## 5.6　供用中鉄道施設近接施工における中層混合処理工

### 1. はじめに

一般国道 464 号北千葉道路は、成田国際空港へのアクセス強化、東葛飾地域および千葉ニュータウンと成田周辺地域との連携強化などを目的とした、市川市（東京外かく環状道路）から成田市に至る延長約 43km の幹線道路である [1]。

本道路整備事業の一部において、補強土壁や連絡歩道の設置が必要となり、圧密沈下や滑り破壊が懸念された。その対策として、中層混合処理工法による地盤改良が計画された。施工現場は**写真 1** のとおり、鉄道施設と改良範囲端部の距離が最小で 1.25m と近接するため、供用中の鉄道施設への影響が小さい施工が求められた。

本節では、中層混合処理工法による地盤改良、供用中の鉄道施設への安全対策の概要について紹介する [2]。

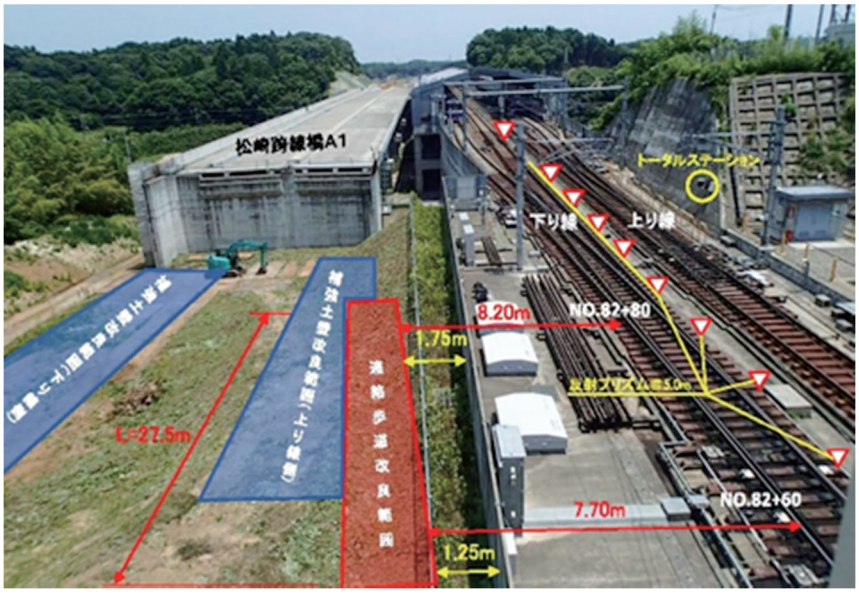


**写真 1　施工現場の全景**

### 2. 地盤改良工事の概要

改良対象土は盛土および洪積の砂質土で N 値 10 以下の軟弱土である。補強土壁や連絡歩道の設置に伴う圧密沈下や滑り破壊への対策として、地盤改良が実施された。

本現場の施工条件は、①狭隘な施工ヤードに対応できる、②改良深度が 6m 程度である ことから、小型バックホウをベースマシンとして、特殊な撹拌翼を取り付けた中層混合処理工法が採用された。本工法は、施工中の地盤変位が小さいことが確認されている [3] が、周辺地盤の変位量をさらに低減させるために、施工順序による変位量の違いの観測事例 [4] を参考に、鉄道施設側から新設道路側へと直下方向に離れるように地盤改良が行われた。地盤改良の仕様を**表 1** に、地盤改良の状況を**写真 2** に示す。

表 1　地盤改良の仕様

| 項　目 | 仕　様 |
|---|---|
| 工法 | 中層混合処理工法（スラリー揺動撹拌工法） |
| 改良深度　(m) | 3.1～6.0 |
| 改良率　(%) | 100 |
| 設計基準強度 $q_{uck}$　(kN/m$^2$) | 500、850、900 |
| 固化材の種類 | 汎用固化材（一般軟弱土用） |
| 固化材添加量　(kg/m$^3$) | 86～148 |
| 添加方法 | スラリー添加（W/C=140～200%） |

