高山ダム余水吐水理模型実験報告書

土木研究所資料
第238号

昭和42年3月

水資源開発公団高山ダム建設所
建設省土木研究所

目次

まえがき …… 1
第1章 計画概要 …… 2
第2章 余水吐原設計案 …… 6
　§1 概要 …… 6
　§2 アーチダム基本形状 …… 6
　§3 設計条件 …… 8
　§4 主放水設備（高圧放水管） …… 8
　§5 非常用放水設備（堤頂越流部） …… 20
　§6 堤体下流面形状 …… 24
　§7 減勢工 …… 34
　§8 余水吐原設計案図面 …… 34
第3章 実験目的および模型 …… 35
　§1 実験目的 …… 35
　§2 模型 …… 35
　§3 相似律 …… 36
　§4 諸量の測定方法 …… 37
第4章 主放水設備に関する検討 …… 38
　§1 放流能力および形状に関する検討 …… 38
　§2 ゲート操作時の放流機能に関する検討 …… 55
第5章 非常用放水設備に関する検討 …… 56
　§1 放流能力および形状に関する検討 …… 56
　§2 ゲート操作時の放流機能に関する検討 …… 57
第6章 減勢工に関する検討 …… 58
　§1 原設計案に関する検討 …… 58
　§2 変更設計案に関する検討 …… 60
第7章 結論 …… 70
あとがき …… 71

図面目次

図－13 (a) 放水管標準断面図 …… 75
〃 (b) ベルマウス部縦断面図 …… 75
〃 (c)(d) 〃 横断面図 …… 76
〃 (e) テーパー部縦断面図 …… 77
〃 (f) 〃 平面図 …… 77
〃 (g)～(i) 〃 横断面図 …… 78
25 (a) 余水吐標準断面図 …… 79
〃 (b) 〃 平面図 …… 80
〃 (c) 〃 上流面図 …… 81
〃 (d) 〃 下流面図 …… 82
29 放水管内圧力測定位置図 …… 83
30 (a)～(c) 〃 分布図（原設計案）…… 84
34 〃 （改良設計案）…… 87
35 〃 比較図 …… 88
36 放水管貯水位流量関係図（改良設計案）…… 89
37 放水管 $C_0 \sim {}^{Hc}/_{ac}$ 関係図 …… 90
38 越流面圧力測定線位置図 …… 91
39 (a)(b) 越流面圧力分布図 …… 92
〃 (c) 越流部ピアー壁面圧力分布図 …… 94
〃 (d) 水叩き導流壁面 〃 …… 95
40 (a)(b) 越流水面形図 …… 96
41 堤頂越流部ゲート開度，貯水位，流量関係図 …… 98
42 堤頂越流部越流係数図 …… 99
43 (a)(b) 水叩き内流況図 …… 100
44 高山ダム地点名張川水位流量曲線 …… 101
45 (a)～(i) 水叩き内水面形図 …… 102
46 (a)～(l) 〃 …… 111
47 (a)(b) 水叩き縦断形状図 …… 123
48 (a)～(t) 水叩き内流況図 …… 124
49 水叩き縦断形状図 …… 134
50 (a)～(h) 〃 内水面形図 …… 135
51 副ダム面上圧力測定位置平面図 …… 141
52 (a)(b) 〃 分布図 …… 142
53 副ダム下流傾斜面の上流端における流量と圧力の関係図 …… 144

数 表 目 次

表－4 (a) 放水管貯水位放流量関係表（電子計算値）……147
〃 (b) 放水管ベルマウス部断面諸要素……147
〃 (c) 〃 テーパー部 〃……147
〃 (d)(e) 〃 座標値表……148
〃 (f)(g) 〃 内圧力計算値表（電子計算値）……150
7 (a)~(c) 放水管内圧力測定位置表……152
8 (a)~(f) 放水管内圧力測定値表（原設計案）……155
9 (a)(b) 放水管内圧力測定値表（改良設計案）……161
10 (a) 放水管ゲート全開時の貯水位，流量，流量係数表……163
〃 (b) 放水管ゲート操作時の貯水位流量関係表……164
11 越流面圧力測定位置表……165
12 (a)~(c) 越流面圧力測定値表……166
13 越流水脈水位測定値表……169
14 堤頂越流部貯水位，流量，流量係数表……170
15 (a)(b) 水叩き内水位表（横断）（流量2300m^3/sec一定）……171
〃 (c)(d) 〃 （縦断）（ 〃 ）……173
16 (a)~(c) 水叩き内水位表（横断）……175
〃 (d)~(f) 〃 （縦断）……178
17 (a)(b) 水叩き内水位表（横断）（最終設計案）……181
〃 (c) 〃 （縦断）（ 〃 ）……183
18 副ダム面上圧力測定値表……184

まえがき

高山ダムの余水吐に関する水理模型実験は，水資源開発公団高山ダム建設所より建設省土木研究所ダム部ダム水理研究室が委託を受けて，昭和４０年度に着手し，昭和４１年度，２ケ年をもって完了した。

本報告書は高山ダム建設所から当研究室に呈示された余水吐設計案について実験的に検討を行ない，その形状の適否を調査するとともに，不適当な個所に関する改良方法の検討を行った経過とその結果をまとめたものである。なお，参考のため余水吐の設計内容についても併記した。

本実験の遂行に当っては，水資源開発公団高山ダム建設所の南宏前所長，津田正幸現所長，伊集院敏工事課長以下水資源開発公団の多数の工事関係者諸氏に多大な御指導と御援助をいただいた。ここに厚く感謝の意を表わす次第である。

なお，本実験に参与した土木研究所ダム部のスタッフは次の通りである。

石井文雄（ダム部長）
川村幸司（ダム水理研究室長）
中野昭（ダム水理研究室主任研究員）
名津井愛一（ダム水理研究室）

本報告書の編集は中野昭が担当した。

昭和４１年３月

建設省土木研究所ダム部ダム水理研究室

第1章　計画概要

高山ダムは京都府相楽郡南山城村田山地内名張川に多目的ダムとして築造されるものである。

その計画は，昭和28年9月台風13号にともなう大出水に基づく淀川改修基本計画（昭和29年河川審議会）に端を発し，その後，昭和34年9月台風15号（伊勢湾台風）の際の出水記録によって修正されたものである。

本事業は，当初，建設省において調査計画を進められて来たが，昭和37年10月水資源開発公団が，建設省より事業を承継して実施することとなった。現在工事を実施中であり，その完成予定は昭和44年3月である。

高山ダムは洪水調節，阪神地区の都市用水の供給，木津川沿岸の農業用水の補給および発電を行う，いわゆる多目的ダムであって，それらの計画の大要を示すと次の通りである。

ⅰ）洪水調節

ダム地点における計画洪水流量4,000㎥/secのうち1,700㎥/secを洪水調節し最大放流量を2,300㎥/secに低減する。

なお，本ダムの上流に計画されている室生ダムおよび青蓮寺ダムが完成した後は最大放流量は1,800㎥/secとなる。

ⅱ）都市用水の供給

阪神地区の水需要の増大（昭和50年までに新規利水量約80㎥/secが必要とされている）に対処するため，さきの長柄可動堰改築事業（緊急利水量10㎥/sec）について，新たに5㎥/secを供給する。

ⅲ）かんがい用水の補給

木津川沿岸の既成農地3,300haに対するかんがい用水を補給するとともに，流水の正常な機能の維持増進をはかるため，かんがい期に必要に応じて補給を行う。

ⅳ）発電

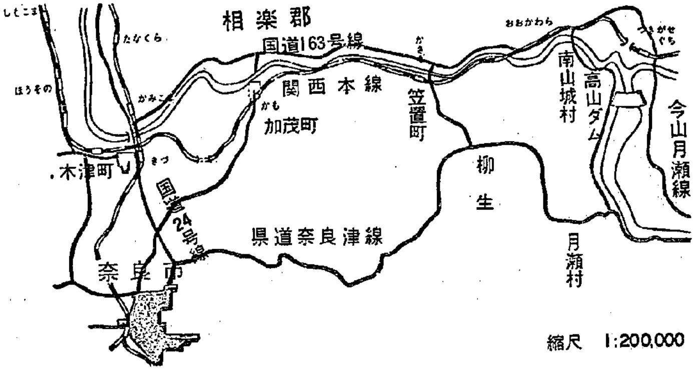
貯水池を利用して6,000KWの発電を行う。

高山ダムは，国鉄関西線大河原駅にほど近い名張川伊賀川の合流点から，約600m名張川を逆上った地点に築造される。この附近一帯は，ゆるい起伏をもった準平原状の地形に，名張川が深いV字状の谷を造って北流しており，基盤は粗粒の黒雲母花崗岩である。造成される貯水池，主要構造物，ならびに水没補償の概要は次の通りである。

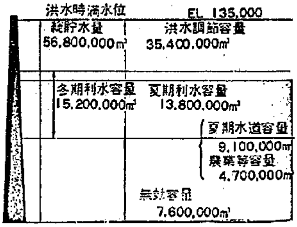
表－1

貯水池	
集水面積	615 Km²
湛水面積	2.6 Km²
常時満水位	EL.135.00 m
洪水時満水位	EL.135.00 m
洪水期制限水位	EL.117.00 m
堆砂位	EL.104.00 m
利用水深	31.00 m
総貯水容量	56.800,000 m³
有効貯水容量	49,200,000 m³
洪水調節容量	35,400,000 m³
夏季 水道利水容量	9,100,000 m³
冬季 水道利水容量	15,200,000 m³
農業利水容量	4,700,000 m³
ダム	
ダム地点	京都府南山城村
型式	アーチ式コンクリートダム
堰頂高	EL.137.00 m
基礎高	EL. 68.00 m
堤高	69.00 m

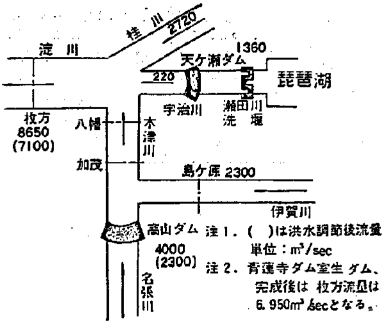
堤頂長	244.00 m
堤頂巾	5.00 m
堤敷巾	34.50 m
堤体積	180,000 m³
水叩体積	31,000 m³
洪水放流設備	
主放水設備型式	ラジアルゲート
コンジットパイプ寸法	径 5.10 m
門数	4
非常用放水設備型式	ローラーゲート
寸法	巾 8.5 m 高さ 9.5 m
門数	6
水没補償	
家屋	約 211世帯
宅地	約 9.6 ha
田畑	約 55.2 ha
山林	約 207.9 ha
竹林	約 12.0 ha
梅林	約 4,300本



図－1　高山ダム位置図



図－2　貯水池容量配分図



注１．（　）は洪水調節後流量

単位：㎥/sec

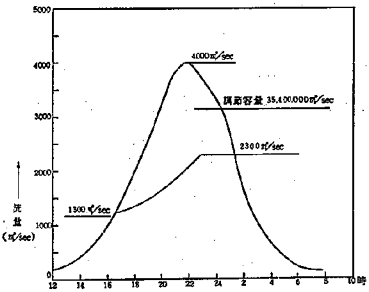
注２．青蓮寺ダム室生ダム、完成後は枚方流量は6,950㎥/secとなる。

図－3　流量配分図

高山ダムの余水吐設計の基礎となる洪水調節計画は，高山ダム建設事業実施方針および事業実施計画によると次のようになっている。

「高山ダムによってダム地点の計画洪水流量4,000㎥/secのうち1,700㎥/secの洪水調節を可能ならしめ ………このため洪水期は標高117m以上の35,400,000㎥を洪水調節容量として確保する」

と定められており，その洪水調節図は（図－4）のようである。



図－4　高山ダム洪水調節図

ダムの操作規則は未定であるが実施方針の趣旨を勘案して仮りに下記のように調節ルールを想定する。

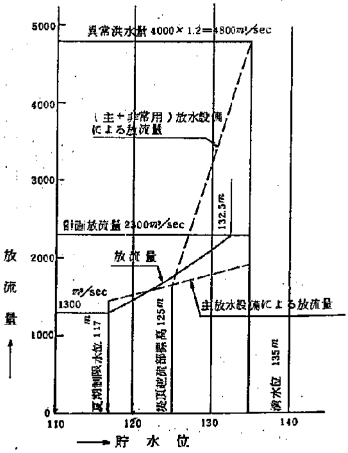
調節ルール（仮定）

ⅰ）流入量が増加して1,300㎥/secに達するまでは主放水設備（放水管）を通じて流入量だけ放流する。

ⅱ）流入量が1,300㎥/secに達すると放水管は全開状態となるが，それ以後はそのまま全開状態に保ち貯水池水位に応じた流量を放流する。

ⅲ）貯水池水位がさらに上昇しEL125m以上に達すると主放水設備のみならず非常用放水設備（クレストゲート）も使用し全放流量が2,300㎥/secを越えない範囲で放流する。

ⅳ）流入量がピークをすぎて1時間以降については ピーク経過後1時間時の放流量を（一定量）放流し（たゞし貯水池水位が低下して放流量が変化しても放置しておく）貯水池水位が制限水位EL117mに達するまで放流を続ける。



図－5　貯水位－放流量関係図

第2章　余水吐原設計案

§1 概　要

この章には高山ダム余水吐の原設計案の設計計算過程を示す。なお，この設計計算は高山ダム建設所から当研究室に呈示された資料から要点をまとめたものである。

§2 アーチダム基本形状

アーチダムの基本形状は図−6に示される座標系において以下に示す式によってあらわされる。図−6中の原点0はトップアーチのアーチ中心線のクラウンとし，それから中心部アーチの中心跡にそって下流側にx軸を，x軸に直交して左岸側向きにy軸を，x〜y平面に対して鉛直下方にz軸をとる。原点0の標高（z＝0）はEL.137.00mとする。

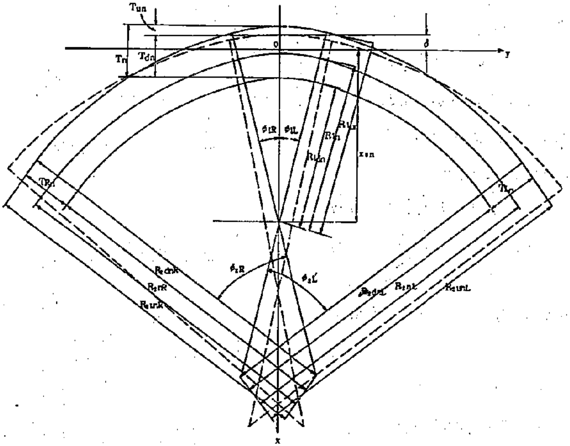


図 − 6 (a)

$$\left.\begin{aligned} m &= 0.45 \\ m' &= 0.80 \\ n &= 0.05 \end{aligned}\right\} \cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

$$z = 137.0 - \mathrm{EL.} \cdots\cdots\cdots\cdots (2)$$

$$\left.\begin{aligned} x_{on} &= 81.000 \cdots\cdots\cdots\cdots \mathrm{EL.}137.000 \sim 100.000 \\ &= 81.000 - 0.03(z-37)^2 \cdots\cdots \mathrm{EL.}100.000 \sim 68.000 \end{aligned}\right\} \cdots\cdots (3)$$

$$\left.\begin{array}{l} T_{un} = 0.05z \\ \left.\begin{array}{l} T_{dn} = 5+0.3z \\ \quad\;\; = 0.45z \end{array}\right\} \text{いずれか大きい方} \\ T_n = T_{un}+T_{dn} \end{array}\right\} \cdots\cdots\cdots\cdots (4)$$

$$\delta = (T_n)_{n=137}/2 \cdots\cdots\cdots\cdots (5)$$

$$\left.\begin{array}{ll} R_{1un} = X_{on}+\delta+T_{un} & \\ R_{1un} = R_{1un}-T_n & \\ R_{2un} = 140.000 \cdots\cdots\cdots & \text{EL.}137.000\sim125.000 \\ \quad\;\; = 140.000-0.01(z-12)^2 \cdots\cdots & \text{EL.}125.000\sim\;\;68.000 \\ R_{2dn} = R_{2un}-T_n & \\ R_{1n} = R_{1un}-T_n/2 & \\ R_{2n} = R_{2un}-T_n/2 & \end{array}\right\} \cdots\cdots (6)$$

$$\left.\begin{array}{ll} \phi_1 = 8 \cdots\cdots\cdots\cdots & \text{EL.}137.000\sim125.000m \\ \quad = 0.0015(z-12)^2+8 \cdots\cdots & \text{EL.}125.000\sim\;\;68.000m \end{array}\right\} \cdots\cdots (7)$$

$$\left.\begin{array}{l} \phi_{2R} = 41.8-0.1(z-17)-0.0017301(z-17)^2-\phi_1 \\ \qquad\qquad\qquad\qquad \cdots\cdots \text{EL.}137.000\sim120.000m \\ \quad = 41.8-0.1(z-17)-\phi_1 \cdots\cdots \text{EL.}120.000\sim\;\;92.853m \\ \quad = 33.26127+\sqrt{5.85309^2-\{(z-17)-26.56442\}^2}-\phi_1 \\ \qquad\qquad\qquad\qquad \cdots\cdots \text{EL.}\;92.853\sim90.000m \\ \quad = 59.75-0.725(z-17)-\phi_1 \cdots\cdots \text{EL.}\;90.000\sim\;\;68.000m \end{array}\right\} \cdots\cdots (8)$$

$$\left.\begin{array}{l} \phi_{2L} = 48.6-0.2328(z-17)-0.0053896(z-17)^2-\phi_1 \cdots\cdots \\ \qquad\qquad\qquad\qquad \cdots\cdots \text{EL.}137.000\sim120.000m \\ \quad = 48.6-0.2328(z-17)-0.00376(z-17)^2-\phi_1 \cdots\cdots \\ \qquad\qquad\qquad\qquad \cdots\cdots \text{EL.}120.000\sim100.000m \\ \quad = 50.104-0.3832(z-17)-\phi_1 \cdots\cdots \text{EL.}100.000\sim\;\;93.831m \\ \quad = 24.46694+\sqrt{16.71655^2-\{(z-17)-20.18791\}^2}-\phi_1 \cdots\cdots \\ \qquad\qquad\qquad\qquad \cdots\cdots \text{EL.}\;\;93.831\sim\;\;90.000m \\ \quad = 59.75-0.725(z-17)-\phi_1 \cdots\cdots \text{EL.}\;\;90.000\sim\;\;68.000m \end{array}\right\} \cdots (9)$$

ここで上記の記号中の添字に使用した文字の意味は次の通りである。

R：右岸側を示す

L：左岸側　〃

u：上流側　〃

d：下流側　〃

$_1$ ：中央部の円弧に関する諸量を示す

$_2$ ：外部の円弧　〃

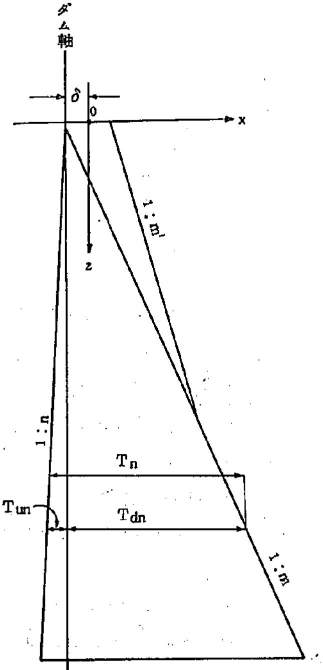


図 — 6 (b)

§3 設計条件

高山ダムの余水吐は下記の項目を満足させるように設計するものとする。

i) 主放水設備（高圧放水管）は洪水期制限水位EL．117.0mで計画放流量1800m^3/secを放流することが出来，かつ，貯水位132.5mで計画放流量1800m^3/sec以上を放流することが出来て，いかなる貯水位においても放流量を任意に調節しうること。

ii) 非常用放水設備は異常洪水位EL．185.0mにおいて主放水設備とあわせて異常洪水量4800m^3/sec以上を放流することが出来，いかなる貯水位においても放流量を任意に調節しうるものであること。

iii) 減勢工は水平跳水式水叩きを採用することとし，その底面標高はEL．72.5mとする。なお，減勢工設計対象流量としては計画最大放流量の2300m^3/secとする。したがって，2300m^3/secまでを完全に減勢するような設計を行なうが，これ以上の放流量については水脈を水叩き外に飛散させることによって減勢工構造物の安全をはかることとする。

iv) 以上の設計条件のほかに，ダムおよびそれに附属する各種構造物が水理的に安全でなければならない。

§4 主放水設備（高圧放水管）

i) 設計概要

主放水設備としては高圧放水管を考慮することとし，前記の設計条件のほか以下の各項を考慮または仮定する。

i) 放水管の入口中心標高はEL. 99.0 mとする。

ii) 放水管の出口の標高は任意であるが，主ゲートの下流が下流水位面以下でないことが必要である（扉体の振動防止上より）。

主ゲートの下端を予想下流水位（EL. 89.0m）より上部に設置するためには，放水管出口中心標高をEL. 93.0m 程度にするのが適当と考えられる。

iii) 主ゲートはラジアル（テンター）ゲートとする。

iv) 放水管門数は4門とする。

v) 放水管入口および出口の断面形状は方形とし，中間部は円形とする。

2) 放水管縦断形状の選定

放水管は入口中心標高EL. 99.0m から出口中心標高EL. 93.0m まで堤体中に埋設されるわけで，その全長は20数mとなる。その縦断形状は，放流水脈が堤体下流面上を流下するのに適当な形状として，主に彎曲管（円曲線）を利用することとし，そのほか適当に直管を配置することとする。

彎曲管はその下流端（放水管出口）を方形にするためと，入口と出口の標高差のために発生する放水管内の負圧を防止するために必要な断面の絞りを与えるため，彎曲管の上面の適当な位置から適当な直線で出口に向って断面を絞ることとする。

彎曲管の上流部には短かい直管部を接続させ，その上流部には適当な楕円曲線を用いた方形ベルマウス区間を設けることとする。この直管部は放水管を堤体中に支障なく設置するための緩和区間として設けられる。すなわち，4門の放水管の設置位置によって堤体厚がわずかに異なるため，それぞれの放水管の全長もそれにともなって変化することとなり，彎曲管部およびベルマウス部として共通な設計案を採用した場合に，この直管部の長さを調節することが必要になるわけである。

放水管の出口と堤体下流面との間には適当なすりつけ区間を設けることとする。

3) 彎曲管部の中心角および曲率半径の算出

前述の諸条件を配慮して放水管の基本縦断形状を次図のように仮定する。

図−7において $\alpha_1 = 0$; $\alpha_2 = 36^\circ 30'$ （$\therefore \alpha_0 = \alpha_2$ ）と仮定する。

P_3 点の座標を求める（ダム軸とEL. 99.0m 線との交点を座標の原点とする）。

$\overline{P_2 P_3}$ の式は

$$y = -\tan \alpha_2 \cdot x + b \quad \cdots\cdots (10)$$

$$y_2 = 93.0 - 99.0 = -6.0$$

いま，$x_2 = 18$ (m) と仮定すると （$\tan 36^\circ 30' = 0.7399611$）

$$y = -0.7399611\,x + 7.31980 \quad \cdots\cdots (11)$$

P_3 点の座標値は

$$\left(\begin{array}{l} y_3 = 0 \\ x_3 = 9.89147 \fallingdotseq 9.891 \end{array}\right.$$

$$\overline{P_2\ P_3} = \sqrt{(x_2 - x_3)^2 + (y_2 - y_3)^2} = 10.08703$$

$$R_0 = \overline{P_2\,P_3} \cdot \tan\ (90° - \alpha_0 / 2) = 30.58988$$

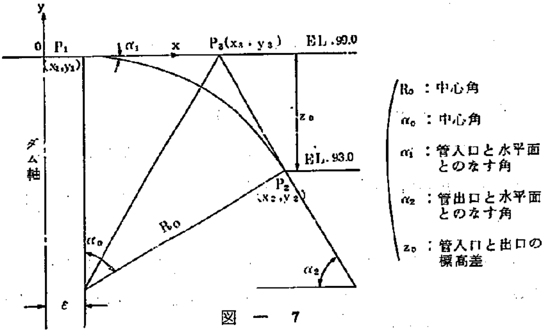


図 － 7

図－7におけるεの値は堤頂越流部との関係があり，この設計計算が完了した後に検討することとする。

4）彎曲管の曲率半径の検討

放水管彎曲部の曲率半径の許容限界値は次式で与えられる。

$$R_0\,a \geqq \frac{-dn\,(Hn + z_0)}{(1+\eta)(Pa - 1/2 \cdot dn \cdot \cos\ \alpha_0)} \quad \cdots\cdots (12)$$

上式中

R oa ：許容曲率半径

d n ：管出口高（流量条件を考慮した略算値から 4.0 *m* に仮定する）

H n ：放水管入口中心からの水頭（異常洪水位を考慮した場合＝36(*m*)）

zo ：放水管入口と出口の標高差（＝6.0 *m*）

pa ：管内許容負圧（＝－8.0 *m* 水柱）

α_0 ：中心角（＝36° 30′，$\cos\ \alpha_0 = 0.8038569$）

η ：次式で定義する。

$$\eta = fe\left(\frac{An}{Ao}\right)^2 + \frac{\lambda \cdot An^2}{4}\int_0^{Lo} \frac{Px}{Ax^3} \cdot dx \quad \cdots\cdots (13)$$

ここで
fe ：入口損失係数　（＝0.05と仮定する）
λ ：摩擦損失係数　（＝0.025と仮定する.）
Ao ：入口断面積
An ：出口断面積
Ax ：任意のX断面における断面積
Px ：　〃　〃　潤辺長
x ：放水管の長さ方向に考える
Lo ：放水管全長

従来の設計例を参照して　$\eta = 0.2$ に仮定する。

以上の資料を用いて　Roa を求めると

$$Roa = 30.38387$$

となる。

前項において算出された曲率半径Ro と比較すると

$$Ro = 30.58988 \quad > Roa \qquad \text{O.K.}$$

したがって

$$Ro = 30.58988 \doteqdot 30.590 \quad (m)$$

と決定する。

彎曲管部全長Lc は

$$Lc = \widehat{P_1 P_2} = Ro \cdot \alpha_2 = 19.48721 \doteqdot 19.487 \quad (m)$$

5） 放水管断面絞り率

放水管の彎曲管部の始端と終端（出口）との絞り率を次式によって算出する。

$$\frac{An}{Ao} = \sqrt{\frac{(1+\eta)(H_{\iota}-Po)}{(1+\xi)(H_{\iota}+Zo)}} \quad \cdots\cdots (14)$$

ここで
$\xi = fe + \lambda \dfrac{Ls}{D}$ （Lsは直管長，Dは管径）……(15)
η , zo ：前出

Hl：最低貯水深

（洪水期制限水位時　EL．117.0m−EL．99.0＝18.0 (m)）

po：直管部終端（彎曲管部始端）所要圧力

（安全を考慮して0とする）

ηの値は(13)式で与えられるが，この式は設計当初には計算することができないので近似値η' として次式による計算を行う。

$$\eta' = \frac{\xi(H_l - p_o) + 0.9 \cdot \frac{\lambda \cdot L_s}{D}(H_l + z_o)(1+\xi)}{(H_l + z_o) + \xi(z_o + p_o)} \quad \cdots\cdots (16)$$

(15)式より

$$\xi = f_e + \lambda \frac{L_s}{D} = 0.172$$

(16)式より

$$\eta' = 0.246$$

したがって絞り率は(14)式から

$$\frac{A_n}{A_o} = 0.893$$

$$\therefore \quad A_o = 1.120 \ A_n \quad \cdots\cdots (17)$$

6) 放水管断面の決定

i) 出口の所要断面（彎曲管終端）

$$A_n = \frac{Q/4}{\sqrt{\dfrac{2g(H + z_o)}{1 + f_e + \lambda \dfrac{L_o}{D}}}} \quad \cdots\cdots (18)$$

ここで　Q：計画放流量（4門）（＝1800㎥/sec …貯水位EL．132.5mにて）

H：水頭（＝132.5−99.0＝33.5 (m)）

D：管径（≒Dn＝4.0m とする）

各種資料を(9)式に代入してAn を求めると

$$A_n = 17.501 \ (m^2)$$

したがって，出口の純断面積として17.501㎡が必要である。

放水管の方形断面の隅角部に働く応力集中を緩和するために，方形断面の隅角部に隅角

円弧を挿入する。その大きさは隅角円弧によって占められる隅角部の面積が方形断面積の4％になるように考慮する。

管出口の方形断面積をA_n'をすると

$A_n' = A_n / 0.96 = 18.230$ （㎡）

出口断面高　$D_n = 4.0$（m） とすると

出口断面巾　$B_n = A_n' / D_n = 4.558$ （m）

余裕をみて　$B_n = 4.6$ m とする

この時の出口断面積は

$A_n = 0.96\ A_n' = 0.96\ D_n \cdot B_n = 17.664$ （㎡）

ii) 入口の所要断面（ベルマウス終端部）

(17) 式から

$A_o = 1.120\ A_n = 19.784$ （㎡）

入口の断面は円形とするからその径D_oは

$$D_o = 2\sqrt{A_o/\pi} = 5.019 \ (m)$$

余裕をみて管の直径$D_o = 5.1$ m とする。

以上をまとめると

放水管出口断面（彎曲管終端）　方形　4.6×4.0 m
入口断面（ベルマウス終端）　円形　直径　5.1 m

7) 彎曲管部の設計

図－8 について断面絞り区間（以下テーパー区間とする）の部分を除いた彎曲管の諸要素を以下に算出する。ただし，テーパー部の最終端は出口に一致しており，その断面高が4 m になるように直線的に絞ることとする。

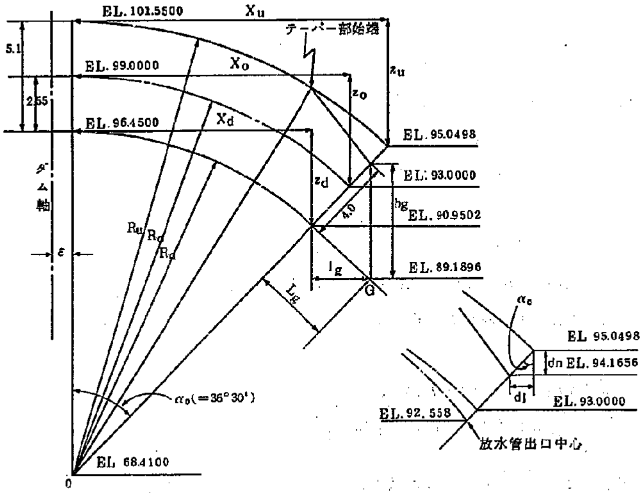


図 — 8 （単位：m）

$Ro = 30.5900$

$Ru = Ro + Do/2 = 33.1400$

$Rd = Ro - Do/2 = 28.0400$

$Xo = Ro \cdot \sin \alpha o = 18.1956$

$Xu = Ru \cdot \sin \alpha o = 19.7124$

$Xd = Rd \cdot \sin \alpha o = 16.6788$

$zo = Ro(1 - \cos \alpha o) = 6.0000$

$zu = zo + Do(1 - \cos \alpha o)/2 = 6.5002$

$zd = zo - Do(1 - \cos \alpha o)/2 = 5.4998$

$dn = (5.1 - 4)\cos \alpha o = 0.8842$

$dl = (5.1 - 4)\sin \alpha o = 0.6543$

$lg = 4 \cdot \sin \alpha o = 2.3798$

$hg = 4 \cdot \sec \alpha o = 4.9760$

$Lg = 4 \cdot \tan \alpha o = 2.9598$

G点の標高

$94.1656 - hg \doteqdot 89.1896$ (EL.*m*)

8） 放流能力の検討

これまでに決定された放水管形状の諸要素について流量関係の設計条件を満足するかどうかを検討する。

$$Q = 4 \times q = 4 \cdot An \cdot Vn \quad \cdots\cdots (19)$$

$$Vn = \sqrt{\frac{2g(H+zo)}{1+fe+\lambda\dfrac{L}{D}}} \quad \cdots\cdots (20)$$

ここで

q　：1門当りの流量　（㎥/sec）

Vn：放水管出口の平均流速　（㎥/sec）

$H+zo = WL - 92.558$ （m）

$fe = 0.05$ （入口損失係数…ベルマウス部での損失を含む）

$\lambda = 0.025$ （摩擦損失係数）

$L = 19.487$ （m）（直管長は比較的短かいのでここでは無視する）

$D = 4.0$ （m）

$1+fe+\lambda\dfrac{L}{D} = 1.172$

$An = 17.664$ （㎡）

$\therefore\ q = 72.24\sqrt{WL - 92.558}$

i） WL＝EL.117.0m の場合　（必要放流量　1300㎥/sec）

q＝357　（㎥/sec）

Q＝1428（㎥/sec）＞ 1300（㎥/sec）　O.K.

ii） WL＝EL.132.5m の場合　（必要放流量　1800㎥/sec）

q＝457　（㎥/sec）

Q＝1828（㎥/sec）＞ 1800（㎥/sec）　O.K.

iii） WL＝EL.135.0m の場合　（放流量の算出だけ）

q＝471　（㎥/sec）

Q＝1881（㎥/sec）

したがって，貯水位EL.117.0 mで放流量1300㎥/sec，貯水位EL.132.5 m で放流量1800㎥/secという設計条件をいずれも満足している。

さらに，貯水位EL．135.0 m の場合の放流量は1881 m³/sec である。

9）彎曲管終端部（テーパー部）の細部設計

i）設計方針

さきに設計された管出口の方形の所要断面に彎曲管の円形断面をすりつける設計を行なう。断面絞り区間（テーパー区間）は放水管出口から上面のみに直線的な長さ約5 mのディフレクターを放置することとする。また同時にこの区間で彎曲管の円形断面（直径5.1 m）から出口の方形断面（4.6×4.0 m）に変化させる。

出口断面の隅角部には方形断面積の4 %に当る隅角円弧を挿入する。この隅角円弧半径は彎曲管の半径2.55 mから出口の所要隅角半径に直線的に変化させることとする。

さらに放水管出口から下流部については，出口から2.5 m下流の位置で0となるように下部の隅角円弧半径を直線的に変化させることとする。

なお，テーパー部始端から上流側の彎曲管は同一断面（直径5.1 m）とする。

ii）ディフレクターの設計

放水管出口の上部から直線長5 mのディフレクターが彎曲管上面と交わる位置を求める。

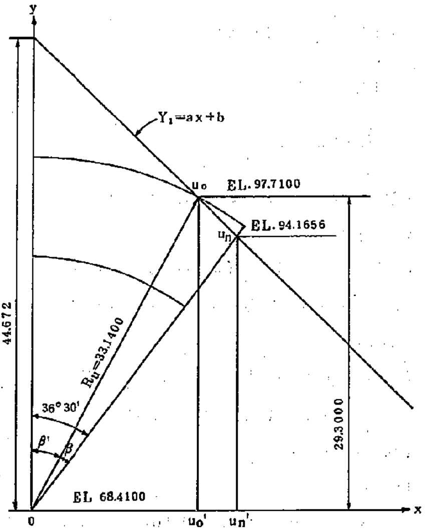


図 － 9

今，図－9においてO－xy 座標系における放水管出口上面の位置un 点の座標（x_n，y_n）を図－8より求めると

$$\begin{cases} x_n = X_d + X_g = 19.0581 \\ y_n = R_u - z_u - d_n = 25.7556 \end{cases}$$

このu_n 点からr_1 m の距離にある点の軌跡は

$$(x - x_n)^2 + (y - y_n)^2 = r_1^2 \quad （ここで r_1 = 5\,m）\cdots\cdots(21)$$

一方彎曲管の上面の式は

$$x^2 + y^2 = r_2^2 \quad （ここで\ r_2 = R_u = 33.1400\,m）\cdots\cdots(22)$$

(21)(22) 式を同時に満足する位置u_o の座標（x_o，y_o）は

$$\begin{cases} x_o = 15.5152 \\ y_o = 29.2338 \end{cases}$$

となる。そこで，ディフレクターの長さを若干長くして，y_o の値を29.3 mに定めることとする。

したがって，図－9におけるβ' の値は

$$\beta' = \cos^{-1}\frac{y_o}{R_u} = 27°\ 51'\ 30''$$

$$\beta = 36°\ 30' - \beta' = 8°\ 38'\ 40''$$

$$\overline{ou}'_o = R_u \cdot \sin\beta' = 15.4844\ (m)$$

$$\overline{ou}'_n = X_n = 19.0581\ (m)$$

Y_1 直線の係数は

$$a = \frac{94.1656 - 97.7100}{\overline{ou}'_n - \overline{ou}'_o} = -0.99180$$

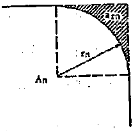
$$b = y_o - a x_o = 44.0718$$

iii) 断面巾のすりつけ

テーパー部の断面巾は，始端における円形断面の直径5.1 mから，終端（出口）における方形断面の巾4.6 mに直線的に変化させるものとする。

iv) 放水管出口（テーパー部終端）隅角円弧半径の設定

管出口断面Anの4％に当る隅角円弧面積a_{rn} を与えるような隅角円弧半径r_n を求める。



図－10

$$\therefore\ r_n = \sqrt{\frac{0.04 \cdot A_n}{4 - \pi}} = 0.927$$

したがって，　$r_n = 0.92$　に設定する。

V）テーパー区間の隅角円弧半径のすりつけ

彎曲管はテーパー部始端における円形断面（半径2.55 *m*）からテーパー部終端の方形断面（4.6×4.0 *m*，隅角円弧半径0.92 *m*）にすりつけられるわけであり，その中間は隅角円弧の半径を始端の2.55 *m*から終端の0.92 *m*まで，下面の中心角に対して直線的に変化させる（上下部隅角とも同じ）。

鉛直から任意の角Kを持つ断面における隅角円弧半径Rk は次式で求められる。

$$R_k = R_{bt} + \frac{K-K_1}{K_2-K_1}(R_{et}-R_{bt}) \cdots\cdots (23)$$

ここで
- R_{bt}　：テーパー部始端の隅角円弧半径（＝2.550）
- R_{et}　：テーパー部始端の隅角円弧半径（＝0.920）
- K_1　：テーパー部始端断面が水平となす角（＝62° 8′40″）
- K_2　：テーパー部終端断面が水平となす角（＝58° 30′）

Vi）テーパー部終端（出口）から下流部における隅角円弧半径について

テーパー部の終端（出口）において下部隅角に半径0.92 *m*の円弧が挿入されているが，この位置からゲートの位置までは2.960 *m*の距離がある（上部については出口にゲートが接しているので支障はない）。したがって，出口における隅角円弧半径を出口から2.5 *m*の位置で0になるように直線的に変化させてすりつけることとする。

Vii）ゲート

放水管の主ゲートは管の配置，構造その他の条件を考慮してテンター型式とする。出口断面は4.6×4.0 *m*であるからゲート巾は4.6 *m*とし，図−9のu_n点を通るような円周を持ちゲートの上縁と下縁とは同一鉛直面上にあるような設計をする。

一般にゲートのアーム長はゲート高の1.0～1.3倍の長さをとるので，ここでは1.3倍とする。

さらに，ゲートの中心点，（ピン位置）は流出水脈の最高水位より1.5 *m*以上の位置でなければならないが，この位置は現在不明なので，設計案としてはゲート高の中央にピンが来るように設計する。

ゲート巾 —— 4.6　(*m*)

ゲート高 —— 4.976 (*m*)（図−8のhg 参照）

アーム長 —— 1.3×4.976＝6.469≒6.5　(*m*)

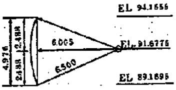


図 − 11

10) 放水管入口部（ベルマウス部）の設計

ⅰ) ベルマウス曲線の設計

放水管の入口にはベルマウスを設けることとするが，その断面はベルマウス始端を方形とし，終端は彎曲管部との間に挿入される直管部に接続する円形（直径5.1 *m*）とする。

ベルマウス曲線としては楕円曲線を採用することとし，楕円の長半径を0.8 Do 短半径を0.15 Do（ここでDo は直管部の断面高＝5.1 *m*）として次式であらわす。

$$\frac{x^2}{(08\,D_o)^2}+\frac{y^2}{(0.15D_o)^2}=1 \quad \cdots\cdots\cdots (24)$$

ここで

$$\left\{\begin{array}{l} D_o = 5.1 \ (m) \\ 0.8D_o = 4.080 \ (m) \\ 0.15D_o = 0.765 \ (m) \end{array}\right.$$

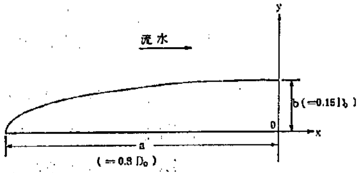


図 — 12

これによると，ベルマウス始端の断面は6.680×6.630 *m*となる。

なお，ベルマウス曲線の長半径を0.8 Do ，短半径を0.15 Do とした理由は以下の通りである。

従来の当研究室での研究結果によれば方形ベルマウスに採用する楕円曲線としては次の各式が適当とされている。

$$\left\{\begin{array}{l} \dfrac{x^2}{D_o^2}+\dfrac{y^2}{(D_o/3)^2}=1 \\[2ex] \dfrac{x^2}{(0.6D_o)^2}+\dfrac{y^2}{(0.2D_o)^2}=1 \\[2ex] \dfrac{x^2}{D_o^2}+\dfrac{y^2}{(D_o/4)^2}=1 \end{array}\right\} \quad \cdots\cdots\cdots (25)$$

本ダムの場合は始端が方形で終端が円形なので，上の各式はそのまま適用出来ないが，これに準じて設計することとし，長半径を0.8 Do とした。

短半径は (25) 式によると長半径の1/3 ないし1/4 を採用しているが，本ダムの場合は終端が円形であり，始端と終端の断面積の縮少の度合は方形の場合よりかなり大きい。したがって，始端と終端がいずれも方形の場合の断面の縮少の比率に等しくなるように配

慮を行った結果，短半径として0.15Doという値が得られた。

ii) ベルマウス部の隅角円弧の設定

ベルマウス部の隅角円弧は，ベルマウスの終端が直径5.1 *m*の円形断面になっているので，ベルマウス始端において設定された隅角円弧半径の値から直線的に変化させて終端の半径2.55 *m*にすりつけることとする。

ベルマウス始端における隅角円弧の面積を全断面積の4％になるようにすると，ベルマウス始端の隅角円弧半径は以下で求められる。

$$r = \sqrt{\frac{0.04 \times A}{4-\pi}} = 1.434 \fallingdotseq 1.430$$

したがって，ベルマウス入口における隅角円弧半径は1.430 *m*とし，ベルマウス区間長4.08 *m*の間で終端の半径2.55 *m*に直線的に変化させてすりつけることとする。

図－12において任意のxの位置における隅角円弧半径の値Rxは次式で求められる。

$$R_x = R_{eb} + \frac{x}{L_1}\,(R_{bb} - R_{eb}) \quad \cdots\cdots (26)$$

ここで
- R_{eb} ：ベルマウス終端の隅角円弧半径（＝2.550）
- R_{bb} ：ベルマウス始端の隅角円弧半径（＝9.430）
- L_1 ：ベルマウス長

11) 最終設計図

以上で設計計算を完了した放水管の形状を図－13に示す（巻末参照）。

§5 非常用放水設備（堤頂越流部）

1) 越流量の推定

堤頂越流部を設計する際のもっとも重要な要素となる越流量の推定には以下の資料を利用することとする。

$$Q = C \cdot B \cdot H^{3/2} \quad \cdots\cdots (27)$$

$$C = f\left(\frac{H}{H_d}\right) \cdot C_d \quad \cdots\cdots (28)$$

$$C_d = 2.225\left(1 - K_d \quad \frac{n' \cdot H_d}{B}\right) \quad \cdots\cdots (29)$$

$$K_d = -0.150 - 0.00275\,\frac{b}{H_d} + 0.0887\,\frac{\ell}{H_d} + 0.196\,\frac{b}{b+\ell} \quad \cdots\cdots (30)$$

ここで

Q：越流量（m^3/sec）

C：越流係数

$f\left(\frac{H}{H_d}\right)$ ：H／H_dとC／C_dの関係，図－14より求められる。

H_d ：設計水頭　（*m*）

C_d ：設計水頭の時の越流係数

K_d ：端収縮係数

n' ：端収縮の数　（＝2n＋3）

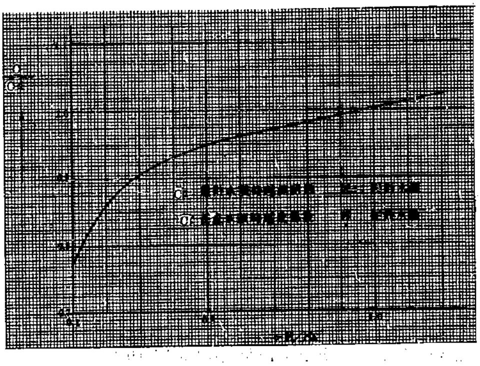
n ：越流部径間数

B ：総越流巾　（＝n・b）　（*m*）

b ：一径間巾　（*m*）

l ：橋脚巾　（*m*）

堤頂越流部の径間は必要放流量やゲートの経済性などから，一径間巾8.5 *m*を6門設置することとする。さらに，これを分離する橋脚は巾2.0および8 *m*の2種とし，越流部2門ごとに巾の広い橋脚を設置する。



図－14　H/Hd～C/Cd 関係図

なお，設計水頭は6.6 *m*とする。この値は最大越流深の約3／4である。

これらの資料を(30),(29),(28) および(27) 式に代入して越流量を推定すると以下のようになる。

$$b=8.5(m),\ n=6,\ B=n\cdot b=5.1(m),\ n'=2n+3=15,\ \ell=\frac{1}{2}(2+8)=5(m)$$

$$H_d=6.6\ (m)$$

(30)式より

$K_d = 0.036$

(29)式より

$C_d = 2.07$

若干の余裕をみこみ(アーチのための低下)　$C_d = 2.05$　と仮定する。

(28)式および(27)式によって算出された結果は下表に示す。

表 一 2

貯水位	H	H/H_d	C/C_d	C	Q
(*m*)					(㎥/sec)
EL・126	0				0
7	1	0.1515	0.833	1.701	87
8	2	0.3030	0.900	1.845	266
9	3	0.4545	0.935	1.917	508
130	4	0.6061	0.959	1.966	802
1	5	0.7576	0.974	1.997	1139
2	6	0.9091	0.991	2.032	1523
3	7	1.0606	1.007	2.064	1950
4	8	1.2121	1.023	2.097	2420
5	9	1.3636	1.038	2.128	2930
136	10	1.5152	1.053	2.159	3482

したがって，異常洪水位EL・135.0 *m* で堤頂越流部からの推定放流量は2930㎥/secとなる。同じ貯水位における放水管からの流出量は1881㎥/secであり，両者を合わせると4811㎥/secとなり，必要放流量4800㎥/secを満足している。

2) 堤頂越流面曲線形状の決定

堤頂越流面曲線式として標準型ランドルフ曲線を用いる。

$$y = 0.530\ H_d^{-0.8} \cdot x^{1.8} \quad \cdots\cdots (31)$$

勾配が*m*の堤体下流面と上の曲線との接点の座標値(x_0，y_0)は(31)式を微分して求められる。

$$\frac{dy}{dx} = 0.954 \cdot H_d^{-0.8} \cdot x^{0.8} = \frac{1}{m}$$

$$\therefore \left.\begin{aligned} x_0 &= \left(\frac{1}{0.954m}\right)^{1.25} \cdot H_d \\ y_0 &= \frac{x_0}{1.8m} \end{aligned}\right) \cdots\cdots\cdots\cdots (32)$$

ここで　$H_d = 6.6$，$m = 0.45$　と仮定して（31）式から越流面曲線を求めると

$$y = 0.117123\ x^{1.8} \qquad (33)$$

同様に（32）式から接点の座標値を求めると

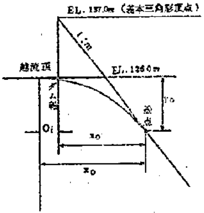
$$\left(\begin{aligned} x_0 &= 18.9930 \\ y_0 &= 23.4481 \end{aligned}\right\} \cdots\cdots\cdots\cdots (34)$$

堤頂部はオフセット型式にするので，このオフセット量O_iを求める。

図－１５において

$$O_i = x_0 - x_0' = x_0 - (y_0 + 11.0) \times m = 3.4914\,(m)$$

実際には，越流頂の位置はダム軸から1.8 *m*上流の位置に設置したのでこの値とオフセット量との差は堤体下流越流面を基本三角形から下流側へ1.6914*m*平行移動して全体の配置を決定した（後出の図－２０参照）。



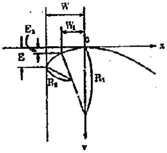
図－１５

3）堤頂越流部上流側曲線形状（オフセット部）の決定

堤頂越流部の上流側曲線の一般形状を図－１６に示す。

図－１６における堤頂越流部上流側曲線の諸要素は次下の式で求められる。

$$\left.\begin{aligned} W &= 0.28680 \cdot H_d = 1.8929\ (m) \\ W_1 &= 0.18000 \cdot H_d = 1.1880\ (m) \\ E &= 0.13050 \cdot H_d = 0.8613\ (m) \\ E_1 &= 0.03352 \cdot H_d = 0.2212\ (m) \\ R_1 &= 0.50000 \cdot H_d = 3.3000\ (m) \\ R_2 &= 0.20000 \cdot H_d = 1.3200\ (m) \\ &\text{ここで}\quad H_d = 6.6.\ (m) \end{aligned}\right) \cdots\cdots (35)$$



図－１６

4） 放水管とダム軸の相対的位置の決定

堤頂越流部の細部形状が決定されたので，未決定であった放水管とダム軸との相対的な位置の決定を行なうこととする（図－7中のεの値）。

放水管入口面には予備ゲートを設置する関係で，堤頂越流部の上流面よりもわずかに上流側に出ていることが好ましい。

これらのことを考慮して，ダム軸に対する放水管の設置位置を図－17のように定める。

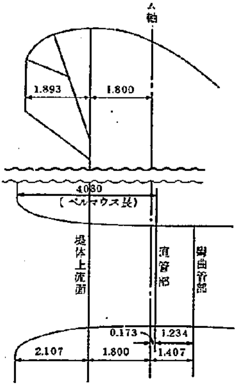


図 － 17

§6 堤体下流面形状の設計

1） 放水管の下流底面およびバケット部形状

放水管のゲートから下流底面の設計としては，水叩きまでの距離が長過ぎて水叩き長が短かくなることがないように，さらに射流が水叩きに流入する角度があまり大きく（鉛直に近く）ならないように配慮する。

設計の進め方としては，まず放水管のゲートの直上流部に設定されている底面直線（長さ2.960m）に接するような半径180 m，中心角3° の円弧を挿入しその下流端でこの円弧に接するような直線を水叩き面まで延長し，その交わる位置に半径20 mの円弧を挿入してバケット・カーブとする。

以下，その算出経過を示す。

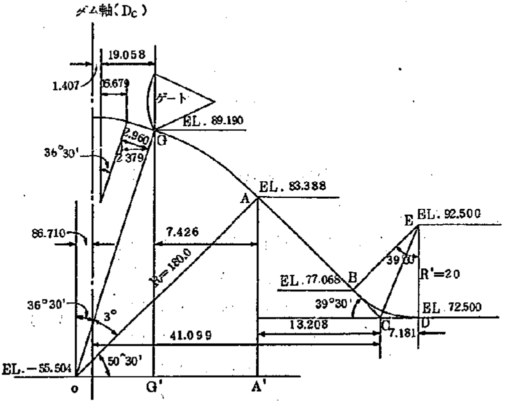


図 － 18

$\overline{GG'} = R \cdot \sin 53^\circ 30' = 144.6942$ (m)

∴　O点の標高 ―― $89.190 - 144.694 = -55.504$ (EL.m)

$\overline{OG'} = R \cdot \cos 53^\circ 30' = 107.0681$ (m)

$\overline{AA'} = R \cdot \sin 50^\circ 30' = 138.8924$ (m)

∴　A点の標高 ―― $-55.504 + 138.892 = 83.388$ (m)

$\overline{OG'} = R \cos 53^\circ 30' = 107.068$ (m)

$OA' = R \cos 50^\circ 30' = 114.494$ (m)

A点における接線の勾配は ―― $90^\circ - 50^\circ 30' = 39^\circ 30'$

$$\overline{CD} = R' \tan \frac{39^\circ 30'}{2} = 7.181 \ (m)$$

∴　B点の標高 ―― $72.5 + \overline{CD} \sin 39^\circ 30' = 77.068$ (EL.m)

$\overline{D_cG'} = \overline{ou'_n} + 1.300 = 20.358$ (m)　（$\overline{ou'_n}$は図―9参照）

$\overline{OD_c} = \overline{OG'} - \overline{D_cG'} = 86.710$ (m)

$\overline{G'A'} = \overline{OA'} - \overline{OG'} = 7.426$ (m)

$\overline{A'C} = (83.388 - 72.5) \cos 39^\circ 30' = 13.208$ (m)

$\overline{D_cC} = \overline{D_cG'} + \overline{G'A'} + \overline{A'C} = 40.992$ (m)

2）堤頂越流部下流曲線形状

堤頂越流部の曲線と堤体下流面直線との接点（x_0, y_0）は越流頂を原点としてあらわすと(32)式より

$$\begin{cases} x_0 = 18.9930 \\ y_0 = 23.4481 \end{cases}$$

したがって，ダム軸からの距離x'_0は

$x'_0 = x_0 - 1.80 = 17.1930$

この点の標高は

$126.0 - 23.4481 = 102.5519$ (EL.m)

放水管出口からの下流底面として設計された底面直線Y_1および堤頂越流部からの越流面直線Y_2（図―19参照）の式を求める。

$$\begin{cases} Y_1 = a_1 x + b_1 \\ Y_2 = a_2 x + b_2 \end{cases}$$

$a_1 = -\tan 39^\circ 31' = -0.824336$

$a_2 = -1/0.45 = -2.222222$

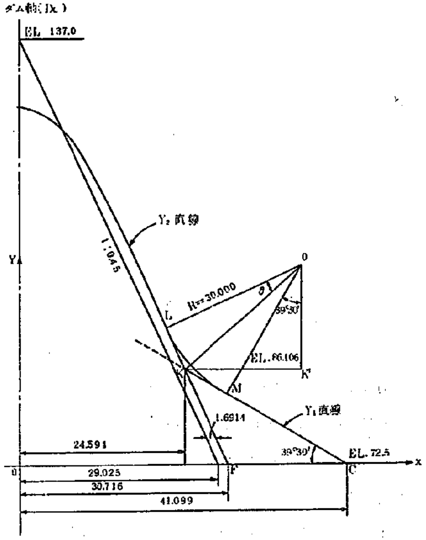


図 ― 19

$b_1 = -a_1 \cdot \overline{D_cC} = 33.8794$

$b_2 = -a_2 \cdot \overline{D_cF} = 68.2587$

ここで $\overline{D_cF} = (137-72.5)\times 0.45 + 1.6914 = 30.7164$ (m)

二つの直線の交点を求めると

$$\begin{cases} x = 24.549 \\ y = 13.607 \end{cases}$$

したがって，交点のダム軸からの距離は24.549 m，標高は86.107 mとなる。この2直線の交わる個所に半径30 mの円弧を挿入する。

$\theta = (\tan^{-1} 2.222222 - 39°\ 30')/2 = 13°\ 08'\ 10''$

$(\tan^{-1} 2.222222 = 65°\ 46'\ 20'')$

$\overline{OK} = R/\cos\ \theta = 30.806$ (m)

$\overline{KK'} = \overline{OK}\ \sin(39°\ 30' + \theta) = 24.485$ (m)

$\overline{OK'} = \overline{OK}\ \cos(39°\ 30' + \theta) = 18.695$ (m)

O点の標高 ——— $86.106+\overline{OK'}=104801$ (EL.m)

$\overline{LK}=\overline{KM}=R\ \tan\ \theta=7.001$ (m)

$\overline{D_CL}=24.487-\overline{LK}\cdot\cos\ 65^\circ 46' 20''=21.614$ (m)

L点の標高 ——— $86.106+\overline{LK}\cdot\sin\ 65^\circ 46' 20''=92.490$ (EL.m)

M点の標高 ——— $86.106+\overline{KM}\ \sin\ 39^\circ 30'=81.653$ (EL.m)

3) 堤体下流越流面全体形状（標準断面）

これまで部分的に行って来た堤頂越流部から水叩きにいたる堤体下流部の越流面形状をまとめてあらわすと以下のようになる。ただし，座標系は図－２０に示す座標系とする。

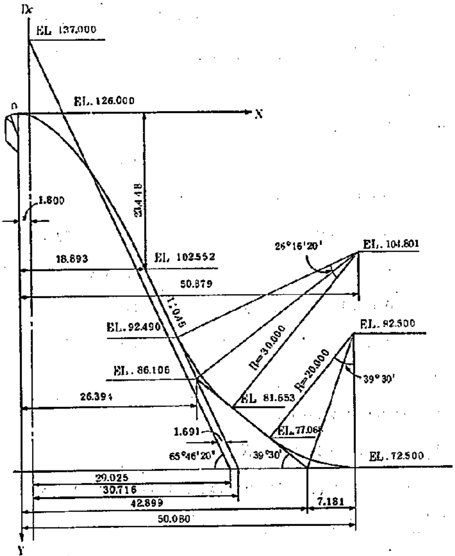


図 － ２０

i）堤頂越流部曲線（EL. 126.000～102.552 m）

$$Y=0.117123X^{1.8} \quad \cdots\cdots (36)$$

ii）直線区間（EL. 102.552～92.490 m）

$$Y-23.4481=\frac{1}{0.45}\,(X-18.9930) \quad\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (37)$$

iii) 遷移区間（EL. 92.490～81.653 *m*）

$$(X-50.879)^2+(Y-21.199)^2=30^2 \quad\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (38)$$

iv) 直線区間（EL. 81.653～77.068 *m*）

$$Y-53.5=0.824336\,(X-42.899) \quad\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (39)$$

V) 遷移区間（EL. 77.068 ～EL. 72.500 *m*）

$$(X-50.080)^2+(Y-33.5)^2=20^2 \quad\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (40)$$

4) 堤体下流越流面形状

余水吐の標準断面は以上で決定したが，高山ダムは非対称三心アーチダムであるので，任意の断面における断面形状はわずかに異っている。したがって，堤体下流面全体を考慮するため，アーチダムの基本形状をもとに，下流面の軌跡方程式を考慮すると次のようになる。なお，図および記号は図ー6を参照されたい。

$$z = 137.0 - \mathrm{EL.}$$

$$x_{on} \left.\begin{aligned} &= 81.000 &&\cdots\cdots\cdots\cdots \ \mathrm{EL.}\,126.000\sim100.000\,m \\ &= 81.000-0.03\,(z-37)^2 &&\cdots\cdots \ \mathrm{EL.}\,100.000\sim\ 95.000\,m \\ &= 80.250 &&\cdots\cdots\cdots\cdots \ \mathrm{EL.}\ \ 95.000\ \text{以下} \end{aligned}\right\} \cdots\cdots (41)$$

$$\phi_1 \left.\begin{aligned} &= 8 &&\cdots\cdots\cdots\cdots \ \mathrm{EL.}\,126.000\sim125.000\,m \\ &= 0.0015\,(z-12)^2+8 &&\cdots\cdots \ \mathrm{EL.}\,125.000\sim\ 95.000\,m \\ &= 9^\circ 21'00' &&\cdots\cdots\cdots\cdots \ \mathrm{EL.}\ \ 95.000\ \text{以下} \end{aligned}\right\} \cdots\cdots (42)$$

$$\left.\begin{aligned} &\delta = 2.500 \\ &\delta + 1.800 = 4.300 \end{aligned}\right\} \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (43)$$

$$\left.\begin{aligned} &R'_{1}{}_{dn} = x_{on} + 4.300 - X_n \\ &\qquad \text{ここで}\ \ X_n \text{は (34)～(38) 式から算出された} X \text{の値} \\ &R'_{2}{}_{dn} = R'_{1}{}_{dn} + l_n \end{aligned}\right\} \ \text{越流面半径} \ \cdots\cdots (44)$$

$$l_n \left.\begin{aligned} &= 140.000 - x_{on} - \delta - t_n &&\cdots\cdots\cdots\cdots \ \mathrm{EL.}\,126.000\sim125.000\,m \\ &= 140.000 - 0.01\,(z-12)^2 - x_{on} - \delta - t_n &&\cdots \ \mathrm{EL.}\,125.000\sim\ 95.000\,m \\ &= 46.150 &&\cdots\cdots\cdots\cdots \ \mathrm{EL.}\ \ 95.000\ \text{以下} \end{aligned}\right\} (45)$$

$$\left.\begin{aligned} t_n &= 0 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \quad \text{EL.}126.000\sim125.000m \\ &= -0.06667z^2+2.05z-14.9995 \cdots \text{EL.}125.000\sim122.000m \\ &= 0.05z \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \quad \text{EL.}122.000\sim\ 95.000m \\ &= 2.100 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \quad \text{EL.}\ 95.000\sim\ 72.500m \end{aligned}\right\} \cdots (46)$$

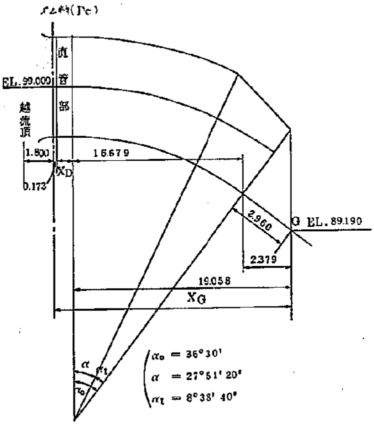
$R_2'dn$ を半径とする円方程式の中心 x_{cn} および y_{cn} は

$$\left.\begin{aligned} x_{cLn} &= x_{cRn} = x_{on} + l_n \cdot \cos\ \phi_1 \\ y_{cLn} &= y_{cRn} = l_n \cdot \sin\ \phi_1 \end{aligned}\right\} \cdots\cdots\cdots\cdots (47)$$

5) 放水管直管部の長さの設定

前述したように三心アーチダムの堤体厚が位置によってわずかに異なるため，4門の放水管のうち，余水吐の中心に関して対称になる外側の2門および内側の2門はそれぞれ等しいが，内側と外側の放水管の長さは異ることになる。したがって，放水管のベルマウス部，彎曲管部およびテーパー部の形状を同一にすれば直管部の長さを変化させて対処せねばならない。

この直管部の長さ X_D を内側の放水管（以下 S_1 管と呼ぶ）および外側の放水管（以下 S_2 管と呼ぶ）について求めることとする。



図－21

図－22においてベルマウス部，彎曲管部およびテーパー部の形状を同一とすると直管部の長さ X_D は

$$\begin{aligned} X_D &= X_G - (19.058+0.173) \\ &= X_G - 19.231 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (48) \end{aligned}$$

図－22においてダム軸上における S_1 管軸と余水吐中心，および S_2 管軸と S_1 管軸との距離（図－23における $\widehat{P_0 \cdot P_{1u}}$ および $\widehat{P_{1u} \cdot P_{2u}}$）を，堤頂越流部巾および橋脚巾などを考慮してそれぞれ 14.0 m および 28.0 m とする。

この時の S_1 管軸および S_2 管軸が余水吐中心となす角 θ_{s1} および θ_{s2} は次のように求

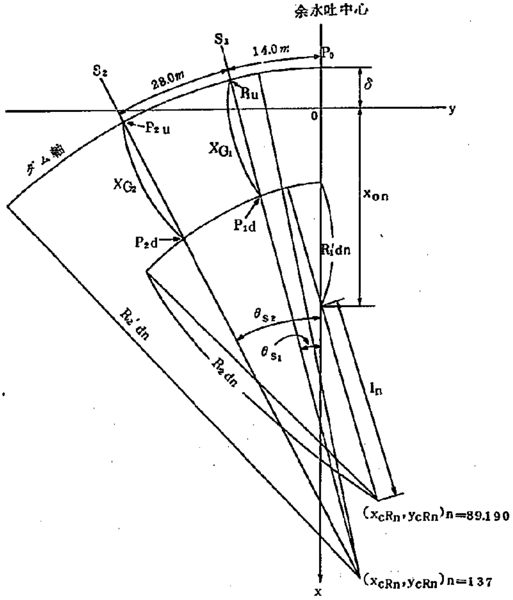


図 — 22

められる。

いま

$$R_1 = (R'_1 d n)_{n=126} - 1.8 \quad , \quad R_2 = (R'_2 d n)_{n=126} \quad , \quad \phi_0 = (\phi_1)_{n=126}$$

とおくと

$$\theta_{S1} = (14.0 - R_1\ \phi_0)/R_2 + \phi_0$$

$$\theta_{S2} = (42.0 - R_1\ \phi_0)/R_2 + \phi_0$$

（ここで角度はいずれもラジアン表示とする）

上式に $R_1 = 83.5m$, $R_2 = 140.0m$, $\phi_0 = 8° = 0.13962634$ を代入して θ_{S1} および θ_{S2} を算出すると次のようになる。

$$\theta_{S1} = 0.15634920 = 8°\ 57'\ 29''$$

$$\theta_{S2} = 0.35634920 = 20°\ 25'\ 02''$$

これからS_1 およびS_2 の直線式を求めると

$$\left.\begin{array}{l} S_1 \text{ は} \\ \quad y = 0.157684\ x - 18.7247 \\ S_2 \text{ は} \\ \quad y = 0.372239\ x - 43.1148 \end{array}\right\} \cdots\cdots\cdots\cdots (49)$$

これから図－22のR_{1u}，P_{1d}，P_{2u}およびP_{2d}の座標値を求めると

	x	y
P_{1u}	−1.3423	−18.9863
P_{1d}	18.7919	−10.7625
P_{2u}	5.7458	−40.9762
P_{2d}	25.3596	−33.6750

したがって直管部長X_Dは

	X_G	X_D
S_1	20.383	1.152
S_2	20.929	1.698

（X_Dは(48)式参照）

6) 堤頂越流部についての細部設計

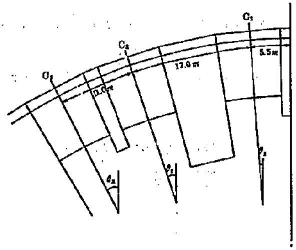
堤頂越流部は平面的に円弧として設計して来たが，ゲートの定着線は直線であることが望ましい。このために越流部を直線とし，任意の遷移区間を設けて下流部の円弧にすりつけることとする。

その方針は次のような考え方とする。

a) 堤頂部（EL. 126.0*m*）の直線は当初設定した堤頂越流部の円弧の中心に接する直線とする。

b) 基準になるEL. 126.0*m*の堤頂直線からEL. 125.0*m*までは標準断面に従って，直線のみで形成する。

c) EL. 125.0*m*からEL. 120.0*m*までの区間を遷移区間とし，この区間でEL. 125.0*m*における円弧半径∞からEL. 120.0*m*にお



図－23

ける円弧半径131.7931*m* にすりつけることとする。

d) 円弧の中心の軌跡はEL.120.0 *m* における越流面円弧の中心から，越流部の中心で越流部の直線に直角に引いた線上における∞の点に漸近的に移動するように設定する。

e) この変更は余水吐中心に関して左右各3門を対称とする。

図−23においてθ_1 ; θ_2 , θ_3 を求める。

$$\theta_1 = \frac{5.5}{R_1} = 0.0658683 = 3^\circ 46' 26''$$

$$\theta_2 = (22.5 - R_1 \cdot \phi_0)/R_2 + \phi_0 = 0.2170635 = 12^\circ 26' 13''$$

$$\theta_3 = (33.5 - R_1 \cdot \phi_0)/R_2 + \phi_0 = 0.2956349 = 16^\circ 56' 19''$$

（$\theta_1 \sim \theta_3$ の算出は前項のθ_{S1} の算出経過を参照）

したがって，C_1 ，C_2 ；C_3 の直線式は

C_1 : $y = 0.065962\ x - 5.3429$

C_2 : $y = 0.220540\ x - 22.3397$

C_3 : $y = 0.304559\ x - 33.8462$

となる。

$C_1 \sim C_3$ 直線上の越流面の座標値は任意の標高について

$$\left.\begin{array}{l} y = ax + b \\ (x - x_{cRn})^2 + (y - y_{cRn})^2 = R'^2_{dn} \end{array}\right\} \quad \cdots\cdots (50)$$

を解くことによって得られる。

いま，EL.120.000 *m*について各種要素を求めると次のようになる。

	a	b	x_{cRn}	y_{cRn}	R'_{dn}
C_1	0.065962	−5.3429	81.0000	0	76.3931
C_2	0.220540	−22.3397	135.8558	7.7461	131.7931
C_3	0.304559	−33.8462	1358558	7.7461	131.7931

C_{R120} から中心線までの距離ℓは（図−24参照）

$$\ell = \frac{a\,x_{cRn} + b - y_{cRn}}{\sqrt{1 + a^2}}$$

すりつけ円弧の中心の軌跡を求める計算を簡単にするため，EL.125.000 mと中心線の交点（図－24のO点）を原点とし，中心線をX軸とする座標系を考慮する。中心の軌跡の方程式をY＝0，X＝Xoを漸近線に持つ直角双曲線（$z=120.0$ でC_{R120}を通り$z=125.0$ でX＝∞となる）とする。

$$Y=\frac{a}{X-X_0} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \quad (51)$$

$$X=\frac{b}{Z-Z_0} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \quad (52)$$

(51) 式および(52) 式の常数を求める。

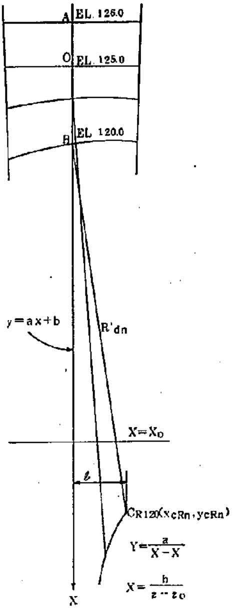


図 － 24

$$X_0=\sqrt{(x_{CR120}-x_{125})^2+(y_{CR120}-y_{125})^2-\ell^2}-\ell \quad \cdots\cdots\cdots \quad (53)$$

ここで　x_{125}およびy_{125} は図－25のO点のXy座標系の座標値

$X=X_0+\ell$　の時　$Y=\ell$

$$\therefore \quad a=\ell^2 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \quad (54)$$

$z=120.0$ の時　$X=X_0+\ell$　，　$z_0=125.0$

$$\therefore \quad b=-5(X_0+\ell) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \quad (55)$$

以上の常数をC_1，C_2，C_3 についてまとめると次のようになる。

	ℓ	z_0	X_0	a	b
C_1	0	125.0	——	0	−381.9655
C_2	0.1212	125.0	137.2932	0.014689	−687.0720
C_3	0.2067	125.0	137.2206	0.042725	−687.1365

なお，越流頂から上流側は標準断面にしたがって直線（平面的に見て）で構成する。

§7 減勢工

減勢工としては水平跳水式減勢工を採用するものとし，その底面標高は推定される岩盤の標高を考慮してEL. 72.500 m とする。水叩き巾は堤体越流面巾，原河道巾などを考慮して51 mとし，その長さは経済性を考慮して，副ダムあるいはシルなどの補助構造物を含めて80 m以下になるように設計する。

なお，減勢工は地形の関係上，余水吐の中心線と3° 58' 46" の角度を持ち，減勢工の方が右岸側にふれている。

減勢工設計対象流量としては，異常洪水量の4800㎥/secまでを完全に減勢することが経済的に非常に不利であり，かつ，本ダムの下流には人家や田畑は全くなく，また，下流にある関西電力KKの大河原堰堤による背水位が本ダムの直下流まで迫っているので，これら頻度の少ない大洪水量をそのまま河道へ流下させてもさしたる支障はないという配慮のもとで，計画最大放流量の2300㎥/secとした。この設計対象流量を減勢するための補助構造物として高さ7.5 mの台形副ダム（流量の小さい時は水位を保つための副ダムとして，流量の大きい時は水脈をそのまま下流へ流下させるためのディフレクターとしての機能をもつ）を設計したが，この高さ，あるいは水叩きの長さ，導流壁の必要高などについては模型実験によって最終的に決定する。

§8 余水吐原設計案図面

以上で完了した余水吐の原設計案を図－25に示す。

第3章　実験目的および模型

§1 実験目的

本実験の目的は高山ダム余水吐設計案の水理機能に関する調査，検討を行って，その水理的な適否を判定するために行なうものであり，その内容は次の通りである。

1）放流機能について

　i）放流能力に関する検討

　ii）ゲート操作時の貯水位と放流量との関係に関する検討

2）形状について

　i）空洞現象に関する検討

　ii）流下水脈の乱れに関する検討

3）減勢工について

設計対象流量（2300m^3/sec）を完全に減勢しうるような水叩き長および副ダム高に関する検討

§2 模型

本実験に使用した模型は，主として減勢工の水理機能を調査するための三次元全体模型，および放流機能と形状の検討を行うための，放水管および堤頂越流部それぞれについての抽出二次元模型の3種類である。

これらの模型はいずれも建設省土木研究所篠崎分室ダム水理実験場内に設置された。その概要は次のとおりである。

i）三次元全体模型

三次元全体模型の縮尺は縦横とも1/40とし，模型製作範囲はダム本体，水叩きおよび水叩き下流端から200m下流までの河道（河道の山腹はEL.100mまで）とし，ダムから上流の貯水池内の地形は省略した。ダム本体は施設の関係上，ダムの全長（約200m）をとり入れることは不可能なので，余水吐中心から左右岸側に各70m，都合140mの範囲を製作した。

堤体骨組および水叩き部は木製とし，放水管は良質の檜材を使用した。堤体の上流面および下流越流面は木製骨組の間にモルタルを充塡し，特に下流越流面は砥石仕上げとした。

堤体上下流面および木製の部分は流水および気象条件の影響を少なくするため，ビニール塗料仕上げとした。

下流河床は周囲を板材で囲みモルタル破片，砂利，砂などを中詰にして表面をモルタル刷毛引き仕上げとした。

ii） 放水管抽出模型

高山ダム放水管の全長はS_1 管が25.265m，S_2 管が24.719mとかなり長く，ベルマウス入口で正方形断面，ベルマウス終端から直管部および彎曲管部で円形断面，さらに断面縮少区間（テーパー部）によって放水管出口で長方形断面を示す複雑な形状が採用されている。これは放水管両端に設置されるゲートの経済性および管路部の設計施工上の便宜を考慮されたものである。

放水管の細部に関する検討を行うには縮尺$^1/_{40}$ の全体模型における資料ではやゝ精度が劣るため縮尺$^1/_{25}$ の大型抽出模型を真鍮鋳造によって製作した。模型の製作範囲は上流は，リセスおよびコースターゲートの受台から上下左右の堤体上流面を2.5mづつとり入れ，下流はゲートの下流約15m（越流面にそった長さ）までとした。模型の全長は約1m，重量は約120Kgである。

iii） 堤頂越流部抽出模型

模型は堤頂越流部6門のうち1門のみを縮尺$^1/_{25}$ の木製として製作された。模型製作範囲はEL．120.0m 以上の部分とした。

§3 相似律

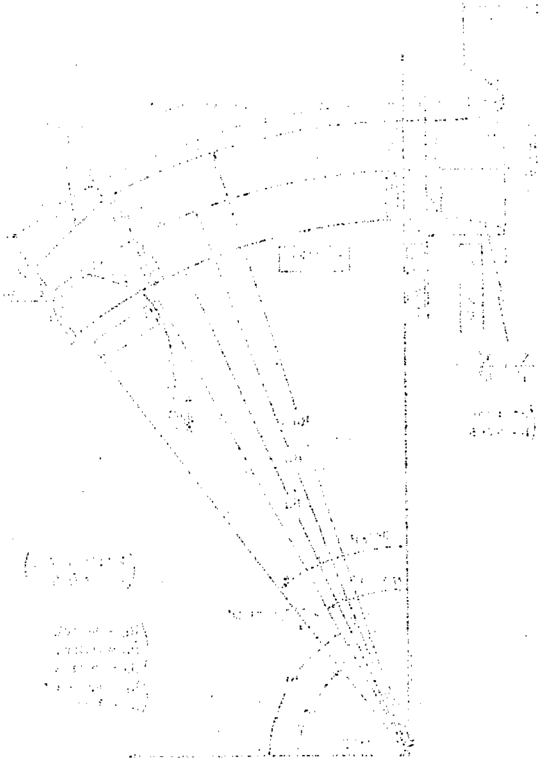
模型と実物との相似の関係はフルードの法則にしたがうものと考え，以下報告書中に記載する数値はすべて次表の関係によって実物に換算した値である。

	次元	縮率		
長さ，水深	L	n	1：40	1：25
時間	T	$n^{1/2}$	1：6.32456	1：5
流速	LT^{-1}	$n^{1/2}$	1：6.32456	1：5
流量	L^3T^{-1}	$n^{5/2}$	1：10119.3	1：3125
越流係数	——	——	1：1	1：1

§4 諸量の測定方法

水位および水深の測定には$\frac{1}{10}$ mm読みの水位測定器を使用し，圧力の測定は1mm開孔部を持つ内径6mmの真鍮管をビニール管で目盛付ガラス管に連結し，その水頭高を測定する方法をとった。

流量は模型の下流端にある鋭縁矩形堰の越流深を測定し沖公式（水理公式集）によって算出した。



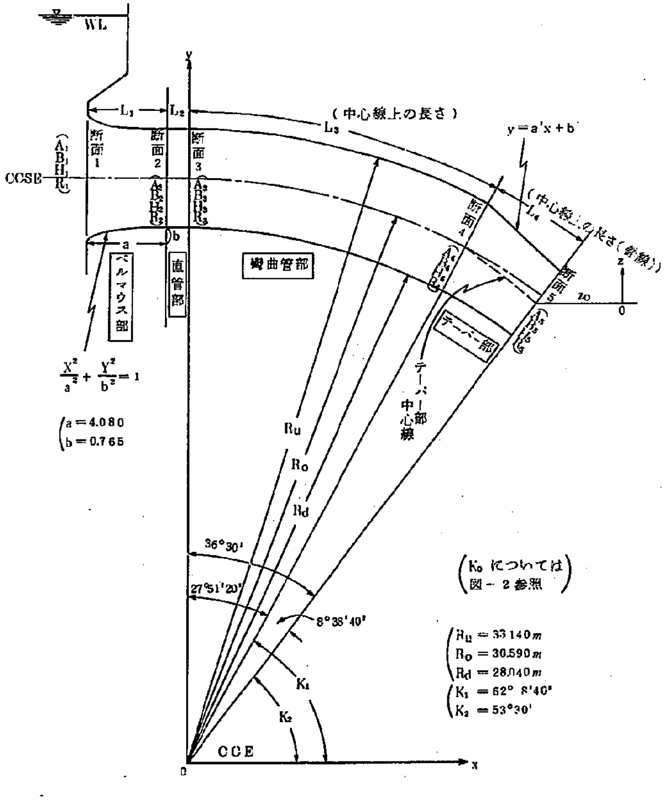
第４章　主放水設備（高圧放水管）に関する検討

§1　放流能力および形状に関する検討

1）計算による検討

原設計は適当な仮定を設けて計算を簡略して行なわれているので，実験に先立って計算によって原設計案についての詳細な検討を行なうこととした。

計算に使用する記号の説明を図－２６および表－８に示す。



図－２６　高山ダム放水管詳細図および記号説明図

表－3

	ベルマウス始端	ベルマウス区間	直管部始端	直管部	彎曲管部始端	彎曲管部	テーパー部始端	テーパー部	出口
断面積	A_1	A_1x	A_2	$A_2x(=A_2)$	$A_3\ (=A_2)$	$A_3x(=A_3)$	A_4	A_4x	A_5
潤辺	P_1	P_1x	P_2	$P_2x(=P_2)$	$P_3\ (=P_2)$	$P_3x(=P_3)$	P_4	P_4x	P_5
径深	R_1	R_1x	R_2	$R_2x(=R_2)$	$R_3\ (=R_2)$	$R_3x(=R_3)$	R_4	R_4x	R_5
断面高	H_1	H_1x	H_2	$H_2x(=H_2)$	$H_3\ (=H_2)$	$H_3x(=H_3)$	H_4	H_4x	H_5
平均流速	V_1	V_1x	V_2	V_2x	V_3	V_3x	V_4	V_4x	V_5
区間長		L_1		L_2		L_3		L_4	
平均圧力		p_1x		p_2x		p_3x		p_4x	
曲率半径						$r_3x(=R_C)$		r_4x	

f_e ：入口損失係数

λ ：摩擦損失係数

x ：X断面の含まれている区間の始端からX断面までの距離

Q ：流量

z_0 ：放水管出口中心標高

z_x ：z_0 からX断面中心までの鉛直距離

WL：貯水位（EL.m）（Water Level）

CCSE：放水管入口標高（EL.m）（Conduit Center Start Elevation）
（EL.99.000m）

CCE：彎曲管部円弧中心標高（EL.m）（Circle Center Elevation）
（EL.68.410m）

a，b：ベルマウス楕円曲線の常数（$X^2/a^2+Y^2/b^2=1$） $\begin{pmatrix}a=4.080\\b=0.765\end{pmatrix}$

a'，b'：テーパー直線の式の常数（$y=a'x+b'$） $\begin{pmatrix}a'=-0.99180\\b'=44.6574\end{pmatrix}$

これらの記号を用いて放水管出口断面にベルヌーイの定理を適用すると

$$WL-z_0=\frac{V_5^2}{2g}+f_e\ \frac{V_1^2}{2g}+\int_0^{L_1}\frac{\lambda}{4R_{1x}}\cdot\frac{V_{1x}^2}{2g}\,dx+\int_0^{L_2}\frac{\lambda}{4R_{2x}}\cdot\frac{V_{2x}^2}{2g}\,dx$$

$$+\int_0^{L_3}\frac{\lambda}{4R_{3x}}\cdot\frac{V_{3x}^2}{2g}\,dx+\int_0^{L_4}\frac{\lambda}{4R_{4x}}\cdot\frac{V_{4x}^2}{2g}\,dx$$

$$=\frac{V_5^2}{2g}\left\{1+f_e\left(\frac{A_5}{A_1}\right)^2+\frac{\lambda A_5^2}{4}\left(\int_0^{L_1}\frac{P_{1x}}{A_{1x}^3}\,dx+\frac{L_2}{R_2\cdot A_2^2}+\frac{L_3}{R_3\cdot A_3^2}\right.\right.$$

$$\left.\left.+\int_0^{L_4}\frac{P_{4x}}{A_{4x}^3}\,dx\right)\right\}\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (56)$$

$$\therefore\ \frac{V_5^2}{2g}=\frac{WL-z_0}{1+f_e\left(\frac{A_5}{A_1}\right)^2+\frac{\lambda A_5^2}{4}\left(\int_0^{L_1}\frac{P_{1x}}{A_{1x}^3}\,dx+\frac{L_2}{R_2\cdot A_2^2}+\frac{L_3}{R_3\cdot A_3^2}+\int_0^{L_4}\frac{P_{4x}}{A_{4x}^3}\,dx\right)} \quad (57)$$

ベルマウス区間におけるX断面については

$$WL-z_0=p_{1x}+z_x+\frac{V_5^2}{2g}\left\{\left(\frac{A_5}{A_{1x}}\right)^2+f_e\left(\frac{A_5}{A_1}\right)^2+\frac{\lambda A_5^2}{4}\int_0^{x}\frac{P_{1x}}{A_{1x}^3}\,dx\right\}\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (58)$$

(56) (58) より

$$p_{1x}=\frac{V_5^2}{2g}\left\{\left(1-\left(\frac{A_5}{A_{1x}}\right)^2+\frac{\lambda A_5^2}{4}\left(\int_x^{L_1}\frac{P_{1x}}{A_{1x}^3}\,dx+\frac{L_2}{R_2\cdot A_2^2}+\frac{L_3}{R_3\cdot A_3^2}\right.\right.\right.$$

$$\left.\left.\left.+\int_0^{L_4}\frac{P_{4x}}{A_{4x}^3}\,dx\right)\right\}-z_x\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (59)$$

直管部のX断面については

$$WL-z_0=p_{2x}+z_x+\frac{V_5^2}{2g}\left\{\left(\frac{A_5}{A_{2x}}\right)^2+f_e\left(\frac{A_5}{A_1}\right)^2+\frac{\lambda A_5^2}{4}\left(\int_0^{L_1}\frac{P_{1x}}{A_{1x}^3}\,dx+\frac{x}{R_2\cdot A_2^2}\right)\right\}\cdots$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (60)$$

(56) (60) より

$$p_{2x} = \frac{V_5^2}{2g} \left\{ 1 - \left(\frac{A_5}{A_{2x}} \right)^2 + \frac{\lambda A_5^2}{4} \left(\frac{L_2 - x}{R_2 \cdot A_2^2} + \frac{L_3}{R_3 \cdot A_3^2} + \int_0^{L_4} \frac{P_{4x}}{A_{4x}^3} \, dx \right) \right\} - zx \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \quad (61)$$

彎曲管部のX断面について

$$WL - zo = p_{3x} + zx + \frac{V_5^2}{2g} \left(\frac{A_5}{A_{3x}} \right)^2 + f_e \left(\frac{A_5}{A_1} \right)^2 + \frac{\lambda A_5^2}{4} \left(\int_0^{L_1} \frac{P_{1x}}{A_{1x}^3} \, dx + \frac{L_3}{R_2 \cdot A_2^2} + \frac{x}{R_3 \cdot A_3^2} \right) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \quad (62)$$

(56) (62) より

$$p_{3x} = \frac{V_5^2}{2g} \left\{ 1 - \left(\frac{A_5}{A_{3x}} \right)^2 + \frac{\lambda A_5^2}{4} \left(\frac{L_3 - x}{R_3 \cdot A_3^2} + \int_0^{L_4} \frac{P_{4x}}{A_{4x}^3} \, dx \right) \right\} - zx \quad \cdots\cdots \quad (63)$$

テーパー部のX断面については

$$WL - zo = p_{4x} + zx + \frac{V_5^2}{2g} \left\{ \left(\frac{A_5}{A_{4x}} \right)^2 + f_e \left(\frac{A_5}{A_1} \right)^2 + \frac{\lambda A_5^2}{4} \left(\int_0^{L_1} \frac{P_{1x}}{A_{1x}^3} \, dx + \frac{L_2}{R_2 \cdot A_2^2} + \frac{L_3}{R_3 \cdot A_3^2} + \int_0^{x} \frac{P_{4x}}{A_{4x}^3} \, dx \right) \right\} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \quad (64)$$

(56) (64) より

$$p_{4x} = \frac{V_5^2}{2g} \left\{ 1 - \left(\frac{A_5}{A_{4x}} \right)^2 + \frac{\lambda A_5^2}{4} \int_x^{L_4} \frac{P_{4x}}{A_{4x}^3} \, dx \right\} - zx \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \quad (65)$$

流量Qは

$Q = A_5 \cdot V_5$　（V_5 は(57)式から求められる）……………………………… (66)

上で求められた圧力を各断面における平均圧力と考えると上面および下面の圧力 p_{xu} お

よびpxd は

$$pxu = px - \frac{Hx}{2}\cos\theta + F\frac{(Hx/2)Q^2}{gAx^2\cdot r}$$

$$= px - \frac{Hx}{2}\left(\cos\theta - F\frac{Q^2}{gAx^2\cdot r}\right) \quad \cdots\cdots (67)$$

$$pxd = px + \frac{Hx}{2}\cos\theta - F\frac{(Hx/2)Q^2}{g\cdot Ax^2\cdot r}$$

$$= px + \frac{Hx}{2}\left(\cos\theta - F\frac{Q^2}{gAx^2\cdot r}\right) \quad \cdots\cdots (68)$$

ここで　r：曲率半径（管軸が直線の場合は∞）

※　F：遠心力に関する項の係数

$$\left.\begin{array}{ll} F=\sqrt{\dfrac{\theta}{\theta_0}\left(2-\dfrac{\theta}{\theta_0}\right)} & 0<\theta<\theta_0 \\ =1 & \theta>\theta_0 \end{array}\right) \quad \cdots\cdots (69)$$

（図－27参照）

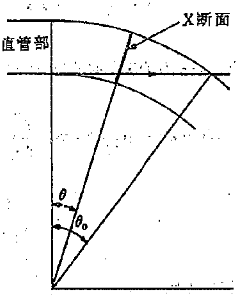


図 － 27

θ_0 は直管部の底面を延長した直線が彎曲管上面に交わる点と曲率の中心を結んだ線が鉛直となす角である。

計算に当って問題になるのは(57)(59)(61)(63)(65)式中に含まれている積分不可能な項についての数値積分計算と，テーパー部における計算断面のとり方およびその部分の曲率について考慮である。

数値積分については所要のx～Lの区間を△x間隔に2n等分してシンプソン式によって下のように求められる。

$$\int_0^L \frac{Px}{Ax^3}dx = \frac{\triangle x}{3}\left(\frac{P_0}{A_0^3} + \frac{Pn}{A^3_{2n}} + 4\cdot\sum_{k=1}^{n}\frac{P_{2k-1}}{A_{2k-1}^3} + 2\sum_{k=1}^{n-1}\frac{P_{2k}}{A_{2k}^3}\right) \quad \cdots\cdots (70)$$

※　遠心力の取扱いについては土木研究所報告89の6堰堤放水管に関する研究(2)参照

テーパー部の計算断面としては面積が最小となるような断面を考えるべきで，曲率半径もその断面中心の軌跡について考えるべきであるが，これらの計算は非常に複雑な計算になるので，次のような仮定を設けて計算断面および曲率半径を求めることとする。すなわち，テーパー部の計算断面は任意の点と底面曲線の中心（前出図－２６のO点）とを結んだ断面を考えることとし，この断面の中心線について，曲率半径を考えることとする。

テーパー部の上面の直線（$\overline{AC}$）の式を$y=a'x+b'$（図－２６参照）とすると

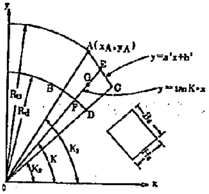


図　－　２８

$$\left.\begin{array}{l}\left(\begin{array}{l}x_A=Ru\cdot\cos K_1\\ y_A=Ru\cdot\sin K_1\end{array}\right.\\ \\ \left(\begin{array}{l}x_C=(Ru+H_5)\cos K_2\\ y_C=(Ru+H_5)\sin K_2\end{array}\right.\end{array}\right\}\cdots\cdots\cdots\cdots(71)$$

$$a'=\frac{y_C-y_A}{x_C-x_A}\ ,\qquad b'=\frac{x_A\cdot y_C-x_C\cdot y_A}{x_A-x_C}\cdots\cdots\cdots\cdots(72)$$

したがって任意の断面$\overline{EF}$の上面および下面の座標値は

$$\left(\begin{array}{l}x_E=\dfrac{b'}{\tan K-a'}\\ \\ y_E=\dfrac{b'\tan K}{\tan K-a'}\end{array}\right.\qquad\left(\begin{array}{l}x_F=Rd\cdot\cos K\\ \\ y_F=Rd\cdot\sin K\end{array}\right\}\cdots\cdots\cdots\cdots(73)$$

断面の中心をGとすると

$$\left(\begin{array}{l}x_G=\dfrac{x_E+x_F}{2}=\dfrac{\dfrac{b'}{\tan K-a'}+Rd\cdot\cos K}{2}\\ \\ y_G=\dfrac{y_E+y_F}{2}=\dfrac{\dfrac{b'\tan K}{\tan K-a'}+Rd\cdot\sin K}{2}\end{array}\right\}\cdots\cdots\cdots\cdots(74)$$

$$\tan K=\frac{y}{x}\ ,\quad \cos K=\frac{x}{\sqrt{x^2+y^2}}\ ,\quad \sin K=\frac{y}{\sqrt{x^2+y^2}}\cdots\cdots(75)$$

を代入すると

$$x=\frac{\dfrac{b'}{\dfrac{y}{x}-a'}+Rd\dfrac{x}{\sqrt{x^2+y^2}}}{2}=\frac{\left(\dfrac{b'}{y-a'x}+\dfrac{Rd}{\sqrt{x^2+y^2}}\right)x}{2}$$

$$\therefore\ \frac{b'}{y-a'x}+\frac{Rd}{\sqrt{x^2+y^2}}=2 \cdots\cdots\cdots\cdots (76)$$

$$\left(y=\frac{\dfrac{b'\tan K}{\tan K-a'}+Rd\ \sin K}{2} \right.$$ からも全く同じ関係が誘導される）

曲率半径 r は次式で求められる。

$$r=\frac{\left\{1+\left(\dfrac{dy}{dx}\right)^2\right\}^{3/2}}{\dfrac{d^2y}{dx^2}} \cdots\cdots\cdots\cdots (77)$$

(76)式を微分すると

$$\frac{b'\left(a'-\dfrac{dy}{dx}\right)}{(y-a'x)^2}-\frac{Rd\left(x+y\dfrac{dy}{dx}\right)}{(x^2+y^2)^{3/2}}=0 \cdots\cdots\cdots\cdots (78)$$

$$\therefore\ \frac{dy}{dx}=\frac{\left\{\dfrac{a'\cdot b'}{(y-a'x)^2}-\dfrac{Rd\cdot x}{(x^2+y^2)^{3/2}}\right\}}{\dfrac{b'}{(y-a'x)^2}+\dfrac{Rd\cdot y}{(x^2+y^2)^{3/2}}} \cdots\cdots\cdots\cdots (79)$$

(78)式を微分すると

$$\frac{b'\left(-\dfrac{d^2y}{dx^2}\right)(y-a'x)^2-2b'\left(a'-\dfrac{dy}{dx}\right)(y-a'x)\left(\dfrac{dy}{dx}-a'\right)}{(y-a'x)^4}$$

$$-\frac{Rd\left\{1+\left(\dfrac{dy}{dx}\right)^2+y\dfrac{d^2y}{ax^2}\right\}(x^2+y^2)^{3/2}-3Rd\left(x+y\dfrac{dy}{dx}\right)\sqrt{x^2+y^2}\left(x+y\dfrac{dy}{dx}\right)}{(x^2+y^2)^3}$$

$$= \frac{b'\left\{-(y-a'x)\frac{d^2y}{dx^2}+2\left(a'-\frac{dy}{dx}\right)^2\right\}}{(y-a'x)^3}$$

$$-\frac{Rd\left[\left\{1+\left(\frac{dy}{dx}\right)^2+y\frac{d^2y}{dx^2}\right\}(x^2+y^2)-3\left(x+y\frac{dy}{dx}\right)^2\right]}{(x^2+y^2)^{5/2}}=0$$

$$\frac{b\frac{d^2y}{dx^2}}{(y-a'x)^2}+\frac{Rd\cdot y\frac{d^2y}{dx^2}}{(x^2+y^2)^{3/2}}=\frac{2b'\left(a'-\frac{dy}{dx}\right)^2}{(y-a'x)^3}$$

$$+\frac{Rd\left[3\left(x+y\frac{dy}{dx}\right)^2-\left\{1+\left(\frac{dy}{dx}\right)^2\right\}(x^2+y^2)\right]}{(x^2+y^2)^{5/2}}$$

$$\therefore \frac{d^2y}{dx^2}=\frac{\dfrac{2b'\left(a'-\frac{dy}{dx}\right)^2}{(y-a'x)^3}+\dfrac{Rd\left[3\left(x+y\frac{dy}{dx}\right)^2-\left\{1+\left(\frac{dy}{dx}\right)^2\right\}(x^2+y^2)\right]}{(x^2+y^2)^{5/2}}}{\dfrac{b'}{(y-a'x)^2}+\dfrac{Rd\cdot y}{(x^2+y^2)^{3/2}}}$$

……………………………………………(80)

したがって，(79)式および(80)式によって得られた結果を(77)式に代入すればテーパー部の曲率を求めることができる。

以上の管内圧力計算経過をALGOL−HI にprogramingしたものを巻末に示す。また，このprogramは圧力計算と同時に，管内の任意の点の座標値を算出できる。なお，このprogramは全体がprocedure（手続）になっており，procedure中のparameterを任意に操作することによってデーターの異ったものに対する結果を得ることが出来るようになっている。

このprogramを土木研究所のOKITAC−5090−Hにかけて得られた計算結果を表−4に示す。

計算は貯水位（WL）をEL．117.0*m*, EL．132.5*m* およびEL．135.0*m* の3通り，摩擦損失係数（λ）を0.012（新管の場合）および0.025（旧管の場合）の2通り，直管区間長（L_2）を11.517*m*（S_1管）および16.983（S_2管）の2通りにそれぞれ変化さ

せ，座標計算はS_1管およびS_2管についての2通り，圧力計算は12通りの計算を行った。

これら全体の計算時間は約5分であった。

なお入口損失係数（f_e）と値としては，従来はベルマウス区間の損失を含めて0.04程度の値を取っていたが今回の計算にはベルマウス区間の損失計算は別に行っているのでここでは0.01として計算を行った。

この計算結果によれば放流能力は旧管の場合（$\lambda=0.025$）下表のようになり必要放流条件を満足する。

表－5　（$\lambda=0.025$　旧管の場合）

貯水位	必要放流量（1門当り）	簡略計算値	電子計算値
EL．117.0m	325 ㎥/sec	356 ㎥/sec	370 ㎥/sec
132.5	450	455	473
135.0		469	488

上表中の簡略計算値とは仮定値などを使用して求められた設計計算時の値である（第2章参照）。

表－5中の簡略計算値は電子計算値と比較すると約4％の誤差しかなく，本設計に使用された簡略計算法は設計に際しての計算手段として充分に採用し得るものと考えられる。

2）抽出模型実験による検討

i）原設計案について

放水管の抽出模型実験は下記の事項に関する実験を行った。

a）放流能力の検討

指定された貯水位における必要放流量（表－5参照）が確保出来るかどうかを実験によって検証した。

その結果，放流能力については下表のようになった。

表－6

貯水位	必要放流量	簡略計算値	電子計算値	実験値
EL．117.0m	325 ㎥/sec	356 ㎥/sec	378 ㎥/sec	368 ㎥/sec
132.5	450	455	483	471
135.0		469	499	481

（なお，上表中の電子計算値としては新管の場合（$\lambda=0.012$）の値を採用した）

これによって実験値はいずれの場合も必要放流量を満足していることが確認された。

実験値と電子計算値はかなりよく合ってはいるが，まだ約4％の誤差がある。これは抽出模型の損失係数の考慮などに問題があるものと考えられ，これについてはさらに詳細な検討が必要なのでここでは省略する。

b）放水管形状の検討

放水管の内部形状の可否を判定するため，異常洪水位EL. 135.0 *m* でゲート開度1，2，3，4 *m* および全開の5種，制限水位EL. 117.0 *m* でゲート全開の場合の計6種について管内圧力を測定した。圧力測定位置は図－29および表－7に示される。これらの測定位置は前に行なった放水管内の座標計算を行なった位置をそのまま採用したものである。ただし，測点1および測点14は測点0および測点15とそれぞれ非常に接近しているので測定を省略し，測点38（出口）は下面についてのみ測定した。測定した結果は図－30および表－8のようになった。これによるとゲートを部分開放した場合はいずれも管内は20～40 *m* の正圧を示しており全く問題はない。

しかしながらゲート全開時にはベルマウス終端附近で負圧が観測されており，特に貯水位EL. 117.0 *m* の場合に上部隅角面には－3.428 *m* という許容負圧（－3.0 *m*）を越える値があらわれている。

これについて検討した結果，次のことがわかった。

許容負圧を越える値は1個所であるが，2種の貯水位についていずれも，ベルマウス終端の上部隅角面および下部隅角面に，その上流部および下流部の圧力にくらべて異常な圧力降下の現象が認められ，この点で不連続に近い。

しかしながら上面，側面および下面はいずれも隅角面に比較して小さな圧力降下である。

同様な現象が彎曲管終端の下部隅角面にも見られる。

以上のことを総合して判断すると問題点は各部分の境界点であり，さらにいずれも隅角面であることから，隅角面の接合点に問題があるのではないかという疑問が生じた（彎曲部終端の上部は断面そのものが急に縮少されているため，この位置の上部隅角面は全く条件が異なる）。

そこで，今任意の断面の中心から隅角面までの距離を求めてみる。

図－31に見られるようにベルマウス終端から上流に x_1 の距離にある断面の，中心Cから隅角面までの距離 ℓ_1 は次式で求められる。

$$\ell_1 = \sqrt{2}\ (b+Reb-y_1)-Rx(\sqrt{2}-1)$$

したがって任意のｘにおけるℓは

$$\ell = \sqrt{2}\ (b + Reb - y) - Rx(\sqrt{2} - 1) \quad \cdots\cdots (81)$$

ここで　$y = b\sqrt{1 - \frac{x^2}{a^2}}$ ……………… (82)

(81)式をｘで微分すると

$$\frac{d\ell}{dx} = \frac{\sqrt{2}\cdot b\cdot x}{\sqrt{1 - \frac{x^2}{a^2}}} - (\sqrt{2} - 1)\frac{dRx}{dx} \quad \cdots\cdots (83)$$

(83) 式でｘ＝０とおくと右辺の第１項は０となるが，第２項のRxについては原設計案では

$$Rx = Reb + \frac{x}{L_1}\ (Rbb - Reb) \quad （前出(26)式）\cdots\cdots (84)$$

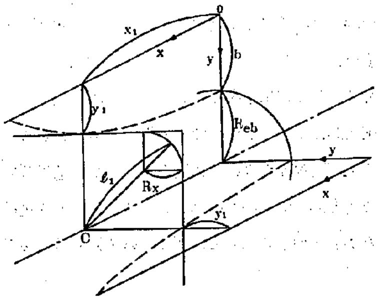
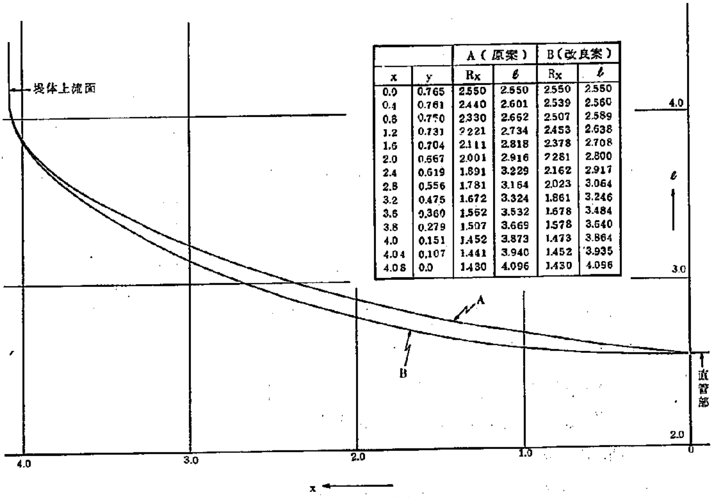


図　－　３１

としているため，第２項は０にならない。したがって　ｘ＝０　における接線はある勾配を持つことになり，下流に接続している接線勾配０の直管部とは滑らかに連続しないことになる（図－３２のＡ曲線参照）。

前記の実験値中の異常な負圧はこのためであると考えられる。



		A（原案）		B（改良案）	
x	y	Rx	ℓ	Rx	ℓ
0.0	0.765	2.550	2.550	2.550	2.550
0.4	0.761	2.440	2.601	2.539	2.560
0.8	0.750	2.330	2.662	2.507	2.589
1.2	0.731	2.221	2.734	2.453	2.638
1.6	0.704	2.111	2.818	2.378	2.708
2.0	0.667	2.001	2.916	2.281	2.800
2.4	0.619	1.891	3.229	2.162	2.917
2.8	0.556	1.781	3.164	2.023	3.064
3.2	0.475	1.672	3.324	1.861	3.246
3.6	0.360	1.562	3.532	1.678	3.484
3.8	0.279	1.507	3.669	1.578	3.640
4.0	0.151	1.452	3.873	1.473	3.864
4.04	0.107	1.441	3.940	1.452	3.935
4.08	0.0	1.430	4.096	1.430	4.096

図　－　３２

これを避けるには

$$\left(\frac{dRx}{dx}\right)_{x=0}=0 \qquad (85)$$

という条件を満足すればよい。したがって

$$\frac{dRx}{dx}=f(x)^{x} \qquad (86)$$

$$\therefore\ Rx=\int f_{(x)}\cdot x\,dx$$

今，最も簡単な形として

$f_{(x)}=2K$　とおくと

$Rx=Kx^2+C$

境界条件　（$x=0$ で $Rx=Reb$，　$x=L_1$ で $Rx=Rbb$）より

$$Rx=\left(\frac{x}{L_1}\right)^2(Rbb-Reb)+Reb \qquad (87)$$

(87) 式によって求められるRx を隅角半径として採用すればよいことになる。

(87) 式を図示したものを図－３２のＢ曲線として示す。

したがって，テーパー部の下面についても同様の操作を行うことによって彎曲管部終端の異常負圧も除去できると考えられる。

なお，念のため，今まで行った断面中心から隅角面中心までの距離，すなわち断面中心から４５°傾斜した面における隅角面までの距離だけではなく，断面から任意に傾斜した面における隅角面までの距離について考えてみる（図－３３参照）。

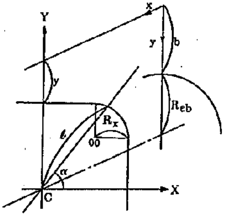


図 － ３３

隅角円弧の中心００の座標は断面中心Ｃから水平にＸ軸，鉛直にＹ軸をとって考えると

$$\left.\begin{aligned} Y_{oo} &= b+R_{eb}-(y+R_x) \\ X_{oo} &= Y_{oo} = b+R_{eb}-(y+R_x) \end{aligned}\right\} \cdots\cdots\cdots\cdots (88)$$

隅角円弧の式は

$$(X-X_{oo})^2+(Y-Y_{oo})^2=R_x{}^2 \cdots\cdots\cdots\cdots (89)$$

中心Ｃからα傾斜した面の式は

$$Y=\tan\alpha\cdot X \cdots\cdots\cdots\cdots (90)$$

(88) (89) 式より隅角面の座標値は

$$\left.\begin{aligned} X &= \frac{1}{1+\tan^2\alpha}\Big\{X_{oo}(1+\tan\alpha) \\ &\qquad +\sqrt{R_x{}^2(1+\tan^2\alpha)-X_{oo}{}^2(1-\tan\alpha)}\Big\} \\ Y &= \tan\alpha\cdot X \end{aligned}\right\} \cdots\cdots\cdots\cdots (91)$$

$$\therefore\ \ell=\sqrt{X^2+Y^2}=\sqrt{X^2+X^2\tan^2\alpha}=X\sqrt{1+\tan^2\alpha}$$

$$=\frac{1}{\sqrt{1+\tan^2\alpha}}\Big\{X_{oo}(1+\tan\alpha)$$

$$+\sqrt{R_x{}^2(1+\tan^2\alpha)-X_{oo}^2(1-\tan\alpha)^2}\Big\}\cdots\cdots (92)$$

$$\frac{d\ell}{dx} = \frac{1}{\sqrt{1+\tan^2\alpha}}\left\{(1+\tan\alpha)\frac{dX_{oo}}{dx} + \frac{Rx(1+\tan^2\alpha)\cdot\frac{dRx}{dx} - X_{oo}(1-\tan^2\alpha)\frac{dX_{oo}}{dx}}{\sqrt{Rx^2\ (1+\tan^2\alpha)-X_{oo}^2\ (1-\tan\alpha)^2}}\right\}\cdots\cdots(93)$$

(88)式より

$$\frac{dX_{oo}}{dx} = -\frac{dy}{dx} - \frac{dRx}{dx}$$

(82)式および(85)式より

$$\left(\frac{dy}{dx}\right)_{x=0} = 0\ ,\qquad \left(\frac{dRx}{dx}\right)_{x=0} = 0$$

$$\therefore\ \left(\frac{d\ell}{dx}\right)_{x=0} = 0$$

したがって断面の中心Cからどのような角度にとった面についても管の内面は滑らかに連続することになる。同様に，テーパー部の下部の隅角円弧半径について考える。

図－2 6において0点を原点とした極座標を考え，任意の角Kをもつ断面の隅角円弧半径をR_Kとすると，

$R_K = f(K)$ ……………………………………………………………………………… (94)

とおくと境界条件は

$K=K_1$ で$f(K)=R_{bt}$ （テーパー部始端隅角半径＝2.550）

$K=K_2$ で$f(K)=R_{et}$ （　〃　終端　〃　＝0.920）

$$\left(\frac{f(K)}{dK}\right)_{K=K_1} = 0$$

$\therefore\ f'(K) = g(K)(K-K_1)$ ……………………………………………………………… (95)

今　$g(K) = 2A$ （常数）　とおくと

$f'(K) = 2A\ (K-K_1)$

$\therefore\ f(K) = \int 2A\ (K-K_1)\ dK = A\ (K-K_1)^2 + C$

$K=K_1$ で　$f(K)=R_{bt}$　　$\therefore\ C=R_{bt}$

$K=K_2$ で　$f(K)=R_{et}$　　$\therefore\ A=(R_{et}-R_{bt})/(K_2-K_1)^2$

$$\therefore\quad R_K=(R_{et}-R_{bt})\left(\frac{K-K_1}{K_2-K_1}\right)^2+R_{bt} \quad\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\quad (96)$$

上式による計算結果を表－４(c)中のR_dとして示した。

なお，テーパー部終端ではその下流の直線開水路部と接続しており，この区間の隅角半径はテーパー部終端における隅角半径の値からℓm下流で０になるように直線的に変化させてある。（原案では$\ell = 2.5\,m$）

したがって，この境界における隅角面の接続の状態を調べてみる。

(96)式をKで微分すると

$$\frac{dR_K}{dK}=2(R_{et}-R_{bt})\left(\frac{K-K_1}{K_2-K_1}\right) \quad\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\quad (97)$$

$$\therefore\quad \left(\frac{dR_K}{dK}\right)_{K=K_2}=2(R_{et}-R_{bt}) \quad\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\quad (98)$$

下流の直線水路におけるR_xの微係数は，x軸を底面に平行に考えると

$$\frac{dR_x}{dx}=-\frac{R_{et}}{\ell} \quad\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\quad (99)$$

今，xを無限にテーパー部終端に近づけた状態を考えると(99)式の左辺はテーパー部における$\dfrac{dR_K}{dK}$におきかえることができる。

$$\left(\frac{dR_x}{dx}\right)\xrightarrow[x=0]{}\left(\frac{dR_K}{dK}\right)_{K=K_2}$$

したがって，上の２つの値を比較すれば，隅角円弧面の勾配の変化を知ることが出来る。

ここで(98)式と(99)式について実際の数値を代入すると

(98)式より

$$\left(\frac{dR_K}{dK}\right)_{K=K_2}=-3.26$$

(100)式より

$$\left(\frac{dR_x}{dx}\right)_{x=0}=-0.368$$

したがって，下部隅角円弧面について考えた場合テーパー部の勾配が大きいからテーパー部から開水路部に向って縮少される傾向にあることがわかり，この点に負圧の生ずる危険性はない。

もし，テーパー部終端と直線開水路部の隅角半径を滑らかに連続する必要があれば(94) 式で $f_{(K)}$ を決定する際に，境界条件として(99) 式を加え，(95) 式における $g_{(K)}$ の仮定の際にKの一次式を導入すれば求めることが出来るが，その計算はここでは省略する。

なお，下部の隅角円弧面については上記の関係によって求められるが，上部の隅角円弧面については，負圧の心配は全くないので，設計上および製作上の便宜を考えると，上面および側面はいずれも直線で形成されているので隅角円弧半径の変化も上面に対して直線的に行った方が有利である。

図—26において，0を原点とするとテーパー部上面の式は

$$y = a'x + b' \quad \left(\begin{array}{l} a' = -0.99180,\ b' = 44.6574 \\ \text{図—28および(72)式参照} \end{array} \right) \qquad (100)$$

断面の式は

$$y = \tan K \cdot x \qquad (101)$$

(100) (101)式より

$$x = \frac{b'}{\tan K - a'} \qquad (102)$$

$$\therefore\ y = a'x + b'$$

図—28におけるA点の座標は

$$x_A = \frac{b'}{\tan K_1 - a'} \quad , \quad y_A = a'x_A + b' \qquad (103)$$

C点の座標は

$$x_C = \frac{b'}{\tan K_2 - a'} \quad ; \quad y_C = a'x_C + b' \qquad (104)$$

上面の長さを to とおくと

$$to = \sqrt{(x_C - x_A)^2 + (y_C - y_A)^2} \qquad (105)$$

したがって任意のKに対するR_Kは

$$R_K = \frac{t}{to}\left(R_{et} - R_{bt} \right) + R_{bt} \qquad (106)$$

ここで

$$t=\sqrt{(x-x_A)^2+(y-y_A)^2} \quad \cdots\cdots (107)$$

$$x=\frac{b'}{\tan K-a'} \quad , \quad y=a'x+b' \quad \cdots\cdots (108)$$

として求めることが出来る。

計算によって求められたR_Kの値をR_uとして表－4中に示す。

ii) 改良設計案について

原設計案放水管についての検討の結果，ベルマウス部およびテーパー部の隅角円弧半径の設定の方法を改良する必要のあることがわかったが，テーパー部については模型の改造が非常に面倒なので，ベルマウス部のみを改造し，テーパー部についてはベルマウス部の改良の結果を参照して検討することとした。

実験は貯水位EL．135.0mおよびEL．117.0mの2種について行ない，ゲート操作時に原案において安全なことが確認されているので省略した。

放水管圧力測定位置は原設計案の時と全く同じである。

実験結果を図－34および表－9に示す。この結果，原設計案放水管について問題となったベルマウス部から直管部へ移行する隅角面上において発生した許容負圧をこえる急激な圧力の低下はなくなっていることがわかった。

すなわち，放水管上部隅角面のベルマウス部から直管部へ移行する点（測点No.10）において貯水位EL．117.0m，ゲート全開時に原案で測定された－3.428mという負圧は，改良案では－1.71mに減少しており，許容負圧以内になっていることがわかる。

今回の実験結果にはこのほかに貯水位EL．135mでゲート全開の場合に彎曲管部からテーパー部へ移行する点（測点No.30）に－2.611mというかなりの負圧が生じているが，これについてはベルマウス部で行ったと同様な改造を施せばかなり緩和されることが予想され，改良設計案によれば差支えないものと考えられる。

放水管内圧力測定値のうち上面の測点において貯水位EL．117.0mおよびEL．135.0mのいずれについても－4mをこえる負圧が記録されている。一般に放水管ベルマウスの始端は静水頭を示すべきであるにもかかわらず，この点の上，下，側，上部および下部隅角面の5点の値はかなり不規則な値を示しており，疑問となったが種々検討した結果，圧力測定位置における模型製作（圧力測定用真鍮管埋設角度）の誤差であることが判明した。

本ダムの放水管のように，上下側面とも対称になっている場合，放水管の上流端に特別

な圧力の低下を生ずることは考えられないので，測点No.0における測定値は検討の対象から省いて差支えないと考えられる。

改良設計案放水管内の管内圧力測定値と電子計算による圧力計算値とを比較して図示したものを図－35に示す。

これによると彎曲管部からテーパー部に移行する附近（測点29～30）でかなり差があるが，これは断面積が急縮する効果を計算中に考慮していないので当然の結果といえる。

この点のほかは比較的よく合っている様子が見られ，特に下面の圧力は2種類の貯水位についていずれもよい一致を示している。しかしながら中央から上面へ行くにつれてその差が大きくなっている。これは前述した断面の急縮が上面について考慮されているので，この点における上面に圧力の集中が生じており，これが上流の彎曲管部および直管部に影響をおよぼして管内圧力を高めているのではないかと考えられるが，各種の損失係数値の仮定にも関連するので詳細についてはさらに検討が必要であろう。

§2　ゲート操作時の放流機能に関する検討

抽出模型についてゲート全開時の放流能力について検討した結果，下表のようになった。

貯水位（EL. m）	必要放流量	実験値	簡略計算値	電子計算値（新管の場合）
117.0	325 m^3/sec	371 m^3/sec（368）	358 m^3/sec	378 m^3/sec
132.5	450	473（471）	455	480
135.0		487（481）	469	499

注）　実験値のうち（　）の中は原設計案の値

いずれも必要放流条件を満足しており，電子計算値にもかなりよく一致している。

ゲート開度と貯水位と流量の関係を求めたものを図－36および表－10に示す。

この結果から　$C_0 = \frac{Q}{A\sqrt{2gH}}$　として流量係数を求めたものを図－37および表－10(a)に示す。

放水管ゲートのピンの位置を検討するため，貯水位EL.135.0 m，ゲート全開時にピンの位置から水面までの距離を測定した結果，側壁ぞいで1.37 m，中央で1.95 mであり，水理構造物と水脈との距離は1.5 m以上とするという基準に側壁ぞいにおいて若干不足するが，これは側壁ぞいにはい上って来た水脈との距離であり，中央部で1.95 mの余裕があるので支障ないものと考えられる。

第5章　非常用放水設備（堤頂越流部）に関する検討

§1　放流能力および形状に関する検討

1）放流能力の検討

三次元全体模型について堤頂越流部の放流能力を調査した結果，異常洪水位EL.135.0 m において3100 m^3/secの放流能力のあることがわかった。この値と同じ貯水位における放水管からの放流量1948 m^3/secと合わせると5048 m^3/secとなり，必要放流量4800 m^3/secを充分に満足しており，約5 %の余裕がある。

2）形状の検討

堤頂越流面形状，放水管ゲートハウスが設置されている堤頂越流部ピアーの導流状況および越流面の下流部から水叩きの始端部へかけて彎曲して設計されている水叩き導流壁の上流部の平面的形状の可否を，各面上の圧力を測定することによって検討した。

その測線の位置を図－38および表－11に示す。

流量条件としては貯水位EL.135.0 m，堤頂越流部ゲート全開および開度1 mおよび2 mとした。

測定結果を図－39および表－12に示す。これによると堤頂越流面については越流面中央測線No.1では測点No.6で－0.8 m，ピアーぞい測線No.2では測点No.3において－2.0 mの最大負圧が発生している。

越流部ピアー壁面（測線No.3）については，ゲート全開時に測点No.1において－2.56 mという負圧が発生している以外はほとんど問題はない。また，この点がゲート戸溝のすぐ下流部に位置していることを考えれば当然の結果と考えられる。

水叩き上流部の導流壁面（測線No.4）については全て正圧を示しており全く問題はない。

以上の圧力測定の結果，いずれも許容負圧－3.0 m以下であることを確認した。

堤頂越流部の導流壁高を検討するため貯水位EL.135.0 m，堤頂越流部ゲート全開の場合に堤頂越流部から流下する水脈の水面形を測定した。その結果を図－40および表－13に示す。

この結果，平均水位は設計導流壁内に収容し得るが，周期的に盛り上って来る最高水位は導流壁をこえてゲートハウスの上面に水脈が当る状況が観測された。

これを完全に導流壁内に収容するためには原案の放水管ゲートハウスの設置されている導流壁の勾配を原案の1：0.45から1：0.5（図－40(b)参照）とすれば最高水位を収容することが出来る。

この案は余裕のない設計ではあるが計画洪水位EL.135.0 m で堤頂越流部ゲート全開時における最高水位に対してであるから支障はないものと考えられる。

§2 ゲート操作時の放流機能に関する検討

実験は主として，堤頂越流部6門のうち1門のみについて製作された縮尺$1/20$の抽出模型について行なわれた。ただし，ゲート全開時の貯水位と流量の関係については，1門のみの抽出模型による実験では，6門全部について行った場合と比較して越流部径間相互の干渉による影響が無視されるので，模型の縮率が大きく若干精度は劣るが，三次元全体模型（縮尺$1/40$）の越流部6門について行った結果を用いることとし，参考のために抽出模型についても測定を行った。

三次元全体模型について測定したゲート全開時の貯水位と流量の関係を図－41および表－14に示す。

抽出模型についてゲート全開時およびゲート開度0.5，1.0，1.5，2.0，3.0，4.0，5.0 m について貯水位と流量の関係を求めたものを図－41および表－14に示す。

図－41にみられるように三次元全体模型および抽出模型についてのゲート全開時の貯水位と流量の関係を併記した結果，ほとんど差のないことが認められた。同一の貯水位に対して全体模型による結果がわずかに大きくなっているが，その差は最大のところで流量の3％以下であり実験誤差などを考慮すればほとんど問題にならない。

なお，上記のゲート全開時の資料から次式によって算出した越流係数を図－42および表－14に示した。

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

ここで　C：越流係数

Q：流量（m^3/sec）

B：越流巾（＝8.5 m）

H：越流水頭

第6章　減勢工に関する実験

§1　原案減勢工に関する検討

減勢工は水平水叩きを採用し跳水によって減勢しようとするものであり，原案によれば水叩き底面はEL.72.5m，水叩き巾は51m，水叩き長は約80m，7.5高のディフレクター兼用の台形副ダム（上流面傾斜角45°）を採用し，計画洪水量の2300㎥/secまでを完全に減勢し，それ以上は射流のまま下流へ飛散させて副ダムの安全をはかろうとする設計である。

水叩きの中心は余水吐中心と3°58'46"の角度を持っており，水叩き中心線が右岸側にふれている。

実験は水叩き長，副ダム高，導流壁高について最も経済的な形状を決定するために行われる。

1）流況観察

上記の原案について実験を行った結果，かなり特異な流況が観察された。

流量1800㎥/secに対する放水管4門のゲートを全開して放流した場合放水管中心線の交点に向って集中してくる水脈が水叩き中央で衝突して大きく盛り上り，そのまま副ダムを越えて下流へ流れており，水平跳水の現象は認めがたい。さらに水脈が一点に集中するため，その下流から左右の導流壁ぞいにかなりの逆流が生じている。

堤頂からの放流量が加わって流量が増加すると，この現象はますます激しくなり，中央部での盛り上りは下流へ移動して行き，ついにはそのまま水叩きから飛び出す形となるが，水平床上の跳水飛散の現象とは全く異なるため，その境界となる流量を判定するのは非常に困難である。

したがって，減勢効果を判定するのは流況観察によるほかはない。

平面的な流れの状況を図−43(a)(b)に示す。このうち(a)はほぼ充分に減勢されていると観察され，(b)は飛散している状態であり，飛散した水脈は水叩きから約70m下流の位置に落下している。

