

土 木 研 究 所 資 料

第 422 号

草木ダム堆砂形状の推定計算

(図 書 室)

昭和 43 年 12 月

建設省土木研究所

44. 7. 14
1 部受

ま え が き

草木ダムの上流足尾地区は、荒廃が著るしいところで、過去において、大洪水により多量の土砂を流出している。

現在、これに対して土砂生産防止、および土砂流出防止の目的をもって、砂防工事が実施されつつあり、これによって、年間流出土砂量を10万 m^3 におさえる計画となっている。

草木ダムは、このような地点に計画されたもので、貯水池内に狭窄部があり、さらに貯水池末端に既設の取水ダムが存在する。このような特殊条件は、貯水池の堆砂分布形状に何等かの影響を与えるものと想定される。

本報文は、水資源公団草木ダム建設所からの要請で、草木ダムの築造にともない、貯水池内の堆砂の影響で、上流端付近の河床が将来どのように変動するか検討をおこなったものである。堆砂形状の推定には、本貯水池の特殊性を考慮して、水理学的な河床変動計算による方法を用いた。

土木研究所 篠崎試験所 所長 川村 幸司

技官 中沢 顕司

目 次

まえがき

第1章 計算の目的	1
1-1 草木ダムの計画概要	1
1-2 計算の種類と目的	1
第2章 計算方法	2
2-1 流量	2
2-2 貯水位	2
2-3 計算断面	2
2-4 背水計算式	6
2-5 掃流砂公式	6
2-6 砂礫の粒径	7
2-7 河床変動計算式	7
2-8 微少時間 Δt	8
第3章 計算結果	9
3-1 草木ダムがない場合	9
3-2 草木貯水池内狭窄部の影響	9
3-3 草木貯水池における堆砂形状の経年変化	9
第4章 結 論	18
あ と が き	19
参 考 文 献	19
付表 草木貯水池流量時系列表	21
付図 草木貯水池横断面図	35

第1章 計 算 の 目 的

1-1 草木ダムの計画概要

草木ダムは、利根川の左支川渡良瀬川（群馬県勢多郡）に計画されている多目的ダムで、ダムおよび貯水池の諸元は次のとおりである。

ダム型式	重力式コンクリートダム
ダム高	140.0 m
総貯水容量	60,500,000 m ³
堆砂容量	10,000,000 m ³
洪水調節容量	20,000,000 m ³
常時満水位	EL. 454.0 m (10月1日～6月30日)
制限水位	EL. 440.6 m (7月1日～9月30日)
堆砂位	EL. 403.7 m
計画高水量	2,200 m ³ /s
計画放流量	670 m ³ /s
湛水面積	1.7 km ²
集水面積	254 km ²

1-2 計画の種類と目的

1) 草木ダムがない場合

既設の発電取水用の沢入湛堤のみによる、上流河床の上昇を調べるためのもので、あわせて、沢入堰堤下流の河床変動状況も計算する。

2) 草木ダムを築造し、狭窄部を現状のまま残した場合

草木貯水池の堆砂形状によらず狭窄部および沢入堰堤の影響を調べるためのものである。

3) 草木ダムを築造し、狭窄部を開窄した場合

狭窄部を人工的に掘削し、河道巾を拡げることによって、貯水池の堆砂形状がどのように変化するかを、前項と比較して調べるためのものである。

第2章 計 算 方 法

貯水池の堆砂は、多くの要因に支配される複雑な現象で、堆砂分布形状を適確に推定することはきわめて困難である。

特に、草木貯水池は、図-1、図-2、付図-1に示すように貯水池内に極端な狭窄部があり、さらに貯水池末端に既設ダムが存在し、特殊な形態をなしているの、普通の貯水池で用いられている経験的手法¹⁾²⁾³⁾を適用することは不適当と考えられる。さらに、検討の目的が、主として貯水池末端付近の河床上昇を調べることにあるので、掃流土砂を対象にした河床変動計算⁴⁾をおこなった。

一般に河床変動計算は次の3つの基礎式によっておこなうが、貯水池の場合も同様である。

不等流の運動方程式

$$-i - \frac{dH}{dx} + \frac{\alpha Q^2}{2g} \frac{d}{dx} \left(\frac{1}{A} \right) + \frac{dH_f}{dx} = 0 \quad \dots\dots\dots (1)$$

流砂の連続式

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{1}{(1-\lambda)} \frac{\partial Q_s}{\partial x} = 0 \quad \dots\dots\dots (2)$$

掃流砂量公式

$$q_s/u_* d = f \{ u_*^2 / (v/\rho - 1) g d \} \quad \dots\dots\dots (3)$$

2-1 流 量

流水の境界条件として(1)式のQ、すなわち流量を与えなければならない。実際に計算する場合には、(2)式の ∂t に相当する微小時間 Δt の間は、流水が定常的であると仮定して、 Δt 時間内の平均流量 $\bar{Q}$ を用いる。

したがって、将来の堆砂形状を推定するためには、流量時系列の予測が必要である。これに対する手法としては、時系列論的に流量変動を分析し将来値を予測するか、あるいは実績を統計的に処理して、短期間(たとえば年間)の平均的な時系列を求めるか、さらに過去の流量記録をそのままの形で用いるなどの方法がある。

実測資料に乏しい本計算では、第1番目の解析は難しく、第2番目の方法は短期間の計算で予測する場合に適するが、本計画では、長期の計算が可能であることから、第3番目の方法を用いる。草木ダムでは、500 m³/s 以下の洪水はS24~S39年(内38年は欠測)の15年間の日流量記録があり、500 m³/s 以上の洪水は時間流量の記録がある。そこで、この15年間の流量記録を2回繰返して30年間の推定計算をおこなう。

計算の対象とした流量の下限は1/5 m³/s である。

15年間の流量時系列を付表-1に示す。

2-2 貯 水 位

同じく流水の境界条件として、(1)式のH、すなわち貯水位を与えなければならない。

貯水位の変動は、年間の貯水池ルール、カーブを基準とし、さらに、500 m³/s 以上の洪水は貯留による水位変動を考慮し、それぞれ $\bar{Q}$ に対応して付表-1に示す。

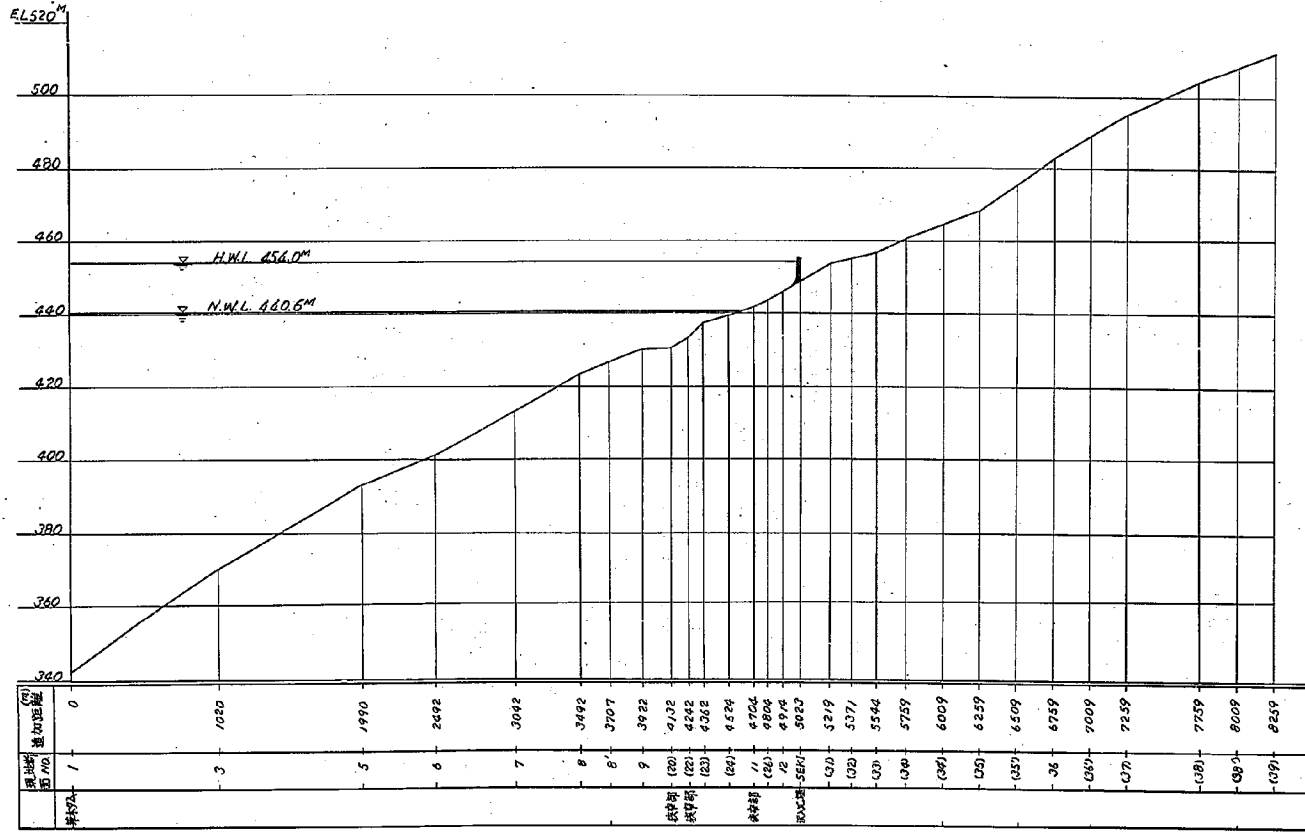
2-3 計 算 断 面

河道の横断面は、ダム地点より上流8,259 kmまでの間に、計算の近似性を考慮し、河道の形

图-1 草木貯水池付近平面图



图-2 革木貯水池縦断面图



状特性をそこなわないように、29ヶ所の計算断面を選定する。(図-1, 2, 付図-1参照)。

横断面形状は計算の便宜上、実測断面積に等しい梯形断面に置換える。

さらに、横断面の堆砂面は水平と仮定し、縦断面形状は2次的に取扱う。狭窄部は $\delta 20 \sim \delta 22$ 断面の100m区間と $\delta 11$ 断面付近の約30m区間であって、それぞれ、貯水池末端の沢入堤から下流へ約0.3km、および0.8kmの地点にみられる。沢入堤は $\delta 28$ 断面で、計算においては現在設置されているゲートは全閉状態で固定するものと仮定する。

