

# スコリアを用いた砂防ソイルセメントにおける 砕石スラッジによる単位体積重量の調整効果

株式会社インボックス ○長野英次 秋山祥克 菅野由人  
株式会社織戸組 織戸周一郎 上田寛紀 脇坂宗孝 山本大介

## 1. 研究の背景

砂防堰堤工事で活用されている砂防ソイルセメントに要求される品質は、主に圧縮強度と単位体積重量<sup>1)</sup>である。

日本に広く分布する火山地域で現地発生土砂を活用する場合には、単位体積重量などのばらつきが多いスコリアや火山灰等の影響によって現地発生土砂の単位体積重量が不足するケースがある。

これらの単位体積重量が不足した現地発生土の対策は、現地周辺に存在する良質な礫質材料や砕石

(RC-40等)などを改良材として混合する以外に方法がないのが現状である。この、良質材を混合する手法を用いた場合、当初の現地発生土砂の活用計画(示方配合)を見直す必要が生じ、時間と費用・手間が追加が必要となる。

一方、砕石スラッジは、様々な場面で活用される砕石の製造過程における洗浄や洗浄水の濾過の工程において、スラッジで構成される残渣として発生する。この砕石スラッジは、通常は、事業地内への埋戻しや産業廃棄物として処分されているのが現状であり、処分費用が大きくなるのが課題である。

砕石スラッジは、殆どが粒径0.075mm以下の微粒子であることから、単位体積重量の軽いスコリアなど、多孔質性の土砂に混合しても、体積にほとんど影響を与えないと思われる。この性状を活かせば、スラッジを単位体積重量の調整材とすることで、現地土砂の活用計画や示方配合にほとんど影響を与えることなく、単位体積重量の調整が可能と考えた。

## 2. 試験の目的と内容

スラッジをスコリア母材のソイルセメントの単位体積重量調整材として活用するために実施した試験の目的と内容は下記のとおりである。

- ①スコリアにスラッジを混合した場合の単位体積重量の変化確認する密度向上確認試験
- ②スラッジの混合による強度発現への影響を確認する強度確認配合試験

今回実施した各種試験は、スコリア採取地周辺でこれまでに実施されているソイルセメントに関する試験結果を参考に計画・実施した。

## 3. 使用材料の性状

今回使用した材料の採取場所と材料特性は以下のとおりである。

スコリア：富士山東麓で採取した新生代第四紀の玄武岩起源の河床堆積物

砕石スラッジ：山梨県南アルプス市駒場にある砕石場の沈殿槽で採取した新第三紀の玄武岩と泥岩起源のスラッジ

表1 使用材料の材料特性

項 目		スラッジ	スコリア
土粒子の密度	$\rho_s$ Mg/m <sup>3</sup>	2.79	2.79
含水比 (スラリー試料)	w <sub>n</sub> %	67.78	—
自然含水比		—	8.8
粒 度	礫 分	%	0.0
	砂 分	%	0.0
	シルト・粘土分	%	100.0
	最大粒径	mm	—
テコンシス	液性限界	w <sub>L</sub> %	35.6
	塑性限界	w <sub>P</sub> %	19.2
	塑性指数	IP	16.4
締 固	最大乾燥密度	$\rho_{dmax}$ Mg/m <sup>3</sup>	1.90
	最適含水比	w <sub>opt</sub> %	13.8
有機不純物試験		無色	—

## 4. 試験結果

### 4.1 密度向上確認試験

密度向上試験の条件は下記のとおりとした。

使用材料の含水比：スコリア、スラッジともに最適含水比で試料調整

締固め条件：ソイルセメント配合試験と同等の締固め方法 (3層締固め)

