

農業用ダム機能診断マニュアル
計測データ分析用
—土地改良調査管理事務所等の技術職員向け—

平成31年3月

農林水産省農村振興局

《目 次》

I. 目的	1
II. 分析ツールの概要	1
1. 分析ツールの構成.....	1
2. 分析ツールの対象.....	2
III. 計測データの整理、分析	
1. 共通編.....	3
1. 1 計測データの蓄積及び電子データによる図化作業.....	3
1. 2 個別ダムの基本情報収集	5
1. 3 分析データの検証、報告等	10
2. フィルダム編	13
2. 1 浸透量の分析・安全性評価指標の検討	13
2. 2 間隙水圧の分析・安全性評価指標の検討	33
2. 3 表面変位の分析	37
2. 4 地震時挙動の整理	38
3. コンクリートダム編	42
3. 1 浸透量の分析・安全性評価指標の検討	42
3. 2 揚圧力の分析・安全性評価指標の検討	48
3. 3 堤体変位の分析・安全性評価指標の検討	52
3. 4 地震時挙動の整理	55
(参考)ロックフィルダムにおける浸透量管理基準の検討事例紹介	60
(参考)ダム管理マップ作成の手引き	106
◆統計用語の解説	108

I 目的

農業用ダムについては、他の農業水利施設と比べ、事故が発生した場合に、周辺地域に及ぼす影響が非常に大きく、常に十分な安全性が確保されている必要がある。

これまでダムの機能診断については、目視を中心に堤体や周辺地山等のダムの変状等を客観的に把握・評価するために、ダム管理にあたる土地改良区等の職員による日常点検（1次調査）、土地改良調査管理事務所等の技術職員が行う定期点検（2次調査）の手法をとりまとめ、平成17年度から実施しているところである。

一方で、ダムの挙動については埋設計器等により計測し、ダムの安全性を絶えず監視している。計測のデータからは、長期にダムを供用する中で時間の経過とともに構造物が劣化する兆候が異常値として現れることが考えられる。しかし、計測データの評価手法や安全性を評価する指標がないため、計測データの評価等は、各ダムの管理者の能力や経験に依存している状況にある。

このため、ダムに発生している異常を早期に察知しダムの安全性を確保することを目的とし、機能診断の一手法として、計測データを活用した機能診断手法をとりまとめた。土地改良区等のダム管理実務者向けには「計測データ管理用」、土地改良調査管理事務所等の技術職員向けには「計測データ分析用」として策定しており、相互に連携することで、計測データの管理・評価、データの分析と安全性評価指標の検討を行うものである。

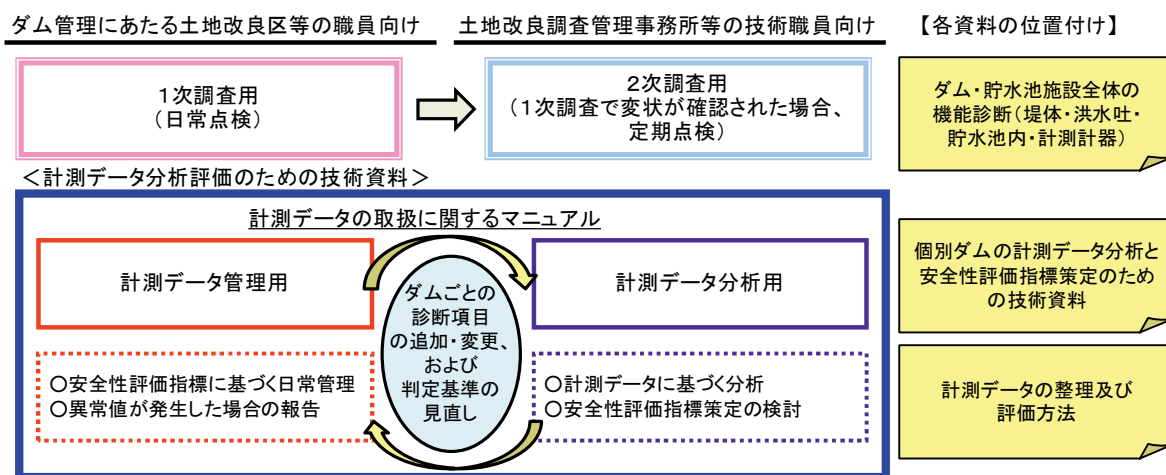


図-I-1 長期供用ダムの機能診断に関する各種資料の位置付け

II 分析ツールの概要

1. 分析ツールの構成

本分析ツールでは、計測データの整理・分析と安全性評価のための管理基準を検討するための具体的な手段として、フィルダム・コンクリートダムの基本情報の収集、フィルダムの計測データ分析方法及び管理基準の検討方法、コンクリートダムの計測データ分析方法及び管理基準の検討方法の3つの手順を具体的に説明している。