2-4 背水計算式

不等流の運動方程式(1)を、階差式に置換えた次式によって計算をおこなう。

$$\frac{\alpha \bar{Q}^2}{2g} \cdot \frac{1}{\Delta x} \left(\frac{1}{A_1^2} - \frac{1}{A_2^2} \right) + \frac{H_1 - H_2}{\Delta x} - \frac{n^2 \bar{Q}^2}{2} \left(\frac{1}{R_1^4 A_1^2} + \frac{1}{R_2^4 A_2^2} \right) = 0 \quad (4)$$

ここに $H_1, A_1, R_1, \dots$: 上流側断面の水位, 断面積, 経深 (m)

$H_2, A_2, R_2, \dots$: 下流側断面の " " " (m)

Δx : 断面区間距離 (m)

$\bar{Q}$: 流量 (m^3/s)

α : 流速分布補正係数 (1.1)

n : Manningの粗度係数

ただし、流れが射流状態、すなわちフルード数 $Fr = Q / A \sqrt{gh}$ が1より大きくなる断面の水位計算は、等流計算による。

本計算における n の値は、昭和41年9月24日の26号台風による洪水痕跡から推定された値、 $n = 0.045$ を用いる。

2-5 掃流砂量公式

次の佐藤-吉川-芦田公式を用いる。

$$q_s = \varphi \cdot f(\tau/\tau_c) (t/\rho)^{3/2} / \left(\frac{\sigma}{\rho} - 1 \right) g \quad (5)$$

ここに q_s : 単位巾, 単位時間あたりの掃流砂量 (m^3/s)

φ : 0.623 $n \geq 0.025$

$0.623(40n)^{-3.5}$ $n < 0.025$

τ_c : 限界掃流力, 一般に $\tau_c = k \cdot d^n$ (k, n : 常数, d : 粒径) で与えられる。

岩垣の実験公式を用いると $\tau_c = 0.809d$ (ただし $d \geq 0.00303m$, d = 砂礫の粒径)

τ : 掃流力, $\tau = \rho n^2 g Q^2 / A^2 R^{1/3}$

σ : 砂礫の密度 (2.65とする)

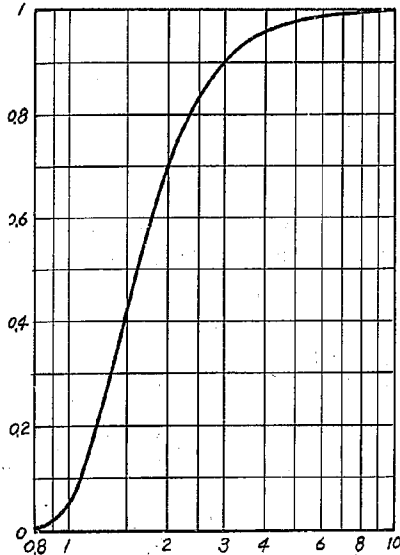
ρ : 水の密度

$f(\tau/\tau_c)$: τ/τ_c の関数であって図-3に示す。

本計算においては、草木ダム上流流域の砂防計画より、年間流出土砂量を10万 m^3 に制限するという条件のもとに、河床変動計算の試算をおこなって、30年間の平均年間堆砂量が

10万 m^3 (流出土砂はすべて掃流土砂とみなし、安全をみて全部堆砂するものとする)になるように q_B の値を補正した。

図-3 佐藤・吉田・芦田公式における F と τ_0/τ_c との関係



2-6 砂礫の粒径

砂礫の粒径 d は、実河川において一つの平均粒径で代表させることは無理である。

そこで、フルイ分けの結果から、粒度をいくつかの段階に区分し、それぞれの区分の中間値をもって、その区分の粒径を代表させる。すなわち、代表粒径 d_i に対するそれぞれの掃流砂量を q_{B_i} とし、粒径 d_i の混合比を m_i とすれば、各断面の掃流砂量は次式であらわされる。

$$Q_B = \sum_i m_i \cdot q_{B_i} \cdot B \quad (6)$$

ここで Q_B, q_{B_i} : 単位は m^3/s 。

B : 河床巾(m)

本計算においては、現地の粒度試験結果から、表-1に示すような粒度区分を求め、これを使用する。

表-1 粒 度 区 分

粒 径	N_1 (%)	N_2 (%)	N_3 (%)	計算使用平均値 粒 径 (%)
0.6 mm	15.5	14.5	18.5	0.6 mm 16.2
1.85 mm	8.0	7.5	9.5	1.85 mm 8.3
3.75 mm	7.0	7.5	10.0	3.75 mm 8.2
7.5 mm	9.0	10.0	10.5	7.5 mm 9.8
15.0 mm	14.5	13.5	11.5	15.0 mm 13.2
30.0 mm	19.0	15.0	14.0	30.0 mm 16.0
60.0 mm	17.5	20.0	16.0	60.0 mm 17.8
80.0 mm	9.5	12.0	10.0	80.0 mm 10.5
$\Sigma 100.0\%$				

2-7 河床変動計算式

流砂の連続式(2)を、階差式に置換えた次式によって、隣接する二つの断面間の河床変動量 ΔA (m^2)を計算する。

$$\Delta A = \frac{1}{(1-\lambda)} \cdot \frac{\Delta Q_B}{\Delta X} \cdot \Delta t \quad (7)$$

$$\Delta Q_B = Q_{B1} - Q_{B2} \quad (8)$$

ことに Q_{s1} : 上流側断面における掃流砂量 (m^3/s)
 Q_{s2} : 下流側断面に " " (m^3/s)
 ΔX : 断面間距離 (m)
 Δt : 平均流量 $\bar{Q}$ の継続時間 (sec) 次項で説明する。
 λ : 砂礫の空隙率 (0.4 とする。)

(7)式によって求められた ΔA を、当該計算区間の下流側断面の、その時点までの河床変動量 $A_{t+\Delta t}$ とする。

$$A_{t+\Delta t} = A_t + \Delta A$$

$A_{t+\Delta t}$ に対応するその断面の河床変動高 ΔZ を求める。 $\Delta A > 0$ の時は堆積を表わし、 $\Delta A < 0$ の時は洗掘を表わす。洗掘に対する条件として、河床の基岩あるいは非浸触構造物がある場合は、非浸触の限界として洗掘限界河床高を与える。本計算では、全区間にわたり原河床から 2 m 下に基岩があるものとして、洗掘限界を設定する。沢入堰堤断面 2.8 においては、越流頂の標高 E.L. 4 5.5 m をもって洗掘限界とする。

2-8 微小時間 Δt (7) 式の Δt

貯水池の河床変動量は、一般河川に比べて著しく大きいから、 Δt をかなり小さくしないと、 Δt 時間の変動量 ΔA (7 式) が大きくなり、実際の現象に適應しなくなる。

この場合、大流量では Δt を小さく、小流量では大きくとり、なるべく Δt 時間内の河床変動高 ΔZ がその地点の水深の 30 % 以下になるようにする。

草木ダムの貯水池内には狭窄部が 2 ケ所、堰堤が 1 ケ所あるため貯水池断面形状の変化が著しく、水量も急激に変化するから、各断面ごとの掃流量の差が非常に大きい。したがって、 Δt をとくに小さくとらないと、 Δt 時間の河床の変動高が大きくなりすぎて上記の条件を満足しなくなる。

試算によって検討した結果、 Δt と $\bar{Q}$ との関係を次のように決定し、これにもとづいて流量時系列を付表-1 のように分割した。

$15 m^3/s \leq Q < 50 m^3/s$		$\Delta t = 1 \text{ day}$
$50 m^3/s \leq Q < 200 m^3/s$		$\Delta t = \frac{1}{4} \text{ day}$
$200 m^3/s \leq Q < 1,000 m^3/s$		$\Delta t = \frac{1}{8} \text{ day}$
$1,000 m^3/s \leq Q < 1,500 m^3/s$		$\Delta t = \frac{1}{16} \text{ day}$
$1,500 m^3/s \leq Q$		$\Delta t = \frac{1}{32} \text{ day}$

第3章 計 算 結 果

3-1 草木ダムがない場合

図一4に示すように、沢入堰堤による背砂の影響は、 $\Delta 3.6'$ 断面付近までの約2 Kmにおよび、現河床勾配 $1/50$ に対し $1/65$ になり、その後はこの平衡勾配を保つ。この区間の堆砂量は約70万 m^3 となる。しかし、本計算は、沢入堰堤に現在設置されているゲートを全閉するという仮定にもとづいているから、もし将来においてゲート操作をおこなうとか、またはゲートを撤去してしまうようになれば、沢入堰堤上流の河床高は計算値より低下するであろう。

沢入堰堤から下流は全般に多少の洗掘がみられる。しかし、河床の経年変動は、わずかな洗掘と堆積との繰返しがみられ、ほとんど現状河道で平衡が保たれているものと考えられる。

3-2 草木ダムを築造し、狭窄部を現状のまま残した場合と、狭窄部を開削した場合との比較

図一5に示すように、狭窄部(2ヶ所)の付近において堆砂形状に急激な変化はみとめられない。

同じく図一5の堆砂形状において、狭窄部が現状のままの場合と、狭窄部を付図に示すような形に拡巾した場合とを比較してみると、堆砂形状に著しい相異は認められない。

このようなことから、これらの狭窄部は貯水池の堆砂形状に著しい影響をおよぼさず、狭窄部を掘削して拡巾しても、堆砂形状に顕著な変化はみとめられないということが言える。

3-3 草木貯水池における堆砂形状の経年変化

前項で、狭窄部を掘削拡巾したほとんどないことがわかった。そこで、狭窄部は現状のままとし、草木貯水池における^(効果は)30年間の堆砂形状を計算し、図一6および表一2に示す。

この結果から次のことが言える。

(1) 沢入堰堤が満砂するまでの経過、および満砂の状態は3-1草木ダムがない場合と同じである。

(2) 草木貯水池内の堆砂の過程は、最初、段丘が貯水位の生起頻度が卓越している制限水位 E.L. 440.6mと原河床との交点付近($\Delta 2.4$ 断面付近)に発生し、その後、段丘の肩は経年とともにほとんど水平に前進する。

段丘の移動速度は時間が経つにつれ遅くなる。この経過は一般にみられる堆砂現象である。

(3) 草木貯水池の背砂の影響が、丁度沢入堰堤の越流頂 E.L. 455mに達するのはおよそ20年後でこれまでの期間に沢入堰堤下流の堆砂量は約140万 m^3 となり、堰堤上流の堆砂約70万 m^3 と合すると総堆砂量は約210万 m^3 に達する。

