



土木研究所資料

第 358 号

下笠ダム余水吐水理模型実験報告

昭和43年 3 月

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 設計経過	8
第 3 章 余水吐設計計算	14
§ 1 概 要	14
§ 2 設計条件および諸元	14
§ 3 放水管の設計	14
§ 4 堤頂越流部の設計	25
§ 5 減 勢 工	27
第 4 章 模型および相似律	30
第 5 章 余水吐配置の検討	33
第 6 章 放水管の検討	35
§ 1 実験目的	35
§ 2 貯水位流量関係の測定	35
§ 3 管内圧力の測定	36
§ 4 放水管水脈落下位置の検討	37
第 7 章 堤頂越流部の検討	46
§ 1 実験目的	46
§ 2 放流能力および貯水位～流量関係の測定	46
§ 3 越流面圧力の測定	47
§ 4 越流水面形の測定	48
第 8 章 減 勢 工	49
§ 1 実験目的	49
§ 2 必要水褥池水深の決定	49
§ 3 副ダム形状の検討	51
第 9 章 結 論	54
あとがき	56

図 面 目 次

図 -- 1	一般平面図	(本文中)	4
2	下笠ダム平面図(最終設計案)	"	5
3	容量配分図	"	6
4	洪水調節図	"	6
5	流量配分図	"	7
6	余水吐平面図 第1案	"	7
7	" 第2案	"	10
8	" 第3案	"	13
9	放水管座標計算略図	"	16
10	直管始端断面計算略図	"	19
11	座標計算略図	"	22
12	放水管断面図(a~d)		56
13	堤頂越流部詳細図(a~b)		58
14	余水吐標準断面図		59
15	放水管H~Q関係図		60
16	350 m ³ /sec一定量放流時H~G関係図		61
17	放水管圧力分布図		62
18	" 放出水脈軌跡(縦断)		65
19	" ゲート開度~角度関係図(本文中)		40
20	" 放出水脈軌跡(平面)		67
21	" ゲート開度~拡がり角関係図(本文中)		41
22	" 水脈の集中度		69
23	" " W~W ₂₅₀ 関係図(本文中)		43
24	" 水脈落下位置の検討		73
25	堤頂越流部H~Q関係図		74
26	" 越流係数		75
27	" ゲート開度~流量関係図		76
28	" 圧力		77

図-29	堤頂越流部水面形	78
30	水褥池諸元説明図 (本文中)	48
31	“ 平面図	79
32	“ 底面圧力分布図	80
33	“ 角落し P_d , P_d/d , P_d/h 。関係図	89
34	“ 角落し P_d/d , P_d/h 。関係図まとめ	92
35	最終案副ダム標準断面図	93
36	水褥池底面圧力分布図まとめ	94

数 表 目 次

表	—	ダム計画諸元	(本文中)	1
2		放水管断面形状寸法表		99
3		“	(本文中)	28
4		“	(本文中)	29
5		“ H～Q 関係表		102
6		“ 圧力測定値		104
7		“ 放出水脈軌跡 (縦断)		106
8		“ ゲート開度～角度関係表	(本文中)	39
9		“ 放出水脈軌跡 (平面)		108
10		“ 拡がり角 (α) の値	(本文中)	41
11		“ 水脈集中度		110
12		“ 落下位置の検討	(本文中)	43
13		堤頂越流部 H～Q 関係表		113
14		“ 圧力測定値		114
15		“ 水面形		115
16		水褥池底面圧力値		116
17		“ 角落し $P_d / d \sim P_d / h_o$ 関係表		119
18		“ “ “	まとめ	120
19		“ 底面圧力値まとめ		121
20		“ 最終案副ダム $P_d / d \sim P_d / h_o$ 関係表		124
21		道流壁面圧測定値		125
22		副ダム圧力測定値		126

ま え が き

下笠ダム余水吐の水理設計に関しては、昭和40年度に九州地方建設局松原下笠ダム工事事務所より設計検討ならびに水理模型実験について依頼を受け、昭和41年度より模型実験を開始し、昭和42年度に完了した。

本報告書は設計検討開始より最終案の決定にいたる経過およびその模型実験結果をまとめたものであって、すでに報告した中間報告書ならびに関係文書等をまとめて編集しなおしたものである。

