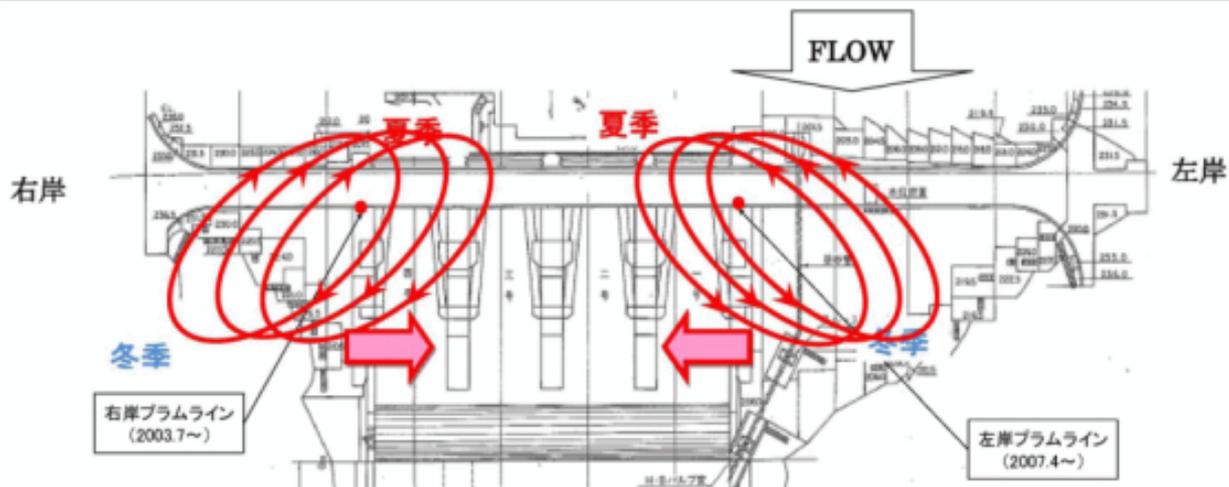


洪水吐きゲート操作性について

平成28年11月24日

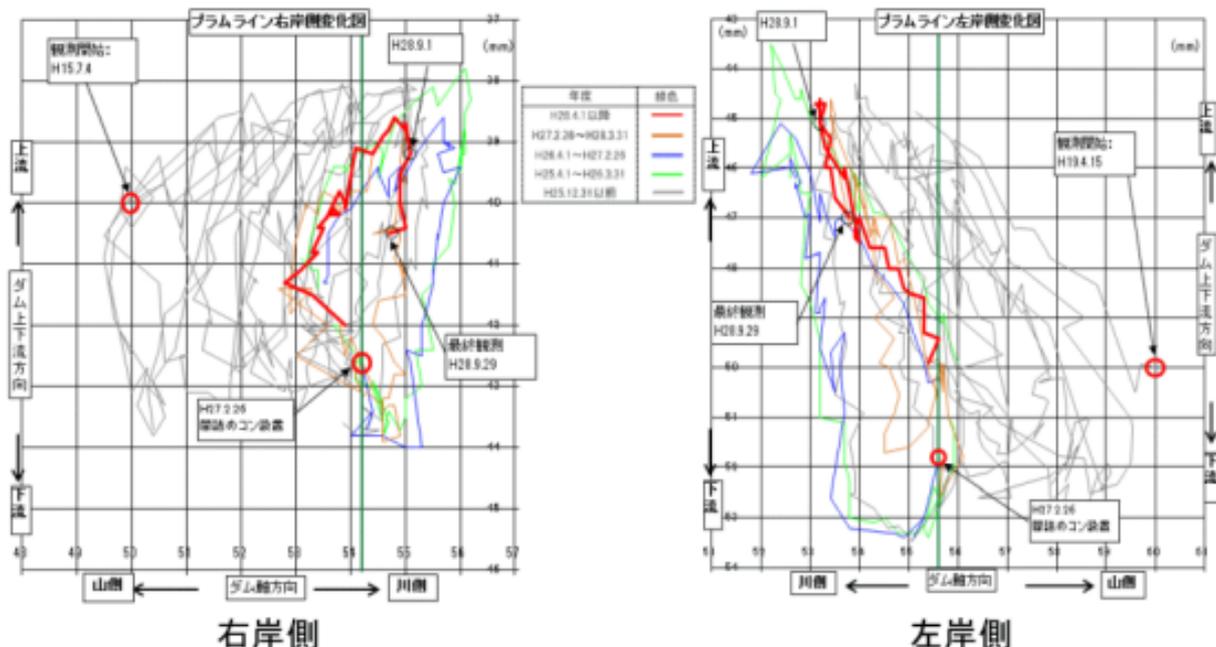
独立行政法人水資源機構
池田総合管理所

プラムラインの固定端が描く年周期ループ



- ・夏季に谷側上流へ変位
- ・冬季に山側下流へ変位
- ・上下流方向の変動範囲は概ね一定
- ・ダム軸方向の変動範囲は徐々に谷側へ推移 (=年周期ループが徐々に谷側へ推移)

