



土木研究所資料

第619号

川俣ダム実測解析報告書

昭和45年11月

建設省土木研究所

川 俣 ダ ム 実 測 解 析

ダム部ダム構造研究室

飯 田 隆 一

姫 野 博 功

米 道 久

目 次

1. 概 要	1
2. 実測の目的	1
3. 撓みの解析	2
3.1. ダムの挙動に影響を与える因子	2
3.2 温 度 解 析	3
3.3 撓みの解析（撓みの重回帰分析）.....	8
3.4 撓みによるダムの安全管理	14
3.5 計算値と実測値との対比	15
4. 撓みの解析	16
5. 今後の測定	20

1. 概 要

本報告は関東地建の依頼で昭和40年より行ってきた実測解析の報告書である。川俣ダムは利根川水系鬼怒川の上流に位置し、洪水調節、かんがい、発電を目的として建設された多目的ダムで、高さ117 m、堤頂長113 mの薄肉アーチダムであり、昭和38年10月に洪水開始している。

本ダムは図-1に示すようにブラムライン、温度計、応力計、継目計等数多くの計器が設置されている。

これらの計器より測定された資料から、ダムにどのような因子が影響を与え、ダムが安全に挙動しているか否かを知るため、撓みの重回帰分析を行い、撓みによるダムの安全管理方法を確立させると共に計算値との対比を行った。

又、ダム内に最も数多く埋設されている歪計が正常な動きを示し、ダムの微視的な現象を表わす資料として利用出来るか否かについても検討を行い、その中で正常に動いていると思われる計器について歪の重回帰分析を行った。

2. 実測の目的

ダムの実測の目的は、施工管理、安全管理、構造解析の3つに大別される。施工管理は施工中のコンクリートの温度規制のための温度測定と継目グラウトのための時期の選定、継目グラウト中の継目の開閉状況をみるための開度測定等がある。しかし完成後のダムであるためこれを除外し、安全管理を主に述べる。

ダムの安全管理の上で重要なものとして全漏水量と撓みの測定がある。これらの測定値よりダムの安全性を判断する方法として、設計々算値と測定値を比較することが考えられる。しかし設計々算は多くの仮定と省略の上に成り立っており、更にダムの挙動に影響を与える全因子を考慮しているとは云い得ず適当な方法とは思えない。

最も確実な方法は過去の測定値からみて現在が安定しているか否かを知る事である。すなわち撓み、全漏水量の測定値が外荷重の変動により増減するか、又同一荷重状態に於て測定値がどのように変化するかを検討し、ダムの安全性を判断すべきである。

この場合どの測定値がいかなる現象を表わしているかについて考えてみる。一般に構造物が変形する場合、

$$\begin{aligned}\epsilon &= \frac{M}{EI} Z \\ \theta &= \int \frac{M}{EI} dx \\ \delta &= \iint \frac{M}{EI} dx \cdot dx\end{aligned}$$

にて示されるように外荷重により各部に歪が生じ、それが積分されて廻転が生じ、更に廻転が積分さ

れたものとして撓みが生ずる。

従って歪は部分部分の現象を示し、撓みは構造物全体の総合現象を示しているといえる。又このような見方からすれば揚圧力、個々の漏水量、応力は部分部分の現象を、全漏水量は総合現象を示していると考えられる。

以上の事からダムは総合現象を示すものとして全漏水量と撓みが、部分部分の現象を示すものとしては個々の排水孔の漏水量と揚圧力、応力、歪等があげられる。従ってダムの安全性はダムの総合現象を示す測定値によって判断される。では部分部分の現象を示す測定はいかなる意味を持っているであろうか。若し総合現象を示す測定値に異常が現われた場合、これらの測定値からはその原因と対策を検討することは困難であるが、部分部分の現象の測定値からその原因と対策を検討するのに有効である。従ってこれらの実測資料を整理し万一の場合に備えておくべきだろう。

3. 撓みの解析

3-1 ダムの挙動に影響を与える因子

一般に重力ダムは主として貯水位の影響を受ける。しかしアーチダムは内部温度の変化の影響も強く受ける。

このためアーチダムの任意の時点での撓みを推定するためには、任意の条件の時の水位による撓み、温度による撓みを求める必要がある。過去の資料から測定値を原因別に分離分析するためには統計的に重回帰分析をする方法が最も適していると考えられる。

ダムの温度変化がダムの撓みにどのような形で影響を与えているかについて考えてみる。内部温度は図-2に示すような曲線分布をしている。若し断面に何も拘束がないとすると各点の温度に比例した膨脹、収縮が生ずる筈である。

しかし実際には断面は連続体の一部であるため拘束があり、実際の温度分布とモーメント及び面積が等しい直線的な温度分布を受けたと同じ伸びと廻転を生じ、実際の温度分布と直線的な温度分布との差(図-2斜線部分)による温度膨脹は拘束応力に転化する。

この直線的な温度分布を等置直線温度分布と名づけると、実際の温度分布と等置直線温度分布との差による拘束応力は他の部分の応力、変位に影響を与えないが、等置直線温度分布により生ず

る伸びと廻転は他の部分の応力、変位に影響を与える。この伸びはその断面での平均温度(t_i)により生じ、廻転は等置直線温度分布の勾配(以後温度勾配(α_i)と呼ぶ)により生ずる。

従って撓みに影響を与える因子としてはいくつかの断面での平均温度、温度勾配をとればよい。これらの因子は理論的に一次の形で影響を与える。

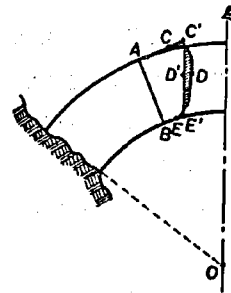


図-2

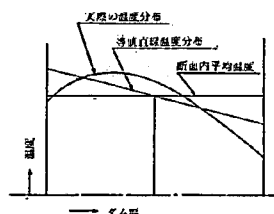
一方水位の影響は何次式で表わされるかは未定であるので一応 $f(h)$ の形で表わされるとしよう。
 内部温度の変化、水位変動の他にコンクリートおよび岩盤のクリープが考えられる。このように時間と共に変化する量を $\log \frac{1+\theta}{1+g_i}$ (θ は時間) とし、ダムの撓みを

$$\delta = \sum a_i t_i + \sum b_i x_i + f(h) + \sum k_i \log \frac{1+\theta}{1+g_i} \quad \dots\dots\dots (1)$$

で表わされるとする。この場合、実際には各標高の平均温度、温度勾配も外気温の変化により生じ相関性があると考えられるので(1)式に基づいて過去の資料から最小二乗法により各項の係数 a_i 、 b_i 、 k_i を求めた後に各因子間の相関係数を求め、相関性の高い因子は除去して解析し直す方法をとった。

3-2 温度解析

撓みの解析を行うにあたってまず平均温度、温度勾配の計算を行った。図-3に示す通り平均温度とはダムの厚さの方向の平均温度のことであり、温度勾配とは実際の温度分布の面積とその一次モーメントが一致するように直線分布(等値直線温度分布)でおきかえたときの勾配をいう。



本ダムに於いては温度計の埋設位置より堤頂部の EL960m、EL930m、EL910m、EL871.5mの4断面の温度を用いて平均温度、温度勾配を計算し重回帰分析計算に用いた。温度計算の結果を示したのが図-4である。