2）副ダム高および水叩き長の影響についての調査

経済的な減勢工を設計するため，副ダムの高さおよび水叩き長を変化させて実験を行ない，水叩き内の横断方向および縦断方向の水面形を測定して，その効果について検討した。

検討の対象とした副ダムの高さとしては9.0，7.5および6.0mの3種，水叩き長としては64，77および90mの3種である。

なお，流量としては，水叩き設計対象流量である2300㎥/secに統一し，下流水位としては，現場建設所より呈示された名張川の水位流量曲線のうち，伊賀川の水位を無視し最も

危険側と考えられる自然下流水位を採用した（名張川水位流量関係図は図－44に示す）。流量2300㎥/secの場合の下流水位はEL.85.74mとなる。

実験の結果を図－45，表－15および写真1～18に示す。

これによって同一高の副ダムについて3種の水叩き長の効果を調べると，いずれの場合も長さ90mおよび77mの場合は副ダムの手前で跳水が終了している様子が認められるのにくらべて，64mの場合は跳水の終端が副ダムの上にかかっている状態が認められる。77mと90mを比較するほとんど差がない。

したがって，水叩き長としては90mは不必要で77mで充分であり，もし実験による裏付けがあれば77mより短かくてもよいということがわかった。ただし，64mでは不足である。

また，同一の水叩き長について3種の副ダム高の効果を調べると，9mと7.5mを比較すれば，横断水面形でわずかに7.5mの方が乱れているが，ほとんど差のないことがわかる。しかしながら7.5mと6mを比較すると横断水面形に大きな差が認められ，6mの方はかなり水叩き内に乱れが残っていることがわかる。

したがって，副ダムの高としては9.0mは不必要であり，7.5mでよく，6.0mでは不足することがわかった。

以上の結果から副ダムの高さを7.5mに固定し，水叩き長についてさらに詳細な検討を行った。すなわち水叩き長を77，70および64mとし流量を1800，2300，4000および4800㎥/secの4種に変化させて減勢効果の判定を行った。その結果を図－46，表－16および写真19～42に示す。

なお，この時の下流水位は前の場合と同じ自然下流水位とした。その値を次表に示す。

流　　量	自然下流水位
1800㎥/sec	EL. 84.60 m
2300	85.74
4000	88.99
4800	91.50

（図－45による）

これによると，1800㎥/secの時はいずれの場合も充分に満足し得る減勢状態を示している。

2300㎥/secの場合は水叩き長が77および70mの場合は水叩き内で完全に跳水が終了しており，横断方向にもあまり乱れは見られない。しかしながら64mの場合はわずか

に副ダムの上に跳水の終端がかかっており，横断方向の乱れもかなり激しい。

流量が4000および4800 m^3/secの場合は水叩き長に関係なく水脈は全て飛散しており，設計に際しての要求を満足しているが，いずれの場合も水叩き長が64 *m*の場合は非常に極端な飛散の状態を示しており好ましい流況ではない。

この結果，副ダム高7.5 *m*の場合水叩き長としては各種の流量について考慮すると70 *m*が最も好ましいと考えられる。

§2 変更設計案減勢工に関する検討

前項において原案減勢工について一応の結論を得た（水叩き長70 *m*，副ダム高7.5 *m*）が，その後，現場における工事の進行にともなって，水叩き底面の岩盤が推定よりも良好であり，原案の水叩き底面を2 *m*上げる（原案の底面標高EL.72.5 *m*を74.5 *m*とする）ことが，水理的に（減勢工の見地から）可能であれば経済的に有利であることがわかったため，あらためて，この点について検討を行なうこととした。

水叩きの底面を2 *m*高くした場合に生ずる減勢上の変化について調査するため，模型は原設計案のままで相対的に下流水位を2 *m*さげて（流下する水脈の水頭が2 *m*違うのを無視すれば水叩き底面が2 *m*上がったようなかたちとなる）実験を行った結果，流量が2300 m^3/secの場合に水叩き始端に露出射流があらわれ水脈が飛散する流況を示したため，水叩き全体を2 *m*高くすることは減勢上好ましくないことがわかった。

したがって，次の段階として水叩き始端附近をEL.72.5 *m*まで掘削し，副ダム上流部附近はEL.74.5 *m*としその間に適当な段上りを設けた型式について検討することとし，図－47(a)(b)に示すような10種の水叩き型式について検討を行った。なお，これらの水叩きは実験当初に全ての型式を考慮したわけではなく実験の進行にともなって考案されたものもある。

これらの各水叩き型式に対して1800，2300，4000および4800 m^3/secの4種の流量条件について水叩き内の流況を観察し，その減勢効果を検討した。

上記の10種の水叩きはいずれも水叩き始端から副ダム前端までの距離が52 *m*でその間の底面に高さ2 *m*の段のあるもので

i) 45°の傾斜した段のあるもの（A，B，C）
ii) 5：1のゆるやかな勾配をもつ段のあるもの（D，E）
iii) 鉛直のアブラプトライズのあるもの（F，G，H，I，J）

に大別される。その結果を水叩き内の縦断水面形状についてスケッチしたものを図－48に示す。

それぞれについての流況観察結果は次の通りである。

(a) A型（ℓ'（水叩き始端から段の上流端までの距離）＝40m，S（勾配）＝45°）

図－48 (a)(b)，写真43～50

1800㎥/secは減勢されているが，2300㎥/secの時は水叩き始端に露出射流があらわれ，飛散状況を示している。

2300㎥/sec と 4000㎥/secの間の流量で底面の段ではね上げられた水脈が副ダムに直接当っている様子が観察された。

(b) B型（ℓ'＝30m，　S＝45°）

図－48 (c)(d)，写真51～58

全体的に減勢の状況はA型よりはよいが，2300㎥/secは充分に減勢されていない。

水脈が副ダムに当る傾向はA型に同じ

(c) C型（ℓ'＝20m，　S＝45°）

図－48 (e)(f)，写真59～66

減勢の状態はA，B型よりよく2300㎥/secまで減勢されている。

流量4000㎥/secでは飛散している水脈は拡散せず，束状になって副ダムを越えて河道へ落下する様子が見られ，河床に多大の損害を与えることが予想される。

水脈が副ダムに当る傾向はA，Bに同じ

(d) D型（ℓ'＝20m，　S＝5：1）

図－48 (g)(h)，写真67～74

全体的に減勢の状態はS＝45°の場合より劣っており比較的小さい流量で飛散の状態を示している。

1800㎥/secは減勢されているが，2300㎥/secは飛散している。

流量2300㎥/secと4000㎥/secの間の流量で段ではねあげられた水脈は激しく副ダムに直接当る。

(e) E型（ℓ'＝15m，　S＝5：1）

図－48 (i)(j)，写真75～82

1800㎥/secは減勢されているが，2300㎥/secは飛散している全体的に減勢の状態はD型より劣っている。

流量4800㎥/secではねあげられた水脈は束となって副ダムに当る。

(f) F型（ℓ'＝40m，　S＝90°）

図－48 (k)(l)，写真83～90

1800㎥/secは減勢しているが2300㎥/secの時は水叩き始端に露出射流があらわれ，水脈は飛散に近い流況を示す。

流量2300～4000㎥/secの間の流量でアプラプトライズの先端ではねあげられた水脈は副ダムに直接当る。

アプラプトライズが水脈をはねあげるようになると，その上流面に大きな動水圧が働いている様子が観察された。

(g) G型（ℓ'＝35m，S＝90°）

図－48(m)(n)，写真91～98

F型よりは減勢の状況はよいが，2300㎥/secの時完全に減勢されているとはいえない。

水脈が副ダムに当る傾向およびシルが動水圧を受ける様子はF型に同じ。

(h) H型（ℓ'＝30m，S＝90°）

図－48(o)(p)，写真99～106

G型より減勢の状態はよく，2300㎥/secの時もよく減勢されている。

水脈が副ダムに当る傾向およびアプラプトライズが動水圧を受ける様子はF，G型に同じ。

(i) I型（ℓ'＝25m，S＝90°）

図－48(q)(r)，写真107～114

H型より減勢の状況はよく2300㎥/secの時もよく減勢されている。

水脈が副ダムに当る傾向およびアプラプトライズが動水圧を受ける様子はF，G，H型に同じ。

(j) J型（ℓ'＝20m，S＝90°）

図－48(s)(t)，写真115～122

I型より減勢の状況はよく2300㎥/secの時もよく減勢されている。

水脈が副ダムに当る傾向およびアプラプトライズが動水圧を受ける様子はI型に同じ。

以上のような結果となった。

これらを総合して考えると，

i）段の勾配によって，それぞれ特徴を示している。

ii）勾配のゆるやかな場合（S＝5：1）は減勢効果は小さく副ダムを攻撃する水脈の飛散角度は低い。

勾配が急になるにつれて減勢効果は大きくなり飛散する水脈は高くとび上る。

ⅲ) 水叩き前端から段の先端までの距離によって，その減勢効果は異なり，一般に上流に近いほど（ℓ'が小さいほど）減勢効果は大きい。

ただし，段の位置における水脈の状態（段が跳水の過程中にある場合と，射流が潜流として存在している区域にある場合）によって減勢の状況や水脈の飛散の状況はかなり異っており，潜流の位置に段がある場合の方が減勢効果は大きく，水脈が飛散する場合は激しい乱れが生じ，段の上流面にかかる動水圧も大きくなる様子が観察された。

ⅳ) もともと，大流量の場合に副ダムで飛散させる設計であるので，副ダムの上流部に同じような機能をもつ段上りを設ける場合は，ある程度以上の流量については，段の位置で水脈が飛散の状態になることは当然であるといえる。

したがって，段ではね上げられた水脈が下流にある副ダムを直接攻撃することは，流量の違いこそあれ必ず生ずる現象であろう。

これらの考慮の上，水叩き始端から副ダムまでの間に段上りを設けることについて次のような結論が得られた。

ⅰ) 減勢上は段上流面の勾配が大きいほど，また段を上流に設けるほど有利である。

ⅱ) 勾配の大きさにかかわらず，ある流量条件のもとで段によってはね上げられた水脈は副ダムに直接当るので副ダムの構造上，大きな問題となる。

ⅲ) 勾配の大きいほど段の上流面にかかる動水圧は大きい。

この結果，特にⅱ）の問題に難点があり，大流量の場合に水脈を飛散させて副ダムの安全をはかるという当初の設計方針と矛盾することとなる。

したがって，水叩き始端から副ダムまでの間に段上りなどの構造物を設けることは好ましくない。

以上の判断のもとに水叩き始端から副ダムまでの間はEL．72.5 *m* の同一平面とし，副ダムから下流をEL．74.5 *m* とする型式（図－49中のK，L，M）について検討することとした。副ダム高としては原案の7.5 *m*を採用し，水叩き始端から副ダム前端までの距離が46，48および50*m*の3種について実験した結果，これら3種のうちでは50*m*のもの（3種のうち最も下流側に副ダムを設けた場合）が比較的減勢効果がよいことがわかったが，いずれも流量1800㎥/secは減勢するが，2800㎥/secの場合は水叩き始端に露出射流があらわれ，水脈が飛散している状態が観察され，若干減勢機能が不足していることがわかった（写真123～146）。

このことは原案減勢工について得られた結論（水叩き始端から副ダム下流端までの距離70*m*（副ダム上流端までは51*m*），副ダム高7.5*m*）とほとんど同じ型式となっている50*m*

の場合に減勢機能が不足するということを示している。

これについて，前回の結論との相違点についてさらに検討した結果，前回の場合は副ダム天端と副ダム下流部の水叩き底面との差が7.5 mであったのにくらべて今回の場合は5.5 mであり，この位置における跳水下流部のrollingの状況が異るため減勢効果に相違をもたらしているものと判断された。

したがって，減勢効果を増すために副ダムの高さを0.5 m増して8.0 mとして検討することとした（図−49のN）。

その結果を図−50，表−17および写真147〜154に示す。

これによると，流量2300 m^3/secまでは完全に減勢されている状況が観察され，最終案として支障のないことを確認した。

水叩きの導流壁高としては，減勢工設計対象流量である2300 m^3/secの場合，水叩き内でEL.91.5 mまで，副ダム下流端から下流約13 mの位置でEL.92.5 mまで必要であることがわかる（図−50(b)参照）。なお，飛散状況を示している4000 m^3/secおよび4800 m^3/secの場合は副ダム位置附近でそれぞれEL.96.0 mおよび100 mとかなりの高さが必要となる。
水叩きの中心線が余水吐の中心線と約4° の角度を持っているため，一般に流れは左岸側へかたよりがちであり左岸側の水位が高くなっていることが観察された。

最終案について副ダム面上の圧力を測定し，形状の可否について検討を行った。圧力の測定点は副ダムの中心線および左岸側導流壁ぞいの2測線に各17点を設けた（図−51参照）。圧力の測定結果は図−52および表−18に示す。

この結果によれば中央では測点9（副ダム天端上流端）において圧力の低下が見られ，流量の小さいほど大きい負圧を示しており，流量2300 m^3/secの時−1.46 m，1800 m^3/secの時−1.5 mという数値となっている。

左岸側では測点12（副ダム下流傾斜面の上流端）に圧力の低下がみられ流量の大きいほどこの傾向は著しい。負圧の最大値は流量4800 m^3/secの時−2.62 mとなっている。中央において測点9の圧力が流量の小さいほど低下しており，負圧の傾向が流量の小さいほど危険側になっているため，検証の意味で1800 m^3/sec以下の1500，1300および1200 m^3/secの3種の流量について実験を行った。

その結果は図−53に示す通りで，流量1500 m^3/secの時，最大負圧−2.1 mを記録した。

以上の実験結果により，副ダム面上いずれの点においても−3.0 mの許容負圧をこえる負圧は発生しておらず，空洞現象に対して安全であることが認められた。

The program of pressure calculation (by ALGOL-H1)

```
begin procedure D00213;;
      real L1,L2,L3,L4,H2,H5,B4,B5,R1,R2,R3,R4,R5,K0,K1,K2,A,B,WL,
          CCSE,CCE,RO,RU,RD,FE,RAM,DX1,DX2,DK3,DK4,DDX1,DDX4;
      integer ZAHYO,SEKIBUN;
      procedure TAKACO(L1,L2,L3,L4,H2,H5,B4,B5,R1,R2,R3,R4,R5,
                      K0,K1,K2,A,B,WL,CCSE,CCE,RO,RU,RD,FE,RAM,
                      DX1,DX2,DK3,DK4,DDX1,DDX4,ZAHYO,SEKIBUN);
       value L1,L2,L3,L4,H2,H5,B4,B5,R1,R2,R3,R4,R5,K0,K1,K2,
            A,B,WL,CCSE,CCE,RO,RU,RD,FE,RAM,DX1,DX2,DK3,DK4,
            DDX1,DDX4,ZAHYO,SEKIBUN;
       real L1,L2,L3,L4,H2,H5,B4,B5,R1,R2,R3,R4,R5,K0,K1,K2,A,B,
           WL,CCSE,CCE,RO,RU,RD,FE,RAM,DX1,DX2,DK3,DK4,DDX1,DDX4;
       integer ZAHYO,SEKIBUN;

       begin
        real L,A1,A2,A3,A4,A5,X,XU,XD,YU,YD,HX,RX,BX,S,DX3,DX4,
            SK,CK,T,Z,Z0,E,Q,H,P,F,FB,K,KK,HEN,AX,PX,ROO,X4U,
            X5U,Y4U,Y5U,AA,BB,YAX,X2Y2,SXY,DYDX,DYDX2,DX1E,
            DDDX,DDDXE,DX4E,DDK4,DK4E,DDK4E,RR,DK;
        integer I,J,II,J1,J2,J3,J4,JE,NDDX,NDDXE;
        array X12,A12,H12,R12,YU12,YD12,X45,XC45,YC45,A45,H45,
             R45,XU45,XD45,YU45,YD45,B45,K45,S1,S4[0:20];
        procedure PRE(AA,S1,S2,S3,S4);
         value AA,S1,S2,S3,S4; real AA,S1,S2,S3,S4;
         begin
          P:=H*(1.0-(A5/AA)↑2+RAM*A5↑2/4.0*(S1+(S2+S3)/RR+S4))/E-Z;
         end;
        procedure KAKU(K); value K; real K;
         begin integer DO,HUN,BYO;
          DO:=FIX(K); HUN:=FIX((K-FLOAT(DO))*60.0);
          BYO:=FIX(((K-FLOAT(DO))*60.0-FLOAT(HUN))*60.0+0.5);
          SPACE(3); PRINT(2,DO); PRINT('-');
          PRINT(2,HUN); PRINT('-'); PRINT(2,BYO);
         end;
        procedure DXNDX(A,B,C,D); value A,B; real A,B,D; integer C;
         begin C:=FIX(A/B/2.0+ω-6)*2+2; D:=A/FLOAT(C); end;
        procedure P14(A);value A;real A; begin PRINT(1.4,A); end;
        procedure P24(A);value A;real A; begin PRINT(2.4,A); end;
        procedure P34(A);value A;real A; begin PRINT(3.4,A); end;
        procedure P23(A);value A;real A; begin PRINT(2.3,A); end;

        if SEKIBUN=0 then go to NO;
        A2:=A3:=A4:=R2↑2*3.141592; A5:=H5*B5-0.858408*R5↑2;
        HEN:=3.141592/180.0; RR:=A2↑2*R2/2.0;
        X4U:=RU*COS(K1*HEN); Y4U:=RU*SIN(K1*HEN);
        X5U:=(RD+H5)*COS(K2*HEN); Y5U:=(RD+H5)*SIN(K2*HEN);
        AA:=(Y4U-Y5U)/(X4U-X5U); BB:=Y4U-AA*X4U;
        J1:=FIX(L1/DX1); DX1E:=L1-DX1*FLOAT(J1);
        DXNDX(DX1,DDX1,NDDX,DDDX); DXNDX(DX1E,DDX1,NDDXE,DDDXE);
        I:=J1+1; X12[I]:=L1; A12[I]:=A2; H12[I]:=H2;
        YU12[I]:=B+H2; YD12[I]:=B; R12[I]:=R2; S1[I]:=0;
        S:=3.141592*H2/A2↑3;
        for I:=0 step 1 until J1 do
         begin
          JE:=(if I<J1 then NDDX else NDDXF); II:=I*NDDX;
          for J:=1 step 1 until JE do
           begin
```

```
     X:=(if I<J1 then L1-DDDX*FLOAT(II+J)
                else DX1E-DDDXE*FLOAT(J));
     YD:=B/A*SQRT(ABS(A↑2-(A-X)↑2));
     YU:=2.0*B+H2-YD; HX:=YU-YD; RX:=R1+X/L1*(R2-R1);
     AX:=HX↑2-0.858408*RX↑2; PX:=4.0*HX-1.716816*RX;
     S:=S+PX/AX↑3*FLOAT(if J=JE then 1 else (J+1-J÷2*2)*2);
    end;
   J:=J1-I;
   S1[J]:=S1[J+1]+S*(if I<J1 then DDDX else DDDXE)/3.0;
   X12[J]:=X; A12[J]:=AX; H12[J]:=HX; YU12[J]:=YU;
   YD12[J]:=YD; R12[J]:=RX; S:=PX/AX↑3;
  end;
 A1:=AX; J1:=J1+1;

 DX4:=RO*HEN*DK4; J4:=FIX(L4/DX4);
 DX4E:=L4-DX4*FLOAT(J4); DXNDX(DX4,DDX4,NDDX,DDDX);
 DXNDX(DX4F,DDX4,NDDXE,DDDXE); DDK4:=DK4/FLOAT(NDDX);
 KK:=K1-K2; DK4E:=KK-DK4*FLOAT(J4); DDK4E:=DK4E/FLOAT(NDDXE);
 I:=J4+1; X45[I]:=L4; A45[I]:=A5; H45[I]:=H5; B45[I]:=B5;
 R45[I]:=R5; K45[I]:=K2; SK:=SIN(K2*HEN); CK:=COS(K2*HEN);
 T:=SK/CK; XU45[I]:=BB/(T-AA); YU45[I]:=T*XU45[I];
 XD45[I]:=RD*CK; YD45[I]:=RD*SK;
 XC45[I]:=(XU45[I]+XD45[I])/2.0;
 YC45[I]:=ZO:=(YU45[I]+YD45[I])/2.0; S4[I]:=0;
 S:=(2.0*(B5+H5)-1.716816*R5)/A5↑3;
 for I:=0 step 1 until J4 do
  begin
   JE:=(if I=0 then NDDXE else NDDX); II:=(I-1)*NDDX;
   for J:=1 step 1 until JE do
    begin
     DK:=(if I=0 then DDK4E*FLOAT(J)
                else DK4E+DDK4*FLOAT(II+J));
     K:=K2+DK; SK:=SIN(K*HEN); CK:=COS(K*HEN); T:=SK/CK;
     XU:=BB/(T-AA); YU:=T*XU; XD:=RD*CK; YD:=RD*SK;
     HX:=SQRT((XU-XD)↑2+(YU-YD)↑2);
     F:=DK/KK; RX:=R5+(R4-R5)*F; BX:=B5+(B4-B5)*F;
     AX:=BX*HX-0.858408*RX↑2; PX:=2.0*(BX+HX)-1.716816*RX;
     S:=S+PX/AX↑3*FLOAT(if J=JE then 1 else (J+1-J+2*2)*2);
    end;
   J:=J4-I;
   S4[J]:=S4[J+1]+S*(if I=0 then DDDXE else DDDX)/3.0;
   X45[J]:=L4-DX4E-DX4*FLOAT(I); A45[J]:=AX; H45[J]:=HX;
   B45[J]:=BX; R45[J]:=RX; K45[J]:=K; XU45[J]:=XU; YU45[J]:=YU;
   XD45[J]:=XD; YD45[J]:=YD; XC45[J]:=(XU+XD)/2.0;
   YC45[J]:=(YU+YD)/2.0; S:=PX/AX↑3;
  end;
 J4:=J4+1;

NO: E:=1.0+A5↑2*(FE/A1↑2+RAM/4.0*(S1[0]+(L2+L3)/RR+S4[0]));
 H:=WL-CCE-ZO; Z:=CCSE-CCE-ZO; Q:=A5*SQRT(19.6*H/E);
 PRINT('≉≉WL='); P34(WL); PRINT(',≉≉RAM='); P23(RAM);
 PRINT(',≉≉Q='); P34(Q); PRINT(','); CRLF(2);
 PRINT('≉≉NO≉≉≉≉≉L≉(M)≉≉≉≉≉LO(M)≉≉≉≉P≉(M)≉≉≉≉PU(M)
        ≉≉≉≉PD(M)');
 if ZAHYO=1 then PRINT('≉≉≉≉B≉(M)≉≉≉≉H≉(M)≉≉≉≉≉A(M2)≉≉≉≉R≉
                     (M)≉≉≉≉ROO(M)≉≉≉≉XC(M)≉≉≉≉≉≉YC(M)');
 CRLF(2);
```

```
    for J:=0 step 1 until J1 do
     begin
      PRE(A12[J],S1[J],L2,L3,S4[0]); PRINT(2,J); P24(X12[J]);
      P24(X12[J]); P23(P); P23(P-H12[J]/2.0); P23(P+H12[J]/2.0);
      if ZAHYO=1 then begin P14(H12[J]); P14(H12[J]);
                            P24(A12[J]); P14(R12[J]); end;
      CRLF(1);
     end;
    CRLF(2); J:=-1;
   L2: J:=J+1; L:=DX2*FLOAT(J);
    if L>L2 then L:=L2; PRE(A2,0,L2-L,L3,S4[0]);
    PRINT(2,J1+J); P24(L); P24(L1+L); P23(P); P23(P-R2);
    P23(P+R2);
    if ZAHYO=1 then begin P14(2.0*R2); P14(2.0*R2);
                          P24(A2); P14(R2); end;
    CRLF(1);
    if L<L2 then go to L2;
    CRLF(2); J2:=J; J:=-1; DX3:=RO*HEN*DK3;
   L3:J:=J+1; L:=DX3*FLOAT(J); if L>L3 then L:=L3;
    K:=90.0-DK3*FLOAT(J); if K<K1 then K:=K1;
    SK:=SIN(K*HEN); Z:=RO*SK-ZO;
    F:=SQRT((90.0-K)/(90.0-KO)*(2.0-(90.0-K)/(90.0-KO)));
    FB:=R3*(SK-F*Q↑2/9.8/RO/A2↑2);
    PRE(A2,0,0,L3-L,S4[0]); PRINT(2,J1+J2+J); P24(L);
    P24(L1+L2+L); P23(P); P23(P-FB); P23(P+FB);
    if ZAHYO=1 then begin P14(2.0*R3); P14(2.0*R3);
                          P24(A3); P14(R3); end;
    CRLF(1);
    if L<L3 then go to L3;
    CRLF(2); J3:=J;
    for J:=0 step 1 until J4 do
     begin
      K:=K1-DK4*FLOAT(J); if K<K2 then K:=K2;
      Z:=YC45[J]-ZO; YAX:=YC45[J]-AA*XC45[J];
      X2Y2:=XC45[J]↑2+YC45[J]↑2; SXY:=SQRT(X2Y2);
      DYDX:=(AA*BB/YAX↑2-RD*XC45[J]/X2Y2/SXY)
            /(BB/YAX↑2+RD*YC45[J]/X2Y2/SXY);
      DYDX2:=(2.0*BB*(AA-DYDX)↑2/YAX↑3+RD*(3.0*(XC45[J]
             +YC45[J]*DYDX)↑2-(1.0+DYDX↑2)*X2Y2)/X2Y2↑2/SXY)
             /(BB/YAX↑2+RD*YC45[J]/X2Y2/SXY);
      ROO:=(1.0+DYDX↑2)*SQRT(1.0+DYDX↑2)/ABS(DYDX2);
      PRE(A45[J],0,0,0,S4[J]);
      KK:=(90.0-K)/(90.0-KO); if KK>1.0 then KK:=1.0;
      F:=SQRT(KK*(2.0-KK));
      FB:=H45[J]/2.0*(SK-F*Q↑2/9.8/A45[J]↑2/ROO);
      PRINT(2,J1+J2+J3+J); P24(X45[J]);
      P24(L1+L2+L3+X45[J]); P23(P); P23(P-FB); P23(P+FB);
      if ZAHYO=1 then begin P14(B45[J]); P14(H45[J]);
                            P24(A45[J]); P14(R45[J]);
                            P23(ROO); P24(L1+L2+XC45[J]);
                            P34(CCE+YC45[J]); end;
      CRLF(1);
     end;
    CRLF(46-J1-J2-J3-J4); if ZAHYO=0 then go to END;
    PRINT('**NO*****L*(M)*****LO(M)*****XU(M)******
           YU(M)**********XD(M)******YD(M)');
    SPACE(14); PRINT('K°'); CRLF(2);
```

```
     for J:=0 step 1 until J1 do
      begin
       PRINT(2,J); P24(X12[J]); P24(X12[J]);
       P34(X12[J]); P34(YU12[J]+CCSE-B-R2);
       PRINT(6.4,X12[J]); P34(YD12[J]+CCSE-B-R2); CRLF(1):
      end;
     CRLF(2):
     for J:=0 step 1 until J2 do
      begin
       L:=DX2*FLOAT(J); if L>L2 then L:=L2;
       PRINT(2,J1+J); P24(L); P24(L1+L); P34(L1+L);
       P34(YU12[J1]+CCSE-B-R2); PRINT(6.4,L1+L);
       P34(YD12[J1]+CCSE-B-R2); CRLF(1);
      end;
     CRLF(2):
     for J:=0 step 1 until J3 do
      begin
       L:=DX3*FLOAT(J); if L>L3 then L:=L3;
       K:=90.0-DK3*FLOAT(J); if K<K1 then K:=K1:
       SK:=SIN(K*HEN); CK:=COS(K*HEN); PRINT(2,J1+J2+J);
       P24(L); P24(L1+L2+L); P34(L1+L2+RU*CK);
       P34(RU*SK+CCE); PRINT(6.4,L1+L2+RD*CK);
       P34(RD*SK+CCE); KAKU(K); CRLF(1);
      end;
     CRLF(2);
     for J:=0 step 1 until J4 do
      begin
       PRINT(2,J1+J2+J3+J); P24(X45[J]); P24(L1+L2+L3+X45[J]);
       P34(L1+L2+XU45[J]); P34(YU45[J]+CCE):
       PRINT(6.4,L1+L2+XD45[J]); P34(YD45[J]+CCE); KAKU(K45[J]);
       CRLF(1):
      end;
     CRLF(48-J1-J2-J3-J4);
    END:
    end:

   for L2:=1.1517, 1.6983 do
    begin
     ZAHYO:=SEKIBUN:=1;
     for RAM:=0.012, 0.025 do
      for WL:=117.0, 132.5, 135.0 do
       begin
        TAKACO(4.080, L2, 14.872, 4.615, 5.1, 4.0, 5.1, 4.6,
               1.43, 2.55, 2.55, 2.55, 0.92, 57.7908, 62.14444,
               53.5, 4.080, 0.765, WL, 99.0, 68.410, 30.590,
               33.140, 28.040, 0.01, RAM, 0.4, 0.5, 2.0, 1.0,
               0.01, 0.1, ZAHYO, SEKIBUN);
        ZAHYO:=SEKIBUN:=0;
       end;
    end;
end;
```

SEKIREI A4 NO. 54

なお，このprogrem中に使用したparameterの内容は次の通りである。

L1：ベルマウス区間長　（m）

L2：直管区間長　（m）

L3：彎曲区間長　（m）

L4：テーパー区間長　（m）

H2：直管部断面高　（m）

H5：出口断面高　（m）

B4：テーパー部始端巾（＝彎曲管直径）　（m）

B5：出口断面巾　（m）

R1：ベルマウス始端隅角半径　（m）

R2：直管部隅角半径（＝直管部半径）　（m）

R3：彎曲管部始端隅角半径（＝直管部半径）（m）

R4：テーパー部始端隅角半径（　〃　）（m）

R5：テーパー部下流端隅角半径　（m）

K0：図−27におけるθ_0

$\left.\begin{array}{l}\text{K1：}\\ \text{K2：}\end{array}\right\}$ 図−26参照

A　：ベルマウス楕円長半径　（m）

B　：ベルマウス楕円短半径　（m）

$\left.\begin{array}{l}\text{WL：}\\ \text{CCSE：}\\ \text{CCE：}\end{array}\right\}$ 表−3参照

$\left.\begin{array}{l}\text{RO：}\\ \text{RU：}\\ \text{RD：}\end{array}\right\}$ 図−26参照

FE：　f_e

RAM：　λ

DX1：　座標計算および圧力計算をする時のベルマウス区間の区分間隔（長さ，m）

DX2：　座標計算および圧力計算をする時の直管区間の区分間隔（長さ，m）

DK3：　座標計算および圧力計算をする時の彎曲管区間の区分間隔（中心角，°）

DK4：　座標計算および圧力計算をする時のテーパー部区間の区分間隔（中心角，°）

DDX1：ベルマウス区間の数値積分を行う場合の微小区間間隔　（ m ）

DDX4：テーパー部区間の数値積分を行り場合の微小区間間隔

ZAHYO：座標計算が必要な時は1とし，いらない時は0とする。

SEKIBUN：　これを1とおくとベルマウス区間およびテーパー区間について$\int\frac{P}{A^3}dx$の数値積分を行なうが，積分値が一度求められていて，かつその内容が変らない場合に，その他の要素を変えて計算を行ないたい時，これを0とおくと時間のかかる数値積分計算を省略することが出来る。

ただし，計算の開始時には必ず1とおいて積分値を1度求めておかねばならない。

第7章　結　論

以上で高山ダム余水吐についての水理模型実験の結果報告を終了したが，その結果を要約すると次のようになる。

i）主放水設備として設計された原設計案放水管は放流機能の点では充分に設計条件を満足したが，内部形状については隅角円弧半径の設定に難点があり許容値をこえる負圧の発生が観測されたため，設定の方法を改良した設計案について改めて実験を行った結果，支障のないことを確認した。

ゲート操作時の放流機能（貯水位ー流量の関係）については図ー36および表ー10に示す。

ii）非常用放水設備として設計された原設計案堤頂越流部の放流機能は設計条件を満足し，その形状にも支障はない。

ゲート操作時の放流機能（貯水位ー流量の関係）については図ー41および表ー14に示す。

iii）減勢工としては設計当初に予定された水叩き底面の標高が工事の進渉にともなって2 m高くなることになったため，改めて検討を行った。その結果，副ダムまでの水叩き面標高は原設計案のままとし，副ダムから下流についてのみ2 m上げることとした。

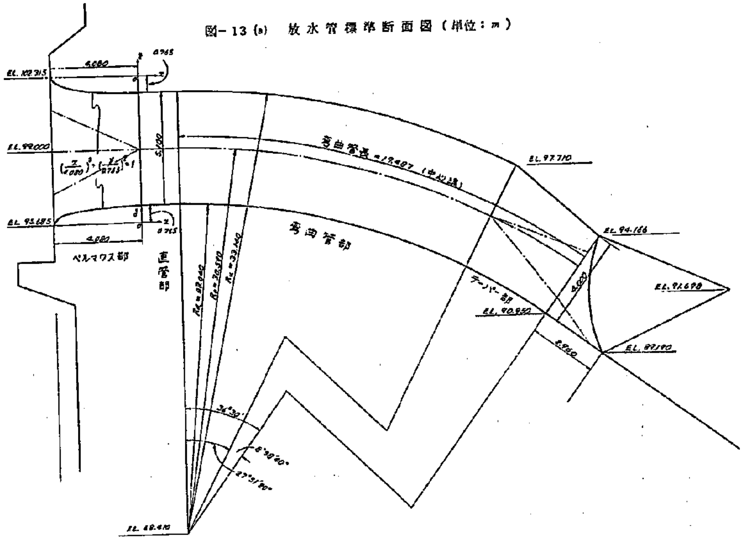
副ダムの形状は台形とし，水叩き始端から副ダム始端までの距離は50 m，副ダム高は8.0 mである。

この減勢工は減勢工設計対象流量2300㎥/secまでを完全に減勢する能力を持ち，計画洪水量4000㎥/secおよび異常洪水量4800㎥/secは飛散させて水叩き外に水脈を落下させ，各種構造物の安全を保持する。

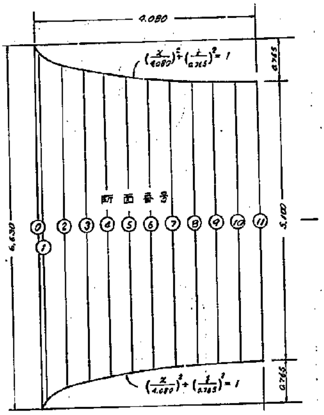
あとがき

高山ダム余水吐の水理模型実験の報告書は実験の進行にともなって中間報告(1)〜(3)としてまとめられたが，本報告書はこれらを編集しなおしてまとめたものである。これらの資料はかなりの量になり，全てを本報告書中に記載することが出来なかった。これらの資料は当分の間，ダム水理研究室で保管する。

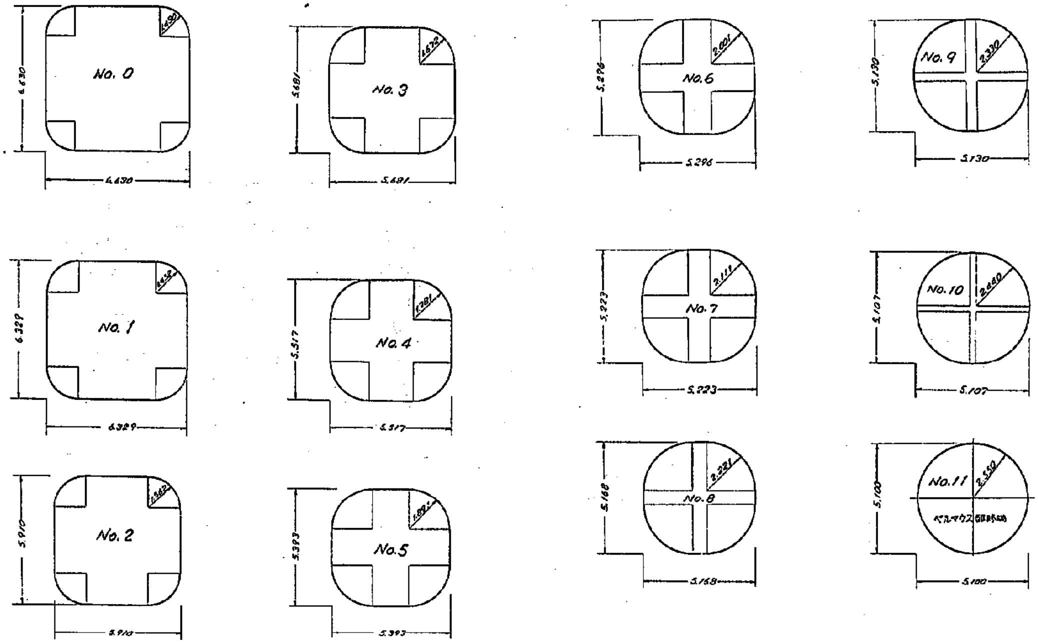
図－13 (a)　放水管標準断面図（単位：m）



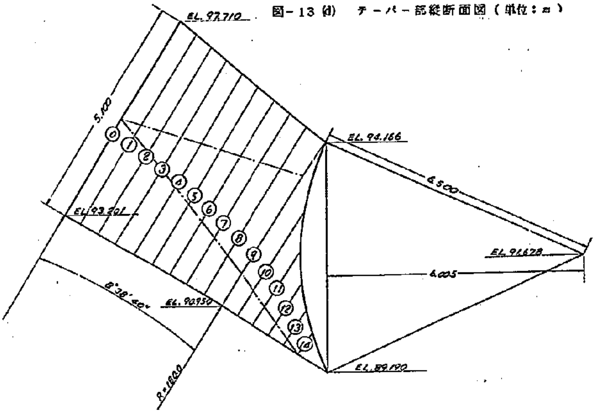
図－13 (b)　ベルマウス部縦断面図（単位：m）


4.080
$\left(\frac{x}{4.080}\right)^2+\left(\frac{y}{0.765}\right)^2=1$
0.765
断面番号
⓪
①
②
③
④
⑤
⑥
⑦
⑧
⑨
⑩
⑪
6.630
5.100
$\left(\frac{x}{4.080}\right)^2+\left(\frac{y}{0.765}\right)^2=1$
0.765

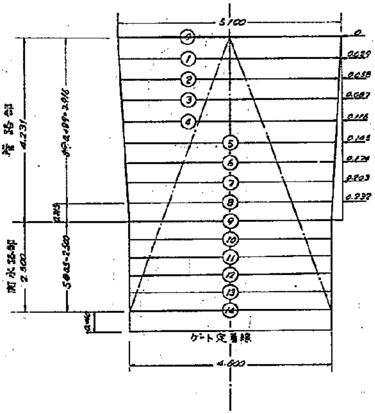
図－13(c)　ベルマウス部横断面図(単位：m)



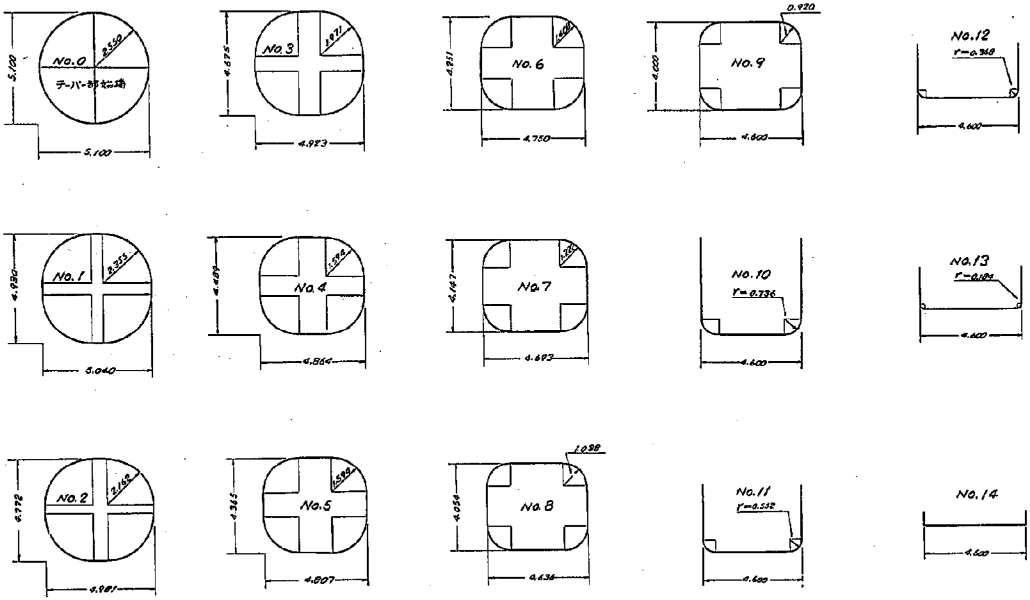
図−13 (d)　テーパー部縦断面図（単位：m）



図−13 (e)　テーパー部平面図（単位：m）

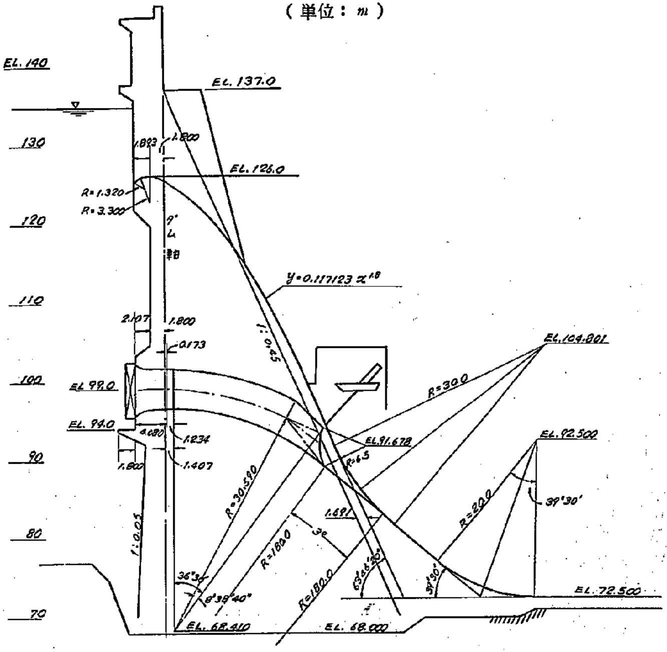


図－13(f)　テーパー部横断面図（単位：m）

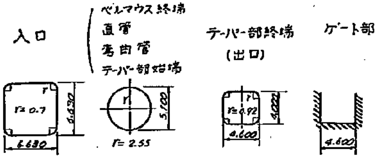


図－25 (a)　余水吐標準断面図

（単位：m）



放水管内断面形状



図－25 (b)　余水吐平面図

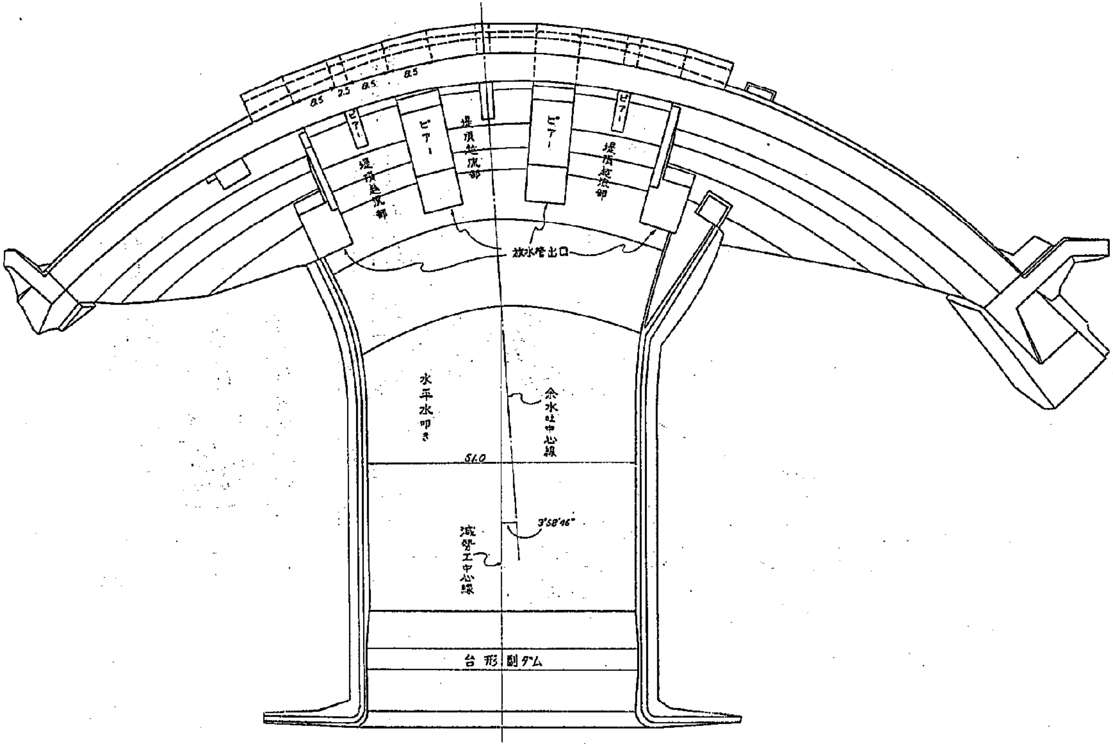

8.5
2.5
8.5
8.5
ピアー
ピアー
堤頂越流部
ピアー
ピアー
堤頂越流部
堤頂越流部
放水管出口
水平水叩き
余水吐中心線
51.0
3°58′46″
減勢工中心線
台形副ダム

図-25(ロ) 余水吐上流面図

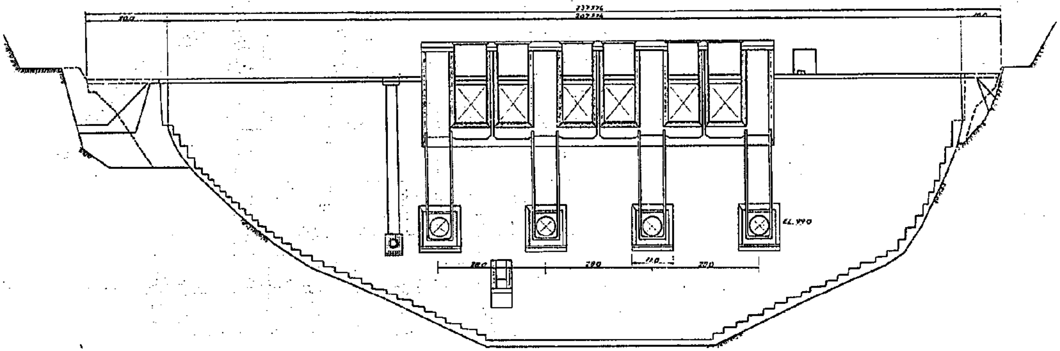


図-25 (d) 余水吐下流面図

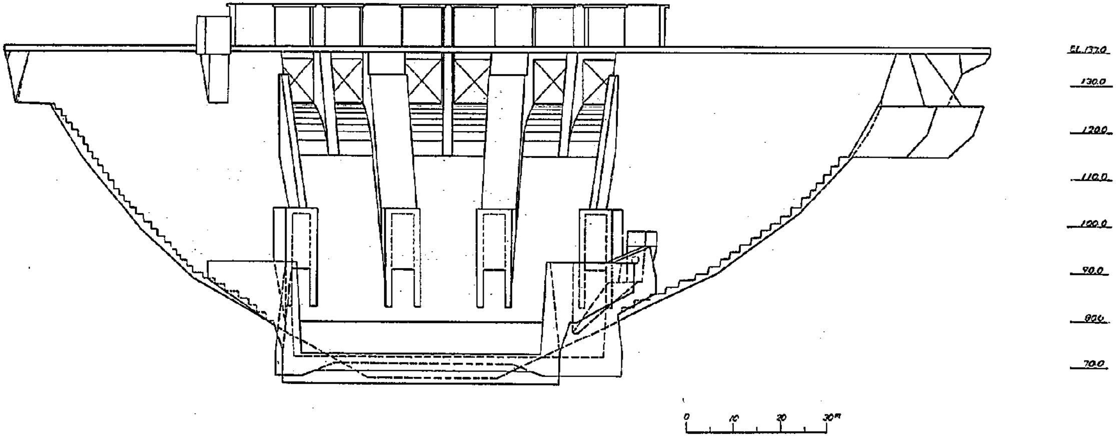
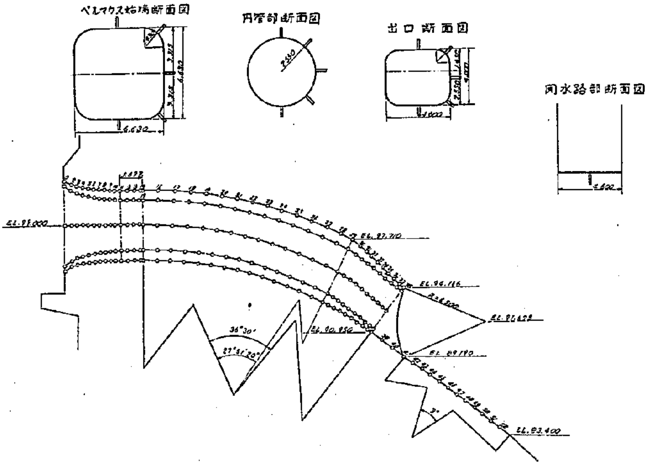
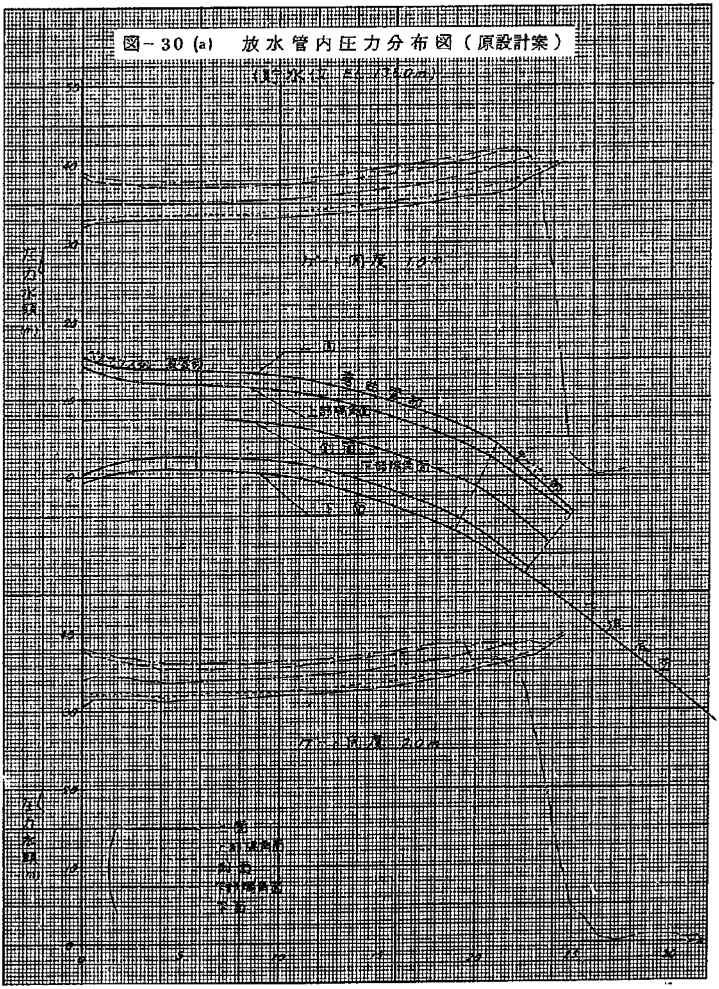
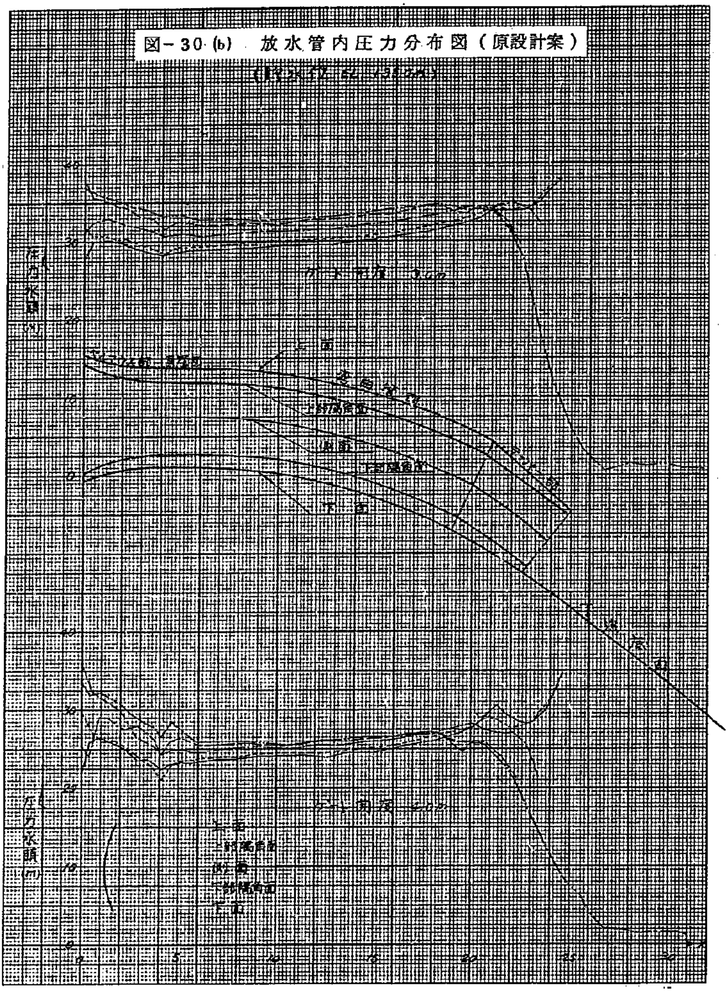


図-29 放水管内圧力測定位置図

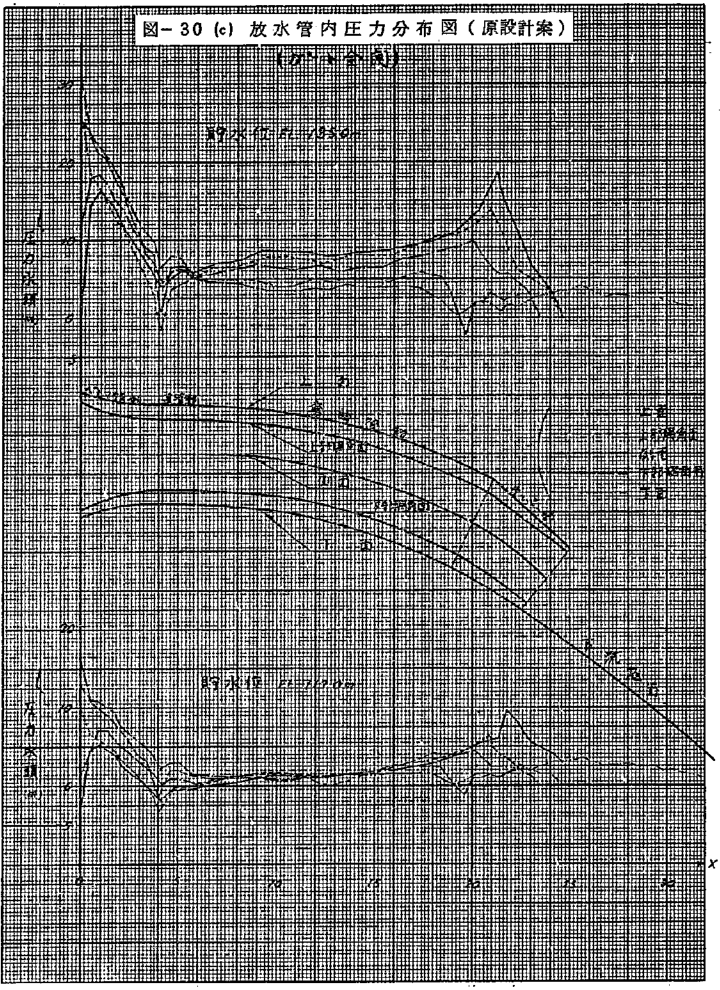




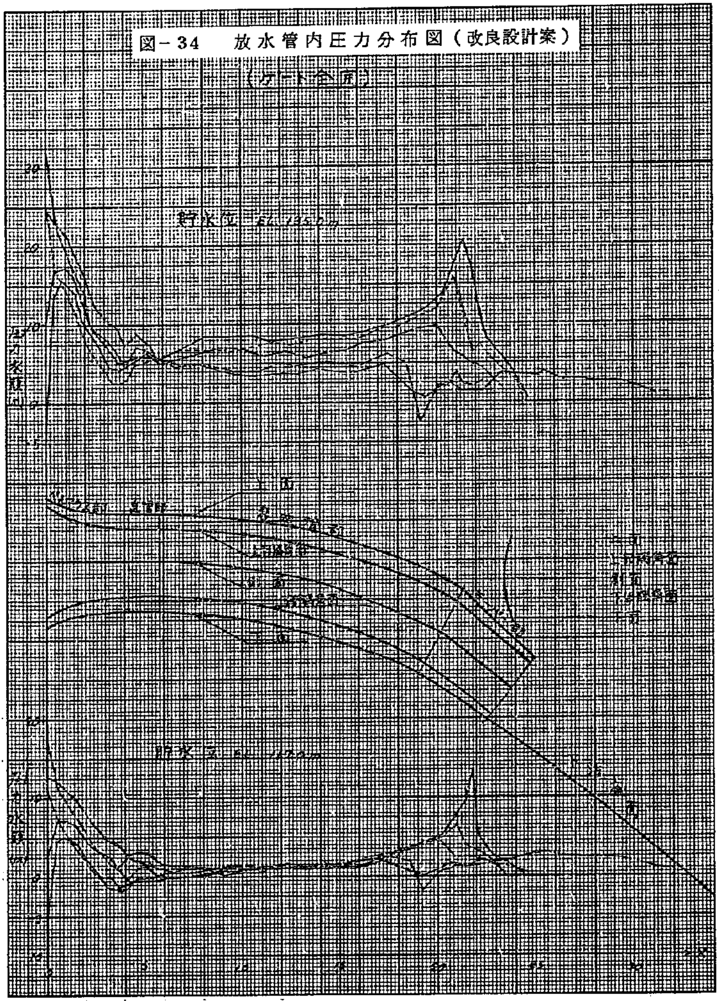
図－30 (a)　放水管内圧力分布図（原設計案）



図－30(b)　放水管内圧力分布図（原設計案）

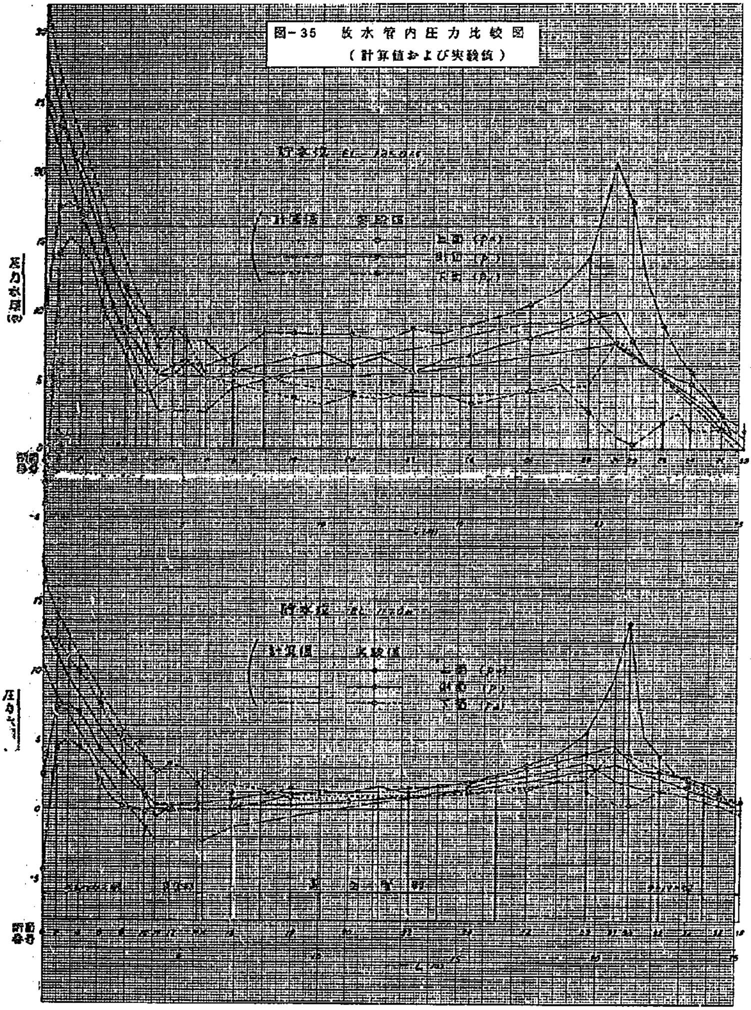

図－30 (c) 放水管内圧力分布図（原設計案）

（ゲート全開）



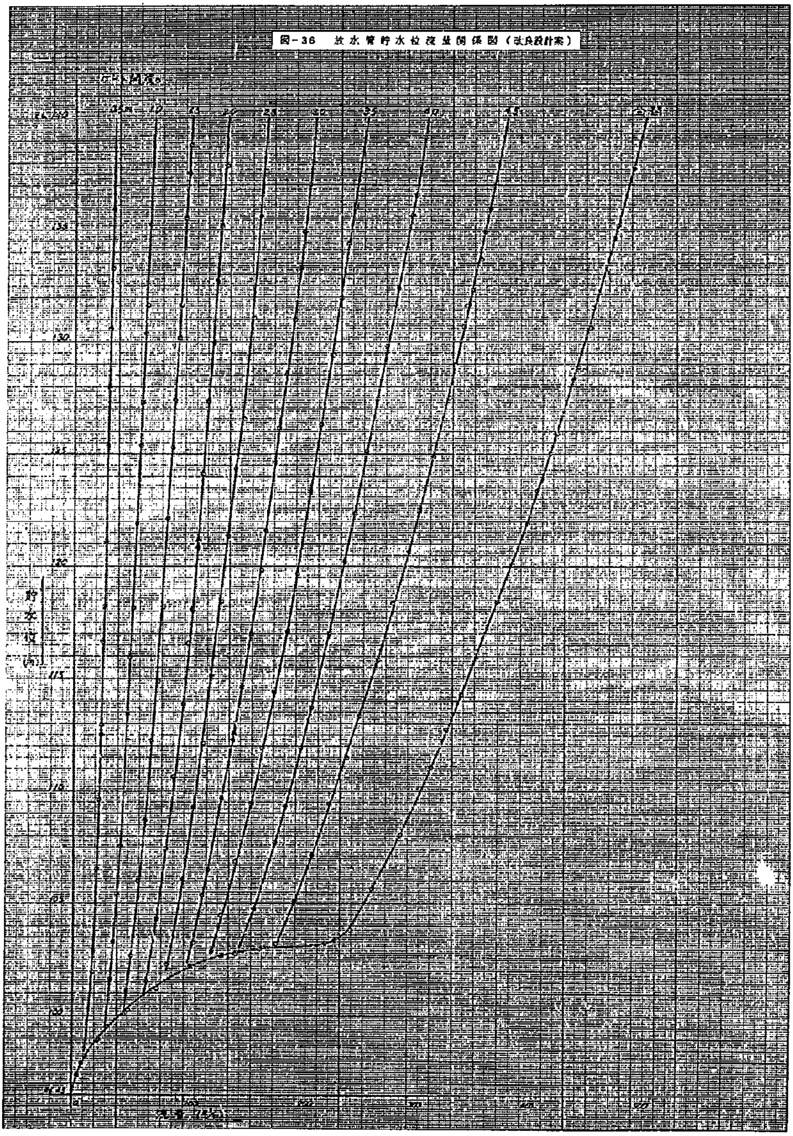
図－34　放水管内圧力分布図（改良設計案）

（ゲート全開）

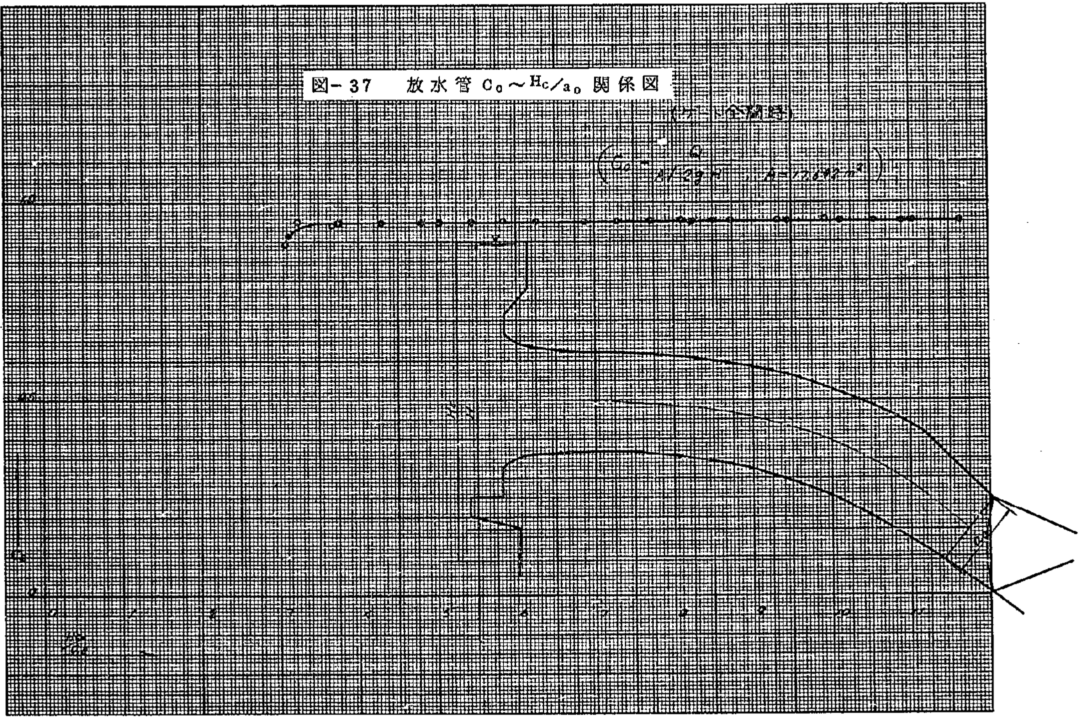


図－35　放水管内圧力比較図

（計算値および実験値）

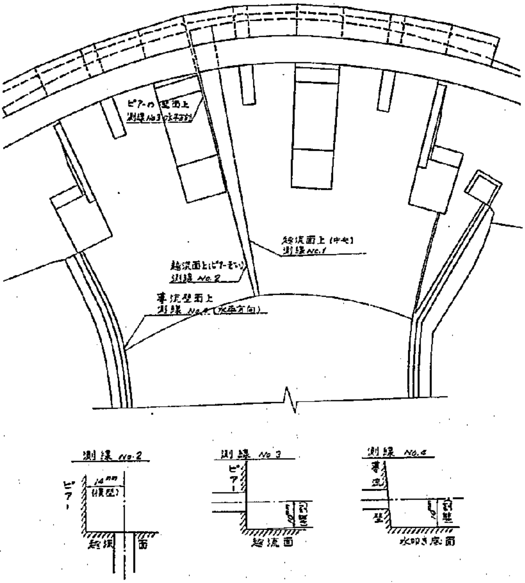


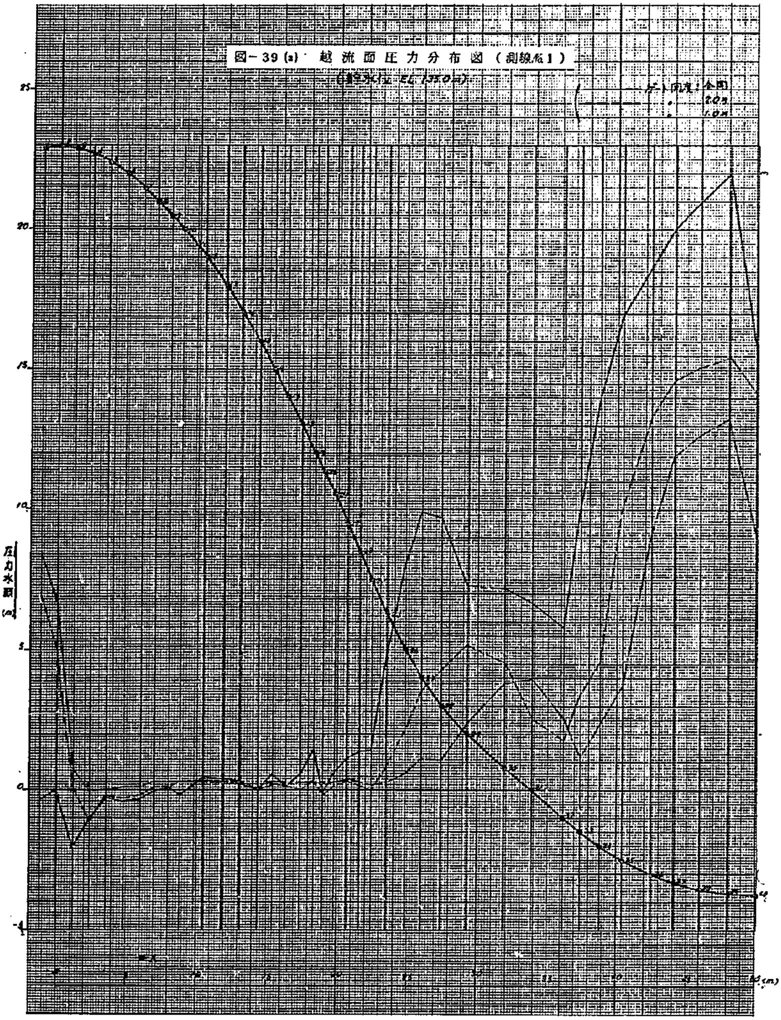
図－36　放水管貯水位流量関係図（改良設計案）



図−37　放水管 $C_o \sim H_c/a_o$ 関係図

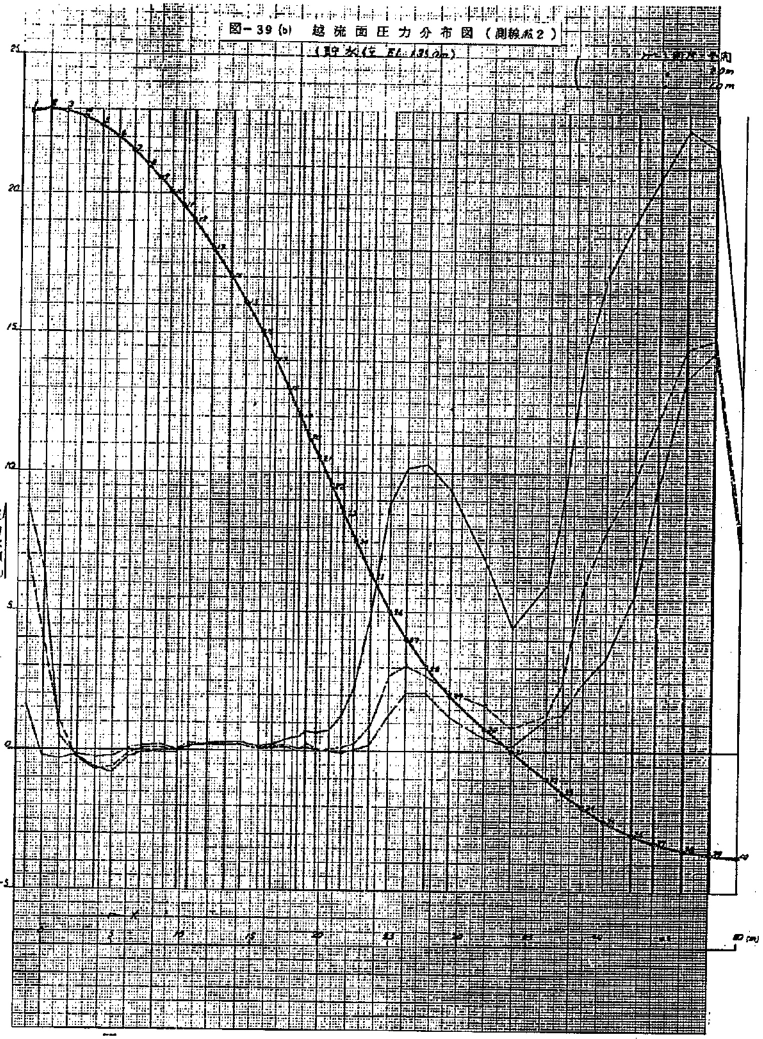
図−38　越流面圧力測定線位置図



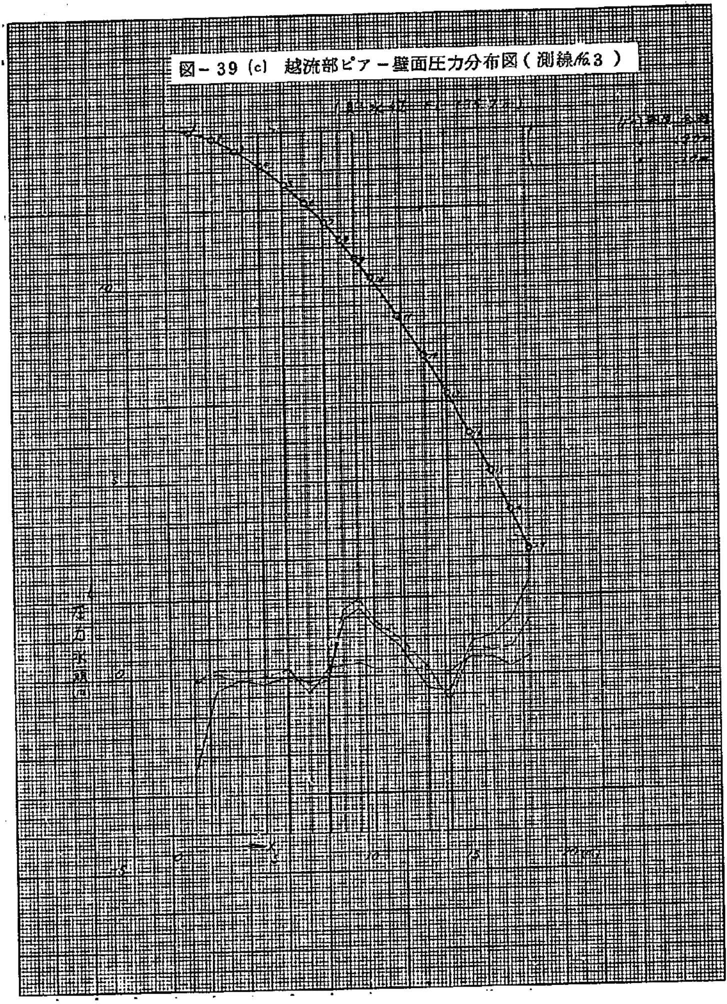


図－39 (a) 越流面圧力分布図（測線№1）

（貯水位 EL 135.0m）

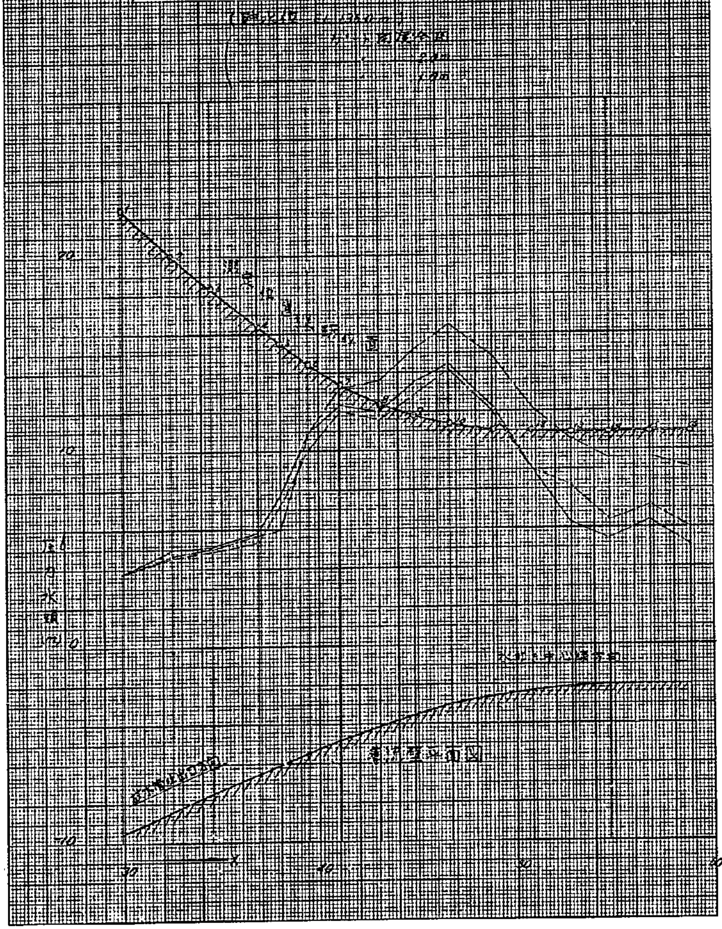

図－39 (b)　越流面圧力分布図（測線№2）

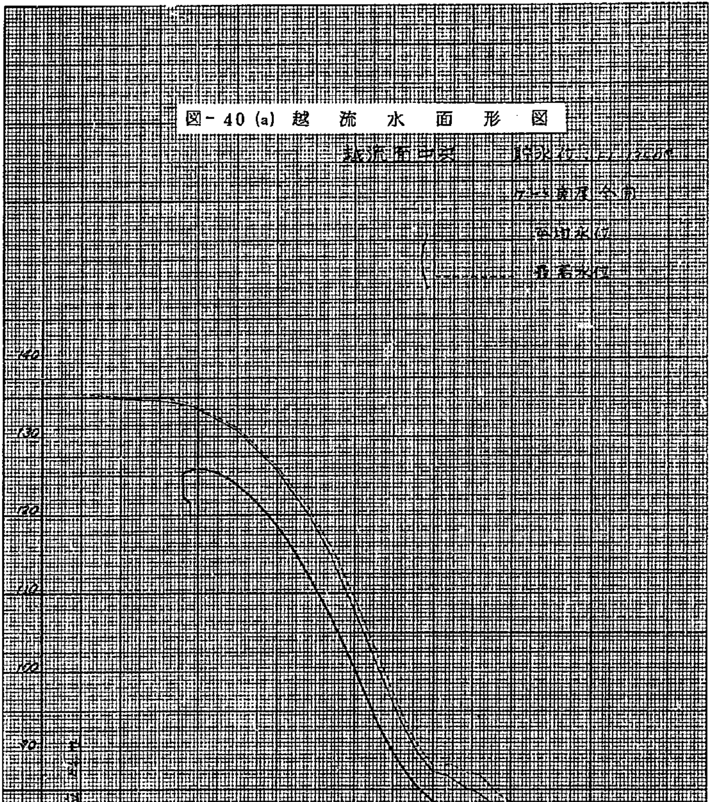
（貯水位 EL 135.0m）



図－39 (c) 越流部ピアー壁面圧力分布図（測線№3）

図－39 (d) 水叩き導流壁面圧力分布図（測線№4）





図－40 (a) 越 流 水 面 形 図

越流部中央
貯水位 EL 135.0m
ゲート開度 全開
平均水位
最高水位
140
130
120
110
100
90
80
70
X
20
10
0
10
20
30
40
50
60 m

図－40 (b) 越 流 水 面 形 図

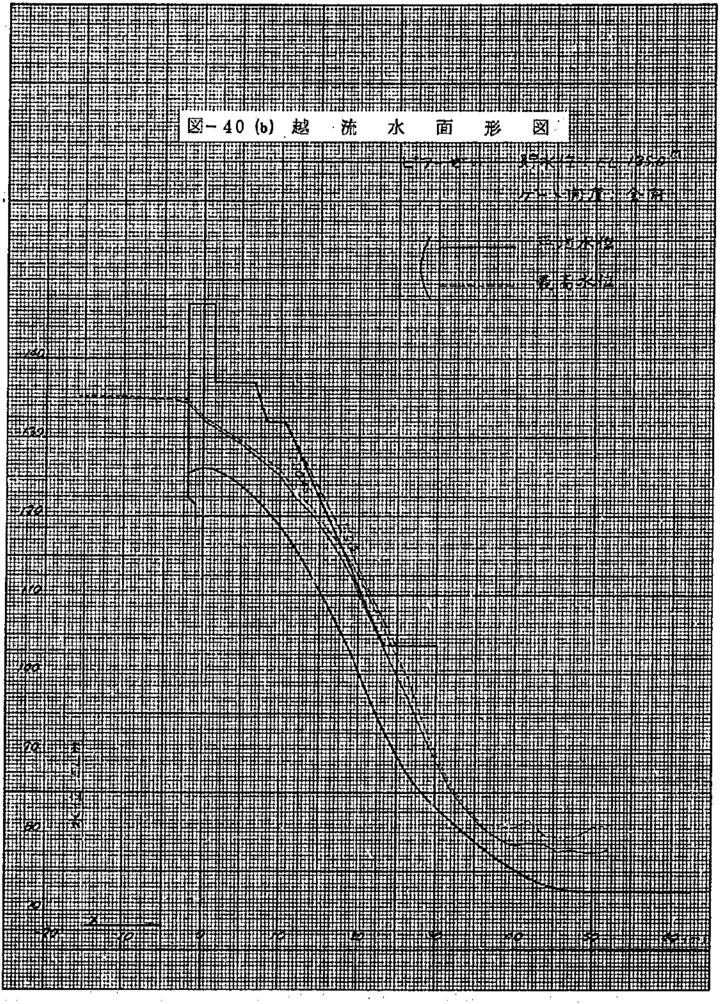
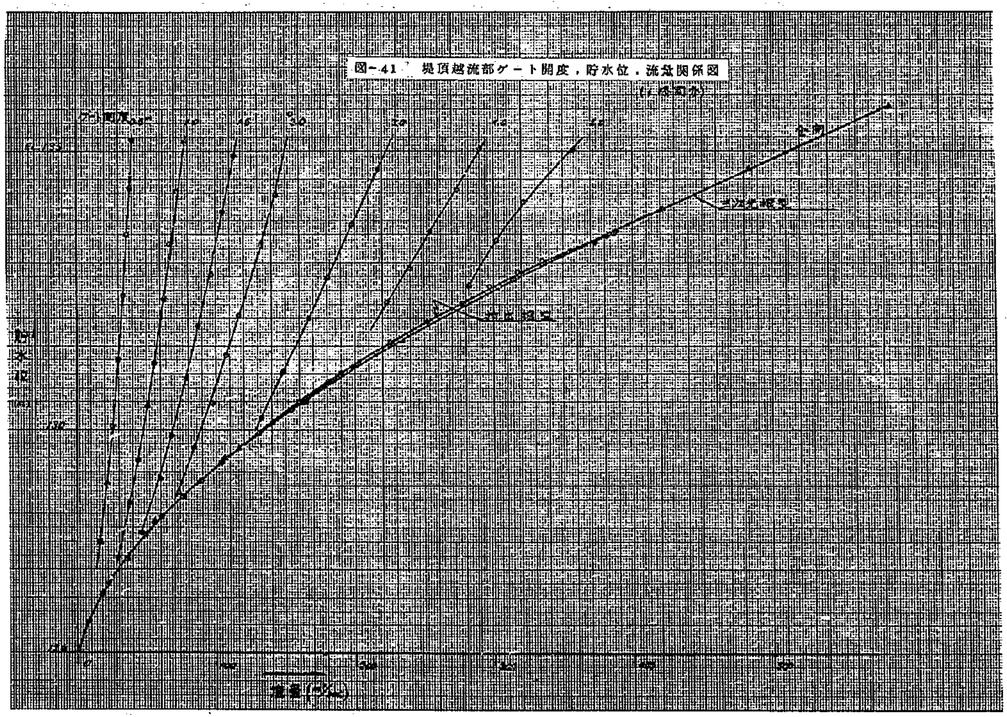
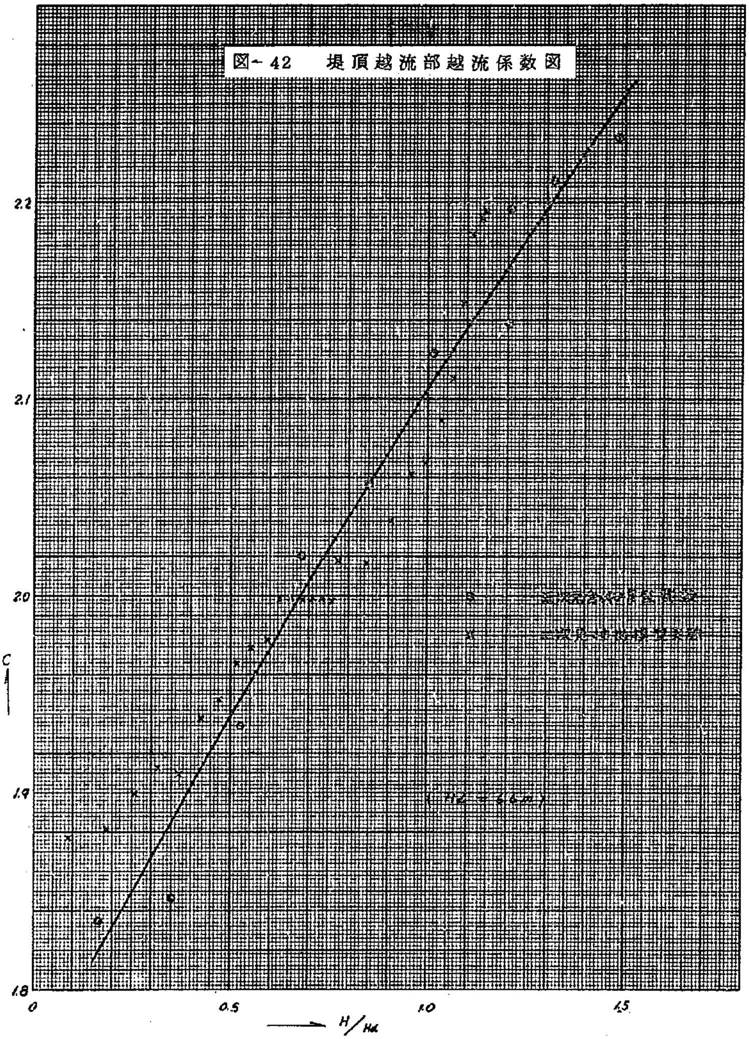

ピアー型 貯水位 EL 135.0m
ゲート開度：全開
下流水位
最高水位
140
130
120
110
100
90
80
70
-20
-10
0
10
20
30
40
50
60 m

図-41　堤頂越流部ゲート開度，貯水位，流量関係図

（1門当り）

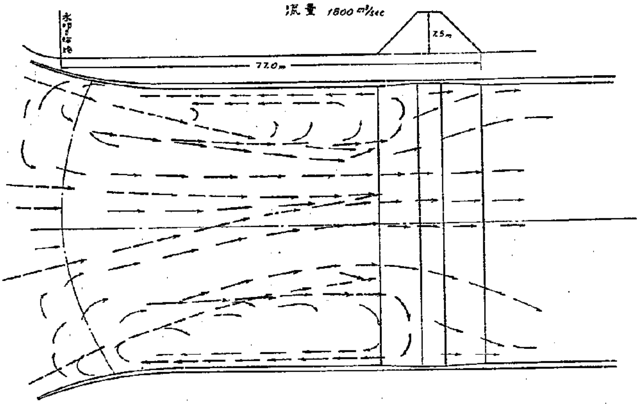




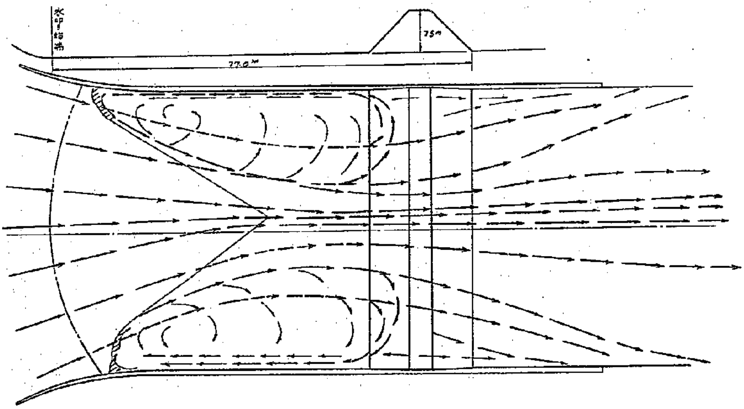
図－42　堤頂越流部越流係数図

図-13　水叩き内流況図

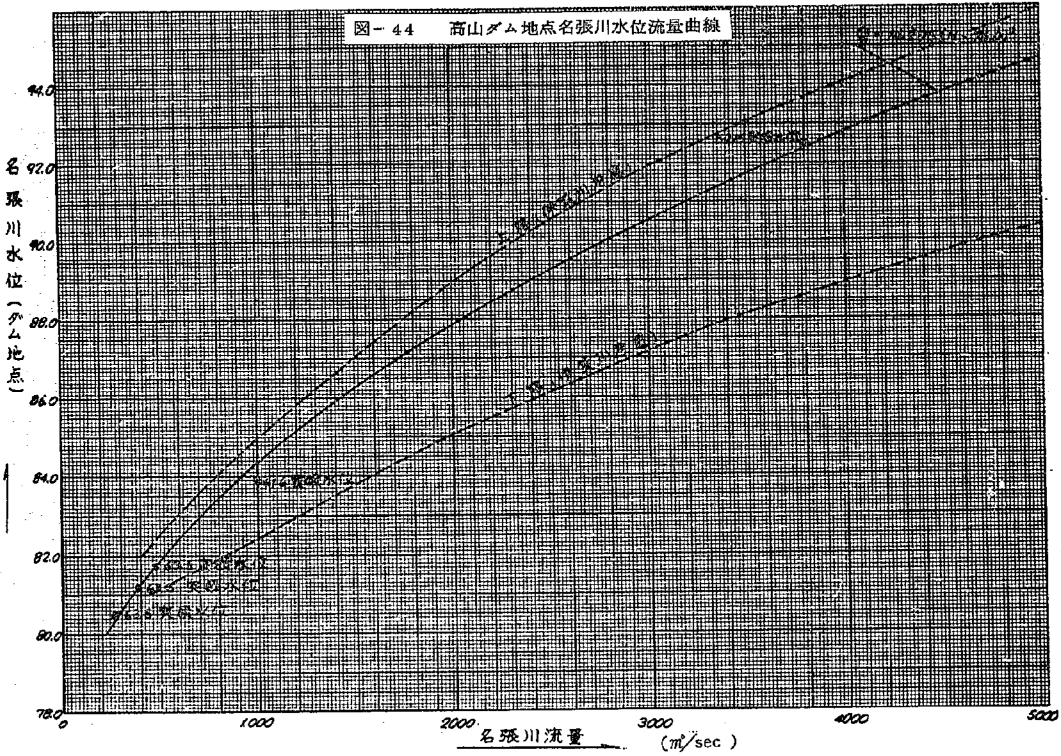
流量 1800 m³/sec

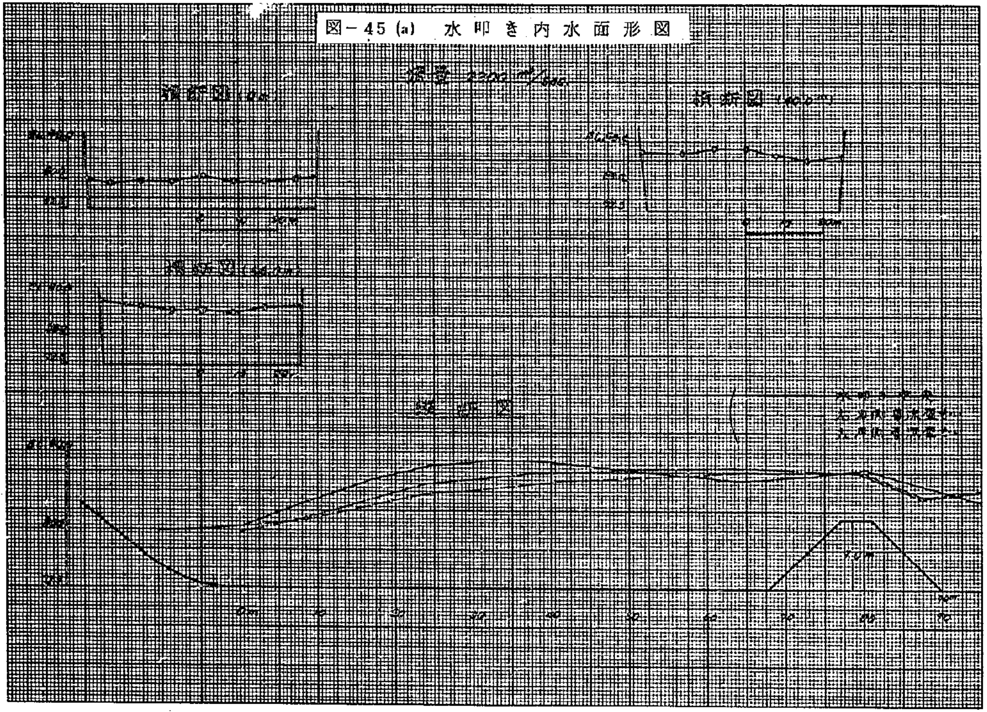


流量 4800 m³/sec



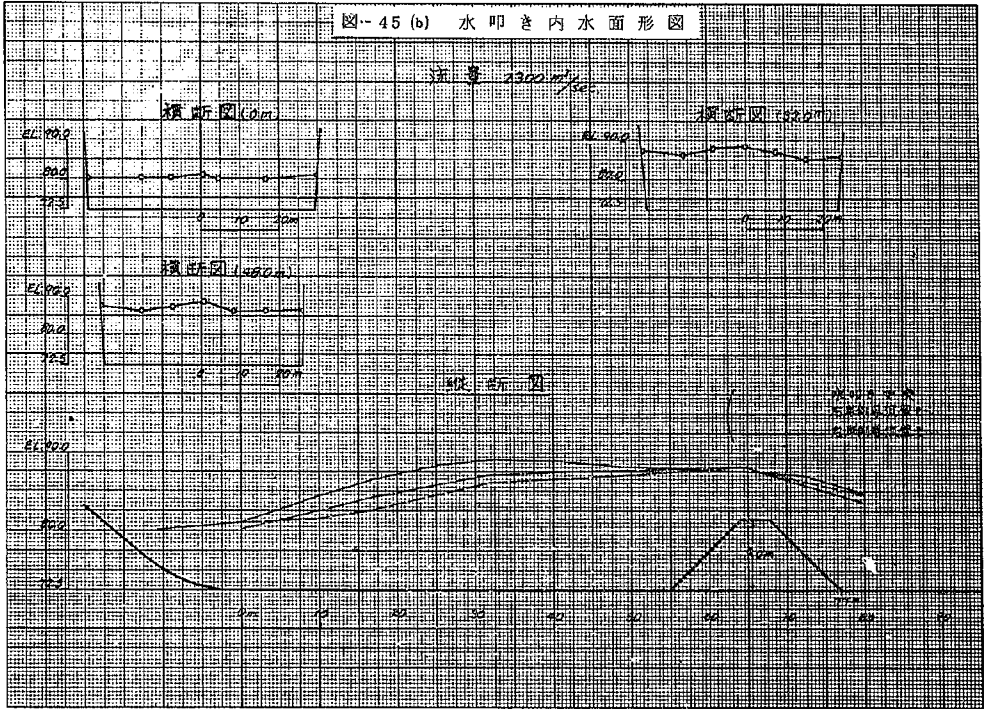
図－44　高山ダム地点名張川水位流量曲線



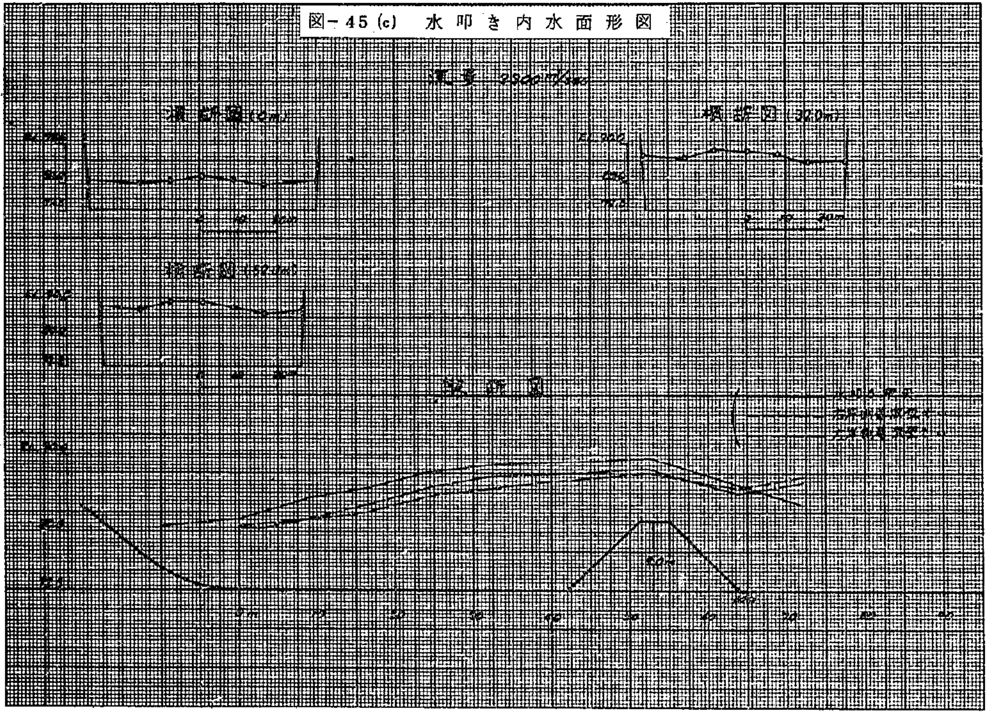


図－45 (a) 水叩き内水面形図

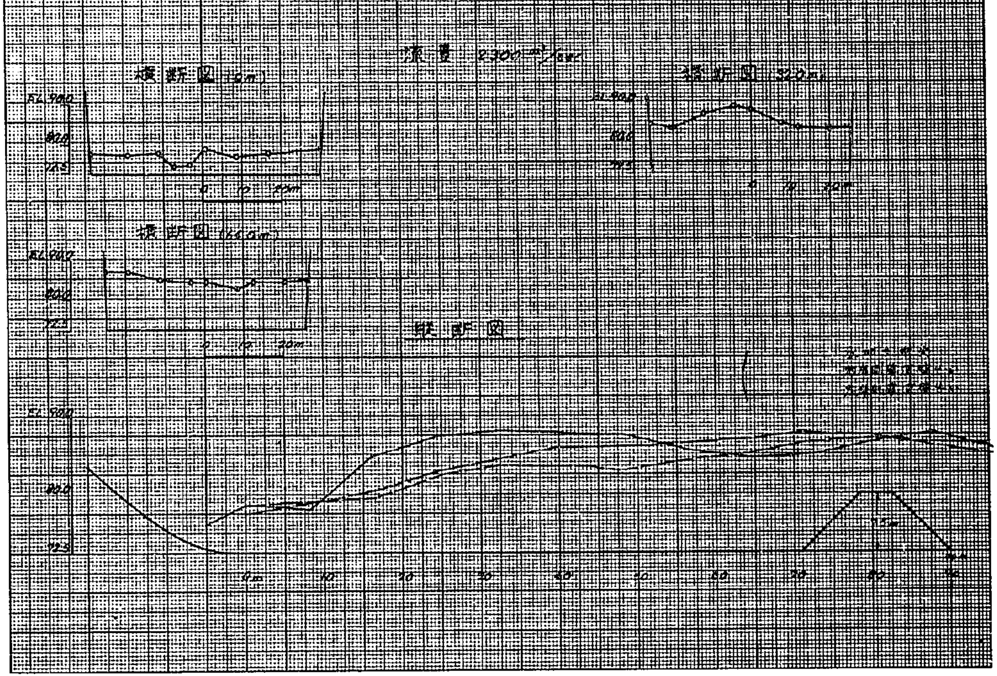
図-45 (b) 水叩き内水面形図

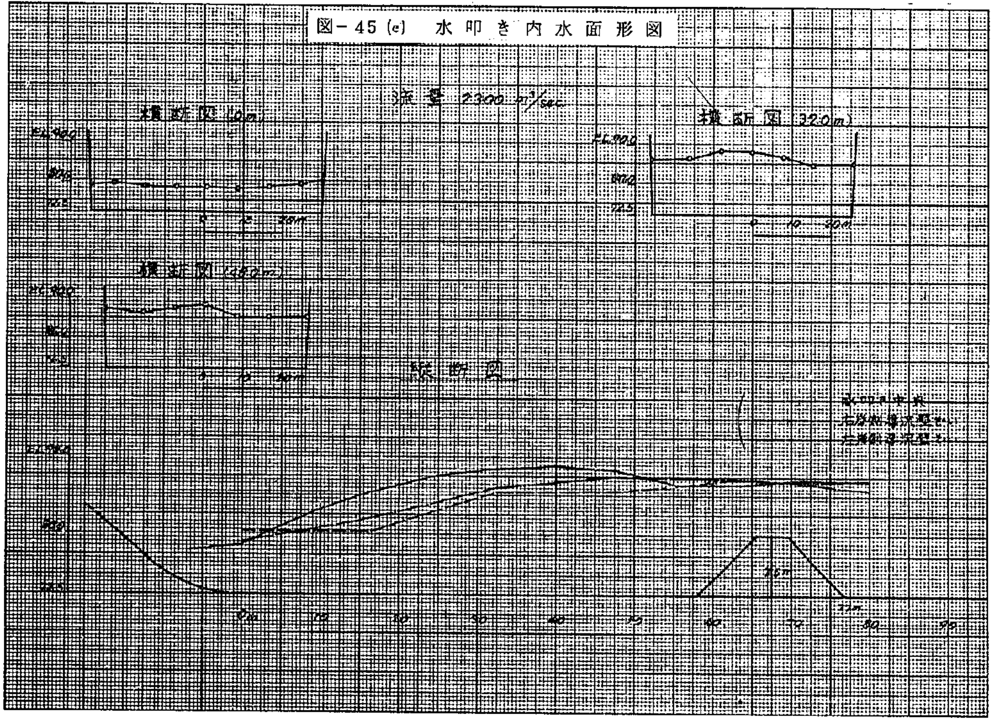


図－45 (c)　水叩き内水面形図

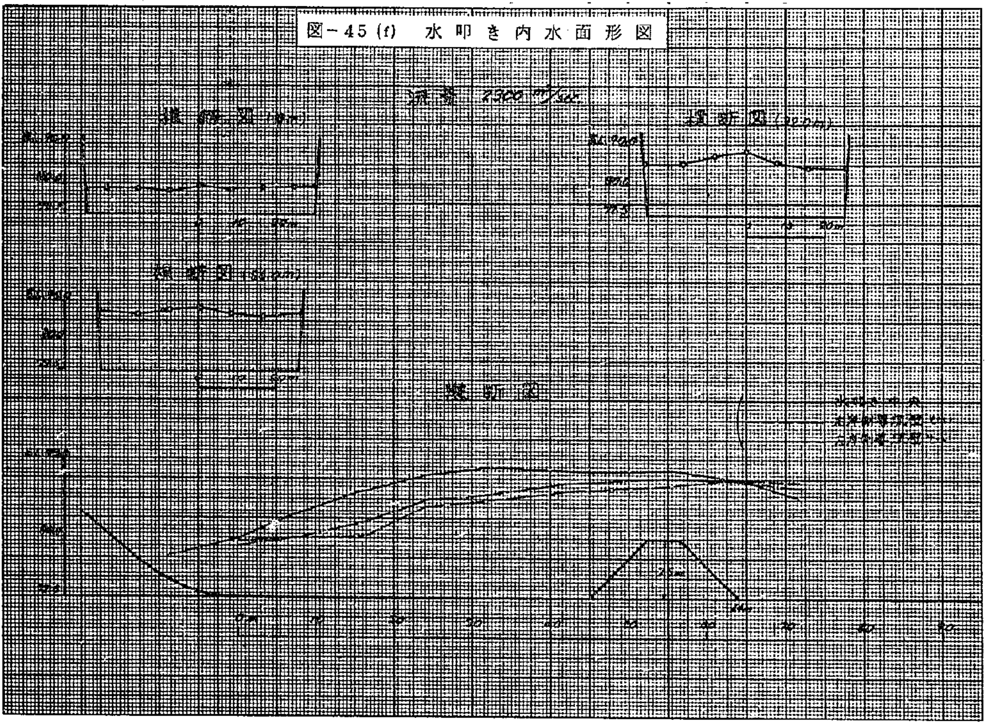


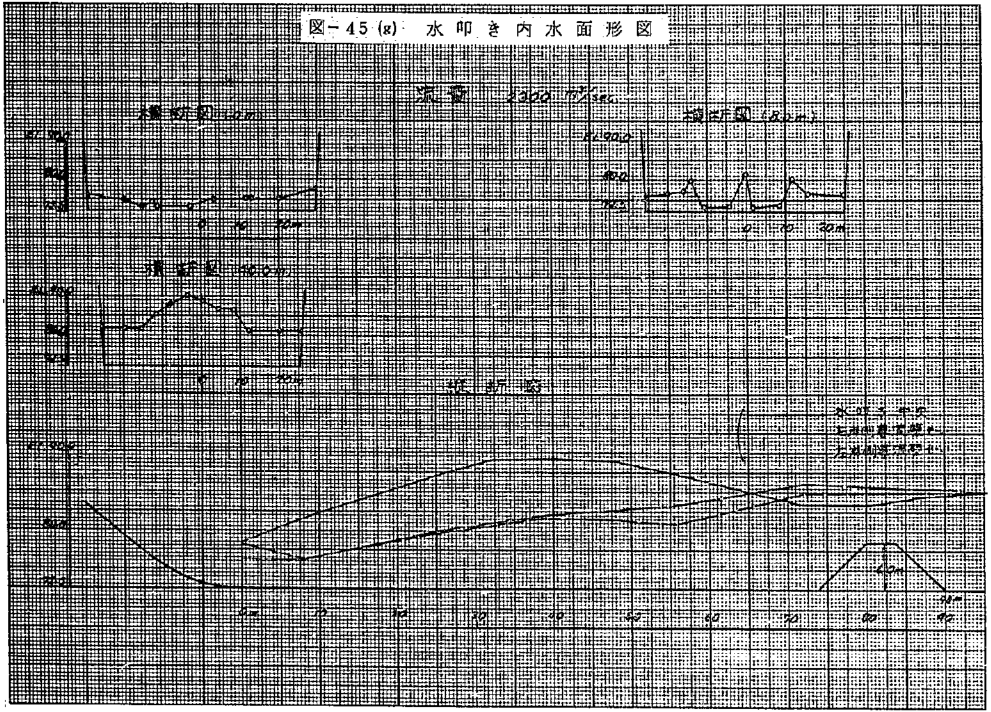
図− 45 (d)　水叩き内水面形図




図－45 (e)　水叩き内水面形図

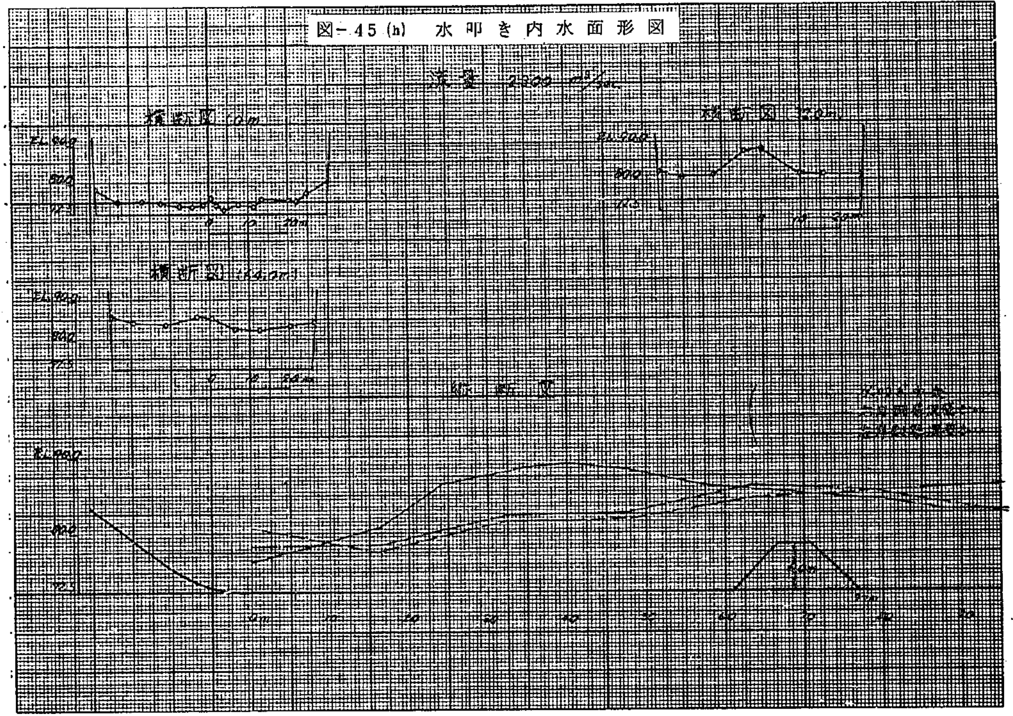
図－45 (f)　水叩き内水面形図



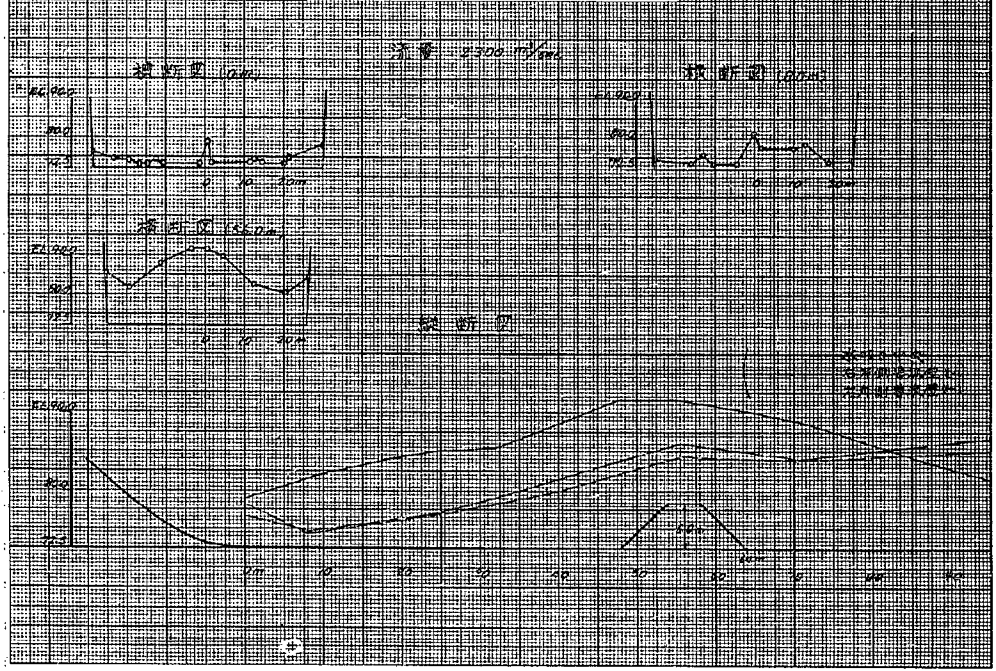


図−45 (g) 水叩き内水面形図

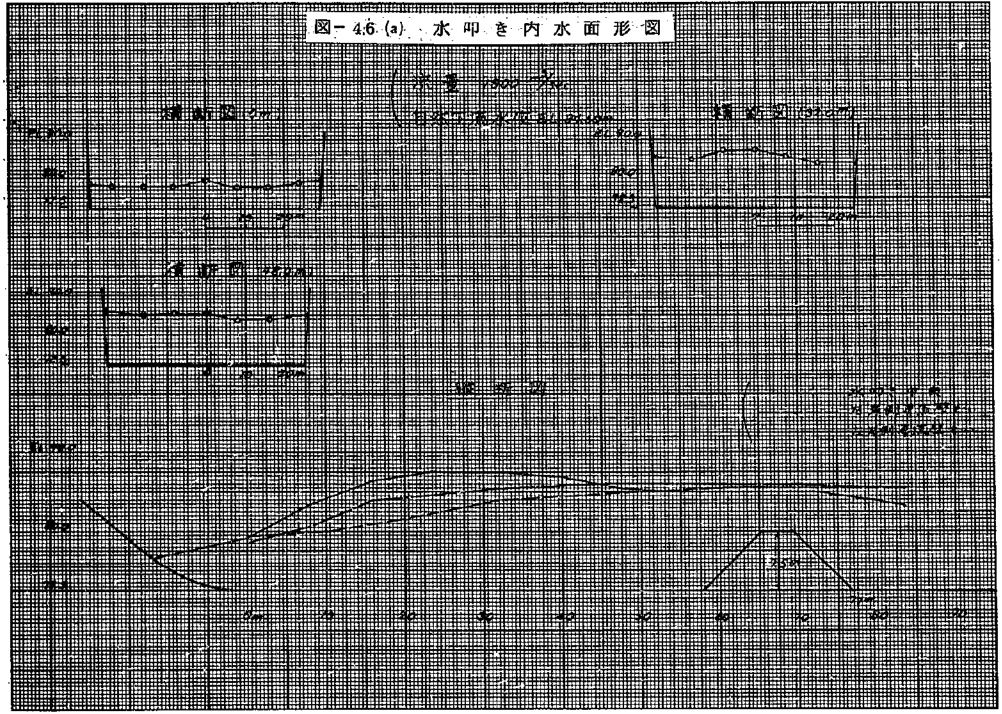
図－45 (h)　水叩き内水面形図

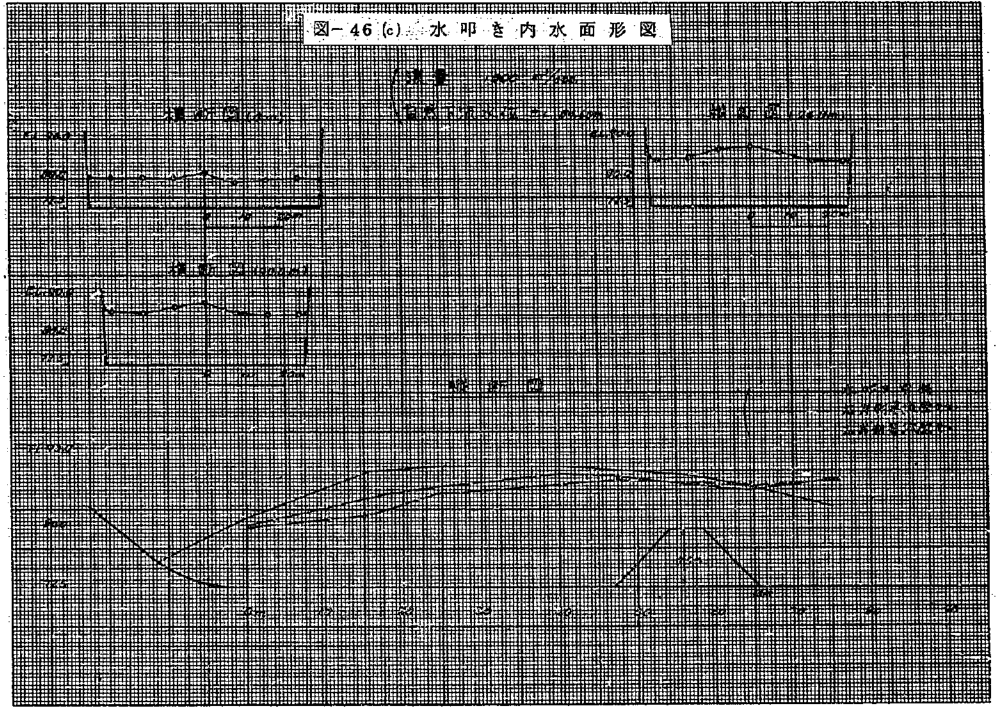


図－45 (i)　水叩き内水面形図

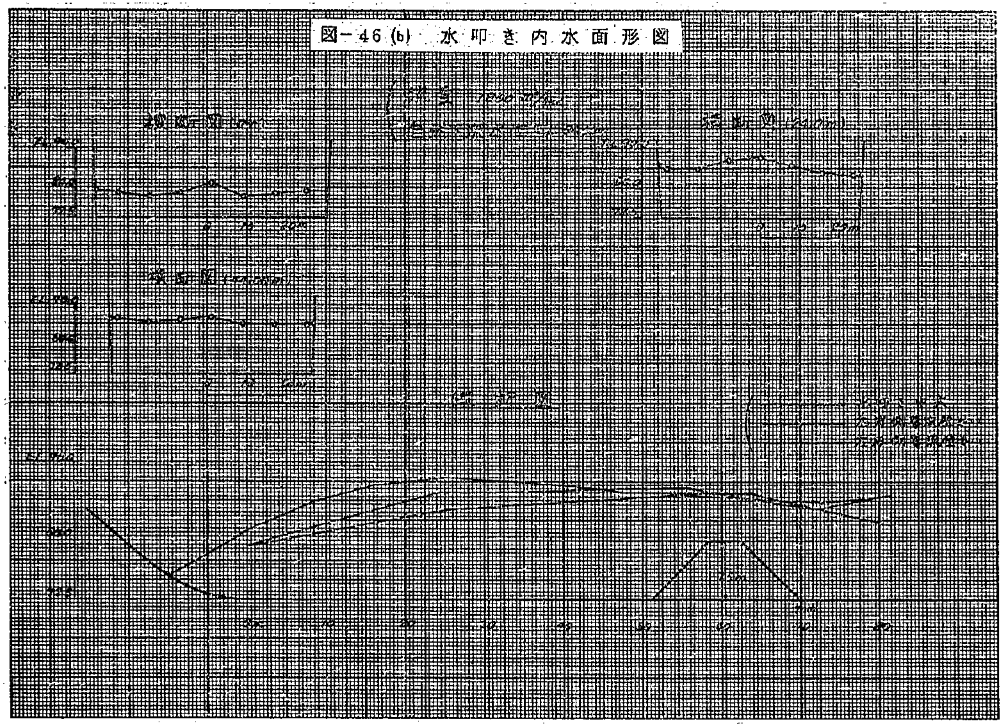


図－4.6 (a) 水叩き内水面形図

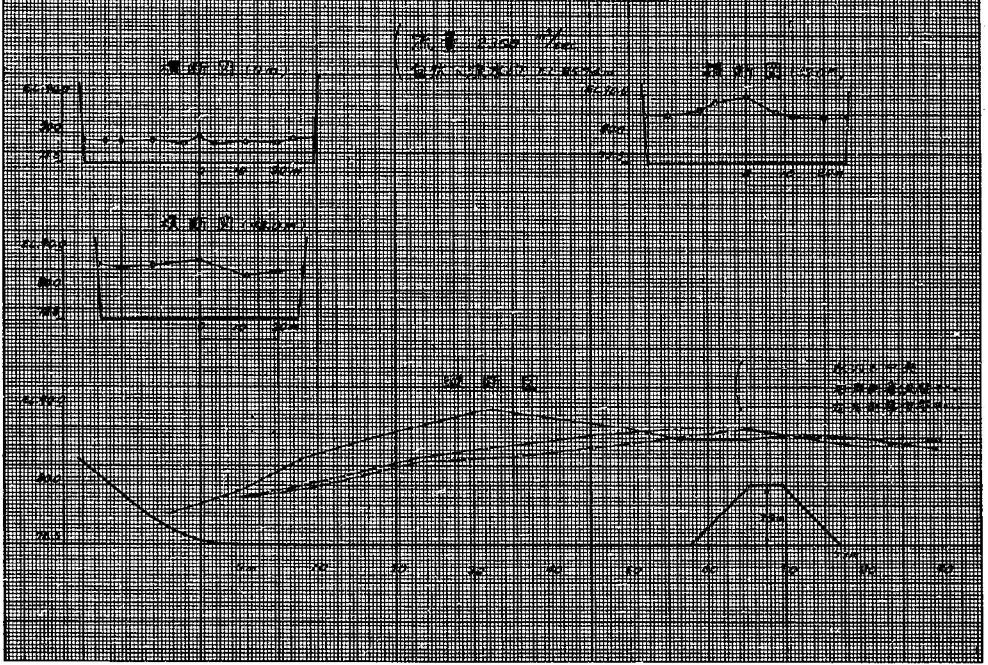



図－46 (c) 水叩き内水面形図

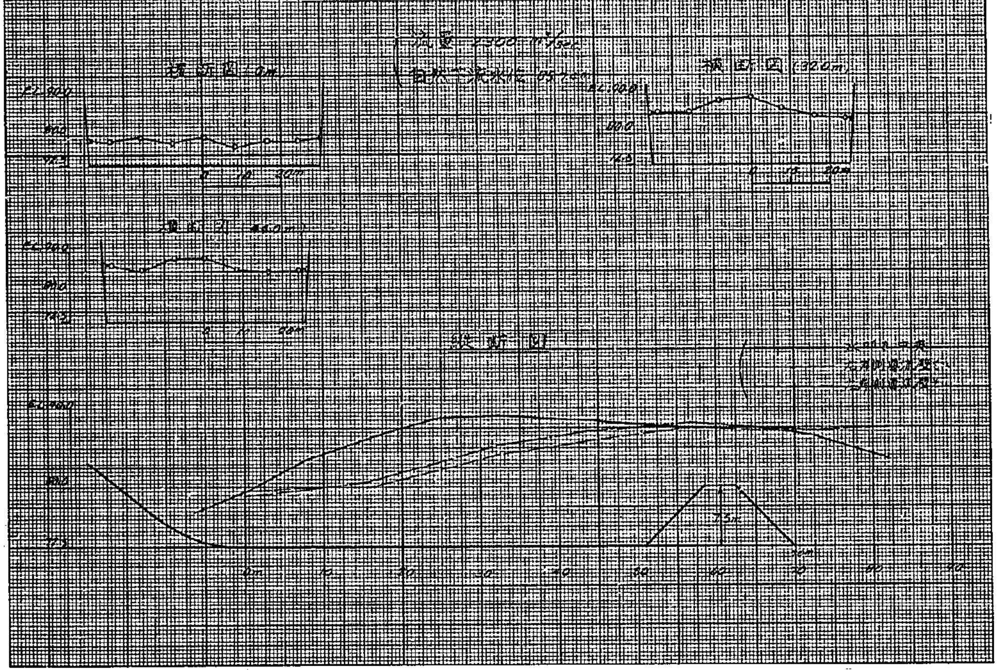
図－46 (b)　水叩き内水面形図



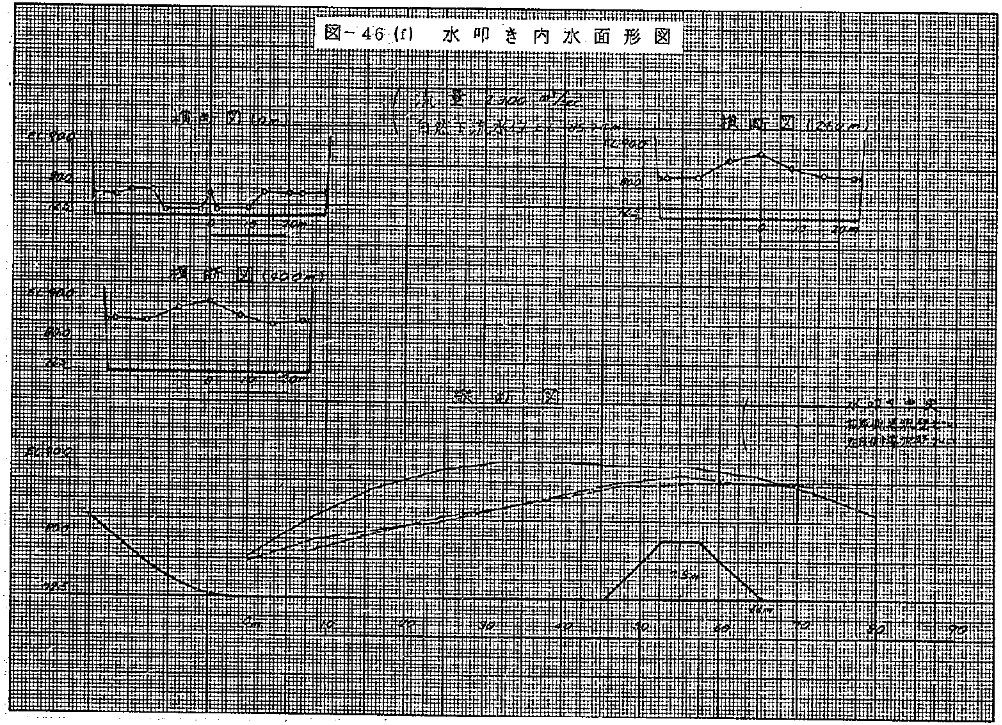
図－46(d)　水叩き内水面形図



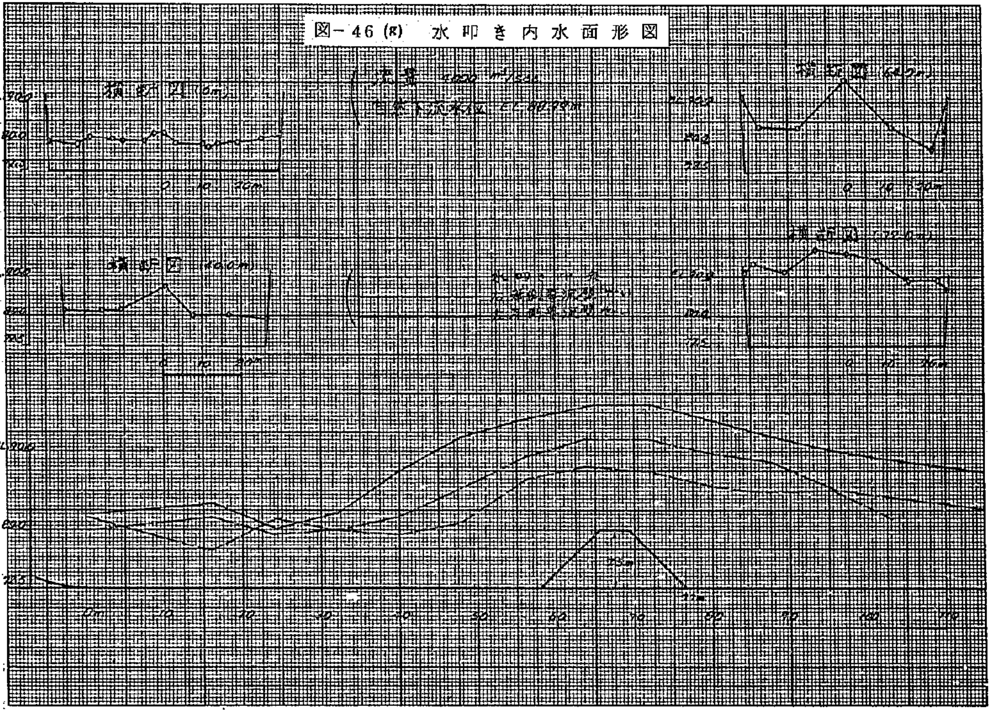
図－46 (c)　水叩き内水面形図



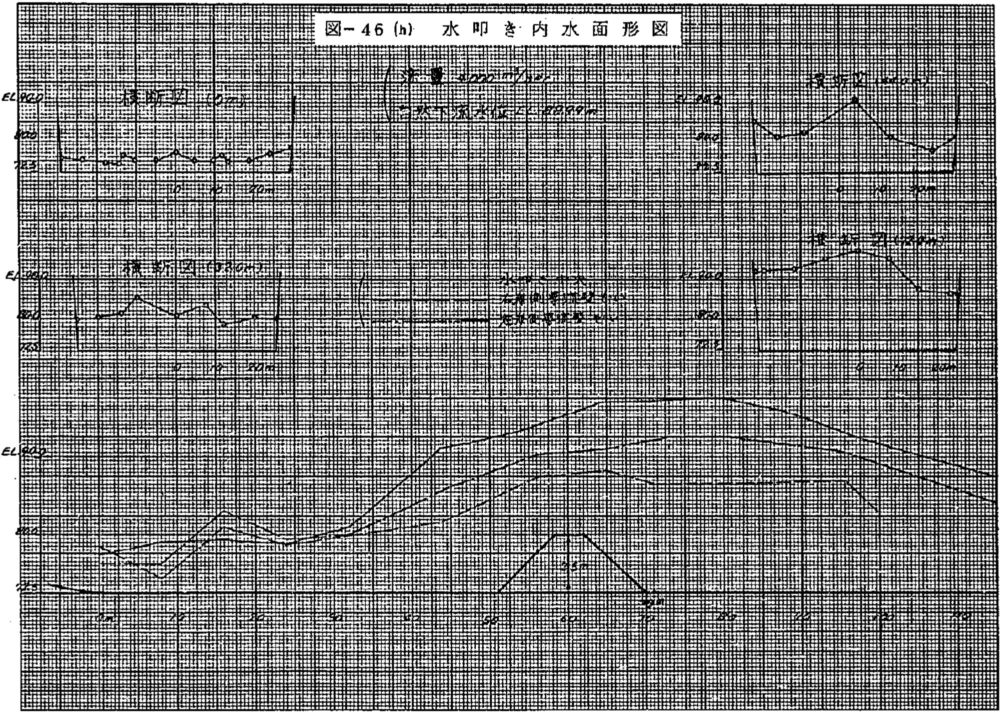
図－46(f) 水叩き内水面形図



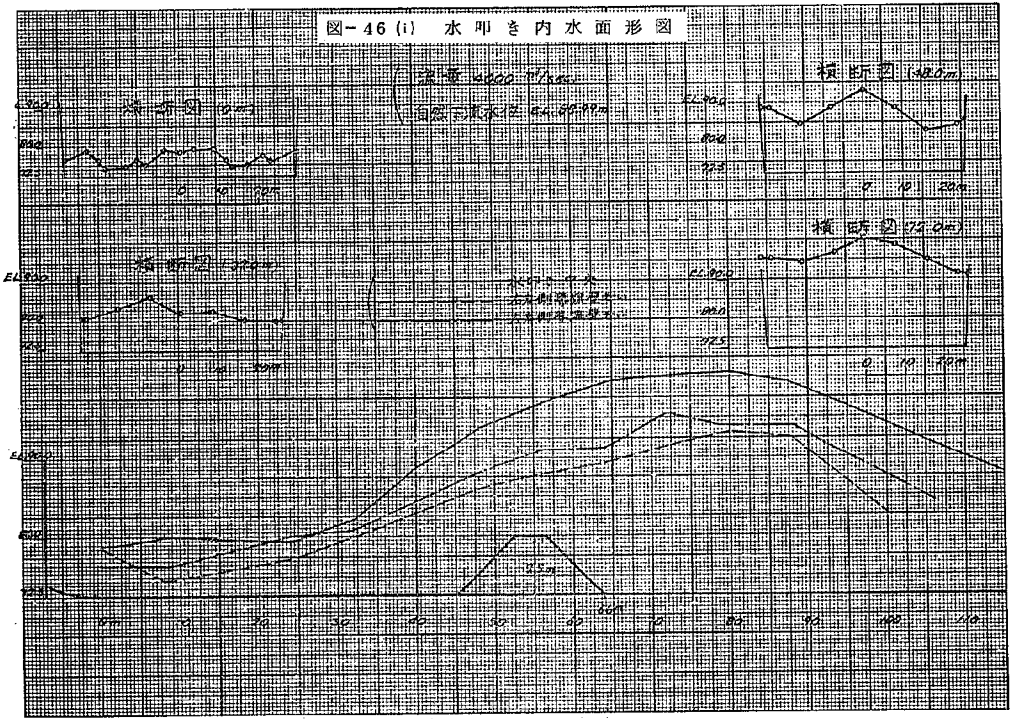
図－46 (8)　水叩き内水面形図



図－46 (h)　水叩き内水面形図



図－46 (i)　水叩き内水面形図



図－46（j）　水叩き内水面形図

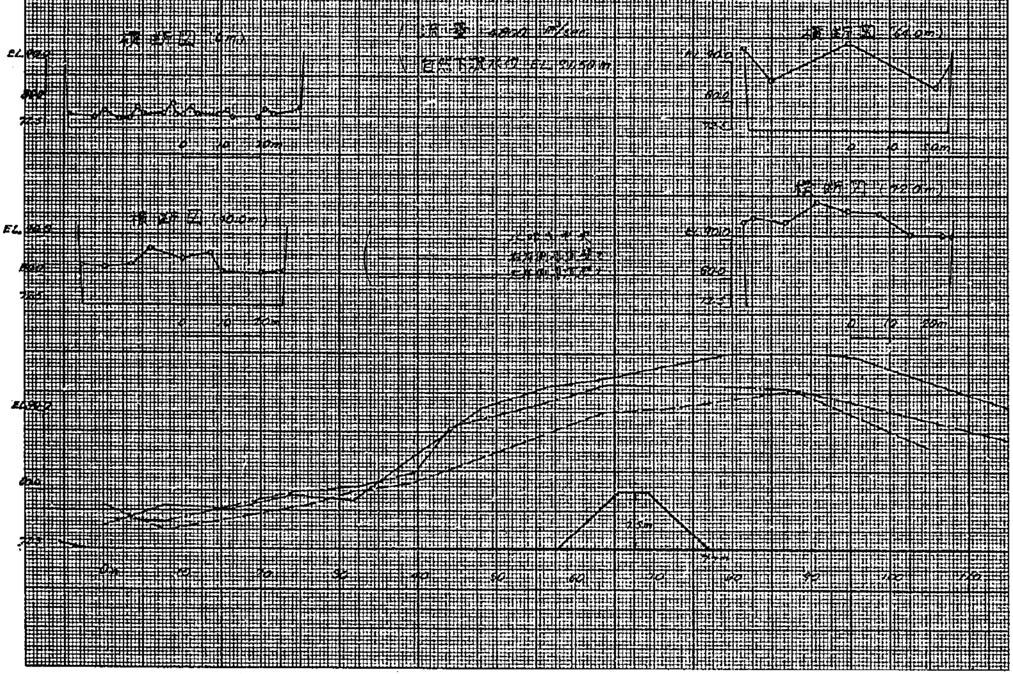
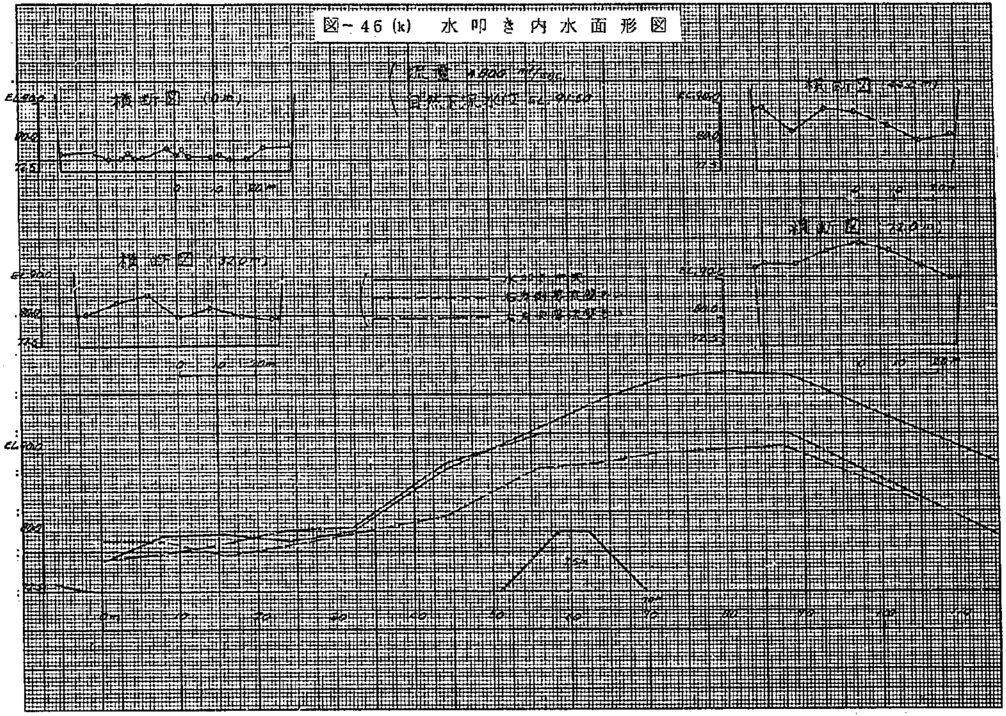


