営業線鉄道 RC 高架橋に対するアンダーピニング工法の設計・施工（その２）

清水建設（株）　正会員　○岡田　真理子，森本　大介，平井　孝幸
東京急行電鉄（株）　増田　尚大，野田　健太
パシフィックコンサルタンツ（株）　正会員　松橋　宏治，澁谷　旬要

１．はじめに

本工事は，東急東横線日吉駅から羽沢駅（仮称）を結ぶ全区間 10.0km の相鉄・東急直通線（以下，ST 線）のうち，綱島トンネル建設工事（シールドトンネル）に伴い，東横線の鉄道施設及び列車運行に影響を及ぼす恐れのある日吉第 3 高架橋～日吉第 6 高架橋の防護工事，計測工事について施工するものである（図-1）。本稿では，このうち既設高架橋の受替え工の設計・施工の報告を行う。

受替え工は，今後施工されるシールドトンネルが既設高架橋基礎杭の直近に位置し既設高架橋に与える影響が大きいため，既設地中梁の直下に受替え用の基礎を新設し，既設高架橋をアンダーピニングするものである（図-2）。なお，鋼矢板を新設 RC 躯体と一体化することで，地震時の水平力に抵抗する鋼矢板併用式基礎構造となっている。

図-1　事業計画概要図

２．アンダーピニング工法，施工ステップ

既設高架橋のアンダーピニングは，(1) 先行プレロード，(2) 本プレロード，(3) 既設杭縁切り切断・撤去，(4) 間詰めコンクリート打設・受替え用ジャッキ撤去の施工ステップで実施した。なお，受替え用ジャッキは，各橋脚毎の荷重に応じて 1,500kN：18 台，2,000kN：16 台，2,500kN：2 台の合計 36 台を使用した。受替え用ジャッキの配置を図-3 に示す。

(1) 先行プレロード

先行プレロードは，受替え後に高架橋の変状が発生しないよう，事前に新設基礎へプレロードを載荷し，新設杭の沈下を促進することが目的である。先行プレロード荷重は受替え荷重の 142%～163%(＝死荷重+列車荷重+衝撃荷重)とした。事前解析の結果から軌道の計測管理を確実に行うため夜間線路閉鎖で作業を行うこととし，載荷のステップや構造物の安定確認はマニュアル [1]を参考とした。夜間線路閉鎖は約 3 時間と限られているため，線路検測等の作業時間を考慮すると載荷できる時間は 2 時間程

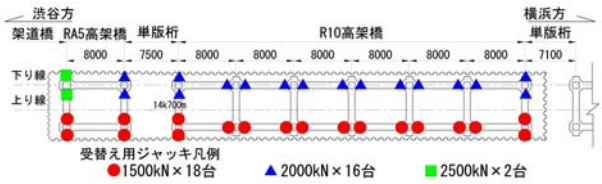

図-3　受替え用ジャッキ配置図

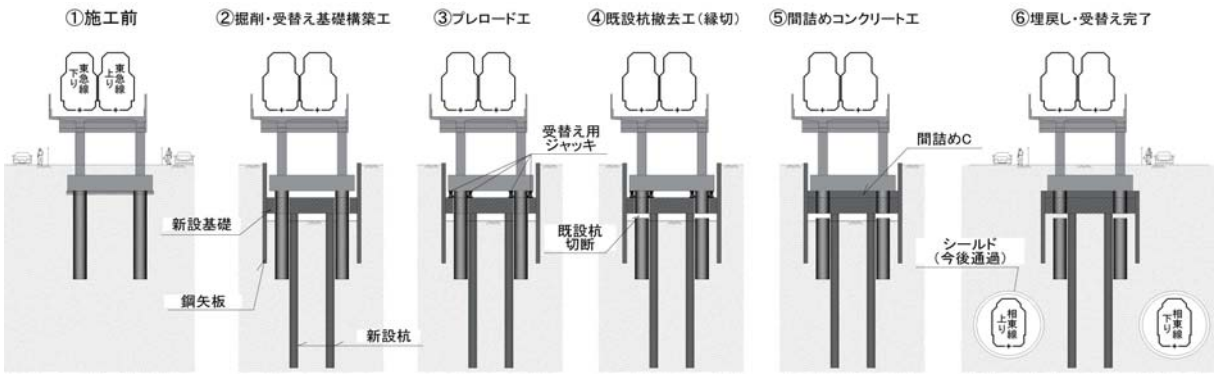

図-2　施工順序図

キーワード：アンダーピニング,鉄道高架橋,営業線,シートパイル基礎,プレロード
連絡先：〒105-8007　東京都中央区京橋 2 丁目 16 番 1 号　TEL 03-3561-3908

