

台形CSGダムにおける保護コンクリート構築の合理化施工システム

鹿島建設(株) 正会員 ○丹 秀男 奈須野恭伸 神戸隆幸 大石史哉

1. 開発の背景

台形CSGダムにおいて、CSG打設の高速化施工はすでに確立しており、上下流面の保護コンクリートの打設作業が工程上のクリティカルとなっている。特に枠設置・移設作業に多くの時間を要している。またCSG打設と保護コンクリート打設の作業エリアが密接しており、安全作業を確保するには、かなりの労力を要する。

国土交通省東北地方整備局発注の成瀬ダムは、堤高114.5m、堤頂長755m、堤体積485万 m^3 の超大型の台形CSGダムであり、上下流面の保護コンクリートは階段形状としH型鋼を置いて型枠とする打止め型枠（置き型枠）が採用された。図-1に保護コンクリート構築の概要図を示す。

置き型枠の設置・移設作業において、従来の方法ではCSG打設面に配置したクレーンを用いて揚重を行うため、CSG打設と作業エリアが重複する。CSGの打設はブルドーザなどを用いて高速施工を行うのに対し、置き型枠の設置・固定は人が行うので施工速度に差が生じる。また、重機と人が接近して作業するので衝突などの危険性もある。

これらの解決のため、置き型枠の設置から保護コンクリートの打設までの一連の作業を合理的に施工する「置き型枠自動スライドシステム」を開発したが、実際に運用していく上で様々な改良を加えたので、本稿で報告する。

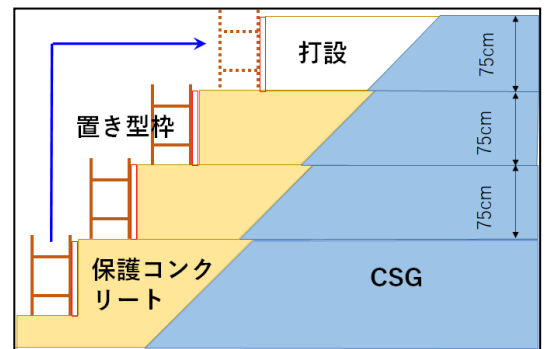


図-1 保護コンクリート構築の概要図

2. 置き型枠自動スライドシステムの改善・機能追加

本システムは、置き型枠を自動で吊り上げ、所定の位置に設置する「置き型枠自動スライドリフタ」と、保護コンクリートの打設時に置き型枠の滑動・転倒を防止する「重錘台車」の組合せを基本として開発¹⁾した。

2.1 自動玉掛け不良の改善

「置き型枠自動スライドリフタ」による施工は、2020年度から開始し、保護コンクリート工の施工の高速化に対して成果を上げたが、自動運転時にオートフックが置き型枠上でうまく作動せずに玉掛け不良が発生するという課題も確認された。

玉掛け不良が発生する主な要因は、正確な玉掛け位置への吊り天秤を誘導するためのガイド構造（センターガイド）が天秤下降時に置き型枠フランジと干渉する（引っ掛かる）ためであり、部材を平鋼から丸鋼に変更し、置き型枠フランジの接触面積を減らすことで所定の位置に誘導しやすい構造とした（図-2）。

また、吊り天秤が一気に下降し、所定の位置より下方で停止してしまうという不具合に対しては、下部にタイヤを取り付けるよりもスムーズに横移動できるタイヤ式ガイド構造を採用することによって解決した。

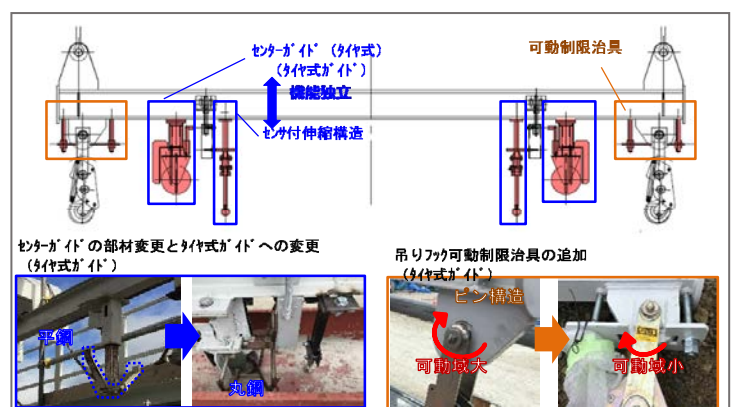


図-2 自動玉掛け不良の対応策

キーワード 台形CSGダム, 置き型枠, 自動スライドシステム, 止水板台車

連絡先 〒107-8477 東京都港区元赤坂1-3-8 鹿島建設(株)機械部 TEL080-7739-6891

さらに、上記2つの問題が起こった場合でも正常に動作が完了できるように、吊りフックの可動幅を制限する治具を設置し、吊り天秤と同調して強制的に吊りフックを移動させる構造とした。