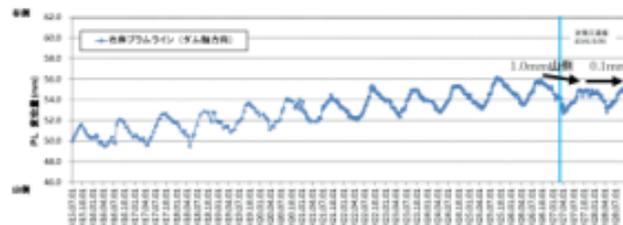
プラムライン軌跡図<平成28年の挙動>



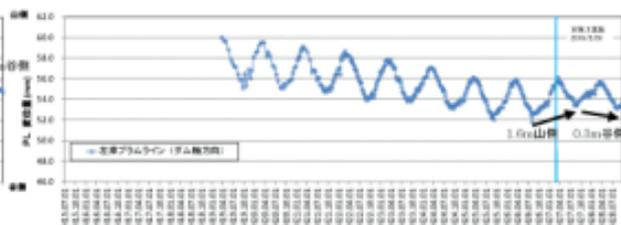
- ・左右岸プラムラインとも、夏場の谷側方向へのピークは、平成28年は平成27年よりも若干大きくなっているが、暫定対策前の平成25年、平成26年よりは小さくなっている。

プラムライン変位の経年変化

(1) ダム軸方向変位

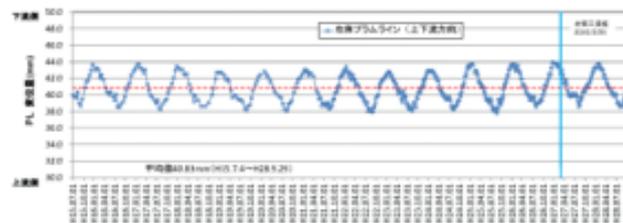


右岸側

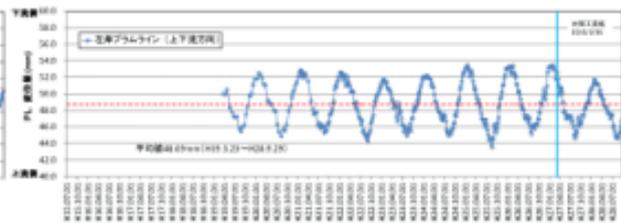


左岸側

(2) 上下流方向変位



右岸側

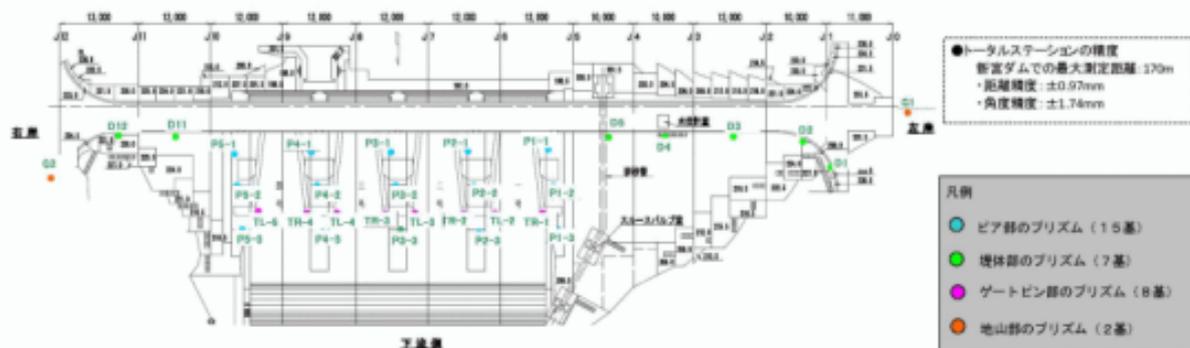


左岸側

- ・右岸プラムラインにおける平成28年夏季の谷側方向変位のピークは、前年(平成27年)のピークと比べ0.1mm大きいですが、対策工実施前(平成26年)のピークよりは0.9mm小さい。
- ・左岸プラムラインにおける平成28年夏季の谷側方向変位のピークは、前年(平成27年)のピークと比べ0.3mm大きいですが、対策工実施前(平成26年)のピークよりは1.3mm小さい。

トータルステーション測量計測(1/4)

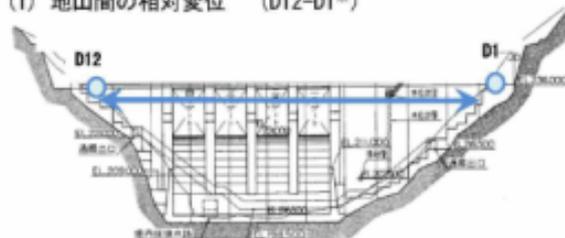
1. トータルステーション測量の計測位置



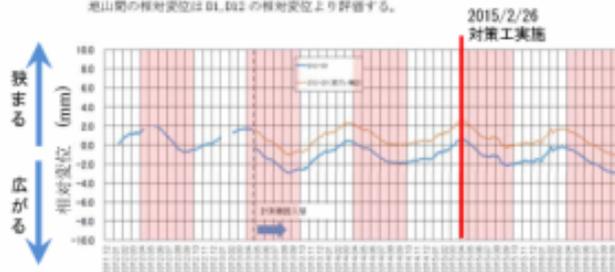
トータルステーション測量計測(2/4)

2. 堤体頂部の変動の経年変化

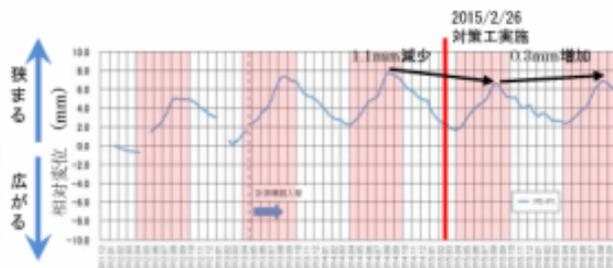
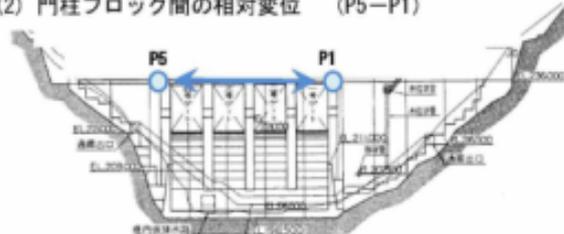
(1) 地山間の相対変位 (D12-D1*)