下笠ダム余水吐の水理設計に関与した建設省土木研究所ダム部および篠崎試験所のスタッフは次のとおりである。

川 村 幸 司	(篠 崎 試 験 所 長)
中 野 昭	(ダム水理研究室長)
鈴 木 俊 秀	(篠 崎 試 験 所)
山 岸 重 雄	(ダム水理研究室)
梅 原 諒 也	(篠 崎 試 験 所)

なお、下笠ダム水理模型実験全般については、中野昭、梅原諒也、が担当し、模型製作は、木藤貞二郎、須賀福太郎が担当した。

本報告書の編集は、中野昭、梅原諒也が担当した。

昭和43年 2月

建設省 土木研究所 篠崎試験所

第 1 章 計 画 概 要

筑後川は、その源を熊本県阿蘇外輪山、清願寺に発し、熊本、大分、福岡、佐賀の四県を貫流し、有明海に注ぐ流路延長138 km 流域面積2860 km²に及ぶ九州第一の大河であって、古くから灌漑、舟運等により、流域経済に寄与する所が極めて多い反面、一度洪水に見舞われると、その惨状は、言語に絶し藩政時代から幾多の、治水並びに利水工事が進められて来た。

明治22年の大出水を契機に、同29年より直轄の改修工事が進められ、さらに大正12年より一貫した改修計画の必要に迫られ、河道部計画流量5000 m³/s として工事を行って来た。

昭和24年にいたり当時の治水調査会は明治22年の洪水を再検討した結果、河道部計画洪水量7000 m³/s と算出し、その内上流ダム郡により1000 m³/s を調節し、さらに下流河道部における調節量500 m³/s を考慮して、河道部計画流量5500 m³/s と改訂し、これに基いて工事を行って来た。

ところが昭和28年6月梅雨前線による出水はいたる所に、堤防の破堤、欠壊、田畑の流出埋没等を生じ、死者147名を含む莫大な災害を惹起し、計画は根本的に再検討の必要に迫られた。

この結果、長谷における基本高水の最大流量を8500 m³/s と改訂し、この内2500 m³/s を上流ダム群によって調節し、下流の改修計画流量6000 m³/s とする筑後川治水基本計画が策定した。

下笠ダムおよび松原ダムはこの治水基本計画に基いて計画されたもので、この両ダムによって下流地域の洪水被害を防除し、さらにこの両ダムによって出来る貯水池を利用し、水資源の効率的活用を計る総合開発の見地からあわせて発電を行う多目的ダムである。

表 - 1 ダム計画諸元

ダム名	下笠ダム
河川名	筑後川水系津江川
位置	右岸：熊本県阿蘇郡小国町 左岸：大分県日田郡津江村

ダム本体		放流設備	
型式	アーチ式コンクリート	常用	余水吐
堤高	98.0 m	型	式
堤頂長	245.0 m	門	数
堤体積	265,000 m ³	寸	法
基礎岩盤高	EL240.00 m	位	置
貯水池		主ゲート	
流域面積	185 km ²	予備ゲート	
湛水面積	2.0 km ²	非常用	余水吐
総貯水量	59,300,000 m ³	型	式
有効貯水量	52,300,000 m ³	門	数
堆砂量	7,000,000 m ³	寸	法
計画洪水量	1,700 m ³ /sec	位	置
調節流量	1,350 m ³ /sec	ゲ	ー
調節後流量	350 m ³ /sec	水没補償	
梅雨期洪水調節容量	51,300,000 m ³	田	
台風期洪水調節容量	22,000,000 m ³	畑	
発電容量	52,300,000 m ³	山	林
天端高	EL338.00 m	そ	の
設計水位	EL336.00 m	宅	地
台風期制限水位	(7月21日～9月30日) EL323.00 m	家	屋
梅雨期制限水位	(6月1日～7月20日) EL292.00 m	発	電
堆砂位	EL290.00 m	鉄	塔
岩質	安山岩	道	路
		道	橋