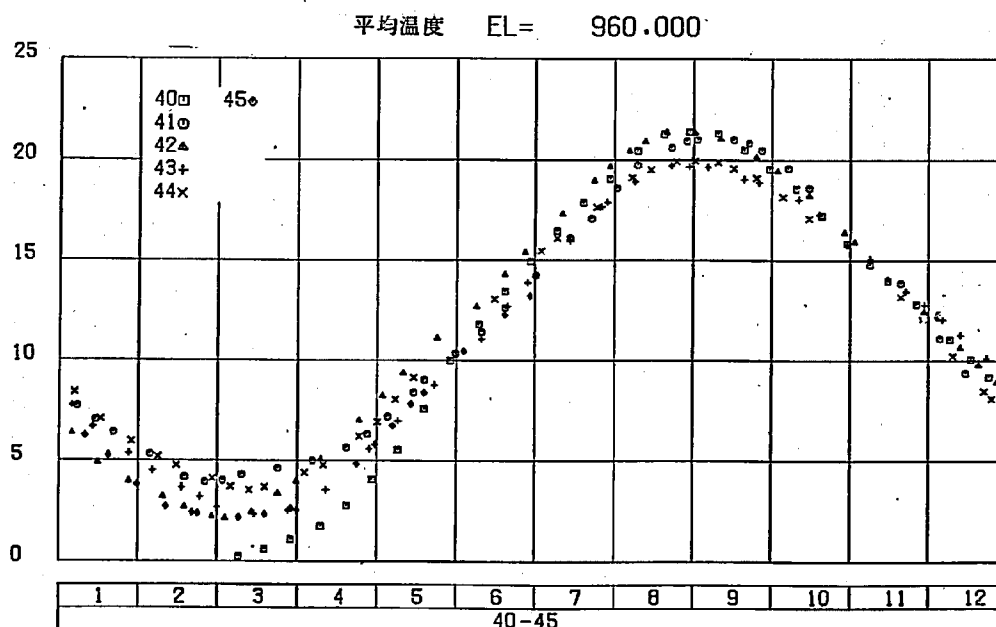


図-4

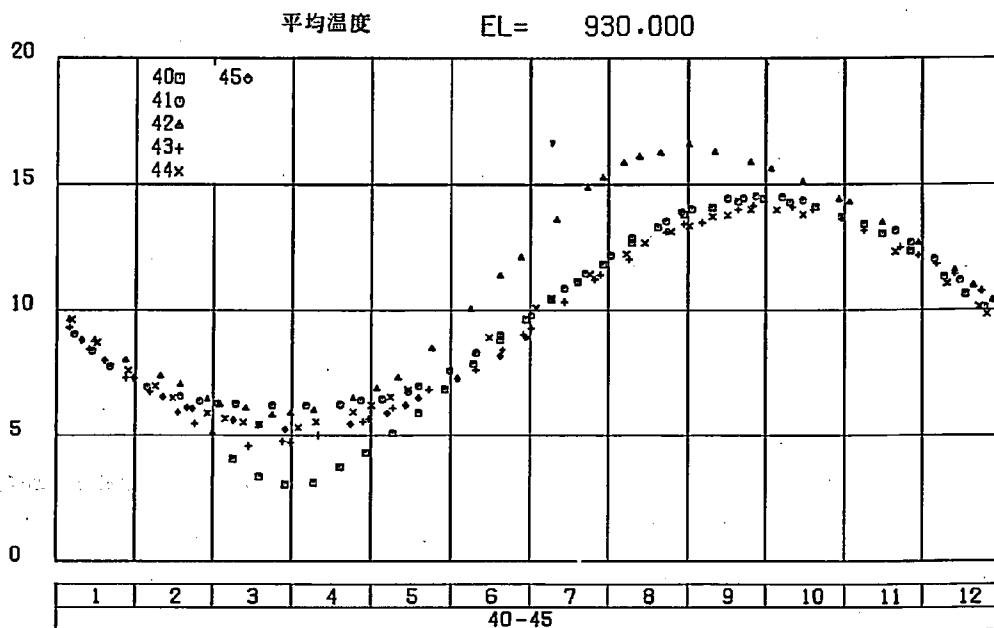


图 - 4

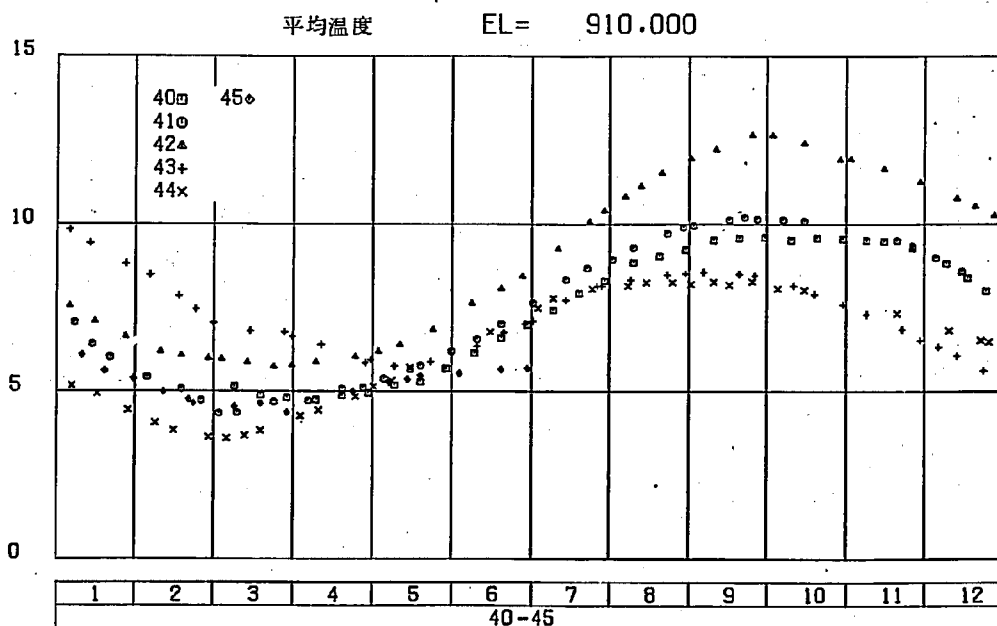


图 - 4

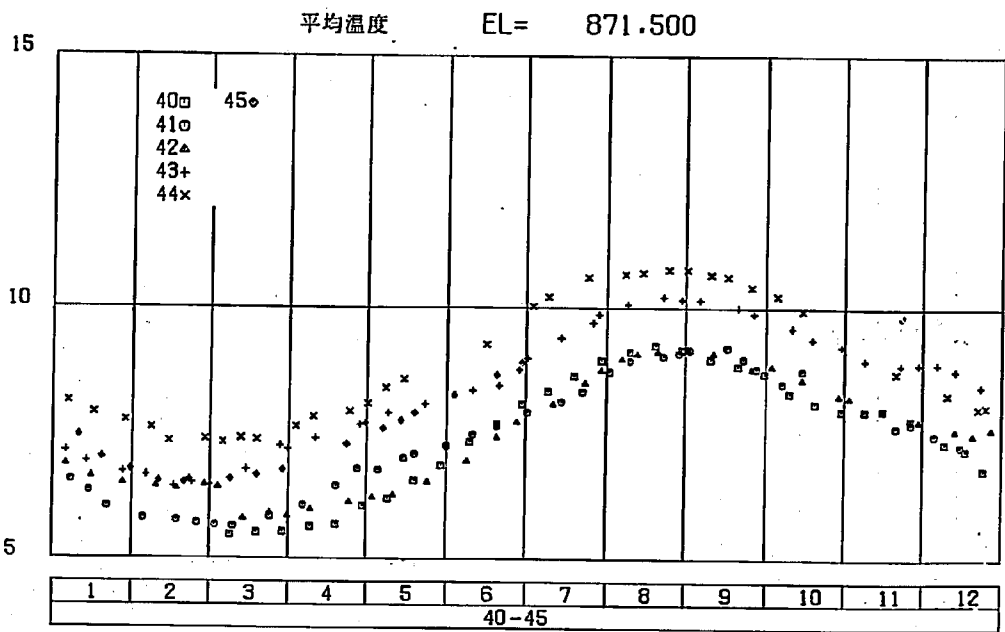


图-4

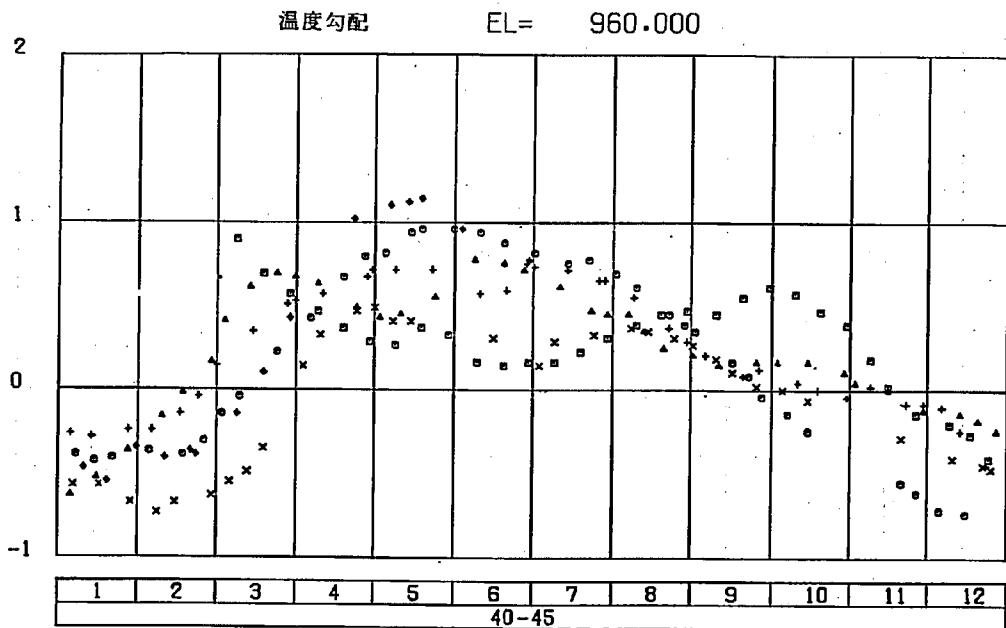


图-4

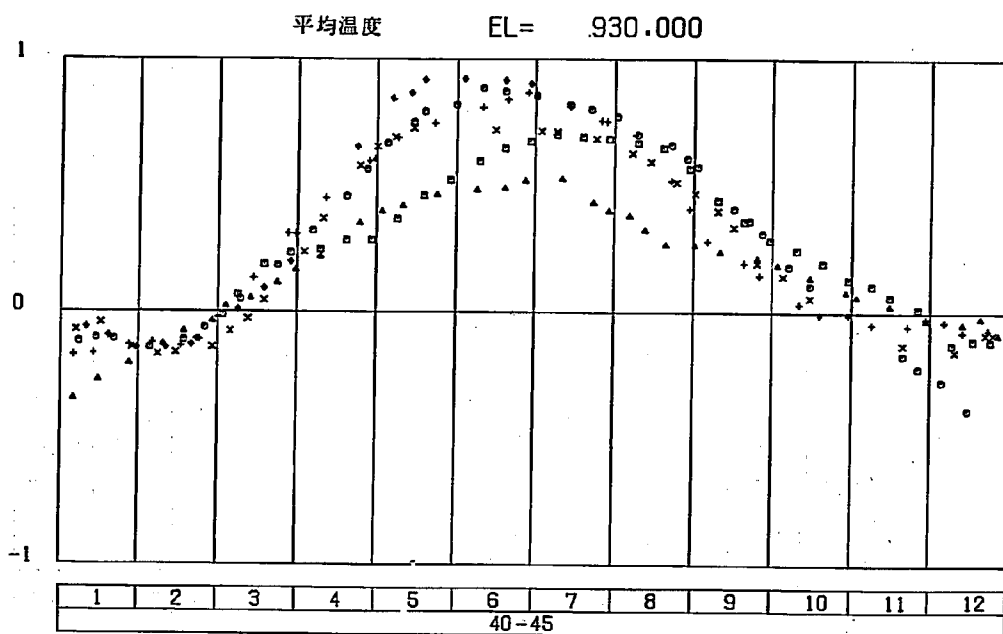


图 - 4

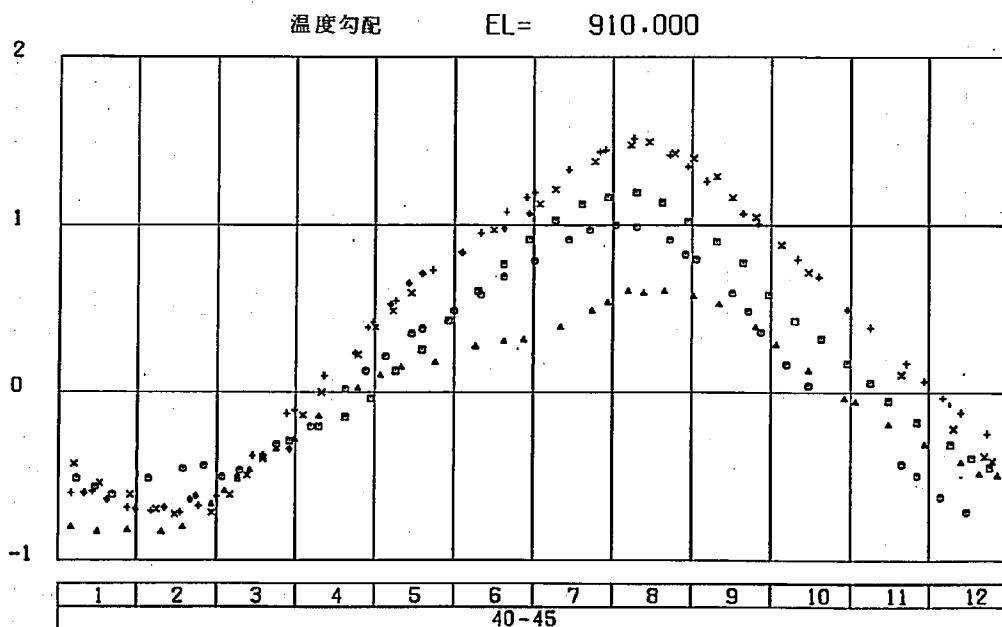


图 - 4

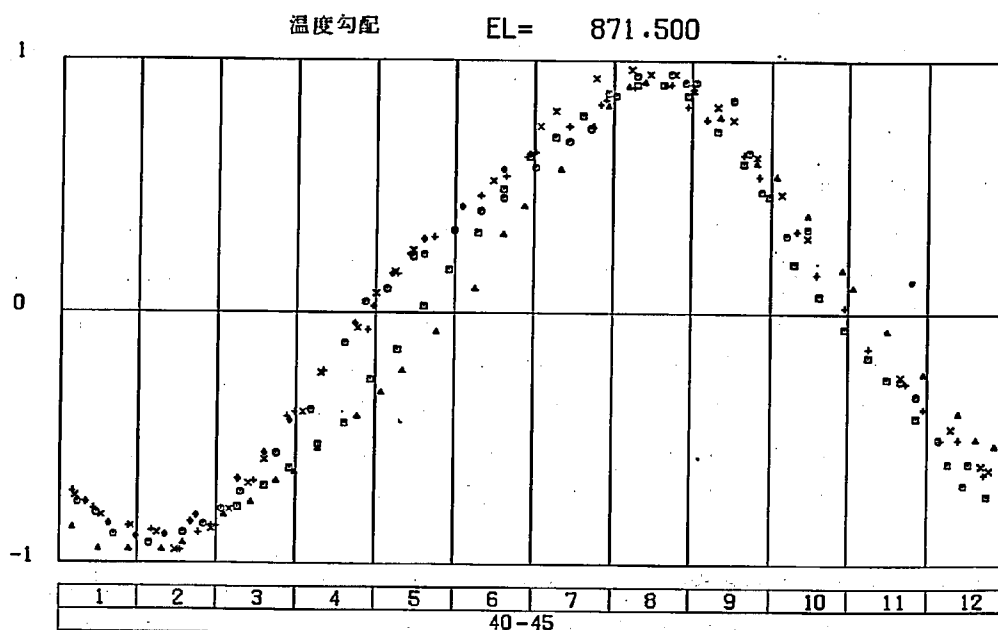


図-4

図-4より平均温度，温度勾配の振幅，位相の遅れ等を示したのが表-1である。

表-1

	標高 (m)	位置	ダム厚 (m)	振幅 (°C)	位相 (日)	最 高		最 低		摘 要
						値	月 日	値	月 日	
平均温度	960.0	ウラウン(B)	552	9.0	+20	212	9月 5日	32	3月10日	
	930.0	"	912	4.3	+45	143	9月30日	5.7	3月30日	
	910.0	"	1072	28	+50	102	10月 5日	4.7	3月25日	
	871.5	"	1200	18	+5	10.1	8月20日	0.5	3月10日	
温度勾配	960.0	ウラウン(B)	552	0.54	-55	0.61	6月10日	-0.46	12月30日	
	930.0	"	912	0.46	-40	0.75	7月 5日	-0.17	12月30日	
	910.0	"	1072	0.80	-10	0.97	8月 5日	-0.65	1月30日	
	871.0	"	1200	0.93	-5	0.93	8月15日	-0.92	2月 5日	