①共通編

計測データの蓄積及び図化作業、個別ダムの基本情報収集、分析結果の報告等

②フィルダム編

浸透量、浸潤線（間隙水圧※）、表面変位の分析方法と安全性評価のための管理基準の検討、地震時挙動の整理

※浸潤線観測孔の孔内水位も間隙水圧と同様に整理することが望ましい

③コンクリートダム編

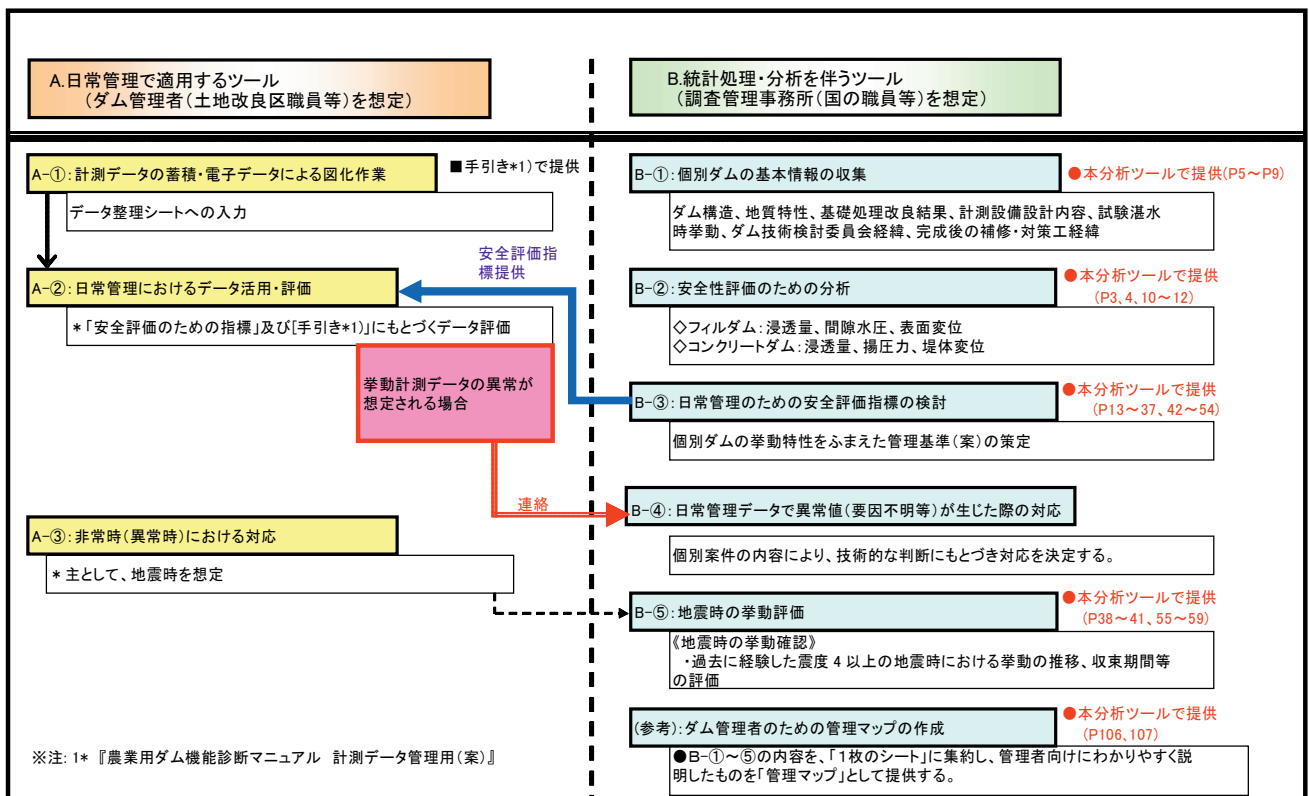
浸透量、揚圧力、堤体変位の分析方法と安全性評価のための管理基準の検討、地震時挙動の整理

2. 分析ツールの対象

農業用ダムの計測データの取り扱いについては、ダム管理者が日常管理において計測データを蓄積・整理するものと、国の技術職員が計測データをもとに統計処理・分析を行い、安全性評価指標を検討するものがある。

分析ツールに基づく作業は、以下の概要にしたがって実施することとなる。

表-Ⅱ.2-1 分析ツールの概要



Ⅲ 計測データの整理、分析

1 共通編

1. 1 計測データの蓄積及び電子データによる図化作業

計測データは、長期にわたり整理し、ダムの状態を管理者だけでなく関係機関や河川管理者等にわかりやすく示すため、電子データを蓄積し、表計算ソフトで図化作業を行なう必要がある。

計測データの蓄積及び図化作業は、手引きの添付ソフトとして提供する Microsoft[®] Excel を用いた「データ整理シート」を活用して作業を行う。

貯水位、外気温、日雨量等と、浸透量、間隙水圧などの計測データを、「データ整理シート」の[様式3]ワークシートに入力する。

表-Ⅲ. 1. 1-1 データ整理シートの入力例

Aダム															
Time	WL	Temp	Rain	浸透量					間隙水圧						
測定日時	貯水位	外気温	日雨量	WL-C	WL-K	WL-L	WL-R	総浸透量	AP-1	AP-2	AP-3	AP-4	AP-5	AP-6	AP-7
測定日時	貯水位	外気温	日雨量	堤体河床部浸透量	監査廊浸透量	堤体左岸浸透量	堤体右岸浸透量	総浸透量	間隙水圧計	間隙水圧計	間隙水圧計	間隙水圧計	間隙水圧計	間隙水圧計	間隙水圧計
日	m	℃	mm	L/min	L/min	L/min	L/min	L/min	Mpa	Mpa	Mpa	Mpa	Mpa	Mpa	Mpa
2000/1/1	261.11		0	17.1	0	0	0	17.1	0.22	0.14	0.01	0.12	0.09	0.01	0.02
2000/1/2	261.15		0	15.8	0	0	0	15.8	0.22	0.14	0.01	0.12	0.09	0.01	0.02
2000/1/3	261.2		3	15.3	0	0	0	15.3	0.22	0.14	0.01	0.12	0.1	0.01	0.02
2000/1/4	261.27		6	16.5	0	0	1.1	17.6	0.22	0.14	0.01	0.12	0.1	0.01	0.02

