ＣＳＧ工法用連続式混合装置の開発

清水建設㈱　正会員　○ 樋川　直樹
清水建設㈱　正会員　宝示戸　恒夫
清水建設㈱　正会員　江渡　正満
清水建設㈱　正会員　加瀬　俊久

１．はじめに

ＣＳＧとはCemented Sand and Gravelの略であり，建設現場周辺で得られる材料に，セメント(80kg/m³程度)，水を簡易混合した低強度の材料である．このＣＳＧを用いたダムの設計として提案されたのが，台形形状を有する「台形ＣＳＧダム」である．台形形状のダムは従来の直角三角形形状に比べて，堤体内部の発生応力が小さくなる．よって，従来コンクリートの材料として用いられなかった低品質の材料を用いることが可能となる．(1)

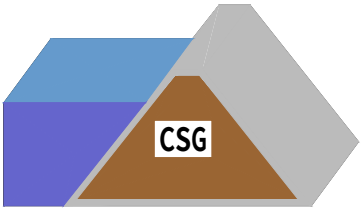

図-1　台形 CSG ダムの形状

このＣＳＧの製造に際して，簡易な設備で混合するべく著者らは装置の開発を行った．本報告では，混合装置の開発の経緯と，実証試験結果について述べる．

２．開発の経緯

開発に際しては，①小型で簡易な設備であること，②施工規模に応じた量的対応が容易であること，③ミキサ自体の動力が不要であること，以上３点を目標とした．まず，材料の運搬に使用するベルトコンベヤに着目した．ベルトコンベヤ乗り継ぎ部に箱を設置し，箱の中に材料撹拌用のピースを取付け，材料の運搬途中でＣＳＧを連続して混合する装置（ＤＫミキサ）を考案した．考案した装置の構成モデルを図-２に示す．

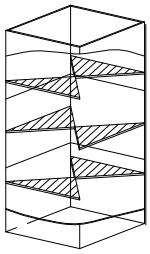
図-2　DKミキサ構成モデル

写真-１　模型実験

装置の検証のために，模型実験と試作機による確認試験を実施した．模型実験では，1/6 スケールの模型を作成して，箱の中の撹拌用ピース形状を検討した．模型実験に際しては，上部から混ざらないように投入した赤白の大豆が，出口位置の仕切りの両側に均等に排出するか否か観察した．模型実験で確認した後，試作機を製作し，材料の撹拌状況の確認を行った．

３．装置の仕組み

ＤＫミキサは，攪拌板を取付けたミキサユニット(600×600×Ｈ300～1,000×1,000×Ｈ500)を3～5段重ねた筒状装置であり，上部より材料を投入して通過させることにより，重力エネルギーを利用してＣＳＧが混合される．特長としては，簡易なユニットの組み合わせからなり，ユニットの組み合わせ方も選択可能，大きさも 600×600～1000×1000 と施工規模に応じて可変とし，自由度の高い装置とした．

写真-2　ミキサユニット

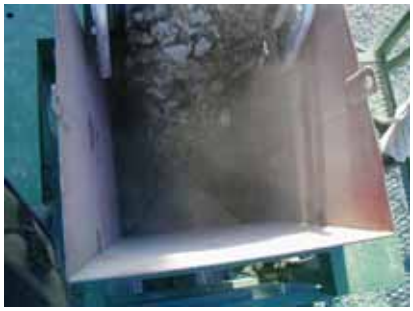
写真-3　材料投入状況

写真-4　材料混合後状況

写真-5　ＤＫミキサ全景

キーワード　ＣＳＧ，台形ダム，混合装置
連絡先　〒105-8007 東京都港区芝浦 1-2-3 清水建設㈱土木事業本部ダム技術部　TEL03-5441-0515 E-mail：hikawa@shimz.co.jp

