

ISSN 0912-5493

報文集

第15号

社団法人 北海道土地改良設計技術協会

報文集 第15号 目次

1. 農業用施設の劣化調査方法に関する一考察～農業用排水施設における実施事例をもとに～…………… 1
株式会社 アルファ技研 高井和彦
2. IT技術を活用した地域活性化構想の策定……………11
(株)環境保全サイエンス 田中真也
3. 新しい考え方に基いた小水力発電所の計画例……………17
サン技術コンサルタント株式会社(技術士) 高島康夫
菊池建一
宮田広信
野口和彦
島田元樹
4. 大野ダムの基礎処理と試験湛水について……………31
(株)三祐コンサルタンツ札幌支店 技術部第1課 及川裕義
5. 衛星リモートセンシングの農業利用(2)～小麦の生育特性に基づく生産力阻害エリアの抽出～…49
(株)ズコーシャ 大塚健二
清野伸孝
明石憲宗
丹羽勝久
6. 施設野菜の栽培試験と経済性の検討……………53
太陽コンサルタンツ(株)北海道支社 筒井誠
7. 地域課題把握調査における DEMATEL 法の活用…………… 61
(株)地域計画センター 村上正俊
8. GIS を活用した既存報告書・設計図書の整理システムの概要……………71
中央開発(株)札幌支店 大熊勉
佐藤勝行
9. 分水施設の水理模型実験について……………79
株式会社 ドーコン 農業土木部 錦織恒明
清都誠
鈴木木仁
10. エゾシカを活用した養鹿産業と中山間振興……………89
北王コンサルタント株式会社 取締役技師長 船越元
11. 火山灰質粘性土地盤の調整池設計事例……………97
日本技研(株) 月館瑞寛
12. 長浜ダムの設計について～設計・施工における沖積層の評価～…………… 107
(株)日本農業土木コンサルタンツ 金巻宏明
13. 高架橋耐震補強工事における合理的耐震設計について…………… 121
パブリックコンサルタント(株) 構造部 橋梁課 草薙洋志
14. 泥炭地域における農地防災事業について…………… 127
(株)不二陸水工研 桑原良範
森賀良樹
三浦義貞

大野ダムの基礎処理と試験湛水について

(株)三祐コンサルタンツ札幌支店 技術部第1課 及 川 裕 義

1. はじめに

大野ダムは、北海道亀田郡大野町字中山地内にあり、渡島半島のほぼ中央部に位置し、渡島半島の脊梁をなす標高800m前後の山頂に流れを發する二級河川大野川水系中二股沢川に築造されたダムである。

本ダムは、本体工事を平成9年2月に着工し、平成12年9月にコンクリート打設を完了した。その後、平成13年12月から試験湛水を開始し、常時満水位を28日間保持した後、LWL302.0mまで落水し、平成14年6月に試験湛水を完了した（写真-1）。

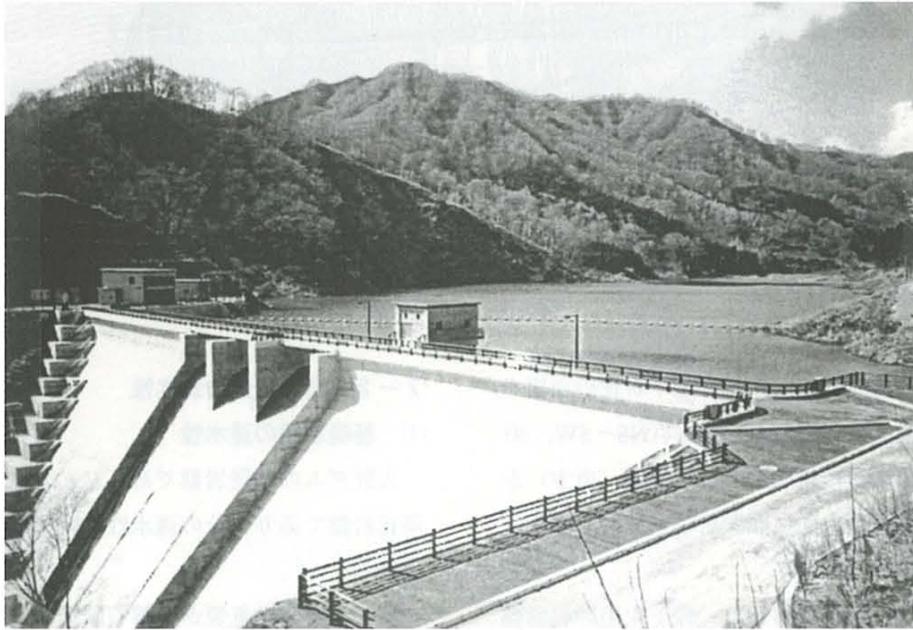


写真-1 大野ダム満水状況

2. ダムの概要

大野ダムは、二級河川大野川の下流右岸に位置する畑地帯560haの農業用水の確保と大野町の水道用水の安定供給を目的とした、堤高47.5m、堤頂長160.0m、堤体積98千 m^3 の重力式コンクリートダムである。

大野ダムの特徴は、河床部基礎において被圧地下水が確認され、一般のダムと比較して揚圧力分

布が異なる過剰な揚圧力が発生すると想定されたことから、河床部(5～7ブロック)は貯水圧100%とした箱形の揚圧力分布で堤体設計を行っていること、右岸地山において、高透水帯が深部まで分布しており、地下水位も常時満水位より低いことから、常時満水位と難透水層が交差する位置まで、地山奥方向に117mのリムグラウチングを実施したことである。ダム平面図を図-1に示す。

2-1 ダムサイトの地形・地質

ダムサイト周辺は、かなり急峻な早壮年期山地地形をなし、大野川本流及び中二股沢川も各所でV字型の溪谷を形成する。

ダムの斜面勾配は、左岸部で約35°、右岸部で約

40°である。両岸の地形は非対称的であり、右岸部はドーム状の突出した山体で、その裏側は鞍部となっているのに対して、左岸部は幅広い尾根の末端部に当たる。

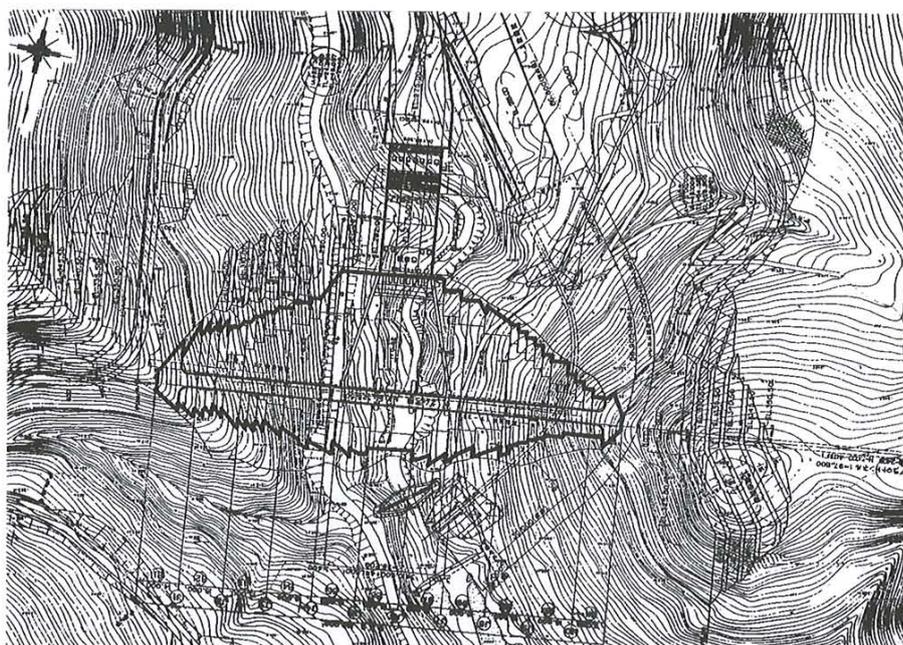


図-1 ダム平面図

貯水池周辺の地質は、新第三紀中新世の戸田川層及び峠下火山碎屑岩類が分布し、NS-SW, 30~50° NWの走行傾斜を示し、下流側（南方）から上流側（北方）方向に順次新しい地層が堆積する同斜構造をなす。

戸田川層は頁岩を主体とし、峠下火山碎屑岩類は下部が砂岩、火山礫凝灰岩、凝灰角礫岩の互層、上部が主として安山岩質凝灰角礫岩からなる。また、戸田川層や峠下火山碎屑岩類(下部)中には、大小のひん岩岩体が貫入している。貫入状態は、地層の構造と調和的であることから、餅盤（ラコリス）と考えられる。

ダムサイトに分布する地質は、戸田川層の頁岩及び貫入岩のひん岩と、これらを覆う第四紀の未固結堆積物からなる。ダムの基礎岩盤となるのはひん岩である。

2-2 基礎岩盤の透水性

(1) 基礎岩盤の透水性

大野ダムの基礎岩盤であるひん岩は、亀裂性の硬質岩盤であり、その透水性の特徴は以下の通りである。

- ① 新鮮部は亀裂が方解石脈でほぼ充填されており、基本的には2Lu以下の難透水性（方解石脈充填率50%以上）となっている。
- ② 右岸部では亀裂を充填していた方解石脈が溶脱（方解石脈充填率50%未満）されており、高透水部が深部まで分布する。
- ③ 河床～左岸部は比較的浅部から新鮮部が分布していることから、難透水性岩盤が主体となっている。
- ④ 河床部から右岸深部にかけては、方解石が溶脱しているため、所々に20Lu以上の高透

