

表-Ⅲ.1.2-2 『ダム基本データ整理様式』の例(その3)

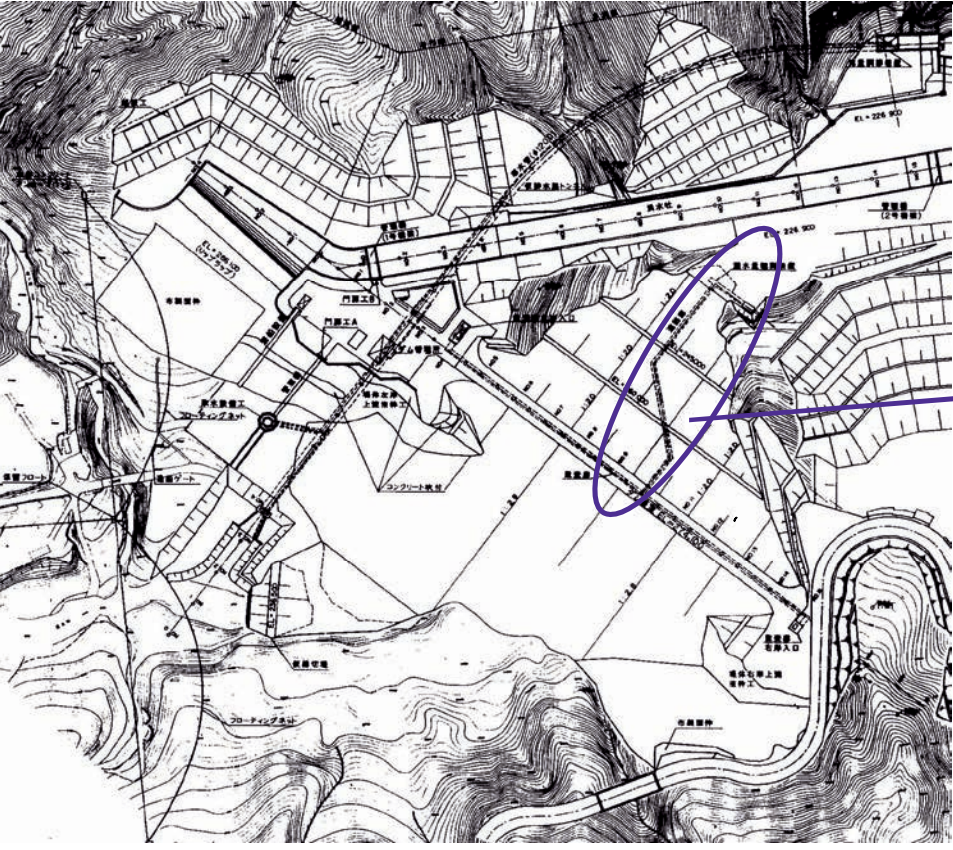
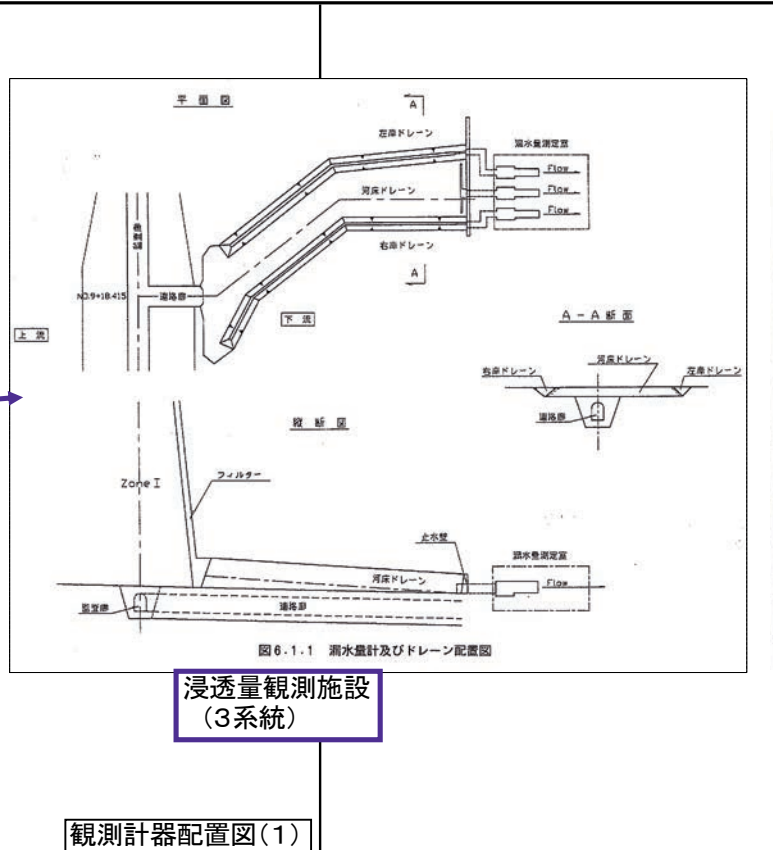
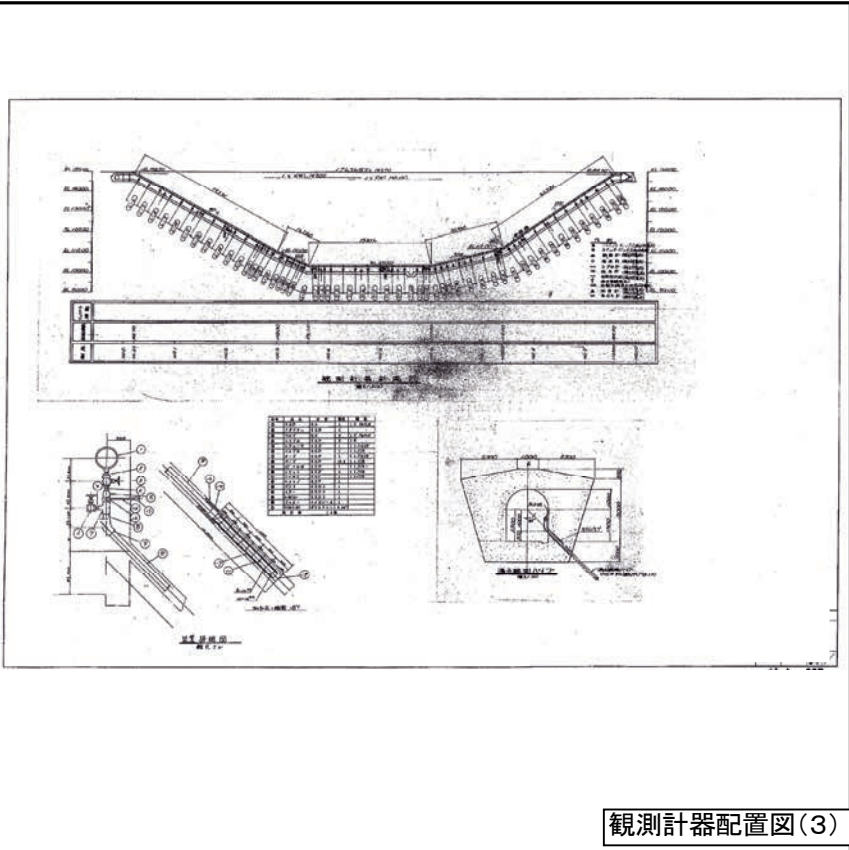
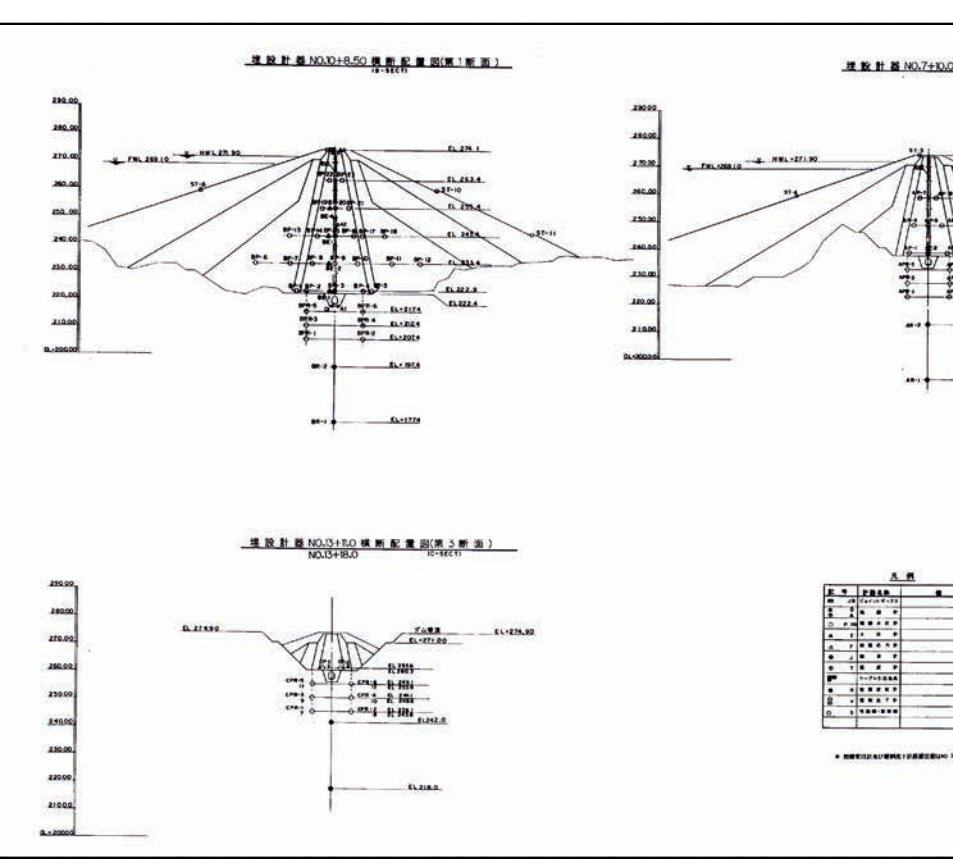
	 図 6.1.1 浸透量計及びドレーン配置図 浸透量観測施設 (3系統)	 観測計器配置図(3)																																									
 観測計器配置図(2)	【ダム観測計器】 <table border="1"><thead><tr><th rowspan="2">観測項目</th><th colspan="2">観測数</th></tr><tr><th>①試験湛水時</th><th>②今回(図化対象)</th></tr></thead><tbody><tr><td>浸透量計</td><td>3</td><td>3</td></tr><tr><td>間隙水圧計</td><td>58</td><td>52</td></tr><tr><td>土圧計</td><td>4</td><td></td></tr><tr><td>岩盤変位計</td><td>6</td><td></td></tr><tr><td>層別沈下計</td><td>2本(15本)</td><td></td></tr><tr><td>地山地下水観測孔</td><td>5</td><td></td></tr><tr><td>堤体外部変位計</td><td>15</td><td>15</td></tr><tr><td>鉄筋計</td><td>10</td><td></td></tr><tr><td>継目計</td><td>45</td><td></td></tr><tr><td>温度計</td><td>10</td><td></td></tr><tr><td>浸透流観測孔:水圧</td><td>14</td><td></td></tr><tr><td>浸透流観測孔:水量</td><td>14</td><td></td></tr></tbody></table>	観測項目	観測数		①試験湛水時	②今回(図化対象)	浸透量計	3	3	間隙水圧計	58	52	土圧計	4		岩盤変位計	6		層別沈下計	2本(15本)		地山地下水観測孔	5		堤体外部変位計	15	15	鉄筋計	10		継目計	45		温度計	10		浸透流観測孔:水圧	14		浸透流観測孔:水量	14		
観測項目	観測数																																										
	①試験湛水時	②今回(図化対象)																																									
浸透量計	3	3																																									
間隙水圧計	58	52																																									
土圧計	4																																										
岩盤変位計	6																																										
層別沈下計	2本(15本)																																										
地山地下水観測孔	5																																										
堤体外部変位計	15	15																																									
鉄筋計	10																																										
継目計	45																																										
温度計	10																																										
浸透流観測孔:水圧	14																																										
浸透流観測孔:水量	14																																										
Aダム(F-R)	基礎データ(その3)観測計器の配置	※資料:Aダム技術誌(H11.10発行)から引用																																									

