

母材が異なるCSGの強度特性について

ハザマ土木本部 正会員 ○大矢 通弘
 ハザマ土木本部 正会員 天明 敏行
 ハザマ土木本部 正会員 高橋 博
 ハザマ技術研究所 正会員 村上 祐治

1. はじめに

CSG (Cemented Sand and Gravel) 工法は、現地発生材にセメントと水を添加混合して製造し、ダンプトラックで運搬、ブルドーザーで敷均し、振動ローラで転圧することにより構造物を築造するものである。その特徴は、骨材プラントなどの大規模な設備が不要でありコスト低減が可能、現地発生材を有効利用できるため省資源化が図られ環境保全に寄与する、施工方法は RCD 工法とほぼ同じであり急速施工が可能、フィル材料とコンクリートの中間的な領域をカバーして幅広い要求品質に対応できる、などであり、最近ダム現場を中心にその適用例が増加している。CSG 工法の適用においては、母材の違いに基づく強度特性の差異の把握が重要である。本文は、性質の異なる数種類の材料を用いて室内配合試験を行い、CSG の強度特性について考察したものである。

2. 試験概要

表 - 1 に使用材料を示す。A はダム堤体掘削ずり、B は骨材製造時の発生材、C は河床砂礫をそれぞれ母材とする CSG であり、D は比較目的の RCD 用コンクリートである。

表 - 1 使用材料

	種別	母材			粗骨材		細骨材			細骨材率 (%)	セメントの種類	単位セメント量 (kg/m ³)
			洗浄	分級	最大骨材 (mm)	吸水率 (%)	吸水率 (%)	洗い試験 (%)	微粒分 (%)			
A	CSG	ダム堤体掘削ずり (表土を含む)	×	×	150	0.5	11.2	19.0	25.5	27.0	高炉B種	60 ~ 140
B		骨材製造時の発生材 (購入材)	×		80	3.1 ~ 7.3	3.0	19.1	17.7	32.5	フライアッシュ混合中庸熱	40 ~ 120
C		河床砂礫	×	×	150	0.7	2.2	-	10.7	26.5	普通	100 ~ 140
D	RCD用コンクリート	ダム原石山産出のコンクリート用骨材	○	○	150	0.2 ~ 0.6	1.5	4.6	8.0	29.0	フライアッシュ混合中庸熱	80 ~ 120

* 微粒分は粒径0.015mm以下を示す。

* 網掛け部はJISA5005、土木学会コンクリート標準示方書の規格値、標準値を超えるものを示す。

B の母材は、骨材製造過程の未洗浄段階で最初にふるい分けされる粗骨材 (80-40mm と 40-0mm の 2 種類) と、洗浄段階に産出し本来は廃棄物として処理されるダスト分 (5-0mm) から成る。材料のばらつきも含め、各母材をコンクリート用骨材として総合評価した場合、A の品質が最も低く、B、C、D の順にその品質は良くなるといえる。

試験は RCD 用コンクリートのコンシステンシー試験 (JSCE-F507) および圧縮強度試験 (JIS-A1108) の方法に準じて行った。試料は全粒径で練り混ぜ後、40mm でウェットスクリーニングしたものを用いた。直径15cm 高さ30cm の供試体を水中養生し、所要材齢後に圧縮強度試験を行った。

3. 試験結果

(1) セメント水比と圧縮強度

図 - 1 にセメント水比と 28 日強度との関係を示す。全体的に右肩上がりの傾向が認められ、セメント水比が大きくなる程、圧縮強度が増加することが分かる。この傾向は、通常のコンクリート材料や地盤改良材料と同様のものである。ただし、発現強度のレベルとそれに対応する水セメント比の範囲や強度増分の傾き等

キーワード：CSG、圧縮強度、セメント水比、締固め率、単位水量
 連絡先：〒107-8658 東京都港区北青山 2-5-8、ハザマ土木本部ダム統括部、Tel.03-3405-1153、Fax.03-3405-1854

には材料による相違が見られる。また、河床砂礫を用いた材料 C の強度レベルは、RCD 用コンクリートである材料 D の強度レベルを上回っている。

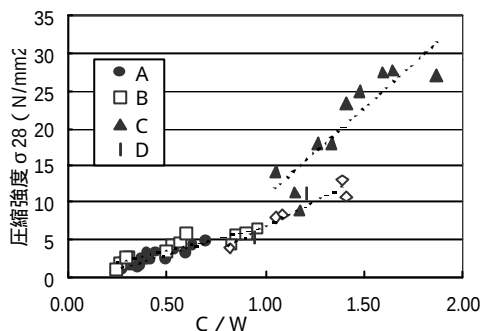


図 - 1 セメント水比と圧縮強度 (A、B、C、D)

