

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（その2） ～本プレロード工と受替え工の計画および実績～

鹿島建設(株) 正会員 ○石川鞠子 田中誠 山本信也 伊藤弘之 小林克哉
東京急行電鉄(株) 山道芳徳

1. はじめに 本工事は供用中の鉄道高架橋直下に新線構造物を構築するものである。このうち約150mの区間は、1層2柱式RCラーメン高架橋を、仮受架構を用いたアンダーピニング工法で受替える。受替後は、既設柱から下部を撤去・掘削し、箱型トンネルおよび柱を構築して既設上部工と一体化する（図-1参照）。受替えまでの手順は、仮受架構構築工、先行プレロード工¹⁾（柱列ごとの試験載荷による仮受架構の初期沈下促進と支持力確認・既設躯体変状の有無確認）、本プレロード工（設計死荷重載荷）、受替え工（既設柱切断）とした。本報では、本プレロード工および受替え工の計画と実績について報告する。

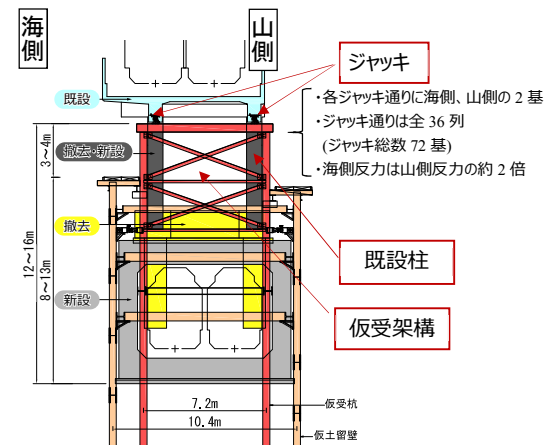


図-1 仮受架構の概要

2. 本プレロード工および受替え工の概要

本プレロード工は、対象範囲を2分割し各範囲の全ジャッキを同時載荷する。図-2に終点方区間におけるジャッキと既設柱の平面配置図を、写真-1に仮受け状況を示す。文献^{2) 3)}を参考に、本プレロード荷重は設計死荷重100%を目標に20%ずつ段階的に載荷する。ジャッキストロークの変位が15分間で3/100mm以下、もしくは60分経過で著しい変化が無い場合は次のステップに移行する。設計死荷重に達したらこれを12時間維持するため、ジャッキ荷重を制御する。このとき既設上部工や仮受架構に異常がないか確認し、変位が管理基準値を超えそうな場合は、導入荷重を調整する。受替え工では、本プレロードにより無負荷状態となっている既設柱をワイヤーソーにて切断する。これにより受替えが完了する。切断順序は図-2に示す通りで、同列柱（海側・山側）の切断は同日に行う。全柱の切断完了後、変位が安定したらバルブを閉めジャッキ内の油抜けや油圧ホースの内圧変化の影響を排除する。その後、温度変化や列車通過による変位の傾向が確認できるまで経過監視を行う。施工を行う際、配慮した内容を下記に記す。