表-Ⅲ.1.2-2 『ダム基本データ整理様式』の例(その4)

1. 浸透量

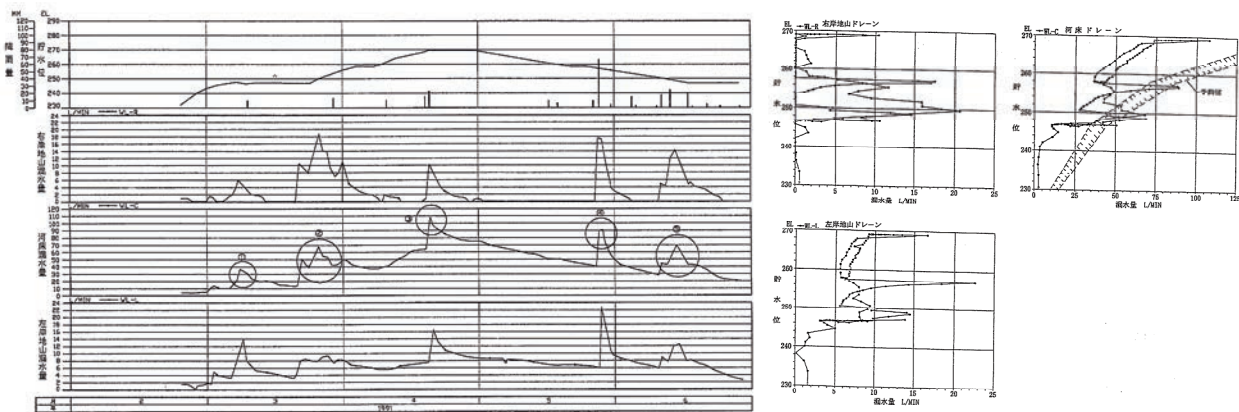


図6.2.4 浸透量経時変化図

◎降雨、融雪の影響を考慮し、これらを除いたデータで管理基準値の見直しをおこなっている。

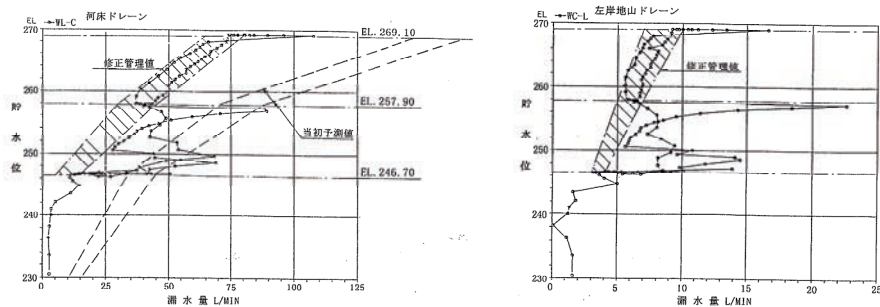


図6.2.5 貯水位～浸透量相関図

3. 変位

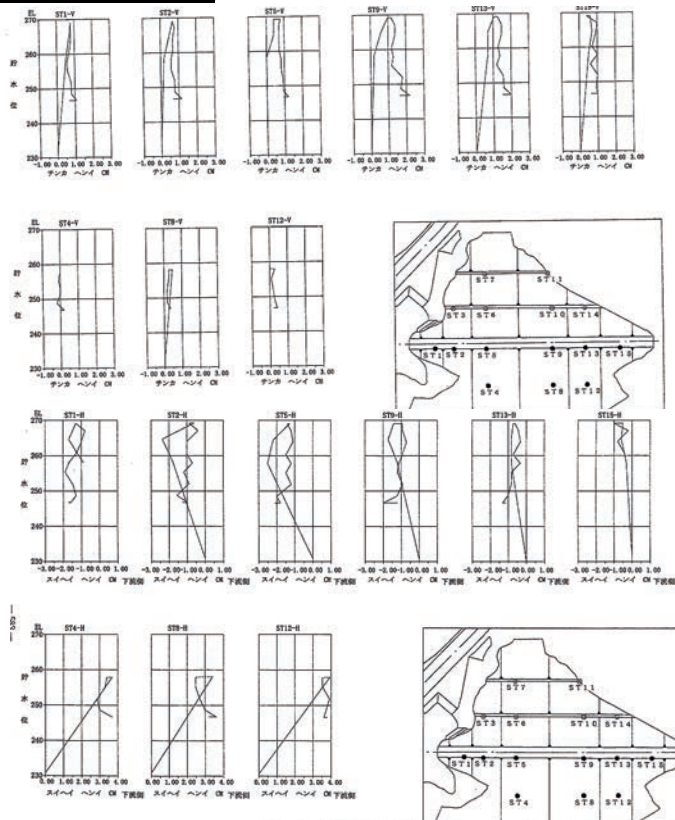


図6.2.18 貯水位～水平変位相関図(その1)

