

ソイルセメントの流動性および材料分離抵抗性に与えるペーパースラッジの効果 The Effect of Paper Sludge on Flowability and Segregation of Soil Cement

○ 阿部 孝行 北辻 政文
Takayuki Abe Masafumi Kitatsuji

1. はじめに

ソイルセメント地中連続壁工法は原位置土を壁材の一部として用いるため、原位置土の性質に品質が大きく左右される。砂質土地盤のソイルセメントでは、礫や砂の分離、沈降により、芯材の建込みやアースオーガの引き抜きが困難になるなどの施工不良を生じる場合がある。このため、砂質土地盤のソイルセメントは施工に必要な流動性を確保しつつ、材料分離を出来る限り小さくする必要がある。

他方、筆者らはこれまでパルプ・紙製造業の産業廃棄物であるペーパースラッジ（以下、PS とする）が含有する微細繊維に着目し、PS を用いた気泡モルタルの材料分離低減効果について検討してきた。そこで、PS が砂質土地盤のソイルセメントの材料分離低減に効果を発揮するのではないかと考え、研究に着手した。

本研究では、PS を用いたソイルセメントの流動性および材料分離抵抗性について、室内実験により検討を行ったので報告する。

2. 実験概要

ソイルセメントの流動性の評価はフロー試験（JIS R 5201）を用いた。ソイルセメントの材料分離抵抗性はベーンせん断試験を用い、供試体の上部および下部のせん断強さの違いにより評価した。ベーンせん断試験はφ44mm×125mm 円柱容器を使用し、容器上面および底面より10mmの位置のせん断強さを、ソイルセメント充填直後、10、20、30分後に測定した（Fig.1）。

実験に用いた使用材料は、セメントは高炉セメント B 種（密度 3.04 g/cm³）、砂試料は硅砂 5 号（D₅₀=0.51mm）、細粒分試料は安中粘土（w_L=94.1%，I_P=65.6%）、混和材はベントナイト（密度 2.60 g/cm³、膨潤力 13 ml/2g）である。PS は 80～100℃の高温蒸気と消石灰により腐敗対策を講じ、土粒子の密度 2.03 g/cm³、含水率 38.7%に調整後、実験に用いた。

ソイルセメントの配合を Table 1 に示す。配合設計は、試料土 1 m³に対して、セメント量を 280kg、ベントナイト量を 10kg とし、PS の配合量を 0, 5, 10, 15kg の 4 種類とした。また、試料土は硅砂 5 号と安中粘土を混合し、粘土分含有率を 0 (C0)、5 (C5)、10 (C10) %とした 3 種類を用いた。

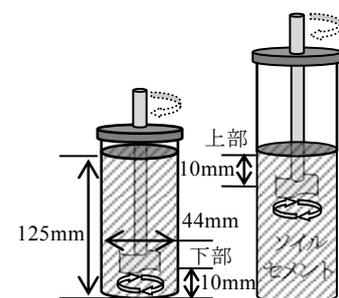


Fig.1 ベーンせん断試験方法
Vane shear test method

Table 1 ソイルセメントの配合
Mix proportion of soil cement

記号	硅砂 (kg)	粘土 (kg)	W/C (%)	セメント (kg)	ベントナイト (kg)	PS (kg)
C0-P0	2099	0	90	280	10	0
C0-P5						5
C0-P10						10
C0-P15						15
C5-P0	1904	100	110	280	10	0
C5-P5						5
C5-P10						10
C5-P15						15
C10-P0	1725	192	140	280	10	0
C10-P5						5
C10-P10						10
C10-P15						15

3. 結果および考察

3.1 フロー試験

粘土分含有率を変化させた際の PS 混合量とフロー値の関係を Fig.2 に、C0 のフロー試験の状況を Fig.3 に示す。Fig.2 より、粘土分含有率の低い C0, C5 では、PS の混合によりフロー値が増加している。ただし、PS 混合量 10kg をピークに PS 混合量 15kg においては、フロー値はわずかに減少する。

