

大口径静的締固め工法の開発に関する基礎的研究 (その1)

前田建設工業(株)	○清水 英樹	東 洋 建 設 (株)	伊佐野 隆
あおみ建設(株)	佐藤 秀幸	大 洋 基 礎 (株)	板垣 浩三
東京電機大学	安田 進	東京電機大学	井上 貴文

液状化対策として最も有効であるとされ、豊富な施工実績を誇るのが締固め工法である。ただし、従来の動的エネルギーによる締固め工法は施工時に振動・騒音を伴うため、近年の工法対象域である都市部や既設構造物近傍への適用が難しい。そこで、振動・騒音の少ない様々な静的締固め工法が開発され、実績を増やしている。静的締固め工法のさらなる施工の合理化を目指し、仕上がり杭径(φ700)相当の大口径ケーシングを用いた地盤改良工法の開発を進めてきた。本報文では室内貫入実験による基礎的研究の成果について述べる。

1. 開発の背景

現存する静的締固め工法の多くはφ400～500程度のケーシングを地中に貫入させ、中詰材となる砂・礫・再生材等をケーシングを介して投入した後に、機械式圧入などによる静的な打ち戻しを行ってφ700程度に拡張された砂杭を造成する施工方法を採用している。このような造成方法ではケーシングの(貫入⇒引き抜き⇒打ち戻し)を繰り返すため、施工時間が冗長なものとなる。そこで、仕上がり砂杭径に相当する口径のケーシングを一気に貫入し、打ち戻し工程を省略した砂杭造成方法による新たな静的締固め工法を提案し、その工法成立性を検証するための室内実験を実施した。提案工法の原理を従来工法と比較して図-1に示す。

2. 室内実験の概要

(1)実験の目的：ケーシングの口径を従来汎用されているφ400からφ700に拡大することは先端断面積でおよそ3倍、周長で1.75倍となるため、貫入抵抗や周面摩擦力の増大による貫入速度の低下が必然的に起こると考えられた。杭造成時の打ち戻し工程を省略することにより施工サイクルの短縮を図り、工期・工費を低減することを目的とした工法であるのに、ロッドの貫入に必要以上の時間を要しては本末転倒となる。そこで、①大口径ケーシング(φ700)を従来汎用ケーシング(φ400)と同程度の速度で貫入できる貫入補助装置(ケーシング先端形状)の検討、②汎用の施工機械(ベースマシン)装備で貫入可能な回転トルク低減方法の検討、を目的とした室内実験を実施した。

(2)実験装置および試料：実験には図-2に示すキャリブレーションチャンバー(内径715mm、深さ916mmの円筒形鋼製土槽)を用いた。このキャリブレーションチャンバーの特徴は内周面および底面がゴムメンブレンで覆われており、加圧水を送り込むことにより模型地盤に鉛直および水平方向の拘束圧を

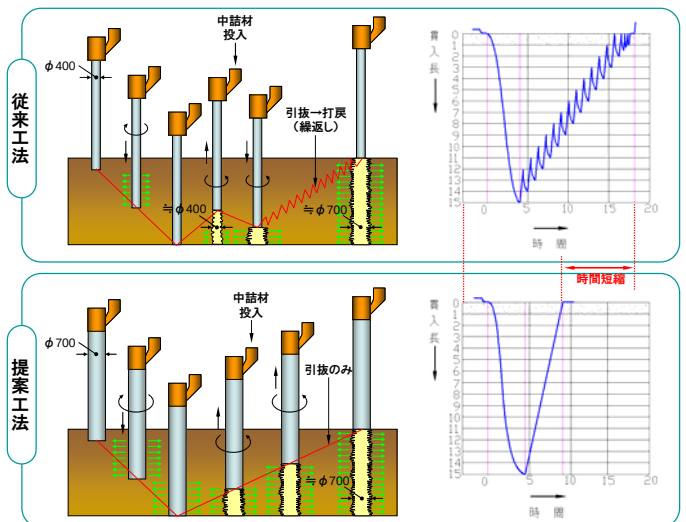


図-1 提案工法(大口径静的締固め工法)の原理

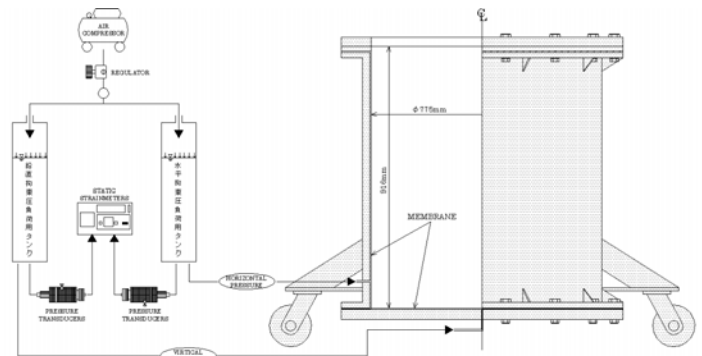


図-2 キャリブレーションチャンバーの概要

キーワード 液状化, 対策工法, 静的締固め, 室内実験, 貫入速度

連絡先 〒179-8914 東京都練馬区旭町1-39-16 前田建設工業(株)技術研究所 TEL03-3977-2355

独立载荷できることにある。また、模型地盤に対して直接的に標準貫入試験を実施してN値を計測することも可能である。

試料には豊浦標準砂 ($\rho_s=2.659\text{g/cm}^3$, $e_{\max}=0.993$, $e_{\min}=0.614$) 用い、模型地盤に対する同一条件の再現性を優先して水中落下後に棒状パイププレートにより $D_r=85\%$ (換算N値 ≈ 21 相当) の密な状態に締固めた。また、貫入試験時には $\sigma_v'=69.4\text{kPa}$ の拘束圧を作用させた。

