

地下鉄営業線の変状を制御した構築下地盤改良の施工について

大成建設株式会社 正会員 ○ 桑本 寛之 近藤 達也 小森 聡
東京地下鉄株式会社 川岸 康人 福田 隆二 津田 由治

1. はじめに

東京地下鉄 東西線 南砂町駅では通勤ラッシュ時の混雑に伴う列車遅延解消のため、駅の拡幅工事を行っている。改良工事は開削工法にて掘削する。本稿では、駅構内からの構築下地盤改良について示す。

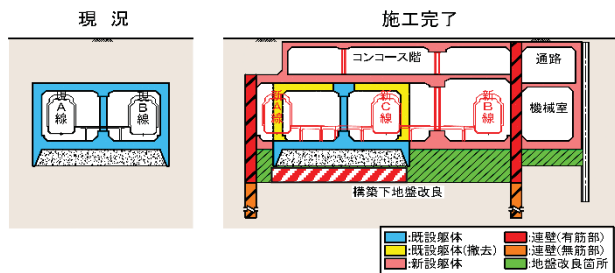


図1 駅改良断面図

2. 構築下地盤改良の概要と課題

地盤改良は高圧噴射攪拌工法にて直径3.3m、厚さ2.0mの改良体を連続的に造成し、先行地中梁を構築する。既設躯体はN値が0~1の超軟弱な地盤内にあり、変位が生じやすいため、軌道の狂いと既設躯体の損傷が懸念された。実際1BLの施工を開始すると既設躯体の沈下が生じた。

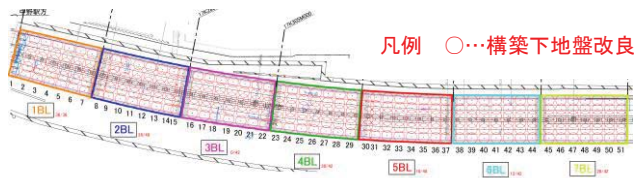


図2 構築下地盤改良平面図

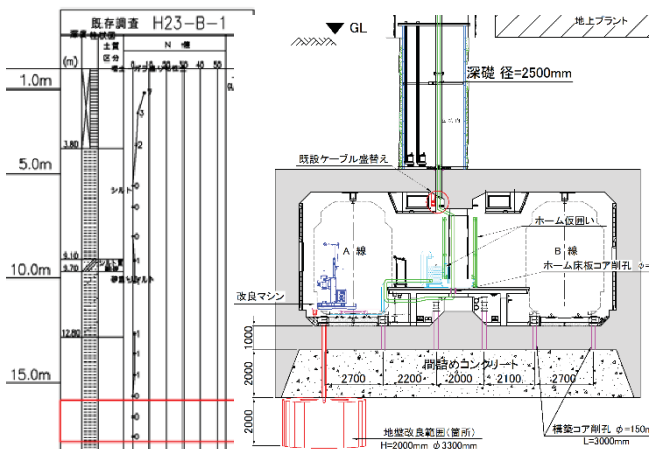


図3 構築下地盤改良断面図

3. 既設躯体沈下の原因

地盤改良の施工によって既設躯体が沈下する要因を検討した。下記に示すいくつかの原因を想定した中で、地盤改良施工直後から、昼間の電車が走り始める頃までは徐々に沈下が進行するものの、その後沈下が収束することから、③の支持力低下によるところが大きいと考える。

表1 既設躯体の沈下要因

分類	要因	概要
改良体	① プリーディング	改良体が硬化する前に、比重の軽い水が改良体上部に遊離上昇して、脆弱な層が形成される。
地山	② 過剰間隙水圧の消散	プレジェット及び造成時に圧が籠り、周辺地山(沖積粘土)に作用して、過剰間隙水圧が上昇。その過剰間隙水圧の消散に伴って圧密沈下を誘発した。
	③ 支持力の低下	地山を切削したことにより一時的には支持力を失くすが、改良体が固化すると強い支持力を発揮する。
空隙	④ 空気溜まり	間詰めコンクリート下端(改良体天端と接する部分)は水平でなく、不陸があるため、プレジェット・造成時の噴射で送ったエアが改良体上に溜まる。

