



土木研究所資料

第 760 号

八戸ダム洪水吐水理模型実験報告書

昭和 47 年 3 月

建設省土木研究所

篠崎試験所

松山 宣信

田村 正秀

斎藤 宗夫

勝木 和徳

ま え が き

本報告書は、島根県八戸川総合開発局からの依頼により、昭和46年度に実施した八戸ダムの洪水吐の水理模型実験の結果をまとめたものである。

八戸ダムは、江の川水系八戸川に計画されている重力式コンクリートダムである。洪水吐は、常用の放水管2条、非常用の越流部3門とし、洪水吐減勢工は河道線形に合わせた直線水叩とした。

このような洪水吐の設計案について、その水理機能を調査し、最適設計を求めるために水理模型実験を行なった。

土木研究所篠崎試験所

所 長 松 山 宣 信

研究員 田 村 正 秀
(設計および実験担当)

技 官 斎 藤 宗 夫
(実 験 担 当)

技 官 勝 木 和 徳
(実 験 担 当)

目 次

ま え が き

第 1 章 洪水吐の概要と設計条件	1
1 - 1 洪水吐の概要	1
1 - 2 設計条件	1
第 2 章 洪水吐の水理設計	6
2 - 1 放水管の設計	6
1) 設計条件	6
2) 断面の決定	6
3) ベルマウス形状	8
4) 放水管の縦断形状	8
5) テーパー部	9
6) 隅取半径	9
7) 放水管主ゲートピンの位置	9
8) 放水管開水路部底面縦断形状	9
9) 放水管内面圧力の推定	9
10) 放流量の推定	13
2 - 2 越流部の設計	14
1) 設計条件	14
2) 越流頂の敷高および設計水頭の決定	14
3) 越流部の形状	15
4) 越流量の推定	15
2 - 3 減勢工の設計	15
1) 設計条件	15
2) 減勢工設計対象流量の決定	17
3) シルの位置および高さの設計	17
第 3 章 洪水吐の水理模型実験	18
3 - 1 実験の目的と内容	18
3 - 2 実験方法	19
3 - 3 模型と相似律	19
3 - 4 放水管の実験	21
1) 放流能力調査	21

2) 放水管形状の検討	23
3) 放水管主ゲートピンの位置検討	23
3-5 越流部の実験	23
1) 越流能力調査	23
2) 越流部ゲートピンの位置および導流壁高の検討	33
3) 橋脚および越流面のディフレクタの形状検討	37
3-6 減勢工の実験	46
1) シル位置, 高さおよび形状の検討	46
2) 水叩き内導流壁高の検討	63
3) 堤体バケットカーブの形状	77
3-7 下流河道の実験	81
3-8 結 論	87
参 考 文 献	88

図 目 次

図-1	ダム基本計画図	2
図-2	八戸ダム洪水吐標準断面図(最終案)	4
図-3	八戸ダム平面図(最終案)	5
図-4	放水管一般図	7
図-5	放水管曲管部の中心線図	8
図-6	放水管詳細図	10
図-7	越流部詳細図	16
図-8	放水管貯水位～流量関係図	22
図-9	放水管内面圧力分布図	24
図-10	放水管開水路部水面形図	26
図-11	越流部貯水位～流量関係図	31
図-12	洪水吐貯水位～流量関係図	32
図-13	越流部水面形図	35
図-14	橋脚および堤体下流面ディフレクタ比較図	39
図-15	橋脚および堤体下流面ディフレクタ最良案形状図	47
図-16	水叩き内水面形図およびシル前面圧力分布図 (シル位置と高さの検討 $Q = 850 \text{ m}^3/\text{s}$)	48
図-17	シル形状図	66
図-18	シル面圧力分布図	71
図-19	水叩き内水面形図(最終案水叩き形状)	74
図-20	堤体バケットの圧力分布図	78
図-21	下流河道流速分布図	82

第1章 洪水吐の概要と設計条件

1-1 洪水吐の概要

八戸ダムの洪水調節計画は、八戸川の計画高水流量 $1190 \text{ m}^3/\text{s}$ のうち $860 \text{ m}^3/\text{s}$ を調節し $330 \text{ m}^3/\text{s}$ を放流するもので、このために常用の放水管2条と非常用の越流部3門からなる洪水吐を設けた。

ダムおよび貯水池の諸元を表-1に示す。

1-2 設計条件

ダム基本計画図は図-1に示すとおりであり、洪水吐の設計条件を下記に示す。

① 放水管は、洪水調節計画を満足する断面とし、異常洪水は、放水管および越流部で処理する。

② 洪水調節は、一定率一定量調節方式とする。

③ WL 103.0 m で無害放流量 $200 \text{ m}^3/\text{s}$ 放流できること。

④ WL 107.0 m で計画最大放流量 $330 \text{ m}^3/\text{s}$ 放流できること。

⑤ 洪水時満水位 (WL 125.8 m) で設計洪水流量 $1430 \text{ m}^3/\text{s}$ 放流できること。

⑥ サーチャージ水位 (WL 126.9 m) で異常洪水流量 $1720 \text{ m}^3/\text{s}$ 放流できること。

⑦ 減勢工設計対象流量を $850 \text{ m}^3/\text{s}$ とする。

表-1 ダムおよび貯水池の諸元

ダ ム 名	八 戸 ダ ム
河 川 名	江 の 川 水 系 八 戸 川
位 置	島 根 県 邑 智 郡 桜 江 町

ダ ム 型 式	重力式コンクリートダム
堤 高	7 2 m
堤 頂 長	1 5 1 m
堤 体 積	1 8 0.0 0 0 m ³

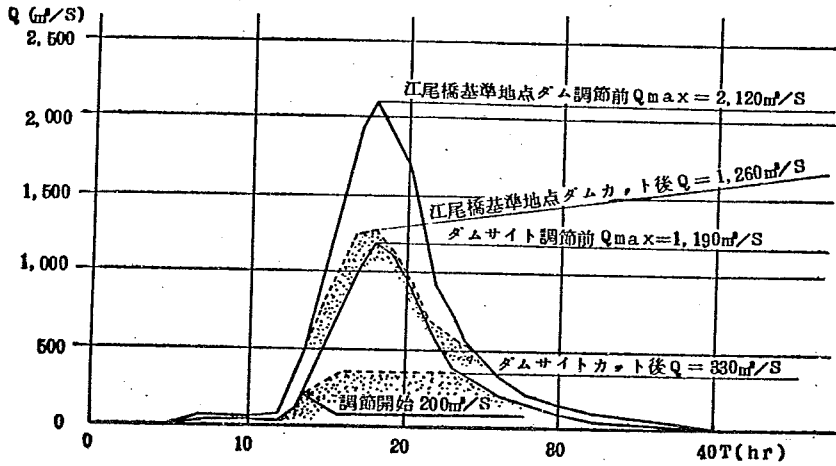
集 水 面 積	1 6 4 K m ²
湛 水 面 積	1, 2 8 2 K m ²

総 貯 水 容 量	2 6, 8 0 0, 0 0 0 m ³
有 効 貯 水 容 量	2 3, 2 0 0, 0 0 0 m ³
治 水 容 量	2 0, 0 0 0, 0 0 0 m ³

サ ー チ ャ ー ジ 水 位	WL 1 2 6.9 0 m
洪 水 時 満 水 位	WL 1 2 5.8 0 m
常 時 満 水 位	WL 1 2 4.6 0 m
夏 季 制 限 水 位	WL 1 0 6.9 0 m
治 水 発 電 最 低 水 位	WL 1 0 3.0 0 m
堆 砂 面	EL 9 4.3 0 m

異 常 洪 水 流 量	1 7 2 0 m ³ /s
設 計 洪 水 流 量	1 4 3 0 m ³ /s
計 画 高 水 流 量	1 1 9 0 m ³ /s
計 画 最 大 放 流 量	3 3 0 m ³ /s
無 害 放 流 量	2 0 0 m ³ /s

洪水調節図



計画高水流量配分図

(単位: m^3/s)

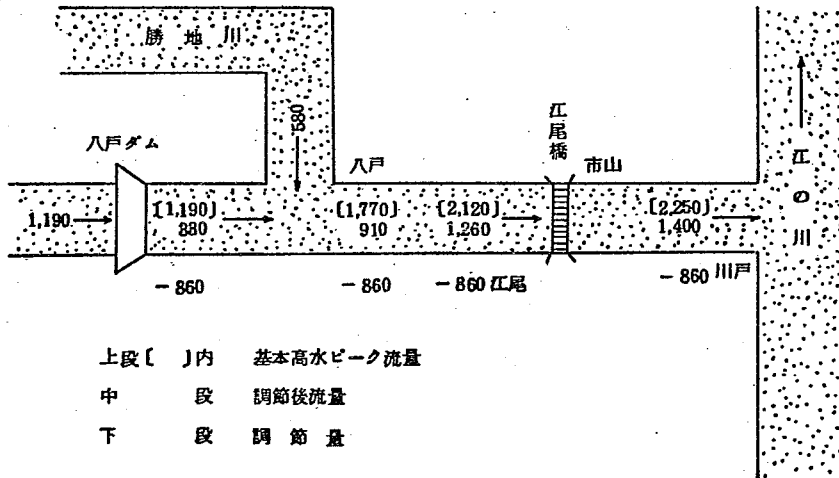
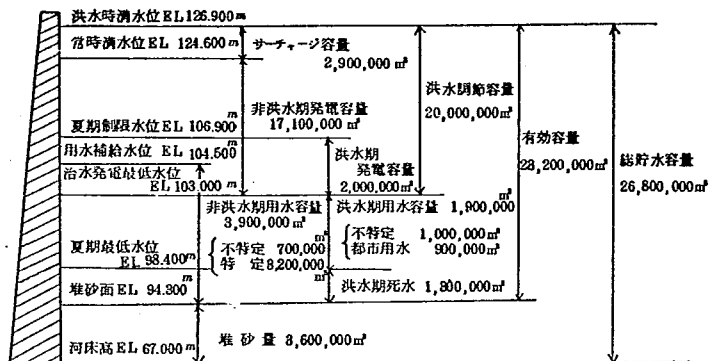
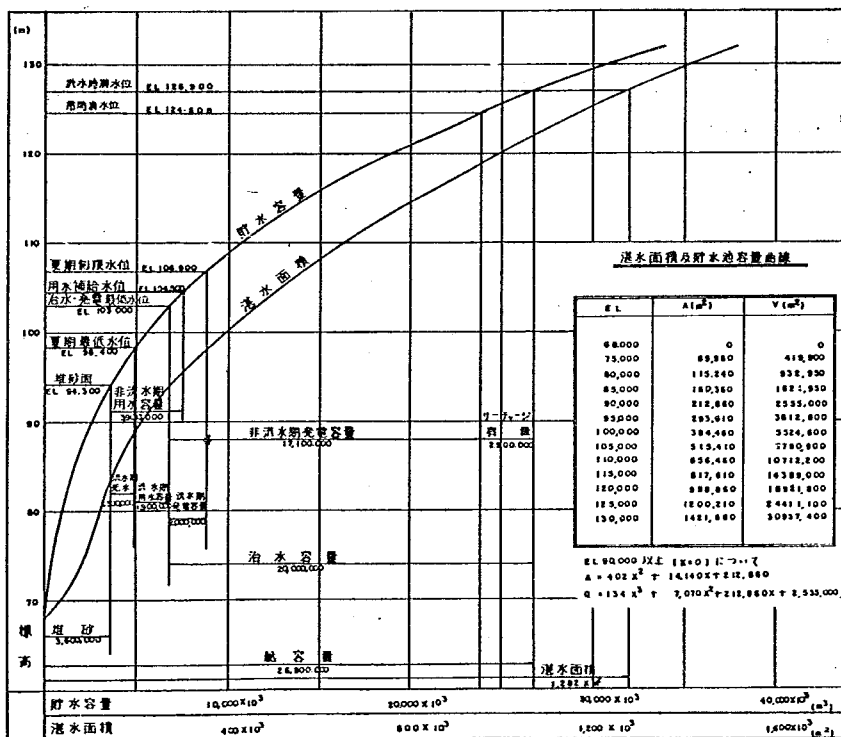


図-1-1 ダム基本計画図

貯水池容量配分



貯水位一容量曲線



図一1-2 ダム基本計画図

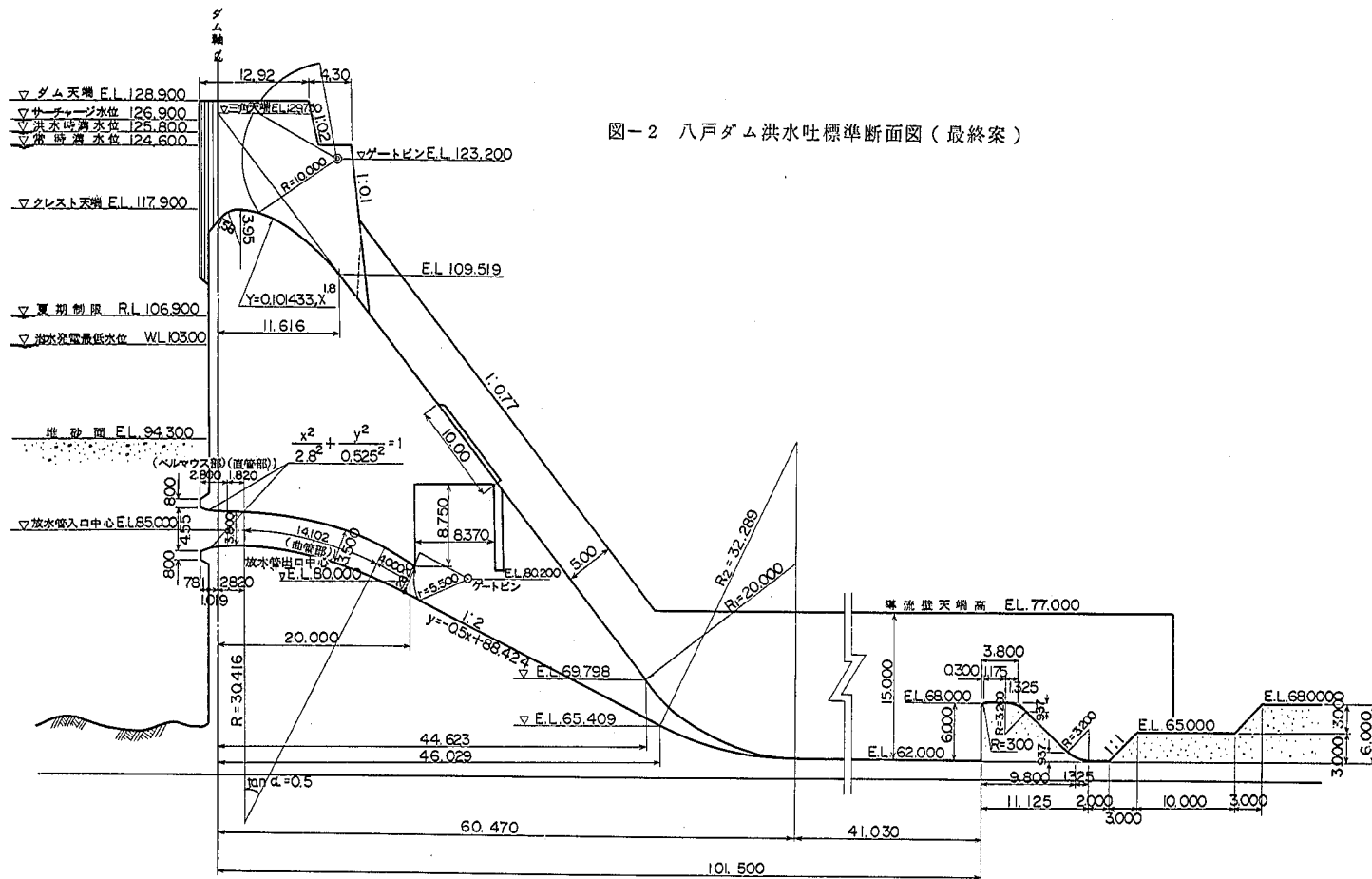
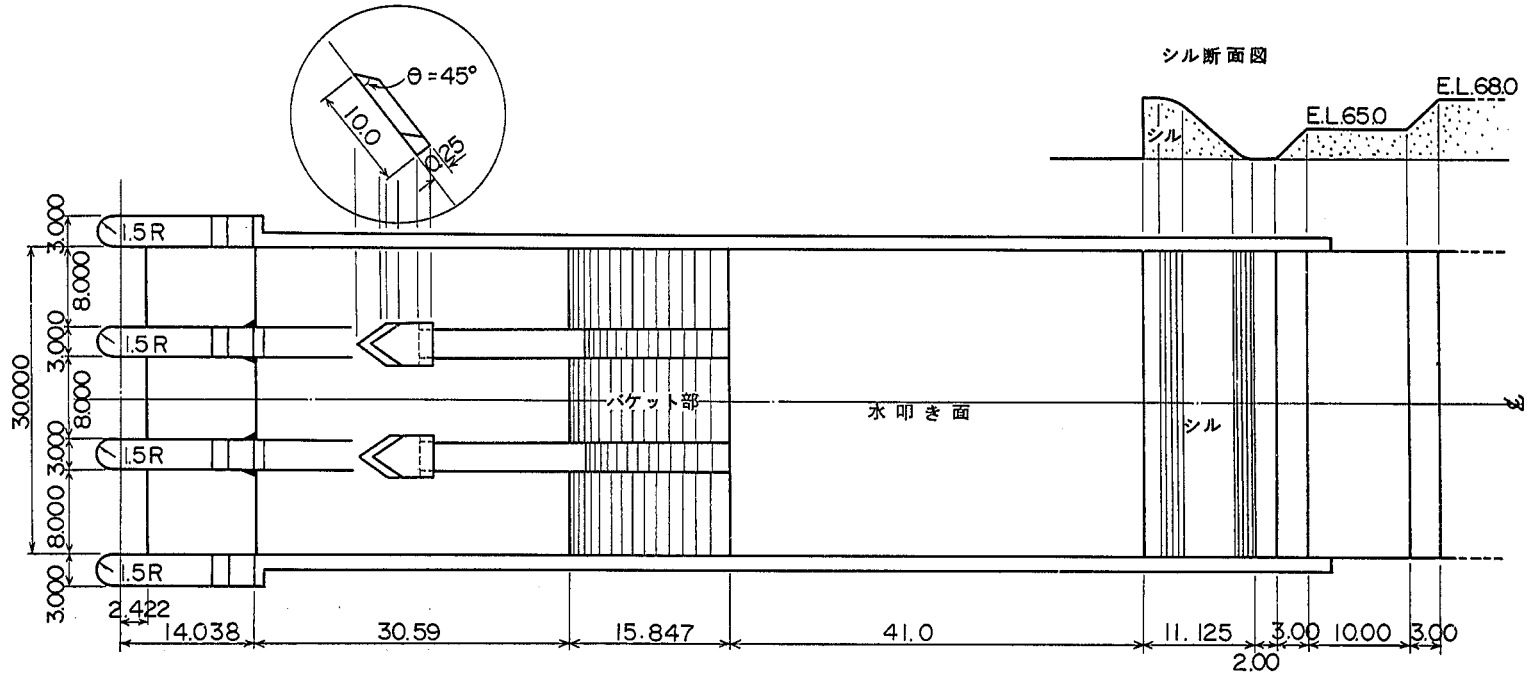


図-3 八戸ダム平面図（最終案）

単位：m



洪水吐の最終形状を図-2, 3. 写真-1に示す。

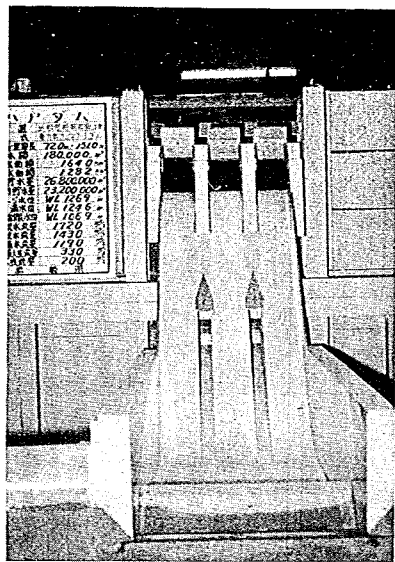


写真-1 八戸ダム全体模型（最終案）

第2章 洪水吐の水理設計

2-1 放水管の設計

1) 設計条件

- ① 放水管は、洪水調節計画を満足する断面とする。
- ② 全管路形放水管（I型放水管）とし2条とする。
- ③ 放水管の入口中心標高は、 $EL\ 85.0\ m$ とし、出口中心標高を $EL\ 80.0\ m$ とする。
- ④ 入口は水平とし、末端に設けるゲートは、高圧ラジアルゲートとする。
- ⑤ 水理設計における座標原点は、ダム軸上の $EL\ 0.0\ m$ とする。したがって x はダム軸からの水平距離、 y は標高を示す。（越流部も同様とする）

2) 断面の決定

(1) 出口断面

放水管の出口所要断面積（ A_e ）は次の式で表わされる。

$b = 2.82 \text{ m}$ は必要である。

(2) 直管および曲管部断面

直管および曲管部断面は円形とする。直径(D)は、必要放流量を考慮し試算して 3.5 m とした。断面積 A_0 は

$$\therefore A_0 = 9.621 \text{ m}^2$$

となる。

直管部および曲管部はすべて同一の円形断面を用い、テーバー部において円形断面から出口の正方形断面へ漸変させる。直管および曲管部断面積 (A_n) と出口断面積 (A_0) との比、つまり断面絞り率は、 $A_0/A_n = 1.20$ となる。このように出口に絞りを設けると、本ダムのように入口と、出口との間に落差のある放水管においては有害な負圧を軽減することができる。

3) ベルマウス形状

ベルマウス曲線としては、つぎに示す長円曲線を用いる。^{1), 2)}

$$\frac{X^2}{(0.8D)^2} + \frac{Y^2}{(0.15D)^2} = 1 \quad \dots\dots\dots (2)$$

$D = 3.5 \text{ m}$ であるから

$$\left(\frac{X}{2.800}\right)^2 + \left(\frac{Y}{0.525}\right)^2 = 1$$

となる。

ベルマウス始端断面は、正方形とし一辺は、 $3.5 + 0.525 \times 2 = 4.55 \text{ m}$ となる。また隅取を断面積の 4% とすると、ベルマウス始端断面積 (A_b) は、 19.875 m^2 となる。ベルマウス部における断面絞り率 $A_0/A_b = 0.48$ となる。

ベルマウスの形状は、ベルマウス始端で正方形断面から終端の円形断面へ漸変させる。

4) 放水管の縦断形状

曲管部中心曲率半径 (R_c) は図-5に示すように、 Z_0 は既知であり、 α は、放水管から出た水脈の流れおよび遠心力による圧力を考慮し、 $\tan^{-1} 0.5$ と定めた。その結果

$$R_c = 30.4164 \text{ m}$$

$$L_0 = 14.10249 \text{ m} \text{ (曲管部中心長さ)}$$

となる。また、リセスを 0.781 m とし、ベルマウス部と曲管部との中間に 1.820 m の直管部を設ける。

5) テーバー部

テーバー部は、勾配 1:2 で斜面上の長さを 4 m とする。また形状は、テーバー始端 D ~ D の直径 $D = 3.5 \text{ m}$ から、テーバー終端 E ~ E の正方形 $2.82 \times 2.82 \text{ m}$ へ軸を対称とし漸

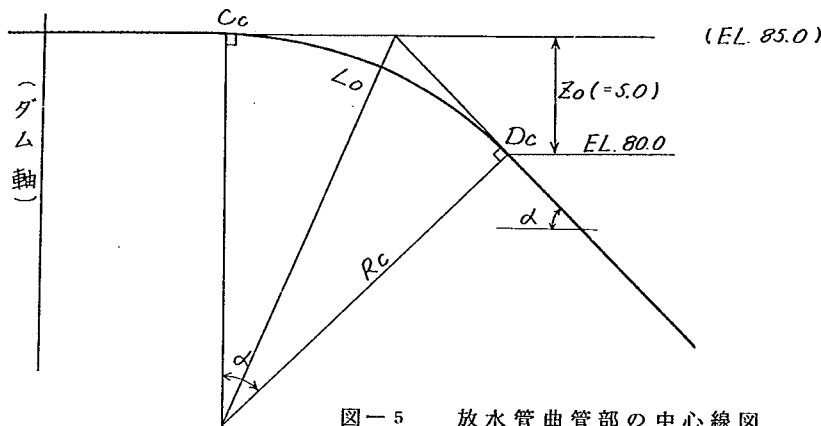


図-5 放水管曲管部の中心線図

変させる。その場合すみの流れ方向のスムーズさを考慮した。(図-4参照)

6) 隅取半径

隅角部での流線の相互干渉によって流れがベベリングという変形を示し、壁面から流れが剝離し、空洞現象が発生する。これを緩和するために隅角部に隅取半径を取りつける。

ベルマウス部の隅取半径は、始端(A~A)で始端断面積の4%とし、終端(B~B)で円形断面の半径1.75mに直線的に変化させる。直管および曲管部は、円形断面であり隅取半径は半径と同じである。

テーパ部の隅取半径は、始端(D~D)で円形断面の半径1.75m、終端(E~E)で0.1mとし、直線的に変化させる。

7) 放水管主ゲートピンの位置

放水管主ゲートは、半径5.5mのラジアルゲートとし、推定水面を考慮し図-6に示すように設計した。

$$G_p (26.027, 80.2)$$

8) 放水管開水路部底面縦断形状

開水路部底面縦断形状は、テーパ部中心軸のこう配と等しく1:2とする。また堤体バケット(堤体下流面と接続するバケット)と、終端が同じ場所になるように円弧を挿入すれば図-2に示すようになる。

$$y = -0.5x + 88.4236 \quad R = 32.2889m$$

以上のようにして設計した放水管詳細図図-6放水管横断面図を付図-1、付表-1に示す。

9) 放水管内面圧力の推定

全管長についてベルヌーイの定理を適用する(図-4参照)。

单位 m

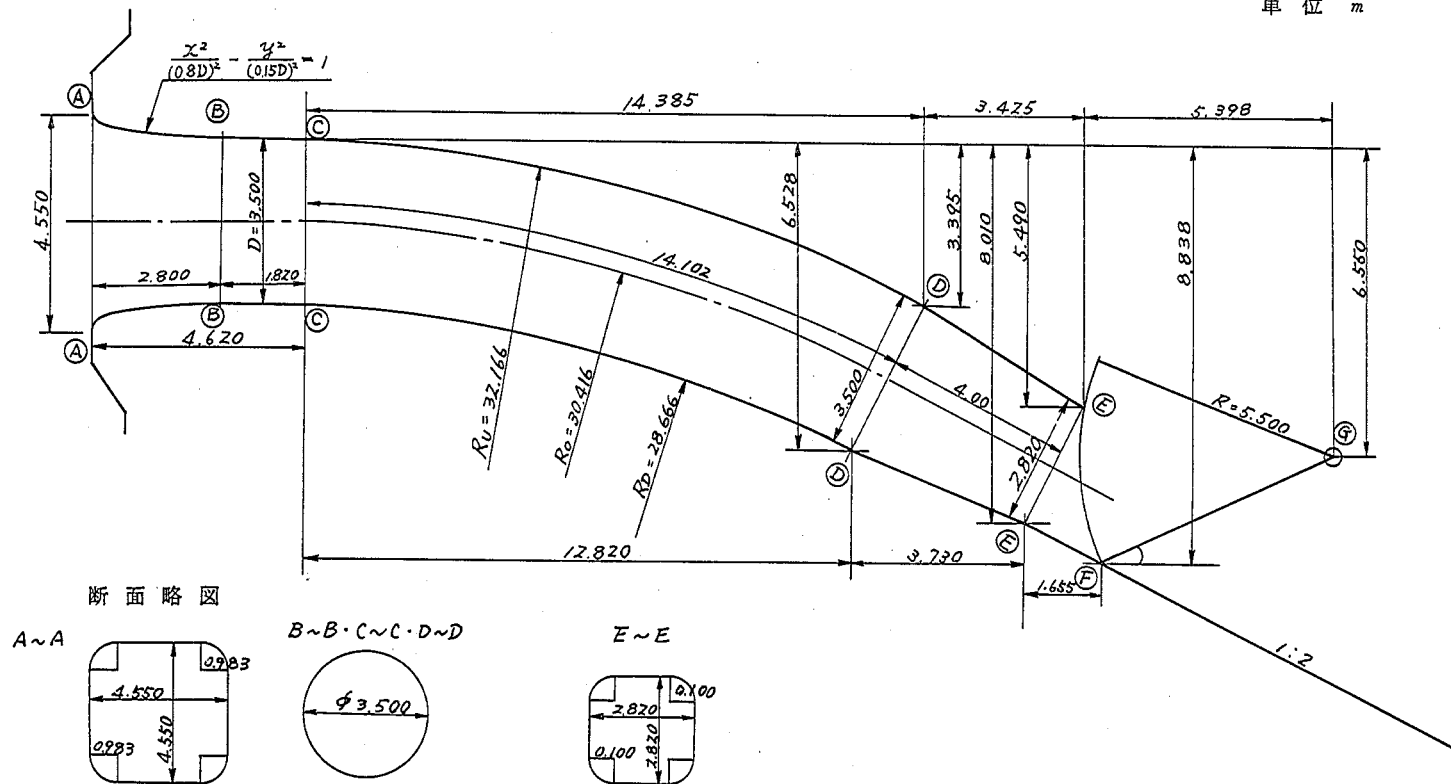


图-6 放水管详细图

$$\frac{v_4^2}{2g} = H - y_4 - \left(K_e \frac{v_3^2}{2g} + \int \frac{f}{D} \frac{v_x^2}{2g} dx + K_c \left(\frac{v_4^2}{2g} - \frac{v_3^2}{2g} \right) \right) \quad (3)$$

連続の式 $A_0 v_0 = A_1 v_1 = A_2 v_2 = A_3 v_3 = A_4 v_4$
 $A_1 = A_2 = A_3$

であるから

$$v_4 = \sqrt{\frac{2g(H - y_4)}{1 + K_e \left(\frac{A_4}{A_3} \right)^2 + \frac{f \cdot L}{D} \left(\frac{A_4}{A_3} \right)^2 + K_c - K_c \left(\frac{A_4}{A_3} \right)^2}} \quad (4)$$

ここに: A_0, A_1, A_2, A_3, A_4 ; 断面 0, 1, 2, 3, 4 の断面積

v_0, v_1, v_2, v_3, v_4 ; 断面 0, 1, 2, 3, 4 の平均流速

H ; 貯水位

y_1, y_2, y_3, y_4 ; 断面の中心標高

g ; 重力の加速度 9.8 m/sec^2

K_e ; 入口損失係数 0.16

K_c ; 断面縮小における損失係数 0.1

f ; 摩擦損失係数 $f = \frac{1}{D^{1/3}} \frac{2.7 g n^2}{n^2} \quad (n ; \text{マンニングの粗度係数})$

$$\left[\begin{array}{l} \text{新管} \quad n = 0.01 \\ \therefore f = 0.00812 \end{array} \right]$$

L ; 管の長さ $L_1 + L_2 = 1.74 + 14.102 = 15.842 \text{ m}$

D ; 管の直径 3.5 m

① 貯水位 $WL \quad 127.0 \text{ m}$

$$H = 127.0 \text{ m} \quad y_4 = 80.0 \text{ m}$$

(4)式へ代入すると $v_4 = 28.069 \text{ m/s}$ となる。

$$\therefore v_3 = \frac{A_4}{A_3} v_4 = 23.270 \text{ m/s} = v_2 = v_1$$

エネルギー線は

$$E_1 = H - K_e \frac{v_3^2}{2g} = 126.9 - 0.16 \times \frac{23.270^2}{2 \times 9.8} = 122.480 \text{ m}$$

$$E_2 = H - K_e \frac{v_3^2}{2g} - \frac{L_1 f}{D} \frac{v_3^2}{2g} = 122.367 \text{ m}$$

$$E_3 = H - K e \frac{v_3^2}{2g} + \frac{L f}{D} \frac{v_3^2}{2g} = 12.1455 \text{ m}$$

$$E_4 = H - K e \frac{v_3^2}{2g} + \frac{L f}{D} \frac{v_3^2}{2g} + K e \left\{ 1 - \left(\frac{A_4}{A_3} \right)^2 \right\} = 12.0590 \text{ m}$$

となる。中央の圧力は

$$(P_1)_c = E_1 - \frac{v_3^2}{2g} - y_1 = 12.2480 - \frac{2.3270^2}{2 \times 9.8} - 8.50 = 9.854 \text{ m}$$

$$(P_2)_c = E_2 - \frac{v_3^2}{2g} - y_2 = 9.741 \text{ m}$$

$$(P_3)_c = E_3 - \frac{v_3^2}{2g} - y_3 = 12.040 \text{ m}$$

$$(P_4)_c = E_4 - \frac{v_4^2}{2g} - y_4 = 0.393 \text{ m}$$

となる。

上面および下面圧力は流線が平行であると仮定すれば、それぞれの中心圧力に位置水頭 ($D/2$) を加減すればよい。つぎに、曲管部における遠心力の影響による圧力の変化は下式によってあらわされる。

$$\Delta P = \frac{D}{2} \left(\cos \theta - \frac{v_3^2}{gR} \right) \dots\dots\dots (5)$$

ここに D ; 管の直径

θ ; 半径 R における曲管始端と終端とにかこまれる角度 (図一 参照)

v_3 ; 断面 3 の平均流速

g ; 重力の加速度

R ; 曲管の中心半径

与えられた条件 $D = 3.5 \text{ m}$, $\cos \theta = 0.894$, $v_3 = 2.3272 \text{ m/s}$ $g = 9.8 \text{ m/s}^2$

$R = 30.4 \text{ m}$ を代入すると,

$$\Delta P = -1.616 \text{ m}$$

となる。したがって、断面 3 における上面および下面圧力は

$$(P_3)_U = (P_3)_C - \Delta P$$

$$(P_3)_D = (P_3)_C + \Delta P$$

となる。

以上により各断面における圧力を推定すると次表のとおりとなる。

単位 m

貯 水 位	断面 位置	1	2	3
WL 126.9 m	P _U	8.104	7.991	13.656
	P _C	9.854	9.741	12.040
	P _D	11.604	11.604	10.424

② 貯水位 WL 103.0 m

同様にして貯水位 WL 103.0 m の場合の圧力を推定すると下表のとおりとなる。

単位 m

貯 水 位	断面 位置	1	2	3
WL 103.0 m	P _U	4.034	3.979	5.478
	P _C	2.284	2.229	4.992
	P _D	0.534	0.479	4.506

10) 放流量の推定

$$Q = v_4 A_4 = A_4 \sqrt{\frac{2g(H - y_4)}{1 + K_c \left(\frac{A_4}{A_3}\right)^2 + \frac{fL}{D} \left(\frac{A_4}{A_3}\right) + K_c \left\{1 - \left(\frac{A_4}{A_3}\right)^2\right\}}} \quad \text{..... (6)}$$

ただし、管を旧管とすれば、 $n = 0.013$ であるから $f = 0.008197$ となる。また与えられた条件を代入すると、

$$Q = 32423 \sqrt{H - 80.0}$$

となる。Hを仮定し放流量Qを求めると、下表のとおりとなる。

H WL m	推定放流量 Q (m³/s)		必要放流量	備 考
	1 条	2 条		
WL 103.0 m	155.5 m³/s	311.0 m³/s	200 m³/s	治水発電最低水位
107.0	168.5	336.9	330	夏期制限水位
124.6	216.5	433.1		常時満水位
125.8	219.4	438.8		洪水時満水位
126.9	222.0	444.1		サーチャージ水位

但しクレストゲート全開

2-2 越流部の設計

1) 設計条件

- ① 越流部は、洪水時満水位 (WL 125.8 m) で設計洪水流量 (1430 m³/s) を放水管と合わせて放流できること。
- ② 越流部は、サーチャージ水位 (WL 126.9 m) で異常洪水流量 (1720 m³/s) を放水管と合わせて放流できること。
- ③ 越流部は、幅 8.0 m の 3 門とする。
- ④ 橋脚幅は、3.0 m、ダム軸から橋脚先端までの水平距離を 3.3 m とする。
- ⑤ 越流部ゲートは、半径 R = 10.0 m のラジアルゲートとした。

2) 越流頂の敷高および設計水頭の決定

越流頂の敷高を求めるためには、設計条件①②を満足する越流水深を必要とする。越流水深を算定するために下式を使用する。

石井、藤本の式⁴⁾

$$Q = n C' B H^{3/2} \dots\dots\dots (7)$$

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

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

$n = 1$ あるいは $n \leq 2$ かつ $b/s' \leq 0.8$ に対して

$$Md = 0.0756 (H_d/B)^{1/2}$$

$n > 2$ かつ $b/s' < 0.8$ に対して

$$Md = 0.0756 (H_d/B)^{1/2} \left\{ \frac{1}{n} + 1.465 \frac{n-1}{n} \right\} \left(\frac{b}{s'} \right)^{1.7}$$

ここに n : 径間数

C' : 橋脚、橋台の影響を考慮した流量係数

B : 1 径間当りの径間幅 (m) 8.0 m

Md : 設計水頭時の流量係数に対して橋脚、橋台の影響を考慮した補正量

S' : 堤頂から橋脚上流端までの水平長 (m) 5.722 m

b : 橋脚幅 (m) 3.0 m

C : 流量係数

H_d : 設計水頭

H : 越流水深

与えられた条件および仮定により試算した結果、越流頂の敷高 EL 117.9 m, $H_d = 7.9$ m と決定した。

3) 越流部の形状

一般に越流部の形状は、標準型として Harrold または、Randolph 形状が採用されている。本ダムでは Randolph 形状を採用し、上流面は複合円弧とし、それより上流は 2 : 3 の勾配とし堤体上流面に接続させる。

上流面複合円弧

$$\left. \begin{array}{l} r_1 = 0.5 \text{ Hd} \\ r_2 = 0.2 \text{ Hd} \end{array} \right\} \dots\dots\dots (8)$$

下流面曲線式

$$y = \frac{0.53}{\text{Hd}^{0.8}} x^{1.8} \dots\dots\dots (9)$$

与えられた条件より $r_1 = 3.95 \text{ m}$, $r_2 = 1.58 \text{ m}$, $y = 0.10143 x^{1.8}$ となる。

また、越流部のラジアルゲートピンの位置を (1 2 . 4 3 0 , 1 2 3 . 2 0) とし、堤体導流壁の高さを 4.5 m とした。

以上のようにして設計した越流部縦断面図を図-7 に示す。

堤体下流面末端では、高速水脈のキャピテーションや圧力変動による堤趾部の破壊が考えられる。それらの影響を緩和するために R = 20 m のバケットを設ける。それを図-2 に示す。

