



土木研究所資料

第 1012 号

大石ダム洪水吐水理模型実験報告書

昭和50年 3 月

建設省土木研究所

土木研究所資料第1012号
大石ダム洪水吐水理模型実験報告書
昭和五十年三月
建設省土木研究所

序

本報告書は、北陸地方建設局の依頼により昭和47年度より49年度に亘って実施した大石ダム洪水吐の水理設計、水理模型実験の結果をとり、まとめたものである。

昭和50年3月

建設省土木研究所

ま え が き

大石ダム水理模型実験は、土木研究所篠崎試験所において、副島 健（前ダム部長）、飯田隆一（現ダム部長）の監督、松山宣信（前試験所長）、藤本 成（現試験所長）の直接の指導下に、ダム構造研究室および大石ダム工事事務所の御援助を得て、川口信幸の担当で実施した。

なお、水理模型実験は、土木研究所の実験計画に基づき、日本工営株式会社技術研究所に業務委託して実施している。

目 次

まえがき

第 1 章	大石ダム計画概要	1
第 2 章	洪水吐の水理設計	5
第 1 節	設計条件	6
第 2 節	洪水吐，放水管の基本配置	7
第 3 節	放水管	7
第 4 節	洪水吐（越流頂）	16
第 5 節	減勢工	18
第 6 節	まとめ	24
第 3 章	洪水吐の水理実験	25
第 1 節	実験概要	26
第 2 節	水理実験Ⅰ〔全体模型実験〕	29
第 3 節	水理実験Ⅱ〔全体模型実験〕	37
第 4 節	水理実験Ⅲ〔放水管抽出実験〕	40
第 5 節	まとめ	44

第1章 大石ダム計画概要

第1章 大石ダム計画概要

大石ダムは、新潟県の北東部に位置（図-1参照）し、荒川の治水計画の一環として荒川上流の左支川大石川に建設されるもので洪水調節を主目的とし、不特定かんがいをも行うものである。

この計画は、昭和42年8月28日の集中豪雨による大出水によって、荒川本川の基準地点（花立）に於て基本高水流量を $8,000\text{ m}^3/\text{s}$ と決定し、このうち上流ダム郡によって $1,500\text{ m}^3/\text{s}$ を洪水調節し $6,500\text{ m}^3/\text{s}$ とするものである。（図-2参照）

この $1,500\text{ m}^3/\text{s}$ のうち大石ダムによつて計画洪水流量 $900\text{ m}^3/\text{s}$ を $700\text{ m}^3/\text{s}$ 洪水調節し、最大放流量 $200\text{ m}^3/\text{s}$ にて流下するものである。

大石ダムの諸元を表-1、洪水調節および貯水池計画を図-3、4に示す。

表-1 大石ダムの諸元

位 置 新潟県岩船郡関川村大字大石			
貯 水 池		ダ ム	
集 水 面 積	69.8 km^2	型 式	重力式コンクリートダム
湛 水 面 積	1.1 km^2	堤 頂 高	EL. 187.0 m
湛 水 延 長	3.5 km	堤 高	89.5 m
サーチャージ水位	EL. 184.5 m	堤 頂 長	240.0 m
常時満水位	EL. 184.0 m	堤 頂 巾	5.0 m
制限水位	EL. 155.0 m	堤 体 積	$516,000$
計画堆砂面	EL. 154.0 m	堤 体 法 勾 配	下流面 0.82 上流面フイレット 0.70
総貯水容量	$22,800,000\text{ m}^3$	越 流 設 備	クレストゲート 2門
有効貯水容量	$17,800,000\text{ m}^3$	放 流 設 備	コンジットゲート 1門
堆 砂 容 量	$5,000,000\text{ m}^3$	計 画 高 水 流 量	$900\text{ m}^3/\text{s}$
洪水調節容量	$17,500,000\text{ m}^3$	計 画 放 流 量	$200\text{ m}^3/\text{s}$
洪水期発電容量	$300,000\text{ m}^3$	調 節 流 量	$700\text{ m}^3/\text{s}$
非洪水期発電容量	$17,300,000\text{ m}^3$	異 常 洪 水 流 量	$1,300\text{ m}^3/\text{s}$
		地 質	花 崗 岩

大石ダム位置

縮尺 1/1,000,000

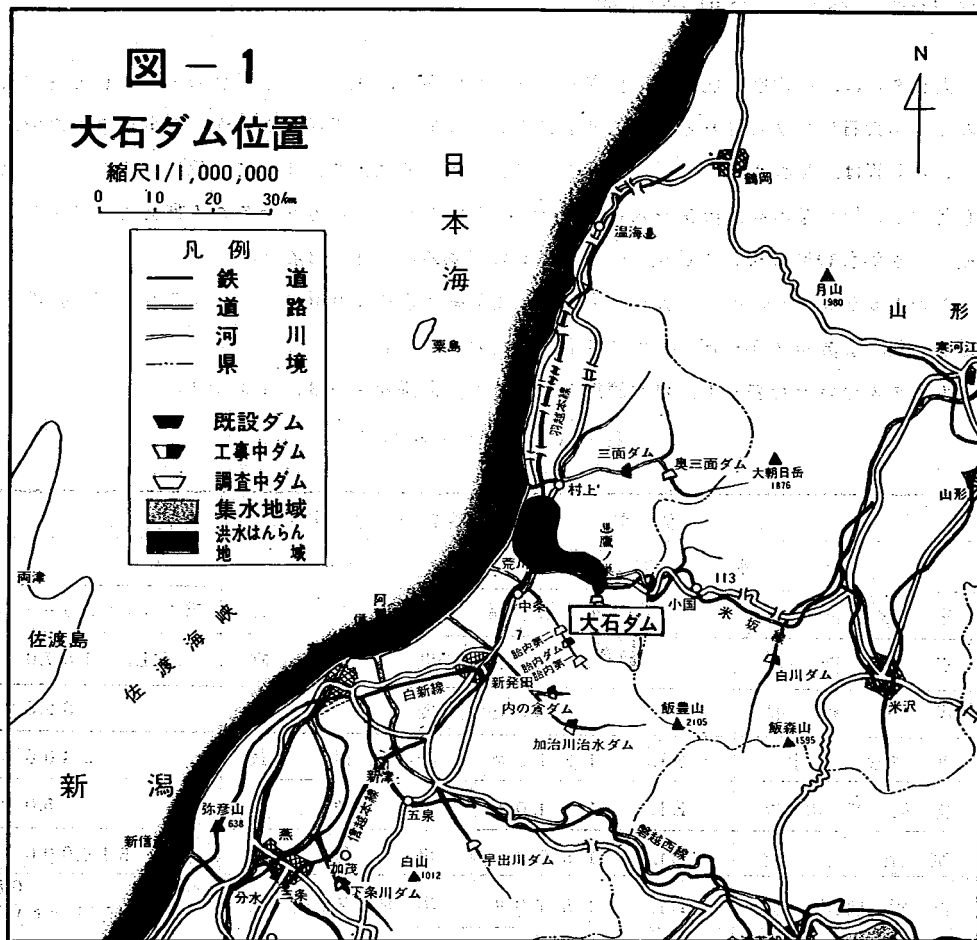


図 一 2 荒川計画流量図

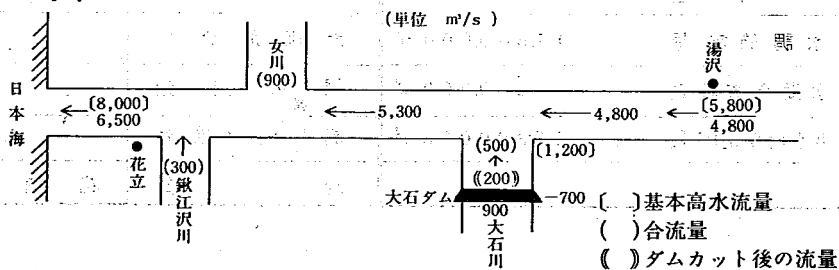


図-3 洪水調節図

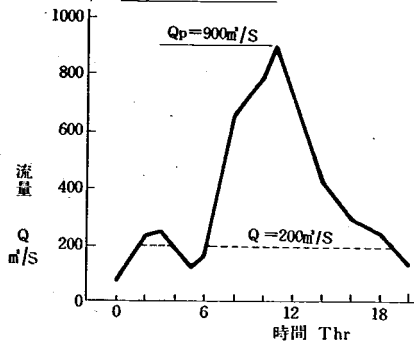
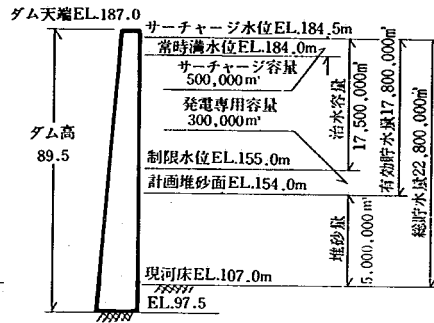


図-4 貯水池計画図



第2章 洪水吐の水理設計

第2章 洪水吐の水理設計

大石ダムの堤体基本三角形は、ダムサイトの岩盤調査の進行にしたがい数回変更された。

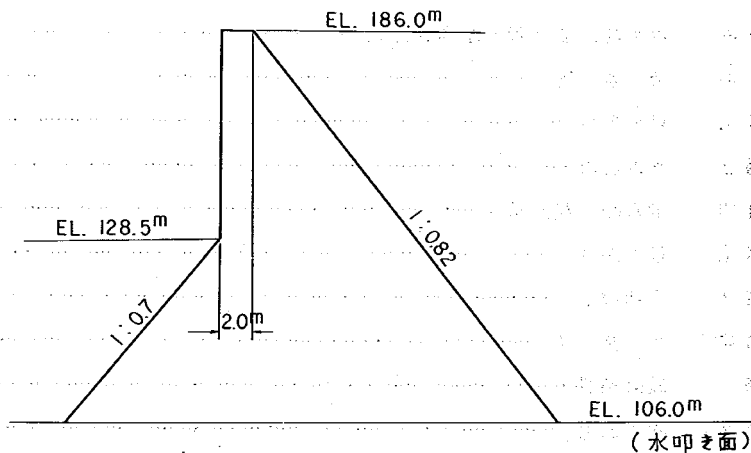
本報では、その最終的な堤体基本三角形での洪水吐の水理設計のみを掲載する。変更にならう、洪水吐の水理設計は、当試験所にて保管する。

目 次

第1節	設計条件	6
第2節	洪水吐、放水管の基本的配置	7
第3節	放水管	7
§ 1.	設計条件	7
§ 2.	水理設計	7
第4節	洪水吐（越流頂）	16
§ 1.	設計条件	16
§ 2.	水理設計	16
第5節	減勢工	18
§ 1.	設計条件	18
§ 2.	水理設計	19
第6節	まとめ	24

第1節 設計条件

流 量	計画高水流量	900 m ³ /s
	調節流量	700 m ³ /s
	洪水調節計画最大放流量	200 m ³ /s
	設計洪水流量 (100年確率)	900 m ³ /s
	異常洪水流量	1300 m ³ /s
	(100年確率×1.44) (割増率は別途算定)	
水 位	サーチャージ水位	WL 184.5 m
	常時満水位	WL 184.0 m
	洪水調節開始水位	WL 155.0 m (制限水位)
	計画 (水平) 堆砂面	EL 154.0 m
形 状	基本形状	



流量配分 洪水調節 → 放水管単独
 計画高水以上の流量 → 放水管, 洪水吐併用
 水位一流量の条件

放 水 管 洪水調節計画
 放水管+洪水吐 WL 184.5 mで1300 m³/s

第2節 洪水吐・放水管の基本的配置

放水管	中央1条
洪水吐	2門, 越流幅 7.0 m 中央橋脚幅 3.5 m
水叩き	(副ダム付跳水式) 幅 17.5 m (= 7.0 m × 2 + 3.5 m)

第3節 放水管

§ 1. 放水管の設計条件

1. 放水管は洪水調節計画を満たし, かつWL 155.0 mで $240 \text{ m}^3/\text{s}$ (計画最大放流量 $200 \text{ m}^3/\text{s}$ に20%の余裕)放流できること。
2. 放水管設置標高は, EL 140 m前後とし, 管幅は約 3.5 mとする。
3. 放水管は半管路型放水管とし, 1条とする。

§ 2. 放水管の水利設計

1. 放水管の管軸の傾斜

堤体下流面との接続を考慮し, 傾斜度を $0.2 : 1$ に選定する。

2. ベルマウス曲線・管路形状

放水管流入部ベルマウス曲線の基本式は, 村, 中川らの“角形放水管流入口に関する実験的考察”にしたがい次式とする。

$$\frac{X^2}{D^2} + \frac{Y^2}{(D/4)^2} = 1 \quad D : \text{放水管の管高}$$

大石ダム洪水調節用放水管は上式に対して次のような変形したベルマウスを試みることにする。

上面ベルマウス曲線

$$\frac{Y}{D} = \frac{1}{4} \sqrt{1 - \left(1 - \frac{X}{D}\right)^2} + \tan \theta_u \frac{X}{D}$$

下面ベルマウス

$$\frac{Y}{D} = \frac{3}{2} + \frac{L}{D} (\tan \theta_u - \tan \theta_l) - \frac{1}{4} \sqrt{1 - \left(1 - \frac{X}{D}\right)^2} + \tan \theta_l \frac{X}{D}$$

側面ベルマウス

$$\frac{Z}{D} = \pm \left(\frac{B}{2D} - \frac{1}{4} \sqrt{1 - \left(1 - \frac{X}{D}\right)^2} + \frac{1}{4} \right)$$

ここに, 座標系は右図のようにとる。

また, D : 管出口鉛直断面高

L : 管路部水平長 (基本値)

B : 管出口断面幅

θ_u : 管上面の傾斜角

θ_ℓ : 管下面の傾斜角

である。

太石ダム放水管ではこれら諸寸法を次のように選定する。

$$\frac{L}{D} = 2.0, \quad \frac{B}{D} = 0.8, \quad \tan \theta_u = 0.4, \quad \tan \theta_\ell = 0.2$$

$\tan \theta_u$ を 0.4 と選定したのは、管の絞りを大きくとり管路内の圧力を高めて、隅取部の処理を省略するための配慮であり、水理模型実験第 1 案では、管路部全区間に亘り全く隅取円弧を設けない放水管を試みることにする。

したがって、管出口の鉛直断面積 $A_v = D \times B = D \times 0.8 D = 0.8 D^2$

また、水平方向の流速成分 V_H は

$$V_H = C_v \sqrt{2gH} \cos \theta_\ell$$

流量

$$Q = A_v \cdot V_H = 0.8 D^2 \cdot C_v \sqrt{2gH} \cos \theta_\ell$$

と求められる。

管路形状座標は次のように求められる。

X/D	$\sqrt{1-(1-X/D)^2}$	$\frac{1}{4}\sqrt{1-(1-X/D)^2}$	$\tan \theta_u X/D$	$\tan \theta_\ell X/D$
0.0	0.00000	0.0	0.0	0.0
0.05	0.31225	0.07806	0.02	0.01
0.1	0.43589	0.10897	0.04	0.02
0.2	0.6	0.15	0.08	0.04
0.3	0.71414	0.17854	0.12	0.06
0.4	0.8	0.2	0.16	0.08
0.5	0.86603	0.21650	0.20	0.10
0.6	0.91652	0.22913	0.24	0.12
0.7	0.95394	0.23849	0.28	0.14
0.8	0.97980	0.24495	0.32	0.16
0.9	0.99499	0.24875	0.36	0.18
1.0	1.0	0.25	0.40	0.20
2.0	(1.0)	(0.25)	0.80	0.40

したがって、

X/D	側面 $\pm (z/D)$	上面 $(Y/D)_u$	下面 $(Y/D)_\ell$
0.0	0.65	0.0	1.9
0.05	0.57194	0.09806	1.83194
0.1	0.54103	0.14897	1.81103
0.2	0.5	0.23	1.79
0.3	0.47146	0.29854	1.78146
0.4	0.45	0.36	1.78
0.5	0.43350	0.41650	1.78350
0.6	0.42087	0.46913	1.79087
0.7	0.41151	0.51849	1.80151
0.8	0.40505	0.56495	1.81505
0.9	0.40125	0.60875	1.83125
1.0	0.40	0.65	1.85
2.0	0.40	1.05	2.05

$$\text{側面} \quad \frac{z}{D} = \pm \left(0.65 - \frac{1}{4} \sqrt{1 - \left(1 - \frac{X}{D}\right)^2} \right)$$

$$\text{下面} \quad \left(\frac{Y}{D} \right)_u = \frac{3}{2} + 2.0 (0.4 - 0.2) - \frac{1}{4} \sqrt{1 - \left(1 - \frac{X}{D}\right)^2} + 0.2 \frac{X}{D}$$

$$= 1.9 - \frac{1}{4} \sqrt{1 - \left(1 - \frac{X}{D}\right)^2} + 0.2 \frac{X}{D}$$

$$\text{上面} \quad \left(\frac{Y}{D} \right)_\ell = \frac{1}{4} \sqrt{1 - \left(1 - \frac{X}{D}\right)^2} + 0.4 \frac{X}{D}$$

3. 断面の概算

$$A_v = 0.8 D^2 \text{ m}^2 \quad V_H = C_v \sqrt{2 g H} \cdot \cos \theta_\ell$$

$$Q = A_v \cdot V_H = 0.8 D^2 C_v \sqrt{2 g H} \cdot \cos \theta_\ell$$

$$D = \left[Q_0 \left(0.8 C_v \sqrt{2 g H} \cdot \cos \theta_\ell \right)^{-1} \right]^{1/2}$$

ここで、 C_v : 流速係数 = 0.96

g : 重力加速度 = 9.8

θ_ℓ : 管の傾斜角 = $\tan^{-1} 0.2$

Q_0 : 設計流量 = 240 m³/s

である。

$$D = \left(240 \times (0.8 \times 0.96 \times \sqrt{2 \times 9.8} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + (0.2)^2}} H^{\frac{1}{2}})^{-1} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$= 8.49 (H)^{-\frac{1}{4}}$$

No	H	(出口中心標高)	D
1	10	EL. 145 m	4.774 m
2	11	144	4.662
3	12	143	4.562
4	13	142	4.471
5	14	141	4.389
6	15	140	4.314

ここに、H：制限水位WL 155.0 mと管出口中心標高との標高差である。

また、各ケースのサーチャージ水位WL 184.5 m時の放流量を計算すると、

No	H	Q	$\left\{ \begin{aligned} Q &= A_v \cdot V_H \\ &= 0.8 C_v \sqrt{2gH} \cos \theta_p \cdot D^2 \\ &= 3.334 \sqrt{H} \cdot D^2 \end{aligned} \right\}$
1	39.5 m	477 m ³ /s	
2	40.5	461	
3	41.5	446	
4	42.5	434	
5	43.5	423	
6	44.5	414	

ここに、H：サーチャージ水位WL 184.5 mと管出口中心標高との標高差である。

この概算結果より実験第1案として、管出口中心標高をEL 143.0 mに選定する。また、管出口断面高（鉛直方向）D=4.6 m断面幅B=0.8 D=3.68 mとする。なお、これらの諸寸法は絶対的なものでなく実験結果に基き最終的に決定される。

なお、D=4.6 m B=3.68 m 出口中心標高EL. 143.0 mの放流量は

$$Q = 3.334 \sqrt{H} \cdot D^2$$

制限水位 WL 155.0 m (H=12.0 m) Q=244 m³/s

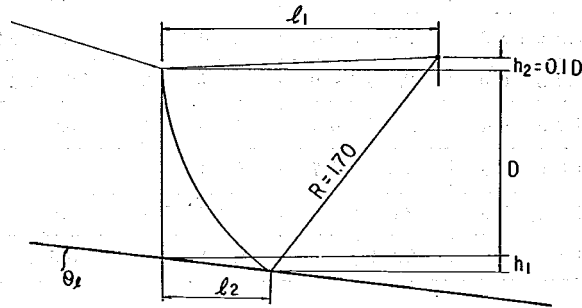
サーチャージ水位WL 184.5 m (H=41.5 m) Q=454 m³/s

と概算される。

4. 放水管ゲート周辺の諸寸法

放水管ゲートはラジアルゲートとして、ここではアーム長としてR=1.7 Dを選定する。

また、ピン中心の位置を出口上端より $0.1D$ 高い位置に設置するものとすればゲート位置は次のように計算される。



$$l_1 = \sqrt{R^2 - h_2^2} = \sqrt{1.7^2 - 0.1^2} \cdot D = 1.69705D \quad (R = 1.7D, h_2 = 0.1D)$$

一方

$$(l_1 - l_2)^2 + (D + h_1)^2 = R^2$$

$$l_2 \tan \theta_l = h_1$$

より, $\tan \theta_l = 0.2$, $R = 1.7D$, $l_1 = 1.69705D$ を代入して, l_2 , h_1 を求めれば,

$$l_2 = 0.49113D$$

$$h_1 = 0.09822D$$

が得られる。

第1案として, $D = 4.6$ m を代入すれば

$$R = 1.7D = 7.82 \text{ m}$$

$$h_2 = 0.1D = 0.46 \text{ m}$$

$$l_1 = 1.69705D = 7.8064 \text{ m}$$

$$l_2 = 0.49113D = 2.2591 \text{ m}$$

$$h_1 = 0.09822D = 0.4518 \text{ m}$$

となる。

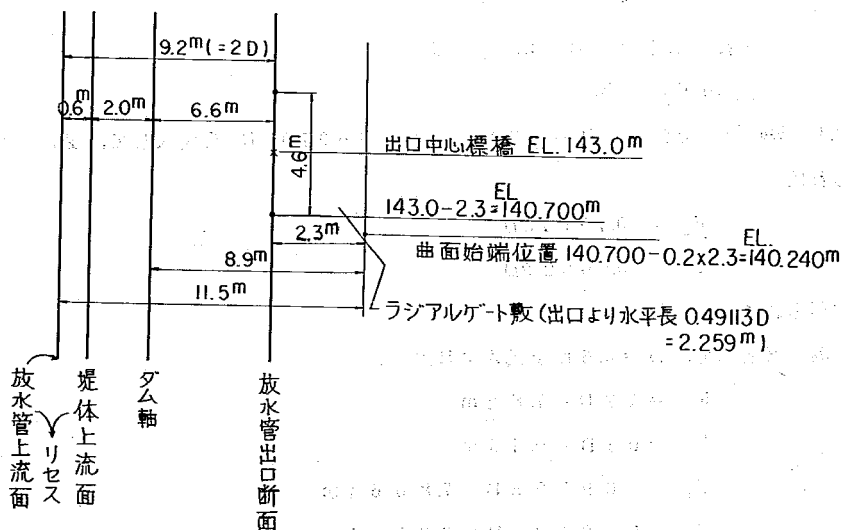
5. $D = 4.6$ m のベルマウス形状

X m	$\pm z$ m	Y。 m	Y ℓ m	断面高(鉛直) m	幅 m
0.0	2.99	0.0	8.74	8.740	5.980
0.23	2.63092	0.45107	8.42692	7.97585	5.26184
0.46	2.48874	0.68526	8.33074	7.64548	4.97748
0.92	2.3	1.058	8.234	7.176	4.6

1.38	2.16872	1.37328	8.19472	6.82144	4.33744
1.84	2.07	1.656	8.188	6.532	4.14
2.30	1.99410	1.91590	8.20410	6.2882	3.9882
2.76	1.93600	2.15799	8.23800	6.08001	3.872
3.22	1.89294	2.38505	8.28694	5.90189	3.78588
3.68	1.86323	2.59877	8.34923	5.75046	3.72646
4.14	1.84575	2.80025	8.42375	5.62350	3.69150
4.60	1.84	2.990	8.510	5.52	3.68

6. 開水路部形状

。 曲面始端の位置



上図の過程より開水路曲面部始端位置は、ダム軸下流 8.9m 標高 EL. 140.240m と求められる。ただしリセスは 0.6m と選定した。

。 堤趾部のバケットカーブ

$$l = R \tan \alpha$$

$$h = l \sin \beta$$

$$\text{ここへ、} \tan \alpha = \frac{\tan \beta}{2} = \frac{\sqrt{1 + \tan^2 \beta} - 1}{\tan \beta} = \sqrt{1 + m^2} - m$$

$$\sin \beta = \frac{1}{\sqrt{1+m^2}}$$

$R = 25.0 \text{ m}$ と選定し $m = 0.82$

を代入すれば

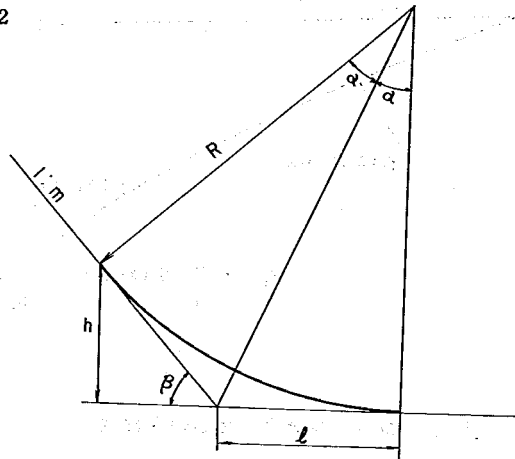
$$\tan \alpha = 0.473213$$

$$\sin \beta = 0.773268$$

$$\ell = R \tan \alpha = 11.8303 \text{ m}$$

$$h = \ell \sin \beta = 9.1480 \text{ m}$$

と求められる。



- 自由落下曲線（放水管ジェット軌跡計算）

管軸方向の流速 $V = C_v \sqrt{2gH}$ とすれば、ジェットの軌跡は次式で求められる。

$$Y = \frac{1}{4} \cdot \frac{1 + \tan^2 \theta}{C_v^2 \cdot H} X^2 + \tan \theta X$$

ここに、 X ：流下方向、 Y ：鉛直下向き方向とする。

$$\tan \theta = 0.2 \quad H = 18.45 - 14.024 = 4.426 \text{ m}$$

$C_v = 0.9$ とすれば X^2 の係数

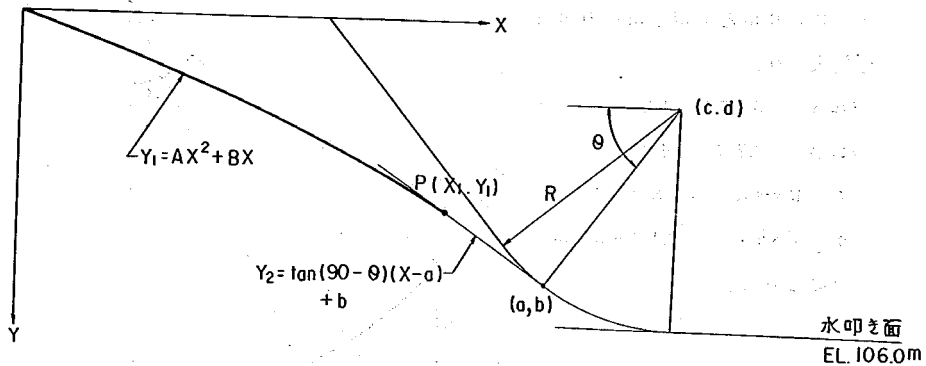
$$\frac{1 + \tan^2 \theta}{4 C_v^2 H} = \frac{1 + (0.2)^2}{4 \times (0.9)^2 \times 4.426} = 0.00725$$

$C_v = 0.95$ とすれば

$$= 0.00651$$

したがって、開水路部形状 $Y = AX^2 + BX$ において、 $A \leq 0.007$ 、 $B = 0.2$ であれば十分満足できる機能が期待できる。

。開水路部形状 ($Y = AX^2 + BX$) のAの算定



上図の2つの面が接するための条件は

$$Y_1 = AX^2 + BX$$

$$Y_2 = \tan(90 - \theta)(X - a) + b = \cot \theta X - \cot \theta \cdot a + b$$

より,

$$(B - \cot \theta)^2 - 4A(\cot \theta \cdot a - b) = 0$$

したがって,

$$A = \frac{1}{4} \frac{(B - \cot \theta)^2}{\cot \theta \cdot a - b}$$

ここで, $a = c - R \cos \theta$, $b = d + R \sin \theta$ であるから

$$A = \frac{(B - \cot \theta)^2}{4(\cot \theta \cdot C - d - R/\sin \theta)}$$

ここで, $B = 0.2$

座標 (C, d) は

$$C = (186.0 - 106.0) \times 0.82 - 8.9 + 11.8303$$

$$= 65.60 - 8.9 + 11.8303 = 68.5303 \text{ m}$$

$$d = 140.240 - 106.000 - 25.000 = 9.240 \text{ m}$$

$$R = 25.000$$

曲面始端位置
(バケットカーブ参照)

$\cot \theta = 0.85$ と選定すれば,

$$\sin \theta = 0.7619393, \cos \theta = 0.6476484$$

したがって

$$A = \frac{(0.2 - 0.85)^2}{4(68.5303 \times 0.85 - 9.240 - 25.0 / 0.7619393)} = \frac{0.4225}{4 \times 16.199742}$$

$$= 0.00652 \leq 0.007$$

よって、開水路部縦断形状は、

$$Y = 0.00652X^2 + 0.2X$$

接点 P (X_1 , Y_1) は

$$X_1 = \frac{\cot \theta - B}{2A} = \frac{2(\cot \theta \cdot C - d - R/\sin \theta)}{\cot \theta - B} = \frac{2 \times 16.199742}{0.65} = 49.8454 \text{ m}$$

$$Y_1 = 26.1688 \text{ m}$$

接点の標高は、 $140.24 - 26.1688 = \text{EL. } 114.0712 \text{ m}$

バケットカーブとの接点 (a , b) は

$$a = C - R \cos \theta = 68.5303 - 25.0 \times 0.6476484 = 52.3390 \text{ m}$$

$$b = d + R \sin \theta = 9.240 + 25.0 \times 0.7619393 = 28.2884 \text{ m}$$

接点の標高 $140.24 - 28.2884 = \text{EL. } 111.9515 \text{ m}$

開水路部縦断形状の座標

Xm	Ym		
0.0	0.0		
4.0	0.90432		
8.0	2.01728		
12.0	3.33888		
16.0	4.86912		
20.0	6.60800		
24.0	8.55552		
28.0	10.71168		
32.0	13.07648		
36.0	15.64992		
40.0	18.43200		
44.0	21.42272		
48.0	24.62208		
49.8454	26.1688 m	26.1688 m	
50.0		26.3003	
52.0		28.0003	
52.3390		28.2884	

$Y = 0.00652X^2 + 0.2X$
 放物線部

 $Y = 0.85X - 16.19974$
 直線部

第4節 洪水吐（越流頂）

§ 1 設計条件

1. 洪水吐の必要放流能力はサーチャージ水位WL.184.5mで850 m³/s（異常洪水流量1300 m³/sから放水管放流量454 m³/s（≒450）を差引いた値とする。
2. 洪水吐は2門で構成する。
3. 1径間幅は7.00m, ピアーの厚みは3.50mとする。
4. 堤頂標高はEL.174.50mとする。
5. ゲートはテンターゲートとする。

§ 2 越流頂の設計

1. 越流頂縦断形状は標準形状を採用する。
2. 標準形状の設計水深Hdは最大操作水深10.00mと合致させる。

大石ダム越流頂形状としてはWESの上流面勾配3:2の標準形状を採用することにした。

WESの上流面勾配3:2の標準形状は次のように表わされる。

下流面曲線

$$Y = X^{1.810} / 1.939 Hd^{0.810}$$

$$W_1 = 0.115 Hd$$

$$r_1 = 0.48 Hd$$

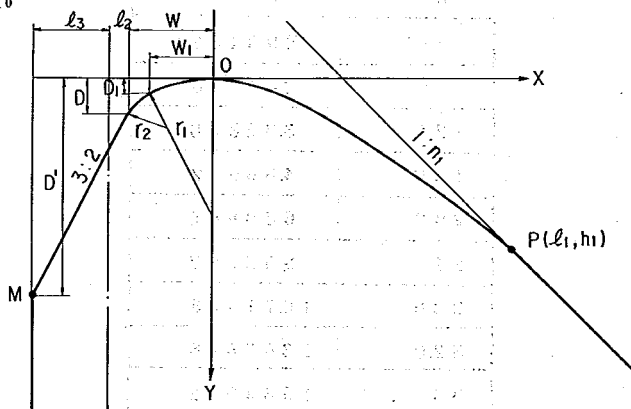
$$D_1 = 0.01398 Hd$$

$$W = 0.214 Hd$$

$$r_2 = 0.22 Hd$$

$$D = 0.06825 Hd$$

$$D' \geq 0.5 Hd$$



越流頂下流面曲線の堤体下流面との接点Pの座標を(l_1 , h_1)とすれば

$$\left(\frac{dY}{dX} \right)_{X=l_1} = \frac{1.810}{1.939} \left(\frac{l_1}{Hd} \right)^{0.810} = \frac{1}{n_1}$$

$$Y = h_1$$

$$n_1 = 0.82$$

$$Hd = 10.00 \text{ m}$$

$$\left(\frac{\ell_1}{Hd}\right)^{0.810} = \frac{1}{0.82} \times \frac{1.939}{1.810} = 1.3064$$

$$\ell_1 = (1.306428)^{1/0.810} \times 10.00 = 13.9096 \text{ m}$$

$$h_1 = \frac{\ell_1}{1.939} \left(\frac{\ell_1}{Hd}\right)^{0.810} = \frac{13.90963}{1.939} \times 1.306428 = 9.3718 \text{ m}$$

したがって、P点の標高は、EL. 165.128₂ m

また、下流面曲線

$$Y = \frac{1}{1.939} Hd^{0.810} \times 1.810 = \frac{1}{12.519} X^{1.810} = 0.079877 X^{1.810}$$

堤頂上流面形状

$$W = 0.214Hd = 2.140 \text{ m}$$

$$D = 0.06825Hd = 0.6825 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \ell_2 &= (EL. C - EL. P) n_1 - \ell_1 - W \\ &= (186.0 - 165.1282) \times 0.82 - 13.9096 - 2.140 \\ &= 20.8718 \times 0.82 - 13.9096 - 2.140 \\ &= 17.1149 - 13.9096 - 2.140 = 1.0653 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D' &= D + (\ell_2 + \ell_1) \times 3/2 \\ &= 0.6825 + (1.0653 + 2.000) \times 1.5 \\ &= 0.6825 + 3.0653 \times 1.5 = 5.2804 \text{ m} \geq 0.5Hd = 5.0 \text{ m} \end{aligned}$$

M点の標高は、EL. 169.219₆ m

越流頂諸寸法

$$W_1 = 0.115Hd = 1.15 \text{ m}$$

$$W = 0.214Hd = 2.140 \text{ m}$$

$$r_1 = 0.48Hd = 4.8 \text{ m}$$

$$r_2 = 0.22Hd = 2.20 \text{ m}$$

$$D_1 = 0.01398Hd = 0.1398 \text{ m}$$

$$D = 0.06825Hd = 0.6825 \text{ m}$$

越流面の座標

X	$X^{1.810}$	Y	X	$X^{1.810}$	Y
1.0	1.000	0.0799	8.0	43.1115	3.4437
2.0	3.5064	0.2801	9.0	53.3555	4.2620
3.0	7.3044	0.5835	10.0	64.5654	5.1574
4.0	12.2950	0.9821	11.0	76.7221	6.1285
5.0	18.4135	1.4708	12.0	89.8086	7.1738
6.0	25.6126	2.0459	13.0	103.8096	8.2922
7.0	33.8554	2.7043	13.9096	117.3274	9.3719

2. 放 流 量

標準越流頂の自由越流量は次式により計算される。

$$Q = n C' B H^{3/2}$$

$$C' = C \left\{ 1 - Md \left(\frac{H}{H_d} \right)^{3/2} \right\}$$

$$C = 1.704 \left\{ 1 + 0.704 \left(\frac{H}{H_d} \right) \right\}^{1/2}$$

$$Md = 0.0756 \left(\frac{H_d}{B} \right)^{0.5} \left\{ \frac{1}{n} + 1.465 \left(\frac{n-1}{n} \right) \left(\frac{b}{S'} \right)^{1.7} \right\}$$

ここに, Q : 放流量 (m^3/s), n : 径間数 ($= 2$)

B : 1径間の幅 ($= 7.0 m$), b : 橋脚幅 ($= 3.5 m$)

S' : 堤頂から橋脚先端までの距離 ($\geq 5.205 m$)

したがって, サーチャージ水位 $WL. 184.5 m$, すなわち, 越流水深 $H = H_d = 1.00 m$ における越流頂の放流量は,

$$\begin{aligned} Md &= 0.0756 \left(\frac{1.00}{7.0} \right)^{0.5} \left\{ \frac{1}{2} + 1.465 \left(\frac{2-1}{2} \right) \left(\frac{3.50}{5.205} \right)^{1.7} \right\} \\ &= 0.0756 \times 1.195 \times \{ 0.5 + 1.465 \times 0.5 \times 0.093 \} = 0.0789 \end{aligned}$$

$$C = 1.704 \left\{ 1 + 0.704 \left(\frac{H}{H_d} \right) \right\}^{1/2} = 1.704 \times 1.704^{1/2} = 2.224$$

$$C' = C \left\{ 1 - Md \left(\frac{H}{H_d} \right)^{3/2} \right\} = 2.224 (1 - 0.0789) = 2.049$$

$$Q = n C' B H^{3/2} = 2 \times 2.049 \times 7.0 (1.00)^{3/2} = 907 m^3/s \div 900 m^3/s$$

したがって, サーチャージ水位 $WL. 184.5 m$ における洪水吐放水管を放流量は

$$Q(\text{コンジット}) + Q(\text{洪水吐}) = 454 + 900 = 1354 m^3/s$$

となり, 異常洪水流量 $1300 m^3/s$ に十分対処しうる断面を有することがわかる。

第5節 減 勢 工

§ 1 設計条件

1. 洪水調節用放流設備である放水管の全開時放流量は確実に跳水減勢できること。
2. 設計洪水流量 $900 m^3/s$ の放流に対して跳水機能が著しく低下しないこと。

水叩きの水理設計条件は

1. 減勢工は末端に副ダムを有する跳水式水平水叩きとする。
2. 水叩き面の標高は $EL. 106.00 m$ とする。
3. 水叩きは直線等幅とし, 水叩き幅は $17.5 m$ とする。

§ 2 水理設計

1. 放水管全開時の跳水規模と水叩きの概算

水叩き 始端（ここではバケットカーブ終端とする。）における比力是一次式で与えられる。

$$M_1 = \frac{QV_1}{g} + \frac{B_1 h_1^2}{2}$$

放水管単独放流時の水叩き始端における水脈幅を $B_1 = 4.0 \text{ m}$ と仮定し

$$Q = 460 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_1 = C_v \sqrt{2gH} = 0.9 \times \sqrt{2 \times 9.8 \times (18.45 - 10.60)} = 35.3 \text{ m/s}$$

および

$$h_1 = \frac{Q}{B_1 V_1} = \frac{460}{4.0 \times 35.3} = 3.26 \text{ m}$$

を代入して、比力を求めれば、

$$M_1 = \frac{QV_1}{g} + \frac{B_1 h_1^2}{2} = \frac{460.0 \times 35.3}{9.8} + \frac{4.0 \times (3.26)^2}{2} \\ = 1657 + 21 = 1678$$

となる。

一方、跳水後の比力 M_2 は

$$M_2 = \frac{QV_2}{g} + \frac{B_2 h_2^2}{2} = \frac{Q}{g} \left(\frac{Q}{B_2 h_2} \right) + \frac{B_2 h_2^2}{2}$$

であり、跳水過程で放水管からのジェットは水叩き幅全幅に理想的に拡幅するものと仮定し ($B_2 = 17.5 \text{ m}$)、 $M_1 = M_2$ の条件から h_2 を求めれば次のようになる。

$$M_1 = M_2$$

$$M_1 = 1678 = \frac{Q^2}{gB_2 h_2} + \frac{B_2 h_2^2}{2} = \frac{(460)^2}{9.8 \times 17.5 h_2} + \frac{17.5 h_2^2}{2}$$

$$8.75 h_2^3 - 1678 h_2 + 1234 = 0$$

これより

$$h_2 = 13.46 \text{ m}$$

$$V_2 = Q / B_2 h_2 = 460 / (17.5 \times 13.46) = 1.95 \text{ m/s}$$

$$V_2^2 / 2g = 0.19 \text{ m}$$

$$\text{エネルギー高 } E = h_2 + V_2^2 / 2g = 13.65 \text{ m}$$

$$\text{また、跳水長 } \ell_1 = 5.0 h_2 = 5.0 \times 13.46 = 67.30 \text{ m}$$

水平水叩き長 ℓ を ℓ_1 の 90% とし、その端末に高さ d (流量係数 $C = 2.0$) の副ダムを設けるものとすれば、

水平水叩き長 $\ell = 0.9 \ell_1 = 0.9 \times 67.30 = 60.6\text{m} \div 60\text{m}$

幅ダム高 d は

$$Q = CB(E-d)^{3/2} \text{ より } d = E - (Q/CB)^{2/3}$$
$$d = 13.65 - (460/2.0 \times 17.5)^{2/3} = 13.65 - 5.57 = 8.08\text{m} \div 8\text{m}$$

したがって、この概算からは水叩き規模は

水叩き長 $\ell = 60\text{m}$

端末副ダム高 $d = 8\text{m}$

である。

2. 設計洪水流量 $900\text{m}^3/\text{s}$ の跳水規模

$900\text{m}^3/\text{s}$ は、サーチャージ水位 $WL 184.5\text{m}$ における洪水吐（越流頂）2門全開時放流量に一致するので、これを対象として跳水規模を算定する。

この場合は、水叩き全幅に様な流れが期待できるので、 $B = 17.5\text{m}$ とし、始端流速 $V_1 = 35.3\text{m}/\text{s}$ であるから

$$h_1 = \frac{Q}{BV_1} = \frac{900}{17.5 \times 35.3} = 1.457\text{m}$$

$$F_1 = \frac{V_1}{\sqrt{gh_1}} = \frac{35.3}{\sqrt{9.8 \times 1.457}} = 9.34$$

また、

$$\frac{h_2}{h_1} = \frac{1}{2} \{ \sqrt{1 + 8F_1^2} - 1 \} = \frac{1}{2} \{ \sqrt{1 + 8 \times (9.34)^2} - 1 \} = 12.72$$

跳水水深 $h_2 = 12.72 h_1 = 12.72 \times 1.457 = 18.53\text{m}$

跳水長 $\ell_1 = 5.0 h_2 = 5.0 \times 18.53 = 92.7\text{m}$

と求められる。

一方、 $900\text{m}^3/\text{s}$ 放流時の副ダムの越流水深 h_c は

$$h_c \approx \left(\frac{Q}{CB} \right)^{2/3} = \left(\frac{900}{2.0 \times 17.5} \right)^{2/3} = 8.71\text{m}$$

したがって、放水管単独放流に対する水叩き規模（ $d = 8\text{m}$ ， $\ell = 60\text{m}$ ）は $900\text{m}^3/\text{s}$ 放流に対して

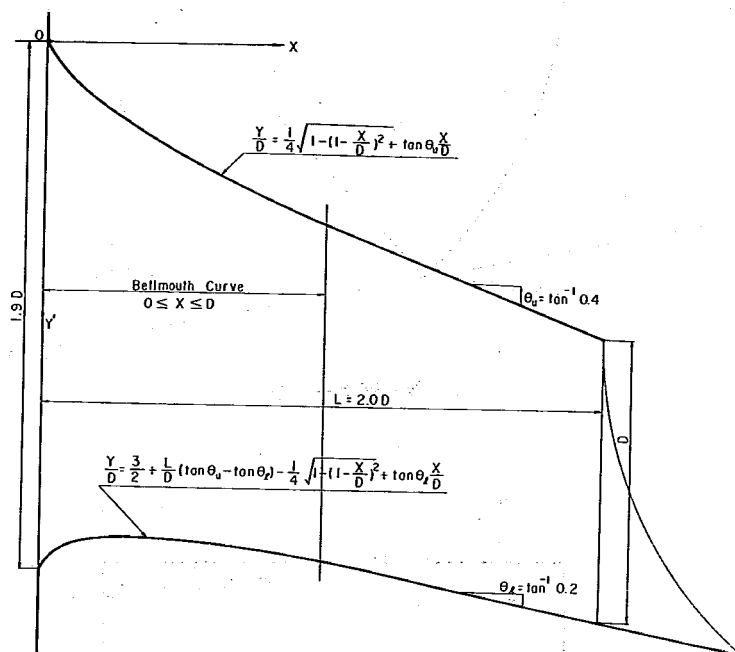
水深 $h_2 - (d + h_c) = 18.53 - (8 + 8.71) = 1.82\text{m}$

長さ $\ell_1 - \ell = 92.7 - 60 = 32.7$

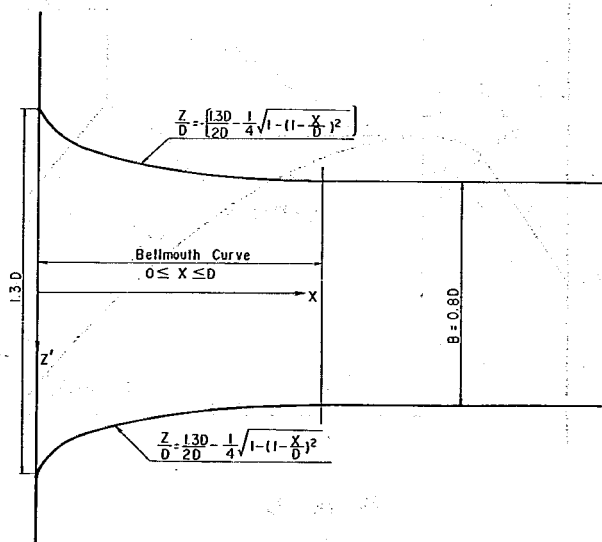
$$\left(\frac{\ell}{\ell_1} = \frac{60}{92.7} = 0.65, \text{ あるいは } \frac{\ell}{h_2} = \frac{60}{18.53} = 3.24 \right)$$

の不足となる。

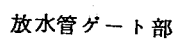
しかし、副ダム鉛直上流面の流水に対する抗力がかなり期待できるので、この最終判断は水理模型実験によることにする。

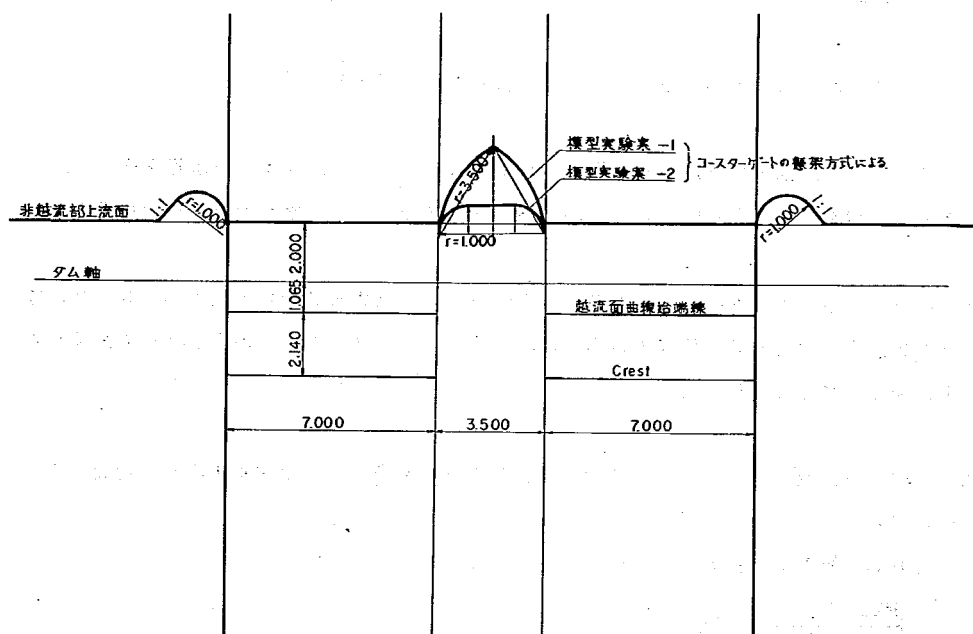


放水管 (縦断)

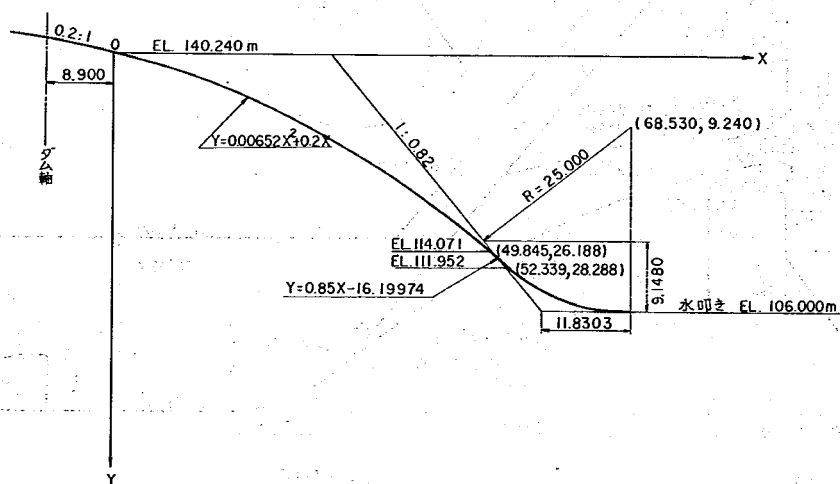


放水管 (平面)





越流部



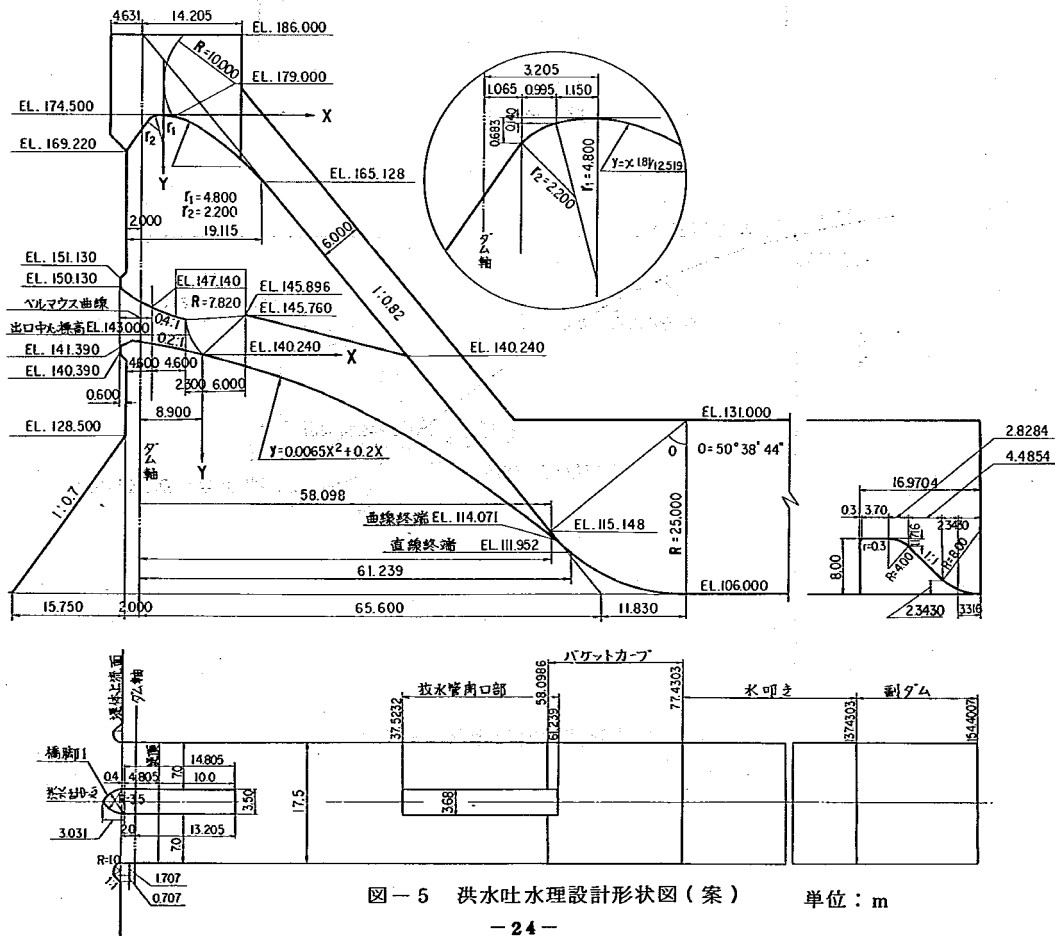
放水管開水路部形状 (底面)

第6節 まとめ

水理設計された、洪水吐の概略をまとめると次のとおりである。

1. 放水管は管路部と開水路部から構成される半管路型（略称，Ⅱ型）放水管を採用し，管路部は，構造的簡素化を図るために四面ベルマウスの隅取円弧なしの方形断面を考えた。
2. 越流部は最高水位を設計水深（ $H_d = 10.0\text{ m}$ ）としたWES型の上流面勾配3：2の標準型越流面形状を与え，橋脚先端形状は，放水管コースターゲートの巻上げへの配慮から尖頭形と扁平形の2種を考えた。
3. 減勢工は，水平水叩きにおける跳水型減勢工とし水叩き末端に減勢工副ダムを設ける場合を考えた。

これら水理設計された洪水吐は，図-5に示される。



第 3 章 洪水吐の水理実験

第3章 洪水吐の水理実験

水理実験は、水理設計された洪水吐の検証および検討によって合理的かつ最適な洪水吐を求めようとするものである

目 次

第1節	実験概要.....	26
§ 1.	実験内容.....	26
§ 2.	実験模型.....	27
§ 3.	水理諸量の測定方法.....	27
§ 4.	相似律.....	28
第2節	水理実験Ⅰ〔全体模型実験〕.....	29
§ 1.	放水管.....	29
§ 2.	越流部.....	29
§ 3.	導流部（堤体下流面）.....	30
§ 4.	減勢部（副ダム式減勢工）.....	32
§ 5.	2次減勢工および河道部.....	36
第3節	水理実験Ⅱ〔全体模型実験〕.....	37
§ 1.	減勢部および河道部（水叩き面の掘り下げ方式による減勢工）.....	37
第4節	水理実験Ⅲ〔放水管抽出模型実験〕.....	40
§ 1.	放水管（細部実験）.....	40
第5節	まとめ.....	44

第1節 実験概要

§ 1 実験内容

水理設計された洪口吐の検証および検討を要する内容は、次の通りである。

〔1〕放水管

1. 放水管内に発生する負圧の傾向と水理設計の妥当性の検証ならびに使用可能範囲の検討。
2. 管路部からの流出水脈と高圧ゲート位置関係の検討。
3. 開水路部出口附近における流況と開水路開口高さの妥当性の検討。
4. 放水管の放流能力の検証と貯水位～ゲート開き～放流量の資料収集。

〔2〕越流部

1. 越流部の最大放流能力の検証と貯水位～ゲート開き～放流量の資料収集。
2. 橋脚先端形状による放流能力および越流水面変動の検討。
3. 堤頂構造物への余裕高の検討。

〔3〕導流部

1. 導流壁高を決定するための資料収集。
2. 橋脚末端下流の水脈の相互干渉による水脈隆起の検討。
3. 放水管開水路部の流れを常に大気中に露出させるために必要な構造物（越流吐からの流れが放水管開水路部出口附近を完全におおうのを防ぐための構造物）の形状寸法の実験による開発。

〔4〕減勢部

1. 減勢工の必要規模に関する実験的検討。
2. 副ダム の形状寸法の実験による開発。
3. 導流壁高を決定するための資料収集。
4. 副ダム の構造設計に必要な資料収集。

〔5〕河道部

1. 2次減勢工の必要性の実験による検討。
2. 管理に必要な資料の収集。

§ 2 実験模型

実験用模型として、放水管、越流部、導流部、減勢部および河道部から構成される全体模型と放水管のみを抽出した放水管抽出模型との2種の模型を製作した。

(1) 全体模型の製作と設備

模型は、第2章で水理設計された放水管、越流部、導流部および減勢部の形状と現地河道の地形形状を1/50に縮尺して製作した。

この実験用模型は図-6および写真-1に示すとおりである。放水管1門および越流部2門は、設計形状と同じように米杉材にて成型製作し、木製堤体の所定位置に設置した。

導流部は、堤体下流面をラワン合板、導流壁を透明の合成樹脂板にて製作した。

減勢部は、水叩き面をラワン合板、導流壁を透明の合成樹脂板、副ダムを米杉板にて製作した。

河道部は、現地地形図(縮尺1/500)および詳細地形図(縮尺1/100)を基に、減勢部末端より180m下流で、標高E L 130m以下の範囲を表面モルタル仕上げにて再現した。

貯水槽は、幅3m、高さ2m、長さ4mの既設鋼製水槽を使用した。

また、河道部の下流にはコンクリートブロックの導水路にて検定水槽まで導いた。

(2) 放水管抽出模型の製作と設備

模型は、第2章で水理設計された放水管(以下ここではA案放水管とする)とA案放水管の管路部角形断面に隅取円弧を入れた放水管(従来形式の放水管で、以下ここではB案放水管とする)の2種を1/25に縮尺して、透明の合成樹脂の熱処理加工にて成型製作した。

なお、管路部の上面、上面隅角、側面、下面隅角、下面および開水路部の下面には、圧力測定用のピエゾメーターを埋設した。

製作された模型は、図-7に示すように幅1.5m、高さ4m、長さ6mの鋼製貯水槽の一端に取付け、模型から流出した水流は模型下部のコンクリートブロックの導水路にて検定水槽に導いた。

§ 3 水理諸量の測定方法

全体模型および放水管抽出模型における水理諸量は、次の方法で測定した。

(1) 貯水位

貯水位は、貯水槽あるいは、鋼製水槽の端末下部よりゴムホースにて大口径（中 15 cm）の水柱マノメーターに導き、これを精度 0.1 mm まで測定できる水面測定器（ポイントゲージ）にて測定した。

(2) 水面形

全体模型の越流部、導流部、減勢部および、河道部と放水管抽出模型の開水路部などの水面形は、模型上部に測定台を設置して、水面測定器にて測定した。

(3) 流量

模型から流下する流量は、模型下流に設置されている検定水槽の刃形検定堰を越流する水位を水面測定器にて測定し、越流水深から板谷、手島の流量公式（水理公式集 46 年改訂版 P254）を用いて求めた。

(4) 圧力

全模型の副ダム表面、放水管抽出模型の管路部および開水路部の圧力は、すでに埋設された内径 1 mm のピエゾメーターからビニール管で内径 10 mm で 1 mm 目盛付、水柱マノメーターに導き、その水柱を測定した。

§ 4 相似律

原型と模型との幾何学的縮尺は、全体模型で 1/50，放水管抽出模型で 1/25 である。

一方、水理諸量の相似律は、重力と慣性項とが支配的であるから、フルードの相似則に従うものと考えてよい。

したがって、それぞれの模型の原型と模型との換算係数は、次表に示すとおりである。

諸 元	次 元	換 算 係 数 (原 型 → 模 型)		
		縮 率	全 体 模 型	放 水 管 抽 出 模 型
長さ、水深	L	$1/n$	1/50	1/25
時 間	$L T^{-1}$	$1/\sqrt{n}$	1/7.071	1/5.0
流 量	$L^3 T^{-1}$	$1/\sqrt{n^3}$	1/177.6777	1/31.25
圧 力	$M L^{-1} T^{-2}$	$1/\sqrt{n}$	1/50	1/25
流 速	$L T^{-1}$	$1/\sqrt{n}$	1/7.071	1/5.0

尚、圧力の換算係数は、 m 水柱で表わしたものである。

第2節 水理実験Ⅰ〔全体模型実験〕

本節では、水理設計された洪水吐の全体的な検証、検討を行なったものである。

§1 放水管

実験は、設計された放水管の放流能力を検証するために、放水管全開における貯水位と放流量の関係を調べた。

その結果は、図-8、表-2に示す通りである。

放水管断面（鉛直面内 高さ4.6 m×幅3.68 m）は、制限水位WL155.0 mで240 m³/s（計画最大放流量200 m³/sの20%増）放流できるように設計されたが、実験結果では233 m³/sである。これは、全体模型（1/50）の精度不足、粘性、表面張力の影響などによる放流量不足と思われ、第3節の抽出模型実験にて更に検討した。

§2 越流部

越流部の橋脚先端形状は、コースターゲートの巻き上げ機構への配慮から、図-9に示すように橋脚先端の尖頭形（以下、橋脚1とする）と扁平なもの（以下、橋脚2とする）の2種について実験し、その水理的特性を明らかにした。

〔1〕放流量Ⅰ（ゲート全開）

橋脚1、2による放流量は、図-10、表-2に示すようにほとんど差はない。

設計条件の放流量（貯水位WL184.5 mでの放水管と越流部とを合した1,314 m³/s）でいずれも満足されているが、水理設計の1,350 m³/sに対しては微小下まわっている。

また、次式で表わされる越流係数（C）を求める。

$$C = \frac{Q}{n \cdot B \cdot H^{\frac{3}{2}}}$$

ここに、Qは放流量、nは門数（2門）、Bは1門の径間幅（12.0 m）、Hは越流水深である。

この結果、越流水深に対する越流係数は図-11に示すようにいずれの橋脚においてもバラツキを生じており、その平均的な関係は実線（推定線）で表わされる。

更に、水理設計での越流係数に対しては、小さくなっている。

(2) 越流水面形

実験は、橋脚 1, 2 を設置した場合の橋台沿、径間中央、橋脚沿の 3 測線について、サーチャージ水位での水面形測定を行なった。

この結果は、図-12~14、表-3 および写真-2 に示す通りである。

越流水面形は、橋脚沿において若干の差が生じたが、いずれも堤頂構造物（ゲートビン）に対して 1.7 m 程度（橋台沿において）の余裕を持って流下している。

水面形の差は、橋脚 1, 2 による突出長さによる橋脚沿の水面のずれで、その下流および他の測線においてはほぼ同一水面と考えられる。

また、図-13、14 に示す WES 型のピアーにおける水面形（開水路の水理学Ⅱ-1、P341）のプロットに対しては、越流面形状の上流端の位置が、異なり（橋脚先端と上流面とが一致している。）かつ本実験の橋脚幅（ $B = 0.35 H_d$ ）が大きいことによって、違った水面形を示している。

(3) 放流量Ⅱ（ゲート半開）

図-1(1) および (2) の実験結果から、橋脚 1, 2 による水理的特性の差異は、小さいので、いずれを採用しても問題はない。

そこで、橋脚 1 を設置した場合の貯水位～ゲート開き～放流量関係の管理資料を収集するために実験を行なった。

その結果は、図-10、表-2 に示す。

ゲート半開において、ゲート下端と貯水位との高差が小さい場合には、自由越流とゲート半開放流との不安定領域となり、それによるゲート振動を誘発させる原因ともなる。そのため、自由越流状態に近いゲート半開操作は、避けるべきである。

§ 3 導流部（堤体下流面）

実験は、放水管および越流部のゲートを全開とし、サーチャージ水位にて流下した場合の導流部の水面形を測定した。

(1) 橋脚末端下流の水面形

橋脚末端の下流においては、写真-3 および図-15 に示すように越流部の両径間から流下する越流水脈が、橋脚末端下流で相互干渉を起し、ヒレ状となって高く隆起した水面形が減勢池に落下する。このヒレ状の水面形は、左右に揺動するため堤体下流面の流下としての見ばえおよび減勢池への落下によって、減勢池を不安定かつ減勢効果を阻害する原因ともなる。

このため、相互干渉を軽減させるために、橋脚末端に図-16, 17に示す分離壁2種を取付けた結果、図-18, 19, 写真-3, 4に示すように、その効果が十分表われ、橋脚末端で高さ5.0 m、長さ25.0 mの楔状の分離壁を設置することを推奨したい。

実験結果の水面形測定値は表-4~6に示す。

(2) 放水管出口開口部附近における導流部（堤体下流面）の水面形

放水管出口開口部附近の堤体下流面を流下する水脈は、

- (1) 放水管出口開口部の閉塞
- (2) 放水管出口開口部底面（トラフ）への衝撃
- (3) 放水管と越流部との合流による流下水脈の乱れなどを軽減し、
- (4) 放水管への空気の流入を図るものとして、一般にデフレクターが設けられている。

そこで種々のデフレクターを設置したが、(1)を満足するようなデフレクターは、高くなりすぎて、逆に減勢池への均等流を乱す原因ともなり、デフレクター高さ2.0 mが最適と考えられ、図-16, 17に示す4種のデフレクターを設置して水面形を測定した。

その結果、図-20~22写真-5, 6に示すように、いずれもデフレクター形状に沿って流下した水脈は薄い水脈となってバケット部に落下しているが、デフレクター1は、デフレクターの中央部を流下する落下水脈が最も高く、その落下水脈と堤体下流面に沿って流下する水脈との合流角度が大きくなるために安定性に欠ける、デフレクター2は、落下水脈は低く合流角度が小さいために、比較的安定している。デフレクター3および4は、デフレクターが長く、勾配がゆるいため中央部水脈の安定性が悪くなっている。

このことから、デフレクターは長さ11.0 m、高さ2.0 mの三角錐形状が最良と考えられる。この場合の流況を写真-7, 8に示す。また水面形の測定値は、表-7, 8に示す。

なお、(4)に対しては、放水管のエアークラウド（給気孔）として別途設計する必要がある。

(3) 導流壁沿の水面形

導流壁沿については、図-15に示す導流部の水面形測定結果から橋台末端附近の水面が最も高く、流下にもなつて水深は小さくなっている。しかし流下による流速が次第に大きくなるために実際の場合は、空気混入現象を生じ、みかけ水深は若干大きくなる。

このため、次式で表わせる Gumensky 式（水理公式集46年改訂版P294）を用いて測定された水深にプラスして導流壁を決定する。

$$m = \frac{1}{200} \cdot \frac{v^2}{gh}$$

$$h' = \frac{q^1}{v} = \frac{(1+m)q}{v} = \frac{q}{v} + \frac{v^2}{200g}$$

ここに、 m は、混入空気量と流量の比、 v は平均流速、 h は純水深、 h' は空気混入によるみかけ水深、 q' は空気混入による単位幅当りのみかけ流量、 q は、純水による単位幅当りの流量である。そこで橋台末端附近 (EL168.5m)、導流壁末端 (EL131m) およびその中間 (EL150m) にて計算すると次表のとおりになる。

水深	貯水位 WL 184.5m (サッチャージ水位)		
	橋台末端 (EL168.5)	導流壁中間 (EL150m)	導流壁末端 (EL131m)
h	4.25	1.8	1.6
h'	4.364	2.434	2.402

この結果、空気混入によるみかけ水深を考慮しても橋台末端附近が最も大きい、よって、導流壁高は、若干の余裕を考慮して堤体下流面に直角に、5.5m程度が妥当なものと思われる。

§ 4. 減勢部

大石ダム減勢工規模としては

- (1) 洪水調節用放流設備である放水管のサッチャージ水位における全開時放流量 (§ 1.の実験結果 $Q = 433 \text{ m}^3/\text{s}$) は確実に跳水減勢できること。
 - (2) 設計洪水流量 $900 \text{ m}^3/\text{s}$ の放流に対して跳水機能が著しく低下しないこと。
- を考慮して水理実験を行なった。

(1) 副ダムなしの場合の減勢池および河道部の流況

大石ダムの水平水叩き減勢部は、図-2.3に示すように減勢部直下流の河道が非常に急峻で良質の硬岩が露出し、しかも副ダム下流約80m附近に狭さく部を有しているため、それによる背水の減勢効果とその影響を調べた。

その結果、写真-9に示すように、小流量 $200 \text{ m}^3/\text{s}$ 以下においては、水叩き面に露出射流を生じ、水叩き末端附近には狭搾河道による背水が達しているが、それ以上の流量になると背水は影響せず露出射流にて狭搾部右岸側地山に当り、流向を変えて流下する。

この場合、水叩き面に露出射流を生じると、放水管から流出した水脈が拡散し、導流壁に沿って遡上する水脈がある。

このことから、狭搾による減勢効果はあまり期待出来ないが副ダムによる減勢工、(本

節で以下に述べる)または減勢部水叩き面の掘下げによる減勢工(第3節で述べる)による減勢効果によつては、2次減勢工として期待することができる。

(2) 副ダムを設けた場合の減勢部および河道部の流況および水面形実験は、下表に示すように水理設計された減勢工規模を含む6ケースの減勢工について流況および水面形測定を行った。

副ダム高 (m)	水叩き長 (m)
6 m	50 m, 60 m
7 m	50 m, 60 m
8 m	50 m, 60 m

その結果流況を写真—10～24、水面形を図—24～29に示す。

結果(1) $Q=150\text{ m}^3/\text{s}$ および $200\text{ m}^3/\text{s}$ 放流の減勢池は、いかなるケースにおいても完全跳水現象を起し、かなりの余裕をもった減勢池となっているために問題はない。

(2) $Q=450\text{ m}^3/\text{s}$ 放流では、水叩き長50 mまたは、60 m、副ダム高6 m、または7 mのケースにおいては水叩き始端附近に露出射流が生じ、不完全減勢にて、副ダム上を越水して流れるが、副ダム高8 mになると完全跳水現象を起し完全減勢となる。

結果(3) $Q=900\text{ m}^3/\text{s}$ 放流では、いかなるケースにおいても不完全減勢にて副ダム上を越水するが、副ダム高8 mが最も跳水現象に近い流況を呈している。水叩き長を50 mから60 mにすると水叩きの露出射流が長く、跳水共、下流水深の確保が難しくなり、減勢効果は悪くなる。

(4) $Q=1300\text{ m}^3/\text{s}$ 放流では、いかなるケースにおいても不完全減勢になって副ダムを飛散して越水するが、副ダム上でかなり隆起した水面形となる。この流量では水叩き長60 m、副ダム高8 mが最良と考えられる。

以上のことから、放水管のサーチャージ水位における全開時放流量 ($Q=450\text{ m}^3/\text{s}$ 程度)と $900\text{ m}^3/\text{s}$ とを対象に考えた減勢規模は、水叩き長50 m、副ダム高8 m程度

が妥当と考えられる。

尚、水叩き長50m、副ダム高8mの減勢部および河道部水面形の測定値は、表-9～11に示す。

(3) 副ダムに作用する圧力

実験は、(2)によって推奨した水叩き長50m、副ダム高8mの減勢規模において、 $Q=150, 200, 450, 600, 750, 900, 1300 \text{ m}^3/\text{s}$ 放流における副ダム前面および副ダム越流面に作用する圧力測定を行なった。

その結果、副ダム前面に作用する圧力は図-30に示すように副ダム中央と側部とは異なり、中央が全体に大きい値を示している。このことは、減勢池の流れが、副ダム中央に集中した若干不均等な減勢効果を示している。

$Q=450 \text{ m}^3/\text{s}$ 以下の放流および $900 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $1300 \text{ m}^3/\text{s}$ 放流の副ダム側部においては、ほぼ静水圧分布(2)の副ダム前面附近の水面形から考える。)に近い状態を示しているが、 $900 \text{ m}^3/\text{s}$ および $1300 \text{ m}^3/\text{s}$ 放流の副ダム中央は、静水圧プラス動水圧が作用し、最高27m水柱の圧力値を示している。このため、副ダムの構造を決定する場合には、最も危険側にあると思われる $1300 \text{ m}^3/\text{s}$ 放流時の中央の圧力分布値によってその安定性を検討すべきである。

また、副ダム越流面については、まず図-31に示す副ダム細部形状(既設ダムの実例から考える。以下副ダム形状1とする)を採用し検討した。

その結果、図-32, 33に示すように $Q=600 \text{ m}^3/\text{s}$ 以下の放流時の副ダム天端下流円弧部($R=3.0 \text{ m}$)および $Q=450 \text{ m}^3/\text{s}$ 以上の放流時の副ダム側部の天端上流端附近に負圧を生じているが、許容負圧(-3.0 m 水柱)以内には、ほぼ包含することが出来る。

これら負圧は、副ダム天端上流端附近の流れが剝離し易いことと、天端下流円弧の曲率が小さいことに起因される。

そこで、図-34に示す副ダム(以下、副ダム形状2とする)を考え、同様にして実験を行なった。

その結果、図-35, 36に示すように副ダム中央においては、全体的に若干良くなっているが、側部では、 $Q=600 \text{ m}^3/\text{s}$ 以下の放流においては良く、それ以上の流量になると、悪くなる傾向を示している。そして、その最低圧力は、許容負圧以下の負圧になっている。以上2種の副ダムの実験結果から、これら負圧をなくすための改良方法としては、それら部分の円弧を大きくすること、あるいは天端幅を広くした広頂堰に近ずけることにより容易に解決できる。しかし、減勢効果は副ダム上流面の高さの作用であり、円弧を大きくして入れることは減勢補助構造物として著るしく不利で、天端幅を広くすることも必ずしも有利でない。(洪水の頻度およびその洪水の継続流下時間などを考える)。

このため、これらを考慮、かつ許容負圧から考えても $Q = 750 \text{ m}^3/\text{s}$ 放流の最低圧力（ -3.45 m 水柱）のみが越えるだけで他は、包含できる副ダム形状 1 を採用しても支障ないと考えられる。

尚、これら副ダム前面および副ダム形状 1 の圧力測定値は、表-12~17 に示す。

〔4〕最良案減勢工（副ダム設置）の水面形

実験は、減勢部の流況および導流壁高を決定するために、〔2〕による水叩き長 50 m 、副ダム高 8 m 、〔3〕による副ダム形状 1 とした減勢工を考えた場合の、 $Q = 150, 200, 450, 900 \text{ m}^3/\text{s}$ および $1300 \text{ m}^3/\text{s}$ 放流時の流況および水面形測定を行なった。

その結果、水面形を図-37~41、流況を写真-25 に示す。

水叩き中央と導流壁沿との水面形は、いずれも導流壁沿が高くなっており、それらを流量ごとに流況スケッチすると図-42、43 に示すように小流量においては、導流壁からの中央への乱れが小さいために比較的水面差は小さく安定した減勢が見られるが、流量が増すにつれて、乱れが大きくなり、その水面差も大きくなるためかなり水面が激動する跳水の減勢となる。

更に流量を増すと水面が水沫状態になるために水面が更に激動した不完全跳水となるが、減勢効果を著しく低下するまでに至らない。そして、導流壁には、放水管からの拡散水脈によって若干動水圧が作用していると考えられる。導流壁高は、表-18~22 に示す水面形測定値の各流量における導流壁沿の最高水位および水深、平均水位および水深を求めれば、次表のようになる。

		流 量 (m^3/s)				
		150	200	450	900	1300
最 高	水位	WL117.85 m	118.95 m	122.05 m	125.15 m	128.35 m
	水深	11.85	12.95	16.05	19.15	22.35
平 均	水位	WL117.45	117.85	120.90	123.45	126.55
	水深	11.45	11.85	14.90	17.45	20.55

これより各流量に対する必要導流壁高は、単純に求まるが、実施に当ってはその流況を考慮する必要がある。

これは、流量 $900 \text{ m}^3/\text{s}$ 以下における完全な跳水または、これに近い状態が生じている場合と、 $1300 \text{ m}^3/\text{s}$ 放流時のように露出射流を生じ、水脈の一部が水沫にて飛散している場合とは明らかに異なる現象である。

したがって、実験結果も前者の測定値が著しく精密であるに比して、後者の測定値に

は多くの誤差が含まれているものと考える必要がある。

このことは、写真-16と写真-22とを比較すれば容易に理解できるであろう。このように $900\text{ m}^3/\text{s}$ 以上の流量に対して十分な導流壁高を求めることは、困難であり、たとえ求めたとしても壁高を高くすることの効率は著しく低下する。

このため導流壁高としては、水叩き内で跳水可能な流量について、完全に包含しうる値を与えれば最も効果的である。そこで、大石ダムでは水叩き導流壁高として $900\text{ m}^3/\text{s}$ までの流量を対象を考える。

$900\text{ m}^3/\text{s}$ の最高水位として観測された値は、写真-19から想像できるように、水面の乱れにより間歇的に生じた波浪の上限値であると見做することができる。

したがって、導流壁天端標高をこの最高水位以下にしても越流量は少なくかつ波返し等の構造物により容易に処理できる。

一方、 $900\text{ m}^3/\text{s}$ 以下の平均水位は、いずれも $\text{EL } 123.45\text{ m}$ 以下である。したがって、導流壁高として 18.0 m すなわち天端標高を $\text{EL } 224.0\text{ m}$ とすれば、すべての平均水位が包含でき、間歇的な波浪に対しては、波返しにて十分であると考ええる。