４．実機混合試験

ＤＫミキサによる実機試験と可傾式ミキサによる室内試験との比較対照実験を行い，ＤＫミキサを使用した場合の品質（圧縮強度）を確認した．試験は単位セメント量を 80kg/m³ とし，単位水量を 80，90,100,120kg/m³ と変化させて，４種類の配合について行った．混合したＣＳＧを 40㎜ ふるいでウエットスクリーニングし，タンパ締固めによりφ150×300 の供試体を作成，測定を行った．図-3 に材齢 28 日圧縮強度の実機試験と室内試験の比較結果を示す．実機試験データは室内試験の 70%以上の強度であり，ＣＳＧに必要とされる強度（3N/㎟程度）[(2)]が確保されている．「ＤＫミキサ」を用いた混合により，ＣＳＧの品質確保は可能と判断した．

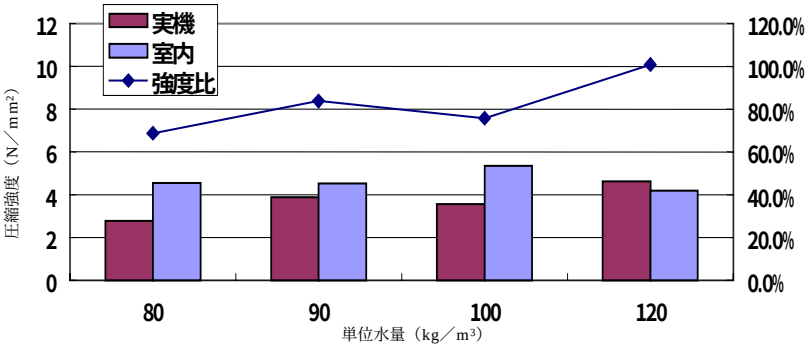

図-3　室内試験と実機試験の比較

５．現場転圧試験

ＤＫミキサで製造したＣＳＧを用いてヤードにおける敷均し，転圧を行い，施工品質を確認した．配合ならびに施工方法はそれぞれ表-2，表-3 の通りとした．

表-2　現場試験配合

単位セメント量	80 kg/m³
単位水量	100 kg/m³
主材料＋細粒分補充材料	2,260 kg/m³
細粒分補充率	25%

表-3 施工方法

締め固め厚さ	50 cm
撒き出し方法	2 層撒き出し
転圧機械	振動ローラー（SD450）， 無振動 1 往復＋振動 3 往復＋無振動 1 往復

図-4 に材齢 7 日,28 日圧縮強度の現場転圧試験と室内試験の比較結果を示す．28 日標準養生で 5～6N/㎟ 程度が，28 日封緘養生でも 4.7～5.3N/㎟ のデータが確認された．あわせてコア採取も実施し，十分に締め固められている状況も確認できた．

写真-6　ローラー転圧状況

写真-7　コアの状況写真

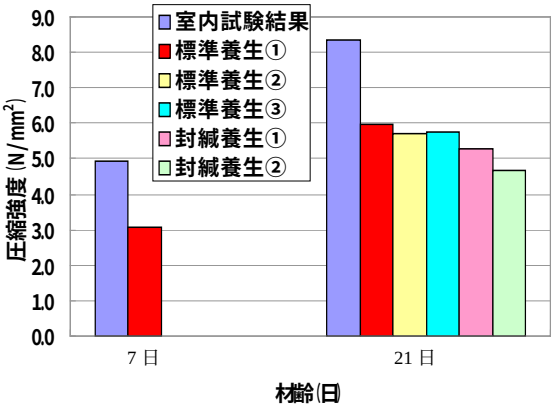

図-4　室内試験と現場転圧試験の比較

５．まとめ

ＣＳＧ製造装置として，「ＤＫミキサ」を考案し，実機混合試験，現場転圧試験の 2 つの性能確認試験を実施した．今回得られた試験データにより，ＤＫミキサは，台形ＣＳＧダムに必要な品質（圧縮強度等）を満足するＣＳＧを製造することが，十分可能な装置であると判断される．

また，本装置は簡易に材料を混合できることにより，ＣＳＧ以外の材料の混合（改良土等）にも十分適用が可能である．

[参考文献]

1)：台形ＣＳＧダム技術資料,台形ＣＳＧダム技術資料作成委員会,2003,1-1

2)：台形ＣＳＧダム技術資料,台形ＣＳＧダム技術資料作成委員会,2003,2-5