

土木研究所資料

フィルダムの挙動計測に関する調査

昭和59年 3 月

建設省土木研究所
ダム部フィルダム研究室

Copyright © 1984 by P. W. R. I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P. W. R. I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複写は土木研究所長の承認を得ずしてこれを行なってはならない。

は じ め に

ダムの挙動の計測には、普通、次の二つの目的が考えられる。第一は、ダムの安全管理のために、施工中、湛水中の異常を察知することである。特に、初期湛水時の異常を漏水・変形・間隙水圧等の観測よりできるだけ早く知ることがきわめて重要である。第二は、ダムの挙動を計測することにより、設計および施工のための有益なデータを得ることである。ダムの設計・施工にあたっては種々の解析を行い、より合理的・経済的なダムを建設する努力がなされているが、それらの解析は、施工中・築堤後の堤体の挙動のデータの収集・分析を行い妥当性が検証されるとともに、さらに改良、発展がなされねばならない。

フィルダムの場合、堤体を構成している土質材料、ロック材料等は非弾性的性質を示し、また間隙水圧を有しているためその挙動は複雑である。また、フィルダムは良好でない岩盤を基礎とするものが多く、堤体の盛立、貯水池の湛水による基礎岩盤の変形が大きかったり、岩盤の浸透流によりパイピング等の破壊が生じる恐れがある場合もある。このように、複雑な挙動を示すフィルダムの堤体および基礎岩盤を計測し、安全管理や設計・施工のための有益なデータを得るため、各種の計測装置・埋設計器が設置され、その計測項目は、漏水量、変形、間隙水圧、土圧等多種類におよぶ。

しかし、フィルダムの計測装置・埋設計器の種類・配置については個々のダムで検討、設計がなされており、埋設計器の配置に関する統一された考え方、方針といったものは明確にされていない。

また、挙動の計測の頻度については、土木研究所資料第1834号「ダムの安全管理」に一応の目安が示されているが、実際に個々のフィルダムでどの程度の頻度で挙動の計測が行われているかを調べ、そのデータの整理の状態がどのようになっているかを知ることが、今後、研究を目的としてこれらのデータを収集する場合に有益であろう。さらに、埋設計器については電気式の計器が用いられることが多いが、せっかく多くの計器を埋設してもどの程度の期間、正確なデータを得られるか、つまり埋設計器の寿命については不明な点が多い。建設省関係のフィルダムは、完成後5年以上経過し、いわゆる安全管理の第3期に入ったものがいくつかあり、埋設計器の寿命についてある程度の情報が得られるようになっており、これらのダムの埋設計器の状態を調べてみることは意味があると思われる。

本資料は建設省関係のフィルダム32ダム（ゾーン型ロックフィルダム30、表面遮水壁型ロックフィルダム2）について、アンケートにより、堤体及び基礎岩盤の計測項目、観測計器の設置個数、計測頻度等を調べ、各ダムの挙動の計測の実態をとりまとめるとともに、埋設計器の配置に関する考え方を整理し、標準的な配置案を提案するものである。また、埋設計器の寿命について調査結果を述べることにする。もとより、フィルダムは個々のダムにより基礎の地質、堤体材料、施工方法は異なり、安全管理等のための計測項目も異なって当然であるが、最低限必要な計測項目については、各ダムで共通化したと考える。また、巻末に調査したダムの埋設計器の設置一覧表及び配置図を資料として掲載した。

本書が、現在管理中のフィルダム、設計、施工中のフィルダムの挙動の計測および計測装置の設置計画の参考となれば幸いである。

昭和59年3月

建設省土木研究所フィルダム研究室

松本徳久 尾芦直人* 池田 隆

*現在水資源開発公団本社企画部

目 次

はじめに

1. フィルダム挙動計測実態調査	1
2. 堤体の計測項目について	4
2.1 漏水関係	4
2.1.1 漏水量測定堰	4
2.1.2 浸透流（圧）観測孔	4
2.1.3 漏水（浸透水）の水質	4
2.2 変形関係	7
2.2.1 外部変形	7
2.2.2 層別沈下計	7
2.2.3 岩盤変位計	7
2.2.4 相対水平変位計	10
2.2.5 相対水平鉛直変位計	10
2.2.6 岩着部せん断変位計	10
2.2.7 境界面せん断変位計	12
2.2.8 土中ひずみ計	13
2.2.9 連続沈下計	13
2.3 間隙水圧計	15
2.4 土圧計	15
2.5 堤体温度計	16
2.6 監査廊関係	16
2.6.1 鉄筋応力計	16
2.6.2 継目計	16
2.6.3 コンクリート歪計	18
2.6.4 コンクリート応力計	18
2.6.5 傾斜計	18
2.6.6 コンクリート温度計	18
2.6.7 水準測量	18
2.7 地震関係	19
2.7.1 加速度計	19

2.7.2 強震計	19
2.8 地下水位観測孔	19
2.9 その他	19
2.10 計測項目のとりまとめ	20
3. 計測装置の配置	24
3.1 漏水関係	24
3.1.1 漏水量測定堰	24
3.1.2 浸透流観測孔	28
3.2 変形関係	29
3.2.1 外部変形(標的)	29
3.2.2 層別沈下計	32
3.2.3 岩盤変位計	34
3.2.4 相対水平変位計, 相対水平鉛直変位計	37
3.2.5 岩着部せん断変位計	38
3.2.6 境界面せん断変位計	39
3.2.7 土中ひずみ計	39
3.2.8 連続沈下計	39
3.3 間隙水圧計	40
3.4 土圧計	44
3.5 堤体温度計	45
3.6 監査廊関係	45
3.6.1 応力計, 歪計, 温度計	45
3.6.2 継目計	46
3.6.3 その他の監査廊関係の埋設計器	49
3.7 加速度計・強震計	49
3.8 地下水位観測孔	50
3.9 計測装置の配置の考え方	50
3.9.1 漏水関係	50
3.9.2 変形関係	51
3.9.3 間隙水圧計	51
3.9.4 土圧計	52
3.9.5 堤体温度計	52
3.9.6 監査廊関係	52

3.9.7	加速度計・強震計	52
3.9.8	地下水位観測孔	52
3.9.9	埋設計器の配置計画	52
4.	計測頻度	61
4.1	漏水関係	61
4.1.1	漏水量測定堰	61
4.1.2	浸透流観測孔	64
4.1.3	漏水（浸透水）の水質	68
4.2	変形関係	68
4.2.1	外部変形	68
4.2.2	層別沈下計	68
4.2.3	岩盤変位計	72
4.2.4	その他の堤体内部変形測定装置	74
4.3	間隙水圧計	76
4.4	土圧計	78
4.5	堤体温度計	80
4.6	監査廊関係	80
4.6.1	鉄筋応力計	80
4.6.2	継目計	81
4.6.3	その他の監査廊関係の埋設計器	82
4.7	地下水位観測孔	82
4.8	計測頻度のとりまとめ	82
5.	データの整理方法	86
6.	埋設計器の寿命	87
6.1	間隙水圧計	87
6.2	土圧計	88
6.3	層別沈下計	94
6.4	岩盤変位計	95
6.5	その他のひずみ又はせん断変位を測定する計器	95
6.6	堤体温度計	96
6.7	監査廊関係	96

6.8 埋設計器の寿命のまとめ	96
7. まとめ	98
参考資料	
1. アンケート用紙原文	103
2. 各ダムの堤体の挙動計測一覧表および埋設計器配置図	105

1. フィルダム挙動計測実態調査

土木研究所フィルダム研究室では、昭和57年7月より昭和58年7月にかけて、建設省関係のフィルダム32ダムについてアンケートを行い、挙動計測の実態調査を行った。アンケートの項目は次のとおりである。

1. 堤体盛立完了時期
2. 湛水開始日
3. 過去に実測されたデータについて解析を行っているか
4. 計測項目
5. 観測計器等設置個数
6. 5の内、S57年7月（又は58年6月）現在も観測中の個数
7. 途中観測をやめたものはその時期と理由
8. 計測頻度（A 施工時、B 試験湛水時、C 年 月以降）
9. 今後の計測方針
10. データの整理方法

アンケートの調査依頼状、アンケート用紙は、参考資料－1に示す。

実態調査を行ったフィルダムは、表－1.1のとおりである。対象としたフィルダムは、国、水資源開発公団又は、国の補助事業で道府県が建設・管理しているダムで、昭和57年7月現在、管理中又は、建設中である程度堤体の盛立がすすんでいるダムとした。

ダムの型式としては、全てロックフィルダムで、その内訳は、

中央遮水壁型ロックフィルダム	25ダム
傾斜遮水壁型ロックフィルダム	4ダム
コンクリート表面遮水壁型ロックフィルダム	2ダム
中央遮水壁型ロックフィル、重力式コンクリート複合ダム	1ダム

である。

調査したダムを堤高、堤頂長、堤体積の規模別に分類すると、図－1.1～図－1.3のとおりである。

なお、アンケート調査を行ったダムで、九頭竜ダム、手取川ダムは、電源開発株式会社が施工して、堤体は電源開発株式会社が管理し、貯水池は国（建設省）が管理しているダムである。また、高見ダムは、北海道電力が施工して北海道が管理し、日中ダムは、農林水産省東北農政局が施工し、完成後、福島県が管理することになっているダムである。

表-1.1 アンケート調査対象ダム

ダム名	管理者 又は 発注者	ダム型式	目的	堤高 (m)	堤頂長 (m)	堤体積 (千m³)	盛立完了 年月日	湛水開始 年月日	工期				
									S20	30	40	50	60
石 湖	東北地建	RCIF	FAP	53.0	345	411.3	28. 6.	28.12.22	20	29			
皆 瀬	秋 田 県	RCIF	FAP	66.5	215	482	38. 3.	38. 9. 2			33	38	
九 頭 竜	近畿地建	IC	FP	128.0	355	6,300	42.10.	42.12.				39	43
緑川(補助ダム)	九州地建	CC	FNAP	35.0	244	347	43. 3.	45.10. 6				39	47
白岩川	富 山 県	CC	FNW	50.0	258.5	346	48.11.30	49. 3.19				42	49
広 瀬	山 梨 県	CC	FAWP	75.0	255	1,400	48. 8. 5	49.12.16				42	49
福 地	沖 縄 県	CC	FNWI	91.7	260	1,622.4	47.12.	49. 3.25				44	49
大 雪	北海開発局	CC	FAWP	86.5	440	3,874.6	49. 8.	49.11.12				40	50
樽 水	宮 城 県	CC	FNW	43.0	256.5	550.8	50. 8.	51. 2.28				40	51
岩 屋	水 資 源 開発公団	CC	FAWIP	127.5	366	5,780	50.11.10	51. 3.19				42	52
三 保	神奈川県	IC	FWP	95.0	587.7	5,816	52.12. 6	53. 2.28				44	53
子撫川	富 山 県	IC	FNW	45.0	224	550	52. 7.31	53. 4.18				44	53
角 川	富 山 県	CC	FN	58.5	142	440	53. 6.	53.10. 4				44	53
手取川	北陸地建	CC	FWP	153.0	420	10,102	53.10.30	54. 6. 1				45	54
宇曾川	滋 賀 県	CC	FNA	56.0	196.3	977	53.11.18	55. 2.15				44	54
寺 内	水 資 源 開発公団	IC	FNAW	83.0	420	3,000	52. 1.	52. 4.13				45	54
漁 川	北海開発局	CC	FNW	45.5	270	647.4	54. 8.	54.11.14				46	55
漆 沢	宮 城 県	CC	FNWIP	76.0	310	2,200	54. 8.	54.11.16				43	55
白 川	東北地建	CC	FNAIP	66.0	348.2	2,233	53.10.	54.11. 1				43	56
御 所	東北地建	CC/PG	FNWP	52.5	210	980	55. 6.24	55.11. 7				42	56
箕面川	大 阪 府	CC	FN	47.0	222.5	559	55. 9.10	55.12.15				47	57
前 川	山 形 県	CC	FN	50.0	265.5	689.4	55.10.10	57. 1. 8				46	57
奈良井	長 野 県	CC	FNW	60.0	180	952	56. 8.	57. 1.29				41	57
高 見	北 海 道	CC	FP	120.0	432	5,120	57. 9.16	58. 2.12				53	58
七北田	宮 城 県	CC	FNW	73.0	420	2,606	58. 5.	58.10. 1				47	
四 時	福 島 県	CC	FWI	83.5	300	2,580	57. 3.	57.12.17				52	59
十 勝	北海開発局	CC	FP	84.3	443	3,658	57. 8.10	(59. 3. 1)				48	
寺 山	栃 木 県	CC	FNW	62.2	260	1,240	58. 9.	(59.11.)				47	60
有 間	埼 玉 県	CC	FNW	83.5	250	1,600	(59. 4.30)	(59.10. 1)				44	60
荒 川	山 梨 県	CC	FNW	88.0	320	2,950	(59. 9.)	(59.10.)				48	60
上 市 川	富 山 県	CC	FNP	69.0	205	1,000	(59. 9.)	(59.10.)				46	60
日 中	福 島 県	CC	FAW	101.0	423	4,550	(62.11.)	(64. 4. 1)				45	

凡例：ダム型式 CC：中央遮水壁型 IC：傾斜遮水壁型 RCIF：コンクリート表面遮水壁型

CC/PG：中央遮水壁型フィル、重力式コンクリート複合型

目 的 F：洪水調節・農地防災、N：不特定用水・河川維持用水、

A：かんがい・特定（新規）かんがい用水、W：上水道用水、

I：工業用水道用水、P：発電

ダムの諸元については、日本の多目的ダム（建設省河川局監修）参照。

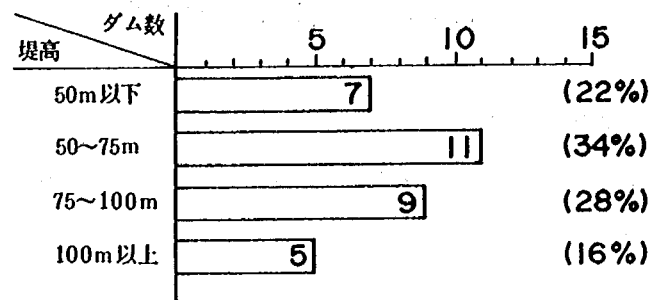


図-1.1 堤高別分類

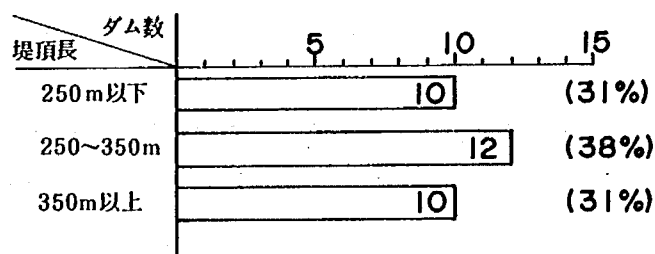


図-1.2 堤頂長別分類

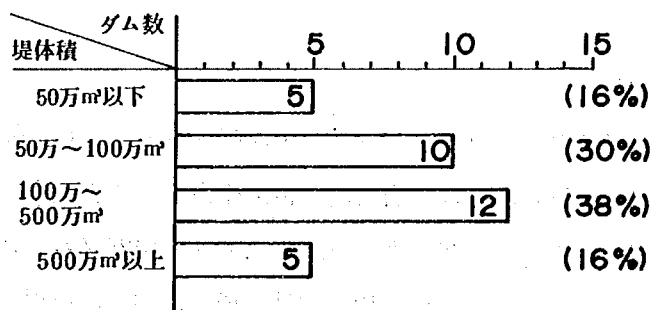


図-1.3 堤体積別分類

2. 堤体の計測項目について

本章では、調査したフィルダムではどのような項目の堤体の計測を行っているか、各計測項目についてどのような計測装置、埋設計器を用いているかを説明し、それぞれの計測項目についてどのダムが計測しているかを述べることとする。

2.1 漏水関係

2.1.1 漏水量測定堰

全てのダムで何らかの形で堤体の漏水量は計測されており、このための漏水量測定堰が設けられている。計測の方法としては、

堤体からの漏水は主として下流法尻の測定堰でまとめて計測しているダム 20 (62%) (2つの表面遮水壁型ダムを含む)

コアゾーン直下流で2つ以上のゾーンにわけて漏水量を計測しているダム 12 (38%)

となっている。コアゾーン直下流でいくつかのゾーンにわけて漏水量を計測しているダムは、大雪ダム以降の比較的最近施工されたダムに多い。

2.1.2 浸透流（圧）観測孔

この計測装置は、通常、監査廊内からカーテンゾーン下流側へドレーン孔を削孔し、監査廊内にブルドン管と排水コックを設け、その位置における岩盤内の浸透圧力と浸透流量を調べるものである。標準的な浸透流観測孔の例を図-2.1に示す。アンケートの結果32ダム中24ダム（75%）に設置されている。

設置されていないダムは、石渕、九頭竜、白岩川、福地、樽水、岩屋、角川、日中（工事中）で、監査廊の設けられていないか一部にしか監査廊のないダム、比較的昔に建設された小規模なロックフィルダムである。

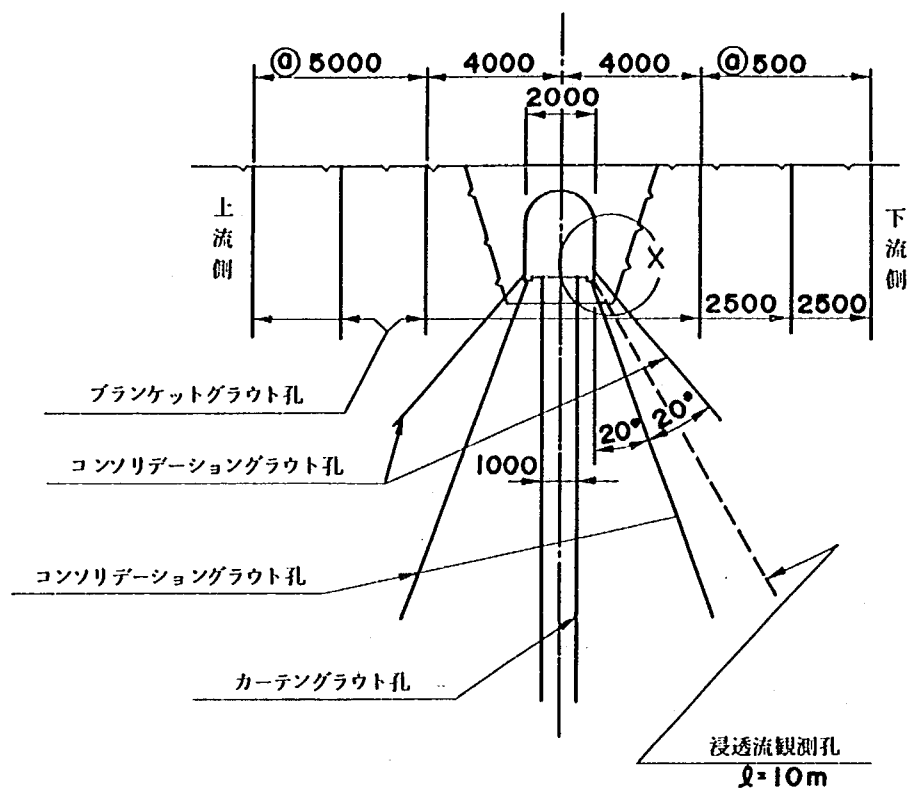
2.1.3 漏水（浸透水）の水質

漏水（浸透水）の性質を調べる目的は主に次のとおりである。

- 1) 堤体又は基礎を通る浸透水が堤体材料、岩盤の構成粒子、夾雑物を洗い流していないかどうか調べる。
- 2) 漏水が、貯水池からのものか、地山からの地下水によるものかを判定する。
- 3) 漏水中に、コンクリートや、グラウチングしたセメント等に対して悪い影響を与える物質が混っていないかどうか調べる。

上記の目的を達成するには、漏水の水質だけでなく、ダム直上流の貯水池深部、ダムサイト付近の地下水の水質も調べておく必要がある。

32ダム中、試験湛水時では9ダム（28%）で漏水の水質検査を行っている。検査を行っているダムは、



X部詳細

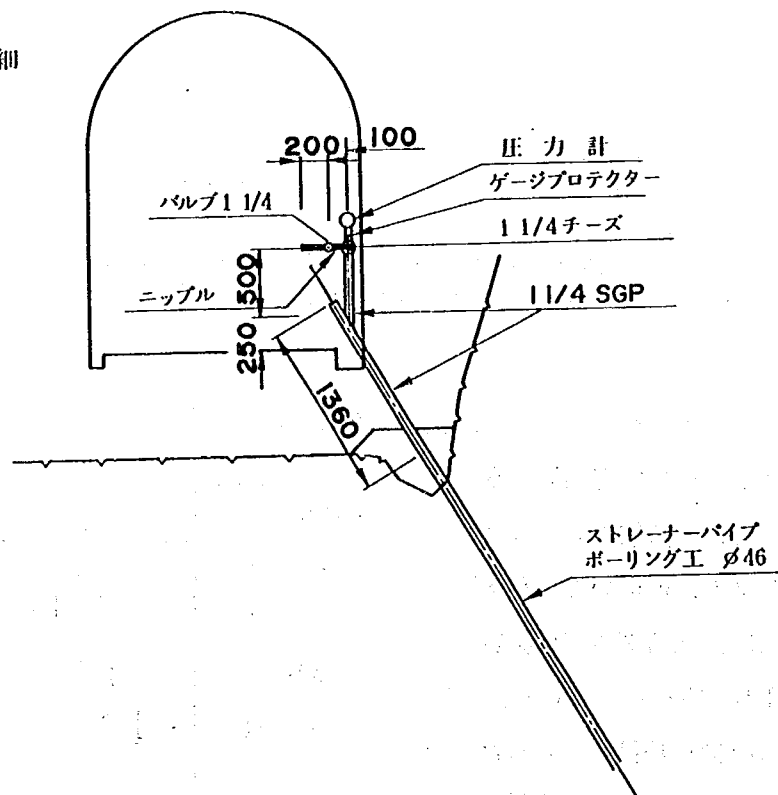


図-2.1 浸透流観測孔の例(上市川第二ダム)

九頭竜，岩屋，三保，寺内，漁川，白川，御所，箕面川，高見である。検査項目は各ダムにより異なっており，表－2.1に示すとおりである。

表－2.1 漏水の水質検査項目（試験湛水時）

ダ ム 名	項 目 数	検 査 項 目
九頭竜	1	濁度
岩 屋	2	濁度，水温
三 保	2	濁度，水温
寺 内	3	濁度，水温，硬度
漁 川	13	水温，RpH，PH，電気伝導度， K^+ ， Na^+ ， Ca^{2+} ， Mg^{2+} ， SO_4^{2-} ， Cl^- ， HCO_3^- ，溶解性けい酸イオン， Al^{3+}
白 川	3	濁度，PH，SS
御 所	19	濁度，水温，硬度，PH，電気伝導度， K^+ ， Na^+ ， Ca^{2+} ， Mg^{2+} ， SO_4^{2-} ， Cl^- ， Al^{3+} ，アンモニア態窒素，全蒸発残留物，オルトリン（ PO_4-P ），Mn，総鉄（T-Fe）， Fe^{2+} ， Fe^{3+}
箕面川	1	濁度
高 見	1	濁度

注 RpH：水中に過剰に溶けている炭酸その他のガスを追い出して空気と平衡状態にして測定したPH
濁度：水の濁りの程度を示すもので，精製カオリンを入れた濁度標準液と比較して，検水の濁りを測定するもの。

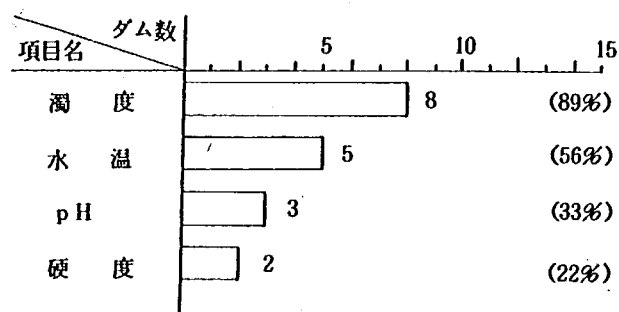
精製カオリン1mgを水1ℓ中に含む場合の濁りを1度（または1ppm）とする。

SS（浮遊物質）：水中に懸濁している物質の量でppmで示す。

9ダムの中で多い検査項目を整理すると，図－2.2のとおりである。

以上のは，試験湛水時にはほぼ定期的に水質検査を行ったダムで，一時的にこのような水質検査を行ったダムは他にいくつかあると思われる。例えば，四時ダムでは試験湛水時，水温とPHの測定を行っている。

試験湛水後，水質の検査項目を減らしたダムとしては，寺内ダムが，濁度，水温，硬度の3項目を，試験湛水終了後，水温の



図－2.2 比較的多い検査項目

みの検査に減らしている。また，漁川ダムでは試験湛水終了後2年6ヶ月経過した時点で13個の検査項目全ての検査をやめている。これらは，試験湛水が完了し堤体および基礎岩盤が安定した状態になった

と判断されたためと思われる。

2.2 変形関係

2.2.1 外部変形

堤体の外部変形は、堤体の天端、法面に測量用の標的を設置し、左右岸に設けられた基準点より見通して、標的の水平・鉛直方向の移動量を測量により求めるものである。外部変形は全てのダムで計測されている。堤体に設置された可動標的の例を図-2.3に示す。

2.2.2 層別沈下計

堤体内に鉛直方向にパイプを立て、堤体内のパイプのまわりのいくつかの標高にクロスアームを水平に埋設し、堤体内の沈下によるクロスアームの位置の変化を測定して内部変形を調べるものである。パイプの基礎は岩盤に設置される。図-2.4に、層別沈下計の一例を示す。図-2.4の形式のものは計測時、パイプ内に探索子を入れ、探索子が金属製のクロスアームの近傍を通る時の磁気的な変化を感知してクロスアームの位置を調べるものである。

層別沈下計は32ダム中25ダム(78%)に設置されている。設置されていないダムは、石淵、九頭竜、福地、樽水、漆沢、十勝、大雪である。

2.2.3 岩盤変位計

岩盤変位計は、岩盤内に削孔したボーリング孔内にロッドをそう入、先端をモルタル等でアンカーし、堤体の盛立に伴う岩盤の変形量をロッドの一端に取り付けられた検出器(変位計)で測定するものである。岩盤変位計の例を図-2.5に示す。岩盤変位計で測定される岩盤の変形量は、アンカー部と検出器の間のロッドの長さの区間の沈下量(又は伸長量)であり、岩盤の変形量の絶対値ではないことに注意を要する。

岩盤変位計を設置しているダムは32ダム中12ダム(38%)で、手取川、寺内、漁川、白川、御所、前川、奈良井、四時、十勝、有間、七北田、日中の各ダムである。設置しているダムはほとんどが大規模な断層・

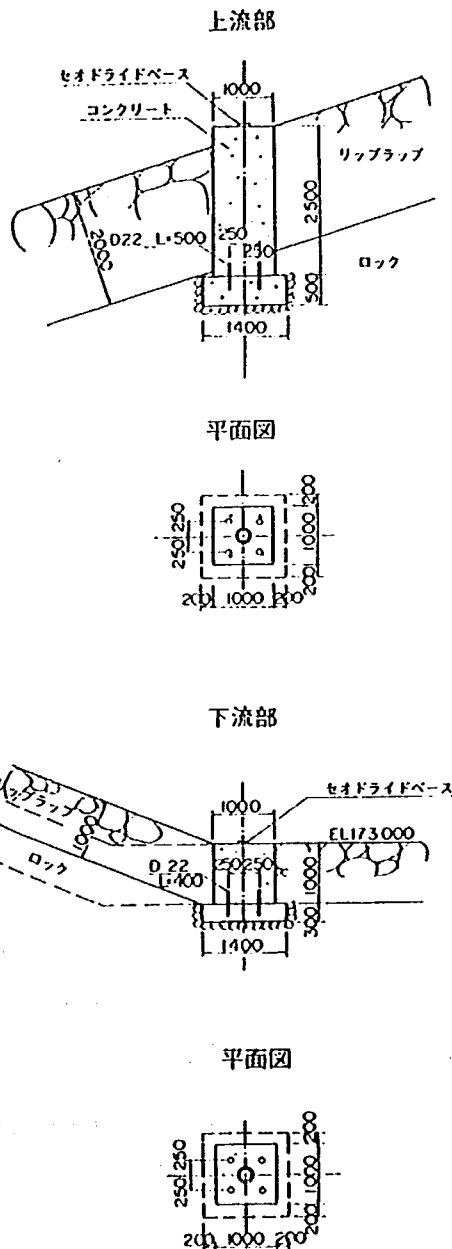
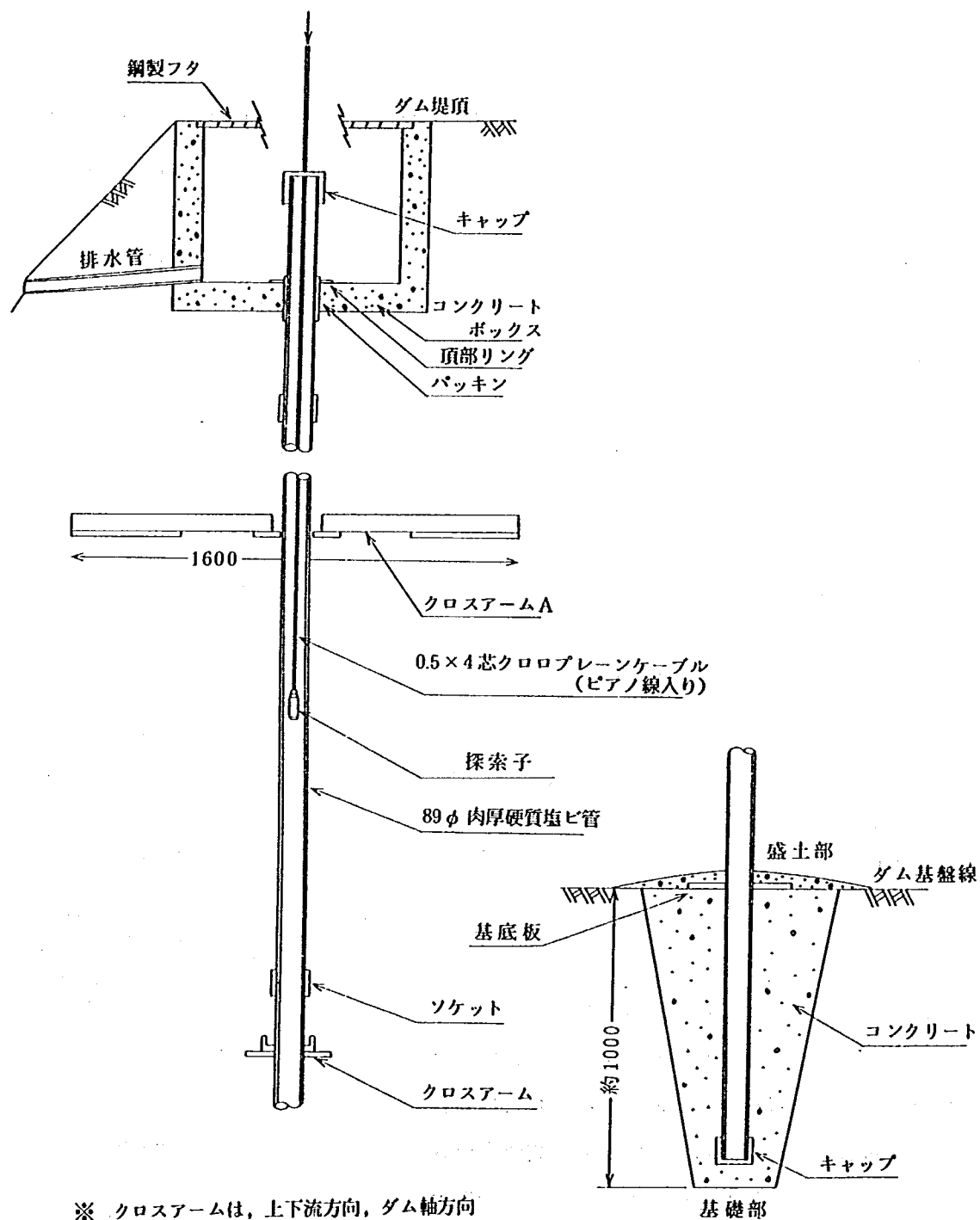


図-2.3 可動標的の例(御所ダム)



※ クロスアームは、上下流方向、ダム軸方向交互に埋設する。

図-2.4 層別沈下計の例

破碎帯や著しい風化帯をもつダム，または固結度の低いいわゆる軟岩を基礎とするもので，堤体の盛立により著しい基礎の沈下が予想されるダムである。

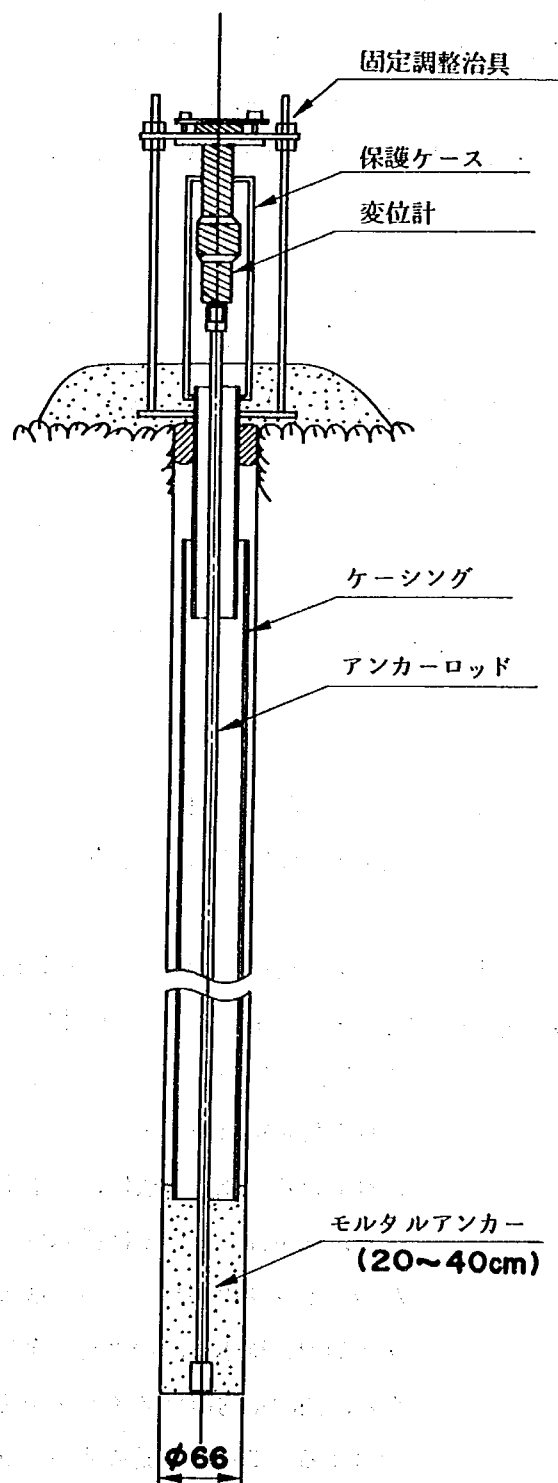


図-2.5 岩盤変位計

2.2.4 相対水平変位計

堤体の盛立中および完成後の水平方向の変位を計測するための装置で、堤体内に水平方向に設置される。図-2.6は、岩屋ダムに設置された相対水平変位計で、変位計を中心として変位管、保護管からなり、変位量に応じて変位棒が伸縮しこれを変位計で検出するようになっている。変位管は変位計本体と自在継手で接続され、両端はクロスアームで周辺の堤体に固定されている。変形はこの自在継手を通して変位計に伝達され、保護管は変位管を保護するようになっている。このような種類の計器を設置しているダムは、岩屋ダムだけである。(3%)

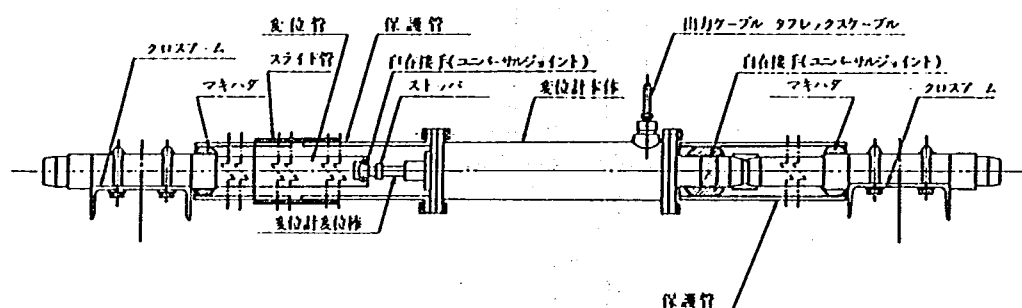


図-2.6 相対水平変位計 (岩屋ダム)

2.2.5 相対水平鉛直変位計

堤体の盛立中および完成後の水平方向と鉛直方向の変位を計測するための装置で、堤体内に水平方向に設置される。図-2.7は、岩屋ダムに設置された相対水平鉛直変位計で、次のような構造となっている。

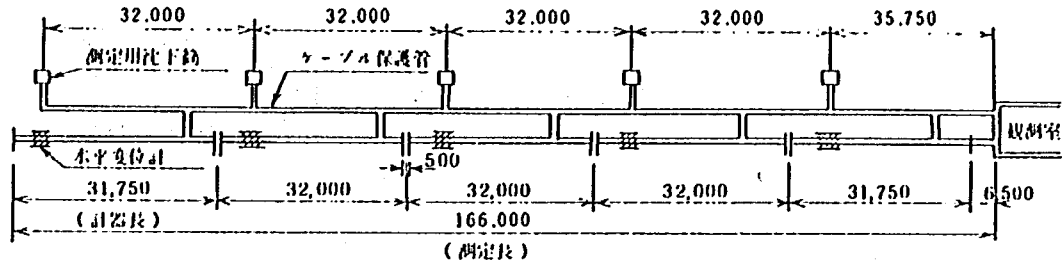
- a) 相対水平変位の測定法……2.2.4の相対水平変位計と同じ構造である。
- b) 相対鉛直変位の測定法……図-2.7に示すように、盛土内に埋設された沈下筒から、水圧管、排水管、空気管の3本を同一標高で堤体外の測定室まで延長し、それぞれ測定用のマンメータ、送水ポンプ、コンプレッサに連結されている。測定方法は、送水ポンプ沈下筒とマンメータに水を送り、沈下筒については排水管から水がリターンするのを確認した後、ポンプの弁を閉じる。次に、コンプレッサーで空気を送り沈下筒内、排水管内の水を完全に抜いた後にマンメータの弁を開くと、観測室内のマンメータが沈下筒のマンメータの水位とバランスする。この値を読みとって沈下量を求めるものである。

この種の計器を設置しているダムは、32ダム中、岩屋、手取川、寺内、荒川の4ダム(13%)である。

2.2.6 岩着部せん断変位計

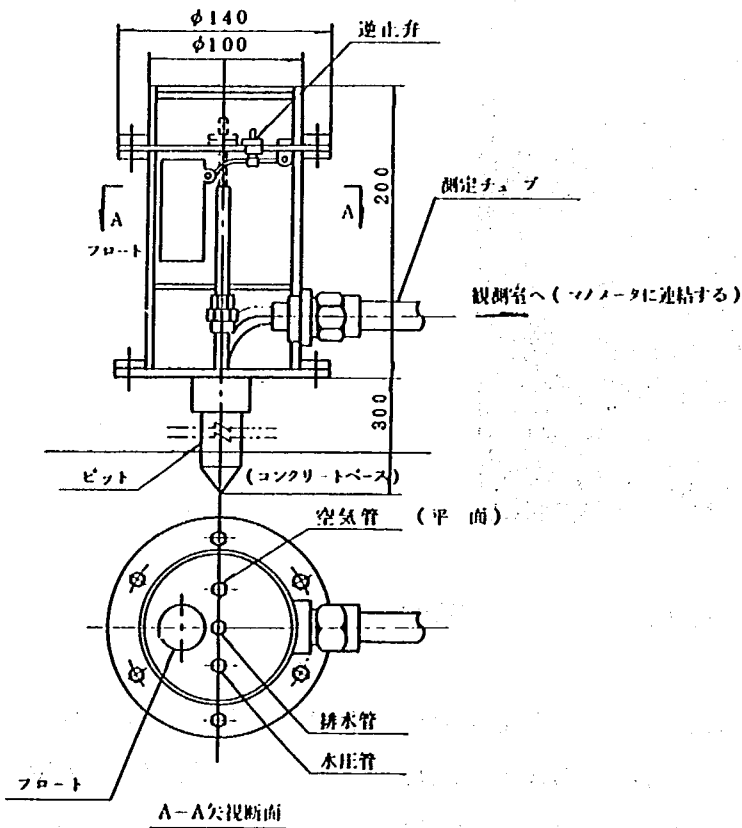
左右岸アバットメントの岩着部に埋設し、岩着部付近の堤体盛立材料(主としてコア材料)の盛立・

a 相対水平鉛直変位計設置図



b 沈下筒

(断面)



c マノメータ式相対鉛直変位計

作動原理

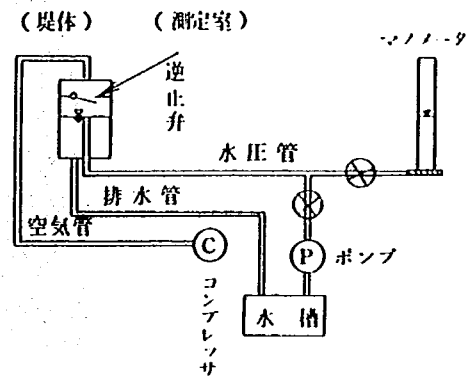


図-2.7 相対水平鉛直変位計

圧密による沈下，せん断変位を測定するものである。測定装置は一般的なものは存在しないが，図-2.8に，御所ダムに設置された岩着部せん断変位計SDM 2を示す。この装置は，着岩面の岩盤上に固定された変位計と，その変位計に接続して，変位計と傾斜計が一体となったユニットが10個直列に水平方向に並べられている。堤体の沈下に伴う岩着部のせん断変位は岩盤上に設置された変位計で測定される。

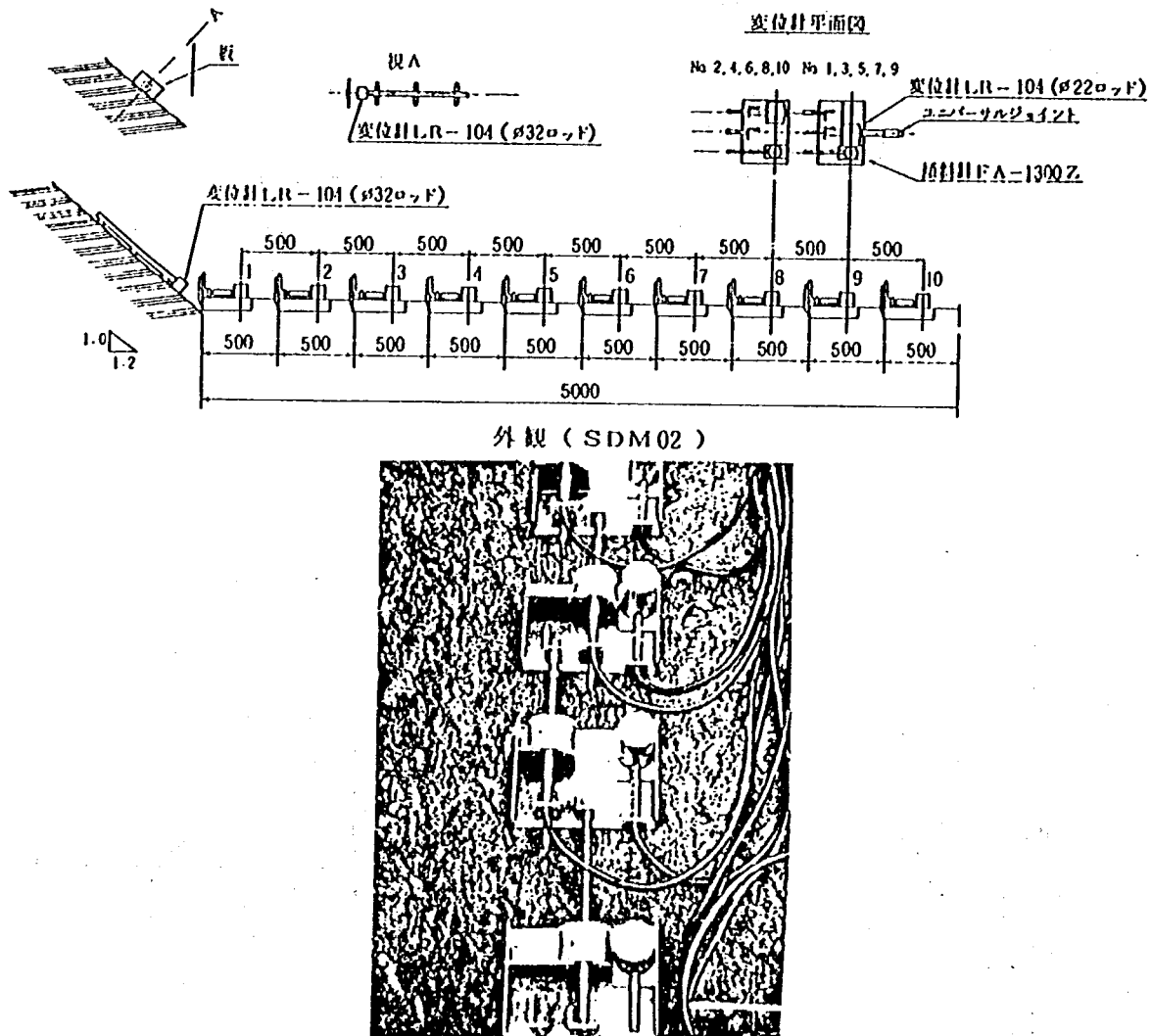


図-2.8 岩着部せん断変位計 (御所ダム SDM2)

岩着部からある程度離れた地点の堤体内の変形は、各ユニット間の伸びを変位計でとらえ、その伸びの方向は傾斜計により知ることができるようになっている。各ユニットは、ユニバーサルジョイントで接続されている。ダムによっては、岩盤上に設置された変位計とその先端に堤体内にアンカーするためのバーだけを取り付けて、着岩面のみの変位量を知る形式のものを設置している。

このような埋設計器を設置しているダムは、32ダム中、三保、手取川、寺内、御所、高見、十勝、寺山の7ダム (22%) である。

2.2.7 境界面せん断変位計

堤体内のコアゾーンとフィルターゾーン、ラベルターゾーンとロックゾーンの境界部のせん断変位を測定する埋設計器である。装置は境界部を横断して水平方向に傾斜計を複数個一列に設置し、各傾斜計はヒンジを介して接続する。境界部付近でせん断変位が生じた場合、傾斜計が傾くので、その傾斜角を

検出してゾーン間の相対的なせん断変位を計測するものである。その一例を、図-2.9に示す。

ダムによっては、傾斜計をとりつけたユニットの間に変位計を接続し、伸びも測定できるようにしたものを設置している。この装置を設置しているダムは、32ダム中、大雪、手取川、高見の3ダム（9%）である。

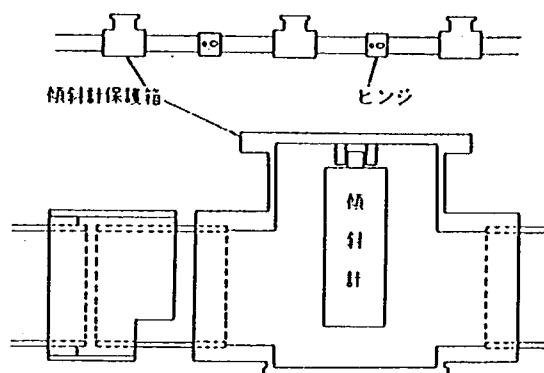


図-2.9 境界面せん断変位計

2.2.8 土中ひずみ計

手取川ダム、漆沢ダムのみに設置されている計器で、コアゾーン内の水平方向のひずみを測定するものである。基本的な構造は2種類あり、1つは、相対水平変位計と同じで一方に変位計を設置し、他方はアームによって固定点を取りロッドを取付け、固定点と変位計の間の相対変位を測定するものである。もう1つは、ロッドにアームと一体となったローラー型の検出器を取りつけ、アームの変位を、ローラー型の検出器で測定するものである。後者の型式の装置の概略図を図-2.10に示す。

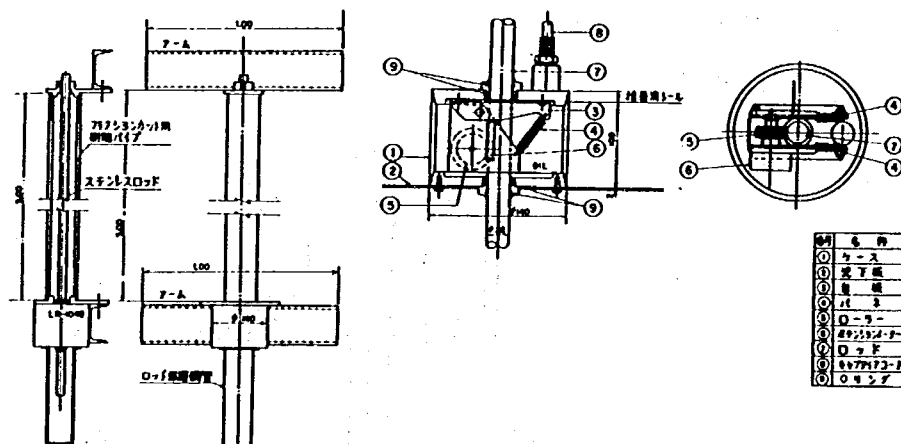


図-2.10 土中ひずみ計

2.2.9 連続沈下計

七北田ダムにのみ設置されている計器で、コアゾーン内に岩盤を基礎として鉛直方向にパイプを立てる。パイプに直交してバーもしくは沈下板を一定標高ごとに設置し、堤体の沈下によるバーの変位をバーとロッドの接触点に設けられているローラー型の検出器で検出するものである。基本的な考え方は層別沈下計と同じである。図-2.11に装置の概略図を示す。

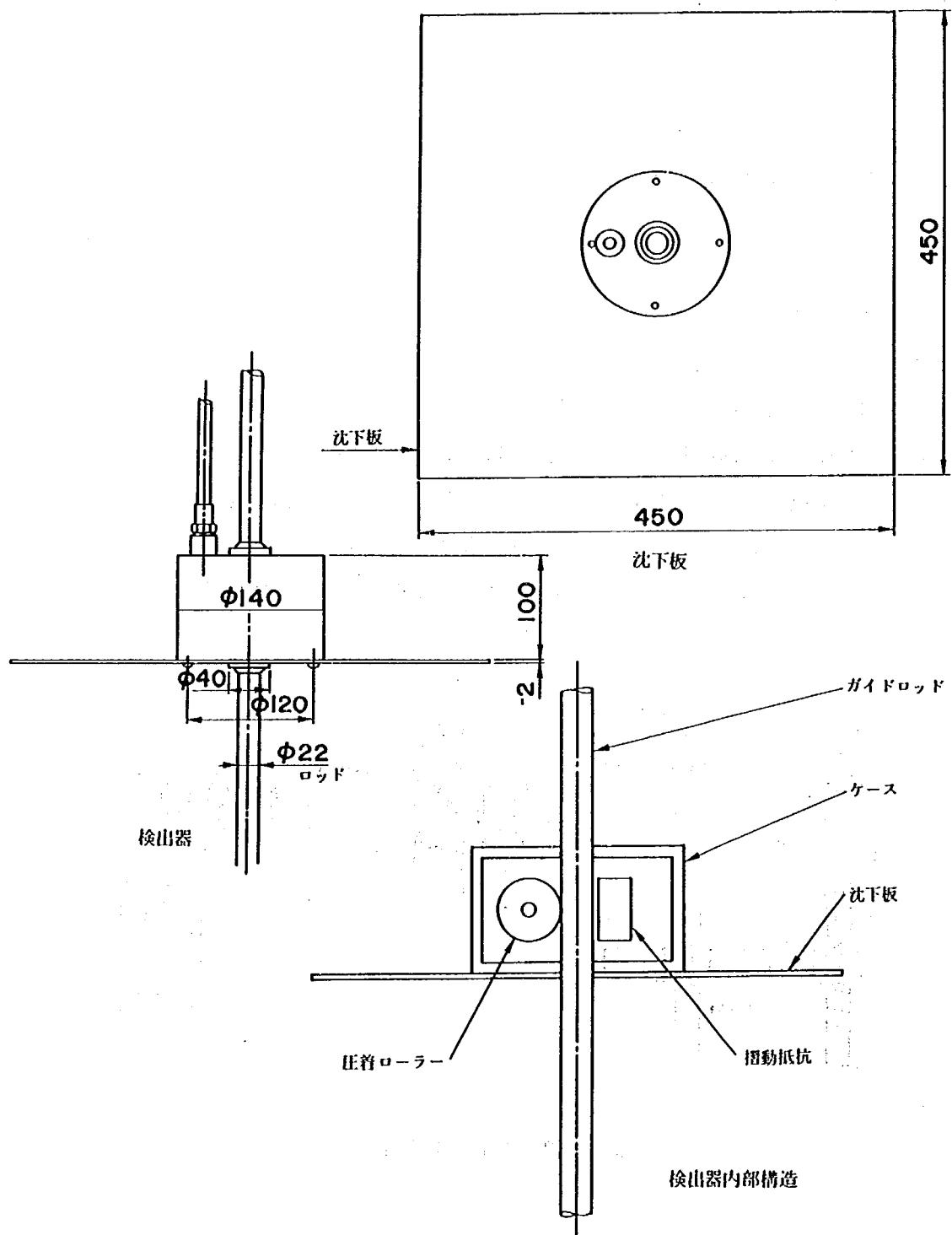


図-2.11 連続沈下計

2.3 間隙水圧計

堤体又は基礎岩盤内の間隙水圧を測定する装置で、ゾーン型フィルダムや均一型フィルダムでは最も一般的な埋設計器である。装置の例を図-2.12に示す。

堤体内に間隙水圧計を設置したダムは、石渕、皆瀬の2つの表面遮水壁フィルダムを除く30ダム中26ダム(87%)である。設置されていないダムは、角川、白岩川、上市川第二、福地ダムの4ダムで、福地ダムは、当初は米国工兵隊の設計、施工によるダムであった。

また、岩盤内に間隙水圧計を設置しているダムは、32ダム中19ダム(59%)であり、そのダム名は皆瀬、九頭竜、福地、大雪、岩屋、三保、手取川、宇曽川、寺内、漁川、白川、御所、奈良井、高見、十勝、寺山、有間、荒川、日中である。

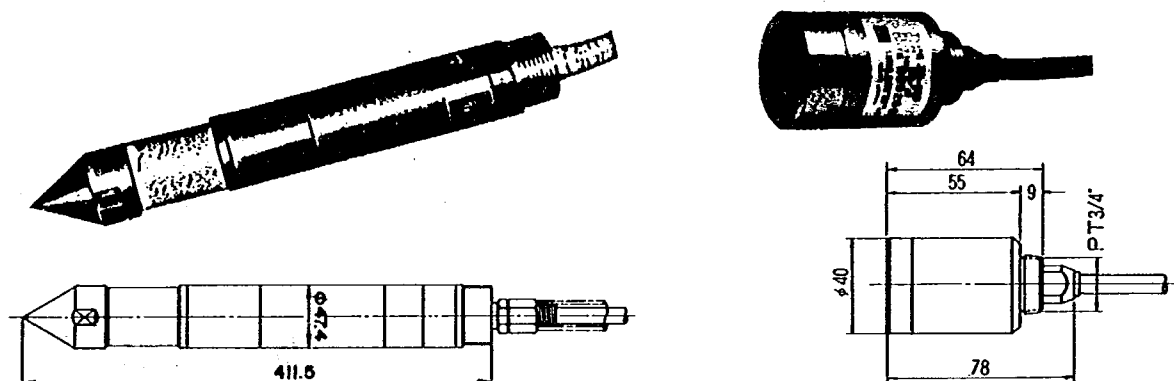


図-2.12 間隙水圧計

2.4 土圧計

堤体内の応力あるいは堤体が基礎岩盤に及ぼす荷重を測定する埋設計器である。装置の例を図-2.13に示す。土圧計は、32ダム中17ダム(53%)に設置されている。設置されているダムは、皆瀬、広瀬、

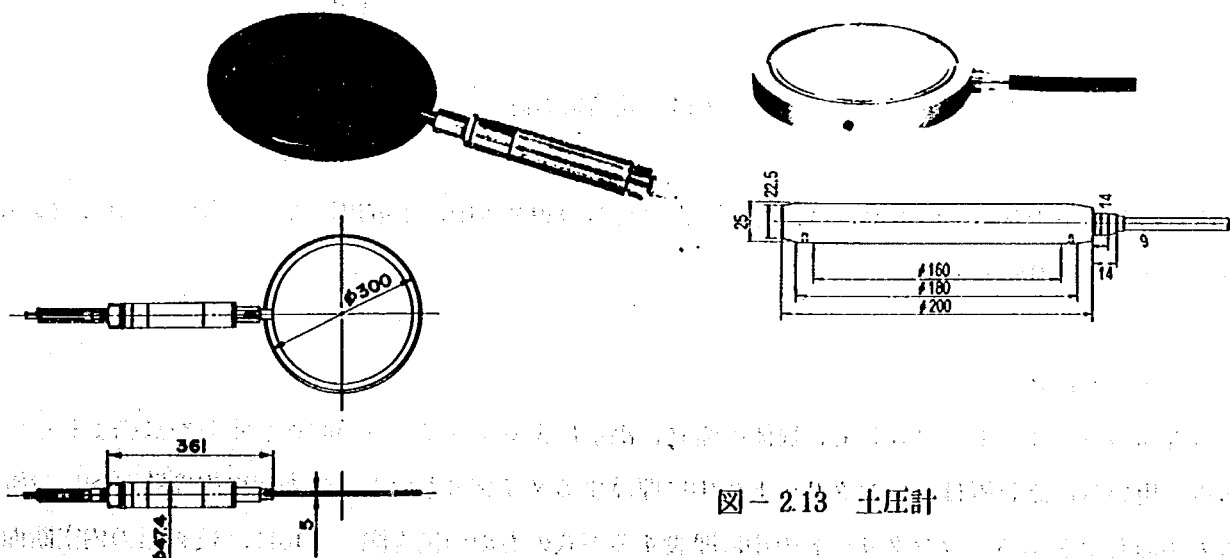


図-2.13 土圧計

岩屋，三保，手取川，寺内，漁川，漆沢，白川，御所，奈良井，四時，高見，十勝，寺山，荒川，日中の各ダムである。

2.5 堤体温度計

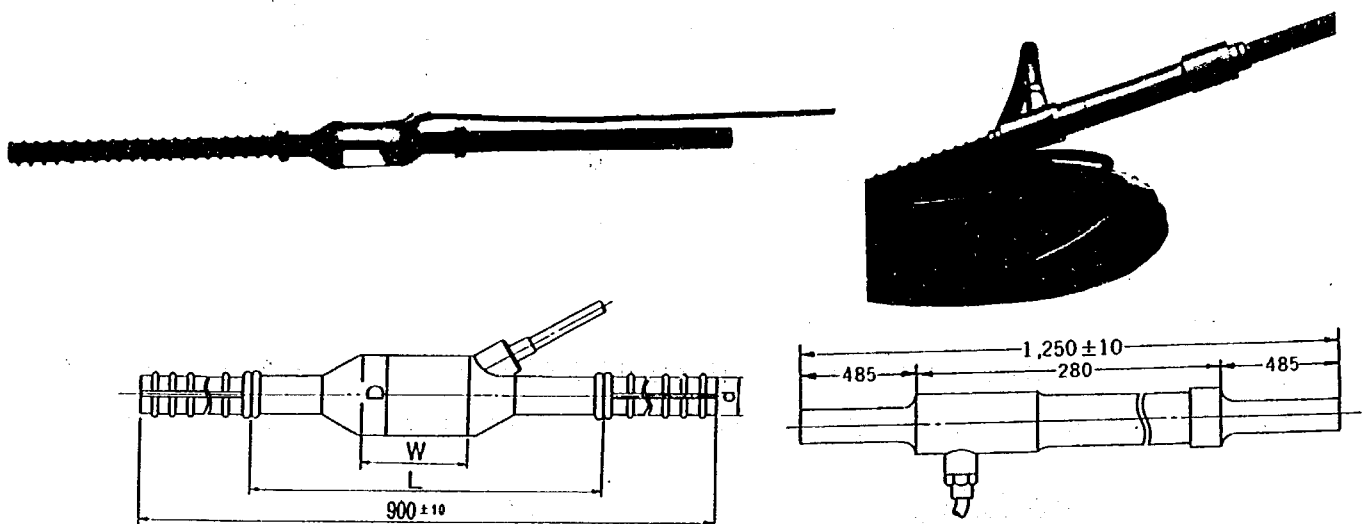
堤体内の温度を計測するもので，外気温に対する堤体内の温度やその変化を調べ，堤体材料に対する外気温の影響を調査するデータを得るために設置される。設置してあるダムは，32ダム中，大雪，手取川，御所の3ダム（9％）である。

2.6 監査廊関係

調査した32ダムの内，底設監査廊を設けていないダムは石淵，九頭竜，福地の3ダムで，あと，29ダムは底設監査廊をもつ

2.6.1 鉄筋応力計

監査廊の鉄筋に圧接又は溶接して，鉄筋にかかる応力を測定するものである。計器の例を図－2.14に示す。



図－2.14 鉄筋応力計

鉄筋応力計を設置しているダムは，底設監査廊をもつ29ダム中，手取川，寺内，漁川，白川，御所，日中の6ダム（21％）である。

2.6.2 継目計

監査廊のジョイントに設置して，堤体の盛立，湛水によるジョイントの開きやずれを計測するものである。用いる計測装置は，コンクリートの中に埋設するタイプのものと，監査廊の内空断面内に設置する方法のものがある。コンクリートの中に埋設する型式のものの例を図－2.15に，監査廊の内空断面内

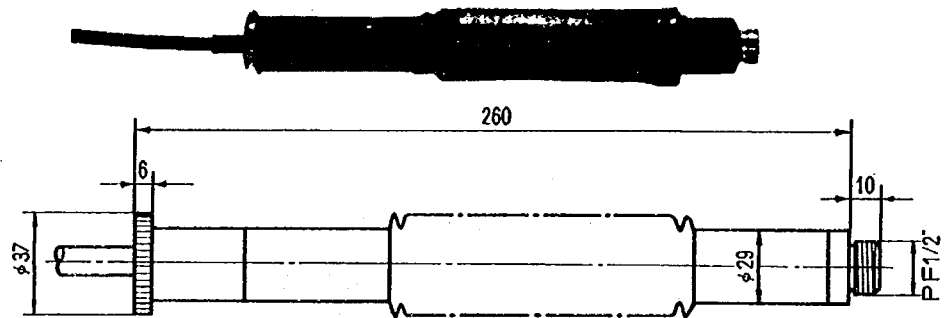
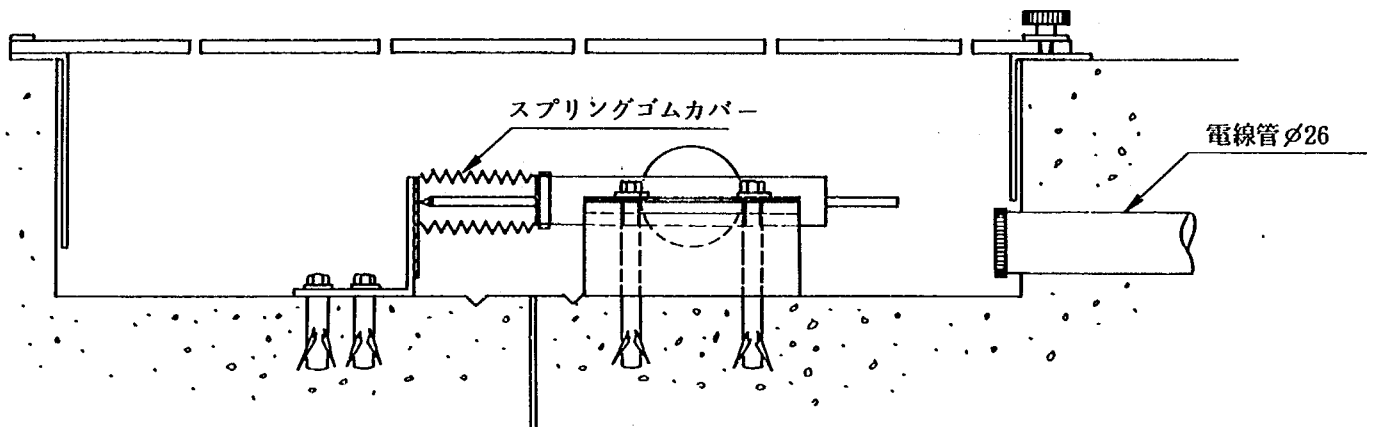
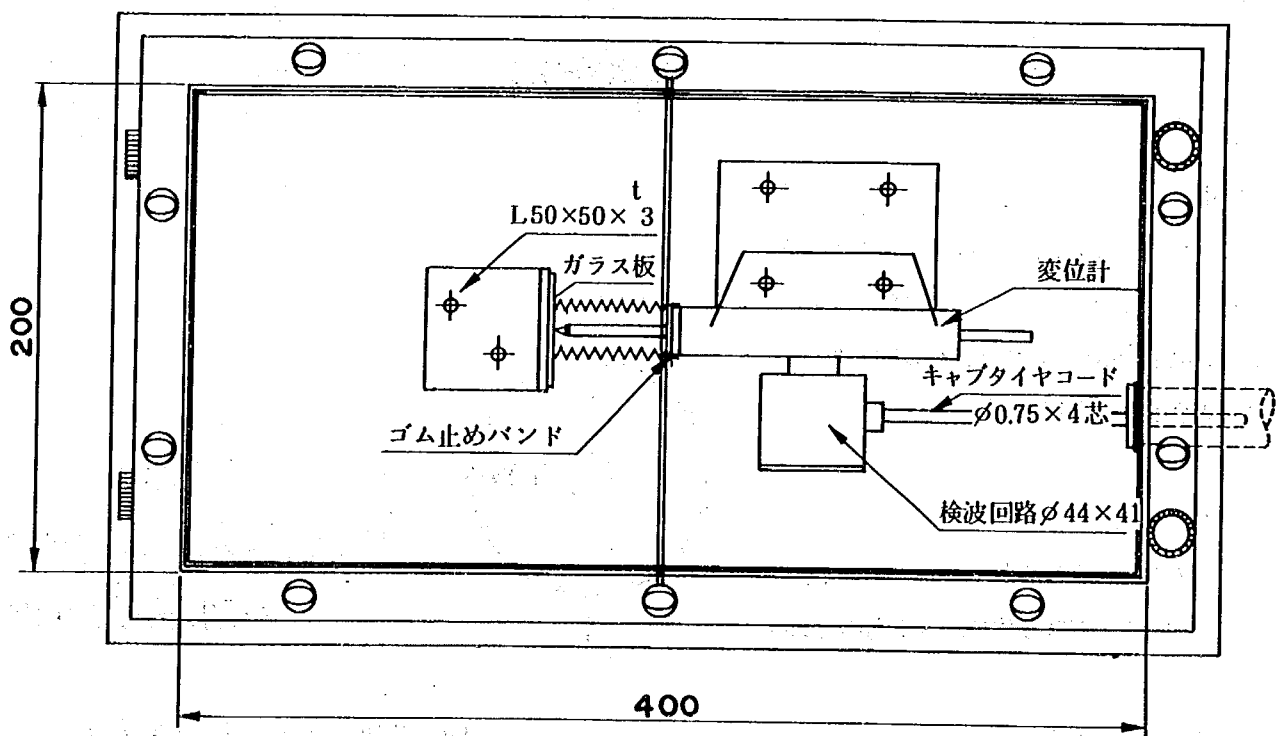


