

# 中層混合処理工法における着底型施工管理の手法およびその品質確認結果

三信建設工業株式会社

正会員 ○島野 嵐

安上 昌宏

共立建設株式会社

若宮 貴志

小嶋 寛人

## 1. はじめに

スラリー揺動攪拌工法（WILL 工法）はスラリー状の固化材を地盤中に注入しながら、特殊攪拌翼で固化材と原位置土を強制的に攪拌混合することにより安定した改良体を形成する中層混合処理工法である。本工法は写真 1 に示すように施工機先端部に攪拌翼を持ったロータリー式中層混合処理工法であり、図 1 に示す専用の高性能管理システムを用いることで、「攪拌深度と材料吐出深度を明確にできること」、「攪拌機の回転トルクや貫入速度を明確にできること」が可能である。これらを管理項目として従来の中層混合処理機が不得手であった異なる土層に各々適量の固化材を添加する「多層地盤の注入量管理」や「硬質地盤の着底管理」等の施工管理を試みた。本報告では実現場にて実施したこれらを管理項目とした実施例について述べる。

## 2. 現場概要

本現場は河川工事における排水樋管の設置工事で、樋管下部地盤の地耐力増強と沈下低減を目的として中層混合処理工法が計画された。図 2 に示す通り改良対象土層は N 値 10～20 の沖積砂質土で、改良下端層（着底层）は N 値 30～50 の洪積砂質土であった。施工基面から改良上端（掘削床付け部）までは 3m 程度の未改良部が有り、その下に 0.7～3.5m の改良体を洪積砂質土に着底させて築造するものである。

## 3. 多層地盤への対応

改良部の固化材混合量は、事前に室内配合試験を実施し、一軸圧縮強さの設計基準強度  $q_u=300\text{kN/m}^2$  に対して高炉セメント B 種  $77\text{kg/m}^3$  の混合量で実施した。施工基面から掘削床付け部は本来、地盤改良の必要は無いが、施工時の改良機攪拌翼の通過で地盤が緩むこと、重機移動時のトラフィカビィティー確保のため、固化材混合量  $50\text{kg/m}^3$  の貧配合で改良を行った。混合量の変化点は図 1 に示す専用管理装置に表示される攪拌機先端位置の深度で管理をした。



