

## 針貫入試験による原位置セメント固化改良品質の迅速評価

## その2：測定結果と評価・分析

大成建設 技術センター 正会員 ○小林 真貴子 正会員 石井 裕泰  
名古屋支店 正会員 山田 弥生 正会員 野井 潤生

## 1. はじめに

国土交通省中部地方整備局発注の「令和2年度東海環状海津PA地区北地盤改良工事」では、設計基準強度と施工箇所が異なる複数のセメント固化改良体に対する試験施工を原則1週間サイクルで繰り返す中、7日材齢から28日材齢での強度推定を迅速に行うことを重視して針貫入試験を活用した評価を実施した。

「その1」<sup>1)</sup>に続き、本報では測定結果の評価をまとめる。

## 2. 評価の対象・方法

本報では、「その1」に示した改良仕様のうち、Case1(設計基準強度:750kN/m<sup>2</sup>)、Case2(同1,000kN/m<sup>2</sup>)、Case3(同1,400kN/m<sup>2</sup>)の結果を示す。設計基準強度660kN/m<sup>2</sup>は、本報執筆時点で評価未完了であった。

一軸圧縮強さ $q_u$ で定められた設計基準強度に対する評価にあたり、まず、針貫入試験より得られた貫入勾配 $N_p$ (貫入抵抗/貫入量, N/mm)から、一般的に用いられている $q_u \sim N_p$ の相関式<sup>2)</sup>を用いて7日材齢の換算 $q_{u7}$ (kN/m<sup>2</sup>)を算出した。

その上で、配合試験結果(「その1」の図4参照)から7日から28日材齢の強度増進率を読み取り、それを換算 $q_{u7}$ に乗じたものを推定 $q_{u28}$ とした。1週間に1ケースずつ1本の改良杭を造成する試験施工において、改良杭中心とD/4位置の2本のコアを採取した。全長35mにわたって測定間隔200mmで携行型針貫入試験を実施し、1ケースあたり35m/0.2m×2本=350点のデータを取得して、深度方向

にきめ細かく網羅的に改良状況を把握した。ここで、携行型針貫入試験は迅速性が大きな利点になる反面、針が礫分や有機質分との接触により過大な値を検知する可能性があることや、手作業での貫入作業のため人為的な誤差が大きく生じる可能性があることが留意点となる。そこで、試験室内で貫入方向と貫入速度を機械的に制御・記録する机上型(図1参照)を併用し、採取コア延長に対して1,000mm間隔で測定を行うとともに、携行型での測定は極力同一の技術者が作業にあたるようにした。

## 3. 結果と考察

図3に改良杭中心とD/4位置に分けて推定 $q_{u28}$ の深度方向分布を示す。ここで、推定 $q_{u28}$ は、携行型と机上型による双方の $N_p$ を含む。机上型試験で得た貫入量～貫入荷重の関係は、図1中のような線形に近い結果であり、礫や有機物により悪影響をうけていないとの判断を得た。Case2では、机上型の結果が全体的に小さめに検出される傾向にあったため、携行型の貫入方向や貫入速度に注意して測定作業にあたった。その上で、本結果より以下のことが言える。

- i) T.P.-12m (G.L.-13.3m) 以浅でAts層の砂質土、Atc層の粘性土が混在する部分では、多くの結果で高い強度となっている。これは強度が発現しにくい粘性土にて配合設定を行い、実際には砂質土が介在し強度増加に寄与したためと考えられる。
- ii) T.P.-12m (G.L.-13.3m) 以深のAmc層では、全結果が設計基準強度、並びに3倍に割増した室内目標強度で挟ま

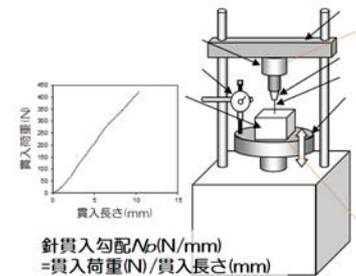


図1 机上型装置と本取り組みでの測定状況

キーワード 改良土、深層混合処理工法、貫入試験

連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬344-1 大成建設(株) 技術センター TEL045-814-7221

れる範囲に分布する。 $N_p$ からの換算, 推定を経た  $q_{u28}$  による評価であることが前提であるが, 配合検討での強度設定が適切であったとの判断できる。

iii)  $D/4$  位置での推定  $q_{u28}$  は, 杭中心の結果に比べて, 大きくなる傾向にある。

上記 iii) に関しては施工結果の妥当性確認の一環で, Amc 層における推定  $q_{u28}$  の平均値, および平均値  $\pm 2\sigma$  ( $\sigma$ : 推定  $q_{u28}$  の標準偏差) を改良杭中心からの距離との関係として図 2 にまとめた。本取り組みで採用した CI-CMC 工法ならびに既存工法に関する既往データ<sup>3)</sup>に対して, 本検討で得られた Case1~3 は, 平均値の半径方向分布や各位置での変動幅とも見劣りしない結果となった。今回の改良対象土層が攪拌性の悪い有機質混じり土や粘性土であったことに対して, エジェクターにて固化材スラリーを噴出する方式の採用が, 一定の効果をもたらしたものと推察される。

4. おわりに

比較的長尺の改良杭の施工において, 針貫入試験の活用により迅速に固品質を検証する一形態を確立・実践できた。改良杭中心と  $D/4$  位置の推定強度については, 既往データと比較して強度分布の相違は限定的であり, 改良杭断面内で強度の偏りを抑制できたと判断できた。以上は 7 日材齢での結果であることから, 今後の施工で直接確認する一軸圧縮強さの結果に基づき, 今回の検証判断や技術知見の妥当性を確認したい。なお, 施工・調査に際しては, 国土交通省中部地方整備局をはじめとした関係者の方々にご指導・ご支援をいただきました。また, (株) 不動テトラの尾形太氏, 村上恵洋氏には施工方法に関する知見を提供していただきました。ここに記して感謝の意を表します。

