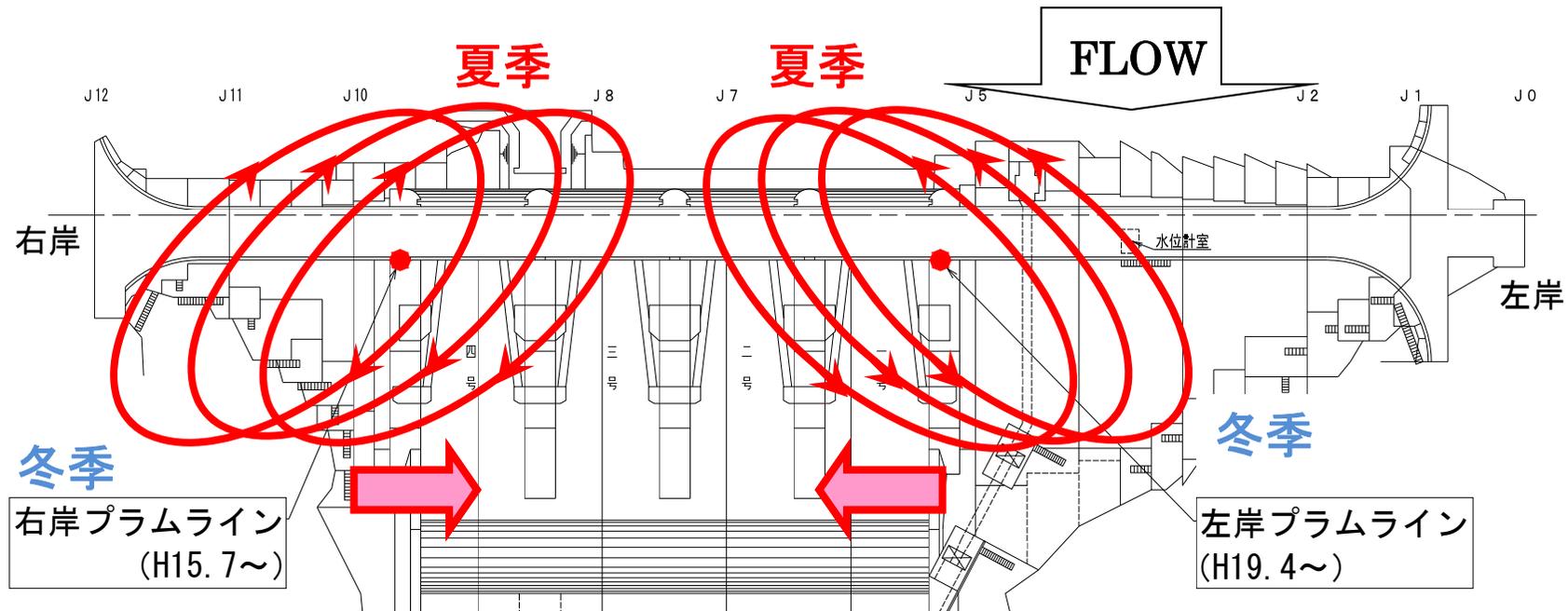


洪水吐きゲート操作性について

平成29年12月5日

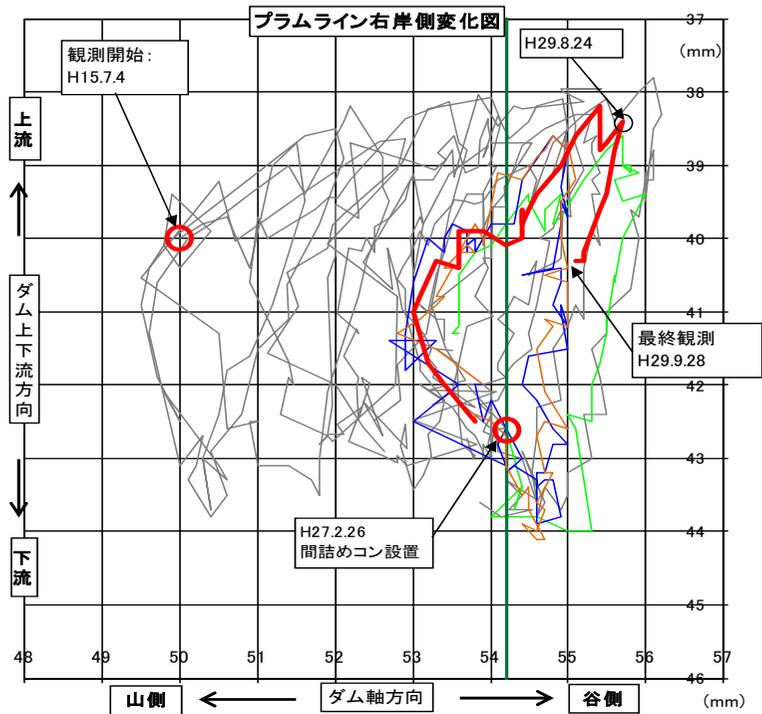
独立行政法人水資源機構
池田総合管理所

プラムラインの固定端が描く年周期ループ



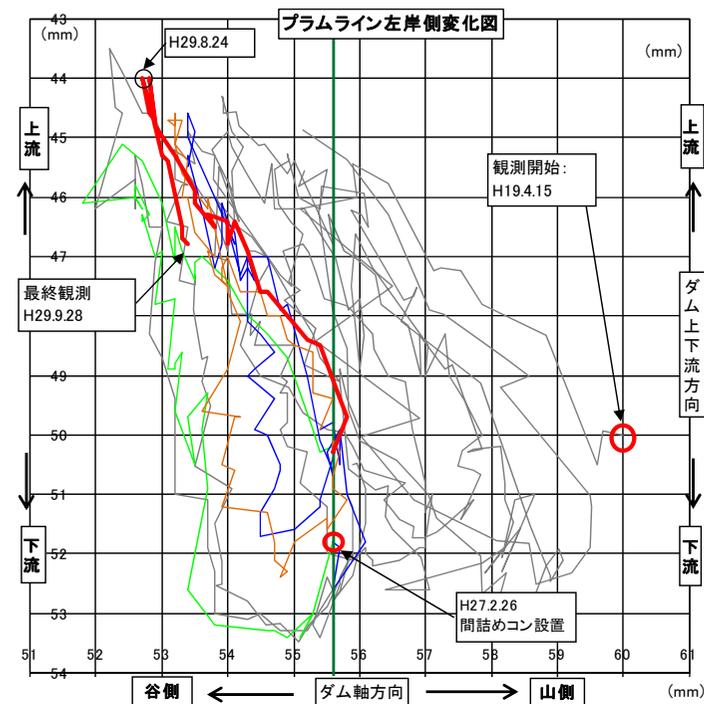
- ・夏季に谷側上流へ変位
- ・冬季に山側下流へ変位
- ・上下流方向の変動範囲は概ね一定
- ・ダム軸方向の変動範囲は徐々に谷側へ推移
(=年周期ループが徐々に谷側へ推移)

プラムライン軌跡図<平成29年の挙動>



右岸側

	年度	線色
対策工後	H29.4.1以降	赤
	H28.4.1～H29.3.3.1	黄
	H27.2.26～H28.3.3.1	青
対策工前	H26.4.1～H27.2.25	緑
	H26.3.31以前	灰

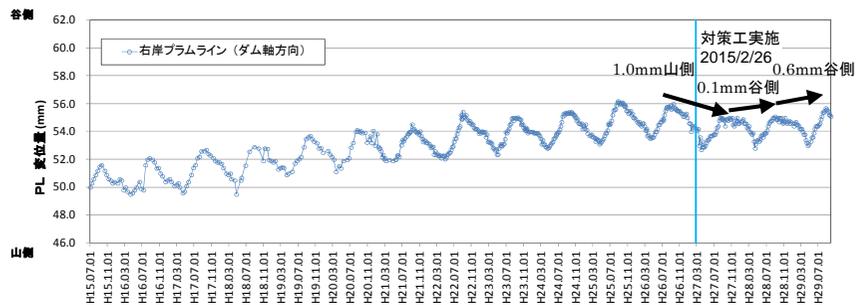


左岸側

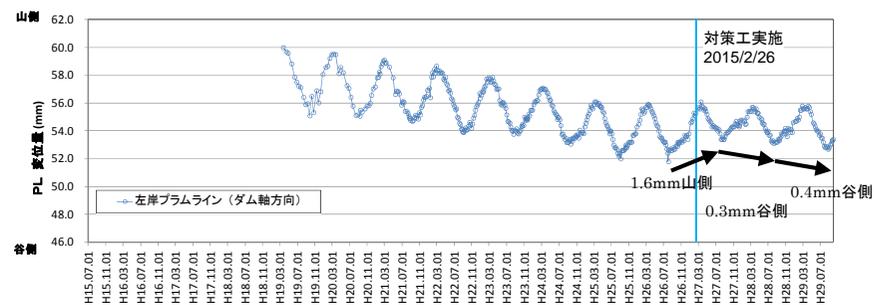
・左右岸プラムラインとも、夏季の谷側方向への変位のピークは、対策工前のH26年よりは小さいものの、H29年はH28より大きく、対策工後で最大となっている。