§ 5 2次減勢工および河道部

(1) 2次減勢工および河道部の流況と水面形

大石ダムの副ダム(§ 3, (2), (3)に示す)下流には、急峻で良質な硬岩が露出し、しかも副ダム下流約 80 m 附近に狹窄部を有しているため、それによる疎通能力の悪化による背水効果を生じ、2次減勢としての利用が考えられる。

そこで、 $Q=155, 200, 450, 900\text{ m}^3/\text{s}$ および $1300\text{ m}^3/\text{s}$ における2次減勢を含む河道部の流況および水面形測定を行なった。

その結果、水面形を図-44~46、流況を写真-26に示す。

$Q=450\text{ m}^3/\text{s}$ 以下の放流時には、河道の狹窄部によって副ダム末端附近まで背水が達するために、副ダム下流面で、副ダムを越水した水脈がもぐり跳水を起している。

それ以上の流量になると、もぐり跳水は若干下流に後退し水面変動も大きくなるが問題はない。

このことから、2次減勢工を必要とせず、副ダム末端と河道とをすりつけることで十分であるが、ただ、副ダム末端の水平部の長さは、副ダム下流面から流下した水脈の流向が水平方向に達する所(10 m 程度)まで延長する。

河道部の狹窄部上流は上述の流れを示し、その最高水位は

$Q=1300\text{ m}^3/\text{s}$ 放流時でEL 126m まで達する。

また、狹窄部の下流では疎通能力の悪化によって狹窄部の水深が大きくなり、その直下流との水面落差が大きくなる。そのためかなり速い流速を持った射流にて流下している。

そのことは、図-47に示す 断面14と断面15の図-48の横断水面を見ると明らかである。このため、河道の状態を考慮に検討の有無を要する。尚、これら水面形の測定値は表-23~27に示す。

第3節 水理実験 II 【全体模型実験】

水理実験IIは、水理実験Iで問題として残された §4 減勢部の(1)に示す副ダムなしの実験結果から、水叩き面の掘り下げ方式による減勢工が考えられるため、本節でその検討を行なった。

§1 減勢部および河道部

(1) 減勢部の流況と水面形

実験は図-49に示す掘り下げ方式の跳水式減勢工について順次実施した。

この実験結果の水面形を図-50~68、流況を写真-27~48に示す。

尚、流況の悪い減勢効果については、水面形測定は実施しなかった。

また、これらCaseごとの流況をまとめると次表のようになる。

掘り下げ方式の減勢部の流況

Case	放流量 $200\text{m}^3/\text{s}$ (計画最大放流量)	放流量 $500\text{m}^3/\text{s}$	放流量 $900\text{m}^3/\text{s}$ (設計洪水流量)	放流量 $1300\text{m}^3/\text{s}$ (異常洪水流量)
1	飛散状態	飛散状態と跳水状態の周期的変化 (模型で3分毎)	跳水状態	跳水状態
2	飛散状態	飛散状態と跳水状態の周期的変化 (模型で10分毎)	跳水状態	跳水状態
3	飛散状態から跳水状態への過渡的变化	跳水状態	底部にジェット流をもつ不完全跳水状態	底部にジェット流をもつ不完全跳水状態から飛散状態への過渡的变化
4	飛散状態から跳水状態への過渡的变化	跳水状態	底部にジェット流をもつ飛散状態	底部にジェット流をもつ飛散状態
5	飛散状態から跳水状態への過渡的变化	跳水状態	跳水状態	露出射流状態
6	跳水状態	跳水状態	跳水状態	跳水状態から飛散状態への過渡的变化
7	跳水状態	跳水状態	跳水状態	跳水状態から飛散状態への過渡的变化
8	跳水状態	跳水状態	跳水状態から飛散状態への過渡的变化	飛散状態
9	跳水状態	跳水状態	跳水状態	跳水状態
10	跳水状態	跳水状態	跳水状態	跳水状態からの飛散状態への過渡的变化
11	跳水状態	跳水状態	跳水状態	跳水状態

この結果 Case 9 および 11 が 小流量から大流量に亘って最も安定かつ合理的な減勢効果を示している。また、副ダム方式の減勢工としては、水叩き長 5.0 m、副ダム高 8 m が最良であったが、これに対しても水叩き長が短かく、小構造物にてその減勢効果が同等以上に発揮され、導流壁高も若干低くすることができるので Case 9 および 11 を推奨することができる。

(2) 河道部の流況と水面形

河道部の流況に対しては、掘り下げ方式の跳水式減勢工の減勢効果と狹窄地形による背水の影響が大となっているため、狹窄地形より上流は、水面変動が小さく安定した流況を呈している。一方下流は狹窄部との水面落差が大きくなるために、かなりの流速を持った射流にて流下している。この現象は副ダム方式でも同じことがいえる。



第4節 水理実験 III [放水管抽出模型実験]

水理設計された放水管と従来の放水管の放流量および形状についての実験検証かつ検討を行った。

§1 放水管（細部実験）

大石ダム の放水管は、図-69に示すように管路部と開水路部から構成される半管路型放水管（略称、Ⅱ型放水管）を採用し、管路部は構造的簡素化を計る目的として、四面ベルマウスの隅取円弧なしの方形断面（水理設計案、以下A案とする）とA案に隅取円弧を入れた方形断面（従来設計、以下B案とする）の2種について比較実験を行ない、その水理的特性の差異を明らかにした。

(1) 放流量

実験は、A、B案放水管のゲート全開および半開における貯水位と放流量の関係を調べた。その結果は図-70、71に示す。

設計条件における放流能力は、次表に示すように、計画放流量に対してはいずれも満足しているが、設計での放流量に対しては小さくなっている。また、サーチャージ水位における放水管と越流部との放流量（第1節、§2の(1)）を合わせた異常洪水量 $1300 \text{ m}^3/\text{s}$ に対しても若干小さく（A案で $4 \text{ m}^3/\text{s}$ 不足、B案で $9 \text{ m}^3/\text{s}$ 不足）となっているが、実験による誤差の範囲である。

貯水位 (E.L. m)	A案放水 流量 (m^3/s)	B案放水 流量 (m^3/s)	計画放流量 (m^3/s)
制限水位 155.0 m	208.2	204.3	200
サーチャージ水位 184.5 m	408.1	403.5	

このため、余裕を取る必要がある場合は放水管出口断面高 4.7 m を若干、大きくした放水管形状（全体的にその分だけ大きくした）を考える必要がある。

管理資料となる貯水位～ゲート開度～放流量の関係は、このために図-5、6に示す関係に断面積の増分による流量だけプラスして考える必要がある。A、B案との放流量差は、微小で実験による誤差を考えるとほぼ同じ流量であった。

また、これら A, B 案放水管のゲート全開における流量係数(C)を次式にて求める。

$$C = \frac{Q}{A\sqrt{2gH}}$$

ここに、Q は放流量、A は管路部の出口断面積、H は貯水位と管路部の出口断面中心との標高差、g は重力の加速度である。

図-72 に示すようにサーチャージ水位において $C = 0.86$ の値を示しており、既設ダムの実験結果の値に比べて小さくなっている。

このことは、水理設計において、管路部の絞り（呑口断面と出口断面との断面積の比）を大きくとり管路内の圧力を高めて、隅取円弧を省略したための配慮からである。

尚、これら貯水位～ゲート開度～放流量の測定値および流量係数値は表-28～30 に示す。

(2) 放水管内の作用圧力

実験は、A, B 案放水管の全開における貯水位 EL 155.0m (制限水位)、184.5m (サーチャージ水位) および EL 170.0m (中間水位) にて圧力測定を行なった。

圧力測定位置は管路部の上面中心、上面隅、側面中心、下面隅、下面中心、開水路部の底面中心、底面隅とした。

その結果 A 案は図-73～78、B 案は図-79～84 に示す。

管路部の作用圧力は、A, B 案とも負圧を生じることなく、各面および各面隅のピエゾ水頭（ピエゾ標高+圧力値）が出口断面において上面のピエゾ標高に等しくなるように呑口のピエゾ水頭（ほぼ貯水面標高に等しい）からしだいに低下している。

呑口直下流およびベルマウス末端附近の下面隅、下面には流速の増大と流線の急激な曲がりによる遠心力効果によって局所的にピエゾ水頭の低下がみられる。この現象は、A, B 案同傾向でピエゾ水頭もほぼ同じ値であった。

また、A, B 案放水管の形状の違いによる上面隅、下面隅の作用圧力は、部分的な実験によるミス（ピエゾ管およびビニール管のエア抜きが十分でなかった場合の圧力測定値）を除いては、ほぼ同一の値を示しており、水理的特性の差異は認められなかった。

開水路部底面の作用圧力は、サーチャージ水位において最も低下しており一部の負圧（流速が大きくなると、ピエゾ管埋設方向の誤差による圧力値違い）を除けば安全に流下し、A, B 案放水管の相異は認められなかった。尚、これら圧力測定のピエゾ水頭値は表-31～36 に示す。

〔3〕 開水路の水面形

実験は、A、B案放水管の主ゲートピンおよび開水路部上壁面に対する流下水面との空間距離を調べるために、主ゲート全開の貯水位EL 155.0m（制限水位）、EL 184.5m（サーチャージ水位）、主ゲート半開の貯水位EL 184.5mで主ゲートピンに最も接近すると見られる主ゲート開度とその上下の開度における開水路中央および壁沿の水面形を測定した。

その結果、A案を図-85～89、写真-49～51、B案を図-90～94、写真-52～54に示す。

主ゲートピンに対するA、B案放水管の流下水面との距離は、下表に示すように、いずれも十分な距離をもって流下している。

貯水位 (EL)	ゲート開度	A 案		B 案		備 考
		中 央	壁 沿	中 央	壁 沿	
155.0 m	全 開	2.5 m	2.3 m	2.8 m	2.1 m	制限水位
184.5 m	全 開	2.3 m	1.8 m	2.2 m	1.3 m	サーチャージ 水位
	4.1 m	3.0 m	1.9 m	3.0 m	1.5 m	
	4.3 m	2.25 m	2.0 m	3.1 m	1.0 m	

ただ、B案の壁沿において主ゲートピンとの距離が主ゲート半開（開度4.1m）にて1.0mまで接近するが、壁沿の水脈は、管路部出口上面の隅取円弧附近から流出した拡散水脈および壁面の摩擦損失による遡上であるために水脈は薄く問題ないものと考えられる。

上壁面に対する水面との距離は、いずれも余裕ある距離をもって流下している。ただ、サーチャージ水位でのB案の壁沿において最も小さく（約3.0m）なるが、この水脈は上述したような薄い水脈が更に発達したもので、中央との水面差が大きく現われている。

しかし、これら水面は、実物のダム放流においては、高速流によって、かなりの空気混入現象を起し、それによる見かけ水面増を考慮が必要があるが、当所におけるトンネル内の高速流による空気混入現象の実験結果（土木研究所年報第98号）によると、自由水面を有するトンネル内（本放水管の開水路部は、上壁面を有するためトンネルと考える）の流速が増加すれば空気混入による給気量も増加する（見かけ水面も上昇する）比例関係にあるが、給気量の増加はトンネル内における混入流と空間との比める割合によって大きく変化する（水面と上壁面との空間が十分であれば給気量が増加し、空間が少なければ給気

量は小さくトンネル内は飽和状態になる)ことが明らかにされた。

このため、トンネル内を飽和状態から避けるためには、かなりの空間を必要とする。そこで既応ダムの設計に採用された次式にて求める。

$$\frac{Q_a}{Q_w} = 0.076 (F_1 - 1) \quad F_1 = \frac{Q}{B \cdot h \sqrt{g \cdot h}}$$

ここに Q_a は、空気混入流量、 Q_w は水の流量、 F_1 はトンネル内のフルード数、 B はトンネルの幅 (3.68 m)、 h はトンネル内の水深である。

その結果、サーチャージ水位でのトンネル内の流量を $400 \text{ m}^3/\text{s}$ 、水深を上壁面に対して最も接近する開水路の始端附近断面 (高さ 7.09 m) の中央水深 (壁沿の水脈は薄い) ため 4.25 m をとると、 $Q_a = 7.65 \text{ m}^3/\text{s}$ となり、その空気混入の水深は 0.81 m でみかけ水深は 5.06 m になり、その空間距離 2.0 m の余裕を残していることから問題はないと考えられる。

給気孔 (エアー・ベントー) については、別途設計されたい。

尚、水面測定結果の値は、表-37~40に示す。

第5節 まとめ

水理実験の結果をまとめると次の通りである。

(1) 放水管

1. 放流量は、貯水位と放流量関係の測定結果から水理設計された放水管断面（管出口断面高 4.6 m、断面幅 3.6 m）で満足することができる。

2. 放水管内の形状は、管内の圧力測定結果から水理設計された管内形状で満足することができる。

3. 主ゲート・ピンおよび開水路上壁面状は、開水路部の流下水面形の測定結果および空気混入によるみかけ水面などを考慮しても水理設計された形状で満足することができる。

(2) 越流部

1. 越流面の形状は、流下状態から観擦して、水理設計された WES 型の上流面勾配 3 : 2 の標準越流面形状を与えても十分である。

2. 橋脚先端形状は、橋脚 1（尖頭形）、橋脚 2（扁平形）のいずれを採用しても放流量および越流水面の変化に影響しない。

3. 放流量は、放水管と越流部とを合わせた異常洪水流量をほぼ満足することができる。

4. 堤頂構造物の最下位置にあるゲート・ピンと越流水面との距離は、サーチャージ水位にて 1.7 m 程度の余裕を持って流下しているために満足される。

(3) 導流部

1. 橋脚末端下流には、両径間からの流下水脈の相互干渉によってヒレ状となる隆起水面が見られるために、分離壁（橋脚末端で高さ 5.0 m 長さ 2 5.0 m の楔状の分離壁）を設ける必要がある。

2. 放水管出口開口部上面の堤体下流面には、放水管出口開口部底面（トラフ）への衝撃および放水管と越流部との合流による流下水脈の乱れなどを軽減するために、高さ 2.0 m

長さ 1 1.0 m の三角錐形状のデフレクターを設ける必要がある。

3. 導流壁の高さは、導流壁沿の流下水面の測定結果、空気混入によるみかけ水深および余裕を考えて、堤体下流面に直角に 5.5 m 程度が妥当なものと思われる。

〔4〕減勢部

1. 減勢工法としては、水平水叩きの副ダムによる減勢工と下流河道の狭搾部による背水を利用した水叩き面の掘り下げによる減勢工とが考えられるが、後者を採用する場合には、水叩きが良岩である条件で、いずれを採用されたい。
2. 副ダムによる減勢工の規模としては、水叩き長 50 m、副ダム高 8.0 m、導流壁高 18.0 m を推奨したい。この場合の減勢工の機能は $Q = 450 \text{ m}^3/\text{s}$ 以下は完全跳水 $Q = 900 \text{ m}^3/\text{s}$ 以下は不完全跳水でも完全跳水に近い状態、 $Q = 1300 \text{ m}^3/\text{s}$ 以下は、不完全跳水であってもその減勢機能が著るしく低下しない状態である。
3. 水叩き面の掘り下げによる減勢工の規模としては Case 9 または、11 とし、その導流壁天端を E L 125.0 m 程度にした減勢工を推奨したい。この場合の減勢工の機能は $Q = 1300 \text{ m}^3/\text{s}$ まで完全跳水による減勢となる。

〔5〕二次減勢工および河道部

1. 二次減勢工は、副ダムによる減勢工の場合には、下流河道部の狭搾による背水が十分減勢され、水叩き面の掘り下げによる減勢工の場合には下流河道の狭搾による背水を含めた減勢工となっているために、いずれも二次減勢工を必要としない。
2. 狭搾部下流の河道は、狭搾部の流下疎通能力の悪化によって上下流で水面落差が大きくなり、かなり速い流速を持った射流にて流下している。このために、河道の状態を考慮に検討の有無を要する。

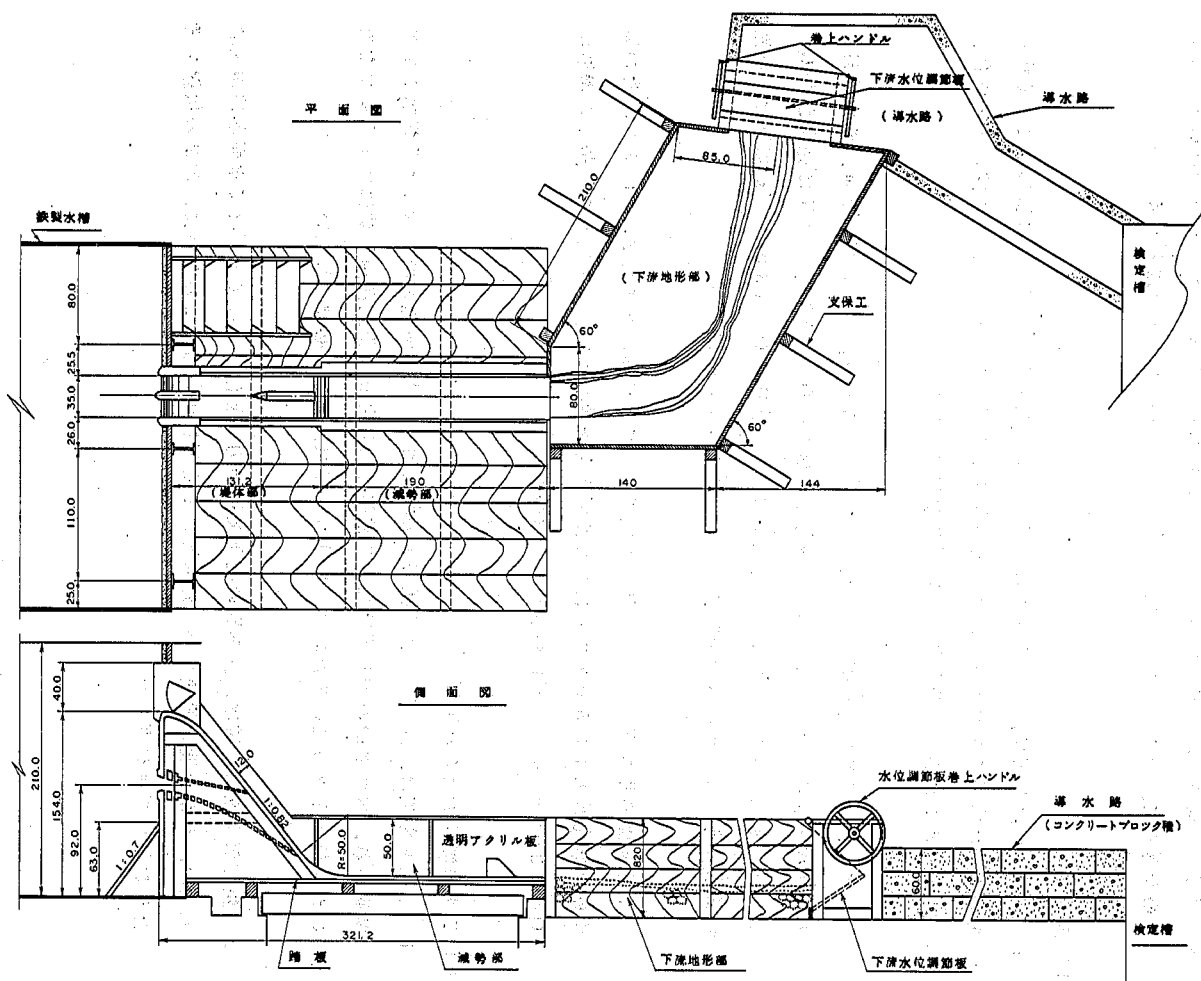


図-6 大石ダム実験設備図

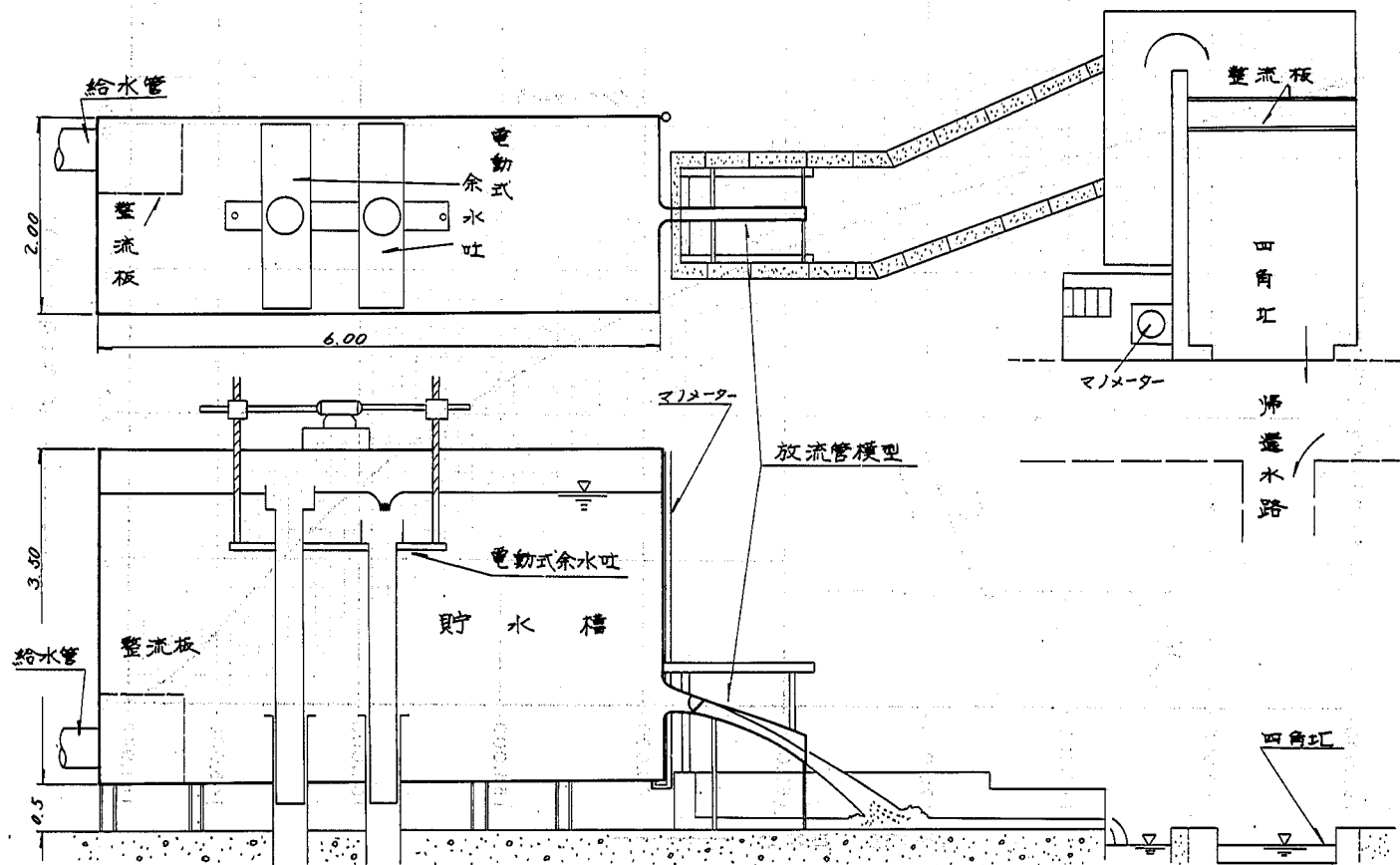


図 - 7 放水管抽出模型実験設備図

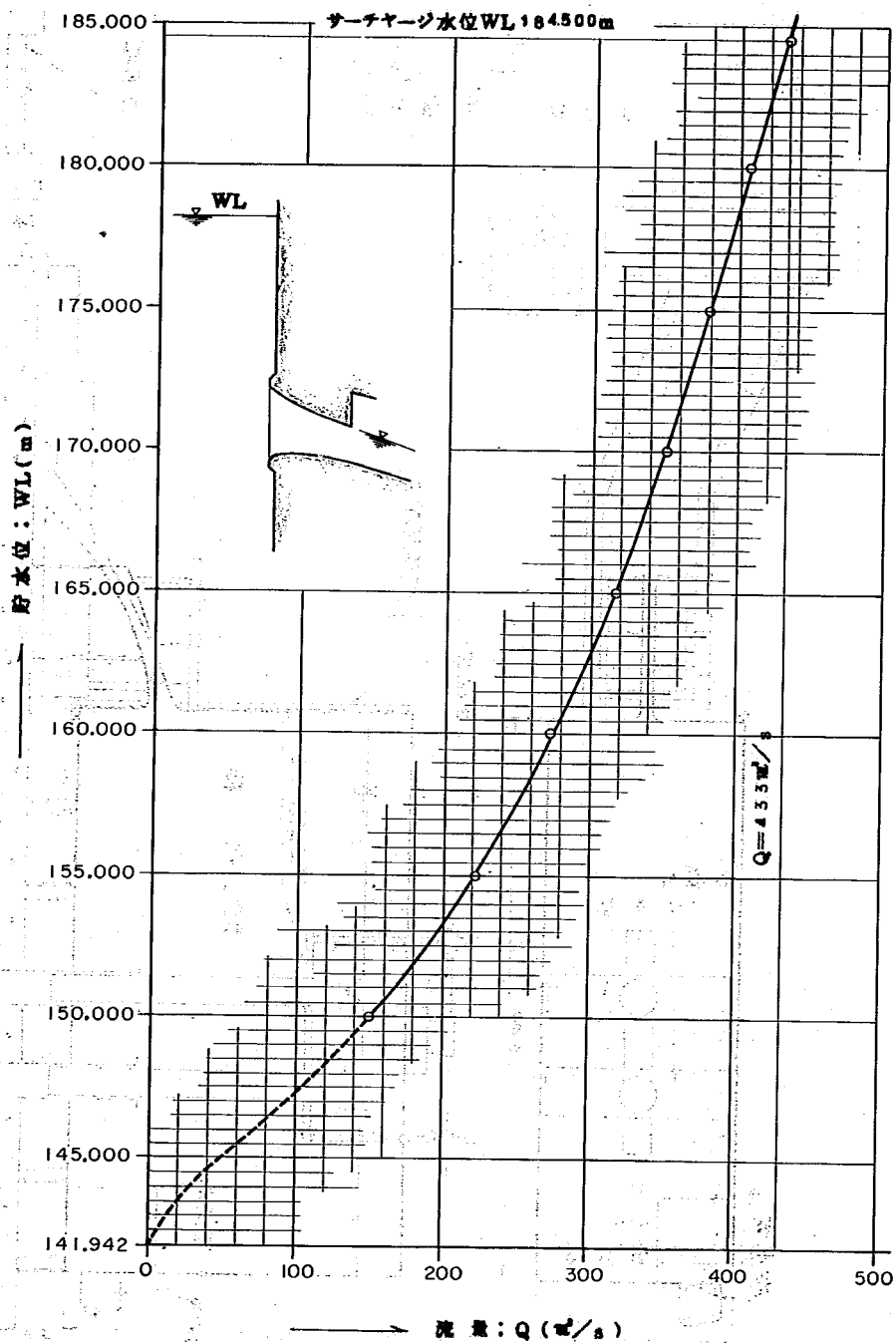


図-8 放水管の貯水位～放流量曲線

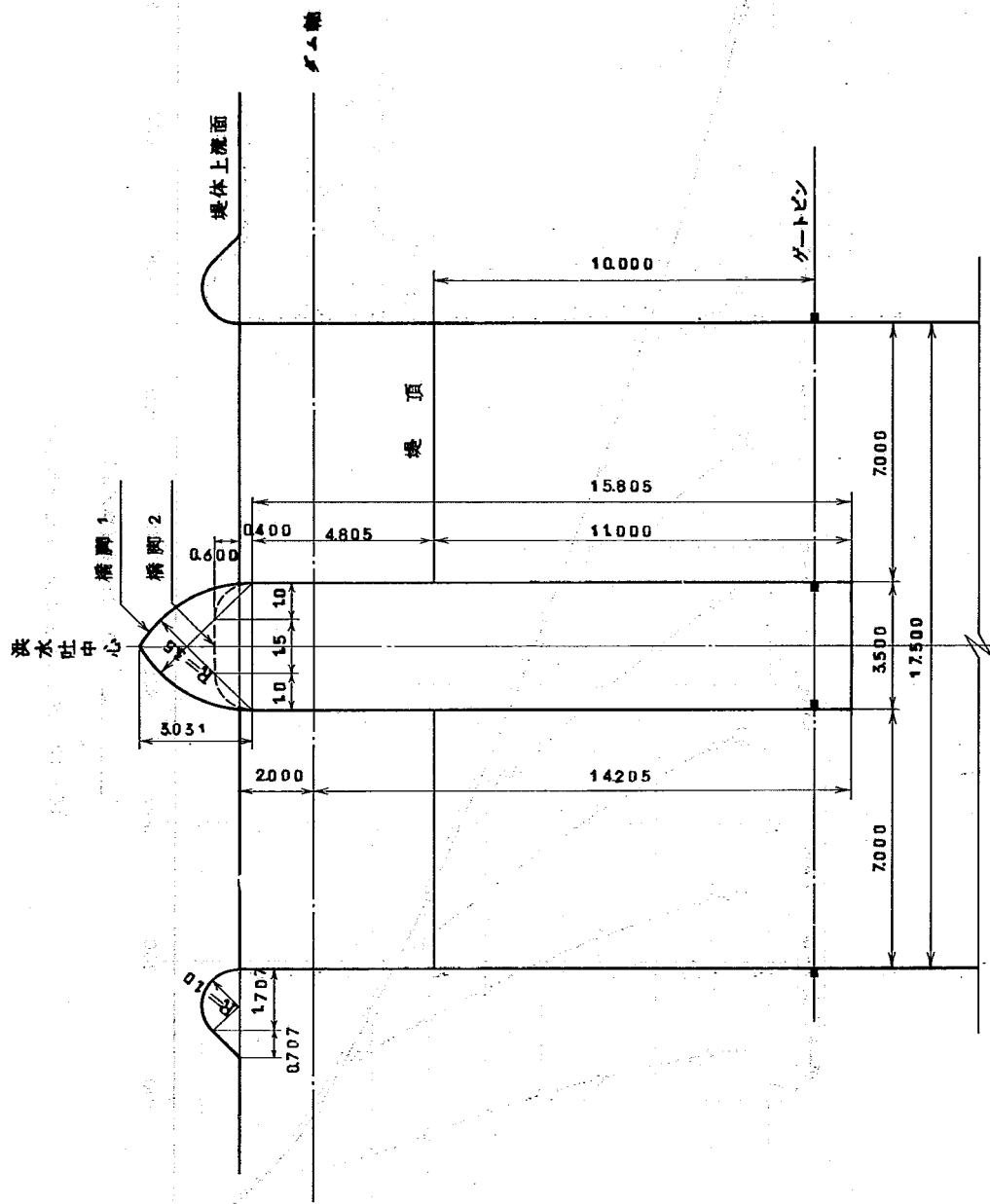


図-9 越流部の橋脚平面図

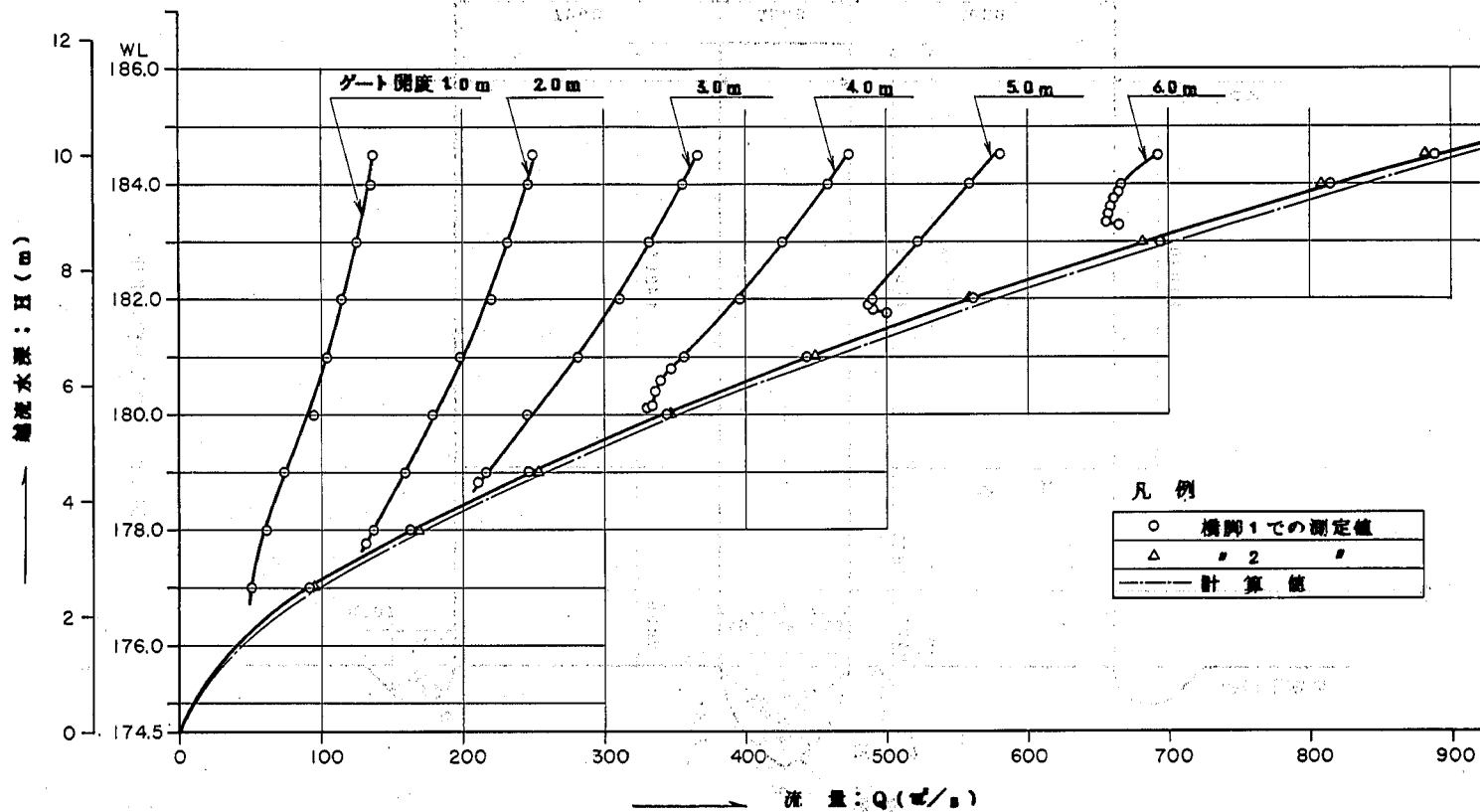


図-10 越流部の貯水位～放流量関係図

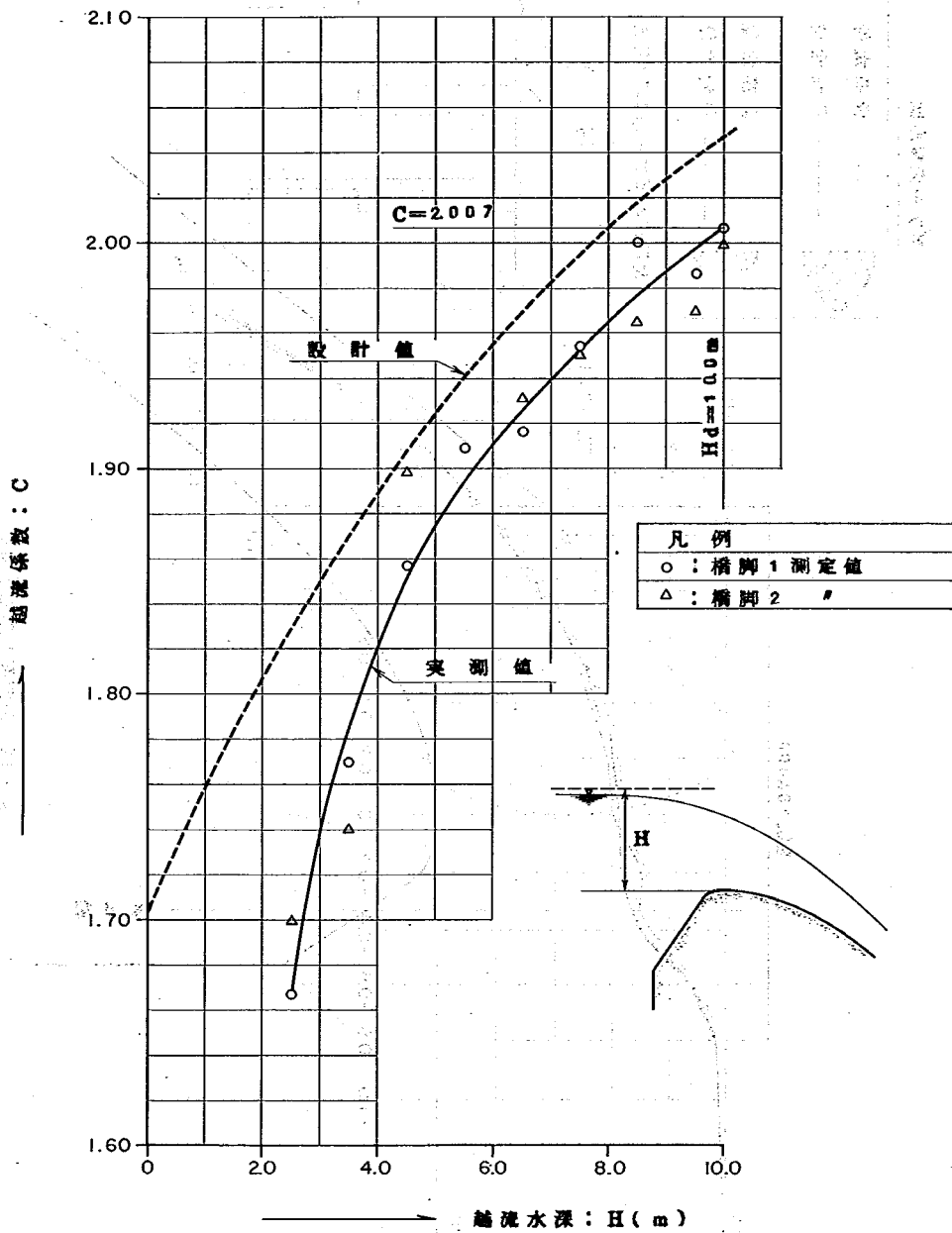


図-11 越流部ゲート全開の越流係数

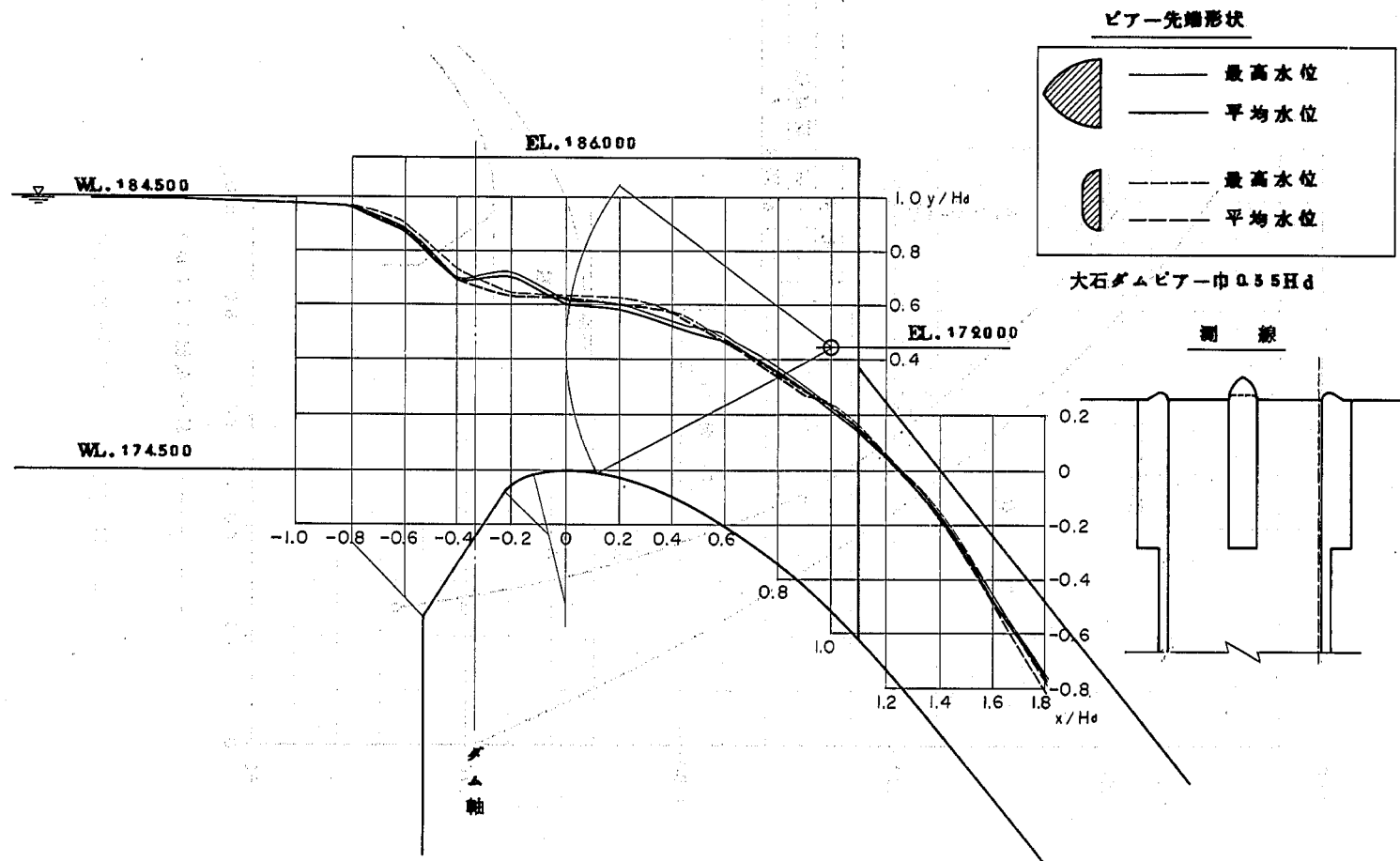


図 - 12 越流部の越流水面形

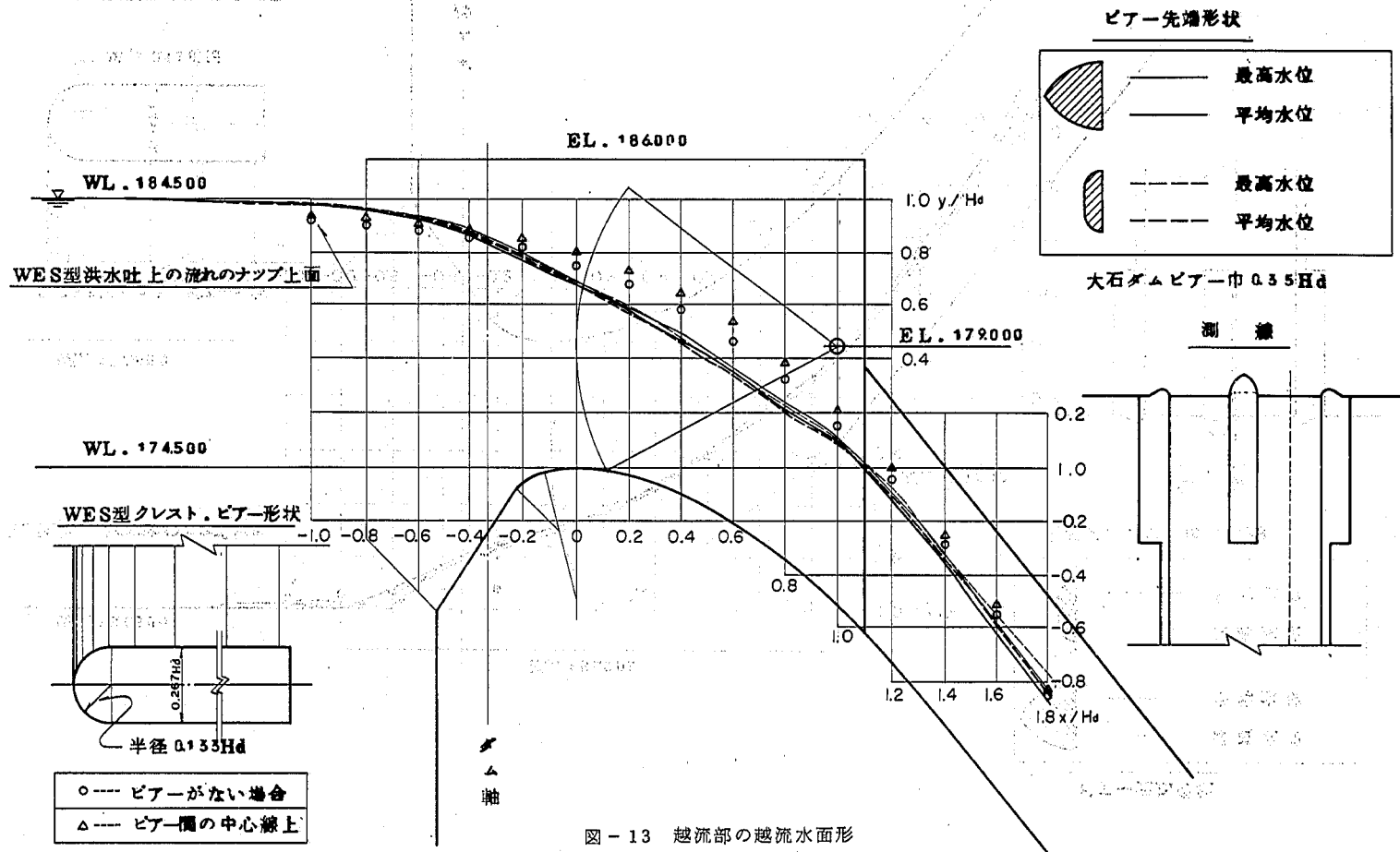


図-13 越流部の越流水面形

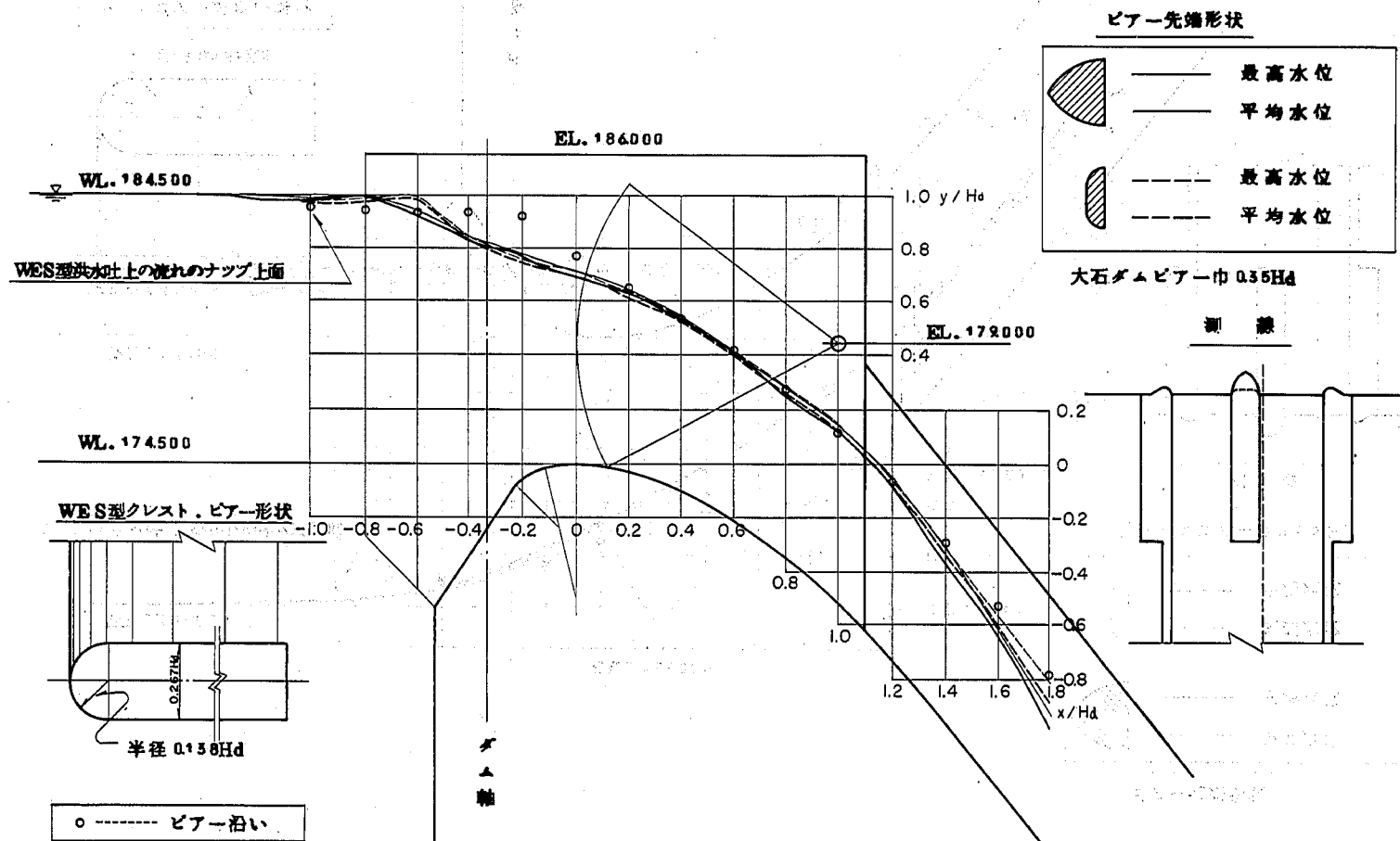


図-14 越流部の越流水面形

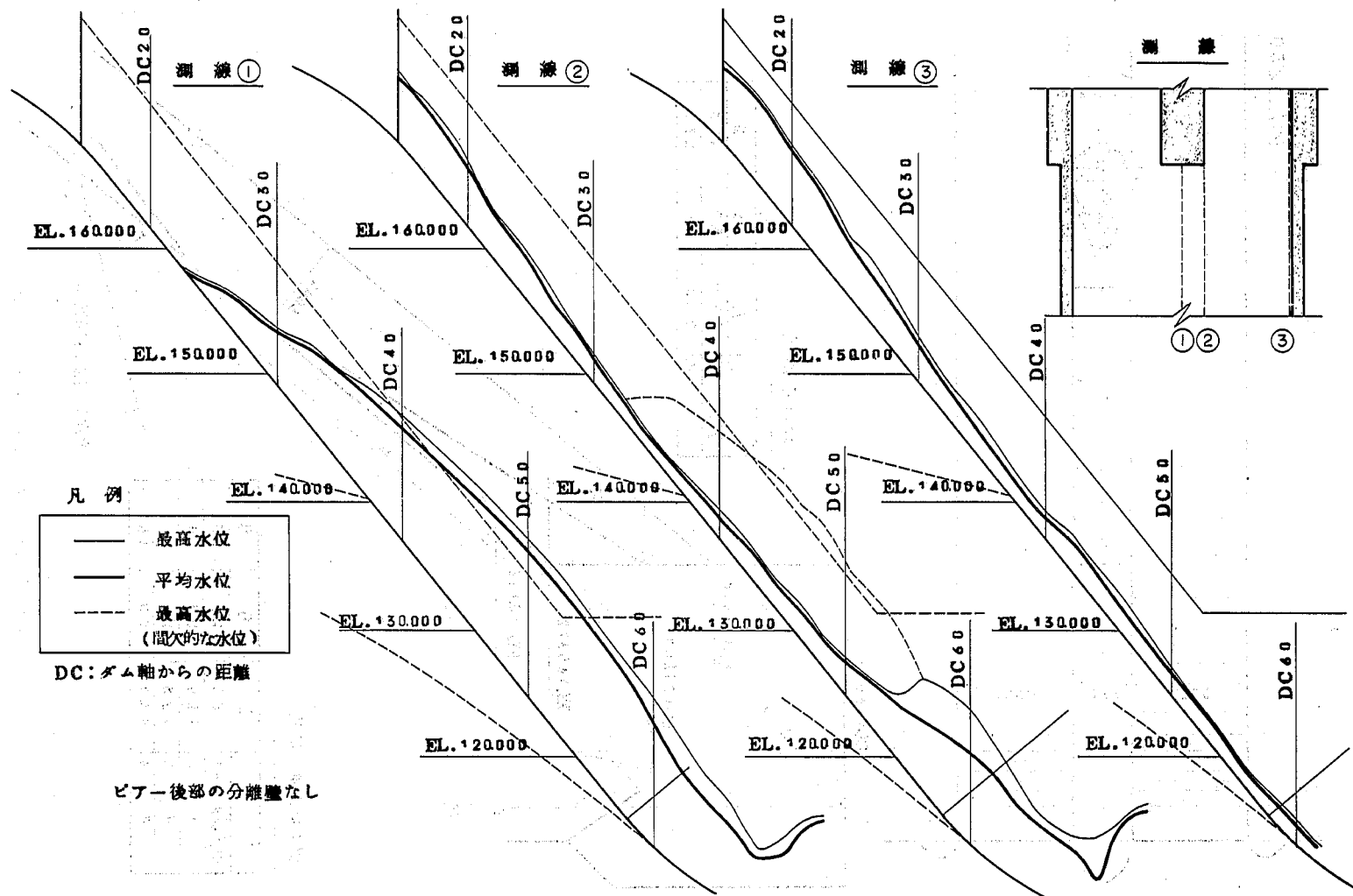
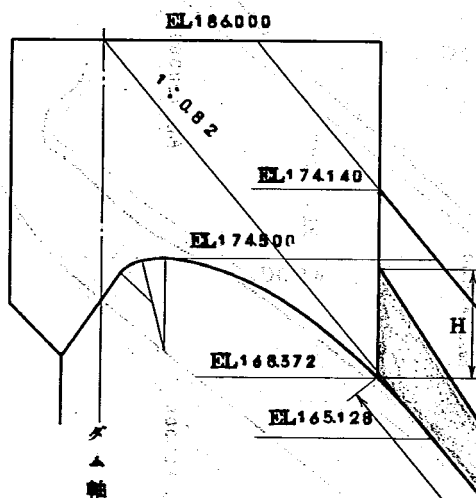
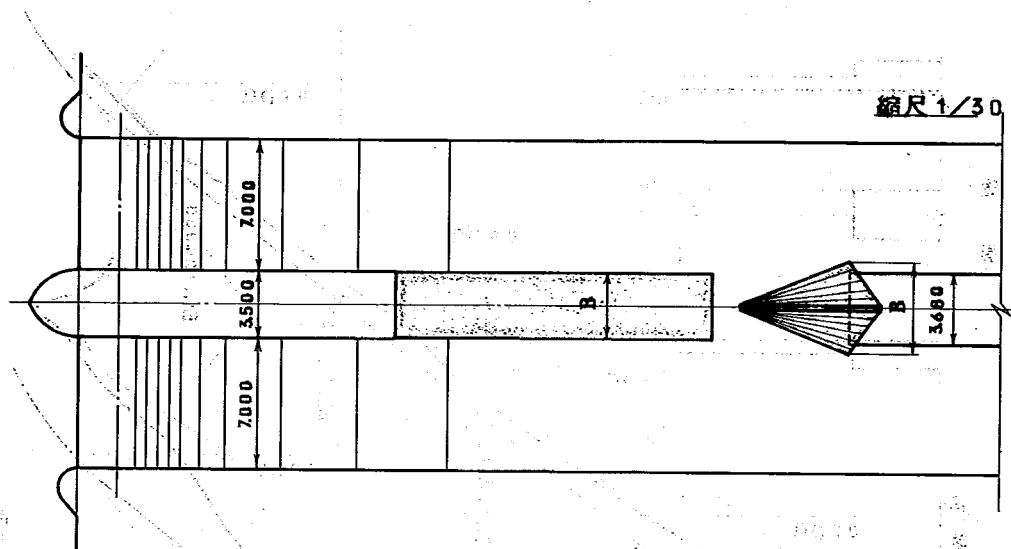


図-15 導流部 (堤体下流面) の水面形



分離壁形状

	L	H	B
分離壁 1	250	5.0	350
2	250	5.5	350

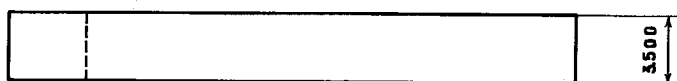
デфлекター形状

	L	H	B
デфлекター 1	8.5	2.0	4.50
" 2	11.0	2.0	4.50
" 3	12.5	2.0	4.50
" 4	14.0	2.0	4.50