注1：計測データは1日1データとする。

2：データが欠測・異常値の場合、セルは空白としておく。

計測データの図化は、基本的には『経年変化図』（横軸を時間、縦軸を計測値としたグラフ）及び『貯水位との相関図』（横軸を計測値、縦軸を貯水位としたグラフ）の2種類を作成する。

浸透量及び間隙水圧計の図化例を以下に示す。

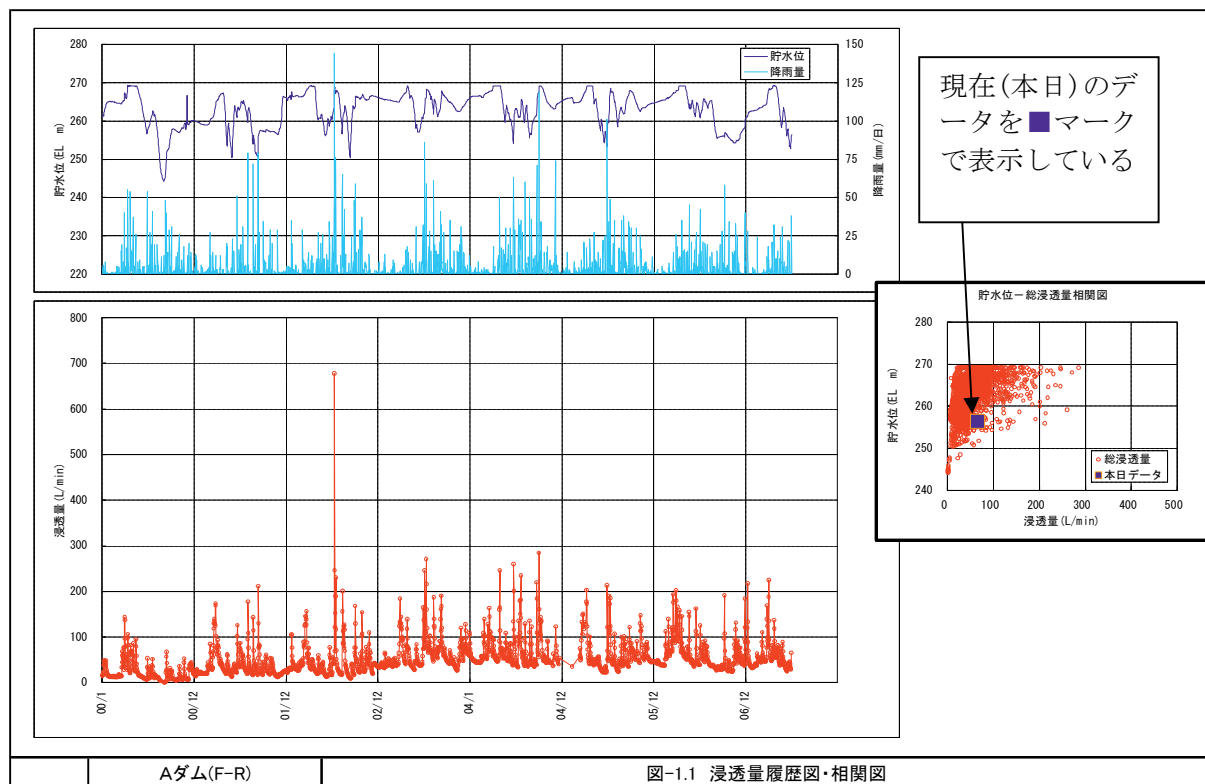


図-Ⅲ. 1. 1-1 浸透量データの図化例（履歴図・相関図）

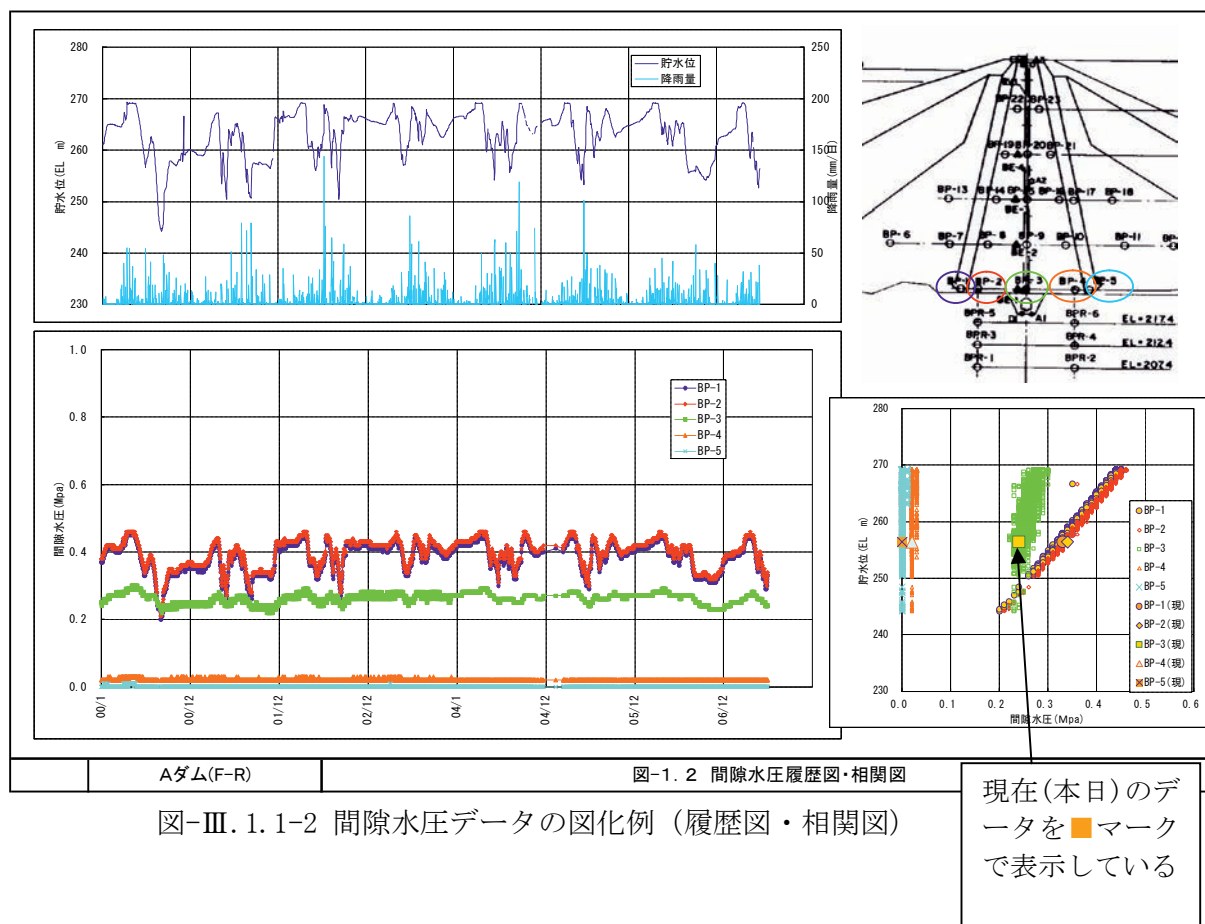


図-Ⅲ. 1. 1-2 間隙水圧データの図化例（履歴図・相関図）

1. 2 個別ダムの基本情報収集

個別ダムの安全性評価のための管理基準の検討に当たっては、ダムの特性を把握することが不可欠であり、このために必要な基本情報を収集する必要がある。

主な情報は、「ダム技術誌、工事誌、事業誌」、「ダム技術検討委員会資料、安全性評価委員会資料」、「一部使用検査・完成検査資料」、「工事出来型図、完成図書」等から収集することになるが、工事着工後の条件変更等により、当初の設計内容が施工段階で変更されている場合があることに留意し、最終段階の資料であることを確認したうえで電子データ化することが望ましい。