2. 間隙水圧

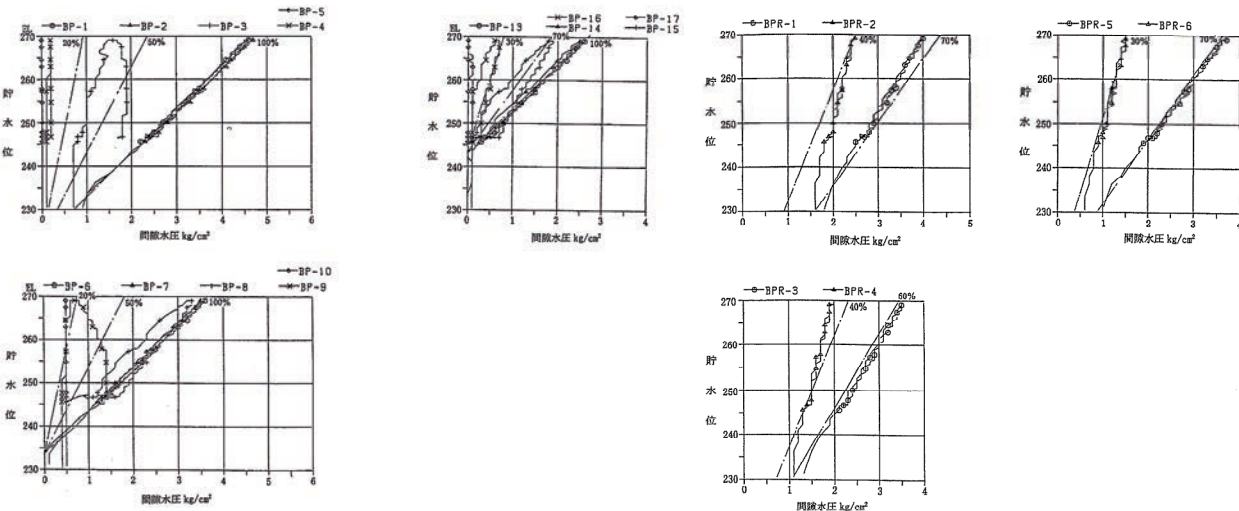


図6.2.9(1) 貯水位～間隙水圧相関図 B-sect (その1)

図6.2.9(3) 貯水位～間隙水圧相関図 B-sect (その3)

4. 総括

- (1) 浸透量
- ・降雨の影響が現れて急激に増加するが、既存のデータより降雨量に対する増分浸透量の算定は可能。設計時の浸透流解析による予測値は145～165L/min。
 - ・10mm以上の降雨時について降雨日も含めて4日間のデータを除外した結果、貯水位と浸透量の関係はほぼ線形的であることが明確に現れた。
 - ・浸透量は貯水位に伴い増加、常時満水位時でも80L/min(総和)程度。
- (2) 間隙水圧
- ・コア内及び基盤内間隙水圧測定結果より得られる間隙水圧分布図及びフローネット図より、貯水位変動に対するコア内の間隙水圧変化の遅れ挙動及び基盤内カーテングラウチング上下流部での間隙水圧差等より、コアの遮水性及びカーテングラウチングの遮水効果を確認。
- (3) 変形
- ・堤体表面変位計は貯水時における沈下、水平変位はともに2～4cm程度で当初予測値(8～10cm)を大きく下回っており、ダムの安定上問題なし。岩盤変位、層別沈下計の変位量もほとんどなく、貯水荷重に伴うダム及び基盤の顕著な変形は認められない。
- (4) その他
- 1) 地下水位：左右岸アバット部の貯水位変化に対する地下水変化は少なく、右岸下流沢部の地下水位はほとんど変化していないことから、沢部への迂回浸透挙動も認められない。
 - 2) 土圧：正常に発生しており、コアは十分安全であることを確認。
 - 3) 浸透流観測孔：監査廊からの基盤内浸透圧、浸透流の多くはダム軸付近に集中、左右岸アバットはほとんど発生していない。
 - 4) 監査廊：アーチ部鉄筋計の圧縮応力増大…構造上安全側の荷重

Aダム(F-R)

基礎データ(その4)試験湛水結果概要

※資料:Aダム技術誌(H11.10発行)から引用

1. 3 分析データの検証、報告等

(1) データ検証と計器点検の必要性

計測データの挙動は年月の経過に伴って変化する場合がある。

これは、ダム堤体や基礎地盤の内部の状態が変化したことによって生じる場合と、計器（特に電気系統）自体が劣化・損傷したことによって生じる場合がある。

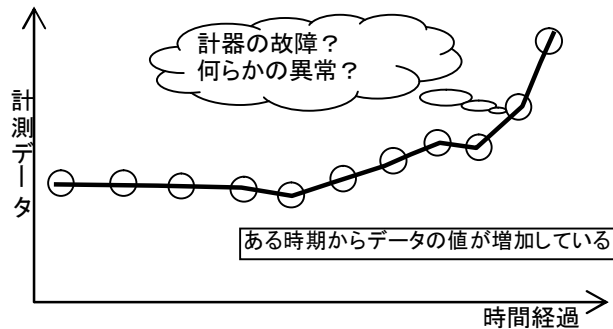


図-III. 1. 3-1 分析データの異常が疑われる例

計器の特異挙動の事例および想定される原因としては、下表に示すものが挙げられる。

表-7.2 特異挙動の要因					
整理番号	特異挙動タイプ名	経時変化模式図	特異挙動説明	対象計器	挙動の想定される原因
1	一段ずれタイプ		ある時点で瞬間的に測定値が増加あるいは減少してズレを生じる。なお、固定点より変動量を加算する計器（すべり変位計・ゾーン間沈下計）では計器群すべてがこのような挙動を示す。	すべての計器 土圧計 すべり変位計 ゾーン間沈下計	・初期値や校正係数の修正ミス ・外圧によりケーブルが引っ張られ線間抵抗値が低下 ・誘導雷により計器内リード線が断線しかり抵抗値の低下 ・水銀漏れ
2	多ズレタイプ		一段ズレタイプが何段も生じる。なお、固定点より変動量を加算する。計器（すべり変位計・ゾーン間沈下計）では計器群すべてがこのような挙動を示す。	すべり変位計 ゾーン間沈下計	・アームやセンサー一部の構造上堤体変位に追従できなく変位・沈下が蓄積されてある時期に急増
3	短時間欠如タイプ		短時間の間、計測値がゼロ又はオーバー値を示し、その後、正常な挙動に戻る。	すべての計器	・スキャナー又はロガーの故障 ・停電 ・ケーブルが切れ掛かり断線・通線の折り返し
4	短時間急変タイプ		短時間の間、計測値が急激に変動するが、その後、正常に戻る。なお、原因が絶縁抵抗値の低下による場合は、繰返して生じる。	すべての計器 土圧計 層別沈下計	・絶縁抵抗値の低下 ・スキャナー又はロガーの故障 ・計器の設置状態を含めた計器特性
5	永久欠如無変動タイプ		正常な挙動を示していた計測値がある時期からゼロ又は変動しなくなる。	すべての計器 間隙水圧（循環式）	・絶縁抵抗値の低下 ・絶縁不良 ・ケーブルの断線 ・計器のリード線の断線 ・パイプの折れ
6	常時微動タイプ		計器設置当初より、又は、ある時期より計測値が微動変動するが傾向的には正常な挙動を示す。	すべての計器 水平鉛直変位計 鉛直変位計 間隙水圧（循環式）	・絶縁抵抗値の低下 ・絶縁不良 ・気泡混入による温度の変化の影響 ・パイプに空気混入
7	常時激動タイプ		計器設置当初より、又は、ある時期より、計測値が激動変動するが傾向的には正常な挙動を示す。	すべての計器	・絶縁抵抗値の低下 ・絶縁不良
8	季節周期タイプ		計測値が季節的に周期変動する。	せん断変位計	・計器の温度特性
9	特異挙動タイプ		外的要因がないのにクリープ的な動きを示したり、ギクシャクした動きを示す。他の計器の挙動と明らかに異なる。	土圧計 層別沈下計	・設置条件を含めた計器特性