<参考文献> 1) 山田ら: 深層混合処理工法による地盤改良体を対象とした針貫入試験に基づく強度評価 その 1: 施工・調査概要, 土木学会第 76 回年次学術講演会, 2021 (投稿中). 2) [http://www.maruto-group.co.jp/menu\\_2/docs/SH-70.pdf](http://www.maruto-group.co.jp/menu_2/docs/SH-70.pdf) (2021/3/20 参照). 3) 一般財団法人先端建設技術センター審査証明技術「CI-CMC 工法」技術資料, 2017.

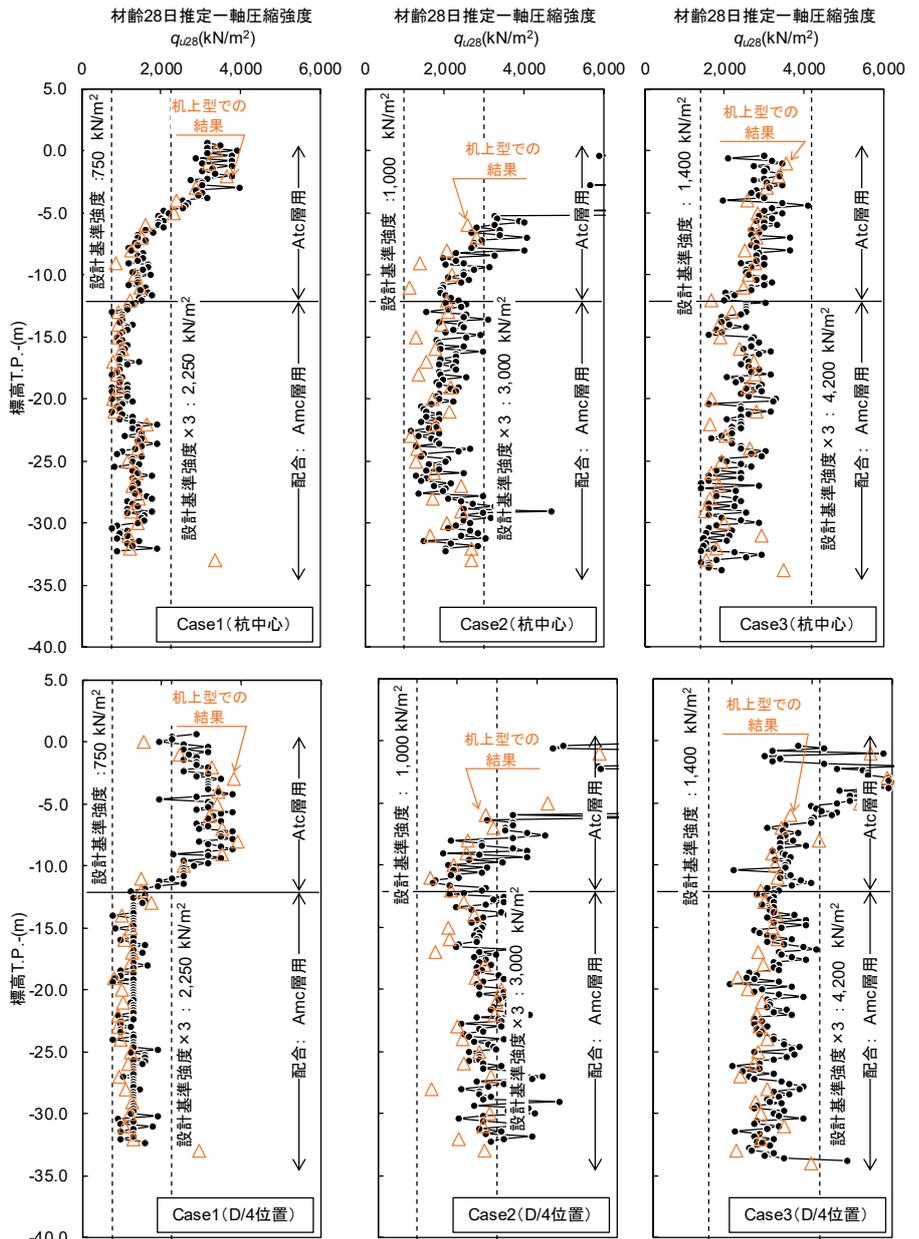


図 3 推定  $q_{u28}$  の深度方向分布 (上段: 杭中心, 下段:  $D/4$  位置)

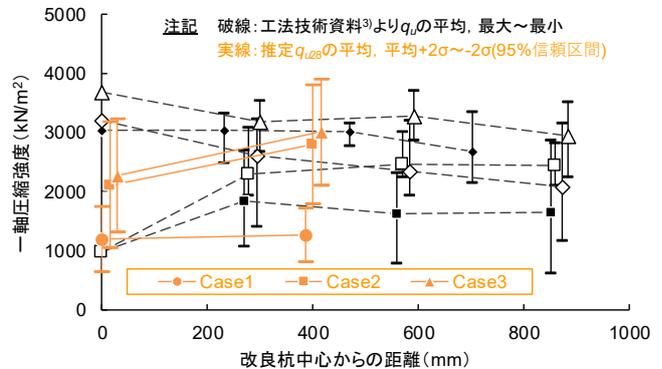


図 2 推定  $q_{u28}$  と既往データの比較