

連続した鉄道高架橋アンダーピニング工の計画と施工実績 ～仮受工計画概要と先行プレロード工の実績

鹿島建設(株) 正会員 ○伊藤弘之 鈴木健介 田中誠 倉石泰男
東京急行電鉄(株) 山道芳徳

1. はじめに

本工事では供用中の鉄道高架橋に沿った新線構造物を直下に構築するため、1層2柱式RCラーメン高架橋を延長約150mにわたってアンダーピニングする(図-1)。本工事の特徴として①仮受区間が長く区間内にRC単純スラブ桁と鋼下路桁が含まれる、②仮受する構造物の重心が直角方向に偏心している、③仮受する構造物の死荷重が軽く設計荷重の対死荷重比が大きい、④弾性まくらぎ直結軌道である、が挙げられる。仮受の課題である既設構造物安全性と列車走行安全性を確保するため、これらの特徴を考慮した設計、挙動予測検討、管理計画策定を実施し、これまでに既設構造物の変状や列車支障が生じることなく先行プレロード工を完了した。

本報では、仮受架構の設計、受替え工に伴うプレロード工の計画検討および施工結果を報告する。

2. アンダーピニングの計画

2.1 設計概要

仮受架構の設計条件を表-1に、部材仕様を図-2に示す。既設の高架橋上部工を現行のまま活用し既設柱から下部を改築するため、仮受ジャッキで制御しながら形鋼からなる仮受架構に受替える。

仮受ジャッキの位置は仮受すると変位が生じやすい単純支持のスラブ桁や鋼下路桁を回避してラーメン縦梁とした。また、ラーメン高架橋梁スラブの仮受による応力変化抑制のため、既設柱に近い位置のラーメン縦梁(線路方向スパン4.0m)を仮受位置とした。

仮受柱の位置は、線路方向は仮受桁の受材が不要となるジャッキ通り(仮受桁通り)線上を基本とし、直角方向はなるべくジャッキに近い範囲で既設・新設構造物との支障が少ない位置に決定した。

仮受柱の高さは掘削床付面から約11~16mとなるが、支柱と仮土留壁の間に横振れ防止材(H-300)を設けて地震時の水平変位を抑制する構造とし、支柱・継材の仕様増に伴う路下作業性の低下を回避した。なお、横振れ防止材は仮土留の設計には考慮せず、仮土留壁は切梁のみで支保する設計とした。

2.2 本工事の特徴に応じた設計・施工計画

前述の特徴①に関して、ジャッキ位置決定において変位が生じやすい単純スラブ桁と鋼下路桁を回避した。特徴②に関して、架構設計では左右それぞれの反力を考慮するが、使用ジャッキは受替え時に制御の差異がないよう同型とした。特徴③に関して、死荷重の約140%に相当するプレロードに伴う高架橋軌道面の変位と変状を検査し載荷計画に反映した(3.3章)。特徴④に関して、管理値設定においてコンクリート道床の曲げ応力等を考慮した(3.1章)。

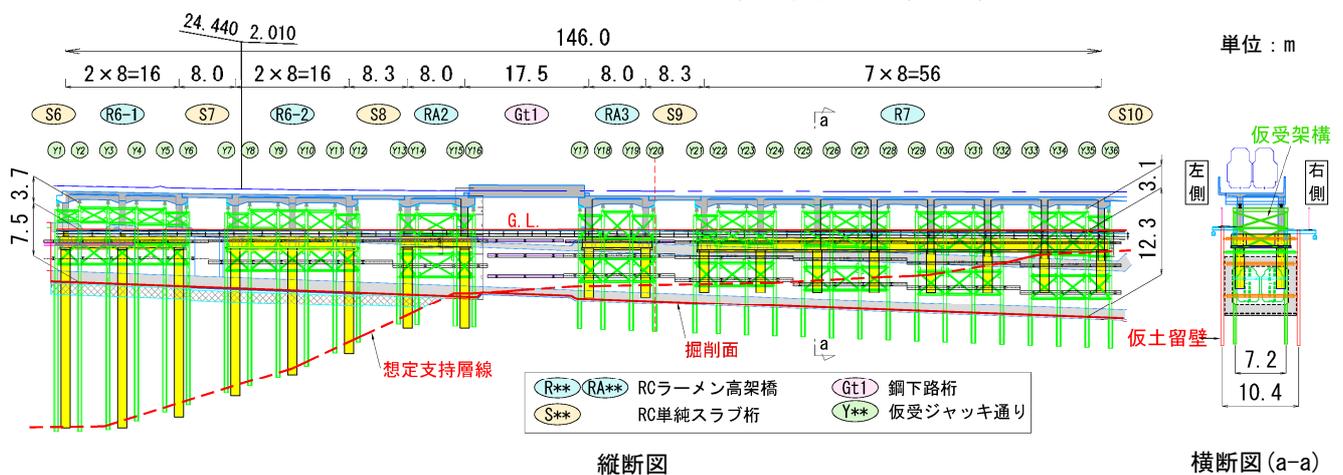


図-1 アンダーピニングの概要

キーワード アンダーピニング, 仮受, プレロード, ラーメン高架橋, 直結軌道, 杭引抜き
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

表-1 仮受架構の設計条件

列車荷重	標準列車荷重 軸重155kN
設計速度	130km/h
衝撃係数	RC標準 (速度効果 i_v と車両動揺 i_c を考慮)
車両横荷重	列車荷重の20%
制動荷重	(0.27+1.00・載荷長/車両長)・軸重
風荷重	1.5kN/m ² (列車荷重がある場合)
設計水平震度	Kh=0.25
不均等係数	1.2