4) 越流量の推定

越流部の越流量を推定するために、(7)式の石井、藤本の式を用い下表に示す。

貯水位 WL m	越流水深 m	推 定 放 流 量			必要放流量 m ³ /s
		越 流 量 m ³ /s	放水管放流量 m ³ /s	合 計 m ³ /s	
1 2 5.8	7.9 m	1 1 2 2.7	4 3 8.8	1 5 6 1	1 4 3 0
1 2 6.9	9.0 m	1 3 8 6.9	4 4 4.1	1 8 3 1	1 7 2 0

ゆえに必要放流量は確保できる。

2-3 減勢工の設計

1) 設 計 条 件

- ① 減勢処理方法は跳水型減勢工とする。
- ② 洪水吐減勢工は河道線形に合わせた直線水叩きとする。
- ③ 水叩き幅は 30 m とし、底面標高を E L 6 2.0 m とする。
- ④ 水叩き内導流壁は鉛直とする。

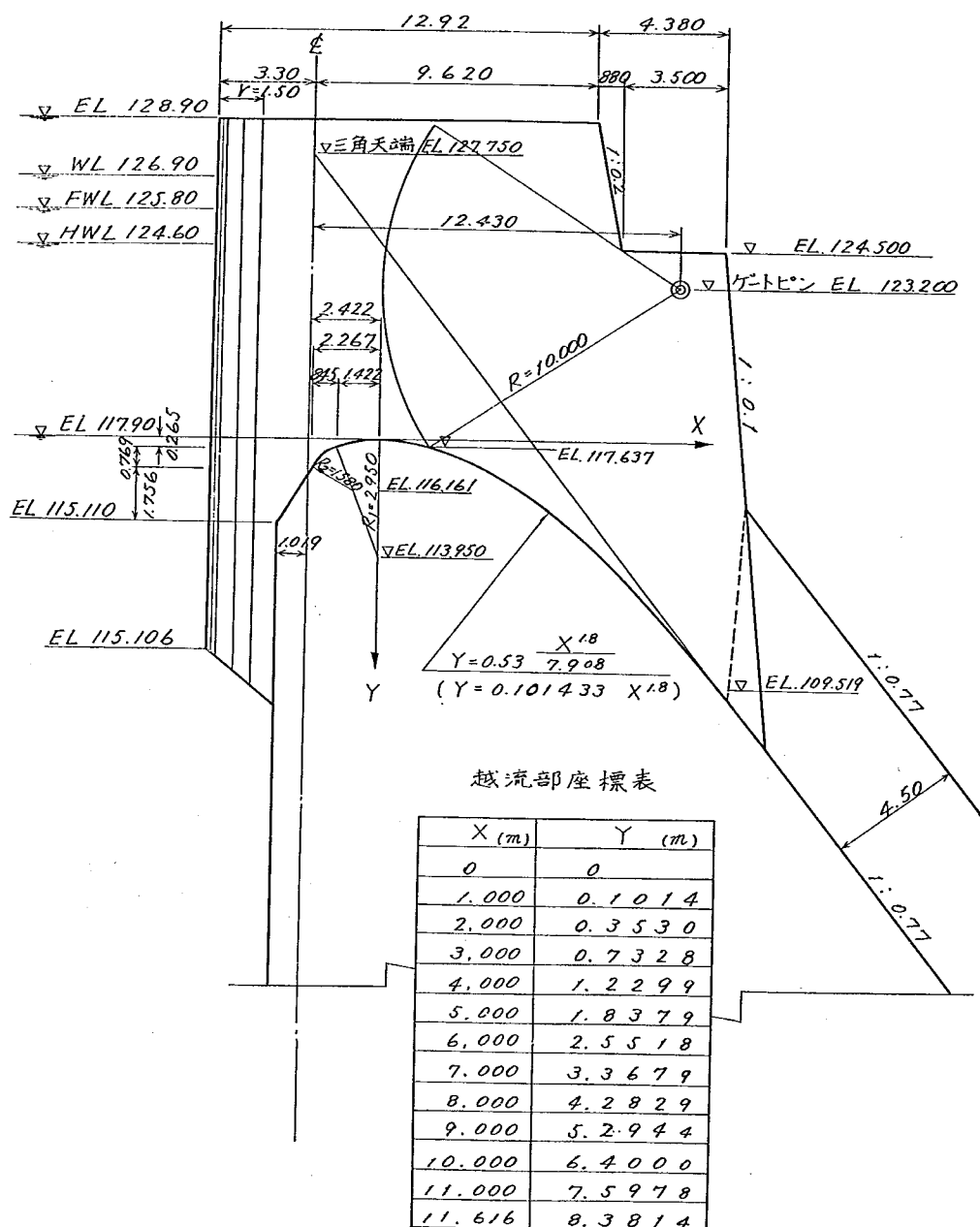


図-7 越流部詳細

2) 減勢工設計対象流量の決定

ダム設計基準によると、跳水式減勢工の設計流量は、そのひん度および流量が限界を越えた場合の危険度を考慮して、設計洪水流量時の放流量に近い流量をとるものときめられている。

本ダムでは、昭和33年6月洪水をもとにし、設計洪水流量 $1430 \text{ m}^3/\text{s}$ の流入時に洪水調節を行うと、約 $850 \text{ m}^3/\text{s}$ で貯水池容量が不足する。したがって、 $850 \text{ m}^3/\text{s}$ を減勢工の設計対象流量とする。

しかし従来の例では、計画放流量に10～60%の余裕を見込んだ流量を選定している。

したがって、本ダムにおける減勢工設計の方針としては、計画放流量の約30%増の $430 \text{ m}^3/\text{s}$ で、シル位置および高さを設計し、 $Q=850 \text{ m}^3/\text{s}$ のとき支障がないように実験にて検討を行う。

3) シルの位置および高さの設計

下流水位が期待できないと考えて、水叩き始端にて強制跳水させるためのシルの位置(L)およびシルの高さ(W)は次式によって求めることができる。

$$L = 4.5 h_2$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{W}{h_1} = \frac{(1+2F_1^2) \sqrt{1+8F_1^2} - 1 - 5F_1^2}{1+4F_1^2 - \sqrt{1+8F_1^2}} - \left(\frac{F_1^2}{2K^2}\right)^{\frac{1}{3}} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (10)$$

ここに、L : 水叩きの長さ(シルの位置)(m)

h_2 : 共役水深

F_1 : 初期フルード数

K : 越流係数(本間および鍋岡の広頂ぜきの越流係数に関する実験によって得られている)

また、水叩き始端における水利諸量を求めるには、次の式⁵⁾を用いる。

$$\left. \begin{aligned} h_1 &= \frac{Q\sqrt{B}}{\sqrt{2g(D+h)\left(1-C_0\frac{D}{h}\right)}} \\ C_0 &= 0.015 \sim 0.025 \\ h_2 &= \frac{h_1}{2} (\sqrt{1+8F_1^2} - 1) \\ F_1^2 &= \frac{v_1^2}{gh_1} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (11)$$

ここに、 h_1 : 水叩き始端水深

Q : 流量

B : 幅

g : 重力の加速度

D : ダム越流頂と水叩き底面との標高差

h : 越流水深

h_2 : 共役水深

F_1 : 水叩き始端フルード数

v_1 : 水叩き始端流速

与えられた条件および仮定より, $Q = 430 \text{ m}^3/\text{s}$, $B = 30 \text{ m}$, $D = 55.9 \text{ m}$, $h \doteq 6.7 \text{ m}$,
 $Co = 0.02$ とすると, (1) 式より $h_1 = 0.448 \text{ m}$, $F_1 = 15.254$, $h_2 = 9.449 \text{ m}$ となる。
さらに $K = 0.4$ と仮定し (10) 式に代入すると,

$$L \doteq 42.52 \text{ m}$$

$$W \doteq 5.53 \text{ m}$$

となる。

第3章 洪水吐水理模型実験

3-1 実験の目的と内容

本実験の目的は, 八戸ダム洪水吐の水理機能, すなわち放流設備の放流能力, 形状の安全性
および減勢工の減勢機能を調査し, 最適な洪水吐の設計を求めるものである。

実験内容は, つぎのとおりである。

1) 放水管

(1) 放流能力調査

(ゲート全開時およびゲート半開時の貯水位へ流量測定)

(2) 放水管形状の検討

(放水管内面圧力測定)

(3) 放水管主ゲートピンの位置検討

(流況観察, 水面形測定)

2) 越流部

(1) 越流能力調査

(自由越流時およびゲート半開時の貯水位～流量測定)

(2) 越流部ゲートピンの位置および導流壁高の検討

B : 幅

g : 重力の加速度

D : ダム越流頂と水叩き底面との標高差

h : 越流水深

h_2 : 共役水深

F_1 : 水叩き始端フルード数

v_1 : 水叩き始端流速

与えられた条件および仮定より, $Q = 430 \text{ m}^3/\text{s}$, $B = 30 \text{ m}$, $D = 55.9 \text{ m}$, $h \doteq 6.7 \text{ m}$,
 $Co = 0.02$ とすると, (1) 式より $h_1 = 0.448 \text{ m}$, $F_1 = 15.254$, $h_2 = 9.449 \text{ m}$ となる。
さらに $K = 0.4$ と仮定し (10) 式に代入すると,

$$L \doteq 42.52 \text{ m}$$

$$W \doteq 5.53 \text{ m}$$

となる。

第3章 洪水吐水理模型実験

3-1 実験の目的と内容

本実験の目的は, 八戸ダム洪水吐の水理機能, すなわち放流設備の放流能力, 形状の安全性
および減勢工の減勢機能を調査し, 最適な洪水吐の設計を求めるものである。

実験内容は, つぎのとおりである。

1) 放水管

(1) 放流能力調査

(ゲート全開時およびゲート半開時の貯水位へ流量測定)

(2) 放水管形状の検討

(放水管内面圧力測定)

(3) 放水管主ゲートピンの位置検討

(流況観察, 水面形測定)

2) 越流部

(1) 越流能力調査

(自由越流時およびゲート半開時の貯水位～流量測定)

(2) 越流部ゲートピンの位置および導流壁高の検討

(流況観察, 水面形測定)

(3) ピアーおよび越流面ディフレクタの形状検討

(流況観察)

3) 減 勢 工

(1) シル位置, 高さおよび形状の検討

(流況観察, 水面形測定, シル面圧力測定)

(2) 水叩き内導流壁高の検討

(流況観察, 水面形測定)

(3) 堤体バケットカーブの形状

(圧力測定)

(4) 下 流 河 道

下流河道の流況

(流況観察, 流向, 流速測定)

なお, 放水管は, 放水管抽出模型により, 越流部, 減勢工および下流河道は全体模型により実験検討をおこなう。

3-2 実 験 方 法

1. 貯水位～流量測定

ゲート開度および貯水位を設定し放流する。そして導水路下流についている堰で流量を算定する。

2. 水 面 形 測 定

ポイントゲージにより, ある時間内における最高と平均を測定する。

3. 圧 力 測 定

管内のピエゾメーターをビニールホースで, 水柱マノメーターまで連結し, マノメーターの水位の最高と最低を読みとる。

4. 流 況 観 察

写真撮影, スケッチ, メモなど行う。

3-3 模型と相似律

1) 模 型

(1) 全 体 模 型

全体模型は, 縮尺 1/50 とする。ダムの構成は, 本体 (放水管部, 越流部) および水叩きを木製とし, 下流河道は水叩き終端付近から下流へ約 1 0 0 m の区間をモルタル製とした。

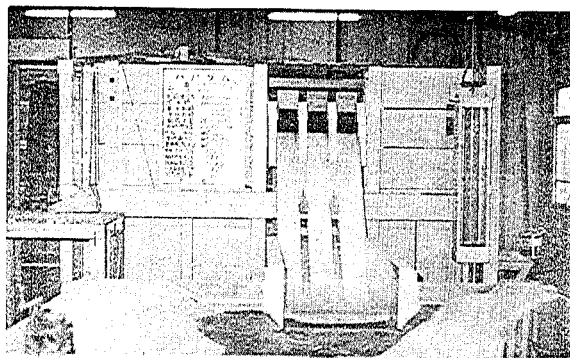


写真-2 八戸ダム全体模型（下流より）

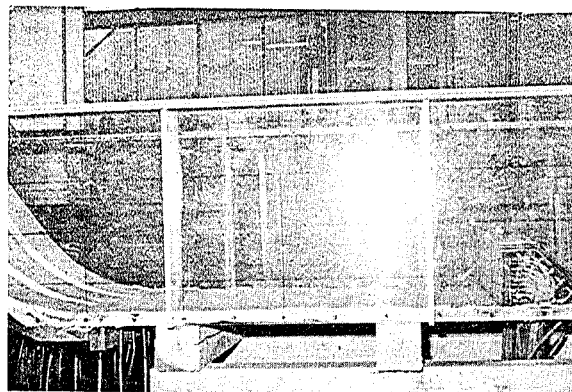


写真-3 八戸ダム水叩き全体模型（側面より）



写真-4 八戸ダム全体模型（平面）



(2) 放水管抽出模型

放水管の抽出模型は、縮尺 $1/25$ とし、ベルマウス部、直管部、曲管部およびテーパー部を真ちゅう製鑄造および黄銅板で製作し、テーパー部終端に高压ラジアルゲートを取付けた。

2) 相 似 律

模型と原型との力学的相似は、フルードの相似則に従うものとし表-2に示す。

3-4 放水管の実験

1) 放流能力調査

放水管の貯水位(H)～流量(Q)の測定は、抽出模型によって、ゲート開度 0.5 m ごとに全開までの6種類について行った。その結果を図-8、付表-

2に示す。

実験の結果は、設計条件に対して下表のとおりであり、条件を満足している。

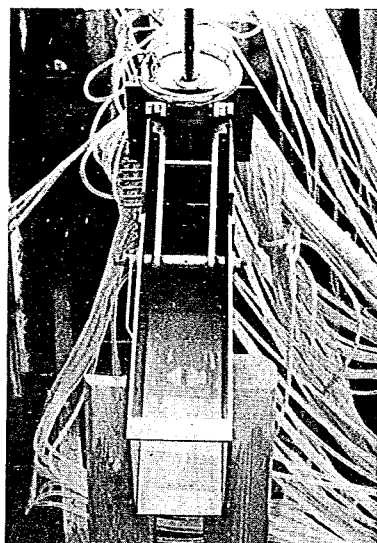


写真-5 八戸ダム放水管抽出模型（正面より）

表-2 模 型 の 縮 率

諸 元	次 元		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	T	$1 : n^{1/2}$	$1 : 7.071$	$1 : 5$
流 速	LT^{-1}	$1 : n^{1/2}$	$1 : 7.071$	$1 : 5$
流 量	$L^3 T^{-1}$	$1 : n^{3/2}$	$1 : 17.677$	$1 : 3,125$
圧 力	$ML^{-1} T^{-2}$	$1 : n$	$1 : 50$	$1 : 25$

貯 水 位	必要放流量 (Q_P)	実 験 値 (Q_M)	$\frac{Q_M}{Q_P} \times 100$	備 考
WL103.0 m	$200\text{ m}^3/\text{s}$	307	154 %	治水発電最低水位
107.0	330	334	101	夏期制限水位

但し 放水管2条の合計流量を示す。

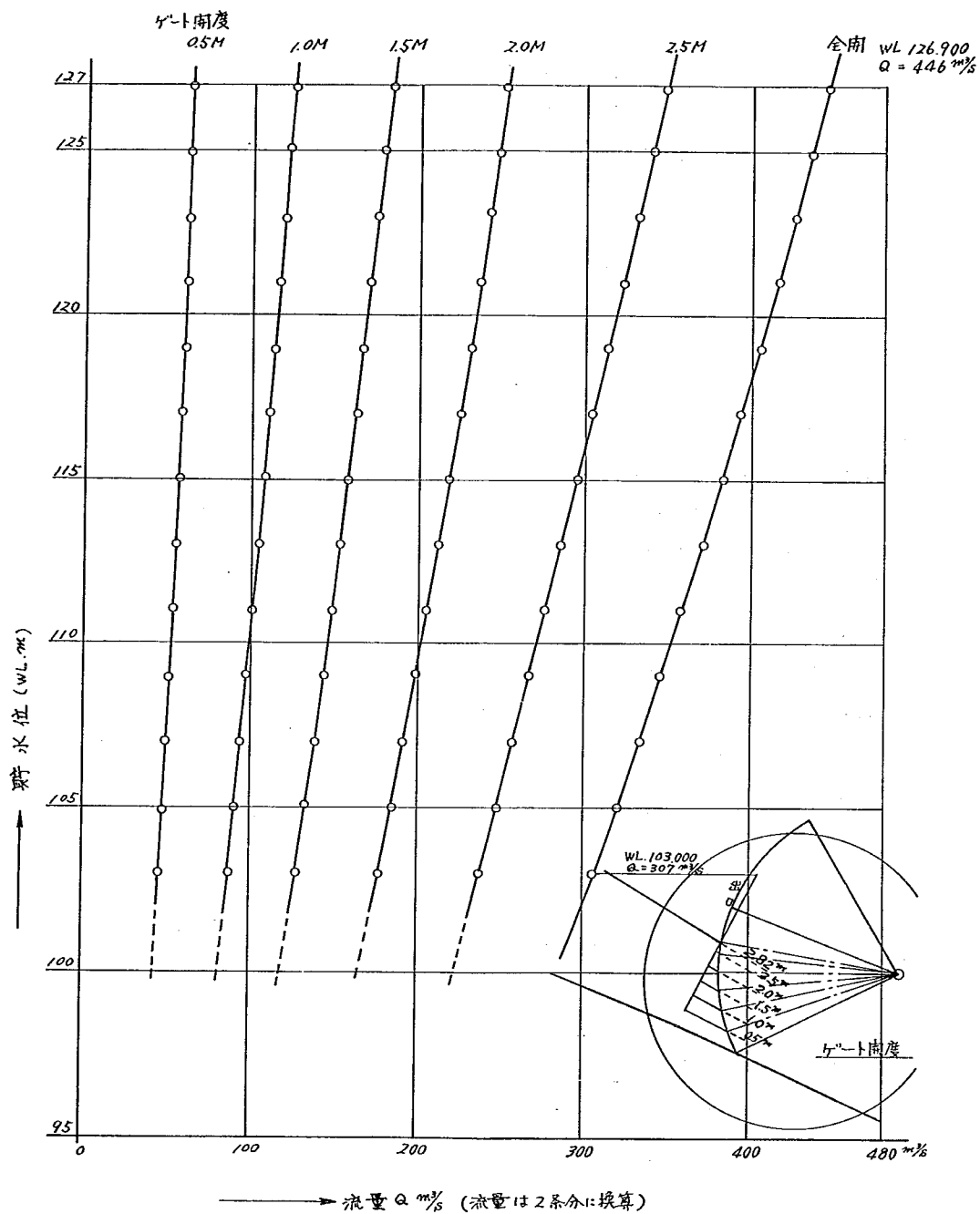


図-8 放水管貯水位流量関係図

2) 放水管形状の検討

放水管形状の適否を調べるため、抽出模型によって放水管内面の圧力を次の条件のもとで測定した、その結果を図-9、付表-3に示す。

ゲート開度	全 開	
貯 水 位	WL 103.0 m	治水発電最低水位
	WL 126.9 m	サーチャージ水位

この結果最低圧力は、テーバー部終端の側面に発生した。その値はWL103.0mで、
-0.63m水柱、WL126.9mで-2.25m水柱となり、許容負圧（-3m水柱）以内である。

3) 放水管主ゲートピンの位置検討

放水管主ゲートピンの位置を経験するために、下記の条件のもとで開水路部の流況観察および水面形測定を行った。その結果を図-10、付表-4に示す。

貯 水 位	WL 126.9 m (サーチャージ水位)	
ゲ ー ト 開 度	1.0 m	(35.5 %)
	2.0 m	(70.9 %)
	2.5 m	(88.7 %)
	2.73 m	(96.8 %)
	2.82 m	(100 %)

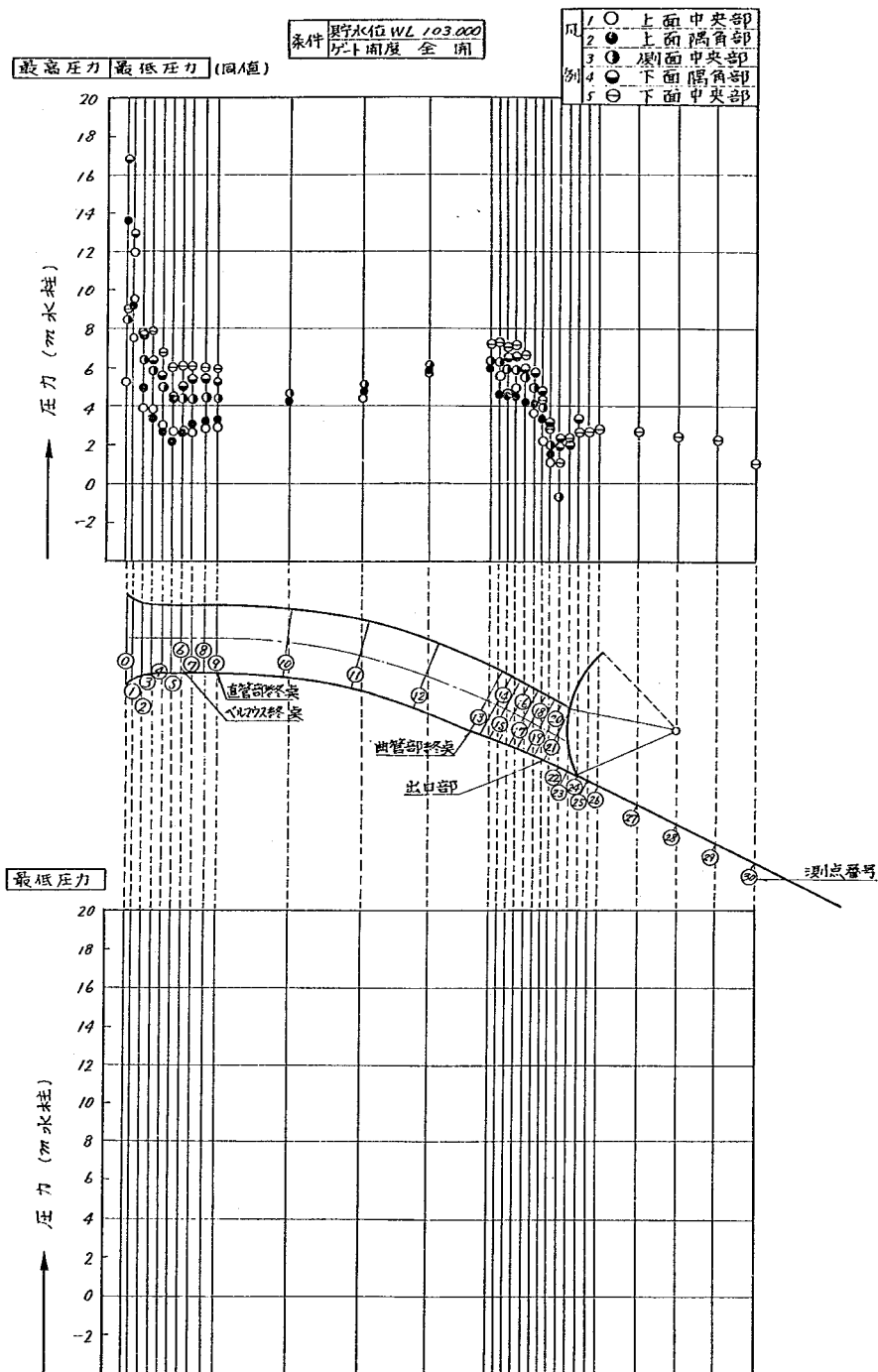
ゲートピン付近で水面が最も高くなるのは、ゲート開度2.73m(96.8%)の時で放水管からの側壁沿いの流れが側壁に沿って水面が上昇しており、水面とゲートピンとの余裕は、約0.75mである。また既設ダムの放水管ラジアルゲートピン位置に関する資料を表-3に示す。

3-5 越流部の実験

1) 越流能力調査

越流部の貯水位(H)～流量(Q)測定は、ゲート開度0.5m間隔に全開までの12種類について行った。その結果を図-11、付表-5に示す。

放水管の放流量と越流部の越流量とを合わせた全放流量を図-12に示す。(但し、放水管の放流量は全体模型による)洪水吐の設計条件に対し、実験値は次表のとおりであり設計条件を満足している。



図一 9 - 1 放水管内压力分布图

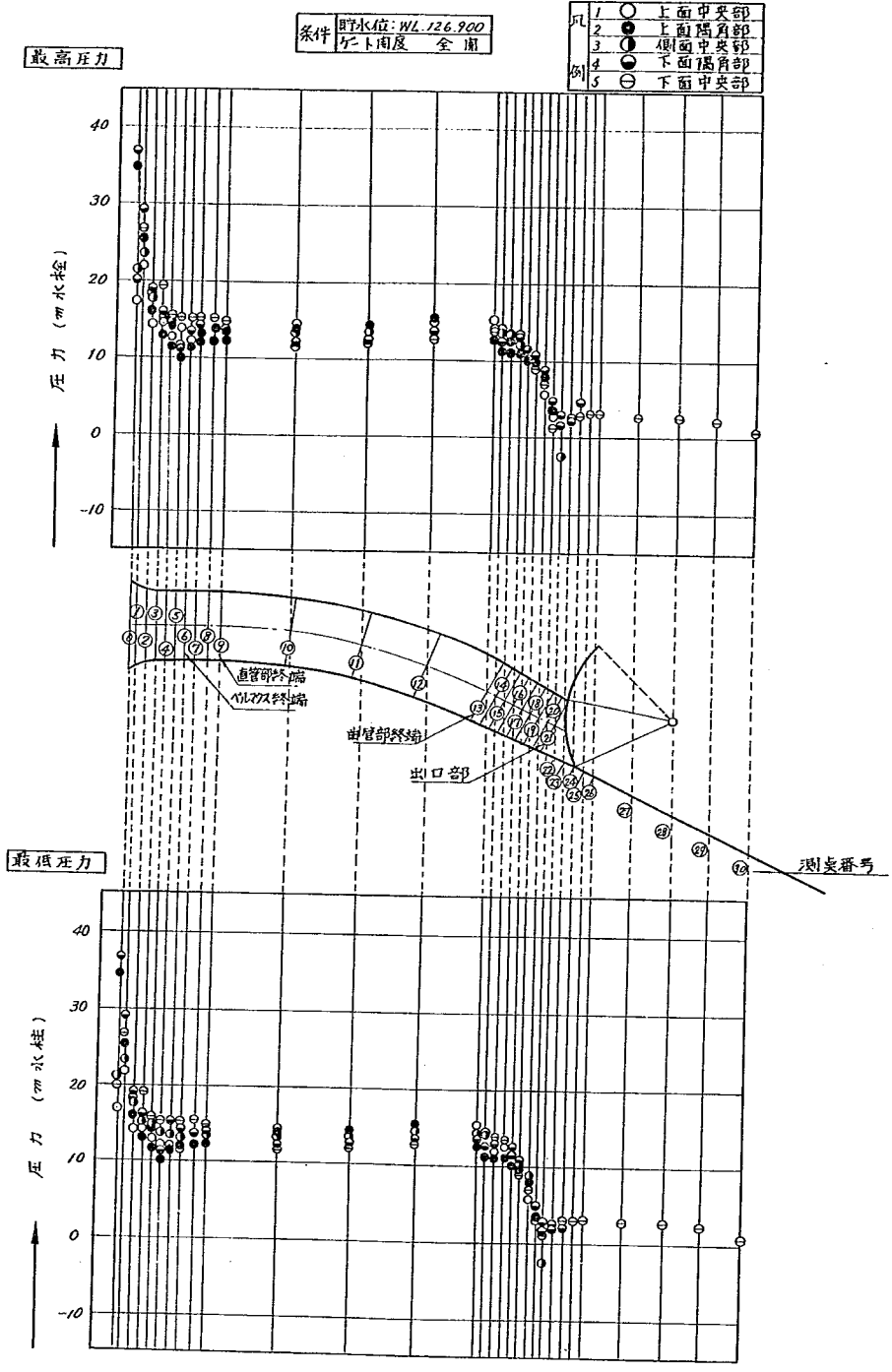


図 - 9 - 2 放水管内圧力分布図

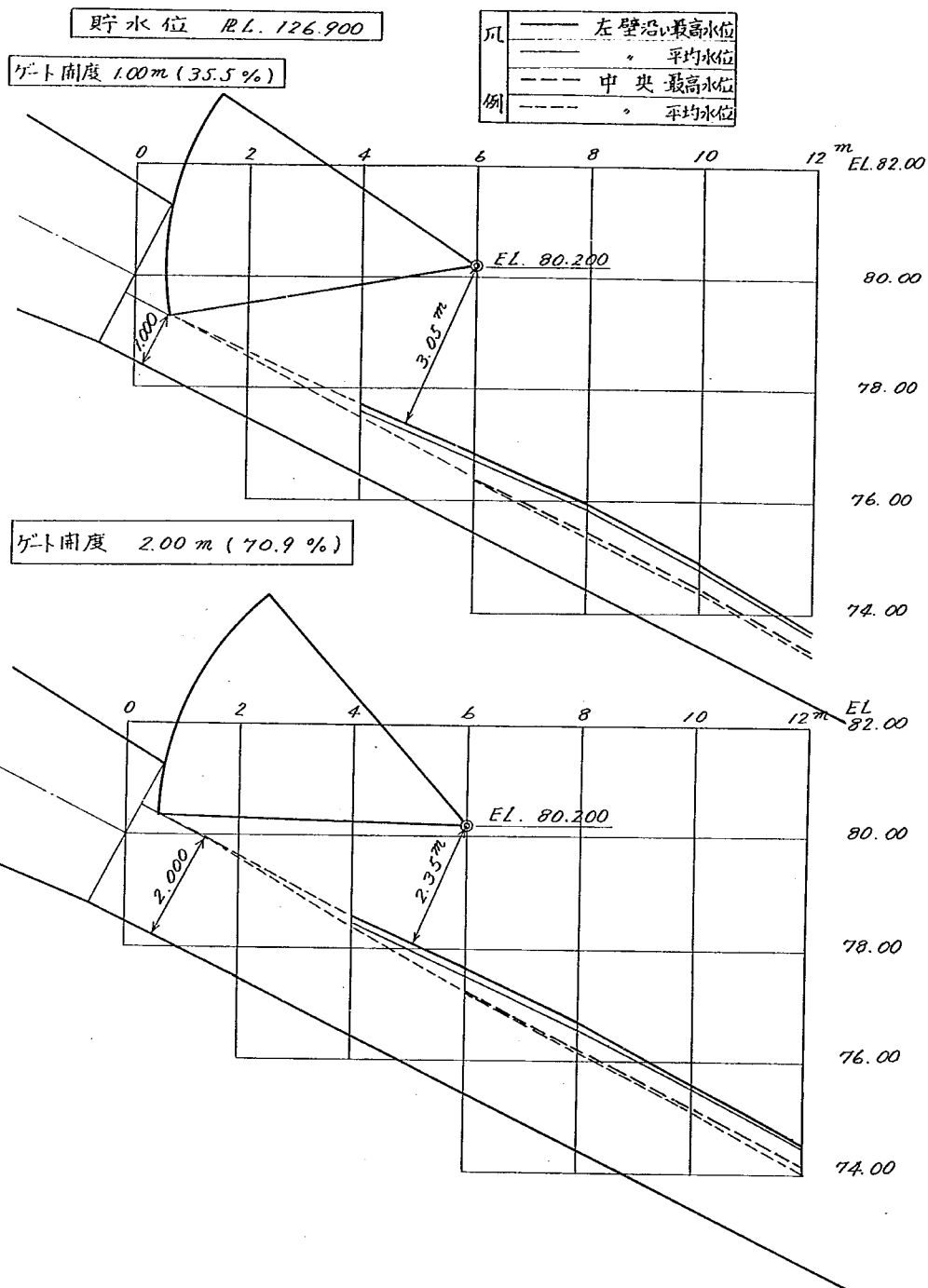
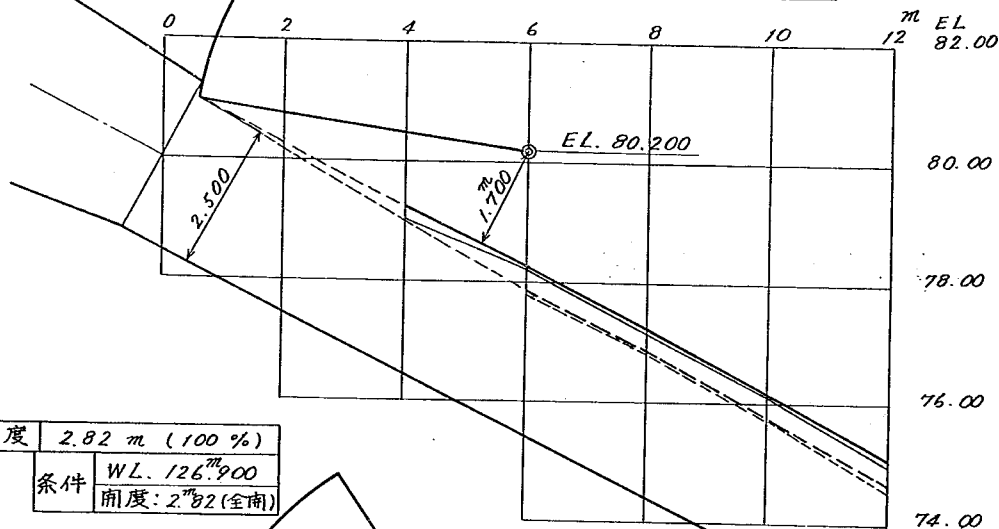


図-10-1 放水管開水路部水面形図

ゲート開度 2.5 m (88.7%)

凡	—— 左壁沿い最高水位
	—— 平均水位
例	--- 中央最高水位
	--- 平均水位



ゲート開度 2.82 m (100%)
条件 WL. 126.900
開度: 2.82 (全開)

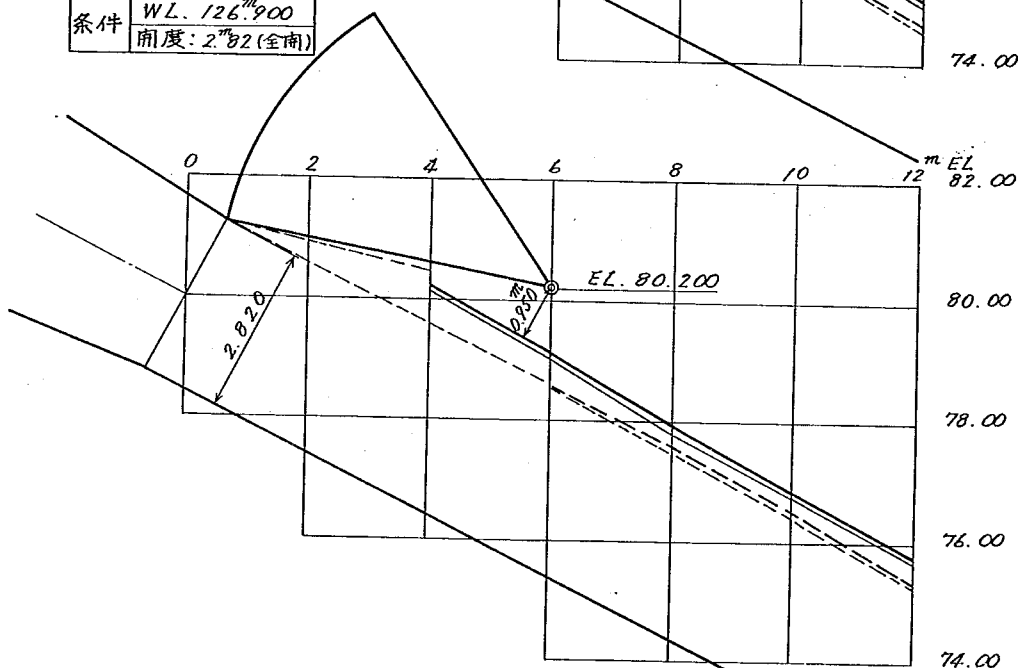


図-10-2 放水管開水路部水面形図

凡	——	左壁沿い最高水位
	—•—	平均水位
例	----	中央最高水位
	----	平均水位

ゲート開度 2.73 m (96.8 %)

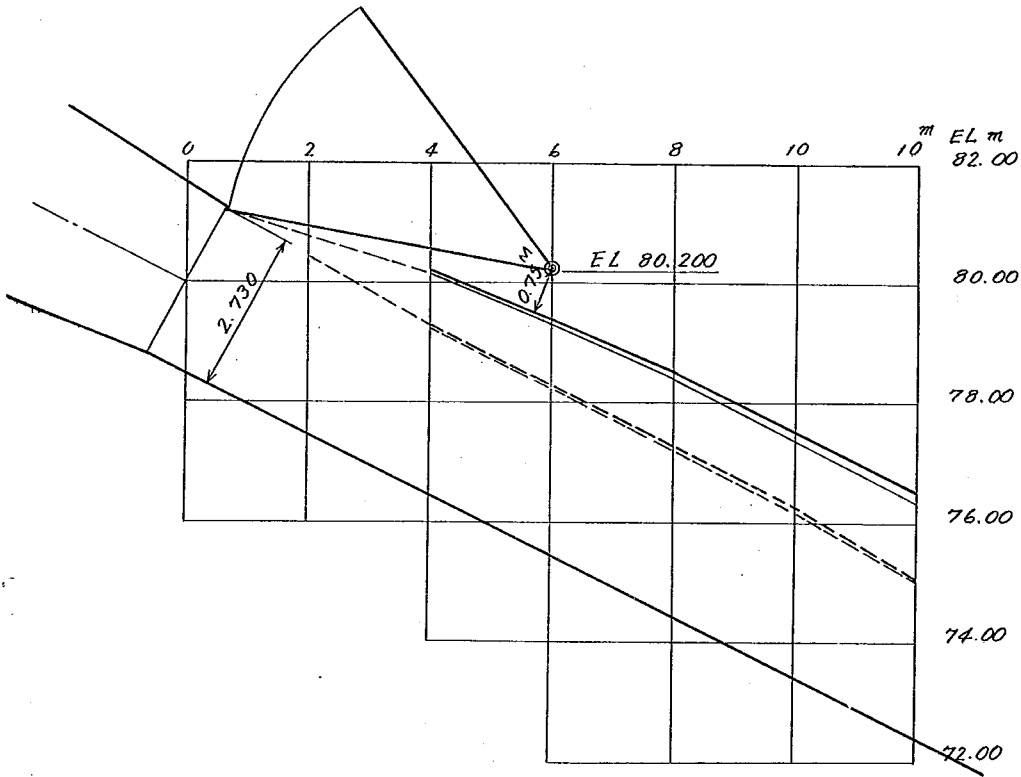


図-10-3 放水管開水路部水面形図

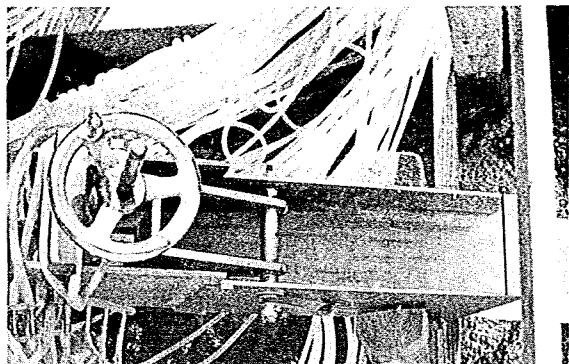


写真 - 6 の 1 放水管放流流況 (WL. 126.9m)
ゲート開度 2.82m (全開 100%)

