

河床砂礫を用いたCSGの配合検討

佐藤工業(株) 正会員 ○宇野洋志城

佐藤工業(株) 市野 大輔

佐藤工業(株) 鶴本 彰次

1. はじめに

CSG（Cemented Sand and Gravel）工法とは、河床砂礫などの岩石質の母材（ダムコンクリートの原石に相当）を基本的に分級等の調整を行わず水とセメントを加えて混合し、敷き均し転圧する工法である。1992年に初めて当時の建設省発注長島ダム建設工事の上流仮締切り工に採用されて以来、施工の実績が積み重ねられてきた。この工法は、公共事業全般において要求されている「建設コストの縮減」・「環境負荷の軽減」・「急速施工の実現」等の課題に対しても有利であり、従来の直角三角形断面のダムとは異なる設計理論に基づいた「台形ダム」と組合せた新しい「台形CSGダム」として注目されている。

本報告は、河床砂礫を母材としたCSGの室内配合試験をもとに、主に強度試験結果について考察するものである。

2. 材料物性

今回の試験に用いた材料は、母材である現地発生材（河床砂礫）から最大寸法 80mm

以上の礫を排除したCSG材（ダムコンクリートの骨材に相当）と普通ポルトランドセメントおよび水道水である。

なお、配合選定試験には現地発生材の粒度分布のばらつきを考慮して、最も粒度が粗い場合と細かい場合を想定した2水準のCSG材（粗粒度と細粒度）を準備した。材料物性値を表-1に、粒径加積曲線を図-1に示す。

3. 室内配合試験

3.1 配合因子

室内配合試験の配合因子はCSG材の粒度と単位セメント量および単位水量とし、因子と水準を表-2に示す。

3.2 試験項目

試験項目は材齢 28 日における圧縮強度（以下、ピーク強度と称す）およびCSG強度（弾性領域における最大圧縮強度）と静弾性係数とし、その試験方法を表-3に示す。

3.3 試験手順

各配合における試験順は以下のとおりとした。CSG混合には傾胴式試験ミキサ（容量 150L）を用い、1 バッチあたりの混合量は 80L とした。混合時間は3分間とし、排出後のCSGは 40mm ふ

表-1 粒度別の材料物性値

粒径区分 (mm)	質量百分率 (%)		表乾密度 (g/cm ³)		吸水率 (%)	
	粗粒度	細粒度	粗粒度	細粒度	粗粒度	細粒度
37.5～	32.9	17.7	2.64	2.64	1.61	1.61
19～37.5	14.5	11.1	2.66	2.66	1.60	1.60
4.75～19	15.1	16.8	2.61	2.61	2.21	2.21
～4.75	37.5	54.4	2.50	2.51	4.28	4.23

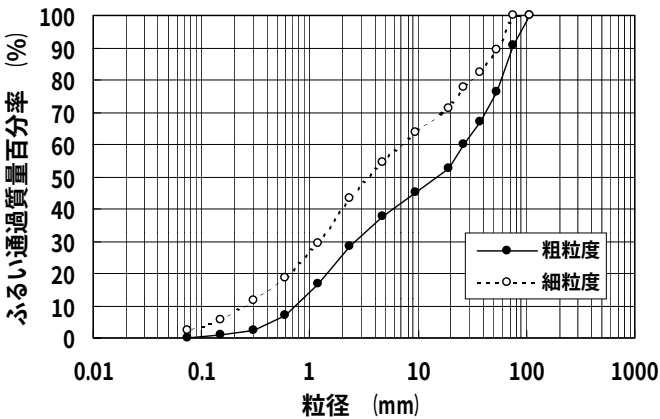


図-1 粒径加積曲線

表-2 因子と水準

因子	水準
CSG材粒度	粗粒度, 細粒度
単位セメント量 (kg/m ³)	60, 80
単位水量 (kg/m ³)	100, 120, 140, 160, 180

表-3 試験項目

試験項目	試験方法
圧縮強度 (ピーク強度)	JIS A 1108に準拠
CSG強度	台形CSGダム技術資料 ²⁾ の試験方法に準拠
静弾性係数	台形CSGダム技術資料 ²⁾ の試験方法に準拠

キーワード CSG, 河床砂礫, CSG強度, 粒度, ダム
連絡先 〒243-0211 神奈川県厚木市三田 47-3 TEL 046-241-2171

るいによるウェットスクリーニングを行ったものを供試体用の試料とした。供試体の作成にはφ150mm×300mmのモールドを使用し、試料を3層に分けて詰め、各層あたり15回突き棒で突いた後に振動タンパを用いて30秒間の締固めを実施した。養生は20℃封緘養生とした。

4. 試験結果および考察

単位セメント量 80kg/m^3 のケースについて単位水量とCSG強度との関係、CSG強度とピーク強度との比および応力-ひずみ曲線の例を図-2～図-4に示す。

コンクリートは一般に水セメント比が小さくなるほど強度は増加するが、今回のCSGは単位セメント量 80kg/m^3 のケースでは粗粒度の場合に限り単位水量が 100kg/m^3 の方が 120kg/m^3 よりも強度が小さくなった。これは、CSG材の粒度分布が今回の粗粒度領域の場合、単位水量が 100kg/m^3 程度に減少するとペースト量が不足してパサついた状態となり、締固め効果が十分得られず強度が低下するためと考えられた。

