

シラスと海砂を対象土とした地盤改良配合試験に関する実験的研究
その1: 練り混ぜ水に海水を用いた地盤改良配合試験

正会員 ○山形 雄太 1* 正会員 菅谷 憲一 1* 正会員 井上 宏一 1*
正会員 関 俊力 1* 正会員 江島 ありさ 1* 正会員 余川 弘至 2**

地盤改良 練り混ぜ水 海水
シラス 海砂 強度発現性

1. はじめに

深層混合処理工法では一般的に練り混ぜ水に水道水が用いられている。海岸沿いの埋め立て地などでは、現地調達可能な水資源である海水の利用も検討することがある。深層混合処理工法により構築された地盤改良体の品質検査に関する研究は、コア採取によるものや地盤改良配合試験によるものなどが行われている。地盤改良配合試験についても、地盤改良対象土（以下、対象土）、対象土の含水比、結合材の種類と添加量、水セメント比、混和材（剤）の種類と添加量、養生方法と温度、圧縮強度発現性¹⁾、CO₂削減効果についての研究報告などがある。

本研究（その1）では、地盤改良の練り混ぜ水に海水を用いた場合に海水が改良体の強度に及ぼす影響について確認することを目的として地盤改良配合試験を行った。

2. 試験方法

配合試験の対象土は、シラスと海砂とした。シラスは鹿児島県霧島市国分の斜面から崩落して自然堆積し、風化したもの（表土）を著者らが採取して用いた。海砂は鹿児島県種子島沖合で採取した後にコンクリート用に粒度調整された細骨材を用いた。シラスおよび海砂の粒度分布を図1に示す。シラスは採取時に9.5mmふるいを通じたものであり、通過分については粒度調整などの処理は行っておらず有機質土なども含む。粒度は均等に分布し、0.1mmより小さい粒を10%程度含んでいる。海砂は標準的なコンクリート用細骨材の粒度分布を示している。結合材は、高炉セメントB種を用いた。練り混ぜ水は水道水と海水（鹿児島県の錦江湾の下井海岸付近で著者らが採取したもの）を用いた。

試験体の配合は、各対象土に対して1m³あたり200kgおよび400kgの添加量となるように結合材を準備した。練り混ぜ水は、試料土の初期含水比が20%かつ水結合材比が60%となるように水道水および海水を準備した。室内配合試験の配合条件を表1に示す。試験体は直径が50mm、高さが100mmの円柱型枠により成形し、材齢3日で脱型し、水温20±3°Cで水中養生した。なお、練り混ぜ水に海水を用いた試験体の養生には海水を用いた。

試験体の一軸圧縮試験は、N数を6~10として材齢1, 4, 13, 26週および52週に一軸圧縮試験（JIS A 1216:2020

に準拠）を実施し、一軸圧縮強さ（以下、強度）を求めた。なお、試験体の作製は3回に分けて行った。試験体の作製回数、作製日および一軸圧縮試験を実施した材齢の関係を表2に示す。本研究では、紙面の都合上、材齢1週（1回目作製）および52週（3回目作製）の強度について整理する。

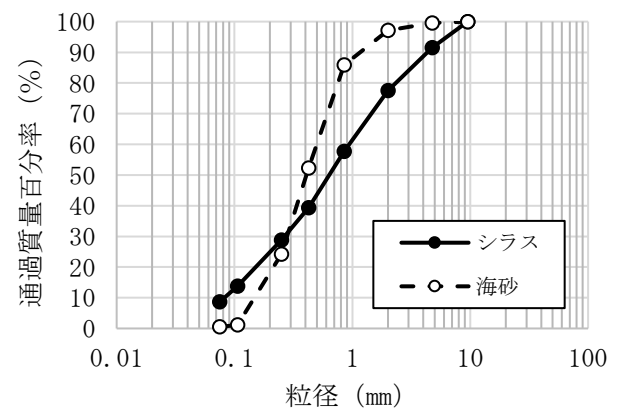


図1 シラスおよび海砂の粒度分布

表1 室内配合試験の配合条件

パラメータ	種類, 条件
対象土	シラス・海砂
練り混ぜ水	水道水・海水
結合材添加量	200kg/m ³ ・400kg/m ³

表2 作製回数（作製日）と試験材齢

作製回数(作製日)	試験材齢
1回目(2021/8/5~11)	1週
2回目(2021/9/23・24)	4週・13週
3回目(2022/1/21・22)	26週・52週

3. 試験結果

一軸圧縮試験結果を図2および表3に示す。材齢1週および52週におけるパラメータ（対象土、練り混ぜ水、結合材添加量（以下、添加量））が強度に与える影響を把握するために、同一材齢での強度比を確認した。

