

## 1. 概要

本資料と関連のある試験は、平成10年度から平成17年度まで実施されている。その間、担当者と試験内容が多岐にわたっているため、その状況について次項の表にまとめて示す。

検討項目とその検討期間および担当者とその担当期間は次表に示すとおりである。

平成10～13年度は、骨材粒度の変動、ペースト量の変動がCSGのフレッシュ性状、締固め密度、強度等に及ぼす影響についての試験検討を実施した。平成14～16年度は、微粒分が多いCSG材については、混合機による混合が困難となることが見られることに対し、減水混合(混合時の水量を減じて、打設までの間に残りの水量を加える混合方法)が有効であることに着目し、その減水混合方法がCSGの施工性や品質に与える影響についての試験検討を実施した。また、CSGの堤体表面への適用に向けた富配合CSG(通常のCSGよりも単位セメント量を増加させたCSG)について、その可能性を検討した。さらに、CSGの施工時における水平打継目処理に関する検討も実施している。平成16～17年度は、設計時において必要となるCSGの破壊エネルギーに関する検討を実施している。

本資料の著者として挙げた担当者は、これまでの試験および本資料作成に責務を負うものである。しかしながら、表に示した担当者全ての貢献があつて本資料をとりまとめるに至ったことをここに記して留めておく。また、内閣府沖縄総合事務局北部ダム事務所ならびに中部地方整備局三峰川総合開発工事事務所には、試験試料の提供にあたって多大なる便宜を図っていただいた。ここに記し、謝意を表す。

検討項目	H10 年度	H11 年度	H12 年度	H13 年度	H14 年度	H15 年度	H16 年度	H17 年度	
2章) 骨材粒度特性	←			→					
3章) ペースト量	←			→					
4章) 減水混合					←	→			
5章) 温度放置時間					←	→			
6章) 富配合					←	→			
7章) 打継目処理							←	→	
8章) 破壊エネルギー							←	→	
担当者									
永山 功	←	→							
吉田 等		←	→						
川崎 秀明					←	→			
安田 成夫							←	→	
渡辺 和夫	←	→							
佐々木 隆		←	→						
平山 大輔			←	→					
金銅 将史				←	→				
服部 敦							←	→	
大滝 嘉孝	←	→							
町田 宗久		←	→						
安田 裕一			←	→					
金縄 健一			←	→					
佐藤 耕治							←	→	
岡谷 豊		←	→						
黒羽 陽一郎			←	→					
扇谷 昇				←	→				
萩原 潤					←	→			
西山 浩史						←	→		
三澤 輝芳							←	→	
田中 源吾				←	→				
小島 伸介						←	→		
田中 正和							←	→	
古本 浩一								←	→

## (1) 用語の定義

本報告書で用いる用語は、次のように定義する。ほとんどの場合、「台形CSGダム技術資料（台形CSGダム技術資料作成委員会、平成15年11月）」（以下、「技術資料」という）に準拠しているが、本報告書で独自に定義しているものもある（ 、 、 、 ）。

### 台形CSGダム

台形状のダムにCSG工法を適用し、「材料の合理化」「設計の合理化」「施工の合理化」の3つの合理化を同時に達成する新しい形式のダムをいう。

### 母材

CSGに用いる岩石質の原材料をいう。ダムコンクリートの原石に相当する。

### CSG材

原材料である母材について必要に応じてオーバーサイズカット等によってCSG材の最大粒径以下に調整した材料をいう。ダムコンクリートの骨材に相当する。

### 骨材、分級骨材、粗骨材、細骨材

CSG材を構成する石質粒子について、コンクリートの場合と同様に「骨材」という。試験に供するために粒径ごとにふるい分けた骨材は「分級骨材」という。5mmのふるいにとどまる骨材を粗骨材、5mmのふるいを通過する骨材を細骨材という。

### CSG（Cemented Sand and Gravel）

CSG材にセメント、水を添加し混合したものをいう。まだ固まらない状態と硬化後の双方をいう。

### フレッシュCSG、硬化CSG

まだ固まらない状態のCSGをフレッシュCSG、硬化後のCSGを硬化CSGという。

### 富配合CSG

通常のCSG（ $C = 80\text{kg/m}^3$ 程度）よりセメント量を多くした（ $C = 140 \sim 200\text{kg/m}^3$ ）有スランプのCSGをいう。次頁に示すような堤敷の位置に使用する「富配合CSG」のみならず、「保護コンクリート」「保護・遮水コンクリート」への適用を検討するものであり、文字通り単位セメント量が大きいCSGである。

### 減水混合

CSGの混合方法として、ミキサ等による混合時の水量を減じて、打設までの間に残りの水量を加える混合方法をいう。

### 圧縮強度

硬化CSGの一軸圧縮試験における破壊強度（ピーク強度）をいう。CSGの弾性領域強度を示す「CSG強度」は、本報告書においてはCSGの強度特性値として使用していない。