プラムライン変位の経年変化

(1) ダム軸方向変位

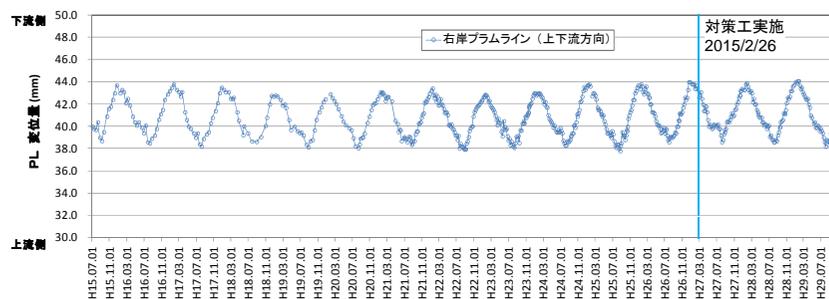


右岸側

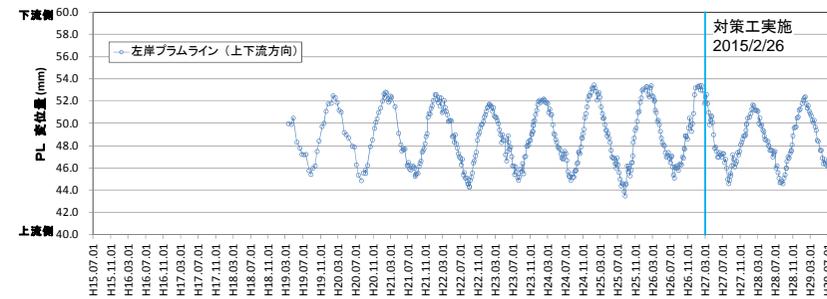


左岸側

(2) 上下流方向変位



右岸側

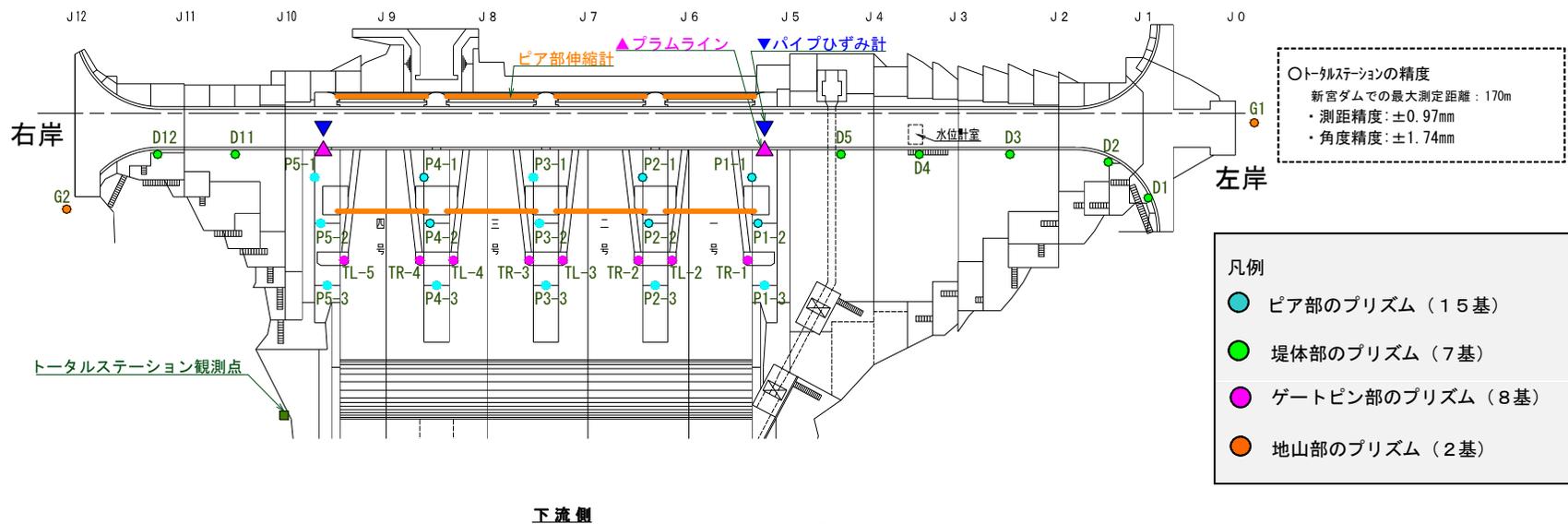


左岸側

- ・右岸プラムラインにおけるH29夏季の谷側方向変位のピークは、前年(H28)のピークと比べ0.6mm大きいですが、対策工前(H26)のピークよりは0.3mm小さい。
- ・左岸プラムラインにおけるH29夏季の谷側方向変位のピークは、前年(H28)のピークと比べ0.4mm大きいですが、対策工前(H26)のピークよりは0.9mm小さい。

トータルステーション測量計測(1/4)

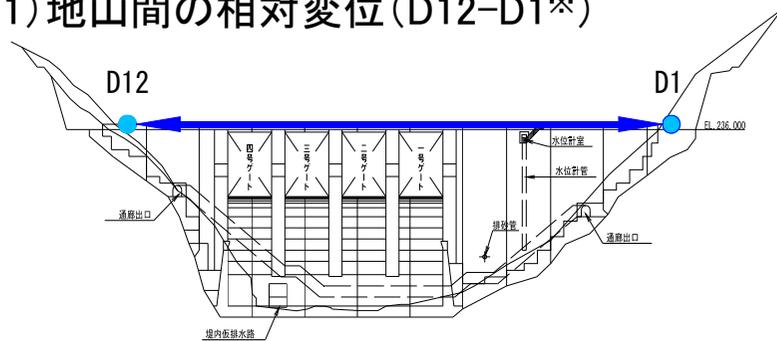
1. トータルステーション測量の計測位置



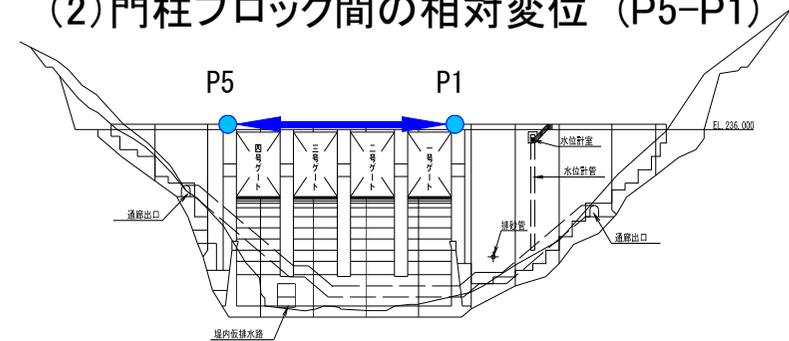
トータルステーション測量計測(2/4)