3. 実験結果

表-1 には比較検討を行った主な実験ケースとケーシングモデルの形状の概要を示す。まずは図-3 に示した貫入速度の比較を見てみると、貫入速度はケース $C > A > B$ の順で大きくなっており、大口径ケーシングを模擬したケースでも先端形状の工夫により従来工法と同等以上の貫入速度が確保できることが判明した。一方で大口径ケーシングケース (B・C) の場合、従来工法 (A) のおよそ 1.5 倍以上の回転トルクが発生する問題点も明らかになった。そこで、貫入速度に最も優位性を示したCケースのケーシング上方部の管径を従来工法相当の $\phi 400$ に減じる工夫を加えたDケースを追加実施した結果、1.2 倍程度にまで減ずることができた (図-4)。

4. まとめ

提案工法の成立性を確認することを目的として行った一連の室内実験の結果、以下の知見を得た。

- ① 従来工法に比して大口径のケーシングを貫入させる提案工法では貫入速度の低下が懸念されたが、先端形状等の工夫を施すことにより、同等以上の速度を確保できることが確認された。
- ② 一方で回転トルクの増大という課題が顕在化したが、異口径複合ケーシングとすることで、許容できる程度に減じられることが確認された。

次報では、従来工法との改良効果の同等性について検討を加えた結果について報告する予定である。

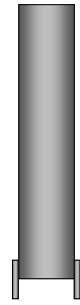
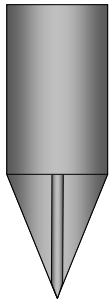
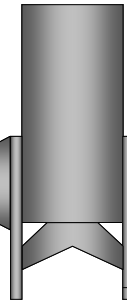
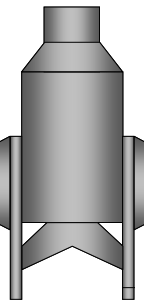
5. 謝辞

本工法の開発は、あおみ建設(株)・東洋建設(株)・大洋基礎(株)・前田建設工業(株)・東京電機大学の共同研究として実施した。また、室内実験の実施にあたっては東京電機大学・地盤工学研究室の一戸翼氏、杉田一弥氏、市原久嗣氏、矢島寛記氏のご協力を得た。ここに感謝の意を表するものである。

参考文献

- ・(社)地盤工学会／地盤工学・実務シリーズ 18「液状化対策工法」第Ⅱ編—第1章, pp222-224

表-1 主な実験ケースとケーシングモデル

A 従来汎用 工法モデル	提案工法モデル		
	B アリゲータ・タイプ	C AロッドⅠ・タイプ	D AロッドⅡ・タイプ
			
模型径 $\phi 27.2$ 実機径 $\phi 446$	模型径 $\phi 42.7$ 実機径 $\phi 700$	模型径 $\phi 42.7$ 実機径 $\phi 700$	模型径 $\phi 42.7 \Rightarrow 27.2$ 実機径 $\phi 700 \Rightarrow 446$

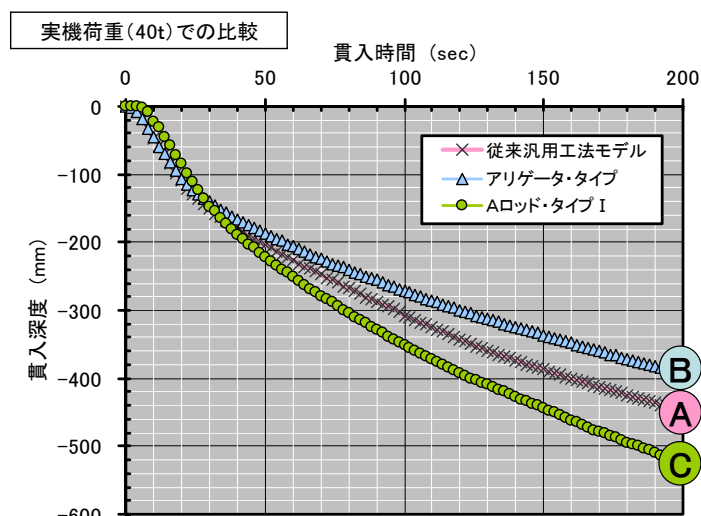


図-3 貫入速度の比較検討結果

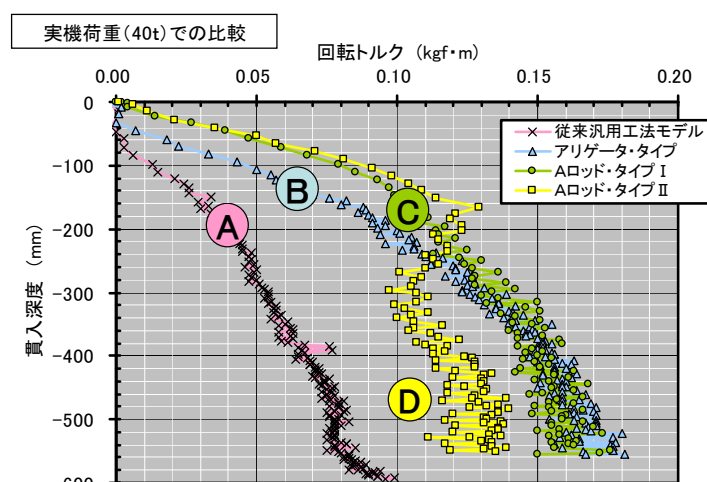


図-4 回転トルクの比較検討結果