練り混ぜ水の影響（表中①~④）は、シラスの場合、

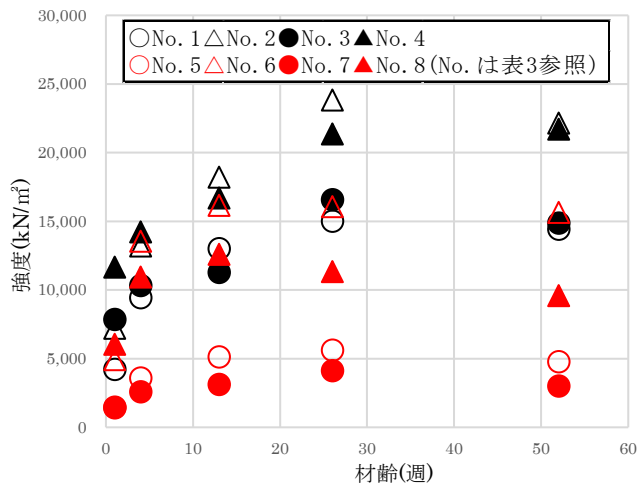


図2 一軸圧縮試験結果

表3 1週および52週における強度および強度比

No.	対象土	添加量 (kg/m ³)	練り混 ぜ水	強度 (kN/m ²)			
				1週	52週		
1	シラス	200	水道水	4,234	14,447		
2		400	水道水	7,221	22,159		
3		200	海水	7,855	14,869		
4		400	海水	11,671	21,707		
5	海砂	200	水道水	1,425	4,785		
6		400	水道水	4,928	15,651		
7		200	海水	1,466	3,022		
8		400	海水	6,033	9,598		
	比較対象 (強度比)	対象土	添加量 (kg/m ³)	練り混 ぜ水	強度比 (%)		
①	練り混ぜ 水 (海水 /水道水)	(No. 3/No. 1)	シラス	200	—	186	103
②		(No. 4/No. 2)	シラス	400	—	162	98
③		(No. 7/No. 5)	海砂	200	—	103	63
④		(No. 8/No. 6)	海砂	400	—	122	61
⑤	添加量 (kg/m ³) (400 /200)	(No. 2/No. 1)	シラス	—	水道水	171	153
⑥		(No. 4/No. 3)	シラス	—	海水	149	146
⑦		(No. 6/No. 5)	海砂	—	水道水	346	327
⑧		(No. 8/No. 7)	海砂	—	海水	411	318
⑨	対象土 (シラス /海砂)	(No. 1/No. 5)	—	200	水道水	297	302
⑩		(No. 2/No. 6)	—	400	水道水	147	142
⑪		(No. 3/No. 7)	—	200	海水	536	492
⑫		(No. 4/No. 8)	—	400	海水	193	226

練り混ぜ水に海水を用いたとき、添加量によらず材齢1週の強度比が大きくなり、材齢52週では、海水と水道水で同程度の強度比となった。一方、海砂の場合、材齢1週では、添加量200 kg/m³で水道水と海水で同程度の強度比となり400 kg/m³では海水の方がわずかに大きくなったが、材齢52週では添加量によらず海水の方が低い強度比となった。

添加量の影響(表中⑤~⑧)は、対象土および練り混ぜ水によらず添加量が増加すると強度比が大きくなった。さらに、材齢1週および52週ともに、練り混ぜ水によらずシラスよりも海砂の方が高い強度比になった。

対象土の影響(表中⑨~⑫)は、材齢1週および52週で、添加量および練り混ぜ水によらず海砂よりもシラスの方が高い強度比となった。これは、初期含水比20%に設定した水分量が要因のひとつであると考えられる。シラスは海砂に比べて0.1 mmより小さな粒子を多く含んでおり、比表面積が多いことから水分の保水性は海砂よりシラスの方が高いと考えられる。一方、海砂では初期含水比を20%に設定すると飽和度が100%を超えることとなり、ブリーディングが生じた可能性が考えられる。

4. まとめ

本研究では、地盤改良の練り混ぜ水に水道水および海水を用いた室内配合試験を実施し、改良体の強度発現性を確認した。その結果を以下に示す。

- ・材齢1週では、練り混ぜ水に海水を用いる方が高い強度となった。特に、対象土がシラスのときにこの傾向が顕著だった。

- ・材齢52週では、練り混ぜ水の影響は小さくなり、海砂のときは、両者の関係は逆転した(海水を用いた方が低い強度になった)。

- ・結合材の添加量の影響は、材齢1週および52週の強度比は、対象土がシラスの場合146~171%になった。一方、対象土が海砂の場合318~411%になった。

- ・対象土の影響は、シラスに対する海砂の強度比で142~536%になった。練り混ぜ水が水道水で結合材が400 kg/m³の場合142~147%と影響は小さく、一方、練り混ぜ水が海水で結合材が200 kg/m³の場合492~536%と影響は大きくなった。

これらのことから、本試験の範囲において練り混ぜ水に海水を使用する場合の影響は少ないと考えられる。なお、海砂では、ブリーディングが生じることで強度に影響を与える可能性があり、ブリーディングを抑制する方法などの検討も望まれる。

5. 謝辞

本研究を進めるにあたりまして材料採取および予備実験実施にご協力いただいた第一工科大学の関係各位に記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 山田ら：セメント系固化材を用いた改良体の材齢と一軸圧縮強さの関係、日本建築学会大会学術講演梗概集(関東)、No.20188, pp.375-376, 2020.

*1 ベターリビング

**2 中部大学

*1 Center for Better Living

**2 Chubu University