2. 堤体頂部の変動の経年変化

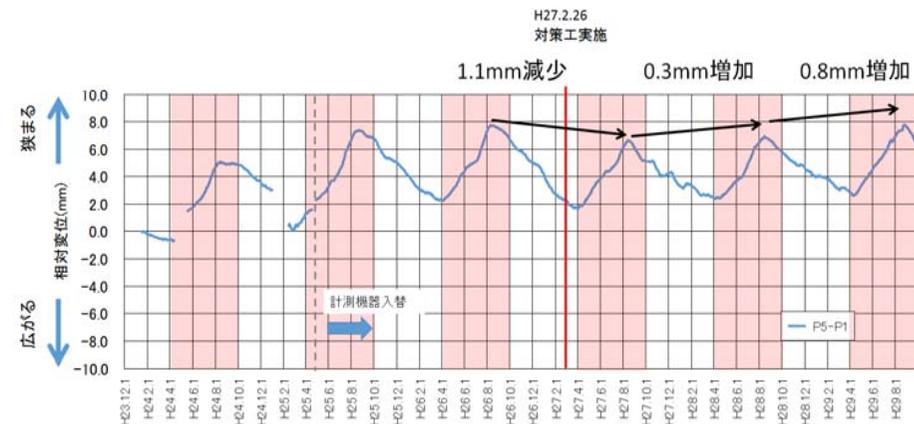
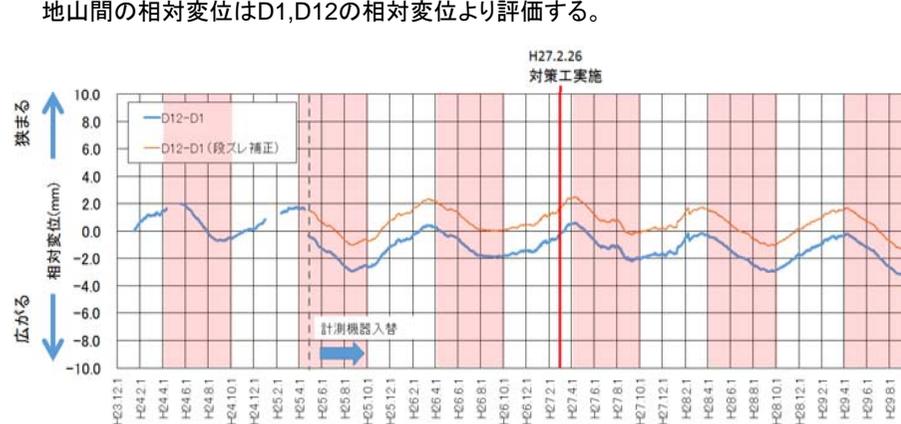
(1) 地山間の相対変位(D12-D1※)



(2) 門柱ブロック間の相対変位 (P5-P1)



※変動データを比較し、G1,G2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。



・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という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。

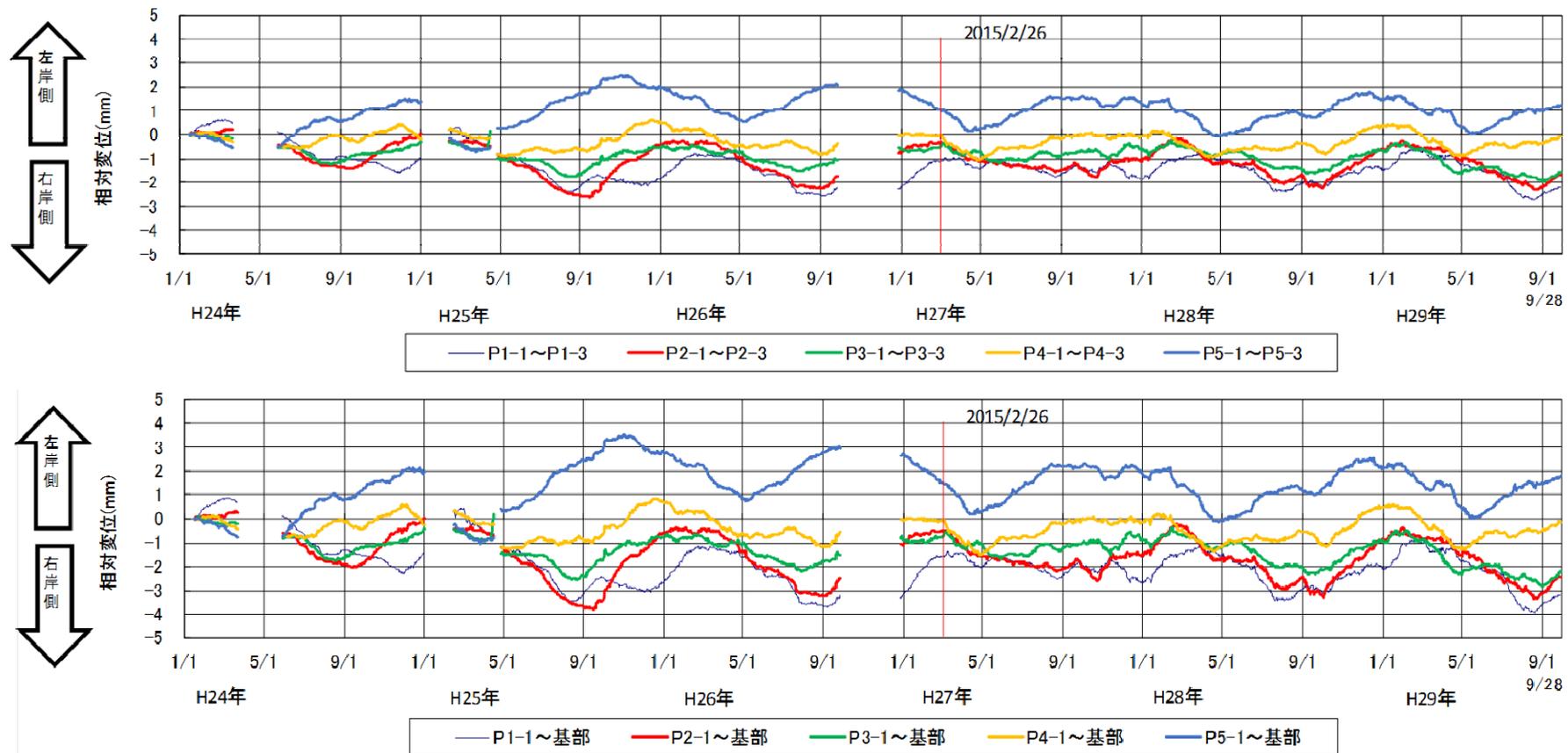
・門柱間距離(P5-P1)は夏季に狭まり、冬季～春先にかけて広がる動きを周期的に繰り返す。

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は0.8mm程度大きく、対策工前のピークとほぼ同変位となった。

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～

・H24～H26年の1/1をみると、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、対策工の結果、H27年以降はH26年までより傾倒する量が全体的に減少している。

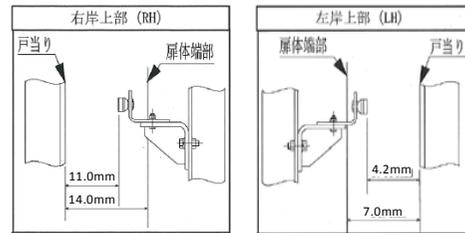
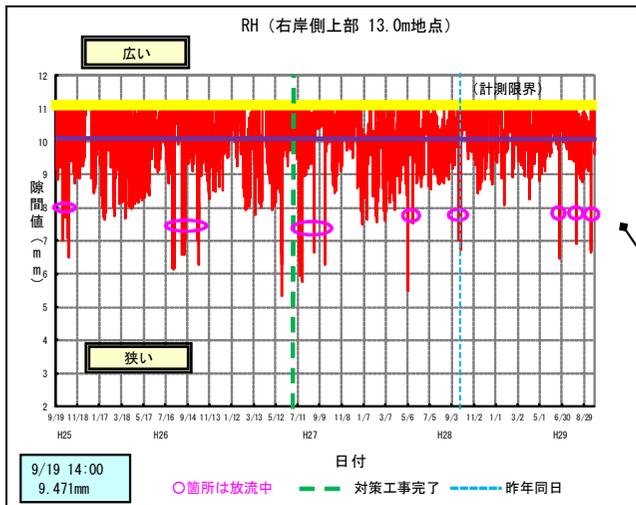
・ただし、P1,P2,P3は、対策工後の9/1でH28とH29を比較すると、夏季に右岸側へ傾倒する量が、前年より大きくなっている。特に、ピークで見た場合、P1,P2は、過履歴の範囲内ではあるが既往最大値近くまで推移した。

・P5は、対策工後、累積する傾倒は見られないものの、夏季から冬季にかけて左岸側(谷側)へ傾倒する動きが見られた。これは、対策工の変位抑制効果として、P5にP1～P4(左岸)からの力が、夏季に右岸側へ加圧され、その後、除圧作用が冬季の動きに影響を与えたものと考えられる。