(但し位相は外気温との位相差を示し，外気温より遅れるものを⊖，早いものを⊕とする。)

図-4，表-1より

- 1) 平均温度の振幅はダムの厚さが小さくなるに従って小さくなる。

- 2) 平均温度、温度勾配の位相はダム厚が大きくなるに従って(→側(遅れる方向))に移行する。
- 3) EL960mの上流面は水面より露出したり埋設したりしている。従ってEL960mの断面の温度勾配は季節的な周期性が現われにくい。

3-3 撓みの解析

川俣ダムは中央最大断面にブラムラインが設置され、天端(EL980m)と標高870mの間の撓みが測定されている。この撓みの重回帰分析を行い、各因子別の撓みに分離した。(1)式において水位の影響を示す $f(h)$ の関数形は未定であるので、まず水位は二次式で表わされると仮定して解析を行い、次に三次式、四次式で表わされると仮定して解析し、3つの比較検討を行った。

水位による撓みを h^2 で表わされると仮定したときの解析結果は、

$$\delta(h^2) = -28192 + 0.30934(t_2 - 5.3103) - 11350(t_4 - 0.22610) - 42038(\alpha_4 - 0.89796) \\ + 0.0030370(h - 900.0)^2 + 6.92381 \log \frac{1+\theta}{1+100} - 14540 \log \frac{1+\theta}{1+465} \dots\dots\dots (2)$$

が得られた。この解析にもとづき、水位による撓み、平均温度の変化による撓み、温度勾配の変化による撓み、経年変化による撓みに分離し、更に(2)式により求めた値(以後実測解析値とよぶ)と実測値との比較をしたのが図-5である。

この結果によれば(2)式による実測解析値と実測値は、季節的变化の最高、最低値を示す時期には多少異なるが、全体的にはほぼ一致していると云い得る。また経年変化による撓み(大部分は岩盤のクリープによるものと思われる。)は昭和41年6月以降漸減しており、ダムは安定化の状態にあると云い得る。

次に比較検討のため $f(h)$ を h^3 、 h^4 の形で解析した結果は、

$$\delta(h^3) = 0.68975(t_3 - 4.0644) - 14158(t_4 - 0.22610) - 31520(\alpha_4 - 0.89796) \\ + 0.000035835(h - 900.0)^3 + 7.28251 \log \frac{1+\theta}{1+100} - 14841 \log \frac{1+\theta}{1+465} \dots\dots\dots (3)$$

$$\delta(h^4) = -0.72082(t_4 - 0.22610) - 41399(\alpha_1 - 0.77586) - 23475(\alpha_4 - 0.89796) \\ + 0.00000044561(h - 900.0)^4 + 8.28241 \log \frac{1+\theta}{1+100} - 15469 \log \frac{1+\theta}{1+465} \dots\dots\dots (4)$$

なる結果が得られた。さて(2)、(3)、(4)式を比べると個々の係数はかなり異っているものがある。しかし残差(2)、(3)、(4)式より計算した実測解析値と実測値の差)の不偏分散の平方根は(2)式では20700、(3)式では20082、(4)式では19774と(4)式が最も小さいが大差なく、統計学的に優劣をつけ難い状態にある。

そこでこれらの点について更に詳細に検討するために温度変化による撓み($\delta_t = \sum a_i t_i + b_i \alpha_i$)と経年変化による撓み($\delta_o = \sum k_i \log \frac{1+\theta}{1+g_i}$)と残差について(2)、(3)、(4)式の比較をしたのが図-6で

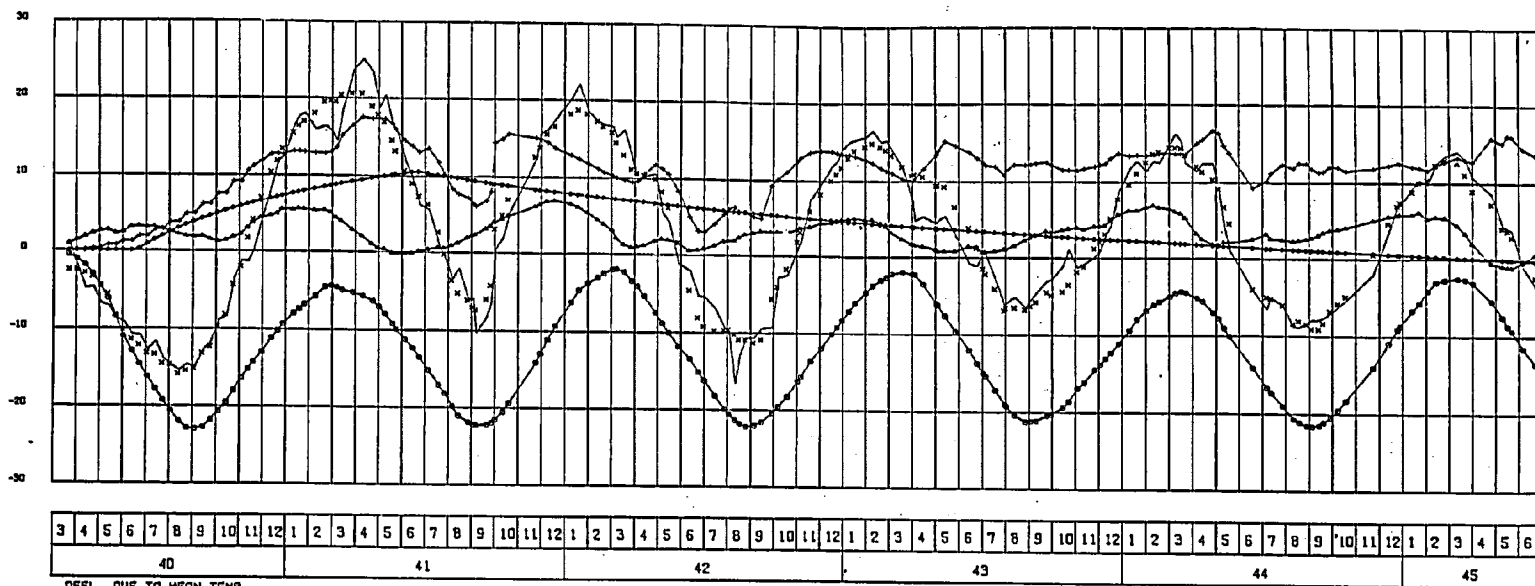
ある。また水位による撓み、温度による撓みを示したのが、図-7、図-8である。

図-6を観察すると、(2)~(4)式で計算した温度変化による撓み及び残差はよく一致しているが、経年変化による撓みは(2)式による値が(3)、(4)式による値に比べ約2mm(+)側の値を示している。又図-7を観察すれば、水位データーの多い区間(EL930m~EL960m)の水位変動に伴う撓み変動量は(2)式の場合7.0mm、(3)式の場合6.7mm、(4)式の場合5.5mmで(4)式による変動量が最も小さいが、(2)式と(3)式による変動量はほぼ一致している。すなわちEL930m~960mの間で水位変動に対する撓みの変化は各解ともほぼ一致しているが、その値にはかなりの差がある。

以上の解析結果から、

- I) 重回帰分析により得られた温度変化による撓みは一応正しいものと思われる。
- II) データーの多い水位区間(EL930m~960m)での水位変動による撓みの変化は一応正しいと考えられるが、その値については信頼性がない。
- III) 経年変化による撓みは湛水一年後から殆んど変化がなくなりダムは安定した状態、すなわち岩盤、コンクリートが時間の経過にともない硬化し、より変形しにくい状態になっていると云い得る。
- IV) 残差は各解ともほぼ一致している。これは残差が解析上の問題から生じたものでなく、撓みや温度測定での誤差によるものと考えられる。

図-5 川俣ダム重回帰分析図



○ DEFL. DUE TO MEAN TEMP.
 ▽ DEFL. DUE TO TEMP. GRAD.
 ▲ DEFL. DUE TO WATER LOAD
 ▴ DEFL. DUE TO CREEP
 — OVS. DEFL.
 x CUL. DEFL.