図-46(k) 水叩き内水面形図



図－46 (1)　水叩き内水面形図

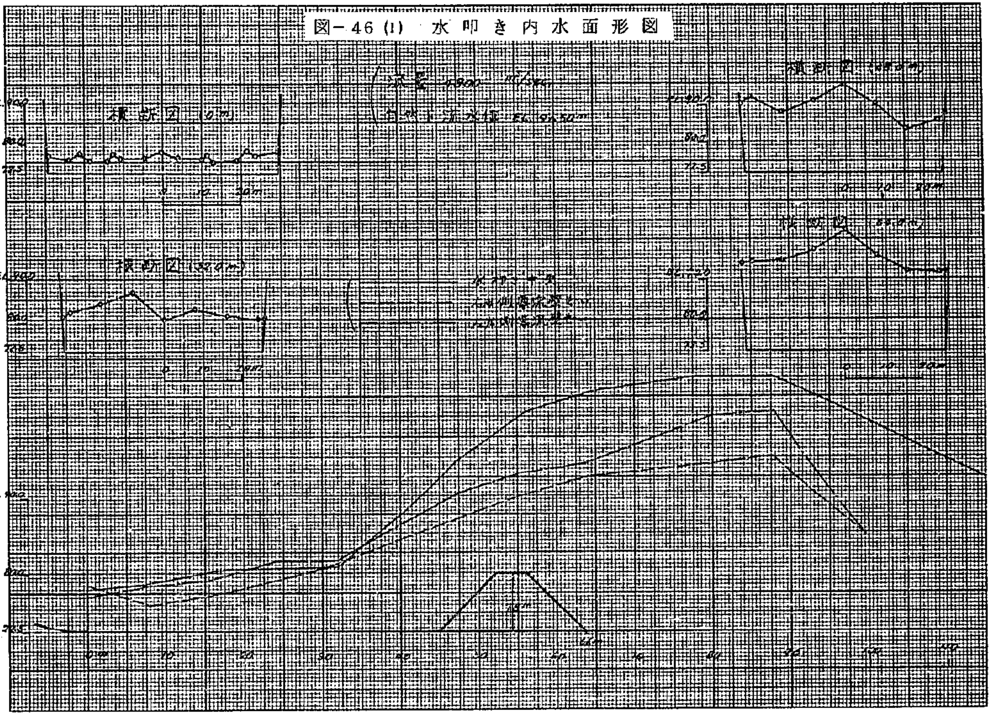


図-47　水叩き縦断形状図　（単位：m）

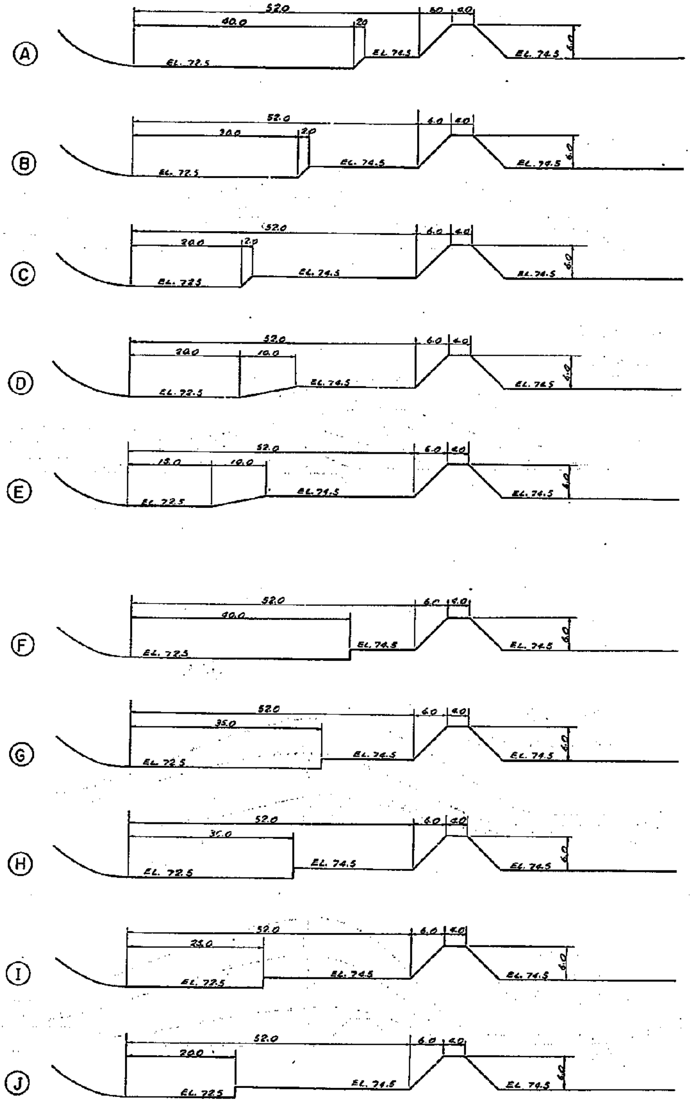
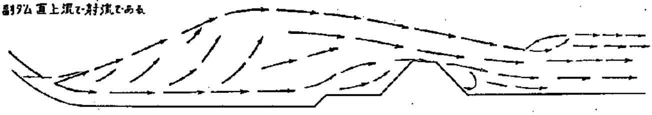


図-48(a) 水叩き内流況図

Ⓐ型

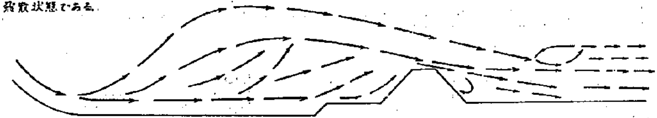
Q= 1800m³/sec.

・副ダム直上流で射流である。



Q= 2300m³/sec.

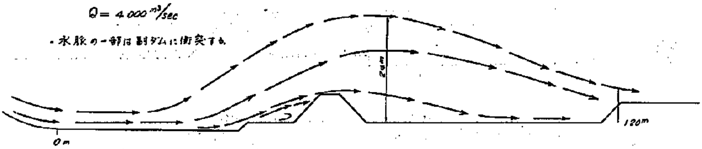
・少しだが露出射流があり
飛散状態である。



Ⓐ型

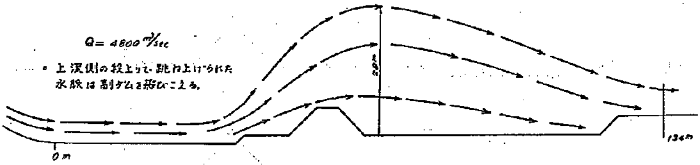
Q= 4000m³/sec

・水脈の一部は副ダムに衝突する。



Q= 4800m³/sec

・上流側の段上りで跳ね上げられた
水脈は副ダムを飛びこえる。

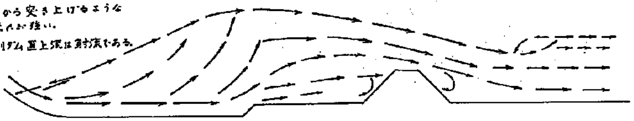


図－48 (ｲ)　水叩き内流況図

Ⓑ型

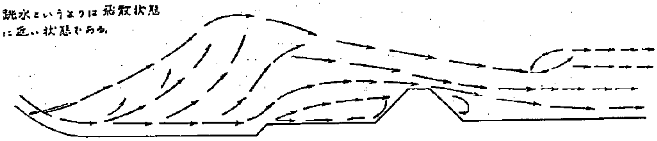
Q＝1800m³/sec.

- 下から突き上げるような流れが強い。
- 副ダム直上流は射流である。



Q＝2300m³/sec

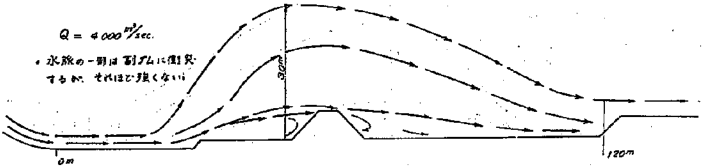
- 跳水というよりは飛散状態に近い状態である。



Ⓑ型

Q＝4,000m³/sec.

- 水脈の一部は副ダムに衝突するが、それほど強くない。



Q＝4,800m³/sec.

- 水脈の一部は副ダムの頂部にぶつかる。
- 4,000m³/secの場合よりも水脈は広がらず落下する。

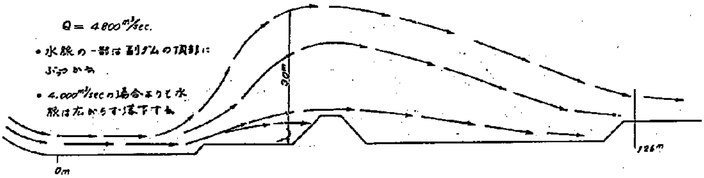
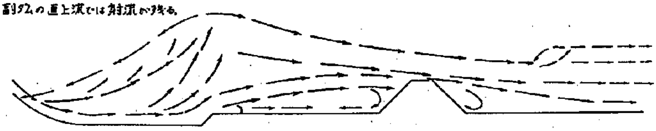
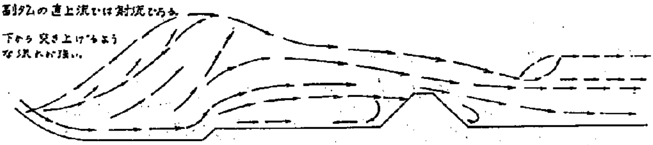


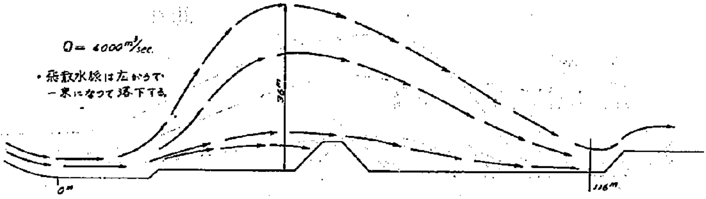
図-48 (ロ) 水叩き内流況図

Ⓒ型


Q= 1800m³/sec.
- 副ダムの直上流では射流が残る。


Q= 2300m³/sec.
- 副ダムの直上流では射流である。
- 下から突き上げるような流れが強い。

Ⓒ型


Q= 4000m³/sec.
- 飛散水脈は左からで一束になって落下する。

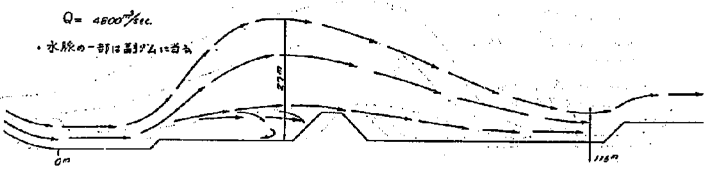
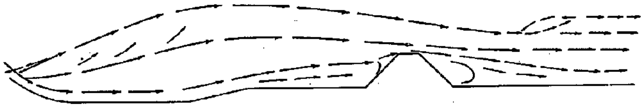

Q= 4600m³/sec.
- 水脈の一部は副ダムに当る。

図-48 (4)　水叩き内流況図

Ⓓ型

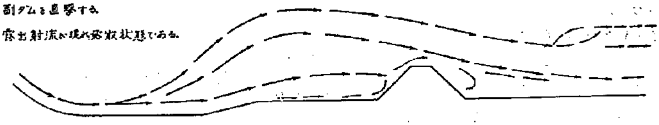
$Q = 1800\,m^3/sec.$

- 副ダム直上流では射流



$Q = 2300\,m^3/sec.$

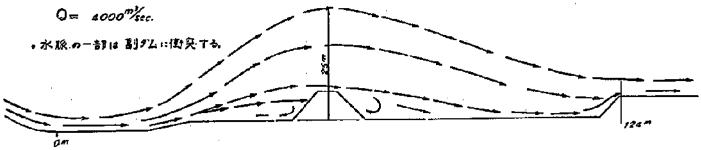
- 上流の斜面で跳ね上った水脈は副ダムを直撃する。
- 露出射流が現れ発散状態である。



Ⓓ型

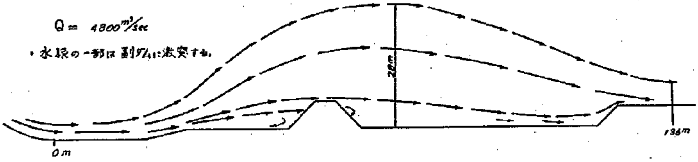
$Q = 4000\,m^3/sec.$

- 水脈の一部は副ダムに衝突する。



$Q = 4800\,m^3/sec$

- 水脈の一部は副ダムに激突する。

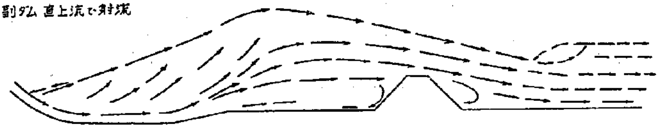


図－48 (e)　水叩き内流況図

Ⓔ型

Q＝ 1800 m³/sec.

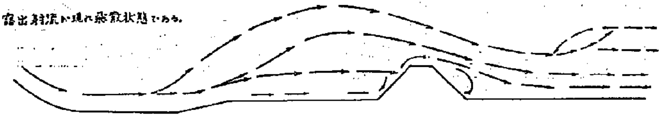
・副ダム直上流で射流



Q＝ 2300 m³/sec.

・斜面で跳ね上った水脈は副ダムを
直撃する。

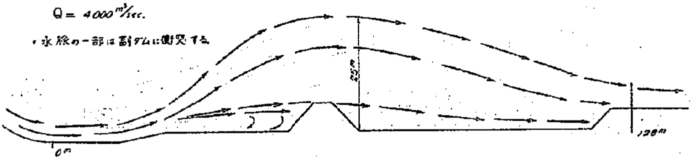
・露出射流が現れ飛散状態である。



Ⓔ型

Q＝ 4000 m³/sec.

・水脈の一部は副ダムに衝突する。



Q＝ 4500 m³/sec.

・水脈は束となって副ダムを
直撃する。

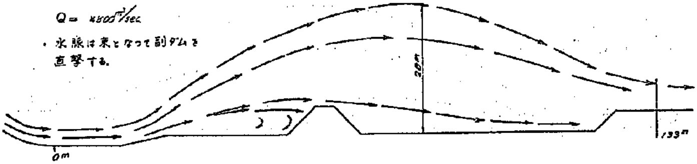
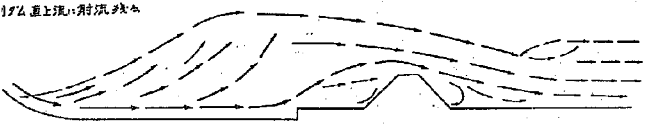


図-48 (ソ) 水叩き内流況図

Ⓕ型

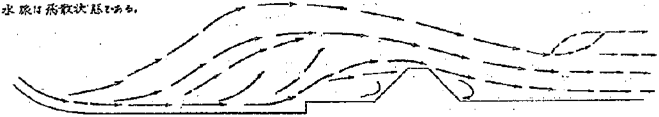
Q= 1800m^3/sec.

- 副ダム直上流に射流残る



Q= 2300m^3/sec.

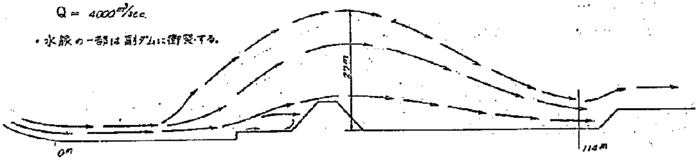
- ほんの少しだが露出射流現れ
  水脈は飛散状態である。



Ⓕ型

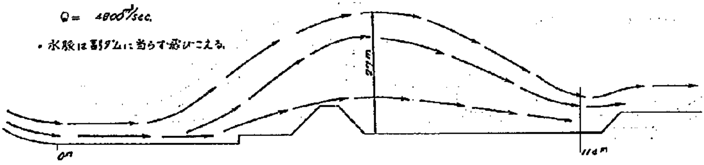
Q= 4000m^3/sec.

- 水脈の一部は副ダムに衝突する。



Q= 4800m^3/sec.

- 水脈は副ダムに当らず飛びこえる。

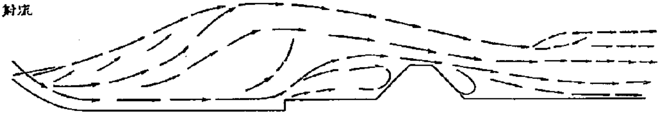


図−48b 水叩き内流況図

Ⓖ型

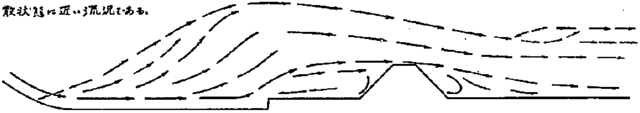
$Q = 1800\ \mathrm{m^3/sec.}$

- 副ダム直上流で水脈は射流



$Q = 2300\ \mathrm{m^3/sec}$

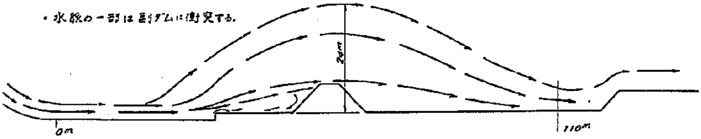
- 露出射流はでないが飛散状態に近い流況である。



Ⓖ型

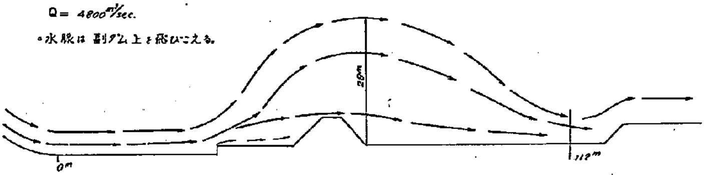
$Q = 4000\ \mathrm{m^3/sec.}$

- 水脈の一部は副ダムに衝突する。



$Q = 4800\ \mathrm{m^3/sec.}$

- 水脈は副ダム上を飛びこえる。

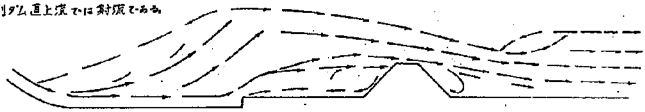


図－48 (b)　水叩き内流況図

Ⓗ型

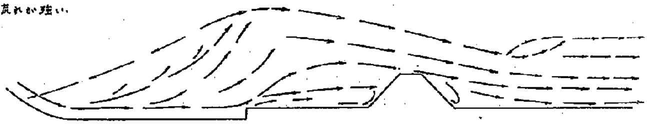
Q = 1800 m^3/sec.

- 副ダム直上流では射流である。



Q = 2300 m^3/sec.

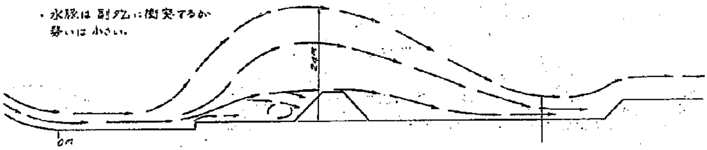
- 下から突き上げるような流れが強い。



Ⓗ型

Q = 4000 m^3/sec.

- 水脈は副ダムに衝突するが勢いは小さい。



Q = 4800 m^3/sec

- 水脈は副ダムを飛びこえる。

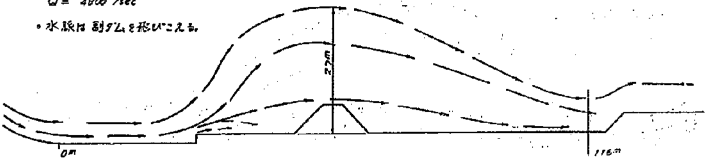
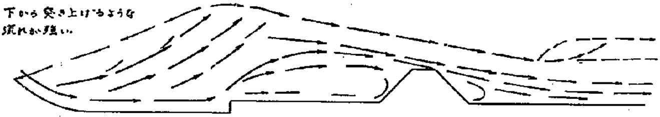


図-48 (1)　水叩き内流況図

① 型

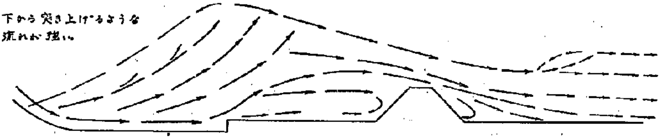
Q = 1800 m^3/sec.

- 副ダム直上流で渦流である。
- 下から突き上げるような流れが強い。



Q = 2300 m^3/sec.

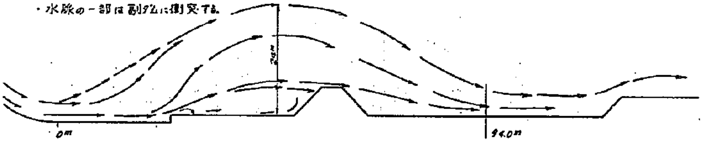
- 下から突き上げるような流れが強い。



① 型

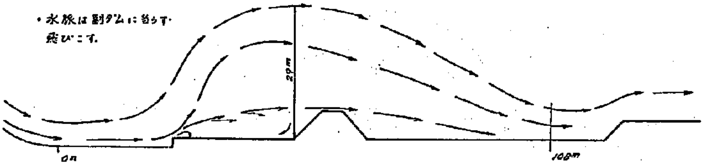
Q = 4000 m^3/sec.

- 水脈の一部は副ダムに衝突する。



Q = 4800 m^3/sec.

- 水脈は副ダムに当らず飛びこす。

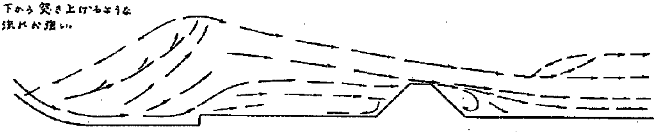


図－48 (1)　水叩き内流況図

Ⓙ型

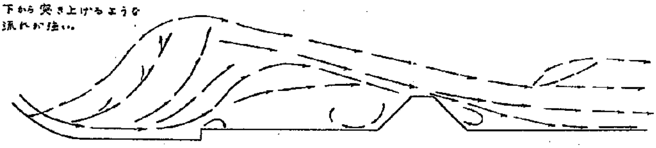
Q = 1800 m^3/sec.

・下から突き上げるような流れが強い。



Q = 2300 m^3/sec.

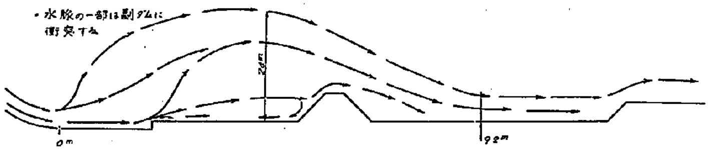
・下から突き上げるような流れが強い。



Ⓙ型

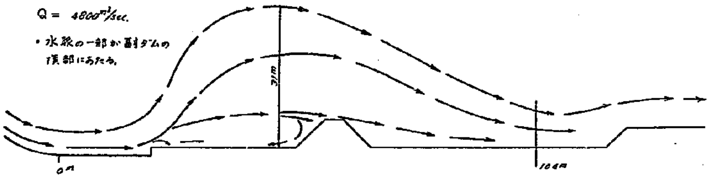
Q = 4000 m^3/sec

・水脈の一部は副ダムに衝突する

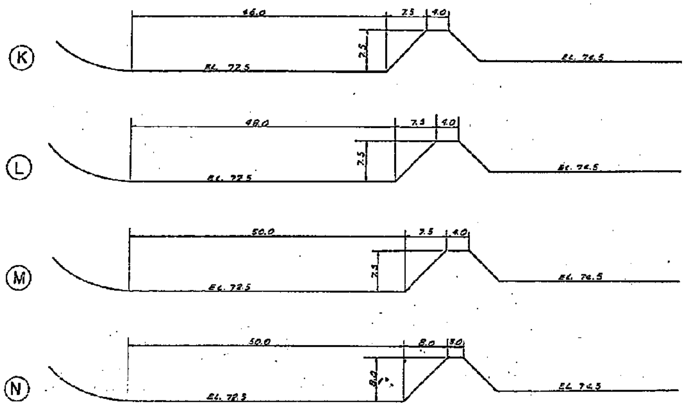


Q = 4800 m^3/sec.

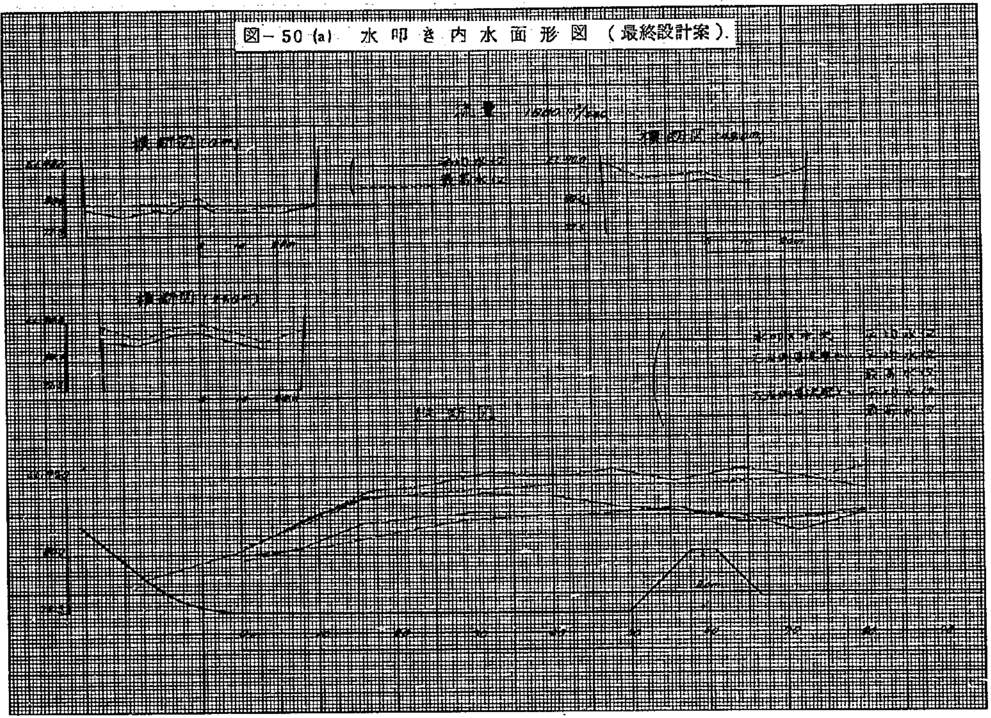
・水脈の一部が副ダムの頂部にあたる。



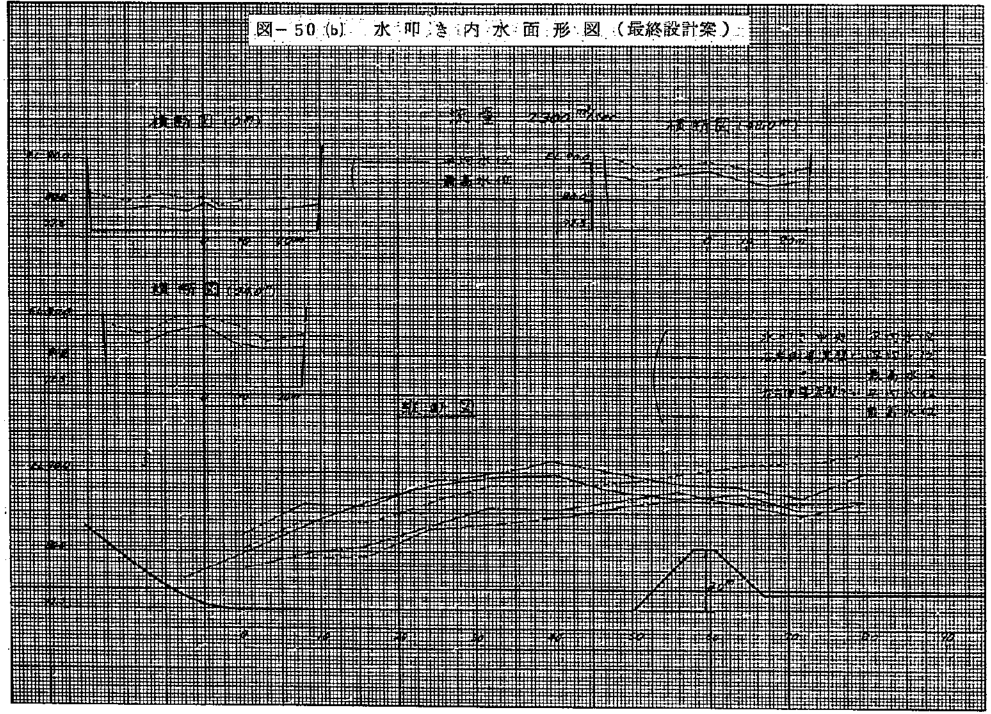
図－49　水叩き縦断形状図（単位：m）



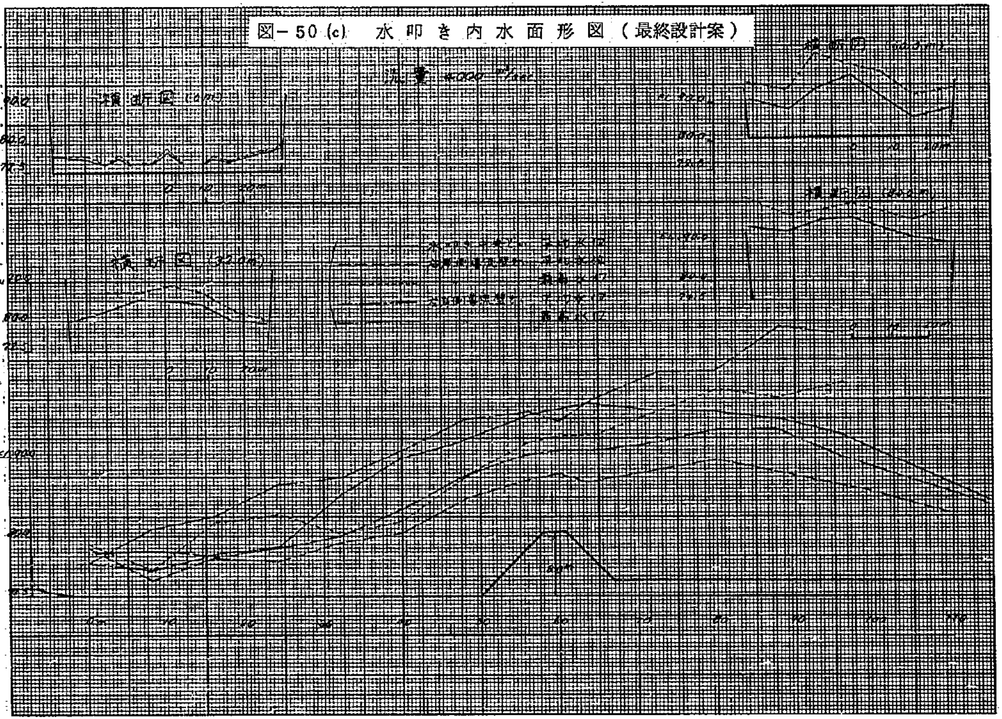
図－50 (a)　水叩き内水面形図（最終設計案）



図－50 (b)　水叩き内水面形図（最終設計案）



図－50 (c)　水叩き内水面形図（最終設計案）



図－50 (d)　水叩き内水面形図（最終設計案）

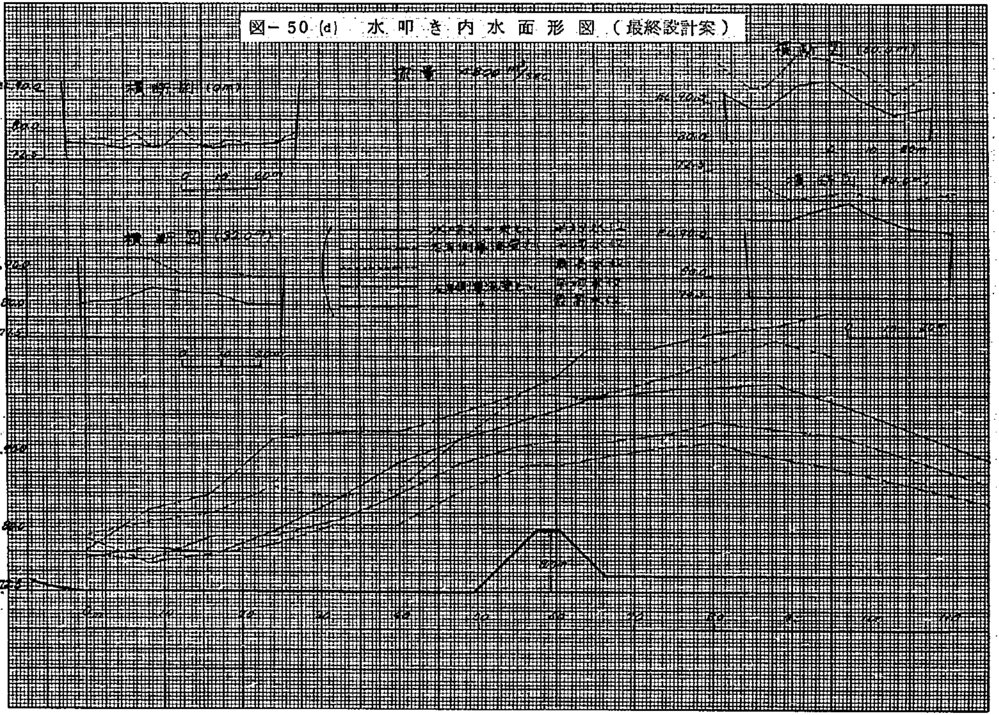
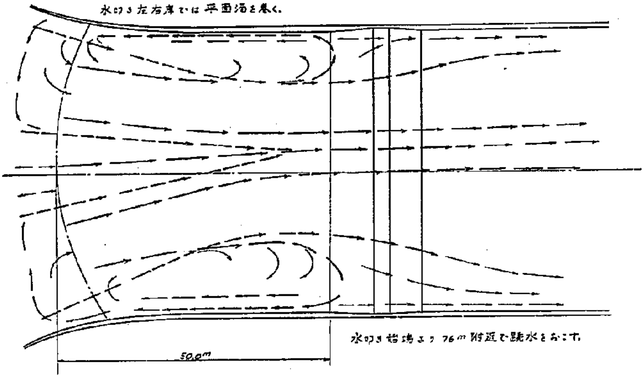


図-50 (e)　水叩き内流況図（最終設計案）

（流量：1800 m³/sec.
副ダム高：8.0m

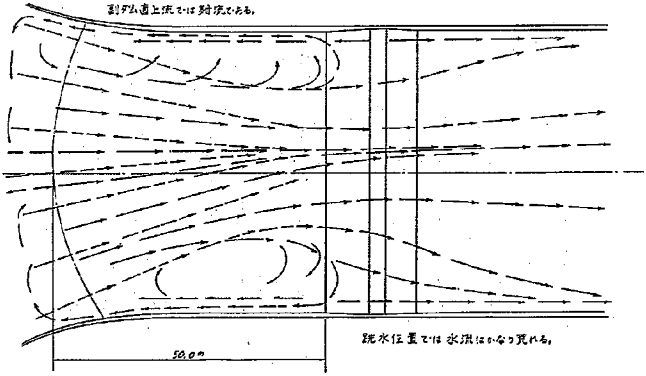
副ダム直上流では射流のような流れである。
水叩き左右岸では平面渦を巻く。



水叩き始端より76m附近で跳水をおこす。

（流量：2300 m³/sec
副ダム高：8.0m

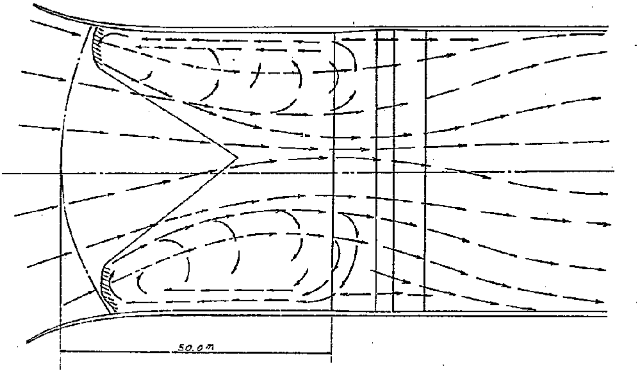
水叩き中心線にそった水脈は盛り上り
副ダム直上流では射流である。



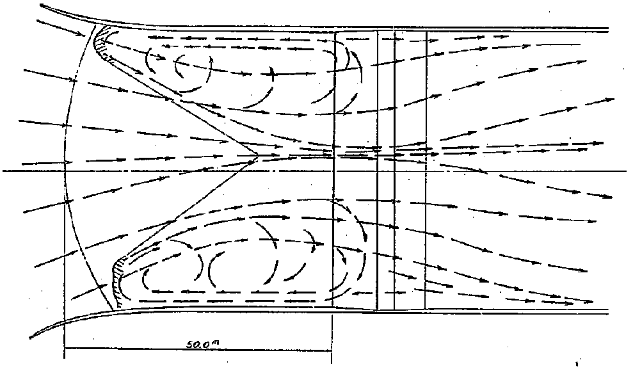
跳水位置では水流はかなり荒れる。

図−50 (ｲ)　水叩き内流況図（最終設計案）

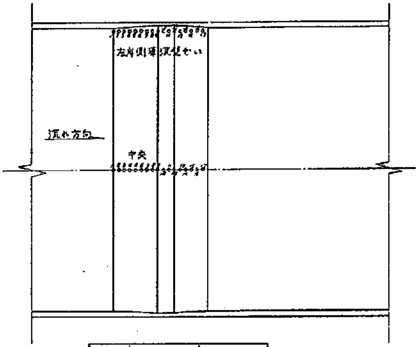
（流量：4000 m³/sec.
副ダム高：8.0 m



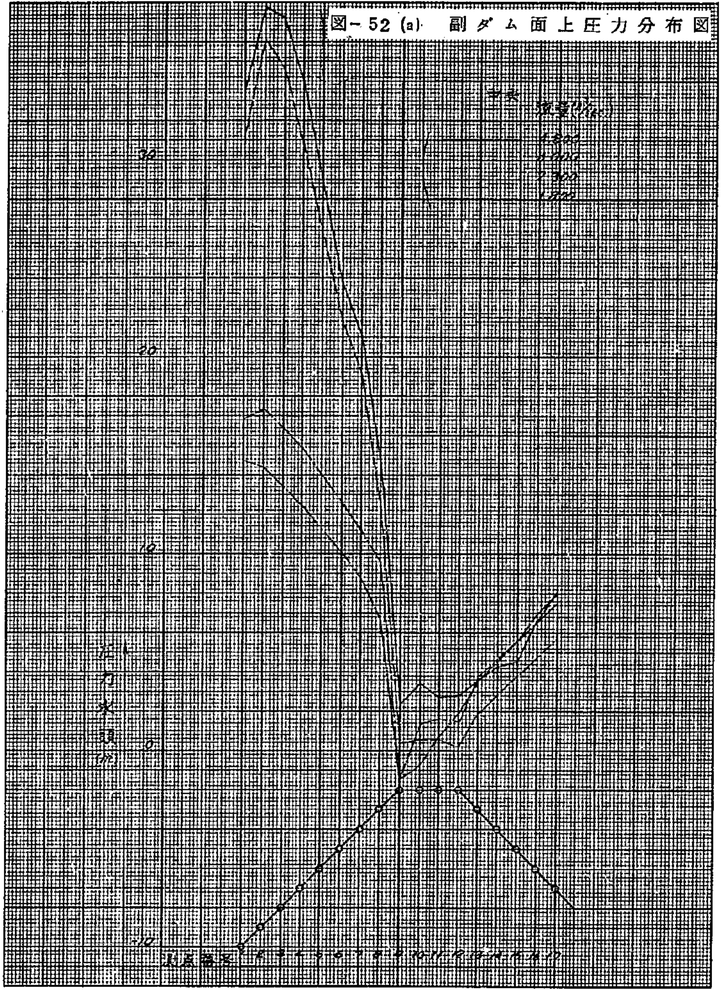
（流量：4800 m³/sec.
副ダム高：8.0 m³/sec.



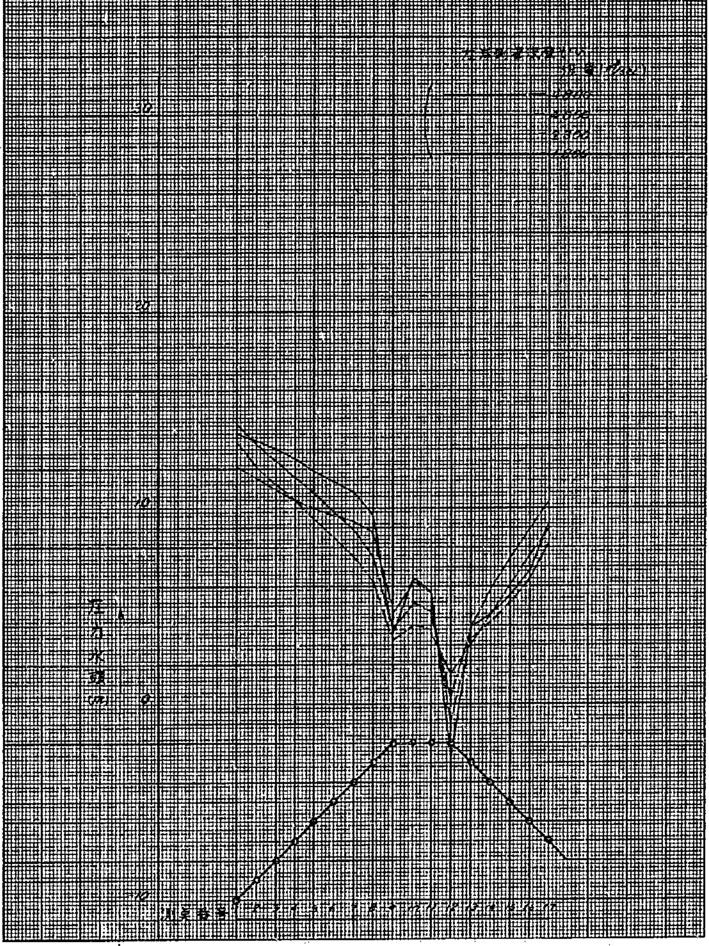
図－51　副ダム面上圧力測定位置平面図



測　点 番　号	水叩き始端 からの距離(m)	測点標高 EL.　m
1	50.0	72.5
2	51.0	73.5
3	52.0	74.5
4	53.0	75.5
5	54.0	76.5
6	55.0	77.5
7	56.0	78.5
8	57.0	79.5
9	58.0	80.5
10	59.0	80.5
11	60.0	80.5
12	61.0	80.5
13	62.0	79.5
14	63.0	78.5
15	64.0	77.5
16	65.0	76.5
17	66.0	75.5

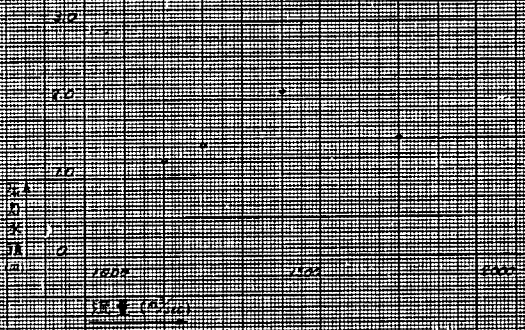


図－52 (a) 副ダム面上圧力分布図



図－52 (b)　副ダム面上圧力分布図

図－53　副ダム下流傾斜面の上流端における流量と圧力の関係図



測点 No.9

流量 m^3/sec	圧力 m
1200	[illegible]
1300	1.42
1500	2.10
1800	1.56

表－4 (a)　放水管貯水位－放流量関係表（電子計算値）

貯水位	放流量（fe＝0.01）		
		$\lambda=0.012$	$\lambda=0.025$
EL.117.0m	S1 S2	378.5 m^3/sec 378.3	370.4 m^3/sec 370.1
132.5	S1 S2	483.9 483.6	473.5 473.1
135.0	S1 S2	498.8 498.6	488.1 487.7

表－4 (b)　放水管ベルマウス部断面諸要素

No.		巾	高	隅角半弧半径	
	L (m)	B (m)	H (m)	R (m)（原案）	R (m)（改良案）
0	0	6.630	6.630	1.430	1.430
1	0.08	6.328	6.328	1.452	1.473
2	0.48	5.910	5.910	1.562	1.678
3	0.88	5.681	5.681	1.672	1.861
4	1.28	5.517	5.517	1.781	2.023
5	1.68	5.393	5.393	1.891	2.162
6	2.08	5.296	5.296	2.001	2.281
7	2.48	5.223	5.223	2.111	2.378
8	2.88	5.168	5.168	2.221	2.453
9	3.28	5.130	5.130	2.330	2.507
10	3.68	5.107	5.107	2.440	2.539
11	4.08	5.100	5.100	2.550	2.550

表－4 (c)　放水管テーパー部断面諸要素

No.		巾	高	隅角円弧半径		
	L (m)	B (m)	H (m)	R (m)（原案）	Rd (m)（改良案）	Ru (m)
0	0	5.100	5.100	2.550	2.550	2.550
1	0.534	5.042	4.930	2.361	2.528	2.355
2	1.068	4.984	4.772	2.173	2.463	2.162
3	1.602	4.926	4.625	1.984	2.354	1.971
4	2.136	4.869	4.489	1.796	2.201	1.782
5	2.670	4.811	4.365	1.607	2.005	1.594
6	3.203	2.753	4.251	1.419	1.765	1.408
7	3.737	4.695	4.147	1.230	1.481	1.222
8	4.271	4.637	4.055	1.042	1.154	1.038
9	4.615	4.600	4.000	0.920	0.920	0.920

表−4 (d)　放水管座標値表

S 1 管（L 2 = 1.152 m）

	No.	L (m)	Xu (m)	Yu (EL.m)	Xd (m)	Yd (EL.m)	K (°)
ベルマウス部	0	0	0	102.315	0	95.685	
	1	0.0800	0.080	102.164	0.080	95.836	
	2	0.4800	0.480	101.955	0.480	96.045	
	3	0.8800	0.880	101.840	0.880	96.160	
	4	1.2800	1.280	101.759	1.280	96.241	
	5	1.6800	1.680	101.696	1.680	96.304	
	6	2.0800	2.080	101.648	2.080	96.352	
	7	2.4800	2.480	101.611	2.480	96.389	
	8	2.8800	2.880	101.584	2.880	96.416	
	9	3.2800	3.280	101.565	3.280	96.435	
	10	3.6800	3.680	101.554	3.680	96.446	
	11	4.0800	4.080	101.550	4.080	96.450	
直管部	11	4.0800	4.080	101.550	4.080	96.450	
	12	4.5800	4.580	101.550	4.580	96.450	
	13	5.0800	5.080	101.550	5.080	96.450	
	14	5.2317	5.232	101.550	5.232	96.450	
彎曲管部	14	5.2317	5.232	101.550	5.232	96.450	0
	15	6.2995	6.388	101.530	6.210	96.433	2
	16	7.3673	7.543	101.469	7.188	96.382	4
	17	8.4351	8.696	101.369	8.163	96.296	6
	18	9.5029	9.844	101.228	9.134	96.177	8
	19	10.5707	10.986	101.047	10.101	96.024	10
	20	11.6385	12.122	100.826	11.062	95.837	12
	21	12.7062	13.249	100.566	12.015	95.617	14
	22	13.7740	14.366	100.266	12.961	95.364	16
	23	14.8418	15.473	99.928	13.897	95.078	18
	24	15.9096	16.566	99.551	14.822	94.759	20
	25	16.9774	17.646	99.137	15.736	94.408	22
	26	18.0452	18.711	98.685	16.637	94.026	24
	27	19.1130	19.759	98.196	17.524	93.612	26
	28	20.1037	20.716	97.710	18.333	93.201	27—51—20
テーパー部	28	20.1037	20.716	97.710	18.333	93.201	0
	29	20.6376	21.143	97.287	18.764	92.969	1
	30	21.1715	21.566	96.867	19.190	92.729	2
	31	21.7054	21.985	96.452	19.613	92.481	3
	32	22.2393	22.400	96.040	20.031	92.227	4
	33	22.7732	22.812	95.631	20.444	91.965	5
	34	23.3071	23.221	95.226	20.853	91.696	6
	35	23.8410	23.627	94.823	21.257	91.420	7
	36	24.3749	24.031	94.422	21.656	91.136	8
	37	24.7187	24.290	94.166	21.911	90.950	8—38—40

（Lは放水管入口から中心線ぞいの距離）

表－4(e) 放水管座標値表

S 2 管（L 2＝1.698 m）

	No.	L (m)	Xu (m)	Yu (EL.m)	Xd (m)	Yd (EL.m)	K (°)
ベルマウス部	0	0	0	102.315	0	95.685	
	1	0.0800	0.080	102.164	0.080	95.836	
	2	0.4800	0.480	101.955	0.480	96.045	
	3	0.8800	0.880	101.840	0.880	96.160	
	4	1.2800	1.280	101.759	1.280	96.241	
	5	1.6800	1.680	101.696	1.680	96.304	
	6	2.0800	2.080	101.648	2.080	96.352	
	7	2.4800	2.480	101.611	2.480	96.389	
	8	2.8800	2.880	101.584	2.880	96.416	
	9	3.2800	3.280	101.565	3.280	96.435	
	10	3.6800	3.680	101.554	3.680	96.446	
	11	4.0800	4.080	101.550	4.080	96.450	
直管部	11	4.0800	4.080	101.550	4.080	96.450	
	12	4.5800	4.580	101.550	4.580	96.450	
	13	5.0800	5.080	101.550	5.080	96.450	
	14	5.5800	5.580	101.550	5.580	96.450	
	15	5.7783	5.778	101.550	5.778	96.450	
彎曲管部	15	5.7783	5.778	101.550	5.778	96.450	0
	16	6.8461	6.935	101.530	6.757	96.433	2
	17	7.9139	8.090	101.469	7.734	96.382	4
	18	8.9817	9.242	101.369	8.709	96.296	6
	19	10.0495	10.391	101.228	9.681	96.177	8
	20	11.1173	11.533	101.047	10.647	96.024	10
	21	12.1851	12.669	100.826	11.608	95.837	12
	22	13.2528	13.796	100.566	12.562	95.617	14
	23	14.3206	14.913	100.266	13.507	95.364	16
	24	15.3884	16.019	99.928	14.443	95.078	18
	25	16.4562	17.113	99.551	15.369	94.759	20
	26	17.5240	18.193	99.137	16.282	94.408	22
	27	18.5918	19.258	98.685	17.183	94.026	24
	28	19.6596	20.306	98.196	18.070	93.612	26
	29	20.6503	21.263	97.710	18.880	93.201	27—51—20
テーパー部	29	20.6503	21.263	97.710	18.880	93.201	0
	30	21.1842	21.690	97.287	19.311	92.969	1
	31	21.7181	22.113	96.867	19.737	92.729	2
	32	22.2520	22.531	96.452	20.159	92.481	3
	33	22.7859	22.947	96.040	20.577	92.227	4
	34	23.3198	23.359	95.631	20.991	91.965	5
	35	23.8537	23.768	95.226	21.399	91.696	6
	36	24.3876	24.174	96.823	21.803	91.420	7
	37	24.9215	24.577	94.422	22.203	91.136	8
	38	25.2653	24.836	94.166	22.457	90.950	8—38—40

（Lは放水管入口から中心線ぞいの距離）

表－4 (f)　放水管内圧力計算値表（ S₂ 管 ）（電子計算値）

$\lambda = 0.012$　（新管）

	WL＝117.0（m）				WL＝135.0（m）			
	No.	P (m)	Pu (m)	Pd (m)	No.	P (m)	Pu (m)	Pd (m)
ベルマウス部	0	13.358	10.543	17.173	0	28.808	25.493	32.123
	1	12.964	9.800	16.128	1	27.255	24.091	30.420
	2	11.180	8.225	14.135	2	24.157	21.202	27.112
	3	9.764	6.924	12.605	3	21.700	18.859	24.540
	4	8.433	5.674	11.192	4	19.388	16.629	22.146
	5	7.138	4.442	9.834	5	17.139	14.443	19.835
	6	5.869	3.221	8.518	6	14.936	12.288	17.584
	7	4.631	2.020	7.242	7	12.786	10.175	15.397
	8	3.437	0.853	6.021	8	10.713	8.129	13.296
	9	2.307	−0.258	4.872	9	8.751	6.186	11.316
	10	1.269	−1.258	3.822	10	6.947	4.393	9.501
	11	0.354	−2.196	2.904	11	5.359	2.809	7.909
直管部	11	0.354	−2.196	2.904	11	5.359	2.809	7.909
	12	0.333	−2.217	2.883	12	5.323	2.773	7.873
	13	0.313	−2.237	2.863	13	5.288	2.738	7.838
	14	0.292	−2.258	2.842	14	5.252	2.702	7.802
	15	0.284	−2.266	2.834	15	5.238	2.688	7.788
彎曲管部	15	0.284	−2.266	2.834	15	5.238	2.688	7.788
	16	0.259	−1.278	1.795	16	5.180	4.389	5.971
	17	0.271	−0.865	1.406	17	5.159	5.061	5.258
	18	0.320	−0.520	1.160	18	5.176	5.535	4.767
	19	0.406	−0.195	1.007	19	5.230	6.046	4.413
	20	0.529	0.131	0.927	20	5.321	6.479	4.162
	21	0.689	0.466	0.911	21	5.448	6.899	3.997
	22	0.885	0.817	0.953	22	5.612	7.317	3.907
	23	1.117	1.187	1.047	23	5.812	7.739	3.885
	24	1.386	1.579	1.192	24	6.048	8.169	3.926
	25	1.689	1.993	1.385	25	6.319	8.611	4.027
	26	2.028	2.431	1.625	26	6.625	9.066	4.184
	27	2.401	2.893	1.909	27	6.966	9.536	4.396
	28	2.808	3.379	2.237	28	7.341	10.020	4.661
	29	3.216	3.853	2.580	29	7.719	10.484	4.953
テーパー部	29	3.216	2.107	4.325	29	7.719	7.453	7.984
	30	2.894	1.894	3.894	30	6.918	6.786	7.049
	31	2.570	1.672	3.469	31	6.113	6.106	6.120
	32	2.241	1.437	3.045	32	5.297	5.407	5.187
	33	1.901	1.185	2.617	33	4.461	4.080	4.243
	34	1.545	0.912	2.178	34	3.596	3.917	3.275
	35	1.167	0.612	1.722	35	2.691	3.111	2.270
	36	0.759	0.279	1.238	36	1.732	2.249	1.215
	37	0.312	−0.094	0.719	37	0.705	1.319	0.092
	38	0	−0.361	0.361	38	0	0.676	−0.676

表－4 (g)　放水管内圧力計算値表（S₂管）（電子計算値）

λ＝0.025　（旧管）

	WL＝117.0（m）				WL＝135.0（m）			
	No.	P (m)	Pu (m)	Pd (m)	No.	P (m)	Pu (m)	Pd (m)
ベルマウス部	0	14.037	10.722	17.352	0	29.119	25.804	32.434
	1	13.181	10.017	16.345	1	27.632	24.468	30.797
	2	11.469	8.514	14.424	2	24.660	21.705	27.615
	3	10.109	7.269	12.950	3	22.298	19.458	25.139
	4	8.828	6.069	11.587	4	20.073	17.315	22.832
	5	7.580	4.884	10.277	5	17.907	15.210	20.603
	6	6.356	3.708	9.004	6	15.781	13.133	18.429
	7	5.160	2.549	7.771	7	13.704	11.093	16.316
	8	4.005	1.421	6.589	8	11.698	9.114	14.282
	9	2.910	0.345	5.475	9	9.797	7.232	12.362
	10	1.901	−0.653	4.454	10	8.044	5.491	10.598
	11	1.009	−1.541	3.559	11	6.496	3.946	9.046
直管部	11	1.009	−1.541	3.559	11	6.496	3.946	9.046
	12	0.968	−1.582	3.518	12	6.425	3.875	8.975
	13	0.927	−1.623	3.477	13	6.354	3.804	8.904
	14	0.886	−1.664	3.436	14	6.282	3.732	8.832
	15	0.870	−1.680	3.420	15	6.254	3.704	8.804
彎曲管部	15	0.870	−1.680	3.420	15	6.254	3.704	8.804
	16	0.801	−0.780	2.381	16	6.121	5.254	6.988
	17	0.769	−0.428	1.965	17	6.024	5.820	6.229
	18	0.774	−0.139	1.688	18	5.965	6.247	5.684
	29	0.817	0.133	1.501	19	5.943	6.615	5.271
	20	0.896	0.407	1.386	20	5.958	6.957	4.959
	21	1.012	0.692	1.333	21	6.010	7.290	4.729
	22	1.165	0.993	1.336	22	6.098	7.622	4.573
	23	1.353	1.315	1.392	23	6.222	7.959	4.484
	24	1.578	1.658	1.498	24	6.382	8.307	4.457
	25	1.838	2.025	1.651	25	6.577	8.667	4.488
	26	2.133	2.416	1.850	26	6.808	9.041	4.575
	27	2.463	2.832	2.093	27	7.073	9.430	4.715
	28	2.826	3.273	2.379	28	7.372	9.836	4.907
	29	3.193	3.705	2.682	29	7.679	10.227	5.131
テーパー部	29	3.193	2.035	4.352	29	7.679	7.328	8.031
	30	2.876	1.825	3.927	30	6.887	6.667	7.107
	31	2.556	1.605	3.507	31	6.089	5.991	6.186
	32	2.230	1.372	3.088	32	5.278	5.294	5.261
	33	1.892	1.122	2.663	33	4.446	4.570	4.323
	34	1.538	0.849	2.228	34	3.585	3.809	3.361
	35	1.162	0.550	1.774	35	2.682	3.003	2.361
	36	0.755	0.217	1.294	36	1.726	2.142	1.311
	37	0.311	−0.156	0.778	37	0.703	1.213	0.193
	38	0	−0.421	0.421	38	0	0.570	−0.570

註）S₁ 管についてはS₂ 管とほとんど差がないので省略した。

表－7 (a) 放水管内圧力測定位置表

	上面				上部隅角面			
	測点	X (m)	Y (m)	標高(m)	測点	X (m)	Y (m)	標高(m)
ベルマウス部	0	0.000	3.315	102.315	0	0.000	2.896	101.896
	2	0.480	2.955	101.955	2	0.480	2.497	101.497
	3	0.880	2.840	101.840	3	0.880	2.350	101.350
	4	1.280	2.760	101.760	4	1.280	2.239	101.239
	5	1.680	2.695	101.695	5	1.680	2.142	101.142
	6	2.080	2.648	101.648	6	2.080	2.062	101.062
	7	2.480	2.610	101.610	7	2.480	1.992	100.992
	8	2.880	2.585	101.585	8	2.880	1.935	100.935
	9	3.280	2.565	101.565	9	3.280	1.883	100.883
	10	3.680	2.555	101.555	10	3.680	1.840	100.840
直管部	11	4.080	2.550	101.550	11	4.080	1.803	100.803
	12	4.580	2.550	101.550	12	4.580	1.803	100.803
	13	5.080	2.550	101.550	13	5.060	1.803	100.803
	14	5.580	2.550	101.550	14	5.580	1.803	100.803
彎曲管部	15	5.778	2.550	101.550	15	5.778	1.803	100.803
	16	6.935	2.530	101.530	16	6.908	1.783	100.783
	17	8.090	2.470	101.470	17	8.037	1.724	100.724
	18	9.243	2.368	101.368	18	9.164	1.626	100.626
	19	10.390	2.228	101.228	19	10.286	1.488	100.488
	20	11.533	2.048	101.048	20	11.403	1.311	100.311
	21	12.668	1.825	100.825	21	12.513	1.095	100.095
	22	13.795	1.565	100.565	22	13.614	0.841	99.841
	23	14.913	1.265	100.265	23	14.706	0.548	99.548
	24	16.020	0.928	99.928	24	15.778	0.218	99.218
	25	17.113	0.550	99.550	25	16.857	—0.151	98.849
	26	18.193	0.138	99.138	26	17.912	—0.556	98.444
	27	19.258	—0.315	98.685	27	18.953	—0.998	98.002
	28	20.305	—0.805	98.195	28	19.978	—1.475	97.525
テーパー部	29	21.263	—1.290	97.710	29	20.913	—1.951	97.049
	30	21.690	—1.713	97.287	30	21.347	—2.315	96.685
	31	22.190	—2.133	96.867	31	21.795	—2.685	96.315
	32	22.533	—2.548	96.452	32	22.275	—3.046	95.954
	33	22.945	—2.960	96.040	33	22.669	—3.407	95.593
	34	23.358	—3.368	95.632	34	23.103	—3.764	95.236
	35	23.768	—3.774	95.226	35	23.536	—4.119	94.881
	36	24.173	—4.177	94.823	36	23.968	—4.422	94.578
	37	24.588	—4.577	94.423	37	24.399	—4.814	94.186
	38	24.840	—4.834	94.166	38	24.676	—5.051	93.949

表 — 7 (b)　放水管内圧力測定位置表

	側面				下部隅角面			
	測点	X (m)	Y (m)	標高 (m)	測点	X (m)	Y (m)	標高 (m)
ベルマウス部	0	0.000	0.000	99.000	0	0.000	−2.896	96.104
	2	0.480	0.000	99.000	2	0.480	−2.497	96.503
	3	0.880	0.000	99.000	3	0.880	−2.350	96.650
	4	1.280	0.000	99.000	4	1.280	−2.239	96.761
	5	1.680	0.000	99.000	5	1.680	−2.142	96.858
	6	2.080	0.000	99.000	6	2.080	−2.062	96.938
	7	2.480	0.000	99.000	7	2.480	−1.992	97.008
	8	2.880	0.000	99.000	8	2.880	−1.935	97.065
	9	3.280	0.000	99.000	9	3.280	−1.883	97.117
	10	3.680	0.000	99.000	10	3.680	−1.840	97.160
	11	4.080	0.000	99.000	11	4.080	−1.803	97.197
直管部	12	4.580	0.000	99.000	12	4.580	−1.803	97.197
	13	5.080	0.000	99.000	13	5.080	−1.803	97.197
	14	5.580	0.000	99.000	14	5.580	−1.803	97.197
	15	5.778	0.000	99.000	15	5.778	−1.803	97.197
彎曲管部	16	6.845	−0.019	98.981	16	6.782	−1.821	97.179
	17	7.911	−0.075	98.925	17	7.786	−1.873	97.127
	18	8.975	−0.168	98.832	18	8.787	−1.961	97.039
	19	10.035	−0.298	98.702	19	9.784	−2.083	96.917
	20	11.090	−0.465	98.535	20	10.776	−2.240	96.760
	21	12.138	−0.669	98.331	21	11.763	−2.432	96.568
	22	13.178	−0.909	98.091	22	12.742	−2.658	96.342
	23	14.209	−1.185	97.815	23	13.712	−2.918	96.082
	24	15.230	−1.497	97.503	24	14.673	−3.222	95.778
	25	16.240	−1.845	97.155	25	15.623	−3.539	95.461
	26	17.237	−2.228	96.772	26	16.561	−3.899	95.101
	27	18.220	−2.645	96.355	27	17.486	−4.292	94.708
	28	19.187	−3.096	95.904	28	18.397	−4.713	94.283
	29	20.071	−3.545	95.455	29	19.228	−5.139	93.861
テーパー部	30	20.499	−3.842	95.158	30	19.637	−5.421	93.579
	31	20.899	−4.202	94.798	31	20.053	−5.720	93.280
	32	21.345	−4.533	94.467	32	20.457	−6.020	92.980
	33	21.763	−4.868	94.132	33	20.855	−6.326	92.674
	34	22.174	−5.201	93.799	34	21.246	−6.640	92.360
	35	22.582	−5.538	93.462	35	21.630	−6.960	92.040
	36	22.988	−5.879	93.121	36	22.009	−7.285	91.715
	37	23.391	−6.220	92.780	37	22.381	−7.617	91.383
	38	23.640	−6.442	92.558	38	22.617	−7.834	91.166

表－7 (c)　放水管内圧力測定位置表

	下面			
	測点	X (m)	Y (m)	標高 (m)
ベルマウス部	0	0.000	−3.315	95.685
	2	0.480	−2.955	96.045
	3	0.880	−2.840	96.160
	4	1.280	−2.760	96.240
	5	1.680	−2.695	96.305
	6	2.080	−2.648	96.352
	7	2.480	−2.610	96.390
	8	2.880	−2.585	96.415
	9	3.280	−2.565	96.435
	10	3.680	−2.555	96.445
	11	4.080	−2.550	96.450
直管部	12	4.580	−2.550	96.450
	13	5.080	−2.550	96.450
	14	5.580	−2.550	96.450
	15	5.778	−2.550	96.450
彎曲管部	16	6.758	−2.568	96.432
	17	7.733	−2.618	96.382
	18	8.710	−2.705	96.295
	19	9.680	−2.823	96.177
	20	10.648	−2.975	96.025
	21	11.608	−3.163	95.837
	22	12.563	−3.383	95.617
	23	13.508	−3.635	95.365
	24	14.443	−3.923	95.077
	25	15.368	−4.240	94.760
	26	16.283	−4.593	94.407
	27	17.183	−4.975	94.025
	28	18.070	−5.388	93.612
	29	18.880	−5.800	93.200
テーパー部	30	19.310	−6.031	92.969
	31	19.735	−6.271	92.729
	32	20.158	−6.519	92.481
	33	20.578	−6.773	92.227
	34	20.990	−7.035	91.965
	35	21.398	−7.304	91.696
	36	21.803	−7.581	91.419
	37	22.203	−7.864	91.136
	38	22.450	−8.050	90.950
下流底面	39	23.250	−8.637	90.363
	40	24.043	−9.225	89.775
	41	24.835	−9.810	89.190
	42	25.465	−10.265	88.735
	43	26.093	−10.738	88.262
	44	26.720	−11.213	87.787
	45	27.345	−11.688	87.312
	46	27.965	−12.168	86.832
	47	28.585	−12.650	86.350
	48	29.205	−13.135	85.865
	49	29.825	−13.623	85.377
	50	30.433	−14.113	84.887
	51	31.045	−14.605	84.395
	52	31.655	−15.100	83.900

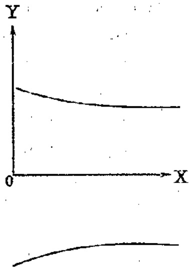


表 － 8 (a)　放水管内圧力測定値表

（原設計案）

（貯水位　EL．135.0m
ゲート開度　1.0　m）

	測点番号	圧力（m）上面	上部隅角面	側面	下部隅角面	下面
ベルマウス部	0	32.060	32.779	35.375	38.621	38.865
	2	32.545	33.078	35.500	38.022	38.605
	3	32.660	33.150	35.500	37.850	38.340
	4	32.740	33.261	35.500	37.739	38.285
	5	32.755	33.283	35.425	37.642	38.195
	6	32.827	33.463	35.500	37.562	38.073
	7	32.865	33.508	35.500	37.492	38.060
	8	32.890	33.540	35.500	37.385	38.035
	9	32.910	33.542	35.500	37.133	38.015
	10	32.920	33.560	35.375	37.240	38.005
	11	32.925	33.572	35.375	37.128	37.825
直管部	12	32.925	33.597	35.375	37.128	37.825
	13	32.925	33.622	35.400	37.153	37.825
	15	32.925	33.622	35.400	37.153	37.850
彎曲管部	16	32.945	33.642	35.419	37.171	37.868
	17	33.005	33.705	35.475	37.223	37.818
	18	33.107	33.799	35.568	37.311	37.880
	19	33.247	33.937	35.698	37.383	37.998
	20	33.427	34.114	35.865	37.540	38.150
	21	33.650	34.330	36.069	37.732	38.363
	22	33.910	34.584	36.309	37.958	38.608
	23	34.210	34.877	36.585	38.218	38.860
	24	34.547	35.207	36.897	38.522	39.173
	25	34.925	35.576	37.245	38.839	39.490
	26	35.337	35.985	37.628	39.249	39.843
	27	35.790	36.423	38.045	39.599	40.175
	28	36.480	36.900	38.496	40.017	40.563
	29	36.865	37.376	38.960	40.389	40.975
テーパー部	30	37.263	37.740	39.217	40.546	41.156
	31	37.608	38.110	39.577	40.845	41.321
	32	38.023	38.471	39.858	41.120	41.569
	33	38.410	38.832	40.168	41.401	41.723
	34	38.818	39.189	40.501	41.565	41.885
	35	39.274	39.619	40.788	41.785	41.954
	36	39.802	40.047	41.004	41.810	42.081
	37	40.277	40.464	41.170	41.742	41.964
	38					41.725

	No.	下面
下流底面	39	39.362
	40	25.250
	41	2.860
	42	1.040
	43	0.113
	44	−0.037
	45	0.513
	46	0.868
	47	0.725
	48	0.885
	49	0.823
	50	0.788
	51	0.605
	52	0.650

表－8 (b) 放水管内圧力測定値表

（原設計案）

（貯水位　EL. 135.0m
ゲート開度　2.0m）

	測点	圧力 (m)							
	番号	上面	上部隅角面	側面	下部隅角面	下面		No.	下面
ベルマウス部	0	30.585	32.479	34.125	38.396	38.190	下流底面	39	25.162
	2	31.545	32.278	34.575	37.297	37.730		40	13.925
	3	31.735	32.275	34.600	37.025	37.490		41	4.585
	4	31.740	32.311	34.550	36.814	37.360		42	3.140
	5	31.730	32.233	34.400	36.617	37.195		43	0.863
	6	31.752	32.388	34.425	36.462	36.973		44	0.188
	7	31.665	32.283	34.350	36.242	36.985		45	0.788
	8	31.615	32.190	34.175	35.985	36.710		46	1.043
	9	31.510	32.092	34.075	35.833	36.565		47	0.975
	10	31.395	32.010	34.000	35.665	36.480		48	1.085
	11	31.300	31.747	33.800	35.253	36.300		49	1.023
直管部	12	31.425	31.997	33.850	35.503	36.275		50	0.838
	13	31.475	32.097	33.875	35.578	36.275		51	0.630
	15	31.500	32.272	33.875	35.503	36.100		52	0.725
彎曲管部	16	31.570	32.342	33.894	35.496	36.118			
	17	31.630	32.401	34.050	35.548	36.118			
	18	31.807	32.499	34.143	35.636	36.130			
	19	31.947	32.637	34.223	35.683	36.173			
	20	32.127	32.814	34.390	35.790	36.325			
	21	32.250	32.980	34.494	36.057	36.523			
	22	32.560	33.259	34.758	36.233	36.708			
	23	32.835	33.577	35.035	36.518	37.010			
	24	33.172	33.812	35.347	36.797	37.248			
	25	33.550	34.276	35.695	37.064	37.565			
	26	33.962	34.731	36.103	37.449	37.893			
	27	34.565	35.148	36.545	37.792	38.225			
	28	35.205	35.675	37.021	38.092	38.513			
	29	36.090	36.301	37.295	37.939	38.625			
テーパー部	30	36.338	36.540	37.392	38.146	38.781			
	31	36.408	36.685	37.702	38.520	36.371			
	32	36.748	37.071	38.233	38.645	36.569			
	33	37.060	37.407	38.243	38.776	36.598			
	34	37.568	37.939	38.326	38.740	36.785			
	35	38.174	38.519	38.713	38.335	36.054			
	36	38.952	39.172	38.704	37.735	35.506			
	37	39.577	39.689	38.320	36.717	34.364			
	38					32.875			

表 － 8 (c)　放水管内圧力測定値表

（原設計案）

（貯水位　EL．135.0m
　ゲート開度　3.0m）

	測点番号	圧力 (m)							
		上面	上部隅角面	側面	下部隅角面	下面		No.	下面
ベルマウス部	0	27.935	31.804	31.200	37.796	37.015	下流底面	39	20.232
	2	29.820	30.827	32.675	35.747	36.405		40	12.300
	3	30.135	30.650	32.825	35.300	35.840		41	6.685
	4	30.165	30.561	32.775	35.039	35.635		42	3.690
	5	30.030	30.233	32.400	34.642	35.320		43	2.238
	6	29.677	30.313	32.300	34.312	34.673		44	0.838
	7	29.365	29.933	32.000	33.742	34.435		45	1.213
	8	29.115	29.615	31.675	33.310	34.235		46	1.493
	9	28.885	29.242	31.400	33.008	33.915		47	1.300
	10	28.595	28.985	31.250	32.590	33.680		48	1.435
	11	28.350	28.297	30.675	31.628	33.125		49	1.348
直管部	12	28.675	28.947	30.900	32.328	33.300		50	1.113
	13	28.725	29.197	30.925	32.528	33.300		51	0.855
	15	28.775	29.447	30.825	32.328	32.850		52	0.875
彎曲管部	16	28.970	29.567	30.919	32.221	32.818			
	17	29.055	29.726	31.000	32.273	32.793			
	18	29.332	29.999	31.218	32.311	32.705			
	19	29.472	30.062	31.273	32.283	32.808			
	20	29.602	30.289	31.340	32.390	32.800			
	21	29.675	30.280	31.619	32.757	33.038			
	22	30.010	30.659	31.609	32.858	33.158			
	23	30.235	30.877	32.010	33.143	33.485			
	24	30.572	31.132	32.247	33.347	33.673			
	25	31.025	31.726	32.670	33.589	33.915			
	26	31.487	32.056	33.103	33.999	34.168			
	27	32.115	32.648	33.520	34.317	34.475			
	28	32.930	33.225	34.046	34.492	34.813			
	29	34.540	34.151	34.520	33.789	34.550			
テーパー部	30	33.867	34.040	34.417	33.746	34.381			
	31	34.033	33.935	34.377	34.320	34.421			
	32	34.173	34.321	34.608	34.320	34.519			
	33	34.360	34.482	34.743	34.201	34.398			
	34	35.018	35.239	34.776	33.715	33.885			
	35	35.924	36.119	34.538	32.810	32.804			
	36	37.427	37.272	33.879	31.410	31.631			
	37	37.952	38.014	32.070	29.692	29.739			
	38					27.625			

表－8 (d)　放水管内圧力測定値表

（原設計案）　（貯水位　EL．135.0m
ゲート開度　4.0m）

	測点番号	圧力（m）				
		上面	上部隅角面	側面	下部隅角面	下面
ベルマウス部	0	20.810	29.954	25.600	36.371	33.965
	2	25.795	27.553	24.225	32.422	31.830
	3	26.435	26.475	29.050	31.650	32.165
	4	26.140	25.886	28.975	31.214	31.660
	5	25.805	25.958	28.200	30.392	31.170
	6	25.502	25.463	27.600	29.636	30.398
	7	24.690	24.758	27.075	27.442	29.410
	8	23.515	24.015	26.375	27.735	28.835
	9	23.535	23.217	25.750	27.158	28.190
	10	23.170	22.610	25.425	26.290	27.730
	11	22.325	21.022	24.225	24.103	26.475
直管部	12	22.950	22.622	24.775	25.978	28.475
	13	23.125	23.072	24.850	26.228	27.325
	15	23.175	23.572	24.500	25.678	25.925
彎曲管部	16	23.545	23.842	24.769	25.446	25.893
	17	23.705	24.076	25.000	25.623	25.868
	18	24.182	24.374	25.243	25.586	25.705
	19	24.297	24.512	25.148	25.383	25.633
	20	24.327	24.514	25.165	25.440	25.525
	21	24.125	24.530	25.544	25.907	25.763
	22	24.660	25.009	25.309	25.908	25.908
	23	24.760	25.102	25.810	26.243	26.210
	24	25.147	25.407	25.997	26.347	26.373
	25	25.625	26.126	26.475	26.414	26.490
	26	26.187	26.481	26.878	26.849	26.718
	27	26.965	27.123	27.345	27.192	26.875
	28	28.080	27.850	27.771	27.167	26.713
	29	30.765	29.101	28.295	25.314	26.125
テーパー部	30	29.313	28.740	27.817	24.771	25.856
	31	28.833	27.860	27.352	26.045	25.796
	32	28.448	27.871	27.383	25.820	26.019
	33	28.285	28.107	27.293	25.751	25.848
	34	28.968	28.614	26.976	24.790	24.860
	35	30.149	29.819	26.188	23.510	23.629
	36	32.452	31.672	24.604	22.235	22.506
	37	34.952	33.314	20.795	20.967	21.114
	38					19.200

	No.	下面
下流底面	39	15.312
	40	11.225
	41	7.710
	42	6.415
	43	3.663
	44	2.138
	45	2.088
	46	1.893
	47	1.550
	48	1.710
	49	1.623
	50	1.538
	51	1.230
	52	1.250

表－8 (e)　放水管内圧力測定値表

（原設計案）　（貯水位　EL．135.0m
ゲート全開）

	測点	圧力（m）							
	番号	上面	上部隅角面	側面	下部隅角面	下面		No.	下面
ベルマウス部	0	0.310	26.529	10.700	33.196	26.115	下流底面	39	2.687
	2	14.920	18.678	18.000	23.547	23.330		40	3.225
	3	16.335	16.850	18.300	21.475	22.040		41	3.610
	4	15.715	15.536	17.500	20.489	20.485		42	4.290
	5	14.180	13.233	15.250	18.142	19.045		43	3.338
	6	11.952	11.588	13.825	16.112	16.898		44	2.838
	7	10.265	9.758	12.300	13.517	14.260		45	3.063
	8	8.940	7.415	10.525	10.960	12.535		46	2.943
	9	7.135	5.117	8.875	8.133	10.940		47	2.650
	10	5.720	3.135	8.125	7.165	9.855		48	2.560
	11	3.950	−1.178	4.550	0.703	6.300		49	2.148
直管部	12	5.250	3.492	6.250	6.678	8.125		50	1.863
	13	6.175	4.447	6.450	6.753	7.950		51	1.580
	15	5.925	5.322	5.275	5.603	5.100		52	1.650
彎曲管部	16	7.095	6.642	5.919	4.871	4.868			
	17	7.430	6.876	6.325	4.948	4.743			
	18	8.807	7.774	7.043	5.036	3.805			
	19	8.797	7.912	6.523	4.208	3.525			
	20	8.552	7.639	6.315	4.165	3.425			
	21	7.900	7.205	6.969	5.157	3.813			
	22	8.460	8.134	5.909	4.658	3.733			
	23	8.560	8.002	6.710	5.268	4.360			
	24	8.997	8.157	6.747	5.222	4.148			
	25	9.650	9.351	7.545	4.614	3.965			
	26	10.387	10.506	7.978	5.574	4.018			
	27	11.315	10.674	8.645	5.892	3.900			
	28	13.605	11.700	9.196	5.213	2.938			
	29	18.790	14.051	9.895	0.389	0.825			
テーパー部	30	14.663	11.915	7.917	−2.254	0.431			
	31	11.908	8.810	6.302	1.920	1.146			
	32	9.423	6.246	5.783	2.095	2.144			
	33	6.935	6.257	5.718	3.276	2.373			
	34	5.818	4.989	4.701	2.765	1.560			
	35	4.199	4.319	3.988	2.385	1.154			
	36	2.427	3.472	2.704	2.710	1.756			
	37	0.127	0.839	0.420	3.167	1.739			
	38					1.800			

表 — 8 (f)　放水管内圧力測定値表

（原設計案）　（貯水位　EL．117.0m
ゲート全開）

	測点番号	圧力（m）							
		上　面	上部隅角面	側　面	下部隅角面	下　面		№.	下　面
ベルマウス部	0	—1.890	10.654	0.325	16.671	13.340	下流底面	39	2.437
	2	4.620	6.828	6.600	10.897	11.155		40	3.100
	3	5.310	5.900	7.175	9.925	10.815		41	3.185
	4	4.761	5.311	7.200	9.414	10.260		42	3.515
	5	4.180	4.033	6.050	8.217	9.495		43	2.988
	6	2.602	3.313	5.100	7.012	7.348		44	2.588
	7	1.690	2.283	4.325	5.542	6.710		45	2.638
	8	1.040	1.115	3.350	4.135	5.760		46	2.593
	9	0.085	—0.083	2.475	3.333	4.815		47	2.400
	10	—0.730	—1.140	1.900	0.840	4.130		48	2.310
	11	—1.755	—3.428	0.050	—1.472	2.250		49	1.998
直管部	12	—0.900	—0.803	0.925	1.928	2.875		50	1.763
	13	—0.425	—0.428	1.075	1.978	3.050		51	1.505
	15	—0.425	—0.272	0.525	1.303	1.400		52	1.300
彎曲管部	16	0.245	0.867	0.894	0.921	1.318			
	17	0.430	0.926	1.125	1.198	1.243			
	18	1.232	1.499	1.443	1.061	0.805			
	19	1.347	1.637	1.298	0.658	0.765			
	20	1.277	1.439	1.190	0.665	0.725			
	21	1.025	0.055	1.669	1.282	0.918			
	22	1.610	0.659	1.234	1.133	0.958			
	23	1.635	1.952	1.835	1.543	1.435			
	24	2.072	2.157	1.947	1.597	1.423			
	25	2.575	3.001	2.595	1.589	1.415			
	26	3.187	4.006	3.028	2.199	1.618			
	27	4.015	4.173	3.570	2.491	1.800			
	28	5.555	4.975	4.171	2.238	1.338			
	29	6.015	6.401	4.545	—0.086	0.400			
テーパー部	30	9.863	3.940	3.417	—1.204	0.281			
	31	8.408	3.385	2.552	0.970	0.796			
	32	7.048	2.446	2.533	1.145	1.369			
	33	5.660	2.082	2.368	1.551	1.698			
	34	5.243	1.889	2.176	1.640	1.460			
	35	4.599	1.619	1.788	1.560	1.204			
	36	3.877	1.422	1.329	1.835	1.581			
	37	2.827	0.339	0.145	2.242	1.664			
	38					1.750			

表－9 (a) 放水管内圧力測定値表

（改良設計案） （貯水位 EL. 135.0m
ゲート開度 全開）

	測点番号	圧力 (m)				
		上面	上部隅角面	側面	下部隅角面	下面
ベルマウス部	0	−4.065	26.379	10.300	32.896	25.440
	2	14.045	17.411	17.375	23.464	23.255
	3	15.285	15.280	17.700	19.945	21.965
	4	14.190	13.333	16.975	17.442	20.160
	5	13.180	10.887	14.450	15.013	18.270
	6	10.077	8.020	12.050	12.355	15.148
	7	8.165	6.110	9.500	9.165	12.710
	8	7.040	4.834	8.700	8.116	11.585
	9	4.350	2.544	7.625	6.781	10.065
	10	3.995	2.315	6.250	5.185	9.605
	11	4.675	2.847	5.450	5.178	7.125
直管部	12	5.275	4.947	5.975	7.103	8.775
	13	6.225	5.022	6.450	6.878	7.975
	15	5.950	5.670	5.000	5.478	5.275
彎曲管部	16	6.720	6.817	5.644	4.571	4.768
	17	8.455	6.976	6.100	5.123	4.868
	18	8.432	6.624	6.728	4.836	4.205
	19	8.472	6.737	6.923	3.958	3.598
	20	8.277	7.689	5.965	3.965	3.275
	21	7.775	7.280	6.694	4.932	3.688
	22	8.635	8.159	5.709	4.383	3.558
	23	8.485	8.002	6.535	4.916	4.235
	24	8.872	8.107	6.722	4.897	3.923
	25	9.500	9.401	7.470	4.289	3.740
	26	10.312	9.306	7.978	5.274	4.193
	27	11.440	10.623	8.645	6.017	4.775
	28	13.580	11.725	9.346	4.967	2.713
	29	20.540	16.251	9.795	−2.611	0.875
テーパー部	30	17.463	12.290	7.667	0.546	0.431
	31	12.183	6.310	6.027	1.920	0.971
	32	9.373	7.296	5.708	2.020	1.944
	33	6.710	6.482	5.118	3.601	2.423
	34	5.618	5.064	4.826	2.390	1.435
	35	4.274	4.244	3.813	2.035	1.279
	36	2.452	3.422	2.504	2.310	1.531
	37	0.527	0.764	1.945	2.967	1.614
	38					1.550

	№.	下面
下流底面	39	3.912
	40	
	41	3.360
	42	3.765
	43	3.063
	44	2.513
	45	2.738
	46	2.543
	47	2.600
	48	2.435
	49	2.058
	50	1.638
	51	0.980
	52	0.975

表－9 (b) 放水管内圧力測定値表

（改良設計案）　（貯水位　EL. 117.0m
ゲート開度　全開）

	測点	圧力	(m)			
	番号	上面	上部隅角面	側面	下部隅角面	下面
ベルマウス部	0	−4.440	11.829	2.275	17.246	12.815
	2	4.420	6.961	7.300	11.689	12.255
	3	5.160	5.658	7.450	9.670	11.115
	4	4.615	4.583	7.100	8.117	10.035
	5	3.855	3.137	5.750	6.788	9.020
	6	2.104	1.620	4.375	5.330	7.648
	7	0.865	0.460	3.500	3.465	6.160
	8	0.165	−0.291	2.500	2.816	5.085
	9	0.060	−1.531	1.800	1.956	4.190
	10	−1.480	−1.710	1.125	1.010	3.705
	11	−1.050	−1.428	−0.575	2.428	2.550
直管部	12	−0.675	−0.228	1.000	2.178	3.275
	13	−0.375	−0.103	1.375	2.078	3.000
	15	−0.375	−0.128	0.375	1.278	1.475
彎曲管部	16	0.195	0.467	0.744	0.871	1.218
	17	0.405	0.651	1.000	1.123	1.318
	18	1.107	1.199	1.393	0.986	0.880
	19	1.147	1.337	1.273	0.658	0.673
	20	1.202	1.264	1.165	0.690	0.550
	21	0.925	1.080	1.619	1.232	0.813
	22	1.460	1.734	1.159	1.133	0.858
	23	1.560	1.727	1.710	1.418	1.335
	24	1.947	1.957	1.872	1.497	1.248
	25	2.425	2.726	2.445	1.389	1.315
	26	3.187	2.956	2.878	1.999	1.543
	27	4.045	3.848	3.470	2.667	2.125
	28	5.505	4.475	3.996	2.217	1.263
	29	9.540	4.951	4.645	−1.761	0.400
テーパー部	30	13.313	4.190	3.467	0.021	0.256
	31	5.208	3.685	2.702	0.845	0.696
	32	3.798	3.096	2.658	1.020	1.369
	33	2.585	2.335	2.468	1.652	1.748
	34	2.118	1.623	2.276	1.390	1.235
	35	1.499	1.449	1.963	1.460	1.229
	36	0.852	1.127	1.379	1.910	1.331
	37	0.527	0.289	0.220	2.242	1.564
	38					1.550

	No.	下面
下流底面	39	2.012
	40	
	41	3.085
	42	3.315
	43	2.838
	44	2.438
	45	2.538
	46	2.393
	47	2.450
	48	2.335
	49	2.098
	50	1.763
	51	1.355
	52	1.300

表－10(a)　放水管ゲート全開時の
貯水位，流量，流量係数表　（1門当り）

$$C_o = \frac{Q}{A\sqrt{2gH_o}}$$

貯水位 EL. (m)	放水管出口中心からの水深 H_o (m)	流量 Q (m^3/sec)	流量係数 C_o	H_o/a_o
97.350		4.0		
97.925		8.3		
98.900		22.4		
100.250		51.2		
101.225		77.0		
102.250		104.8		
102.750		142.9		
102.950		155.2		
103.150		168.3		
103.200	10.642	228.3	0.894	3.063
103.350	10.792	235.0	0.913	3.100
103.800	11.242	250.2	0.953	3.213
105.575	13.017	267.0	0.945	3.656
105.925	13.367	272.1	0.950	3.744
108.075	15.517	293.7	0.952	4.281
110.125	17.567	311.4	0.949	4.794
111.000	18.442	320.0	0.951	5.013
112.675	20.117	334.2	0.951	5.431
114.250	21.692	348.3	0.955	5.825
115.950	23.392	361.5	0.954	6.250
118.375	25.817	380.0	0.955	6.856
120.000	27.442	393.0	0.958	7.263
121.900	29.342	406.5	0.958	7.738
123.375	30.817	416.2	0.957	8.106
123.875	31.317	420.1	0.958	8.231
125.025	32.467	426.8	0.956	8.519
125.875	33.317	433.1	0.958	8.731
128.275	35.717	448.1	0.957	9.331
128.775	36.217	451.7	0.958	9.456
130.600	38.042	463.6	0.960	9.913
131.525	38.967	466.1	0.953	10.144
133.150	40.592	478.1	0.958	10.550
134.600	42.042	483.6	0.952	10.913
135.125	42.567	487.6	0.954	11.044
137.700	45.142	501.0	0.952	11.688

（放水管下面頂点の標高　EL. 90.950m）

表－10(b)　放水管ゲート操作時の貯水位流量関係表　（1門当り）

ゲート開度	貯水位 EL. m	流量 m³/sec	ゲート開度	貯水位 EL. m	流量 m³/sec	ゲート開度	貯水位 EL. m	流量 m³/sec	ゲート開度	貯水位 EL. m	流量 m³/sec
4.5 m	103.150	183.3	3.5 m	102.800	125.3	2.5 m	102.225	86.2	1.0 m	99.500	30.8
	105.100	200.5		104.425	133.6		106.075	99.5		101.525	33.5
	107.125	215.8		106.800	146.6		109.275	108.6		103.300	36.5
	109.350	231.2		109.400	159.2		112.125	115.7		105.400	39.0
	111.450	245.8		111.925	170.1		115.050	122.9		107.575	42.0
	113.325	256.4		114.450	179.9		118.425	131.5		109.850	46.2
	115.875	272.7		117.050	191.1		121.375	138.0		113.375	48.4
	118.375	286.2		119.625	199.6		124.325	144.9		115.975	51.2
	120.675	300.3		123.375	212.1		126.550	150.4		118.150	53.3
	122.575	311.4		126.300	221.7		131.025	160.3		121.875	57.3
	124.875	321.9		129.400	232.1		135.600	167.4		125.375	60.5
	127.450	337.1		131.925	239.3	2.0 m	101.500	67.3		127.325	62.2
	129.000	341.7		134.325	245.8		104.325	75.8		131.350	65.2
	130.700	349.6		135.975	252.6		107.400	83.7		131.625	66.1
	131.625	353.1	3.0 m	102.150	102.6		110.625	90.2		135.250	68.6
	132.325	357.9		103.225	108.6		113.825	98.0		141.750	73.0
	133.725	366.2		105.325	117.1		116.525	102.4	0.5 m	98.175	11.3
	134.900	368.9		106.500	120.8		118.050	105.7		101.900	18.0
	135.950	372.9		109.625	132.9		120.850	110.4		102.925	18.5
4.0 m	102.750	145.7		112.275	143.2		121.175	110.9		106.500	21.1
	104.800	163.9		112.575	143.9		124.100	115.5		109.610	22.9
	107.700	182.9		114.600	152.2		127.375	119.9		112.500	24.4
	109.350	190.9		116.950	159.0		129.975	124.8		112.950	24.7
	111.950	204.9		119.825	167.8		132.675	127.7		116.625	26.5
	113.750	213.8		121.650	172.7		135.175	132.2		118.200	27.3
	116.975	229.2		124.625	180.7		137.850	136.8		121.075	28.8
	120.200	242.8		126.175	184.7	1.5 m	100.075	46.5		125.325	30.2
	122.325	251.7		128.575	191.1		101.050	49.5		128.000	31.8
	125.075	263.0		130.975	198.5		102.675	52.6		130.600	32.4
	127.450	272.1		133.225	204.0		106.000	59.0		133.325	33.7
	129.775	281.3		134.875	207.1		108.700	65.2		135.950	34.9
	132.300	291.2		136.975	211.3		112.250	70.6			
	135.625	302.8					114.900	75.4			
	136.525	306.3					118.200	79.8			
							122.125	83.7			
							125.325	88.7			
							127.425	92.1			
							130.175	94.6			
							131.625	96.5			
							135.500	101.3			
							137.550	102.6			
							138.750	104.6			

表－11　越流面圧力測定位置表

測線 No. 1			測線 No. 2			測線 No. 3		
測点番号	標高 EL. m	越流頂からの水平距離 (m)	測点番号	標高 EL. m	越流頂からの水平距離 (m)	測点番号	標高 EL. m	越流頂からの水平距離
1	125.779	−1.188	1	125.779	−1.188	1	126.237	1.200
2	126.000	0.000	2	126.000	0.000	2	125.834	2.400
3	125.837	1.200	3	125.837	1.200	3	125.225	3.600
4	125.434	2.400	4	125.434	2.400	4	124.400	4.839
5	124.825	3.600	5	124.825	3.600	5	123.400	6.062
6	124.000	4.838	6	124.000	4.839	6	122.400	7.112
7	123.000	6.060	7	123.000	6.062	7	121.400	8.051
8	122.000	7.111	8	122.000	7.112	8	120.400	8.909
9	121.000	8.049	9	121.000	8.051	9	119.400	9.706
10	120.000	8.907	10	120.000	8.909	10	118.400	10.453
11	119.000	9.704	11	119.000	9.706	11	116.400	11.833
12	118.000	10.451	12	118.000	10.453	12	114.400	13.094
13	116.000	11.830	13	116.000	11.833	13	112.400	14.265
14	114.000	13.091	14	114.000	13.094	14	110.400	15.364
15	112.000	14.262	15	112.000	14.265	15	108.400	16.403
16	110.000	15.360	16	110.000	15.364	16	106.400	17.392
17	108.000	16.399	17	108.000	16.403	17	104.400	18.337
18	106.000	17.387	18	106.000	17.392			
19	104.000	18.333	19	104.000	18.337			
20	102.552	18.994	20	102.552	18.998			
21	101.000	19.692	21	101.000	19.697			
22	99.000	20.592	22	99.000	20.598			
23	97.000	21.493	23	97.000	21.499			
24	95.000	22.394	24	95.000	22.403			
25	92.492	23.523	25	92.492	23.532			
26	90.000	24.787	26	90.000	24.796			
27	88.000	26.027	27	88.000	26.038			
28	86.000	27.504	28	86.000	27.515			
29	84.000	29.265	29	84.000	29.276			
30	81.654	31.798	30	81.654	31.811			
31	80.000	33.805	31	80.000	33.819			
32	78.000	36.231	32	78.000	36.246			
33	77.068	37.363	33	77.068	37.378			
34	76.000	38.782	34	76.000	38.798			
35	75.000	40.402	35	75.000	40.419			
36	74.000	42.485	36	74.000	42.504			
37	73.421	44.086	37	73.421	44.111			
38	72.904	46.086	38	72.904	46.111			
39	72.600	48.086	39	72.600	48.111			
40	72.500	50.086	40	72.500	50.111			

測線 No. 4		
測点番号	標高 EL. m	越流頂からの水平距離
1	84.400	29.923
2	82.054	32.460
3	80.400	34.471
4	78.400	36.901
5	77.468	38.035
6	76.400	39.456
7	75.400	41.080
8	74.400	43.168
9	73.821	44.785
10	73.304	46.785
11	73.000	48.785
12	72.900	50.785
13	72.900	52.785
14	72.900	54.785
15	72.900	56.785
16	72.900	58.785

表－12(a) 越流面圧力測定値表

（貯水位 EL．135.0m
ゲート全開）

測線 No. 1			測線 No. 2		
測点番号	圧力標高 EL．m	圧力水頭 m	測点番号	圧力標高 EL．m	圧力水頭 m
1	127.400	1.621	1	125.440	−0.339
2	125.800	−0.200	2	126.000	0.000
3	125.520	−0.317	3	123.800	−2.037
4	125.240	−0.194	4	124.400	−1.034
5	124.240	−0.585	5	124.600	−0.225
6	123.200	−0.800	6	123.640	−0.360
7	122.720	−0.280	7	122.720	−0.280
8	121.920	−0.080	8	122.000	0.000
9	120.960	−0.040	9	121.120	0.120
10	119.920	−0.080	10	119.880	−0.120
11	118.920	−0.080	11	119.200	0.200
12	118.200	0.200	12	118.520	0.520
13	116.280	0.280	13	116.400	0.400
14	114.280	0.280	14	114.360	0.360
15	112.320	0.320	15	112.040	0.040
16	110.160	0.160	16	110.600	0.600
17	108.200	0.200	17	108.160	0.160
18	106.440	0.440	18	106.600	0.600
19	104.480	0.480	19	105.520	1.520
20	103.320	0.768	20	102.480	−0.072
21	101.640	0.640	21	101.600	0.600
22	99.760	0.760	22	100.200	1.200
23	98.200	1.200	23	98.400	1.400
24	97.200	2.200	24	96.440	1.440
25	97.440	4.948	25	97.400	4.908
26	98.800	8.800	26	98.160	8.160
27	98.200	10.200	27	97.960	9.960
28	96.320	10.320	28	95.800	9.800
29	93.400	9.400	29	91.320	7.320
30	88.480	6.826	30	88.880	7.226
31	84.440	4.440	31	86.720	6.720
32	83.920	5.920	32	83.800	5.800
33	86.160	9.092	33	87.240	10.172
34	90.320	14.320	34	89.800	13.800
35	92.200	17.200	35	91.840	16.840
36	93.280	19.280	36	92.600	18.600
37	94.080	20.659	37	93.840	20.419
38	95.320	22.416	38	93.920	21.016
39	94.320	21.720	39	94.600	22.000
40	84.880	12.380	40	88.000	15.500

測線 No. 3		
測点番号	圧力標高 EL．m	圧力水頭 m
1	123.680	−2.557
2	125.480	−0.354
3	125.160	−0.065
4	124.280	−0.120
5	123.440	0.040
6	122.280	−0.120
7	121.440	0.040
8	121.880	1.480
9	121.160	1.760
10	119.720	1.320
11	117.200	0.800
12	114.040	−0.360
13	112.000	−0.400
14	111.200	0.800
15	109.360	0.960
16	107.800	1.400
17	106.800	2.400

測線 No. 4		
測点番号	圧力標高 EL．m	圧力水頭 m
1	88.160	3.760
2	87.000	4.946
3	85.480	5.080
4	84.240	5.840
5	85.280	7.812
6	86.920	10.520
7	87.760	12.360
8	86.440	12.040
9	87.320	13.488
10	87.720	14.416
11	85.240	12.240
12	81.920	9.020
13	79.160	6.260
14	78.400	5.500
15	79.320	6.420
16	78.000	5.100

表－12(b)　越流面圧力測定値表

（貯水位　EL.　135.0m
　ゲート開度　　1.0m）

測線 No. 1		
測点番号	圧力標高 EL. m	圧力水頭 m
1	134.520	8.741
2	132.520	6.520
3	126.400	0.563
4	125.240	−0.194
5	124.560	−0.265
6	123.760	−0.240
7	123.080	0.080
8	122.160	0.160
9	121.200	0.200
10	120.160	0.160
11	119.040	0.040
12	118.280	0.280
13	116.240	0.240
14	114.240	0.240
15	112.160	0.160
16	110.120	0.120
17	108.160	0.160
18	106.240	0.240
19	104.080	0.080
20	102.680	0.128
21	101.040	0.040
22	98.960	−0.040
23	96.920	−0.080
24	95.080	0.080
25	92.720	0.228
26	91.320	1.320
27	90.120	2.120
28	88.120	2.120
29	85.240	1.240
30	82.120	0.466
31	80.120	0.120
32	79.160	1.160
33	78.360	1.292
34	78.440	2.440
35	78.320	3.320
36	79.560	5.560
37	83.000	9.579
38	86.360	13.456
39	86.960	14.360
40	79.480	6.980

測線 No. 2		
測点番号	圧力標高 EL. m	圧力水頭 m
1	134.320	8.541
2	132.640	6.640
3	126.640	0.803
4	125.400	−0.034
5	124.840	0.015
6	124.120	0.120
7	123.160	0.160
8	122.320	0.320
9	121.320	0.320
10	120.360	0.360
11	119.280	0.280
12	118.320	0.320
13	116.280	0.280
14	114.280	0.280
15	112.240	0.240
16	110.320	0.320
17	108.280	0.280
18	106.280	0.280
19	104.360	0.360
20	102.800	0.248
21	101.280	0.280
22	99.400	0.400
23	97.320	0.320
24	95.200	0.200
25	92.800	0.308
26	90.560	0.560
27	89.160	1.160
28	87.080	1.080
29	86.400	2.400
30	85.480	3.826
31	84.000	4.000
32	80.600	2.600
33		
34	78.400	2.400
35	78.720	3.720
36	82.960	8.960
37	85.400	11.929
38	86.000	12.696
39	86.000	13.400
40	81.680	9.180

測線 No. 3		
測点番号	圧力標高 EL. m	圧力水頭 m
1	126.200	−0.037
2	126.040	0.206
3	125.400	0.175
4	124.600	0.200
5	123.640	0.220
6	122.000	−0.400
7	121.600	0.200
8	120.720	0.320
9	119.760	0.360
10	118.600	0.200
11	116.600	0.200
12	114.560	0.160
13	112.480	0.080
14	110.880	0.480
15	108.860	0.460
16	106.600	0.200
17	104.840	0.440

測線 No. 4		
測点番号	圧力標高 EL. m	圧力水頭 m
1	88.120	3.720
2	86.720	4.666
3	85.360	4.960
4	84.120	5.720
5	83.520	6.052
6	87.280	10.880
7	88.600	13.200
8	88.040	13.640
9	89.040	15.219
10	89.840	16.536
11	87.800	14.800
12	84.960	12.060
13	83.480	10.580
14	82.520	9.620
15	82.480	9.580
16	82.040	9.140

表−12 (c) 越流面圧力測定値表

（貯水位 EL．135.0m
ゲート開度 2.0m）

測線 No. 1			測線 No. 2			測線 No. 3		
測点番号	圧力標高 EL. m	圧力水頭 m	測点番号	圧力標高 EL. m	圧力水頭 m	測点番号	圧力標高 EL. m	圧力水頭 m
1	133.280	7.101	1	132.800	7.021	1	126.520	−0.117
2	130.080	4.080	2	131.080	5.080	2	125.960	0.126
3	127.000	1.163	3	126.000	0.163	3	125.120	−0.105
4	125.200	−0.234	4	124.320	−1.114	4	124.440	0.040
5	124.160	−0.665	5	124.640	−0.185	5	123.600	0.200
6	123.360	−0.640	6	123.720	−0.280	6	122.200	−0.200
7	122.880	−0.120	7	122.840	−0.160	7	121.280	−0.120
8	122.080	0.080	8	122.160	0.160	8	122.080	1.680
9	121.120	0.120	9	121.160	0.160	9	121.400	2.000
10	120.040	0.040	10	120.360	0.360	10	119.800	1.400
11	119.000	0.000	11	119.360	0.360	11	117.360	0.960
12	118.200	0.200	12	118.400	0.400	12	114.680	0.280
13	116.240	0.240	13	116.360	0.360	13	111.720	−0.680
14	114.240	0.240	14	114.280	0.280	14	111.080	0.680
15	112.200	0.200	15	112.000	0.000	15	109.000	0.600
16	110.080	0.080	16	110.240	0.240	16	107.080	0.680
17	108.120	0.120	17	108.160	0.160	17	105.720	1.320
18	106.160	0.160	18	106.040	0.040			
19	104.000	0.000	19	104.400	0.400			
20	102.800	0.248	20	102.440	−0.112			
21	101.080	0.080	21	101.160	0.160			
22	99.040	0.040	22	99.320	0.320			
23	97.120	0.120	23	97.200	0.200			
24	95.280	0.280	24	94.960	−0.040			
25	93.440	0.948	25	93.320	0.828			
26	92.720	2.720	26	92.200	2.200			
27	91.080	3.080	27	91.520	3.520			
28	88.720	2.720	28	90.320	4.320			
29	86.160	2.160	29	89.200	5.200			
30	83.320	1.666	30	86.280	4.626			
31	80.800	0.800	31	82.560	2.560			
32	79.280	1.280	32	79.800	1.800			
33	79.520	2.452	33	80.600	3.532			
34	81.960	5.960	34	80.600	4.600			
35	82.920	7.920	35	85.200	10.200			
36	83.800	9.800	36	87.280	13.280			
37	85.360	11.939	37	88.040	14.619			
38	87.400	14.496	38	88.040	15.136			
39	87.440	14.840	39	88.040	15.440			
40	79.920	7.420	40	86.560	14.060			

測線 No. 4		
測点番号	圧力標高 EL. m	圧力水頭 m
1	88.080	3.680
2	86.640	4.586
3	85.280	4.880
4	83.760	5.360
5	84.720	7.252
6	86.480	10.080
7	87.360	11.960
8	86.040	11.640
9	86.720	12.899
10	87.440	14.136
11	85.040	12.040
12	81.840	8.940
13	81.080	8.180
14	79.240	6.340
15	80.040	7.140
16	78.840	5.940

表－13．越流水脈水位測定値表

貯水位：EL.135.0m，ゲート開度：全開

中央			
測点	堤頂からの水平距離(m)	平均水位 EL.m	最高水位 EL.m
1	－16.00	134.952	135.276
2	－14.00	134.996	135.172
3	－12.00	134.976	135.128
4	－10.00	134.912	135.132
5	－8.00	134.844	134.988
6	－6.00	134.672	134.916
7	－4.00	134.556	134.792
8	－2.00	134.156	134.436
9	0.00	133.600	133.932
10	1.60	132.732	133.064
11	5.20	130.596	131.052
12	6.00	130.036	130.388
13	8.00	127.844	128.392
14	10.00	125.752	126.188
15	12.00	123.052	123.556
16	14.00	119.960	120.992
17	16.00	116.680	117.436
18	18.00	112.372	114.112
19	20.00	107.660	109.116
20	22.00	102.908	104.500
21	24.00	97.980	99.520
22	26.68	92.108	93.144
23	28.00	89.656	90.652
24	30.00	87.372	88.056
25	32.00	86.712	88.232
26	34.00	85.332	87.340
27	36.00	84.064	86.184
28	38.00	82.736	84.732
29	40.00	80.784	83.460
30	42.00	79.532	82.232
31	44.00	78.352	80.572
32	46.00	78.000	78.864
33	48.00	77.620	79.300
34	50.00	78.060	80.180
35	52.00	78.380	79.896

ピアーぞい			
測点	堤頂からの水平距離(m)	平均水位 EL.m	最高水位 EL.m
1	－16.00	135.020	135.268
2	－14.00	135.012	135.228
3	－12.00	134.952	135.236
4	－10.00	134.908	135.116
5	－8.00	134.876	135.120
6	－6.00	134.912	135.068
7	－4.00	134.752	134.912
8	－2.00	134.304	134.556
9	0.00	132.232	132.516
10	1.80	131.020	131.544
11	5.20	129.072	129.516
12	6.00	128.360	128.792
13	8.00	126.816	127.412
14	10.00	125.104	125.760
15	12.00	122.396	123.152
16	14.00	120.444	121.292
17	16.00	117.672	118.404
18	18.00	114.384	115.640
19	20.00	110.424	112.680
20	22.00	106.200	108.780
21	24.00	101.992	104.416
22	26.40	97.216	100.000
23	28.00	93.364	95.180
24	30.00	88.984	89.864
25	32.00	85.372	86.032
26	34.00	82.884	83.176
27	36.00	80.692	80.980
28	38.00	79.160	80.824
29	40.00	78.328	80.520
30	42.00	78.888	81.540
31	43.40	78.684	80.448
32	44.00	78.096	79.776
33	46.00	77.484	79.208
34	48.00	77.600	79.420
35	50.00	77.380	80.488
36	52.00	77.840	80.980