この後は、草木貯水池の背砂の影響は沢入堰堤の上流へおよぶ。

(4) 河床上昇の速さは、図一7に示すように時間の経過と共に遅くなる。

(5) 堆砂面勾配は時間の経過と共に緩くなり、現河床勾配 $1/50$ に対し、20年経過後ではおよそ $1/65$ になる。

(6) 15年目の堆砂量は約135万 m^3 、30年目の堆砂量は約310万 m^3 となる。

図-4 草木地点自然河床堆定縦断形状図

—— 15年経過の堆定河床

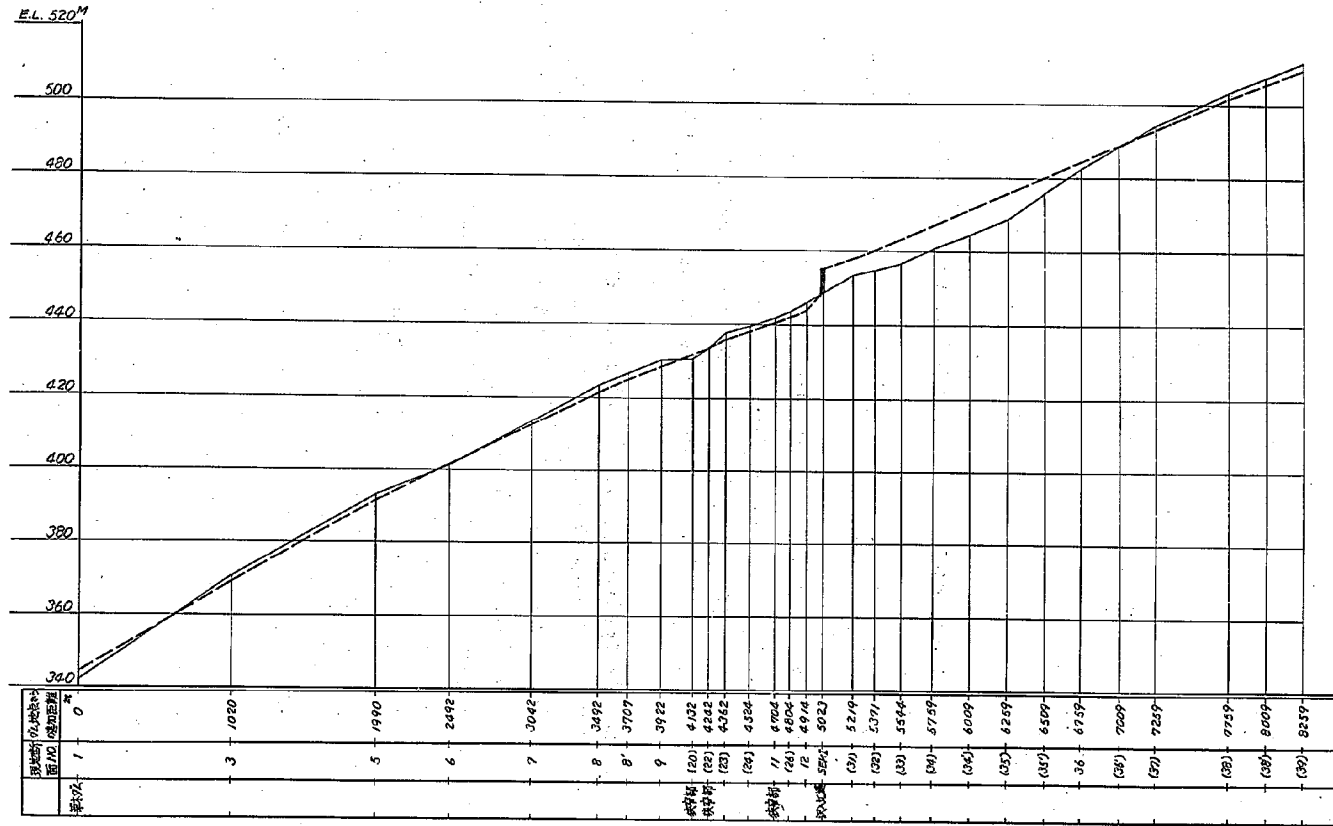


図-5 草木貯水池推砂縦断形状比較図

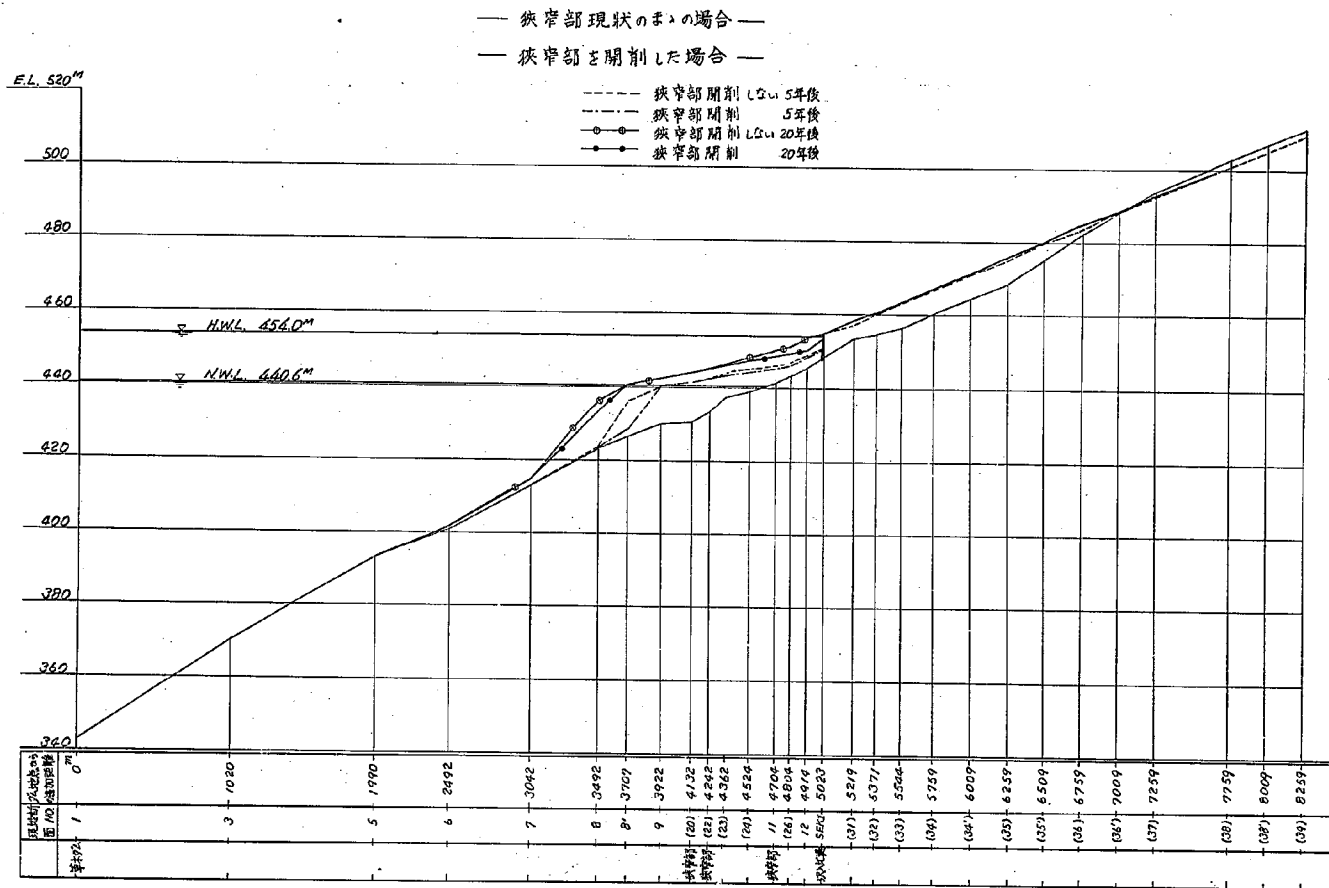
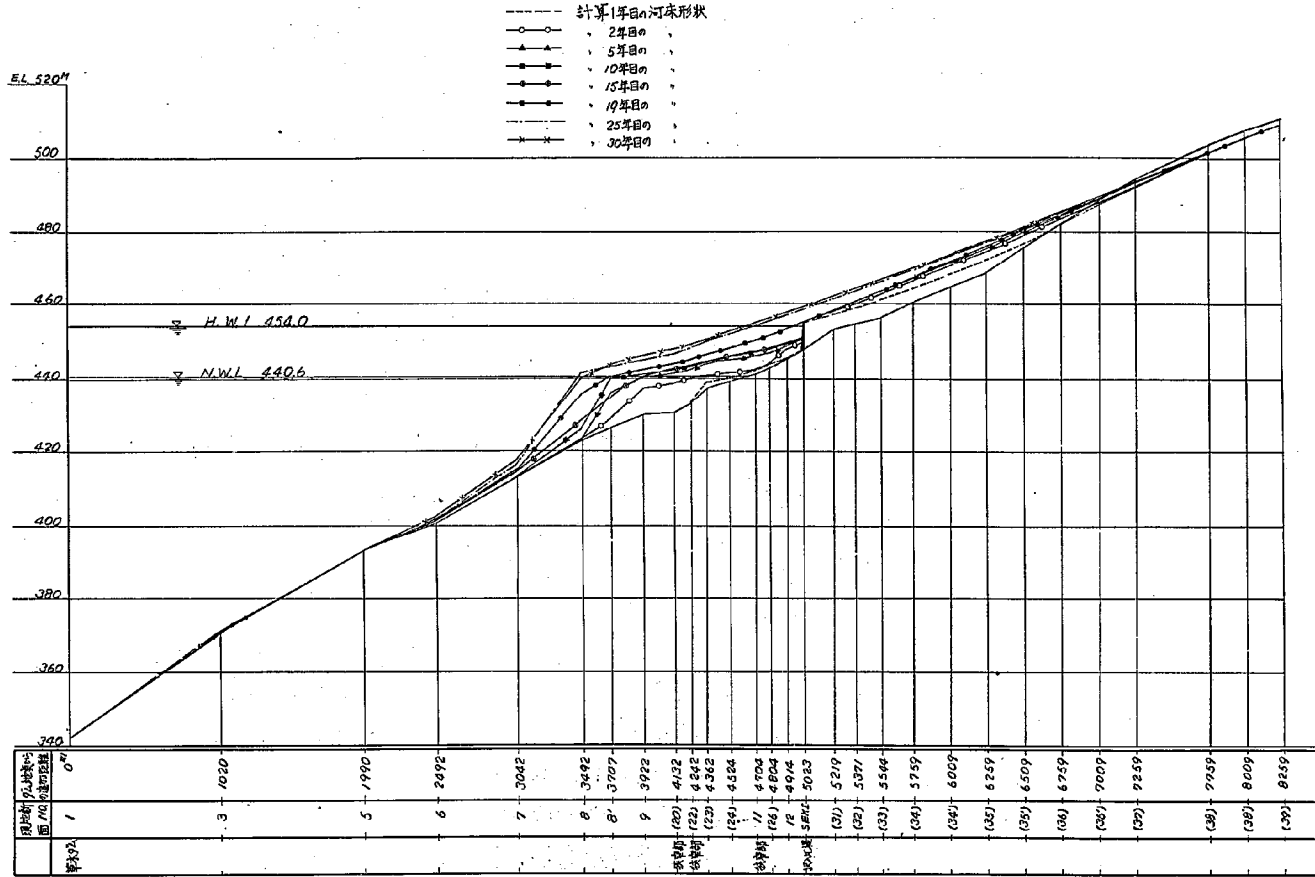
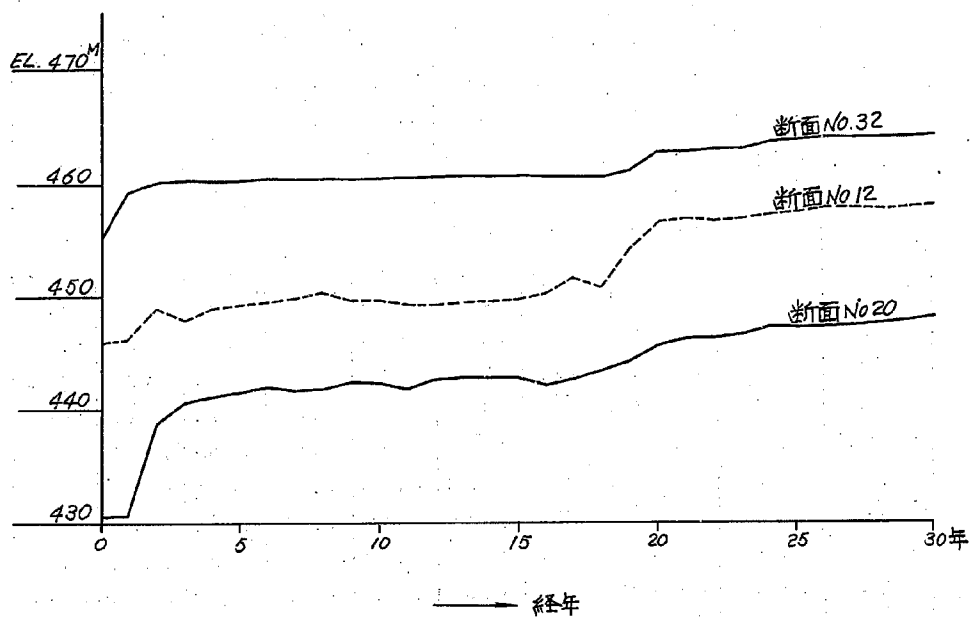