図-2.15 継目計の例（コンクリート内埋設型）



a) 側面図



b) 平面図

図-2.16 継目計の例（内空断面内に設置する形式のもの）

に設置する型式のものの例を図-2.16に示す。

継目計を設置したダムは29ダム中、宇曽川、漁川、白川、奈良井、十勝、有間、七北田、日中の8ダム（28％）である。これらのダムは、基礎岩盤に大規模な破砕帯があるか、固結度の低いいわゆる軟岩を基礎とするもので、堤体の盛立や湛水により著しい基礎の沈下が予想されるダムである。

2.6.3 コンクリート歪計

監査廊のコンクリート内に埋設され、堤体の盛立、湛水によるコンクリート内の歪を測定するものである。計器の例を図-2.17に示す。

歪計を設置しているダムは、29ダム中、手取川ダムと漁川ダムの2ダム（7％）である。

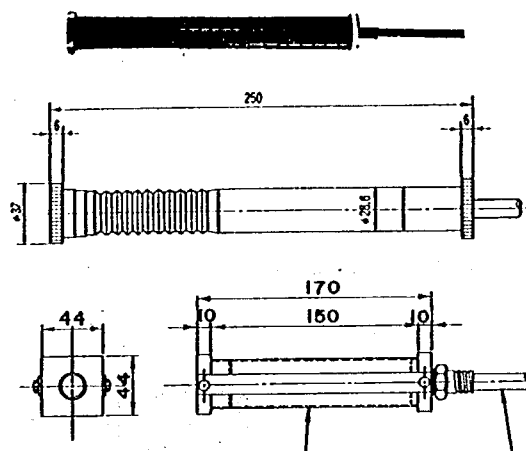
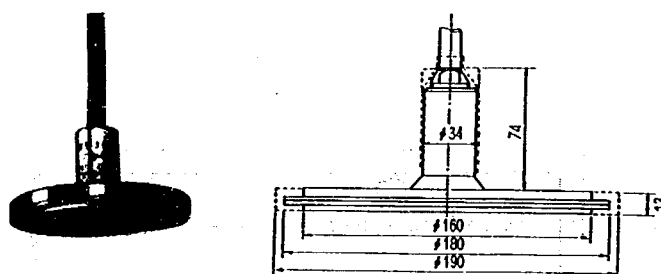


図-2.17 歪計

2.6.4 コンクリート応力計

手取川ダムのみに設置されているもので、監査廊のコンクリート内に埋設され、堤体の盛立、湛水によるコンクリート内の応力を測定するものである。計器の例を図-2.18に示す。



2.6.5 傾斜計

奈良井ダムのみに設置されているもので、監査廊のコンクリートに固定されて、堤体の盛立、グラウチング作業等によって生じる監査廊のブロックの傾斜を検出しようとするものである。傾斜計の例を図-2.19に示す。

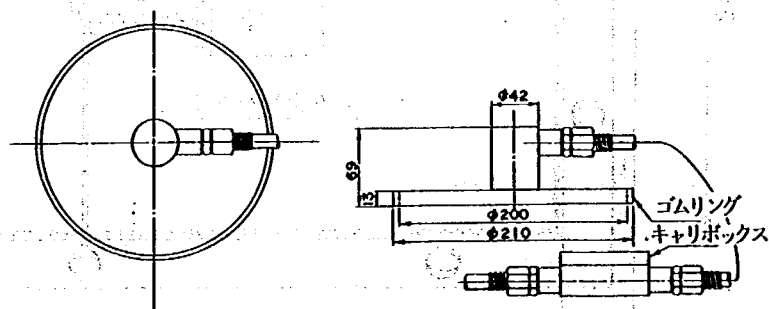


図-2.18 コンクリート応力計

2.6.6 温度計

日中ダムのみに設置されているもので、監査廊のコンクリートの温度変化を調べるものである。

2.6.7 水準測量

奈良井ダムでは、堤体の盛立、湛水による基礎岩盤の沈下量を把握するため、監査廊の右岸から左岸まで36ヶ所の測量点を取り、堤体外の基準点から水準

測量を行い、監査廊の変位を求めて岩盤の沈下量を測定した。

2.7 地震関係

地震時の堤体の応答を計測するため、通常、加速度計又は強震計が基礎岩盤および堤体に取り付けられる。広義には、強震計は加速度計の中に含まれるがここでは、加速度計は0.1 gal から200 gal 程度までの小さい加速度の計測を重視した設計の地震計、強震計は、30 gal から1000 gal までの大きい加速度の計測を重視した設計の地震計というように定義しておく。

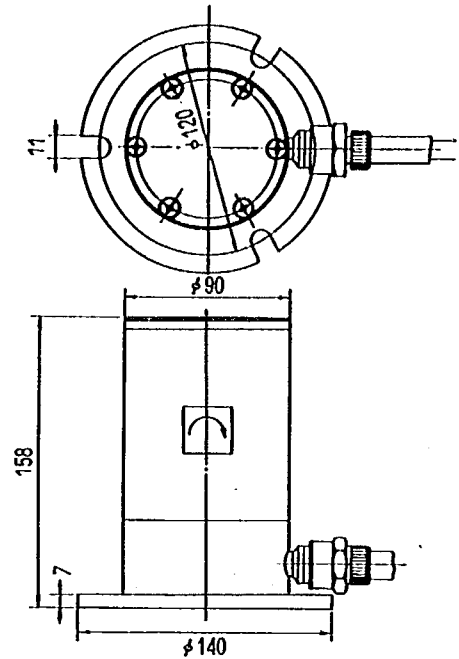


図-2.19 傾斜計

2.7.1 加速度計

32ダム中20ダム（63％）に設置されている。設置されているダムは、石渕、皆瀬、九頭竜、広瀬、大雪、岩屋、三保、手取川、寺内、漁川、白川、御所、奈良井、四時、高見、十勝、寺山、荒川、有間、日中の各ダムである。

2.7.2 強震計

32ダム中、皆瀬、樽水、三保、宇曾川、寺内、漆沢、白川、御所、奈良井、寺山、荒川、七北田の12ダム（38％）に設置されている。

2.8 地下水位観測孔

堤体のまわりの地山に設け、湛水による地山の地下水位の変化を測定し、岩盤および堤体の安全性を確認する資料とするものである。32ダム中16ダム（50％）に設けられている。設けられているダムは、福地、岩屋、三保、手取川、寺内、漁川、白川、箕面川、前川、奈良井、四時、高見、十勝、寺山、有間、七北田の各ダムである。

2.9 その他

皆瀬ダムでは、左岸の破碎帯に対し、大規模な鉄骨コンクリートによる置換を行っている。この置換ゴングリートに対して、処理上の設計並びに施工の確認を行い、将来の維持管理に役立たせるため、次

の計器を埋設している。

- i) 継 目 計……置換コンクリートの基礎部の泥岩層の圧密沈下を測定するため、基礎岩盤である頁岩に固定された鉄筋と置換コンクリート内の鉄骨スラブの相対変位を計測するように設置した。
- ii) 歪 計……泥岩層の沈下に伴う鉄骨スラブに生じる応力を求めるため設置した。
- iii) 無応力歪計…… 同 上
- iv) 歪 計……同様に、鉄骨スラブ表面の歪を測定し、応力を求めるために設置した。
- v) 間隙水圧計……置換コンクリート基礎の泥岩層より下部の岩盤のグラウト効果の確認のため設置した。

2.10 計測項目のとりまとめ

各ダムの堤体の挙動計測の各項目について、計測しているダムの割合を％で示すと、図－2.20のとおりとなる。

土木研究所資料第1834号「ダムの安全管理」では、ダムの安全管理のために必要な計測項目を、ダムの型式、規模に関して表－2.2のように示している。今回のアンケート調査の対象ダムは全てロックフィルダムなので、図－2.20と表－2.2を比較して次のことが言える。

表－2.2 安全管理のための計測項目

項目 型式	漏水量	変形量	揚圧力 または 間隙水圧	浸潤線	温 度	応 力 または 土 圧	ひずみ または せん断 変 位	巡視によ る堤体等 の 状 況	地 震
重 力 式 コンクリートダム	◎	◎	◎	—	△	△	△	◎	○
アーチ式 コンクリートダム	◎	◎	◎	—	◎	○	△	◎	○
ロックフィルダム	◎	◎	◎	—	—	△	△	◎	○
アースダム	◎	◎	◎	◎	—	△	△	◎	○

(注) ◎は必要不可欠な計測項目

○は比較的重要な計測項目

△は大規模なダム等において計測が望ましい計測項目

1) 漏水量、変形量については、表－2.2で必要不可欠な計測項目としており、今回の調査でも全てのダムで計測しており問題はない。

2) 間隙水圧については、表－2.2で必要不可欠な計測項目としている。間隙水圧の測定は、フィルダムの場合、堤体内だけでなく岩盤内でも測定されることが多く、ここでは、堤体内と岩盤内に分けて考えてみることにする。堤体内の間隙水圧の計測は、盛立中や湛水時に過剰な間隙水圧が生じ堤体の

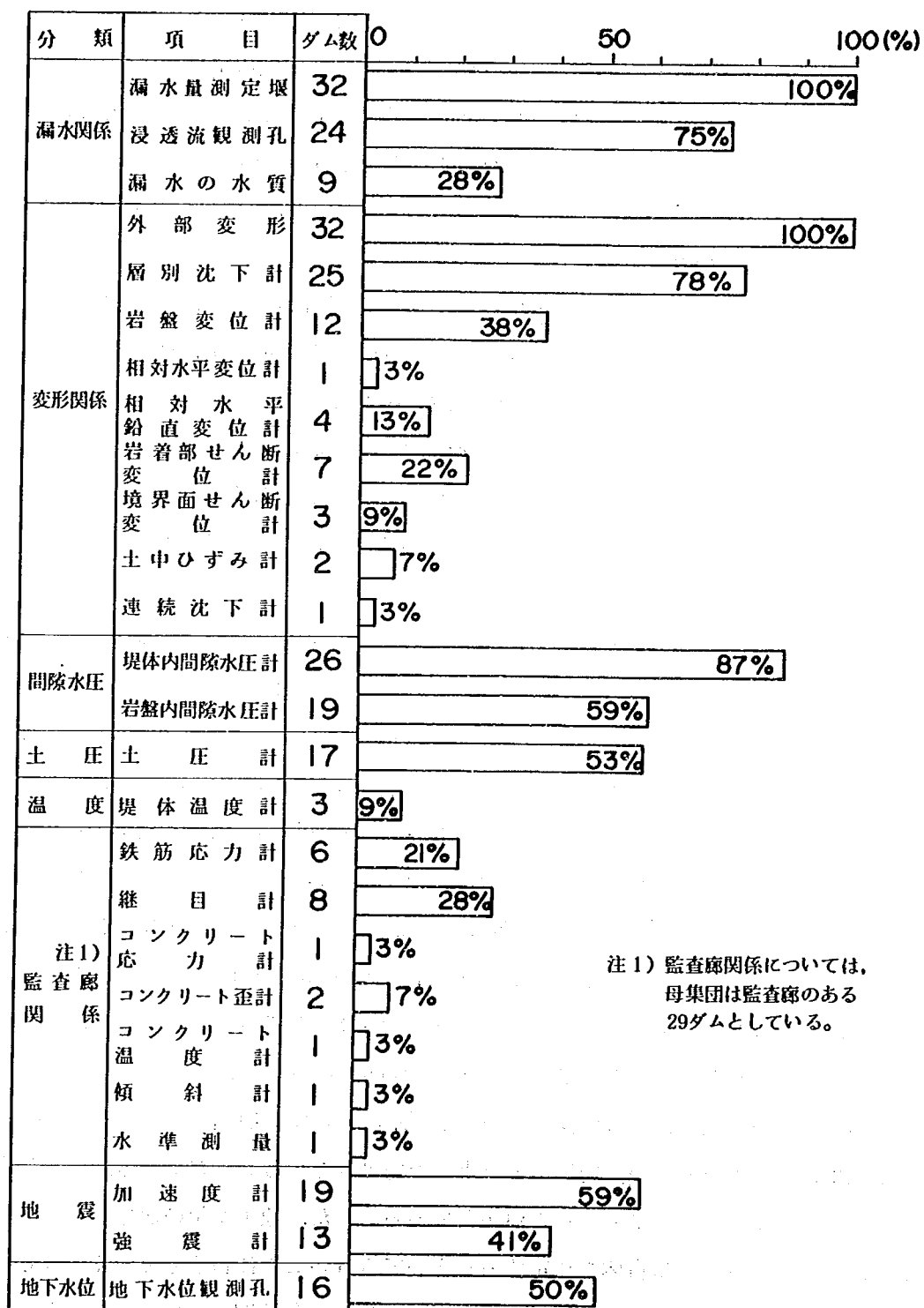


図-2.20 堤体の挙動計測の計測項目別のダム数

すべり破壊に対する安全性が低下してないかどうか、遮水ゾーンに透水性の高い不良な材料を用いていないかどうかを調べるものであり、これに対し、岩盤内の間隙水圧の計測は、カーテンゾーンの上流側や下流側の間隙水圧を知ることにより岩盤内の遮水が十分であるかどうか、岩盤内に大きな水みちが残っていないかどうかを調べることができる。以上のように、ロックフィルダムやアースダムでの間隙水

圧の計測は、堤体内と岩盤内両方で必要であると言える。堤体内の間隙水圧を計測していないダムは角川、白岩川、福地、上市川第二の4ダム13%である。岩盤内の間隙水圧の計測は、浸透流観測孔に取り付けてあるブルドン管を用いて岩盤内の間隙水圧を計測できるので、浸透流観測孔、岩盤内間隙水圧計を両方とも設置していないため岩盤内の間隙水圧を測定できないダムは、石淵、白岩川、樽水、角川の4ダム13%となる。従って、堤体および岩盤内の間隙水圧計の設置は、特に古いダムではややなおざりにされていたといえるようである。

- 3) 地震の計測については、安全管理の目的からは、ダムに異常が生じたか否かを確認するための計測及び巡視を行う必要性の判断基準として用いられるものである。従って、地震動が観測された場合、直ちにその最大加速度等を知る装置を取り付けておかねばならない。ダムによっては、このような装置を管理所内に取り付けているものもある。加速度計、強震計両方共設置していないダムを調べみると、緑川、白岩川、福地、子撫川、角川、箕面川、前川、上市川第二の8ダム、25%になる。緑川ダムは補助ダムであり、重力式コンクリートダムである本ダムの方には設置されている。この結果から、地震の計測についてもやや不徹底であると言える。
- 4) 土圧（応力）、せん断変位（ひずみ）は、表－2.2では大規模なダム等において計測が望ましい計測項目とされている。層別沈下計、相対水平鉛直変位計、土圧計等がこの計測に用いられる計器であるが、この種の計器を全く設置していないダムは、石淵、九頭竜、福地、樽水の4ダム、13%であり、ほとんどのダムでは何らかの計測装置によりこの種の計測がなされているといえる。
- 5) 表－2.2に示された計測項目以外に、安全管理のための項目として、監査廊の継目計と地下水位観測孔があげられる。大規模な断層破碎帯を有する岩盤や、軟岩を基礎とするフィルダムで底設監査廊を設けた場合、堤体の盛立等により基礎が沈下し、監査廊のジョイントが開いて水みちを形成することがある。このため、継目計を設置して著しいジョイントの開きが観測された場合、ジョイントグラウチングを行い遮水性を確保しなければならない。今回の調査で継目計を設けているダムは28%で、上述のような岩盤を基礎とするダムでは設置される傾向にあると言える。

また、地下水位観測孔は、湛水に伴う地山の地下水位の変化を観測し、漏水が堤体を通ってきたものか地下水によるものかどうか、岩盤内の遮水工の効果等を知ることができる。このため、地下水位の測定は、湛水前から測定しておくことが重要である。また、地下水位の変化から漏水の経路を推定することができても漏水の量自体を測定することができないことに留意しておくべきである。今回の調査で、地下水位観測孔を設けているダムは50%であり、安全管理の面で、このような観測孔が比較的良好に用いられることを示している。

堤体の挙動計測のもう一つの目的、設計・施工のための有益なデータを得ることについては、次のように考えられる。

フィルダムの設計・施工について現在主に問題となっていることは、

- 1) 堤体材料は非弾性的挙動を示すため、静的、動的な外力に対する応答が明確に予測できない。
- 2) 堤体内部の応力状態がわからないため、点安全率等で堤体の安全性を評価できない。

- 3) 堤体内に間隙水圧が存在し、それが安定状態になるまでに時間がかかるため堤体が長期にわたって沈下等の変形を続け、これを予測することが困難である。
 - 4) 構造物としての力学的、水理的性質が施工方法、施工速度により大きく異なる。
 - 5) フィルダムだけの事項ではないが、堤体の盛立、湛水による基礎岩盤（特に軟岩）の変形量の絶対値、変形性の評価方法が十分には確立されていない。
 - 6) 同様に、特に軟岩基礎ではグラウチングによる有効な止水処理が困難であり、その止水工法を工夫、改良する必要がある。
 - 7) 岩盤内に設置される監査廊の設計手法が十分に確立されていない。
- などである。

これらの問題点を解決し、より合理的、経済的な設計、施工を行うのに必要なデータを得るための堤体の挙動計測としては、図－2.20に示した計測項目が全て必要であると言えるが、真に堤体および基礎岩盤の挙動を解明するには、各計測項目をどのように組み合わせるかという点も重要である。これについては、次章の計測装置の配置で述べることにし、ここではふれないこととする。

図 2.20 堤体の挙動計測項目

図 2.20 は、堤体の挙動計測項目を示している。この図は、堤体の挙動計測項目を、堤体の各部（堤体、堤心、堤脚、堤頂、堤趾）ごとに分類している。また、計測項目は、変位、傾斜、回転、沈下、変形、水圧、土圧、孔隙水圧、土質、地質、水文、気象、環境、その他に分類されている。この図は、堤体の挙動計測項目を、堤体の各部（堤体、堤心、堤脚、堤頂、堤趾）ごとに分類している。また、計測項目は、変位、傾斜、回転、沈下、変形、水圧、土圧、孔隙水圧、土質、地質、水文、気象、環境、その他に分類されている。

3. 計測装置の配置

この章では、計測項目ごとに各ダムの計測装置、埋設計器の配置の現状を調べるとともに、配置に関する基本的な考え方や望ましい設置の仕方を述べることにする。なお、巻末に、各ダムの埋設計器の設置図を掲載しているので参考にされたい。

3.1 漏水関係

3.1.1 漏水量測定堰

堤体および基礎岩盤からの漏水はどこからの漏水かわかるようにいくつかのゾーンに分けて集水し、各測定系統別に測定堰を設けて測定することが望ましい。ゾーン型フィルダムの場合、遮水ゾーンの直下流の岩盤上に分水壁を設置し、漏水をいくつかの系統に分けて測定することが多いが、この場合、下流のロックゾーン内のダム軸下流地山からの沢水や雨水による水が遮水ゾーン下流部に逆流すると正確な漏水量が測定できないため、下流側に止水壁を設ける必要がある。図-3.1は、漁川ダムの漏水測定系統の鳥瞰図である。漁川ダムではコンクリートで分水壁、止水壁を設け4系統に分けて漏水観測を行っている。さらに、下流ロックゾーン内に鋼矢板による止水壁を設け、下流側ロックゾーン内の水も集水して測定できるようになっている。

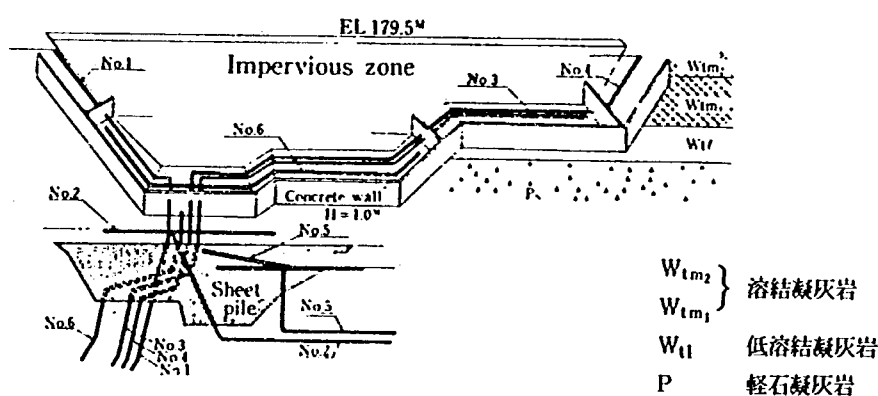
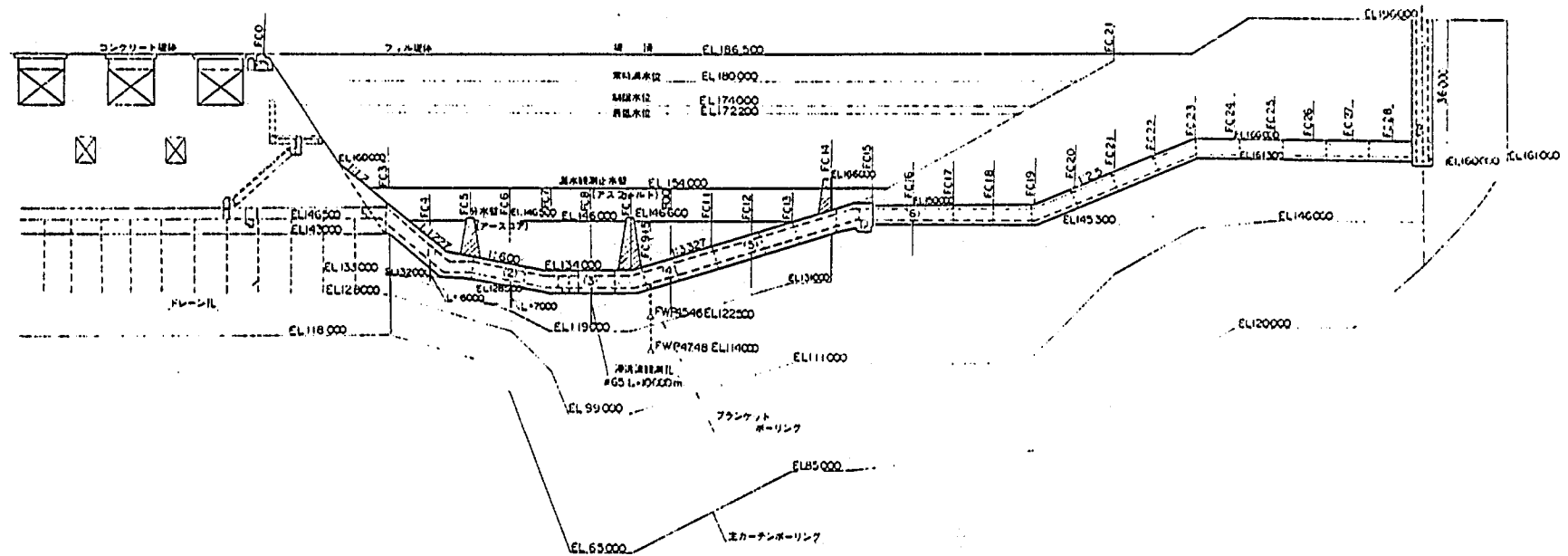


図-3.1 漁川ダム漏水量測定系統図

図-3.2は、御所ダムの漏水量の測定系統図である。御所ダムでは、分水壁をコア材料とアスファルトで、下流側の止水壁をアスファルトで作っており、漏水は4系統にわけて測定している。

変わった形式の漏水量測定装置として、四時ダムの例を図-3.3に示す。四時ダムでは下流側フィルター敷に、下流側にぬける監査廊をはさんで深さ2.0mの集水溝を設け、堤体の左岸側と右岸側の漏水を別々に監査廊に導き測定している。四時ダムでは漏水を左岸側と右岸側の2つにしか分けていないため、さらに左右岸のアバットメント等に分水壁を設ける必要があったと思われるが、遮水ゾーンやフィルタ

縱断面圖



平面图

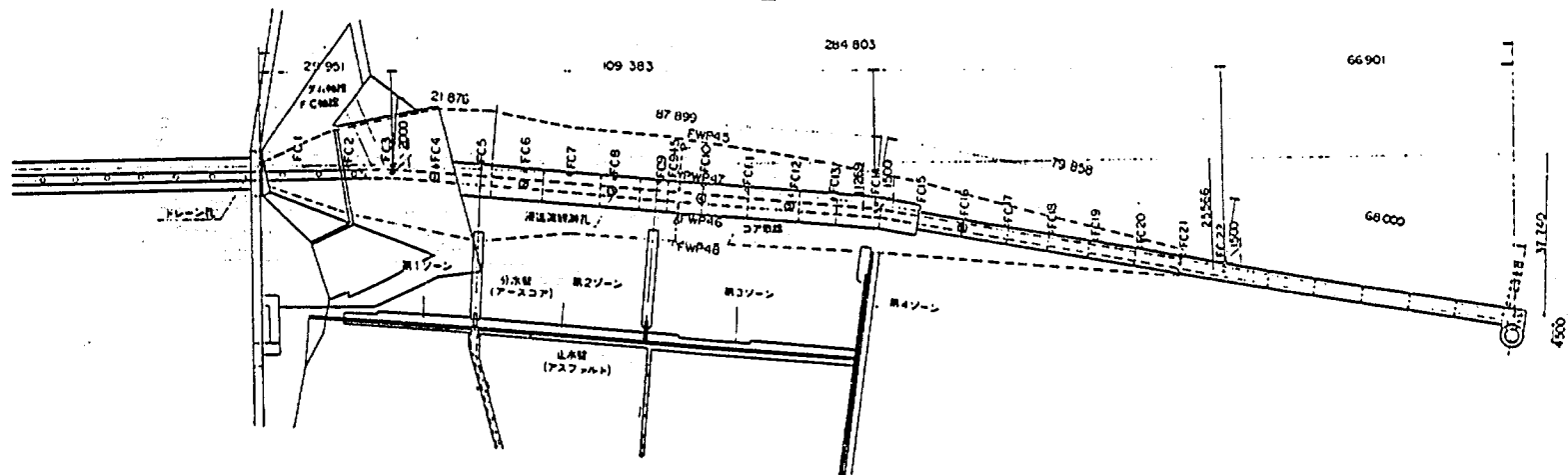


図-3.2 御所ダム漏水観測系統図

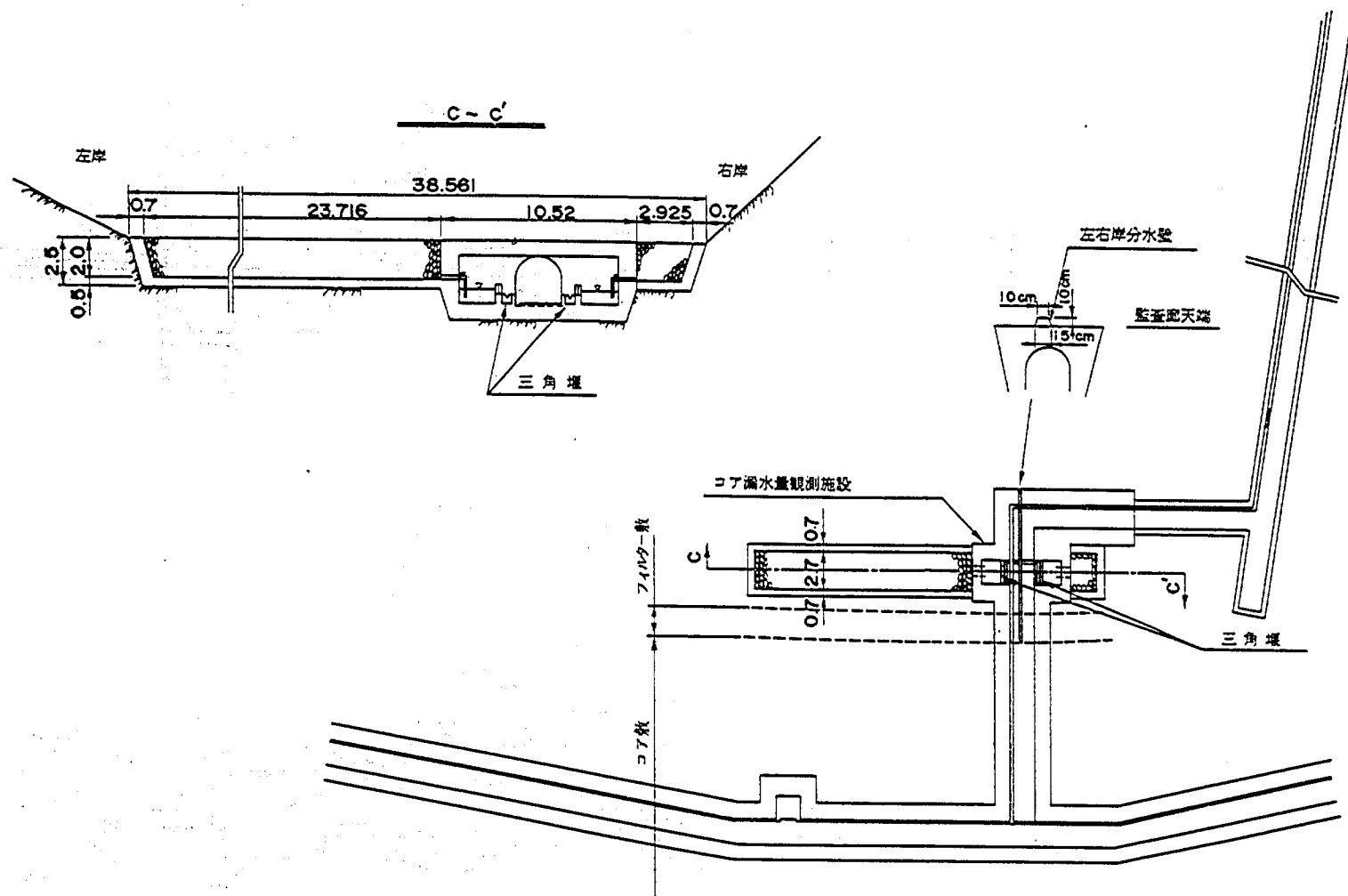


図-3.3 四時ダム漏水観測装置

ーゾーン内に突起物を設ける必要がなく工夫された例と言える。

コアゾーン直下流で2つ以上のゾーンにわけて漏水量を計測している12ダムについて、いくつかのゾーンに分けて集水しているかを示したのが図-3.4である。これより、漏水量は4～5ヶ所程度に分けているダムが多いようである。

漏水測定堰により集水した水は堤体の下流に導き、堤体下流法尻付近に設けられた漏水量測定室をへて下流に排水されるのが普通である。自然流下で排水されるのが理想であるが、河床堆積物が厚く自然流下勾配で排水管を設置しようとすると掘削量が多くなる場合は、ポンプアップで排水される。漏水は下流に導くことが多いが、下流の河床堆積物や地形の状況によっては監査廊内に引きこんで計測しているダムもある。図-3.5は、奈良井ダムの漏水量測定系統の平面図で、A～Eの5系統の漏水量は全て監査廊に導かれている。しかし、この方法は、コアゾーンの監査廊より下流側にパイプを埋設する必要がある

り、施工が不良だと水みちを形成する恐れのあること、監査廊内からの排水用のポンプが故障した場合、下流側にぬける監査廊がない場合は監査廊内が水没する恐れがあることから、好ましい方法とは言えない。

漏水量の測定では、地質等により当初より漏水が予想される部分について分水壁を設けてそこからの漏水を観測するダムもある。七北田ダムでは、右岸上位標高の地層がグラウチング等による遮水性の改良に限界があるとされたため、その地層の下位標高に分水壁を設けてそこからの漏水を特に計測することとしている。

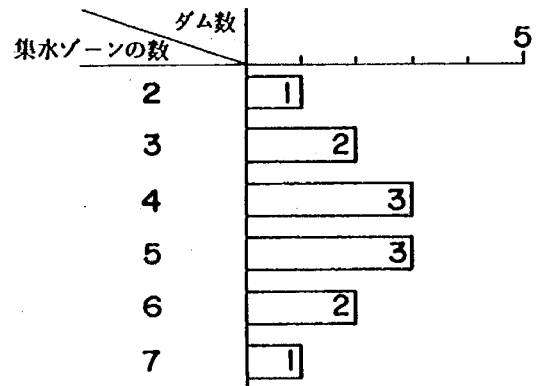


図-3.4 集水ゾーンの数

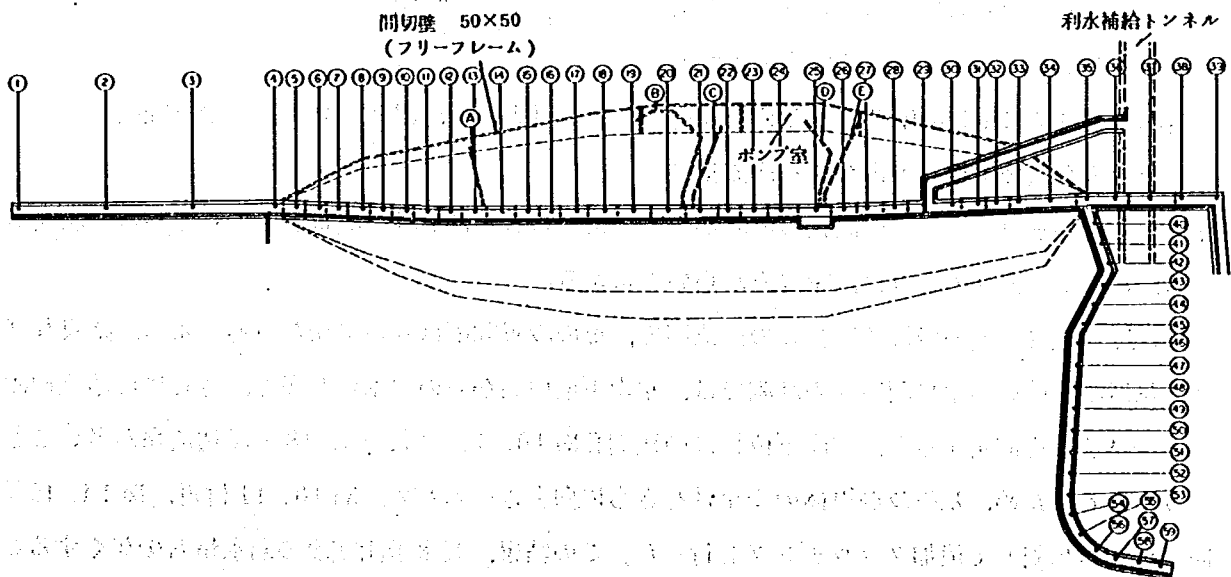


図-3.5 奈良井ダム漏水観測系統平面図

3.1.2 浸透流観測孔

浸透流観測孔は、2.1.2で解説したように監査廊内からカーテンゾーン下流側に削孔し、カーテンゾーンを通過した岩盤内の浸透流量、浸透水圧を計測するものであり、通常はバルブを閉じておき浸透水圧を計測し、浸透流量を測定する場合だけにバルブをあけて計測する。設置場所は堤体下に設置される底設監査廊内だけでなく、左右岸の地山内に設けられたグラウチングトンネル、アクセストンネル等にも設置されるのが普通である。

今回の調査による1ダムの浸透流観測孔の設置個数の度数分布を図-3.6に示す。また、浸透流観測孔の設置間隔の度数分布を図-3.7に示す。

重力式コンクリートダムの場合、浸透流観測孔と類似した計測装置としてドレーンホールがある。ドレーンホールは、コンクリートの堤体下面に作用する揚圧力を計測するとともに、常時コックを開いて岩盤内の水を排水して揚圧力の軽減を目的とするものである。ドレーンホールは、横継目で区切られた区間毎にそれぞれ3ヶ所程度設けるのが標準とされており、ドレーンホールの設置間隔は5mとしている例が多い。(建設省河川局開発課監修「コンクリートダムの細部技術」による)

図-3.7を見ると、フィルダムの浸透流観測孔の設置間隔は、ドレーンホールの一般的な設置間隔より大きい。

フィルダムの浸透流観測孔は、岩盤内の浸透流量の測定が第一の目的であり、揚圧力の軽減を第一の目的とするドレーンホールとは目的が異なるが、岩盤内の浸透流は亀裂の中を通るため、浸透流観測孔が大きな亀裂を貫くか否かで浸透流量は大きく異なる。つまり、浸透流観測孔の位置が1~2m変わるだけで浸透流量が大きく変わる可能性があるため、浸透流観測孔の配置は、密な方が良いと言える。

図-3.8は、奈良井ダムの浸透流観測孔の配置図で、その設置間隔は6mで密な方と言える。奈良井ダムでは、試験湛水時の漏水量測定堰の計測では、左岸下位標高からの漏水量が多く、さらに浸透流観測孔による浸透流量を測定すると、左岸下位標高の観測孔No 10, 11, 14, 15, 18の浸透流量が多いことがわかった。このため、基礎及び堤体の安全性をさらに向上させるため、No 10, 11付近、No 14, 15付近、No 18付近に対して追加グラウチングを行った。この結果、漏水量測定堰の漏水量も少なくすることができた。このように、奈良井ダムでは浸透流観測孔を密に配置することにより基礎岩盤内の漏水箇

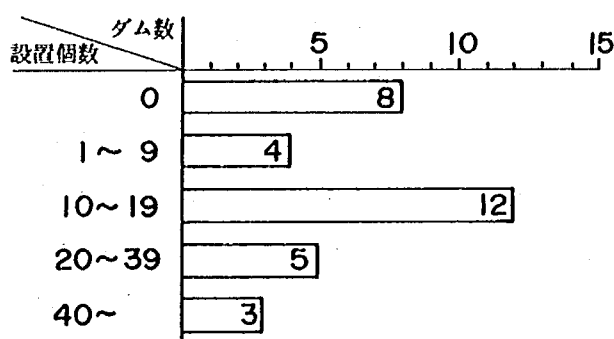


図-3.6 浸透流観測孔の設置個数

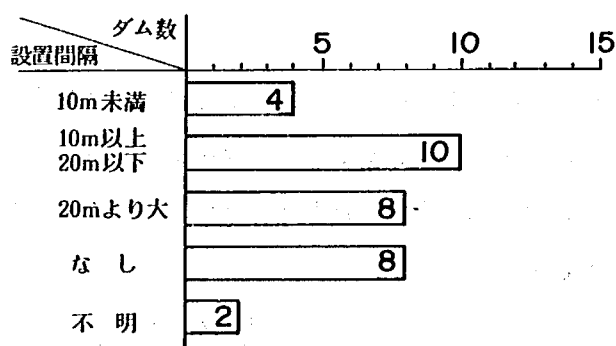


図-3.7 浸透流観測孔の設置間隔

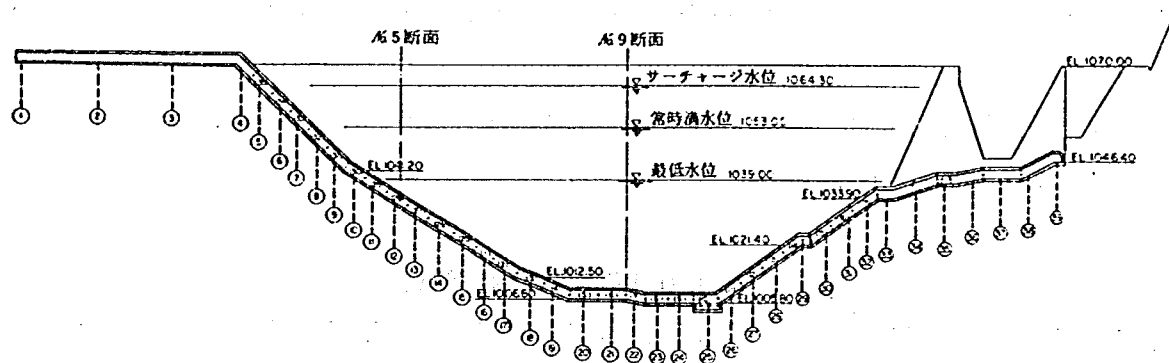


図-3.8 奈良井ダム浸透流観測孔設置図

所の発見を容易にしている。

浸透流観測孔の設置間隔が10m未満のダムは、奈良井ダム(6m)の他、寺内ダム(9m)、三保ダム(7.5~10m)、七北田ダム(7.5)(工事中)があり、今後は、設置間隔を10m以下にすることが望ましいと言える。

3.2 変形関係

3.2.1 外部変形(標的)

外部変形を知るための標的は、フィル堤体の天端および法面に設置するのが普通である。標的の設置総数は、今回の調査によると、図-3.9のようになる。また外部変形の測定で最も重視される天端に設置された標的の数を図-3.10に示す。標的の設置総数は、堤体の規模に応じて、また、天端に設置された標的は堤頂長に応じてある程度決められると思われる。表-3.1は、堤高、堤頂長、堤体積について各ダムをランク分けし、各々のランクのダムの標的の設置数の平均値を求めたものである。これによると、標的の設置総数は小規

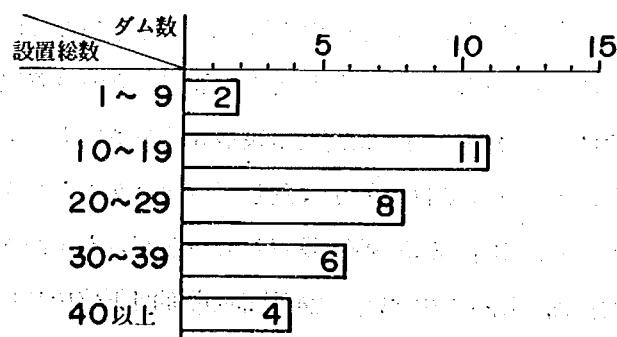


図-3.9 外部標的設置総数

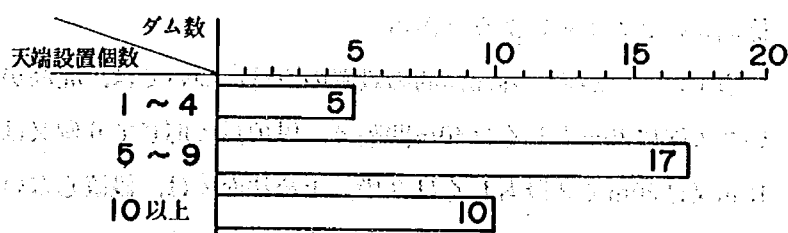


図-3.10 外部標的天端設置個数

模なダム(堤高50m以下、堤体積50万

m³以下)で20個前後、中規模のダム(堤高50~100m, 堤体積100万~500万m³)で30個前後であることがわかる。

天端の標的の設置個数は、堤頂長350m以下の中・小規模ダムで6個程度、堤頂長が350mより大きい大規模なダムで8個程度である。

表-3.1 堤体規模別標的設置個数

堤 高 別		堤 頂 長 別		堤 体 積 別	
堤高の範囲	平 均 値	堤頂長の範囲	平 均 値	堤体積の範囲	平 均 値
50m以下	16.7 ^{注1)}	250m以下	19.1 ^{注3)}	50万m ³ 以下	21.8 ^{注4)}
50 ~ 75 m	24.9 ^{注2)}	250 ~ 350m	19.8	50万~100万m ³	21.3
75 ~ 100 m	27.0	350mより長い	29.1	100万~500万m ³	30.0
100mより高い	24.8	—	—	500万m ³ より大	21.8

注1) 緑川ダム(56個)を除く

注2) 皆瀬ダム(124個)を除く

注3) 皆瀬ダム, 緑川ダム, 奈良井ダム(53個)を除く

注4) 皆瀬ダム, 緑川ダムを除く

天端の標的の設置間隔は、図-3.11に示すとおり、40mが最も多く、次が30mで、表-3.2の結果とはほぼ一致する。

下流法面、上流法面の外部標的の設置は、一定標高ごとに左右岸方向に一列に配置するのが普通であるが、その設置段数は、下流法面では図-3.12によると2段か3段が多いようである。また、上流法面では標的を設置していないダムが9ダム(28%)あり、(図-3.13参照)設置しているダムも1段か2段で下流法面に比べて少ない。上流法面の標的は下位標高に設置した場合、試験湛水時に水没してしまい、変形の測定ができなくなるため、あまり多く設置しても意味がないと思われる。

下流法面に2段以上標的を設置したダムでの標的の設置標高差を図-3.14に示したが、15mから20mの標高差のダムが多いようである。

以上のことから、外部標的の設置の方針については、堤高が100mをこえる大規模なフィルダムを除いて天端に30mもしくは40m間隔で、堤頂長に応じて6個又は8個程度配置し、下流法面には、標高差15m又は20mで2段もしくは3段、上流法面には、設置しないか、堤体の上位標高、例えば制限水位以上に1段程度設置するのが標準と言える。

そして、上下流方向には、天端、上流法面、下流法面の標的の位置は同一測線上に配置するのが測量

表-3.2 堤頂長別天端標的設置個数

堤頂長の範囲	平 均 値
250m以下	6.6 ^{注1)}
250 ~ 350m	6.2
350mより長い	8.3

注1) 皆瀬ダム(26個)を除く

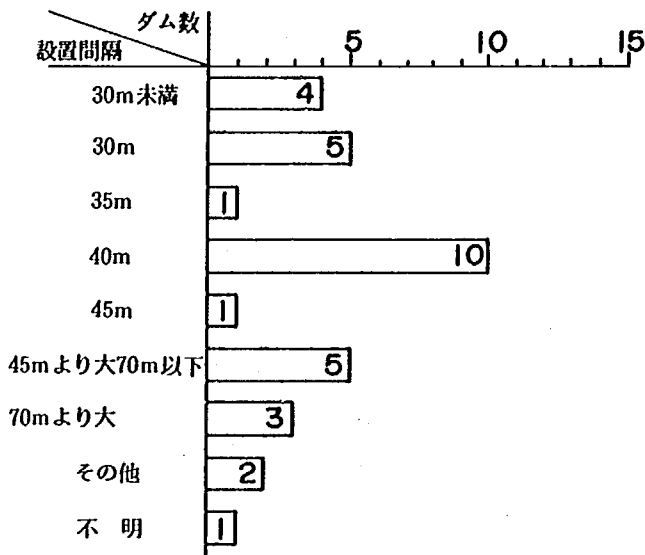


図-3.11 外部標的天端設置間隔

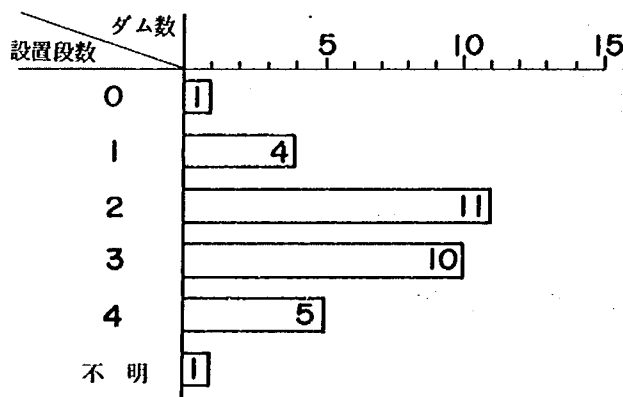


図-3.12 外部標的下流法面設置段数

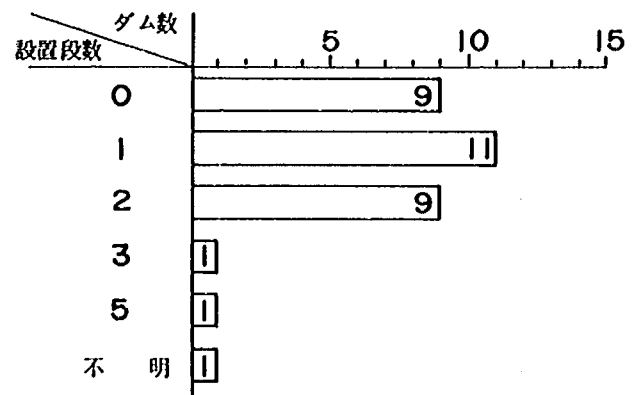


図-3.13 外部標的上流法面設置段数

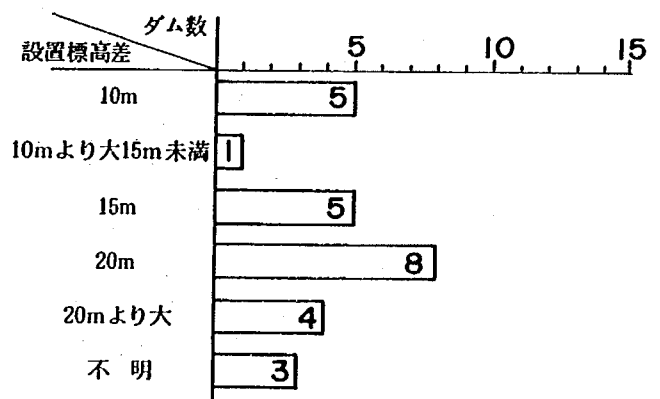


図-3.14 外部標的下流法面設置標高差

結果の解析にとって便利であろう。

安全管理の面からは、天端での変形が第一に重要であると言えるので、上述の配置で十分目的をはたせるであろう。標準的な外部標的の配置例として白川ダムの外部標的の配置平面図を図-3.15に示す。

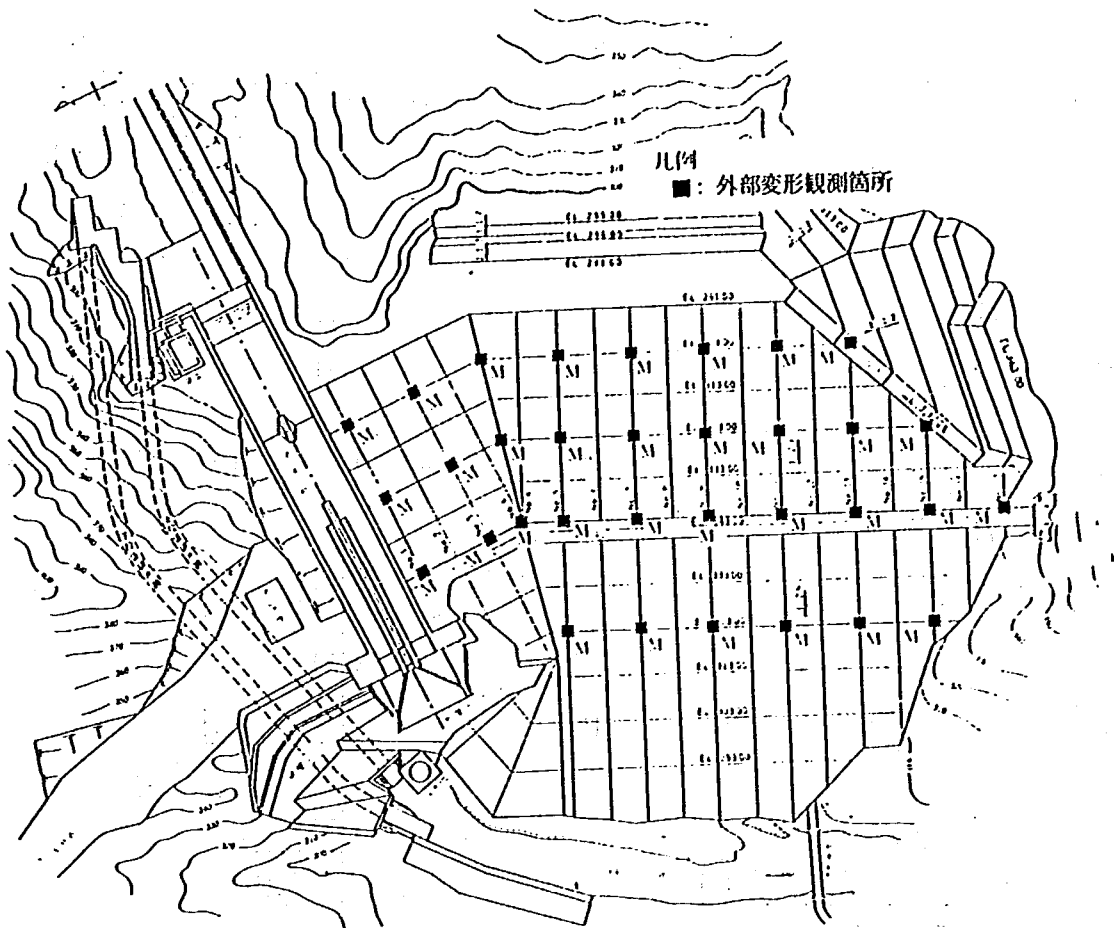


図-3.15 白川ダム外部標的設置平面図

3.2.2 層別沈下計

層別沈下計の配置について、一ダム当たりの設置個数を図-3.16に示す。1個もしくは2～4個の設置個数のダムが多いようである。

設置位置については、図-3.17よりコアゾーンのみとコアゾーン、ロックゾーン両方に設置しているダムがほぼ同数である。

層別沈下計の設置目的は堤体の内部変形の測定であり、安全管理のためというより堤体材料の非線形的挙動の解析のための基礎データを得るという目的の方が大きい。非線形挙動の解析には、従来、有限要素法による非線形築堤解析が行われている。築堤解析は、二次元モデルで行う場合は、上下流方向の最大断面で解析するのが普通で、場合によっては左右岸方向のダム軸断面でも解析す

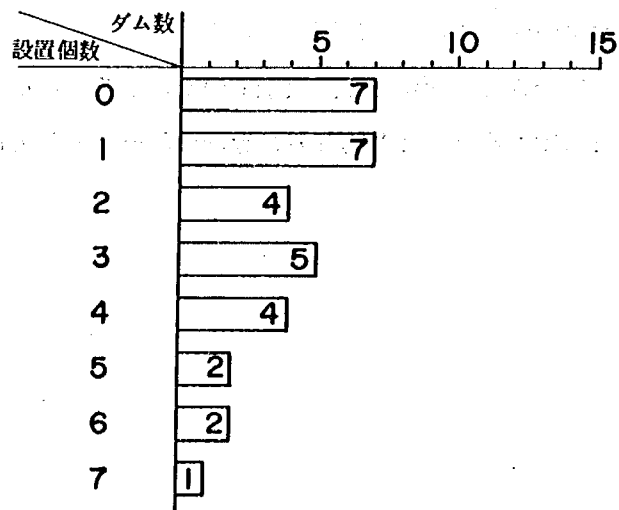


図-3.16 層別沈下計設置個数

ることがある。従って、解析の目的からは、最大断面の中央コアゾーンに1本、上、下流側のロックゾーンにそれぞれ1本ずつ計3本設置するのが標準であろう。また、左右岸方向のダム軸断面の解析を行う場合や、安全管理のために遮水ゾーンの計測を重視する場合は、ダム軸断面の河床部最大断面に1本、左右岸にそれぞれ1本ずつ、計3本設置するのが標準といえる。上下流方向、左右岸方向両断面の解析を行うとするならば、堤体コアゾーン中央部の層別沈下計を上下流方向、左右岸方向共有として、設置数は計5本となる。上流側に設置された層別沈下計は湛水後は水没するため、図-2.4のような層別沈下計では計測できない。しかし、層別沈下計は主として堤体盛立中の堤体内の沈下量を測定するものであり、また、図-2.11の連続沈下計のような検出装置を用いれば湛水後も計測できる。

クロスアームの設置間隔について、その度数分布を図-3.18に示す。設置間隔で最も多いのが5m、次に10mである。設置間隔が10mであるダムには岩屋、高見などの堤高が100mを越えるダムが含まれており、標準的な設置間隔としては、中規模なロックフィルダム(堤高50~100m)で5m、大規模なロックフィルダム(堤高100m以上)で10mでよいと思われる。

通常の層別沈下計の計測ではケーシングが鉛直に保たれているとして測定しているが、実際は堤体の盛立時に重機が近傍を通ったりするため曲がる場合が多く、探索子を入れて沈下量を測定する場合、正確な沈下量を測れないことが多い。図-3.19はケーシング内に十字方向に溝を入れ、傾斜計を溝にそって入れてケーシングの曲りを測定できるようにしたそう入式傾斜計であり、この傾斜計を用いることにより正確な計測ができる。また、層別沈下計の基礎の沈下を探索子により測定し、同時にケーシング上端の高さを周囲の地山の

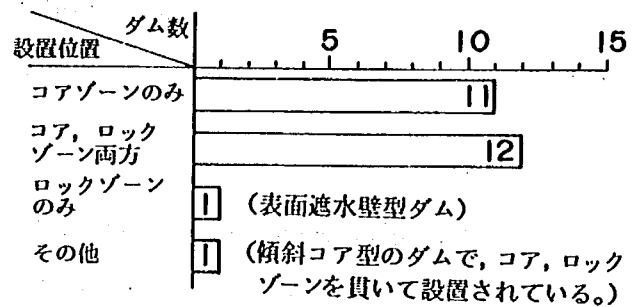


図-3.17 層別沈下計設置位置

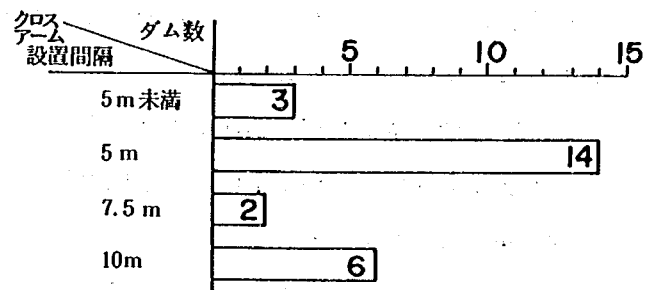


図-3.18 層別沈下計クロスアーム設置間隔

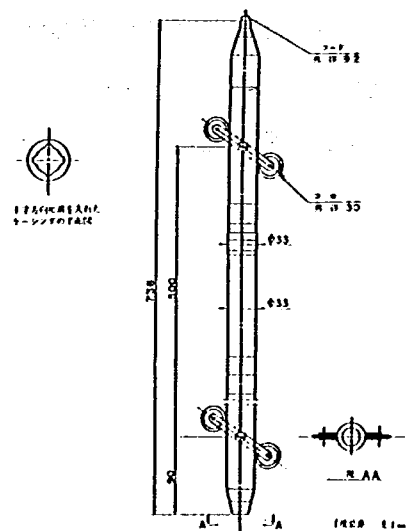


図-3.19 そう入式傾斜計

固定点から測量で求めることにより、周囲の地山に対する堤体基礎岩盤の沈下量を計測することができる。この場合も、ケーシングの曲りを測定しておくことが必要である。

3.2.3 岩盤変位計

岩盤変位計は、基礎岩盤が堤体の盛立や湛水により著しい沈下等の変形が予想される場合に岩盤内に設置され、その変形量を計測するものであり、その目的は、基礎岩盤の変形に関する研究のためのデータを得ることが主である。その配置については、手取川ダム、有間ダムのように基礎岩盤に断層破碎帯などの著しく変形性の大きい部分が存在しておりその部分に設置する場合、白川ダムや御所ダムのように基礎岩盤が全体として変形性に富んでおり上下流方向の最大断面内に設置する場合、同様な岩盤で奈良井ダムのようにダム軸縦断面にそって設置する場合、の3通りがある。

図-3.20は、左岸低位標高部に幅20m程度の大断層が存在する手取川ダムの例で、断層部を通るトンネル式の監査廊から断層を貫いて上側及び下側の堅岩部にアンカーをとって岩盤変位計を設置し、断層部周辺の変形量を計測している。

白川ダムでは、図-3.21に示すように、堤体の最大断面でダム軸から36~37m離れた上流側、下流側の地点にそれぞれ岩盤変位計を1個ずつ設置している。ダム軸直下に設置していないのは、カーテングラウチングの施工の障害となるためである。

基礎岩盤全体が褶曲、破碎を受けている奈良井ダムでは、堤体の最大断面にダム軸直下およびその上下流側に岩盤変位計を設置するとともに、図-3.22に示すようにダム軸断面左右岸方向に監査廊内より6ヶ所（堤体最大断面ダム軸線に設置したものを含めると7ヶ所）の岩盤変位計を設置している。しかし、ダム軸断面に設置した岩盤変位計は、ある程度盛立が進行してから施工されるカーテングラウチングにより、ケーシングのすき間（岩盤変位計は図-2.5に示すように、可動部分をもつためケーシングが一部二重になっていてすき間が存在する。）からミルクがケーシング内に流れこみロッドを固定したと思われるものがあり、信頼に足るデータはとられていない。

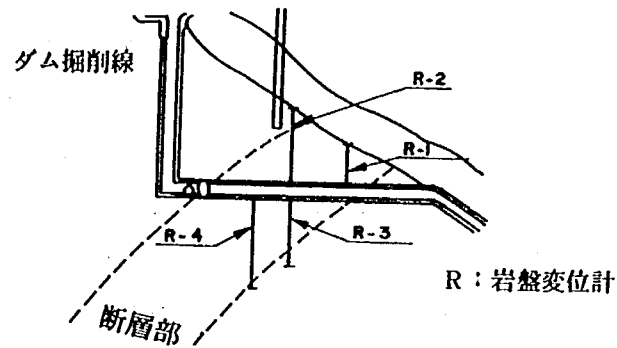


図-3.20 手取川ダムの岩盤変位計設置図

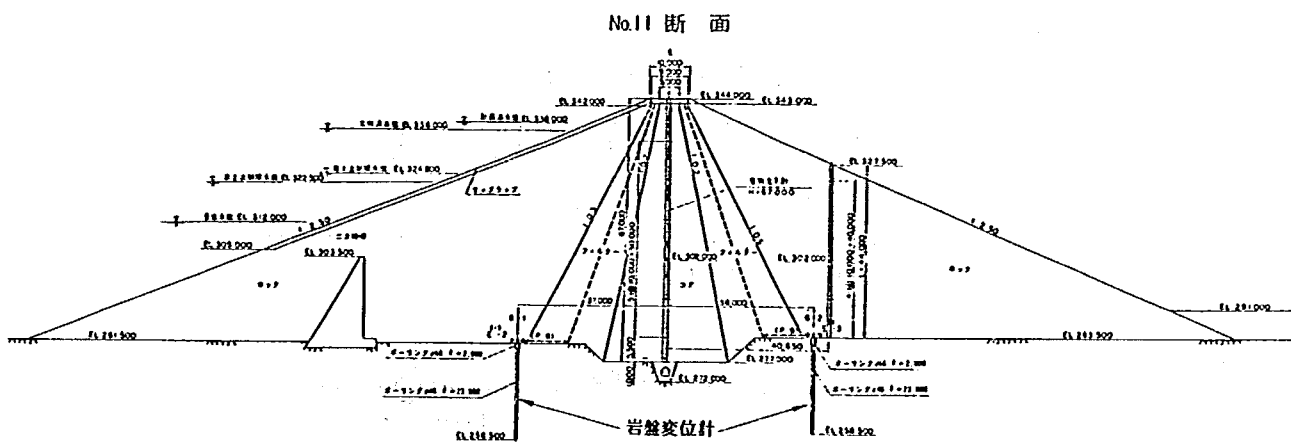


図-3.21 白川ダムの岩盤変位計設置図

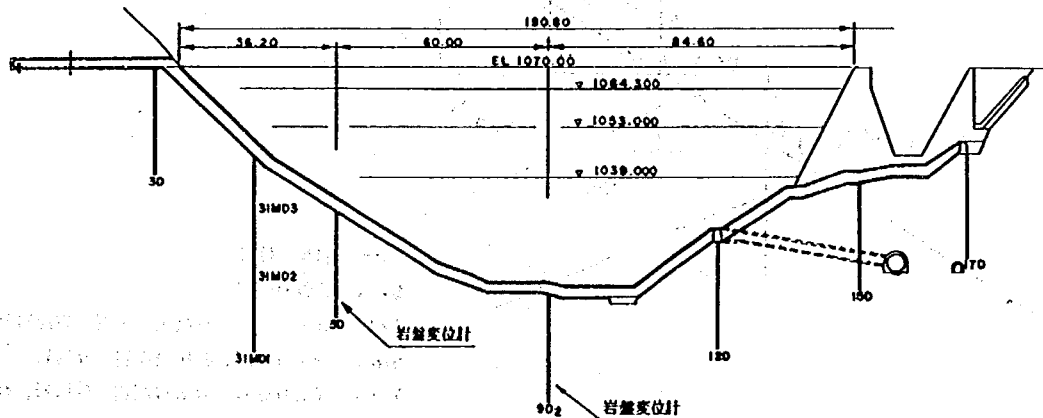


図-3.22 奈良井ダムの岩盤変位計設置図

これに対し、七北田ダムでは、ケーシングを用いずボーリング孔と岩盤変位計のロッドの間に周囲の岩盤より柔らかい水ガラスを注入することによりグラウトミルクがボーリング孔内に流入しないように