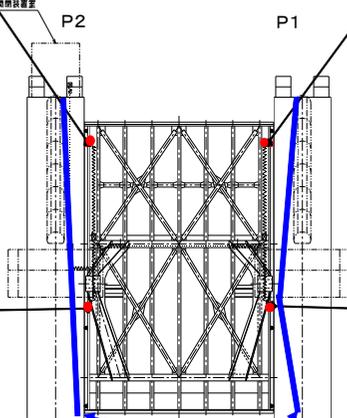
1号ゲート隙間センサーの計測結果

新宮ダム洪水吐き1号ゲート 隙間観測値

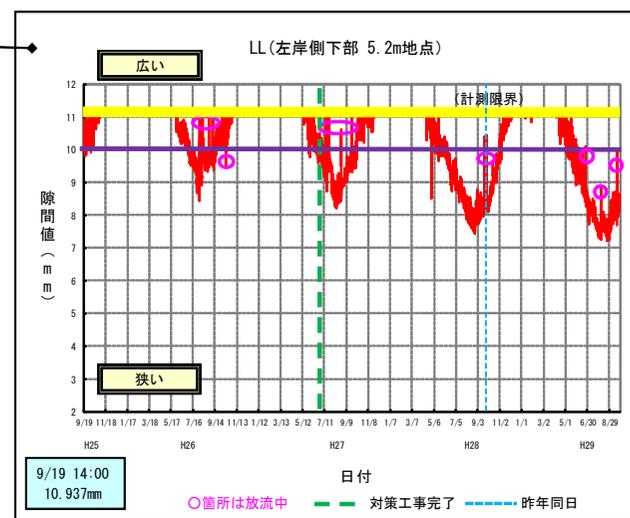
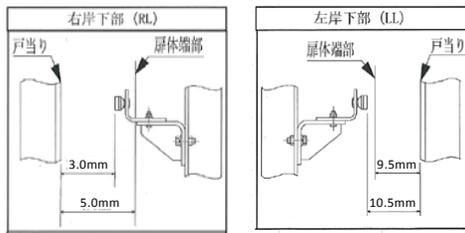
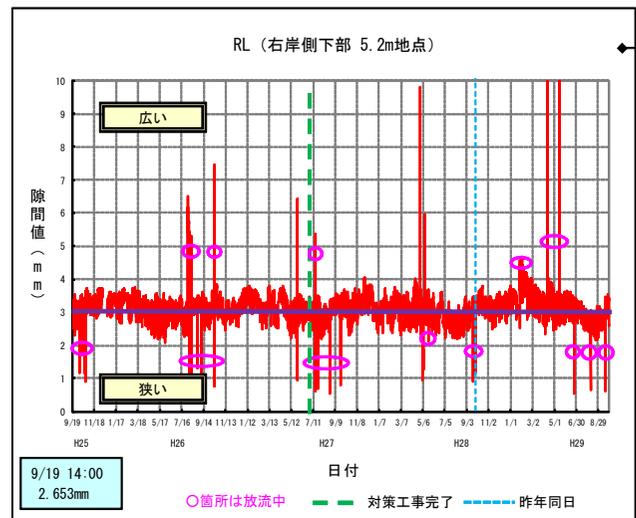
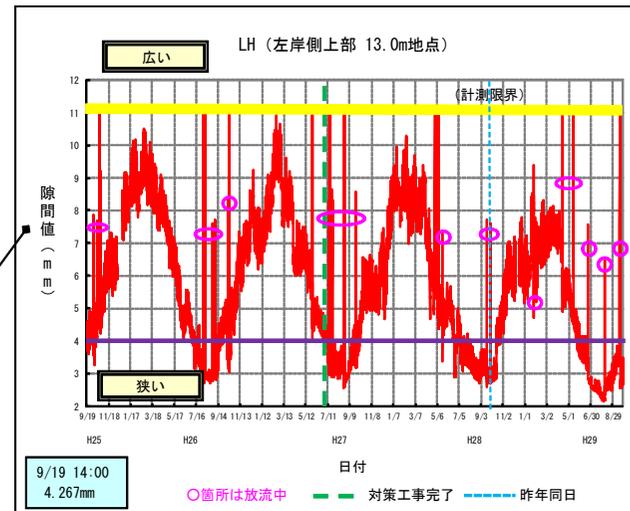
計測期間：2013/9/19 14:00 ~ 2017/9/26 14:00 (毎正時データ)
 ※ 扉体全閉時におけるデータを表す



下流面図 (S=1:100)



扉体・戸当り間隙間イメージ

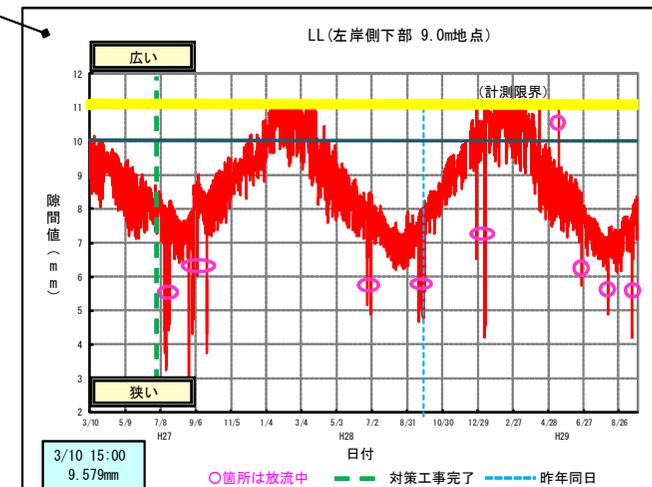
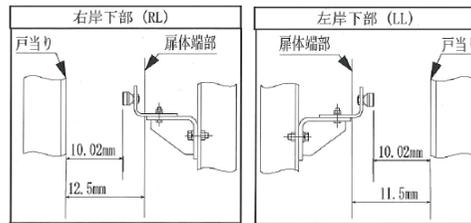
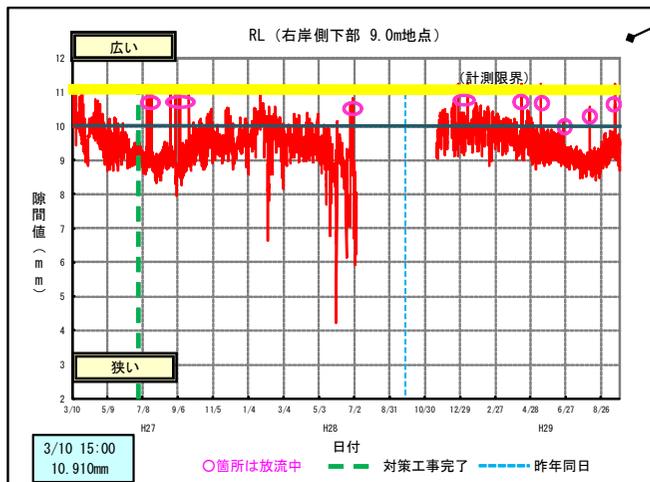
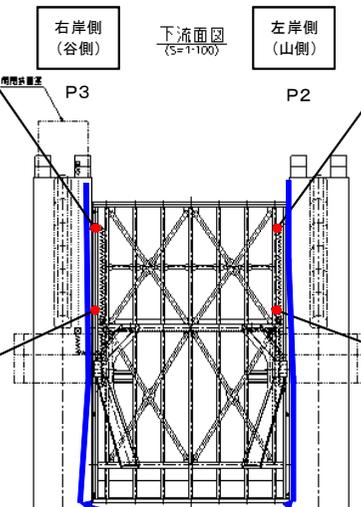
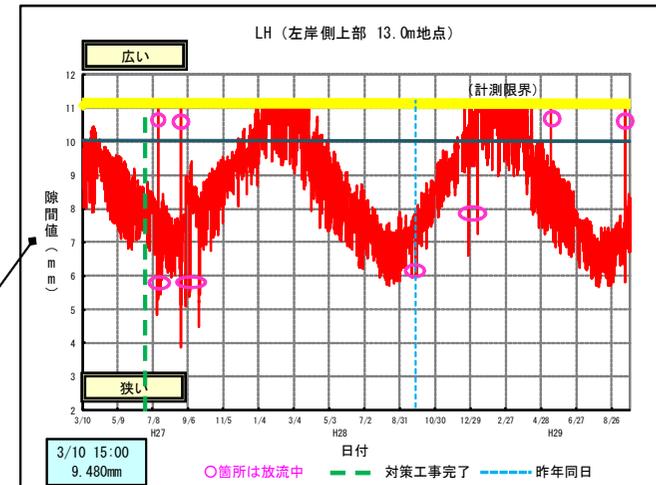
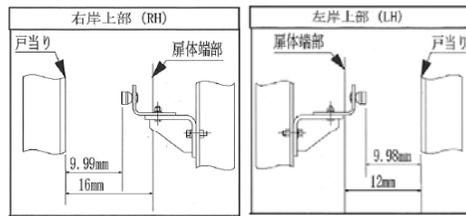
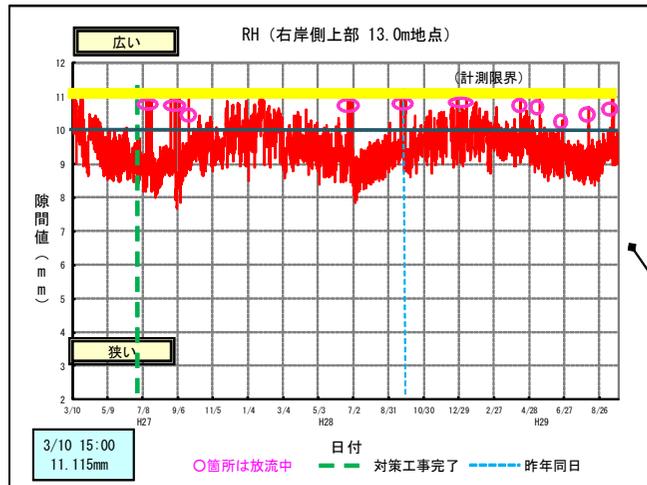