ここに示されていない用語については、「技術資料」、土木学会コンクリート標準示方書施工編（以下、示方書施工編という）、同ダムコンクリート編（以下、示方書ダム編という）、同構造性能照査編（以下、示方書構造性能照査編という）に示されている意味で使用するものとする。

< 参考 >

「技術資料」に示される各用語の関係を、参考として以下に示す。

1) 材料に関する用語

CSGは図 1.1 に示す工程で製造される。

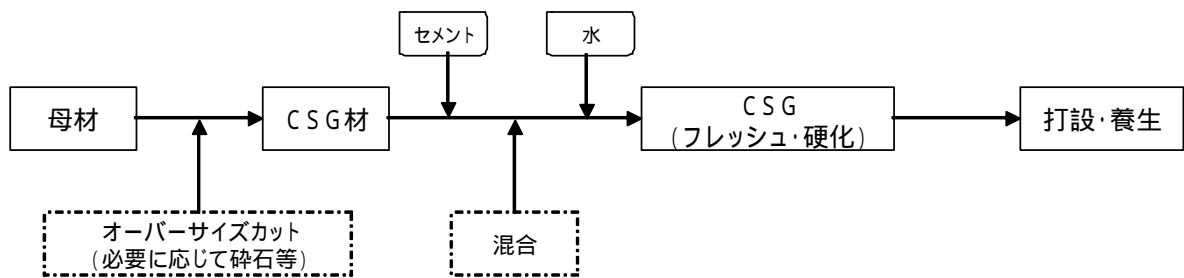


図 1.1 CSGの製造工程

2) 堤体構造に関する用語

台形CSGダムの基本構造は図 1.2 に示すとおりである。

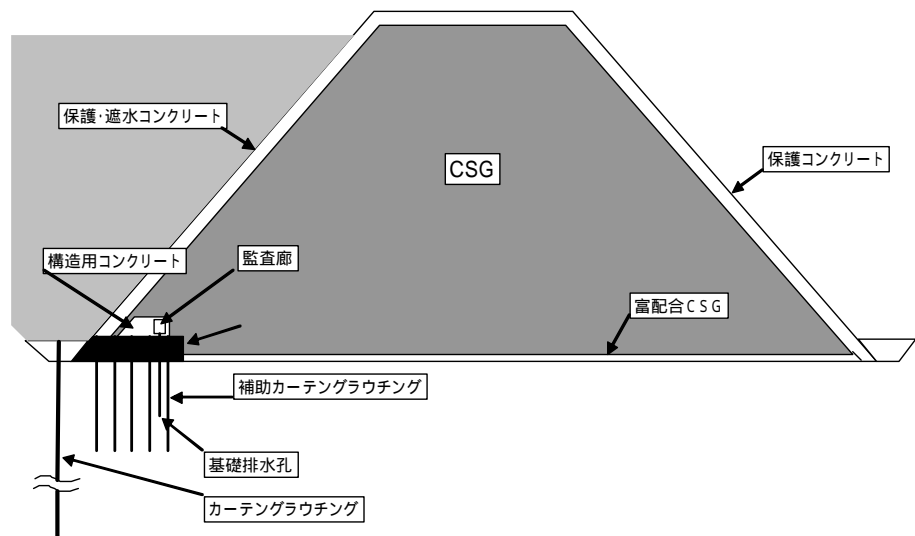


図 1.2 台形CSGダム断面図

( 2 ) C S G の試験要領

本報告書において実施した C S G 材および C S G の試験要領を、表 1.1 に示す。

表 1.1 C S G 材および C S G の試験要領

試験の対象	試験項目	試験規格	備考
C S G 材	ふるい分け	JIS A 1102	
	密度・吸水率	JIS A 1109 JIS A 1110	微粒分を多く含み、表乾状態を判別できない場合には、JIS A 1134 (軽量細骨材の密度・吸水率試験方法)により試験を行った。
	微粒分量	JIS A 1103	ただし主に 0.15mm ふるいによって実施。
	表面水率	JIS A 1125	
フレッシュ C S G	標準 V C 値 大型 V C 値	JSCE-F507-1999	表 1.2、写真 1.1、写真 1.2 を参照。
	標準供試体作製	標準供試体 作製装置	表 1.3、写真 1.3 を参照。 この供試体により密度測定、硬化後の外観評価、強度試験を実施する。
	大型供試体作製	大型供試体 作製装置	表 1.4、写真 1.4 を参照。 この供試体よりコアを採取し、密度測定、外観評価、強度試験を実施する。
硬化 C S G	圧縮強度	JIS A 1107 JIS A 1108	
	引張強度	JIS A 1113	
	透水係数	インプット法	図 1.3、写真 1.5 を参照。
	凍結融解抵抗性	JIS A 1148	動弾性係数を求める。

