

ニューマチックケーソン工における低強度地盤改良の施工

(株)大林組 正会員 ○柳井 正樹 八木 純樹 宮原 建治 永野 貴麗 山下 徹
ライト工業(株) 正会員 長崎 康司

1. はじめに

本工事は、ニューマチックケーソン工法による雨水ポンプ棟の建設工事であり、掘削深度 $H=53.0\text{m}$ 、平面積 $55.0\times54.0\text{m}$ 、最大理論気圧が 0.3MPa を超える大型大深度ケーソンである。本稿はケーソン沈下掘削工における浅層部の軟弱地盤対策工として低強度地盤改良の工法選定と施工結果について報告する。

2. 本工事の特徴と技術的課題

(1) 本工事の特徴

本工事箇所の地盤条件は表層の埋土層から $\text{GL}-7.0\text{m}$ 付近までは沖積層の軟弱地盤となっており、以深は洪積層で構成されている。現場周辺は図-1に示すように、マンション・機械式駐車場・区道および主要幹線道路橋脚が近接しており、影響遮断壁として長さ 40.0m の柱列式地中連続壁が他工事で施工済みであった。

(2) 技術的課題

本工事における地盤改良の目的はケーソン底版の支持、一次掘削時における土留め壁の背面側地盤への変状抑制であった。「大型・大深度地下構造物ケーソン設計マニュアル」¹⁾によると、表層地盤の地盤改良工は砂置換工法が一般的であるとされており、現場条件によりやむを得ずセメントなどの安定材を用いて地盤改良を行う場合は、低強度改良が難しいことや改良強度の不均衡が傾斜の要因となることがあるため注意が必要であると記載されている。

ここで、本工事では軟弱地盤対策工および周辺影響抑制としてセメント系地盤改良を採用する必要があるため、上記目的の対策工と合わせて、当初は中層混合処理工が計画されていたが、以下の課題が生じた。

- ① ケーソン沈設において刃口下は急激な沈下を抑制するために低強度で改良する必要がある。
- ② 沈下を抑制するための地盤改良が周辺地盤に影響を与えない施工方法であること。
- ③ 当初計画の中層混合処理工では影響遮断壁に密着した造成を行うことができないこと。

3. 技術的対策

(1) 一次選定/高圧噴射併用機械攪拌工法(RMP-Js 工法)の採用

前項の技術的課題より、影響遮断壁周りの地盤改良工については、「周辺地盤へ及ぼす影響を低減する」、「ケーソン沈設に支障とならない強度と施工の均一性を確保する」及び「影響遮断壁に密着した施工を行う」ために詳細な検討を行った。地盤改良工法の選定項目として、①影響遮断壁との密着性、②ケーソン沈設への影響有無、③現場周辺への影響、④改良径、⑤圧縮強度の5項目で比較検討を行った。

各種地盤改良工法の比較検討を行った結果、高圧噴射併用機械攪拌工法(RMP-Js 工法)の採用に至った。施工手順図を図-2に示す。当工法は、二重管システム(上段切削水・下段硬化剤噴射)(図-3)により造成を行うため、一定の排土空間が形成され周辺地盤の変位抑制効果が期待できるとともに、高圧噴射併用工法であることから影響遮断壁との密

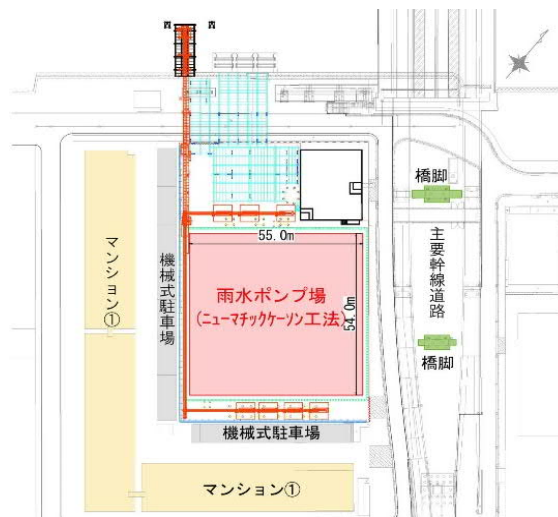


図-1 現場周辺平面図

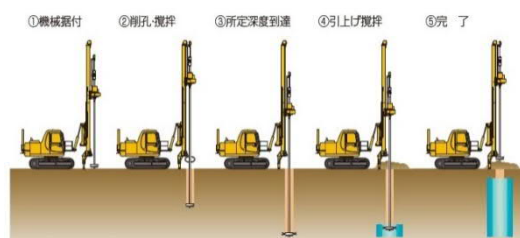


図-2 施工手順図(RMP-Js 工法)

