

## 原位置固化改良地盤を対象とした多点針貫入抵抗測定の効率化に関する検討

大成建設 技術センター 正会員 ○小林 真貴子 正会員 藤原 斉郁

### 1. はじめに

固化改良地盤の品質管理においては、ボーリングコアを用いた一軸圧縮試験による強度評価が一般的であるが、この方法では試料の運搬・切出し・整形などに時間や手間を要することから、同一材齢で実施できる試験数に限りがあるのが現状である。これに対し、著者らは一軸圧縮強さと相関があり、簡易に強度を把握できる針貫入試験に着目し、原位置の孔内で多点針貫入試験を行う装置にて強度分布を把握する方法(T-GeoPenester)を開発した<sup>1)</sup>。一方、従来の装置では手作業での操作が必要のため、人が現場に常駐する必要があった。そこで今回、吊下げ装置や制御プログラムを新たに開発し、多点測定の実効性・省人化を図った。

### 2. 原位置挿入型針貫入抵抗測定の概要

針貫入試験(JGS3431-2012)は、試験対象に直径0.84mmのもめん針を10mm貫入し、貫入荷重と貫入長さの比から針貫入勾配 $N_p$ を求める試験である。著者らが開発した装置<sup>1)</sup>を図1に示す。測定の流れは、①固化改良地盤に設けた孔内に貫入装置を挿入し、所定の深度まで移動させ、②反力アームにて測定孔壁面に貫入装置を押し付けて固定し、③孔壁に向けて針貫入・引拔を実施して、貫入長さと貫入荷重を測定する。

貫入速度は試験基準に準拠して20mm/minで変位制御し、ロードセルで貫入過程の荷重推移を測定する。貫入針の上部にはCCDカメラを搭載しており、貫入状況をPC上でリアルタイムに確認できる。また、測定装置を孔内で回転させる装置を搭載し、同一深度で円周方向に複数点で測定を行える。

図2に機械攪拌改良体を対象に実施した原位置挿入型針貫入試験結果の例を示す<sup>2)</sup>。改良体は直径1,200mm×高さ1,000mmで、未固結の状態では3本の塩ビ管(外径114mm×長さ1,200mm)を3本挿入し、固結後に引き抜いて孔を準備した。本測定においては、1カ所あたり約2分の測定時間により、同一深度で5測点×深度方向に45測点×3孔=合計675測点の強度を3日足らずで把握することができた。一方、従来の装置では、装置の昇降や測定制御を手作業で行っているため、写真1のように担当者が現場に常駐して1測点ずつ

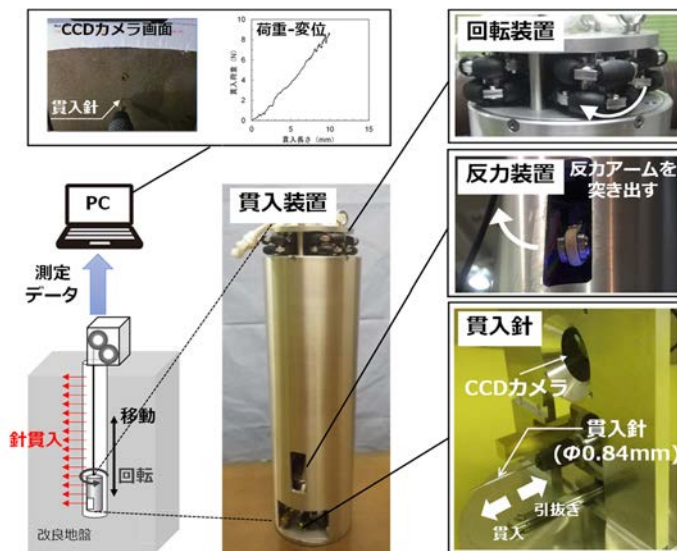


図1 測定装置の構造および測定方法

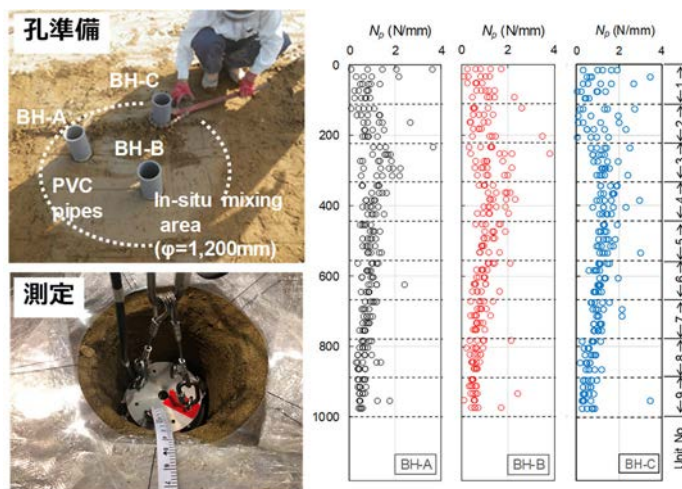


図2 原位置挿入型針貫入抵抗測定の例

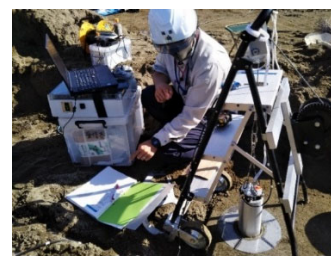


写真1 現地測定の様子

キーワード 改良土、針貫入試験、品質管理、原位置

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

位置を調整しながら測定する必要があった。そこで今回、測定の効率化・省人化を目的に以下の取組みを行った。

### 3. 測定の効率化・省人化に向けた取組み

今回、人が現場に常駐することなく全自動での測定を実現すると共に、装置の輸送性や移動性、トラブル時の対応など、あらゆる場面において担当者一人で対応できることを念頭に開発に取り組んだ。以下に具体的な内容を示す。