写真 1 施工機全景



図 1 専用管理装置

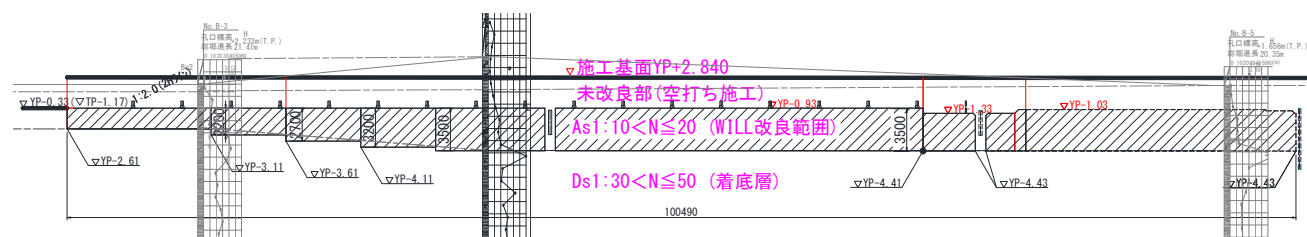


図 2 地盤改良概要

キーワード 地盤改良，中層混合処理，深層混合処理，施工管理，品質管理

連絡先 〒111-0052 東京都台東区柳橋 2-19-6 三信建設工業株式会社 TEL 03-5825-3707

4. 硬質地盤への着底管理

着底型改良において、改良下端が設計上必要とされる支持地盤に到達していない場合、支持力不足や不同沈下等の要因となり上部構造物に影響を及ぼす可能性がある。そのため、着底管理基準の精度向上は重要な課題である。従来の中層混合処理工法の着底管理は、貫入速度・攪拌翼回転速度および施工機械の状態等により定性的に判断をしていた。本現場においては施工機械の状態の定性的判断に加えて、攪拌翼の抵抗値（回転トルク値）を用い定量的に判断をすることを試みた。攪拌翼の抵抗値は、深層混合処理工法と同様に支持地盤の性状により変化するため、施工初期に標準貫入試験実施位置の近傍にて試験打設を行った。回転トルクは貫入深度5m付近で硬質層があり大きく上がったあと一度下がり着底層付近で再度上がる傾向を示した。本現場での着底層の管理基準はこれらより、「設計改良深度付近で攪拌トルク値が27kN・m以上」である定量的判断かつ、「改良機が貫入不能となり施工機が持ち上がる」定性的判断により実施した。図3に施工深度と攪拌トルクの軌跡を示した施工記録の一例を示す。これらを総合的に判断することで、従来の手法と比べ信頼性の高い着底管理が実施できたものと評価している。

4. 品質確認

品質確認は改良体の全長ボーリングを二カ所行い、改良体の造成深度ならびに採取したコアの一軸圧縮強さにより行った。以下に各々の確認結果を示す。

(1) 改良体の造成深度

2箇所全長ボーリングによるコア採取長の測定結果を表1に、採取コアの一例を写真2に示す。改良下端深度は2か所とも実施工深度に対して同深度であることを確認した。また改良深度以深の地盤は洪積の砂質土であることを目視で確認した。ボーリングコアはいずれも改良長3.0mに対して同長の棒状のコア採取ができ、全てのコアで日本建築学会の指針に示されている「全長で砂質土95%以上（1m当たりの採取率は5%減）<sup>1)</sup>」の値を満足しており連続性の高い改良体が造成されたことを確認した。

(2) 改良体の一軸圧縮強さ

全長ボーリングにより採取された改良体の一軸圧縮試験結果について表2に示す。改良体の一軸圧縮強さは全てのコアにおいて設計基準強度である $q_u=300\text{ kN/m}^2$ 以上であり、本現場の改良品質を有していることを確認した。

5. まとめ

スラリー揺動攪拌工法（WILL工法）の着底型深度管理手法および品質確認結果について述べた。結果として、攪拌翼の回転トルク値および施工機の状態を着底管理基準として施工管理した地盤改良体が計画の硬質地盤に着底し所定の品質を有していることを確認した。

**謝辞:** 末筆ではあるが、現場データの取得および執筆にあたり御助言、御協力を頂いた国土交通省関東地方整備局江戸川河川事務所の関係者各位に謝意を表する。

参考文献

1) (一財) 日本建築センター・(一財) ベターリビング: 2018年版 建築物のための改良地盤の設計及び品質管理指針-セメント系固化材を用いた深層・浅層混合処理工法-, p341, 2018.

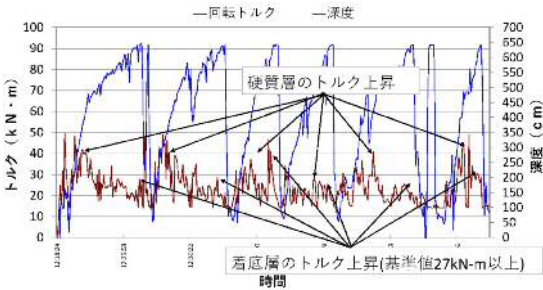


図3 施工記録アウトプット例

表1 コア採取率一覧

|         | Case1 | Case2 |
|---------|-------|-------|
| 施工長(m)  | 6.44  | 6.48  |
| 削孔長(m)  | 6.44  | 6.48  |
| 改良長(m)  | 3.00  | 3.00  |
| 採取長(m)  | 3.00  | 3.00  |
| コア採取率   | 97%   | 96%   |
| (1m最低値) | (95%) | (95%) |



写真2 全長ボーリングコア (Case2)

表2 一軸圧縮強試験結果

|        |     |                       |
|--------|-----|-----------------------|
| 設計強度   |     | 300 kN/m <sup>2</sup> |
| 改良対象土  |     | 砂質土                   |
| 検体数    |     | 6 検体                  |
| 一軸圧縮強さ | 最大値 | 535 kN/m <sup>2</sup> |
|        | 最小値 | 310 kN/m <sup>2</sup> |
|        | 平均値 | 434 kN/m <sup>2</sup> |