

細粒分が砂防ソイルセメントの圧縮強度に及ぼす影響

(一財) 砂防・地すべり技術センター ○武田一平, 嶋丈示
政策研究大学院大学 水山高久

1. はじめに

砂防ソイルセメント(転圧タイプ INSEM)において土砂の細粒分量は適応性を判断する指標の一つとして、「砂防ソイルセメント設計・施工便覧」平成 23 年^{1) 2)}(以下便覧)に目安が示されており、細粒分(0.075mm以下)が 10%を超える場合、強度発現が難しいとされている。一方、近年の研究により、強度発現を阻害する大きな要因は細粒分含有量ではなく、有機成分等による水和反応の阻害であることが報告³⁾されている。

本研究では強度発現を阻害する大きな要因は細粒分含有量ではないことを確認する目的で、有機成分を含まない細粒分含有量の異なる土砂を用いて圧縮強度の変化・推移を検証したものである。

2. 試験概要

2.1 試験土砂

用いた土砂は、下記の通りである。

- ①白鳥川購入土砂：細粒分の少ない土砂(写真1)
- ②南薩シラス：細粒分の多い土砂(写真2)
- ③混合土砂：①②試料を重量比 50 : 50 で混合した土砂



写真1 白鳥川購入土砂 写真2 南薩シラス

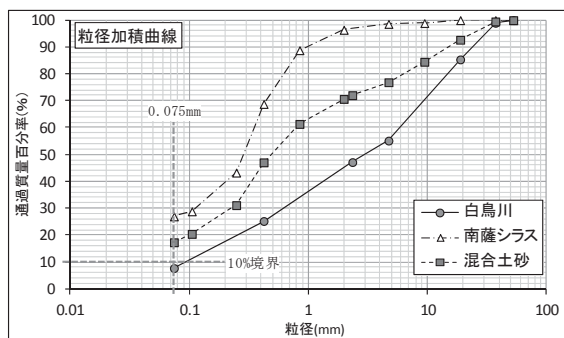


図1 粒径加積曲線

2.2 有機成分の確認

本研究では、細粒分量のみで圧縮強度の影響を調べるため、有機成分の有無を

表1 試験結果

比色対象	みかん色 (6YR6.5/13)
試験結果	濃・同・淡

確認した。有機成分は粘土等の細粒分に多く含まれる事が多い。よって細粒分含有量が多い、南薩シラス①に関しては有機不純物試験(JIS A 1105)を実施し、白鳥川②は強度発現を確認し、水和反応が阻害されていないかを確認した。



写真3 比色状況

有機不純物試験結果を表1

及び写真3に示す。結果、淡色となり、有機成分が含まれていないことが確認できた。白鳥川購入土砂は、強度発現が明確に現われたことから、水和反応を阻害する有機成分等は含まれていないと判断した。

2.3 材料試験

白鳥川購入土砂および南薩シラスの材料試験を実施し、土砂の性状確認を行った。結果を表2に示す。

表2 材料試験結果

	白鳥川購入土砂	南薩シラス
最適含水比 (%)	9.1	25.4
ρ_{max} (g/cm ³)	2.026	1.257
自然含水比 (%)	3.1	20.82
細骨材吸水率 (%)	2.88	-

2.4 配合試験ケース

本研究では、既往の研究成果よりピーク強度含水比を算出し、配合試験を実施した。

配合試験ケースを表3に示す。

表3 配合試験ケース

ケース	重量比		単位セメント量 (kg)	試験含水比 (%)
	白鳥川	シラス		
①-1	100	0	150	12.50
①-2	100	0	200	13.30
②-1	0	100	150	27.75
②-2	0	100	200	28.75
③-1	50	50	150	17.00
③-2	50	50	200	18.00

3. 試験結果及び考察

3.1 圧縮試験結果

圧縮強度は一般的に $\sigma_{7, 28}$ にて試験を行うが、本研究では強度の伸びを確認する目的で、 $\sigma_{1, 3, 7, 28}$ にて試験を実施した。図2及び図3に材齢と圧縮強度の関係、図4に単位セメント量と圧縮強度、図5に細粒

分含有量と圧縮強度の関係を示す。

図2及び図3より、材齢と共に圧縮強度は増加し、明確な水和反応が得られることが確認できた。また、細粒分の多い土砂ほど圧縮強度が低い結果となる。図4より細粒分が多く存在してもセメント量の増加とともに圧縮強度も上昇した。以上より、細粒分の多い土砂であっても強度区分レベルⅢ(3.0N/mm²以上)の結果を示しており、強度発現は見られる事がわかる。図5では、細粒分含有量の増加に従い、圧縮強度が低下することが確認できた。