※ 変動データも比較し、EL. 02 よりも D1, D12 の方が計測値の変動が小さいため、地山間の相対変位は D1, D12 の相対変位より評価する。



(2) 門柱ブロック間の相対変位 (P5-P1)

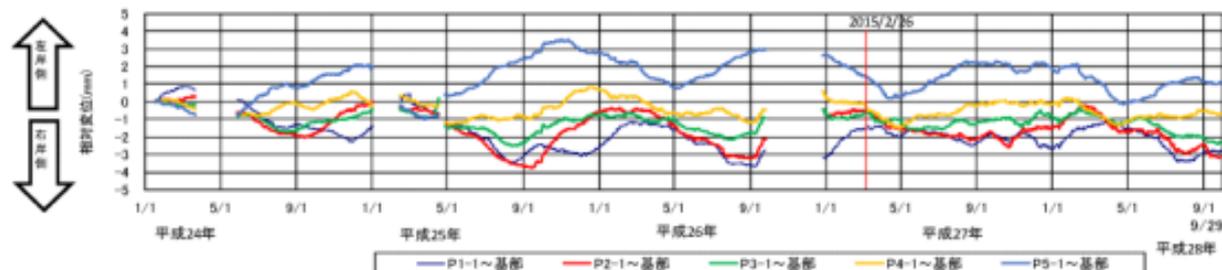
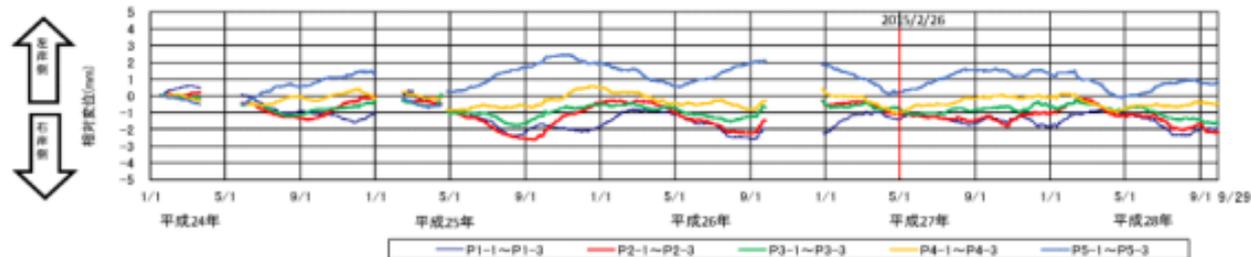


- ・地山間距離(D12-D1)は夏季に最も広がり、その後、春先まで徐々に狭まる動きを周期的に繰り返す。その周期的挙動は経年的な変化はなく、対策工実施後も変化していない。
- ・門柱間距離(P5-P1)は夏季に狭まり、冬季～春先にかけて広がる動きを周期的に繰り返す。対策工実施後も夏季に狭まる傾向を示し、相対変位のピークは前年より0.3mm程度大きくなったが、過去の履歴の範囲内で推移していることから、対策工の効果を確認できる。

トータルステーション測量計測(3/4)

3. 門柱頂部と門柱基部の相対変化

門柱基部に対する門柱頂部のダム軸方向の相対変化の経時変化を監視し、門柱の傾倒が生じていないかを確認する。



※門柱頂部～基部の相対変位は、計測箇所の相対変位から標高比で割り増している。

(例:P1-1～基部の相対変位=P1-1～P1-3の相対変位×P1-1～基部の標高差15m÷P1-1～P1-3の標高差10.5m)

トータルステーション測量計測(4/4)

～門柱頂部と門柱基部の相対変化についての対策後の挙動～

・平成24年～平成26年は夏季の最大値は、P1～P3が右岸側へ、P5が左岸側へと傾倒する量が累積傾向にあったが、対策工実施の結果、平成27年以降は平成26年までより傾倒する量が全体的には減少している。

