

増設放流管・発電取水管周りにおける充填コンクリートの施工実績

鹿島建設（株） 正会員 〇坂 久弘，金戸 崇史，安田 和弘

鹿島建設（株） 正会員 松本 孝矢

1. はじめに

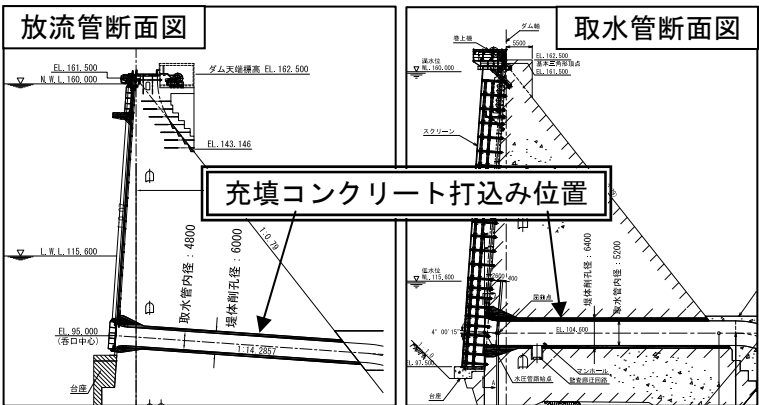
国土交通省九州地方局が鹿児島県薩摩郡さつま町で実施している鶴田ダム再開発事業のうち、「鶴田ダム増設減勢工工事」では、減勢工を増設する工事とともに、増設した放流管・新設した発電取水管回りの充填コンクリート（高流動コンクリート）の施工を行っている。充填コンクリートにより、既設堤体と放流管・発電取水管の一体化を図るため、そこに打ち込むコンクリートには確実な充填性が要求されていた。

本稿では、放流管・発電取水管回りに打ち込むコンクリートの充填性向上および充填確認方法について検討・実施した結果を報告する。

2. 課題と対策内容

放流管・発電取水管の縦断面図を図－1に示す。コンクリート打込みは各箇所を4～5ブロック、上下2リフトに分けて打ち込む計画となっていた。充填コンクリート打込みにおける課題として、①放流管・取水管周りの鉄筋が比較的高密度となっている（場所によってD51が110mmピッチ）、②既設堤体には50mm程度の凹凸がある、③2リフト目の打込み時には型枠で閉じられた空間の打込みとなるため、目視による充填確認ができない、等が考えられた。これらの課題を解決するために、①打ち込むコンクリートの充填性の向上、②打ち込んだコンクリートの充填状況の可視化・定量化、について検討した。各検討事項に対する具体的な対策を表－1に示す。また、施工条件として、充填コンクリートは増設する減勢工のコンクリート打込みと同時期に打ち込む必要があった。そのため、減勢工コンクリートで使用している中庸熱フライアッシュセメント（フライアッシュ混合率30%）を用いた高流動膨張コンクリートの配合を試験練りにより選定した（選定した配合を表－2に示す）。

「充填確認」についてはトンネルの覆工コンクリートの充填確認等で使用される技術を活用し、本施工の充填確認にも活用することとした。各確認に用いた機器の仕様を表－3に示す。



図－1 放流管・取水管充填コンクリート打込み位置図

表－1 充填向上・充填確認対応方法

検討事項	対応策	具体的内容
充填性向上	自己充填ランクの高い高流動コンクリート配合の選定	ランク2の併用系高流動コンクリートの使用
	打込み後のコンクリートの収縮量低減	膨張材の使用
充填確認	打込み時の充填状況の可視化	CCDカメラによる充填状況の確認
	充填状況の定量化	センサーによる充填完了確認 圧力計による充填状況評価

表－2 充填コンクリート用配合

使用 区分	自己 充填性 ランク	骨材 最大寸 法 (mm)	設計 スラン プフロー (cm)	設計 空気量 (%)	水 セメント 比 W/C (%)	単位 粗骨材 絶対容 積 Gvol (m³/m³)	単位量(kg/m³)									
							水 W	セメント C	石粉 LP	膨張材 EX	細骨材 S	粗骨材			混和剤	
												G3 20～5mm	高性能AE 減水剤 (C+LP)×N	増粘剤 ケセンダム		
充填 高流動	2	20	65 ±5	4.5 ±1.5	45.7	0.30	170	352	150	20	774	789	9.135 (1.75)	0.2		

