

針貫入勾配測定を活用した締固めセメント安定処理土の品質評価

その1：机上型・挿入型装置での針貫入勾配測定

大成建設 技術センター 正会員 ○石井 裕泰 小林 真貴子 藤原 斉郁
フェロー 青木 智幸
東京工業大学 正会員 笠間 清伸

1. はじめに

著者らはセメント改良土の品質指標である一軸圧縮強度 q_u と相関が認められる針貫入勾配 N_p を「挿入型」装置¹⁾にて、従来の「携行型」に勝る信頼度の高いデータを多点で測定し、対象地盤の強度分布を細やかに把握しつつ、データ取得に際しての労力・費用削減を図る品質検証の実現可能性を検討している。セメント改良土としては各種施工方法がある中、本報では、締固め安定処理によるものを対象に、調査用地盤で得られた q_u 、 N_p の測定結果を整理・考察し、別報²⁾「その2」では、 N_p から q_u への換算法について検討する。

2. 調査対象地盤および測定項目

測定対象の地盤は、本調査目的に 20℃の実験室内に設置された地下ピットに準備した。珪砂 5 号とトチクレを乾燥重量比 8:2 で混合したものを準備し、そこに普通ポルトランドセメントを投入して試料を作製した。セメント添加量は、事前の室内配合検討に基づく 28 日材齢 q_u で、1500kN/m² 程度を目標に 129kg/m³ とした。

図 1 に示す測定対象地盤の作製においては、仕上がり厚 150mm にて一層当たりの分量をコンクリート用回転攪拌型ミキサーで混合の上、層状に巻き出し、プレートコンパクターを用いて密度管理にて転圧した（図 2(a)参照）。全 5 層分の作業は、一日 2 層、2 層、1 層の順で進め、それぞれの新規層に先立ち先行層の上部 10mm ほどを目粗の上、散水した。地盤作製完了後は、乾燥を防ぐためにシートで覆い、材齢 17~19 日に、直径 100mm のコア試料採取と 116mm の調査孔確保を兼ねて、ボーリングを 7 孔(Bore Hole-1~7)行った。その上で、採取試料と調査孔それぞれに対して以下の測定を行った。

i)採取試料に対する測定：φ100mm×h100mm の円柱供試体を各ボーリングコアより 4 体、コアの不連続部を避けた箇所から合計 28 体を採取し、φ50mm にトリミング・整形した。このうち、測定孔 1, 3, 4, 5, 7 の 1 層目からの供試体 5 体については、トリミング・整形前に各々の側面円周 5 方向×5 測定面=25 点で机上型針貫入勾配を測定した。その上で、別報²⁾の考察で利用する一軸圧縮試験を行った。

ii)調査孔に対する測定：上記の円柱供試体の採取箇所に対応した箇所では挿入型装置にて針貫入勾配を測定した。ここで、内壁面 5 方向×5 測定面=25 点を 1unit とし、7 孔×4 か所=28unit、合計 25 点×28unit=700 点の針貫入勾配を収集した。

机上型、挿入型とも針貫入速度は、地盤工学会基準に準じて 20mm/min とした。測定材齢は、i), ii)で同時期とするのが理想であったが、都合によりそれぞれ 102 日、32~54 日材齢でデータを取得した。

3. 測定結果と考察

図 3 には、挿入型装置で測定した 7 孔、700 点の測定結果の深度方向分布を、図 4 には机上型装置で測定した 5 供試体、

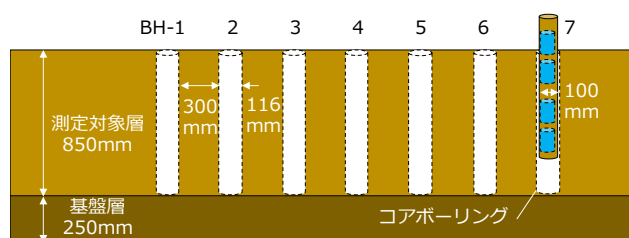


図 1 測定実験地盤

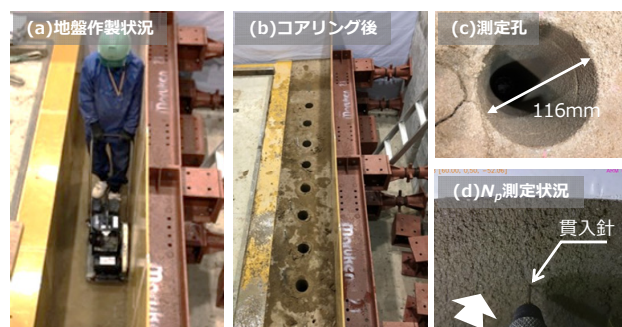


図 2 測定準備の状況と測定状況

キーワード 改良土、貫入試験、一軸圧縮強さ

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 TEL045-814-7217

各 25 点の測定結果を対応する挿入型の結果とともに示す。全体として N_p は 0~30N/mm 程度が支配的である一方、各測定孔、供試体で深度方向に減少する分布が繰り返されている。これは、各層で転圧エネルギーの減衰に起因する締固め度の分布を捉えたものと考えられ、一軸圧縮試験では判別できない締固め安定処理土特有の特性を把握できたことを意味する。机上型と挿入型の結果の比較を通しては、測定材齢の相違も含めて両者が概ね整合しているが、BH-7の机上型の分布は乖離する。貫入位置のずれ、サンプリングでの不備の可能性を示唆するとも言える。