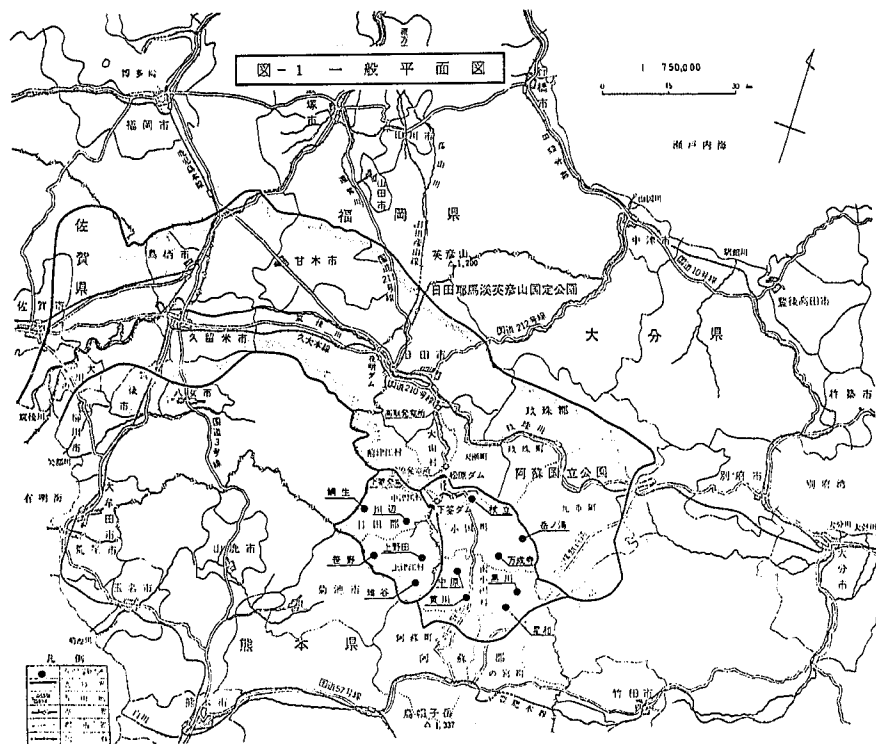


図-2 下釜ダム平面図（最終設計案）

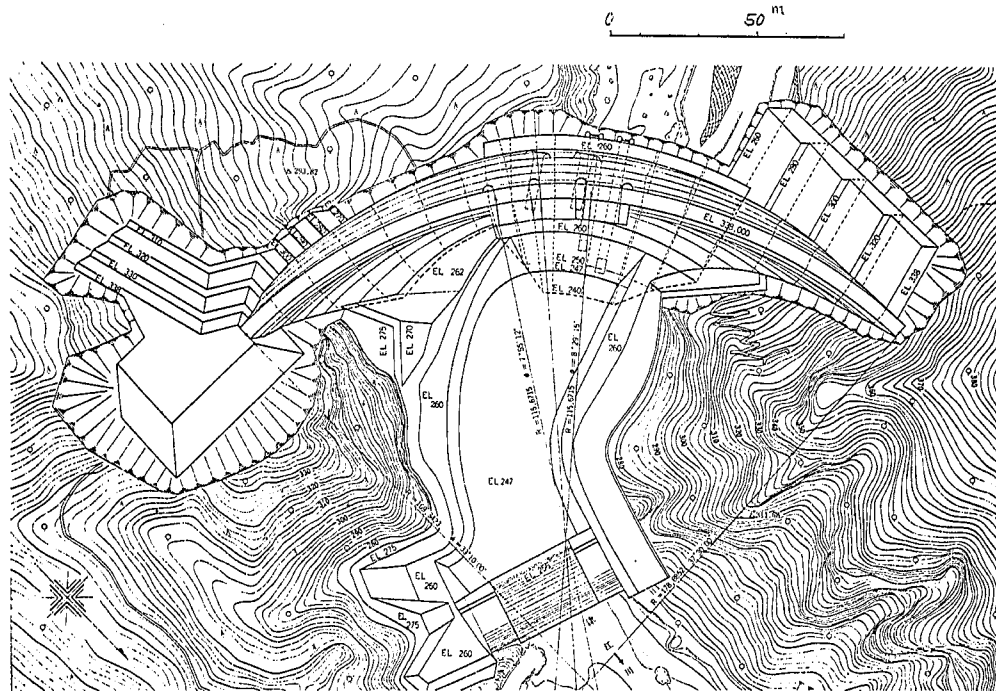


图-3 容量配分图

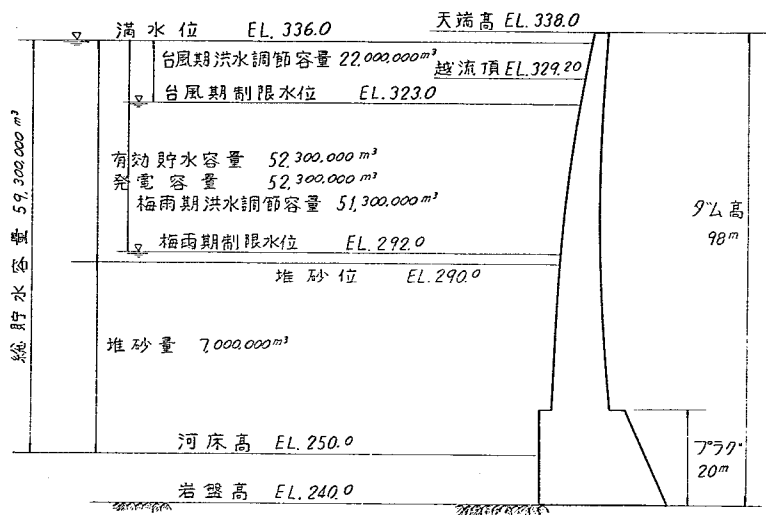


图-4 下笠ダム洪水調節図

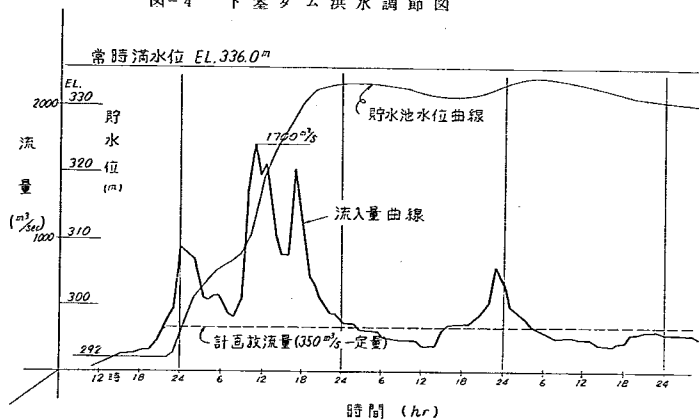
