

雄武ダムにおける試験湛水結果報告

網走開発建設部 雄武農業開発事業所 ○藤井 幸基
木村 聡
互野 繁実

まえがき

雄武ダムは、紋別郡雄武町の牧草地 4,039ha にかんがい用水を手当するため、国営かんがい排水事業雄武中央地区により二級河川雄武川水系イソサム川に建設した中心遮水ゾーン型フィルダムである。

本課題は、本年度実施した雄武ダム試験湛水における浸透水量及び堤体表面変位の挙動について報告するものである。

キーワード：試験湛水、浸透水量挙動、堤体表面変位挙動

1. 雄武ダムの概要

雄武ダムは、堤高 53.6m、堤頂長 234.0m、堤体積 883 千 m³、有効貯水量 2,700 千 m³ の中心遮水ゾーン型フィルダムであり、主な諸元は表-1 に示すとおりである。

雄武ダムの堤体施工は、平成 11 年度に仮締切堤の施工を行い、平成 12 年度から本堤の盛立に着手した。その後、平成 18 年度に本堤盛立を完了し、平成 21 年度の供用開始を目指し、平成 20 年 3 月～8 月に試験湛水を行い、ダムの安定性を確認した。

2. 雄武ダムの地質概要

ダムサイトの基盤地質は、安山岩溶岩と凝灰岩層からなる新第三紀中新世のイソサム溶岩により構成されている。

安山岩溶岩は、板状節理の発達した塊状安山岩溶岩や発泡した安山岩溶岩、自破碎状安山岩（赤灰色）などが主体である。凝灰岩層は火山礫凝灰岩、凝灰質砂岩、泥岩などから構成され、級化層理が発達する水成堆積物が含まれている。

表-1 雄武ダムの諸元表

河川名	雄武川水系イソサム川
基礎	新第三紀中新世安山岩、凝灰岩
堤高	53.6m
堤頂長	234.0m
堤体積	883 千 m ³
総貯水量	3,300 千 m ³
有効貯水量	2,700 千 m ³
設計洪水位	EL236.100m
常時満水位	EL234.500m
計画堆砂位	EL214.000m

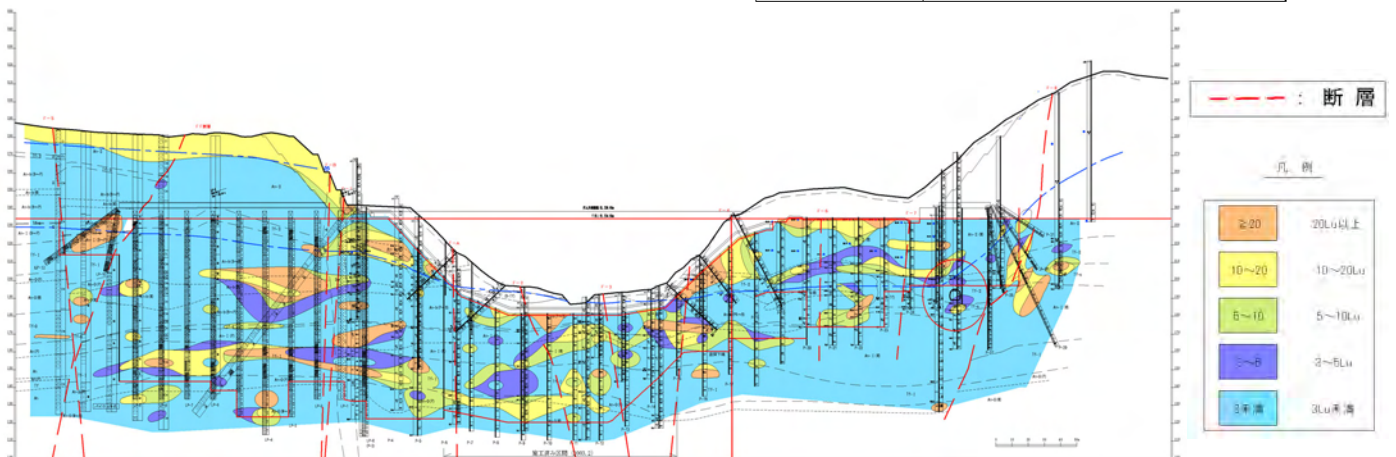


図-1 カーテングラウチングラインにおけるルジオンマップ

基礎岩盤の透水性は亀裂に支配され、全体的に透水性が低く、深度が深くなるにつれて透水性が小さくなる傾向が認められるが、左右岸地山では20Lu以上の高透水部が一部認められたので、これらの迂回浸透について試験湛水にて確認した。