表－１４　堤頂越流部貯水位，流量，流量係数関係表　（１径間分）

ゲート開度	貯水位 EL. m	流量 m³/sec	越流係数 C	ゲート開度	貯水位 EL. m	流量 m³/sec	ゲート開度	貯水位 EL. m	流量 m³/sec
全開（三次元模型）	127.080	17.5	1.834	5.0 m	132.584	280.2	1.5 m	128.158	46.6
	128.330	55.8	1.846		133.374	301.3		129.144	60.5
	129.480	106.7	1.934		134.078	321.7		129.890	67.8
	130.504	164.2	2.021		135.008	357.8		130.938	79.1
	131.608	232.2	2.057					131.876	88.4
	132.696	312.8	2.124	4.0 m	132.298	222.8		132.768	96.4
	133.972	420.3	2.197		132.886	239.0		133.896	105.8
	134.704	482.5	2.211		133.536	253.7		134.890	113.4
	135.820	584.2	2.233		134.300	272.8			
					135.016	290.3	1.0 m	127.718	28.4
全開（抽出模型）	126.572	6.9	1.876					128.696	37.3
	127.226	21.7	1.881	3.0 m	130.220	132.9		129.470	44.3
	127.668	34.6	1.890		131.048	147.9		130.412	51.3
	128.098	49.4	1.912		131.996	166.8		131.200	56.6
	128.420	61.1	1.909		132.734	181.1		132.324	62.4
	128.808	77.5	1.938		133.674	197.9		133.320	67.1
	129.104	90.5	1.947		134.640	215.9		134.274	73.2
	129.398	104.7	1.966					135.140	79.1
	129.656	117.3	1.974	2.0 m	128.912	72.8			
	129.928	130.9	1.978		129.689	84.4	0.5 m	128.018	17.0
	130.118	140.9	1.984		130.486	97.9		129.058	22.1
	130.346	153.3	1.991		131.328	109.0		130.076	26.1
	130.500	160.9	1.983		132.068	118.4		131.246	29.6
	130.688	171.9	1.992		133.326	133.8		132.400	33.1
	130.850	180.1	1.984		134.224	144.2		133.508	36.4
	131.012	189.5	1.978		135.664	154.3		134.334	38.7
	131.120	198.7	2.018					135.178	41.0
	131.568	225.3	2.017						
	131.972	252.9	2.039						
	132.306	277.6	2.062						
	132.578	296.6	2.068						
	132.828	316.9	2.090						
	133.028	334.2	2.110						
	133.220	354.1	2.147						
	133.386	372.7	2.184						
	133.478	381.2	2.193						
	133.534	386.0	2.196						

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

越流頂標高　ＥＬ．１２６.０ｍ

越流巾　　8.5 m

表－15 (a)　水叩き内水位表（横断），流量　2300m^3/sec

シル高 6.0m											
シル位置 90m				シル位置 77m				シル位置 64m			
断面位置	0m	8m	40m	断面位置	0m	32m	64m	断面位置	0m	8m	56m
左岸側	76.36	76.24	78.47	左岸側	78.47	82.30	86.30	左岸側	76.67	74.73	86.10
—24.0				—24.0	75.58			—24.0	75.10		81.98
—20.0	75.28	76.86	82.08	—20.0		81.10	84.60	—20.0	74.50		
—16.0		77.58	81.92	—18.0	75.90			—17.6	73.68		
—15.6	15.54			—12.8	75.26			—16.0		73.87	
—14.0		80.14		—12.0		81.40	84.07	—15.6	73.68		
—12.8	74.30			— 8.0	74.44			—13.2	73.60		
—12.0			85.90	— 5.2	74.32			—12.8		81.11	
—11.6	73.74			— 4.0		87.48	85.96	—12.0			88.77
—10.8		73.78		— 2.0	74.72			—11.6	73.60		
— 8.0			88.23	0.0	76.65	88.26	85.66	—10.4		73.66	
— 4.0		73.78	90.43	1.2	74.65			— 4.4		73.66	
— 2.8	73.74			3.2 6.0	73.60		82.98	— 4.0			92.18
0.0	78.62	81.62	89.18	6.8	74.88			—2.0	73.74		
2.0		73.52		10.0		81.66		0.0	79.28	81.70	91.78
3.2	75.62			10.8	74.10			1.2	73.80		
4.0			86.91	12.0			82.59	2.0		77.60	
8.0			86.90	12.8	76.10			4.0			90.16
8.8		73.98		16.0		81.43		10.0		77.66	
11.6	75.62			20.0	75.67		83.89	11.2	73.80		
12.0		80.30	81.42	21.6	75.58			12.0	74.96		82.70
12.8	75.73			24.4	77.43			13.2		78.38	
16.0		76.84		右岸側	80.78	81.44	84.59	14.0	73.77		
20.0	75.60		81.42					19.2		73.98	
右岸側	78.18	76.34	76.34					19.6	73.77		
								20.0			80.71
								20.8	75.34		
								右岸側	78.26	74.38	84.50

表－15 (b)　水叩き内水位表（横断），流量　2300 m^3/sec

	シル高 7.5 m								
	シル位置 90 m			シル位置 77 m			シル位置 64 m		
断面位置	0 m	32 m	64 m	0 m	32 m	48 m	0 m	32 m	56 m
左岸側	77.60	84.46	87.17	79.19	86.24	87.62	78.98	85.56	87.77
−24.0				79.76			78.98		
−20.0	77.34	83.76	87.15						
−16.0				78.95	86.74	86.63	79.08	87.66	86.81
−12.0	77.71	87.40	85.11						
− 8.0	74.46			78.79	88.69	87.78	78.60	87.66	88.03
− 4.0	74.84	89.04	84.36						
0.0	78.90	88.14	82.97	78.83	88.50	88.43	79.85	88.84	88.58
8.0	77.06	84.90	82.97	78.35	87.20	85.90	78.86	86.08	87.06
12.0		83.74	84.44						
16.0	77.82			78.98	85.08	85.57	79.14	84.60	86.35
20.0		83.50	84.68						
24.0				79.66			79.38		
右岸側	78.86	83.70	85.24	80.47	85.46	85.76	79.69	84.78	86.88

	シル高 9 m								
	シル位置 90 m			シル位置 77 m			シル位置 64 m		
断面位置	0 m	40 m	64 m	0 m	32 m	48 m	0 m	32 m	52 m
左岸側	79.65	87.62	88.28	84.42	87.26	87.87	80.66	87.14	88.45
−24.0	79.95								
−16.0	79.56	87.15	87.75	80.50		86.78	80.00	86.70	87.48
− 8.0	79.74	88.86	86.70	80.89	88.43	87.90	80.70	88.30	89.16
0.0	80.59	86.42	86.66	81.18	89.03	88.46	81.90	88.86	89.95
4.0				80.58					
8.0	79.27	86.77	86.00		87.18	86.46	80.68	87.21	88.02
16.0	79.47	85.63	87.00	80.31	85.95	86.22	79.90	85.70	86.26
24.0	80.08								
右岸側	80.63	86.42	87.71	81.30	86.27	87.06	80.86	85.90	87.70

表－15(c)　水叩き内水位表（縦断），流量2300 m^3/sec

シル高 6.0 m									
	シル位置90m			シル位置77m			シル位置64m		
水叩き始端からの距離	左岸側	中央	右岸側	左岸側	中央	右岸側	左岸側	中央	右岸側
0.0	76.34	78.62	78.18	78.97	76.65	80.78	76.66	79.28	78.26
8.0	76.24	81.62	76.34				74.73	81.70	74.38
16.0		84.22		78.60	80.83	77.58		83.66	
24.0	79.79	86.78	79.44		86.62		76.94	84.98	76.90
32.0		88.86		82.30	88.26	81.44		85.46	
40.0	81.96	89.18	81.70		89.14		81.70	88.66	79.96
48.0		88.74		82.95	88.26	81.82		91.80	
56.0	83.26	87.19	80.94		86.65		86.10	91.78	84.50
64.0		85.24		86.30	85.66	84.59		90.38	
72.0	86.07	83.37	84.94		85.18		83.96	88.82	83.92
80.0		83.45		80.34	84.38	85.42		85.98	
88.0		84.55			83.14			83.52	
96.0	84.91	84.91	85.01				87.04	81.50	85.32
97.2				86.54	83.26	86.92			

シル高 7.5 m									
	シル位置90m			シル位置77m			シル位置64m		
水叩き始端からの距離	左岸側	中央	右岸側	左岸側	中央	右岸側	左岸側	中央	右岸側
－9.2								77.75	
－7.2					78.12				
－5.2		76.26							
0.0	77.60	78.90	78.86	79.19	78.83	80.47	78.98	79.85	79.69
8.0		78.20			82.58		80.20	83.30	80.06
16.0	80.59	84.93	79.62	82.06	85.37	80.43	82.00	86.09	80.19
24.0	82.90	87.38	82.20		87.51		84.78	87.81	84.00
32.0	84.46	88.14	83.70	86.24	88.50	85.46	85.56	88.84	84.78
40.0	86.14	87.92	83.70		88.87		86.71	88.58	85.82
48.0	86.15	87.80	83.11	87.62	88.43	85.76		88.25	
56.0	86.60	85.78	84.37		86.51		87.77	88.58	86.88
64.0	87.17	84.68	85.24	87.27	86.71	87.29		87.58	
72.0	87.98	84.89	86.83	86.84	87.27	86.85	86.63	85.34	87.42
80.0	87.62	86.66	86.97	85.86	87.09	87.19			
88.0		87.93							
96.0	85.03	85.90	86.26						

表－15 (d)　水叩き内水位表（縦断），流量2300 m^3／sec

シル高 9.0 m									
	シル位置90m			シル位置77m			シル位置64m		
水叩き始端からの距離	左岸側	中　央	右岸側	左岸側	中　央	右岸側	左岸側	中　央	右岸側
−11.2					80.22				
−10.8		79.70						80.72	
0.0	79.66	80.59	80.63	80.42	81.18	81.30	80.66	81.90	80.86
8.0	81.47	83.51	81.30	82.00	84.00	81.68		84.38	
16.0		86.34		84.33	86.38	82.46	83.66	85.96	82.47
24.0	86.16	88.17	84.76		88.12		85.90	87.90	84.86
32.0	86.95	89.22	85.62	87.26	89.03	86.27	87.14	88.86	85.90
40.0	87.62	88.82	86.42		99.02			89.04	
48.0		88.05		87.87	88.42	87.06		89.51	
52.0							88.45	89.44	87.70
56.0		87.22			87.87				
64.0	88.28	86.66	87.71	88.33	80.02	88.06	85.23	86.44	85.91
72.0		87.10			87.18		86.54	83.58	87.26
80.0	87.34	88.03	87.50	83.98	84.80	84.78			
88.0	84.32	85.86	84.60						

表－16 (a)　水叩き内水位表（横断）シル高　7.5 m

流量 1800 m^3/sec									
	シル位置 77 m			シル位置 70 m			シル位置 60 m		
断面位置	0 m	32 m	48 m	0 m	24 m	44 m	0 m	24 m	40 m
左岸側	78.62	85.46	86.09	79.34	85.94	86.58	80.54	85.38	86.98
−24.0	78.06			78.86	85.10	86.52	80.22	84.86	86.22
−16.0	77.76	84.82	85.10	78.07	85.14	85.58	80.59	85.14	85.66
− 8.0	77.76	87.02	85.54	78.86	87.17	86.28	80.10	87.34	87.22
0.0	79.18	87.41	85.38	81.30	87.90	86.70	81.54	88.10	88.22
8.0	77.75	85.42	83.90	78.06	85.82	85.14	79.28	86.70	85.98
16.0	77.75	83.86	84.06	78.67	84.10	85.14	79.88	84.40	84.98
24.0	78.86			79.43	83.68	85.14	80.35	84.50	85.32
右岸側	79.74	84.01	85.06	79.43	83.68	85.14	80.35	84.50	85.74

流量 2300 m^3/sec									
	シル位置 77 m			シル位置 70 m			シル位置 64 m		
断面位置	0 m	32 m	48 m	0 m	32 m	44 m	0 m	24 m	40 m
左岸側	78.50	84.90	86.62	78.93	85.32	87.06	77.18	82.34	85.82
−24.0	78.10			78.66	85.32	86.66	77.34	82.34	85.82
−20.0	78.10	84.78	85.62				78.62		
−16.0				79.68	85.44	85.68		82.54	85.18
−14.8							78.62		
−12.0	78.40	85.86	86.02						
−11.6							73.68		
−8.0	77.44	88.10		78.08	88.26	88.56		86.72	88.82
−2.8							73.68		
0.0	79.29	89.64	87.62	79.44	89.02	88.43	77.70	88.74	89.98
1.6							73.52		
8.0	77.18	85.74		77.24	86.48	85.64		85.06	87.02
9.6							74.00		
12.0	77.90	84.50	83.74						
13.2							78.04		
16.0				78.60	84.39	84.82		83.26	84.78
20.0	77.72	84.02	84.74				77.68		
23.2							77.68		
24.0	78.74			78.51	84.00	85.29		82.32	85.42
右岸側	78.74	84.26	85.14	79.60	84.00	86.01	78.31	82.74	85.42

表－16 (b) 水叩き内水位表（横断） シル高 7.5 m

流量 4000 m^3/sec														
シル位置 77 m					シル位置 70 m					シル位置 64 m				
断面位置	0 m	40m	64m	72m	断面位置	0 m	32m	44m	72m	断面位置	0 m	32m	48m	72m
左岸側	80.08	81.69	91.61	91.73	左岸側	76.31	80.08	85.90	92.30	左岸側	76.42	80.94	89.46	95.74
—24.0				93.38	—24.0	75.38			92.30	—24.0		80.94	89.10	95.74
—22.0	79.34		83.89		—20.8			81.64		—23.6	79.30			
—19.2	81.20				—20.0		80.28			—20.8	76.70			
—16.0		81.41		91.62	—18.0	74.62				—18.8	74.54			
—13.2	80.73				—16.0				92.94	—16.0		83.26	85.02	94.82
—12.0			83.89		—14.4	74.38	81.32			—14.0	74.90			
—11.2		81.81			—13.6	76.50				—10.8	76.62			
—10.8	80.19				—13.2			82.50		— 8.8	75.28			
— 8.0				97.26	—10.8	75.11				— 8.0		86.42	89.38	96.98
— 2.8	82.32				—10.0		85.68			— 4.0	79.40			
0.0	82.13	87.61	96.01	96.41	— 8.0				95.74	0.0	78.84	82.10	93.90	100.46
2.8	79.26				— 5.2	75.11				3.6	79.408			
7.2		80.33			0.0	77.42	81.04	91.16	97.26	8.0		83.02	89.18	98.78
8.0				94.94	4.4	75.09				8.8	79.41			
10.0	79.26				7.6		83.72			12.0	76.18			
11.6	78.45				8.0				95.90	13.2	74.58			
12.0			83.77		8.8			81.36		16.0		80.30	83.22	95.10
13.6	79.30				9.2	74.96				17.6	75.18			
16.0		80.33		89.38	12.0					21.2	77.38			
18.8	79.76				13.6	74.87				23.2	76.18			
22.4			78.25		16.0				87.62	24.0		80.06	84.46	91.74
24.0				89.54	18.8	74.86				右岸側	78.54	80.06	82.22	91.62
24.8	80.60				20.0		80.48	78.14						
右岸側	81.84	79.49	88.21	87.61	24.0	77.06			86.46					
					右岸側	78.58	80.00	81.70	86.46					

表－16(c) 水叩き内水位表（横断） シル高 7.5 m

流量 4800 m^3/sec														
シル位置 77 m					シル位置 70 m					シル位置 64 m				
断面位置	0 m	40m	64m	72m	断面位置	0 m	32m	44m	72m	断面位置	0 m	32m	48m	64m
左岸側	76.63	82.72	93.70	93.66	左岸側	76.64	80.48	88.58	92.70	左岸側	77.16	81.54	90.62	94.38
—24.0				92.40	—24.0		80.48	88.58	94.02	—24.0	76.04	82.66	92.02	94.86
—22.4	75.68				—20.8	77.22				—21.2	77.60			
					—19.2	75.44				—18.8	75.64			
—20.0	77.20	82.10	85.06		—16.0		83.94	82.48	93.70	—16.0		84.54	87.74	95.34
—16.0	75.23			89.50	—14.0	75.44				—14.0	75.64			
—13.6	75.23	83.14			—12.4	70.02				—12.8	77.64			
—11.6	78.02				—10.4	75.82				—10.8	76.40			
—10.0	76.30				—8.8	76.06				—8.0		87.38	90.90	97.86
—8.4		87.18			—8.0		85.76	88.64	97.18	—4.4	76.52			
—8.0				102.00	—2.4	78.38				0.0	78.04	80.74	95.26	103.02
—5.2	76.30				0.0	76.35	80.00	87.86	99.70	8.0	76.36	83.10	90.62	96.46
—2.8	77.89				1.2	77.82				10.0	76.10			
—2.0	76.06				3.2	76.17				11.6	77.16			
0.0	76.11	87.78	94.50	96.38	8.0		82.28	84.38	97.50	13.2	75.60			
2.0	77.99				8.8	75.96				16.0		81.60	83.62	92.54
3.6	76.26				11.2	76.89				19.2	76.08			
6.8		86.21			13.6	75.61				21.6	78.36			
8.0				96.06	16.0		80.40	82.42	93.28	24.0	77.00	80.99	85.98	92.14
9.2	76.26				18.0	75.61				右岸側	78.60	80.99	87.10	92.54
10.0		81.52			22.0	78.32								
11.2	77.11				24.0		79.68	82.11	90.18					
12.4	75.50				右岸側	78.94	79.68	81.90	90.18					
16.0				90.82										
18.8	75.80													
20.0		80.90												
20.8	77.58													
22.0			88.18											
22.8	76.30													
24.0				90.54										
右岸側	78.42	91.38	90.22	90.62										

表－16(d)　水叩き内水位表（縦断），シル高　7.5 m

流量 1800 m³/sec									
	シル位置77m			シル位置70m			シル位置64m		
水叩き始端からの距離	左岸側	中央	右岸側	左岸側	中央	右岸側	左岸側	中央	右岸側
－11.2		76.41						77.22	
－10.4					75.50				
0.0	78.62	79.18	79.74	79.34	81.30	79.44	80.54	81.54	80.35
8.0	80.62	83.50	79.78		84.82			84.55	
16.0	83.94	86.42	81.06	83.65	87.19	81.98	84.10	87.57	81.87
24.0		87.58		85.38	88.10	84.50	85.38	88.10	84.50
32.0	85.46	87.42	84.02		87.66			88.06	
40.0		86.90					86.98	88.22	85.74
44.0				86.58	86.70	85.14			
48.0	86.10	85.38	85.06		86.03		86.78	87.58	86.42
56.0		85.02		86.62	85.88	85.87		86.94	
64.0	85.98	85.02	85.70		85.87		84.98	85.50	85.66
72.0		85.14		84.07	84.10	84.78			
76.0							86.38	82.82	86.22
80.0		83.90							
81.0				85.92	82.02	85.69			
84.0	85.42	83.26	85.34						

流量 2300 m³/sec									
	シル位置77m			シル位置70m			シル位置64m		
水叩き始端からの距離	左岸側	中央	右岸側	左岸側	中央	右岸側	左岸側	中央	右岸側
—8.0		76.43							
—7.2					76.74				
0.0	78.50	79.29	78.74	78.93	79.44	79.60	77.18	77.70	78.31
8.0	79.90	83.40	79.66		83.63		79.78	82.62	78.58
16.0		85.82		80.86	86.45	80.16		86.34	
24.0	83.68	87.80	83.06		88.72		82.34	88.74	82.74
32.0	84.90	89.64	84.26	85.32	89.02	84.00		89.90	
40.0		88.54					85.82	89.98	85.42
44.0				87.06	88.43	86.01			
48.0	85.62	87.62	85.14		88.12		87.66	89.58	87.18
56.0		85.84		88.15	87.38	87.38	88.46	89.54	87.42
64.0	87.54	85.84	87.18		87.40		87.34	88.42	87.26
72.0	86.46	86.62	86.06	86.85	86.60	86.96		86.42	
80.0	85.10	86.02	86.02				87.42	83.56	87.06
84.0				87.12	83.68	87.38			
89.6	86.54	84.74	86.54						

表－16(e)　水叩き内水位表（縦断）　シル高　7.5 m

流量 4000 m^3/sec									
	シル位置 77 m			シル位置 70 m			シル位置 64 m		
水叩き始端からの距離	左岸側	中　央	右岸側	左岸側	中　央	右岸側	左岸側	中　央	右岸側
0.0	80.08	82.13	81.84	76.31	77.42	78.58	76.42	78.84	78.54
8.0		82.89		76.30	79.22	74.34	76.34	80.06	74.58
16.0	81.73	83.53	77.37	83.32	79.46	81.00		79.74	
24.0	79.45	80.29	81.49	79.40	78.68	78.64	80.10	79.40	77.30
32.0	80.13	82.21	80.13	80.03	81.04	80.00	80.94	82.10	80.06
40.0	81.69	87.61	79.49	85.90	91.16	81.70		88.90	
48.0	85.49	91.97	80.97		91.78		89.46	93.90	86.22
56.0	89.33	94.29	86.33	90.28	93.96	87.36	91.14	96.94	88.06
64.0	91.61	96.01	88.21	90.90	97.00	88.28	91.46	99.54	89.34
72.0	91.73	96.41	87.61	92.30	97.26	86.46	95.74	100.46	91.62
80.0	89.93	94.09	85.81	92.56	97.60	86.74	94.14	100.86	93.46
88.0	88.73	91.97	85.13		96.04		94.30	99.46	92.74
96.0	85.37	90.17	85.17	90.76	93.00	87.00			
100.0									83.30
103.2			81.70						
106.0							84.70		
114.4	82.90								
124.0					85.20				
127.2								83.40	
128.0		86.00							

表－16(f)　水叩き内水位表（縦断）　シル高　7.5 m

流量　4800 m^3/sec

	シル位置77m			シル位置70m			シル位置64m		
水叩き始端からの距離	左岸側	中央	右岸側	左岸側	中央	右岸側	左岸側	中央	右岸側
0.0	76.63	76.11	78.42	76.64	76.35	78.94	77.16	78.04	78.60
8.0	76.39	78.33	25.30	77.36	79.48	78.79	78.52	78.84	76.12
16.0		77.82		78.58	79.72	76.98	79.28	80.32	77.28
24.0	79.92	79.58	78.10	80.32	78.80	78.42	81.46	80.60	79.14
32.0	80.62	78.78	80.18	80.48	80.00	79.68	81.54	80.74	80.98
40.0	82.72	84.78	81.38					87.20	
44.0				88.58	87.86	81.90			
48.0	88.26	90.50	82.78		89.56		90.26	95.26	87.10
56.0	91.34	93.22	87.54	92.52	93.18	88.16	93.10	100.54	90.36
64.0	93.70	94.50	90.20	92.42	96.90	88.94	94.38	103.02	92.54
72.0	93.66	96.38	90.62	92.70	99.70	90.18		104.46	
80.0		97.70			100.38		100.14	94.30	105.34
88.0	92.98	97.70	93.10	92.82	100.38	90.98	100.90	105.34	95.46
96.0		97.18							
100.0							84.90		84.90
104.8						84.10			
105.2			85.70						
118.4				78.00					
122.8	84.94								
127.2					84.00				
128.0		86.24						84.80	
132.0									

表－17(a)　水叩き内水位表（横断）（最終設計案，シル高8.0 m）

流量 1800 m^3/sec，自然下流水位 EL.84.60m						
断面位置	0 m		24 m		48 m	
	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位
左岸側	79.30	80.94	85.10	89.00	85.94	91.00
−20.0	77.66	80.54				
−16.0			84.82	86.30	85.46	87.14
−12.0	79.10	80.94				
−8.0	78.70	80.94	87.02	88.70	85.74	87.94
−4.0	80.30	81.50				
0.0	80.74	82.30	87.62	89.50	86.34	88.14
4.0	78.70	79.70				
8.0			85.50	87.90	85.14	85.78
12.0	78.96	79.34				
16.0			83.90	85.50	85.22	86.54
20.0	78.70	80.18				
右岸側	80.10	80.94	85.10	89.10	85.34	89.00

流量 2400 m^3/sec，自然下流水位 EL.85.74m						
断面位置	0 m		24 m		48 m	
	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位
左岸側	78.10	82.50	83.50	89.00	86.82	92.00
−20.0	78.22	80.30				
−16.0			83.70	86.30	85.54	87.94
−12.0	79.02	81.90				
−8.0			87.10	90.10	87.22	89.54
−4.0	77.30	81.10				
0.0	80.14	81.50	88.50	90.70	87.82	90.34
4.0	77.50	79.10				
8.0			84.10	88.30	85.78	88.74
12.0	77.90	80.90				
16.0			82.54	84.30	84.50	86.34
20.0	78.10	81.30				
右岸側	79.30	80.50	82.90	86.50	85.90	89.00

表－17(b)　水叩き内水位表（横断）（最終設計案，シル高8.0m）

流量 4000 m^3/sec，自然下流水位 EL.88.99m								
断面位置	0 m		32 m		60 m		80 m	
	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位
左岸側	76.76	76.86	80.22	87.50	91.06	95.00	93.82	101.50
－20.0	75.82	76.46						
－16.0	74.46	74.58	82.82	87.62	87.82	92.82	92.82	96.82
－12.0	76.50	77.06						
－9.6	74.78	75.02						
－8.0			85.62	87.22	93.02	102.42	95.62	98.02
－4.0	74.98	75.06						
0.0	77.76	78.66	85.22	89.22	96.42	99.22	96.22	99.62
4.0	74.98	75.06						
8.0			84.02	87.62	91.22	97.22	93.42	97.62
9.6	74.98	75.06						
12.0	75.00	76.66						
16.0	75.18	75.26	80.22	82.82	85.62	91.22	91.22	95.62
20.0	76.18	76.86						
右岸側	78.66	78.98	79.34	80.50	87.82	93.00	89.62	99.00

流量 4800 m^3/sec，自然下流水位 EL.91.50m								
断面位置	0 m		32 m		60 m		80 m	
	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位
左岸側	77.14	77.62	81.54	93.00	91.90	100.00	94.30	106.00
－20.0	76.26	78.18			88.78	93.70		
－16.0	75.78	77.42	82.50	92.50	88.50	94.50	94.30	100.10
－12.0	76.74	79.42						
－8.0	75.62	75.78	85.10	92.50	94.70	102.50	97.50	100.90
－4.0	76.34	76.42						
0.0	76.70	80.22	84.30	88.70	95.66	100.90	99.10	102.10
4.0	76.34	76.42						
8.0	75.74	75.82	83.90	88.90	90.70	98.70	94.70	100.10
12.0	76.30	77.42						
16.0			81.30	88.50	81.10	92.10	92.30	100.10
20.0	76.26	76.42						
24.0	76.78	77.02						
右岸側	78.86	79.62	81.10	84.70	88.82	98.00	91.70	102.00

表－17(c)　水叩き内水位表（縦断）（最終設計案，シル高8.0m）

縦断距離	流量 1800 m^3/sec					流量 2300 m^3/sec				
	左岸側		水叩き中央	右岸側		左岸側		水叩き中央	右岸側	
	平均水位	最高水位	平均水位	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位	平均水位	平均水位	最高水位
−9.4			76.90							
−8.0								77.50		
0.0	79.30	80.94	80.74	80.10	80.94	78.10	82.50	80.14	79.30	80.50
8.0	81.18	84.30	84.70	80.86	83.98	80.02	86.50	83.60	82.54	84.30
16.0	84.06	88.30	87.38	82.22	87.26	81.02	85.90	86.50	79.70	83.90
24.0	85.10	89.00	87.62	83.70	88.00	83.50	89.00	88.50	82.90	86.50
32.0	85.54	90.50	88.10	84.78	88.50	85.54	91.50	89.54	83.82	88.50
40.0	85.54	90.00	87.66	85.02	89.00	85.54	91.50	88.98	84.46	88.50
48.0	85.94	91.00	86.34	85.34	89.00	86.82	92.00	87.82	85.90	89.00
56.0	86.06	89.50	85.82	85.98	89.00	88.14	93.00	87.22	86.82	90.00
64.0	84.26	91.00	84.98	84.50	89.50	86.34	93.00	87.46	86.34	91.00
72.0	84.46	90.00	82.94	84.98	89.50	84.82	91.50	85.54	86.54	91.50
80.0	85.34	86.74	84.98	85.54	91.00	86.74	93.00	85.54	86.66	92.50

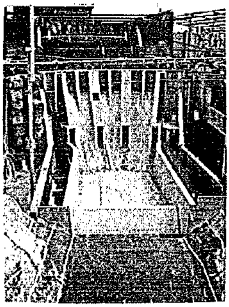
縦断距離	流量 4000 m^3/sec					流量 4800 m^3/sec				
	左岸側		水叩き中央	右岸側		左岸側		水叩き中央	右岸側	
	平均水位	最高水位	平均水位	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位	平均水位	平均水位	最高水位
0.0	76.76	76.86	77.76	78.66	78.98	77.14	77.62	76.70	78.86	79.62
8.0	75.94	80.86	78.26	74.74	75.86	76.54	82.82	78.02	76.02	81.22
16.0	78.02	82.66	77.66	77.54	81.86	79.42	84.82	77.02	77.22	82.42
24.0	78.66	86.66	78.66	76.86	83.06	79.07	92.02	80.06	78.62	86.02
32.0	80.22	87.50	85.22	79.34	80.50	81.54	93.00	84.30	81.10	84.70
40.0	83.42	91.00	90.02	80.62	82.00	84.78	93.00	89.10	81.10	85.70
48.0	87.82	95.00	92.42	84.82	87.50	89.10	95.50	92.10	85.30	92.00
56.0	90.62	96.00	95.62	87.34	92.00	91.30	98.00	94.70	88.70	98.00
60.0	91.06	95.00	96.42	87.82	93.00	91.90	100.00	95.66	88.62	98.00
64.0	90.98	97.50	97.22	86.98	93.00	91.70	104.00	97.30	89.50	97.50
72.0	92.42	101.00	96.22	88.62	96.00	92.50	104.00	98.50	90.90	99.50
80.0	93.82	101.50	96.22	89.22	99.00	94.30	106.00	99.10	91.70	102.00
88.0	94.02	107.00	95.22	88.82	98.00	93.70	107.00	99.30	89.90	105.00
96.0	90.42	106.00	93.22	86.82	100.00	92.90	109.00	96.90	88.70	103.00
100.0			89.00							
110.0				83.20					84.10	
116.0	84.60									
120.0			83.00			85.30				
128.0								85.00		

表－18　副ダム面上圧力測定値表

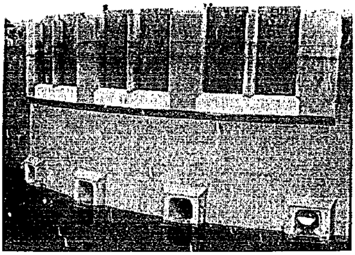
中央								
測点番号	流量 1800 m^3/sec		流量 2300 m^3/sec		流量 4000 m^3/sec		流量 4800 m^3/sec	
	圧力標高 (EL.m)	圧力水頭 (m)	圧力標高 (EL.m)	圧力水頭 (m)	圧力標高 (EL.m)	圧力水頭 (m)	圧力標高 (EL.m)	圧力水頭 (m)
1	87.20	14.70	89.36	16.86	103.76	31.26	105.96	33.46
2	87.92	14.42	90.80	17.30	109.60	36.10	111.20	37.70
3	87.92	13.42	90.88	16.38	109.00	34.50	111.68	37.18
4	87.92	12.42	90.84	15.34	106.28	30.78	109.24	33.74
5	87.72	11.22	90.48	13.98	102.84	26.34	105.36	28.86
6	87.60	10.10	90.04	12.54	99.24	21.74	101.20	23.70
7	87.32	8.82	89.72	11.22	97.60	19.10	99.44	20.94
8	86.00	6.50	88.04	9.54	91.96	12.46	93.48	13.98
9	79.00	—1.50	79.04	—1.46	80.88	0.38	82.80	2.30
10	79.64	—0.86	82.00	1.50	81.12	0.62	84.00	3.50
11	81.16	0.66	82.16	1.66	81.12	0.62	83.20	2.70
12	82.32	1.82	82.00	1.50	80.72	0.22	83.32	2.82
13	82.96	3.42	83.20	3.70	81.36	1.86	83.08	3.58
14	82.96	4.46	83.20	4.70	81.36	2.86	82.88	4.38
15	82.96	5.46	83.20	5.70	81.32	3.82	82.00	4.50
16	82.96	6.46	83.40	6.90	81.32	4.82	83.08	6.58
17	83.04	7.54	83.44	7.94	81.20	5.70	83.52	8.02

左岸側導流壁ぞい								
測点番号	流量 1800 m^3/sec		流量 2300 m^3/sec		流量 4000 m^3/sec		流量 4800 m^3/sec	
	圧力標高 (EL.m)	圧力水頭 (m)	圧力標高 (EL.m)	圧力水頭 (m)	圧力標高 (EL.m)	圧力水頭 (m)	圧力標高 (EL.m)	圧力水頭 (m)
1	85.80	13.30	86.84	14.34	84.60	12.10	86.36	13.86
2	85.68	12.18	86.72	13.22	85.08	11.58	86.96	13.46
3	85.76	11.26	86.96	12.46	85.52	11.02	87.56	13.06
4	85.84	10.34	87.12	11.62	85.88	10.38	88.08	12.58
5	86.08	9.58	87.44	10.94	86.52	10.02	88.36	11.86
6	86.04	8.54	87.36	9.86	87.20	9.70	88.96	11.46
7	86.12	7.62	87.52	9.02	87.84	9.34	89.28	10.78
8	85.76	6.26	87.32	7.82	88.32	8.82	89.20	9.70
9	83.76	3.26	84.44	3.94	85.08	4.58	84.08	3.58
10	84.56	4.06	85.72	5.22	86.80	6.30	87.00	6.50
11	84.36	3.86	85.32	4.82	86.16	5.66	86.24	5.74
12	82.00	1.50	85.88	5.38	79.60	－0.90	77.88	－2.62
13	82.64	3.14	83.48	3.98	82.76	3.26	83.40	3.90
14	83.12	4.62	84.40	5.90	82.74	4.24	82.96	4.46
15	83.68	6.18	85.04	7.54	82.72	5.22	83.04	5.54
16	84.16	7.66	85.56	9.06	82.96	6.46	83.40	6.90
17	84.36	8.86	85.96	10.46	83.92	8.42	84.68	9.18

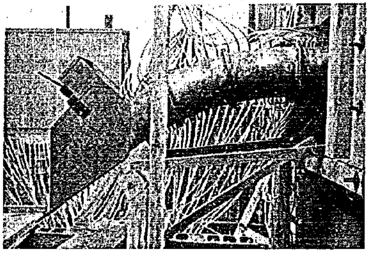
余水吐模型写真



全　景

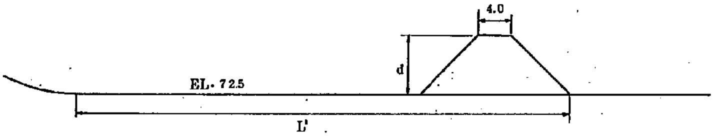


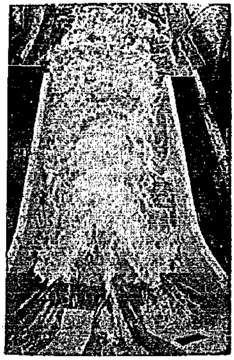
堤体上流面



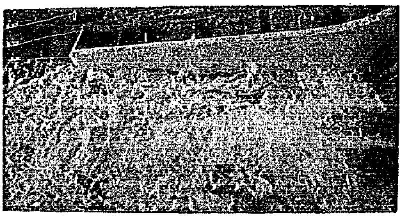
放水管抽出模型

水叩き流況写真



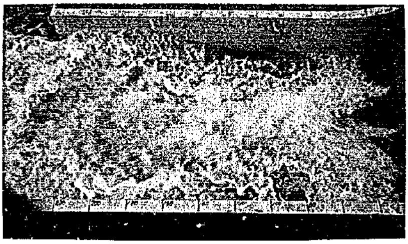


写真－1

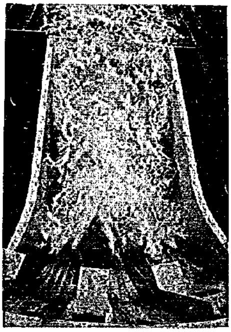


写真－2

流　　量　2300㎡/sec
副ダム高　6.0m（＝d）
副ダム位置　80m（＝L'）



写真－3



写真－4

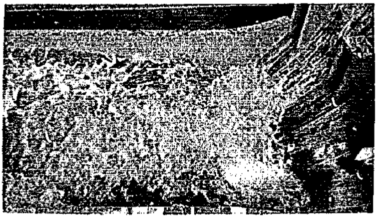
流　　量　2300㎡/sec
副ダム高　6.0m（＝d）
副ダム位置　77m（＝L'）

水叩き流況写真

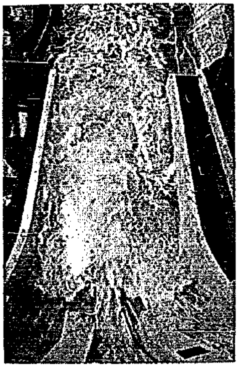
写真－5

写真－6

流　　量　2300㎥／sec
副ダム高　6.0*m*（＝d）
副ダム位置　64*m*（＝L'）



写真－7

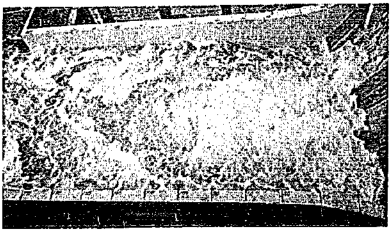


写真－8

流　　量　2300㎥／sec
副ダム高　7.5*m*（＝d）
副ダム位置　90*m*（＝L'）

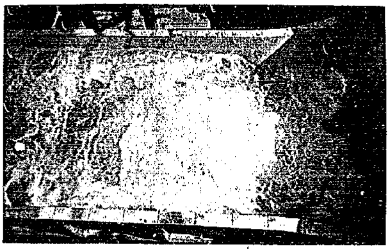
水叩き流況写真

写真－9



写真－10

流　　量　2300㎥/sec
副ダム高　7.5m（＝d）
副ダム位置　77m（＝L'）

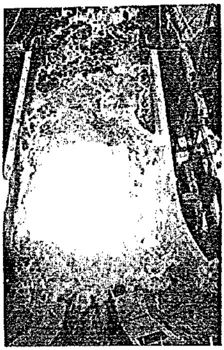


写真－11

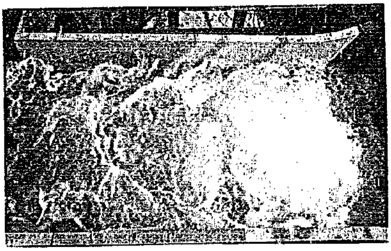
写真－12

流　　量　2300㎥/sec
副ダム高　7.5m（＝d）
副ダム位置　64m（＝L'）

水叩き流況写真

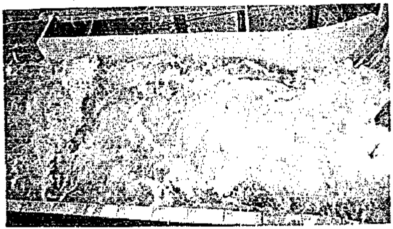


写真－13

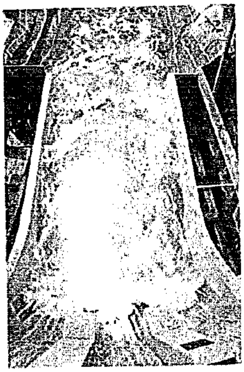


写真－14

流　　量　　2300㎥/sec
副ダム高　　9.0m（=d）
副ダム位置　　90m（=L'）



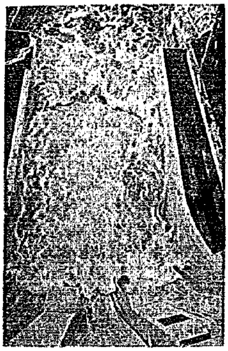
写真－15



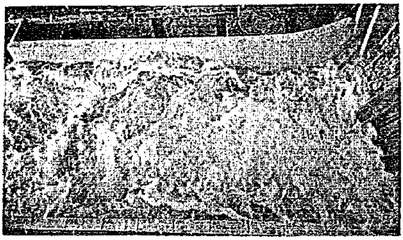
写真－16

流　　量　　2300㎥/sec
副ダム高　　9.0m（=d）
副ダム位置　　77m（=L'）

水叩き流況写真

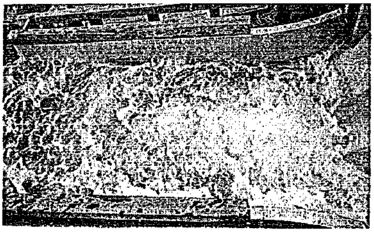


写真－17

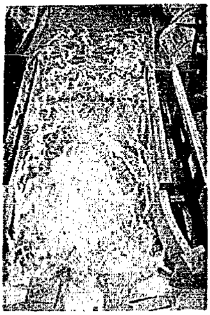


写真－18

流　　量　2300㎥／sec
副ダム高　9.0m（＝d）
副ダム位置　64m（＝L'）



写真－19



写真－20

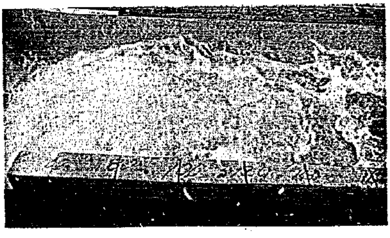
流　　量　1800㎥／sec
副ダム高　7.5m（＝d）
副ダム位置　77m（＝L'）

水叩き流況写真

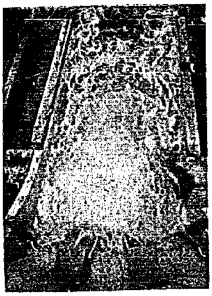
写真－21

写真－22

流量	1800 m^3/sec
副ダム高	7.5 m (＝d)
副ダム位置	70 m (＝L')



写真－23



写真－24

流量	1800 m^3/sec
副ダム高	7.5 m (＝d)
副ダム位置	64 m (＝L')

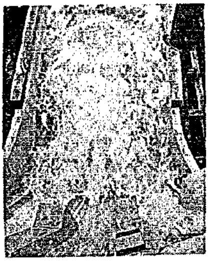
水叩き流況写真

写真－25

写真－26

流　　量	2300㎥/sec
副ダム高	7.5m（＝d）
副ダム位置	77m（＝L'）

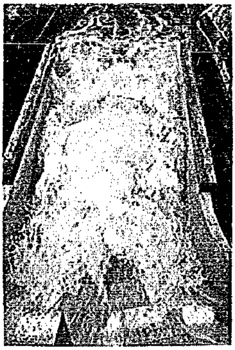
写真－27



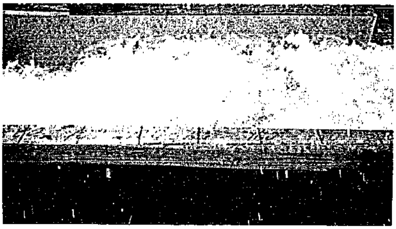
写真－28

流　　量	2300㎥/sec
副ダム高	7.5m（＝d）
副ダム位置	70m（＝L'）

水叩き流況写真

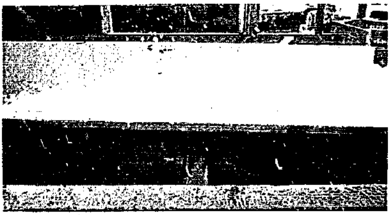


写真－29



写真－30

流　量　2300㎥／sec
副ダム高　7.5m（＝d）
副ダム位置　64m（＝L'）



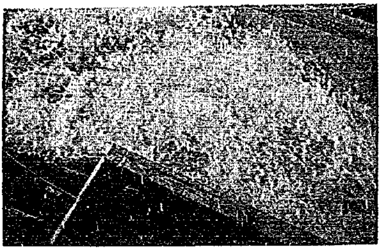
写真－31

写真－32

流　量　4000㎥／sec
副ダム高　7.5m（＝d）
副ダム位置　77m（＝L'）

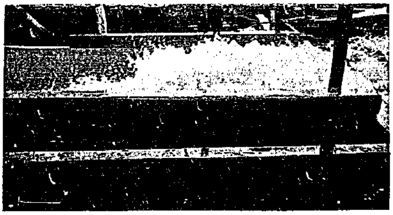
水叩き流況写真

写真－33



写真－34

流　　量　4000㎥/sec
副ダム高　7.5m（=d）
副ダム位置　70m（=L'）

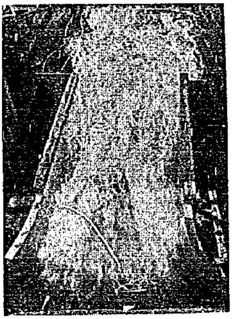


写真－35

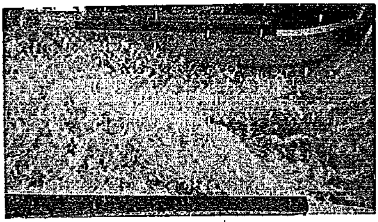
写真－36

流　　量　4000㎥/sec
副ダム高　7.5m（=d）
副ダム位置　64m（=L'）

水叩き流況写真

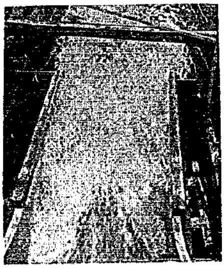


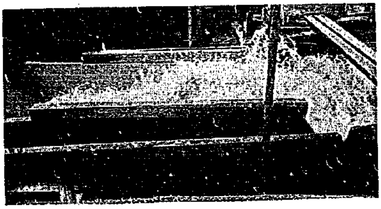
写真－37



写真－38

流　　量　4800㎥/sec
副ダム高　　7.5 *m*（＝d）
副ダム位置　　77 *m*（＝L'）



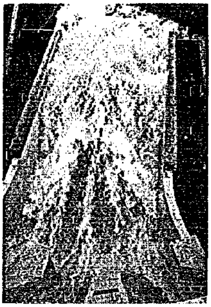


写真－39

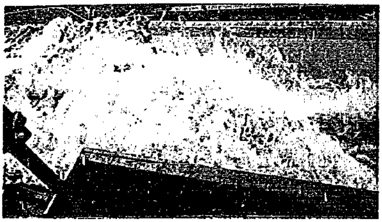
写真－40

流　　量　4800㎥/sec
副ダム高　　7.5 *m*（＝d）
副ダム位置　　70 *m*（＝L'）

水叩き流況写真



写真－41

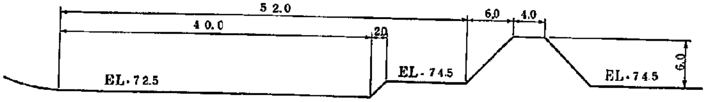


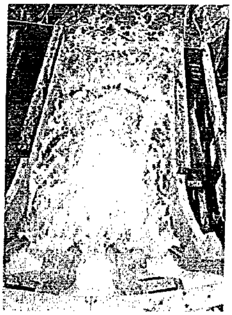
写真－42

流　　量　4800㎥/sec
副ダム高　7.5*m*（＝d）
副ダム位置　64*m*（＝L'）

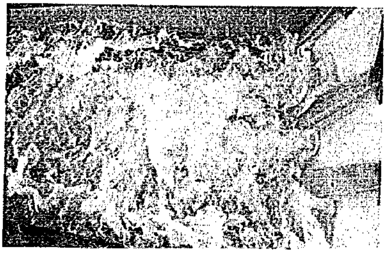
水叩き流況写真

水叩き形状A



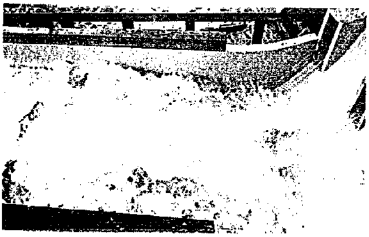


写真－43

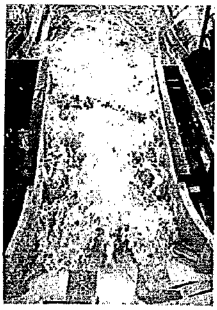


写真－44

流　量　1800㎥/sec



写真－45



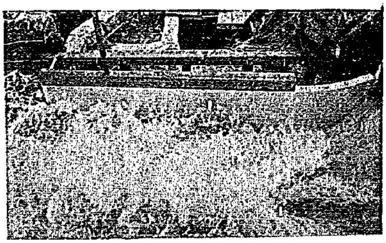
写真－46

流　量　2300㎥/sec

水叩き流況写真

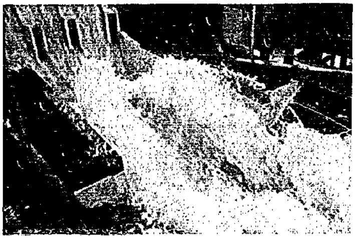
水叩き形状A

写真－47



写真－48

流　量　4000㎥/sec



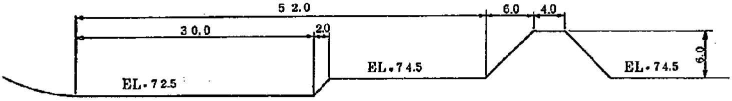
写真－49

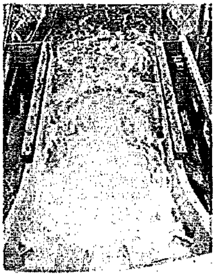
写真－50

流　量　4800㎥/sec

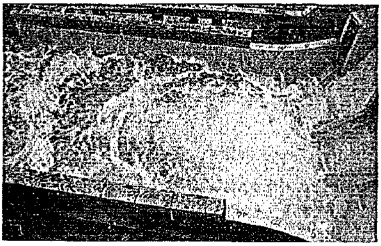
水叩き流況写真

水叩き形状B





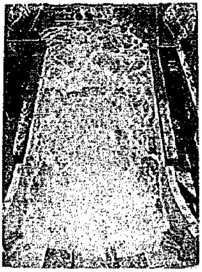
写真－51



写真－52

流　量　1800㎥/sec

写真－53

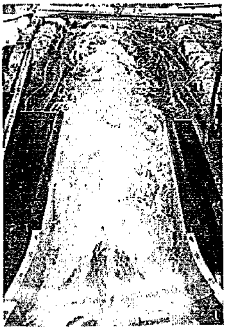


写真－54

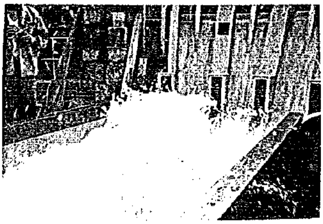
流　量　2300㎥/sec

水叩き流況写真

水叩き形状B

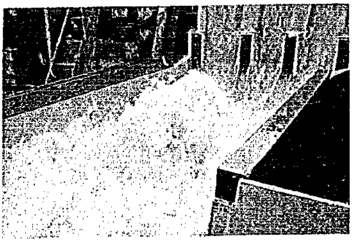


写真－55

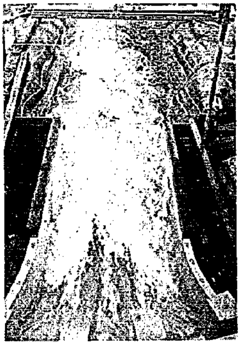


写真－56

流　量　4000㎥/sec



写真－57

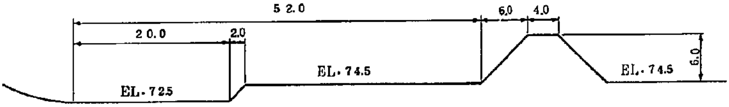


写真－58

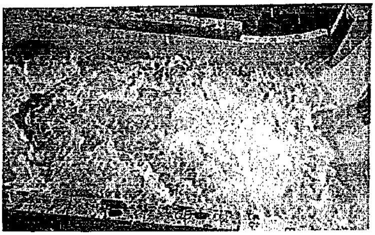
流　量　4800㎥/sec

水叩き流況写真

水叩き形状C

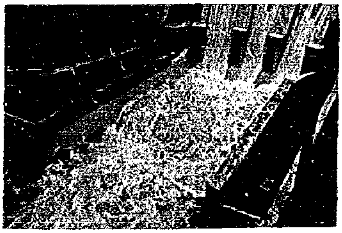


写真－59

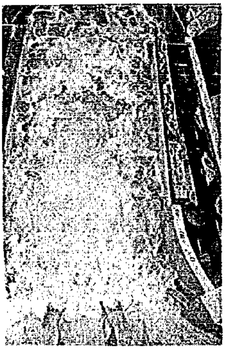


写真－60

流　量　1800㎥/sec



写真－61

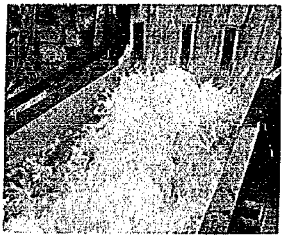


写真－62

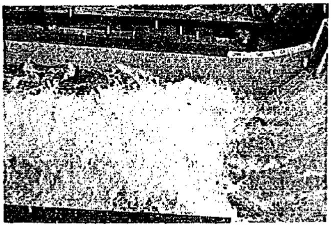
流　量　2300㎥/sec

水叩き流況写真

水叩き形状 C

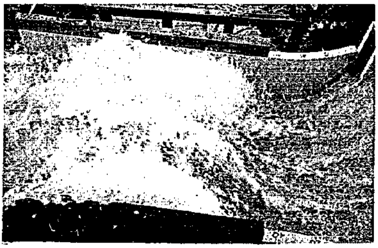


写真－63

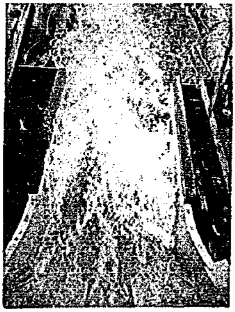


写真－64

流　量　4000㎥/sec



写真－65

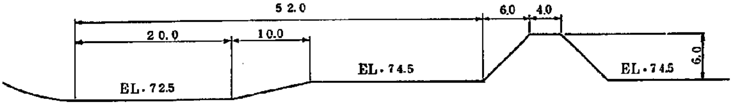


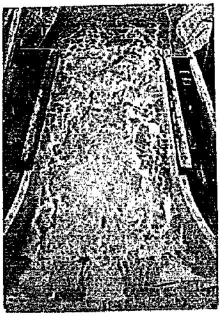
写真－66

流　量　4800㎥/sec

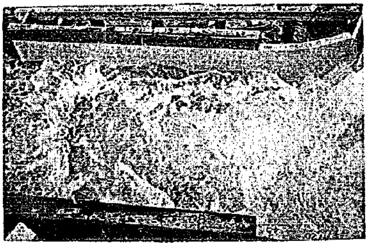
水叩き流況写真

水叩き形状 D



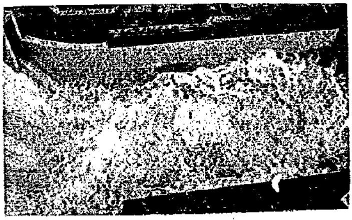


写真－67



写真－68

流量 1800㎥/sec



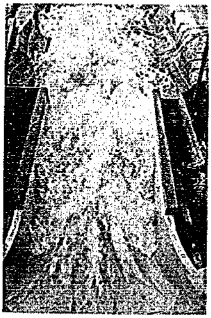
写真－69

写真－70

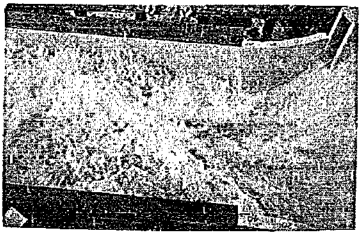
流量 2300㎥/sec

水叩き流況写真

水叩き形状D

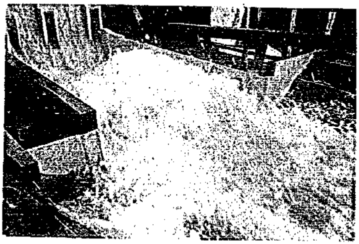


写真－71

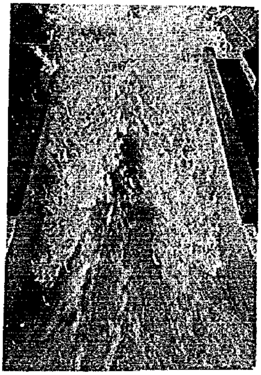


写真－72

流　量　4000㎥/sec



写真－73

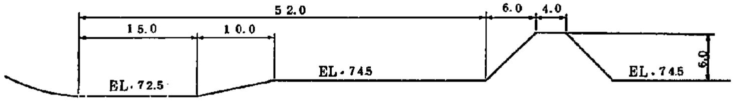


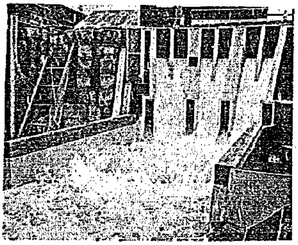
写真－74

流　量　4800㎥/sec

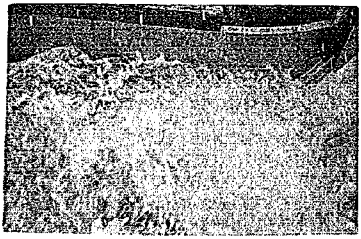
水叩き流況写真

水叩き形状 E



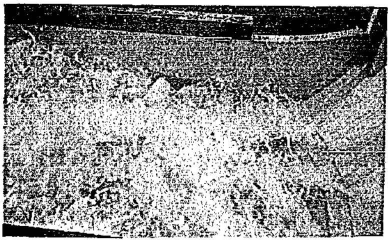


写真－75

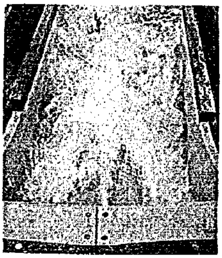


写真－76

流量　1800㎥/sec



写真－77

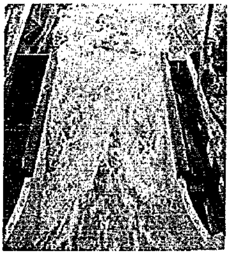


写真－78

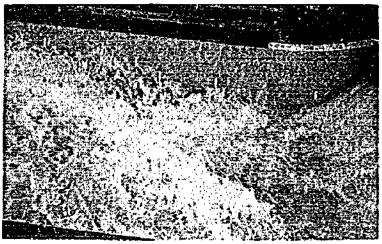
流量　2300㎥/sec

水叩き流況写真

水叩き形状E

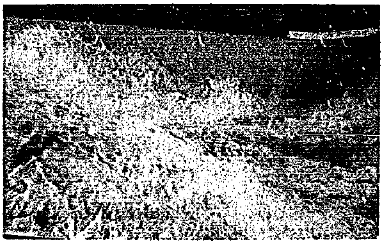


写真－７９

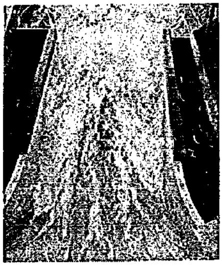


写真－８０

流　量　４０００㎥/sec



写真－８１

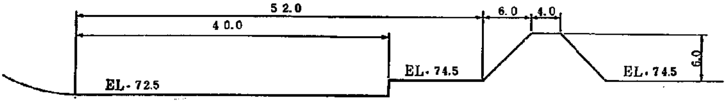


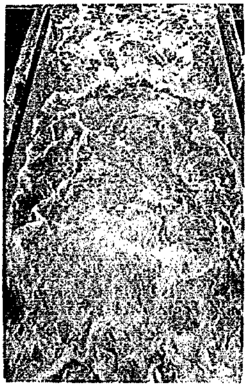
写真－８２

流　量　４８００㎥/sec

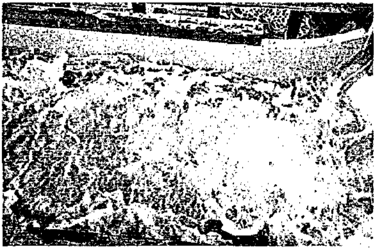
水叩き流況写真

水叩き形状F



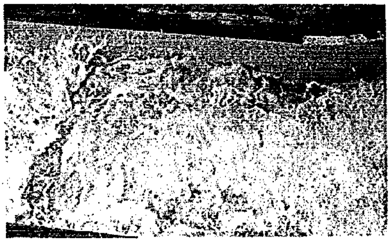


写真－83

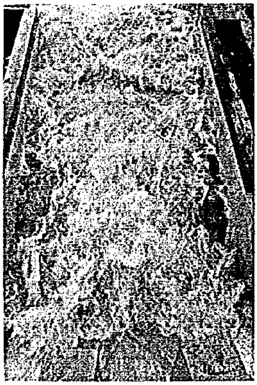


写真－84

流量　1800㎥/sec



写真－85

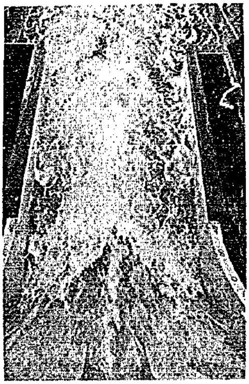


写真－86

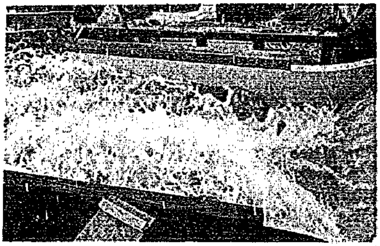
流量　2300㎥/sec

水叩き流況写真

水叩き形状F

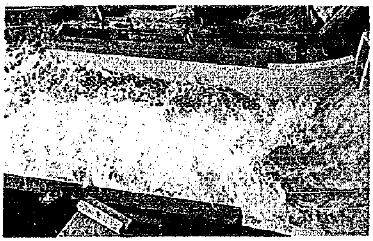


写真－87

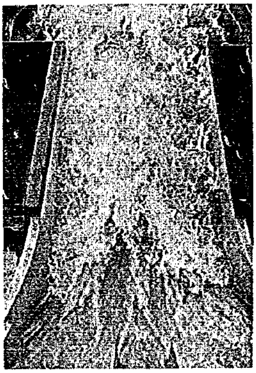


写真－88

流　量　4000㎥/sec



写真－89

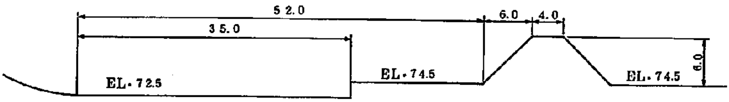


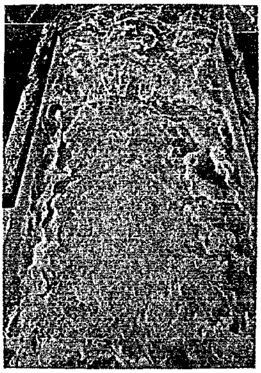
写真－90

流　量　4800㎥/sec

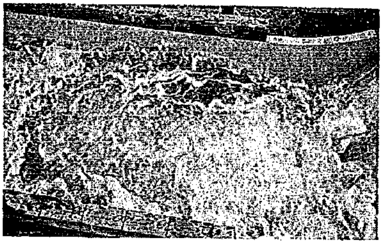
水叩き流況写真

水叩き形状G



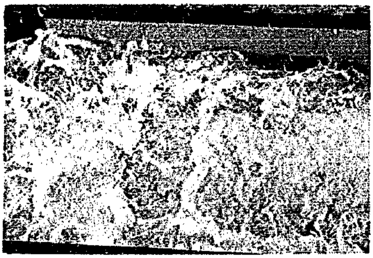


写真－91

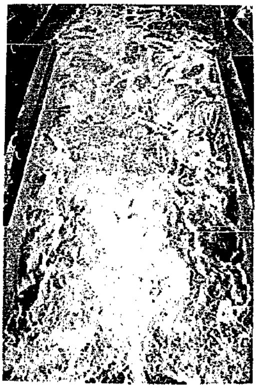


写真－92

流量　1800m³/sec



写真－93

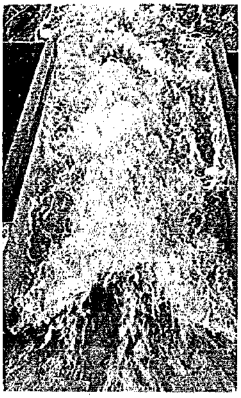


写真－94

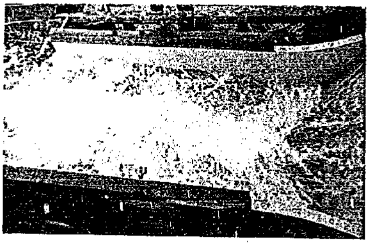
流量　2300m³/sec

水叩き流況写真

水叩き形状 G



写真－95



写真－96

流量 4000㎥/sec

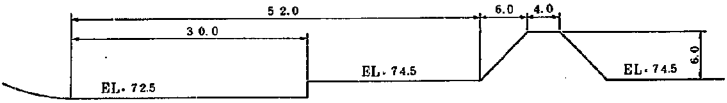
写真－97

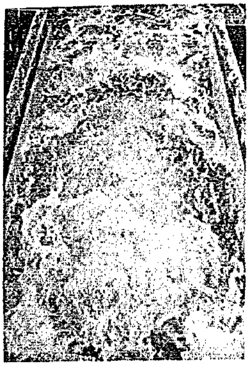
写真－98

流量 4800㎥/sec

水叩き流況写真

水叩き形状H

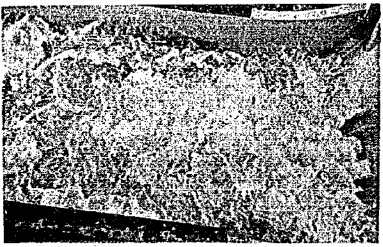




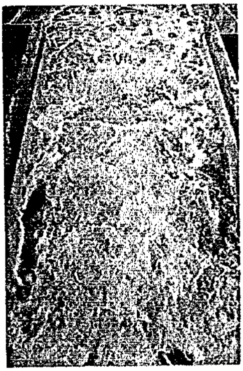
写真－99

写真－100

流　量　1800㎥/sec



写真－101

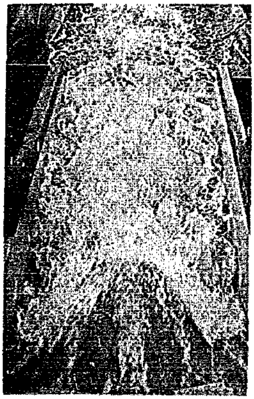


写真－102

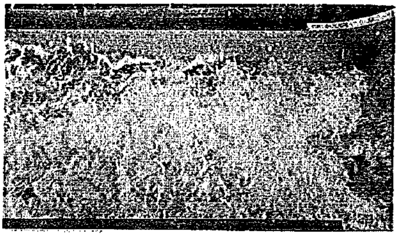
流　量　2300㎥/sec

水叩き流況写真

水叩き形状H

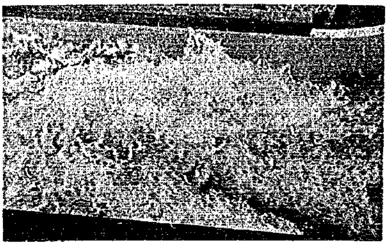


写真－103

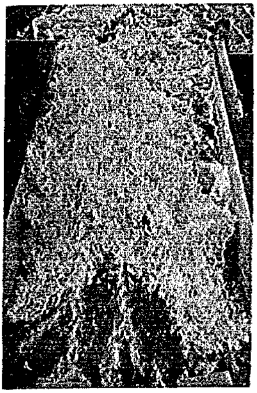


写真－104

流　量　4000㎥/sec



写真－105

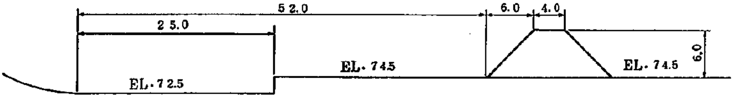


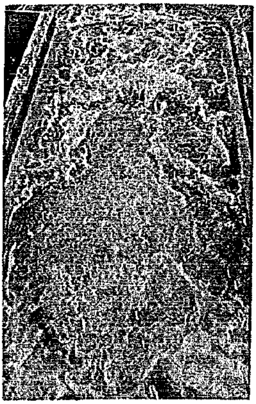
写真－106

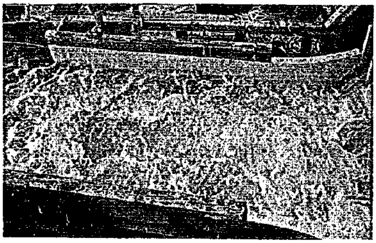
流　量　4800㎥/sec

水叩き流況写真

水叩き形状 I



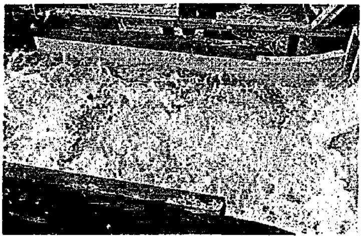




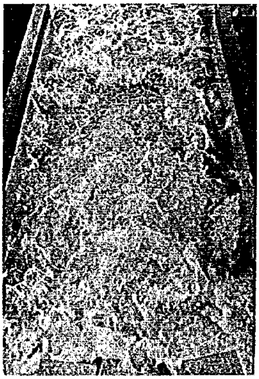
写真−108

写真−107

流量 1800 m^3/sec



写真−109



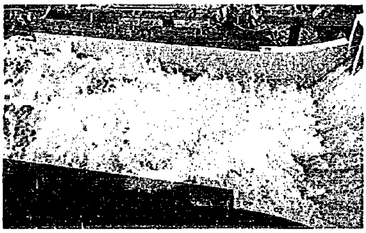
写真−110

流量 2300 m^3/sec

水叩き流況写真

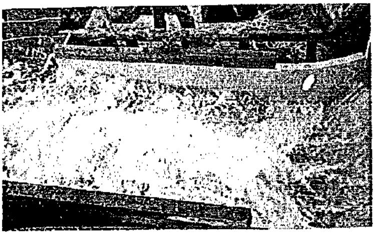
水叩き形状 I

写真－111

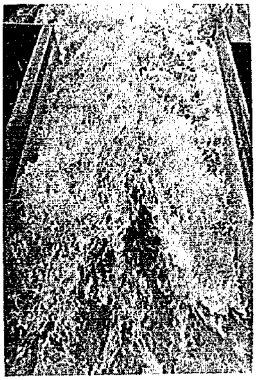


写真－112

流　　量　4000㎥/sec



写真－113

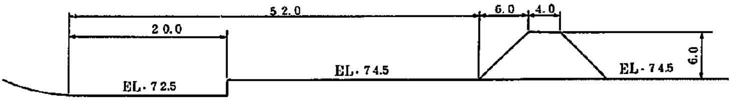


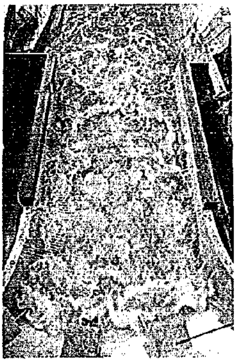
写真－114

流　　量　4800㎥/sec

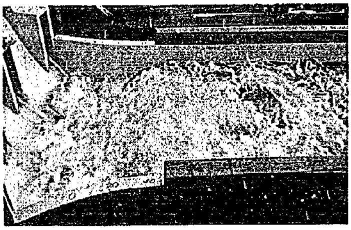
水叩き流況写真

水叩き形状 J



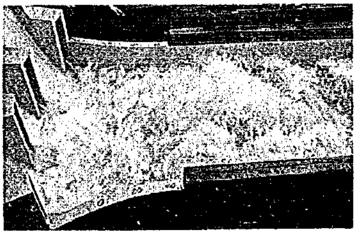


写真－115

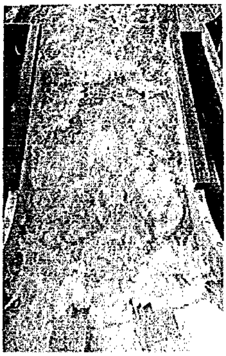


写真－116

流　量　1800㎥/sec



写真－117

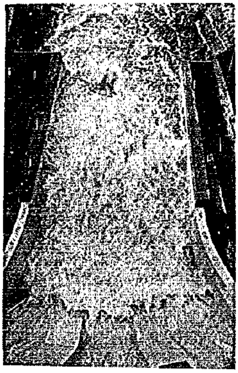


写真－118

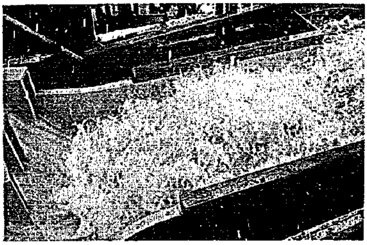
流　量　2300㎥/sec

水叩き流況写真

水叩き形状J

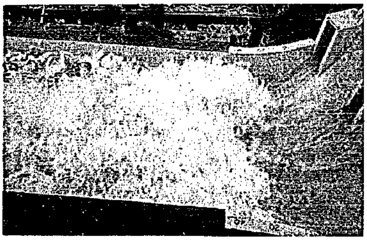


写真－119



写真－120

流　量　4000㎥/sec



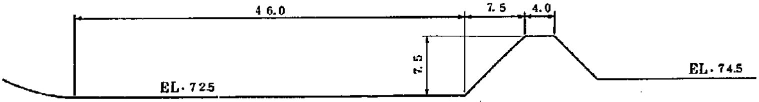
写真－121

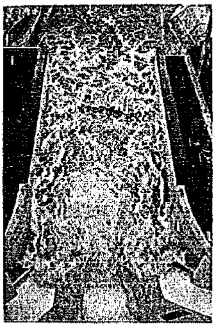
写真－122

流　量　4800㎥/sec

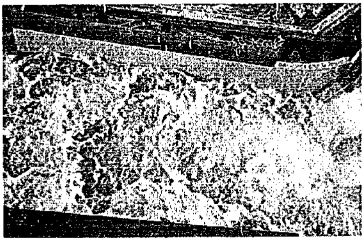
水叩き流況写真

水叩き形状K



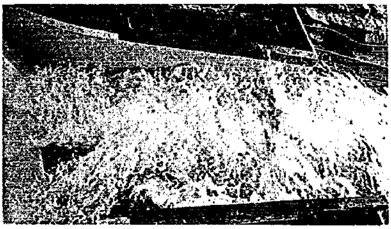


写真－123

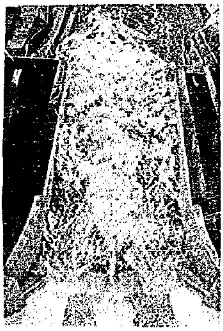


写真－124

流　量　1800㎥/sec



写真－125

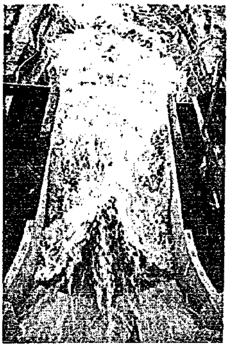


写真－126

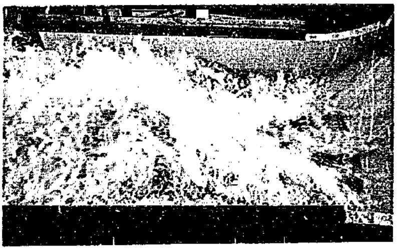
流　量　2300㎥/sec

水叩き流況写真

水叩き形状K

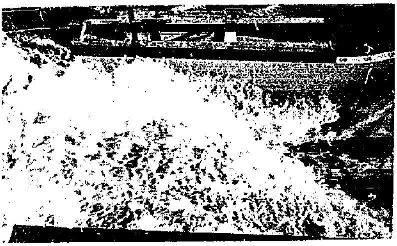


写真－127

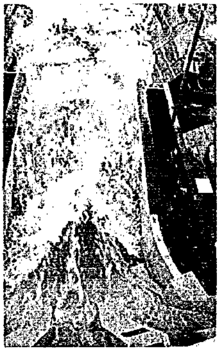


写真－128

流　量　4000㎥/sec



写真－129

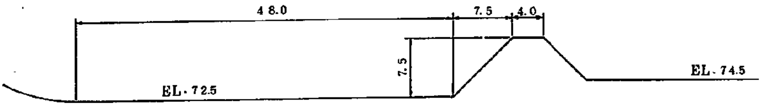


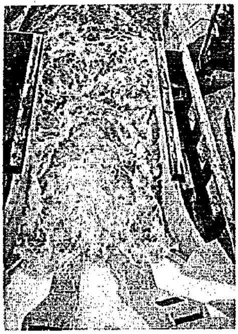
写真－130

流　量　4800㎥/sec

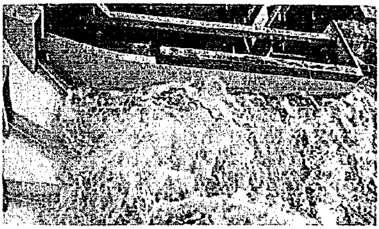
水叩き流況写真

水叩き形状L



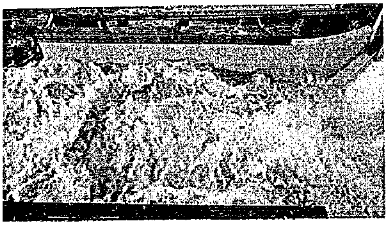


写真－131

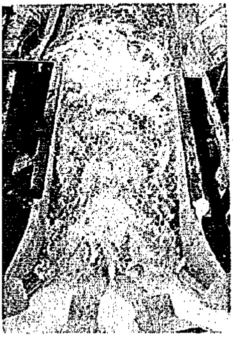


写真－132

流量　1800m^3/sec



写真－133

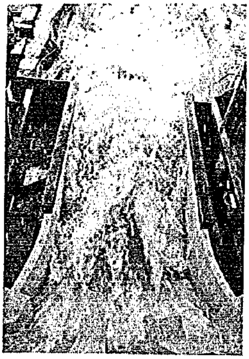


写真－134

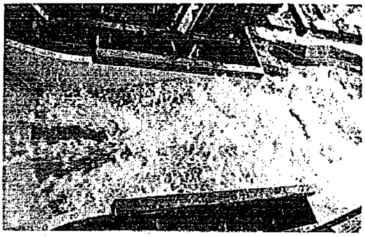
流量　2300m^3/sec

水叩き流況写真

水叩き形状L

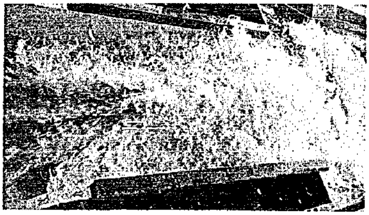


写真－135

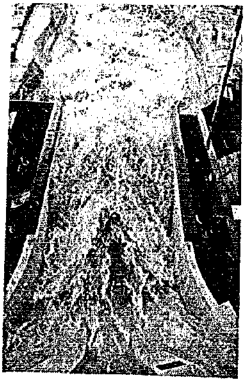


写真－136

流　量　4000㎥/sec



写真－137

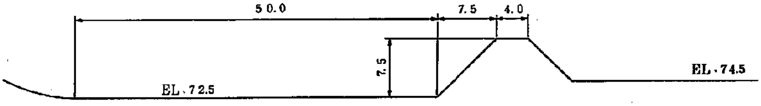


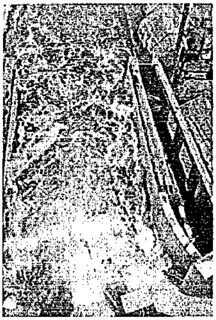
写真－138

流　量　4800㎥/sec

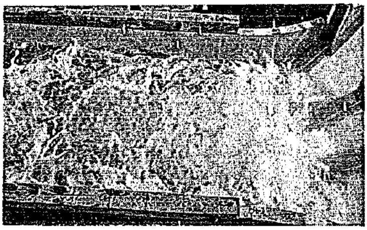
水叩き流況写真

水叩き形状M



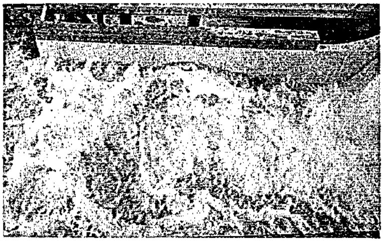


写真－139

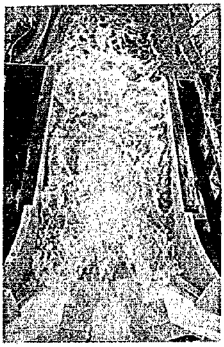


写真－140

流量　1800m^3/sec



写真－141



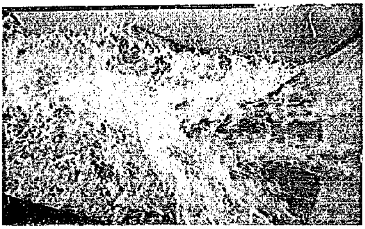
写真－142

流量　2300m^3/sec

水叩き流況写真

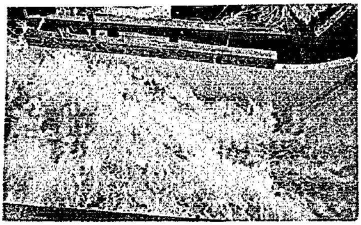
水叩き形状M

写真－143



写真－144

流　量　4000㎥/sec



写真－145

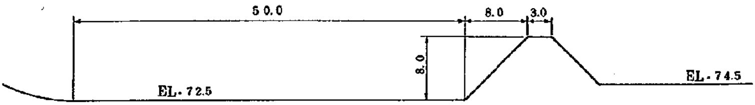
写真－146

流　量　4800㎥/sec

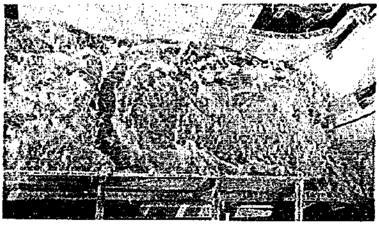
水叩き流況写真

水叩き形状N

（最終設計案）

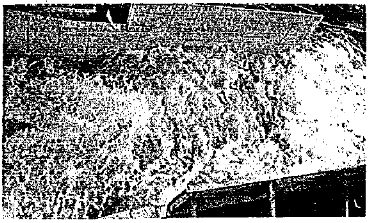


写真－147



写真－148

流　量　1800m^3/sec



写真－149

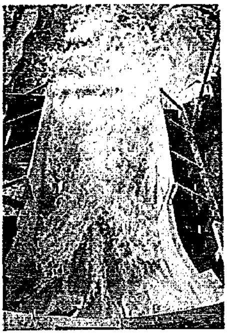
写真－150

流　量　2300m^3/sec

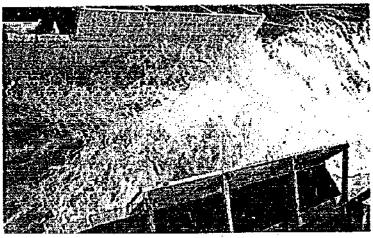
水叩き流況写真

水叩き形状N

（最終設計案）

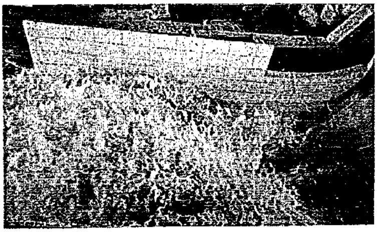


写真－151

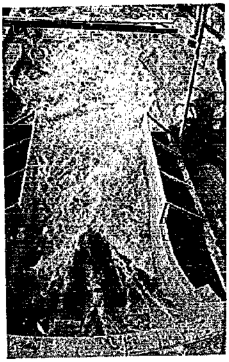


写真－152

流　量　4000㎥/sec



写真－153



写真－154

流　量　4800㎥/sec

高山ダム余水吐水路模型実験報告書

第338号

昭和42年3月

建設省土木研究所

まえがき

高山ダムの余水吐に関する水理模型実験は，水資源開発公団高山ダム建設所より建設省土木研究所ダム部ダム水理研究室が委託を受けて，昭和40年度に着手し，昭和41年度 2ヶ年をもって完了した。

本報告書は高山ダム建設所から当研究室に呈示された余水吐設計案について実験的に検討を行ない，その形状の適否を調査するとともに，不適当な個所に関する改良方法の検討を行った経過とその結果を実験の進行にともなって中間報告1)～6)としてまとめたものである。なお，参考のため余水吐の設計内容についても併記した。

本実験の遂行に当っては，水資源開発公団高山ダム建設所の南宏前所長，津田正幸現所長，伊集院敏工事課長以下水資源開発公団の多数の工事関係者諸氏に多大な御指導と御援助をいただいた。ここに厚く感謝の意を表わす次第である。

なお，本実験に参与した土木研究所ダム部のスタッフは次の通りである。

石井文雄（ダム部長）
川村幸司（ダム水理研究室長）
中野　昭（ダム水理研究室主任研究員）

名津井 学一 （ダム水理研究室）

本報告書の編集は中野昭が担当した.

昭和44年2月

建設省土木研究所ダム部ダム水理研究室

高山ダム水理模型実験報告書

中間報告 (1)

昭和41年6月

建設省土木研究所

SEKIREI A4 NO. 54

概　　要

高山ダムは京都府相楽郡南山城村田山高尾地内名張川に築造されるもので国鉄関西線大河原駅にほど近い名張川と伊賀川の合流点から約600mほど名張川をさかのぼった位置である。この附近一帯はゆるい起伏を持った準平原状の地形に名張川が深いV字状の谷を造って北流しており，基盤は粗粒の黒雲母花崗岩である。

高山ダムの諸元は表－1の通りである。

表－1　高山ダム諸元

集水面積	615Km²	ダム型式	アーチ重力式
湛水面積	2.6Km²	堤頂高	EL 137.0m
常時満水位	EL 135.0m	基礎高	EL 68.0m
異状洪水位	EL 135.0m	堤高	69.0m
洪水期制限水位	EL 117.0m	堤頂長	244.0m
総貯水量	56,800,000m³	堤頂巾	5.0m
有効貯水量	49,200,000m³	堤敷巾	35.5m
洪水調節量	35,400,000m³	堤体積	180,000m³

本ダム築造事業は当初建設省において調査計画されたが昭和37年10月水資源公団が継承して実施されることとなった。　（以上高山ダム工事概要より）

SEKIREI A4 NO. 54

本模型実験は水資源開発公団より土木研究所ダム水理研究室が委託を受けて行なうもので、実験は土木研究所藤橋分室で行った。

第一章　余水吐設計の概要

高山ダム余水吐の設計条件は表－2に示すとおりである。

表－2

計画放流量	1800m³/s	
〃	2300	宇陀川ダム、青蓮寺ダムが完成するまでの一時的なもの
計画洪水量	4000	
異常洪水量	4800	

上記の条件を満足させるために計画放、流量1800m³/sに対して放水管を、一時的な計画放流量2300，計画洪水量および異常洪水量に対して堤頂越流部が予定された。

洪水調節計画から貯水位と上記の必要放流量の関係を求めたものを表－3に示す

表－3

貯水位	必要放流量	放流条件
EL 1170m	1300m³/s	放水管のみ
1326	1800	〃
1324	2300	放水管＋堤頂
1350	4800	〃

SEKIREI A4 NO. 54

上記の要求に対して現場工事々務所側より土研側に提示された余水吐設計案を図―1～8に示す。

第2章　実験概要および模型

1. 実験概要

本実験は高山ダム余水吐の水理特性を検証し、合理的かつ経済的な余水吐型式を決定することを目的とし、原案余水吐模型について水理実験を行なってその水理的な適否を検討の上、改良をはかろうとする計画であるが、本年度は現場での工事の進行にともなって早急に必要とする項目について実験を行った。

実験の内容は次の通りである。

1) 減勢工に関する実験

2) 放水管に関する実験

以上の実験に関する実験項目は次の通りである。

1) 全体模型について各種の放流量を流下させる時の水叩き内の減勢の状態を調べる。

2) 放水管抽出模型について放流能力の検討および

形状の適否を調査するための管内圧力の測定

2　模　型

本実験用模型は建設省土木研究所藤沢分室ダム水理実験場内に製作された．その概要は次のとおりである．

1)　全体模型

全体模型の縮尺は縦横とも1/40とし模型製作範囲はダム本体水叩きおよび水叩き下流端から200m下流までの河道（河道の山腹はEL100mまで）とし，ダムから上流の貯水池内の地形は省略した．ダム本体は施設の関係上　ダムの全長（約200m）をとり入れることは不可能なので余水吐の中心から左右岸に各70m都合140mの範囲を製作した．

堤体骨組および水叩き部は木製とし，放水管は良質の桧材を使用した．堤体の上流面および下流側越流面は木製骨組の間にモルタルを充填し，特に下流越流面は砥石仕上げとした．

堤体上下流面および木製の部分は流水および気象条件の影響を少なくするため，ビニール塗料仕

上げとした。

下流河床は周囲を木枠で囲みモルタル破片，砂利，砂などを中詰にして表面モルタル刷毛引き仕上げとした。

2) 放水管抽出模型

高山ダム放水管は全長24.24m（短かい方は24.519m）とかなり長く，ベルマウス呑口で正方形断面，ベルマウス終端，直管部および彎曲管部で円形断面，さらにテーパー部で長方形断面を採用する複雑な形状が採用されている。これは放水管両端におけるゲートの経済性および管路部の設計施工上の便宜を考慮されたものである。縮尺1/60の全体模型における資料ではやゝ精度が劣るため縮尺1/24の大型抽出模型を真鍮鋳造によって製作した。模型の製作範囲は上流はリセスおよびコースターゲートの戸当から上下左右の堤体上流面を2.4mとり入れ，下流はゲート下流約1.4m（越流面にそった長さ）までとした。

模型の全長約1m，重量約120kgでベルマウ

ス部と直管部，弯曲管部およびテーパー部から下流の部分の4区間に分けて製作し，フランジによって各部分を取付けられるように製作した．

圧力測定用真鍮管は放水管の上面中央，上部隅角円弧面中央，側面中央，下部隅角円弧面中央，および下面中央の5測線上にベルマウス部は0.4m（模型で16mm），直管部は0.5m（20mm）弯曲管部は中心角で2°，テーパー部は中心角で1°，下流水路部は図―4に示される位置に合計200個所に設置した．

模型と実物との相似の関係はフルードの法則にしたがうものと考え以下報告書中に記載する数値はすべて次表の関係によって実物に換算した値である．

表―4

	次元	縮率		
長さ水深	L	λ	1:40	1:25
時間	T	$\lambda^{1/2}$	1:6.32456	1:5
流速	LT^{-1}	$\lambda^{1/2}$	1:6.32456	1:5
流量	L^3T^{-1}	$\lambda^{5/2}$	1:10119.3	1:3125
越流係数	―	―	1:1	1:1

ω 諸量の測定方法

水位および水深の測定には$1/10$mm読みの水位測定器を使用し，圧力の測定は1mm開孔部を持つ内径6mmの真鍮管をビニール管で目盛付ガラス管に連結し，その水頭高を測定する方法をとった．

流量は模型の下流端にある鋭縁矩形堰の越流深を測定し沖公式（水理公式集）によって算出した．

第4章 減勢工に関する実験

減勢工は水平水叩きを採用し跳水によって減勢しようとするものであり、原案によれば水叩き底面はEL 725m、水叩き巾は51m、水叩き長は約80m、25高の45°傾斜シルを採用し、計画洪水量の2400 m³/s までを完全に減勢し、それ以上は飛散させてシルの安全をはかろうとする設計である。

水叩きの中心は余水吐中心と8°58′46″の角度を持っており、水叩き中心線が左岸側にふれている。

実験は水叩き長、シル高、導流壁高について最も経済的な形状を決定するために行われる。

1. 流況観察

上記の原案について実験を行った結果、かなり特殊な流況が得られた。

流量1800 m³/s に対する放水管4門の全門放流時は、放水管中心に向って集中してくる水脈が水叩き中央で衝突して大きく盛り上り、そのままシルを越えて下流へ流れており、水平跳水の現象は認めがたい。

さらに水脈が一点に集中するためその下流から左右の導流壁ぞいにかなりの逆流が生じている。

堤頂からの放流量が加わって流量が増加すると、この現象はますます激しくなり、中央部での盛り上りは下流へ移動して行き、ついにはそのまま飛び出す形となるが、水平床上の跳水飛散の現象とは全く異なるためその境界となる流量を判定するのは非常に困難である。

したがって、減勢効果を判定するのは流況観察によるほかはない。

平面的な流れの状況を図－5 (a) (b)に示す。このうち (a) はほぼ充分に減勢されていると観察され、(b) は飛散している状態である。

2. シルの高さおよび水叩き長の影響についての調査

経済的な減勢工を設計するため、シルの高さおよび水叩き長を変化させて実験を行ない、水叩き内の横断方向および縦断方向の水面形を測定して、その効果について検討した。

シルの高さとしては20、25および30cmの3種

SEKIREI A4 NO. 54

水叩き長としては64m, 77m および90m の3種である。

なお、流量としては、水叩き設計対称流量である2000$\mathrm{m^3/s}$に統一して行った。その結果を図-6, 7, 8および表-5に示す。

これによって同一高のシルについて3種の水叩き長の効果を調べると、いずれの場合も長さ90m および77m の場合はシルの手前で跳水が終了しているのにくらべて64m の場合は跳水の終端がシルの上にかかっている状態が認められる。77m と90m を比較するとほとんど差がない。

したがって、水叩き長としては90m は不必要で77m で充分であり、もし実験による裏付けがあれば77m より短かくてもよいということがわかった。ただし、64m では不足である。

また同一の水叩き長について3種のシル高の効果を調べると、9m と26m を比較すれば横断水面形でわずかに26m の方が乱れているが、ほとんど差のないことがわかる。しかしながら26m と6m を

比較すると横断水面形に大きな差が認められ、6mの方はかなり水叩き内で乱れのあることがわかる。

したがって、シルの高としては8.0mは不必要であり7.5mでよく6.0mでは不足することがわかった。

上の結果からシルの高さを7.5mに固定し、水叩き長についてさらに詳細な検討を行った。すなわち水叩き長を77m、70mおよび64mとし流量を4800、4000、2800、1800㎥/sの4種に変化させて減勢効果の判定を行った。その結果を図-9、10、11、12および表-6に示す。

これによると流量が4800および4000㎥/sの場合は水叩き長に関係なく全て飛散しており設計に際しての要求を満足しているが、いずれの場合も水叩き長が64mの場合は非常に極端な飛散の状態を示しており好ましい流況ではない。

2800㎥/sの場合は水叩き長が77mおよび70mの場合は水叩き内で完全に跳水が終了しており、横断方

何もあまり乱れは見られない。しかしながら64mの場合はわずかにシルの上に跳水の終端がかかっており、横断方向の乱れもかなり激しい。

1800㎥の時はいずれの場合も充分に満足し得る減勢状態を示している。

この結果、シル高26mの場合水叩き長としては各種の流量について考慮すると70mが最も好ましいと考えられる。

第四章　放水管についての検討

1、放水管放流能力および管内圧力検討

原設計は適当な仮定を設けて計算を簡細して行なわれているので、放水管の抽出模型の製作に先立って原設計案についての詳細な設計検討を行うこととした。

放水管の詳細は図－10に、記号の説明は表－7に示す。

表－7

	ベルマウス始端	ベルマウス区間	直管部始端	直管部	湾曲管部始端	湾曲管部	テーパー部始端	テーパー部	出口
断面積	A_1	A_{1x}	A_2	$A_{2x}(=A_2)$	$A_\omega\ (=A_2)$	$A_{\omega x}(=A_\omega)$	A_4	A_{4x}	A_5
潤　辺	P_1	P_{1x}	P_2	$P_{2x}(=P_2)$	$P_\omega\ (=P_2)$	$P_{\omega x}(=P_\omega)$	P_4	P_{4x}	P_5
径　深	R_1	R_{1x}	R_2	$R_{2x}(=R_2)$	$R_\omega\ (=R_2)$	$R_{\omega x}(=R_\omega)$	R_4	R_{4x}	R_5
断面高	H_1	H_{1x}	H_2	$H_{2x}(=H_2)$	$H_\omega\ (=H_2)$	$H_{\omega x}(=H_\omega)$	H_4	H_{4x}	H_5
平均流速	V_1	V_{1x}	V_2	V_{2x}	V_ω	$V_{\omega x}$	V_4	V_{4x}	V_5
区間長		L_1		L_2		L_ω		L_4	
平均圧力		p_{1x}		p_{2x}		$p_{\omega x}$		p_{4x}	
曲率半径						$r_{\omega x}(=R_c)$		r_{4x}	

f_e ：入口損失係数

λ ：摩擦損失係数

x ：X断面の含まれている区間の始端からX断面までの距離

Q：流量

Z_0：放水管出口中心標高

Z_x：Z_0から X 断面中心までの鉛直距離

WL：貯水位（EL.m）（Water Level）

CCSE：放水管入口標高（EL.m）（Conduit Center Start Elevation）（EL.99.00m）

CCE：弯曲管部円弧中心標高（EL.m）（Circle Center Elevation）（EL.68.40m）

a.b：ベルマウス楕円曲線の常数（$X^2/a^2+Y^2/b^2=1$）（$a=4.080$, $b=0.764$）

a'.b'：テーパー直線の式の常数（$y=a'x+b'$）（$a'=-0.99180$, $b'=44.64724$）

これらの記号を用いて放水管出口断面にベルヌーイの定理を適用すると

$$WL-Z_0=\frac{V_e^2}{2g}+f_e\frac{V_1^2}{2g}+\int_0^{L_1}\frac{\lambda}{4R_{1x}}\cdot\frac{V_{1x}^2}{2g}dx+\int_0^{L_2}\frac{\lambda}{4R_{2x}}\cdot\frac{V_{2x}^2}{2g}dx$$

$$+\int_0^{L_3}\frac{\lambda}{4R_{3x}}\cdot\frac{V_{3x}^2}{2g}dx+\int_0^{L_4}\frac{\lambda}{4R_{4x}}\cdot\frac{V_{4x}^2}{2g}dx$$

$$=\frac{V_e^2}{2g}\left\{1+f_e\left(\frac{A_e}{A_1}\right)^2+\frac{\lambda A_e^2}{4}\left(\int_0^{L_1}\frac{P_{1x}}{A_{1x}^3}dx+\frac{L_2}{R_2\cdot A_2^3}+\frac{L_3}{R_3\cdot A_3^3}+\int_0^{L_4}\frac{P_{4x}}{A_{4x}^3}dx\right)\right\} \quad \text{---(1)}$$

$$\therefore\ \frac{V_e^2}{2g}=\frac{WL-Z_0}{1+f_e\left(\frac{A_e}{A_1}\right)^2+\frac{\lambda A_e^2}{4}\left(\int_0^{L_1}\frac{P_{1x}}{A_{1x}^3}dx+\frac{L_2}{R_2\cdot A_2^3}+\frac{L_3}{R_3\cdot A_3^3}+\int_0^{L_4}\frac{P_{4x}}{A_{4x}^3}dx\right)} \quad \text{---(2)}$$

ベルマウス区間におけるX断面については

$$WL-Z_0=P_{1x}+Z_x+\frac{V_e^2}{2g}\left\{\left(\frac{A_e}{A_{1x}}\right)^2+f_e\left(\frac{A_e}{A_1}\right)^2+\frac{\lambda A_e^2}{4}\int_0^x\frac{P_{1x}}{A_{1x}^3}dx\right\} \quad \text{---(3)}$$

(1) (3) より

$$p_{1x} = \frac{V_r^2}{2g}\left\{1-\left(\frac{A_r}{A_{1x}}\right)^2+\frac{\lambda A_r^2}{4}\left(\int_x^{L_1}\frac{P_{1x}}{A_{1x}^3}dx+\frac{L_2}{R_2\cdot A_2^2}+\frac{L_\omega}{R_\omega\cdot A_\omega^2}+\int_0^{L_4}\frac{P_{4x}}{A_{4x}^3}dx\right)\right\}-Z_x \quad \text{—(4)}$$

直管部の X 断面については

$$WL-Z_0 = p_{2x}+Z_x+\frac{V_r^2}{2g}\left\{\left(\frac{A_r}{A_{2x}}\right)^2+f_e\left(\frac{A_r}{A_1}\right)^2+\frac{\lambda A_r^2}{4}\left(\int_0^{L_1}\frac{P_{1x}}{A_{1x}^3}dx+\frac{x}{R_2\cdot A_2^2}\right)\right\} \quad \text{——(5)}$$

(1) (5) より

$$p_{2x} = \frac{V_r^2}{2g}\left\{1-\left(\frac{A_r}{A_{2x}}\right)^2+\frac{\lambda A_r^2}{4}\left(\frac{L_2-x}{R_2\cdot A_2^2}+\frac{L_\omega}{R_\omega\cdot A_\omega^2}+\int_0^{L_4}\frac{P_{4x}}{A_{4x}^3}dx\right)\right\}-Z_x \quad \text{——(6)}$$

弯曲管部の X 断面については

$$WL-Z_0 = p_{\omega x}+Z_x+\frac{V_r^2}{2g}\left(\frac{A_r}{A_{\omega x}}\right)^2+f_e\left(\frac{A_r}{A_1}\right)^2+\frac{\lambda A_r^2}{4}\left(\int_0^{L_1}\frac{P_{1x}}{A_{1x}^3}dx+\frac{L_2}{R_2\cdot A_2^2}+\frac{x}{R_\omega\cdot A_\omega^2}\right) \quad \text{——(7)}$$

(1) (7) より

$$p_{\omega x} = \frac{V_r^2}{2g}\left\{1-\left(\frac{A_r}{A_{\omega x}}\right)^2+\frac{\lambda A_r^2}{4}\left(\frac{L_\omega-x}{R_\omega\cdot A_\omega^2}+\int_0^{L_4}\frac{P_{4x}}{A_{4x}^3}dx\right)\right\}-Z_x \quad \text{——(8)}$$

テーパー部の X 断面については

$$WL-Z_0 = p_{4x}+Z_x+\frac{V_r^2}{2g}\left\{\left(\frac{A_r}{A_{4x}}\right)^2+f_e\left(\frac{A_r}{A_1}\right)^2+\frac{\lambda A_r^2}{4}\left(\int_0^{L_1}\frac{P_{1x}}{A_{1x}^3}dx+\frac{L_2}{R_2\cdot A_2^2}+\frac{L_\omega}{R_\omega\cdot A_\omega^2}+\int_0^{x}\frac{P_{4x}}{A_{4x}^3}dx\right)\right\}$$

——(9)

(1) (9) より

$$p_{4x} = \frac{V_r^2}{2g}\left\{1-\left(\frac{A_r}{A_{4x}}\right)^2+\frac{\lambda A_r^2}{4}\int_x^{L_4}\frac{P_{4x}}{A_{4x}^3}dx\right\}-Z_x \quad \text{——(10)}$$

流量 Q は

$Q = A_r \cdot V_r$ （V_r は (2) 式から求められる） ——(11)

上で求められた圧力を各断面における平均圧力と考えると上面および下面の圧力 p_{xu} および p_{xd} は

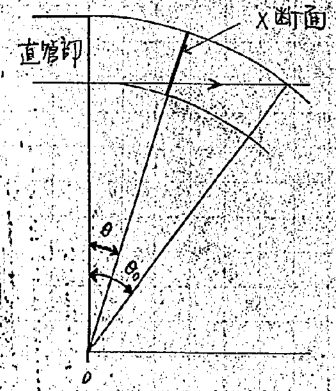
$$p_{xu} = p_x - \frac{H_x}{2}\cos\theta + F\frac{(H_x/2)Q^2}{gA_x^2 r}$$
$$= p_x - \frac{H_x}{2}\left(\cos\theta - F\frac{Q^2}{gA_x^2 r}\right) \qquad (12)$$

$$p_{xd} = p_x + \frac{H_x}{2}\cos\theta - F\frac{(H_x/2)Q^2}{gA_x^2 r}$$
$$= p_x + \frac{H_x}{2}\left(\cos\theta - F\frac{Q^2}{gA_x^2 r}\right) \qquad (13)$$

ここで　r：曲率半径（管軸が直線の場合は ∞）

※　F：遠心力に関する項の係数

$$\left.\begin{aligned} F &= \sqrt{\frac{\theta}{\theta_0}\left(2-\frac{\theta}{\theta_0}\right)} & & 0<\theta<\theta_0 \\ &= 1 & & \theta>\theta_0 \end{aligned}\right) \qquad (14)$$



θ_0 は直管部の底面を延長した直線が彎曲管上面に交わる点と曲率の中心を結んだ線が鉛直となす角である

図－14

※　遠心力の取扱いについては土木研究所報告89の6 堰堤放水管に関する研究(2)参照

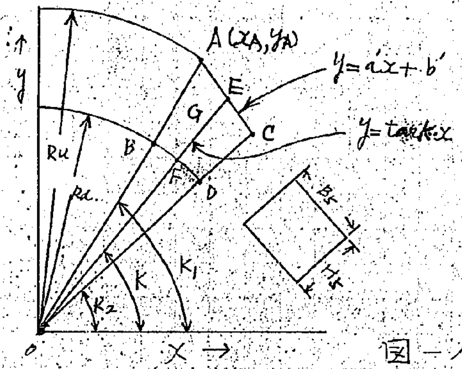
計算に当って問題になるのは (2)(4)(6)(8)(10)式中に含まれている積分不可能な項についての数値積分計算と,テーパー部における計算断面のとり方およびその部分の曲率についての考慮である。

数値積分については所要の x～L の区間を Δx 間隔に 2n 等分してシンプソン式によって下のように求められる。

$$\int_x^L \frac{P_x}{A_x^3}dx = \frac{\Delta x}{3}\left(\frac{P_0}{A_0^3}+\frac{P_n}{A_{2n}^3}+4\sum_{k=1}^{n}\frac{P_{2k-1}}{A_{2k-1}^3}+2\sum_{k=1}^{n-1}\frac{P_{2k}}{A_{2k}^3}\right) \text{———} (16)$$

テーパー部の計算断面としては面積が最小となるような断面を考えるべきで,曲率半径もその断面中心の軌跡について考えるべきであるがこれらの計算は非常に複雑な計算になるので,次のような仮定を設けて計算断面および曲率半径を求めることとする。すなわち,テーパー部の計算断面は任意の点と底面曲線の中心(図―13のO点)とを結んだ断面を考えることとし,この断面の中心線について,曲率半径を考えることとする。

テーパー部の上面の直線($\overline{AC}$)の式を $y=ax+b$ (図―13参照)とすると



$$\left.\begin{array}{l}\left(\begin{array}{l}x_A=Ru\cdot\cos K_1\\ y_A=Ru\cdot\sin K_1\end{array}\right.\\ \\ \left(\begin{array}{l}x_c=(Ru+H_s)\cos K_2\\ y_c=(Ru+H_s)\sin K_2\end{array}\right.\end{array}\right\}\text{—(16)}$$

図－15

$$a'=\frac{y_c-y_A}{x_c-x_A},\quad b'=\frac{x_A\,y_c-x_c\,y_A}{x_A-x_c}\quad\text{———— (17)}$$

したがって任意の断面$\overline{EF}$の上面および下面の座標値は

$$\left.\begin{array}{ll}\left(\begin{array}{l}x_E=\dfrac{b'}{\tan K-a'}\\ y_E=\dfrac{b'\tan K}{\tan K-a'}\end{array}\right. & \left(\begin{array}{l}x_F=Rd\cdot\cos K\\ y_F=Rd\cdot\sin K\end{array}\right.\end{array}\right\}\text{———— (18)}$$

断面の中心をGとすると

$$\left.\begin{array}{l}x_G=\dfrac{x_E+x_F}{2}=\dfrac{\dfrac{b'}{\tan K-a'}+Rd\cdot\cos K}{2}\\ y_G=\dfrac{y_E+y_F}{2}=\dfrac{\dfrac{b'\tan K}{\tan K-a'}+Rd\cdot\sin K}{2}\end{array}\right\}\text{———— (19)}$$

$$\tan K=\frac{y}{x},\quad \cos K=\frac{x}{\sqrt{x^2+y^2}},\quad \sin K=\frac{y}{\sqrt{x^2+y^2}}\text{ — (20)}$$

を代入すると

$$x=\frac{\dfrac{b'}{\frac{y}{x}-a'}+Rd\dfrac{x}{\sqrt{x^2+y^2}}}{2}=\frac{\left(\dfrac{b'}{y-a'x}+\dfrac{Rd}{\sqrt{x^2+y^2}}\right)x}{2}$$

SEKIREI A4 NO. 54

$$\therefore \frac{b'}{y-a'x}+\frac{Rd}{\sqrt{x^2+y^2}}=2 \qquad \text{———} (21)$$

$\left(y=\frac{\frac{b'\tan K}{\tan K-a'}}{}+Rd\sin K\right.$ からも全く同じ関係が誘導される)

曲率半径 r は次式で求められる.

$$r=\frac{\left\{1+\left(\frac{dy}{dx}\right)^2\right\}^{\frac{3}{2}}}{\frac{d^2y}{dx^2}} \qquad \text{———} (22)$$

(21) 式を微分すると

$$-\frac{b'\left(\frac{dy}{dx}-a'\right)}{(y-a'x)^2}-\frac{Rd\left(\frac{x-y\frac{dy}{dx}}{\sqrt{x^2+y^2}}\right)}{x^2+y^2}=0$$

$$\therefore \frac{b'\left(a'-\frac{dy}{dx}\right)}{(y-a'x)^2}-\frac{Rd\left(x+y\frac{dy}{dx}\right)}{x^2+y^2}=0 \qquad \text{———} (23)$$

$$\frac{dy}{dx}=\frac{\left\{\frac{a'\cdot b'}{(y-a'x)^2}-\frac{Rd\cdot x}{(x^2+y^2)^{3/2}}\right\}}{\frac{b'}{(y-a'x)^2}+\frac{Rd\cdot y}{(x^2+y^2)^{3/2}}} \qquad \text{———} (24)$$

(23) 式を微分すると

$$\frac{b'\left(-\frac{d^2y}{dx^2}\right)(y-a'x)^2-2b'\left(a-\frac{dy}{dx}\right)(y-a'x)\left(\frac{dy}{dx}-a'\right)}{(y-a'x)^4}$$

$$-\frac{Rd\left\{1+\left(\frac{dy}{dx}\right)^2+y\frac{d^2y}{dx^2}\right\}(x^2+y^2)^{3/2}-3Rd\left(x+y\frac{dy}{dx}\right)\sqrt{x^2+y^2}\left(x+y\frac{dy}{dx}\right)}{(x^2+y^2)^3}$$

$$=\frac{b'\left\{-(y-a'x)\frac{d^2y}{dx^2}+2\left(a'-\frac{dy}{dx}\right)\right\}}{(y-a'x)^3}-\frac{Rd\left\{1+\left(\frac{dy}{dx}\right)^2+y\frac{d^2y}{dx^2}\right\}(x^2+y^2)-3\left(x+y\frac{dy}{dx}\right)^2}{(x^2+y^2)^{5/2}}$$

$$=0$$

$$\frac{b\frac{d^2y}{dx^2}}{(y-a'x)^2}+\frac{Rd\cdot y\frac{d^2y}{dx^2}}{(x^2+y^2)^{3/2}}=\frac{2b'(a'-\frac{dy}{dx})^2}{(y-a'x)^3}+\frac{Rd\left[\omega(x+y\frac{dy}{dx})^2-\left\{1+(\frac{dy}{dx})^2\right\}(x^2+y^2)\right]}{(x^2+y^2)^{5/2}}$$

$$\therefore\ \frac{d^2y}{dx^2}=\frac{\frac{2b'(a-\frac{dy}{dx})^2}{(y-a'x)^3}+\frac{Rd\left[\omega(x+y\frac{dy}{dx})^2-\left\{1+(\frac{dy}{dx})^2\right\}(x^2+y^2)\right]}{(x^2+y^2)^{5/2}}}{\frac{b'}{(y-a'x)^2}+\frac{Rd\cdot y}{(x^2+y^2)^{3/2}}}\ \text{———}(26)$$

したがって，(24)式および(26)式によって得られた結果を(22)式に代入すればテーパー部の曲率を求めることができる。

以上の計算過程をALGOL(H1)にprogramしたものを次頁に示す。なおこのprogramは全体がprocedere(手続)になっており，procedere中のparameterを任意に操作することによってデーターの異ったものに対する結果を得ることが出来るようになっている。

parameterの説明をすると

L_1：ベルマウス区間長　(m)

L_2：直管区間長　(m)

L_3：弯曲管区間長　(m)

L_4：テーパー区間長　(m)

H_2：直管部高　(m)

H_6 : 出口断面高 (m)

B_4 : テーパー部始端巾 (＝弯曲管直径) (m)

B_6 : 出口断面巾 (m)

R_1 : ベルマウス始端隅角半径 (m)

R_2 : 直管部隅角半径 (＝直管部半径) (m)

R_3 : 弯曲管部始端隅角半径 (〃) (m)

R_4 : テーパー部始端隅角半径 (〃) (m)

R_6 : テーパー部下流端隅角半径 (m)

K_0 : (図－14 参照) θ_0

K_1 :
K_2 :) 図－13 参照

A : ベルマウス楕円長半径

B : ベルマウス楕円短半径

WL :
CCSE :) 表－7 参照
CCE :

R_o :
R_u :) 図－13 参照
R_d :

FE : fe

RAM : λ

DX1 : 座標計算および圧力計算をする時のベルマウス区間の区分間隔（長さ，m）

DX2 : 座標計算および圧力計算をする時の直管区間の区分間隔（長さ，m）

DK3 : 座標計算および圧力計算をする時の弯曲管区間の区分間隔（中心角，°）

DK4 : 座標計算および圧力計算をする時のテーパー部区間の区分間隔（中心角，°）

DDX1 : ベルマウス区間の数値積分を行う場合の微小区間間隔（m）

DDX4 : テーパー部区間の数値積分を行う場合の微小区間間隔

ZAHYO : 座標計算値が必要な時は1とし，いらない時は0とする

SEKIBUN : これを1とおくとベルマウス部およびテーパー部について $\int \frac{P}{A} dx$ の数値積分を行なうか，積分値が一度求められていて，かつその内容が変ら

SEKIREI A4 NO.54

ない場合に、その他の要素を変えて計算を行ないたい時、これを0とおくと時間のかかる数値積分計算を省略することが出来る。

ただし、計算の開始時には必ず1とおいて積分値を1度求めておかねばならない。

The program of pressure calculation (by ALGOL-H1)

```
begin procedure D00213;;
      real L1,L2,L3,L4,H2,H5,B4,B5,R1,R2,R3,R4,R5,K0,K1,K2,A,B,WL,
           CCSE,CCE,R0,RU,RD,FE,RAM,DX1,DX2,DK3,DK4,DDX1,DDX4;
      integer ZAHYO,SEKIBUN;
      procedure TAKACO(L1,L2,L3,L4,H2,H5,B4,B5,R1,R2,R3,R4,R5,
                       K0,K1,K2,A,B,WL,CCSE,CCE,R0,RU,RD,FE,RAM,
                       DX1,DX2,DK3,DK4,DDX1,DDX4,ZAHYO,SEKIBUN);
       value L1,L2,L3,L4,H2,H5,B4,B5,R1,R2,R3,R4,R5,K0,K1,K2,
             A,B,WL,CCSE,CCE,R0,RU,RD,FE,RAM,DX1,DX2,DK3,DK4,
             DDX1,DDX4,ZAHYO,SEKIBUN;
       real L1,L2,L3,L4,H2,H5,B4,B5,R1,R2,R3,R4,R5,K0,K1,K2,A,B,
            WL,CCSE,CCE,R0,RU,RD,FE,RAM,DX1,DX2,DK3,DK4,DDX1,DDX4
       integer ZAHYO,SEKIBUN;

       begin
        real L,A1,A2,A3,A4,A5,X,XU,XD,YU,YD,HX,RX,BX,S,DX3,DX4,
             SK,CK,T,Z,Z0,E,Q,H,P,F,FB,K,KK,HEN,AX,PX,R00,X4U,
             X5U,Y4U,Y5U,AA,BB,YAX,X2Y2,SXY,DYDX,DYDX2,DX1E,
             DDDX,DDDXE,DX4E,DDK4,DK4E,DDK4E,RR,DK;
        integer I,J,II,J1,J2,J3,J4,JE,NDDX,NDDXE;
        array X12,A12,H12,R12,YU12,YD12,X45,XC45,YC45,A45,H45,
              R45,XU45,XD45,YU45,YD45,B45,K45,S1,S4[0:20];
        procedure PRE(AA,S1,S2,S3,S4);
         value AA,S1,S2,S3,S4; real AA,S1,S2,S3,S4;
         begin
          P:=H*(1.0-(A5/AA)↑2+RAM*A5↑2/4.0*(S1+(S2+S3)/RR+S4))/E-Z
         end;
        procedure KAKU(K); value K; real K;
         begin integer D0,HUN,BY0;
          D0:=FIX(K); HUN:=FIX((K-FLOAT(D0))*60.0);
          BY0:=FIX(((K-FLOAT(D0))*60.0-FLOAT(HUN))*60.0+0.5);
          SPACE(3); PRINT(2,D0); PRINT('-');
          PRINT(2,HUN); PRINT('-'); PRINT(2,BY0);
         end;
        procedure DXNDX(A,B,C,D); value A,B; real A,B,D; integer C;
         begin C:=FIX(A/B/2.0+₁₀-6)*2+2; D:=A/FLOAT(C); end;
        procedure P14(A);value A;real A; begin PRINT(1.4,A); end;
        procedure P24(A);value A;real A; begin PRINT(2.4,A); end;
        procedure P34(A);value A;real A; begin PRINT(3.4,A); end;
        procedure P23(A);value A;real A; begin PRINT(2.3,A); end;

        if SEKIBUN=0 then go to NO;
        A2:=A3:=A4:=R2↑2*3.141592; A5:=H5*B5-0.858408*R5↑2;
        HEN:=3.141592/180.0; RR:=A2↑2*R2/2.0;
        X4U:=RU*COS(K1*HEN); Y4U:=RU*SIN(K1*HEN);
        X5U:=(RD+H5)*COS(K2*HEN); Y5U:=(RD+H5)*SIN(K2*HEN);
        AA:=(Y4U-Y5U)/(X4U-X5U); BB:=Y4U-AA*X4U;
        J1:=FIX(L1/DX1); DX1E:=L1-DX1*FLOAT(J1);
        DXNDX(DX1,DDX1,NDDX,DDDX); DXNDX(DX1E,DDX1,NDDXE,DDDXE);
        I:=J1+1; X12[I]:=L1; A12[I]:=A2; H12[I]:=H2;
        YU12[I]:=B+H2; YD12[I]:=B; R12[I]:=R2; S1[I]:=0;
        S:=3.141592*H2/A2↑3;
        for I:=0 step 1 until J1 do
         begin
          JE:=(if I<J1 then NDDX else NDDXE); II:=I*NDDX;
          for J:=1 step 1 until JE do
           begin
```

70%

SEKIREI A4 NO. 54

```
      X:=(if I<J1 then L1-DDDX*FLOAT(II+J)
                  else DX1E-DDDXE*FLOAT(J));
      YD:=B/A*SQRT(ABS(A↑2-(A-X)↑2));
      YU:=2.0*B+H2-YD; HX:=YU-YD; RX:=R1+X/L1*(R2-R1);
      AX:=HX↑2-0.858408*RX↑2; PX:=4.0*HX-1.716816*RX;
      S:=S+PX/AX↑3*FLOAT(if J=JE then 1 else (J+1-J÷2*2)*2);
     end;
    J:=J1-I;
    S1[J]:=S1[J+1]+S*(if I<J1 then DDDX else DDDXE)/3.0;
    X12[J]:=X; A12[J]:=AX; H12[J]:=HX; YU12[J]:=YU;
    YD12[J]:=YD; R12[J]:=RX; S:=PX/AX↑3;
   end;
  A1:=AX; J1:=J1+1;

  DX4:=RO*HEN*DK4; J4:=FIX(L4/DX4);
  DX4E:=L4-DX4*FLOAT(J4); DXNDX(DX4,DDX4,NDDX,DDDX);
  DXNDX(DX4E,DDX4,NDDXE,DDDXE); DDK4:=DK4/FLOAT(NDDX);
  KK:=K1-K2; DK4E:=KK-DK4*FLOAT(J4); DDK4E:=DK4E/FLOAT(NDDXE);
  I:=J4+1; X45[I]:=L4; A45[I]:=A5; H45[I]:=H5; B45[I]:=B5;
  R45[I]:=R5; K45[I]:=K2; SK:=SIN(K2*HEN); CK:=COS(K2*HEN);
  T:=SK/CK; XU45[I]:=BB/(T-AA); YU45[I]:=T*XU45[I];
  XD45[I]:=RD*CK; YD45[I]:=RD*SK;
  XC45[I]:=(XU45[I]+XD45[I])/2.0;
  YC45[I]:=Z0:=(YU45[I]+YD45[I])/2.0; S4[I]:=0;
  S:=(2.0*(B5+H5)-1.716816*R5)/A5↑3;
  for I:=0 step 1 until J4 do
   begin
    JE:=(if I=0 then NDDXE else NDDX); II:=(I-1)*NDDX;
    for J:=1 step 1 until JE do
     begin
      DK:=(if I=0 then DDK4E*FLOAT(J)
                  else DK4E+DDK4*FLOAT(II+J));
      K:=K2+DK; SK:=SIN(K*HEN); CK:=COS(K*HEN); T:=SK/CK;
      XU:=BB/(T-AA); YU:=T*XU; XD:=RD*CK; YD:=RD*SK;
      HX:=SQRT((XU-XD)↑2+(YU-YD)↑2);
      F:=DK/KK; RX:=R5+(R4-R5)*F; BX:=B5+(B4-B5)*F;
      AX:=BX*HX-0.858408*RX↑2; PX:=2.0*(BX+HX)-1.716816*RX;
      S:=S+PX/AX↑3*FLOAT(if J=JE then 1 else (J+1-J÷2*2)*2);
     end;
    J:=J4-I;
    S4[J]:=S4[J+1]+S*(if I=0 then DDDXE else DDDX)/3.0;
    X45[J]:=L4-DX4E-DX4*FLOAT(I); A45[J]:=AX; H45[J]:=HX;
    B45[J]:=BX; R45[J]:=RX; K45[J]:=K; XU45[J]:=XU; YU45[J]:=YU;
    XD45[J]:=XD; YD45[J]:=YD; XC45[J]:=(XU+XD)/2.0;
    YC45[J]:=(YU+YD)/2.0; S:=PX/AX↑3;
   end;
  J4:=J4+1;

 N0: E:=1.0+A5↑2*(FE/A1↑2+RAM/4.0*(S1[0]+(L2+L3)/RR+S4[0]));
  H:=WL-CCE-Z0; Z:=CCSE-CCE-Z0; Q:=A5*SQRT(19.6*H/E);
  PRINT('**WL='); P34(WL); PRINT(',**RAM='); P23(RAM);
  PRINT(',**Q='); P34(Q); PRINT(','); CRLF(2);
  PRINT('**N0****L*(M)*****LO(M)****P*(M)****PU(M)
         ****PD(M)');
  if ZAHYO=1 then PRINT('****B*(M)****H*(M)*****A(M2)****R*
                        (M)****ROO(M)****XC(M)******YC(M)');

  CRLF(2);
```