#### (a) 吊下げ装置の開発

写真 2 に測定時および運搬時の装置全景を示す。

- 吊下げ機構や制御盤など装置の一部を組立て・収納式とすることによりパッケージ化し、宅急便など外部委託による輸送にも対応可能とした。
- 装置本体と台車を一体化することで、現場において測定箇所を移動する際、ある程度組み上がった状態においても台車により一人で運搬できる形とした。
- 従来は AC 電源が必須で数十 m ケーブルを這わせるなどの対応が必要であったが、電動工具用の汎用バッテリー駆動での終日測定を可能とした。当然ながら、AC 電源への切替も可能としている。

#### (b) 制御プログラムの開発

図 3 に測定フローを示す。位置設定および深度方向の測定間隔や同一深度での回転間隔等の測定条件設定後、全て自動で測定を行うプログラムを構築した。構築に当たっては、測定時の様々な事象を想定した。

- 現場によって孔径が多少異なる可能性があるため、自動測定に先立ち予め貫入針と孔壁までの距離を測定し、確実に 10mm 貫入するよう位置設定を行う。
- 一方、孔壁までの距離が想定以上で、装置ストロークが足らず貫入が 10mm に達しない場合や、空隙等で貫入荷重が増加しない場合も想定される。この場合は、装置の最長ストロークまで貫入動作を行うが、測定データと録画面像の照合によりその後の対処を判断することが可能な機構としている。
- 稀に、礫や小石に接触して針が破損する場合は想定される。この場合、荷重がゼロ付近まで急降下し、更にその状態が暫く続くことから、この状況を検知した際はパトランプが点灯し、直ちに異常発生が分かる機構としている。担当者は、画像で針の損傷の有無を確認することができ、針の交換等の対応をすることになる。

以上のように、運搬性の向上や孔壁の状態に依存することの無い自動測定を実現し、止むを得ず針が損傷した場合にも即座に対応できる構成としたことで、測定時に人が常駐する必要がなくなり省人化が可能となった。

### 4. おわりに

吊下げ装置および制御プログラムの開発により、固化改良地盤強度の原位置での多点測定の効率化・省人化を実現した。今後は、遠隔地から条件設定や状況確認、データ集約が可能なシステムの構築や、針破損時の交換機構の自動化も進めて完全自動化を目指す。併せて、現場での実用化を進めて測定データを蓄積し、改良地盤全域の強度やばらつきを考慮した性能評価に関する検討を進める所存である。

<参考文献>1) 小林ら：セメント改良地盤を対象とした次世代型品質評価法の開発，大成建設技術センター報，No.53，2020。  
2) 石井ら：機械攪拌型セメント改良土を対象とした原位置挿入型による針貫入抵抗測定，第 55 回地盤工学研究発表会，No.2215-21-01，2020。

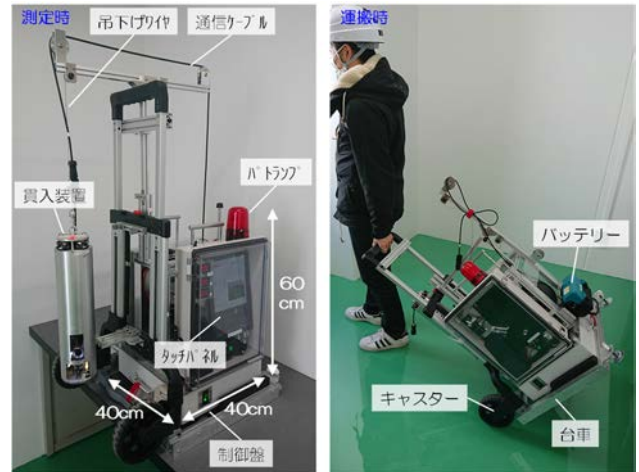


写真 2 測定時および運搬時の装置全景

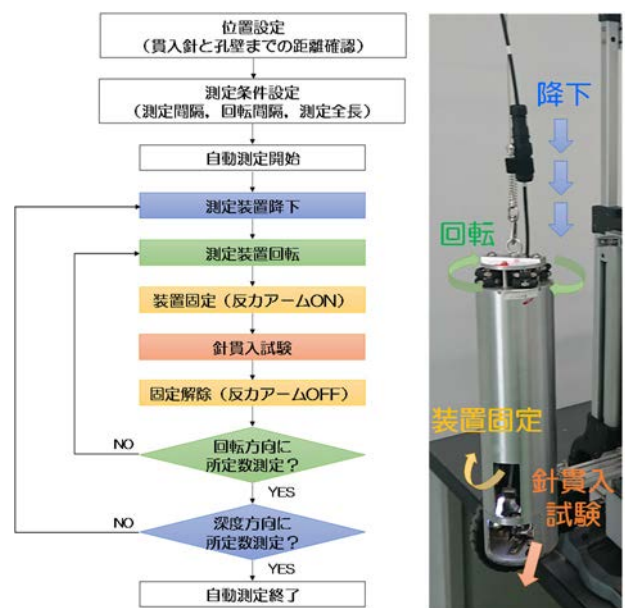


図 3 自動測定フロー