

CSG 工法用混合装置（2重回転式連続ミキサ）の開発

清水建設株式会社	土木技術本部	正会員	○渡辺 晋平
清水建設株式会社	土木技術本部	正会員	加瀬 俊久
清水建設株式会社	土木技術本部	正会員	大前 明末

1. はじめに

CSG (Cemented Sand and Gravel の略) とは、建設現場周辺で手近に得られる岩石質材料に、セメント(80kg/m³程度)、水を添加し、簡易な設備を用いて混合した材料である。この CSG を用いて設計された新しいダム型式が「台形 CSG ダム」であり、『材料の合理化』『設計の合理化』『施工の合理化』の特徴を有している。図-1 に台形 CSG ダムの標準断面を示す¹⁾。

施工設備の合理化の観点から、CSG の混合装置については、これまで多くの装置が開発されてきた¹⁾。当社は、以前から CSG 工法用混合装置の開発に取り組んでおり、今回、「新しい混合の概念」を導入した新型混合装置を開発した。本報告では新型混合装置の開発の経緯、新型装置の実証試験結果等について述べる。写真-1 に開発した 2 重回転式連続ミキサを示す。

2. 新型混合装置の開発目標と経緯

(1) 新型混合装置の開発目標

開発目標として、①CSG 混合性能の確保(短時間の混合で可傾式ミキサと同等以上の強度を確保できること)、②CSG 製造能力の確保(100m³/h 以上の製造能力を確保できること)、の 2 点を設定して取組んだ。

(2) 新型混合装置の概要

従来の各種材料の混合機は、ドラム回転式などによる重力混合と、パドル(羽根)回転式による強制混合に大別される。両者を組合せた、2 重回転式(回転ドラムによる重力混合+パドル羽根による強制混合)とすることにより、効率の良い混合方式となると考えられた(図-2、写真-2)。本方式では、パドルとドラムが逆方向に回転する。パドルで攪拌した材料は、ドラムの回転により素早くパドルの攪拌位置に戻され、混合効率を向上させる機構となっている。写真-3 に CSG 混合プラント全景を示す。混合装置の機構上の特徴は、以下の通りである。

①動力を利用した連続式混合装置である、②ドラムは 0~10rpm、パドルは 0~38 rpm で調節が可能、③ドラム・パドルが互いに反対方向に回転する、④パドルの向きは任意の角度で取付可能、⑤ドラムとパドルの回転軸は偏心しており、両者の回転により投入口から入った CSG 材・セメント・水は混合されながら排出口側へ送られる。

3. 模型実験

今回開発した 2 重回転式連続ミキサの回転ドラムとパドルの回転数や、パドルの取付角度等が混合性能に及ぼす影響把握するため、実機の 1/6 模型(写真-4)を製作し実験を行った。実験水準は表-1 の通りである。実験結果を図-3 に示す。この結果から、外周ドラム回転速度 8rpm、パドル羽根回転速度 38rpm、パドル羽

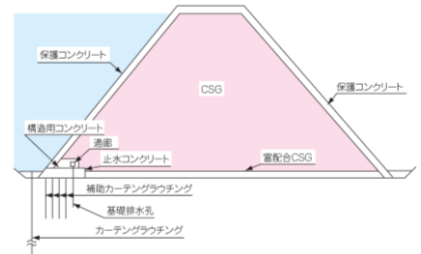


図-1 台形 CSG ダムの標準断面

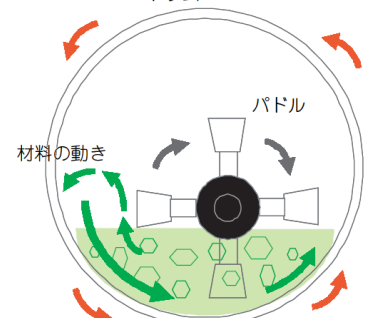
写真-1 2重回転式連続ミキサ
ドラム

図-2 混合の模式図



写真-2 混合装置内部



写真-3 CSG 混合プラント全景

キーワード CSG, 台形CSGダム, 混合装置, 2重回転式連続ミキサ

連絡先 〒105-8007 東京都港区芝浦 1-2-3 シーバンス S 館 清水建設株式会社 TEL 03-5441-0565

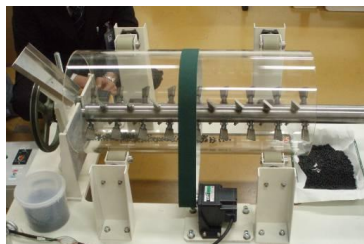


写真-4 混合装置の1/6 模型

根取付け角度 30° の組合せが、製造能力および混合性能の点から、概ね妥当であると考えられた。

4. 実機性能の確認

2重回転式連続ミキサの性能確認のために、①製造能力の確認、②混合性能の確認、の2項目を実施した。

(1) 製造能力の確認

模型試験の結果に基づき、回転ドラム、パドル羽根の回転数、ならびにパドル羽根取付角度を調整しながら、実機で製造能力の確認を行った。実際のCSG材料は粘性が大きく、材料の排出に時間を要する状況にあった。そのため、混合機を排出方向に 5° の傾斜をつけて設置した。その結果、混合時間(投入～排出まで)が25秒、製造能力は $100\text{m}^3/\text{h}$ 以上を確保することができた。