图-6 比较图

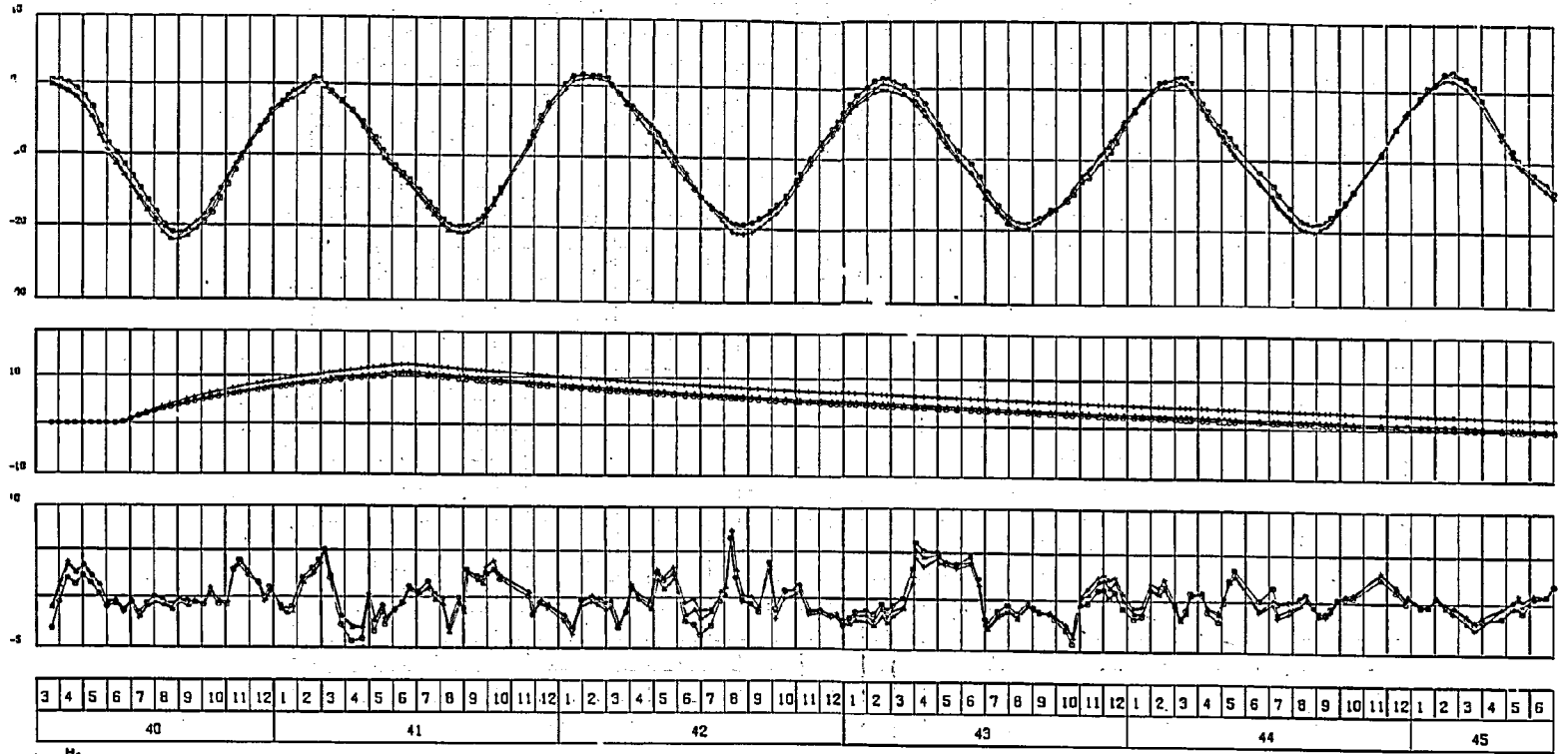


図-7 水位～撈み曲線

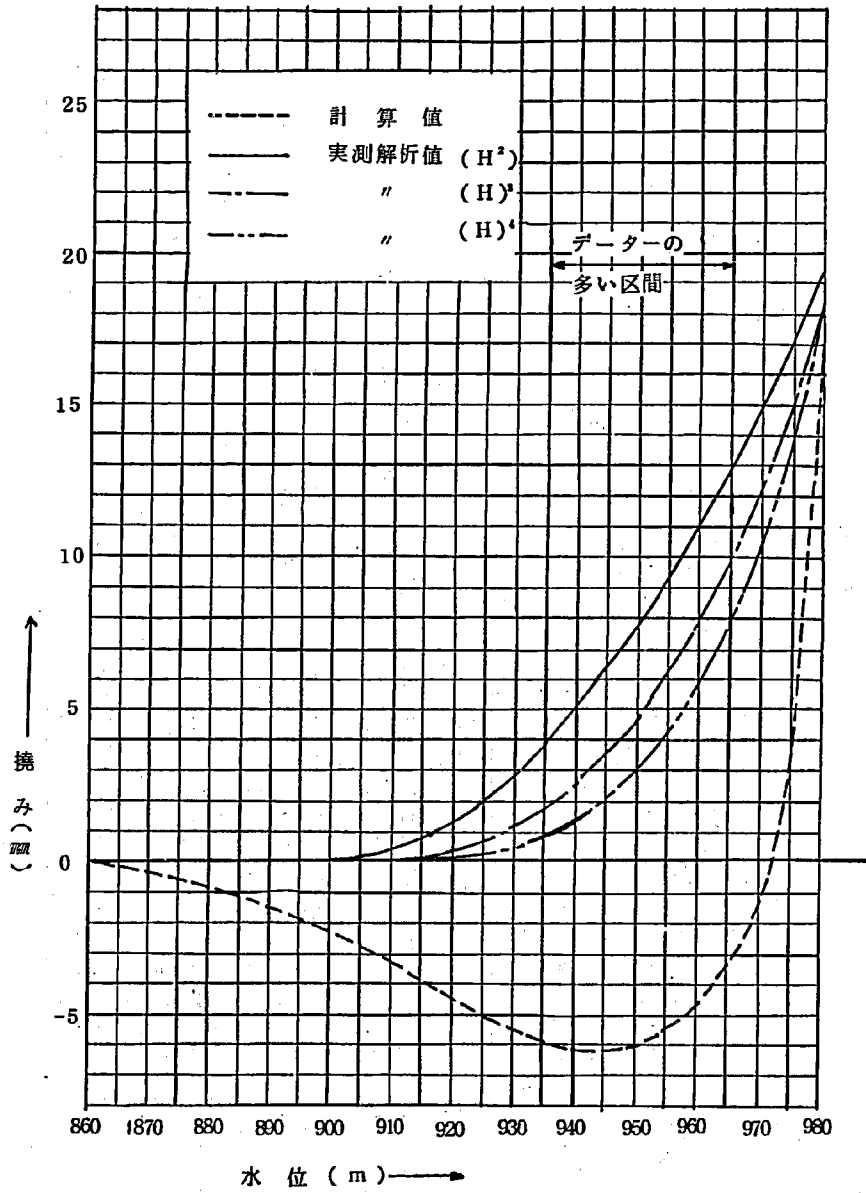
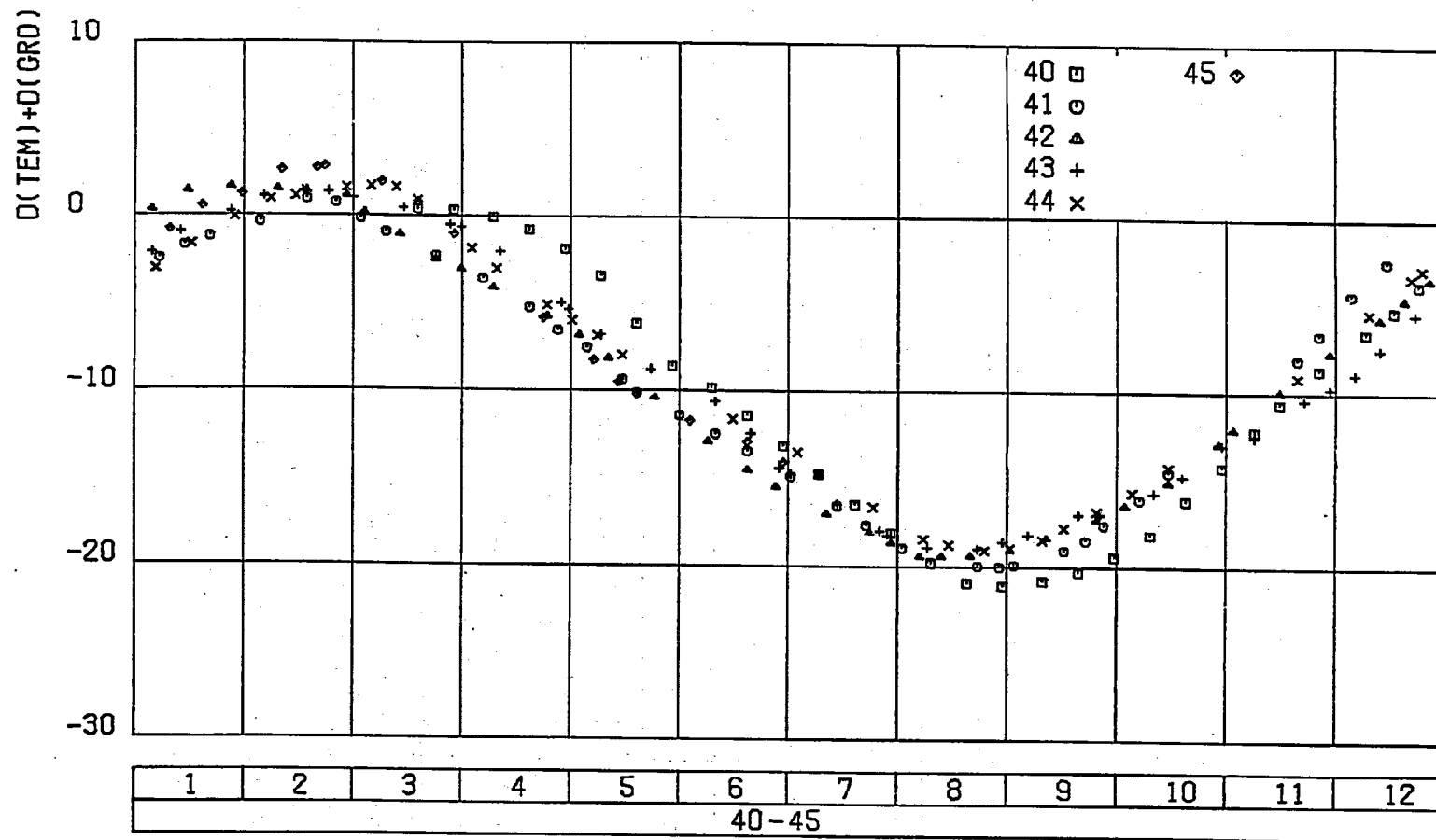


図-8 温度による撓み



3-4 撓みによる安全管理

統計的手法により(2)~(4)式なる挙動方程式を得た。これらの式は水位データーの多い標高 930 m~960 m の区間精度を有するもので、任意の時点の水位及び温度条件を代入して求めた実測解析値と実測値を比較することにより、ダムが過去と同じ動きをしているか否かを判断することが出来る。しかし実際に(2)~(4)式を計算するには各標高の平均温度、温度勾配を求めるなどかなり複雑な手続が必要で、ダム管理所でダムの安全管理に用いるには不向である。そこで月、日と貯水位がわかれば簡単に近似的に求められる方法を示したのが表-2である。

表-2 川俣ダム撓み計算表

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	
式	常 数	温度変化による撓み	水位変動による撓み	経年変化による撓み	全撓み	
	C	$\sum a_i t_i + \sum b_i \alpha_i$	f (h)	$\sum K_i \log \frac{1+\theta}{1+g_i}$	$\frac{(1)+(2)}{+(3)+(4)}$	
(2)	-28192	図-7の実線	$0.0030370 (h-900)^2$ 又は図-6の実線	-0.28002		
(3)	0	図-7の実線	$0.000035835 (h-900)^3$ 又は図-6の点線	0.35104		
(4)	0	図-7の実線	$0.00000044561 (h-900)^4$ 又は図-6の一点鎖線	2.4111		
ex	-28192	-0.10	1209598	-0.28005	8.9	9.3

(但し h……m)

表-2の最下段は昭和45年1月10日の貯水位が963.11m、実測の撓みが9.3mmのとき、表-2の使用例を示したものである。表-2によれば未知数は温度変化及び水位変動による撓みである。そこで図-8の3月10日の温度変化による撓み、図-7より標高963.11mの時、貯水位による撓みを求め、全撓みを計算した。その結果、実測解析値は8.9mm、実測値は9.3mmで両者はほぼ一致しておりダムは過去と同じ動きをし、安全であると判断できる。この計算例は h^2 式の使用例であったが、 h^3 、 h^4 の場合も同様で(2)~(4)のいずれを使用しても大差ない。尚表-2を用いてダムを管理する場合、

- i) この表は水位データーの多いEL935m~EL965mの区間の水位のときにしか適用出来ない。
又、年による温度による撓みの振巾の差が約±2mmある。
- ii) 解析誤差が $h^2 = \pm 2.1 \text{ mm}$ 、 $h^3 = \pm 2.0 \text{ mm}$ 、 $h^4 = \pm 2.0 \text{ mm}$ あるので考慮して実測値と実測解析値を対比されたい。
- iii) 解析上昭和40年3月20日の撓みを0として計算しており、昭和45年7月以降の撓みについては1.3mmを引いたものを実測解析値(表-2を用いて計算した値)と対比すべきである。

IV) 表-2を用いてダムの安全管理を行う場合、昭和48年位まで使用が可能である。もしそれ以降も引き続き撓みによるダムの安全管理を行うには更にデーターを追加し解析し直したものを使用すべきである。

尚対比した結果、実測値と実測解析値の差が異常に大きいとき、また、実測値と実測解析値の差が一定の方向に増加しだすときには注意を要する。

3-5 計算値と実測解析値との対比

前節での解析は過去の測定値からみて現在ダムが安全な状態にあるかを判断し、この解析結果に基づきダムを管理するために行ったものである。

現在の設計計算は多くの仮定と省略の上で行なわれており、実際のダムに影響を与える全因子を考慮しているとは限らず、安全管理を行う上で設計値と実測値とを対比するのは最適な方法とは云い得ない。しかし設計値と実測値を対比することは現在の設計方法を検討する上で重要なことであり、温度変化による撓みと水位変動による撓みについて設計値とさきに行った実測解析値の対比を行った。