出典：土地改良施設管理基準－ダム編－（平成 16 年 3 月）p166 抜粋

最近のダムでは、試験湛水時の挙動計測結果から供用後の管理基準値を設定し、これに基づく管理を行っている。これに対し、建設年代が古く管理基準値が設定されていないダムや完成後の補修対策等により挙動が変化したダムでは、実態を踏まえた適切な安全性管理指標となっているかを検証する必要がある。

したがって、ダムのデータ検証は以下のようなサイクルで実施する。なお、前回からデータの値が変化している場合、その要因について分析を行う。

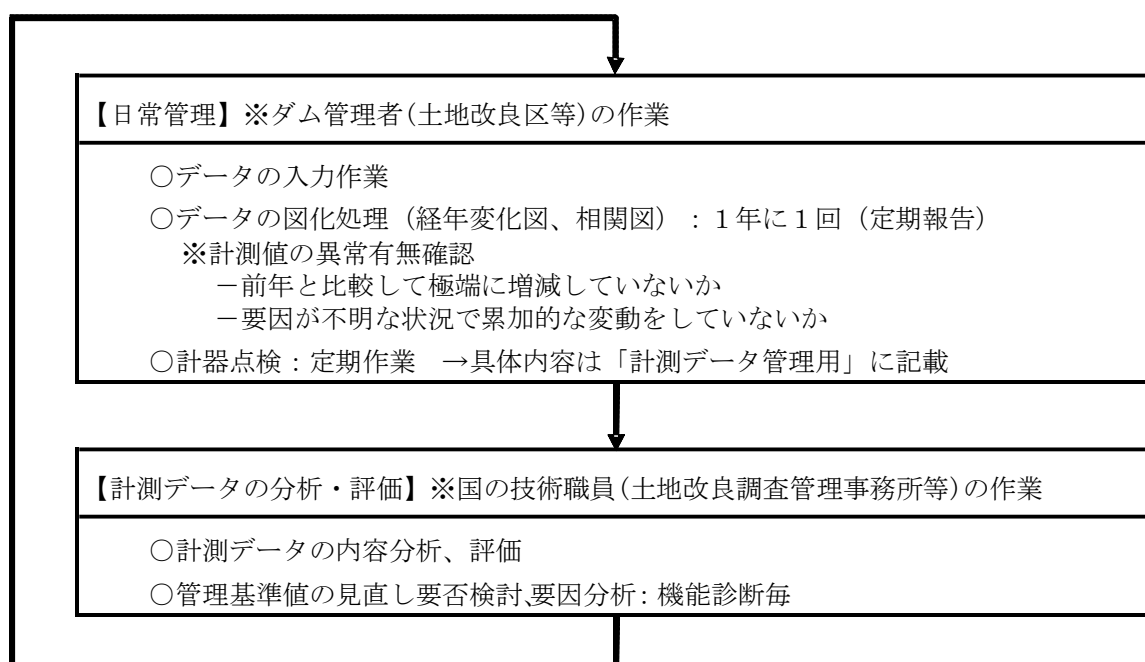


図-Ⅲ. 1. 3-2 データ検証のサイクル

(2) 計測データの報告等

ダムの日常管理は、前述のとおりダム管理者（土地改良区等）が行うが、原則として1年に1回（定期報告）、及び過去のデータと異なる傾向が生じた場合や突発的な異常値が発生した場合には、ダム管理者から土地改良調査管理事務所等に報告する。なお、報告については、ダム管理者と土地改良調査管理事務所との協議によって必要に応じて変更することもある。

土地改良調査管理事務所等では、ダム管理者からの報告内容、計測データの内容を分析し、その結果を管理者に説明する。その際、高度な技術的判断を伴うと判断された場合には農政局等に報告して対応を協議し、必要に応じて専門技術者による評価検討やダム技術検討委員会の開催を検討する。

また、異常等が確認された場合、診断結果を土地改良調査管理事務所等から技術検討委員会（農政局等）に書面で報告するとともに、必要に応じ技術的な課題に関する協議を行う。

※技術検討委員会は、「農業水利施設の機能保全の手引き（平成19年3月）」P83を参照。

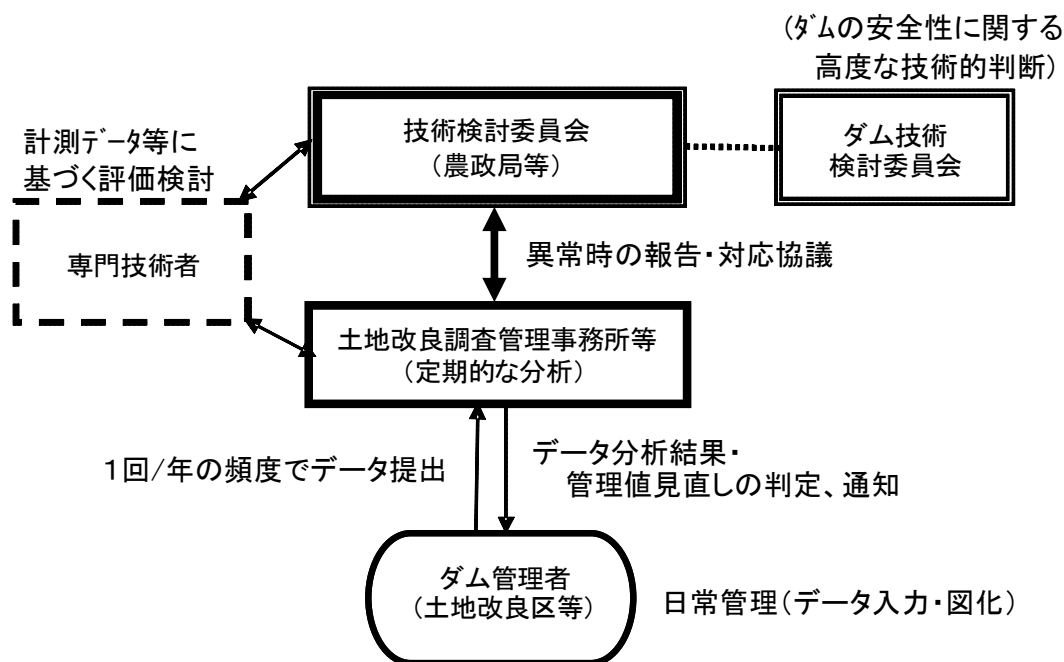


図-Ⅲ. 1. 3-3 ダム計測データ 報告の流れ

2 フィルダム編

フィルダムでは、浸透量、浸潤線（間隙水圧、浸潤線観測孔の孔内水位）の挙動把握が特に重要である。また、大規模地震発生時には、表面変位についても把握する必要がある。

2. 1 浸透量の分析・安全性評価指標の検討

フィルダムにおいては「貯水の変動による堤体内・基礎地盤の浸透量（真の浸透量）」が本来の評価対象となるが、実際には、降雨、融雪、地山地下水等の影響が複合した量を計測している。なお、試験湛水前には基礎地盤及び地山等からの浸透量を観測し基底流量を定めているが、本手引きにおける浸透量はこの基底流量を含めた水量を対象としている。