図 6 草木貯水池堆砂縦断形状経年変化図





図一7 各断面の河床上昇経年変化図

表一2 a 草木貯水池各年堆砂縦断形状

断面 No	追加距離 (M)	現河床高 EL (M)	1年目 河床高 EL (M)	2年目 河床高 EL (M)	3年目 河床高 EL (M)	4年目 河床高 EL (M)	5年目 河床高 EL (M)	6年目 河床高 EL (M)	7年目 河床高 EL (M)
1	0	342.5	342.5	342.5	342.5	342.5	342.5	342.5	342.5
3	1020	370.4	370.4	370.4	370.4	370.4	370.4	370.4	370.4
5	1990	393.0	393.0	393.0	393.0	393.0	393.0	393.0	393.0
6	2492	401.0	401.0	401.0	401.0	401.0	401.0	401.0	401.0
7	3042	413.0	413.0	413.0	413.0	413.0	413.0	413.1	413.1
8	3492	423.0	423.0	423.0	423.3	423.4	423.4	425.7	425.7
8'	3707	426.5	426.5	428.7	428.5	430.4	436.1	434.9	435.1
9	3922	430.0	430.0	437.5	439.8	439.4	440.5	440.0	440.5
(20)	4132	430.6	430.6	438.7	440.5	441.1	441.5	441.9	441.6
(22)	4242	433.1	433.1	440.3	441.2	442.0	442.7	443.1	442.9
(23)	4362	437.6	439.1	441.1	442.2	443.4	444.1	444.3	444.5
(24)	4524	439.4	440.6	441.9	443.5	445.0	445.2	445.7	445.7
11	4704	441.7	443.0	442.8	444.8	446.0	446.2	447.2	447.1
(26)	4804	443.3	444.3	444.6	445.9	446.8	447.1	448.2	448.1
12	4914	445.8	446.1	448.8	447.9	448.9	449.2	449.4	449.8
沢入堰堤	5023	455.0	455.0	455.0	455.0	455.0	455.0	455.0	455.0
(31)	5219	453.6	457.2	457.4	457.5	457.5	457.6	457.7	457.8
(32)	5371	454.9	459.1	460.0	460.2	460.2	460.2	460.4	460.3
(33)	5544	456.5	461.3	462.7	462.9	463.1	463.2	463.3	463.3
(34)	5759	460.5	464.3	466.2	466.6	466.7	466.9	467.0	467.0
(34')	6009	464.5	468.2	470.3	470.7	471.1	471.3	471.4	471.3
(35)	6259	468.5	472.5	474.5	475.1	475.3	475.5	475.6	475.7
(35')	6509	475.5	477.1	479.0	479.4	479.8	480.1	480.2	480.1
(36)	6759	482.6	482.1	483.4	483.9	484.2	484.1	484.3	484.4
(36')	7009	488.4	487.1	487.9	488.4	488.6	488.9	489.0	488.8
(37)	7259	494.2	492.2	492.4	492.7	492.9	493.0	493.0	493.1
(38)	7759	503.6	501.6	501.6	501.6	501.6	501.6	501.7	501.6
(38')	8009	507.5	505.8	505.9	505.8	505.7	505.9	505.7	505.7
(39)	8259	511.4	509.7	509.8	509.7	509.6	509.8	509.6	509.6

表一2 b 草木貯水池各年堆砂縦断形状

断面 No	遞加距離 (M)	8年目 河床高 EL(M)	9年目 河床高 EL(M)	10年目 河床高 EL(M)	11年目 河床高 EL(M)	12年目 河床高 EL(M)	13年目 河床高 EL(M)	14年目 河床高 EL(M)	15年目 河床高 EL(M)
1	0	342.5	342.5	342.5	342.5	342.5	342.5	342.5	342.5
3	1020	370.4	370.4	370.4	370.4	370.4	370.4	370.4	370.8
5	1990	393.0	393.0	393.0	393.0	393.0	393.0	393.0	393.0
6	2492	401.0	401.0	401.0	401.0	401.0	401.0	401.0	401.7
7	3042	413.1	413.1	413.1	413.1	413.3	413.5	413.5	414.5
8	3492	425.7	425.7	426.3	427.4	428.1	428.2	428.4	428.3
8'	3707	435.1	438.6	440.3	440.7	439.8	439.2	439.0	435.7
9	3922	440.7	441.1	441.3	441.9	441.9	441.9	441.8	441.0
(20)	4132	441.8	442.3	442.3	441.7	442.5	442.7	442.7	442.7
(22)	4242	442.9	443.4	443.3	443.2	443.3	443.5	443.6	443.8
(23)	4362	444.5	444.7	444.7	445.1	444.8	444.7	444.8	444.9
(24)	4524	446.0	446.0	445.9	445.7	446.0	445.9	445.8	446.1
11	4704	447.8	447.4	447.2	446.5	446.8	447.0	447.3	447.3
(26)	4804	448.8	448.3	448.0	447.3	447.6	448.0	448.0	448.3
12	4914	450.3	449.5	449.5	449.2	449.1	449.3	449.5	449.6
沢入堰堤	5023	455.0	455.0	455.0	455.0	455.0	455.0	455.0	455.0
(31)	5219	457.8	457.7	457.8	457.7	457.9	457.8	457.8	457.8
(32)	5371	460.3	460.3	460.3	460.4	460.4	460.5	460.5	460.5
(33)	5544	463.4	463.4	463.4	463.4	463.4	463.3	463.4	463.5
(34)	5759	466.9	467.1	467.1	467.1	467.1	467.2	467.1	467.2
(34')	6009	471.4	471.6	471.5	471.5	471.5	471.4	471.6	471.6
(35)	6259	475.7	475.8	475.9	475.8	475.8	476.0	475.8	475.9
(35')	6509	480.2	480.3	480.2	480.2	480.3	480.2	480.5	480.4
(36)	6759	484.6	484.4	484.7	484.6	484.3	484.8	484.7	484.7
(36')	7009	488.8	488.8	489.0	488.9	489.0	489.1	489.1	489.1
(37)	7259	493.2	493.2	493.2	493.1	493.2	493.2	493.3	493.4
(38)	7759	501.6	501.6	501.6	501.6	501.6	501.6	501.6	501.6
(38')	8009	505.7	505.8	505.7	505.6	505.7	505.7	505.7	505.6
(39)	8259	509.6	509.7	509.6	509.5	509.6	509.6	509.6	509.5