設計計算は荷重分割完全調整計算により温度荷重は実測により求められた平均温度、温度勾配を用いた。

まず温度による撓みについて対比する。完全調整計算の温度による撓みは、

$$\delta_T(t) = 12.1 \sin \frac{2\pi}{\omega} (t + 40) \dots\dots\dots (5)$$

一方実測解析の温度による撓みは(図-8)

$$\delta_T(t) = 10.8 \sin \frac{2\pi}{\omega} (t + 36) \dots\dots\dots (6)$$

となっている。

この(5)式と(6)式を比較すると振幅は約10%計算値が大きい、位相はほぼ一致している。

次に水位変動による撓みについて比較してみる。図-6を観察するに計算値は h^2 、 h^3 、 h^4 のいずれを仮定した場合の実測値とも値が異っており、更にデーターの多かったEL935m~EL965mの間での水位変動による撓みの変化する割合も実測値とは異っている。

以上の対比結果より温度変化に対し計算値と実測値はかなり一致し設計方法はほぼ妥当と考えられる。しかし水位変動に対しては計算値とかなり異った挙動をしていると云い得る。

4. 歪の解析

歪の測定はダムの局部現象の測定であり、ダムの安全性を巨視的に管理する場合には必要ないが、ダムに異常が生じた時、その原因と対策を検討する上で必要となってくる。

ダムには歪計、応力計等数多くの計器が埋設されているが、これらの計器はかなり感度が高く埋設時の取扱いの不充分さ等から、破損あるいは理解し難い測定値を示すものも多く、万一の場合に備え

測定し続けるにしても、ダムに異常が生じた時、その原因と対策を検討するのに利用出来ないものであるならば無駄な労力をかけたことになる。

そこで適当な時期に各計器の測定値がダムの局部現象の測定資料として利用出来るかどうかを知るために歪計の生死判定を行い、正常に動いていると思われる計器について歪の重回帰分析を行った。

4-1 歪の生死判定

歪の生死判定を行う場合まず歪補正計算を行いこれを図化する。この場合歪は撓みと同様に貯水位及び温度の影響を受けるので、図の上部に貯水位、平均温度、温度勾配を併記する。

判定の方法は歪計グラフの歪値と個々の水位変動及び温度変化の対応を調べ、良いと思われるものから順次 1, 2, 3, 4, 5 の点数を判定表につけ判定を行う。

この場合、温度変化との対応は季節的な周期変動を示し判定し易いが、水位変動との対応は埋設位置や方向により異なり、判定が困難である。

そこで水位変動との対応性を検討する場合、まず急激な水位変動（図-9 I, II, III, IV の区間）の区間で水位上昇、下降に対し歪の値が⊕側に变化するか或いは⊖側に变化するかを調べ、その結果に基づき他の水位区間（図-9 a ~ g の区間）の対応性を調べる方法をとった。

本ダムには 64 個の歪計が埋設されているが、その中で本体に埋設された 10 個の歪計について判定を行った。10 個の歪計の埋設位置は表-3 に示す如くである。

表 - 3

計器名	成分	ブロック	E.L.	位置	摘要	計器名	成分	ブロック	E.L.	位置	摘要
S ₁	5	E	871.5	上流側		S ₆	5	E	910	下流側	
S ₂	5	E	871.5	下流側		S ₇	5	H	910	上流側	
S ₃	5	B	910	上流側		S ₈	5	H	910	下流側	
S ₄	5	B	910	下流側		S ₉	5	E	960	上流側	
S ₅	5	E	910	上流側		S ₁₀	5	E	960	下流側	

これらの歪計について歪補正計算（温度補正）をし歪値と水位及び温度との関係を示したのが図-9 である。この図-9 より歪の生死判定を行ったのが表-4 である。

歪は撓みの測定値に比べはるかに理解し難い値を示すものが多く判定が困難であった。

この判定表（表-4）に基づきこれらの歪計がダムの局部現象を示す資料として使用し得るか否かに
についての検討を行った。これを示したのが表-5 である。

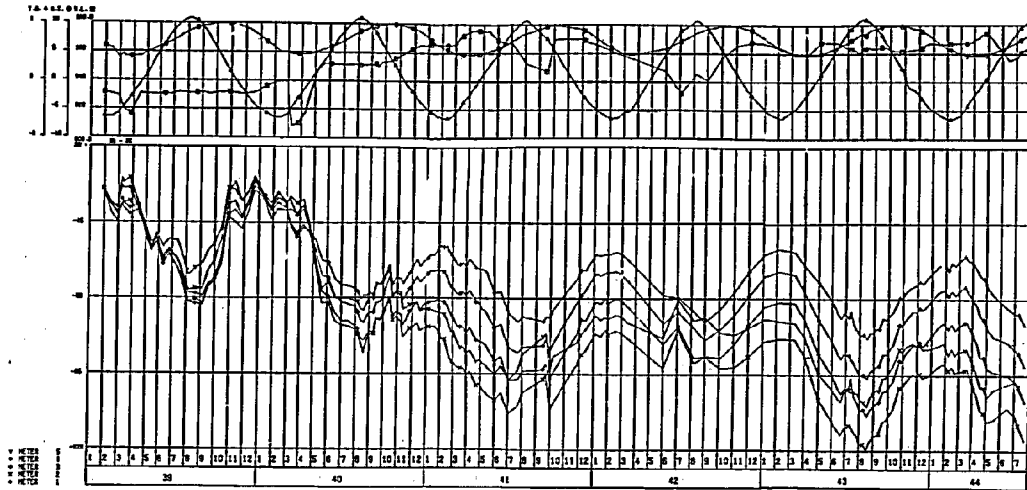
表 - 5

計器名	E.L.	位置	判定	摘 要	計器名	E.L.	位置	判定	摘 要
S ₁	8715	上流側	○		S ₆	910	下流側	○	
S ₂	8715	下流側	○		S ₇	910	上流側	○	
S ₃	910	上流側	○		S ₈	910	下流側	○	
S ₄	910	下流側	○		S ₉	960	上流側	×	
S ₅	910	上流側	○		S ₁₀	960	下流側	×	

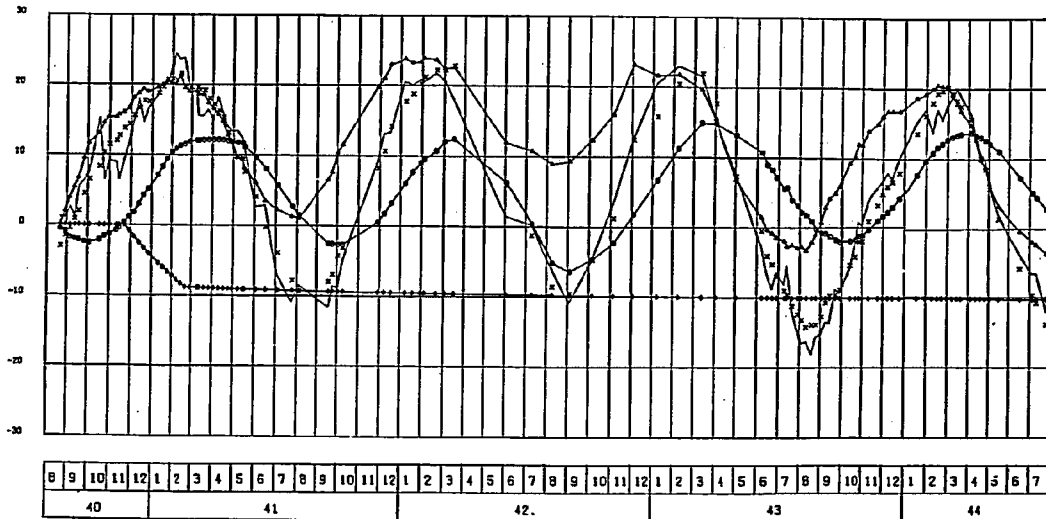
図-8, 表-4, 表-5より10個の歪計の中でEL960mクラウンの上, 下流側に埋設された2個の計器については水位変動とも温度変化ともよく対応していない。これはダムの水位変動範囲がほぼEL930m~EL970mであり, これらの計器は露出したり埋設したりする為周期的な温度変化との対応性にも水位変動との対応性にもバラツキが生じたものと思われる。従ってE-960-UとE-960-Dの2個の歪計はダムの局部現象を示す資料として充分ではなく, 以後測定を打ち切るのが妥当と云い得る。

また, 生死判定の結果, 正常に動いていると判定された8個の歪計の中でB-910-DとE-8715-Uについて応力計算を行い, 更に重回帰分析を行った。これを示したのが図-10, 図-11である。

B-910-D

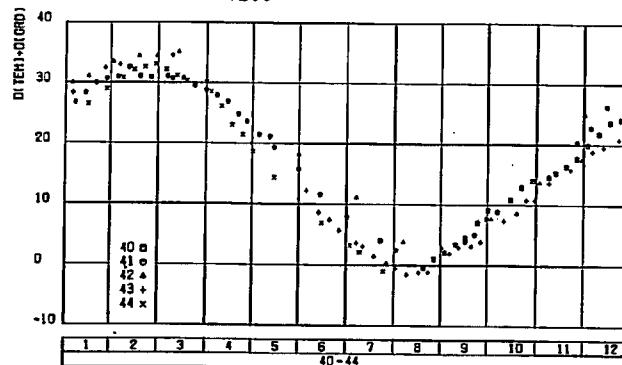


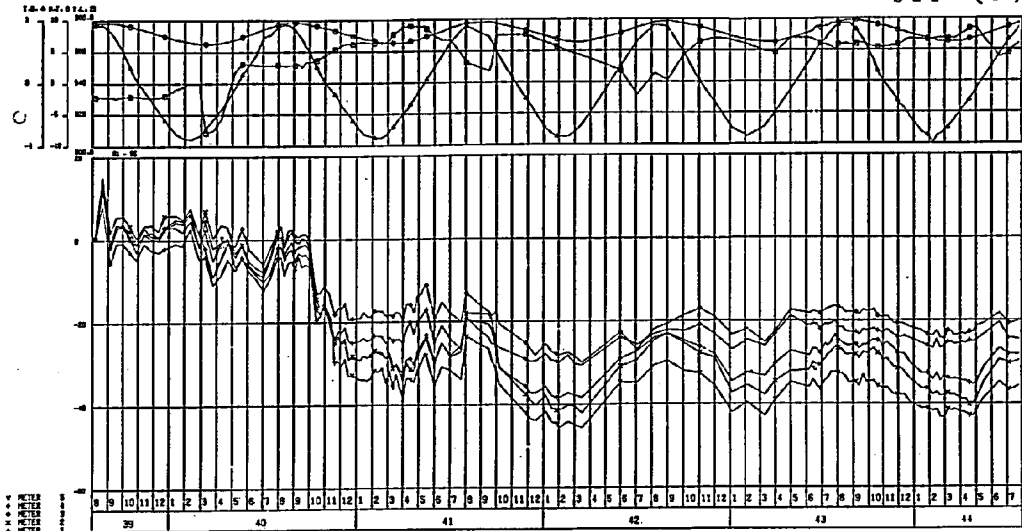
重回帰分析図



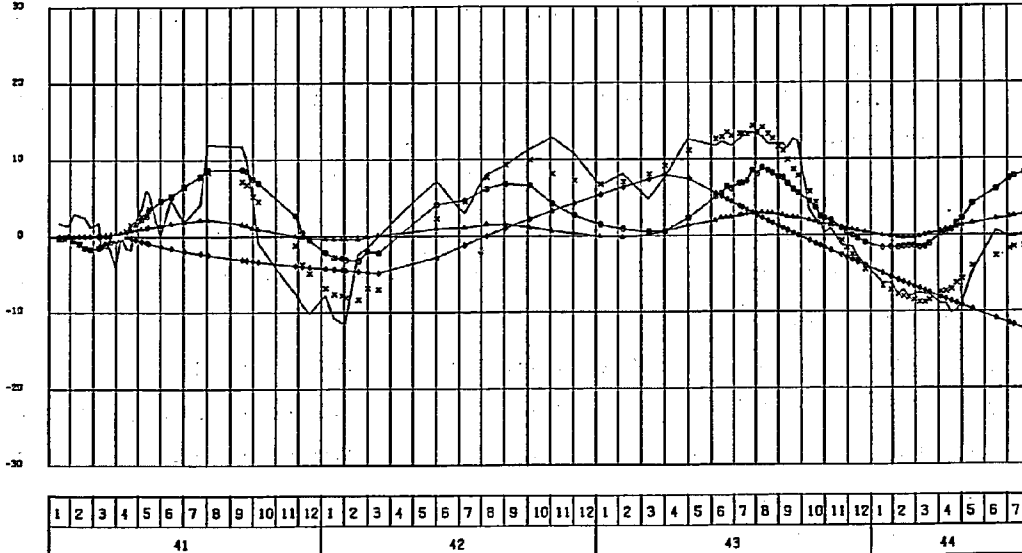
- DEFL. DUE TO MEAN TEMP.
- DEFL. DUE TO TEMP. GRAD.
- + DEFL. DUE TO WATER LOAD
- + DEFL. DUE TO CREEP
- OVS. DEFL.
- x CUL. DEFL.

