

二軸強制連続練ミキサ(DKP-Ⅱミキサ)によるCSG混合設備の開発

ハザマ 土木事業本部 ダム統括部 正会員 ○秋田真良

正会員 藤田 司

ハザマ 技術研究所 技術研究部 土木研究室 正会員 村上祐治

1. はじめに

CSG (Cemented Sand and Gravel) とは、河床砂礫などの岩石質の母材を基本的に分級などの調整をおこなわず水とセメントを加えて混合するものであり、河川の仮締切の築堤材料などに用いられている。文献¹⁾によれば、断面が台形状のダムでは、内部に発生する応力が三角形の重力式コンクリートダムよりも小さいために、築堤材料に求められる強度などの要求性能を小さくでき、その結果、築堤材料の製造方法の簡素化あるいは原材料の廃棄率の低減など、ダム建設においてさらなる合理化を進めることができるとされている。このような台形状のダムの内部にCSGを配置するために、CSGを簡易にかつ大量に混合できる設備の開発が求められている。そこで今回、二軸強制連続練ミキサを用いたCSG混合設備(DKP-Ⅱミキサと呼称)を開発し、実施工への導入を図った。

2. DKP-Ⅱミキサの概要

本設備を開発するにあたり以下の点をそのねらいとした。

- ① 高い水密性を要しない台形状ダムの内部に配置するCSGの製造を目標とするため、簡易な設備で大量のCSGを製造可能なこととする。
このことから供給方式は連続練り方式とした。
- ② 対象としているCSGの母材はコンクリート用骨材よりも強度や粒度など求められる性状のばらつきが大きくなることが予想される。この場合でも十分な混合が可能な設備とするために、混合方式は二軸強制練りとした。
- ③ 可能な限り既存の設備を組み合わせることで開発コストを抑制する。

開発した設備の特徴を表-1に示す。設備系統図を図-1に示す。またミキサの内部および外観を写真-1、2に示す。

製造上のポイントを以下に示す。

- (イ) 母材の表面水率を計測し、セメント、母材、および加水量の単位量を制御盤に入力
- (ロ) エプロンフィーダにて母材を定量供給

表-1 DKP-Ⅱミキサの特徴

項目	形式・規模
混合形式	二軸強制連続練り
混合能力	100m ³ /hr
母材の最大粒径	80mm
設備配置に必要な面積	400m ²
混合時間の調整	ミキサの勾配を油圧ジャッキにて変動させることで滞留時間を調整