表一2c 草木貯水池各年堆砂縦断形状

断面 No.	通加距離 (M)	16年目 河床高 EL(M)	17年目 河床高 EL(M)	18年目 河床高 EL(M)	19年目 河床高 EL(M)	20年目 河床高 EL(M)	21年目 河床高 EL(M)	22年目 河床高 EL(M)	23年目 河床高 EL(M)
1	0	342.5	342.5	342.5	342.5	342.5	342.5	342.5	342.5
3	1020	370.8	370.8	370.8	370.8	370.8	370.8	370.8	370.8
5	1990	393.0	393.0	393.0	393.0	393.0	393.0	393.0	393.0
6	2492	401.7	401.7	401.7	401.7	401.7	401.7	401.7	401.7
7	3042	415.0	415.0	415.1	415.1	415.1	415.5	415.6	415.6
8	3492	429.4	434.2	435.2	436.1	440.0	439.8	439.9	440.0
8'	3707	440.1	440.7	440.9	440.8	441.5	442.0	442.0	442.0
9	3922	441.2	441.9	442.2	442.6	443.7	444.1	444.4	444.5
(20)	4132	442.0	442.6	443.4	444.2	445.5	446.1	446.2	446.4
(22)	4242	443.1	443.5	444.3	445.5	447.0	447.5	447.6	448.1
(23)	4362	444.4	444.7	445.8	446.7	449.5	449.5	449.5	449.6
(24)	4524	445.4	445.8	447.0	448.3	451.0	451.4	451.6	451.5
11	4704	446.5	447.3	448.7	450.5	453.0	453.3	453.8	453.6
(26)	4804	447.9	448.8	449.5	451.8	454.4	454.8	455.1	455.1
12	4914	450.2	451.5	450.7	454.1	456.3	456.7	456.5	456.7
沢入堰樊	5023	455.0	455.0	455.0	455.2	457.3	457.9	458.0	457.9
(31)	5219	457.8	457.7	457.8	458.5	460.3	460.6	460.7	460.7
(32)	5371	460.4	460.4	460.4	461.0	462.6	462.6	462.8	462.9
(33)	5544	463.4	463.4	463.4	463.6	464.9	465.4	465.3	465.3
(34)	5759	467.1	467.1	467.2	467.4	468.3	468.3	468.5	468.6
(34')	6009	471.6	471.6	471.6	471.6	472.2	472.6	472.5	472.5
(35)	6259	475.8	475.7	476.0	476.1	476.3	476.3	476.5	476.6
(35')	6509	480.4	480.4	480.4	480.5	480.6	480.6	480.8	480.7
(36)	6759	484.6	484.5	484.7	484.9	484.7	484.8	484.8	485.1
(36')	7009	489.0	489.1	489.2	489.2	489.1	489.2	489.3	489.2
(37)	7259	493.2	493.2	493.2	493.4	493.3	493.4	493.4	493.5
(38)	7759	501.6	501.6	501.6	501.7	501.7	501.6	501.6	501.6
(38')	8009	505.8	505.8	505.6	505.6	505.8	505.8	505.7	505.7
(39)	8259	509.7	509.7	509.5	509.5	509.7	509.7	509.6	509.6

表一2 d 草木貯水池各年堆砂縦断形状

断面 No	通加距離 (M)	24年目 河床高 EL(M)	25年目 河床高 EL(M)	26年目 河床高 EL(M)	27年目 河床高 EL(M)	28年目 河床高 EL(M)	29年目 河床高 EL(M)	30年目 河床高 EL(M)	
1	0	342.5	342.5	342.5	342.5	342.5	342.5	342.5	
3	1020	370.8	370.8	370.8	370.8	370.8	370.8	371.1	
5	1990	393.0	393.0	393.0	393.0	393.0	393.0	393.1	
6	2492	401.7	401.7	401.7	401.7	401.8	401.8	402.9	
7	3042	416.0	416.6	417.0	417.3	417.4	417.6	417.6	
8	3492	441.5	442.0	442.6	442.4	442.4	442.2	440.5	
8'	3707	443.1	443.7	444.0	444.2	444.1	444.2	444.0	
9	3922	445.0	445.5	445.7	446.0	446.1	446.2	446.6	
(20)	4132	447.2	447.0	447.2	447.3	447.4	447.7	448.1	
(22)	4242	448.4	448.7	448.7	448.7	449.0	449.1	449.4	
(23)	4362	450.1	450.4	450.8	450.8	450.5	450.6	450.9	
(24)	4524	452.2	452.4	452.6	452.7	452.9	452.8	453.0	
11	4704	453.9	454.3	454.3	454.4	454.7	454.7	454.6	
(26)	4804	455.6	455.9	456.1	456.2	456.2	456.2	456.3	
12	4914	457.2	457.3	457.6	457.7	457.5	457.6	457.8	
沉入堰堤	5023	458.9	458.9	459.3	459.3	459.2	459.2	459.3	
(31)	5219	461.4	461.6	461.6	461.8	461.8	461.8	462.0	
(32)	5371	463.5	463.7	463.9	463.8	463.9	463.9	464.1	
(33)	5544	466.0	466.2	466.2	466.4	466.4	466.5	466.6	
(34)	5759	469.2	469.4	469.6	469.5	469.6	469.5	469.7	
(34')	6009	473.0	473.2	473.3	473.4	473.4	473.5	473.6	
(35)	6259	477.0	477.2	477.3	477.2	477.3	477.3	477.5	
(35')	6509	481.1	481.2	481.3	481.4	481.4	481.5	481.7	
(36)	6759	485.1	485.4	485.4	485.4	485.5	485.5	485.7	
(36')	7009	489.4	489.3	489.4	489.6	489.6	489.8	489.8	
(37)	7259	493.5	493.5	493.5	493.5	493.5	493.6	493.7	
(38)	7759	501.6	501.6	501.6	501.6	501.6	501.7	501.7	
(38')	8009	505.7	505.5	505.5	505.6	505.6	505.6	505.6	
(39)	8259	509.6	509.4	509.4	509.5	509.5	509.5	509.5	

第4章 結 論

- (1) 沢入堰堤が満砂するまでの過程、および満砂の平衡状態は草木貯水池の有無に関係なく、同堰堤に設置されているゲートを全閉にするという仮定のもとにおいては、満砂時の背砂終端は $\Delta 36'$ 断面付近におよび、堆砂量は約70万 m^3 となる。
- (2) 草木貯水池の狭窄部は、貯水池の堆砂形状に著るしい影響をおよぼさない。狭窄部を掘削して拡巾しても、堆砂形状に顕著な変化はみとめられず、狭窄部拡巾の効果はほとんどない。
- (3) 草木貯水池において、段丘は制限水位 $EL. 440.6m$ と原河床との交点 $\Delta 24$ 断面付近に発生し、段丘の肩は経年と共にほとんど水平に前進する。
- (4) 草木貯水池の背砂の影響が、沢入堰堤の天端 $EL. 455m$ に達するのはおよそ20年後であり、これまでの期間に草木貯水池内に堆積する土砂は約140万 m^3 となる。
- (5) 堆砂面勾配は経年と共に緩くなり、現河床勾配 $1/50$ に対して20年経過後はおよそ $1/65$ になる。
- (6) 草木貯水池の背砂による河床上昇の速さは、経年と共に遅くなるとはいえ、20年経過後において河床掘削等の処理をおこなわないと、河床高は沢入堰堤天端以上に上昇し、背砂の影響は $\Delta 36'$ 断面付近より上流におよぶ。

あ と が き

本報文は、昭和42年度、43年度に実施した計算を最終的にまとめたものである。計算量は予備的な試算も含めると膨大になるが、試算の途中過程はとくに必要がないのでこゝには集録しなかった。

本計算に当っては、水資源公団草木ダム建設所の荒木所長をはじめ、鈴木副所長、広沢調査設計課長に御協力をいただいたことを厚く感謝する次第である。

参 考 文 献

- 1) 吉良八郎：貯水池の堆砂面勾配について、香川大学農学部学術報告，Vol.13，No.1，1961
- 2) W.M. Borlond，C.R. Miller：Distribution of sediment in large reservoirs，Proc. A. S. C. E. Vol. 9，No. 1，1967，
- 3) 江崎一博：貯水池の推砂に関する研究，土木研究所報告，No. 129，1966
- 4) 川村，江崎，山岸，中沢：電子計算機を用いる貯水池内の掃流砂堆積形状推定計算法について，土木技術資料，Vol. 9，No. 1，1967

付 表 ・ 付 図

C

○

付表 草木貯水池流量時系列表

年	流 量 Q (m ³ /sec)	時 間 Δt (sec)	貯 水 位 H (EL.M)	年	流 量 Q (m ³ /sec)	時 間 Δt (sec)	貯 水 位 H (EL.M)
24	34.1	86,400	454.0	24	442.1	10,800	440.6
(1年目)	58.8	"	"	(1年目)	190.7	21,600	"
	22.5	"	"		"	"	"
	102.3	21,600	448.9		"	"	"
	"	"	"		"	"	"
	"	"	"		33.4	86,400	"
	"	"	"		29.0	"	"
	32.7	86,400	446.8		30.3	"	"
	23.7	"	"		30.9	"	"
	22.0	"	"		51.4	"	423.2
	106.0	21,600	444.8		45.2	"	"
	"	"	"		20.3	"	440.6
	"	"	"		20.9	"	"
	"	"	"		176.9	21,600	"
	35.3	86,400	442.7		"	"	"
	32.2	"	"		"	"	"
	27.3	"	"		"	"	"
	33.9	"	"		187.2	"	"
	36.9	"	"		"	"	"
	30.7	"	440.6		"	"	"
	27.5	"	"		"	"	"
	22.3	"	"		73.0	43,200	"
	25.9	"	"		"	"	"
	21.3	"	"		45.8	86,400	"
	23.8	"	"		36.8	"	"
	61.3	"	"		32.5	"	"
	31.8	"	"		26.6	"	"
	24.9	"	"		100.0	28,800	447.3
	23.8	"	437.2		347.5	"	"
	25.2	"	"		758.0	18,000	"
	24.3	"	"		1933.3	5,400	"
	21.5	"	"		"	"	"
	38.5	"	440.6		1216.7	"	"
	442.1	10,800	"		"	"	"
	"	"	"		428.3	21,600	"
	"	"	"		98.3	43,200	"
	"	"	"		846.7	14,400	443.3
	"	"	"		"	"	"
	"	"	"		"	"	"
	"	"	"		"	"	"

付表 草木貯水池流量時系列表

年	流 量	時 間	貯 水 位	年	流 量	時 間	貯 水 位
	Q (m ³ /sec)	Δt (sec)	H (EL. M)		Q (m ³ /sec)	Δt (sec)	H (EL. M)
24	846.7	14,400	443.3	24	82.8	43,200	449.7
(1年目)	"	"	"	(1年目)	"	"	"
	312.7	21,600	"		27.9	86,400	"
	"	"	"		42.3	"	"
	"	"	"		26.3	"	"
	"	"	"		21.6	"	450.5
	272.7	"	440.6		32.0	"	448.9
	"	"	"		26.0	"	"
	"	"	"		22.2	"	449.9
	"	"	"		20.7	"	"
	143.3	"	"		22.7	"	"
	"	"	"		"	"	453.7
	"	"	"		24.9	"	"
	"	"	"		22.3	"	"
	72.1	43,200	"		23.5	"	"
	"	"	"	25	45.1	"	444.1
	47.4	86,400	"	(2年目)	25.3	"	443.6
	39.5	"	"		22.1	"	444.8
	46.6	"	"		143.1	21,600	454.0
	29.0	"	"		"	"	"
	29.3	"	"		"	"	"
	29.9	"	"		"	"	"
	29.3	"	"		278.9	"	"
	34.7	"	"		"	"	"
	32.8	"	"		"	"	"
	28.3	"	439.9		"	"	"
	27.6	"	"		34.0	86,400	"
	27.2	"	"		25.0	"	"
	23.3	"	"		20.1	"	"
	22.2	"	440.6		22.3	"	"
	21.2	"	"		21.2	"	"
	33.0	"	"		41.7	"	"
	27.9	"	"		94.3	43,200	"
	31.7	"	"		"	"	"
	25.0	"	440.7		34.7	86,400	"
	22.5	"	"		22.1	"	"
	107.7	21,600	441.3		20.3	"	"
	"	"	"		67.4	43,200	"
	"	"	"		"	"	"
	"	"	"		24.2	86,400	"