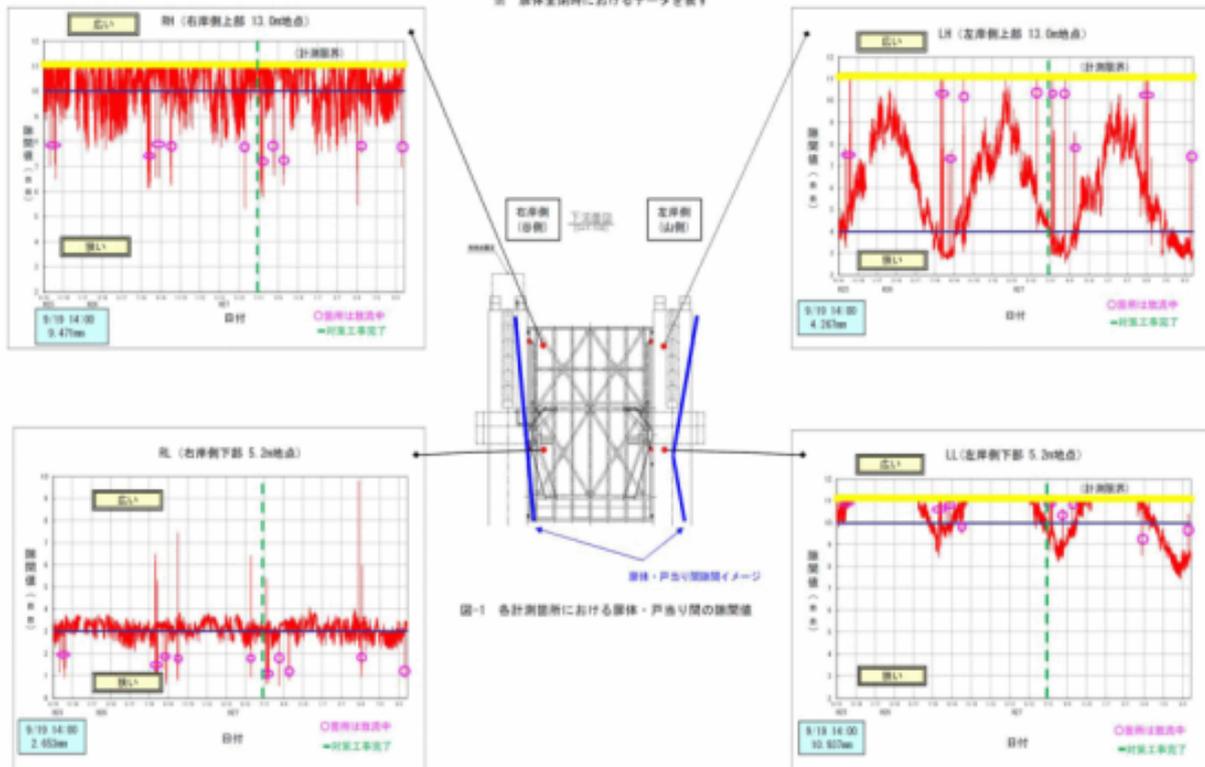
・P1、P2、P3、P4は、対策工後の平成28年の夏季に右岸側へ傾倒する量が、平成27年より増加している。特にP1、P2は、過去の履歴の範囲内ではあるが既往最大に近い値まで推移している。

・P5は、対策工後の本年度の夏季に左岸側(谷側)へ傾倒する量が昨年(平成27年)より減少している。これは、堤体変位が右岸側より左岸側の方が大きいと考えられるため、P5でも右岸側へ押し戻す力が生じたと考えられる。

1号ゲート隙間センサーの計測結果

新宮ダム洪水吐き1号ゲート 隙間観測値

計測期間：2015/9/19 14:00 ～ 2016/9/27 14:00 (毎正時データ)
 ※ 扉体全閉時におけるデータを表示



2号ゲート隙間センサーの計測結果

新宮ダム洪水吐き2号ゲート 隙間観測値

計測期間：2015/3/10 15:00 ~ 2016/9/27 14:00 (毎正時データ)
 ※ 扉体全閉時におけるデータを表示

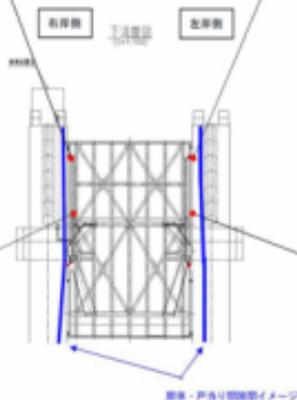
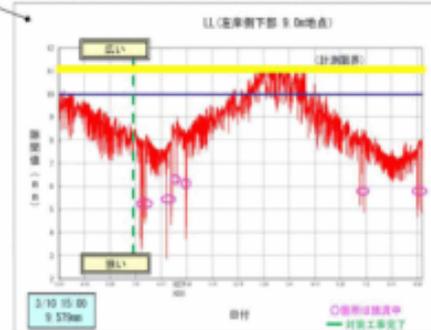
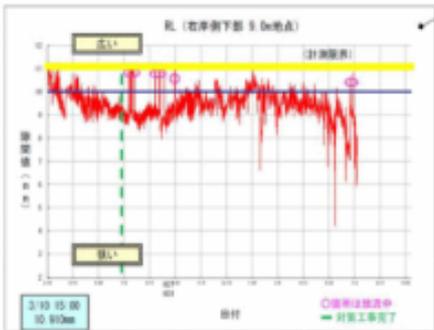
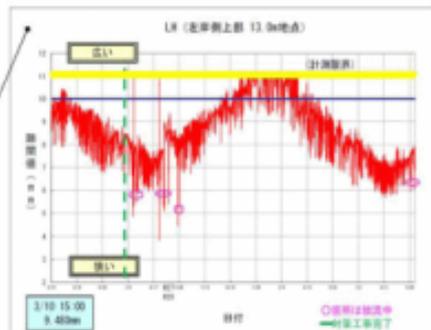
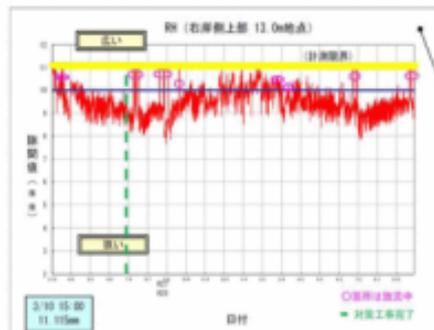