放水管開水路部天端

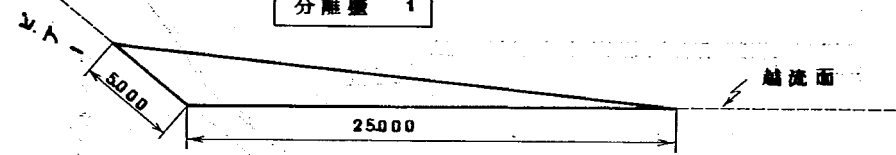
図-16 分離壁およびデфлекター形状図

分離壁平面図

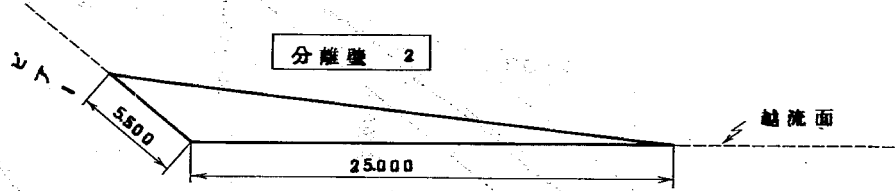


縮尺 1/300

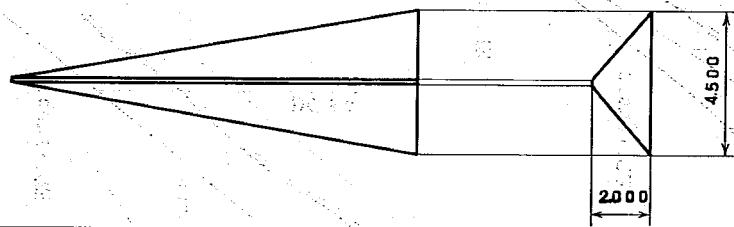
分離壁 1



分離壁 2

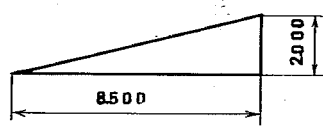


デフレクター平面図

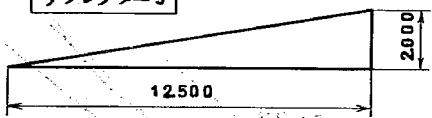


縮尺 1/200

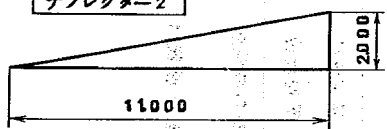
デフレクター1



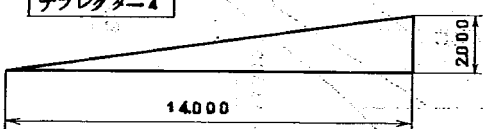
デフレクター3



デフレクター2



デフレクター4



最良案 分離壁1
デフレクター2

図-17 分離壁、デフレクター形状図

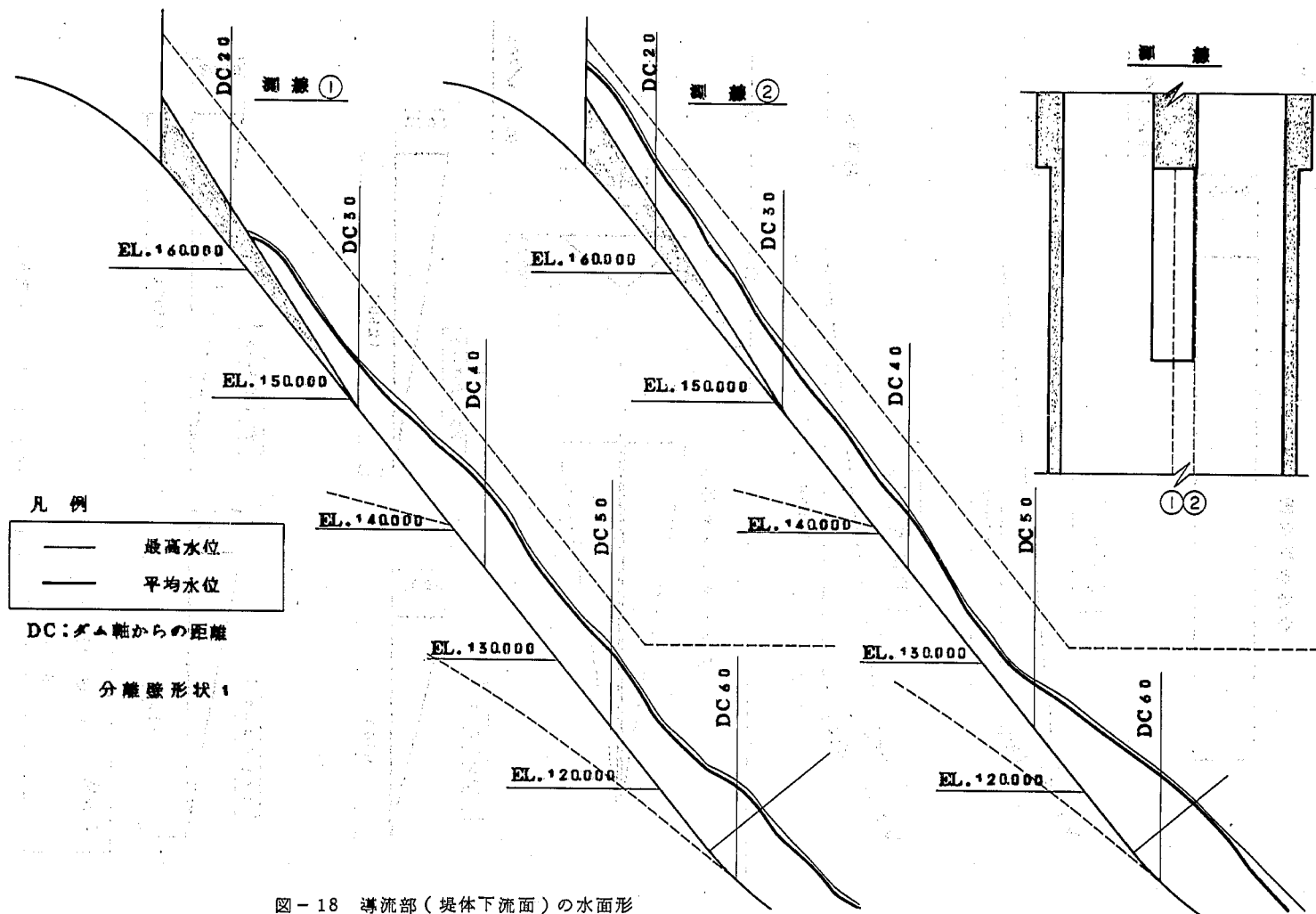


図-18 導流部（堤体下流面）の水面形

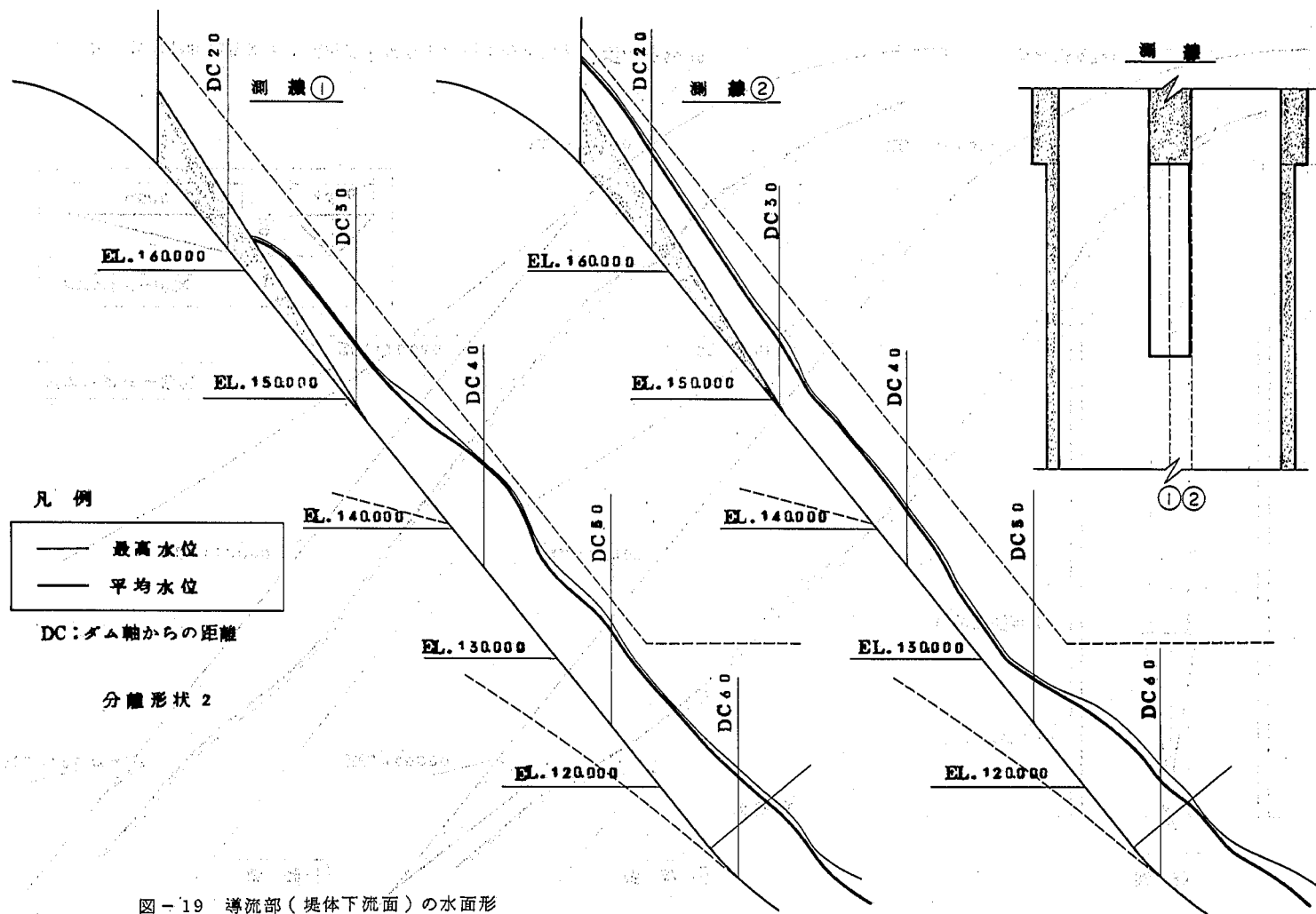


図-19 導流部(堤体下流面)の水面形

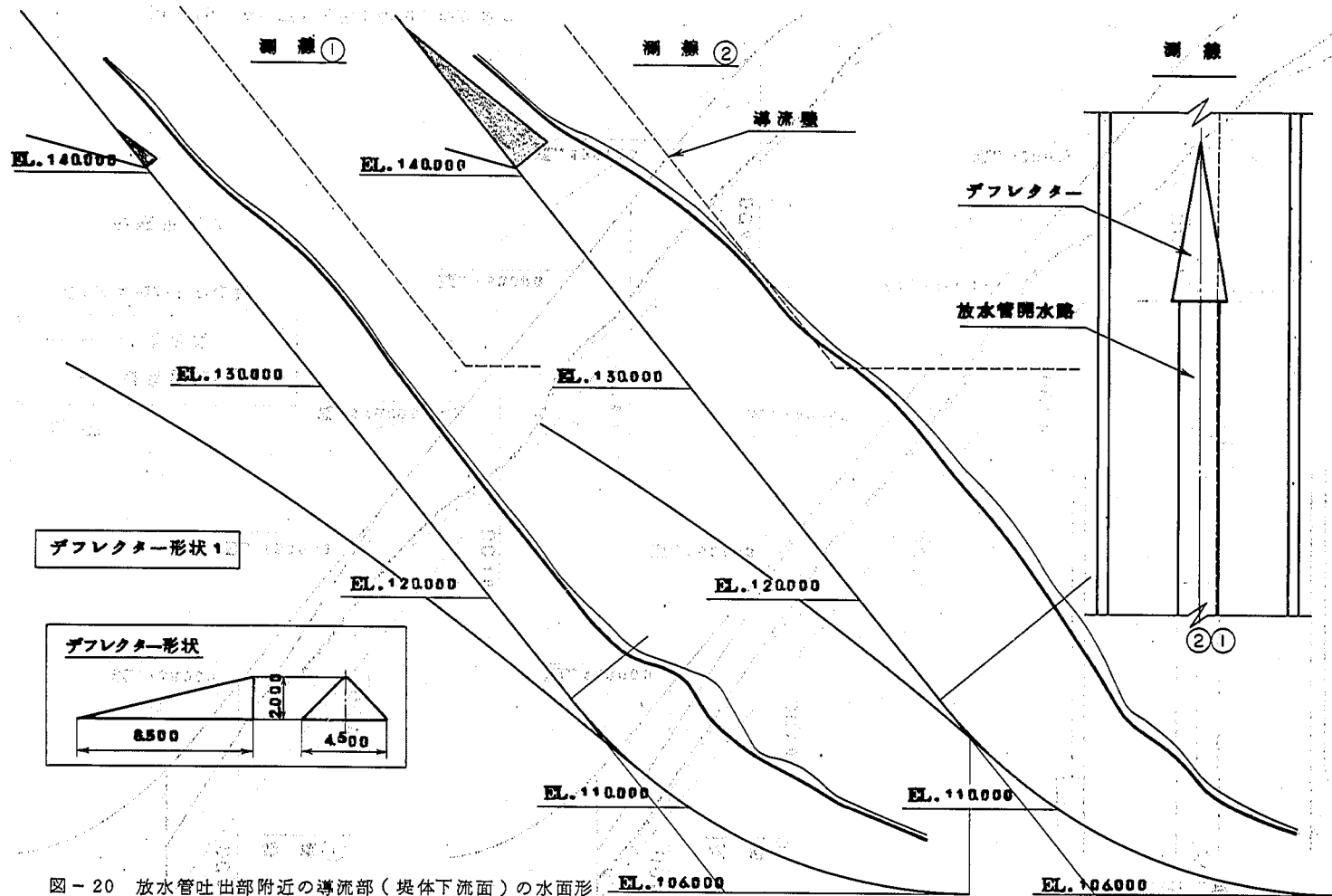


図-20 放水管吐出部附近の導流部（堤体下流面）の水面形

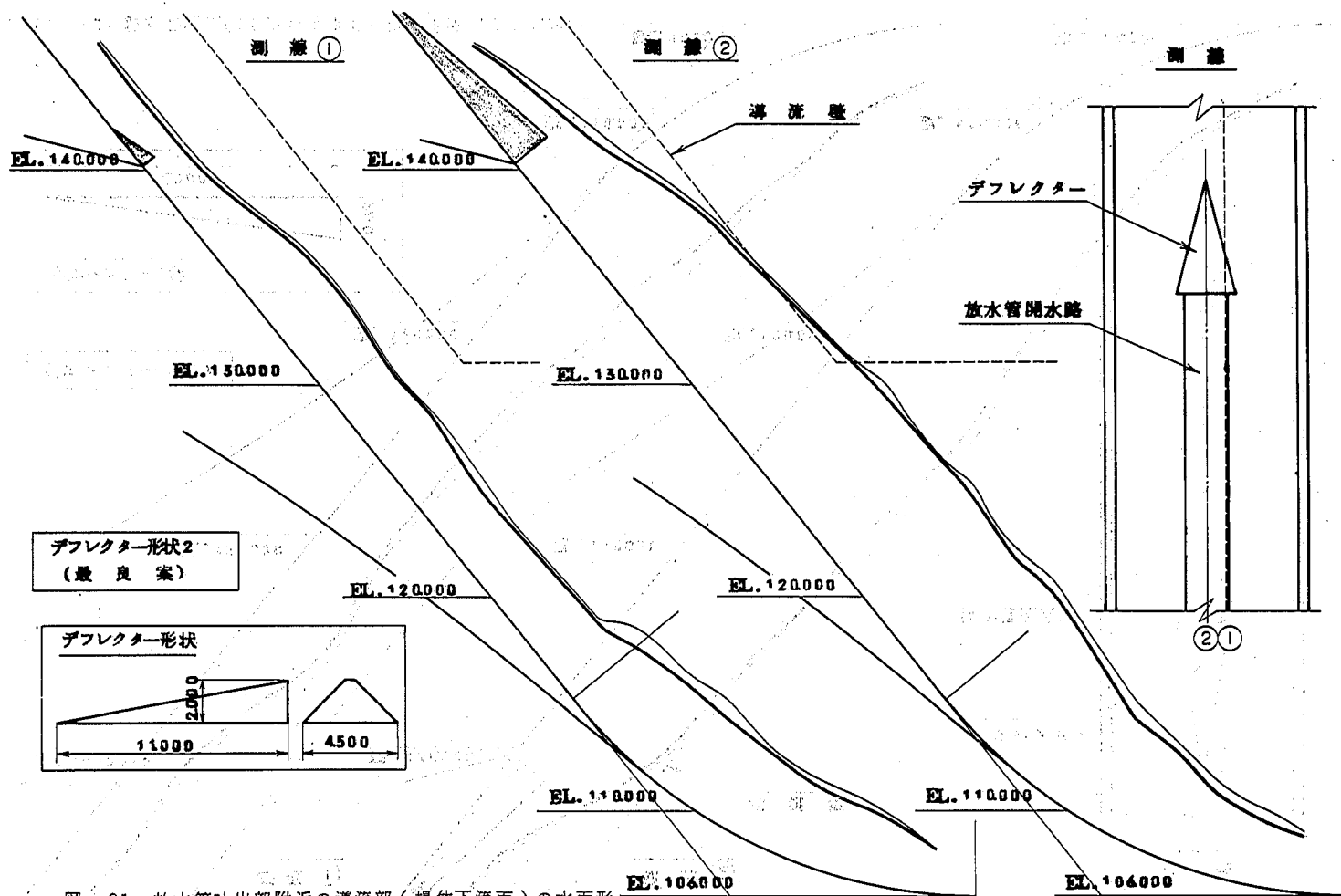


図 - 21 放水管吐出部附近の導流部（堤体下流面）の水面形

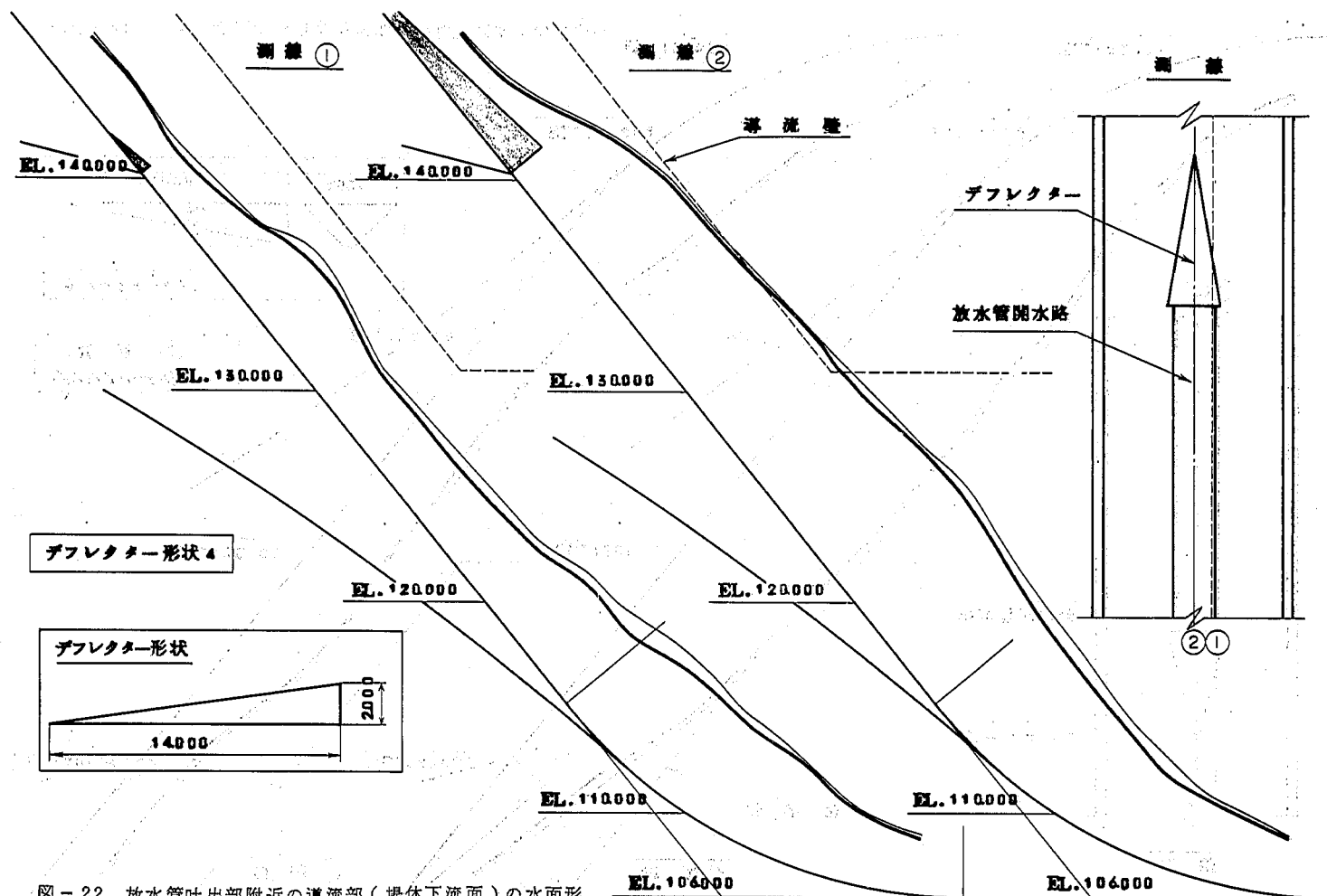


図 - 22 放水管吐出部附近の導流部 (堤体下流面) の水面形

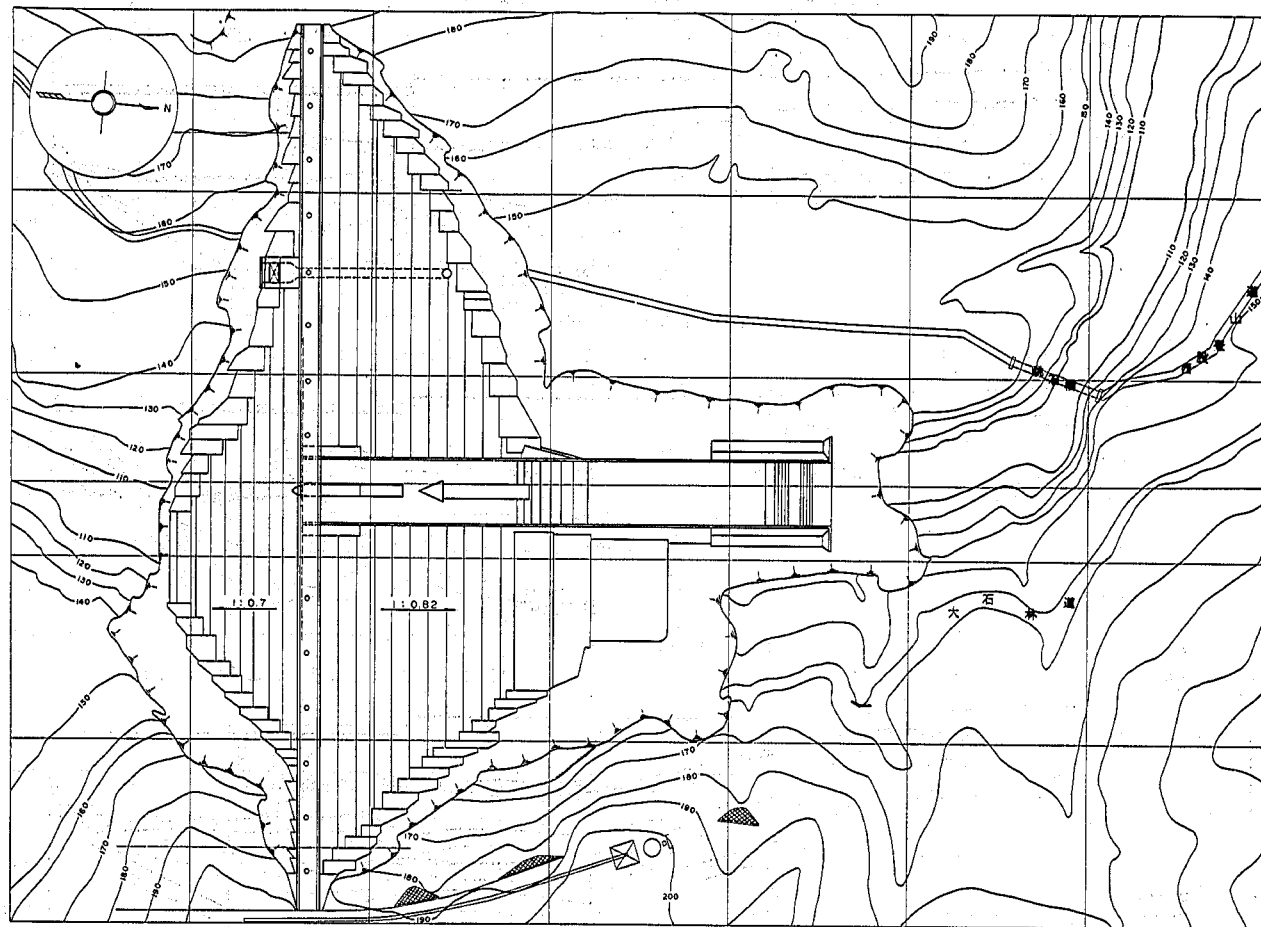


図-23 大石ダム附近の平面図

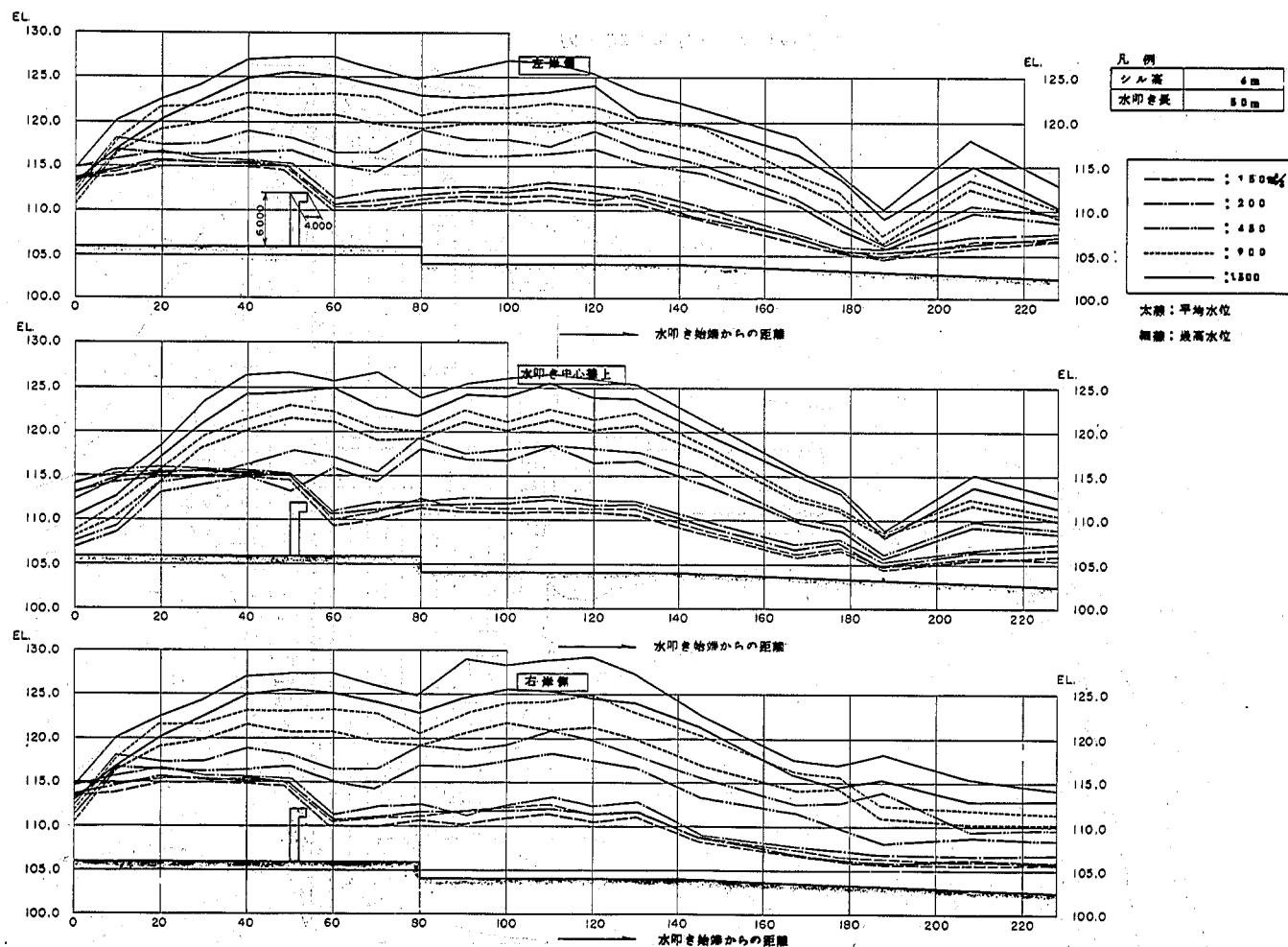


図-24 副ダム設置による減勢部および河道部の水面形

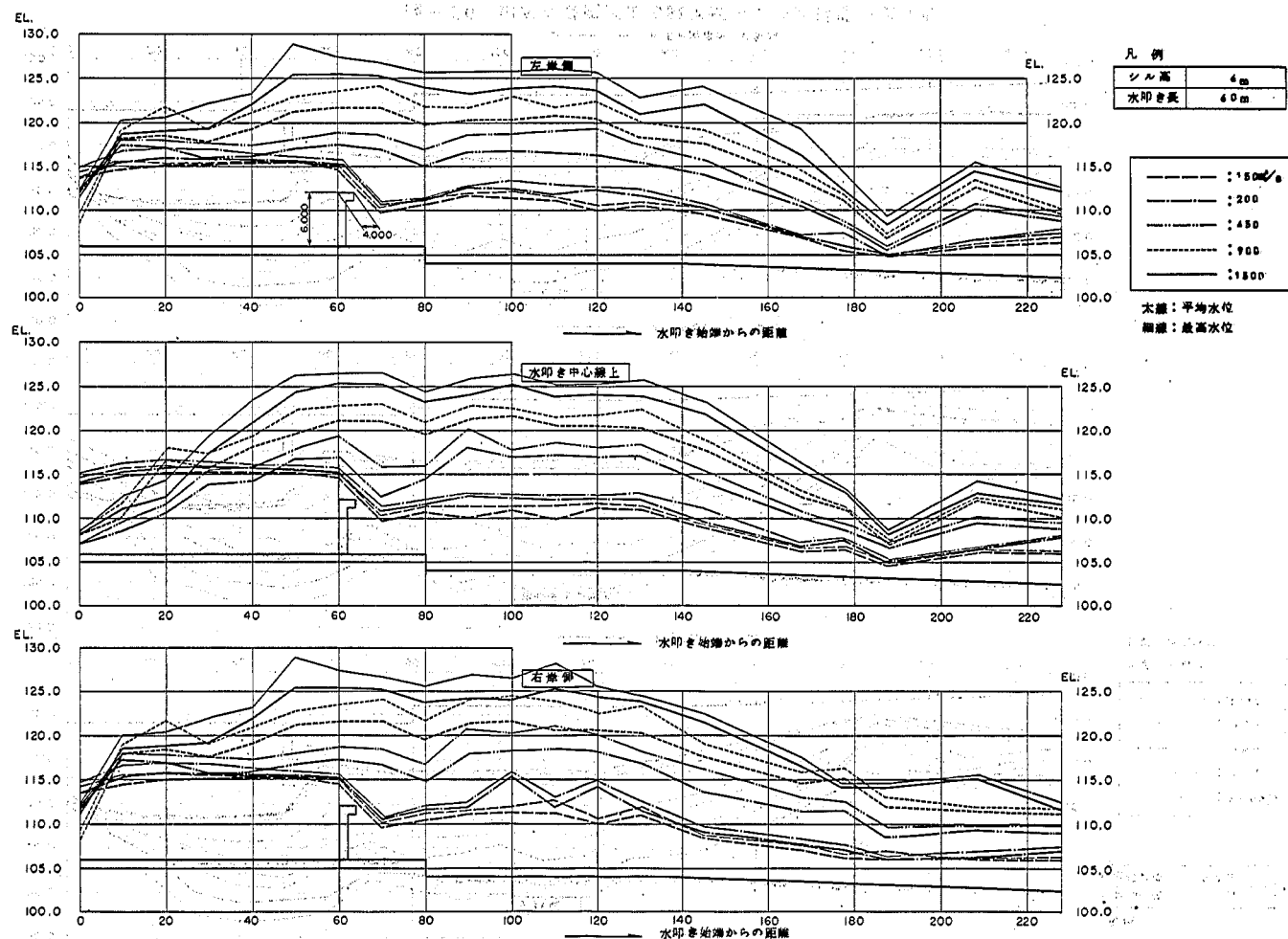


図-25 副ダム設置による減勢部および河道部の水面形

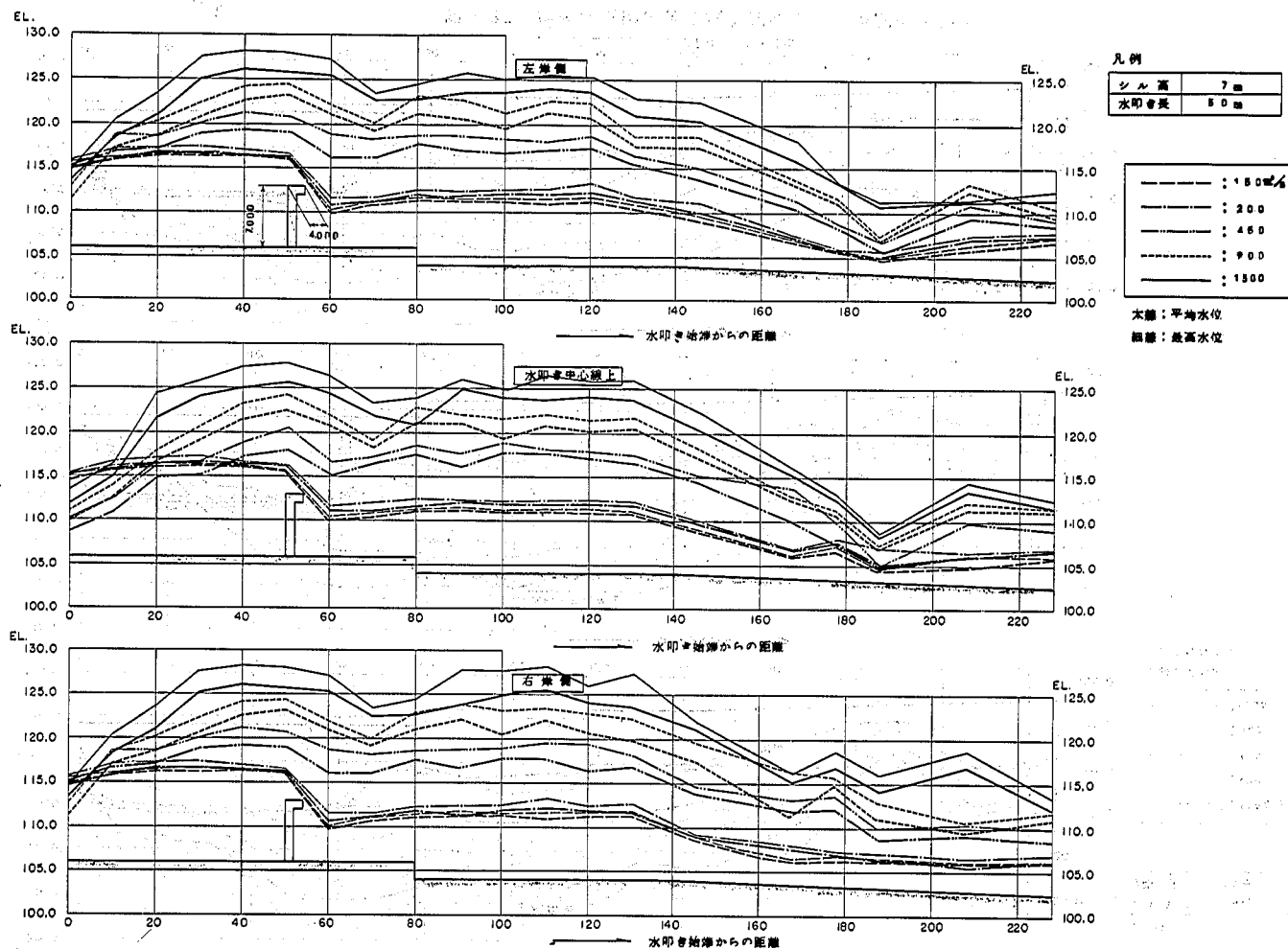


図-26 副ダム設置による減勢部および河道部の水面形

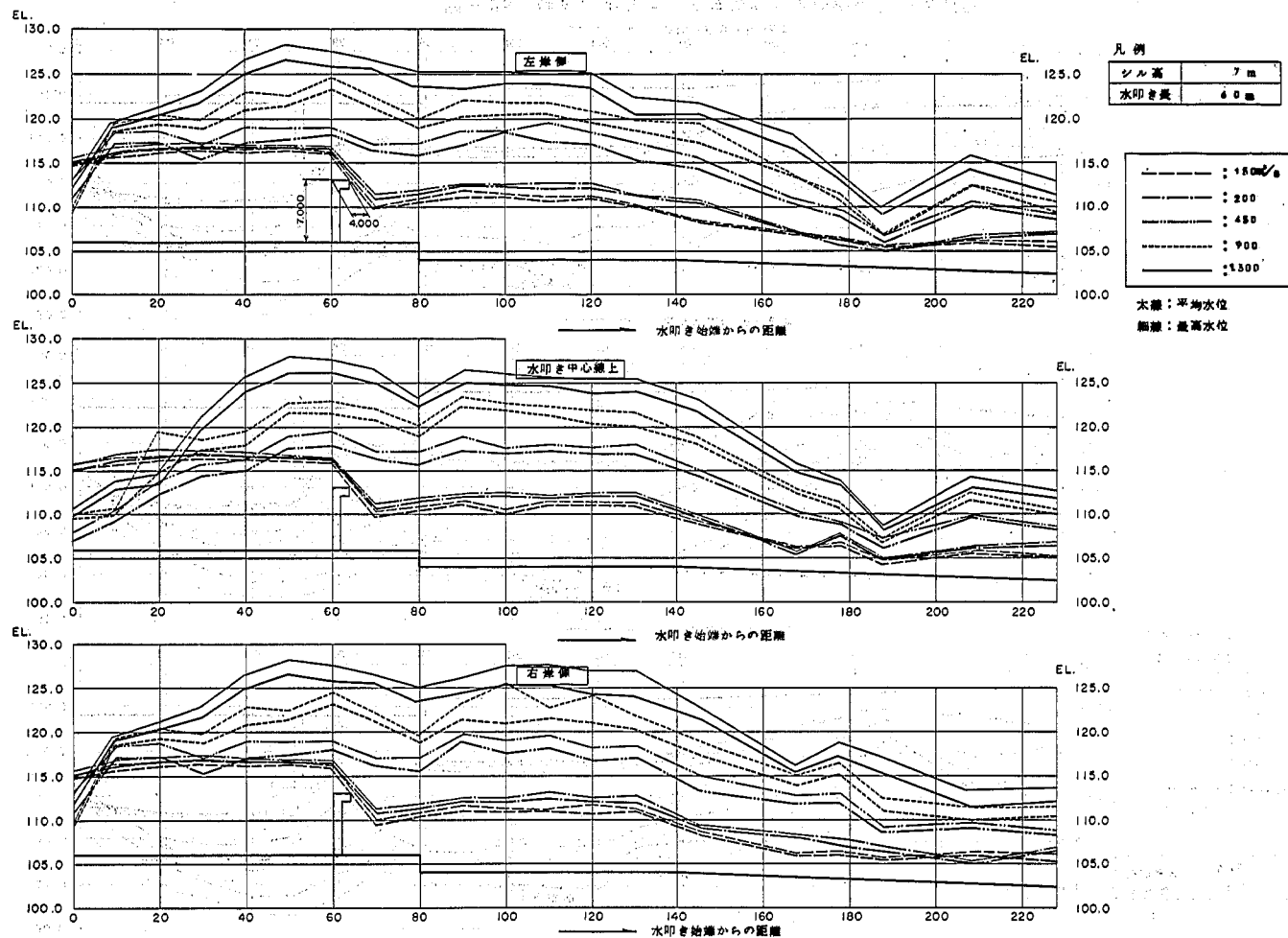


図-27 副ダム設置による減勢部および河道部の水面形

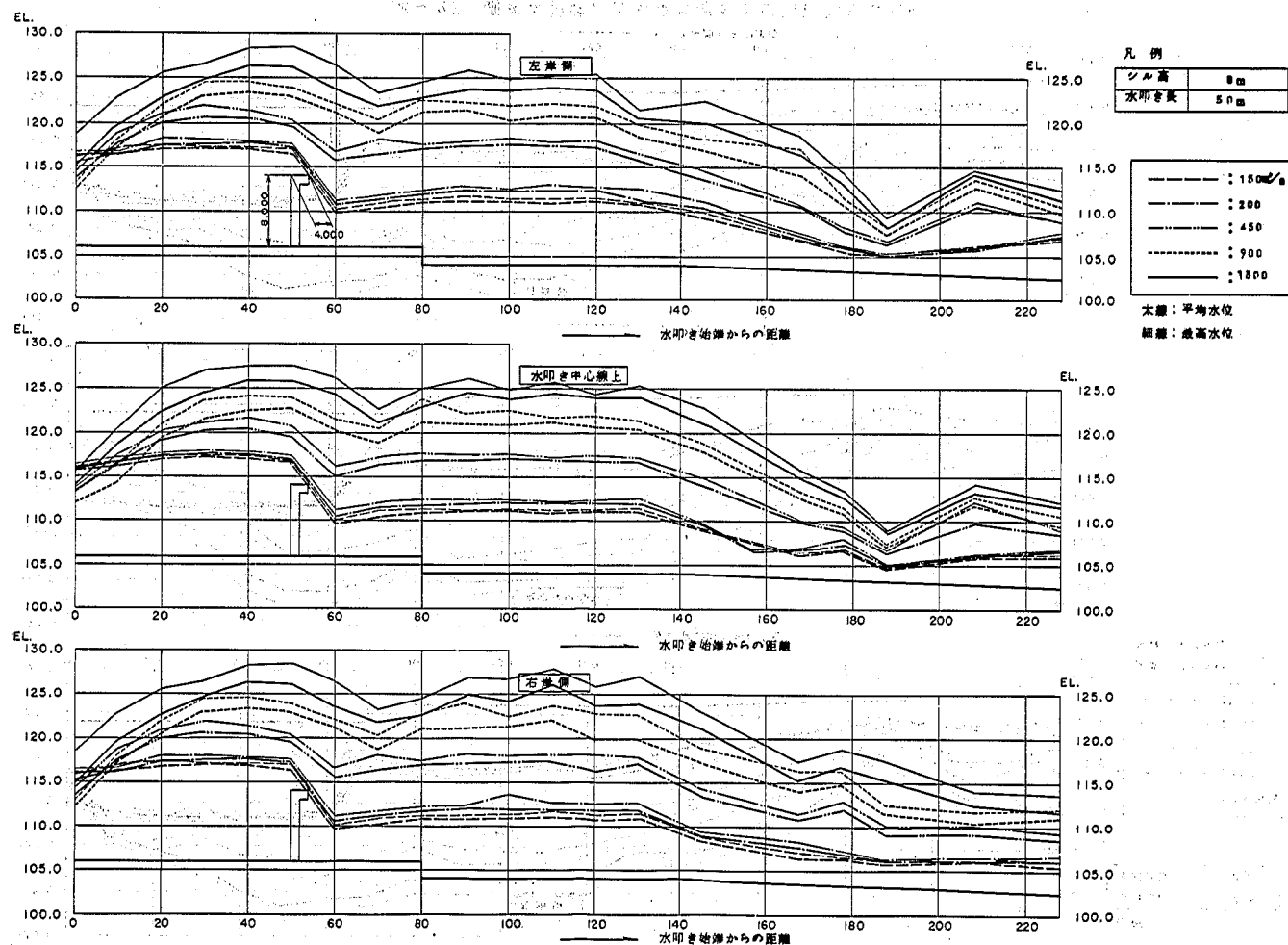


図-28 副ダム設置による減勢部および河道部の水面形

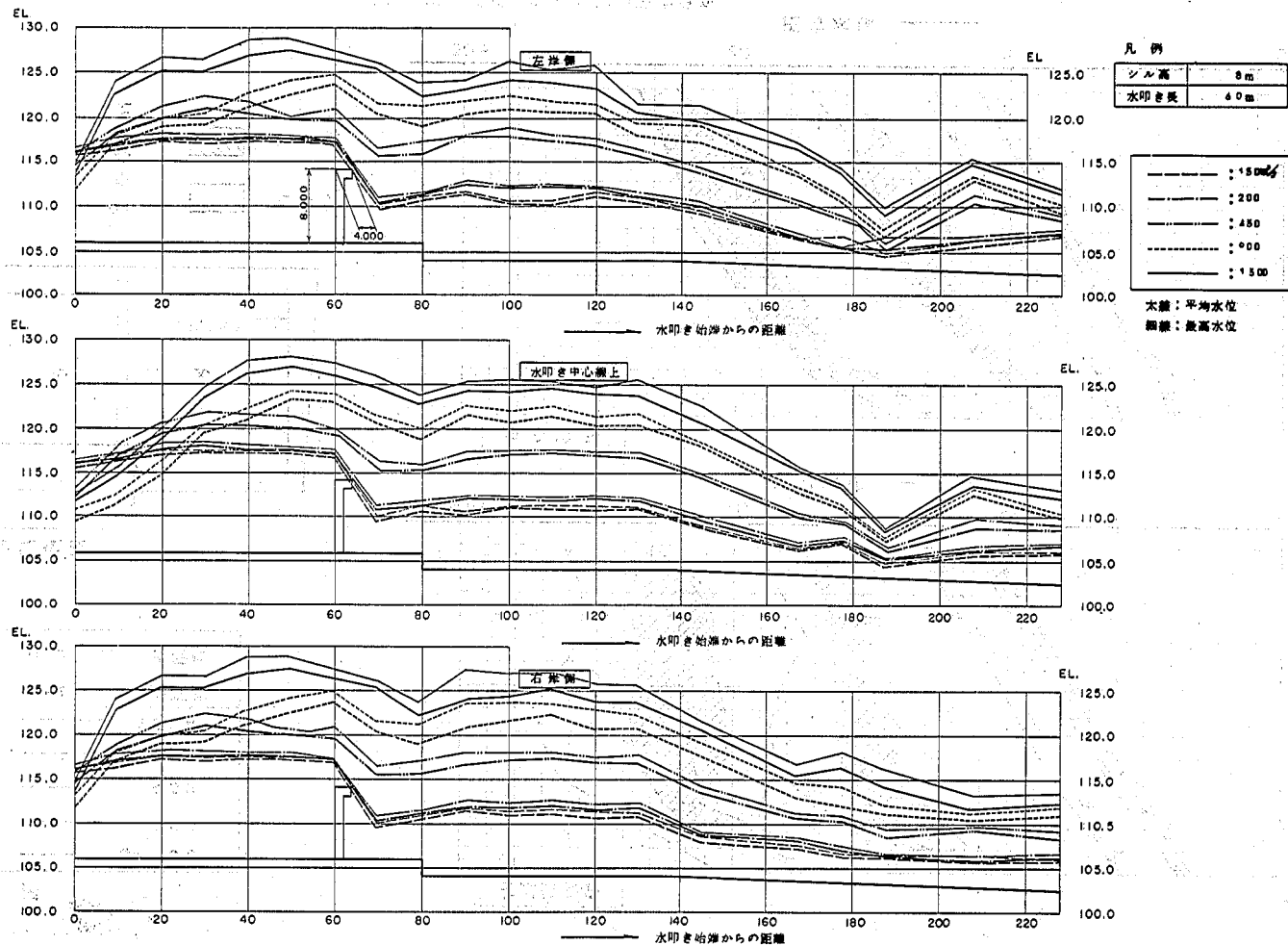
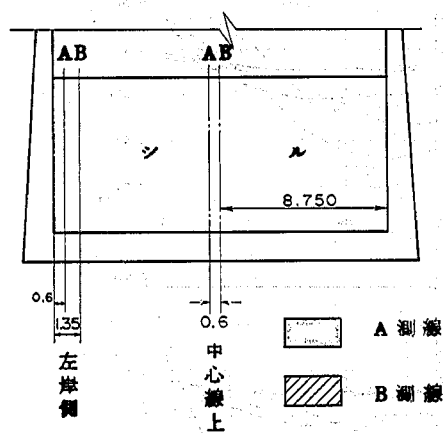


図-29 副ダム設置による減勢部および河道部の水面形

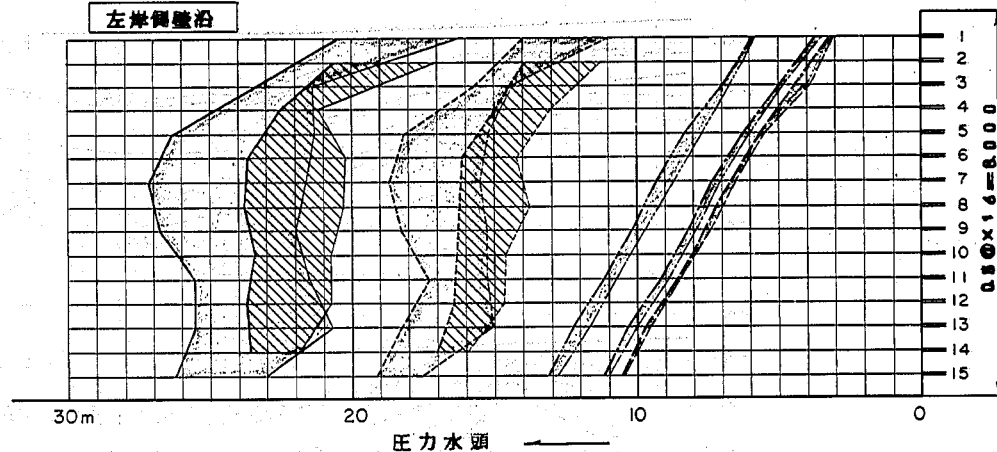
凡 例

-----	Q=150
-----	200
-----	450
-----	900
-----	1300
太線	最高値
細線	最低値

測定位置



左岸側壁沿



中心線上

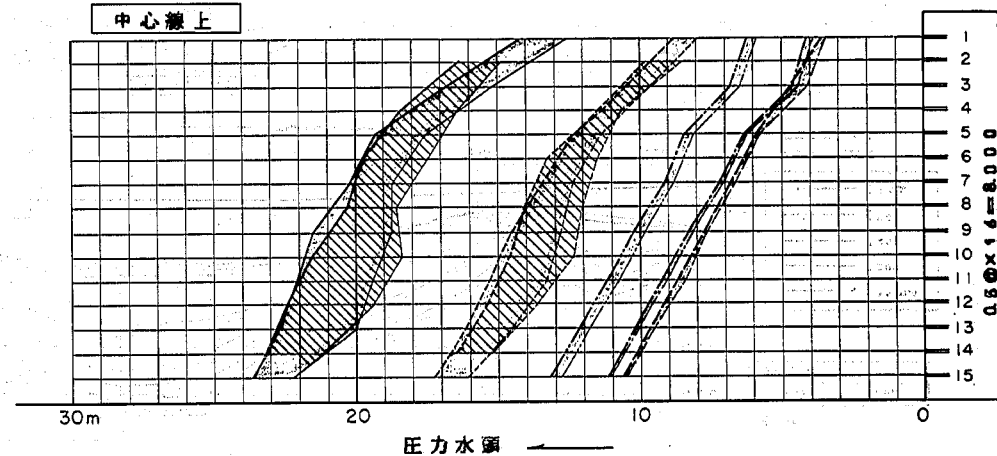
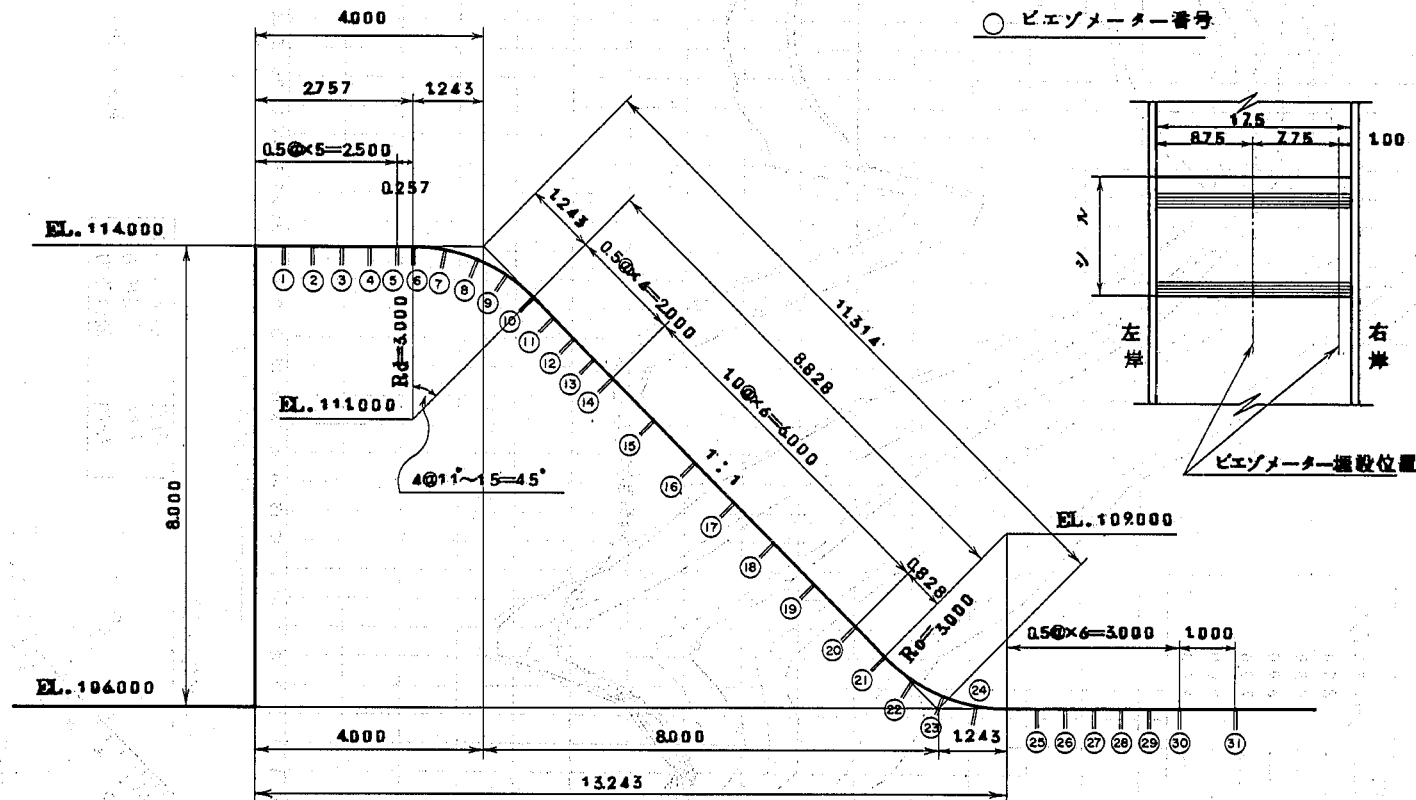
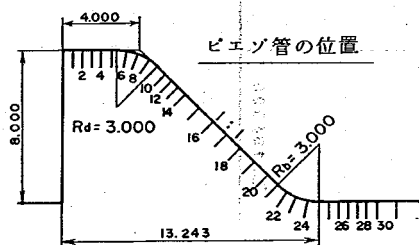
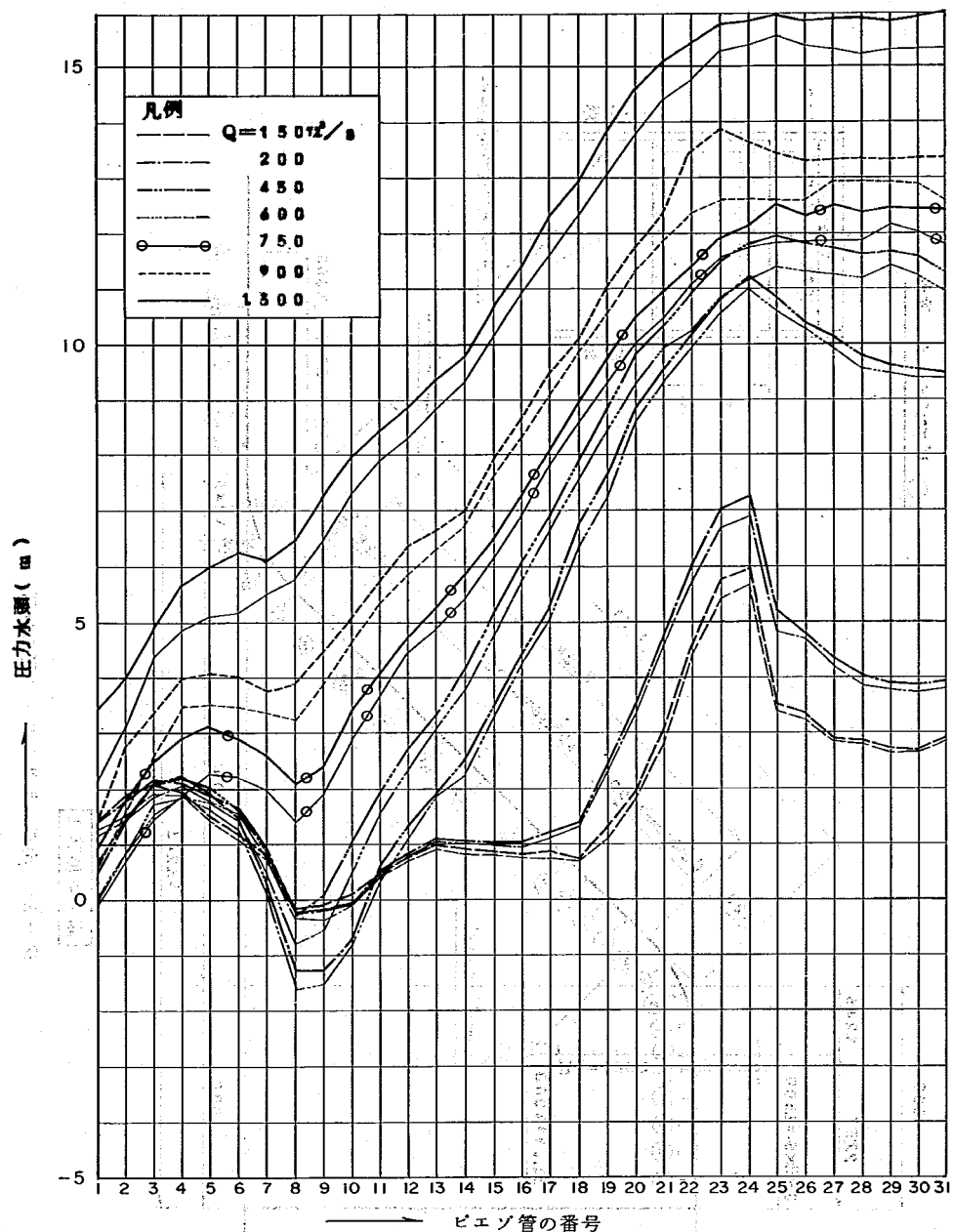


図-30 副ダム前面の作用圧力分布



副ダム形状 1

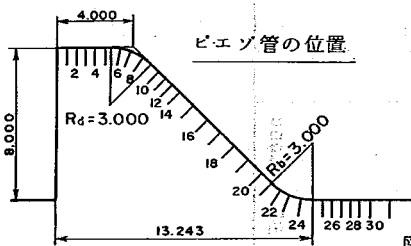
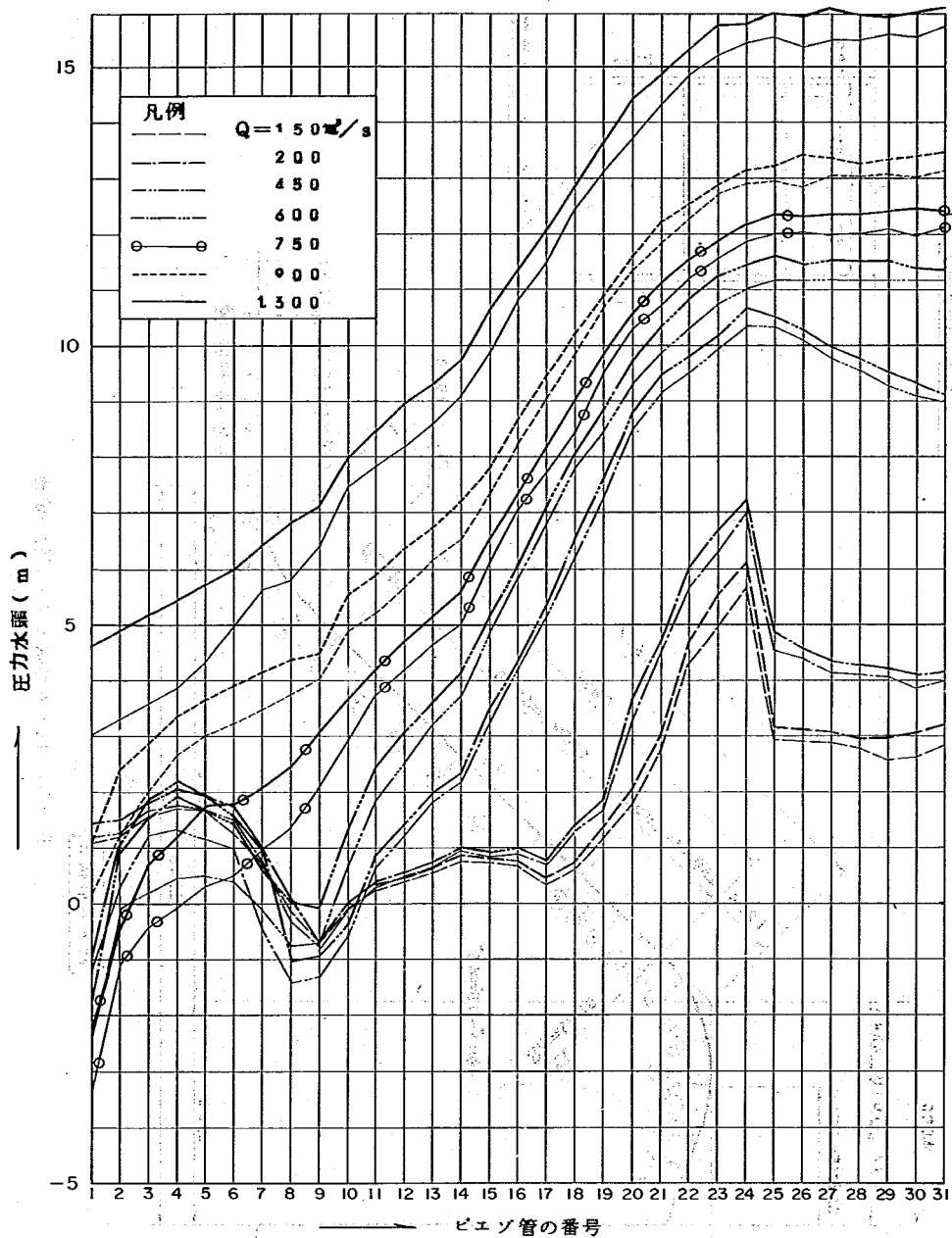
図-31 副ダム形状とピエゾ管の位置



測線 --- 副ダム中央
太線 --- 最高圧力
細線 --- 最低圧力

副ダム形状 1

図-32 副ダム越流面の圧力分布図



測線 --- 副ダム右岸側
 太線 --- 最高圧力
 細線 --- 最低圧力

副ダム形状 1

図 33 副ダム越流面の圧力分布図

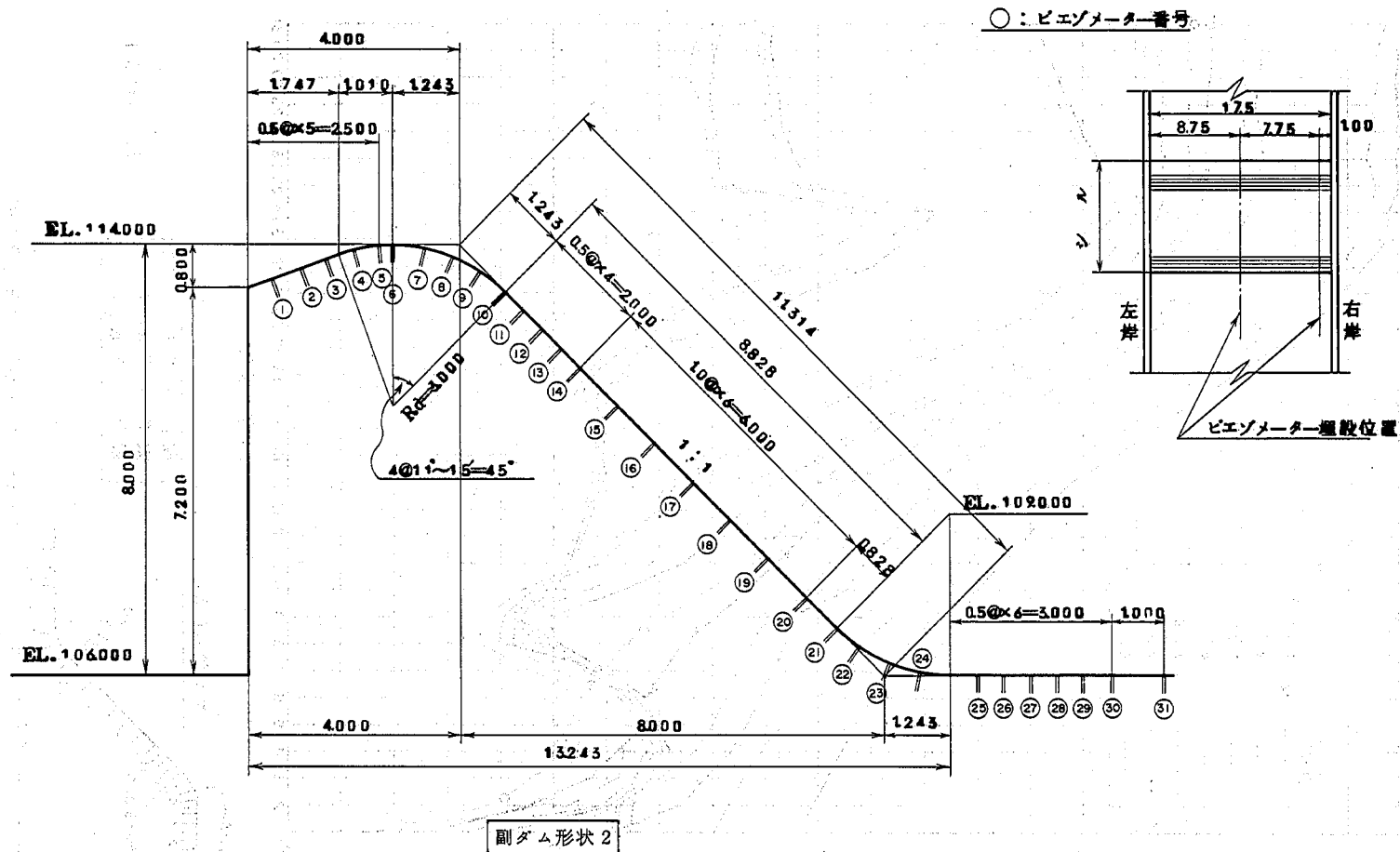
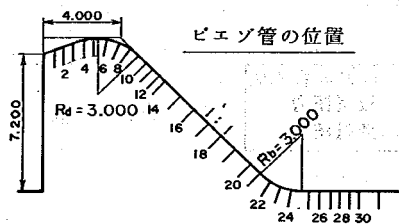
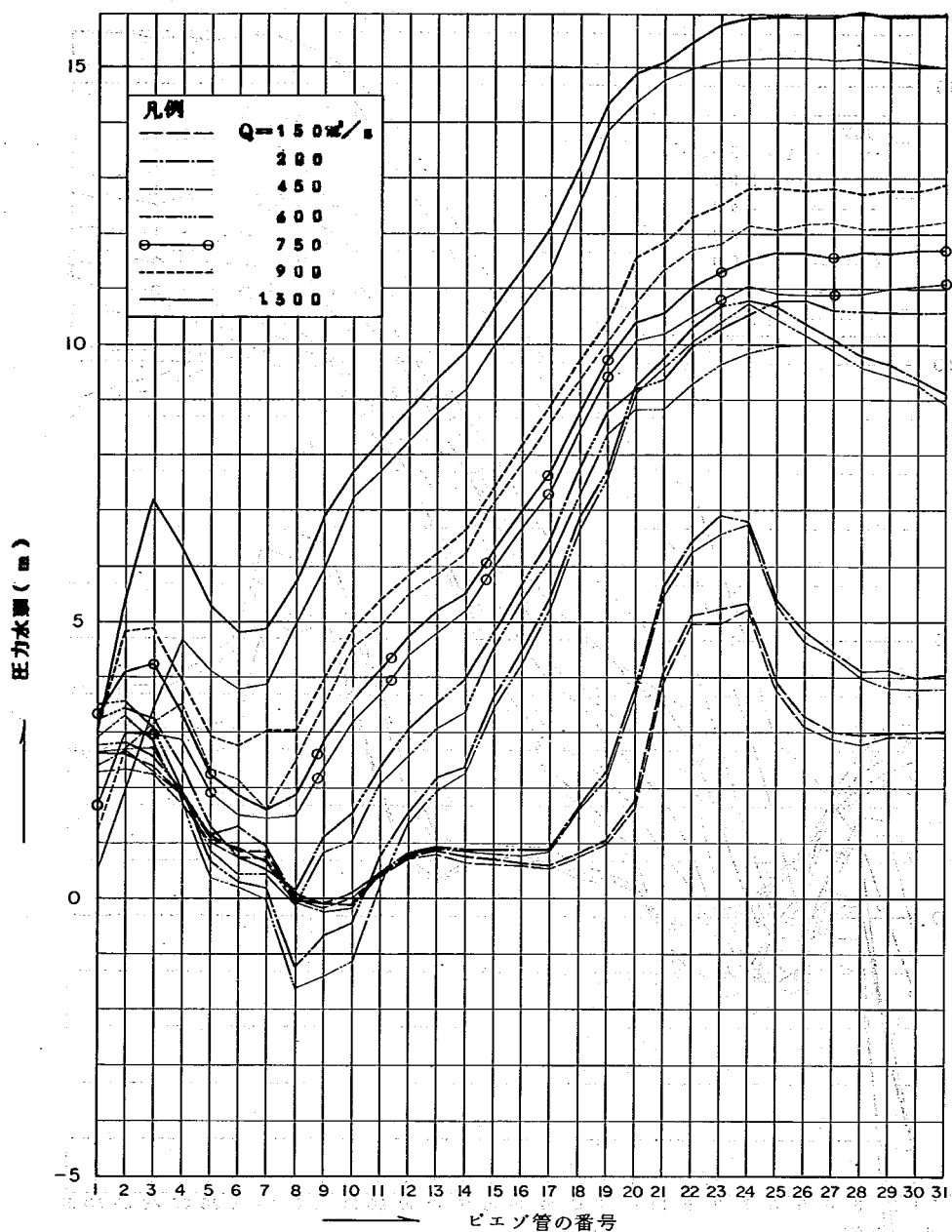


図-34 副ダム形状とピエゾ管の位置

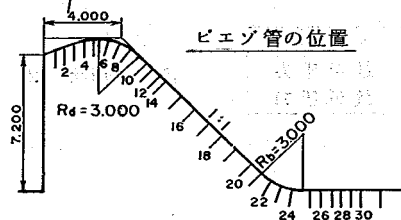
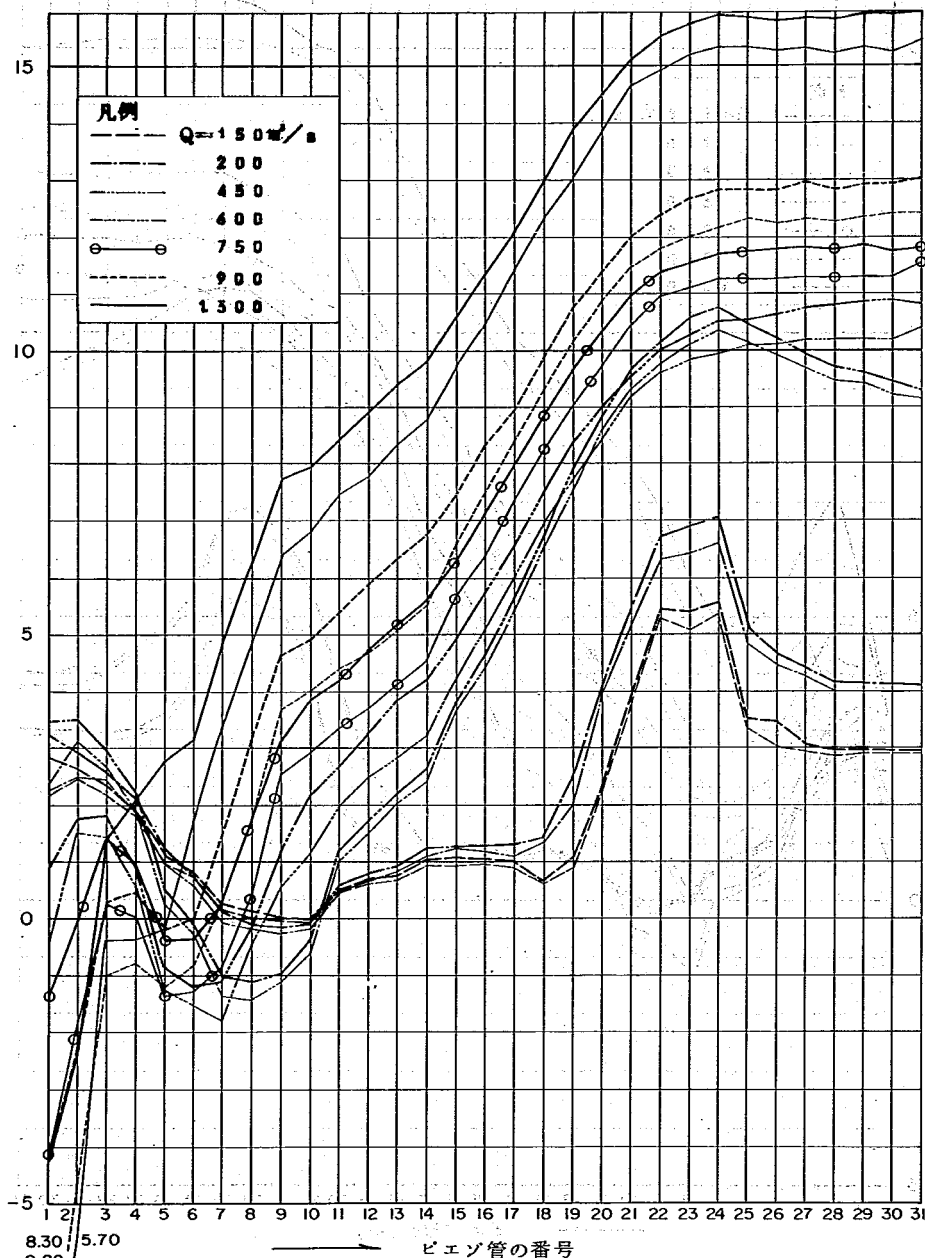


測線	副ダム中央
太線	最高圧力
細線	最低圧力

副ダム形状 2

図-35 副ダム越流面の圧力分布図

圧力水頭 (m)



測線 --- 副ダム右岸側
太線 --- 最高圧力
細線 --- 最低圧力

副ダム形状 2

図 - 36 副ダム越流面の圧力分布図

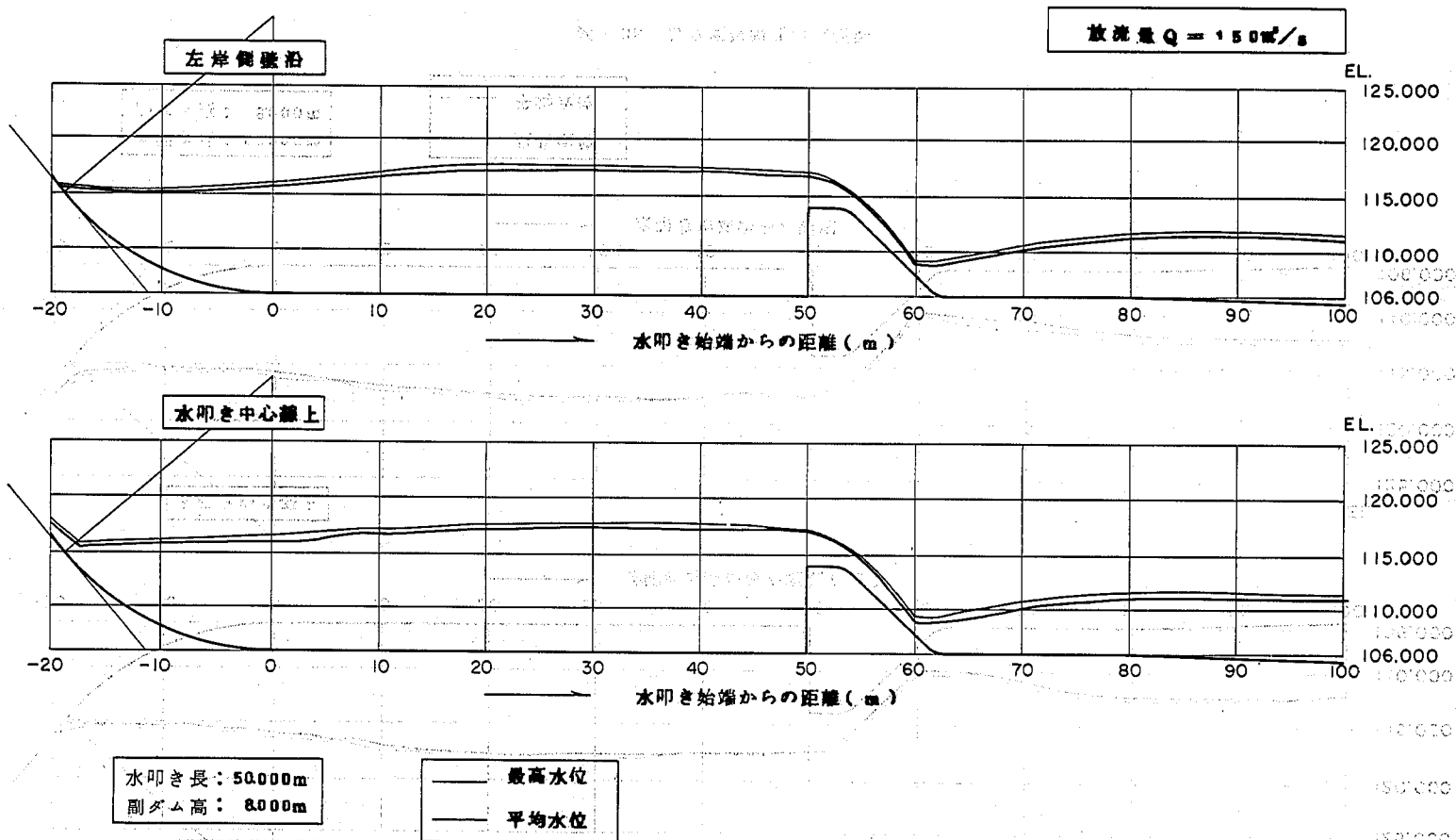
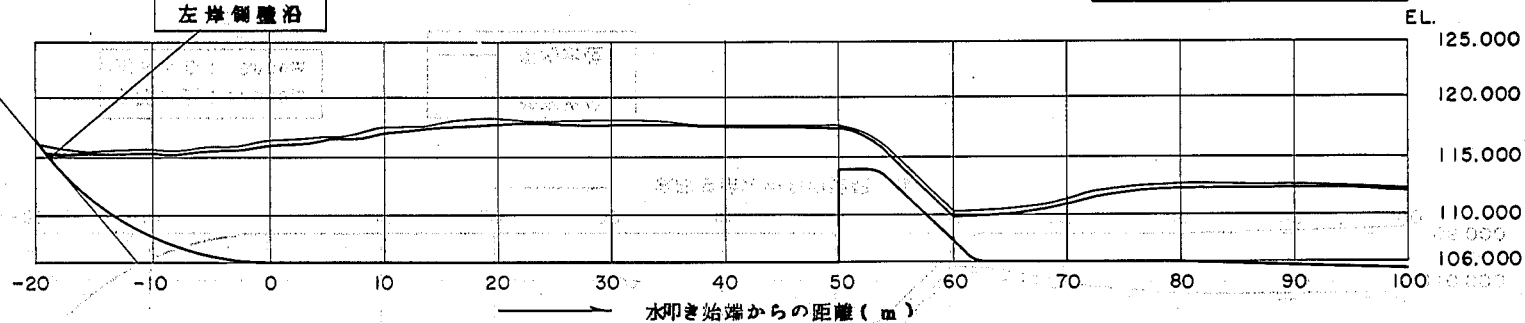


図 - 37 最良案減勢工の水面形

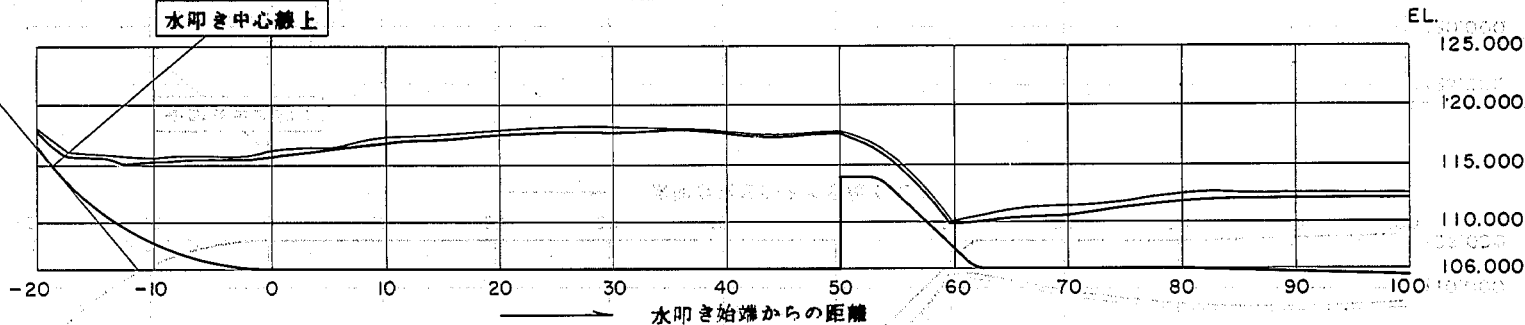
図-38 最良案減勢工の水面形

放流量 $Q = 2000 \text{ m}^3/\text{s}$

左岸側壁沿



水叩き中心線上



水叩き長: 50.000m
副ダム高: 8.000m

— 最高水位
- - - 平均水位

図-38 最良案減勢工の水面形

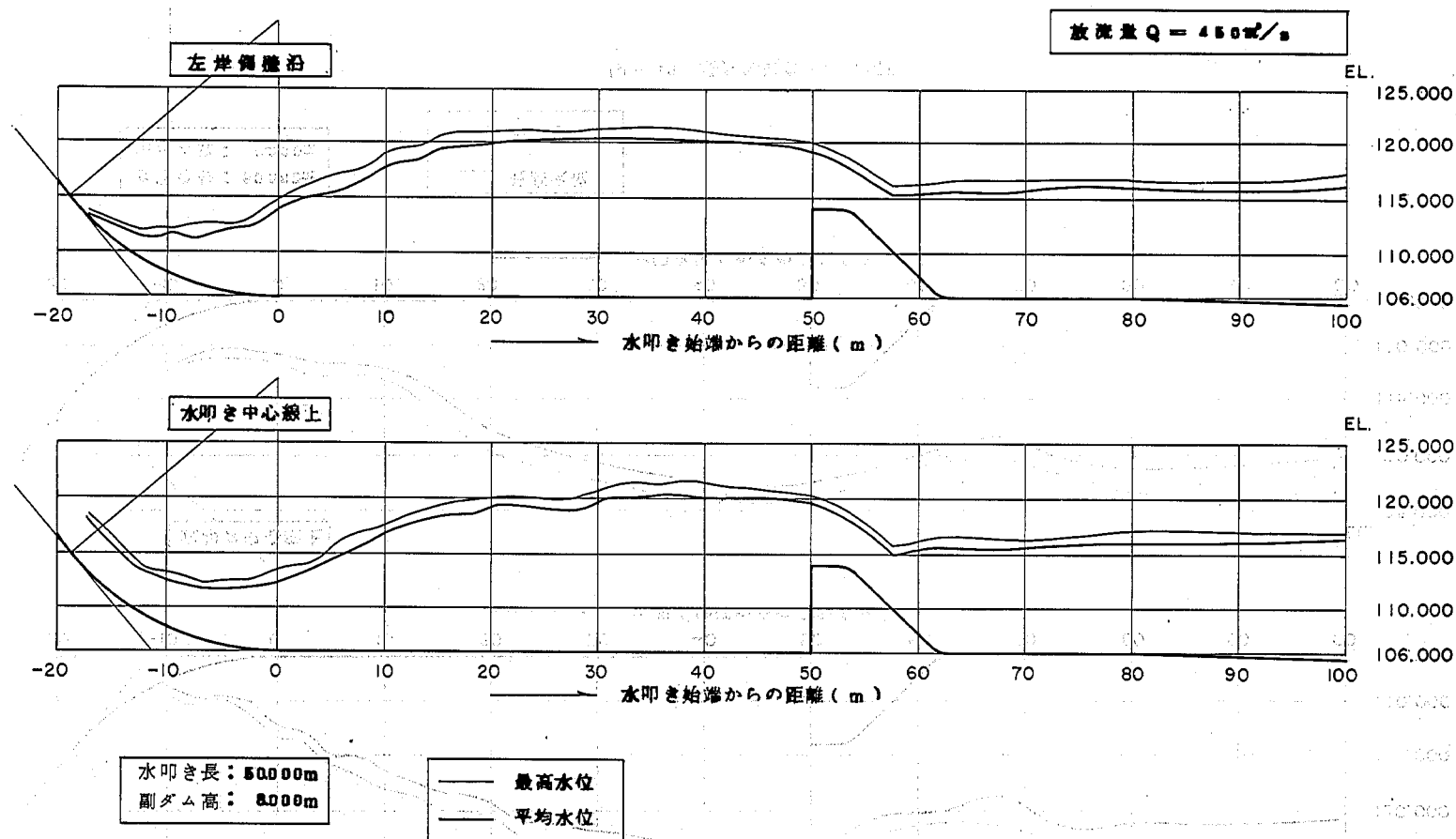
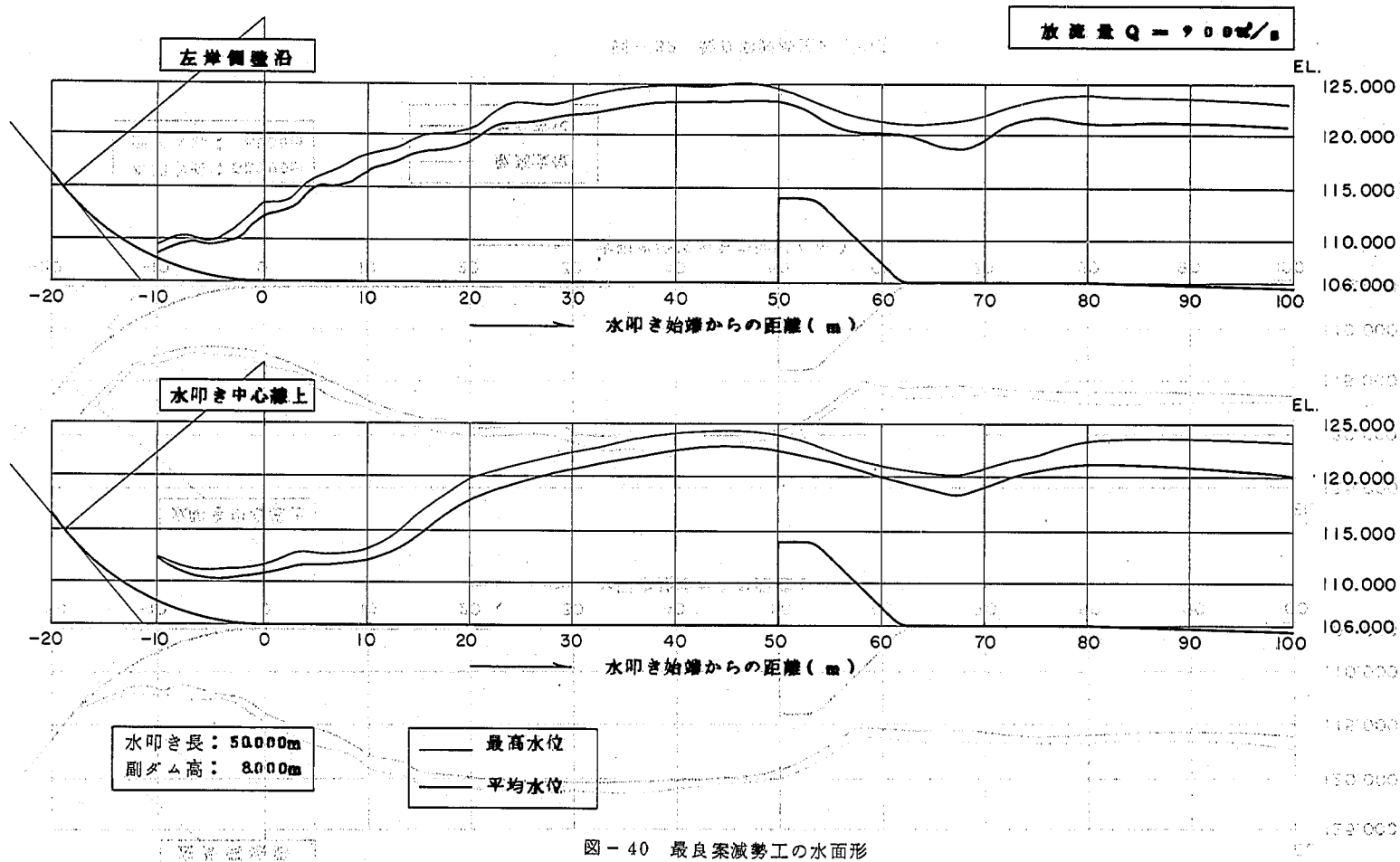