収集すべき基本情報を以下のリストに示す。

表-Ⅲ. 1. 2-1 個別ダムの特性把握に必要な基本情報（チェックリスト）

区分	収集すべき資料		
ダム基本図面	☐ 計画平面図	☐ 堤体縦断面図	☐ 堤体標準断面図
	☐ 計測計器配置図		
地質関係図	☐ 地質平面図	☐ 地質縦断面図	☐ 地質横断面図
	☐ 岩級区分平面図	☐ 岩級区分縦断面図	☐ 岩級区分横断面図
	☐ 施工前 [°] の [°] ンマップ [°]	☐ 施工後 [°] の [°] ンマップ [°]	
計測計器点検	☐ 専門技術者による計器の点検記録		
ダム技術資料	☐ ダム技術誌	☐ ダム工事誌	☐ 事業誌
	☐ 完成検査図書	☐ 一部使用協議図書	☐ 河川協議図書
	☐ 実施設計報告書		
ダム委員会資料	☐ ダム技術検討委員会資料	☐ 安全性評価委員会資料	
施工記録	☐ 工事完成図書	☐ 工事出来型図	
検査資料	☐ ダム定期検査資料	☐ 地震時臨時点検結果	
計測データ	☐ 気象・水象観測データ	☐ 堆砂測量データ	☐ 水質データ
	☐ 浸透量	☐ 浸潤線、揚圧力	☐ 堤体変位
調査・補修等履歴	☐ 完成後の補修・改修記録	☐ 機能診断関連業務報告書	

