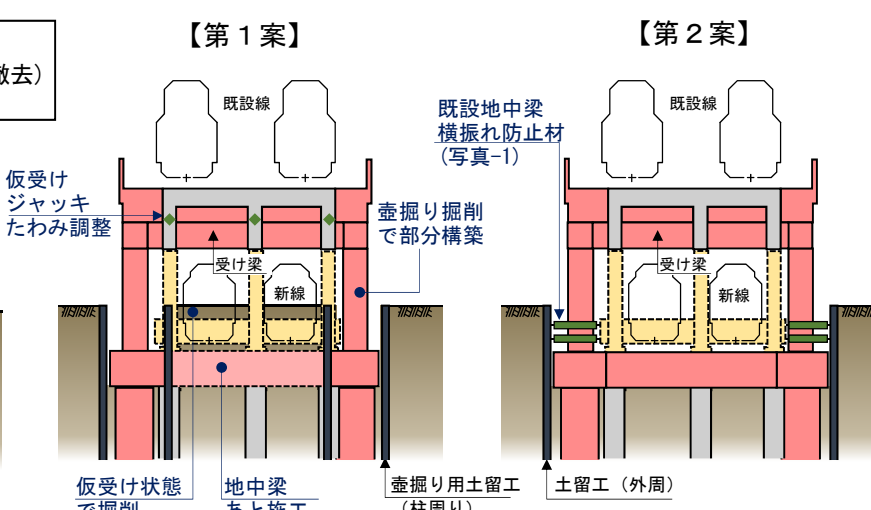


図-2 受替え施工計画

キーワード アンダーピニング, 受替え, ラーメン高架橋, バラスト軌道

連絡先 〒107-8502 東京都港区赤坂 6-5-30 鹿島建設(株) 土木設計本部 TEL03-6229-6661

中梁の間に設置する横振れ防止材によって、掘削中の耐震性能（L1 地震相当）を確保する。また、受替え時の受け梁のたわみの影響が小さいことの数値検証（4 章に後述）を基にジャッキ仮受けを用いずに直接受け替える。

両案を検討し、工程短縮を図った第2案で構造、軌道の安全を確保できると判断し採用した。

4. 受け梁のたわみが構造、軌道に及ぼす影響の検証

既設梁スラブを受け替える受け梁は新設ラーメンの径間中央（既設柱通り）に配置されることから、既設柱切断（受替え）に伴って新設縦梁のたわみ、ねじりと受け梁のたわみが生じ、既設スラブには支点沈下による付加応力が生じる。この応力付加後の既設梁スラブの構造安全性を図-3の方法に示す構造計算によって確認した。

また、新設上層梁の型枠支保工は受替え前に解放することで、新設構造物の自重たわみを受替えに先行して生じさせ、既設柱切断時（受替え時）の受け梁のたわみを低減する計画とした。

受替えに伴う軌道への影響については、鉛直方向の変状監視が重要であるため、「高低」（10m 弦正矢法）で管理することとした。受替えに伴う“受け梁”の想定たわみ（最大 $3.2 + 0.9 = 4.1\text{mm}$ 、図-4）を基に、切断する既設柱通り線上の軌道が 5mm 沈下すると仮定して「高低」を算定し、柱を1列3本ずつラーメン端部の列から順番に切断する手順であれば、「高低」は最大 2.6mm で1次管理値 3.5mm を下回ることを確認した。

5. 受替え工（既設柱切断）施工実績

既設柱は線閉間合140分で1列3本ずつ、軌道監視・保守体制を整えて受け梁のたわみを測定しながらワイヤーソーで切断縁切りした。柱切断後に実測した受け梁のたわみは列車通過前後で2～3mm程度であった。計画値4.1mmの算定における①荷重の割増1.1～1.2倍、②設計基準強度相当の剛性の適用（設計強度 $24\text{N/mm}^2 \rightarrow$ 実強度 $35 \sim 39\text{N/mm}^2$ で弾性係数は1.2倍）、③既設横梁の剛性を無視（断面二次モーメントは既設横梁を加算すると1.2倍）を考慮すると、たわみ挙動は十分な精度で再現できると考えられる。