図-2 各計測箇所における扉体・戸巻り閉の隙間値

※ 2016/1/5 10:00～ 欠測

4号ゲート隙間センサーの計測結果

新宮ダム洪水吐き4号ゲート 隙間観測値

計測期間：2014/4/2 15:00 ~ 2016/9/27 14:00 (毎正時データ)
 ※ 扉体全開時におけるデータを表示

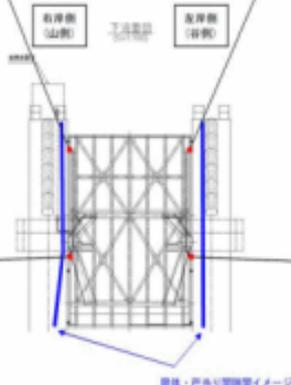
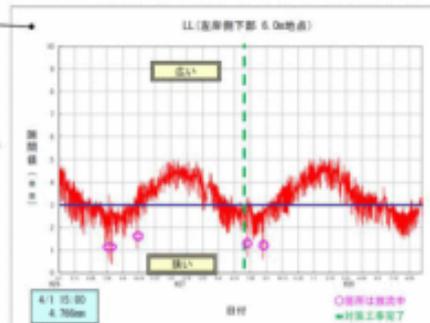
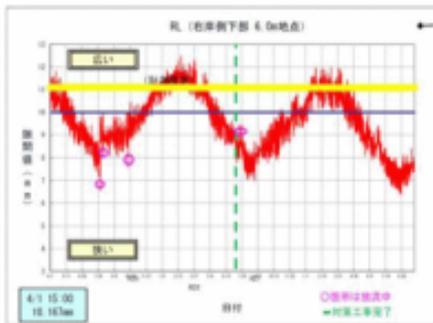
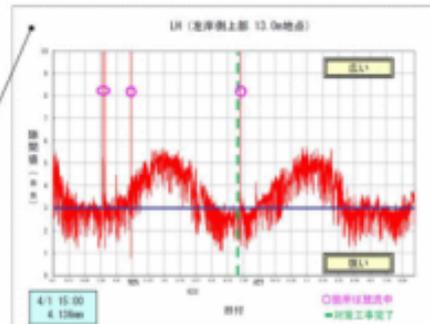
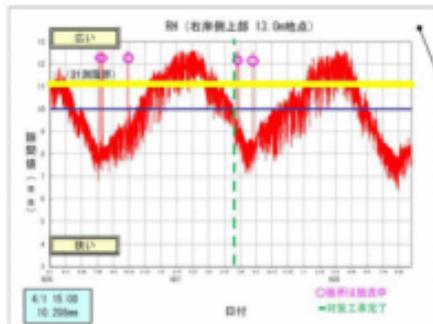


図-3 各計測箇所における扉体・戸高り間の隙間値

変位計測結果

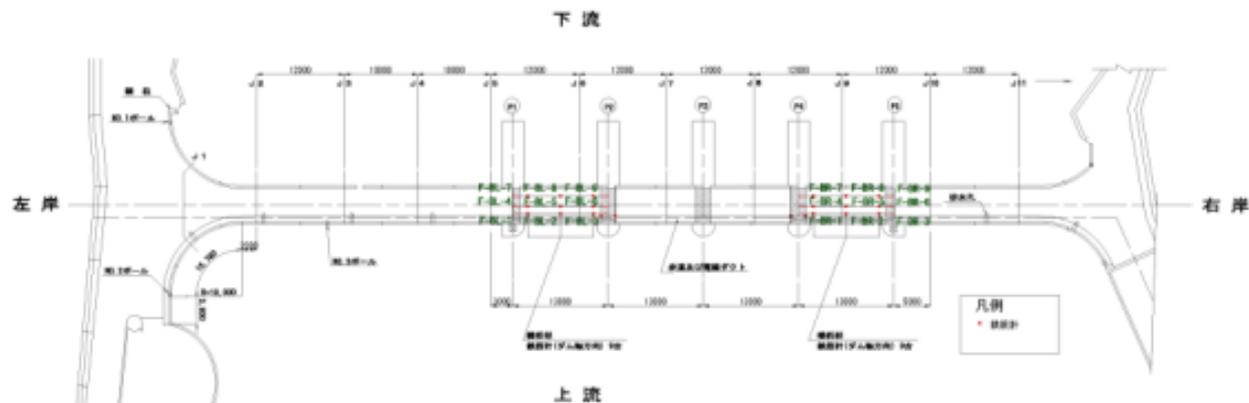
変位計測結果まとめ

- ・ブラムラインの計測結果から、対策工実施後の平成28年の谷側方向変位のピークは、前年までのピークと比べて大きくなったが、対策工実施前(平成26年)よりは小さい。(平成26年と平成28年の比較で、右岸側で0.9mm、左岸側で1.3mm)
- ・トータルステーション測量結果から得られる地山間距離の変動傾向は、対策工実施後も変化していない。
- ・トータルステーション測量結果から得られる門柱間距離(P5-P1)は年周期変動を伴いながら夏季にピーク(狭まる方向)となるが、平成28年のピークは平成27年のピークより0.3mm狭まったが、対策工実施前(平成26年)のピークよりは狭まる量が0.8mm抑制された。
- ・トータルステーション測量結果から得られる門柱のダム軸方向の相対変位量は、昨年度よりも右岸側へ傾倒する傾向(P5は左岸側へ傾倒する量が減少傾向)が見られるが、対策工実施前の範囲内である。
- ・ゲート隙間センサの結果から、ゲートの隙間値が減少している箇所があるが、隙間は確保されている。
- ・以上より、対策工によって一定の変位抑制効果が発現していることが確認された。