図-39 最良案減勢工の水面形



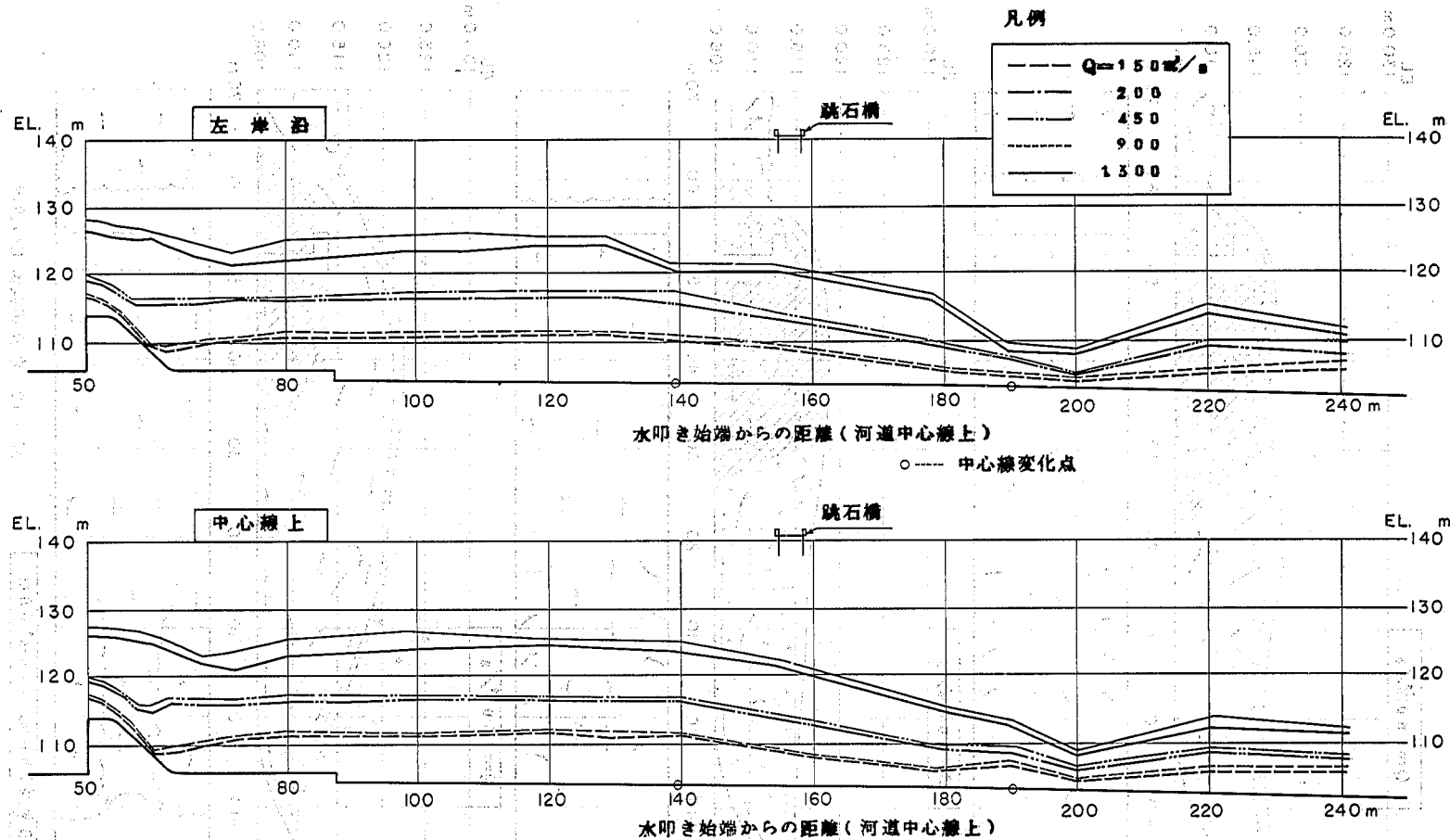
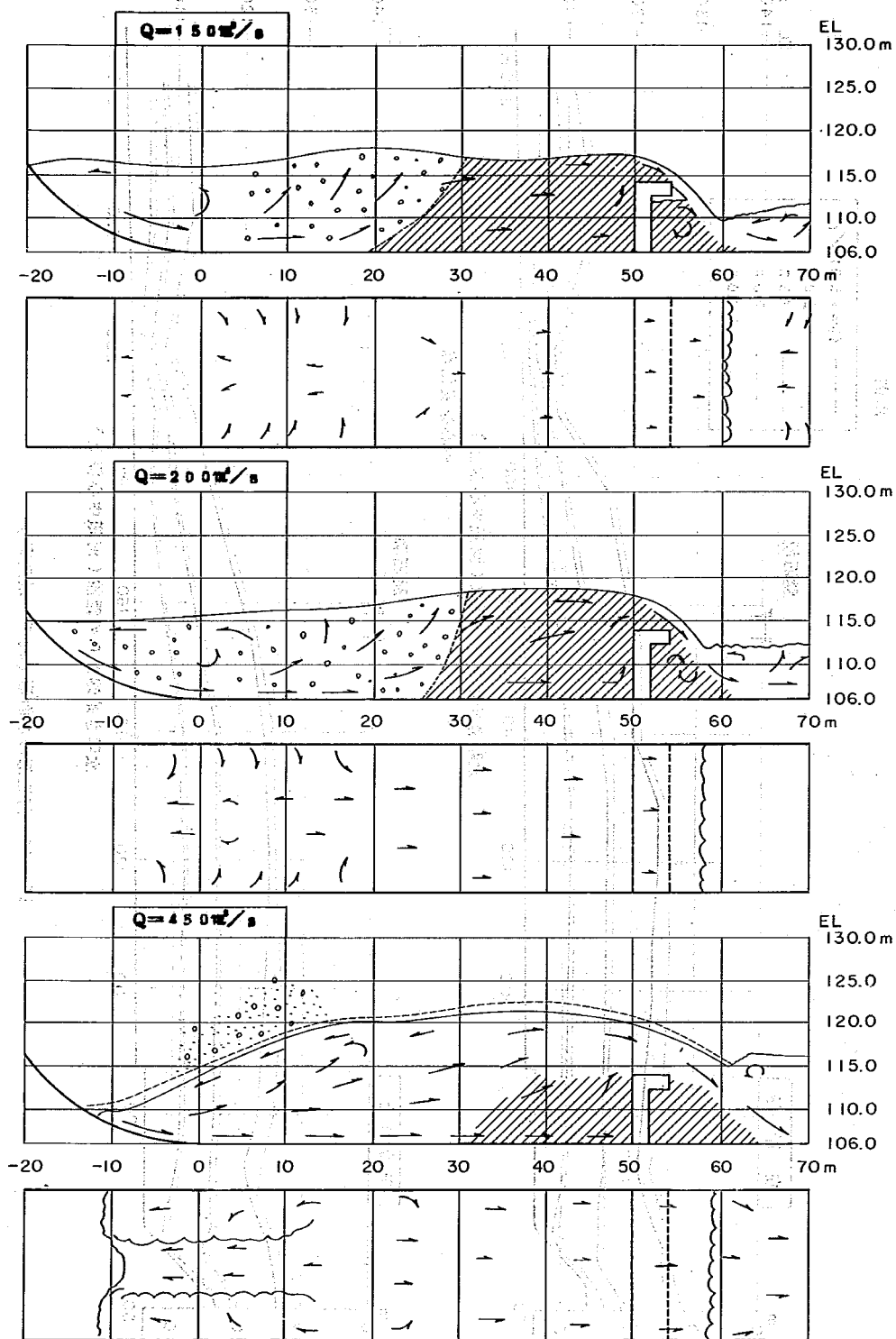
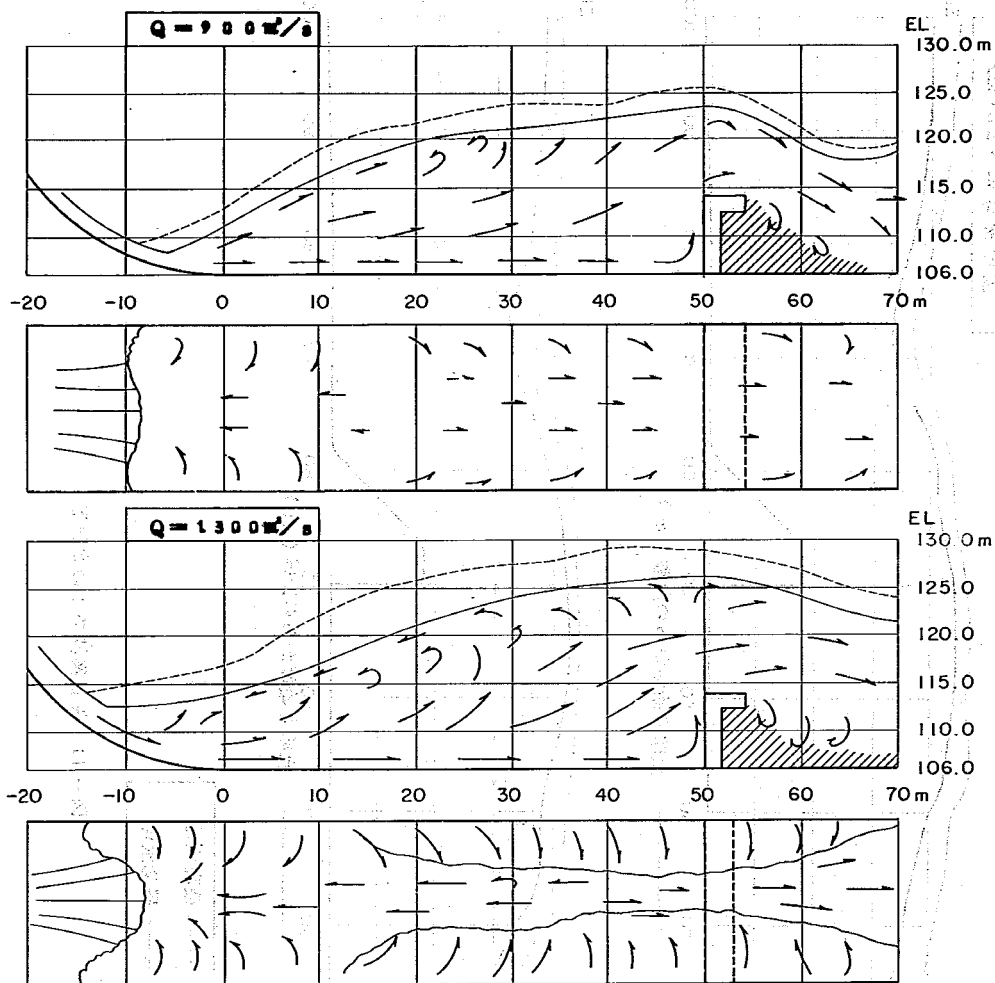


図-44 河道部の水面形 (副ダム最良案)



水叩き長: 50m 副ダム高: 8.0m

図-42 最良案減勢工の流況



水叩き長: 50 m, 副ダム高: 8.0 m

図-43 最良案減勢工の流況

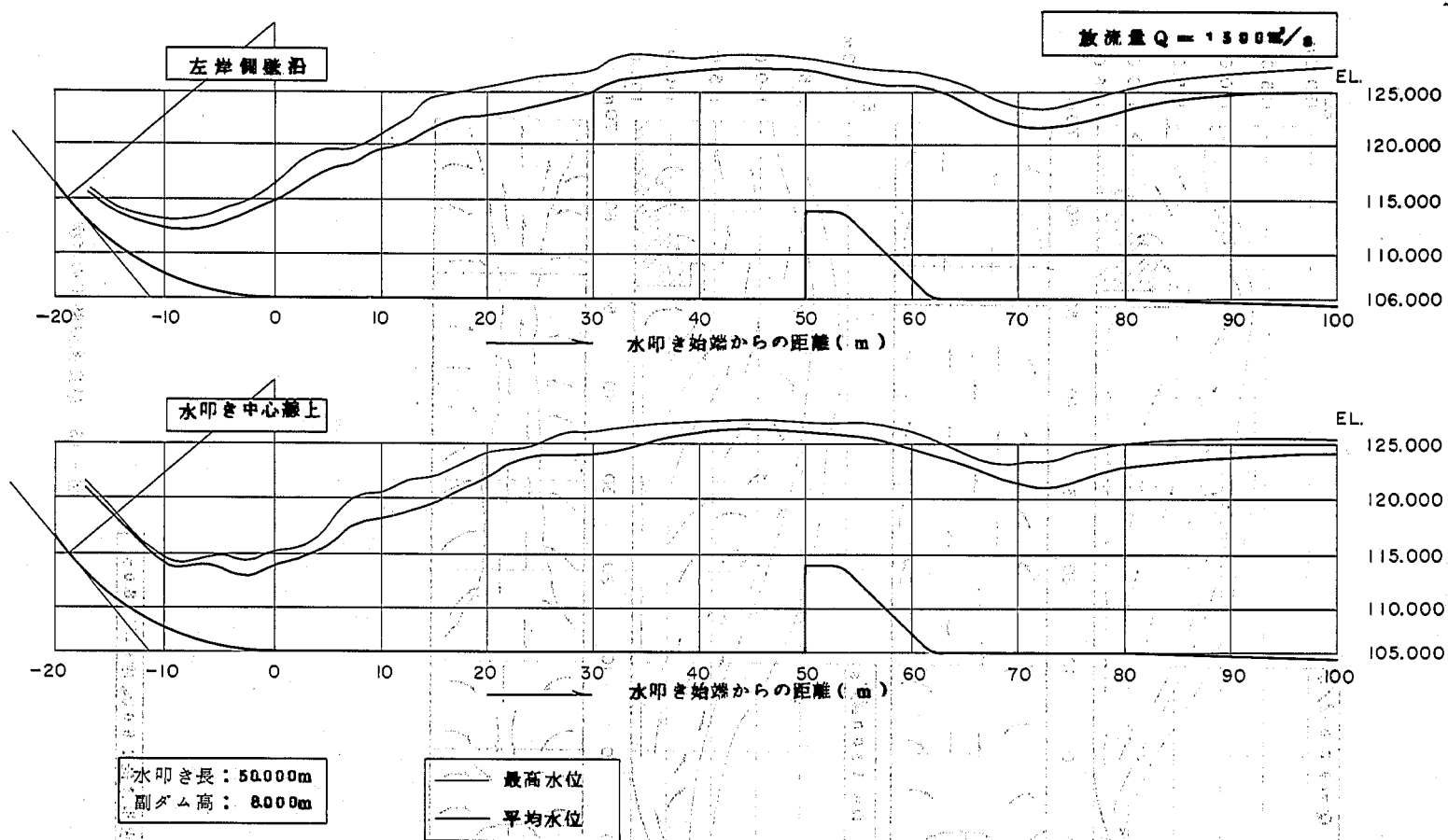


図 - 41 最良案減勢工の水面形

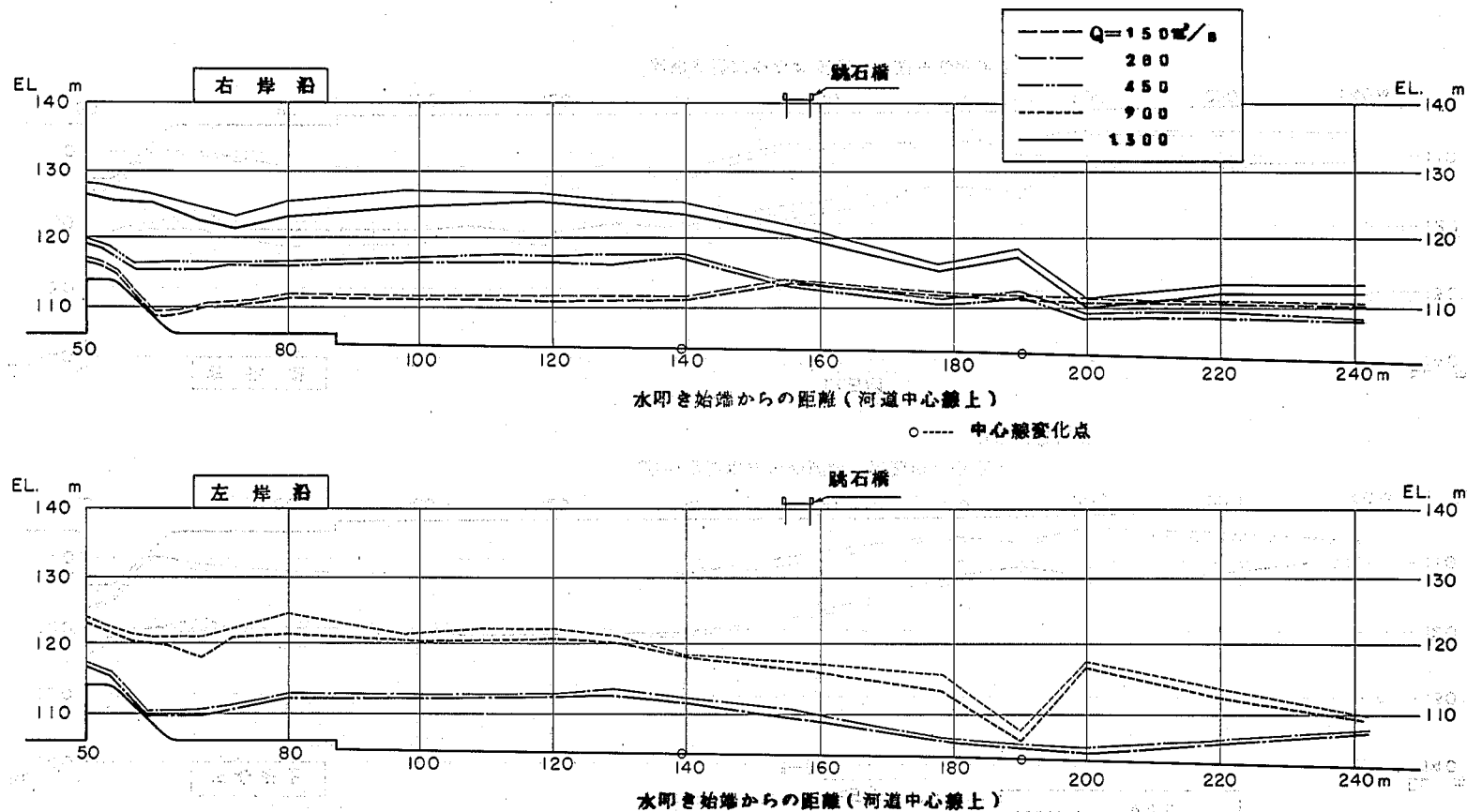


図-45 河道部の水面形状 (副ダム最良案)

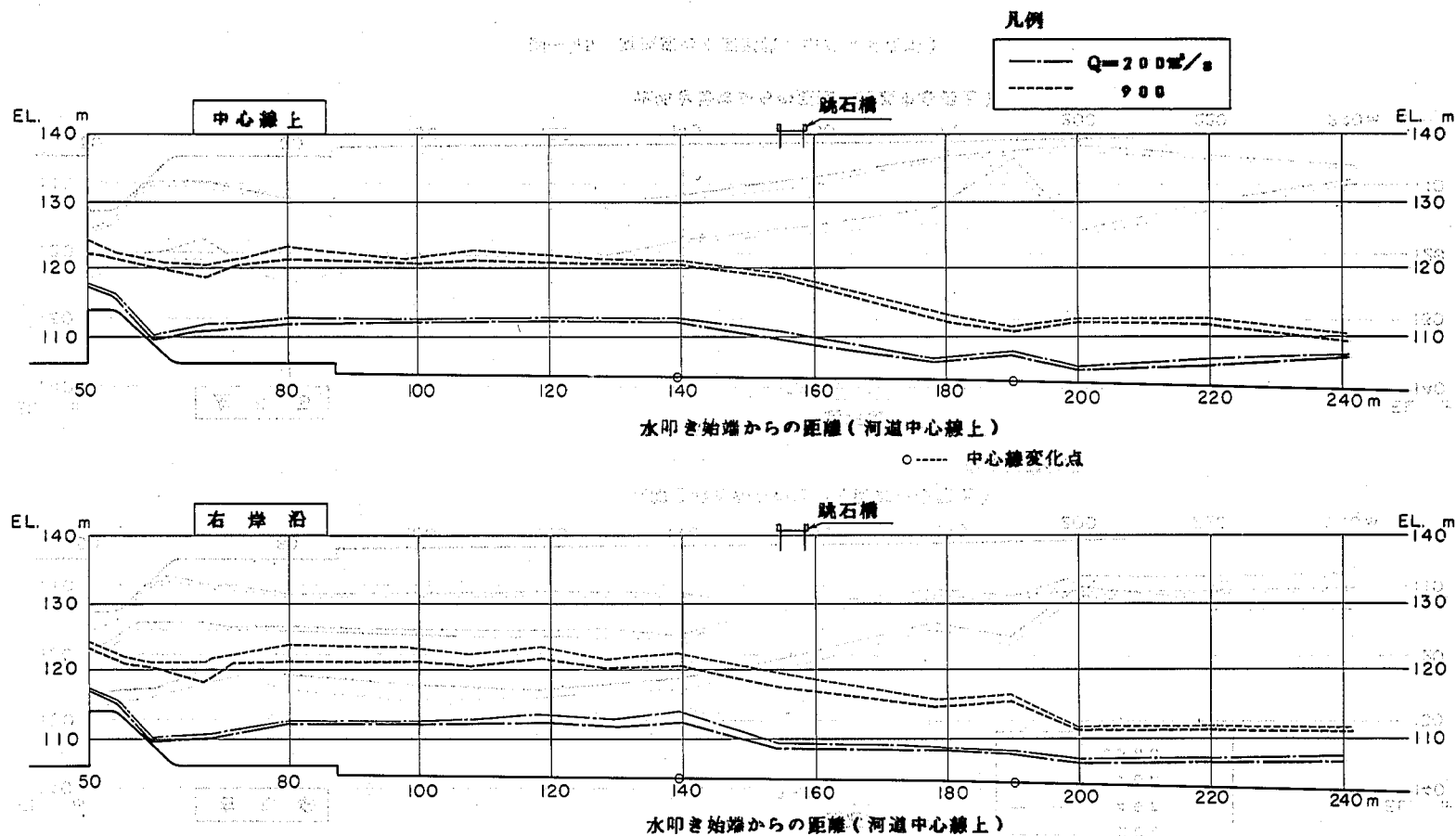
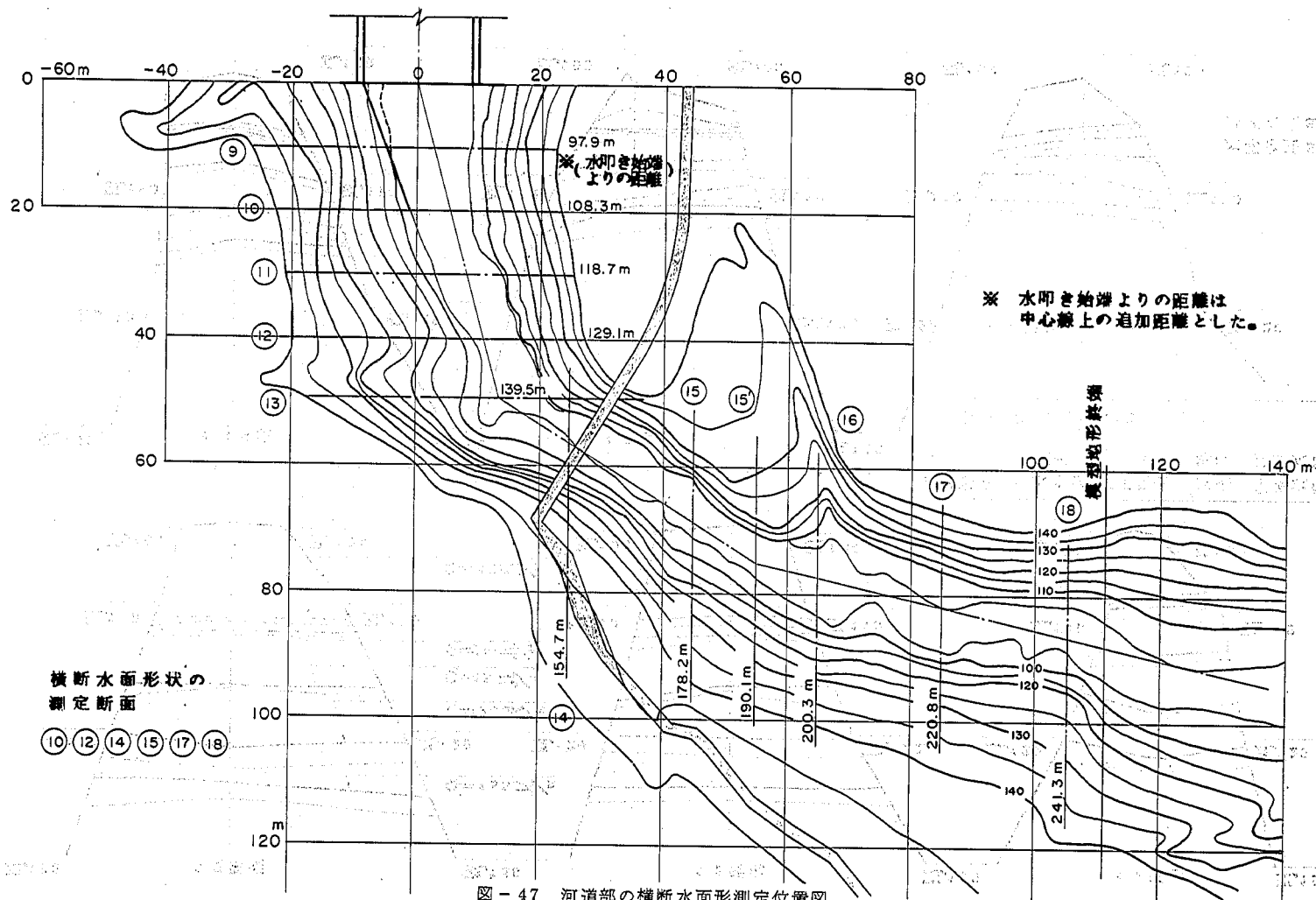
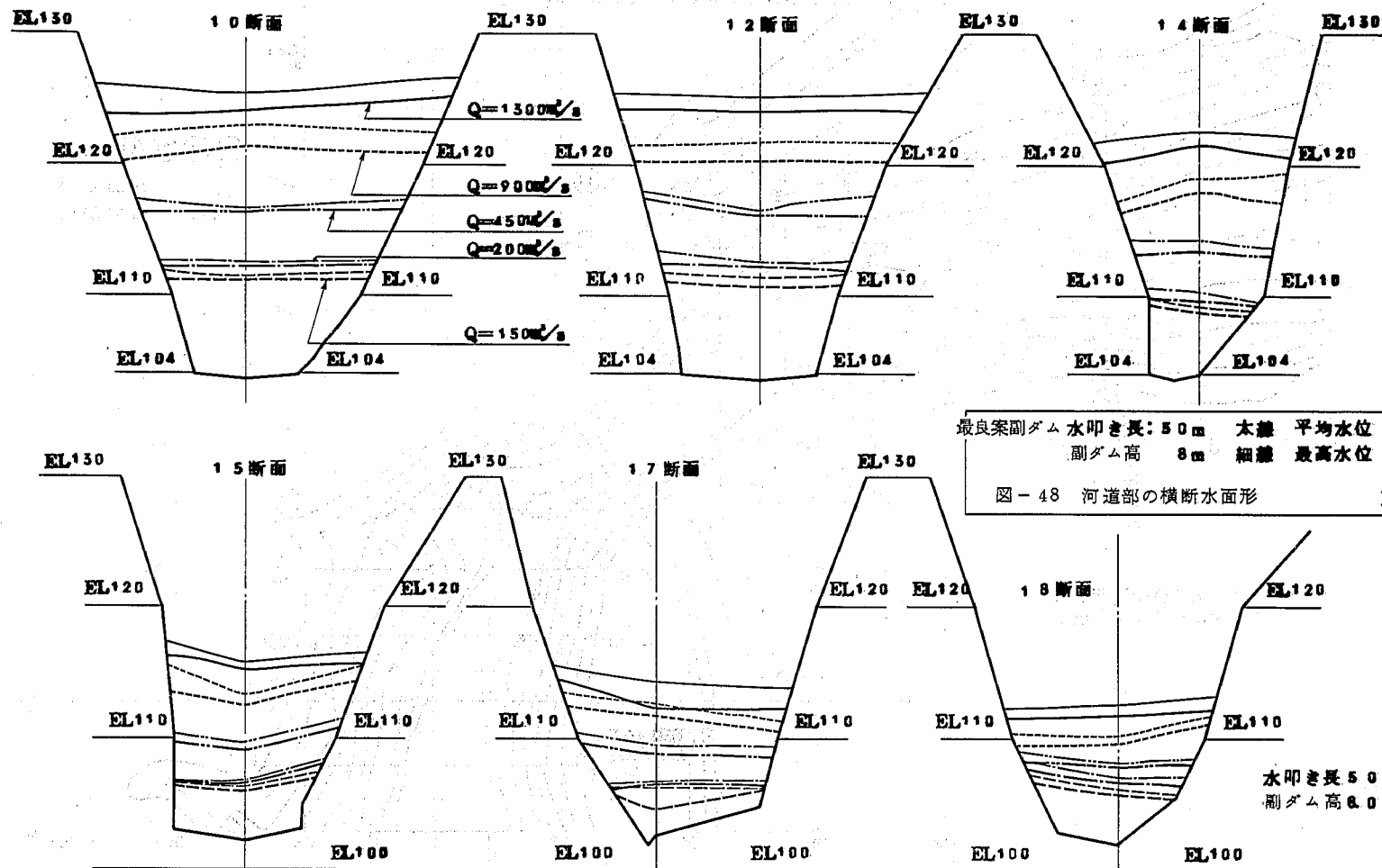


図-46 河道部の水面形状 (閘ダム最良案)





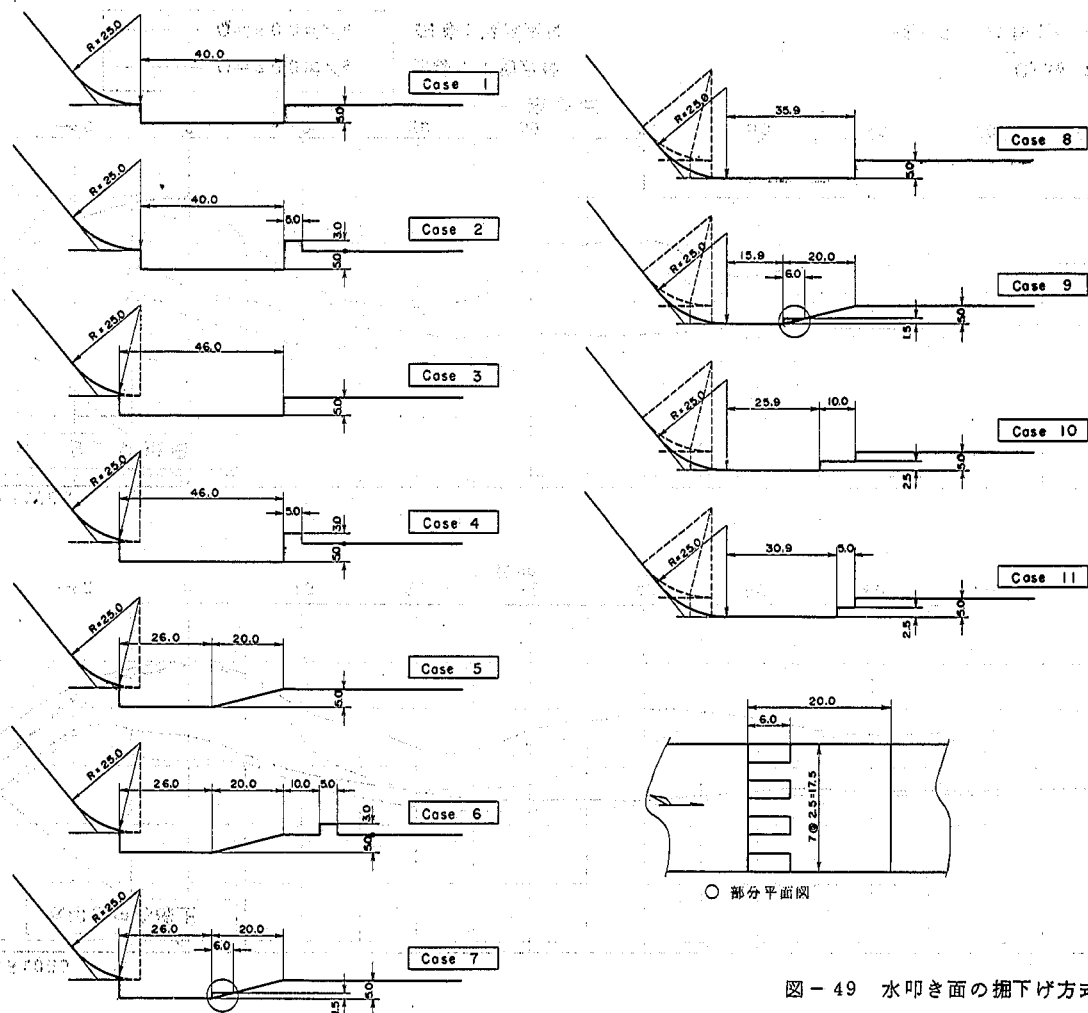


図 - 49 水叩き面の掘下げ方式の減勢工形状図

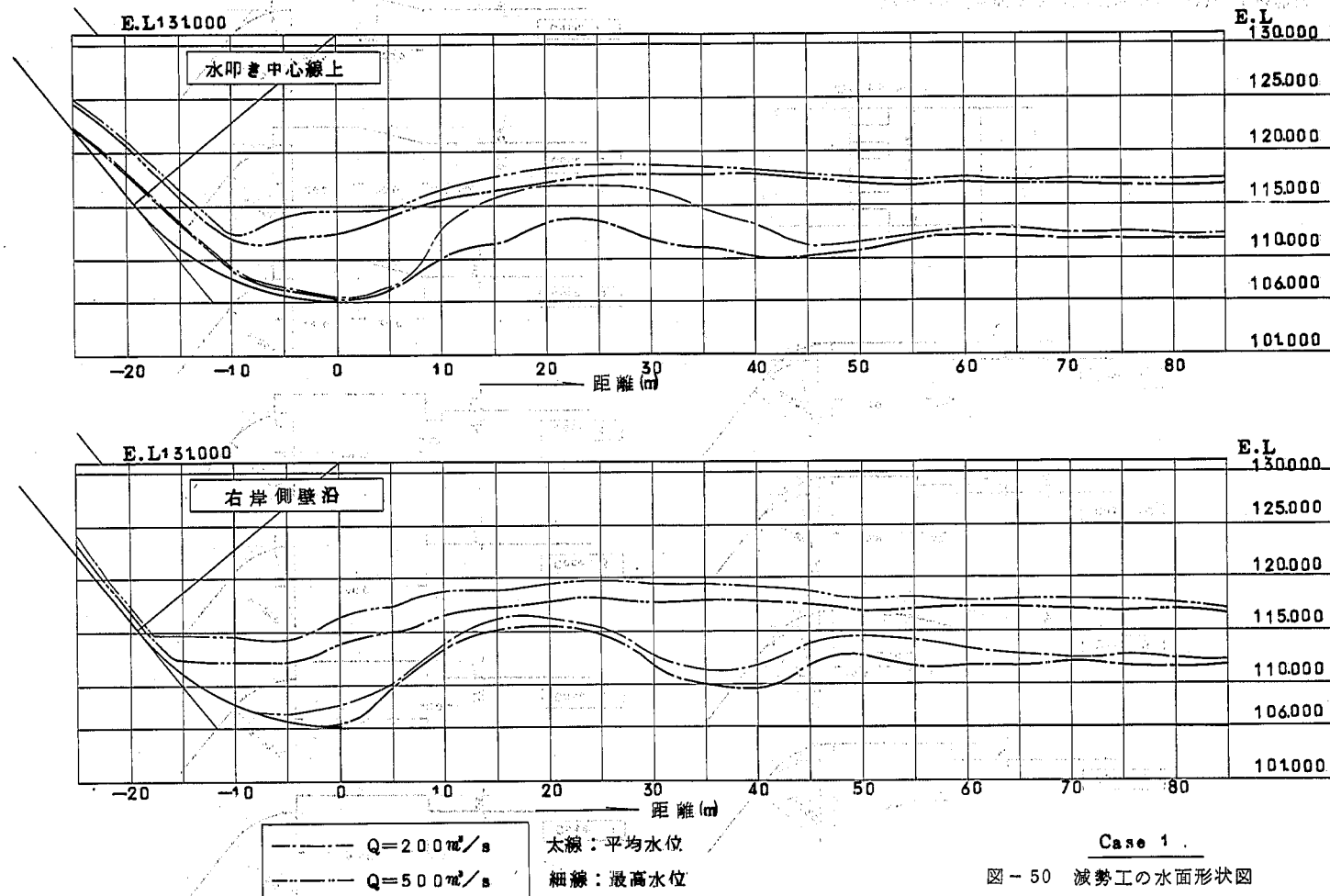


図-50 減勢工の水面形状図

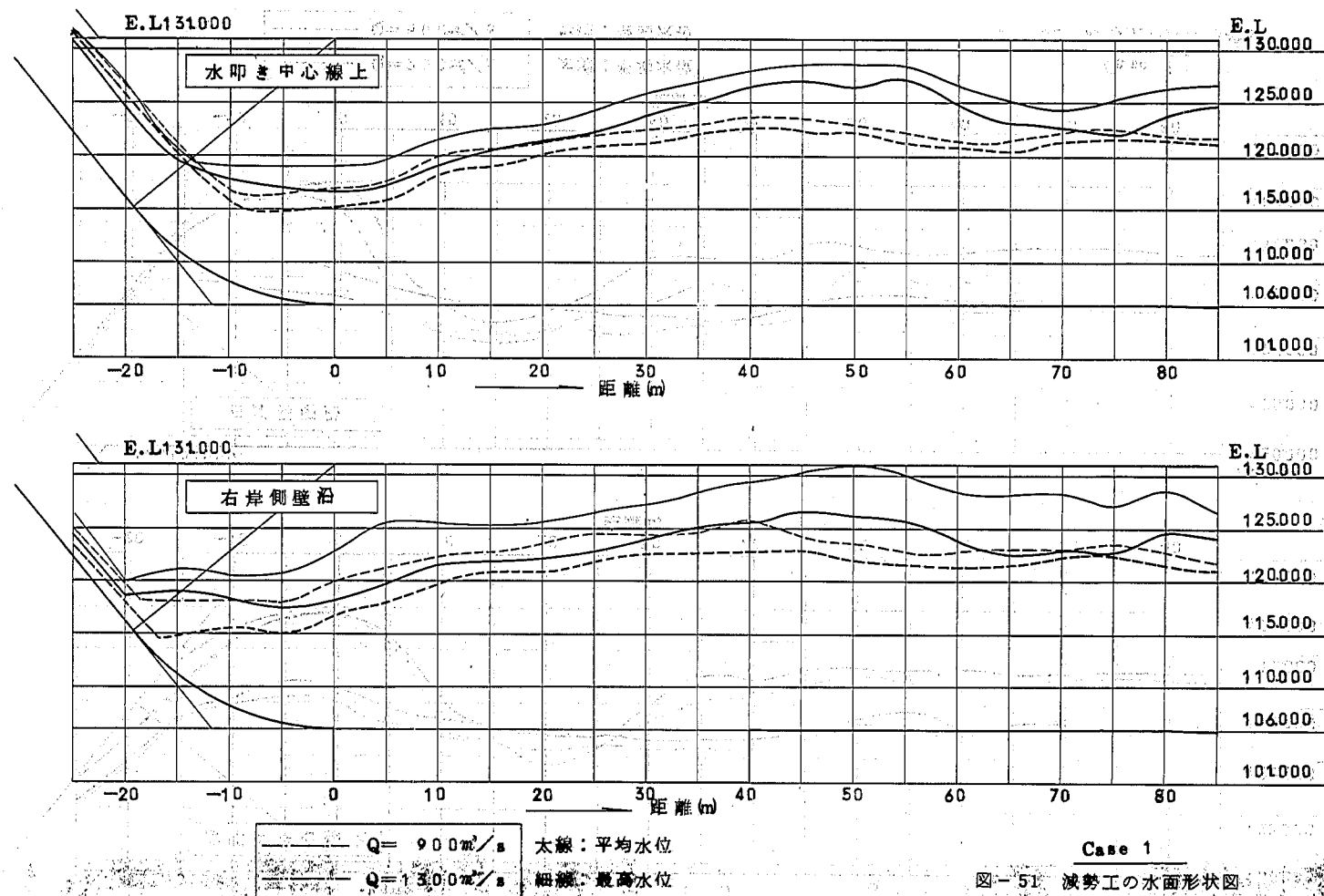
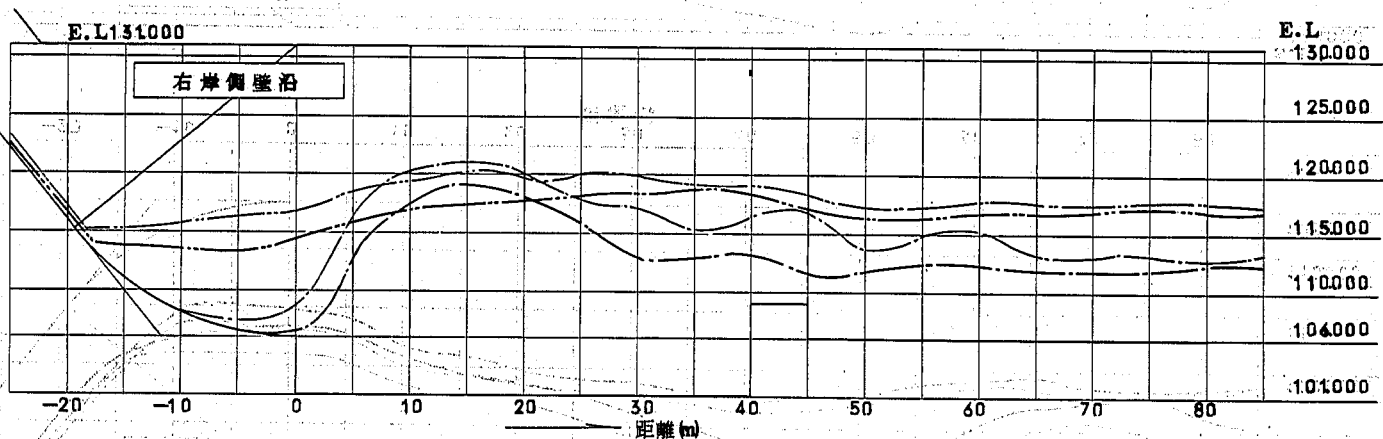
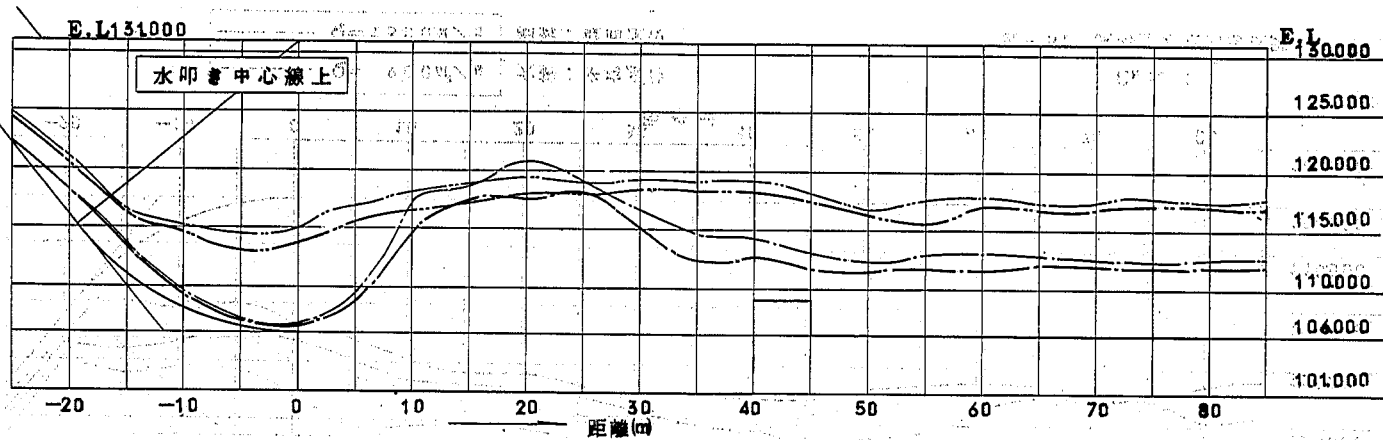


図-51 減勢工の水面形状図



$Q=200\text{ m}^3/\text{s}$
 $Q=500\text{ m}^3/\text{s}$

太線：平均水位
 細線：最高水位

Case 2

図-52 減勢工の水面形状図

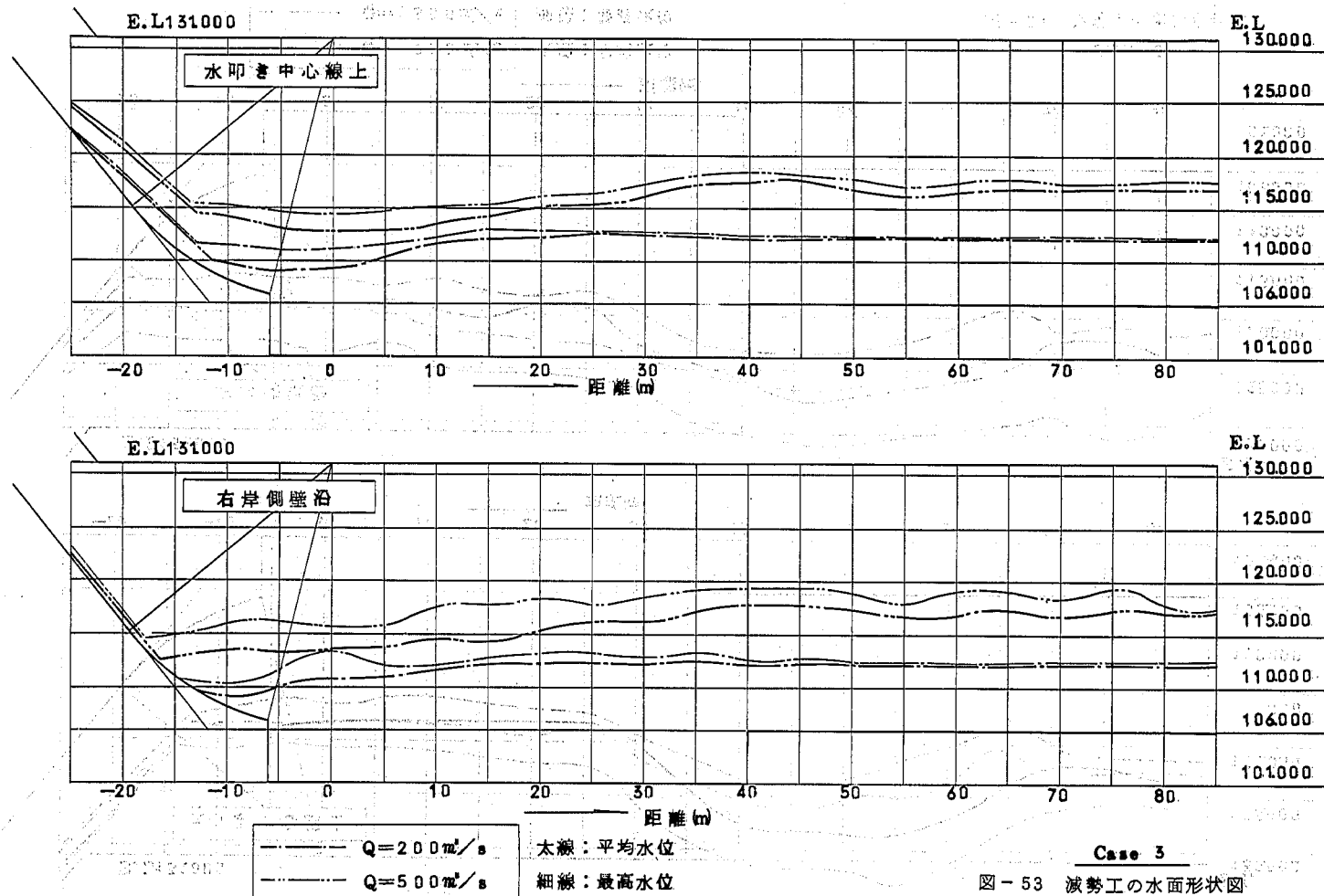
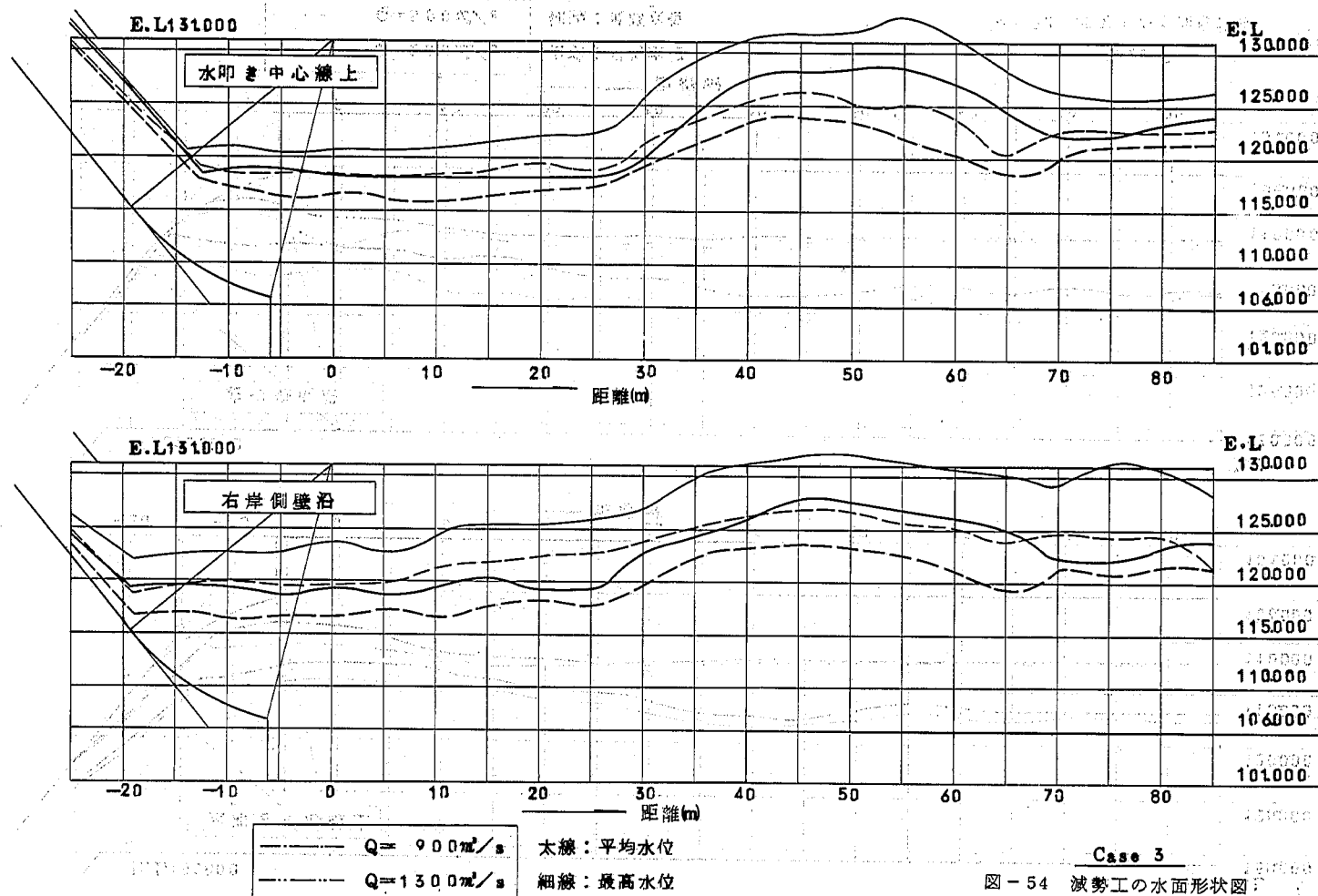
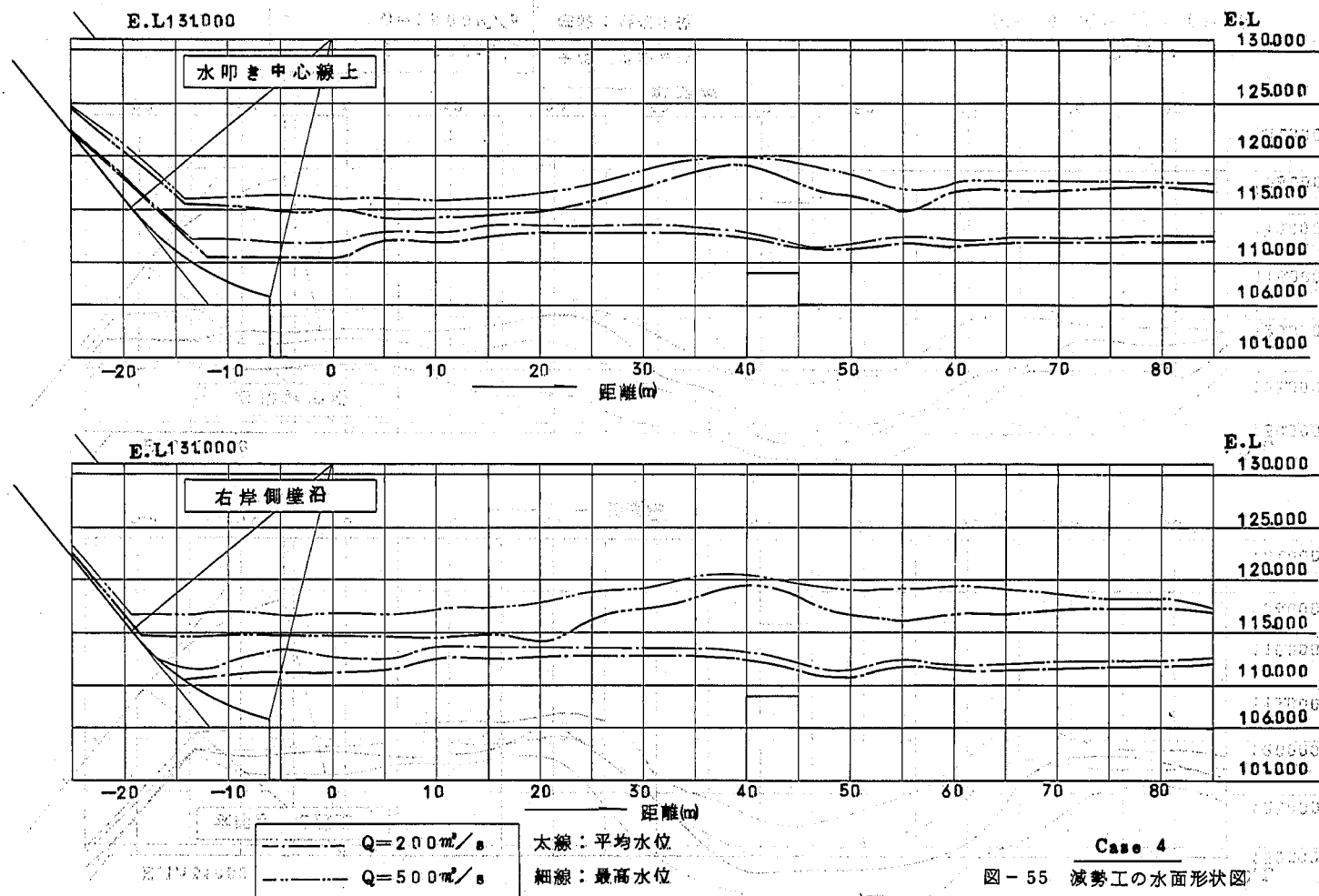


図-53 減勢工の水面形状図





Case 4
図-55 減勢工の水面形状図

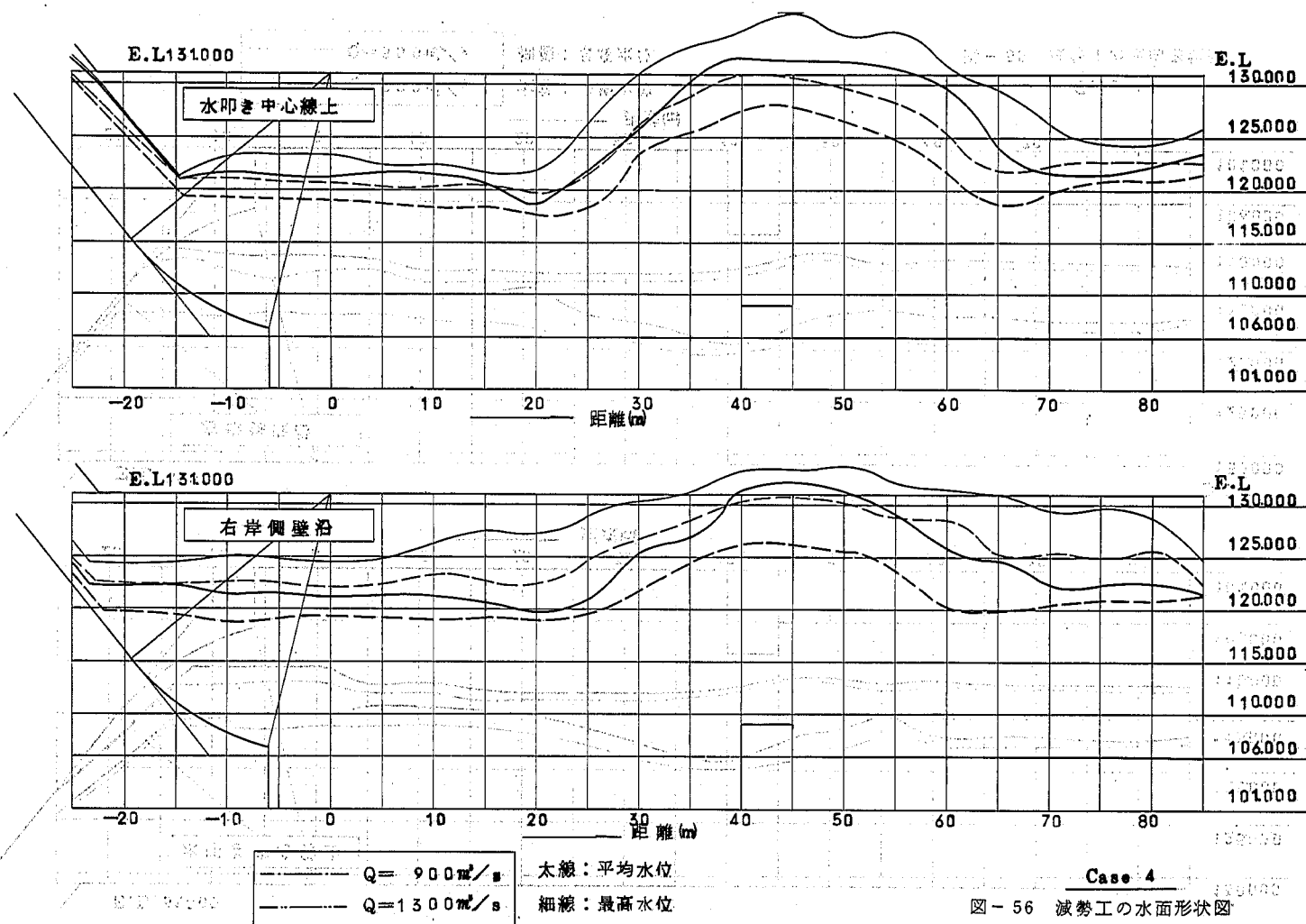
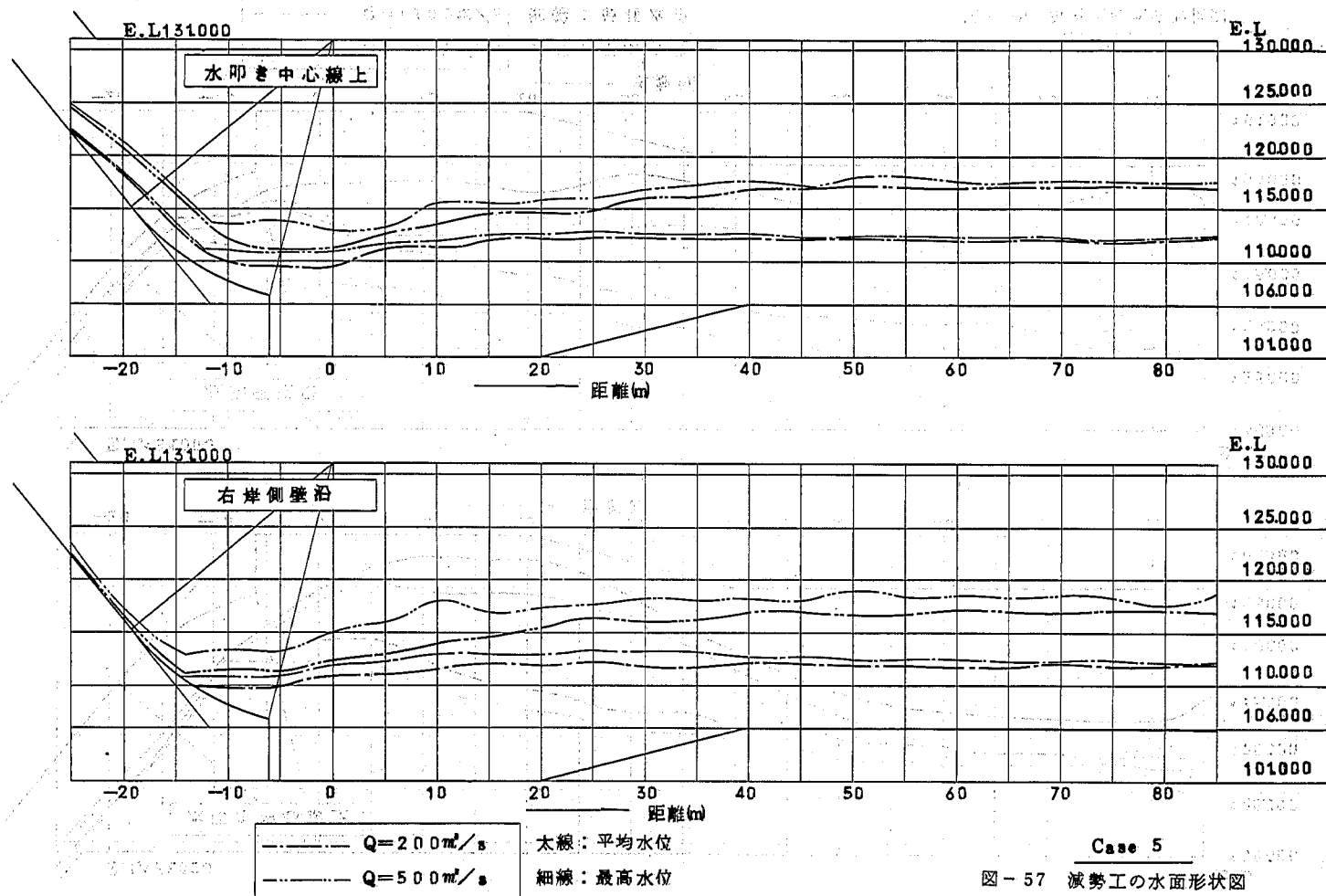


図-56 減勢工の水面形状図



Case 5
図-57 減勢工の水面形状図

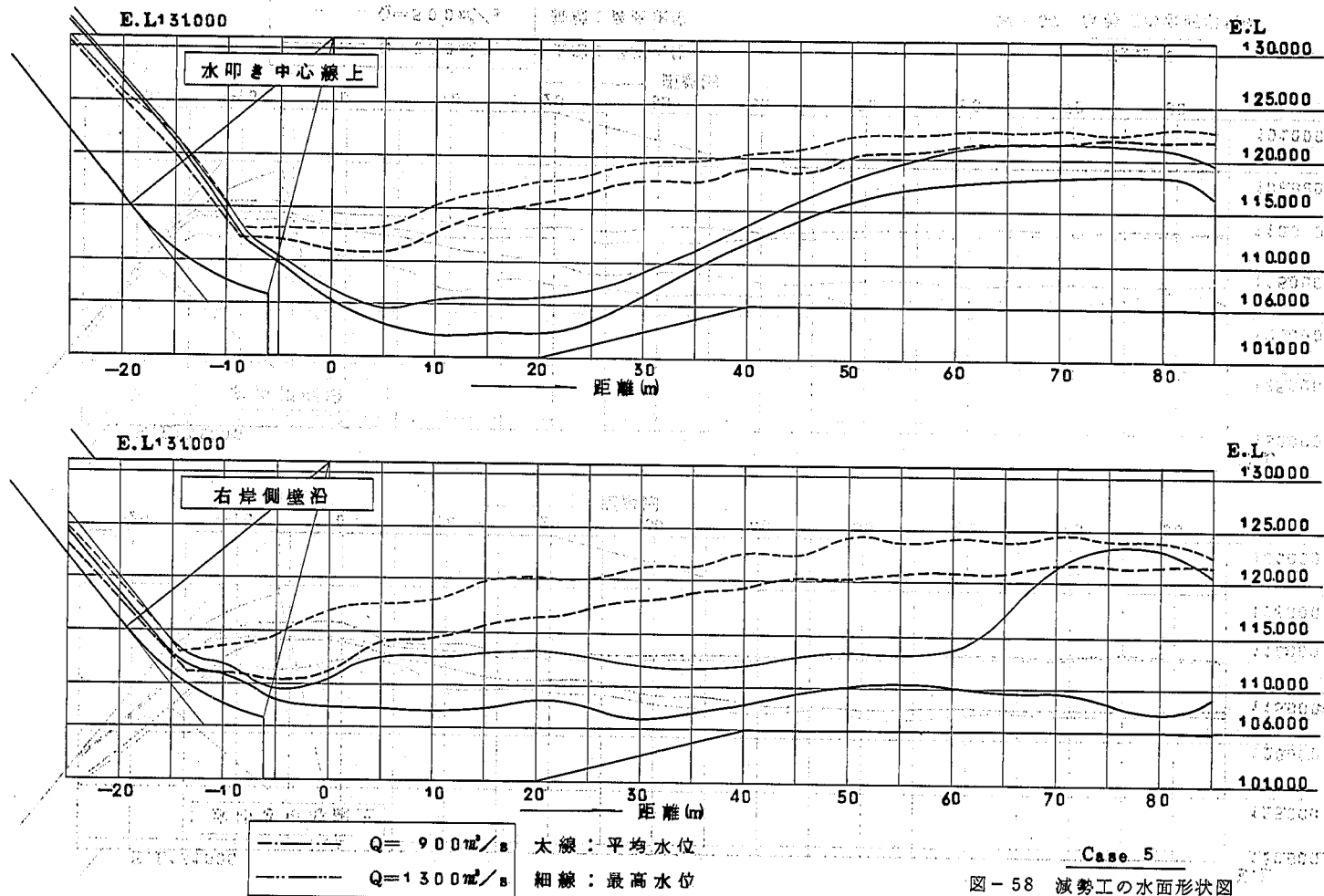


図-58 減勢工の水面形状図

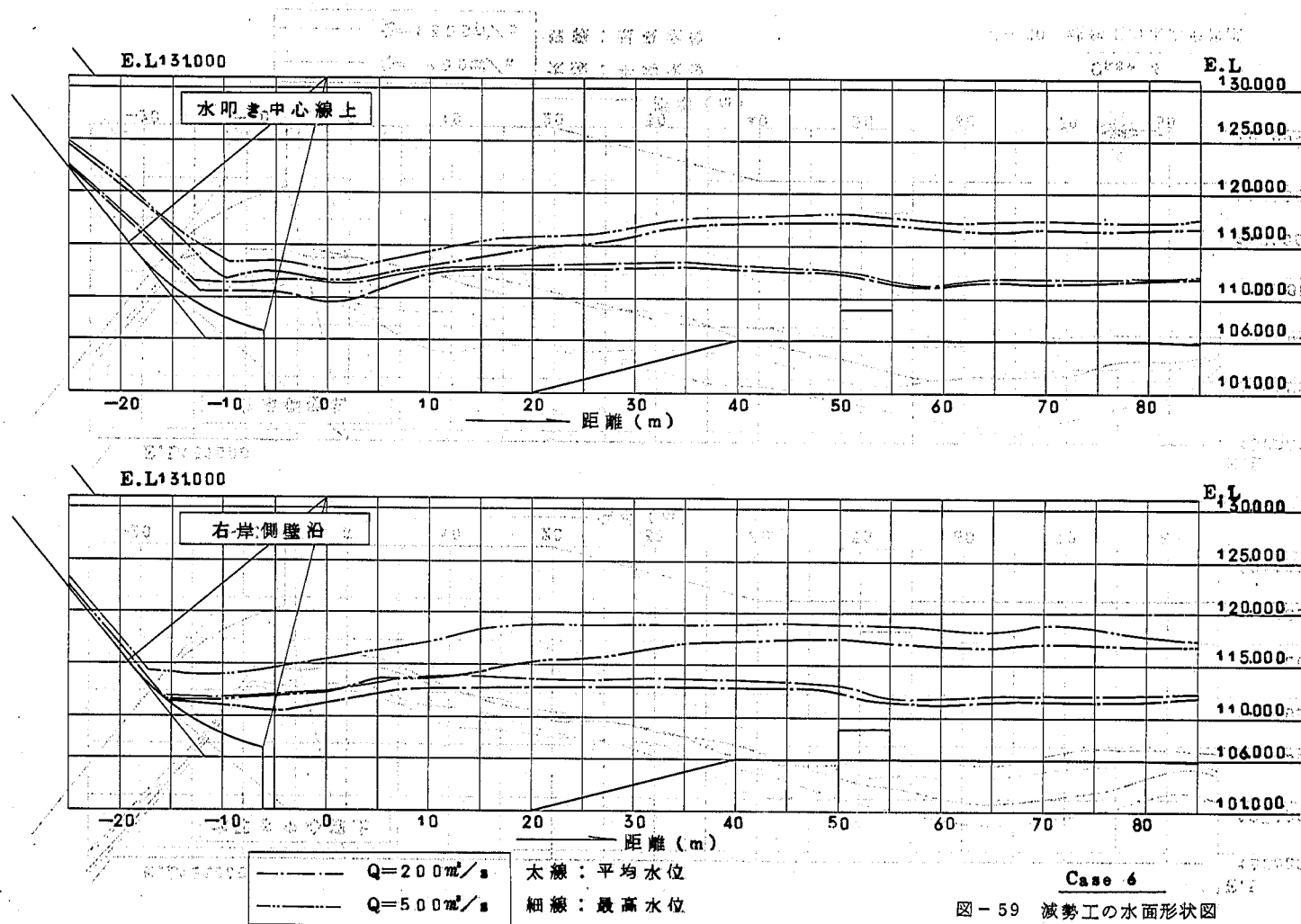
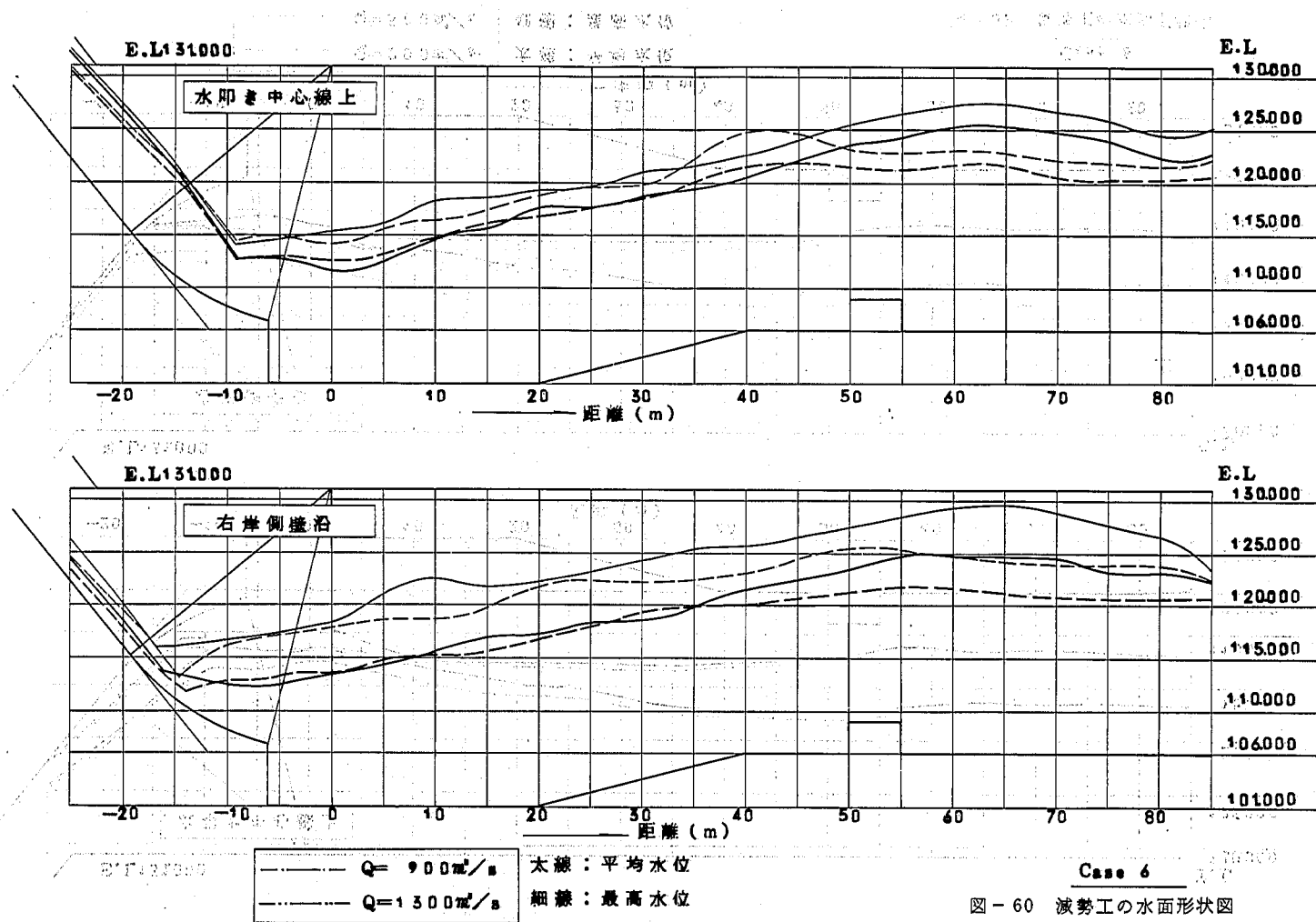
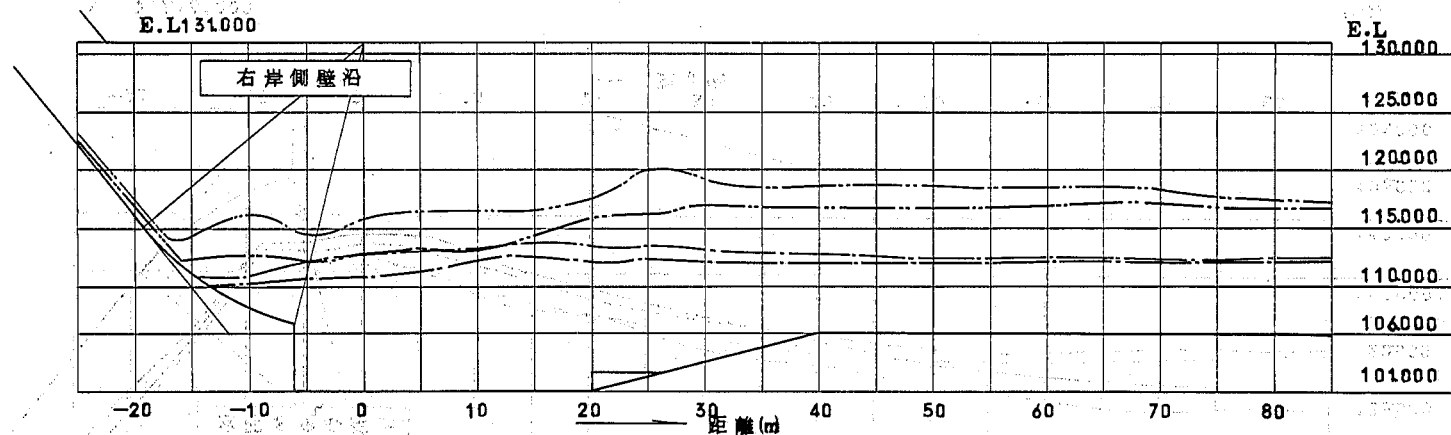
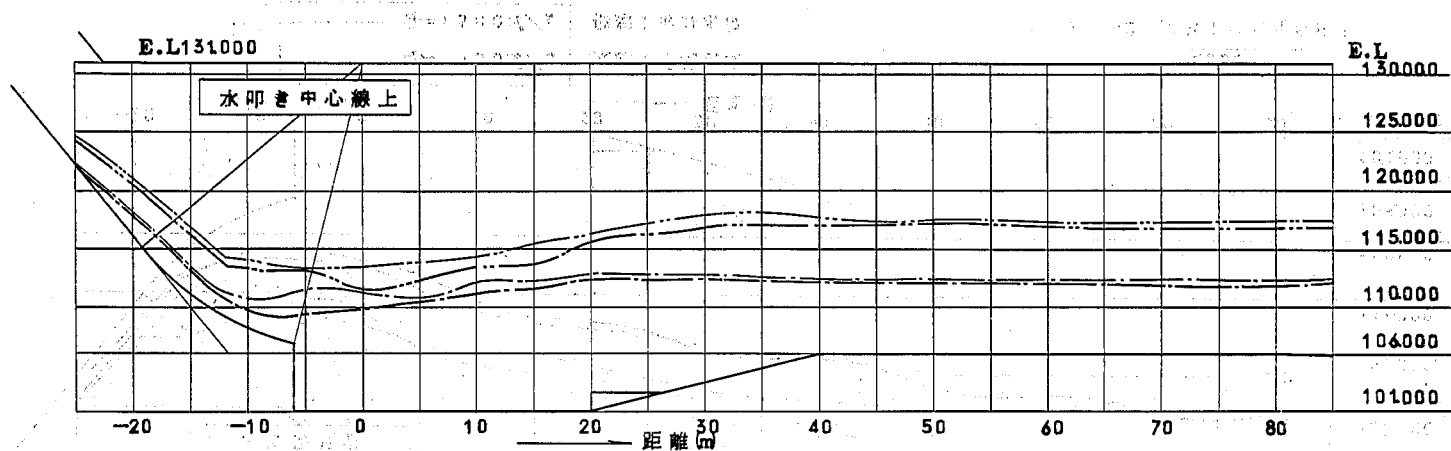


図-59 波勢工の水面形状図

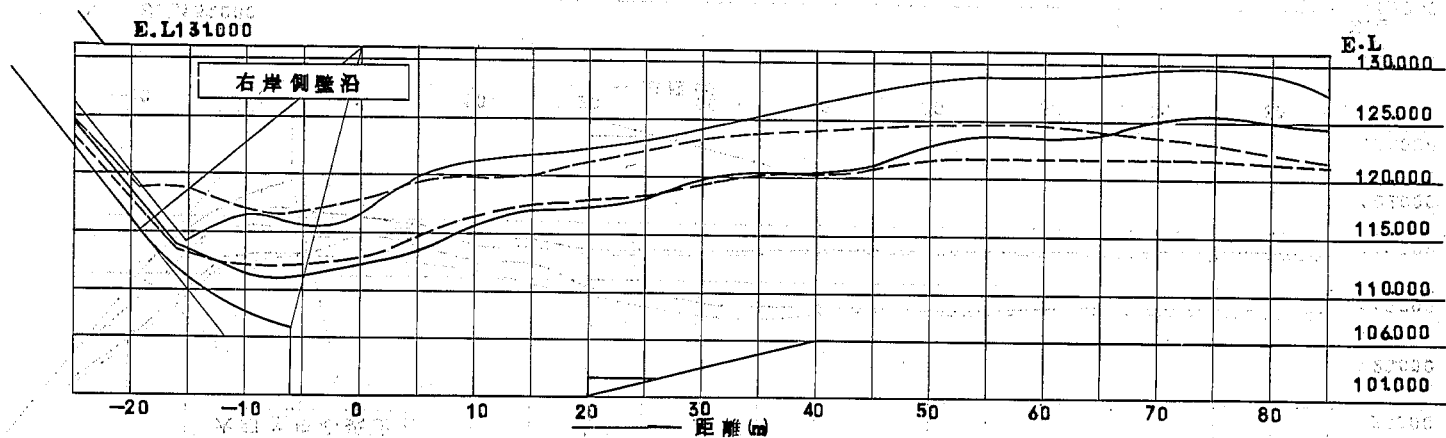
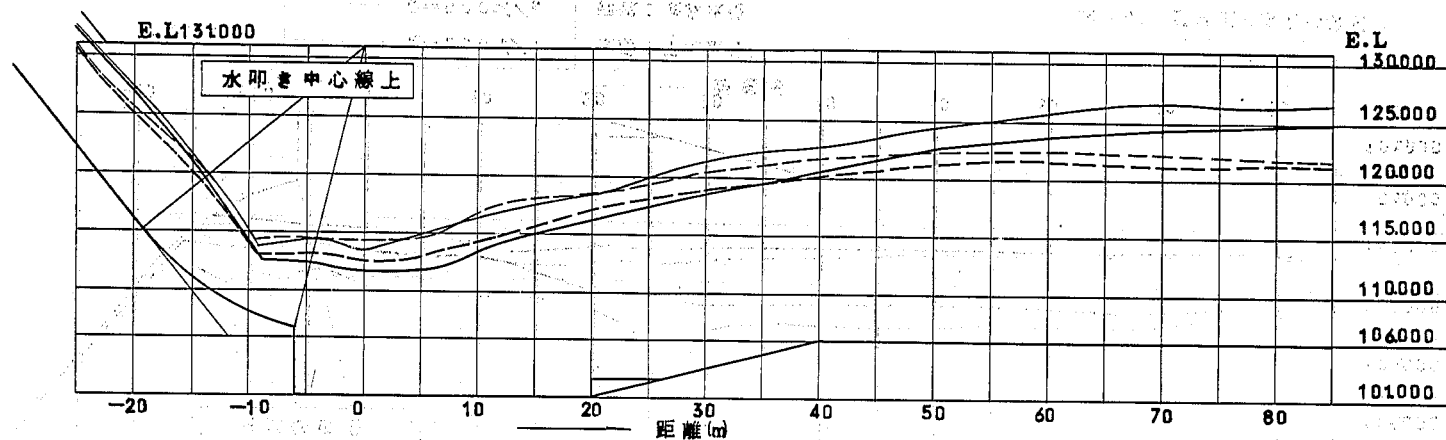