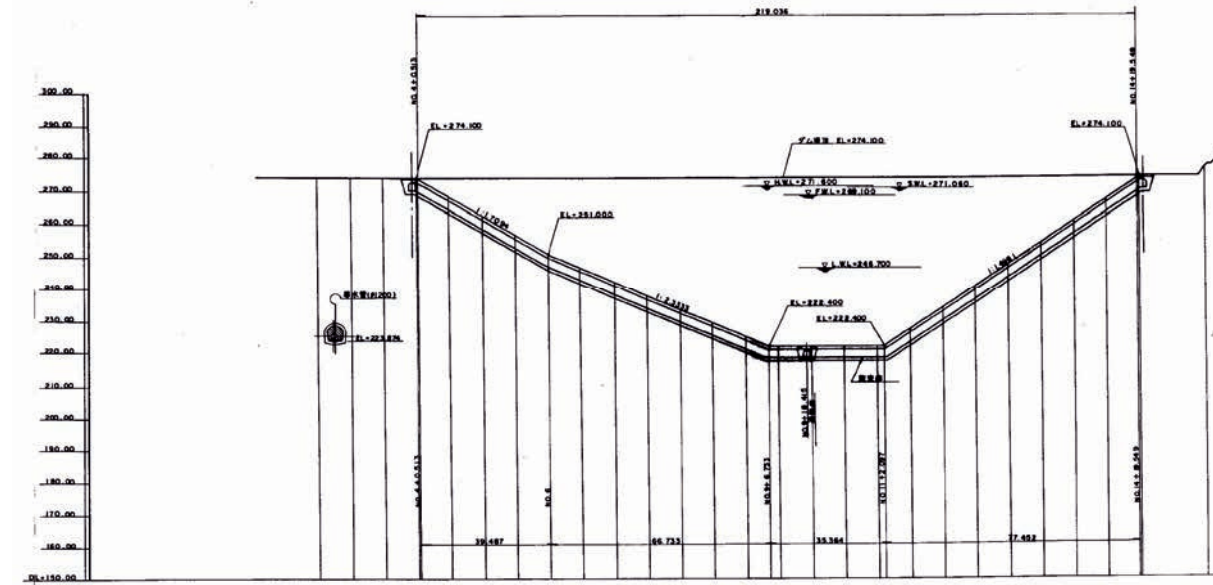
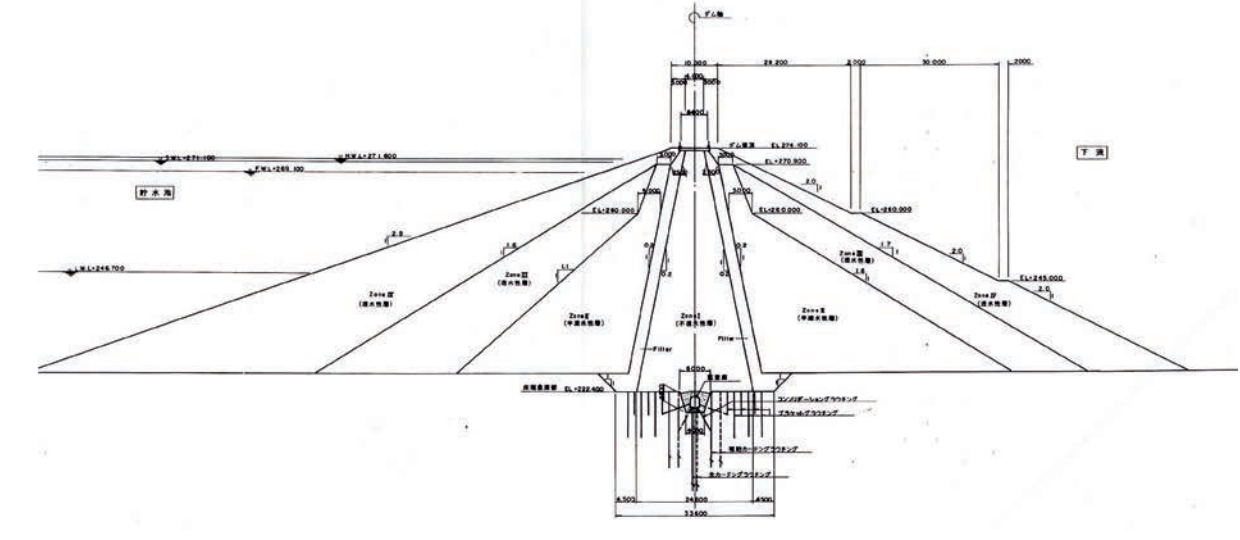
注1. 入手可能なものから順次収集する。

