



土木研究所資料 第六一號

土木研究所資料

第 6 1 1 号

湯田ダム実測解析報告書

湯田ダム実測解析報告書

昭和 4 5 年 8 月

建設省土木研究所

昭和四十五年八月

建設省土木研究所

湯田ダム実測解析

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)	7
3.4 撓みによるダムの安全管理	13
3.5 計算値と実測値との対比	14
4. 歪みの解析	15
5. 今後の測定	18

1. 概 要

本報告は東北地建の依頼で昭和40年より行って来た実測解析の報告書である。湯田ダムは北上川支川和賀川に洪水調節、灌漑、発電を目的として建設された多目的ダムで高さ89.5m、堤頂長265.0mのアーチ型重力式コンクリートダムである。

本ダムには図-1に示すようにブラムライン、温度計、歪計、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、設計計算値と測定値を比較することが考えられる。しかし、設計計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え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、

$$\epsilon = \frac{M}{E I} Z$$

$$\theta = \int \frac{M}{E I} dx$$

$$\delta = \iint \frac{M}{E I} dx \cdot dx$$

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

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云い得る。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である。

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。

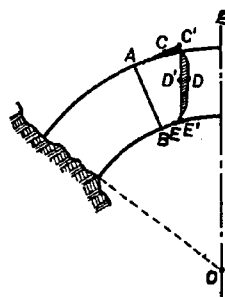


図-2

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

$$\delta = \sum_i a_i t_i + \sum_i b_i \alpha_i + f(h) + \sum_i K_i \cdot \log \frac{1+\theta}{1+g_i} \quad \dots\dots\dots (1)$$

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

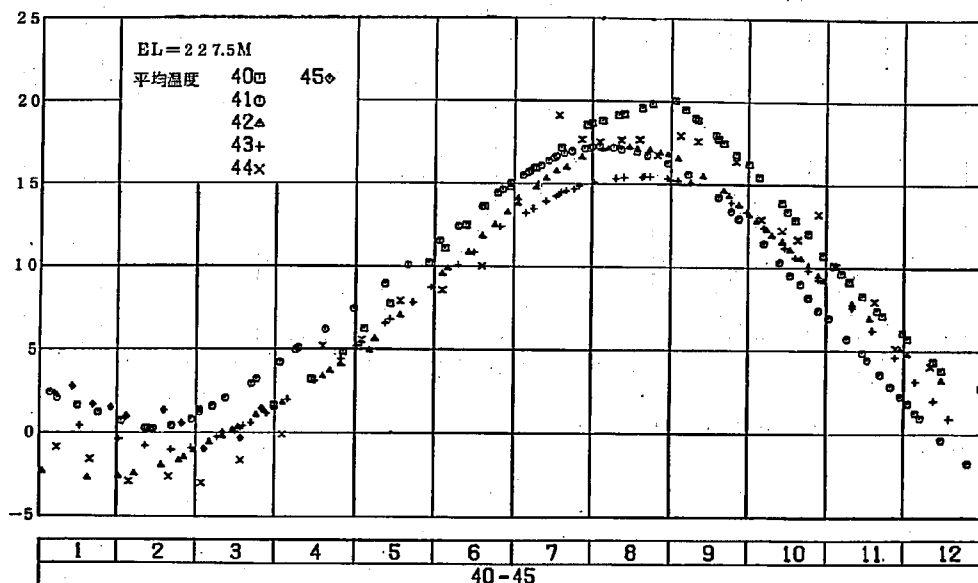
撓みの解析を行うにあたって平均温度、温度勾配について検討した。堤内温度は外気温、水温、水と熱の影響を受けダムの厚さ、高さ等により変化する。この堤内温度より平均温度、温度勾配を計算する場合、計機の故障や測定ミスで異常な測定値を示す事があるので各断面での温度分布を図示し、異常な測定値は前後の関係より修正するか、除去して計算すべきである。

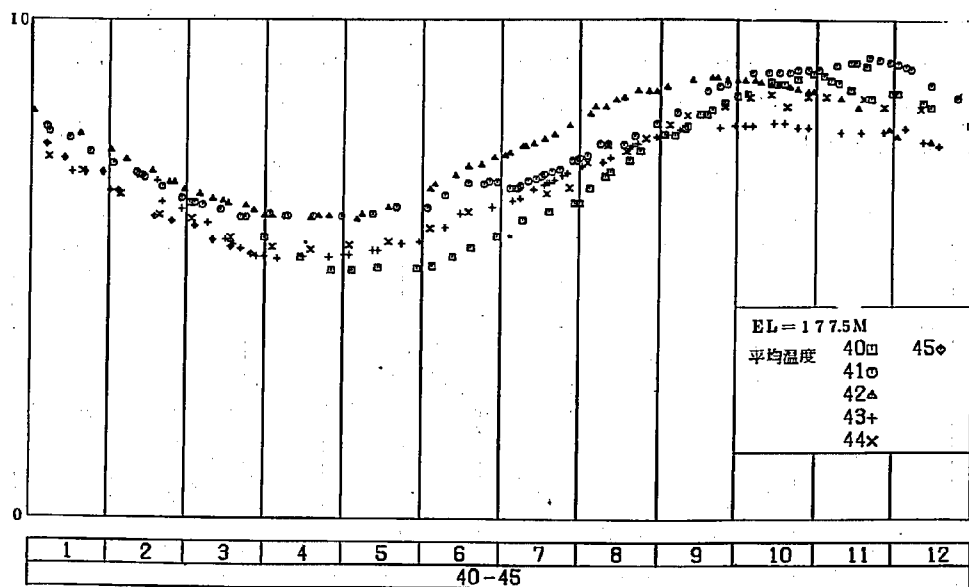
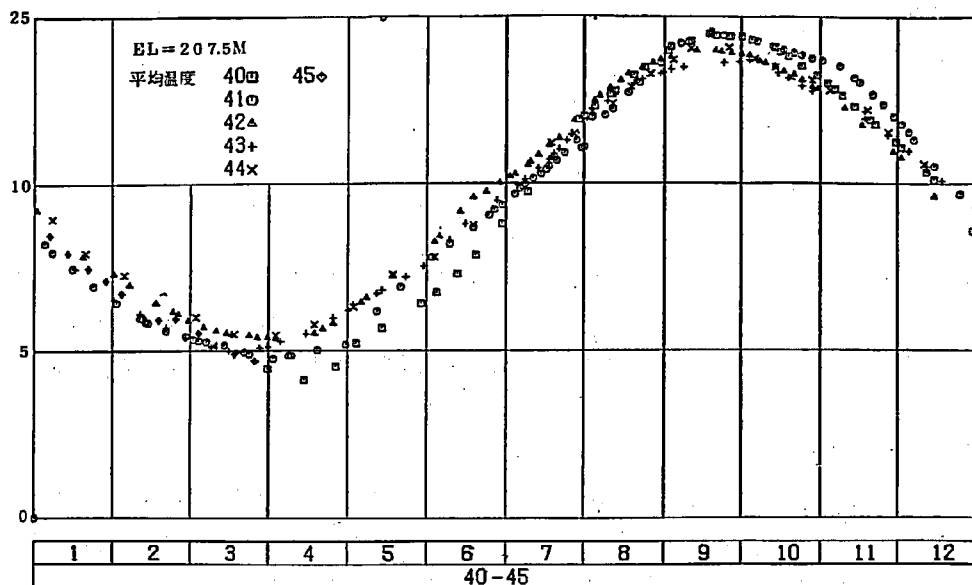
又、温度計、歪計の計器誤差は各々 $\pm 0.3^\circ\text{C}$ と $\pm 1^\circ\text{C}$ であり歪計の方が劣る。従って歪計の温度を用いての平均温度、平均勾配の計算は勿論撓みの重回帰分析に用いる事もさけるべきである。

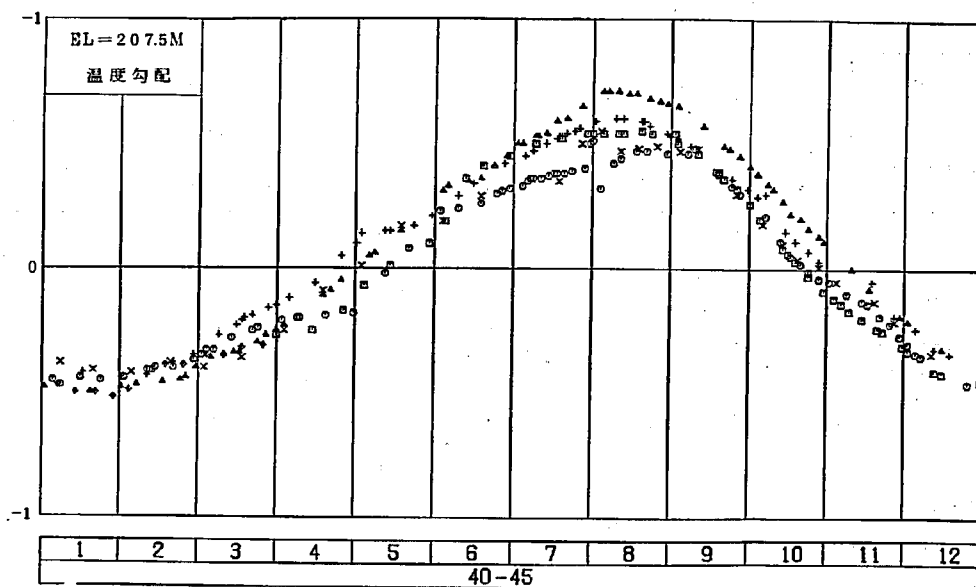
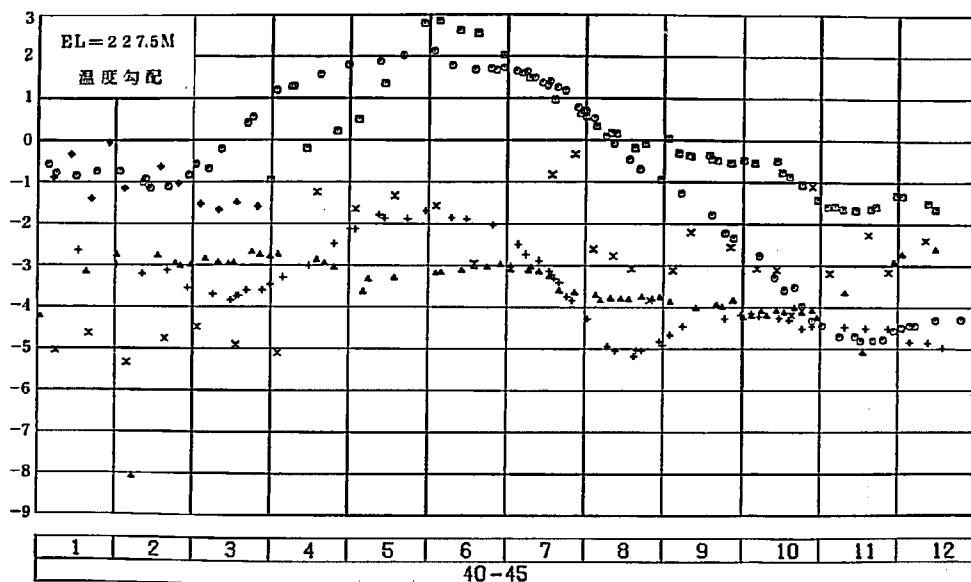
本ダムの場合温度計の埋設位置の関係で拱頂部の EL 177.5m, EL 207.5m と 11ブロックの 227.5m の温度を用いて平均温度、温度勾配の計算をした。

