

セメントで固めた砂礫 (C S G) の 破壊エネルギー試験

日向 正・柴藤 勝也

1. はじめに

ダムの耐震性能は、『大規模地震に対するダム耐震性能照査(案)』¹⁾により照査されるが、コンクリートダム本体の照査解析においてはコンクリートの単位容積質量、弾性係数、ポアソン比の他、引張軟化特性に関する常数(引張軟化開始応力、破壊エネルギー、引張軟化式)の設定が必要となる。

本報文は、今後、更にダム形式として採用されると思われる台形 C S G ダムを対象として、耐震性能照査解析に必要な破壊エネルギーについて実験的に検討した C S G (Cemented Sand and Gravel) の破壊エネルギー試験について紹介するものである。

なお、C S G の破壊エネルギー試験は、『J C I 規準「切欠きりを用いたコンクリートの破壊エネルギー試験方法」JCI-S-001-2003 に準拠して行った。

2. 使用材料と C S G 配合

C S G とは、河床砂礫や掘削ズリなど、現地の近くで容易に入手できる現地発生材にセメントと水を添加し簡易な混合により製造される材料である。

試験に用いた C S G 材は掘削ズリ(安山岩)とした。その粒度分布を図 - 1 に示す。5 mm 以下の通過百分率は約 34% で、0.15mm 以下の細粒分は約 10% である。

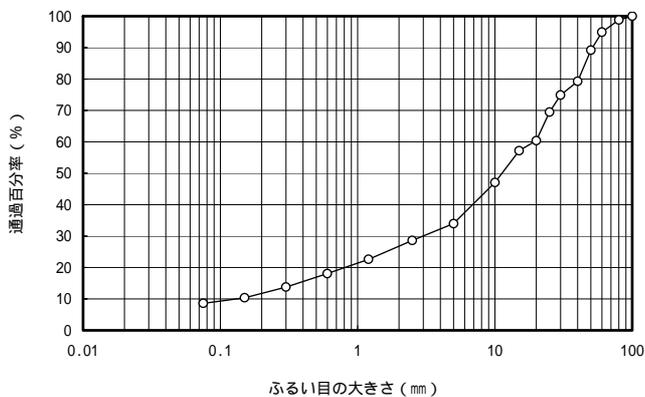


図 - 1 C S G 材の粒度分布

C S G 配合の単位セメント量は、一般的な単位セメント量 80 kg/m³ を含む C = 60 ~ 140 kg/m³ (普通ポルトランドセメント) とし、単位水量は、品質管理のしやすさから R C D 用コンクリート配合を参考に標準 V C 値 20 秒 (R C D 用コンクリートのコンシステンシー試験 (J S C E - F 507 - 1999)) を満足する単位水量より表 - 1 のように決定した。

表 - 1 C S G 配合 (C = 60 , 140 kg/m³)

粗骨材の最大寸法 (mm)	空気量 (%)	W/C (%)	細骨材率 (%)	単位量 (kg/m ³)						
				水 (W)	セメント (C)	5mm 以下	80 ~ 5mm			
							80 ~ 40	40 ~ 20	20 ~ 10	10 ~ 5
80	0	247	34.4	148	60	725	452	409	290	275
80	0	113	34.4	158	140	694	433	391	278	264

3. 試験方法

(1) 破壊エネルギー試験用供試体

供試体寸法は、40mm ウェットスクリーニング試料を使用することから、厚さ B 150 × 高さ D 150 × 長さ L 530mm として、切欠き部は、深さ a₀ = 50mm、幅 n₀ = 3mm とした (図 - 2)。

供試体は、型枠(切欠き部に金属板を埋め込み)に C S G 試料を 2 層に詰め、転圧プレートを装着した振動タンパを使用して各層 3 ゾーンに区分し、ペーストが浮き上がるまでの一定時間締め固めて作製した (写真 - 1)。

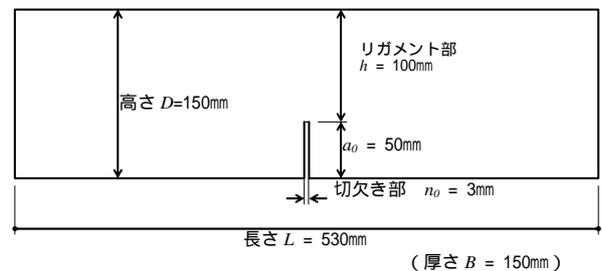


図 - 2 供試体寸法



写真 - 1 供試体の作製状況

(2) 破壊エネルギー試験

破壊エネルギー試験は、株式会社島津製作所製コンピュータ計測制御式万能試験機を用いた変位制御による垂直方向の3点曲げ試験により行った。載荷速度は試験機のクロスヘッド変位 0.1mm/min とした。荷重はロードセルにて計測し、ひび割れ開口肩口変位(以下CMOD)はクリップ変位計を用いて計測した。破壊エネルギー試験状況を写真 - 2 に示す。



写真 - 2 破壊エネルギー試験状況

の面積 ($B \times h$) より算出され、これより、単位セメント量の大きい方が高い値を示したのが分かる。



写真 - 3 供試体の破壊断面状況

表 - 2 破壊エネルギー試験結果

単位 セメント量 (kg/m^3)	最大荷重時		破壊 エネルギー G_f (N/mm)
	最大荷重 (N)	CMOD (mm)	
60	1297	0.032	0.0601
140	3513	0.049	0.1058

4. 試験結果

荷重 - CMOD 曲線を図 - 3 に、供試体の破壊断面状況を写真 - 3 に、破壊エネルギー試験結果を表 - 2 に示す。荷重と CMOD の関係は、最大荷重の 1/3 ~ 1/2 まではほぼ直線で弾性的な挙動を示したが、最大荷重を示した後は CMOD は急激に増大すると共に荷重が急激に低下する傾向が認められた。破壊エネルギーは、供試体が破断するまでの荷重 - CMOD 曲線下の面積、供試体の自重・載荷治具がなす仕事、及びリガメント

5. おわりに

本試験にて、CSG の破壊エネルギーを求めることができたが、一般に破壊エネルギーは、供試体寸法、配合、骨材の最大寸法等により相違するため、最大粗骨材寸法 80mm のフルサイズによる破壊エネルギー試験を検討中である。

《参考文献》

1) 国土交通省河川局：大規模地震に対するダム耐震性能照査指針 (案), 2005.3

[著者紹介]

日向 正 (ひなた ただし)
 社団法人日本建設機械化協会
 施工技術総合研究所 研究第三部 専門課長

柴藤 勝也 (しばとう かつや)
 社団法人日本建設機械化協会
 施工技術総合研究所 研究第三部 主任研究員

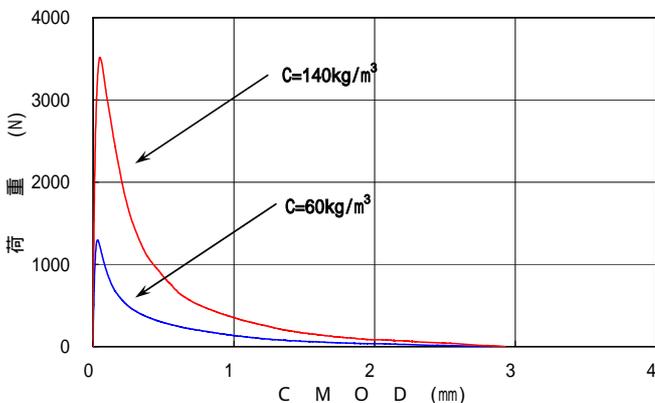


図 - 3 荷重 - CMOD 曲線