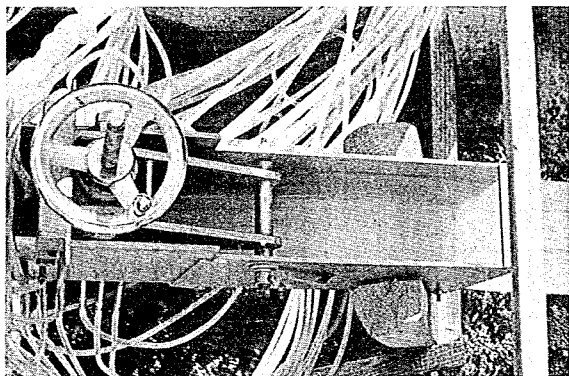
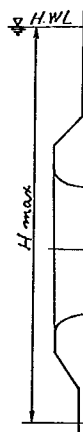


写真 - 6 の 2 放水管放流流況 (WL. 126.9m)
ゲート開度 2.73m (96.8%)



H_{max} : 最高水深 (最高水位と放水管出口中心との標高差) (m)

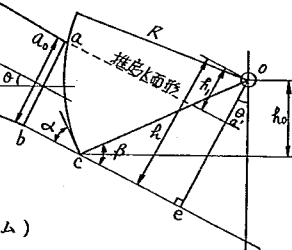
a_0 : 放水管出口断面 (a ~ b) の高さ (m)

θ : 放水管傾斜角

h_0 : ゲート接点 (c) とゲートピン (o) との標高差 (m)

h_1 : ゲートピンと推定水面形との余裕 (o ~ d) (m)

※ここで推定水面形とは放水管軸と平行に放流するものと仮定した時の最高水位をいう。



表一三 放水管ラジアルゲートピンの位置に関する資料 (既設ダム)

ダム名	H_{max}	a_0	R	θ	h_0	h	h_1	h/a_0	β	α	備 考
日 屋	12.50 (m)	6.0 (m)	9.0 (m)	10° 10'	5.64 (m)	6.79 (m)	0.79 (m)	1.13	48° 57'	41° 03'	オリフィス
四十四田	18.75	4.5	7.0	0°	5.11	5.11	0.61	1.14	46° 50'	43° 10'	〃
横 山	24.67	6.4	10.0	28° 49'	4.00	7.92	1.52	1.24	67° 30'	22° 30'	〃
下 久 保	21.55	6.286	9.5	16° 30'	5.52	7.49	1.20	1.19	52° 00'	38° 00'	〃
緑 川	26.60	6.3	11.0	13° 29'	6.36	8.27	1.97	1.31	48° 46'	41° 14'	〃
土 師	22.40	4.0	8.0	16°	5.66	7.00	3.00	1.75	61° 02'	28° 58'	〃
湯 田	52.0	2.46	5.0	44° 49'	0.98	4.15	1.69	1.69	56° 09'	33° 51'	I型放流管
我 谷	39.0	2.47	5.5	43° 21'	1.15	4.53	2.06	1.83	55° 25'	34° 35'	〃
茵 原	52.0	3.56	7.0	39° 48'	0.62	4.94	1.38	1.39	44° 54'	45° 06'	〃
二 瀬	67.0	2.658	5.0	47°	1.00	4.26	1.61	1.60	58° 31'	31° 29'	〃
鶴 田	42.42	4.15	6.0	15° 52'	5.00	5.72	1.57	1.38	72° 18'	17° 42'	II型放流管
大 野	32.20	3.60	5.8	11° 19'	4.16	4.87	1.27	1.35	57° 04'	32° 56'	〃
松 原	46.96	4.40	8.0	4° 15'	7.29	7.52	3.12	1.71	70° 01'	19° 59'	〃
釜 房	26.30	4.0	7.0	12°	4.42	5.46	1.46	1.36	51° 12'	38° 48'	〃
大 滝	54.41	3.80	6.0	10°	5.00	5.50	1.70	1.45	66° 26'	23° 34'	〃
石 手 川	46.50	3.80	7.0	12°	5.71	6.43	2.63	1.69	66° 40'	23° 20'	〃
八 戸	46.90	2.82	5.5	26° 34'	2.29	4.28	1.46	1.52	51° 09'	38° 51'	I型放流管

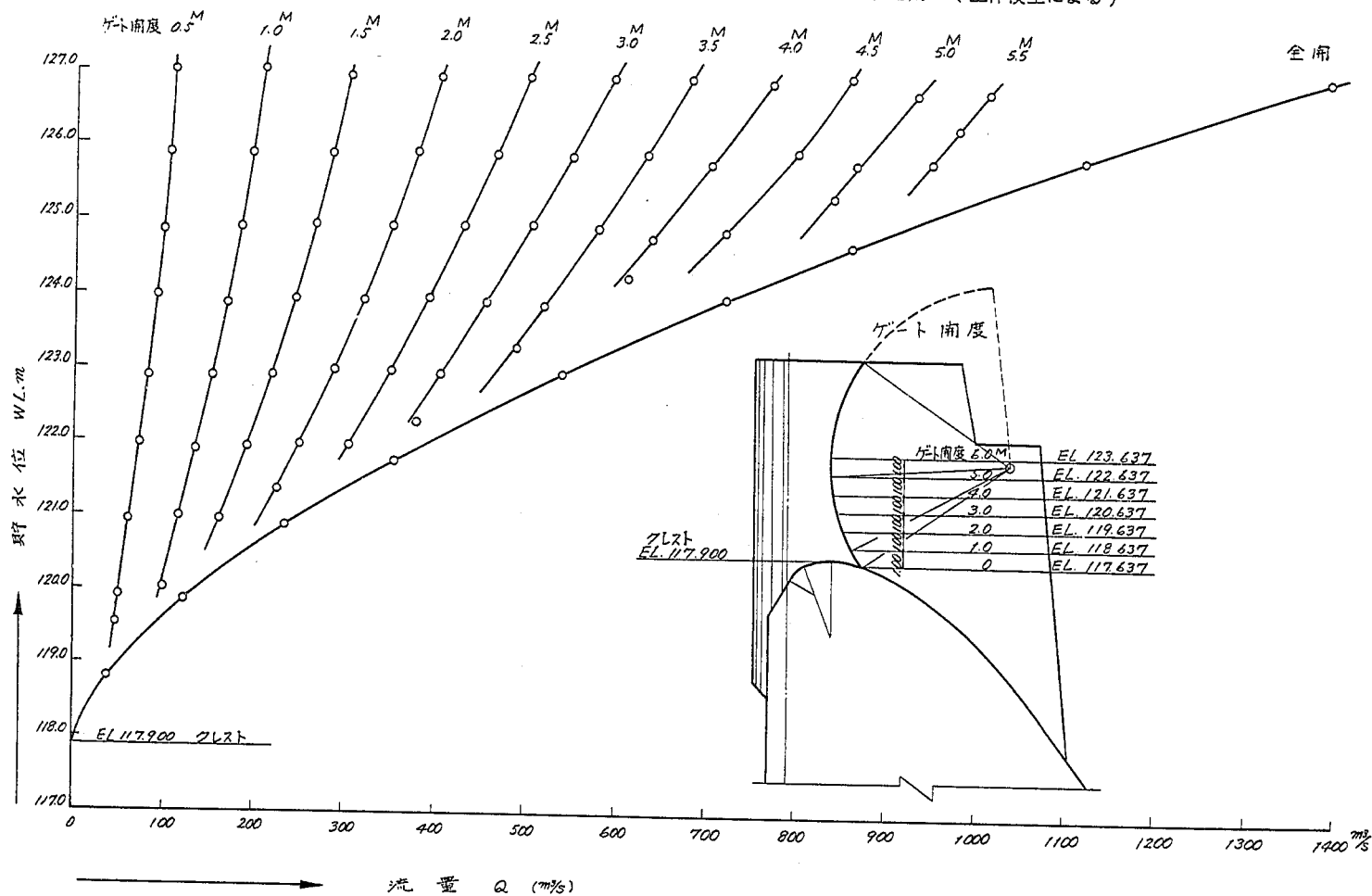


圖-11 越流部貯水位  流量關係圖

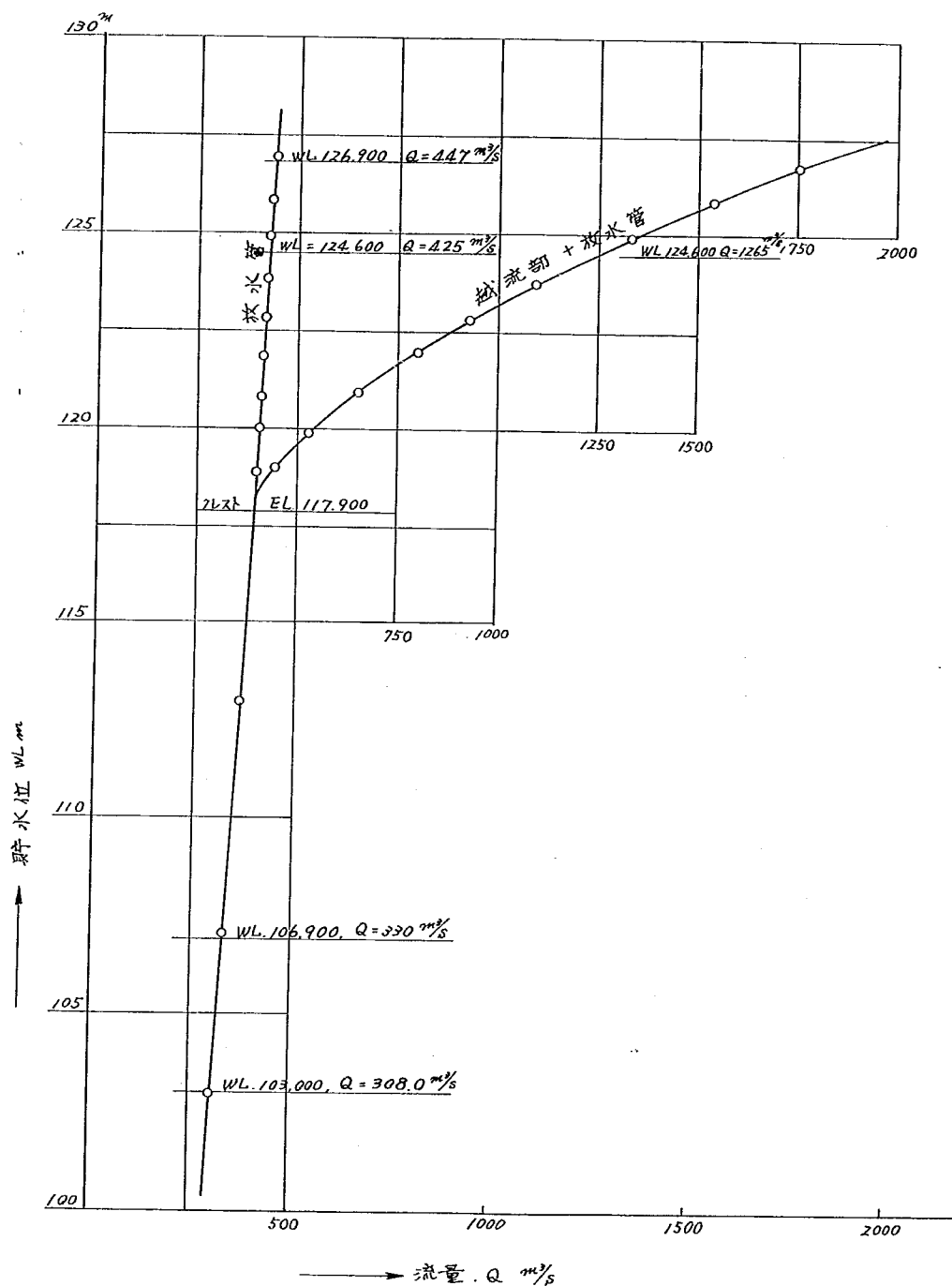


图 12 洪水吐貯水位 ~ 流量関係図

貯 水 位	必要放流量(Q_P)	実 験 値 (Q_M)	$\frac{Q_M}{Q_P} \times 100$	備 考
WL 125.8 m	1430 m^3/s	1520 m^3/s	106%	設計洪水流量
WL 126.9 m	1720	1780	103	異常洪水流量

但し、3門の合計流量を示す。

2) 越流部ゲートピンの位置および導流壁高の検討

越流部のラジアルゲートピンの位置⁶⁾を検討するために、越流部の流況観察および水面形を測定し、図-13、付表-6および写真-7に示す。

ゲートピン付近では、ピアに沿いの水面が最も高くゲートピンとの余裕を示すと下表のとおりとなる。

貯 水 位	余 裕	備 考
WL 126.9 m	約 4.0 m	サーチャージ水位
WL 125.8 m	約 4.5 m	洪水時満水時

その結果、設計基準を十分満たし安全である。また既設ダム越流部ラジアルゲート資料を表-4に示す。

また導流壁の高さを決定するには、異常洪水流量時の水位に空気混入量を計算し余裕を見込んで定めている^{2) 7) 8)}

これは異常洪水時に導流壁を越流した場合、ダム本体基礎に対する危険性を考慮したためである。

本ダムにおける異常放流時(図-13、写真-7)では、越流頂から水平に約1.4m下流付近で原設計案導流壁高(4.5m)を約0.3mを越える流れがしばしば生じた。

高速流による空気混入量の算定は、次の Gumensky (ガメンスキー) の式⁹⁾を用いる。

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

ここに、 m : 混入された空気量と水との比

v : 平均流速

h : 水深

したがって、空気混入水流の見かけの水深(空気の混入によってふくれ上がった水深) h' は下式によってあらわされる。

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

表-4 越流部ラジアルゲート資料(既設ダム)

ダム名	$H_{\max}$ (m)	R (m)	hp (m)	$R/H_{\max}$	$hp/H_{\max}$
早 明 浦	18.00	18.00	8.00	1.00	0.44
鶴 田	13.82	14.50	4.32	1.05	0.31
笠 掘	9.00	9.00	3.50	1.00	0.39
椋 梨 川	9.50	11.00	4.00	1.16	0.42
浜 田	7.00	7.00	3.50	1.00	0.50
布 部	7.20	8.00	2.80	1.11	0.30
上 市 川	5.60	6.00	2.80	1.07	0.50
我 谷	9.50	10.00	5.20	1.05	0.55
天 ケ 瀬	4.00	4.80	2.10	1.20	0.53
四 十 四 田	12.00	14.00	7.00	1.17	0.58
大 野	10.70	12.00	5.10	1.12	0.48
畑 薙	7.50	9.50	6.50	1.27	0.87
井 川	11.90	11.50	4.40	1.05	0.40
横 山	12.30	12.50	4.10	1.02	0.33
小 瀬 川	12.50	13.00	5.50	1.04	0.44
目 屋	10.00	10.00	5.00	1.00	0.50
美 和	6.00	8.00	2.50	1.33	0.42
神 浦	7.50	8.00	3.70	1.07	0.49
松 原	11.10	12.00	5.10	1.08	0.46
緑 川	12.50	13.50	5.50	1.08	0.44
大 滝	10.00	11.00	5.29	1.05	0.50
土 師	10.40	10.50	4.50	1.01	0.43
石 手 川	6.80	7.00	3.00	1.03	0.44
八 戸	9.00	10.00	5.30	1.11	0.59

$H_{\max}$: 最大越流水深 (m)

R : テンターゲート半径 (m)

hp : ゲートピンと越流頂の標高差 (m)

実験 条件 WL. 126.900
ゲート開度: 全開

凡	——	アバット沿 最高水位
		平均水位
例	——	経間中央 最高水位
		平均水位
例	——	ヒア-沿い 最高水位
		平均水位

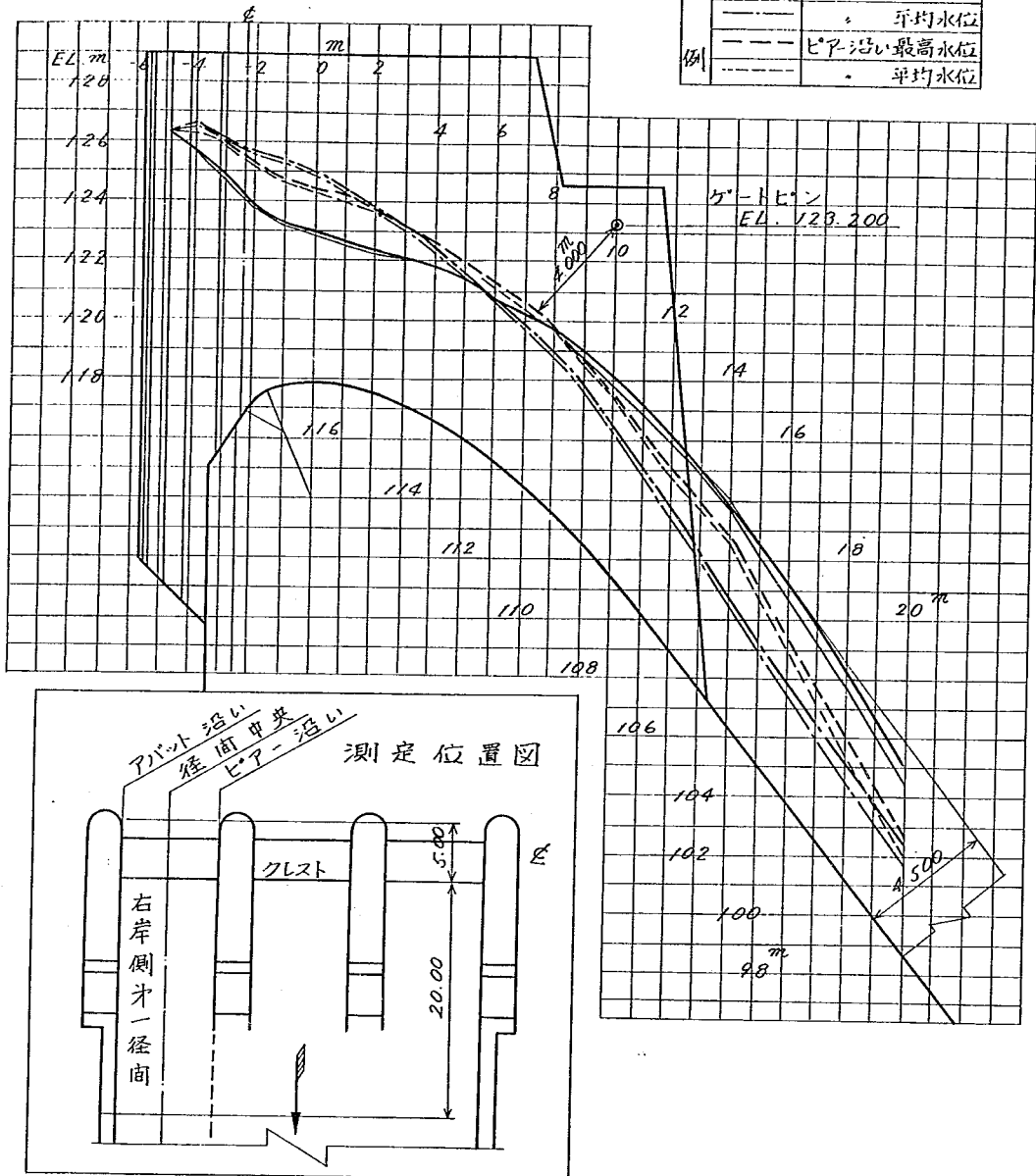
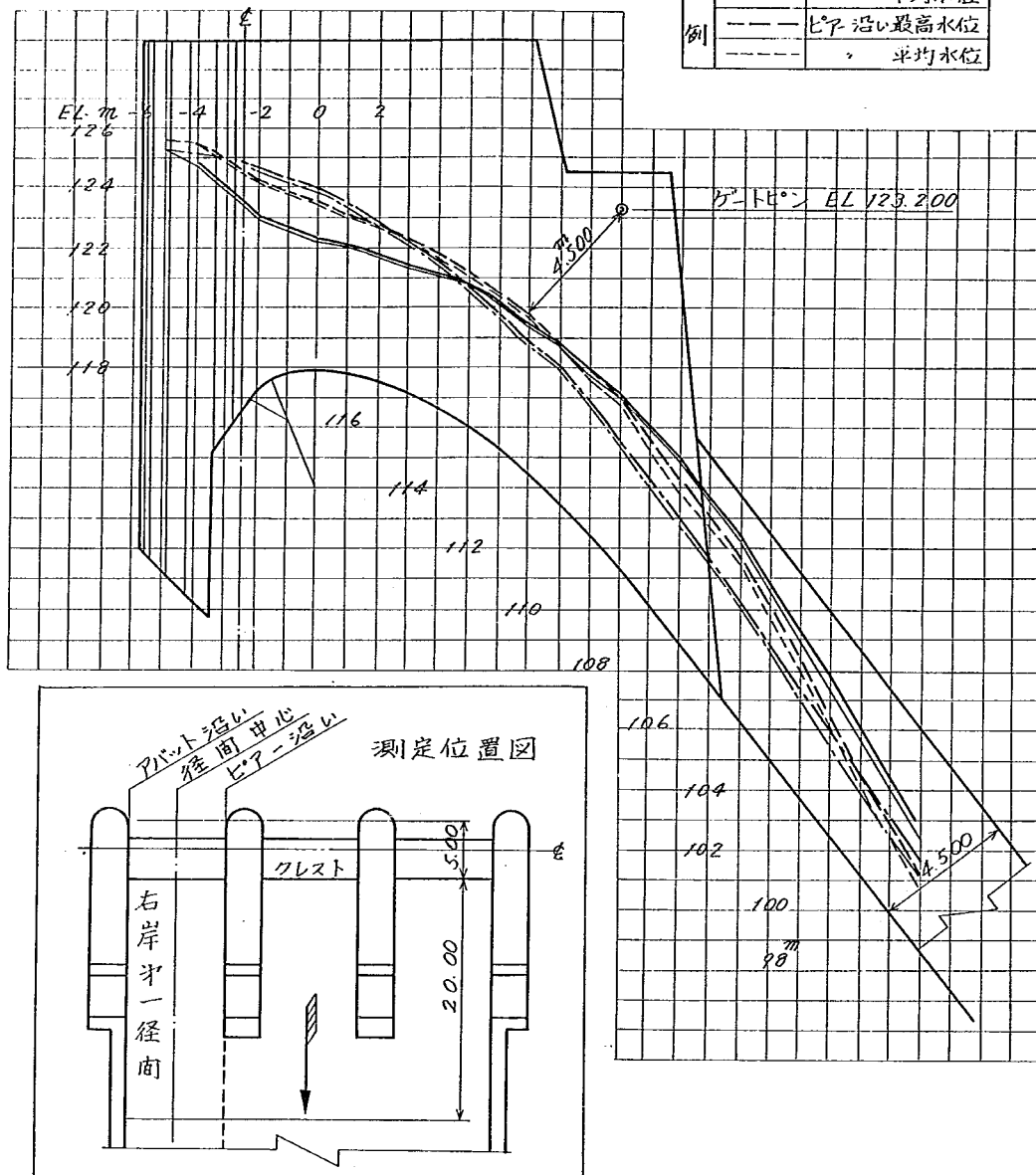


図-13-1 越流部水面形図 (右岸側第1径間)

実験 W L 125.800
条件 ゲート開度: 全開

凡	——	アバト沿い最高水位
	—・—	平均水位
例	----	径間中心 最高水位
	- - -	平均水位
	----	ヒア沿い最高水位
	- - -	平均水位



図一 13 - 2 越流部水面形図 (右岸側第 1 径間)

ここに q' : 空気混入による
単位当りの見か
けの流量

q : 単位幅流量

前式によって、異常洪水流量時（サーチャージ水位）に水脈を越流させないとすれば、導流壁高は約 5.0 m は必要である。また既設ダムの実態を表-5 に示す。

3) 橋脚および越流面のディフレクタの形状検討

堤頂越流部での流れは、橋脚、橋台等により幅が急激に規制される。したがって流れは幅方向の効果が入ってくる。また橋脚末端からの流れは、橋脚直下流で急激に拡がり両側からの水脈が衝突してひれ状に隆起し、越流面上に設けられている放水管の開孔部を完全に覆うような流れとなっている。（写真-8）

このような状態になると放水管内への空気の供給が遮断される。したがって放水管内の高流速によって管内空気が連行誘出されるため、管内圧力が極度に低下し空洞現象が発生したり、不安定な圧力変動によって構造物の振動を誘発する。このような現象の発生を防止するために、橋脚および越流面にディフレクタを設けて放水管の開孔部が越流水脈によって閉塞されないようにし、ディフレクタに当たった水脈が動揺しないようにする。

これを満足するディフレクタ形状を実験的に検討するために各種の形状（図-14）を考え貯水位 WL 126.9 m の場合の流況観察を行った。

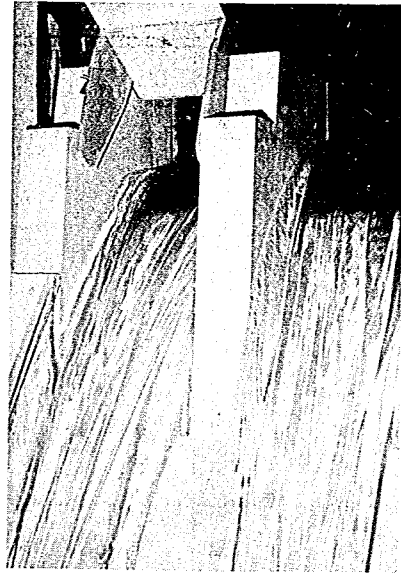


写真-7 越流部越流流況 (WL 126.9 m)

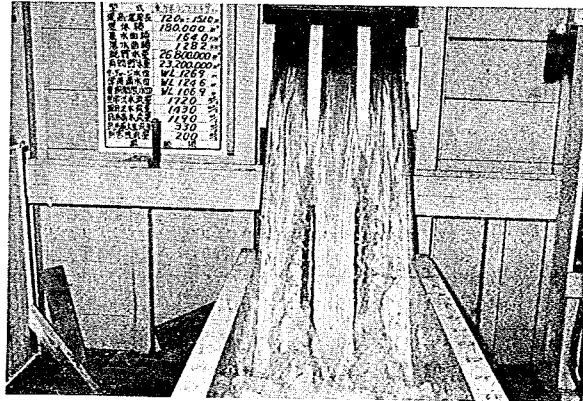


写真-8 堤体下流面流況
(WL 126.9 m ディフレクタなし)

表-5 越流面導流壁高資料(既設ダム)

ダム名	H _{max} (m)	hw (m)	下流面勾配 1:m	h _v (m)	$\frac{h_v}{H_{max}} \times 100$ (%)	$\frac{h_v}{H_{max}} \times 100$ (%)
松原*	11.00	5.00	1:0.84	7.77	70	45
四十四田	12.00	7.90	1:0.8	11.04	92	66
上市川	5.60	3.00	1:0.8	4.80	86	54
笠掘	10.50	5.00	1:0.8	8.00	76	48
品木	6.20	4.00	1:0.8	6.40	103	65
横山	12.30	6.00	1:0.8	9.60	78	49
神浦	7.50	4.00	1:0.8	6.40	85	53
椋梨川	9.50	4.50	1:0.79	7.26	76	47
鶴田	13.50	7.00	1:0.79	11.29	83	52
市房	15.30	6.50	1:0.78	10.57	69	42
齒原	7.00	3.00	1:0.78	4.88	69	43
五郷	11.00	3.20	1:0.78	5.20	47	29
緑川	12.50	6.50	1:0.78	10.57	85	52
土師	10.40	5.00	1:0.78	8.10	78	48
三瀬谷	16.15	6.46	1:0.78	10.50	65	40
我谷	9.50	5.00	1:0.77	8.20	86	53
大野	10.70	5.00	1:0.76	8.26	77	47
大滝	7.50	5.00	1:0.76	8.26	110	67
浜田	7.00	4.00	1:0.75	6.67	95	57
小瀬川	10.10	5.50	1:0.75	9.17	90	54
井川	11.10	5.00	1:0.55	10.37	94	45
石手川	6.80	3.50	1:0.77	5.74	84	51
八戸	9.0	4.5(原案)	1:0.77	7.38	82	50
	9.0	5.0(改良案)	1:0.77	8.20	91	56

H_{max} : 最大越流水深 (m)

hw : 導流壁高 (越流面に垂直) (m)

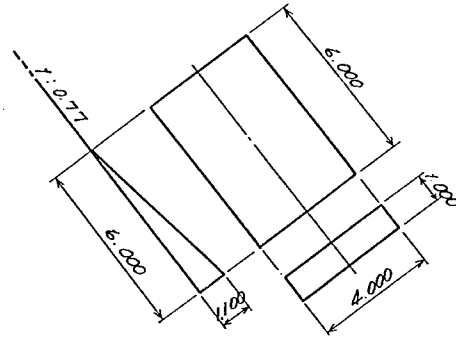
h_v : 鉛直導流壁高 (m)

$$h_v = \frac{hw}{m} (\sqrt{1+m^2})$$

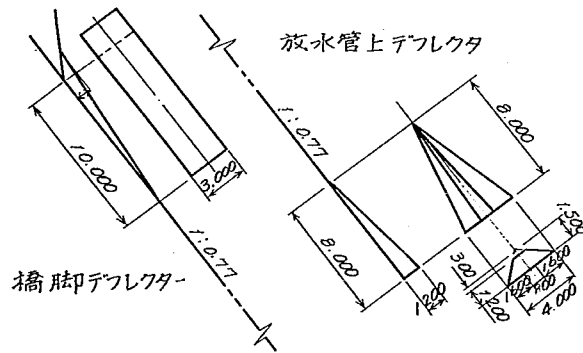
m : 下流面勾配

* 松原ダムは橋台終端にディフレクター
を設けて導流壁沿いの水面を低下させて
いる (土木研究所資料第464号)

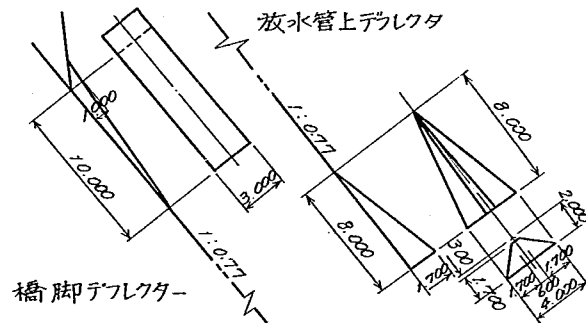
① 型



② 型

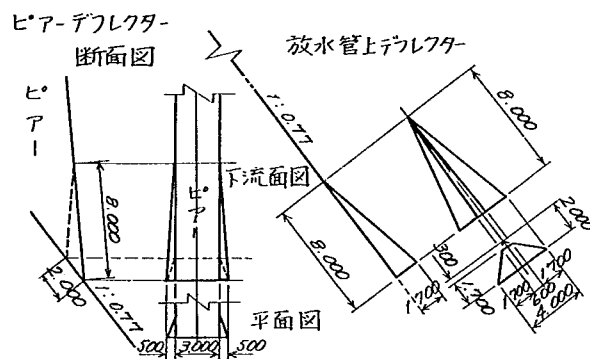


③ 型

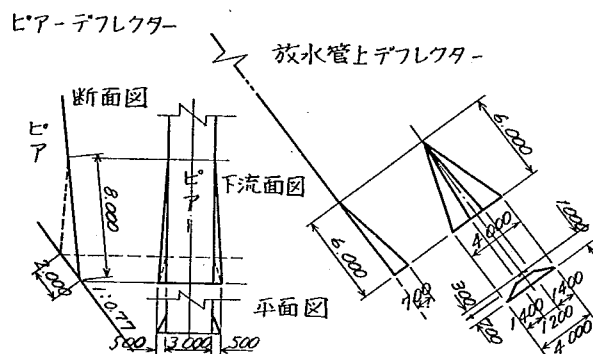


図一 1 4 - 1 橋脚および越流面ディフレクタ形状比較図

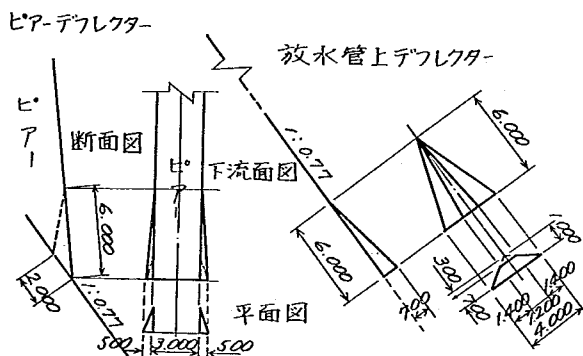
④ 型



⑤ 型

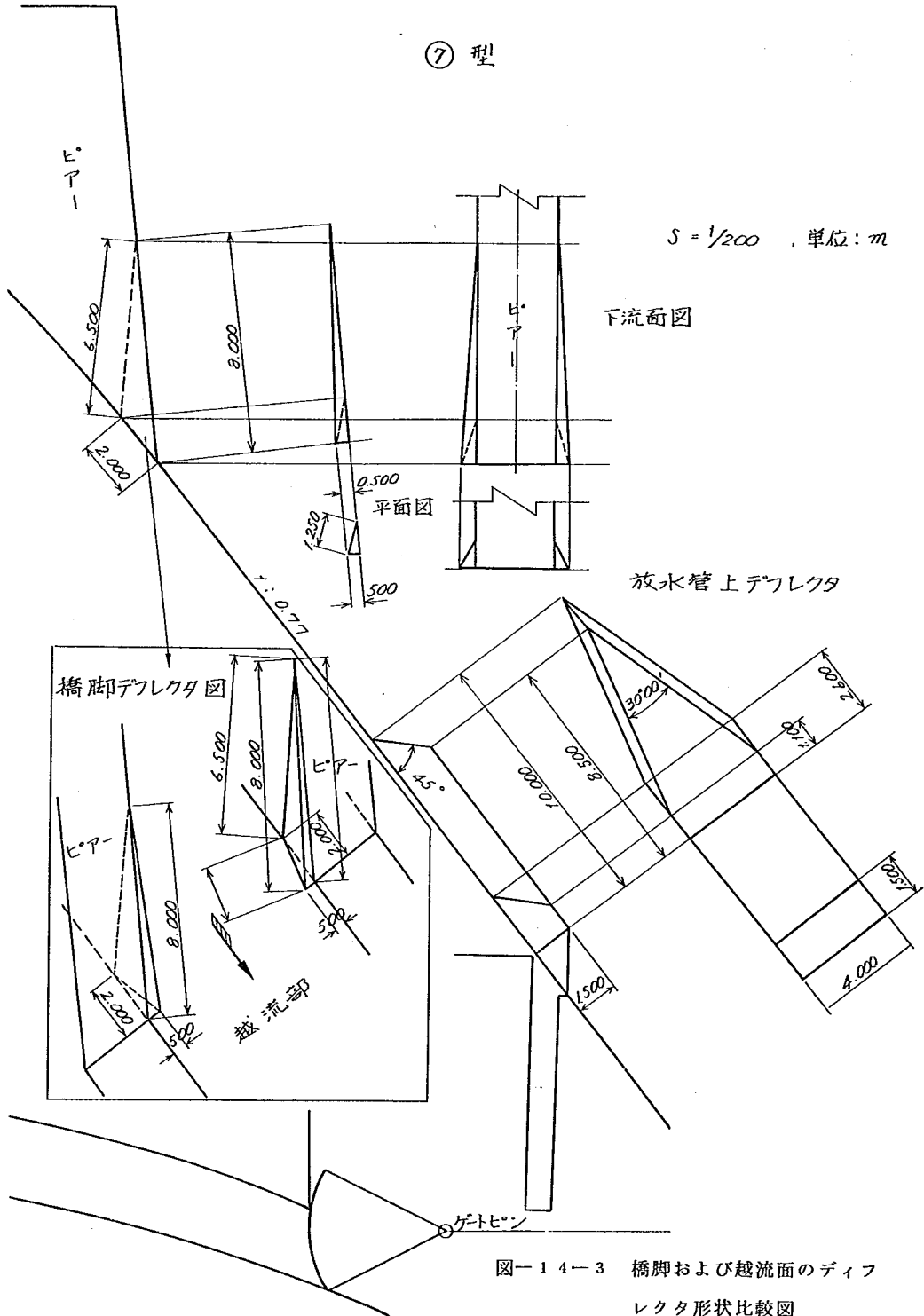


⑥ 型



図一 1 4 - 2 橋脚および越流面のディフレクタ形状比較図

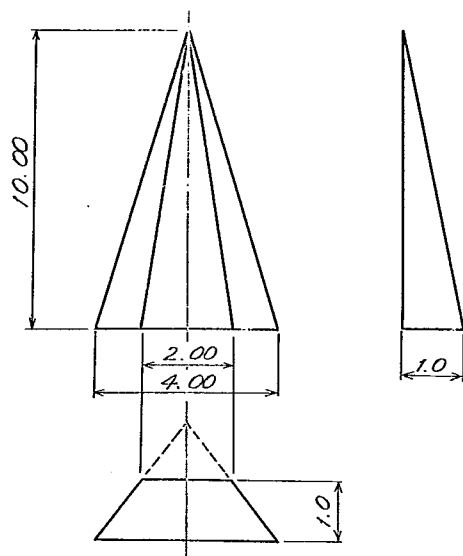
⑦ 型



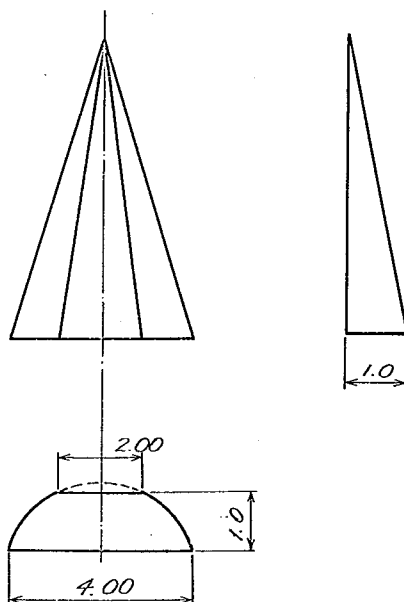
図一 4-3 橋脚および越流面のデフ
レクタ形状比較図

(放水管上ディフレクター)

