

混合微粒子の自然浸透による火山灰質土の固化可能性の検討

東京都市大学 学○セツ コウケン 学 田代 伶 正 末政 直晃
強化土エンジニアリング(株) 正 佐々木 隆光
佐藤工業(株) 正 永尾 浩一

表 1 シラスと真砂土物理性質

g/cm ³	シラス	真砂土
最大密度	1.1713	1.4745
最小密度	0.8647	1.1966
土粒子密度	2.4612	2.6425

1. 社会背景

シラスや真砂土は火山灰質土であり、非晶質であるため風化によって脆くなる特徴がある。これらは豪雨や地震により、斜面崩壊を呈することが多い¹⁾。本研究ではこのような被害に対して、微粒子を自然浸透させることによって火山灰質土を固結化させることを目標としている。本報告では微粒子固化材によるシラスや真砂土の固化特性を把握する目的で混合法による供試体を作製し、一軸圧縮試験を実施した。さらに、広範囲に微粒子を浸透させる方法として微粒子混合液を地表面から散布する浸透実験を実施し、針貫入試験によって固化深範囲を調査した。なお、自然浸透に着目した要因は通常よく行われる注入法と比較して簡易であり、経済性が高いことによる。

2. 一軸圧縮実験概要

本試験に用いたシラスと真砂土の物理性質を表-1に、混合法による供試体作製条件を表2に示す。水酸化カルシウム(以下Ca(OH)₂)と高炉スラグ微粉末(以下BS)は固化効果の高い微粒子の組み合わせであることが既往の研究²⁾で明らかとなっているため、この配合を選定した。なお、微粒子と土試料の質量比は1:1、水粉体比(以下P/W)は0.06, 0.10, 0.15の3通りとして混合法による供試体を作製した。供試体の作製方法は、市販のプラスチックモールドを用い、混合微粒子とシラスあるいは真砂土を混合し、相対密度D_r=60%になるように密度調整をした。作製した供試体は常温で3,7,14,28,56,84日間の湿潤養生を行い、一軸圧縮試験を実施した。

3. 一軸圧縮実験結果及び考察

シラスと真砂土供試体の一軸圧縮強さと養生日数の関係を図1, 2に示す。まず、全体として、養生日数とP/Wは大きいほど高い一軸圧縮強さとなることが確認された。次に試料の違いに着目すると、シラスの初期強度は真砂土より大きくなることが確認された。また、シラスにおける養生日数28日に着目すると、P/W=0.1の配合ケースはP/W=0.15よりも少

表 2 シラスと真砂土の供試体作成条件

シラス			
水粉体比	Ca(OH) ₂	BS	水
0.06	2.27	2.27	76
0.1	3.72	3.72	74
0.15	5.5	5.5	73
真砂土			
水粉体比	Ca(OH) ₂	BS	水
0.06	2.77	2.77	92
0.1	4.53	4.53	91
0.15	6.7	6.7	89

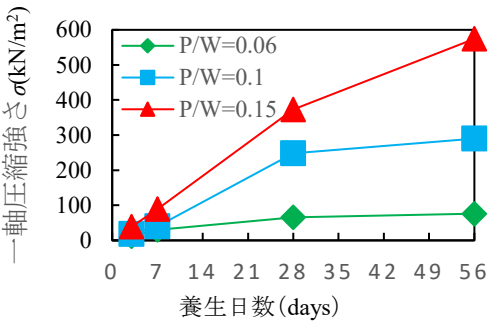


図 1 真砂土一軸圧縮試験結果

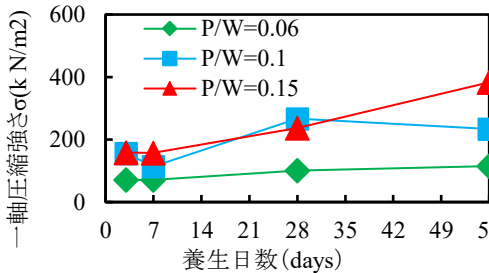


図 2 シラス一軸圧縮試験結果

し高い圧縮応力が確認された。両方シリカの割合は 70%ぐらいが、粒径加積曲線から、シラスの間隙が小さいことから、微粒子混合液と土粒子との混合が不十分であった可能性がある。

