

## 小型改良機を用いた地盤改良工の砂礫地盤に対する施工実験

WILL 工法協会 正会員 ○市坪 天士  
島野 嵐  
中馬 忠司

## 1. はじめに

セメントなどの改良材を用いて軟弱地盤を固結する機械攪拌式地盤改良工法は構造物の支持力増強・すべり防止・液状化対策・土留壁等さまざまな目的で利用されてきた。しかしながら、我が国特有の地形・地盤の複雑性、改良目的の多様化および環境配慮の観点から、小型機械でかつ幅広い地盤に対応可能な地盤改良機が求められつつある。特に軟弱地盤内に混在する砂礫層、埋土や盛土内に分布する礫さらには、大地震想定時には液状化対象となり得る締まった砂質地盤等への対応が要求されることも少なくない。これらは三点杭打機をベースマシンとした大型改良機や噴射攪拌等による対応がなされてきた。



写真 1.1 改良機 (0.8m³クラス)

本稿ではバックホウタイプの小型改良機の掘削性能を向上すべく開発した技術(スラリー揺動攪拌工)を用いて、砂礫層を対象とする地盤における掘削性能および改良体品質の確認実験結果およびその考察について報告する。

## 2. 実験技術の概要

本技術は高性能油圧モーターと 2 段式ギア変換による高トルク化および特殊掘削補助装置(以下ブーメランプレート)を装着したりボン

表 2.1 改良機の適用範囲<sup>1)</sup>

| ベースマシン    | 最大改良深度              | 適用土質 |                      |
|-----------|---------------------|------|----------------------|
|           |                     | 粘性土  | 砂質土・砂礫 <sup>※1</sup> |
| 0.8 m³クラス | 5.0m                | N<10 | N<30                 |
| 1.4 m³クラス | 10.0m               | N<15 | N<40                 |
|           | 13.0m <sup>※2</sup> | N<10 | N<20                 |

※1 砂礫はφ100mm以下を標準とするが、礫率等を考慮する必要あり。

※2 改良深度10m以上については現場条件を考慮する必要あり。

※3 最大改良深度4m以下については0.5 m³クラスベースマシンによる対応も可能。



図 2.1 特殊掘削装置ブーメランプレート

スクリー型攪拌翼(図 2.1 参照)を用いることで掘削能力向上を図っている。ブーメランプレートとは攪拌翼の回転に伴い掘削抵抗となる攪拌機直下部を切削することにより攪拌機を高N値地盤に貫入させることを目的とした装置である。これらの掘削性能を活かして深さ13m程度迄の締まった砂質地盤(N値40未満)や砂礫層に用いられてきた技術である(写真1.1, 表2.1参照)。

## 3. 掘削性能実験

## (1) 実験概要

実験対象地盤は下位になるに従いN値が上昇傾向を示し、深度4~4.5mではN=38を示す砂礫層が分布している(図3.1参照)。実験には0.8m³クラスベースマシンの小型改良機を用いてブーメランプレート未装着時と装着時との掘削速度を計測し比較検証した。

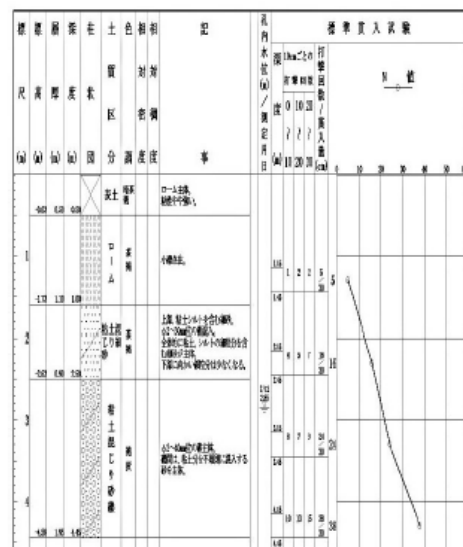


図 3.1 実験1の対象地盤

キーワード 地盤改良, 中層混合処理工法, 小型機械, 液状化

連絡先 〒812-0863 福岡県福岡市博多区金の隈3-1-26 WILL 工法協会事務局 TEL 092-513-0032

(2) 実験結果

掘削能力比較図を図 3.2 に、掘削速度計測結果を表 3.1 に示す。

ブーメランプレート<sup>®</sup>の装着の有無に関わらず、代表N値 24 の砂礫層の掘削は可能であった。しかしながら、ブーメランプレート<sup>®</sup>を未装着の状態で 2 度の掘削実験を試みたが、そのいずれもが代表N値 38 の砂礫層への掘削貫入は不可能であった。これに対し、ブーメランプレート<sup>®</sup>を装着した状態では、本層への掘削貫入がなされるとともに上位層についてもブーメランプレート<sup>®</sup>未装着時の 1.3 ～1.5 倍の掘削速度で貫入可能であることが判った。これによりブーメランプレート<sup>®</sup>の掘削補助装置としての効果を確認することができた。