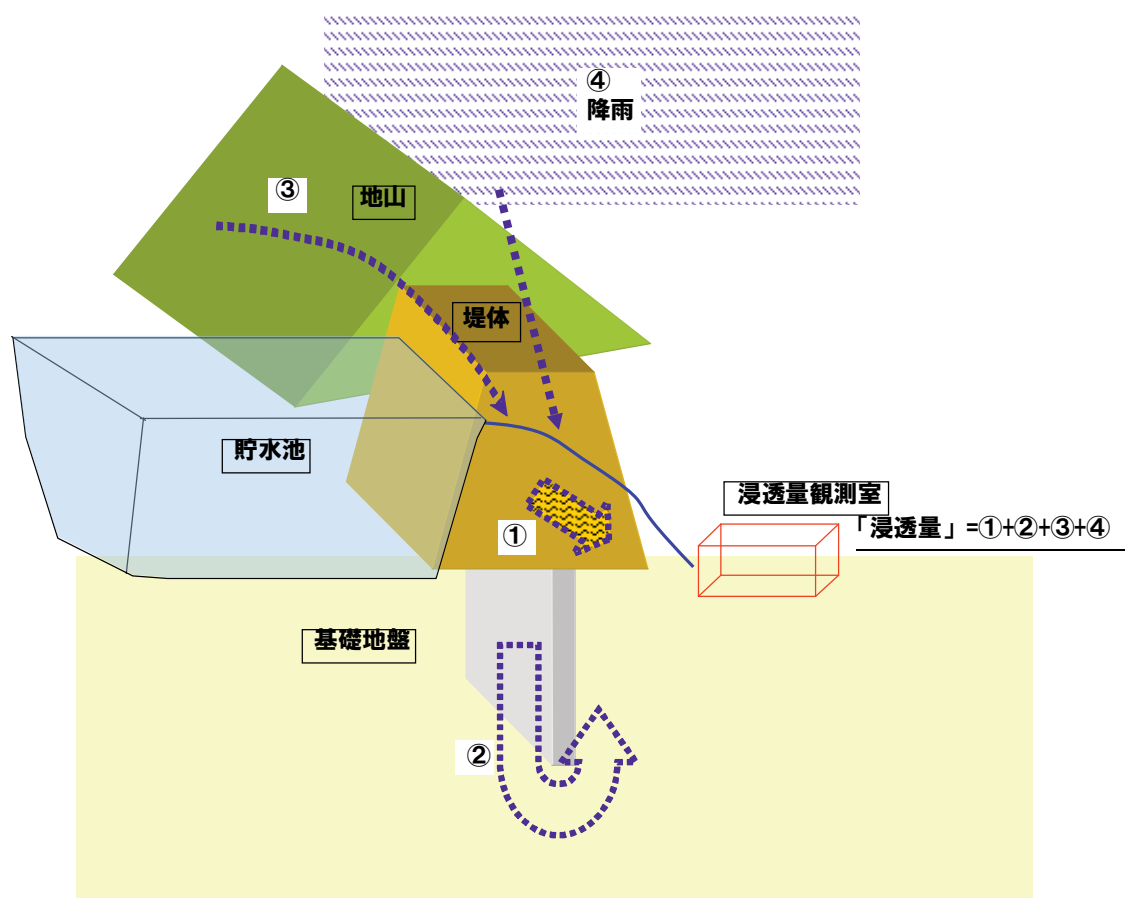


図-Ⅲ. 2. 1-1 フィルダムの浸透状況の概念図

浸透量のデータ分析は、計測されたデータをもとに、以下のフローに示す手順で分析を行い、個別ダム挙動特性を把握した上で、日常管理のための安全性評価指標を設定する（図-Ⅲ.2.1-2）。

設計時または試験湛水結果に基づいて「管理基準値」が設定されている場合、基本的にはその値を用いて評価する。ただし、経年的に増減が生じている場合などは、定期的に検証を行って、見直しの必要性を判断する。

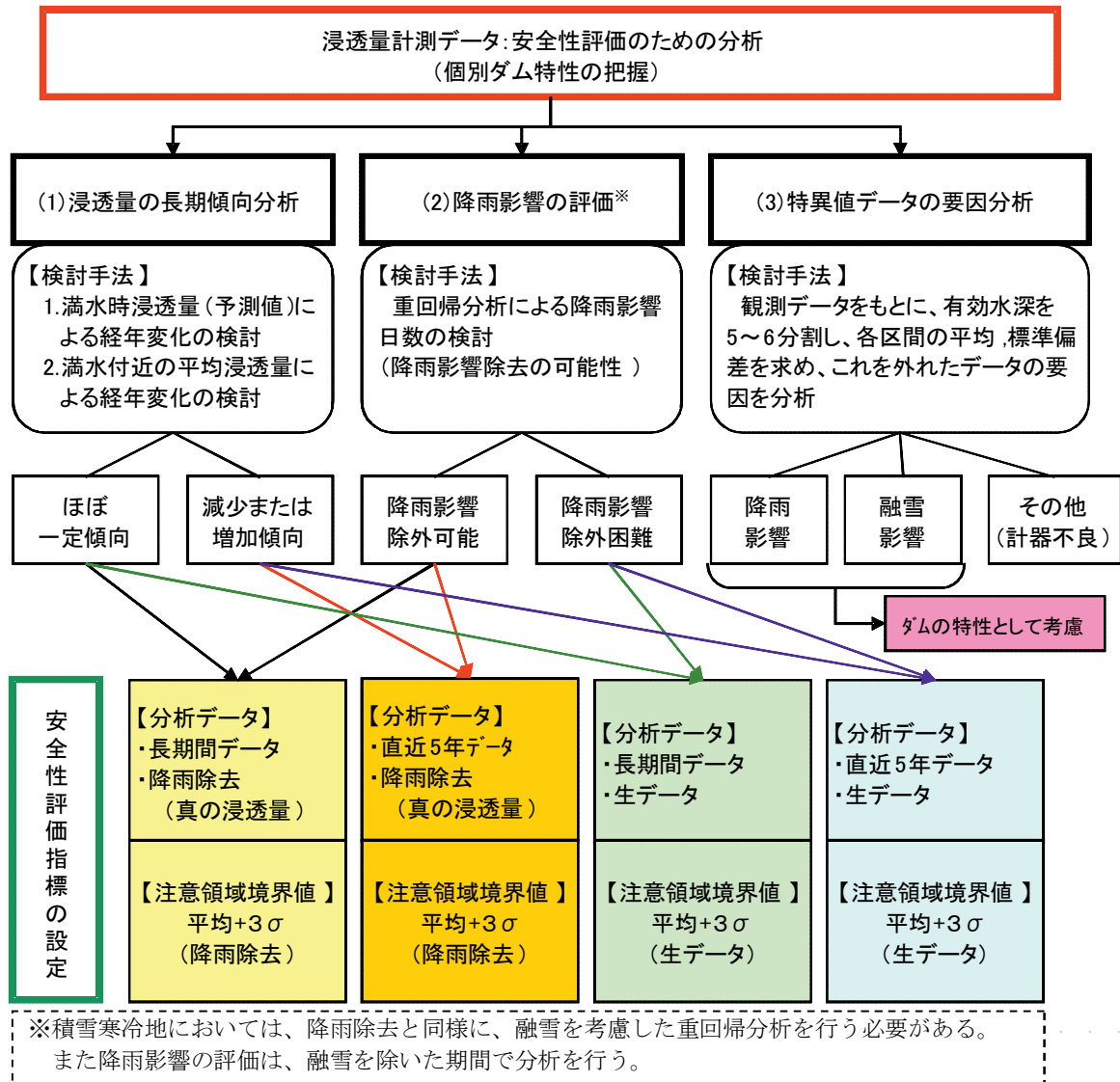


図-Ⅲ.2.1-2 安全性評価指標設定のフロー

安全性評価指標は、(1)浸透量の長期傾向分析により浸透量の経年変化を、(2)降雨影響の評価により降雨影響除去の可能性を検討し、使用する分析データ、注意領域境界値を設定する。計測データには、寒冷地における融雪期や豪雨時によって一時的に変動する場合がある。これについては、(3)特異値データの要因分析により要因を整理し、安全性を評価する際に考慮する。

なお、地震前後で観測挙動に変化が生じる場合もあることから、適宜、安全性評価指標の見直しを行う必要がある。

各作業の具体的な手順について以下に示す。

(1) 浸透量の長期傾向分析

【検討手法】

「満水時浸透量(予測値)」及び「満水位付近の浸透量(平均)」という2つの指標を用いて、経年的な浸透量変化を検討する。

【検討例】

1) 満水時浸透量(予測値)による検討

[定義]「満水時浸透量(予測値)」

浸透量計測データを年毎に整理し、直線回帰式により貯水位－浸透量相関図を作成する。この時の常時満水位における浸透量を「満水時浸透量(予測値)」とする。

ただし、「常時満水位から5m下がりの水位以上」を経験した年のデータのみを対象とする。

①計測期間の貯水位-浸透量の相関図を作成し、次に各年の直線回帰式を作成する。

(各年のデータは、経年変化の状況を把握するため、色を変えている。)