3. 試験湛水の概要

(1) 試験湛水実績

雄武ダムの試験湛水は、H20年3月21日に仮排水管を閉塞し、3月25日から試験湛水を開始した。

試験湛水は、LWL214.0m、MWL224.30mにて7日間貯水位を保持した後、5月29日に常時満水位であるFWL234.5mに到達し、20日間貯水位を保持した。その後、6月19日から落水を開始し、途中、MWL224.3mにて4日間貯水位を保持した後、8月4日にはLWL214.0mまでの落水を完了した。

(2) 試験湛水監視項目

監視項目は、過去に得られた挙動、確認内容及び試験湛水監視項目の事例等から、表-2のとおりとした。

表-2 試験湛水監視項目

監視部位	監視項目	調査方法等 ※1	数量	設置目的	監視頻度	備考	
堤体	浸透量	堤体下流6系統 左岸地山法面湧水量 } 三角堰・水位計 濁度計・pH計 ひずみゲージ式	自動	6	① 築堤時（洪水前）における基礎流量の把握 ② 湛水時における浸透量と貯水位等との相関性の把握	1回/時	降雨 曇雨 降雨 降雨
	濁度		自動	1		1回/時	
	pH		自動	各6		1回/日	
	浸透水温		自動	6		1回/時	
	間隙水圧	間隙水圧計	自動	25	① 築堤時における間隙水圧の発生とその消散状況を把握する（力学的安定性に対する監視） ② 上下流フィルターの水機能確認 ③ 築堤時築堤後、貯水時における基礎浸透流の状況確認 ④ 湛水開始後における間隙水圧の発生およびその変化状況の把握（水理的安定性に関する監視）	1回/時	降雨
	水量水圧	水量：メスリリング 水圧：ブルドン管ゲージ	手動 自動	12	① ダム基礎の遮水性及び浸透流の状況確認	1回/週 1回/日	降雨 曇雨
	地下水位	ひずみゲージ式水圧計	自動	21	① 左右岸地山基礎処理範囲の確認 ② 湛水後における地山基礎の遮水性及び浸透流の状況確認	1回/時	降雨
	土圧	ひずみゲージ式	自動	2		1回/時	震
	岩盤変位	ひずみゲージ式	自動	3	① 築堤時および貯水時における基礎岩盤の圧縮変形量を把握し、力学的および水理的安定性に対する監視	1回/時	震
	層別沈下	クロスアーム式	手動	1	① 盛立中の圧密管理 ② 湛水開始後における堤体内層の変形からの力学的安定性に対する監視	1回/週	震
	鉄筋応力	ひずみゲージ式（測温付）	自動	48	① 監査廊コンクリート打設養生中の施工管理 ② 築堤荷重によるコンクリート内部応力の監視	1回/時	震
	継目変位	ひずみゲージ式	自動	64	① 監査廊の急激な勾配変化部及び基礎岩盤の変位が相対的に生じると想定される継目に設置し、その挙動を監視する	1回/時	震
	監査廊	クラック・湧水	目視			1回/週	震
表面変形	変位標的（測量）	自動	28	① 貯水時における堤体表面変位の測定管理（堤体の変形からダムの力学的安定性に対する監視を行う）	1回/週	震	
地震	地震計	自動	2			発生時	震
浸透水	浸透量観測	濁り、土粒子の流出の有無	目視		1回/日	曇雨	
取付部	法面状況	法面漏水、亀裂	目視		1回/週	曇雨	
地山	周辺地山	漏水、亀裂、地すべり	目視		1回/週	曇雨	
貯水池	斜面状況	崩落、地すべり	目視		1回/週	曇雨	
洪水吐	ドレーン	湧水状況の目視	目視		1回/週	曇雨	
放流設備	放流試験	ゲート作動状況、漏水	目視		満水位	震	
取水設備	放水等	放水ゲート異常有無	目視		1回/週		
取水設備	放流試験	ゲート作動状況、漏水	目視		満水位	震	
取水設備	放水等	取水ゲート異常有無	目視		1回/週		