温度による応力





重回帰分析図



- DEFL. DUE TO MEAN TEMP.
- DEFL. DUE TO TEMP. GRAD.
- DEFL. DUE TO WATER LOAD
- DEFL. DUE TO CREEP
- OVS. DEFL.
- x CUL. DEFL.

温度による応力

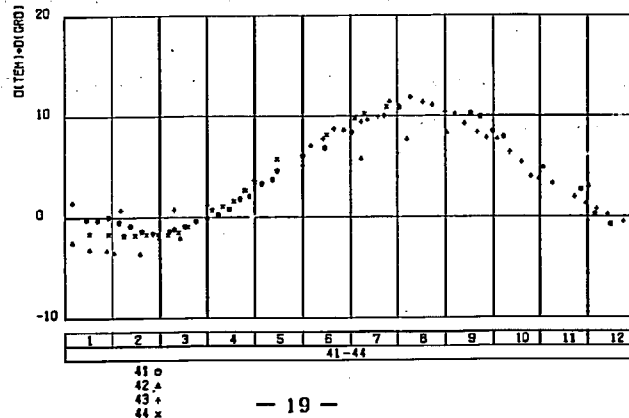


図-10、図-11の重回帰分析図を見ると温度変化による歪みは大変よく現われているが水位による歪は現われていない。重回帰分析を行ったB-910-DとE-8715-Uは判定表においては水位との対応性が見られるが、これは現象的には対応が認められるが定量的に重回帰分析計算を行った場合その値は非常に小さく、計算結果に現われてこなかったものと思われる。

5. 今後の測定

川俣ダムは湛水を開始してから約7年経過している。その間諸々の測定を行っているが、歪計等に於ては埋設時の取扱いの不充分さ等から破損したりあるいは理解し難い値を示す場合があり、又時間の経過に伴い計器が故障したり、計器誤差が測定誤差を上まわるようになってくる。

従って埋設計器類については次の事に留意し測定を実施されたい。

1) 漏水量、揚圧力の測定

- I) 全漏水量の測定は月4回行うこと。
- II) 各々の排水孔の漏水量及び揚圧力の測定はいつでも測定できる状態にしておき、もし全漏水量が非常に大きいとき測定されたい。
- III) 整理方法は横軸に時間を縦軸に全漏水量のグラフを描く。この場合同水位の漏水量が減少していかあるいは変化しないときダムは安全であると判断してよい。

2) 撓み

- I) 撓みは月に4回測定すること。
- II) 整理方法は縦軸に撓み、横軸に時間のグラフを描き、実測解析値(3-4の表-2で計算した値)を併記する。
- III) 撓みを用いてダムの安全管理を行う場合のことについては3-4を参照。
- IV) プラムラインの故障及びピアノ線の取り替え等により基準値が変更になる場合、過去に同じ水位、月・日の時の撓みから、あるいは表-2により求めた撓みから逆に基準値を定めるのも1つの方法である。

3) 温度計

温度計、歪計等は時間が経過するに伴い計器誤差が漸増する。本ダムの場合このまま温度計で測定した温度は過去6年間の実測値から推定した温度に比べ誤差が上まわることが考えられる。

従って今後の温度測定は打ち切って差し支えない。但しこの場合、測定の必要が生じたらただちに測定し得る状態にしておく事が望ましい。

4) 歪計

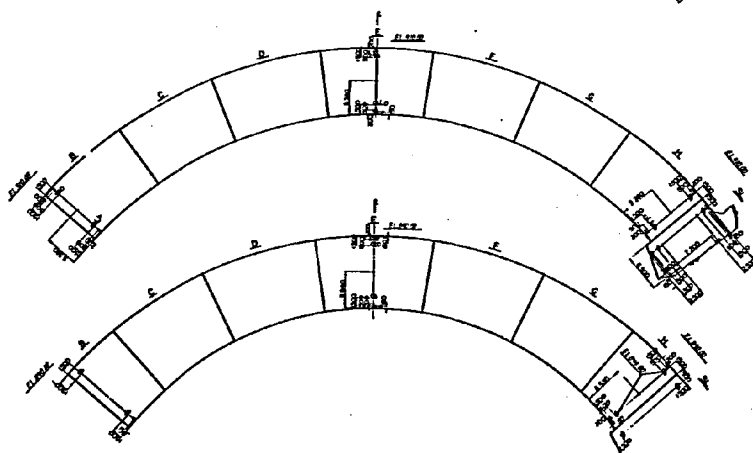
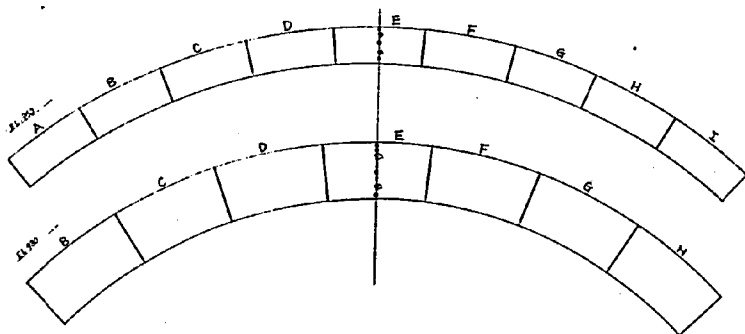
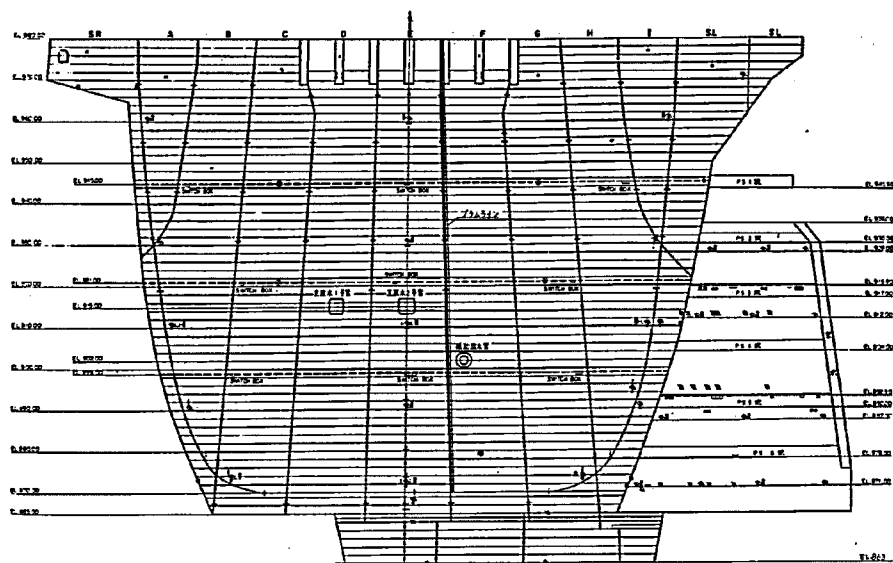
- I) 前節の歪の判定結果によりE-960-UとE-960-Dの2個の歪計については測定を打ち切って差し支えない。

Ⅱ) その他の8個の歪計は月1回の測定を行い、その資料を整理し保存すべきである。

5) その他の計器

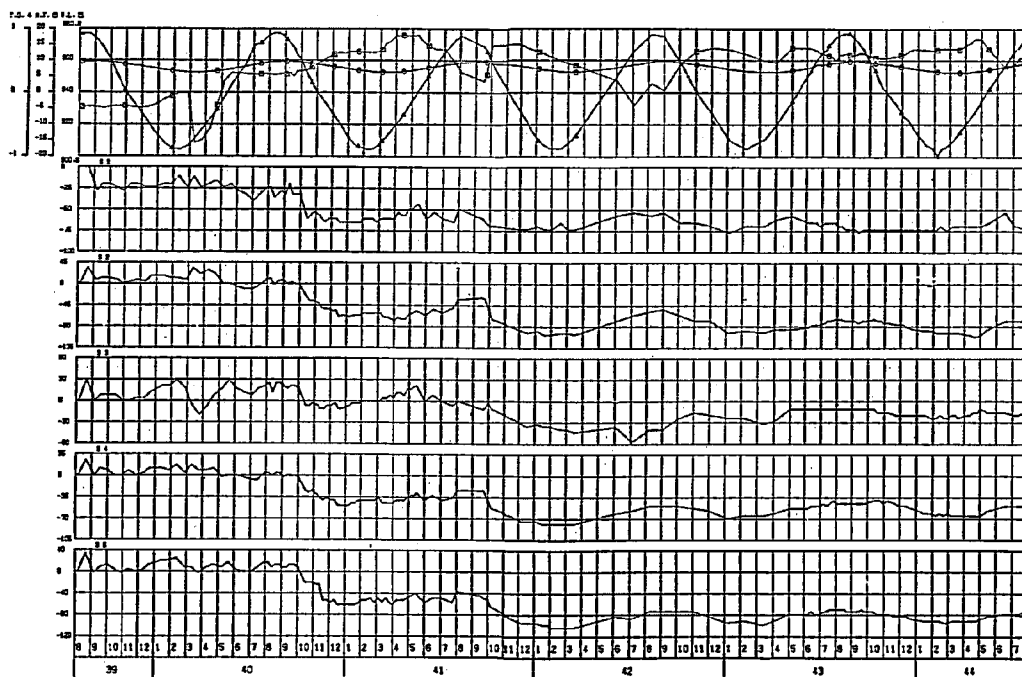
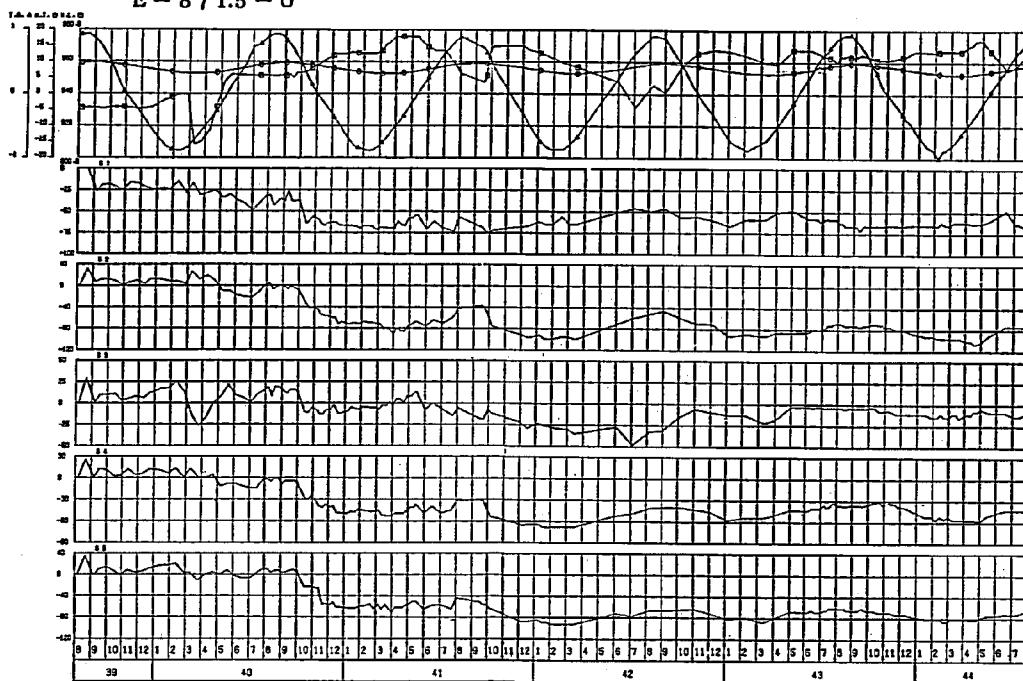
その他の計器については今後測定を打ち切っても差し支えない。尚、地震計については土木研究所の振動研究室に相談されたい。