2. 収集資料は電子データ化することが望ましい。

上記の基本情報から必要最小限なものをまとめた『ダム基本データ整理様式』の例を以下に示す。

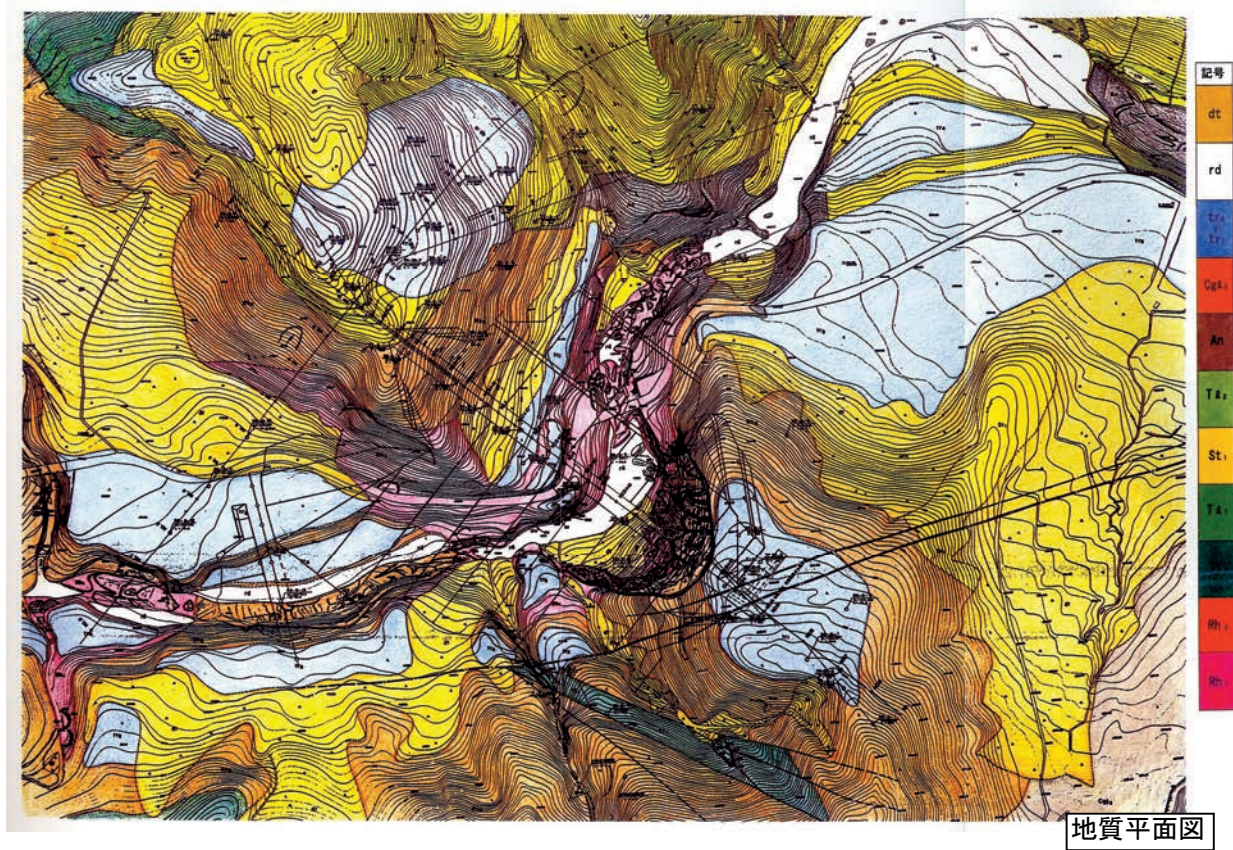
表-Ⅲ.1.2-2 『ダム基本データ整理様式』の例(その1)

		【ダム 諸元】				
一般	位置	基礎 流紋岩				
	流域面積	直接 22.49km ²	間接 — km ² 計 22.49km ²			
貯水池	満水面積	km ²				
	総貯水量	5,000,000m ³				
	有効貯水量	4,650,000m ³				
	堆砂量	350 千m ³ (100年)				
	常時満水位	EL. 269.1m				
堤	設計堆砂位	EL. 246.7m				
	型式	中心遮水ゾーン型ロックフィルダム				
	堤高	57.1m				
	堤長	220.0m				
	堤頂幅	10.0m				
堤体材料	天端標高	EL. 274.1m				
	堤体積	678,000m ³				
	ゾーン名	堤体積(千m ³)	γd(tf/m ³) φ(度) c(tf/m ²) K(cm/s)			
	ゾーンⅠ	80,000	1.46	30°00'	4.0	1*10 ⁻⁵
	ゾーンⅡ	161,000	1.55	35°00'	0.0	
	ゾーンⅢ	143,000	1.93	40°00'	0.0	
	ゾーンⅣ	252,000	1.80	42°00'	0.0	
フィルター	35,000	1.85	35°00'	0.0		
	河床ドレーン	7,000				
試験湛水開始年月日		1991. 2. 22				
供用開始年月日		1992. 4. 1				
湛水開始～経過年		17年8ヶ月 ※2008年時点				
※上記はダム諸元のうち貯水池・堤体規模に関する一部の情報を示している。 詳細情報は「農業水利ストック情報データベースシステム」より入手する。						

			
ダム軸縦断面図		堤体標準断面図	

Aダム(F-R)	基礎データ(その1)ダム構造諸元	※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2)



地質平面図

＜ダムサイトの地形・地質＞

○地形

ダム軸予定地点の本川はS字型に蛇行しており、常時河谷を形成している川幅20m程度である。左岸側アバットはやや緩やかで、河床よりEL250付近までは1:2.8程度、EL. 250m以上は1:1.2程度の勾配右岸側アバットは河床から連続する1:1.0程度の急峻崖をなしており、EL. 280mまで続いている。