写真-1 仮受け状況

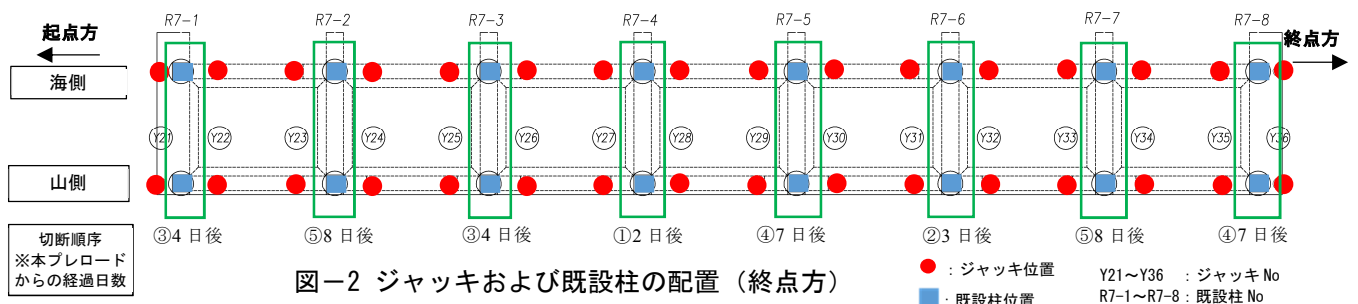


図-2 ジャッキおよび既設柱の配置（終点方）

①設計死荷重の設定 先行プレロード工での高架橋最大隆起量（設計死荷重導入時）は海側+1.1mm、山側+0.6mmであり、既設上部工は隆起する傾向であった。柱切断時、仮に前述以上の変位が生じた場合でも、ジャッキストロークの変動に対し、ジャッキ荷重の変動の感度が高いため（ストロークが0.2mm変位した場合、荷重は20%低減）、既設上部工の隆起量はわずかであり軌道への影響は小さいと判断したため、導入荷重は先行プレロード時と同様とした。ただし海側は山側に比べ、設計死荷重が大きいことから荷重が偏らないよう、柱切断は山側を先行した。

②許容変位と計測管理 本プレロード工および受替え工の範囲は弾性まくらぎ直結軌道であるため、躯体変状が軌道変位に直接影響する。軌道の許容変位は軌道整備基準を参考に、10m弦正矢で高低±3mm、通り±2mmとした。

キーワード アンダーピニング、仮受、プレロード、直結軌道

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 地盤基礎設計部 03-6229-6650

高架橋地覆に取り付けたデジタル自動計測計による鉛直・水平変位の監視に加え、軌道変位・目開き・躯体変状も手動測量および目視にて監視し、軌道保守の体制を整え作業した。

③全ジャッキ同時載荷の影響 先行プレロード工では柱列ごとに載荷と除荷を行ったが、本プレロード工は区間内全ジャッキへ同時載荷を行う。既設上部工全体に載荷することで、先行プレロード時よりも変位が大きくなることが懸念された。これについて、先行プレロード時の各測点で発生した変位を合成して推定した場合、10m 弦正矢は 0.6mm と管理値を大きく下回ることから、計画通り同時載荷を行っても軌道への影響は小さいと判断した。

④線路閉鎖時間の制約（1：50～4：20 の 2.5h） 先行プレロード時の結果を踏まえて、許容変位以内であれば線閉前に 80%まで載荷を行うこととした。100%載荷までの到達時間を早めることで、軌道内でのレベル計測や既設上部工の変状確認に十分な時間を割くことができるよう配慮した。

3. 本プレロード工および受替え工の実績 本プレロードから受替え完了までのジャッキ荷重、既設上部工変位、気温の経時変化を図-3 に示す。柱切断前は、気温変動に応じた仮受架構の温度伸縮と、これによる荷重変動が読取れる。柱切断後は、既設上部工が持ち上がり荷重が減少することから、想定通り設計死荷重は実死荷重より大きかったと考えられる。また、本グラフからの読取りは難しいが、初電通過時に荷重の変動が見られた。これは柱切断から初電通過までにジャッキ内の油が冷却され収縮する際、ジャッキ内のパッキンが抵抗しストロークが追いつかず、この状態で列車通過時の衝撃を受けたことにより抵抗が解消し、荷重変動が生じたと思われる。今後、掘削中にジャッキ調整を行う際は、活荷重の影響を確認しながら段階的にジャッキ調整を行うのがよいと考えられる。本施工における柱切断時の高架橋変位は、海側で最大+1.0mm、山側で+0.5mm であり、10m 弦正矢 1mm 以内に収まったため、施工中のジャッキ調整および軌道整正は不要であり、無事に受替え工を完了することができた。