応力計測結果(1/5)【橋桁部】

1. 橋桁の軸力

中詰めコンクリートをはつて設置したひずみゲージ式鉄筋計の計測値を用いて監視する。



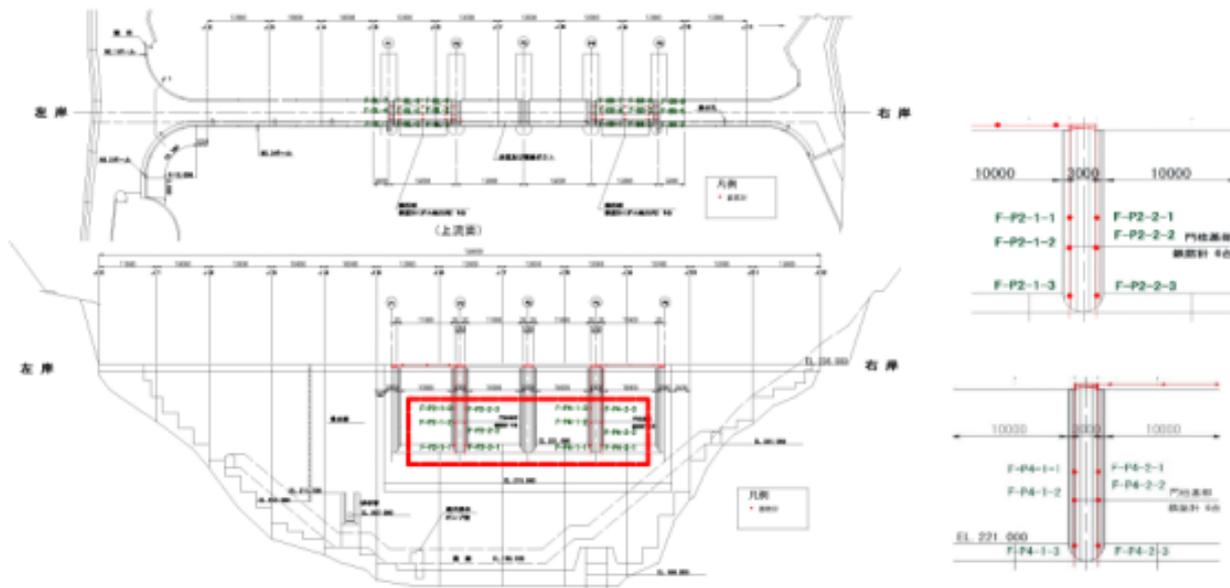
応力計測結果(2/5)【門柱側部】

2. 門柱側部の曲げ引張力

門柱基部および段落とし部に設置するひずみゲージ式鉄筋計により各点における引張力を監視する。(鉄筋の引張強度に対する各観測点の引張力を監視する。)