これを示したのが図-3である。

図-3







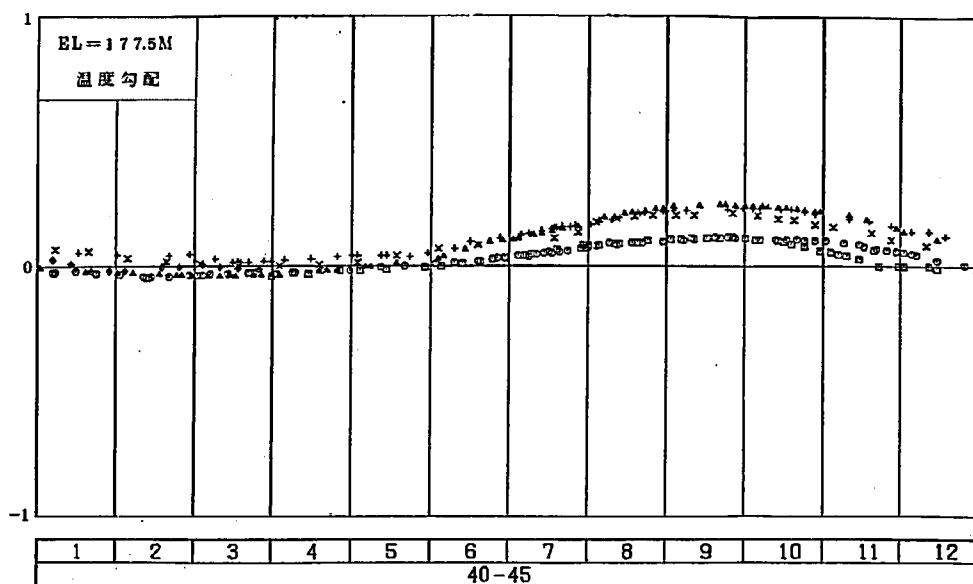


図-3 より温度勾配、平均温度の振巾、位相の遅れ等を示したのが表-1である。

表-1

	標高 (m)	位置	ダム厚 (m)	振巾 (mm)	位相 (日)	最 高		最 低		摘 要
						値	月・日	値	月・日	
平均 温度	2275	11ブロック	6.0	90	0	17.3	8月15日	-07	2月15日	
	2075	クラウン	140	44	-40	14.0	9月23日	5.2	3月26日	
	1775	クラウン	257	16	-65	8.7	10月20日	5.5	4月20日	
温度 勾配	2275	11ブロック	6.0	-	-	-	-	-	-	
	2075	クラウン	140	0.40	+13	0.55	8月15日	-0.25	1月20日	
	1775	クラウン	25.7	0.14	-31	0.23	9月20日	-0.04	3月12日	

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

図-3、表-1より

- 1) 平均温度の振巾はダムの厚さが厚くなるに従って小さくなる。
- 2) 堤厚が大なる部分の温度勾配は小であり、標高の大なるところ(天端附近)では水位の動きと相関しバラツキが大きい。これは水面より露出したり埋没したりすることが温度勾配の動きに顕著に影響するためである。
- 3) 平均温度、温度勾配と外気温の位相差は堤厚が大きくなるに従って大となる。

3-3 撓みの解析

湯田ダムは中央最大断面にブラムラインが設置され、天端(EL240m)と標高162m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、各因子別の撓みを分離分析した。(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、

$$\delta(h^2) = 0.76663 - 34824(t_1 - 7.82) - 11667(\alpha_1 - 0.041) - 51015(\alpha_2 - 0.27) + 0.019071(h - 2119)^2 \\ + 26021 \log \frac{1 + \theta}{1 + 100} - 31006 \log \frac{1 + \theta}{1 + 190} \dots\dots\dots (2)$$

が得られた。この解析にもとずき、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-4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かなりよく一致しており、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40年10月以降ほとんど変化がなくなり、ダムは安定した状態にあるといえる。

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

$$\delta(h^3) = 2.3654 - 2.6753(t_1 - 7.82) - 0.16814(t_3 - 165) - 12806(\alpha_1 - 0.041) \\ - 2.7346(\alpha_2 - 0.27) + 0.19962(\alpha_3 - 0.95) + 0.00071607(h - 2119)^3 \\ + 18663 \log \frac{1 + \theta}{1 + 100} - 21402 \log \frac{1 + \theta}{1 + 190} - 19877 \log \frac{1 + \theta}{1 + 1800} \dots\dots\dots (3)$$

$$\delta(h^4) = 38102 - 16802(t_1 - 7.82) - 0.35183(t_3 - 165) - 0.14542(\alpha_1 - 0.041) \\ + 0.38472(\alpha_3 - 0.95) + 0.000027975(h - 2119)^4 - 25849 \log \frac{1 + \theta}{1 + 1800} \dots\dots\dots (4)$$

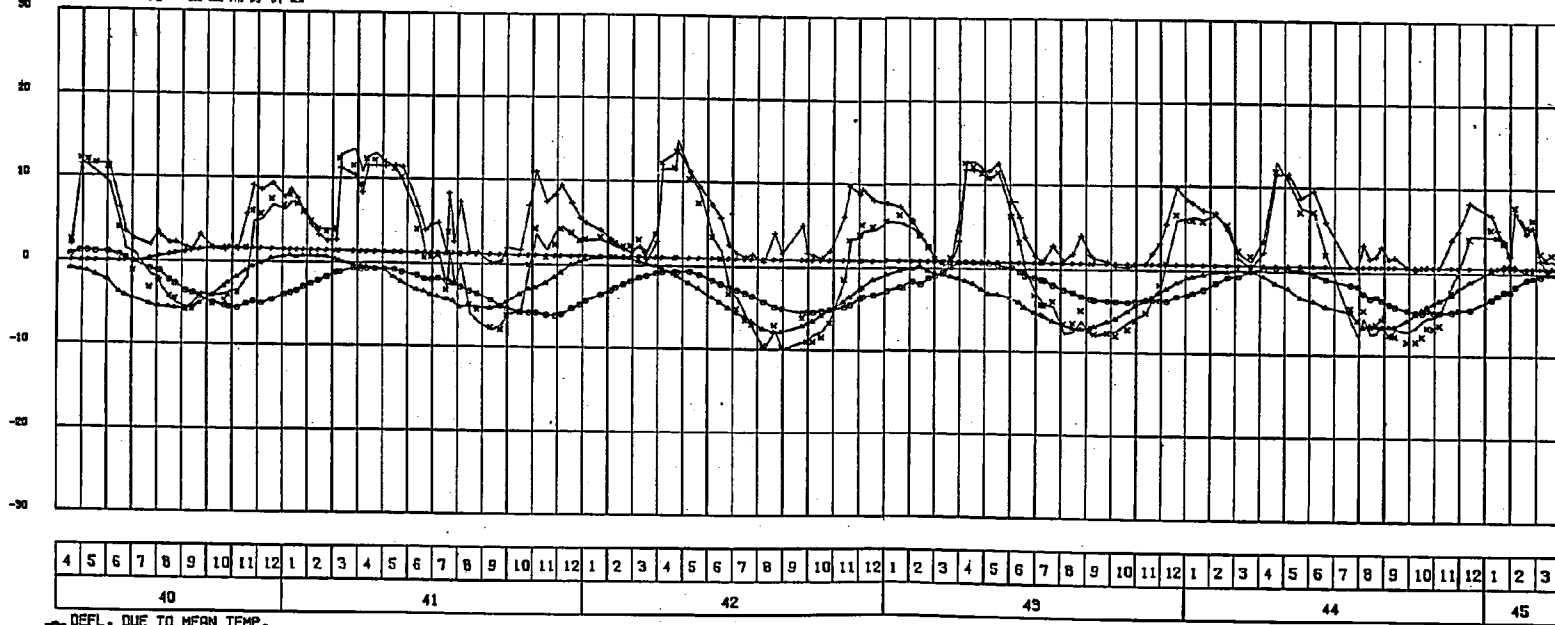
なる結果が得られた。さて(2), (3), (4)式を比べると個々の係数はかなり異っているものがある。しかし残差(2), (3), (4)式より計算した実測解析値と実測値の差)の不偏分散の平方根は(2)式では0.87383, (3)式では0.91039, (4)式では1.1046, と(2)式が最も小さいが大差なく、統計学的に優劣をつけ難い状態にある。

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($\delta_T = \sum a_i t_i + \sum b_i \alpha_i$)と経年変化による撓み($\delta_0 = \sum K_i \log \frac{1 + \theta}{1 + g_i}$)と残差について(2), (3), (4)式の比較をしたのが図-5である。又水位による撓み、温度による撓みを示したのが図-6, 図-7である。

図-5を観察すると(2)~(4)式を計算した温度変化による撓みと残差はよく一致しているが、経年変化による撓みと水位による撓みは各々或る程度の相違がある。

これを更に観察すると経年変化による撓みは湛水後1年以降では(2)~(4)式の相互の差はほとんど変化しておらず、ほぼ一定値を示している。一方水位による撓みについていえば、この解析に用いたデ

ーターは水位がEL 220m~EL 235m迄の間が大部分を占めており、その間での $\delta_n - h$ 曲線
は各解ともほぼ平行している。すなわちEL 220m~EL 235mの間での水位変動に対する撓み
の変化は各解とも一致しているが、その値にはかなりの差がある。