水部が目玉状に分布する。

- ⑤ 左岸部に存在する小断層に沿っては、2～5Luを示す透水性のわずかに高い部分が分布する。

(2) 地下水位

- ① 左岸部：地形に沿って自由地下水面を形成する。

ダム軸沿いでは、測点No. 1 付近から山側でEL310m付近、川側でEL295～285mに地下水位を形成する。

- ② 河床部：ダム軸沿いでは、EL290～285mに地下水位が形成される。(河床標高はEL280m) ダム軸下流の4箇所のボーリング孔(BH2-4, BH4-3, BH4-4, BH4-5)では、地下水が自噴し、その水頭はEL290m付近に形成される。

- ③ 右岸部：山全体として、EL290m付近に地下水位が形成される。

ボーリング掘進時には、地下水位よりも上位では孔内水位がなく、地下水位に達すると安定した孔内水位となる。

また、頁岩分布域では、頁岩中にひん岩とは別に自由地下水面が形成されており、BH3-9地点ではEL335m付近でほぼ一定している。

(3) 被圧地下水

(a) 被圧地下水の分布と水位変動

地下水の被圧現象が確認されたのは、ダム軸よりも下流側の河床部の4孔(BH2-4, BH4-3, BH4-4, BH4-5)のみであり、その水頭はEL290m前後で、周辺の自由面地下水位と同程度である。

これらの孔を湧水状態にすると、左右岸の地下水位が低下する現象が生じた。また、被圧地下水の水頭は降雨により変動する。

(b) 水理構造

- ① 河床部、特に堤趾部より下流の浅部では割れ目が少なく、かつ、割れ目も方解石脈ではほぼ充填され、難透水性ゾーンとなっている。そのため、ボーリング掘削時に相対的に亀裂が多く、方解石脈の溶脱した比較的透水性の高い割れ目を貫くと自噴することがある。

- ② 被圧地下水の水質は、河川水やダムサイト左右岸地山の地下水と類似している。

- ③ 被圧地下水は、水位変動や水質分析結果より、左右岸地山の自由面地下水を起源としていると考えられる。

3. 基礎処理

3-1 コンソリデーショングラウチング

(1) 計画

(a) 目的

堤体着岩部付近の基礎岩盤の均一化と、堤体コンクリートとの一体化を図ることを目的とした。

(b) 改良目標

10Luを改良目標値とし、規格値は設けず最終次数孔において10Lu以下100%とした。ただし、河床付近の湧水が存在する部分では、コンクリート打設に支障がないような湧水量となるまでの改良を計画した。

(c) 施工範囲

堤体基礎部を対象とするが、堤体下流域から洪水吐部静水池部にかけては被圧水が分布し、コンクリート打設に支障が生じると考えられることから、洪水吐静水池基礎部も施工対象とした。

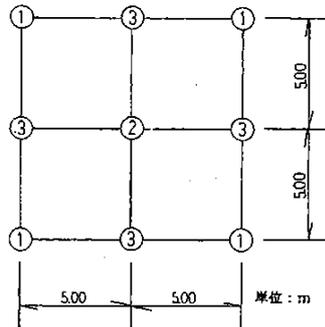
(d) 施工時期

堤体河床部から洪水吐静水池部にかけては、堤体一次掘削完了後に施工した。堤体両岸アバット部は、堤体コンクリートが2リフト(3m)以上打設された後、堤体コンクリート打設面から施工した。

(e) 孔配置及び孔深度

孔配置は原則として5m正方形配置とし、改良目標値以上が確認された孔に隣接して追加孔を設

ける計画とした。孔深度は、掘削面直交方向で5.0mとし、鉛直方向では最大7.5mとした(図-2)。



①:1次孔 ②:2次孔 ③:3次孔

図-2 堤体部及び洪水吐静水池部コンソリデーショングラウチング孔配置図

(2) 施工結果

表-1に施工仕様一覧表を、表-2に堤体部コンソリデーショングラウチング施工実績一覧表を、表-3にルジオン値・単位セメント注入量非超過確率85%値一覧表を、図-3にコンソリデーション

超過確率図を示す。

堤体部コンソリデーショングラウチングは、最終次数孔で10Lu以下100%とする改良目標値を5次孔で満足しており、所期の目標は達成されたと判断した。

表-2 堤体部コンソリデーショングラウチング施工実績一覧表

場所	次数	孔数 (孔)	ステージ数 (st)	注入延長 (m)	平均ルジオン値(Lu)	注入セメント量 (kg)	平均単位セメント 注入量(kg/m)
堤体部	1次孔	59	60	345.8	5.0	11772.4	25.6
	2次孔	57	57	336.5	5.8	8966.7	25.5
	3次孔	115	115	669.3	2.9	19548.6	25.4
	4次孔	23	23	145.8	5.2	4306.6	28.9
	5次孔	4	4	23.0	3.4	424.7	7.9
	計	258	259	1520.4	4.2	45019.0	25.4

表-3 ルジオン値・単位セメント注入量非超過確率85%値一覧表

施工箇所	次数	ルジオン値非超過確率85%値 (Lu)	単位セメント注入量非超過確 率85%値(kg/m)
堤体部	1次孔	13.8	41.8
	2次孔	13.5	51.3
	3次孔	6.0	13.6
	4次孔(追加孔)	8.4	42.8
	5次孔(追加孔)	-	-

表-1 施工仕様一覧表

工種 内訳	コンソリデーショングラウチング	カーテングラウチング																														
ボーリング工	ロータリー式ボーリングマシン、φ46mm	ロータリー式ボーリングマシン、φ46mm																														
注入方式	ステージグラウチング	ステージグラウチング																														
施工順序	1次孔、2次孔、3次孔、追加孔	パイロット孔、上流A列(1~3次孔)、下流B列(4次孔)、追加孔(B列)、チェック孔																														
ステージ長	5.0m、最終ステージは、7.5m以下	5.0m、最終ステージは、7.5m以下																														
注入材料	高炉セメントB種+分散材0.5%	高炉セメントB種+分散材0.5%																														
配合切り替え	注入開始配合 <table border="1"> <thead> <tr> <th>ルジオン値</th> <th>開始配合(C:W)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①Lu<10</td> <td>1:8</td> </tr> <tr> <td>②10≤Lu<20</td> <td>1:4</td> </tr> <tr> <td>③20≤Lu</td> <td>1:2</td> </tr> </tbody> </table>							ルジオン値	開始配合(C:W)	①Lu<10	1:8	②10≤Lu<20	1:4	③20≤Lu	1:2	注入開始配合 <table border="1"> <thead> <tr> <th>ルジオン値</th> <th>開始配合(C:W)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①Lu<5</td> <td>1:8</td> </tr> <tr> <td>②5≤Lu<10</td> <td>1:6</td> </tr> <tr> <td>③10≤Lu<20</td> <td>1:4</td> </tr> <tr> <td>④20≤Lu</td> <td>1:2</td> </tr> </tbody> </table>							ルジオン値	開始配合(C:W)	①Lu<5	1:8	②5≤Lu<10	1:6	③10≤Lu<20	1:4	④20≤Lu	1:2
	ルジオン値	開始配合(C:W)																														
	①Lu<10	1:8																														
	②10≤Lu<20	1:4																														
③20≤Lu	1:2																															
ルジオン値	開始配合(C:W)																															
①Lu<5	1:8																															
②5≤Lu<10	1:6																															
③10≤Lu<20	1:4																															
④20≤Lu	1:2																															
配合切り替え基準							配合切り替え基準																									
配合(C:W)	Lu	1:8	1:6	1:4	1:2	1:1	計	配合(C:W)	Lu	1:8	1:6	1:4	1:2	1:1	計																	
注入量(l)	①	200	500	500	500	2300	4000	注入量(l)	①	500	500	500	500	2000	4000																	
	②			500	500	3000	4000		②		500	500	500	2500	4000																	
	③				500	3500	4000		③			500	500	3000	4000																	
								④				500	3500	4000																		
透水試験	1st:0.5⇔1.0⇔1.5⇔2.0⇔3.0⇔4.0 2st:0.5⇔1.0⇔1.5⇔2.0⇔3.0⇔4.0⇔5.0⇔6.0 3st:0.5⇔1.0⇔1.5⇔2.0⇔3.0⇔4.0⇔5.0⇔6.0⇔8.0 4st 以深:0.5⇔1.0⇔1.5⇔2.0⇔3.0⇔4.0⇔5.0⇔6.0⇔8.0⇔10.0																															
水押しテスト	1st:1.0→2.0→3.0 2st:1.0→3.0→5.0 3st:1.0→3.5→6.5 4st:1.0→4.5→8.0 5st:1.0→5.5→10.0 6st 以深:1.0→6.0→11.0																															
注入圧力	1st:3.0 kg/cm ²						<table border="1"> <thead> <tr> <th>st</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6以深</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>注入圧力(kg/cm²)</td> <td>4.0</td> <td>6.0</td> <td>8.0</td> <td>10.0</td> <td>12.0</td> <td>14.0</td> </tr> </tbody> </table>						st	1	2	3	4	5	6以深	注入圧力(kg/cm ²)	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0						
st	1	2	3	4	5	6以深																										
注入圧力(kg/cm ²)	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0																										
注入速度規制	4 l/min/m																															
注入完了基準	注入規定圧力に達し、0.2 l/min/m以下となってから30分間のため押し後とする。							注入規定圧力に達し、0.2 l/min/m以下となってから30分間のため押し後とする。																								
改良目標値	最終次数孔で10Lu以下非超過確率100%							最終次数孔で2Lu以下非超過確率85%																								
追加孔基準	最終次数孔で10Lu以上→孔の周辺4箇所追加孔施工							追加基準値4Lu																								

