

## 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1：施工・調査概要

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

## 1. はじめに

軟弱地盤の支持力増強、液状化対策などで用いられる原位置セメント固化改良工法は、一般に工法選定、配合設定を経て、実機施工での評価にあたり、要求仕様や作業制約を踏まえた施工方法を確定する。このうち、実機施工での評価は、通常、一軸圧縮強さ  $q_u$  の実測と設計基準強度の比較にて行われるが、改良部の強度水準やばらつきをきめ細かく把握しようとするれば労力と時間を要する。そこで、コア試料に対して針貫入試験を実施し、針貫入勾配  $N_p$  とそれに基づく換算  $q_u$  にて、品質評価を試みる事例が報告されている<sup>1)</sup>。

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」での取組みでは、複数の改良仕様に対する試験施工と評価を原則1週間サイクルで繰り返す中、針貫入試験を活用して原位置セメント固化改良の評価にあたった。本報では、連番発表の「その1」として、施工・調査概要を報告する。あわせて「その2」の別報<sup>2)</sup>では、測定結果の評価・分析を通して得られた知見を報告する。

## 2. 施工概要

当該工事は、岐阜県西濃地域と三重県北勢地域を連絡する約77kmの東海環状自動車道建設西回り区間の一部であり、濃尾平野の西端の養老山地と揖斐川に位置する（図1参照）。改良対象地盤は、地表から約1mの埋土層下部に存在する南陽層と呼ばれる沖積層であり、T.P.-12m (G.L.-13.3m) 程度までの腐食分を含む粘性土層、砂質土層 (Atc, Ats) の互層、T.P.-35m (G.L.-26.3m) 程度までの貝殻分が少量混入する粘性土層 (Amc) で構成される。その下位の洪積礫が  $N$  値30以上に相当する支持層を形成する。

パーキングエリアを含む建設工事に先立ち、エリアごとに定められた一軸圧縮強さ4水準 (660, 750, 1,000, 1,400kN/m<sup>2</sup>) を確保するために、地表から支持層までの全長約35mにわたり原位置セメント固化改良杭が計画された。これに基づき施工方法を具体化し、攪拌翼から固化材スラリーを噴霧する「エジェクター吐出」を特徴とする工法 (CI-CMC工法<sup>3)</sup>、図2参照) を採用して、直径  $D$  が1,600mmの接円2軸方式にて、平面上では85%の改良率で総計1,240本の改良杭を施工する。2021年2月に着手し（図3参照）、2021年8月までの完了を予定する。

## 3. 調査概要

施工に先立ち、T.P.-12m (G.L.-13.3m) 程度までの腐植土交じり層とそれ以深の粘性土層に分けて、原位置より採取した試料を用いて配合を検討した。このとき、粘性土と砂質土が介在する T.P.-12m (G.L.-13.3m) 程度までの腐植土混じり層については、原位置改良の確実性を考慮して、強度発現が劣る



図1 海津PA地区の位置  
(文献<sup>1)</sup>に加筆)

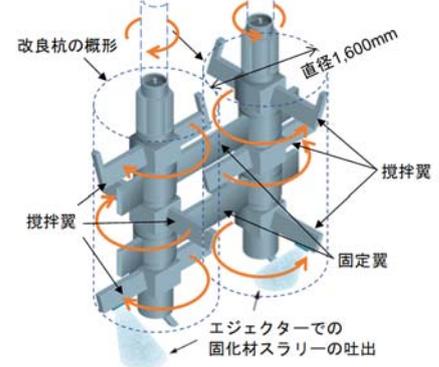


図2 採用した攪拌方式<sup>3)</sup>



図3 施工状況写真

キーワード 改良土、深層混合処理工法、貫入試験

連絡先 〒450-6047 愛知県名古屋市中村区名駅1-1-4 JR セントラルタワーズ内  
大成建設(株) 名古屋支店土木部技術室 TEL052-562-7527

Atc 層を配合検討上の対象土質とした。高有機質土用の特殊固化材（タフロック 4 型）を全層通して用い、各検討土層に対してセメント添加量を 3 水準設定の上、材齢 7 日、28 日強度を確認した。その結果、3 本の供試体平均値でまとめた強度増進傾向は、図 4 の実線のようにになった。前出の 4 水準の設計基準強度に対して 3 倍の安全率を乗じて室内目標強度とし、それぞれについて図 4 中破線の強度増進傾向を想定した。その上で、各室内目標強度のセメント添加量は、配合試験で得た実測線のセメント量と強度の関係に基づき線形補正することで、図中に付記したように設定した。

施工着手時には、設計基準強度と施工箇所が異なる 6 ケースを試験施工による検証対象とし、以下のようなサイクルで測定データを収集した。

- 1) 1 週間に 1 ケースずつ、1 本の改良杭を造成する。
- 2) 3~4 日材齢で改良杭中心と中心から 400mm 離れ (D/4 位置) の 2 地点でコア採取を行う。
- 3) 7 日材齢で、採取コアの深度方向 200mm 間隔で携行型装置を用いた針貫入試験を実施する (図 5 参照)。

一般的な一軸圧縮試験を実施する代わりに針貫入試験を採用したのは、全長 35m の比較的長尺な採取コア 2 本の結果を網羅的かつ迅速に把握することを優先したことによる。