表 1.2 V C 試験機仕様と試料の詰め方

項目	標準 V C 試験機	大型 V C 試験機
モールド寸法	内径 24cm × 内高 22cm	内径 48cm × 内高 40cm
載荷質量	20kg	20kg
振動台振動数	3000cpm	3000cpm
振動台全振幅	1mm	1mm
骨材最大粒径	40mm(許容最大径)	150mm(許容最大径)
試料の詰め方	25 回突き/層 × 2 層	25 回突き/層 × 3 層 <sup>*)</sup>

\*) JSCE-F507-1999 では 25 回突き/層 × 2 層となっているが、当研究室ではそれ以前から 25 回突き/層 × 3 層によって試験を実施しており、試験方法の一貫性を確保することとした。



写真 1.1 標準 V C 試験



写真 1.2 大型 V C 試験

表 1.3 標準供試体作製装置の仕様

項 目	仕 様
供試体形状	直径 150mm × 高さ 300mm
起 振 力	140kgf
振 動 数	3000cpm
振 幅	0.5mm (片側)
タンパの載荷力	60kg
締固め板径	140mm
試料の詰め方	3 層
締固め時間	各層 40 秒



写真 1.3 標準供試体作製状況

【標準供試体作製装置の解説】

従来、RCD用コンクリートの圧縮強度の確認には、標準供試体（40mm ウェットスクリーニング試料）を用いた圧縮強度試験が行われていたが、標準供試体の作製方法については、その締固めエネルギーの管理方法に統一された基準がなく、その意味で必ずしも適切な管理試験になっていなかった。

そこで、旧建設省土木研究所ダム部ダム構造研究室の永山、渡辺ら<sup>1)</sup>によってRCD用コンクリートの締固めエネルギーを正確に制御できる標準供試体作製装置が開発された。

標準供試体作製装置は、40mm ウェットスクリーニング試料について振動タンパを一定の力で押し付けながらフレッシュCSGを締め固めるもので、締固めエネルギーの制御、管理（タンパの載荷力と締固め時間の管理）が可能な装置である。

表 1.4 大型供試体作製装置の仕様

項目	仕様
供試体形状	直径 500mm × 高さ 450mm
起振力	3,109kgf ( 2 軸偏心形式 )
振動数	1,900 回 / 分
振幅	1.2mm ( 片側 )
起振部質量	648kg
締固め板径	480mm
締固め時間	1 層締固め、60 秒



写真 1.4 大型供試体作製状況

【大型供試体作製装置の解説】

大型供試体作製装置は、現場施工で用いる振動ローラの締固め機構を模擬した装置である。これによりフルサイズのフレッシュCSGの振動締固めを行って、作製された大型供試体（直径 50 cm、高さ 40 cm）の密度を測定する。また、所定の材齢まで養生を行った大型供試体からコアを採取して、コアの外観観察、密度測定、強度試験を実施する。標準供試体が 40mm ウェットスリーニング試料によって試験を行うのに対して、この方法ではフルサイズ試料によってCSGの性状を評価することができる。

大型供試体作製装置は、大型モールドと起振機から構成され、モールドに詰めたフレッシュCSGの上に起振機を載せ、その振動によってフレッシュCSGを締め固めるものである。供試体は一層で締め固め、その締固め総時間は 60 秒としている。



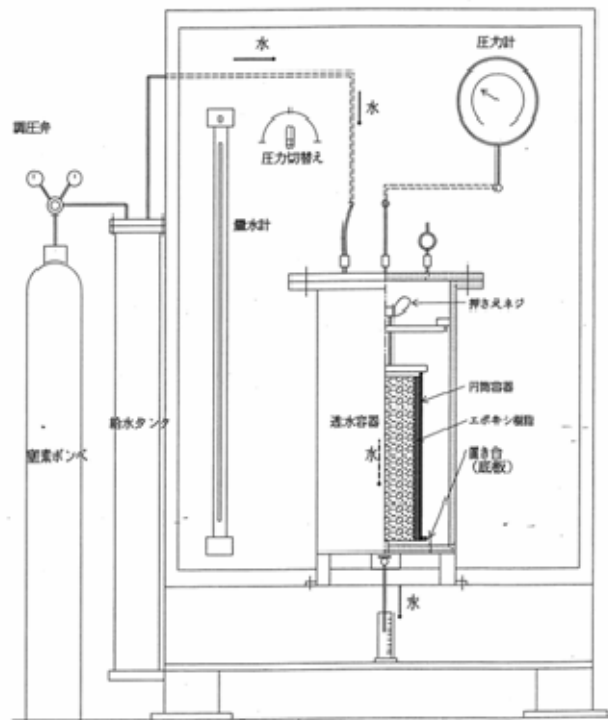


図 1.3 透水試験の装置



写真 1.5 透水試験の装置

【透水試験方法の解説】

透水試験においては、インプット法、アウトプット法があり、インプット法では拡散係数、アウトプット法では透水係数として算出されるが、拡散係数と透水係数の間には以下に示す関係がみとめられており、相互に変換できるために、本試験ではインプット法で実施する。