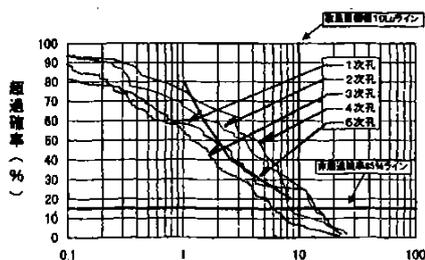


図-3 コンソリデーション超過確率図

ルジオン値 (Lu)

No.	孔数	体積	平均値	最大値	超過確率	15cm	5.0%	10Lu	2Lu
2	1次孔	50	5.0	23.2	9.8	12.8	20.3	25.0%	26.7%
3	2次孔	37	5.8	26.0	9.8	12.8	18.7	24.2%	26.0%
4	3次孔	113	7.0	22.2	4.1	8.0	11.2	6.6%	20.6%
5	4次孔	23	9.2	20.2	5.1	8.4	19.7	8.7%	43.2%
6	5次孔	4	3.4	9.2	3.4	-	-	0.0%	28.0%
	合計	227	6.2	26.0	6.8	-	-	-	-

3-2 カーテングラウチング

(1) 計画

(a) 目的

堤体基礎及び両岸リム部を通る浸透水を抑制するとともに、堤体に作用する揚圧力の軽減を目的とした。

(b) 改良目標

2 Luを改良目標値、4 Luを規格値として最終施工のB列孔の注入前水押しテスト結果により判定

した。

(c) 施工範囲

カーテングラウチングの施工範囲は、貯水位、基礎地盤の透水性、地下水位などを考慮してルジオンマップにより決定した。即ち、施工範囲は、左岸リム部においては地下水位が常時満水位と交わる範囲まで、右岸部は常時満水位と改良目標値である2 Lu以下の難透水層が交差する位置までとした。基礎処理計画図を図-4に示す。

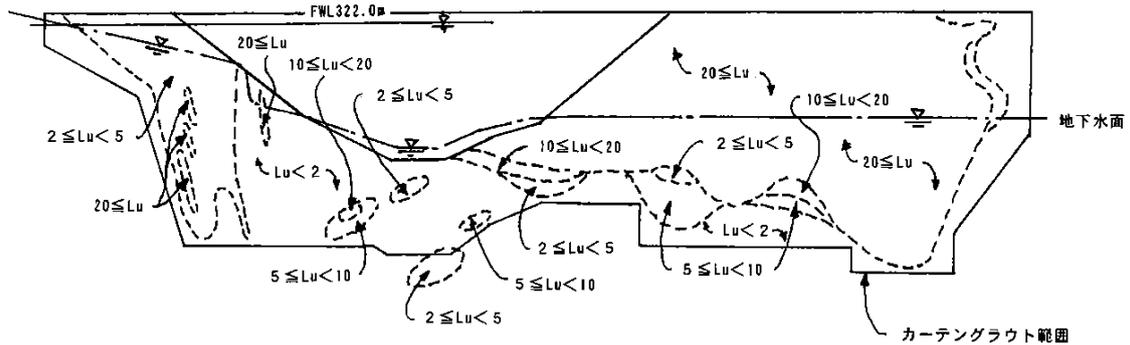


図-4 基礎処理計画図

(d) 施工時期

両岸リム部は、堤体関連工事に影響されないため、堤体掘削と同時期に施工した。

堤体部は、堤体コンクリート打設完了後施工した。

(e) 孔配置及び孔深度

基礎地盤の透水度を考慮して、透水度が比較的小さい堤体河床部から左岸リム部ではAパターンとして孔間隔3.0m、列間隔1.0mの2列千鳥型配列とした(図-5)。

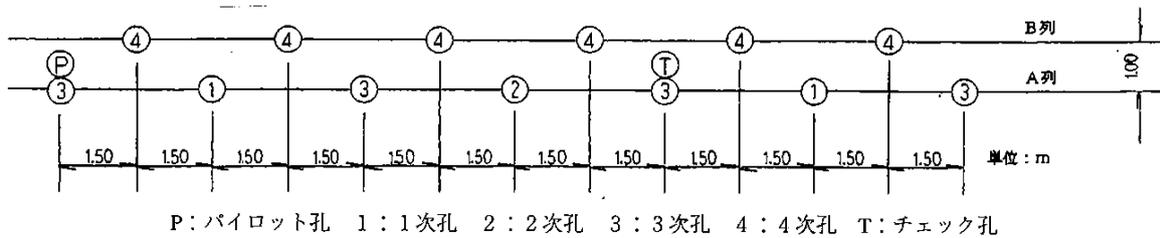
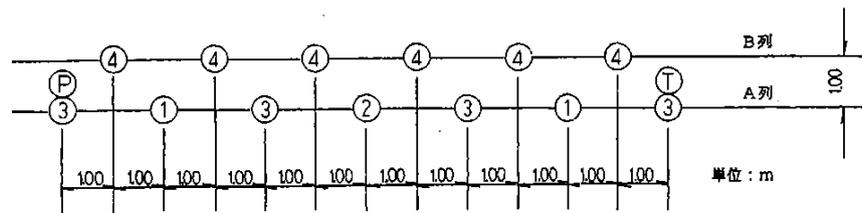


図-5 カーテングラウチングAパターン孔配置図

透水度が比較的大きい堤体右岸側から右岸リム部ではBパターンとして孔間隔2.0m、列間隔1.0m

の2列千鳥型配列とした(図-6)。



P:パイロット孔 1:1次孔 2:2次孔 3:3次孔 4:4次孔 T:チェック孔

図-6 カーテングラウチングBパターン孔配置図

孔深度は、改良目標値の $2Lu$ を越えるものが連続して分布する範囲をカバーする深度とし、河床部で31m、堤体左岸側で31~73.5m、左岸リム部で15.5~59m、右岸リム部で39~84.5mとした。
(ただし、深部に存在する $2Lu$ 以上の透水層でも、P-Q曲線が閉鎖型を示す場合は、改良の対象としない。)

(2) 施工結果

表-1に施工仕様一覧表を、表-4にカーテングラウチング施工全体集計表を示す。図-7にカーテングラウチング超過確率図を示す。

(a) 左岸リム部カーテングラウチング

最終次数孔でルジオン値の非超過確率85%値が $1.2Lu$ となり、チェック孔では $0.9Lu$ となり、左岸リム部カーテングラウチングは、改良目標値 $2Lu$ 以下という所期の目的は達成されたと判断した。

(b) 堤体部カーテングラウチング

最終次数孔でルジオン値の非超過確率85%値が $0.7Lu$ となり、チェック孔では $0.9Lu$ となり堤体部カーテングラウチングは、改良目標値 $2Lu$ 以下という所期の目的は達成されたと判断した。

(c) 右岸リム部カーテングラウチング

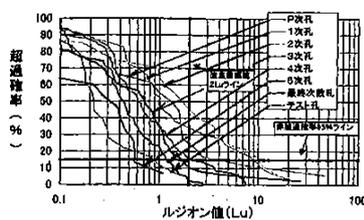
最終次数孔でルジオン値の非超過確率85%値が $0.6Lu$ となり、チェック孔では $0.8Lu$ となり、右岸リム部カーテングラウチングは、改良目標値 $2Lu$ 以下という所期の目的は達成されたと判断した。