「その 2」に示すように結果を確認・評価し、翌週に続く試験施工条件の妥当性や見直しの必要性を判断した。

#### 4. 測定結果例

測定結果例として、設計基準強度 1,400kN/m<sup>2</sup> の改良杭中心から得た採取コアに対する結果 (Case3, 条件は「その 2」に詳述) を図 6 に示す。ここで、換算  $q_{U7}$  は、携行型針貫入試験用に提示された相関式<sup>4)</sup>にて  $N_p$  から求めたものである。本結果より以下のことが言える。i)  $N_p$  分布をみると若干 Amc 層の下端での強度が低めに分布するように見える、ii)  $q_{U7}$  は 3 倍の安全率を乗じた室内目標強度から得られた 7 日材齢強度 (2,758kN/m<sup>2</sup>) とそれを 1/3 に減じた強度 (919kN/m<sup>2</sup>) に挟まれる範囲に収まった。

#### 5. おわりに

セメント固化改良品質の現場における迅速評価に主眼を置いた針貫入試験活用の具体例を示した。本報例示以外の測定・評価結果については、別報の「その 2」を参照されたい。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。ここに記して感謝の意を表します。

<参考文献> 1) <https://www.city.kaizu.lg.jp/kurashi/cmsfiles/contents/0000000/113/gaiyou.pdf> (2021/3/24 参照) 2) 内田, 江藤: 針貫入試験による深層混合改良体の強度評価手法の体系化, 土木学会第 60 回年次学術講演会, 3-023, 2005. 3) 小林ら: 原位置セメント固化改良品質の迅速評価を目的とした針貫入試験の活用 その 2: 測定結果と評価・分析, 土木学会第 76 回年次学術講演会, 2021 (投稿中). 4) [https://www.fudotetra.co.jp/wp-content/uploads/2019/04/ci-cmc\\_pamphlet\\_201905.pdf](https://www.fudotetra.co.jp/wp-content/uploads/2019/04/ci-cmc_pamphlet_201905.pdf) (2021/3/24 参照) 5) [http://www.maruto-group.co.jp/menu\\_2/docs/SH-70.pdf](http://www.maruto-group.co.jp/menu_2/docs/SH-70.pdf) (2021/3/24 参照)

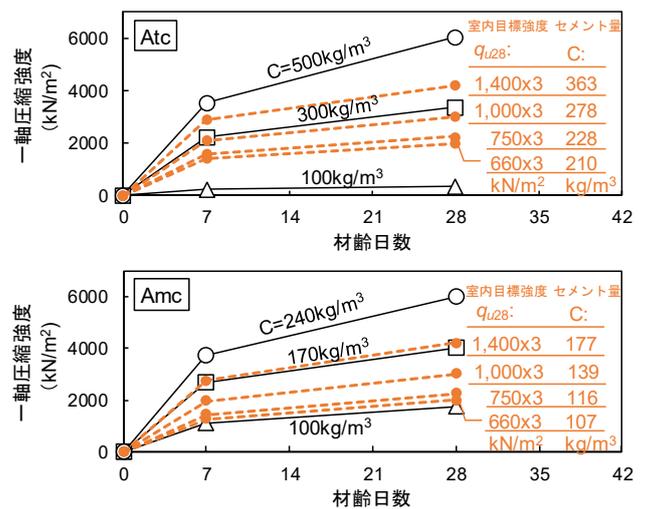


図 4 配合試験結果と想定強度増進傾向

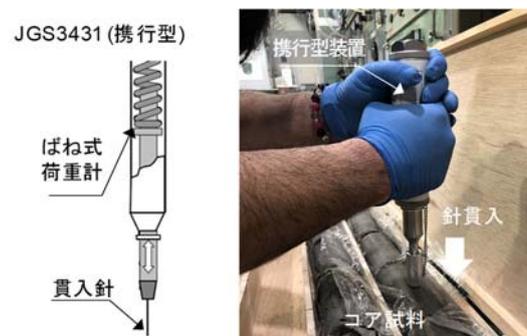
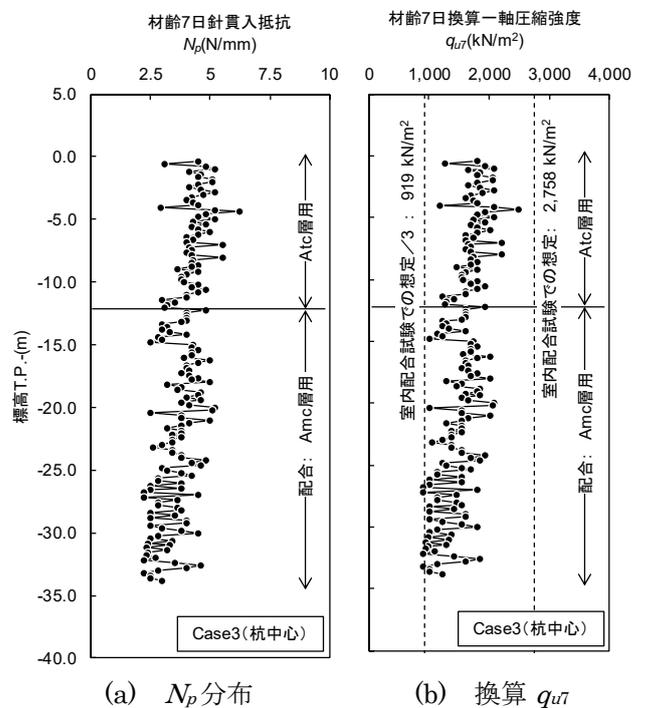


図 5 携行型針貫入試験



(a)  $N_p$  分布 (b) 換算  $q_{U7}$

図 6  $N_p$  と換算  $q_{U7}$  の深度分布例