- 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-5. 比较图

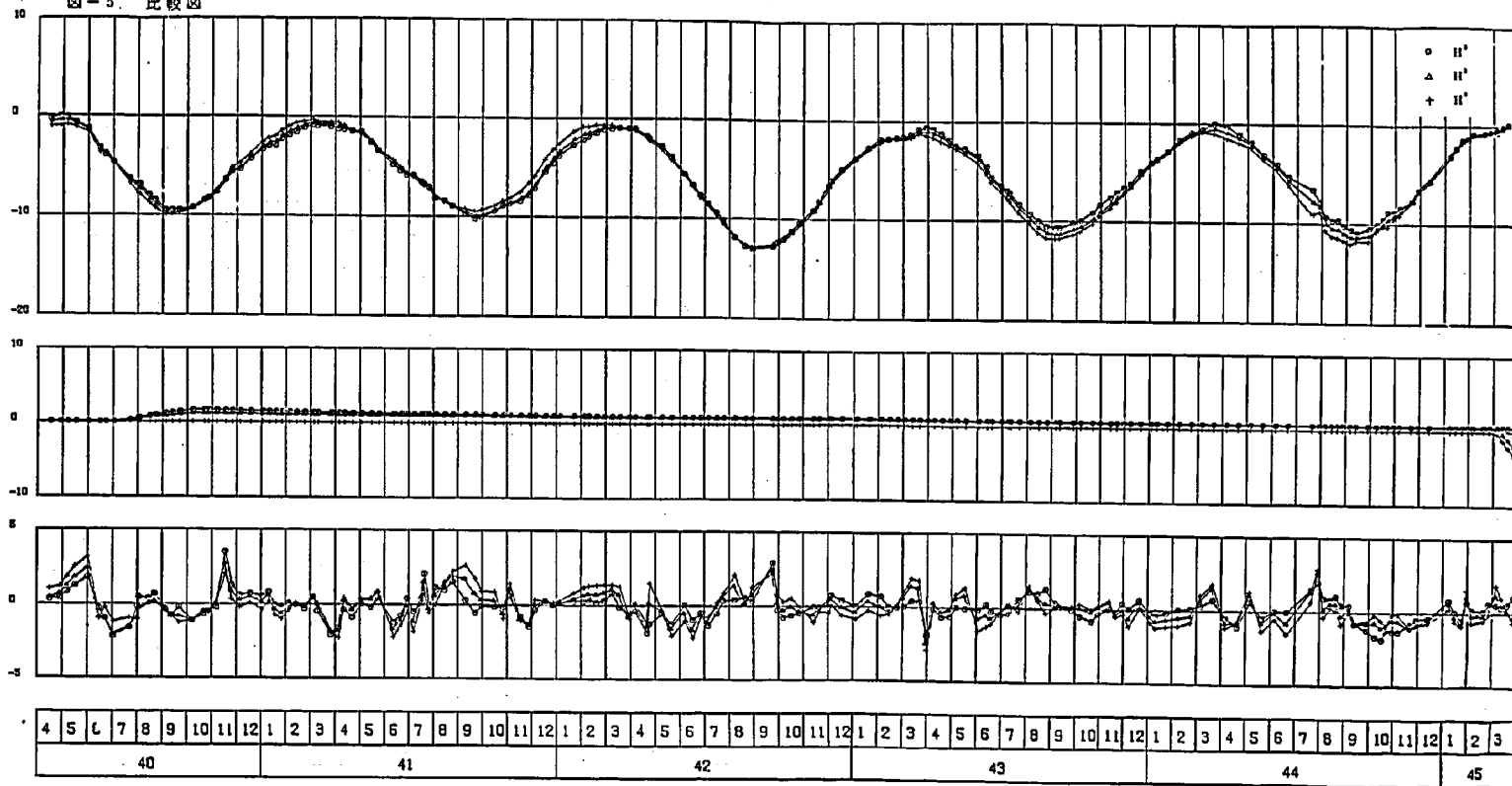


図 - 6 水位 - たわみ図

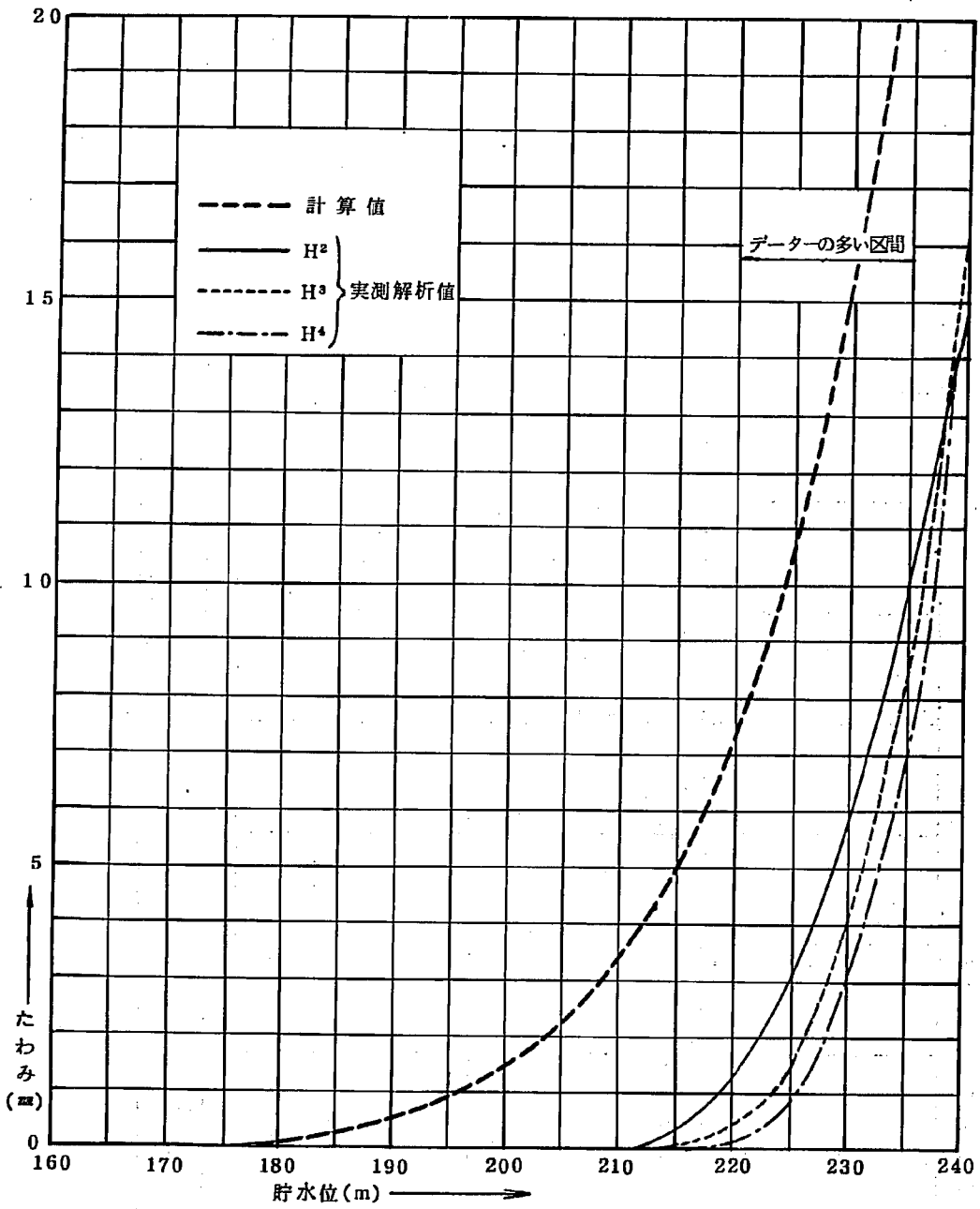


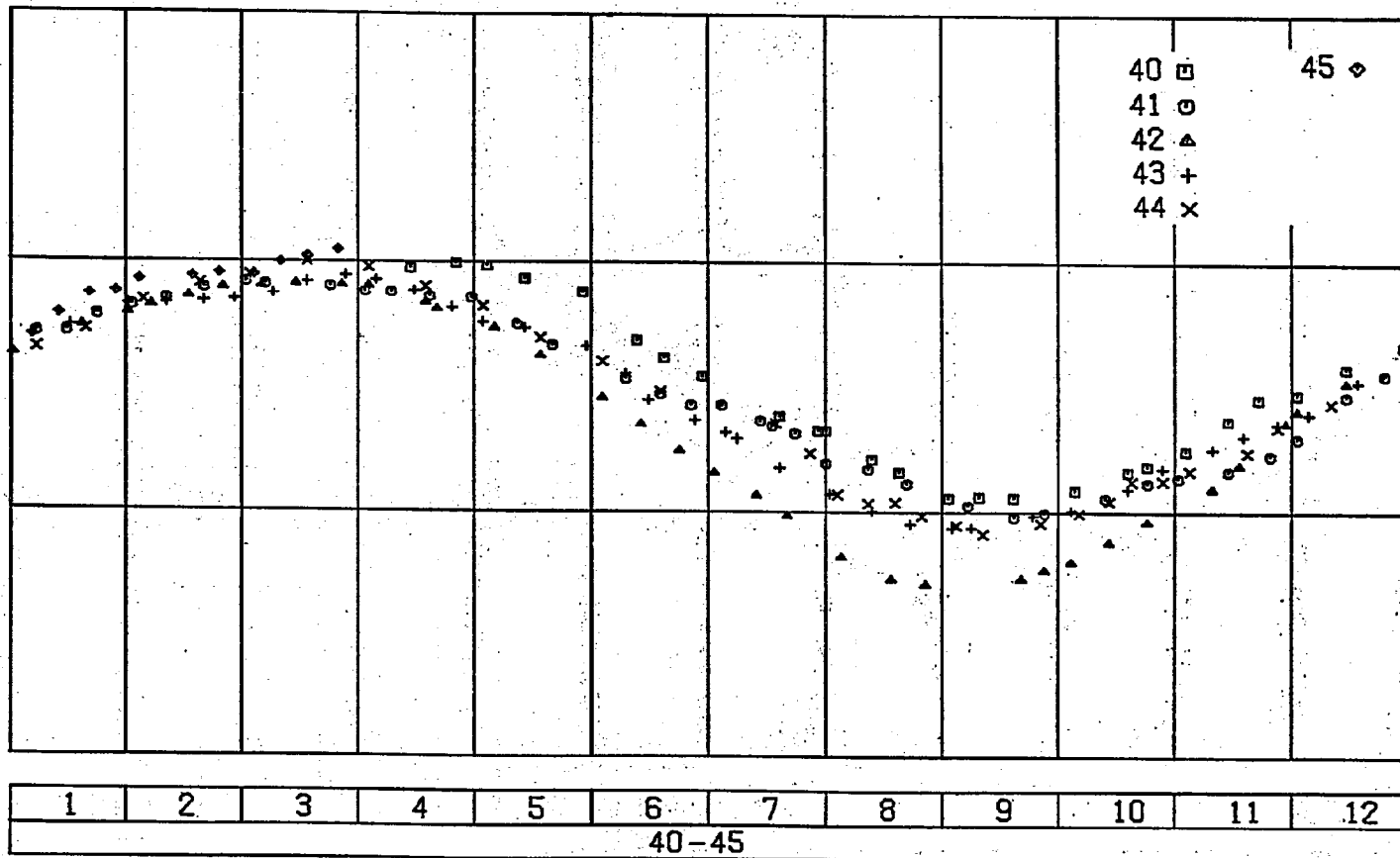
図-7 温度による撓み図

10

0

-10

-20



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考えられる。
- ii) 水位による撓みはデーターの多い水位区間 (EL 220 m ~ EL 235 m) 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初期に下流向の撓みが生じ、湛水1年後からほとんど変化がなくなっていること、過去に当研究室で行なった他のダム (北ダム, 室牧ダム, 二瀬ダム) でいずれも同様な現象を示していることから、経年変化による撓みが増加し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、撓みか、温度測定での誤差によるものと考えられる。

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220 m ~ 235 mの区間で精度を有するもので、任意の時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

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	
	常 数	温度変化による撓み ^(mm)	水位変動による撓み ^(mm)	経年変化による撓み ^(mm)	全撓み ^(mm)	
	C	$\sum a_i t_i + \sum b_i \alpha_i$	$f(h)$	$\sum K_i \log \frac{1+\theta}{1+g_i}$	(1)+(2) +(3)+(4)	
(2)	0.766	図-7の実線	$0.01907(h-211.9)^2$ 又は 図-6の実線	0.533		
(3)	2.365	図-7の実線	$0.00071607(h-211.9)^3$ 又は図-6の点線	0.576		
(4)	3.810	図-7の実線	$0.000027975(h-211.9)^3$ 又は図-6の1点鎖線	0		
ex.	0.766	-3.15	6.60	0.533	4.75	実測の撓み 4.30

但し $h \cdots \cdots m$

表-2の下段は昭和45年1月6日の貯水位が230.86 m, 実測の撓みが4.3 mm 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-7の1月6日の温度変化による撓み、図-6より標高230.86m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4.75mm、実測値は4.3mm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。h²の時の使用例であったがh²、h⁴の場合も同様で(2)~(4)のいずれを使用しても大差ない。この表を用いてダムを管理する場合、

- I) 解析誤差がh²=±0.9mm, h³=±0.9mm, h⁴=±1.1mm あるので考慮して実測値と実測解析値を対比されたい。
 - II) 解析上昭和40年4月1日の撓みを0として計算しているので、昭和45年4月以降の撓みについては実測値に+1.7mmを加えたものを実測値として実測解析値(表-2を用いて計算した値)と対比するよう。
 - III) この表を用いてダムの安全管理を行う場合、昭和47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。
 - IV) 実測値と実測解析値との差が異常に大きいとき。
 - V) 実測値と実測解析値と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定した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った。

現在の設計計算は多くの仮定と省略の上で行われており、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言い得ない。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、

$$\delta_T(c) = -5.32 \sin \frac{2\pi}{\omega} \cdot (\theta - 141) \dots\dots\dots (5)$$

一方実測解析の温度による撓みは(図-7)

$$\delta_T(o) = -4.95 \sin \frac{2\pi}{\omega} \cdot (\theta - 166) - 5.45 \dots\dots\dots (6)$$

となっている。

この(5)式と(6)式を比較すると振幅は約10%計算値が大きく、位相も計算値の方が約20日早くな

っている。

計算に使用した温度荷重の平均温度、温度勾配は昭和40年より約2.5年の実測資料、実測解析の方は約5年と2.5年の期間差があり、この期間差が影響し、位相及び振巾に相違が生じたものと考えられる。

当研究室で過去に解析したダムに於て振巾は多少の違いがあるが、位相はよく一致していた。

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なっており、更にデーターの多かったEL220m~EL235m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がないが、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

歪計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うけるので、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性を調べ、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-1, I, IIの区附)の区間で水位の上昇, 下降に対し歪の値が⊕側の値か⊖側の値を示すかを調べ、その結果に基づき他の水位区間(図-a~jの区間)の対応性に調べる方法をとった。

本ダムは表-3に示すような個所に歪計が埋設されている。

表-3 湯田ダム歪計表

計器名	成分	ブロック	EL	位置	摘要	計器名	成分	ブロック	EL	位置	摘要
6-1S ₁ -S ₅	5	1	230	上流		3-8S ₂₀ -S ₂₃	9	"	189.5	中流	
6-1S ₈ -S ₁₀	"	1	"	下流		3-8S ₂₅ -S ₃₃	5	"	"	下流	
5-8S ₁ -S ₅	"	8	"	上流		2-6S ₁ -S ₅	"	6	163	上流	
5-8S ₈ -S ₁₀	"	"	"	下流		2-6S ₈ -S ₁₄	9	"	"	中流	
5-16S ₁ -S ₅	"	16	"	上流		2-8S ₁ -S ₅	5	8	161.75	上流	
5-16S ₈ -S ₁₀	"	"	"	下流		2-8S ₈ -S ₁₄	9	"	"	中流	
7-3S ₁ -S ₅	"	3	190	上流		1-8S ₁ -S ₅	5	"	155.3	上流	
7-3S ₈ -S ₁₀	"	"	"	下流		1-8S ₈ -S ₁₀	"	"	"	下流	
3-14S ₁ -S ₅	"	14	"	上流		1-11S ₁ -S ₂	2	11	152.3	中央	
3-14S ₈ -S ₁₄	9	"	"	中流		1-5S ₁ -S ₅	9	5	151.5		
3-14S ₁₅ -S ₁₉	5	"	"	下流		F(GH)S ₁ -S ₁₅	5		175.5	断層	
3-8S ₁₅ -S ₁₉	"	8	189.5	上流							