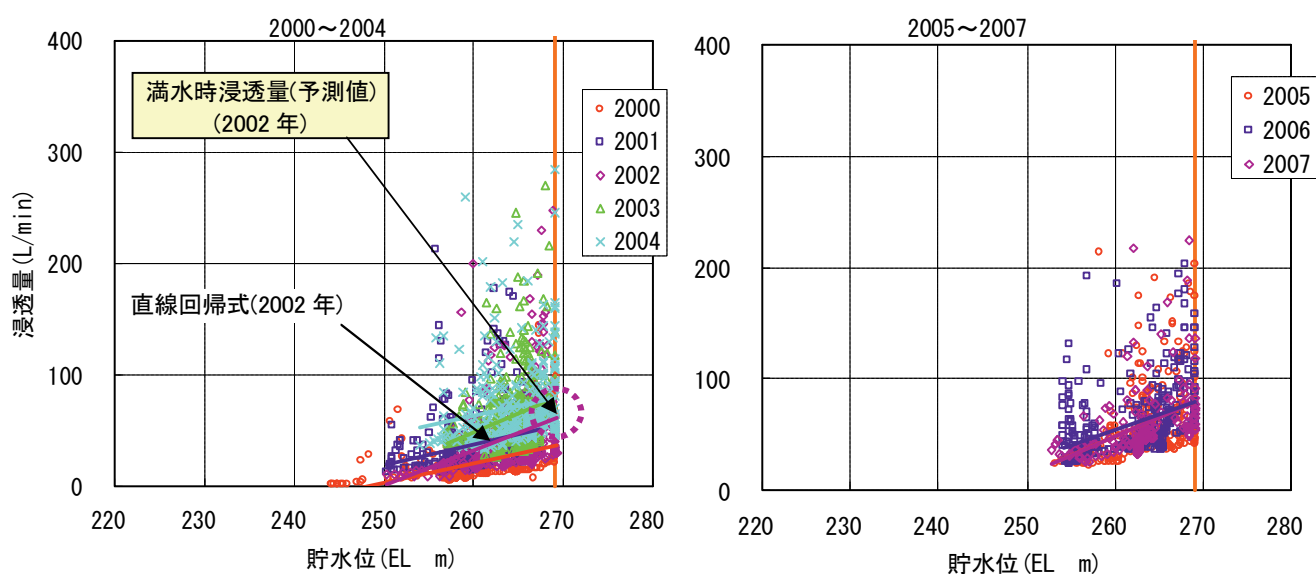


図-Ⅲ. 2. 1-3 貯水位-浸透量相関図 (表示が煩雑になるため5カ年分毎に作成)

※浸透量は、基礎地盤等を通る基底流量に加えて貯水位の上昇に伴ってほぼ直線的に増加する。このため、満水時浸透量(予測値)は直線回帰式により算定する。

なお、フィルダムにおいては、貯水位上昇時と下降時で時間遅れを伴うため、それぞれの特性を確認しておく必要がある(本マニュアルの検討においては、説明が繁雑にならないように貯水位－浸透量の関係を線形と仮定している)。

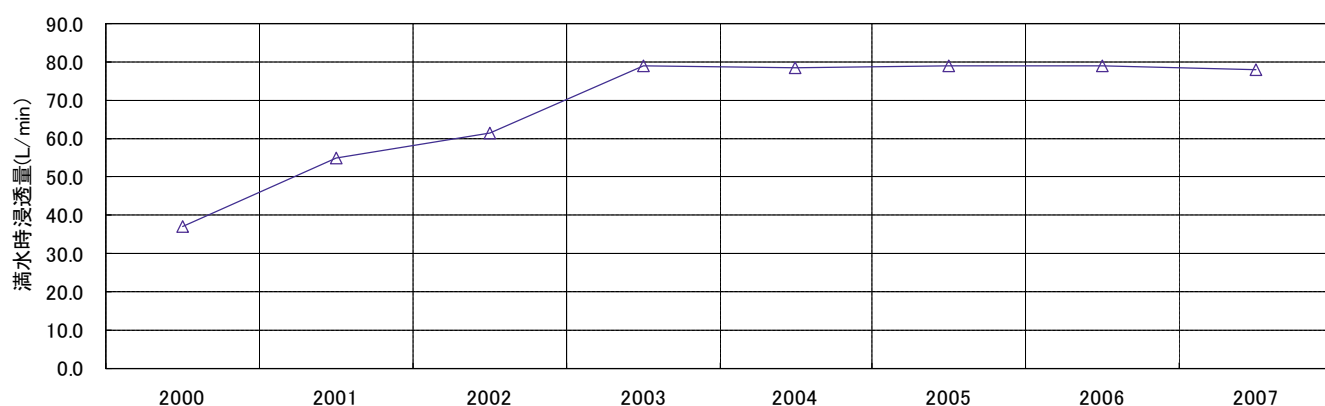
各年の浸透量の直線回帰式、満水時浸透量（予測値）等は、以下のとおりとなる。
 なお、試験湛水開始以降に初めて常時満水位に到達した年を「基準年」と表記する。

表-Ⅲ. 2. 1-1 満水時浸透量（予測値）

年	浸透量の回帰直線		満水時 (WL.269) 浸透量 (予測値) (L/min)	基準年に 対する比 率
	回帰式 Q=a × WL+b			
	a(勾配)	b(切片)		
2000	1.760	-436.62	37.1	1.000
2001	1.868	-447.57	55.0	1.481
2002	3.218	-804.65	61.3	1.651
2003	3.347	-821.88	78.9	2.124
2004	1.794	-404.07	78.6	2.118
2005	3.375	-829.43	78.9	2.124
2006	2.751	-661.05	79.2	2.133
2007	3.339	-820.52	78.0	2.100

②「満水時浸透量(予測値)」の経年変化のグラフを作成する。

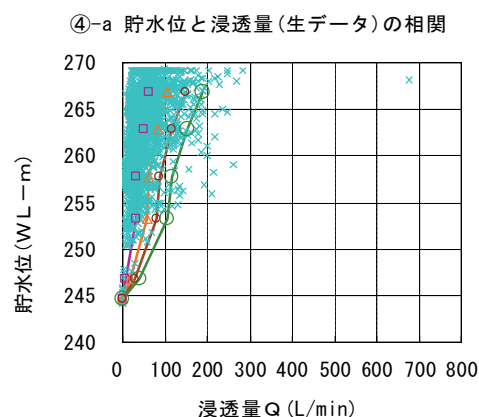
満水時浸透量：経年変化図



2) 満水位付近の浸透量による検討

「(3) 特異値データの要因分析」の項で解説する手法を用い、満水位付近の浸透量の平均とばらつき（標準偏差）の経年的な変化をグラフ化する。

- ①貯水位と浸透量（生データ）の相関図を作成し、有効水深（常時満水位～最低水位の標高差）を5～6分割した区間毎の浸透量データの平均、標準偏差(σ)を求め、各区間の平均、平均+3 σ を相関図上にプロットする。
- ②満水位に近い最上位の標高区間の「1年毎の平均、標準偏差」を求める。
- ③この結果から、1)と同様に経年変化のグラフを作成する。



検討1) 及び検討2) のデータに基づく経年変化は図-Ⅲ. 2. 1-4 のようになる。

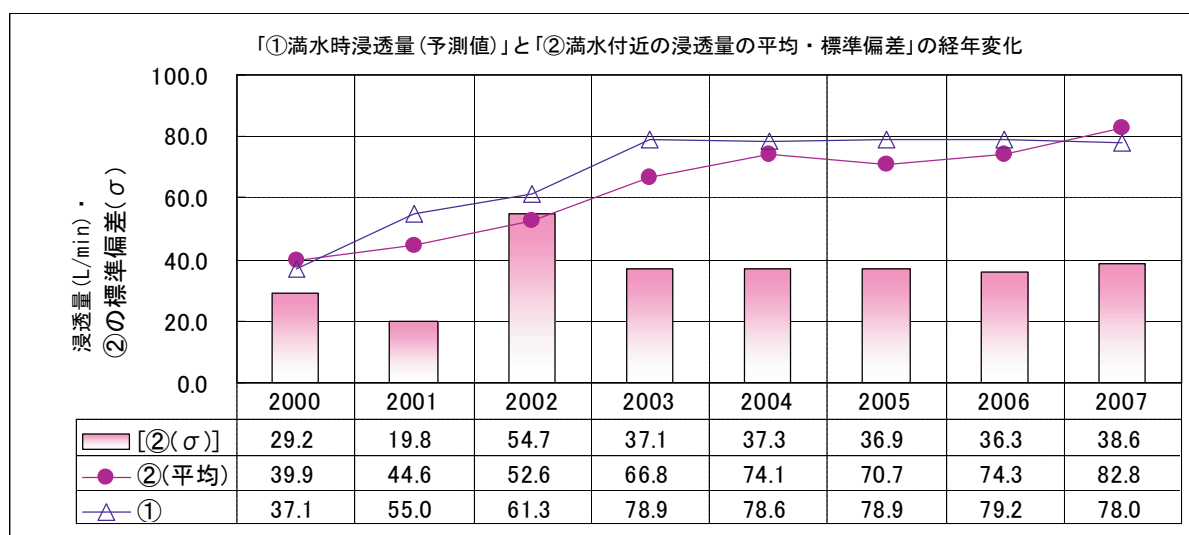


図-Ⅲ. 2. 1-4 浸透量の経年変化（検討 1，検討 2 の比較）

＜分析結果の評価＞

検討 1) で求めた「満水時浸透量(予測値)」は、基準年(2000 年)から 3 ヶ年は増加傾向で約 2 倍に増加し、その後 5 ヶ年は、ほぼ一定の値で推移していることが確認できる。