70/8

SEKIREI A4 NO. 54

No-26

```
for J:=0 step 1 until J1 do
 begin
  PRE(A12[J],S1[J],L2,L3,S4[0]); PRINT(2,J); P24(X12[J]);
  P24(X12[J]); P23(P); P23(P-H12[J]/2.0); P23(P+H12[J]/2.0));
  if ZAHYO=1 then begin P14(H12[J]); P14(H12[J]);
                        P24(A12[J]); P14(R12[J]); end;
  CRLF(1);
 end;
CRLF(2); J:=-1;
L2: J:=J+1; L:=DX2*FLOAT(J);
if L>L2 then L:=L2; PRE(A2,0,L2-L,L3,S4[0]);
PRINT(2,J1+J); P24(L); P24(L1+L); P23(P); P23(P-R2);
P23(P+R2);
if ZAHYO=1 then begin P14(2.0*R2); P14(2.0*R2);
                      P24(A2); P14(R2); end;
CRLF(1);
if L<L2 then go to L2;
CRLF(2); J2:=J; J:=-1; DX3:=RO*HEN*DK3;
L3:J:=J+1; L:=DX3*FLOAT(J); if L>L3 then L:=L3;
K:=90.0-DK3*FLOAT(J); if K<K1 then K:=K1;
SK:=SIN(K*HEN); Z:=RO*SK-ZO;
F:=SQRT((90.0-K)/(90.0-KO)*(2.0-(90.0-K)/(90.0-KO)));
FB:=R3*(SK-F*Q↑2/9.8/RO/A2↑2);
PRE(A2,0,0,L3-L,S4[0]); PRINT(2,J1+J2+J); P24(L);
P24(L1+L2+L); P23(P); P23(P-FB); P23(P+FB);
if ZAHYO=1 then begin P14(2.0*R3); P14(2.0*R3);
                      P24(A3); P14(R3); end;
CRLF(1);
if L<L3 then go to L3;
CRLF(2); J3:=J;
for J:=0 step 1 until J4 do
 begin
  K:=K1-DK4*FLOAT(J); if K<K2 then K:=K2;
  Z:=YC45[J]-ZO; YAX:=YC45[J]-AA*XC45[J];
  X2Y2:=XC45[J]↑2+YC45[J]↑2; SXY:=SQRT(X2Y2);
  DYDX:=(AA*BB/YAX↑2-RD*XC45[J]/X2Y2/SXY)
         /(BB/YAX↑2+RD*YC45[J]/X2Y2/SXY);
  DYDX2:=(2.0*BB*(AA-DYDX)↑2/YAX↑3+RD*(3.0*(XC45[J]
         +YC45[J]*DYDX)↑2-(1.0+DYDX↑2)*X2Y2)/X2Y2↑2/SXY)
         /(BB/YAX↑2+RD*YC45[J]/X2Y2/SXY);
  ROO:=(1.0+DYDX↑2)*SQRT(1.0+DYDX↑2)/ABS(DYDX2);
  PRE(A45[J],0,0,0,S4[J]);
  KK:=(90.0-K)/(90.0-KO); if KK>1.0 then KK:=1.0;
  F:=SQRT(KK*(2.0-KK));
  FB:=H45[J]/2.0*(SK-F*Q↑2/9.8/A45[J]↑2/ROO);
  PRINT(2,J1+J2+J3+J); P24(X45[J]);
  P24(L1+L2+L3+X45[J]); P23(P); P23(P-FB); P23(P+FB);
  if ZAHYO=1 then begin P14(B45[J]); P14(H45[J]);
                        P24(A45[J]); P14(R45[J]);
                        P23(ROO); P24(L1+L2+XC45[J]);
                        P34(CCE+YC45[J]); end;
  CRLF(1);
 end;
CRLF(46-J1-J2-J3-J4); if ZAHYO=0 then go to END:
PRINT('**NO****L*(M)*****LO(M)*****XU(M)******
       YU(M)*********XD(M)******YD(M)');
SPACE(14); PRINT('K°'); CRLF(2);
```

70%

```
      for J:=0 step 1 until J1 do
       begin
        PRINT(2,J); P24(X12[J]); P24(X12[J]);
        P34(X12[J]); P34(YU12[J]+CCSE-B-R2);
        PRINT(6,4,X12[J]); P34(YD12[J]+CCSE-B-R2); CRLF(1);
       end;
      CRLF(2);
      for J:=0 step 1 until J2 do
       begin
        L:=DX2*FLOAT(J); if L>L2 then L:=L2;
        PRINT(2,J1+J); P24(L); P24(L1+L); P34(L1+L);
        P34(YU12[J1]+CCSE-B-R2); PRINT(6,4,L1+L);
        P34(YD12[J1]+CCSE-B-R2); CRLF(1);
       end;
      CRLF(2);
      for J:=0 step 1 until J3 do
       begin
        L:=DX3*FLOAT(J); if L>L3 then L:=L3;
        K:=90.0-DK3*FLOAT(J); if K<K1 then K:=K1;
        SK:=SIN(K*HEN); CK:=COS(K*HEN); PRINT(2,J1+J2+J);
        P24(L); P24(L1+L2+L); P34(L1+L2+RU*CK);
        P34(RU*SK+CCE); PRINT(6,4,L1+L2+RD*CK);
        P34(RD*SK+CCE); KAKU(K); CRLF(1);
       end;
      CRLF(2);
      for J:=0 step 1 until J4 do
       begin
        PRINT(2,J1+J2+J3+J); P24(X45[J]); P24(L1+L2+L3+X45[J]);
        P34(L1+L2+XU45[J]); P34(YU45[J]+CCE);
        PRINT(6,4,L1+L2+XD45[J]); P34(YD45[J]+CCE); KAKU(K45[J]);
        CRLF(1);
       end;
      CRLF(48-J1-J2-J3-J4);
     END;
     end;

    for L2:=1.1517, 1.6983 do
     begin
      ZAHYO:=SEKIBUN:=1;
      for RAM:=0.012, 0.025 do
       for WL:=117.0, 132.5, 135.0 do
        begin
         TAKACO(4.080, L2, 14.872, 4.615, 5.1, 4.0, 5.1, 4.6,
                1.43, 2.55, 2.55, 2.55, 0.92, 57.7908, 62.14444,
                53.5, 4.080, 0.765, WL, 99.0, 68.410, 30.590,
                33.140, 28.040, 0.01, RAM, 0.4, 0.5, 2.0, 1.0,
                0.01, 0.1, ZAHYO, SEKIBUN);
         ZAHYO:=SEKIBUN:=0;
        end;
     end;
end;
```

70%

以上のprogramを土木研究所のOKITAC-5090-Hにかけて得られた計算結果を表-12に示す。

計算は貯水位(WL)をEL117.0m、EL132.5mおよびEL135.0mの3通り、摩擦損失係数(λ)を0.012(新管の場合)および0.025(旧管の場合)の2通り、直管区分長(L_2)を115.17m(S_1管)および1.6998(S_2管)の2通りにそれぞれ変化させ座標値計算はS_1管およびS_2管についての2通り、圧力計算は12通りの計算を行った。

これら全体の計算時間は約5分であった。

なお吞口損失係数(f_e)は従来ベルマウス区間の損失を含めて0.04程度の値を取ったが今回の計算にはベルマウス区間の損失計算は別に行っているので0.01とした。

この計算結果によれば放流能力は旧管の場合(λ=0.025)下表のようになり必要放流条件を満足する。

表―8

貯水位	必要放流量(1门当り)	簡略計算値	電子計算結果
EL117.0m	325 m³/s	356 m³/s	370
132.5	450	455	473
135		469	488

上表中の簡略計算値とは高山ダム建設所で行なわれた

SEKIREI A4 NO.54

設計計算による値であり、その算出過程を下に示す。

$Q = A_n \cdot V_n$ （出口断面積×出口平均流速）

$$V_n = \sqrt{\frac{2gH}{1 + fe + \lambda \frac{L}{D}}}$$

ここで　H：水頭

fe：呑口損失係数（ベルマウス部の摩擦損失を含む）(=0.04)

λ：摩擦損失係数（=0.024 旧管の場合の値）

L：管総長（ベルマウス部を除く）

D：出口断面高

表−8中の簡略計算値は電子計算結果を比較すると約4%の誤差しかなく、設計に際しての計算手段として充分に使用し得るものと考えられる。

2. 放水管抽出模型実験

放水管の実験は実験期間の関係もあって下記の事項に関する実験を行った。

(イ) 放水管放流能力の検討

(ロ) 放水管形状の検討

(イ)について表−8の8種の貯水位における必要放

流量が確保出来るかどうかを確認し，(2)については制限水位EL1170mおよびEL1350mにおけるゲート全開時の管内圧力を測定した。

その結果，放流能力については下表のようになった。なお，下表中電子計算結果としては新管の場合(λ=0.012)の値を採用した。

表－7

貯水位	必要放流量	簡略計算値	電子計算結果	実験値
EL 1170m	325 m^3/s	356 m^3/s	378	368
1325	460	455	483	471
1350		469	499	481

これによって実験値はいずれの場合も必要放流量を満足していることが確認された。

実験値と電子計算結果はかなりよく合ってはいるがまだ約4%の誤差がある。これは抽出模型の粗度(摩擦損失係数に関係がある)の考慮などに問題があるものと考えられ，これについてはさらに詳細な検討が必要なのでここでは省略する。

(2)については貯水位EL1350mでゲート開度1，2，3，4mおよび全開の5種，貯水位EL1170mでゲート全開の場合の計6種について放水管内の圧力を測定した。圧力測定位置は模型製作の項および図－16および

表−10を参照されたい。その結果は図−17および表−11のようになった。これによるとゲートを部分開放した場合はいずれも管内は20〜40mの正圧を示しており全く問題はない。

しかしながらゲート全開時にはベルマウス終端附近で負圧が観測されており、特に貯水位EL1170の場合に上部隅角面には−2.428mという許容負圧を越える負圧があらわれている。

これについて検討した結果、次のことがわかった。

i) 許容負圧を越える値は1つであるが、2種の貯水位についていずれもベルマウス終端の上部隅角面および下部隅角面に、その上流部および下流部の圧力にくらべて異常な圧力降下の現象が認められ、この点で不連続に近い。

ii) しかしながら上面、側面および下面はいずれも隅角面に比較して小さな圧力降下である。

iii) 同様な現象が弯曲管終端の下部隅角面にも見られる。

以上のことを総合して判断すると問題点は各部分の境界点であり、さらにいずれも隅角面であることから

隅角面の接合点に問題があるのではないかという結論に達した。（弯曲部終端の上部は断面そのものが急に縮少されているため、この位置の上部隅角面は全く条件が異なる）

そこで、今任意の断面の中心から隅角面までの距離を求めてみる。図-18に見られるようにベルマウス終端から上流に x_1 の距離にある断面の中心 ~~から~~ C から隅角面までの距離 ℓ_1 は次式で求められる。

$$\ell_1=\sqrt{2}(b+R_{eb}-y_1)-R_x(\sqrt{2}-1)$$

したがって任意の x における ℓ は

$$\ell=\sqrt{2}(b+R_{eb}-y)-R_x(\sqrt{2}-1) \qquad \text{———} (26)$$

ここで $$y=b\sqrt{1-\frac{x^2}{a^2}} \qquad \text{———} (27)$$

(26) 式を x で微分すると

$$\frac{d\ell}{dx}=\frac{\sqrt{2}\,bx}{\sqrt{1-\frac{x^2}{a^2}}}-(\sqrt{2}-1)\frac{dR_x}{dx} \qquad \text{———} (28)$$

(28) 式で $x=0$ とおくと右辺の第1項は0となるが原設計案では

$$R_x=R_{eb}+\frac{x}{L_1}(R_{bb}-R_{eb}) \quad (\text{図}-4\text{参照}) \text{———} (29)$$

SEKIREI A4 NO.54

としているため、才2項は0にならない。したがって、$x=0$ で接線はある勾配を持つことになり、下流に接続している直線部の隅角面とは滑らかに連続しないことになる。（図−20のA曲線参照）

前記の実験値中の異常な負圧はこのためであると考えられる。

これを避けるには

$$\left(\frac{dRx}{dx}\right)_{x=0}=0 \qquad (20)$$

という条件を満足すればよい。したがって、

$$\frac{dRx}{dx}=f(x)x \qquad (21)$$

$$Rx=\int f(x)\cdot x\,dx$$

今

$f(x)=2K$ とおくと

$$Rx=Kx^2+C$$

境界条件（$x=0$ で $Rx=Reb$, $x=L_1$ で $Rx=Rbb$）より

$$Rx=\left(\frac{x}{L_1}\right)^2(Rbb-Reb)+Reb \qquad (22)$$

(22)式によって求められる Rx を隅角半径として採用すればよいことになる。

(22)式を図示したものを図−20のB曲線に示す。

したがって、テーパー部の下面についても同様の操作を行うことによって弯曲管終端の異常負圧も除去できると考えられる。

なお、念のため、今まで行った断面中心から隅角面中心までの距離、すなわち断面中心から45°傾斜した面における隅角面までの距離だけではなく、断面から任意に傾斜した面における隅角面までの距離について考えてみる。（図－17参照）

隅角円弧の中心00の座標は断面中心Cから水平にX軸、鉛直にY軸をとって考えると

$$\left.\begin{array}{l} Y_{00} = b + R_{eb} - (y_t + R_x) \\ X_{00} = Y_{00} = b + R_e - (y_t + R_x) \end{array}\right\} \text{———} (43)$$

隅角円弧の式は

$$(X - X_{00})^2 + (Y - Y_{00})^2 = R_x^2 \text{———} (44)$$

中心Cからの傾斜した面の式は

$$Y = \tan\alpha \cdot X \text{———} (45)$$

(43)(44)より隅角面の座標値は

$$\left.\begin{array}{l} X = \dfrac{1}{1+\tan^2\alpha}\left\{X_{00}(1+\tan\alpha) + \sqrt{R_x^2(1+\tan^2\alpha) - X_{00}^2(1-\tan\alpha)^2}\right\} \\ Y = \tan\alpha \cdot X \end{array}\right\} \text{———} (46)$$

$$\therefore\ l=\sqrt{X^2+Y^2}=\sqrt{X^2+X^2\tan^2\alpha}=X\sqrt{1+\tan^2\alpha}$$

$$=\frac{1}{\sqrt{1+\tan^2\alpha}}\left\{X_{00}(1+\tan\alpha)+\sqrt{Rx^2(1+\tan^2\alpha)-X_{00}^2(1-\tan\alpha)^2}\right\}\text{—(47)}$$

$$\frac{dl}{dx}=\frac{1}{\sqrt{1+\tan^2\alpha}}\left\{(1+\tan\alpha)\frac{dX_{00}}{dx}+\frac{Rx(1+\tan^2\alpha)\frac{dRx}{dx}-X_{00}(1-\tan^2\alpha)\frac{dX_{00}}{dx}}{\sqrt{Rx^2(1+\tan^2\alpha)-X_{00}^2(1-\tan\alpha)^2}}\right\}\text{—(48)}$$

(44)式より

$$\frac{dX_{00}}{dx}=-\frac{dy}{dx}-\frac{dRx}{dx}$$

(27)式および(40)式より

$$\left(\frac{dy}{dx}\right)_{x=0}=0,\quad \left(\frac{dRx}{dx}\right)_{x=0}=0$$

$$\therefore\left(\frac{dl}{dx}\right)_{x=0}=0$$

したがって断面の中心Cからどのような角度にとった面についても管の内面は滑らかに連続することになる。同様に、テーパー部下部の隅角円弧半径について考える。

図ー14の0点を原点として極座標を考えると

$$Rx=f(k)\ \text{————————— (49)}$$

境界条件は

$K=K_1$ で $f(k)=RbT$ （テーパー部始端隅角半径 $=2.44$）
$K=K_2$ で $f(k)=ReT$ （　〃　　終端　〃　 $=0.92$）

$$\left(\frac{f(K)}{dK}\right)_{K=K_1} = 0$$

$$\therefore f'(K) = g(K)(K-K_1) \quad \text{——————} \quad (40)$$

今 $g(K) = 2A$（常数）とおくと

$$f'(K) = 2A(K-K_1)$$

$$f(K) = \int 2A(K-K_1)\,dK = A(K-K_1)^2 + C$$

$K = K_1$ で $f(K) = R_bT$ $\therefore$ $C = R_bT$

$K = K_2$ で $f(K) = R_eT$ $\therefore$ $A = (R_eT - R_bT)/(K_2-K_1)^2$

$$R_x = (R_eT - R_bT)\left(\frac{K-K_1}{K_2-K_1}\right)^2 + R_bT \quad \text{——————} \quad (41)$$

上式による計算結果を表－12中に示した。

なお、テーパー部終端ではその下流の直線水路部と接続しており、この区間の隅角半径はテーパー部終端隅角半径から ℓ m 下流で 0 になるように直線的に変化させてある。（原案では $\ell = 24$m）

したがって、この境界における隅角の接続の状態を調べてみる。

(41) 式を K で微分すると

$$\frac{dR_x}{dK} = 2(R_eT - R_bT)\left(\frac{K-K_1}{K_2-K_1}\right) \quad \text{——————} \quad (42)$$

$$\left(\frac{dR_x}{dK}\right)_{K=K_2} = 2(R_eT - R_bT) \quad \text{——————} \quad (43)$$

下流の直線水路におけるRxの微係数は、x軸を底面に平行に考えると

$$\frac{dRx}{dx} = -\frac{ReT}{l} \qquad \text{———} \quad (44)$$

今xを無限にテーパー部終端に近づけた状態を考えると（44）式の左辺はテーパー部における$\frac{dRx}{dK}$におきかえられる。

$$\frac{dRx}{dx} \longrightarrow \frac{dRx}{dx}$$

したがって直線部から算出された値は

$$\left(\frac{dRx}{dK}\right)_{K=K_2} = -\frac{ReT}{l} \qquad \text{———} \quad (45)$$

ここで（42）式と（45）式について実際の数値を代入すると

（42）式より

$$\left(\frac{dRx}{dK}\right)_{K=K_2} = -0.26$$

（45）式より

$$\left(\frac{dRx}{dK}\right)_{K=K_2} = -0.068$$

したがって、テーパー部の勾配が大きいから断面は縮少される傾向にあることがわかり、この点に負

圧の生ずる危険性はない。

もし、テーパー部終端と直線水路の隅角半径を滑らかに連続する必要があれば（29）式で $f(x)$ を決定する際に境界条件として（44）式を加え、（40）式における $g(x)$ の仮定の際に x の一次式を導入すれば求めることが出来るが、その計算はここでは省略する。

なお、下部の隅角については上記の関係によって求められるが、上部の隅角については、負圧の心配は全くないので設計上、さらに施工上の便宜を考えると、上面および側面はいずれも直線で形成されているので隅角半径の変化も直線的に行った方が有利である。

図－12において O を原点とすると テーパー部上面の式は

$$y = a'x + b' \quad \left(\begin{array}{l} a' = -0.39180,\ b' = 446574 \\ \text{図-15 および (7) 式参照} \end{array}\right) \qquad (46)$$

断面の式は

$$y = \tan k \, x \qquad (47)$$

(46)(47) 式より

$$x = \frac{b'}{\tan\kappa - a'} \qquad (48)$$

$\therefore\ y = a'x + b'$

図－15の A点の座標は

$$x_A = \frac{b'}{\tan\kappa_1 - a'},\quad y_A = a'x_A + b' \qquad (49)$$

C点の座標は

$$x_C = \frac{b'}{\tan\kappa_2 - a'},\quad y_C = a'x_C + b' \qquad (50)$$

上面の長さを t_0 とおくと

$$t_0 = \sqrt{(x_C - x_A)^2 + (y_C - y_A)^2} \qquad (51)$$

したがって任意の κ に対する R は

$$R = \frac{t}{t_0}(R_{cT} - R_{bT}) + R_{bT} \qquad (52)$$

ここで

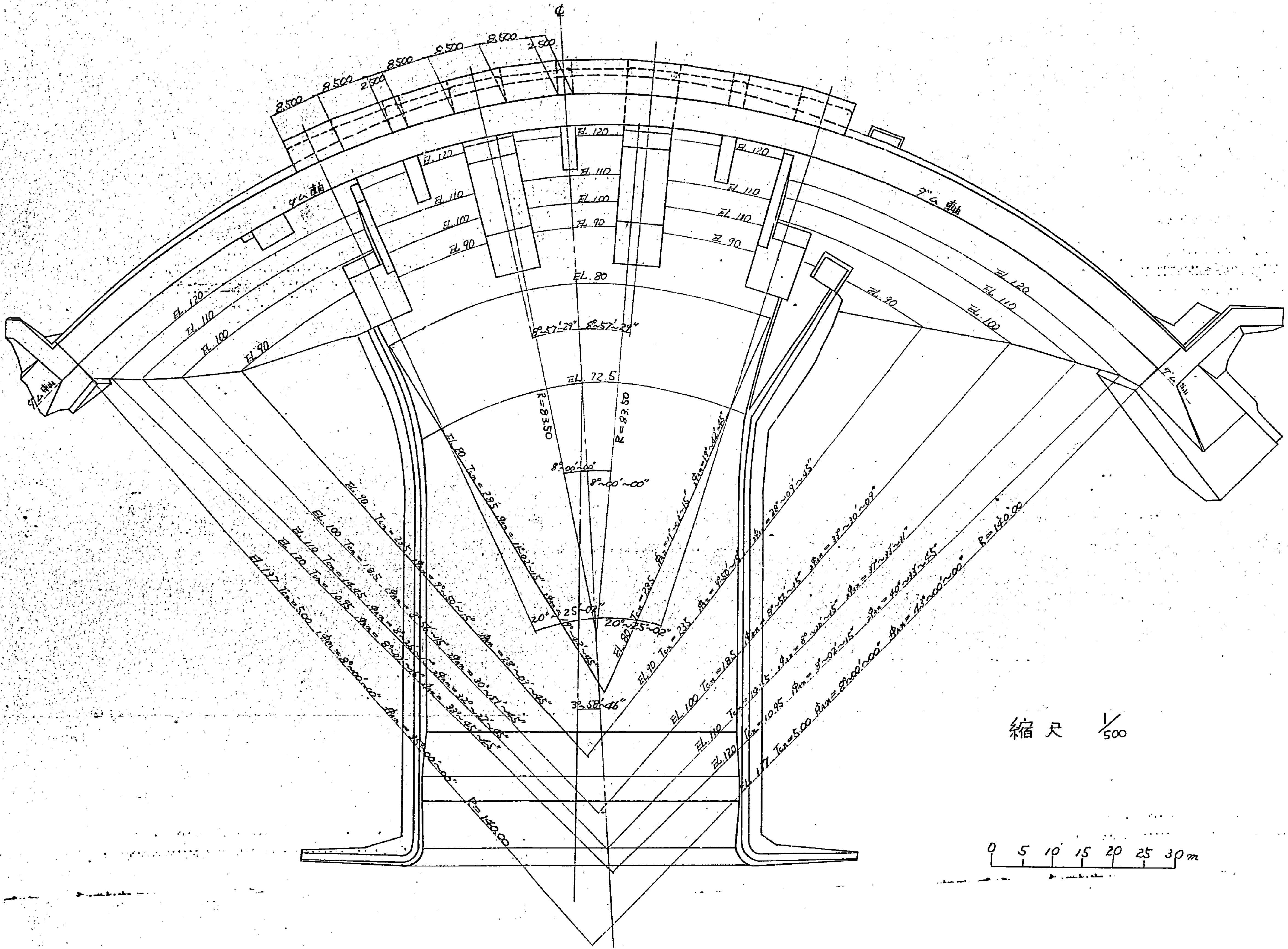
$$t = \sqrt{(x - x_A)^2 + (y - y_A)^2} \qquad (53)$$

$$x = \frac{b'}{\tan\kappa - a'},\quad y = a'x + b' \qquad (54)$$

として求めることが出来る

計算によって求められた R の値を R_c として表－12中に示す。

図-1 平面図


℄
8.500
8.500
8.500
2.500
8.500
8.500
8.500
2.500
ダム軸
ダム軸
ダム軸
ダム軸
EL. 120
EL. 110
EL. 100
EL. 90
EL. 80
EL. 72.5
8°~57'~29"
8°~57'~29"
R=83.50
R=83.50
8°~00'~00"
8°~00'~00"
20°~25'~02"
20°~25'~02"
3°~58'~46"
EL. 80 Tcn=28.5 φan=11°~02'~15"
EL. 90 Tcn=23.5 φan=9°~50'~15" φan=28°~07'~45"
EL. 100 Tcn=18.5 φan=8°~56'~15" φan=30°~51'~45"
EL. 110 Tcn=14.65 φan=8°~20'~15" φan=32°~27'~05"
EL. 120 Tcn=10.95 φan=8°~02'~15" φan=33°~25'~45"
EL. 137 Tcn=5.00 φan=8°~00'~00" φan=35°~00'~00"
R=140.00
EL. 80 Tcn=23.5 φan=11°~02'~15" φan=19°~42'~45"
EL. 90 Tcn=23.5 φan=9°~50'~15" φan=28°~09'~15"
EL. 100 Tcn=18.5 φan=8°~56'~15" φan=33°~30'~09"
EL. 110 Tcn=14.45 φan=8°~20'~15" φan=37°~37'~11"
EL. 120 Tcn=10.95 φan=8°~02'~15" φan=40°~33'~55"
EL. 137 Tcn=5.00 φan=8°~00'~00" φan=43°~00'~00"
R=140.00
0 5 10 15 20 25 30m

縮尺 1/500

図-2 上流面図

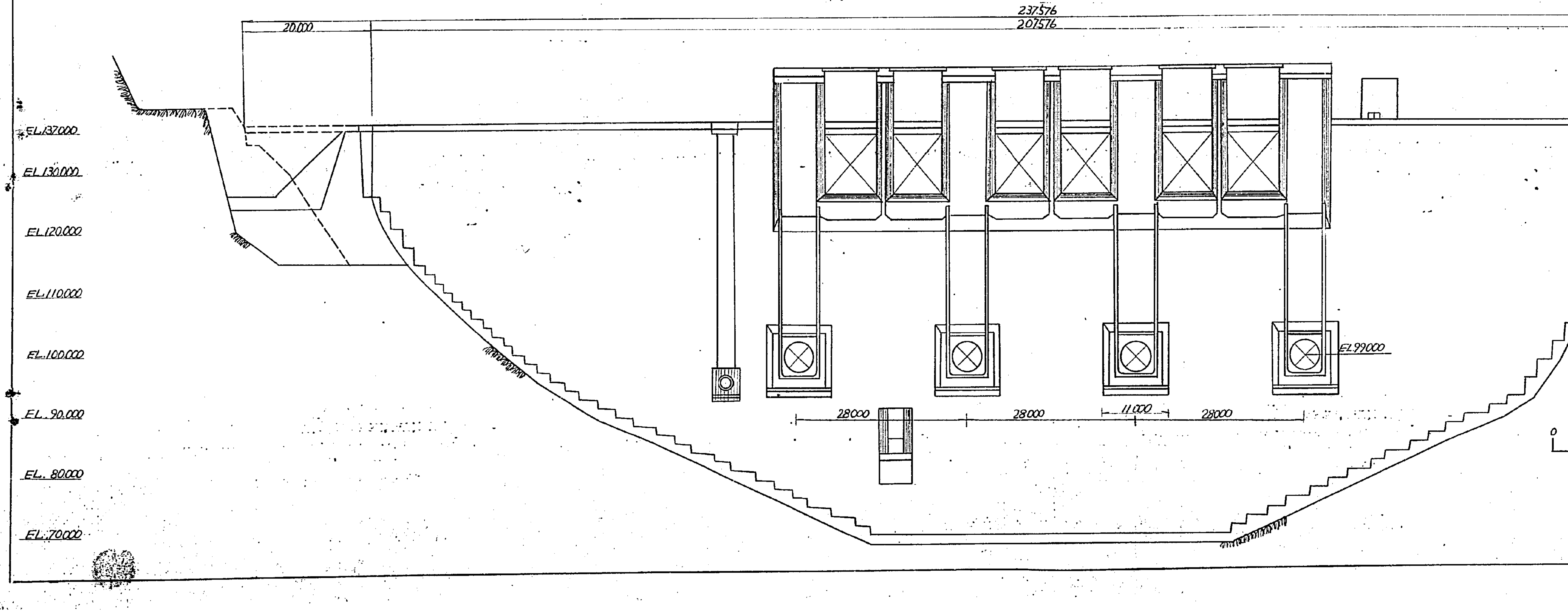

237.576
207.576
20.000
EL.137.000
EL.130.000
EL.120.000
EL.110.000
EL.100.000
EL.90.000
EL.80.000
EL.70.000
EL.99.000
28000
28000
11.000
28000
0

図-2 上流面図

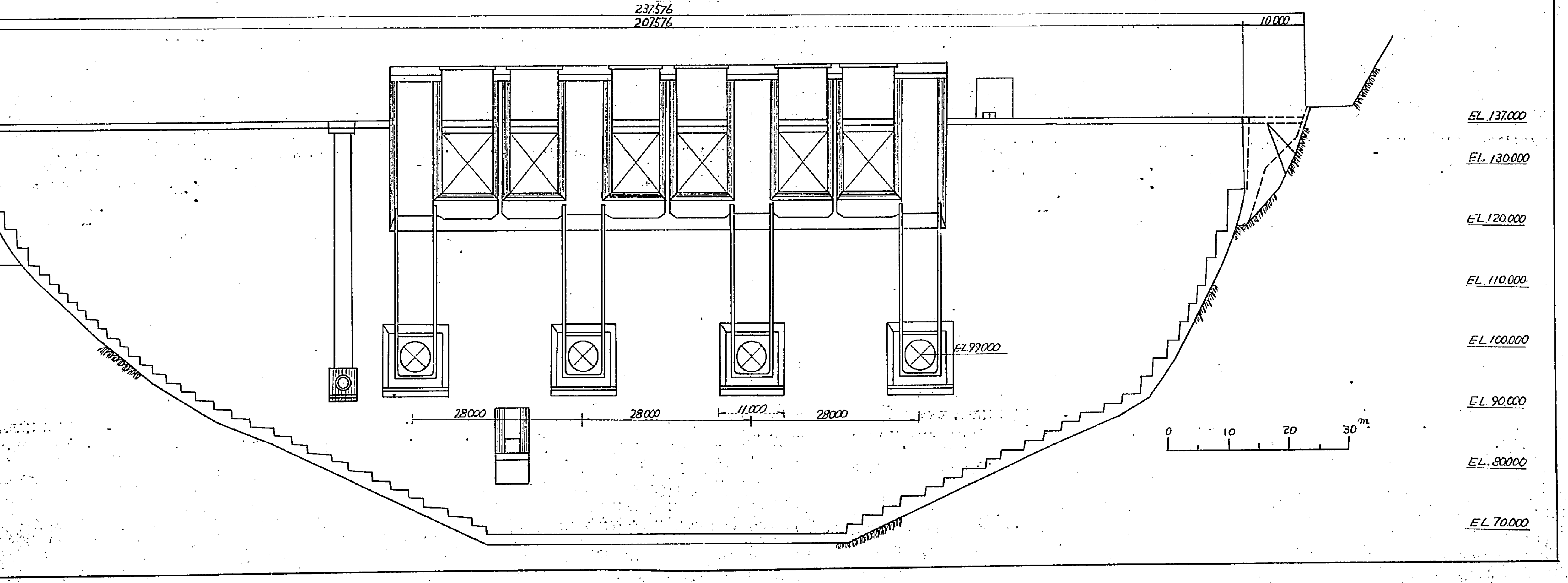

237576
207576
10000
EL.137.000
EL.130.000
EL.120.000
EL.110.000
EL.100.000
EL.99.000
EL.90.000
EL.80.000
EL.70.000
28000
28000
11000
28000
0
10
20
30 m

図-3 標準断面図

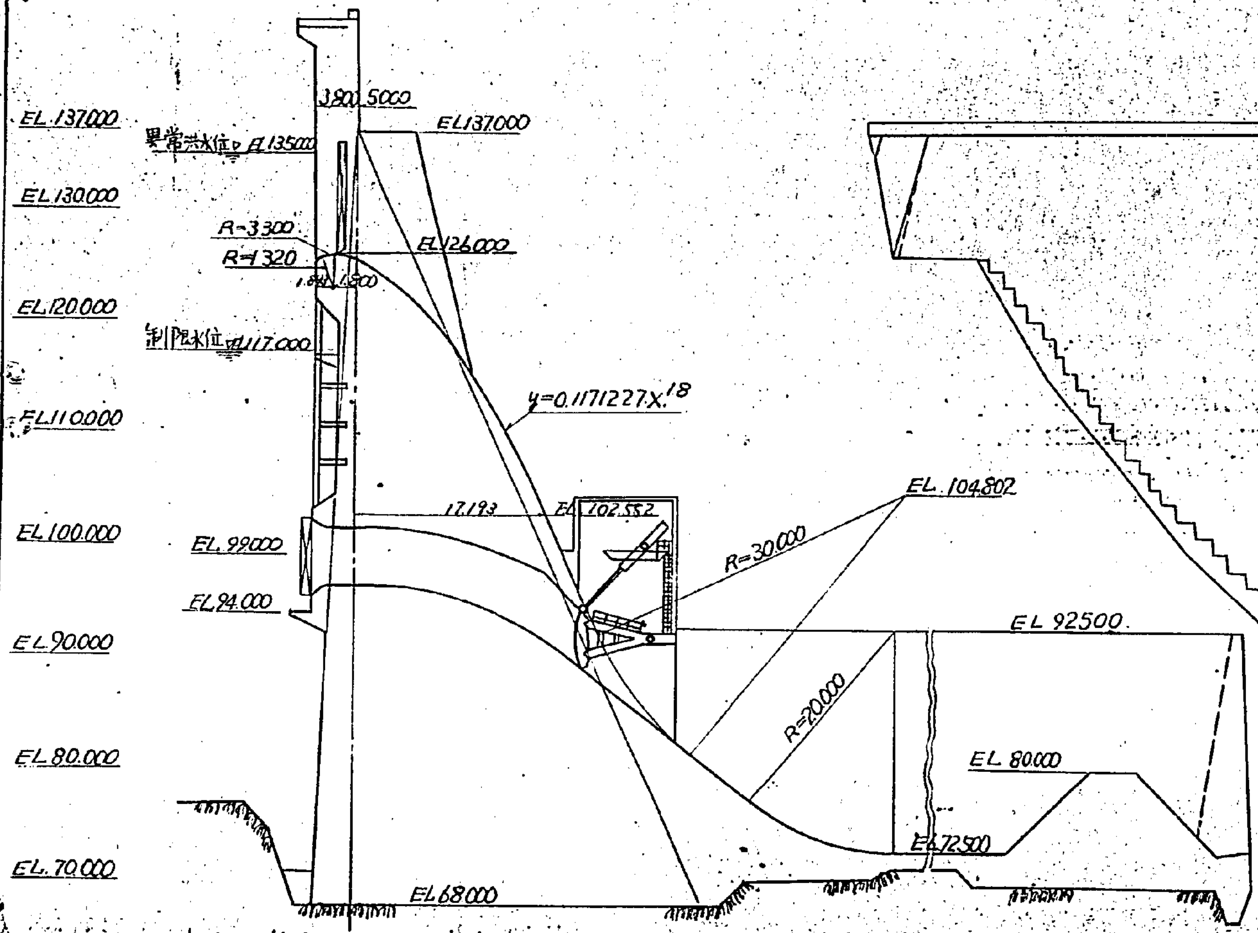


図-4 下流面図

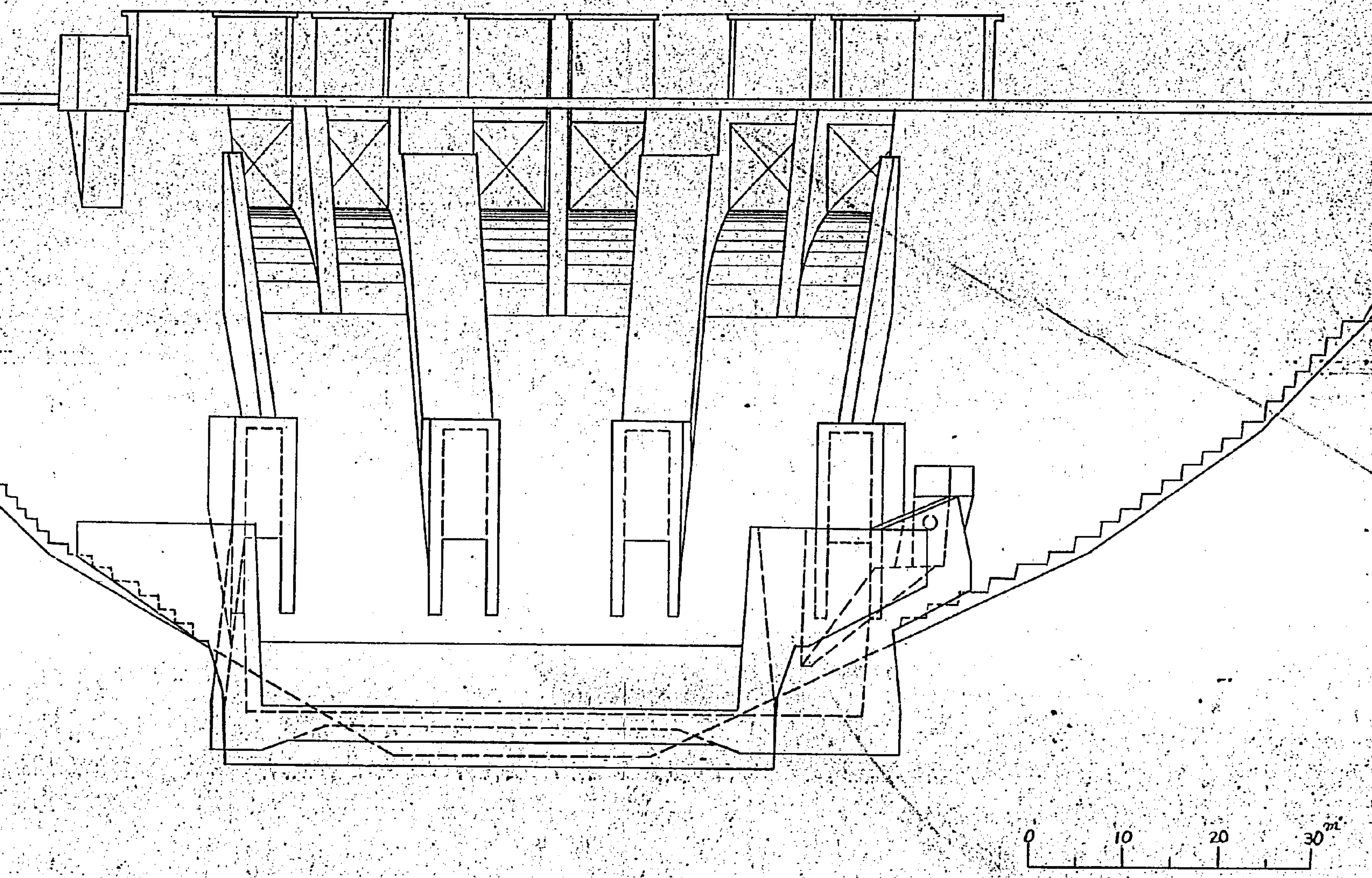
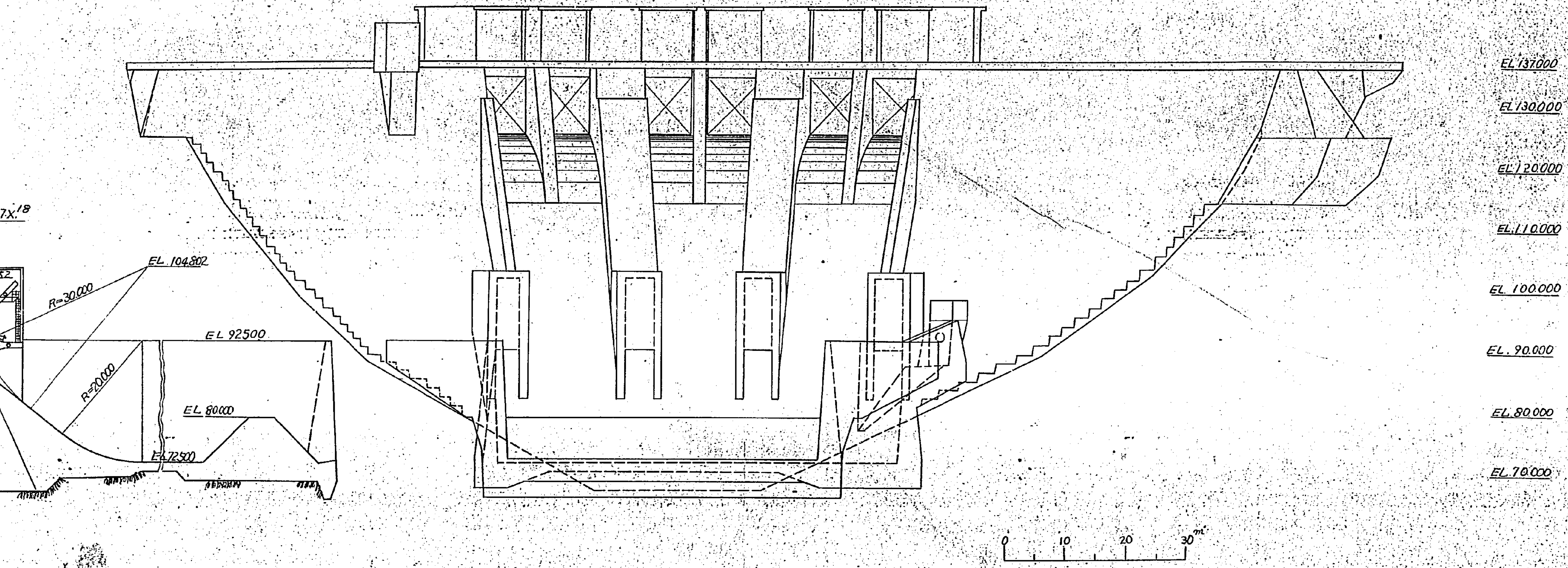
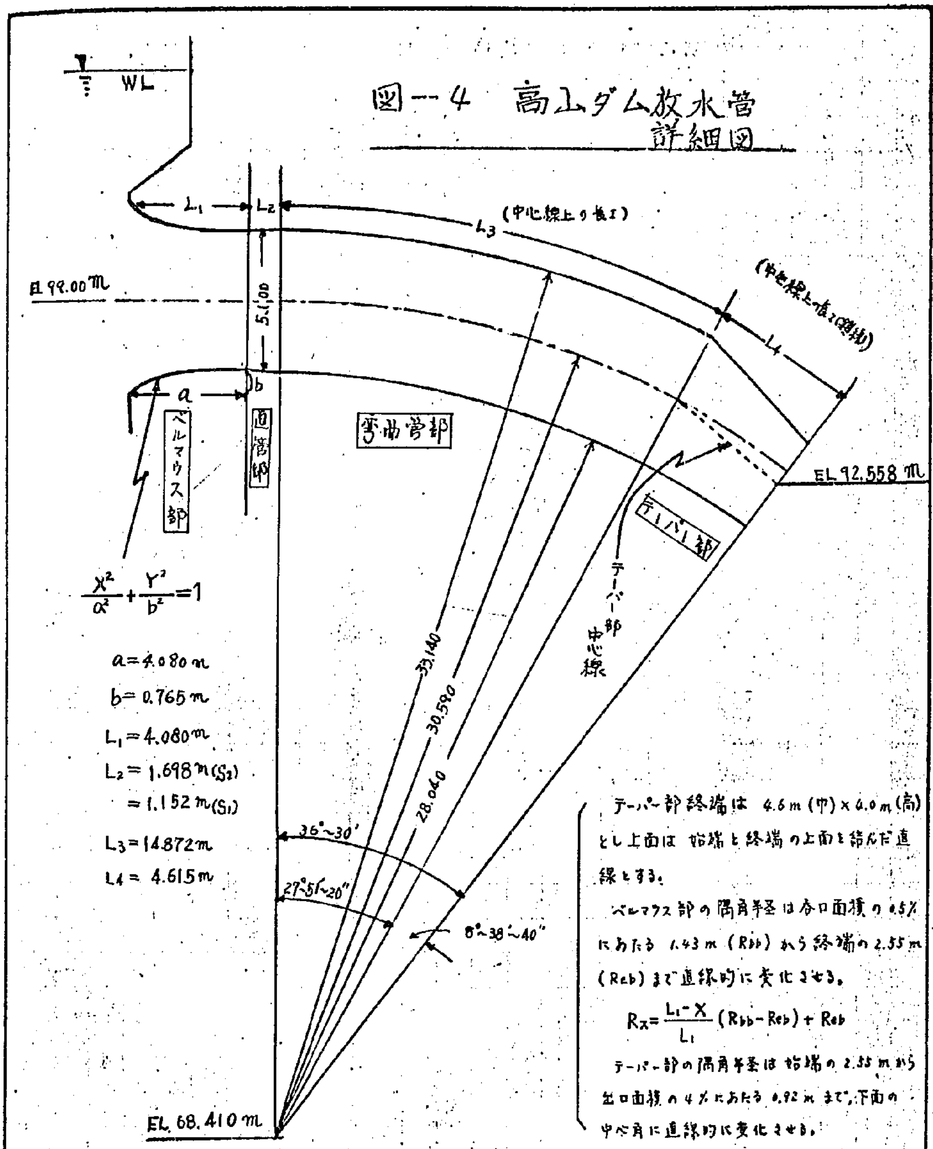


図-4 下流面図


EL.137.000
EL.130.000
EL.120.000
EL.110.000
EL.100.000
EL.90.000
EL.80.000
EL.70.000
7X.18
EL.104.802
R=30.000
R=20.000
EL 92500
EL 80.000
EL.72500
0
10
20
30m

図ー4　高山ダム放水管 詳細図

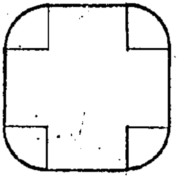


テーパー部終端は 4.6 m (巾) × 4.0 m (高) とし上面は 始端と終端の上面を結んだ直線とする。

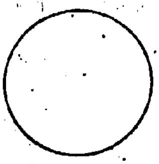
ベルマウス部の隅角半径は呑口面積の 6.5% にあたる 1.43 m (R_{bb}) から終端の 2.55 m (R_{eb}) まで直線的に変化させる。

$$R_x=\frac{L_1-X}{L_1}(R_{bb}-R_{eb})+R_{eb}$$

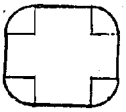
テーパー部の隅角半径は 始端の 2.55 m から出口面積の 4% にあたる 0.92 m まで、下面の中心角に直線的に変化させる。



ベルマウス部断面



直管部および弯曲管部断面

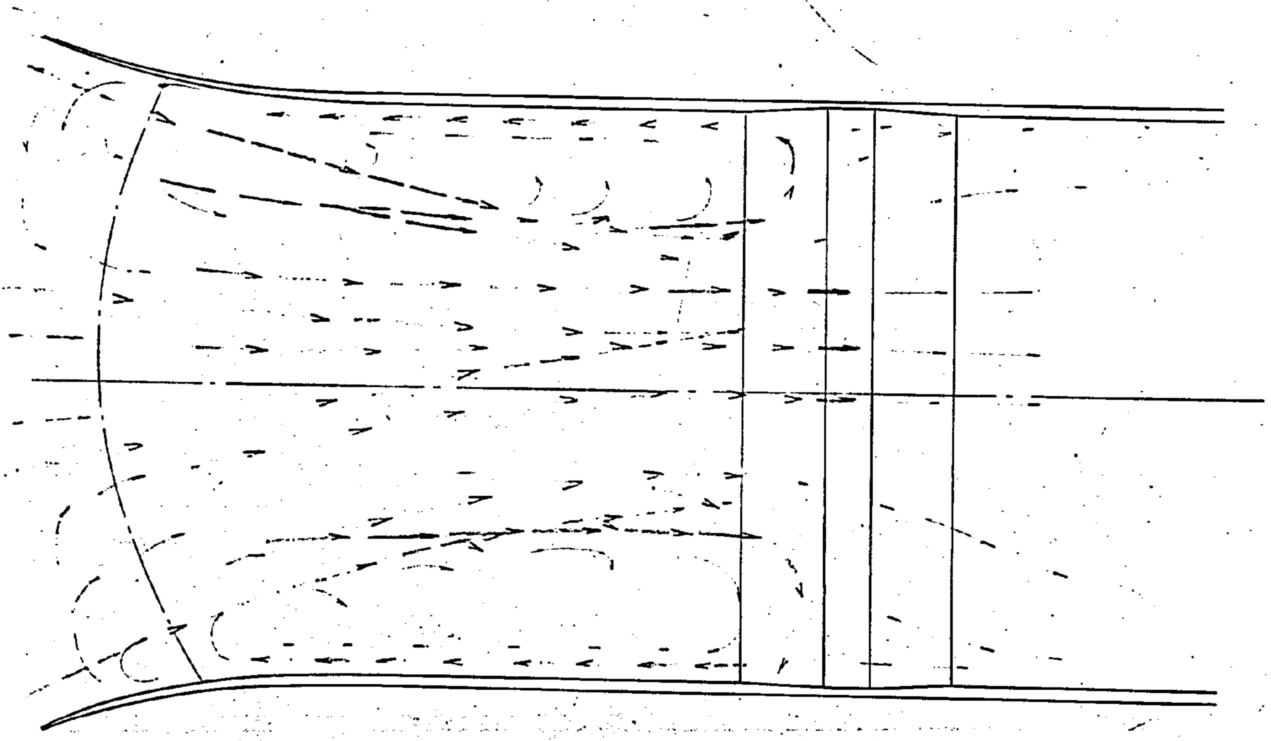


テーパー部断面

SEKIREI A4 NO. 54

図-5(2) 水叩き内流況

L=77.0
h=7.5m
流量=1.800 m^3/s.



39.12.100×200

No.

図-5(b) 流況図

Q = 4,800 m³/sec　h = 7.5

L = 720 m　下流水位 El.9.150m

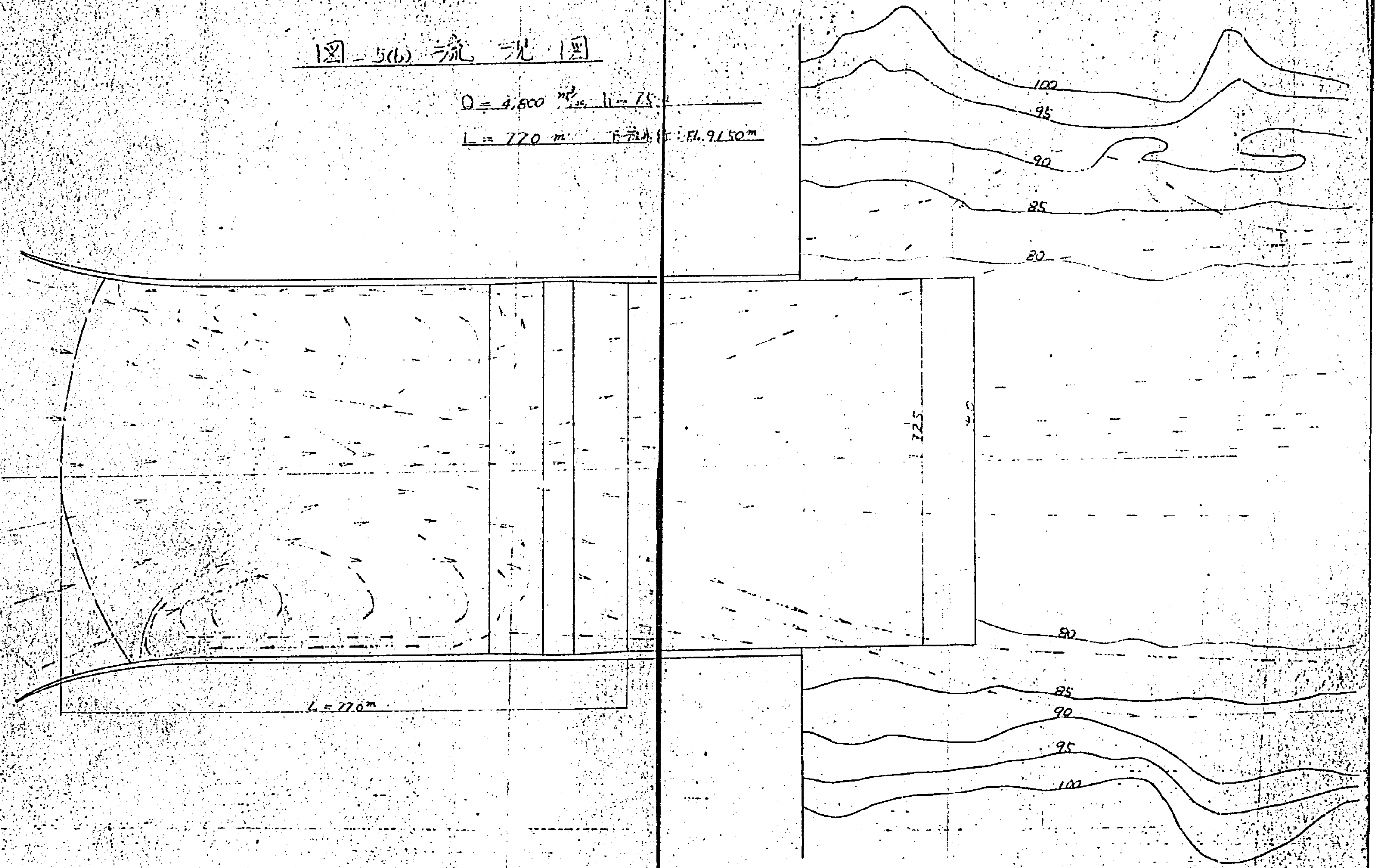
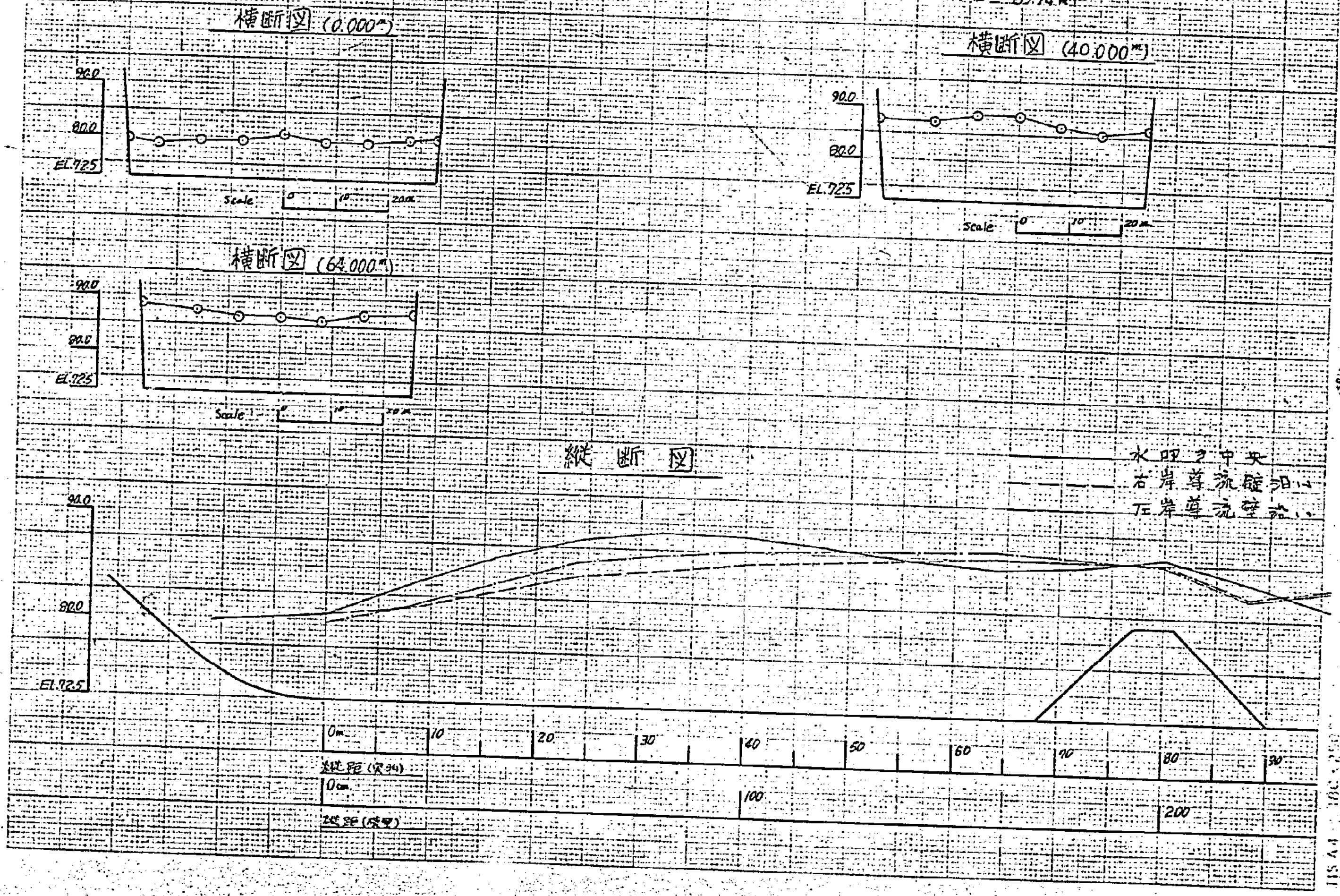


図-6(a) 水叩き内水面形図 Q=2300 m³/sec h=9.0m L=90.0m

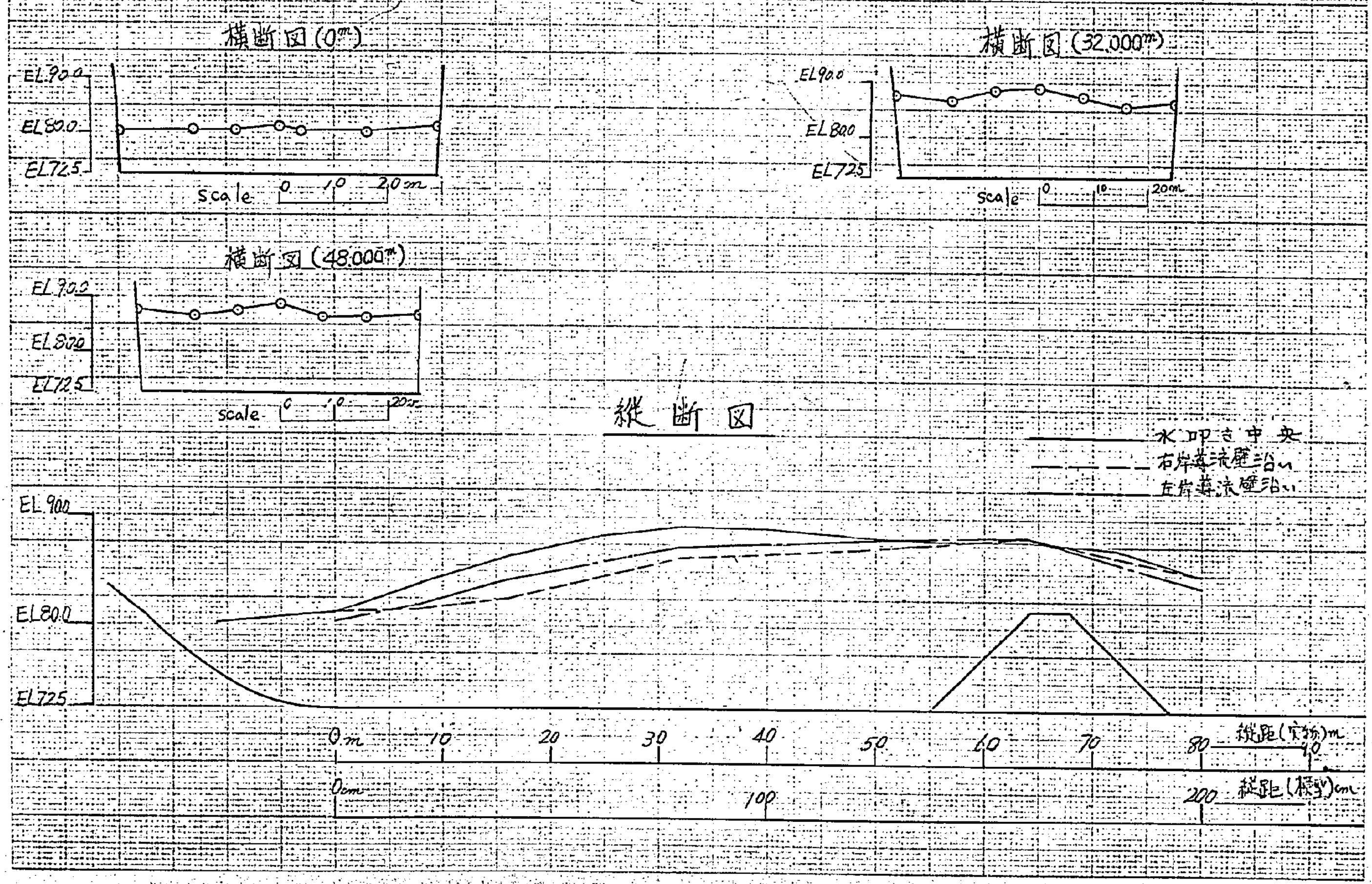
下流水位=85.74m



図−6(b) 水叩き内水面形図

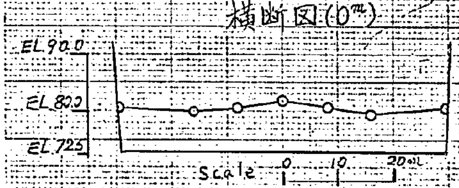
Q=2300 m³/sec　h=9.0m　L=77.0m

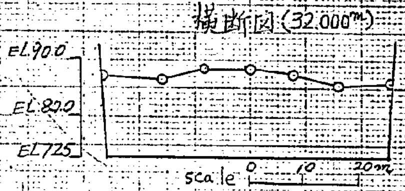
下流水位=85.74m

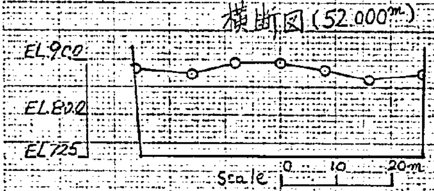


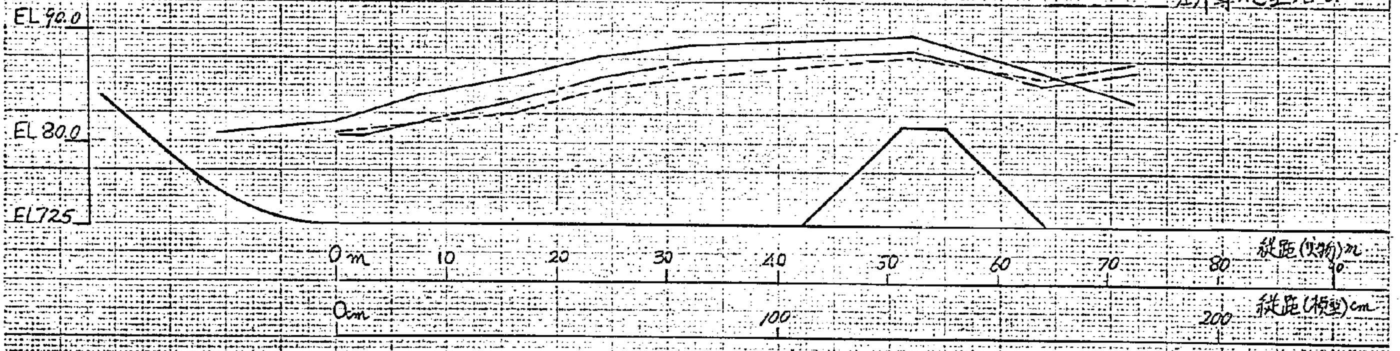
図－6(c) 水叩き内水面形図

Q＝2300m^3/s　h＝9.0m　L＝64.0m
下流水位＝85.74m


横断図(0m)


横断図(32.000m)


横断図(52.000m)


縦断図

JIS A4 180・250

図-7(a) 水叩き内水面形図

Q = 2300 m^3/sec　h=7.5m　L=90.0m
下流水位：EL 85.74 m

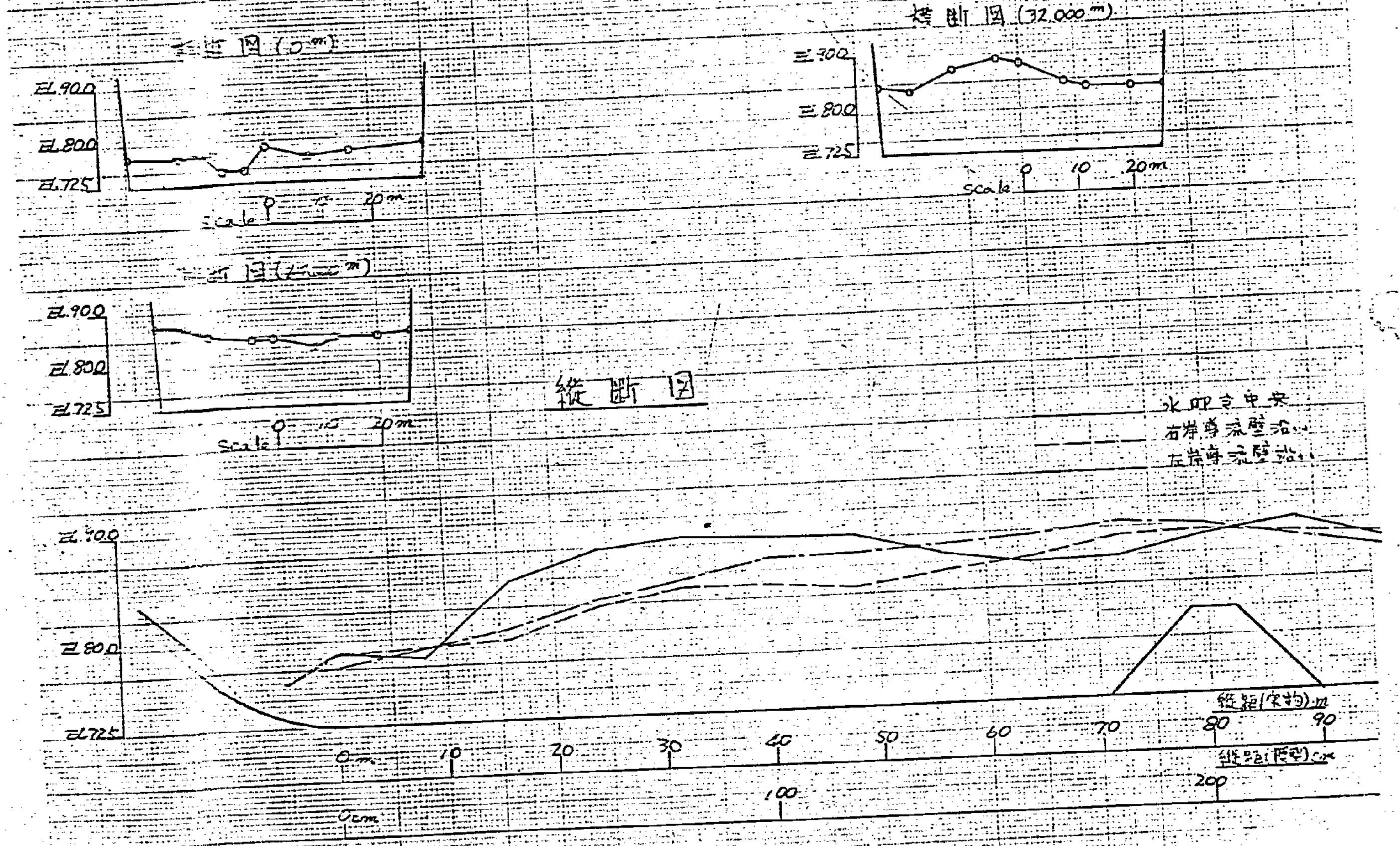
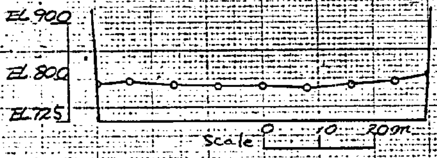


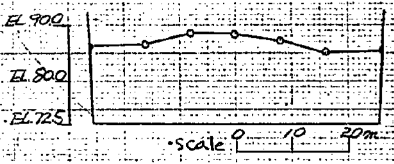
図-7(b) 水叩き内水面形図

Q=2300 m³/sec　h=7.5m　L=77.0m
下流水位：EL 85.74m

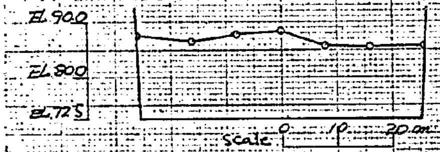
横断図 (0m)



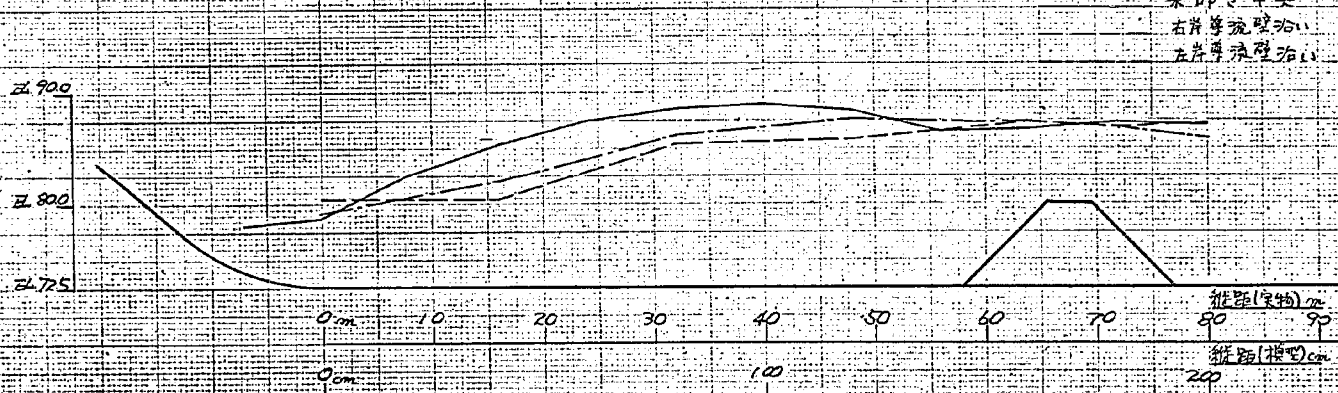
横断図 (32.000m)



横断図 (48.000m)



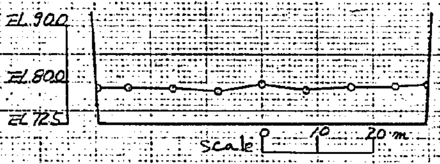
縦断図



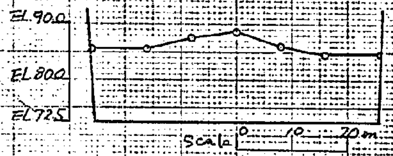
図－7(c) 水叩き内水面形図

Q＝2.300 m^3/sec　h＝7.5 m　L＝6.40 m
下流水位：EL 85.74 m

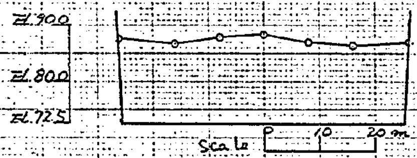
横断図（0 m）



横断図（32.000 m）



横断図（56.000 m）



縦断図

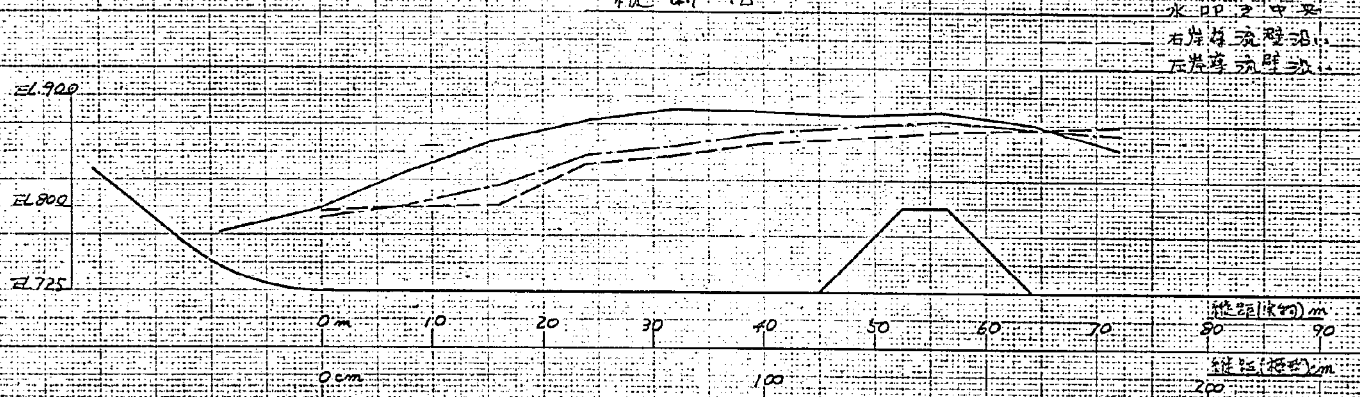


図_8(a) 水叩き内水面形図

Q＝2300 m^3/sec h＝6.0m L＝90.0m
下流水位 EL85.74m

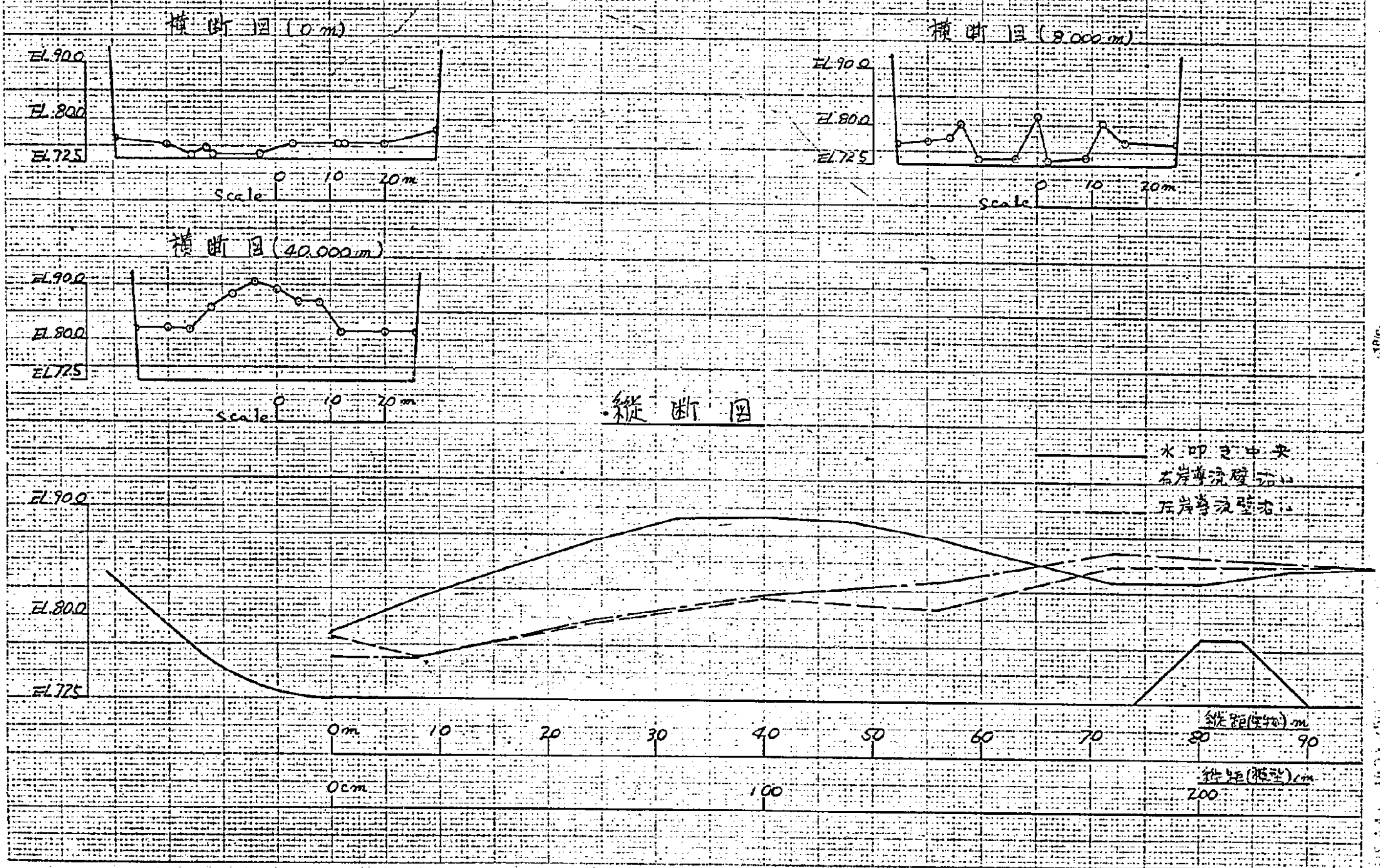


図-8(b) 水叩き内水面形図

$Q = 2{,}300\ m^3/s$　$h = 6.0\ m$　$L = 77.0\ m$
下流水位：EL.85.74 m

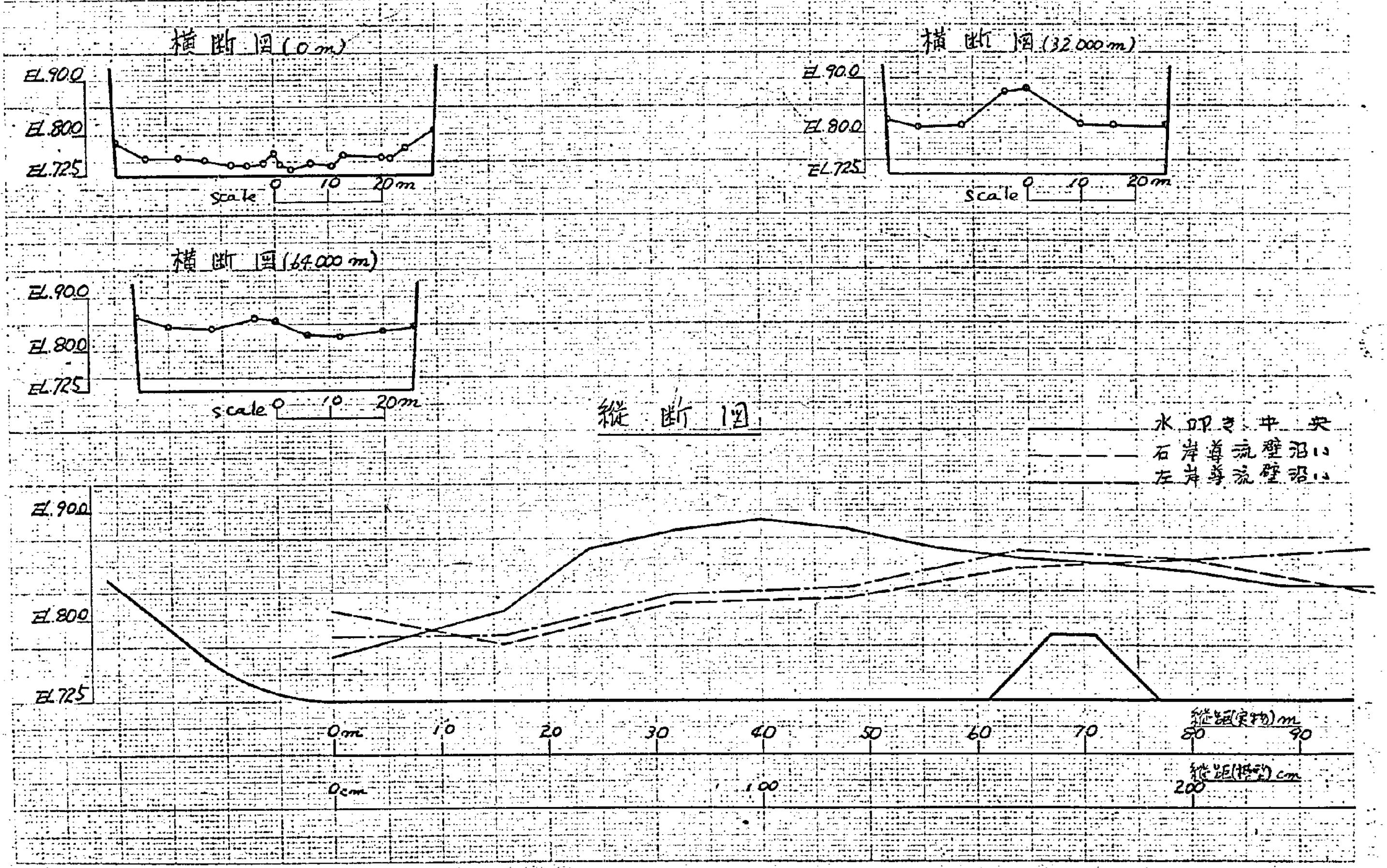


図-8(c) 水叩き内水面形図

Q=2300 m³/sec. h=6.0m · L=64.0m
下流水位 EL 85.74m.

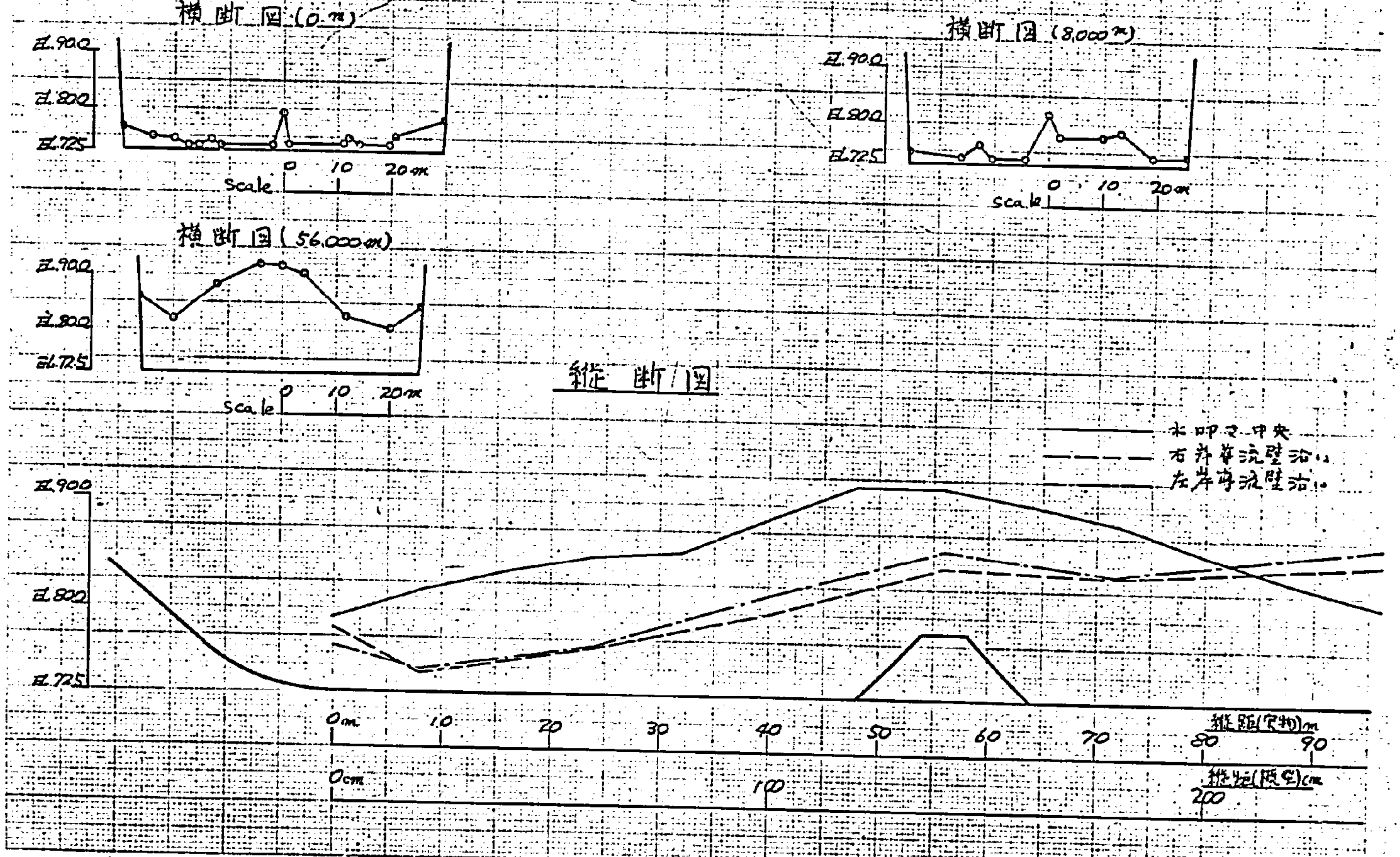


図-9(a) 水面形図

Q= 4,800 m³/s h = 7.5 m L = 77.0 m
下流水位：EL 91.50 m

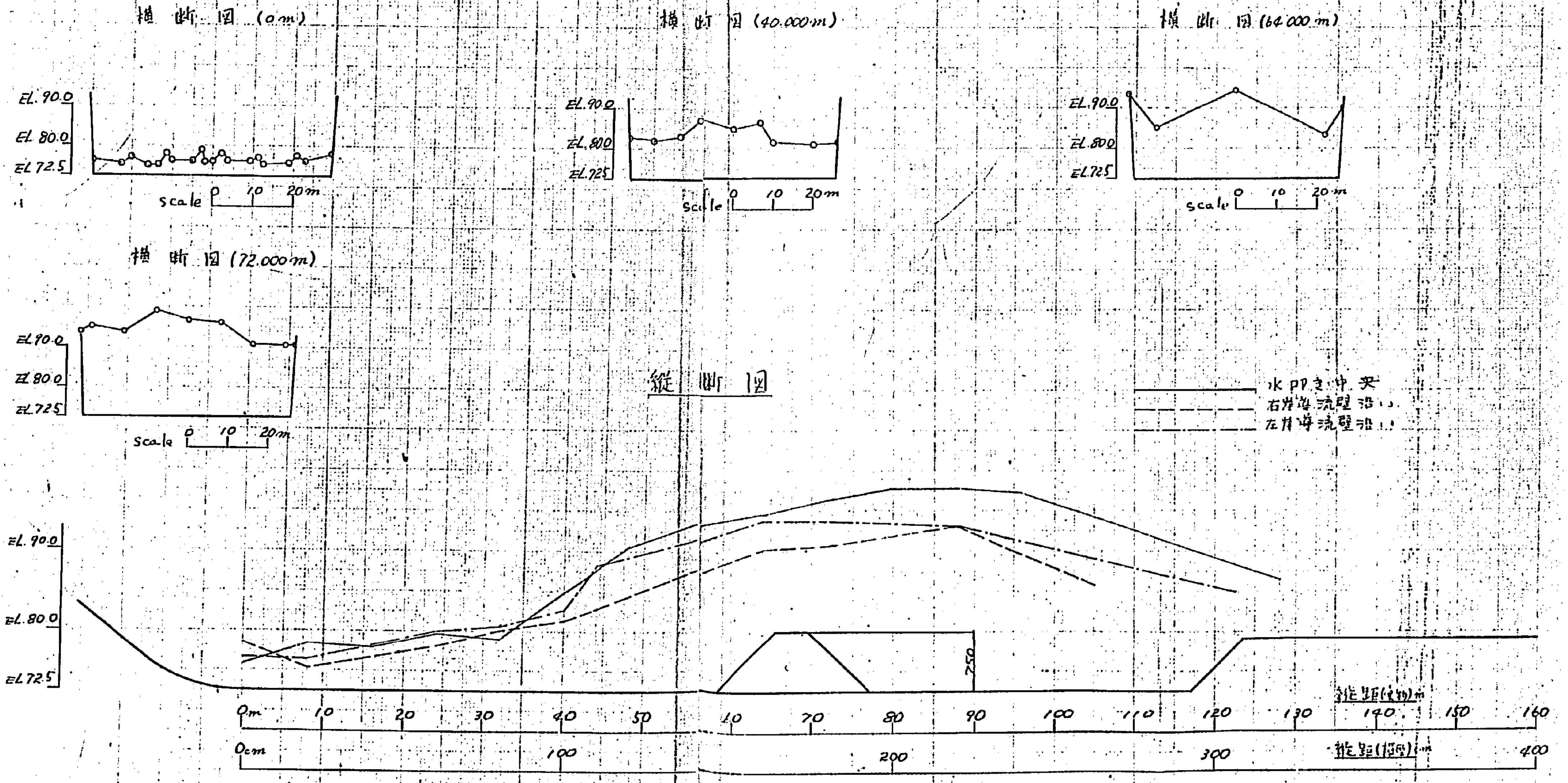


図-9(b) 水面形図

$Q = 4.800\ m^3/s$　　$h = 7.5\ m$　　$L = 70.0\ m$

下流水位：EL.91.50 m

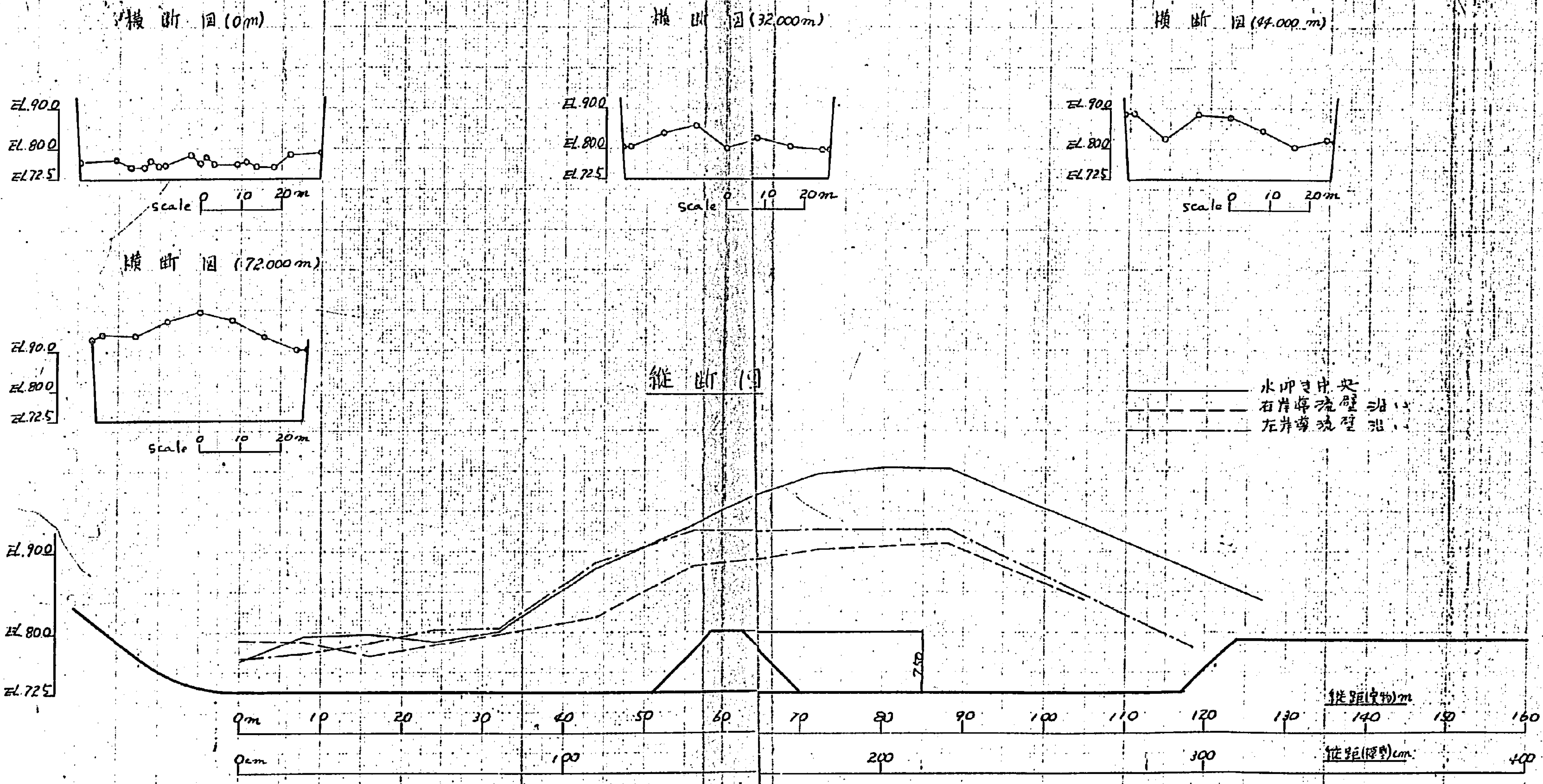


図-9(c) 水面形図

Q=4800 m³/s. h=7.5 m. L=64.0 m.
下流水位：EL. 91.50 m.

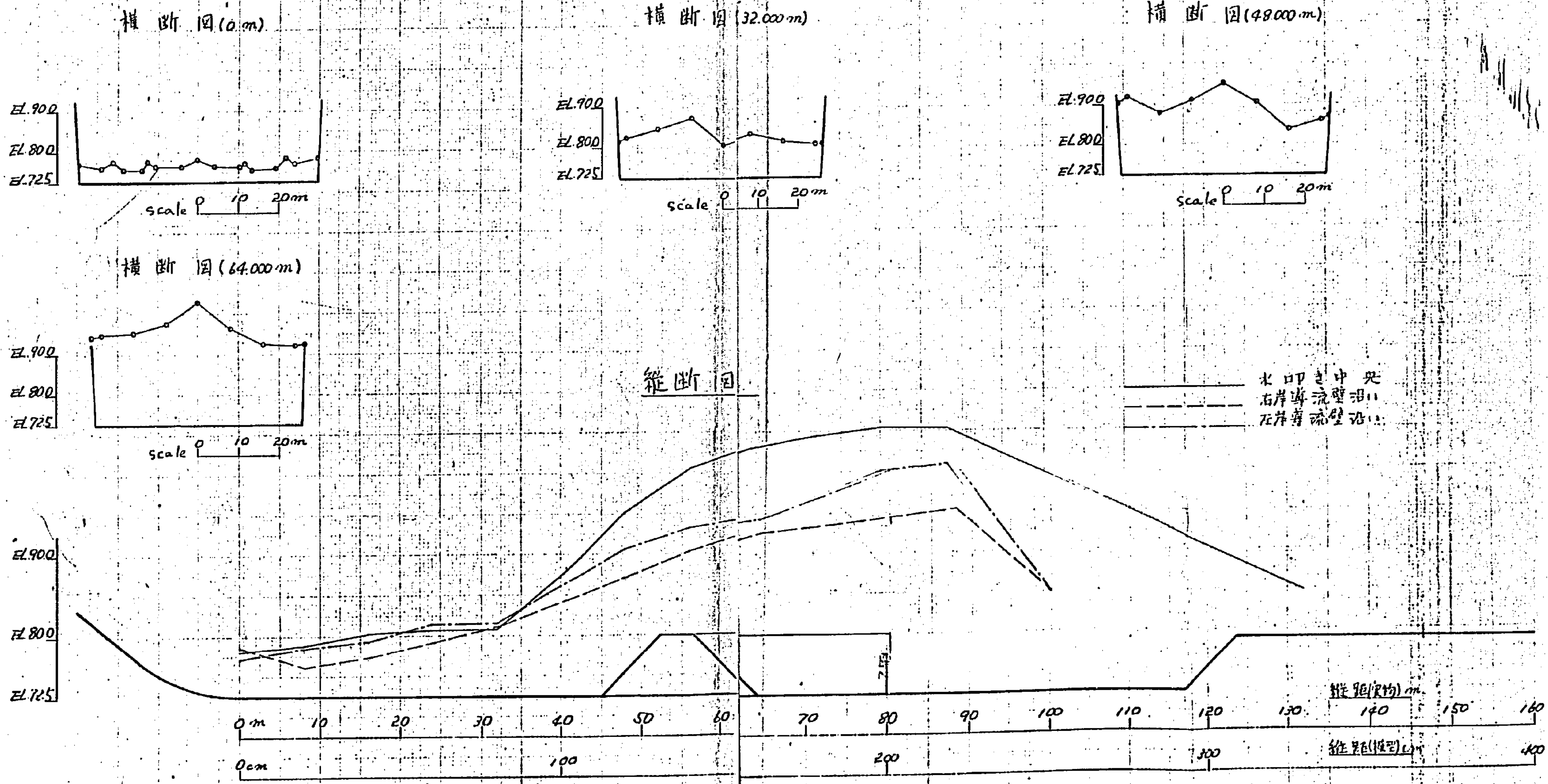


図-10(a) 水面形図

Q = 4000 m³/sec.　h = 7.5 m　L = 77.0 m

下流水位：EL. 88.99 m

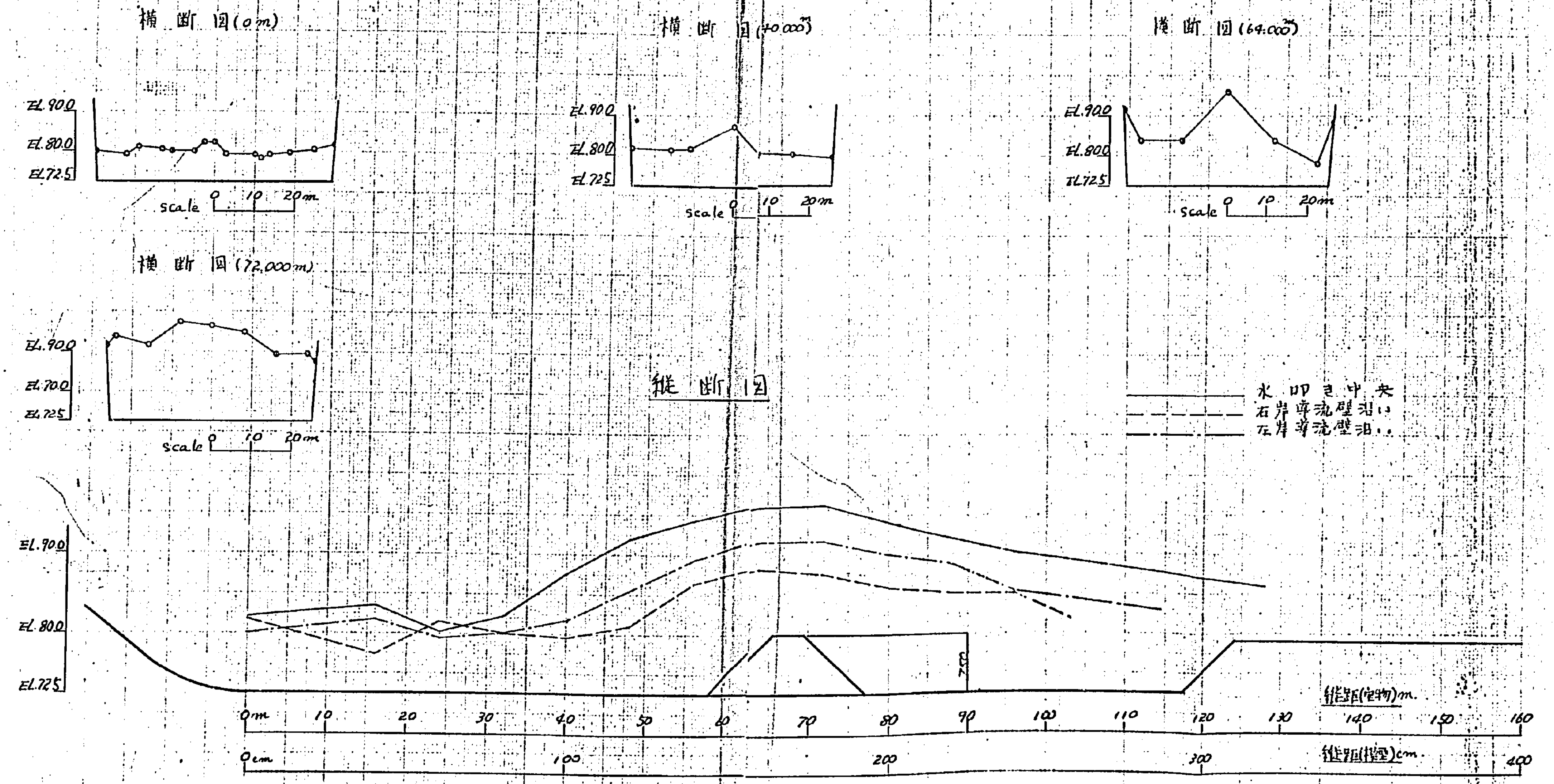


図-10(b) 水面形図

Q = 4,000 m³/s.　h = 7.5 m　L = 70.0 m

下流水位：EL 88.99 m.

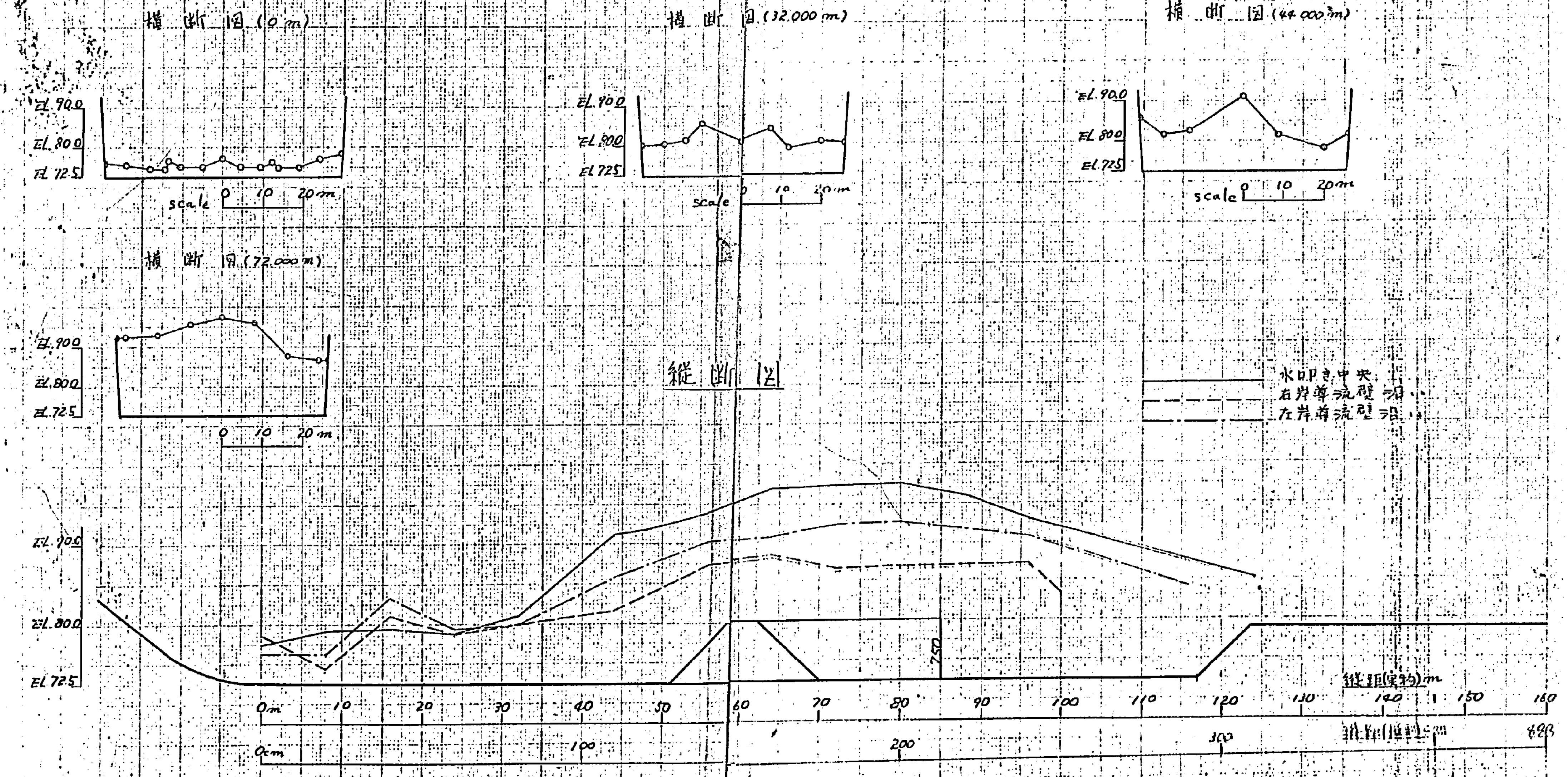


図_10(c) 水面形図

Q = 4,000 m³/s　h = 7.5 m　L = 640 m
下流水位：EL. 88.99 m.