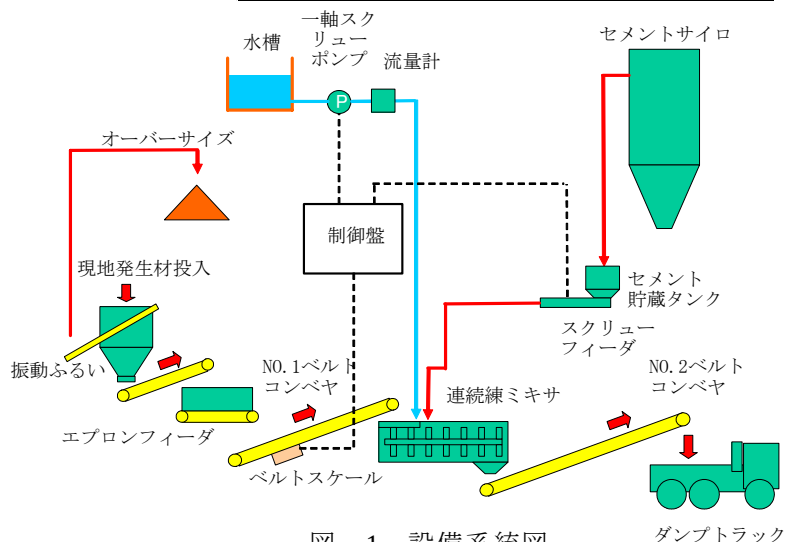


図-1 設備系統図



写真-1 ミキサの内部

キーワード：CSG、混合設備、連続練ミキサ、二軸強制、コスト縮減

連絡先：〒107-8658 東京都港区北青山 2-5-8 ハザマ土木事業本部ダム統括部 TEL 03-3405-1153

(ハ) ベルトスケールにて母材の質量を計測し，供給速度に応じた水およびセメントをミキサ内へ投入，混合

3. 混合性能の確認試験

自動計量で連続練り行う場合，製造されたCSGの品質のばらつきを確認する必要がある。そこでダム上流二次仮締切をCSGにて構築する工事において本設備を採用し，混合性能を確認した。製造量は2,500m³であった。施工状況を写真－3に示す。

文献²⁾によれば母材の管理においては，CSGの品質に影響する5mm以下の細粒分の含有量に留意する必要があると述べられている。本工事で使用した母材の粒度分布を図－2に示す。図より5mm以下の通過質量百分率は20%程度であった。

実施工では，リフトを替えて合計5回試験を実施した。配合は単位セメント量80kg/m³，単位水量160kg/m³とした。混合は室内試験では150ℓ傾胴式ミキサを用い3分間実施し，実施工では本設備を用いミキサ内の滞留時間を30秒とした。供試体の作成方法は，室内，実施工ともに40mmふるいでウェットスクリーニングを行ったCSGでφ150×300mmの供試体を作成し，養生は所定の材齢まで封緘養生を実施した。

圧縮強度（材齢28日）および粒径40mm以下の締固め密度を表－2に示す。ここで1回の試験では供試体を6本採取し，その平均を各回の試験値とした。

確認試験の結果，本設備により製造したCSGの圧縮強度は材齢28日で4～5N/mm²程度，変動係数は4.5%であり室内試験結果と比較すると，90%程度以上の強度発現を確認できた。また締固め密度は室内試験と同等であった。

4. おわりに

CSGを適用する場合，①簡易な混合設備を用いることで仮設備費を低減すること，②使用する母材の範囲を拡大し手近な材料を無駄なく利用することが必要である。今回開発した設備は，コンパクトであり，また傾胴式ミキサ程度の攪拌能力を有することが分かったことで，CSGの製造には有効な設備の一つと考える。

【参考文献】

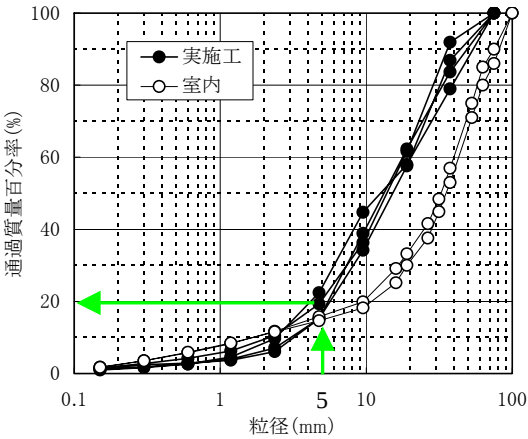
1) CSGダム研究会：「CSG材料を用いたダムの解析と設計方法の提案」，pp27～52，ダム技術，NO. 166，2000. 7.
2) 台形CSGダム技術資料作成委員会：台形CSGダム技術資料，2003. 11.



写真－2 ミキサの外観



写真－3 施工状況



図－2 母材の粒度分布

表－2 試験結果

	室内試験 ①	試験施工②		比率②/① (%)		標準偏差	変動係数 (%)
		平均		平均			
圧縮強度 σ_{28} (N/mm ²)	4.98	4.44	4.67	89	94	0.211	4.5
		4.92		99			
		4.92		99			
		4.58		92			
		4.49		90			
締固め密度 (kg/m ³)	2,171	2,161	2,162	100	100	27	1.2
		2,181		100			
		2,112		97			
		2,189		101			
		2,169		100			