$Q=200 \text{ m}^3/\text{s}$ 太線：平均水位
 $Q=500 \text{ m}^3/\text{s}$ 細線：最高水位

Case-7

図-61 減勢工の水面形状図



$Q = 900 \text{ m}^3/\text{s}$ 太線：平均水位
 $Q = 1300 \text{ m}^3/\text{s}$ 細線：最高水位

Case 7

図-62 減勢工の水面形状図

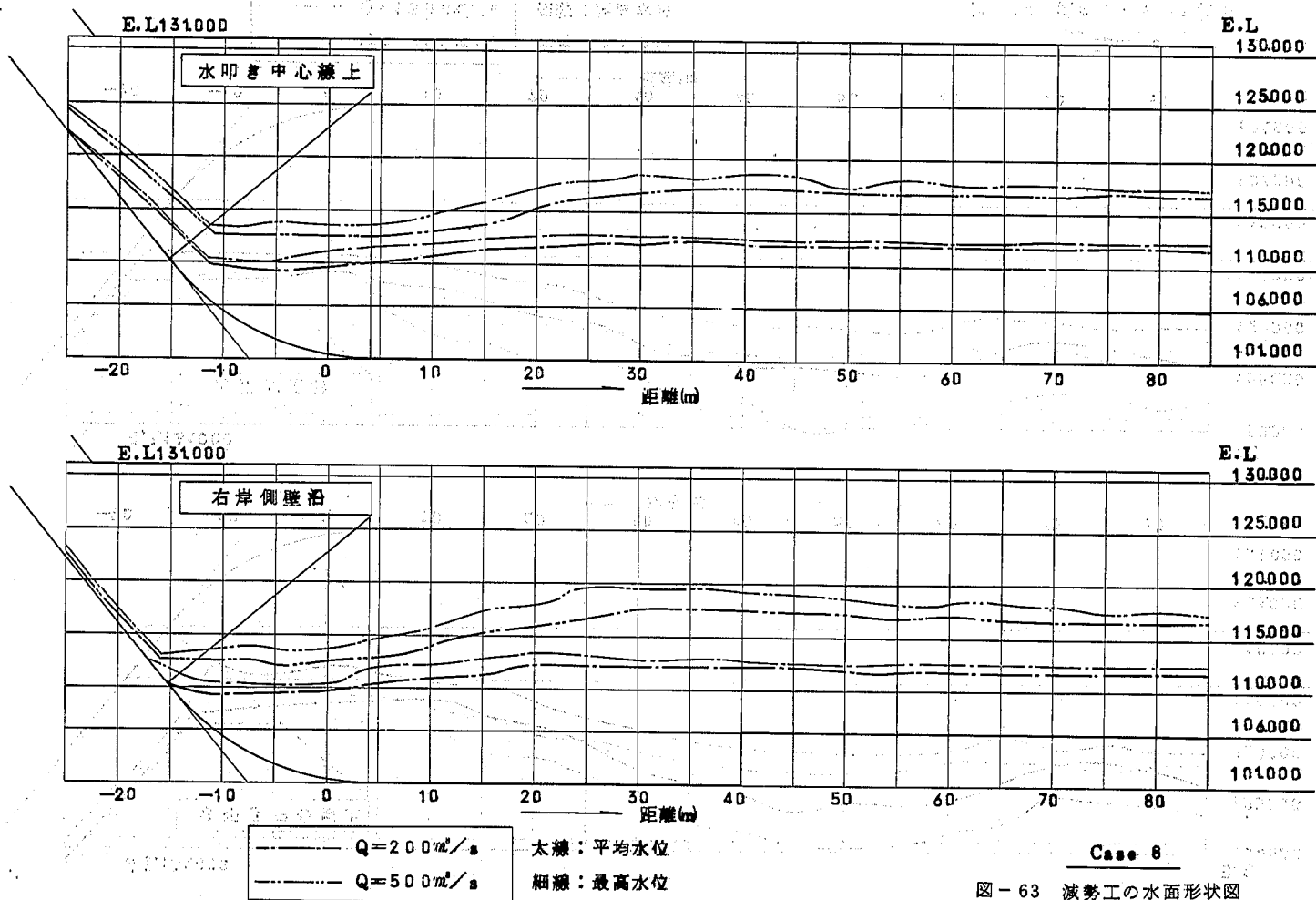
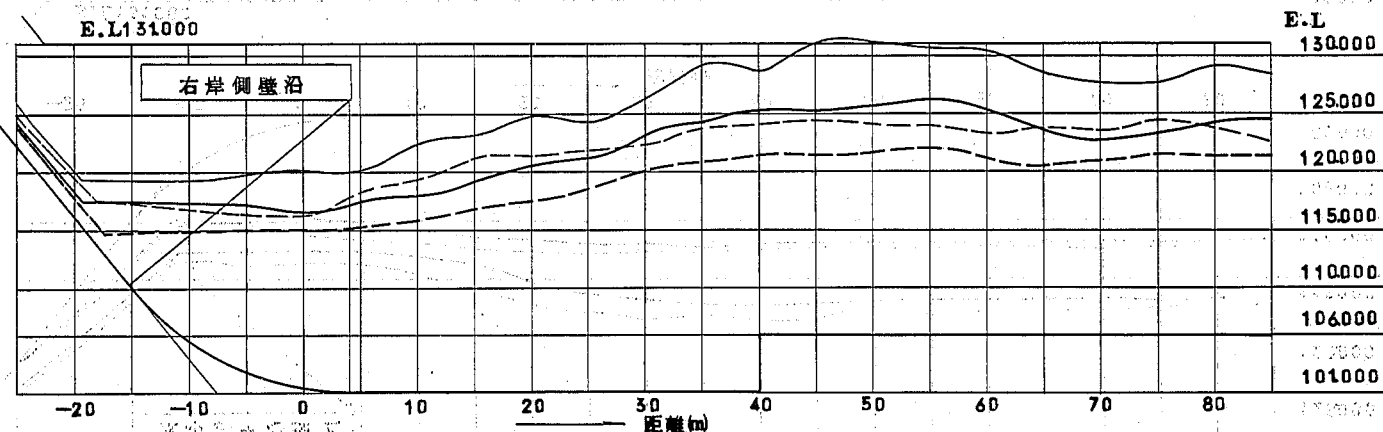
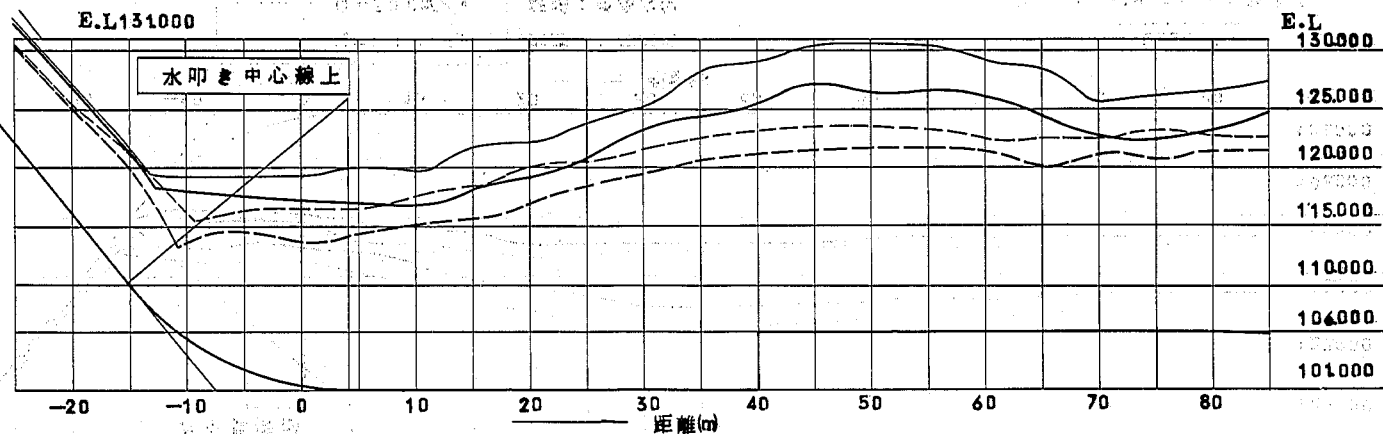


図-63 減勢工の水面形状図



— $Q = 900 \text{ m}^3/\text{s}$
- - - $Q = 1300 \text{ m}^3/\text{s}$

太線：平均水位

細線：最高水位

Case-8

図-64 減勢工の水面形状図

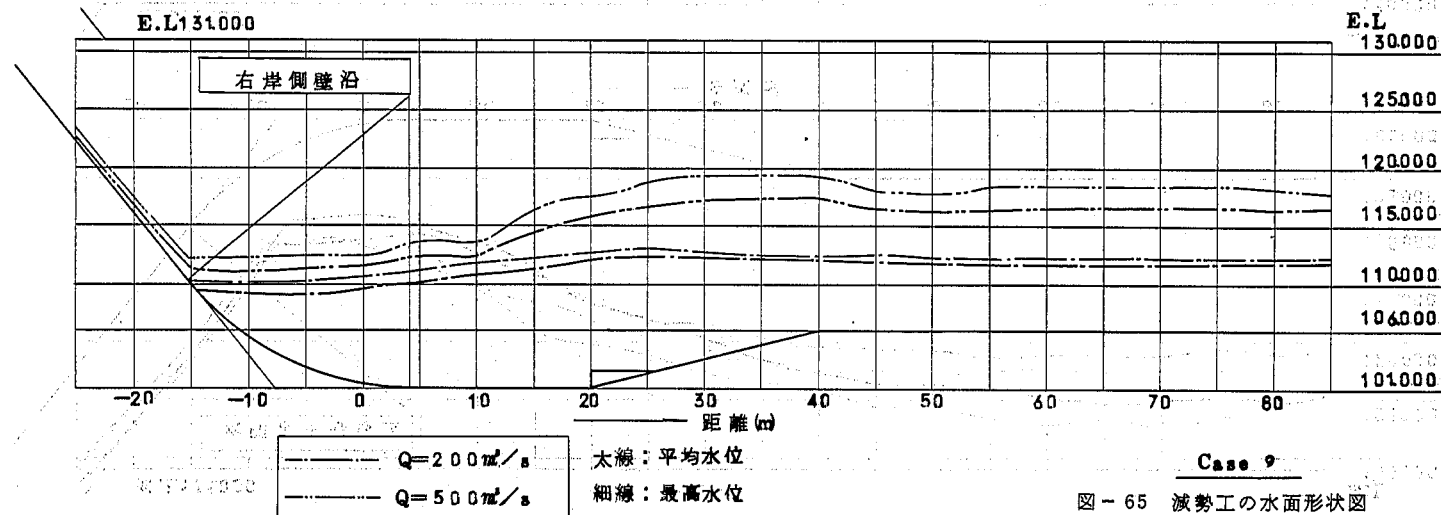
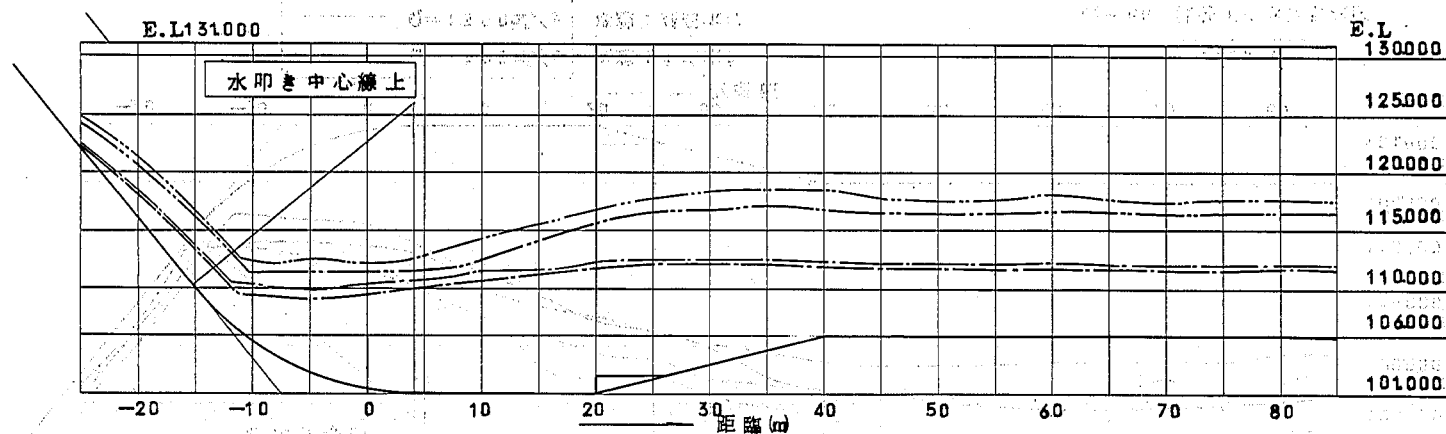
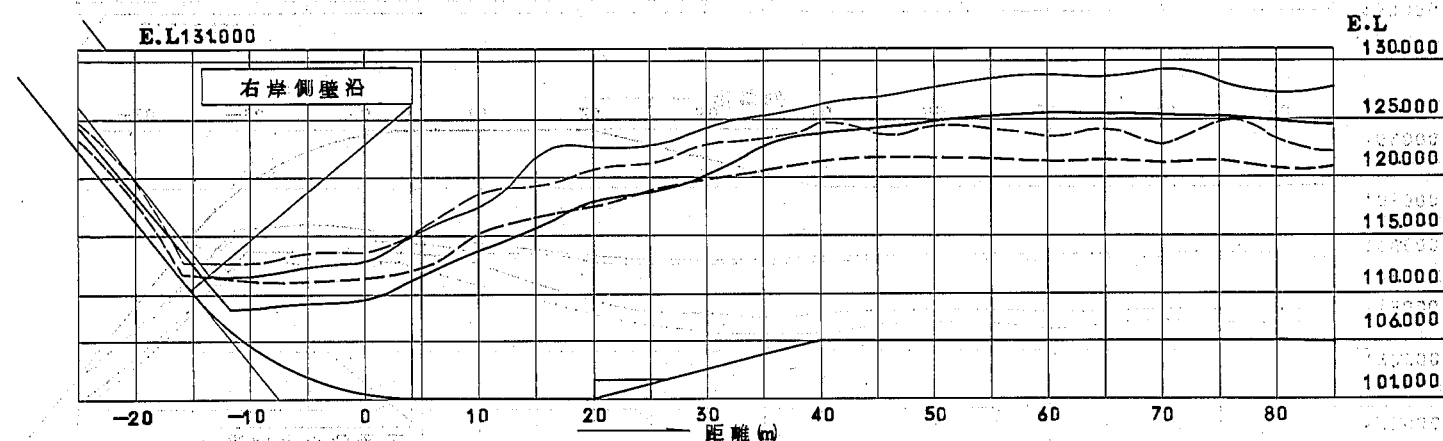
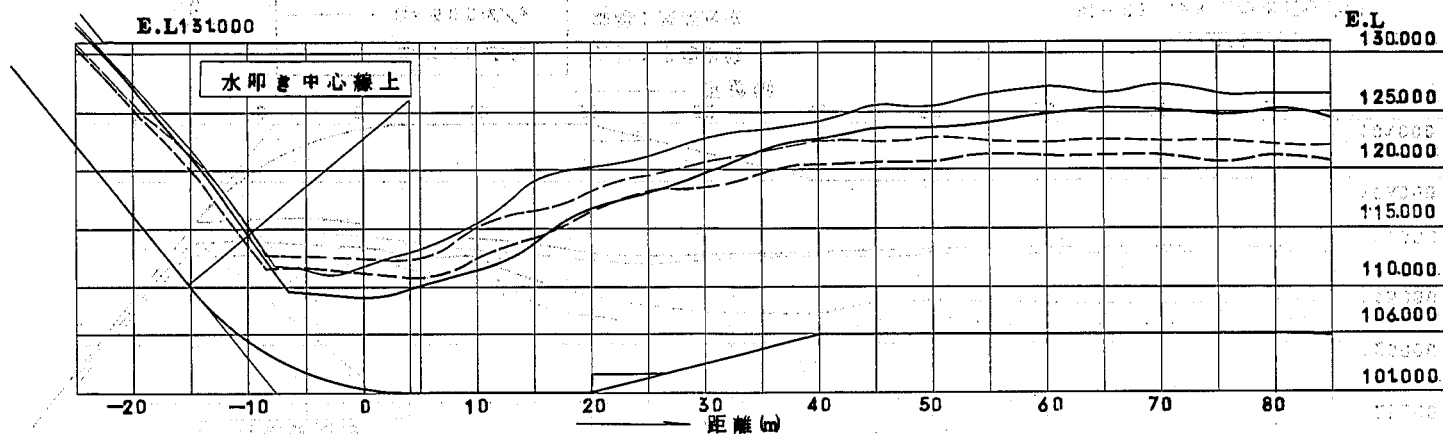


図 - 65 減勢工の水面形状図



$Q = 900 \text{ m}^3/\text{s}$ 太線: 平均水位
 $Q = 1300 \text{ m}^3/\text{s}$ 細線: 最高水位

Case. 9

図 - 66 減勢工の水面形状図

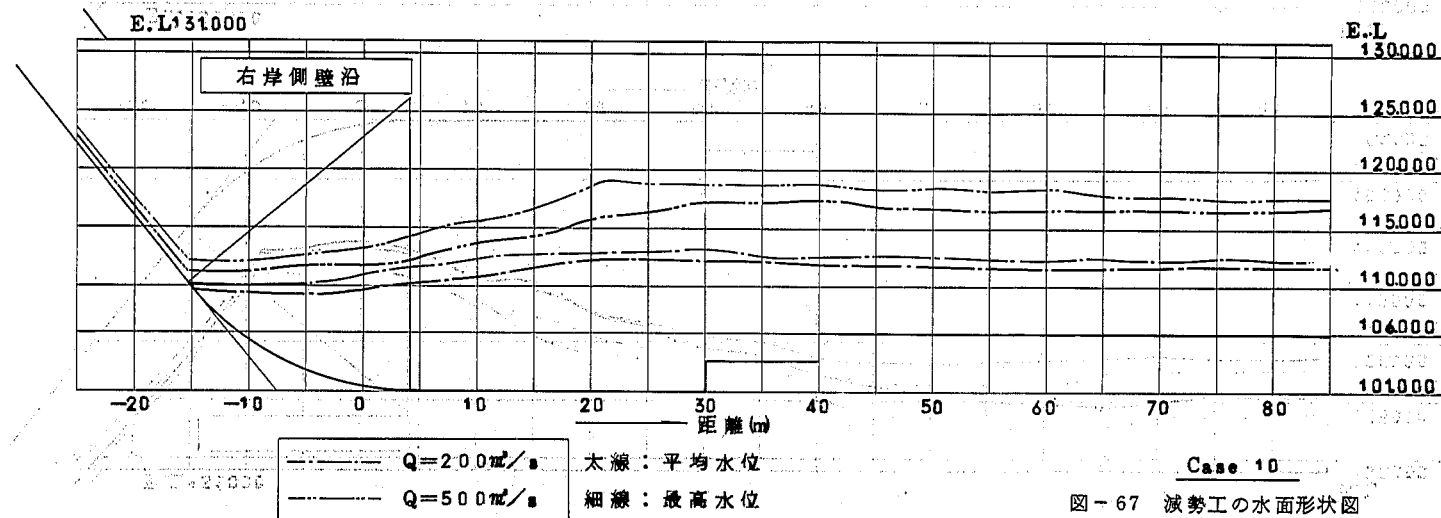
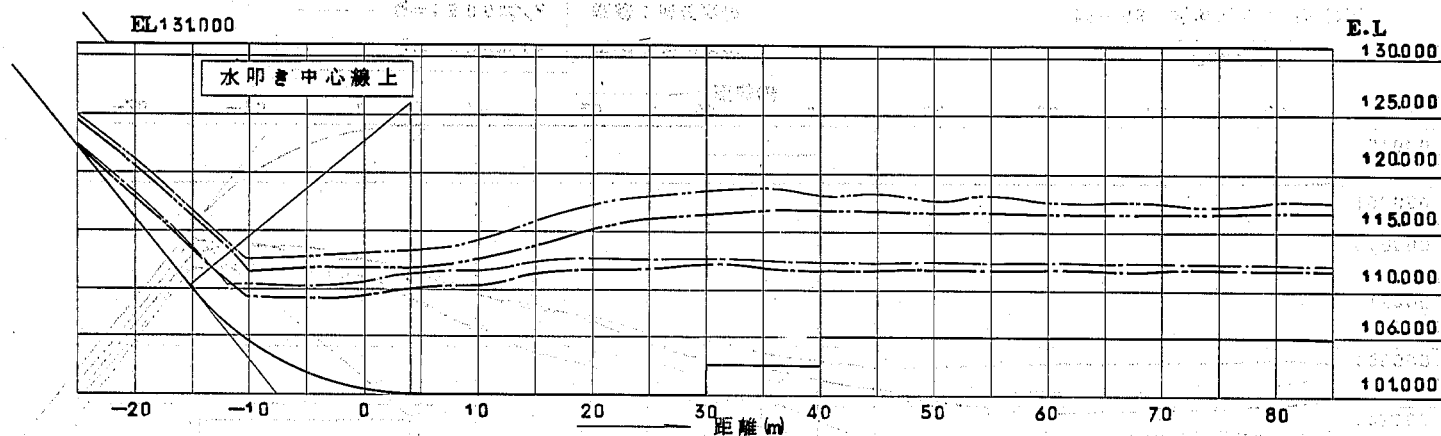
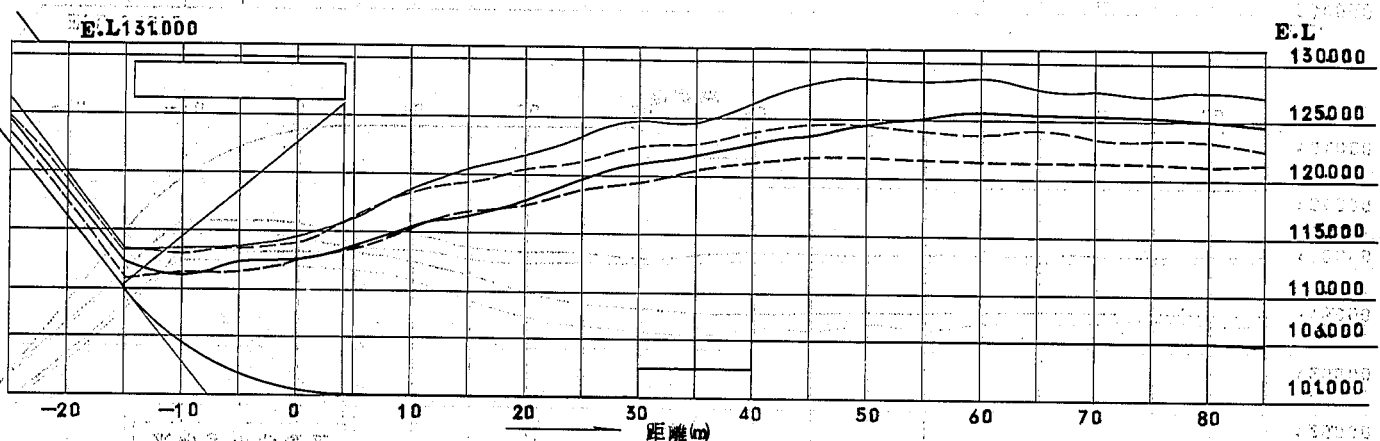
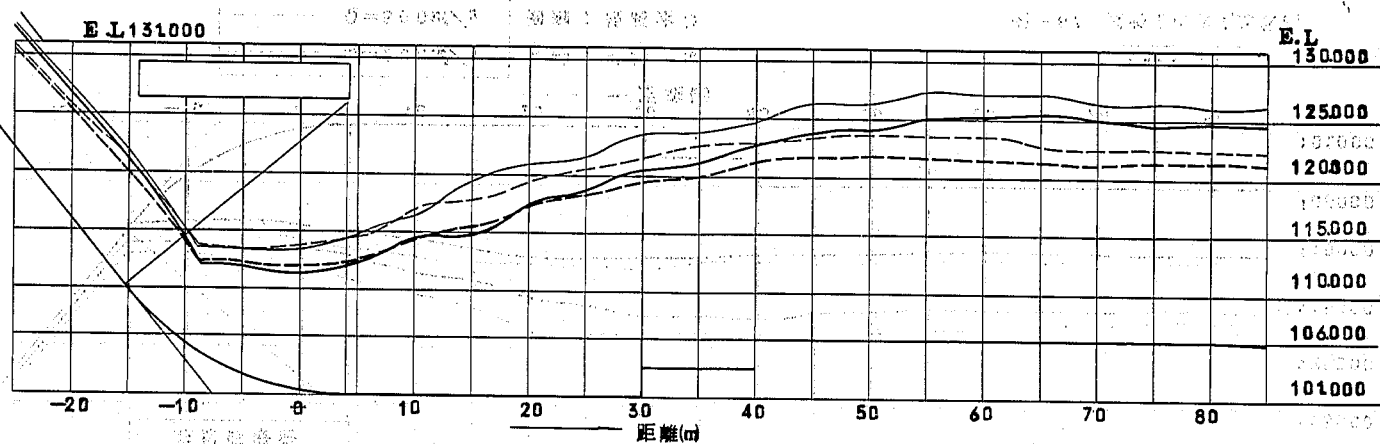


図-67 減勢工の水面形状図

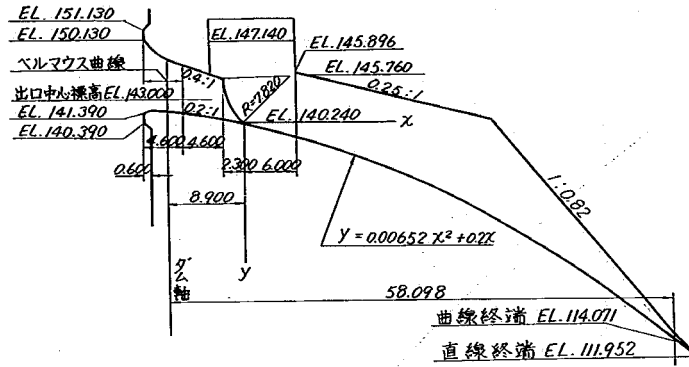


$Q = 900 \text{ m}^3/\text{s}$ 太線: 平均水位
 $Q = 1300 \text{ m}^3/\text{s}$ 細線: 最高水位

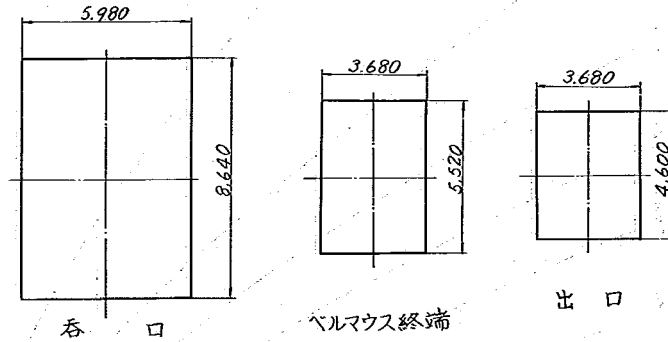
Case 10

図-68 減勢工の水面形状図

大石ダム放水管の縦断面形状



A 案の管路部断面形状



B 案の管路部断面形状

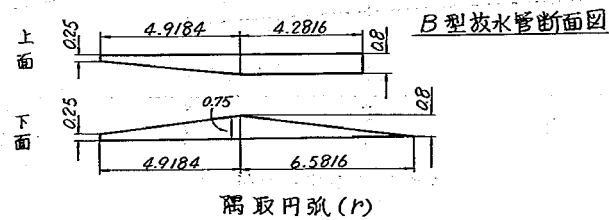
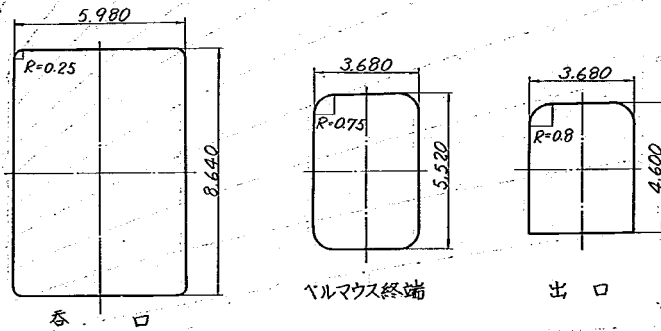


図-69 大石ダム放水管の形状図

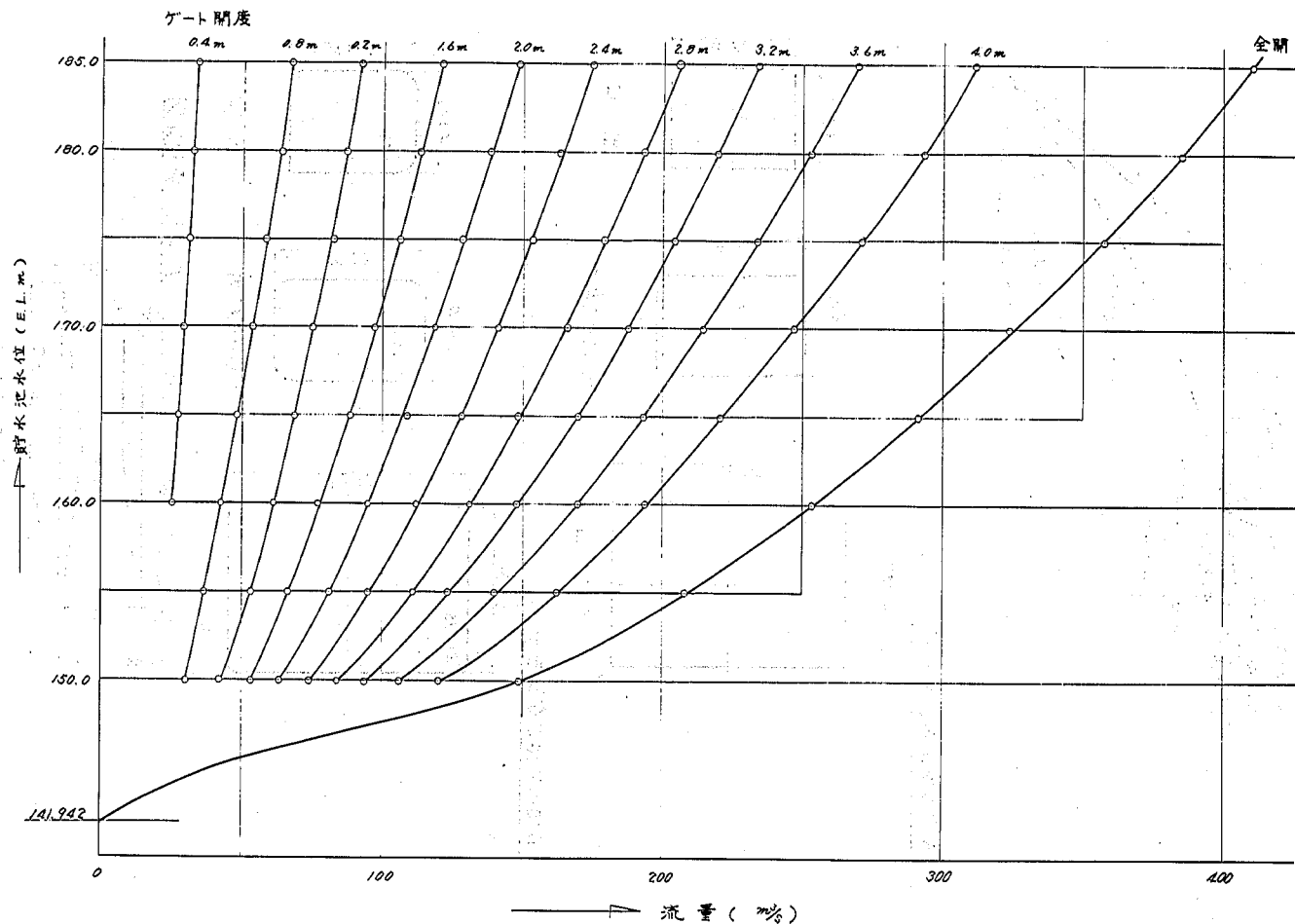


図-70. 貯水位～放流量関係図 (A案)

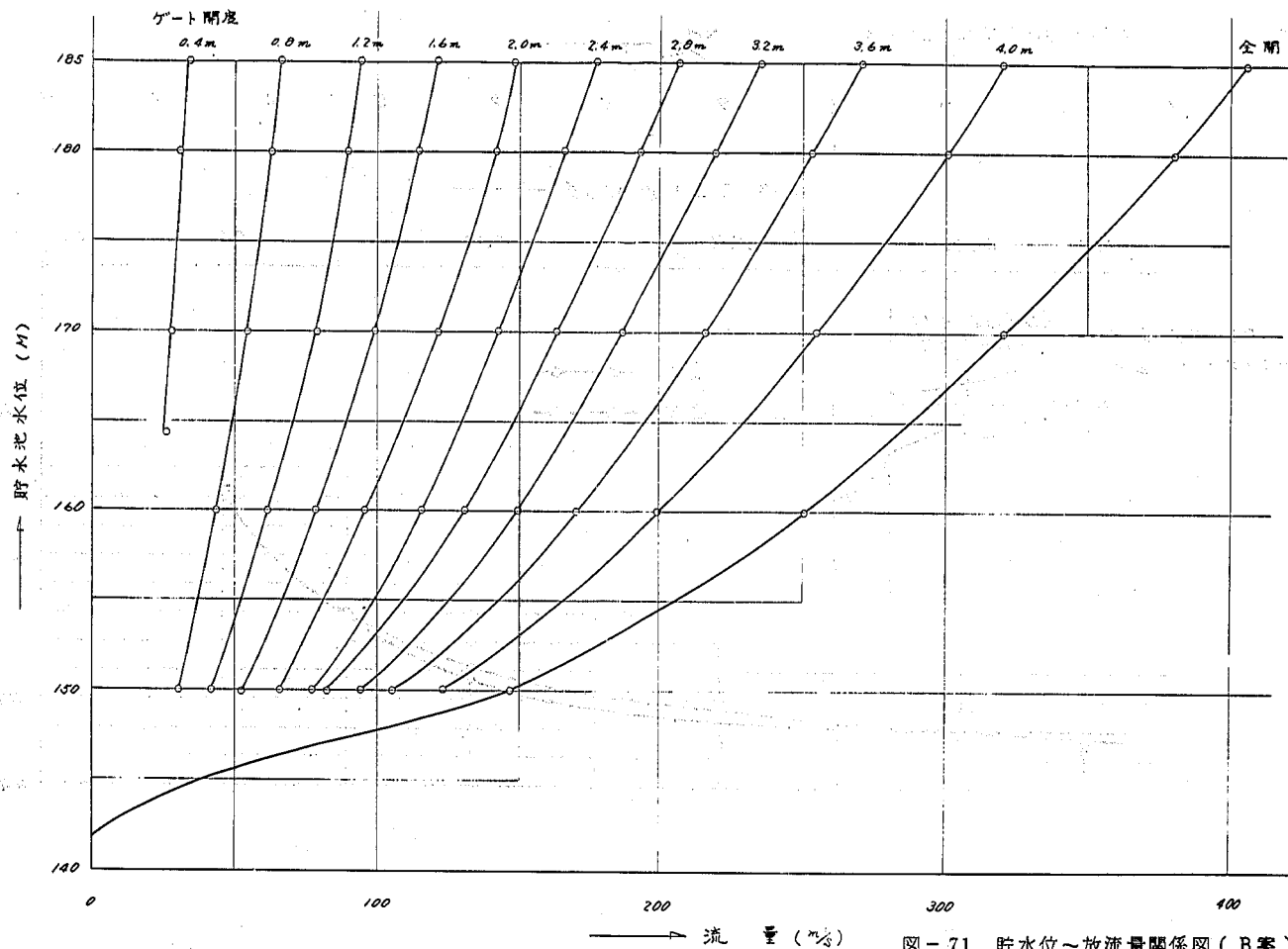


図-71 貯水位～放流量関係図 (B案)

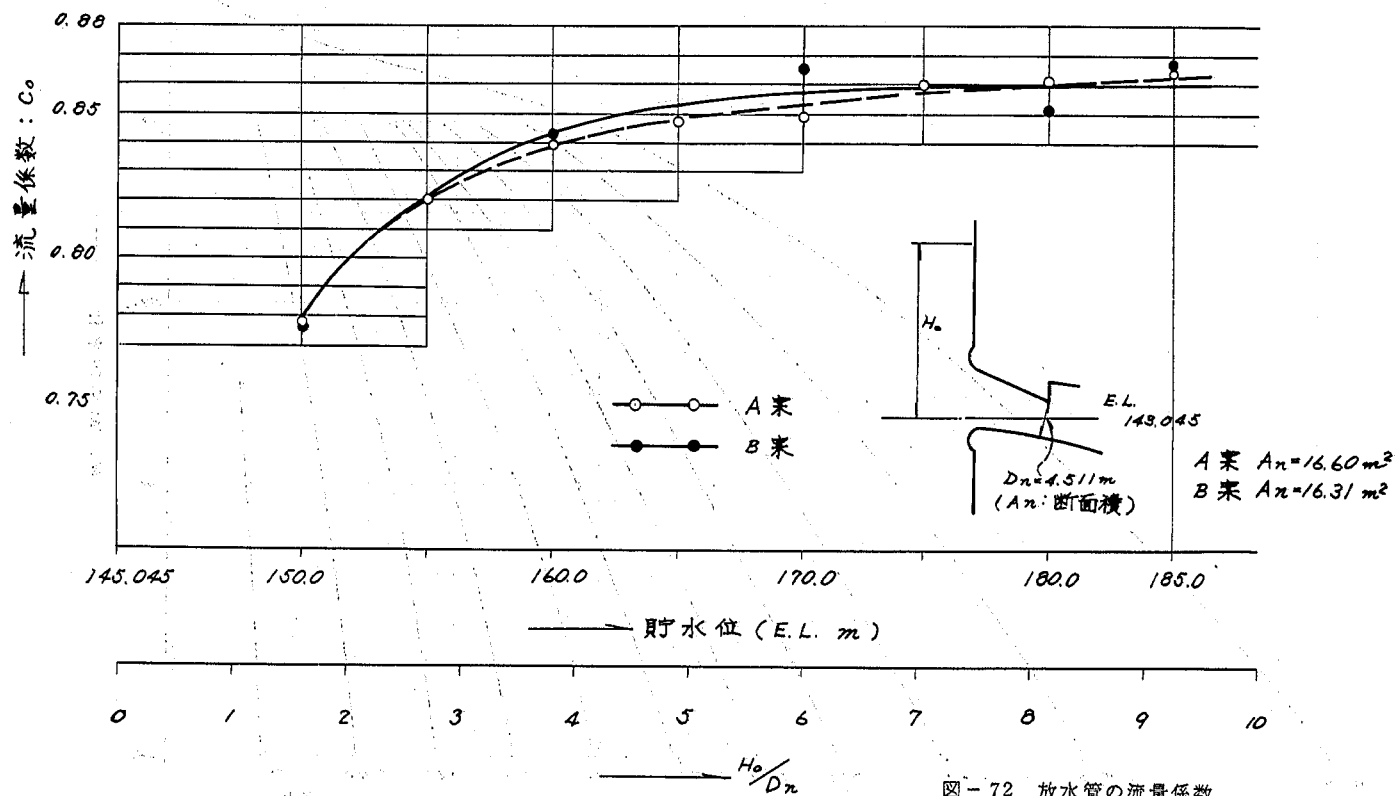
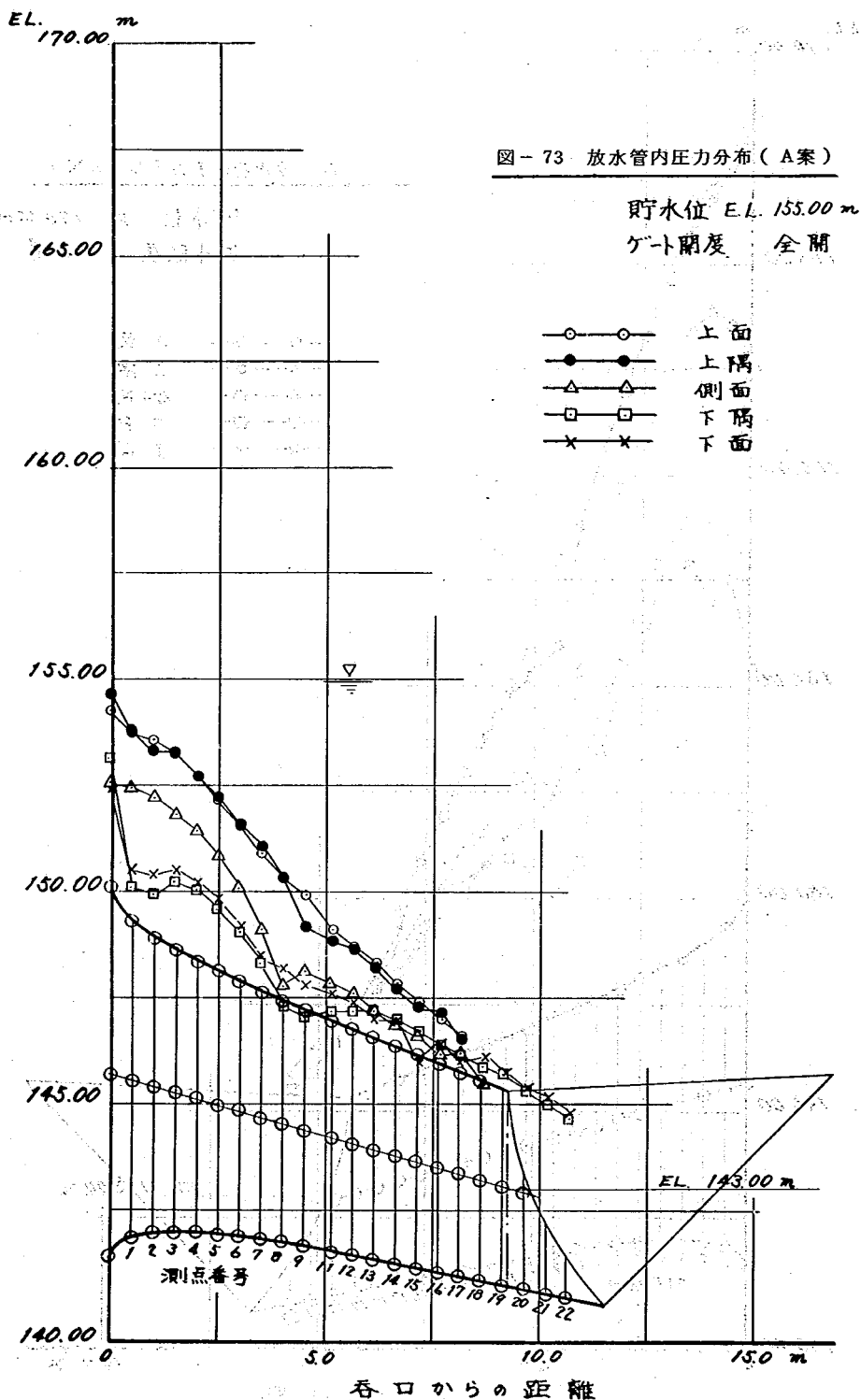
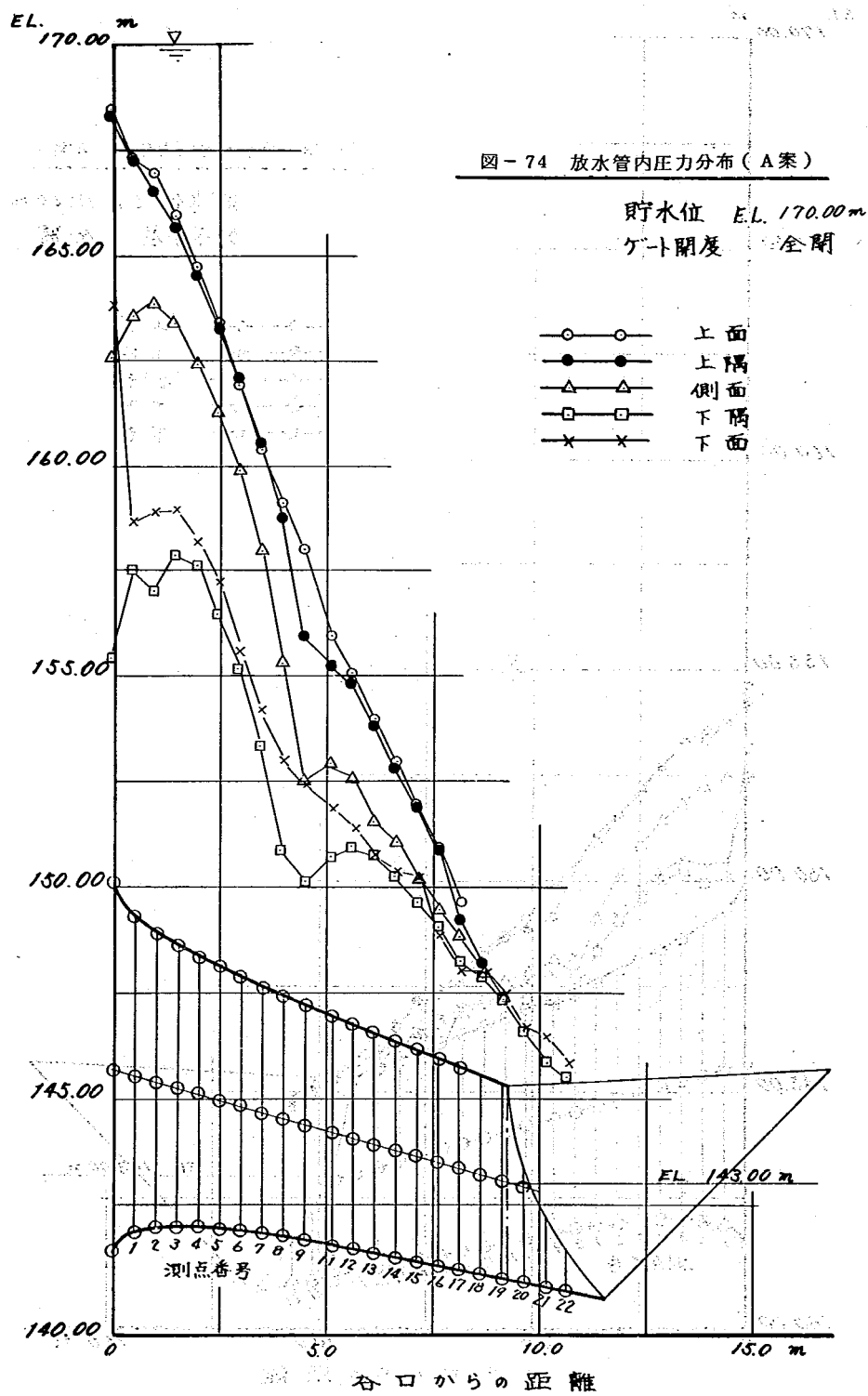
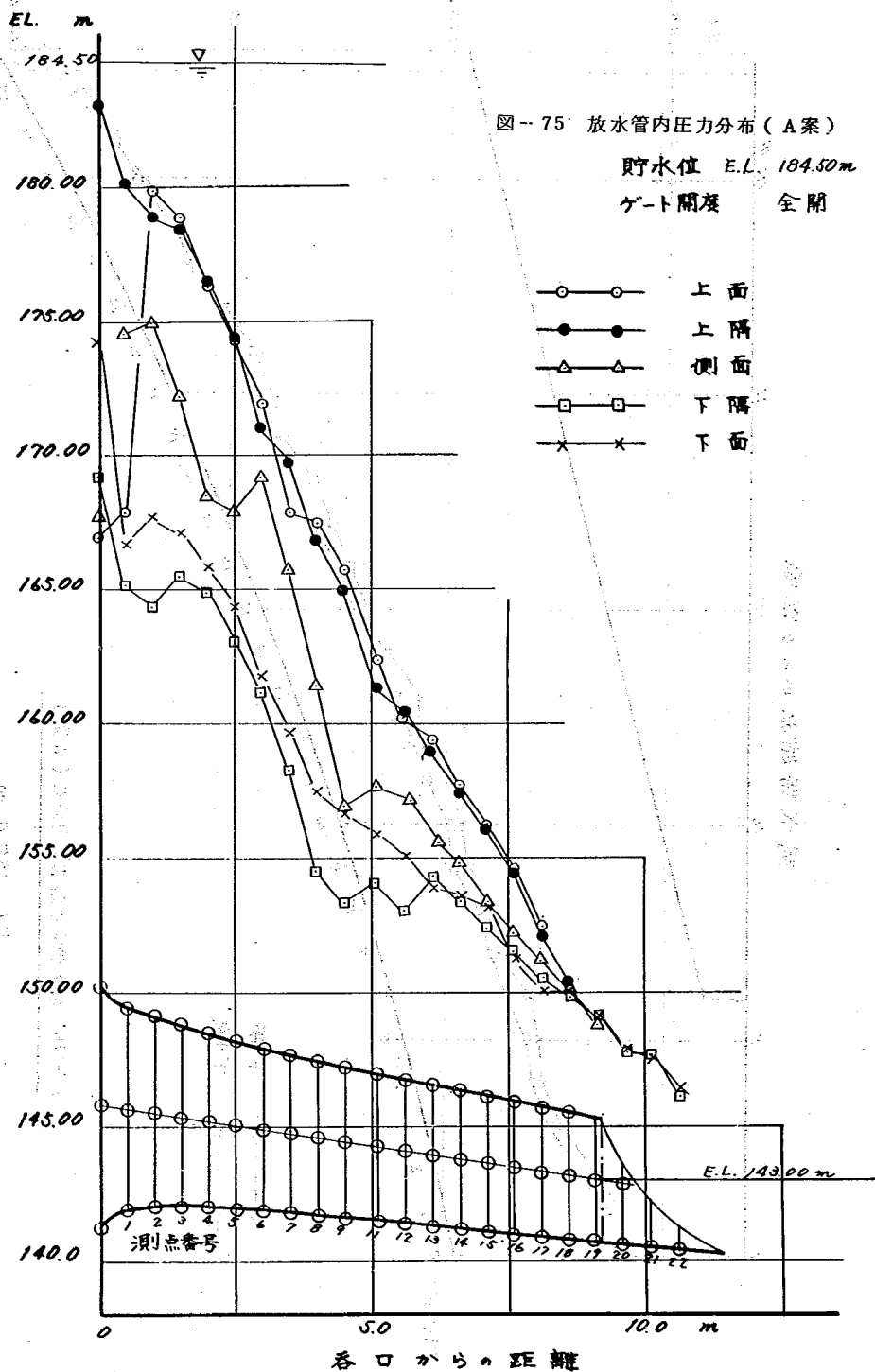
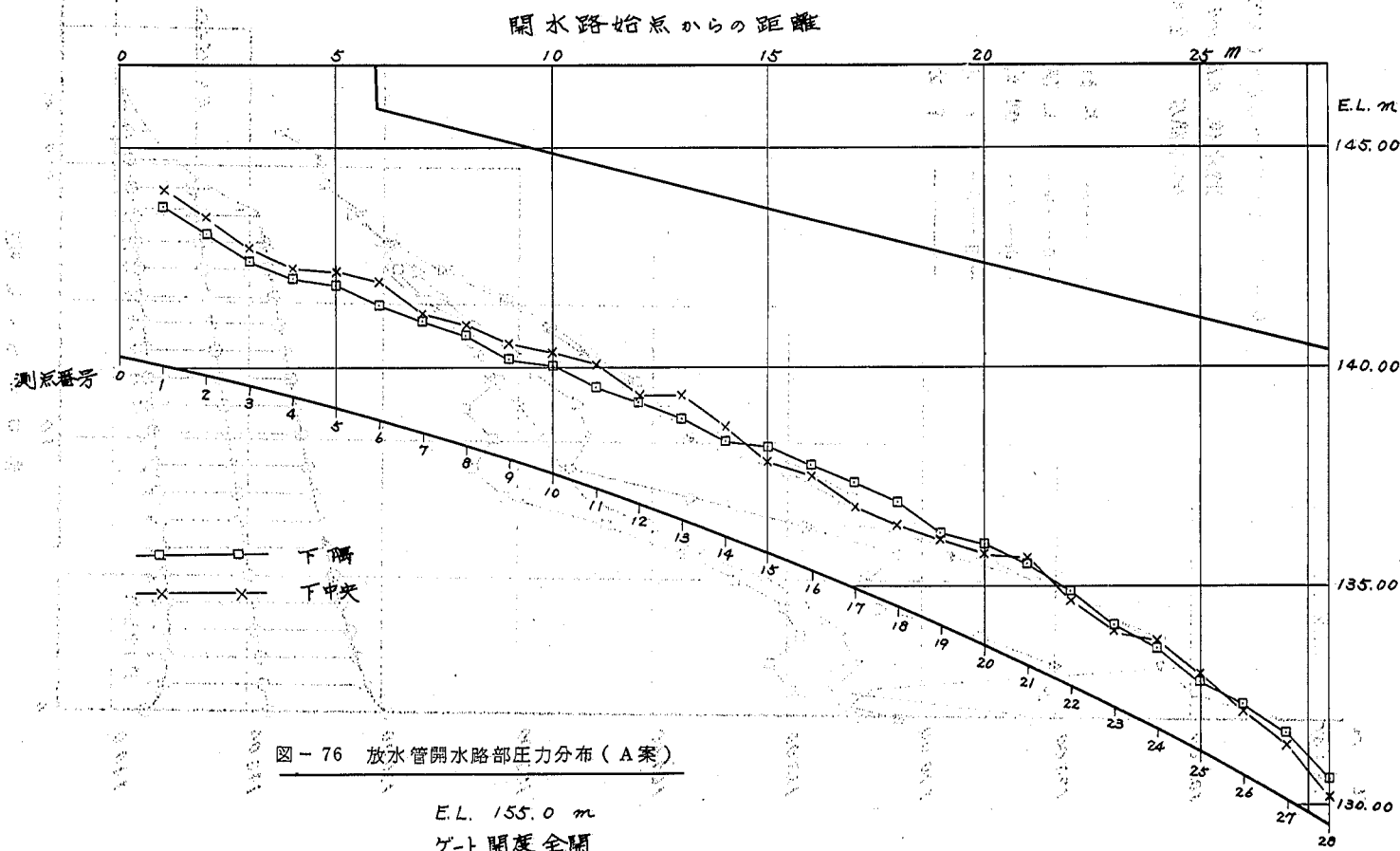