⑧ 型

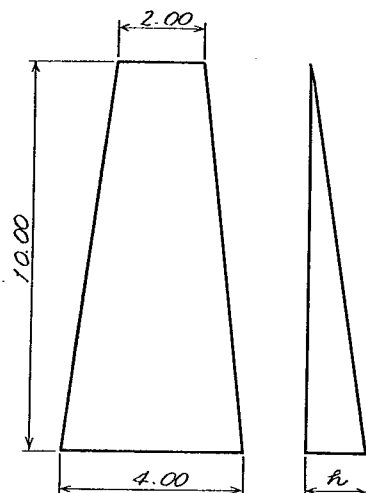


⑨ 型



図一 1 4 - 4 橋脚および越流面のディフレクタ形状比較図 (略図)
ただし、橋脚ディフレクタは⑦型のものを使う

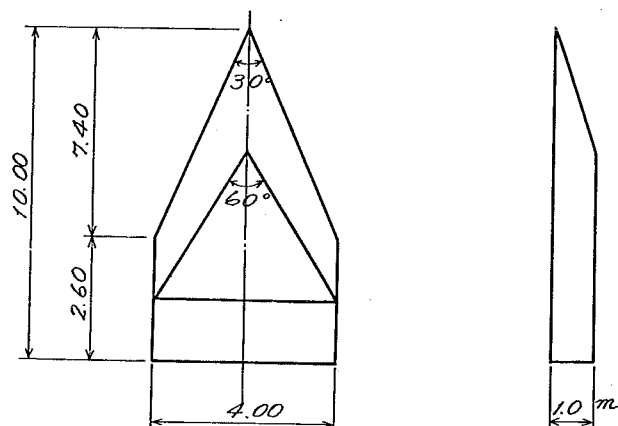
(放水管上ディフレクタ)



⑧ 型 $h = 1 \text{ m}$

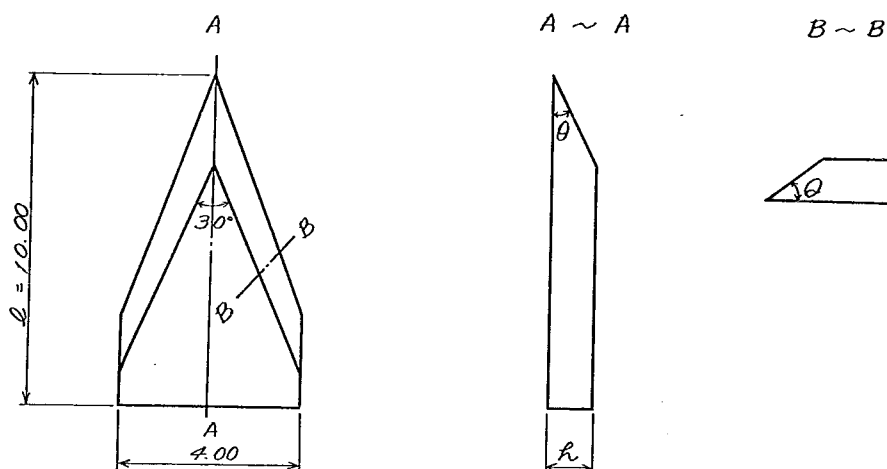
⑨ 型 $h = 1.5 \text{ m}$

⑩ 型



図一 1 4 - 5 橋脚および越流面のディフレクタ形状比較図 (略図)
ただし、橋脚ディフレクタは⑦型のものを使う

(放水管ディフレクタ)



θ l	30°	45°	60°	90°
1.0 m	(11)	(12)	(13)	
1.5	(14)*			
0.75	(15)	(16)	(17)	
0.5	(18)	(19)	(20)	(21)
0.25		(22)	(23)	(24)
0.10		(25)	(26)	

* 但し (14) ケースは $l = 11.50 \text{ m}$ とした。

図-14-6 橋脚および越流面のディフレクタ形状比較図
ただし、橋脚ディフレクタは⑦型のものを使用する

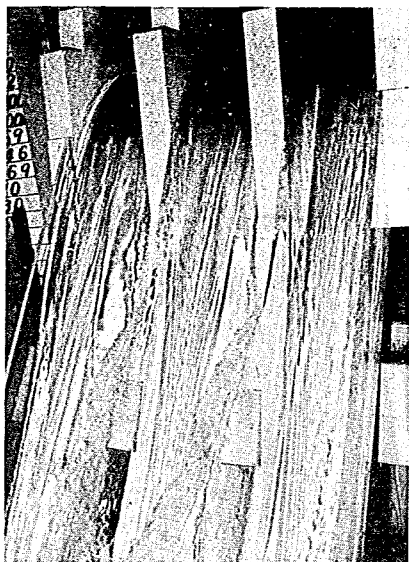


写真 9-1 橋脚および堤体下流面ディフレクタ比較流況
(貯水位 $WL\ 12.6.9m$ 原案①型)



写真 9-2 橋脚および堤体下流面ディフレクタ比較流況
(貯水位 $WL\ 12.6.9m$ ⑦型)

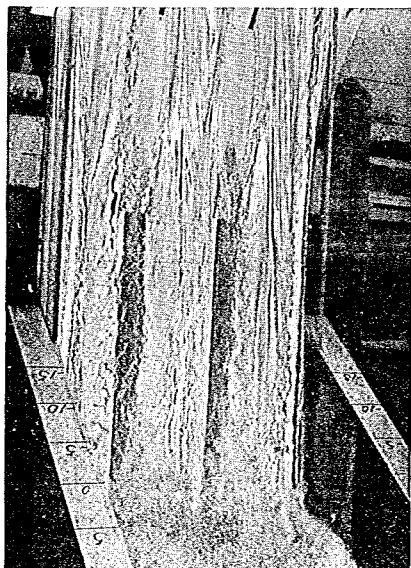


写真 9-3 橋脚および堤体下流面ディフレクタ比較流況
(貯水位 $WL\ 12.6.9m$ ㉓型)

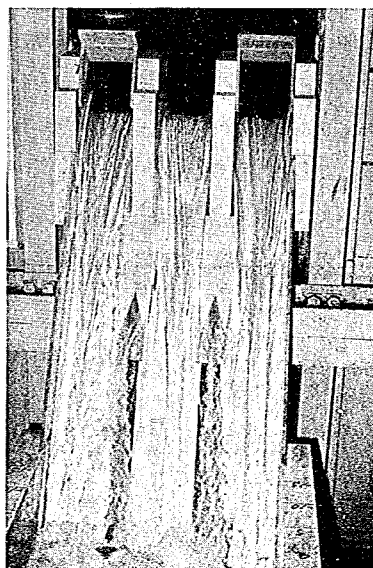


写真 9-4 橋脚および堤体下流面ディフレクタ比較流況
(貯水位 $WL\ 12.6.9m$ ㉔型)

橋脚末端からの拡がりを減少させるには④型～⑦型に示すようなディフレクタを取りつくと効果がある。そのうち⑦型が良好であった。次に越流面ディフレクタは、上記の条件を満たし、ディフレクタに当たった水脈を安定な流況にて流すためには、①～⑦型では⑦型の形状が良好と思われた。しかし越流面ディフレクタからの流れは高くはねあがり、水叩き内導流壁にしばしば当たる。つぎに⑦型を基本とし、高さおよび角度を変えた⑧～②⑥型の形状を考えさらに実験をすすめた。その結果、 h が大きいとディフレクタへ当たった水脈は高くあがり不安定となる。特に角度が大きいほど水脈は動揺する。高さ h が小さい場合 ($h = 0.25\text{ m}$ 以下) は角度 (θ) の影響がうすれる。 $h = 0.25\text{ m}$ とした②②、②③型ではディフレクタに当たった水脈は多少上昇するが、他のケースより低く安定している。また



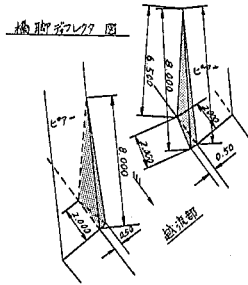
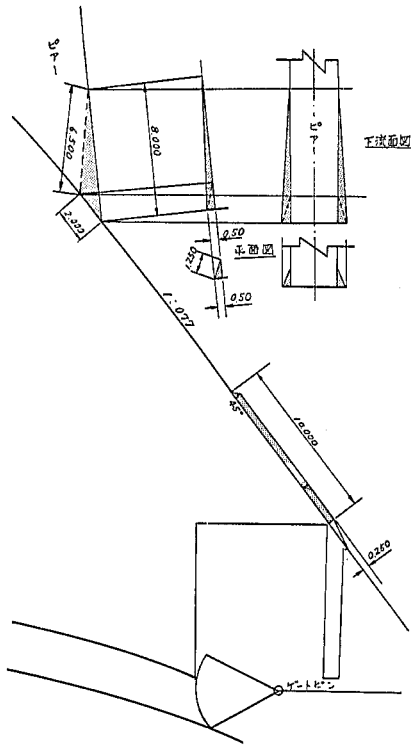
写真 9-5 橋脚および堤体下流面ディフレクタ比較流況
(貯水位 $WL 126.9\text{ m}$ ②②型)

開孔部は完全に覆われず空気が供給されることがわかった。さらに、 $h = 0.10\text{ m}$ とした②⑤、②⑥型では、ディフレクタに当たった水脈は安定するが、完全に開孔部を覆う。したがって最良のディフレクタは②②、②③型と考えられ詳細は図-15に示す。また、橋脚を延長した橋脚分離型とし放水管の放流水脈域と越流水脈域とを分ける方法もある。したがって実験の設計にあたっては、②②、②③型および橋脚分離型を現場の実用性および美観性も含めて決定された。ただし②②、②③型では上方先端から長さ約 1.0 m の区間は、越流水脈にふれないので短縮してもよい。

3-6 減勢工の実験

1) シル位置、高さおよび形状の検討

シル位置および高さを決定するため、下記の条件 (9種) のもとで実験を行った。その結果を図-16、付表-7、8、写真10に示す。



放水槽とディフレクタ略図

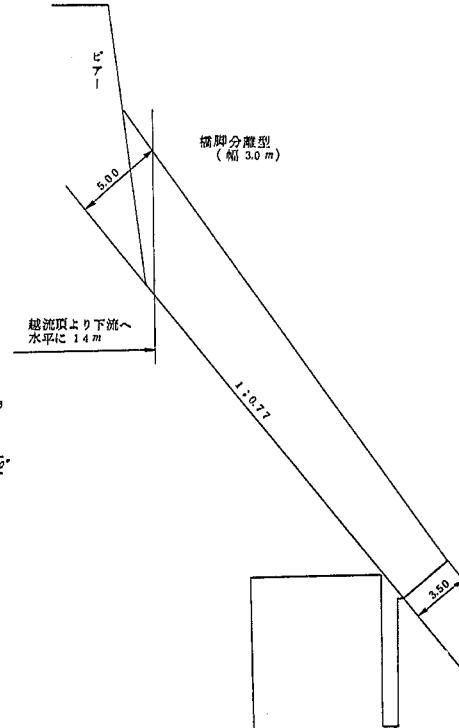
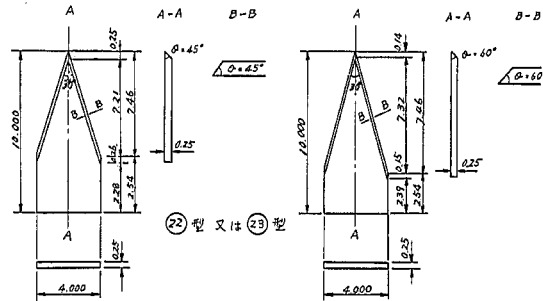


図-15 橋脚および堤体下流面ディフレクタ最良案形状図

放 流 量	850 m ³ /s	
シ ル 高	4.5 m	
右 岸 沿 い	最 高 水 位	——
	平 均 水 位	----
中 央	最 高 水 位	——
	平 均 水 位	----

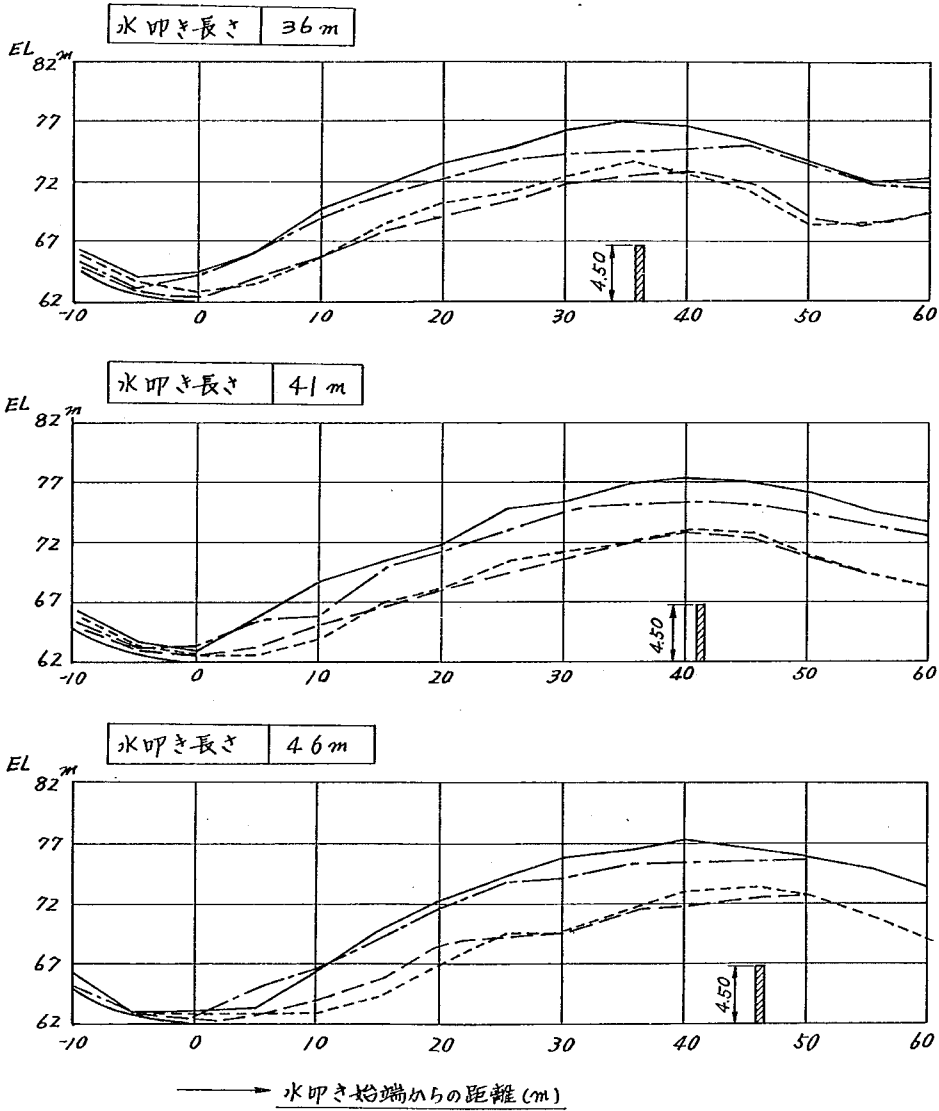


図 - 16 - 1 水叩き内水面形図 (シル位置と高さの検討)

放 流 量	850 m^3/s	
シ ル 高	5.5 m	
右 岸 沿 い	最 高 水 位	——
	平 均 水 位	- - - -
中 央	最 高 水 位	——
	平 均 水 位	- - - -

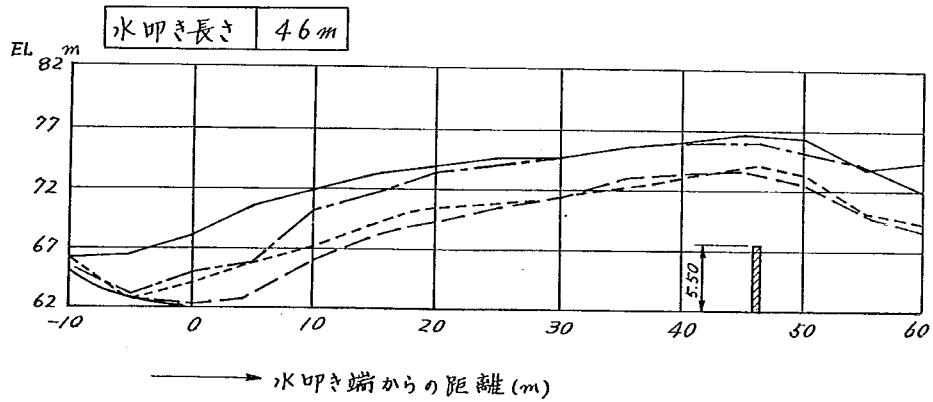
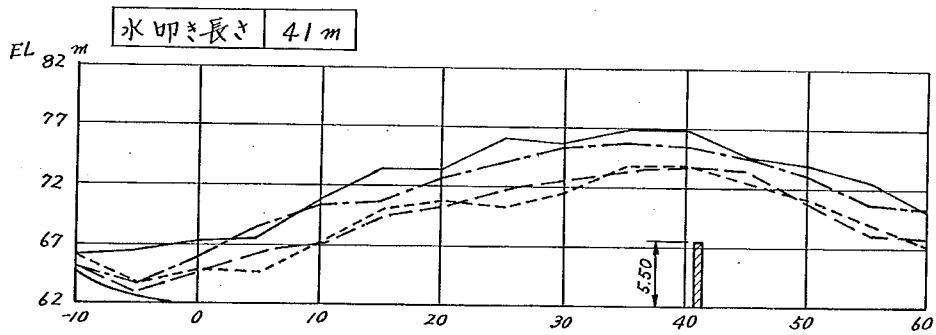
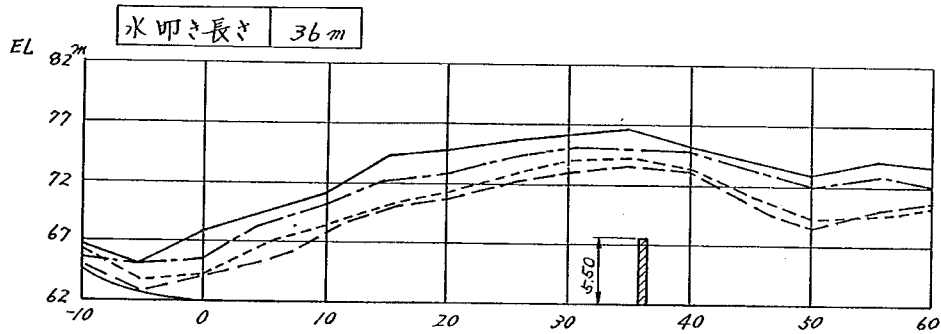


図-16-2 水叩き内水面形図 (シル位置と高さの検討)

放 流 量	8 5 0 m^3/s	
シ ル 高	6.5 m	
右 岸 沿 い	最 高 水 位	——
	最 低 水 位	- - - -
中 央	最 高 水 位	——
	最 低 水 位	- - - -

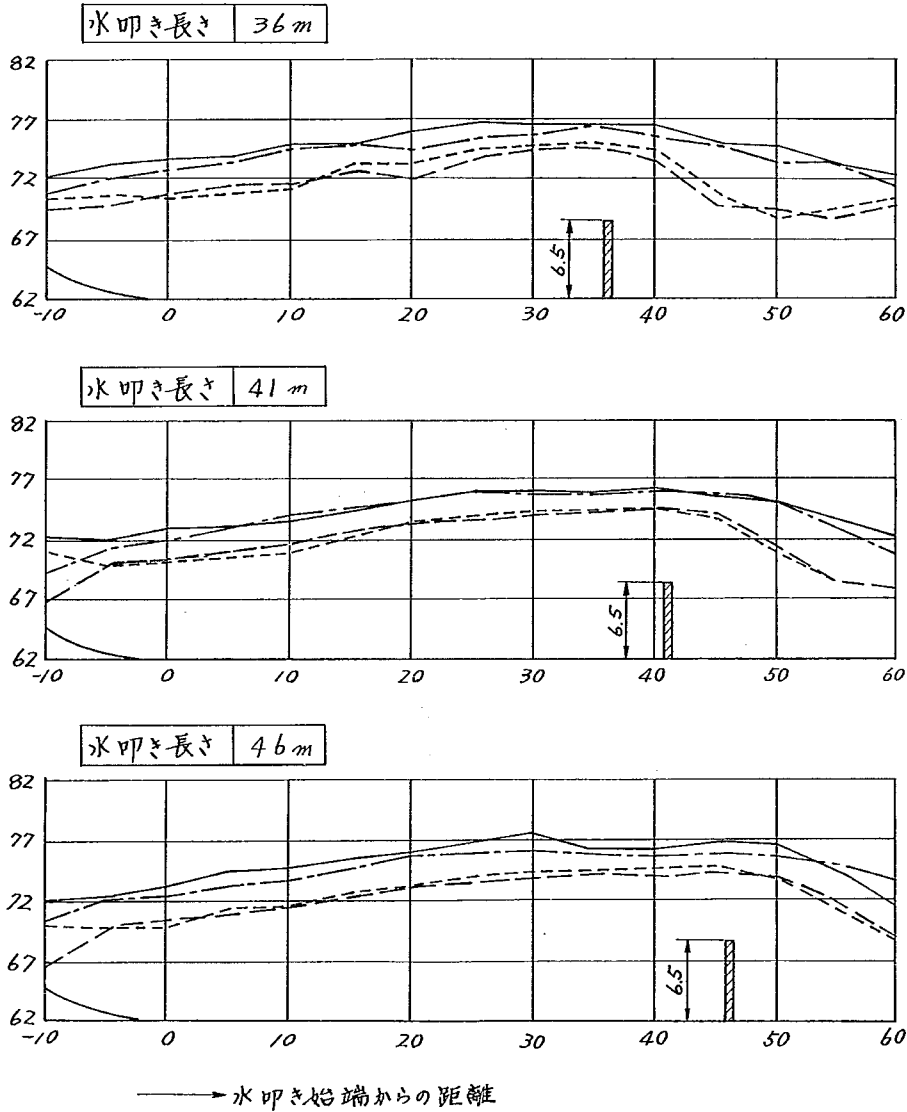
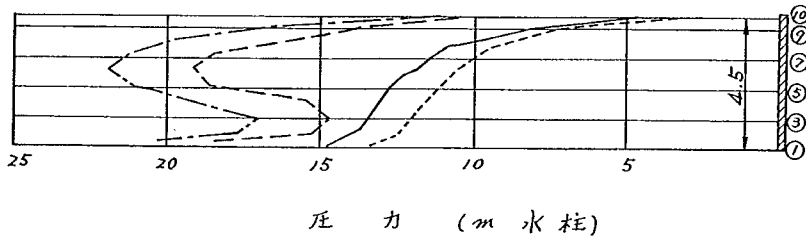


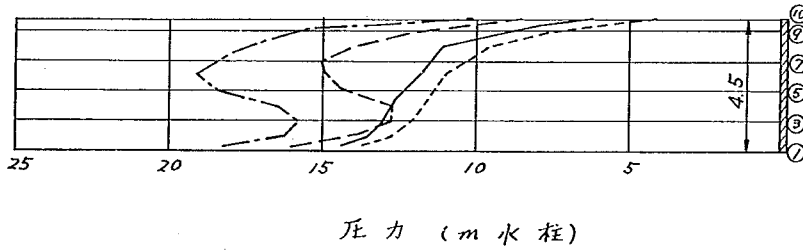
図-16-3 氷叩き内水面形図(シル位置と高さの検討)

放 流 量	850 m ³ /s	
シル 高 さ	4.5 m	
右 岸 沿 い	最高圧力	——
	最低圧力	----
中 央	最高圧力	——
	最低圧力	----

水叩き長さ 36m



水叩き長さ 41m



水叩き長さ 46m

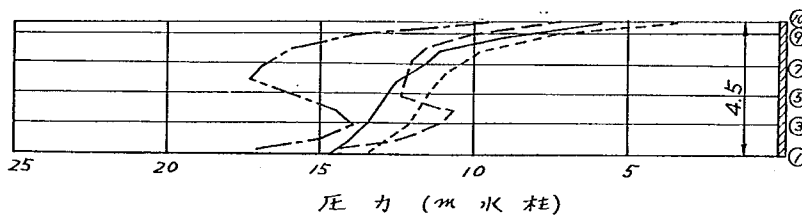


図-16-4 シル前面圧力分布図(シル位置と高さの検討)

放流量	850 m ³ /s	
シル高さ	5.5 m	
右岸沿い	最高圧力	———
	最低圧力	-----
中 央	最高圧力	-----
	最低圧力	-----

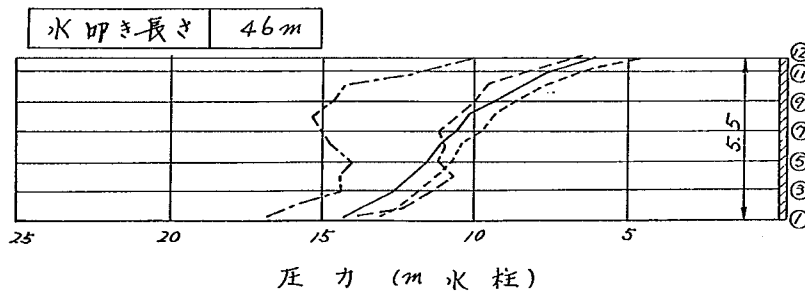
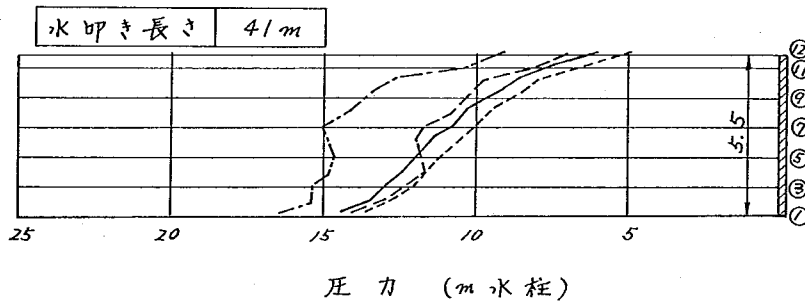
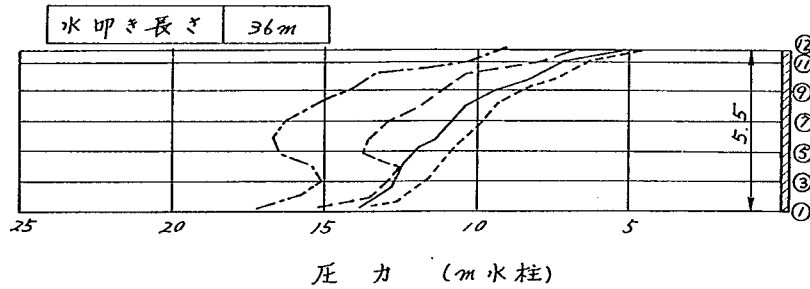
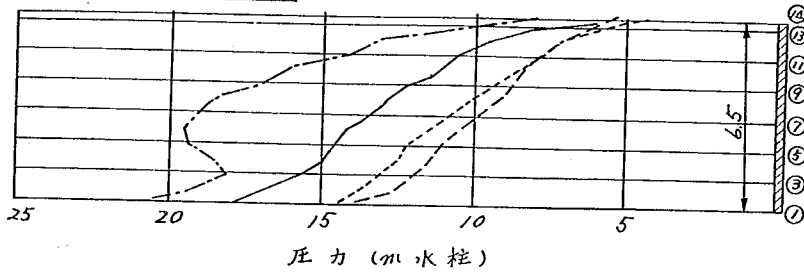


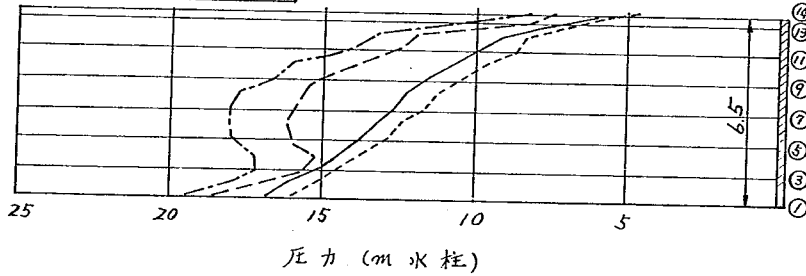
図-16-5 シル前面圧力分布図(シル位置と高さの検討)

放流量	$Q = 850 \text{ m}^3/\text{s}$	
シル高さ	6.5 m	
右岸沿い	最高圧力	———
	最低圧力	-----
中央	最高圧力	———
	最低圧力	-----

水叩き長さ 36 m



水叩き長さ 41 m



水叩き長さ 46 m

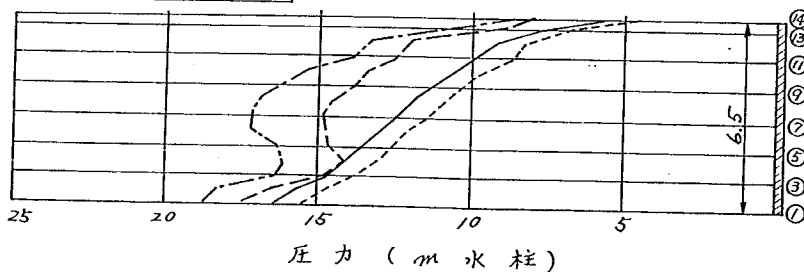


図-16-6 シル前面圧力分布図 (シル位置と高さの検討)

シル	高さ	4.5m
	位置	36m

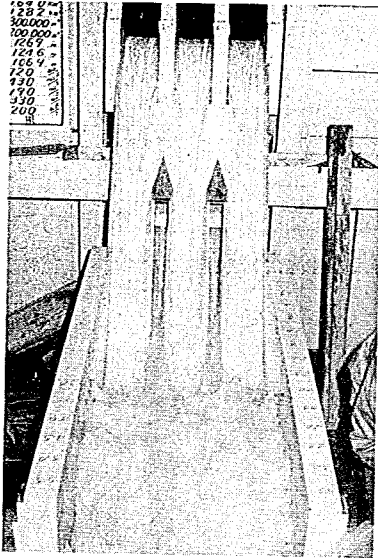


写真 10-1 シル位置および高さの比較検討
流況 (正面) ($Q = 850 \text{ m}^3/\text{s}$,
シル位置 36m, シル高 4.5m)

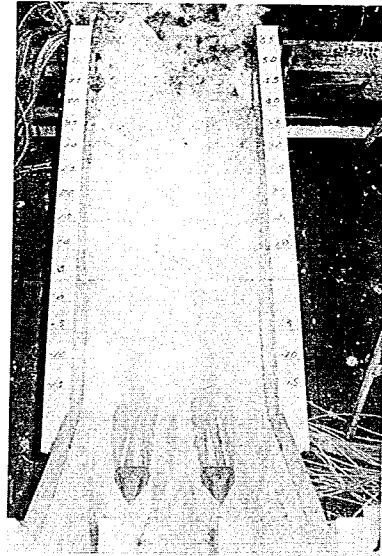


写真 10-2 シル位置および高さの比較検討
流況 (平面) ($Q = 850 \text{ m}^3/\text{s}$,
シル位置 36m, シル高 4.5m)

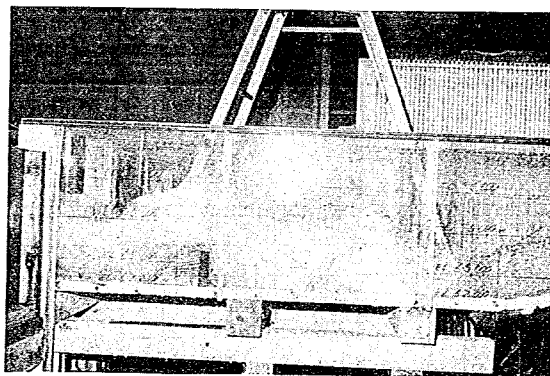


写真 10-3 シル位置および高さの比較検討流況 (側面)
($Q = 850 \text{ m}^3/\text{s}$, シル位置 36m, シル高 4.5m)

シル	高さ	4.5m
	位置	41m

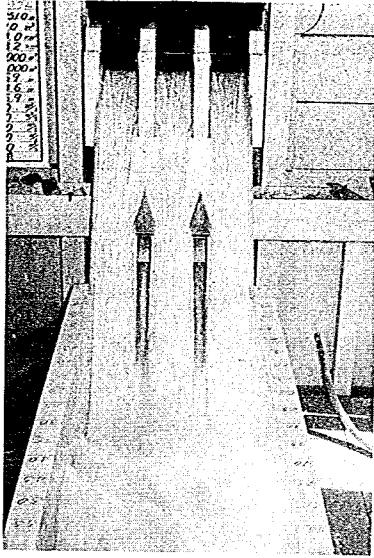


写真 10-4 シル位置および高さの比較検討
流況（正面）（ $Q=850\text{m}^3/\text{s}$,
シル位置 41m, シル高 4.5m）

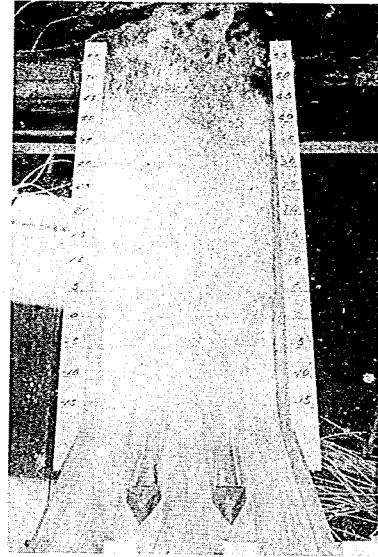


写真 10-5 シル位置および高さの比較検討
流況（平面）（ $Q=850\text{m}^3/\text{s}$,
シル位置 41m, シル高 4.5m）

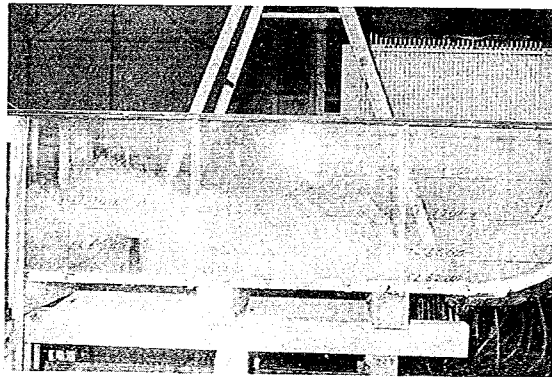


写真 10-6 シル位置および高さの比較検討流況（側面）
（ $Q=850\text{m}^3/\text{s}$, シル位置 41m, シル高 4.5m）

シル	高さ	4.5m
	位置	4.6m

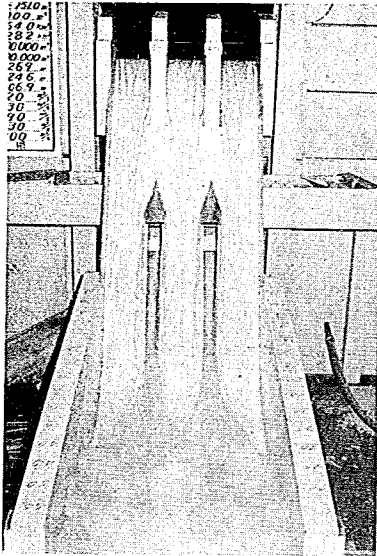


写真 10-7 シル位置および高さの比較検討
流況（正面）（ $Q = 850 \text{ m}^3/\text{s}$,
シル位置 4.6m, シル高 4.5m）



写真 10-8 シル位置および高さの比較検討
流況（平面）（ $Q = 850 \text{ m}^3/\text{s}$,
シル位置 4.6m, シル高 4.5m）

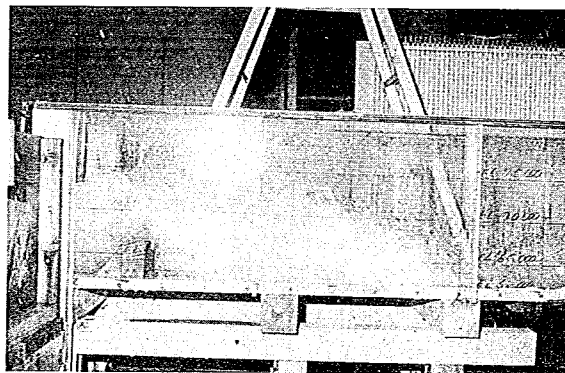


写真 10-9 シル位置および高さの比較検討流況（側面）
（ $Q = 850 \text{ m}^3/\text{s}$, シル位置 4.6m, シル高 4.5m）

シル	高さ	5.5m
	位置	36m

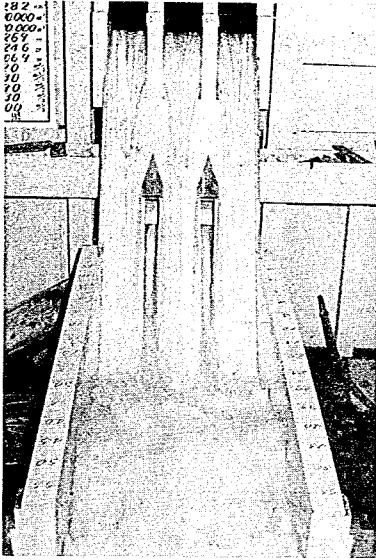


写真10-10 シル位置および高さの比較検討流況（正面）($Q=850\text{m}^3/\text{s}$, シル位置36m, シル高5.5m)



写真10-11 シル位置および高さの比較検討流況（平面）($Q=850\text{m}^3/\text{s}$, シル位置36m, シル高5.5m)

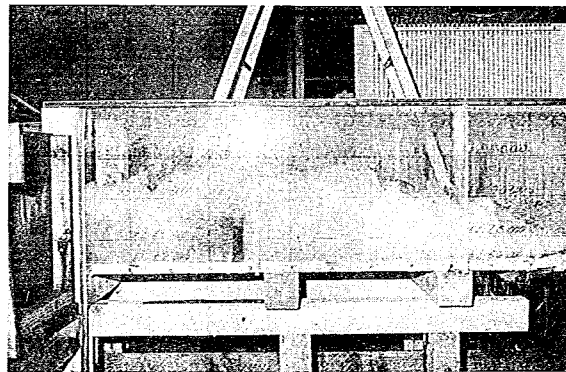


写真10-12 シル位置および高さの比較検討流況（側面）($Q=850\text{m}^3/\text{s}$, シル位置36m, シル高5.5m)

シル	高さ	5.5m
	位置	4.1m

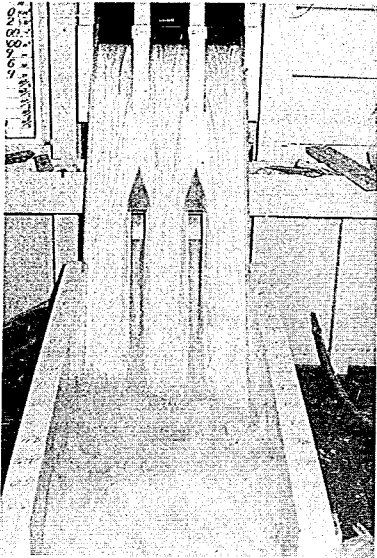


写真10-13 シル位置および高さの比較検討流況(正面)($Q=850m^3/s$,
シル位置4.1m,シル高5.5m)