岩盤変位計により測定される変位量は、ロッドのアンカーされている部分からもう一端の検出部までのロッドの長さに相当する岩盤の変位量であることに注意を要する。手取川ダムのように、大規模な断層破碎帯の周囲の岩盤に対する相対的な変位量を測定する目的では、図-3.20のような配置で良いと思われるが、基礎岩盤の絶対的な沈下量を岩盤変位計で測定することは不可能である。

東京電力の玉原ダムでは、堤体荷重により岩盤が変形する範囲を調べて、岩盤の沈下量の絶対値を求める資料とするため、河床部のダム軸直下のほぼ同じ地点に、測定長が15m、30m、60mの3本の岩盤変位計を設置している。

七北田ダムでは、右岸アバットメント上位標高にある軟質な砂質凝灰岩層およびその周辺に、鉛直、水平方向それぞれ6本ずつの岩盤変位計を、ダム軸よりやや下流側に設置し、堤体の盛立に伴う基礎岩盤着岩面付近の変形量を計測している。その配置図を図-3.23に示す。

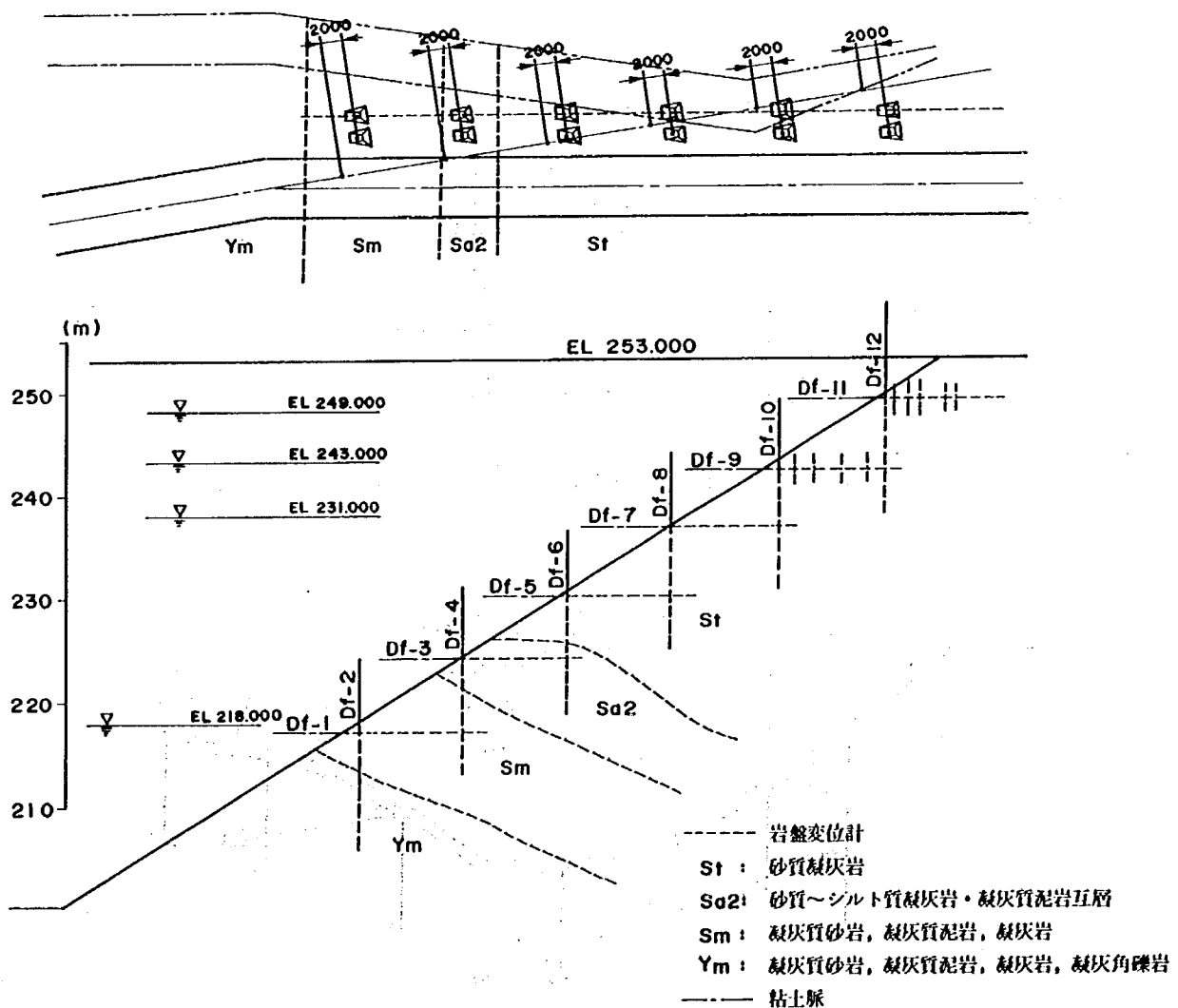


図-3.23 七北田ダムの岩盤変位計設置図

3.2.4 相対水平変位計, 相対水平鉛直変位計

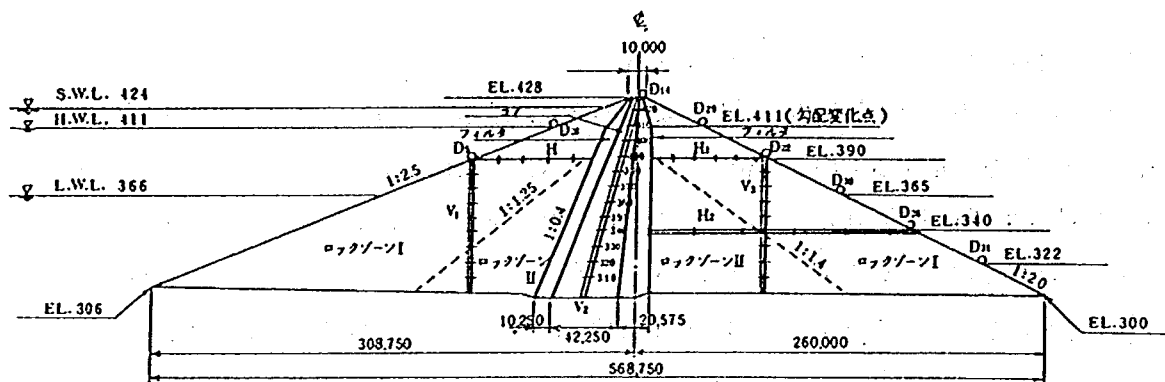
相対水平変位計, 相対水平鉛直変位計は, 堤体の盛立, 湛水によるロックゾーン中央部の相対的な水平変位, 鉛直変位を測定するもので, 相対水平変位計は, 上流側, 下流側両方のロックゾーンに設置できるが, 相対水平鉛直変位計はロックゾーン法面に測定室を設け, 測定時, 人がその測定室内で機器の操作をしなければならないので湛水後も測定しようとする場合, 下流ロックゾーン又は上流ロックゾーンの上位標高にしか設置できない。相対水平変位計, 相対水平鉛直変位計を設置している4ダムについてその設置位置, 測定点数, 測定点設置間隔を表-3.3に示す。

表-3.3 相対水平変位計, 相対水平鉛直変位計設置位置

ダム名	堤高 (m)	天端標高 (m)	計器の種類	設置 位置	設置標高 (m)	天端との標高差 (堤高に対する比)	測定点数	測定点設置 間隔 (m)
岩 屋	127.5	428	相 対 水 平 変 位 計	上流側	EL. 390	30%	5	17.5
			相対水平鉛直変位計	下流側	EL. 390	30%	5	17.5
			"	"	EL. 340	69%	5	30.0
手 取 川	153.0	469	相対水平鉛直変位計	下流側	EL. 469	55%	3	40.0 ~52.5
寺 内	83.0	137	相対水平鉛直変位計	上流側	EL. 121	19%	3	7.5
			"	下流側	EL. 121	19%	3	7.5
			"	"	EL. 91	55%	6	15.0
荒 川	88.0	808	相対水平鉛直変位計	下流側	EL. 782	30%	3	12.5
			"	"	EL. 752	64%	5	17.5

4ダム中3ダムが, 下流側の2標高に設置しており, 上流側に設置しているものは1標高のみである。設置位置は, 上流側, 下流側とも, 天端から堤高の20~30%, および55~70%である。測定点数は1個につき3~6点である。

相対水平変位計, 相対水平鉛直変位計の設置目的は, 層別沈下計と同じであり, 安全管理のためよりは堤体材料の非線形的挙動の解析のための基礎データを得るのが主目的である。従って, 3.2.2で述べたように, 二次元モデルによる築堤解析を考えると, 相対水平変位計は上流側に1ヶ所, 設置標高は, 天端から堤高の20~30%の位置に, 相対水平鉛直変位計は, 下流側に2ヶ所, 設置標高は, 天端から堤高の20~30%および55~65%の位置に設けるのが標準的な配置と考えられる。また, 層別沈下計の設置位置との関係は, 上流側および下流側のロックゾーンに設置された層別沈下計の上端と, 上位標高に設置された上流側の相対水平変位計, 下流側の相対水平鉛直変位計の法面表面の端とを同じ位置にすると, 測定が比較的便利であると思われる。測定点数は, 上位標高3点, 下位標高5点程度でよいであろう。また, 上流側と下流側での計器の設置標高は同一にするのが解析上, 便利である。このような設置例として岩屋ダムの例を図-3.24に示す。



○ ; 標的
 H ; 相対水平変位計 (5測点)
 H₁, H₂ ; 相対水平鉛直変位計 (各々5測点)
 V₁, V₂, V₃ ; 層別沈下計

図-3.24 岩屋ダムの層別沈下計, 相対水平変位計, 相対水平鉛直変位計の設置図

3.2.5 岩着部せん断変位計

岩着部せん断変位計の1ダム当たりの設置個数は図-3.25に示すように, 1個から12個とダムによって様々である。設置位置は, 全てのダムがコアゾーン内である。岩着部せん断変位計の設置目的は, 堤体の岩着部の変形量を知るとい研究目的の比重が大きく, 安全管理の意味は小さい。研究目的のためなら, できるだけ多く設置するのが望ましい。十勝ダムでは12個の計器を左右岸6個づつ, 左右岸で同じ標高に設置している。通常のダムのように, 2~4個の設置ならば, どの標高に設置するかが問題となる。

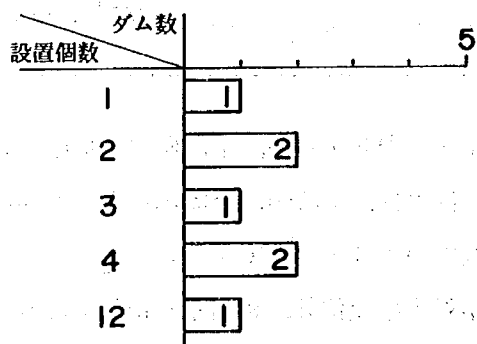


図-3.25 岩着部せん断変位計設置個数

図-3.26は, 調査したダムの全ての岩着部せん断変位計 (28個) について基礎岩盤最深部から堤高の何%の位置にあるかをまとめたものである。これによると, 堤高の中央程度と堤高の75~90%の位置に設置されているものが多い。堤高の中央部は, 比較的せん断変位が大きいと予想され, また, 高位標高付近は, アバットメントの傾

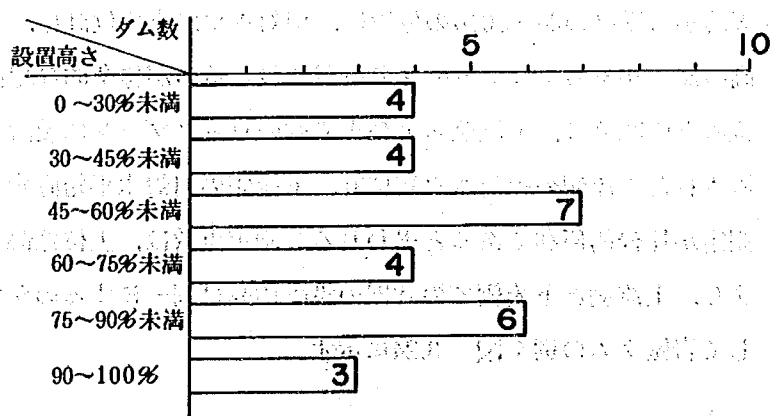


図-3.26 岩着部せん断変位計の設置高さの堤高に対する比

斜が急でまた、洪水吐きのコンクリート擁壁となっている場合もある。岩着部せん断変位計は、全体として、アバットメントの傾斜が急な地点に設置されるのが原則であろう。

3.2.6 境界面せん断変位計

この計器も設置目的は、研究の意味が大きい。設置個数は、大雪ダムが5個、手取川ダムが8個、高見ダムが2個である。設置位置は、3ダムとも堤体の最大断面付近で、ロックゾーン、フィルターゾーン、コアゾーンの3つのゾーンにまたがって水平に設置されている。大雪ダムは、上流側に5標高に設置しているが、手取川ダム、高見ダムでは、上下流両側の同一標高に設置している。

設置標高は、大雪ダムでは、低い標高では、10mおき、上位標高では20mおき、手取川ダムは、低い標高から50m、25m、25mの間隔、高見ダムでは、基礎岩盤から堤高の40%の位置となっている。

3.2.7 土中ひずみ計

この計器の設置目的も研究のための意義が大部分である。計器を設置しているダムは漆沢ダム、手取川ダムの2ダムである。両ダムとも設置位置は堤体コアゾーン内で、ダム軸方向の水平のひずみ（変位）を測定するように配置している。漆沢ダムでは、天端直下の両岸のアバットメント近くに設置しているが、手取川ダムでは、天端から14m下に、左岸寄り、中央、右岸寄りの3ヶ所に設置している。両ダムとも、堤体の高さによる圧密沈下量の違いにより生ずるダム軸方向のひずみを測定することを目的としていると考えられる。

この種の計器は、実際に盛り立てられた材料の非線型的挙動の解明のためには、有力な手段と考えられる。計器そのものは従来からある岩盤変位計や相対水平変位計と同じ構造であり、設置方法を工夫すれば、さらに貴重なデータを得ることができる。例えば、ひずみ計を1ヶ所に3方向に設置することにより主歪、最大せん断歪を測定し、また、三面土圧計を近接して設置すれば、堤体材料の応力～ひずみ関係を知ることができる。今後、このような設置を試みることも良いのではないかと考える。

3.2.8 連続沈下計

この計器は、基本的に層別沈下計と同じもので、ただ、鉛直方向にたてられたケーシングに探索子を入れるものではなく、堤体内に埋めこまれていて、鉛直方向のロッドにそって動くクロスアームの沈下量を直接検出するものである。この計器は七北田ダムだけに設置されている。設置された理由は、七北田ダムは河床部付近がやや谷となったダム軸縦断面を示しており、ダム軸縦断面の二次元モデルによる築堤解析の結果、この谷の両岸の堤体の水平、鉛直方向の変位量大きいことが予想されたため、鉛直方向の変位を測定する目的で、谷の両岸に3本ずつ設置したものである。通常のダムでは層別沈下計を設置しているため、連続沈下計のような計器は必要でないと思われるが、七北田ダムのようにダム軸縦断面の形状が急変しているようなダムでは設置することも考えられる。しかし、連続沈下計は鉛直方向の変位しか測定できないため、かわりに土中ひずみ計を適切に配置した方が良いデータを得られると思

われる。

3.3 間隙水圧計

間隙水圧計は、フィルダムの挙動計測では最も基本的な計器であり、その設置目的は安全管理のための比重が大きい。調査した32ダム中、ゾーン型ロックフィルダムは30ダムで、その内、堤体内に間隙水圧計を設置しているダムは26ダムである。間隙水圧計は通常コアゾーン内に設置されるが、コアゾーン内だけでなくロックもしくはフィルターゾーン内にも設置しているダムは26ダム中21ダム(81%)にのぼる。堤体内だけでなく岩盤内にも間隙水圧計を設置したダムは、32ダム中19ダム(59%)である。この内、皆瀬ダムは表面遮水壁型ダムで堤体内には間隙水圧計を設置していないが岩盤内に20個の間隙水圧計を設置している。

ゾーン型ロックフィルダムで、コアゾーンおよびフィルター、ロックゾーン内にどの位の個数の計器が設置されているかについて、堤高別に平均値を求めると表-3.4のようになる。

表-3.4 堤高別間隙水圧計平均設置個数

堤 高 の 範 囲	50 m 以下	50 ~ 75 m	75 ~ 100 m	100 m より 高い
コアゾーン内 平均設置個数	12.8	21.4	18.4	25.2
ロック、フィルターゾーン内 平均設置個数	6.0	8.0	11.1	8.6

注) 間隙水圧計を設置していないダムは平均に加えていない。

また、堤体内の間隙水圧計の設置断面数の頻度を示すと図-3.27のようになる。この図より1断面にし

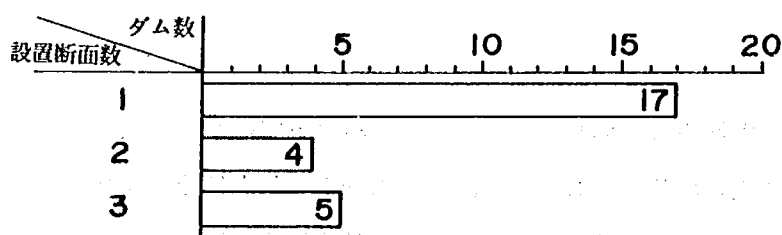


図-3.27 間隙水圧計設置断面数

次に、設置断面での堤体内の配置であるが、コアゾーン内は、中央コア型ロックフィルダムでは全てのダムがダム軸について上下流対称の配置となっている。コアゾーン内に設置された間隙水圧計の設置段数を調べると図-3.28のようになり、4段から6段の設置段数が最も多い。また同一標高に設置してある間隙水圧計の最大数は、図-3.29に示すように3個が最も多い。同一標高の間隙水圧計の最大設置数が

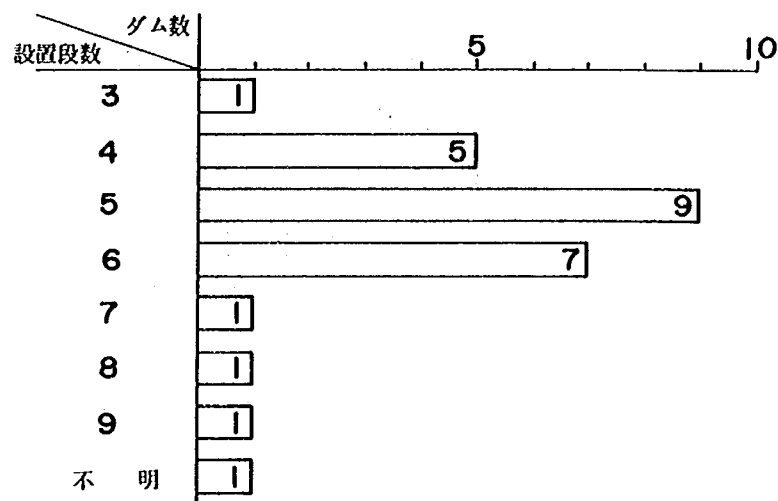


図-3.28 間隙水圧計設置段数

4個以上のダムは、着岩面付近が最も数が多く、上位標高になるに従って間隙水圧計の設置個数をへらしている例が多く、3個の場合は、上位標高まで3個で配置しているダムが多いようである。

中央コア型ロックフィルダムのコアゾーン内の間隙水圧計の配置を考える場合、築堤途中の過剰間隙水圧の測定にはダム軸について対称な設置でよいが、湛水時の等水圧線又は浸潤面を求める場合を考えると、下流ほど等水圧線が密となるため、下流側に多く設置する方がよいデータを得られるものと考えられ、

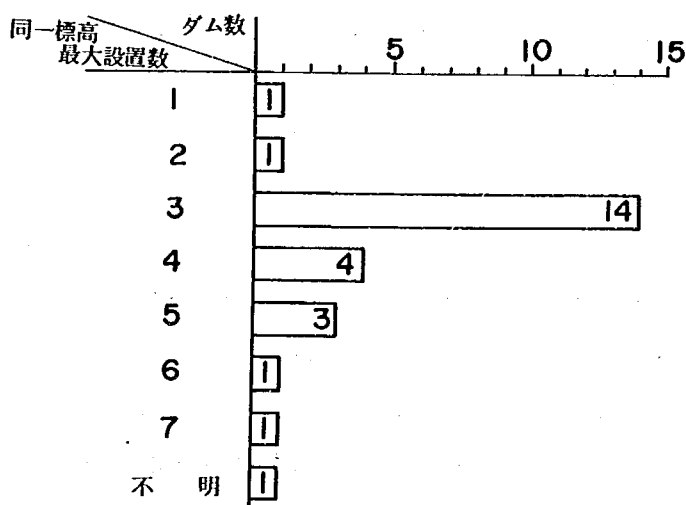


図-3.29 間隙水圧計の同一標高の最大設置数

今後、このような配置を工夫してもよいのではないかと考える。また、安全管理の面からは、間隙水圧計を上下流方向の1～3断面設置しているだけでは不足で、例えば、着岩面付近の止水性のモニタリングのために、ダム軸縦断方向の着岩面付近に何個か間隙水圧計を設置することも考えてよいのではないと思われる。漆沢ダムでは右岸の大規模な断層破碎帯のコアゾーン着岩面付近に間隙水圧計を上下流方向に3個設置しており、上記の考え方にある程度基く配置となっている。

ロック、フィルターゾーンに間隙水圧計を設置しているダムは21ダムあるが、上流側、下流側どの位置に設置してあるかを示したものが図-3.30である。上流側、下流側のフィルターゾーンに間隙水圧計を設置しているダムが多いが、これらのダムはほとんどがコアゾーンと一体となったパターンの間隙水圧計の配置である。一部のダムに、下流側の基礎岩盤近くだけに間隙水圧計を設置しているものもある。上流側ロックゾーンに間隙水圧計を設置しているダムは、数個の間隙水圧計を上下方向に一列に配置し

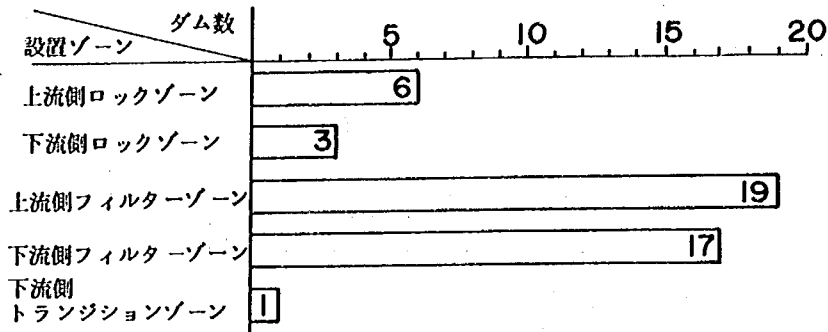


図- 3.30 ロック、フィルターゾーン内の間隙水圧計の位置

た型式のものが多い。下流側ロックゾーンに間隙水圧計を設置したダムは3ダムしかない。

フィルターゾーンに間隙水圧計を設置しているダムは、フィルターゾーンがコアゾーンに比較的似た間隙水圧の分布をしているものと考えていると思われるが、通常のゾーン型ロックフィルダムの設計では、コアゾーンの透水係数の設計値の目安が $1 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ 以下なのに対し、フィルターゾーンは、 $1 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ 以上としている。 $1 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ 程度の透水係数では排水性はきわめてよく、既往のダムの間隙水圧計の実測データでは下流側のフィルターゾーンでは、浸潤線はコアゾーン下流面にそっていると考えられ、良好なフィルター材料を用いる限り、下流側フィルターゾーンに間隙水圧計を設置する意義は小さいと思われる。上流側フィルターゾーンについては、水位を急激に下げた時の残留間隙水圧の計測等が目的と考えられるが、 $1 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ 程度の透水係数であれば残留間隙水圧はほとんど残らないので、上流側についても設置の意義は小さい。

ロックゾーンについては、通常の設計ではフィルターゾーンよりさらに透水係数が大きく $1 \times 10^{-1} \text{cm/s}$ のオーダーとされるため、良好な材料を用いる限り上流側、下流側のロックゾーン内に間隙水圧計を設置する意義は小さいと言える。ダムによっては、下流側のフィルターゾーン、又はロックゾーンの基礎近くに間隙水圧計を設置し、堤体の下流水深を計測しているものがあり、間接的に堤体の安全管理に役立っている。

一方、堤体内の土圧を計測する時、全応力だけでなく有効応力を求める必要から土圧計と同じ位置に間隙水圧計を設置する場合があります。この場合、下流側フィルターゾーン、ロックゾーンの下位の標高や、上流側フィルターゾーン、ロックゾーンに間隙水圧計を設置する必要がでてくる。

岩盤内に間隙水圧計を設置している19ダムの1ダム当たり平均の岩盤内間隙水圧計の設置個数は12個である。岩盤内間隙水圧計の最も多い設置の仕方はカーテングラウチングのゾーンをはさんで上流側と下流側に設置して、カーテングラウチングの止水効果等を調べるものである。また、亀裂の少ないいわゆる軟岩を基礎とするフィルダムでは岩盤内の浸透流はダルシーの法則に従うものと考えられ、岩盤内に間隙水圧計をある程度の数入れることにより堤体コアゾーンと同じく等水圧線を描くことができる。このため、軟岩を基礎とするフィルダムで岩盤内に間隙水圧計を入れている事例は多い。しかし、安全管理の目的から言えば、ダム軸縦断方向にカーテンゾーンの上下流側に多数の間隙水圧計を設置すると

とが必要である。

特別な岩盤内間隙水圧計の設置の考え方として、皆瀬ダムでは岩盤内深部にある泥岩層までをカーテングラウチングによる止水範囲として、ダム軸縦断方向にこの泥岩層の上下に間隙水圧計を20個設置して、泥岩層の止水性を確認しようとした。また、御所ダムではロック敷の基礎として上下流方向に分布する泥流堆積物が難透水性で天然のブランケットとして作用していると考えられたため、上下流方向に、泥流堆積物と基盤岩の境界部に多数の間隙水圧計を設置している。

3.4 土圧計

土圧計を設置しているダムは17ダムで、1ダムあたり平均の設置ヶ所数は9.8ヶ所である。土圧計をどのゾーンに設置しているかについて調べると、図-3.31のようになる。

コアゾーンのみを設置しているダムが最も多いのは当然であろう。コアゾーン内の土圧計の設置段数を調べたものが図-3.32である。

一般に堤体中央断面の最下部と、それに加えて、堤体中位標高に設置するような配置のダムが多いようである。同一標高には1ヶ所から3ヶ所程度土圧計を設置している例が多い。但し、手取川ダムや御所ダムではダム軸縦断方向にコア着岩面付近に数個の土圧計を設置して、ダム軸縦断面内の堤体内の応力を測定できるようにしている。

ロックゾーン内の土圧計の設置段数を調べると図-3.33のようになる。ロックゾーンには、ゾーン内の中央部下位標高に設置しているダムが多い。さらに、同一標高にはだいたい1ヶ所ないし2ヶ所の設置数である。

フィルターゾーンの設置位置は、基礎岩盤近くに1ヶ所ずつ設置しているダムが多い。

土圧計の配置の基本的な考え方としては、安全管理の面からは、例えばフィルターゾーンの剛性が高くコアゾーンを支えるような現象が生じ、コアゾーンの一部に応力の小さい部分が生じていないかどうかを調べるといった目的がある。このためには、ダム軸縦断方向にいくつかの土圧計を設置する必要があるだろう。研究の目的からは、上下流断面のコア、ロック、フィルターの異なった標高やコアゾーンの左右岸アバットメントにできるだけ多く設置することが望ましい。また、堤体のすべりに対する安全性の面からは、堤体法面近くの応力状態を知ることが重要であるが、調査したダムの中でロックゾーン表層部に土圧計を設置しているダムはなかった。

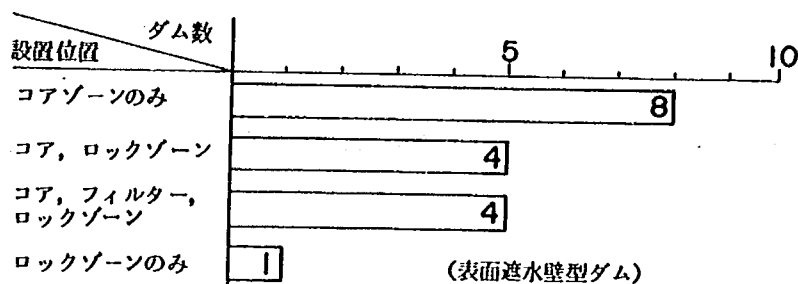


図-3.31 土圧計設置位置

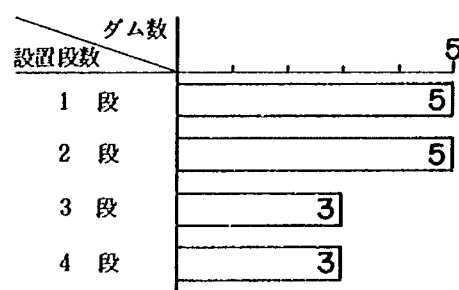


図-3.32 コアゾーン内土圧計設置段数

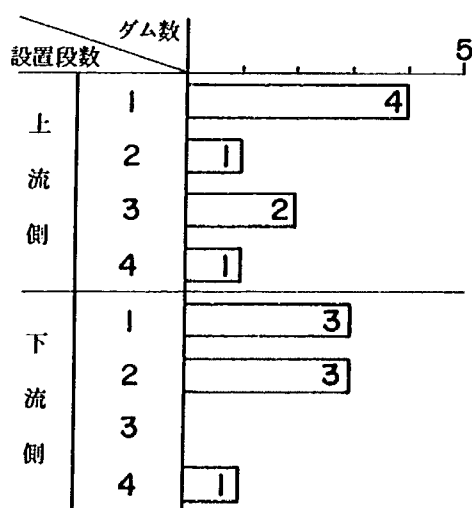


図-3.33 ロックゾーン内土圧計設置段数
(表面遮水壁型ダムを除く)

土圧計の設置方法としては基本的には1成分と3成分の設置方法があるが、より有用なデータを得るために、主応力の大きさ、方向を知ることのできる3成分の設置の方が望ましいであろう。場合によっては、上下流方向およびダム軸縦断方向の主応力がともにわかる5成分の配置も考えられる。また、岩盤内に岩盤変位計を設置したり、底設監査廊内に鉄筋計を設置している場合は、その部分に作用する提体荷重を知るため、岩盤変位計の上端や監査廊のブロックの上面に土圧計を設置する方が良い。さらに、コアゾーンや上流側ロックゾーン、フィルターゾーン、そして下流側ロックゾーン、フィルターゾーンの下位標高に設置する土圧計については、有効土圧を求めるため、土圧計の近傍に間隙水圧計を設置する必要がある。

3.5 堤体温度計

堤体温度計を設置しているダムは、大雪、手取川、御所の3ダムだけである。大雪ダムは堤体の上部、常時満水位と制限水位の間の標高に水平に、ロックゾーンの表面から内部に7個の温度計を上流側、下流側それぞれ1標高ずつ設置している。類似の設置をしているのは御所ダムで、上流側ロックゾーンに3標高、（常時満水位より上、常時満水位と制限水位の間、制限水位以下）、下流側ロックゾーンに1標高、それぞれ水平に6個から9個の温度計を設置している。これらは、外気温の変化や貯水池水位の変化による堤体内の温度の変化がどの範囲まで及んでいるかを知り、ロック材料の耐久性等を調べるための資料とするものである。堤体温度計の設置深さは、法面表面から水平に8～10mまでの深さである。

これに対し、手取川ダムでは、監査廊最下部基礎岩盤内、左岸断層部、堤体標準断面内における上流側ロックゾーン表面に3標高（常時満水位と最低水位の間）上流側ロックゾーン内、コアゾーン内中位標高、下流側ロックゾーン内3標高にそれぞれ1個ずつ設置している。

3.6 監査廊関係

3.6.1 応力計、歪計、温度計

これらの計器は、設計方法がまだ確立していない監査廊の応力、歪を明らかにして、その設計をより高度化するためのデータとするものである。

監査廊に設置する応力計には鉄筋応力計とコンクリート応力計の2種類があり、設置数の多いのは鉄筋応力計である。鉄筋応力計を設置しているダムは6ダムあり、設置数も様々である。漁川、白川、御所の3ダムは主として河床部の監査廊ブロック内に設置している。これに対し、手取川ダムでは、河床部、右岸低位標高、左岸上位標高の監査廊内に設置しており、寺内ダムも河床部と右岸中位標高の監査廊内に設置している。日中ダムでは、河床部、左岸アバットメント、右岸アバットメント、下流側連絡路の数多くのブロック内に鉄筋応力計を設置している。

手取川ダムでは、鉄筋応力計と同じ設置位置に、コンクリート応力計、コンクリート歪計を設置している。

なお、日中ダムでは、監査廊内に温度計も設置している。

図-3.34に、監査廊断面内の各計器の設置図を示す。鉄筋応力計等の設置は、主として提体からの荷重が最も大きい河床部のブロックや断層等の岩盤の変形の著しいところのブロックに、監査廊の設計に際し有限要素法による応力解析を行った結果引張応力の生じる箇所に設置するのが原則と考える。

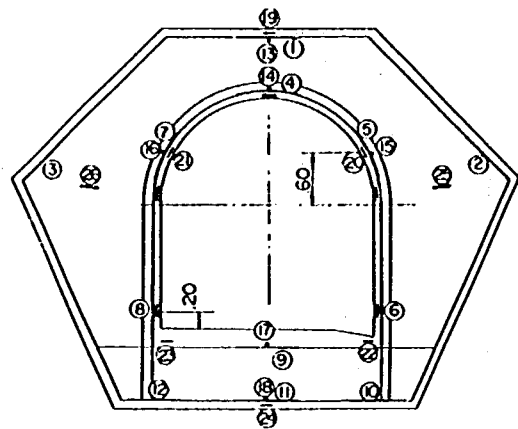
3.6.2 継目計

監査廊の継目計は、変形性の大きい基礎岩盤上に監査廊を設ける際に、提体の盛立や湛水により基礎岩盤が大きく変形し、監査廊の継目が開くような場合に設置されるもので、7ダムに設置されている。宇曽川ダムや有間ダムは、基礎岩盤に存在する大規模な断層破碎帯付近の監査廊の継目に設置しており、これに対し、漁川ダム、奈良井ダムでは、監査廊の全継目に継目計を設置している。この2つのダムは、基礎全体が軟岩であったり、著しい破碎、褶曲をうけている岩盤を基礎とするダムである。七北田ダムは、右岸アバットメントに存在する著しく固結度の低い地層上の監査廊の継目のみに継目計を設けている。

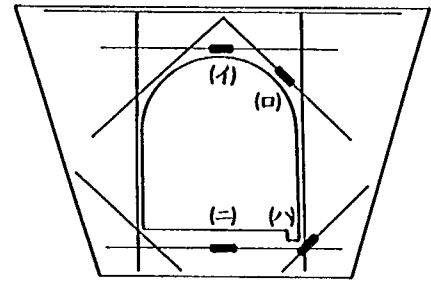
継目計の設置方法としては、図-3.35に示すように、監査廊内のコンクリートに埋設するものと、監査廊内空断面内に設置するものの2通りがある。これらは、監査廊継目の軸方向の開きを測定するのが主であるが、奈良井ダムのように、監査廊ブロック間のねじれも測定できるようにしているものもある。

継目計の設置は、提体盛立時に基礎が沈下して監査廊の継目が大きく開く可能性のある継目に設置するのが原則で、そのような継目には、継目が開いて水みちとならないよう、二重に止水板を入れてジョイントグラウチングの配管をしておくことが望ましいと言える。

また、継目内の継目計の設置位置については、内空断面内に設置した場合、グラウチング施工中に機器の移動などで継目計を破損する場合があるので内空断面内に凹部を設けて設置するか、コンクリート内に埋設するのがよいと言える。但し、コンクリート内に埋設する場合は継目のずれを測定することは困難である。



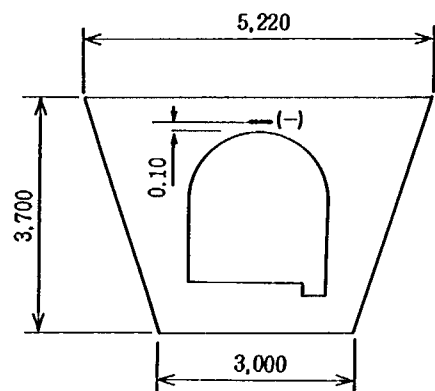
上流



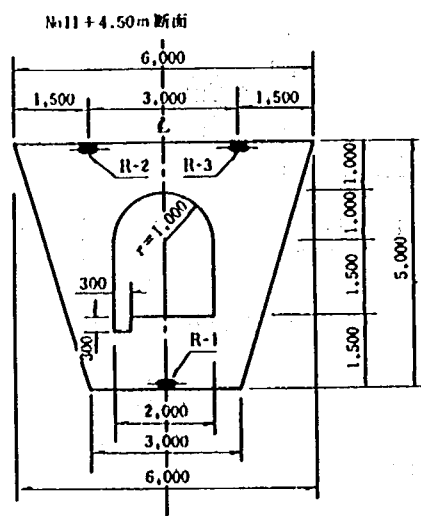
b) 寺内ダム

① BT-29B (鉄筋計)	⑩ BF-19B (鉄筋計)
② . . .	⑪ BF-22B . . .
③ . . .	⑫ BF-19B . . .
④ . . .	⑬ BS-8A (ひずみ計)
⑤ . . .	⑭ . . .
⑥ . . .	⑮ . . .
⑦ . . .	⑯ . . .
⑧ . . .	⑰ . . .
⑨ . . .	⑱ . . .
⑩ . . .	⑲ BR-100KB (応力計)
⑪ . . .	⑳ . . .
⑫ . . .	
⑬ BF-22B . . .	
⑭ BF-19B . . .	
⑮ . . .	

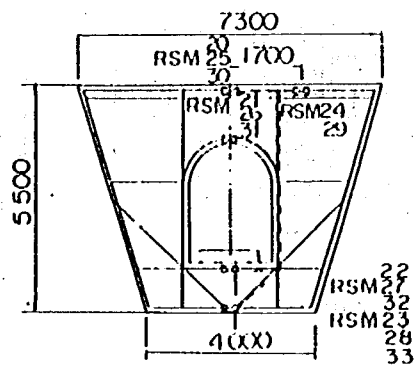
a) 手取川ダム (E.L. 430)



c) 漁川ダム

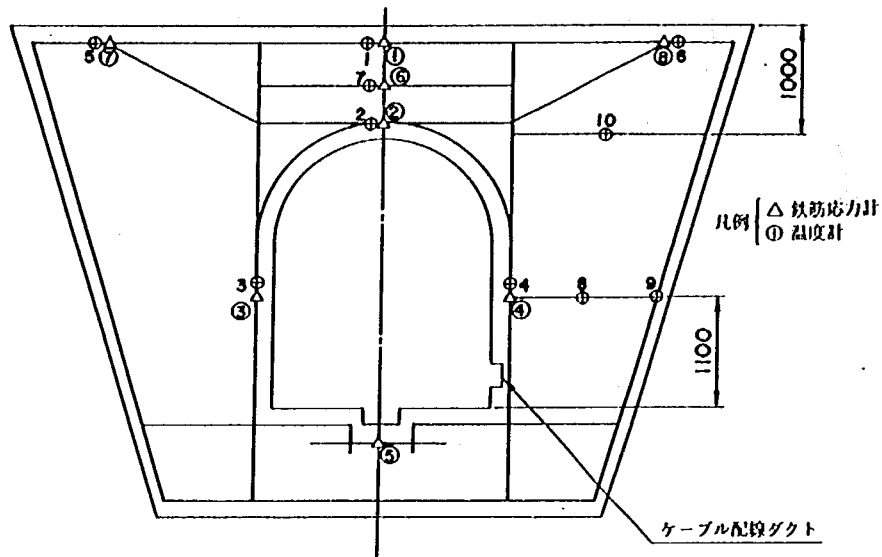


d) 白川ダム



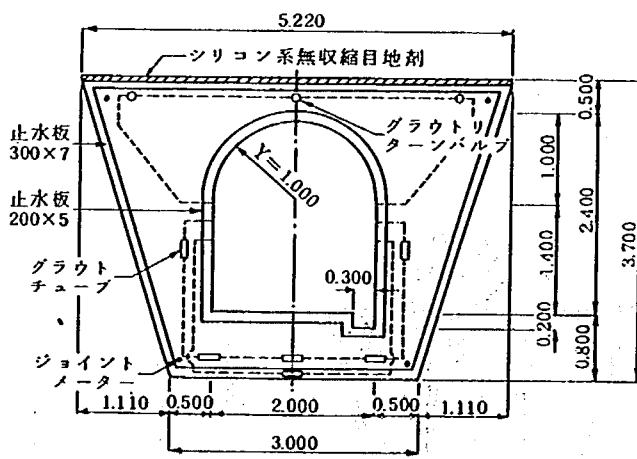
e) 御所ダム

図-3.34 鉄筋応力計等の配置図

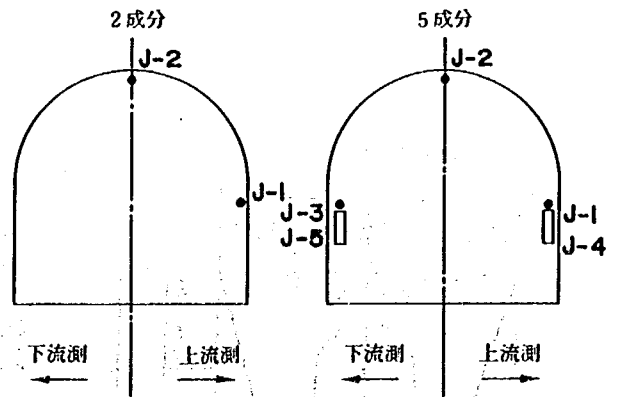


f) 日中ダム

図-3.34 鉄筋応力計等の配置図



a) 漁川ダム



b) 奈良井ダム

図-3.35 監査廊継目計の設置例

3.6.3 その他の監査廊関係の埋設計器

奈良井ダムでは、河床部の監査廊ブロック側壁に傾斜計を設置し、堤体の盛立に伴う基礎岩盤の変形によるブロックの傾斜を計測している。

3.7 加速度計、強震計

加速度計もしくは強震計を設置しているダムは、32ダム中24ダムである。加速度計、強震計の設置目的は、地震時の堤体の応答特性を調べるという研究目的が主で、他に、地震によってどの程度の加速度が生じたかを知り、地震直後に堤体の巡視や漏水量の測定をしなくてはならないかどうかの判断の目安にする目的がある。

加速度計、強震計の設置数の頻度を調べたものを図-3.36に示す。価格の安い加速度計は、1つのダムで3個以上設置しているダムが、強震計の設置数は2個が圧倒的に多い。また、加速度計、強震計を両方とも設置しているダムは、8ダムである。

調査した32ダムの全加速度計について、その設置位置を調べると、図-3.37のようになる。ダム天端および河床部基礎岩盤内の他に、堤体中央断面内、下流法面上、アバットメントの天端標高位置（例えば左右岸のグラウチングトンネル内等）に設置しているダムが多い。

ダムの管理所ないしその近辺に加速度計を設置しているダムでは、地

震の加速度の大きさを知り、地震直後の堤体の巡視や漏水量の観測の必要性の有無の判断の目安としている。

強震計の設置位置は、河床部基礎岩盤および天端に設置されている例が圧倒的に多く、その他に、アバットメントのグラウチングトンネル内に設置しているダムが2ダム、下流法面に設置しているダムが、1ダムである。

加速度計、強震計の設置の基本的な考え方は、まず堤体の最大断面内の基礎岩盤と天端に設置することが基本である。基礎岩盤内に底設監査廊が設けられている場合はその内部に設置してもかまわないとされている。この他に設置すべき場所としては、堤体の自重が作用していない地点の岩盤内で、例えば左右岸のダム天端標高のグラウチングトンネル内に設置することが考えられる。さらに堤体の上流法面、下流法面上に設置してもよい。その他、ダムの管理所内に加速度計と最大加速度表示装置を設置し、地

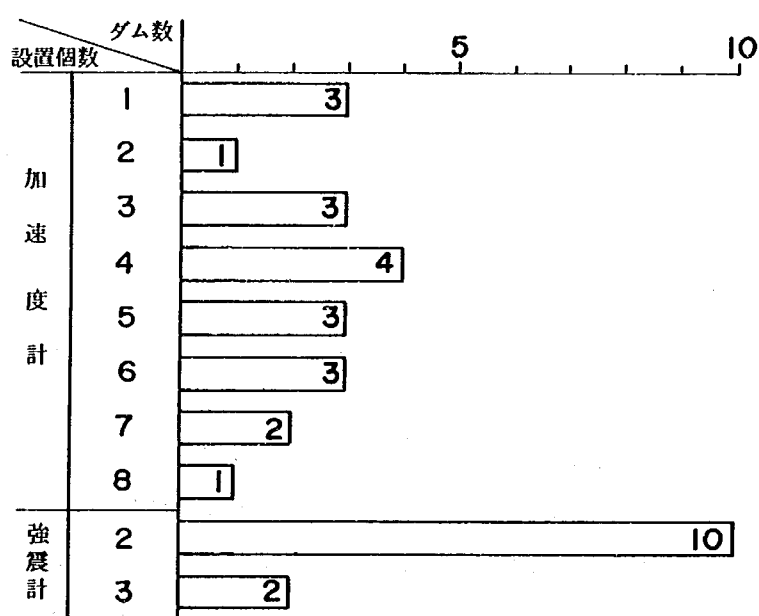
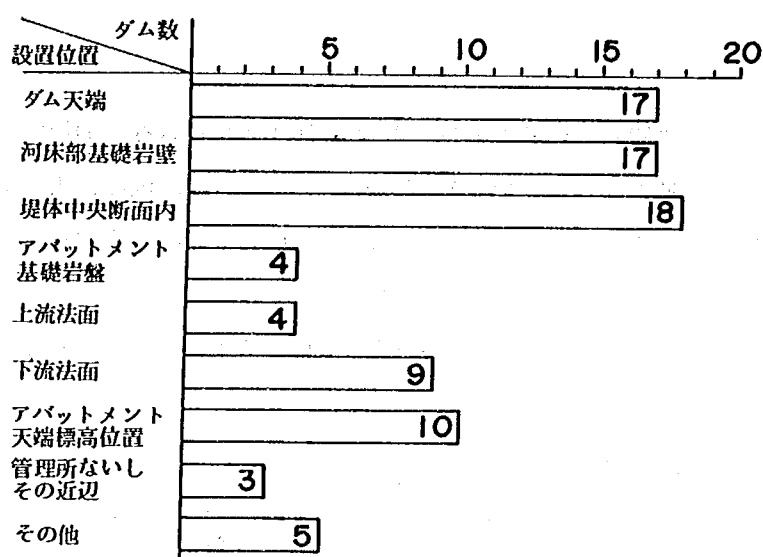


図-3.36 加速度計・強震計設置数

震時の最大加速度を知るようにしておくことが、堤体の巡視の必要性の目安となる等の意味で望ましいと言える。



図－3.37 堤体内加速度計設置位置

3.8 地下水位観測孔

地下水位観測井は、特に試験湛水時の安全管理のために、最近完成したダムによく設けられるようになった。1ダムあたりの観測井の数は1個から最大16個まであり、各ダムによって様々である。本来、地下水位観測孔は、ダムの地形、地質、貯水池湛水前の地下水位によって、その地点の地下水位を知ることがダムの安全管理上役に立つと思われる場所に設置するものであり、全てのダムに一律に同じ地点に設置するというわけにはいかない。大体の考え方として、堤体の左右岸に、ダム軸上流、ダム軸、ダム軸下流といった位置に設置し、貯水池の湛水に伴う地山の地下水位の変化や、リム部のカーテングラウチングゾーンの上下流での地下水位の差を調べてカーテングラウチングの効果を調べる例が多いようである。

3.9 計測装置の配置の考え方

各計測項目ごとに述べてきた計測装置の配置の標準的な考え方をここでまとめるとともに、一般的な埋設計器の配置計画を提案することとする。ここで述べているのは、その計器を設置する場合の必要最少限の配置の考え方であり、これより多くの計器を設置することを阻むものではない。

3.9.1 漏水関係

(1) 漏水量測定堰

コアゾーンの下流側で止水壁等により4系統以上にわけて堤体及び基礎岩盤からの漏水を集水し、

下流堤趾部に設けられた漏水量測定堰で測定する。コアゾーン下流の集水部では下流ロックゾーン内に流れこむ地山からの沢水や雨水が流れこまないよう配慮する。

(2) 浸透流観測孔

浸透流観測孔の設置間隔は10m以下とする。

3.9.2 変形関係

(1) 外部変形

天端の標的の設置数、設置間隔は、提高が100mを越える大規模なフィルダムを除いて、30mもしくは40m間隔で、堤頂長に応じて6個又は8個程度配置する。

上流法面には、上位標高に1～2段、下流法面には、2段の設置とし、上下流方向には天端、上流法面、下流法面の標的の位置が同一測線上になるようにする。

(2) 層別沈下計

上下流方向の最大断面のコアゾーン、上流側ロックゾーン、下流側ロックゾーンそれぞれに1本ずつ設置する。また、解析時の必要に応じて、ダム軸縦断面の左岸側、右岸側にそれぞれ1本ずつ追加して設置する。

(3) 岩盤変位計

基礎岩盤の一部又は大部分の変形性が著しく大きく、堤体の盛立や湛水により大きな変形が予想される場合に設置する。設置の例については図-3.20～22を参考にすること。

(4) 相対水平変位計・相対水平鉛直変位計

相対水平変位計は上流側に1本、天端から提高の20～30%の位置に、相対水平鉛直変位計は下流側に2本、天端から提高の20～30%および55～65%の位置に設置する。

(5) 岩着部せん断変位計、境界面せん断変位計、土中歪計

大規模なロックフィルダム（提高100m以上）に設置する。土中ひずみ計については、可能であれば1ヶ所に3方向のひずみがわかるように設置し、また、土圧計も近傍に設置しておく。

3.9.3 間隙水圧計

堤体内のコアゾーンに設置する個数は、大体次の表の値を目安とする。

コアゾーン内の設置は、5～6段で1段3個程度を基本とし、下流側の設置個数を多くする。

ロックゾーン、フィルターゾーンには、細粒分が多く排水性の悪い懸念のある材料を用いる場合に設置することとする。コアゾーン内、下流側ロックゾーン、フィルターゾーンの下位標高、上流側ロックゾーン、フィルターゾーンに土圧計を設置する場合は、その近傍に設置する。

表-3.5

提 高	間隙水圧計の数
50m以下	13 個 前 後
50 ～100 m	20 個 前 後
100 m 以上	25 個 前 後

岩盤内に設置する場合は、カーテンゾーンの上流側と下流側に設置することを基本とする。特に亀裂が少なく透水性の高い軟岩基礎の場合は設置した方がよい。

3.9.4 土圧計

平均的な設置ヶ所数は10ヶ所程度で、上下流方向の最大断面のコア、フィルター、ロックゾーンに設置するものとする。ロックゾーンでは法面近くにも設置することが望ましい。また、大規模なダムでは、コアゾーン内の左右岸アバットメントにも設置するのが良いと考える。

岩盤変位計、埋設計器を設置した監査廊ブロック上等には設置した方がよく、コアゾーン、下流側ロックゾーン、フィルターゾーンの下位標高、上流側ロックゾーン、フィルターゾーン内に設置した土圧計の近傍には間隙水圧計を設置する。

原則的には、三成分配置とする。

3.9.5 提体内温度計

提体の外部から内部までの温度変化の分布がわかるように設置する。

3.9.6 監査廊関係

(1) 応力計、歪計、温度計

河床部のブロックや断層等の岩盤の変形の著しいところのブロックに、監査廊の設計において応力解析を行った結果引張応力の生じる場所に設置する。

(2) 継目計

基礎岩盤の変形性が大きく、提体の盛立や湛水により基礎岩盤が沈下変形し監査廊のジョイントが開く可能性のある場合に設置する。

3.9.7 加速度計、強震計

上下流方向の最大断面の基礎岩盤と天端に設置し、その他、左右岸のリム部に設置しても良い。

3.9.8 地下水位観測孔

提体の左右岸に、止水線をはさんだ上下流側に設置する。

3.9.9 埋設計器の配置計画

ここでは、中規模なダムとして提高75mのダムと、大規模なダムとして提高120mのダムの標準的な埋設計器の設置案を示す。ダムの基礎岩盤は、変形性の大きいものとし、大規模な断層・破碎帯はないとした。また、地形的にはダム軸縦断形は左右対称に近く、勾配は最大1:0.8程度とした。

設置断面は、大規模なダム、中規模なダムとも標準断面内とダム軸縦断面内のみとした。

埋設する計器の種類は表-3.6のとおりとし、漏水量関係、外部変形、監査廊関係は省略した。中規模なダムの計測項目は、基本的に表

表-3.6 埋設する計器の種類

-2.2に従うものとし、間隙水圧、内部変形、土圧、地震の4項目とした。土圧を選んだのは調査した32ダムの内17ダムが土圧計を設置しており、土圧計が一般的な埋設計器と考えられるためである。また、岩盤変位計を入れたのは、基礎の変形性が大きいことによる。

大規模なダムは、中規模なダムに加えて、提体内のすべりやせん断変位を測定するものを加えた。

埋設する計器の種類	中規模なダム	大規模なダム
間 隙 水 圧 計	○	○
層 別 沈 下 計	○	○
相 対 水 平 変 位 計	○	○
相 対 水 平 鉛 直 変 位 計	○	○
岩 着 部 せ ん 断 変 位 計		○
ゾ ー ン 境 界 せ ん 断 変 位 計		○
岩 盤 変 位 計	○	○
土 圧 計	○	○
強 震 計	○	○
加 速 度 計	○	○

これらの埋設計器は一応この程度の規模のダムとしては標準的なものと考えており、これよりさらに多くの計器を設置することを阻むものではない。中規模なダムの埋設計器の配置図を図-3.38に、大規模なダムの埋設計器の配置図を図-3.39に示す。

標準的な埋設計器の設置の考え方は以下のとおりである。

1) 間隙水圧計

標準断面内のコアゾーンは、原則として中規模なダム（以下Mダムという）は5段、大規模なダム（以下Lダムという）は6段の配置とし、同一標高に3個ずつ設置するのを基本とした。ただし、コアゾーン下流側では設置数を多くしている。Lダムではコア着岩面付近は幅が広いので、5個の配置とした。コアゾーン内にこの程度の数の間隙水圧計を設置すれば、計器の多少の故障があっても計測結果の整理の段階で等水圧線等を書くのに十分であると考ええる。また、Lダムでは、左右岸のアバットメントの土圧計の設置位置にも埋設した。

ロックゾーン、フィルターゾーン内は原則として土圧計の設置位置に埋設した。

岩盤内は、カーテングラウチングをはさんで上流側、下流側に埋設した。

2) 層別沈下計

層別沈下計は、標準断面内のコア、上流側ロック、下流側ロックゾーンに各1本ずつと、ダム軸縦断面内の左岸側と右岸側に設置した。

3) 相対水平変位計

上流側ロックゾーンに、水平方向に天端から提高の大体20%の位置に設置した。

4) 相対水平鉛直変位計

下流側ロックゾーンに、水平方向に天端から提高の大体20%と60%の位置に設置した。

5) 岩着部せん断変位計

Lダム の左右岸のアバットメントに3個ずつ、提高の29, 54, 80%の位置に設置した。

6) 境界面せん断変位計

Lダム の標準断面内、上下流側のフィルターゾーンをはさんで3個ずつ、提高の29, 54, 80%の位置に設置した。

7) 岩盤変位計

堤体の標準断面内に、ダム軸のやや上流側、上下流ロックゾーンの層別沈下計の基礎の位置に設置した。コアゾーン基礎部の岩盤変位計を、ダム軸のやや上流側にしたのは、監査廊からのカーテングラウチングのゾーンをさけたためである。

Lダムでは、コアゾーン基礎部の岩盤変位計は、同じ地点に長さを変えたものを3本設置し、基礎岩盤の鉛直方向の変位の分布を調べられるようにした。この場合、3本の変位計は、設置するボーリング孔施工時にお互いに干渉しないよう、ある程度離して設置する必要がある。

8) 土圧計

コアゾーン内は、標準断面内の着岩面に近い部分の中央と、上下流側、中位標高中央に設置した。また、左右岸のアバットメントの境界面すべり変位計の埋設位置近傍にも設置することとした。

フィルターゾーン内は、着岩面近くに設置し、堤体内のコアゾーンとの剛性の差による応力の違いを調べるようにした。

ロックゾーンは、上下流側とも層別沈下計の近傍に設置することとし、ロックゾーン基礎近くに設置したものは岩盤変位計を設置した位置での堤体の及ぼす荷重を知ることができるようにした。また、堤体法面近くの堤体内応力も知ることができるようにした。

左右岸のアバットメントに設置した土圧計は、ダム軸断面内の主応力を知ることができるような三面土圧計の配置とし、その他は、標準断面内の主応力がわかるような三面土圧計の配置となっている。このため、堤体標準断面内のコアゾーン中央の土圧計のみ、5面土圧計となっている。

9) 強震計

堤体標準断面内の天端および基礎岩盤監査廊内に設置した。

10) 加速度計

管理事務所内に設置し、地震が起きた場合の地震の大きさの程度を知るためのものとする。

標準的な配置計画による埋設計器の設置数は表-3.7のとおりである。

表-3.7 標準的な配置計画による埋設計器の設置数

埋設する計器の種類		中規模なダム	大規模なダム
間隙水圧計	コアゾーン内	18	30
	フィルターゾーン内	2	2
	ロックゾーン内	4	4
	岩盤内	8	10
	総計	32	46
層別沈下計	コアゾーン内	3	3
	ロックゾーン内	2	2
	総計	5	5
相対水平変位計		1	1
相対水平鉛直変位計		2	2
岩着部せん断変位計		—	6
境界面せん断変位計		—	6
岩盤変位計		3	5
土圧計	コアゾーン内	三面土圧計 3ヶ所 9個	三面圧計 9ヶ所 27個
		五面土圧計 1ヶ所 5個	五面圧計 1ヶ所 5個
	フィルターゾーン内	三面土圧計 2ヶ所 6個	三面圧計 2ヶ所 6個
	ロックゾーン内	三面土圧計 5ヶ所 15個	三面圧計 6ヶ所 18個
	総計	三面土圧計 10ヶ所 30個 五面土圧計 1ヶ所 5個	三面圧計 17ヶ所 51個 五面圧計 1ヶ所 5個
強震計		2	2
加速度計		1	1