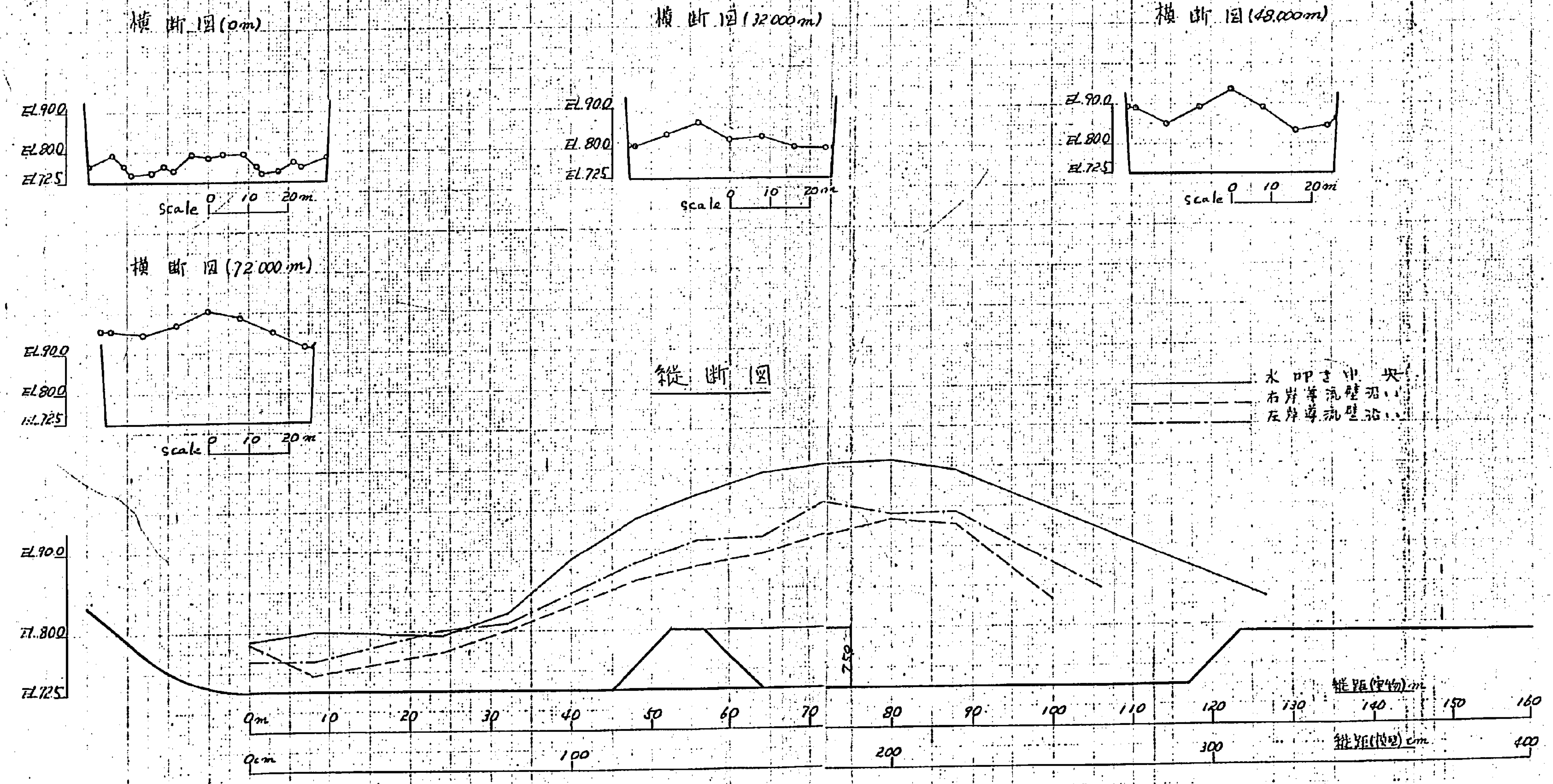


図-11(a) 水叩き内水面形図

Q=2,300 m³/s　h=7.5m　L=77.0m
下流水位：EL 85.74 m

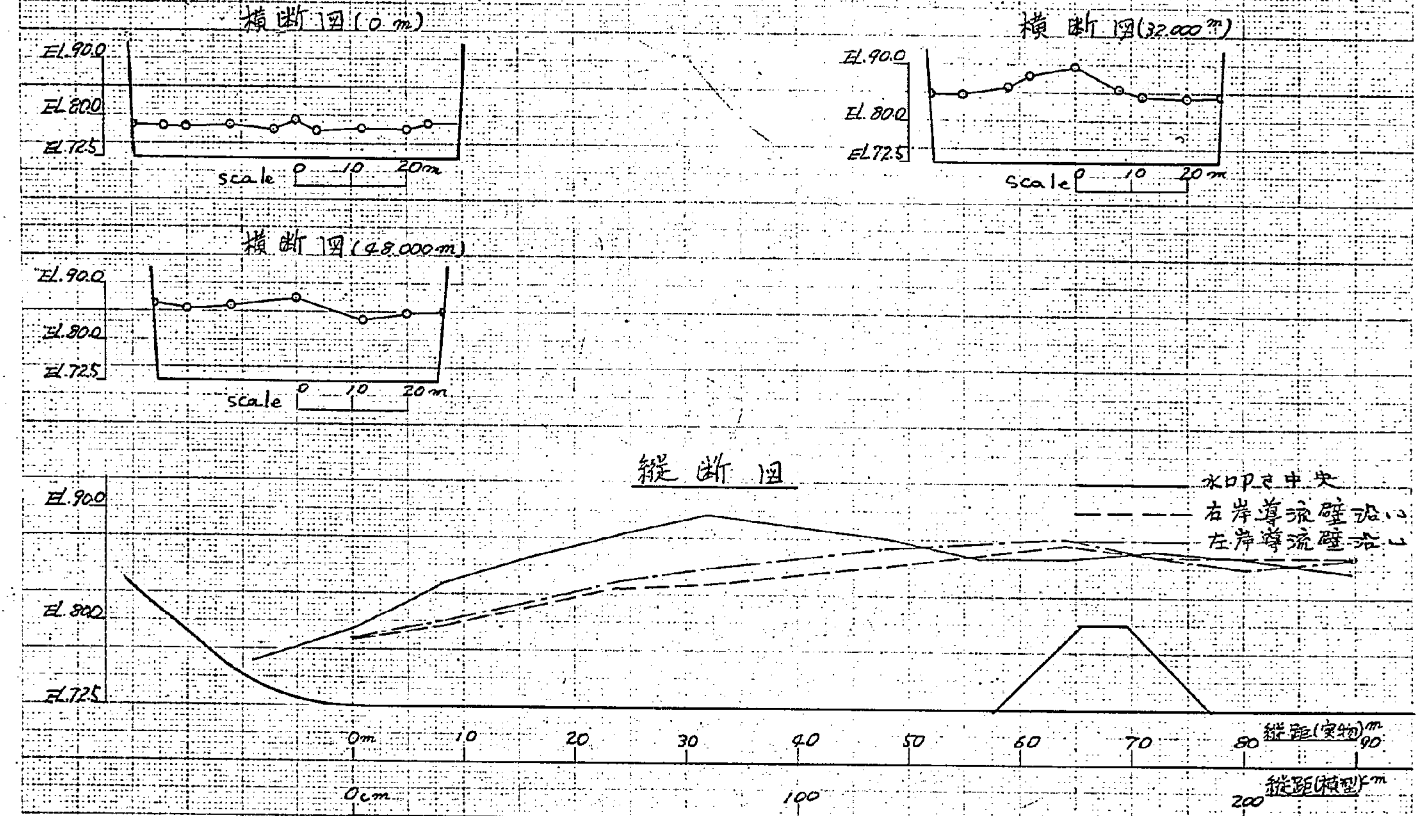


図-11(b) 水叩き内水面形図

Q = 2,300 m³/s. h = 7.5 m L = 70.0 m

下流水位：EL. 85.74 m

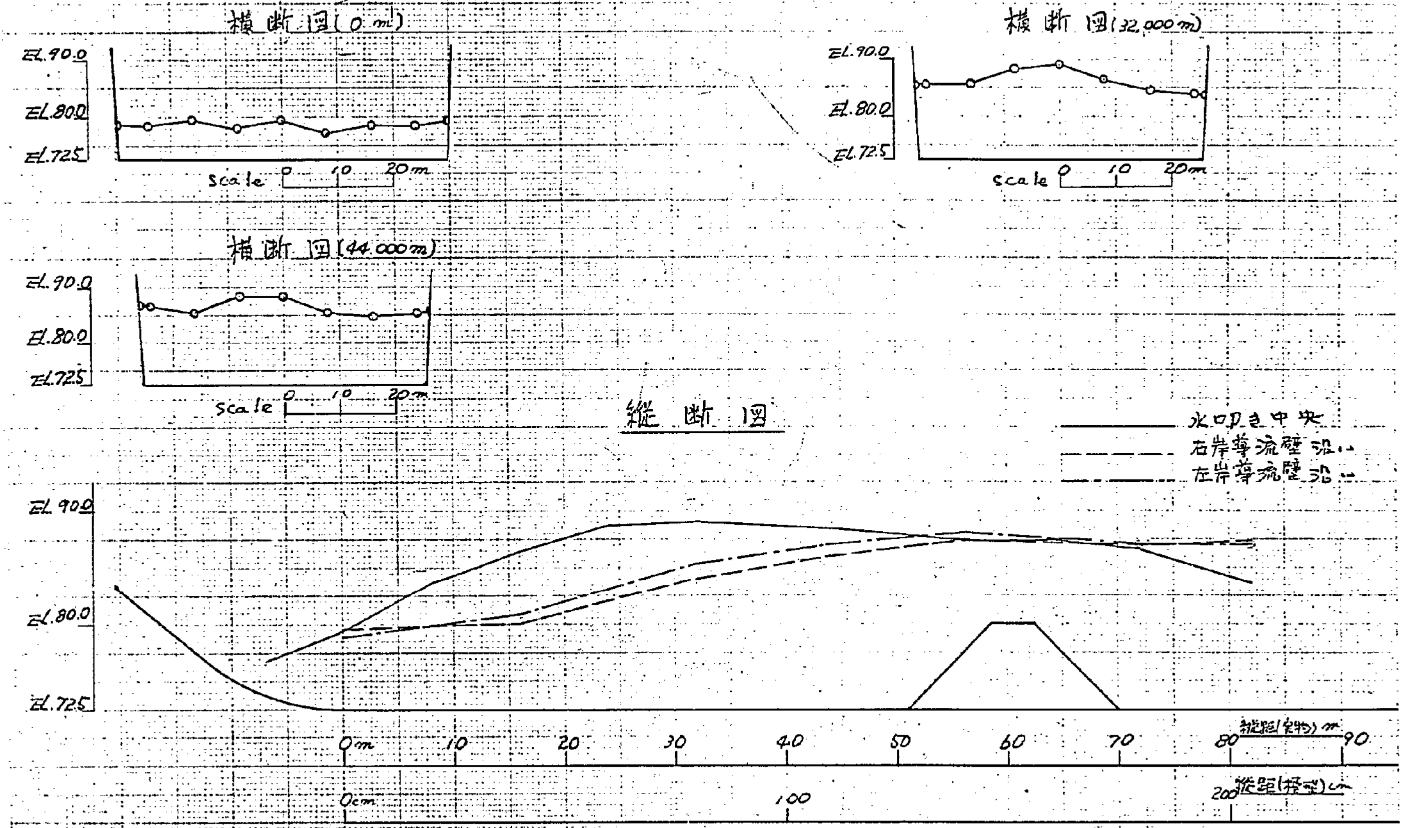


図-11(c) 水叩き内水面形図

Q = 2,300 m³/s.　h = 7.5 m.　L = 64.0 m

下流水位：EL 85.74 m

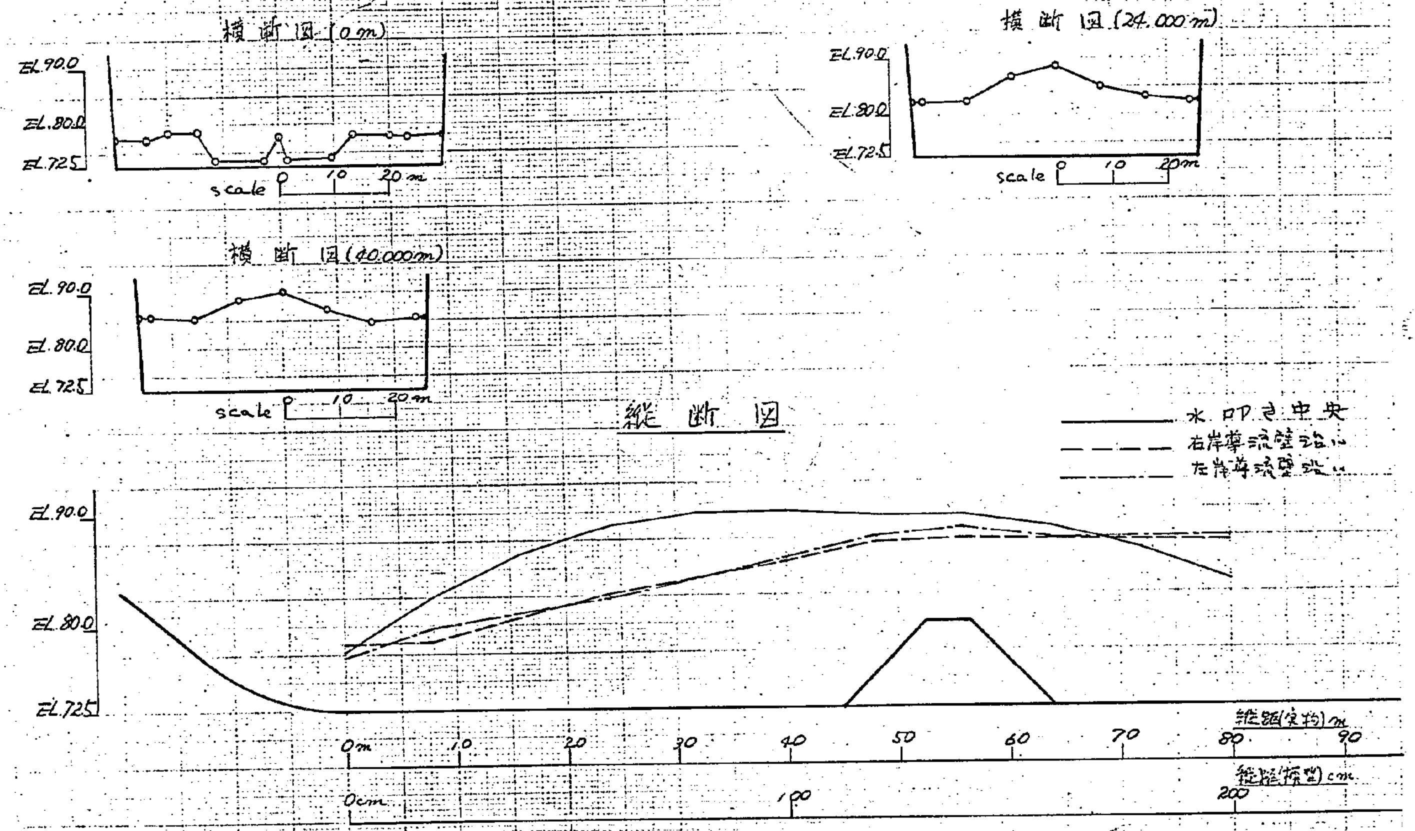


図-1([illegible]) 水叩き内水面形図

Q = 1,800 m³/s　h = 75 m　L = 770 m
下流水位 : EL 84.60 m

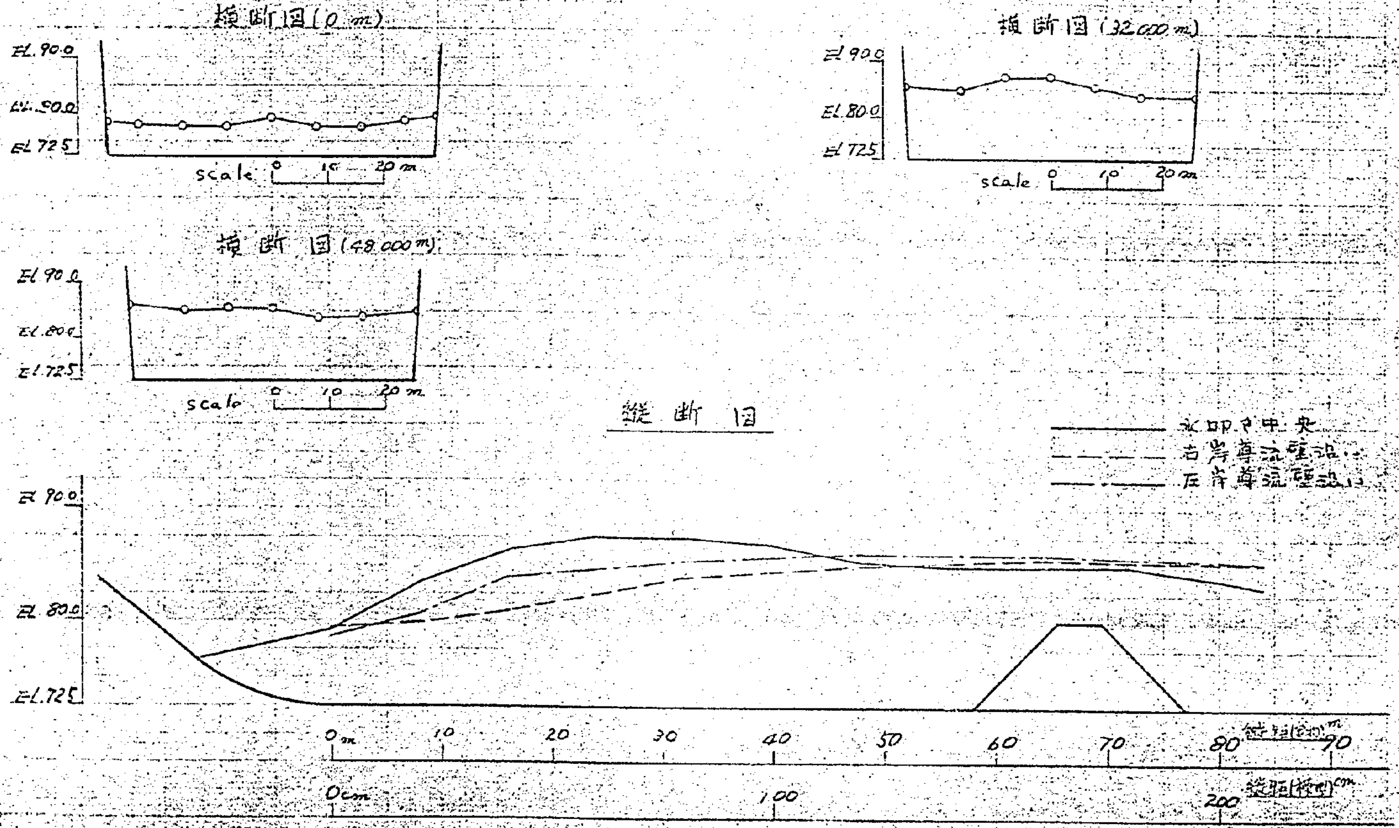
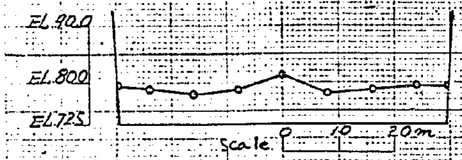


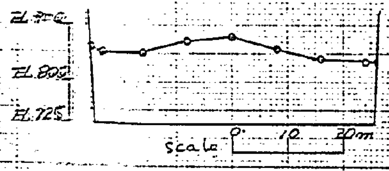
図-12(b) 水叩き内 [illegible]

Q = 1,800 m^3/s　h=7.5 m　L=70.0 m
下流水位：EL.84.60 m

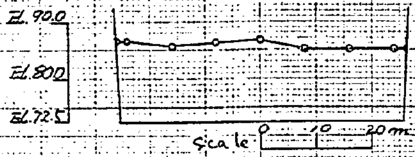
横断図(0m)



横断図(24.000m)



横断図(44.000m)



縦断図

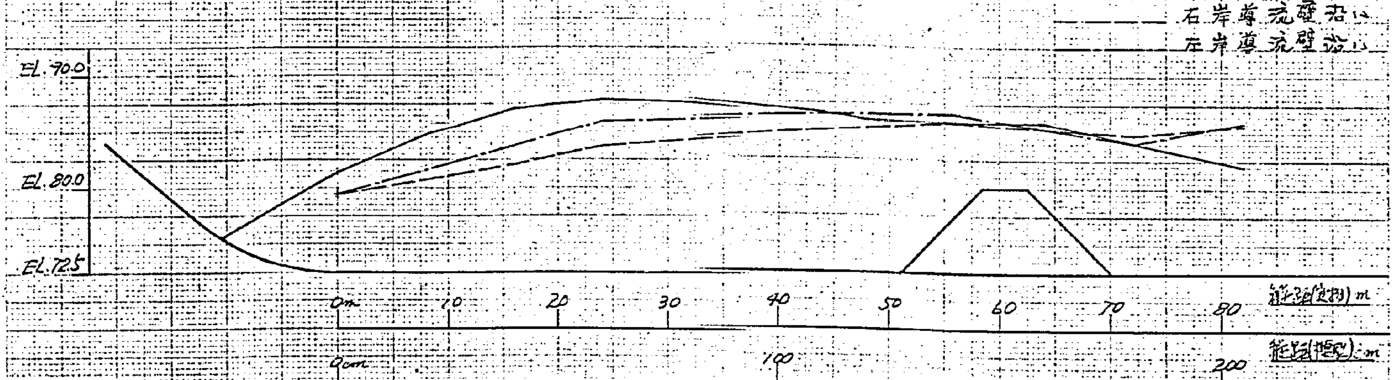
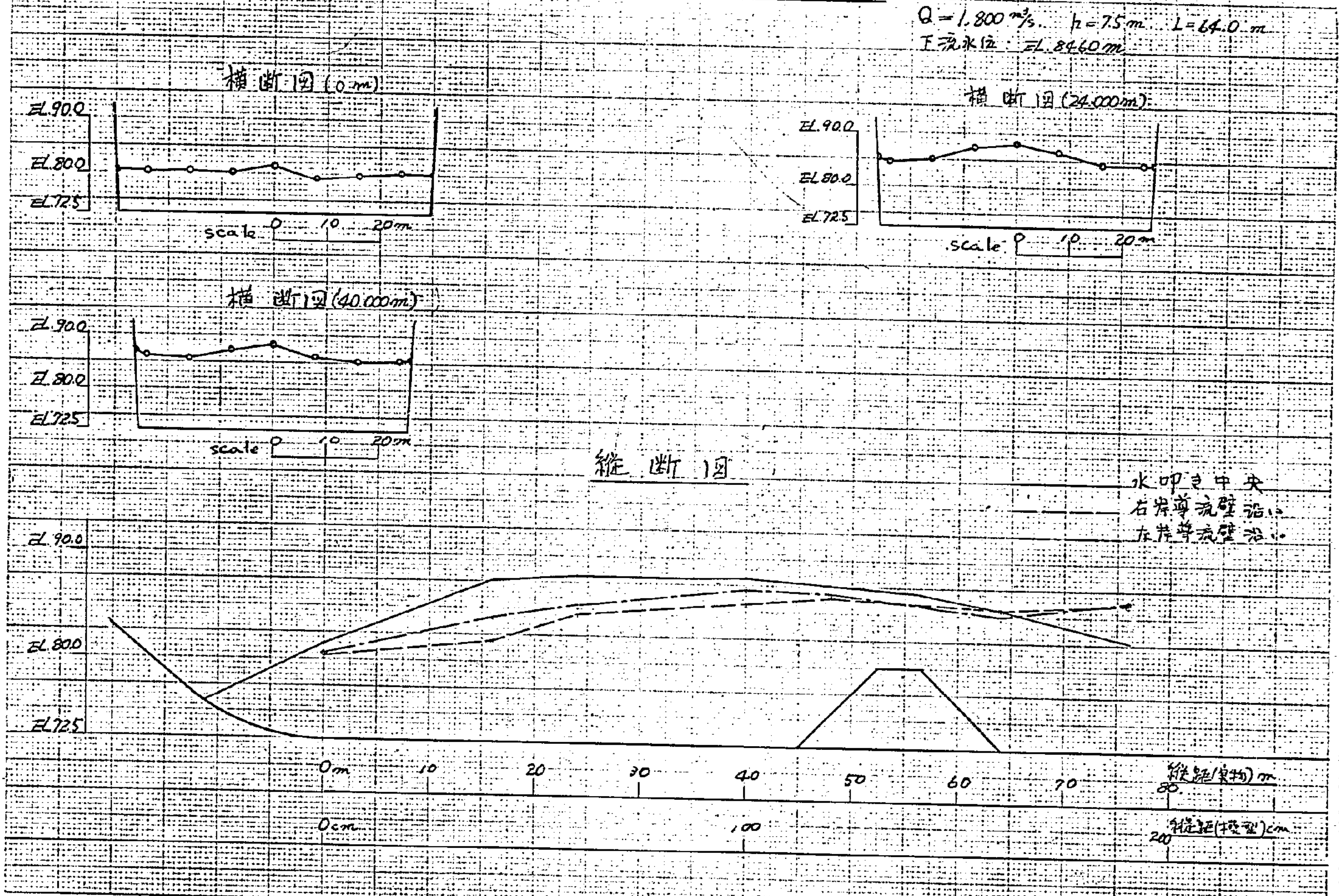
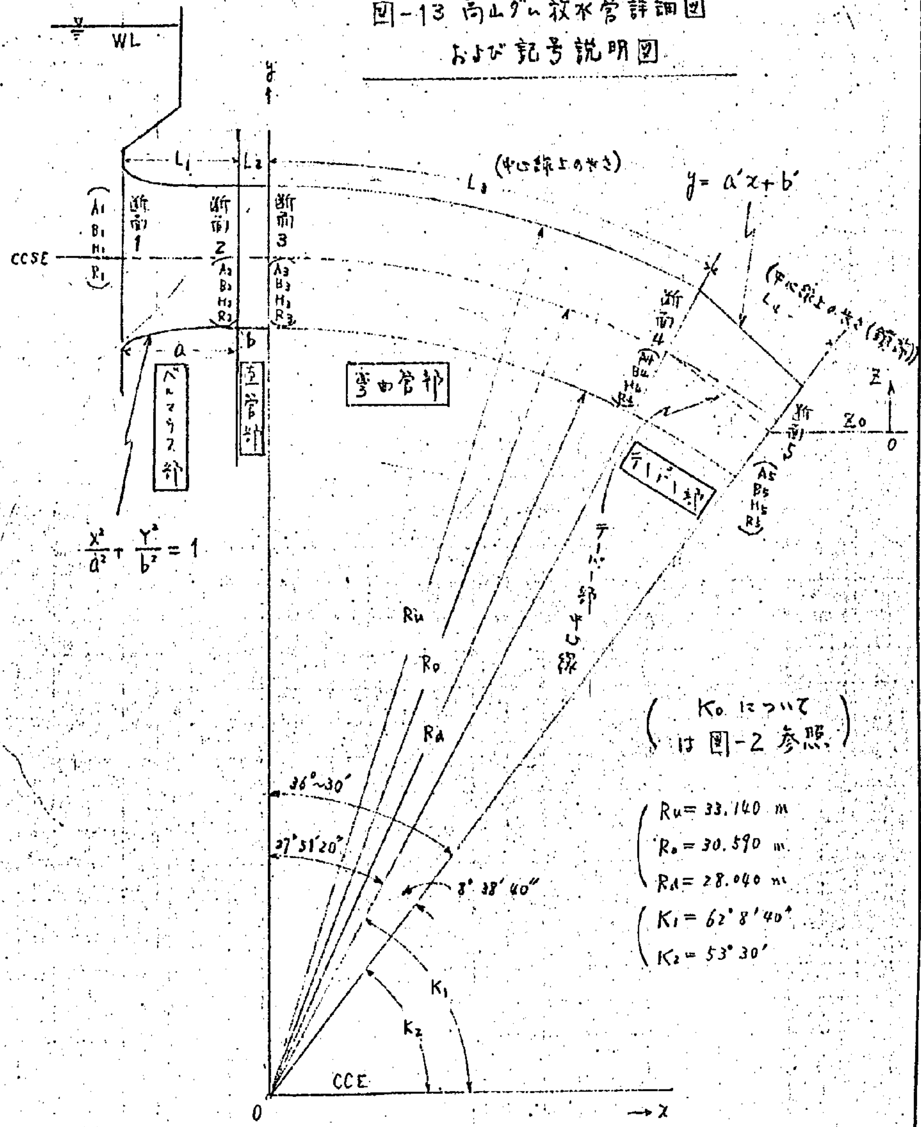


図-12(c) 水叩き内水面形図



Q=1.800 m³/s　h=7.5m　L=64.0m
下流水位：EL.84.60m

図-13 高山ダム放水管詳細図
および記号説明図



(K₀ については図-2 参照)

$R_u = 33.140$ m
$R_0 = 30.590$ m
$R_d = 28.040$ m

$K_1 = 62°8'40''$
$K_2 = 53°30'$

SEKIREI A4 NO. 54

図-~~57~~16 圧力管位置図

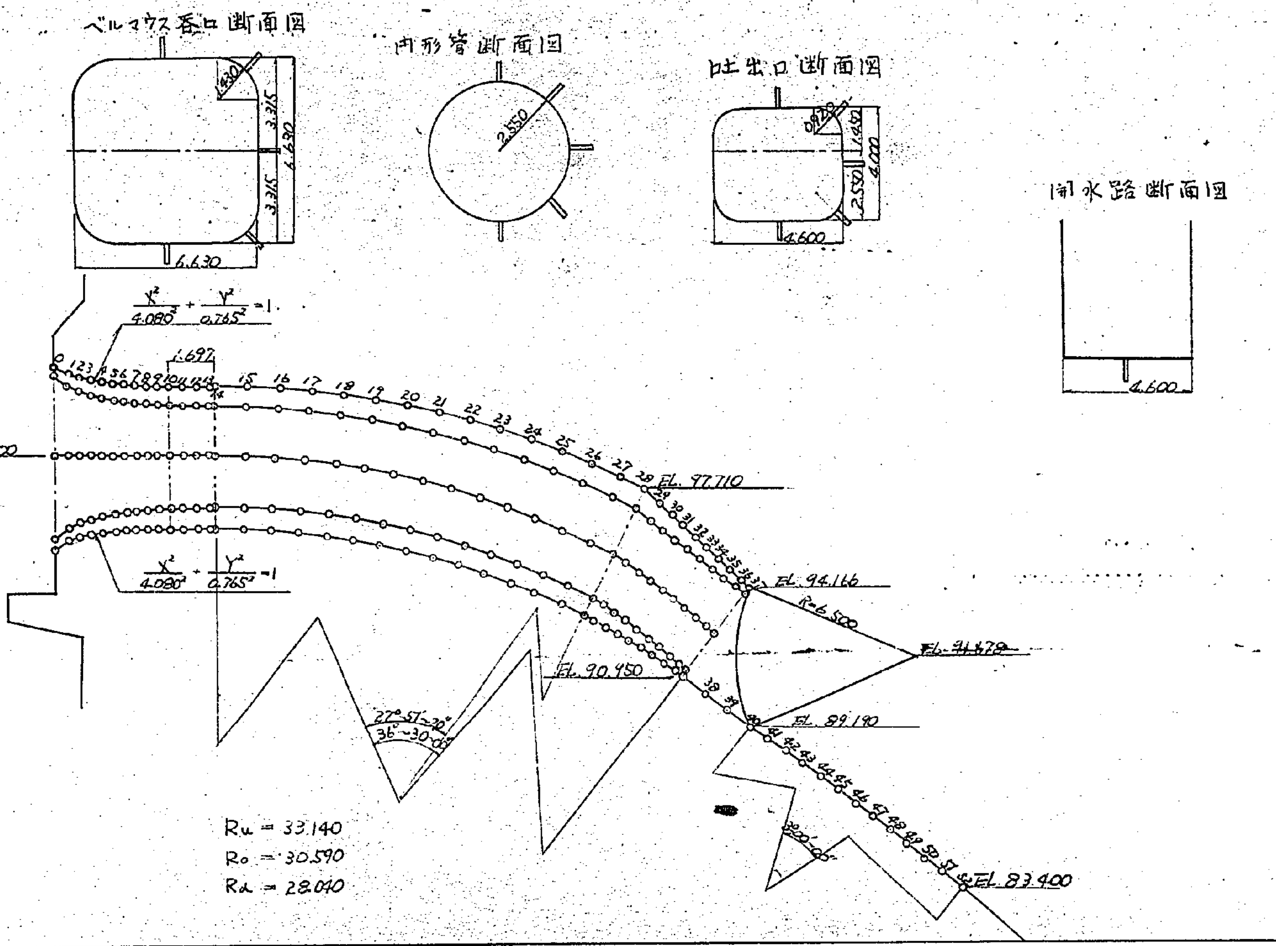


図-17(a) 放水管内圧力分布図

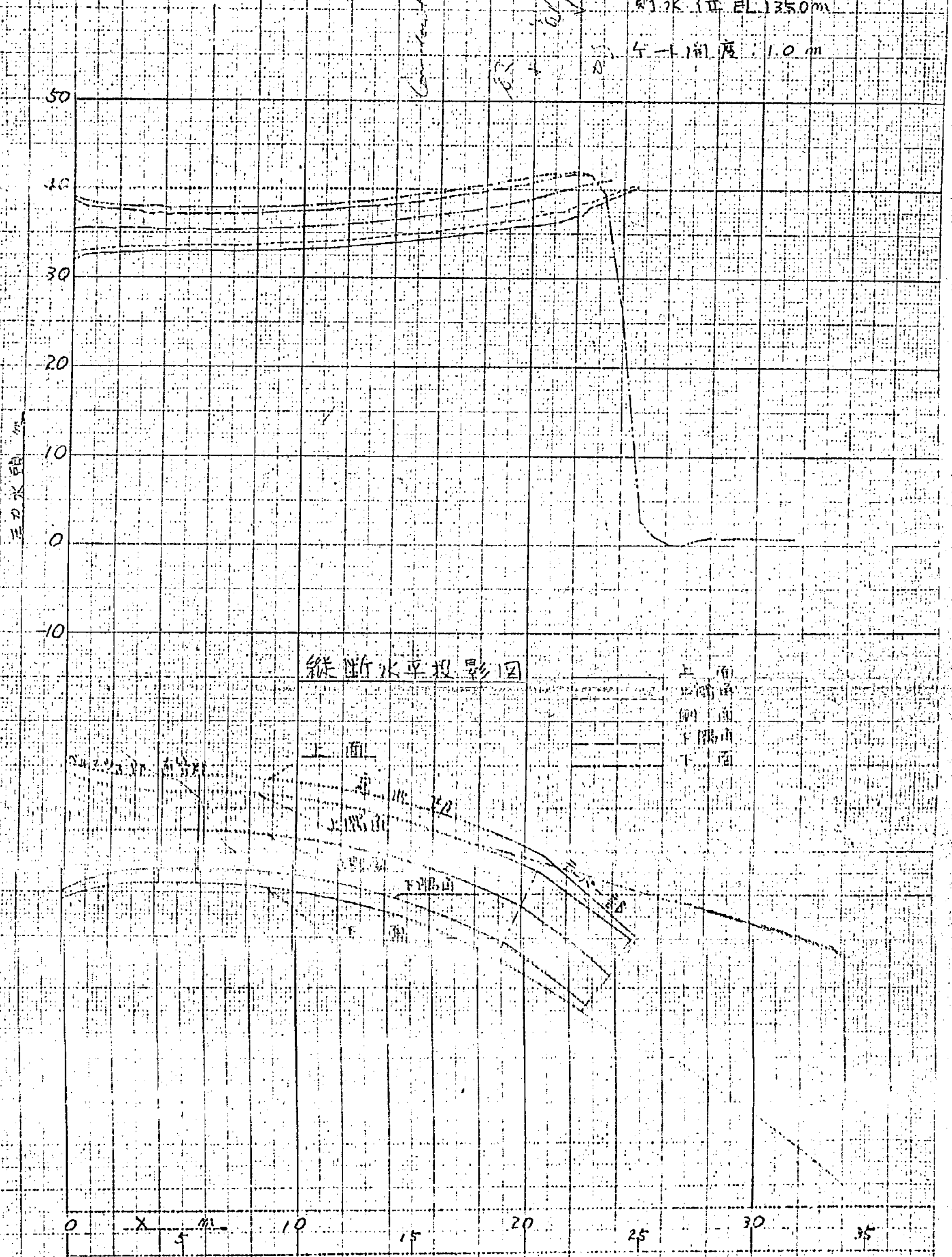


図-17(b) 放水管内圧力分布図

貯水位: EL 135.0m

ゲート開度: 2.0m

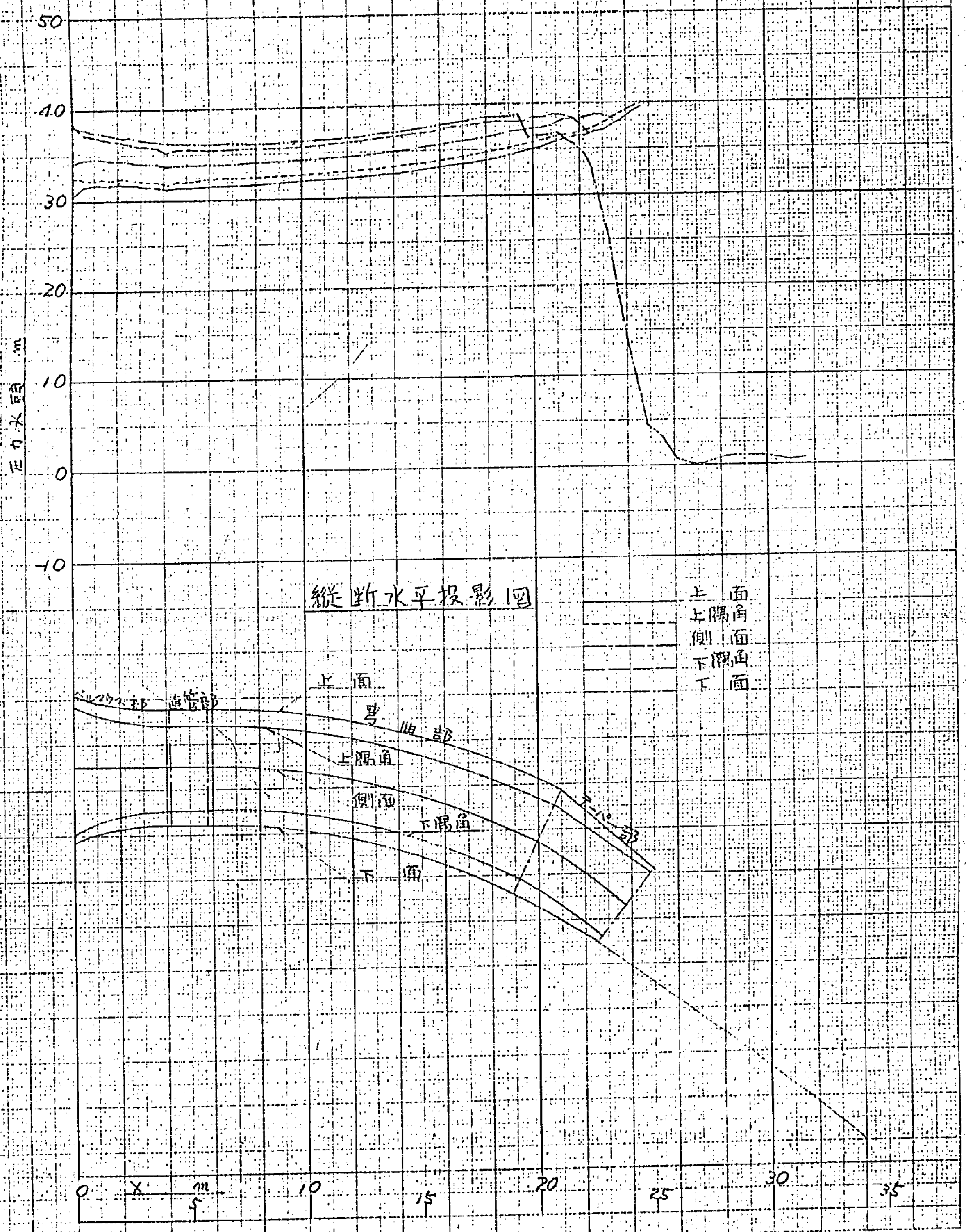


図-7(c) 放水管内圧力分布図

貯水位 EL.135.0m

ゲート開度 : 3.0 m

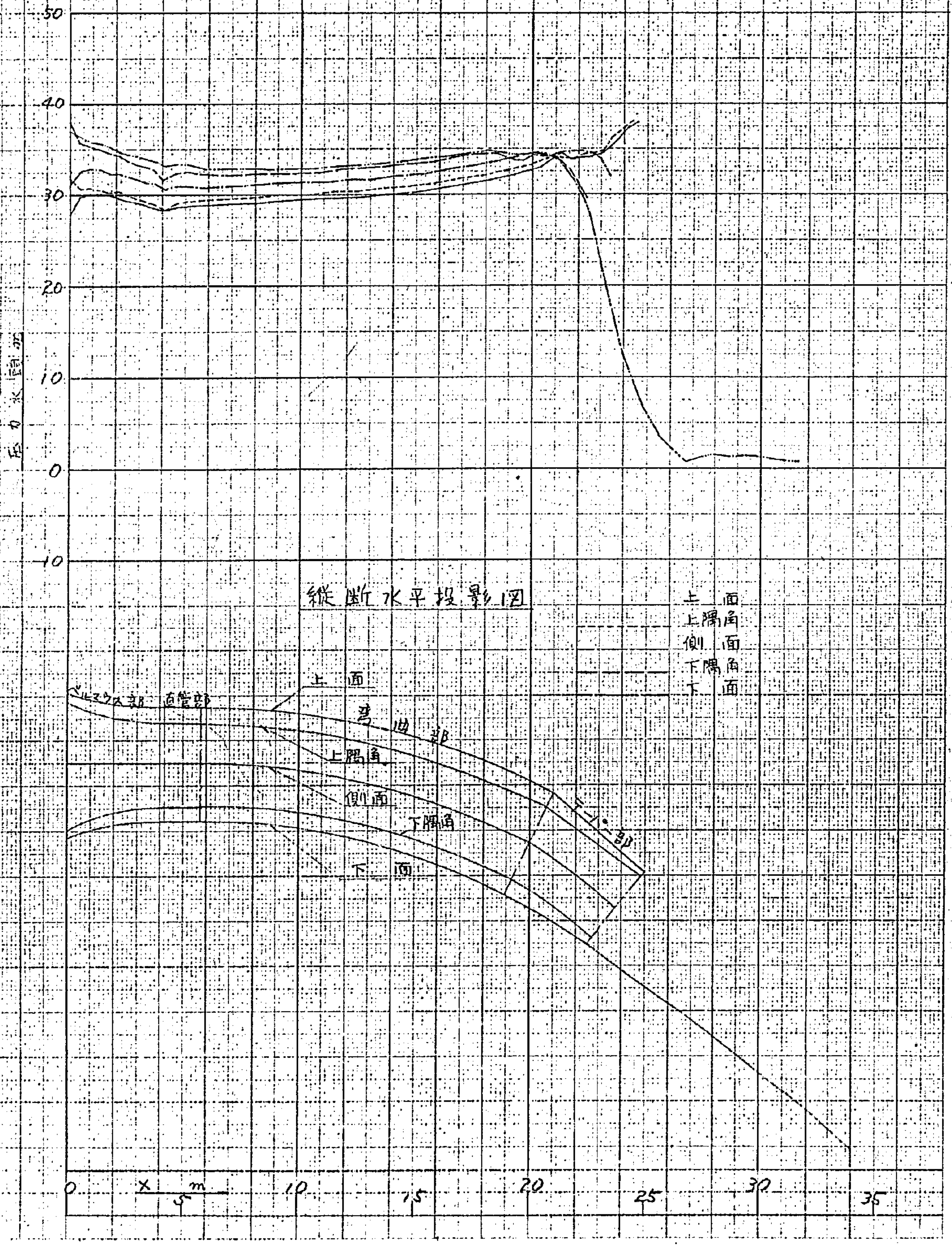


図-7(d) 放水管内圧力分布図

貯水位 EL 135.0m

ゲート開度：4.0m

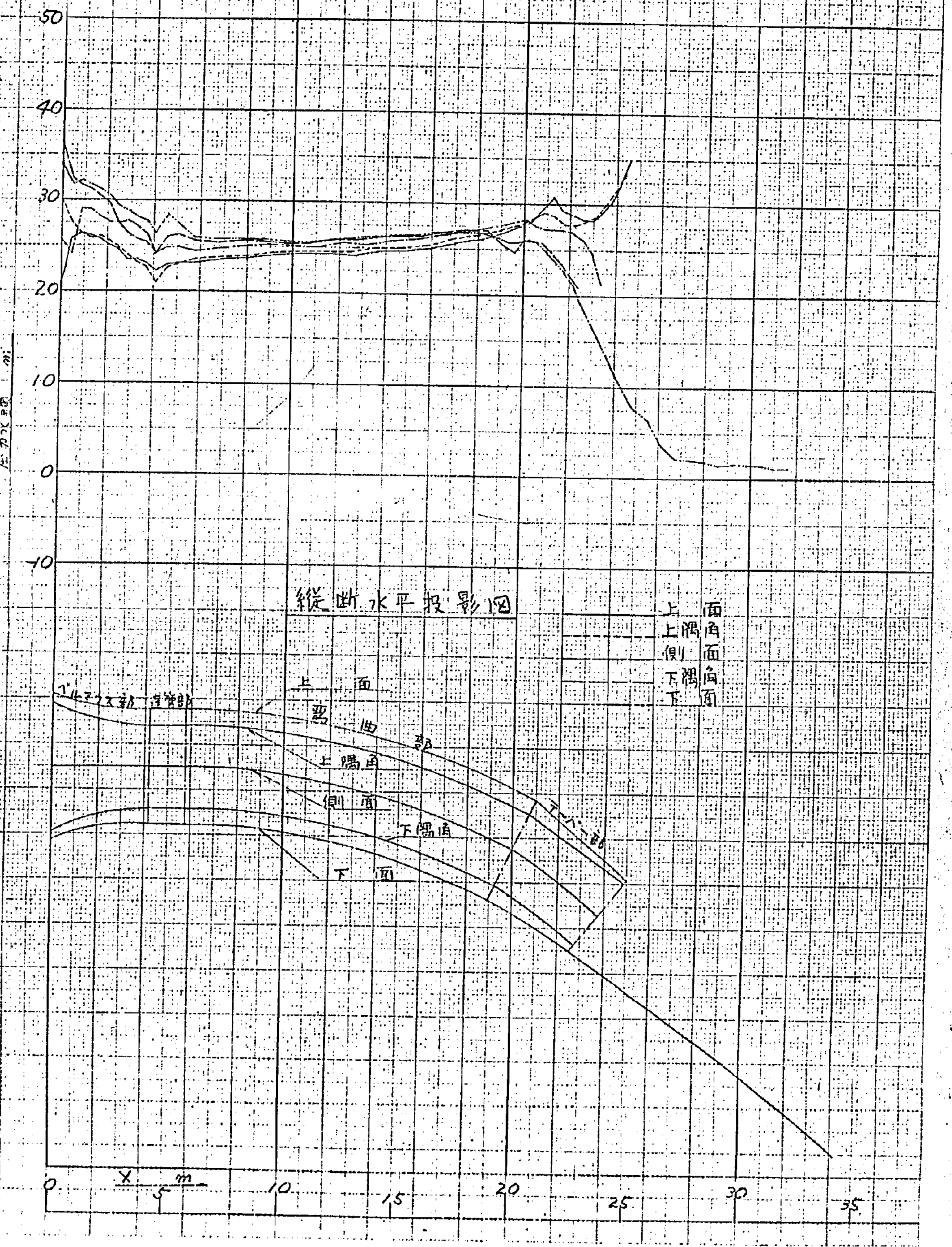


図_17(e) 放水管内圧力分布図

貯水位 EL.135.0m

ゲート開度：全開

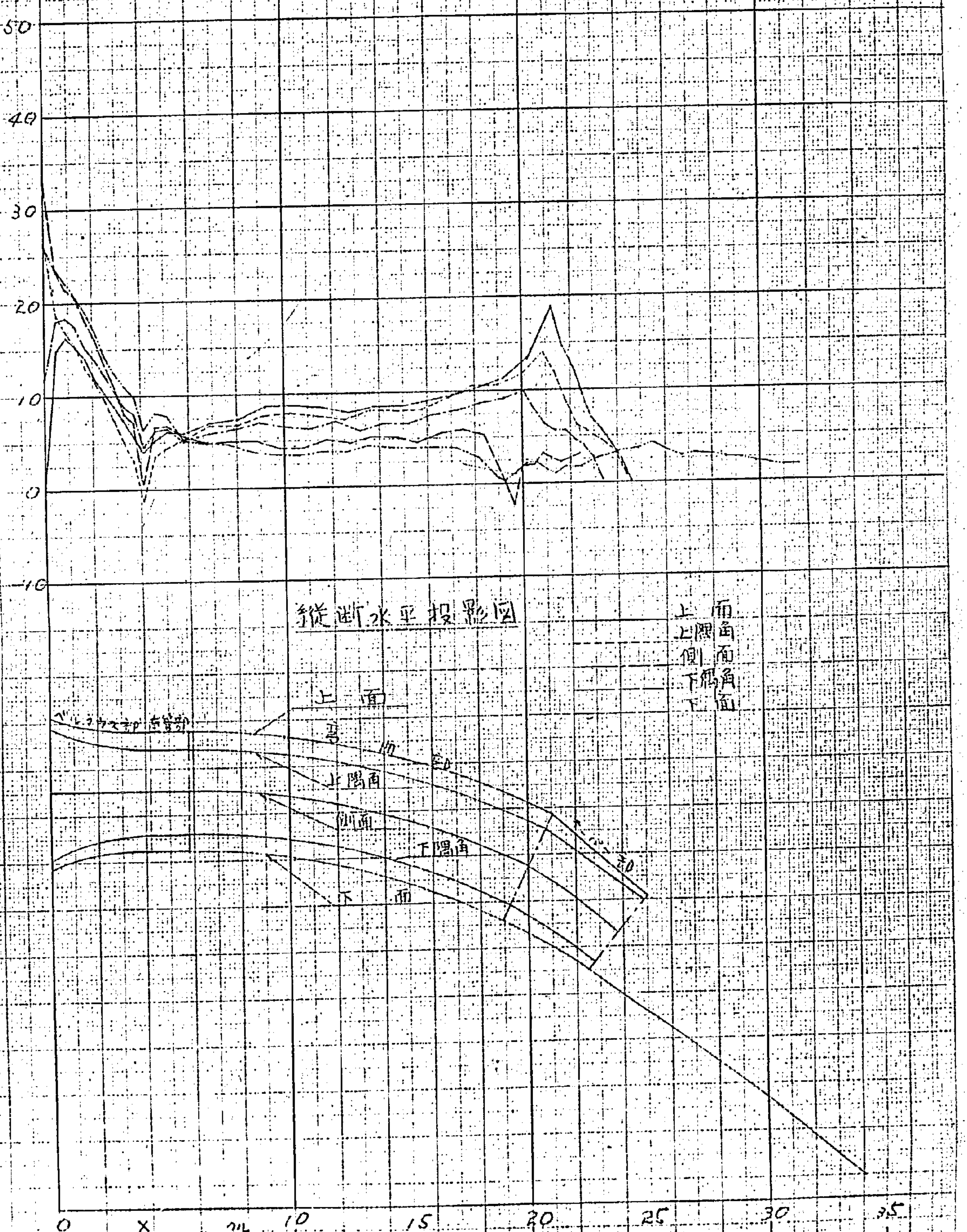
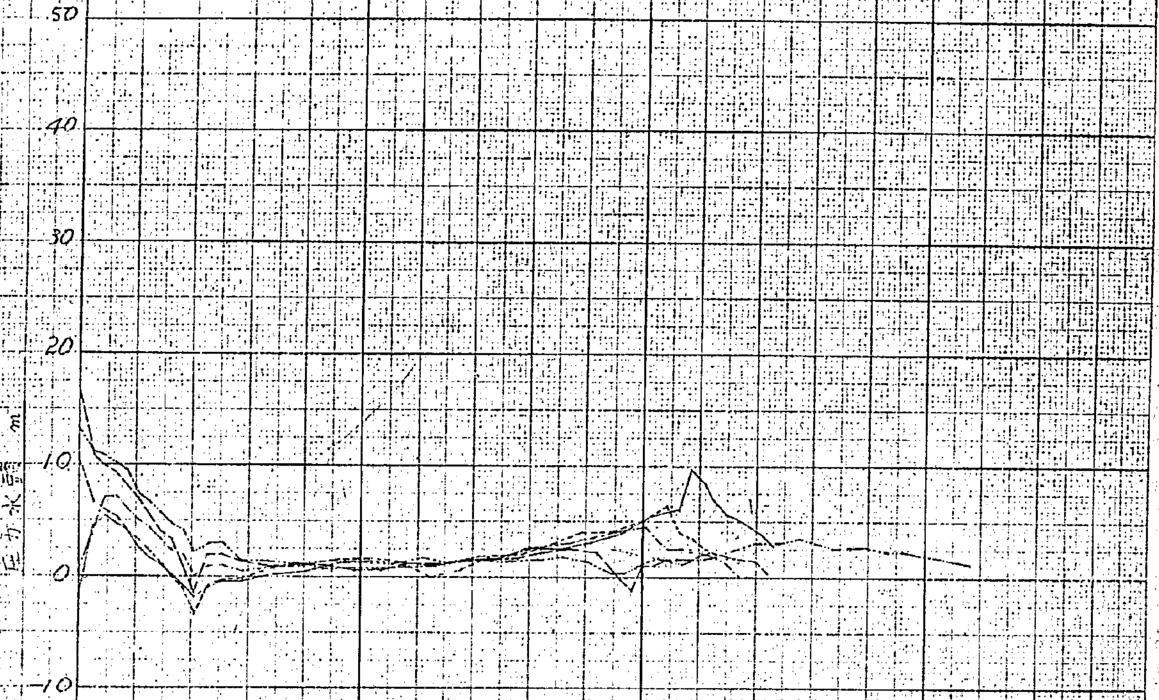


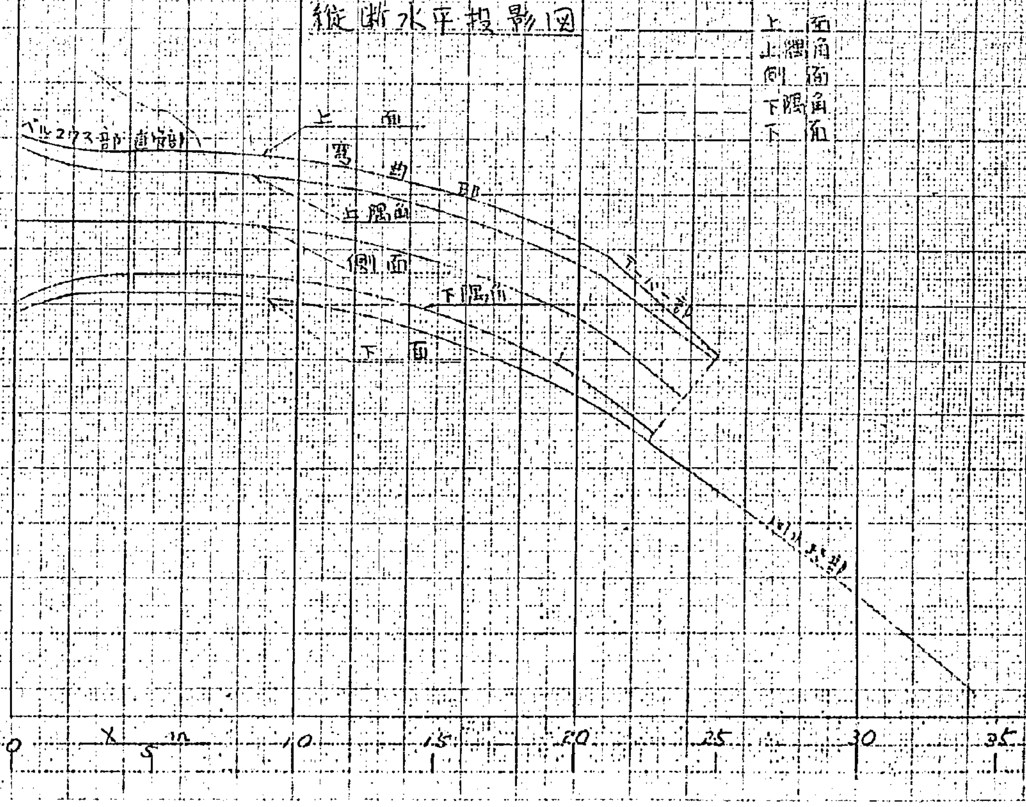
図-17(よ) 放水管内圧力分布図

貯水位 EL 17.0m

ゲート開度：全開



縦断水平投影図



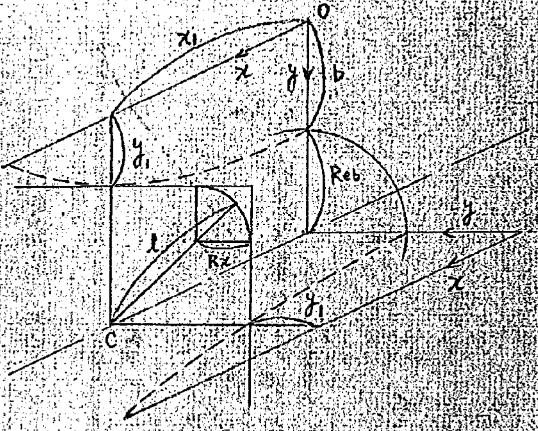


図 - 18

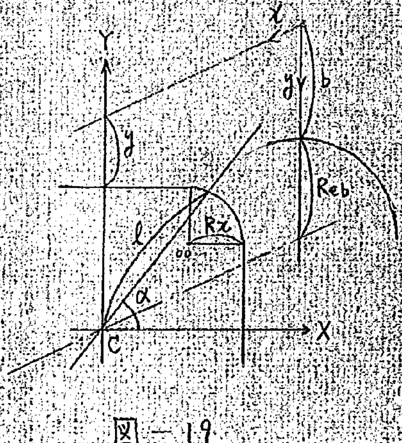
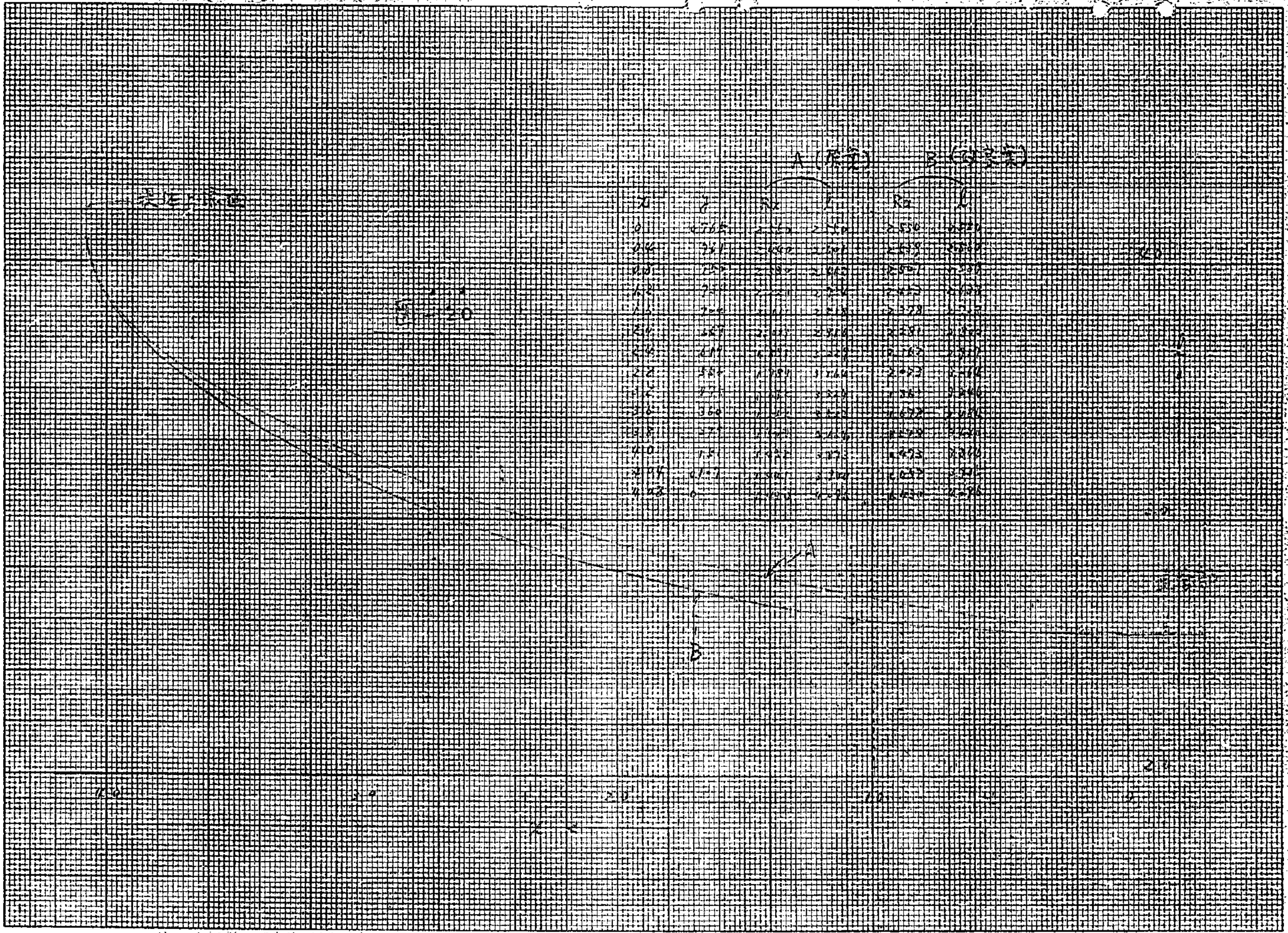


図 - 19



		A (原案)		B (改善案)	
x	z	Rx	r	Ra	l
0	.764	[illegible]	2.560	2.550	2.524
0.4	.741	[illegible]	2.501	2.539	2.518
0.8	[illegible]	[illegible]	2.645	2.507	2.390
1.2	[illegible]	[illegible]	[illegible]	2.433	[illegible]
1.6	[illegible]	[illegible]	[illegible]	2.378	[illegible]
2.0	.667	[illegible]	2.916	2.291	[illegible]
2.4	.611	[illegible]	[illegible]	2.163	[illegible]
2.8	.561	1.954	3.264	2.073	[illegible]
3.2	.471	[illegible]	3.524	[illegible]	3.446
3.6	.360	[illegible]	[illegible]	1.672	[illegible]
3.8	.271	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
4.0	.151	[illegible]	[illegible]	1.423	[illegible]
4.24	[illegible]	[illegible]	[illegible]	1.082	[illegible]
4.42	0	[illegible]	[illegible]	[illegible]	4.296

JES A-4 180×250

表_5(2) 水位数表（横断）

Q = 2300 m^3/sec.　下流水位 EL 85.74 m
単位：m.

シル高	シル位置	横断面	横断距離	左 沿	-20.000	-15.600	-12.800	-11.600	-2.800	0.000	3.200	11.600	12.800	20.000	右 沿
6.000	90.000	0.000	水 位	76.336	75.280	73.540	74.800	73.740	73.740	78.620	75.616	75.616	75.732	75.600	78.184

シル高	シル位置	横断面	横断距離	左 沿	-20.000	-16.000	-14.000	-10.800	-4.000	0.000	2.000	2.800	12.000	16.000	右 沿
6.000	90.000	8.000	水 位	76.240	76.860	77.580	80.140	73.780	73.780	81.616	73.520	73.980	80.300	76.840	76.340

シル高	シル位置	横断面	横断距離	左 沿	-20.000	-16.000	-12.000	-8.000	-4.000	0.000	4.000	8.000	12.000	20.000	右 沿
6.000	90.000	40.000	水 位	81.960	82.084	81.716	85.900	88.232	90.428	87.180	86.708	86.704	81.424	81.429	81.700

シル高	シル位置	横断面	横断距離	左 沿	-20.000	-12.000	-8.000	-4.000	0.000	8.000	16.000	右 沿
7.500	90.000	0.000	水 位	77.600	77.344	77.708	74.460	74.840	78.100	77.056	77.820	78.856

シル高	シル位置	横断面	横断距離	左 沿	-20.000	-12.000	-4.000	0.000	8.000	12.000	20.000	右 沿
7.500	90.000	32.000	水 位	84.460	83.756	87.396	87.040	88.136	84.904	83.740	83.604	83.700

シル高	シル位置	横断面	横断距離	左 沿	-20.000	-12.000	-4.000	0.000	8.000	12.000	20.000	右 沿
7.500	90.000	64.000	水 位	87.168	87.152	85.108	84.356	84.680	81.972	84.440	84.680	85.244

シル高	シル位置	横断面	横断距離	左 沿	-24.000	-16.000	-8.000	0.000	8.000	16.000	24.000	右 沿
9.000	90.000	0.000	水 位	79.656	78.950	79.560	79.740	80.586	79.268	79.472	80.080	80.628

シル高	シル位置	横断面	横断距離	左 沿	-16.000	-8.000	0.000	8.000	16.000	右 沿
9.000	90.000	40.000	水 位	87.620	87.148	88.864	86.424	86.772	85.628	86.424

シル高	シル位置	横断面	横断距離	左 沿	-16.000	-8.000	0.000	8.000	16.000	右 沿
9.000	90.000	64.000	水 位	88.284	87.948	86.700	86.656	86.000	87.000	87.708

39. 12. 100×200

No.

表－5(b) 水位数表（横断）

Q＝2300 m³/sec.　下流水位 EL. 85.74 m.
単位：m.

シル高	シル位置	横断面	横断距離	左沿	-24.000	-18.00	-12.8	-8.000	-5.200	-2.000	0.000	1.200	3.200	6.800	10.800	12.800	20.000	21.600	24.400	右沿
6.000	77.000	0.000	水位	78.468	75.576	75.704	75.260	74.444	74.324	74.720	76.648	74.652	73.576	74.884	74.100	76.096	75.668	75.576	77.432	80.780

シル高	シル位置	横断面	横断距離	左沿	-20.000	-12.000	-4.000	0.000	10.000	16.000	右沿
6.000	77.000	32.000	水位	82.304	81.100	81.400	87.484	88.256	81.664	81.428	81.440

シル高	シル位置	横断面	横断距離	左沿	-20.000	-12.000	-4.000	0.000	6.000	12.000	20.000	右沿
6.000	77.000	64.000	水位	86.300	84.600	84.068	85.960	85.662	82.776	82.588	83.892	84.588

シル高	シル位置	横断面	横断距離	左沿	-24.000	-16.000	-8.000	0.000	8.000	16.000	24.000	右沿
7.500	77.000	0.000	水位	79.192	79.760	78.948	78.788	78.828	78.352	78.780	79.664	80.472

シル高	シル位置	横断面	横断距離	左沿	-16.000	-8.000	0.000	8.000	16.000	右沿
7.500	77.000	32.000	水位	86.240	86.740	88.692	88.500	87.200	85.084	85.956

シル高	シル位置	横断面	横断距離	左沿	-16.000	-8.000	0.000	8.000	16.000	右沿
7.500	77.000	48.000	水位	87.620	86.628	87.780	88.425	85.876	85.572	85.756

シル高	シル位置	横断面	横断距離	左沿	-16.000	-8.000	0.000	8.000	16.000	右沿
9.000	77.000	0.000	水位	80.420	80.500	80.812	81.180	80.576	80.308	81.300

シル高	シル位置	横断面	横断距離	左沿	-16.000	-8.000	0.000	8.000	16.000	右沿
9.000	77.000	32.000	水位	87.260		88.428	87.028	87.180	85.748	86.268

シル高	シル位置	横断面	横断距離	左沿	-16.000	-8.000	0.000	8.000	16.000	右沿
9.000	77.000	48.000	水位	87.868	86.780	87.704	88.424	86.456	86.216	87.060

表_5(C) 水位数表(横断)

Q = 2,300 m³/sec. 下流水位：EL. 85.74 m
単位：m.

シル高	シル位置	横断面	横断距離	左 沿	-24.000	-20.000	-17.600	-15.600	-13.200	-11.600	-2.000	0.000	2.000	11.200	12.000
6.000	64.000	0.000	水 位	76.660	75.100	74.496	73.680	73.680	74.596	73.600	73.736	79.280	73.800	73.800	74.960

シル高	シル位置	横断面	横断距離	14.000	19.600	20.800	右 沿
6.000	64.000	0.000	水 位	73.772	73.772	75.340	78.260

シル高	シル位置	横断面	横断距離	左 沿	-16.000	-12.800	-10.400	-4.400	0.000	2.000	10.000	13.200	17.200	右 沿
6.000	64.000	8.000	水 位	74.730	73.868	81.108	73.664	73.664	81.700	77.660	77.660	78.380	73.180	74.384

シル高	シル位置	横断面	横断距離	左 沿	-20.000	-12.000	-4.000	0.000	4.000	12.000	20.000	右 沿
6.000	64.000	56.000	水 位	86.100	81.980	88.268	92.180	91.780	90.156	82.700	80.708	84.500

シル高	シル位置	横断面	横断距離	左 沿	-24.000	-16.000	-8.000	0.000	8.000	16.000	24.000	右 沿
7.500	64.000	0.000	水 位	78.980	78.980	79.080	78.596	79.852	78.864	79.140	79.380	79.692

シル高	シル位置	横断面	横断距離	左 沿	-16.000	-8.000	0.000	8.000	16.000	右 沿
7.500	64.000	32.000	水 位	85.560	85.720	87.664	88.840	86.076	84.596	84.780

シル高	シル位置	横断面	横断距離	左 沿	-16.000	-8.000	0.000	8.000	16.000	右 沿
7.500	64.000	56.000	水 位	87.768	86.812	88.028	88.584	87.060	86.348	86.880

シル高	シル位置	横断面	横断距離	左 沿	-16.000	-8.000	0.000	8.000	16.000	右 沿
9.000	64.000	0.000	水 位	80.660	80.004	80.700	81.900	80.676	79.900	80.860

シル高	シル位置	横断面	横断距離	左 沿	-16.000	-8.000	0.000	8.000	16.000	右 沿
9.000	64.000	32.000	水 位	87.144	86.700	88.304	88.864	87.212	85.704	85.900

シル高	シル位置	横断面	横断距離	左 沿	-16.000	-8.000	0.000	8.000	16.000	右 沿
9.000	64.000	52.000	水 位	88.448	87.480	89.160	87.948	88.024	86.260	87.700

㊟ 水叩き中央を横断距離0mとし
左岸側は負号
右岸側を正号
とする。

表－5(d) 水位数表(縦断)

$Q = 2,300\ m^3/sec.$ 下流水位:EL 85.74

h=9.000 m 単位:m

シル高	シル位置	縦断距離＼水位	-10.800	0.000	80.000	16.000	24.000	32.000	40.000	48.000	52.000	64.000	72.000
h=9.000	L=64.000	右岸沿		80.860		82.468	84.860	85.900			87.700	85.908	87.260
		水叩き中央	80.720	81.900	84.380	85.960	87.900	88.864	87.040	87.512	87.948	86.440	83.580
		左岸沿		80.610		83.656	85.900	87.144			88.448	85.232	86.544

シル高	シル位置	縦断距離＼水位	-11.200	0.000	80.000	16.000	24.000	32.000	40.000	48.000	56.000	64.000	72.000	80.000
h=9.000	L=77.000	右岸沿		81.300	81.684	82.460		86.268		87.060		88.060		84.780
		水叩き中央	80.220	81.180	84.004	86.380	88.120	89.028	89.024	88.424	87.868	88.020	87.180	84.800
		左岸沿		80.420	81.996	84.332		87.260		87.868		88.332		83.980

シル高	シル位置	縦断距離＼水位	-10.800	0.000	80.000	16.000	24.000	32.000	40.000	48.000	56.000	64.000	72.000	80.000	88.000	96.000
h=9.000	L=90.000	右岸沿		80.628	81.300		84.760	85.620	86.424			87.708		87.500	84.600	85.660
		水叩き中央	79.700	80.586	83.510	86.340	88.172	87.216	88.820	88.052	87.220	86.656	87.100	88.028	85.860	83.196
		左岸沿		79.656	81.468		86.160	86.952	87.620			88.284		87.340	87.320	85.260

表_5(e) 水位数表(縦断)

$Q = 2{,}300\ m^3/sec.$　下流水位:EL.85.74

$h = 7.500\,m$　単位 m

シル高	シル位置	縦断距離 水位	-9.200	0.000	8.000	16.000	24.000	32.000	40.000	48.000	56.000	64.000	72.000
h=7.500	L=64.000	右岸沿		79.692	80.060	80.192	83.776	84.780	85.816		86.880		87.420
		水門中央	77.748	79.852	83.300	86.072	87.812	88.840	88.576	88.248	88.584	87.584	85.340
		左岸沿		78.980	80.204	81.996	84.780	85.560	86.712		87.268		86.628

シル高	シル位置	縦断距離 水位	-7.200	0.000	8.000	16.000	24.000	32.000	40.000	48.000	56.000	64.000	72.000	80.000
h=7.500	L=77.000	右岸沿		80.472		80.428		85.456		85.756		87.292	86.848	87.188
		水門中央	78.120	78.828	82.580	85.372	87.508	88.500	88.868	88.428	86.508	86.708	87.268	87.092
		左岸沿		77.192		82.060		86.240		87.620		87.268	86.840	85.860

シル高	シル位置	縦断距離 水位	-5.200	0.000	8.000	16.000	24.000	32.000	40.000	48.000	56.000	64.000	72.000	80.000	88.000	96.000
h=7.500	L=90.000	右岸沿		78.856		79.620	82.200	83.700	83.700	83.108	84.770	85.244	86.832	86.972		86.256
		水門中央	76.260	78.700	78.200	84.932	87.350	88.136	87.716	87.804	85.780	84.680	84.892	86.660	87.130	85.700
		左岸沿		77.600		80.588	82.700	84.460	86.136	86.148	86.600	87.168	87.976	87.620		85.030

No.

表_5(ト) 水位数表(縦断)

Q = 2,300 m^3/sec. 下流水位 EL 85.74

h = 6.000 m　　単位 : m

シル高	シル位置	縦断距離 / 水位	0.000	8.000	16.000	24.000	32.000	40.000	48.000	56.000	64.000	72.000	80.000	88.000	96.000
h=6.000	L=64.000	右岸沿	78.260	74.384		76.700		77.960		84.500		83.920			85.720
		水叩き中央	77.280	81.700	83.660	84.180	85.460	88.660	91.800	11.780	70.380	88.840	85.780	83.520	81.500
		左岸沿	76.660	74.130		76.940		81.700		86.100		87.960			87.040

シル高	シル位置	縦断距離 / 水位	0.000	16.000	24.000	32.000	40.000	48.000	56.000	64.000	72.000	80.000	88.000	97.200
h=6.000	L=71.000	右岸沿	80.780	77.580		81.470		81.820		84.588		85.420		86.720
		水叩き中央	76.648	80.828	86.660	88.256	89.140	88.256	86.652	85.662	85.184	84.380	83.140	83.250
		左岸沿	78.468	78.600		82.324		84.148		86.300		85.340		86.536

シル高	シル位置	縦断距離 / 水位	0.000	8.000	16.000	24.000	32.000	40.000	48.000	56.000	64.000	72.000	80.000	88.000	96.000
h=6.000	L=90.000	右岸沿	78.184	76.740		79.436		81.700		85.936		84.940			85.008
		水叩き中央	78.620	81.616	84.220	86.780	83.860	81.180	88.740	87.188	85.240	87.368	83.452	84.548	84.908
		左岸沿	76.336	76.240		79.788		81.760		83.256		86.072			84.708

30.5 100×100

表－6(a) 水位数表 (横断)

$Q=4.800\,m^3/sec.$　$h=7.5m$
下流水位：EL.9150m

シル位置	横断面	横断距離	左岸	-24000	-21200	-18800	-14000	-12800	1.0800	.4400	0.000	8.200	10.000	11600	13200	19200	21600	24000	右岸
64000	0.000	水位	77160	76040	77600	75.640	75.640	77.640	76.700	76.520	78.044	76.360	76.100	77.160	75.600	76.080	78.360	77.000	78.600

シル位置	横断面	横断距離	左岸	-24000	-16000	-8.000	0.000	8000	16000	24000	右岸
64000	32000	水位	81540	82660	84540	87380	80740	83.100	81600	80980	80980

シル位置	横断面	横断距離	左岸	-24000	-16000	-8.000	0.000	8000	16.000	24000	右岸
64000	48000	水位	90620	92020	87700	90900	95260	90670	83620	85980	87100

シル位置	横断面	横断距離	左岸	-24000	-16.000	-8000	0.000	8000	16.000	24000	右岸
64000	64000	水位	94380	94860	95.340	97.860	103.020	96.460	92540	92140	92540

シル位置	横断面	横断距離	左岸	-20800	-19200	-14000	-12400	-10400	-8800	-2400	0.000	1.200	3.200	8800	11200	13.600	18.000	22.000	右岸
70.000	0.000	水位	76.640	77220	75.440	75.440	77.020	75.820	76.056	78330	76348	77820	76.169	75.964	76.892	75.612	75.612	78320	78.940

シル位置	横断面	横断距離	左岸	-24000	-16.000	-8.000	0.000	8.000	16.000	24.000	右岸
70.000	32.000	水位	80.480	80480	83940	85.760	80.000	82.280	80400	79680	79.680

シル位置	横断面	横断距離	左岸	-24.000	-16.000	-8.000	0.000	8.200	16.000	24.000	右岸
70.000	44.000	水位	88580	88580	82480	83.670	87.860	84.980	83420	82108	81900

シル位置	横断面	横断距離	左岸	-24.000	-16.000	-8.000	0.000	8.000	16.000	24.000	右岸
70000	72.000	水位	92.700	94020	93700	97.180	99700	97.500	93276	90.180	90180

表－6(b) 水 位 数 表 (横断)

$Q = 4{,}800\ m^3/sec.$　$h = 7.5\ m$

下流水位：EL. 9150 m

ニル位置	横断面	横断距離	左沿	-22400	-20.000	-16.000	-13600	-11.600	-10.000	-5.200	-2.800	-2.000	0.000	2.000	3600	9.200	11200	12.400	18.800	20.800	22.800	右沿
77.000	0.000	水 位	76.632	75.684	77.220	75.232	75.232	78.020	76.300	76.300	77.888	76.060	76.108	77.988	76.256	76.256	77.108	75.504	75.800	77.584	76.300	78.420

ニル位置	横断面	横断距離	左沿	-20.000	-13.600	-8.400	0.000	6.800	10.000	20.000	右沿
77000	40.000	水 位	82.720	82100	83140	87180	84780	86.208	81.520	80.900	81.380

ニル位置	横断面	横断距離	左沿	-20.000	0.000	22.000	右沿
77000	64.000	水 位	93.700	85.060	94500	83180	90.220

ニル位置	横断面	横断距離	左沿	-24.000	-16.000	-8.000	0.000	8.000	16.000	24.000	右沿
77.000	72000	水 位	93.660	92.400	89500	102.00	96380	96.060	90.820	90.540	90.620

表－5(C) 水位数表（横断）

Q＝4.000 m³/sec.　h＝7.5 m
下流水位：EL. 88.99 m

シル位置	横断面	横断距離	左岸	-23.600	-20.800	-12.800	-14.000	-10.800	-8.800	-4.000	0.000	3.600	3.800	12.000	13.200
64.000	0.000	水位	76.420	79.300	76.700	74.540	74.900	76.620	75.280	79.400	78.840	79.408	77.408	76.180	74.580

17.600	21.200	23.200	右岸
75.180	77.380	76.180	78.540

シル位置	横断面	横断距離	左岸	-24.000	-16.000	-8.000	0.000	8.000	16.000	24.000	右岸
64.000	32.000	水位	80.940	80.940	83.260	86.420	82.100	83.020	80.300	80.060	80.060

シル位置	横断面	横断距離	左岸	-24.000	-16.000	-8.000	0.000	8.000	16.000	24.000	右岸
64.000	48.000	水位	89.460	89.100	85.020	82.380	93.900	87.180	83.220	84.460	86.220

シル位置	横断面	横断距離	左岸	-24.000	-16.000	-8.000	0.000	8.000	16.000	24.000	右岸
64.000	72.000	水位	95.740	95.740	94.820	96.980	100.460	98.780	95.100	91.740	91.620

シル位置	横断面	横断距離	左岸	-24.000	-18.000	-14.400	-13.600	-10.800	-5.200	0.000	4.400	7.200	12.000	13.600	18.800
70.000	0.000	水位	76.312	75.380	74.620	74.380	76.500	75.108	75.108	77.420	75.092	74.960	76.100	74.862	74.860

24.000	右岸
77.060	78.580

シル位置	横断面	横断距離	左岸	-20.000	-14.400	-10.400	0.000	7.600	12.000	20.000	右岸
70.000	32.000	水位	80.080	80.280	81.320	85.680	81.040	83.720	78.760	80.780	80.000

シル位置	横断面	横断距離	左岸	-20.000	-13.200	0.000	8.820	20.000	右岸
70.000	44.000	水位	85.900	81.640	82.500	91.160	81.360	78.140	81.700

シル位置	横断面	横断距離	左岸	-24.000	-16.000	-8.000	0.000	8.000	16.000	24.000	右岸
70.000	72.000	水位	92.300	92.300	92.940	95.740	97.260	95.900	87.620	86.960	81.460

39. 12. 100×200
No.

表－6(d) 水位数表（横断）

Q＝4.000 m³/sec.　h＝7.5 m

下流水位：EL. 88.99 m.

シル位置	横断面	横断距離	左岸	-22.000	-17.200	-13.200	-10.800	-5.200	-2.800	0.000	2.800	10.000	11.600	13.600	18.800
77.000	0.000	水　位	80.080	79.340	81.200	82.728	80.188	80.188	82.324	82.132	79.256	79.256	78.448	79.300	79.760

24.800	右岸
80.596	81.836

シル位置	横断面	横断距離	左岸	-16.000	-11.200	0.000	7.200	16.000	右岸
77.000	40.000	水　位	81.688	81.408	81.808	87.608	80.328	80.328	79.488

シル位置	横断面	横断距離	左岸	-22.000	-12.000	0.000	12.000	22.400	右岸
77.000	64.000	水　位	91.608	83.888	83.888	96.008	83.768	78.248	88.208

シル位置	横断面	横断距離	左岸	-24.000	-16.000	-8.000	0.000	8.000	16.000	24.000	右岸
77.000	72.000	水　位	91.728	93.380	91.620	97.260	16.408	14.740	87.380	87.540	87.608

表-6(e) 水位数表（横断）

$Q = 2.300\ m^3/sec$　$h = 7.5\ m$

下流水位：EL. 85.74 m

シル位置	横断面	横断距離	左沿	-24.000	-20.000	-14.800	-11.600	-2.800	0.000	1.600	9.600	13.200	20.000	23.200	右沿
64.000	0.000	水位	77.180	77.340	78.620	78.620	73.680	73.680	77.700	73.576	74.000	78.340	77.840	77.680	78.312

シル位置	横断面	横断距離	左沿	-24.000	-16.000	-8.000	0.000	8.000	16.000	24.000	右沿
64.000	24.000	水位	82.340	82.340	82.540	86.720	88.740	85.060	83.260	82.320	82.740

シル位置	横断面	横断距離	左沿	-24.000	-16.000	-8.000	0.000	8.000	16.000	24.000	右沿
64.000	40.000	水位	85.820	85.820	85.180	88.820	87.780	87.020	84.780	85.420	85.420

シル位置	横断面	横断距離	左沿	-24.000	-16.000	-8.000	0.000	8.000	16.000	24.000	右沿
70.000	0.000	水位	78.928	78.664	79.684	78.080	79.444	77.236	78.600	78.572	79.600

シル位置	横断面	横断距離	左沿	-24.000	-16.000	-8.000	0.000	8.000	16.000	24.000	右沿
70.000	32.000	水位	85.316	85.316	85.440	88.264	87.016	86.480	84.392	84.000	84.000

シル位置	横断面	横断距離	左沿	-24.000	-16.000	-8.000	0.000	8.000	16.000	24.000	右沿
70.000	44.000	水位	87.060	86.660	85.680	88.560	88.432	85.640	84.820	85.288	86.008

シル位置	横断面	横断距離	左沿	-24.000	-20.000	-12.000	-8.000	0.000	8.000	12.000	20.000	24.000	右沿
77.000	0.000	水位	78.496	78.096	78.096	78.400	77.432	79.288	77.176	77.896	77.716	78.744	78.744

シル位置	横断面	横断距離	左沿	-20.000	-12.000	-8.000	0.000	8.000	12.000	20.000	右沿
77.000	32.000	水位	84.896	84.776	85.856	88.096	87.636	85.736	84.476	84.016	84.256

シル位置	横断面	横断距離	左沿	-20.000	-12.000	0.000	12.000	20.000	右沿
77.000	48.000	水位	86.616	85.616	86.016	87.616	83.736	84.736	85.136

33. 12. 100×200
No.

表—6(ト) 水 位 数 表 (横断)

Q = 1.800 m^3/sec　h = 7.5 m

下流水位：EL 84.60 m

シル位置	横断面	横断距離	左 沿	-24.000	-16.000	-8.000	0.000	8.000	16.000	24.000	右 沿
64.000	0.000	水 位	80.540	[illegible]	[illegible]	80.100	81.536	77.280	79.880	80.352	80.352

シル位置	横断面	横断距離	左 沿	-24.000	-16.000	-8.000	0.000	8.000	16.000	24.000	右 沿
64.000	24.000	水 位	85.380	[illegible]	85.140	87.340	88.100	86.700	84.400	84.500	84.500

シル位置	横断面	横断距離	左 沿	-24.000	-16.000	-8.000	0.000	8.000	16.000	24.000	右 沿
64.000	40.000	水 位	86.980	[illegible]	[illegible]	87.220	88.220	85.980	84.980	85.320	85.790

シル位置	横断面	横断距離	左 沿	-24.000	-16.000	-8.000	0.000	8.000	16.000	24.000	右 沿
70.000	0.000	水 位	79.344	78.860	[illegible]	78.860	81.304	78.056	78.660	79.432	79.432

シル位置	横断面	横断距離	左 沿	-24.000	-16.000	-8.000	0.000	8.000	16.000	24.000	右 沿
70.000	24.000	水 位	85.940	85.100	85.140	87.168	87.700	85.820	84.396	83.680	83.680

シル位置	横断面	横断距離	左 沿	-24.000	-16.000	-8.000	0.000	8.000	16.000	24.000	右 沿
70.000	44.000	水 位	86.576	86.520	85.530	86.280	86.700	85.140	85.140	85.140	85.140

シル位置	横断面	横断距離	左 沿	-24.000	-16.000	-8.000	0.000	8.000	-16.000	24.000	右 沿
77.000	0.000	水 位	78.616	78.056	[illegible]	77.756	79.180	77.748	77.748	78.864	79.736

シル位置	横断面	横断距離	左 沿	-16.000	-8.000	0.000	8.000	16.000	右 沿
77.000	32.000	水 位	85.456	84.816	87.016	87.414	85.416	83.856	84.014

シル位置	横断面	横断距離	左 沿	-16.000	-8.000	0.000	8.000	16.000	右 沿
77.000	48.000	水 位	86.096	[illegible]	85.536	85.376	83.896	84.056	85.056

39. 12. 1[illegible] ×200

No.

表-6(9) 水 位 数 表 (縦断)

Q=4,800 m³/sec. 下流水位:EL.91.50m
h=7.5m. 単位:m

シル高
h=7.500

測点距離	0.00	8.000	16.000	24.000	32.000	40.000	48.000	56.000	64.000	72.000	80.000	88.000	100.000
岸沿	78.6	[illegible]	77.280	79.140	80.980		87.100	90.360	92.540		94.300	95.460	84.900
中央	78.0	[illegible]	80.320	80.600	80.740	87.220	95.260	100.540	103.020	104.460	105.340	105.340	
沿	77.1	[illegible]	79.280	81.460	81.540		90.620	93.100	94.380		100.140	100.900	84.900

132.000
84.800

シル高
h=7500

測点距離	0.00	8.000	16.000	24.000	32.000	44.000	48.000	56.000	64.000	72.000	80.000	88.000	104.800
沿	78.	[illegible]	76.980	78.420	77.680	81.900		88.160	88.940	90.180		90.980	84.100
中央	76.	[illegible]	79.720	78.900	80.000	87.810	89.560	93.180	96.900	99.700	100.380	100.380	
沿	76.6	[illegible]	78.580	80.320	80.480	88.580		92.520	92.420	92.700		92.820	

18.400
78.00

No.

表－6(ん) 水位数表(縦断)

Q=4,800 m³/sec.　下流水位:EL.91.50 m.

h=7.5 m　単位：m

シル高	シル位置	縦断距離 / 水位	0.000	8.000	16.000	24.000	32.000	40.000	48.000	56.000	64.000	72.000	80.000	88.000	96.000	105.200	122.800	128.000
h=7.500	L=77.000	右岸沿	78.420	75.300		78.100	80.180	81.380	82.780	87.540	90.220	90.620		93.100		85.700		
		水叩き中央	76.108	78.332	77.820	79.580	78.780	84.780	90.500	93.220	94.500	96.380	97.700	97.700	97.190			86.240
		左岸沿	76.632	76.392		77.120	80.620	82.720	88.260	91.340	93.700	93.660		92.980			84.940	

表－6(i) 水位数表（縦断）

Q=4.000 m³/sec. 下流水位：EL.88.99 m

h=7.5 m　単位：m

ラル高	ラル位置	縦断距離 / 水位	0.000	8.000	16.000	24.000	32.000	40.000	48.000	56.000	64.000	72.000	80.000	88.000	100.000
h=7.500	L=64.000	右岸沿	78.540	74.580		77.300	80.060		86.220	88.060	89.340	91.620	93.460	92.740	83.300
		水叩き中央	78.840	80.060	79.740	79.400	82.100	88.900	93.900	96.940	99.540	100.460	100.860	99.460	
		左岸沿	76.420	76.340		80.100	80.940		89.460	91.140	91.460	95.740	94.140	94.300	

106.000	127.200
	83.400
84.700	

シル高	シル位置	縦断距離 / 水位	0.000	8.000	16.000	24.000	32.000	44.000	48.000	56.000	64.000	72.000	80.000	88.000	96.000
h=7.500	L=70.000	右岸沿	78.580	74.340	81.000	78.140	80.000	81.700		87.360	88.280	86.460	86.704		87.000
		水叩き中央	77.420	79.220	79.460	78.680	81.040	91.160	91.780	93.960	97.000	97.260	97.600	96.040	93.000
		左岸沿	76.312	76.300	83.320	79.400	80.080	85.900		90.280	90.900	92.300	92.560		90.760

124.000
85.200

39. 12. 100×200

No.

表－6(j) 水位数表（縦断）

Q=4.000m³/sec　下流水位. EL.88.99m

h=7.5m　単位：m

シル高	シル位置	縦断距離 水位	0.000	8.000	16.000	24.000	32.000	40.000	48.000	56.000	64.000	72.000	80.000	88.000	96.000
h=7.500	L=77.000	右岸沿	81.836		77.368	81.488	80.128	79.488	80.968	86.328	88.208	87.608	85.808	85.128	85.168
		水叩き中央	82.132	82.888	83.528	80.288	82.208	87.608	91.968	94.288	96.008	96.408	94.088	91.968	90.168
		左岸沿	80.080		81.728	79.448	80.128	81.688	85.488	87.328	91.608	91.728	89.928	88.728	85.368

103.200	114.400	128.000
81.700		
		86.000
	82.900	

表-6(ち) 水位数表（縦断）

Q=2,300 m³/sec.　下流水位：EL.85.74m

h=7.500m.　単位：m.

シル高	シル位置	縦断距離 水位	0.000	8.000	16.000	24.000	32.000	40.000	48.000	56.000	64.000	72.000	80.000
h=7.500	L=64.000	右岸沿	78.312	78.580		83.740		85.420	87.180	87.420	87.260		87.060
		水叩き中央	77.700	82.620	86.340	88.740	89.900	87.980	89.580	87.540	88.420	86.420	83.560
		左岸沿	77.180	77.780		82.340		85.820	87.660	88.460	87.340		87.420

シル高	シル位置	縦断距離 水位	-7.200	0.000	8.000	16.000	24.000	32.000	44.000	48.000	56.000	64.000	72.000	84.000
h=7.500	L=70.000	右岸沿		79.600		80.160		84.000	86.008		87.400		86.960	87.380
		水叩き中央	76.736	79.444	83.628	86.448	88.720	81.016	88.432	88.120	87.380	87.400	86.600	87.680
		左岸沿		78.928		80.856		85.316	87.060		88.152		86.852	87.120

シル高	シル位置	縦断距離 水位	-8.000	0.000	8.000	16.000	24.000	32.000	40.000	48.000	56.000	64.000	72.000	80.000	87.600
h=7.500	L=77.000	右岸沿		78.744	79.656		83.056	84.256		85.136		87.176	86.056	86.016	86.536
		水叩き中央	76.428	79.288	83.376	85.816	87.796	87.636	88.536	87.616	85.836	85.836	86.616	86.016	84.736
		左岸沿		78.496	79.896		83.676	84.896		85.616		87.536	86.456	85.096	86.536

No.

33. 12. 100×200

表_6(l) 水位数表(縦断)

Q=1,800 m³/sec.　下流水位：EL.84.60m

h=7.500 m　単位：m

シル高	シル位置	縦断距離 水位	-11.200	0.000	8.000	16.000	24.000	32.000	40.000	48.000	56.000	64.000	76.000
h=7.500	L=64.000	右岸沿		80.352		81.868	84.500		85.740	86.420		85.660	86.220
		水叩き中央	77.216	81.536	84.548	87.572	88.100	88.060	88.220	87.580	86.940	85.500	82.820
		左岸沿		80.540		84.100	85.380		86.980	86.780		84.980	86.380

シル高	シル位置	縦断距離 水位	-10.400	0.000	8.000	16.000	24.000	32.000	44.000	48.000	56.000	64.000	72.000	81.000
h=7.500	L=70.000	右岸沿		79.432		81.976	83.680		85.140		85.872		84.780	85.692
		水叩き中央	75.500	81.304	84.824	87.188	87.900	87.664	86.700	86.032	85.880	85.872	84.096	82.020
		左岸沿		79.344		83.648	85.940		81.576		86.620		84.068	85.920

シル高	シル位置	縦断距離 水位	-11.200	0.000	8.000	16.000	24.000	32.000	40.000	48.000	56.000	64.000	72.000	80.000	84.000
h=7.500	L=77.000	右岸沿		79.736	79.736	81.056		84.016		85.056		85.696			85.336
		水叩き中央	76.412	79.180	83.496	96.416	87.576	97.416	86.896	85.376	85.016	85.016	85.136	83.896	83.256
		左岸沿		78.616	80.616	83.936		85.456		86.096		85.976			85.416

39. 12. 100×200

No.

表–10(a) 圧力管位置

上面

測点	X (m)	Y (m)	標高 (m)
0	0.000	3.315	102.315
1	0.480	2.955	101.955
2	0.880	2.840	101.840
3	1.280	2.760	101.760
4	1.680	2.695	101.695
5	2.080	2.648	101.648
6	2.480	2.610	101.610
7	2.880	2.585	101.585
8	3.280	2.565	101.565
9	3.680	2.555	101.555
10	4.080	2.550	101.550
11	4.580	2.550	101.550
12	5.080	2.550	101.550
13	5.580	2.550	101.550
14	5.778	2.550	101.550
15	6.935	2.530	101.530
16	8.090	2.470	101.470
17	9.243	2.368	101.368
18	10.390	2.228	101.228
19	11.533	2.048	101.048
20	12.668	1.825	100.825
21	13.795	1.565	100.565
22	14.913	1.265	100.265
23	16.020	0.928	99.928
24	17.113	0.550	99.550
25	18.193	0.138	99.138
26	19.258	-0.315	98.685
27	20.305	-0.805	98.195
28	21.263	-1.290	97.710
29	21.690	-1.713	97.287
30	22.190	-2.133	96.867
31	22.533	-2.548	96.452
32	22.945	-2.960	96.040
33	23.358	-3.368	95.632
34	23.768	-3.774	95.226
35	24.173	-4.177	94.823
36	24.588	-4.577	94.423
37	24.840	-4.834	94.166

上凱面

測点	X (m)	Y (m)	標高 (m)
0	0.000	2.896	101.896
1	0.480	2.497	101.497
2	0.880	2.350	101.350
3	1.280	2.239	101.239
4	1.680	2.142	101.142
5	2.080	2.062	101.062
6	2.480	1.992	100.992
7	2.880	1.935	100.935
8	3.280	1.883	100.883
9	3.680	1.840	100.840
10	4.080	1.803	100.803
11	4.580	1.803	100.803
12	5.080	1.803	100.803
13	5.580	1.803	100.803
14	5.778	1.803	100.803
15	6.908	1.783	100.783
16	8.037	1.724	100.724
17	9.164	1.626	100.626
18	10.286	1.488	100.488
19	11.403	1.311	100.311
20	12.513	1.095	100.095
21	13.614	0.841	99.841
22	14.706	0.548	99.548
23	15.778	0.218	99.218
24	16.851	-0.151	98.849
25	17.912	-0.556	98.444
26	18.953	-0.998	98.002
27	19.978	-1.475	97.525
28	20.913	-1.951	97.049
29	21.347	-2.315	96.685
30	21.795	-2.685	96.315
31	22.275	-3.046	95.954
32	22.669	-3.407	95.593
33	23.103	-3.764	95.236
34	23.536	-4.119	94.881
35	23.968	-4.422	94.578
36	24.399	-4.814	94.186
37	24.676	-5.051	93.949

表-10(b) 圧力管位置

側面

測点	X (m)	Y (m)	標高 (m)
0	0.000	0.000	99.000
1	0.480	0.000	99.000
2	0.880	0.000	99.000
3	1.280	0.000	99.000
4	1.680	0.000	99.000
5	2.080	0.000	99.000
6	2.480	0.000	99.000
7	2.880	0.000	99.000
8	3.280	0.000	99.000
9	3.680	0.000	99.000
10	4.080	0.000	99.000
11	4.580	0.000	99.000
12	5.080	0.000	99.000
13	5.580	0.000	99.000
14	5.778	0.000	99.000
15	6.845	-0.019	98.981
16	7.911	-0.075	98.925
17	8.975	-0.168	98.832
18	10.035	-0.298	98.702
19	11.090	-0.465	98.535
20	12.138	-0.669	98.331
21	13.178	-0.909	98.091
22	14.209	-1.185	97.815
23	15.230	-1.497	97.503
24	16.240	-1.845	97.155
25	17.237	-2.228	96.772
26	18.220	-2.645	96.355
27	19.181	-3.096	95.904
28	20.071	-3.545	95.455
29	20.499	-3.842	95.158
30	20.899	-4.202	94.798
31	21.345	-4.533	94.467
32	21.763	-4.868	94.132
33	22.174	-5.201	93.799
34	22.582	-5.538	93.462
35	22.988	-5.879	93.121
36	23.391	-6.220	92.780
37	23.640	-6.442	92.558

下開面

測点	X (m)	Y (m)	標高 (m)
0	0.000	-2.896	96.104
1	0.480	-2.497	96.503
2	0.880	-2.350	96.650
3	1.280	-2.239	96.761
4	1.680	-2.142	96.858
5	2.080	-2.062	96.938
6	2.480	-1.992	97.008
7	2.880	-1.935	97.065
8	3.280	-1.883	97.117
9	3.680	-1.840	97.160
10	4.080	-1.803	97.197
11	4.580	-1.803	97.197
12	5.080	-1.803	97.197
13	5.580	-1.803	97.197
14	5.778	-1.803	97.197
15	6.782	-1.821	97.179
16	7.786	-1.873	97.127
17	8.787	-1.961	97.039
18	9.783	-2.083	96.917
19	10.776	-2.240	96.760
20	11.763	-2.432	96.568
21	12.742	-2.658	96.342
22	13.712	-2.918	96.082
23	14.673	-3.222	95.778
24	15.623	-3.539	95.461
25	16.561	-3.899	95.101
26	17.486	-4.292	94.708
27	18.391	-4.717	94.283
28	19.228	-5.139	93.861
29	19.637	-5.421	93.579
30	20.053	-5.720	93.280
31	20.457	-6.020	92.980
32	20.855	-6.326	92.674
33	21.246	-6.640	92.360
34	21.630	-6.990	92.010
35	22.009	-7.285	91.715
36	22.381	-7.617	91.383
37	22.617	-7.834	91.166

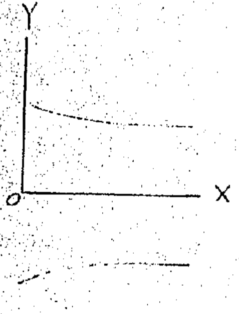
表-10(1) 圧力管位置

下面

測点	X (m)	Y (m)	標高 (m)
0	0.000	-3.315	95.685
1	0.480	-2.955	96.045
2	0.880	-2.840	96.160
3	1.280	-2.760	96.240
4	1.680	-2.695	96.305
5	2.080	-2.648	96.352
6	2.480	-2.610	96.390
7	2.880	-2.585	96.415
8	3.280	-2.565	96.435
9	3.680	-2.555	96.445
10	4.080	-2.550	96.450
11	4.580	-2.550	96.450
12	5.080	-2.550	96.450
13	5.580	-2.550	96.450
14	5.778	-2.550	96.450
15	6.758	-2.569	96.432
16	7.733	-2.612	96.382
17	8.710	-2.705	96.215
18	9.680	-2.823	96.122
19	10.648	-2.975	96.025
20	11.605	-3.163	95.832
21	12.563	-3.383	95.617
22	13.508	-3.635	95.365
23	14.443	-3.923	95.077
24	15.368	-4.240	94.760
25	16.283	-4.573	94.407
26	17.183	-4.975	94.025
27	18.070	-5.388	93.612
28	18.880	-5.800	93.200
29	19.310	-6.031	92.969
30	19.735	-6.221	92.729
31	20.158	-6.579	92.481
32	20.578	-6.773	92.227
33	20.990	-7.035	91.965
34	21.398	-7.304	91.696
35	21.803	-7.581	91.419
36	22.203	-7.864	91.136
37	22.450	-8.050	90.950

上面

測点	X (m)	Y (m)	標高 (m)
38	23.250	-8.637	90.363
39	24.013	-9.225	89.775
40	24.835	-9.810	89.190
41	25.465	-10.265	88.735
42	26.093	-10.738	88.262
43	26.720	-11.213	87.787
44	27.345	-11.688	87.312
45	27.965	-12.168	86.832
46	28.585	-12.650	86.350
47	29.205	-13.135	85.866
48	29.825	-13.623	85.377
49	30.433	-14.113	84.587
50	31.045	-14.605	84.325
51	31.655	-15.100	83.900
52	32.463	-15.600	83.400



No. ____

表-11(a) 放水管内圧力表

貯水位EL 135.0m
ゲート開度 1.0m

測点番号	上面		上隅角		側面		下隅角	
	X (m)	圧力(m)	X (m)	圧力(m)	X (m)	圧力(m)	X (m)	圧力(m)
0	0.000	32.060	0.000	32.777	0.000	35.375	0.000	38.621
1	0.480	32.515	0.480	33.072	0.480	35.500	0.480	38.022
2	0.880	32.660	0.880	33.150	0.880	35.500	0.880	37.850
3	1.280	32.710	1.280	33.261	1.280	35.500	1.280	37.731
4	1.680	32.755	1.680	33.222	1.680	35.475	1.680	37.612
5	2.080	32.827	2.080	33.147	2.080	35.500	2.080	37.562
6	2.480	32.865	2.480	33.303	2.480	35.500	2.480	37.492
7	2.880	32.810	2.880	33.540	2.880	35.500	2.880	37.395
8	3.280	32.910	3.280	33.557	3.280	35.500	3.280	37.173
9	3.680	32.920	3.680	33.560	3.680	35.375	3.680	37.240
10	4.080	32.925	4.080	33.572	4.080	35.375	4.080	37.128
11	4.580	32.925	4.580	33.577	4.580	35.375	4.580	37.128
12	5.080	32.925	5.080	33.622	5.080	35.400	5.080	37.153
13								
14	5.718	32.925	5.718	33.622	5.718	35.400	5.778	37.153
15	6.935	32.945	6.908	33.662	6.865	35.417	6.782	37.171
16	8.070	33.005	8.037	33.705	7.911	35.475	7.786	37.223
17	9.243	33.107	9.164	33.777	8.975	35.568	8.787	37.311
18	10.370	33.247	10.286	33.937	10.035	35.678	9.784	37.383
19	11.533	33.427	11.403	34.111	11.070	35.865	10.776	37.570
20	12.668	33.650	12.513	34.330	12.138	36.067	11.763	37.732
21	13.795	33.910	13.616	34.581	13.178	36.301	12.742	37.958
22	14.913	34.210	14.706	34.812	14.204	36.585	13.712	38.218
23	16.070	34.572	15.779	35.207	15.230	36.817	14.673	38.522
24	17.113	34.925	16.857	35.576	16.140	37.245	15.623	38.831
25	18.193	35.337	17.912	35.985	17.237	37.628	16.561	39.219
26	19.258	35.710	18.953	36.423	18.220	38.015	17.486	39.577
27	20.305	36.480	19.978	36.900	19.187	38.476	18.397	40.017
28	21.263	36.865	20.913	37.376	20.071	38.960	19.228	40.381
29	21.670	37.263	21.347	37.790	20.499	39.217	19.637	40.646
30	22.190	37.608	21.775	38.110	20.911	39.577	20.053	40.845
31	22.533	38.023	22.275	38.471	21.345	39.858	20.457	41.120
32	22.945	38.410	22.667	38.832	21.763	40.168	20.855	41.401
33	23.358	38.818	23.103	39.187	22.179	40.501	21.246	41.565
34	23.768	39.224	23.536	39.612	22.582	40.788	21.630	41.785
35	24.173	39.802	23.968	40.047	22.989	41.004	22.001	41.810
36	24.583	40.222	24.392	40.469	23.391	41.170	22.381	41.842
37								

39. 12. 100×200

表-11(b) 放水管内圧力表

貯水位EL.135.0m
ゲート開度：1.0m

測点番号	下面 X (m)	圧力 h(m)	測点番号	下面 X (m)	圧力 h(m)
0	0.000	38.265	26	17.183	40.175
1	0.480	38.605	27	18.070	40.563
2	0.880	38.210	28	18.880	40.775
3	1.280	38.235	29	19.310	41.156
4	1.680	38.195	30	19.735	41.321
5	2.080	38.073	31	20.158	41.569
6	2.480	38.060	32	20.578	41.723
7	2.880	38.035	33	20.913	41.885
8	3.280	38.015	34	21.318	41.951
9	3.680	38.005	35	21.803	42.231
10	4.080	37.825	36	22.203	41.961
11	4.580	37.925	37	22.750	41.725
12	5.080	37.825	38	23.250	41.362
13			39	24.043	25.250
14	5.778	37.850	40	24.835	1.560
15	6.758	37.868	41	25.165	1.010
16	7.733	37.818	42	26.013	0.113
17	8.710	37.880	43	26.720	-0.037
18	9.680	37.998	44	27.345	0.373
19	10.648	38.150	45	27.965	0.868
20	11.608	38.363	46	28.585	0.725
21	12.563	38.608	47	29.205	0.885
22	13.508	38.860	48	29.825	0.823
23	14.413	39.173	49	30.433	0.788
24	15.368	39.440	50	31.015	0.605
25	16.283	39.843	51	31.655	0.650

表－11(c) 放水管内圧力表

貯水位 EL.1350m
ゲート開度：20m

測点番号	上面		上隅角		側面		下隅角	
	X (m)	圧力(m)	X (m)	圧力(m)	X (m)	圧力(m)	X (m)	圧力(m)
0	0.000	30.585	0.000	32.479	0.000	34.125	0.000	38.316
1	0.480	31.545	0.480	32.278	0.480	34.575	0.480	37.292
2	0.880	31.735	0.880	32.275	0.880	34.600	0.880	37.025
3	1.280	31.740	1.280	32.311	1.280	34.550	1.280	36.811
4	1.680	31.730	1.680	32.233	1.680	34.400	1.680	36.617
5	2.080	31.752	2.080	32.389	2.080	34.125	2.080	36.162
6	2.480	31.665	2.480	32.283	2.480	34.350	2.480	36.242
7	2.880	31.615	2.880	32.120	2.880	34.125	2.880	35.735
8	3.280	31.570	3.280	32.092	3.280	34.075	3.280	35.833
9	3.680	31.375	2.680	32.010	3.680	34.000	3.680	35.665
10	4.080	31.300	4.080	31.717	4.080	33.802	4.080	35.253
11	4.580	31.425	4.580	31.927	4.580	33.850	4.580	35.503
12	5.080	31.475	5.080	32.077	5.080	33.875	5.080	35.578
13								
14	5.178	31.500	5.178	32.272	5.178	33.875	5.178	35.503
15	6.935	31.570	6.908	32.312	6.845	33.816	6.182	35.176
16	8.010	31.630	8.037	32.401	7.911	34.050	7.186	35.548
17	9.243	31.307	9.164	32.499	8.775	34.143	8.181	35.636
18	10.390	31.947	10.286	32.637	10.035	34.223	9.181	35.683
19	11.533	32.127	11.403	32.814	11.610	34.310	10.171	35.710
20	12.668	32.250	12.513	32.780	12.138	34.479	11.163	36.057
21	13.795	32.560	13.614	33.251	13.178	34.758	12.142	36.233
22	14.913	32.835	14.706	33.577	14.249	35.035	13.711	36.512
23	16.020	33.177	15.778	33.812	15.230	35.367	14.673	36.777
24	17.113	33.550	16.857	34.276	16.240	35.675	15.623	37.064
25	18.193	33.962	17.912	34.731	17.237	36.103	16.581	37.412
26	19.258	34.565	18.953	35.198	18.220	36.515	17.496	37.712
27	20.305	35.205	19.978	35.675	19.187	37.021	18.377	38.072
28	21.263	36.090	20.913	36.301	20.071	37.295	19.228	37.937
29	21.670	36.348	21.397	36.540	20.499	37.372	19.637	38.146
30	22.190	36.908	21.795	36.685	20.819	37.702	20.063	38.520
31	22.533	36.218	22.275	37.071	21.345	38.233	20.457	38.615
32	22.415	37.060	22.669	37.402	21.763	38.243	20.855	38.176
33	23.358	37.568	23.103	37.739	22.174	38.326	21.216	38.110
34	23.765	38.174	23.536	38.517	22.582	38.713	21.630	38.335
35	24.173	38.952	23.928	39.172	22.988	38.701	22.004	37.735
36	24.588	39.577	24.339	39.689	23.391	38.320	22.381	36.717
37								

表-11(a) 放水管内圧力表

貯水位 EL 185.00m
ゲート開度 2.0m

測点番号	上面		測点番号	下面	
	Y (m)	圧力(m)		X (m)	圧力(m)
0	0.000	38.190	26	17.183	38.225
1	0.480	37.730	27	18.020	38.510
2	0.880	37.490	28	18.880	38.625
3	1.280	37.260	29	19.310	38.781
4	1.680	37.185	30	19.735	36.271
5	2.080	36.923	31	20.158	36.569
6	2.480	36.885	32	20.578	36.598
7	2.880	36.710	33	20.990	36.785
8	3.280	36.565	34	21.398	36.094
9	3.680	36.480	35	21.803	35.906
10	4.080	36.300	36	22.223	34.344
11	4.580	36.225	37	22.450	32.875
12	5.080	36.225	38	23.250	25.162
13			39	24.043	13.925
14	5.778	36.100	40	24.835	4.585
15	6.758	36.118	41	25.465	3.140
16	7.733	36.118	42	26.093	0.863
17	8.710	36.130	43	26.720	0.188
18	9.680	36.173	44	27.345	0.788
19	10.648	36.225	45	27.965	1.040
20	11.608	36.523	46	28.585	0.975
21	12.563	36.708	47	29.205	1.085
22	13.508	37.010	48	29.825	1.023
23	14.448	37.288	49	30.433	0.828
24	15.309	37.565	50	31.045	0.630
25	16.283	37.593	51	31.655	0.725

表-11(2) 放水管内圧力表

貯水位 EL 185.0m
ゲート開度：3.0m

測点番号	上面		上隅角		側面		下隅角	
	X (m)	圧力 (m)	X (m)	圧力 (m)	X (m)	圧力 (m)	X (m)	圧力 (m)
0	0.000	27.925	0.000	31.904	0.000	31.200	0.000	37.796
1	0.480	29.820	0.480	30.927	0.480	32.175	0.480	35.747
2	0.880	30.125	0.880	30.650	0.880	32.925	0.880	35.300
3	1.280	30.165	1.280	30.561	1.280	32.775	1.280	35.039
4	1.680	30.030	1.680	30.233	1.680	32.400	1.680	34.642
5	2.080	29.677	2.080	30.313	2.080	32.300	2.080	34.312
6	2.480	29.265	2.480	29.933	2.480	32.000	2.480	33.742
7	2.880	29.115	2.880	29.615	2.880	31.675	2.880	33.310
8	3.280	28.885	3.280	29.242	3.280	31.400	3.280	33.008
9	3.680	28.575	3.680	28.985	3.680	31.250	3.680	32.590
10	4.080	28.350	4.080	28.277	4.080	30.675	4.080	31.628
11	4.580	28.675	4.580	28.947	4.580	30.900	4.580	32.328
12	5.080	28.725	5.080	29.197	5.080	30.925	5.080	32.528
13								
14	5.778	28.775	5.778	29.447	5.778	30.825	5.778	32.328
15	6.925	28.970	6.908	29.567	6.845	30.919	6.782	32.221
16	8.090	29.055	8.037	29.726	7.911	31.000	7.786	32.278
17	9.283	29.392	9.164	29.999	8.975	31.218	8.787	32.311
18	10.390	29.472	10.286	30.062	10.035	31.273	9.784	32.283
19	11.533	29.622	11.403	30.289	11.090	31.340	10.776	32.390
20	12.668	29.675	12.510	30.280	12.158	31.619	11.763	32.757
21	13.795	30.010	13.614	30.657	13.178	31.609	12.742	32.818
22	14.913	30.235	14.706	30.877	14.209	32.010	13.712	33.143
23	16.020	30.572	15.778	31.132	15.230	32.247	14.673	33.347
24	17.113	31.025	16.857	31.726	16.240	32.670	15.623	33.529
25	18.193	31.487	17.912	32.016	17.237	33.103	16.561	33.999
26	19.258	32.115	18.953	32.648	18.220	33.520	17.486	34.317
27	20.305	32.930	19.978	33.225	19.187	34.086	18.397	34.497
28	21.263	34.540	20.913	34.151	20.171	34.520	19.228	33.799
29	21.690	33.867	21.347	34.060	20.499	34.117	19.639	33.746
30	22.190	34.033	21.795	33.935	20.899	34.377	20.053	34.320
31	22.583	34.172	22.275	34.321	21.345	34.608	20.467	34.324
32	22.945	34.360	22.669	34.482	21.765	34.783	20.955	34.201
33	23.358	35.018	23.103	35.239	22.176	34.776	21.244	33.715
34	23.768	35.924	23.536	36.119	22.582	34.508	21.630	32.910
35	24.173	37.427	23.968	37.272	22.988	33.979	22.009	31.410
36	24.588	37.952	24.399	38.014	23.391	32.070	22.381	29.692
37								

表-11(お) 放水管内圧力表

貯水位 EL 135.0 m
ゲート開度： 3.0 m

測点番号	下面 X (m)	下面 圧力(m)	測点番号	下面 X (m)	下面 圧力(m)
0	0.000	37.015	26	17.183	34.425
1	0.480	36.405	27	18.070	34.813
2	0.880	35.840	28	18.880	34.550
3	1.280	35.635	29	19.310	34.381
4	1.680	35.320	30	19.735	34.421
5	2.080	34.873	31	20.158	34.518
6	2.480	34.435	32	20.578	34.398
7	2.880	34.235	33	20.990	33.895
8	3.280	33.915	34	21.398	32.804
9	3.680	33.680	35	21.803	31.631
10	4.080	33.125	36	22.203	29.739
11	4.580	33.300	37	22.450	27.625
12	5.080	33.300	38	23.250	20.232
13			39	24.040	12.300
14	5.778	32.850	40	24.835	6.685
15	6.758	32.818	41	25.465	3.690
16	7.733	32.793	42	26.093	2.238
17	8.710	32.705	43	26.720	0.838
18	9.480	32.808	44	27.345	1.213
19	10.548	32.800	45	27.965	1.493
20	11.608	33.038	46	28.585	1.300
21	12.563	33.158	47	29.205	1.435
22	13.508	33.485	48	29.825	1.348
23	14.440	33.673	49	30.433	1.113
24	15.368	33.915	50	31.045	0.855
25	16.283	34.168	51	31.655	0.875

No.

表-11(7) 放水管内圧力表

貯水位EL.1350m
ゲート開度：4.0m

測点番号	上面		上隅角		側面		下隅角	
	X (m)	圧力(m)	X (m)	圧力(m)	X (m)	圧力(m)	X (m)	圧力(m)
0	0.000	20.810	0.000	29.154	0.000	25.600	0.000	36.371
1	0.480	25.795	0.480	27.553	0.480	24.225	0.480	32.427
2	0.880	26.435	0.880	26.475	0.880	27.050	0.880	31.650
3	1.280	26.140	1.280	25.886	1.280	28.775	1.280	31.214
4	1.680	25.805	1.680	25.158	1.680	23.200	1.680	30.312
5	2.080	25.502	2.080	25.463	2.080	27.600	2.080	29.636
6	2.480	24.690	2.480	24.759	2.480	27.075	2.480	27.992
7	2.880	23.515	2.880	24.015	2.880	26.375	2.880	27.735
8	3.280	23.535	3.280	23.217	3.280	25.750	3.280	27.158
9	3.680	23.170	3.680	22.610	3.680	25.425	3.680	26.210
10	4.080	22.325	4.080	21.022	4.080	24.225	4.080	24.103
11	4.580	22.450	4.580	22.622	4.580	24.775	4.580	25.978
12	5.080	23.125	5.080	23.072	5.080	24.850	5.080	26.228
13								
14	5.718	23.175	5.778	23.572	5.778	24.500	5.778	25.678
15	6.735	23.545	6.708	23.942	6.815	24.761	6.722	25.216
16	8.010	23.705	8.037	24.076	7.911	25.000	7.736	25.623
17	9.213	24.182	9.169	24.374	8.975	25.213	8.757	25.586
18	10.310	24.217	10.286	24.512	10.035	25.148	9.781	25.325
19	11.533	24.327	11.403	24.574	11.070	25.165	10.776	25.440
20	12.668	24.125	12.513	24.530	12.138	25.549	11.763	25.902
21	13.795	24.160	13.614	25.002	13.178	25.301	12.712	25.409
22	14.913	24.760	14.706	25.102	14.207	25.810	13.712	26.243
23	16.020	25.147	15.778	25.407	15.230	25.727	14.673	26.317
24	17.113	25.625	16.857	26.126	16.240	26.470	15.623	26.445
25	18.193	26.187	17.912	26.481	17.237	26.828	16.561	26.847
26	19.258	26.965	18.953	27.123	18.220	27.345	17.486	27.192
27	20.305	28.080	19.978	27.850	19.187	27.771	18.397	27.167
28	21.263	30.765	20.913	29.101	20.071	28.275	19.228	25.314
29	21.690	29.313	21.347	28.740	20.499	27.812	19.637	24.721
30	22.190	28.833	21.795	27.860	20.899	27.352	20.053	26.015
31	22.533	28.998	22.225	27.871	21.395	27.383	20.457	25.820
32	22.996	28.285	22.667	28.107	21.763	27.293	20.855	25.751
33	23.358	28.968	23.103	28.614	22.174	26.976	21.246	24.720
34	23.768	30.149	23.536	29.819	22.592	26.188	21.630	23.570
35	24.173	32.452	23.968	31.672	22.988	24.604	22.009	22.235
36	24.588	34.952	24.399	33.319	23.391	20.775	22.381	20.967
37								

Xはベルマウス部呑口よりの
縦断距離

表−11(b) 放水管内圧力表

貯水位EL 1350 m
ゲート開度：40cm

測点番号	下面		測点番号	下面	
	X (m)	圧力 (m)		X (m)	圧力 (m)
0	0.000	33.965	26	17.183	26.875
1	0.450	31.830	27	18.070	26.713
2	0.880	32.165	28	18.880	26.125
3	1.280	31.260	29	19.310	25.856
4	1.680	31.170	30	19.735	25.216
5	2.080	30.378	31	20.158	26.017
6	2.480	29.410	32	20.578	25.818
7	2.880	28.535	33	20.990	24.860
8	3.280	28.170	34	21.378	23.621
9	3.680	27.730	35	21.803	22.506
10	4.080	26.475	36	22.203	21.114
11	4.580	28.475	37	22.450	19.200
12	5.080	27.325	38	23.250	15.212
13			39	24.013	11.225
14	5.778	25.925	40	24.835	7.710
15	6.758	25.813	41	25.465	6.415
16	7.733	25.868	42	26.013	3.663
17	8.710	25.705	43	26.720	2.138
18	9.680	25.633	44	27.345	2.088
19	10.648	25.525	45	27.965	1.813
20	11.608	25.763	46	28.585	1.550
21	12.563	25.908	47	29.205	1.710
22	13.508	26.210	48	29.825	1.623
23	14.443	26.323	49	30.433	1.538
24	15.368	26.410	50	31.015	1.230
25	16.283	26.718	51	31.655	1.250

表-11(i) 放水管内圧力表

貯水位 EL.1350m
ゲート開度：全開

測点番号	上面		上隅角		側面		下隅角	
	X (m)	圧力(m)	X (m)	圧力(m)	X (m)	圧力(m)	X (m)	圧力(m)
0	0.000	0.310	0.000	21.521	0.000	10.700	0.000	33.116
1	0.480	14.920	0.480	13.678	0.480	19.000	0.480	23.849
2	0.880	16.335	0.880	16.850	0.880	18.300	0.880	21.475
3	1.280	15.715	1.280	15.536	1.280	17.500	1.280	20.181
4	1.680	14.130	1.680	13.233	1.680	15.250	1.680	18.142
5	2.080	11.752	2.080	11.588	2.080	13.825	2.080	16.112
6	2.480	10.265	2.480	9.768	2.480	12.300	2.480	13.517
7	2.880	8.910	2.880	7.415	2.880	10.525	2.880	10.760
8	3.280	7.135	3.280	5.112	3.280	8.875	3.280	8.133
9	3.680	5.720	3.680	3.135	3.680	8.125	3.680	7.165
10	4.080	3.950	4.080	1.178	4.080	4.550	4.080	0.103
11	4.580	5.250	4.580	3.392	4.580	6.250	4.580	6.678
12	5.080	6.175	5.080	4.441	5.080	6.950	5.080	6.753
13								
14	5.778	5.125	5.778	5.322	5.778	5.275	5.778	5.603
15	6.935	7.035	6.908	6.642	6.815	5.911	6.782	4.571
16	8.090	7.430	8.037	6.876	7.911	6.325	7.186	4.112
17	9.243	8.807	9.164	7.224	8.275	7.043	8.781	5.031
18	10.390	8.777	10.286	7.912	10.035	6.523	9.781	4.208
19	11.533	8.552	11.403	7.634	11.090	6.315	10.776	4.165
20	12.668	7.900	12.573	7.205	12.138	6.361	11.763	5.117
21	13.715	8.410	13.614	8.134	13.178	5.901	12.742	4.658
22	14.913	8.570	14.706	8.002	14.201	6.710	13.712	5.268
23	16.020	8.977	15.778	8.157	15.230	6.787	14.673	5.222
24	17.113	9.650	16.857	9.351	16.210	7.595	15.623	4.614
25	18.193	10.357	17.912	10.506	17.237	7.228	16.571	5.571
26	19.258	11.315	18.953	10.674	18.220	8.645	17.496	5.812
27	20.305	13.605	19.978	11.700	19.187	9.196	18.377	5.213
28	21.263	18.790	20.913	14.051	20.071	9.815	19.228	0.381
29	21.690	14.663	21.347	11.915	20.477	7.917	19.637	2.251
30	22.110	11.908	21.775	8.810	20.877	6.302	20.053	1.920
31	22.533	9.423	22.275	6.246	21.345	5.783	20.457	2.075
32	22.945	6.935	22.669	6.257	21.763	5.718	20.855	3.276
33	23.358	5.818	23.103	4.981	22.174	4.201	21.246	2.265
34	23.768	4.197	23.536	4.319	22.582	3.988	21.630	2.385
35	24.173	2.427	23.968	3.472	22.988	2.704	22.007	2.710
36	24.588	0.127	24.379	0.832	23.391	0.920	22.381	3.167
37								

No.

表-11(1) 放水管内圧力表

貯水位EL1350m
ゲート開度：全開

測点番号	下面		測点番号	下面	
	X (m)	圧力 (m)		X (m)	圧力 (m)
0	0.000	26.115	26	17.183	3.400
1	0.480	23.330	27	18.070	2.938
2	0.880	22.010	28	18.880	0.825
3	1.280	20.485	29	19.310	0.431
4	1.680	19.045	30	19.735	1.116
5	2.080	16.898	31	20.158	2.144
6	2.480	14.260	32	20.578	2.373
7	2.880	12.595	33	20.990	1.520
8	3.280	10.990	34	21.398	1.157
9	3.680	9.855	35	21.803	1.256
10	4.080	6.300	36	22.203	1.737
11	4.580	8.125	37	22.450	1.200
12	5.080	7.950	38	23.250	2.687
13			39	24.043	3.225
14	5.778	5.100	40	24.835	3.110
15	6.758	4.868	41	25.465	4.210
16	7.733	4.713	42	26.073	3.338
17	8.710	3.805	43	26.720	2.838
18	9.680	3.525	44	27.345	3.063
19	10.648	3.925	45	27.965	2.943
20	11.608	3.813	46	28.585	2.650
21	12.563	3.733	47	29.205	2.560
22	13.508	4.360	48	29.825	2.148
23	14.413	4.148	49	30.433	1.863
24	15.368	3.965	50	31.045	1.580
25	16.283	4.018	51	31.655	1.650

No.