各計測箇所における扉体・戸当り間の隙間値

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 ~ 2017/9/26 14:00 (毎正時データ)
 ※ 扉体全閉時におけるデータを表す



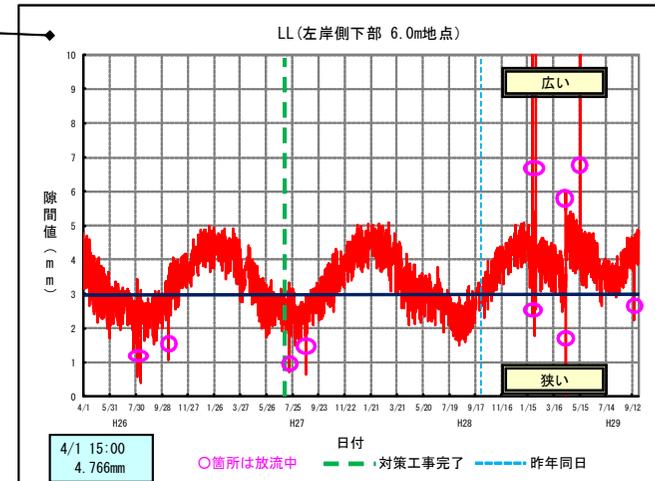
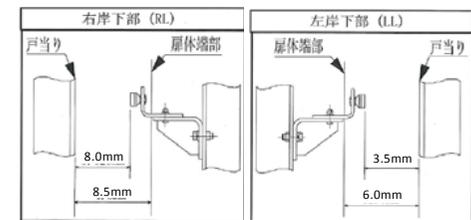
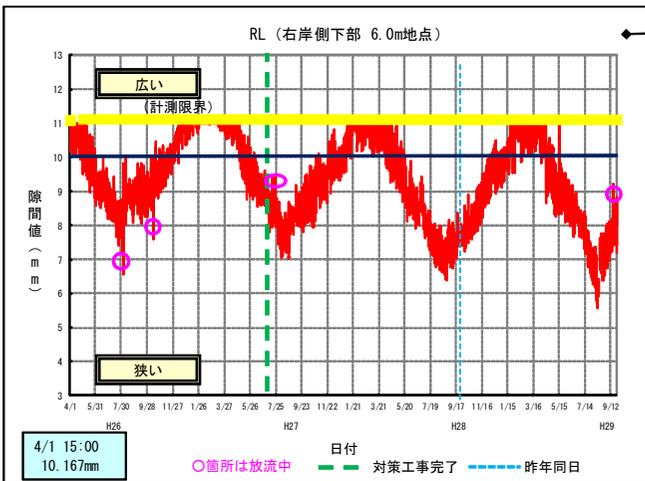
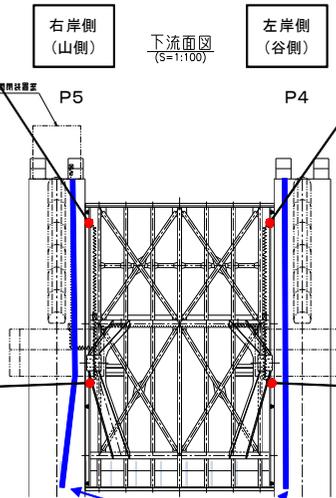
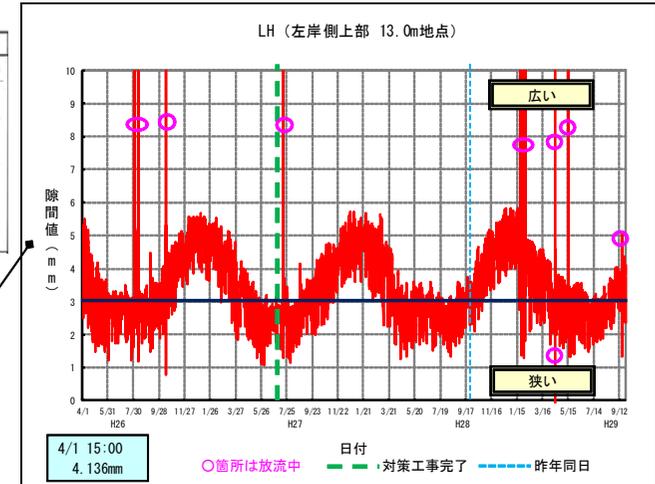
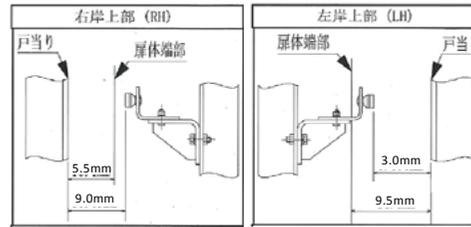
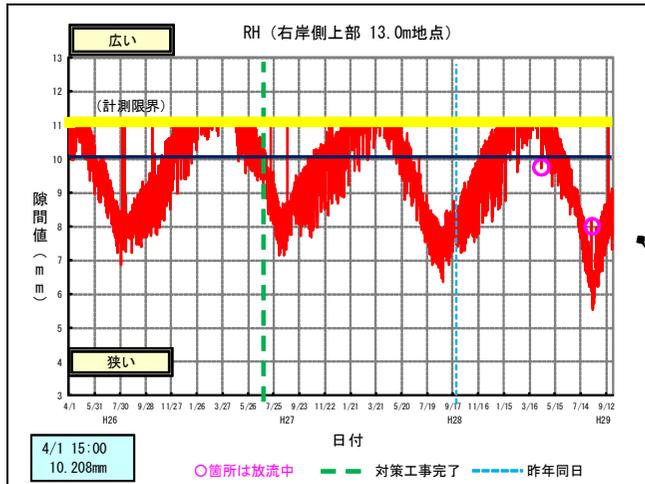
※ 7/5 10:00 ~ 11/18 欠測

各計測箇所における扉体・戸当り間の隙間値

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 ~ 2017/9/26 14:00 (毎正時データ)
 ※ 扉体全閉時におけるデータを表す



各計測箇所における扉体・戸当り間の隙間値

変位計測結果

変位計測結果まとめ

- ・プラムライン計測結果から、対策工後は対策工前より小さい（H26年とH29年の比較で、右岸側0.3mm、左岸側で0.9mm小さい）ものの、H29年の谷側方向への変位のピークは、対策工後で最大となった。
- ・対策工後、谷側への実測変位が、重回帰分析による回帰式から求めた対策工前の推定変位より、全体的に減少しているものの、再び増加する傾向が見られる。
- ・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、H29年のピークはH28年のピークより0.8mm狭まり、対策工前（H26年）のピークとほぼ同変位となった。
- ・トータルステーション測量結果から得られる門柱（P1,P2,P3）のダム軸方向の相対変位量は、前年度よりも右岸側へ傾倒する傾向が見られている。
- ・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、操作性に問題はない。

