

高圧脱水処理したスラグ混合浚渫土の配合強度

九州大学工学部 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 正会員 春日井 康夫 九州大学大学院 フェロー 善 功企
九州大学大学院 正会員 陳 光斉

1. はじめに

港湾の整備や維持に伴う浚渫土砂は、新たな付加価値をつけ、リサイクルすることが求められている。我々の研究グループでは、これまでに「固化処理と高圧機械脱水を併用する高圧脱水固化」という新たな材料再生技術を開発し、重金属・環境ホルモンなどの有害物質を「吸着固化」し、浚渫土砂を「コンクリートの圧縮強度」に匹敵する強度まで高強度化できる技術シーズを得た。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、これまでのセメントによる固化体作製技術を応用し、セメントの代わりに高炉スラグ微粉末および製鋼スラグを用いて固化体を作製し、その基礎的な強度特性を調べた。さらに、実験結果に基づき作製する固化体の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製鋼スラグを使用した。試料の物理特性を表-1 に示す。高炉スラグ微粉末と製鋼スラグは、母材の乾燥重量に対する比率(以降、スラグ混合率と呼ぶ)で、10%, 20%, 30%, 50%, 60%および 70%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、φ50mm×h250mm のモールドに試料を充填した。その後、定圧载荷試験機によって 5MPa, 10MPa, 15MPa および 20MPa で定圧载荷し、供試体を作製した。排水条件は、上下端周面排水とした。载荷中には、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)により一軸圧縮強さを測定した。実験条件を表-2 に示す。

3. 実験結果および考察

初期含水比 1.2w_L, 载荷圧 5MPa, 10MPa, 15MPa および 20MPa, 高炉スラグ微粉末と製鋼スラグの比(以降、スラグ配合比と呼ぶ)を 9:1 で配合を行ったときのスラグ混合率と圧密終了時間の関係を図-1 に示す。スラグ混合率 10%~30%ではばらついていますが、スラグ混合率の増加にしたがい、圧密時間は短縮された。また、载荷圧が 20MPa のとき最も圧密時間が短縮され、载荷圧を減少させるほど圧密時間が延びた。これより、浚渫土固化体の圧密時間にはスラグ混合率および载荷圧が関係することが分かる。

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	2.88	-	-	-
製鋼スラグ	2.88	9.19	-	-

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	製鋼スラグ
初期含水比	1.2w _L
スラグ混合率(%)	10, 20, 30, 50, 60, 70
载荷圧(MPa)	5, 10, 15, 20
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℃ 湿度≧90%

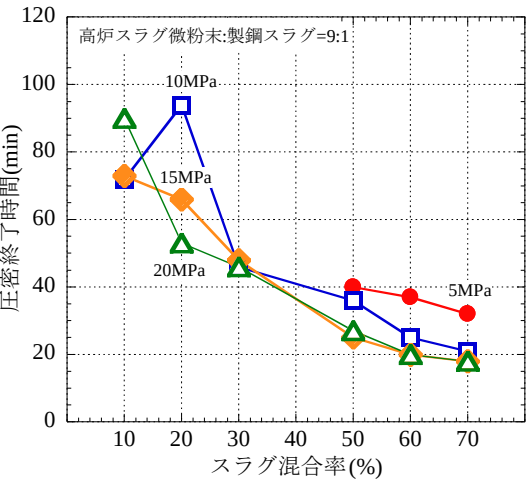


図-1 スラグ混合率と圧密終了時間の関係

キーワード 一軸圧縮強度 スラグ 粘性土

連絡先 〒819-0395 福岡市西区元岡 744 番地ウエスト 2 号館 1110 号室 TEL 092-802-3383

初期含水比 $1.2w_L$ 、荷重圧 10MPa のときのスラグ混合率と一軸圧縮強さの関係を図-2 に示す。スラグ混合率 10%~50%まではスラグ混合率を増加するほど一軸圧縮強さが増加した。スラグ混合率 50%以上になると一軸圧縮強さは 1.6MPa に収束した。これより、浚渫土固化体の一軸圧縮強さにはスラグ混合率が関係することが分かる。また、高炉スラグ微粉末の配合比を大きくすると一軸圧縮強さが増加した。

初期含水比 $1.2w_L$ 、スラグ混合率 10%, 20%, 30%, 50%, 60% および 70% のときの荷重圧と一軸圧縮強さの関係を図-3 に示す。スラグ混合率 10%~30%では荷重圧の増加による一軸圧縮強さの増加はなかったが、スラグ混合率 50%~70%では 5MPa から 20MPa まで荷重圧を増加するほど一軸圧縮強さが増加した。これより浚渫土固化体の一軸圧縮強さには荷重圧が関係することが分かる。