門柱P2, P4の両端に各1孔ずつ削孔し、鉄筋計は1孔あたり3箇所、その深さは鉄筋の段落ち部とする。

下図

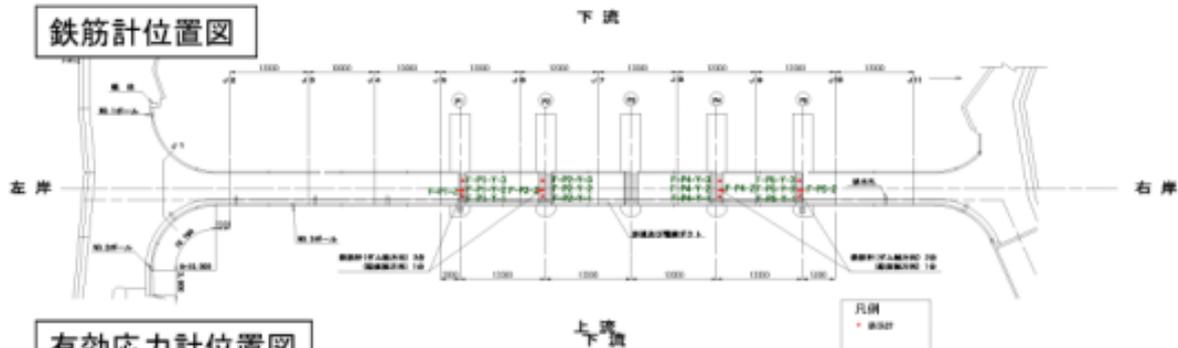


応力計測結果(3/5)【門柱頂部】

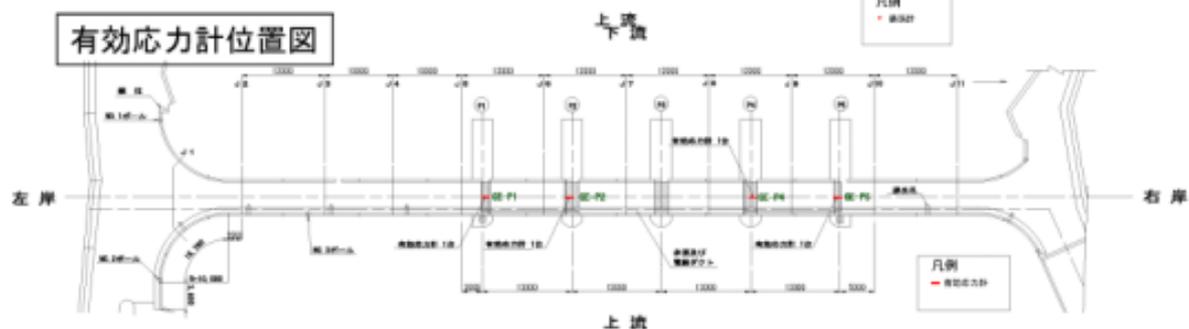
3. 門柱頂部の軸力、せん断力

門柱頂部の間詰コンクリートに設置したひずみゲージ式鉄筋計とコンクリート有効応力計の計測値を用いて監視する。

鉄筋計位置図

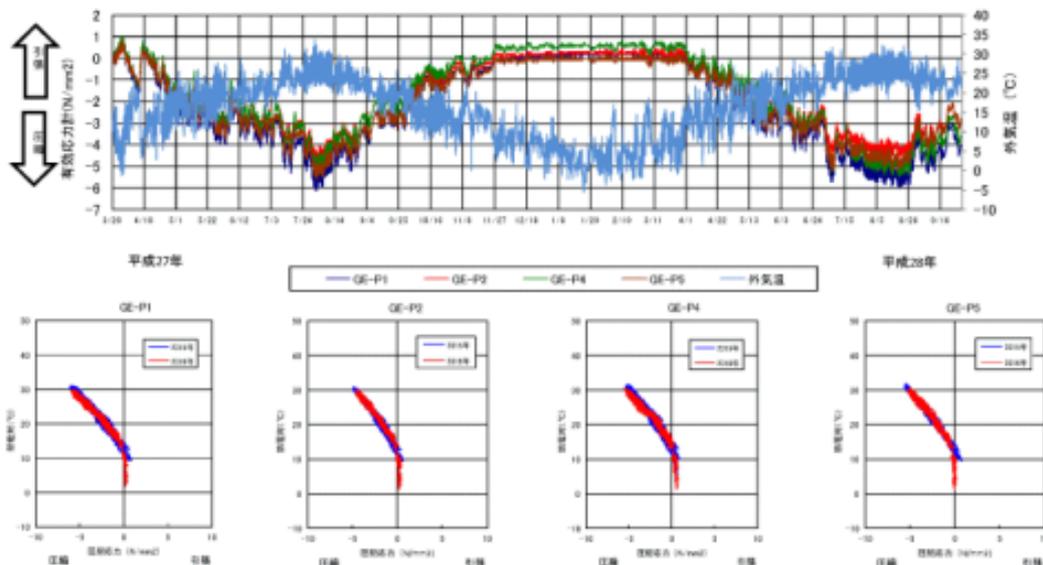


有効応力計位置図



応力計測結果(4/5)【門柱頂部】

4. 有効応力計測結果(門柱頂部)



- 基本的なグラフの形状は鉄筋計の記録と同じ。
- 最大値は初期値に対して4~6N/mm²圧縮側の値であった。
(圧縮強度の約15~25%、鉄筋計計測値以下)
- 温度と発生応力の関係は線形関係を保っている。

応力計測結果(5/5)

5. 応力計測結果まとめ

・埋設計器による計測結果より、門柱頂部には温度荷重以外に堤体の川側変位に伴う圧縮側の累積荷重の作用が増加する傾向も認められるが、橋桁部では堤体に作用する応力は外気温と相関を保持しており、温度荷重以外の荷重は作用していないと考えられる。

・門柱側部で鉄筋計の測定値から換算された最大引張力は、一部の門柱の基部で引張強度の80%を超過している。また、門柱の中間付近では、大きな引張応力を示しているが、その反対側面でも引張応力が発生しており、天端橋梁の圧縮力とは別要因と考えられる。

堤体変位暫定対策工のモニタリング結果のまとめ

・変位計測結果(ブラムライン、トータルステーション測量)より、対策工実施後も左右岸ブラムラインは夏季に谷側に変位する傾向は継続したが、その変位量と変位速度は対策工前までより減少しており、対策工による谷側方向への堤体変位の抑制効果が確認できた。ただし、平成28年は平成27年より変位が増加する傾向も見られた。

・天端舗装のクラック監視記録より、対策工実施後、現在のところ特に注視している「段差を伴う上下流方向クラック」は確認されておらず、全期間を通じて大きな軸圧縮力によるひび割れの発生は見られない。

・埋設計器による応力計測結果より、門柱頂部には温度荷重以外に堤体の川側変位に伴う圧縮側の累積荷重の作用が増加する傾向も認められるが、橋桁部では堤体に作用する応力は外気温と相関を保持しており、温度荷重以外の荷重は作用していないと考えられる。また、一部の門柱部では天端橋梁を通じて作用した圧縮力により基部に曲げモーメントが生じていると考えられる。

以上より、対策工の効果が確認された。しかし、門柱で注意を要する応力が発生している可能性があるため、計測項目の追加を検討したうえで、引き続きモニタリングを実施する必要がある。

