

ペーパースラッジ添加による砂質土地盤の改良効果

東洋大学 学生会員 ○関口 達也・新井 雄太
ジェコス株式会社 後藤 健治・岩崎 伸一
東洋大学 F 会員 石田 哲朗

1. はじめに

我が国では軟弱な沖積層が至る所に堆積し、様々な建設計画・施工に当たって障害となっている。また、国土の狭い我が国ではこの軟弱地盤を克服し、限られた国土を有効活用しながら、豊かな国づくりが求められている。地盤改良工法には、セメント系固化材等の改良材を軟弱な地盤の地表面から鉛直方向に攪拌混合し、連続して安定した改良体の造成を可能とするものがある。しかし、互層を形成する砂質土地盤では、施工する際に攪拌混合機の振動などにより砂が締固められ施工が困難になることや、砂の分離・沈降による施工不良が生じることがある。そこで、砂質土を用いたソイルセメントに製紙製造工程で発生する副産物であり、流動性・分離抵抗性を向上させるペーパースラッジ¹⁾（以下、PS という）を添加させたときの、性能を評価した。

2. 使用材料

試料土に用いた砂試料豊浦砂（土粒子の密度 2.64 g/cm³）高炉セメント B 種（3.04 g/cm³）ペーパースラッジ（含水比 81%，土粒子の密度 2.06 g/cm³，pH 7.65）は製紙製造工程で発生する副産物であり、紙にできない短繊維や紙の表面にコーティングされていた填料などを含んだものである¹⁾。

3. 配合設計

ソイルセメントの配合を表 1 に示す。配合設計は試料土 1 m³ に対して、セメント量を 100 kg，PS の混合量を 0，5，10，15 および 20 kg の 5 種類とした。試料土の含水比は 15 % となるよう調整した。

4. 供試体作製方法

ソイルセメントの作成方法は、「安定処理土の締固めをしない供試体作成方法（JGS 0821-2009）」に準じて行った。まず、豊浦砂に水を加水し、含水比 15 % の試料土を作製する。そして、所定の配合になるように、水、PS、セメント、の順で練り混ぜて、最後に試料土

を投入し、電動ミキサーで 10 分間攪拌した。

5. 試験結果

5.1 フロー試験（JIS R 5201）

フロー試験は室内配合試験の流動性試験として用いられており、一般的にフロー値は、130 mm 程度で施工されている²⁾。目標値をカッターチェーン攪拌方式の 150～230 mm³⁾ に設定した。図 1 より、PS の混合によりフロー値が増加していることを明らかにした。つまり、w/c 150 % 以上で、PS 5 kg 程度混合することにより、フロー値が大きくなり、流動性が向上し、基準を満たすことが確認された。

5.2 ベーンせん断試験（JGS 1411）

ソイルセメントの材料分離抵抗性を測定する手段としてベーンせん断試験を用いた。ソイルセメントに材料分離が生じた場合、ソイルセメントの上部と下部のせん断強さに違いが生じると考えられる。そこで、本研究ではソイルセメントの上部および下部のせん断強さを測定し、ソイルセメントの材料分離抵抗性を評価

表 1 ソイルセメントの配合 (1m³)

豊浦砂砂 (kg)	セメント (kg)	水 (kg)	PS (kg)
1800	100	100～190	0～20

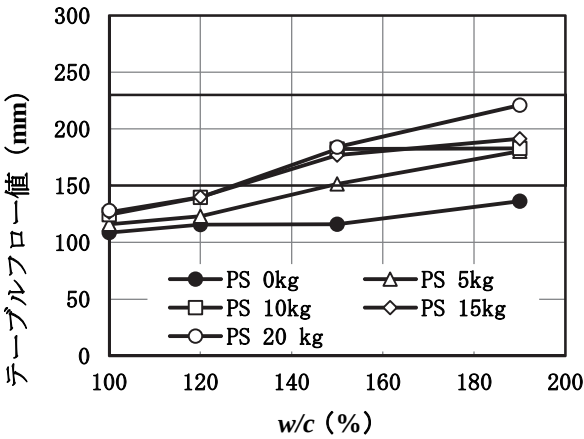


図 1 テーブルフロー値と w/c の関係

した。ベーンせん断試験は直径 50 mm、高さ 120 mm の円柱容器を使用し、測定は、容器上面および底面よりそれぞれ 10 mm の位置で行った。w/c 100, 120, 150, 190%における PS 添加量と最大せん断強さの関係を図 2, 図 3 に示す。供試体上部および下部の最大せん断強さに違いが生じた。ソイルセメントの最大せん断強さは w/c が大きいほど小さく、PS 添加量が多いほど小さいことがわかる。w/c 100, 120%は PS 10 kg 以上入れると上部および下部のベーンせん断強さが小さくなり、w/c 150, 190%は PS 5 kg 以上で上部および下部のベーンせん断強さが小さくなり、材料分離抵抗性が向上したといえる。