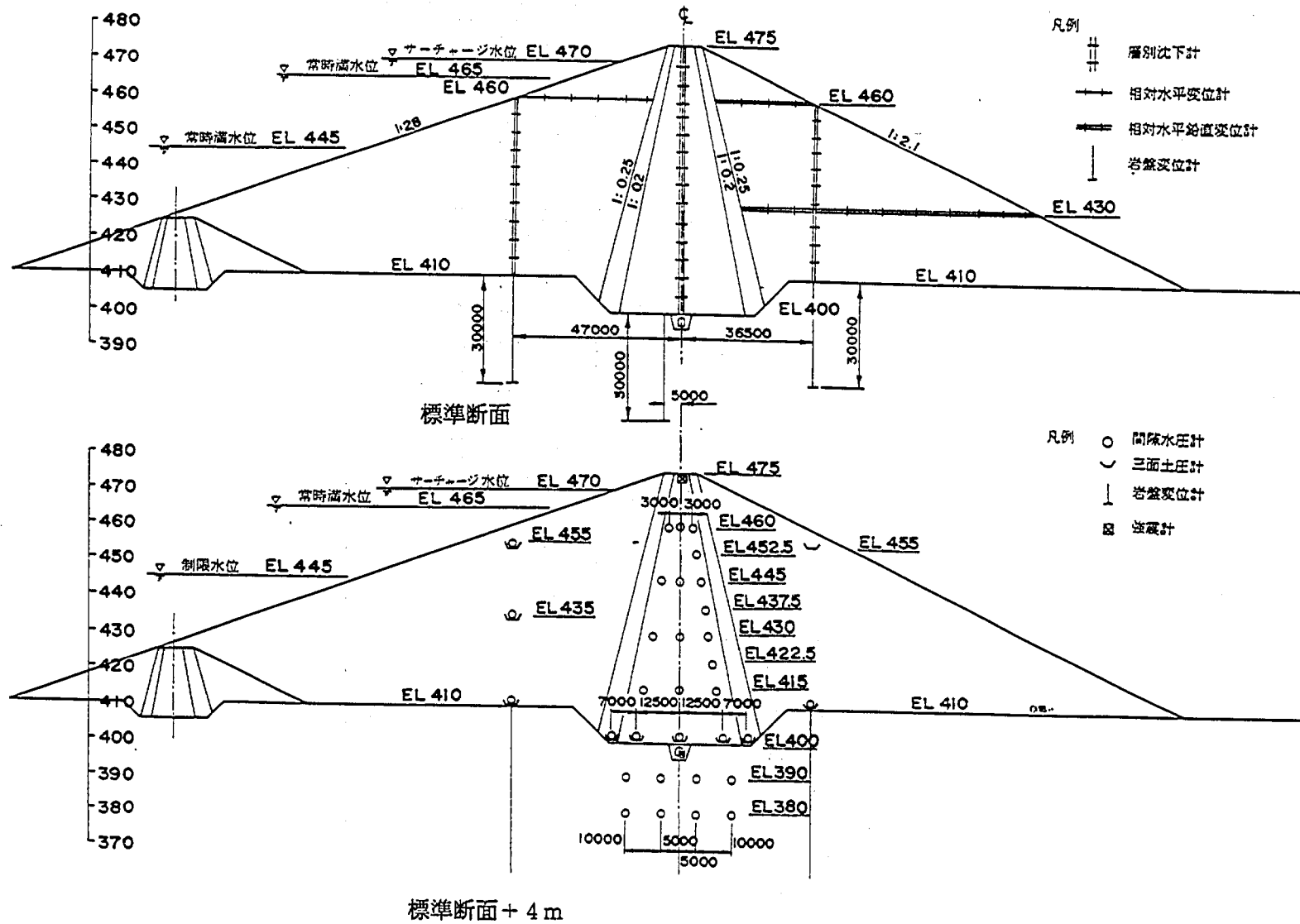


図-3.38 中規模な中央遮水壁型ロックフィルダムの標準的な埋設計器配置案

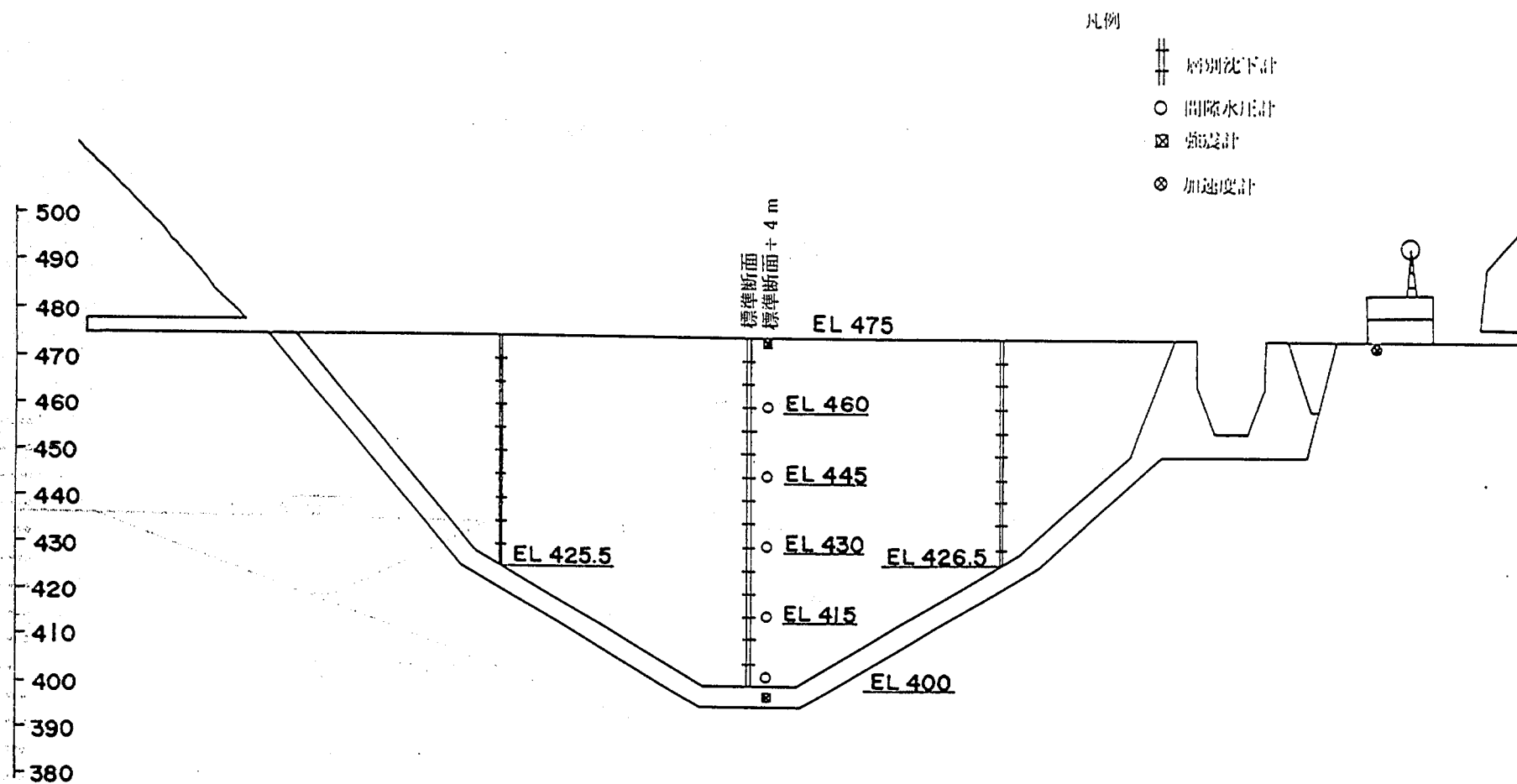


図 - 3.39 ダム軸縦断面図

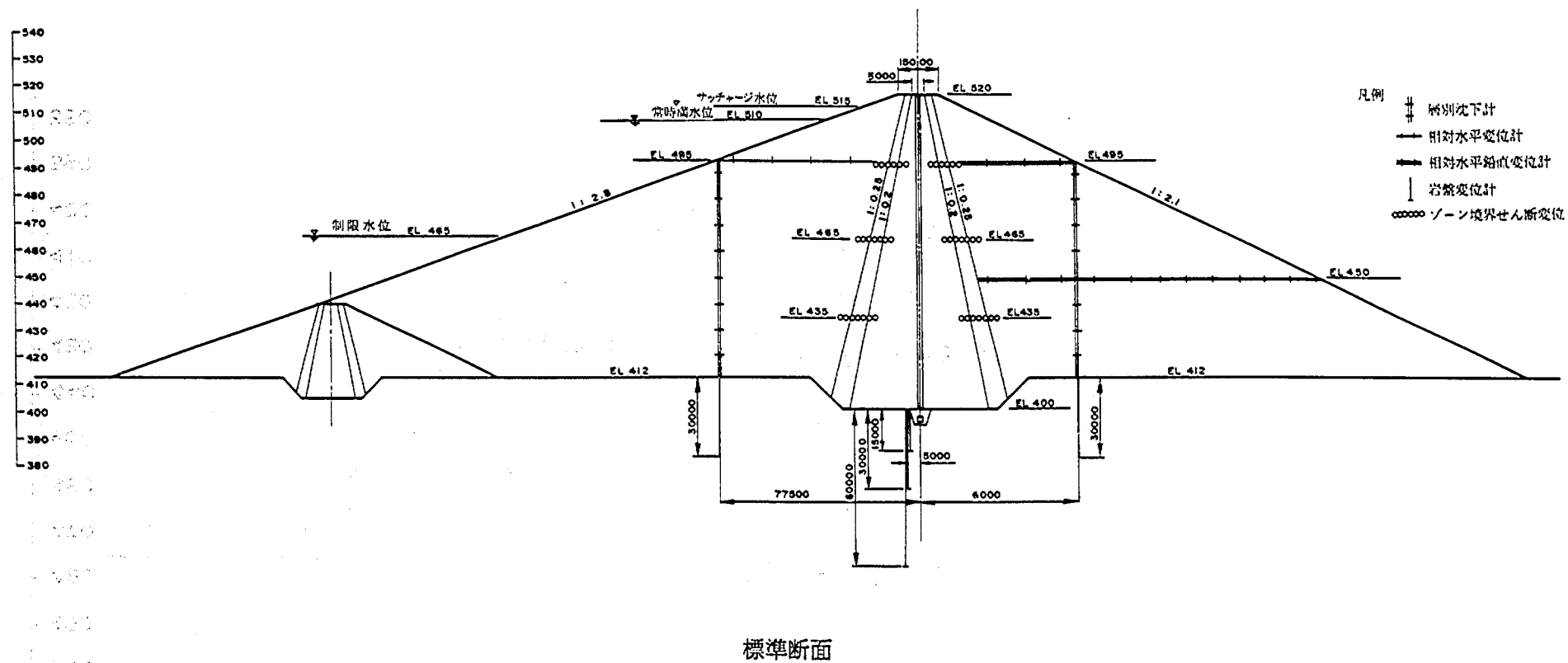


図-3.40 大規模な中央遮水壁型ロックフィルダムの標準的な埋設計器配置図

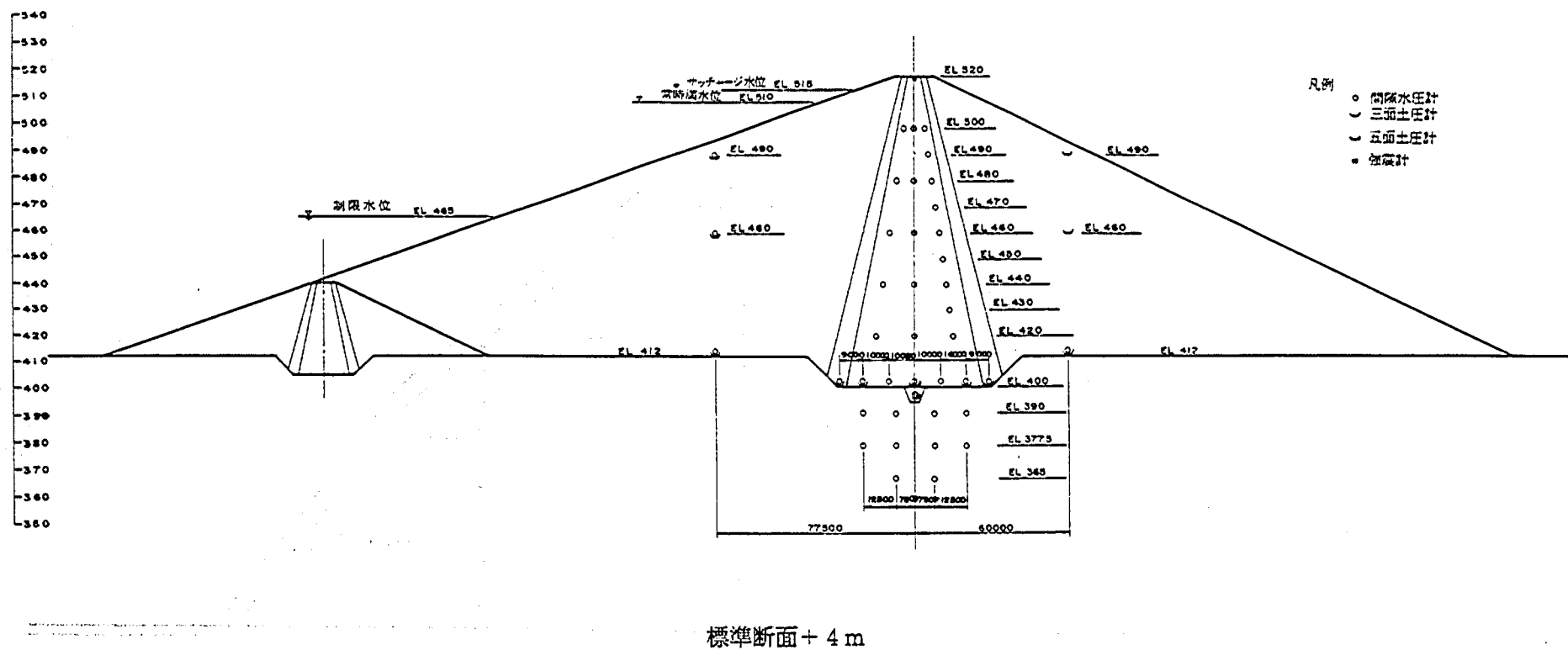


図-3.41 大規模な中央遮水壁型ロックフィルダム標準的な埋設計器配置図

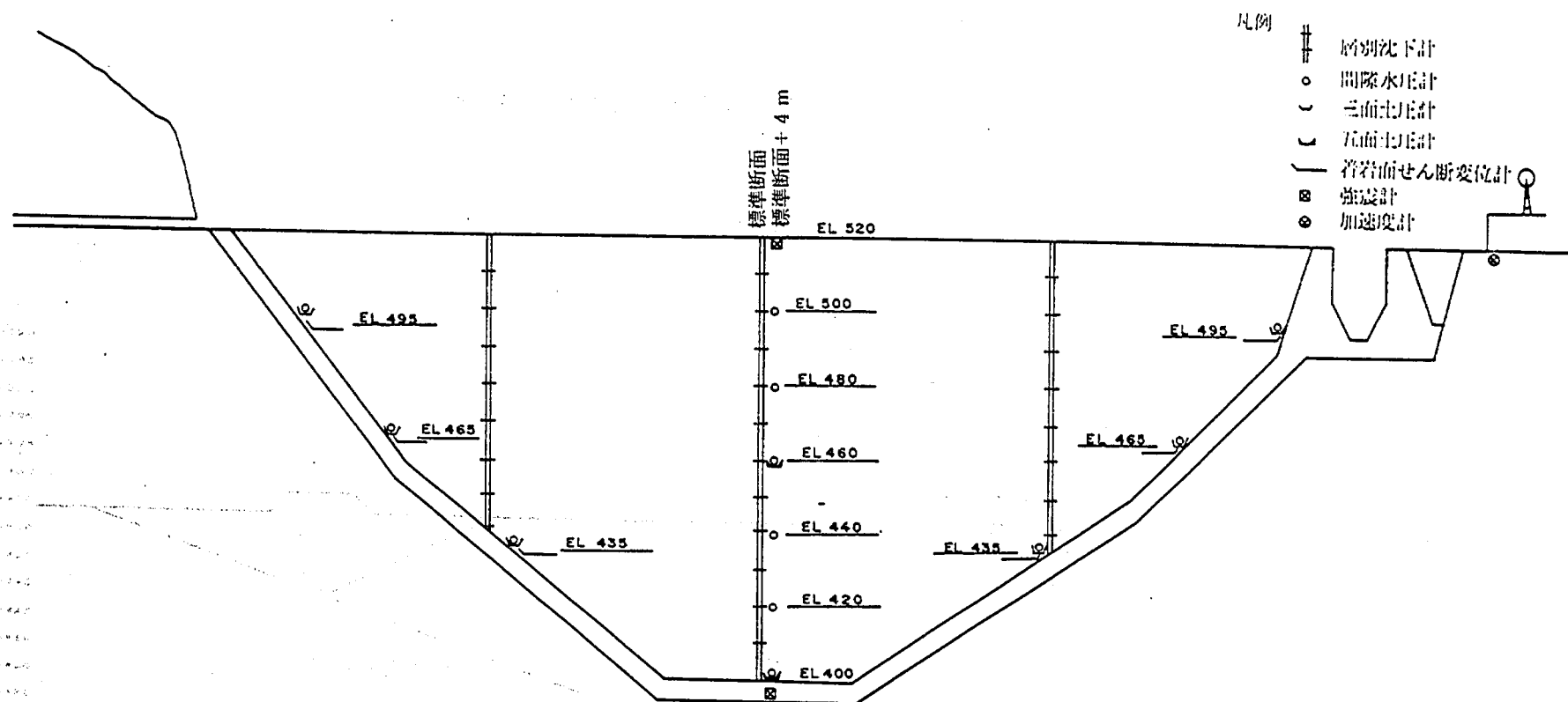


図-3.42 ダム軸縦断面図

4. 計測頻度

堤体の挙動計測の頻度については、安全管理の観点からは土木研究所資料第1834号「ダムの安全管理」昭和57年5月、に各計測項目について標準的な計測頻度が記されている。「ダムの安全管理」では、ダム堤体および基礎岩盤の安全性を判断する場合、ダムの完成後の年数に応じて次の3つの時期にわけて計測頻度を示している。

- (1) 湛水開始から満水以後所要期間を経過するまで（第1期）
- (2) 第1期経過以後、ダムおよび基礎岩盤の挙動が定常状態に達するまで（第2期）
- (3) ダムの挙動が定常状態に達した以降（第3期）

一般的な堤体の挙動については、上記に加えて、

- (1) 堤体の施工（盛立て）開始から完了まで

という期間を加える必要がある。「ダムの安全管理」では上記第1期から第3期に相当する期間の目安は、それぞれ、試験湛水中、湛水後5年まで、湛水後5年以降としているので、今回のアンケート調査の頻度については、次の4つの期間にわけて分析することとする。ここでは計測項目に異常が生じたり、洪水調節終了後や地震発生後の計測頻度についてはふれないで置く。

- (1) 施工中
- (2) 試験湛水中……………（第1期に相当）
- (3) 湛水後5年以内……………（第2期に相当）
- (4) 湛水後5年以降……………（第3期に相当）

また、調査した32ダムは調査した時点で上記のどの期間にあたっていたかについて下記に示す。

- | | |
|-----------------------|---|
| a) 施工中……………7ダム | 十勝、寺山、上市川第二、荒川、有間、日中、七北田 |
| b) 試験湛水中……………3ダム | 奈良井、高見、四時 |
| c) 湛水後5年以内……………12ダム | 三保、子撫川、角川、手取川、宇曾川、寺内、漁川、漆沢、白川、御所、箕面川、前川 |
| d) 湛水後5年以降経過……………10ダム | 石渕、皆瀬、九頭竜、緑川、白岩川、広瀬、福地、大雪、樽水、岩屋 |

なお、参考として「ダムの安全管理」に示されている安全管理のための計測頻度を表-4.1に示す。計測頻度については、今後どのようにしていく予定かについても、アンケート結果を集計した。

4.1 漏水関係

4.1.1 漏水量測定堰

堤体下流法尻等に設けられた漏水量測定堰で漏水量を測定する場合、測定された漏水が堤体もしくは基礎岩盤からのものと、雨水又は地山からの沢水とを分離して計測することが望ましい。このため、調査した32ダム中、22ダムが、試験湛水開始前から漏水量を計測して基底漏水量を求めておき、試験湛水

表-4.1 安全管理のための計測頻度

(1) ダム完成後から初めての満水を経てダムが正常の機能を発揮するまで(試験湛水中)

……………第1期に相当

項目 型式	漏水量	変形量	揚圧力 または 間隙水圧	浸潤線	温度	応力 または 土圧	ひずみ または せん断変位	巡視による 堤体等の 状況
重力式 コンクリートダム	1回/ 1日	1回/ 1日	1回/ 1日	—	1回/ 7日	1回/ 7日	1回/ 7日	1回/ 1日
アーチ式 コンクリートダム	1回/ 1日	1回/ 1日	1回/ 1日	—	1回/ 3.5日	1回/ 7日	1回/ 7日	1回/ 1日
ロックフィルダム	1回/ 1日	1回/ 7日	1回/ 1日	—	—	1回/ 7日	1回/ 7日	1回/ 1日
アースダム	1回/ 1日	1回/ 7日	1回/ 1日	1回/ 1日	—	1回/ 7日	1回/ 7日	1回/ 1日

注) 1回/3.5日は週2回の意である。

(2) 洪水後5年まで……………第2期に相当

項目 型式	漏水量	変形量	揚圧力 または 間隙水圧	浸潤線	温度	応力 または 土圧	ひずみ または せん断変位	巡視による 堤体等の 状況
重力式 コンクリートダム	1回/ 7日	1回/ 7日	1回/ 7日	—	1回/ 1月	1回/ 1月	1回/ 1月	1回/ 1月
アーチ式 コンクリートダム	1回/ 7日	1回/ 7日	1回/ 7日	—	1回/ 0.5月	1回/ 1月	1回/ 1月	1回/ 1月
ロックフィルダム	1回/ 7日	1回/ 1月	1回/ 7日	—	—	1回/ 1月	1回/ 1月	1回/ 1月
アースダム	1回/ 7日	1回/ 1月	1回/ 7日	1回/ 7日	—	1回/ 1月	1回/ 1月	1回/ 1月

(3) 洪水後5年以降……………第3期に相当

項目 型式	漏水量	変形量	揚圧力 または 間隙水圧	浸潤線	温度	応力 または 土圧	ひずみ または せん断変位	巡視による 堤体等の 状況
重力式 コンクリートダム	1回/ 1月	1回/ 1月	1回/ 1月	—	—	—	—	1回/ 1月
アーチ式 コンクリートダム	1回/ 1月	1回/ 1月	1回/ 1月	—	1回/ 1月	—	—	1回/ 1月
ロックフィルダム	1回/ 1月	(1回/ 3月)	1回/ 1月	—	—	—	—	1回/ 1月
アースダム	1回/ 1月	(1回/ 3月)	1回/ 1月	1回/ 1月	—	—	—	1回/ 1月

注) () 内の項目は状況に応じて測定間隔を延ばすことができる。

(4) 計測項目に異常が生じたと思われる場合。(異常でないことが認められるまで、または適切な処置が行われ正常な状態が回復するまでの期間)

項目 型式	漏水量	変形量	揚圧力 または 間隙水圧	浸潤線	温度	応力 または 土圧	ひずみ または せん断変位	巡視による 堤体等の 状況
重力式 コンクリートダム	1回/1日	1回/1日	1回/1日	—	1回/7日	1回/1日	1回/1日	1回/1日
アーチ式 コンクリートダム	1回/1日	1回/1日	1回/1日	—	1回/3.5日	1回/1日	1回/1日	1回/1日
ロックフィルダム	1回/1日	1回/7日	1回/1日	—	—	1回/1日	1回/1日	1回/1日
アースダム	1回/1日	1回/7日	1回/1日	1回/1日	—	1回/1日	1回/1日	1回/1日

注) 異常の定義については第4章を参照されたい。

(5) 洪水調節終了後1週間の期間

項目 型式	漏水量	変形量	揚圧力 または 間隙水圧	浸潤線	温度	応力 または 土圧	ひずみ または せん断変位	巡視による 堤体等の 状況
重力式 コンクリートダム	1回/1日	1回/1日	1回/1日	—	1回/7日	*	*	1回/1日
アーチ式 コンクリートダム	1回/1日	1回/1日	1回/1日	—	1回/7日	(1回/7日)	(1回/7日)	1回/1日
ロックフィルダム	1回/1日	*	1回/1日	—	—	*	*	1回/1日
アースダム	1回/1日	*	1回/1日	1回/1日	—	*	*	1回/1日

注) 自動計測を行っていないダムについては、洪水調節終了後を、洪水調節に係わる業務に十分な余裕が生じた時点以降と読み直してよい。

注) () 書きは計測が望ましい項目である。

注) * については(1)~(3)の後当期間における計測頻度を維持すればよい。

(6) 地震発生後1週間の期間

項目 型式	漏水量	変形量	揚圧力 または 間隙水圧	浸潤線	温度	応力 または 土圧	ひずみ または せん断変位	巡視による 堤体等の 状況
重力式 コンクリートダム	1回/1日	1回/1日	1回/1日	—	1回/7日	*	*	1回/1日
アーチ式 コンクリートダム	1回/1日	1回/1日	1回/1日	—	1回/7日	(1回/7日)	(1回/7日)	1回/1日
ロックフィルダム	1回/1日	*	1回/1日	—	—	*	*	1回/1日
アースダム	1回/1日	*	1回/1日	1回/1日	—	*	*	1回/1日

注) ここでいう地震とは当該ダムに係わる地域における気象庁の震度階が4以上の地震またはダム地点に設置した地震計の震度が設計震度の1/3以上の地震をいう。

注) () 書きは計測が望ましい項目である。

注) * については(1)~(3)の後当期間における計測頻度を維持すればよい。

時、計測された漏水量から雨水又は地山からの沢水の影響を除けるようにしている。施工中から漏水量を測定しているダムは、白岩川、福地、大雪、樽水、三保、角川、手取川、宇曾川、寺内、漁川、白川、御所、箕面川、前川、四時、高見、十勝、上市川第二、荒川、寺山、日中、七北田の22ダムである。図-4.1に、試験湛水開始前から第三期までの各期間別の漏水量測定堰による漏水量の計測頻度を示す。

施工中から湛水後5年以内は、1回/日の頻度で、湛水後5年以降は1回/7日の頻度のダムが多い。施工中は基底漏水量を求める目的から1回/日の頻度が必要であろう。表-4.1と比較すると第1期は一致するが、第2期、第3期は、表-4.1より実際の計測頻度は多い。第1期から第2期に移行する際、計測頻度をへらしたダムは9ダムでへらしていないダムは13ダムであった。この9ダム中6ダムは、試験湛水時の計測頻度が1回/日より多いダムであった。

今後の計測方針を図-4.2に示す。

測定頻度を少なくしたいというダムは、第1期にある奈良井ダム、高見ダムが現行の1回/日を1回/7日に、第2期にある樽水、宇曾川ダムが現行の1回/日を1回/月に、第3期にある緑川、大雪ダムが現行の1回/7日を1回/月にしたいとしている。これは、ほぼ、表-4.1に準じた頻度に変更したいとしているものと思われる。

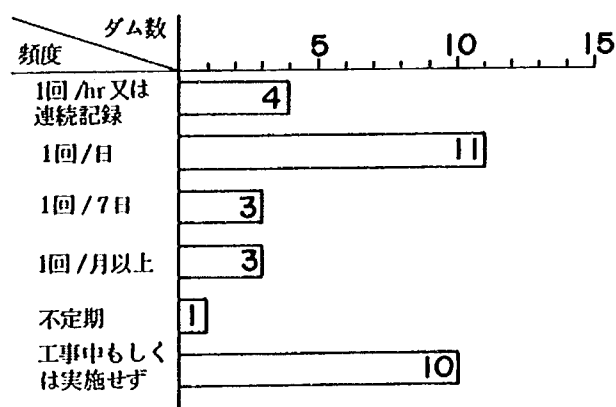
試験湛水完了後漏水量の計測を自動化しているダムは、角川、岩屋、寺内、漁川の4ダムである。

4.1.2 浸透流観測孔

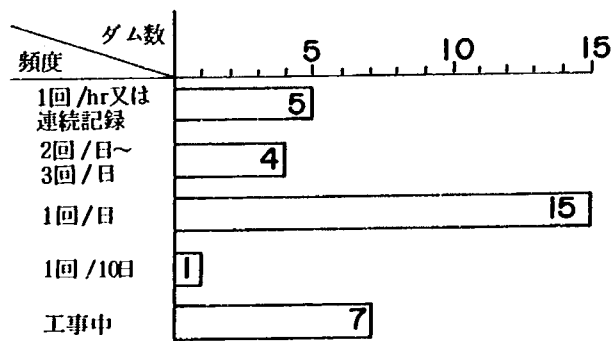
浸透流観測孔で浸透流量、浸透水圧を計測する

場合、湛水前の基底漏水量の測定については、浸透流観測孔はカーテングラウチング等の監査廊からのグラウチング施工が終了してから設けられるため、湛水前に測定できる期間がそれほど長くない、また、雨量による浸透流量の変化も大きくないと思われることから、漏水量測定堰での漏水量の測定ほど、湛水

a) 試験湛水開始前



b) 試験湛水時



c) 湛水後5年以内

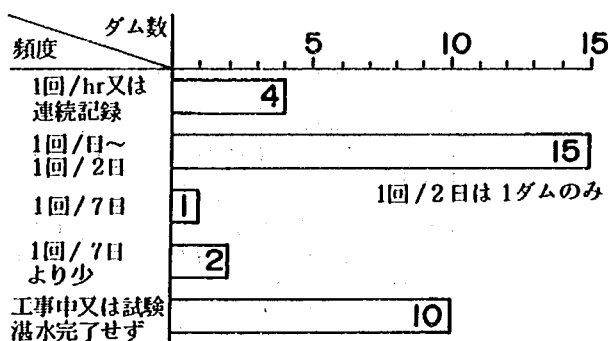


図-4.1 漏水量測定堰による漏水量測定の頻度

d) 湛水後5年以降

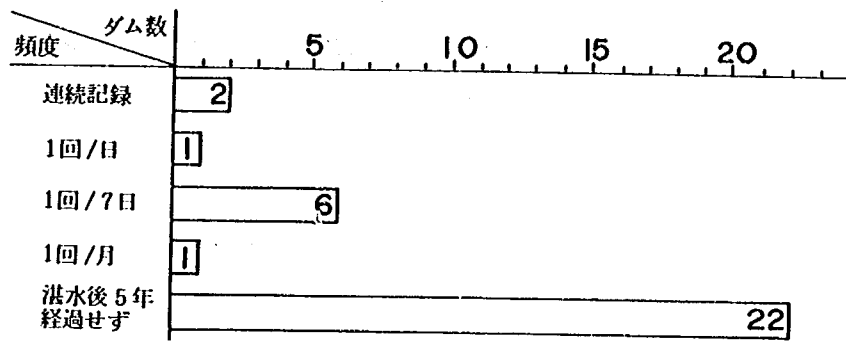


図-4.1 漏水量測定堰による漏水量測定の頻度

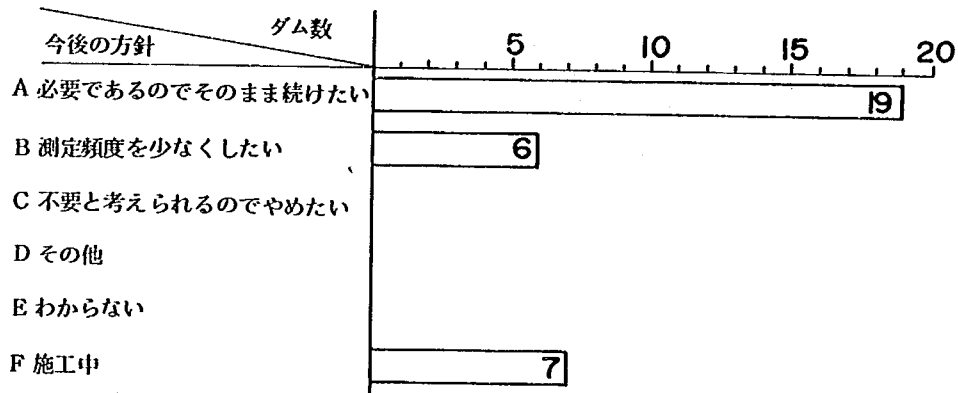


図-4.2 漏水量観測堰による漏水量測定の方針

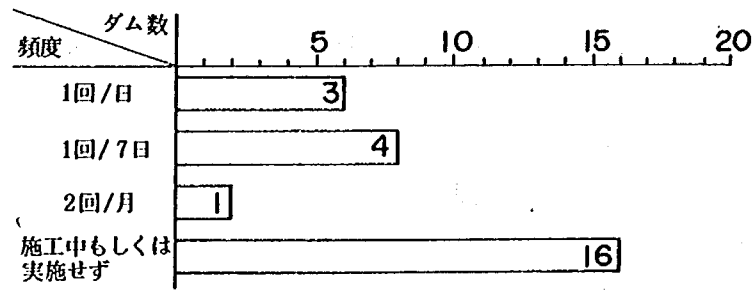
前の測定は重要でないと思われる。このため、測定しないか、1回/月程度の頻度でよいと思われる。浸透流観測孔を設置している24ダムの内、試験湛水開始前から浸透流観測孔での測定を行っているダムは、大雪、手取川、宇曽川、箕面川、前川、四時、荒川、七北田の8ダムである。図-4.3に、試験湛水開始前から第3期までの各期間別の計測頻度を示す。

試験湛水時は1回/日、湛水後5年以内は1回/7日の頻度が最も多く表-4.1の標準的な目安と一致する。浸透流観測孔は通常設置個数が多く測定に手間と時間がかかるため、漏水量測定堰での測定に比べ試験湛水後頻度を少なくする傾向にある。

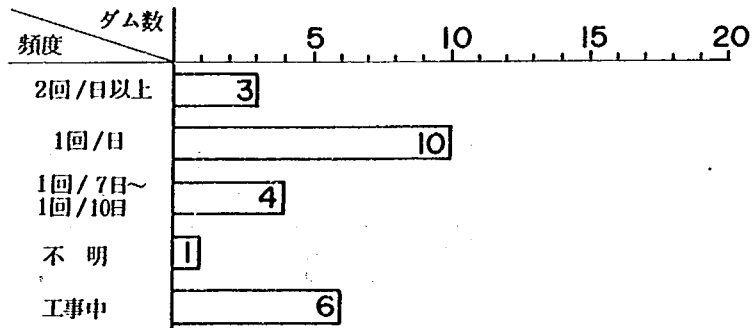
試験湛水が完了した後、測定頻度を減らしたダムは10ダムあり、その変更した頻度は、表-4.2のとおりである。測定頻度を減らしたダムは、浸透流観測孔のあるダムの42%に達し、漏水量観測堰による測定の頻度を変えたダム(32ダム中8ダム、25%)より多い。

漁川ダムでは試験湛水完了後1年間、1回/月の測定頻度で浸透流量を測定し、それ以後は測定していない。これは、基礎岩盤が固結度のきわめて低い軽石凝灰岩であるため、浸透流観測孔をあけて浸透流量を測定する場合、観測孔周辺の動水勾配が大きくなり、パイピングの恐れがあるため、試験湛水後、

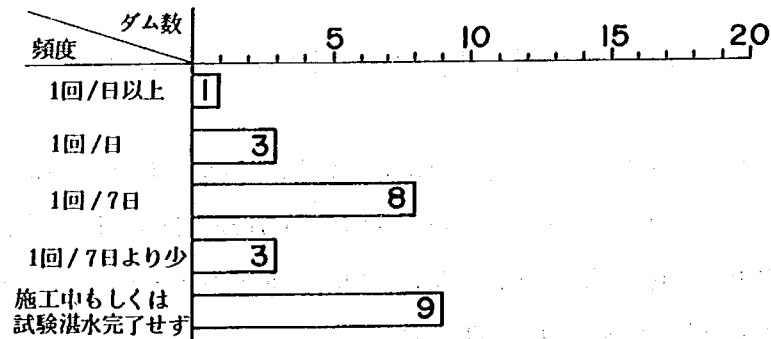
a) 試験湛水開始前



b) 試験湛水時



c) 湛水後5年以内



d) 湛水後5年以降

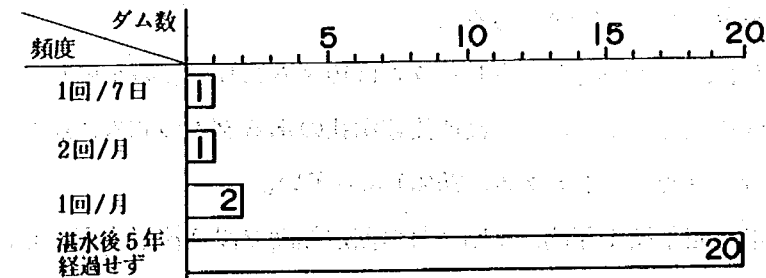


図-4.3 浸透流観測孔による測定の頻度

ある程度の期間がたってダムが安定した状態になったと判断された後は測定を中止している。但し、浸透水圧については、13孔ある浸透流観測孔の内6孔に自動計測できる圧力計を設置して計測を継続している。

漁川ダム以外に、試験湛水後、観測している浸透流観測孔の数をへらしたダムは4ダムある。表-4.3に浸透流観測孔の数をへらしたダムについては、減らした数やその理由を記す。

今後の計測方針について、アンケート結果を図-4.4に示す。

測定頻度を少なくしたいというダムは、表-4.4に示したとおりである。

表-4.2 試験湛水完了後測定頻度を変更したダム

ダム名	試験湛水時	試験湛水完了後
緑川	1回/日	→ 1回/7日
広瀬	1回/10日	→ 1回/15日
大雪	1回/日	→ 1回/7日
子撫川	1回/日	→ 1回/7日
宇曾川	1回/日	→ 1回/7日
寺内	1回/日	→ 3回/月
漁川	1回/7日又は1回/10日	→ 測定せず
漆沢	2回/日	→ 1回/7日
白川	1回/日～4回/日	→ 1回/7日
御所	2回/日	→ 1回/7日

表-4.3 浸透流観測孔の数の変化

ダム名	観測孔の減らした個数	観測孔を減らした時期	理由
緑川	22 → 12	試験湛水後5年5ヶ月	不明
子撫川	56 → 46	" 1年9ヶ月	安定したため安全管理上不要と判断
手取川	18 → 17	不明	穴つまりのため
漁川	13 → 0	試験湛水後2年5ヶ月	安定したため安全管理上不要と判断
漆沢	5 → 2	試験湛水時	"

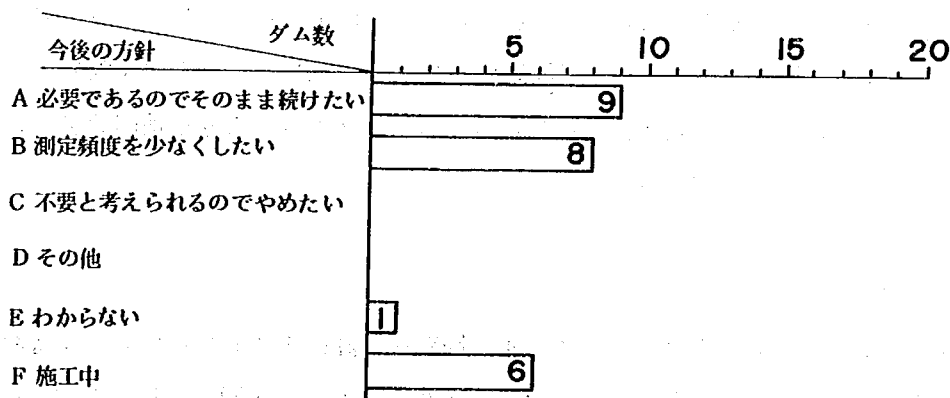


図-4.4 浸透流観測孔による計測の今後の方針

表-4.4の内容は、表-4.1に準じた頻度に変更したいとしているものと思われる。

4.1.3 漏水（浸透水）の水質

漏水（浸透水）の水質の計測頻度を図－4.5に示す。施工時に漏水の水質を計測していたのは御所ダムだけである。一般に試験湛水時は1回/日、試験湛水後は比較的頻度は少ないと言える。目的から言って、漏水の水質観測は試験湛水時のみでよいと思われる。また、その頻度も1回/日でよいと思われる。

今後の計測方針は、8ダムが現状を継続（漁川ダムのみ中止）、試験湛水中の高見ダムのみ1回/日を1回/7日に頻度を減らしたいとしている。

表－4.4 測定頻度を少なくしたいダム

ダム名	現在の状態	現在の頻度	変更したい頻度
緑川	第3期	2回/月	→ 1回/月
大雪	〃	1回/7日	→ 1回/月
三保	第2期	1回/7日	－
子撫川	〃	1回/7日	→ 1回/月
手取川	〃	1回/日	→ 1回/月
宇曽川	〃	1回/7日	→ 1回/月
白川	〃	1回/7日	→ 1回/3ヶ月
奈良井	試験湛水中	1回/日	→ 1回/7日

4.2 変形関係

4.2.1 外部変形

外部変形の計測頻度を図－4.6に示す。表－4.1の標準の頻度と比較すると、大体一致している。施工時の計測については、天端の標的は堤体盛立が完了しないと設置できないこと等から、測定する必要はそれほど大きくないと思われる。

今後の計測方針は、図－4.7に示したとおりである。測定頻度を少なくしたいというダムは、表－4.5に示したとおりである。堤体の外部変形の測定は、標的の測量に手間がかかるため、計測頻度を少なくしたいという希望が強いようである。試験湛水後5年以上たって、堤体の挙動が安定したと考えられるダムは、大きな地震等がない限り年に3～4回の計測で十分ではないかと思われる。

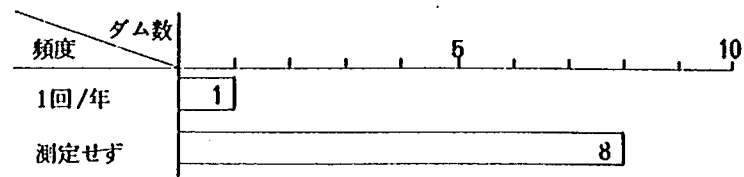
表－4.5 測定頻度を少なくしたいダム

ダム名	現在の状態	現在の頻度	変更したい頻度
白岩川	第3期	1回/3ヶ月	→ 1回/年
樽水	〃	1回/7日	→ 2回/月
手取川	第2期	1回/7日	→ 1回/月
宇曽川	〃	1回/月	→ 1回/3ヶ月
白川	〃	2回/月	→ 1回/6ヶ月
奈良井	第1期	1回/7日	→ 1回/月
高見	〃	1回/7日	→ 1回/月

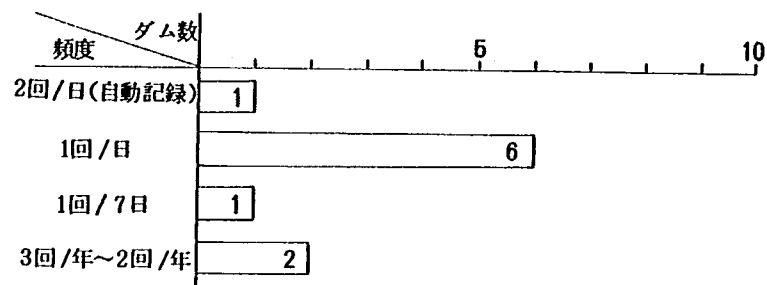
4.2.2 層別沈下計

層別沈下計の測定の計測頻度を図－4.8に示す。層別沈下計は主として堤体の盛立時および初期湛水時の内部変形を調べるものであるが、施工時の計測頻度を見ると、1回/7日～1回/12日が10ダム、1回/日が10ダムで、この2つの計測頻度が最も多い。通常のロックフィルダムの盛立速度や、上位標高に設置されたクロスアームの沈下量の測定回数を考えると、1回/月ではやや計測の間隔が長すぎるように思われる。1回/7日～1回/10日程度の頻度で良いのではないかと考える。御所ダムでは層別沈下計の計測頻度を、盛立2m毎又は1回/7日として、一定の盛立高ごとに測定している。試験湛水時の頻度は、1回/7日から1回/3週のあたりが多く、大体表－4.1の標準的な頻度に近い。湛水後

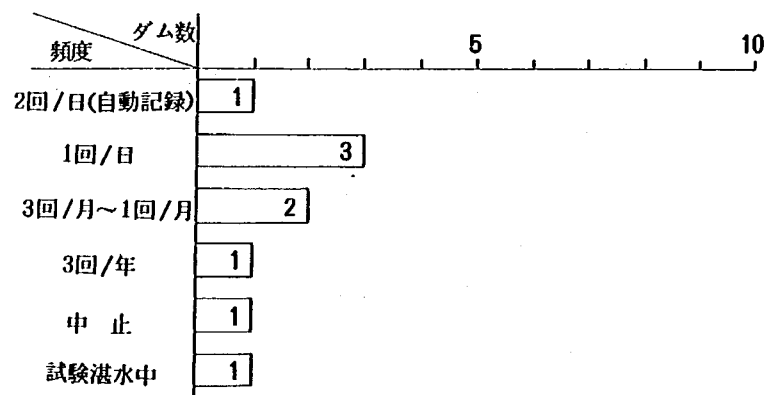
a) 施工時



b) 試験湛水時



c) 湛水後5年以内



d) 湛水後5年以降

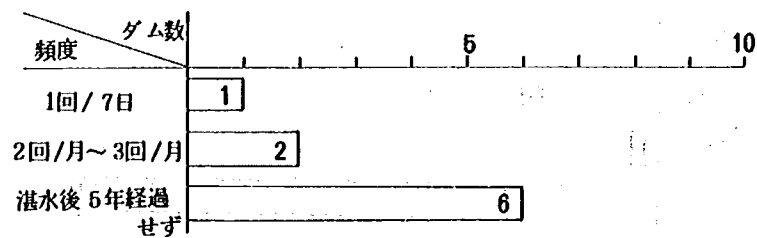
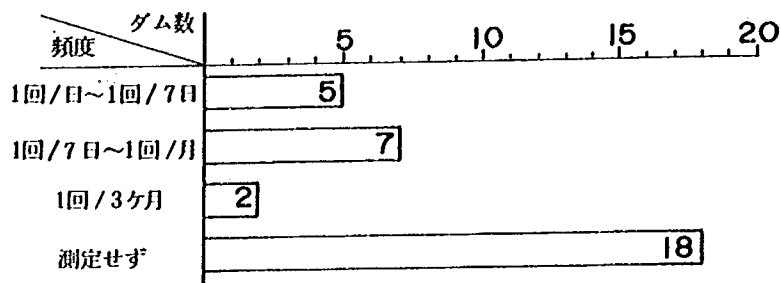
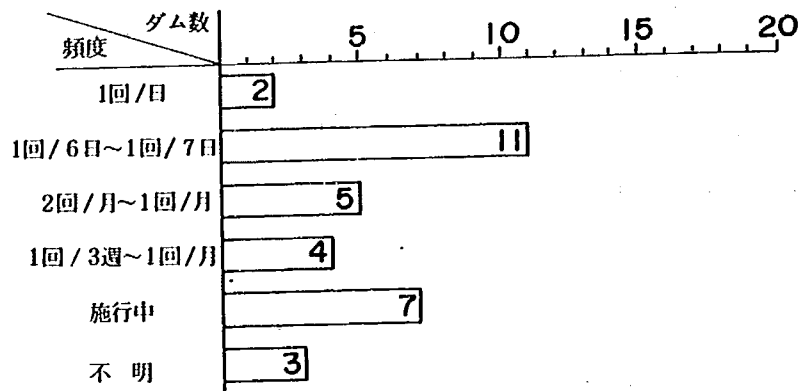


図-4.5 漏水(浸透水)の水質の計測頻度

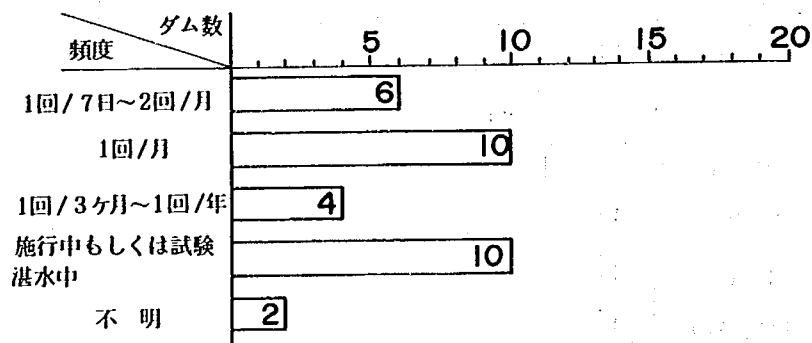
a) 施工時



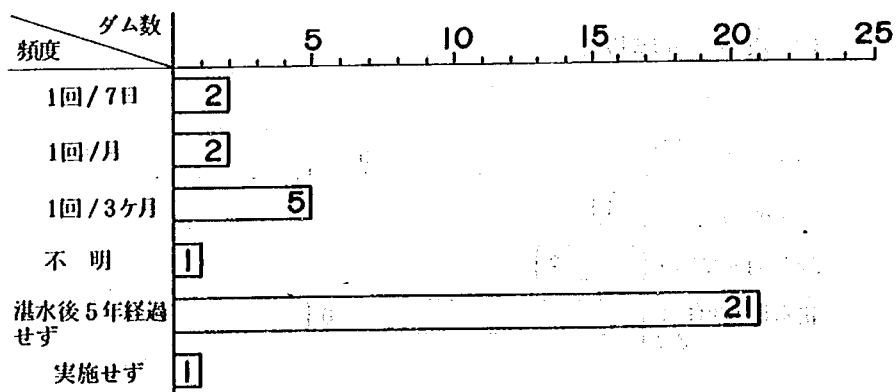
b) 試験湛水時



c) 湛水後5年以内



d) 湛水後5年以降



図一4.6 外部変形測定の頻度

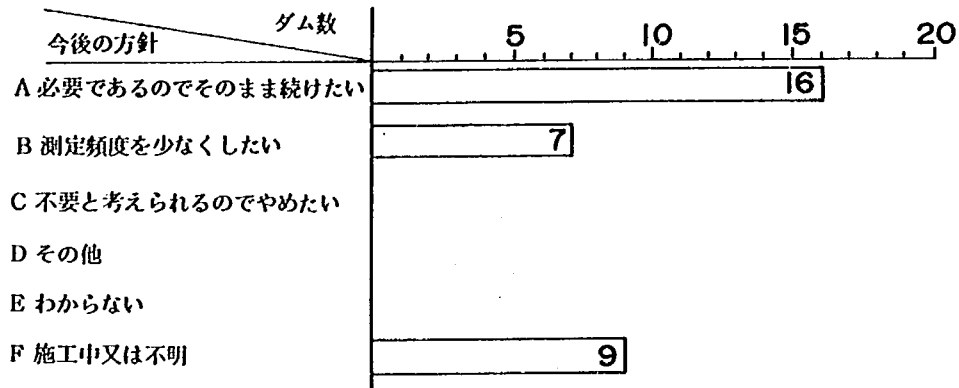
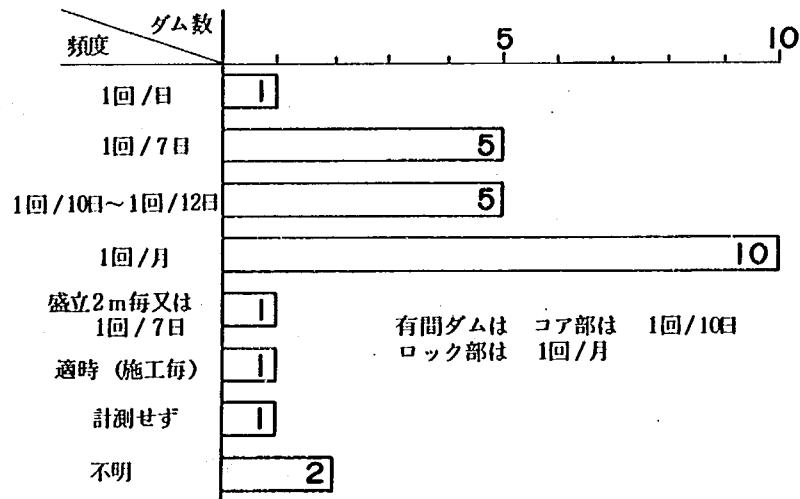


図-4.7 外部変形の計測の今後の方針

a) 施工時



b) 試験湛水時

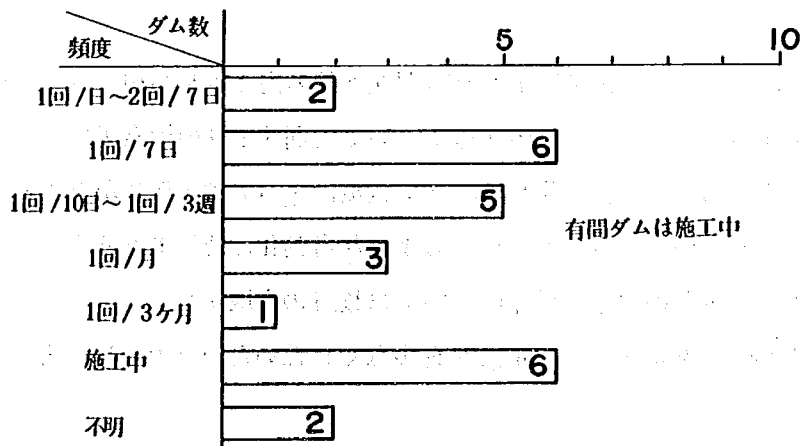
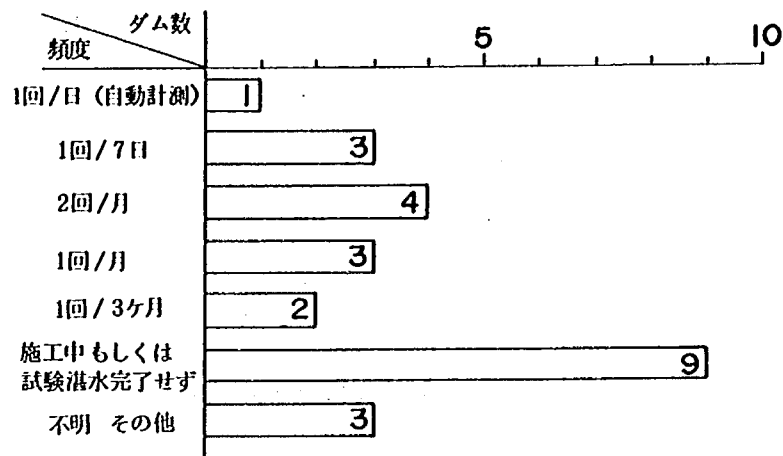
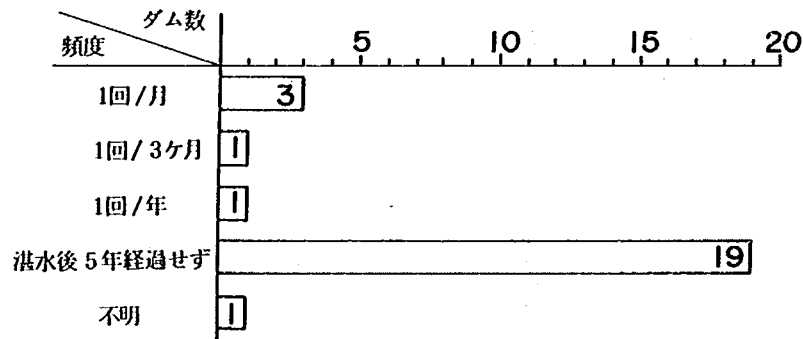


図-4.8 層別沈下計の計測頻度

c) 湛水後 5 年以内



d) 湛水後 5 年以降



図－4.8 層別沈下計の計測頻度

5 年以内では頻度がばらついているようであるが、主な計測期間が堤体の盛立時であることを考えると、1 回 / 月で十分であると考え。さらに、湛水後 5 年以降では表－4.1 のとおり 1 回 / 3 ヶ月以上でよいであろう。

なお、御所ダムでは、試験湛水後 7 本の層別沈下計の内 4 本を当初の目的を果たして不用と判断したため計測を中止するとともに、残りの計器について層別沈下計の探索子をケーシングに入れ、クロスアームの位置を検出する作業を自動化して、全て機械によって測定作業ができるようにしている。層別沈下計の測定が比較的面倒であることからこのような自動化は便利であろう。しかし、試験湛水後の計測頻度を考えると、自動化の採用の是非については検討の余地がある。

今後の計測方針を図－4.9 に示す。測定頻度を少なくしたいというダムは、表－4.6 に示したとおりである。

4.2.3 岩盤変位計

岩盤変位計の計測頻度を図－4.10 に示す。岩盤変位の測定は、盛立時及び試験湛水時の計測が主であ

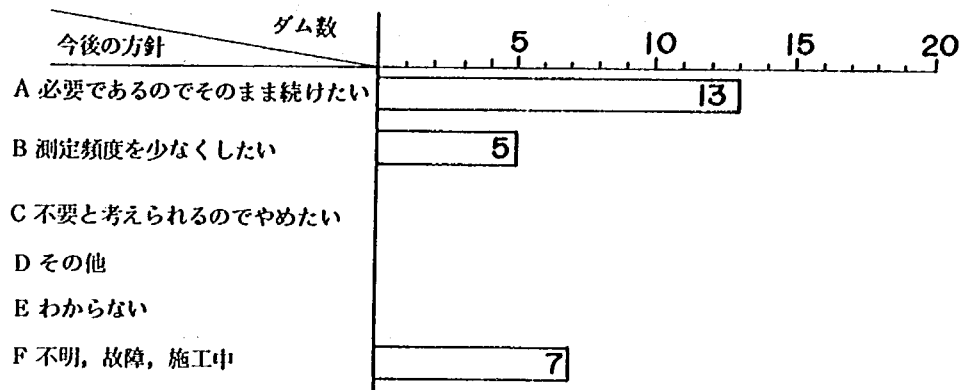
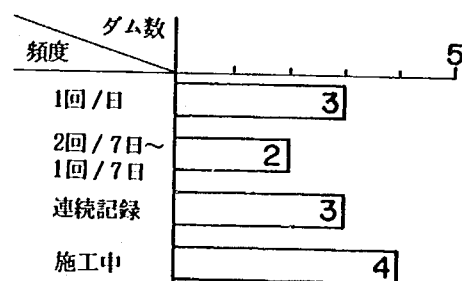


図-4.9 層別沈下計の計測の今後の方針

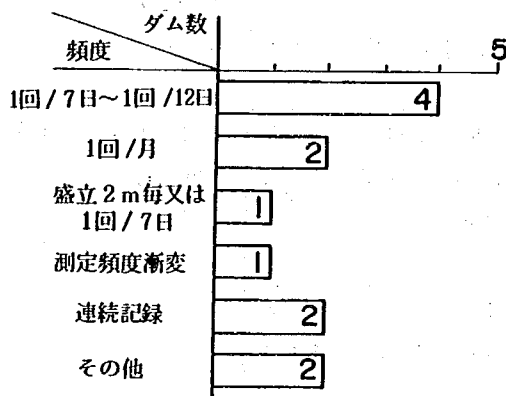
表-4.6 計測頻度を少なくしたいダム

ダム名	現在の状態	現在の頻度・変更したい頻度
緑川	第3期	1回/月 → 1回/3ヶ月
手取川	第2期	1回/7日 → 1回/月
白川	"	2回/月 → 1回/6ヶ月
奈良井	第1期	1回/7日 → 2回/日
高見	"	1回/7日 → 1回/月

b) 試験湛水時



a) 施工時



c) 湛水後5年以内

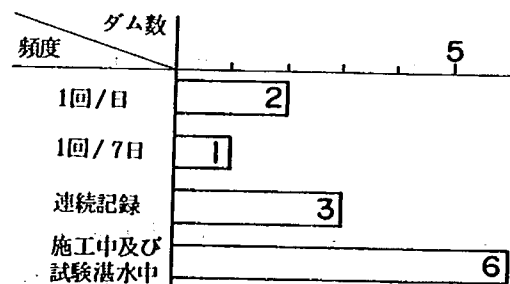


図-4.10 岩盤変位計の計測頻度

るが、施工時の計測頻度は、1回/7日程度が多い。御所ダムは測定頻度を盛立2m毎又は1回/7日としており、また、十勝ダムは、岩盤変位計設置後10日間は1回/2日、後の28日間は1回/7日、その後は1回/15日として計測頻度を漸変させている。試験湛水時の計測頻度は1回/日と連続記録がそれぞれ3ダムずつで多いが、計測の目的からいって、盛立時より計測頻度を多くする必要はないと思われる。湛水後5年以内も1回/月程度で十分であり、5年以降は、測定を続ける必要は少なく、計器の寿命の測定が主な目的である。一方、岩盤変位計は電気式なので、自動計測装置に接続して任意の時間間隔で測定することが可能であり、自動計測を大幅に採用すべきであると考えられる。

今後の計測方針としては、試験湛水中の奈良井ダムが現行の2回/7日を1回/月に測定頻度を減らすことを考えており、前川ダム、七北田ダムでは測定値が安定したり、当初の目的を達成したため測定を中止したいとしている。手取川ダムでは自動計測を考えている。その他のダムはそのまま継続することを考えている。

4.2.4. その他の堤体内部変形測定装置

表－4.7に相対水平変位計、相対水平鉛直変位計、岩着部せん断変位計、境界面せん断変位計、土中ひずみ計、連続沈下計の計測頻度を示す。

表－4.7 堤体内部変形測定装置の計測頻度

計 器 名	施 工 時	試 験 湛 水 時	湛 水 後 5 年 以 内	湛 水 後 5 年 以 降
相対水平変位計	—	2～3回/月 1ダム	1回/月 1ダム	1回/3ヶ月 1ダム
相対水平鉛直変位計	1回/7日 3ダム 1回/月 1ダム	1回/7日 3ダム 2～3回/月 1ダム 施工中 1ダム	1回/7日 1ダム 1回/月 2ダム 施工中 1ダム	1回/3ヶ月 1ダム 湛水後5年経過せず 3ダム
岩着部せん断変位計	1回/2～7日 1ダム 1回/7日 4ダム 1回/月 1ダム 漸変 1ダム	1回/日 1ダム 1回/2～7日 1ダム 1回/7日 2ダム 1回/月 1ダム 施工中 2ダム	1回/日 2ダム 1回/7日 1ダム 1回/3ヶ月 1ダム 施工中又は試験湛水完了せず 3ダム	1回/日 1ダム 1回/7日 1ダム 1回/3ヶ月 1ダム 湛水後5年経過せず 4ダム
境界面せん断変位計	1回/7日 2ダム 1回/月 1ダム	1回/7日 3ダム	1回/7日 2ダム 試験湛水完了せず 1ダム	1回/7日 1ダム 1回/月 1ダム 湛水後5年経過せず 1ダム
土中ひずみ計	1回/7日 1ダム 計測せず 1ダム	1回/日 1ダム 1回/7日 1ダム	1回/日 1ダム 1回/7日 1ダム	—
連続沈下計	1回/10日 1ダム	1回/日 1ダム	—	—

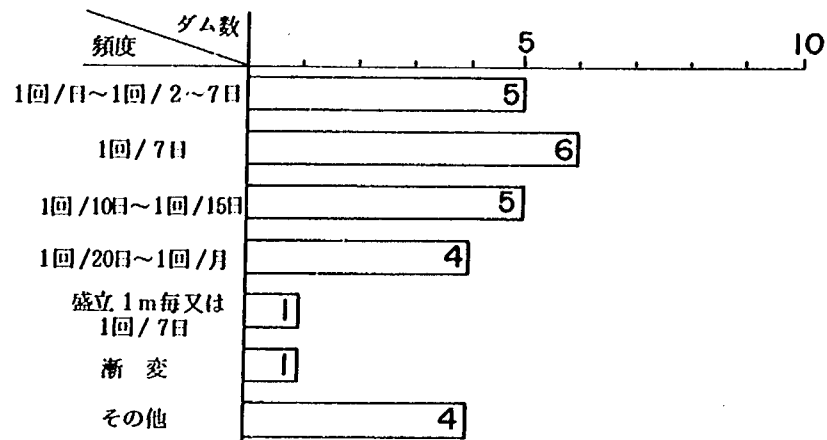
全体として、施工時は1回/7日、試験湛水時は1回/日～1回/7日、湛水後5年以降はほぼ試験湛水時と同じ頻度である。これらの計器は層別沈下計と同様、堤体の盛立時および初期湛水時の内部変形を調べるのが主な目的であり、施工時、試験湛水時の計測頻度は1回/7日程度で良く、試験湛水時の計測頻度を施工時より多くする意義は小さいと思われる。試験湛水以降は、5年間は1回/月、それ以降は計器の寿命を調べるという目的で1回/3ヶ月程度で良いであろう。しかし今後の方針として、岩着部せん断変位計、境界面せん断変位計は岩盤変位計と同様、自動計測装置に接続して、試験湛水時以降の計測を自動化するべきであろう。

今後の計測方針については、試験湛水中の高見ダムが、岩着部せん断変位計、境界面せん断変位計について現行の1回/7日を1回/月に頻度をへらしたいとしている。また、第3期に入っている大雪ダムでは境界面せん断変位計について現行の1回/月を1回/3ヶ月にしたいとしている。さらに、第2期の手取川ダムでは、岩着部せん断変位計、境界面せん断変位計、土中ひずみ計を自動計測に切り換えることを検討中である。

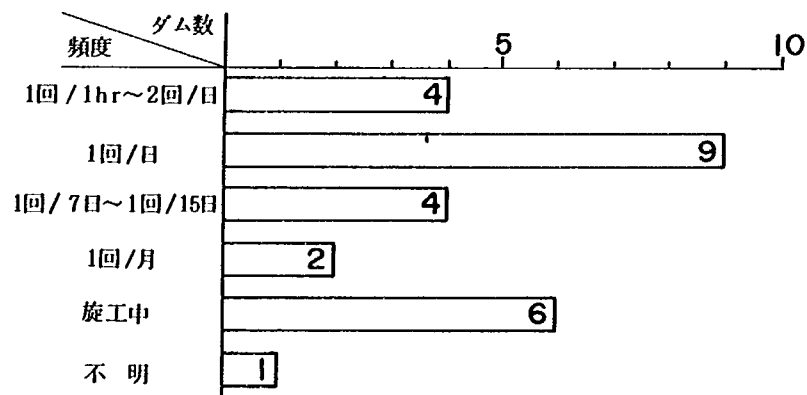
4.3 間隙水圧計

図-4.11 に、堤体内の間隙水圧計の頻度を示す。

a) 施工時



b) 試験湛水時



c) 湛水後5年以内

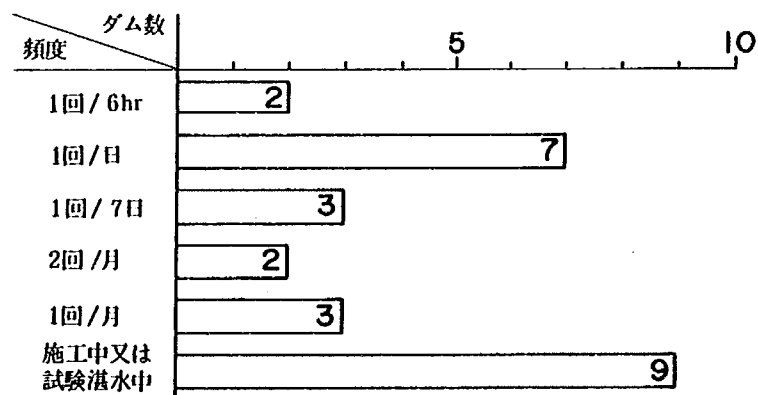
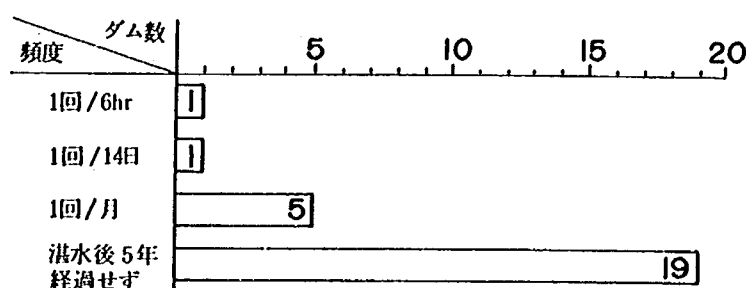


図-4.11 間隙水圧計の計測頻度

d) 湛水後 5 年以降



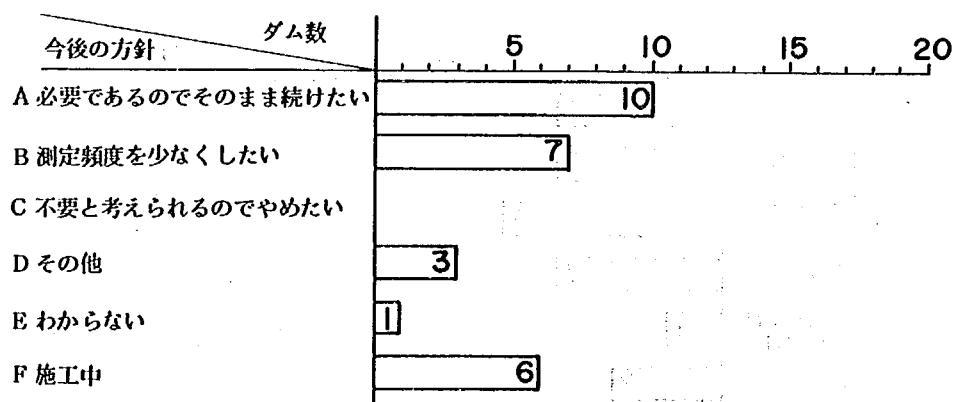
図－4.11 間隙水圧計の計測頻度

間隙水圧計の配置からは、堤体内と岩盤内にわけられるが堤体内と岩盤内の間隙水圧計の計測頻度は、ほとんどが一致しており、御所ダムのみが、施工時の計測頻度が堤体内は盛立 1 m 毎又は 1 回／週、岩盤内が水位変化 1 m 毎又は 1 回／週として変えている。また、皆瀬ダム、福地ダムは、岩盤内にしか間隙水圧計を設置しておらず、その計測頻度は皆瀬ダムが不明、福地ダムが、堤体盛立完了後に設置し、試験湛水時以降、5 回／月の計測頻度である。

施工時の間隙水圧の計測頻度は、1 回／日から 1 回／7 日が最も多い。御所ダムでは、上述のように、堤体内は盛立高により、岩盤内は水位変化に応じて計測している。また、十勝ダムは岩盤変位計と同じように計測頻度を設置した時からの経過日により漸変させている。施工時の計測頻度は湛水時よりも少なくてもよく、1 回／7 日程度でよいであろう。試験湛水時は、1 回／日の計測頻度が最も多い。湛水後 5 年以内も 1 回／日の計測頻度が最も多く、湛水後 5 年以降は 1 回／月の頻度である。間隙水圧計も、施工中を除いた試験湛水時以降、任意の時間間隔で測定できる自動計測を採用するべきものであろう。

表－4.1 と比較すると、試験湛水中および湛水後 5 年以降は、ほぼ実態と一致しているが、湛水後 5 年以内は、試験湛水中の計測頻度をそのまま継続しているダムが多いようである。試験湛水終了時点で計測頻度を少なくしたダムは、緑川、広瀬、宇曾川、前川の 4 ダムしかない。

図－4.12 は、今後の計測方針をとりまとめたものであるが、測定頻度を少なくしたいというダムを表－4.8 に示す。大体、表－4.1 の標準的な計測頻度にしようと考えているダムが多いようである。