柱切断時の軌道変状は絶対変位で 1mm 以下で、保守作業を要することはなかった。ラーメン全ての柱切断を完了し新設既設ともひび割れの進展がないことを確認した後に柱撤去に着手した（写真-2）。

参考文献

- 山道ほか：鉄道営業線高架橋アンダーピニング工事の設計・施工，橋梁と基礎，vol.51，No.3，pp.31～36，2017。

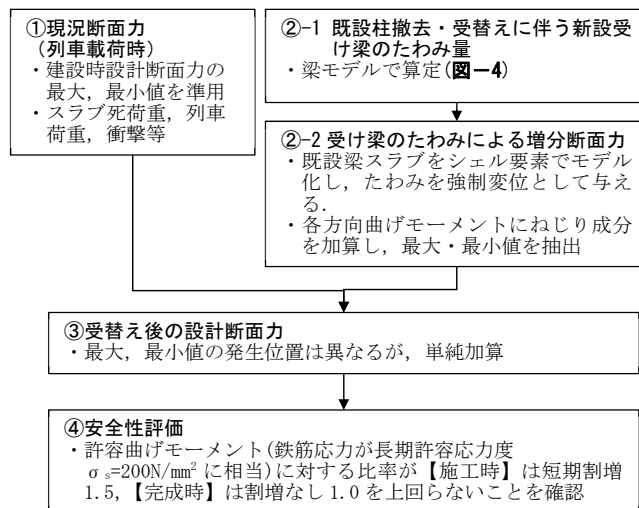


図-3 既設梁スラブの安全性検討方法

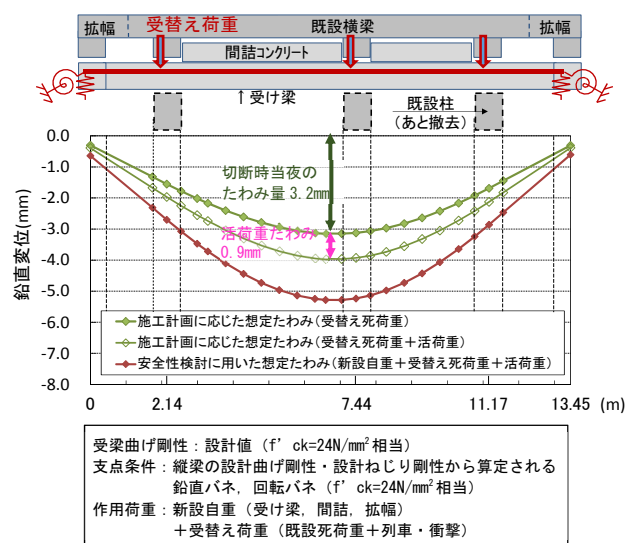


図-4 受け梁のたわみ

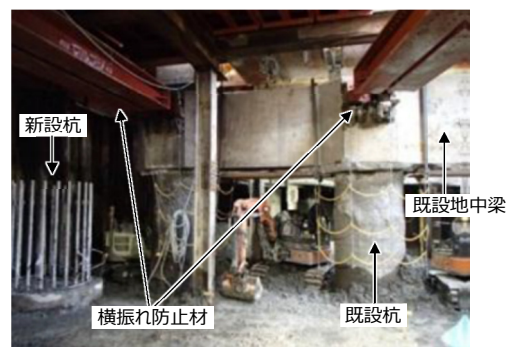


写真-1 既設構造物周囲の掘削状況

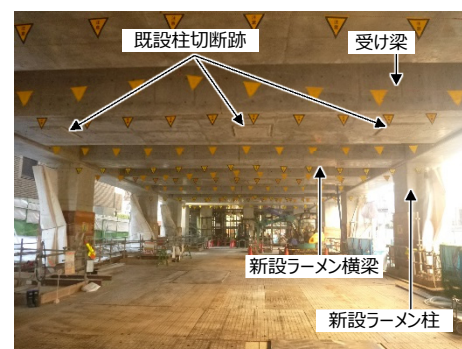


写真-2 既設柱撤去後の全景