写真 2　地盤改良の状況

## 3. 近接施工に伴う安全対策と観測結果

供用中の鉄道施設に近接する地盤改良となるため、安全対策として、(1) 鉄道軌道の高低変位・通り変位、(2) 軌道内既設擁壁の高低変位、(3) 軌道外既設擁壁のひび割れ の 3 点が計測された。各対策の概要と観測結果を以下に示す。

### (1) 鉄道軌道の高低変位・通り変位

**写真 1** に示すとおり、軌道内に 21 箇所の反射プリズムとトータルステーションを設置し、鉄道軌道の「高低変位」と「通り変位」を専属監視員がリアルタイムで確認した。鉄道軌道の管理値を**表 2** に示す。一次管理値を超えた場合に、専属監視員は地盤改良機のオペレーターに無線連絡し、即座に施工を中断できる体制がとられた。高低変位の計測結果を**図 1**

に、通り変位の計測結果を**図 2** に示すとおり、いずれも管理値を満足しているため、供用中の鉄道施設への影響は小さく、安全な施工が実施された。

**表 2　鉄道軌道の変位の管理値**

| 項目 | 1 次管理値 | 2 次管理値 | 3 次管理値 |
|---|---|---|---|
| 高低変位（mm） | 2.4 | 2.7 | 3.0 |
| 通り変位（mm） | 2.4 | 2.7 | 3.0 |

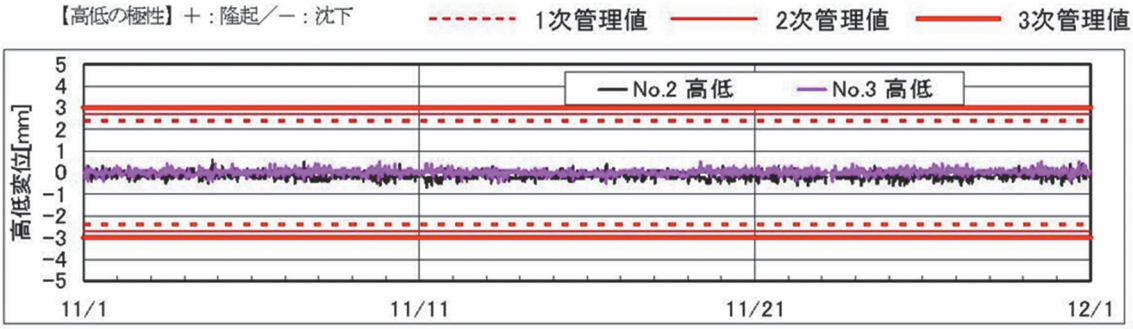


**図 1　高低変位の計測結果**

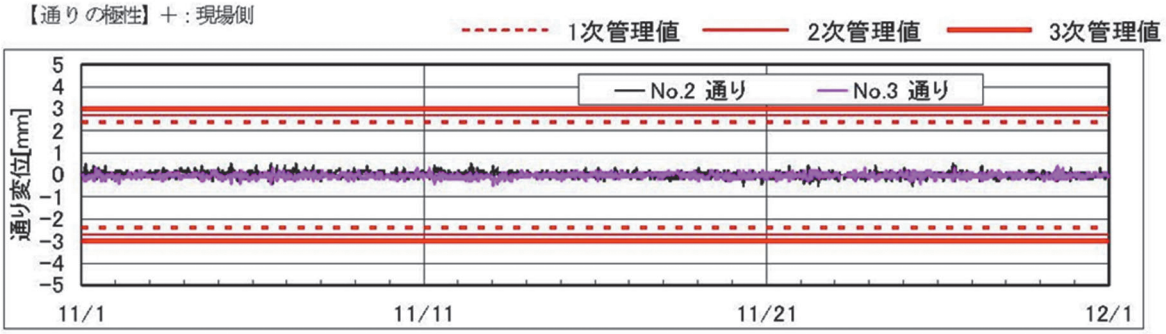


**図 2　通り変位の計測結果**

**（2）軌道内既設擁壁の高低変位**

**写真 3** に示すとおり、軌道内既設擁壁に 3 点の計測点（15m 間隔）を設置して高低変位が確認された。計測頻度は、基本的に施工前・施工中・施工後の 3 回とされた。管理値を**表 3** に示すが、高低変位は最大で＋1mm と管理値を満足しているため、供用中の鉄道施設への影響は小さく、安全な施工が実施された。