図－4.12 間隙水圧計の計測の今後の方針

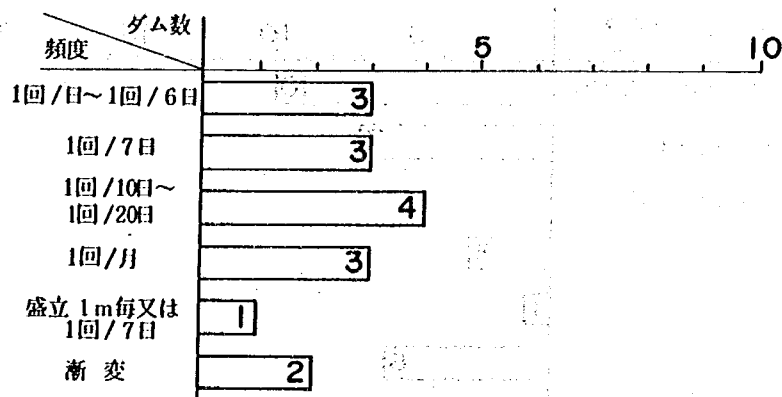
表－4.8 計測頻度を少なくしたいダム

ダム名	現在の状態	現在の計測頻度	変更したい計測頻度
大雪	第3期	1回/月	→ 1回/3ヶ月
樽水	"	1回/2週	→ 1回/月
子撫川	第2期	1回/7日	→ 1回/月
宇曾川	"	1回/7日	→ 1回/月
寺内	"	1回/6hr	→ 1回/日
奈良井	第1期	2回/月	→ 1回/日
高見	"	1回/月	→ 1回/7日

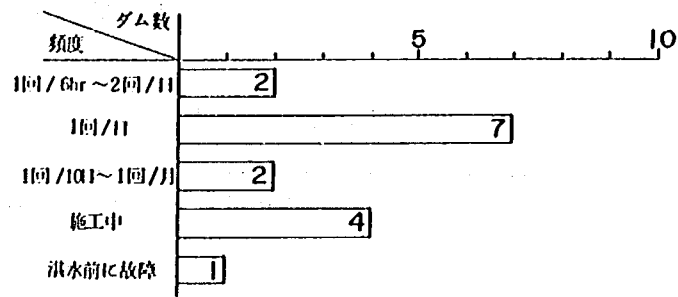
4.4 土 圧 計

土圧計の計測頻度を、図－4.13 に示す。施工時は1回/日から1回/月までばらついているが、試験湛水時、試験湛水後5年以内は1回/日が多い。表－4.1の標準的な頻度と比較すると、表－4.1では試験湛水時は1回/7日、湛水後5年以内は1回/月で、実際の計測頻度はこれより多い。土圧計設置の目的から言うと、施工時は1回/7日、試験湛水時以降は表－4.1に示した頻度で良いのではないかと考えられる。但し、湛水後5年以降は、表－4.1では計測しなくてもよいとなっているが、計器の寿命の調査といった観点からは、年に4回程度の計測が必要であろう。なお、御所ダムでは、1成分土圧計18ヶ所、3成分土圧計12ヶ所、5成分土圧計5ヶ所の計測を当初行っていたが、試験湛水完了後、1成分土圧計10ヶ所、3成分土圧計12ヶ所、5成分土圧計3ヶ所に計測数を減らしている。これは、当初の目的を果たして不用と判断したものの計測を中止して管理の手間を省いたものである。また、土圧計についても自動計測を採用すべきである。

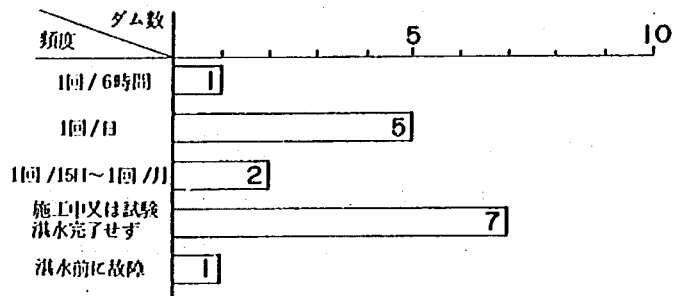
a) 施工時



b) 試験湛水時



c) 湛水後 5 年以内



d) 湛水後 5 年以降

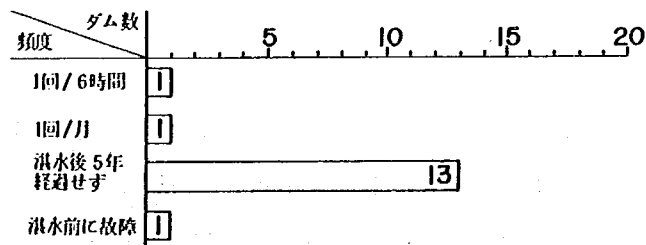


図-4.13 土圧計の計測頻度

図-4.14 は、土圧計の今後の計測方針をまとめたものであるが、頻度を少なくしたいというダムは 3 ダムだけで、試験湛水中の奈良井ダム、高見ダムがそれぞれ現行の 2 回/日、1 回/日を 1 回/日、1 回/月に、第 2 期の寺内ダムは現行の 1 回/6hr を 1 回/日にしたいとしている。

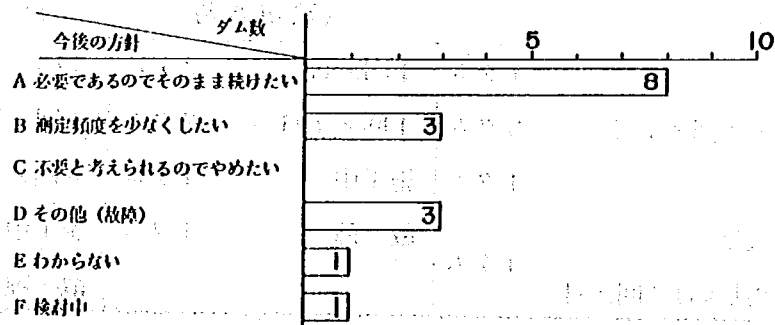


図-4.14 土圧計の計測の今後の方針

4.5 堤体温度計

堤体温度計を埋設しているダムは3ダムしかなく、そのダムの計測頻度を表-4.9に示す。

表-4.9 堤体温度計の計測頻度

施 工 時	試験湛水時	湛水後5年以内	湛水後5年以降
1回/20日 2ダム	1回/日 1ダム	1回/日 1ダム	1回/月 1ダム
連続記録 1ダム	1回/7日 1ダム	1回/7日 1ダム	湛水後5年経過せず
	連続記録 1ダム	連続記録 1ダム	2ダム

堤体温度の観測は、気温の日変化、季節変化と対応した記録をとらねばならないため、チャート用紙に1時間毎程度の記録がとれるような計測が望ましいと言える。しかし、湛水後5年以降は計測する必要はないであろう。今後の計測方針は、湛水後5年以降たった大雪ダムが現行の1回/月の計測頻度を1回/3ヶ月にしたいとしているが、手取川ダム、御所ダムは現状のまま計測したいとしている。

4.6 監査廊関係

4.6.1 鉄筋応力計

鉄筋応力計を設置しているダムは6ダムしかなく、その計測頻度を表-4.10に示す。

鉄筋応力計の計測頻度は、施工時、試験湛水時が1回/7日程度で、試験湛水が完了すればほぼ当初の目的が達成できるので、計器の寿命を調べるといった目的以外では、試験湛水以降、計測を中止してもよいと考える。

今後の計測方針では、手取川ダムだけが現行の1回/月を、1回/3ヶ月にしたいとしているだけで、他は、故障しているものを除き、現状を維持したいとしている。

表-4.10 鉄筋応力計の計測頻度

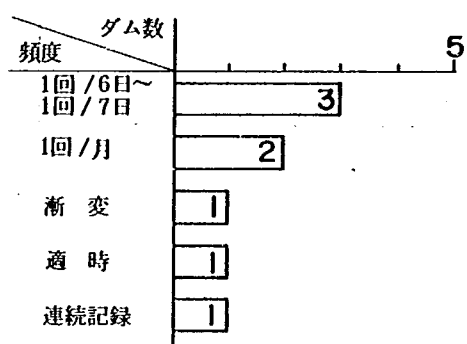
施 工 時	試験湛水時	湛水後5年以内
1回/日 1ダム	1回/日 2ダム	1回/6hr 1ダム
1回/3日~1回/7日 2ダム	1回/7日 2ダム	1回/日 2ダム
1回/月 1ダム	施工中 1ダム	3回/月 1ダム
盛立2m毎又は 1ダム	故障 1ダム	施工中 1ダム
1回/7日もしくは2回/日		故障 1ダム

4.6.2 継目計

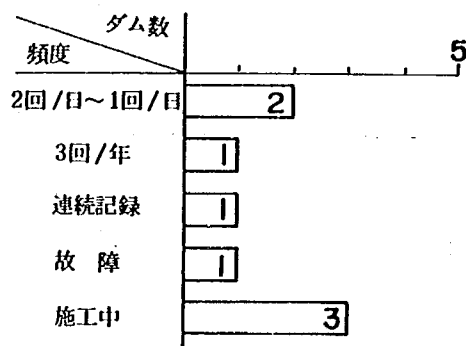
図－4.15 に継目計の計測頻度を示す。ダム数が少なく明確な傾向はわからないが、目的から考えて、施工時、試験湛水時は1回／7日程度の頻度でよく、試験湛水が完了したら計測をやめてもよいと考えられる。

図－4.16 に今後の計測方針を示しているが、七北田ダムは、試験湛水後1年で中止する予定としており、試験湛水中の奈良井ダムは現行の2回／日を1回／日に、第2期にある宇曾川ダムが現行の1回／7日を1回／月にへらしたいとしている。

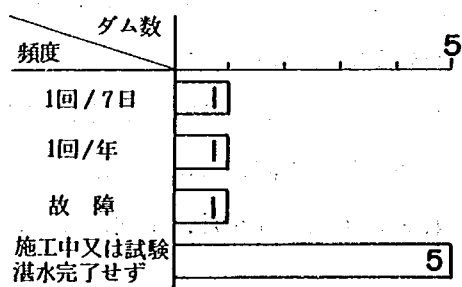
a) 施工時



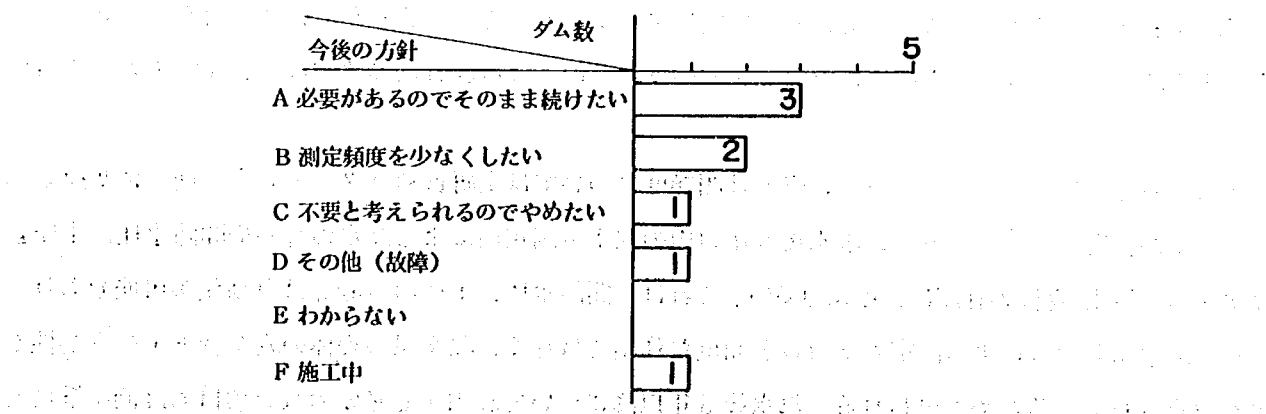
b) 試験湛水時



c) 湛水後5年以内



図－4.15 継目計の計測頻度



図－4.16 継目計の計測の今後の方針

4.6.3 その他の監査廊関係の埋設計器

鉄筋応力計、継目計以外の監査廊関係の埋設計器の計測頻度を表－4.11 に示す。

表－4.11 監査廊関係の計器の計測頻度

計 器 名	施 工 時	試験湛水時	湛水後 5 年以内
コンクリート応力計	1 回／日 1 ダム	1 回／7 日 1 ダム	1 回／月 1 ダム
コンクリート歪計	1 回／日 1 ダム	1 回／7 日 1 ダム	1 回／月 1 ダム
	1 回／月 1 ダム	1 回／hr 1 ダム	1 回／6hr 1 ダム
温 度 計	1 回／6 日 1 ダム	———	———
傾 斜 計	1 回／7 日 1 ダム	2 回／日 1 ダム	———
監査廊内水準測量	1 回／10 日 1 ダム	1 回／7 日 1 ダム	———

これらは、鉄筋応力計等と同じ計測頻度で良いと思われる。

4.7 地下水位観測孔

図－4.17 に地下水位の計測頻度を示す。地下水位の観測は、施工時は 1 回／7 日、試験湛水時は 1 回／日が多いが、この設置目的からして、この程度の頻度で妥当ではないかと考えられる。試験湛水完了後は、観測孔の維持管理の目的から、3 ヶ月に 1 回程度の計測頻度で良いのではないと思われる。

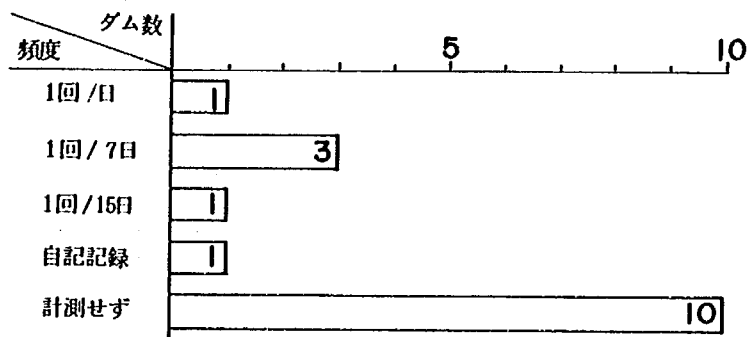
図－4.18 に今後の計測方針を示すが、測定頻度を少なくしたいというダムが多い。試験湛水中の奈良井ダム、高見ダムはそれぞれ現行の 1 回／7 日、1 回／日を 2 回／月、1 回／月にへらしたいとしているし、第 2 期の手取川ダム、寺内ダムは現行の 1 回／日をそれぞれ 1 回／3 ヶ月、1 回／月にしたいとしている。また前川ダムでは、測定を中止したいとしている。

4.8 計測頻度のとりまとめ

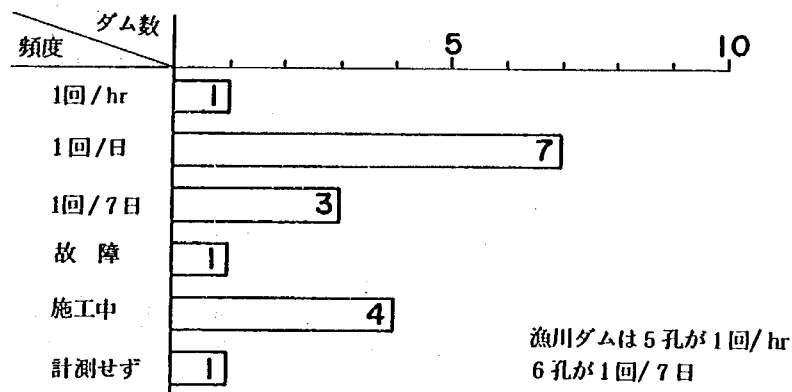
堤体挙動計測の計測頻度について、各項目別にアンケート調査による最も多い計測頻度と、第 1 期から第 3 期にかけて、表－4.1 に示された「ダムの安全管理」に示された標準的な計測頻度を表－4.12 に示す。

漏水量や変形についての試験湛水以降の計測頻度については土研資料「ダムの安全管理」に準拠すべきであるが、実態と比較すると、湛水後 5 年以内の漏水量測定堰による漏水の計測や間隙水圧、土圧、ひずみ又はせん断変位の計測は標準より多い。これは、間隙水圧、土圧の計測等は自動化が可能であり、また、漏水量測定堰による測定もそれほど面倒な作業ではなく、漏水量の堤体の安全管理上の重要性がよく認識されているためと思われる。湛水後 5 年以降について計測する必要のない項目も計測を継続しているダムがあるが、これは埋設計器の寿命を調べるという意味がある。

a) 施工時



b) 試験湛水時



c) 湛水後5年以内

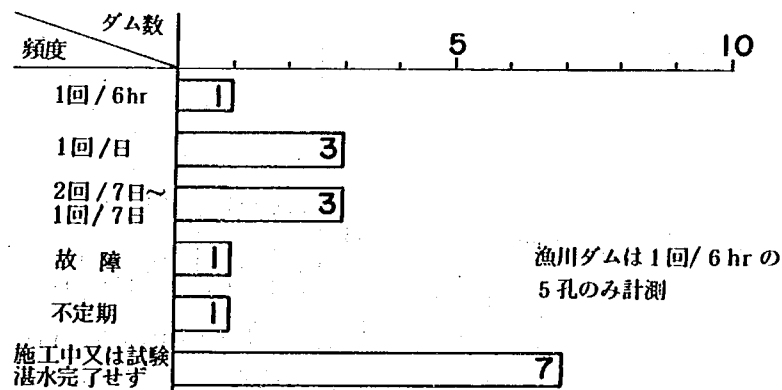


図-4.17 地下水位観測の計測頻度

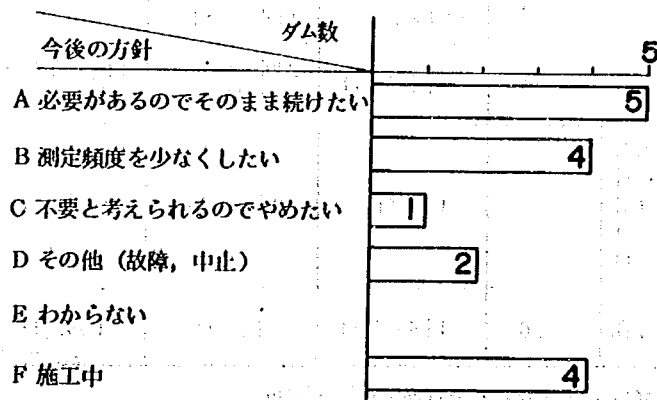


図-4.18 地下水位の観測の今後の方針

計測頻度について、今回のアンケート調査を基に定めた標準的な計測頻度を表－4.13 に示す。今後は、表－4.13 に準拠した計測頻度が妥当であると思われる。

表－4.12 堤体挙動計測の頻度

分 類	項 目	ダム数	施 工 時	試験湛水時	湛水後5年以内	湛水後5年以降
漏 水 係	漏水量測定堰	32	1回/日	1回/日 1回/日	1回/日 1回/7日	1回/7日 1回/月
	浸透流観測孔	24	1回/7日	1回/日 1回/日	1回/7日 1回/7日	1回/日 1回/月
	漏水の水質	9	—	1回/日	1回/日	2回/月～ 3回/月
変形関係	外部変形	32	1回/7日～ 1回/月	1回/7日 1回/7日	1回/月 1回/月	1回/3ヶ月 (1回/3ヶ月)
	層別沈下計	25	1回/月	1回/7日 1回/7日	2回/月 1回/月	1回/月 —
	岩盤変位計	12	1回/7日～ 1回/12日	1回/日又は 連続記録 1回/7日	連続記録 1回/月	— —
	相対水平変位計 相対水平鉛直変位計 岩着部せん断変位計 境界面せん断変位計 土中ひずみ計 連続沈下計	1～7	1回/7日	1回/7日 1回/7日	1回/7日 1回/月	1回/3ヶ月 —
	間隙水圧	26 (堤体内)	1回/7日	1回/日 1回/日	1回/日 1回/7日	1回/月 1回/月
	土 圧	16	1回/10日～ 1回/20日	1回/日 1回/7日	1回/日 1回/月	1回/6hr 1回/月 —
	温 度	堤体温度計	3	1回/20日	連続記録 ～1回/7日	連続記録 ～1回/7日 1回/月
監 査 係	鉄筋応力計	6	1回/3日～ 1回/7日	1回/日～ 1回/7日	1回/日	—
	継 目 計	8	1回/7日	2回/日～ 1回/日	1回/7日～ 1回/年	—
	コンクリート応力計 コンクリート歪計 コンクリート温度計 傾 斜 計 水 準 測 量		1回/日	1回/7日	1回/月	—
	地下水位	地下水位観測孔	16	1回/7日	1回/日	1回/日 —

アンケート調査の最も多い頻度/「ダムの安全管理」による頻度。

() 中の項目は状況に応じて測定間隔を延ばすことができる。

表－4.13 標準的な堤体挙動計測の頻度

分 類	項 目	施 工 時	試験湛水時	湛水後5年以内	湛水後5年以降
漏 水 係 関	漏 水 量 測 定 堰	1回/日	1回/日	1回/7日	1回/月
	浸 透 流 観 測 孔	(1回/月)	1回/日	1回/7日	1回/月
	漏 水 の 水 質	—	(1回/日)	—	—
変形関係	外 部 変 形	1回/7日	1回/7日	1回/月	(1回/3ヶ月)
	層 別 沈 下 計	1回/7日	1回/7日	1回/月	(1回/3ヶ月)
	岩 盤 変 位 計	1回/7日	1回/7日	1回/月	(1回/3ヶ月)
	その他堤体の内部変 形 関 係 の 計 器	1回/7日	1回/7日	1回/月	(1回/3ヶ月)
間隙水圧	間 隙 水 圧 計	1回/7日	1回/日	1回/7日	1回/月
土 圧	土 圧 計	1回/7日	1回/7日	1回/月	(1回/3ヶ月)
温 度	堤 体 温 度 計	連続記録	連続記録	連続記録	(1回/3ヶ月)
監 査 廊 係 関	鉄 筋 応 力 計	1回/7日	1回/7日	(1回/3ヶ月)	(1回/3ヶ月)
	継 目 計	1回/7日	1回/7日	—	—
	そ の 他 監 査 廊 関 係 の 計 器	1回/7日	1回/7日	(1回/3ヶ月)	(1回/3ヶ月)
地下水位	地 下 水 位 観 測 孔	1回/7日	1回/日	(1回/3ヶ月)	(1回/3ヶ月)

()書の項目は状況に応じて測定間隔を延ばすことができる。

[]書の項目は状況に応じて測定を打ち切ることができる。

5. データの整理方法

各計測項目についてのデータの整理状況を図-5.1に整理してみた。データはファイルし、各データはグラフ化してある比率の高い測定項目は、漏水量測定堰、浸透流観測孔による漏水量の測定、外部変形、層別沈下計、岩盤変位計といった変形関係、間隙水圧計、土圧計といった項目で、計測しているダム数の多い一般的な項目である。逆に、堤体のせん断変位やひずみに関する項目、監査廊関係の項目といった、測定しているダム数の少ない項目は整理の状況がよくないようである。

- 凡例 A データはファイルし、各データはグラフ化してある
 B データはファイルしてあるが、グラフ化は行っていない(過去一部行ったものを含む)
 C データはとっているが、ファイルしていないので全部揃っていない

分類	項目	ダム数	50	100(%)
漏関 水係	漏水量測定堰	32	A	B
	浸透流観測孔	24	A	B 施工中
	漏水の水質	9	A	B
変形関係	外部変形	32	A	B 施工中その他
	層別沈下計	25	A	B 施工中その他
	岩盤変位計	12	A	B
	相対水平変位計	1	A	
	相対水平変位計	4	A	B
	鉛直変位計	7	A	B
	岩盤変位計	3	A	B
	境界面せん断変位計	2	A	B
	土中ひずみ計	1	A	
間隙水圧	間隙水圧計	26	A	B
土圧	土圧計	16	A	B
温度	堤体温度計	3	A	
監査廊関係	鉄筋応力計	6	A	B C
	継目計	8	A	B
	コンクリート応力計	1	C	
	コンクリート歪計	2	B	C
	コンクリート温度計	1	A	
	傾斜計	1	A	
	水準測量	1	A	
地下水位	地下水位観測孔	16	A	B 施工中その他

図-5.1 データの整理状況

6. 埋設計器の寿命

漏水量、変形、間隙水圧といった計測項目の中で、堤体の内部変形、間隙水圧、土圧といった項目は、通常、電気式の埋設計器により測定される。電気式の埋設計器は差動トランス式、歪ゲージ式、カールソン式といった様々な種類のものがあるが、これらの埋設計器が埋設後、どの程度の期間測定できるかについては明確な資料がなかった。今回のアンケート調査では、各計器について当初設置した個数と、現在も観測中の個数を調べ、途中観測をやめたものはその時期と理由を調べた。このデータから、埋設計器の寿命を推定することとした。埋設計器の寿命については、故障等により計測値が異常な値を示しているにもかかわらず計測を継続しているものもあると思われるが、故障等の判断は、各ダムの管理事務所の判断に従うものとした。また、調査した時点は全て昭和57年7月に統一している。寿命の調査は、埋設数の多い間隙水圧計、土圧計を中心に行った。

6.1 間隙水圧計

堤体の盛立、試験湛水が完了したダムで、堤体内又は岩盤内に間隙水圧計を埋設しているダムは20ダムある。この20ダムの中で間隙水圧計の故障した時期がはっきりわかっている16ダムについて、設置位置別に計測されている間隙水圧計の当初設置された個数に対する生存率を表-6.1に示す。経過年数は盛立完了時からの年数で、経過年数に応じてダム数や当初設置された個数は変化している。

表-6.1 間隙水圧計の生存率

ゾーン名	項 目	盛立完了時	1年経過時	2年	3年	4年	5年	6年	7年	8年	9年	10年
コアゾーン	生存率(%)	92	91	90	81	74	69	66	53	81	85	—
	生存個数	222	203	168	95	59	47	45	26	21	11	—
	当初数	242	222	187	117	80	68	68	49	26	13	—
	経過年該当ダム数	15	15	13	10	7	6	6	4	2	1	—
ロックフィルゾーン	生存率(%)	96	94	92	91	86	87	87	78	86	100	—
	生存個数	85	80	72	59	31	27	27	14	12	3	—
	当初数	89	85	78	65	36	31	31	18	14	3	—
	経過年該当ダム数	12	12	11	9	6	5	5	4	2	1	—
岩盤	生存率(%)	96	99	93	79	27	20	20	0	0	0	0
	生存個数	85	84	51	31	6	4	4	0	0	0	0
	当初数	89	85	55	39	22	20	20	16	16	12	12
	経過年該当ダム数	9	9	8	6	5	4	4	3	3	1	1
総数	生存率(%)	93	94	91	84	70	66	64	48	59	37	0
	生存個数	392	368	291	185	96	78	76	40	33	14	0
	当初数	420	392	320	221	138	119	119	83	56	38	12
	経過年該当ダム数	16	16	14	11	8	7	7	5	3	2	1

生存率は

$$\text{生存率} = \frac{\text{生存個数}}{\text{当初数}} \times 100 \text{ の式で求め、当初数は、盛立完了時は実際に埋設された計器の数}$$

1年経過時以降は、盛立完了から各経過年経過している該当ダムの、盛立完了時に機能していた計器の合計とした。これは、盛立完了時まで機能しなくなった計器は重機械の走行によるケーブルの切断等による故障が多いと考えられるため、経年劣化による寿命を調べるためには、盛立完了時機能している計器の総数を母集団とした方が妥当であると考えられるためである。

この生存率を図化したものが図-6.1である。8年経過時以降はダム数が少なくて正確な生存率とは言い難いが、コアゾーン内の間隙水圧計は7年経過した時点で50%程度の生存率、ロック、フィルターゾーン内の間隙水圧計は80%程度の生存率を示している。これに対し、岩盤内の間隙水圧計は6年経過時で22%の生存率である。コアゾーン内の間隙水圧計の生存率は、調査時点で盛立完了後7年を経過している岩屋ダムが湛水後1年以内に18個の間隙水圧計全てが故障した影響が大きく、これを除くと7年経過した時点で80%程度の生存率となる。岩盤内の間隙水圧計の生存率が低いのは、当初12個の間隙水圧計を岩盤内に設置した福地ダムが、盛立完了後、4年後に全て故障したため、この影響が大きいと思われる。この生存率は現在計測している間隙水圧計の数を基に算出したものであり、正常な値を示しているものの割合は、この値より小さいと思われる。

施工中に故障する率は10%以下であり、施工管理等を厳格にすればこの率はさらに下がるであろう。

故障の原因は不明なものが多いが、岩屋ダム、三保ダム、漁川ダムでは落雷によりかなりの数の計器が故障している。

間隙水圧計を設置した最も古いダムは昭和38年3月に盛立が完了した皆瀬ダムで、20個の間隙水圧計を岩盤内に設置したが、盛立完了後8年2ヶ月で計測を中止している。その原因は不明である。

昭和42年10月に盛立を完了した九頭竜ダムはコアゾーン、ロック・フィルターゾーン、岩盤内にそれぞれ32個、17個、3個の間隙水圧計を埋設したが、1～9年でコア内は全滅し、昭和57年7月現在観測を続けているのは、ロック・フィルターゾーン内の3個と岩盤内の3個のみである。

広瀬ダムは昭和48年8月に盛立を完了したダムであるが、昭和57年7月現在、コアゾーン内に当初埋設した14個の内11個、フィルターゾーン内に埋設した3個全部の観測を継続している。(生存率82%)広瀬ダムの間隙水圧計の内、一部のものの試験湛水の翌年からの記録を図-6.2に示す。これらの計器はほぼ正常に機能しているものと思われる。

6.2 土 圧 計

堤体の盛立、試験湛水が完了したダムで、堤体内に土圧計を埋設しているダムは11ダムである。この中で土圧計の故障した時期がはっきりしている10ダムについて、計測されている土圧計の当初設置された個数に対する生存率を表-6.2に示す。生存率の求め方は、表-6.1の間隙水圧計と同じである。

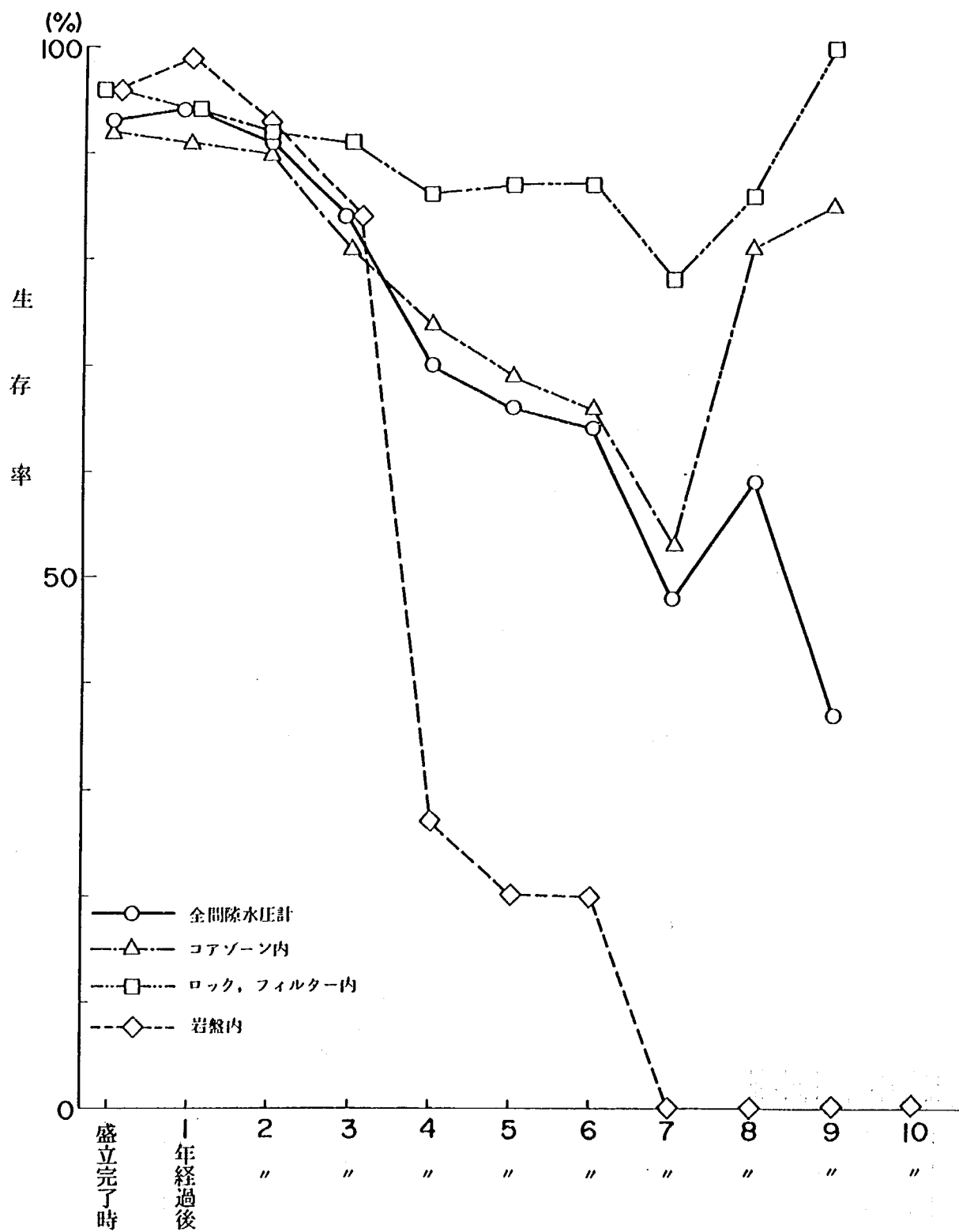


図-6.1 間隙水圧計の生存率と経過年数の関係

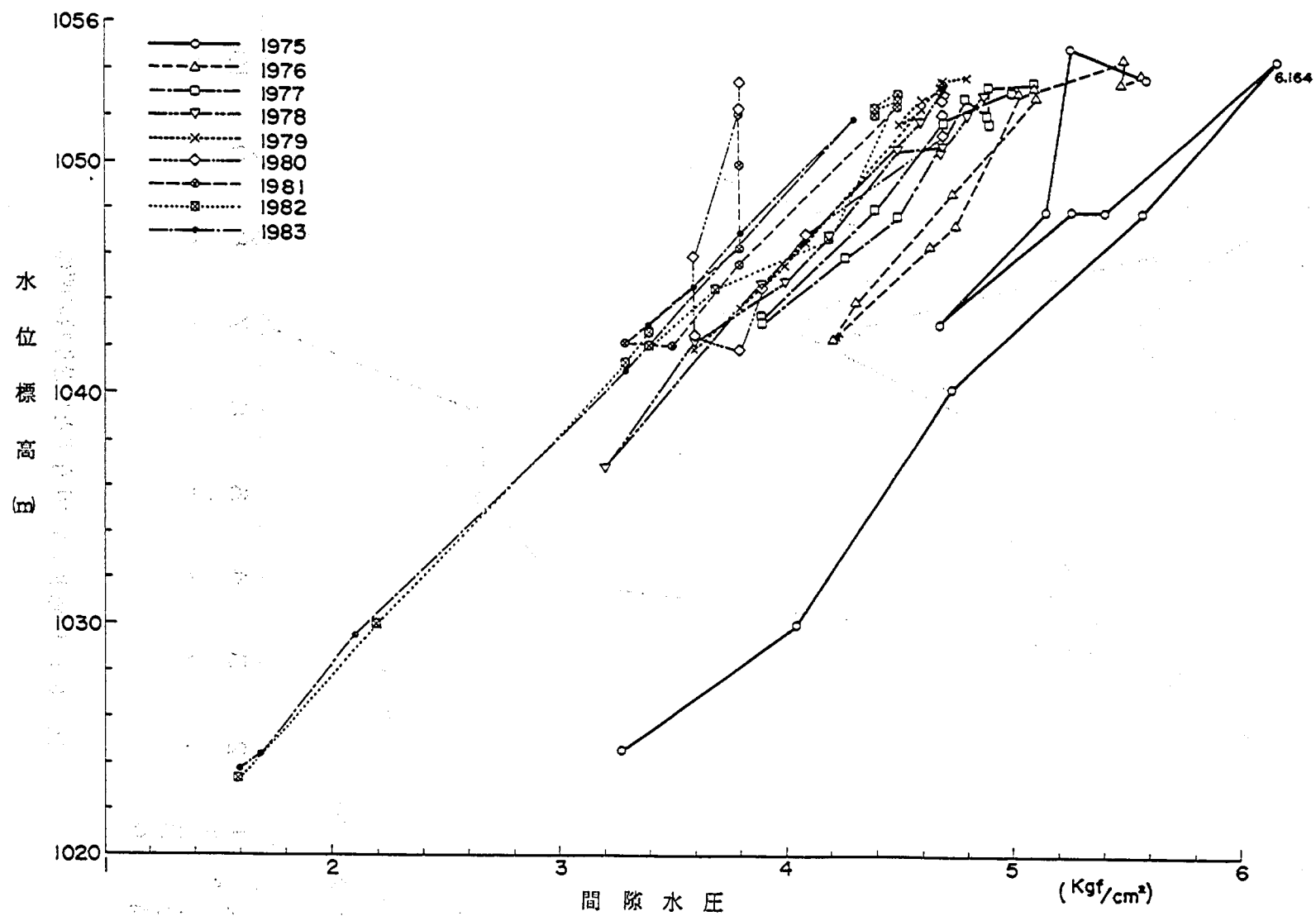


図-6.2 広瀬ダムの間隙水圧計の測定値 (その1)

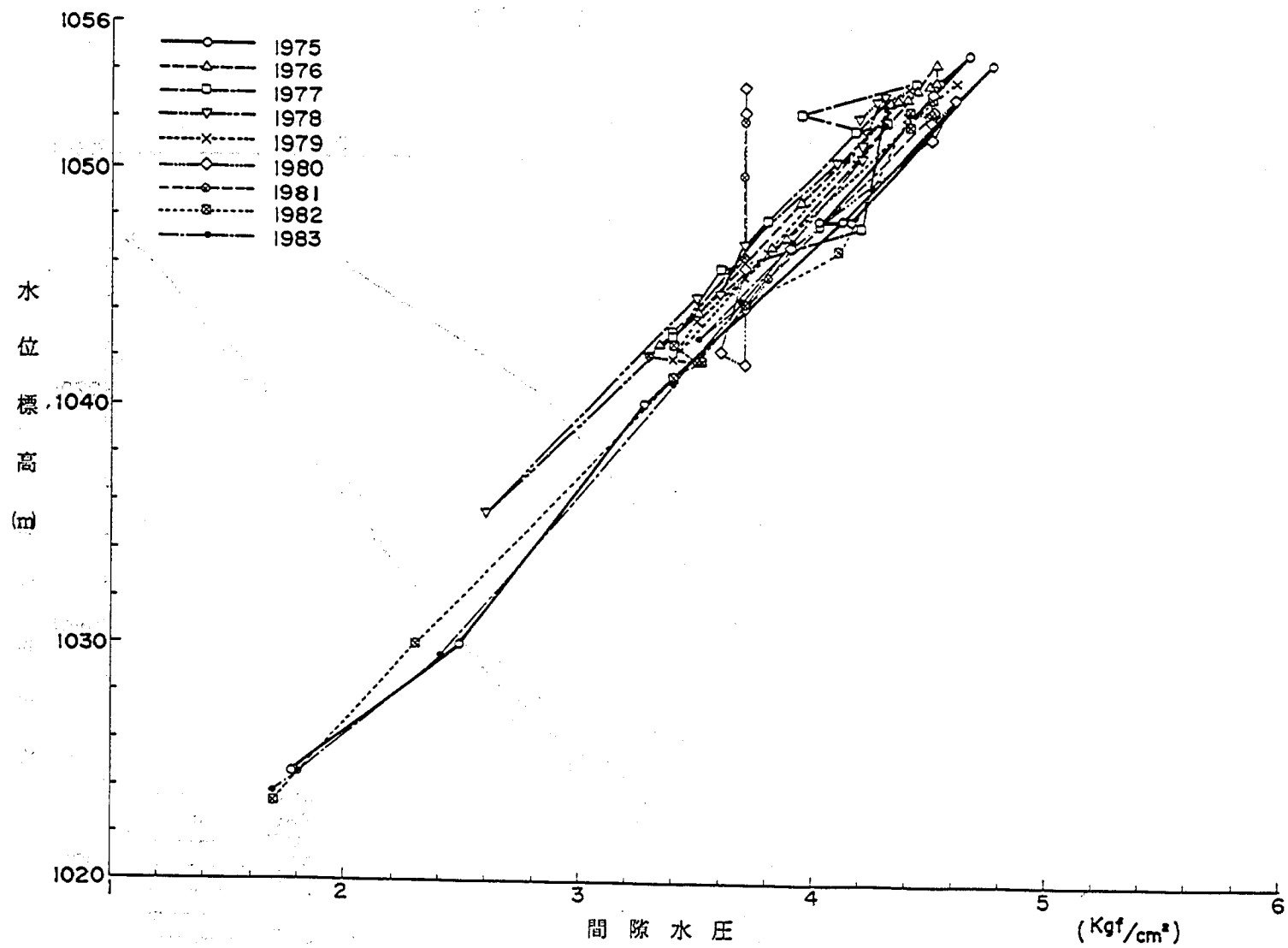


図-6.2 広瀬ダムの間隙水圧計の測定値 (その2)

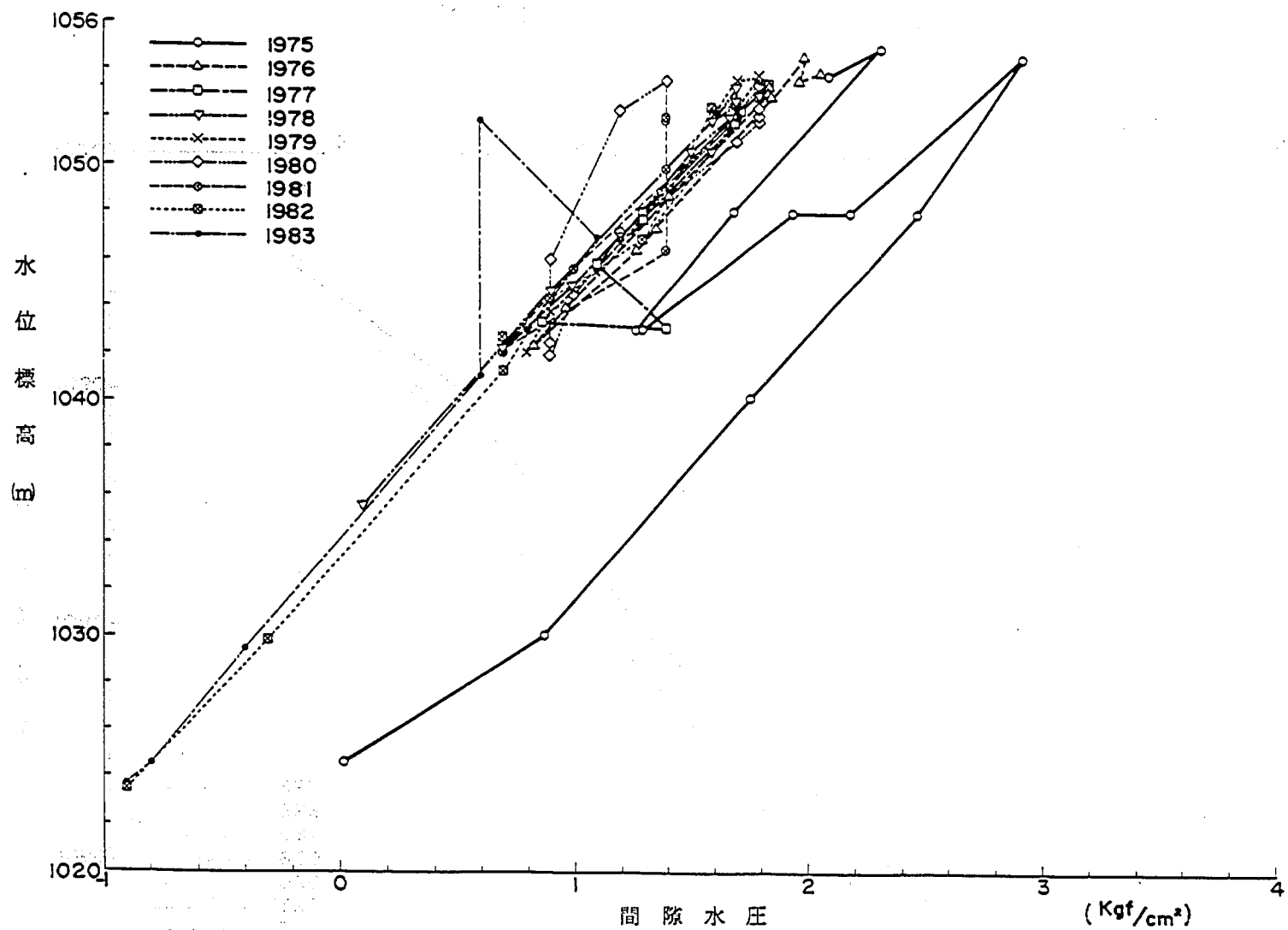


図-6.2 広瀬ダムの間隙水圧計の測定値 (その3)

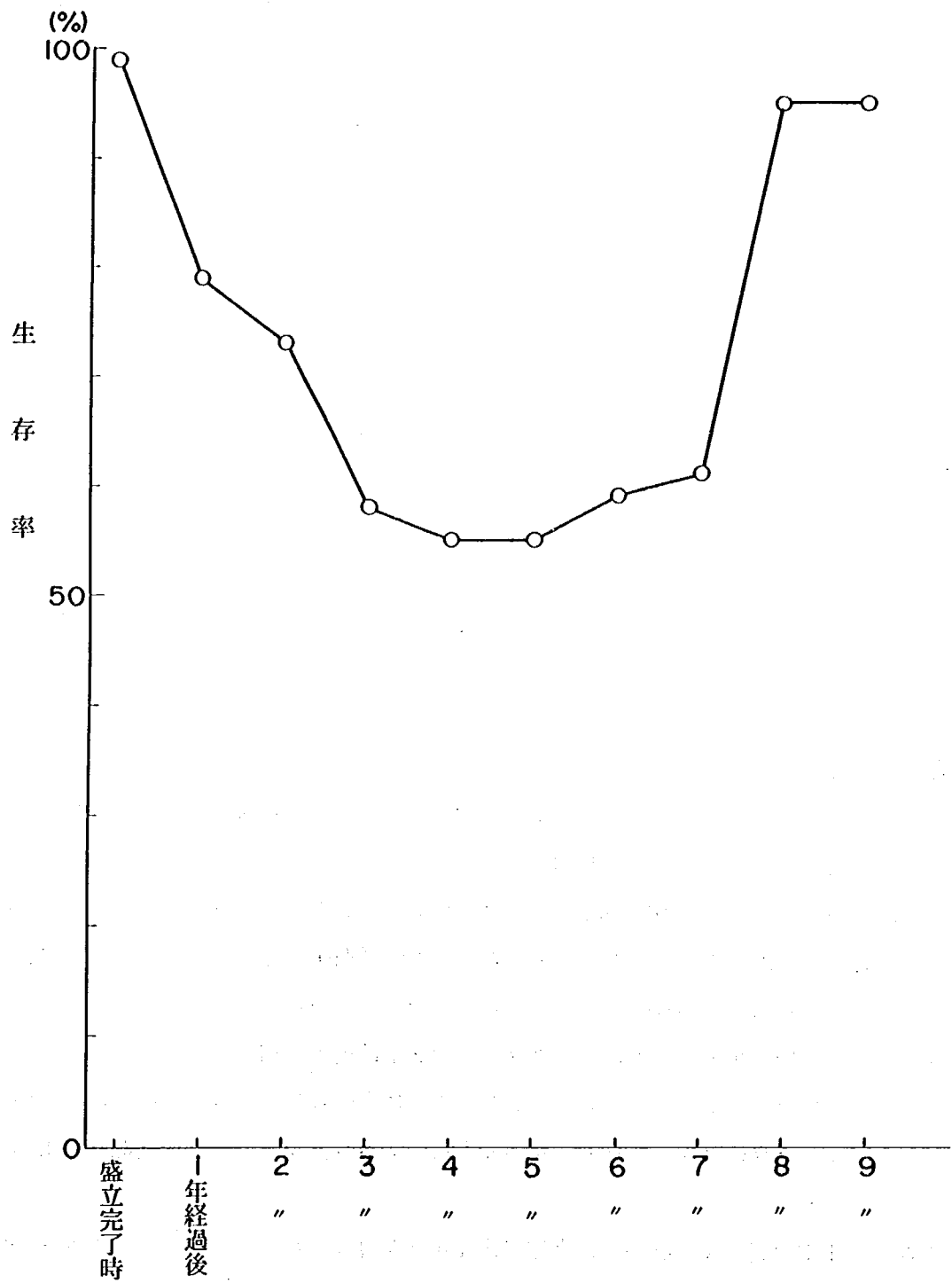


図-6.3 土圧計の生存率と経過年数の関係

表－6.2 土圧計の生存率

項 目	盛 立 完了時	1 年 経過時	2 年	3 年	4 年	5 年	6 年	7 年	8 年	9 年
生 存 率 (%)	99	78	73	58	55	55	59	61	95	95
生 存 個 数	195	153	124	63	46	46	46	20	20	20
当 初 数	197	195	169	108	84	84	78	33	21	21
経過年該当ダム数	10	10	8	7	4	4	3	2	1	1

この生存率を図化したものが図－6.3である。7年経過時以降はダム数が少なくて正確な生存率とは言えないが、6年経過した時点で60％程度の生存率である。土圧計の生存率の変化をみると、注目されるのは、1年経過時で生存率が急に下がっていることである。これは、岩屋ダム(当初土圧計21個設置)三保ダム(同6個設置)、などで1年以内に落雷等で土圧計が全て故障し、寺内ダム(同45個設置)で1年以内に22個の故障が発見されたことによる。また、施工時に故障する率は1％であり、かなり小さいと言える。

故障の原因は上に述べた落雷以外に明確にされているものはない。

土圧計を設置してその測定データの状態がわかっているダムで最も古いダムは昭和48年8月に盛立を完了した広瀬ダムで、当初3成分土圧計7ヶ所、計21個を設置した内、昭和57年7月現在20個(生存率95％)の計測を行っている。

6.3 層別沈下計

昭和57年7月時点で施工中のダムを含めて、層別沈下計を設置しているダムは25ダム、総計75本で、この内、現在観測されていないのは19本である。

その内容は、皆瀬ダムは、6本の層別沈下計を設置していたが盛立完了時より8年2ヶ月後に全ての計測を中止している。理由は不明である。緑川ダムは2本の層別沈下計を設置していたが、層別沈下計のケーシング内に入れる探索子が故障したため、計測を中止している。

岩屋ダムは、3本の層別沈下計の内、ロックゾーンの2本は施工当初から穴曲りにより計測不能であり、三保ダムも4本の層別沈下計全てが盛立後2ヶ月までに穴曲りにより計測不能となっている。寺内ダムも4本の内1本が盛立後2年1ヶ月で測定不能となっており、ケーシングの穴曲りによると考えられる。

宇曽川ダムでは1本の層別沈下計が、盛立完了後1年4ヶ月(湛水開始直後)でケーシングの穴曲りにより計測不能となっている。

御所ダムでは、7本の層別沈下計の内4本を当初の目的を果して不要と判断したため、計測を中止している。

このように、層別沈下計は計測が故障により不可能になった15本の内、8本が穴曲りによるものであり、施工時に、層別沈下計をできるだけ鉛直に保って設置する必要があることをうかがわせている。層別沈下計の設置総数に対する計測しているものの割合は80%である。

6.4 岩盤変位計

昭和57年7月時点で施工中のダムを含めて、岩盤変位計を設置しているダムは12ダム、76本ある。この内、故障しているのは次のとおりである。

手取川ダム：9本中1本 盛立完了後1年半で故障

漁川ダム：6本中1本 盛立完了後2年1ヶ月で落雷により故障

白川ダム：2本中1本 盛立完了後1年半で故障

御所ダム：10本中1本 施工中に故障

その他、奈良井ダムでは9本ある岩盤変位計の内、堤体中央部監査廊より施工したもの1本が、ケーシングの設置が完全でなく、カーテングラウチング施工時、グラウトミルクが岩盤変位計のロッドにまわってロッドをケーシングに固定したため、全く変位量が検出されない状態になっている。岩盤変位計の設置総数に対する計測しているものの割合は93%である。

6.5 その他のひずみ又はせん断変位を測定する計器

- (1) 相対水平変位計……岩屋ダム(盛立完了後6年8ヶ月経過)に1本設置されているが、盛立完了後1年10ヶ月後に、5点の測定点の内、4点が計測不能となっている。
生存率は20%である。
- (2) 相対水平鉛直変位計…4ダム(施工中～盛立完了後6年8ヶ月経過)に計8本設置されているが、この内、岩屋ダムは2本の内、1本の5点の測定点の内1点が測定不能である。また寺内ダム(盛立完了後5年5ヶ月経過)では、3本の内1本が盛立完了後、1年5ヶ月で測定不能となっている。設置総数に対する計測しているものの割合は85%である。
- (3) 岩着部せん断変位計…7ダム(施工中～盛立完了後4年8ヶ月経過)に計28個設置されているが、このうち、三保ダム(盛立完了後4年7ヶ月経過)の1個、御所ダムの3個の岩着部せん断変位計の59点の測定点の内3点が計測不能となっている。また手取川ダム(盛立完了後4年8ヶ月経過)では4個の内3個が計測不能である。設置総数に対する計測しているものの割合は86%である。
- (4) 境界面せん断変位計…3ダム(施工中～盛立完了後7年10ヶ月経過)に計15個設置されているが、手取川ダムでは8個の内3個が、大雪ダムでは5個の内、盛立完了時に1個故障している。設置総数に対する計測しているものの割合は73%である。

その中、土中ひずみ計(2ダムに設置、盛立完了後2年10ヶ月～3年8ヶ月経過)、連続沈下計(1ダムに設置、施工中)は全て正常に機能しているという調査結果である。

6.6 堤体温度計

堤体温度計は3ダム(盛立完了後7年10ヶ月経過)に計68個が設置されているがこの内大雪ダム(盛立完了後7年10ヶ月経過)では14個の内7個が盛立完了後1年から8年の間に測定不能となっている。設置総数に対する計測しているものの割合は90%である。

6.7 監査廊関係

- (1) 鉄筋応力計…6ダム(施工中～盛立完了後5年5ヶ月経過)に計185個設置されている。
この内、手取川ダムは50個の内6個が施工時に故障、白川ダム(盛立完了後3年8ヶ月経過)は、3個の全てがグラウチング施工中に破損したと報告されている。御所ダムでは、37個中14個が故障しており、設置総数に対する計測しているものの割合は88%程度になっている。
- (2) 継目計…8ダム(施工中～盛立完了後3年7ヶ月経過)に計472個設置されている。
この内、漁川ダムは188個の内5個が故障、白川ダムでは4個全てがグラウチング施工中に故障しており、また、十勝ダムでは40個中4個が故障している。設置総数に対する計測しているものの割合は97%である。
- (3) コンクリート応力計…手取川ダムにしか設置されていないが、19個の内3個が故障しており、盛立完了後3年9ヶ月後の生存率は84%である。
- (4) コンクリート歪計…2ダム(盛立完了後2年10ヶ月～3年8ヶ月経過)に計30個設置されているが、この内、手取川ダムの19個の内2個が故障しており、設置総数に対する計測しているものの割合は93%である。

その他、コンクリート温度計(1ダム施工中)、傾斜計(1ダム、盛立完了後10ヶ月経過)には故障したものは見られない。

6.8 埋設計器の寿命のまとめ

各種の埋設計器の寿命について、概略まとめた結果を表-6.3に示す。

経過年月については、間隙水圧計、土圧計、相対水平変位計以外は、その計器が埋設されている複数のダムの盛立完了後からの経過年月が異なるため、その内、最も長いものを示してある。また、生存率については、間隙水圧計、土圧計、相対水平変位計以外は、全埋設数の内、昭和57年7月時点で測定されているものの総数の割合で示してあるため、厳密な意味での生存率とは言えない。間隙水圧計や土圧計と同じ求め方をすると、この率はもっと下がるものと思われる。しかし、一応、電気式の埋設計器は、6～7年で50%以上の生存率があると言える。

表 6.3 各種埋設計器の生存率

分 類	項 目	経過年月	生存率(%)
間隙水圧	間 隙 水 圧 計	7 年	48
土 圧	土 圧 計	6 年	58
変 形 関 係	層 別 沈 下 計	—	80
	岩 盤 変 位 計	—	93
	相 対 水 平 変 位 計	7 年	20
	相 対 水 平 鉛 直 変 位 計	7 年 以 下	85
	岩 着 部 せ ん 断 変 位 計	5 年 以 下	86
	境 界 面 せ ん 断 変 位 計	8 年 以 下	73
	土 中 ひ ず み 計	5 年 以 下	100
	連 続 沈 下 計	施 工 中	100
温 度	堤 体 温 度 計	8 年 以 下	90
監 査 廊 関 係	鉄 筋 応 力 計	6 年 以 下	88
	継 目 計	4 年 以 下	97
	コンクリート歪計	5 年 以 下	84
	コンクリート温度計	施 工 中	100
	傾 斜 計	1 年	100

ダムの安全管理の目的から、長期(湛水後5年以降まで)にわたって計測を要するものは、漏水と間隙水圧の2項目であるが、間隙水圧の測定は、電気式の計器を用いる場合、長期にわたる計測の信頼性に疑問があり、他の計測手段を考える必要があるものと思われる。

7. ま と め

建設省関係の 32 ダムについて堤体の挙動計測のアンケート調査を行い、計測項目、計器の配置、計測頻度、計器の寿命の 4 項目についてとりまとめた。

各項目についての結論は、それぞれの章のまとめに書いてあるのでそれを参照していただきたい。

3 章で標準的な埋設計器の設置案を示したが、これについてはなお検討の余地があるかもしれない。できるだけ多くの埋設計器を設置し、有用なデータを得ることは重要なことなので、これから建設されるダムはこの設置案以上に多くの計測を行ってもらいたいと希望する。

今回調査したダムで、過去に測定されたデータについて解析を行っているダムは、樽水、岩屋、三保、寺内、漁川、御所、箕面川、奈良井、十勝、日中の 10 ダム(31%)である。

これらの解析は、個々のダムについていくつかの計測項目について行ったものであるが、これからは、この資料をもとに各計測項目についていくつかのダムの実測データを収集・整理し、いろいろな解析を行い実測データと照らしあわせてみて解析手法の妥当性を検証し、解析手法の改良・高度化を図らねばならない。そして、より合理的・経済的なダムの設計・施工方法を開発する必要があると言える。

〔参考文献〕

- 1) 建設省土木研究所ダム部：ダムの安全管理，土木研究所資料，第 1834 号，昭和 57 年 5 月
- 2) 松本徳久，北村康雄：湛水にともなうフィルダムの挙動と安全管理，土木研究所資料 第 1173 号，昭和 51 年 9 月。
- 3) 建設省河川局監修：多目的ダムの建設第 2 巻，財団法人全国建設研修センター，昭和 52 年 2 月。
- 4) 飯田隆一，北条紘次，松本徳久：湛水にともなうダムの安全管理，大ダム № 94 (1980 - 12)，昭和 55 年 12 月。
- 5) 笹川栄志，松本徳久，尾芦直人：ロックフィルダムにおける漏水量，変形，温度の実測及び解析，大ダム № 100 (1982 - 6)，昭和 57 年 6 月。
- 6) 建設省東北地方建設局御所ダム工事事務所：御所ダム工事誌，昭和 57 年 3 月。
- 7) 建設省東北地方建設局白川ダム工事事務所：白川ダム工事誌，昭和 56 年 11 月。
- 8) 建設省東北地方建設局皆瀬ダム工事事務所：皆瀬ダム工事誌，昭和 39 年 3 月。
- 9) 北海道開発局：大雪ダム工事記録，北海道開発協会，昭和 52 年 12 月
- 10) 北海道開発局石狩川開発建設部監修：漁川ダム工事記録，北海道開発協会，昭和 56 年 3 月。
- 11) 水資源開発公団寺内ダム建設所：寺内ダム工事誌，昭和 55 年 3 月。
- 12) 水資源開発公団，中部電力株式会社：岩屋ダム工事誌，昭和 53 年 3 月。
- 13) 宮城県土木部樽水ダム建設事務所：樽水ダム工事誌，昭和 52 年 3 月。
- 14) 宮城県土木部鳴瀬川総合開発建設事務所：漆沢ダム工事誌，昭和 56 年 3 月。
- 15) 山梨県土木部広瀬ダム建設事務所：広瀬ダム，昭和 51 年 3 月。
- 16) 神奈川県企業庁管理局三保事務所：三保ダム建設工事誌，昭和 56 年 3 月。
- 17) 北上川ダム統合管理事務所御所ダム管理支所：御所ダム堤体観測データのまとめ，昭和 57 年 11 月。
- 18) 建設省河川局開発課監修：コンクリートダムの細部技術，ダム技術研究センター，昭和 58 年 2 月。
- 19) 建設省，石川県，北陸電力株式会社，電源開発株式会社：手取川総合開発事業(手取川ダム)工事記録，電源開発株式会社，1982 年 4 月。

参 考 資 料 - 1

フィルダム挙動計測実態調査表（その1）

（その2）

フィルダム挙動計測実態調査表（その１）

昭和57年7月 現在

- ① ダム名 ダム (アンケート記入代表者名)

② 堤体盛立完了時期 : 昭和 年 月 日

③ 湛水開始日 : 昭和 年 月 日

④ 観測計器等設置個数(当初) : ない場合は「なし」と記入して下さい。④で「なし」の項目は⑤～⑩は記入の必要はありません。

⑤ ④のうち S57.7 現在観測中の個数 : "

⑥ ④と⑤で数が減っているもの(測定をやめたもの)について、その時期(年月を不明のときは不明と)と、理由を A,B,C,D,E で記して下さい。
A : 断線あるいはデータがおかしいため、B : 安定したため安全管理上不要と判断、C : 当初の目的(施工管理等)を果たして不要と判断、
D : その他(具体的に記入して下さい)、E : 理由不明 なお④と⑤が同数のときは⑥は記入不要。

⑦ 計測頻度を、施工中、試験湛水時、それ以降変更のたびに各々 1回 / 1日、1回 / 7日、1回 / 1月などと記入して下さい。不定期の場合は「約 1回 / 3月」などと、おおむねの数を記して下さい。

⑧ 今後の方針については A,B,C,D,E で記して下さい。
A : 必要であるのでそのまま続けたい、B : 測定頻度を少なくしたい(具体的頻度も記入して下さい)、C : 不要と考えられるのでやめたい、
D : その他(具体的に記して下さい)、E : (わからない)

⑨ 各データの整理方法について A,B,C,D,E で記して下さい。A : データはファイルし、各データはグラフ化してある。B : データはファイルしてあるが、グラフ化は行っていない(過去一部行ったものも含む)、C : データはとっているがファイルしていないので全部揃っていない、D : データはとっていない(ただ見るだけ)、E : その他(具体的に)

⑩ 過去に実測解析を行っていたら、その日付と報告書名をすべて記して下さい。

1)	昭和 年 月 日	報告書名 :		解析実施(業)者
2)	"	"		"
3)	"	"		"
4)	"	"		"
5)	"	"		"

以上です。記入上不明な点がありましたら建設省土木研究所フィルダム研究室の尾芦まで御連絡下さい。(Tel 0298 - 64 - 2211 内 507)

ダム挙動計測実態調査表（その2）

(分類)	計測項目	④ 観測計器等 設置個数（当初）	⑤：④のうちS58.6 現在も観測中の個数	⑥途中観測をやめた ものはその時期と理由	⑦ 計測頻度				⑧今後の 計測方針	⑨データ の整理方法
					施工時	試験時 水時	年月以降	年月以降		
(漏水関係)	漏水量測定堰（等） 浸透流（圧）観測孔 漏水（浸透水）の水質	ヶ所 孔 （項目）	ヶ所 孔 （項目）	年月 理由						
(変形関係)	外部変形（標的） 堤体の層別沈下計 基礎の地盤変位計 その他（ ） "（ ）	全体ヶ所 うちヶ所 天端（クロスアーム） 間隔 m ヶ所	全体ヶ所 うちヶ所 天端 ヶ所 ヶ所							
(間隙水圧)	間隙水圧計（コア材内） "（ロック フィルター材内） "（基礎岩盤内）	ヶ所 } 計 ヶ所 } ヶ所 ヶ所 }	ヶ所 } 計 ヶ所 } ヶ所 ヶ所 }							
(土圧)	土圧計（1成分） 合計の欄は、 3成分は1ヶ 所で3個5成 分は5個と数 える。 "（3成分） "（5成分）	ヶ所 } 合計 ヶ所 } 個 ヶ所 }	ヶ所 } 合計 ヶ所 } 個 ヶ所 }							
(温度)	堤体温度計	ヶ所	ヶ所							
(監査廊)	監査廊応力計 "歪計 "継目計	ヶ所 ヶ所 ヶ所	ヶ所 ヶ所 ヶ所							
(地震)	加速度計 強震計	成分 ヶ所 成分 ヶ所	成分 ヶ所 成分 ヶ所							
(地下水)	ダムサイト地下水位	ヶ所	ヶ所							
(その他)	その他（ ）									