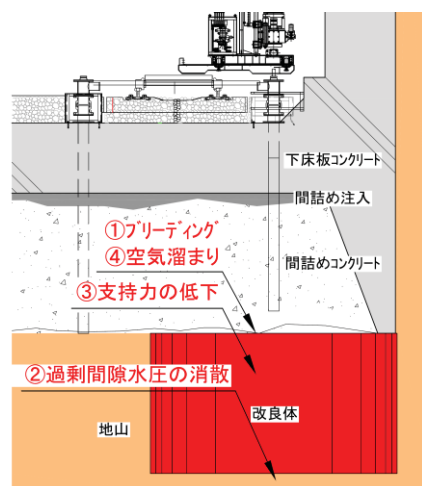


図4 既設躯体の沈下要因

4. 既設躯体沈下の対策

地盤改良による既設躯体の沈下を止めることはできないが、既設躯体の縦断線形に局部的な折れが生じないように制御すれば、軌道の狂いも既設躯体へ

キーワード 地盤改良, 高圧噴射攪拌工法, 営業線直下

連絡先 〒136-0076 東京都江東区南砂 3-3-6 共同砂町ビル 3F 東西線南砂町駅作業所 TEL 03-6666-3807

の影響も小さい。そこで既設躯体に自動計測器（水盛式沈下計）を設置し、

【沈下予測】→【施工順序検討】→【施工（計測）】→【分析・評価】を繰り返すことで、沈下分布を制御しながら施工した。

表2 その他の沈下対策

目的	対応	概要
沈下抑制	④ 施工箇所の分散化	地盤改良を2台施工する際、施工箇所を離す（約60m、2箇所）。また、前日との施工箇所を離し、既設躯体を局所的に変状させず、全体的に緩やかな沈下となるよう施工する。
	⑤ ケーソン刃口部の後施工	ケーソン刃口部の改良体との密着性が不確かなので、先行してケーソン中心部を固めてから刃口部を施工する。
	⑥ 速やかな追い注入	改良の翌日には改良体天端高さを確認し、必要に応じて速やかに追い注入を行う。
躯体の健全性	⑦ ケーソン躯体継目	既設躯体はケーソンであり、継目部分が弱点となるため、継目計の開き量を注視しながら施工する。
	⑧ 側壁・化粧壁のクラック観察	既設側壁及び化粧壁のクラック調査を実施し、現地に測定ポイント・調査日・ひび割れ幅・長さを記載し、ひび割れの進行を観察する。
	⑨ 漏水箇所の観察	既存の漏水箇所の漏水量の変化、また新たな漏水は無いかを観察しながら施工する。
列車の安全確保	⑩ 軌道検測	軌道四項目測定（通り・高低・水準・軌間）を日々行い、軌道に狂いが無いかどうかを確認し、必要に応じて軌道整備を行う。
	⑪ ホーム限界測定	ホームと軌道との位置関係（離れ・高さ）を確認する。
	⑫ 架線の高さ確認	必要に応じて架線と軌道との距離を測定する。

