

## ニューマチックケーソン支持力対策としての静的締固め砂杭工法の適用事例（その2） ～地盤改良用鉄鋼スラグ混入地盤掘削土のハンドリング性の検証～

大成・岩田地崎・関電工JV 正会員 ○高尾 紘典, 正会員 後藤 修二  
東京都水道局 大塚 文昭, 吉田 哲也  
株式会社不動テトラ 正会員 竹内 秀克, 正会員 菅 章悟

### 1. はじめに

本稿の対象となる工事は、東京都北区に整備される給水所の配水池築造工事で、構築工法にニューマチックケーソン工法を採用している。ニューマチックケーソン工法は、内部の土を掘削し、地上で構築した構造物を沈設する工法であり、構造物の重量による過沈下を防止するため、土質と躯体重量に対応した地盤改良を行う。当該現場はN値が0となる有楽町層と洪積粘性土層が、層厚20m程度分布している。土層図は川村ら<sup>1)</sup>を参照されたい。本工事は地盤改良工はサンドコンパクションパイル工法（静的締固め砂杭工法<sup>2)</sup>）を採用している（写真-1）。改良材は地盤改良用鉄鋼スラグ（エコガイアストーン（以下、EGSと表記））と単粒度砕石7号の2種類を使用する。EGSは製鋼スラグを原料とし粒度・膨張率・水硬性などを品質管理したサンドコンパクションパイル工法の中詰め材料である。EGSは沈設時に掘削する範囲、単粒度砕石7号は掘削範囲外に使用する。

沈設時の掘削で発生する土砂は、土砂ホッパー内に貯留し、ホッパー下部の搬出口を開閉して、ダンプトラックに積み込む（図-1参照）。このとき、粘性土が土砂ホッパーに付着するなど、作業効率の低下が懸念される。本工事で掘削する改良地盤にはEGSが体積比で約30%混入されており、粘性土の比率が下がっている。今回の報告は、改良地盤の掘削に先立ち室内試験を行い、ハンドリング性の改善効果について検証を行うものである。



写真-1 静的締固め砂杭工法施工状況

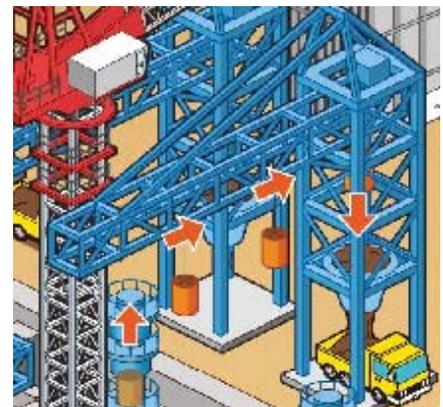


図-1 土砂積み込状況例

### 2. 地盤性状および試料作製

対象となる有楽町層粘土の試料土は静的締固め砂杭工法施工時の変位対策である緩衝孔削孔時の発生土より採取した。また、静的締固め砂杭工法による改良地盤は、採取した試料土にEGSをホバートミキサーで混練りすることで再現した。

試験ケースは①採取土、②採取土にEGS15%を配合した土壌、③採取土にEGS30%を配合した土壌の3種類とした。各試料の土粒子密度、湿潤密度、含水比、液塑性を表-1に示す。また、粒径加積曲線を図-2に、EGSとEGS30%配合試料の状態を写真-2に示す。

### 3. 試験方法および結果

室内試験はコーン指数試験（JIS A 1228）、テーブルフロー試験（JIS R 5201）、三軸圧縮試験（UU試験）およびすべり試験を行った。

テーブルフロー試験は、森ら<sup>3)</sup>によりダンプ運搬時の性状評価として、50回落下時のフロー値を評価する提案がされており、試験の落下回数は15回と50回で実施した。

表-1 土質性状一覧表

	採取土	EGS15% 配合	EGS30% 配合
土粒子密度 (g/cm <sup>3</sup> )	2.709	2.828	2.961
湿潤密度 (g/cm <sup>3</sup> )	1.742	1.819	1.957
含水比 (%)	42.2	32.8	26.9
液性限界 (%)	44.0	—	—
塑性限界 (%)	24.7	—	—
塑性指数	19.3	—	—

キーワード 静的締固め砂杭工法, ニューマチックケーソン, 掘削土

連絡先 〒114-0002 東京都北区王子5-2-7 王子給水所配水池築造工事作業所 TEL03-6903-0318

三軸圧縮試験においては、試料土の強度特性を把握するためにUU試験を実施し、EGSを混入した試料土においては大型(φ15cm)の試験設備で実施した。また、すべり試験は、試料土を載せた鉄板を一定速度で傾ける角度を大きくしていき、すべり始める角度を確認したものである。