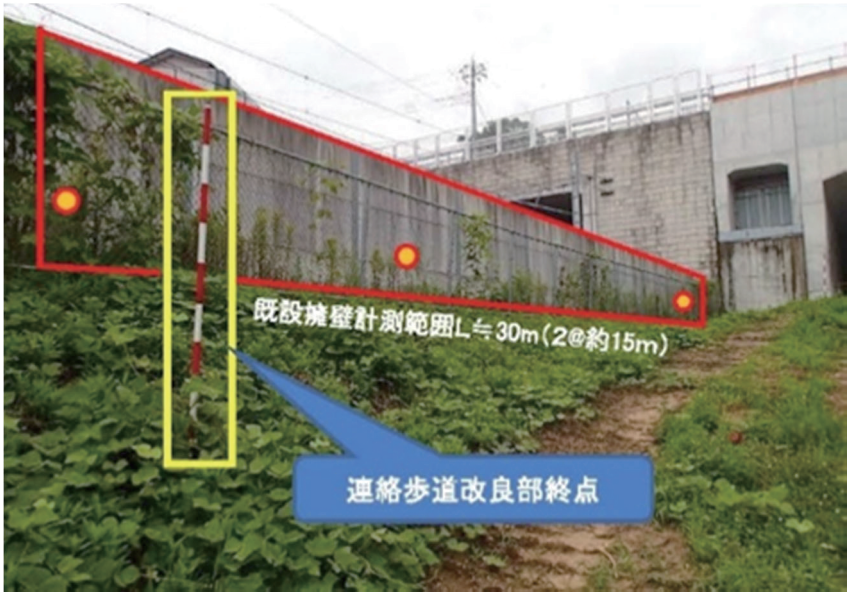


写真 3　軌道内既設擁壁の変位の計測点

表 3　軌道内既設擁壁での管理値

| 計測項目 | 1 次管理値 | 2 次管理値 | 3 次管理値 |
|---|---|---|---|
| 高低変位（mm） | 3.2 | 3.6 | 4.0 |

（3）軌道外既設擁壁のひび割れ

軌道外の擁壁部および土間コンクリート部のひび割れが施工前・施工後で調査された。その結果、施工前後で、ひび割れ幅、ひび割れ長に変化がないことが確認された。

## 4. 品質管理試験

地盤改良の品質管理試験として、施工直後に未固結の改良土をモールド（φ5×10cm）に充てんした供試体を用いて、一軸圧縮試験が行われた。一軸圧縮強さの試験結果を**表 4** に示すとおり、いずれの供試体も設計基準強度を満足していることが確認された。

表 4　モールドコアによる一軸圧縮強さ（材齢 28 日）

| 設計基準強度 (kN/m²) | 一軸圧縮強さ（kN/m2） | | | 検体数 |
|---|---|---|---|---|
| | 最小値 | 最大値 | 平均値 | |
| 500 | 852 | 1226 | 1037 | 6 |
| 850 | 1675 | 1756 | 1713 | 3 |
| 900 | 1093 | 1367 | 1224 | 6 |

## 5. おわりに

道路整備事業に伴う、圧密沈下、滑り破壊への対策として、中層混合処理工法による地盤改良が実施された。供用中の鉄道施設に近接するため、供用中の鉄道施設への配慮が必要となる厳しい施工条件であったが、リアルタイムで鉄道軌道の変位が計測するなど、安全対策を徹底することで、無事、地盤改良が実施された。

**【参考資料】**


1） 国土交通省関東地方整備局千葉国道事務所ホームページ
https://www.ktr.mlit.go.jp/chiba/gaiyo/gaiyo_panf/panf03.htm（2021 年 9 月現在）

2） 島野ほか：中層混合処理工法の近接施工に伴う供用中鉄道施設の影響調査、第 15 回地盤工学会関東支部発表会 2018 年 11 月、pp.144-147

3） 島野ほか：スラリー揺動攪拌工法の小型施工機の開発および近接工事例、基礎工、Vol.44、pp.62-65、2016

4） 土木研究センター：陸上工事における深層混合処理工法設計・施工マニュアル改訂版、pp.182-183、2004