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-8である。この図-8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。しかし、判

表-5 湯田ダム歪計生死判定結果表

計器名	EL	位置	判定	摘要	計器名	EL	位置	判定	摘要
6-1S ₈ -S ₁₀	230	下流	×		3-8S ₂₀ -S ₂₃	189.5	中流	×	
6-1S ₁ -S ₅	"	上流	×		3-8S ₂₅ -S ₃₃	"	下流	×	
5-8S ₁ -S ₅	"	上流	×		2-6S ₁ -S ₅	163	上流	×	
5-8S ₈ -S ₁₀	"	下流	×		2-6S ₈ -S ₁₄	"	中流	×	
4-16S ₁ -S ₅	"	上流	×		2-8S ₁ -S ₅	161.75	上流	×	
4-16S ₈ -S ₁₀	"	下流	×		2-8S ₈ -S ₁₄	"	中流	×	
7-3S ₁ -S ₅	190	上流	×		1-8S ₁ -S ₅	155.3	上流	×	
7-3S ₈ -S ₁₀	"	下流	○		1-8S ₈ -S ₁₀	"	下流	×	
3-14S ₁ -S ₅	"	上流	×		1-11S ₁ -S ₂	152.3	中央	×	
3-14S ₈ -S ₁₄	"	中流	×		1-5S ₁ -S ₅	151.5		×	
3-14S ₁₅ -S ₁₉	"	下流	×		F(GH)S ₁ -S ₅	175.5	断層	×	
3-8S ₁₅ -S ₁₉	189.5	上流	×						

○……正常に動いていると思われる計器

×……正常でないと思われる計器

定に際し

i) 温度変化との対応性がよくあらわれている歪計は水位変動による対応性があらわれにくく、又あらわれても対応の度合が小さい。

ii) i) と逆の現象も生ずる。

iii) 全ての計器が水位上昇に対し引張側か圧縮側に移行するとは限らない。埋設方向、位置によって異なる。

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ついての検討を行った。これを示したのが表-5である。

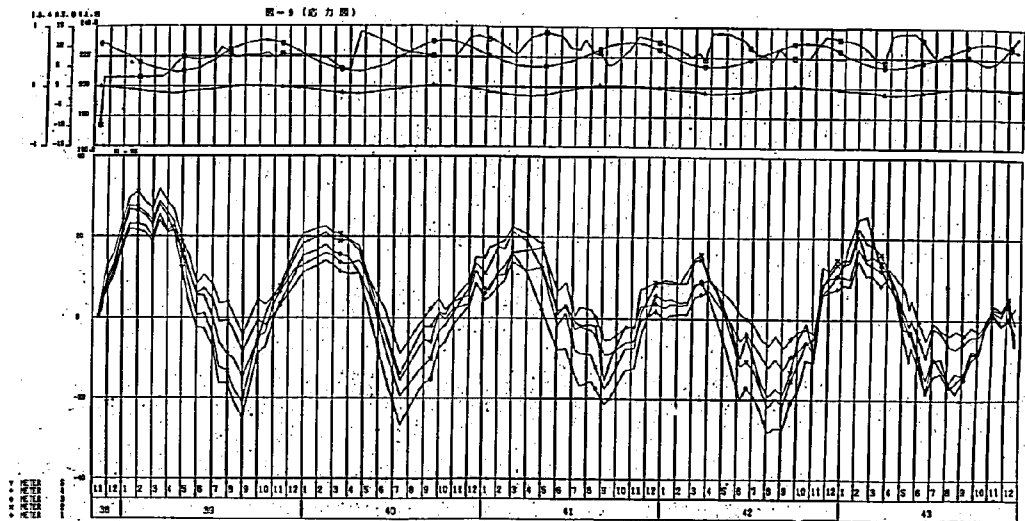


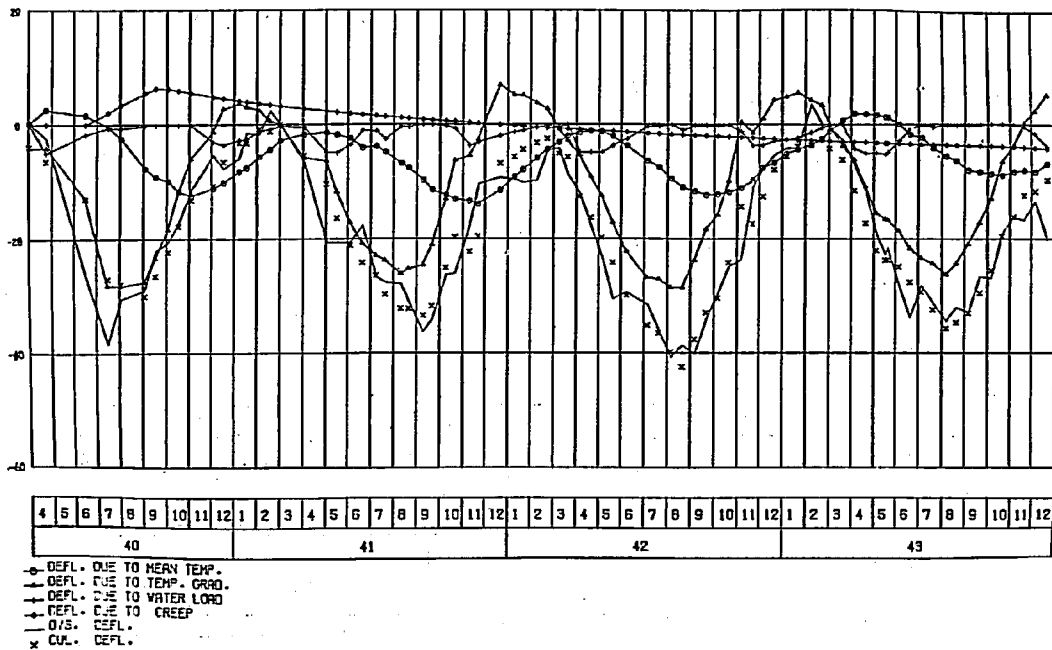
図-9, 図-10は生死判定の結果, 正常に動いていると判定された(6-3)-190-Dについて応力計算を行い, これを重回帰分析したものである。

図-7, 表-4, 表-5より, 各々の計器については正常に動いているものもあるが, グループ別(成分別)にみた場合, (6-3)-190-Dのみが正常に動き, 他は不良な計器の計器と判定された。しかし, この(6-3)-190-Dのみではダムの局部現象を示す資料として充分ではなく, 他の計器よりみて以後この計器は正常な動きを続けるとは考えられない。

以上のことによりすべての歪計の測定を以後打ち切るのが妥当と云い得る。

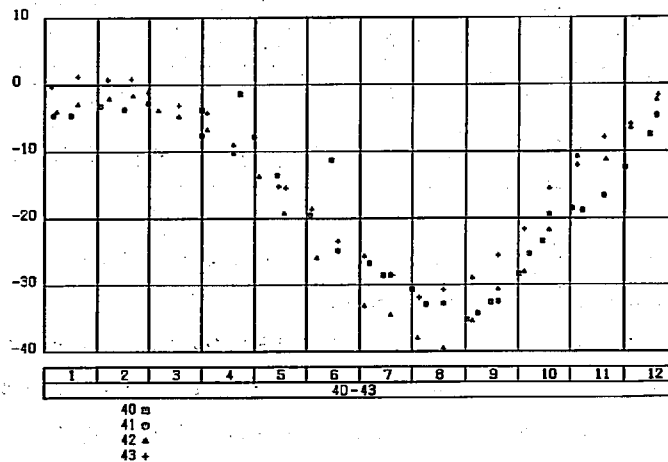
又, この190-Dについて歪の重回帰分析を行ったこの計器はさきの判定で温度変化とよく対応し1の点数が水位変動とはあまり対応してなく3の点数がつけられたものである。重回帰分析図をみる

図-10 (a) 歪重回帰分析図



と温度変化が大きく影響し、
 水位変動に対してはあまり影
 響がなく、生死判定の正当性
 が確認された。

図-10 (b)



5. 今後の測定

湯田ダムは湛水を開始してから約6年経過している。その間諸々の測定を行っているが、歪計、応力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ことが多く、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く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

3) 温度計

温度計, 歪計など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くらべ誤差が上まわることが考えられる。又, 現在計機が故障していることから今後の温度測定は打ち切ってもさしつかえない。

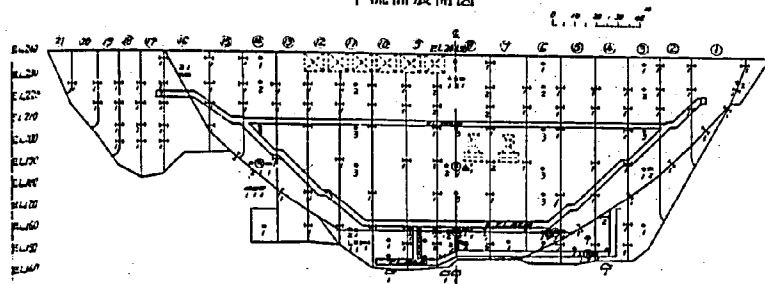
4) 歪計

前節の歪の判定結果により歪の測定を打ち切る。

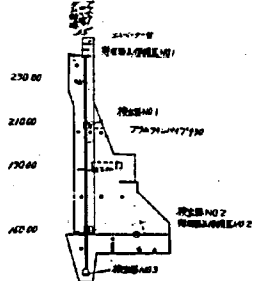
5) 応力計, 継目計, その他の計器

これらの計器は歪の生死判定から正常に動いているとは考え難く測定を打ち切る。

下流面展開図



7-9-2023 08:00



數 器 計 設 壇

P	S	A	M	MC	LC	TC	EC	EL	EL	EL	EL	EL	R
			MC	LC	TC	EC	EL	EL	EL	EL	EL	EL	
0	P	*	12	58		66				30			128
0000			1	5				15					60
0000			1										4
0000			1	2		7							9
0000			12	3	13	8		13	9	23			7 107
0000						3							1
0000													
0000													
0			56	68	13	20	50	19	84	91	31	38	13 237