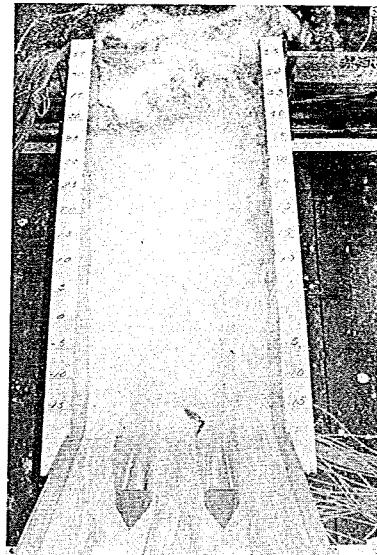


写真10-14 シル位置および高さの比較検討流況(平面)($Q=850m^3/s$,
シル位置4.1m,シル高5.5m)

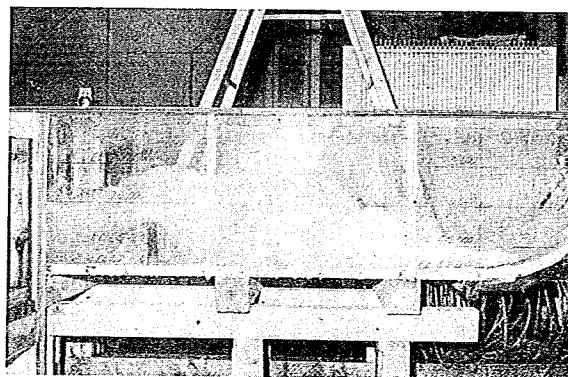


写真10-15 シル位置および高さの比較検討流況(側面)
($Q=850m^3/s$,シル位置4.1m,シル高5.5m)

シル	高さ	5.5m
	位置	46m

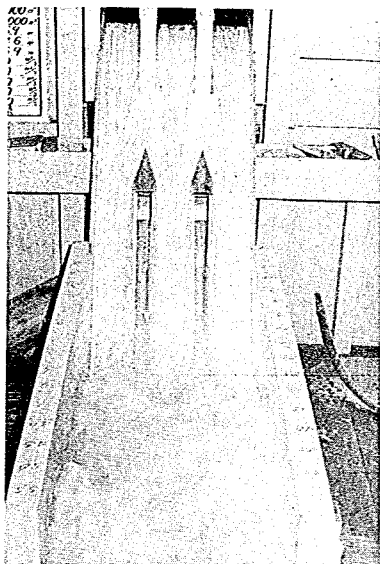


写真10-16 シル位置および高さの比較検討流況(正面)($Q=850\text{m}^3/\text{s}$, シル位置46m, シル高5.5m)



写真10-17 シル位置および高さの比較検討流況(平面)($Q=850\text{m}^3/\text{s}$, シル位置46m, シル高5.5m)

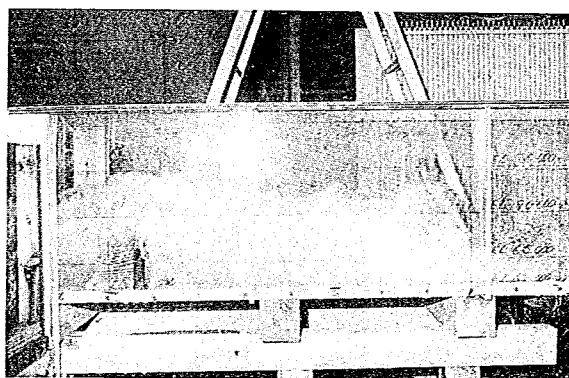


写真10-18 シル位置および高さの比較検討流況(側面)
($Q=850\text{m}^3/\text{s}$, シル位置46m, シル高5.5m)

シル	高さ	6.5m
	位置	36m

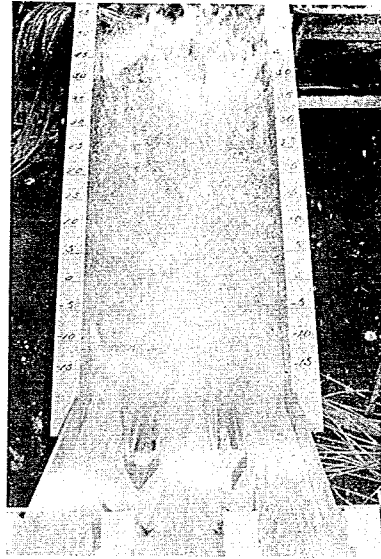
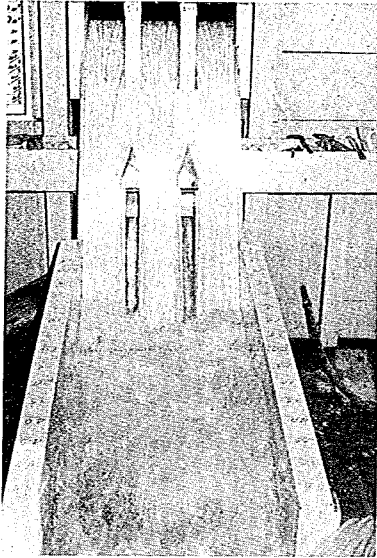


写真10-19 シル位置および高さの比較検討流況（正面）（ $Q=850m^3/s$, シル位置 36m, シル高 6.5m）

写真10-20 シル位置および高さの比較検討流況（平面）（ $Q=850m^3/s$, シル位置 36m, シル高 6.5m）

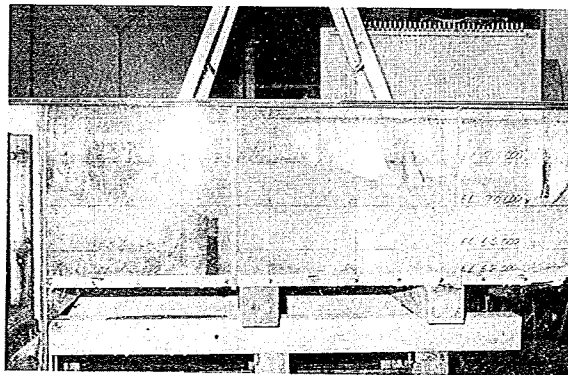


写真10-21 シル位置および高さの比較検討流況（側面）（ $Q=850m^3/s$, シル位置 36m, シル高 6.5m）

シル	高さ	6.5m
	位置	41m

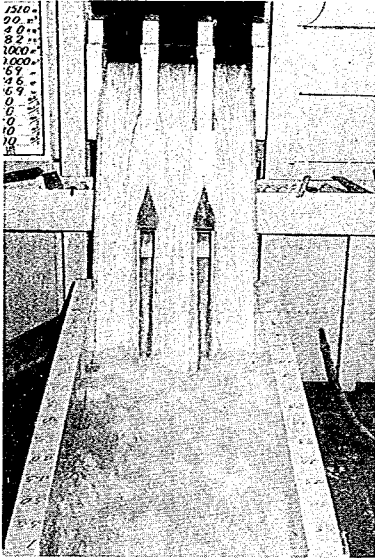


写真10-22 シル位置および高さの比較検討流況（正面）（ $Q=850\text{m}^3/\text{s}$, シル位置41m, シル高6.5m）



写真10-23 シル位置および高さの比較検討流況（平面）（ $Q=850\text{m}^3/\text{s}$, シル位置41m, シル高6.5m）

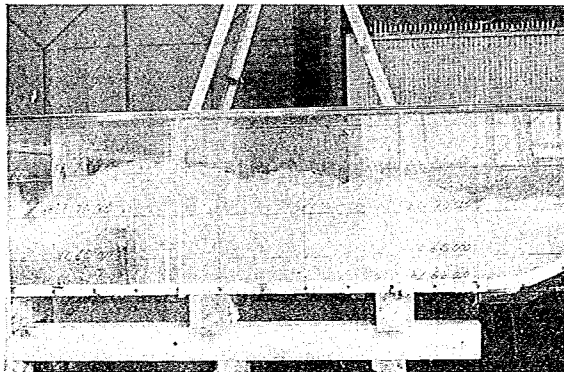


写真10-24 シル位置および高さの比較検討流況（側面）（ $Q=850\text{m}^3/\text{s}$, シル位置41m, シル高6.5m）

シル	高さ	6.5m
	位置	46m

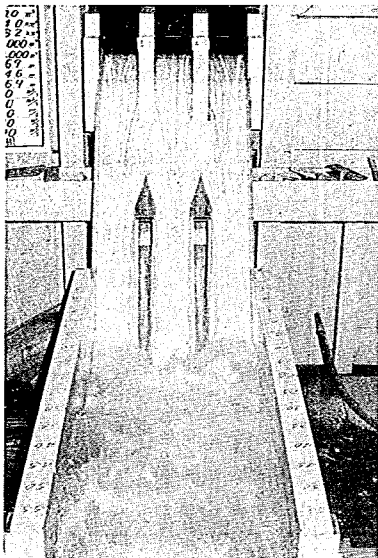


写真10-25 シル位置および高さの比較検討流況（正面）（ $Q=850\text{ m}^3/\text{s}$, シル位置 46m, シル高 6.5m）



写真10-26 シル位置および高さの比較検討流況（平面）（ $Q=850\text{ m}^3/\text{s}$, シル位置 46m, シル高 6.5m）

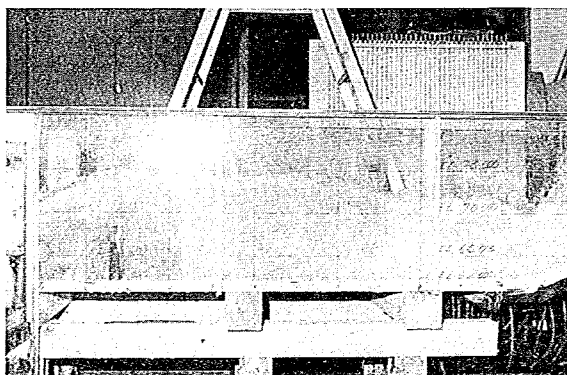


写真10-27 シル位置および高さの比較検討流況（側面）（ $Q=850\text{ m}^3/\text{s}$, シル位置 46m, シル高 6.5m）

放 流 量	シル位置 *	シル高さ	シル形状	実 験 名
$Q = 850 \text{ m}^3/\text{s}$ (減勢工設計 対象流量)	36 m	4.5 m	鉛直板	水 位 測 定
	41 m	5.5 m		シル上流面圧力測定
	46 m	6.5 m		流 況 観 察

* シル位置とは、水叩き始端から下流への直線距離である。

ここで各種の実験ケースを比較検討するために、実験名別にランクを記した表—6を参考とする。

以上により比較検討すれば下表のようになる。

実 験 名	①	②	③	①	②	③	①	②	③
シル位置 シル高	36 m			41 m			46 m		
4.5 m	C	D	D	C	D	D	B	C	D
5.5 m	B	C	D	B	C	C	A	C	C
6.5 m	A	C	C	A	C	C	A	C	C

ここに実験名① 水位測定

② シル上流面圧力測定

③ 流況観察

その結果、Aランクはもっともよいが不経済となりがちであり、またDランクは下流へ与える影響が好ましくない。したがって、シル位置41m、高さ5.5mが最良であると考えた。

つぎに、シルの形状は台形である。しかし前述の実験では、シルの形状を鉛直板として比較検討した。ここでシルの形状を台形と鉛直板とした時とを比較すると同一の初期フルード数(F_1)および初期水深(h_1)とした場合台形の方が少しシル高を高くする必要がある。¹⁰⁾ またシル位置41m、シル高さ5.5mの場合多少の露出射流が見られたので、シル位置41m、シル高さを6.0mと決定した。さらにシル細部形状は、既設ダムの実態表(表—7)を参考として図—17のように決定した。

シルの形状の適否を調べるために $Q = 850 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $1430 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $1720 \text{ m}^3/\text{s}$ についてシル面圧力を測定し図—18、付表—9に示す。この結果負圧を生ずることなく問題はない。

2) 水叩き内導流壁高の検討

水叩き内導流壁の高さを決めるために、最終案水叩き内の流況観察および水面形測定を行った。その結果を図—19、付表—10、写真—11に示す。

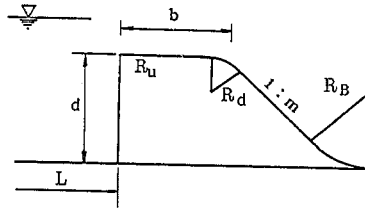
表-6 実験比較検討表

実験名	ランク	内 容
水面形	A	水位の最高付近が、シル高程度以上上流側からフラットになる。
	B	水位の最高付近が、シル高程度以下上流側からフラットになる。
	C	水位の最高付近が、シルの上流面となって、フラットな部分がない。
	D	水位の最高付近が、シルより下流となる。
シルの上流面に働く水圧	A	静水圧分布となる
	B	最も下の測点で最高となる点はAと同様であるが、圧力の鉛直方向のこう配が静水圧分布のときの半分くらいになる。
	C	シルの中央付近に圧力の極大となる所がある。この極大値は、最も下の測点より小さい。
	D	シルの中央付近に圧力の最大値が出る。
流況	A	乱れがシルにおよばず、流れの透明な部分がシル高の2倍くらい上流からあって、水位の時間的変動はほとんどない。シルを越流するときの横断方向の流量分布は、ほぼ均一である。
	B	乱れはシルに達しているが、シル程度上流から流れは透明になり、越流水の時間的変動が少しある。
	C	シルを越える流れに乱れが達し、流れの透明な領域は、シルの直上流底面に限られ、もし模型のガイトウォールが透明なら、横から見てシルの高さを二辺とする直角二等辺三角形の領域が透明に見える。越流水の横断方向の流れの不均等がある。
	D	シルを越える流れは断続的となって、エンドシル下流の河床へ落下する。流れは飛散に近い。

- 注) 1. 水面形はポイントゲージによって、水位の平均および最高値を測定する。
 2. シルの上流面に働く水圧は、エンドシルの上流面に働く水圧を水柱マノメータによって測定する。
 3. 流況は、定性的なものであって、観察、写真、映画等で判断するから、担当者の主観が影響する。

A:優, B:良, C:可, D:不可

表-7 シル細部形状資料（既設ダム）



d : シル高

R_u : 天端上端円弧半径

b : 天端長さ

R_d : 天端下端円弧半径

R_B : シルバケット半径

単位巾流量

q : 減勢工設計対象流量

q_{max} : 異常洪水流量

L : 水叩き長

m : 下流面勾配

V.S : 上流面鉛直

S.S : 上流面傾斜

ダム名	上流面	d (m)	b (m)	R_u (m)	R_d (m)	1 : m	R_B (m)	L (m)	単位巾流量 $m^3/s/m$		b/d	b/L	b/q	備 考
									q	q_{max}				
布 部	V.S	4.50	3.0	0.3	2.50	1 : 1		32.0	9.38	28.75	0.67	0.09	0.32	
上 市 川	"	4.50	4.3	0.2	0.50	1 : 0.7	1.80	34.79	13.39	27.23	0.96	0.12	0.32	
浜 田	"	3.50	3.0	0.3	2.00	1 : 1		20.00	7.73	25.09	0.86	0.15	0.39	
早 明 浦	"	9.00	4.0	0.3		1 : 1	6.00	70.00	28.94	69.44	0.44	0.06	0.14	$R_d : y = 0.1x^2$
神 浦	"	5.50	3.5	0.3	3.00	1 : 0.6		40.00		23.15	0.64	0.09		
緑 川	"	11.00	6.2	0.1		1 : 1	3.00	75.00	40.00	70.67	0.56	0.08	0.16	$R_d : y = 0.1x^2$
大 滝	"	9.00	4.0		4.00	1 : 1	6.00	72.00	33.33	88.00	0.44	0.06	0.12	
横 山	S.S	9.50	4.0		5.00	1 : 1		48.00	37.50	87.50	0.42	0.08	0.11	上流面 1 : 1
鶴 田	"	9.70	6.0		6.0	1 : 1	5.00	70.0	50.00	74.40	0.62	0.09	0.12	上流面 1 : 1
小 瀬 川	"	7.00	4.0		2.5	1 : 0.6		29.8	26.32	69.47	0.57	0.13	0.15	上流面 1 : 1
松 原	"	9.00	7.2	1.0	6.0	1 : 1	5.00	77.5	33.67	93.06	0.80	0.09	0.21	上流面 1 : 0.2
石 手 川	V.S	7.50	5.0	0.3	4.0	1 : 1	5.00	50.0	21.43	35.71	0.67	0.10	0.23	
八 戸	"	6.00	3.8	0.3	3.2	1 : 1	3.20	41.0	28.33	57.33	0.63	0.09	0.13	

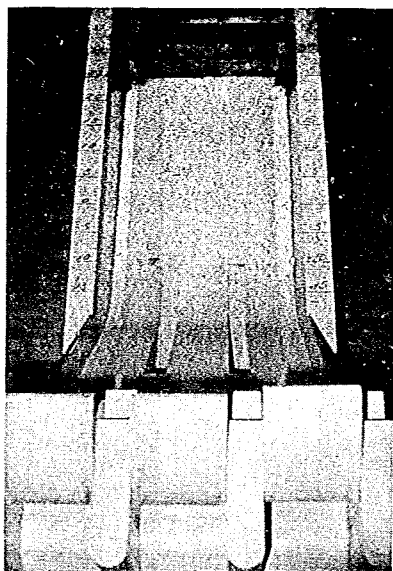


写真 1 1 最終案減勢工（平面）

① $Q = 850 \text{ m}^3/\text{s}$ （減勢工設計対象流量）

水叩き内の最高水面は約 $20 \sim 30 \text{ m}$ に発生し、右岸沿いで約 $WL 77.2 \text{ m}$ （水深 15.6 m ）および中央で約 $WL 76.2 \text{ m}$ （水深 14.2 m ）である。またシル直上での水面は、中央と右岸沿いとの差が約 $1 \sim 2 \text{ m}$ 程度で減勢されている。

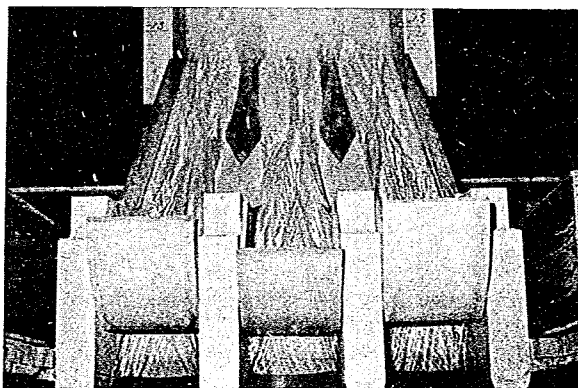


写真 1 2-1 最終案減勢工流況（ $Q = 850 \text{ m}^3/\text{s}$ ，越流平面）

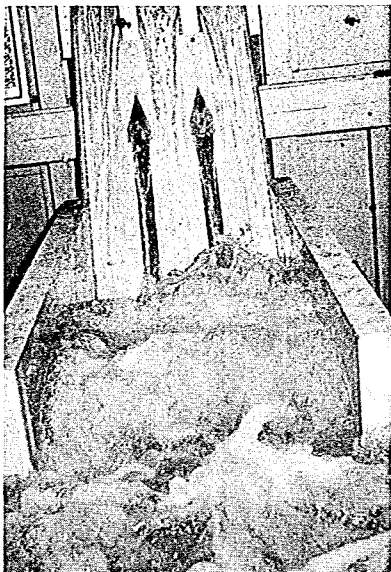


写真 12-2 最終案減勢工流況
($Q=850m^3/s$, 正面)

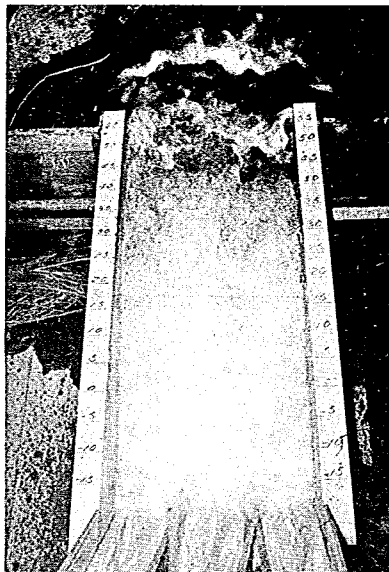


写真 12-3 最終案減勢工流況
($Q=850m^3/s$, 平面)

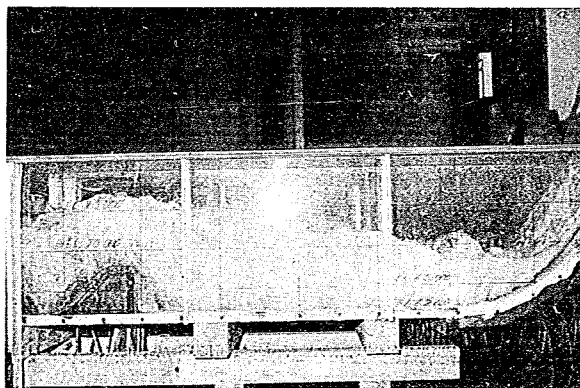


写真 12-4 最終案減勢工流況 ($Q=850m^3/s$, 側面)

② $Q = 1430 \text{ m}^3/\text{s}$ (設計洪水流量)

水叩き内の最高水面は、シル直上付近(約40m)に発生し、右岸沿いで約WL80.3m(水深18.3m)、中央で約WL82.5m(水深20.5m)である。また、シル前面に高速水脈がしばしばあたるが減勢されている。

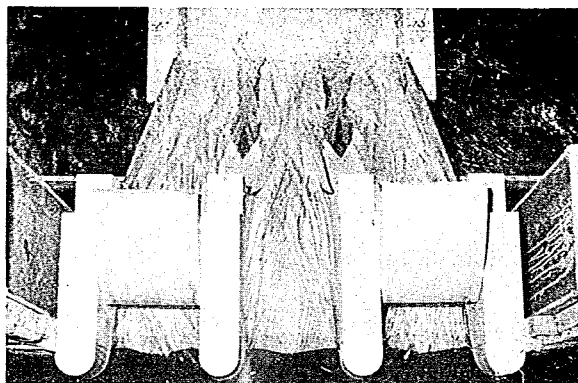


写真12-5 最終案減勢工流況 ($Q=1430 \text{ m}^3/\text{s}$, 越流平面)

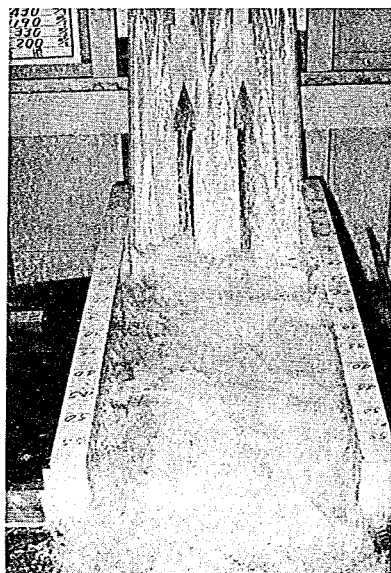


写真12-6 最終案減勢工流況
($Q=1430 \text{ m}^3/\text{s}$, 正面)



写真12-7 最終案減勢工流況
($Q=1430 \text{ m}^3/\text{s}$, 平面)

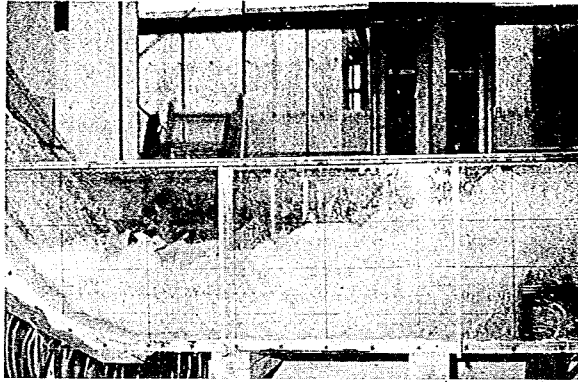


写真12-8 最終案減勢工流況 ($Q=1,430\text{ m}^3/\text{s}$, 側面)

③ $Q=1720\text{ m}^3/\text{s}$ (異常洪水流量)

ダム洪水吐からの流れの高速水脈は、シル前面まで達し一部はシル上方を飛散している。

条件	$Q = 850 \text{ m}^3/\text{s}$
----	--------------------------------

凡 例	-----	右岸沿い 最高圧力
	-----	最低圧力
	=====	中 央 最高圧力
	=====	最低圧力

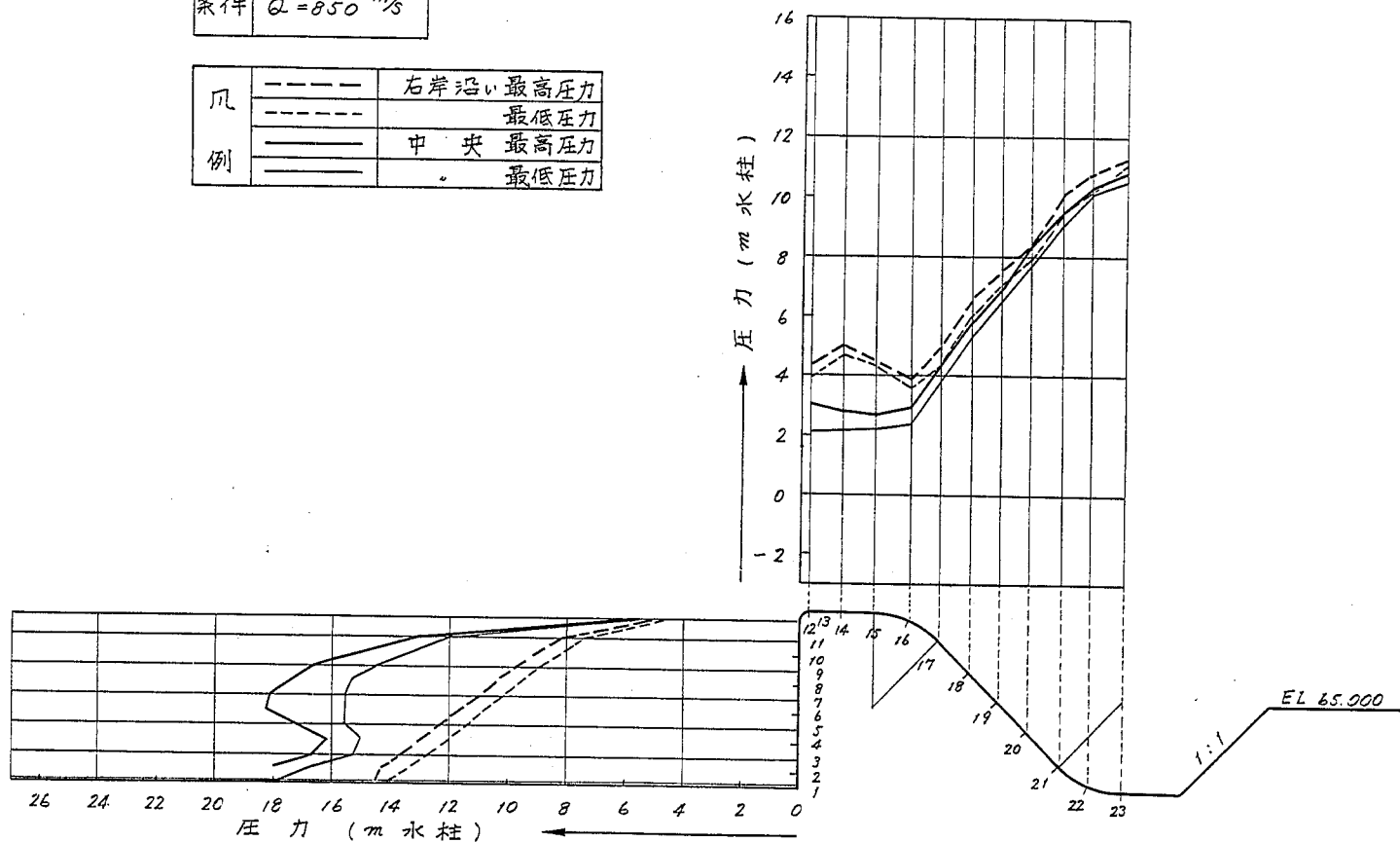


図-18-1 シル面圧力分布図 (最終形状)

条件	$Q = 1430 \text{ m}^3/\text{s}$	シル位置 41 m
		シル高 6.0 m

凡例	-----	右岸沿い最高圧力
	-----	右岸沿い最低圧力
例	=====	中央最高圧力
	=====	中央最低圧力

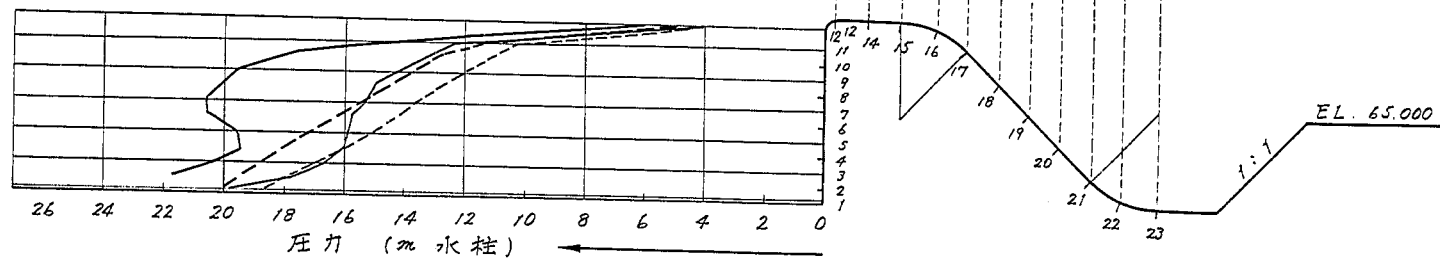
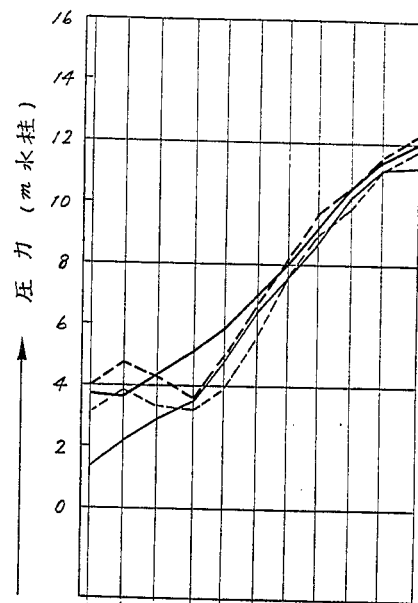


図-18-2 シル圧力分布図 (最終形状)

条件	$Q = 1720 \frac{m^3}{s}$	シル位置 $41m$
		シル高 $6.0m$

凡例	-----	右岸沿い最高圧力
	-----	右岸沿い最低圧力
例	=====	中央最高圧力
	=====	中央最低圧力

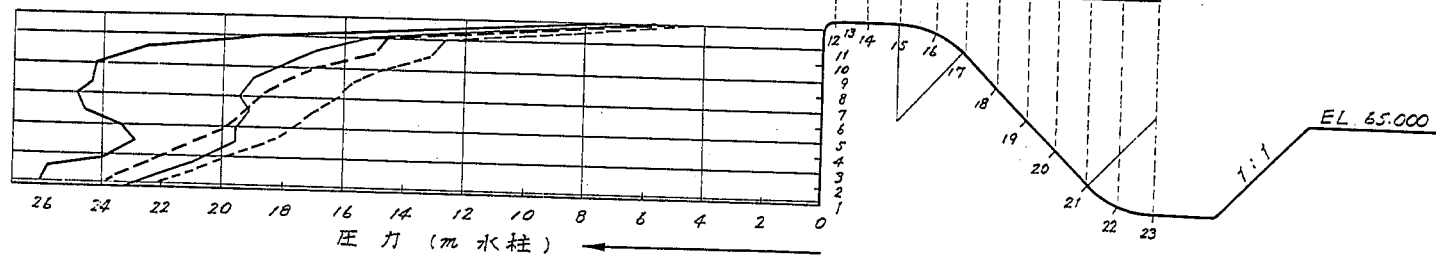
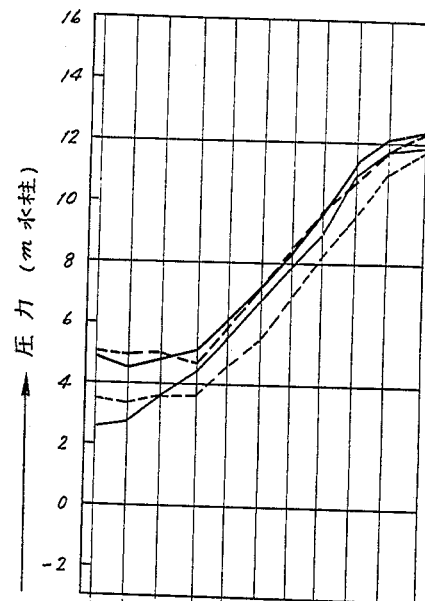


図-18-3 シル圧力分布図(最終形状)

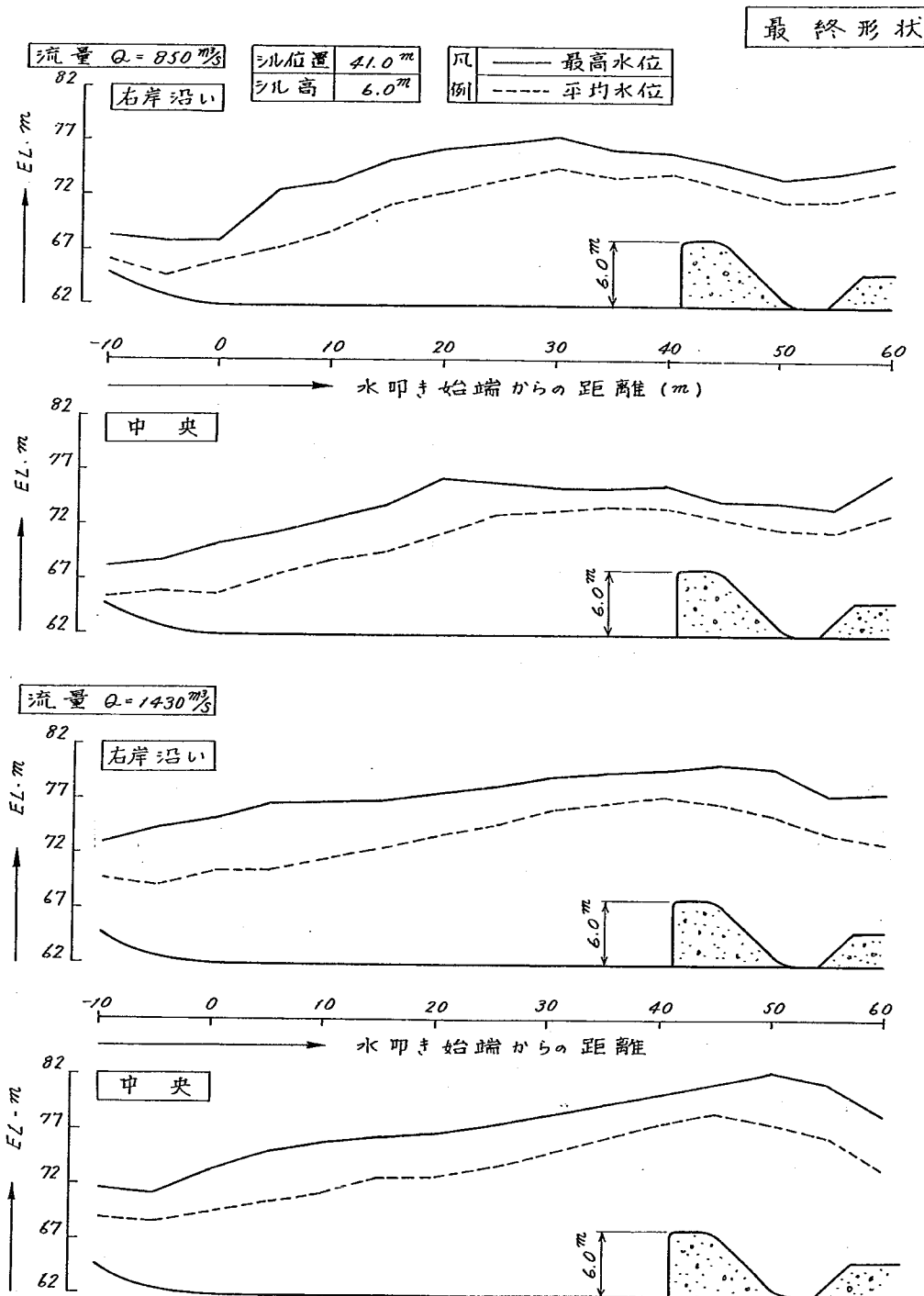


図-19-1 水叩き内水面形図

最終形状

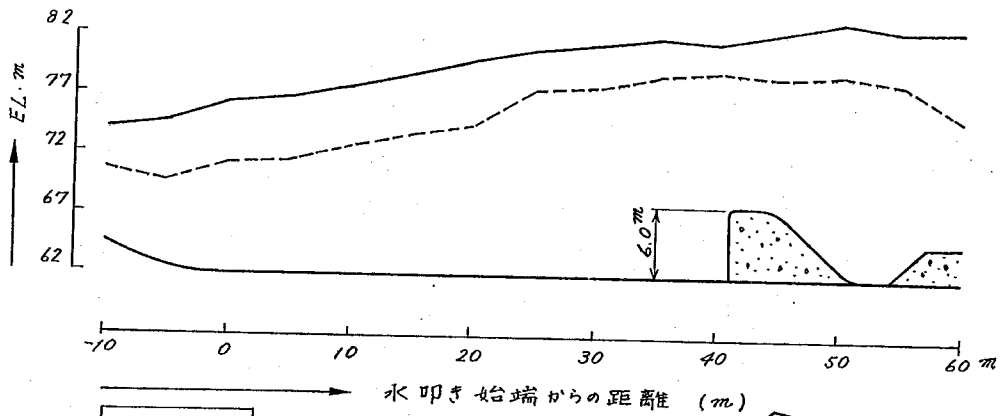
流量 $Q = 1.720 \frac{m^3}{s}$

シル位置 $41.0m$

シル高 : $6.0m$

凡	—— 最高水位
例	----- 平均水位

右岸沿い



中央

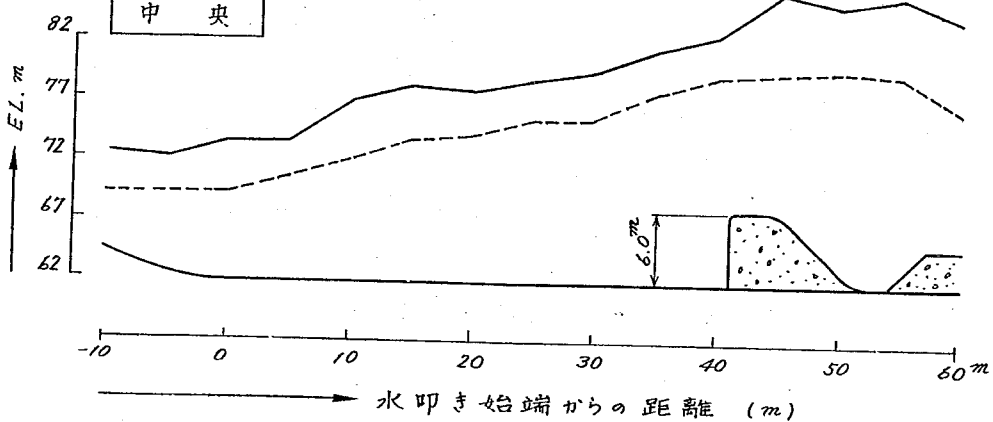


図-19-2 水叩き内水面形図

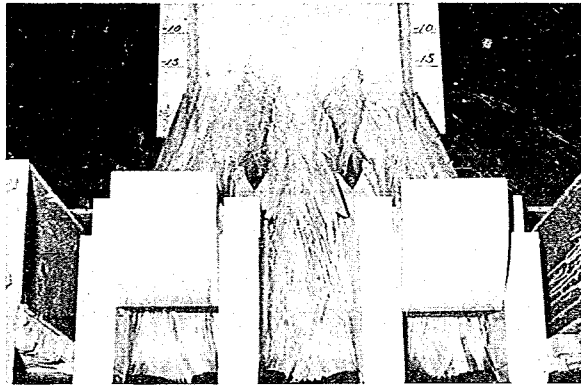


写真12-9 最終案減勢工流況 ($Q=1.720\text{ m}^3/\text{s}$, 越流平面)