これらの改良を施した「置き型枠自動スライドリフタ」を2021年度の施工に導入したところ、全516回のリフターによる型枠揚重作業で不具合は一度も発生することなく、改善策の有効性が確認された。

2.2 保護コンクリートの打設進捗に合わせて止水板を吊り上げる「止水板台車」の追加

台形CSGダムにおける保護コンクリートは、温度応力に伴うひび割れ防止の観点からダム軸方向に15m間隔で横目地が配置され、目地部の止水構造として主止水板・副止水板・継目排水管を設置する。従来の工法では、これらを固定するために、堤体内部に部材を楊重するクレーンと多数の溶接工を配置しなければならなかった。CSG打設中に堤体内へ機械や人が入り込むことは、打設工程や安全面に直接的に影響するため、早急に解決すべき課題であった。そこで、打設進捗に合わせて台車上部のレールに設置した電動チェーンブロックを用いて、ロール状に巻いた止水板を固定架台に盛り替える「止水板台車」を導入し、解決を図った。写真-1に止水板台車を示す。止水板台車はリモコンによる遠隔操作で、止水板の吊上げをCSG打設面の外側から行なうことができるためCSG打設に支障がなく保護コンクリートの打設面にスペースを確保できるため、止水板周りの作業の生産性向上と品質の確保を可能とした。

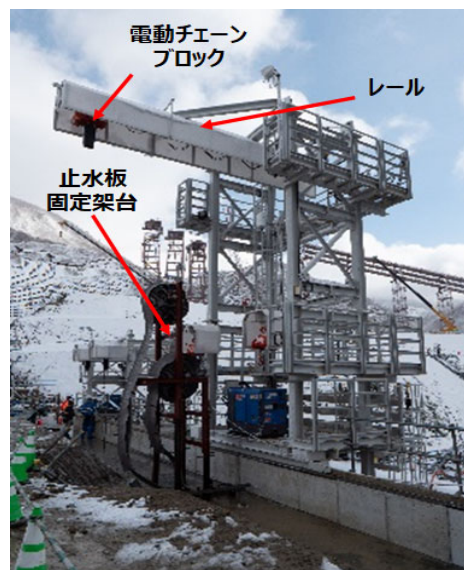


写真-1 止水板台車

また、目地部の止水構造の固定方法として、下部リフトの目地鉄板と止水板用架台脚部を利用したボルト接合によるセパレス構造を採用した。これにより、溶接工をほとんど必要とせず固定が可能となり、取付速度も格段に速くなった。さらに、セパレータ鉄筋の減少により止水板周りのコンクリート締固めの際にバイブレータ挿入も容易となり、施工性も向上した。

3. システム導入の効果

本システムの導入効果として、置き型枠の設置作業と止水板設置作業について、クレーンを用いた従来作業を行なった場合との比較を行った。表-1に本システムの導入効果を示す。また、システムの操作をすべて堤体上から行うことができるため、置き型枠の玉掛け、玉外しに伴う作業者の上下・左右の移動が不要となり、作業の危険度は飛躍的に低下した。

表-1 システム導入効果

項目	従来の作業方法	本システム	効果
置き型枠設置 (15m)			
作業時間	150分	30分	1/5に短縮
揚重設備	25tクレーン	リフタ	CSG打設に支障なし
作業人員	特殊作業員4人 クレーンオペ1人	普通作業員1人	1/5に削減
止水板設置 (1カ所)			
設置時間	90分	30分	1/3に短縮
揚重設備	4.9tクレーン	止水板台車	CSG打設に支障なし
作業人員	溶接工3人 クレーンオペ1人	普通作業員2人	1/2に削減

4. 今後の展開

台形CSGダムは、今後も上下流面が階段状となることが見込まれており、本システムによる施工の合理化が期待でき、働き方改革に伴う残業時間抑制や熟練作業員不足等に対する有効な対策となり得る。また、台形CSGダム以外の堤防、防潮堤、護岸など、長い延長の階段状構造物にも適用可能であり、更なる普及・展開を期待できる。

参考文献

- 1) 沢 一馬ら：台形CSGダムの保護コンクリートにおける置き型枠の適用および自動化実績，土木学会，第76回年次学術講演集，VI-947，2021