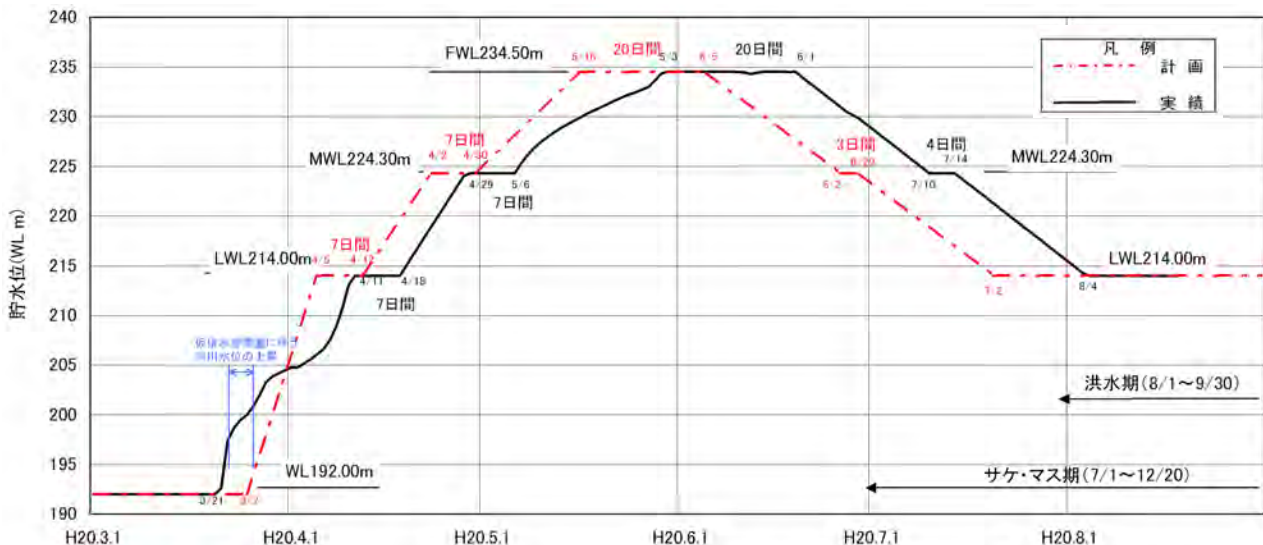


図-2 試験湛水計画と実績

4. 試験湛水中の監視結果

本報告では、表-2の監視項目のうち、代表的な浸透水量及び、堤体表面変位計の挙動について報告する。

(1) 浸透水量の挙動

a) 浸透水の目視点検結果

浸透水量は、図-3で示す通り、コア系統3ブロック、基礎系統3ブロックの計6ブロックにより計測を行っており、浸透水量・濁度、湛水時の貯水位との相関性について監視している。

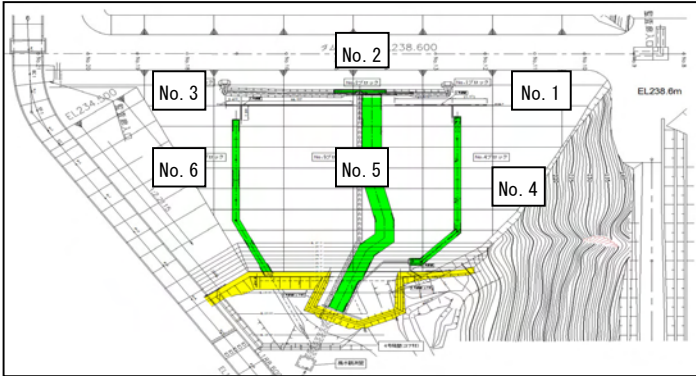


図-3 浸透水量観測ブロック

試験湛水期間中、5月27日に発生した降雨（累計25.5mm）時に基礎系統No.6ブロック浸透水に濁り及び沈殿物が認められたため、貯水位の上昇を停止し、各種計器の点検及び沈殿物の成分分析を実施した。結果は、以下のとおりであった。

