

軟弱地盤における地下構造物構築時の鉄道近接構造物変状抑制対策

西日本旅客鉄道(株) 正会員 ○坂本 寛章
 西日本旅客鉄道(株) 石原 利信
 西日本旅客鉄道(株) 岡 久資

1. 目的

JR 西日本では、平成 23 年春のグランドオープンを目指して大阪駅改良工事を進めている。この中で、昭和初期に築造された古い既設高架橋に近接した位置で橋上駅舎基礎等の地下構造物を構築する。既設高架橋は過去に最大 1m 以上の沈下履歴がある中、高い地下水位、軟弱地盤での近接施工となるため、高架橋の沈下を予測し管理値を設定した上で、既設高架橋の計測管理を実施し、営業線に対する影響を最小限に抑える。また、得られたデータ、知見から、同種工事に対して提言を行う。

表 1 : 計測項目

工事内容	想定される変状	計測項目	計測方法
薬液注入	地盤・高架橋の変位	構造物鉛直変位	水路式沈下計
掘削	掘削底面の盤膨れ 掘削側面の変位	軌道変位	トータルステーション
			軌道計測(四項目)

2. 計測管理

2.1 想定される変状と計測項目

橋上駅舎基礎の施工では、薬液注入・杭打設・掘削の各段階において、表 1 のとおり変状が想定

された。これらに対し、構造物鉛直変位・構造物傾斜・軌道変位を測定し、計測管理を実施することとした。

2.2 計測管理値

計測管理における構造物の管理値については、既設構造物への影響を予測し難いため、次の方法をとった。基礎施工にも近接する最も施工条件が厳しい箇所(環状外回り線・現3番線)の1層1径間ラーメン高架橋を対象として、2次元フレーム解析で柱下端に強制変位を与える方法とした。安全率として、

安全率 = $\gamma_i \cdot M / M_y$ (M: 発生曲げモーメント, M_y : 降伏時の曲げモーメント, γ_i : 構造物係数=1.0) と定義した。安全率が1を超えると鉄筋が降伏する。解析結果より、線路方向のフレームに強制変位を与えた時の上層梁において、安全率=1となる時の変位量は10mmとなった。また、既設高架橋の状態も考慮し、安全のため一次管理値3mm(30%)、二次管理値5mm(50%)を定めた。

3. 主な検討事項(薬液注入)

橋上駅舎基礎施工では、B1・B2と呼ばれる六角形の基礎が最も施工の難易度が高い。その際基礎構築部及び掘削背面(改良幅2m)に薬液注入を実施する。図1は平面図で、六角形の基礎周りの改良範囲を表している。B1⇒B2の順で施工したが、B1基礎の施工結果及び沈下原因推定を踏まえて同様に実施するB2基礎の高架橋直下部での施工では、次の対策を新たに実施した。

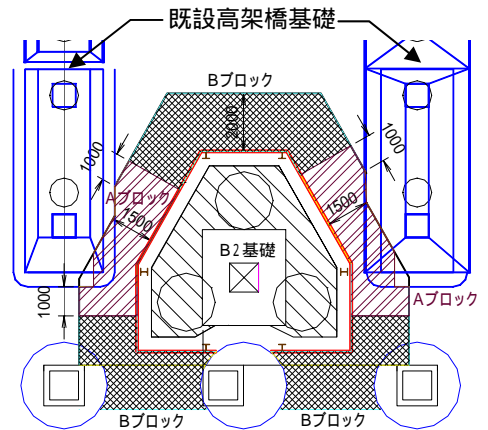


図 1 : 薬液注入実施平面図

(ア) 注入範囲のブロック分け(Aブロック: 高架橋直下部, Bブロック: それ以外)

(イ) 先に A ブロックへ注入し近接部の地盤を固めた後、B ブロックの注入に移る。

(ウ) A ブロックでは注入の影響を極力減らすため、注入幅を 2m⇒1.5m に縮小する。

(エ) 削孔後の空隙による沈下を抑制するため、各ブロック毎に削孔⇒注入を一連の作業で完結させる。

(オ) 地盤の乱れを最小限にするため、基本的に A ブロックの改良は 40/min とし、その他の部分に関しては自動計測による高架橋変状を確認しながら 40/min~80/min で調整し、施工する。

キーワード 大阪駅改良, 鉄道近接構造物, 地盤改良, 計測管理

連絡先 〒531-0071 大阪市北区中津 1-1-1 中津センタービル 西日本旅客鉄道(株) 大阪工事事務所 TEL06-6375-8471

4. 施工結果 (B2 基礎)