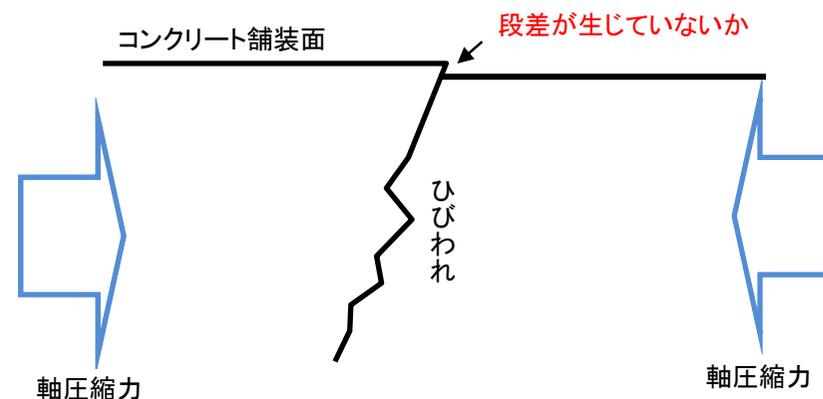
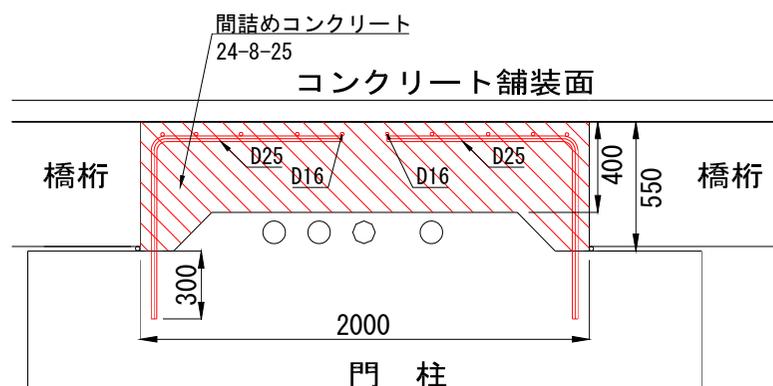
以上より、暫定対策工によって一定の変位抑制効果が発現していると認められるものの、再び変位の累積傾向がみられることが確認された。

クラック観測結果(1/3)

堤頂部(対策実施箇所)

対策工に過大な軸方向の圧縮力が作用した場合、門柱頂部と橋桁の境界付近が先行して破壊するよう構造弱部を設けている。この弱部付近等で、軸圧縮力に起因する段差を伴う上下流方向クラックが生じていないかを監視する。

・堤頂部ひび割れ調査(舗装面)

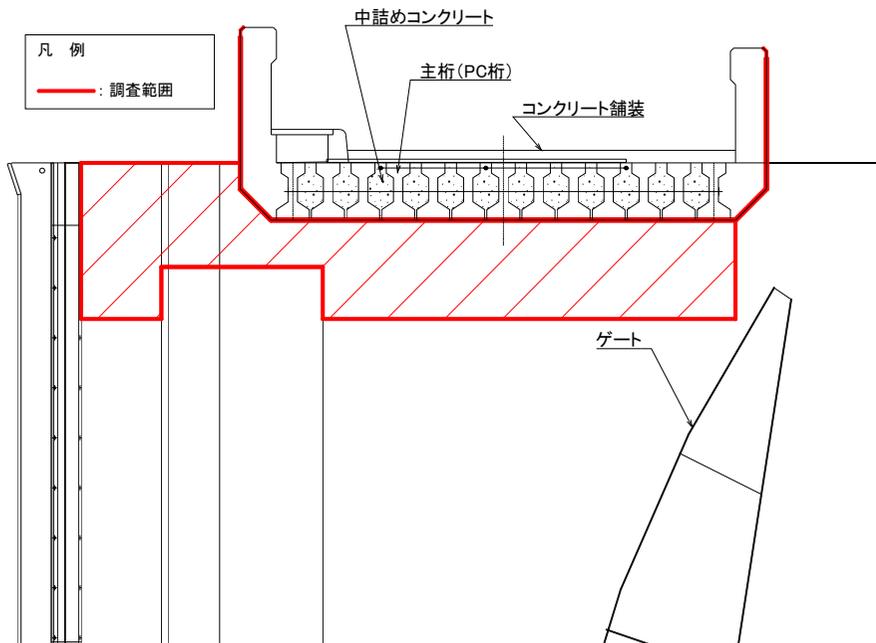


・対策工後、堤頂部コンクリート舗装面には、ダム軸方向及び上下流方向のひび割れが確認されているものの、現在までのところ特に注視している「段差を伴う上下流方向クラック」は、確認されていない。

クラック観測結果(2/3)

・天端橋梁下部(桁裏・橋脚門柱部)

橋梁点検車による近接目視点検(H29.9(2017.9))



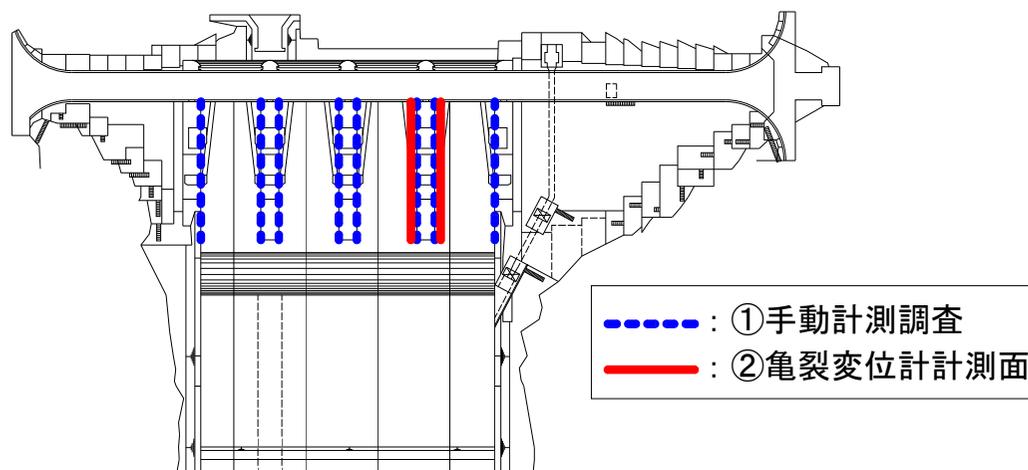
・主桁に軸圧縮力に伴うと想定されるひび割れは認められなかった。

クラック観測結果(3/3)

門柱側部

門柱側部のひび割れの代表箇所時計測値を用いて監視する。

- ①ひび割れ幅の手動計測(デジタルノギスによるピン間距離)(H29.1～)
- ②ひび割れ幅の亀裂変位計による自動計測(H29.6～)