度しかない。そこで，新規荷重の載荷は線路閉鎖時間とし，線路や構造物へ影響がないことが確認できている荷重(前日の作業で安定確認ができている荷重）までは線路閉鎖前に実施することとし，1 箇所のプレロードを 2~3 回の線路閉鎖日に分割して施工した。図-4 にプレロード時の載荷ステップの詳細を示す。プレロードをかける順序は，構造物や線路への影響を考慮して決定した（図-5)。

(2) 本プレロード

載荷ステップは先行プレロードと同様に行い，受替え用ジャッキを各点同時に受替え荷重 (=死荷重) を載荷した。

(3) 既設杭縁切り切断・撤去

荷重を確実に受替え，またシールド近接時に既設基礎杭の変状が高架橋や線路に悪影響を与える可能性を排除するため，新設基礎下部 50cm の範囲の既設基礎杭の縁切り切断・撤去を行った。切断は線路閉鎖作業とし，各種計測を監視しながら行った。状況を写真-1 に示す。

(4) 間詰めコンクリート打設・受替え用ジャッキ撤去

新設基礎と既設基礎（地中梁）の間に間詰めコンクリートを打ち込み，硬化確認後に受替え用ジャッキの撤去を行った。

3．結果

先行プレロード～既設杭切断までのステップ毎における鉛直絶対変位量のグラフを図-6 に示す。施工期間において，全計測箇所において±1mm 以内であり，別途設定した許容値（軌道の相対管理値等）を十分満足した結果となった。変形モードは事前解析と同様な挙動であったものの，絶対値としては少ない変形量で受替えを完了することができた。

4．おわりに

先行および本プレロード，既設杭縁切り切断・撤去については，既設高架橋や線路に大きな変状を与えずに施工することができた。また，解析値と実測値に大きな差があったが，杭と地盤の相互作用による沈下抑制や既設杭の上向きの挙動を考慮[2)]するなどの逆解析を行うことで，アンダーピニング工法のメカニズムについても解明していきたい。

参考文献

1) 新アンダーピニング工法等研究会：アンダーピニング工法　設計・施工マニュアル，2007 年 5 月
2) 猪瀬二郎，小西譲司，中村兵次：杭基礎で支持された建物のアンダーピニング時の挙動について，土木学会論文集，No.435/VI-15，pp.43-50，1991.9.

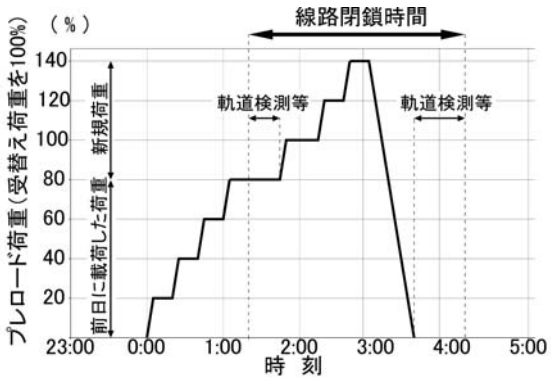

図-4　プレロード時の載荷ステップ詳細

数値は導入荷重倍率

線路閉鎖延日数	施工STEP	RA5-1	RA5-2	R10-1	R10-2	R10-3	R10-4	R10-5	R10-6	R10-7
	STEP1	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
1						100%			100%	
2	STEP2					142%			143%	
3		80%			80%			80%		
4		120%			120%			120%		
5	STEP3	163%			142%			143%		
6			80%	80%			80%			80%
7	STEP4		144%	147%			142%			146%
8	STEP5	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
9	STEP6						切断			
10	STEP7					切断			切断	
11	STEP8				切断			切断		
12	STEP9			切断						切断
13	STEP10	切断	切断							

図-5　プレロード～杭切断の順序

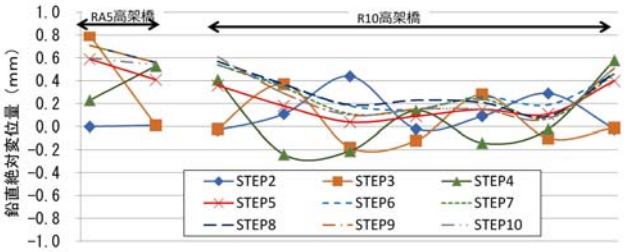

図-6　鉛直絶対変位量（橋軸方向）

写真-1　既設杭切断・撤去状況