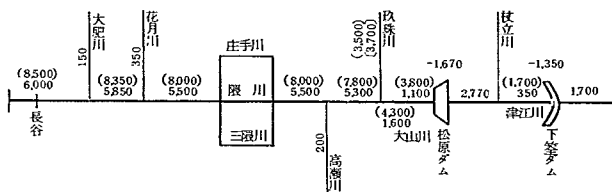
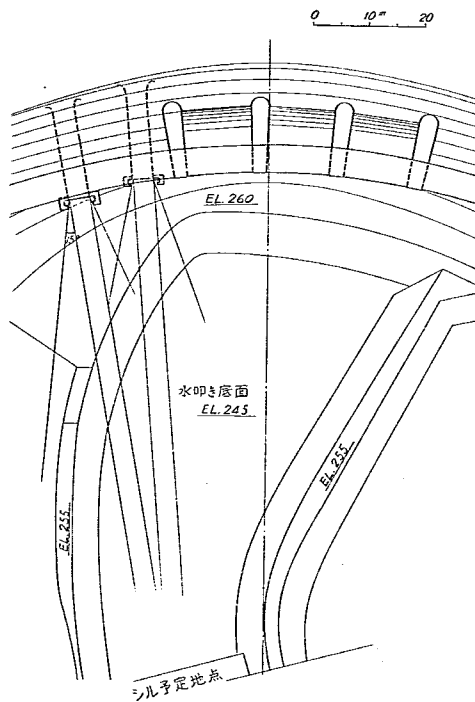


図-5 流量配分図



- 注1. 単位 m^3/s
 2. () はダムによって調節しないときの流量
 3. 支川は本川ピークに対する合流量を示す。
 4. [] は秋津川改修後の流量