また、C10 においては、PS の混合によるフロー値の大きな変化はなく、C0, C5 と同様に PS 混合量 15kg においてフロー値はわずかに減少する。これにより、粘土分含有率 5% 以下において、PS を 5~10kg 程度混合するとフロー値が大きくなり、流動性が向上することが確認された。

モルタルエアメーターを用いて測定した、PS 混合量とソイルセメントの空気量の関係を Fig.4 に、C0 の細孔直径における細孔容積割合を Fig.5 に示す。Fig.4 より、すべてのソイルセメントにおいて、PS 混合量の増加に伴い、空気量が多くなる傾向にある。また、Fig.5 より PS を混合したソイルセメントは直径 0~50 μm の細孔容積割合が増加しているのがわかる。すなわち、PS を混合したソイルセメントのフロー値が増加した要因の一つとして、微小な気泡の混入によるボールベアリング効果が考えられる。

3.2 材料分離抵抗性試験

C5 の PS 混合量を変化させた際の最大せん断強さと経過時間の関係を Fig.6 に示す。PS を混合したソイルセメントの供試体上部および下部の最大せん断強さは C5-P0 と比べて小さく、かつ強度差も小さい。つまり、粘土分含有率が低いソイルセメントに PS を混合することにより、材料分離抵抗性が向上する可能性が示唆された。

4. 終わりに

PS を用いたソイルセメントのフレッシュ性状について、室内試験により検討した。その結果、PS を用いたソイルセメントは流動性および材料分離抵抗性が向上することが確認された。今後は、多様な土質条件による影響について実施工により検証していく予定である。

【参考文献】

1) 阿部孝行, 北辻政文「ペーパーセラッグ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』、第 278 号、pp47-55、2012

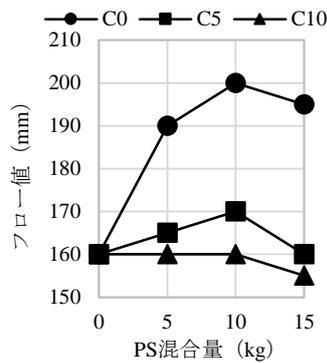


Fig.2 PS 混合量とフロー値の関係
Relationship between the mixed quantity of PS and flow value



Fig.3 フロー試験の状況
(上: C0-P0, 下: C0-P10)
The situation of the flow test
(Up:C0-P0, Down:C0-P10)

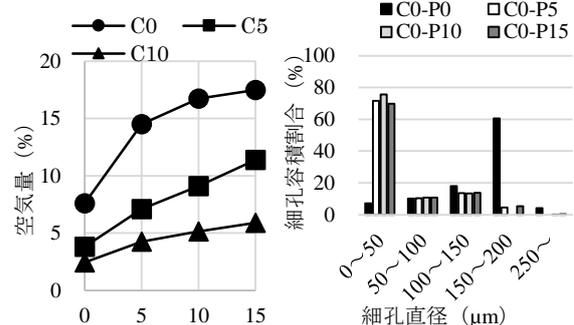


Fig.4 PS 混合量と空気量の関係
Relationship between the mixed quantity of PS and air content

Fig.5 PS 混合量の異なるソイルセメントにおける細孔直径の容積割合 (C0)
The capacity rate of pore diameter in soil cement by the difference in the mixed quantity of PS (C0)

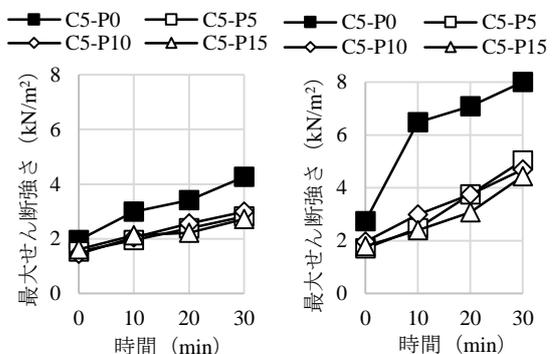


Fig.6 C5 を用いたソイルセメントの最大せん断強さと経過時間の関係 (左: 上部, 右: 下部)
Relationship between the maximum shear stress of the soil cement using C5 and elapsed time