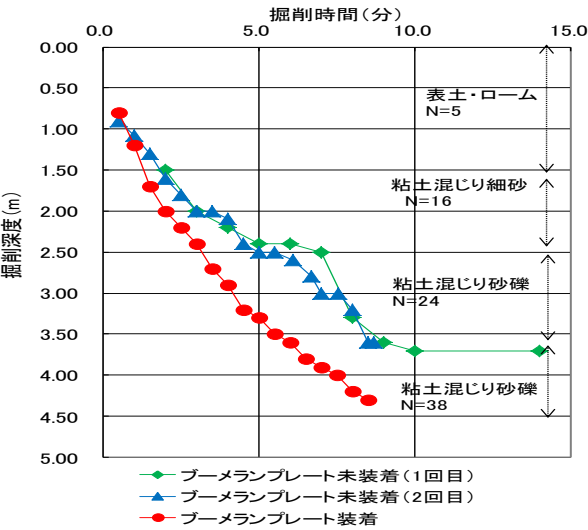


図 3.2 掘削能力比較 (掘削時間-掘削深度)

表 3.1 掘削速度計測結果

| 土質      | 代表N値 | 掘削速度         |            |            |             |
|---------|------|--------------|------------|------------|-------------|
|         |      | ブーメランプレート未装着 |            |            | ブーメランプレート装着 |
|         |      | 1回目          | 2回目        | 平均         |             |
| 表土・ローム  | 5    | 0.75 m/min   | 0.80 m/min | 0.78 m/min | 1.13 m/min  |
| 粘土混じり砂  | 16   | 0.30 m/min   | 0.32 m/min | 0.31 m/min | 0.46 m/min  |
| 粘土混じり砂礫 | 24   | 0.30 m/min   | 0.30 m/min | 0.30 m/min | 0.40 m/min  |
| 粘土混じり砂礫 | 38   | 掘削不能         | 掘削不能       | -          | 0.28 m/min  |

4. 改良体品質確認試験

(1) 実験概要

深度 4.7～5.7m にN値 39 を示す地盤にて 2.2m×2.6m×深度 5.7m の改良体を構築し、改良体品質を確認した。確認試験では頭部コア 25 供試体、全長コアボーリング 4 孔を採取し、一軸圧縮強度試験とその変動係数および目視によるコア採取率計測等により品質評価することとした (図 4.1 参照)。

(2) 実験結果

全長コアボーリングを写真 4.1 に、改良体の一軸圧縮強度平均値・変動係数およびコア採取率の計測結果を表 4.1 に示す。

ボーリングコアをみると Φ100mm 大の礫が改良体に取り込まれている様子が判る。また、コア採取率 97.8%，変動係数 25%程度と一般的な改良体品質基準<sup>2) 3)</sup>に適合する改良体品質が確認できた。

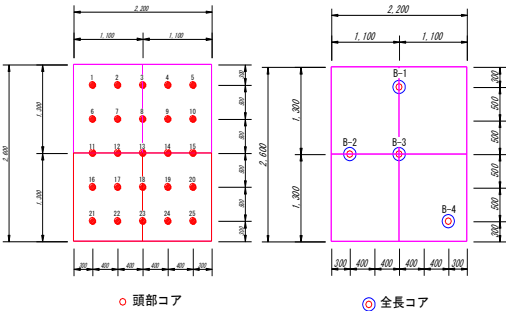


図 4.1 資料採取平面図



写真 4.1 全長コアボーリング

5. おわりに

実大実験により小型改良機では困難とされてきた砂礫層に対し、スラリー揺動攪拌工を用いることで掘削貫入が可能であり、かつ、従来工法同等の改良体品質を確保できることを確認した。

今後はさらに対象地盤の礫径・礫率の対応可能範囲の拡大および改良体品質の向上に向け研究開発に取り組む所存である。

表 4.1 実験 2 変動係数とコア採取率

|        |         |                          |
|--------|---------|--------------------------|
| 一軸圧縮強度 | 頭部コア平均値 | 2304.8 kN/m <sup>2</sup> |
|        | 全長コア平均値 | 1902.4 kN/m <sup>2</sup> |
| 標準偏差   | 頭部コア    | 571.09                   |
|        | 全長コア    | 459.79                   |
| 変動係数   | 頭部コア    | 24.8 %                   |
|        | 全長コア    | 24.2 %                   |
| コア採取率  | 平均値     | 97.8 %                   |
|        | 1m当最低値  | 90.0 %                   |

参考文献 1) WILL 工法協会：WILL 工法技術積算資料,p3,2016,4 2) 地盤工学会：地盤改良効果の予測と実際,pp215-216,平成 12 年 2 月 3)日本建築センター：建築物のための改良地盤の設計および品質管理指針 第 2 版第 6 刷,p240-241,平成 21 年 5 月