付表 草木貯水池流量時系列表

年	流 量	時 間	貯 水 位	年	流 量	時 間	貯 水 位
	Q (m³/sec)	Δt (sec)	H (EL. M)		Q (m³/sec)	Δt (sec)	Δt (EL. M)
25	20.7	86,400	452.1	25	22.8	86,400	440.6
(2年目)	26.8	"	"	(2年目)	36.4	"	440.5
	25.5	"	"		34.4	"	"
	35.3	"	"		28.3	"	435.0
	26.3	"	450.2		22.3	"	"
	22.5	"	"		327.9	10,080	440.8
	22.5	"	"		"	"	"
	"	"	"		"	"	"
	28.0	"	"		"	"	"
	255.0	21,600	447.8		"	"	"
	"	"	"		400.0	14,400	"
	"	"	"		"	"	"
	"	"	"		337.1	12,600	"
	147.6	"	"		"	"	"
	"	"	"		316.3	14,400	"
	"	"	"		"	"	"
	"	"	"		174.3	12,600	"
	122.0	"	"		"	"	"
	"	"	"		359.7	10,800	440.6
	"	"	"		"	"	"
	"	"	"		"	"	"
	180.7	"	"		"	"	"
	"	"	"		"	"	"
	"	"	"		"	"	"
	"	"	"		"	"	"
	"	"	"		117.7	21,600	"
	"	"	"		"	"	"
	"	"	"		"	"	"
	49.4	86,400	445.4		"	"	"
	41.5	"	"		99.0	43,200	"
	32.8	"	"		"	"	"
	30.0	"	"		98.0	"	"
	23.9	"	"		"	"	"
	22.7	"	443.0		93.3	"	"
	20.2	"	"		"	"	"
	22.5	"	"		227.1	21,600	"
	21.7	"	440.6		"	"	"
	25.6	"	"		"	"	"
	21.0	"	"		"	"	"

付表 草木貯水池流量時系列表

年	流 量	時 間	貯 水 位	年	流 量	時 間	貯 水 位
	Q (m ³ /sec)	Δt (sec)	H (EL. M)		Q (m ³ /sec)	Δt (sec)	H (EL. M)
2 5	9 4 2.2	1 0,8 0 0	4 4 0.6	2 5	4 3.8	8 6,4 0 0	4 4 0.6
(2年目)	"	"	"	(2年目)	3 2.3	"	"
	"	"	"		2 4.8	"	"
	"	"	"		3 0.1	"	"
	"	"	"		"	"	"
	"	"	"		"	"	"
	"	"	"		2 3.2	"	"
	"	"	"		2 0.3	"	"
	3 8 1.5	2 1,6 0 0	"		2 5.8	"	"
	"	"	"		2 0.3	"	"
	"	"	"		"	"	"
	"	"	"		3 2.6	"	"
	1 6 6.6	"	"		8 7.7	4 3,2 0 0	"
	"	"	"		"	"	"
	"	"	"		4 2.7	8 6,4 0 0	"
	"	"	"		3 5.8	"	"
	1 2 2.1	"	"		2 6.1	"	"
	"	"	"		2 0.9	"	"
	"	"	"		2 6.9	"	"
	"	"	"		3 4.3	"	"
	9 6.0	4 3,2 0 0	"		2 6.5	"	"
	"	"	"		2 7.1	"	"
	1 4 4.8	2 1,6 0 0	"		2 4.2	"	"
	"	"	"		3 2.0	"	"
	"	"	"		3 7.4	"	"
	"	"	"		3 4.5	"	"
	1 6 1.8	"	"		3 4.2	"	"
	"	"	"		2 4.3	"	"
	"	"	"		2 0.2	"	"
	"	"	"		2 5.2	"	"
	1 3 4.5	"	"		2 2.0	"	"
	"	"	"		2 2.8	"	"
	"	"	"		2 9.8	"	"
	"	"	"		2 7.5	"	"
	8 1.5	4 3,2 0 0	"		2 7.3	"	4 4 1.0
	"	"	"		2 7.5	"	4 4 3.2
	6 1.7	"	"		2 5.8	"	"
	"	"	"		4 9.0	"	4 3 8.1
	7 0.4	"	"		5 4.5	4 3,2 0 0	4 4 2.2
	"	"	"		"	"	"

付表 草木貯水池流量時系列表

年	流 量 Q (m ³ /sec)	時 間 Δt (sec)	貯 水 位 H (EL. M)	年	流 量 Q (m ³ /sec)	時 間 Δt (sec)	貯 水 位 H (EL. M)
25	24.5	86,400	442.2	26	36.7	86,400	445.4
(2年目)	59.8	43,200	450.0	(3年目)	38.3	"	"
	"	"	"		39.1	"	"
	151.5	21,600	"		28.1	"	450.4
	"	"	"		38.5	"	"
	"	"	"		36.8	"	"
	"	"	"		32.5	"	"
	64.6	43,200	"		27.8	"	"
	"	"	"		25.7	"	451.8
	30.8	86,400	450.2		23.4	"	"
	25.6	"	"		24.3	"	"
	23.1	"	"		28.6	"	454.0
	25.0	"	"		40.1	"	"
	24.0	"	449.9		20.3	"	"
	20.0	"	"		60.6	43,200	442.6
	23.6	"	"		"	"	"
	28.9	"	"		50.9	"	"
	38.4	"	454.0		"	"	"
	73.6	43,200	"		26.4	86,400	"
	"	"	"		21.7	"	444.2
	40.3	86,400	"		24.5	"	440.3
	27.8	"	"		35.1	"	440.6
	23.9	"	"		23.0	"	"
	22.1	"	"		30.4	"	"
	20.0	"	"		21.6	"	"
26	135.4	21,600	449.5		20.8	"	"
(3年目)	"	"	"		28.2	"	"
	"	"	"		28.6	"	"
	"	"	"		"	"	"
	77.3	43,200	"		24.7	"	"
	"	"	"		44.6	"	"
	52.2	"	"		21.5	"	"
	"	"	"		24.8	"	"
	25.8	86,400	"		23.2	"	"
	24.3	"	"		26.3	"	423.2
	25.7	"	439.0		136.6	21,600	440.0
	31.7	"	"		"	"	"
	32.8	"	"		"	"	"
	28.3	"	445.4		"	"	"
	38.1	"	"		74.4	43,200	"

付表 草木貯水池流量時系列表

年	流 量 Q (m ³ /sec)	時 間 Δt (sec)	貯 水 位 H(EL.M)	年	流 量 Q (m ³ /sec)	時 間 Δt (sec)	貯 水 位 H(EL.M)
26	74.4	43,200	440.0	26	26.0	86,400	450.2
(3年目)	52.1	"	"	(3年目)	22.9	"	"
	"	"	"		20.9	"	446.3
	24.5	86,400	440.6	27	55.5	43,200	"
	24.2	"	"	(4年目)	"	"	448.9
	140.7	21,600	"		25.4	86,400	449.3
	"	"	"		27.7	"	"
	"	"	"		24.1	"	"
	"	"	"		28.5	"	449.4
	142.9	"	"		23.8	"	"
	"	"	"		21.0	"	"
	"	"	"		26.5	"	453.9
	"	"	"		25.7	"	"
	73.5	43,200	"		20.3	"	"
	"	"	"		20.7	"	"
	41.9	86,400	"		108.2	21,600	"
	39.6	"	"		"	"	"
	26.2	"	"		"	"	"
	20.1	"	"		"	"	"
	20.0	"	"		47.3	86,400	454.0
	80.0	43,200	"		21.1	"	"
	"	"	"		"	"	"
	42.5	86,400	"		20.9	"	"
	39.1	"	"		77.3	43,200	"
	39.8	"	"		"	"	"
	27.8	"	"		43.1	86,400	"
	29.0	"	"		25.9	"	"
	26.5	"	"		20.9	"	"
	22.8	"	"		114.1	21,600	"
	26.9	"	"		"	"	"
	20.7	"	"		"	"	"
	27.0	"	444.1		"	"	"
	22.3	"	445.5		29.5	86,400	"
	34.4	"	446.7		74.2	43,200	443.0
	25.3	"	"		"	"	"
	39.9	"	449.3		48.8	86,400	"
	62.8	43,200	"		24.8	"	440.6
	"	"	"		20.0	"	"
	32.0	86,400	"		76.4	43,200	"
	24.7	"	"		"	"	"

付表 草木貯水池流量時系列表

年	流 量	時 間	貯 水 位	年	流 量	時 間	貯 水 位
	Q (m ³ /sec)	Δt (sec)	H (EL. M)		Q (m ³ /sec)	Δt (sec)	H (EL. M)
27 (4年目)	39.6	8 6,400	440.6	27	82.5	4 3,200	446.1
	28.4	"	"	(4年目)	"	"	"
	71.8	4 3,200	"		37.3	8 6,400	"
	"	"	"		54.9	4 3,200	454.0
	73.4	"	"		"	"	"
	"	"	"	28	21.8	8 6,400	"
	105.9	2 1,600	"	(5年目)	125.0	2 1,600	"
	"	"	"		"	"	"
	"	"	"		"	"	"
	"	"	"		"	"	"
	50.3	4 3,200	"		157.6	"	"
	"	"	"		"	"	"
	25.4	8 6,400	"		"	"	"
	20.1	"	"		"	"	"
	25.8	"	"		134.1	"	"
	23.0	"	"		"	"	"
	21.8	"	"		"	"	"
	21.7	"	"		"	"	"
	29.6	"	"		75.0	4 3,200	"
	21.9	"	"		"	"	"
	20.7	"	"		44.5	8 6,400	"
	21.3	"	"		43.2	"	"
	20.5	"	"		26.3	"	"
	20.0	"	"		68.1	4 3,200	"
	24.1	"	"		"	"	"
	27.2	"	"		37.0	8 6,400	"
	191.0	2 1,600	"		26.7	"	450.2
	"	"	"		294.7	2 1,600	"
	"	"	"		"	"	"
	"	"	"		"	"	"
	97.3	4 3,200	"		"	"	"
	"	"	"		205.4	"	"
	56.7	"	"		"	"	"
	"	"	"		"	"	"
	41.1	8 6,400	"		"	"	"
	20.5	"	"		142.6	"	"
	20.2	"	428.1		"	"	"
	34.9	"	433.1		"	"	"
	32.7	"	446.1		"	"	"
	28.3	"	"		42.2	8 6,400	447.8