初期含水比 $1.2w_L$ 、荷重圧 10MPa、スラグ混合率 10%, 20%, 30%, 50%, 60% および 70% のときの水スラグ重量比と一軸圧縮強さの関係を図-4 に示す。水スラグ重量比は、養生後の供試体内の水の重量と高炉スラグ微粉末と製鋼スラグの重量の和の比として定義した。図の凡例はスラグ混合率/スラグ配合比を表す。スラグ混合率 50%はスラグ混合率 30%と比較すると水スラグ重量比はおよそ 1/10 になるが、一軸圧縮強さはおよそ 0.6MPa からおよそ 1.6MPa まで増加した。これより、浚渫土固化体の一軸圧縮強さを増加させるには、水スラグ重量比を減少させることが重要だということが分かる。

4. 結論

本文では、固化材にスラグを用いた浚渫土固化体のスラグ混合率とスラグ配合比に着目し、圧密終了時間および一軸圧縮強度の特性を考察した。得られた結論を以下に示す。

- 1) スラグ混合率 70%, 荷重圧 20MPa のとき、最も圧密終了時間が短縮された。
- 2) 荷重圧 10MPa で、スラグ混合率が 10%~70%のうち、50%までは一軸圧縮強さが増加したが、50%以上では 1.6MPa に収束した。また、スラグ配合比 9:1 のとき最も一軸圧縮強さが大きかった。
- 3) 荷重圧 10MPa で、水スラグ重量比がおよそ 0.09 のとき、最も一軸圧縮強さが増加した。スラグ混合率 50%以上では、スラグ混合率 30%と比較して、水スラグ重量比が 1/10 であるが、一軸圧縮強さはおよそ 1.6MPa で、スラグ混合率 30%の一軸圧縮強さより大きかった。スラグ配合比において、高炉スラグ微粉末の割合を増加すると水スラグ重量比が減少した。

【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. 2)松永久宏ら：鉄鋼スラグを利用した海洋ブロック，土木工学会誌, Vol.89, No.12, pp.65, 2004

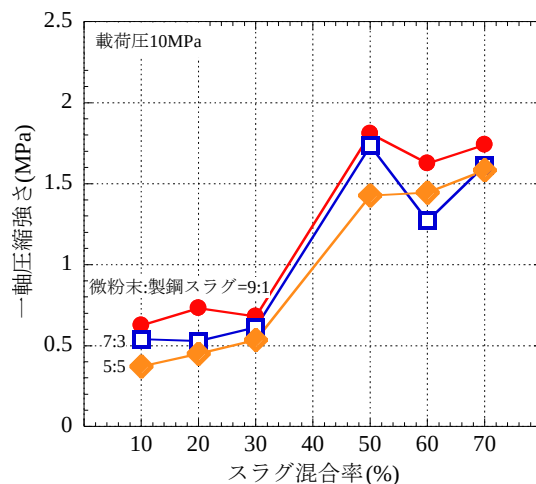


図-2 スラグ混合率と一軸圧縮強さの関係

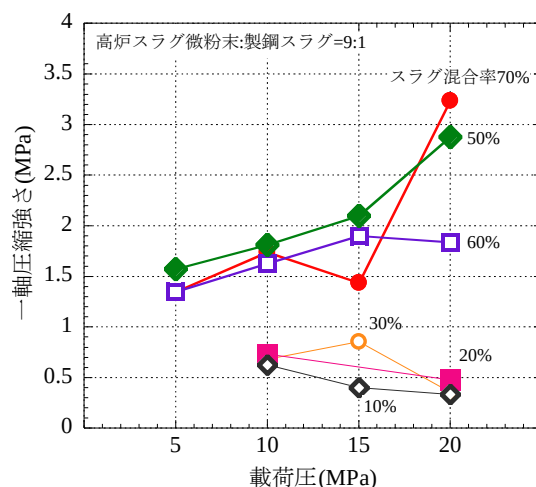


図-3 荷重圧と一軸圧縮強さの関係

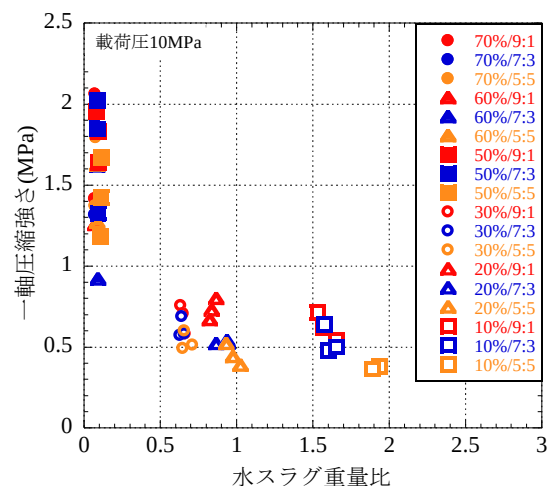


図-4 水スラグ重量比と一軸圧縮強さの関係