

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

九州電力㈱総合研究所 ○内田 直人 江藤 芳武

1. はじめに

深層混合処理工法は、地盤深層に固化材を均一に供給・混合し改良体を造成するもので、盛土の滑りや沈下防止、擁壁等に幅広く用いられている。本工法の特徴は、原地盤を材料として有効利用することにあるが、コンクリート等の人工材料と比較して強度のばらつきが大きくなることは否めない。改良体の強度を深度方向に連続的に測定できれば、固化材配合量の妥当性も検証でき、合理的な配合設計も可能となる。しかし、試験にかかる手間や費用等の問題から統一的な手法は確立されていない。筆者らはこれらの課題を解決するため、針貫入試験¹⁾を採用し、良好な成果を得ている。本論文は、これを発展させ、深層混合改良体の強度評価手法として体系化するために各種の比較試験を行い、その結果を取り纏めたものである。

2. 現行の配合設計手法とその課題

当工法における固化材の配合設計は、数種類の配合で現場配合試験を行い、ボーリングコアの一軸圧縮強さ（通常 1m に 1 箇所程度）を基準に配合量を決定しているが、本手法に関しては、

- ① 一軸圧縮試験用の供試体は、所定の寸法や自立強度を有している必要があり、亀裂および改良不足等による低強度部分を含む供試体では試験は難しい。このため、強度評価としては危険側となる恐れがある。
- ② 1m に 1 箇所程度の間隔では連続的な強度分布が把握できない。また、改良体全体を代表しているか不明である。

等の課題が考えられた。これらを解決するため筆者らは、強度評価手法として針貫入試験を採用し、良好な成果を得ている²⁾。

3. 針貫入試験の概要

針貫入試験機と試験状況を写真-1に示す。針貫入試験は、針貫入時の貫入量と貫入荷重の関係から、針貫入勾配を求めるものである。試験手順を以下に示す。

- ① 針貫入試験機先端の針（φ0.84mm）を、供試体外周に垂直に当て、静かに貫入させる。
- ② 10mm 貫入時の貫入荷重を先端のコイルスプリング式の荷重計から読み取る。貫入荷重を貫入量（10mm）で除し、針貫入勾配（NP）を求める。
- ③ 同一供試体の一軸圧縮強さを求め、これと針貫入勾配の関係から、換算一軸圧縮強さの相関式を定める。

という非常にシンプルな手順となっている。

なお、今回は、有明海沿岸から採取した有明粘土を対象に検討を進めた。

4. 試験結果

4.1 ボーリングコアと模擬供試体の比較

筆者らは、スラリー系深層混合処理工法で改良した有明粘土及び礫質土地盤からサンプリングしたボーリングコアを対象に針貫入試験を実施し、土質の違いによる換算一軸圧縮強さの相関式の違いを明らかにしている²⁾。今回は、針貫入試験をより迅速かつ簡素化するため、室内で作製した模擬供試体を対象に針貫入試験を行い、ボーリングコアの試験結果と比較した。図-1に針貫入勾配と一軸圧縮強さの関係を示す。



写真-1 針貫入試験機と試験状況

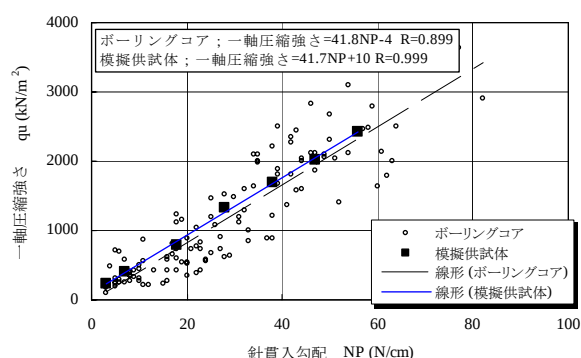


図-1 針貫入勾配と一軸圧縮強さの関係

キーワード 針貫入試験、一軸圧縮強さ、地盤改良、深層混合処理工法

連絡先 〒815-8520 福岡市南区塩原 2-1-47 九州電力株式会社 総合研究所 TEL:092-541-2910

試験結果を見ると、ボーリングコアと模擬供試体の相関式はほぼ対応が取れていることがわかる。このことから、事前に模擬供試体で相関式を定めておけば、ボーリングコアから一軸圧縮試験用供試体の切出し・整形が不要となり、試験の迅速化が図れることとなる。

4.2 試験間隔の違い

針貫入試験は、本来であれば同一深度で円周方向に4箇所測定し、その平均値を採用することが望ましいと考えられる。しかし、このためには、コアの回転あるいはコア箱から一度コアを取出す必要がある。筆者らは、試験の迅速性を考慮し、測定は改良体をコア箱に収納したままで行うことを前提としたことから、コア頂部付近で試験を行い、上下3点の移動平均値を採用している。