5.3 一軸圧縮試験 (JIS A 1216)

作製した供試体の PS 添加量と最大圧縮強さの関係を図 4 に示す。深度 4~10 m 付近での設計一軸圧縮強度は、100 kN/m² の低強度改良から 900 kN/m² の高強度改良である⁴⁾。それを参考に目標値を 500~900 kN/m² とした。w/c 150%と w/c 190%における試料土

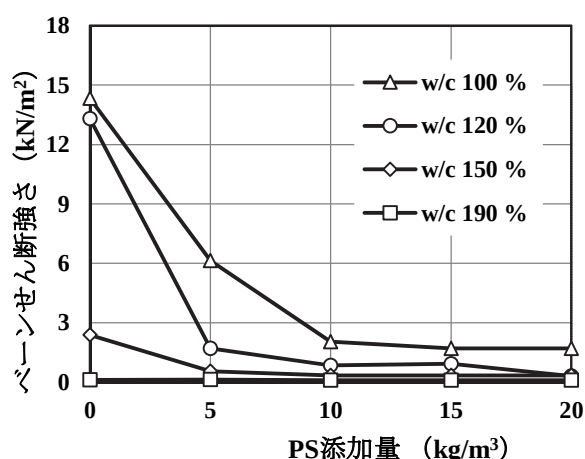


図 2 上部のベーンせん断力と PS 添加量の関係

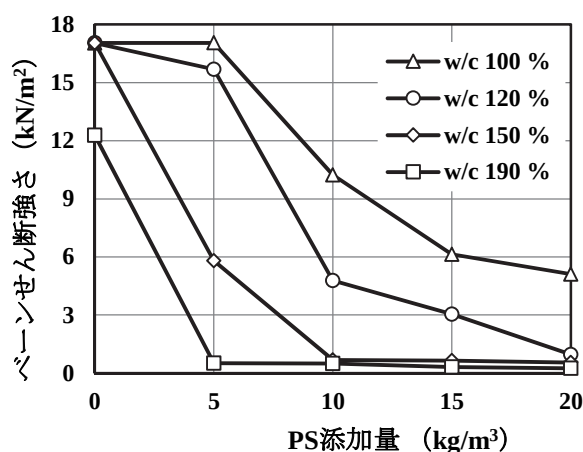


図 3 下部のベーンせん断力と PS 添加量の関係

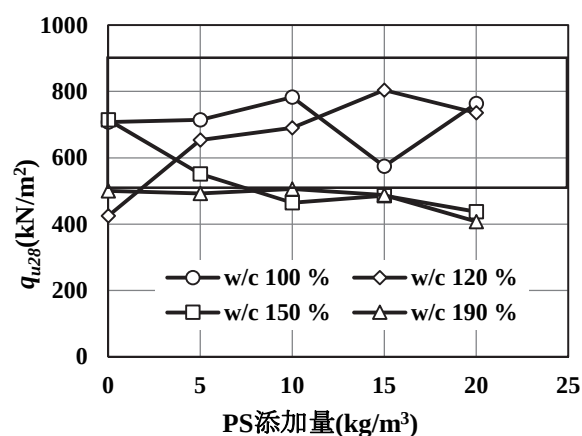


図 4 PS 添加量と最大圧縮強さの関係

1 m³に対して PS 5 から 20 kg がフロー値とベーンせん断試験の基準を満たしていた。しかし、w/c 150%と w/c 190%は PS 添加量を増やすと最大圧縮強さは小さくなっていった。

6. まとめ

w/c 150%, 190%に PS 10 kg 以上添加するとフロー値が大きくなり流動性の向上が確認された。また、上部および下部の最大せん断強さも小さくなり、材料分離抵抗性が向上した。最大圧縮強さの強度も基準を満たしていた。ただし、試料土の種類や性状により、異なる影響を受けることが想像される。今後、様々な土質条件による影響を検証していく必要がある。

末筆ながら、ペーパースラッジを提供して下さった株式会社丸德基業取締役 大谷守氏にお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 阿部孝行, 北辻政文: ペーパースラッジの気泡モルタル用混和材としての利用に関する研究, 農業農村工学会論文集, No.278, pp.47-55, 2012.
- 2) NETIS 新技術情報提供システム HP :
<https://www.netis.mlit.go.jp/netis/pubsearch/details?reqNo=QS-180038%20>
 (2020 年 1 月 15 日閲覧) .
- 3) 地盤工学会: 地盤工学・実務シリーズ 20 地中連続壁工法, p.299, 2004.
- 4) 楠見晴重, 芦田譲, 西田一彦, 河口琢哉, 林徹明: S 波反射法による地盤中のセメント混合改良層の連続的な強度分布の評価法, 土木学会論文, No.666, pp.333-338, 2000.