

地中拡翼型の地盤攪拌改良工法の開発 ～ その3 固結改良体の発現強度 ～

大成建設(株) 正会員 ○小林 真貴子 青木 智幸 藤原 斉郁
石井 裕泰 松井 秀岳 立石 洋二
日特建設(株) 正会員 窪塚 大輔
非会員 菅 浩一 三上 登 佐藤 潤

1. はじめに

耐震補強の見直しや施設の延命化の必要性から、既存施設周辺や直下での地盤改良の重要性が高まる中、著者らは「地中拡翼型の地盤攪拌改良工法」の開発にあたっている¹⁾。本報では、別報²⁾で示す複数の施工試験で造成した固結改良体の発現強度について調べた。各施工試験では、改良方向、セメントミルクの吐出量および回転数が異なるため、これらの条件が各改良体の密度、一軸圧縮強さの平均値やばらつき等に及ぼす影響について報告する。

2. 施工条件およびサンプリング

表-1 に改良体の施工条件を示す。Case1, 2 の鉛直方向の施工では水セメント比 (W/C) が 0.6 および 1.0 の 2 種類のセメントミルクを用いた。攪拌装置は、引き上げ、押し込み、引き上げの順に改良範囲を 1 分/m のフィード速度で 1.5 往復させ、この間の羽根切速度は約 80 回/分に保持しながらセメントミルクを 40ℓ/分で吐出した。この結果、1m あたりの羽根切回数は 240 回で、それぞれのセメント添加量は 116kg/m³, 81kg/m³ と算出される。一方、Case3 の水平方向の改良体は、W/C が 1.0 のセメントミルクのみを用いた。

表-1 施工条件の一覧

Case	改良方向	W/C	添加量 (kg/m ³)	羽根切回数 (回/m)	造成長 (m)
1	鉛直	0.6	116	240	2.0
2	鉛直	1.0	81	240	2.0
3	水平	1.0	168	640	2.0

鉛直方向施工と同様に攪拌装置を 1.5 往復させ、引き上げ時は 3 分/m のフィード速度で 40 ℓ/分の吐出量、押しこみ時は 2 分/m のフィード速度で 5 ℓ/分の吐出量に調整し、この間の羽根切速度は鉛直方向施工と同様に 80 回/分を保持した。この結果、1m あたりの羽根切回数は 640 回で、セメント添加量は 168kg/m³ と算出される。図-2, 3 に鉛直方向 (No.1) および水平方向 (No.3) 施工における採取試料を示す。本評価にあたっては、円柱断面上の中心、および中心から放射状に 150mm, 300mm, 450mm 離れた位置で、鉛直方向の改良体については改良体上端近くでコアドリルにて、水平方向の改良体については分割した 2 断面でブロック状に採取した。

3. 結果の整理・分析

図-4 に各改良体における一軸圧縮強さ q_u の頻度分布を示す。まず、鉛直方向の改良体で異なるセメントミルク濃度となる Case1, 2 で比較すると、セメント添加量が大きな分、Case1 での平均一軸圧縮強さ μ が大きくなっている。また、標準偏差 σ はほぼ同水準となっているが、変動係数 CV は平均強度 μ の違いに起因して Case2 で大きめになっている。これとは別に、同じセメントミルク濃度で異なる改良方向となる Case2, 3 で比較すると、羽根切回数が約 3 倍多い分、Case3 のばらつきの度合いが顕著に小さくなっている。一方、単位体積あたりのセメント添加量は Case3, 1, 2 の順に多くなっているものの、得られた平均強度は、Case1, 3, 2 の順になり、相対的に Case3 の強度が小さめになっている。本結果に関連して、図-5 に各改良体の平均乾燥密度 ρ_d の分布を示す。対象地盤や施工条件の違いにより、Case3 の乾燥密度は他ケースより小さくなって



図-2 コアドリルによるサンプリング(鉛直方向)



図-3 ブロックサンプリング(水平方向)

キーワード 地盤改良, 液状化対策, 深層混合処理

連絡先 大成建設(株)技術センター (〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1 TEL045-814-7236)