図-2に試験間隔の違いによる深度方向の強度分布を示す。図は、左から移動平均前、測定間隔10cmでの移動平均、同様に20cm、30cmでの移動平均である。移動平均前のGL-8.0~9.0m間に注目すると、その直上および直下よりも一軸圧縮強さは低いこと、また、乱れが生じていることがわかる。測定間隔10cm、20cmでは、この2つは試験結果に表れているが、30cm間隔では試験結果として表れておらず、危険性を含むことがわかる。このことから、試験間隔は20cm以下で行うことが望ましいと考えられる。

5.強度評価手法の体系化

以上の結果を踏まえ、図-3および以下に示すフローで強度評価が可能となると考えられる。

- ① 改良対象土に固化材量を変化（5～10 配合程度）させて、模擬供試体を作成する。

② 模擬供試体を対象に針貫入試験を行い、針貫入勾配を求める。

③ 模擬供試体の一軸圧縮試験を行う。

④ ②、③の関係から換算一軸圧縮強さの相関式を定める。
- ⑤ 現地からサンプリングしたボーリングコアを対象に、任意の間隔で針貫入試験を行い、各深度の針貫入勾配を求める。

⑥ ⑤で求めた針貫入勾配を④で求めた相関式に代入し、各深度の換算一軸圧縮強さを求める。

上記フローで試験を実施した場合、従来のボーリングコアを対象に行う一軸圧縮試験と比較し、コスト低減（1/5～1/6 の費用）と迅速化（10m のボーリングコアを 10cm 間隔で行うのに必要な時間は 40min 程度）を図ることができる。

6.おわりに

今回示した強度評価手法により、深層混合改良体の強度評価の迅速化かつ簡素化が図れ、さらには合理的な配合設計が可能になるものと考えられる。今後は、改良対象土を拡大したデータの蓄積が望まれる。

参考文献

1) 土木学会：軟岩の調査・試験の指針（案），1991。
2) 内田，江藤，小野，三浦：針貫入試験による深層混合改良体の強度評価，土と基礎，Vol.52,No.7。

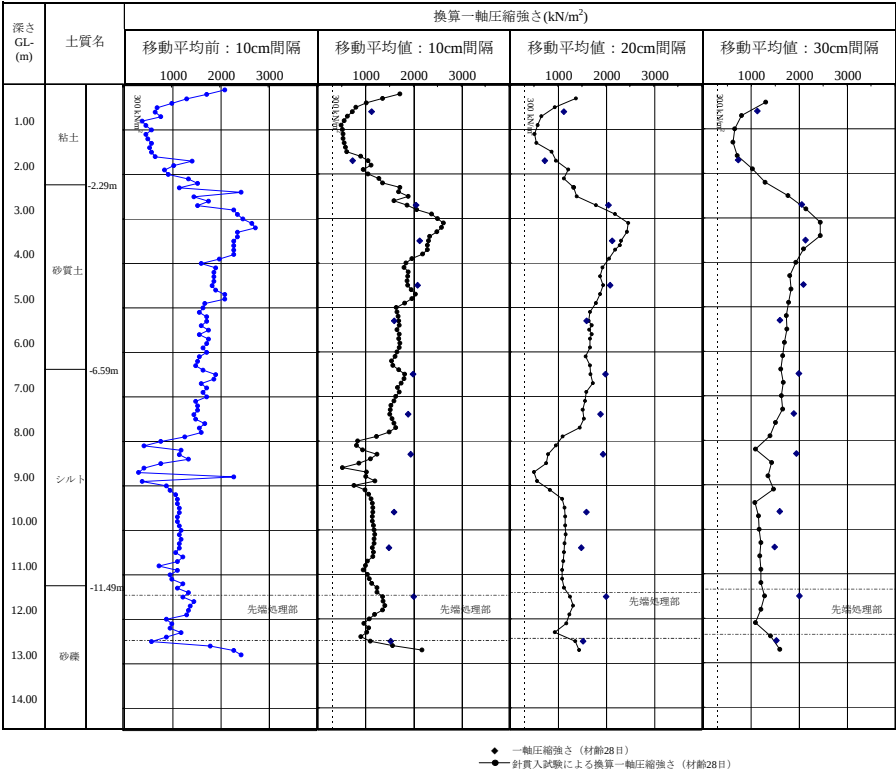


図-2 試験間隔の違いによる深度方向の強度分布

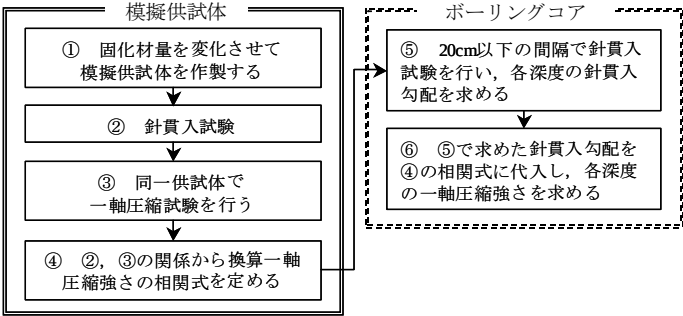


図-3 改良体の強度評価フロー