図-6 下笠ダム余水吐平面図
第1案



第 2 章 設 計 経 過

下釜ダム余水吐としては、常用余水吐として放水管、非常用余水吐として堤頂越流部が計画されたが

- i) ダムサイト附近の河道が彎曲している。
- ii) ダム軸が河心に対して傾斜している。
- iii) 河道巾がせまい(約 30 m)。
- iv) ダム本体の下部に設られるプラグ部が右岸側に大きく張り出しており(平面図参照)出来るだけこの部分に水脈が当たることを避ける必要がある。
- v) 水渚池下流部のシル設置予定地点に左岸側から突出している山腹を水脈が直接刺戟することは、ダム本体の安定上好ましくない。これは iv) の条件と矛盾するのでこの両方について大きな不利のないように調整する必要がある。

などの種々の問題が山積しているので、最も安全かつ合理的な余水吐の平面的な配置を決定するため、再三再四にわたる図上検討が行われた。

ここでは、昭和 40 年 11 月に松原下釜ダム工事事務所から土木研究所へ提示された設計案(第 1 案)から、最後設計案(第 3 案)が決定されるまでの検討経過を簡単に説明する。

① 第 1 案

第 1 案は図-6 に示すように、堤頂越流部 3 門を中央に、放水管 2 門を右岸側に寄せて配置した。

これについて検討した結果次のような問題点がある。

- i) 右岸側放水管からの放流水脈が右岸側に設けられる予定のプラグ部にウォータークッションなしに水脈が当たる危険性が大きい。
- これは特にゲート半開操作時に、水脈の飛躍キョリが小さくなって、かつ水脈そのものも最大約 15°程度左右に広がることを考慮してのことである。
- この時にプラグに当たる水脈の持つエネルギーの大きさあるいは、それによって生ずると考えられる振動について予測することは困難であるが堤体に対して悪影響をおよぼすことは充分に考えられる

したがって第 1 案についてはプラグ部に当たる放水管からの放流水脈の悪

影響を減ずるよう改良する必要がある。

ただし、放水管の配置あるいは平面的な角度を変更して上記の目的を達成しようとする場合、水褥池下流部の左岸側に突出している山腹に水脈が出来るだけ当たらないように考慮する必要がある。

- ii) 堤頂越流部設計のさい、設計水頭として、堤体振動の原因になる堤頂越流面の負圧を防止するため、越流水深に波浪高を加えた値を一般に採用しているが、現在まで当研究所で行った過去の実験の結果によれば、波浪高を加えなくても問題となるような負圧は発生していないので、設計水深として越流水深を採用して堤頂越流部を設計した方が放流能力も増加し、堤頂越流部の断面も縮小される。

堤頂越流部の断面が縮小されれば、堤頂越流部天端の位置を下流側へ移すことによって第1案において、クレストゲートがダム本体の非越流部に設けられる道路の上流側に巻き上げられるような型式を避けて、下流側へ巻き上げることが可能になる。

同時に堤頂越流部の流頭部附近から上の構造的にカンチレバーになる堤体部を上流側へ折り曲げることが出来、構造上（安定を考慮したもの）も有利になる。

以上の問題点について、検討の結果、第2案が設計された。

② 第2案

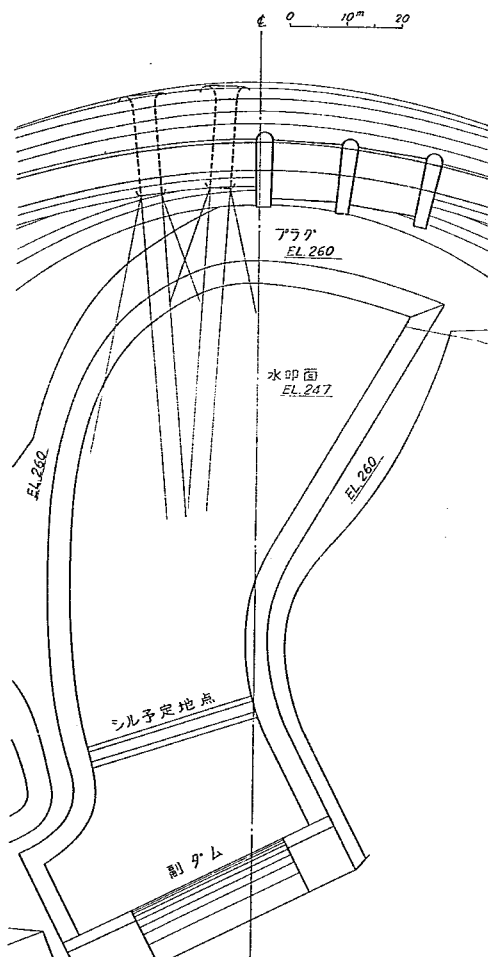
図-7に示すように、堤頂越流部3門を2門にし、放水管を第1案よりも左岸側へ寄せ、堤頂越流部の断面を小さくするとともに、非越流部を上流側へ折り曲げて構造的に有利な断面とし、堤頂越流部ゲートを道路の下流側へ巻き上げるようにした。