参考資料 - 2

各ダムの堤体の挙動計測一覧表および埋設計器配置図

石	測	ダ ム	角	川	ダ ム	七	北	田	ダ ム
皆	瀬	ダ ム	手	取	川	四		時	ダ ム
九	頭	竜	宇	曾	川	十		勝	ダ ム
緑	川	ダ ム	寺	内	ダ ム	寺		山	ダ ム
白	岩	川	漁	川	ダ ム	有		間	ダ ム
広	瀬	ダ ム	漆	沢	ダ ム	荒		川	ダ ム
福	地	ダ ム	白	川	ダ ム	上	市	第二	ダ ム
大	雪	ダ ム	御	所	ダ ム	日		中	ダ ム
樽	水	ダ ム	箕	面	川				
岩	屋	ダ ム	前	川	ダ ム				
三	保	ダ ム	奈	良	井				
子	撫	川	高	見	ダ ム				

第 二 章

第 一 节 概 论

一、本节的任务

二、本节的意义

三、本节的范围

四、本节的重点

五、本节的难点

六、本节的结论

七、本节的讨论

八、本节的总结

九、本节的附录

十、本节的参考文献

石測ダム

型 式 コンクリート表面遮水壁型ロックフィルダム

堤 高 53.0 m, 堤項長 345 m, 堤体積 411.3 千^m

堤体盛立完了時期 S 28・6

湛 水 開 始 日 S 28・12・22

分 類	計 測 項 目	観測計器等設置個数	左のうち,昭和57年7月 現在も観測中の個数	データの 整理方法
漏水関係	漏水量測定堰(等) 浸透流(圧)観測孔 漏水(浸透水)の水質	5 ケ所 孔 (項目)	5 ケ所 孔 (項目)	A
変形関係	外部変形(標的) 堤体の層別沈下計 基礎の地盤変位計 岩着部せん断変位計	全体 9 ケ所 うち 1 ケ所 天端 5 ケ所 (クロスアーム) 間隔 5 m ケ所 ケ所	全体 6 ケ所 うち 1 ケ所 天端 ケ所 ケ所 ケ所	A
間隙水圧	間隙水圧計(コア材内) " (ロック, フィルター材内) " (基礎岩盤内)	ケ所 } ケ所 } 計 ケ所 ケ所 }	ケ所 } ケ所 } 計 ケ所 ケ所 }	
土 圧	土圧計(1成分) " (3成分) " (5成分)	ケ所 } ケ所 } 合計 個 ケ所 }	ケ所 } ケ所 } 合計 個 ケ所 }	
温 度	堤体温度計	ケ所	ケ所	
監査部関係	鉄筋応力計 継目計	ケ所 ケ所 ケ所 ケ所	ケ所 ケ所 ケ所 ケ所	
地 震	加 速 度 計 強 震 計	3 成分 2 ケ所 成分 ケ所	3 成分 2 ケ所 成分 ケ所	A
地下水位	ダムサイト地下水位	ケ所	ケ所	
過去に実測解析を行った報告書				

皆瀬ダム

型 式 コンクリート表面遮水壁型ロックフィルダム

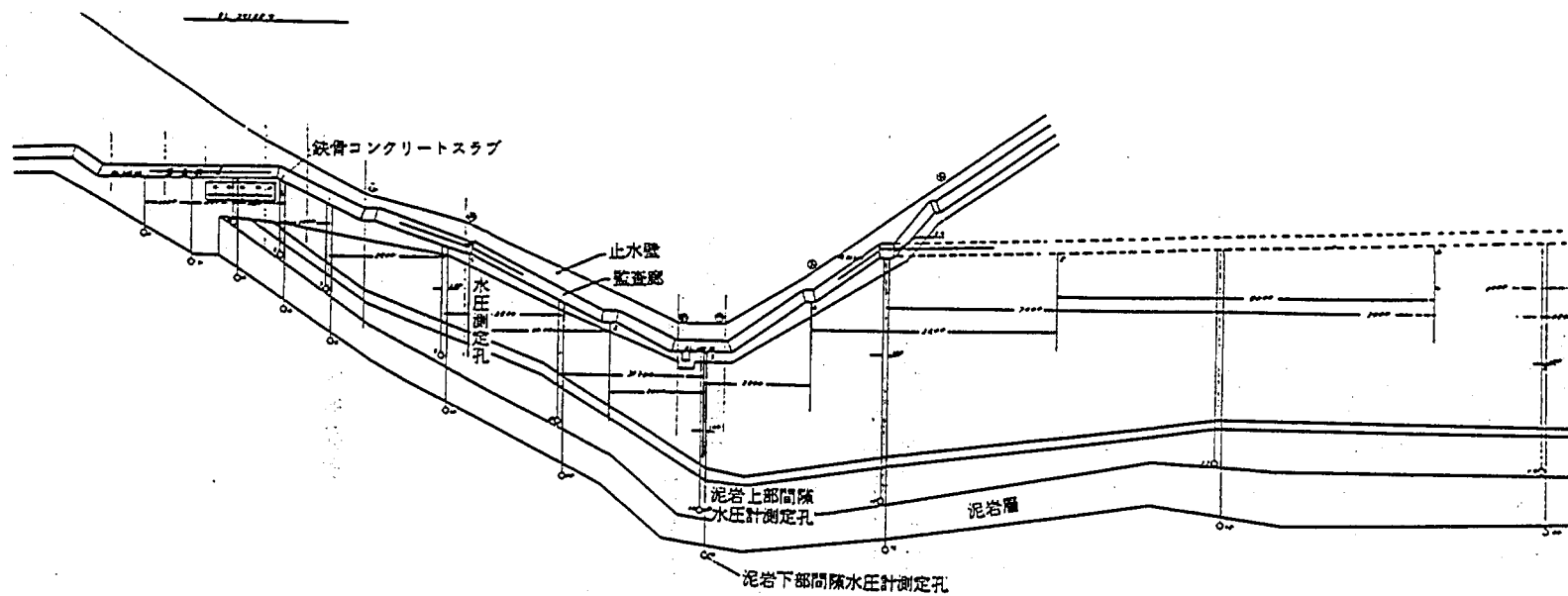
堤 高 66.5 m, 堤頂長 215 m, 堤体積 482 千 m³

堤体盛立完了時期 S 38・3

湛 水 開 始 日 S 38・9・2

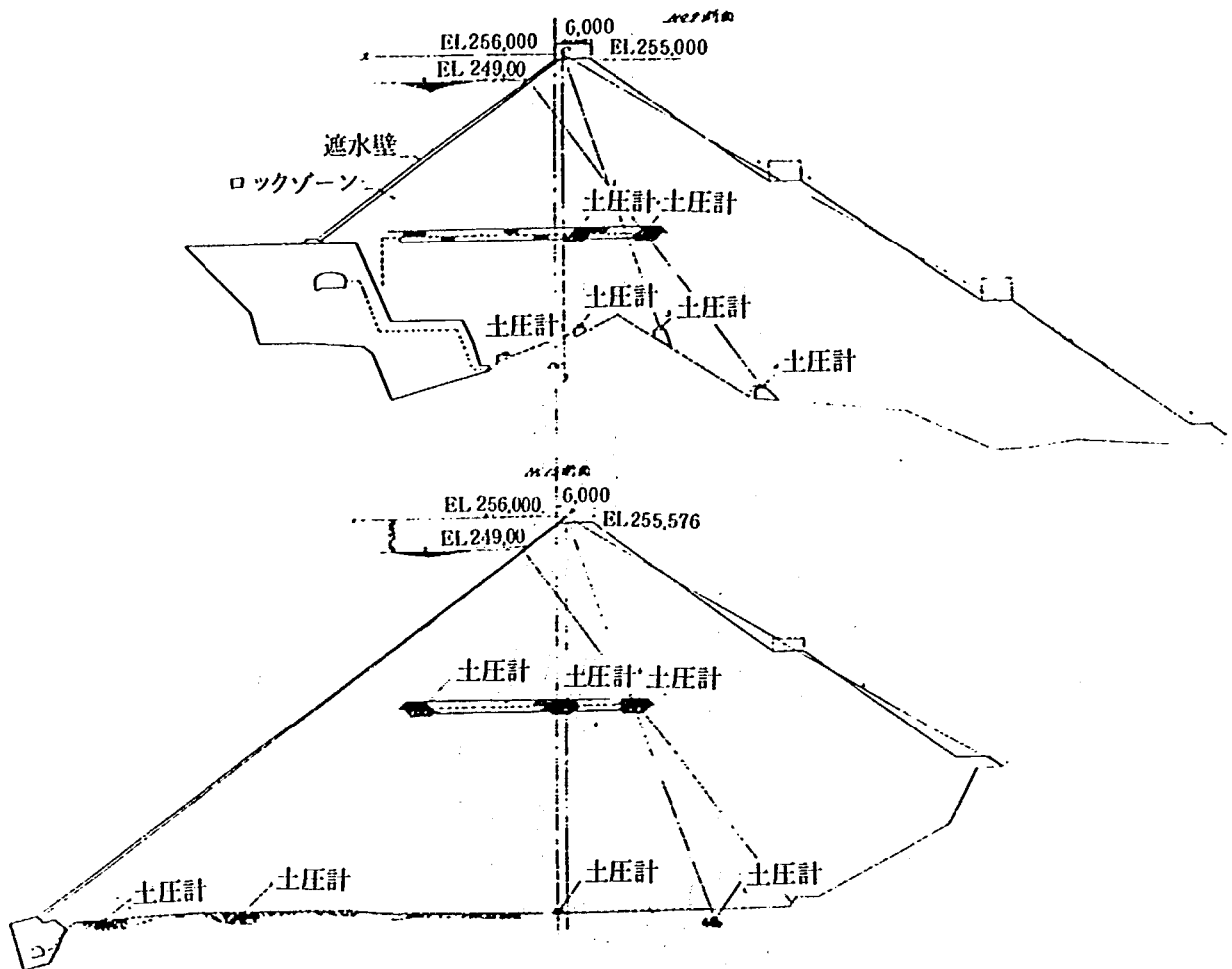
分 類	計 測 項 目	観測計器等設置個数	左のうち,昭和57年7月 現在も観測中の個数	データの 整理方法
漏水関係	漏水量測定堰(等) 浸透流(圧)観測孔 漏水(浸透水)の水質	1 ケ所 1 2 孔 (項目)	1 ケ所 1 2 孔 (項目)	A A
変形関係	外部変形(標的) 堤体の層別沈下計 基礎の地盤変位計 岩着部せん断変位計	全体 ケ所 うち 天端 ケ所 6 ケ所 (クロスアーム 間隔 m) ケ所 ケ所	全体 ケ所 うち 天端 ケ所 ケ所 ケ所 ケ所	
間隙水圧	間隙水圧計(コア材内) " (ロック, フィルター材内) " (基礎岩盤内)	ケ所 ケ所 2 0 ケ所 } 計 2 0 ケ所	ケ所 ケ所 ケ所 } 計 ケ所	
土 圧	土圧計(1成分) " (3成分) " (5成分)	1 5 ケ所 ケ所 ケ所 } 合計 1 5 個	ケ所 ケ所 ケ所 } 合計 個	
温 度	堤 体 温 度 計	ケ所	ケ所	
監査廊関係	鉄 筋 応 力 計 継 目 計 歪 計	ケ所 ケ所 ケ所 ケ所	ケ所 ケ所 ケ所 ケ所	
地 震	加 速 度 計 強 震 計	3 成分 2 ケ所 成分 ケ所	2 成分 1 ケ所 3 成分 2 ケ所	E (保管予定) E (保管予定)
地下水位	ダムサイト地下水位		ケ所	
過去に実測解析を行った報告書				

縦断位置図



皆瀬ダム

応力計位置図及び配線図



皆瀬ダム

九頭竜ダム

型 式 傾斜コア型ロックフィルダム

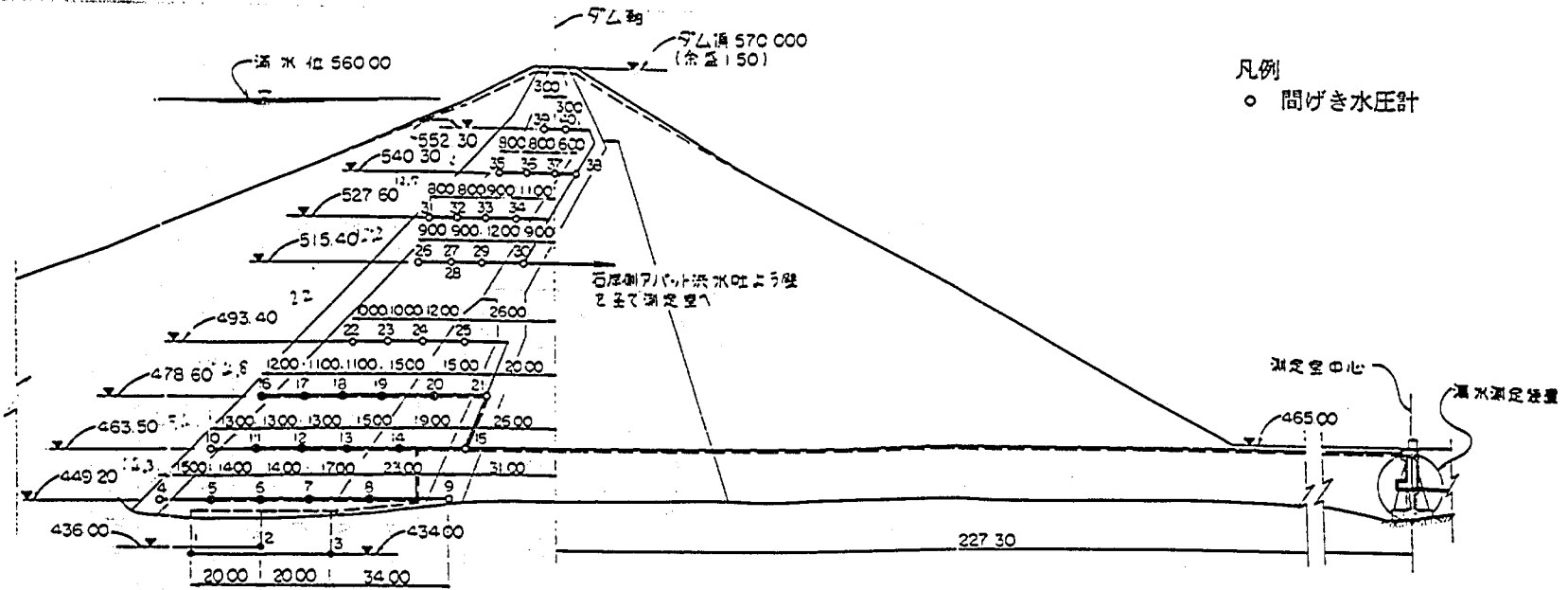
堤 高 128 m, 堤項長 355 m, 堤体積 6,300 千³m

堤体盛立完了時期 S 42・10

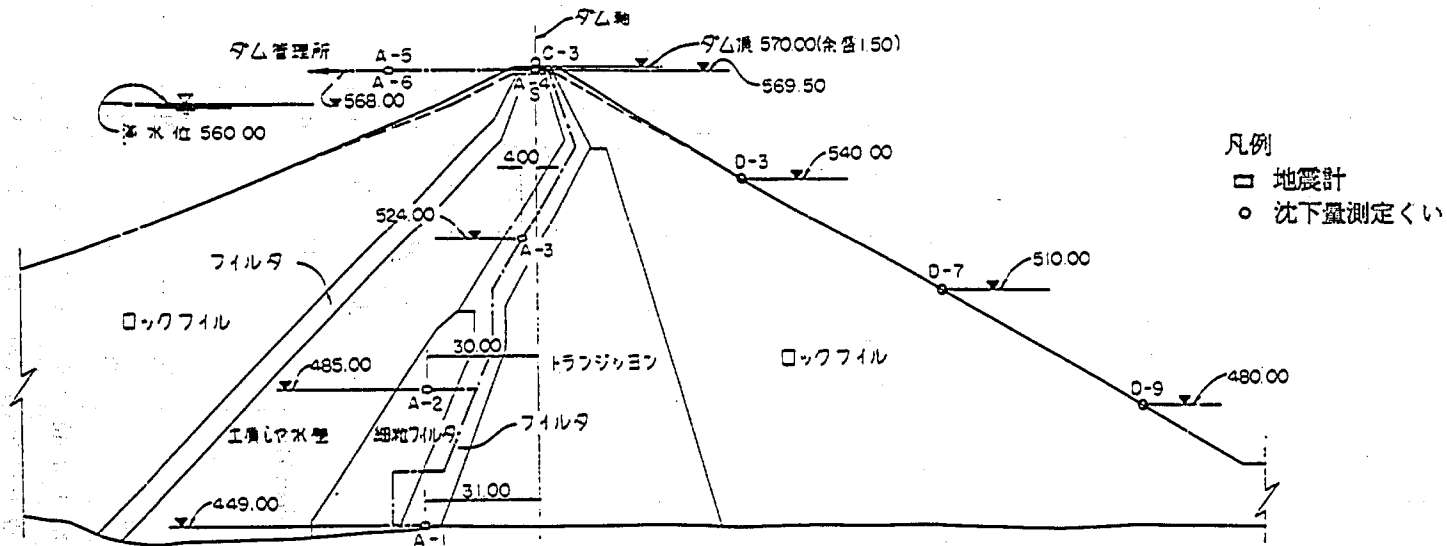
湛 水 開 始 日 S 42・12

分 類	計 測 項 目	観測計器等設置個数	左のうち,昭和57年7月 現在も観測中の個数	データの 整理方法
漏水関係	漏水量測定堰(等) 浸透流(圧)観測孔 漏水(浸透水)の水質	1ヶ所 孔 (項目) 濁度	1ヶ所 孔 (項目) 濁度	B B
変形関係	外部変形(標的) 堤体の層別沈下計 基礎の地盤変位計 岩着部せん断変位計	全体 14ヶ所 うち 5ヶ所 天端 ヶ所 (クロスアーム 間隔 m) ヶ所 ヶ所	全全体 14ヶ所 うち 5ヶ所 天端 ヶ所 ヶ所 ヶ所	
間隙水圧	間隙水圧計(コア材内) " (ロック, フィルター材内) " (基礎岩盤内)	32ヶ所 17ヶ所 3ヶ所 } 計 52ヶ所	ヶ所 3ヶ所 3ヶ所 } 計 6ヶ所	B B B
土 圧	土圧計(1成分) " (3成分) " (5成分)	ヶ所 ヶ所 ヶ所 } 合計 個	ヶ所 ヶ所 ヶ所 } 合計 個	
温 度	堤体温度計	ヶ所	ヶ所	
監査廊関係	鉄筋応力計 継目計	ヶ所 ヶ所 ヶ所 ヶ所	ヶ所 ヶ所 ヶ所 ヶ所	
地 震	加 速 度 計 強 震 計	3成分 6ヶ所 成分 ヶ所	3成分 6ヶ所 成分 ヶ所	D
地下水位	ダムサイト地下水位	ヶ所	ヶ所	
過去に実測解析を行った報告書				

間げき水圧計配置 (A-A)



地震計および沈下量測定くい配置 (A-A)



九頭竜ダム

緑川ダム（補助）

型 式 中央コア型ロックフィルダム

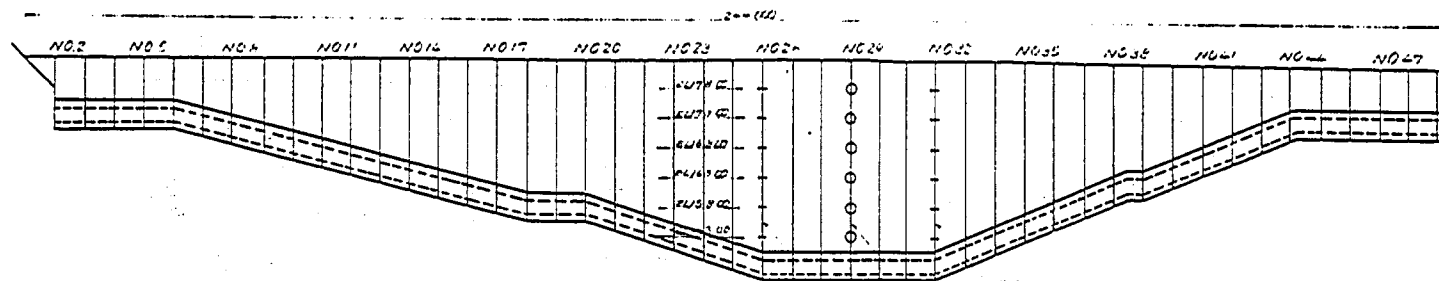
堤 高 35 m, 堤項長 244 m, 堤体積 347 千^m

堤体盛立完了時期 S 43・3

湛 水 開 始 日 S 45・10・6

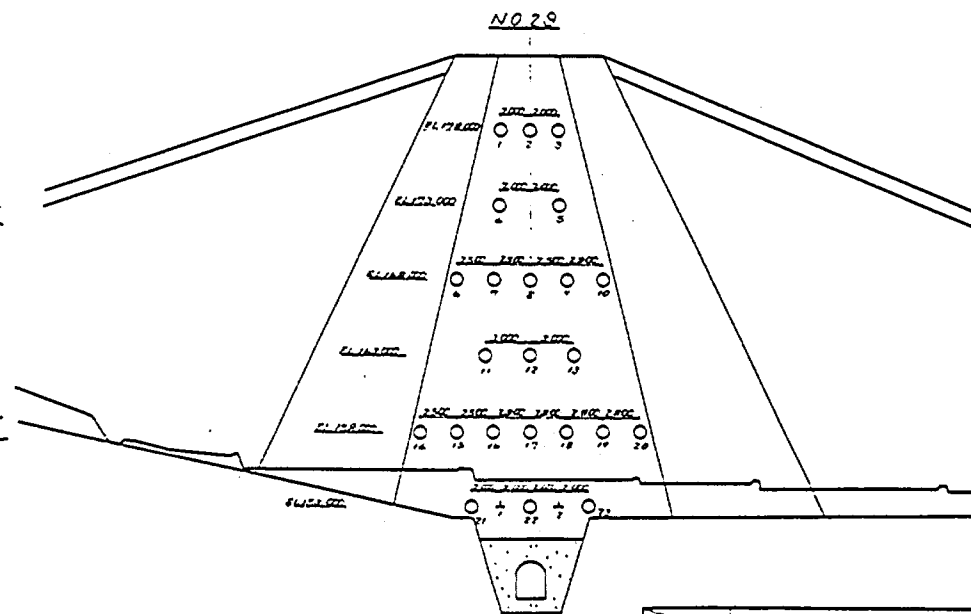
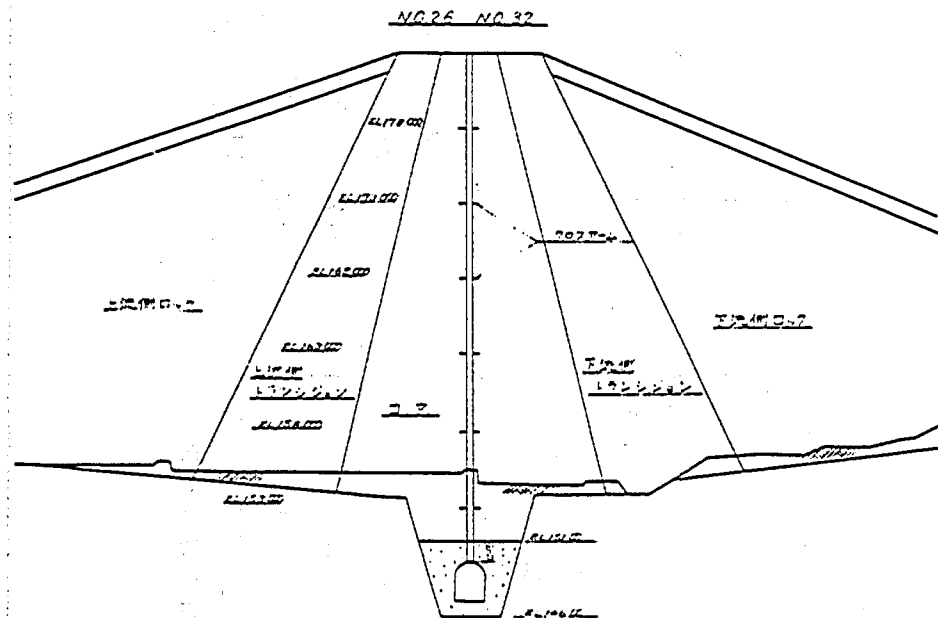
分 類	計 測 項 目	観測計器等設置個数	左のうち,昭和57年7月 現在も観測中の個数	データの 整理方法
漏水関係	漏水量測定堰（等） 浸透流（圧）観測孔 漏水（浸透水）の水質	1 ケ所 2 2 孔 (項目)	1 ケ所 1 2 孔 (項目)	A
変形関係	外部変形（標的） 堤体の層別沈下計 基礎の地盤変位計 岩着部せん断変位計	全体 5 6 ケ所 うち 天端 1 1 ケ所 2 ケ所 (クロスアーム 間隔 m) ケ所 ケ所	全体 5 6 ケ所 うち 天端 1 1 ケ所 ケ所 ケ所 ケ所	A
間隙水圧	間隙水圧計（コア材内） "（ロック, フィルター材内） "（基礎岩盤内）	2 3 ケ所 ケ所 ケ所 計 ケ所	ケ所 ケ所 ケ所 計 ケ所	B
土 圧	土 圧 計（1 成 分） "（3 成 分） "（5 成 分）	ケ所 ケ所 ケ所 合計 個	ケ所 ケ所 ケ所 合計 個	
温 度	堤 体 温 度 計	ケ所	ケ所	
監査廊関係	鉄 筋 応 力 計 継 目 計	ケ所 ケ所 ケ所 ケ所	ケ所 ケ所 ケ所 ケ所	
地 震	加 速 度 計 強 震 計	成分 ケ所 成分 ケ所	成分 ケ所 成分 ケ所	
地下水位	ダムサイト地下水位	ケ所	ケ所	
過去に実測解析を行った報告書				

油圧計設置部



沈下計設置箇所断面図

土圧計
水圧計 設置箇所



計測範囲内設置数			
土圧計	10	7	2
	20	2	
	40	15	
	80	3	23
水圧計	80	2	2
沈下計	6	2	2

白岩川ダム

型 式 中央コア型ロックフィルダム

堤 高 50 m, 堤項長 258.5 m 堤体積 346 千³m

堤体盛立完了時期 S 48・11・30

湛 水 開 始 日 S 49・3・19

分 類	計 測 項 目	観測計器等設置個数	左のうち,昭和57年7月 現在も観測中の個数	データの 整理方法
漏水関係	漏水量測定堰(等) 浸透流(圧)観測孔 漏水(浸透水)の水質	1ヶ所 孔 (項目)	1ヶ所 孔 (項目)	A
変形関係	外部変形(標的)	全体 10ヶ所 うち 天端 2ヶ所	全体 10ヶ所 うち 天端 2ヶ所	B
	堤体の層別沈下計	2ヶ所 (クロスアーム 間隔 2.5m)	2ヶ所	B
	基礎の地盤変位計	ヶ所	ヶ所	
	岩着部せん断変位計	ヶ所	ヶ所	
間隙水圧	間隙水圧計(コア材内) " (ロックフィル材内) " (基礎岩盤内)	ヶ所 } 計 ヶ所 ヶ所 } ヶ所 }	ヶ所 } 計 ヶ所 ヶ所 } ヶ所 }	
土 圧	土圧計(1成分) " (3成分) " (5成分)	ヶ所 } 合計 個 ヶ所 } ヶ所 }	ヶ所 } 合計 個 ヶ所 } ヶ所 }	
温 度	堤体温度計	ヶ所	ヶ所	
監査廊関係	鉄筋応力計	ヶ所	ヶ所	
	継目計	ヶ所	ヶ所	
		ヶ所	ヶ所	
		ヶ所	ヶ所	
地 震	加 速 度 計 強 震 計	成分 ヶ所 成分 ヶ所	成分 ヶ所 成分 ヶ所	
地下水位	ダムサイト地下水位	ヶ所	ヶ所	
過去に実測解析を行った報告書				

広瀬ダム

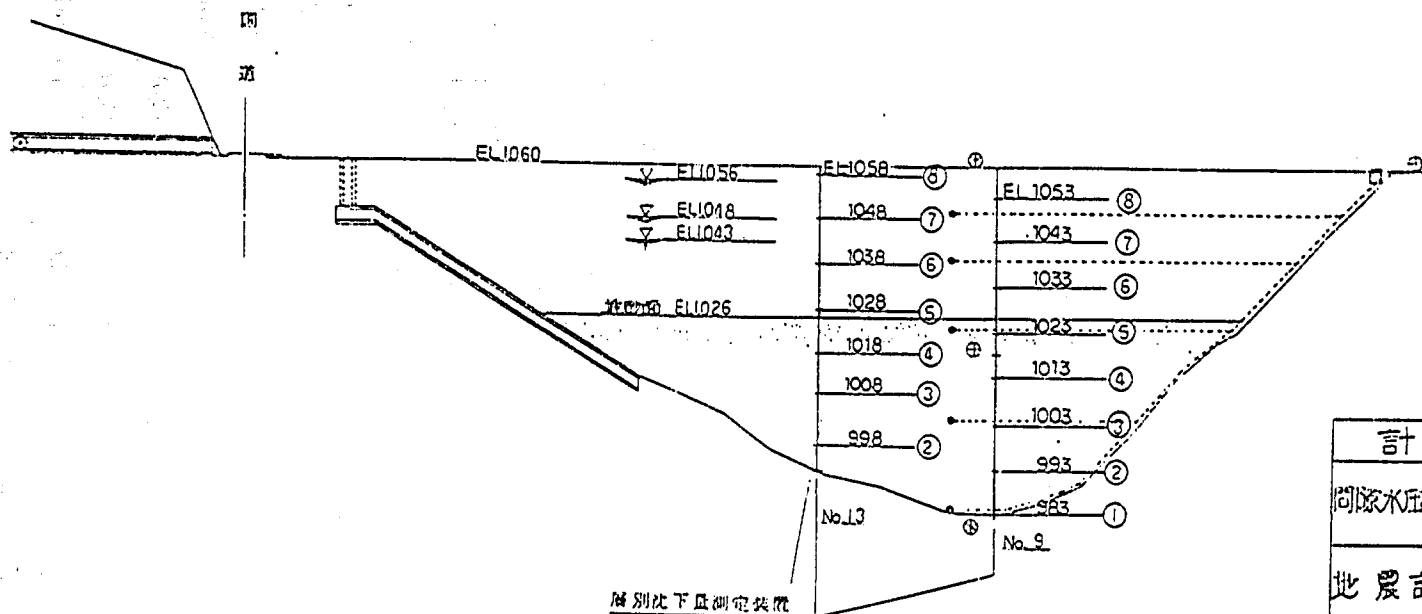
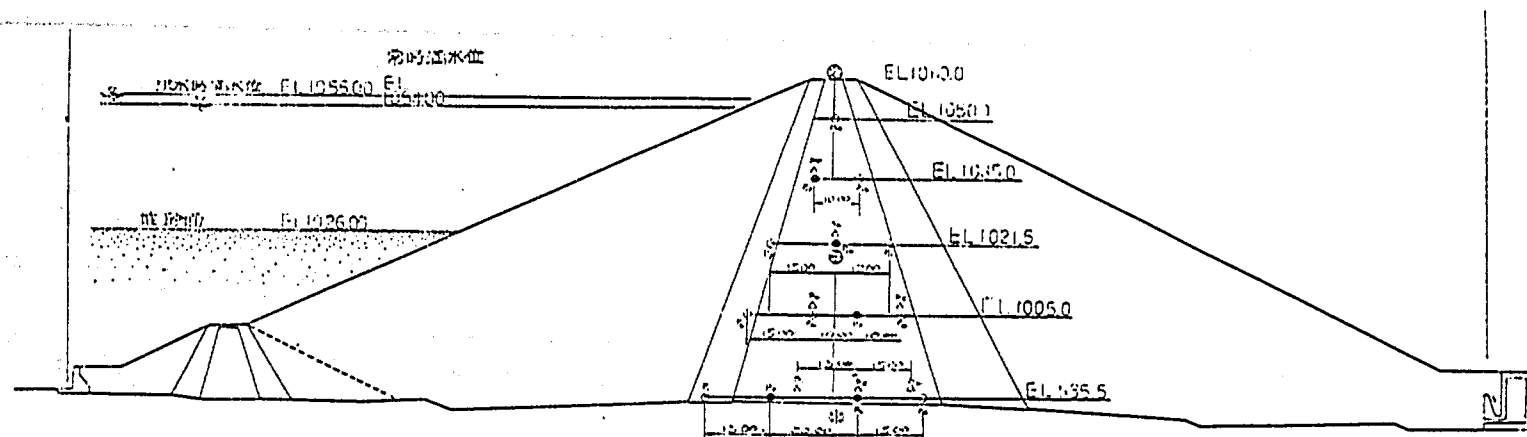
型 式 中央コア型ロックフィルダム

堤 高 75 m, 堤頂頭 255 m, 堤体積 1,400 千^m

堤体盛立完了時期 S 48・8・5

湛 水 開 始 日 S 49・12・16

分 類	計 測 項 目	観測計器等設置個数	左のうち,昭和57年7月 現在も観測中の個数	データの 整理方法
漏水関係	漏水量測定堰(等) 浸透流(圧)観測孔 漏水(浸透水)の水質	4 ケ所 6 孔 (項目)	4 ケ所 6 孔 (項目)	A A
変形関係	外部変形(標的) 堤体の層別沈下計 基礎の地盤変位計 岩着部せん断変位計	全体 11ヶ所 うち 天端 5ヶ所 2ヶ所 (クロスアーム 間隔 m) ヶ所 ヶ所	全体 11ヶ所 うち 天端 5ヶ所 2ヶ所 ヶ所 ヶ所	A A
間隙水圧	間隙水圧計(コア材内) " (ロック, フィルター材内) " (基礎岩盤内)	11ヶ所 } 3ヶ所 } 計14ヶ所 ヶ所 }	8ヶ所 } 3ヶ所 } 計12ヶ所 ヶ所 }	A A
土 圧	土圧計(1成分) 土圧計(3成分) 土圧計(5成分)	ヶ所 } 21ヶ所 } 合計63個 ヶ所 }	ヶ所 } 18ヶ所 } 合計54個 ヶ所 }	A
温 度	堤体温 度 計	ヶ所	ヶ所	
監査廊関係	鉄筋応力計 継 目 計	ヶ所 ヶ所 ヶ所 ヶ所	ヶ所 ヶ所 ヶ所 ヶ所	
地 震	加 速 度 計 強 震 計	2 成分 2 ケ所 3 成分 3 ケ所	2 成分 2 ケ所 3 成分 3 ケ所	A A
地下水位	ダムサイト地下水位	ヶ所	ヶ所	
過去に実測解析を行った報告書				



凡 例

計 器 名	記号	数量
間隙水圧計	カールソン	○ 9
	差圧カラス	● 5
地 震 計	加速度型2成分	⊕ 1
	加速度型3成分	⊗ 2
土 圧 計	カールソン3成分	△ 21

広瀬ダム

福地ダム

型 式 中央コア型ロックフィルダム

堤 高 91.7 m, 堤頂頭 260 m, 堤体積 1,622.4 千 m^3

堤体盛立完了時期 S 47・12

湛 水 開 始 日 S 49・3・25

分 類	計 測 項 目	観測計器等設置個数	左のうち,昭和57年7月 現在も観測中の個数	データの 整理方法
漏水関係	漏水量測定堰(等) 浸透流(圧)観測孔 漏水(浸透水)の水質	4 ケ所 孔 (項目)	7 ケ所 孔 (項目)	A
変形関係	外部変形(標的) 堤体の層別沈下計 基礎の地盤変位計 岩着部せん断変位計	全体 12 ケ所 うち 3 ケ所 天端 (クロスアーム 間隔 m) ケ所 ケ所 ケ所	全体 12 ケ所 うち 3 ケ所 天端 ケ所 ケ所 ケ所	A
間隙水圧	間隙水圧計(コア材内) " (ロック, フィルター材内) " (基礎岩盤内)	ケ所 ケ所 12 ケ所 } 計 12 ケ所	ケ所 ケ所 ケ所 } 計 ケ所	B
土 圧	土圧計(1成分) " (3成分) " (5成分)	ケ所 ケ所 ケ所 } 合計 個	ケ所 ケ所 ケ所 } 合計 個	
温 度	堤体温 度 計	ケ所	ケ所	
監査関係	鉄筋応力計 継 目 計	ケ所 ケ所 ケ所 ケ所	ケ所 ケ所 ケ所 ケ所	
地 震	加 速 度 計 強 震 計	成分 ケ所 成分 ケ所	成分 ケ所 成分 ケ所	
地下水位	ダムサイト地下水位	10 ケ所	0 ケ所	
過去に実測解析を行った報告書				

大雪ダム

型 式 中央コア型ロックフィルダム

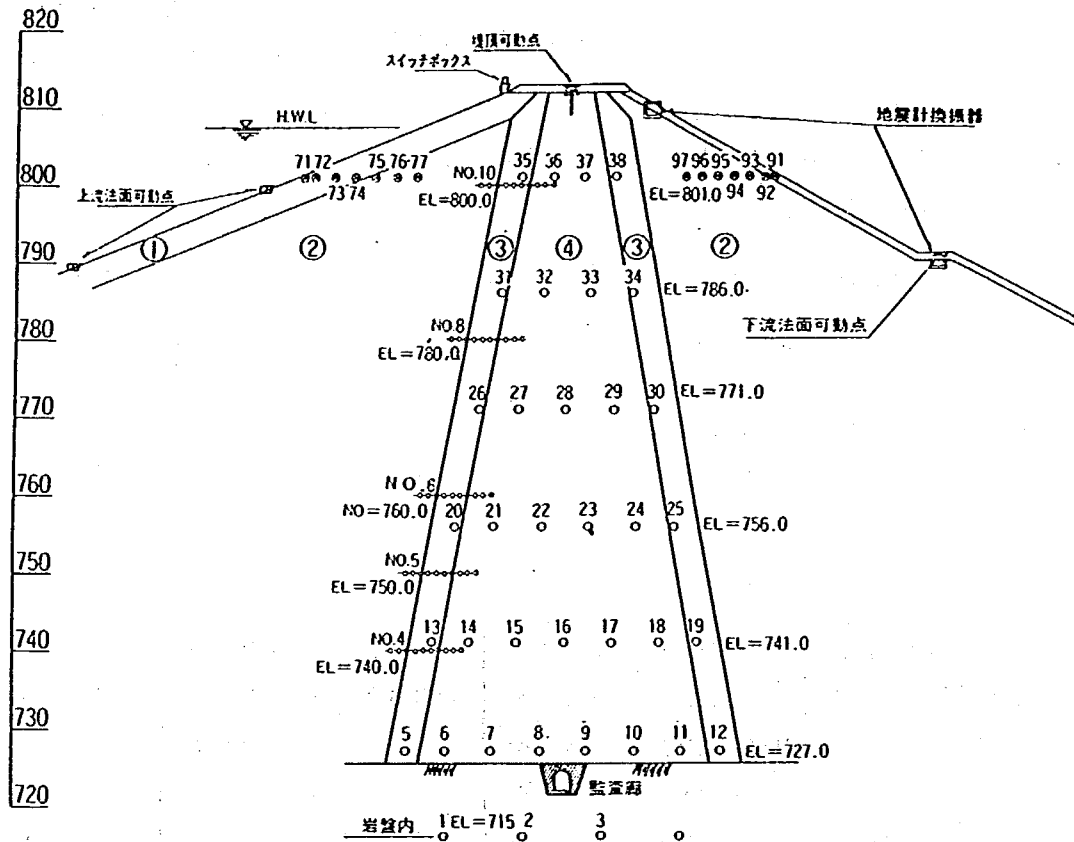
堤 高 86.5 m, 堤頂長 440 m, 堤体積 3,874.6 千 m^3

堤体盛立完了時期 S 49・8

湛 水 開 始 日 S 49・11・12

分 類	計 測 項 目	観測計器等設置個数	左のうち,昭和57年7月 現在も観測中の個数	データの 整理方法
漏水関係	漏水量測定堰(等) 浸透流(圧)観測孔 漏水(浸透水)の水質	6ヶ所 10孔 (項目)	6ヶ所 10孔 (項目)	A A
変形関係	外部変形(標的) 堤体の層別沈下計 基礎の地盤変位計 岩着部せん断変位計	全体 26ヶ所 うち 10ヶ所 5ヶ所 (クロスアーム 間隔 1m) ヶ所 ヶ所	全体 26ヶ所 うち 10ヶ所 4ヶ所 ヶ所 ヶ所	A A
間隙水圧	間隙水圧計(コア材内) " (ロック, フィルター材内) " (基礎岩盤内)	22ヶ所 12ヶ所 4ヶ所 } 計 38ヶ所	10ヶ所 9ヶ所 0ヶ所 } 計 19ヶ所	A A A
土 圧	土圧計(1成分) " (3成分) " (5成分)	ヶ所 ヶ所 ヶ所 } 合計 個	ヶ所 ヶ所 ヶ所 } 合計 個	
温 度	堤体温度計	14ヶ所	7ヶ所	A
監査廊関係	鉄筋応力計 継目計	ヶ所 ヶ所 ヶ所 ヶ所	ヶ所 ヶ所 ヶ所 ヶ所	
地 震	加 速 度 計 強 震 計	3成分 5ヶ所 成分 ヶ所	3成分 5ヶ所 成分 ヶ所	B
地下水位	ダムサイト地下水位	ヶ所	ヶ所	
過去に実測解析を行った報告書				

計測機器配置図



凡例

- ① リップラップ
- ② ロック
- ③ フィルタ
- ④ コア
- 間隙水圧計
- ○ 相対すべり変位計
- ⊗ 温度計

大雪ダム

樽水ダム

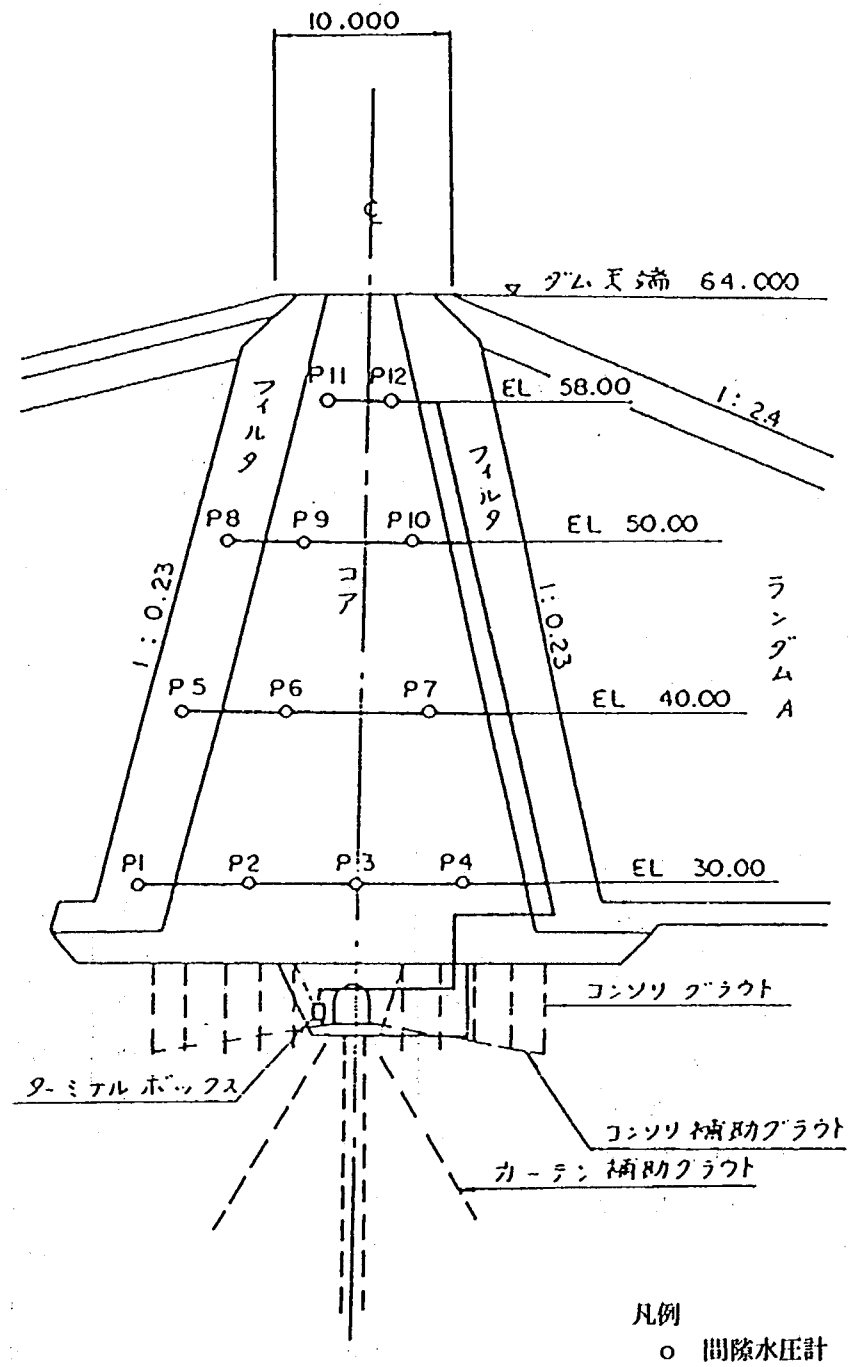
型 式 中央コア型ロックフィルダム

堤 高 43 m, 堤項長 256.5 m, 堤体積 550.8 千 m³

堤体盛立完了時期 S 50・8

湛 水 開 始 日 S 51・2・28

分 類	計 測 項 目	観測計器等設置個数	左のうち,昭和57年7月 現在も観測中の個数	データの 整理方法
漏水関係	漏水量測定堰(等) 浸透流(圧)観測孔 漏水(浸透水)の水質	2ヶ所 孔 (項目)	1ヶ所 孔 (項目)	A
変形関係	外部変形(標的) 堤体の層別沈下計 基礎の地盤変位計 岩着部せん断変位計	全体 11ヶ所 うち 11ヶ所 天端 (クロスアーム) 間隔 m ヶ所 ヶ所 ヶ所	全体 11ヶ所 うち 11ヶ所 天端 ヶ所 ヶ所 ヶ所	A
間隙水圧	間隙水圧計(コア材内) " (ロック, フィルター材内) " (基礎岩盤内)	9ヶ所 } 3ヶ所 } 計 12ヶ所 ヶ所 }	6ヶ所 } 2ヶ所 } 計 8ヶ所 ヶ所 }	A
土 圧	土圧計(1成分) " (3成分) " (5成分)	ヶ所 } ヶ所 } 合計 個 ヶ所 }	ヶ所 } ヶ所 } 合計 個 ヶ所 }	
温 度	堤体温度計	ヶ所	ヶ所	
監査廊関係	鉄筋応力計 継目計	ヶ所 ヶ所 ヶ所 ヶ所	ヶ所 ヶ所 ヶ所 ヶ所	
地 震	加 速 度 計 強 震 計	成分 ヶ所 3 成分 2 ヶ所	成分 ヶ所 3 成分 2 ヶ所	
地下水位	ダムサイト地下水位	ヶ所	ヶ所	
過去に実測解析を行った報告書		1) S 52・3 「堤体観測調査解析」(株)開発土木コンサル ント 2) S 57・3 「 " " 日本工営(株)東北支店		



樽水ダム

岩屋ダム

型 式 中央コア型ロックフィルダム

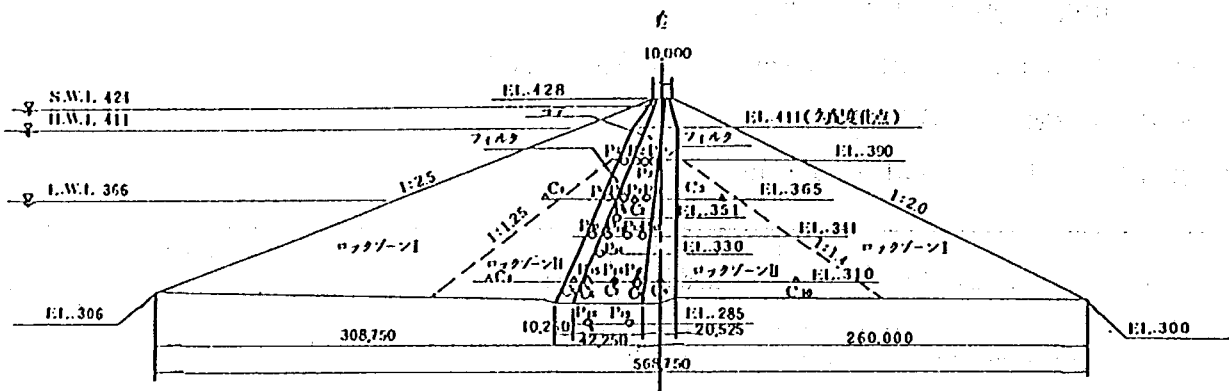
堤 高 127.5 m, 堤頂長 366 m, 堤体積 5,780 千 m^3

堤体盛立完了時期 S 50・11・10

湛 水 開 始 日 S 51・3・19

分 類	計 測 項 目	観測計器等設置個数	左のうち,昭和57年7月 現在も観測中の個数	データの 整理方法
漏水関係	漏水量測定堰(等)	5 ケ所	4 ケ所	A
	浸透流(圧)観測孔 漏水(浸透水)の水質	(項目) 孔 濁度・水温	(項目) 孔 濁度・水温	B
変形関係	外部変形(標的)	全体 36ケ所 うち 9ケ所 天端	全体 36ケ所 うち 9ケ所 天端	A
	堤体の層別沈下計	3ケ所 (クロスアーム 間隔10m)	1 ケ所	A
	基礎の地盤変位計	ケ所	ケ所	
	岩着部せん断変位計	ケ所	ケ所	
	相対水平変位計	1ケ所	1 ケ所	A
	相対水平鉛直変位計	2ケ所	2 ケ所	A
間隙水圧	間隙水圧計(コア材内)	18ケ所	0ケ所	A
	“(ロック, フィルター材内)	2ケ所	0ケ所	
	“(基礎岩盤内)	3ケ所	0ケ所	
		計23ケ所	計 0ケ所	
土 圧	土圧計(1成分)	9ケ所	0ケ所	A
	“(3成分)	1ケ所	0ケ所	
	“(5成分)	ケ所	ケ所	
		合計12個	合計 0個	
温 度	堤体温度計	ケ所	ケ所	
監査廊関係	鉄筋応力計	ケ所	ケ所	
	継 目 計	ケ所	ケ所	
		ケ所	ケ所	
		ケ所	ケ所	
地 震	加 速 度 計	成分 ケ所	成分 ケ所	
	強 震 計	15成分 8 ケ所	15成分 8 ケ所	A
地下水位	ダムサイト地下水位	1 ケ所	(S 58・3~) 1 ケ所	A
過去に実測解析を行った報告書		S 56・3 「岩屋ダム測定結果解析業務」(株)開発土木コンサル タント		

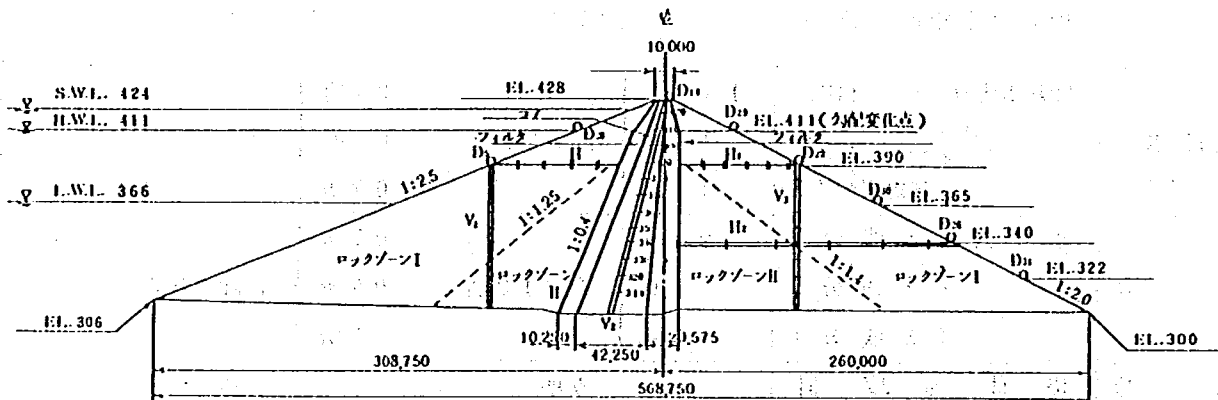
間隙水圧計，土圧計配置図（中央断面）



凡例

- 間隙水圧計 中央断面 (P₁~P₁₀)
R-80, L-80 (EL.390, EL.365) P₁₀ ~ P₁₁
各々 1 成分
- △ 土 圧 計 C₁ は 3 成分, 他は各々 1 成分

相対沈下計，変位計，標的配置図（中央断面）



凡例

- ; 標的 (上記外は図 7.1.1 参照)
- ; 相対水平変位計 (5 測点)
- H₁, H₂ ; 相対水平鉛直変位計 (各々 5 測点)
- V₁, V₂, V₃ ; 相対沈下計

岩屋ダム

三保ダム

型 式 傾斜コア型ロックフィルダム

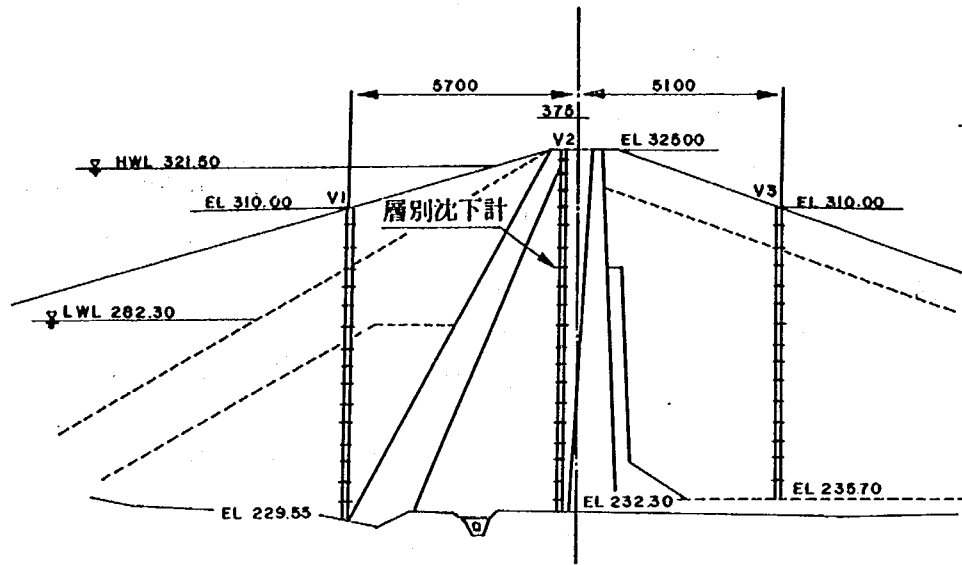
堤 高 95 m, 堤項長 587.7 m, 堤体積 5,816 千 m³

堤体盛立完了時期 S 52・12・6

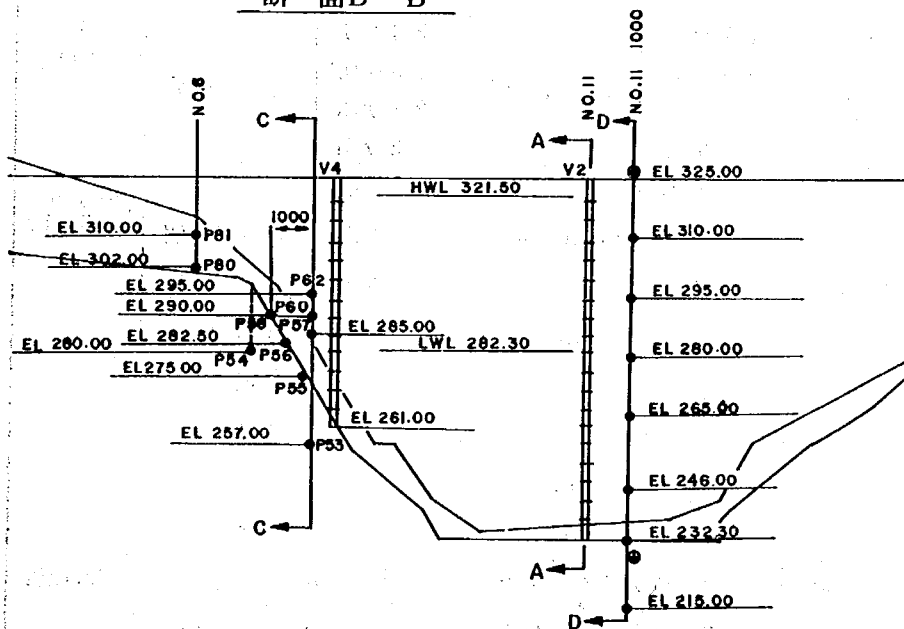
湛 水 開 始 日 S 53・2・28

分 類	計 測 項 目	観測計器等設置個数	左のうち,昭和57年7月 現在も観測中の個数	データの 整理方法
漏水関係	漏水量測定堰(等)	5 ケ所	3 ケ所	A
	浸透流(圧)観測孔	239 孔	239 孔	A
	漏水(浸透水)の水質	(項目) 水温・濁度	(項目) 水温・濁度	B
変形関係	外部変形(標的)	全体 21ケ所 うち 8ケ所 天端	全体 14ケ所 うち 8ケ所 天端	A
	堤体の層別沈下計	4ケ所 (クロスアーム 間隔 4 m)	ケ所	A
	基礎の地盤変位計	ケ所	ケ所	
	岩着部せん断変位計	1 ケ所	1 ケ所	A (~S55. 3.31)
間隙水圧	間隙水圧計(コア材内)	27ケ所	24ケ所	A
	"(ロック, フィルター材内)	28ケ所	25ケ所	(~S55. 3.31)
	"(基礎岩盤内)	22ケ所	21ケ所	"
	(不明)	7ケ所	3ケ所	"
土 圧	土圧計(1成分)	ケ所	ケ所	A
	"(3成分)	2ケ所	ケ所	(~S55. 3.31)
	"(5成分)	ケ所	ケ所	"
温 度	堤体温度計	ケ所	ケ所	
監査廊関係	鉄筋応力計	ケ所	ケ所	
	継 目 計	ケ所	ケ所	
		ケ所	ケ所	
		ケ所	ケ所	
地 震	加 速 度 計	3 成分 2 ケ所	3 成分 2 ケ所	記録保管
	強 震 計	2 3 3 成分 2 ケ所	2 3 3 成分 2 ケ所	"
地下水位	ダムサイト地下水位	2 ケ所	2 ケ所	A
過去に実測解析を行った報告書		1) S53・3 「三保ダム測定装置解析報告書」(株)共和電業 2) S56・12 「三保ダム測定データ解析委託(その1)報告書」" 3) S57・3 「 " (その2) " "		

断面 A-A (層別沈下計)



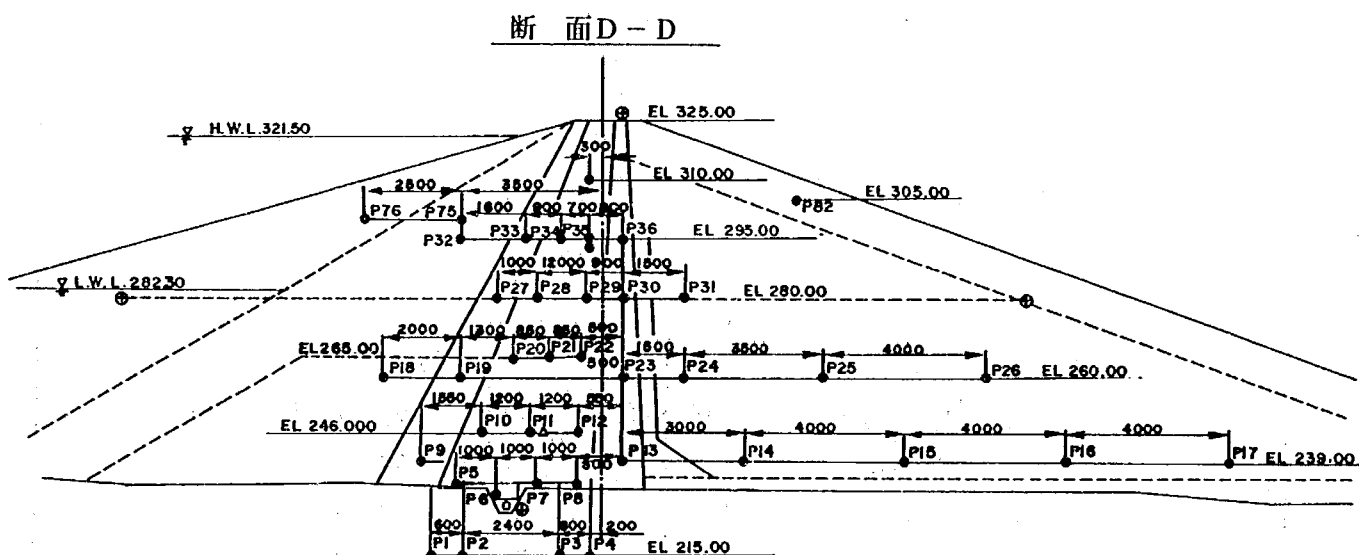
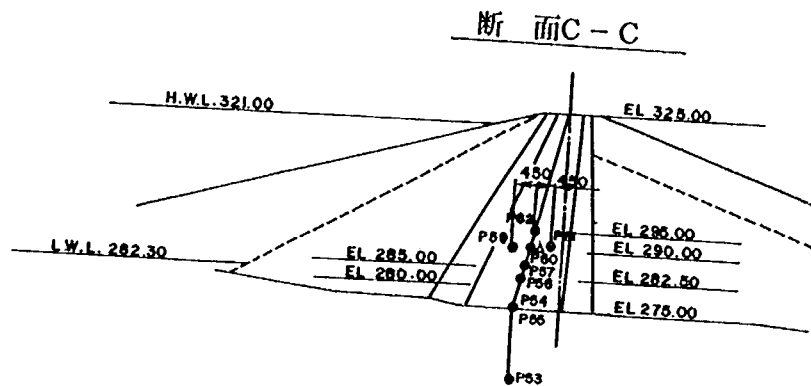
断面 B-B



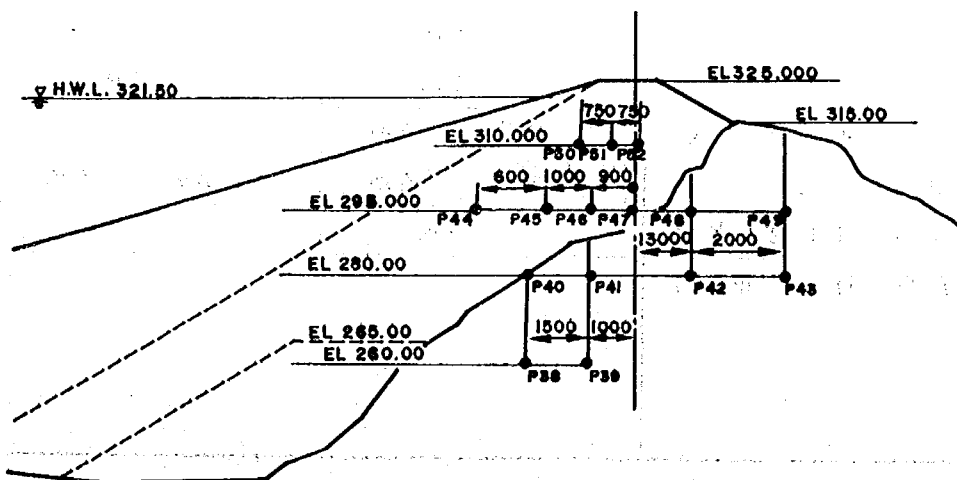
凡 例

- ▲ 土 圧 計 (BE-E型)
- 間隙水圧計 (BP-B型) (BP-C型)
- || 層別沈下計 (SVL-B) 82m, 96m
76m, 72m
- ⊙ 加 速 度 計 (AS-1CTS) 3成分 2ヶ所
2成分 3ヶ所

微震計は浅瀬と河床監査廊内の2ヶ所



断面E - E (No 21 + 10 m)