- ① No.6浸透水の濁りは一時的なものであり、2日程度で正常時の濁度に回復した。(試験湛水前にも融雪・降雨時に数度発生)

また、No.6ブロックの上流に位置するコア系統No.3ブロックでは濁度の上昇は生じず、No.3ブロック近傍のコア内間隙水圧計の挙動にも異常は認められなかった。

- ② No.6ブロック沈殿物の成分分析の結果、ロック材中の黄鉄鉱を起源とする水酸化物と判断された。左右岸地山地下水水位観測孔の中には硫酸イオンを多く含んでいる孔も認められることから、地山地下水にも黄鉄鉱を起源とする水酸化物（または水酸化物となる前段階の物質）が多く含まれており、降雨時にこれらが流出したものと判断される。

- ③ なお、右岸側では左岸側よりも相対的にこれらの物質が多いため No.6 ブロック濁度上昇量が他のブロックよりも大きくなったと推定される。

(2) 浸透水量の挙動の評価

a) 浸透水量管理基準値と監視結果

フィルダムの浸透水は、「基底流量成分」「貯水影響による増分成分」「融雪・降雨影響による増分成分」に区分され、これらの各成分が複合して浸透水量として観測される。

これらの合算した値を浸透水量管理基準値とした。なお、降雨・融雪影響算定モデル（タンクモデル）は、実測値と計算値の間に誤差があり、他のダムの場合にならってタンクモデルの標準偏差の2倍（ 2σ ）を加算した。試験湛水の結果、図-4に示すように管理基準値超過は生じなかった。