第2案の最大の難点は、堤頂越流部を3門から2門にしたことによって、最大越流深が7mであったものが、9mに増大したことである。

アーチダムにおいては堤頂越流部の切り欠きの部分から上はアーチ作用を示さないで、構造上の見地からはこの切り欠きの深さは出来るだけ小さい方が望ましく、また水理的に考慮しても、7mの厚さを持つ水脈を減勢させるのと9mのものを減勢させるには減勢工の設計上かなりの差のあることが、予想される。

現在までに施工あるいは計画された薄肉アーチダムについての最大越流深を表に示す。

図-7 下笠ダム余水吐平面図
第2案



ダ ム 名	最大越流深
大 倉 ダ ム	7.25 m
川 俣 ダ ム	6.5
北 川 ダ ム	6.5
室 牧 ダ ム	6.3
小 渋 ダ ム	6.1

これによると6～7 m前後の値が採用されており、9 mという値はこれらに比較して大きな値でありかなりの問題点を生ずることが考えられ、出来れば、避けた方がよい。

次に、放水管からの放出水脈が直接ブラグ面上に落下するか否かについて、小渋ダム放水管の抽出模型をかりて実験を行った結果、梅雨期制限水位E.L. 292.0 mにおいて放水管を全開放流した場合、落下位置が放水管出口から22 mの距離であり、直接ブラグ面をたたくことになる。

直接ブラグ面を水脈が叩くことによる悪影響を予想することは困難であるが、このような現象は出来るだけ避けた方がのぞましい。

以上の問題点について検討の結果

i) ブラグに当る水脈のエネルギーは第2案よりも小さいことが望ましく、そのために放水管を出来るだけ左岸側に寄せる必要がある。

ii) 放水管を右岸側へ寄せることはi)によって不可能であるから、放水管と越流部を分離する型式を採用する限り下流河道中の関係から堤頂越流部を2門以上設けることは出来ない。

前記の問題点と上記の条件とをあわせて考慮した結果、第1案および第2案で考慮されてきた放水管と越流部を分離して配置する型式を採用したのでは解決出来ないことが明らかになり、一般に採用されている越流部と放水管をオーバーラップさせる型式を採用するはかないという結論に達した。

下筈ダム余水吐の設計当初、当然この案は考えられた訳であるが、下記の難点によって、一旦は排除されたものである。

すなわち

i) 放水管からの放流水脈を下流の水礫池内へ収容するためには放水管の中心線が堤体アーチの中心線とかなり大きく傾斜する(約15°～20°)こと

になり、水理上および施工上の問題が大きい。

- ii) 堤体断面があまりオーバーハングしていないため、放水管のゲートハウスに堤体越流部からの放流水脈が当る。

今回、第2案を改良するに当って、放水管と堤頂越流部をオーバーラップさせる配置を採用する場合、当然上記の問題がともなってくるわけであるが、これは次の方法によって緩和または除去出来る。

すなわち、放水管の中心線が、堤体アーチ中心線と傾斜する問題は放水管そのものは平面的に対称に製作し呑口部および出口部を堤体に対して傾斜させることによって、水理的には、支障ないと考えられる。

堤頂越流部の放流水脈が放水管のゲートハウスに当る問題は、堤頂越流部の越流面を出来るだけ、下流側へ移動して、水脈の落下位置を下流側へ移すとともに、もし、不充分ならば、ゲートハウスに水脈が当たらないところまで堤体越流面を下流側に延長する。