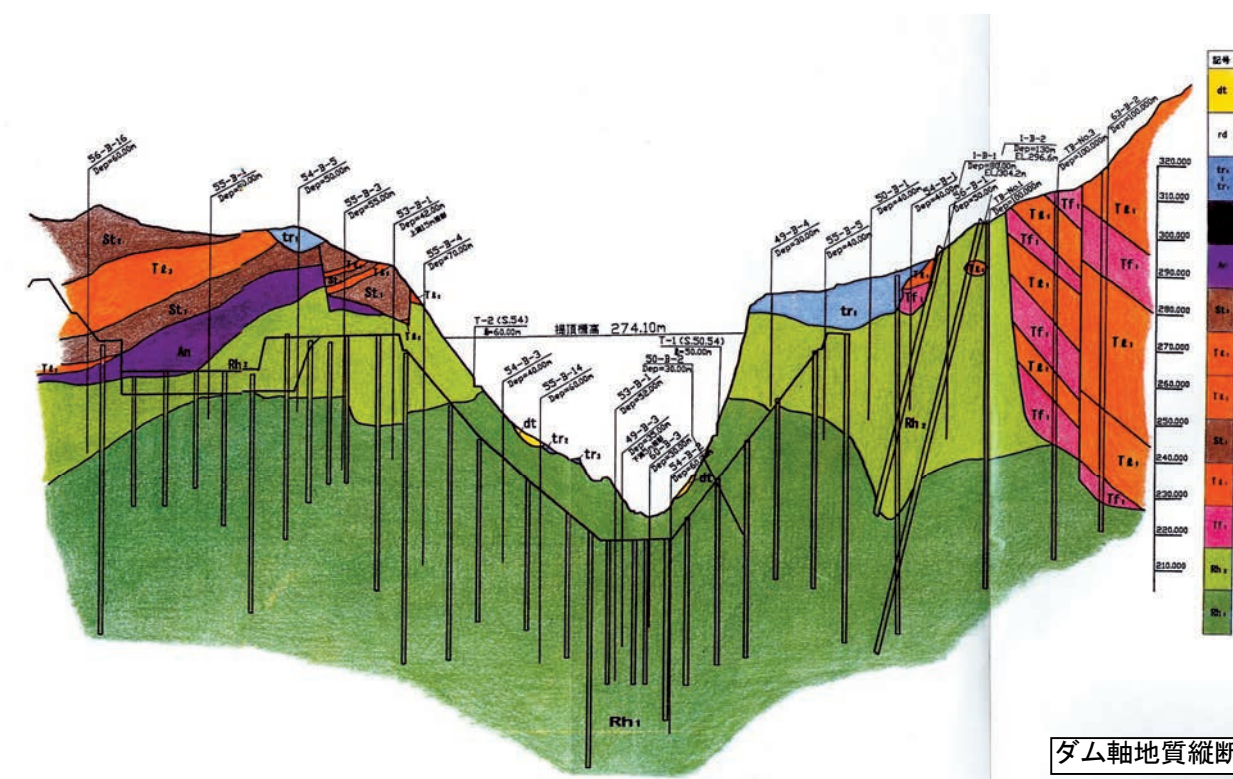
○地質

ダムサイトの基盤地質は、グリーンタフ（緑色凝灰岩類）と呼ばれる地質に属す。下位より、新第三系中新統の流紋岩1（Rh1）、流紋岩2（Rh2）、これらを不整合に覆って流紋岩質凝灰岩1（Tf1）、火山礫凝灰岩（Tl1）・凝灰質砂岩（St1）及び火山礫凝灰岩2（Tl2）が類重しそれらの地層を貫いて安山岩（An）が貫入している。これらの中新統を不整合に礫岩2層（Cgl2）が覆っている。被覆層としては第四系洪積統段丘堆積物（Tr）、沖積統河床堆積物（rd）及び岩砕堆積物（dt）からなる。