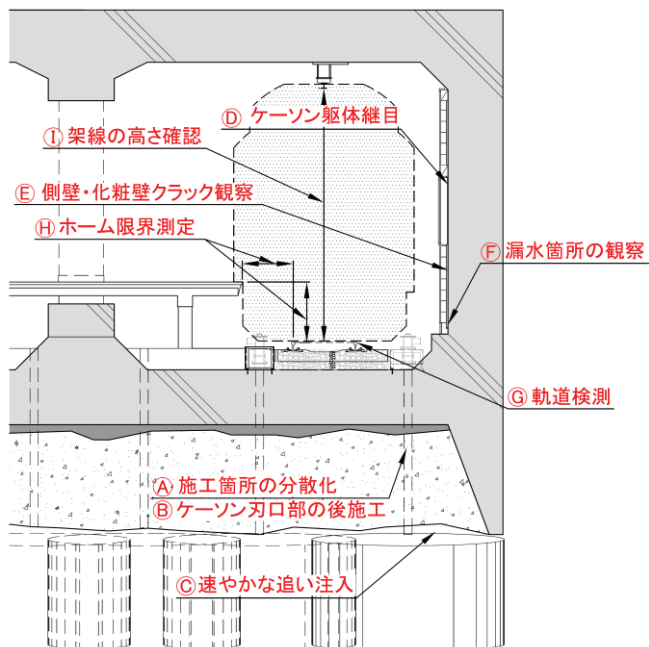


図5 既設躯体沈下対策

① 自動計測器（水盛式沈下計）

ケーソン端部に沈下計を設置し、インターネットを介してリアルタイムに躯体沈下の時系列と分布を把握し、沈下予測に活用した。

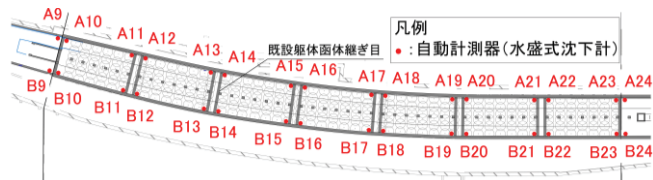


図6 沈下計設置位置平面図

② 沈下予測と実績値

1, 2 BL の構築下地盤改良の施工が完了した時点（1期施工）での既設躯体の沈下分布を元に沈下量と影響範囲を予測した。この結果と表2の沈下対策A, Bの条件から施工箇所・順序を決定し、施工時期ごとに既設躯体の沈下予測分布を割り出し施工を行った。図7に現状の沈下実績値を示す。

沈下管理値は、ケーソンジョイント部での下床板コンクリートの配筋降伏時の相対変位-10.7mmを2次管理値とし、1次管理値は2次管理値の80%である-8.5mmとした。

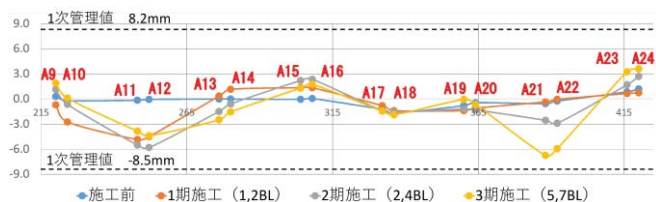


図7 現状相対変位実績値

5. 施工進捗と沈下状況

2017年3月27日現在、構築下地盤改良全306箇所の内198箇所が完了している。現状の沈下量から最終沈下予測値を割り出すと、1次管理値の90%程度で収まる予測となっている。

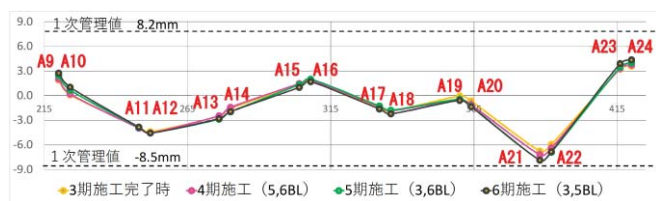


図8 最終相対変位予測値

7. おわりに

鉄道工事は営業線の列車を安全に走らせながら工事を進める必要があるため、作業時間や作業スペースの制約が厳しい。加えて本工事は軟弱地盤との戦いであり、非常に難易度の高い工事である。そのため、既設躯体へ影響を与えないよう綿密に施工計画を立て慎重に作業を進めている。地盤改良工事は平成28年1月中旬から施工を開始し、平成29年9月完了の予定である。