付表 草木貯水池流量時系列表

年	流 量	時 間	貯 水 位	年	流 量	時 間	貯 水 位
	Q (m ³ /sec)	Δt (sec)	H (EL.M)		Q (m ³ /sec)	Δt (sec)	H (EL.M)
28	46.6	86,400	447.8	28	191.1	21,600	440.6
(5年目)	46.1	"	"	(5年目)	"	"	"
	"	"	"		"	"	"
	21.5	"	"		"	"	"
	88.6	43,200	443.0		142.1	"	"
	"	"	"		"	"	"
	79.0	"	"		"	"	"
	"	"	"		"	"	"
	55.0	"	440.6		52.9	43,200	"
	"	"	"		"	"	"
	31.5	86,400	"		50.6	"	"
	"	"	"		"	"	"
	110.9	21,600	"		29.2	86,400	"
	"	"	"		29.3	"	"
	"	"	"		23.3	"	"
	"	"	"		31.4	"	"
	81.8	43,200	"		30.1	"	"
	"	"	"		48.3	"	"
	29.6	86,400	"		51.9	43,200	"
	48.1	"	"		"	"	"
	20.9	"	"		54.2	"	"
	143.8	21,600	"		"	"	"
	"	"	"		33.7	86,400	"
	"	"	"		45.6	"	"
	"	"	"		49.7	"	"
	31.5	86,400	"		48.7	"	"
	29.6	"	"		30.5	"	"
	24.1	"	"		20.0	"	"
	120.9	21,600	"		20.3	"	"
	"	"	"		24.9	"	"
	"	"	"		20.2	"	"
	"	"	"		"	"	"
	197.1	"	"		"	"	"
	"	"	"		103.9	21,600	"
	"	"	"		"	"	"
	"	"	"		"	"	"
	149.9	"	"		"	"	"
	"	"	"		46.3	86,400	"
	"	"	"		26.3	"	"
	"	"	"		"	"	"

付表 草木貯水池流量時系列表

年	流 量 Q (m ³ /sec)	時 間 Δt (sec)	貯 水 位 H (EL. M)	年	流 量 Q (m ³ /sec)	時 間 Δt (sec)	貯 水 位 H (EL. M)
28	37.0	86,400	440.6	28	118.1	21,600	440.6
(5年目)	39.4	"	"	(5年目)	90.8	43,200	"
	28.3	"	"		"	"	"
	25.1	"	"		68.1	"	"
	21.7	"	"		"	"	"
	21.4	"	"		49.4	86,400	449.8
	25.3	"	"		48.2	"	"
	102.1	21,600	"		41.4	"	"
	"	"	"		27.2	"	"
	"	"	"		20.0	"	"
	"	"	"		81.1	43,200	453.0
	189.5	21,600	"		"	"	"
	"	"	"		36.7	86,400	454.0
	"	"	"	29	49.6	"	445.6
	"	"	"	(6年目)	64.5	43,200	"
	101.7	"	"		"	"	"
	"	"	"		46.6	86,400	"
	"	"	"		36.0	"	"
	"	"	"		28.6	"	454.0
	80.3	43,200	"		24.0	"	"
	"	"	"		28.6	"	"
	72.0	"	"		30.7	"	"
	"	"	"		24.0	"	"
	47.0	86,400	"		22.2	"	"
	33.3	"	"		"	"	"
	69.1	43,200	"		33.8	"	452.1
	"	"	"		28.6	"	"
	170.0	21,600	"		20.6	"	450.2
	"	"	"		60.1	43,200	"
	"	"	"		"	"	"
	"	"	"		21.4	86,400	"
	78.7	43,200	"		22.2	"	"
	"	"	"		"	"	"
	234.3	21,600	"		23.1	"	447.8
	"	"	"		21.4	"	"
	"	"	"		22.2	"	443.0
	"	"	"		23.1	"	"
	118.1	"	"		20.6	"	440.6
	"	"	"		36.5	"	"
	"	"	"		"	"	"

付表 草木貯水池流量時系列表

年	流 量	時 間	貯 水 位	年	流 量	時 間	貯 水 位
	Q (m ³ /sec)	Δt (sec)	H (EL. M)		Q (m ³ /sec)	Δt (sec)	H (EL. M)
29	36.5	86,400	440.6	31	21.1	86,400	450.0
(6年目)	200.2	21,600	"	(8年目)	118.7	21,600	449.1
	"	"	"		"	"	"
	"	"	"		"	"	"
	"	"	"		"	"	"
	25.1	86,400	"		49.7	86,400	454.0
	20.7	"	422.8	32	30.9	"	"
	38.8	"	424.9	(9年目)	22.9	"	"
	"	"	434.5		30.9	"	449.3
	39.0	"	"		33.8	"	"
	44.9	"	"		"	"	"
	45.6	"	"		32.8	"	"
	30.2	"	"		"	"	447.9
	21.8	"	440.6		41.3	"	"
	"	"	"		"	"	"
30	21.0	"	454.0		129.8	21,600	440.6
(7年目)	26.9	"	410.8		"	"	"
	43.3	"	428.0		"	"	"
	38.9	"	"		"	"	"
	"	"	440.6		76.6	43,200	"
	35.6	"	"		"	"	"
	34.1	"	"		42.2	86,400	"
	20.9	"	"		46.5	"	"
	97.3	43,200	"		30.9	"	"
	"	"	"		23.1	"	"
	20.3	86,400	445.4		20.7	"	"
	21.8	"	"		171.7	21,600	"
	24.2	"	451.2		"	"	"
	20.2	"	454.0		"	"	"
	39.0	"	"		"	"	"
	25.7	"	"		65.3	43,200	"
31	52.7	43,200	440.6		"	"	"
(8年目)	"	"	"		44.6	86,400	"
	24.3	86,400	"		36.6	"	"
	"	"	"		31.7	"	"
	"	"	448.2		26.7	"	"
	30.2	"	"		36.6	"	"
	27.8	"	"		28.8	"	"
	24.3	"	"		"	"	"
	"	"	"		"	"	"

付表 草木貯水池流量時系列表

年	流 量	時 間	貯 水 位	年	流 量	時 間	貯 水 位
	Q (m ³ /sec)	Δt (sec)	H (EL. M)		Q (m ³ /sec)	Δt (sec)	H (EL. M)
3 2	28.8	86,400	440.6	3 2	65.3	43,200	440.6
(9年目)	"	"	"	(9年目)	53.8	"	"
	"	"	"		"	"	"
	29.5	"	"		51.7	"	"
	35.2	"	"		"	"	"
	31.7	"	"		50.6	"	"
	28.8	"	"		"	"	"
	21.9	"	"		46.6	86,400	"
	"	"	"		43.7	"	"
	22.5	"	"		"	"	"
	"	"	"		44.6	"	"
	23.0	"	"		43.7	"	"
	24.2	"	"		"	"	"
	"	"	"		"	"	"
	"	"	"		"	"	"
	"	"	"		"	"	"
	"	"	"		54.9	43,200	"
	72.8	43,200	"		"	"	"
	"	"	"		23.0	86,400	448.2
	83.9	"	"		37.4	"	"
	"	"	"		28.8	"	"
	75.4	"	"		21.4	"	"
	"	"	"		20.3	"	"
	132.1	21,600	"		"	"	452.4
	"	"	"	3 3	47.0	18,000	442.0
	"	"	"	(10年目)	569.0	14,400	"
	"	"	"		949.0	10,800	"
	83.9	43,200	"		607.0	"	"
	"	"	"		258.6	16,200	"
	78.0	"	"		25.2	86,400	440.6
	"	"	"		21.6	"	429.3
	70.2	"	"		27.6	"	"
	"	"	"		181.0	18,000	441.8
	"	"	"		401.0	12,600	"
	"	"	"		"	"	"
	68.9	"	"		534.3	14,400	"
	"	"	"		209.5	28,800	"
	"	"	"		50.9	43,200	440.6
	"	"	"		"	"	"
	65.3	"	"		30.7	86,400	"

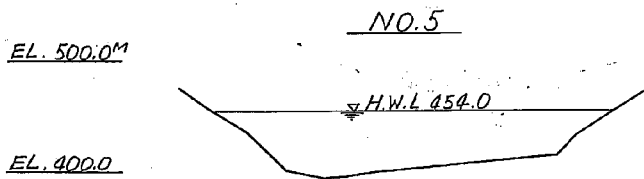
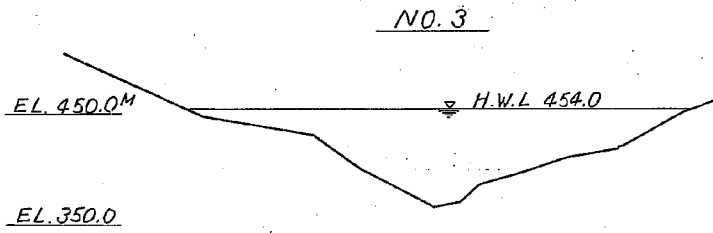
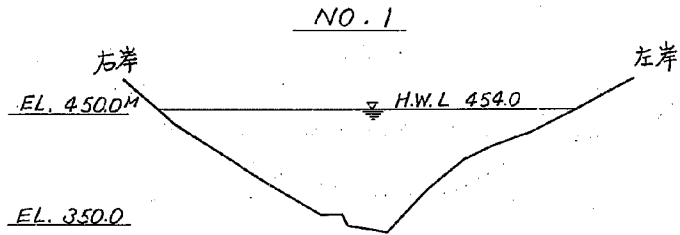
付表 草木貯水池流量時系列表