(2) 混合性能の確認

新型混合装置である2重回転式連続ミキサによる実機混合試験と、可傾式ミキサによる室内混合試験を実施し、強度データとの比較を行った。供試体は、 40mm でウェットスクリーニングを行い、 $\phi 150\text{mm} \times \text{H}300\text{mm}$ の標準供試体を用いた。試験水準は、表-2の通りである。圧縮強度は、弾性領域強度(応力-ひずみが直線範囲の強度)にて測定した。

圧縮強度データの比較を図-4～6に示す。データは多少前後しているが、概ね、実機試験データは室内試験と同等以上の値を示している。2重回転式連続ミキサは可傾式ミキサと同程度以上の混合性能を有すると判断できる。

(3) 新型混合装置の性能と特徴

新型装置(2重回転式連続ミキサ)の性能と特徴を、以下に記す。

- ① 可傾式コンクリートミキサで製造した場合と、同等程度以上の圧縮強度が確保できる
- ② 混合に要する時間は25秒であり、コンクリートミキサに比べて短時間(1/4～1/6程度)でCSGを製造できる
- ③ $100\text{m}^3/\text{h}$ 以上の製造能力を有する
- ④ 低騒音・低振動の設備である(騒音パワーレベルが80dB、振動パワーレベルが53dB)

5. おわりに

本報告では、新型のCSG工法用連続式混合装置(2重回転式連続ミキサ)の開発経緯と、性能確認試験結果について述べた。今後、2重回転式連続ミキサの台形CSGダムでの展開を目指す。また、CSG工法はダム施工技術として開発されたものであるが、現地発生材を利用し低コストで安定した品質が確保できる。今後、2重回転式連続ミキサを他工種へも積極的に展開して行く。

参考文献

- ・台形ダム技術資料作成委員会、台形CSGダム技術資料、2003年11月。
- ・財団法人ダム技術センター、台形CSGダム施工・品質管理技術資料、2007年9月。

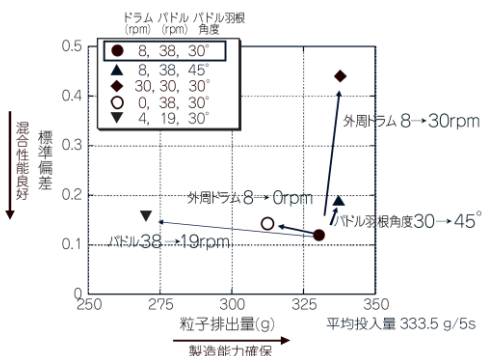


図-3 平均排出量と粒子変動量の標準偏差におよぼす各種要因の影響

表-2 試験水準

要因	水準数	水準
セメント添加量	1	80kg/m ³
単位水量	2	90・100kg/m ³
粒度	3	実機①、実機②、実機③
試験ケース(混合回数): 1セメント添加量×2単位水量×3粒度=6ケース		

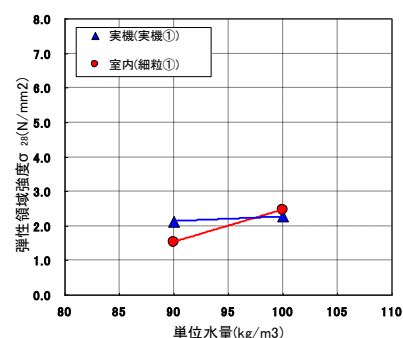


図-4 弾性領域強度の比較(実機①・細粒①)

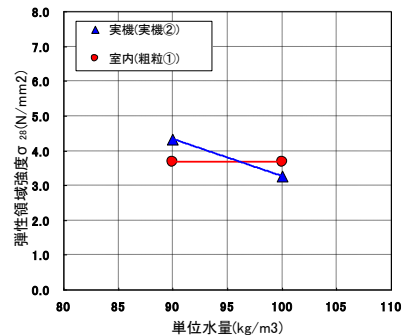


図-5 弾性領域強度の比較(実機②・粗粒①)

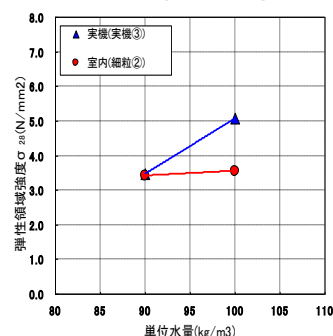


図-6 弾性領域強度の比較(実機③・細粒②)