

脱水圧力に着目したスラグ石灰混合浚渫土の強度特性

九州大学大学院 学生会員○竹下 知希 九州大学大学院 正会員 笠間 清伸
 九州大学大学院 フェロー 善 功企 九州大学大学院 正会員 春日井 康夫
 九州大学大学院 正会員 陳 光斉 九州大学大学院 正会員 八尋 裕一

1. はじめに

港湾の航路・泊地等の維持浚渫や船舶の大型化による海底増深などに伴う浚渫土砂は、これまで土砂処分場で受け入れてきたが、処分場の容量はほぼ飽和状態にある。我々の研究グループは、固化材としてセメントを加えた浚渫土砂を「高圧脱水固化」することで、コンクリートの圧縮強度に匹敵する材料強度まで高強度化できる技術シーズを得た¹⁾。しかし、近年セメントが海洋環境へ与える悪影響が懸念されており、漁業関係者からセメント使用に対する反対の声も挙がっている。

本文では、セメントの代わりに結合材として高炉スラグ微粉末を、高炉スラグ微粉末の潜在水硬性を引き出すためのアルカリ刺激材として消石灰を用いて、高圧脱水固化したスラグ石灰混合浚渫土を作製し、その強度特性を調べた。さらに、最も効率的な配合の作製条件を検討した。

2. 実験概要

使用材料：供試体を作製するために用いた母材は、博多港で浚渫された土砂(以降、博多港土砂と呼ぶ)である。固化材として、結合材には高炉スラグ微粉末、高炉スラグ微粉末の潜在水硬性を引き出すためのアルカリ刺激材には消石灰を使用した。試料の物理特性および粒径加積曲線をそれぞれ表-1 および図-1 に示す。高炉スラグ微粉末および消石灰は、母材の乾燥重量に対する比率(以降、スラグ混合率および石灰混合率と呼ぶ)で配合し、スラグ混合率は 15%、30%および 45%とし、石灰混合率は 4%、10%および 15%とした。

供試体作製方法：母材と固化材を初期含水比が $1.2w_L\%$ となるように加水調整し、十分攪拌混合させた後、 $\phi 50\text{mm} \times h 250\text{mm}$ のモールドに試料を充填した。その後、定圧載荷試験機によって 5MPa および 10MPa で定圧載荷し、供試体を作製した。排水条件は、上下端周面排水とした。載荷中には、沈下量および脱水時間を測定した。圧密終了は 3t 法で決定し、そのときを圧密度 100%とした。圧密終了後、モールドから脱型した供試体を 28 日間恒温湿潤状態で養生し、一軸圧縮試験(JIS A 1216)により一軸圧縮強度を測定した。実験条件を表-2 に示す。

3. 実験結果と考察

脱水圧力と脱水終了時間の関係を図-2 に示す。図の凡例は母材に配合したスラグ混合率と石灰混合率を示している。脱水圧力の増加に伴い、脱水終了時間が短縮することが分かった。また、同じ石灰混合率で配合を行ったとき、スラグ混合率が大きいほど脱水終了時間も短縮することが分かった。すべての配合条件の中で、最も短い脱水終了時間は 10 分であり、そのときの配合条件は、スラグ混合率 30%、石灰混合率 15%お

表-1 試料の物理特性

	密度 (g/cm^3)	自然含水比 (%)	液性限界 (%)	塑性指数
博多港土砂	2.686	68.36	68.13	32.5
高炉スラグ微粉末	2.91	-	-	-
消石灰	2.2	-	-	-

表-2 実験条件

母材	博多港土砂
結合材	高炉スラグ微粉末
アルカリ刺激材	消石灰
初期含水比	$1.2w_L$
スラグ混合率	15% 30% 45%
石灰混合率	4% 10% 15%
脱水圧力	5MPa 10MPa
脱水条件	上下端周面排水
養生日数	28日間
養生条件	温度 20°C 湿度 $\geq 90\%$

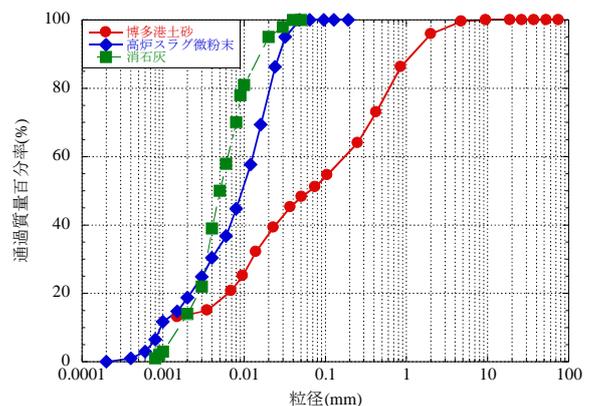


図-1 粒径加積曲線

よび脱水圧力 10MPa である。

脱水圧力と一軸圧縮強さの関係を図-3 に示す。図の凡例は母材に配合したスラグ混合率と石灰混合率を示している。脱水圧力を増加しても一軸圧縮強さの増加には至らなかった。また、脱水圧力 5MPa の場合の方が脱水圧力 10MPa の場合に対して一軸圧縮強さのばらつきが小さいことが分かった。これは脱水圧力の増加により強度発現に必要な量以上の水を脱水したことが原因であると考えられる。よって脱水圧力は 5MPa の方が望ましいと考えられる。すべての配合条件の中で、最も大きい一軸圧縮強さは 23MPa であり、その時の配合条件は、スラグ混合率 45%、石灰混合率 10%および脱水圧力 10MPa である。