写真12-10 最終案減勢工流況
($Q=1,720\text{ m}^3/\text{s}$, 正面)

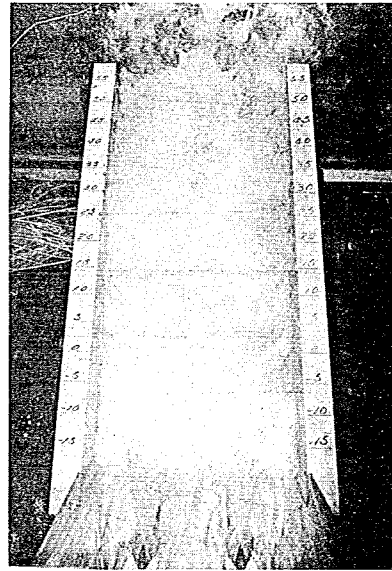


写真 12-11 最終案減勢工流況
($Q = 1,720 \text{ m}^3/\text{s}$, 平面)

したがって最高水位は、シル終端付近（約 4.5 ～ 5.5 m）に発生し、右岸沿いで約 WL 8.3.5 m（水深 2.1.5 m）、中央で約 WL 8.6.5 m（水深 2.4.5 m）となる。シル直上の水面変動も大きいが、比較的減勢している。

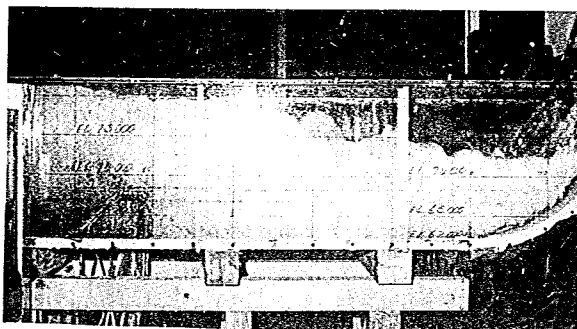


写真12-12 最終案減勢工流況 ($Q=1,720\text{ m}^3/\text{s}$, 側面)

図-19に示すように減勢工設計対象流量 $Q=850\text{ m}^3/\text{s}$ の最高水面に対しては、高さ 15 m ($EL\ 7.70\text{ m}$) の導流壁は必要である。また、異常洪水流量 $Q=1,720\text{ m}^3/\text{s}$ の最高水面に対しては 22 m の導流壁が必要となるが、異常洪水が導流壁を越流した場合、ダム本体基礎に対する危険性が予想されなければ、もしくは越流水を下流へ流す用意があれば、異常洪水の越流による多少の被害は、やむをえないものであろう。

なお導流壁に隣接して重要構造物を設置するときは、別途考慮する必要がある。

3) 堤体バケットカーブの形状

堤体バケットカーブは、高速水脈のキャビテーションや圧力変動による堤趾部の破壊を防ぐために設けられる。

本ダムにおけるバケットカーブの半径は、越流部との接続場所で 20 m 、放水管開水路との接続する場所 32.3 m で、それぞれ水叩き底面に接している。

このバケットカーブの形状の適否を検討するために、バケット底面の圧力を $Q=850\text{ m}^3/\text{s}$ 、 $1,430\text{ m}^3/\text{s}$ 、 $1,720\text{ m}^3/\text{s}$ について測定した。その結果を図-20、付表-11に示す。

$Q=850\text{ m}^3/\text{s}$ の場合、負圧が生じるが最低で約 -1.4 m 水柱であり、許容負圧 (-3 m 水柱) 以内であり、このバケット形状で問題はない。

(ゲート操作上の注意)

本ダムにおける洪水吐ゲートは、放水管部で2基、越流部で3基設けられている。放水管1基および越流部で左右のいずれか一基を操作した場合、流れは水叩き内で回転し流況が不安定となる。したがって、ゲート操作するときは、均等な流れとなるように注意すること。

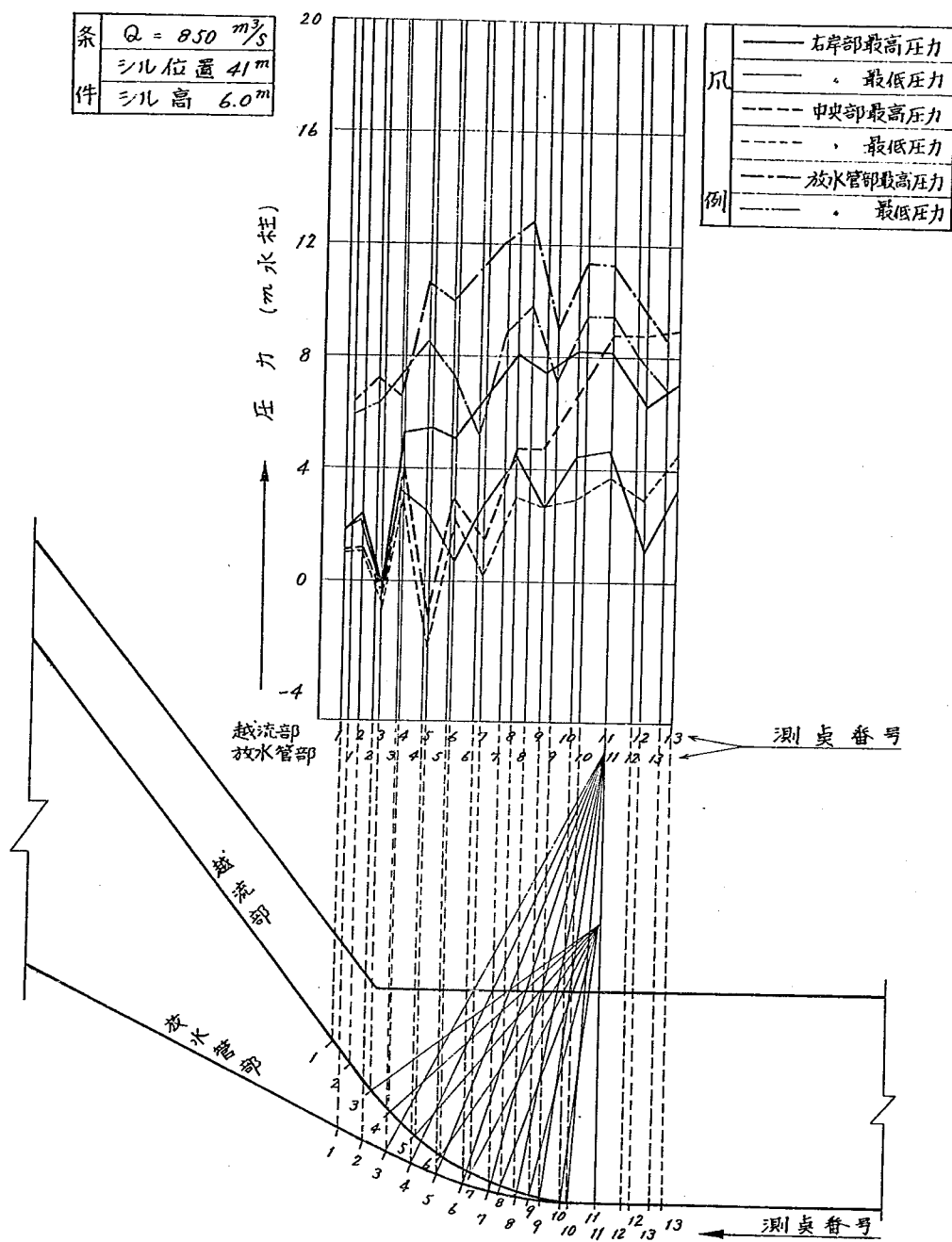


図-20-1 バケット部圧力分布図

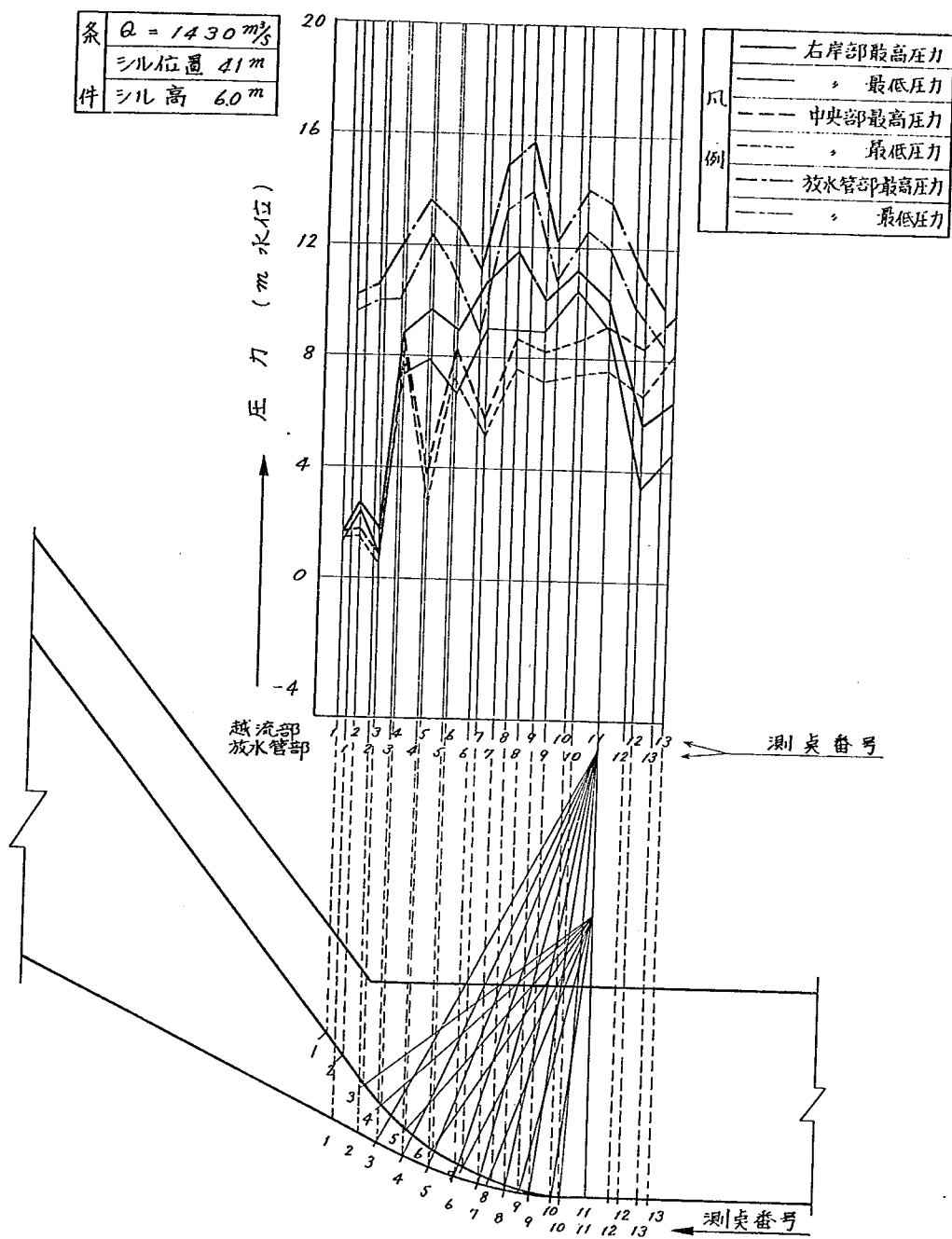


図-20-2 バケット部圧力分布図

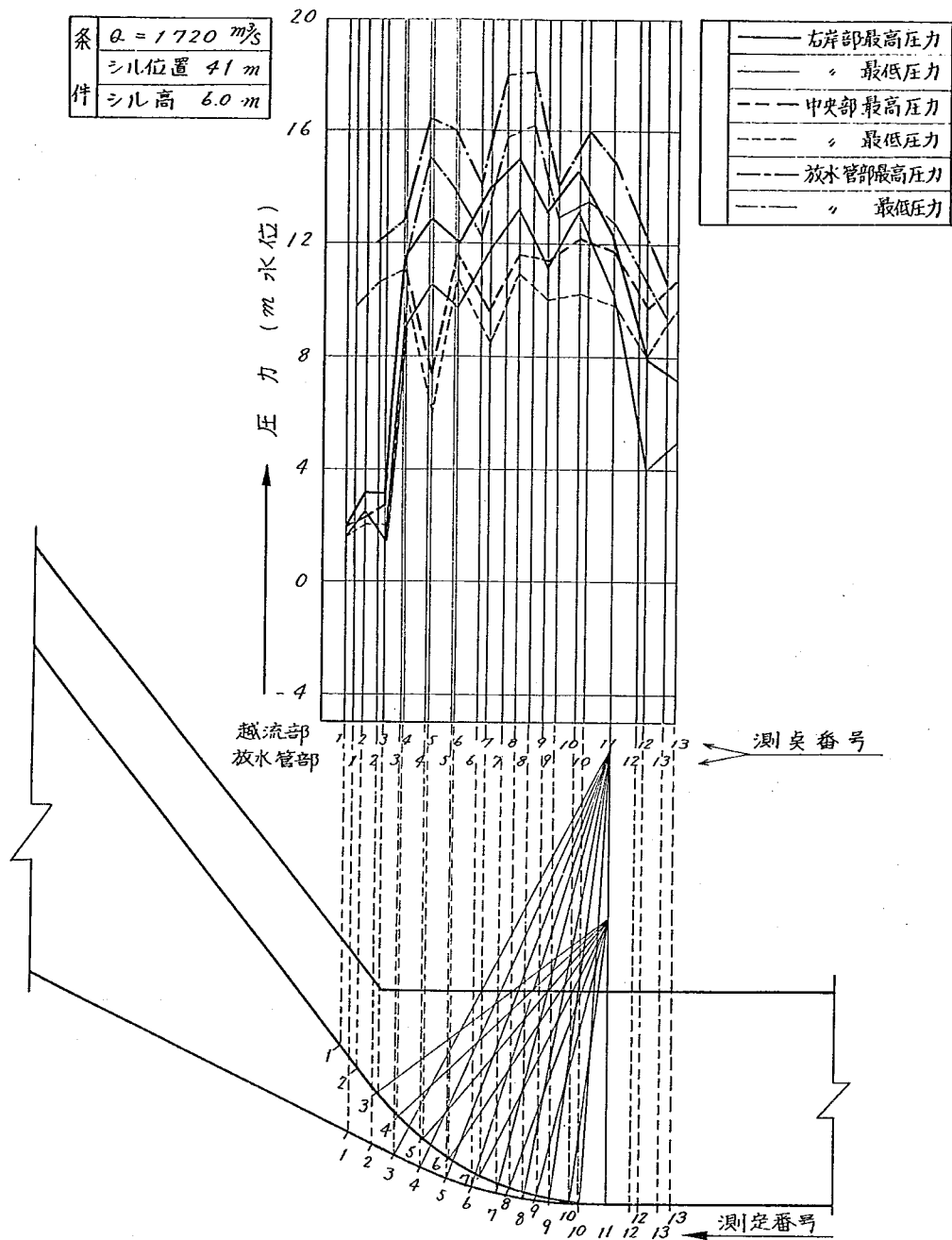


図-20-3 バケット部圧力分布図

3-7 下流河道の実験

シル末端付近の河床は約 E L 6 8.0 m と水叩き底面標高 E L 6 2.0 m に比べて 6 m 高く、シル天端標高と同じである。このため水叩き底面への砂礫の巻込みおよびシル下流面への砂礫の衝突などによる損傷が心配される。そこで、シル下流の河床を図-2に示すように掘削した場合¹¹⁾の下流河道内、表面流速と流向および流況観察を行った。放流量は $Q = 850 \text{ m}^3/\text{s}$, $1430 \text{ m}^3/\text{s}$, $1720 \text{ m}^3/\text{s}$ である。

下流水位の検討にあたっては、⑩+2.5 m 地点における等流水深を計算し、その値を自然下流水深とみなした。与えられた条件および仮定より $n = 0.045$, $i = 1/115$, を代入すると、⑩+2.5 m 地点の水面標高は $Q = 850 \text{ m}^3/\text{s}$ で W L 7 0.8 m, $Q = 1430 \text{ m}^3/\text{s}$ で W L 7 3.3 m, および $Q = 1720 \text{ m}^3/\text{s}$ で W L 7 4.3 m となる。但し下流河道は、モルタルの固定床である。

実験結果を図-21, 付表12, 13, 写真-13に示す。

前述のように、河床は固定床のために、シル末端の整形河床に当たった流れは減勢される。またダムサイト付近の砂礫の粒径は、一般に大きいし、流速および流向より判断すれば砂礫の巻込みは起らないと思われる。

また水叩き終端からの流れは、そのまま直進し、左岸山沿いへと流れていく。したがって、護岸を設置するものとすれば、水叩き終端から約 Na 5 (図-21参照) 付近まで天端標高 E L 7 0 m ($Q = 850 \text{ m}^3/\text{s}$) は必要であろう。

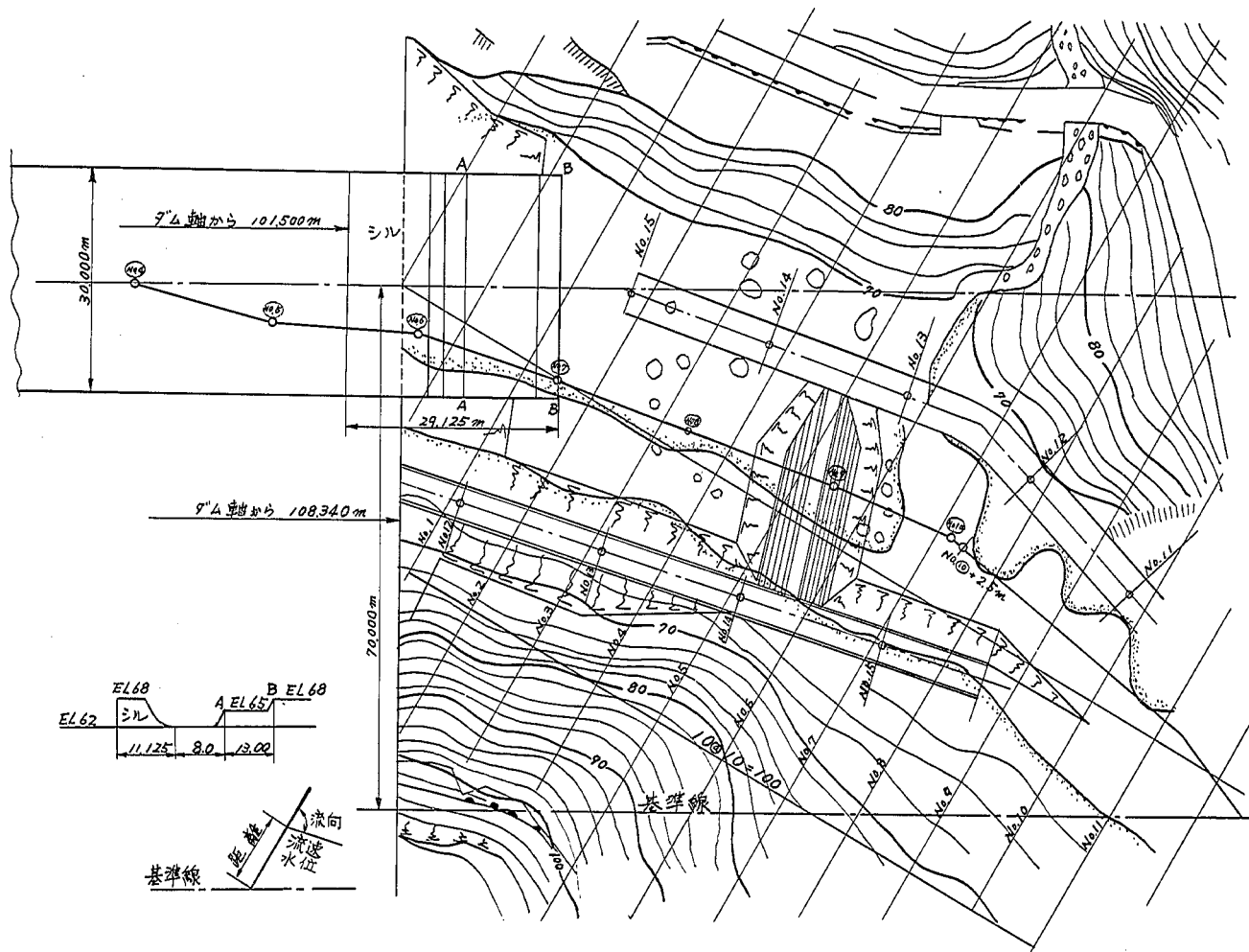


図 - 21 の 1 下流河道流速分布測線図

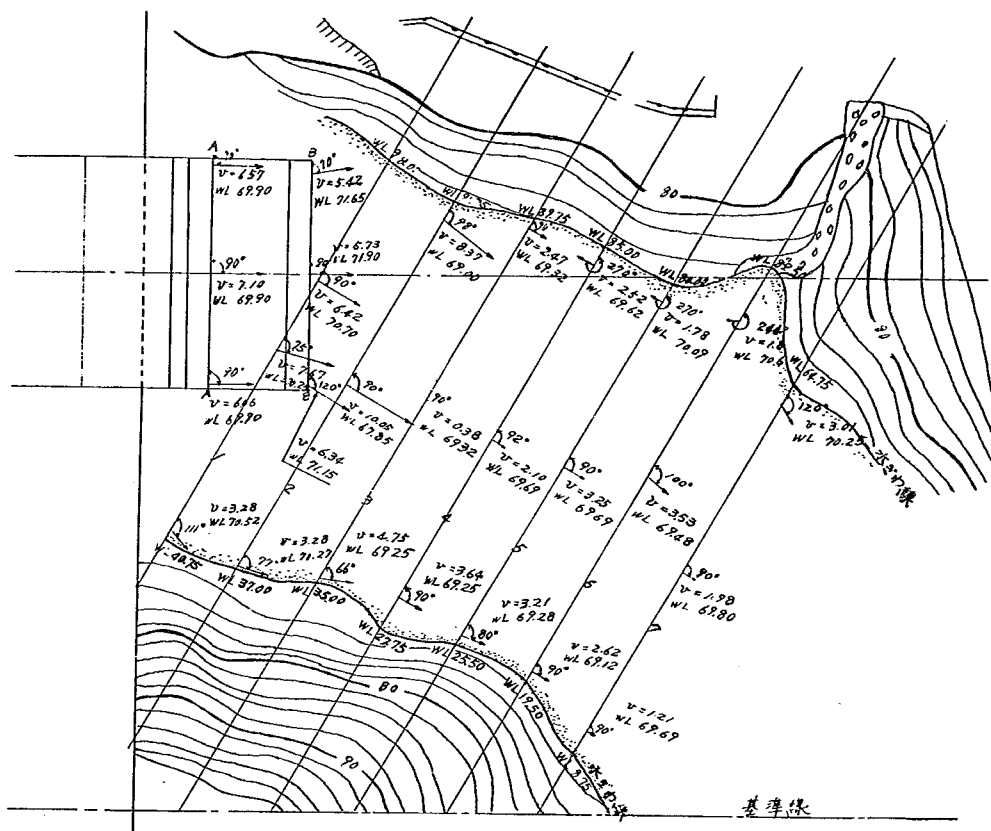


図-21 の 2 下流河道流速図 ($Q=850 \text{ m}^3/\text{s}$) 単位 流速 $V \text{ m/s}$

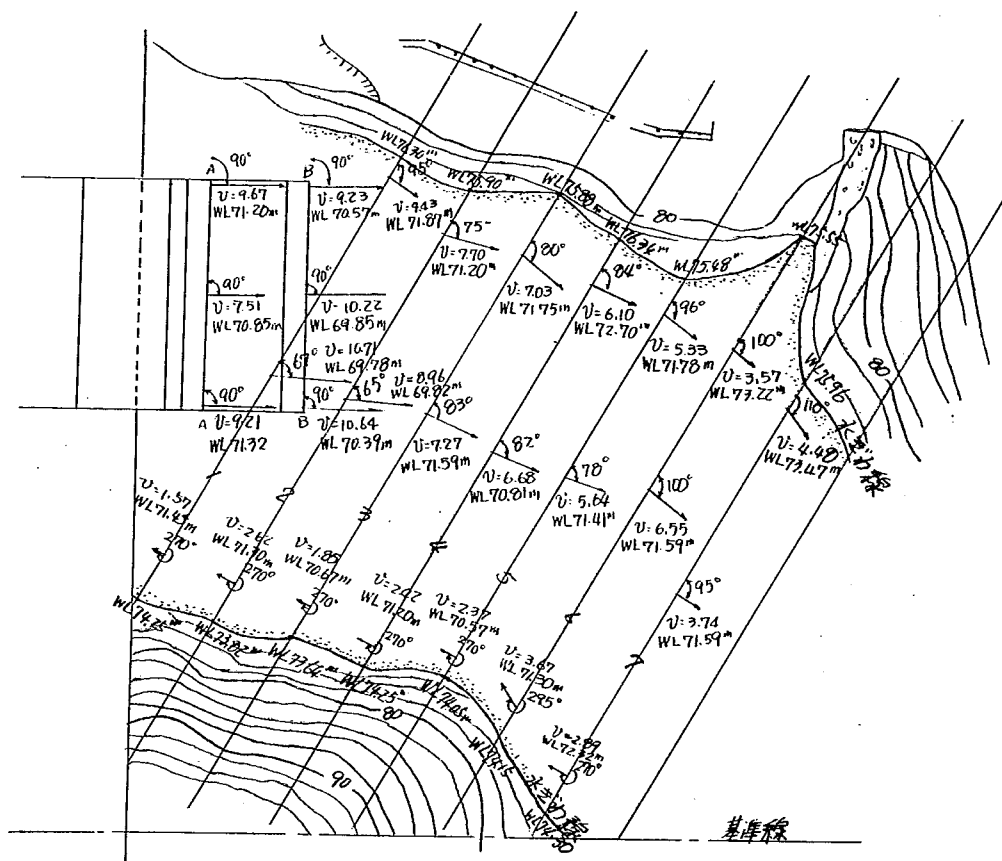


図 - 21 の 3 下流河道流速図 ($Q = 1430 \text{ m}^3/\text{s}$) 単位流速 $V \text{ m/s}$

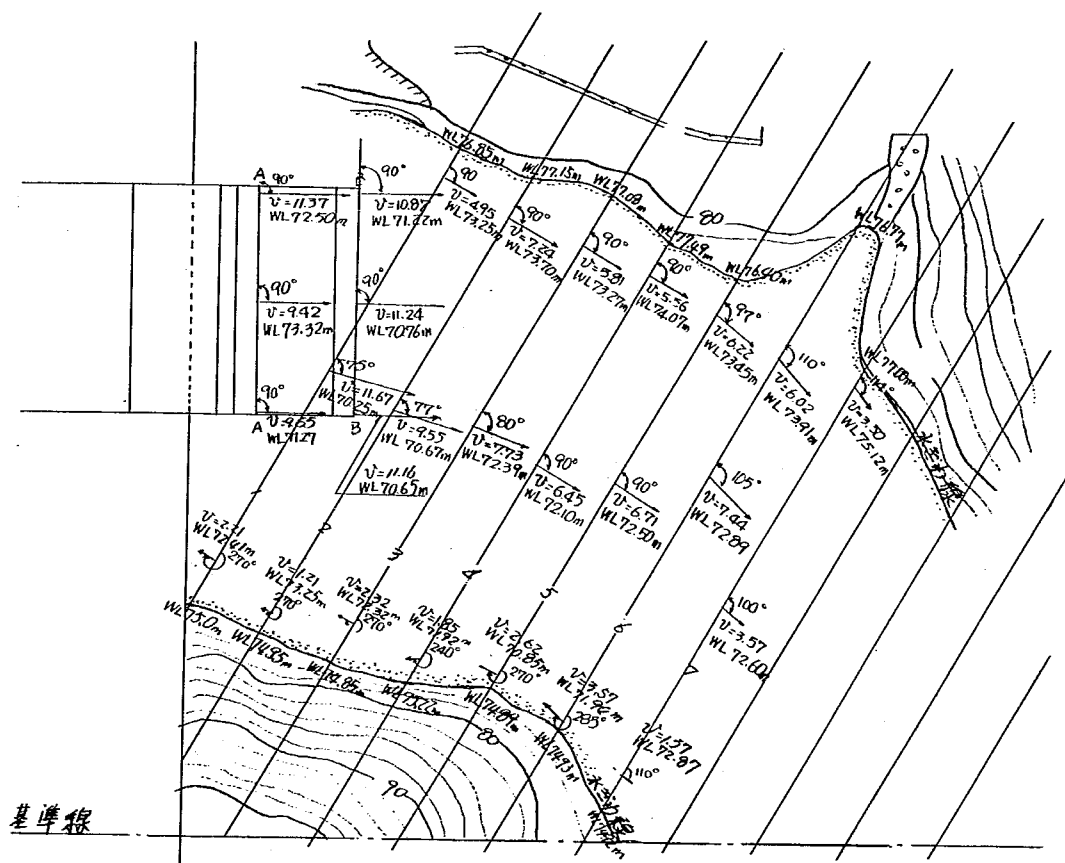


図-21の4 下流河道流速図 ($Q=1720 \text{ m}^3/\text{s}$) 単位 流速 m/s

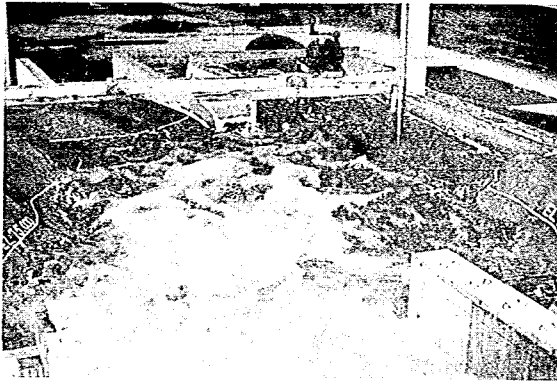


写真-13の1 下流河道内流況 ($Q=850\text{ m}^3/\text{s}$ 上流より)



写真-13の2 下流河道内流況 ($Q=1430\text{ m}^3/\text{s}$ 上流より)

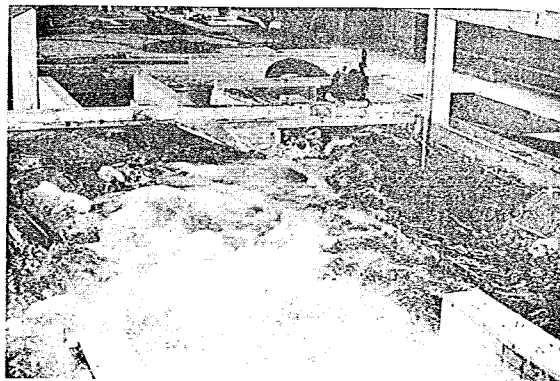


写真-13の3 下流河道内流況 ($Q=1720\text{ m}^3/\text{s}$ 上流より)

3-8 結 論

八戸ダム洪水吐水理模型実験結果を要約すると、次のとおりである。

1) 放 水 管

(1) 放 流 能 力

次のように設計条件を満足している。

貯 水 位	必要放流量	実 験 値	備 考
WL 103.0 m	200 m ³ /s	307 m ³ /s	治水発電最低水位
WL 107.0 m	330 m ³ /s	334 m ³ /s	夏期制限水位

(2) 放水管形状の検討

図-6に示す放水管形状において、最低圧力は、テーパー部終端の側面に発生した。その値は、WL 103.0 mで-0.63 m水柱、WL 126.9 mで-2.25 m水柱となり、許容負圧(-3 m水柱)以内である。

(3) 放水管主ゲートピンの位置検討

ゲートピン付近で、水面が最も高くなるのは、ゲート開度2.73 m(96.8%)の時、側壁沿いに生じ、ゲートピンと水面との余裕は約0.75 mである。

2) 越 流 部

(1) 越 流 能 力

越流部の越流能力は、放水管と合わせて、つぎのように設計条件を満足している。

貯 水 位	必要放流量	実 験 値	備 考
WL 125.8 m	1430 m ³ /s	1520 m ³ /s	設計洪水流量
WL 126.9 m	1720 m ³ /s	1780 m ³ /s	異常洪水流量

(2) 越流部ゲートピンの位置および導流壁高

① 越流部のゲートピンの位置は、WL 126.9 mの最高水面に対して、約4 mの余裕があり安全である。

② 導流壁高は、堤体下流面に対して垂直に5.0 mは必要である。

(3) 橋脚および堤体下流面ディフレクタの形状検討

各種の形状を考案し比較検討した結果、最良形状とし、図-15に示す。

3) 減 勢 工

最終案減勢工諸元は次のとおりである。

シル	位 置	ダム軸より水叩き中心線上 101.5 m
	高 さ	6 m
	形 状	図 - 17
導 流 壁 高		15 m * (導流壁天端 EL 77.0 m)

*但し、異常洪水が導流壁を越流した場合、ダム本体基礎に対する危険性が予想されない時。

4) 下 流 河 道

図 - 2 のように、シル終端付近を整形すれば砂礫の巻込みは起らないと思われる。また、左岸山沿いに護岸を設置する場合は水叩き終端から約 No. 5 (図 - 21 参照) 付近まで、天端標高 EL 70 m ($Q = 850 \text{ m}^3/\text{s}$) は必要である。

参 考 文 献

- 1) 水資源開発公団、土木研究所；高山ダム余水吐水理模型実験報告書 1967.3
- 2) 土木研究所；土木研究所資料第 642 号 阿武川ダム洪水吐水理模型実験報告書
1970.12
- 3) 日本大ダム会議；ダムの計画と設計 1966.5
- 4) 石井、藤本；土木研究所報告第 130 号 越流型余水吐の水理機能に関する研究(2)
1966.7
- 5) 石原；応用水理学中 II 1966.4
- 6) 日本大ダム；改訂ダム設計基準 2章3節第8条 1970.12
- 7) 土木研究所；土木研究所資料第 670 号 大滝ダム洪水吐水理模型実験報告書
1971.3
- 8) 土木研究所；土木研究所資料第 672 号
石手川ダム洪水吐水理模型実験報告書 1971.3
- 9) 土木学会；水理公式集 昭和 46 年改訂版 1971.11
- 10) 田村、川口；跳水式減勢工のシル高 土木技術資料 Vol. 13 No. 12 1971.12
- 11) 土木研究所；土木研究所資料第 630 号
土師ダム洪水吐の水理とダム下流の河床変動に関する検討 1970.3

付 表 ・ 付 図

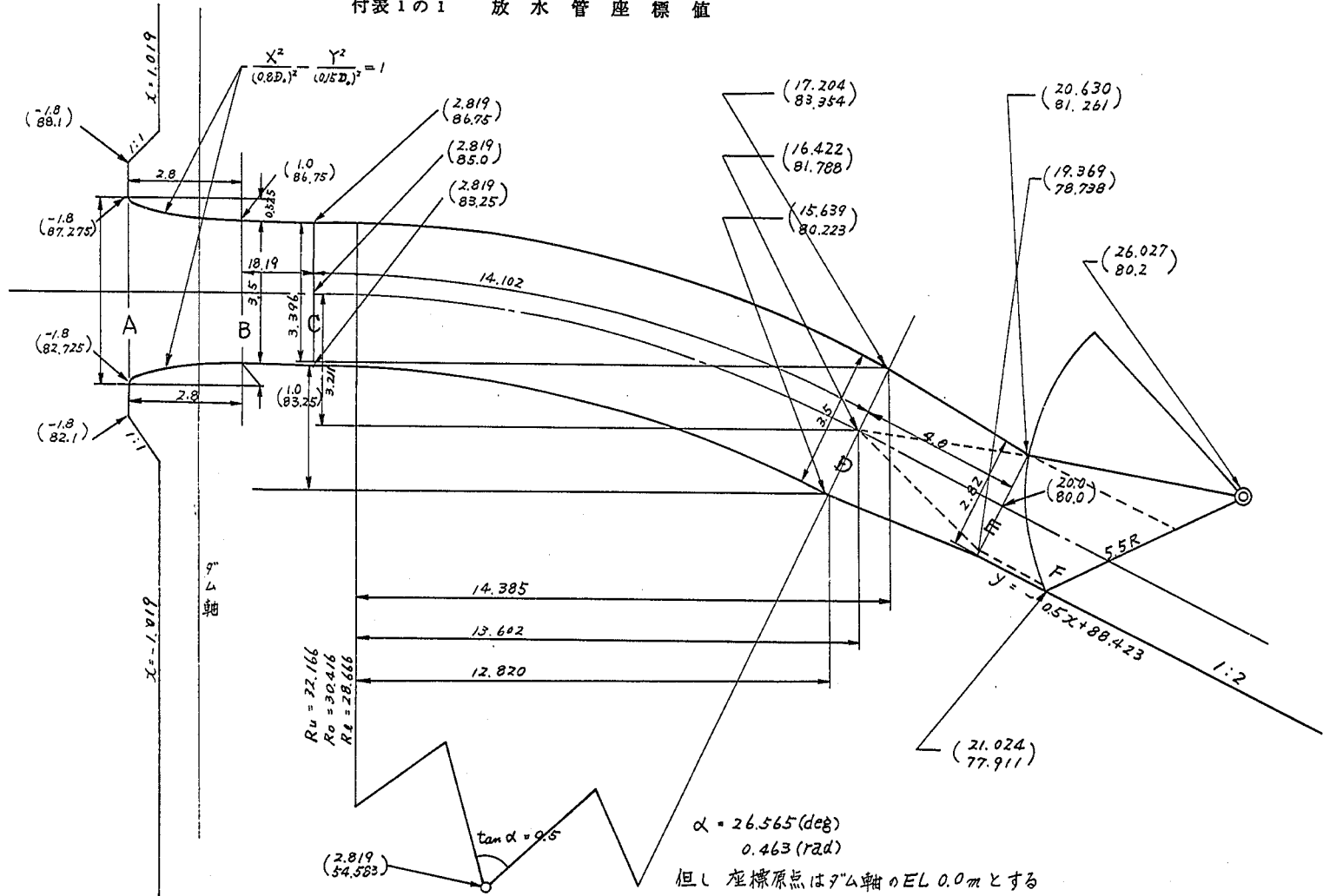
付 表 目 次

付表－1. 放水管座標値	89
2. 放水管貯水位～流量測定値表	93
3. 放水管内面圧力測定値表	94
4. 放水管開水路部水面形測定値表	97
5. 越流部貯水位～流量測定値表	98
6. 越流部水面形測定値表	100
7. 水叩き内水面形測定値表（シル位置と高さの検討）	102
8. シル前面圧力測定値表（シル位置と高さの検討）	104
9. シル面圧力測定値表	108
10. 最終案減勢工水面形測定値表	109
11. 堤体バケット底面圧力測定値表	110
12. 下流河道流速測定数値表	113
13. 下流河道水位測定値表	114