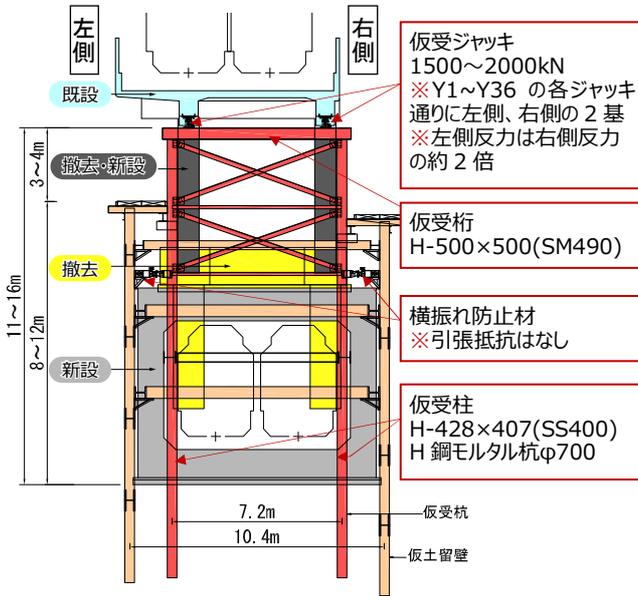


図-2 仮受架構の概要

3. 受替え工の施工計画

3.1 計測管理計画

受替えから掘削・構築までの各段階で生じる沈下隆起量を検討してジャッキストローク変化計画値を設定し、受替え直後と長期間の計測管理計画を策定した。高架橋の変位許容値は高架橋およびコンクリート道床の許容応力と軌道整備基準を包含する 10m 弦正矢の高低 7mm を基本とし、管理は許容値の 50%, 80%とする。なお、先行プレロード時は高低 3mm 以下で管理する。

3.2 プレロード工計画

受替えに先行して、まず試験的に設計荷重（本件では死荷重の 140%に相当）まで載荷除荷する‘先行プレロード’を線路方向 2 列（×左右 2 基=計 4 基）ずつ行った後、受替え時の衝撃緩和のため死荷重まで導入する‘本プレロード’を全数同時に行う。

先行プレロードでは仮受柱の支持力確認、初期沈下の促進とともに躯体変状の有無を確認する。手順は指針¹⁾²⁾に準拠し、設計荷重までの載荷除荷を 20%ずつ段階的に行う。死荷重より大きい場合、載荷除荷は軌道保守の体制を確保し計測監視しながら行う計画とした。

3.3 先行プレロードに伴う影響の事前検討

先行プレロードに伴う a)軌道面変位, b)既設高架橋応力の増加の 2 点について、それぞれ線形骨組みモデルで検討した(図-3)。径間数や杭長の異なる各高架橋をモデル化し各載荷位置での影響を検討した。

検討の結果、a)軌道面の上方変位(既設場所打ち杭が引抜き挙動を示し高架橋全体が上方に回転変位)の影響が懸念された。結果例として、杭長が短い箇所での変形図を図-3に示す。この箇所では載荷箇所を(i)線路方向 2 列から(ii)単版桁両側の線路方向 4 列同時にする事で 10m 弦正矢の高低を 2.2mm とし、管理値 3mm 以下に抑える計画とした。同様に各箇所における同時載荷箇所と順序を決定した。

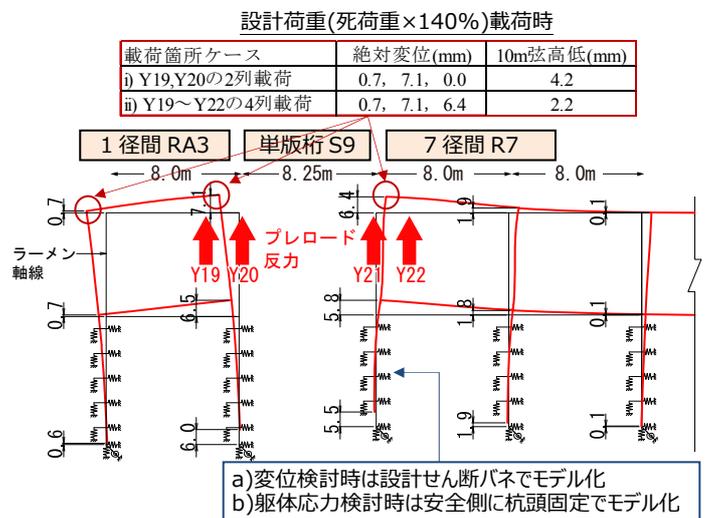


図-3 先行プレロードに伴う高架橋変位の検討

4. 先行プレロード工施工結果

先行プレロード中の a)変位は、載荷箇所別の大小は実測と計算で同様だが、値は計算の約 20% (図-3 箇所での 10m 弦高低は実測 0.4mm, 計算 2.2mm)であった。また、除荷後は復位し残留変位は認められなかった。

先行プレロードに伴う b)高架橋応力については、どの箇所の載荷時もひび割れ進展は認められなかった。

これまで先行プレロード工を施工した全杭で、設計荷重(死荷重の 140%)まで載荷確認できた。

5. おわりに

今後の受替え、掘削、構築段階においても、引き続き影響抑制する計画策定と施工中計測管理を行い、列車走行安全性と既設構造物の安全性の確保を図る。

参考文献

1)アンダー・ピング設計・施工の手引き, 鉄道総研, 1987.
2)アンダーピング工法設計施工マニュアル, 技報堂, 2007.