堤体岩盤処理DE新層処理部

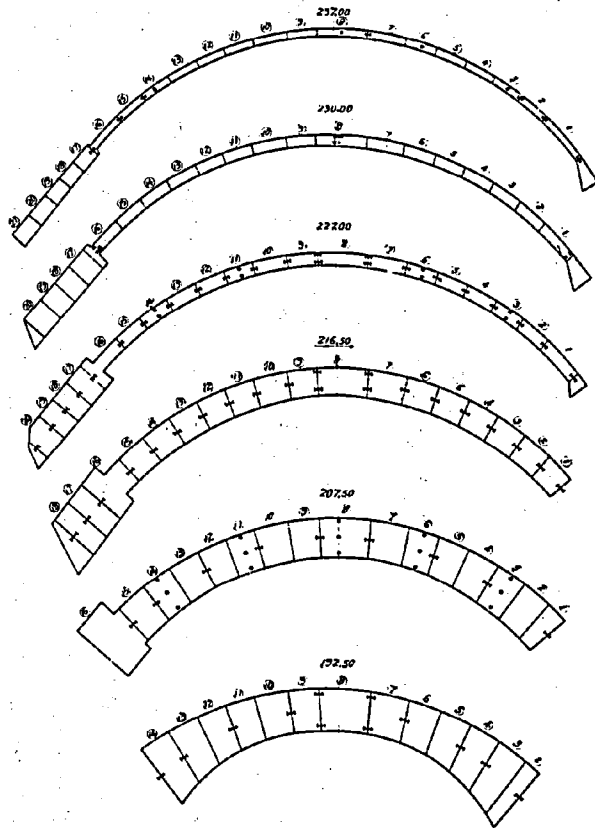
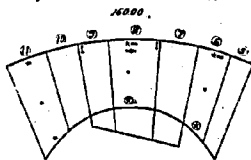
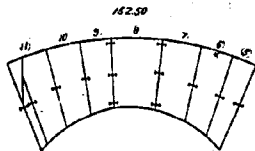
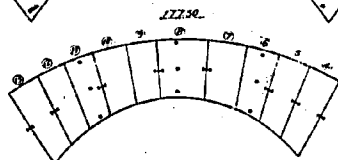
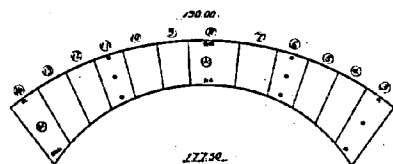
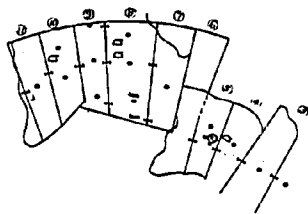
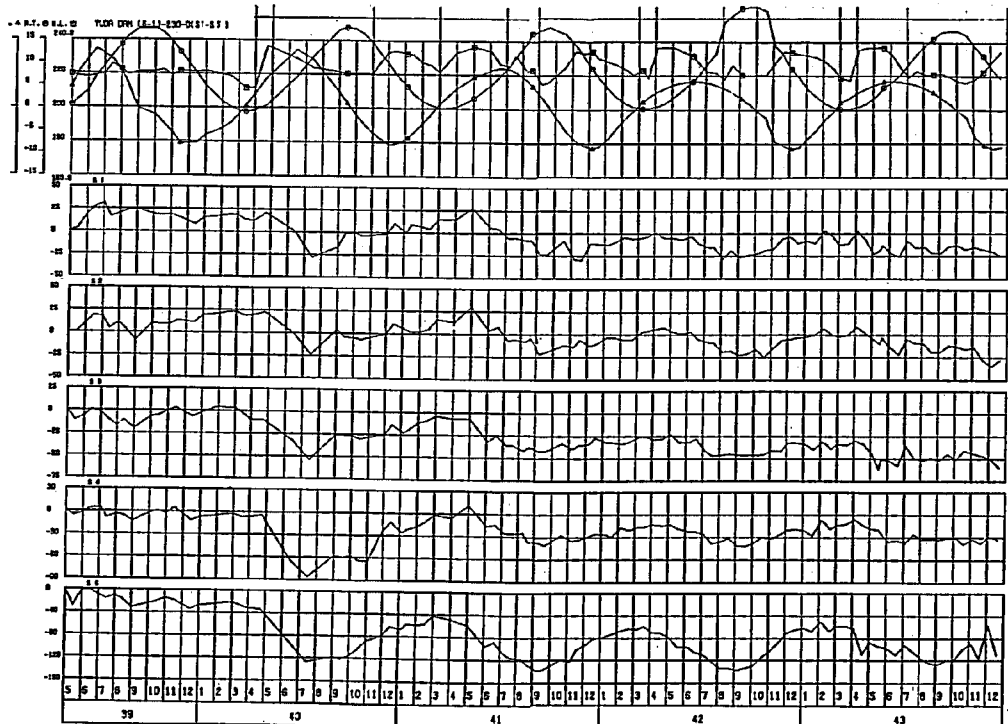
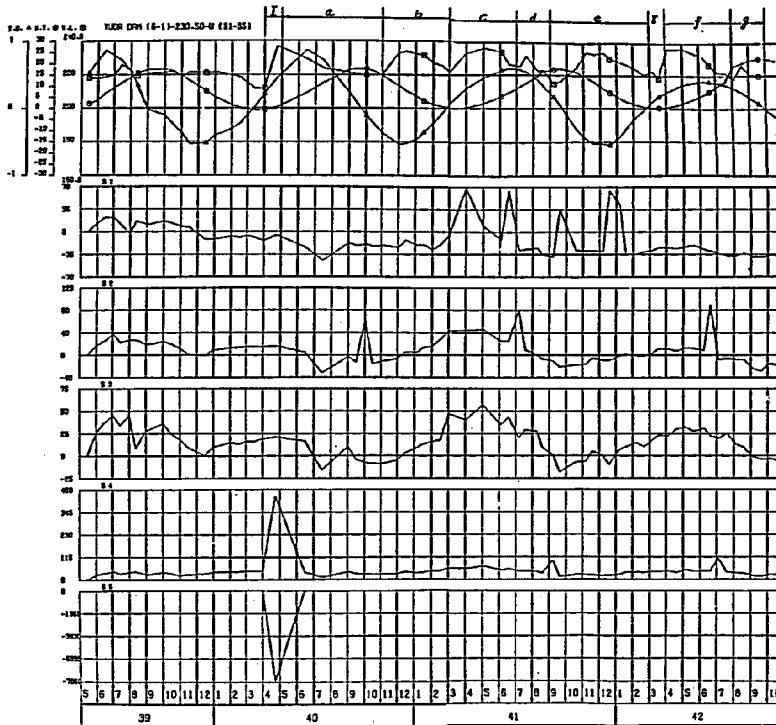
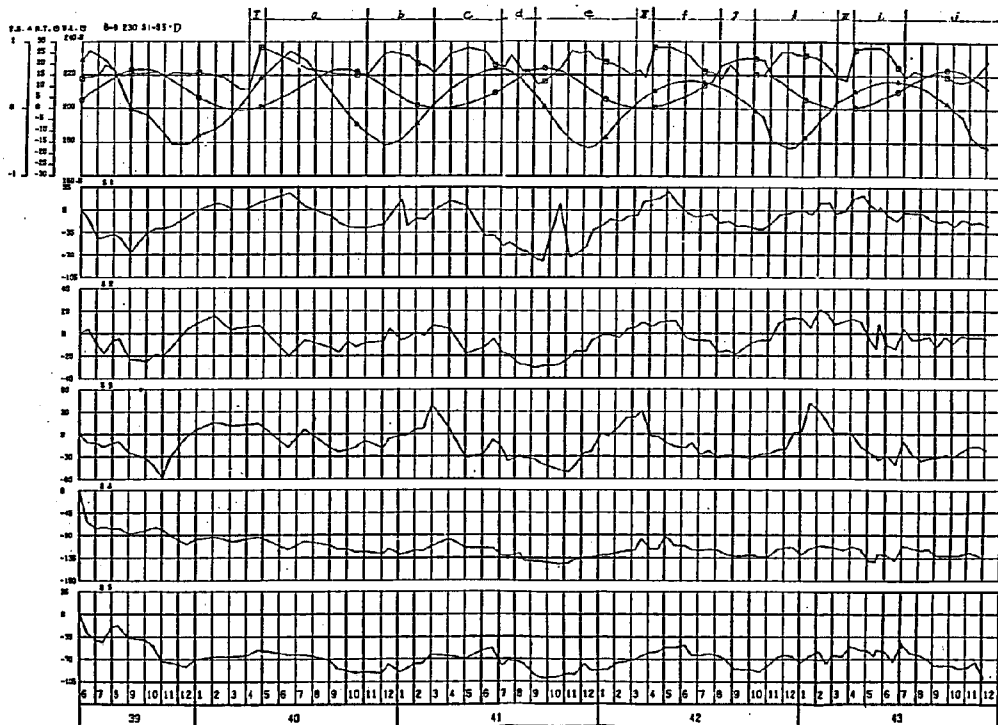
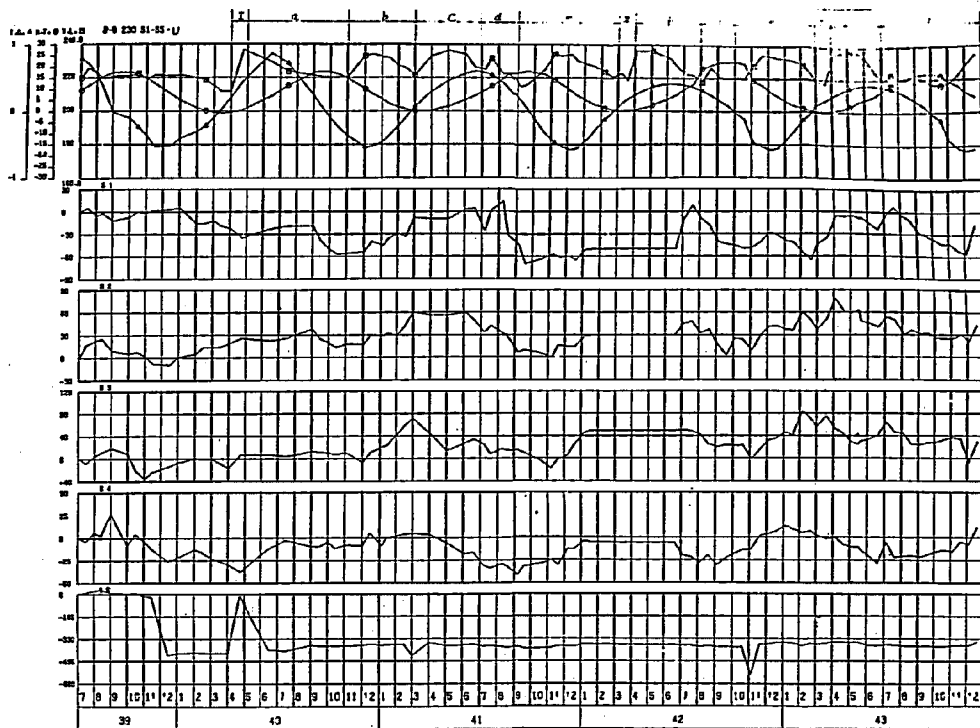
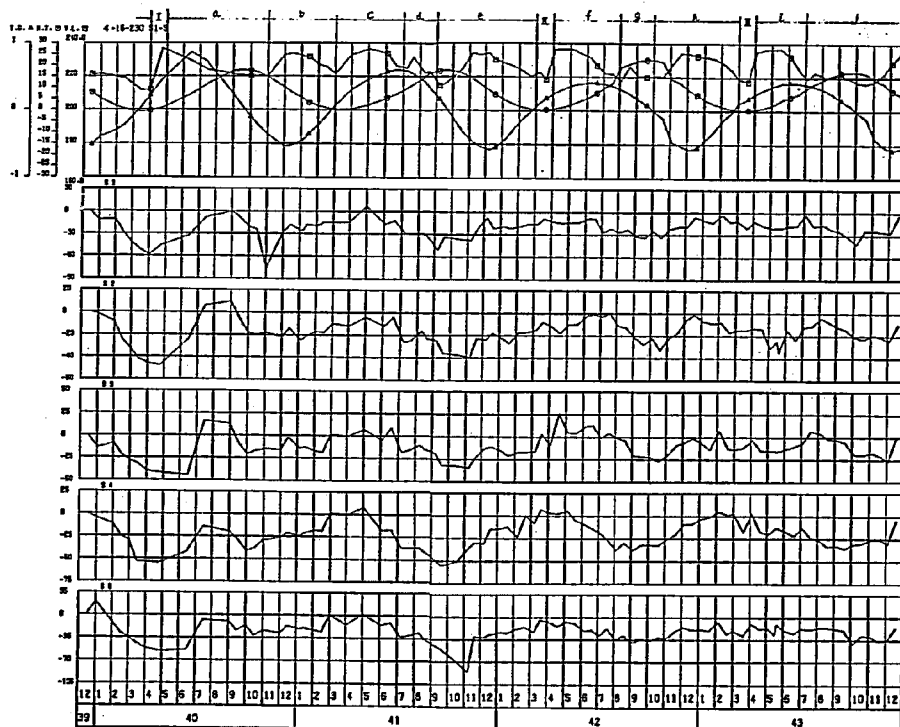
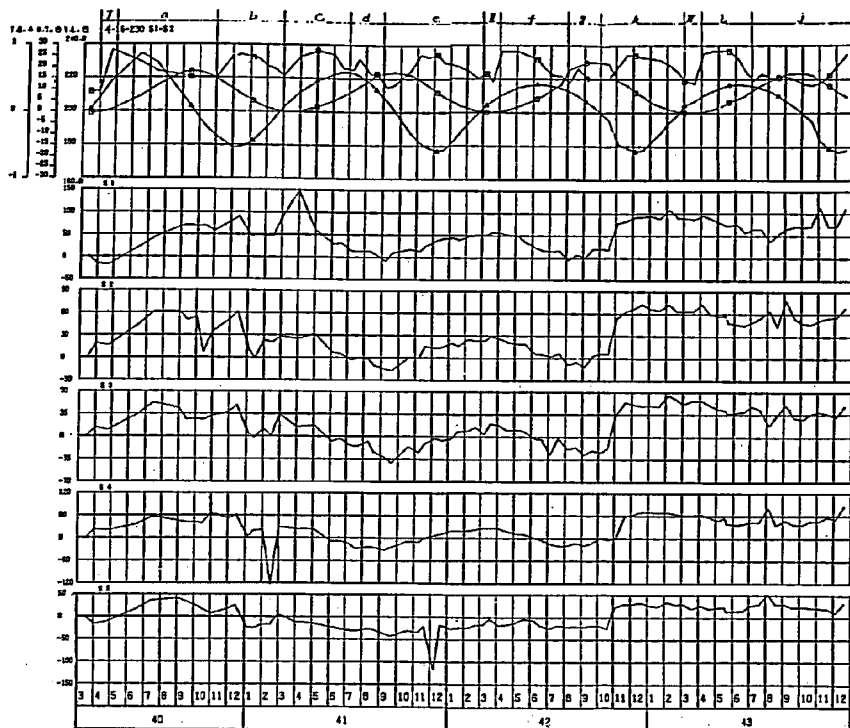
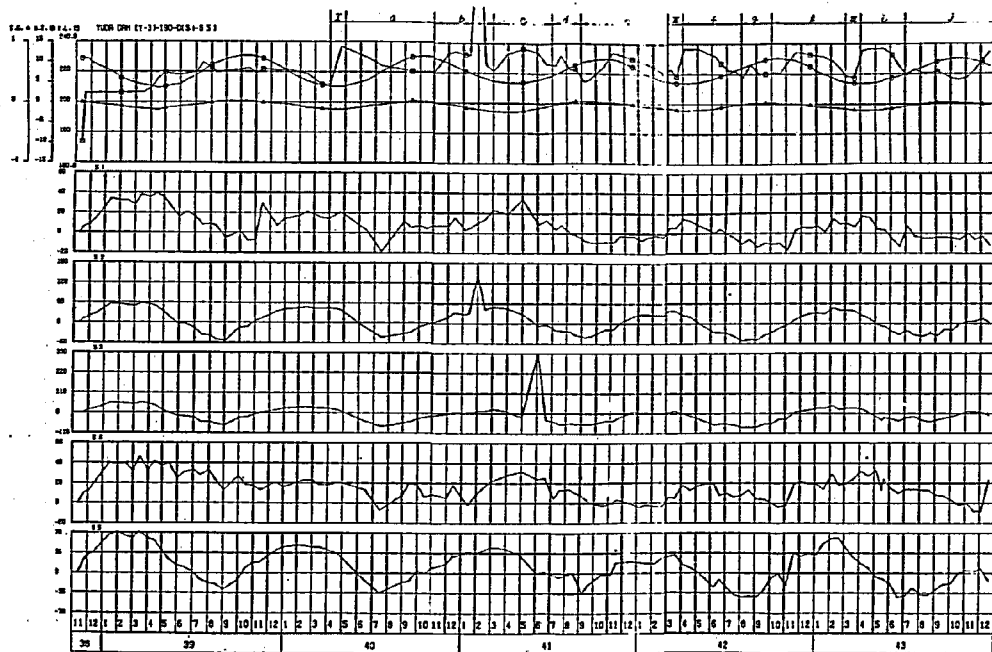
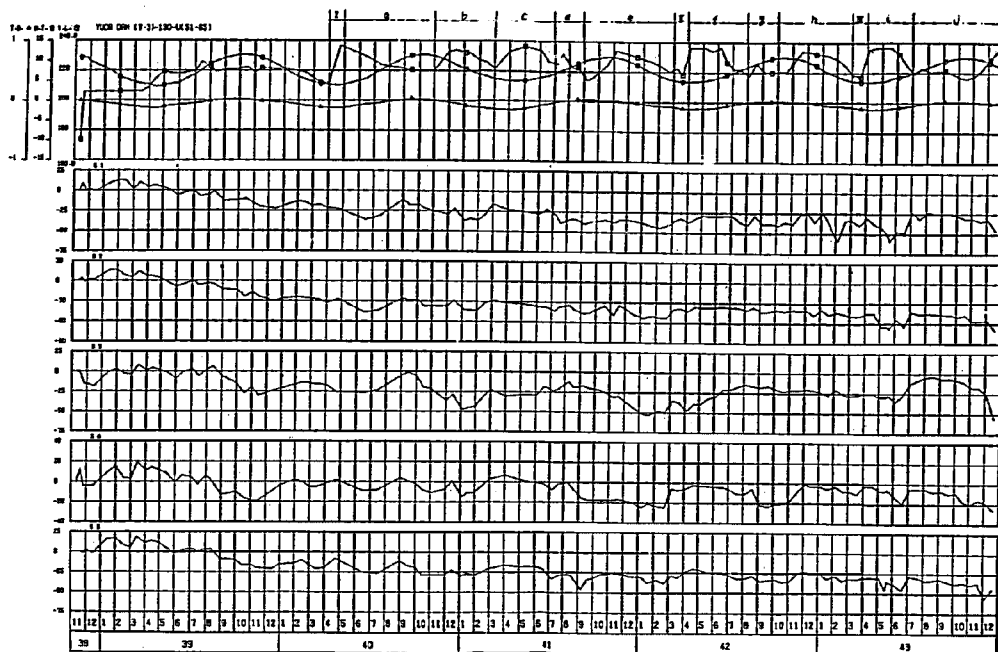