付 図 目 次

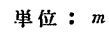
付図－1. 放水管横断面図	115
---------------------	-----

付表 1 の 1 放 水 管 座 標 値

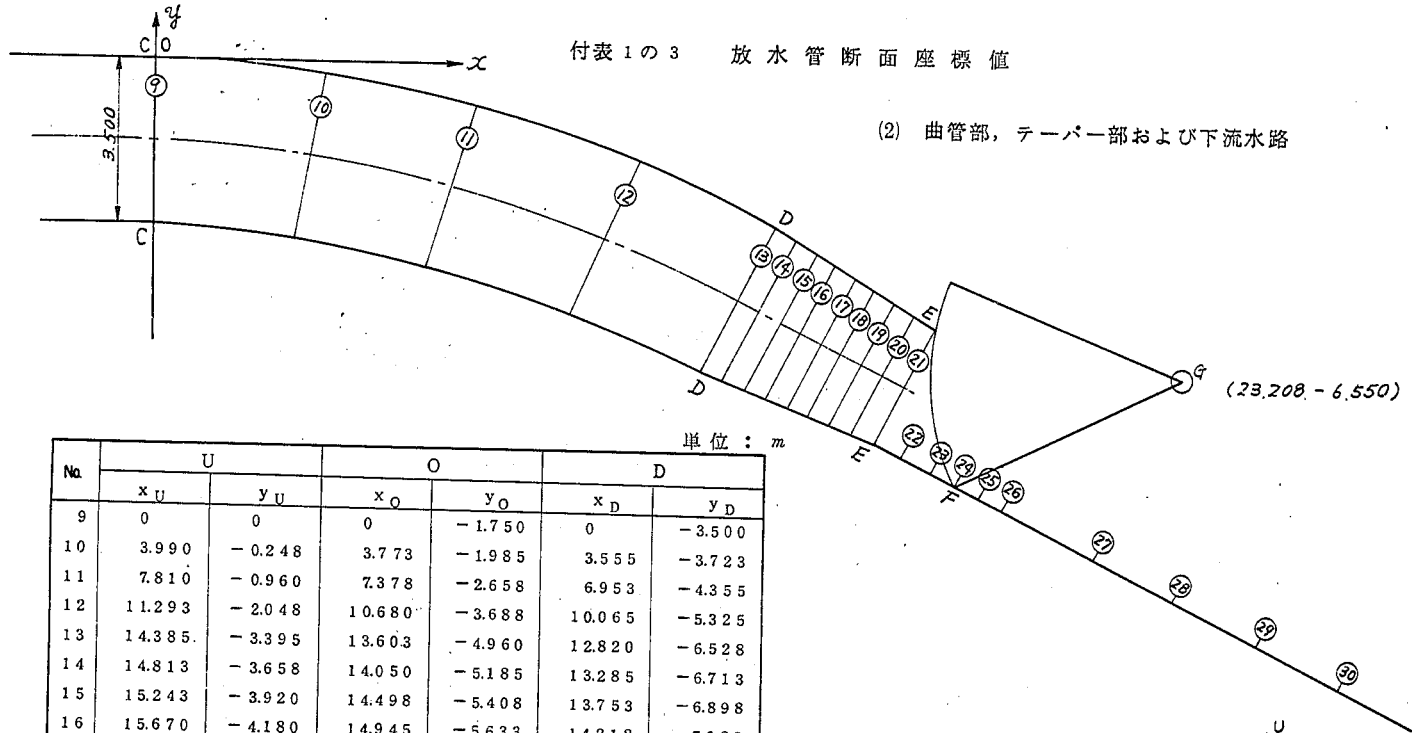


但し 座標原点はダム軸のEL 0.0mとする

(1) ベルマウス部および直管部



-90-



No.	U		O		D	
	x_U	y_U	x_O	y_O	x_D	y_D
9	0	0	0	-1.750	0	-3.500
10	3.990	-0.248	3.773	-1.985	3.555	-3.723
11	7.810	-0.960	7.378	-2.658	6.953	-4.355
12	11.293	-2.048	10.680	-3.688	10.065	-5.325
13	14.385	-3.395	13.603	-4.960	12.820	-6.528
14	14.813	-3.658	14.050	-5.185	13.285	-6.713
15	15.243	-3.920	14.498	-5.408	13.753	-6.898
16	15.670	-4.180	14.945	-5.633	14.218	-7.083
17	16.098	-4.443	15.393	-5.855	14.685	-7.270
18	16.528	-4.705	15.838	-6.080	15.150	-7.455
19	16.955	-4.965	16.285	-6.303	15.618	-7.640
20	17.383	-5.228	16.733	-6.525	16.083	-7.825
21	17.810	-5.490	17.180	-6.750	16.550	-8.010
22					17.180	-8.328
23					17.680	-8.578
24					18.205	-8.840
25					18.680	-9.078

No.	D	
	x_D	y_D
26	19.180	-0.933
27	21.180	-1.033
28	23.180	-1.133
29	25.180	-1.233
30	27.180	-1.333

付表 1 の 4 放水管断面形状寸法表

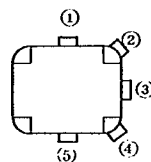
No.	区間距離	追加距離	幅および高	隅取半径	備 考
0	0 ^m	0 ^m	4.5 5 0 ^m	0.98 2 ^m	ベルマウス部
1	0.3 0 0	0.3 0 0	4.0 7 8	1.0 6 5	
2	0.5 0 0	0.8 0 0	3.8 1 5	1.2 0 3	
3	"	1.3 0 0	3.6 6 3	1.3 3 8	
4	"	1.8 0 0	3.5 7 0	1.4 7 5	
5	"	2.3 0 0	3.5 1 8	1.6 1 3	
6	"	3.8 0 0	3.5 0 0	1.7 5 0	直 管 部
7	"	3.3 0 0	"	"	
8	0.6 6 0	3.9 6 0	"	"	
9	"	4.6 2 0	"	"	曲 管 部
10	3.5 2 5	8.1 5 0	"	"	
11	"	11.6 7 0	"	"	
12	"	15.1 9 5	"	"	
13	"	18.7 2 0	"	"	テーパー部
14	0.5 0 0	19.2 2 0	3.4 1 5	1.5 4 5	
15	"	19.7 2 0	3.3 3 0	1.3 3 8	
16	"	20.2 2 0	3.2 4 5	1.1 3 3	
17	"	20.7 2 0	3.1 6 0	0.9 2 5	
18	"	21.2 2 0	3.0 7 5	0.7 2 0	
19	"	21.7 2 0	2.9 9 0	0.5 1 3	
20	"	22.2 2 0	2.9 0 5	0.3 0 8	開水路部
21	"	22.7 2 0	2.8 2 0	0.1 0 0	
22			"	"	
23			"	"	
24			"	"	
25~30				—	

注) 距離は放水管中心線を示す。

付表-2 放水管貯水位～流量測定値表

ゲート 開度	貯水位 WL. m	流 量 1 条分 (m ³ /s)	流 量 2 条分 (m ³ /s)	ゲート 開度	貯水位 WL. m	流 量 1 条分 (m ³ /s)	流 量 2 条分 (m ³ /s)
全 開	126.925	222.9	445.8	1.5 M	126.900	91.6	183.2
	124.925	218.0	436.0		125.000	89.5	179.0
	123.000	213.1	426.2		122.975	87.4	174.8
	121.050	208.1	416.2		121.075	85.3	170.7
	119.025	202.4	404.8		118.950	83.6	167.1
	117.000	196.7	393.4		117.000	81.5	163.0
	115.025	191.8	383.6		114.950	78.9	157.8
	113.025	185.8	371.6		113.025	76.8	153.5
	111.000	178.9	357.8		110.950	74.5	149.0
	109.000	172.8	345.6		109.000	72.1	144.2
	107.050	167.8	335.6		106.950	69.5	139.0
	105.000	160.5	321.0		105.075	66.8	133.6
	103.000	153.3	306.6		103.000	64.2	128.3
2.5 M	126.875	174.0	348.0	1.0 M	126.900	62.4	124.8
	125.000	170.2	340.5		125.050	61.0	122.0
	123.000	165.8	331.5		122.925	59.8	119.5
	121.000	161.6	323.3		121.000	58.3	116.6
	119.000	156.9	313.8		118.950	56.8	113.6
	117.000	152.0	304.1		117.075	55.5	111.0
	115.000	147.7	295.4		115.050	54.0	108.0
	113.000	142.8	285.6		113.050	52.5	105.0
	111.050	138.4	276.9		110.975	50.6	101.2
	109.075	133.9	267.9		109.025	48.8	97.5
	106.975	128.7	257.5		106.950	47.2	94.3
	105.025	124.2	248.4		104.975	45.3	90.7
	102.950	118.9	237.8		102.925	43.9	87.8
2.0 M	126.900	126.0	251.9	0.5 M	126.950	32.9	65.8
	124.950	123.5	247.0		124.950	32.1	64.3
	123.075	121.2	242.3		122.925	31.3	62.6
	121.000	118.5	236.9		120.975	30.4	60.9
	119.000	115.6	231.2		118.975	29.7	59.4
	116.975	112.3	224.7		117.075	28.9	57.8
	115.000	109.0	218.2		115.075	28.2	56.4
	112.975	105.9	211.8		113.000	27.4	54.7
	110.975	102.7	205.5		111.075	26.6	53.1
	109.075	99.5	199.0		108.950	25.7	51.4
	107.000	96.0	192.0		107.000	24.7	49.5
	105.050	92.8	185.6		104.925	24.0	48.0
	102.950	89.0	178.0		93.075	23.1	46.2

付表-3-1 放水管内面圧力測定値表



(放水管内面圧力測定位置表)

	測点 番号	距 離 (m)	隅取半径 R(m)	①	②	③	④	⑤
				上面中央部 EL. m	上面隅角部 EL. m	側面中央部 EL. m	下面隅角部 EL. m	下面中央部 EL. m
ベル マウ ス 部	0	0.0 0	0.983	8 7.2 7 5	8 6.9 8 7	8 5.0 0 0	8 3.0 1 3	8 2.7 2 5
	1	0.3 0	1.0 6 5	8 7.0 3 9	8 6.7 2 7	8 5.0 0 0	8 3.2 7 3	8 2.9 6 1
	2	0.8 0	1.2 0 3	8 6.8 3 1	8 6.4 7 9	8 5.0 0 0	8 3.5 2 1	8 3.1 6 9
	3	1.3 0	1.3 3 8	8 6.7 8 5	8 6.3 9 3	8 5.0 0 0	8 3.6 0 7	8 3.2 1 5
	4	1.8 0	1.4 7 5	8 6.7 5 9	8 6.3 2 7	8 5.0 0 0	8 3.6 7 3	8 3.2 4 1
	5	2.3 0	1.6 1 3	8 6.7 5 0	8 6.2 7 8	8 5.0 0 0	8 3.7 2 2	8 3.2 5 0
直 管 部	6	2.8 0	1.7 5 0	8 6.7 5 0	8 6.2 3 8	8 5.0 0 0	8 3.7 6 3	8 3.2 5 0
	7	3.3 0	1.7 5 0	8 6.7 5 0	8 6.2 3 8	8 5.0 0 0	8 3.7 6 3	8 3.2 5 0
	8	3.9 6	1.7 5 0	8 6.7 5 0	8 6.2 3 8	8 5.0 0 0	8 3.7 6 3	8 3.2 5 0
	9	4.6 2	1.7 5 0	8 6.7 5 0	8 6.2 3 8	8 5.0 0 0	8 3.7 6 3	8 3.2 5 0
曲 管 部	10	8.1 4 6	1.7 5 0	8 6.5 0 3	8 5.9 9 0	8 4.7 6 5	8 3.5 3 7	8 3.0 2 8
	11	11.6 7 2	1.7 5 0	8 5.7 9 0	8 5.2 9 1	8 4.0 9 3	8 2.8 9 4	8 2.3 9 5
	12	15.1 9 8	1.7 5 0	8 4.7 0 3	8 4.2 2 1	8 3.0 6 3	8 1.9 0 7	8 1.4 2 5
	13	18.7 2 4	1.7 5 0	8 3.3 5 5	8 2.8 9 7	8 1.7 9 8	8 0.6 8 1	8 0.2 2 3
テ ー パ ー 部	14	19.2 2 4	1.5 4 5	8 3.0 9 3	8 2.6 8 8	8 1.5 6 5	8 0.4 4 2	8 0.0 3 8
	15	19.7 2 4	1.3 3 8	8 2.8 3 0	8 2.4 8 0	8 1.3 4 3	8 0.2 0 3	7 9.8 5 3
	16	20.2 2 4	1.1 3 3	8 2.5 7 0	8 2.2 7 3	8 1.1 1 0	7 9.9 6 4	7 9.6 6 8
	17	20.7 2 4	0.9 2 5	8 2.3 0 8	8 2.0 6 5	8 0.8 9 5	7 9.7 2 2	7 9.4 8 0
	18	21.2 2 4	0.7 2 0	8 2.0 4 5	8 1.8 5 7	8 0.6 7 0	7 9.4 8 4	7 9.2 9 5
	19	21.7 2 4	0.5 1 3	8 1.7 8 5	8 1.6 5 1	8 0.4 4 8	7 9.2 4 4	7 9.1 1 0
	20	22.2 2 4	0.3 0 8	8 1.5 2 3	8 1.4 4 2	8 0.2 2 5	7 9.0 0 6	7 8.9 2 5
開 水 路 部	21	22.7 2 4	0.1 0 0	8 1.2 6 0	8 1.2 3 4	8 0.0 0 0	7 8.7 6 6	7 8.7 4 0
	22		0.1 0 0				7 8.4 4 9	7 8.4 2 3
	23		0.1 0 0				7 8.1 9 9	7 8.1 7 2
	24		0.1 0 0				7 7.9 3 6	7 7.9 1 0
	25							7 7.6 7 2
	26							7 7.4 2 2
	27							7 6.4 2 2
	28							7 5.4 2 2
	29							7 4.4 2 2
	30							7 3.4 2 2

付表-3-2 放水管内面圧力測定値表

実験 条件	貯水位 103.000m
	ゲート全開

註) 最高圧力, 最低圧力同値

	測 点 番 号	圧 力 (m 水 柱)									
		上 面 中 央 部		上 面 隅 角 部		側 面 中 央 部		下 面 隅 角 部		下 面 中 央 部	
		最高圧力 m 水 柱	最低圧力 m 水 柱	最高圧力 m 水 柱	最低圧力 m 水 柱	最高圧力 m 水 柱	最低圧力 m 水 柱	最高圧力 m 水 柱	最低圧力 m 水 柱	最高圧力 m 水 柱	最低圧力 m 水 柱
ベル マ ウ ス 部	0	5.18		13.64		8.45		16.81		9.03	
	1	7.64		9.27		9.50		12.98		12.04	
	2	3.89		4.90		6.45		7.73		7.78	
	3	3.94		3.43		5.88		6.27		7.86	
	4	3.07		2.75		5.13		5.61		6.76	
	5	2.70		2.07		4.45		4.15		6.00	
直 管 部	6	2.78		2.69		4.38		4.99		6.05	
	7	2.70		3.01		4.38		5.49		6.08	
	8	2.85		3.21		4.50		5.51		6.00	
曲 管 部	9	2.95		3.34		4.38		5.29		5.95	
	10	4.25		4.21		4.61		4.61		4.60	
	11	4.39		4.78		5.03		5.13		5.06	
	12	5.67		5.75		6.04		6.09		5.86	
	13	6.02		5.05		6.21		6.32		7.22	
テ ー パ ー 部	14	5.58		4.56		6.31		6.26		7.33	
	15	4.77		4.65		6.03		6.62		7.14	
	16	5.01		4.60		5.88		6.66		7.21	
	17	4.27		4.31		5.61		5.98		6.72	
	18	3.66		4.22		4.96		5.77		5.83	
	19	2.24		3.35		3.93		4.86		4.39	
	20	1.15		1.56		2.03		3.24		2.90	
	21					-0.63		2.36		1.14	
開 水 路 部	22							1.93		1.88	
	23							2.13		2.35	
	24							3.39		2.67	
	25									2.70	
	26									2.78	
	27									2.65	
	28									2.53	
	29									2.33	
	30									1.08	

付表-3-3 放水管内面圧力測定値表

実験 条件	貯水位 126.900m
	ゲート全開

	測 点 番 号	圧 力 (m 水 柱)									
		上面中央部		上面隅角部		側面中央部		下面隅角部		下面中央部	
		最高圧力 m 水 柱	最低圧力 m 水 柱	最高圧力 m 水 柱	最低圧力 m 水 柱	最高圧力 m 水 柱	最低圧力 m 水 柱	最高圧力 m 水 柱	最低圧力 m 水 柱	最高圧力 m 水 柱	最低圧力 m 水 柱
ベル マ ウ ス 部	0	17.48	17.03	34.84	34.74	21.50	21.23	36.96	36.69	20.15	19.83
	1	22.04	21.79	25.55	25.32	23.55	23.45	29.30	29.10	26.81	26.76
	2	14.37	14.22	16.15	16.02	17.70	17.58	19.23	19.10	18.33	18.16
	3	14.60	14.54	12.98	12.98	15.15	15.15	16.02	15.97	19.41	19.04
	4	12.89	12.89	11.60	11.60	14.88	14.88	14.53	14.53	15.51	15.51
	5	12.00	12.00	10.10	10.02	13.75	13.65	11.43	11.43	15.30	15.25
	6	12.15	12.10	11.31	11.31	13.75	13.63	13.51	13.39	15.18	15.18
直 管 部	7	11.95	11.90	12.09	12.01	13.43	13.43	14.61	14.36	15.33	15.33
	8	12.28	12.28	12.31	12.31	13.93	13.93	13.94	13.89	15.25	15.25
	9	12.38	12.38	12.51	12.51	13.55	13.55	13.91	13.86	14.78	14.78
曲 管 部	10	14.75	14.75	13.96	13.96	13.54	13.54	12.34	12.34	11.77	11.77
	11	14.54	14.44	14.51	14.51	13.73	13.66	12.81	12.81	12.08	12.08
	12	15.35	15.35	15.45	15.45	14.86	14.81	13.84	13.64	12.83	12.83
	13	15.40	15.40	12.73	12.73	13.99	13.99	12.77	12.67	14.28	14.28
テ ー パ ー 部	14	14.06	13.96	11.31	11.31	13.94	13.94	12.56	12.56	14.11	14.11
	15	12.05	12.05	11.22	11.22	13.03	13.03	12.82	12.82	13.65	13.65
	16	12.23	12.23	11.03	11.03	12.36	12.36	12.91	12.79	13.41	13.08
	17	10.44	10.44	10.26	10.16	11.61	11.61	11.38	11.38	12.47	12.37
	18	9.01	8.91	9.79	9.67	10.16	10.16	10.77	10.77	9.11	9.03
	19	5.67	5.59	7.90	7.80	8.90	8.78	8.28	8.16	7.19	6.89
	20	3.05	2.98	3.53	3.53	3.53	3.53	4.84	4.84	3.83	3.58
	21					-2.25	-2.25	2.98	2.86	1.26	1.01
開 水 路 部	22							1.55	1.55	1.65	1.58
	23							2.05	1.95	2.53	2.23
	24							4.69	4.69	2.99	2.99
	25									3.08	3.08
	26									3.18	3.18
	27									2.83	2.83
	28									2.58	2.58
	29									2.33	2.33
	30									0.88	0.88

付表 - 4 放水管開水路部水面形測定値表

条 件	貯水位 WL. 126.9 m
-----	-----------------

縦距出口 からの水 平距離	ゲ ー ト 開 度 1.0 m				ゲ ー ト 開 度 2.0 m			
	左 岸 沿 い		中 央		左 岸 沿 い		中 央	
	平均水位 WL. m	最高水位 WL. m	平均水位 WL. m	最高水位 WL. m	平均水位 WL. m	最高水位 WL. m	平均水位 WL. m	最高水位 WL. m
2.0 m								
4.0	77.620	77.720			78.433	78.550		
6.0	76.745	76.795	76.395	76.415	77.533	77.680	77.200	77.245
8.0	75.845	75.870	75.435	75.470	76.550	76.678	76.178	76.225
10.0	74.798	74.870	74.408	74.445	75.515	75.570	75.145	75.195
12.0	73.615	73.658	73.308	73.370	74.403	74.520	74.008	74.158

縦距出口 からの水 平距離	ゲ ー ト 開 度 2.5 m				ゲ ー ト 開 度 2.82 m (全開)			
	左 岸 沿 い		中 央		左 岸 沿 い		中 央	
	平均水位 WL. m	最高水位 WL. m	平均水位 WL. m	最高水位 WL. m	平均水位 WL. m	最高水位 WL. m	平均水位 WL. m	最高水位 WL. m
2.0 m								
4.0	79.083	79.245			80.098	80.205		
6.0	78.195	78.270	77.790	77.833	78.994	79.115	78.555	78.578
8.0	77.145	77.245	76.845	76.875	77.744	77.919	77.520	77.608
10.0	76.120	76.183	75.745	75.795	76.719	76.844	76.433	76.558
12.0	74.995	75.120	74.583	74.695	75.669	75.777	75.303	75.345

縦距出口 からの水 平距離	ゲート開度 2.73 m (ゲートピン附近で水位の最も高くなる開度)			
	左 岸 沿 い		中 央	
	平均水位 WL. m	最高水位 WL. m	平均水位 WL. m	最高水位 WL. m
2.0 m				
4.0	80.160	80.210		
6.0	79.297	79.410	78.242	78.275
8.0	78.435	78.497	77.242	77.310
10.0	77.385	77.477	76.197	76.285
12.0	76.347	76.460	75.022	75.072

付表 - 5 の 1 越流部貯水位～流量測定値表

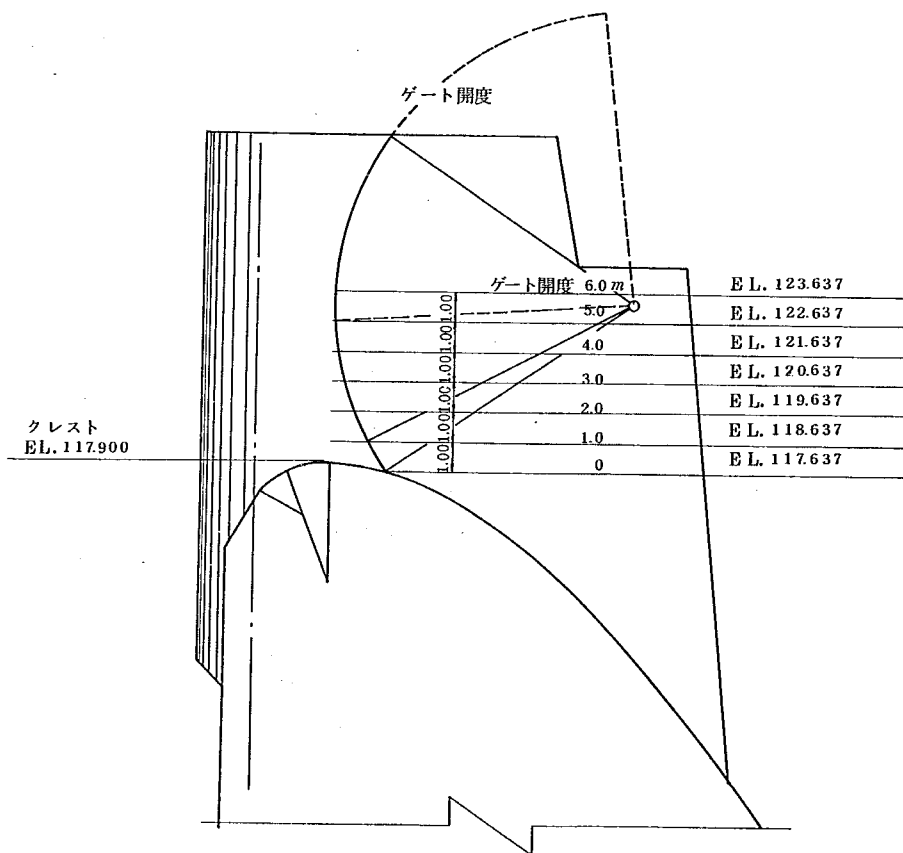
註) 越流部 3 門分合計流量, 放水管 2 条全開

ゲート開度	貯 水 位 WL. m	流 量 Q m ² /s	ゲート開度	貯 水 位 WL. m	流 量 Q m ² /s
全 開	127.050	1394.6	2.0 m	126.940	403.5
	125.920	1121.5		125.950	378.6
	124.735	860.2		124.950	349.9
	124.000	722.3		123.960	319.1
	122.965	540.2		122.990	287.2
	121.775	354.1		121.990	249.8
	120.895	235.1		121.385	225.0
	119.885	123.2			
	118.830	37.8	2.5 m	126.950	501.0
0.5 m				125.920	465.1
	127.030	106.8		124.940	430.0
	125.890	105.0		123.980	392.4
	124.865	96.8		122.990	349.9
	123.975	89.3		121.965	302.9
	122.900	80.2			
	121.975	73.8	3.0 m	126.965	595.2
	120.940	61.9		125.900	549.9
	119.930	50.6		124.970	505.7
1.0 m	119.540	46.2		123.925	454.7
				122.965	404.6
	127.045	208.1		122.300	377.5
	125.900	194.9	3.5 m		
	124.900	183.4		126.965	683.1
	123.880	167.9		125.950	631.6
	122.915	151.9		124.930	578.7
	121.925	135.0		123.900	518.8
	121.000	116.6		123.325	489.3
	120.250	99.2			
1.5 m			4.0 m	126.925	772.0
	126.950	304.0		125.815	705.3
	125.910	285.2		124.835	639.3
	124.960	266.7		124.270	611.5
	123.950	245.1			
	122.925	219.6			
	121.940	192.3			
	120.960	162.2			

付表-5の2 越流部貯水位～流量測定値表

註) 越流部3門分合計流量, 放水管2条全閉

ゲート開度	貯水量 WL. m	流量 Q m ² /s
4.5 m	127.025	858.8
	126.000	796.5
	124.915	721.2
5.0 m	126.790	932.6
	125.855	865.8
	125.400	840.6
5.5 m	126.830	1013.1
	126.350	979.2
	125.880	948.5



付表 - 6 の 1 越流部水面形測定値表

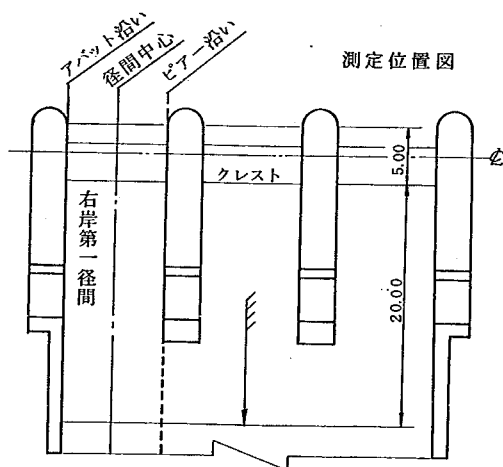
条 件	貯 水 位 : WL. 125.8000
	ゲート開度 : 全 開
	測定位置 : 右岸第 1 径間

縦 距 (クレスト 頂からの 距離 上流)	アバット沿い		径 間 中 央		ピ ア ー 沿 い	
	平均水位 WL. m	最高水位 WL. m	平均水位 WL. m	最高水位 WL. m	平均水位 WL. m	最高水位 WL. m
-5.0	125.27	125.30	125.26	125.30	125.55	125.61
-4.0	124.77	124.87	125.06	125.12	125.45	125.52
-3.0	124.03	124.10	124.95	125.00	124.30	124.97
-2.0	122.96	123.10	124.61	124.66	124.20	124.25
-1.0	122.64	122.67	124.22	124.30	123.77	123.87
0	122.12	122.25	123.90	123.96	123.50	123.60
1.0	121.99	122.06	123.40	123.49	123.05	123.10
2.0	121.70	121.77	122.72	122.82	122.67	122.80
3.0	121.30	121.42	122.17	122.25	122.26	122.32
4.0	120.97	121.15	121.45	121.50	121.68	121.75
5.0	120.70	120.77	120.64	120.71	121.05	121.15
6.0	120.14	120.24	119.77	119.82	120.35	120.42
7.0	119.25	119.35	118.72	118.82	119.65	119.75
8.0	118.72	118.90	117.96	118.05	118.77	118.91
9.0	117.72	117.90	116.72	116.90	117.58	117.82
10.0	117.05	117.12	115.42	115.60	116.80	117.00
12.0	114.75	114.97	112.66	112.95	113.80	114.17
14.0	112.25	112.54	110.16	110.32	111.59	111.79
16.0	108.92	109.35	107.05	107.40	107.96	108.44
18.0	105.60	106.15	103.92	104.50	104.10	104.57
20.0	102.40	112.70	101.17	101.80	100.70	101.15

付表 - 6 の 2 越流部水面形測定値表

実験 条件	貯 水 位: WL. 126.900
	ゲート開度: 全 開
	測定位置: 右岸第1径間

縦 距 (クレスト 頂からの 距離)	アバット沿い		径 間 中 央		ピ ア ー 沿 い	
	平均水位 WL. m	最高水位 WL. m	平均水位 WL. m	最高水位 WL. m	平均水位 WL. m	最高水位 WL. m
-5.0	126.20	126.27	126.26	126.29	126.18	126.22
-4.0	125.57	125.65	126.12	126.15	126.52	126.55
-3.0	124.61	124.82	125.85	125.90	125.95	126.00
-2.0	123.72	123.77	125.55	125.60	125.10	125.20
-1.0	123.07	123.15	125.17	125.29	124.60	124.72
0	122.84	122.91	124.83	124.90	124.32	124.35
1.0	122.35	122.52	124.31	124.40	123.90	124.17
2.0	122.12	122.25	123.60	123.70	123.55	123.67
3.0	122.00	122.05	122.97	123.15	123.04	123.20
4.0	121.72	121.82	122.32	122.40	122.45	122.55
5.0	121.20	121.30	121.42	121.50	121.84	121.90
6.0	120.42	120.72	120.57	120.65	121.12	121.25
7.0	119.97	120.15	119.70	119.90	120.31	120.55
8.0	119.26	119.65	118.72	118.90	119.74	119.77
9.0	118.69	118.85	117.70	117.80	118.52	118.60
10.0	117.67	118.15	116.24	116.50	117.50	117.60
12.0	115.85	116.09	113.47	113.77	114.65	114.97
14.0	113.64	114.02	110.60	110.80	112.46	112.75
16.0	110.61	111.10	107.37	107.82	108.95	109.30
18.0	107.77	108.35	104.60	105.15	105.45	106.07
20.0	104.44	105.15	101.69	102.40	102.05	102.65



付表 7 水叩き内水面形測定値表(シル位置と高さの検討) 流量 $Q=850\text{ m}^3/\text{s}$

A	シル位置	36m	シル高	4.5m
---	------	-----	-----	------

B	シル位置	41m	シル高	4.5m
---	------	-----	-----	------

縦距 (水叩き始端 からの距離 下流+)	右岸沿い		中 央		右岸沿い		中 央	
	平均水位 WL. m	最高水位 WL. m	平均水位 WL. m	最高水位 WL. m	平均水位 WL. m	最高水位 WL. m	平均水位 WL. m	最高水位 WL. m
-10.0m	66.15	66.35	65.32	65.42	66.05	66.30	65.25	65.40
-5.0	63.59	63.87	62.95	63.15	63.65	63.83	62.97	63.11
0	62.67	64.27	62.35	64.02	62.71	62.91	62.31	63.20
5.0	63.42	65.75	64.10	66.40	62.75	65.74	63.20	65.50
10.0	65.50	69.60	65.90	69.00	64.16	68.75	65.10	65.64
15.0	68.25	71.46	67.90	70.95	67.19	70.15	66.70	69.80
20.0	70.09	73.54	69.17	72.20	68.00	71.86	68.34	71.25
25.0	71.08	74.60	70.35	73.65	70.12	74.52	69.40	72.77
30.0	72.25	76.30	71.81	74.31	71.12	75.36	70.65	74.70
35.0	73.67	76.30	72.60	74.42	71.85	76.80	71.85	75.05
40.0	72.85	76.50	72.90	74.65	73.00	77.15	72.72	75.40
45.0	71.10	75.40	72.05	75.10	72.75	77.20	72.42	75.12
50.0	68.55	73.75	69.10	73.40	70.89	76.25	70.87	74.95
55.0	68.57	71.82	68.42	71.77	69.25	74.50	69.15	73.25
60.0	69.00	72.27	69.75	71.57	68.25	73.50	68.37	72.50

C	シル位置	46m	シル高	4.5m
---	------	-----	-----	------

D	シル位置	36m	シル高	5.5m
---	------	-----	-----	------

縦距 (水叩き始端 からの距離 下流+)	右岸沿い		中 央		右岸沿い		中 央	
	平均水位 WL. m	最高水位 WL. m	平均水位 WL. m	最高水位 WL. m	平均水位 WL. m	最高水位 WL. m	平均水位 WL. m	最高水位 WL. m
-10.0m	65.85	66.00	65.17	65.25	66.15	66.65	65.30	65.72
-5.0	62.62	62.67	62.90	63.05	63.54	65.08	63.00	65.07
0	62.69	62.82	62.25	62.75	64.00	67.75	64.15	65.70
5.0	62.79	63.10	62.65	64.95	66.65	69.15	65.27	68.60
10.0	62.90	66.17	64.07	66.65	68.20	70.91	67.95	70.25
15.0	64.16	69.76	65.55	69.10	70.00	74.22	70.10	72.34
20.0	66.92	72.37	68.62	71.60	71.14	74.50	70.57	72.92
25.0	69.35	74.12	69.27	73.70	72.72	75.40	72.10	74.25
30.0	69.77	75.90	69.50	74.25	73.85	76.00	73.05	75.15
35.0	71.40	76.25	71.32	75.32	74.00	76.45	73.50	75.07
40.0	73.00	77.32	71.77	75.42	73.11	75.00	73.12	74.85
45.0	73.55	76.62	72.55	75.50	70.92	73.86	70.27	73.25
50.0	73.07	76.32	72.85	75.75	69.17	72.75	68.50	72.15
55.0	71.19	75.06	71.10	74.82	69.32	74.00	69.92	72.72
60.0	69.11	73.52	69.12	74.15	70.11	73.40	70.52	72.10

付表-7 水叩き内水面形測定値表 (シル位置と高さの検討)

流量 $Q=850\text{m}^3/\text{s}$

E シル位置 41m シル高 5.5m

F シル位置 46m シル高 5.5m

縦距 (水叩き始端 からの距離 下流+)	右岸沿い		中 央		右岸沿い		中 央	
	平均水位 WL. m	最高水位 WL. m	平均水位 WL. m	最高水位 WL. m	平均水位 WL. m	最高水位 WL. m	平均水位 WL. m	最高水位 WL. m
-10.0m	66.00	66.05	65.07	65.11	66.07	66.11	65.31	65.36
-5.0	638.8	66.45	62.91	63.81	62.52	66.61	62.90	63.10
0	65.18	67.41	64.55	65.62	64.22	67.87	62.19	64.87
5.0	64.86	67.67	66.15	68.29	65.80	70.70	63.19	65.85
10.0	67.25	70.97	66.94	70.12	67.42	71.87	66.15	70.20
15.0	70.20	73.35	69.20	70.57	69.30	73.37	68.22	71.60
20.0	70.89	73.42	70.17	72.35	70.66	74.00	69.37	73.27
25.0	70.55	76.02	71.50	73.95	70.82	74.50	70.50	74.00
30.0	71.45	75.65	72.35	75.05	71.67	74.65	71.37	74.60
35.0	73.87	76.75	73.16	75.64	72.12	75.67	72.92	75.50
40.0	74.07	76.65	73.60	75.34	72.97	75.95	73.45	76.00
45.0	72.86	74.60	73.34	74.42	74.02	76.65	73.59	76.10
50.0	71.27	74.30	70.72	73.05	73.41	76.25	72.60	75.27
55.0	69.19	72.67	68.36	70.67	70.41	73.96	70.17	74.15
60.0	67.45	70.00	67.55	70.20	69.30	74.27	68.50	72.00

G シル位置 36m シル高 6.5m

H シル位置 41m シル高 6.5m

縦距 (水叩き始端 からの距離 下流+)	右岸沿い		中 央		右岸沿い		中 央	
	平均水位 WL. m	最高水位 WL. m	平均水位 WL. m	最高水位 WL. m	平均水位 WL. m	最高水位 WL. m	平均水位 WL. m	最高水位 WL. m
-10.0m	70.32	72.17	69.50	70.87	71.03	72.44	66.54	69.40
-5.0	70.82	73.31	69.81	72.05	70.07	72.05	69.74	71.41
0	70.62	73.61	70.90	72.84	70.39	73.07	70.46	72.00
5.0	70.80	73.90	71.55	73.52	70.70	73.25	71.11	73.06
10.0	71.35	74.95	71.65	74.62	70.92	73.60	71.60	74.12
15.0	73.30	74.95	72.72	74.95	72.20	74.25	72.70	74.76
20.0	73.36	75.90	72.05	74.57	73.30	75.15	73.45	75.50
25.0	74.46	76.70	73.65	75.65	73.87	76.10	73.40	76.05
30.0	74.85	76.62	74.30	75.80	74.35	76.10	74.06	75.75
35.0	75.15	76.75	74.72	76.50	74.44	75.85	74.32	75.87
40.0	74.40	76.65	73.65	75.75	74.75	76.17	74.58	76.05
45.0	70.90	75.10	69.70	74.87	73.75	75.52	74.20	76.00
50.0	68.75	74.75	69.65	73.65	71.17	75.00	71.60	75.25
55.0	69.50	73.20	68.80	73.45	68.70	73.50	68.50	73.00
60.0	70.80	72.40	69.75	71.35	68.00	72.10	68.00	70.90