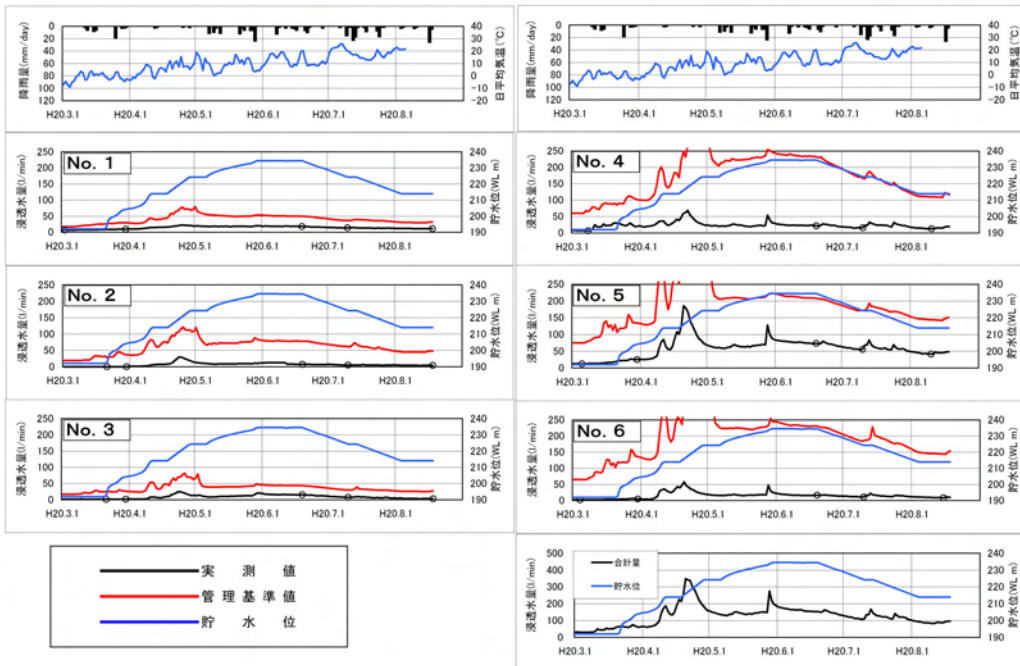
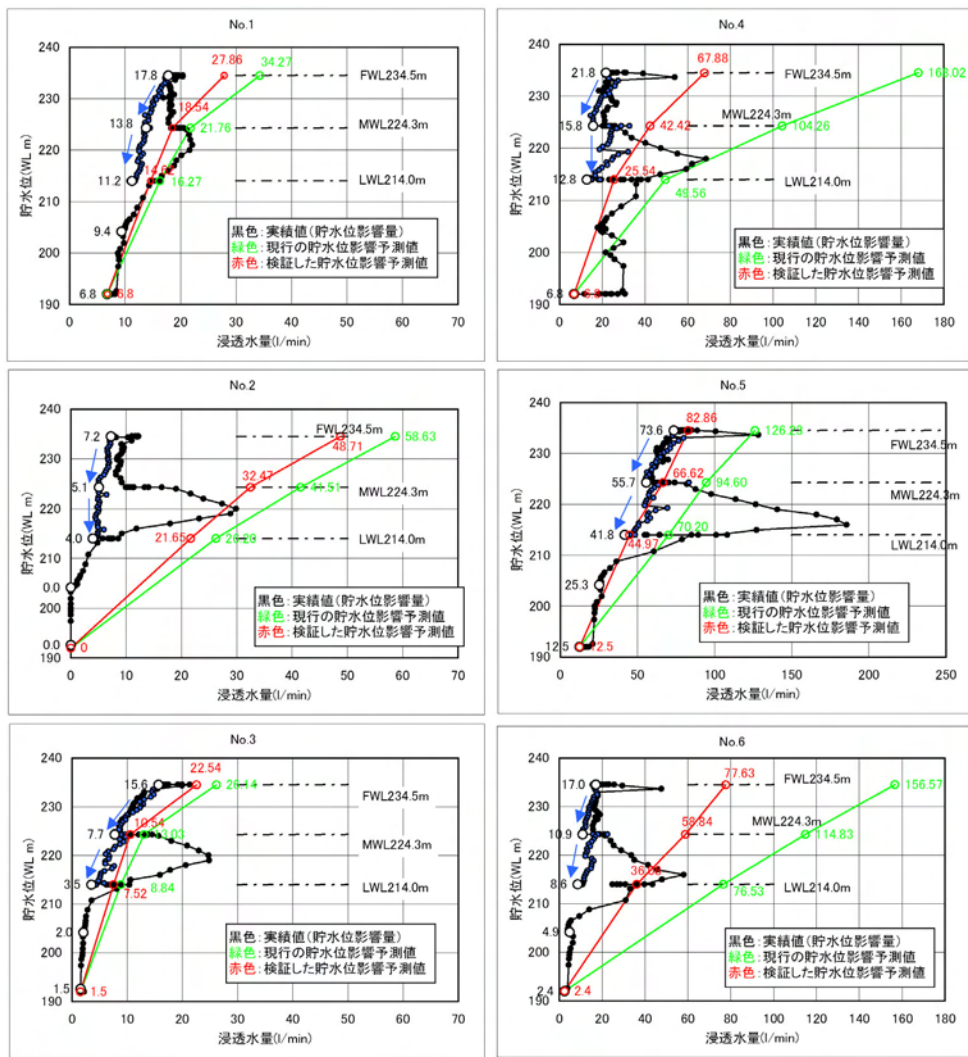