表-4 カーテングラウチング施工全体集計表

場所	次数	一般注入工法							
		孔数 (孔)	ステージ数 (st)	注入延長 (m)	平均ルジオン値 (Lu)	85%ルジオン値 (Lu)	注入セメント量 (kg)	平均単位 セメント注入量 (kg/m)	85%単位 セメント注入量 (kg/m)
左岸リム部	パイロット孔	2	17	84.5	4.2	4.5	—	—	—
	1次孔	4	28	141.5	3.4	9.2	7464.9	53.5	123.6
	2次孔	3	19	97.5	3.7	10.1	4202.4	43.8	139.9
	3次孔	7	38	191.0	1.6	1.7	1426.3	7.8	14.7
	4次孔	14	77	382.0	1.3	2.2	6196.5	16.2	32.3
	5次孔	7	14	53.5	0.3	0.6	61.4	1.2	3.7
	最終次数孔	14	77	382.0	0.6	1.2	3740.5	9.9	16.7
	チェック孔	3	17	102.1	0.4	0.9	—	—	—
計	40	210	1052.1	1.9	—	19351.5	22.6	—	
堤体部	パイロット孔	11	108	630.4	6.5	9.6	—	—	—
	1次孔	16	134	653.0	2.5	5.4	54391.4	82.8	94.0
	2次孔	16	132	660.1	2.0	3.5	33925.4	51.5	34.8
	3次孔	32	262	1311.4	1.1	1.8	15467.3	12.0	12.1
	4次孔	64	538	2701.5	0.7	1.1	21247.9	7.9	7.4
	5次孔	19	42	210.0	1.2	1.5	667.1	3.1	5.6
	6次孔	2	2	10.0	1.2	—	18.0	1.8	—
	最終次数孔	64	538	2701.5	0.4	0.7	7694.6	2.9	6.1
チェック孔	17	146	654.7	0.5	0.9	—	—	—	
計	177	1364	6831.1	1.7	—	125717.1	22.9	—	
右岸リム部	パイロット孔	5	96	477.0	34.9	44.1	—	—	—
	1次孔	15	228	1103.5	4.6	10.1	394651.1	348.6	707.9
	2次孔	15	226	1099.0	1.9	4.2	85301.7	76.1	165.5
	3次孔	29	449	2170.5	0.9	1.3	72122.2	33.1	47.2
	4次孔	59	885	4413.5	0.5	0.8	84805.6	19.2	17.9
	5次孔	22	38	184.0	0.9	2.0	1824.4	10.2	22.4
	最終次数孔	59	885	4413.5	0.4	0.6	60051.6	13.6	16.7
	チェック孔	8	114	580.9	0.4	0.8	—	—	—
計	153	2036	10028.4	2.8	—	638705.0	70.6	—	
合計	パイロット孔	18	221	1191.9	—	—	—	—	—
	1次孔	35	390	1898.0	—	—	456507.4	—	—
	2次孔	34	377	1856.6	—	—	123429.5	—	—
	3次孔	68	749	3672.9	—	—	89015.8	—	—
	4次孔	137	1500	7497.0	—	—	112250.0	—	—
	5次孔	48	94	447.5	—	—	2552.9	—	—
	6次孔	2	2	10.0	—	—	18.0	—	—
	最終次数孔	137	1500	7497.0	—	—	71486.7	—	—
チェック孔	28	277	1337.7	—	—	—	—	—	
計	370	3610	17911.6	—	—	783773.6	—	—	

注1)最終次数孔の値は、追加孔の値を4次孔に振り替えたものである。

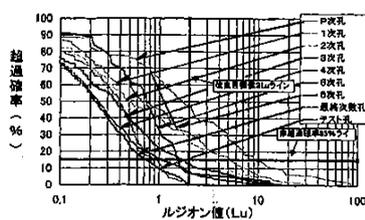
注2)孔数、ステージ数、注入延長、平均ルジオン値、注入セメント量、平均単位セメント注入量の合計は、最終次数孔の値を除いた値である。



No.	凡例	件数	平均値	最大値	標準偏差	15.0%	5.0%	Lu	Lu
1	パイロット孔	5	4.9	45.0	11.1	4.9	—	19.0%	12.0%
2	1次孔	28	3.4	28.0	4.9	3.1	17.1	17.0%	22.0%
3	2次孔	19	3.7	17.0	4.8	3.0	17.1	18.2%	24.0%
4	3次孔	38	1.6	2.7	4.2	2.7	7.9	4.3%	6.3%
5	4次孔	77	1.3	2.0	1.9	2.0	8.7	3.0%	14.1%
6	5次孔	14	0.3	1.1	0.2	0.8	—	0.0%	0.0%
7	最終次数孔	77	0.6	0.7	0.6	1.2	1.8	0.0%	1.3%
8	チェック孔	17	0.4	1.8	0.4	0.8	—	0.0%	0.0%
計		210	1.9	28.0	4.2	—	—	—	—

注1)最終次数孔の値は、追加孔の値を4次孔に振り替えたものである。
注2)件数、平均値、最大値、標準偏差の合計は、最終次数孔の値を除いた値である。

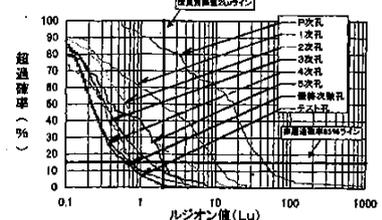
a. 左岸リム部



No.	凡例	件数	平均値	最大値	標準偏差	15.0%	5.0%	Lu	Lu
1	パイロット孔	11	6.5	33.1	14.2	6.0	38.0	26.1%	15.0%
2	1次孔	16	2.5	21.0	4.5	2.4	11.2	18.1%	23.0%
3	2次孔	16	2.0	23.0	4.0	3.0	11.7%	28.1%	
4	3次孔	32	1.1	1.3	2.4	1.0	5.0	8.5%	12.0%
5	4次孔	64	0.7	1.0	1.6	1.1	3.1	3.6%	7.1%
6	5次孔	19	1.2	1.2	2.3	1.0	5.1	8.1%	11.1%
7	6次孔	2	1.2	1.6	0.8	—	—	0.0%	0.0%
8	最終次数孔	64	0.4	0.1	0.4	0.7	1.3	0.0%	0.6%
9	チェック孔	17	0.5	1.4	0.4	0.8	1.2	0.0%	0.0%
計		177	1.7	33.1	4.8	—	—	—	—

注1)最終次数孔の値は、追加孔の値を4次孔に振り替えたものである。
注2)件数、平均値、最大値、標準偏差の合計は、最終次数孔の値を除いた値である。

b. 堤体部



No.	凡例	件数	平均値	最大値	標準偏差	15.0%	5.0%	Lu	Lu
1	パイロット孔	5	34.9	44.1	10.7%	44.1	—	—	—
2	1次孔	228	4.6	34.2	8.4	19.1	15.2	18.0%	33.0%
3	2次孔	226	1.9	24.2	3.5	3.4	10.1	16.0%	22.0%
4	3次孔	449	0.9	2.3	1.0	2.0	3.2	4.3%	6.3%
5	4次孔	885	0.5	1.0	0.8	1.0	5.0	4.3%	10.0%
6	5次孔	38	0.9	3.7	1.0	2.0	3.1	0.0%	0.0%
7	最終次数孔	885	0.4	0.6	0.7	0.6	1.3	0.0%	1.6%
8	チェック孔	114	0.4	2.0	1.3	0.8	1.2	0.0%	0.0%
計		2036	2.8	44.1	8.4	—	—	—	—

注1)最終次数孔の値は、追加孔の値を4次孔に振り替えたものである。
注2)件数、平均値、最大値、標準偏差の合計は、最終次数孔の値を除いた値である。

c. 右岸リム部

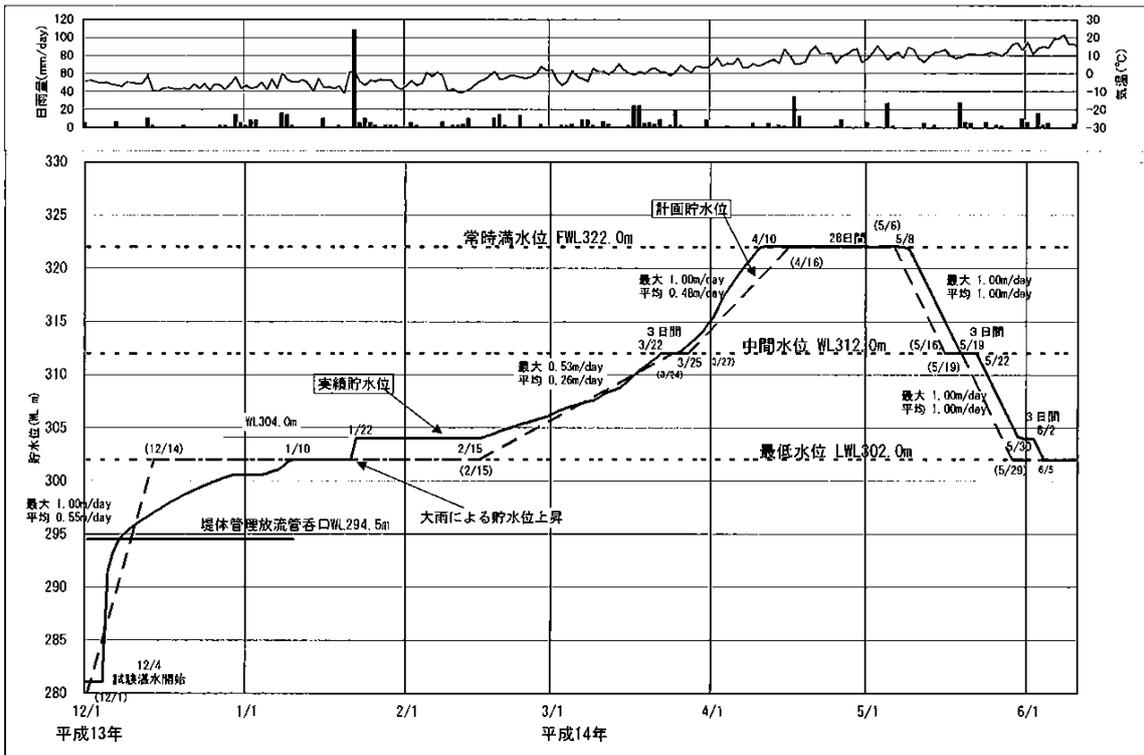
図-7 カーテングラウチング超過確率図

4. 試験湛水

4-1 試験湛水の経過

大野ダムの試験湛水は、平成13年12月4日から開始した。平成14年1月10日にLWL302mに到達し、仮排水路閉塞工事を行いながら貯水位を保持していたところ、平成14年1月21日に発生した大雨・融雪により最大WL304.14mまで貯水位が上昇し