表-8 水叩き内水面形測定値表(シル位置と高さの検討)

流量	$Q=850\text{ m}^3/\text{s}$
----	-----------------------------

I	シル位置 46m
	シル高 6.5m

縦距 水叩き始端 からの距離 下流+	右岸沿い		中 央	
	平均水位 WL. m	最高水位 WL. m	平均水位 WL. m	最高水位 WL. m
-10.0m	69.92	71.81	66.42	70.15
-5.0	69.70	72.37	69.37	72.12
0	69.85	73.03	70.42	72.35
5.0	71.30	74.27	70.80	73.20
10.0	71.62	74.65	71.56	73.60
15.0	72.50	75.40	72.20	74.60
20.0	73.12	75.85	73.22	75.70
25.0	73.95	76.70	73.41	75.90
30.0	74.22	77.35	73.90	76.12
35.0	74.17	76.22	74.21	75.75
40.0	74.55	76.20	74.00	75.65
45.0	74.75	76.90	74.62	75.90
50.0	73.87	76.37	73.95	75.70
55.0	71.00	74.17	72.07	74.85
60.0	68.57	71.42	68.92	73.75

付表-8の1 シル前面圧力測定値表(シル位置と高さの検討)

条件	シル高 4.5 m	$Q = 850 \text{ m}^3/\text{s}$
----	-----------	--------------------------------

A	シル位置 3.6 m
---	------------

B	シル位置 4.1 m
---	------------

C	シル位置 4.6 m
---	------------

測点番号	測点標高 E.L. m	右岸沿い		中 央		右岸沿い		中 央		右岸沿い		中 央	
		最高圧力 m水柱	最低圧力 m水柱	最高圧力 m水柱	最低圧力 m水柱	最高圧力 m水柱	最低圧力 m水柱	最高圧力 m水柱	最低圧力 m水柱	最高圧力 m水柱	最低圧力 m水柱	最高圧力 m水柱	最低圧力 m水柱
1	62.100	14.65	13.30	20.45	18.50	14.40	13.65	18.15	16.00	14.65	13.55	17.05	14.50
2	62.500	13.90	12.50	17.50	15.15	13.50	12.80	16.15	13.85	14.00	12.90	15.10	12.35
3	63.000	13.40	12.00	17.05	14.75	13.00	12.15	15.75	12.75	13.55	12.30	14.00	11.25
4	63.500	13.10	11.55	19.00	15.50	12.75	11.75	16.40	12.65	13.25	11.85	14.50	10.75
5	64.000	12.75	11.15	21.15	18.65	12.40	11.40	18.35	14.25	12.90	11.60	15.85	12.40
6	64.500	12.25	10.75	21.95	19.15	11.85	11.00	19.00	14.75	12.50	11.25	17.25	12.25
7	65.000	11.40	10.00	21.25	18.65	11.50	10.25	18.25	15.00	11.75	10.40	16.85	12.15
8	65.500	10.80	9.25	19.75	16.15	11.10	9.65	17.15	13.85	11.25	9.75	16.00	11.60
9	66.000	8.35	7.25	16.50	13.50	8.75	7.65	15.25	11.75	8.85	7.70	13.65	10.15
10	66.400	4.75	3.35	10.75	9.25	6.10	4.35	10.10	8.50	5.95	3.85	9.45	7.25

付表 - 8 の 2 シル前面圧力測定値表 (シル位置と高さの検討)

条件	シル高 5.5 m	$Q=850\text{ m}^3/\text{s}$
----	-----------	-----------------------------

D	シル位置 3.6 m
---	------------

E	シル位置 4.1 m
---	------------

F	シル位置 4.6 m
---	------------

測点番号	測点標高 EL. m	右岸沿い		中 央		右岸沿い		中 央		右岸沿い		中 央	
		最高圧力 m水柱	最低圧力 m水柱	最高圧力 m水柱	最低圧力 m水柱	最高圧力 m水柱	最低圧力 m水柱	最高圧力 m水柱	最低圧力 m水柱	最高圧力 m水柱	最低圧力 m水柱	最高圧力 m水柱	最低圧力 m水柱
1	6 2.1 0 0	13.90	13.05	17.20	15.30	14.40	13.50	16.25	14.05	14.30	13.15	16.85	13.90
2	6 2.5 0 0	13.35	12.50	15.85	13.60	13.55	12.75	15.30	13.00	13.65	12.50	15.95	12.25
3	6 3.0 0 0	12.75	11.80	15.10	13.00	13.00	12.00	15.30	12.25	12.65	11.90	14.40	11.40
4	6 3.5 0 0	12.50	11.35	15.40	12.65	12.35	11.60	14.85	11.60	12.10	11.40	14.40	10.75
5	6 4.0 0 0	12.15	11.00	16.50	13.75	12.00	11.05	14.75	11.75	11.60	10.90	14.00	11.15
6	6 4.5 0 0	11.45	10.40	16.70	13.50	11.50	10.50	14.90	11.90	11.25	10.50	14.65	10.90
7	6 5.0 0 0	11.00	9.90	16.35	13.00	10.75	10.00	15.00	11.65	10.65	9.90	15.00	11.15
8	6 5.5 0 0	10.50	9.50	15.50	11.90	10.35	9.50	14.25	10.75	10.25	9.50	15.30	10.50
9	6 6.0 0 0	9.65	8.75	14.35	11.25	9.50	8.70	13.60	10.25	9.50	8.75	14.65	10.00
10	6 6.4 0 0	8.20	7.45	13.50	10.35	8.70	8.00	12.75	9.70	8.50	7.85	14.30	9.60
11	6 7.0 0 0	7.25	6.45	10.40	8.10	7.50	6.50	10.35	8.15	7.50	6.50	11.65	8.15
12	6 7.4 0 0	5.25	4.60	9.10	6.85	6.00	5.00	9.00	7.00	6.00	4.60	10.20	6.85

付表-8の3 シル前面圧力測定値表(シル位置と高さの検討)

条件 シル高 6.5 m $Q=850\text{ m}^3/\text{s}$

G シル位置 36 m

H シル位置 41 m

I シル位置 46 m

測点番号	測点標高 E.L. m	右岸沿い		中 央		右岸沿い		中 央		右岸沿い		中 央	
		最高圧力 m水柱	最低圧力 m水柱	最高圧力 m水柱	最低圧力 m水柱	最高圧力 m水柱	最低圧力 m水柱	最高圧力 m水柱	最低圧力 m水柱	最高圧力 m水柱	最低圧力 m水柱	最高圧力 m水柱	最低圧力 m水柱
1	62.100	17.80	14.30	20.40	13.65	16.80	15.90	19.50	18.55	16.50	15.60	18.65	17.35
2	62.500	16.90	13.75	19.00	12.50	16.25	15.30	18.25	17.15	15.85	15.00	18.35	16.65
3	63.000	15.75	13.15	18.00	12.00	15.15	14.50	17.15	15.65	14.95	14.00	16.40	14.85
4	63.500	15.00	12.50	18.40	11.35	14.50	13.75	17.25	15.25	14.20	13.25	16.15	14.15
5	64.000	14.65	13.25	19.25	11.10	13.75	13.00	17.90	16.00	13.65	12.75	16.40	14.65
6	64.500	14.25	11.50	19.40	10.40	13.30	12.50	18.05	16.15	13.10	12.25	17.15	14.75
7	65.000	13.50	10.90	19.00	9.90	12.75	11.75	18.00	15.90	12.55	11.60	17.15	14.85
8	65.500	12.90	10.25	18.35	9.25	12.40	11.35	17.75	15.65	12.10	11.10	17.05	14.60
9	66.000	12.25	9.50	16.90	8.75	11.75	10.55	16.65	15.15	11.40	10.45	16.25	13.90
10	66.400	11.20	8.75	16.10	8.45	10.85	9.85	16.00	14.05	10.70	9.75	15.50	13.35
11	67.000	10.60	7.90	14.00	7.75	10.00	8.75	14.10	12.50	10.05	8.75	13.85	12.40
12	67.500	9.70	7.35	13.10	7.25	9.20	8.35	13.30	12.00	9.15	8.35	13.35	12.00
13	68.000	8.00	6.00	9.90	6.00	7.25	6.70	10.40	8.60	7.75	7.00	10.65	9.10
14	68.300	5.35	4.45	7.95	5.10	5.10	4.85	8.15	7.55	5.40	4.80	8.80	8.10

付表 - 9 シル 面 圧 力 測 定 値 表

条件 シル位置 4.1m シル高 6.0m

 $Q = 850 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q = 1,430 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q = 1,720 \text{ m}^3/\text{s}$

測点番号	測点標高 EL. m	右岸圧力		中 央		右岸沿い		中 央		右岸沿い		中 央	
		最高圧力 m水柱	最低圧力 m水柱	最高圧力 m水柱	最低圧力 m水柱	最高圧力 m水柱	最低圧力 m水柱	最高圧力 m水柱	最低圧力 m水柱	最高圧力 m水柱	最低圧力 m水柱	最高圧力 m水柱	最低圧力 m水柱
1	6 2.1 5 0	14.55	14.10	18.95	17.75	19.95	18.65	21.60	20.15	23.95	22.15	26.05	23.05
2	6 2.5 0 0	14.40	13.40	18.05	16.70	19.50	17.90	21.70	17.75	23.15	20.85	25.85	21.75
3	6 3.0 0 0	13.55	12.75	16.65	15.25	18.65	17.50	20.25	16.90	22.00	19.90	23.75	20.40
4	6 3.5 0 0	13.00	12.00	16.20	15.05	18.00	15.90	19.40	16.05	20.95	18.60	22.95	19.55
5	6 4.0 0 0	12.30	11.45	17.30	15.60	17.10	15.10	19.45	15.90	20.05	17.65	23.35	19.55
6	6 4.5 0 0	11.65	10.85	18.25	15.60	16.35	14.30	20.45	15.75	19.35	17.10	24.70	19.10
7	6 5.0 0 0	10.95	10.10	18.10	15.55	15.40	13.65	20.60	15.30	18.85	16.25	24.85	19.40
8	6 5.5 0 0	10.40	9.50	17.25	15.35	14.65	12.90	20.15	15.00	17.95	15.75	24.40	19.00
9	6 6.0 0 0	9.70	8.90	16.50	14.35	13.75	12.05	19.60	14.25	16.85	14.80	24.30	18.05
10	6 6.5 0 0	8.95	7.95	14.65	13.05	13.00	11.20	17.80	13.25	15.05	13.10	22.65	17.00
11	6 7.0 0 0	7.95	7.40	12.95	11.90	11.35	10.35	14.90	12.25	14.60	12.65	19.15	15.25
12	6 7.7 0 0	5.00	4.50	5.50	4.80	4.80	4.25	5.95	3.85	5.40	4.55	7.30	5.65
13	6 8.0 0 0	4.30	3.90	2.95	2.10	4.00	3.05	3.70	1.30	5.05	3.50	4.85	2.60
14	6 8.0 0 0	5.00	4.65	2.80	2.15	4.70	3.90	3.70	2.15	4.95	3.40	4.50	2.70
15	6 8.0 0 0	4.55	4.35	2.65	2.20	4.30	3.35	4.15	2.80	5.00	3.55	4.75	3.55
16	6 7.7 5 7	3.89	3.59	2.89	2.39	3.59	3.19	5.09	3.44	4.69	3.74	5.14	4.39
17	6 7.0 6 3	4.93	4.38	4.33	3.68	4.93	3.88	5.83	4.68	5.93	4.63	6.08	5.48
18	6 6.0 0 0	6.55	5.95	5.80	5.25	6.75	5.60	6.90	6.50	7.15	5.50	7.15	6.80
19	6 5.0 0 0	7.45	7.00	6.90	6.45	8.20	7.50	8.00	7.45	8.45	6.95	8.40	7.85
20	6 4.0 0 0	8.40	7.90	8.15	7.70	9.55	8.95	9.20	8.55	9.70	8.30	9.70	9.00
21	6 2.9 3 7	10.01	9.46	9.51	9.16	10.56	9.81	10.56	10.06	10.81	9.56	11.41	10.96
22	6 2.2 4 3	10.85	10.15	10.30	10.10	11.55	11.10	11.40	11.05	11.80	10.95	12.10	11.75
23	6 2.0 0 0	11.25	10.95	10.80	10.50	12.20	11.65	11.95	11.20	12.30	11.65	12.40	11.85

付表 - 10 最終案減勢工水面形測定値表

シル 最終案	シル位置: 41.0 m シル高: 6.0 m
-----------	----------------------------

流量 $Q = 850 \text{ m}^3/\text{s}$ 流量 $Q = 1430 \text{ m}^3/\text{s}$

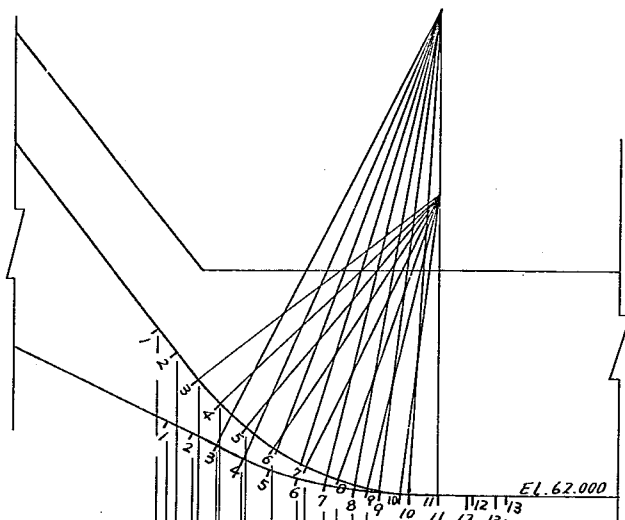
縦 距 (水叩き始端 からの距離 下流+)	右 岸 沿 い		中 央		右 岸 沿 い		中 央	
	平均水位 WL. m	最高水位 WL. m	平均水位 WL. m	最高水位 WL. m	平均水位 WL. m	最高水位 WL. m	平均水位 WL. m	最高水位 WL. m
- 10.0 m	66.23	68.31	65.26	68.10	69.90	72.91	68.90	71.67
- 5.0	64.68	67.76	65.83	68.81	69.07	74.22	68.65	71.10
0	66.03	69.28	65.66	69.41	70.54	75.17	69.55	73.27
5.0	67.28	72.61	67.31	71.16	70.74	76.56	70.47	74.90
10.0	68.81	73.22	68.73	72.56	71.65	76.56	71.15	75.97
15.0	71.26	75.11	69.58	73.76	72.52	76.87	72.80	76.47
20.0	72.41	76.13	71.41	76.18	73.90	77.40	72.97	76.87
25.0	73.38	76.70	73.06	75.91	74.67	78.22	73.72	77.37
30.0	74.51	77.18	73.31	75.31	76.02	79.07	75.06	78.47
35.0	73.76	76.36	73.86	75.31	76.62	79.40	76.37	79.37
40.0	74.20	75.98	73.81	75.86	77.15	79.82	77.72	80.65
45.0	73.02	75.11	72.78	74.33	76.97	80.32	78.57	81.32
50.0	71.61	73.71	71.87	74.06	75.60	79.65	77.87	82.47
55.0	71.91	74.17	71.71	73.91	73.97	77.47	76.02	81.47
60.0	72.91	74.96	73.18	74.28	73.10	77.72	73.47	78.47

流量 $Q = 1720 \text{ m}^3/\text{s}$

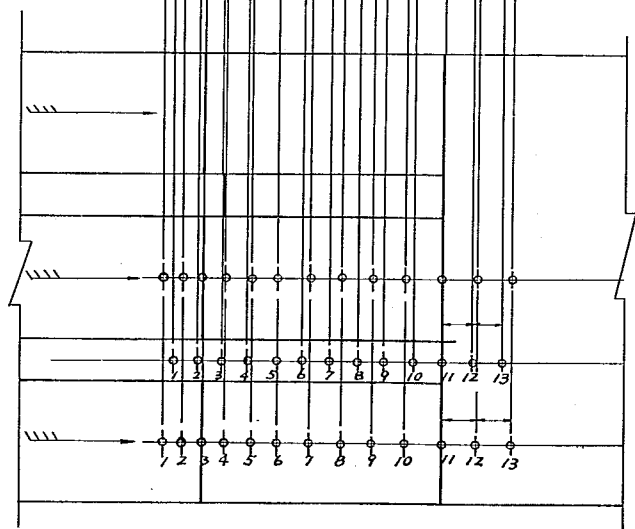
縦 距 (水叩き始端から の距離下流+)	右 岸 沿 い		中 央	
	平均水位 WL. m	最高水位 WL. m	平均水位 WL. m	最高水位 WL. m
- 10.0 m	70.88	74.20	69.12	72.31
- 5.0	69.87	74.60	69.27	72.05
0	71.25	76.32	69.40	73.47
5.0	71.75	76.77	70.80	73.62
10.0	72.65	77.60	72.05	76.95
15.0	73.87	78.95	73.60	78.25
20.0	74.70	80.20	74.15	77.80
25.0	77.40	80.95	75.45	78.80
30.0	77.67	81.45	75.87	79.55
35.0	78.95	81.95	77.57	81.35
40.0	79.25	81.85	79.10	82.83
45.0	78.87	82.42	79.50	86.55
50.0	79.10	83.50	79.82	85.12
55.0	78.40	82.90	79.40	86.00
60.0	75.50	83.00	76.50	84.00

付表-11の1 堤体バケット底面圧力測定値表

縦断図



平面図



越流部バケット部

番号	測点標高 EL. m
1	73.364
2	71.581
3	69.798
4	68.086
5	66.530
6	65.188
7	64.066
8	63.168
9	62.522
10	62.132
11	62.000
12	62.000
13	62.000

放水管バケット部

番号	測点標高 EL. m
1	67.086
2	66.248
3	65.409
4	64.622
5	63.934
6	63.346
7	62.865
8	62.488
9	62.216
10	62.055
11	62.000
12	62.000
13	62.000

付表 - 11 の 2 堤体バケット底面圧力測定値表

条件	流量 $Q=850 \text{ m}^3/\text{s}$	シル位置: 41.0 m
		シル高: 6.0 m

測点 番号	測点標高 E L . m	右岸側越流部		中央越流部		測点標高 E L . m	放水管部	
		最高圧力	最低圧力	最高圧力	最低圧力		最高圧力	最低圧力
		m・水柱	m・水柱	m・水柱	m・水柱		m・水柱	m・水柱
1	73.364	0.84	0.79	1.19	1.09	67.086	6.46	5.96
2	71.581	2.47	2.37	1.22	1.12	66.248	7.25	6.35
3	69.798	-0.25	-0.80	-1.05	-1.40	65.409	6.64	5.34
4	68.086	5.31	3.21	4.16	3.91	64.622	10.68	8.58
5	66.530	5.47	2.52	-1.33	-2.53	63.934	10.02	7.42
6	65.188	5.08	0.66	3.06	2.26	63.346	8.10	5.10
7	64.066	6.73	2.73	1.63	0.18	62.865	12.24	8.90
8	63.168	8.08	4.38	4.78	2.98	62.488	12.86	9.96
9	62.522	7.48	2.48	4.83	2.68	62.216	9.13	7.23
10	62.132	8.27	4.52	6.51	2.97	62.055	11.40	9.55
11	62.000	8.20	4.75	8.85	3.80	62.000	11.35	9.50
12	62.000	6.25	1.05	8.85	3.00	62.000	10.20	8.10
13	62.000	7.10	3.20	9.25	4.50	62.000	8.65	6.80

条件	流量 $Q=1430 \text{ m}^3/\text{s}$	シル位置: 41.0 m
		シル高: 6.0 m

測点 番号	測点標高 E L . m	右岸側越流部		中央越流部		測点標高 E L . m	放水管部	
		最高圧力	最低圧力	最高圧力	最低圧力		最高圧力	最低圧力
		m・水柱	m・水柱	m・水柱	m・水柱		m・水柱	m・水柱
1	73.364	1.64	1.24	1.69	1.44	67.086	10.21	9.56
2	71.581	2.82	2.52	1.82	1.52	66.248	10.55	9.95
3	69.798	1.70	0.70	0.65	0.45	65.409	10.04	8.34
4	68.086	8.86	7.41	8.61	7.71	64.622	13.58	12.33
5	66.530	9.67	7.92	3.82	2.57	63.934	12.72	11.07
6	65.188	8.86	6.56	8.41	7.16	63.346	11.10	8.80
7	64.066	10.83	9.08	5.93	5.18	62.865	15.04	13.29
8	63.168	11.88	10.73	8.68	7.58	62.488	15.81	13.96
9	62.522	9.98	9.03	8.33	7.18	62.216	12.18	10.68
10	62.132	11.27	10.52	8.82	7.47	62.055	14.15	12.70
11	62.000	10.05	9.10	9.20	7.55	62.000	13.60	11.85
12	62.000	5.55	3.35	8.35	6.70	62.000	11.60	9.80
13	62.000	6.45	4.70	9.60	8.20	62.000	9.80	8.50

附表-11の3 堤体バケット部圧力測定数値表

条件	流量 $Q = 1.720 \text{ m}^3/\text{s}$	シル位置: 4 1.0 m シル高: 6.0 m
----	-------------------------------------	-----------------------------

番号 No	測点標高 E L. m	右岸側越流部		中央越流部	
		最高圧力 m.水柱	最低圧力 m.水柱	最高圧力 m.水柱	最低圧力 m.水柱
1	7 3.3 6 4	2.0 4	1.6 9	1.9 9	1.6 9
2	7 1.5 8 1	3.2 2	2.5 2	2.3 2	1.9 2
3	6 9.7 9 8	3.1 5	1.4 0	2.7 0	1.8 0
4	6 8.0 8 6	1 1.6 6	9.1 1	1 1.1 6	1 0.2 6
5	6 6.5 3 0	1 2.9 2	1 0.5 2	7.1 2	5.9 2
6	6 5.1 8 8	1 2.0 1	9.7 1	1 1.5 6	1 0.7 1
7	6 4.0 6 6	1 3.9 8	1 1.8 3	9.4 8	8.3 8
8	6 3.1 6 8	1 5.0 8	1 3.3 3	1 1.6 3	1 0.9 3
9	6 2.5 2 2	1 2.9 8	1 1.1 3	1 1.4 3	9.9 8
10	6 2.1 3 2	1 4.5 7	1 2.9 2	1 2.1 2	1 0.1 7
11	6 2.0 0 0	1 2.3 0	1 0.2 5	1 1.8 0	9.8 0
12	6 2.0 0 0	7.8 5	4.0 0	9.6 5	8.0 0
13	6 2.0 0 0	7.1 5	4.9 0	1 0.6 5	9.7 0

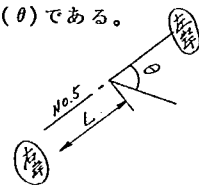
番号 No	測点標高 E L. m	放水管部	
		最高圧力 m.水柱	最低圧力 m.水柱
1	6 7.0 8 6	1 1.9 6	9.7 1
2	6 6.2 4 8	1 2.1 0	1 0.7 0
3	6 5.4 0 9	1 2.7 4	1 1.1 4
4	6 4.6 2 2	1 6.4 3	1 5.0 3
5	6 3.9 3 4	1 5.9 7	1 4.0 2
6	6 3.3 4 6	1 3.9 5	1 2.1 5
7	6 2.8 6 5	1 7.9 9	1 5.9 4
8	6 2.4 8 8	1 8.0 6	1 6.2 1
9	6 2.2 1 6	1 3.9 8	1 2.8 8
10	6 2.0 5 5	1 6.0 5	1 3.4 5
11	6 2.0 0 0	1 4.9 5	1 2.7 5
12	6 2.0 0 0	1 2.8 0	1 1.1 5
13	6 2.0 0 0	1 0.6 0	9.3 5

附表一 2 下流河道流速測定値表

放流量	No.	左岸側				中央付近				右岸側			
		距離	水位	流速	流向	距離	水位	流速	流向	距離	水位	流速	流向
$Q = 850 \frac{m^3}{s}$ [下流水位 @+2.5m WL70.8m]	A	84.50	69.90	6.57	90	70.00	69.90	7.10	90	55.50	69.90	6.06	90
	B	84.50	71.65	5.42	70	70.00	71.90	5.73	90	55.50	71.15	6.34	120
	1	80.00	70.70	6.42	90	69.45	70.25	7.67	75	42.25	70.52	3.28	111
	2	89.50	69.00	8.37	98	64.50	67.85	10.05	90	37.00	70.27	4.26	77
	3	88.50	69.32	2.47	90	62.40	69.32	0.38	90	35.50	69.25	4.75	66
	4	82.50	69.62	2.52	270	56.35	69.69	2.10	92	32.50	69.25	3.64	90
	5	77.50	70.09	1.78	270	52.50	69.69	3.25	90	27.00	69.28	3.21	80
	6	74.50	70.68	1.85	244	51.00	69.48	3.53	100	21.50	69.12	2.62	90
$Q = 1430 \frac{m^3}{s}$ [下流水位 @+2.5m WL73.3m]	A	84.50	71.20	9.07	90	70.00	70.85	7.51	90	55.50	71.32	9.21	90
	B	84.50	70.57	9.23	90	70.00	69.85	10.22	90	55.50	70.39	10.64	90
	1	99.00	71.87	4.43	95	68.50	69.78	10.71	67	41.75	71.45	1.57	270
	2	90.50	71.20	7.70	75	65.00	69.82	8.96	65	37.50	71.30	2.62	270
	3	87.50	71.75	7.03	80	63.50	71.59	7.27	83	34.25	70.67	1.85	270
	4	83.00	72.70	6.10	84	57.75	70.81	6.68	82	28.25	71.20	2.42	270
	5	79.00	71.78	5.33	96	54.25	71.41	5.64	78	27.00	70.57	2.37	270
	6	74.00	73.22	3.57	100	52.80	71.59	6.55	100	19.50	71.30	3.67	295
$Q = 1720 \frac{m^3}{s}$ [下流水位 @+2.5m WL74.3m]	A	84.50	72.50	11.37	90	70.00	73.32	9.42	90	55.50	71.27	9.65	90
	B	84.50	71.22	10.87	90	70.00	70.76	11.24	90	55.50	70.65	11.16	90
	1	100.0	73.25	4.95	90	69.37	70.25	11.67	75	42.00	72.41	2.21	270
	2	94.00	73.70	7.24	90	65.50	70.67	9.55	77	34.00	73.25	1.21	270
	3	90.00	73.27	5.81	90	62.25	72.39	7.73	80	32.50	72.30	2.32	270
	4	85.50	74.07	5.56	90	56.75	72.10	6.45	90	27.25	71.92	1.85	240
	5	80.00	73.45	6.22	97	54.24	72.50	6.71	90	25.00	70.85	2.62	270
	6	73.25	73.91	6.02	110	55.00	72.89	7.44	105	18.00	71.94	3.57	285
7	7	69.50	75.12	3.50	114	35.75	72.60	3.57	100	10.00	72.87	1.57	110

但し、距離とは水叩き中心線上から70m右岸で水叩き中心線上と平行な位置を基準とし、測線上に測った距離である。

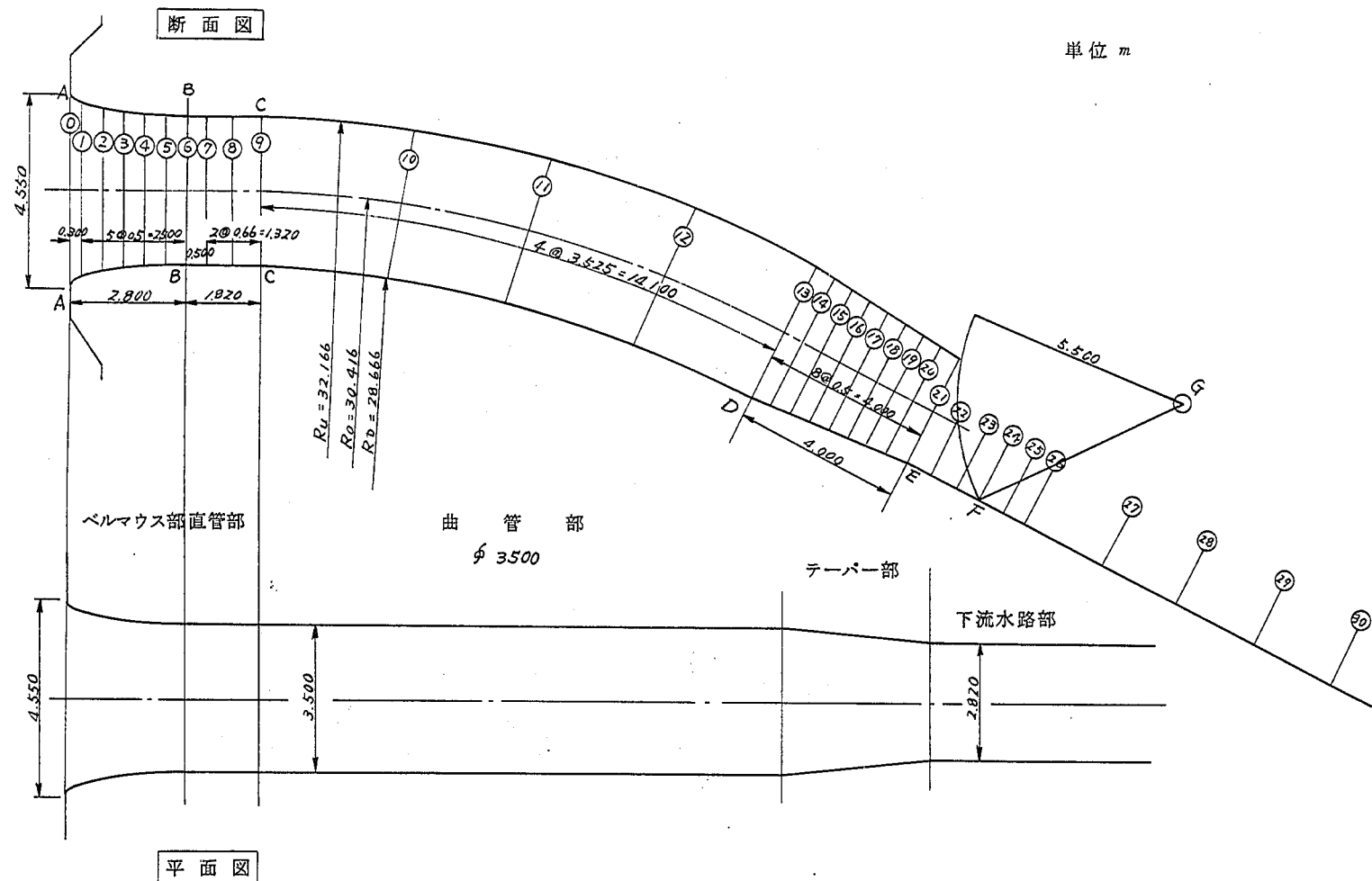
流向とは、測線上において左岸方向を基準とし、右回りに測った角度(θ)である。



付表-13 下流河道水位測定値表(水ぎわ)

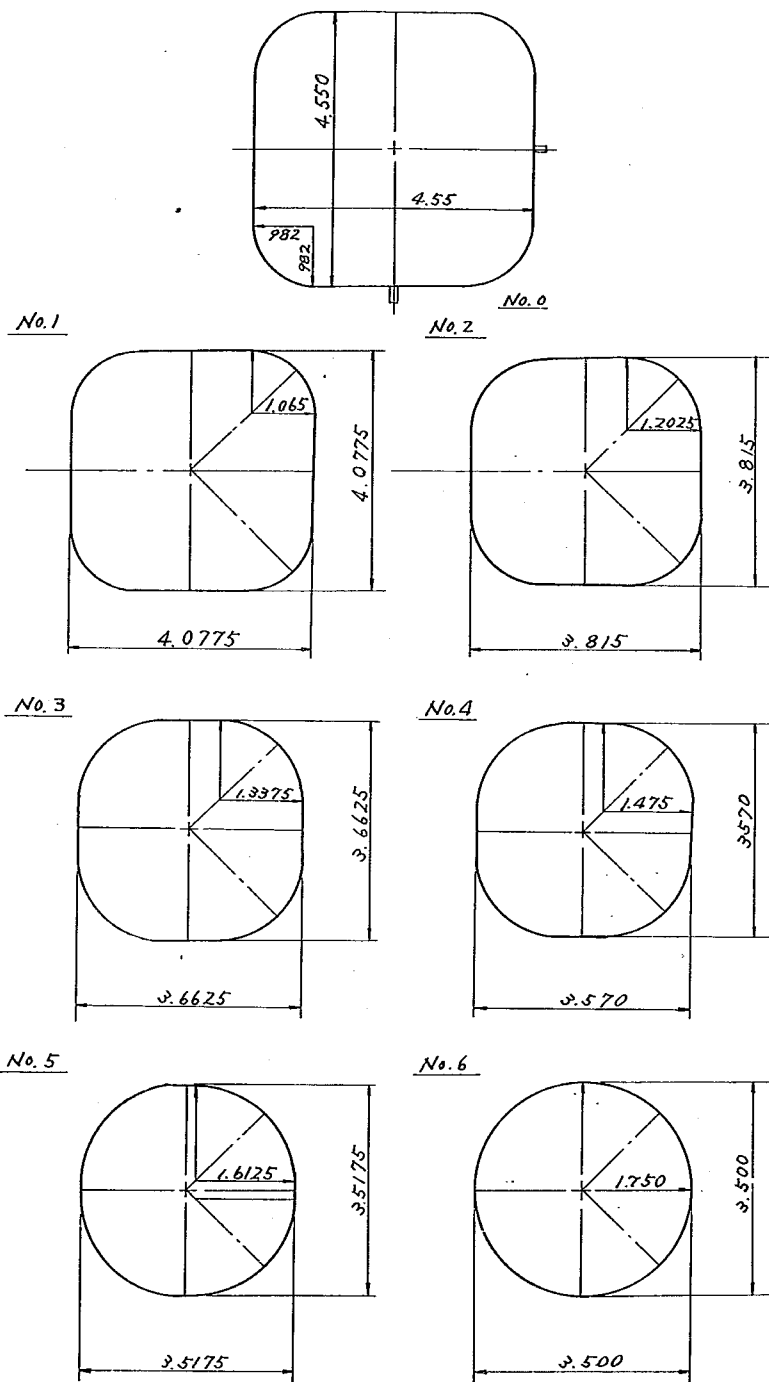
放流量	No.	左岸沿い		中央付近		右岸沿い	
		距離	水面標高	距離	水面標高	距離	水面標高
$850\text{ m}^3/\text{s}$ [下流水位 @+2.5 m WL7.08 m]	1	98.00 ^m	WL 7.195 ^m	69.35 ^m	WL 7.062 ^m	40.75 ^m	WL 7.150 ^m
	2	91.75	7.034	64.50	7.000	37.00	7.098
	3	89.75	7.098	62.40	7.130	35.00	7.053
	4	85.00	7.159	56.35	7.089	27.75	7.105
	5	80.00	7.207	52.50	7.090	25.50	7.099
	6	82.50	7.228	51.00	7.112	19.50	7.104
	7	64.75	7.228	36.75	7.112	8.75	7.135
$1430\text{ m}^3/\text{s}$ [下流水位 @+2.5 m WL7.33 m]	1	102.00	7.630	68.50	7.385	35.00	7.425
	2	98.00	7.590	65.00	7.360	32.00	7.382
	3	97.00	7.588	63.50	7.535	30.00	7.364
	4	90.00	7.634	57.75	7.405	25.50	7.425
	5	84.50	7.548	54.25	7.424	24.00	7.405
	6	91.00	7.555	52.80	7.430	15.10	7.415
	7	70.00	7.596	37.00	7.358	4.00	7.430
$1720\text{ m}^3/\text{s}$ [下流水位 @+2.5 m WL7.43 m]	1	103.75	7.685	69.37	7.450	35.00	7.500
	2	100.00	7.715	65.50	7.715	31.00	7.495
	3	97.50	7.708	62.25	7.640	27.00	7.485
	4	90.00	7.749	56.75	7.500	23.50	7.522
	5	85.00	7.640	54.25	7.565	23.50	7.489
	6	93.50	7.677	55.00	7.548	16.50	7.493
	7	71.50	7.700	35.75	7.470	—	7.492

但し距離とは、水叩き中心線上から70 m右岸で、水叩き中心線上と平行な位置を基準とし、測線上に測った距離である。



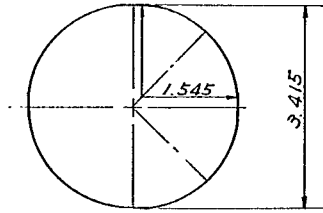
付図 1-1 放水管横断面位置図

付図 1 の 2 放水管横断面図

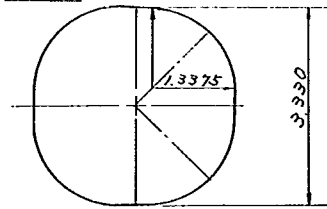


付図 1 の 3 放水管横断面図

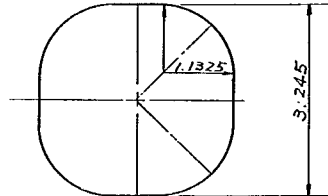
No. 14.



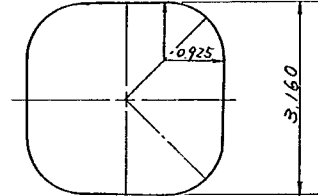
No. 15



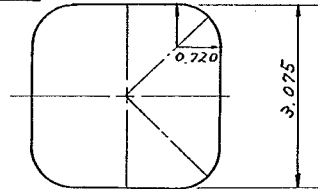
No. 16



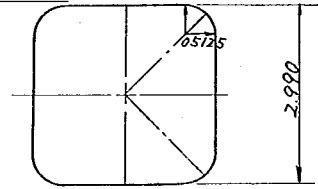
No. 17



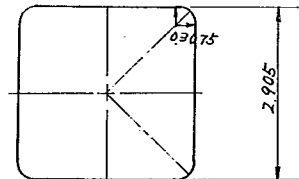
No. 18



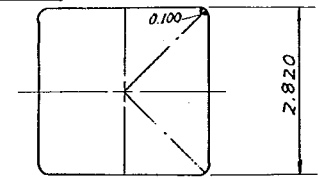
No. 19



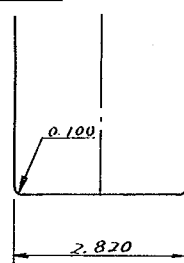
No. 20



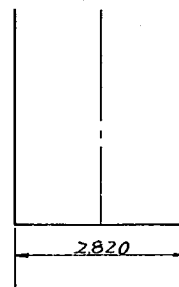
No. 21



No. 22 ~ 24



No. 25 ~ 30



付図 1 の 4 放水管横断面図