図-4 浸透水量経時変化図



貯水影響予測値の検証結果

系 統	WL192.0m			LWL214.0m			MWL224.3m			FWL234.5m		
	実績	現行	検証	実績	現行	検証	実績	現行	検証	実績	現行	検証
No.1	6.80	6.80	6.80	11.20	16.27	14.62	13.80	21.76	18.54	17.80	34.27	27.86
No.2	0.00	0.00	0.00	4.00	26.20	21.65	5.10	41.51	32.47	7.20	58.63	48.71
No.3	1.50	1.50	1.50	3.50	8.84	7.52	7.70	13.03	10.54	15.60	26.14	22.54
No.4	6.80	6.80	6.80	12.80	49.56	25.54	15.80	104.26	42.42	21.80	168.02	67.88
No.5	12.50	12.50	12.50	41.80	70.20	44.97	55.70	94.60	66.62	73.60	126.23	82.86
No.6	2.40	2.40	2.40	8.60	76.53	36.08	10.90	114.83	58.84	17.00	156.57	77.63
合計	30.00	30.00	30.00	81.90	247.80	150.38	109.00	389.99	229.43	153.00	569.86	327.48

実績：試験湛水結果より得た貯水位の変動による浸透水量

現行：FEM解析より求めた貯水位影響予測値

検証：上記FEM解析の条件を見直した解析結果

(単位 l/min)

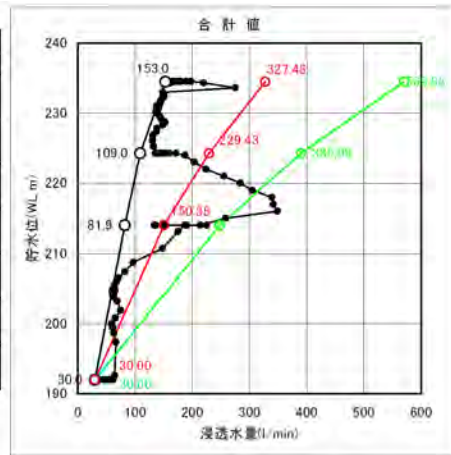


図-5 貯水位と浸透水量の相関図 (浸透流解析値を含む)

b) 浸透水量の挙動

① 図-4に示す浸透水量の経時変化図及び図-5に示す貯水位との相関図をみると、融雪期及び降雨時に一時的な浸透量の増加が生じるものの、基本的には貯水位に追従して浸透量が増減し、その関係は安定していることから、堤体及び基礎は水理的に安定した状態

にあると判断した。

② 図-5の貯水位と浸透量の相関図において、湛水前 WL192.0m、LWL214.0m、MWL224.3m、FWL234.5mの各貯水位における融雪・降雨影響を受けていない観測値(図-5の各ブロック相関図の○箇所)を求めて結ぶと、貯水位が

高くなるほど増加勾配が大きくなる傾向が認められる。このことは、左右岸地山からの迂回浸透範囲が増加するため、貯水位が高くなるほど増加勾配が大きくなると考えられる。

c) 予測浸透量と実測値の比較

- ① 浸透流解析では満水時に No. 1～No. 6 合計値で 540(l/min)程度の増加と予測されたが、実測では 120(l/min)程度の浸透量増加であった。
- ② 試験湛水実測浸透量が予測値よりも少なかったことから、亀裂の連続性を考慮した高透水ゾーン及び透水係数を見直し検証解析を行った。(図－5 参照)

- ③ 上記記述事項及び検証解析結果より、本ダム基盤の透水性は、想定していたよりも難透水と考えられる。また、カーテングラウチングも所要の遮水性を発揮していると判断出来る。
- ④ 浸透流解析予測値は、浸透水量管理基準値の貯水影響量として用いているが、試験湛水の結果、供用後の浸透水量管理基準値においては、試験湛水実測値によって貯水影響量を再設定することとした。