表-11(2) 放水管内圧力表

貯水位EL 1170m
（ゲート開度：全開）

測点番号	上面		上隅角		側面		下隅角	
	X (m)	圧力(m)	X (m)	圧力(m)	X (m)	圧力(m)	X (m)	圧力(m)
0	0.000	-1.890	0.000	10.654	0.000	0.325	0.000	16.671
1	0.480	4.620	0.480	6.828	0.480	6.600	0.480	10.592
2	0.880	5.310	0.880	5.900	0.880	7.175	0.880	9.125
3	1.280	4.761	1.280	5.311	1.280	7.200	1.280	9.414
4	1.680	4.180	1.680	4.033	1.680	6.250	1.680	8.217
5	2.080	2.602	2.080	3.313	2.080	5.100	2.080	7.012
6	2.480	1.610	2.480	2.283	2.480	4.325	2.480	5.542
7	2.880	1.010	2.880	1.115	2.880	3.350	2.880	4.135
8	3.280	0.085	3.280	-0.083	3.280	2.475	3.280	3.433
9	3.680	-0.730	3.680	-1.140	3.680	1.900	3.680	0.810
10	4.080	-1.755	4.080	-3.423	4.080	0.650	4.080	-1.412
11	4.580	-0.900	4.580	-0.803	4.580	0.925	4.580	1.128
12	5.080	-0.425	5.080	-0.428	5.080	1.075	5.080	1.178
13								
14	5.778	-0.425	5.778	-0.222	5.778	0.525	5.778	1.303
15	6.935	0.245	6.908	0.867	6.845	0.874	6.782	0.321
16	8.090	0.430	8.037	0.926	7.911	1.125	7.786	1.128
17	9.243	1.232	9.164	1.499	8.975	1.443	8.787	1.061
18	10.390	1.347	10.286	1.637	10.035	1.298	9.784	0.653
19	11.533	1.277	11.403	1.431	11.090	1.190	10.776	0.665
20	12.668	1.025	12.513	0.055	12.138	1.669	11.763	1.282
21	13.795	1.610	13.614	0.659	13.178	1.231	12.742	1.133
22	14.913	1.635	14.106	1.952	14.207	1.835	13.712	1.573
23	16.020	2.072	15.778	2.137	15.230	1.111	14.673	1.371
24	17.113	2.575	16.857	3.001	16.210	2.575	15.623	1.397
25	18.193	3.182	17.912	4.006	17.237	3.028	16.561	2.111
26	19.258	4.015	18.953	4.173	18.220	3.570	17.486	2.411
27	20.305	5.555	19.978	4.975	19.187	4.171	18.397	2.235
28	21.263	6.015	20.913	6.401	20.071	4.545	19.228	-0.086
29	21.690	9.863	21.347	3.940	20.499	3.417	19.637	-1.204
30	22.190	8.408	21.775	3.385	20.899	2.552	20.053	0.770
31	22.533	7.048	22.275	2.416	21.345	2.533	20.457	1.145
32	22.945	5.660	22.669	2.082	21.763	2.368	20.855	1.557
33	23.358	5.243	23.103	1.881	22.179	2.176	21.241	1.610
34	23.768	4.577	23.536	1.619	22.582	1.788	21.630	1.560
35	24.173	3.872	23.968	1.422	22.989	1.329	22.007	1.835
36	24.588	2.827	24.394	0.331	23.391	0.145	22.391	2.212
37								

12. 100×200

（表-11(1)）放水管内圧力表

貯水位 EL.1170m
ゲート開度：全開

測点番号	下面		測点番号	上面	
	X (m)	圧力(m)		X (m)	圧力(m)
0	0.000	13.340	26	17.183	1.800
1	0.480	11.155	27	18.070	1.328
2	0.880	10.815	28	18.880	0.402
3	1.280	10.260	29	19.310	0.281
4	1.680	9.415	30	19.735	0.226
5	2.080	7.318	31	20.158	1.301
6	2.480	6.710	32	20.578	1.178
7	2.880	5.760	33	20.910	1.460
8	3.280	4.815	34	21.375	1.201
9	3.680	4.130	35	21.823	1.581
10	4.080	2.250	36	22.203	1.664
11	4.580	2.875	37	22.750	1.750
12	5.080	3.050	38	23.250	2.417
13			39	24.013	3.100
14	[illegible]	1.420	40	24.835	3.185
15	[illegible]	1.312	41	25.465	3.115
16	[illegible]	[illegible]	42	26.071	[illegible]
17	[illegible]	0.805	43	26.720	[illegible]
18	[illegible]	0.765	44	[illegible]	[illegible]
19	[illegible]	[illegible]	45	[illegible]	[illegible]
20	[illegible]	[illegible]	46	28.504	[illegible]
21	[illegible]	[illegible]	47	[illegible]	[illegible]
22	[illegible]	[illegible]	48	29.825	1.378
23	[illegible]	[illegible]	49	30.443	[illegible]
24	15.368	1.415	50	31.045	1.505
25	16.231	1.618	51	31.655	1.300

表－12 (a)

貯水位	流量		
		RAM=0.012	RAM=0.025
EL 117.0 m	S1	378.5 m³/s	370.4 m³/s
	S2	378.3	370.1
132.5	S1	483.9	473.5
	S2	483.6	473.1
135.0	S1	498.8	488.1
	S2	498.6	487.7

表－12 (b)

ベルマウス部断面諸要素

NO	L (m)	B (m) (巾)	H (m) (高)	R (m) (原案)	R (m) (改良案)
0	0	6.630	6.630	1.430	1.430
1	0.08	6.328	6.328	1.452	1.473
2	0.48	5.910	5.910	1.562	1.678
3	0.88	5.681	5.681	1.672	1.861
4	1.28	5.517	5.517	1.781	2.023
5	1.68	5.393	5.393	1.891	2.162
6	2.08	5.296	5.296	2.001	2.281
7	2.48	5.223	5.223	2.111	2.378
8	2.88	5.168	5.168	2.221	2.453
9	3.28	5.130	5.130	2.330	2.507
10	3.68	5.107	5.107	2.440	2.539
11	4.08	5.100	5.100	2.550	2.550

表－12 (c)

テーパー部断面諸要素

NO	L (m)	B (m) (巾)	H (m) (高)	R (m) (原案)	Rd(m) (改良案)	Ru(m)
0	0	5.100	5.100	2.550	2.550	2.550
1	0.534	5.042	4.930	2.361	2.528	2.355
2	1.068	4.984	4.772	2.173	2.463	2.162
3	1.602	4.926	4.625	1.984	2.354	1.971
4	2.136	4.869	4.489	1.796	2.201	1.782
5	2.670	4.811	4.365	1.607	2.005	1.594
6	3.203	2.753	4.251	1.419	1.765	1.408
7	3.737	4.695	4.147	1.230	1.481	1.222
8	4.271	4.637	4.055	1.042	1.154	1.038
9	4.615	4.600	4.000	0.920	0.920	0.920

SEKIREI A4 NO.54

表 12 (d) 放水管座標表

S1 (L2=1.152m)

NO	Xu(m)	Yu(EL.m)	Xd(m)	Yd(EL.m)	K(°)
0	0	102.315	0	95.685	
1	0.080	102.164	0.080	95.836	
2	0.480	101.955	0.480	96.045	
3	0.880	101.840	0.880	96.160	
4	1.280	101.759	1.280	96.241	
5	1.680	101.696	1.680	96.304	
6	2.080	101.648	2.080	96.352	
7	2.480	101.611	2.480	96.389	
8	2.880	101.584	2.880	96.416	
9	3.280	101.565	3.280	96.435	
10	3.680	101.554	3.680	96.446	
11	4.080	101.550	4.080	96.450	
11	4.080	101.550	4.080	96.450	
12	4.580	101.550	4.580	96.450	
13	5.080	101.550	5.080	96.450	
14	5.232	101.550	5.232	96.450	
14	5.232	101.550	5.232	96.450	0
15	6.388	101.530	6.210	96.433	2
16	7.543	101.469	7.188	96.382	4
17	8.696	101.369	8.163	96.296	6
18	9.844	101.228	9.134	96.177	8
19	10.986	101.047	10.101	96.024	10
20	12.122	100.826	11.062	95.837	12
21	13.249	100.566	12.015	95.617	14
22	14.366	100.266	12.961	95.364	16
23	15.473	99.928	13.897	95.078	18
24	16.566	99.551	14.822	94.759	20
25	17.646	99.137	15.736	94.408	22
26	18.711	98.685	16.637	94.026	24
27	19.759	98.196	17.524	93.612	26
28	20.716	97.710	18.333	93.201	27-51-20
28	20.716	97.710	18.333	93.201	0
29	21.143	97.287	18.764	92.969	1
30	21.566	96.867	19.190	92.729	2
31	21.985	96.452	19.613	92.481	3
32	22.400	96.040	20.031	92.227	4
33	22.812	95.631	20.444	91.965	5
34	23.221	95.226	20.853	91.696	6
35	23.627	94.823	21.257	91.420	7
36	24.031	94.422	21.656	91.136	8
37	24.290	94.166	21.911	90.950	8-38-40

SEKIREI A4 NO.54

表 12 (e) 放水管座標表

S2 (L2=1.698m)

NO	Xu(m)	Yu(EL.m)	Xd(m)	Yd(EL.m)	K(°)
0	0	102.315	0	95.685	
1	0.080	102.164	0.080	95.836	
2	0.480	101.955	0.480	96.045	
3	0.880	101.840	0.880	96.160	
4	1.280	101.759	1.280	96.241	
5	1.680	101.696	1.680	96.304	
6	2.080	101.648	2.080	96.352	
7	2.480	101.611	2.480	96.389	
8	2.880	101.584	2.880	96.416	
9	3.280	101.565	3.280	96.435	
10	3.680	101.554	3.680	96.446	
11	4.080	101.550	4.080	96.450	
11	4.080	101.550	4.080	96.450	
12	4.580	101.550	4.580	96.450	
13	5.080	101.550	5.080	96.450	
14	5.580	101.550	5.580	96.450	
15	5.778	101.550	5.778	96.450	
15	5.778	101.550	5.778	96.450	0
16	6.935	101.530	6.757	96.433	2
17	8.090	101.469	7.734	96.382	4
18	9.242	101.369	8.709	96.296	6
19	10.391	101.228	9.681	96.177	8
20	11.533	101.047	10.647	96.024	10
21	12.669	100.826	11.608	95.837	12
22	13.796	100.566	12.562	95.617	14
23	14.913	100.266	13.507	95.364	16
24	16.019	99.928	14.443	95.078	18
25	17.113	99.551	15.369	94.759	20
26	18.193	99.137	16.282	94.408	22
27	19.258	98.685	17.183	94.026	24
28	20.306	98.196	18.070	93.612	26
29	21.263	97.710	18.880	93.201	27-51-20
29	21.263	97.710	18.880	93.201	0
30	21.690	97.287	19.311	92.969	1
31	22.113	96.867	19.737	92.729	2
32	22.531	96.452	20.159	92.481	3
33	22.947	96.040	20.577	92.227	4
34	23.359	95.631	20.991	91.965	5
35	23.768	95.226	21.399	91.696	6
36	24.174	96.023	21.803	91.420	7
37	24.577	94.422	22.203	91.136	8
38	24.836	94.166	22.457	90.950	8-38-40

表－12(f) 放水管内圧力計算値表 (S₂管)

RAM = 0.012 (新管)

WL = 117.0 (m)				WL = 135.0 (m)			
NO	P (m)	Pu(m)	Pd(m)	NO	P (m)	Pu(m)	Pd(m)
0	13.858	10.543	17.173	0	28.808	25.493	32.123
1	12.964	9.800	16.128	1	27.255	24.091	30.420
2	11.180	8.225	14.135	2	24.157	21.202	27.112
3	9.764	6.924	12.605	3	21.700	18.859	24.540
4	8.433	5.674	11.192	4	19.388	16.629	22.146
5	7.138	4.442	9.834	5	17.139	14.443	19.835
6	5.869	3.221	8.518	6	14.936	12.288	17.584
7	4.631	2.020	7.242	7	12.786	10.175	15.397
8	3.437	0.853	6.021	8	10.713	8.129	13.296
9	2.307	-0.258	4.872	9	8.751	6.186	11.316
10	1.269	-1.258	3.822	10	6.947	4.393	9.501
11	0.354	-2.196	2.904	11	5.359	2.809	7.909
11	0.354	-2.196	2.904	11	5.359	2.809	7.909
12	0.333	-2.217	2.883	12	5.323	2.773	7.873
13	0.313	-2.237	2.863	13	5.288	2.738	7.838
14	0.292	-2.258	2.842	14	5.252	2.702	7.802
15	0.284	-2.266	2.834	15	5.238	2.688	7.788
15	0.284	-2.266	2.834	15	5.238	2.688	7.788
16	0.259	-1.278	1.795	16	5.180	4.389	5.971
17	0.271	-0.865	1.406	17	5.159	5.061	5.258
18	0.320	-0.520	1.160	18	5.176	5.585	4.767
19	0.406	-0.195	1.007	19	5.230	6.046	4.413
20	0.529	0.131	0.927	20	5.321	6.479	4.162
21	0.689	0.466	0.911	21	5.448	6.899	3.997
22	0.885	0.817	0.953	22	5.612	7.317	3.907
23	1.117	1.187	1.047	23	5.812	7.739	3.885
24	1.386	1.579	1.192	24	6.048	8.169	3.926
25	1.689	1.993	1.385	25	6.319	8.611	4.027
26	2.028	2.431	1.625	26	6.625	9.066	4.184
27	2.401	2.893	1.909	27	6.966	9.536	4.396
28	2.808	3.379	2.237	28	7.341	10.020	4.661
29	3.216	3.853	2.580	29	7.719	10.484	4.953
29	3.216	2.107	4.325	29	7.719	7.453	7.984
30	2.894	1.894	3.894	30	6.918	6.786	7.049
31	2.570	1.672	3.469	31	6.113	6.106	6.120
32	2.241	1.437	3.045	32	5.297	5.407	5.187
33	1.901	1.185	2.617	33	4.461	4.680	4.243
34	1.545	0.912	2.178	34	3.596	3.917	3.275
35	1.167	0.612	1.722	35	2.691	3.111	2.270
36	0.759	0.279	1.238	36	1.732	2.249	1.215
37	0.312	-0.094	0.712	37	0.705	1.319	0.092
38	0	-0.361	0.361	38	0	0.676	-0.676

表－12 (g)　放水管内圧力計算値表 (S_2管)

RAM = 0.025 (旧管)

WL = 117.0 (m)				WL = 135.0 (m)			
NO	P (m)	Pu(m)	Pd(m)	NO	P (m)	Pu(m)	Pd(m)
0	14.037	10.722	17.352	0	29.119	25.804	32.434
1	13.181	10.017	16.345	1	27.632	24.468	30.797
2	11.469	8.514	14.424	2	24.660	21.705	27.615
3	10.109	7.269	12.950	3	22.298	19.458	25.139
4	8.828	6.069	11.587	4	20.073	17.315	22.832
5	7.580	4.884	10.277	5	17.907	15.210	20.603
6	6.356	3.708	9.004	6	15.781	13.133	18.429
7	5.160	2.549	7.771	7	13.704	11.093	16.316
8	4.005	1.421	6.589	8	11.698	9.114	14.282
9	2.910	0.345	5.475	9	9.797	7.232	12.362
10	1.901	-0.653	4.454	10	8.044	5.491	10.598
11	1.009	-1.541	3.559	11	6.496	3.946	9.046
11	1.009	-1.541	3.559	11	6.496	3.946	9.046
12	0.968	-1.582	3.518	12	6.425	3.875	8.975
13	0.927	-1.623	3.477	13	6.354	3.804	8.904
14	0.886	-1.664	3.436	14	6.282	3.732	8.832
15	0.870	-1.680	3.420	15	6.254	3.704	8.804
15	0.870	-1.680	3.420	15	6.254	3.704	8.804
16	0.801	-0.780	2.381	16	6.121	5.254	6.988
17	0.769	-0.428	1.965	17	6.024	5.820	6.229
18	0.774	-0.139	1.688	18	5.965	6.247	5.684
19	0.817	0.133	1.501	19	5.943	6.615	5.271
20	0.896	0.407	1.386	20	5.958	6.957	4.959
21	1.012	0.692	1.333	21	6.010	7.290	4.729
22	1.165	0.993	1.336	22	6.098	7.622	4.573
23	1.353	1.315	1.392	23	6.222	7.959	4.484
24	1.578	1.658	1.498	24	6.382	8.307	4.457
25	1.838	2.025	1.651	25	6.577	8.667	4.488
26	2.133	2.416	1.850	26	6.808	9.041	4.575
27	2.463	2.832	2.093	27	7.073	9.430	4.715
28	2.826	3.273	2.379	28	7.372	9.836	4.907
29	3.193	3.705	2.682	29	7.679	10.227	5.131
29	3.193	2.035	4.352	29	7.679	7.328	8.031
30	2.876	1.825	3.927	30	6.887	6.667	7.107
31	2.556	1.605	3.507	31	6.089	5.991	6.186
32	2.230	1.372	3.088	32	5.278	5.294	5.261
33	1.892	1.122	2.663	33	4.446	4.570	4.323
34	1.538	0.849	2.228	34	3.585	3.809	3.361
35	1.162	0.550	1.774	35	2.682	3.003	2.361
36	0.755	0.217	1.294	36	1.726	2.142	1.311
37	0.311	-0.156	0.778	37	0.703	1.213	0.193
38	0	-0.421	0.421	38	0	0.570	-0.570

註) S_1管についてはS_2管と大差がないので省略した。

高山ダム水理模型実験報告書

中間報告（2）

昭和41年12月

建設省土木研究所

SEKIREI A4 NO. 54

まえがき

本報告書は高山ダム余水吐について昭和41年4月～11月に行なわれた実験についてまとめたもので「高山ダム水理模型実験中間報告(1) 昭和41年4月」に続くものである。

実験に使用した模型や諸量の測定方法および相似律などは上記の報告書にしるしてあるのでここは省略する。

才1章　実験概要

今回予定された実験の項目は次の通りである。

1) 減勢工に関する検討

中間報告(1)において減勢工について一応の結論を得た（水叩き長70m，シル高7.6m）がその後現場における工事の進行にともない，水叩き底面の岩盤が推定よりも良好であり，原案の水叩き底面を2m上げる（原案底面標高EL72.6mを74.6mとする）ことが，水理的に（減勢工の見地から）可能であれば経済的に有利であることがわかったため，あらためてこの点について検討を行なうこととした。

2) 越流面形状に関する検討

SEKIREI A4 NO.54

2) 抽出模型による放水管の形状および貯水位と流量の関係についての検討

ここで使用する抽出模型（縮尺 $1/20$）は前回の報告書にしるした改良（ベルマウス部およびテーパー部の隅取半径を長さの一次に比例して設定していた原案を、長さの二次に比例して設定すること）を施したものである。ただし改造はベルマウス部についてのみ行ない、テーパ部については改造が複雑となるため省略し、ベルマウス部における結果によって推定することとした。

第2章　実験および結果

1) 減勢工に関する実験

水叩きの底面を2m高くした場合に生ずる減勢上の変化について調査するため、模型は原設計案のままで相対的に下流水位を2m下げて（流下する水脈の水頭が2m違うのを無視すれば水叩き底面が2m上がったようなかたちとなる）実験を行った結果、流量が $2000\,m^3/s$ の場合に水叩き始端に露出射流があらわれ水脈が飛散する流況を示したため、水叩き全体を2m高くすることは不可能であることがわかった。

したがって、次の段階として水叩き始端附近をEL 72.5mまで掘削し、シル上流部附近はEL 74.5mとしその間に適当な段上りを設けた型式について検討することとし図－1～4に示すような10種の水叩き型式について検討を行った。なお、これらの水叩きは実験当初に全ての型式を考慮したわけではなく実験の進行にともなって考案されたものもある。

これらの各水叩き型式に対して1,500（放水管のみ）2,000, 3,000および4,500 m³/sの4種の流量条件について水叩き内の流況を観察し、その減勢効果を検討した。

上記の10種の水叩きはいずれも

水叩き始端からシル前端までの距離が62mでその間の底面に高さ2mの段のあるもので

i) 45°の傾斜した段のあるもの（C, D, E）

ii) 5：1のゆるやかな勾配をもつ段のあるもの（I, J）

iii) 鉛直のアブラプトライズのあるもの（K, L, M, N, O）

に大別される。その結果を水叩き内の縦断形状についてまとめたものを図－5～24に示す。

それぞれについての流況観察結果は次の通りである。

- C型（l'（水叩き始端から段の上流端までの距離）＝40m、δ（勾配）＝45°）

図－5、6、[redacted] 1800㎥/s は減勢されているが

2000㎥/s の時は水叩き始端に塵と射流がぶらりだし、飛散状況を示している。

2400㎥/s と 4600㎥/s の間の流量で底面の段では跳上げられた水脈がシルに直接当っている様子が観察された。

- D型　l'＝20m、δ＝45°

図－7、8 [redacted]

全体的に減勢の状況はC型よりはよいが、2000㎥/s は充分に減勢されていない。

水脈がシルに当る傾向はC型に同じ

- E型　l'＝20m、δ＝45°

図－9、10 [redacted]

減勢の状態はC、D型よりよく2400㎥/s まで減勢されている。

流量4000㎥/s では飛散している水脈は拡散せず、束状になってシルを越えて河道へ落下する様子が見られ、河床に多大の損害を与えることが予想される。

水脈がシルに当る傾向はC、Dに同じ

- I型　l'＝20m、δ＝6:1

図－11, 12, [redacted]

全体的に減勢の状態は δ = 45° の場合より劣っており比較的小さい流量で飛散の状態を示している。

1800 m^3/s は減勢されているが、2000 m^3/s は飛散している。

流量 2000 m^3/s と 4000 m^3/s の間の流量で段ではねあげられた水脈は激しくシルに直接当る。

J型　l' = 15m, δ = 5 : 1

図－13, 14 [redacted]

1800 m^3/s は減勢されているが 2000 m^3/s は飛散している

全体的に減勢の状態は I 型より劣っている。

流量 4800 m^3/s ではねあげられた水脈は束となってシルに当る。

K型．l' = 40m, δ = 90°

図－15, 16, [redacted]

1800 m^3/s は減勢しているが 2000 m^3/s の時は水叩き始端に鋭い射流があらわれ、水脈は飛散に近い流況を示す。

流量 2000～4000 m^3/s の間の流量でアブラプトライズの先端ではねあげられた水脈はシルに直接当る。

アブラプトライズが水脈がはねあげるようになると、

その上流面に大きな動水圧が働いている様子が観察された

。L型　$l=35cm$　$\theta=90°$

図−17、18 [redacted]

K型よりは減勢の状況はよいが、2300m^3/sの時完全に減勢されているとはいえない。

水脈がシルに当る傾向およびシルが動水圧を受ける様子はK型に同じ。

。M型　$l=30cm$、$\theta=90°$

図−19、20 [redacted]

L型より減勢の状態はよく、2300m^3/sの時もよく減勢されている。

水脈がシルに当る傾向およびアブラプトライズが動水圧を受ける様子はK、L型に同じ。

。N型　$l=25cm$　$\theta=90°$

図−21、22 [redacted]

M型より減勢の状況はよく2300m^3/sの時もよく減勢されている。

水脈がシルに当る傾向およびアブラプトライズが動水圧を受ける様子はK、L、M型に同じ。

SEKIREI A4 NO.54

。O型　$l'=20m$, $\theta=90°$

図－20, 21 [redacted]

N型より減勢の状況はよく2000m³/s の時もよく減勢されている。

水脈がシルに当る傾向およびアプラフト ライズが動水圧を受ける様子はN型に同じ。

以上のような結果となった。

これらを総合して考えると

i）段の勾配によって、それぞれ特徴を示している。

ii）勾配のゆるやかな場合（$\theta=1:1$）は減勢効果は小さく　シルを攻撃する水脈の飛散角度は低い。

勾配が急になるにつれて減勢効果は大きくなり飛散する水脈は高くとび上る。

iii）水叩き前端から段の先端までの距離によってその減勢効果は異なり、一般に上流に近いほど（lが小さいほど）減勢効果は大きい。

ただし、段の位置における水脈の状態（段がjumpの過程中にある場合と、射流が潜流として存在している区域にある場合）によって減勢の状況や水脈の飛散の

状況はかなり異っており，潜流の位置に段がある場合の方が減勢効果は大きく，水脈が飛散する場合は激しい乱れが生じ，段の上流面にかかる動水圧も大きくなる様子が観察された．

iii) もともと，大流量の場合にシルで飛散させる設計であるのでシルの上流部に同じような機能をもつ段上りを設ける場合は，ある程度以上の流量については，段の位置で水脈が飛散の状態になることは当然であるといえる．

したがって，段ではね上げられた水脈が下流にあるシルを直接攻撃することは，流量の違いこそあれ必ず生ずる現象であろう．

これらの考慮の上，水叩き始端からシルまでの間に段上りを設けることについて次のような結論が得られた．

i) 減勢上は段上流面の勾配が大きいほど，また段を上流に設けるほど有利である．

ii) 勾配の大きさにかかわらず，ある流量条件のもとで段によってはね上げられた水脈はシルに直接当るのでシルの構造上，大きな問題となる．

iii) 勾配の大きいほど段の上流面にかかる動水圧は大きい。

この結果、特にii)の問題に難点があり、大流量の場合に水脈を飛散させてシルの安全をはかるという当初の設計方針と矛盾することとなる。

したがって、水叩き始端からシルまでの間に段上りなどの構造物を設けることは好ましくない。

以上の判断のもとに水叩き始端からシルまでの間はEL72.60mの同一平面とし、シルから下流をEL71.60mとする型式（図—4参照）について検討することとした。

その結果、原案のシル高1.0mを採用し、水叩き始端からシル前端までの距離が40、48、56mの3種について実験した結果、これら3種のうちでは56mのもの（3種のうち最も下流側にシルを設けた場合が比較的減勢効果がよいことがわかったが、いずれも流量1800m³/sは減勢するが2000m³/sの場合は水叩き始端に噴出射流があらわれ、水脈が飛散している状態が観察され、若干減勢機能が不足することがわかった。

このことは中間報告(1)で得た結論（水叩き始端から

シル下流端までの距離70m（シル上流端までは51m），シル高2.5m）とほとんど同じ型式となっている50mの場合に減勢機能が不足するということを示している．

これについて，前回の結論との相違点についてさらに検討した結果，前回の場合はシル天端とシル下流部の水叩き底面との差が2.5mであったのにくらべて今回の場合は5.5mであり，この位置における跳水下流部のrollingの状況が異るため減勢効果に相違をもたらしているものと判断された。

したがって，減勢効果を増すためにシルの高さを2.5増して8.0mとして検討することとした．

その結果を図－25～42および表－1～6に示す．

これによると，流量2400 m^3/sまでは完全に減勢されている状況が観察され最終案として支障のないことを確認した．

水叩きの導流壁高としては，減勢工設計対象流量である2400 m^3/sの場合，図－26より水叩き内でEL 91.5mまで，シル下流端から下流約14mの位置でEL 92.5mまで必要であることがわかる。なお飛散状況を示している4000 m^3/sおよび4200 m^3/sの場合はシル位置付近でそれぞれEL 96.0m

および100mとかなりの高さが必要となる。水叩きの中心線が余水吐の中心線と約45°の角度を持っているため一般に流れは左岸側へかたよりがちであり左岸側の水位が高くなっていることが観察された。

最終案についてシル面上の圧力を測定し、形状の可否について検討を行った。圧力の測定点はシルの中心線および左岸側導流壁ぞいの2測線に各17点を設けた。(図−44および表−7)圧力の測定結果は図−45および表−8に示す。

この結果によれば中央部では測点7(シル天端上流端)において圧力の低下が見られ流量の小さいほど大きい負圧を示していることがわかる。

負圧の大きさとしては流量2000㎥/sの時−1.46、1800㎥/sの時−1.5mという数値となっている。

左岸側では測点12(シル下流面傾斜面の上流端)に圧力の低下がみられ流量の大きいほどこの傾向は著しい(図−45および表−7参照)負圧の最大値は流量4800㎥/sの時−2.62mとなっている。中央部において測点7の圧力が流量の小さいほど低下しているので負圧の傾向が流量の小さいほど危険側になっているため、検証の意味で1800㎥/s

以下の800、1000および1200㎥/sの3種の流量について実験を行った。

その結果は図-26および表-10に示す通りで、流量800㎥/sの時、最大負圧-2.1mを記録した。

以上の実験結果により、シル面上いずれの点においても-2.0の許容負圧をこえる負圧は発生しておらず空洞現象に対して安全であることがわかる。

2) 越流面形状に関する実験

堤頂越流面形状、コンジットゲートハウスが設置されている越流部ピアーの導流状況および越流面の下流部から水叩きの始端部へかけて湾曲して設計されている水叩き導流壁の上流部の平面的形状の可否を、各面上の圧力を測定することによって検討した。

その測点の位置を図-27および表-11に示す。

流量条件としては貯水位EL 286.0m、堤頂越流部ゲート全開および開度1mおよび2mとした。

測点結果によると堤頂越流面については越流面中央測線No.1では測点6で-0.8、ピアーぞい測線No.2では測点9において-2.0の最大負圧が発生している。

（図-28および表-12参照）

越流部ピアー（測線No.3）の圧力の測定結果を図−39および表−13に示す。

この結果によればゲート全開時に測点No.1において−2.46という負圧が発生している以外はほとんど問題はない。また、この点がゲート戸溝のすぐ下流部に位置していることを考えれば当然の結果と考えられる。

水叩き上流部の導流壁（測線No.4）についての測定結果を図−40および表−13に示す。

これによれば圧力は全て正圧を示しており全く問題はない。

以上の圧力測定の結果、いずれも許容負圧−3.0m以下であることを確認した。

堤頂越流部の導流壁高を検討するため貯水位EL134.0mゲート全開の場合の堤頂越流部から流下する水脈の水平形を測定した。その結果を図−41および表−14に示す。

この結果、平均水位は設計の導流壁内に収容し得るが、周期的に盛り上って来る最高水位は導流壁をこえてゲートハウスの上面に水脈が当る状況が観測された。

これを完全に導流壁内に収容するためには原案のコン

ジットゲートハウスの設置されている導流壁の勾配を原案の1:0.445から1:0.5（図-41-b参照）とすれば最高水位を収容することが出来る。

この案は余裕のない設計ではあるが計画満水位EL 135.0mでクレストゲート全開時における最高水位に対してであるから支障はないものと考えられる。

3) 放水管抽出模型に関する実験

1) 管内圧力測定

ベルマウス部の隅角半径の改造を施したのちに形状についての検討を行うため貯水位EL 135.0mおよび117.0mの2種について管内圧力の測定を行った。ゲートを半開操作した条件についてはすでに前回の時に行ない全く問題のないことが確認されているので今回は省略した。放水管圧力測定位置については図-42および表-15に示す。

実験結果を図-43および表-16に示す。この結果、原案放水管について問題となったベルマウス部の隅角円弧から直管部へ移行する点において発生した許容負圧をこえる急激な圧力の低下はなくなっていることが

SEKIREI A4 NO.54

わかった。

すなわち放水管上面のベルマウス部から直管部へ移行する点（測点No.9）において貯水位EL1170m、ゲート全開時に原案で測定された−2.4mという負圧は、改良案では−1.4mに減少しており許容負圧以内になっていることがわかる。

今回の実験結果にはこのほかに貯水位EL1140mでゲート全開時に彎曲管部からテーパー部へ移行する点（測点No.29）に−2.6mというかなりの負圧が生じているが、これについてはベルマウス部で行ったと同様な改造を施せばかなり緩和されることが予想され、改良設計案によれば差支えないものと考えられる。

放水管内圧力測定値のうち上面の測点において貯水位EL1170およびEL1140のいずれについても−4mをこえる負圧が記録されており、疑問となったが種々検討した結果圧力測定位置における模型製作の誤差であることが判明した。

一般に放水管ベルマウスの始端は静水頭を示すべきであるにもかかわらず、この点の上、下、側、上部隅

角の5点の値はかなり不規則な値を示していることはベルマウス上流端と堤体上流面とが接する附近の模型製作が困難なことを示している。

本ダムの放水管のように上下側面とも斜角となっている場合、特に上流端に圧力の低下を来たすことは考えられないので測点No.0は全て省いて差支えないと考える。

ii) 水位流量関係に関する実験

抽出模型放水管についてゲート全開時の放流能力について検討した結果、下表のようになった。

貯水位(EL.m)	必要放流量	実験値	簡略計算値	原3計算値(新管の場合)
117.0	325 m³/s	371 m³/s (368)	356 m³/s	378 m³/s
132.5	450	473 (471)	455	480
135.0		487 (481)	469	499

注) 実験値のうち( )の中は改造前の値

いずれも必要放流条件を満足しており、原3計算結果もかなりよく一致している。

ゲート開度と貯水位—流量の関係を求めたものを図—44および表—17に示す。

この結果から $C_o = \frac{Q}{A\sqrt{2gH}}$ として流量係数を求めたものを図—45および表—17-aに示す。

SEKIREI A4 NO. 54

放水管ゲートのピンの位置を検討するため貯水位EL 125.0m、ゲート全開時にピンの位置から水面までの距離を測定した結果、側壁ぞいで1.27m、中央で1.95mであり、側壁ぞいで1.5mという基準に若干はずれるが、これは側壁ぞいにはい上って来た水脈からの距離であり、中央部で1.75mの余裕があるので支障ないものと考えられる。

第4章　結論

以上、実験による検討の結果をまとめると次のようになる。

1) 減勢工としては水叩き始端からシルまでの間に段上りのあるものは好ましくなく、シルまでの60mの区間はEL 72.5mの同一平面とし、下流についてのみ底面を2m高くすることが望ましい。

この場合、減勢工シル高としては2.0が最適である。

2) 堤頂越流面、コンジットゲートハウスが設置されているピアーの導流壁および水叩き導流壁の上流部などについて形状の検討を行った結果、負圧の発生点は数か所に見られるがいずれも許容負圧内であり、空洞現象

SEKIREI A4 NO.54

についての危険性はないものと考えられる。

ⅳ) 改良設計案による放水管抽出模型についての検討の結果、各種の放流必要条件はいずれも満足し、管内形状についても支障ないものと考えられる。

図－1 水叩き縦断形状図

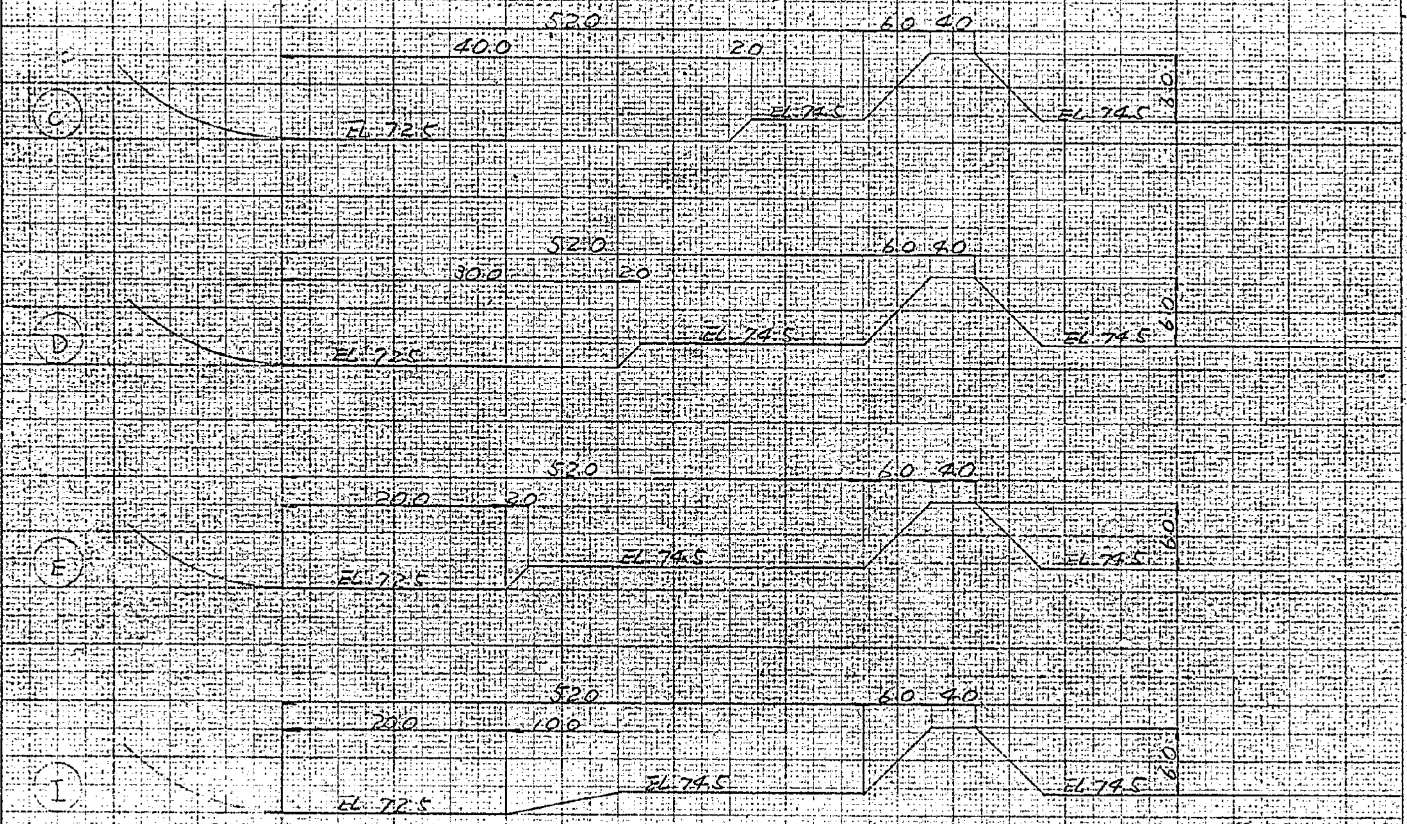
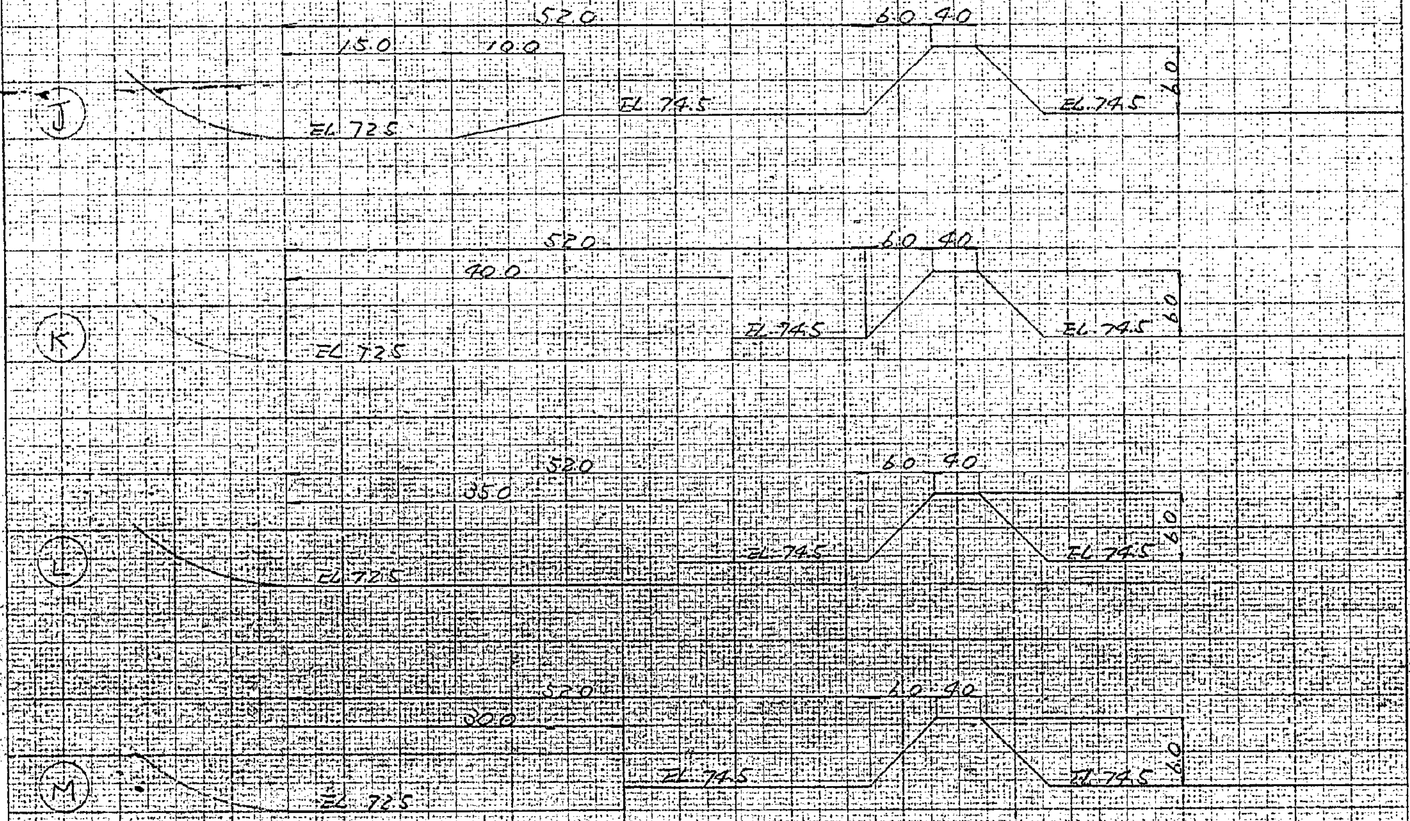

C
52.0
40.0
2.0
6.0
4.0
EL 72.5
EL 74.5
EL 74.5
3.0
D
52.0
30.0
2.0
6.0
4.0
EL 72.5
EL 74.5
EL 74.5
6.0
E
52.0
20.0
2.0
6.0
4.0
EL 72.5
EL 74.5
EL 74.5
6.0
I
52.0
20.0
10.0
6.0
4.0
EL 72.5
EL 74.5
EL 74.5
6.0

図-2 水叩き縦断形状図


J
52.0
6.0
4.0
15.0
10.0
6.0
EL 74.5
EL 74.5
EL 72.5
K
52.0
6.0
4.0
40.0
6.0
EL 74.5
EL 74.5
EL 72.5
L
52.0
6.0
4.0
35.0
6.0
EL 74.5
EL 74.5
EL 72.5
M
52.0
6.0
4.0
30.0
6.0
EL 74.5
EL 74.5
EL 72.5

図－3.7K叩き縦断形状図

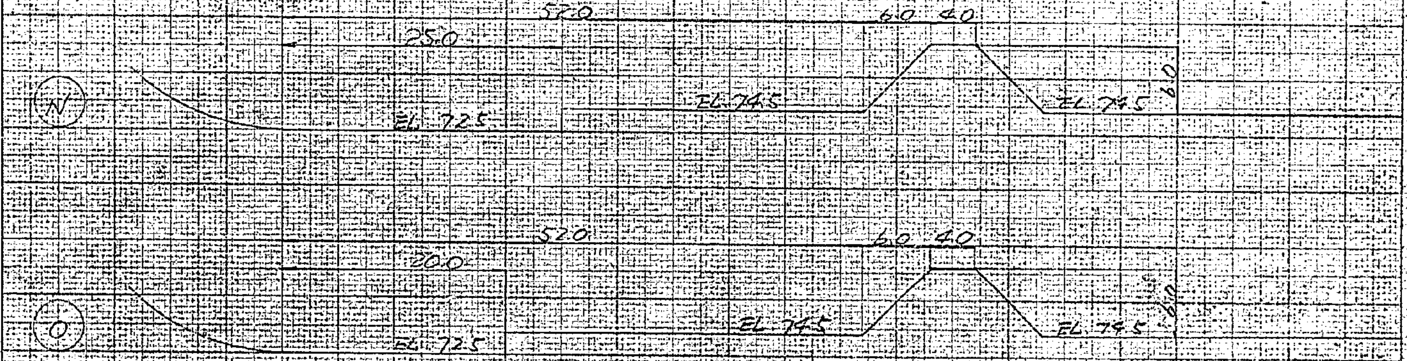


図-4 水叩き縦断形状図

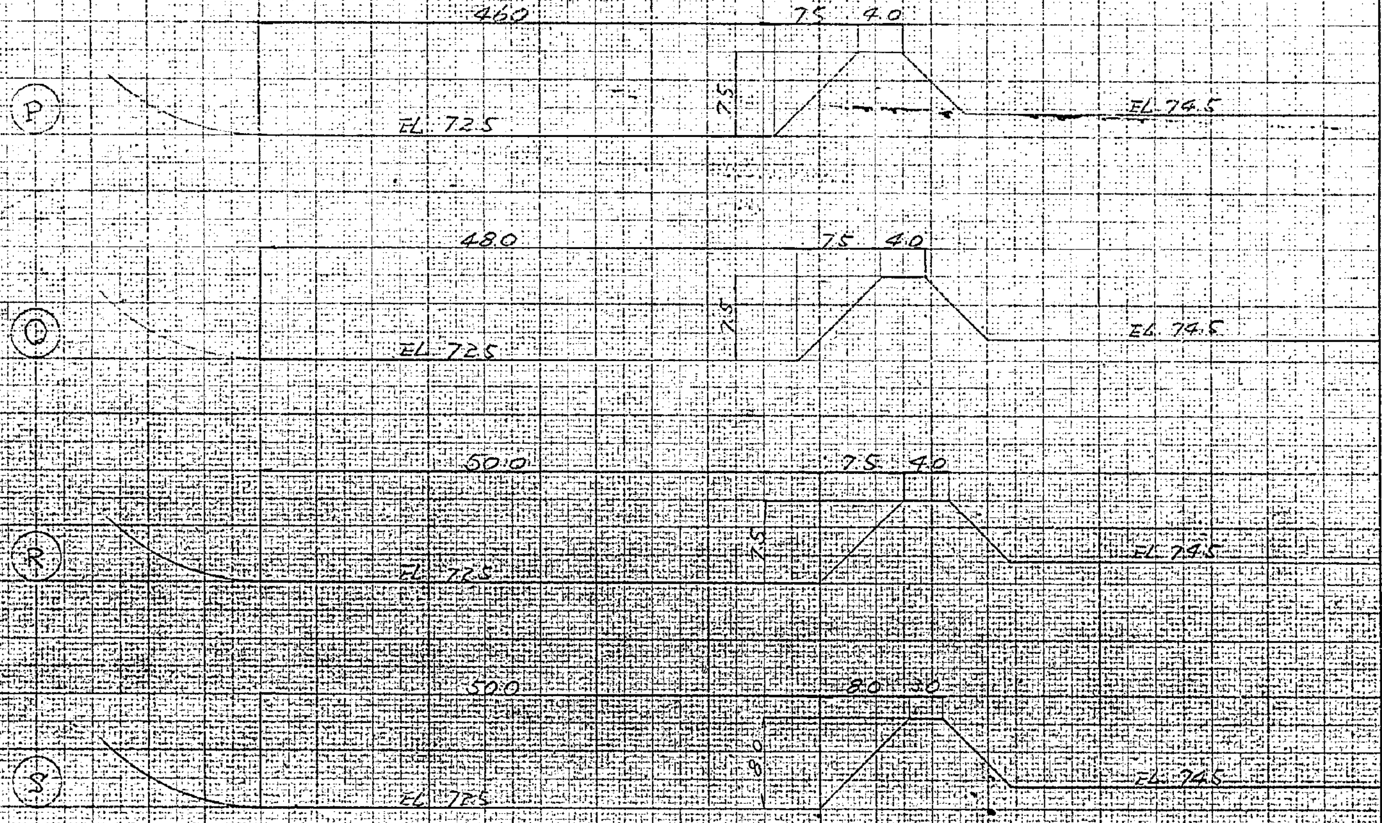
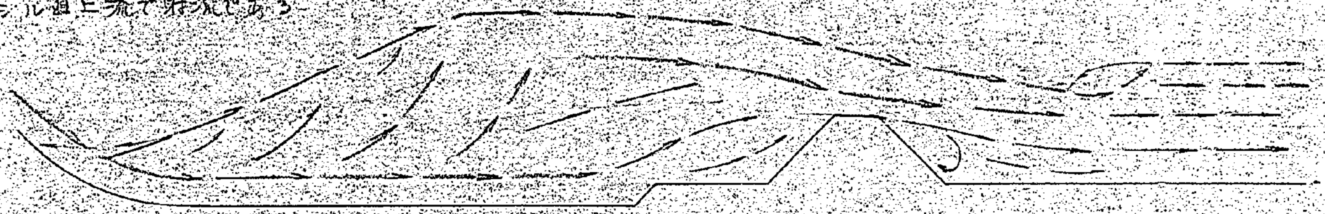

P
46.0
7.5
4.0
7.5
EL 72.5
EL 74.5
Q
48.0
7.5
4.0
7.5
EL 72.5
EL 74.5
R
50.0
7.5
4.0
7.5
EL 72.5
EL 74.5
S
50.0
8.0
3.0
8.0
EL 72.5
EL 74.5

図-5 流況スケッチ図 Ⓒ型

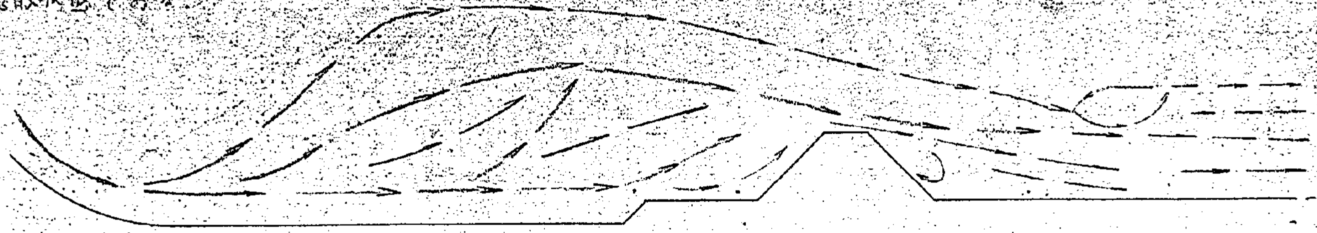
Q = 1,800 m^3/sec.

・シル直上流で射流である



Q = 2,300 m^3/sec.

・エしたが露出射流があり
飛散状態である



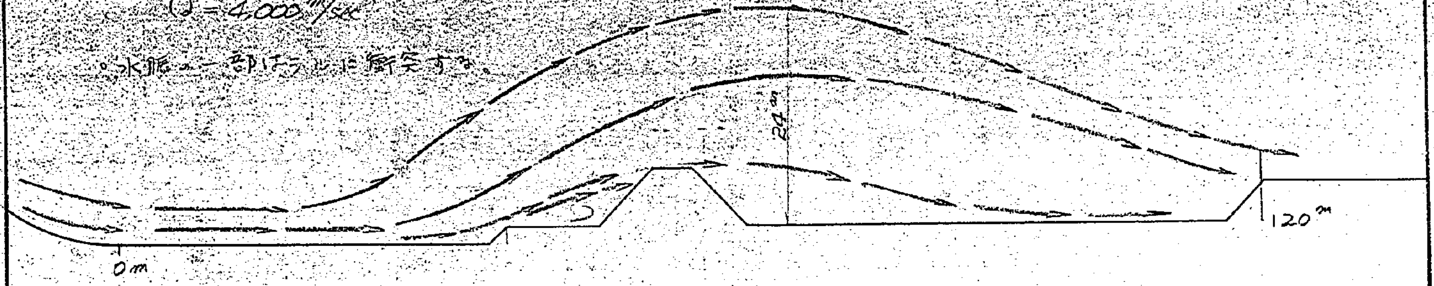
建設技術研究所 41.1 100×200

図-6 流況スケッチ図

ⓒ型

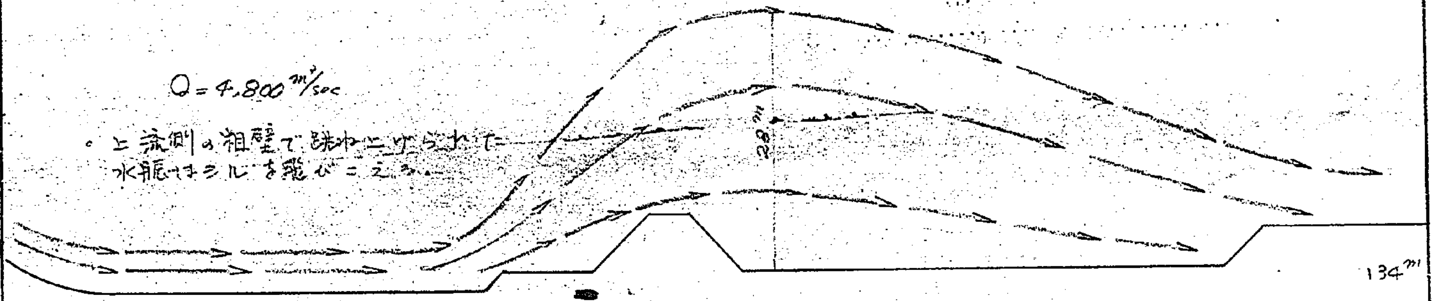
Q = 4,000 m³/sec

・水脈の一部はシルに衝突する。



Q = 4,800 m³/sec

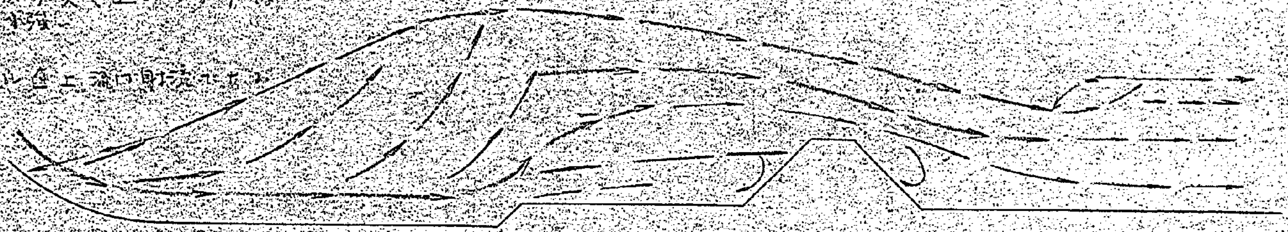
・上流側の袖壁で跳ね上げられた水脈はシルを飛びこえる。



図－7 流況スケッチ図 Ⓓ型

$Q = 1,800\ m^3/sec$

- 下から突き上げるような流況
- シル直上流は射流である



$Q = 2,300\ m^3/sec$

- 跳水と言うよりは飛散状態に近い状態である。

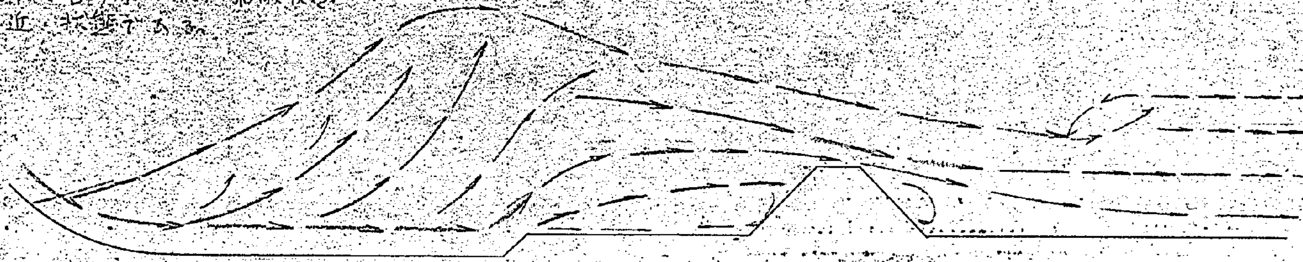
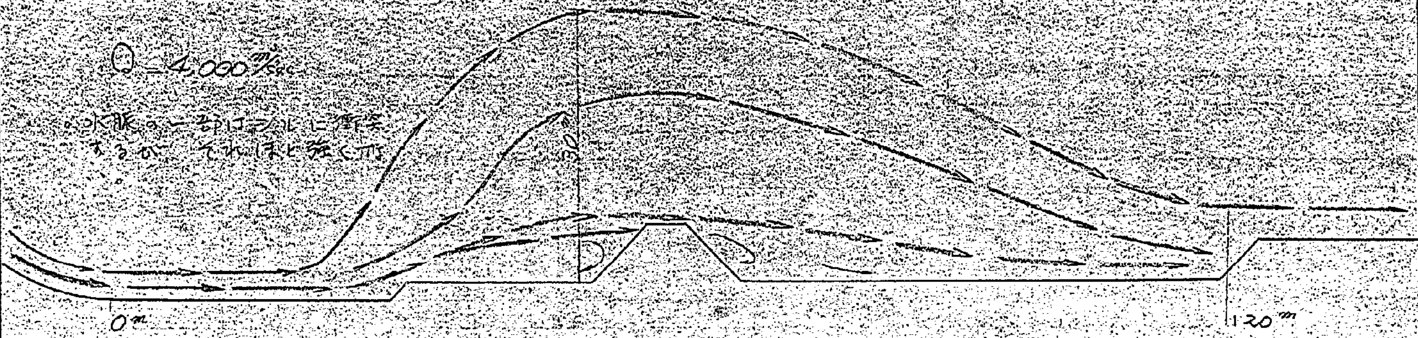


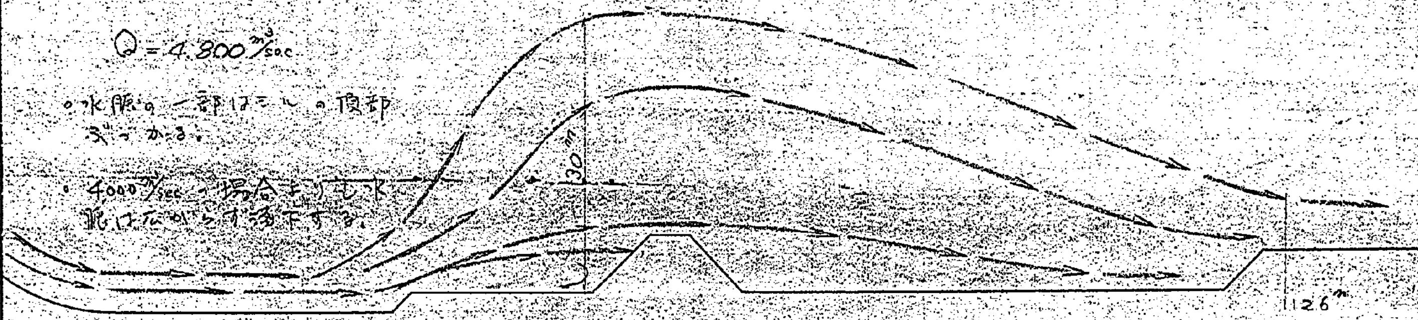
図-8 流況スケッチ図

Ⓓ型



Q = 4,000 m³/sec

○水脈の一部はシルに衝突するが、それほど強くない。



Q = 4,800 m³/sec

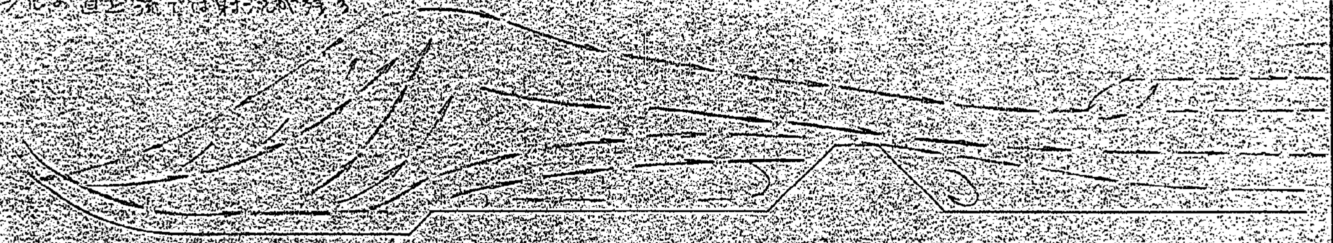
○水脈の一部はシルの頂部にぶつかる。

○4000 m³/sec の場合よりも水脈は広がらず落下する。

図-9 流況スケッチ図　㊂型

Q＝1,800 m³/sec

。シルの直上流では射流ができる



Q＝2,300 m³/sec

。シルの直上流では射流である

。右から見て左によ
って流れ強し

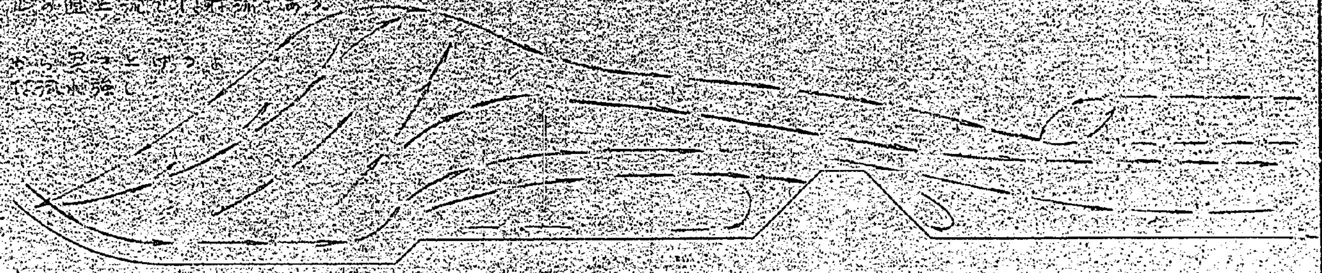
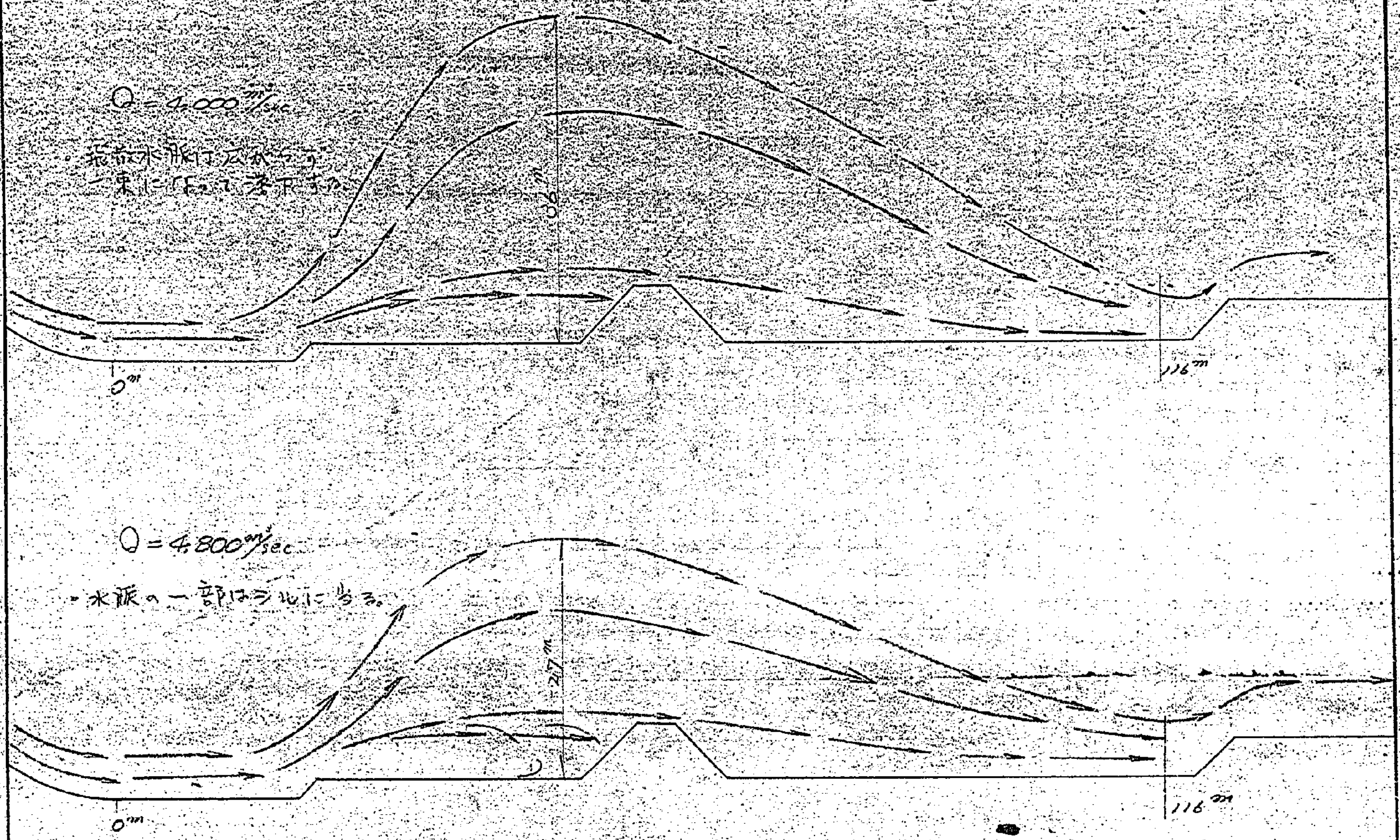


図-10 流況スケッチ図 Ⓔ型



$Q = 4,000\,m^3/sec$

。飛散水脈は広がらず一束になって落下する。

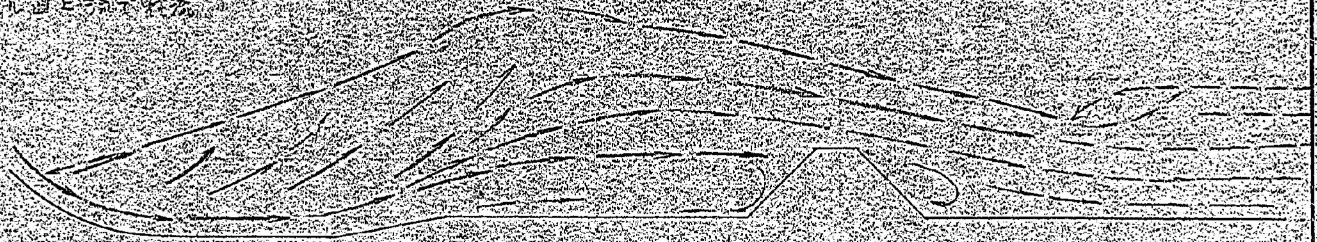
$Q = 4,800\,m^3/sec$

。水脈の一部はシルに当る。

図-11 流況スケッチ図 (丁)型

Q = 1,800 m³/sec

・シル直上流で跳流



Q = 2,300 m³/sec

・斜面で跳ね上って水脈はシルを直撃する

・表水射流現れ、不安定状態である。

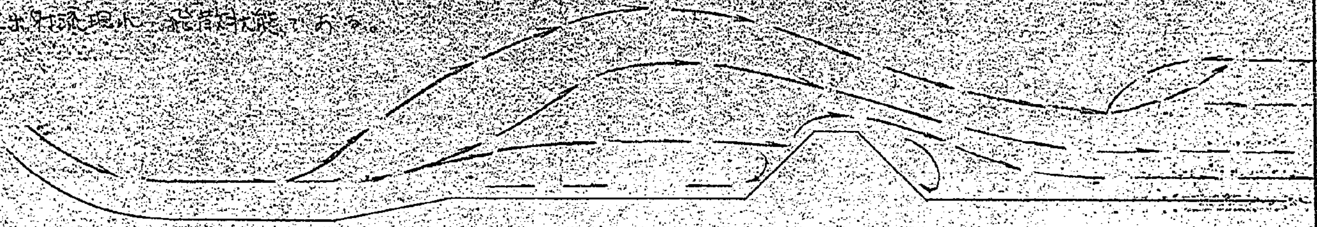
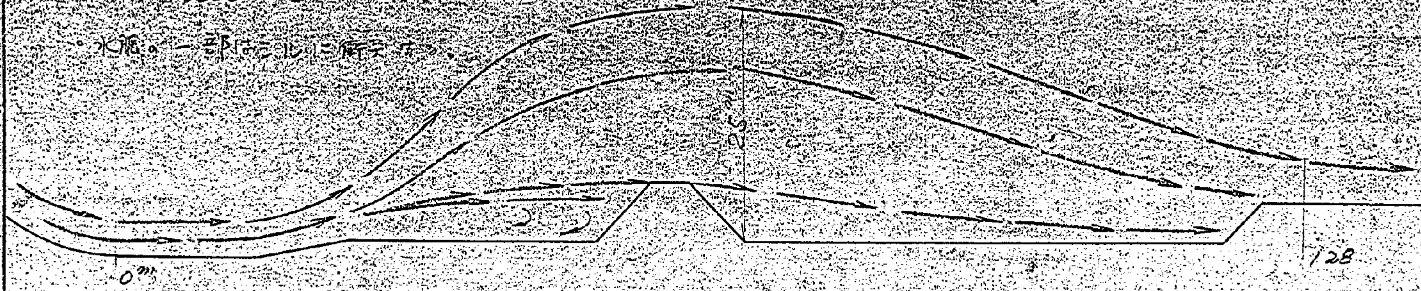


図-12 流況スケッチ図　(J)型

Q＝4,000 m³/sec

。水脈の一部はシルに衝突する。



Q＝4,800 m³/sec

。水脈は束となってシルを
直撃する。

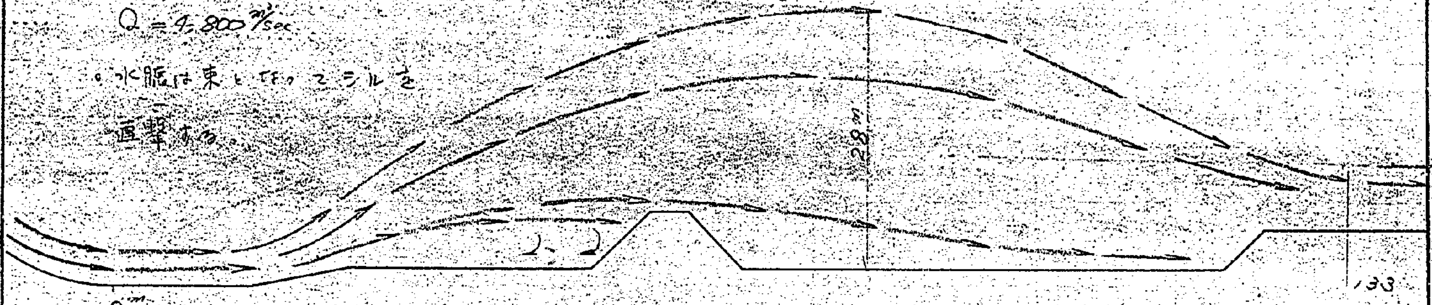
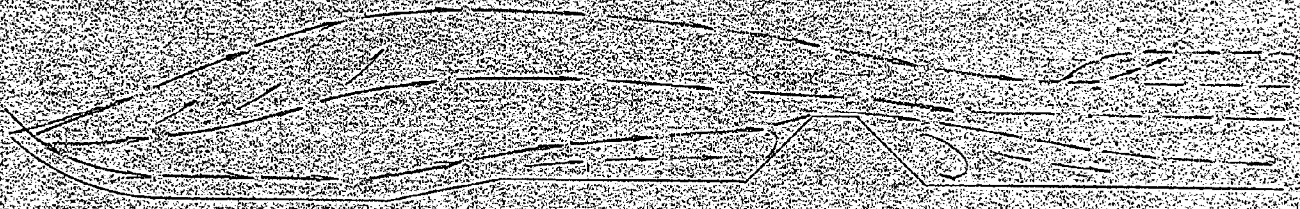


図-13 流況スケッチ図 Ⓘ型

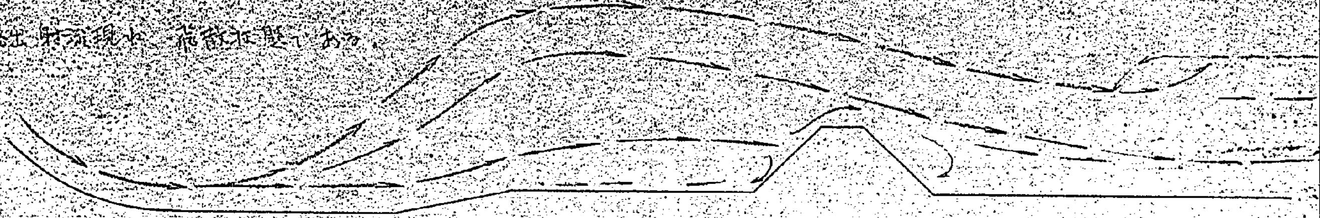
Q＝1,800 m³/sec

- シル直上流で低射流。



Q＝2,300 m³/sec

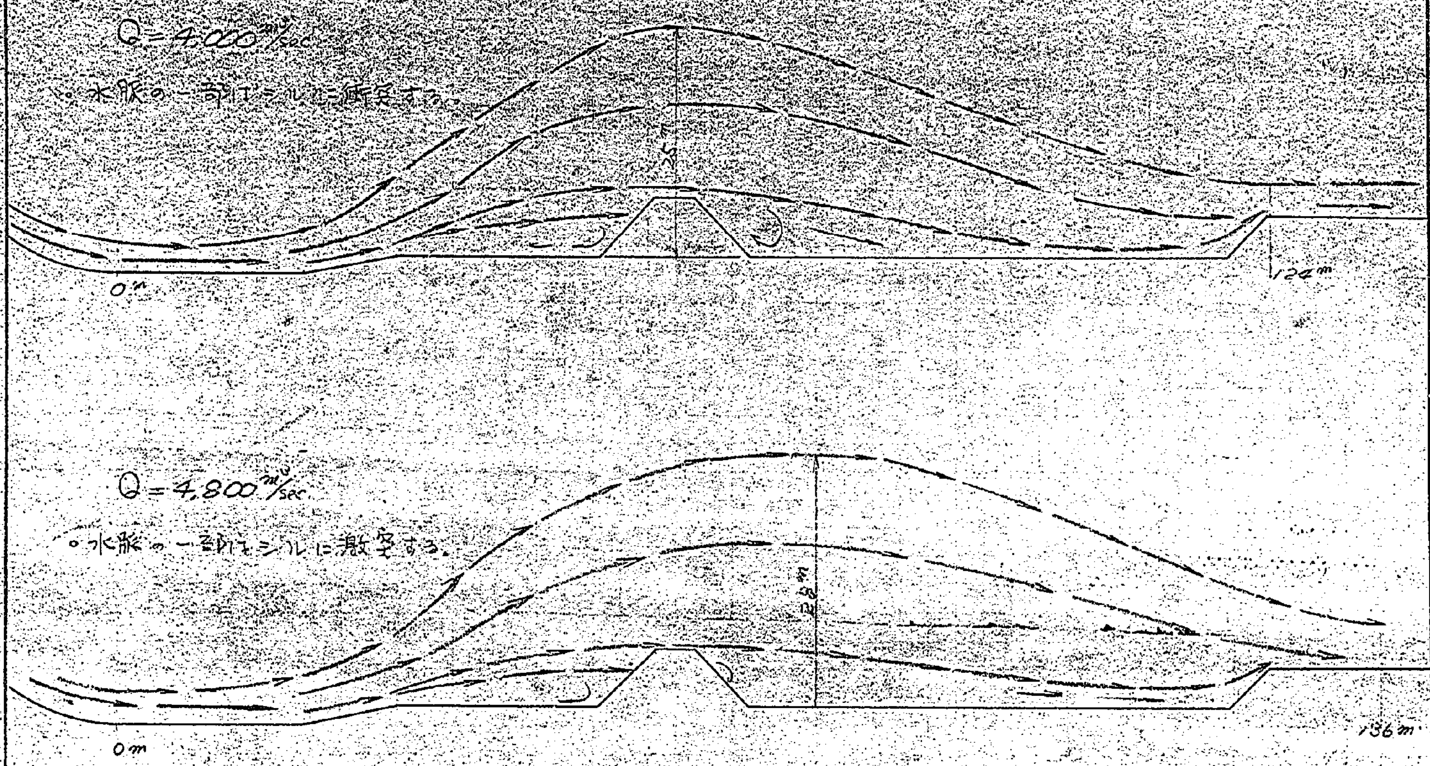
- 上流の斜面で跳ね上った水脈はシルを直撃する。
- 露出射流現れ、危険な型である。



建設技術研究所 41.1 100×200

図-14 流況スケッチ図

Ⓘ型



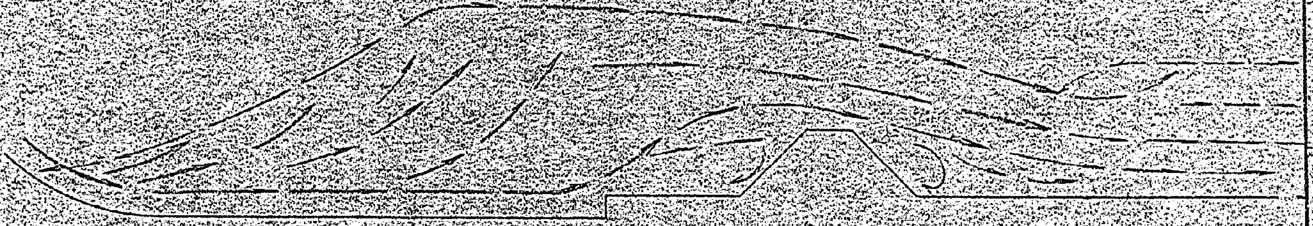
建設技術研究所 41. 1. 100×200

No.

図-15 流況スケッチ図 Ⓚ型

$Q = 1{,}800\ m^3/sec$

シル直上流に射流残る



$Q \fallingdotseq 2{,}300\ m^3/sec$

はくりしたが良い射流現れ
水脈は飛散状態である。

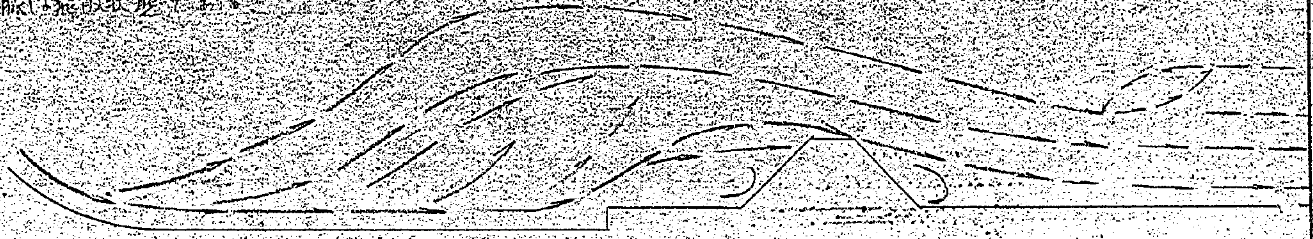
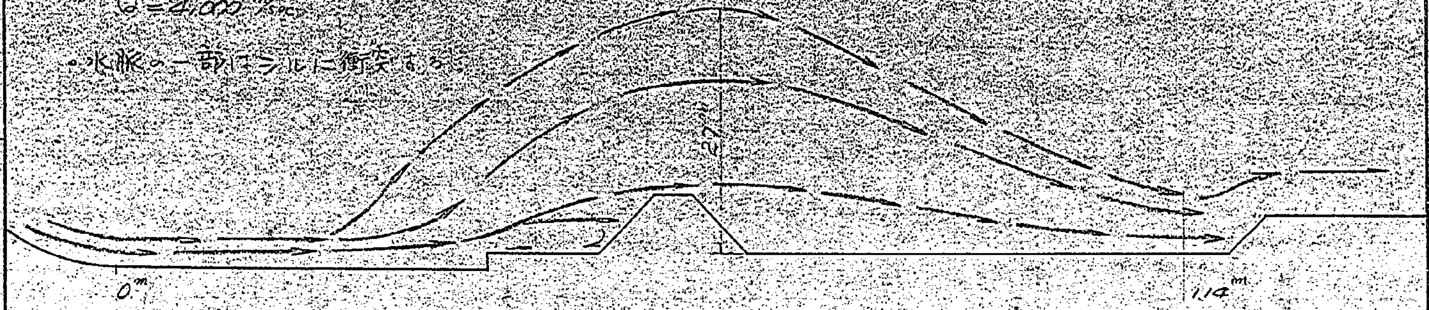


図-18 流況スケッチ図　Ⓚ型

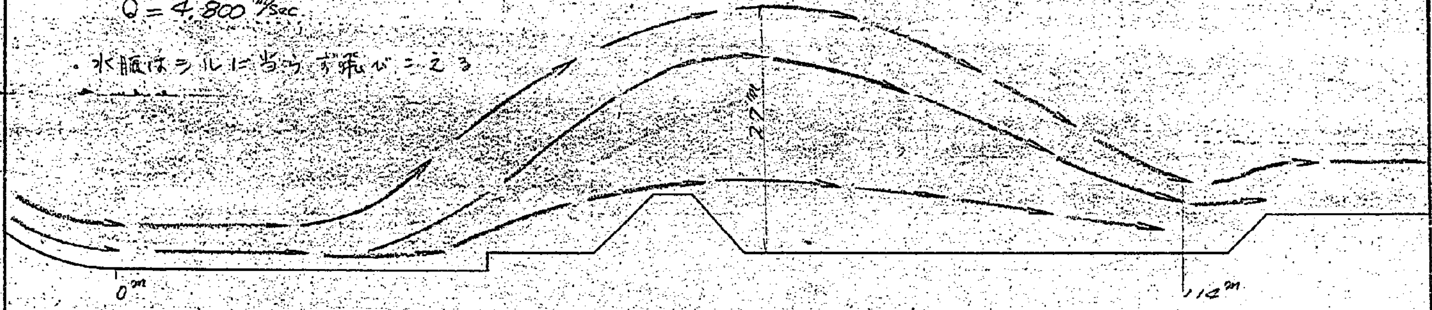
Q＝4,000 m³/sec

・水脈の一部はシルに衝突する



Q＝4,800 m³/sec

・水脈はシルに当らず飛びこえる

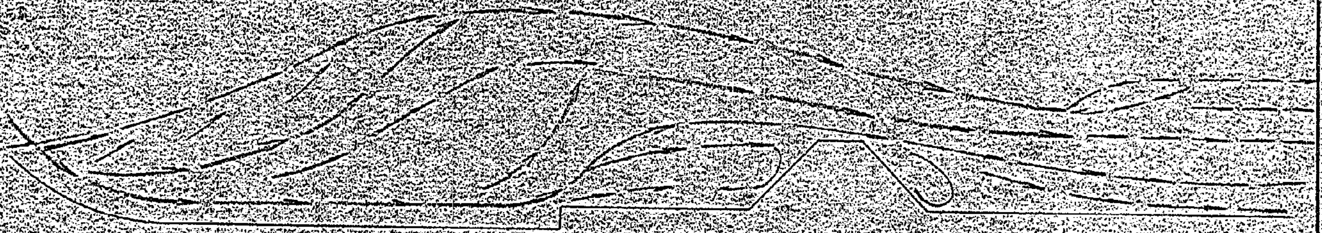


No.

図ー17 流況スケッチ図　Ⓛ型

$Q = 1{,}800\ \mathrm{m^3/sec}$

・ペラルに沿って水脈は射流



$Q = 2{,}300\ \mathrm{m^3/sec}$

・噴出射流はでてないが
飛散状態に近い流況である。

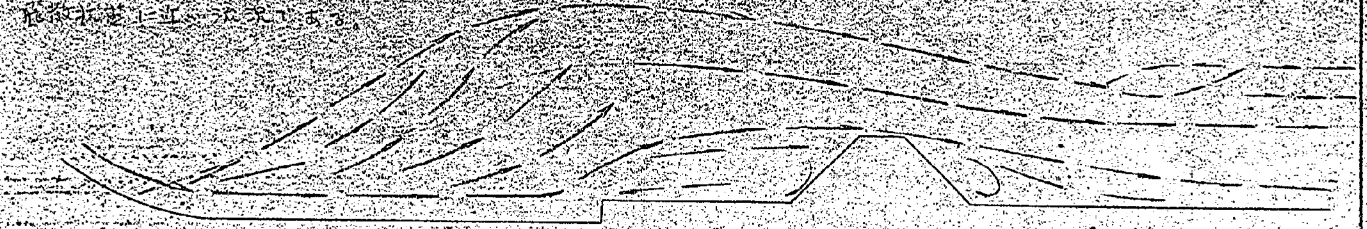
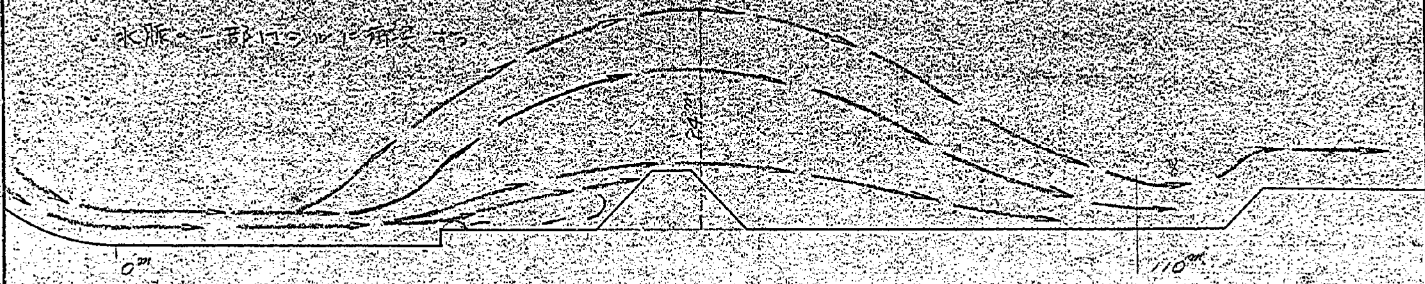


図-18 流況スケッチ図 Ⓛ型

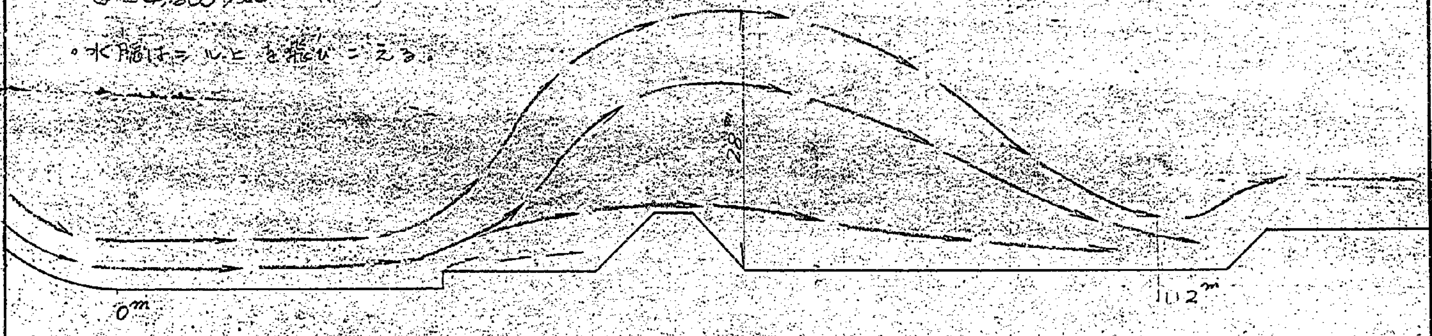
Q＝4,000 m³/sec

。水脈の一部はシルに衝突する。



Q＝4,800 m³/sec

。水脈はシルを飛びこえる。



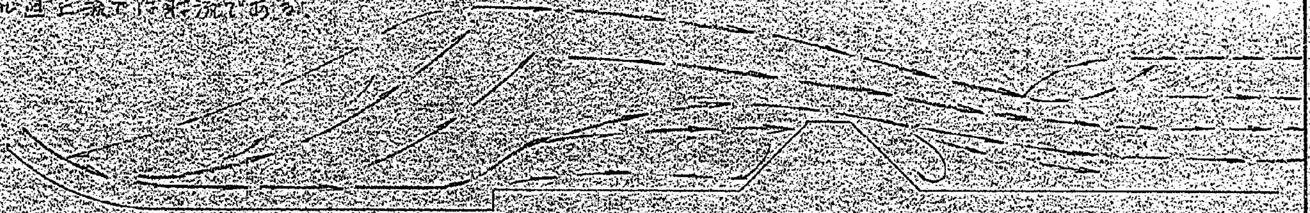
建設技術研究所 41. 1. 100×200
No.

図-19 流況スケッチ図

(ハ)型

Q=1,800 m³/sec

。シル直上流では射流である。



Q≒2,300 m³/sec

。下から突き上げるような流れが強い。

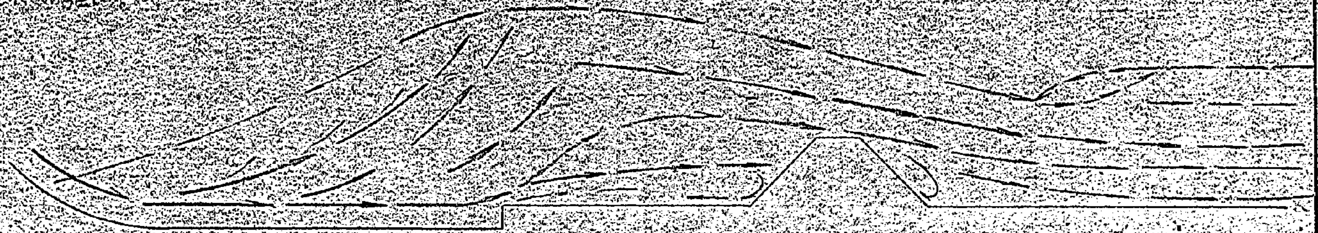
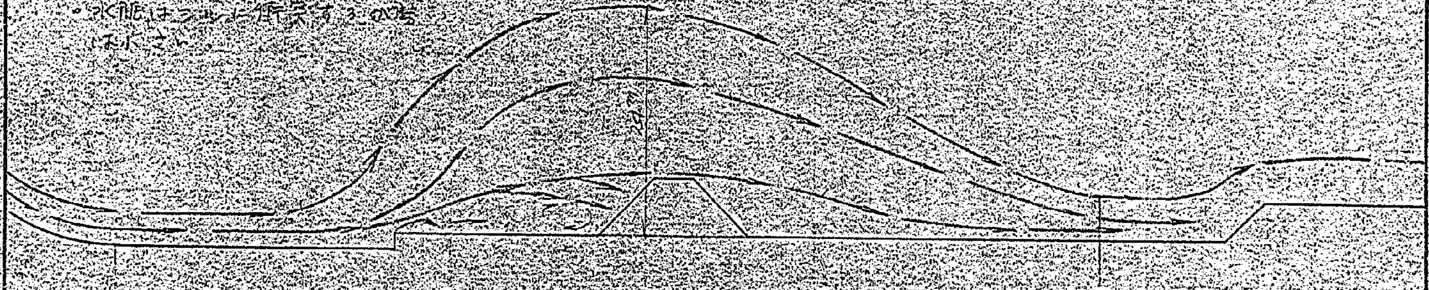


図-20 流況スケッチ図

Ⓜ型

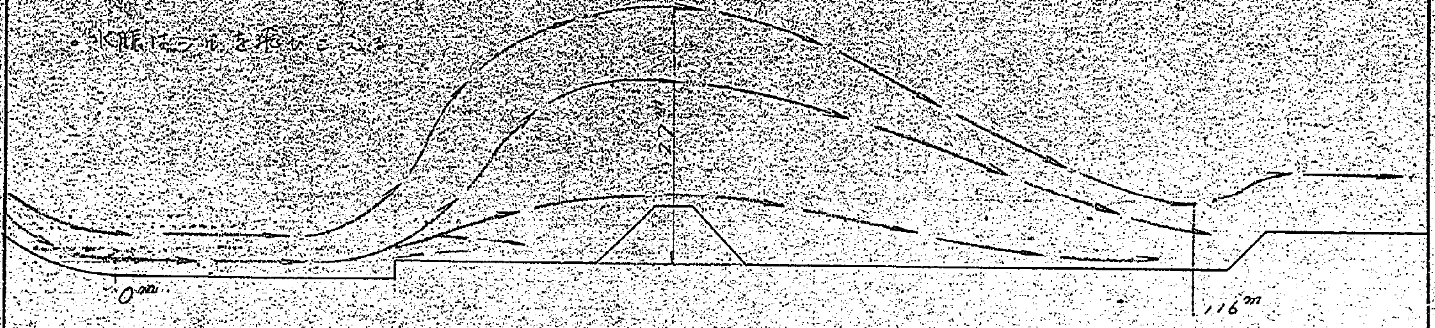
Q＝4,000 m³/sec

・水脈はコルに衝突する程度は小さい



Q＝4,800 m³/sec

・水脈はコルを飛びこえる。



No.

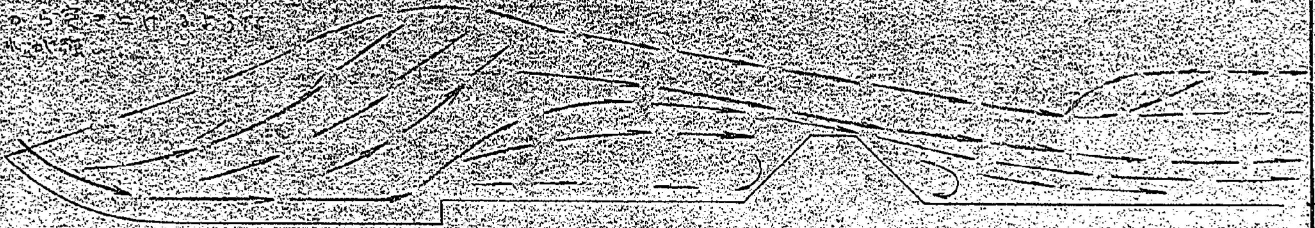
建設技術研究所 41. I 100×200

図-21 流況スケッチ図 Ⓝ型

Q = 1,800 m³/sec

。流れ直に添て射流である

。下から突き上げるような
流れが強い



Q = 2,300 m³/sec.

。下から突き上げるような
流れが強い

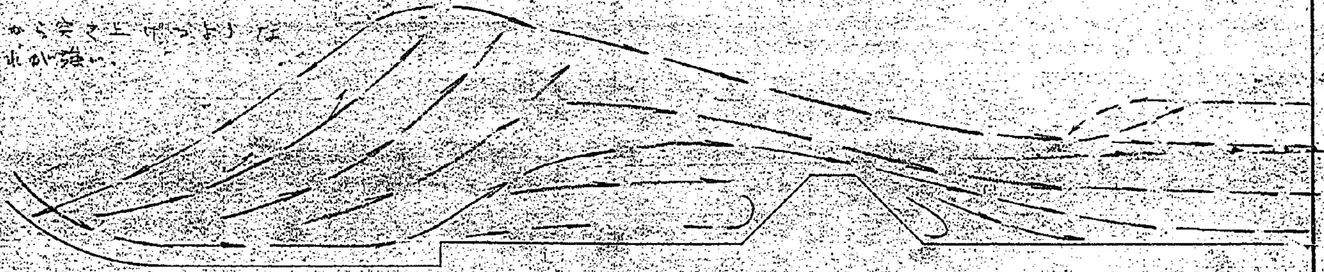
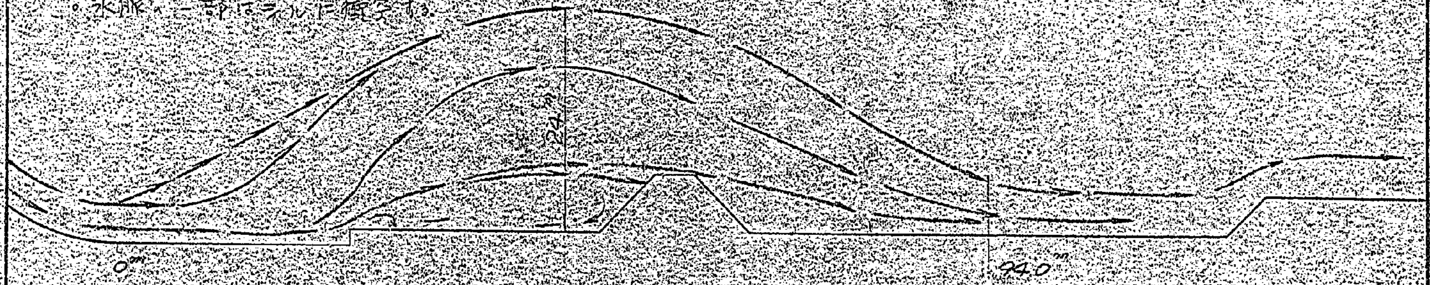


図-22 流況スケッチ図 (Ⅳ)型

Q = 4,000 m^3/sec

。水脈の一部はシルに衝突する。



Q = 4,800 m^3/sec

。水脈はシルに当らず
飛びこす。

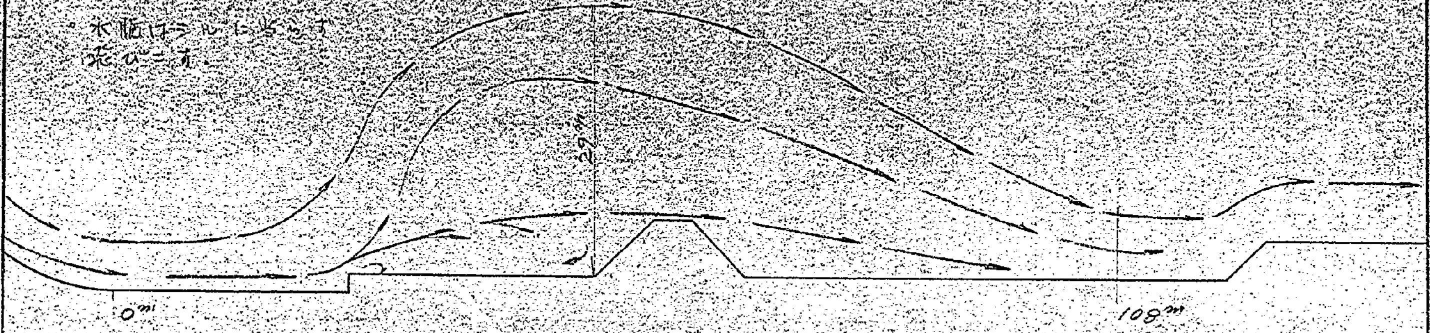
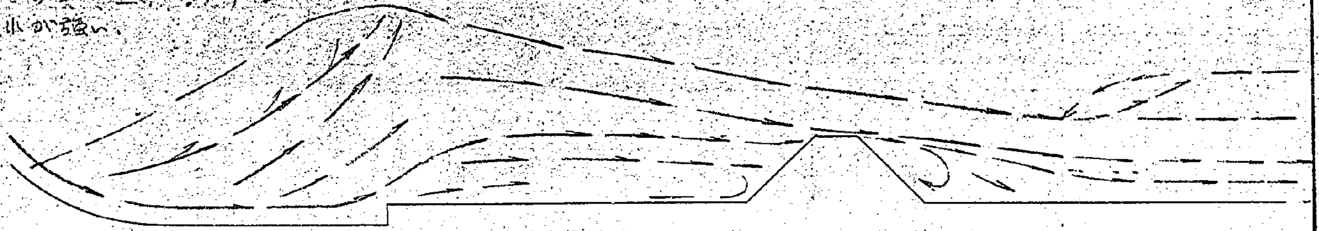


図 23 流況スケッチ図　◎型

Q = 1,800 m^3/sec

。下から突き上げるような流れが強い。



Q = 2,300 m^3/sec

。下から突き上げるような流れが強い。

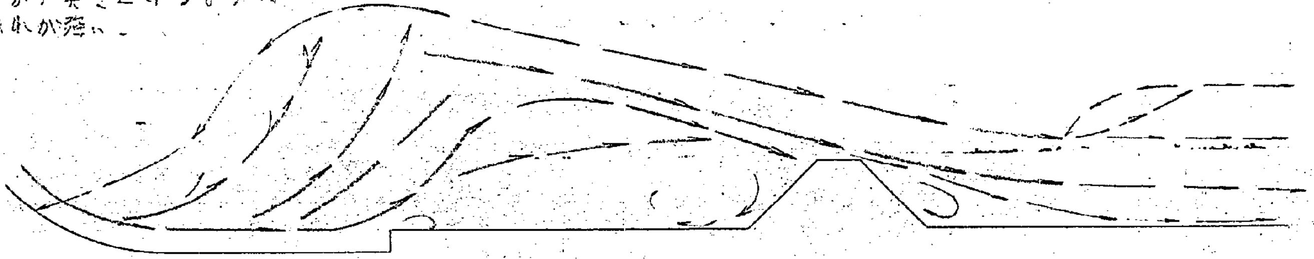
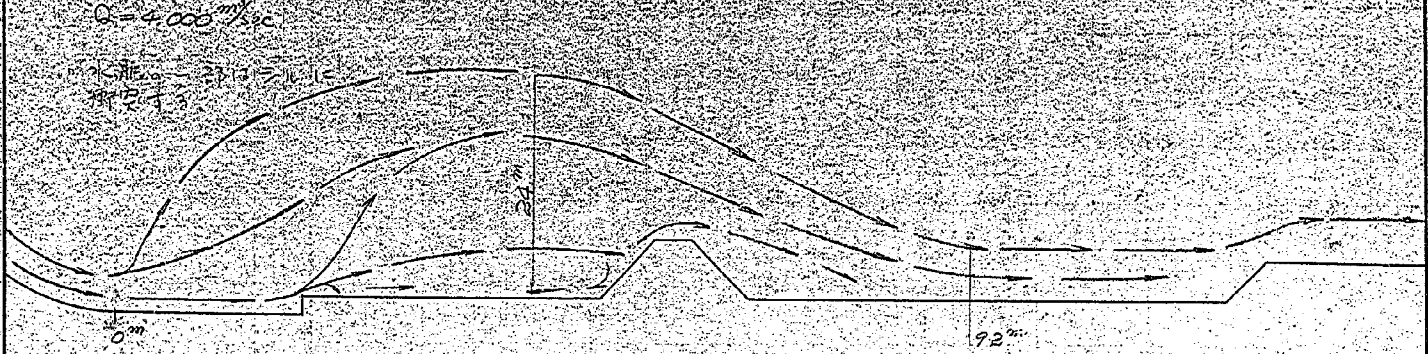
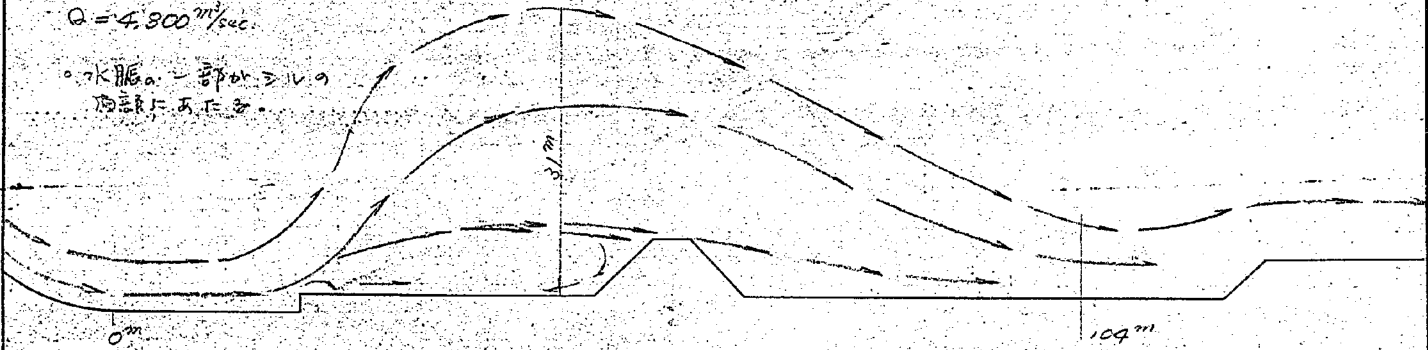


図24 流況スケッチ図 ⓪型





建設技術研究所 41. 1. 100×200
No.

図-25 水叩き内水面形図

Q = 1,800 m³/sec　h = 8.0 m
L' = 50.0 m　下流水位：EL 89.60 m

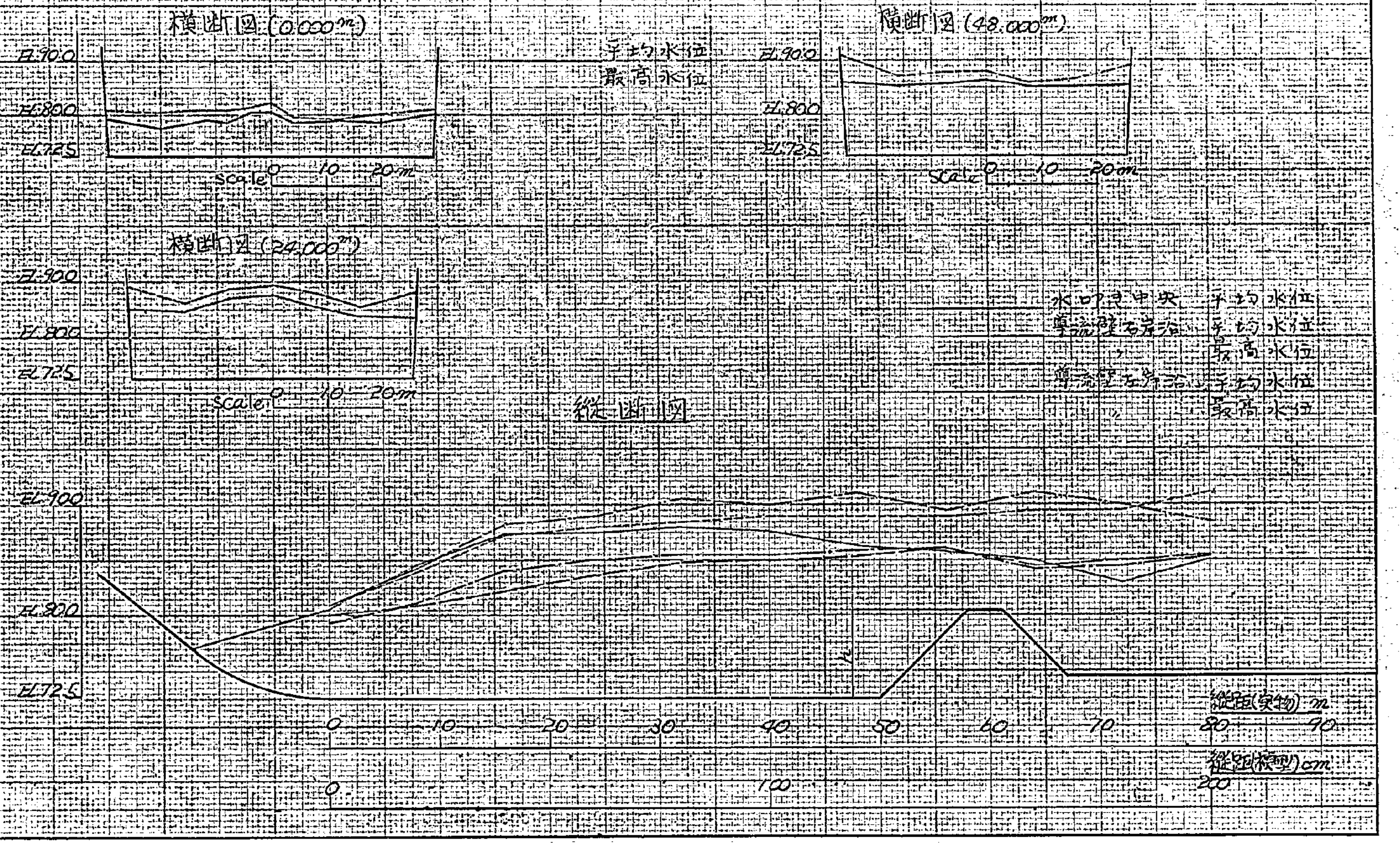


図-26 水叩き内水面形図

Q=2,300 m³/sec. h=8.0m
L=50.0m 下流水位 EL 85.74m

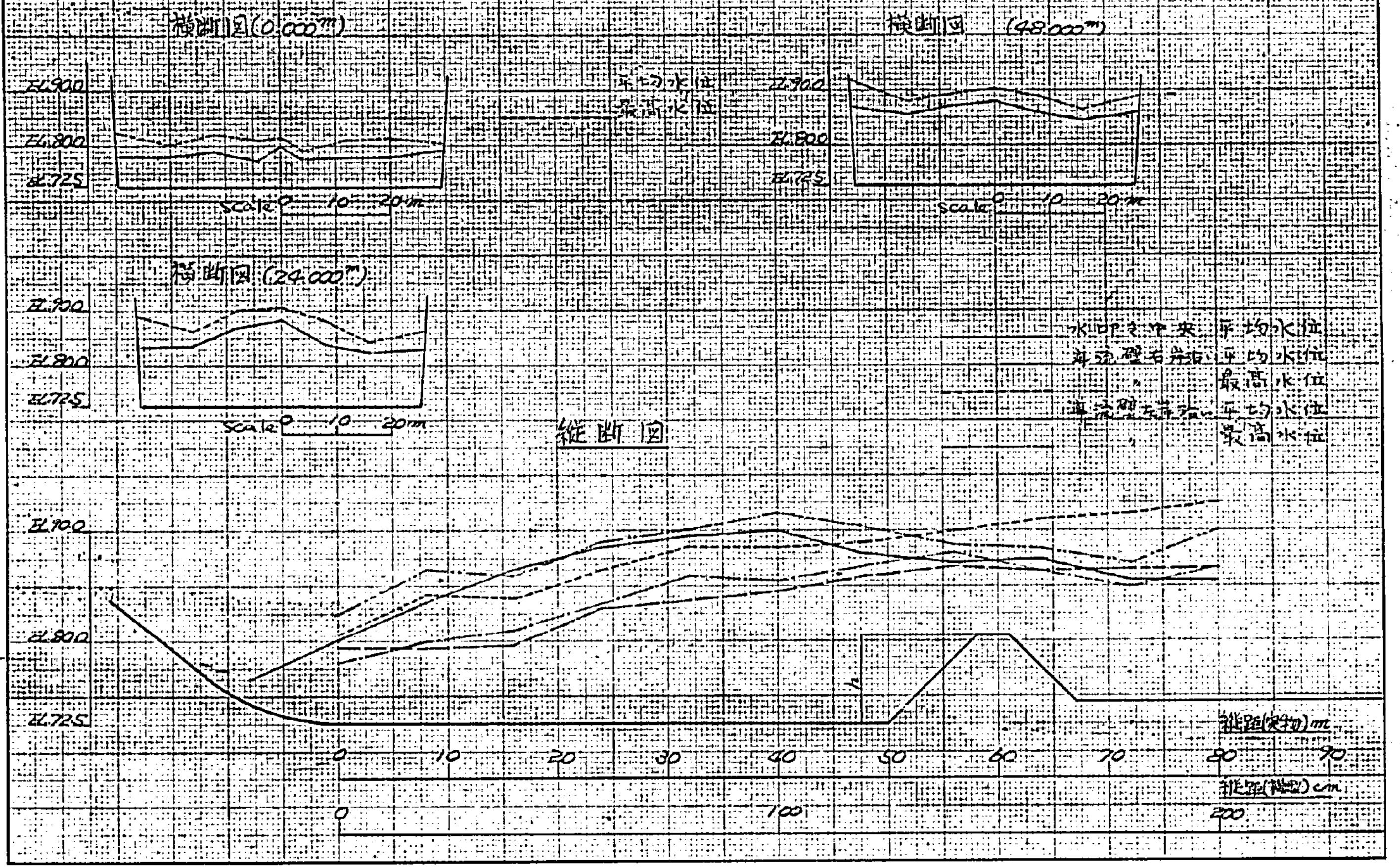


図-27 水面形図

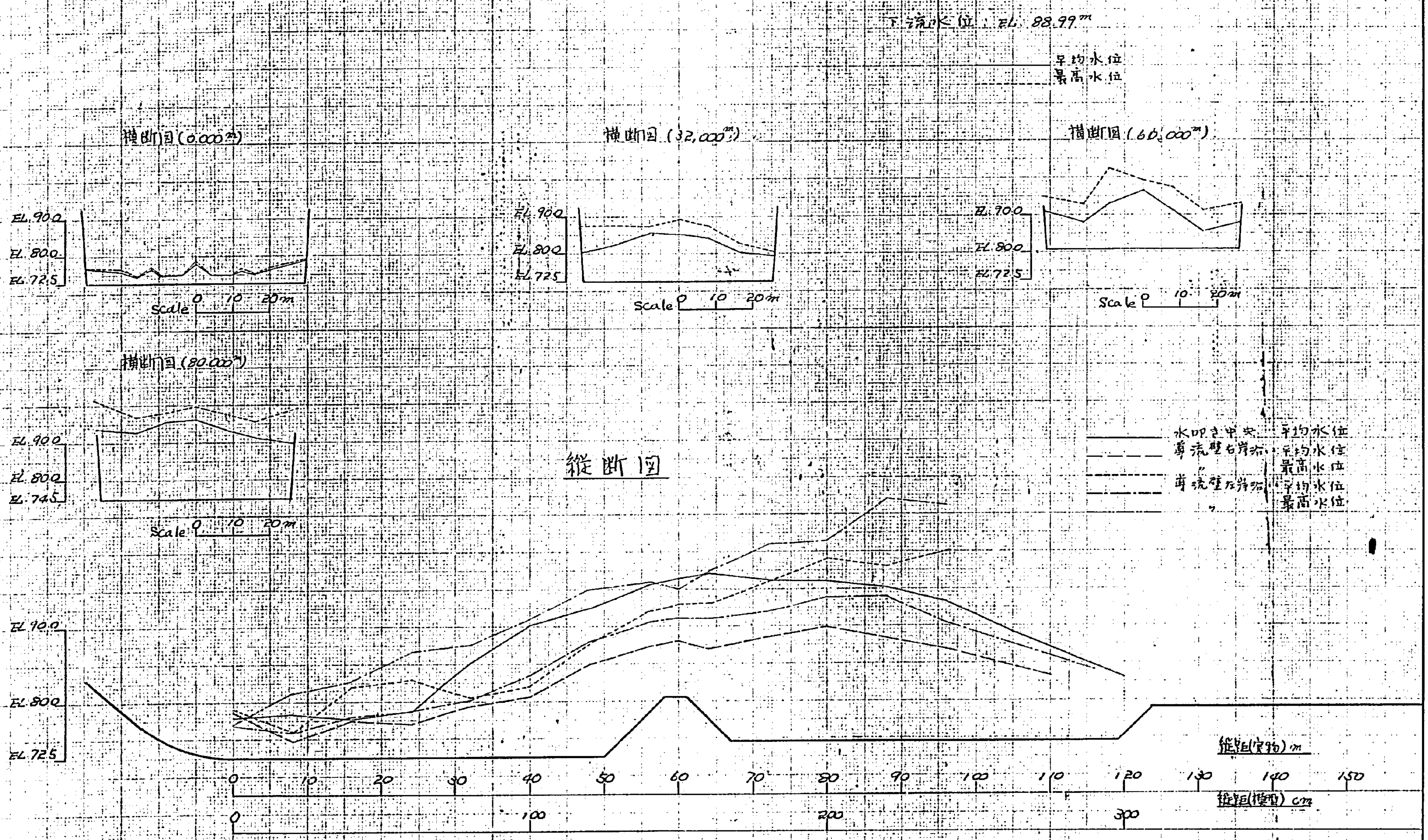

Q=4,000m³/sec.
h=8.0m
L'=50.0m
下流水位：EL 88.99m
平均水位
最高水位
横断図(0.000m)
EL 90.0
EL 80.0
EL 72.5
Scale 0 10 20m
横断図(32,000m)
EL 90.0
EL 80.0
EL 72.5
Scale 0 10 20m
横断図(60,000m)
EL 90.0
EL 80.0
EL 72.5
Scale 0 10 20m
横断図(80,000m)
EL 90.0
EL 80.0
EL 74.5
Scale 0 10 20m
縦断図
水叩き中央 平均水位
導流壁右岸沿 平均水位
〃 最高水位
導流壁左岸沿 平均水位
〃 最高水位
EL 90.0
EL 80.0
EL 72.5
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150
縦距(実物) m
0 100 200 300
縦距(模型) cm

図-28 水面形図

Q=4,800 m³/sec　h=8.0 m　L'=50.0 m

下流水位：EL 91.50 m

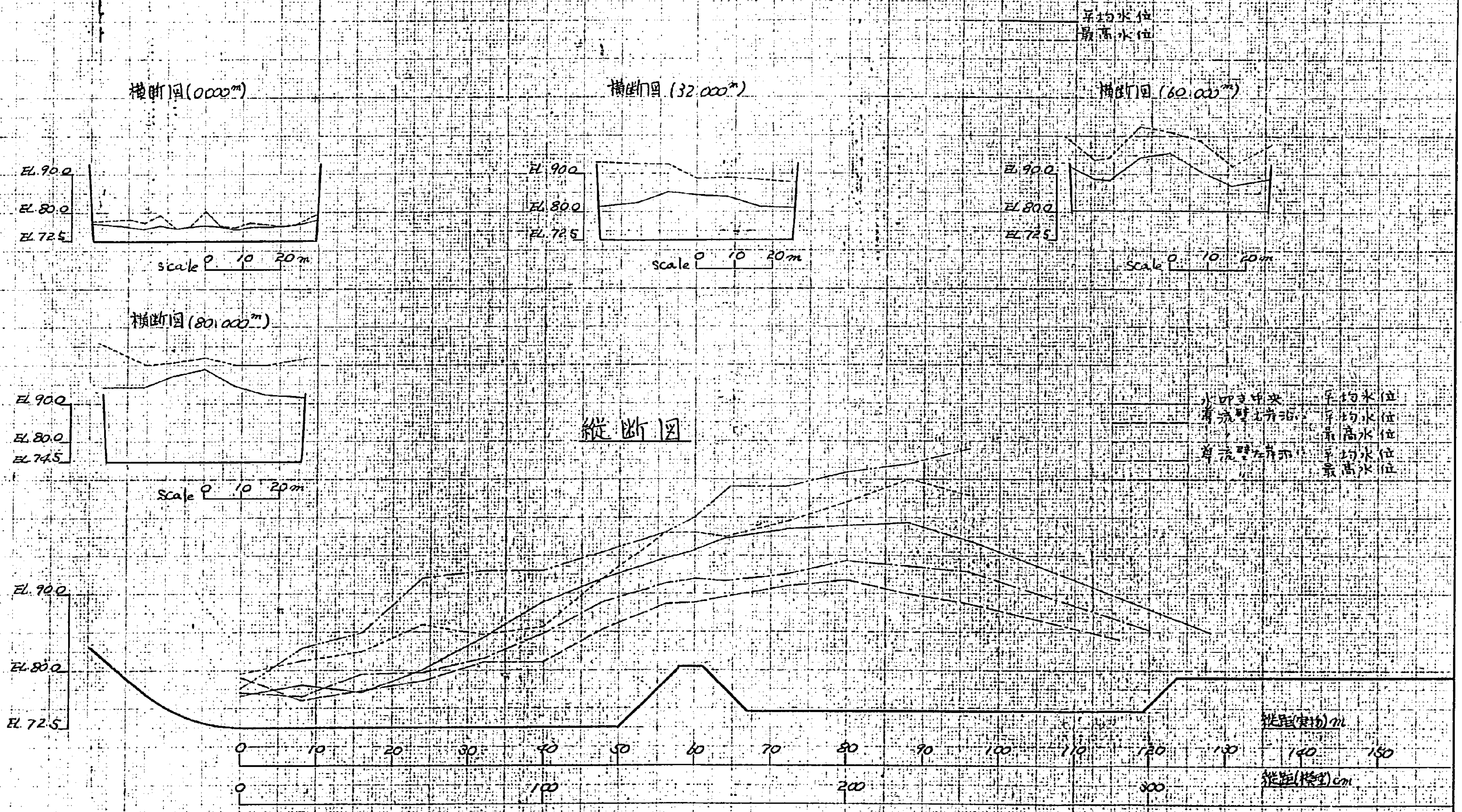
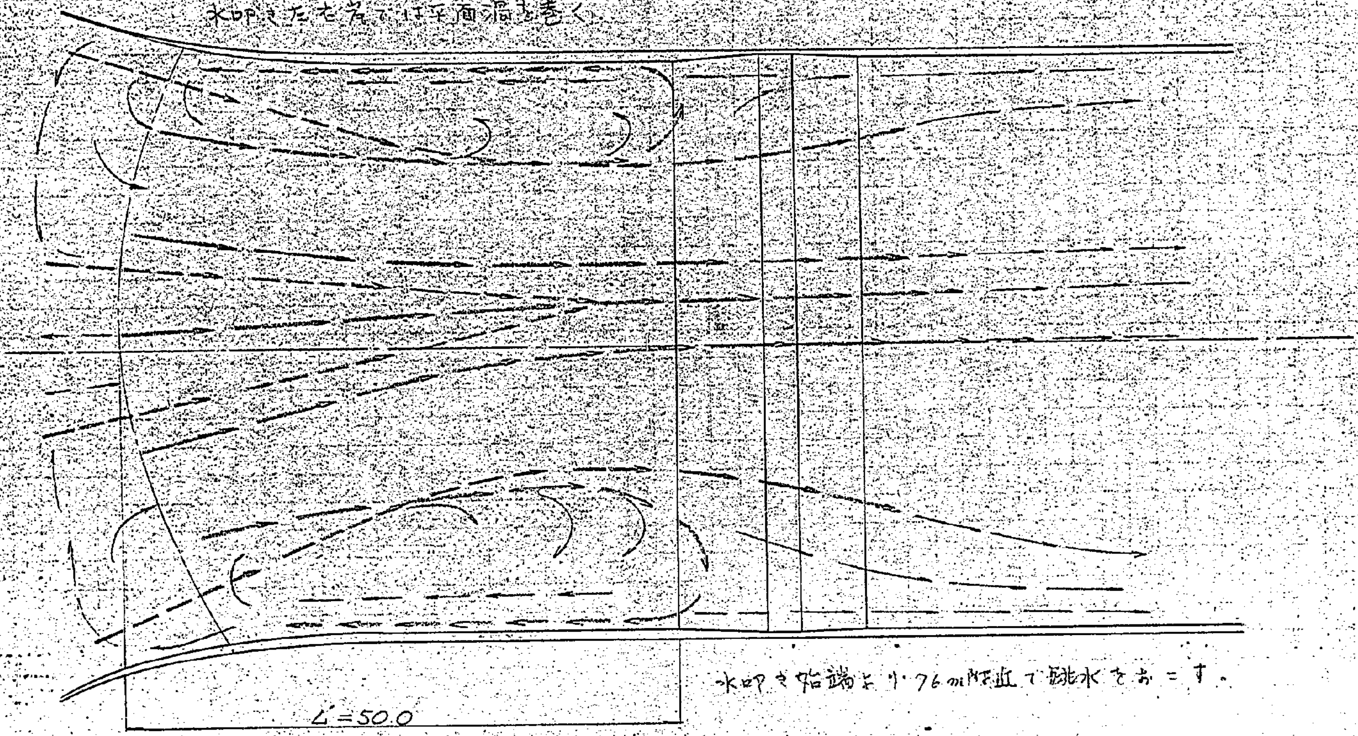


図-29 水叩き内流況図

L = 50.0m
h = 8.0m
Q = 1,800 m³/sec.