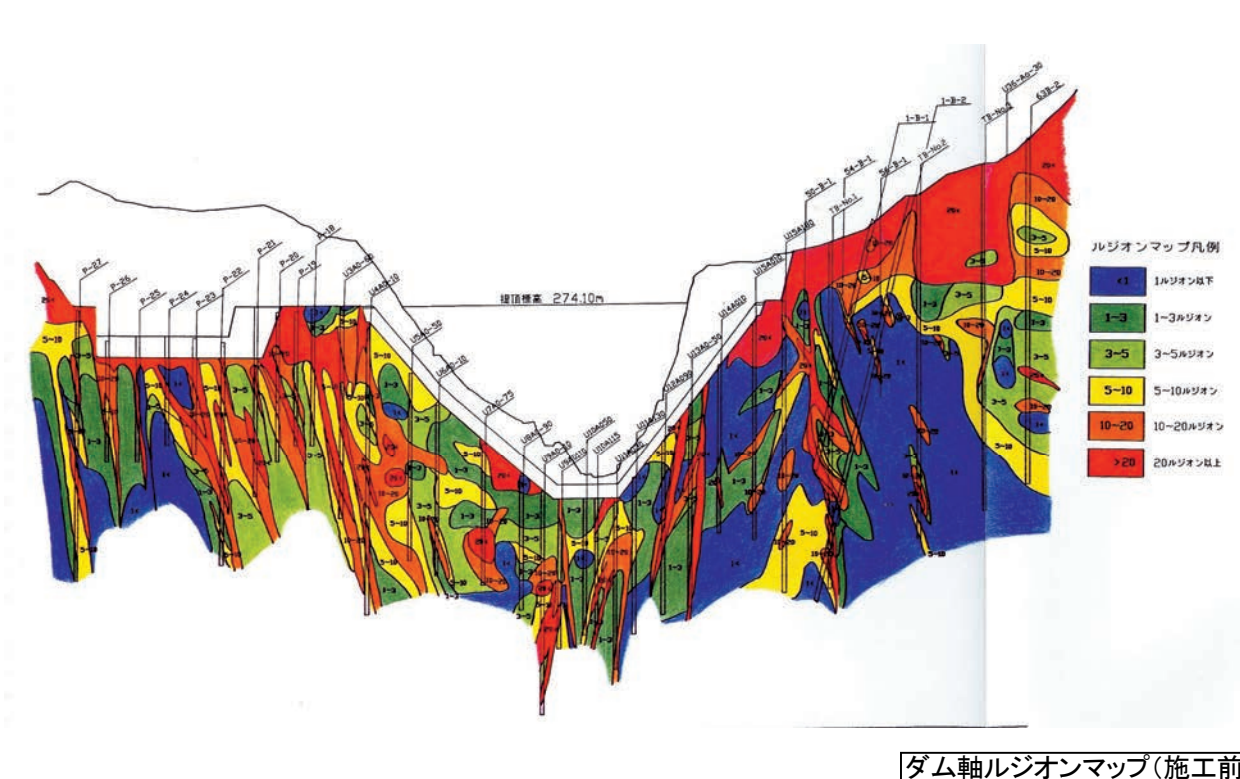
地質構造は大きく見て現河床付近を軸とする背斜構造を呈し、右岸には2条の川落ち急傾斜の断層が、左岸には数条の川落ち傾斜の小断層が見られる。

表 2.2.0 ダムサイト地質層序表

地質時代	地質名	記号	記 事	分 布 域
第四系	岩 碎 堆 積 物	dt	付近の山体を構成する地質を角礫として含む土砂。未固結。	実況沿いや山裾部に分布。
第四系	河 床 堆 積 物	rd	凝灰岩や流紋岩などの円礫～角礫を含む未固結の砂礫層、中礫層の砂礫層、シルト層を挟む。	高丸川に分布。
第三系	礫 石 堆 積 物	tr	凝灰岩や流紋岩、シルト層、花崗岩などの円礫を含む未固結の砂礫層、礫層は数m～50m程度。砂礫やシルト層を挟む。	高丸川沿いに平坦面を形成して分布。
第三系	安 山 岩	An	自説的向軸状を呈する部分が多い。安山岩本体は堅硬緻密で輝石・長石をわずかに含む。貫入断層部で著しく岩質劣化を呈する。われ目少なく固結度良好であり断層は岩質に取られない程度の硬さ。貫入断層付近は、凝灰岩層岩状。	ダム軸より下流の川沿い及び山裾に流紋岩2と凝灰岩質砂岩1との境界付近に断層状に分布。
第三系	火山礫凝灰岩2	Tl2	淡緑灰色安山岩、シルト岩、凝灰岩などの角礫～円礫を含み、基質が安山岩質凝灰岩より構成される。割れ目少なく、軟質でハンマーの軽打でくぼむ程度の硬さ。	凝灰質砂岩1と互層をなして分布。
第三系	凝灰質砂岩1	St1	黒色～濃緑色地質性岩質の凝灰質砂岩。砂粒は角ばっている。割れ目少なく、軟質で岩質はハンマーの軽打で容易に割れる程度の硬さ。	ダム軸より東部に主に分布する。
第三系	火山礫凝灰岩1	Tl1	淡緑灰色、緑色の輝石を多く含む。基質は淡緑灰色や灰色の細粒凝灰岩より構成される。割れ目は少なく浸透水性差。岩質は、ハンマーの軽打で容易に割れる程度の硬さ。	ダムサイトより上流側の分布。
第三系	流紋岩質凝灰岩1	Tf1	暗緑色のガラス質凝灰岩や流紋岩角礫を含む泥質や砂質の凝灰岩。割れ目は少ない。	ダムサイト右岸に断層に挟まれた形で分布。
第三系	流紋岩2	Rh2	白色～淡緑色、自影の長石斑晶や柱状の石英斑晶を含む。自説的。3～20m間隔の大きな割れ目が見られる。qu=50～200kg/cm ² 程度の軟岩。	ダムサイト付近では山腹中部～山頂部に広く分布。下位のTl1を被覆岩として取り込んでいる。
第三系	流紋岩1	Rh1	緑色や黒色を呈する。ガラス質、自説的を呈する。長石や石英の斑晶を含む。割れ目見られ。5～20cm間隔の柱状断層が発達している断層と1～3m間隔の割れ目が見られる部分もある。地質断層付近では、流紋岩岩状。qu=150～300kg/cm ² 程度の中硬岩。	ダム軸付近の河床部～山腹中部に分布。



ダム軸地質縦断面図



ダム軸ルジオンマップ(施工前)

Aダム(F-R)

基礎データ(その2)地質概要

※資料:Aダム技術誌(H11.10発行)から引用