一方、検討 2) で求めた「満水位付近の浸透量の平均値」も同様な傾向を示すが、2007 年ではやや増加傾向がみられるが、ばらつきを示す標準偏差は 2003 年以降、概ね一定の範囲で推移している。

これらの結果から、2003 年以降は基準年の値と比較して約 2 倍となっているが、フィルダムは、数年にわたりコア部に貯留水が浸透するため、湛水初期の浸透量は小さく、その後増加し安定する傾向にある。また、「1.2 個別ダム基本情報の収集」で整理した設計時の浸透流解析による予測値(145～165L/min)を下回っており、その後安定していることから、特に問題となるものではないと判断できる。

ただし、検討 2) による分析でみられた 2007 年の増加傾向がその後継続するか確認する必要がある。

上記から、本ダムにおける浸透量の安全性評価指標の評価対象は、コア内部を浸透したと考えられる期間以降(2003 年以降)とすることが適当と考えられる。

なお、浸透量の安全性評価指標の評価対象は、安定した状態にある全観測データ（コア内部を浸透したと考えられる期間以降のデータとした方が良い）を対象とするが、常時満水位に達して間もないダムやコア幅が広いダムなどでは浸透量の増加傾向が継続する場合がある。また、コア内部を浸透しても完全な飽和状態なるには相当の期間を要するが、完全な飽和状態以降、堤体からの浸透量は経年的には減少傾向を示す場合がある。このような長期的な浸透量が増加若しくは減少傾向が観測されているダムでは、長期的な傾向を示す直近 5 年のデータを評価対象期間として扱う。

(2) 降雨影響の評価

【検討手法】

ダム浸透量の評価においては、降雨影響を除外した「真の浸透量」を用いることが望ましい。

このため、計測データを統計処理して浸透量に対する降雨影響の評価を行う。

本検討の手法は、複雑な作業を必要とせずかつ客観的な評価が可能な「重回帰分析」による予測モデルを適用する。

(解説)

「重回帰式」とは、複数の変数($x_1, x_2, \dots, x_p$)に基づいて、1つの変数 y を推測する式

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_p x_p$$

である。ここで、 $x_1, x_2, \dots, x_p$ を説明変数、 y を目的変数という。

この検討においては、説明変数を「貯水位、日雨量(当日, 1 日前, 2 日前・・・・日前まで)」、目的変数を「当日の浸透量」として、最も相関性が高くなるように上記の変数 $\beta_0 \sim \beta_p$ を求める手法を重回帰分析という。

なお、この重回帰分析は計測値のばらつきは「正規分布」に従うことが前提となっていることに留意する。

重回帰分析による予測式は、Excel の統計分析ツール(回帰分析)を用いて検討する。なお、Excel での分析は説明変数の数が最大 15 個までに制限されていること、通常 2 週間以前の降雨量の影響はごくわずかであることから、日雨量は最大 13 日前までのデータで検討する。

【検討例】

1) 重回帰分析(その1: 試算)

まずは計測生データ(赤枠内)をもとに、説明変数として、「貯水位、日雨量(当日, 1 日前, 2 日前・・・・13 日前まで)」のデータを一行に並べ、重回帰分析を行う。

表-Ⅲ. 2. 1-2 重回帰分析に用いるデータ(例)

測定日時	貯水位	浸透量	日雨量	1日前	2日前	3日前	4日前	5日前	6日前	7日前	8日前	9日前	10日前	11日前	12日前	13日前
2000/1/14	263.62	38.3	1	8	0	2	2	0	0	5	0	4	6	3	0	0
2000/1/15	263.96	48.7	0	1	8	0	2	2	0	0	5	0	4	6	3	0
2000/1/16	264.23	42.3	0	0	1	8	0	2	2	0	0	5	0	4	6	3
2000/1/17	264.43	33.8	0	0	0	1	8	0	2	2	0	0	5	0	4	6
2000/1/18	264.57	27.6	0	0	0	0	1	8	0	2	2	0	0	5	0	4
2000/1/19	264.67	23.6	0	0	0	0	0	1	8	0	2	2	0	0	5	0
2000/1/20	264.75	21.3	0	0	0	0	0	0	1	8	0	2	2	0	0	5
2000/1/21	264.84	18.7	1	0	0	0	0	0	0	1	8	0	2	2	0	0
2000/1/22	264.89	16	0	1	0	0	0	0	0	0	1	8	0	2	2	0
2000/1/23	264.94	16.1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	8	0	2	2
2000/1/24	264.98	16.3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	8	0	2
2000/1/25	264.99	15.5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	8	0
2000/1/26	265.02	14.9	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	8
2000/1/27	265.03	14.3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
2000/1/28	265.04	13.9	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
2000/1/29	265.05	13.5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
2000/1/30	265.05	13.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
2000/1/31	265.06	13.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
2000/2/1	265.05	13.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
2000/2/2	265.05	13.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
2000/2/3	265.05	13.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

※本データは、事例として 2000 年の測定データを表示しているが、(1)浸透量の長期傾向分析により、適切な分析期間を定めた場合は、当該期間で検討する。

また、貯水位上昇時・下降時で計測データが線形関係でない場合は、より詳細な分析を行う。

重回帰分析の結果は、以下のようになる。

表-Ⅲ. 1. 2-3 重回帰分析結果（試算時）

回帰統計	
重相関 R	0.724652
重決定 R ²	0.525121
補正 R ²	0.522105
標準誤差	25.18519
観測数	2378

分散分析表

	自由度	変動	分散	観測された分散比	有意 F
回帰	15	1656710	110447.3	174.1264	0
残差	2362	1498202	634.294		
合計	2377	3154913			

	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
切片 (定数)	-748.851	30.39191	-24.6398	1.7E-119	-808.448	-689.253	-808.448	-689.253
X 値 1(*貯水位)	2.986388	0.115674	25.81728	1.1E-129	2.759554	3.213221	2.759554	3.213221
X 値 2(*当日)	0.335093	0.05594	5.99024	2.42E-09	0.225397	0.444789	0.225397	0.444789
X 値 3(*1 日前)	1.597283	0.05412	29.51363	3.1E-163	1.491155	1.703411	1.491155	1.703411
X 値 4(*2 日前)	1.030255	0.05439	18.94184	1.32E-74	0.923597	1.136912	0.923597	1.136912
X 値 5(*3 日前)	0.504494	0.054266	9.296671	3.19E-20	0.39808	0.610908	0.39808	0.610908
X 値 6(*4 日前)	0.309869	0.054381	5.698074	1.36E-08	0.203229	0.416509	0.203229	0.416509
X 値 7(*5 日前)	0.196897	0.054741	3.596888	0.000329	0.089552	0.304242	0.089552	0.304242
X 値 8(*6 日前)	0.156167	0.054508	2.865043	0.004206	0.049279	0.263055	0.049279	0.263055
X 値 9(*7 日前)	0.095897	0.055126	1.739581	0.082063	-0.0122	0.203998	-0.0122	0.203998
X 値 10(*8 日前)	0.048878	0.054973	0.889131	0.374023	-0.05892	0.156678	-0.05892	0.156678
X 値 11(*9 日前)	0.027401	0.055016	0.498053	0.618493	-0.08048	0.135285	-0.08048	0.135285
X 値 12(*10 日前)	-0.01181	0.055205	-0.2139	0.830647	-0.12006	0.096448	-0.12006	0.096448
X 値 13(*11 日前)	-0.01208	0.055617	-0.21725	0.828029	-0.12115	0.096981	-0.12115	0.096981
X 値 14(*12 日前)	-0.06217	0.060188	-1.03296	0.30173	-0.1802	0.055855	-0.1802	0.055855
X 値 15(*13 日前)	-0.04869	0.059746	-0.81496	0.415179	-0.16585	0.06847	-0.16585	0.06847