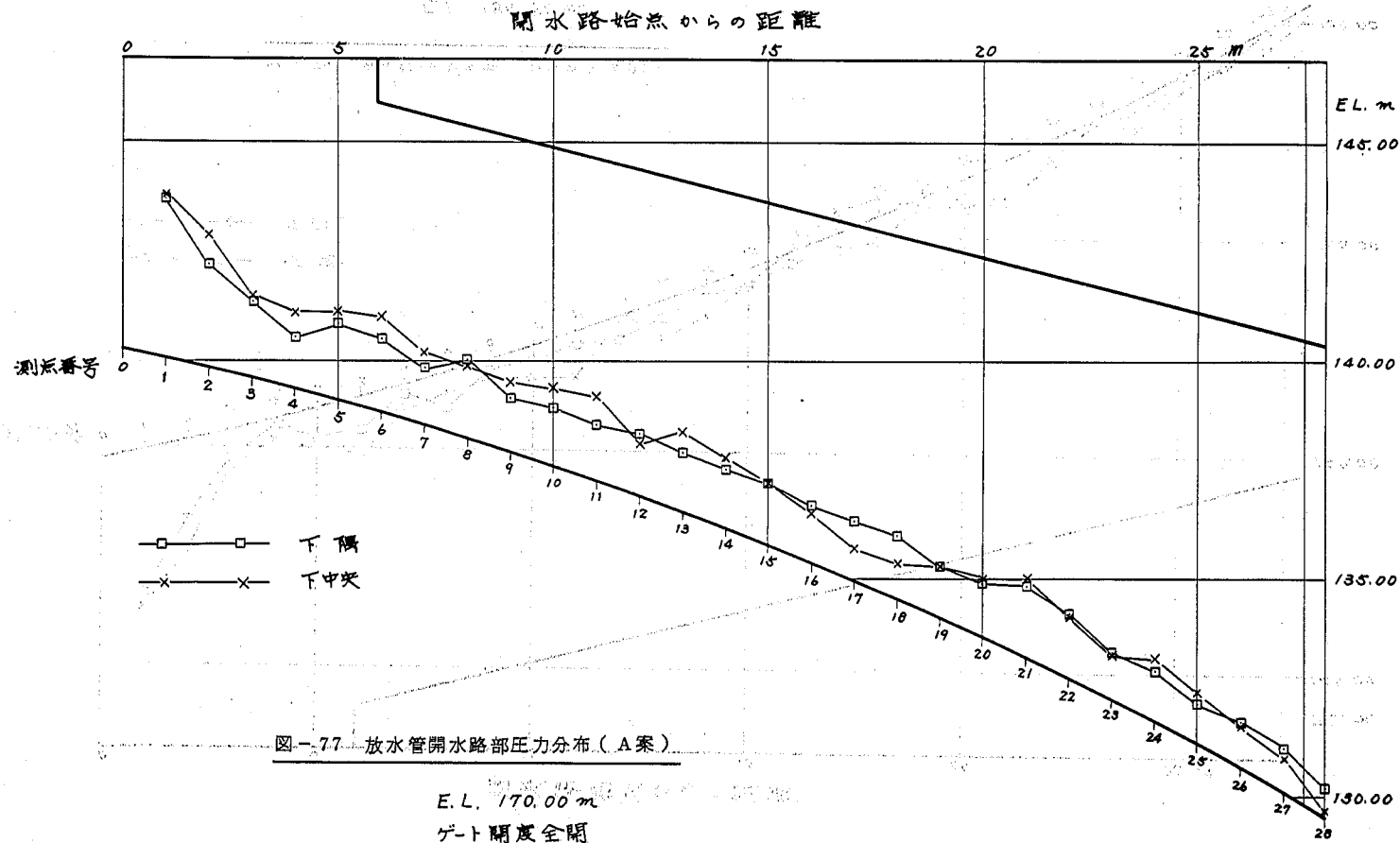
図-72 放水管の流量係数

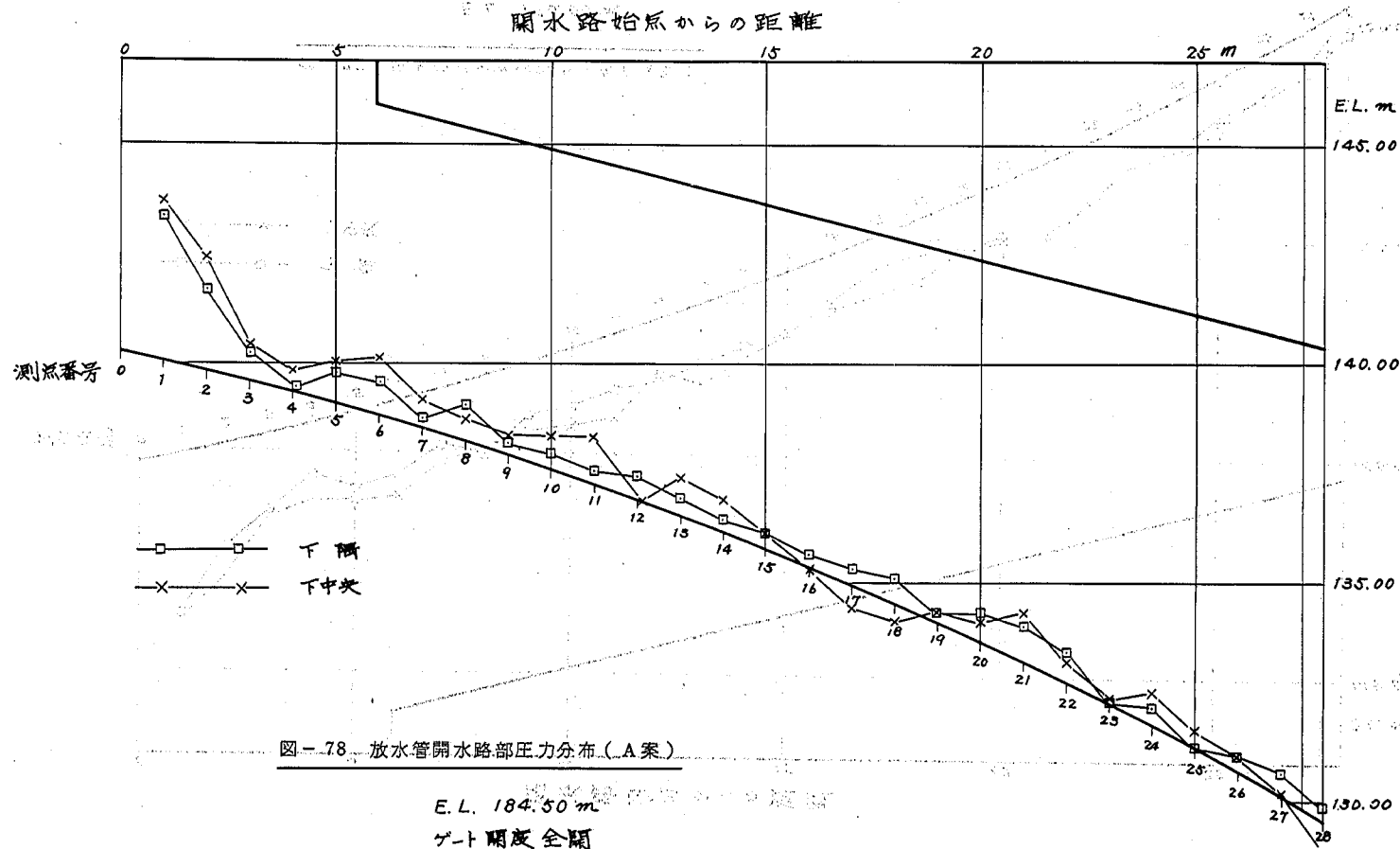


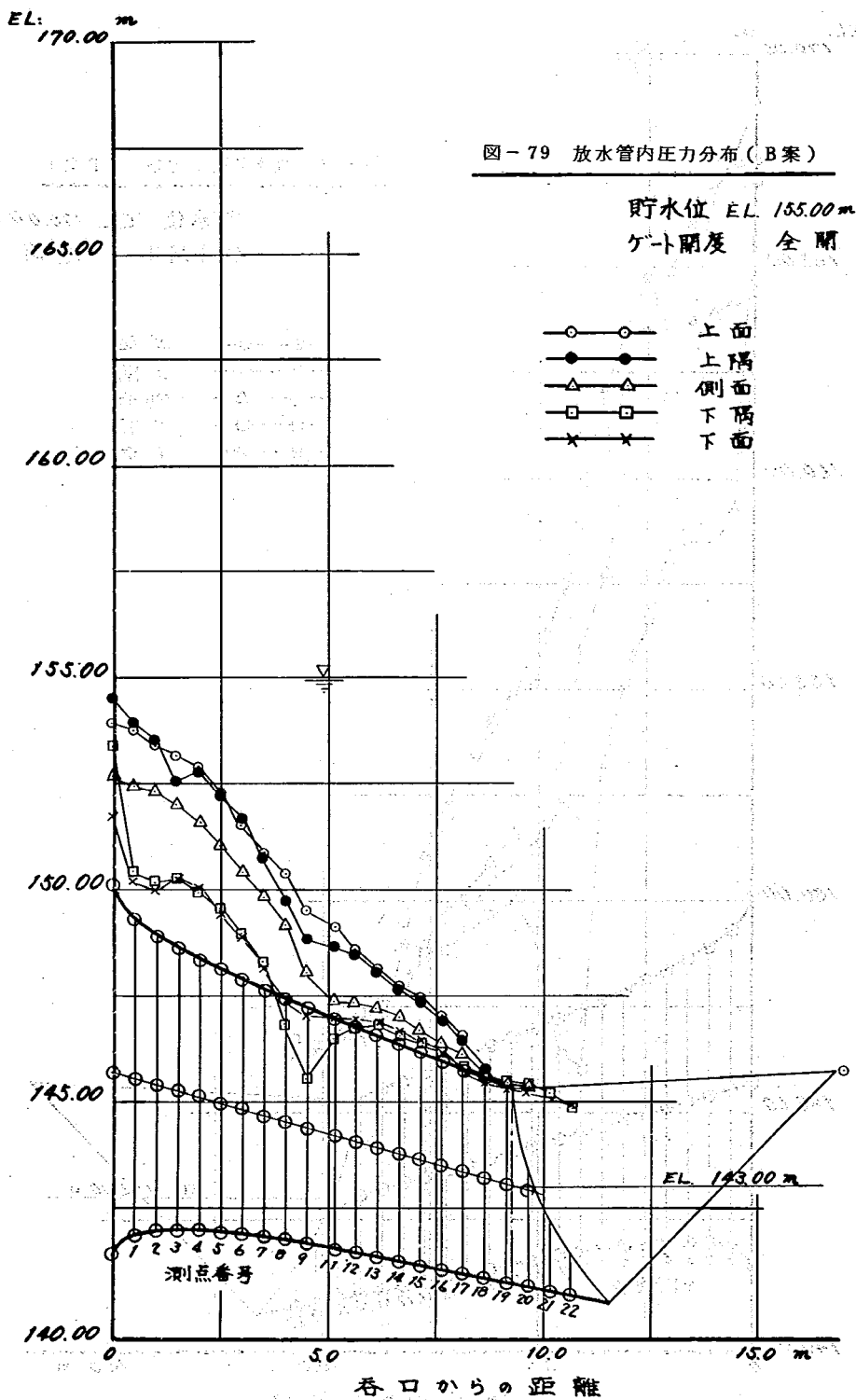


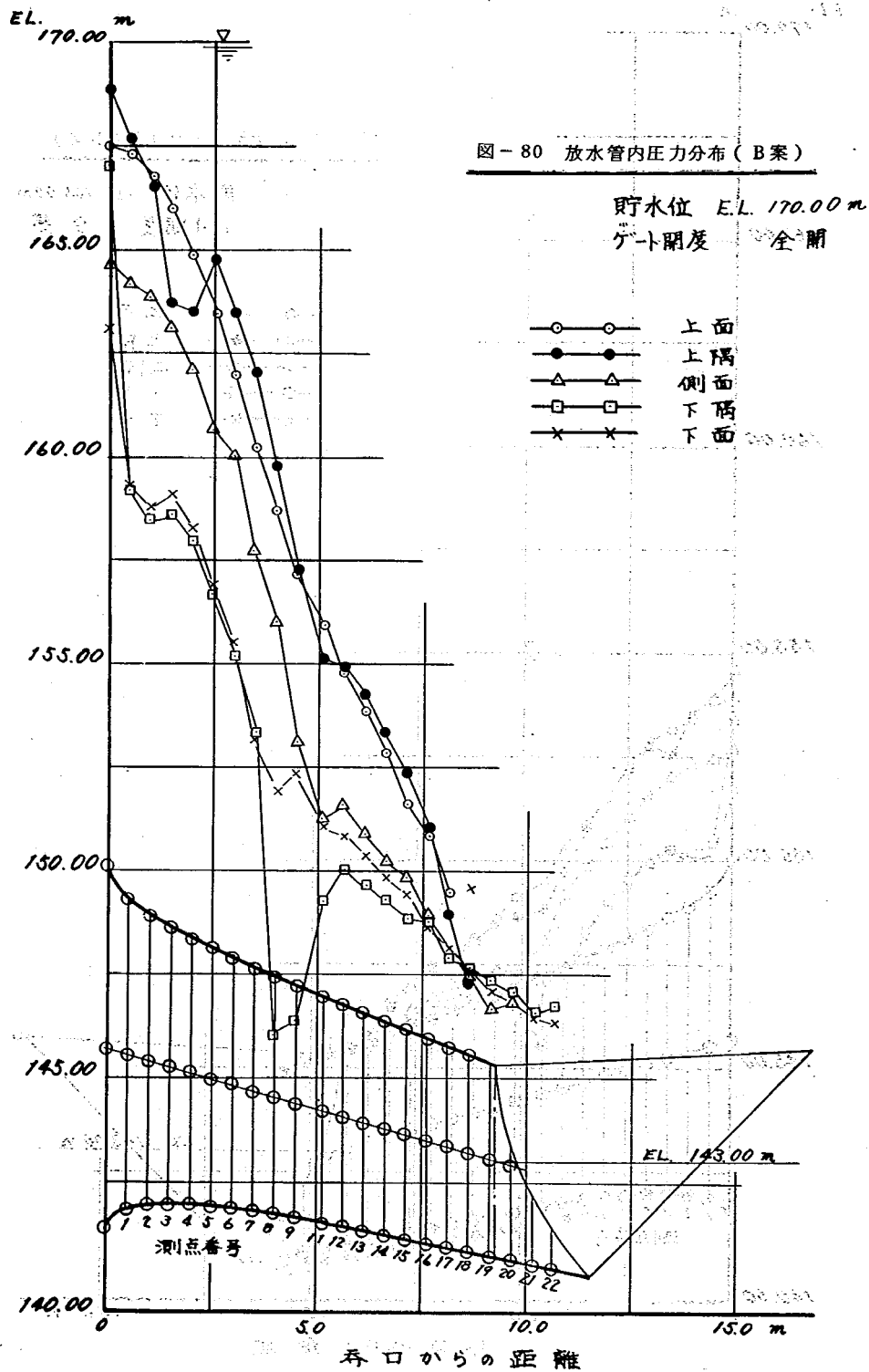


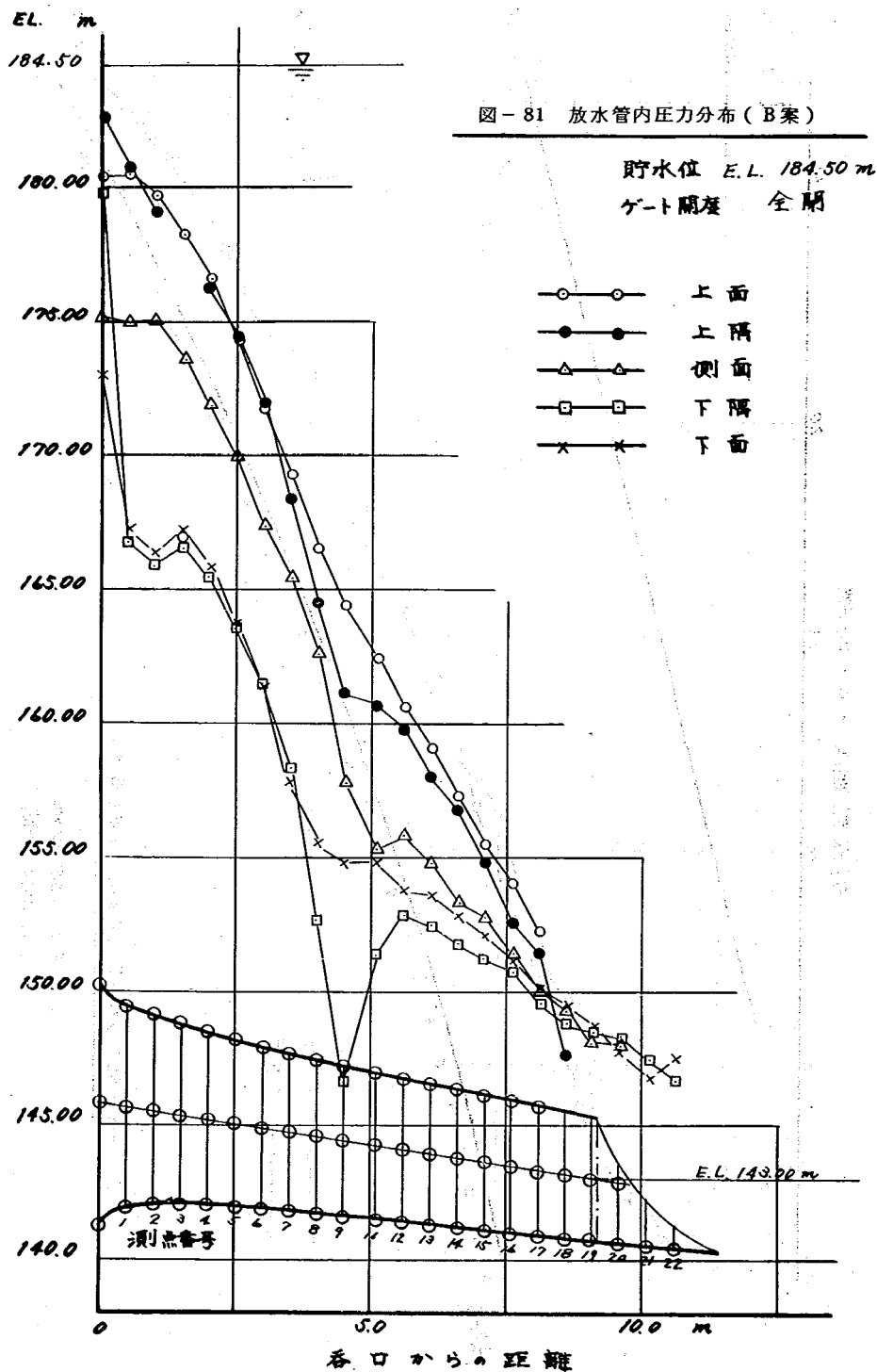


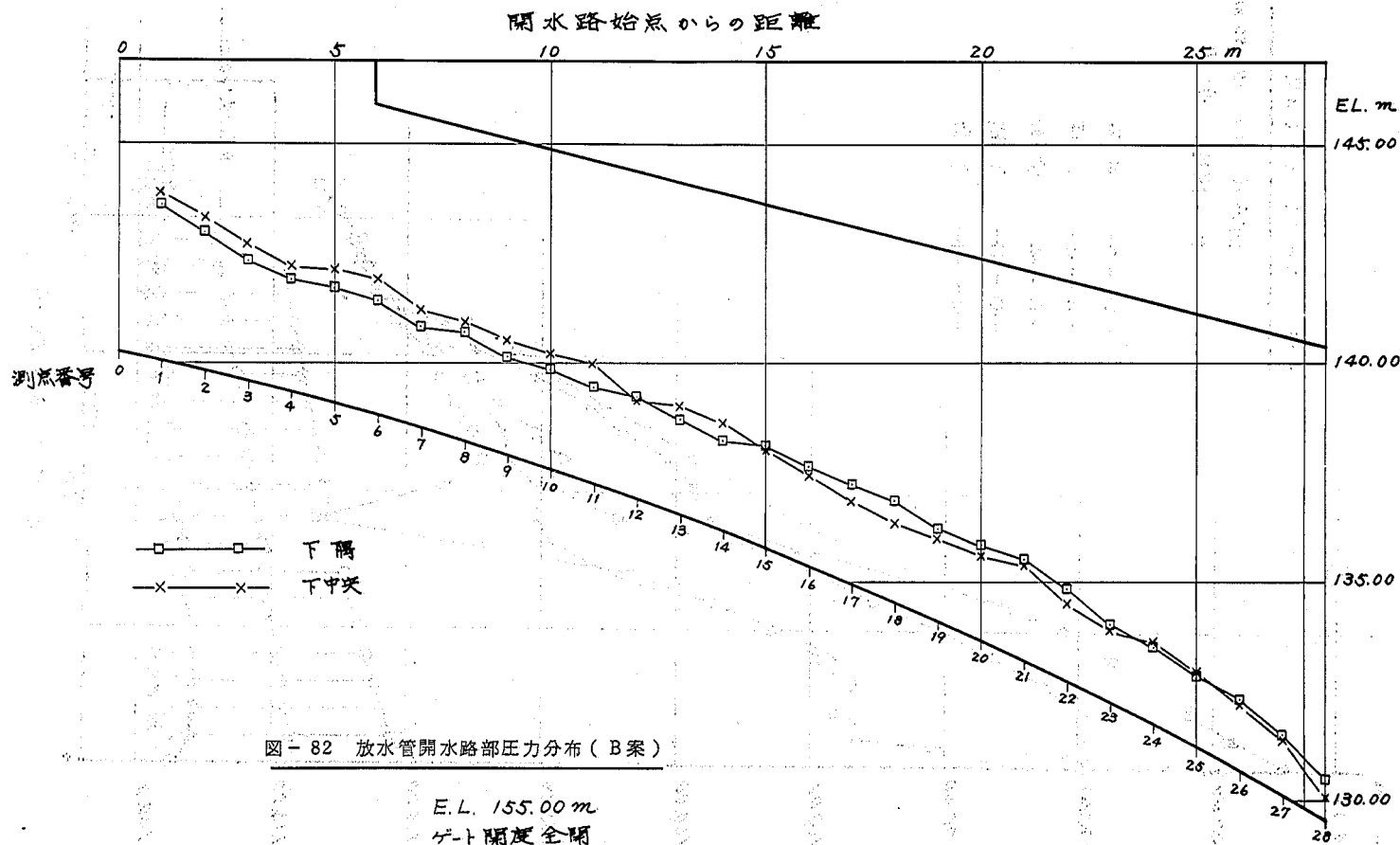


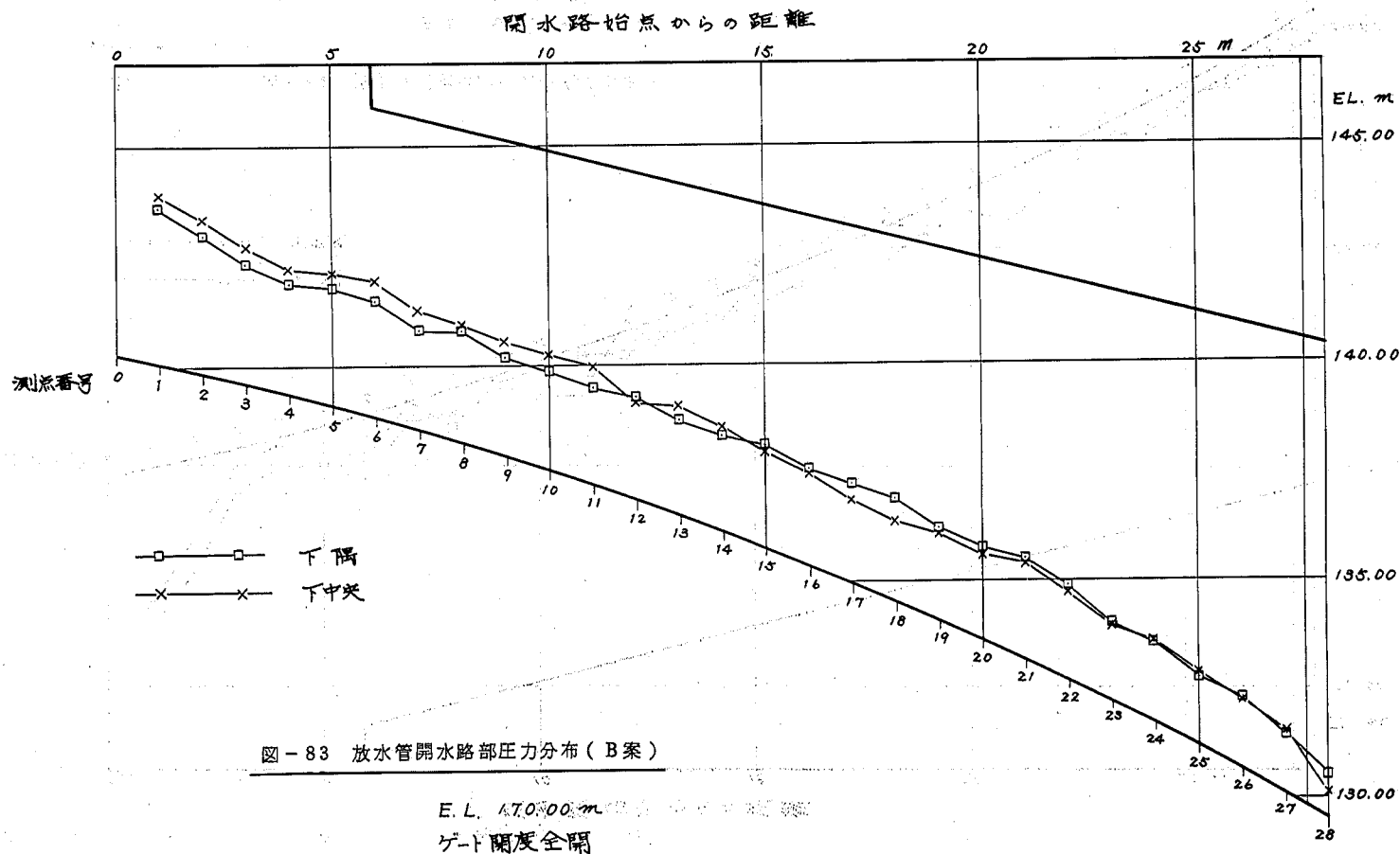




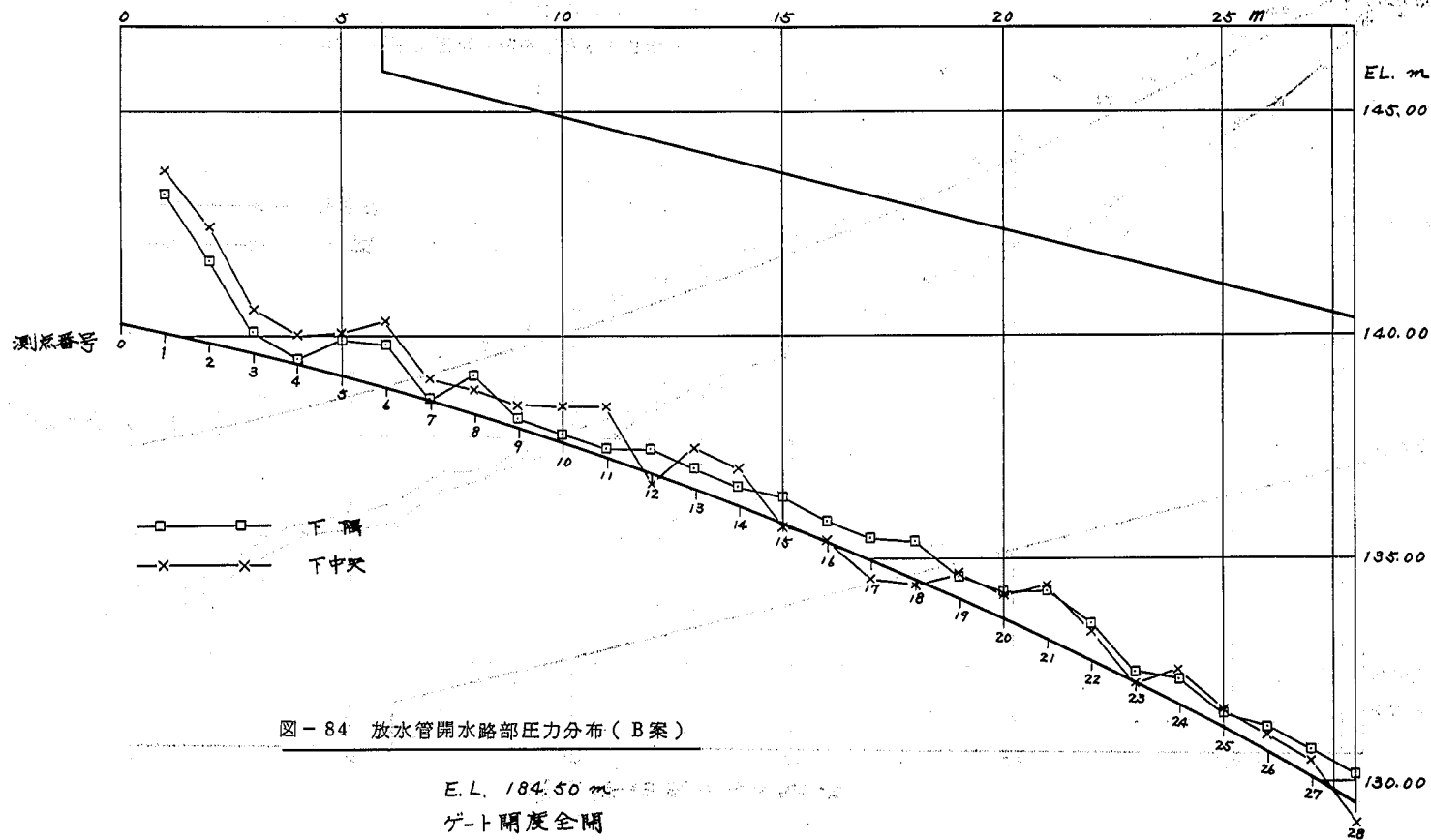


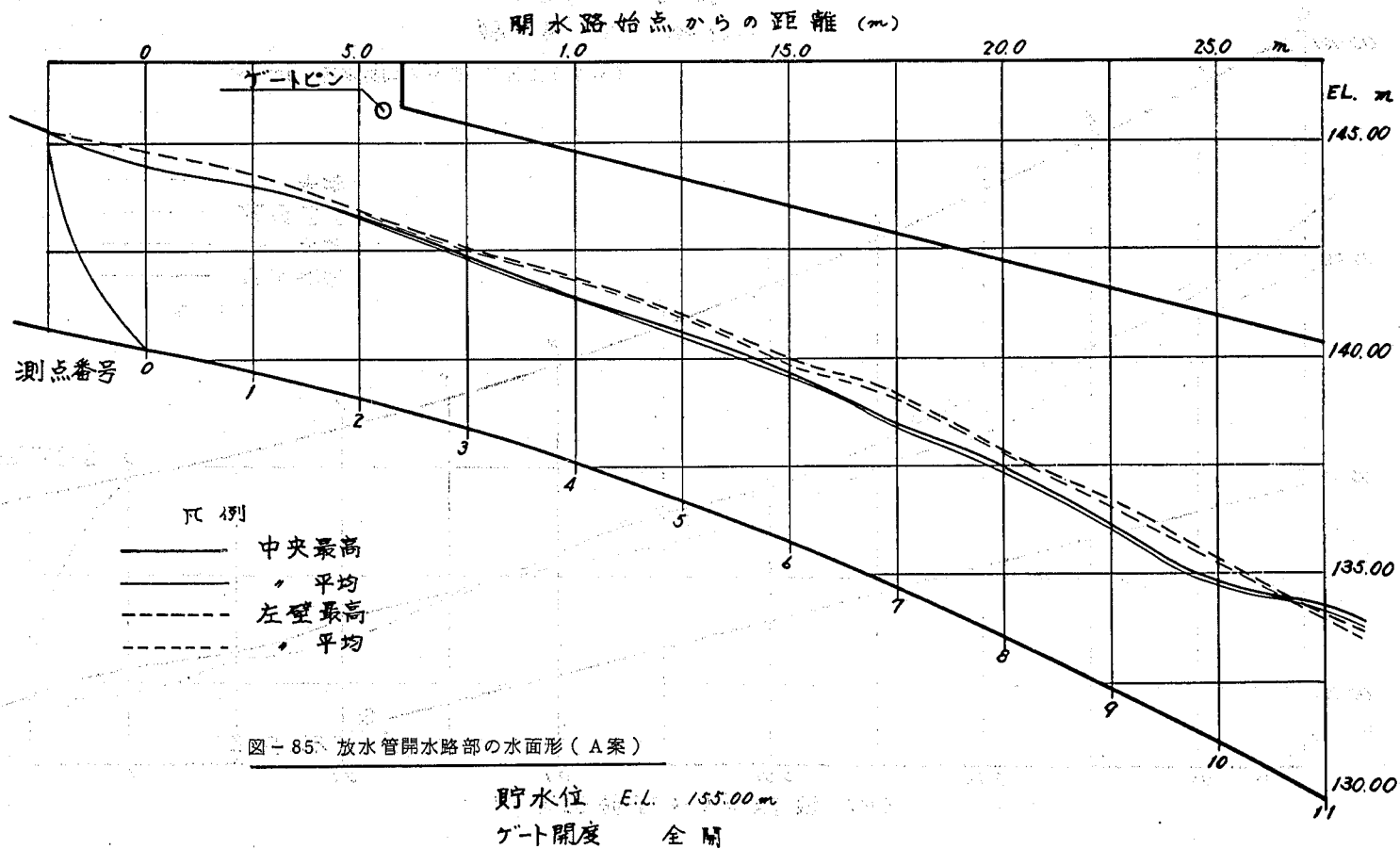


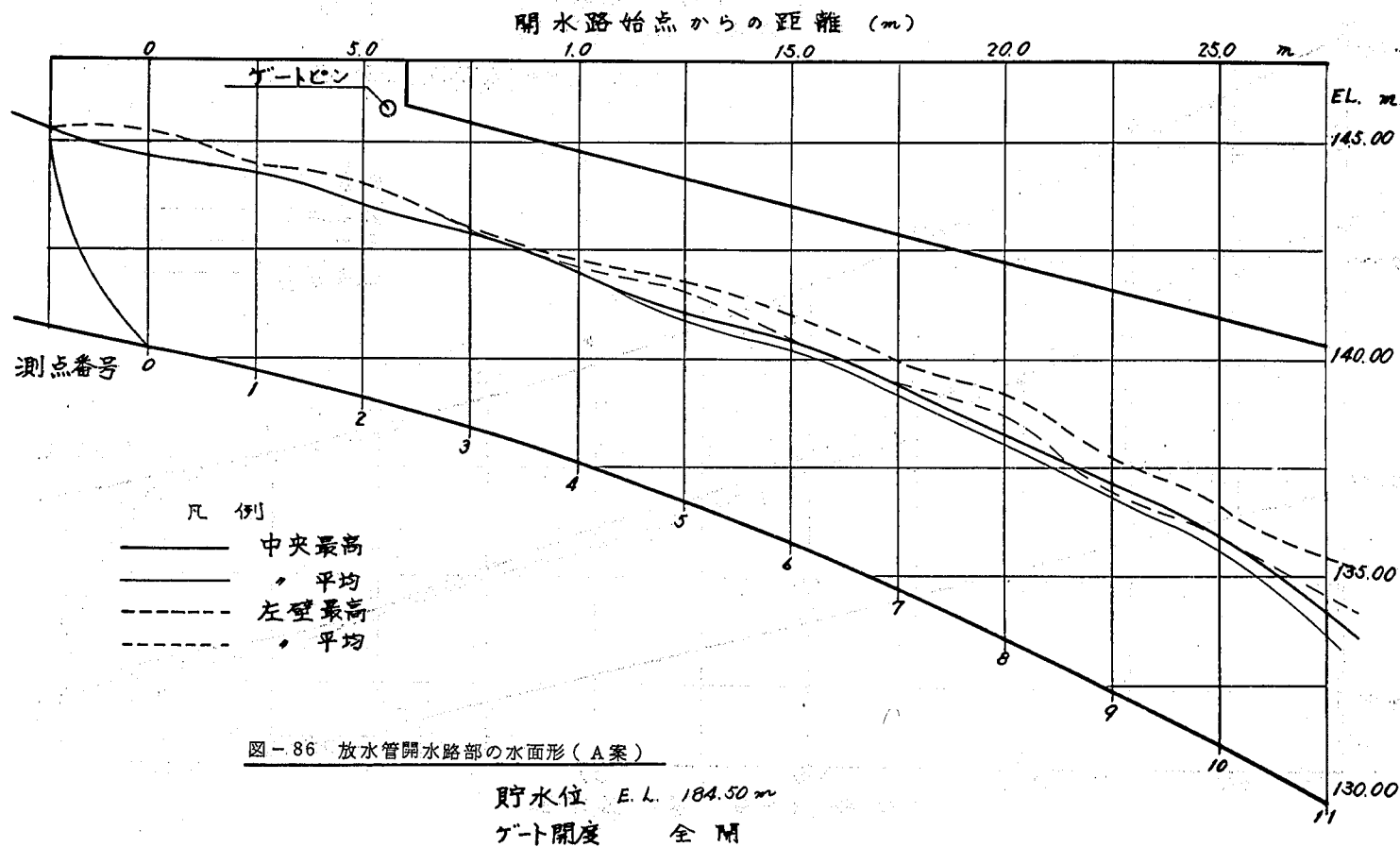




開水路始点からの距離







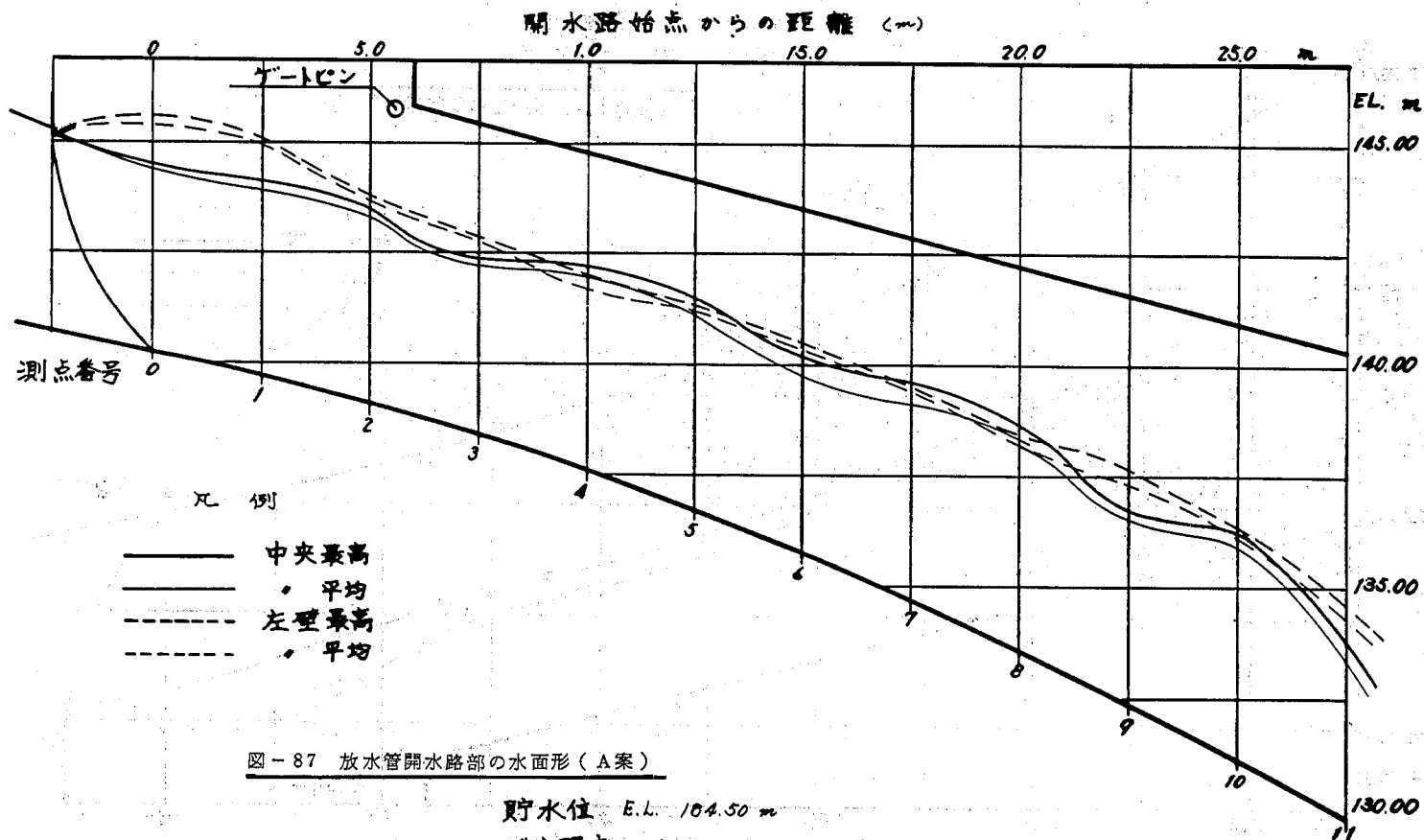
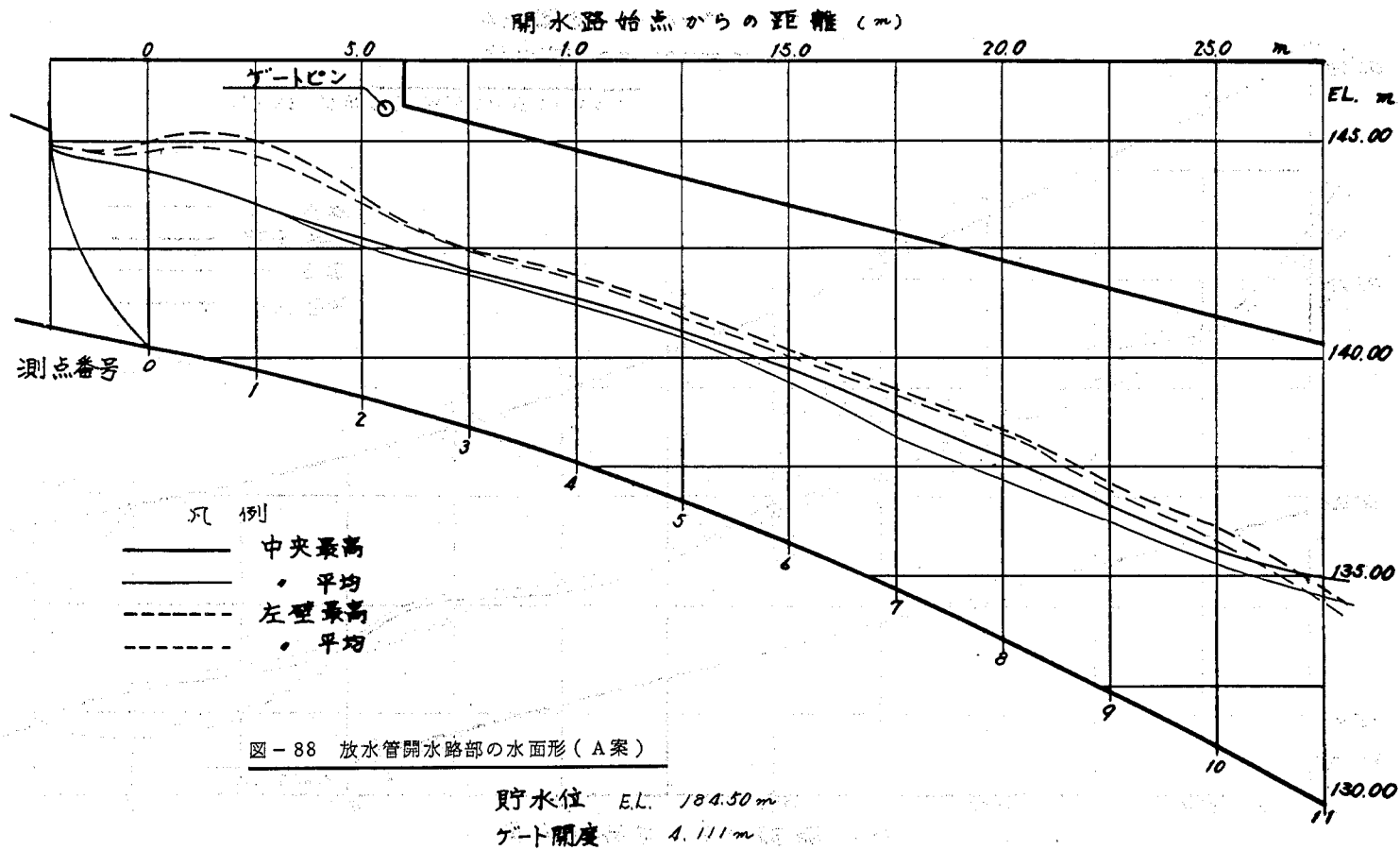
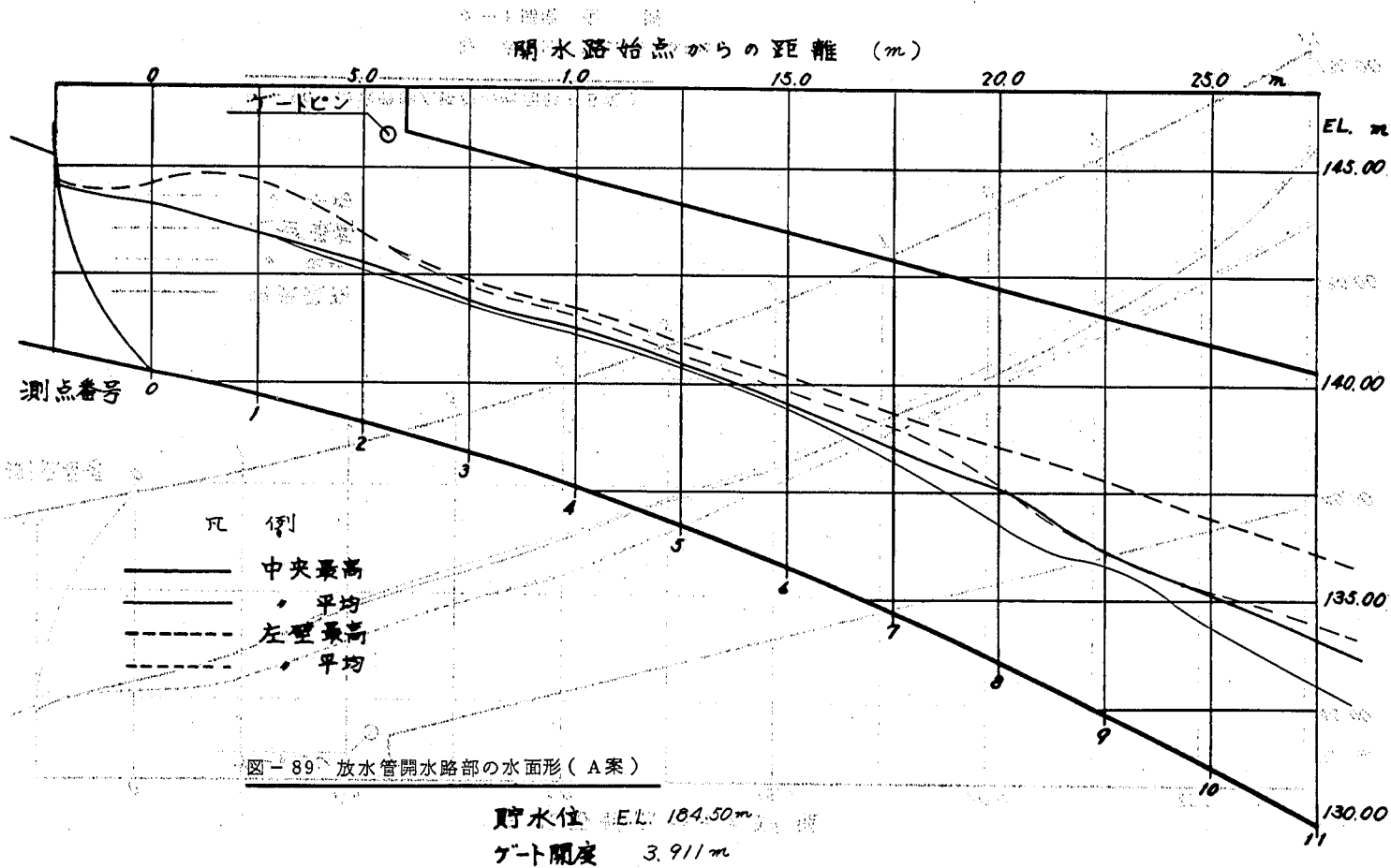
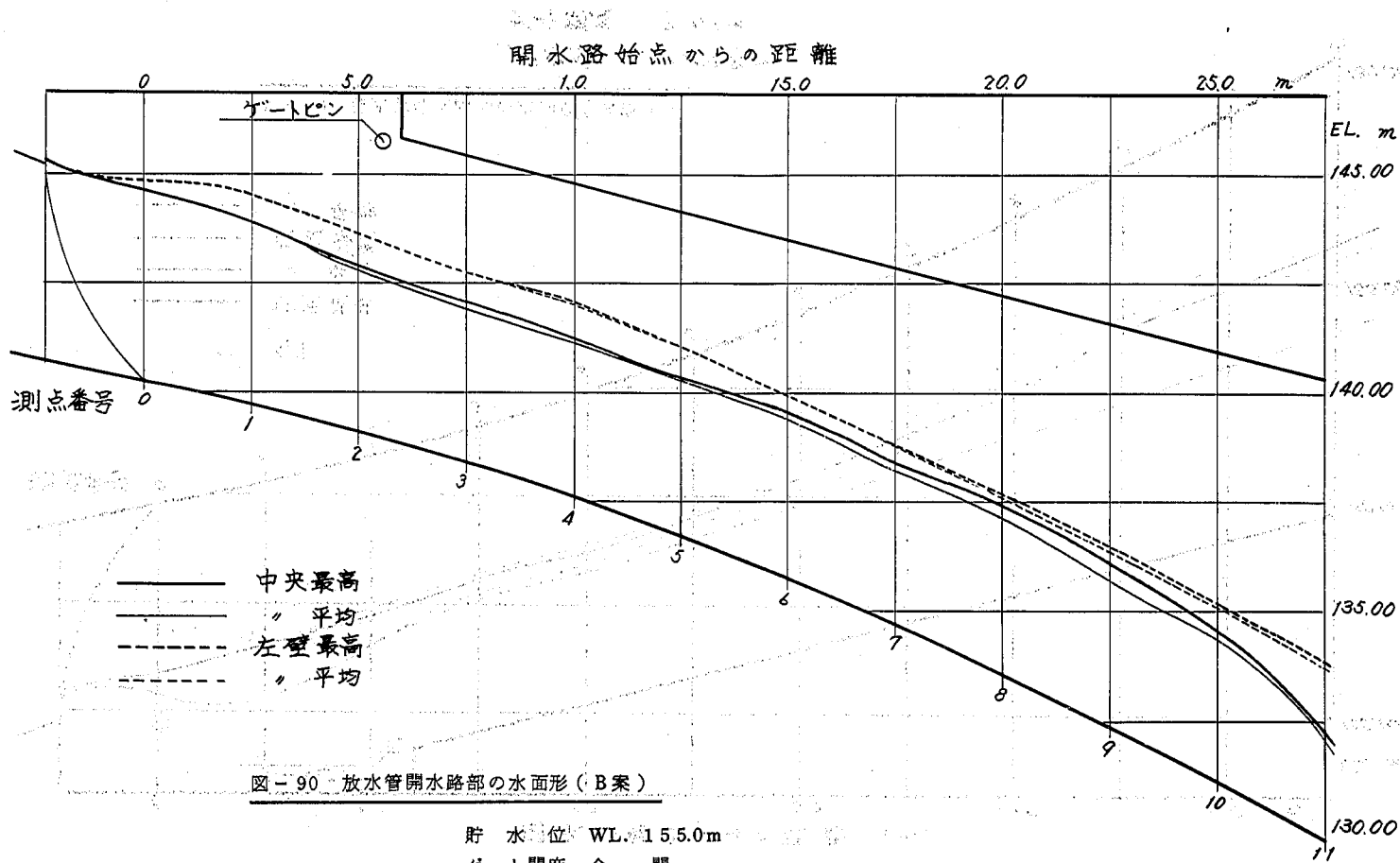
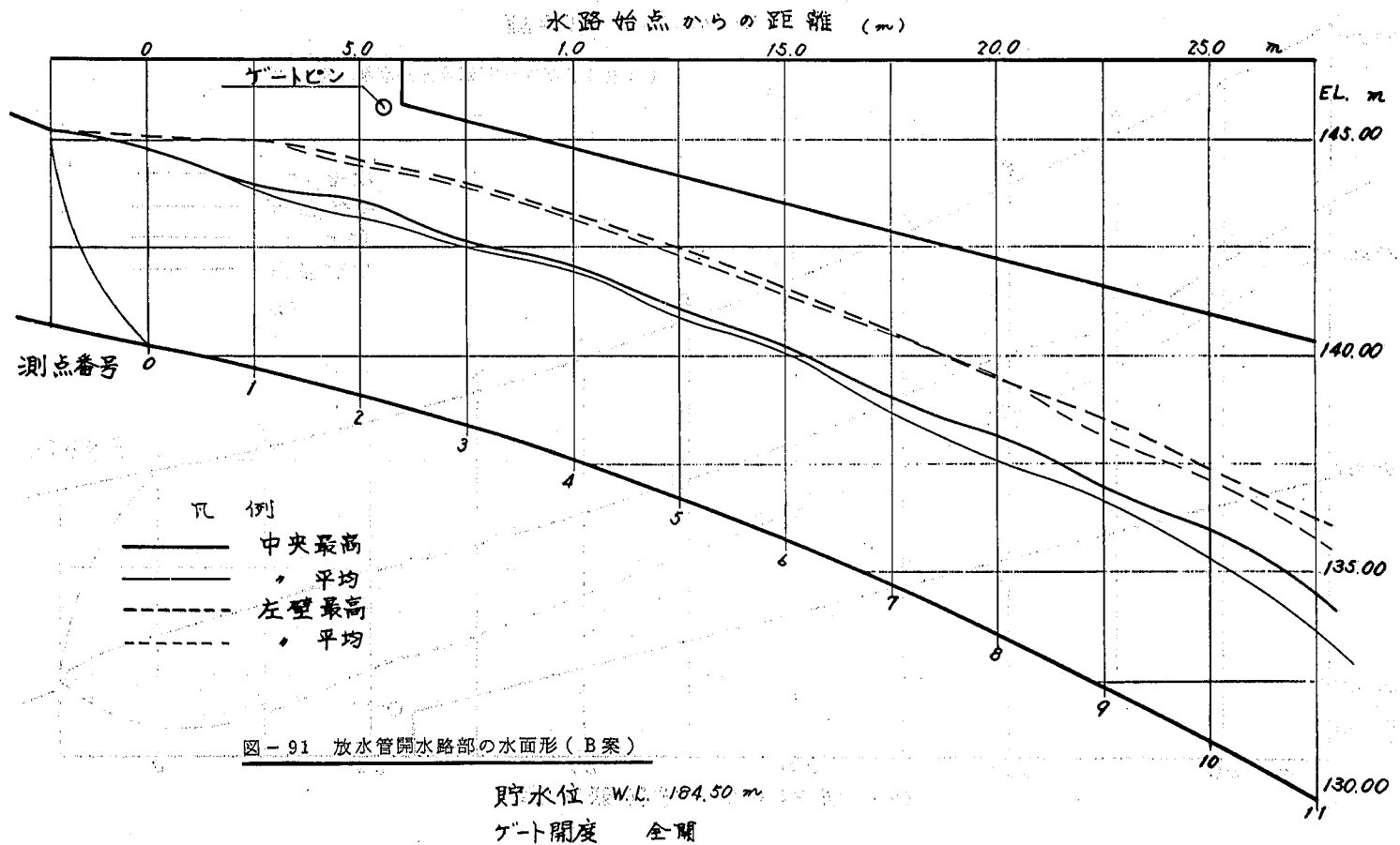


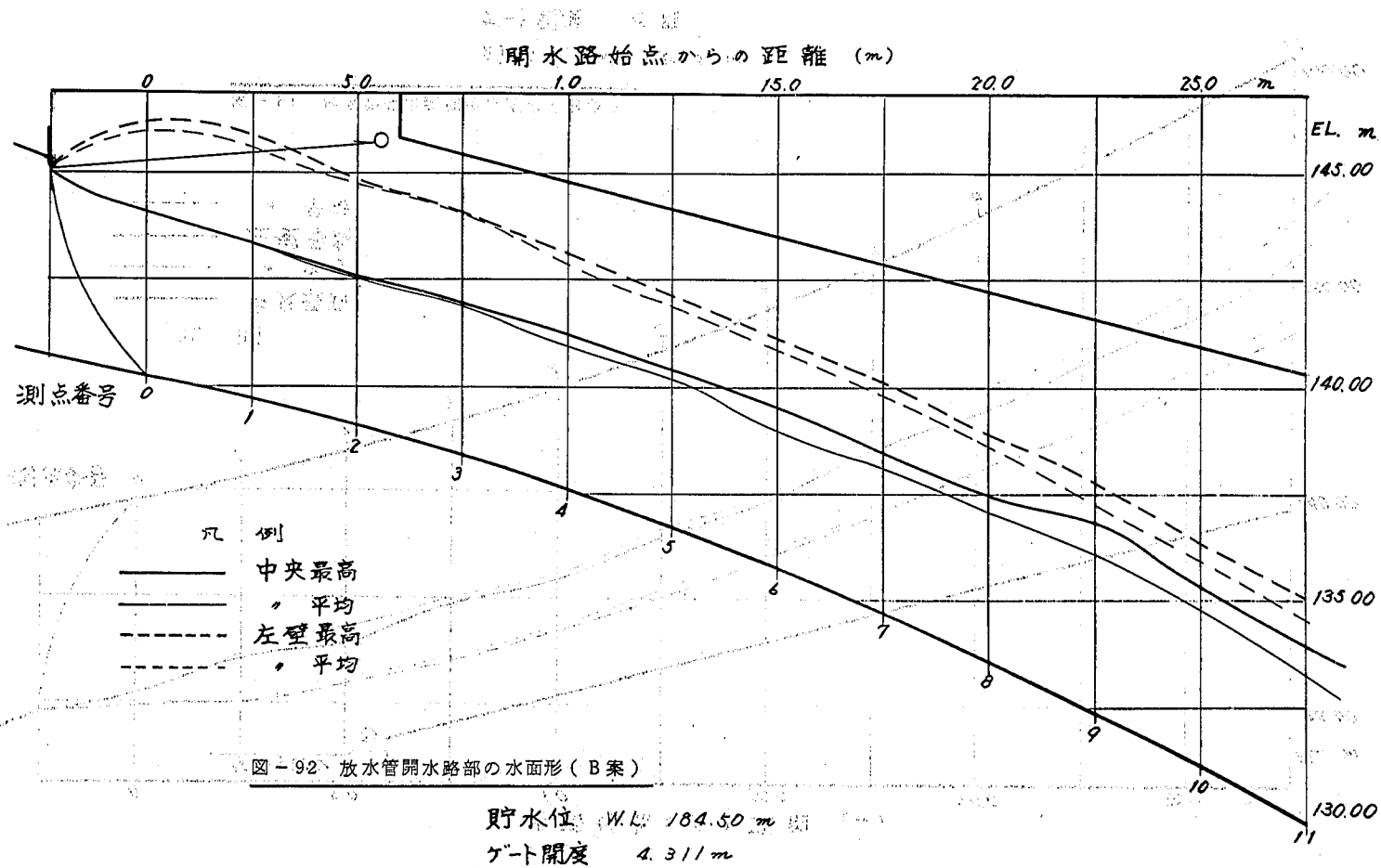
図-87 放水管開水路部の水面形 (A案)

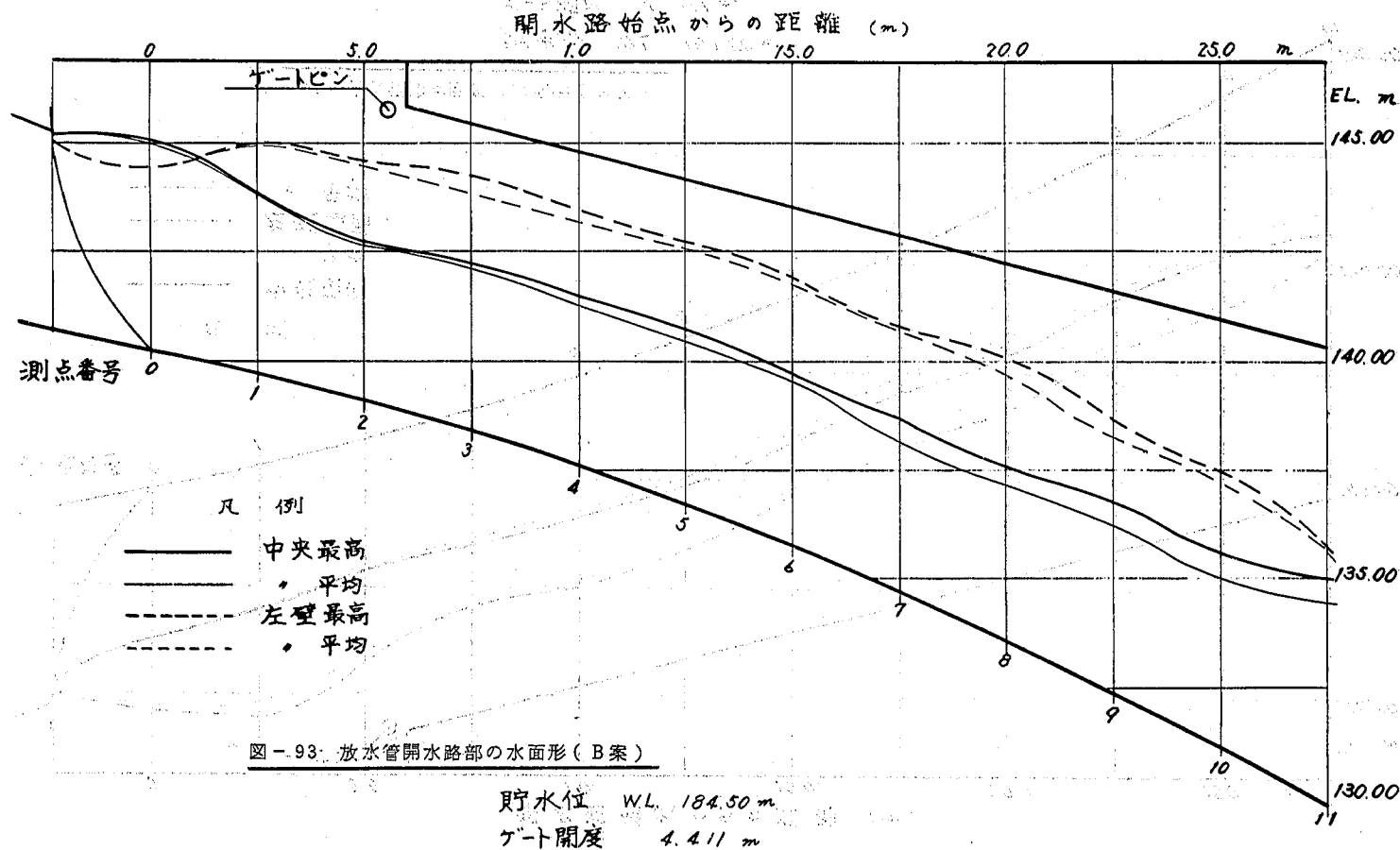


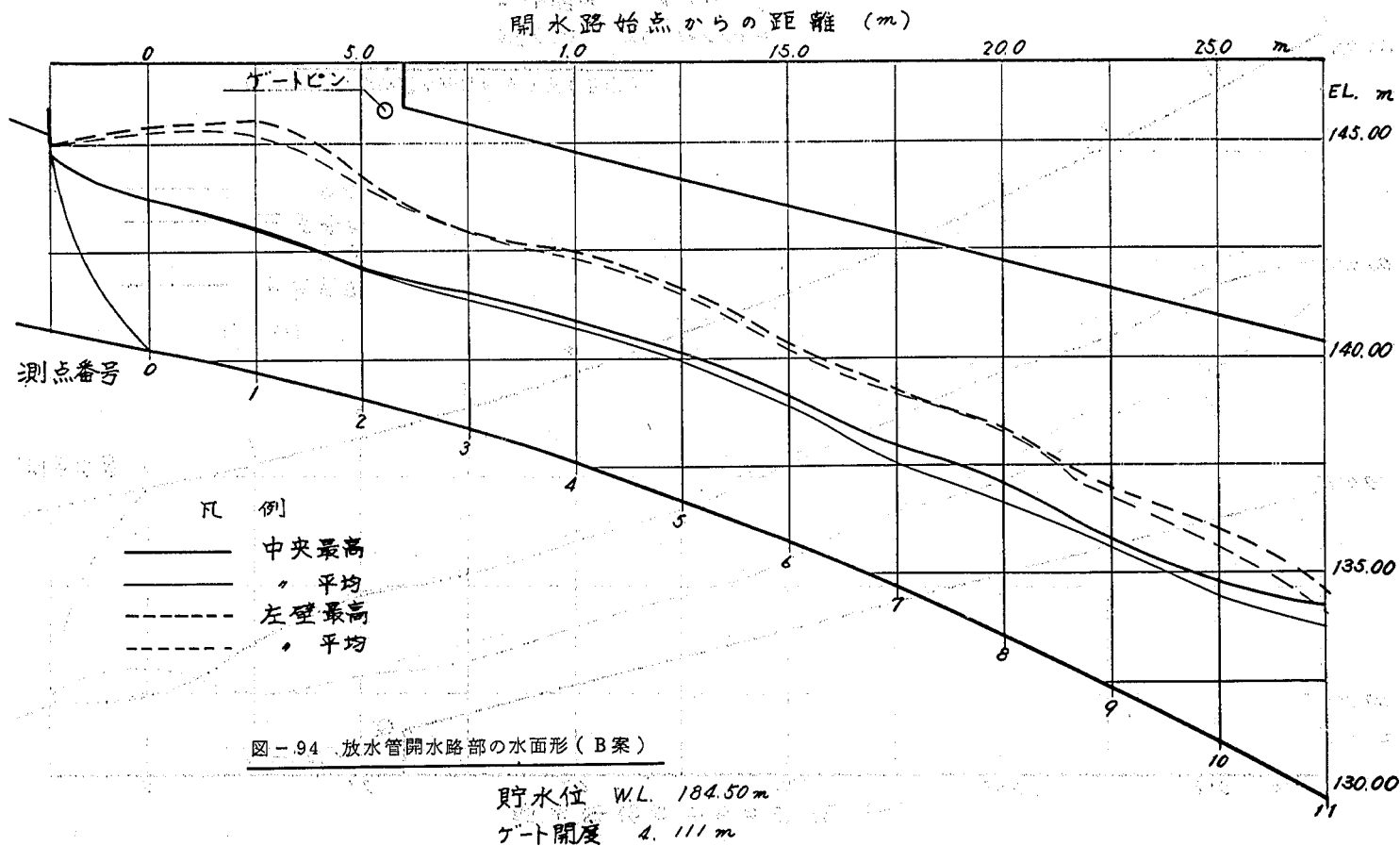












放水管のみ放水

越流部の全開放流（橋脚1取付）

貯水位(m)	流量 (m ³ /s)
150	149837
155	223249
160	271433
165	317792
170	351977
175	378624
180	406759
184.5	433109

貯水位(m)	流量 (m ³ /s)	流量係数
177	92064	16636
178	159769	17429
179	248157	18549
180	344676	19087
181	444518	19160
182	562074	19547
183	694367	20014
184	814296	19864
184.5	888312	20065

越流部の全開放流（橋脚2取付）

越流部のみ放流

（部分開放、開度1m）

（部分開放、開度2m）

貯水位(m)	流量 (m ³ /s)	流量係数
177	94044	16994
178	159490	17398
179	253595	18976
180	344676	19087
181	447912	19306
182	560834	19504
183	681591	19645
184	807402	19696
184.5	881223	19905

貯水位(m)	流量 (m ³ /s)
177	50646
178	62136
179	74422
180	95512
181	104474
182	115169
183	125475
184	131591
184.4	137608

貯水位(m)	流量 (m ³ /s)
177.56	131538
178	137618
179	158956
180	179586
181	198369
182	220509
183	231328
184	246000
184.5	251675

（部分開放、開度3m）（部分開放、開度4m）

貯水位(m)	流量 (m ³ /s)
178.81	211600
179	216903
180	246000
181	281337
182	312008
183	332337
184	356096
184.5	367869

貯水位(m)	流量 (m ³ /s)
180.115	331312
180.125	334388
180.400	336438
180.600	340539
180.800	346762
181	357192
182	395799
183	426629
184	459350
184.5	473138

貯水位(m)	流量 (m ³ /s)
181.75	500998
181.80	490445
181.90	488111
182	490445
183	522335
184	559634
184.5	580529

（部分開放、開度5m）

貯水位(m)	流量 (m ³ /s)
183.29	664992
183.35	657249
183.40	655959
183.47	657249
183.60	659830
183.75	661121
183.85	664992
184	665573
184.5	692216

（部分開放、開度6m）

表一 2 貯水位～放流量関係

表-3 越流部の越流水面形値

貯水位: WL. 184500m

距離: 堤頂(ダム軸より下流5205m)から

単位: WL.m

ピア-先端形状1

距離	ピア沿		越流部中央		アバット沿	
	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位
-18(m)	184465	184520	184465	184525	184485	184550
-16	184405	184440	184405	184505	184475	184525
-14	184405	184450	184405	184455	184425	184485
-12	184350	184405	184305	184400	184385	184445
-10	184335	184380	184285	184340	184305	184360
-8	184475	184515	184075	184130	184210	184245
-6	183765	183835	183820	183855	183265	183355
-4	182765	182865	183185	183235	181455	181515
-2	182225	182260	182255	182415	181715	181835
0	181505	181735	181315	181420	180675	180760
2	180915	180975	180385	180470	180455	180735
4	179735	179985	179235	179435	179920	180005
6	178357	178635	178150	178205	179225	179575
8	177075	177285	176580	176825	177910	178205
10	175778	176083	175453	175883	176625	176885
12	173803	174003	173303	173523	174935	175205
14	170878	171503	170903	171253	172815	173100
16	168303	168503	168653	168833	170125	170205
18	164878	165353	165553	166118	166873	167128

ピア-先端形状2

距離	ピア沿		越流部中央		アバット沿	
	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位
-18(m)	184465	184520	184465	184525	184485	184550
-16	184405	184440	184405	184505	184475	184525
-14	184405	184450	184405	184455	184425	184485
-12	184355	184415	184365	184375	184405	184460
-10	184275	184355	184250	184306	184370	184375
-8	184255	184305	184125	184125	184175	184235
-6	184410	184475	183820	183885	183385	183585
-4	182785	182845	183285	183420	181510	181860
-2	181985	182105	182375	182485	180935	181035
0	181505	181615	181415	181470	180835	180900
2	180735	180835	180325	180555	180655	180860
4	179835	179970	179165	179295	180260	180385
6	178475	178785	177905	178105	179220	179335
8	177175	177385	176485	176765	177785	177910
10	175893	176073	175253	175553	176883	176943
12	173833	173903	173533	173723	175088	175195
14	171223	171453	171153	171303	172773	173178
16	168628	169003	168603	168953	169673	169968
18	165653	166473	166028	166753	166373	166678

表 - 4 導流部（堤体下流面）の水面形値

※ 距離はピア-後部より

分離壁：なし

（ダム軸より14205m下流）

単位：WL・m

WL・184500m

距 離	分離壁中心線上		ピア-側面沿		導 流 壁 沿	
	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位
0 (m)	—	—	173.20	173.47	173.90	174.24
2	—	—	170.90	171.07	172.23	172.57
4	—	—	168.32	170.40	169.84	169.91
6	—	—	165.27	165.58	166.51	166.92
8	158.30	158.47	162.07	162.18	164.05	164.45
10	157.50	157.58	159.23	159.97	160.45	160.75
12	155.92	156.07	155.97	156.77	157.42	158.70
14	154.82	154.96	153.09	153.42	154.88	155.56
16	150.57	153.57	150.49	152.07	151.67	152.35
18	152.42	152.92	147.82	148.07	148.85	149.32
20	150.37	150.82	144.82	145.07	145.87	146.92
22	149.27	149.77	142.47	143.02	143.65	144.27
24	147.04	148.09	140.55	140.88	140.52	141.15
26	145.89	145.97	138.40	137.97	138.35	138.76
28	144.13	144.63	136.29	136.49	136.74	137.26
30	143.77	144.27	133.60	133.77	134.26	134.48
32	140.24	141.62	131.22	131.80	132.15	132.84
34	138.45	138.75	128.69	129.05	128.64	129.54
36	136.08	136.55	127.07	127.22	126.31	126.74
38	133.50	135.12	125.69	125.78	124.05	124.25
40	131.17	132.22	123.87	124.02	121.62	121.76
42	127.73	129.79	122.55	125.82	118.42	118.74
44	126.27	127.22	120.72	124.72	116.54	116.75
46	122.72	124.50	119.95	123.07	114.24	114.72
48	119.37	121.82	117.92	120.07	112.31	112.43
50	116.97	118.67	114.59	117.04	112.54	113.04
52	114.47	116.22	113.52	114.47	114.50	114.60
54	112.54	113.15	112.44	113.38	115.00	115.31
56	112.03	113.72	109.73	113.22	115.62	115.74
58	114.65	115.13	115.05	114.71	114.51	115.50
60	115.29	115.62	116.03	115.73	112.48	113.52

表-5 導流部（堤体下流面）の水面形値

※ 距離はピア後部より

分龍壁：形状1

（ダム軸より14205m下流）

単位：WL.m

WL.184500m

距 離 D(m)	分龍壁中心線上		ピア側面沿	
	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位
2			17404	17471
4			17137	17147
6			16766	16812
8			16532	16552
10	16046	16052	16195	16266
12	15794	15807	15979	15995
14	15502	15510	15604	15643
16	15266	15296	15344	15407
18	15034	15080	15106	15132
20	14874	14930	14892	14904
22	14672	14713	14588	14623
24	14497	14561	14352	14382
26	14322	14339	14145	14185
28	14039	14107	14107	14155
30	13738	13784	13459	13474
32	13517	13553	13191	13249
34	13279	13314	12939	12956
36	13079	13126	12800	12830
38	12807	12836	12721	12721
40	12522	12549	12524	12586
42	12332	12365	12339	12368
44	12161	12196	12249	12296
46	12024	12089	12089	12126
48	11819	11863	11871	11911
50	11578	11636	11783	11834
52	11409	11469	11544	11593
54	11189	11244	11309	11369
56	11074	11104	11084	11184
58	10969	10986	10964	10984
60	10899	10929	10889	10904

表一 6 導流部（堤体下流面）の水面形値

※ 距離はピアー後部より

分離壁：形状 2

（ダム軸より 14205 m 下流）

単位：WL. m

WL. 184500 m

距 離	分 離 壁 中 心 線 上		ピ ア ー 側 面 沿	
	平 均 水 位	最 高 水 位	平 均 水 位	最 高 水 位
0(m)			17639	17675
2			17452	17472
4			17137	17162
6			16866	16879
8			16546	16581
10	16123	16150	16251	15769
12	15840	15880	15979	16040
14	15611	15385	15689	15728
16	15337	15143	15435	15480
18	15129	15029	15079	15092
20	14944	14849	14841	14883
22	14771	14663	14636	14602
24	14643	14469	14330	14410
26	14431	14262	14092	14130
28	14227	13856	13849	13884
30	13791	13648	13472	13522
32	13565	13469	13210	13252
34	13404	13269	12956	12985
36	13153	12823	12819	12855
38	12823	12904	12574	12717
40	12670	12767	12554	12678
42	12428	12466	12398	12460
44	12212	12336	12353	12422
46	12015	12114	12001	12142
48	11898	11949	11908	11978
50	11672	11780	11703	11816
52	11423	11499	11459	11516
54	11236	11351	11367	11458
56	11094	11172	11136	11189
58	10986	11023	11032	11165
60	10914	10932	10880	10901

表-7 放水管吐出部附近の導流部（堤体下流面）の水面形値

デフレクター形状1 高さ20m
長さ8.5m

距離	ビアーの下流中央部		ビアーの下流側部	
	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位
0(m)	145.915	146.180	145.530	145.615
2	144.125	144.300	143.465	143.820
4	142.540	142.665	141.180	141.390
6	141.605	141.605	139.250	139.380
8	139.815	140.500	137.685	138.005
10	139.105	139.335	135.970	136.430
12	137.230	137.550	133.775	134.210
14	135.170	135.565	131.040	131.225
16	132.800	133.390	128.485	128.815
18	131.290	131.625	125.825	126.265
20	129.935	130.440	123.350	123.995
22	127.410	128.165	121.040	121.625
24	125.260	126.235	118.560	119.465
26	122.955	124.025	116.900	117.330
28	120.195	121.145	116.325	116.790
30	117.225	118.625	114.675	115.955
32	114.075	114.775	112.380	112.690
34	112.735	113.240	111.370	112.045
36	110.635	111.420	110.195	110.440
38	109.575	109.840	109.240	109.695
40	108.875	109.090	108.500	108.685

※ 距離：ダム軸より下流±0.205mから

単位：WL.m

デフレクター形状2 高さ20m
長さ110m

距離	ビアーの下流中央部		ビアーの下流側部	
	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位
0(m)	145.945	146.080	145.755	146.180
2	144.675	144.765	143.265	143.655
4	142.510	143.250	141.170	141.290
6	141.065	142.015	139.005	139.500
8	139.985	140.500	137.500	138.010
10	138.625	139.000	135.875	136.200
12	137.140	137.355	133.520	133.900
14	134.990	135.345	130.565	130.735
16	133.275	133.420	125.380	125.535
18	131.140	131.425	125.220	125.825
20	129.360	129.825	122.990	123.310
22	126.840	127.120	120.840	121.155
24	124.920	125.435	118.690	118.995
26	121.885	122.270	117.420	118.365
28	120.060	120.725	116.125	116.635
30	117.080	117.750	114.275	115.415
32	114.100	115.020	112.975	113.210
34	112.610	113.165	111.445	111.680
36	110.550	110.915	110.425	110.765
38	109.457	109.980	109.300	109.630
40	108.625	108.900	108.200	108.340

表一 8 放水管吐出部附近の導流部（堤体下流面）の水面形値

※ 距離：ダム軸より下流 302.85 m から

単位：WL. m

デフレクター形状 4 高さ 2.0 m

長さ 14.0 m

距 離	ビアーの下流中央部		ビアーの下流側部	
	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位
0(m)	146670	146850	146630	146835
2	144790	144945	144315	144455
4	143540	143735	141425	141570
6	142440	142855	139415	139720
8	141410	141550	137780	137948
10	139720	140070	136655	137100
12	137575	137990	134180	134625
14	135420	135560	130430	130925
16	133540	133875	128335	128765
18	131190	131565	125755	126600
20	129150	130270	123985	124480
22	127400	127542	121995	122430
24	125230	125760	120595	121380
26	122290	122885	118370	118485
28	119290	119960	117185	118150
30	116575	117430	115885	116530
32	114245	114730	113835	114470
34	111925	112610	112640	112980
36	110515	110755	110765	111080
38	109580	109815	109330	109680
40	108715	108935	108610	108840

表—9 副ダム設置による減勢部及び河道部水面形値

流量 150 m³/sec

水叩き始端 よりの距離	左 岸 側		中 央		右 岸 側	
	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位
-10(m)	115.25	115.48	115.13	115.65	115.25	115.48
0	115.55	116.00	115.80	116.18	115.55	116.00
10	116.60	117.20	116.33	116.83	116.60	117.20
20	117.15	117.65	117.05	117.50	117.15	117.65
30	117.25	117.45	117.30	117.50	117.25	117.45
40	117.10	117.35	117.15	117.40	117.10	117.35
50	116.40	117.10	116.85	116.95	116.40	117.10
60	110.10	111.70	109.65	110.05	110.10	110.70
70	110.45	111.10	110.45	111.10	110.45	111.10
80	110.95	111.30	110.95	111.35	110.90	111.30
97.9	111.05	111.60	111.10	111.25	111.10	111.40
108.3	111.00	111.35	111.10	111.35	111.15	111.50
118.7	110.85	111.35	110.95	111.25	111.20	111.85
129.1	111.15	111.50	111.05	111.25	110.95	111.40
139.5	110.60	110.90	111.05	111.40	111.10	111.65
154.7	109.20	109.85	109.00	109.20	108.55	108.95
178.2	106.55	106.75	106.25	106.40	106.05	107.20
190.1	105.15	105.60	106.70	106.95	106.40	106.65
200.3	104.85	105.10	106.60	106.70	105.90	106.25
220.8	105.80	106.15	105.95	106.25	106.25	106.65
241.3	106.60	107.00	106.00	106.30	105.65	106.10

※ 水叩き始端よりの距離は中心線上の追加距離とした。

流量 200 m³/sec

表-10 副ダム設置による波勢部及び河道部水面形値

水叩き始端 よりの距離	左 岸 側		中 央		右 岸 側	
	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位
0(m)	11615	11665	11610	11665	11615	11665
10	11675	11750	11685	11740	11675	11750
20	11750	11805	11755	11785	11750	11805
30	11785	11815	11785	11805	11785	11815
40	11775	11785	11775	11800	11770	11785
50	11720	11760	11725	11760	11720	11760
60	11065	11120	11060	11130	11060	11120
70	11140	11180	11160	11205	11140	11180
80	11190	11235	11195	11250	11190	11235
97.9	11205	11265	11710	11230	11215	11230
108.3	11215	11240	11205	11240	11210	11370
118.7	11220	11280	11205	11225	11215	11285
129.1	11230	11260	11215	11235	11200	11270
139.5	11115	11230	11210	11265	11210	11280
154.7	11025	11095	10980	10995	10925	10970
178.2	10700	10725	10680	10690	10795	10855
190.1	10570	10585	10755	10800	10705	10755
200.3	10485	10505	10510	10520	10630	10655
220.8	10635	10695	10625	10655	10645	10675
241.3	10730	10770	10680	10710	10645	10700

流量 450 m³/sec

水叩き始端 よりの距離	左 岸 側		中 央		右 岸 側	
	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位
0(m)	11360	11450	11335	11390	11360	11450
10	11775	11890	11680	11770	11775	11890
20	12020	12110	11930	12035	12020	12110
30	12070	12205	12045	12140	12070	12205
40	12050	12155	12065	12190	12050	12155
50	11975	12055	11970	12090	11975	12055
60	11590	11685	11545	11640	11590	11685
70	11670	11830	11450	11730	11670	11830
80	11760	11760	11710	11780	11760	11760
97.9	11745	11795	11715	11775	11740	11845
108.3	11750	11825	11725	11775	11750	11825
118.7	11730	11780	11705	11745	11760	11835
129.1	11725	11800	11685	11765	11655	11830
139.5	11565	11650	11685	11730	11735	11805
154.7	11365	11470	11435	11510	11365	11450
178.2	11030	11060	11000	11025	11105	11165
190.1	10760	10810	10910	10940	11220	11305
200.3	10630	10620	10655	10680	10925	11010
220.8	11040	11080	11236	10985	10930	11025
241.3	10865	10865	10875	10905	10880	10950

表-11 副ダム設置による減勢部及び河道部水面形値

流量 900 m^3/sec

水叩き始端 よりの距離	左 岸 側		中 央		右 岸 側	
	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位
0(m)	11200	11290	11205	11325	11200	11290
10	11720	11810	11460	11645	11720	11810
20	12075	12215	11985	12115	12075	12215
30	12315	12465	12185	12360	12315	12465
40	12355	12485	12275	12430	12355	12485
50	12300	12410	12295	12415	12300	12410
60	12130	12225	12040	12165	12130	12225
70	11900	12055	11920	12060	11900	12050
80	12135	12300	12145	12385	12135	12300
97.9	12155	12245	12105	12225	12125	12410
108.3	12040	12220	12115	12260	12150	12270
118.7	12085	12230	12135	12195	12215	12385
129.1	12065	12200	12095	12200	12015	12300
139.5	11830	11990	12055	12140	12010	12295
154.7	11700	11840	11815	11910	11750	11910
178.2	11700	11440	11285	11350	11415	11645
190.1	11065	11155	11100	11165	11500	11660
200.3	10740	10805	10735	10755	11185	11280
220.8	11260	11375	11200	11260	11075	11200
241.3	10965	11040	10995	11055	11130	11225

流量 1300 m^3/sec

水叩き始端 よりの距離	左 岸 側		中 央		右 岸 側	
	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位
0(m)	11500	11745	11415	11595	11500	11745
10	11990	12285	11880	12075	11990	12285
20	12300	12585	12265	12545	12300	12585
30	12515	12685	12480	12730	12515	12685
40	12660	12855	12615	12785	12660	12855
50	12640	12860	12640	12790	12640	12860
60	12390	12675	12490	12660	12390	12675
70	12210	12350	12165	12300	12210	12350
80	12300	12490	12315	12550	12300	12490
97.9	12410	12605	12495	12650	12520	12715
108.3	12370	12525	12410	12515	12465	12700
118.7	12410	12550	12470	12600	12650	12810
129.1	12405	12565	12420	12495	12415	12615
139.5	12075	12175	12430	12550	12435	12725
154.7	12025	12275	12035	12180	12125	12310
178.2	11665	11875	11515	11595	11550	11755
190.1	11335	11440	11290	11360	11695	11885
200.3	10845	10925	10860	10895	11555	11760
220.8	11415	11495	11345	11420	11270	11425
241.3	11140	11230	11170	11210	11205	11390

表-12 副ダム前面の作用圧力

測線：副ダム右岸側

単位：圧力水頭(m)

測点 No.	Q=150m ³ /s		Q=200m ³ /s		Q=450m ³ /s	
	最低値	最高値	最低値	最高値	最低値	最高値
1	3.10	3.30	3.50	3.75	5.80	5.90
2	3.85	4.10	4.40	4.65	6.20	6.70
3	3.85	4.45	4.85	4.90	6.70	6.90
4	4.95	5.15	5.50	5.70	7.25	7.80
5	5.45	5.70	6.00	6.25	7.75	8.30
6	5.95	6.20	6.45	6.65	8.25	8.60
7	6.55	6.75	7.05	7.35	8.70	9.35
8	6.90	7.10	7.45	7.70	9.15	9.55
9	7.45	7.65	7.95	8.20	9.70	10.10
10	7.95	8.05	8.40	8.55	10.15	10.60
11	8.50	8.65	8.95	9.15	10.70	11.15
12	9.05	9.15	9.45	9.70	11.20	11.70
13	9.55	9.70	10.00	10.30	11.65	12.30
14	10.00	10.10	10.45	10.60	12.20	12.50
15	10.50	10.60	11.00	11.20	12.80	13.15

測点 No.	Q=900m ³ /s		Q=1300m ³ /s	
	最低値	最高値	最低値	最高値
1	10.85	13.05	16.05	20.20
2	11.10	13.95	16.85	20.55
3	14.35	15.65	21.50	23.20
4	13.00	14.95	21.30	22.50
5	15.10	18.05	21.30	26.30
6	14.20	21.00	20.10	23.65
7	15.50	18.75	21.70	27.20
8	15.85	16.20	20.25	25.80
9	15.25	18.30	22.00	26.80
10	14.55	16.25	20.85	23.30
11	15.30	17.35	21.55	25.65
12	14.65	16.45	20.85	23.75
13	15.05	18.35	20.70	25.55
14	14.20	17.00	21.90	23.50
15	17.60	19.15	23.15	26.25

表-13 副ダム前面の作用圧力

測線：副ダム中心線上上

単位：圧力水頭(m)

測点 No	Q=150m ³ /s		Q=200m ³ /s		Q=450m ³ /s	
	最低値	最高値	最低値	最高値	最低値	最高値
1	3.40	3.60	3.85	4.05	5.80	6.20
2	3.55	4.15	3.95	4.60	6.00	6.35
3	4.00	4.70	4.45	4.60	6.45	6.80
4	5.00	5.15	5.45	5.55	7.40	7.75
5	5.75	5.90	6.25	6.30	8.10	8.45
6	6.10	6.20	6.50	6.70	8.35	8.65
7	6.60	6.75	7.05	7.20	8.80	9.15
8	7.15	7.25	7.60	7.75	9.35	9.75
9	7.70	7.80	8.10	8.30	9.80	10.25
10	8.10	8.15	8.35	8.65	10.25	10.60
11	8.35	8.70	9.00	9.20	10.75	11.15
12	9.10	9.25	9.50	9.70	11.25	11.65
13	9.55	9.65	10.05	10.15	11.75	12.15
14	10.00	10.10	10.50	10.60	12.25	12.55
15	10.55	10.60	11.00	11.10	12.75	13.15

測点 No	Q=900m ³ /s		Q=1300m ³ /s	
	最低値	最高値	最低値	最高値
1	7.95	8.85	12.40	14.05
2	8.50	9.75	14.80	16.35
3	9.70	10.45	15.20	16.75
4	10.65	11.30	16.30	18.20
5	11.35	12.65	17.50	19.30
6	11.50	13.25	17.40	19.80
7	12.30	13.55	18.70	20.25
8	12.00	14.00	18.60	21.05
9	12.75	14.50	18.70	21.55
10	12.35	14.55	18.30	21.60
11	13.30	15.30	19.40	22.10
12	13.60	15.40	19.35	22.40
13	14.45	16.10	20.05	22.75
14	15.15	16.40	21.20	23.15
15	16.10	17.20	22.20	23.60

表-14 副ダム越流面の圧力分布・布

※ 単位：水頭（m）

副ダム形状 11

圧力値は各測点からの高さ

測点 No.	Q = 150 m ³ /s				Q = 200 m ³ /s			
	副ダム中心線上		副ダム右岸側		副ダム中心線上		副ダム右岸側	
	最低	最高	最低	最高	最低	最高	最低	最高
1	1.25	1.40	1.10	1.20	1.15	1.45	1.10	1.40
2	1.50	1.85	1.20	1.30	1.45	1.75	1.25	1.50
3	1.90	2.05	1.60	1.65	1.85	2.15	1.70	1.85
4	1.90	1.95	1.70	1.80	2.00	2.10	1.75	2.05
5	1.40	1.50	1.75	1.75	1.78	1.88	1.70	1.95
6	1.05	1.15	1.28	1.40	1.55	1.65	1.50	1.75
7	0.70	0.80	0.75	0.85	0.75	0.90	0.80	0.95
8	-0.25	-0.15	-0.15	0.15	-0.35	-0.20	-0.25	0.05
9	-0.20	-0.10	-0.55	-0.65	-0.40	-0.20	-0.85	-0.70
10	-0.05	0.08	0	0.05	-0.10	-0.05	-0.10	0.0
11	-0.45	0.45	0.25	0.35	0.35	0.45	0.25	0.40
12	0.70	0.75	0.40	0.48	0.75	0.80	0.45	0.58
13	0.90	0.98	0.55	0.65	1.00	1.08	0.65	0.75
14	0.80	0.90	0.75	0.85	1.00	1.05	0.95	1.00
15	0.80	0.85	0.75	0.80	0.98	1.03	0.85	0.95
16	0.75	0.80	0.70	0.75	0.95	1.05	0.90	1.00
17	0.75	0.85	0.55	0.45	1.10	1.20	0.70	0.80
18	0.70	0.75	0.60	0.75	1.30	1.40	1.35	1.45
19	1.10	1.25	1.20	1.40	2.30	2.45	1.70	1.90
20	1.80	1.95	1.80	2.05	3.40	3.60	3.55	3.65
21	2.80	3.05	2.75	3.05	4.60	4.75	4.50	4.75
22	4.35	4.55	4.30	4.65	5.70	6.00	5.70	6.05
23	5.40	5.75	4.95	5.50	6.65	7.00	6.50	6.70
24	5.65	5.95	5.65	6.05	6.90	7.25	7.00	7.25
25	5.40	5.50	2.95	3.15	4.85	5.20	4.55	4.90
26	3.25	3.35	2.90	3.10	4.70	4.80	4.40	4.60
27	2.85	2.90	2.90	3.05	4.20	4.35	4.15	4.35
28	2.80	2.85	2.80	2.95	3.90	4.05	4.10	4.30
29	2.65	2.75	2.60	2.98	3.80	3.90	4.05	4.25
30	2.65	2.70	2.95	3.05	3.75	3.85	3.90	4.10
31	2.85	2.90	3.10	3.20	3.80	3.90	4.00	4.15

表-15 副ダム越流面の圧力分布

※ 単位: 水頭 (m)

圧力値は各測点からの高さ

副ダム形状 1

測点	Q = 450 m ³ /s				Q = 600 m ³ /s			
	副ダム中心線上		副ダム右岸側		副ダム中心線上		副ダム右岸側	
	最低	最高	最低	最高	最低	最高	最低	最高
1	-0.05	0.50	-1.35	-1.00	0	0.70	-2.40	-1.80
2	0.80	1.35	0.35	1.10	0.90	1.45	-0.10	0.90
3	1.70	2.05	1.20	1.85	1.85	2.10	0.15	1.50
4	1.85	2.20	1.30	2.20	1.80	2.20	0.40	1.90
5	1.60	1.90	1.15	1.95	1.60	2.00	0.50	1.70
6	1.25	1.30	1.00	1.60	1.25	1.60	0.40	1.45
7	0.05	0.30	-0.55	0.95	0.45	0.85	-0.10	0.60
8	-1.70	-1.25	-1.45	-1.10	-0.85	-0.30	-0.75	0
9	-1.55	-1.25	-1.30	-0.95	-0.55	0.05	0.05	0.70
10	-0.80	-0.70	-0.65	-0.40	0.50	1.10	0.70	1.30
11	0.40	0.55	0.65	0.85	1.60	2.00	1.90	2.45
12	1.10	1.30	1.20	1.40	2.35	2.80	2.50	3.10
13	1.85	1.95	1.85	2.00	3.10	3.35	3.25	3.70
14	2.35	2.80	2.20	2.35	3.80	4.20	3.75	4.15
15	3.30	3.47	3.30	3.45	4.80	5.15	4.85	5.15
16	4.25	4.40	4.25	4.40	5.85	6.15	5.85	6.10
17	5.10	5.50	5.20	5.40	6.70	7.00	6.90	7.15
18	6.75	6.40	6.25	6.55	7.60	8.00	7.75	8.05
19	7.30	7.65	7.35	7.60	8.50	8.90	8.45	8.95
20	8.70	8.85	8.55	8.80	9.35	9.85	9.35	9.75
21	9.35	9.55	9.15	9.50	9.95	10.35	9.90	10.35
22	9.95	10.20	9.30	9.55	10.30	10.95	10.35	10.85
23	10.55	10.85	9.95	10.85	10.85	11.55	10.80	11.25
24	11.00	11.20	10.40	10.70	11.20	11.75	11.05	11.50
25	10.60	10.90	10.35	10.55	11.40	11.95	11.20	11.65
26	10.30	10.45	10.10	10.35	11.35	11.85	11.20	11.55
27	9.95	10.15	9.80	10.00	11.30	11.75	11.20	11.60
28	9.60	9.80	9.60	9.80	11.25	11.65	11.20	11.55
29	9.50	9.65	9.30	9.55	11.45	11.70	11.25	11.55
30	9.90	10.05	9.10	9.35	11.25	11.60	11.25	11.40
31	8.80	9.00	9.00	9.15	11.00	11.30	11.25	11.40

表-16 副ダム越流面の圧力分布

※ 単位: 水頭 (m)