ため、WL304mにて貯水位を保持することとした。平成14年2月15日から貯水位上昇を再開し、平成14年4月10日にFWL322mに到達した。28日間貯水位を保持した後に落水を開始し、平成14年6月5日にLWL302mまでの落水を完了した。試験湛水実績図を図-8に示す。



※1 日付は、()書きが計画で、()なしが実績である。
 ※2 破線は計画貯水位、実線は実績貯水位である。

図-8 試験湛水実績図

4-2 試験湛水の監視項目

本ダムでは、施工時および貯水時における堤体・基礎の安定性を監視するために、浸透水量・変形

量・揚圧力・地下水位・堤体温度・堤体ひずみ・応力の観測を行った（表-5）。

表-5 大野ダム試験湛水時の観測項目一覧表

調査項目	調査方法	稼働数	観測頻度
【観測】			
浸透水量	基礎排水孔、継目 三角ゼキ・水位計	手動 34孔 自動 2系統	1回/日 1回/時間
水温	水温計	手動 2台	1回/日
堤体変位	ブルムライン	自動 1台	1回/時間
揚圧力	ブルドン管式水圧計 間隙水圧計	手動 34台 自動 10台	1回/日 1回/時間
地下水位計	水位計	自動 30台	1回/時間
堤体内温度	温度計	自動 26台	1回/時間
ひずみ・応力	ひずみ計 無応力計 有効応力計	自動 10台 自動 10台 自動 3台	1回/時間 1回/時間 1回/時間
地震	強震計	自動 2箇所	発生時
水質調査	室内分析		※1
【点検】			
浸透水	浸透水の濁り、沈殿物	目視	1回/日
堤体状況	堤体継目および取付部の漏水・亀裂	目視	1回/日
周辺地山状況	周辺地山の漏水・亀裂・地すべり等	目視	1回/日
貯水池状況	貯水池斜面の崩落・漏水の確認	目視	1回/日
各種設備	作動状況の確認	目視	1回/週

※1 試験湛水前、常時満水位時、落水完了後

4-3 試験湛水結果と評価

(1) 浸透水量の挙動

浸透水量については、浸透水の濁り、貯水位との関係などに着目して観測を行った。観測結果は次に示す通りである（図-9～11）。

- ① 浸透水の濁りについては、まったく認められなかった。
- ② 三角ゼキで観測した総浸透水量は、融雪・降雨時の一時的な増加を除いて、貯水位に直線的に追従する挙動を示し、浸透水量の急増等の異常な挙動は生じていない。常時満水位における総浸透水量は30(l/min)程度である。
- ③ 常時満水位における各ドレーン孔の浸透水量については、最大で3(l/min)程度であり、多目的ダムの建設で一般的に示されている補修に着手すべき浸透水量100(l/min/1孔当たり)に対して大幅に少ない。

継目の漏水量についてもドレーン孔の浸透水量と同様に最大3(l/min)程度と少なく、異常な挙動は生じていない。

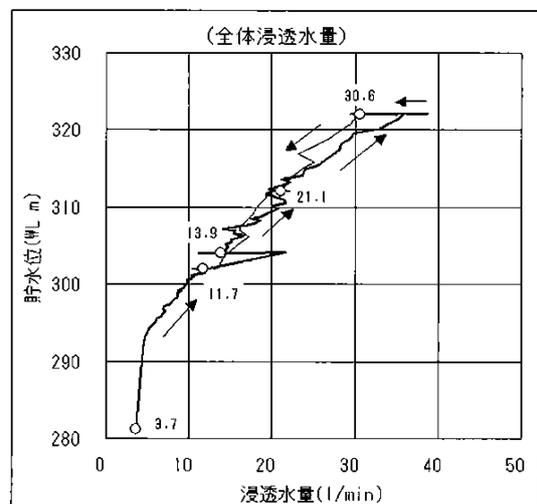


図-9 貯水位と総浸透水量の相関図

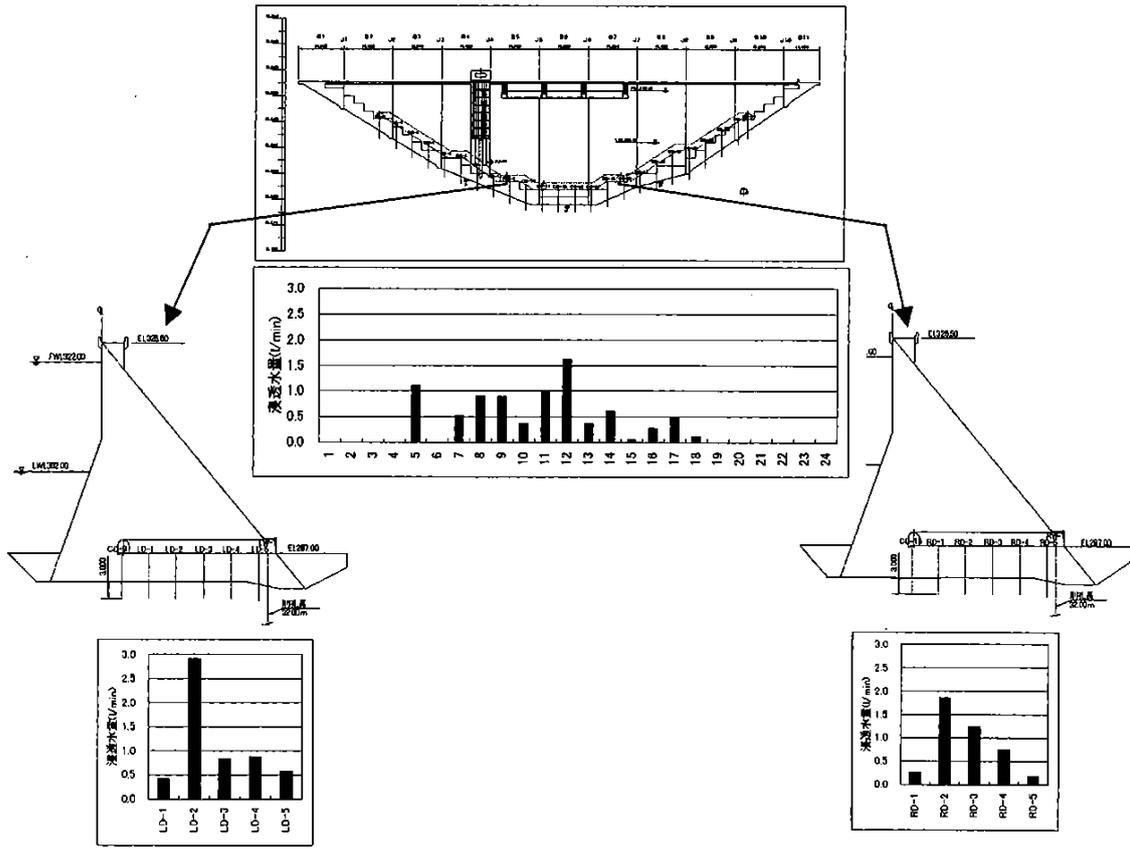


図-10 常時満水位におけるドレーン孔流量分布

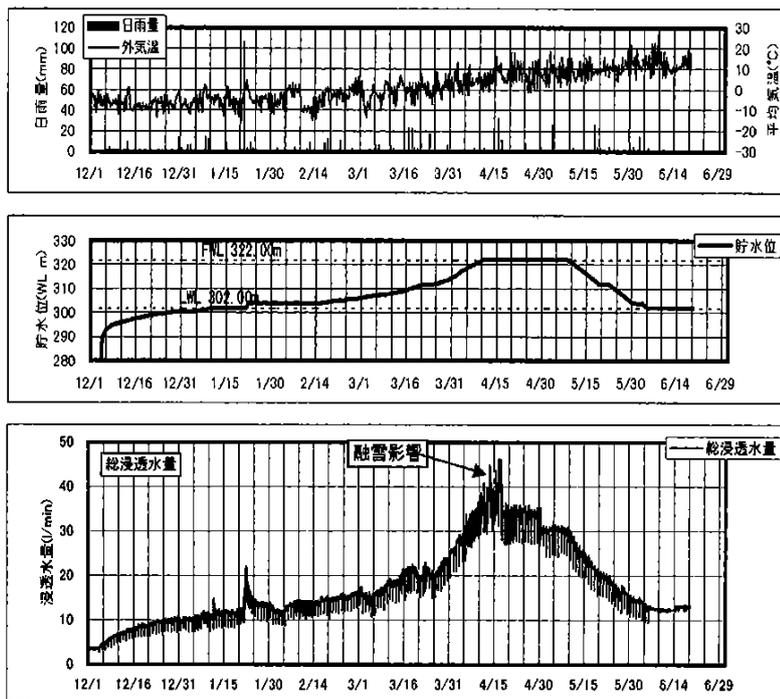


図-11 総浸透水量の経時変化

※揚圧力観測時に奇数列あるいは偶数列のバルブを閉じるため、時間単位でデータを整理すると増減挙動が生じる。

(2) 揚圧力の挙動

本ダムでは、監査廊内のドレーン孔に設置したブルドン管式ゲージ、ドレーン孔内に設置した水

位計、堤体着岩部に設置した間隙水圧計により揚圧力を観測している。図-12に揚圧力観測の概念図を、表-6に揚圧力の観測概要を示す。

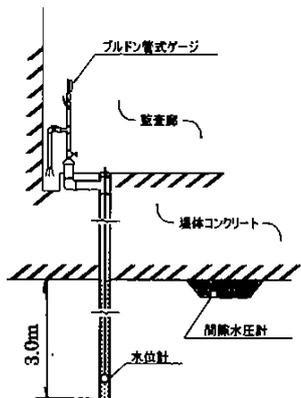


図-12 揚圧力観測の概念図

表-6 揚圧力の観測概要

計器名	記号	計測内容
ブルドン管式ゲージ		監査廊内のドレーン孔に設置し、手動観測を行っている。
水位計	CD LD RD	ドレーン孔内に設置し、孔内の水位を自動観測している。 ダム監査廊に設置している揚圧力観測孔は、排水孔と兼用しているため、揚圧力を観測するためバルブを閉じ排水させない状態の時が揚圧力水頭標高を示し、バルブを開いて排水させている排水孔状態の場合は、排水出口の標高を示す。
間隙水圧計	P	堤体着岩部に設置し、間隙水圧計により自動計測を行っている。