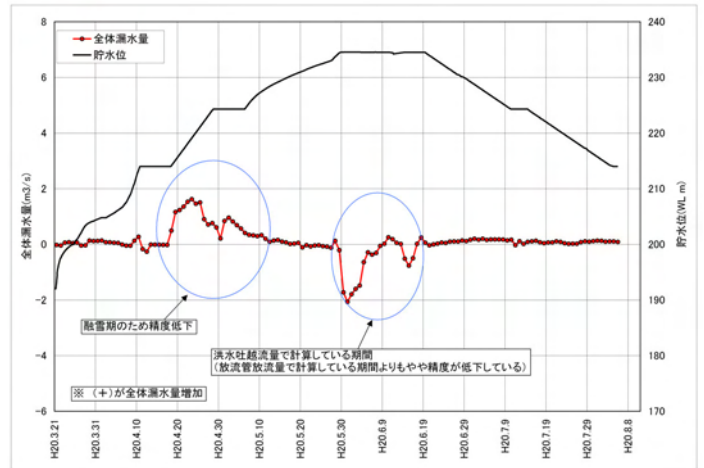
d) ダム貯水池の水収支

実測された浸透水量が解析値に比べて小さかったことから、雄武ダム上流水位局の流入量観測値から換算したダム地点流入量からダム放流量を引いて求めた貯水量増分と、貯水位変化から算定した貯水量増分を比較してダムの全体浸透量を推定した。推定したダム全体浸透量は、計算精度の低下する融雪期や洪水吐からの越流期間を除くとほぼゼロで推移しており、別流域への流出はほとんどないと判断した。(図－6 参照)

(3) 堤体表面変位計の挙動

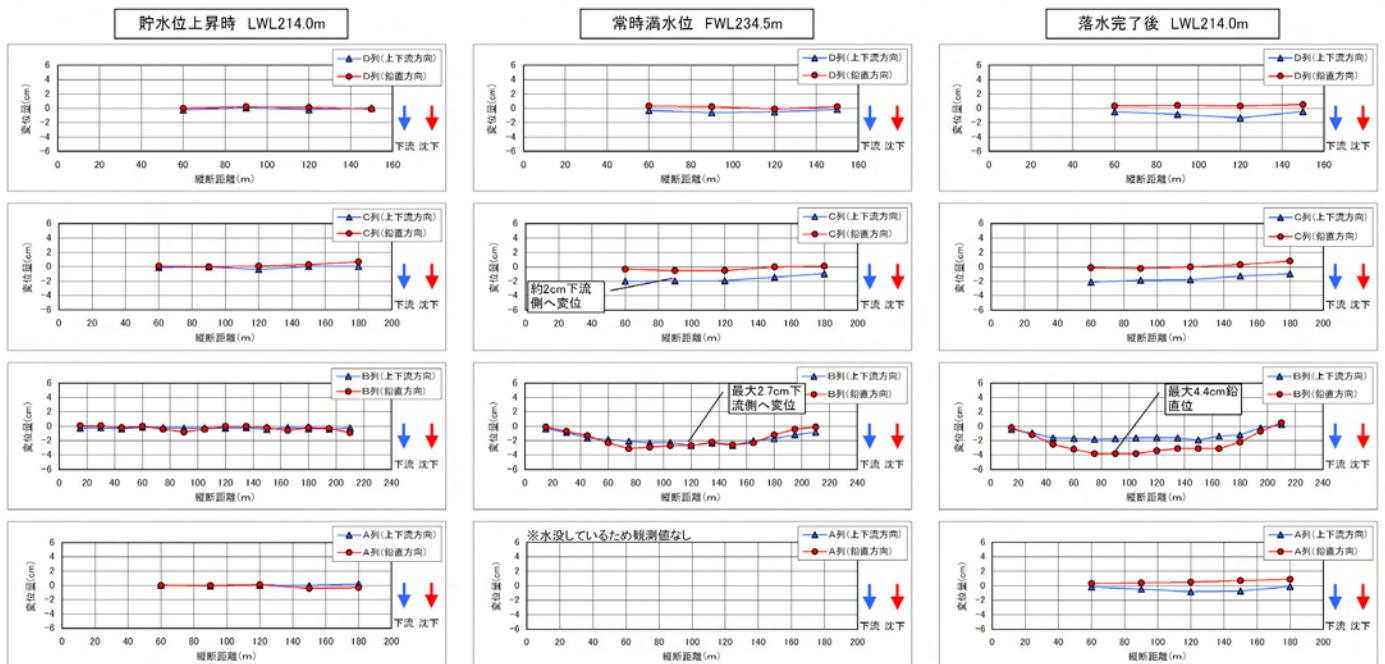
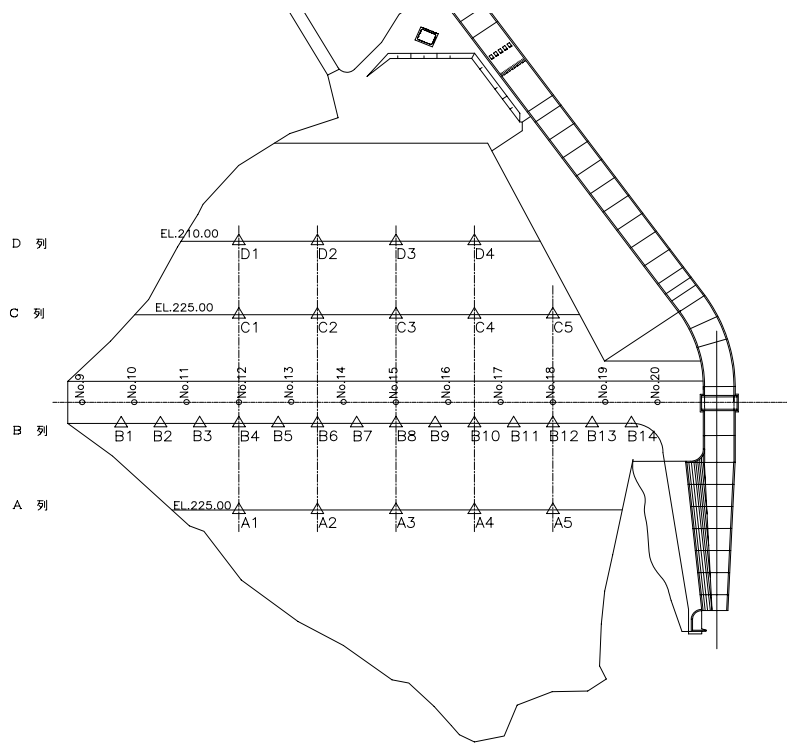
堤体表面変位計は、堤体の変形からダムの力学的安定性に対する監視を行うため、堤体上流 (A 列)、ダム天端 (B 列)、堤体下流上段 (C 列)、堤体下流下段 (D 列) の計 4 列で監視を行った。監視結果は以下の通りである。