图-1 下流面展开图

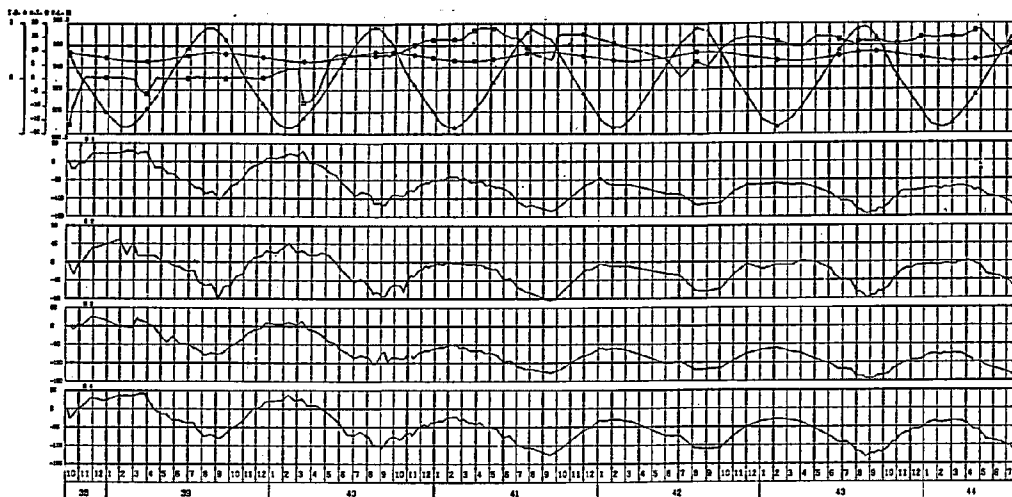


R				
半径 (m)	圆心角 (°)	弧长 (m)	弦长 (m)	面积 (m²)
100	10	17.45	17.36	173.6
100	20	34.90	34.32	347.2
100	30	52.35	51.96	520.8
100	40	69.80	69.63	694.4
100	50	87.25	87.18	868.0
100	60	104.70	104.72	1041.6
100	70	122.15	122.17	1215.2
100	80	139.60	139.60	1388.8
100	90	157.05	157.08	1562.4
100	100	174.50	174.50	1736.0

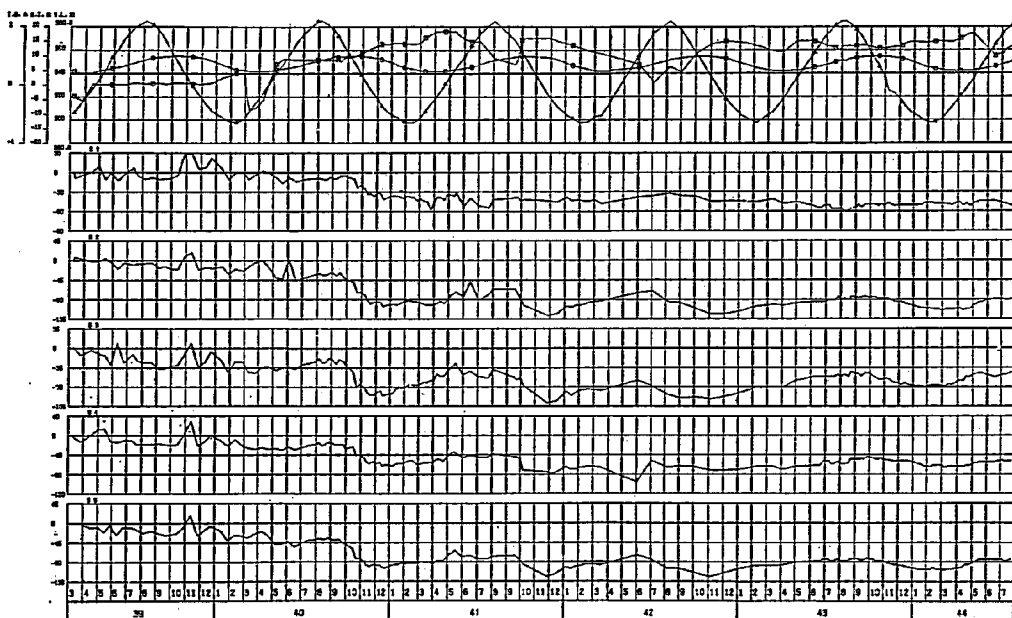
E - 87 1.5 - U



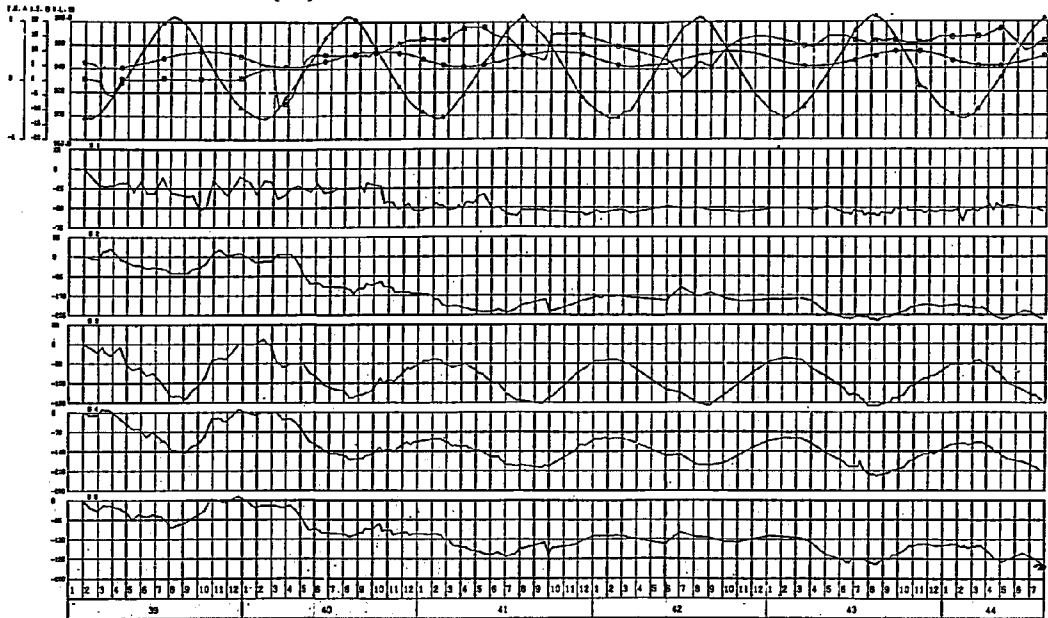
E-8715 (D)



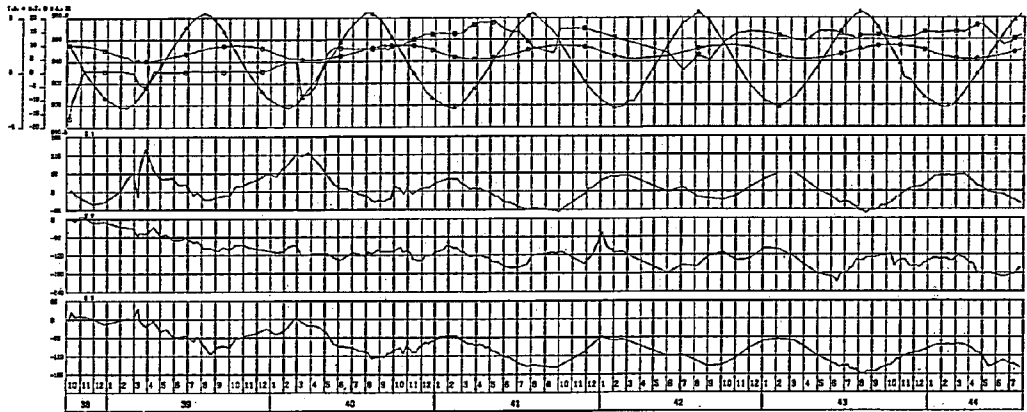
B-910-(U)



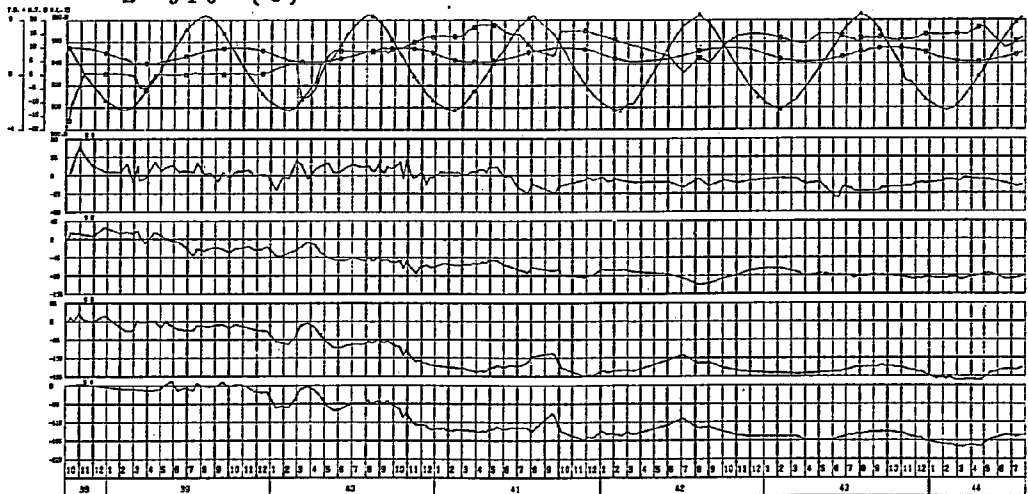
B-910-(D)