表－3 充填確認機器の仕様

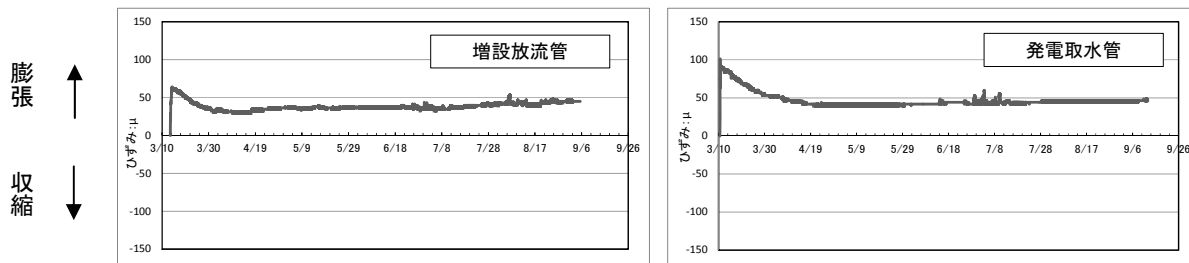
圧力計(土圧計)仕様		CCDカメラ仕様	
容量	200kPa	カメラ部	
重力計参考値	2.04kgf/cm²	有効画素数	約38万画素
定格出力	約1mV/V(2000*10-6ひずみ)	映像出力	1.0Vp-p 75Ω(BNC)
充填センサー仕様		解像度	水平540TV本以上(中心部)
		レンズ部	
検知方式	振動デバイスによる周波数特性検出方式	焦点距離	f=3.8～9.5mm
測定チャンネル	16ch	画角	水平74.2°～30°、垂直54°～22.4°
計測時間	1chあたり約0.5秒で計測	最大口径比	F=1.2
センサー耐圧	0.3MPa	一般仕様	
使用温度範囲	0℃～40℃ 5～85%	使用温度範囲	-10℃～50℃
		使用湿度範囲	20～85%

キーワード 充填性，高流動コンクリート，可視化

連絡先 〒107-8348 東京都港区赤坂 6-5-11 鹿島建設（株） 土木管理本部 TEL03-5544-1111(代)

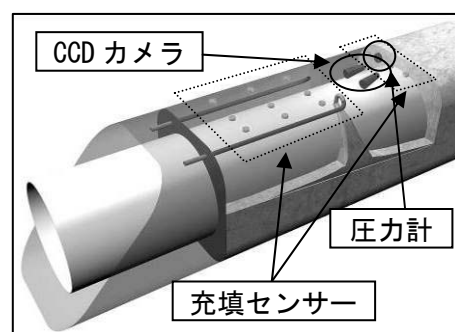
3. 充填対策実施結果

充填性向上対策として適用した高流動コンクリートについて、目視で確認できる1リフト目の状況においては、型枠脱型後においても密実に充填された状況が確認された。膨張材使用の効果を確認するために、既設堤体に継目計を設置して打ち込んだコンクリートの体積変化を計測した。膨張材を使用していない場合だと、打込み数十日後には収縮側の体積変化が生じると考えられるが、今回のケースにおいては、打込み後約180日の段階においてもコンクリートは収縮側に体積変化していないことが確認できた（図－2参照）。



図－2 継目計による計測結果

充填確認として用いた各機器の配置例を図－3に示す。CCDカメラは上流側に配置し、傾斜が低い下流側からコンクリートが充填されていく様子を記録できるようにした。充填センサーについては12箇所設置し、コンクリートが天端まで充填されることを確認できるようにした。圧力計は傾斜が一番高い最上流部に配置し、コンクリート自重以上の圧力を計測することによってコンクリートがブロック全体に充填されていることを確認できるようにした。



図－3 各機器の配置図

CCDカメラを用いた充填確認については、高流動コンクリートが充填される状況が直接確認できた（写真－1参照）。充填センサー

については、これまでのいずれの打込みにおいてもその進捗に応じて、順次センサーが反応し、充填が完了していることが確認できている（写真－2参照）。図－4に打込み開始から打込み完了までの圧力計計測結果例を示す。圧力計による充填完了判定については、高流動コンクリートの自重以上の圧力(22.3KPa以上)が検知されるまでとした。

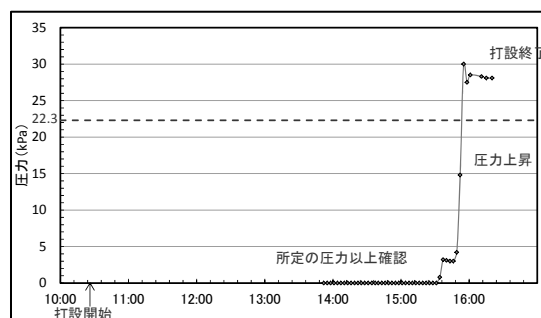


写真－1 CCDカメラによる
充填確認状況



写真－2 充填センサーによる
充填確認状況

充填センサーの検知に合わせて、圧力計の数値も上昇する結果となり、コンクリートの充填状況を定量的に判断することができた。増設放流管、発電取水管周りと既設堤体間は狭い空間であったが、CCDカメラ、充填センサー、圧力計を活用することで打込み中に多くの情報を得ることができ、コンクリート打止めのタイミングを適切に判断することができた。また、コンクリート打ち込み後はモルタルグラウチングを施工したが、グラウト管延長分以上のモルタルが注入された箇所はほとんどなかった。



図－4 圧力計の測定結果（時間と圧力の関係）

4. まとめ

今回実施した対策によって、増設放流管・発電取水管周りのコンクリートにおいて十分な充填性が確保され、放流管・取水管との一体性も確保されたと考えられる。