モールド：φ125mm、H250mmのモールド

スコリアとスラッジの混合割合：表2

表2 混合割合

ケース	スコリアの割合 (%)	スラッジの割合 (%)
1	100	0
2	90	10
3	80	20
4	70	30
5	60	40

※セメント固化剤は混合していない。

密度向上確認試験の結果を図1に示す。

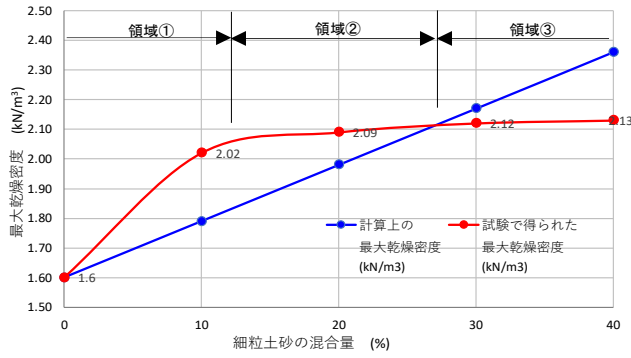


図1 密度向上確認試験結果

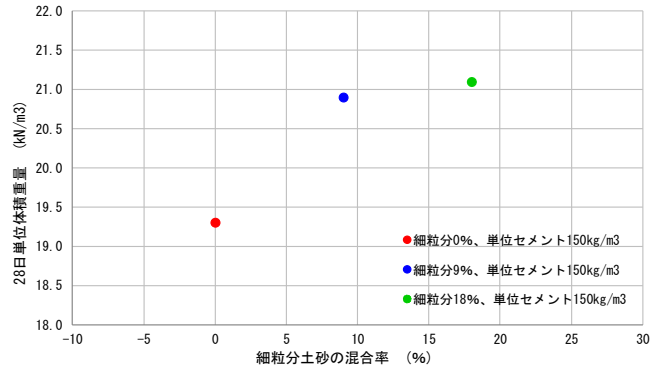


図3 単位体積重量とスラッジ混合量の関係

- ・スラッジ混合量13%程度までは密度向上が急増する領域①であり、混合量が13%を超えると漸増領域②となる。
- ・密度向上の効率的な領域は10~20%である。

#### 4.2 強度確認配合試験

強度確認のための配合試験の条件は下記のとおりとした。

使用材料の含水比：スコリア、スラッジともに最適含水比で試料調整

単位セメント量：150kg/m<sup>3</sup>（スコリア採取地近傍でのセメント量実績）

締固め条件：ソイルセメント配合試験と同等の締固め方法（3層締固め）

モールド：φ125mm、H250mmのモールド

スコリアとスラッジの混合割合：表3

強度確認のための配合試験結果を、表3および図2～図3に示す。

表3 強度確認配合試験結果一覧表

ケース番号	土砂の割合 (1m <sup>3</sup> 当り%)		単位セメント (kg/m <sup>3</sup> )	単位体積重量 (kN/m <sup>3</sup> )		細粒分土砂0%からの重量の伸び率 (%)	圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )		7日強度から28日強度の伸び率
	スコリア	細粒分土砂		材齢7日	材齢28日		材齢7日	材齢28日	
6-1	100	0	150	19.2	19.3	100.0%	4.70	8.67	184.5%
6-2	91	9	150	20.9	20.9	108.3%	9.16	15.2	165.9%
6-3	82	18	150	21.0	21.1	109.3%	6.41	10.4	162.2%

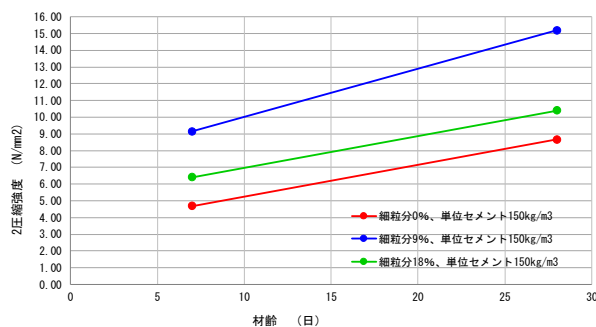


図2 混合割合別圧縮強度

#### 5. 結果のまとめ

スラッジを用いて単位体積重量増加を期待して実施した各種試験の結果を以下にまとめる。

- ・スラッジをスコリアに混合させて単位体積重量を増加させる効果は確認できた。
- ・スラッジの活用による単位体積重量の増加効果は、スコリアの配合試験の示方配合を用いて、単純にスラッジを10%~20%混合させることで単位体積重量の増加が期待できる。
- ・スラッジの混合による強度低下は認められない。逆に、スラッジを混合することによる強度増加が確認にされた。
- ・スラッジを混合しても長期的強度増加は認められ、細粒土のスラッジ混合によるソイルセメントの長期的な品質劣化は認められない。
- ・スラッジを混合しても強度低下が発生しないことから、スラッジを混合させることによる新たな配合試験は実施する必要がないものと判断できる。

#### 6. 今後の展開

今回は、スコリアを母材としたソイルセメントにおいて、スコリア母材のみで決定した示方配合を変更することなく単位体積重量を増加させる手法を確認することができた。このことは、単位体積重量を調整するために多くの費用や時間を必要としたこれまでの手法（良質材量を混合させた配合試験の再実施）に代わる新たな手法（単位体積重量を確認する供試体作成のみでよい）であるといえる。

今後は、単位体積重量の不足する多くの現地発生土砂において、今回と同様の手法ができることを確認し、適用範囲を拡大したい。

#### 【参考文献】

- 1) 一般財団法人 砂防・地すべり技術センター：砂防ソイルセメント施工便覧 平成28年版