- ① ドレーン孔および間隙水圧計で観測した揚圧力のいずれも貯水位に対して直線的に追従する挙動を示し、揚圧力の急増等の異常な挙動は認められなかった (図-13)。
- ② 図-14に示す満水位における河床部の揚圧力をみると、13~23m程度を示している。一方、通常のコクリートダムの設計と同様の方法でドレーン孔位置の揚圧力を計算すると、下記に示すように約13.4mとなり、最大で9.6m程度実測揚圧力の方が大きくなる。このようなことから、河床深部の被圧水を考慮して、河床部 (5~7ブロック) において貯

水圧100%の箱形分布の揚圧力で堤体設計を行ったことは妥当であったと判断している。
 上流端水圧：常時満水位－上流端着岩面標高＝EL322.0－EL278.0＝44.0m (H1)
 下流端水圧：副ダム天端標高－下流端着岩面標高＝EL280.7－EL275.0＝5.7m (H2)
 通常のダムの設計揚圧力：(H1－H2) / 5 + H2 = (44.0m－5.7m) / 5 + 5.7m＝13.36m
 ③ 満水時の横断的な揚圧力分布は、ドレーン孔位置で大きく低下しており、ドレーン孔の排水効果およびカーテングラウチング、コンソリデーショングラウチングの遮水効果が認められる。