一方、単位水量が多くなると強度が低下するだけでなく、締固め時の余剰水も多く発生し、施工性に問題を及ぼすことが想定された。

また、CSG強度とピーク強度との間には強い正の相関が認められ、ピーク強度の領域に関係なくその比はすべて0.7～0.9の値を示し、平均すると0.85（相関係数 $R=0.99$ ）となった。これより、今回の配合条件であれば、ピーク強度からCSG強度を算定することが可能であると考えられる。なお、単位セメント量 60kg/m^3 のケースでは強度の絶対値は小さくなったが、単位水量がある水準より減少すると生じる強度低下やCSG強度とピーク強度との比に関しては 80kg/m^3 と同様の傾向が認められた。

以上の結果より、CSG材の粒度や単位水量の変動が強度や施工性に及ぼす影響を考慮した結果、施工時におけるCSG強度管理範囲を設定することができた（図-2に示すひし形状の網掛け部分）^{1) 2)}。

5. おわりに

CSG工法の実施工へ向けて行った実機ミキサでの検討は別の機会に報告する予定である。

参考文献

- 1) 高橋ら：サンルダムにおける台形CSGダムの適用とCSGの性状，ダム技術，NO. 210，pp.75-88，2004.3.
- 2) 台形CSGダム技術資料作成委員会：台形CSGダム技術資料，2003.11.

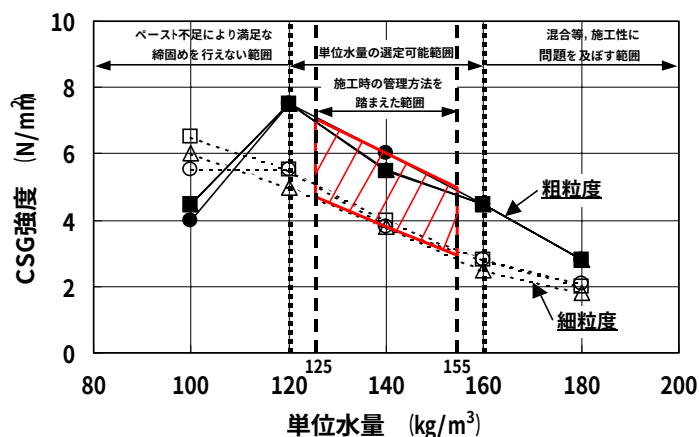


図-2 単位水量とCSG強度との関係 ($C=80\text{kg/m}^3$)

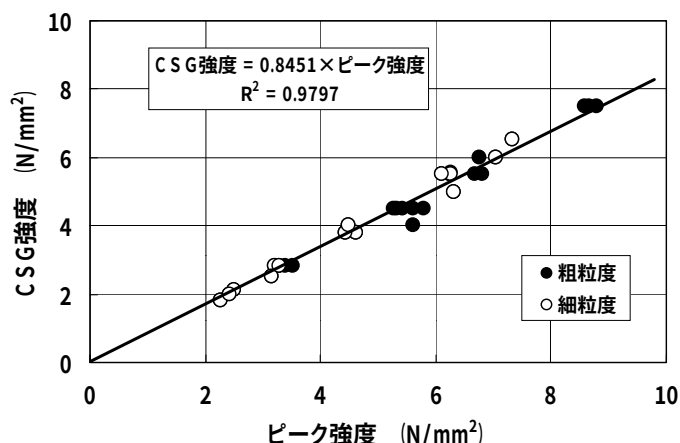


図-3 CSG強度とピーク強度との比 ($C=80\text{kg/m}^3$)

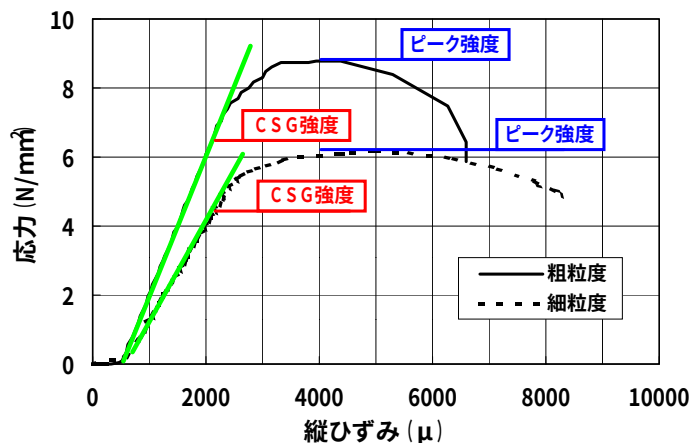


図-4 応力-ひずみ曲線の例 ($C=80\text{kg/m}^3$, $W=120\text{kg/m}^3$)