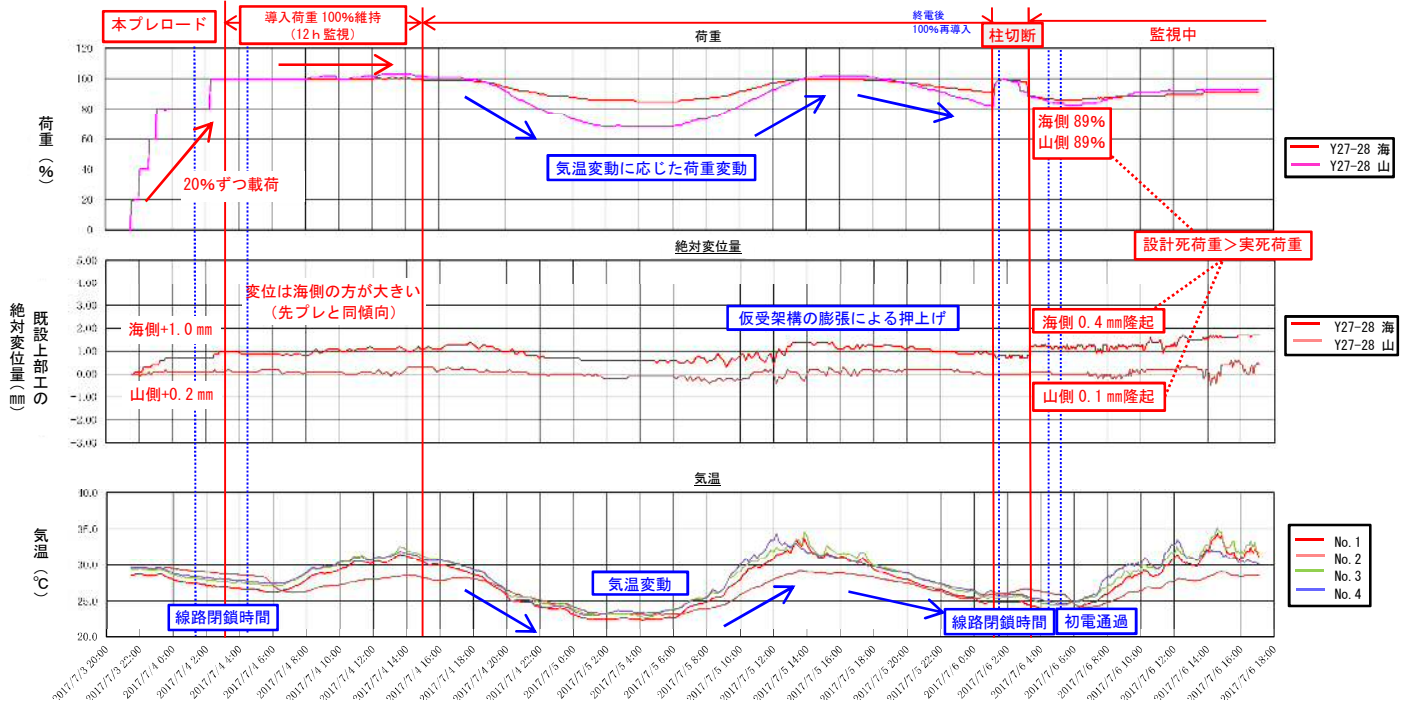


図-3 柱切断時の経時変化 (R7-4 通り)

4. おわりに 今後は深さ 8~13m まで掘削後、躯体構築を行う。掘削時のリバウンド、温度変化による仮受部材の伸縮に伴う軌道面への影響が懸念されるため、引き続き高架橋の計測監視を行う。列車運行の安全性と既設構造物の健全性を確保するため、日頃から計測監視を行うことで挙動の傾向を把握し、ジャッキ調整による高架橋変位抑制等の迅速な対応ができる体制を整えておくことが肝要である。

- 参考文献 1) 伊藤弘之、連続した鉄道高架橋アンダーピニング工事の計画と施工実績～仮受工計画概要と先行プレロード工の実績、土木学会第 71 回年次学術講演会、2016
 2) アンダー・ピニング設計・施工の手引き、鉄道総研、1987
 3) アンダーピニング工法設計・施工マニュアル、技報堂、2007