年	流 量 Q (m ³ /sec)	時 間 Δt (sec)	貯 水 位 H (EL. M)	年	流 量 Q (m ³ /sec)	時 間 Δt (sec)	貯 水 位 H (EL. M)
33 (10年 目)	30.5	86,400	440.6	34 (11年 目)	22.7	86,400	445.5
	30.3	"	"		22.0	"	"
	20.4	"	"		21.7	"	"
	28.1	"	"		20.2	"	"
	26.0	"	"		21.9	"	"
	23.0	"	"		33.5	"	442.3
	"	"	"		44.5	"	"
	21.1	"	"		33.5	"	"
	20.2	"	"		28.7	"	"
	21.2	"	"		21.9	"	440.6
	124.2	21,600	442.0		20.1	"	"
	554.8	18,000	"		33.7	"	"
	221.0	23,400	"		20.9	"	"
	"	"	"		20.8	"	"
	93.2	43,200	440.6		22.2	"	"
	"	"	"		21.9	"	"
	27.3	86,400	"		96.0	43,200	"
	22.9	"	"		"	"	"
	21.3	"	"		41.2	86,400	"
	20.2	"	"		27.9	"	"
	107.4	21,600	"		27.4	"	"
	"	"	"		552.7	14,400	443.4
	"	"	"		1363.6	6,000	"
	"	"	"		"	"	"
	222.5	"	"		"	"	"
	"	"	"		709.0	7,200	"
	"	"	"		386.2	19,800	"
	"	"	"		"	"	"
	37.5	86,400	"		"	"	"
	28.3	"	"		53.0	43,200	440.6
	25.0	"	"		"	"	"
	21.1	"	444.7		25.8	86,400	"
	22.9	"	452.2		31.2	"	"
	21.8	"	454.0		667.0	10,800	442.0
34 (11年 目)	20.7	"	"		1030.0	5,400	"
	20.5	"	448.8		"	"	"
	21.1	"	447.1		583.8	18,000	"
	24.5	"	"		24.2	86,400	440.6
	20.5	"	"	35 (12年 目)	22.4	"	403.7
	24.8	"	445.5		47.9	"	418.0

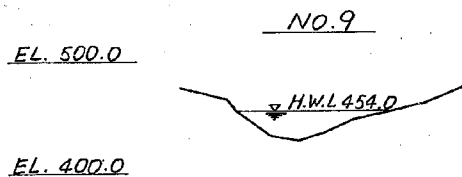
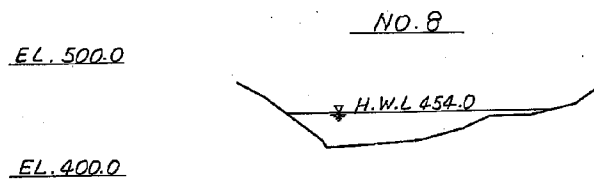
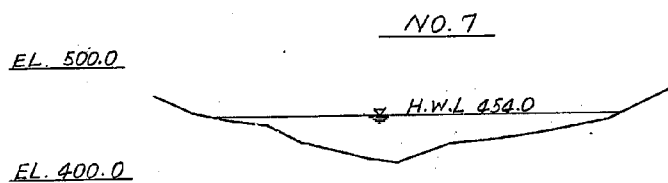
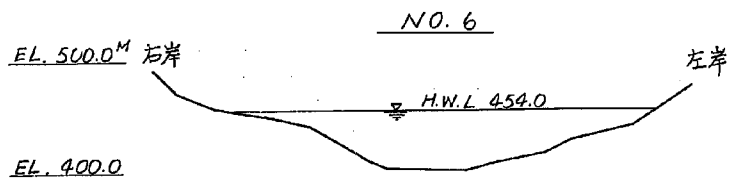
付表 草木貯水池流量時系列表

年	流 量	時 間	貯 水 位	年	流 量	時 間	貯 水 位
	Q (m ³ /sec)	Δt (sec)	H (EL.M)		Q (m ³ /sec)	Δt (sec)	H (EL.M)
35 (12年 目)	24.8	86,400	418.0	39 (15年 目)	85.0	43,200	384.1
	21.7	"	"		39.6	86,400	"
	24.7	"	"		43.7	"	"
	23.5	"	429.5		41.5	"	"
	20.9	"	426.1		44.1	"	"
	31.3	"	434.4		48.7	"	406.5
	24.7	"	"		51.0	43,200	"
	21.2	"	446.3		"	"	"
36 (13年 目)	20.0	"	454.0		33.7	"	"
	33.0	"	420.9		35.6	"	"
	23.1	"	"		41.3	"	"
	21.7	"	415.3		32.5	"	"
	24.4	"	"		31.1	"	408.7
	25.0	"	"		32.0	"	"
	25.1	"	"		29.8	"	"
	45.5	"	435.7		25.8	"	"
37 (14年 目)	21.4	"	"		21.6	"	"
	24.3	"	449.2		32.1	"	"
	28.0	"	"		33.0	"	412.6
	29.4	"	440.8		26.8	"	"
	41.5	"	436.2		41.0	86,400	"
	27.5	"	440.6		35.3	"	"
	26.1	"	"		26.6	"	"
	31.7	"	"		22.7	"	"
39 (15年 目)	25.7	"	"		27.4	"	"
	32.6	"	403.7		24.0	"	"
	23.5	"	425.4				
	24.4	"	430.4				
	24.8	"	447.8				
	21.6	"	"				
	21.3	"	"				
	20.2	"	"				
	20.8	"	384.2				
	51.2	43,200	"				
	"	"	"				
	33.1	86,400	"				
	23.3	"	"				
	24.7	"	"				
	20.2	"	"				
	85.0	43,200	384.1				

付図 横断面図

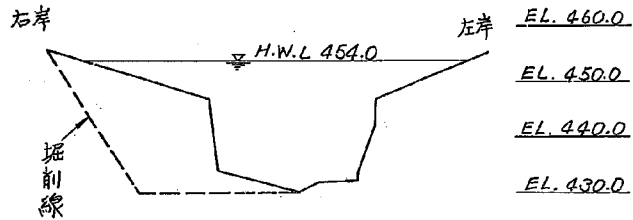


付図 横断面図

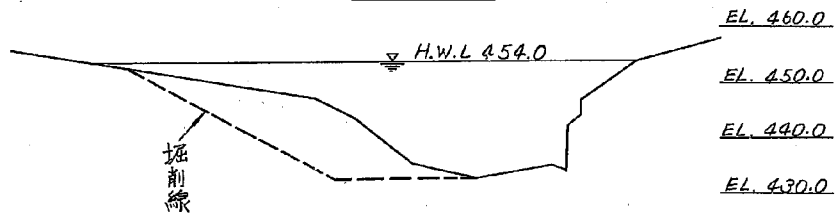


付圖 横断圖

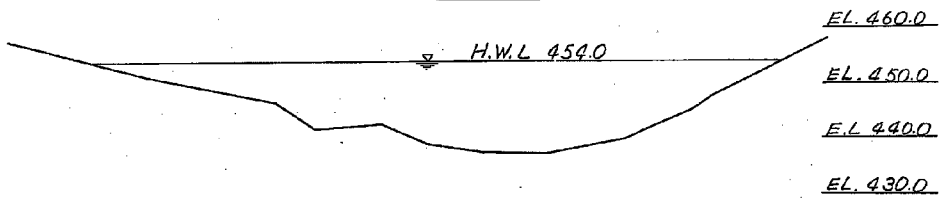
NO. 20



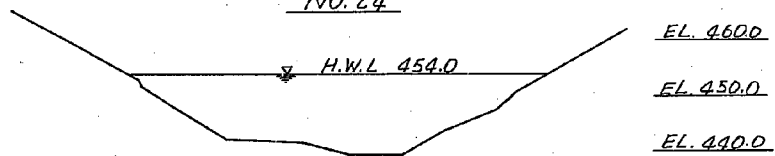
NO. 22



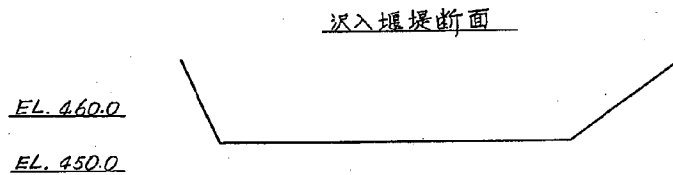
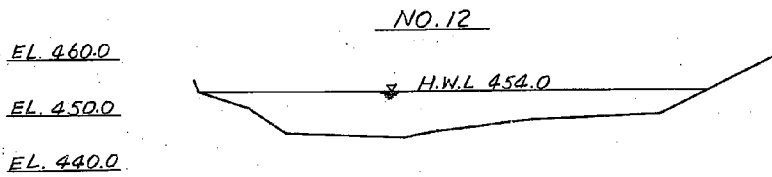
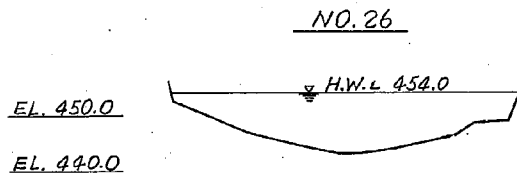
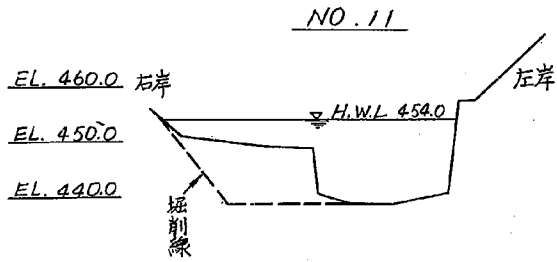
NO. 23



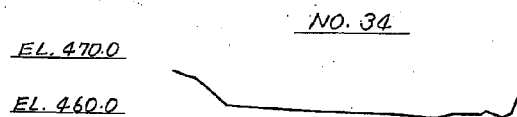
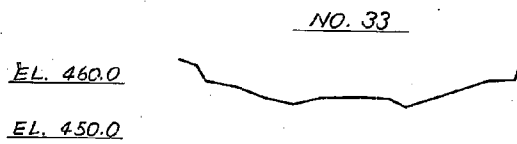
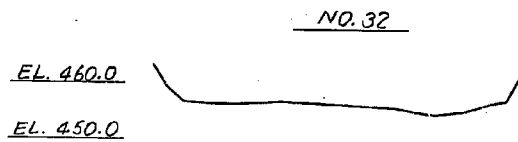
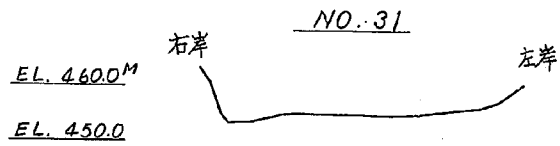
NO. 24



付図 横断面図



付図 横断面図



付図 横断面

NO. 36



NO. 37



NO. 38



NO. 39