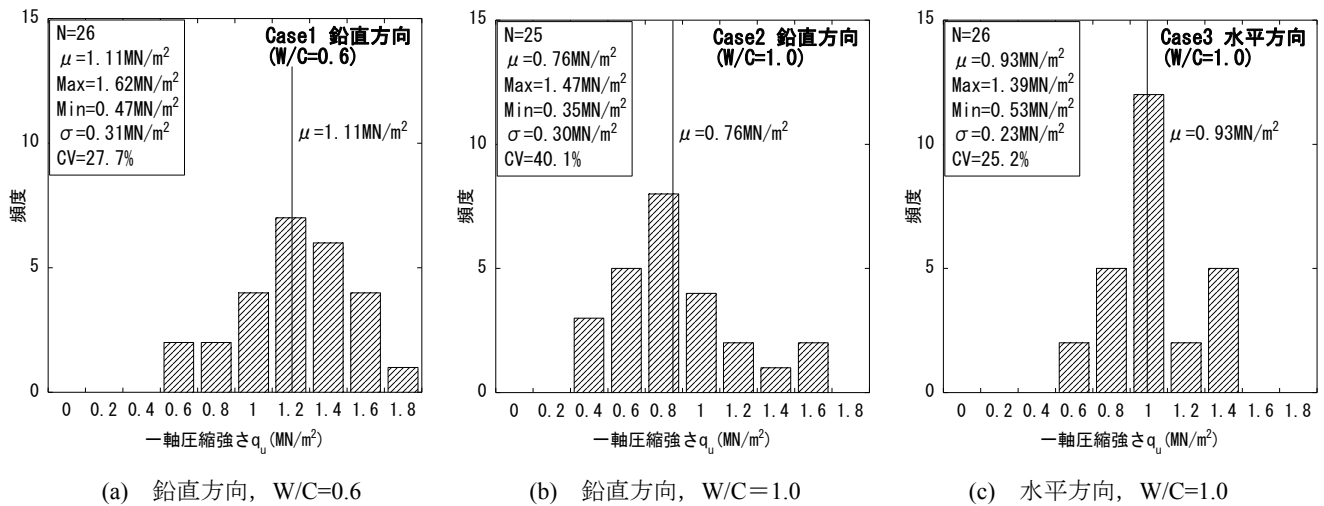


図-4 一軸圧縮強さの頻度分布

おり、このことが Case3 の強度が小さめになった要因と考えられる。図-6 には変形係数 E_{50} と一軸圧縮強さ q_u の関係を示す。本施工実験で得られた結果は平均的に $E_{50}=200 q_u$ の関係にあり、既往の知見³⁾の範囲内に概ね分布する結果となった。図-7 には、一軸圧縮強さの変動係数と羽根切回数の関係を、既往の知見³⁾とともにまとめた。今回の3ケースは検討データとしては限られるものの、既往の知見と同様に、羽根切回数の増加に応じて変動係数が減少する傾向を確認できる。ただし、図に付記した既往の知見に比べると変動係数が高めに位置するようにも見られる。戸建住宅等に用いられる地盤改良工法の攪拌機構は、円周方向に静止翼を設けるなど、地山の共回りを抑え攪拌効率を向上させる手立てが講じられている⁴⁾。一方、本開発が扱う地中拡翼型の攪拌装置では、攪拌翼を開閉させて埋設管等の障害物を避けながら改良体を造成できるという利点がある反面、攪拌翼自体は単純な構造となっている。このため、上記のように変動係数が高めを示す可能性があり、これを加味しながら、一定水準の改良体品質を確保する施工仕様の確立につなげる必要があると考える。

4. まとめ

本報では、「地中攪拌型の地盤攪拌改良工法」に関する施工試験において造成した改良体強度の分析を行った。その結果、セメント添加量や羽根切回数等、施工条件の違いによる強度特性への影響に関する知見を得た。今後は、追加の実績データ、既往の知見との比較をもとに、改良体を効率良く造成するための指標について検討を進めたい。

【参考文献】

- 1) 石井ほか: 地中拡翼型の地盤攪改良工法の開発 ～その 1 拡翼型改良装置の概要と性能試験～, 第 67 回土木学会年次学術講演会, 2012 (投稿中)。
- 2) 菅ほか: 地中拡翼型の地盤攪改良工法の開発 ～その 2 施工実験の概要～, 第 67 回土木学会年次学術講演会, 2012 (投稿中)。
- 3) 水野ほか: 深層混合処理工法による山砂の改良実験, 第 23 回土質工学研究発表会概要集, pp.2301-2304, 1987。
- 4) 日本材料学会地盤改良部門委員会: 実務者のための戸建住宅の地盤改良・補強工法, オーム社, 2010。

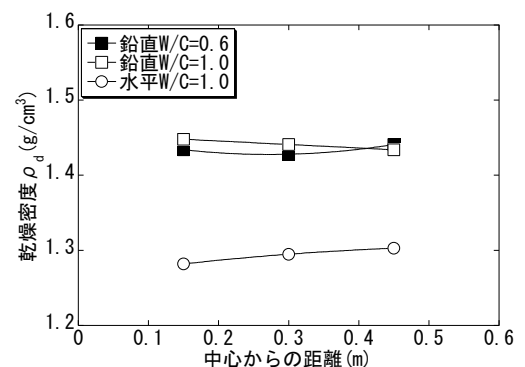


図-5 各造成体の平均乾燥密度の分布

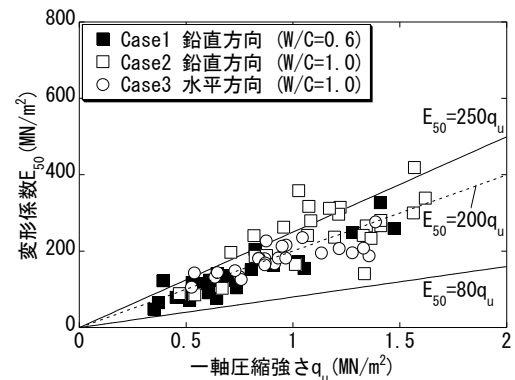


図-6 一軸圧縮強さと変形係数の関係

(文献 3)に加筆)

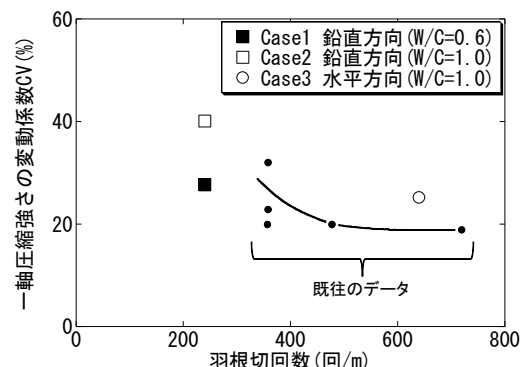


図-7 羽根切回数と変動係数の関係(文献 3)に加筆)