図 5に、BH-1 の机上型結果について N_p の頻度分布を示す。本図では締固め度の深度影響を含むことにより、変動係数としては 50%を超え地盤改良施工のばらつきとしては大きな印象を与える。そこで、同一高さ 5 点の平均値で正規化した N_p (N_{pN}) が、締固め度合いの影響を排除したばらつき指標として有効であろうと考えた。その結果、机上型 BH-1、全データに対する結果は同中図、右図のようにランダム分布となり、変動係数は 10%台を得る。調査孔を対象とした 700 点の結果については、図 6のような N_p 、 N_{pN} の分布となり、前者に対する変動係数約 60%に対して、深度方向分布の影響を排除した正規化した後者では約 20%のランダム分布を得る。

4. まとめ

本報での測定を通して、i)多点の N_p 測定にて締固め安定処理土特有の細かな強度分布特性が把握できること、ii) その結果から施工や試験の不備を検知できる可能性を示すとともに、ばらつき判定指標として正規化した針貫入勾配を提示した。引き続き、締固め安定処理土の特性を加味した測定・評価方法について、検討を進めていきたい。

＜謝辞＞本取り組みは、一般財団法人国土技術研究センターの研究開発助成(2018 年度募集)を受けて実施したものである。記して謝意を表する。

＜参考文献＞1) 小林ら：“セメント改良土を対象とした原位置針貫入抵抗測定を試み”，土木学会第 74 回年次学術講演会，2019。
2) 小林ら：“針貫入勾配測定を活用した締固めセメント安定処理土の品質評価 その 2： N_p に基づく換算 q_u による評価”，土木学会第 75 回年次学術講演会，2020（投稿中）。

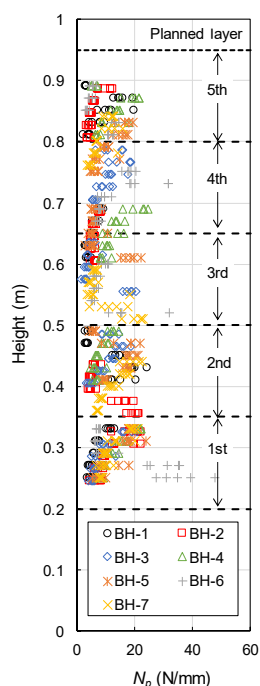


図 3 調査孔での測定結果

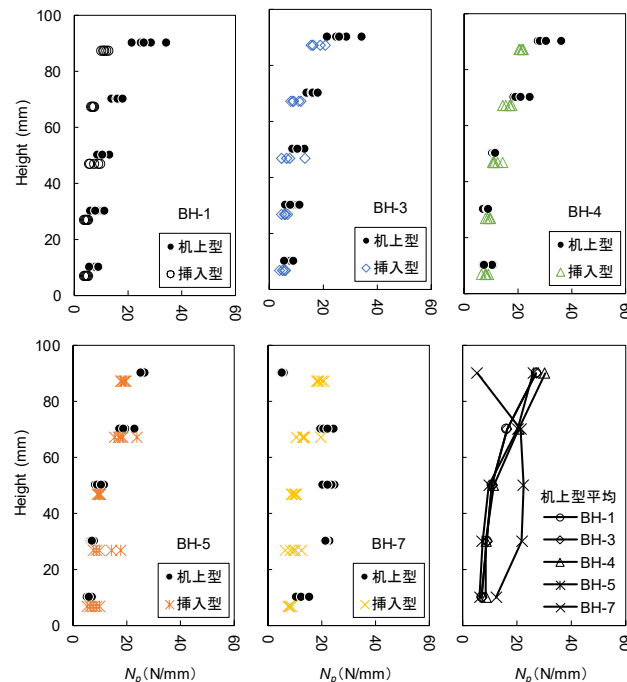


図 4 採取試料と調査孔での測定結果

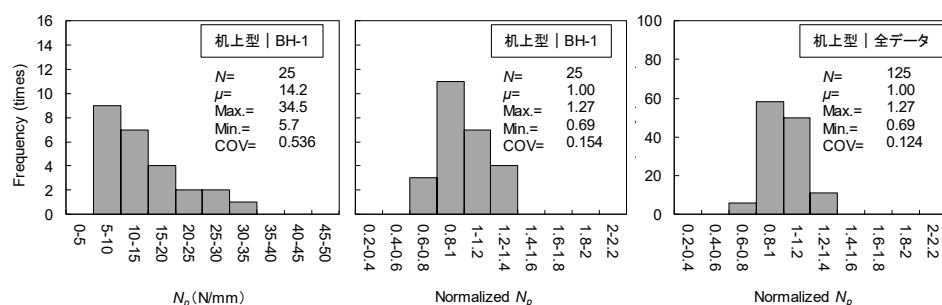


図 5 採取試料結果の頻度分布評価

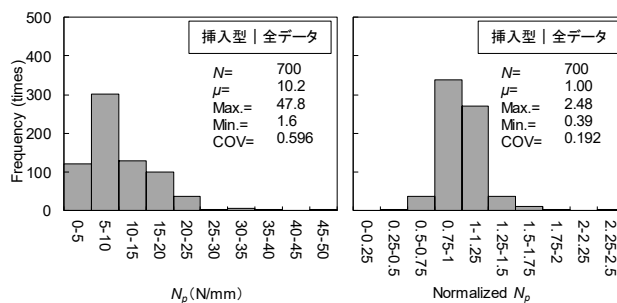


図 6 調査孔結果に対する頻度分布評価