シル直上流では射流のような流れである。
水叩き左右では平面渦を巻く。

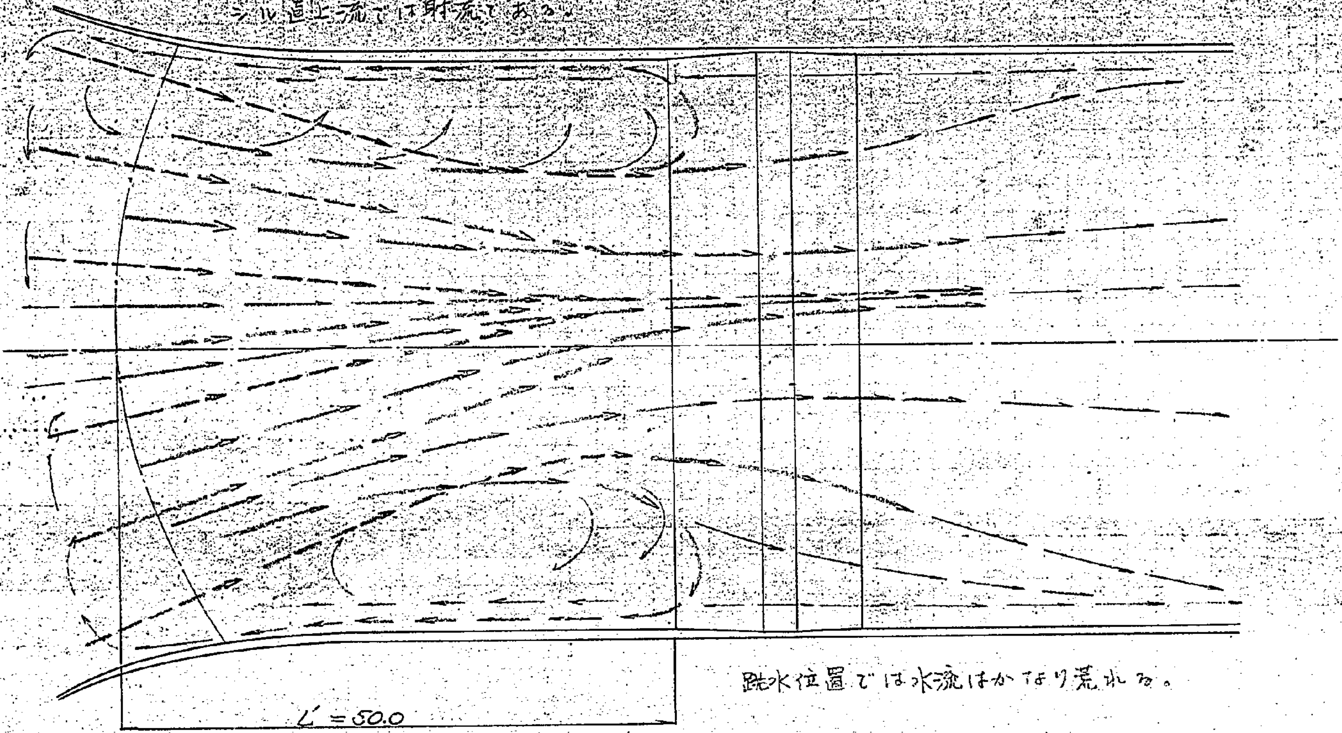


水叩き始端より76m附近で跳水をおこす。

図-30 水吐きの流況図

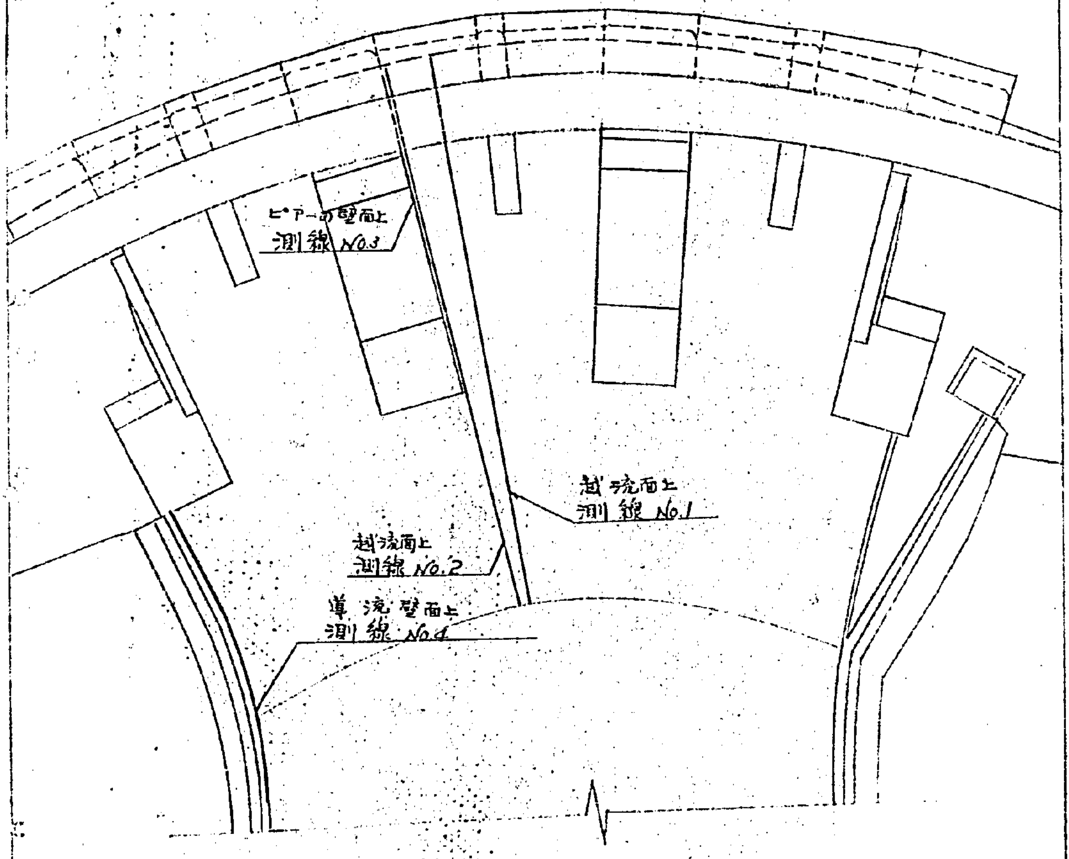
L' = 50.0 m
h = 8.0 m
Q = 2,300 m³/sec

水吐き中心線に沿った水脈は盛り上り
シル直上流では射流である。

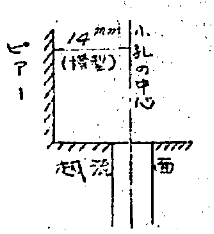


跳水位置では水流はかなり荒れる。

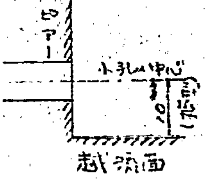
図-37 圧力測定測線位置図



測線No.2



測線No.3



測線No.4

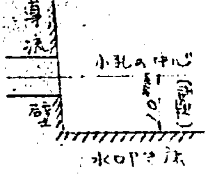


図-31 流況図

$Q = 4{,}000\ m^3/sec$ $h = 8.0\ m$

$L' = 50.0\ m$ 下流水位 EL.88.99 m

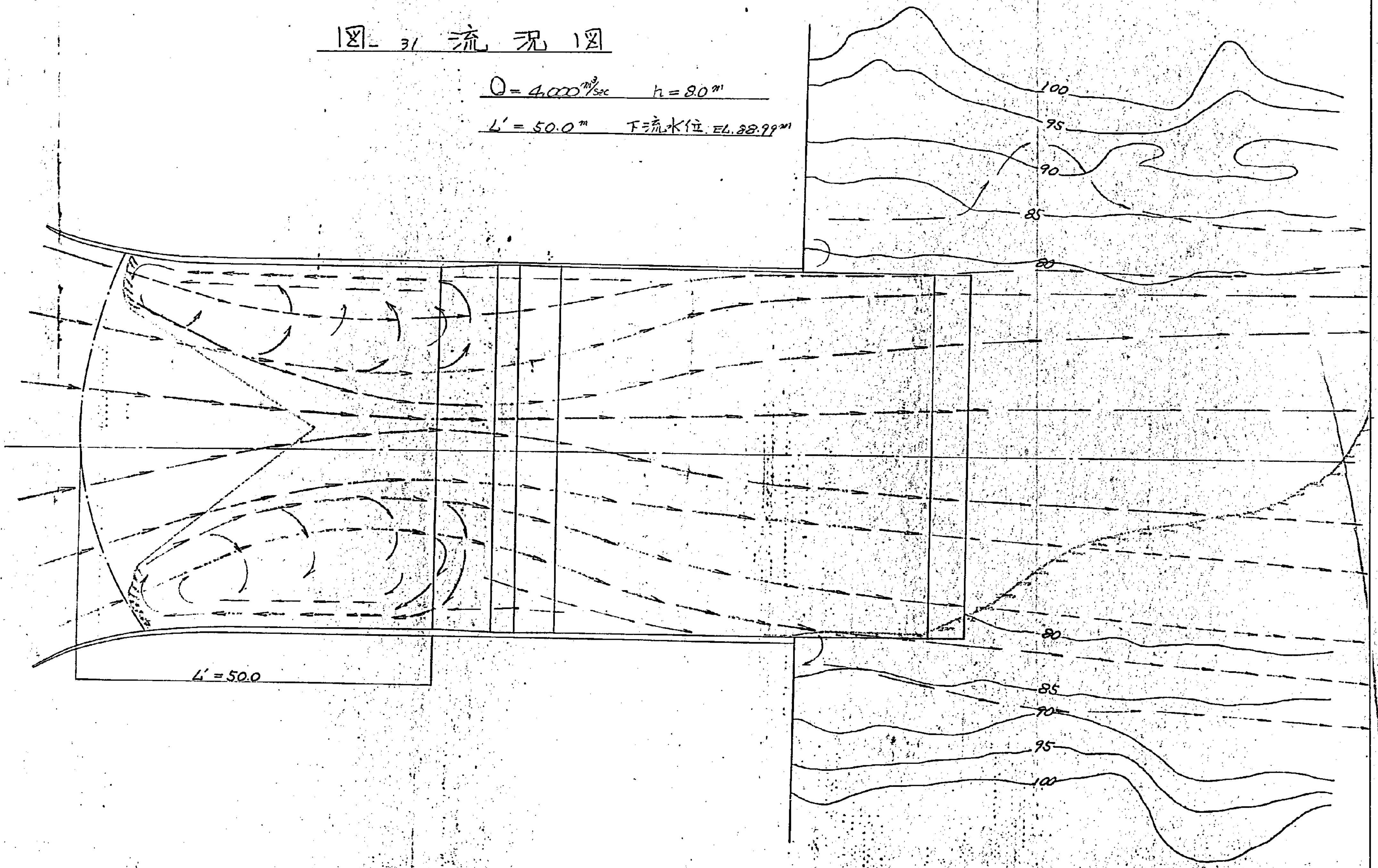


図-3之 流況図

$Q = 4{,}800\ m^3/sec$　$h = 8.0^m$

$L' = 50.0^m$　下流水位：EL. 9150^m

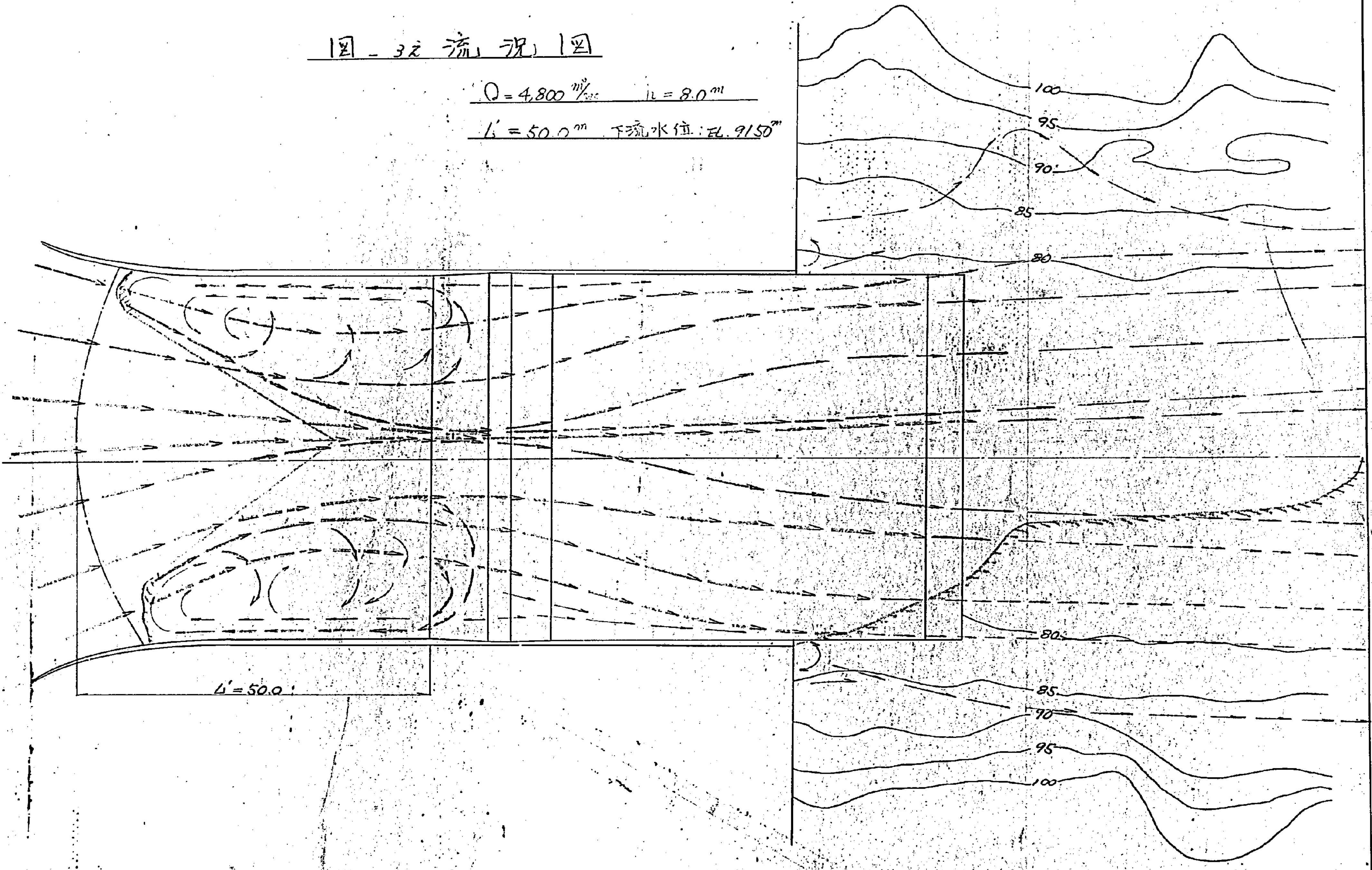
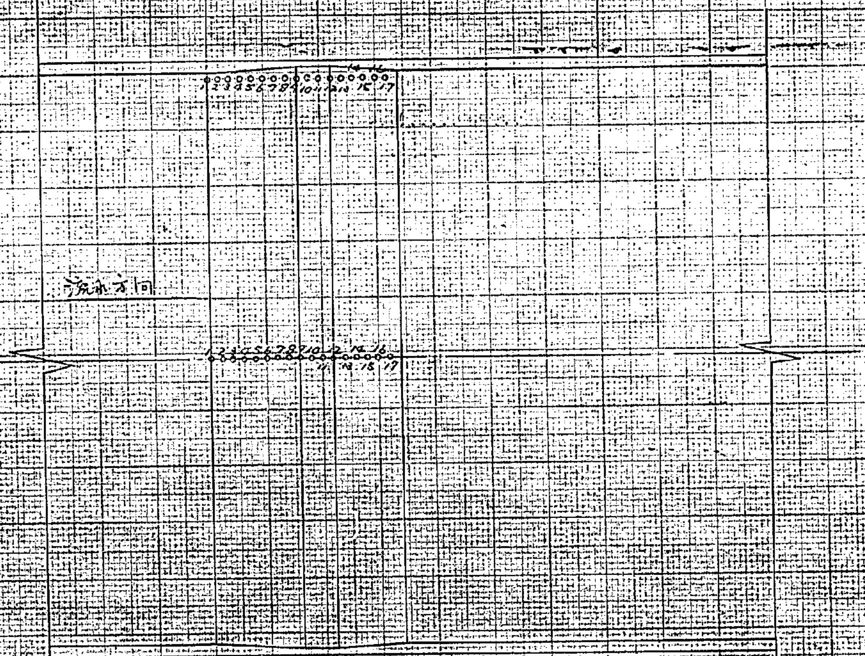


図-33 シル圧力管位置平面図



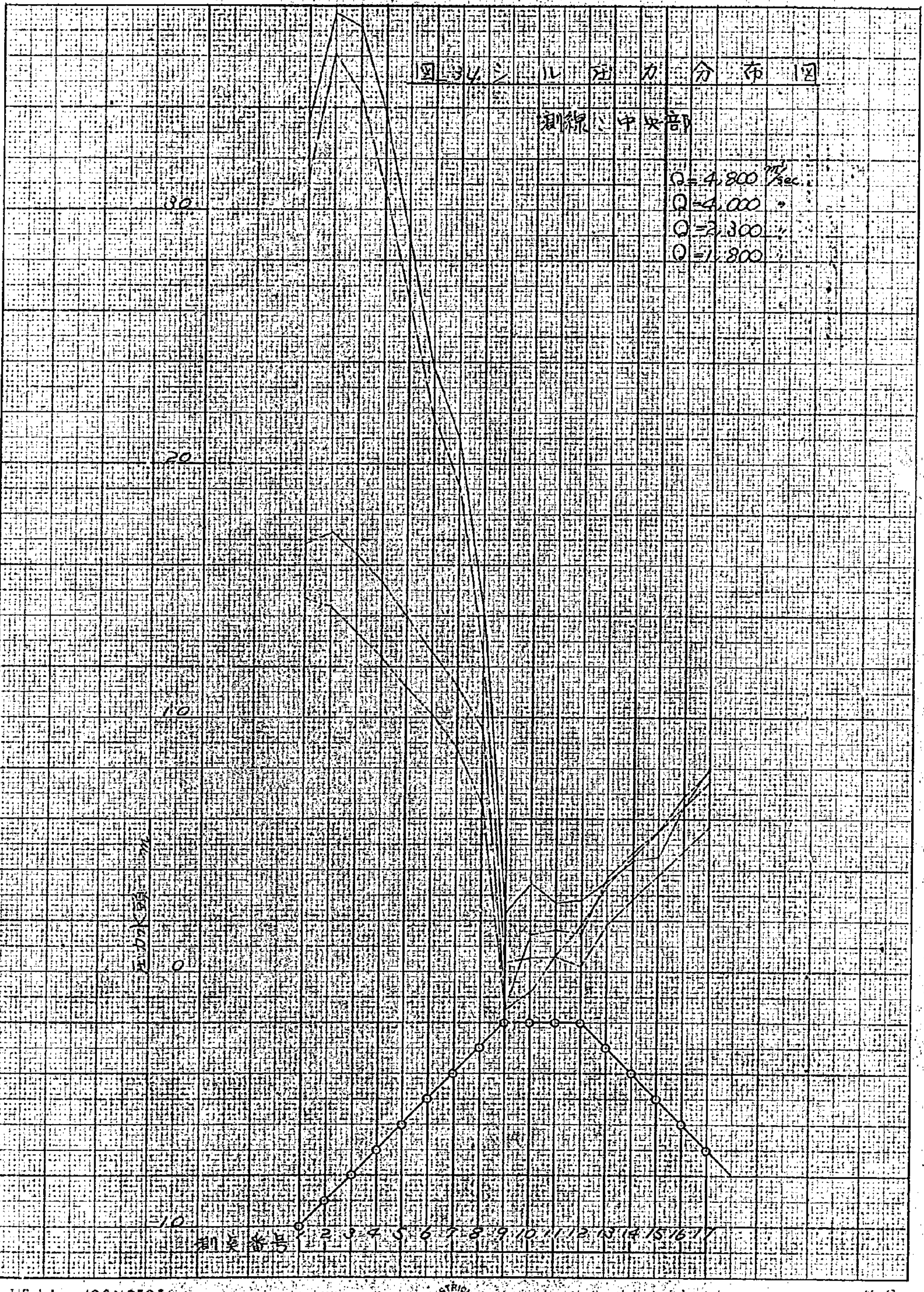


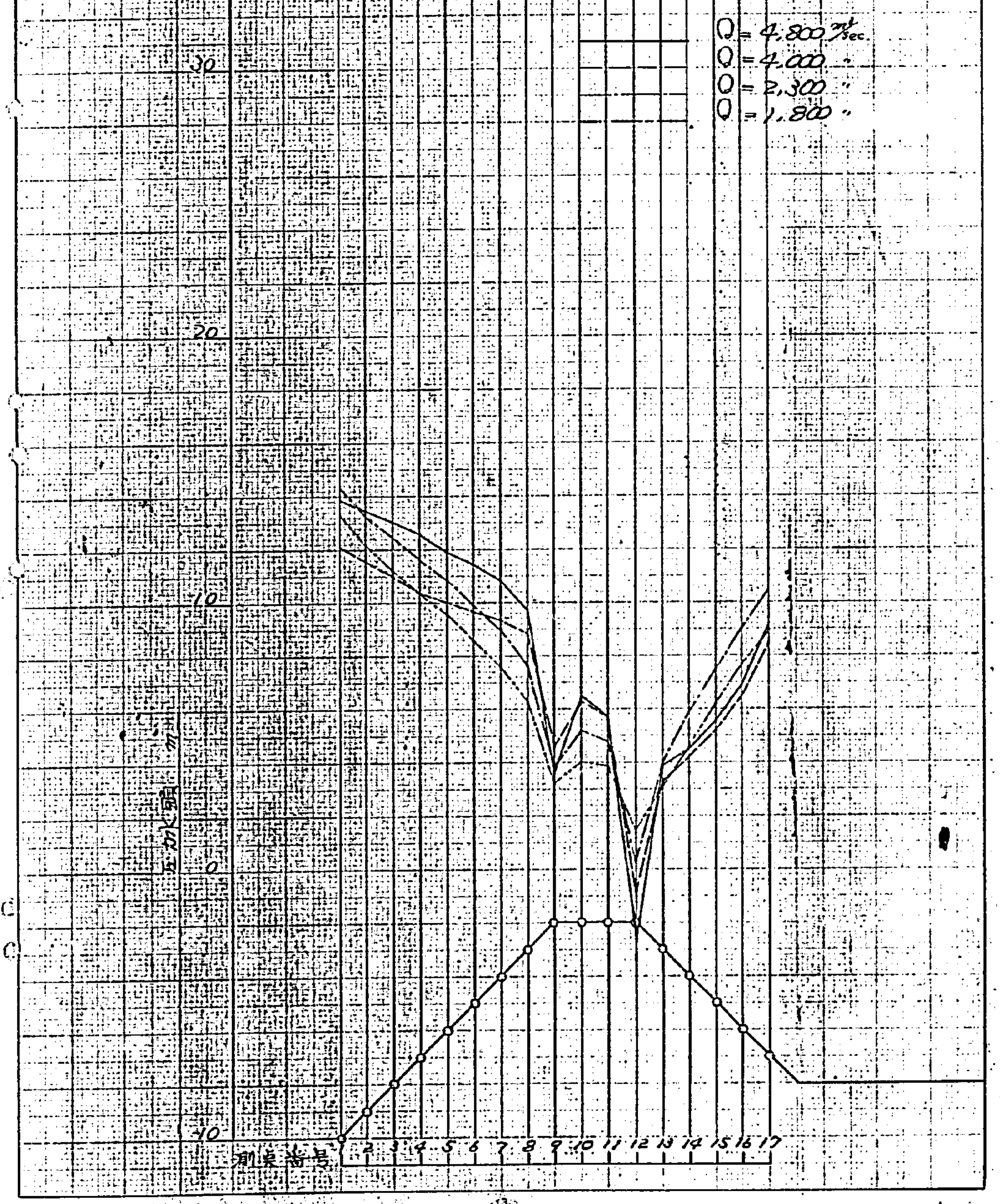
図-34 シル応力分布図

測線C 中央部

JIS A4 180×250%

図-35 シル圧力分布図

測線：左岸導流壁沿い



TSA4 180×250

図 38-a 越流面圧力分布図 測線 No.1

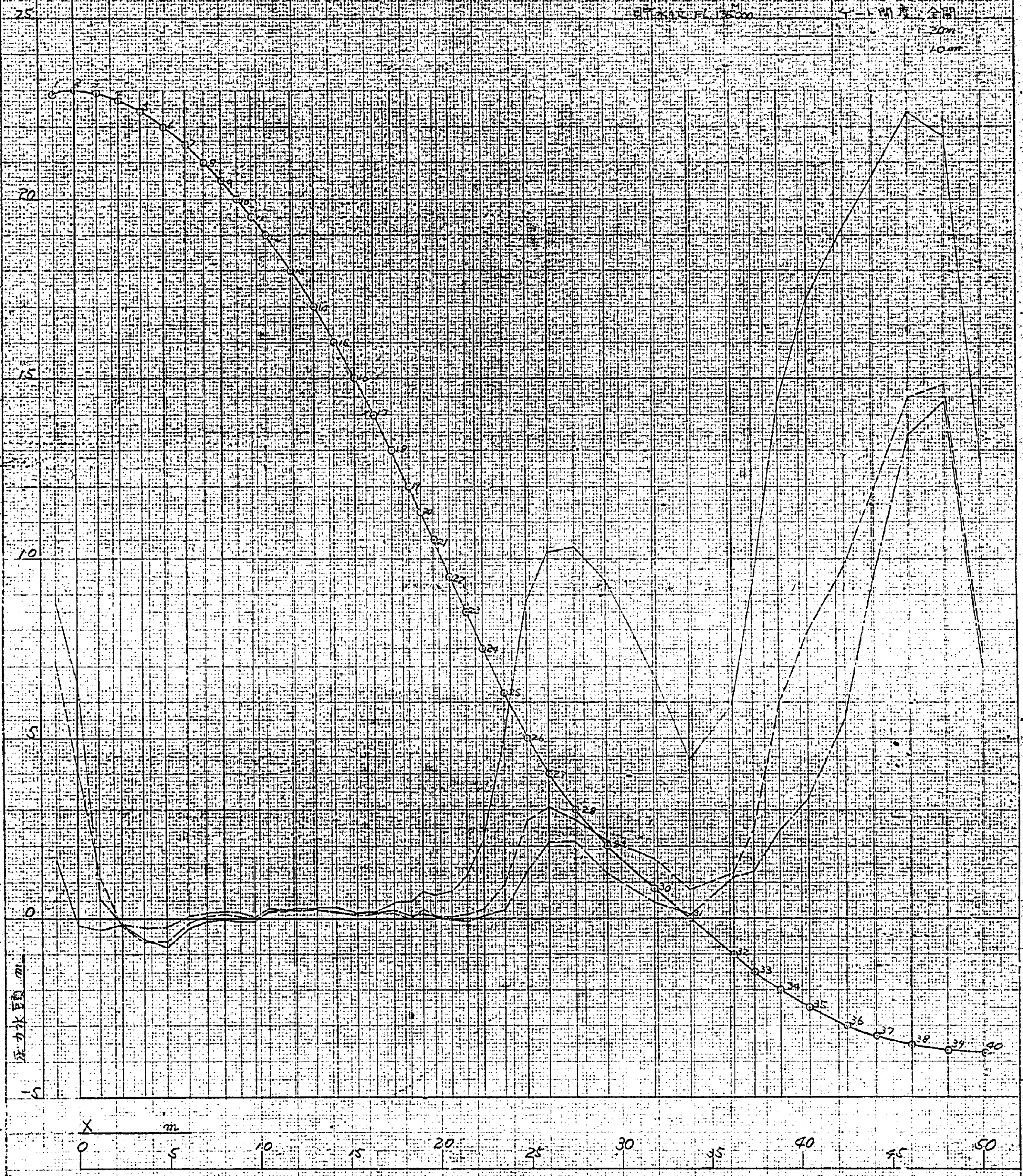


図-38-6 越流面圧力分布図　測試 No.

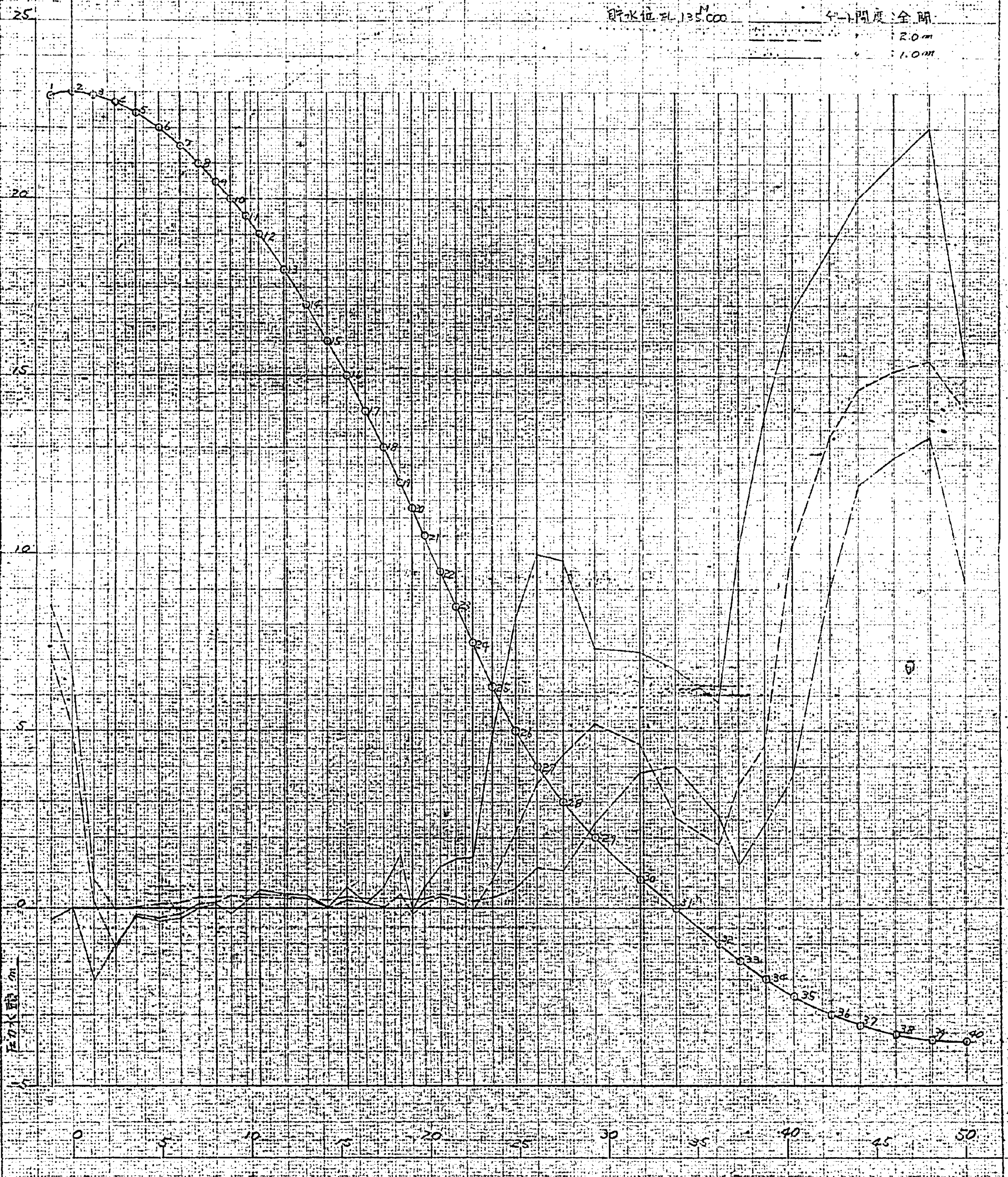
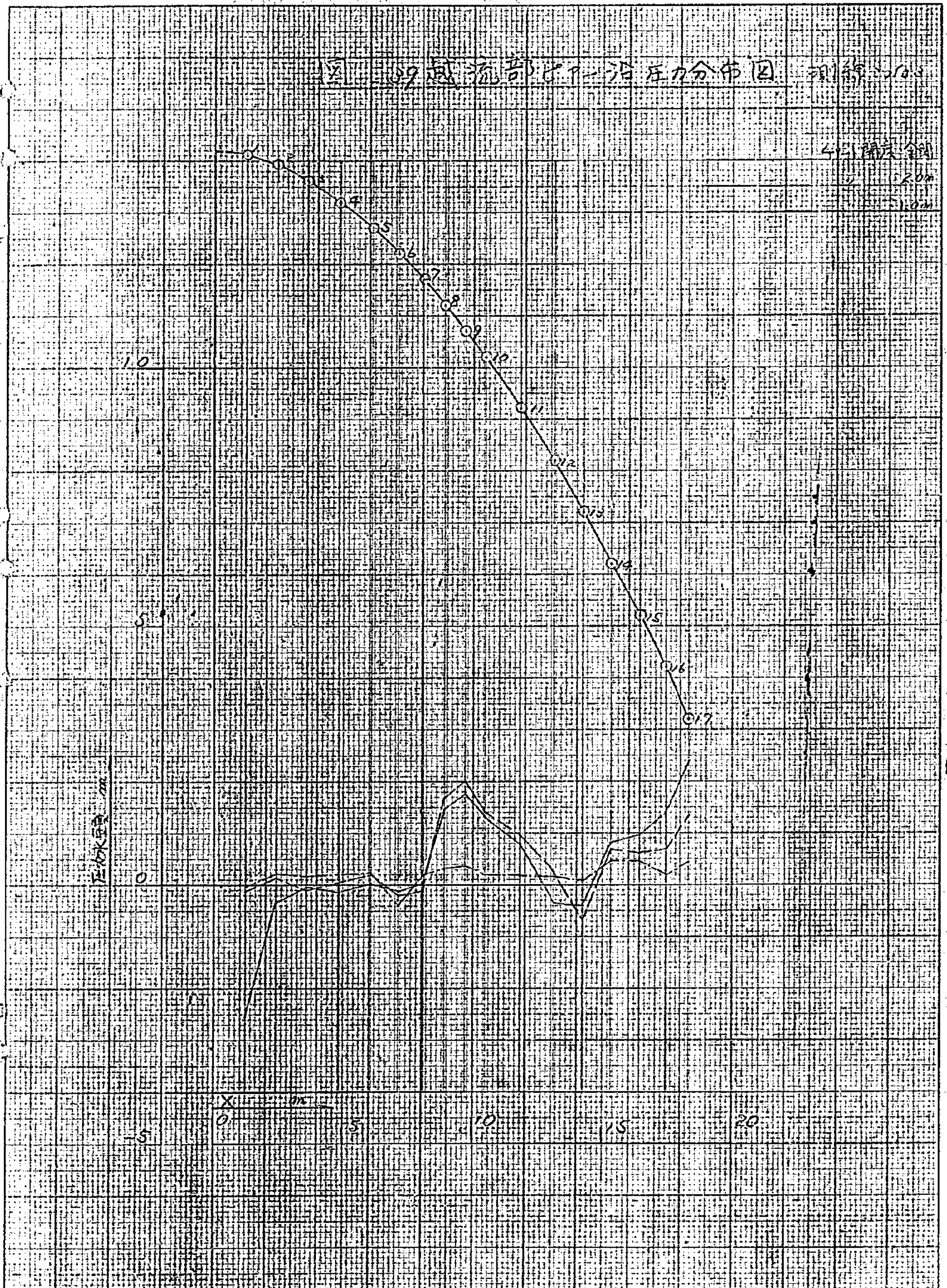


図-109 越流部ピヤー沿圧力分布図 測線 No.3



JIS A4 180×250

図-40 導流壁沿い圧力分布図

貯水位 EL.135.000m　　測線 No.4
ゲート開度 全開
2.0m
1.0m

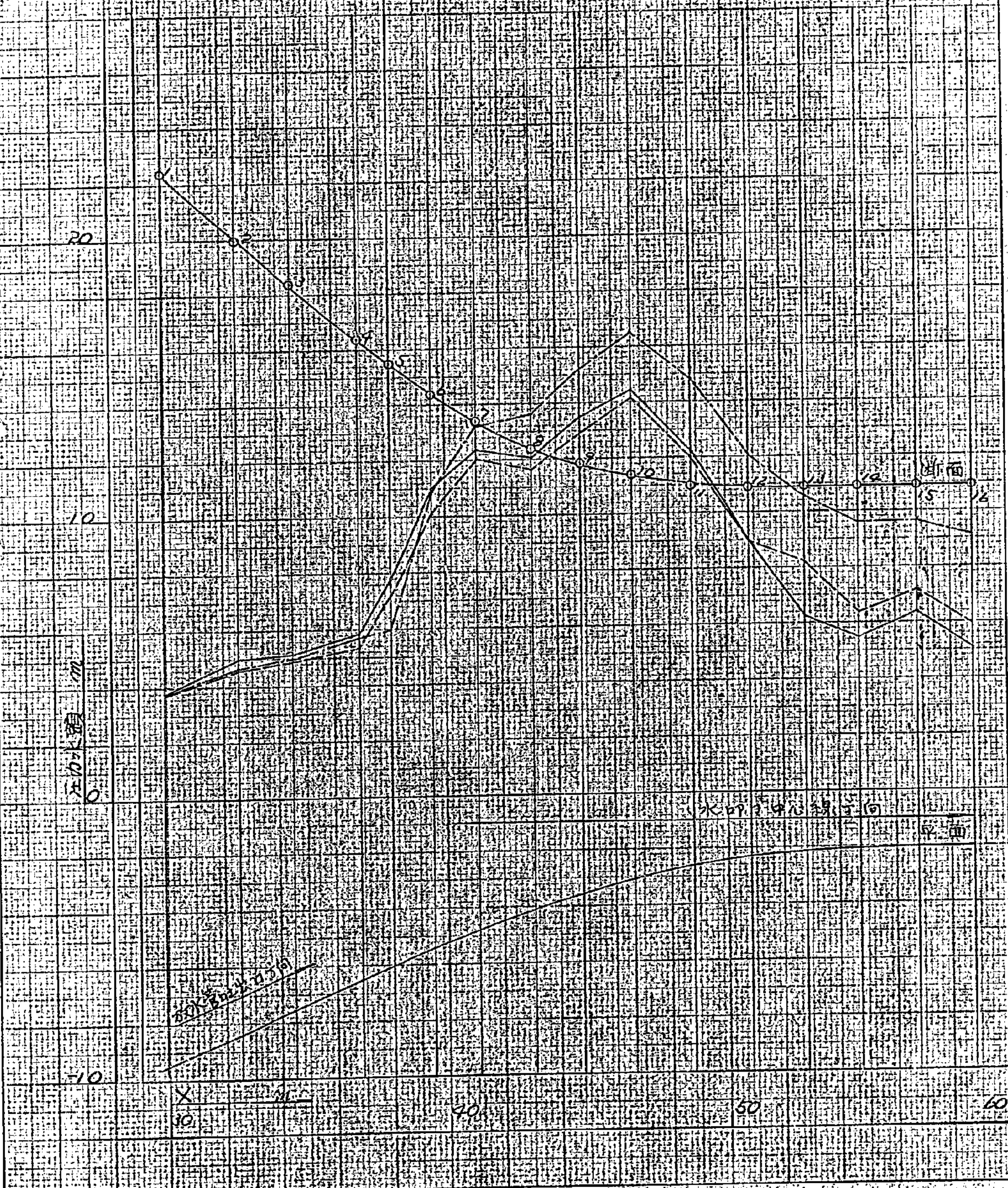


図-41-a 越流水面形図

中央部 —— 貯水位 EL135.0m

ゲート開度 全開

平均水位

最高水位

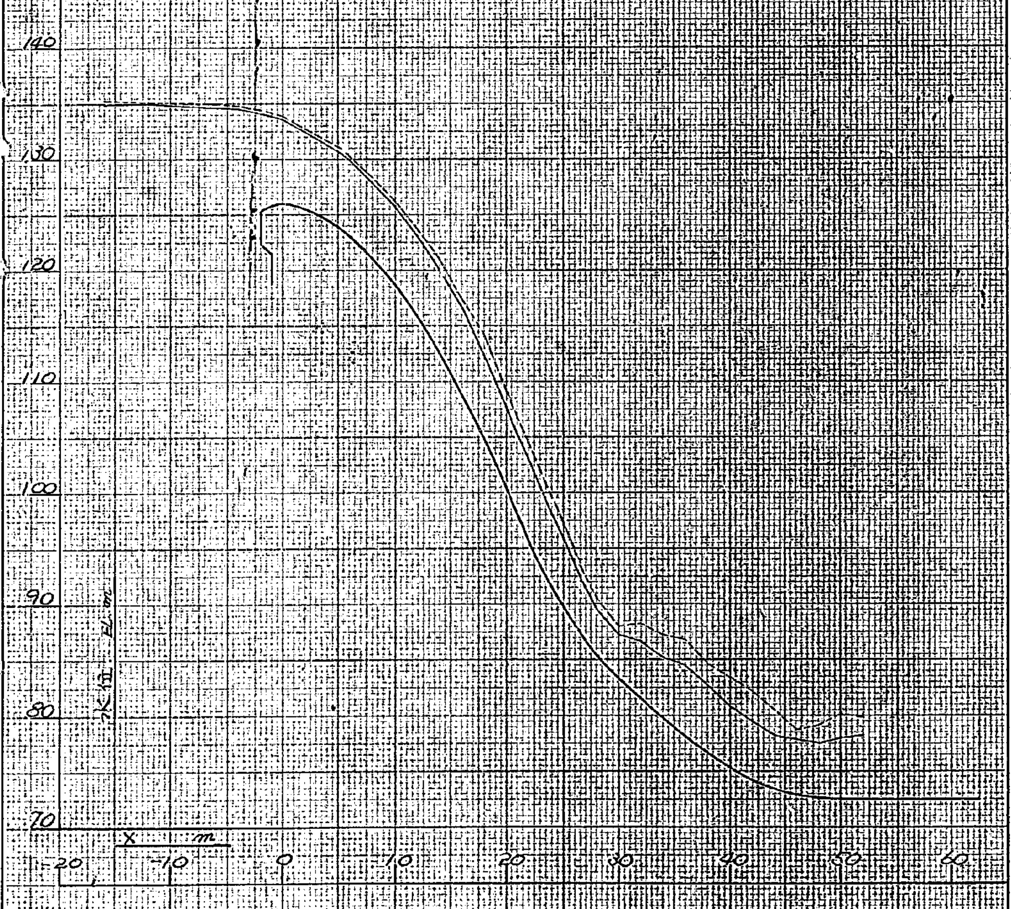
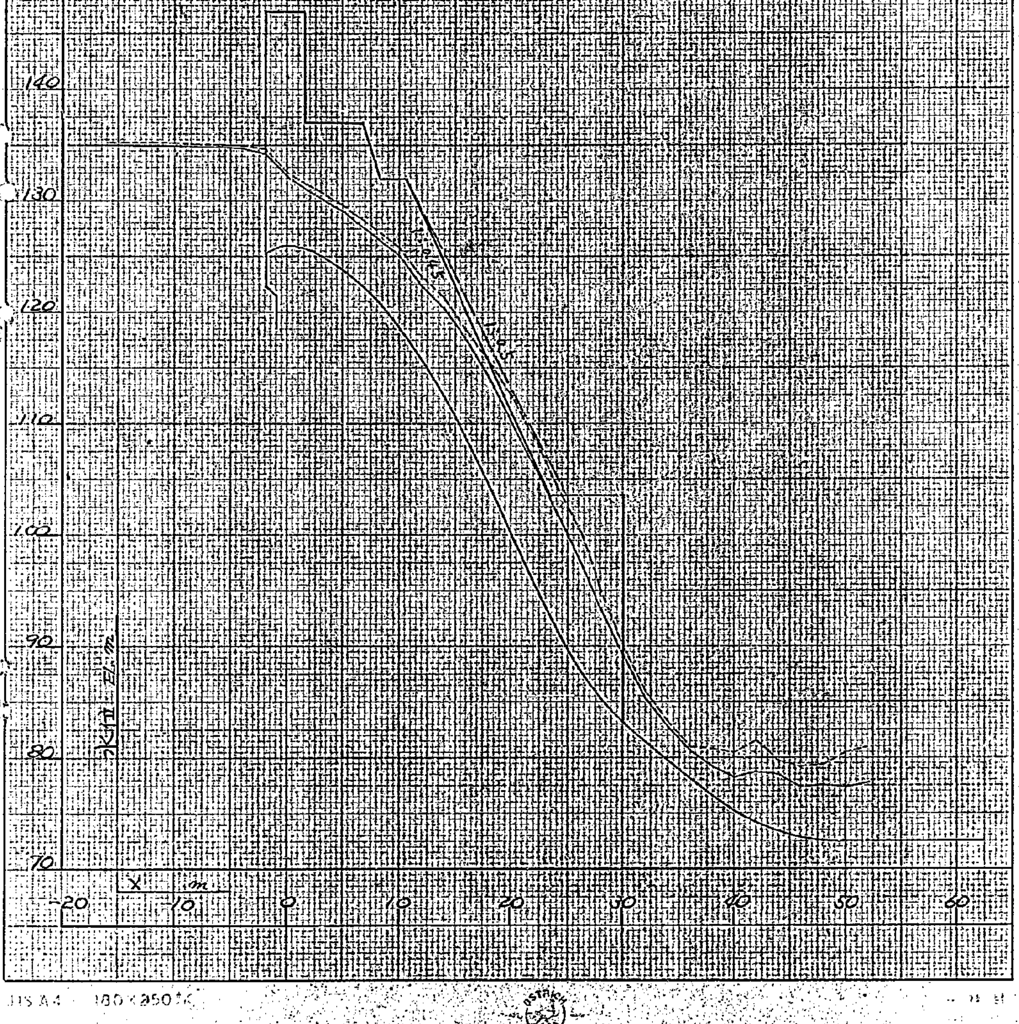


図-4.15 越流水面形図

ピア一面
貯水位：EL.135.0m
ゲート開度：全開
平均水位
最高水位



JIS A 4 180×250 mm

図-42 圧力管位置図

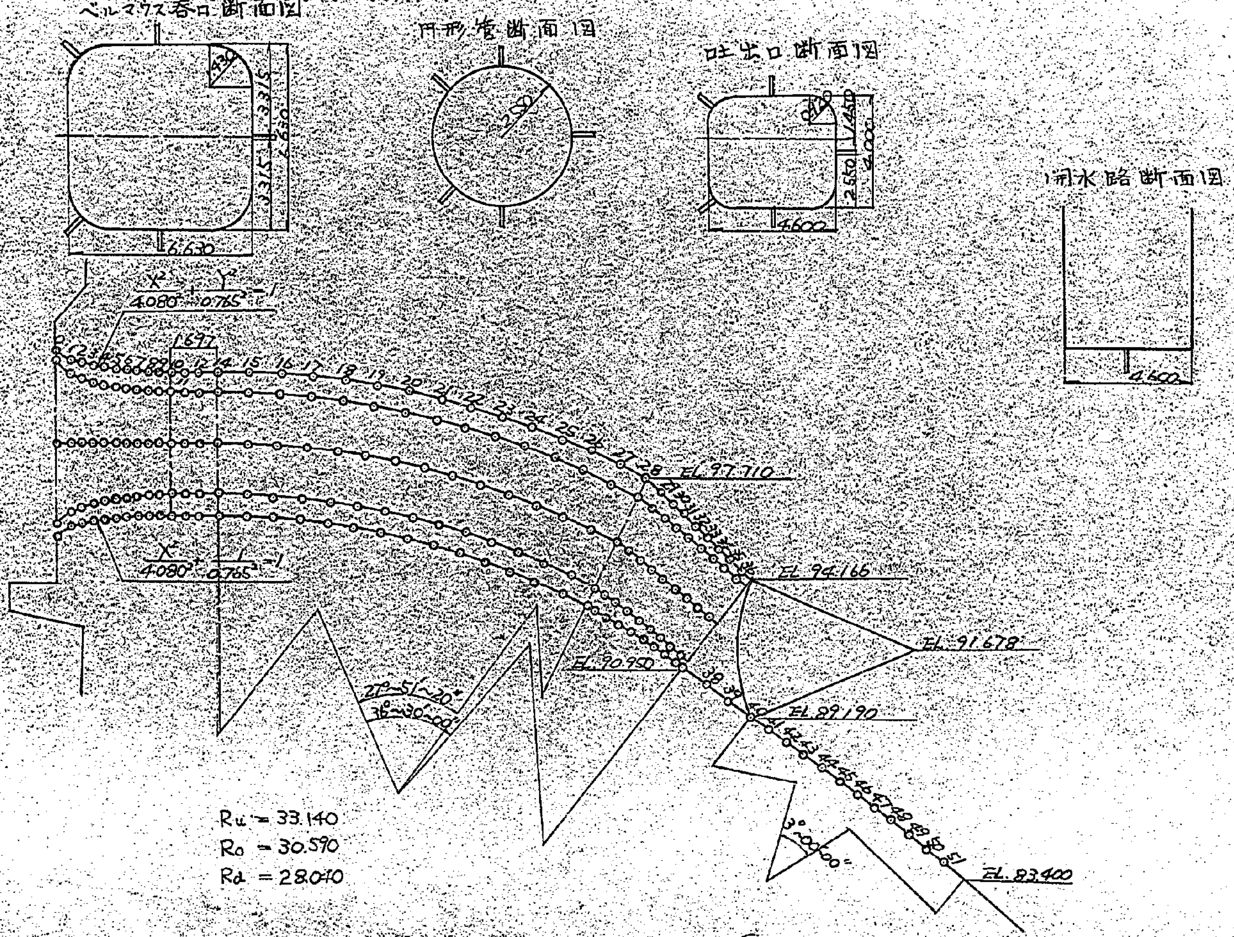
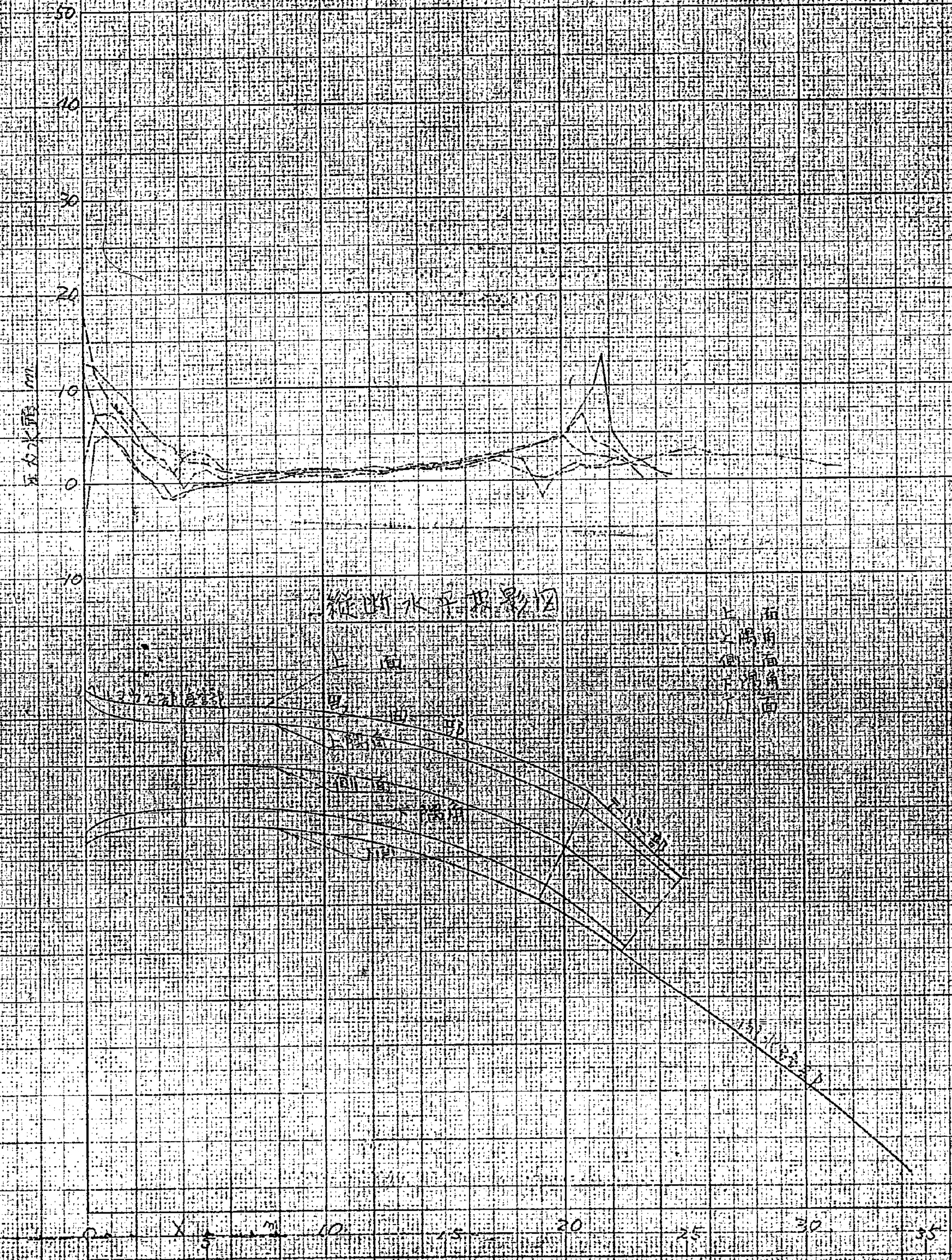

ベルマウス呑口断面図
円形管断面図
吐出口断面図
開水路断面図
430
3315
6.630
6.630
2.550
1.450
4.000
2.550
4.600
4.600
$\frac{X^2}{4.080^2}+\frac{Y^2}{0.765^2}=1$
1.697
EL.97.710
EL.94.166
EL.91.678
EL.90.950
EL.89.190
EL.83.400
27°-51'-20"
35°-30'-00"
3°-00'-00"
Ru = 33.140
Ro = 30.590
Rd = 28.040

図-43-a 放水管内圧力分布図

貯水位：EL.1170m
ゲート開度：全開



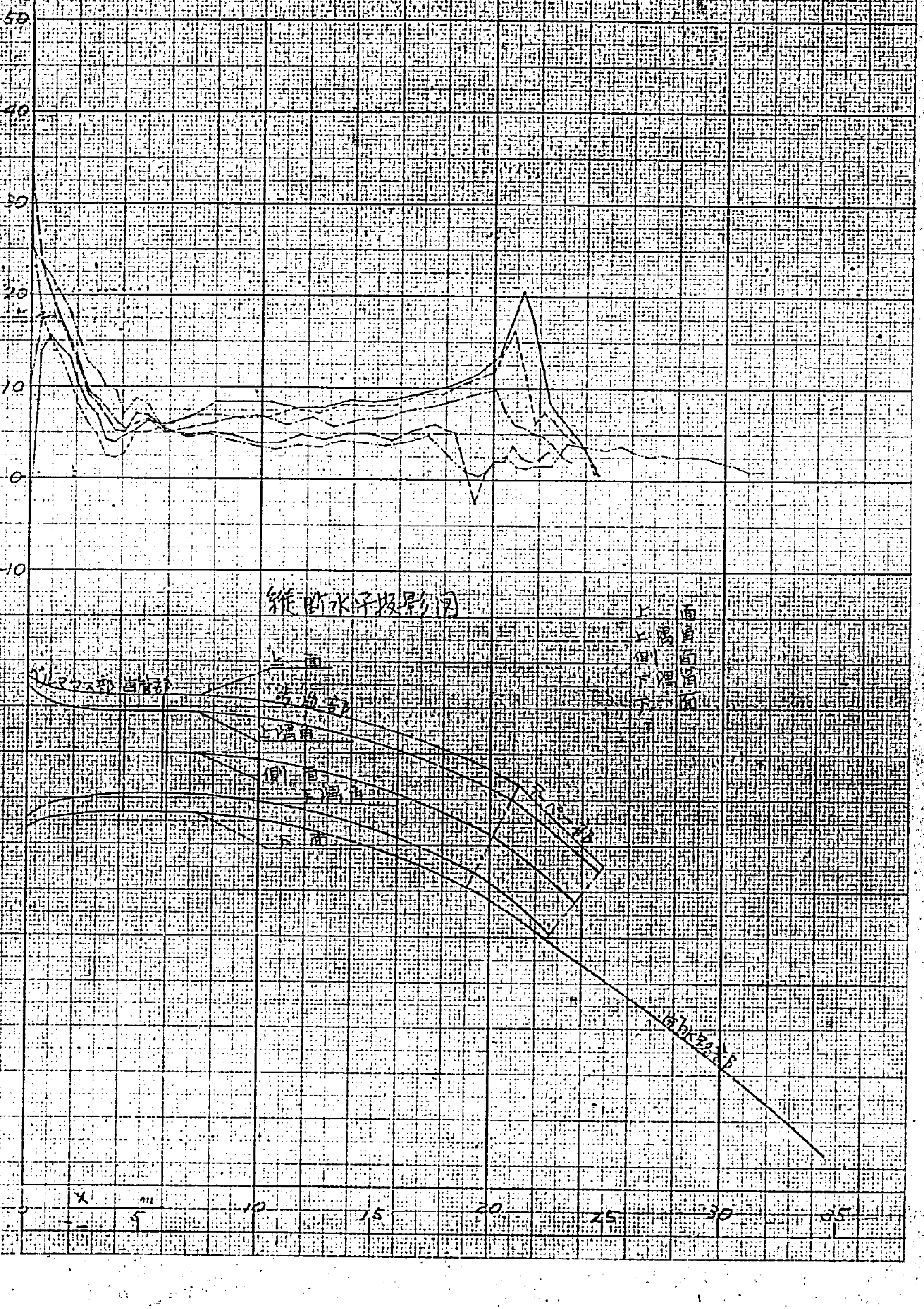
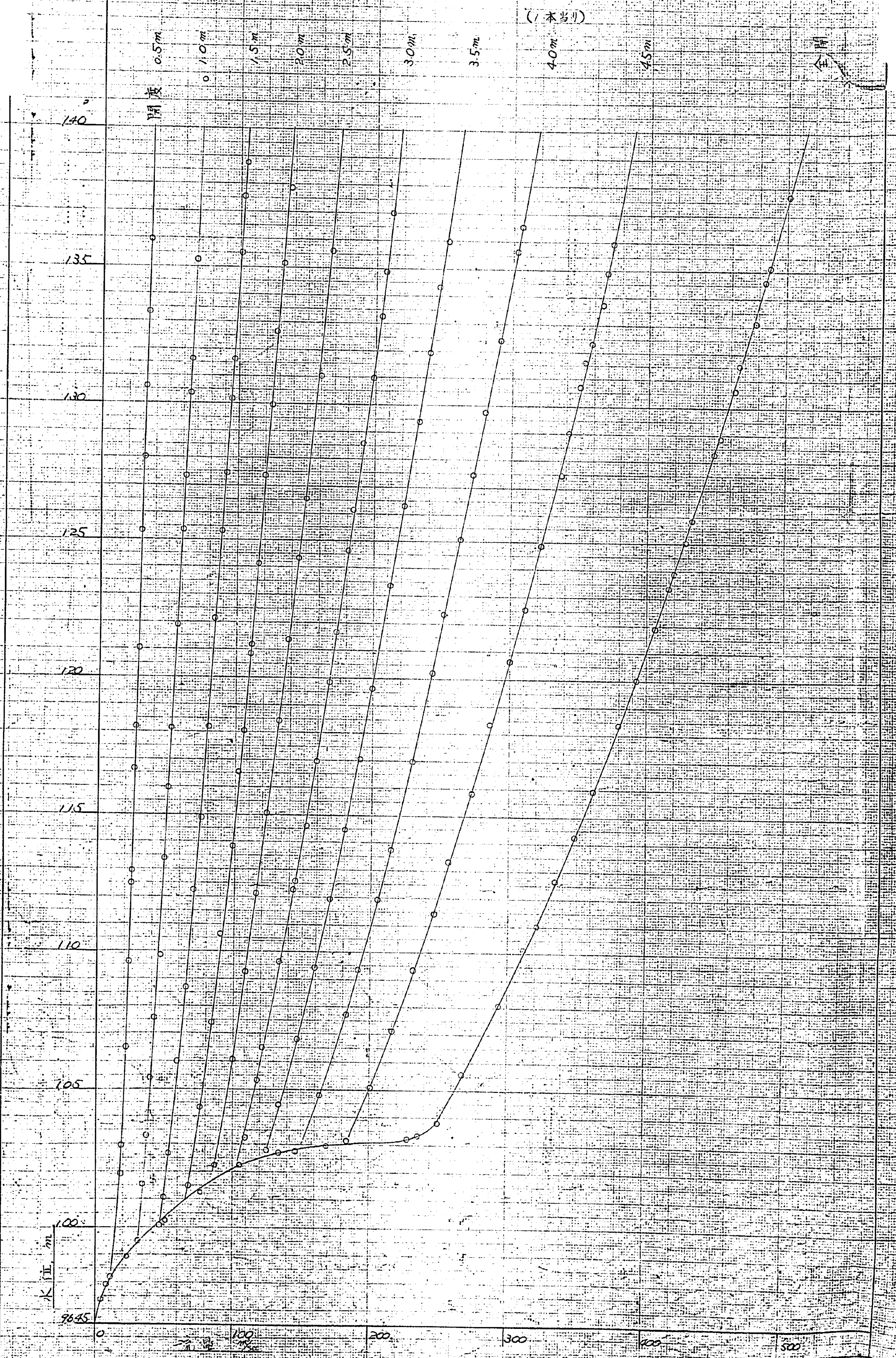


図-4.3-6 放水管内圧力分布図

図-44 放水管貯水位～流量



JIS A4 180×250%

図-45 放水管 $C_0 \sim H/a_c$ 関係図

(ゲート全開時)

$C_0 = \frac{Q}{A\sqrt{2gH}}$ $A = 17.692\ m^2$

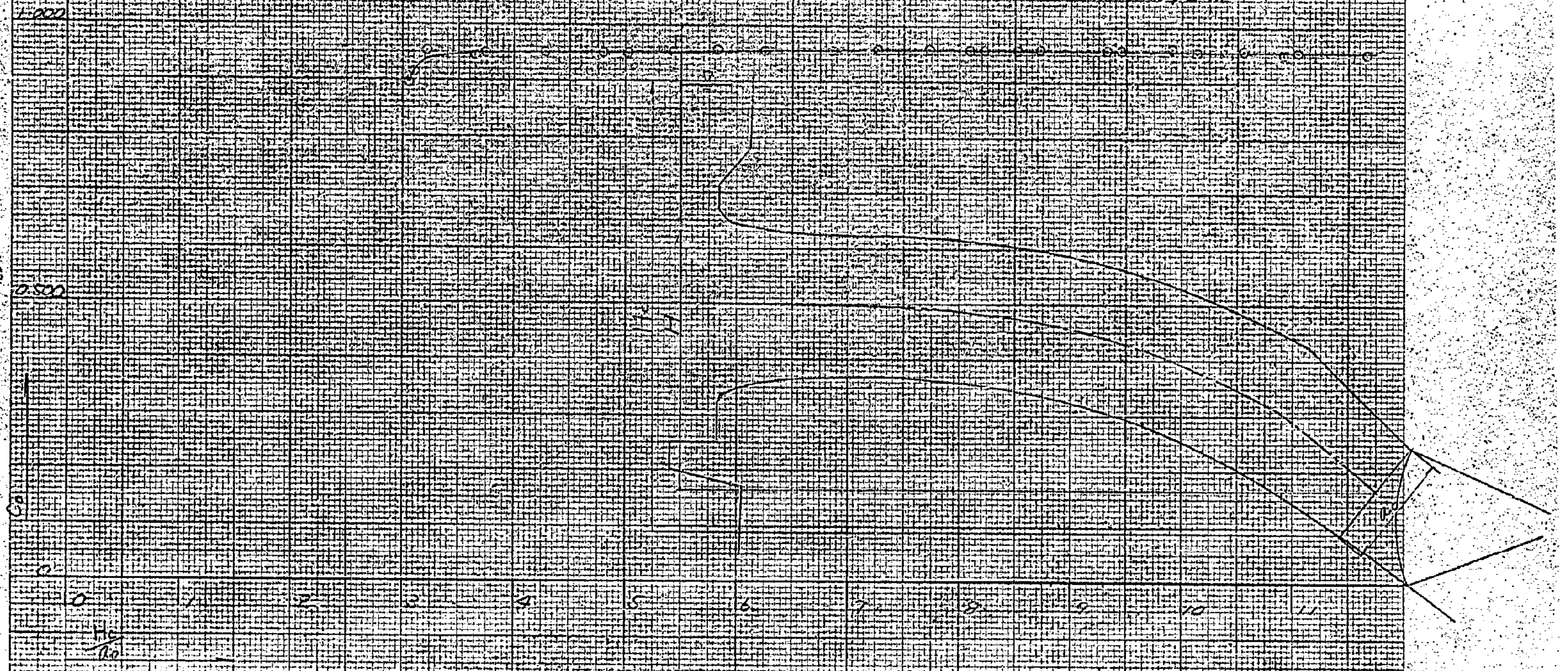


表-1 水位数表（縦断）

h = 8.0 m, L' = 50.0 m

Q = 1,800 m³/sec　下流水位 EL 84.60 m

	縦断距離	-9.40	0.00	8.00	16.00	24.00	32.00
水叩き中央	平均水位	76.90	80.74	84.70	87.08	87.62	88.10
右岸導流壁沿い	平均水位		80.10	80.86	82.22	83.70	84.78
	最高水位		80.74	83.98	87.26	88.00	88.50
左岸導流壁沿い	平均水位		77.82	81.18	84.06	85.10	85.54
	最高水位		80.94	84.30	88.30	89.00	90.50

Q = 1,800 m³/sec

	縦断距離	40.00	48.00	56.00	64.00	72.00	80.00
水叩き中央	平均水位	87.66	86.44	85.82	84.98	82.94	84.98
右岸導流壁沿い	平均水位	85.02	85.04	85.98	84.50	84.98	85.54
	最高水位	89.00	89.00	89.00	89.50	89.50	91.00
左岸導流壁沿い	平均水位	85.54	85.94	86.26	87.26	84.46	85.04
	最高水位	90.00	91.00	89.50	91.00	90.00	86.74

Q = 2,300 m³/sec　下流水位 EL 85.74 m

	縦断距離	-8.00	0.00	8.00	16.00	24.00	32.00
水叩き中央	平均水位	77.50	80.14	83.60	86.50	88.50	87.54
右岸導流壁沿い	平均水位		79.50	82.54	79.70	82.90	83.82
	最高水位		80.50	84.30	83.90	86.50	88.50
左岸導流壁沿い	平均水位		75.10	80.02	81.02	83.50	85.54
	最高水位		82.50	86.50	85.90	89.00	91.50

Q = 2,300 m³/sec

	縦断距離	40.00	48.00	56.00	64.00	72.00	80.00
水叩き中央	平均水位	88.98	87.82	87.22	87.46	85.54	85.54
右岸導流壁沿い	平均水位	84.46	85.90	86.82	86.54	86.54	86.66
	最高水位	88.50	89.00	90.00	91.00	91.50	92.50
左岸導流壁沿い	平均水位	85.54	86.82	88.14	86.94	84.82	86.74
	最高水位	91.50	92.00	93.00	93.00	91.50	93.00

表-2 水位数表（縦断） $h=8.0^{m}$ $L=50.0^{m}$

$Q=4{,}000^{m^3}/_{sec}$ 下流水位：EL 88.99^{m}

	縦断距離	0.00	8.00	16.00	24.00	32.00	40.00
水叩き中央	平均水位	77.71	78.26	77.66	78.66	85.22	90.02
右岸導流壁沿い	平均水位	78.66	74.74	77.54	78.86	79.34	80.62
	最高水位	78.98	75.86	81.86	80.26	80.50	82.00
左岸導流壁沿い	平均水位	76.76	75.94	78.02	78.66	80.22	83.82
	最高水位	76.86	80.86	82.56	86.66	87.50	91.00

	縦断距離	48.00	56.00	60.00	64.00	72.00	80.00
水叩き中央	平均水位	92.42	95.62	96.42	97.22	96.22	96.22
右岸導流壁沿い	平均水位	84.82	87.84	87.82	86.98	88.62	89.82
	最高水位	87.50	92.00	93.00	98.00	96.00	99.00
左岸導流壁沿い	平均水位	87.82	90.62	91.06	90.98	92.42	93.82
	最高水位	95.00	96.00	95.00	97.50	101.00	101.50

	縦断距離	88.00	96.00	100.00	110.00	116.00	120.00
水叩き中央	平均水位	95.22	93.22	89.00			83.00
右岸導流壁沿い	平均水位	88.82	86.82		83.20		
	最高水位	98.00	100.00				
左岸導流壁沿い	平均水位	94.02	90.42			84.60	
	最高水位	107.00	106.00				

表 8 水位数表(縦断)　$n=8.0^{m}$, $L'=50.0^{m}$

$Q=4{,}800\ m^3/sec$　下流水位 EL 91.50^{m}

	縦断距離	0.00	8.00	16.00	24.00	32.00	40.00
水叩き中央	平均水位	76.70	78.02	77.02	80.06	84.30	89.10
右岸導流壁沿い	平均水位	78.86	76.92	77.22	78.62	81.10	81.10
	最高水位	79.62	81.22	82.42	86.02	84.70	85.70
左岸導流壁沿い	平均水位	77.14	76.54	79.42	79.07	81.54	84.78
	最高水位	77.62	82.82	84.82	92.02	93.00	93.00

	縦断距離	48.00	56.00	60.00	64.00	72.00	80.00
水叩き中央	平均水位	92.10	94.70	95.66	97.30	98.50	99.10
右岸導流壁沿い	平均水位	85.30	88.70	88.62	89.50	90.90	91.70
	最高水位	92.00	98.00	98.00	97.50	99.50	102.00
左岸導流壁沿い	平均水位	89.10	91.30	91.90	91.70	92.50	94.30
	最高水位	95.50	98.00	100.00	104.00	104.00	106.00

	縦断距離	88.00	96.00	116.00	120.00	128.00	
水叩き中央	平均水位	99.30	96.90			85.00	
右岸導流壁沿い	平均水位	89.90	88.70	84.70			
	最高水位	105.00	103.00				
左岸導流壁沿い	平均水位	90.70	92.90		85.30		
	最高水位	107.00	109.00				

表－4 水位数表（横断）　$h = 8.0^m$　$L = 50.0^m$

$Q = 1{,}800\ m^3/sec$　下流水位 EL 84.60m

横断面	横断距離	−沿	−20.00	−12.00	−8.00	−4.00	0.00	4.00	12.00	20.00	沿
0.000	平均水位	79.30	77.66	79.70	78.70	80.30	80.74	78.70	78.96	78.70	80.10
	最高水位	80.94	80.50	80.94	80.94	81.50	82.30	79.66	79.34	80.18	80.94

$Q = 1{,}800\ m^3/sec$

横断面	横断距離	−沿	−16.00	−8.00	0.00	8.00	16.00	沿
24.000	平均水位	85.10	84.82	87.02	87.62	85.50	83.90	85.10
	最高水位	89.00	86.30	88.70	89.50	87.90	85.50	89.00

$Q = 1{,}800\ m^3/sec$

横断面	横断距離	−沿	−16.00	−8.00	0.00	8.00	16.00	沿
48.000	平均水位	85.94	85.46	85.74	86.34	85.14	85.22	85.34
	最高水位	91.00	87.14	87.94	88.14	85.78	86.54	89.00

$Q = 2{,}300\ m^3/sec$　下流水位 EL 85.74m

横断面	横断距離	−沿	−20.00	−12.00	−4.00	0.00	4.00	12.00	20.00	沿
0.000	平均水位	78.10	78.22	79.02	77.30	80.14	77.50	77.90	78.10	79.30
	最高水位	82.50	80.30	81.90	81.10	81.50	79.10	80.90	81.30	80.50

$Q = 2{,}300\ m^3/sec$

横断面	横断距離	−沿	−16.00	−8.00	0.00	8.00	16.00	沿
24.000	平均水位	83.50	83.70	87.10	88.50	82.10	82.54	82.90
	最高水位	89.00	86.30	90.10	90.70	88.30	84.30	86.50

$Q = 2{,}300\ m^3/sec$

横断面	横断距離	−沿	−16.00	−8.00	0.00	8.00	16.00	沿
48.000	平均水位	86.82	85.54	87.22	87.82	85.78	84.50	85.90
	最高水位	92.00	87.94	89.54	90.34	88.74	86.34	89.00

表 5 水位数表（横断）　$h=8.0^{m}$　$L=50.0^{m}$

$Q=4.000^{m^3}/sec$　下流水位 EL 88.99^{m}

横断面	横断距離	−汀	−20.00	−16.00	−12.00	−9.60	−4.00	0.00	4.00	9.80	12.00
0.000	平均水位	76.76	75.82	74.46	76.50	74.78	74.98	77.76	74.98	74.98	75.98
	最高水位	76.86	76.45	74.58	77.06	75.02	75.06	78.66	75.06	75.06	76.66

横断面	横断距離	16.00	20.00	汀
0.000	平均水位	75.18	76.18	78.66
	最高水位	75.26	76.86	78.98

横断面	横断距離	−汀	−16.00	−8.00	0.00	8.00	16.00	汀
32.000	平均水位	80.22	82.82	85.62	85.22	84.02	80.22	79.84
	最高水位	87.50	87.62	87.22	89.22	87.62	82.82	80.50

横断面	横断距離	−汀	−16.00	−8.00	0.00	8.00	16.00	汀
60.000	平均水位	91.06	87.82	90.02	95.42	91.22	85.62	87.82
	最高水位	95.00	92.82	102.42	99.22	97.22	91.22	90.00

横断面	横断距離	−汀	−16.00	−8.00	0.00	8.00	16.00	汀
90.000	平均水位	93.82	92.82	95.62	96.22	93.42	91.22	89.62
	最高水位	101.50	96.82	98.02	99.62	97.62	95.62	99.00

表－5 水位数表（横断） h=8.0m L=50.0m

Q=4,800m³/sec 下流水位 EL 91.50m

横断面	横断距離	－沿	-20.00	-16.00	-12.00	-8.00	-4.00	0.00	4.00	8.00	12.00
0.000	平均水位	77.14	76.26	75.78	76.74	75.62	76.34	76.70	76.34	75.74	76.30
	最高水位	77.62	78.18	77.42	79.42	75.78	76.42	80.22	76.42	75.82	77.42

横断面	横断距離	20.00	24.00	沿
0.000	平均水位	76.26	76.78	78.86
	最高水位	76.42	77.02	79.62

横断面	横断距離	－沿	-16.00	-8.00	0.00	8.00	16.00	沿
32.000	平均水位	81.54	82.50	85.10	84.30	88.90	81.30	81.10
	最高水位	93.00	92.50	92.50	88.70	88.90	88.50	84.70

横断面	横断距離	－沿	-20.00	-16.00	-8.00	0.00	8.00	16.00	沿
60.000	平均水位	91.90	88.78	88.50	94.70	95.66	90.70	87.10	88.82
	最高水位	100.00	93.70	94.50	102.50	100.90	98.70	92.10	98.00

横断面	横断距離	－沿	-16.00	-8.00	0.00	8.00	16.00	沿
80.000	平均水位	94.30	94.30	97.50	99.10	94.70	92.30	91.70
	最高水位	106.00	100.10	100.90	102.10	100.10	100.10	102.00

表-7 シル圧力管位置数値表

シル中央部		
測点番号	水叩き始端からの距離(m)	測点標高 EL m
1	50.000	72.500
2	51.000	73.500
3	52.000	74.500
4	53.000	75.500
5	54.000	76.500
6	55.000	77.500
7	56.000	78.500
8	57.000	79.500
9	58.000	80.500
10	59.000	80.500
11	60.000	80.500
12	61.000	80.500
13	62.000	79.500
14	63.000	78.500
15	64.000	77.500
16	65.000	76.500
17	66.000	75.500

シル右岸導流壁沿い		
測点番号	水叩き始端からの距離(m)	測点標高 EL m
1	50.000	72.500
2	51.000	73.500
3	52.000	74.500
4	53.000	75.500
5	54.000	76.500
6	55.000	77.500
7	56.000	78.500
8	57.000	79.500
9	58.000	80.500
10	59.000	80.500
11	60.000	80.500
12	61.000	80.500
13	62.000	79.500
14	63.000	78.500
15	64.000	77.500
16	65.000	76.500
17	66.000	75.500

表-8 シル圧力数値表

測線 中央部

流量 1,800 $\mathrm{m^3/sec}$.		
測点番号	圧力標高 EL m	圧力水頭 m
1	87.200	14.700
2	87.920	14.420
3	87.920	13.420
4	87.920	12.420
5	87.720	11.220
6	87.600	10.100
7	87.320	8.820
8	86.000	6.500
9	79.000	−1.500
10	79.640	−0.860
11	81.160	0.660
12	82.320	1.820
13	82.960	3.420
14	82.960	4.460
15	82.960	5.460
16	82.960	6.460
17	83.040	7.540

流量 2,300 $\mathrm{m^3/sec}$.		
測点番号	圧力標高 EL m	圧力水頭 m
1	89.360	16.860
2	90.800	17.300
3	90.880	16.380
4	90.840	15.340
5	90.480	13.980
6	90.040	12.540
7	89.720	11.220
8	88.040	9.540
9	79.040	−1.460
10	82.000	1.500
11	82.160	1.660
12	82.000	1.500
13	83.200	3.700
14	83.200	4.700
15	83.200	5.700
16	83.400	6.900
17	83.440	7.940

流量 4,000 $\mathrm{m^3/sec}$.		
測点番号	圧力標高 EL m	圧力水頭 m
1	103.760	31.260
2	109.600	36.100
3	109.000	34.500
4	106.280	30.780
5	102.840	26.340
6	99.240	21.740
7	97.600	19.100
8	91.960	12.460
9	80.880	0.380
10	81.120	0.620
11	81.120	0.620
12	80.720	0.220
13	81.360	1.860
14	81.360	2.860
15	81.320	3.820
16	81.320	4.820
17	81.200	5.700

流量 4,800 $\mathrm{m^3/sec}$.		
測点番号	圧力標高 EL m	圧力水頭 m
1	105.960	33.460
2	111.200	37.700
3	111.680	37.180
4	109.240	33.740
5	105.360	28.860
6	101.200	23.700
7	99.440	20.940
8	93.480	13.980
9	82.800	2.300
10	84.000	3.500
11	83.200	2.700
12	83.320	2.820
13	83.080	3.580
14	82.880	4.380
15	82.000	4.500
16	83.080	6.580
17	83.520	8.020

表-9 シル圧力数値表

測線：左岸導流壁沿い

流量 1,800 m³/sec		
測点番号	圧力標高 EL m	圧力水頭 m
1	85.800	13.300
2	85.680	12.180
3	85.760	11.260
4	85.840	10.340
5	86.080	9.580
6	86.040	8.540
7	86.120	7.620
8	85.760	6.260
9	83.760	3.260
10	84.560	4.060
11	84.360	3.860
12	82.000	1.500
13	82.640	3.140
14	83.120	4.620
15	83.680	6.180
16	84.160	7.660
17	84.360	8.860

流量 2,300 m³/sec		
測点番号	圧力標高 EL m	圧力水頭 m
1	86.840	14.340
2	86.720	13.220
3	86.960	12.460
4	87.120	11.620
5	87.440	10.940
6	87.360	9.860
7	87.520	9.020
8	87.320	7.820
9	84.440	3.940
10	85.720	5.220
11	85.320	4.820
12	85.880	5.380
13	83.480	3.980
14	84.400	5.900
15	85.040	7.540
16	85.560	9.060
17	85.960	10.460

流量 4,000 m³/sec		
測点番号	圧力標高 EL m	圧力水頭 m
1	84.600	12.100
2	85.080	11.580
3	85.520	11.020
4	85.880	10.380
5	86.520	10.020
6	87.200	9.700
7	87.840	9.340
8	88.320	8.820
9	85.080	4.580
10	86.800	6.300
11	86.160	5.660
12	79.600	-0.900
13	82.760	3.260
14	82.740	4.240
15	82.720	5.220
16	82.960	6.460
17	83.920	8.420

流量 4,800 m³/sec		
測点番号	圧力標高 EL m	圧力水頭 m
1	86.360	13.860
2	86.960	13.460
3	87.560	13.060
4	88.080	12.580
5	88.360	11.860
6	88.960	11.460
7	89.280	10.780
8	89.200	9.700
9	84.080	3.580
10	87.000	6.500
11	86.240	5.740
12	77.880	-2.620
13	83.400	3.900
14	82.960	4.460
15	83.040	5.540
16	83.400	6.900
17	84.680	9.180

表-16 シル圧力数値表

測線中央部

流量		1500 m³/sec
測点番号	圧力標高 EL m	圧力水頭 m
8	85.320	5.820
9	78.400	-2.100
10	79.520	-0.980
11	81.320	0.820

流量		1.300 m³/sec.
測点番号	圧力標高 EL m	圧力水頭 m
8	85.120	5.620
9	79.080	-1.420
10	80.520	0.020
11	82.160	1.660

流量		1200 m³/sec
測点番号	圧力標高 EL m	圧力水頭 m
8	85.000	5.500
9	79.280	-1.220
10	80.840	0.340
11	82.520	2.020

図-85 シル圧力分布図

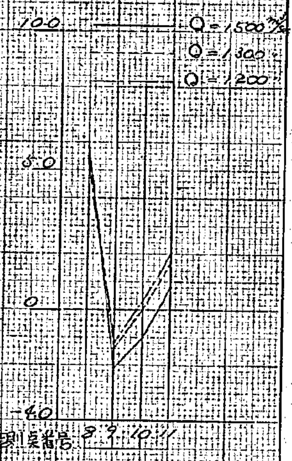
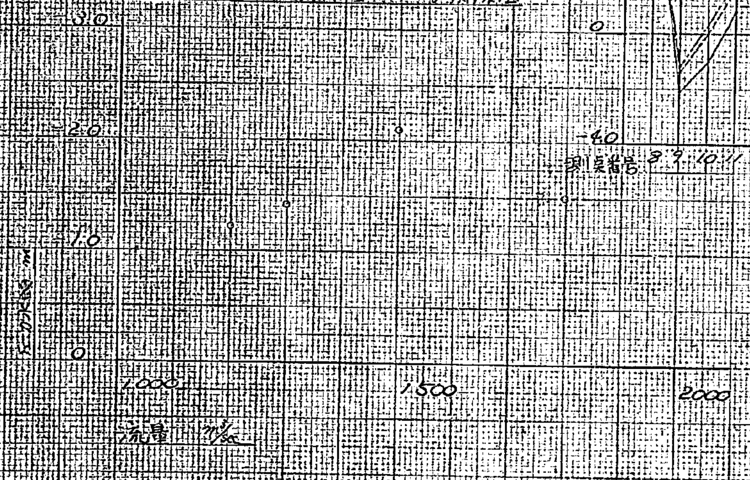


図-86 測点9流量〜圧力関係図



JIS A4 180×250

表1-a 測点位置数値表

測線 No.1

測点番号	標高 EL m	クレストからの水平距離 (m)
1	125.779	−1.188
2	126.000	0.000
3	125.837	1.200
4	125.434	2.400
5	124.825	3.600
6	124.000	4.838
7	123.000	6.060
8	122.000	7.111
9	121.000	8.049
10	120.000	8.907
11	119.000	9.704
12	118.000	10.451
13	116.000	11.830
14	114.000	13.091
15	112.000	14.262
16	110.000	15.360
17	108.000	16.399
18	106.000	17.387
19	104.000	18.333
20	102.552	18.994
21	101.000	19.692
22	99.000	20.592
23	97.000	21.493
24	95.000	22.394
25	92.492	23.523
26	90.000	24.787
27	88.000	26.027
28	86.000	27.504
29	84.000	29.265
30	81.654	31.798
31	80.000	33.805
32	78.000	36.231
33	77.068	37.363
34	76.000	38.782
35	75.000	40.402
36	74.000	42.485
37	73.421	44.086
38	72.904	46.086
39	72.600	48.086
40	72.500	50.086

測線 No.2

測点番号	標高 EL m	クレストからの水平距離 (m)
1	125.779	−1.188
2	126.000	0.000
3	125.837	1.200
4	125.434	2.400
5	124.825	3.600
6	124.000	4.839
7	123.000	6.062
8	122.000	7.112
9	121.000	8.051
10	120.000	8.909
11	119.000	9.706
12	118.000	10.453
13	116.000	11.833
14	114.000	13.094
15	112.000	14.265
16	110.000	15.364
17	108.000	16.403
18	106.000	17.392
19	104.000	18.337
20	102.552	18.998
21	101.000	19.697
22	99.000	20.598
23	97.000	21.499
24	95.000	22.403
25	92.492	23.532
26	90.000	24.796
27	88.000	26.038
28	86.000	27.515
29	84.000	29.276
30	81.654	31.811
31	80.000	33.819
32	78.000	36.248
33	77.068	37.378
34	76.000	38.798
35	75.000	40.419
36	74.000	42.504
37	73.421	44.111
38	72.904	46.111
39	72.600	48.111
40	72.500	50.111

表-11-b 測点位置数値表

測線 No.3

測点番号	標高 EL m	クレストからの水平距離
1	126.237	1.200
2	125.834	2.400
3	125.225	3.600
4	124.400	4.839
5	123.400	6.062
6	122.400	7.112
7	121.400	8.051
8	120.400	8.909
9	119.400	9.706
10	118.400	10.453
11	116.400	11.833
12	114.400	13.094
13	112.400	14.265
14	110.400	15.364
15	108.400	16.403
16	106.400	17.392
17	104.400	18.337

測線 No.4

測点番号	標高 EL m	クレストからの水平距離
1	84.400	29.923
2	82.054	32.460
3	80.400	34.471
4	78.400	36.901
5	77.468	38.035
6	76.400	39.456
7	75.400	41.080
8	74.400	43.168
9	73.821	44.785
10	73.304	46.785
11	73.000	48.785
12	72.900	50.785
13	72.900	52.785
14	72.900	54.785
15	72.900	56.785
16	72.900	58.785

No.

表-18-a 越流面圧力表

貯水位 EL.135.000m
ゲート開度：全開

測線 No.1

測点番号	圧力標高 EL m	圧力水頭 m
1	127.400	1.621
2	125.800	-0.200
3	125.520	-0.317
4	125.240	-0.194
5	124.240	-0.585
6	123.200	-0.800
7	122.720	-0.280
8	121.920	-0.080
9	120.960	-0.040
10	119.920	-0.080
11	118.920	-0.080
12	118.200	0.200
13	116.280	0.280
14	114.280	0.280
15	112.320	0.320
16	110.160	0.160
17	108.200	0.200
18	106.440	0.440
19	104.480	0.480
20	103.320	0.768
21	101.640	0.640
22	99.760	0.760
23	98.200	1.200
24	97.200	2.200
25	97.440	4.948
26	98.800	8.800
27	98.200	10.200
28	96.320	10.320
29	93.400	9.400
30	88.480	6.826
31	84.440	4.440
32	83.920	5.920
33	86.160	9.092
34	90.320	14.320
35	92.200	17.200
36	93.280	19.280
37	94.080	20.659
38	95.320	22.416
39	94.320	21.720
40	84.880	12.380

測線 No.2

測点番号	圧力標高 EL m	圧力水頭 m
1	125.440	-0.339
2	126.000	0.000
3	123.800	-2.037
4	124.400	-1.034
5	124.600	-0.225
6	123.640	-0.360
7	122.720	-0.280
8	122.000	0.000
9	121.120	0.120
10	119.880	-0.120
11	119.200	0.200
12	118.520	0.520
13	116.400	0.400
14	114.360	0.360
15	112.040	0.040
16	110.600	0.600
17	108.160	0.160
18	106.600	0.600
19	105.520	1.520
20	102.480	0.072
21	101.600	0.600
22	100.200	1.200
23	98.400	1.400
24	96.440	1.440
25	97.400	4.908
26	98.160	9.160
27	97.960	9.960
28	95.800	9.800
29	91.320	7.320
30	88.880	7.226
31	86.720	6.720
32	83.800	5.800
33	87.240	10.172
34	89.800	13.800
35	91.840	16.840
36	92.600	18.600
37	93.840	20.919
38	93.920	21.016
39	94.600	22.000
40	88.000	15.500

表12-6 越流面圧力表

貯水位 EL 135.000^m
ゲート開度：1.0m

測線 No.1

測点番号	圧力標高 EL. m	圧力水頭 m
1	134.520	8.741
2	132.520	6.520
3	126.900	0.563
4	125.240	-0.194
5	124.560	-0.265
6	123.760	-0.240
7	123.080	0.080
8	122.160	0.160
9	121.200	0.200
10	120.160	0.160
11	119.040	0.040
12	118.280	0.280
13	116.240	0.240
14	114.240	0.240
15	112.160	0.160
16	110.120	0.120
17	108.160	0.160
18	106.240	0.240
19	104.080	0.080
20	102.680	0.128
21	101.040	0.040
22	98.960	-0.040
23	96.920	-0.080
24	95.080	0.080
25	92.720	0.228
26	91.320	1.320
27	90.120	2.120
28	88.120	2.120
29	85.240	1.240
30	82.120	0.466
31	80.120	0.120
32	79.160	1.160
33	78.360	1.272
34	78.440	2.440
35	78.320	3.320
36	79.560	5.560
37	83.000	9.579
38	86.360	13.456
39	86.960	14.360
40	79.480	6.180

測線 No.2

測点番号	圧力標高 EL. m	圧力水頭 m
1	134.320	8.541
2	132.640	6.640
3	126.640	0.803
4	125.400	-0.034
5	124.840	0.015
6	124.120	0.120
7	123.160	0.160
8	122.320	0.320
9	121.320	0.320
10	120.360	0.360
11	119.280	0.280
12	118.320	0.320
13	116.280	0.280
14	114.280	0.280
15	112.240	0.240
16	110.320	0.320
17	108.280	0.280
18	106.280	0.280
19	104.360	0.360
20	102.800	0.248
21	101.280	0.280
22	99.400	0.400
23	97.320	0.320
24	95.200	0.200
25	92.800	0.308
26	90.560	0.560
27	89.160	1.160
28	87.080	1.080
29	86.400	2.400
30	85.480	3.826
31	84.000	4.000
32	80.600	2.600
33		
34	78.400	2.400
35	78.720	3.720
36	82.960	8.960
37	85.400	11.929
38	86.000	12.696
39	86.000	13.400
40	81.680	9.180

表-12-c 越流面圧力表

貯水位 EL 135.000m
ゲート開度 2.0m

測線 No.1

測点番号	圧力標高 EL m	圧力水頭 m
1	133.280	7.101
2	130.080	4.080
3	127.000	1.163
4	125.200	-0.239
5	124.160	-0.665
6	123.360	-0.640
7	122.880	-0.120
8	122.080	0.080
9	121.120	0.120
10	120.040	0.040
11	119.000	0.000
12	118.200	0.200
13	116.240	0.240
14	114.240	0.240
15	112.200	0.200
16	110.080	0.080
17	108.120	0.120
18	106.160	0.160
19	104.000	0.000
20	102.800	0.248
21	101.080	0.080
22	99.040	0.040
23	97.120	0.120
24	95.280	0.280
25	93.440	0.948
26	92.720	2.720
27	91.080	3.080
28	88.720	2.720
29	86.160	2.160
30	83.320	1.666
31	80.800	0.800
32	79.280	1.280
33	77.520	2.452
34	81.960	5.960
35	82.920	7.920
36	83.800	9.800
37	85.360	11.939
38	87.400	14.496
39	87.440	14.840
40	79.920	7.420

測線 No.2

測点番号	圧力標高 EL m	圧力水頭 m
1	132.800	7.021
2	131.080	5.080
3	126.000	0.163
4	124.320	-1.114
5	124.640	-0.185
6	123.720	-0.280
7	122.840	-0.160
8	122.160	0.160
9	121.160	0.160
10	120.360	0.360
11	119.360	0.360
12	118.400	0.400
13	116.360	0.360
14	114.280	0.280
15	112.000	0.000
16	110.240	0.240
17	108.160	0.160
18	106.040	0.040
19	104.400	0.400
20	102.440	-0.112
21	101.160	0.160
22	99.320	0.320
23	97.200	0.200
24	94.960	-0.040
25	93.320	0.828
26	92.200	2.200
27	91.520	3.520
28	90.320	4.320
29	89.200	5.200
30	86.280	4.626
31	82.560	2.560
32	79.800	1.800
33	80.600	3.532
34	80.600	4.600
35	85.200	10.200
36	87.280	13.280
37	88.040	14.619
38	88.040	15.136
39	88.040	15.440
40	86.560	14.060

表-13-a 越流面圧力表

貯水位 EL. 135.000m
ゲート開度：全開

測線 No.3

測点番号	圧力標高 EL. m	圧力水頭 m
1	123.680	-2.557
2	125.480	-0.354
3	125.160	-0.065
4	124.280	-0.120
5	123.440	0.040
6	122.280	-0.120
7	121.440	0.040
8	121.880	1.480
9	121.160	1.760
10	119.720	1.320
11	117.200	0.800
12	114.040	-0.360
13	112.000	-0.400
14	111.200	0.800
15	109.360	0.960
16	107.800	1.400
17	106.800	2.400

測線 No.4

測点番号	圧力標高 EL. m	圧力水頭 m
1	88.160	3.760
2	87.000	4.946
3	85.480	5.080
4	84.240	5.840
5	85.280	7.812
6	86.920	10.520
7	87.760	12.360
8	86.440	12.040
9	87.320	13.488
10	87.720	14.416
11	85.240	12.240
12	81.920	9.020
13	77.160	6.260
14	78.400	5.500
15	79.320	6.420
16	78.000	5.100

表 13-b 越流面圧力表

貯水位 EL 135.000m
ゲート開度 1.0m

測線 No.3

測点番号	圧力標高 EL m	圧力水頭 m
1	126.200	-0.037
2	126.040	0.206
3	125.400	0.175
4	124.600	0.200
5	123.640	0.220
6	122.000	-0.400
7	121.600	0.200
8	120.720	0.320
9	119.760	0.360
10	118.600	0.200
11	116.600	0.200
12	114.560	0.160
13	112.480	0.080
14	110.880	0.480
15	108.860	0.460
16	106.600	0.200
17	104.840	0.440

測線 No.4

測点番号	圧力標高 EL m	圧力水頭 m
1	88.120	3.720
2	86.720	4.666
3	85.360	4.960
4	84.120	5.720
5	83.520	6.052
6	87.280	10.880
7	88.600	13.200
8	88.040	13.640
9	89.040	15.219
10	87.840	16.536
11	87.800	14.800
12	84.960	12.060
13	83.480	10.580
14	82.520	9.620
15	82.480	9.580
16	82.040	9.140

表 13 越流面圧力表

貯水位 EL 135.000^{m}
ゲート開度：2.0m

測線No.3

測点 番号	圧力標高 EL m	圧力水頭 m
1	126.520	-0.117
2	125.960	0.126
3	125.120	-0.105
4	124.440	0.040
5	123.600	0.200
6	122.200	-0.200
7	121.280	-0.120
8	122.080	1.680
9	121.400	2.000
10	119.800	1.400
11	117.360	0.760
12	114.680	0.280
13	111.720	-0.680
14	111.080	0.680
15	109.000	0.600
16	107.080	0.680
17	105.720	1.320

測線No.4

測点 番号	圧力標高 EL m	圧力水頭 m
1	88.080	3.680
2	86.640	4.586
3	85.280	4.880
4	83.760	5.360
5	89.720	7.252
6	86.480	10.080
7	87.360	11.760
8	86.040	11.640
9	86.720	12.899
10	87.440	14.136
11	85.040	12.040
12	81.840	8.740
13	81.080	8.180
14	79.240	6.340
15	80.040	7.140
16	78.840	5.940

表-74 越流水脈水位数値表

貯水位：EL.135.0m　ゲート開度：全開

中央部			
測点	クレストからの水平距離(m)	平均水位 EL. m	最高水位 EL. m
1	-16.000	134.952	135.276
2	-14.000	134.996	135.172
3	-12.000	134.976	135.128
4	-10.000	134.912	135.132
5	-8.000	134.844	134.988
6	-6.000	134.672	134.916
7	-4.000	134.556	134.792
8	-2.000	134.156	134.436
9	0.000	133.600	133.932
10	1.600	132.732	133.064
11	5.200	130.596	131.052
12	6.000	130.036	130.388
13	8.000	127.844	128.392
14	10.000	125.752	126.188
15	12.000	123.052	123.556
16	14.000	119.960	120.992
17	16.000	116.680	117.436
18	18.000	112.372	114.112
19	20.000	107.660	109.116
20	22.000	102.908	104.500
21	24.000	97.980	99.520
22	26.680	92.108	93.144
23	28.000	87.656	90.652
24	30.000	87.372	88.056
25	32.000	86.712	88.232
26	34.000	85.332	87.340
27	36.000	84.064	86.184
28	38.000	82.736	84.732
29	40.000	80.784	83.460
30	42.000	79.832	82.232
31	44.000	78.352	80.572
32	46.000	78.000	78.864
33	48.000	77.620	79.300
34	50.000	78.060	80.180
35	52.000	78.380	79.896

ピアー沿い			
測点	クレストからの水平距離(m)	平均水位 EL. m	最高水位 EL. m
1	-16.000	135.020	135.268
2	-14.000	135.012	135.228
3	-12.000	134.952	135.236
4	-10.000	134.908	135.116
5	-8.000	134.876	135.120
6	-6.000	134.912	135.068
7	-4.000	134.752	134.912
8	-2.000	134.304	134.556
9	0.000	132.232	132.516
10	1.800	131.020	131.544
11	5.200	129.072	129.516
12	6.000	128.360	128.792
13	8.000	126.816	127.412
14	10.000	125.104	125.760
15	12.000	122.396	123.152
16	14.000	120.444	121.272
17	16.000	117.672	118.404
18	18.000	114.384	115.640
19	20.000	110.424	112.680
20	22.000	106.200	108.780
21	24.000	101.992	102.416
22	26.400	97.216	100.000
23	28.000	93.364	95.180
24	30.000	88.984	89.864
25	32.000	85.372	86.032
26	34.000	82.884	83.176
27	36.000	80.692	80.780
28	38.000	77.160	80.824
29	40.000	78.328	80.520
30	42.000	78.888	81.540
31	43.400	78.684	80.448
32	44.000	78.096	79.776
33	46.000	77.484	79.208
34	48.000	77.600	79.420
35	50.000	77.380	80.488
36	52.000	77.840	80.980

表-15-a 圧力管位置

上面

測点	X (m)	Y (m)	標高 (m)
0	0.000	3315	102315
1	0.480	2.955	101.955
2	0.880	2.840	101.840
3	1.280	2.760	101.760
4	1.680	2.695	101.695
5	2.080	2.648	101.648
6	2.480	2.610	101.610
7	2.880	2.585	101.585
8	3.280	2.565	101.565
9	3.680	2.555	101.555
10	4.080	2.550	101.550
11	4.580	2.550	101.550
12	5.080	2.550	101.550
13	5.580	2.550	101.550
14	5.778	2.550	101.550
15	6.935	2.530	101.530
16	8.090	2.470	101.470
17	9.243	2.368	101.368
18	10.390	2.228	101.228
19	11.533	2.048	101.048
20	12.668	1.825	100.825
21	13.795	1.565	100.565
22	14.913	1.265	100.265
23	16.020	0.928	99.928
24	17.113	0.550	99.550
25	18.193	0.138	99.138
26	19.258	-0.315	98.685
27	20.305	-0.805	98.195
28	21.263	-1.290	97.710
29	21.690	-1.713	97.287
30	22.190	-2.133	96.867
31	22.533	-2.548	96.452
32	22.945	-2.960	96.040
33	23.358	-3.368	95.632
34	23.769	-3.774	95.226
35	24.173	-4.177	94.823
36	24.588	-4.577	94.423
37	24.840	-4.834	94.166

上隅角

測点	X (m)	Y (m)	標高 (m)
0	0.000	2896	101896
1	0.480	2.464	101.464
2	0.880	2.295	101.295
3	1.280	2.167	101.167
4	1.680	2.063	101.063
5	2.080	1.980	100.980
6	2.480	1.915	100.915
7	2.880	1.866	100.866
8	3.280	1.831	100.831
9	3.680	1.810	100.810
10	4.080	1.803	100.803
11	4.580	1.803	100.803
12	5.080	1.803	100.803
13	5.580	1.803	100.803
14	5.778	1.803	100.803
15	6.908	1.783	100.783
16	8.037	1.724	100.724
17	9.164	1.626	100.626
18	10.286	1.488	100.488
19	11.403	1.311	100.311
20	12.573	1.095	100.095
21	13.614	0.841	99.841
22	14.706	0.548	99.548
23	15.778	0.218	99.218
24	16.857	-0.151	98.849
25	17.912	-0.556	98.444
26	18.953	-0.998	98.002
27	19.978	-1.475	97.525
28	20.913	-1.951	97.049
29	21.347	-2.315	96.685
30	21.795	-2.685	96.315
31	22.275	-3.046	95.954
32	22.669	-3.407	95.593
33	23.103	-3.764	95.236
34	23.536	-4.119	94.881
35	23.968	-4.422	94.578
36	24.399	-4.814	94.186
37	24.676	-5.051	93.949

表-15-b 圧力管位置

側面

測点	X (m)	Y (m)	標高 (m)
0	0.000	0.000	99.000
1	0.480	0.000	99.000
2	0.880	0.000	99.000
3	1.280	0.000	99.000
4	1.680	0.000	99.000
5	2.080	0.000	99.000
6	2.480	0.000	99.000
7	2.880	0.000	99.000
8	3.280	0.000	99.000
9	3.680	0.000	99.000
10	4.080	0.000	99.000
11	4.580	0.000	99.000
12	5.080	0.000	99.000
13	5.580	0.000	99.000
14	5.778	0.000	99.000
15	6.845	-0.019	98.981
16	7.911	-0.075	98.925
17	8.975	-0.168	98.832
18	10.035	-0.298	98.702
19	11.090	-0.465	98.535
20	12.138	-0.669	98.331
21	13.178	-0.909	98.091
22	14.209	-1.185	97.815
23	15.230	-1.497	97.503
24	16.240	-1.845	97.155
25	17.237	-2.228	96.772
26	18.220	-2.645	96.355
27	19.187	-3.096	95.904
28	20.071	-3.545	95.455
29	20.499	-3.842	95.158
30	20.879	-4.202	94.798
31	21.345	-4.533	94.467
32	21.763	-4.868	94.132
33	22.174	-5.201	93.799
34	22.582	-5.538	93.462
35	22.988	-5.879	93.121
36	23.391	-6.220	92.780
37	23.640	-6.442	92.558

下隅角

測点	X (m)	Y (m)	標高 (m)
0	0.000	-2.896	96.104
1	0.480	-2.464	96.536
2	0.880	-2.295	96.705
3	1.280	-2.167	96.833
4	1.680	-2.063	96.937
5	2.080	-1.980	97.020
6	2.480	-1.915	97.085
7	2.880	-1.866	97.134
8	3.280	-1.831	97.169
9	3.680	-1.810	97.190
10	4.080	-1.803	97.197
11	4.580	-1.803	97.197
12	5.080	-1.803	97.197
13	5.580	-1.803	97.197
14	5.778	-1.803	97.197
15	6.782	-1.821	97.179
16	7.786	-1.873	97.127
17	8.787	-1.961	97.039
18	9.784	-2.083	96.917
19	10.776	-2.240	96.760
20	11.763	-2.432	96.568
21	12.742	-2.658	96.342
22	13.712	-2.918	96.082
23	14.673	-3.222	95.778
24	15.623	-3.539	95.461
25	16.561	-3.899	95.101
26	17.486	-4.292	94.708
27	18.397	-4.713	94.283
28	19.228	-5.139	93.861
29	19.637	-5.421	93.579
30	20.053	-5.720	93.280
31	20.457	-6.020	92.980
32	20.855	-6.326	92.674
33	21.246	-6.640	92.360
34	21.630	-6.960	92.040
35	22.009	-7.285	91.715
36	22.381	-7.617	91.383
37	22.617	-7.834	91.166

表－15－c 圧力管位置

下　面

測点	X(m)	Y(m)	標高(m)
0	0.000	-3.315	95.685
1	0.480	-2.955	96.045
2	0.880	-2.840	96.160
3	1.280	-2.760	96.240
4	1.680	-2.695	96.305
5	2.080	-2.648	96.352
6	2.480	-2.610	96.390
7	2.880	-2.585	96.415
8	3.280	-2.565	96.435
9	3.680	-2.555	96.445
10	4.080	-2.550	96.450
11	4.580	-2.550	96.450
12	5.080	-2.550	96.450
13	5.580	-2.550	96.450
14	5.778	-2.550	96.450
15	6.758	-2.568	96.432
16	7.733	-2.618	96.382
17	8.710	-2.705	96.295
18	9.680	-2.823	96.177
19	10.648	-2.975	96.025
20	11.608	-3.163	95.837
21	12.563	-3.383	95.617
22	13.508	-3.635	95.365
23	14.443	-3.923	95.077
24	15.368	-4.240	94.760
25	16.283	-4.593	94.407
26	17.183	-4.975	94.025
27	18.070	-5.388	93.612
28	18.880	-5.800	93.200
29	19.310	-6.031	92.969
30	19.735	-6.271	92.729
31	20.158	-6.519	92.481
32	20.578	-6.773	92.227
33	20.990	-7.035	91.965
34	21.398	-7.304	91.696
35	21.803	-7.581	91.419
36	22.203	-7.864	91.136
37	22.450	-8.050	90.950

下　面

測点	X(m)	Y(m)	標高(m)
38	23.250	-8.637	90.363
39	24.043	-9.225	89.775
40	24.835	-9.810	89.190
41	25.465	-10.265	88.735
42	26.093	-10.738	88.262
43	26.720	-11.213	87.787
44	27.345	-11.688	87.312
45	27.965	-12.168	86.832
46	28.585	-12.650	86.350
47	29.205	-13.135	85.865
48	29.825	-13.623	85.377
49	30.433	-14.113	84.881
50	31.045	-14.605	84.395
51	31.655	-15.100	83.900
52	32.463	-15.600	83.400

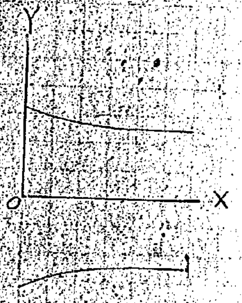


表-16-a 放水管内圧力数値表

貯水位：EL.1120 m
ゲート開度：全開

測点番号	圧力 (m)						
	上面	上隅角	側面	下隅角	下面		
0	-4.440	11.829	2.275	17.246	12.815	38	2.012
1	4.420	6.961	7.300	11.689	12.255	39	
2	5.160	5.658	7.450	9.670	11.115	40	3.085
3	4.615	4.583	7.100	8.117	10.035	41	3.315
4	3.855	3.137	5.750	6.788	9.020	42	2.838
5	2.104	1.620	4.375	5.330	7.648	43	2.438
6	0.865	0.460	3.500	3.465	6.160	44	2.538
7	0.165	-0.291	2.500	2.816	5.085	45	2.393
8	0.060	-1.581	1.800	1.956	4.190	46	2.450
9	-1.480	-1.710	1.125	1.010	3.705	47	2.335
10	-1.050	-1.428	-0.575	2.428	2.550	48	2.098
11	-0.675	-0.228	1.000	2.178	3.275	49	1.763
12	-0.375	-0.103	1.375	2.078	3.000	50	1.355
13						51	1.300
14	-0.375	-0.128	0.375	1.278	1.975		
15	0.195	0.467	0.744	0.871	1.218		
16	0.405	0.651	1.000	1.123	1.318		
17	1.107	1.199	1.393	0.986	0.880		
18	1.147	1.337	1.273	0.658	0.673		
19	1.202	1.264	1.165	0.690	0.550		
20	0.925	1.080	1.619	1.232	0.813		
21	1.460	1.734	1.159	1.133	0.858		
22	1.560	1.727	1.710	1.418	1.335		
23	1.947	1.957	1.872	1.497	1.248		
24	2.425	2.726	2.445	1.389	1.315		
25	3.187	2.956	2.878	1.999	1.543		
26	4.095	3.348	3.470	2.667	2.125		
27	5.505	4.475	3.996	2.217	1.263		
28	9.540	4.951	4.645	-1.761	0.400		
29	13.313	4.190	3.467	0.021	0.256		
30	5.209	3.685	2.702	0.845	0.696		
31	3.798	3.096	2.658	1.020	1.369		
32	2.585	2.335	2.468	1.652	1.748		
33	2.118	1.623	2.276	1.390	1.235		
34	1.499	1.449	1.963	1.460	1.229		
35	0.852	1.127	1.379	1.910	1.331		
36	0.527	0.289	0.220	2.242	1.364		
37					1.550		

表-16-6 放水管内圧力数値表

貯水位 EL. 135.0 m
ゲート開度：全開.

測点番号	圧			力 (m)			
	上面	上隅角	側面	下隅角	下		面
0	-4.065	26.379	10.300	32.896	25.440	38	3.912
1	14.095	17.411	17.375	23.464	23.255	39	
2	15.285	15.280	17.700	19.945	21.965	40	3.360
3	14.190	13.333	16.975	17.442	20.160	41	3.765
4	13.180	10.887	14.450	15.013	18.270	42	3.063
5	10.077	8.020	12.050	12.355	15.148	43	2.513
6	8.165	6.110	9.500	9.165	12.710	44	2.738
7	7.040	4.834	8.700	8.116	11.585	45	2.543
8	4.350	2.544	7.625	6.781	10.065	46	2.600
9	3.995	2.315	6.250	5.185	9.605	47	2.435
10	4.675	2.847	5.450	5.178	7.125	48	2.058
11	5.275	4.947	5.975	7.103	8.775	49	1.638
12	6.225	5.022	6.450	6.878	7.975	50	0.980
13						51	0.975
14	5.950	5.670	5.000	5.478	5.275		
15	6.720	6.817	5.644	4.571	4.768		
16	8.455	6.976	6.100	5.123	4.868		
17	8.432	6.624	6.728	4.836	4.205		
18	8.472	6.737	6.923	3.958	3.598		
19	8.277	7.689	5.965	3.965	3.275		
20	7.775	7.280	6.694	4.932	3.688		
21	8.635	8.159	5.709	4.383	3.558		
22	8.485	8.002	6.535	4.916	4.235		
23	8.872	8.107	6.722	4.877	3.923		
24	9.500	9.401	7.470	4.287	3.740		
25	10.312	9.306	7.978	5.274	4.193		
26	11.440	10.623	8.645	6.017	4.775		
27	13.580	11.725	9.396	4.967	2.713		
28	20.540	16.251	9.795	-2.611	0.875		
29	17.463	12.290	7.667	0.546	0.481		
30	12.183	6.310	6.027	1.920	0.971		
31	9.373	7.296	5.708	2.020	1.944		
32	6.710	6.482	5.118	3.601	2.423		
33	5.618	5.064	4.826	2.390	1.435		
34	4.274	4.244	3.813	2.035	1.279		
35	2.452	3.422	2.504	2.310	1.531		
36	0.527	0.764	1.945	2.967	1.614		
37					1.550		

表-17-a 放水管ゲート全開時の 水位流量，流量係数

$C_0 = \frac{Q}{A\sqrt{2gH_0}}$

貯水位 EL (m)	放水管吐出口中心からの水深 H_0 (m)	流量 Q (m^3/sec)	流量係数 C_0	H_0/a_0	摘要
97.350		4.0			放水管下面の頂点
97.925		8.3			EL 90.950^m
98.900		22.4			
100.250		51.2			
101.225		77.0			
102.250		104.8			
102.750		142.9			
102.950		156.2			
103.150		168.3			
103.200	10.642	228.3	0.894	3.063	
103.350	10.792	235.0	0.913	3.100	
103.800	11.242	250.2	0.953	3.213	
105.575	13.017	267.0	0.945	3.656	
105.925	13.367	272.1	0.950	3.744	
108.075	15.517	293.7	0.952	4.281	
110.125	17.567	311.4	0.949	4.794	
111.000	18.442	320.0	0.951	5.013	
112.675	20.117	334.2	0.951	5.431	
114.250	21.692	348.3	0.955	5.825	
115.950	23.392	361.5	0.954	6.250	
118.375	25.817	380.0	0.955	6.856	
120.000	27.442	393.0	0.958	7.263	
121.900	29.342	406.5	0.958	7.738	
123.375	30.817	416.2	0.957	8.106	
123.875	31.317	420.1	0.958	8.231	
125.025	32.467	426.8	0.956	8.519	
125.875	33.317	433.1	0.958	8.731	
128.275	35.717	448.1	0.957	9.331	
128.775	36.217	451.7	0.958	9.456	
130.600	38.042	463.6	0.960	9.913	
131.525	38.967	466.1	0.953	10.144	
133.150	40.592	478.1	0.958	10.550	
134.600	42.042	483.6	0.952	10.913	
135.125	42.567	487.6	0.954	11.044	
137.700	45.142	501.0	0.952	11.688	

表-17-6 放水管貯水位～流量関係表（1本当り）

開度：	全開
貯水位 EL. m	流量 m³/sec.
97.350	4.0
97.925	8.3
98.900	22.4
100.250	51.2
101.225	77.0
102.250	104.8
102.750	142.9
102.950	155.2
103.150	168.3
103.200	228.3
103.350	235.0
103.800	250.2
105.575	267.0
105.925	272.1
108.075	293.7
110.125	311.4
111.000	320.0
112.675	334.2
114.250	348.3
115.950	361.5
118.375	380.0
120.000	393.0
121.900	406.5
123.375	416.2
123.875	420.1
125.025	426.8
125.875	433.1
128.275	448.1
128.775	451.7
130.600	463.6
131.525	466.1
133.150	478.1
134.600	483.6
135.125	487.6
137.700	501.0

開度：	4.5m
貯水位 EL. m	流量 m³/sec.
103.150	183.3
105.100	200.5
107.125	215.8
109.350	231.2
111.450	245.8
113.325	256.4
115.875	272.7
118.375	286.2
120.675	300.3
122.575	311.4
124.875	321.9
127.450	337.1
129.000	341.7
130.700	349.6
131.625	353.1
132.325	357.9
133.725	366.2
134.900	368.9
135.950	372.9

開度：	4.0m
貯水位 EL. m	流量 m³/sec
102.750	145.7
104.800	163.9
107.700	182.9
109.350	190.9
111.950	204.9
113.750	213.8
116.975	229.2
120.200	242.8
122.325	251.7
125.075	263.0
127.450	272.1
129.775	281.3
132.300	291.2
135.625	302.8
136.525	306.3

開度	3.5m
貯水位 EL. m	流量 m³/sec.
102.800	125.3
104.425	133.6
106.800	146.6
109.400	159.2
111.925	170.1
114.450	179.9
117.050	191.1
119.625	199.6
123.375	212.1
126.300	221.7
129.400	232.1
131.925	239.3
134.325	245.8
135.975	252.6

表-17-し 放水管貯水位～流量関係表（1本当り）

開度	3.0m
貯水位 EL m	流量 m³/sec
102.150	102.6
103.225	108.6
105.325	117.1
106.500	120.8
109.625	132.9
112.275	143.2
112.575	143.9
114.600	152.2
116.950	159.0
119.825	167.8
121.650	172.7
124.625	180.7
126.175	184.7
128.575	191.1
130.975	198.5
133.225	204.0
134.875	207.1
136.975	211.3

開度	2.5m
貯水位 EL m	流量 m³/sec
102.225	86.2
106.075	99.5
109.275	108.6
112.125	115.7
115.050	122.9
118.425	131.5
121.375	138.0
124.325	144.9
126.550	150.4
131.025	160.3
135.600	167.4

開度	2.0m
貯水位 EL m	流量 m³/sec
101.500	67.3
104.325	75.8
107.400	83.7
110.625	90.2
113.825	98.0
116.525	102.4
118.050	105.7
120.850	110.4
121.175	110.9
124.100	115.5
127.375	119.9
129.975	124.8
132.675	127.7
135.175	132.2
137.850	136.8

開度	1.5m
貯水位 EL m	流量 m³/sec
100.075	46.5
101.050	49.5
102.675	52.6
106.000	59.0
108.700	65.2
112.250	70.6
114.900	75.4
118.200	79.8
122.125	83.7
125.325	88.7
127.425	92.1
130.175	94.6
131.625	96.5
135.500	101.3
137.550	102.6
138.750	104.6

開度	1.0m
貯水位 EL m	流量 m³/sec
99.500	30.8
101.525	33.5
103.300	36.5
105.900	39.0
107.575	42.0
109.850	46.2
113.375	48.4
115.975	51.2
118.150	53.3
121.875	57.3
125.375	60.5
127.325	62.2
131.350	65.2
131.625	66.1
135.250	68.6
141.750	73.0

開度	0.5m
貯水位 EL m	流量 m³/sec
98.175	11.3
101.900	18.0
102.925	18.5
106.500	21.1
109.610	22.9
112.500	24.4
112.950	24.7
116.625	26.5
118.200	27.3
121.075	28.8
125.325	30.2
128.000	31.8
130.600	32.4
133.325	33.7
135.950	34.9

高山ダム水理模型実験報告書

中間報告 (3)

昭和42年11月

建設省土木研究所

まえがき

本報告書は高山ダム余水吐に関する実験のうち，堤頂越流部の抽出模型についての実験結果をまとめたものである。

1. 模　型

抽出模型は堤頂越流部6門のうち1門について縮尺$\frac{1}{30}$の木製として製作された。模型製作範囲はEL 120.0mから上の部分とした堤頂越流部の形状を図-1および2に示す。

2. 実験および結果

実験は主としてゲート調節操作時の貯水位と流量の関係を求めることとし，自由越流時の貯水位と流量の関係は1門のみの抽出模型による。

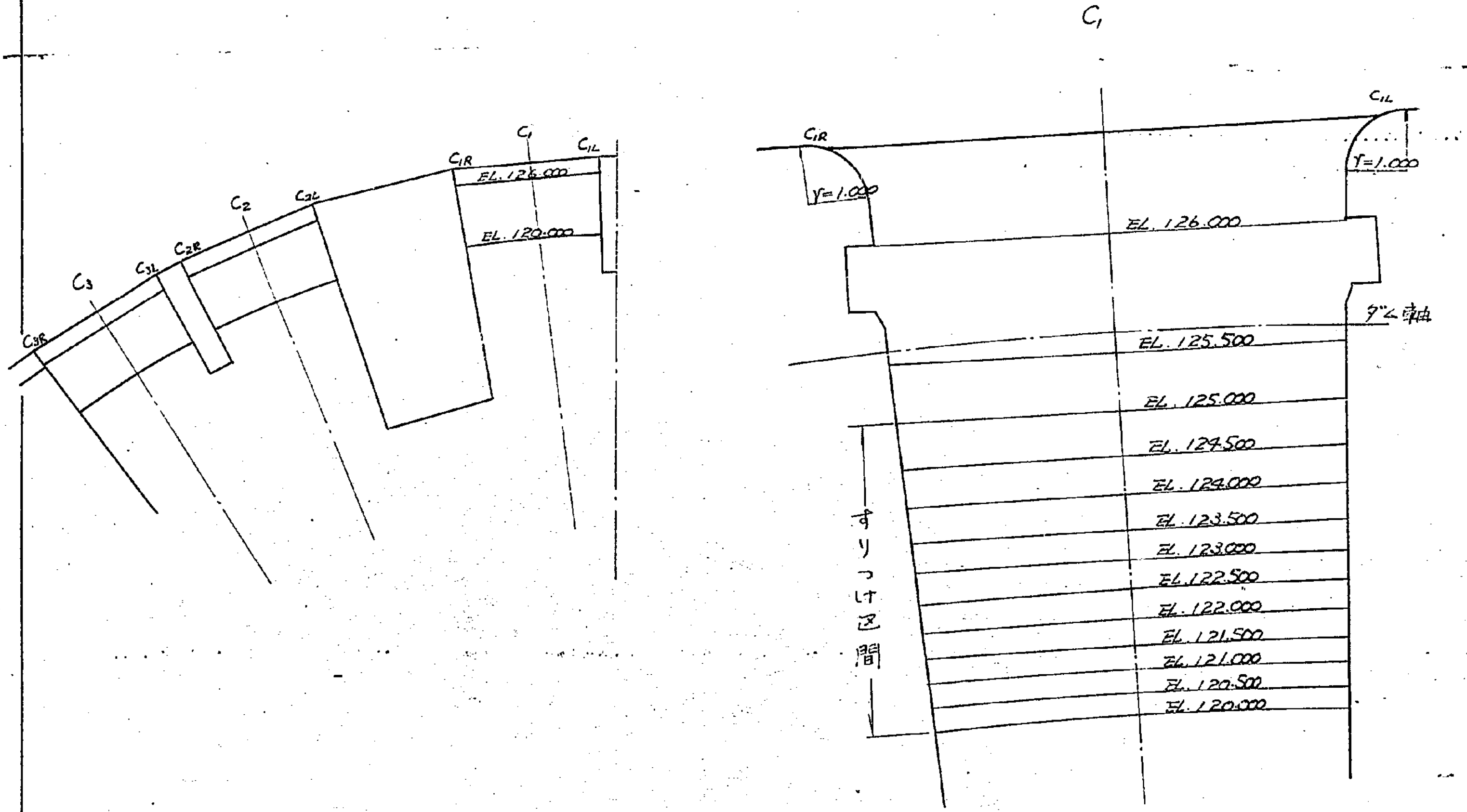
実験では6門全部について行った場合と比較して，越流部径間相互の干渉による影響が無視されるので，模型の縮率が大きく若干精度は劣るが，三次元全体模型（縮尺$\frac{1}{60}$）の越流部6門について行った結果を用いることとし，参考のために抽出模型について測定を行った。

三次元全体模型について測定した自由越流時の貯水位と流量の関係を表－1および図－3に示す。

抽出模型について自由越流時およびゲート開度0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0 mについて貯水位と流量の関係を求めたものを表－2, 3および図－4に示す。

なお，図－4には三次元全体模型についての自由越流時の貯水位と流量の関係を併記した。この結果，差のないことが認められたが，同一の貯水位に対して全体模型による結果がわずかに大きくなっているが，その差は最大のところで流量の3%以下でありほとんど問題にならない。

図-1 平面図



C_1
C_{1R}
C_{1L}
C_{2}
C_{2L}
C_{2R}
C_3
C_{3L}
C_{3R}
EL. 126.000
EL. 120.000
C_1
C_{1R}
C_{1L}
r=1.000
r=1.000
EL. 126.000
ダム軸
EL. 125.500
EL. 125.000
EL. 124.500
EL. 124.000
EL. 123.500
EL. 123.000
EL. 122.500
EL. 122.000
EL. 121.500
EL. 121.000
EL. 120.500
EL. 120.000
すりつけ区間

図-2 越流面断面図

（C1断面）

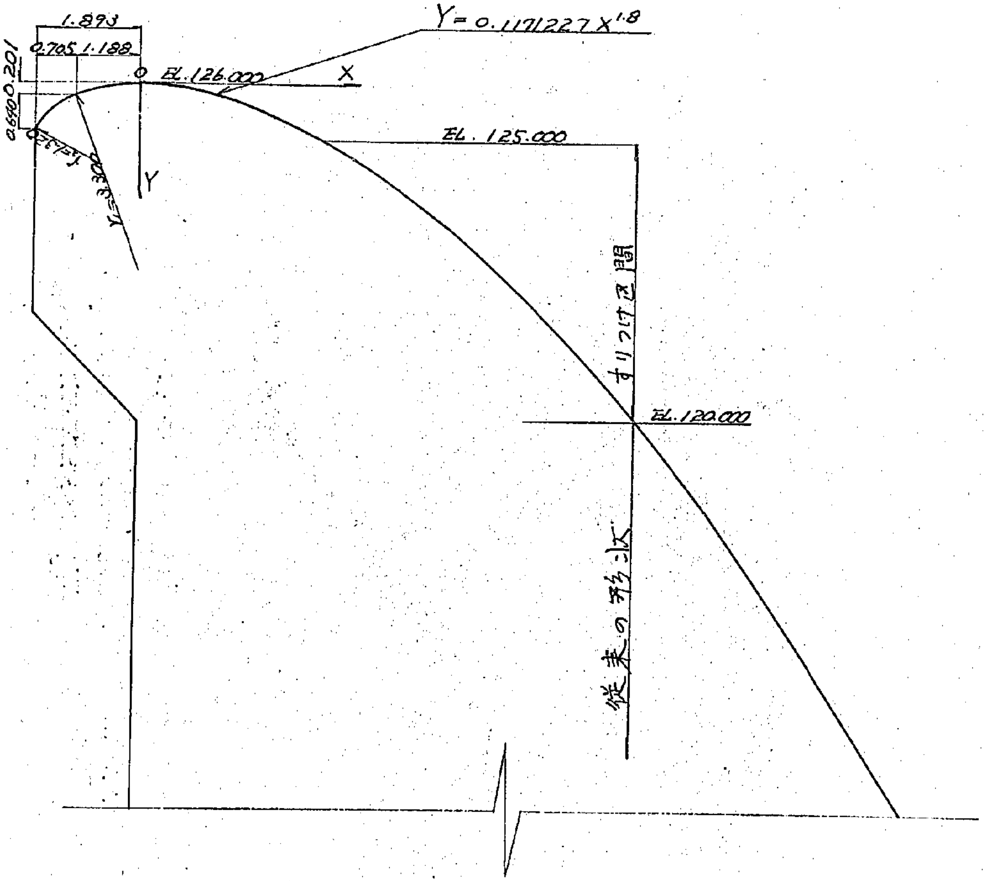
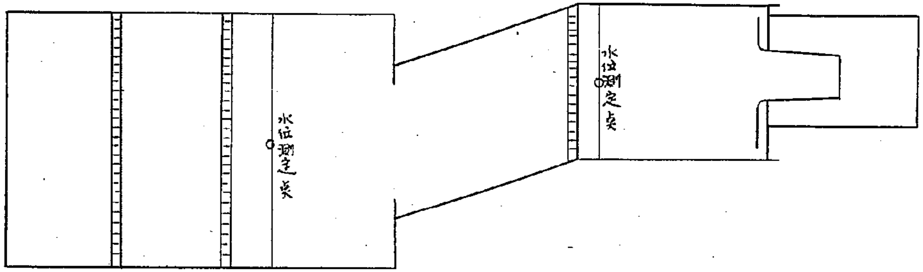


図-3 模型全体平面図

Scale $1/50$



模型の $1/25$

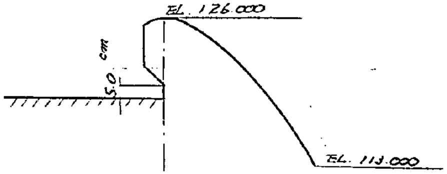


図-4 越流部二次元模型貯水位～流量図

(1径間分)

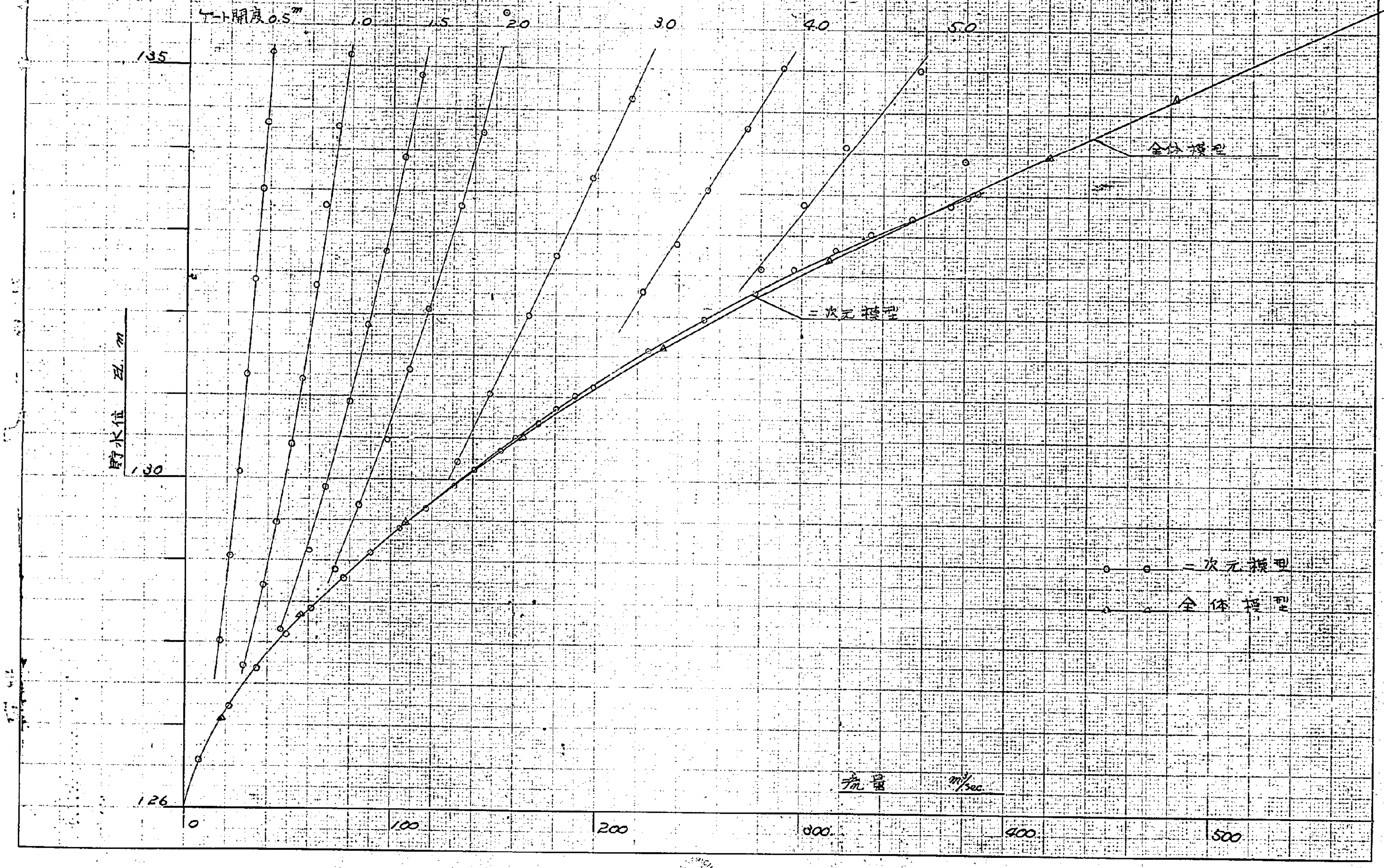


表 1 越流部貯水位～流量表

(2次元模型)
(1径間分)

ゲート開度 : 全 開	
貯水位 EL. m	流 量 m³/sec.
126.572	6.9
127.226	21.7
127.668	34.6
128.098	49.4
128.420	61.1
128.808	77.5
129.104	90.5
129.398	104.7
129.656	117.3
129.928	130.9
130.118	140.9
130.346	153.3
130.500	160.9
130.688	171.9
130.850	180.1
131.012	189.5
131.120	198.7
131.568	225.3
131.972	252.9
132.306	277.6
132.578	296.6
132.828	316.9
133.028	334.2
133.220	354.1
133.386	372.7
133.478	381.2
133.584	386.0

ゲート開度 : 5.0m	
貯水位 EL. m	流 量 m³/sec.
132.584	280.2
133.374	301.3
134.078	321.7
135.008	357.8

ゲート開度 : 4.0m	
貯水位 EL. m	流 量 m³/sec.
132.298	222.8
132.886	239.0
133.536	253.7
134.300	272.8
135.016	290.3

ゲート開度 : 3.0m	
貯水位 EL. m	流 量 m³/sec.
130.220	132.9
131.048	147.9
131.996	166.8
132.784	181.1
133.674	197.9
134.640	215.9

ゲート開度 : 6.0m	
貯水位 EL. m	流 量 m³/sec.
133.916	379.6

表-2 越流部貯水位～流量表

（2次元模型）
（1径間分）

ゲート開度 : 2.0^{m}	
貯水位 EL. m	流量 m^3/sec
128.912	72.8
129.689	84.4
130.486	97.9
131.328	109.0
132.068	118.4
133.326	133.8
134.224	144.2
135.664	154.3

ゲート開度 : 1.0^{m}	
貯水位 EL. m	流量 m^3/sec
127.718	28.4
128.696	37.8
129.470	44.3
130.412	51.3
131.200	56.6
132.324	62.4
133.320	67.1
134.274	73.2
135.140	79.1

ゲート開度 : 1.5^{m}	
貯水位 EL. m	流量 m^3/sec
128.158	46.6
129.144	60.5
129.890	67.8
130.938	79.1
131.876	88.4
132.768	96.4
133.896	105.8
134.890	113.4

ゲート開度 : 0.5^{m}	
貯水位 EL. m	流量 m^3/sec
128.918	17.0
129.058	22.1
130.076	26.1
131.246	29.6
132.400	33.1
133.508	36.4
134.334	38.7
135.178	41.0

表_3 越流部貯水位~流量表

全体模型

貯水位 EL. m	流量 6.径間分 m³/sec.	流量 1径間分 m³/sec	摘要
127.080	105	17.5	クレスト EL.126.000
128.330	335	55.8	
129.480	640	106.7	
130.504	985	164.2	
131.608	1393	232.2	
132.696	1877	312.8	
133.972	2522	420.3	
134.704	2895	482.5	
135.820	3505	584.2	