图-8

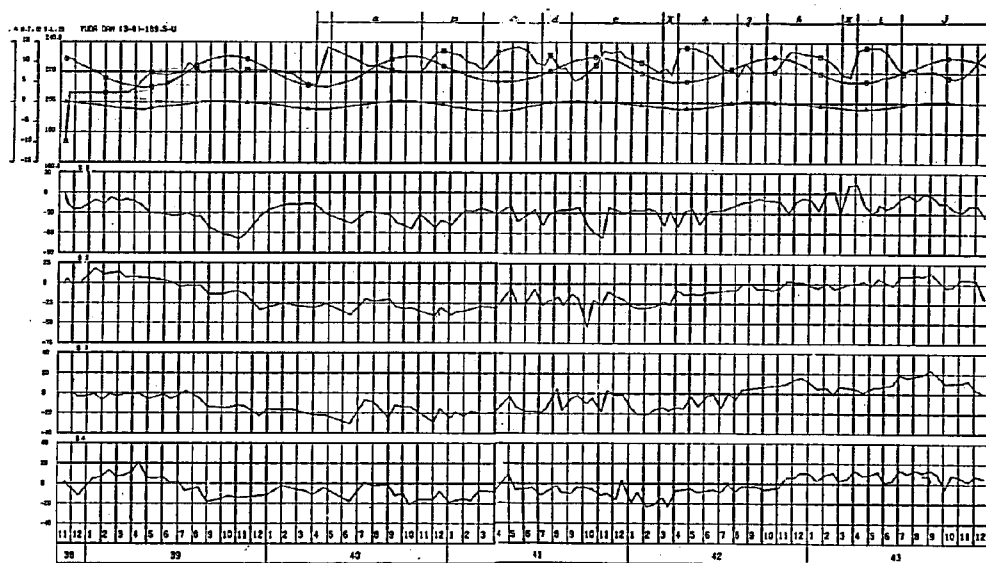
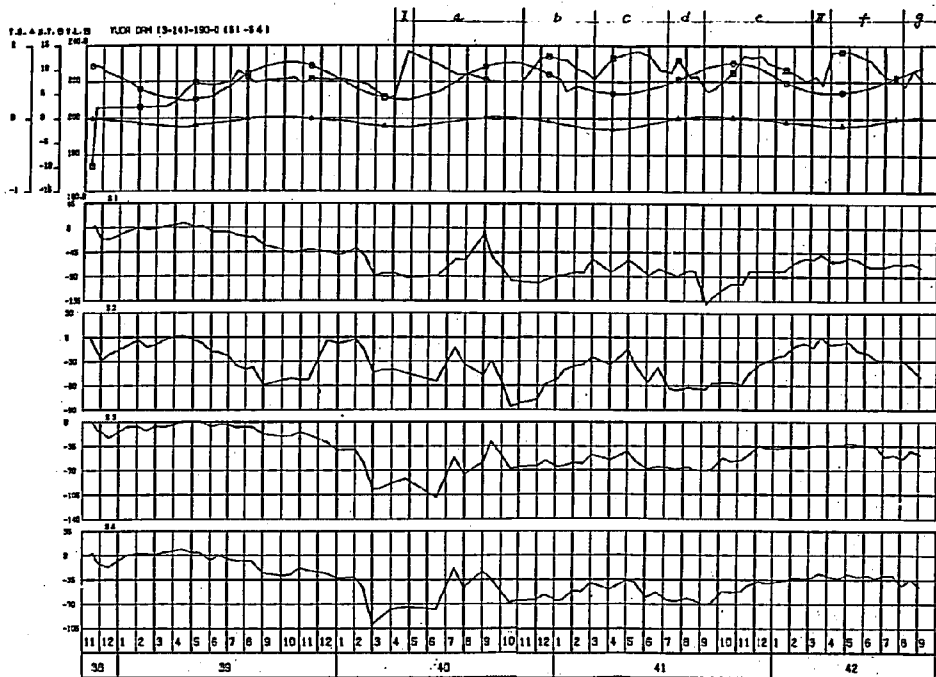