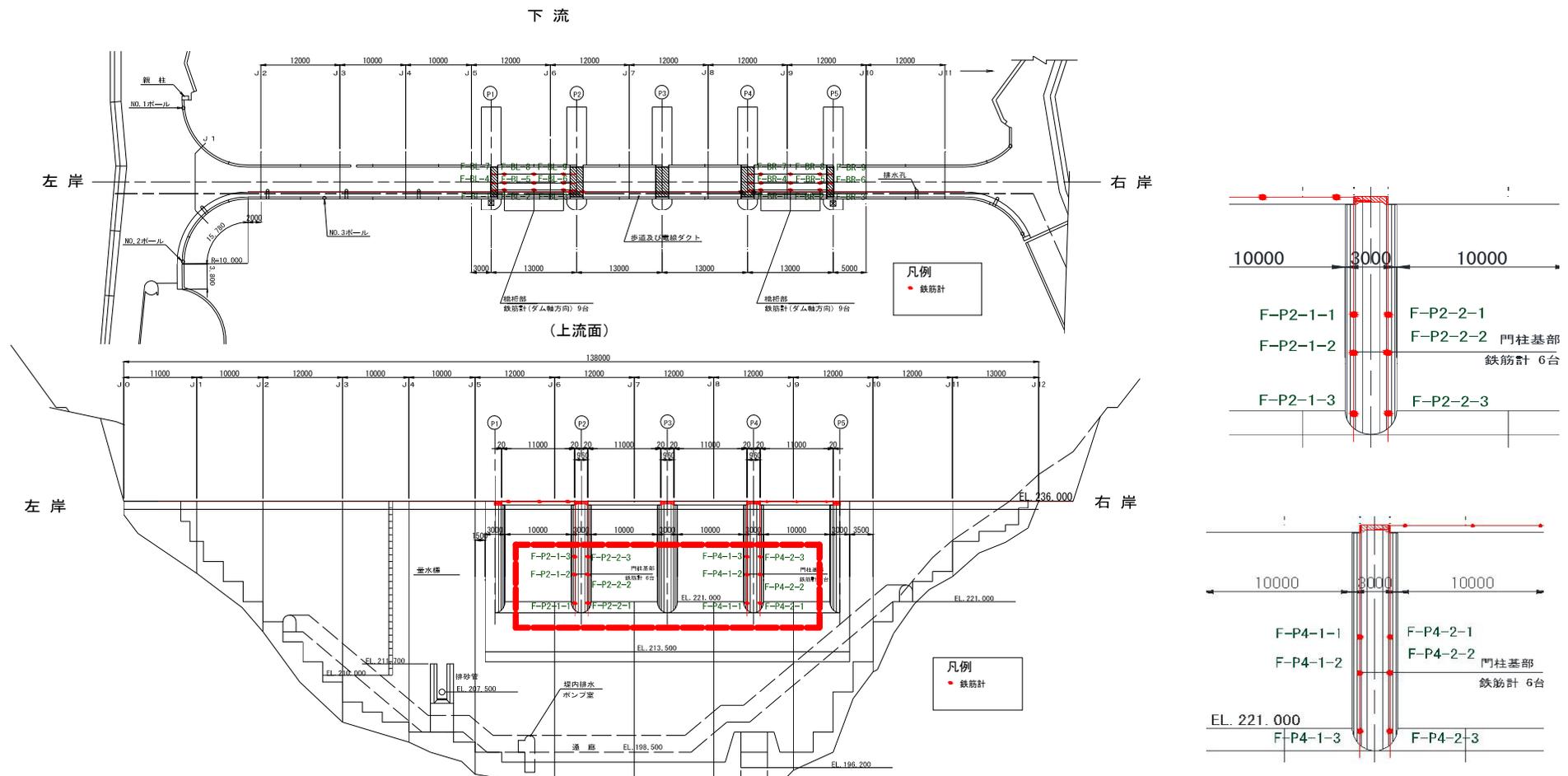
・調査開始からの計測期間が短い(①8ヶ月程度、②3ヶ月程度)のため、明確な傾向は確認できていない。

・対策工の影響により門柱が傾倒し、門柱基部に引張ひずみによる水平ひび割れが発生する可能性がある箇所(例えば、P2左岸側のNo.3～5)に、夏季の水平ひび割れは開いていない。

ひずみ計測結果(2/5)【門柱側部】

2. 門柱側部

門柱基部および段落とし部に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。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。

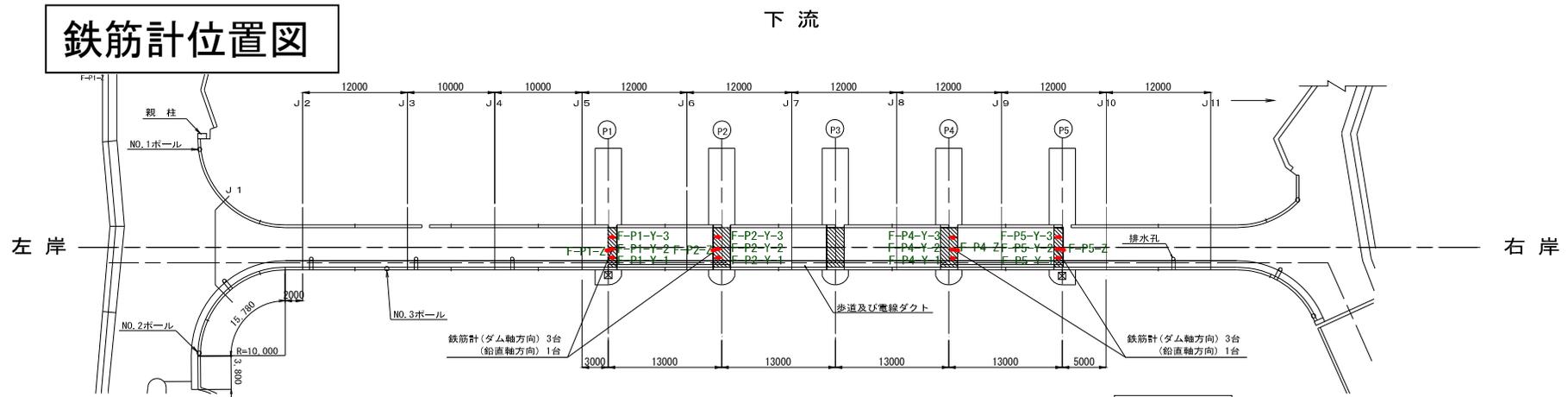


ひずみ計測結果(3/5)【門柱頂部】

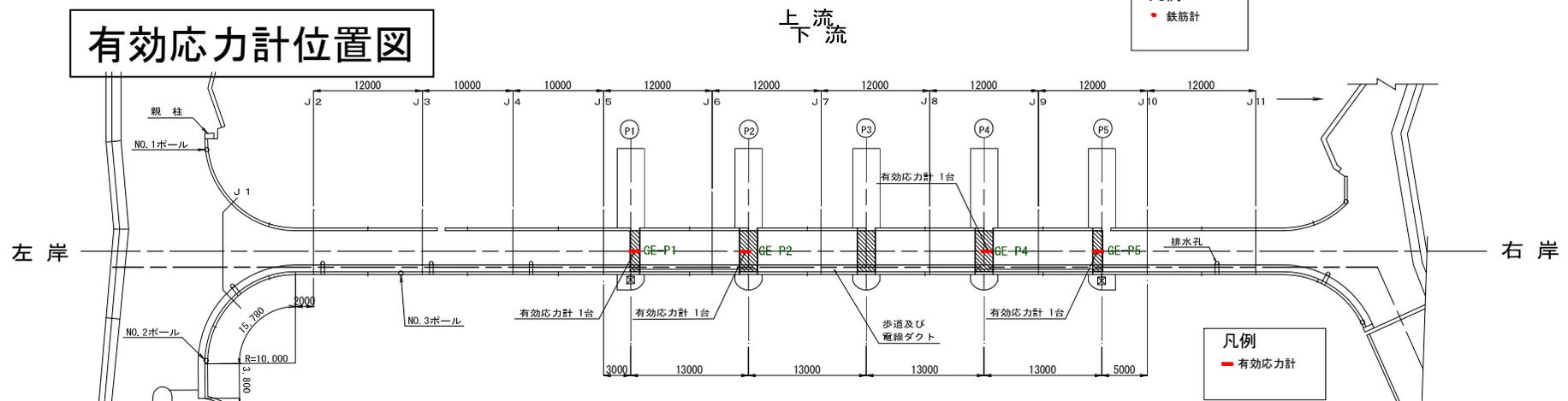
3. 門柱頂部

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および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