各試験の試験状況および結果を表-2 および写真-3 に示す。

### (1) コーン指数試験 (JIS A 1228)

コーン指数試験の結果、全ての試料土においてコーン指数は200kN/m<sup>2</sup>以下を示しており、いずれも建設汚泥に分類させるものの、EGSの混入率が大きくなるに伴いコーン指数が大きくなっており、性状の改善効果がみられた。

### (2) テーブルフロー試験 (JIS R 5201)

落下回数15回および50回ともに、EGS混入率が大きくなるに伴いフロー値が小さくなっていることがわかる。この結果から、EGS混入により、ダンプ運搬時の性状について若干の改善効果が期待できる。

### (3) 三軸圧縮試験 (UU試験)

採取土およびEGS30%混入した試料土に対しUU試験を実施した結果、EGS混入により粘着力は約3倍、せん断力は4.5倍増加し、強度の改善効果が確認された。

### (4) すべり試験

すべり試験の結果、採取土だけの場合は45°で滑り始め、EGSの混入率が大きくなるにしたがってすべり始める傾斜角が緩くなった。このことから、EGS混入により試料土が鉄板に付着しにくくなっていることがわかる。また、湿潤密度も増加していることから、土砂ホッパーから落下しやすくなる可能性があり、ダンプ積み込みの作業効率低下を抑制する効果が期待される。

## 4. 考察およびまとめ

本検証では、コーン指数試験等の室内試験により、EGSの混入による掘削土の土質性状の変化について確認した。その結果EGSの混入により、強度特性やフロー値等の改善が見られハンドリング性の向上が期待できることがわかった。また、鈴木ら<sup>4)</sup>によると、静的締固め砂杭工法により改良後の杭間地盤の強度増加および含水比低下も期待できるとされている。本稿は室内試験により得られた結果であるため、今後、実際の掘削土の積み込み状況について報告する予定である。

## 参考文献

- 1) 川村他5名：ニューマチックケーソン支持力対策としての静的締固め砂杭工法の適用事例（その1）～軟弱地盤の施工に伴う変位対策～、第76回年次学術講演会投稿。
- 2) 打戻し施工によるサンドコンパクション工法設計・施工マニュアル、公益社団法人地盤工学会。
- 3) 森雅人他2名：繊維質安定処理土の可搬性の観点からみた古紙および薬剤の最適添加量について、日本建設機械化協会東北支部平成18年度新技術情報交換会論文集、pp. 11-21
- 4) 鈴木ら：静的締固め砂杭工法を粘性土地盤に適用した場合の改良効果（その4）、日本建築学会大会講演梗概集、pp. 545～546、2000.9.

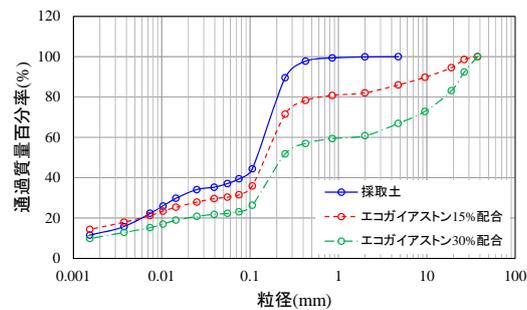


図-2 粒径加積曲線

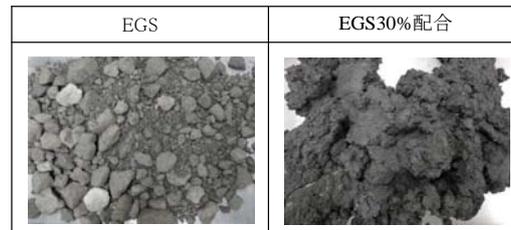


写真-2 EGS および混練後状況

表-2 各種試験結果

	採取土	EGS15% 配合	EGS30% 配合
コーン指数(kN/m <sup>2</sup> )	26	65	119
フロー値 (mm)	15回	132.8	120.4
	50回	153.5	128.7
三軸圧縮 試験	Cu(kN/m <sup>2</sup> )	3.9	12.3
	Φ(°)	0.6	2.7
すべり試験(°)	45	42	40

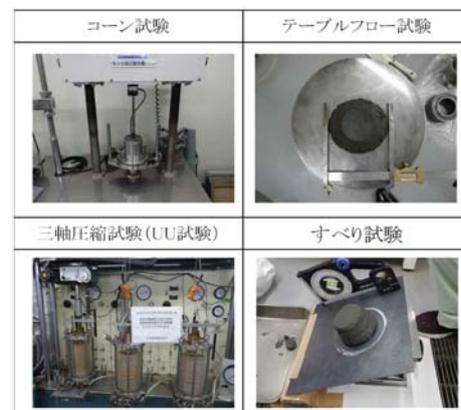


写真-3 各試験状況