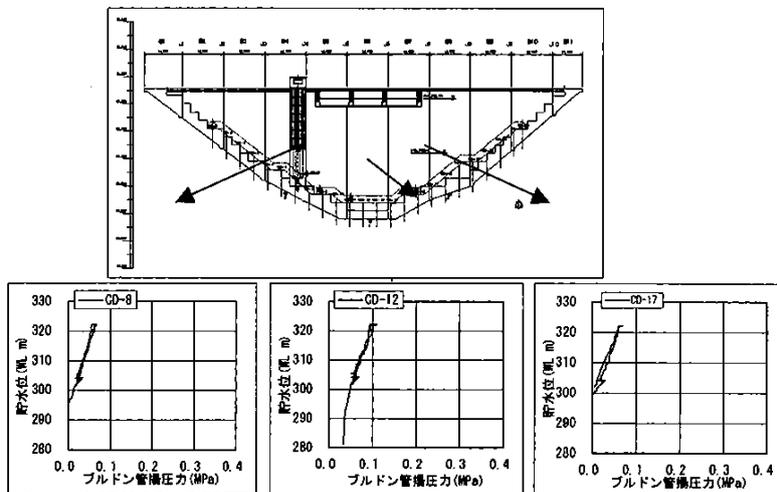


図-13 貯水位と揚圧力の相関図の例

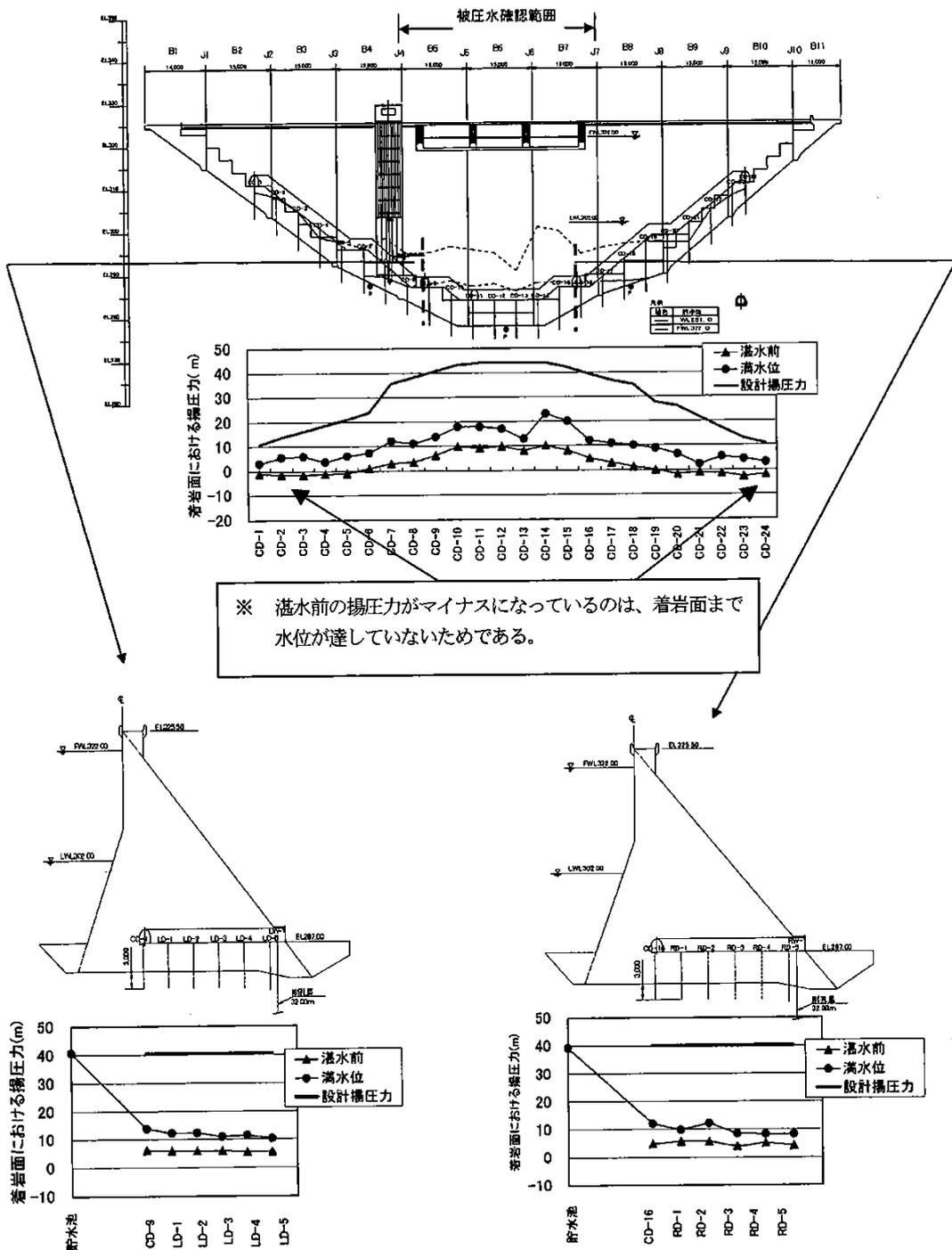


図-14 試験湛水時の揚圧力分布

(3) 地下水位の挙動

本ダムでは、左右岸地山及び堤体下流に30孔の地下水位観測孔を設置して、貯水によるダム近傍の地下水位変化を監視した。図-15に満水時地下

水コンターマップと代表的な地下水位観測孔の貯水位相関図を示す。

(a) 貯水位と地下水位の関係

地下水位は貯水位に追従する挙動を示しており、

左右岸地山及び堤体基礎は、水理的に安定した状態にあると判断できる。

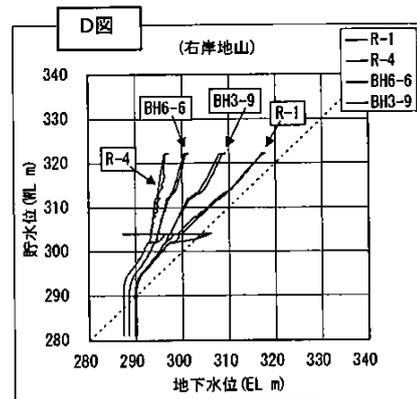
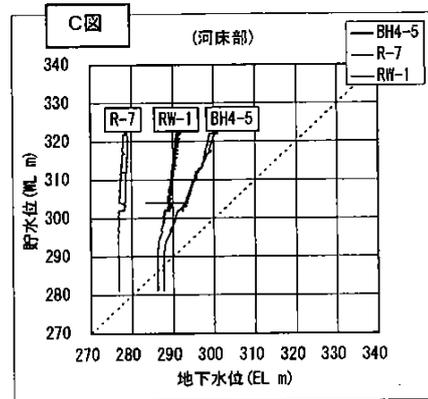
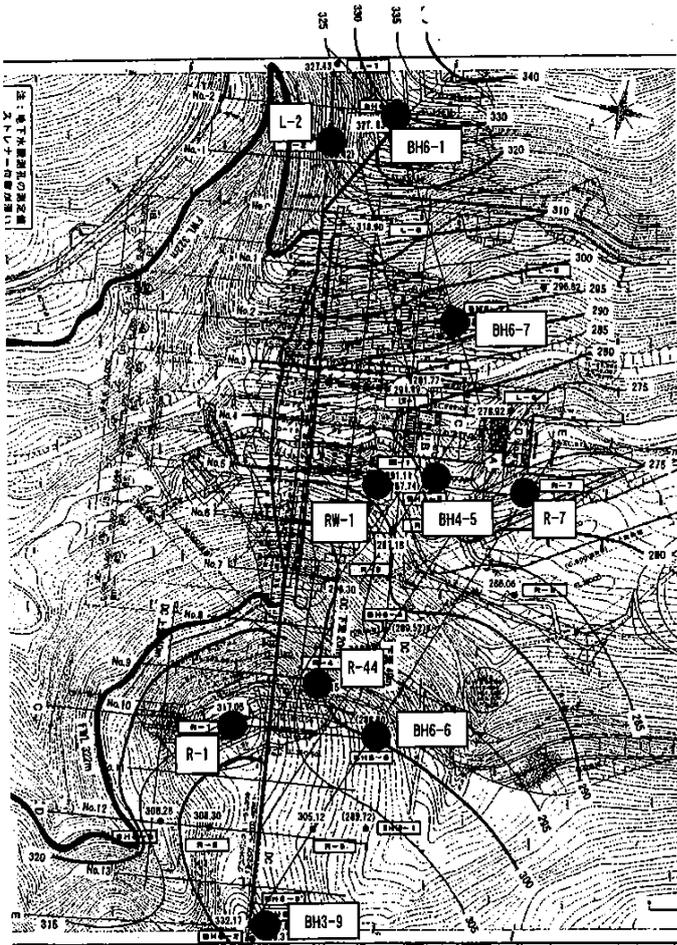
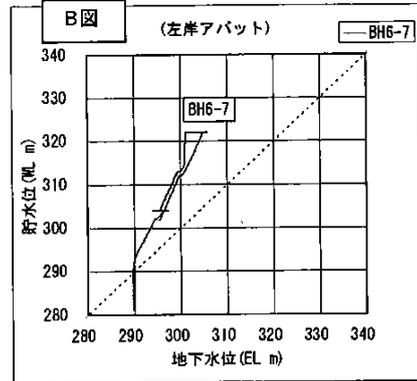
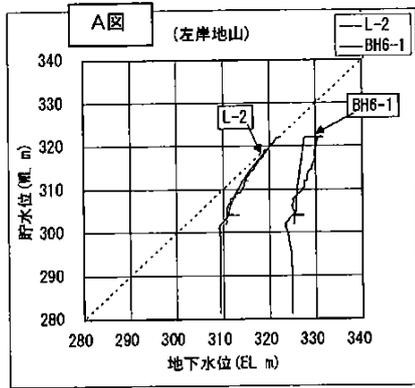


図-15 満水時地下水位コンターマップと代表的な地下水位観測孔の貯水位相関図

(b) 右岸リム部カーテングラウトの評価

- ① 右岸リムカーテングラウトの範囲は次のように決定した。地山奥方向への延長は、常時満水位と地山地下水位の交点を調査範囲では確認できなかったため、右岸地山の難透水層（2Lu以下の層）が満水位標高以上まで分布する地点までとした。また、深度方向については改良目標値（2Lu）が連続して分布する範囲をカバーする深度とした。
- ② 図-15 D図をみると、R-1孔（右岸リムカーテン上流側）とBH6-6孔及びR-4孔（右岸リムカーテン下流）水位の間には、満水位で18~20m程度の水位差がある。これは、右岸リムカーテングラウトの効果によるものと判断している。
- ③ 右岸リムカーテングラウト末端付近に設置したBH3-9孔の水位（図-15 D図参照）をみると、常に貯水位よりも低い水位で貯水位に追従した挙動を示しているが、前述したようにドレーン孔で観測された浸透量は少ないこと、堤体下流域の法面において地下水の浸出等も生じなかったこと、右岸リムカーテングラウトの外側は2Lu以下の難透水であることなどから、迂回浸透量は少ない（簡易なモデルを作成し、浸透量の計算を行ったところ、総浸透量は総貯水量の0.048%程度と計算された）と判断している。

(c) 左岸リム部カーテングラウトの評価

- ① 左岸リムカーテングラウトの範囲は、地山奥方向への延長は常時満水位と地下水位の交点までとし、深度方向へは改良目標値（2Lu）が連続して分布する範囲をカバーする深度とした。
- ② 図-15 A図をみると、左岸リムカーテングラウトの上流に設置したL-2孔は、常に貯水位よりも高い水位で貯水位に追従した挙動を示している。これは、貯水により左岸地

山地下水位が押し上げられているためと考えられる。

また、左岸リムカーテングラウト末端付近に設置したBH6-1孔水位についても、常に常時満水位よりも高い水位を示しているため、貯水池から左岸リム部を迂回した浸透はほとんど生じていないと判断している。

(d) 河床部で確認された被圧水について

ダム軸下流河床部で被圧地下水の水頭を観測しているBH4-5孔の観測値は、右岸地山の地下水位挙動との相関性が高く、右岸地山の自由地下水面と連動していると考えられる。また、融雪・降雨の影響を受けている。これらのことから、河床部において確認された被圧地下水は、右岸地山で涵養された地下水が右岸地山に分布する高透水性ゾーンを河床方向に流下して、河床堤趾部下流の浅部に分布する難透水のゾーンに遮られたため被圧していると考えられる。

また、WL304.0m保持期間中に実施したBH4-5孔湧水圧開放試験（バルブを開けて湧水を排出させる試験）の結果、ドレーン孔の揚圧力が最大で0.9m程度低下したことから、河床部で確認された被圧水は揚圧力にも影響を与えていると考えられる。

図-16に縦断的な地下水位分布を、表-7にはBH4-5との相関解析結果を、図-17には常時満水位における地下水位とBH4-5との相関係数の関係を示す。

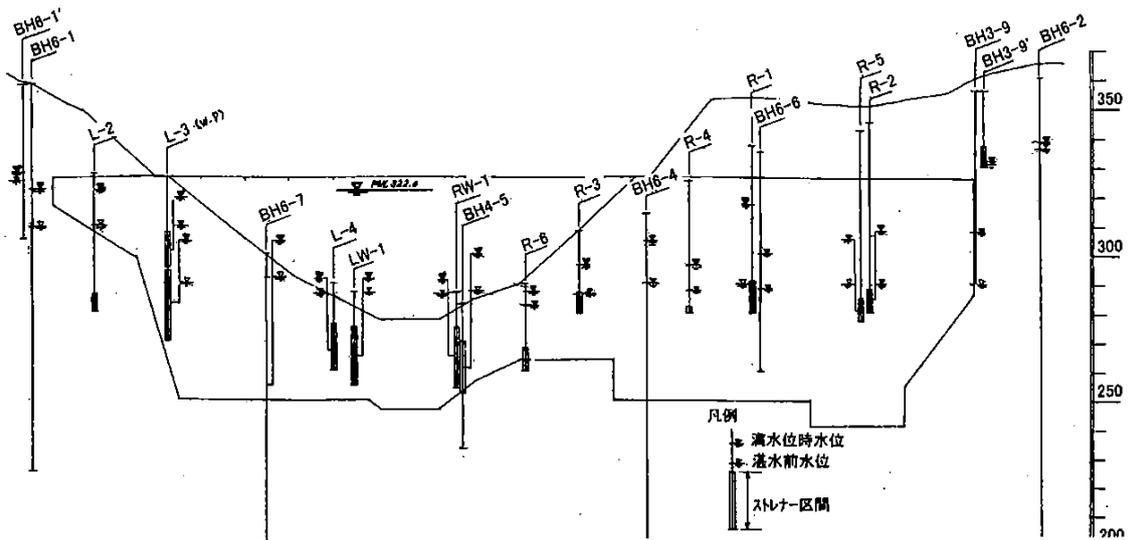


図-16 縦断的な地下水位分布

表-7 BH4-5との相関解析結果

位置	計器番号	観測値		相関解析結果		
		湛水前	満水位	相関係数	勾配	切片
右岸地山	R-1	280.18	317.05	0.9777	2.2778	-388.91
	R-2	289.84	308.30	0.9784	1.5000	-141.55
	R-4	287.40	296.15	0.8773	0.5835	127.73
	R-5	290.13	305.12	0.8322	1.2082	-58.82
	BH3-9	289.79	307.88	0.9781	1.4894	-132.71
	BH3-9'	331.45	332.17	0.7228	0.1062	282.74
	BH6-2	336.48	338.31	0.8281	0.3033	247.88
	BH6-6	288.61	300.34	0.8698	0.8831	41.80
	BH6-8	289.84	308.28	0.8783	1.4883	-141.03
	BH10-1	289.75	305.38	0.9785	1.2371	-85.47
右岸アバット	R-3	286.53	296.30	0.8659	0.7485	72.18
	R-6	282.81	287.18	0.8447	0.3247	189.83
	R-8(W)	284.12	286.06	0.8915	0.1390	244.52
	R-8(PU)	288.99	304.82	0.9788	1.2694	-75.75
	BH6-4	289.54	304.89	0.8807	1.2199	-80.83
河床部	LW-1	286.87	291.99	0.8589	0.3819	177.32
	RW-1	286.15	291.11	0.8638	0.3859	184.41
	L-4	286.58	291.77	0.8595	0.3950	173.13
	L-6	276.94	278.92	0.7392	0.1727	227.14
左岸アバット	R-7	276.65	278.31	0.8491	0.1821	229.88
	L-1	325.17	327.43	0.7638	0.4260	200.79
	L-1(P)	315.33	323.48	0.9027	0.8082	80.17
	L-2	309.49	321.66	0.9065	1.1854	-38.36
	L-3	308.53	318.90	0.7818	1.0354	-8.41
	L-3(P)	280.05	304.42	0.9835	1.1182	-30.99
	BH6-1'	324.98	327.83	0.7859	0.5337	168.19
	L-5	296.36	296.82	0.4238	0.1057	265.84
BH6-1	309.42	322.02	0.9670	1.2387	-50.89	
BH6-7	289.67	304.89	0.9774	1.1608	-44.04	

