

針貫入試験による高炉スラグ微粉末固化処理土の強度特性に関する検討

福岡大学 学生会員 ○今村 陽太
 福岡大学 正会員 西 智美
 村上 哲

1. はじめに

平成 28 年に起こった熊本地震の影響により液状化被害が発生した。宅地での液状化対策として、表層改良工法を行うことで液状化被害を軽減することができると考えられる¹⁾しかし、宅地などの狭い範囲での対策法は広い範囲での対策法に比べると、高いコストがかかってしまう(図-1)り。そのため、安価な対策工が求められる。そこで坂本らの先行研究²⁾では、製鉄過程で副産され、水酸化カルシウム水溶液などのアルカリ刺激剤を受けると固化する高炉スラグ微粉末に着目し、表層液状化対策利用のための高炉スラグ微粉末固化処理土の開発を行い、配合設計手法の構築を行った。しかし、実際の現場で高炉スラグ微粉末を適応

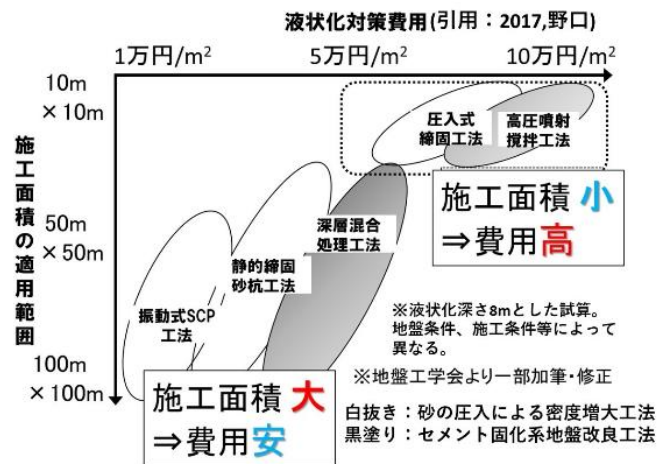


図-1 液状化対策法のコスト分布¹⁾

するには品質管理手法が必要である。地盤改良をする際の品質管理手法の主な手法として一軸圧縮試験を用いられることが多い。しかし、一軸圧縮試験は試験に手間や費用がかかってしまう。そこで、野崎らの先行研究³⁾では、取り扱いが容易であり、一点あたりの調査に有する時間が数秒程度かつ、現場で一軸圧縮強度が測定可能である針貫入試験に着目し、針貫入試験で求めた推定一軸圧縮強度と、一軸圧縮試験で求めた一軸圧縮強度の関係を調査することで、針貫入試験を用いた高炉スラグ微粉末固化処理土の品質管理に向けた検討を行った。しかし、同じ条件の供試体において、強度にばらつきが多く見られることや一軸圧縮試験による強度と大きく差が生じることなど、不明確な点が多く見られる。そこで、本研究では、より多くの供試体で強度のばらつきを抑えてより正確な供試体の強度を得ることを目的とし、針貫入試験による品質管理手法の構築を目指す。

2. 実験概要

本研究では混合土として、母材を豊浦砂、固化材を高炉スラグ微粉末とし、豊浦砂に高炉スラグ微粉末を質量比で 10%添加した。供試体はモールド(直径 50 mm, 高さ 100 mm)を三層に分け混合砂を充填する。その際一層詰めるごとに、振動を与え締め固め、三層目でモールド上部が水平になるように充填する。その後、モールド下部から水酸化カルシウム水溶液(pH10)を浸漬させ、蒸発しないよう被覆した状態で水中養生する。先行研究では、プラスチック製のカップに上からラップをして養生していたが、容器外の空気に触れる可能性があるため、本研究では、強度があるプラスチック製で蓋付きの養生容器を使用し、さらに密閉性のあるジッパーとケースで二重に蓋をして養生を行った。

養生期間は 7、14、21、56、84 日とし、養生日数経過後に針貫入試験(JIS S 3008)を実施し、圧縮強度を調査する。野崎らの先行研究では、測定部について上端中央と側面の 3 点、計 4 か所において針貫入試験を行っていた。本研究では、より正確な数値を測定するために、上面 3 か所、側面 3 か所の計 6 か所について養生日数日で針貫入試験を行った。

3. 研究成果

先行研究と本研究において同じ養生日数における供試体の強度のばらつきを比較したものを図-2 に示す。試験体の条件は、pH10、養生期間 84 日、測定位置は側面下の供試体について、先行研究では 2 本、本研究では 4 本の供試体で、圧縮強度について比べた。先行研究では、最大強度と最小強度の差は約 5000(kN/m²)であった。一方、本研究では最大強度と最小強度の差は約 2000(kN/m²)であった。従って、本実験方法によって、養生 84 日供試体においては、約 3000(kN/m²)もの強度差を抑えることができた。