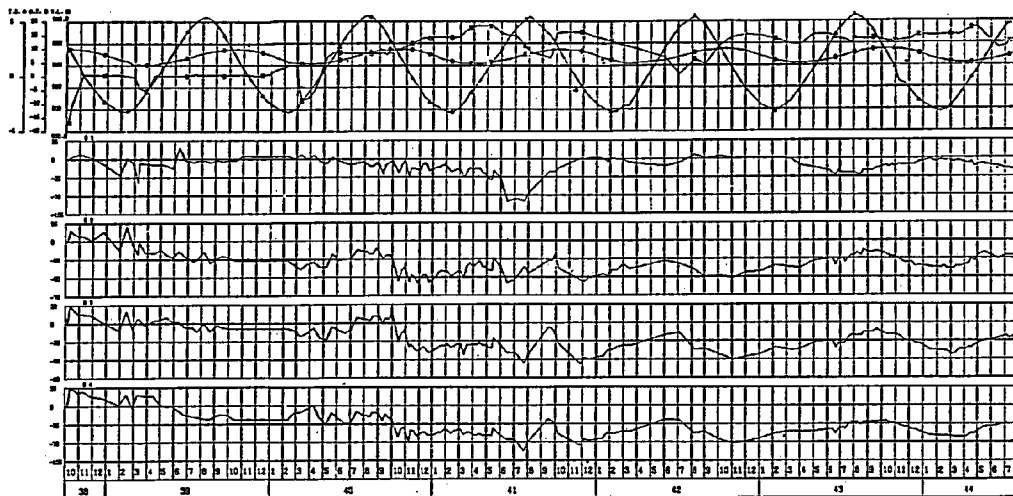
E-910-D



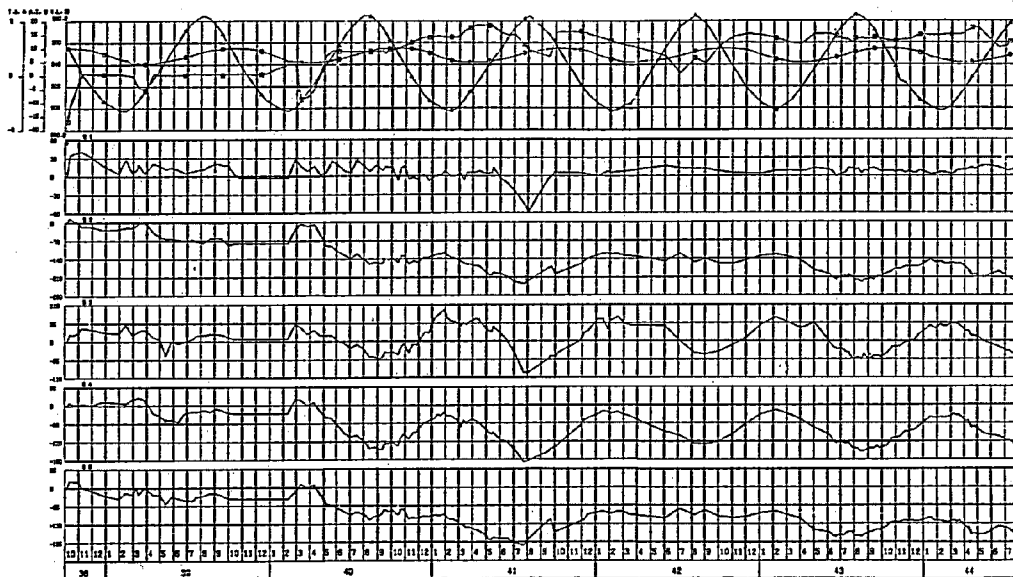
E-910-(U)



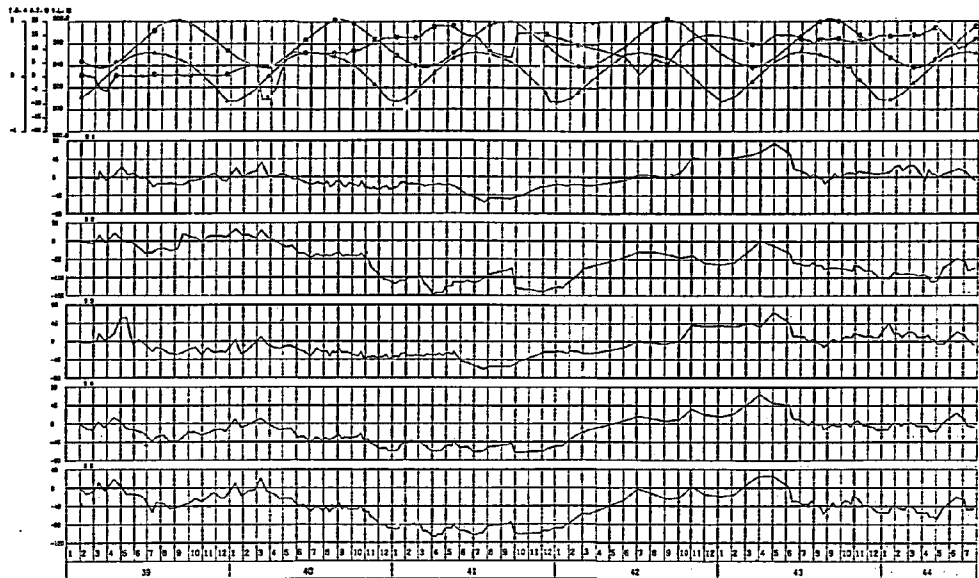
H-910-(U)



H-910-(D)



E-900-(U)



E-900-(D)

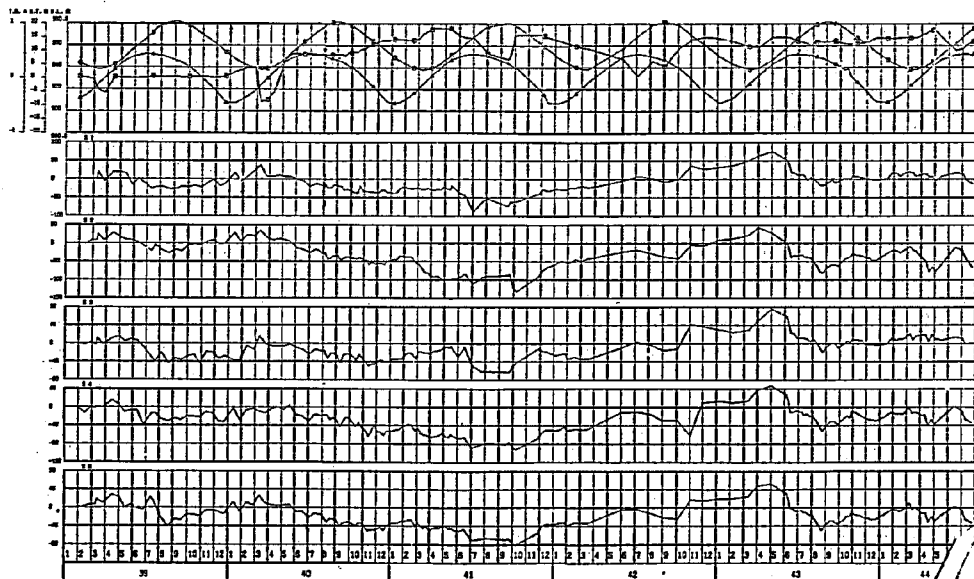


表 - 4

歪 計 判 定 表

判定事項	BLOCK EL 成分	E										E											
		8 7 1.5 U										8 7 1.5 D											
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5		
水位の急激な上昇 (I)	□	○	○	○	×							○	○	○	○								
〃 (II)	○	○	○	○	○							○	○	×	×								
〃 (III)	○	×	○	×	○							×	×	×	×								
〃 (IV)	○	○	○	△	○							×	○	×	□								
〃 (V)	○	○	○	△	□							○	○	○	□								
水 位 変 動 (a)	○	○	□	○	×							○	○	○	○								
〃 (b)	△	○	○	○	△							○	○	□	□								
〃 (c)	△	○	□	○	△							○	○	○	○								
〃 (d)	○	○	○	□	×							○	○	○	○								
〃 (e)	○	○	○	□	□							○	○	○	○								
〃 (f)	△	△	○	△	○							□	□	□	□								
〃 (g)	□	○	□	○	□							△	△	△	△								
〃 (h)	○	○	□	○	□							△	△	△	△								
〃 (i)	.	.	.	.	.																		
水 位 の 総 合 判 断	○	○	○	□	□							○	○	□	□								
平 均 温 度 と の 対 応																							
温 度 勾 配 〃	□	○	△	○	○							○	○	○	○								
総 合 判 断	○	○	○	○	○							○	○	○	○								
点	2	1	1	1	1							1	1	1	1								

判定事項	BLOCK EL 成分	B										B											
		9 1 0 U										9 1 0 D											
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5		
水位の急激な上昇 (I)	○	◎	□	△	◎							△	○	◎	□	◎							
〃 (II)	◎	◎	◎	◎	×							◎	◎	◎	△	◎							
〃 (III)	×	◎	×	◎	◎							◎	◎	×	×	◎							
〃 (IV)	×	×	◎	◎	◎							◎	◎	◎	□	◎							
〃 (V)	◎	◎	□	◎	◎							□	◎	◎	◎	◎							
水 位 変 動 (a)	◎	◎	△	◎	◎							△	◎	◎	◎	□							
〃 (b)	△	△	○	□	×							○	○	□	□	□							
〃 (c)	○	○	□	□	□							△	◎	◎	○	◎							
〃 (d)	□	◎	×	△	◎							△	×	△	△	×							
〃 (e)	○	◎	△	○	○							□	□	△	△	○							
〃 (f)	□	□	○	□	□							□	□	△	△	□							
〃 (g)	□	◎	△	◎	◎							□	△	△	△	△							
〃 (h)	□	□	◎	△	△							△	◎	△	△	◎							
〃 (i)																							
水位の総合判断	□	◎	□	◎	◎							□	◎	○	□	◎							
平均温度との対応																							
温度勾配 〃	□	◎	◎	○	◎							□	○	◎	◎	○							
総 合 判 断	□	◎	◎	◎	◎							□	◎	◎	◎	◎							
点		3	1	1	1	1						3	1	1	1	1							

判定事項	BLOCK EL 成分	H					H					H					H					
		910-U					910-D					910-U					910-D					
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
水位の急激な上昇 (J)	◎	○	◎	□			□	△	△			△	□	□	□		□	○	×	×	○	
"	◎	◎	◎	◎			◎	◎	△			◎	○	○	□		○	◎	◎	◎	◎	
"	◎	×	◎	◎			◎	◎	×			×	×	○	○		□	◎	×	×	◎	
"	◎	×	◎	◎			△	◎	◎			×	○	○	◎		△	◎	◎	○	◎	
"	◎	◎	◎	◎			○	×	◎			×	○	◎	◎		×	◎	◎	◎	◎	
水位変動 (a)	△	○	◎	◎			×	△	□			△	×	×	△		△	×	△	△	◎	
"	(b)	○	◎	◎	○		△	△	△			×	△	×	×		□	□	△	△	○	
"	(c)	△	○	◎	△		×	○	○			◎	×	□	□		×	○	△	△	○	
"	(d)	□	□	◎	◎		△	×	△			×	×	○	○		×	△	△	△	△	
"	(e)	□	◎	◎	◎		△	△	○			△	△	◎	◎		×	△	△	△	△	
"	(f)	△	○	□	○		△	○	△			□	△	×	×		△	□	△	△	□	
"	(g)	◎	□	○	○		△	□	△			×	×	△	△		□	×	△	△	×	
"	(h)	△	◎	□	□		△	△	×			×	◎	△	△		○	◎	△	△	◎	
"	(i)																					
水位の総合判断		○	○	◎	○		△	□	□			△	△	□	□		△	□	△	△	◎	
平均温度との対応		○	○	◎	◎		◎	○	◎			○	◎	◎	◎		□	○	◎	◎	○	
温度勾配 "																						
総合判断		○	○	◎	◎		◎	○	◎			○	◎	◎	◎		□	○	◎	◎	○	
点		2	2	1	1		1	2	1			2	1	1	1		3	2	1	1	2	

判定事項	BLOCK EL 成分	E					E				
		960-(U)					960(D)				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
水位の急激な上昇 (J)	□	◎	○	◎	◎	×	◎	◎	○	◎	
"	◎	×	◎	×	◎	◎	◎	×	□	□	
"	◎	×	◎	×	◎	◎	○	◎	×	◎	◎
"	◎	□	×	△	×	×	×	○	×	×	
"	◎	◎	◎	○	◎	×	◎	○	○	◎	
水位変動 (a)	△	□	□	◎	◎	△	□	□	△	×	
"	(b)	○	○	□	□	□	×	□	□	△	×
"	(c)	□	◎	□	○	○	□	◎	□	□	
"	(d)	×	◎	×	◎	◎	◎	□	△	○	○
"	(e)	△	□	□	△	△	×	×	△	△	△
"	(f)	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
"	(g)	△	○	□	△	△	×	△	□	△	△
"	(h)	△	○	×	◎	◎	◎	□	△	○	○
"	(i)										
水位の総合判断		△	○	△	○	○	△	○	△	□	□
平均温度との対応		△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
温度勾配 "											
総合判断		△	□	△	□	□	△	□	△	□	□
点		4	3	4	3	3	4	3	4	3	3

判定記号

◎	良 好	1
○	やゝ良好	2
□	普 通	3
△	やゝ不良	4
×	不 良	5