相関係数が高いグループ

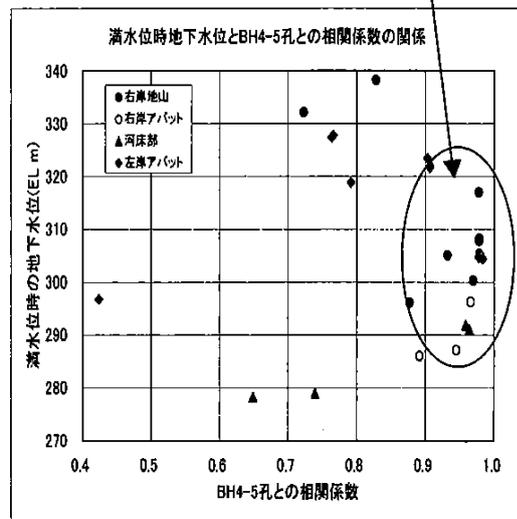


図-17 常時満水位における地下水位とBH4-5との相関係数の関係

(4) 堤体変位の挙動

本ダムでは、河床部に設置したプラムラインにより、堤体の横断方向および縦断方向の変位の監視を行った。図-18に堤体変位経時変化図を示す。

- ① 横断方向の変位量は、湛水開始から徐々に下流側へ変位する傾向を示し、常時満水位到達直前頃から変位する速度が速くなり、常時満水位時には最大1.6mm程度下流側へ変位した。その後、徐々に上流方向へ復帰する傾向を示し、落水完了後には0~0.5mm程度の下

流側への変位となった。

- ② 縦断方向の変位量は、1/30頃までは右岸側へ最大0.4mm程度変位したが、その後、逆に左岸側方向へ徐々に変位し、落水完了後には左岸側へ0.3mm程度の変位となった。
- ③ 横断方向、縦断方向の双方とも堤体変位の挙動は安定しており、変位量も小さいことから、堤体の安定性に影響を及ぼすような挙動は生じていないと判断している。

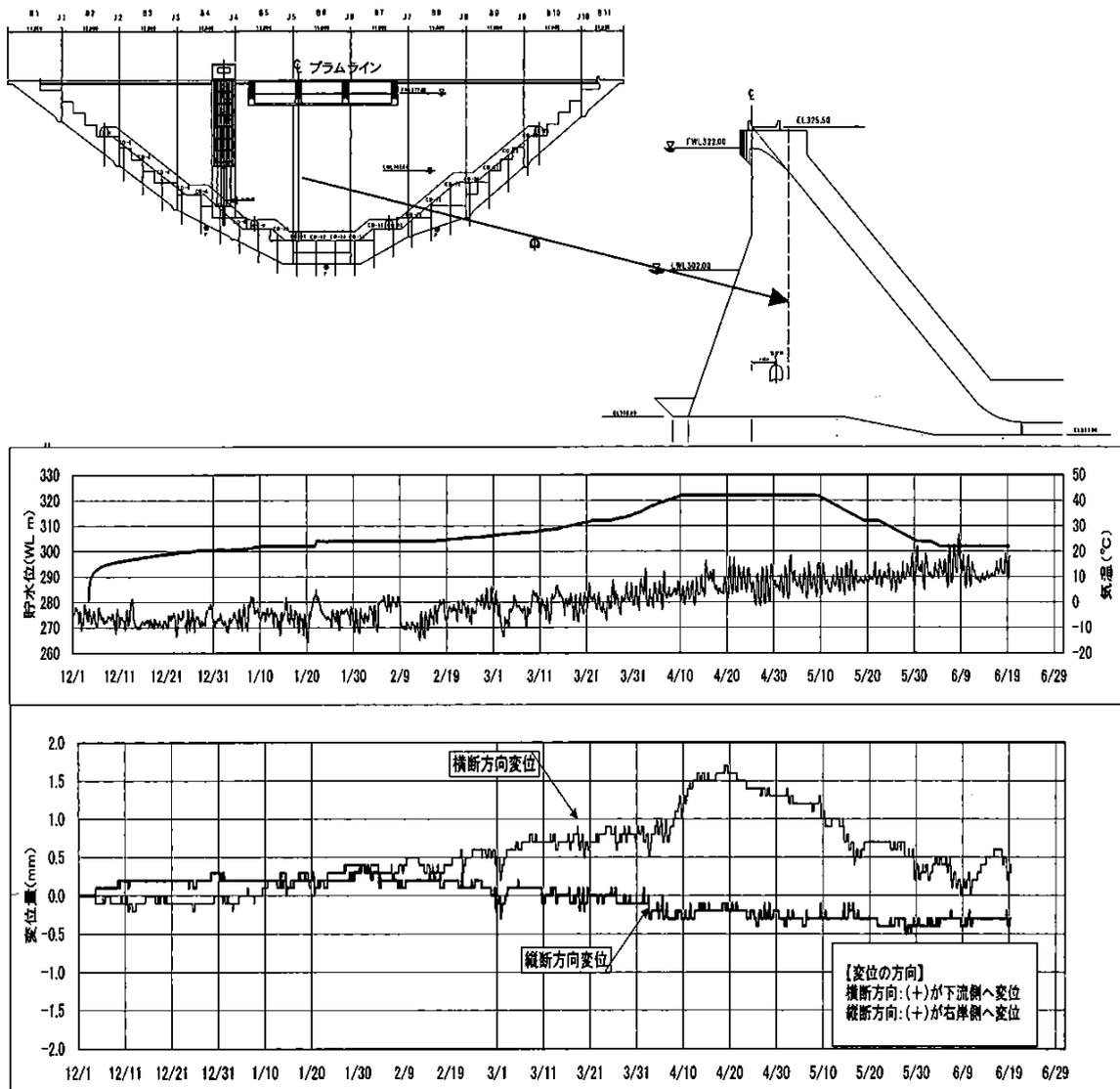


図-18 堤体変位経時変化図

(5) 堤体ひずみ・応力・温度

(a) 堤体ひずみ・応力

有効応力計（河床部着岩部付近に設置）は、湛水開始からほとんど変化しなかった。

河床部中央断面に設置したひずみ計は、ひずみ計設置位置のコンクリート温度が低下するとひずみ量が大きくなる傾向を示した。なお、貯水影響と考えられるひずみ変化は生じなかった。

(b) 堤体温度

堤体コンクリート表面に近い温度計は気温の影響による年周期的な温度変化を繰り返し、中央部に近くなるほど年周期の振幅は小さくなり、コンクリート打設直後から継続的に温度低下する傾向が認められる。

4-4 総合評価

(1) 水理的安定性の評価

- ① 各ドレーン孔で観測されている浸透水量自体が非常に少なく、貯水位に対して直線的な相関性が認められた。継目では漏水が認められたが、量自体が少なく貯水位に対して追従する挙動を示した。
- ② 堤体着岩部に設置した間隙水圧計およびドレーン孔揚圧力は、いずれも貯水位に直線的に追従する挙動を示した。また、河床部において通常のコンクリートダム設計手法により計算した揚圧力と、実測揚圧力を比較すると、実測揚圧力の方が最大で9.6m程度大きくなったことから、被圧水を考慮して5～7ブロックの揚圧力分布を貯水圧100%としたことは妥当であったと判断している。
- ③ 浸透水量が少ないことと、カーテングラウトの下流で揚圧力が低下していることから、カーテングラウチング、コンソリデーショングラウチング、ドレーン孔が一定の効果を発揮していると判断できる。
- ④ 左右岸地山奥に設置した一部の地下水位観測孔（地下水位が貯水位よりも高い）を除き、地下水位は貯水位に直線的に追従する挙動を示した。
また、右岸リム部ではカーテングラウト上下流で水頭差が生じており、カーテングラウトの効果が認められた。
- ⑤ 以上のことから、ダムの水理的安定性は確保されていると判断している。

(2) 力学的安定性の評価

- ① プラムラインで観測している変位量は、上下流方向、縦断方向の双方とも変位量そのものが小さい。
- ② 有効応力計は、湛水開始からほとんど変化していない。また、ひずみ計は、設置位置のコンクリート温度に対して弾性的な挙動を示

し、ひずみの急激な変化は生じていない。

- ③ 以上のことから、ダムの力学的安定性は確保されていると判断している。

5. おわりに

大野ダムの試験湛水では、ダム及び周辺地山において安定した挙動が確認できた。また、ダムの特徴としてあげられる河床部基礎の被圧水対策（貯水圧100%箱形揚圧力分布による堤体断面設計）及び右岸地山の迂回浸透対策についても、試験湛水の結果から一定の効果を発揮していると判断している。

なお、本報告に当り、御指導を賜りました関係各位に、深く感謝する次第であります。