それぞれの測定箇所において針貫入試験で求めた推定一軸圧縮強度と 7~84 日間の養生日数の関係を図-3 に表す。養生日数が 7~84 日の間では、上面においては、上面中央の方が上面外側より高い強度を示した。側面においては、側面上、側面中央側面下の順番で、上から下にいくにつれ高い強度を示した。このことから、供試体は中央部から固化し、側面においては下から上にかけて固化していくことが考えられる。また、養生日数が経過するにつれて、それぞれの測定箇所における強度に差が出た。さらに、養生期間が 7 日~21 日までは一定で強度が増加しているが、56 日、84 日と養生期間が長くなると、強度の増加は緩やかになることが分かった。

4. まとめ

強度のばらつきを抑えるために、先行研究から測定箇所、養生方法の再検討を行い、針貫入試験による高炉スラグ微粉末固化処理土の強度特性について検討した。養生の際に密閉できる袋に入れて養生することにより、先行研究より強度のばらつきを抑えて強度を測定することができた。また、高炉スラグ微粉末混合砂供試体は、上面においては中央部から固化していき、供試体側面においては下から上にかけて固化することが示唆された。さらに、養生期間が 7 日~21 日までは一定で強度が増加し、56 日、84 日と養生期間が長くなると、強度の増加は緩やかになることが分かった。

【謝辞】

本研究を進めるにあたり、日鉄高炉セメント株式会社より高炉スラグ微粉末を提供していただきました。記して謝意を表します。

【参考文献】

- 1) 堀田航希, 村上哲, 西智美, 樫原弘貴, 雨宮拓馬 : 液状化によるめり込み沈下対策としての表層改良範囲の影響に関する数値解析的検討, 土木学会西部支部研究発表会講演概要集, pp.307-308,2020.
- 2) 坂本龍太郎 : 水中養生日数の違いが高炉スラグ微粉末混合砂の強度特性に及ぼす影響, 土木学会西部支部研究発表会講演概要集, pp.387-388 2020.
- 3) 野崎翔太 : 針貫入試験を用いた高炉スラグ微粉末固化処理土の品質管理手法に向けた検討, 土木学会西部支部研究発表会講演概要集, pp.353-354,2022.

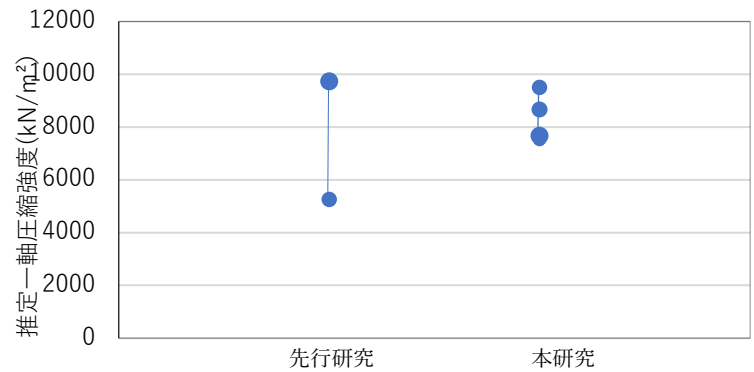


図-2 先行研究との強度の比較

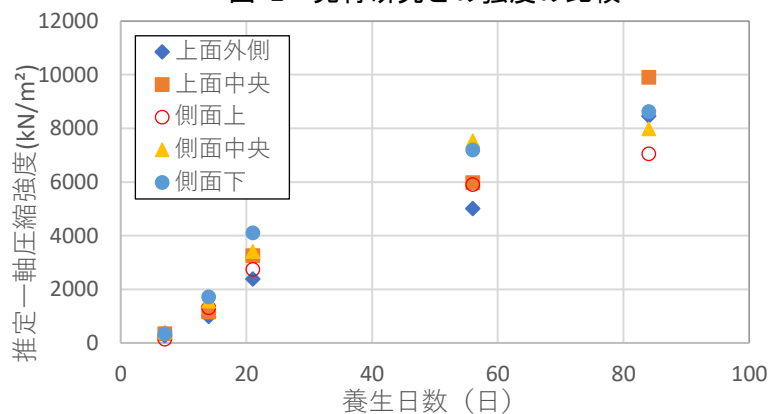


図-3 圧縮強度と養生日数の関係