この結果は以下のように評価できる。

- ①相関式の適合度を示す重相関係数（R）は 0.724 と比較的高い。
- ②説明変数のうち、各日の降雨にかかる係数は、「1 日前」が最大で、日にちを遡るに従って小さくなる。さらに 10 日目以降は負の値であり、正常な相関関係ではない。
- ③各説明変数が有用であるとの判断基準となる t 値（一般に $|t| \geq 2$ ）となっているのは「当日から 6 日前降雨」までである。

上記②③の結果から、ここで得られた重回帰式は適用せず、再分析を行う必要があると判断する。

2) 重回帰分析（その 2：再分析）

重回帰分析においては有用でない変数は除外する必要があるため、前項の試算結果をもとに同じ計測データを用い、説明変数（降雨）を「当日から 6 日前まで」の 7 個に減らして再度分析を行う。この結果は以下のようになる。

表-Ⅲ. 1. 2-4 重回帰分析結果（再分析時）

回帰統計	
重相関 R	0.723713
重決定 R ²	0.523761
補正 R ²	0.522153
標準誤差	25.18394
観測数	2378

分散分析表

	自由度	変動	分散	観測された分散比	有意 F
回帰	8	1652420	206552.5	325.6741	0
残差	2369	1502493	634.2307		
合計	2377	3154913			

	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%	
切片(定数)	-750.274	30.35625	-24.7156	3.5E-120	-809.802	-690.747	-809.802	-690.747	
X 値 1(*貯水位)	2.992137	0.115475	25.91163	1.5E-130	2.765695	3.218579	2.765695	3.218579	
降雨に関する係数	X 値 2(*当日)	0.342359	0.055637	6.153441	8.88E-10	0.233257	0.451461	0.233257	0.451461
	X 値 3(*1 日前)	1.603007	0.053826	29.78147	8E-166	1.497457	1.708558	1.497457	1.708558
	X 値 4(*2 日前)	1.035679	0.05405	19.16157	3.36E-76	0.929689	1.141668	0.929689	1.141668
	X 値 5(*3 日前)	0.506242	0.053959	9.381904	1.47E-20	0.40043	0.612055	0.40043	0.612055
	X 値 6(*4 日前)	0.307468	0.053979	5.696078	1.38E-08	0.201617	0.413319	0.201617	0.413319
	X 値 7(*5 日前)	0.18961	0.054376	3.487007	0.000497	0.08298	0.29624	0.08298	0.29624
	X 値 8(*6 日前)	0.166044	0.053588	3.098526	0.001968	0.06096	0.271128	0.06096	0.271128

この結果は以下のように評価できる。

- ①重相関式の適合度を示す重相関係数（R）は 0.724 と変わらない。
- ②説明変数にかかる係数も、試算段階とほぼ同一である。
- ③各説明変数の t 値は全て $|t| \geq 2$ 、また降雨に係る係数も全て正の値であり、選択した説明変数が妥当であったことが確認された。

再分析で求められた重相関式が浸透量の予測式として適用可能となる。

＜分析結果の評価＞

- ・重相関係数 R=0.723 が得られており、比較的再現性が高い
- ・重回帰予測式は下式のようなになる。

当日浸透量 $Q = -750.274 + 2.992 \times WL(\text{貯水位}) + 0.342 \times R0(\text{当日降雨量 mm})$

$+ 1.603 \times R1(1 \text{ 日前降雨量 mm}) + 1.036 \times R2 \cdots + 0.166 \times R6(6 \text{ 日前降雨量})$

- ・重回帰予測式の各項にかかる係数の値より「貯水位 1m 変化に対する浸透量変化は約 3L/min」、「1 日前の降雨量 10mm に対する浸透量変化は約 16L/min」と推定できる。

降雨の影響日数評価は、最も影響が大きい前日降雨を基準（ピーク値：100%）として、これより遡った日の降雨の影響程度を比率で評価する。

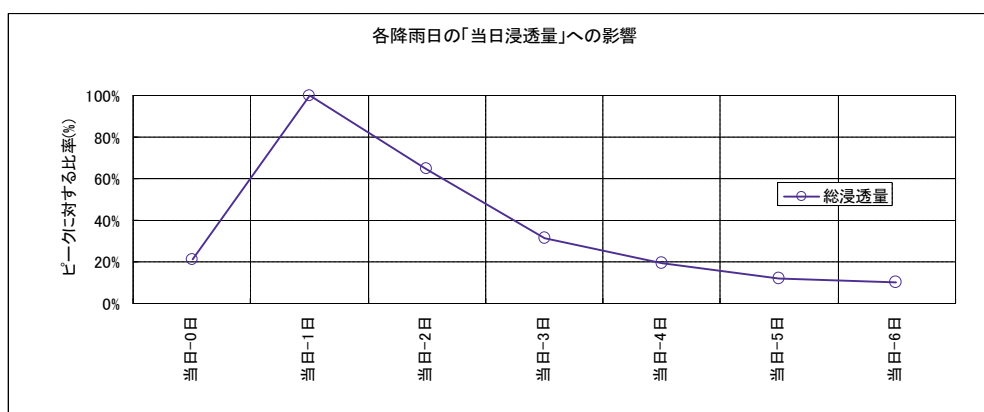


図-Ⅲ. 2. 1-5 各降雨日の浸透量への影響

この結果から、Aダムの浸透量の安全評価指標の評価対象は、降雨後6日間の降雨が浸透量に影響するため、これらの降雨を除去し、日常管理する浸透量は「この6日間の降雨影響を除去した真の浸透量」を適用することが適当と判断される。

(解説) 生データから降雨影響を除外する方法

- ①回帰分析の結果から、予測式として求められた、各降雨日にかかる係数を整理する。
- ②求めたい日(当日)の浸透量(生データ)から、次表に示すように、「当日降雨×係数(0)、1日前降雨×係数①、・・・、6日前降雨×係数⑥」を合計したものを差し引く。
- ③その値が、「降雨の影響を除去した浸透量」として見なすことができる。

表-Ⅲ. 2. 1-5 生データから降雨影響を除外する方法

測定日時	貯水位	外気温	日雨量	浸透量 (生データ)	降雨の影響を除去した浸透量	重回帰分析により求めた係数
時	m	℃	mm	L/min	(L/min)	
2000/1/1 9:00	261.11		0	17.1		定数
2000/1/2 9:00	261.15		0	15.8		-750.2742
2000/1/3 9:00	261.2		3	15.3		貯水位(WL)* 2.9921
2000/1/4 9:00	261.27		6	17.6		当日降雨(R0)* 0.3424
2000/1/5 9:00	261.41		4	23.9		1日前降雨(R1)* 1.6030
2000/1/6 9:00	261.5		0	23.9		2日前降雨(R2)* 1.0357
2000/1/7 9:00	261.72		5	38.2		3日前降雨(R3)* 0.5062
2000/1/8 9:00	262.2		0	48.7		4日前降雨(R4)* 0.3075
2000/1/9 9:00	262.49		0	40.7		5日前降雨(R5)* 0.1896
2000/1/10 9:00	262.69		2	41.9		6日前降雨(R6)* 0.1660
2000/1/11 9:00	263		2	48.2		
2000/1/12 9:00	263.23		0	41.9		
2000/1/13 9:00	263.41		8	34.4		
2000/1/14 9:00	263.62		1	38.3	23.5	(降雨除去浸透量)=(生データ)-(0)*R0+①*R1+・・・+⑥×R6)
2000/1/15 9:00	263.96		0	48.7	42.9	
2000/1/16 9:00	264.23		0	42.3	40.5	
2000/1/17 9:00	264.43		0	33.8	33.6	
2000/1/18 9:00	264.57		0	27.6	27.6	
2000/1/19 9:00	264.67		0	23.6	23.6	
2000/1/20 9:00	264.75		0	21.3	21.3	

なお、降雨影響日数との相関性が低い場合は、降雨を含めた浸透量により整理することになる。