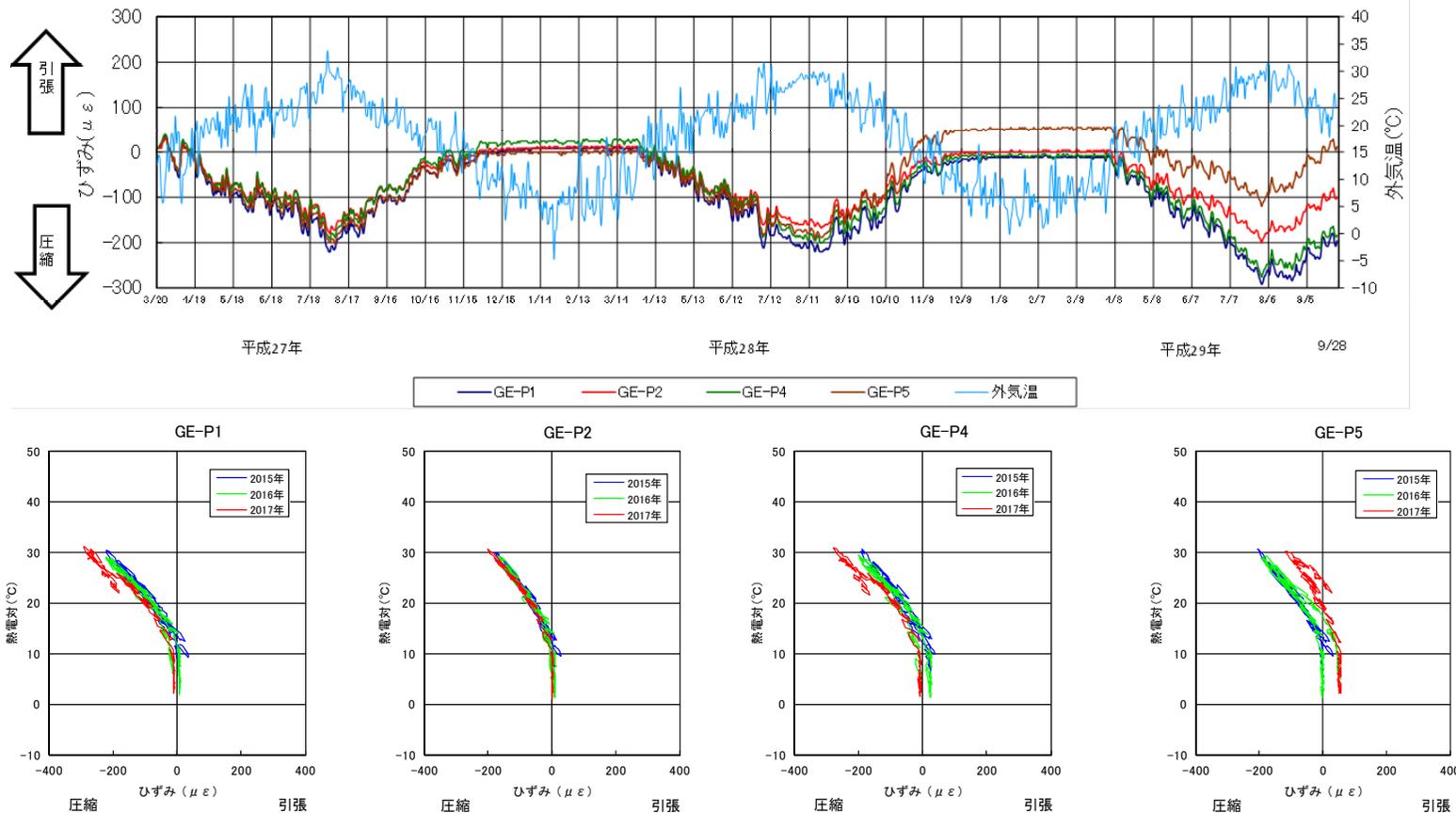


有効応力計位置図



ひずみ計測結果(4/5)【門柱頂部】

4. コンクリート有効応力計 計測結果(門柱頂部)



- ・基本的なグラフの形状は、鉄筋計の記録と類似。
- ・コンクリート温度、有効応力計による圧縮ひずみの関係は、概ね線形関係が保たれているが、P5を除き前年度よりも同一温度での圧縮ひずみが増加しており累積がみられる。P5はH28.10から11月にかけて引張ひずみが生じているが、原因がわかっていない。
- ・ひずみの最大値は初期値に対してP1およびP4で圧縮方向に300 μ 程度であるが、前年度より約80 μ 増加している。このまま累積傾向が継続した場合、3年後には注意を要する状態に近づくことになる。

ひずみ計測結果(5/5)

5. ひずみ計測結果まとめ

- ・埋設計器による計測結果より、門柱頂部および橋桁部では圧縮ひずみに累積が認められる。また、温度ひずみによる影響を除去した有効応力計での計測結果も同様であったことから、堤体の谷側への累積変位の影響により、門柱頂部への圧縮作用が増加していると考えられる。
- ・累積傾向が継続した場合、暫定対策工(間詰めコンクリート部)が損傷する可能性がある。
- ・門柱側部の最大引張ひずみはP2門柱基部で150 μ 程度であり、また、年々増加している。なお、P2門柱基部でのひずみ状態から、天端橋梁部で左岸から右岸方向に押されて門柱基部に曲げモーメントが発生していると考えられる。
また、P2やP4の門柱基部では、両側に引張ひずみが発生する期間があり、天端橋梁のダム軸方向に押す力とは別の要因もあると考えられる。

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(プラムライン、トータルステーション測量)より、その変位量と変位速度は対策工前までより減少しているが、対策工後も左右岸プラムラインは夏季に谷側変位が累積する動きが見られており、今後も注視していく。

- ・天端舗装や橋梁下部のクラック監視記録より、対策工後、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明瞭なひび割れの発生は見られない。

- ・埋設計器による計測結果より、門柱頂部および橋桁部では圧縮ひずみに累積が認められる。また、温度ひずみによる影響を除去した有効応力計での計測結果も同様であったことから、堤体の谷側への変位累積の影響により、門柱頂部への圧縮作用が増加していると考えられる。また、門柱側部では引張ひずみが大きく、また、年々増加している。なお、P2門柱基部でのひずみ状態から、天端橋梁で左岸から右岸方向に押されて、門柱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、対策工の効果は保持されているが、このままの変位やひずみの累積傾向が継続すると、将来、暫定対策工(間詰めコンクリート部)が損傷する可能性がある。管理のリスクも考慮すると、引き続きモニタリングを実施するとともに、新たな対策を検討していく必要がある。

モニタリング計画における安全管理の判定基準の一部変更(1/2)

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)	備 考
限界値	5.56	現場採取コア圧縮強度を参考に設定
通常監視	2.8	設計基準強度の50%超過が想定される相対変位で注意監視へ移行
注意監視	3.9	設計基準強度の70%超過が想定される相対変位で警戒監視へ移行
警戒監視	5.0	設計基準強度の90%超過が想定される相対変位で応力解放の判断

※コンクリートの設計基準強度と梁の公式(片持ち梁)より算出される門柱基部の縁応力(引張応力)より、門柱頂部の相対変位の限界値を設定した。

表-2 門柱頂部の圧縮ひずみおよび圧縮応力の基準値 (門柱頂部の圧縮応力に対応)

	門柱頂部の 圧縮ひずみ	門柱頂部の 圧縮応力 (N/mm ²)	備 考
限界値	960 μ	24.0	現場採取コア圧縮強度を参考に設定
通常監視	480 μ	12.0	設計基準強度の50%超過で注意監視へ移行
注意監視	670 μ	16.8	設計基準強度の70%超過で警戒監視へ移行
警戒監視	860 μ	21.6	設計基準強度の90%超過で応力解放の判断

※門柱頂部の圧縮ひずみについては、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-3 橋桁部の圧縮ひずみおよび圧縮応力の基準値

	桁部の圧縮ひずみ	橋桁部の 圧縮応力 (N/mm ²)	備 考
限界値	1,200 μ	30.0	中詰コンクリート品質管理試験値
通常監視	600 μ	15.0	設計基準強度の50%超過で注意監視へ移行
注意監視	840 μ	21.0	設計基準強度の70%超過で警戒監視へ移行
警戒監視	1,080 μ	27.0	設計基準強度の90%超過で応力解放の判断

モニタリング計画における安全管理の判定基準の一部変更(2/2)

表-4 門柱基部の制限値

単位:N/mm²

	門柱基部	備 考
限界値	160	表-5参照
通常監視	80	鉄筋の許容応力度の50%超過で注意監視へ移行
注意監視	110	鉄筋の許容応力度の70%超過で警戒監視へ移行
警戒監視	140	鉄筋の許容応力度の90%超過で応力解放の判断

表-5 鉄筋の許容応力度

鉄筋の種類		SR235	SD295A SD295B	SD345	
引張 応 力 度	1) 活荷重及び衝撃以外の主荷重が作用する場合(はり部材等)	80	100	100	
	荷重の組合せに衝突荷重又は地震の影響を含まない場合の基本値	2) 一般の部材	140	180	180
		3) 水中又は地下水位以下に設ける部材	140	160	160
	4) 荷重の組合せに衝突荷重又は地震の影響を含む場合の基本値	140	180	200	
	5) 鉄筋の重ね継ぎ手長又は定着長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-6 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。