3.2 考察

細粒分含有量が10%を超える土砂においても、強度発現は見られ、圧縮強度へ影響を及ぼす大きな要因は細粒分含有量ではなく別要因であることが確認された。

砂防ソイルセメントは、コンクリートと同様に、骨材である土砂が密着しセメントペーストが接着材として作用することで強度が得られる。このため、強度は土砂の強度とセメントペーストに依存する。細粒分含有量が多い土砂は、土砂自体の強度が低くなり、同じ土砂であれば細粒分含有量が多いほど強度発現性は低下する。図5の結果からも細粒分含有量が圧縮強度へ影響を及ぼすことについては確認できたが、強度発現は見られることから、細粒分含有量のみで適応性の判断をするのは難しいと考えられる。

また、細粒分含有量が少ない場合およびセメント量が多い場合、初期強度 σ_1 、 σ_3 、 σ_7 は高い伸び率を示す。ただし、初期圧縮強度が低い場合でも、明確な水和反応による硬化が認められる場合⁴⁾、長期的に強度の伸びが期待できることが示唆された。

4. おわりに

本研究では、砂防ソイルセメントに期待されているゼロエミッションの実現に向けて試験を行い、細粒分含有量が多い土砂でも水和反応が阻害されことなく強度発現することが確認できた。ただし、細粒分が多い土砂は、実施工において転圧できない可能性がある。その場合、流動タイプでの使用を検討するなどの留意が必要である。

近年、砂防ソイルセメント工法が多く採用される中、検討の一助となれば幸いである。

参考文献

- 1) 砂防ソイルセメント設計・施工便覧, (一財)砂防・地すべり技術センター, 平成23年10月

- 2) (独)土木研究所/(財)砂防・地すべり技術センター, 砂防ソイルセメントの材料特性に関する調査:粒度分布から圧縮強度を推定する方法, 平成18年8月
- 3) 嶋ら:有機質土砂をINSEM材に活用するための改良手法, 平成25年度砂防学会研究発表会概要集
- 4) 嶋ら:INSEM材の水和反応を保证する最小管理強度の導入, 砂防学会誌, Vol.68 No.2(319)July 2015

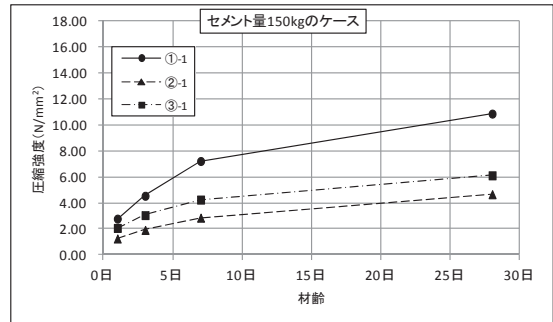


図2 材齢と圧縮強度の関係 (単位セメント量 150kg)

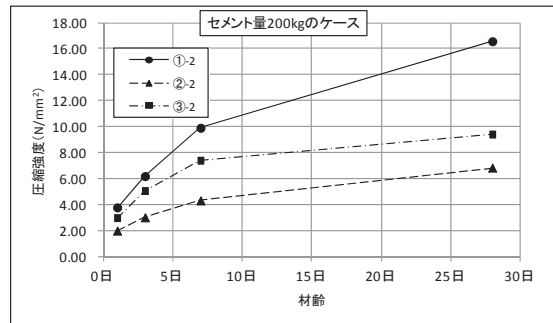


図3 材齢と圧縮強度の関係 (単位セメント量 200kg)

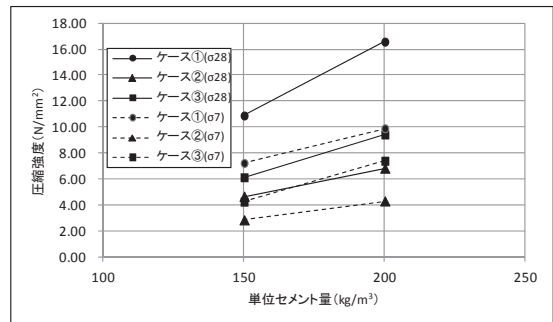


図4 単位セメント量と圧縮強度の関係

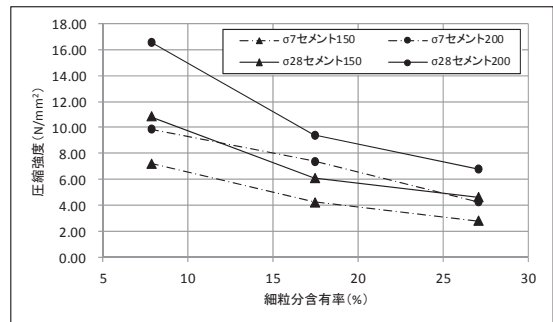


図5 細粒分含有量と圧縮強度の関係