三保ダム

子撫川ダム

型 式 傾斜コア型ロックフィルダム

堤 高 45 m, 堤項長 224 m, 堤体積 550 千 m³

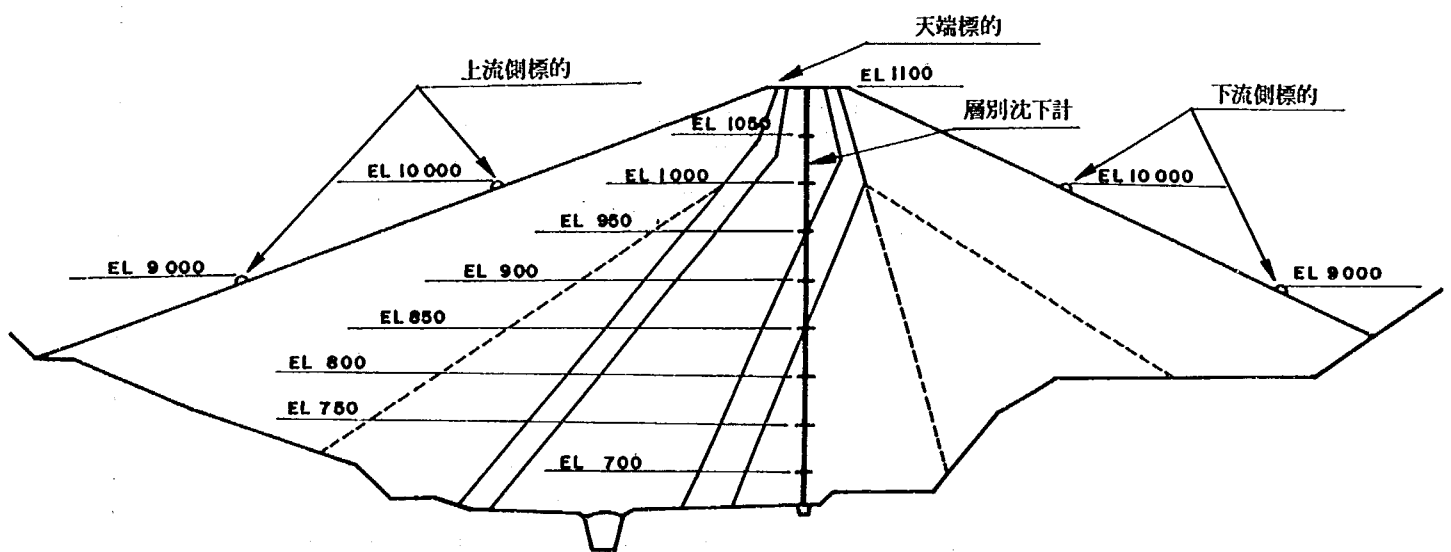
堤体盛立完了時期 S 52・7・31

湛 水 開 始 日 S 53・4・18

分 類	計 測 項 目	観測計器等設置個数	左のうち, 昭和57年7月 現在も観測中の個 数	データの 整理方法
漏水関係	漏水量測定堰(等) 浸透流(圧)観測孔 漏水(浸透水)の水質	1 ケ所 5 6 孔 (項目)	1 ケ所 4 6 孔 (項目)	A B
変形関係	外部変形(標的) 堤体の層別沈下計 基礎の地盤変位計 岩着部せん断変位計	全体 21 ケ所 うち 5 ケ所 天端 1 ケ所 (クロスアーム 間隔5.11m) ケ所 ケ所	全体 21 ケ所 うち 5 ケ所 天端 1 ケ所 ケ所 ケ所	A A
間隙水圧	間隙水圧計(コア材内) " (ロック, フィルター材内) " (基礎岩盤内)	3 ケ所 } ケ所 } 計 ケ所 ケ所 }	3 ケ所 } ケ所 } 計 ケ所 ケ所 }	A
土 圧	土圧計(1成分) " (3成分) " (5成分)	ケ所 } ケ所 } 合計 個 ケ所 }	ケ所 } ケ所 } 合計 個 ケ所 }	
温 度	堤 体 温 度 計	ケ所	ケ所	
監査廊関係	鉄 筋 応 力 計 継 目 計	ケ所 ケ所 ケ所 ケ所	ケ所 ケ所 ケ所 ケ所	
地 震	加 速 度 計 強 震 計	成分 ケ所 成分 ケ所	成分 ケ所 成分 ケ所	
地下水位	ダムサイト地下水位	ケ所	ケ所	
過去に実測解析を行った報告書				

測点No. 6 断面図

層別沈下測定装置及び表面移動量測定標的位置図



角川ダム

型 式 中央コア型ロックフィルダム

堤 高 58.5 m, 堤項長 142 m, 堤体積 440 千 m³

堤体盛立完了時期 S 53・6

湛 水 開 始 日 S53・10・4

分 類	計 測 項 目	観測計器等設置個数	左のうち,昭和57年7月 現在も観測中の個数	データの 整理方法
漏水関係	漏水量測定堰(等) 浸透流(圧)観測孔 漏水(浸透水)の水質	1ヶ所 孔 (項目)	1ヶ所 孔 (項目)	A
変形関係	外部変形(標的)	全体 15ヶ所 うち 5ヶ所 天端	全体 15ヶ所 うち 5ヶ所 天端	A
	堤体の層別沈下計	1ヶ所 (クロスアーム 間隔 5m)	1ヶ所	A
	基礎の地盤変位計	ヶ所	ヶ所	
	岩着部せん断変位計	ヶ所	ヶ所	
間隙水圧	間隙水圧 (コア材内) " (ロック, " (フィルター材内) " (基礎岩盤内)	ヶ所 } ヶ所 } 計 ヶ所 ヶ所 }	ヶ所 } ヶ所 } 計 ヶ所 ヶ所 }	
土 圧	土圧計(1成分) " (3成分) " (5成分)	ヶ所 } ヶ所 } 合計 個 ヶ所 }	ヶ所 } ヶ所 } 合計 個 ヶ所 }	
温 度	堤体温度計	ヶ所	ヶ所	
監査廊関係	鉄筋応力計	ヶ所	ヶ所	
	継目計	ヶ所	ヶ所	
		ヶ所	ヶ所	
		ヶ所	ヶ所	
地 震	加 速 度 計 強 震 計	成分 ヶ所 成分 ヶ所	成分 ヶ所 成分 ヶ所	
地下水位	ダムサイト地下水位	ヶ所	ヶ所	
過去に実測解析を行った報告書				

手取川ダム

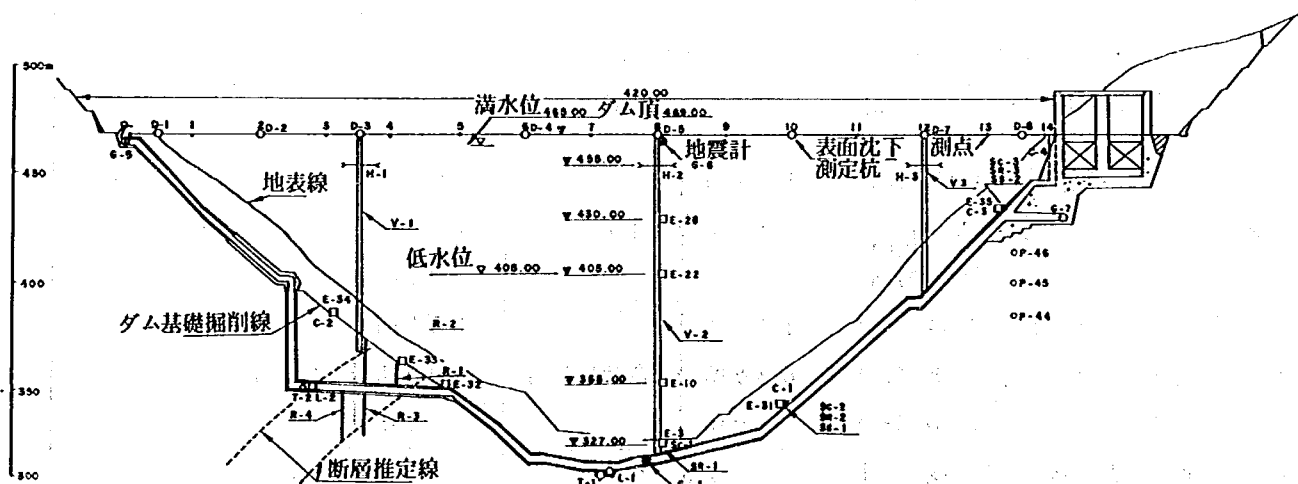
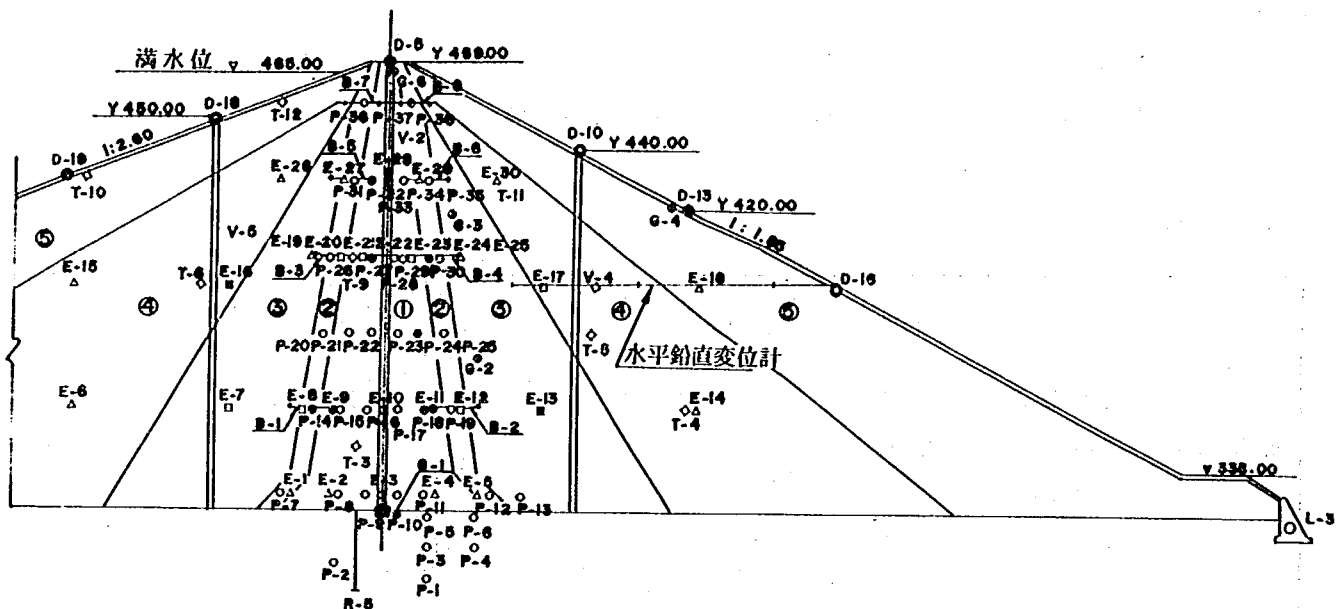
型 式 中央コア型ロックフィルダム

堤 高 153 m, 堤項長 420 m, 堤体積 10,102 千 m³

堤体盛立完了時期 S 53・10・30

湛 水 開 始 日 S 54・6・1

分 類	計 測 項 目	観測計器等設置個数	左のうち,昭和57年7月 現在も観測中の個数	データの 整理方法
漏水関係	漏水量測定堰(等) 浸透流(圧)観測孔 漏水(浸透水)の水質	3 ケ所 18 孔 (項目)	3 ケ所 17 孔 (項目)	A B
変形関係	外部変形(標的) 堤体の層別沈下計 基礎の地盤変位計 岩着部せん断変位計 相対水平鉛直変位計 境界面せん断変位計 土中ひずみ計	全体 19ケ所 うち 8ケ所 天端(クロスアーム) 間隔 5m 5ケ所 9 ケ所 4 ケ所 1 ケ所 8 ケ所 3 ケ所	全体 19ケ所 うち 8ケ所 天端 5 ケ所 8 ケ所 1 ケ所 1 ケ所 5 ケ所 3 ケ所	A A A B B B A
間隙水圧	間隙水圧計(コア材内) " (ロック, フィルター材内) " (基礎岩盤内)	19ケ所 13ケ所 23ケ所 計55ケ所	9ケ所 11ケ所 22ケ所 計42ケ所	A A A
土 圧	土圧計(1成分) " (3成分) " (5成分)	14ケ所 63ケ所 ケ所 合計77個	13ケ所 39ケ所 ケ所 合計52個	A A
温 度	堤体温度計	13 ケ所	11 ケ所	A
監査廊関係	鉄筋応力計 継目計 コンクリート応力計 歪計	50 ケ所 ケ所 19 ケ所 19 ケ所	44 ケ所 ケ所 16 ケ所 17 ケ所	C C C
地 震	加 速 度 計 強 震 計	3 成分 7 ケ所 成分 ケ所	3 成分 7 ケ所 成分 ケ所	
地下水位	ダムサイト地下水位	2 ケ所	2 ケ所	B
過去に実測解析を行った報告書				



手取川ダム

測定設備

名称	記号	個数	備考
満水圧計	○	4	○は静的○は動的及び動的測定
土圧計	△	4	△は10分間の静的○は3分間の動的
満水圧測定設備	○	4	
岩盤変位計	△	9	
変位計	△	13	
岩盤断面変位計	△	4	
境界面変位計	△	8	
土中ヒズミ計	△	3	
地圧計	△	5	○は3分間の動的○は3分間の静的及び動的測定
相対沈下計	△	5	
水平鉛直変位計	△	1	
表面沈下測定杭	△	19	
コンクリート応力計	△	13	
鉄筋応力計	△	49	
ヒズミ計	△	12	

注) 3分間土圧計のうちE-31-E-35の計測配管は 左岸1/2 右岸1/2
その他は上流1/2 下流1/2

宇曾川ダム

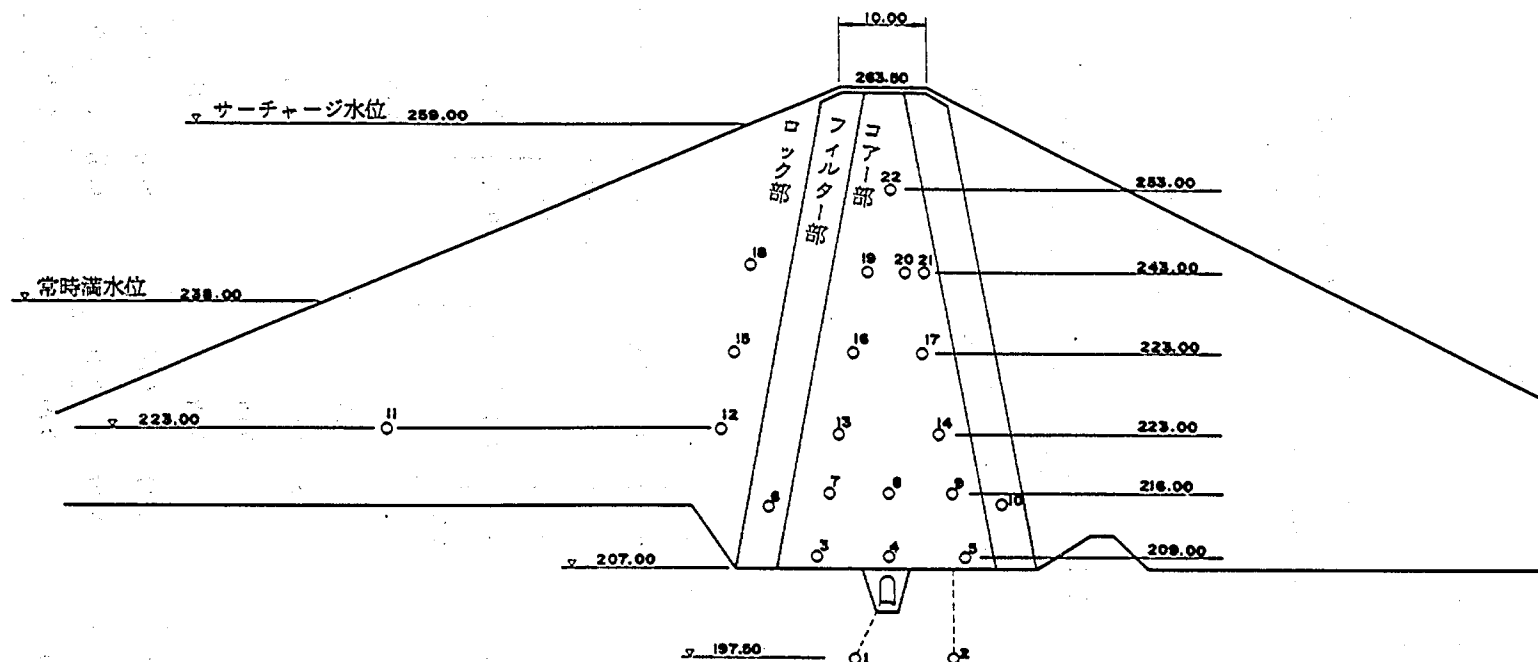
型 式 中央コア型ロックフィルダム

堤 高 56 m, 堤項長 196.3 m, 堤体積 977 千 m³

堤体盛立完了時期 S 53・11・18

湛 水 開 始 日 S 55・2・15

分 類	計 測 項 目	観測計器等設置個数	左のうち,昭和57年7月 現在も観測中の個数	データの 整理方法
漏水関係	漏水量測定堰(等) 浸透流(圧)観測孔 漏水(浸透水)の水質	13ヶ所 13孔 (項目)	13ヶ所 13孔 (項目)	A A
変形関係	外部変形(標的) 堤体の層別沈下計 基礎の地盤変位計 岩着部せん断変位計	全体 6ヶ所 うち 3ヶ所 天端 1ヶ所 (クロスアーム 間隔 5m) ヶ所 ヶ所	全体 6ヶ所 うち 3ヶ所 天端 ヶ所 ヶ所 ヶ所	A
間隙水圧	間隙水圧計(コア材内) " (ロックフィル材内) " (基礎岩盤内)	14ヶ所 6ヶ所 2ヶ所 計22ヶ所	12ヶ所 4ヶ所 2ヶ所 計18ヶ所	A A A
土 圧	土圧計(1成分) " (3成分) " (5成分)	ヶ所 ヶ所 ヶ所 合計 個	ヶ所 ヶ所 ヶ所 合計 個	
温 度	堤体温度計	ヶ所	ヶ所	
監査廊関係	鉄筋応力計 継目計	ヶ所 4ヶ所 ヶ所 ヶ所	ヶ所 4ヶ所 ヶ所 ヶ所	B
地 震	加 速 度 計 強 震 計	成分 ヶ所 成分 2ヶ所	成分 ヶ所 成分 2ヶ所	作動時整理する予定
地下水位	ダムサイト地下水位	ヶ所	ヶ所	
過去に実測解析を行った報告書				



宇曽川ダム

凡例

○ 間隙水圧計

寺内ダム

型 式 傾斜コア型ロックフィルダム

堤高高 83 m, 堤項長 420 m, 堤体積 3,000 千³m

堤体盛立完了時期 S 52・1

湛 水 開 始 日 S 52・4・13

分 類	計 測 項 目	観測計器等設置個数	左のうち,昭和57年7月 現在も観測中の個数	データの 整理方法
漏水関係	漏水量測定堰(等)	1ヶ所	1ヶ所	A
	浸透流(圧)観測孔	9孔	9孔	A
	漏水(浸透水)の水質	(項目) 硬度・濁度・水温	(項目) 水温	B
変形関係	外部変形(標的)	全体 47ヶ所 うち 7ヶ所 天端	全体 47ヶ所 うち 7ヶ所 天端	A
	堤体の層別沈下計	4ヶ所 (クロスアーム) 間隔 m	3ヶ所	A
	基礎の地盤変位計	2ヶ所	2ヶ所	A
	岩着部せん断変位計	2ヶ所	2ヶ所	B
	相対水平鉛直変位計	3ヶ所	2ヶ所	A
間隙水圧	間隙水圧計(コア材内)	16ヶ所	16ヶ所	A
	"(ロック, フィルター材内)	13ヶ所	13ヶ所	A
	"(基礎岩盤内)	4ヶ所	4ヶ所	A
土 圧	土圧計(1成分)	ヶ所	ヶ所	A
	"(3成分)	15ヶ所	8ヶ所	
	"(5成分)	ヶ所	ヶ所	
温 度	堤体温度計	ヶ所	ヶ所	
監査廊関係	鉄筋応力計	2ヶ所 8個	2ヶ所	A
	継目計	ヶ所	ヶ所	
		ヶ所	ヶ所	
		ヶ所	ヶ所	
地 震	加 速 度 計	1 2 成分 2 3ヶ所 3 2	1 2 成分 2 3ヶ所 3 2	E
	強 震 計	3 成分 2ヶ所	3 成分 2ヶ所	
地下水位	ダムサイト地下水位	14ヶ所	14ヶ所	A
過去に実測解析を行った報告書		1) S53・1「寺内ダム堤体挙動観測資料の整理及び解析」 (株)構造計画研究所 2) S54・3「寺内ダムの湛水に伴う堤体の挙動及び堤体の安全性 について」直営		

漁川ダム

型 式 中央コア型ロックフィルダム

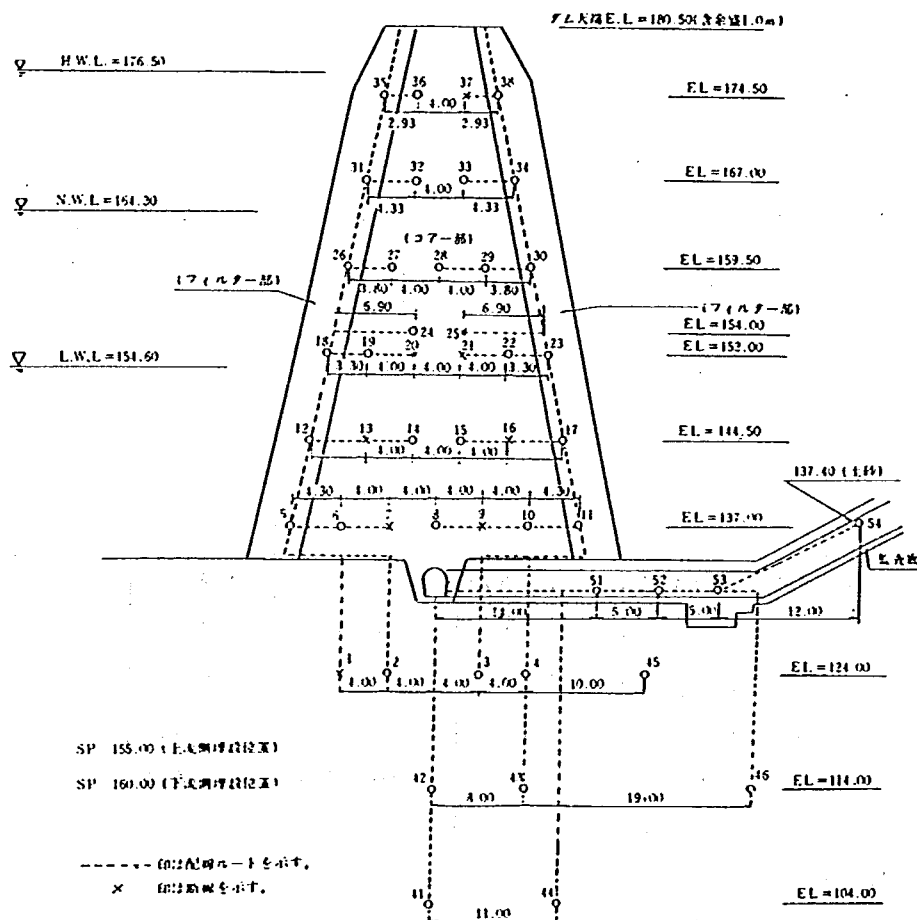
堤高高 45.5 m, 堤項長 270 m, 堤体積 647.4 千^m

堤体盛立完了時期 S 54・8

湛 水 開 始 日 S 54・11・14

分 類	計 測 項 目	観測計器等設置個数	左のうち,昭和57年7月 現在も観測中の個数	データの 整理方法
漏水関係	漏水量測定堰(等) 浸透流(圧)観測孔 漏水(浸透水)の水質	4 ケ所 13 孔 (項目) 13	4 ケ所 6 孔 (項目)	A A A
変形関係	外部変形(標的) 堤体の層別沈下計 基礎の地盤変位計 岩着部せん断変位計	全体 14 ケ所 うち 10 ケ所 天端 1 ケ所 (クロスアーム 間隔 5 m) 6 ケ所 ケ所	全体 14 ケ所 うち 10 ケ所 天端 1 ケ所 5 ケ所 ケ所	A B B
間隙水圧	間隙水圧計(コア材内) " (ロック, フィルター材内) " (基礎岩盤内)	15 ケ所 12 ケ所 13 ケ所 計 40 ケ所	12 ケ所 12 ケ所 9 ケ所 計 33 ケ所	A A A
土 圧	土圧計(1成分) " (3成分) " (5成分)	1 ケ所 ケ所 ケ所 合計 1 個	0 ケ所 ケ所 ケ所 合計 0 個	
温 度	堤体温度計	ケ所	ケ所	
監査廊関係	鉄筋応力計 継目計 歪計	ケ所 188 ケ所 11 ケ所 ケ所	ケ所 183 ケ所 11 ケ所 ケ所	B B
地 震	加 速 度 計 強 震 計	3 成分 4 ケ所 成分 4 ケ所	3 成分 4 ケ所 成分 ケ所	
地下水位	ダムサイト地下水位	11 ケ所	5 ケ所	A
過去に実測解析を行った報告書				

堤体間隙水圧計位置図



漁川ダム

漆沢ダム

型 式 中央コア型ロックフィルダム

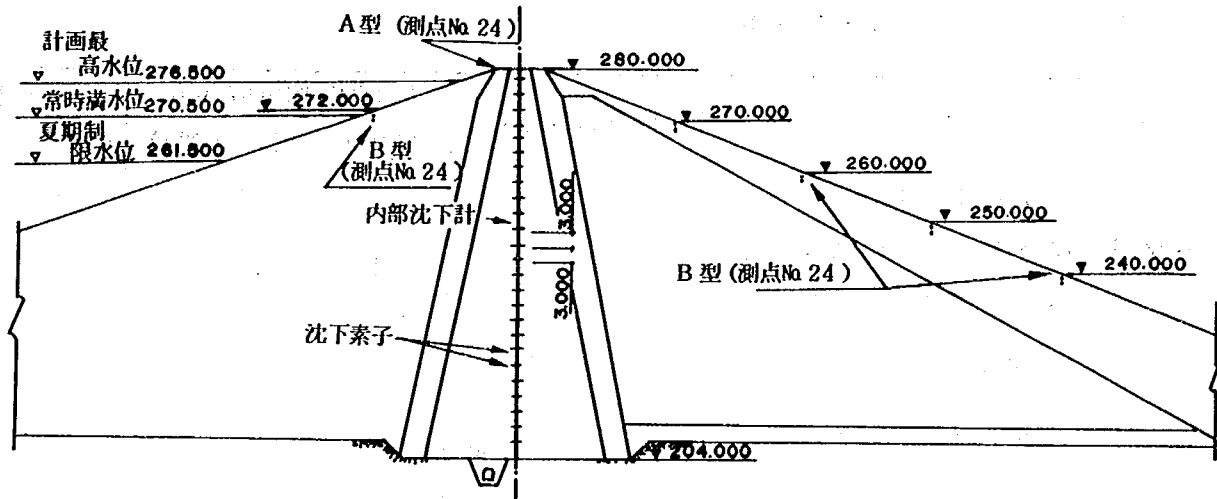
堤 高 76 m, 堤項長 310 m, 堤体積 2,200 千^m

堤体盛立完了時期 S 54・8

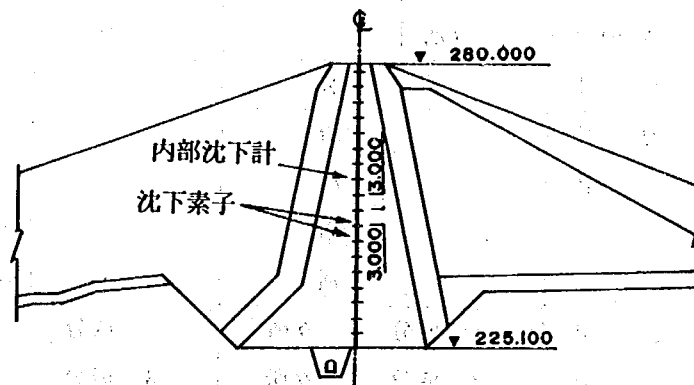
湛 水 開 始 日 S 54・11・16

分 類	計 測 項 目	観測計器等設置個数	左のうち,昭和57年7月 現在も観測中の個数	データの 整理方法
漏水関係	漏水量測定堰(等) 浸透流(圧)観測孔 漏水(浸透水)の水質	6 ケ所 5 孔 (項目)	4 ケ所 2 孔 (項目)	A B
変形関係	外部変形(標的) 堤体の層別沈下計 基礎の地盤変位計 岩着部せん断変位計 土中ひずみ計	全体 38 ケ所 うち 9 ケ所 天端 ケ所 (クロスアーム 間隔 m) ケ所 ケ所 2 ケ所	全体 38 ケ所 うち 9 ケ所 天端 ケ所 ケ所 ケ所 2 ケ所	A B
間隙水圧	間隙水圧計(コア材内) " (ロック, フィルター材内) " (基礎岩盤内)	15 ケ所 5 ケ所 ケ所 計 20 ケ所	13 ケ所 4 ケ所 ケ所 計 17 ケ所	B B
土 圧	土圧計(1成分) " (3成分) " (5成分)	ケ所 3 ケ所 ケ所 合計 9 個	ケ所 3 ケ所 ケ所 合計 9 個	B
温 度	堤体温度計	ケ所	ケ所	
監査廊関係	鉄筋応力計 継目計	ケ所 ケ所 ケ所 ケ所	ケ所 ケ所 ケ所 ケ所	
地 震	加 速 度 計 強 震 計	成分 ケ所 3 成分 2 ケ所	成分 ケ所 3 成分 2 ケ所	
地下水位	ダムサイト地下水位	ケ所	ケ所	
過去に実測解析を行った報告書				

沈下計配置 (測点No 24 + 5.000m)



沈下計配置 (測点No 7)



漆沢ダム

漆沢ダム

白川ダム

型 式 中央コア型ロックフィルダム

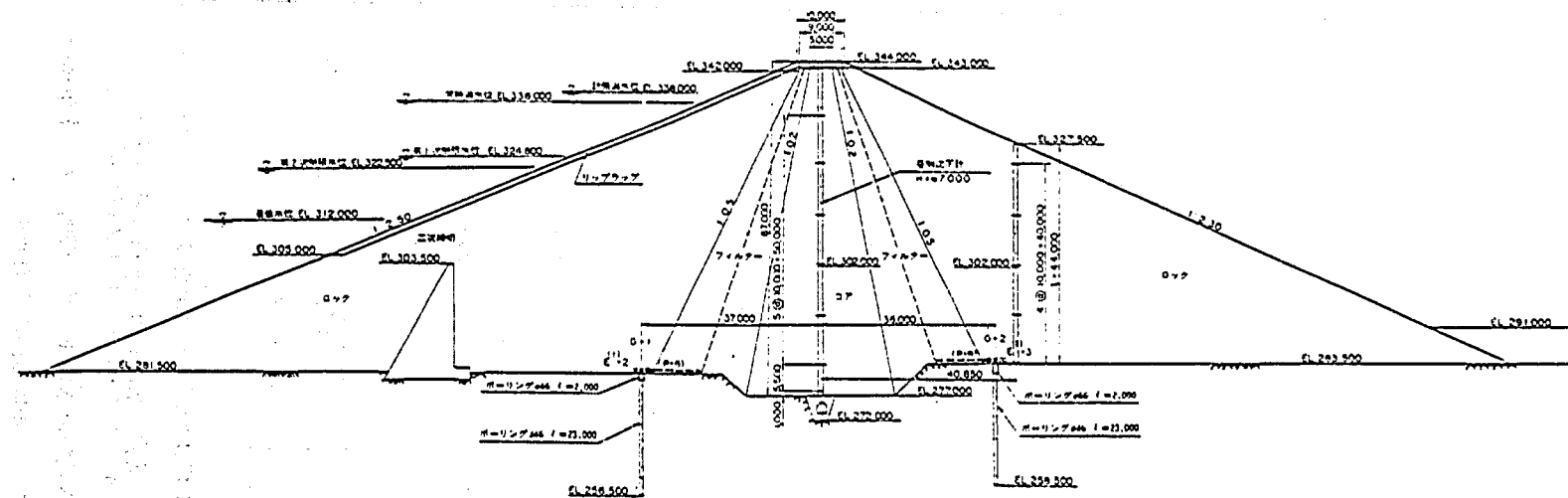
堤 高 66 m, 堤頂長 348.2 堤体積 2,233 千 m^3

堤体盛立完了時期 S 53・10

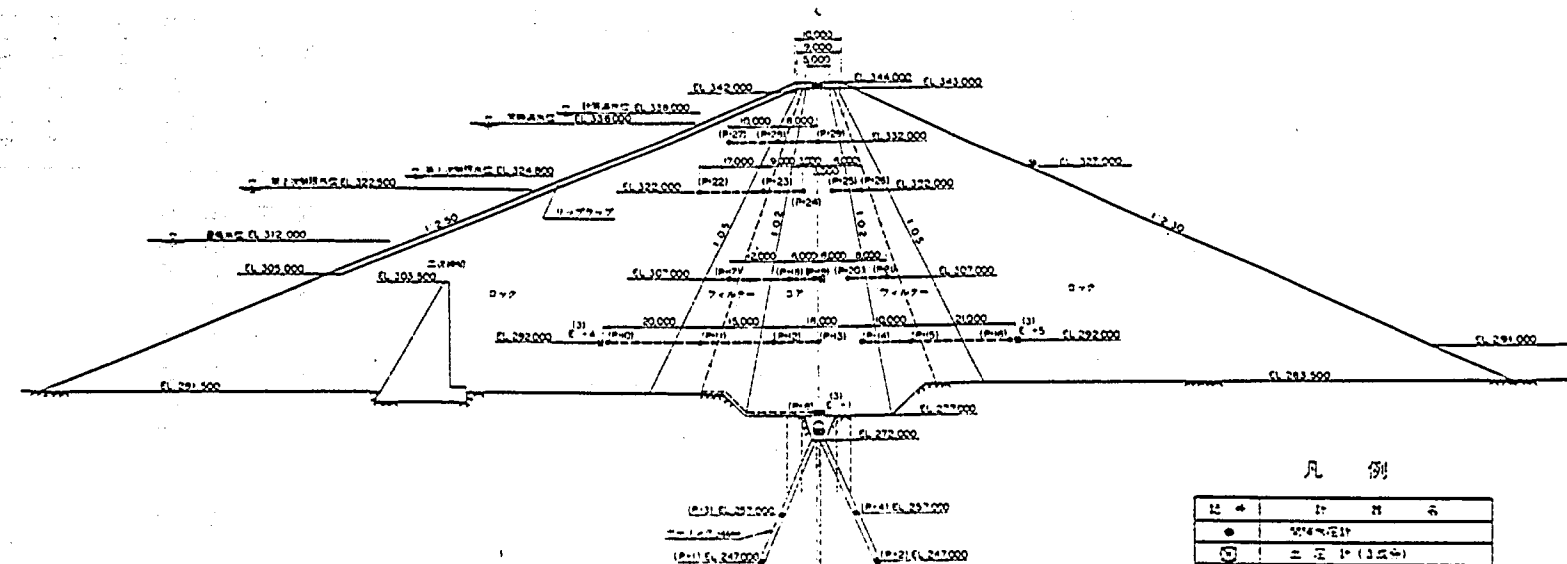
湛 水 開 始 日 S 54・11・1

分 類	計 測 項 目	観測計器等設置個数	左のうち,昭和57年7月 現在も観測中の個数	データの 整理方法
漏水関係	漏水量測定堰(等)	5ヶ所	5ヶ所	A
	浸透流(圧)観測孔	54孔	54孔	A
	漏水(浸透水)の水質	(項目) PH・SS・濁度	(項目)	
変形関係	外部変形(標的)	全体39ヶ所 うち天端10ヶ所	全体39ヶ所 うち天端10ヶ所	A
	堤体の層別沈下計	2ヶ所 (クロスアーム 間隔10m)	2ヶ所	A
	基礎の地盤変位計	2ヶ所	1ヶ所	
	岩着部せん断変位計	ヶ所	ヶ所	
間隙水圧	間隙水圧計(コア材内)	10ヶ所	10ヶ所	A
	”(ロック, フィルター材内)	13ヶ所	12ヶ所	A
	”(基礎岩盤内)	4ヶ所	4ヶ所	A
		計27ヶ所	計26ヶ所	
土 圧	土圧計(1成分)	2ヶ所	2ヶ所	B
	”(3成分)	4ヶ所	4ヶ所	B
	”(5成分)	ヶ所	ヶ所	
		合計14個	合計11個	
温 度	堤体温度計	ヶ所	ヶ所	
監査廊関係	鉄筋応力計	3ヶ所	0ヶ所	B
	継目計	4ヶ所	0ヶ所	B
	歪計	2ヶ所	0ヶ所	B
		ヶ所	ヶ所	
地 震	加 速 度 計	3成分 4ヶ所	3成分 4ヶ所	
	強 震 計	3成分 2ヶ所	3成分 2ヶ所	
地下水位	ダムサイト地下水位	3ヶ所	0ヶ所	
過去に実測解析を行った報告書				

No.11 断面



No.11+4.50断面



凡 例

記号	説明
●	コア部
○	二重壁 (3区画)
□	単重壁 (1区画)
■	基礎
△	基礎
◇	基礎
▽	基礎

白川ダム

御所ダム

型 式 中央コア型ロックフィルダム

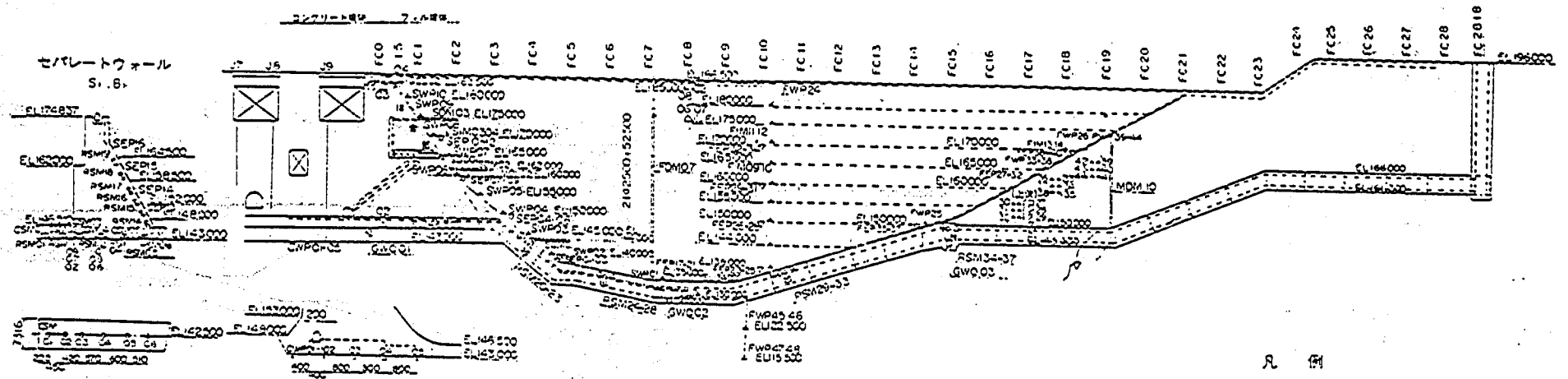
堤 高 52.5 m, 堤頂長 210 m, 堤体積 980 千 m³

堤体盛立完了時期 S 55・6・24

湛 水 開 始 日 S 55・11・7

分 類	計 測 項 目	観測計器等設置個数	左のうち,昭和57年7月 現在も観測中の個数	データの 整理方法
漏水関係	漏水量測定堰(等)	7 ケ所	7 ケ所	A
	浸透流(圧)観測孔	6 孔	孔	A
	漏水(浸透水)の水質	(項目) 19	(項目) 19	A
変形関係	外部変形(標的)	全体 11ケ所 うち 4ケ所 天端	全体 11ケ所 うち 4ケ所 天端	A
	堤体の層別沈下計	7ケ所 (クロスアーム 間隔2.5m)	3 ケ所	A
	基礎の地盤変位計	10 ケ所	9 ケ所	A
	岩着部せん断変位計	3 ケ所	3 ケ所	A
	接合部相対動変位計	6 ケ所	6 ケ所	B
間隙水圧	間隙水圧計(コア材内)	44ケ所	43ケ所	A
	“(ロック, フィルター材内)	10ケ所	10ケ所	A
	“(基礎岩盤内)	16ケ所	16ケ所	A
土 圧	土圧計(1成分)	18ケ所	10ケ所	B
	土圧計(3成分)	12ケ所	12ケ所	A
	土圧計(5成分)	5ケ所	3ケ所	A
温 度	堤 体 温 度 計	41ケ所	24 ケ所	A
監査廊関係	鉄筋応力計	37ケ所	23 ケ所	A
	継 目 計	ケ所	ケ所	
		ケ所	ケ所	
		ケ所	ケ所	
地 震	加 速 度 計	3 成分 7 ケ所	3 成分 7 ケ所	B
	強 震 計	3 成分 2 ケ所	3 成分 2 ケ所	B
地下水位	ダムサイト地下水位	ケ所	ケ所	
過去に実測解析を行った報告書		1) S56・3 「御所ダム堤体観測データ解析業務委託」坂田電機(株) 2) S56・3 「御所ダム試験湛水観測資料解析業務委託」 (株)アイ・エヌ・エー 新土木研究所 3) S57・3 「御所ダム試験湛水のまとめ」御所ダム工事事務所 4) S57・3 「御所ダムフィル堤体内部応力解析」 “ 5) S57・11 「御所ダム堤体観測データのまとめ」 北上川ダム統合管理事務所 御所ダム管理支所		

埋設計器配置一般図

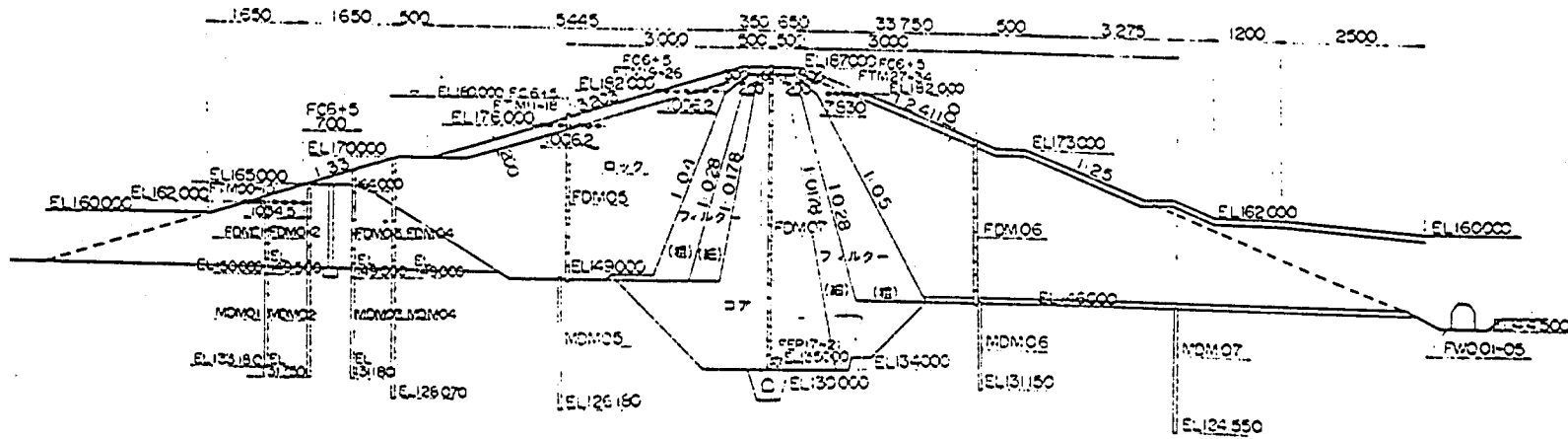


凡 例

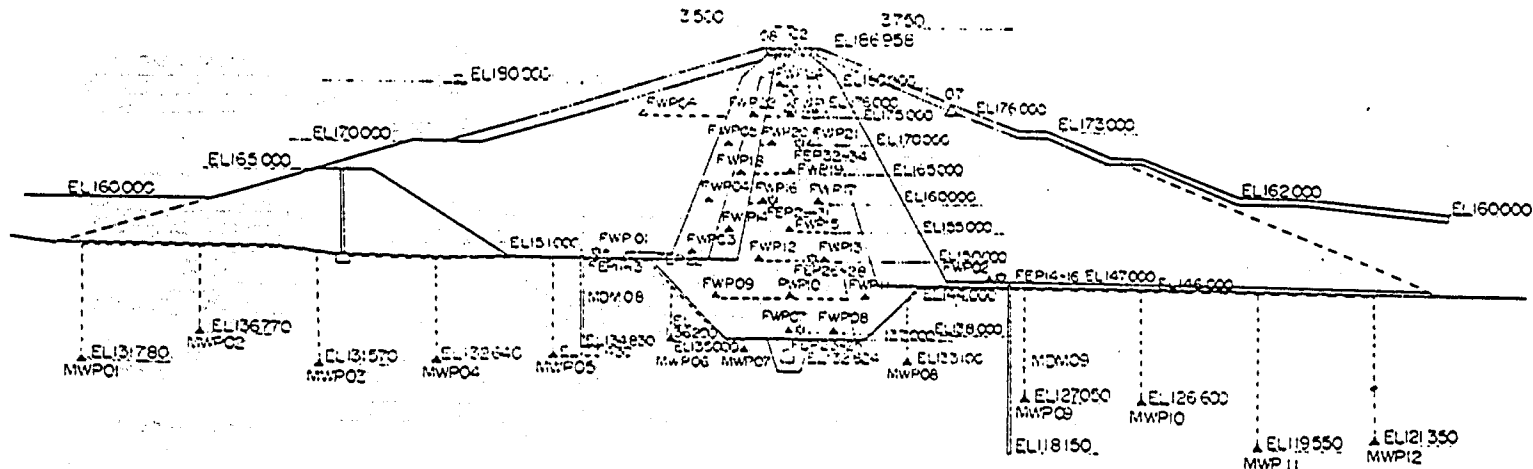
図示	記号	計器	注 意
▲	CWPSWD FWPMWD	同 時 水 位 計	コンクリート躯体 埋設型
—	SEP	土圧計	1 方向 フル埋設
○	SEP	土圧計	3 方向
○	AEP	土圧計	5 方向
—	MDM	埋設式下計	
—	FCM	露出式下計	
—	SOM	相対変位計	
—	SOD	相対変位計	
—	FTM	温度計	
—	GWO	流量計	
—	CSM	コンクリート圧力計	
—	—	配 線	
—	—	地 盤 計	
—	—	体 積 計	

御所ダム

FC 7



FC 10



凡 例

図示・記号	計 器	備 考
▲	GWPSMA 同 様 水 圧 計	コンクリート埋設
△	SEP 土圧計	1 万向
○	AEP	3 -
◇		5 -
—	MDM	地盤沈下計
—	FDM	盛土沈下計
—	SDM	地盤沈下計
—	SDD	地盤沈下計
—	FTM	温度計
—	GW	同 様 水 量 計
—	CSM	コンクリート沈下計
—		配 置
△		地 盤 計
△		盛 土 計

御所ダム

箕面川ダム

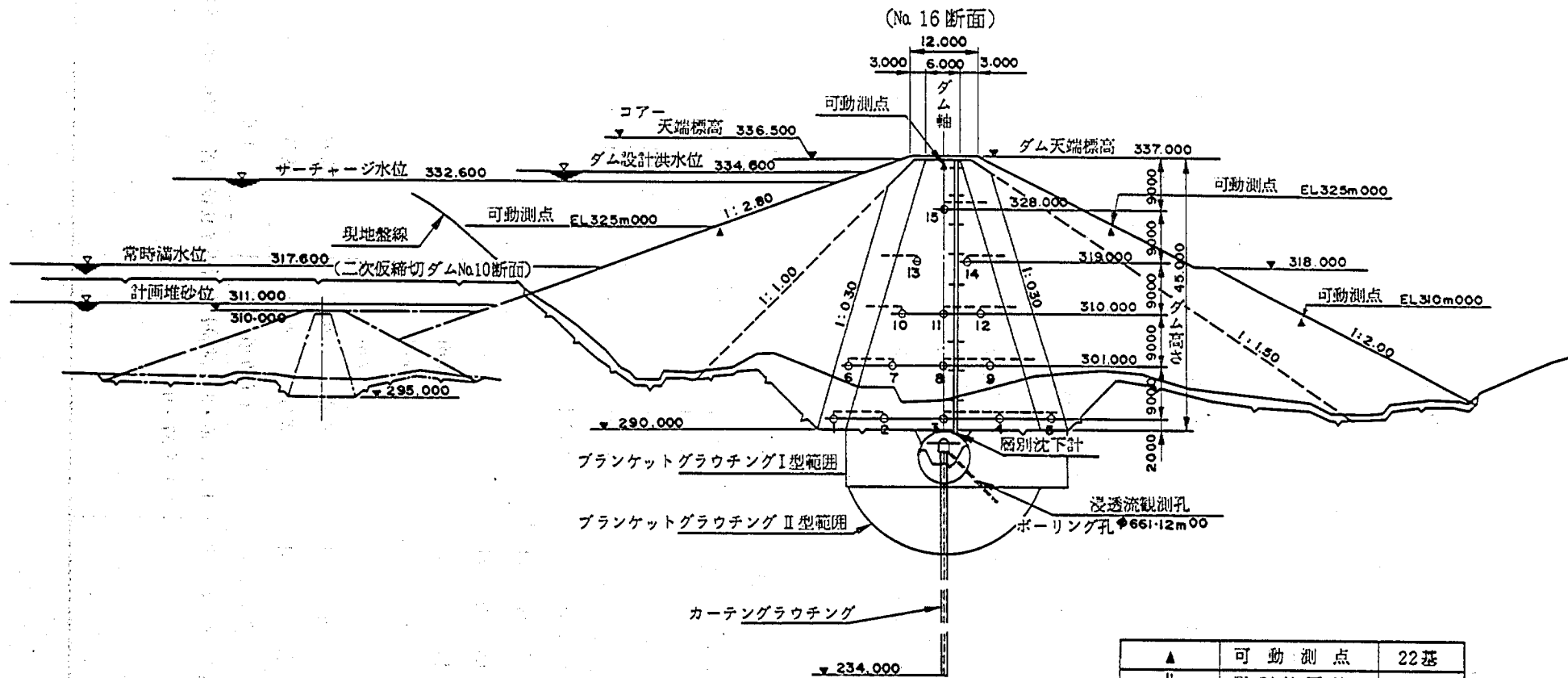
型 式 中央コア型ロックフィルダム

堤 高 47 m, 堤頂長 222.5 m, 堤體積 559 千 m^3

堤体盛立完了時期 S 55 · 9 · 10

湛 水 開 始 日 S 55 · 12 · 15

[illegible]



箕面川ダム

▲	可動測点	22基
卩	磨別沈下計	1 "
○	間隙水圧計	15 "
	浸透流観測孔	20 "
---	出力コード	6 "

前川ダム

型 式 中央コア型ロックフィルダム

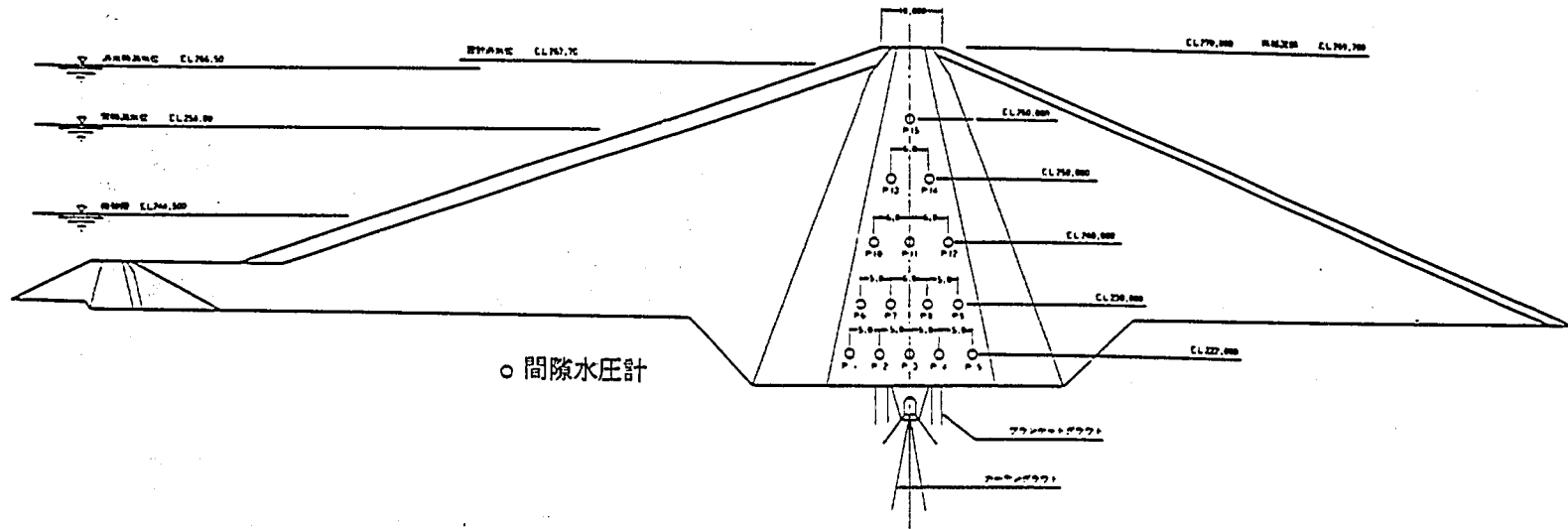
堤 高 50 m, 堤頂長 265.5 m, 堤体積 689.4 千 m³

堤体盛立完了時期 S 55・10・10

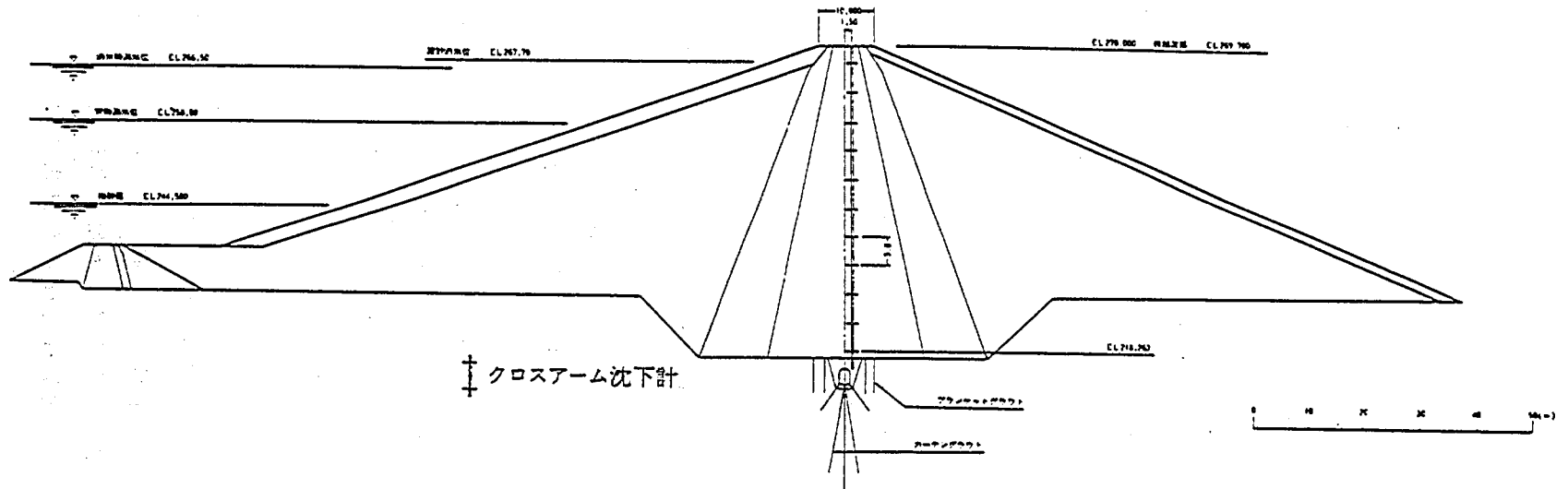
湛 水 開 始 日 S 57・1・8

分 類	計 測 項 目	観測計器等設置個数	左のうち,昭和57年7月 現在も観測中の個数	データの 整理方法
漏水関係	漏水量測定堰(等) 浸透流(圧)観測孔 漏水(浸透水)の水質	1 ケ所 17 孔 (項目)	1 ケ所 17 孔 (項目)	A A
変形関係	外部変形(標的) 堤体の層別沈下計 基礎の地盤変位計 岩着部せん断変位計	全体 22ケ所 うち 5ケ所 1ケ所 (クロスアーム 間隔5m) 2 ケ所 ケ所	全体 18ケ所 うち 5ケ所 1 ケ所 ケ所 ケ所	A A B
間隙水圧	間隙水圧計(コア材内) " (ロック・ フィルター材内) " (基礎岩盤内)	15ケ所 ケ所 ケ所 } 計15ケ所	15ケ所 ケ所 ケ所 } 計15ケ所	A
土 圧	土圧計(1成分) " (3成分) " (5成分)	ケ所 ケ所 ケ所 } 合計 個	ケ所 ケ所 ケ所 } 合計 個	
温 度	堤体温度計	ケ所	ケ所	
監査廊関係	鉄筋応力計 継 目 計	ケ所 ケ所 ケ所 ケ所	ケ所 ケ所 ケ所 ケ所	
地 震	加 速 度 計 強 震 計	成分 ケ所 成分 ケ所	成分 ケ所 成分 ケ所	
地下水位	ダムサイト地下水位	2 ケ所	2 ケ所	A
過去に実測解析を行った報告書				

間隙水圧計埋設位置図



層別沈下計埋設位置図



前川ダム

奈良井ダム

型 式 中央コア型ロックフィルダム

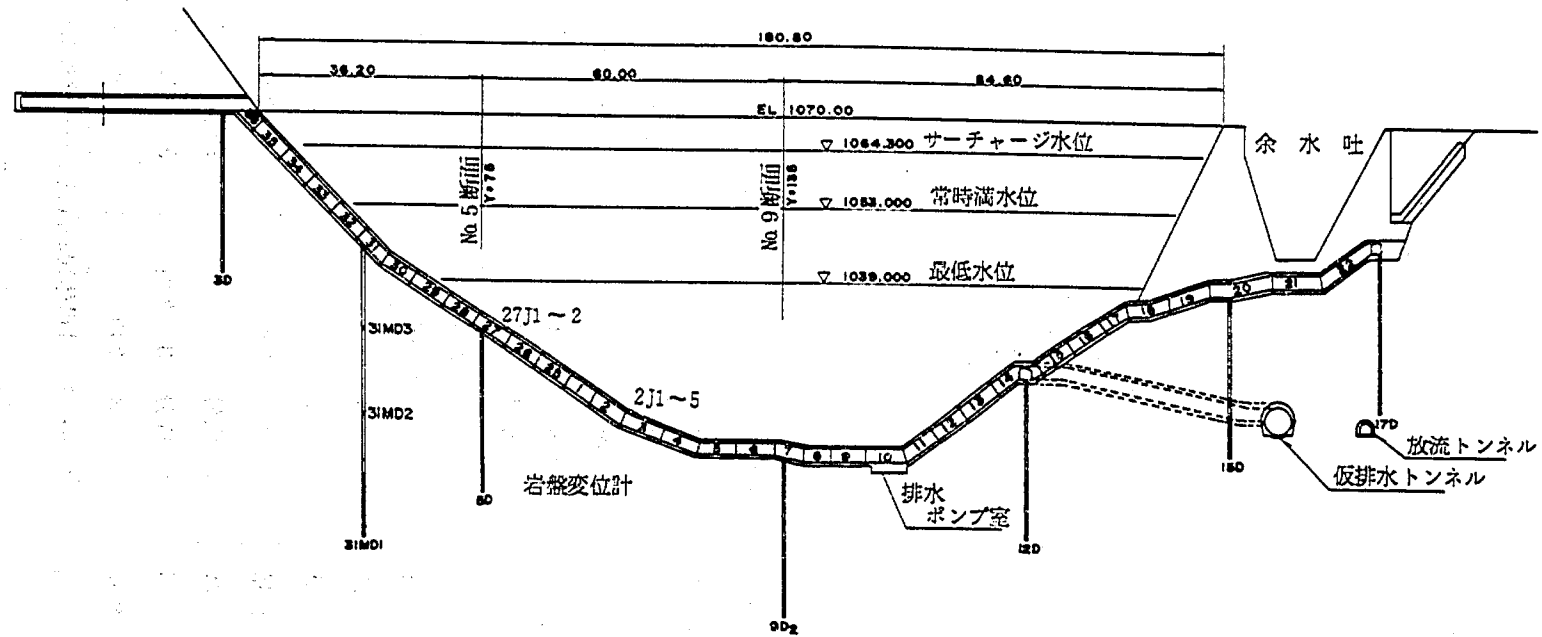
堤 高 60 m, 堤頂長 180 m, 堤体積 952 千^m

堤体盛立完了時期 S 56・8

湛 水 開 始 日 S 57・1・29

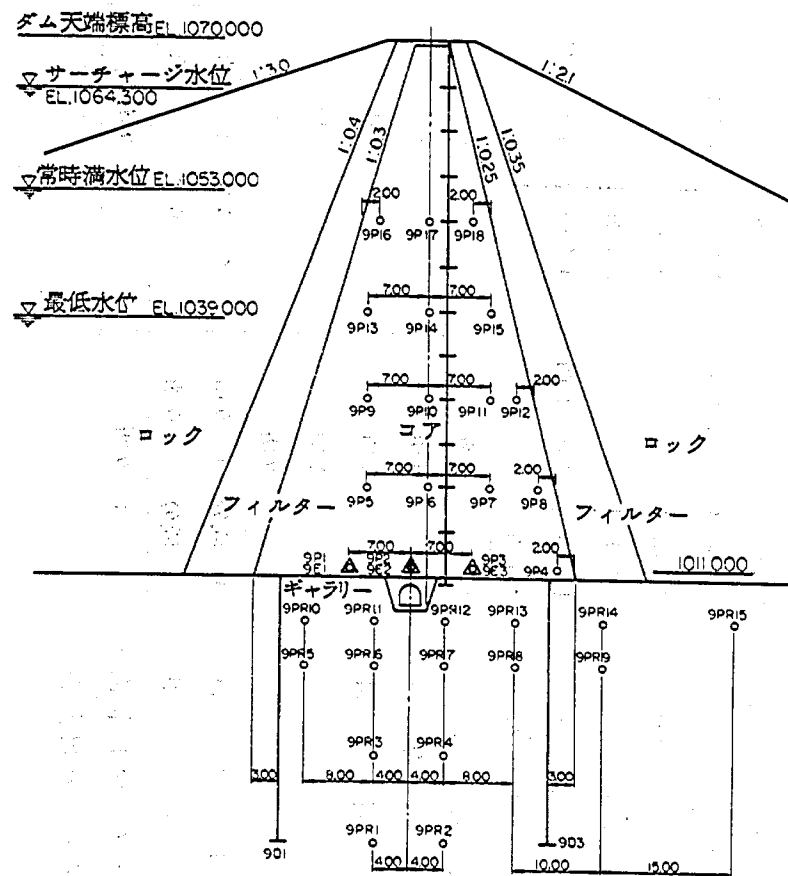
分 類	計 測 項 目	観測計器等設置個数	左のうち,昭和57年7月 現在も観測中の個数	データの 整理方法
漏 水 関 係	漏水量測定堰(等)	12ヶ所	12ヶ所	A
	浸透流(圧)観測孔	39孔	39孔	A
	漏水(浸透水)の水質	(項目)	(項目)	
変 形 関 係	外部変形(標的)	全体 53ヶ所 うち 天端 10ヶ所	全体 47ヶ所 うち 天端 10ヶ所	A
	堤体の層別沈下計	1ヶ所 (クロスアーム 間隔 5 m)	1ヶ所	A
	基礎の地盤変位計	9ヶ所	9ヶ所	A
	岩着部せん断変位計	ヶ所	ヶ所	
間 隙 水 圧	間隙水圧計(コア材内)	21ヶ所	21ヶ所	A
	” (ロック フィルター材内)	ヶ所	ヶ所	
	” (基礎岩盤内)	31ヶ所	30ヶ所	A
土 圧	土 圧 計 (1成分)	3ヶ所	3ヶ所	A
	” (3成分)	ヶ所	ヶ所	
	” (5成分)	ヶ所	ヶ所	
温 度	堤 体 温 度 計	ヶ所	ヶ所	
監査部関係	鉄 筋 応 力 計	ヶ所	ヶ所	
	継 目 計	33ヶ所	33ヶ所	A
	傾 斜 計	1ヶ所	1ヶ所	A
	監 査 廊 水 準 測 量	36ヶ所	36ヶ所	A
地 震	加 速 度 計	2成分 1ヶ所	2成分 1ヶ所	
	強 震 計	3成分 3ヶ所	3成分 3ヶ所	
地下水位	ダムサイト地下水位	8ヶ所	8ヶ所	A
過去に実測解析を行った報告書		1) S56・3 「堤体観測計器データ整理解析」(株)共和電業計測エンジニアリング部 2) S57・3 「 ” ” ” ” 3) S57・7 「 ” ” ” ”		