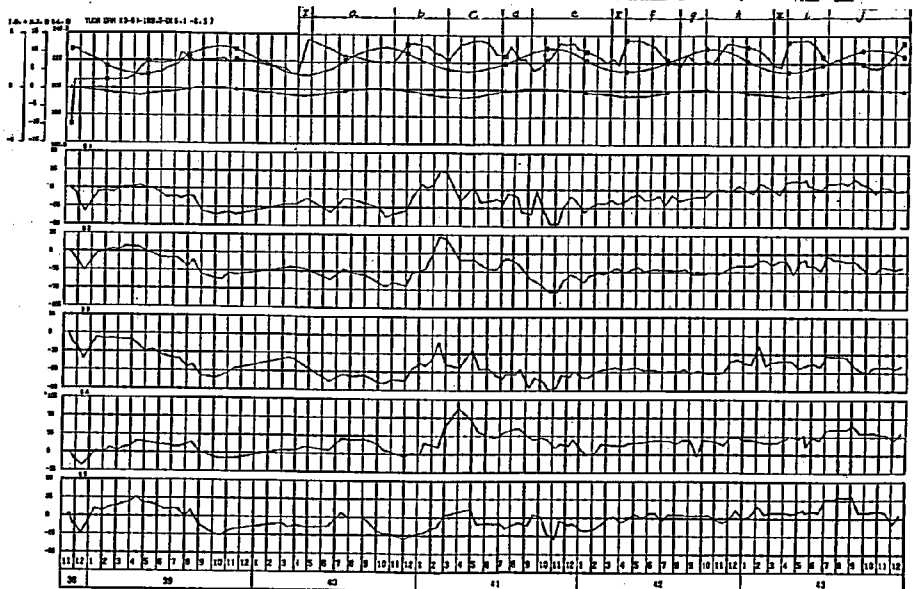


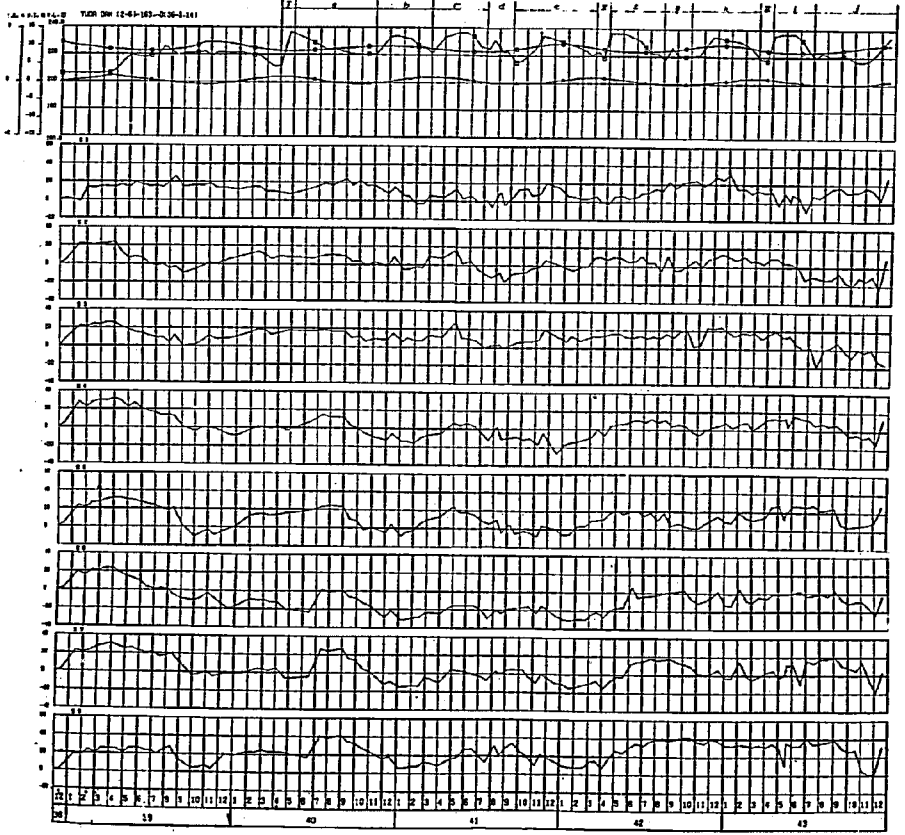
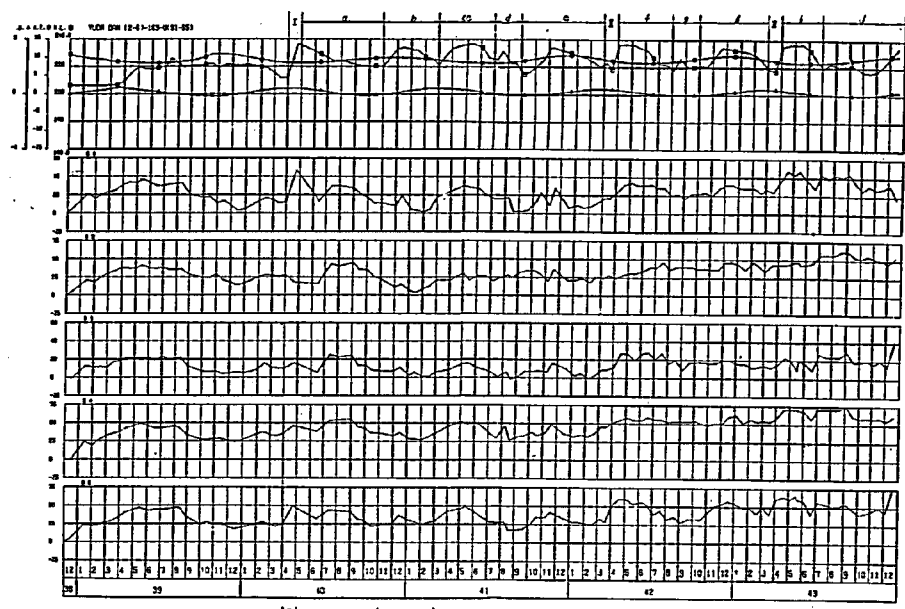


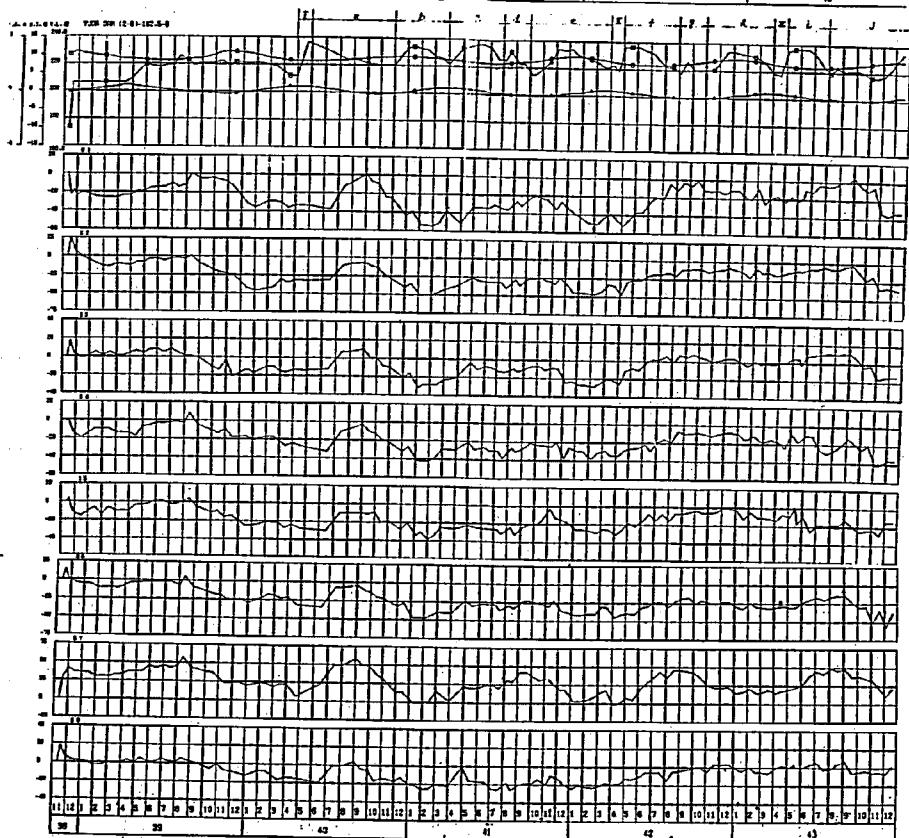
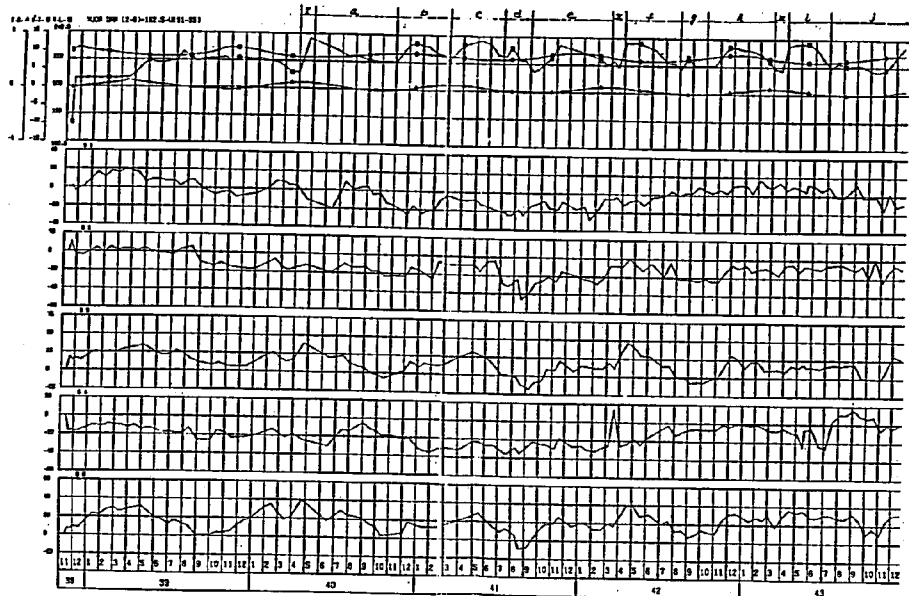












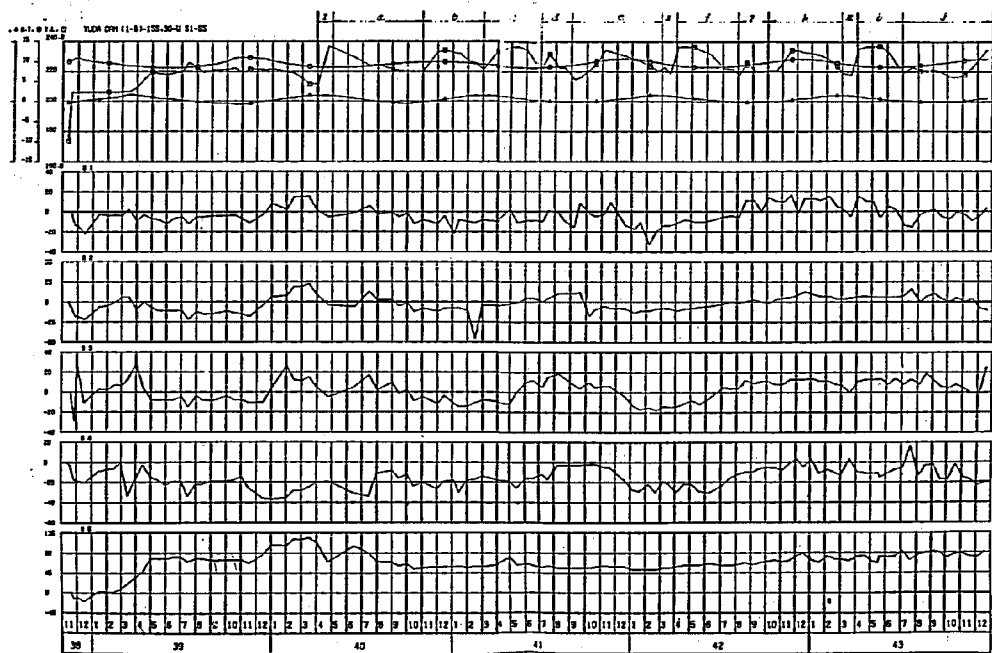
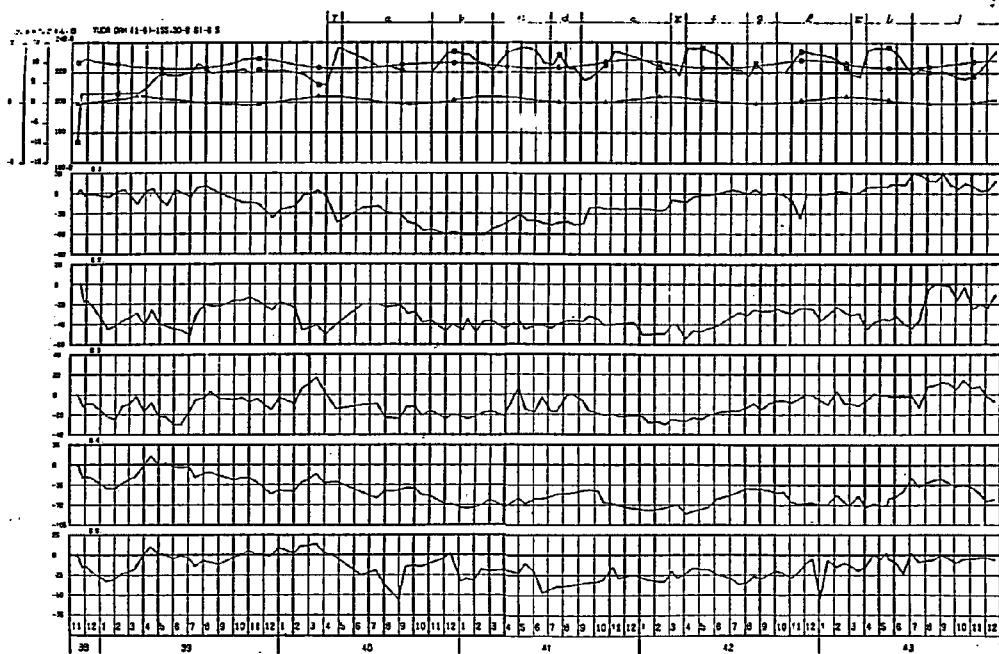