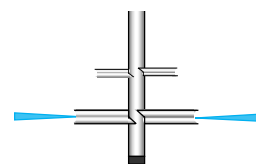


図-3 攪拌翼拡大図(RMP-Js 工法)

着性も確保できる。また、引き上げ時間及び固化材添加量を調整することで低強度かつ均一な改良が可能であると判断し、採用に至った。

高圧噴射併用機械攪拌工法は本来低強度改良を目的とした工法ではないが、低強度かつ均一な改良を目指すにあたり、固化材最低添加量と引き上げ時間を調整する必要がある。配合試験により比較的少ない固化材添加量を定めることで、低強度の改良が可能となる。また、強度の変動係数を30%と設定することで強度のバラツキが少ない改良が可能である。

(2)RMP-Js 工法の検討

RMP-Js 工法での施工に先立ち、改良範囲・改良強度の決定のために詳細検討及び室内配合試験を行った。

改良径は φ2000mm(機械攪拌として φ600 mm)と設定し、改良範囲は、図-4 に示すようにケーソン沈設時において推定される掘残し幅(約 2.5m)まで施工することとし、ケーソンの沈設には影響を与えずコストを抑える計画とした。

配合計画については、当現場の地盤条件が砂質土と粘性土の互層となっているため、9 カ所のボーリングを行い、土質状況から施工範囲を 4 つのエリアに区分した。4 つのエリアにおける砂質土と粘性土の各層に対してそれぞれ室内配合試験を実施し、試験結果から固化材添加量を定めた(表-1)。なお、室内試験目標強度を 210kN/m² (設計基準強度 140kN/m²×安全率 1.5) として固化材添加量を設定している。

4. 結果と評価

施工状況を写真-1 に示す。実施後、以下の品質管理試験を行った。

①ウェットサンプルによる一軸圧縮試験

施工時の排泥を採取した供試体の一軸圧縮試験結果(材齢 28 日)によって改良強度を確認した。一軸圧縮試験結果において測定数 4 に対して、平均値 452kN/m² となった。

②土壌硬度試験

貫入式土壌硬度計により一軸圧縮強度に換算し改良強度を確認した。土壌硬度試験結果について、測定数 50 に対して平均値 207kN/m² となった。

また、地盤改良施工後及び一次掘削完了後の周辺地盤の変状計測結果は、水平変位として 2 mm 程度の変位であり、近接構造物に影響を与えることなく施工することができた。

5. まとめ

ケーソン沈設のための地盤改良工法としては砂置換が一般的であるが、近接度が高く狭隘な都市部の軟弱地盤におけるケーソン工事である本工事では、低強度のセメント改良工法を採用することとなった。当初は中層混合処理工での計画であったが、影響遮断壁との密着性を確保し、「周辺地盤へ及ぼす影響を低減する」及び「ケーソン沈設に支障とならない強度と施工の均一性を確保する」ために、高圧噴射併用機械攪拌工法(RMP-Js 工法)の採用に至った。当該工法にて施工を行い、品質管理試験を実施した結果、改良体の要求性能を満たす強度が得られ、土留め壁(影響遮断壁)の変位抑制としても問題ないことが確認できた。今後のケーソン沈下掘削により、引き続き評価・検証を行っていく予定である。

参考文献

1)大型・大深度地下構造物ケーソン設計マニュアル:P25-P26, R2.3.

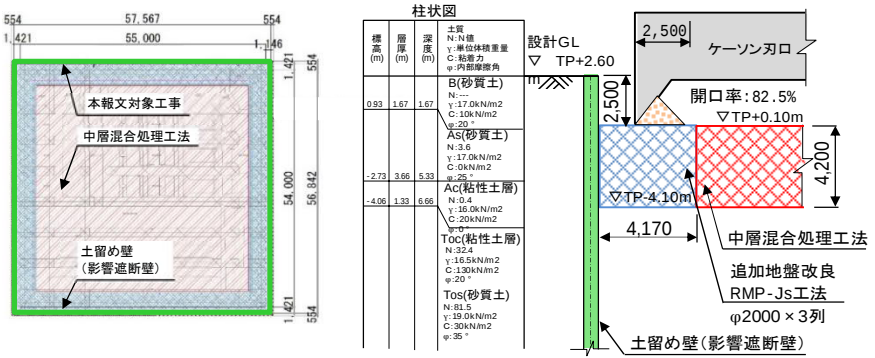


図-4 地盤改良計画図

表-1 固化材添加量

施工箇所	砂質土層	粘性土層
A ブロック	61kg/m ³	61kg/m ³
B ブロック	60kg/m ³	64kg/m ³
C ブロック	47kg/m ³	59kg/m ³
D ブロック	54kg/m ³	61kg/m ³

(室内配合試験結果より)



写真-1 施工状況