- ① 堤体天端の目視点検では、堤体の変形や亀裂等の異常は認められなかった。



図－6 全体浸透量推定値の経時変化

- ② A 列 (堤体上流) 及び D 列 (堤体下流最下段) では、特異な動きは認められなかった。
- ③ C 列 (堤体下流中段) では、全ての観測点において満水位に到達した頃から 2 cm 程度下流側に変位している。(図－7 参照)
- ④ B 列 (堤体天端) の B 3 測点から B 1 2 測点において、MWL223.4m に到達した頃から水平変位は下流側へ変位 (最大で 2.7cm) し、鉛直変位は徐々に沈下 (最大で 4.4cm) する挙動が生じていた。(図－7 参照)
- ⑤ B 列における変位分布をみると、水平変位・鉛直変位の双方とも堤高の高い河床部で大きく、左右岸アバット部では小さい傾向があった。(図－7 参照)
- ⑥ 水平変位量及び沈下量の最大値は、他ダムの例から堤高の 0.2% (10.7cm) を目安として管理を行ってきたが、この目安に対しては小さな値となっており、また、目視でも異常は認められないことから、問題となるような変位量ではないと判断している。しかし、少量ながらも変位は認められるため、今後の挙動についても注視していくこととする。



図ー7 堤体変位分布図

あとがき

本課題にて説明できなかった各監視項目についても、試験湛水時は安定した挙動を示しており、本ダムは水理的にも力学的にも特異な動きは認められなかったと評価している。

本ダムは、今後、第二期の管理に移行することとなるが、引き続き、各種計器の監視を継続し、試験湛水時と異なる挙動が確認された場合には、原因の特定に努めるとともに、その都度、ダムの安定性を判断していく必要がある。