4. 自然浸透試験概要

本実験では自然浸透に着目し、図 3 に示されるようなバケツを用いた浸透試験を行った。混合液の配合³⁾は石膏：BS：酸化マグネシウム=1：9：1であり、ケース 1 では $P/W=0.1$ ，水 3470.7g，微粒子 347.07g，珪砂 6 号と体積比が 1:1 なるように微粒子混合液作成し、湿潤状態の珪砂 6 号表面に毎回完全浸透するように注ぐ。このとき、微粒子が水の浸透に伴って自然に土の間隙に入り込み、固化することを期待した。ケース 2 ではケース 1 同じ量の微粒子（347g）を土の表面で平均に撒いて、雨と共に土の間に浸透して固化することを期待した。14 日間、自然状態で放置し、軟岩ペネトロ計を用いた針貫入試験を行い、両方の固化範囲と貫入抵抗値を調べて、一軸圧縮強度に換算した。

5. 自然浸透試験結果及び考察

自然浸透試験結果を写真 5 に示す。逆さに脱型したから、表層が下。ケース 1 の場合には混合液を注ぐ時、微粒子が水とともに土中に浸透することが確認された。ケース 2 の場合では、14 日間室外に放置したが、この間の総降水量が 52.5mm と少なかったため、微粒子が珪砂 6 号の表面ですぐに反応し、固化したため、全量が表面で固結し、自然浸透しなかった。以上の結果より、ケース 1 に対して針貫入試験を実施した。貫入抵抗値より換算した一軸圧縮強度を図 6 に示す。面の一軸圧縮強度分布から、深度 60mm から強度が発現し、上方に行くほど強度が強くなる。

6. まとめ

本試験では $\text{Ca}(\text{OH})_2$ と BS を用いて、 $P/W=0.06, 0.1, 0.15$ の三つの微粒子混合液により、シラスと真砂土供試体の固化強度を計測した。養生日数 3 日と 7 日の際、シラス供試体の強度が発現され、14 日養生以降の真砂土供試体の強度が強いことが確認された。これらの研究から $\text{Ca}(\text{OH})_2$ と BS の配合比を調整して、配合比と強度の関係を解明することが重要であることが明らかになった。一方バケツ浸透試験では、表面に微粒子をそのまま撒く場合、微粒子はすぐに土の間隙水と反応して下に浸透しないことが確認された。混合液を表面に注ぐ自然浸透の場合には、深度 60mm まで浸透することが確認された。針貫入試験より強度は表面に近い方が強いことが確認された。今後、微粒子混合液の濃度を変え、その濃度と浸透距離や強度の関係を解明したい。

<参考文献>

- 1) 江川拓也，山梨高裕，富澤幸一：火山灰質土の液状化特性に関する検討，日本地震工学会論文 第 16 巻，第 1 号（特集号），2016
- 2) 田代 怜，馬上拓也，末政直晃，佐々木隆光，永尾浩一：ジオポリマーを用いた地盤注入工法の開発，第 16 回地盤工学会関東支部発表会，2-4，2019
- 3) 田代 怜，末政直晃，佐々木隆光，永尾浩一：混合微粒子を用いた地盤注入材の検討，第 56 回地盤工学研究発表会，13-3-2-03,2021

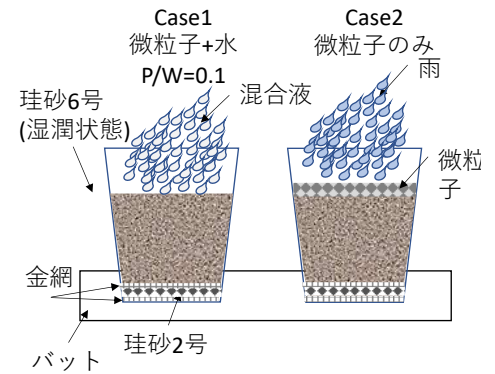


図 3 バケツ浸透試験モデル



写真 4 試験写真



写真 5 バケツ浸透試験結果

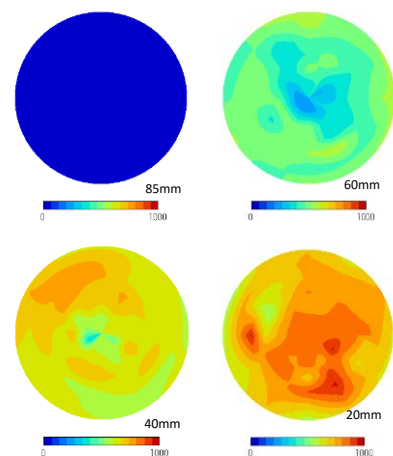


図 6 針貫入試験結果