表 - 4

成分 歪 計 判 定 表

A1

判定事項	Block EL 成分	6-1					6-1									5-8				
		230-D					230-U									230-U				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5
水位の急激な上昇 (I)		○	○	□	□	△	○	□	□	△		○				×	□	×	×	
" (II)		□	□	×	□	○	×	×	×	△		○				△	×	△	△	
" (III)		○	○	○	□	○										□	△	□	□	
水位の上下変動 (a)		□	△	○	△	△	□	□	△	△		□				△	△	△	△	
" (b)		□	△	△	△	△	△	△	△	△		△				△	△	△	△	
" (c)		○	□	□	□	△	○	□	△		○					△	△	□	□	
" (d)		□	□	□	△	□	△	△	△	△		△				△	△	○	△	
" (e)		△	□	□	□	△	△	△	□	△		×				△	△	□	△	
" (f)		□	○	○	○	×	○	○	△	△		□				△	△	△	□	
" (g)		○	□	○	○	△	○	△	△	△		□				△	△	□	□	
" (h)		□	□	□	○	△										△	△	□	△	
" (i)		×	△	△	□	△										△	△	○	△	
" (j)		□	×	△	□	△										△	△	△	△	
水位の総合判断		○	□	△	○	△	□	△	△	△		□				△	△	△	△	
平均温度による対応性		□	○	□	○	○	□	○	○	○		△				□	□	□	○	
温度勾配 "																				
総合判断		□	○	□	○	○	□	○	○	○		△				△	△	△	□	
点		3	2	3	2	1	3	2	1	1		4				4	4	4	3	

成分 歪 計 判 定 表

A2

判定事項	Block EL 成分	5-8					4-16					4-16					7-3				
		230-D					230-U					230-D					190-U				
		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)		○	△	□	□	○	○	△	○	□	○	○	×	○	□	○	×	○	△	○	○
水位の上下変動 (a)		□	△	×	×	○	×	△	△	△	△	×	□	□	□	△	×	□	△	△	△
" (b)		△	△	□	○	×	△	□	△	△	△	△	△	△	△	△	○	△	○	×	×
" (c)		○	△	□	△	△	□	×	□	□	□	□	×	×	□	△	□	□	○	○	○
" (d)		○	△	○	△	□	△	△	×	□	△	△	△	△	△	×	△	□	△	□	□
" (e)		△	△	○	□	×	□	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	○	□	□	○
" (f)		○	□	□	△	□	□	○	□	□	○	○	×	×	○	□	×	□	□	○	□
" (g)		□	□	×	□	△	○	△	△	□	○	□	×	×	□	△	×	○	△	○	□
" (h)		□	△	△	△	△	□	△	□	△	□	□	×	×	△	□	×	□	△	○	○
" (i)		○	△	△	△	□	×	△	×	△	△	□	△	△	△	×	□	×	□	○	○
" (j)		△	△	△	△	△	□	△	□	○	□	□	△	△	□	△	○	□	○	○	○
水位の総合判断		□	△	□	△	□	□	△	△	△	△	×	×	△	△	□	○	○	○	○	○
平均温度による対応性		□	□	□	○	□	△	□	□	○	□	□	□	□	□	□	△	△	○	□	△
温度勾配 "																					
総合判断		□	△	□	□	△	□	□	△	○	△	△	△	△	△	△	△	○	○	○	○
点		3	4	3	3	4	3	3	4	1	4	4	4	4	4	4	4	3	2	2	1

成分 歪 計 判 定 表

No 3

判定事項	Block EL 成分	17-3					3-14					3-14								
		190-D					190-U					190-M								
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	7	8	9
水位の急激な上昇 (I)		◎	□	□	◎	○	△	○	□	◎	◎	△	△	△	□	○	×	△	△	△
" (II)		□	◎	◎	◎	◎	△	□	◎	◎	◎	△	△	△	○	×	○	△	△	△
" (III)		◎	◎	◎	○	□	△	△	△	△	△									
水位の上下変動 (a)		△	×	×	△	×	△	△	△	△	△	□	△	△	△	△	△	△	△	△
" (b)		×	△	△	△	△	△	△	□	△	△	□	△	△	□	×	△	△	△	△
" (c)		□	△	△	○	×	△	○	○	△	□	△	△	□	□	○	△	□	□	△
" (d)		◎	△	△	□	□	△	□	○	△	□	△	△	△	□	×	△	△	△	△
" (e)		△	×	×	□	×	△	□	□	△	□	□	○	△	△	□	△	□	□	△
" (f)		○	×	×	○	×	△	△	△	○	○	△	△	△	○	×	△	△	△	△
" (g)		◎	△	△	◎	□	△	◎	×	◎	◎	△	◎	△	×	□	×	○	○	△
" (h)		□	×	×	△	△														
" (i)		□	×	×	○	×														
" (j)		□	×	×	○	×														
水位の総合判断		○	□	□	○	□	△	△	□	□	□	△	△	△	△	△	△	△	△	△
平均温度による対応性		○	◎	◎	○	◎	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
温度勾配 "																				
総合判断		○	◎	◎	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	○	△
点		2	1	1	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

成分 歪 計 判 定 表

No 4

判定事項	Block EL 成分	3-14					3-8					3-8								
		190-D					189.5-U					189.5-M								
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	7	8	9
水位の急激な上昇 (I)			○	□	◎	□	○	○	□		◎	○	○	△	◎	◎	◎	◎	○	□
" (II)			◎	◎	△	×	□	◎	◎		◎	□	□	□	×	△	△	△	×	□
" (III)							△	□	△		◎	×	○	○	○	□	□	○	□	□
水位の上下変動 (a)			△	△	△	△	△	□	△		□	△	△	□	△	△	△	□	△	△
" (b)			□	□	△	△	○	△	△		△	○	○	×	◎	◎	◎	△	◎	△
" (c)			△	△	□	□	△	△	□		△	□	□	□	□	△	△	△	×	△
" (d)			□	□	△	△	△	△	△		△	□	△	△	△	□	□	△	□	△
" (e)			△	△	△	□	△	△	△		△	□	□	△	△	○	○	□	△	△
" (f)			□	□	□	□	△	△	△		△	□	△	□	□	□	□	△	□	□
" (g)			△	△	◎	◎	△	○	□		△	△	△	□	□	□	□	△	△	△
" (h)							△	□	□		□	△	△	△	○	△	△	○	△	□
" (i)							□	□	×		□	△	△	○	□	○	○	□	□	△
" (j)							□	□	□		□	□	×	△	□	□	□	×	□	□
水位の総合判断			□	□	□	△	□	□	△		○	□	△	△	□	△	△	△	△	△
平均温度による対応性			△	○	△	△	△	△	△		△	△	△	△	□	△	△	△	△	△
温度勾配 "																				
総合判断			△	□	△	△	△	△	△		□	△	△	△	□	△	△	□	△	△
点			4	3	4	4	4	4	4		3	4	4	4	4	3	4	3	3	4

成分 歪 計 判 定 表

A6 5

判定事項	Block EL 成分	3-8					2-6					2-6								
		189.5-D					163-U					163-D								
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	7	8	9
水位の急激な上昇〔Ⅰ〕	◎	○	△	○	△	◎	◎	◎	◎	◎	×	□	◎	◎	□	◎	◎		△	
“〔Ⅱ〕	○	○	◎	△	◎	◎	◎	□	◎	◎	□	□	□	◎	□	◎	◎		◎	
“〔Ⅲ〕	◎	○	△	○	△	◎	□	◎	◎	◎	○	◎	◎	△	□	◎	△		◎	
水位の上下変動 (a)	○	□	×	□	□	□	×	△	△	□	×	△	□	△	×	×	×		×	
“ (b)	△	△	△	×	×	×	○	△	×	□	□	△	△	○	×	◎	◎		○	
“ (c)	△	△	△	△	△	◎	□	◎	◎	◎	○	○	□	×	◎	×	×		△	
“ (d)	△	□	△	△	□	△	△	△	△	△	×	△	△	△	△	◎	□		□	
“ (e)	△	△	△	△	△	□	△	○	○	◎	○	◎	○	○	×	△	□		△	
“ (f)	□	□	×	○	△	○	○	□	□	◎	×	○	□	○	□	□	□		□	
“ (g)	□	□	×	△	△	○	△	○	□	◎	○	○	□	×	○	△	△		△	
“ (h)	□	□	×	△	△	◎	×	○	△	◎	○	○	○	△	□	△	△		△	
“ (i)	○	△	△	△	□	◎	○	○	◎	◎	△	◎	○	△	△	□	△		□	
“ (j)	□	×	×	□	□	□	○	○	◎	◎	○	○	□	×	○	×	○		□	
水位の総合判断	○	□	△	○	△	◎	○	○	◎	◎	□	○	○	△	□	⊖	□		□	
平均温度による対応性	△	△	△	△	△	△	△	△	△	□	□	△	△	□	□	△	△		△	
温度勾配 “																				
総合判断	□	△	△	□	△	□	□	□	□	○	□	□	□	△	□	□	△		△	
点		3	4	4	3	4	3	3	3	3	2	3	3	3	4	3	3	4	4	

成分 歪 計 判 定 表

A6 6

判定事項	Block EL 成分	2-8					2-8									1-8				
		161.75-U					161.75-D									155.3-U				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5
水位の急激な上昇 (I)		○	○	○	○	○	△	△	△	□	○	○	○	△		×	○	×	×	×
" (II)		○	△	○	○	○	□	□	□	□	○	○	○	○		○	○	□	○	□
" (III)		○	○	×	○	○	×	△	○	□	△	○	×			○	△	○	□	○
水位の上下変動 (a)		×	□	○	×	○	△	△	△	△	△	△	△	△		△	△	□	△	□
" (b)		○	△	○	□	□	○	○	○	○	○	○	○	□		△	□	△	□	△
" (c)		△	△	○	×	○	△	×	×	△	△	△	△	×		△	△	△	△	□
" (d)		□	△	□	□	○	○	○	□	○	○	○	○	□		□	△	□	□	□
" (e)		△	○	○	△	○	□	△	△	△	×	△	△	△		□	△	□	×	△
" (f)		○	□	○	○	○	○	□	□	□	○	□	□	□		△	□	×	□	△
" (g)		△	△	○	△	○	△	△	△	×	×	△	×	×		□	△	○	△	△
" (h)		□	○	○	×	○	△	△	□	△	△	△	△	△		□	×	□	×	□
" (i)		□	□	□	×	○	○	□	□	△	△	○	○	○		□	△	□	○	△
" (j)		△	○	○	○	○	○	□	△	△	○	○	△			△	□	×	△	□
水位の総合判断		○	○	○	○	○	□	△	△	□	□	○	○	△		□	□	□	□	□
平均温度による対応性		△	△	□	△	□	□	□	□	□	△	□	○	□		△	△	□	□	△
温度勾配 "																				
総合判断		□	□	○	□	○	□	△	△	□	△	□	○	△		△	△	△	△	△
点		3	3	2	3	2	3	4	4	3	4	3	1	4		4	4	4	4	4

成分 歪 計 判 定 表

No. 7

判定事項	Block EL 成分	1-8					1-5									F (GH)				
		155.3-D					751.5									177.5				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5
水位の急激な上昇 (I)		×	×	×	×	×	◎	◎	○	×	◎				△	○	○	○	◎	○
" (II)		△	◎	△	◎	◎	□	□	○	○	○				◎	×	△	×	△	□
" (III)		○	◎	○	□	○	×	△	△	△	×				△	△	×	×	×	×
水位の上下変動 (a)		□	△	□	△	△	△	△	×	△	△				△	×	×	△	□	△
" (b)		×	□	×	○	△	△	△	△	△	△				△	○	△	×	△	□
" (c)		○	△	□	□	△	×	△	△	△	△				△	×	×	△	△	×
" (d)		□	△	×	△	△	□	×	△	△	△				△	△	□	△	△	△
" (e)		□	△	□	△	□	△	△	△	□	△				△	□	△	△	□	□
" (f)		△	□	×	□	◎	△	△	△	△	△				△	△	□	△	×	×
" (g)		◎	×	□	△	□	△	△	△	□	△				△	△	△	△	△	△
" (h)		×	△	○	□	○	×	△	△	□	△				□	△	△	△	□	□
" (i)		△	○	□	○	□	○	△	△	□	○				△	×	×	×	□	□
" (j)		△	△	×	○	×	△	△	△	△	△				△	×	×	□	×	○
水位の総合判断		△	□	△	□	□	△	△	△	△	△				△	△	△	△	△	△
平均温度による対応性		△	△	△	□	△	△	△	△	△	△				△	△	□	□	□	□
温度勾配 "																				
総合判断		△	□	△	□	△	△	△	△	△	△				△	△	△	△	△	△
点		4	3	4	3	4	4	4	4	4	4				4	4	4	4	4	4

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

U 上流側

M 中 央

D 下流側