図 - 1 の関係をさらに詳細に見たのが、図 - 2 と図 - 3 である。図 - 2

は材料 A、B の、図 - 3 は材料 C、D の、セメント水比と圧縮強度との関係をそれぞれ示す。図より、いずれの材料もセメント水比と圧縮強度とは正の線形関係にあること、その中でも材料 D が最も相関の高い線形関係にあること、7 日強度よりは 28 日強度の方がいくぶん強度増加の傾きが大きいことなどが分かる。

(2) 単位水量と圧縮強度

図 - 4 に単位水量と 28 日強度との関係を示す。全体的に単位水量と圧縮強度は反比例の関係にある。単位水量の範囲は主に練り上がり時のコンシステンシーから規定されるが、図より最適な単位水量の範囲は材料により明らかに異なることが分かる。また、材料 A では単位水量の差による強度の差はほとんどないのに対し、材料 C では単位水量の差に基づく強度差が大きいことが分かる。これは、材料 C では単位セメント量の違いによる強度への影響が、そのまま顕著に現れているためと考えられる。材料 B は両者の中間的な傾向を示している。

(3) 締固め率と圧縮強度

図 - 5 に単位水量と締固め率の関係を示す。締固め率は VC 試験後の実測密度を示方配合から求まる理論密度で除した値である。単位水量が大きいほど締固め率は大きく、よく締まる傾向が見られる。ただし、土質材料に見られるピーク値の存在はこの図からは認められない。図 - 6 に締固め率と圧縮強度の関係を示す。通常は締固め率が大きく空隙が小さいほど強度が大きくなると考えられるが、材料 A、B では明確な関係は見られない。また材料 C では逆の傾向が見られる。これは、図 - 4、5 の関係の影響であり、当該範囲においては単位水量の増加による強度低下の影響がより強く出ているためと考えられる。

4 . まとめ

以上より、CSG の強度特性として、セメント水比と圧縮強度は正の線形関係にある、強度レベルは材料により種々異なる、最適な単位水量の範囲は材料により種々異なる、締固め率と圧縮強度には直接の相関は認められない、ことなどが明らかになった。

現地発生材を洗浄分級せずにそのまま利用する CSG 工法は、経済性や資源の有効利用の点で優れている。材料面、用途面を含め、今後とも幅広い展開を図っていきたい。

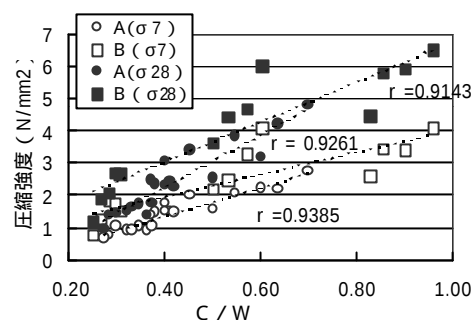


図 - 2 セメント水と圧縮強度 (A、B)

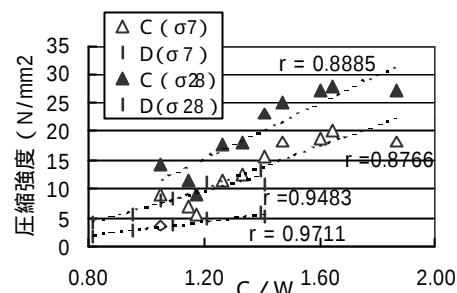


図 - 3 セメント水比と圧縮強度 (C、D)

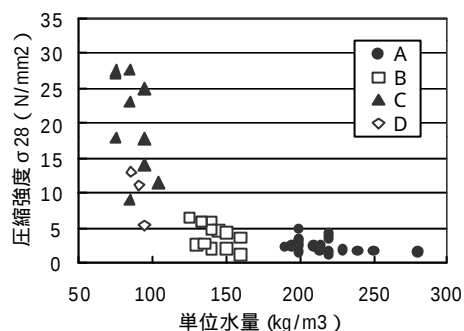


図 - 4 単位水量と圧縮強度

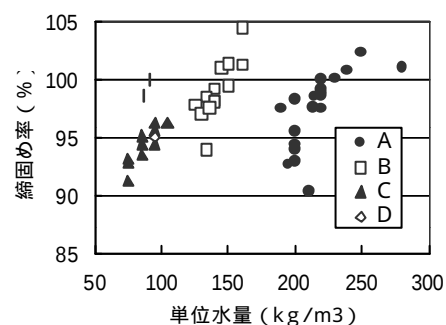


図 - 5 単位水量と締固め率

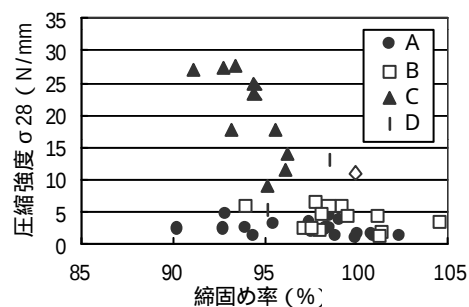


図 - 6 締固め率と圧縮強度