4.1 高架橋変位

図2は、B2基礎近傍の既設高架橋鉛直変位を表したものである。高架橋は、ダブルパッカー注入では、削孔時に若干沈下し、注入時に隆起する傾向が見られた。また、薬液注入の終盤で、急激に上昇した。薬液注入完了後高架橋は沈下したが、杭施工まで完了した現在では、近傍地点の最大沈下量は約8mmでほぼ収束した。なお、施工前後で構造物の調査を実施したが、変状は見られず、また軌道にもほぼ影響はなかった。

結果的に、上記の対策等を実施した結果、B2基礎施工時の近接高架橋沈下量は、杭打設終了時点で、B1基礎施工時の近接高架橋沈下量の約50%に抑制することが出来た。

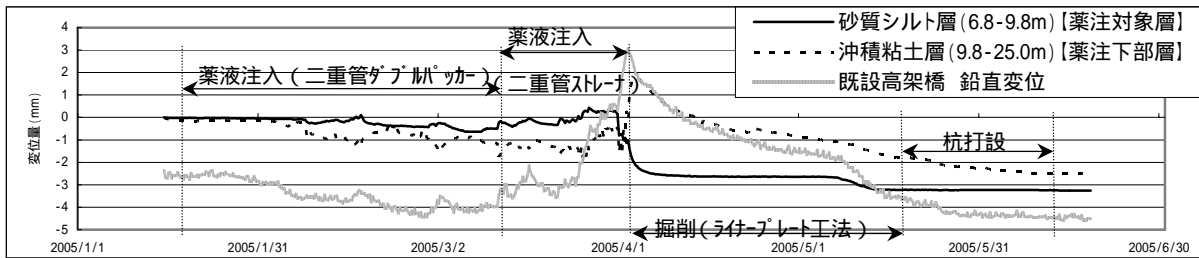


図2：層別沈下・高架橋鉛直変位計測結果

4.2 層別沈下計測

既設高架橋の沈下原因を推定し事後に適切な対処を行えるよう、図3のとおり B2基礎施工時に層別沈下計を設置し、各施工段階における地盤挙動の把握を試みた。層別沈下計測結果は、図2の通りである。ここでは、各層（沖積粘土層、砂質シルト層）の層別厚さ及び比較のために高架橋鉛直変位を示している。

沖積粘土層は、薬液注入終了直前に急激に層厚を増している。これは、薬液注入により間隙水圧が発生し隆起したためと考えられる。また、注入終了後には層厚は減少している。これは、注入が粘性土に及ぶことで土の構造が変化した後に起こる圧縮、または、薬液注入による上載地盤の自重増加(約5kN/m²)等が原因の圧密的な沈下、もしくはクリープ的な圧縮と考えられる。

一方、砂質シルト層は薬注終了後、急激に層厚を減少させている。これは、薬液注入により地盤が乱された後急激に間隙水圧が減少し、せん断に伴う圧縮が起こったためと考えられる。

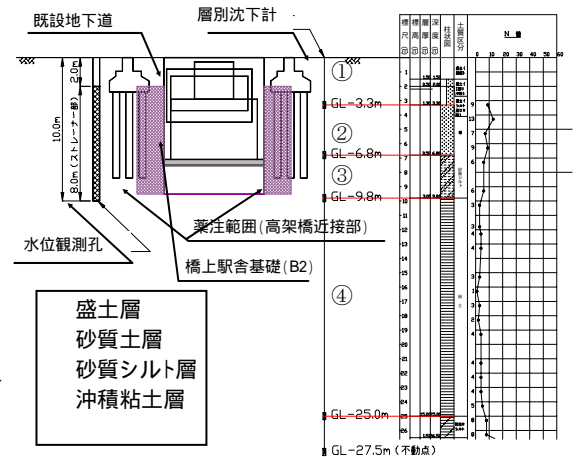


図3：層別沈下計の設置

5. まとめ

B2基礎施工時には、新たに層別沈下計を設置して地盤挙動を計測したが、この結果も含め以下の知見が得られた。

- ①層別沈下計測より各地盤は異なる挙動を示したが、注入後の沈下に影響を与えたのは、主に沖積粘土層と砂質シルト層であった。
- ②沖積粘土層は、注入が粘性土に及び土の構造が変化したことによる圧縮や、薬液注入による地盤の単位体積重量の増加等により、注入後間隙水圧が減少する過程での圧縮で、沈下したと考えられる。
- ③砂質シルト層の沈下は、注入により地盤が乱され、薬液注入終了後に間隙水圧が減少したことが原因であると考えられる。
- ④上記②・③より、沈下の原因は薬液注入であると推定されたので、今回のような既設構造物の近接施工では、薬液注入の施工方法や層別沈下計測結果等との関係を分析しながら慎重に施工することが望ましい。

参考文献

- ・日本国有鉄道：注入の設計施工指針（1987）