副ダム形状 I

圧力値は各測点からの高さ

測点 No.	Q = 75.0 m ³ /s				Q = 90.0 m ³ /s			
	副ダム中心線上		副ダム右岸側		副ダム中心線上		副ダム右岸側	
	最低	最高	最低	最高	最低	最高	最低	最高
1	-0.10	0.85	-3.45	-2.50	0.55	1.40	0.30	1.50
2	0.70	1.75	-1.60	-0.40	1.55	2.65	0.50	1.10
3	1.50	2.50	-4.50	0.70	2.60	3.55	1.15	2.35
4	1.85	2.90	-0.01	1.15	3.45	3.95	2.35	2.90
5	2.25	3.10	0.35	1.75	3.50	4.05	2.90	3.40
6	2.20	2.90	0.50	1.75	3.45	4.00	3.20	3.90
7	1.95	2.60	1.00	2.05	3.25	3.70	3.45	4.15
8	1.35	2.05	1.35	2.45	3.20	3.90	3.75	4.40
9	1.85	2.40	2.05	3.05	3.85	4.45	4.00	4.50
10	2.90	3.50	2.90	3.65	4.65	5.10	4.85	5.55
11	3.70	4.10	3.75	4.25	5.35	5.75	5.20	5.90
12	4.45	4.80	4.20	4.70	5.85	6.35	5.70	6.40
13	4.90	5.25	4.70	5.15	6.35	6.65	6.15	6.75
14	5.45	5.85	5.05	5.60	6.75	7.00	6.55	7.20
15	6.15	6.55	6.15	6.55	7.65	7.90	7.35	7.85
16	6.95	7.35	7.10	7.40	8.35	8.65	8.25	8.75
17	7.85	8.15	7.80	8.20	9.10	9.50	9.05	9.50
18	8.55	9.00	8.50	9.05	9.85	10.10	9.85	10.25
19	9.30	9.75	9.55	9.90	10.55	11.05	10.70	10.95
20	10.05	10.50	10.35	10.65	11.35	11.75	11.35	11.65
21	10.50	10.95	10.80	11.15	11.90	12.35	11.85	12.20
22	11.10	11.40	11.20	11.60	12.40	12.80	12.30	12.55
23	11.60	11.95	11.60	11.95	12.60	13.90	12.75	12.90
24	11.80	12.15	11.90	12.20	12.65	13.15	12.90	13.15
25	11.85	12.55	12.00	12.40	12.60	13.45	12.95	13.25
26	11.90	12.35	12.05	12.35	12.60	13.35	12.85	13.45
27	11.95	12.55	12.00	12.40	12.95	13.55	13.05	13.40
28	11.90	12.40	12.00	12.40	12.95	13.55	13.05	13.30
29	12.20	12.55	12.10	12.45	12.95	13.55	13.10	13.35
30	12.05	12.50	12.00	12.50	12.90	13.35	13.05	13.45
31	11.85	12.50	12.15	12.45	12.60	13.40	13.15	13.50

表-17 副ダム越流面の圧力分布

副ダム形状1

※ 単位：水頭（m）

圧力値は各測点からの高さ

測点	Q = 1300 m ³ /s			
	副ダム中心線上		副ダム右岸側	
	最低	最高	最低	最高
1	2.15	3.45	4.35	5.15
2	3.15	4.00	4.20	4.85
3	4.40	4.90	4.10	5.40
4	4.90	5.65	3.85	5.65
5	5.10	6.00	4.30	5.75
6	5.15	6.25	5.00	6.00
7	5.50	6.10	5.65	6.45
8	5.75	6.50	5.85	6.85
9	6.50	7.35	6.45	7.10
10	7.35	8.00	7.50	7.15
11	7.95	8.50	7.90	8.50
12	8.35	8.90	8.20	9.00
13	8.90	9.45	8.65	9.30
14	9.35	9.80	9.15	9.80
15	10.20	10.75	9.90	10.65
16	11.00	11.40	10.85	11.35
17	11.65	12.40	11.55	12.10
18	12.35	12.95	12.50	12.85
19	13.10	13.85	13.20	13.65
20	13.75	14.60	13.80	14.45
21	14.45	15.15	14.40	14.95
22	14.80	15.45	14.90	15.35
23	15.30	15.80	15.25	15.80
24	15.45	15.85	15.45	15.80
25	15.60	15.95	15.55	16.00
26	15.40	15.85	15.40	15.95
27	15.35	15.90	15.55	16.10
28	15.25	15.90	15.55	16.00
29	15.35	15.85	15.65	15.95
30	15.35	15.95	15.55	16.05
31	15.35	16.08	15.80	16.20

表-18 最良案減勢工の水面形値

Q=150m³/s

距 離	左 岸 側 壁 沿		水 叩 き 中 心 線 上	
	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位
-20 (m)	115.77	115.94	117.45	117.51
-17.5	115.45	115.66	115.25	115.50
-15	115.38	115.58	115.66	115.81
-12.5	115.40	115.54	115.59	115.93
-10	115.44	115.57	115.65	115.84
-7.5	115.53	115.68	115.80	116.10
-5	115.45	115.78	115.80	116.10
-2.5	115.90	115.85	115.75	116.15
0	115.80	116.05	116.00	116.35
2.5	116.00	116.35	115.95	116.68
5	116.13	116.45	116.15	116.75
7.5	116.30	116.63	116.65	117.00
10	116.45	116.85	116.55	117.03
12.5	116.90	117.35	116.70	116.95
15	117.15	117.55	116.90	117.25
17.5	117.15	117.63	117.00	117.45
20	117.38	117.85	117.20	117.50
22.5	117.30	117.70	117.20	117.50
25	117.40	117.50	117.30	117.60
27.5	117.45	117.75	117.45	117.65
30	117.40	117.75	117.30	117.55
32.5	117.35	117.60	117.33	117.50
35	117.30	117.55	117.30	117.50
37.5	117.30	117.55	117.25	117.50

※ 距離は水叩き始端から
単位: WL. m

距 離	左 岸 側 壁 沿		水 叩 き 中 心 線 上	
	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位
40 (m)	117.30	117.50	117.20	117.45
42.5	117.30	117.45	117.15	117.40
45	117.20	117.30	117.15	117.30
47.5	117.05	117.30	117.10	117.25
50	116.95	117.10	117.00	117.10
52.5	116.35	116.45	116.25	116.35
55	115.25	115.35	115.05	115.25
57.5	112.80	112.90	112.85	113.00
60	109.65	109.85	109.60	109.80
62.5	109.35	110.30	109.85	110.10
65	109.85	110.30	110.15	110.60
67.5	110.50	110.90	110.40	110.65
70	110.65	111.00	110.50	111.30
72.5	110.95	111.15	110.65	111.30
75	110.75	111.05	110.80	111.00
77.5	110.90	111.20	111.00	111.15
80	111.05	111.25	111.00	111.30
82.5	111.00	111.20	111.20	111.40
85	111.05	111.20	111.10	111.35
87.5	111.20	111.35	111.20	111.40
90	111.00	111.25	111.15	111.30
92.5	111.15	111.30	111.05	111.20
95	111.15	111.35	111.15	111.25

表-19 最良案減勢工の水面形値

Q=200m³/s

距 離	左 岸 側 壁 沿		水 印 き 中 心 線 上	
	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位
-20 (m)	—	11628	11797	11811
-17.5	11528	11545	11580	11637
-15	11528	11558	11585	11605
-12.5	11540	11586	11549	11588
-10	11540	11595	11535	11585
-7.5	11540	11575	11545	11595
-5	11555	11600	11555	11590
-2.5	11565	11615	11555	11585
0	11605	11655	11585	11645
2.5	11620	11665	11605	11670
5	11655	11790	11645	11665
7.5	11665	11705	11640	11715
10	11710	11760	11685	11740
12.5	11725	11765	11715	11755
15	11760	11895	11725	11765
17.5	11780	11830	11750	11785
20	11785	11830	11765	11815
22.5	11790	11830	11775	11840
25	11785	11820	11780	11830
27.5	11785	11810	11785	11820
30	11780	11820	11780	11815
32.5	11780	11825	11780	11815
35	11780	11815	11780	11815
37.5	11780	11800	11785	11810

※ 距離は水印き始端から
単位: W L . m

距 離	左 岸 側 壁 沿		水 印 き 中 心 線 上	
	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位
40 (m)	11770	11805	11770	11805
42.5	11760	11795	11760	11795
45	11755	11790	11755	11790
47.5	11755	11790	11755	11790
50	11720	11733	11720	11733
52.5	11663	11680	11663	11680
55	11545	11560	11545	11560
57.5	11270	11295	11270	11295
60	11090	11135	11090	11135
62.5	11085	11120	11085	11120
65	11110	11150	11110	11150
67.5	11135	11170	11135	11170
70	11145	11190	11145	11190
72.5	11150	11190	11150	11190
75	11155	11190	11155	11190
77.5	11150	11220	11180	11220
80	11225	11245	11200	11240
82.5	11205	11230	11210	11240
85	11185	11215	11215	11240
87.5	11220	11255	11205	11235
90	11210	11240	11200	11230
92.5	11210	11240	11210	11235
95	11205	11240	11215	11235

表-20 最良案減勢工の水面形値

Q=450 ㎥/s

距 離	左岸導流壁沿		水叩き中心線上	
	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位
-20 (m)				
-17.5	11539	11583	11840	11860
-15	11225	11503	11600	11610
-12.5	11138	11225	11555	11575
-10	11153	11220	11268	11545
-7.5	11135	11273	11180	11245
-5	11185	11275	11175	11240
-2.5	11235	11330	11170	11265
0	11570	11495	11230	11335
2.5	11490	11610	11305	11380
5.0	11545	11710	11420	11520
7.5	11645	11765	11550	11670
10	11770	11805	11670	11750
12.5	11825	11965	11755	11845
15	11940	12070	11835	11915
17.5	11955	12115	11860	11970
20	11970	12090	11915	12008
22.5	11970	12110	11930	12045
25	12010	12105	11935	12015
27.5	12000	12175	11905	12025
30	12010	12215	11960	12085
32.5	12045	12200	12010	12155
35	12040	12160	12030	12140
37.5	12090	12205	12060	12165

※ 距離は水叩き始端から

単位: WL. m

距 離	左岸導流壁沿		水叩き中心線上	
	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位
40 (m)	12060	12170	12045	12150
42.5	12005	12160	12015	12105
45	12018	12165	12030	12140
47.5	12005	12140	12000	12095
50	11935	12040	11935	12015
52.5	11895	12025	11900	11980
55	11810	11910	11815	11870
57.5	11715	11790	11685	11765
60	11525	11665	11550	11660
62.5	11620	11740	11615	11735
65	11635	11765	11685	11785
67.5	11685	11805	11690	11780
70	11695	11785	11685	11800
72.5	11640	11765	11665	11765
75	11725	11810	11715	11810
77.5	11675	11825	11695	11800
80	11720	11790	11715	11785
82.5	11715	11775	11720	11775
85	11730	11765	11735	11770
87.5	11735	11795	11745	11755
90	11720	11755	11715	11770
92.5	11735	11770	11745	11785
95	11755	11785	11755	11790

表-21 最良案減勢工の水面形値

Q=900m³/s

距 離	左岸導流壁沿		水叩き中心線上	
	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位
-20 (m)				
-17.5				
-15				
-12.5				
-10	108.73	109.58	112.30	112.45
-7.5	109.68	110.35	110.98	111.22
-5	109.60	109.85	110.45	111.25
-2.5	110.20	111.10	110.40	111.40
0	112.25	113.40	109.85	111.50
2.5	113.00	113.95	111.50	112.65
5.0	114.95	115.95	111.70	112.70
7.5	115.25	116.90	111.00	112.70
10	116.40	118.10	112.65	113.50
12.5	117.30	118.60	112.70	113.70
15	118.45	119.90	114.40	117.40
17.5	118.55	120.15	116.70	118.50
20	119.40	120.75	116.80	119.75
22.5	121.00	122.45	119.05	120.65
25	121.15	123.30	120.40	122.80
27.5	121.65	123.15	120.80	122.05
30	122.05	123.40	120.30	121.15
32.5	122.40	124.15	121.45	122.75
35	123.45	124.45	121.80	123.25
37.5	123.10	124.75	122.10	123.85

※ 距離は水叩き始端から
単位: W.L. m

距 離	左岸導流壁沿		水叩き中心線上	
	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位
40 (m)	123.20	124.85	122.45	124.00
42.5	123.25	124.90	122.90	124.20
45	123.30	125.05	122.95	124.05
47.5	123.40	125.15	123.00	123.90
50	123.15	124.80	122.60	123.55
52.5	122.90	124.45	122.20	123.20
55	122.30	124.70	121.60	122.65
57.5	121.60	123.00	121.15	122.15
60	121.00	122.20	120.60	121.30
62.5	120.25	121.40	119.90	120.45
65	119.50	120.45	119.60	119.15
67.5	118.50	119.40	118.40	120.05
70	119.70	120.60	118.40	119.45
72.5	119.40	121.45	119.90	120.15
75	120.35	121.90	120.10	121.85
77.5	120.60	123.00	121.20	122.90
80	122.00	123.40	121.90	122.95
82.5	122.55	123.70	122.25	123.70
85	121.60	122.85	121.70	122.95
87.5	121.00	121.95	120.55	122.30
90	120.60	121.25	121.60	123.40
92.5	120.50	121.10	120.70	121.30
95	120.75	121.15	120.40	121.00

表-22 最良案減勢工の水面形値

Q=1300^{m³/s}

距 離	左 岸 導 流 壁 沿		水 叩 き 中 心 線 上	
	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位
-20 (m)				
-17.5	11573	11590	12090	12160
-15	11590	11450	11865	11920
-12.5	11515	11390	11615	11635
-10	11410	11565	11405	11450
-7.5	11215	11405	11390	11425
-5	11270	11380	11365	11490
-2.5	11375	11475	11315	11435
0	11490	11620	11390	11510
2.5	11635	11855	11455	11560
5.0	11795	11970	11580	11745
7.5	11840	11960	11760	12020
10	11970	12095	11825	12065
12.5	12035	12230	12000	12185
15	12185	12460	11985	12220
17.5	12255	12495	12110	12320
20	12270	12550	12200	12440
22.5	12320	12585	12360	12490
25	12390	12640	12375	12515
27.5	12450	12655	12315	12610
30	12005	12680	12500	12635
32.5	12625	12835	12485	12685
35	12625	12835	12545	12705
37.5	12620	12840	12600	12755

※ 距離は水叩き始端から
単位: WL. m

距 離	左 岸 導 流 壁 沿		水 叩 き 中 心 線 上	
	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位
40 (m)	12625	12805	12630	12745
42.5	12630	12770	12660	12755
45	12640	12765	12600	12750
47.5	12655	12760	12600	12750
50	12615	12725	12640	12740
52.5	12575	12690	12620	12735
55	12550	12675	12555	12650
57.5	12530	12665	12490	12565
60	12500	12620	12420	12500
62.5	12470	12575	12340	12435
65	12370	12485	12315	12395
67.5	12275	12405	12290	12355
70	12225	12320	12220	12285
72.5	12170	12235	12135	12215
75	12165	12260	12110	12255
77.5	12205	12300	12255	12385
80	12345	12435	12300	12445
82.5	12375	12535	12395	12510
85	12445	12590	12510	12585
87.5	12415	12490	12520	12625
90	12420	12475	12550	12615
92.5	12395	12515	12460	12570
95	12410	12495	12470	12570

放流量 150 m³/sec

シル前面 からの 追加距離	左 岸 側		中心線上		右 岸 側	
	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位
0 (m)	116.85	117.10	116.94	117.08	116.85	117.10
2.5	116.24	116.34	116.14	116.32	116.24	116.34
5.0	114.85	114.99	114.63	114.85	114.85	114.99
7.5	111.70	112.01	111.85	112.08	111.70	112.01
10.0	108.70	109.13	108.85	109.09	108.70	109.13
12.5	108.85	109.30	108.88	109.30	108.85	109.30
17.5	109.70	110.18	109.55	110.25	109.70	110.18
22.5	110.50	110.90	110.35	111.00	110.50	110.90
30.0	111.30	111.75	111.00	111.50	111.30	111.75
47.9	111.00	111.75	111.15	111.45	111.30	111.70
58.3	111.20	111.80	111.15	111.45	111.15	111.85
68.7	111.30	111.90	111.30	111.85	111.10	111.40
79.1	111.32	111.92	110.97	111.37	111.07	111.87
89.5	110.62	111.07	111.02	111.22	111.32	111.92
104.7	109.37	109.92	108.97	109.17	108.67	108.87
128.2	106.37	106.57	106.17	106.37	107.22	107.52
140.1	105.37	105.57	106.97	107.42	106.52	106.87
150.3	104.72	104.97	104.72	104.92	106.07	106.27
170.8	105.87	106.32	105.82	106.12	106.18	106.22
191.3	106.72	107.27	105.97	106.22	105.57	105.92

放流量 200 m³/sec

シル前面 からの 追加距離	左 岸 側		中心線上		右 岸 側	
	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位
0 (m)	116.85	117.10	116.94	117.08	116.85	117.10
2.5	116.24	116.35	116.14	116.32	116.24	116.35
5.0	114.85	114.99	114.63	114.85	114.85	114.99
7.5	111.70	112.01	111.85	112.08	111.70	112.01
10.0	108.70	109.13	108.85	109.09	108.70	109.13
12.5	108.85	109.30	108.88	109.30	108.85	109.30
17.5	109.70	110.18	109.55	110.25	109.70	110.18
22.5	110.50	110.90	110.35	111.00	110.50	110.90
30.0	111.30	111.75	111.00	111.50	111.30	111.75
47.9	112.30	112.60	112.10	112.55	112.15	112.45
58.3	112.30	112.85	112.15	112.50	112.35	112.70
68.7	112.20	112.85	112.00	112.35	112.25	113.15
79.1	112.62	113.32	112.67	112.52	111.97	112.72
89.5	111.57	112.17	111.97	112.52	112.22	113.47
104.7	109.87	110.77	109.72	110.67	109.27	109.52
128.2	106.67	106.87	106.77	106.97	108.17	108.62
140.1	105.52	105.97	107.52	107.82	107.52	108.22
150.3	104.77	105.22	105.02	105.22	106.32	106.72
170.8	106.17	106.67	106.37	106.72	106.52	106.97
191.3	107.52	108.02	106.72	107.22	106.67	107.12

表-23 河道部の水面形値(最良案)

放流量 450 m³/sec

シル前面 より距離	左岸側		中心線上		右岸側	
	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位
0 (m)	119.10	119.95	119.30	119.90	119.10	119.95
2.5	118.30	119.20	118.35	119.20	118.30	119.20
5.0	117.05	117.80	117.15	117.75	117.05	117.80
7.5	115.35	116.20	114.90	115.50	115.35	116.20
10.0	115.35	116.45	114.40	115.35	115.35	116.45
12.5	115.60	116.65	115.40	116.60	115.60	116.65
17.5	115.50	116.60	115.35	116.30	115.50	116.60
22.5	116.15	116.75	115.80	116.45	116.15	116.75
30.0	116.00	116.65	115.95	117.05	116.00	116.65
47.9	116.25	117.20	116.40	117.00	116.35	117.10
58.3	116.50	117.35	116.50	116.95	116.70	117.40
68.7	116.80	117.60	116.45	116.85	116.55	117.45
79.1	116.57	117.97	116.27	116.72	116.22	117.92
89.5	115.57	117.57	116.12	116.77	116.42	117.87
104.7	113.22	114.12	113.57	114.17	113.02	113.87
128.2	109.77	110.37	109.37	109.77	110.72	111.52
140.1	107.57	108.02	108.92	109.32	111.72	112.52
150.3	105.12	105.47	106.27	106.67	108.77	109.42
170.8	109.67	110.27	109.02	109.02	108.82	109.62
191.3	108.37	109.07	108.12	108.12	108.22	108.87

放流量 900 m³/sec

シル前面 より距離	左岸側		中心線上		右岸側	
	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位
0 (m)	123.25	124.50	122.50	124.20	123.25	124.50
2.5	122.15	123.60	122.00	123.40	122.15	123.60
5.0	121.20	122.75	121.40	122.35	121.20	122.75
7.5	120.85	122.05	120.90	121.95	120.85	122.05
10.0	120.30	121.40	120.20	121.45	120.30	121.40
12.5	119.45	121.55	119.30	120.95	119.45	121.55
17.5	118.85	121.60	118.30	120.35	118.85	121.60
22.5	121.25	122.90	120.00	121.60	121.25	122.90
30.0	121.35	124.00	121.40	123.60	121.35	124.00
47.9	120.25	121.30	120.50	121.85	121.20	123.25
58.3	120.30	122.05	121.25	123.00	120.90	122.40
68.7	121.00	122.45	121.00	122.10	121.55	123.30
79.1	120.02	121.27	120.57	121.87	120.32	121.72
89.5	118.12	118.87	120.32	121.32	120.67	122.47
104.7	116.62	117.37	118.02	119.02	117.72	119.37
128.2	113.37	115.32	112.52	113.17	114.17	115.32
140.1	111.47	112.67	110.82	111.22	115.02	116.27
150.3	106.67	107.27	107.02	107.52	111.07	111.77
170.8	112.57	113.47	111.77	112.72	110.62	111.27
191.3	109.52	110.37	109.62	110.07	111.07	111.67

表-24 河道部の水面形値(最良案)

放流量 1.300 m³/sec

シル前面 からの 追加距離	左 岸 側		中心線上		右 岸 側	
	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位
0 (m)	126.95	128.10	126.15	127.20	126.95	128.10
2.5	126.05	127.80	125.85	127.10	126.05	127.80
5.0	125.85	127.25	125.65	127.00	125.85	127.25
7.5	125.55	127.00	124.90	126.85	125.55	127.00
10.0	125.35	126.75	124.55	126.10	125.35	126.75
12.5	123.80	125.90	123.25	124.80	123.80	125.90
17.5	122.75	124.40	121.95	123.00	122.75	124.40
22.5	121.50	123.30	121.00	123.50	121.50	123.30
30.0	123.20	125.15	122.90	125.25	123.20	125.15
47.9	123.80	125.90	124.30	125.65	124.95	127.00
58.3	123.85	126.05	124.10	125.40	125.05	126.80
68.7	124.75	125.75	124.55	125.55	125.35	126.75
79.1	124.27	125.62	124.02	125.12	124.17	125.72
89.5	120.52	121.97	123.82	125.37	123.72	125.27
104.7	120.37	121.97	121.62	122.77	120.72	122.27
128.2	116.12	117.17	115.02	115.72	115.62	116.52
140.1	113.87	114.92	112.92	113.22	117.52	118.62
150.3	108.27	109.17	108.52	109.02	115.37	116.57
170.8	114.57	115.42	112.52	114.22	112.37	113.52
191.3	111.67	112.47	111.72	112.72	112.27	113.37

表-25 河道部の水面形値（最良案）

表-26 河道部の横断水面形値

最良案副ダム設置

 $Q = 150 m^3/s$

単位: WL, m

	左岸沿		河心		右岸沿	
	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位
10断面	111.20	111.80	111.15	111.45	111.15	111.85
12	111.32	111.92	110.97	111.37	111.07	111.87
14	109.37	109.92	108.97	109.17	108.76	108.87
15	106.37	106.57	106.17	106.37	107.22	107.52
17	105.87	106.32	105.82	106.12	106.18	106.22
18	106.72	107.27	105.97	106.22	105.57	105.92

 $Q = 200 m^3/s$

	左岸沿		河心		右岸沿	
	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位
10断面	112.30	112.85	112.15	112.50	112.35	112.70
12	112.62	113.32	112.67	112.52	111.97	112.72
14	109.87	110.77	109.72	110.07	109.27	109.52
15	106.67	106.87	106.77	106.97	108.17	108.62
17	106.17	106.67	106.37	106.72	106.52	106.97
18	107.52	108.02	106.72	107.22	106.67	107.12

 $Q = 450 m^3/s$

	左岸沿		河心		右岸沿	
	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位
10断面	116.50	117.35	116.50	116.95	116.70	117.40
12	116.57	117.97	116.27	116.72	116.22	117.92
14	113.22	114.12	113.57	114.17	113.02	113.87
15	109.77	110.37	109.37	109.77	110.72	111.52
17	109.67	110.27	109.02	109.57	108.82	109.62
18	108.37	109.07	108.12	108.32	108.22	108.87

表-27 河道部の横断水面形値

最良案副ダム設置

$Q = 900 m^3/s$

単位: WL, m

	左 岸 沿		河 心		右 岸 沿	
	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位
10 断面	120.30	122.05	121.25	123.00	120.90	122.40
12	120.12	121.27	120.57	121.87	120.32	121.72
14	116.62	117.37	118.02	119.02	117.72	119.37
15	113.37	115.32	112.52	113.17	114.17	115.32
17	112.57	113.47	111.77	112.72	110.62	111.27
18	109.52	110.37	109.62	110.07	111.07	111.67

$Q = 1300 m^3/s$

	左 岸 沿		河 心		右 岸 沿	
	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位
10 断面	123.85	126.05	124.10	125.40	123.85	126.05
12	124.27	125.62	124.02	125.12	124.27	125.62
14	120.37	121.97	121.62	122.77	120.37	121.97
15	116.12	117.17	115.02	115.72	116.12	117.17
17	114.57	115.42	112.52	114.22	114.57	115.42
18	111.67	112.47	111.72	112.72	111.67	112.47

表-28 貯水池水位～流量関係表 (A案)

ゲート開度: 0.4 m

貯水位(EL)	流量(m ³ /s)
150.0	—
155.0	—
160.0	24.46
165.0	27.08
170.0	29.28
175.0	31.16
180.0	32.82
185.0	34.11

0.8 m

貯水位	流 量
150.0	31.20
155.0	38.49
160.0	42.30
165.0	48.94
170.0	52.83
175.0	55.05
180.0	61.09
185.0	64.64

1.2 m

貯水位	流 量
150.0	42.44
155.0	52.96
160.0	60.39
165.0	68.75
170.0	75.82
175.0	81.77
180.0	87.36
185.0	92.19

1.6 m

貯水位	流 量
150.0	52.67
155.0	66.04
160.0	77.76
165.0	88.66
170.0	97.97
175.0	106.23
180.0	113.35
185.0	120.62

ゲート開度: 2.0 m

貯水位	流 量
150.0	63.33
155.0	81.25
160.0	94.66
165.0	108.13
170.0	118.81
175.0	128.19
180.0	138.01
185.0	148.49

2.4 m

貯水位	流 量
150.0	74.26
155.0	95.37
160.0	111.92
165.0	127.48
170.0	140.78
175.0	153.65
180.0	164.46
185.0	175.51

2.8 m

貯水位	流 量
150.0	84.83
155.0	110.74
160.0	130.59
165.0	148.49
170.0	165.54
175.0	178.74
180.0	193.85
185.0	206.49

3.2 m

貯水位	流 量
150.0	94.33
155.0	123.54
160.0	148.61
165.0	170.03
170.0	188.03
175.0	204.73
180.0	218.50
185.0	234.56

ゲート開度: 3.6 m

貯水位	流 量
150.0	106.11
155.0	141.11
160.0	169.81
165.0	193.43
170.0	215.16
175.0	234.65
180.0	254.20
185.0	269.58

4.0 m

貯水位	流 量
150.0	120.03
155.0	161.92
160.0	194.95
165.0	221.73
170.0	247.13
175.0	271.89
180.0	293.20
185.0	312.85

全開

貯水位	流 量
150.0	148.91
155.0	208.20
160.0	253.62
165.0	291.89
170.0	324.25
175.0	357.44
180.0	385.35
185.0	411.59

表-29 貯水池水位～流量関係表 (B案)

ゲート開度: 0.4 m

貯水位(EL)	流量(m ³ /s)
150.0	—
160.0	—
170.0	27.56
180.0	30.53
185.0	33.98

0.8 m

貯水位	流 量
150.0	30.03
160.0	43.48
170.0	53.70
180.0	62.52
185.0	66.20

1.2 m

貯水位	流 量
150.0	41.80
160.0	61.57
170.0	75.79
180.0	89.14
185.0	93.81

1.6 m

貯水位	流 量
150.0	52.87
160.0	78.13
170.0	98.00
180.0	114.39
185.0	120.62

ゲート開度: 2.0 m

貯水位	流 量
150.0	65.24
160.0	95.26
170.0	121.60
180.0	141.81
185.0	148.49

2.4 m

貯水位	流 量
150.0	77.14
160.0	113.55
170.0	142.43
180.0	165.83
185.0	177.29

2.8 m

貯水位	流 量
150.0	82.12
160.0	130.57
170.0	163.01
180.0	192.66
185.0	206.79

3.2 m

貯水位	流 量
150.0	94.72
160.0	149.54
170.0	186.28
180.0	219.10
185.0	235.05

ゲート開度: 3.6 m

貯水位	流 量
150.0	105.25
160.0	170.00
170.0	216.00
180.0	253.12
185.0	271.12

4.0 m

貯水位	流 量
150.0	123.24
160.0	199.13
170.0	255.01
180.0	300.69
185.0	320.56

全開

貯水位	流 量
150.0	147.15
160.0	250.62
170.0	320.94
180.0	380.81
185.0	405.94

表-30 放水管流量係数表 (ゲート全開時)

(1) A案放水管

貯水位 E.L (m)	放水管出口中 心からの水深	流量 $Q (m^3/s)$	流量係数 C_o	H_o/D_n
150.00	6.955	148.91	0.780	1.54
155.00	11.955	208.20	0.820	2.65
160.00	16.955	253.62	0.839	3.75
165.00	21.955	291.89	0.848	4.86
170.00	26.955	324.25	0.850	5.97
175.00	31.955	357.44	0.861	7.08
180.00	36.955	385.35	0.863	8.19
185.00	41.955	411.59	0.865	9.30

(2) B案放水管

貯水位 E.L (m)	放水管出口中 心からの水深	流量 $Q (m^3/s)$	流量係数 C_o	H_o/D_n
150.00	6.955	147.15	0.773	1.54
160.00	16.955	250.62	0.843	3.75
170.00	26.955	320.94	0.866	5.97
180.00	36.955	380.81	0.852	8.19
185.00	41.955	405.94	0.868	9.30

注 ① 放水管中心は敷面に垂直な断面を出口断面とした場合の中心高とする。
(E.L. 143.24m)

② D_n は出口断面の高さとする。 ($D_n = 4.511m$)

表-31 放流管内のピエゾ水頭値 (A案)

ゲート全開時							
	No	測定位置 標高	貯水位1550m	貯水位 170.0m		貯水位 184.5m	
			最高	最高	最低	最高	最低
上 面	0	150.13	154.17	168.37	168.24	166.82	—
	1	149.41	153.72	167.24	167.17	167.82	167.74
	2	149.02	153.57	166.87	166.82	179.74	179.67
	3	148.68	153.17	165.87	165.82	178.67	178.47
	4	148.38	152.69	164.64	164.59	176.27	175.97
	5	148.11	152.12	163.32	163.27	174.09	173.87
	6	147.85	151.49	161.84	161.79	171.79	171.67
	7	147.61	150.87	160.37	160.34	167.77	167.72
	8	147.39	150.34	159.09	159.07	167.37	—
	9	147.18	149.87	157.99	157.97	165.74	165.72
	11	146.94	149.07	155.94	155.92	162.27	162.24
	12	146.74	148.72	155.04	155.02	161.07	161.04
	13	146.54	148.29	153.99	153.97	159.29	—
	14	146.34	147.84	152.99	152.97	157.59	—
	15	146.14	147.44	151.97	151.94	156.19	—
	16	145.94	146.99	150.94	150.92	154.57	—
	17	145.74	146.57	149.69	149.67	152.47	—
上 隅	0	150.13	154.59	168.37	168.24	182.92	—
	1	149.41	153.74	167.24	167.17	180.02	179.62
	2	149.02	153.47	166.44	166.39	178.84	178.49
	3	148.68	153.19	165.62	165.56	178.27	178.14
	4	148.38	152.69	164.44	164.39	176.22	175.72
	5	148.11	152.17	163.19	163.14	174.12	173.92
	6	147.85	151.64	162.04	161.99	171.99	171.92
	7	147.61	151.04	160.49	160.47	169.57	169.52
	8	147.39	150.32	158.74	158.69	166.72	166.64
	9	147.18	149.17	155.94	155.92	162.49	162.44
	11	146.94	148.77	155.24	155.22	161.34	161.29
	12	146.74	148.59	154.77	154.74	160.29	160.24
	13	146.54	148.24	153.84	153.82	158.87	158.79
	14	146.34	147.89	152.87	152.82	157.44	—
	15	146.14	147.42	151.92	151.84	156.07	156.04
	16	145.94	147.09	150.89	150.84	154.44	154.34
	17	145.74	146.54	149.24	149.22	152.04	151.92
	18	145.54	146.12	148.19	—	150.37	150.32
側 面	1	145.76	152.54	162.52	162.44	167.62	—
	2	145.61	152.47	163.49	162.44	174.44	174.27
	3	145.46	152.24	163.77	163.64	174.79	174.59
	4	145.31	151.82	163.32	163.27	172.12	172.07
	5	145.01	151.37	162.37	162.29	168.39	168.34
	6	144.86	150.87	161.19	161.12	167.82	167.79
	7	144.71	150.07	159.84	159.79	169.07	169.04
	8	144.56	149.07	157.94	157.89	165.67	165.64
	9	144.41	147.87	155.29	155.24	161.44	161.39
	11	144.23	148.02	152.52	152.47	156.94	156.92
	12	144.08	147.84	152.92	152.87	157.64	157.62
	13	143.93	147.49	152.57	152.52	157.12	157.09
	14	143.78	147.19	151.54	151.52	155.49	155.44
	15	143.63	146.87	151.07	151.04	154.79	154.77
	16	143.48	146.59	150.14	150.12	153.29	153.27
	17	143.33	146.24	149.49	149.47	152.19	152.17
	18	143.18	146.19	148.87	148.84	151.24	151.22
	19	143.03	145.67	148.24	148.22	150.19	150.14
	20	143.00	—	147.34	147.31	148.84	148.82

表-32 放水管内のピエゾ水頭値 (A案)

ゲート全開時

	No	測定水位	貯水位155.0m	貯水位 170.0m		貯水位 184.5m	
		標高	最高	最高	最低	最高	最低
下 面	0	141.39	153.12	155.39	155.27	169.09	
	1	141.81	150.09	157.49	157.39	165.14	165.04
	2	141.91	149.94	156.99	156.92	164.29	164.12
	3	141.94	150.22	157.84	157.77	165.37	165.32
	4	141.94	150.04	157.57		164.82	164.77
	5	141.92	149.59	156.42		162.99	162.94
	6	141.87	148.99	155.14		161.07	161.02
	7	141.73	148.26	153.29		158.19	158.12
	8	141.64	147.32	150.87	150.82	154.37	154.32
	9	141.52	147.04	150.12	150.10	153.32	153.27
	11	141.42	147.22	150.69	150.64	154.14	154.09
	12	141.32	147.27	150.89	150.87	152.99	152.97
	13	141.22	147.19	150.74	150.72	154.17	154.14
	14	141.12	146.97	150.24	150.22	153.37	153.34
	15	141.02	146.72	149.62		152.37	152.34
	16	140.92	146.44	149.04		151.54	151.52
	17	140.82	146.14	148.24		150.49	150.47
	18	140.72	145.92	147.87		149.82	149.79
	19	140.60	145.72	147.34		149.07	149.04
	20	140.50	145.34	146.62		147.82	
	21	140.40	144.99	145.87		146.67	
	22		144.74	145.47		146.14	
下 面	0	141.39	152.37	163.74	163.59	174.17	173.16
	1	141.81	150.49	158.62	158.54	166.59	166.07
	2	141.91	150.39	158.84	158.77	167.07	166.64
	3	141.94	150.49	158.92	158.87	166.99	166.94
	4	141.94	150.24	158.14	158.12	165.74	165.62
	5	141.92	149.84	157.19		164.27	164.19
	6	141.87	149.17	155.57		161.74	161.19
	7	141.73	148.54	154.17		159.57	159.54
	8	141.64	148.17	152.99		157.39	157.37
	9	141.52	147.87	152.44		156.64	157.62
	11	141.42	147.59	151.87		155.82	155.79
	12	141.32	147.42	151.39		154.99	154.97
	13	141.22	147.14	150.72		153.92	153.89
	14	141.12	146.99	150.34		153.49	153.47
	15	141.02	145.92	150.24		153.09	153.07
	16	140.92	146.39	148.84		151.19	151.17
	17	140.82	146.07	148.07		150.04	150.02
	18	140.72	145.99	148.12		150.14	150.12
	19	140.60	145.69	147.44		149.04	149.02
	20	140.50	145.37	146.67		147.89	
	21	140.40	145.19	146.49		147.49	
	22		144.87	145.82		146.52	

表-33 開水路部底面のピエゾ水頭値 (A案)

ゲート全開時							
	No	測定位置 標高	貯水位155.0m	貯水位 170.0m		貯水位 184.5m	
			最高	最高	最低	最高	最低
下 中 央	1	140.03	143.99	143.82		143.69	
	2	139.82	143.44	142.94		142.44	
	3	139.58	142.69	141.54		140.37	
	4	139.34	142.24	141.07		139.82	
	5	139.08	142.14	141.09		139.99	
	6	138.80	141.94	141.04		140.14	
	7	138.52	141.24	140.19		139.09	
	8	138.22	140.94	139.87		138.69	
	9	137.91	140.54	139.49		138.29	
	10	137.59	140.29	139.37		138.29	
	11	137.25	139.99	139.17		138.27	
	12	136.90	139.29	138.14		136.84	
	13	136.54	139.17	138.37		137.44	
	14	136.16	138.64	137.84		136.87	
	15	135.77	137.49	137.19		136.12	
	16	135.37	136.77	136.47		135.29	
	17	134.96	136.37	135.72		134.44	
	18	134.53	136.12	135.39		134.14	
	19	134.09	135.74	135.34		134.34	
	20	133.63	135.59	135.02		134.12	
	21	133.17	134.74	135.02		134.29	
	22	132.69	133.99	134.09		133.24	
	23	132.19	133.74	133.22		132.32	
	24	131.69	133.02	133.22		132.49	
	25	131.17	132.22	132.37		131.59	
	26	130.63	131.44	131.64		130.97	
	27	130.09	130.24	130.97		130.27	
	28	129.53		129.69		128.92	
下 隅	1	140.03	143.64	143.69		143.29	
	2	139.82	142.99	142.24		141.62	
	3	139.58	142.39	141.34		140.17	
	4	139.34	141.94	140.51		139.44	
	5	139.08	141.79	140.79		139.74	
	6	138.80	141.39	140.49		139.47	
	7	138.52	140.94	139.84		138.72	
	8	138.22	140.69	139.89		139.04	
	9	137.91	140.14	139.07		138.07	
	10	137.59	139.97	138.87		137.87	
	11	137.25	139.54	138.52		137.49	
	12	136.90	139.19	138.29		137.37	
	13	136.54	138.79	137.87		136.89	
	14	136.16	138.32	137.47		136.42	
	15	135.77	138.17	137.19		136.07	
	16	135.37	137.72	136.72		135.62	
	17	134.96	137.27	136.27		135.29	
	18	134.53	136.87	135.99		135.07	
	19	134.09	136.22	135.29		134.32	
	20	133.63	135.82	134.94		134.29	
	21	133.17	135.49	134.77		134.02	
	22	132.69	134.87	134.17		133.42	
	23	132.19	134.12	133.27		132.24	
	24	131.69	133.62	132.87		132.07	
	25	131.17	132.84	132.04		131.24	
	26	130.63	132.32	131.67		130.99	
	27	130.09	131.62	131.07		130.62	
	28	129.53	130.62	130.24		129.84	

表-34 放水管内のピエゾ水頭値 (B案)

ゲート全開度							
	No	測定位置 標 高	貯水位155.0m	貯 水 位	170.0m	貯 水 位	184.5m
			最 高	最 高	最 低	最 高	最 低
上 面	0	150.13	153.88	167.43		180.28	180.18
	1	149.41	153.75	167.23		180.38	180.28
	2	149.02	153.50	166.68		179.60	179.53
	3	148.68	153.15	165.88		178.15	178.08
	4	148.38	152.68	164.75		176.50	176.45
	5	148.11	152.13	163.40		174.25	174.13
	6	147.85	151.55	161.88		171.70	171.63
	7	147.61	150.78	160.13		169.20	169.15
	8	147.39	150.18	158.55		166.50	
	9	147.18	149.55	157.10		164.38	
	11	146.94	149.10	155.90		162.45	
	12	146.74	148.63	154.73		160.63	
	13	146.54	148.15	153.78		159.08	
	14	146.34	147.70	152.73		157.25	
	15	146.14	147.40	151.63		155.50	
	16	145.94	147.00	150.58		154.08	
	17	145.74	146.55	149.58		152.33	
上 隅	0	150.04	154.43	168.83		182.50	181.38
	1	149.31	153.88	167.58		180.63	180.50
	2	148.91	153.45	166.55		179.00	178.90
	3	148.57	152.45	163.65	163.55	166.88	166.80
	4	148.27	152.70	164.70		176.10	176.03
	5	147.99	152.20	163.40		174.25	
	6	147.73	151.63	162.00		171.90	171.83
	7	147.48	150.78	159.70		168.35	168.33
	8	147.25	149.70	157.22		164.50	
	9	147.04	148.80	155.10	155.08	161.15	
	11	146.79	148.65	154.80		160.65	
	12	146.59	148.48	154.25		159.80	
	13	146.39	148.08	153.33		158.03	
	14	146.19	147.63	152.38		156.83	
	15	145.99	147.40	151.35		154.80	
	16	145.79	146.90	150.08	150.05	152.58	
	17	145.59	147.70	149.00		151.45	
	18	145.39	145.75	147.25	147.15	147.63	
測 面	1	145.76	152.63	164.63	164.38	175.05	174.90
	2	145.61	152.43	164.03		174.90	174.78
	3	145.46	152.30	163.83		174.93	174.80
	4	145.31	152.00	163.03		173.55	173.50
	5	145.16	151.58	162.05	161.95	171.93	171.85
	6	145.01	151.05	160.60		169.90	169.85
	7	144.86	150.38	158.98		167.30	167.28
	8	144.71	149.88	157.68		165.38	165.35
	9	144.56	149.13	155.93		162.60	162.55
	11	144.41	148.03	153.03	152.95	157.75	157.73
	12	144.23	147.35	151.18		155.30	155.23
	13	144.08	147.40	151.50		155.80	155.75
	14	143.93	147.20	150.83		154.75	154.68
	15	143.78	146.95	150.08		153.33	153.30
	16	143.63	146.68	149.88	149.63	152.75	152.68
	17	143.48	146.35	148.78		151.40	151.33
	18	143.33	146.08	147.95		150.05	150.00
	19	143.18	145.85	147.43		149.33	
	20	143.03	145.55	146.63		148.08	148.00
	21	143.00	145.40	146.75	146.63	148.00	147.90

表-35 放水管内のピエゾ水頭値 (B案)

ゲート全開度

	No	測定位置 標 高	貯水位155.0m	貯 水 位	170.0m	貯 水 位	184.5m
			最 高	最 高	最 低	最 高	最 低
下 隅	0	141.48	153.50	166.93	166.75	179.68	179.45
	1	141.91	150.35	159.10		166.70	166.55
	2	142.01	150.08	158.38		165.88	165.83
	3	142.05	150.13	158.50		166.45	166.35
	4	142.05	149.90	157.88	157.78	165.38	165.23
	5	142.03	149.43	156.60		163.50	163.35
	6	141.99	148.93	155.13		161.43	161.13
	7	141.94	148.13	153.25		158.35	158.30
	8	141.87	146.75	145.91		152.68	
	9	141.79	145.45	146.25	146.20	146.68	
	11	141.66	146.43	149.13		151.43	
	12	141.55	146.78	150.00		152.85	
	13	141.44	146.73	149.60		152.45	152.35
	14	141.32	146.55	149.15		151.75	151.63
	15	141.21	146.33	148.80	148.75	151.13	151.05
	16	141.10	146.12	148.65		150.75	150.58
	17	141.99	145.88	147.95		149.55	149.43
	18	140.88	145.70	147.63		148.83	148.77
	19	140.77	145.55	147.28		148.43	148.30
	20	140.75	145.38	147.08		148.23	148.13
	21	140.64	145.15	146.55		147.45	
	22	140.53	144.93	146.68	146.13	146.70	
下 面	0	141.39	151.70	162.95	162.70	172.93	172.73
	1	141.81	150.30	159.20	159.05	167.18	167.10
	2	141.91	150.05	158.65	158.50	166.33	166.30
	3	141.94	150.25	159.05	158.95	167.08	
	4	141.94	149.95	158.23		165.75	
	5	141.92	149.35	156.90		163.70	
	6	141.87	148.90	155.48		161.35	
	7	141.73	148.10	153.20		157.83	
	8	141.64	147.45	151.80		155.55	
	9	141.52	147.10	152.28	151.20	154.83	
	11	141.42	147.03	151.08		154.80	154.75
	12	141.32	146.95	150.78		153.75	
	13	141.22	146.83	150.33		153.60	153.55
	14	141.12	146.65	149.85		152.83	152.80
	15	141.02	146.65	149.40	149.33	152.10	152.03
	16	141.92	146.15	148.75		151.18	151.15
	17	140.82	145.83	148.03		150.10	
	18	140.72	145.68	147.60		149.50	
	19	140.60	145.43	147.08		148.75	
	20	140.50	145.33	146.80		147.75	
	21	140.40	145.13	146.48		146.75	
	22		144.98	146.33	146.20	147.55	

表-36 開水路部底面のピエゾ水頭値 (B案)

ゲート全開時							
	断面	測定位置 標高	貯水位155.0m	貯水位 170.0m		貯水位 184.5m	
			最高	最高	最低	最高	最低
下 中 央	1	140.03	143.90	143.77		143.65	
	2	139.82	143.32	142.92		142.40	
	3	139.58	142.70	141.65		140.57	
	4	139.34	142.25	141.12		139.97	
	5	139.08	142.07	141.02		140.05	
	6	138.80	141.90	141.12		140.30	
	7	138.52	141.22	140.22		138.97	
	8	138.22	140.90	139.87		138.77	
	9	137.91	140.50	139.55		138.40	
	10	137.59	140.20	139.27		138.37	
	11	137.25	139.90	139.00		138.32	
	12	136.90	139.07	137.82		136.65	
	13	136.54	139.00	138.27		137.45	
	14	136.16	138.57	137.82		136.95	
	15	135.77	138.00	137.22		136.42	
	16	135.37	137.45	136.47		135.42	
	17	134.96	136.80	135.75		134.52	
	18	134.53	136.32	135.37		134.37	
	19	134.09	136.05	135.32		134.67	
	20	133.63	135.60	134.90		134.12	
	21	133.17	135.40	135.02		134.37	
	22	132.69	134.65	134.07		133.25	
	23	132.19	133.92	133.15		132.20	
	24	131.69	133.62	133.07		132.45	
	25	131.17	132.87	132.30		131.62	
	26	130.63	132.17	131.62		131.05	
	27	130.09	131.45	130.67		130.47	
	28	129.53	130.10	129.50		129.05	
下 隅	1	140.03	143.58	143.43		143.13	
	2	139.82	142.98	142.40		141.63	
	3	139.58	142.33	141.43		140.20	
	4	139.34	141.88	140.85		139.48	
	5	139.08	141.80	140.93		139.88	
	6	138.80	141.43	140.60		139.77	
	7	138.52	130.75	139.78		138.53	
	8	138.22	130.68	140.00		139.08	
	9	137.91	130.08	139.25		138.13	
	10	137.59	139.80	138.88		137.78	
	11	137.25	139.38	138.50		137.43	
	12	136.90	139.20	138.45		137.40	
	13	136.54	138.70	137.93		136.98	
	14	136.16	138.25	137.55		136.60	
	15	135.77	138.07	137.32		136.32	
	16	135.37	137.62	136.90		135.82	
	17	134.96	137.17	136.52		135.42	
	18	134.53	136.85	136.30		135.37	
	19	134.09	136.22	135.55		134.57	
	20	133.63	135.77	135.15		134.22	
	21	133.17	135.47	135.07		134.25	
	22	132.69	134.85	134.40		133.57	
	23	132.19	134.00	133.37		132.47	
	24	131.69	133.55	133.02		132.27	
	25	131.17	132.82	132.27		131.52	
	26	130.63	132.30	131.82		131.25	
	27	130.09	131.52	131.25		130.70	
	28	129.53	130.52	130.40		130.17	

表-37 放水管開水路部の水面形値 (A案)

ゲート全開時

水位: EL (m)

① W.L. 155.00 m

測点 番号	始点からの 距離	左岸壁沿		中央線沿	
		最高	平均	最高	平均
0	0(m)	144.83	144.83	144.51	144.51
1	2.5	144.31	144.31	143.96	143.96
2	5.0	143.47	143.40	143.30	143.27
3	7.5	142.61	142.56	142.37	142.31
4	10.0	141.88	141.80	141.48	141.45
5	12.5	141.01	140.92	140.60	140.50
6	15.0	140.57	139.87	139.68	139.63
7	17.5	139.15	139.01	138.48	138.38
8	20.0	137.85	137.79	137.39	137.32
9	22.5	136.67	136.53	136.11	136.02
10	25.0	135.29	135.17	134.78	134.69
11	27.5	134.05	133.87	134.18	134.13

② W. L. 184.50 m

測点 番号	始点から 距離	左岸壁沿		中央線沿	
		最高	平均	最高	平均
0	0(m)	145.25	145.25	144.79	144.79
1	2.5	144.51	144.51	144.25	144.25
2	5.0	144.01	144.01	143.39	143.35
3	7.5	142.97	142.97	142.89	142.89
4	10.0	142.24	142.11	142.14	142.07
5	12.5	141.74	141.51	141.03	140.78
6	15.0	140.94	140.41	140.41	140.17
7	17.5	139.98	139.40	139.38	139.12
8	20.0	139.14	138.63	138.20	137.97
9	22.5	137.59	136.86	137.05	136.75
10	25.0	136.53	135.80	135.79	135.57
11	27.5	135.33	134.42	134.05	133.53

表一 38 放水管開水路部の水面形値 (A 案)

ゲート部分開放時

W. L 184.50m

① ゲート開度 4.31m

測点 番号	始点から の距離	左岸壁沿		中央線沿	
		最高	平均	最高	平均
0	0	145.58	145.33	144.48	144.48
1	2.5	145.29	145.12	143.92	143.92
2	5.0	143.83	143.73	143.51	143.42
3	7.5	142.94	142.89	142.35	142.23
4	10.0	142.06	141.76	142.23	141.95
5	12.5	141.42	141.17	141.45	141.08
6	15.0	140.53	140.30	140.02	139.81
7	17.5	139.51	139.35	139.58	139.25
8	20.0	138.44	138.14	138.60	138.29
9	22.5	137.64	137.32	136.70	136.49
10	25.0	136.41	136.00	136.21	135.92
11	27.5	135.08	134.58	135.16	134.84

② ゲート開度 4.11m

測点 番号	始点から の距離	左岸壁沿		中央線沿	
		最高	平均	最高	平均
0	0	144.88	144.17	144.29	144.29
1	2.5	145.06	144.68	143.62	143.62
2	5.0	143.82	143.63	142.76	142.59
3	7.5	142.53	142.47	142.02	141.96
4	10.0	141.97	141.80	141.39	141.27
5	12.5	141.13	141.00	140.61	140.50
6	15.0	140.20	140.00	139.73	139.47
7	17.5	139.27	139.15	138.69	138.18
8	20.0	138.31	138.25	137.73	137.23
9	22.5	137.12	136.91	136.55	136.30
10	25.0	136.13	135.73	136.56	135.24
11	27.5	134.64	134.19	134.98	134.53

③ ゲート開度 3.91m

測点 番号	始点から の距離	左岸壁沿		中央線沿	
		最高	平均	最高	平均
0	0	144.56	144.56	144.19	141.19
1	2.5	144.76	144.73	143.52	143.52
2	5.0	143.52	143.47	142.79	142.62
3	7.5	142.38	142.26	141.94	141.85
4	10.0	141.77	141.60	141.29	141.17
5	12.5	140.95	140.77	140.51	140.40
6	15.0	140.19	139.82	139.54	139.43
7	17.5	139.79	138.98	138.49	138.18
8	20.0	139.27	138.37	137.53	136.63
9	22.5	138.60	137.77	136.06	135.74
10	25.0	137.78	136.02	135.03	134.28
11	27.5	136.87	135.17	134.01	132.95

表-39 放水管開水路部の水面形値 (B案)

ゲート全開時

水位: EL (m)

① WL 155.00m

測点 番号	始点からの 距離	左 岸 壁 沿		中 央 線 沿	
		最 高	平 均	最 高	平 均
0	0m	144.85	144.85	144.62	144.62
1	2.5	144.57	144.57	143.93	143.90
2	5.0	143.64	143.64	142.87	142.80
3	7.5	142.78	142.76	142.06	141.93
4	10.0	142.09	142.02	141.30	141.17
5	12.5	141.05	141.00	140.33	140.24
6	15.0	139.97	139.90	139.53	139.43
7	17.5	138.84	138.74	138.40	138.23
8	20.0	137.67	137.59	137.42	137.13
9	22.5	136.45	136.32	136.10	135.68
10	25.0	135.15	135.05	134.49	134.36
11	27.5	133.79	133.66	132.19	132.05

② WL 184.50m

測点 番号	始点からの 距離	左 岸 壁 沿		中 央 線 沿	
		最 高	平 均	最 高	平 均
0	0m	145.09	145.09	144.84	144.81
1	2.5	145.04	145.04	144.00	143.95
2	5.0	144.58	144.46	143.62	143.27
3	7.5	144.02	143.95	142.67	142.53
4	10.0	143.31	143.20	142.09	141.99
5	12.5	142.51	142.33	141.10	140.83
6	15.0	141.54	141.39	140.18	140.03
7	17.5	140.55	140.45	138.97	138.67
8	20.0	139.50	139.37	138.04	137.51
9	22.5	138.47	138.03	136.85	136.58
10	25.0	137.25	136.99	135.84	135.20
11	27.5	136.09	135.59	133.52	132.78

表一 40 放水管開水路部の水面形値 (B 案)

ゲート部分開放時

W. L 184.50 m

水位: E L(m)

① ゲート開度: 4.31 m

測点 番号	始点から の距離	左岸壁沿		中央線沿	
		最高	平均	最高	平均
0	0	146.17	145.89	144.08	144.08
1	2.5	145.89	145.60	143.35	143.35
2	5.0	144.84	144.73	142.61	142.55
3	7.5	144.13	144.64	141.99	141.91
4	10.0	143.14	142.85	141.24	140.97
5	12.5	142.12	141.87	140.40	140.16
6	15.0	141.14	140.83	139.51	138.99
7	17.5	140.08	139.82	138.41	138.10
8	20.0	138.90	138.62	137.44	137.05
9	22.5	137.81	137.27	136.87	136.08
10	25.0	136.41	135.99	135.29	134.73
11	27.5	135.07	134.57	133.56	132.81

② ゲート開度: 4.11 m

測点 番号	始点から の距離	左岸壁沿		中央線沿	
		最高	平均	最高	平均
0	0	145.33	145.16	143.79	143.79
1	2.5	145.46	145.12	143.10	143.07
2	5.0	144.22	144.03	142.22	142.19
3	7.5	142.97	142.95	141.56	141.57
4	10.0	142.41	142.24	140.89	140.67
5	12.5	141.57	141.44	140.11	140.90
6	15.0	140.27	140.18	139.13	138.88
7	17.5	139.26	139.14	137.99	137.58
8	20.0	138.30	138.24	137.03	136.63
9	22.5	136.93	136.73	135.74	135.56
10	25.0	135.99	135.59	134.76	134.44
11	27.0	134.44	133.99	134.18	133.73

③ ゲート開度 4.41 m

測点 番号	始点から の距離	左岸壁沿		中央線沿	
		最高	平均	最高	平均
0	0	144.39	144.39	145.08	145.02
1	2.5	145.00	144.97	143.86	143.86
2	5.0	144.58	144.48	142.76	142.85
3	7.5	144.25	143.83	142.22	142.17
4	10.0	143.42	143.19	141.52	141.30
5	12.5	142.71	142.56	140.75	140.45
6	15.0	141.91	141.71	139.73	139.53
7	17.5	140.74	140.67	138.64	138.11
8	20.0	140.02	139.64	137.55	137.12
9	22.5	138.59	138.20	136.73	136.15
10	25.0	137.38	135.41	135.50	134.97
11	27.5	135.57	134.80	135.02	134.45

写真-1 模型全景

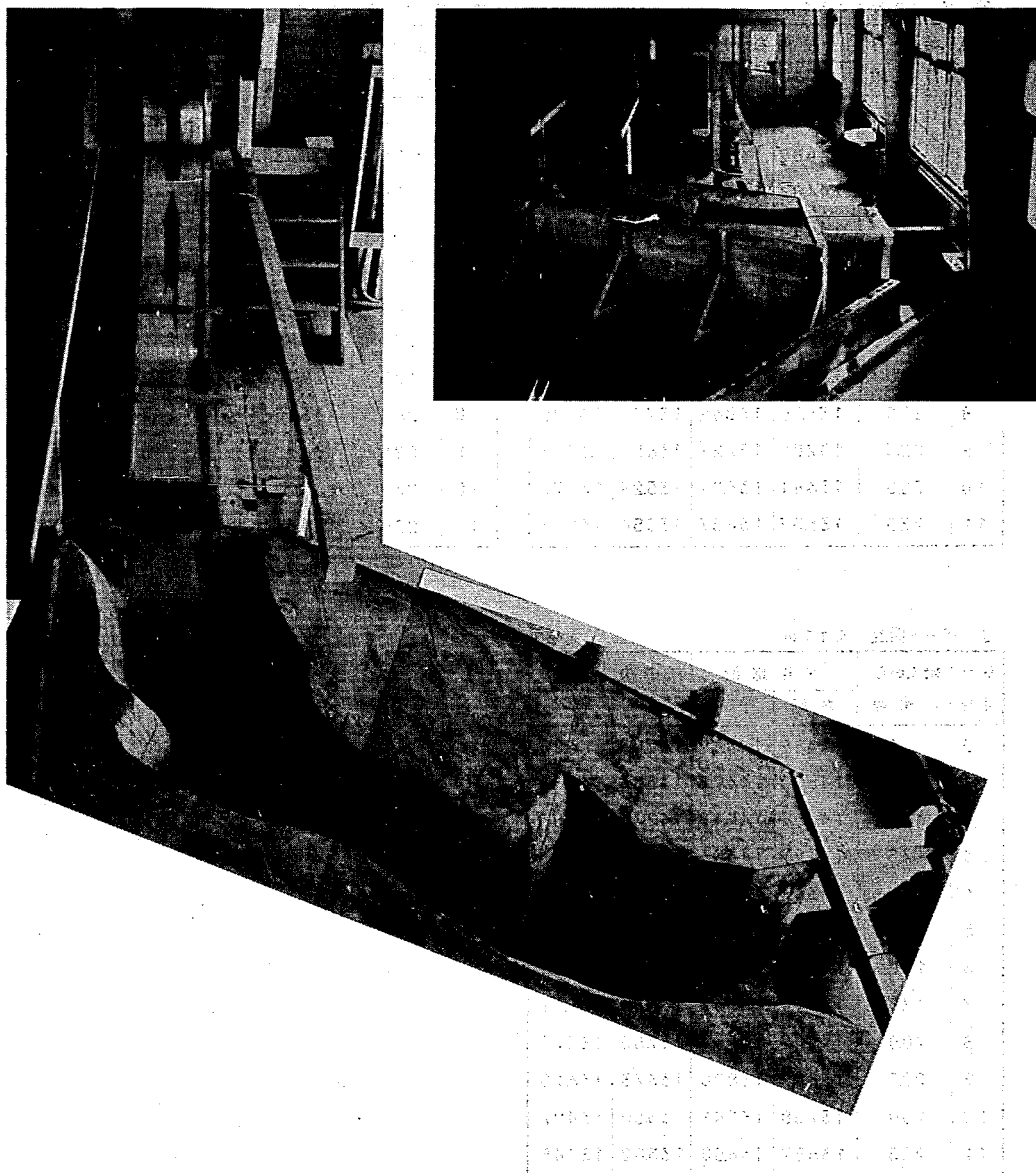
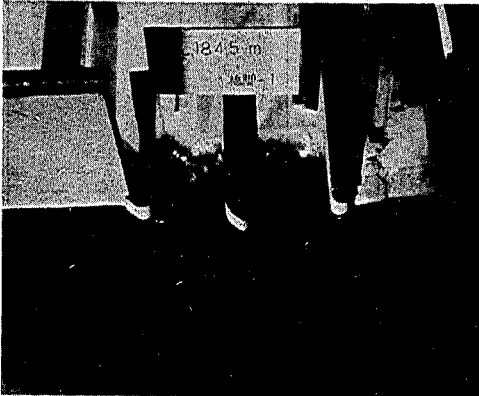
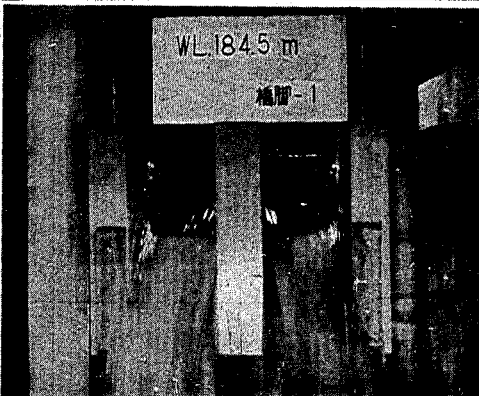
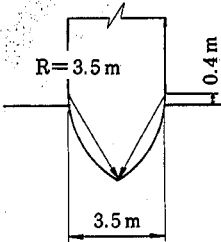
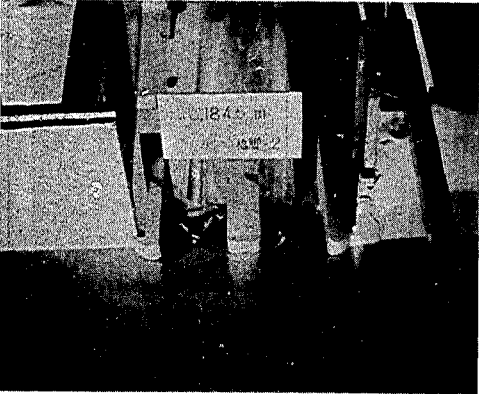
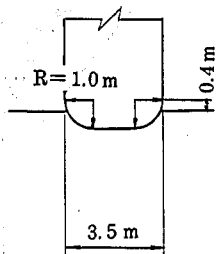


写真-2		ピア先端形状の相違による流況の比較	
ピア先端形状 1	 WL 184.5 m 橋脚-1	 WL 184.5 m 橋脚-1	形状 1  R=3.5 m 3.5 m 0.4 m
ピア先端形状 2	 WL 184.5 m 橋脚-2	 WL 184.5 m 橋脚-2	形状 2  R=1.0 m 3.5 m 0.4 m

100-10

100-10-1-100-10-100-10-100-10

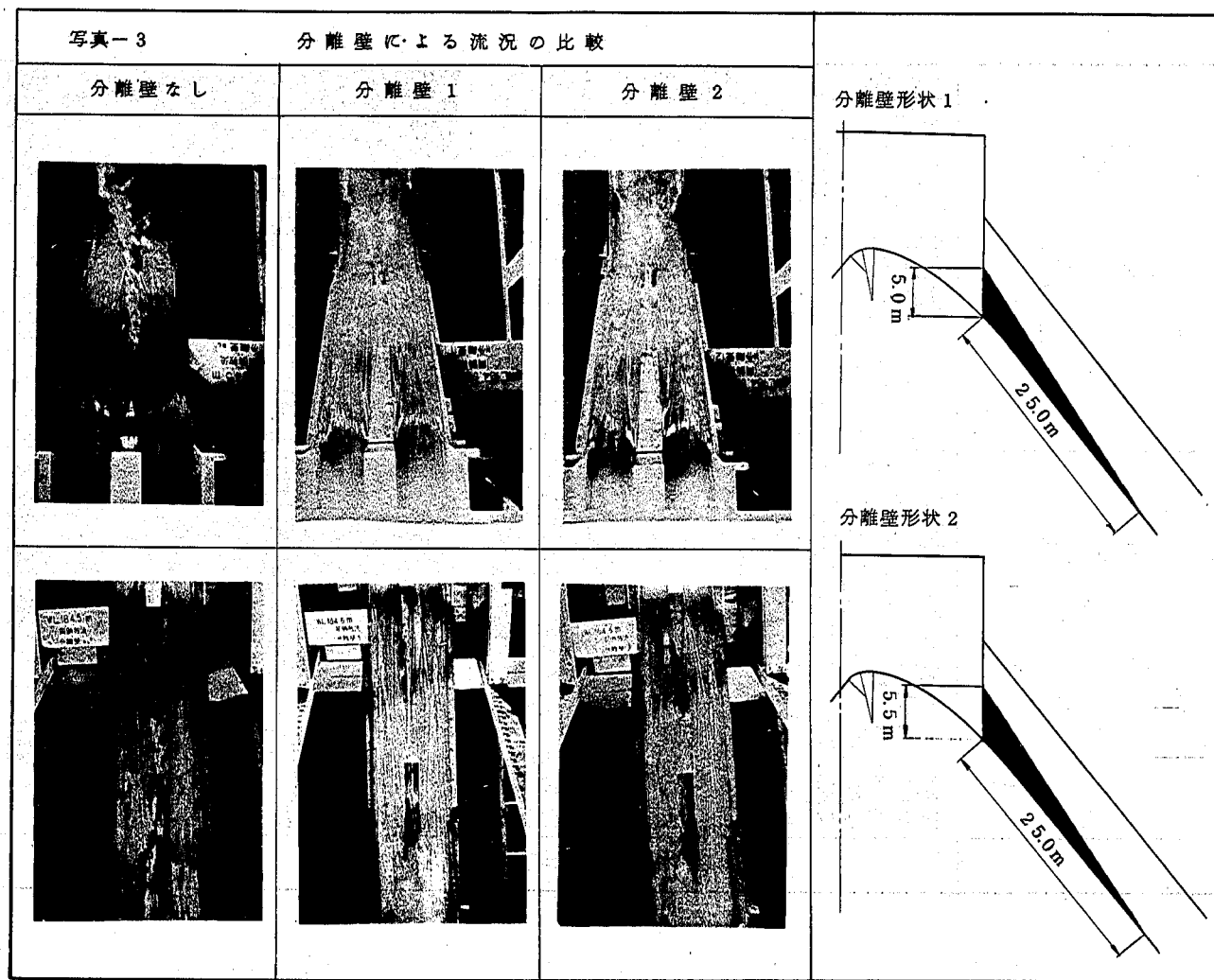


写真-4

分離壁による流況の比較

分離壁なし



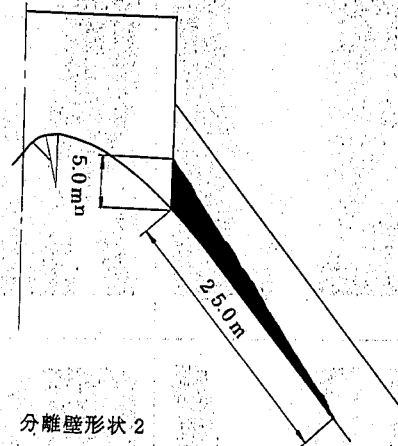
分離壁 1



分離壁 2



分離壁形状 1



分離壁形状 2

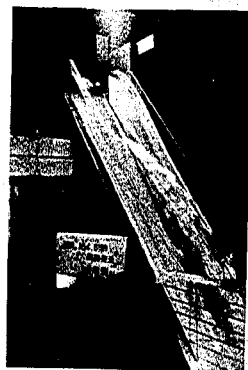
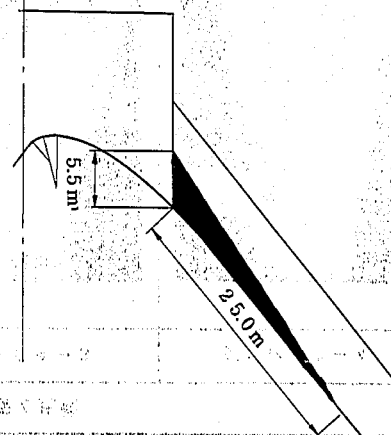


写真-5

各種デフレクターによる流況の比較

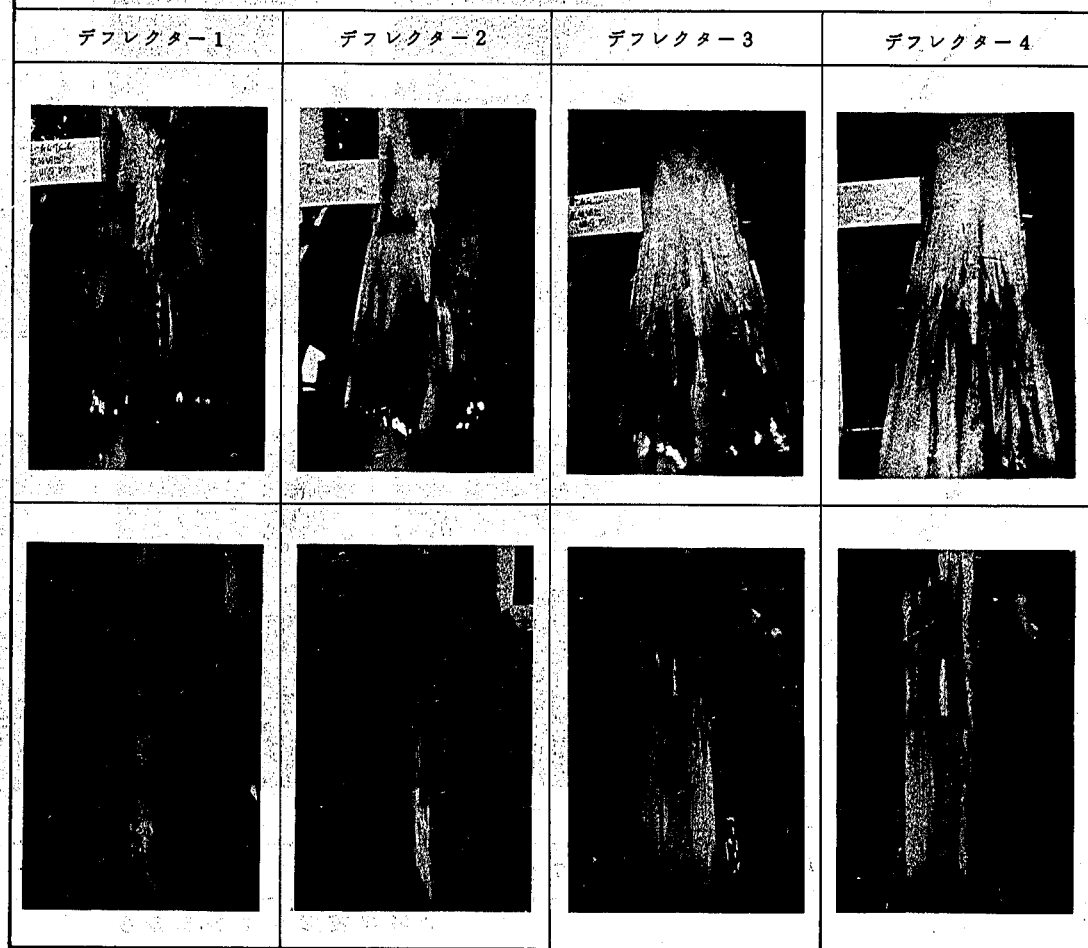


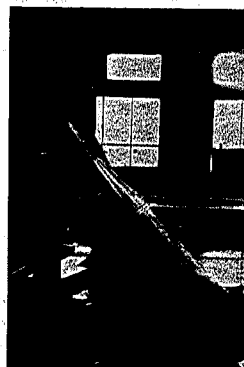
写真-6

各種デフレクターによる流況の比較

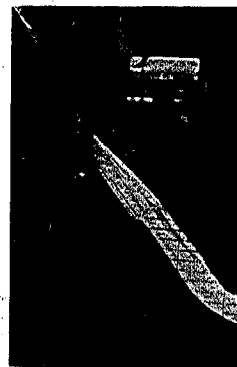
デフレクター-1



デフレクター-2



デフレクター-3



デフレクター-4

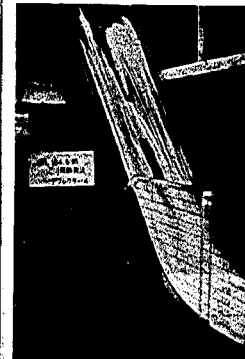
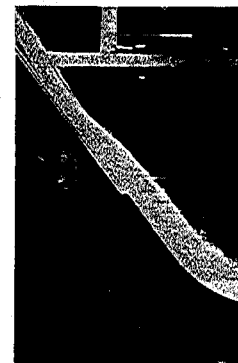


写真-7 最終案クレストゲート部分開放時の流況 放水管全開 貯水位WL 184.500m

越流部流量 $Q=200\text{ m}^3/\text{s}$

越流部流量 $Q=400\text{ m}^3/\text{s}$

越流部流量 $Q=600\text{ m}^3/\text{s}$

越流部流量 $Q=800\text{ m}^3/\text{s}$

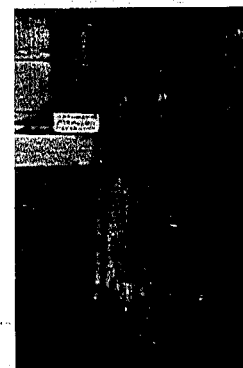
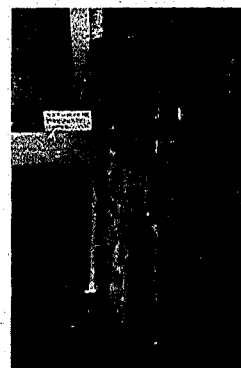
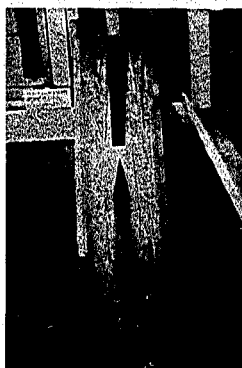
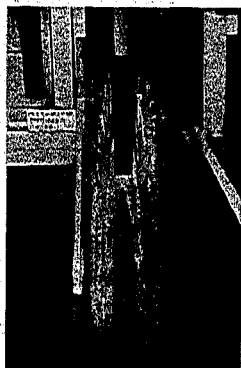
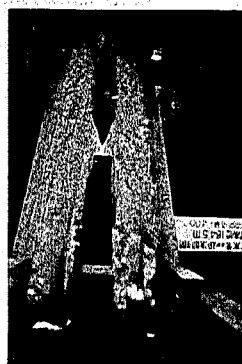
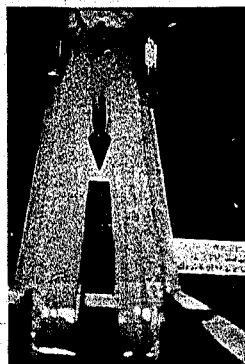


写真-7

最終案クレストゲート部分開放時の流況

写真-8 最終案クレストゲート部分開放時の流況 放水管全開 貯水位WL 184.500m

越流部流量 $Q=200 \text{ m}^3/\text{s}$ 越流部流量 $Q=400 \text{ m}^3/\text{s}$ 越流部流量 $Q=600 \text{ m}^3/\text{s}$ 越流部流量 $Q=800 \text{ m}^3/\text{s}$

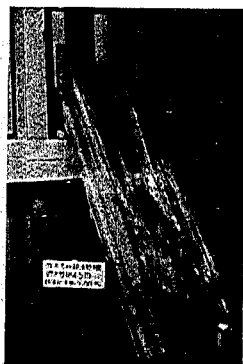
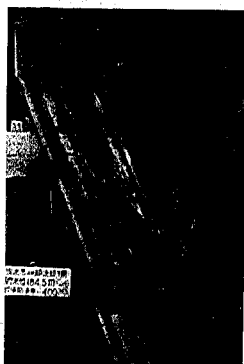
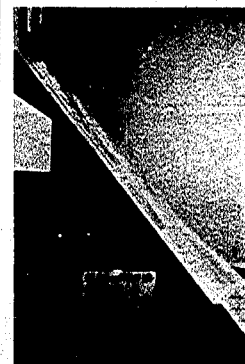
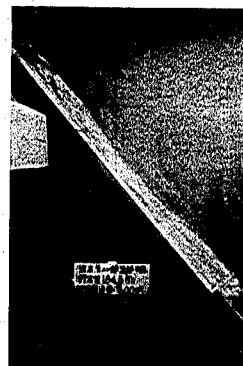
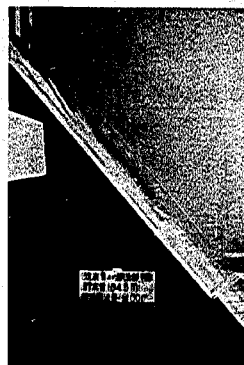