脱水圧力 5MPa のときのスラグ石灰混合浚渫土の水スラグ石灰重量比と一軸圧縮強さの関係を図-4 に示す。水スラグ石灰重量比は、養生後の供試体内の水の重量と高炉スラグ微粉末と消石灰の重量の和の比として定義した。図の凡例は母材に配合したスラグ混合率と石灰混合率を示している。スラグ混合率および石灰混合率によらず、水スラグ石灰重量比の減少により一軸圧縮強さが急激に増加することが分かった。また、スラグ混合率の増加により水スラグ石灰重量比が小さくなることが分かった。これより、スラグ石灰混合浚渫土の一軸圧縮強さを増加させるには、水スラグ石灰重量比を小さくすることが重要であることが分かった。

4. まとめ

- 1) 脱水圧力の増加に伴い、脱水終了時間が短縮することが分かった。また、同じ石灰混合率で配合を行ったとき、スラグ混合率が大きいほど脱水終了時間も短縮することが分かった。さらに、最も短い脱水終了時間は 10 分であり、そのときの配合条件は、スラグ混合率 30%、石灰混合率 15%および脱水圧力 10MPa である。
- 2) 過剰脱水により強度発現にばらつきが起こる。
- 3) 最も大きい一軸圧縮強さは 23MPa であり、その時の配合条件は、スラグ混合率 45%、石灰混合率 10%および脱水圧力 10MPa である。
- 4) スラグ石灰混合浚渫土の一軸圧縮強さを増加させるには、水スラグ石灰重量比を小さくすることが重要である。
- 5) スラグ混合率を増加すると、水スラグ石灰重量比が減少する。

【参考文献】1)笠間清伸ら：高圧脱水固化処理による汚染粘土の強度増加と有害物質の溶出低減効果，土木学会論文集 C, Vol.63 No.2, pp.544-552, 2007.6.

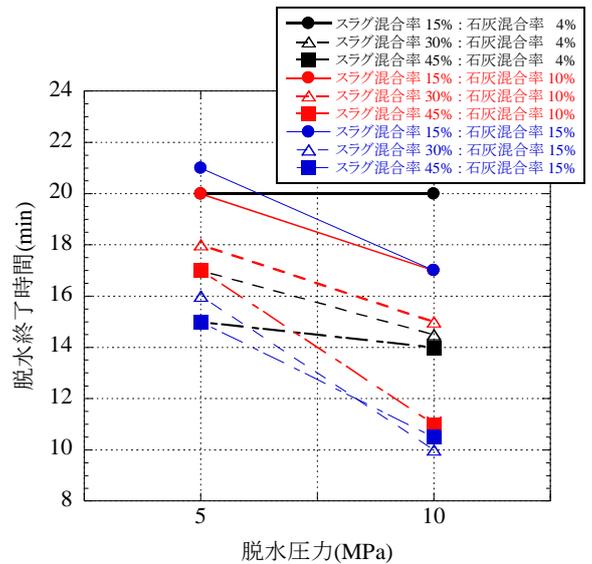


図-2 脱水圧力と脱水終了時間の関係

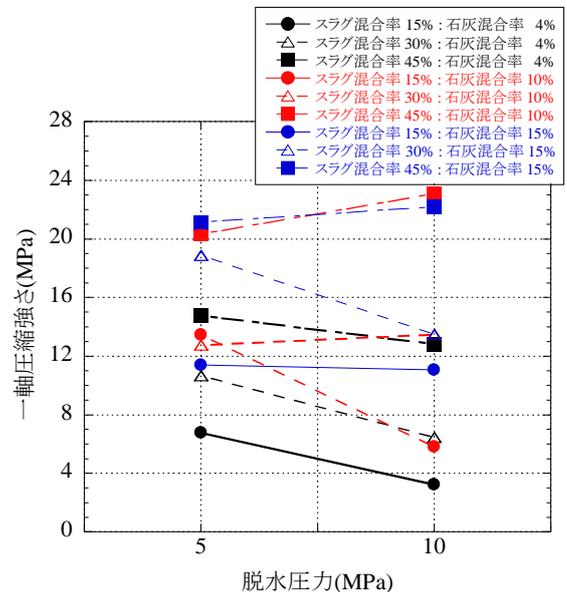


図-3 脱水圧力と一軸圧縮強さの関係

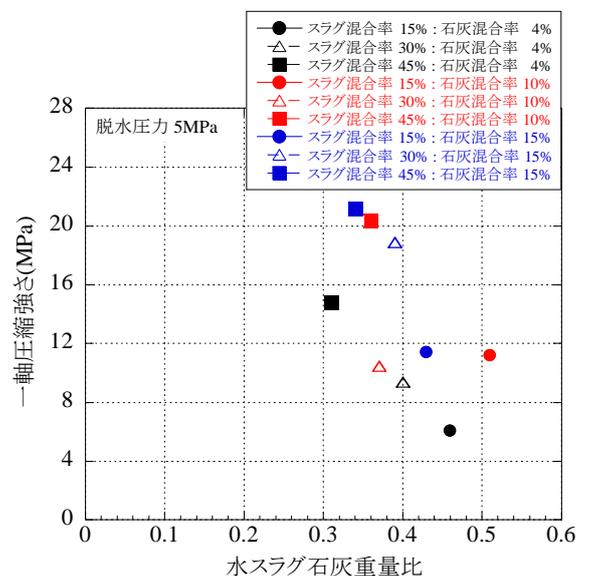


図-4 水スラグ石灰重量比と一軸圧縮強さの関係