モニタリング計画における観測項目の追加

観測項目選定一覧表

区分	観測項目	使用計器等	観測方法	観測頻度	目的	分析方法	備考
外的要因	貯水位	水位計	自動	毎分	④挙動分析の要因分析に用いる項目	-	
	外気温	温度計	自動	毎正時	④挙動分析の要因分析に用いる項目	-	
	堤体温度	温度計(埋設)	自動	毎正時	④挙動分析の要因分析に用いる項目	-	
変形	堤体天端変位	ブラムライン	自動	毎正時	①発生応力の管理 ③堤体挙動の傾向把握	PL1~PL2間隔の経時変化 (軸方向の平均ひずみ量) 個別の軌跡図、経時変化	
	堤体および地山の変位	トータルステーション	自動	4時間毎	①発生応力の管理 ③堤体挙動の傾向把握	P2,P3,P4門柱頂部の軸方向変位量 (門柱基部応力) P1~P5間隔の経時変化 (PL計測の補足)	
ひび割れ	堤体表面クラック(舗装面ほか)	目視観測	手動	日常点検	②初期異常の確認	長さ、幅の進展	
	堤体表面クラック(門柱前面)	写真	手動	任意	②初期異常の確認	長さ、幅の進展	1回/年
		亀裂変位計 (代表箇所)	自動	毎正時	①発生応力の管理 ③堤体挙動の傾向把握	幅の進展	追加
		目視観測	手動	2回/月	①発生応力の管理 ③堤体挙動の傾向把握	長さ、幅の進展	追加
堤体表面クラック(越流部)	写真	手動	任意	②初期異常の確認	長さ、幅の進展	1回/年	
ゲート操作性	ゲート・戸当たり隙間	隙間計	自動	毎正時	③堤体挙動の傾向把握	経時変化 相関図	
	ロープ張力	ワイヤ張力計	自動	逆流時 点検時	③堤体挙動の傾向把握	経時変化 左右ワイヤの比較	ゲート操作時
	電流値	電流計	自動		③堤体挙動の傾向把握	経時変化 左右ワイヤの比較	ゲート操作時
応力	橋桁上面の軸圧縮力	ひずみゲージ式鉄筋計	自動	毎正時	①発生応力の管理	経時変化 相関図	
	門柱頂部の軸圧縮力①	ひずみゲージ式鉄筋計	自動	毎正時	①発生応力の管理	経時変化 相関図	
	門柱頂部の軸圧縮力②	コンクリート有効応力計	自動	毎正時	①発生応力の管理	経時変化 相関図	
	門柱頂部間のせん断力	ひずみゲージ式鉄筋計	自動	毎正時	①発生応力の管理	経時変化 相関図	
	門柱基部の曲げ引張力	ひずみゲージ式鉄筋計	自動	毎正時	①発生応力の管理	経時変化 相関図	

安全管理の判定基準(1)

変形量に対して注意を払う基準値(目安)

表-1 門柱頂部の相対変位量の基準値(門柱基部の引張応力に対応)

	門柱頂部の相対変位(mm)	基部の引張応力(N/mm ²)	備考
限界値	5.56	3.0	現場採取コア圧縮強度を参考に設定
通常監視	2.8	1.5	設計基準強度の50%超過で注意監視へ移行
注意監視	3.9	2.1	設計基準強度の70%超過で警戒監視へ移行
警戒監視	5.0	2.7	設計基準強度の90%超過で応力解放の判断

表-2 門柱頂部の圧縮変位量の基準値(門柱頂部の圧縮応力に対応)

	門柱頂部の圧縮変位(mm)	門柱頂部の圧縮応力(N/mm ²)	備考
限界値	1.2	24.0	現場採取コア圧縮強度を参考に設定
通常監視	0.4	12.0	設計基準強度の50%超過で注意監視へ移行
注意監視	0.7	16.8	設計基準強度の70%超過で警戒監視へ移行
警戒監視	1.0	21.6	設計基準強度の90%超過で応力解放の判断

表-3 橋桁部の圧縮変位量の基準値

	桁部の圧縮変位(mm)	橋桁部の圧縮応力(N/mm ²)	備考
限界値	8.1	30.0	中詰コンクリート品質管理試験値
通常監視	2.7	15.0	設計基準強度の50%超過で注意監視へ移行
注意監視	5.0	21.0	設計基準強度の70%超過で警戒監視へ移行
警戒監視	7.0	27.0	設計基準強度の90%超過で応力解放の判断

平成28年11月考え方(案)

①門柱頂部の相対変位は基準値の範囲内であるが、鉄筋計より算出される引張応力がコンクリートの引張強度に近い値となっていること、また、門柱側部にひび割れが発生していることから、**注意監視に相当する監視(門柱側部のひび割れ計測)を実施する。**

②門柱頂部の圧縮変位量(圧縮応力)については、**残置ひずみを考慮した値(残置ひずみにより計算される圧縮応力を除いた値)で判断する。**

安全管理の判定基準(2)

応力に対して注意を払う基準値(目安)

表-4 主桁及び門柱頂部の基準値

単位: N/mm²

	主桁 (中詰コン)	門柱頂部	備 考
限界値	24.0	24.0	設計基準強度
通常監視	12.0	12.0	設計基準強度の50%超過で注意監視へ移行
注意監視	16.8	16.8	設計基準強度の70%超過で警戒監視へ移行
警戒監視	21.6	21.6	設計基準強度の90%超過で応力解放の判断

平成28年11月考え方(案)

②門柱頂部の圧縮変位量(圧縮応力)については、**残留ひずみを考慮した値(残留ひずみにより計算される圧縮応力を除いた値)**で判断する。

表-5 門柱基部の制限値

単位: N/mm²

	門柱基部	備 考
限界値	160	表1.5.4参照
通常監視	160	鉄筋の許容応力度を超過で注意監視へ移行
注意監視	200	鉄筋の許容応力度×1.25を超過で警戒監視へ移行
警戒監視	240	鉄筋の許容応力度×1.50を超過で応力解放の判断

表-6 鉄筋の許容応力度

応力度、部材の種類	鉄筋の種類	SD30S	SD30SA SD30SB	SD34S
		1) 荷重及び衝撃以外の荷重が作用する場合(はり部材等)	80	100
2) 荷重の組合せに鋼管束又は地盤の影響を含まない場合の基本値	2) 一般の部材	140	180	180
	3) 水中又は地下永久以下に設ける部材	140	100	160
4) 荷重の組合せに鋼管束又は地盤の影響を伴う場合の基本値		140	180	200
5) 鉄筋の重ね継ぎ又は定荷重を算出する場合の基本値		140	180	200
6) 圧縮応力度		140	180	200

クラックの発生状況による判断基準(案)

表-7 クラック発生状況による監視区分の移行

	クラックの発生状況
通常監視	クラックの発生なし
注意監視	クラックの発生が確認される。(施工直後の乾燥収縮によるクラックを除く)
警戒監視	クラックが上下流方向に連続的に発生する。