< 拡散係数と透水係数の関係式 >

$$k = \beta^2 \cdot \rho / K \quad \dots \dots \dots \text{式 1.1}$$

ここに、 $k$  : 透水係数 (cm/s)  
 $\beta^2$  : 拡散係数 (cm<sup>2</sup>/s)  
 $\rho$  : 水の単位容積質量 (kg/cm<sup>3</sup>)  
 $K$  : 供試体の平均体積弾性率 (kg/cm<sup>2</sup>)

$K$  は、供試体が不透水の固体部分と透水部分で構成されるものと考え、その両者についての平均弾性率を求めたものであり、式 1.2 によって求められる。

$$\frac{1}{K} = \frac{V_s}{K_s} + \frac{V_w}{K_w} \quad \dots \dots \dots \text{式 1.2}$$

ここに、 $K$  : 平均体積弾性率 (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $K_s$  : 供試体中の固体部分の体積弾性率 (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $K_w$  : 水の体積弾性率 (kg/cm<sup>2</sup>) =  $2.5 \times 10^4$   
 $V_s$  : 固体部分の体積比  
 $V_w$  : 透水部分の体積比

固体部分の体積弾性率とポアソン比とヤング率の間には、式 1.3 に示す関係がある。

$$\frac{1}{K_s} = \frac{E}{3(1-2\nu)} \quad \dots \dots \dots \text{式 1.3}$$

ここに、 $E$  : 供試体のヤング係数  
 $\nu$  : 供試体のポアソン比

試験は、供試体の一面に一定の圧力を作用させ、一定時間内に供試体に浸透した水の深さにより、拡散係数  $\beta^2$  を算出するものである。試験の手順を以下に示す。

- a) 供試体の高さを 20cm にカットし、試験面を研磨後、温度 20 、湿度 60% の恒温恒湿室に 5 日間保管し、乾燥状態にする。
- b) 供試体の底部周辺をエポキシ樹脂で置き台に固定し、さらに円筒容器( 供試体直径より 5mm 程度大きい内径の塩化ビニール管 ) を被せ、供試体と容器内壁の間隙をエポキシ樹脂でシールする。
- c) 供試体を固定した円筒容器を透水試験容器に固定し、試験容器に水を満たした後、10 kgf/cm<sup>2</sup> で 48 時間加圧する。
- d) 供試体を割裂し、浸透した水の深さを測定する。

ここで、拡散係数  $\beta^2$  は、式 1.4 によって算出される。

$$\beta^2 = \alpha \cdot D_m^2 / (4 \cdot t \cdot \xi^2) \quad \dots \dots \dots \quad \text{式 1.4}$$

- ここに、 $\beta^2$  : 拡散係数 (cm<sup>2</sup>/s)
- $D_m$  : 水の浸透深さ (cm)
- $t$  : 水圧を加えた時間 (s)
- $\alpha$  : 水圧を加えた時間に関する係数
- $\xi$  : 水圧の大きさに関する係数

式 1.2 ~ 式 1.4 を、式 1.1 に代入することにより、供試体の透水係数  $k$  が求められる。

次節以降で記載する図表等のタイトルには、表 1.5 に示す記号を附し、参照した報告書を明示した。

表 1.5 報告書参照記号

記号	報告書
( )	骨材粒度が R C D 用コンクリートの配合特性に及ぼす影響試験業務 報告書 平成 11 年 2 月
( )	骨材粒度特性に関する調査試験業務 報告書 平成 12 年 2 月
( )	細骨材粒度特性に関する調査試験業務 報告書 平成 13 年 2 月
( )	C S G 強度試験業務 報告書 平成 14 年 3 月
( )	C S G 材料試験業務 報告書 平成 15 年 3 月
( )	C S G 配合試験業務 報告書 平成 15 年 3 月
( )	C S G 強度試験業務 報告書 平成 16 年 3 月
( )	C S G 強度試験業務 報告書 平成 17 年 2 月
( )	C S G 破壊エネルギー試験業務 報告書 平成 17 年 2 月
( )	C S G 破壊エネルギー試験業務 報告書 平成 18 年 1 月

1) 永山功、渡辺和夫：R C D 用コンクリートの標準供試体作製装置の開発とその適用性について、大ダム No.145、1993.9