奈良井ダム監査廊観測計器配置図

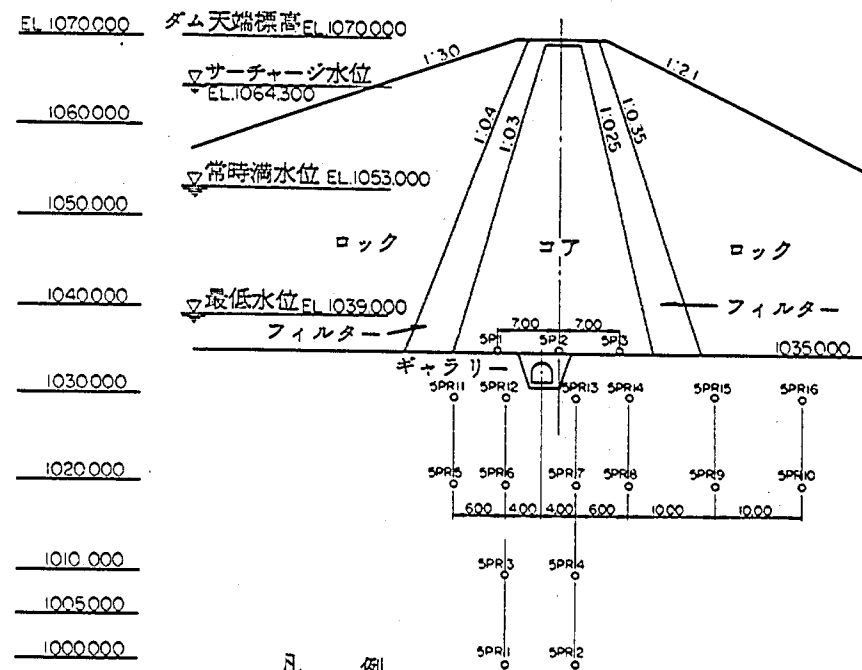


奈良井ダム

№9断面



№5断面



凡 例

- 間隙水圧計
- △ 土圧計
- 岩盤変位計
- 層別沈下計

奈良井ダム

高見ダム

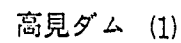
型 式 中央コア型ロックフィルダム

堤 高 120 m, 堤頂長 432 m, 堤体積 5,120 千³m

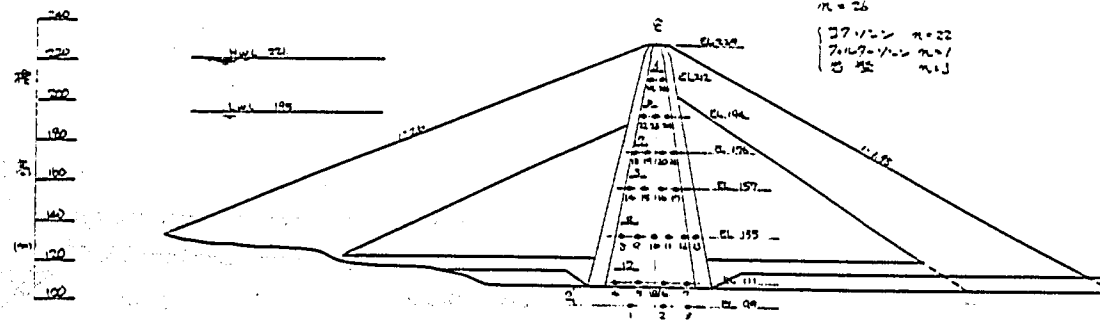
堤体盛立完了時期 S 57・9・16

湛 水 開 始 日 S 58・2・12

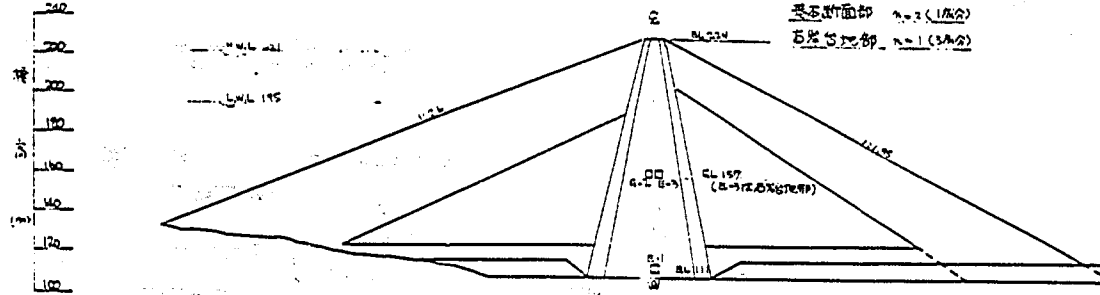
分 類	計 測 項 目	観測計器等設置個数	左のうち,昭和57年7月 現在も観測中の個数	データの 整理方法
漏水関係	漏水量測定堰(等)	5ヶ所	5ヶ所	A
	浸透流(圧)観測孔	15孔	15孔	A
	漏水(浸透水)の水質	(項目) 濁度	(項目) 濁度	A
変形関係	外部変形(標的)	全体 19ヶ所 うち 天端 8ヶ所	全体 19ヶ所 うち 天端 8ヶ所	A
	堤体の層別沈下計	4ヶ所 (クロスアーム 間隔 10m)	4ヶ所	A
	基礎の地盤変位計	ヶ所	ヶ所	
	岩着部せん断変位計	4ヶ所	4ヶ所	A
	境界面せん断変位計	2ヶ所	2ヶ所	A
間隙水圧	間隙水圧計(コア材内)	22ヶ所	17ヶ所	A
	“(ロック, フィルター材内)	1ヶ所	1ヶ所	A
	“(基礎岩盤内)	3ヶ所	3ヶ所	A
土 圧	土圧計(1成分)	2ヶ所	2ヶ所	A
	“(3成分)	1ヶ所	1ヶ所	A
	“(5成分)	ヶ所	ヶ所	A
温 度	堤体温度計	ヶ所	ヶ所	
監査廊関係	鉄筋応力計	ヶ所	ヶ所	
	継 目 計	ヶ所	ヶ所	
		ヶ所	ヶ所	
		ヶ所	ヶ所	
地 震	加 速 度 計	3成分 4ヶ所	3成分 4ヶ所	A
	強 震 計	成分 ヶ所	成分 ヶ所	
地下水位	ダムサイト地下水位	1ヶ所	1ヶ所	A
過去に実測解析を行った報告書				



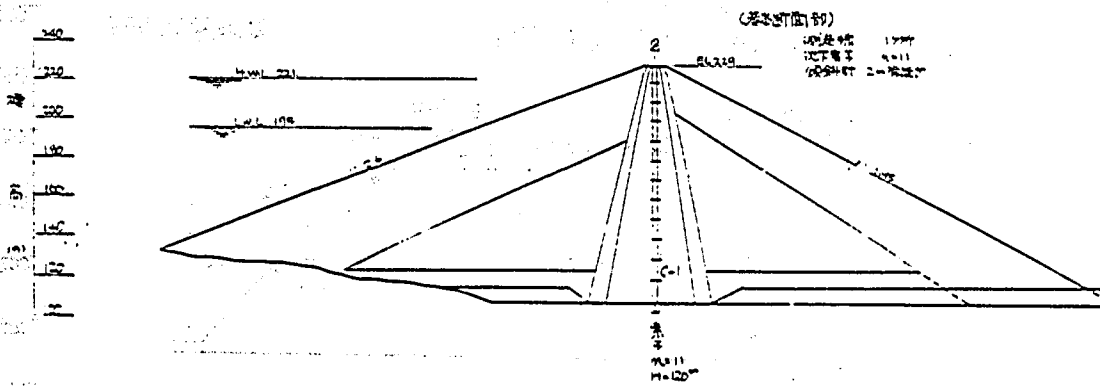
間隙水圧計配置図



土圧計配置図



層別沈下計 (傾斜計) 配置図

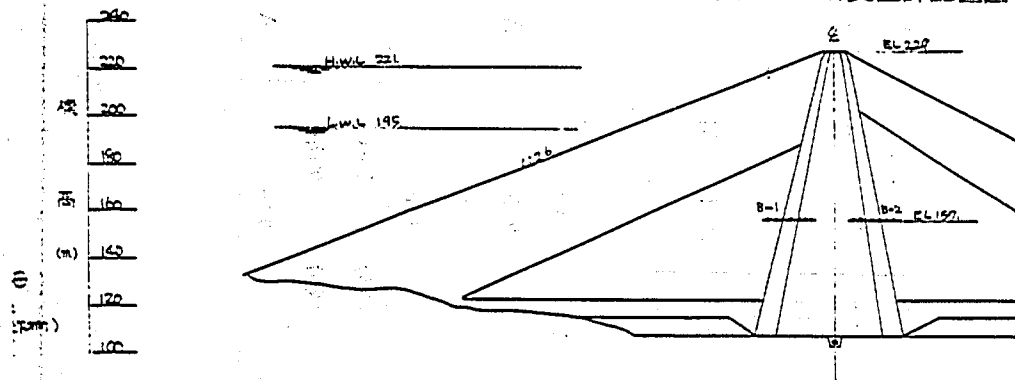


計測設備一覧表

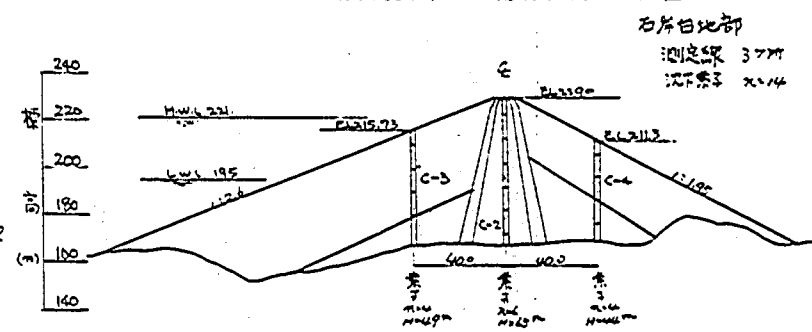
品名	記号	凡例	仕様
間隙水圧計	P-1	●	差動トランス型
26個	P-26	●	自動観測型
間隙水圧計	LP-1	◎	ストレーンゲージ型
5個	FR-1-4	◎	自動観測型
土圧計	E-1	□	差動トランス型
37個	E-3	□	E-1, E-2 (減分)
	E-3	□	E-3 (減分)
土圧計	S-1	■	差動トランス型
5個	S-5	■	水位検出型
土圧計	C-1	⊕	ロードセル型
4個	C-4	⊕	(傾斜計用)
傾斜計	B-1	—	傾斜計
2個	B-2	—	傾斜計
傾斜計	R-1	—	傾斜計
4個	R-4	—	傾斜計
傾斜計	A-1	▲	傾斜計
4個	A-2	▲	傾斜計
傾斜計	UP-1	⊖	傾斜計
15個	UP-15	⊖	傾斜計

高見ダム (2)

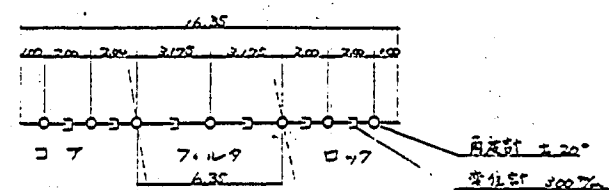
境界せん断変位計配置図



層別沈下計（傾斜計）配置図

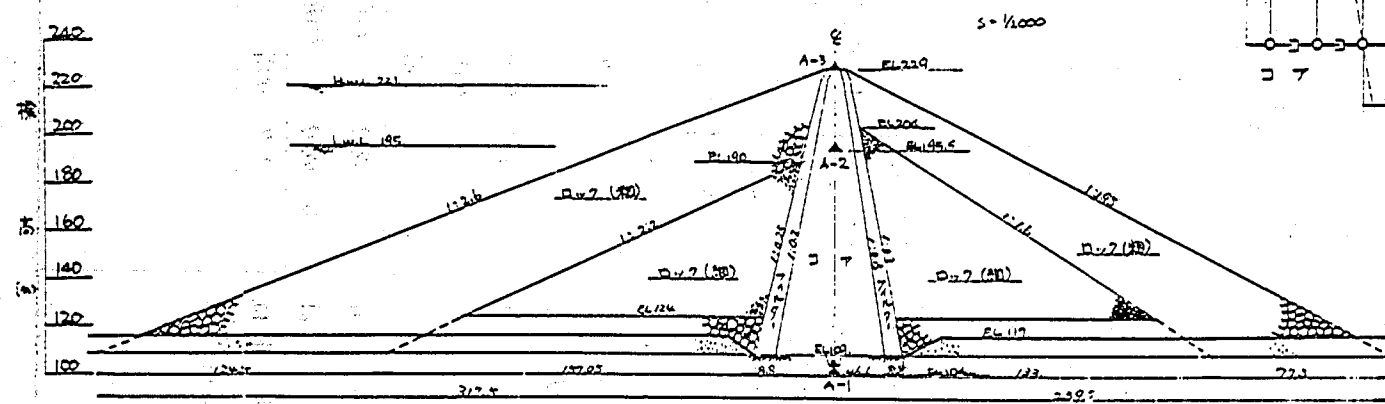


境界せん断変位計 EL 157 計器配置



ダム設計図

地震計（加速度計）配置図



高見ダム (3)

堤内圧力変位計

漏水測定装置 図 浸透水流速計

圧力計

▲ (但し、X成分はZ軸方向、Y成分はZ軸方向、Z成分は上下方向)

七北田ダム

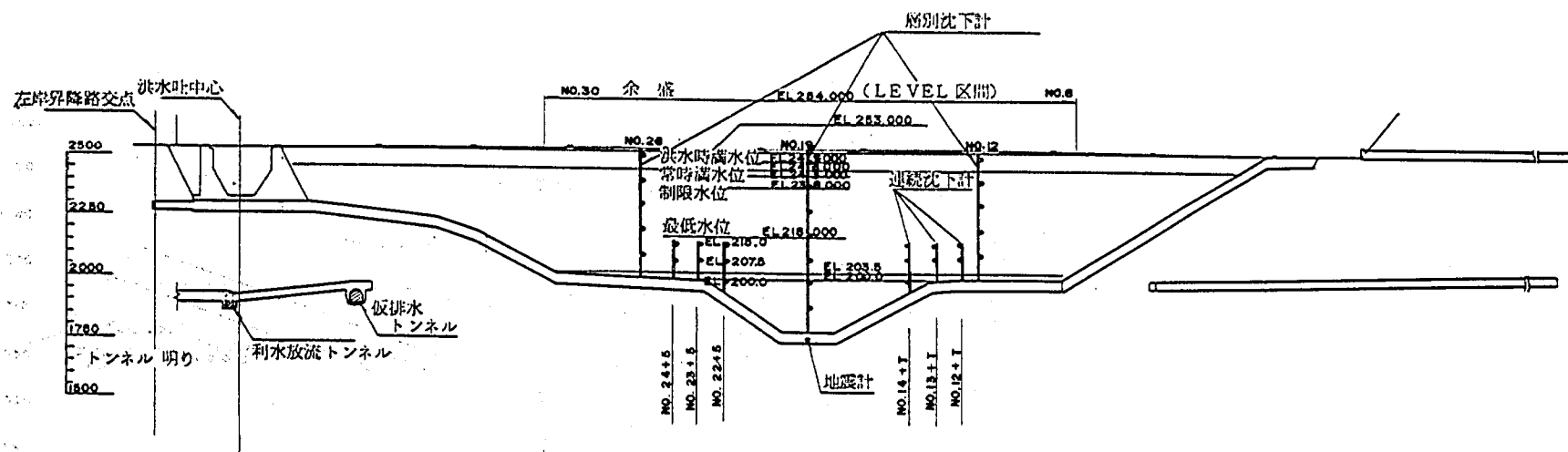
型 式 中央コア型ロックフィルダム

堤 高 73 m, 堤頂長 420 m, 堤体積 2,606 千^m

堤体盛立完了時期 S 58・5

湛 水 開 始 日 S 58・10・1

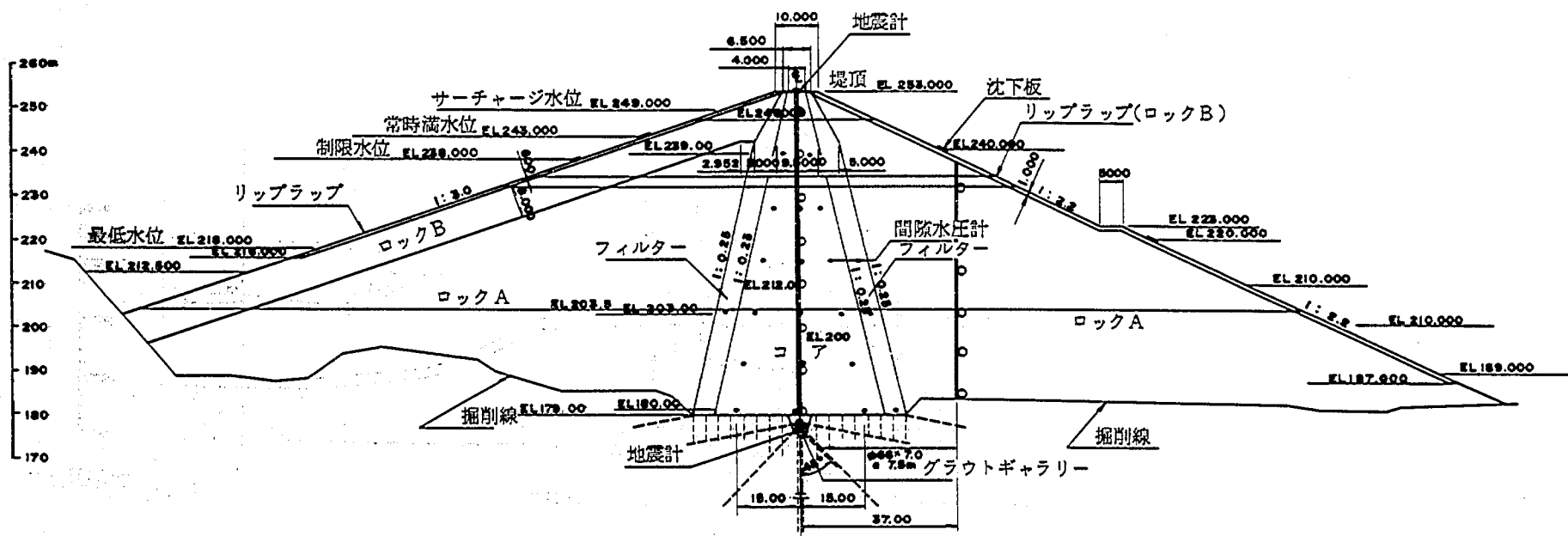
分 類	計 測 項 目	観測計器等設置個数	左のうち,昭和57年7月 現在も観測中の個数	データの 整理方法
漏水関係	漏水量測定堰(等) 浸透流(圧)観測孔 漏水(浸透水)の水質	6ヶ所 73孔 (項目)	ヶ所 孔 (項目)	A B
変形関係	外部変形(標的) 堤体の層別沈下計 基礎の地盤変位計 岩着部せん断変位計 連続沈下計	全体 52ヶ所 うち 10ヶ所 天端 6ヶ所 (クロスアーム) 間隔 10m 6ヶ所 ヶ所 14ヶ所	全体 ヶ所 うち ヶ所 天端 ヶ所 ヶ所 ヶ所 ヶ所	A A A A
間隙水圧	間隙水圧計(コア材内) " (ロック フィルター材内) " (基礎岩盤内)	39ヶ所 10ヶ所 ヶ所 } 計49ヶ所	ヶ所 ヶ所 ヶ所 } 計 ヶ所	A A
土 圧	土圧計(1成分) " (3成分) " (5成分)	ヶ所 ヶ所 ヶ所 } 合計 個	ヶ所 ヶ所 ヶ所 } 合計 個	
温 度	堤体温度計	ヶ所	ヶ所	
監査廊関係	鉄筋応力計 継 目 計	ヶ所 42ヶ所 ヶ所 ヶ所	ヶ所 ヶ所 ヶ所 ヶ所	A
	加 速 度 計 強 震 計	成分 ヶ所 3成分 2ヶ所	成分 ヶ所 成分 ヶ所	
地下水位	ダムサイト地下水位	12ヶ所	ヶ所	A
過去に実測解析を行った報告書				



凡例

- ・ 間隙水圧計
- 層別沈下計クロスアーム

七北田ダム



凡例

- 間隙水圧計
- 層別沈下計クロスアーム

七北田ダム

四時ダム

型式式 中央コア型ロックフィルダム

堤 高 83.5 m, 堤頂長 300 m, 堤体積 2,580 千 m^3

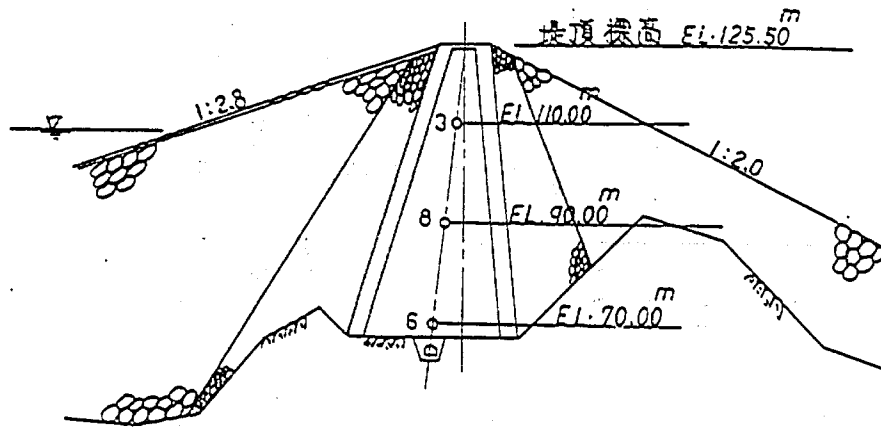
堤体盛立完了時期 S 57・3

湛 水 開 始 日 S 57・12・17

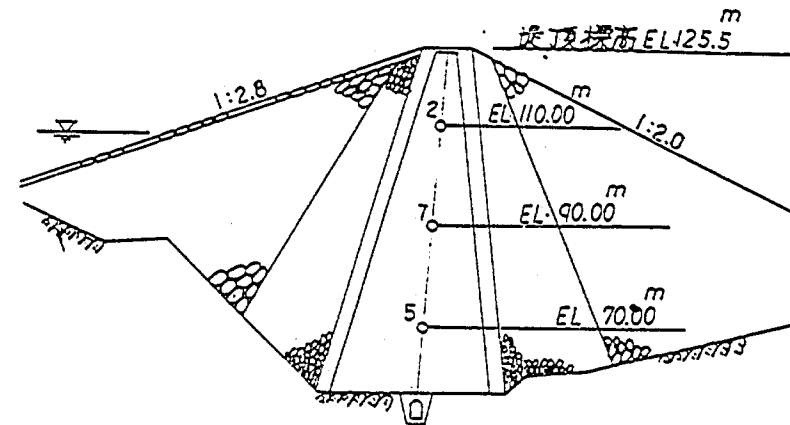
分 類	計 測 項 目	観測計器等設置個数	左のうち,昭和57年7月 現在も観測中の個数	データの 整理方法
漏水関係	漏水量測定堰(等)	2ヶ所	2ヶ所	A
	浸透流(圧)観測孔	19孔	19孔	A
	漏水(浸透水)の水質	(項目)	(項目)	
変 形	外部変形(標的)	全体 13ヶ所 うち 5ヶ所 天端	全体 13ヶ所 うち 5ヶ所 天端	A
	堤体の層別沈下計	3ヶ所 (クロスアーム 間隔 m)	3ヶ所	A
	基礎の地盤変位計	3ヶ所	3ヶ所	A
	岩着部せん断変位計	ヶ所	ヶ所	
	天端沈下量測定	下流 16ヶ所	下流 16ヶ所	A
間 隙 水 圧	間隙水圧計(コア材内)	14ヶ所	14ヶ所	A
	”(ロック, フィルター材内)	7ヶ所	7ヶ所	A
	”(基礎岩盤内)	ヶ所	ヶ所	
土 圧	土圧計(1成分)	1ヶ所	1ヶ所	A
	”(3成分)	8ヶ所	8ヶ所	A
	”(5成分)	ヶ所	ヶ所	
温 度	堤体温度計	ヶ所	ヶ所	
監査廊関係	鉄筋応力計	ヶ所	ヶ所	
	継 目 計	ヶ所	ヶ所	
		ヶ所	ヶ所	
		ヶ所	ヶ所	
地 震	加 速 度 計	3成分 3ヶ所	3成分 3ヶ所	B
	強 震 計	成分 ヶ所	成分 ヶ所	
地下水位	ダムサイト地下水位	5ヶ所	5ヶ所	A
過去に実測解析を行った報告書				

堤体観測計器配置図

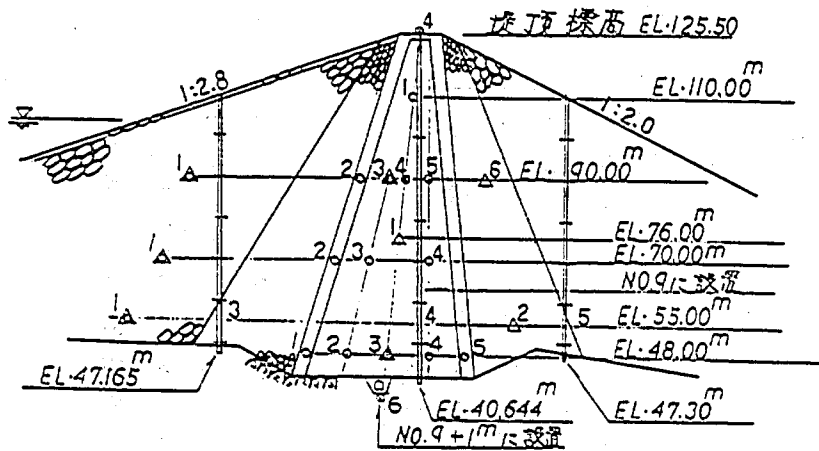
NO. 5



NO. 11



NO. 8



- 向斜水圧計
- △ 三面土圧計
- ⊗ 地震計
- ≡ 層別沈下計

四時ダム

十勝ダム

型 式 中央コア型ロックフィルダム

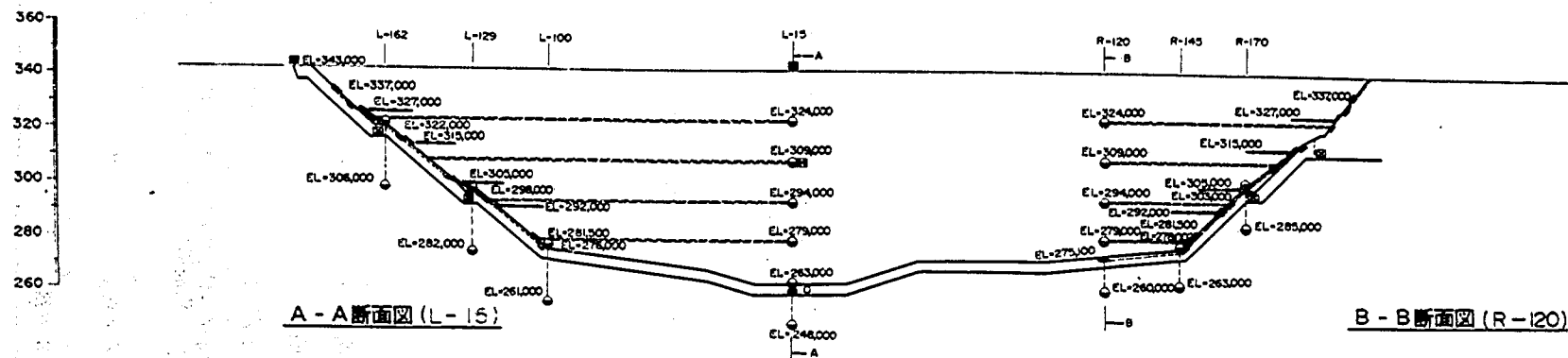
堤 高 84.3 m, 堤頂長 443 m, 堤体積 3,658 千^m

堤体盛立完了時期 S 57・8・10

湛 水 開 始 日 (S 59・3・1)

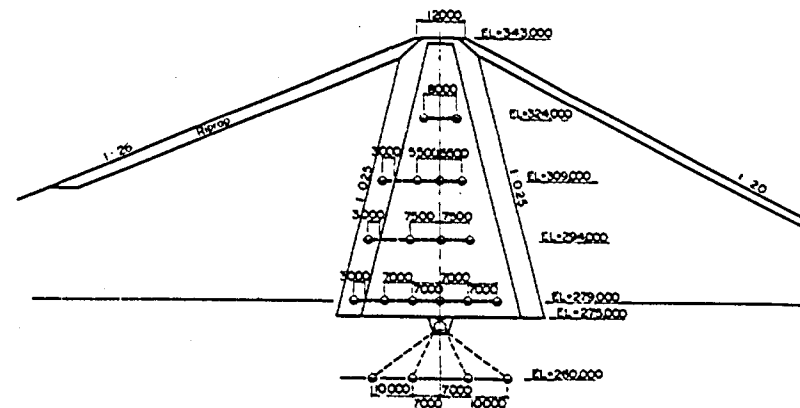
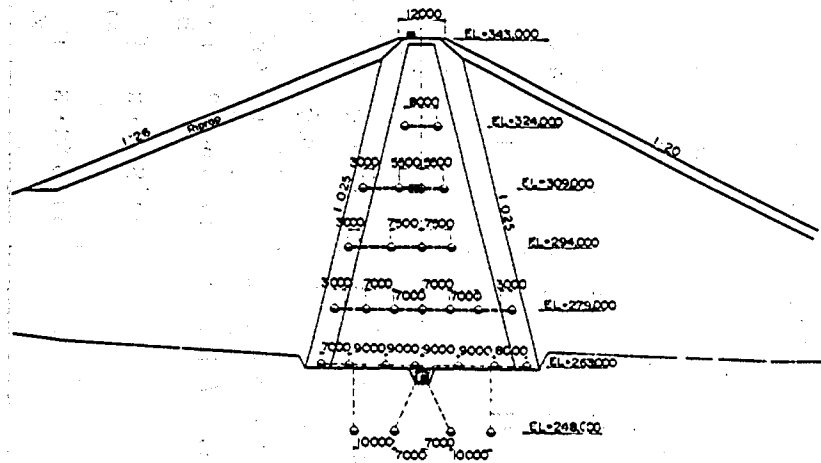
分 類	計 測 項 目	観測計器等設置個数	左のうち,昭和57年7月 現在も観測中の個数	データの 整理方法
漏水関係	漏水量測定堰(等) 浸透流(圧)観測孔 漏水(浸透水)の水質	5 ケ所 16 孔 予定 (項目) ダム貯水池水質調 査要領による予定。	5 ケ所 孔 (項目)	
変形関係	外部変形(標的) 堤体の層別沈下計 基礎の地盤変位計 岩着部せん断変位計 境界面せん断変位計	全体 22ケ所 うち 10ケ所 天端 ケ所 (クロスアーム 間隔 m) 12 ケ所 ケ所 12 ケ所 (内すべり変位だけ測定す るもの4ケ所)	全体 ケ所 うち ケ所 天端 ケ所 12 ケ所 ケ所 12 ケ所	A A
間隙水圧	間隙水圧計(コア材内) " (ロック, フィルター材内) " (基礎岩盤内)	36ケ所 } 9ケ所 } 計87ケ所 42ケ所 }	36ケ所 } 9ケ所 } 計87ケ所 42ケ所 }	A A A
土 圧	土圧計(1成分) " (3成分) " (5成分)	2ケ所 } ケ所 } 合計 2個 ケ所 }	2ケ所 } ケ所 } 合計 2個 ケ所 }	A
温 度	堤体温度計	ケ所	ケ所	
監査廊関係	鉄筋応力計 継目計	ケ所 40 ケ所 ケ所 ケ所	ケ所 36 ケ所 ケ所 ケ所	A
地 震	加 速 度 計 強 震 計	3 成分 4 ケ所 成分 ケ所	成分 ケ所 成分 ケ所	
地下水位	ダムサイト地下水位	6 ケ所 予定	ケ所	
過去に実測解析を行った報告書		1) S 56・3 「十勝ダム建設事業の内 十勝ダム基礎処理解析業 務」 北海道開発コンサルタント(株) 2) S 57・3 「 の2業務」 十勝ダム基礎処理解析そ 3) S 58・3 「 の3業務」 " " そ		

観測計器位置図



A-A断面図 (L-15)

B-B断面図 (R-120)



凡 例

	計 器 名	型 式 名	数 量
■	地 面 計	XYZ	4
●	土 圧 計	BE-F	2
○	間 隙 水 圧 計	BP-C	65
—	境界面変位計	SDD-A	12
—	堤内すべり変位計	SDM-A	40
□	スイッチボックス	ASU-60L	4
—	充満型ケーブル		
—	タフレックスケーブル		
■	ケーブル配線ボックス		24

寺山ダム

型 式 中央コア型ロックフィルダム

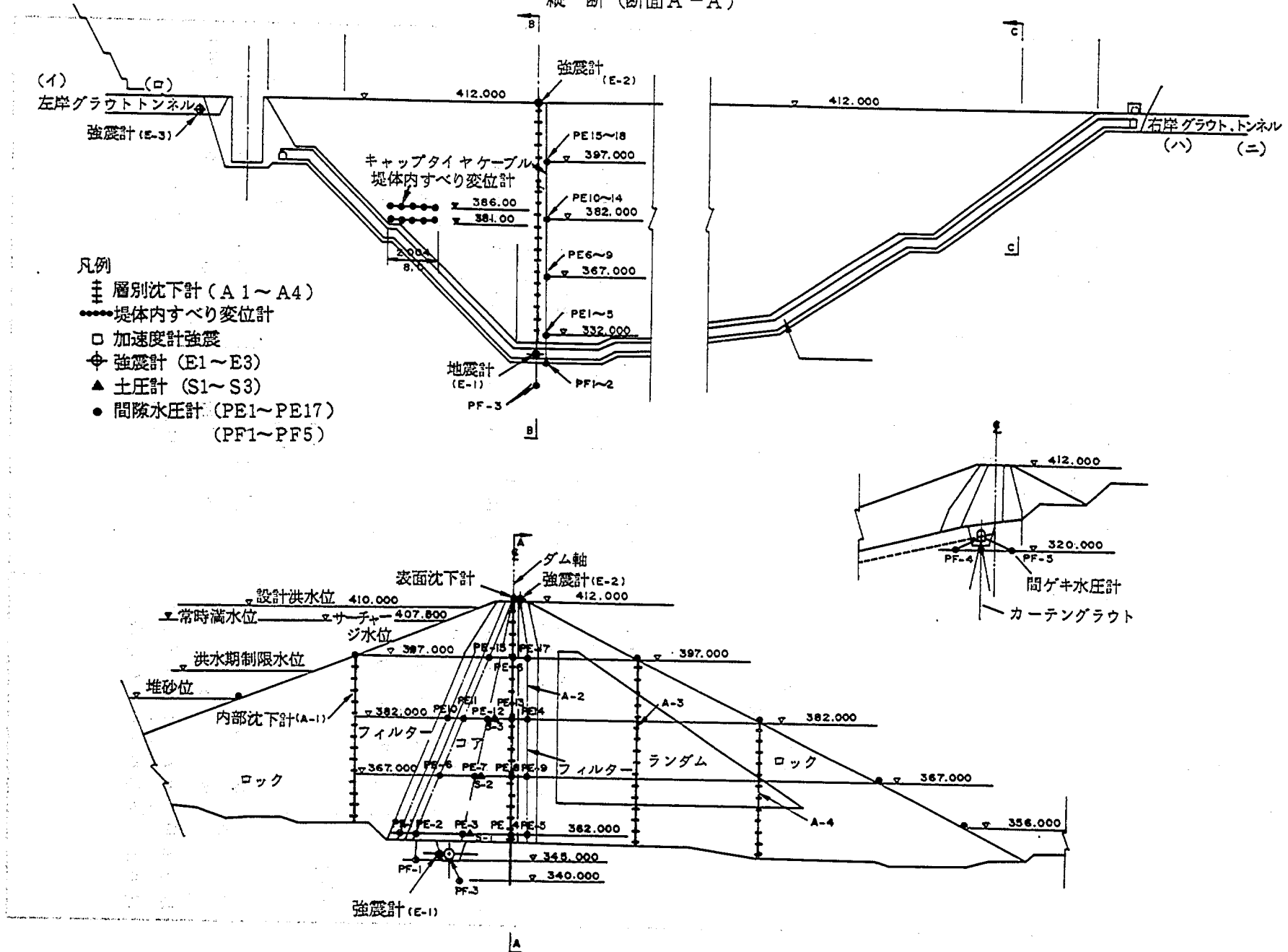
堤 高 62.2 m, 堤頂長 260 m, 堤体積 1,240 千 m^3

堤体盛立完了時期 S 58・9

湛 水 開 始 日 (S 59・11)

分 類	計 測 項 目	観測計器等設置個数	左のうち,昭和57年7月 現在も観測中の個 数	データの 整理方法
漏水関係	漏水量測定堰(等) 浸透流(圧)観測孔 漏水(浸透水)の水質	3 ケ所 25 孔 (項目)	2 ケ所 孔(未施工) (項目)	C
変形関係	外部変形(標的) 堤体の層別沈下計 基礎の地盤変位計 岩着部せん断変位計 堤体内すべり変位計	全体 33ケ所 うち 天端 6ケ所 4ケ所 (クロスアーム 間隔 3m) ケ所 ケ所 2 ケ所	全体 ケ所 うち 天端 ケ所 (未施工) 4ケ所 ケ所 ケ所 2 ケ所	A A
間隙水圧	間隙水圧計(コア材内) " (ロック, フィルター材内) " (基礎岩盤内)	11ケ所 6ケ所 5ケ所 計 22ケ所	11ケ所 6ケ所 2ケ所 計 19ケ所	A A A
土 圧	土圧計(1成分) " (3成分) " (5成分)	ケ所 3ケ所 ケ所 合計 9個	ケ所 3ケ所 ケ所 合計 9個	A
温 度	堤体温度計	ケ所	ケ所	
監査廊関係	鉄筋応力計 継 目 計	ケ所 ケ所 ケ所 ケ所	ケ所 ケ所 ケ所 ケ所	
地 震	加 速 度 計 強 震 計	2成分 1 ケ所 3成分 3 ケ所	成分 ケ所 成分 ケ所	1 未施工
地下水位	ダムサイト地下水位	4 ケ所	ケ所	1
過去に実測解析を行った報告書				

縦断 (断面A-A)



寺山ダム

有間ダム

型 式 中央コア型ロックフィルダム

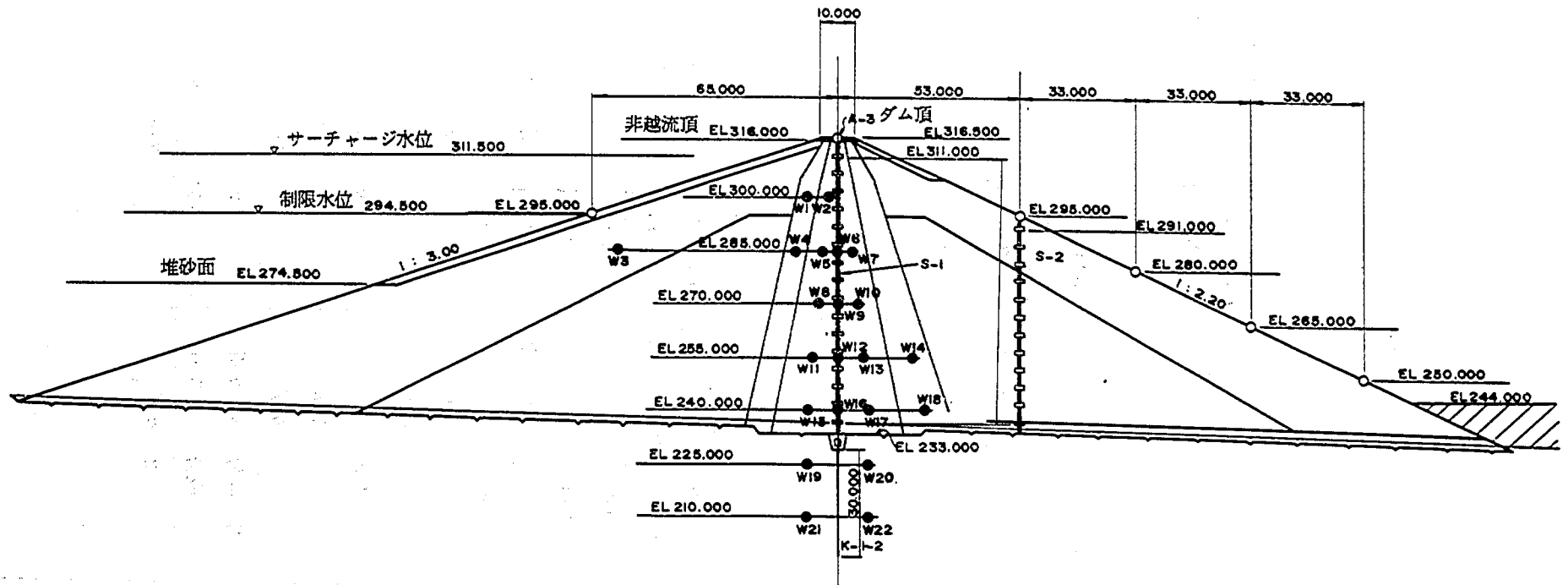
堤 高 83.5 m, 堤頂長 250 m, 堤体積 1,600 千³m

堤体盛立完了時期 (S 59・4・30)

湛 水 開 始 日 (S 59・10・1)

分 類	計 測 項 目	観測計器等設置個数	左のうち,昭和57年7月 現在も観測中の個数	データの 整理方法
漏水関係	漏水量測定堰(等) 浸透流(圧)観測孔 漏水(浸透水)の水質	8ヶ所 19孔 (項目)	ヶ所 9孔 (項目)	
変形関係	外部変形(標的) 堤体の層別沈下計 基礎の地盤変位計 岩着部せん断変位計	全体 39ヶ所 うち 5ヶ所 天端 3ヶ所 (クロスアーム 間隔 5m) 2ヶ所 ヶ所	全体 ヶ所 うち ヶ所 天端 3ヶ所 2ヶ所 ヶ所	A A
間隙水圧	間隙水圧計(コア材内) " (ロック, フィルター材内) " (基礎岩盤内)	17ヶ所 1ヶ所 4ヶ所 計22ヶ所	15ヶ所 1ヶ所 ヶ所 計16ヶ所	A A
土 圧	土圧計(1成分) " (3成分) " (5成分)	ヶ所 ヶ所 ヶ所 合計 個	ヶ所 ヶ所 ヶ所 合計 個	
温 度	堤体温度計	ヶ所	ヶ所	
監査廊関係	鉄筋応力計 継 目 計	ヶ所 10ヶ所 ヶ所 ヶ所	ヶ所 10ヶ所 ヶ所 ヶ所	A
地 震	加 速 度 計 強 震 計	2成分 3ヶ所 成分 ヶ所	成分 ヶ所 成分 ヶ所	
地下水位	ダムサイト地下水位	2ヶ所	ヶ所	
過去に実測解析を行った報告書				

A-A 断面



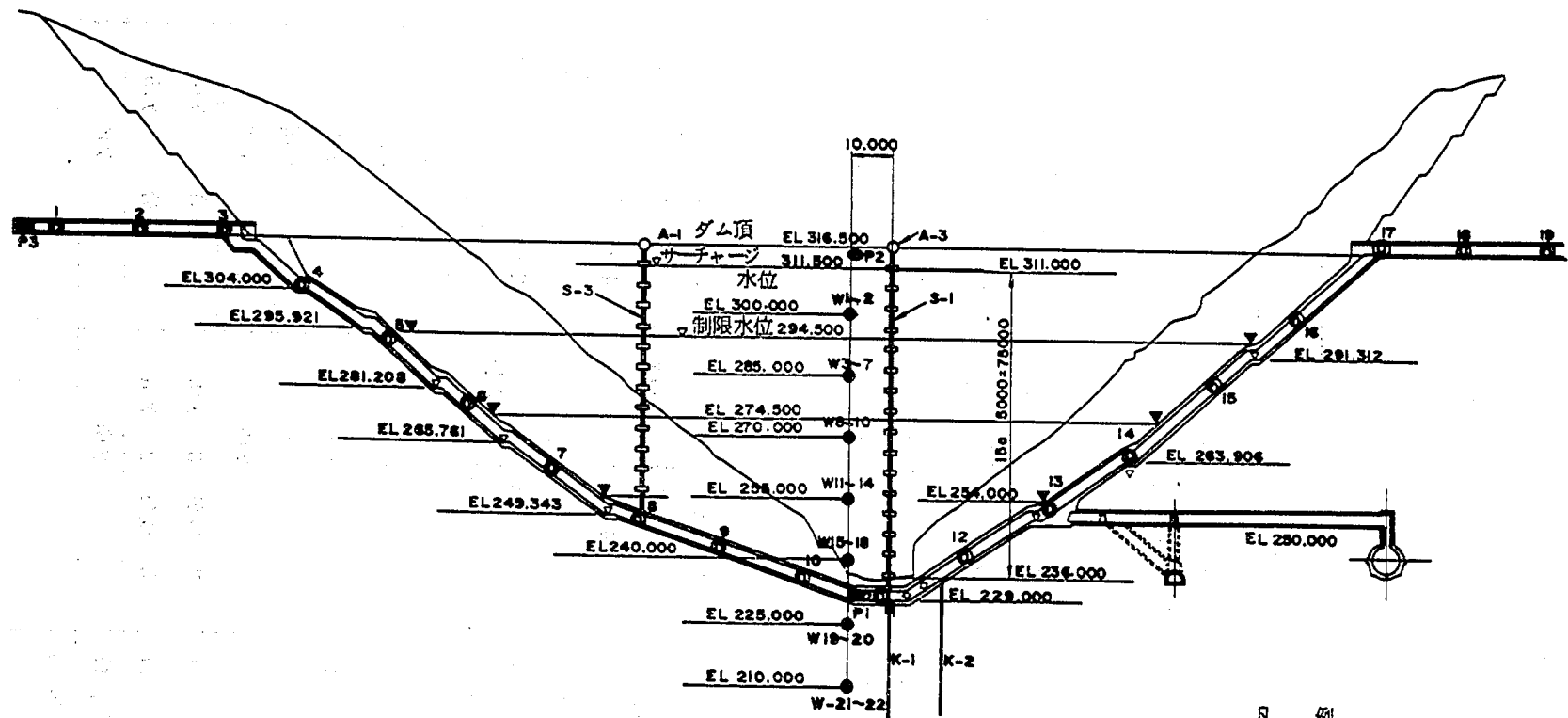
凡 例

名 称	記 号	標 記
上下流のり面圧下測定機	B, C, D, E, F, G	○
層別圧下計	S	⊕
同床水圧計	W	●
浸透流測定計	⊙	⊙
細水柱測定計	M	▽
細水柱異水灌	N	▼
岩体変位計	K	
経同計	J	。
地震計	P	●

有間ダム

ダム軸縦断

0 50m



凡 例

名 称	記 号	概 二
上下流の河床下測定机	B, C, D, E, F, G	○
層別沈下計	S	⊕
同様に沈下計	W	●
流量測定計	①	⊗
漏水測定計	M	▽
漏水量計	N	▼
岩盤変位計	K	
傾斜計	J	°
地震計	P	•

有間ダム

荒川ダム

型 式 中央コア型ロックフィルダム

堤高高 88 m, 堤頂長 320 m, 堤体積 2,950 千³m

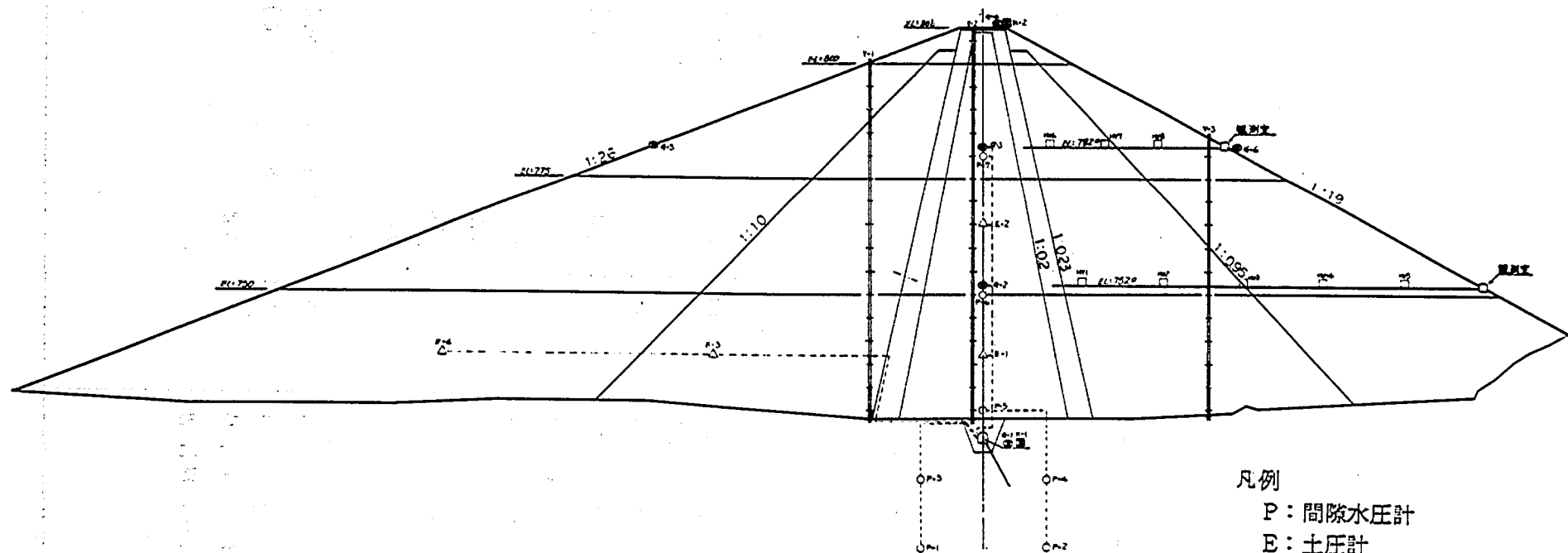
堤体盛立完了時期 (S 59・9)

湛 水 開 始 日 (S 59・10)

分 類	計 測 項 目	観測計器等設置個数	左のうち,昭和57年7月 現在も観測中の個数	データの 整理方法
漏水関係	漏水量測定堰(等) 浸透流(圧)観測孔 漏水(浸透水)の水質	(計画) 3 ケ所 (計画) 10 孔 (項目)	ケ所 孔 (項目)	(計画) A (計画) A
変形関係	外部変形(標的) 堤体の層別沈下計 基礎の地盤変位計 岩着部せん断変位計 相対水平鉛直変位計	全体 (計画) 26ケ所 うち 7ケ所 天端 (クロスアーム) 間隙 m 3ケ所 ケ所 ケ所 2 ケ所	全体 ケ所 うち 3ケ所 天端 ケ所 ケ所 ケ所 1 ケ所	(Aに Bする予 定) (Aに Bする予 定)
間隙水圧	間隙水圧計(コア材内) " (ロック・ フィルター材内) " (基礎岩盤内)	(計画) 3ケ所 ケ所 } 計 ケ所 4ケ所 }	2ケ所 ケ所 } 計 6ケ所 4ケ所 }	A A
土 圧	土圧計(1成分) " (3成分) " (5成分)	ケ所 (計画) 4ケ所 ケ所 } 合計 12個	ケ所 3ケ所 ケ所 } 合計 9個	A
温 度	堤体温度計	ケ所	ケ所	
監査窓関係	鉄筋応力計 継 目 計	ケ所 ケ所 ケ所 ケ所	ケ所 ケ所 ケ所 ケ所	
地 震	加 速 度 計 強 震 計	3 成分 6 ケ所 3 成分 2 ケ所	成分 ケ所 成分 ケ所	
地下水位	ダムサイト地下水位	ケ所	ケ所	
過去に実測解析を行った報告書				

計測設備配置図

(ダム断面No.7 No.6)



荒川ダム

凡例

- P : 間隙水圧計
- E : 土圧計
- G : 地震計
- V : 層別沈下計
- HV : 相対水平鉛直変位計
- K : 強震計

上市川第二ダム

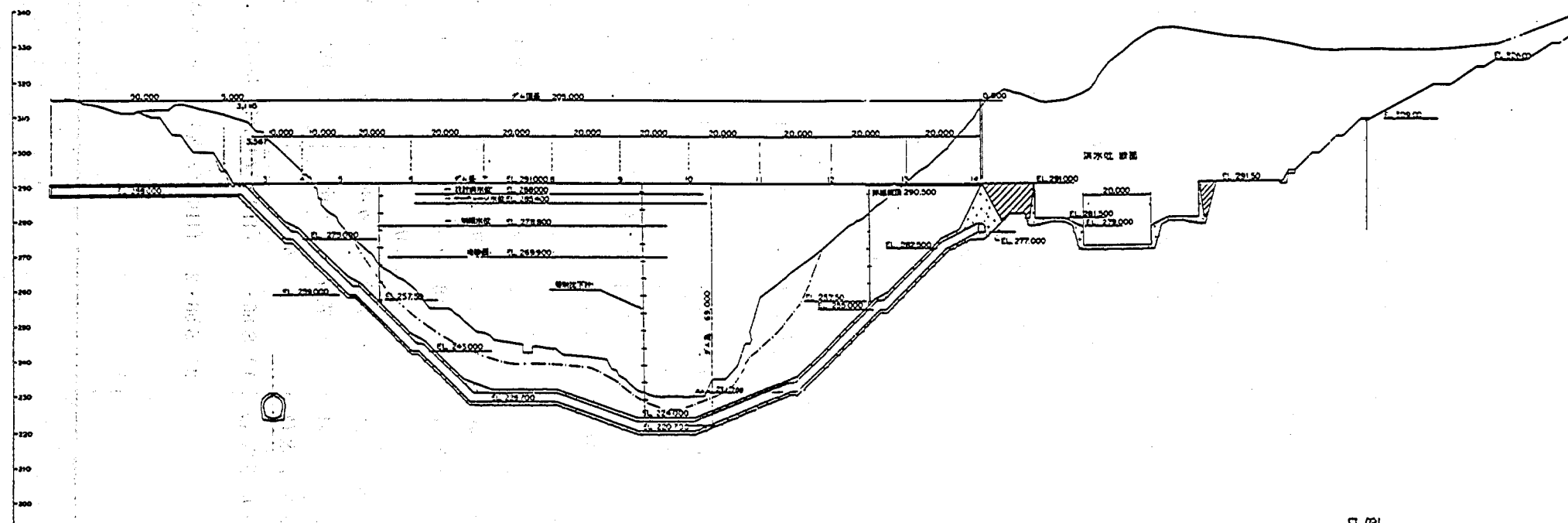
型 式 中央コア型ロックフィルダム

堤 高 69 m, 堤頂長 205 m, 堤体積 1,000 千 m³

堤体盛立完了時期 (S 59・9)

湛 水 開 始 日 (S 59・10)

分 類	計 測 項 目	観測計器等設置個数	左のうち,昭和57年7月 現在も観測中の個数	データの 整理方法
漏水関係	漏水量測定堰(等) 浸透流(圧)観測孔 漏水(浸透水)の水質	6ヶ所 13孔 (項目)	ヶ所 孔 (項目)	
変形関係	外部変形(標的) 堤体の層別沈下計 基礎の地盤変位計 岩着部せん断変位計	全体 20ヶ所 うち 6ヶ所 3ヶ所 (クロスアーム 間隔 5m) ヶ所 ヶ所	全体 ヶ所 うち ヶ所 ヶ所 ヶ所 ヶ所	
間隙水圧	間隙水圧計(コア材内) (ロック, フィルター材内) (基礎岩盤内)	ヶ所 } ヶ所 } 計 ヶ所 ヶ所 }	ヶ所 } ヶ所 } 計 ヶ所 ヶ所 }	
土 圧	土圧計(1成分) " (3成分) " (5成分)	ヶ所 } ヶ所 } 合計 個 ヶ所 }	ヶ所 } ヶ所 } 合計 個 ヶ所 }	
温 度	堤体温度計	ヶ所	ヶ所	
監査廊関係	鉄筋応力計 継 目 計	ヶ所 ヶ所 ヶ所 ヶ所	ヶ所 ヶ所 ヶ所 ヶ所	
地 震	加 速 度 計 強 震 計	成分 ヶ所 成分 ヶ所	成分 ヶ所 成分 ヶ所	
地下水位	ダムサイト地下水位	ヶ所	ヶ所	
過去に実測解析を行った報告書				



上市川第二ダム

日中ダム

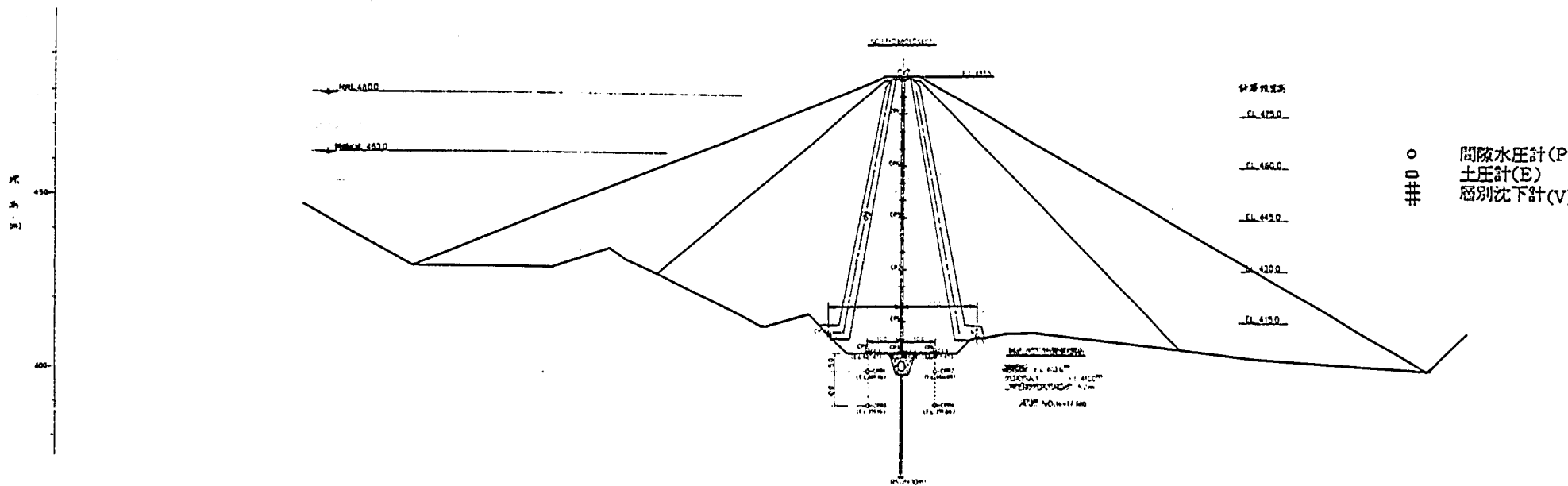
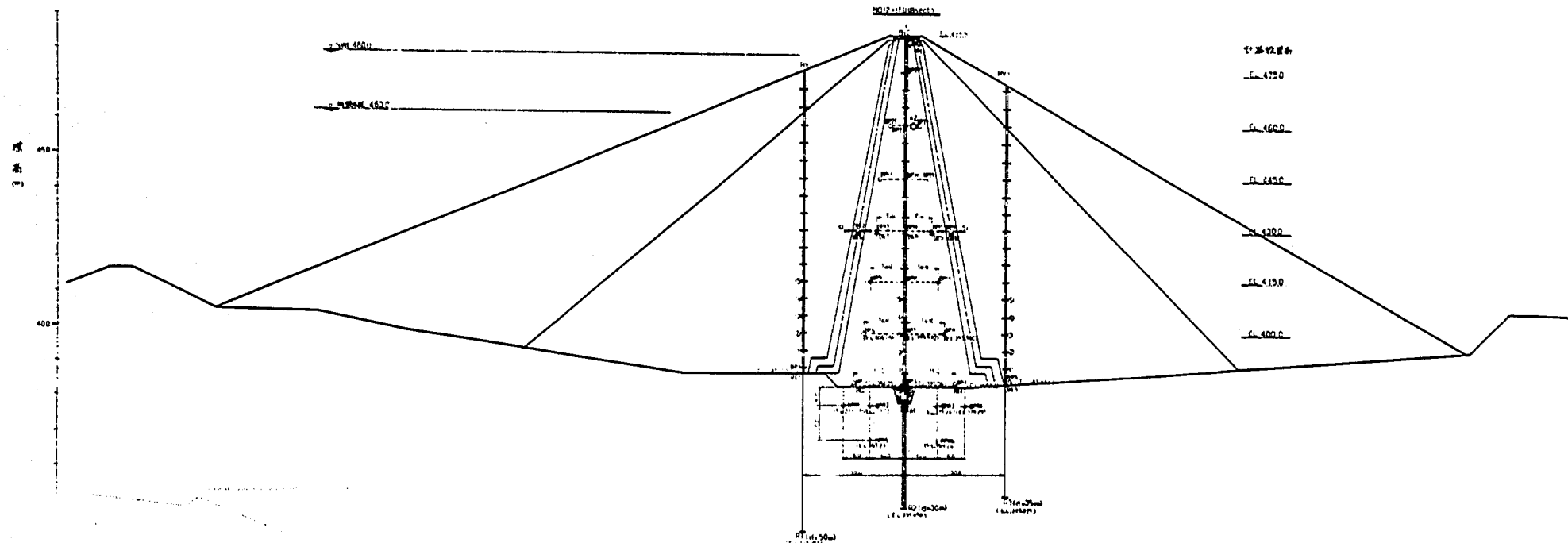
型 式 中央コア型ロ クフィルダム

堤 高 101 m, 堤頂長 423 m, 堤体積 4,555 千^m

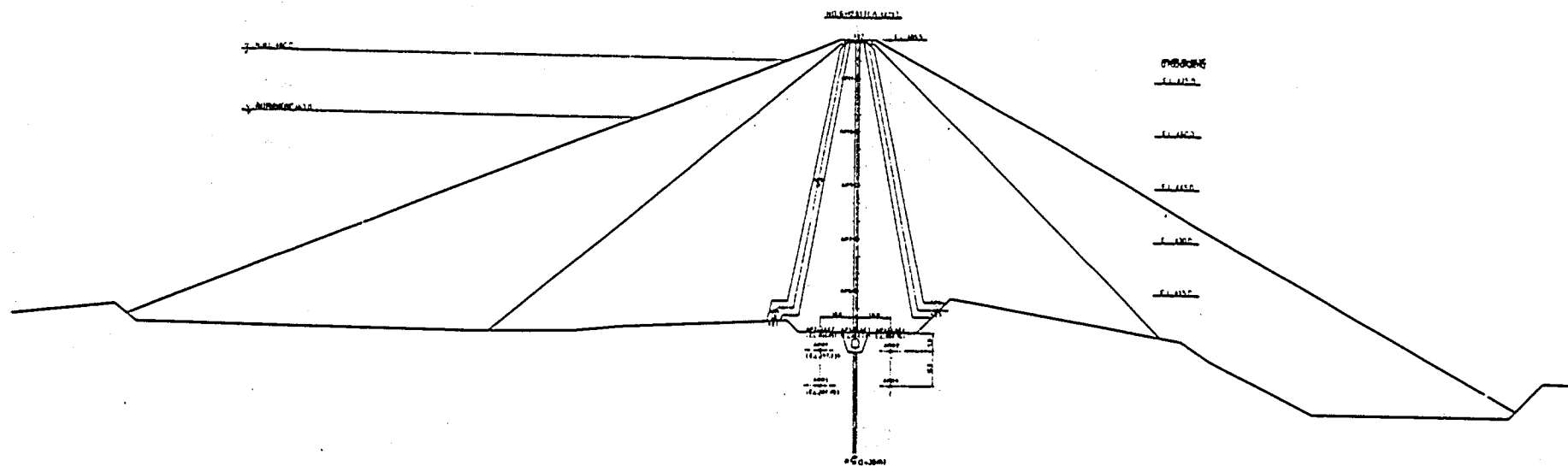
堤体盛立完了時期 (S 62・11)

湛 水 開 始 日 (S 64・4・1)

分 類	計 測 項 目	観測計器等設置個数	左のうち,昭和57年7月 現在も観測中の個数	データの 整理方法
漏水関係	漏水量測定堰(等) 浸透流(圧)観測孔 漏水(浸透水)の水質	4ヶ所 — 孔 (項目) —	— ヶ所 — 孔 (項目) —	
変形関係	外部変形(標的) 堤体の層別沈下計 基礎の地盤変位計 岩着部せん断変位計	全体 1ヶ所 うち 1ヶ所 5ヶ所 (クロスアーム 間隔 5m) 6ヶ所 — ヶ所	全体 1ヶ所 うち 1ヶ所 5ヶ所 6ヶ所 — ヶ所	B B
間隙水圧	間隙水圧計(コスマ材内) " (ロック, " (フィルター材内) " (基礎岩盤内)	35ヶ所 } 計59ヶ所 10ヶ所 } 計59ヶ所 14ヶ所 }	12ヶ所 } 6ヶ所 } 計32ヶ所 14ヶ所 }	B B B
土 圧	土圧計(1成分) " (3成分) " (5成分)	20ヶ所 } — ヶ所 } 合計20個 — ヶ所 }	17ヶ所 } — ヶ所 } 合計17個 — ヶ所 }	B
温 度	堤体温度計	— ヶ所	— ヶ所	
監査部関係	鉄筋応力計 継 目 計 コンクリート温度計	91ヶ所 85ヶ所 8ヶ所 ヶ所	91ヶ所 85ヶ所 8ヶ所 ヶ所	B B B
地下水位	加 速 度 計 強 震 計	3成分 3ヶ所 — 成分 — ヶ所	3成分 1ヶ所 — 成分 — ヶ所	B
	ダムサイト地下水位	— ヶ所	— ヶ所	
過去に実測解析を行った報告書		1) S 56・ 「日中ダム堤体観測計器据付調整工事(別冊)」共和電業 2) S 58・2 「日中ダム施工管理データ検討解析業務」日本技研		



○ 間隙水圧計(P)
 # 土圧計(E)
 # 層別沈下計(V)



日中ダム

フィルダムの挙動計測に
関する調査

ISSN 0386-5878

土研資料第 2070 号

昭和59年3月(1984)

松本徳久・尾芦直人・池田 隆

キーワード：

フィルダム, 間隙水圧計, 土圧計, 岩盤変位計, 層別沈下計, 安全管理, 計測.

要 旨

建設省所管の32ダムについて、アンケートによる堤体の挙動計測
に関する調査を行い、計測項目、観測計器の設置個数、計測頻度等
をとりまとめるとともに、埋設計器の配置に関する考え方を整理し
たものである。

郵便はがき

3 0 5 - □ □

40円切手
を
は
っ
て
下
さ
い。

建設省土木研究所
ダム部フィルダム研究室 御中

茨城県筑波郡豊里町大字旭一番地

No. _____

No. _____

配布先氏名

配布先住所



土木研究所資料第2070号 部
フィルダムの挙動計測に関する
調査
上記のとおり受領しました。

所 属（住所）

氏 名