写真-8 最終案クレストゲート部分開放時の流況 放水管全開 貯水位WL 184.500m

写真-9

副ダムがない場合の水叩きおよび河道部の流況

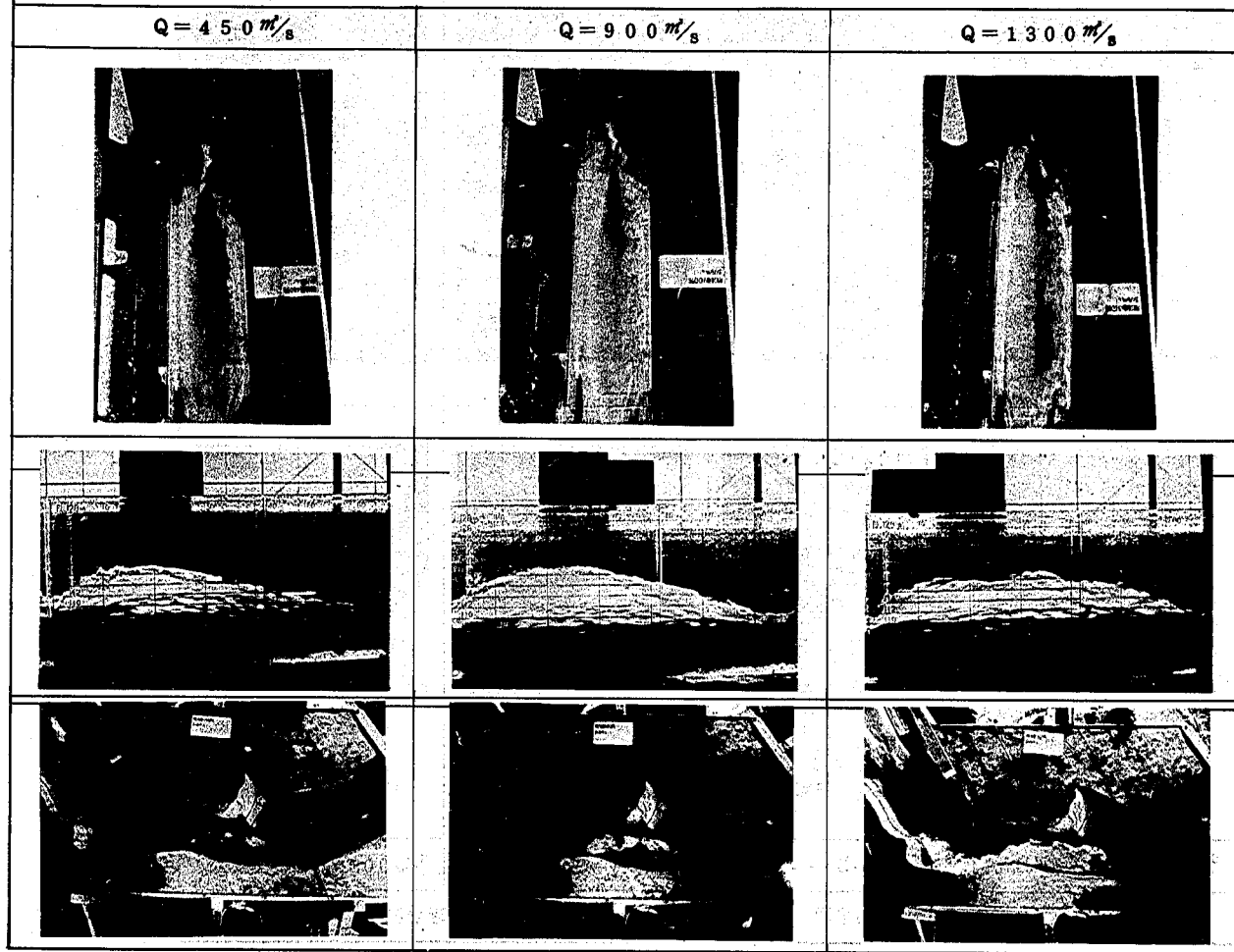


写真- 10

減勢工の流況

 $Q = 150 \text{ m}^3/\text{s}$

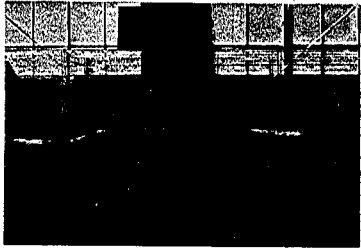
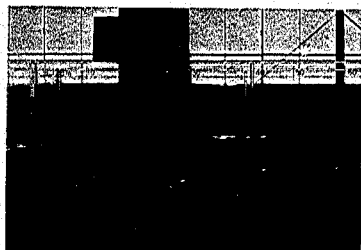
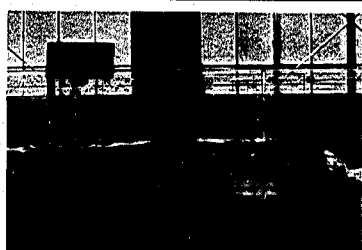
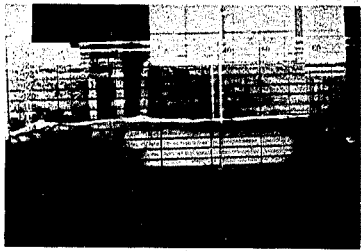
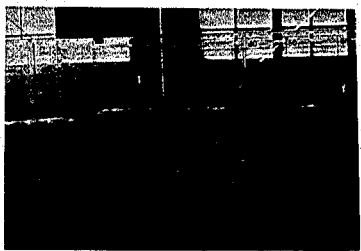
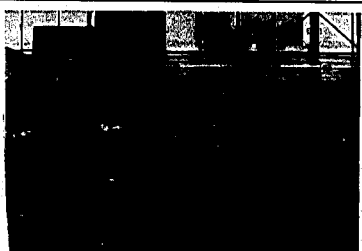
H L		副ダム高		
		6 m	7 m	8 m
水叩き長	50			
	60			

写真-11

減勢工の流況

 $Q = 150 \text{ m}^3/\text{s}$

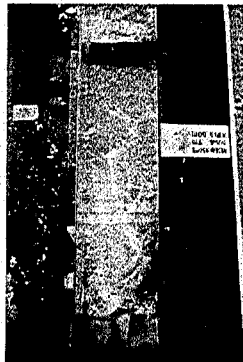
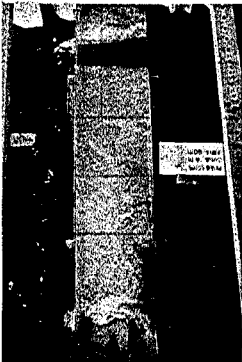
H L		副ダム高		
		6 m	7 m	8 m
水 叩 き 長	5.0			
	6.0			

写真-1.2

河道部の流況

 $Q = 150 \text{ m}^3/\text{s}$

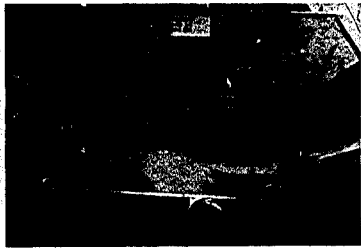
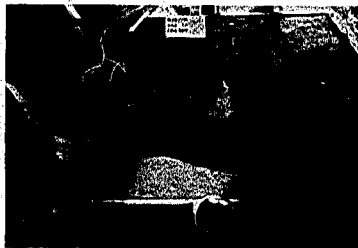
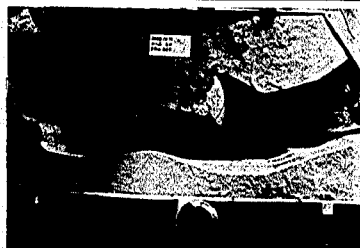
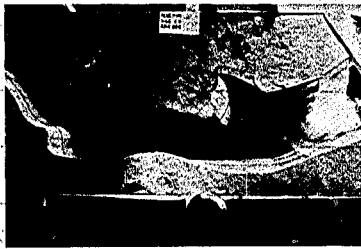
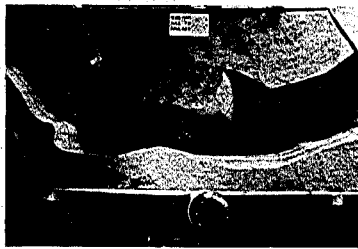
H L		副ダム高		
		6 m	7 m	8 m
水叩き長	5.0			
	6.0			

写真-13

減勢工の流況

 $Q = 150 \text{ m}^3/\text{s}$

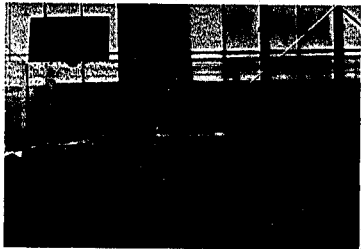
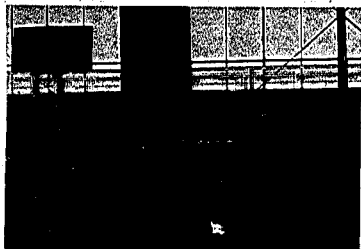
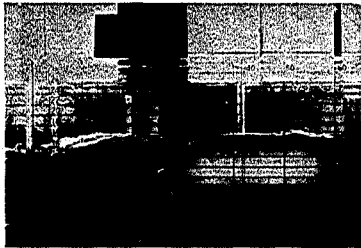
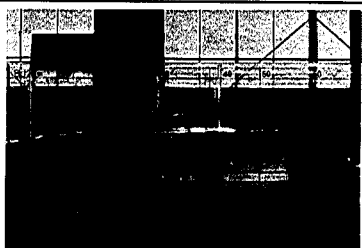
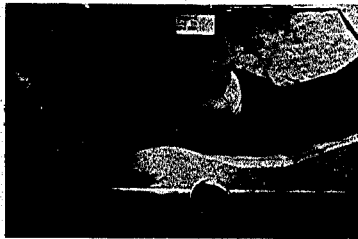
H L		副ダム高		
		6 m	7 m	8 m
水叩き長	50			
	60			

写真-14

減勢工の流況

 $Q = 200 \text{ m}^3/\text{s}$

H L	副ダム高		
	6 m	7 m	8 m
水 叩 き 長	50		
	60		

		写真- 15	河 道 部 の 流 況	$Q = 200 \text{ m}^3/\text{s}$
L	H	副 ダ ム 高		
		6 m	7 m	8 m
水 叩 き 長	50			
	60			

4	4	4
4	4	4
4	4	4

写真-16

河道部の流況

 $Q = 450 \text{ m}^3/\text{s}$

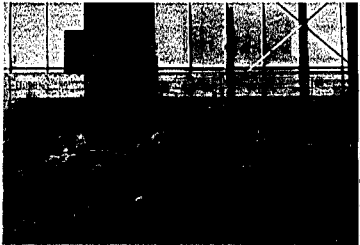
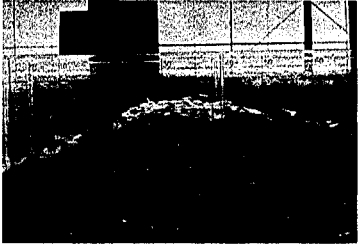
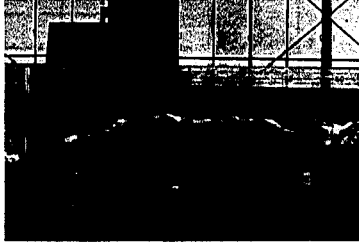
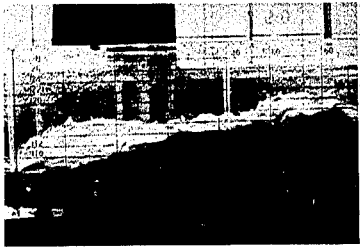
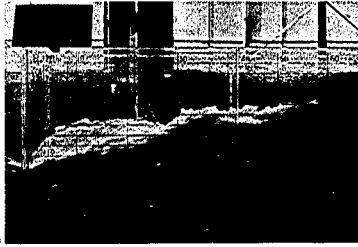
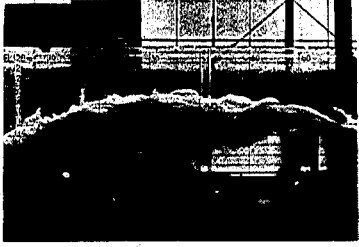
H L		副ダム高		
		6 m	7 m	8 m
水叩き長	50			
	60			

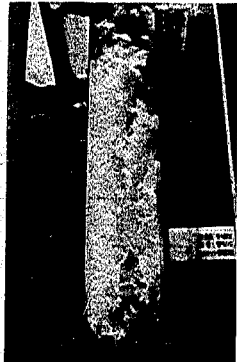
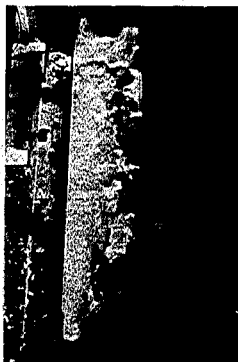
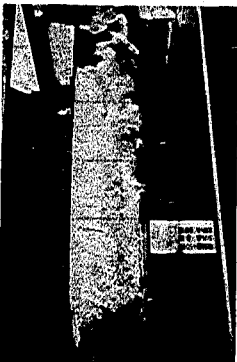
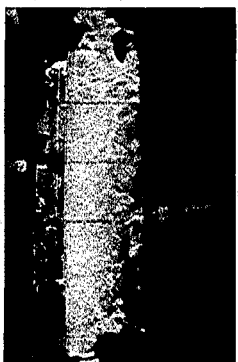
		写真-17 減勢工の流況 $Q=450 m^3/s$		
L	H	副ダム高		
		6 m	7 m	8 m
水 叩 き 長	50			
	60			

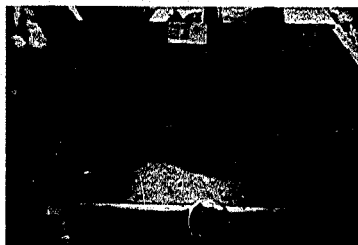
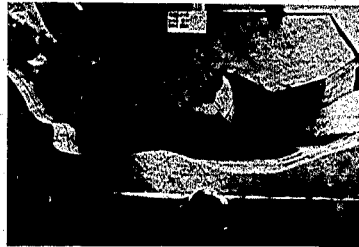
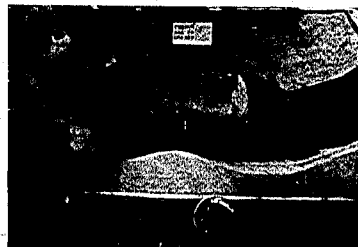
		写真- 18			河 道 部 の 流 況			Q = 450 m ³ /s		
L	H	副 ダ ム 高								
		6 m		7 m		8 m				
水 叩 き 長	50									
	60									

写真- 19

河 道 部 の 流 況

 $Q = 900 \text{ m}^3/\text{s}$

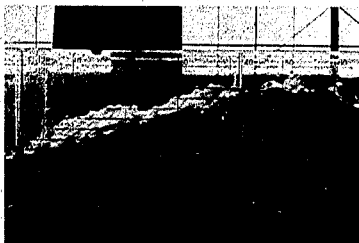
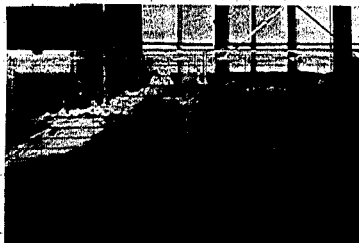
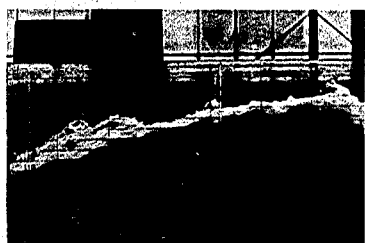
H L		副 ダ ム 高		
		6 m	7 m	8 m
水 叩 き 長	5.0			
	6.0			

写真-20

減勢工の流況

 $Q=900\text{ m}^3/\text{s}$

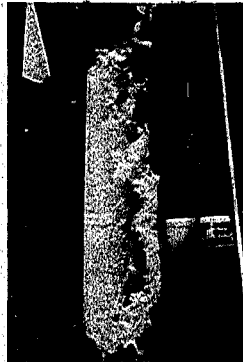
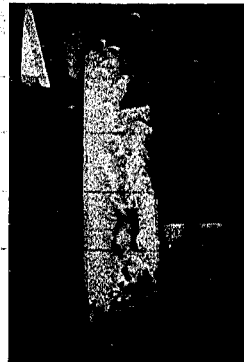
H L		副ダム高		
		6 m	7 m	8 m
水 叩 き 長	50			
	60			

写真- 21

河 道 部 の 流 況

 $Q = 900 \text{ m}^3/\text{s}$

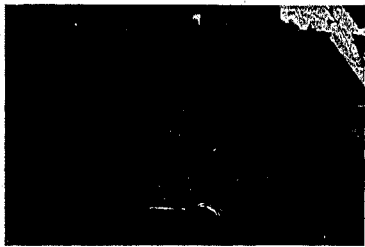
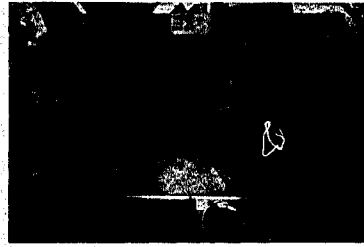
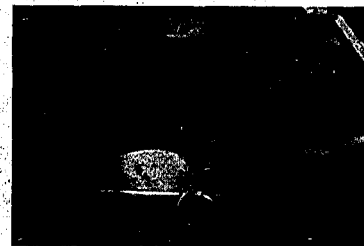
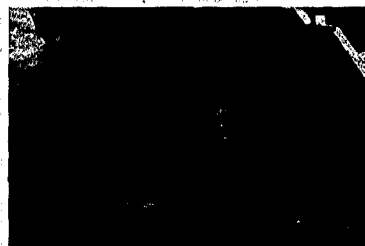
L	H	剛 ダ ム 高		
		6 m	7 m	8 m
水 叩 き 長	50			
	60			

写真-22

河道部の流況

 $Q=1300 \text{ m}^3/\text{s}$

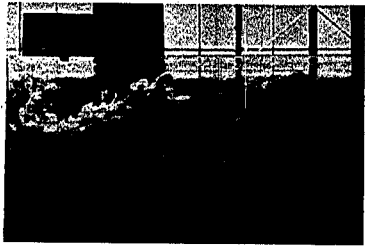
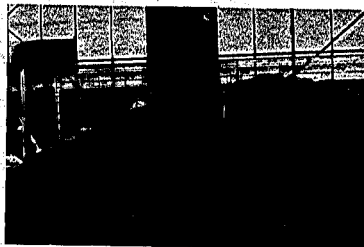
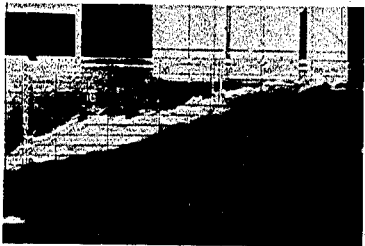
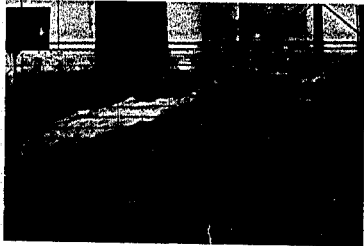
L	H	副ダム高		
		6 m	7 m	8 m
水叩き長	50			
	60			

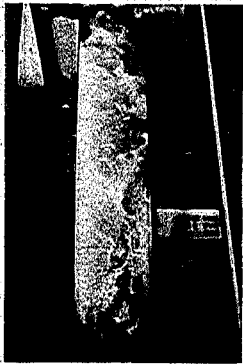
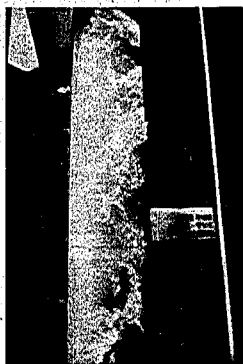
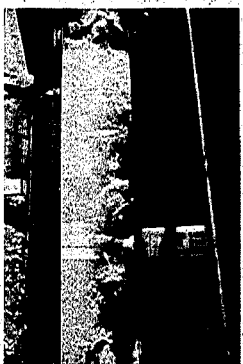
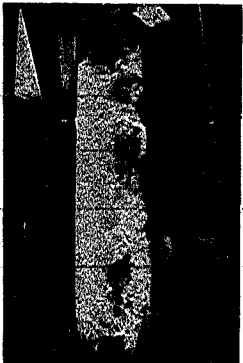
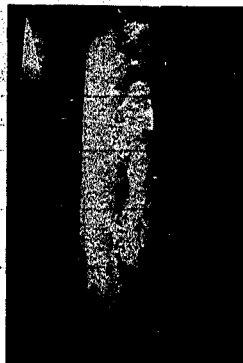
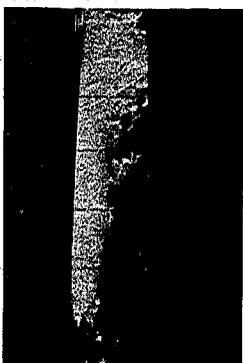
		写真-23	減勢工の流況	$Q=1300 \text{ m}^3/\text{s}$
L	H	副ダム高		
		6 m	7 m	8 m
水 叩 き 長	50			
	60			

写真-24

河道部の流況

 $Q=1300 \text{ m}^3/\text{s}$

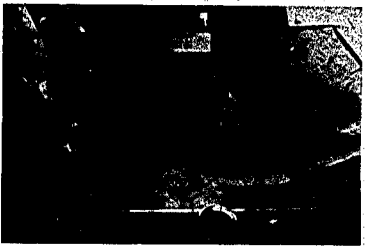
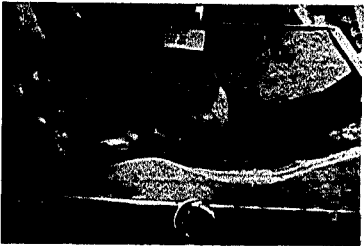
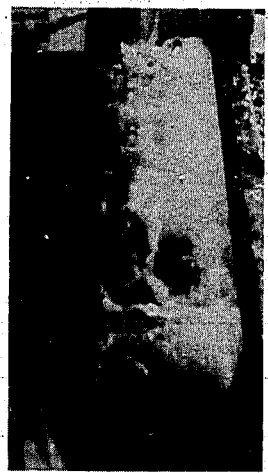
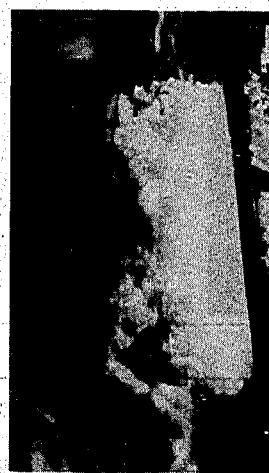
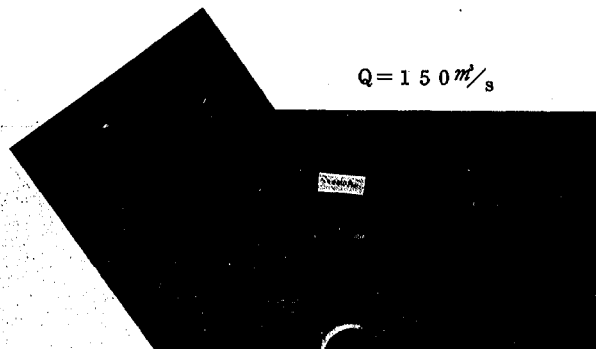
H L		副ダム高		
		6 m	7 m	8 m
水叩き長	50			
	60			

写真-25

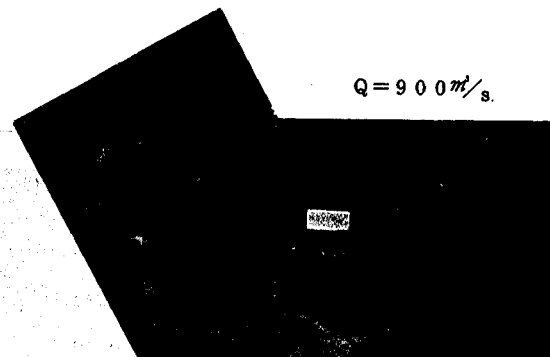
最終案減勢工の流況

$Q=150\text{ m}^3/\text{s}$	$Q=200\text{ m}^3/\text{s}$	$Q=450\text{ m}^3/\text{s}$	$Q=900\text{ m}^3/\text{s}$	$Q=1300\text{ m}^3/\text{s}$
				

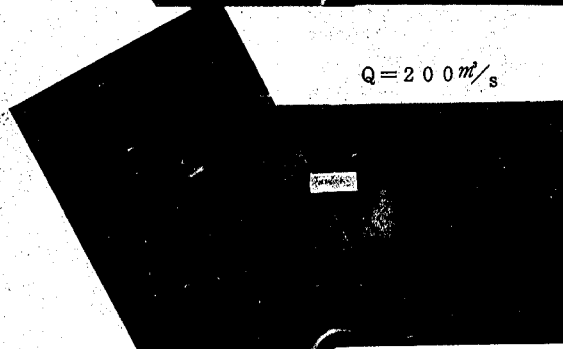
$Q=150\text{ m}^3/\text{s}$



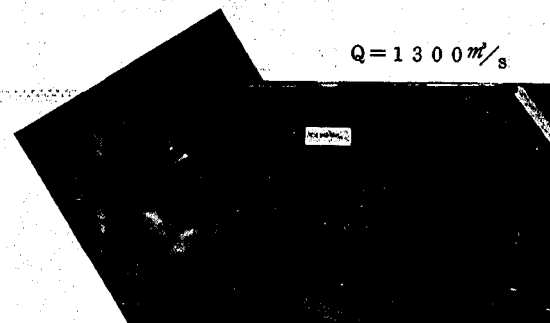
$Q=900\text{ m}^3/\text{s}$



$Q=200\text{ m}^3/\text{s}$



$Q=1300\text{ m}^3/\text{s}$



$Q=450\text{ m}^3/\text{s}$

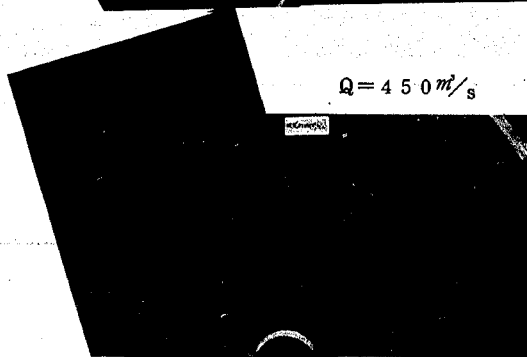
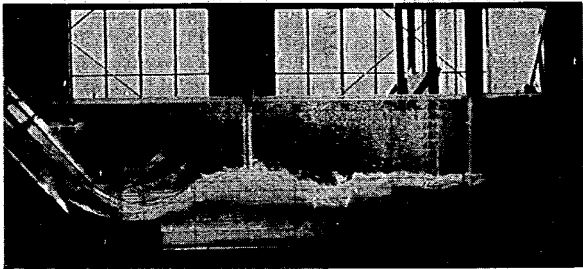
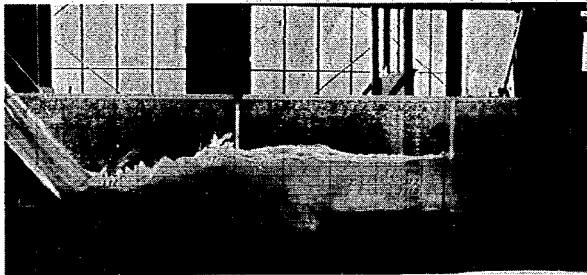
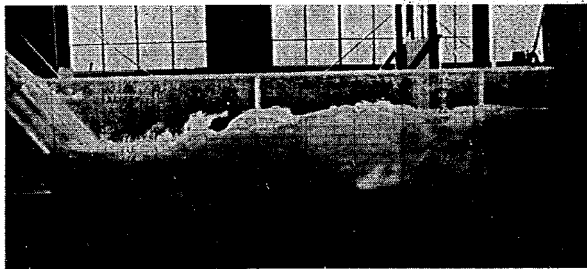
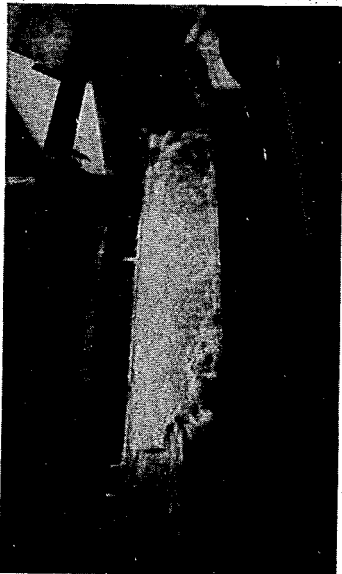
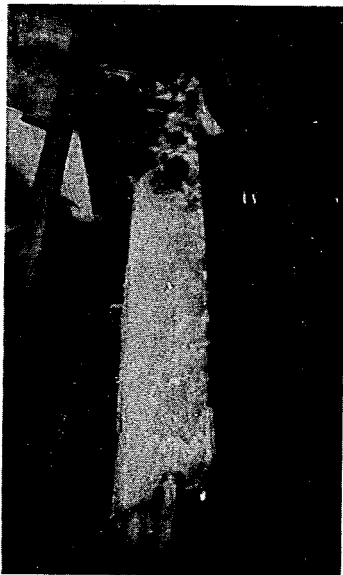
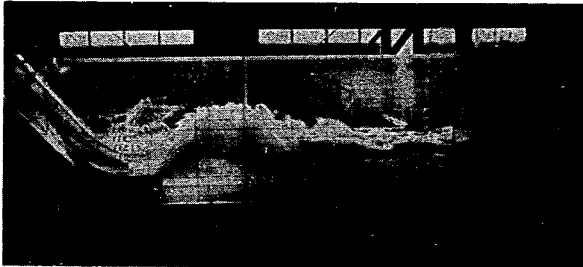
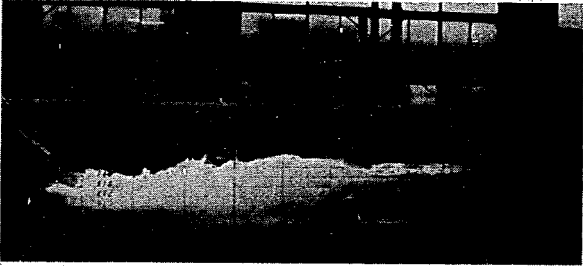
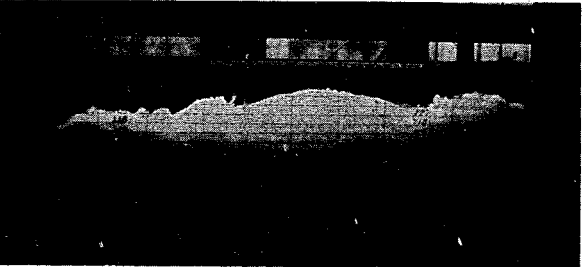
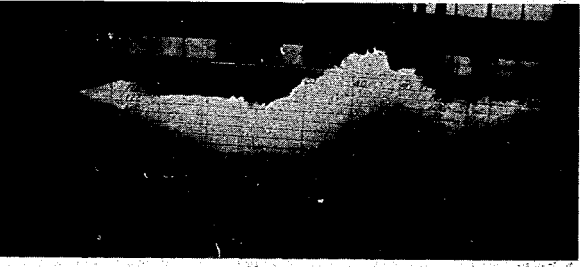


写真-26 最終案河道部の流況

Case 1	写真-27
流量 (m^3/s)	減勢工の流況
200	
500	
900	
1300	

Case 1	写真-28
減勢工の流況	
	
200 m/s	500 m/s
	
900 m/s	1300 m/s

Case 2	写真-29
流 量 (m^3/s)	減 勢 工 の 流 況
200	
500	
900	
1300	

Case 2

写真-30

20040

減勢工の流況



200 m/s



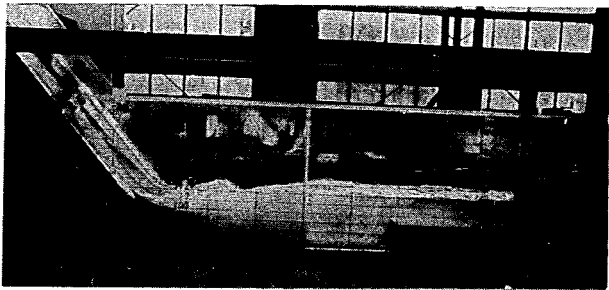
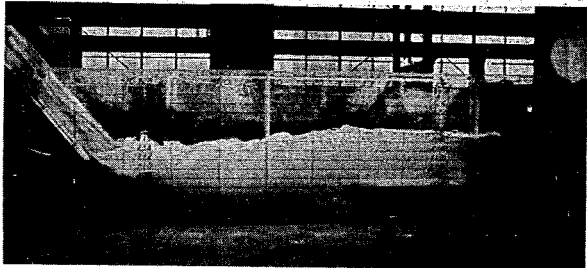
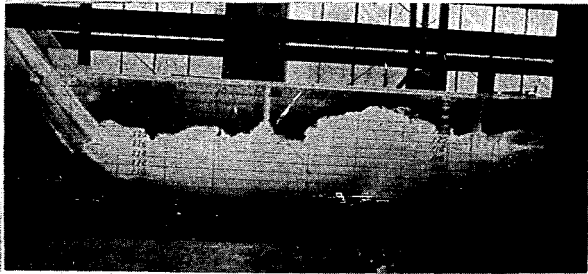
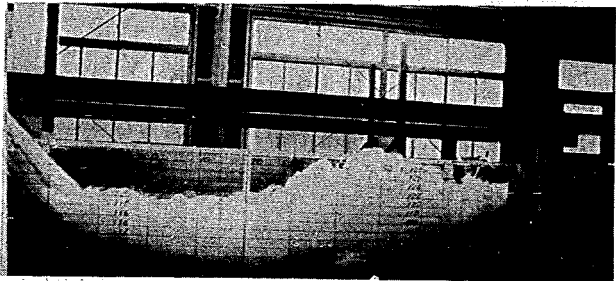
500 m/s



900 m/s



1300 m/s

Case . 3	写真-31
流 量 (m^3/s)	減 勢 工 の 流 況
200	
500	
900	
1300	

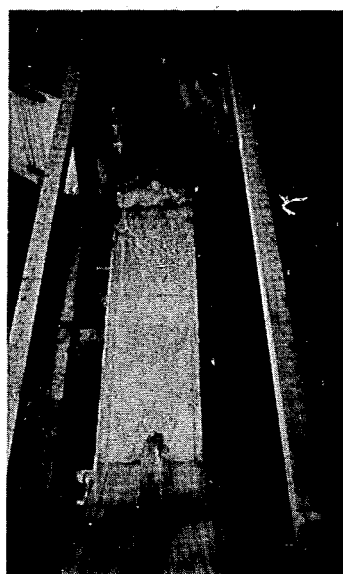
Case 3

写真-32

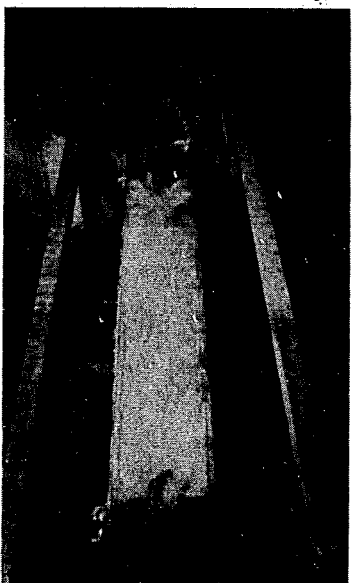
減勢工の流況



200 m/s



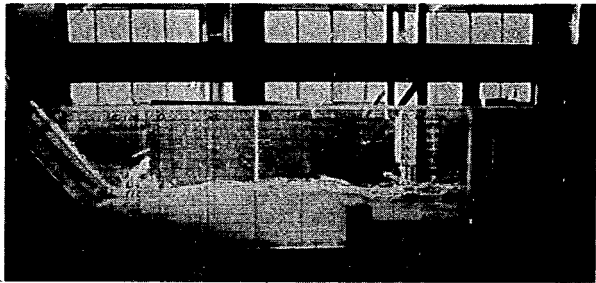
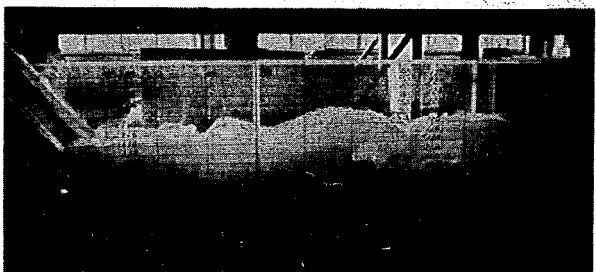
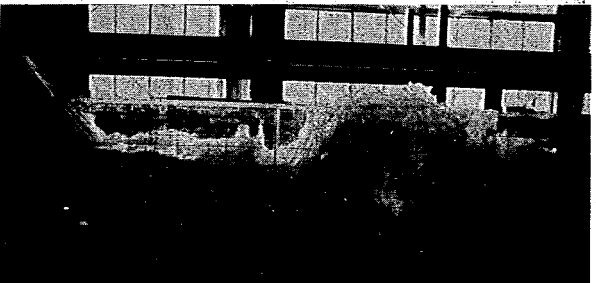
500 m/s



900 m/s



1300 m/s

Case 4	写真-33
流 量 (m^3/s)	減 勢 工 の 流 況
200	
500	
900	
1300	

Case 4

写真-34

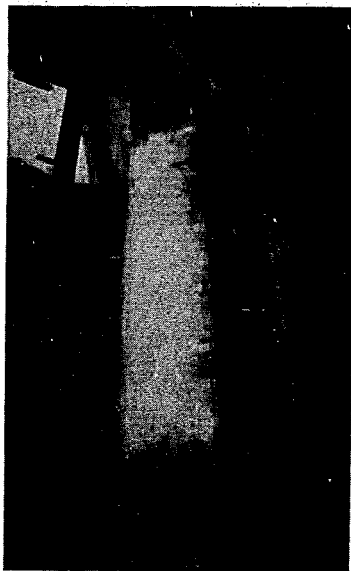
減勢工の流況



200 m/s



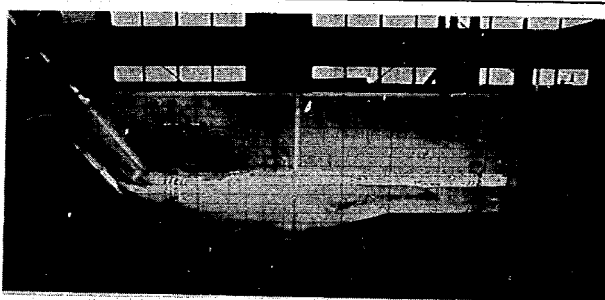
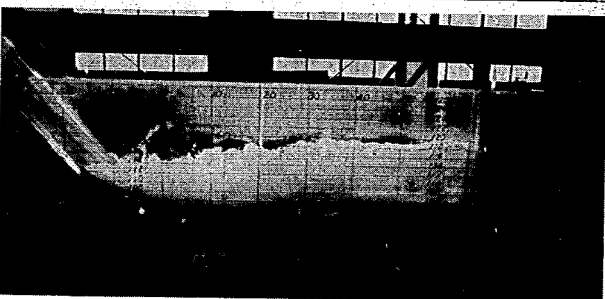
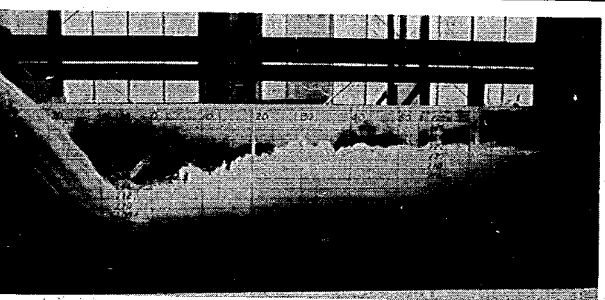
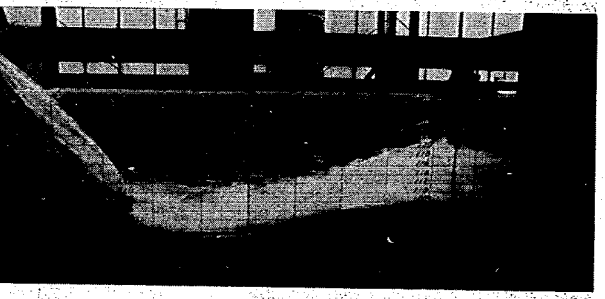
500 m/s



900 m/s



1300 m/s

Case 5	写真-35
流 量 (m^3/s)	減 勢 工 の 流 況
200	
500	
900	
1300	

Case 5

写真-36

減勢工の流況



200 m/s



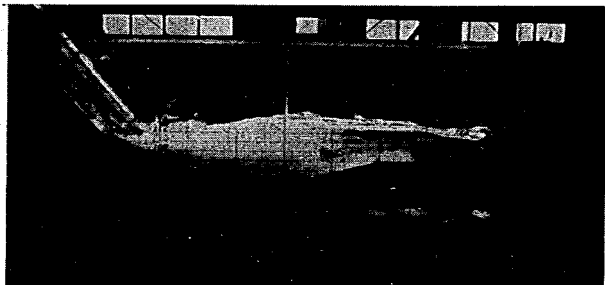
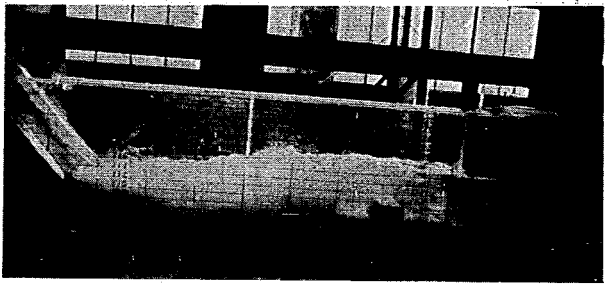
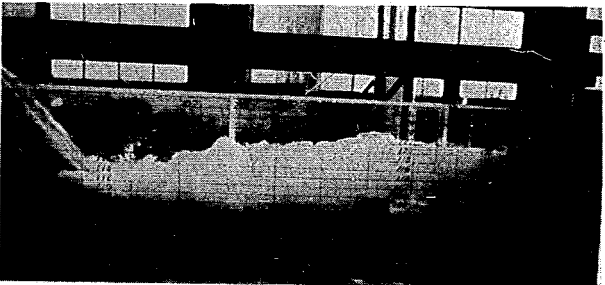
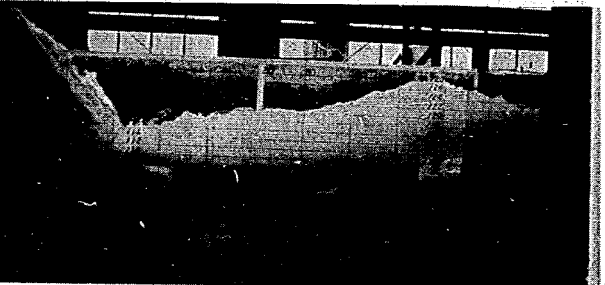
500 m/s



900 m/s



1300 m/s

Case 6	写真-37
流 量 (m^3/s)	減 勢 工 の 流 況
200	
500	
900	
1300	

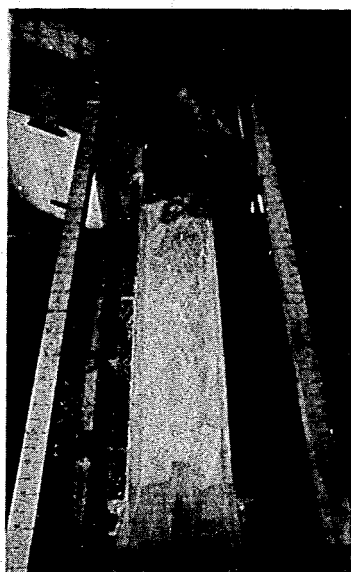
Case 6

写真-38

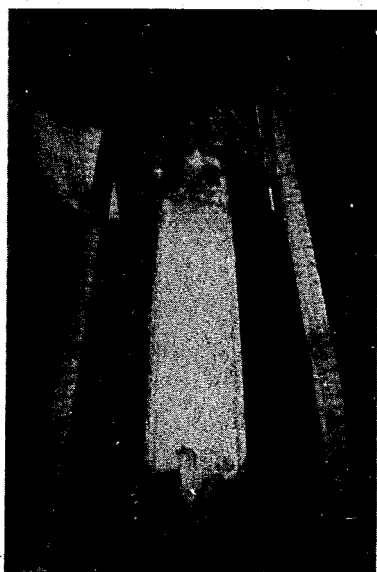
減勢工の流況



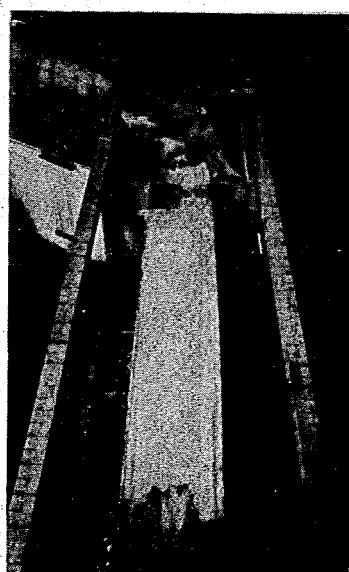
200 m/s



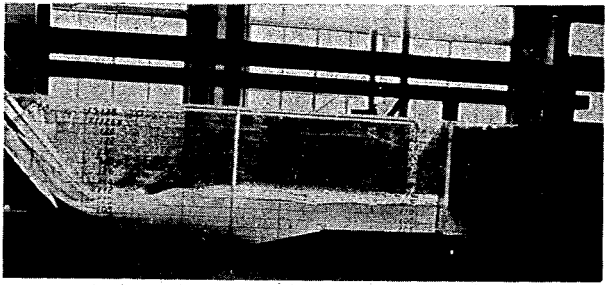
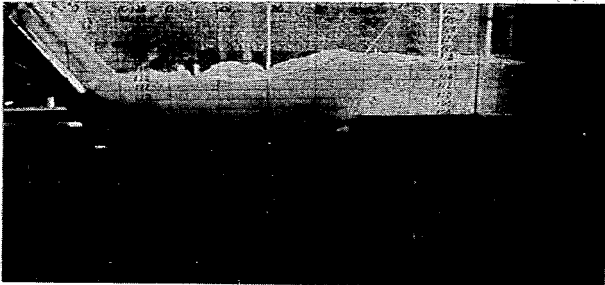
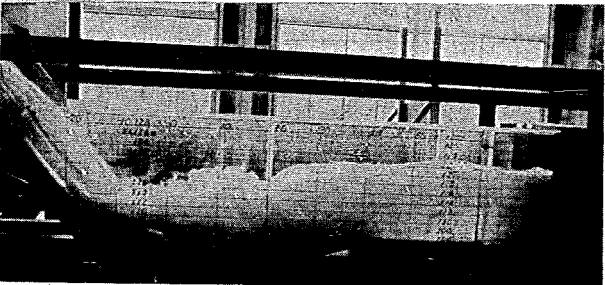
500 m/s



900 m/s



1300 m/s

Case 7	写真-39
流 量 (m^3/s)	減 勢 工 の 流 況
200	
500	
900	
1300	

Case 7

写真-40

減勢工の流況



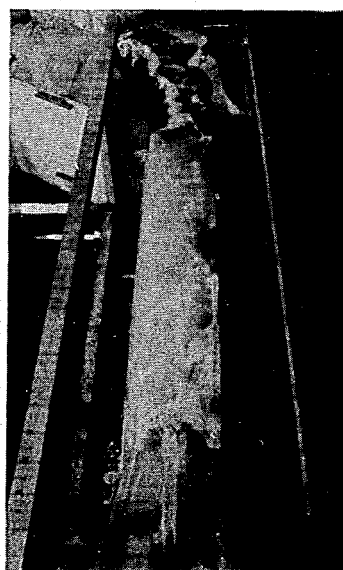
200 m/s



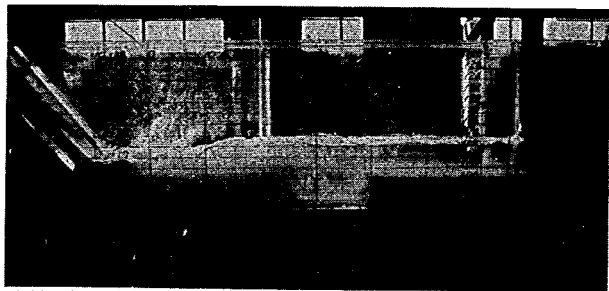
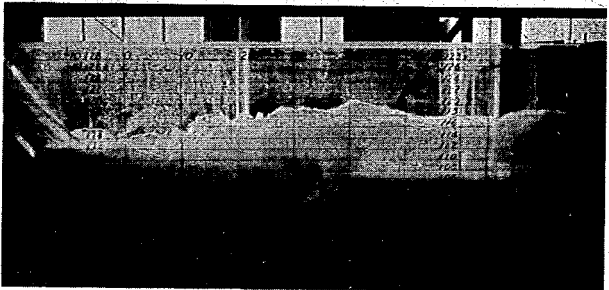
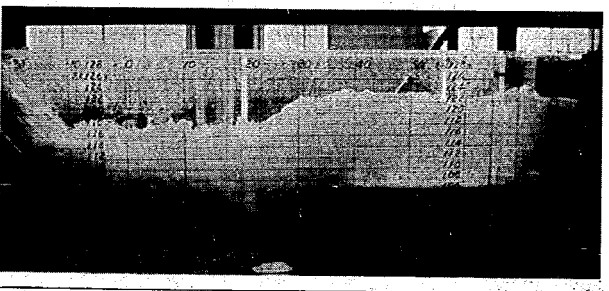
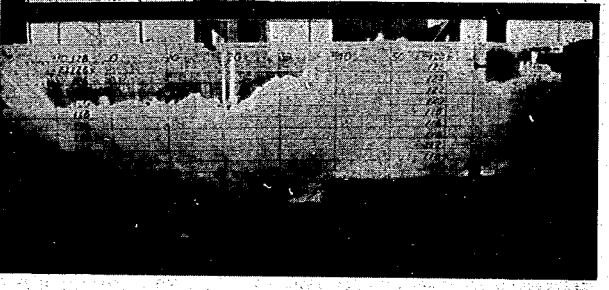
500 m/s

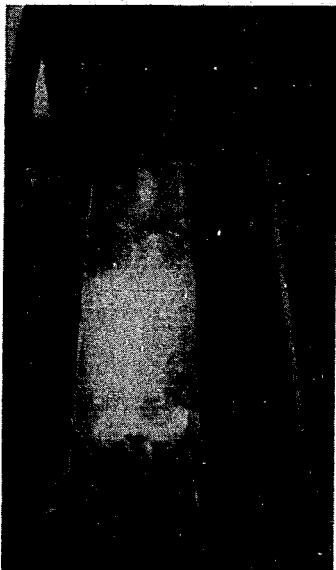
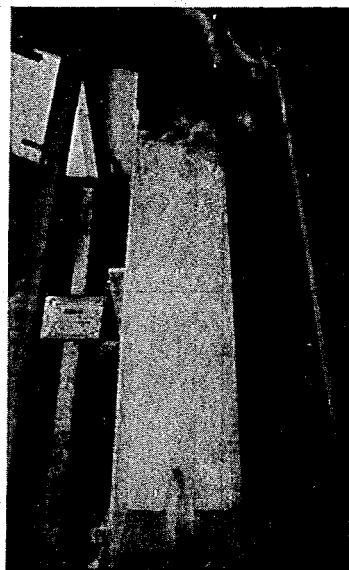
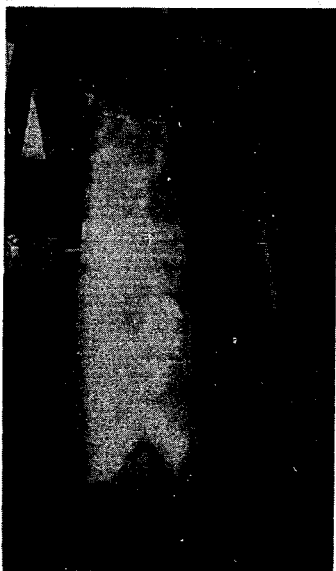
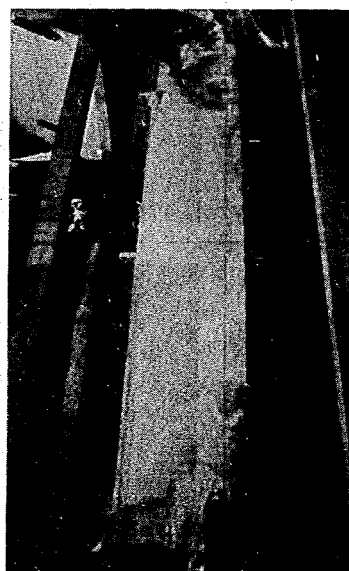


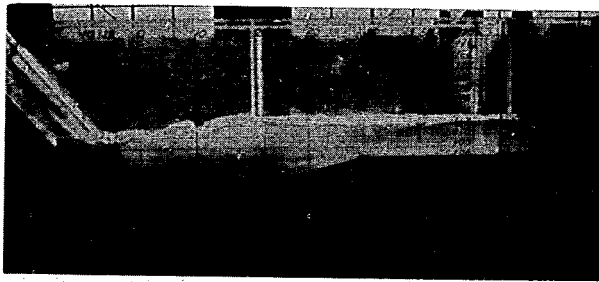
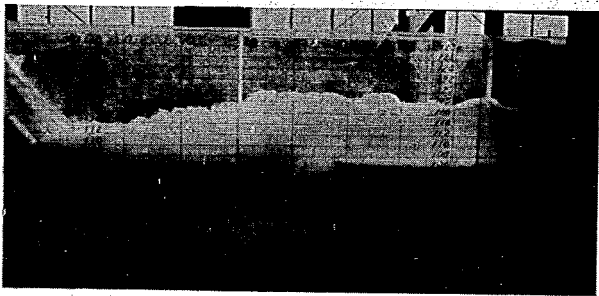
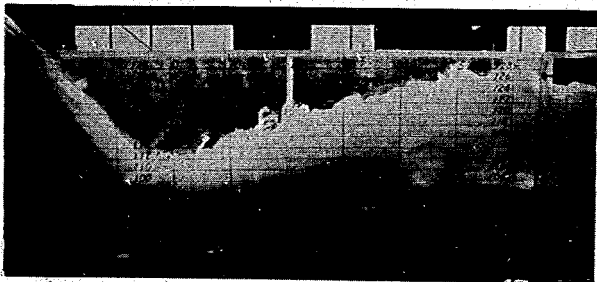
900 m/s



1300 m/s

Case 8	写真-41
流量 (m^3/s)	減勢工の流況
200	
500	
900	
1300	

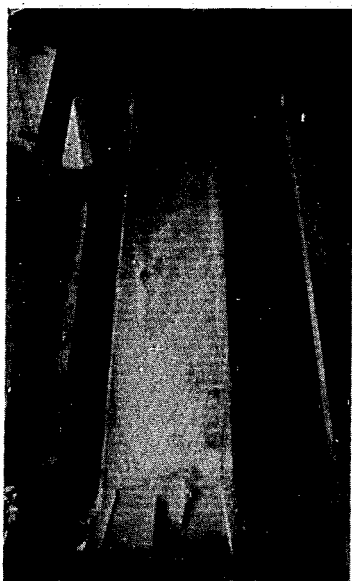
Case 8	写真-42	9 9 8 0
減勢工の流況		
		
200 m/s	500 m/s	
		
900 m/s	1300 m/s	

Case 9	写真-43
流量 (m^3/s)	減勢工の流況
200	
500	
900	
1300	

Case 9

写真-44

減勢工の流況



200 m/s



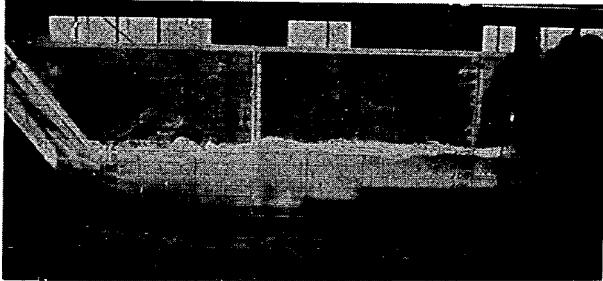
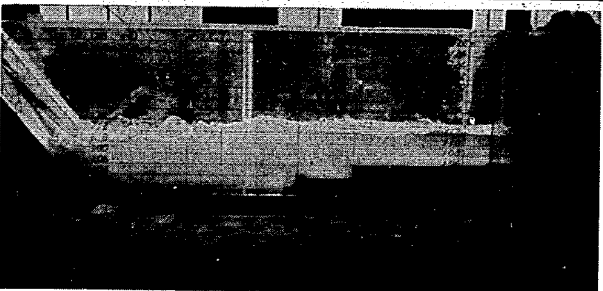
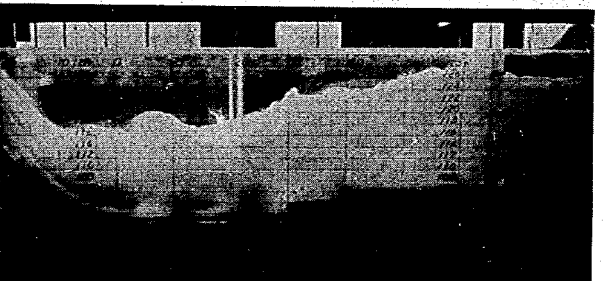
500 m/s

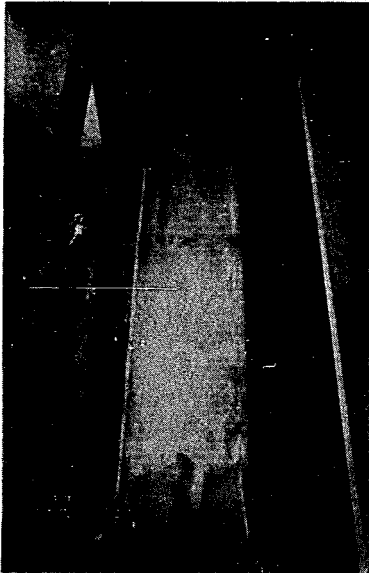
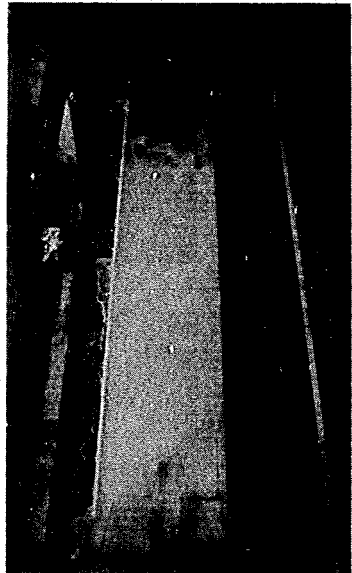
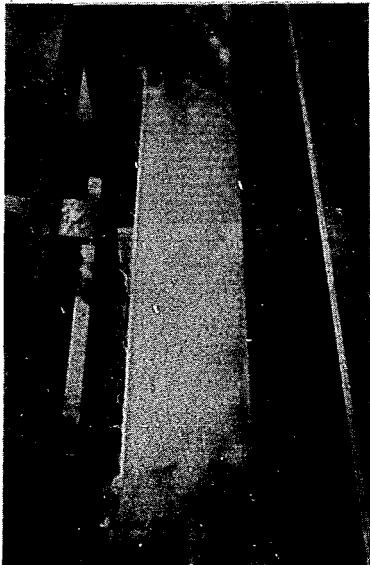
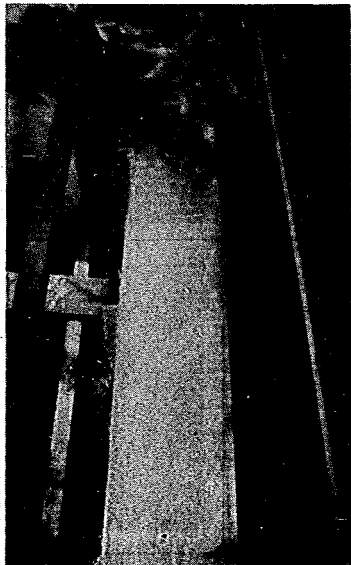


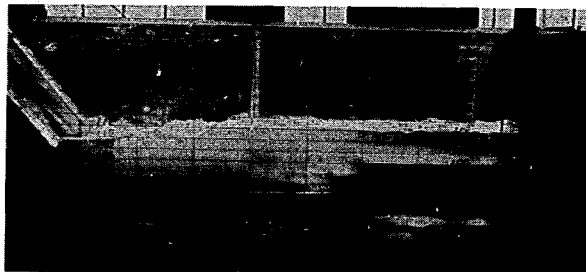
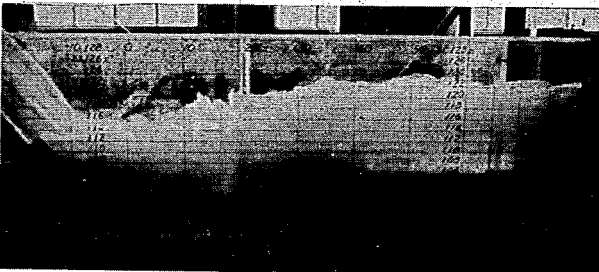
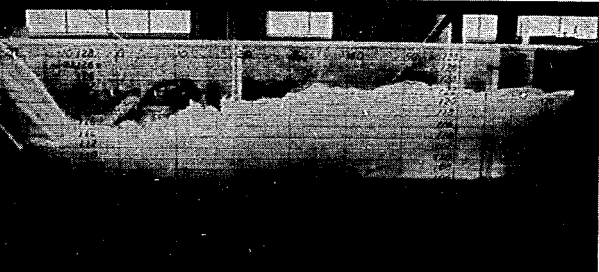
900 m/s



1300 m/s

Case 10	写真-45
流 量 (m^3/s)	減 勢 工 の 流 況
200	
500	
900	
1300	

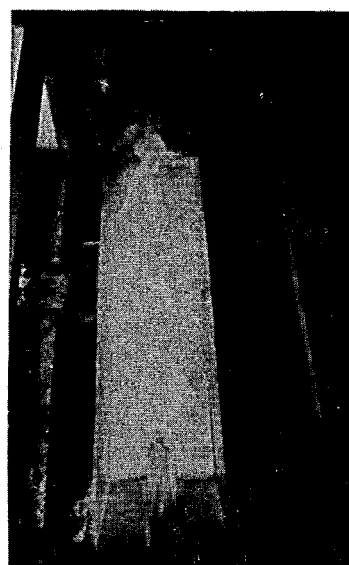
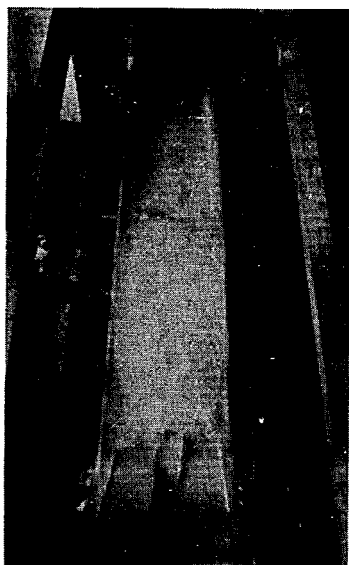
Case 10	写真 - 46
減勢工の流況	
	
200 m/s	500 m/s
	
900 m/s	1300 m/s

Case 11	写真-47
流 量 (m^3/s)	減 勢 工 の 流 況
200	
500	
900	
1300	

Case 11

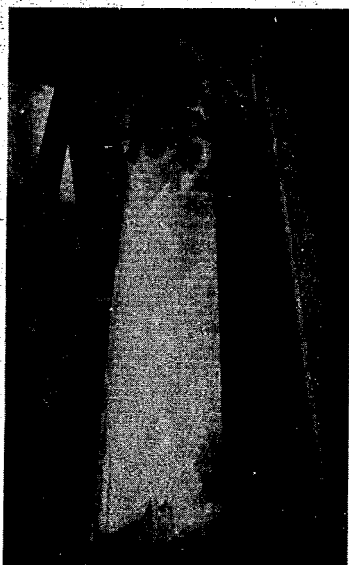
写真-48

減勢工の流況



200 m/s

500 m/s



900 m/s

1300 m/s

写真-49 A型放水管ゲート全開時流況

貯水位 EL, 155.00m

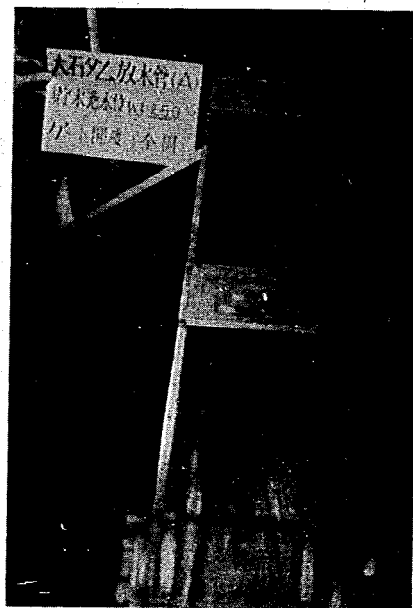
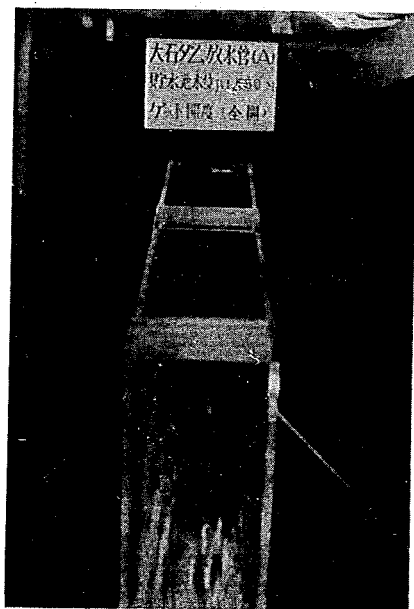
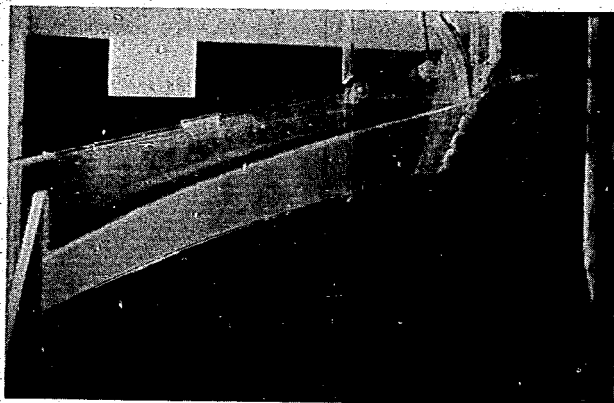


写真-50 A型放水管ゲート全開時流況
貯水位 EL. 170.00m

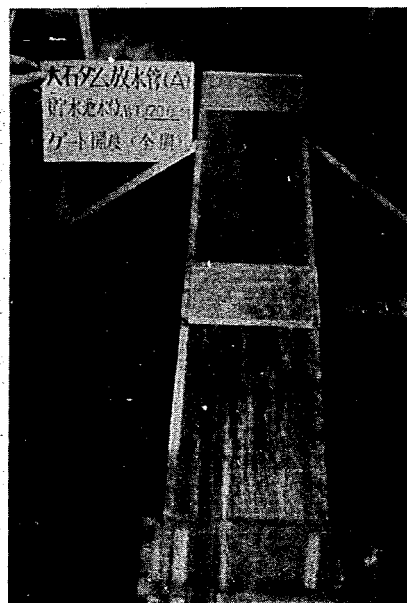
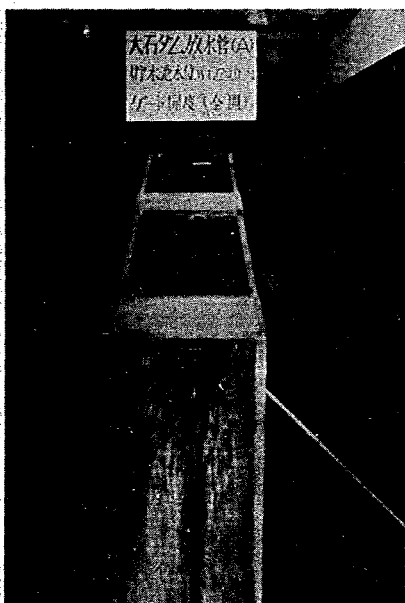
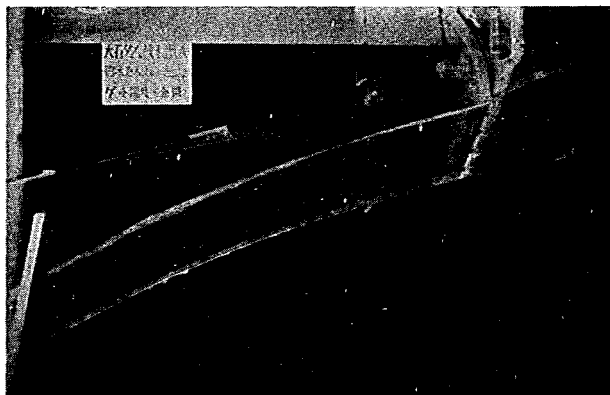


写真-51 A型放水管ゲート全開時流況
貯水位 EL. 184.50m

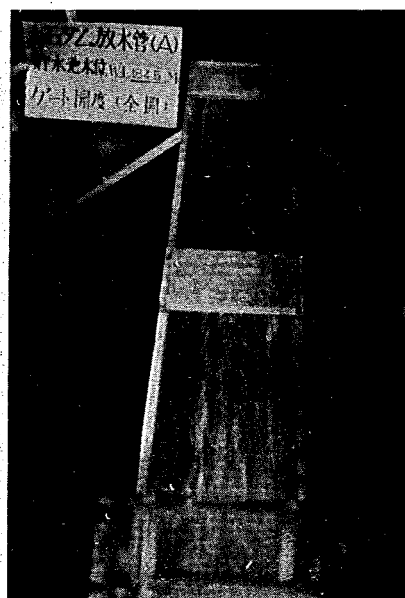
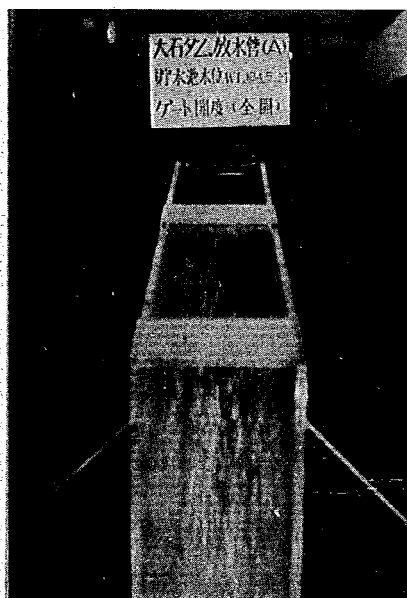
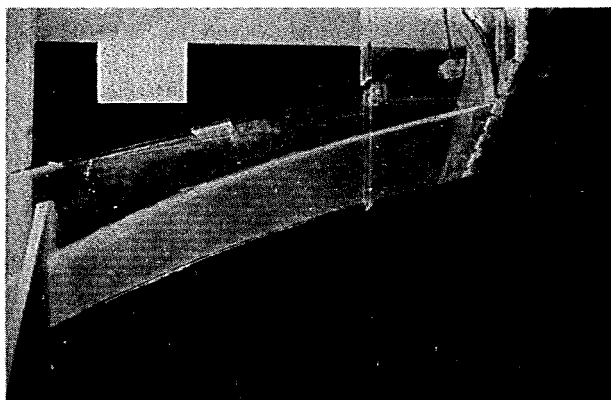


写真-52 B型放水管ゲート全開時流況
貯水位 EL. 155.00m

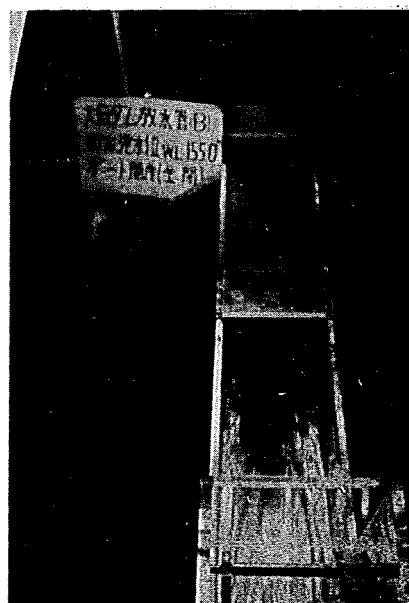
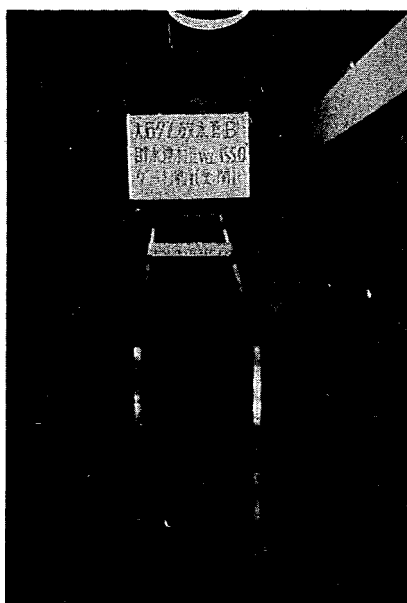
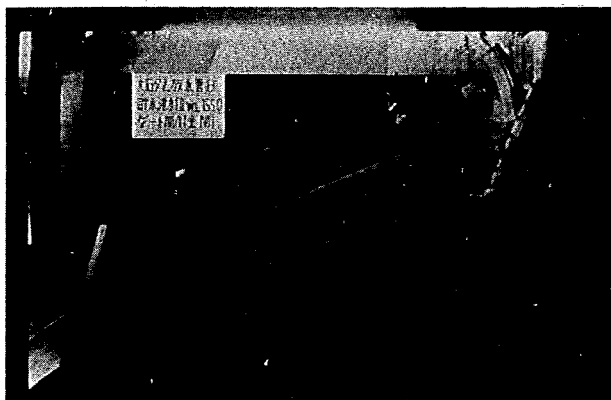


写真-53 B型放水管ゲート全開時流況
貯水位 FL. 170.00m

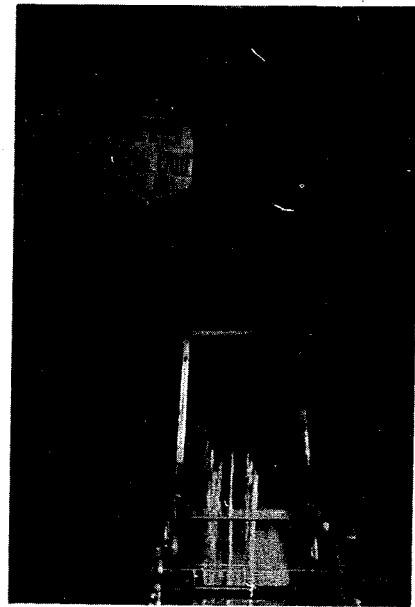
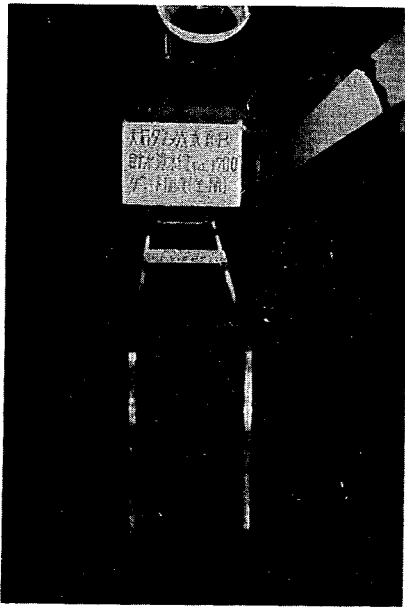
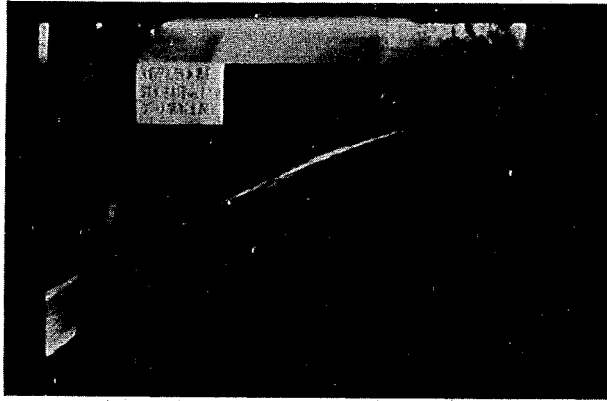


写真-54 B型放水管ゲート全開時流況
貯水位 EL. 184.50m