以上の考えにもとづいて設計されたのが、第3案である。

③ 第3案

図-8に示すように、堤頂越流部と、放水管をオーバーラップした配置であるが、これには次のような問題点がある。

- i) シルの設置予定位置附近で右岸側に彎曲している水褥池内で、放水管の放流水脈を十分に減勢出来るかどうか。

- ii) 放水管中心線が堤体中心線に対して大きく傾斜しているための構造上の問題点

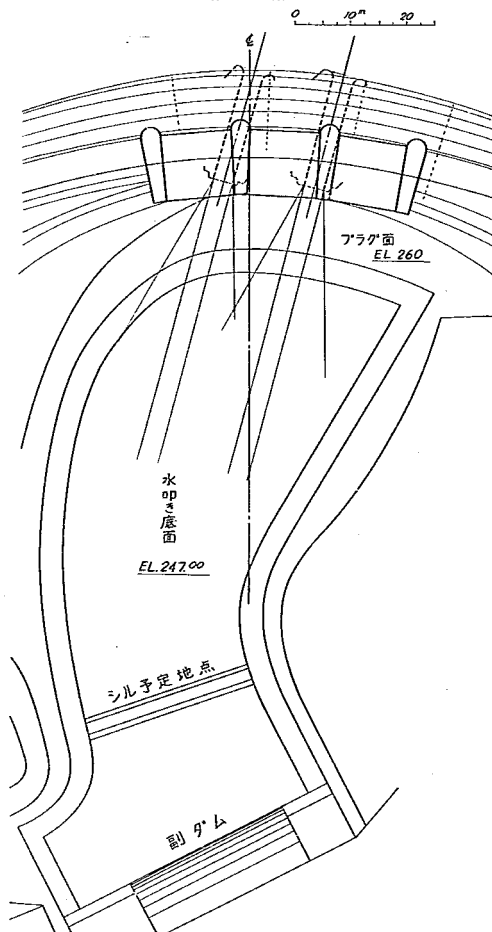
- a) 入口部および出口部の施工上の問題

- b) 放水管の予備ゲートの巻上げ

などの点が考えられるが、これらは、前2案の難点にくらべれば、容易に対策がたてられるものと考えられる。

以上で設計検討を終り、第3案について模型実験を実施することになったが、その後ダム本体の構造上、プラグの形状が、多少修正されたので、模型実験はこの修正案について行った。

図-8 下釜ダム余水吐平面図
第 3 案



第 4 章 余水吐設計計算

§ 1. 概 要

余水吐の設計計算は次の項目について行うことにする。

- i) 放水管
- ii) 堤頂越流部
- iii) 減勢工

§ 2. 設計条件および諸元

i) 設計条件

- a) 放水管は 2 門で梅雨期制限水位 E.L. 29 2.0 m の時 350 m³/sec 放流出来る事。
- b) 常時満水位 E.L. 33 6.0 m の時放水管 2 門, および堤頂越流部 3 門で異常洪水流量 2040 m³/sec を放流出来る事。

ii) 諸 元

常 時 満 水 位	E.L. 33 6.0 m
推 定 堆 砂 位	E.L. 29 0.0 m
梅雨期制限水位	E.L. 29 2.0 m
台風期制限水位	E.L. 32 3.0 m
放水管中心高(仮定値)	E.L. 27 8.0 m
堤頂越流頂標高	E.L. 32 9.2 m
計画洪水流量	1,700. m ³ /sec
異常洪水流量	2,040. m ³ /sec
調 節 流 量	1,350. m ³ /sec
最 大 放 流 量	350 m ³ /sec

§ 3. 放水管の設計

i) 放水管出口断面の決定

放水管出口断面は次式によって求められる。

$$A = \frac{Q/2}{C\sqrt{2gH}} = 1.738 (m^2)$$

ここで A : 放水管出口断面積 (m^2)

Q : 必要放流量 ($= 350 m^3/sec$)

H : 水頭 ($292 - 278 = 14 m$)

C : 流量係数 (≈ 0.9)

一辺を $3.5 m$ の正方形断面とし、隅角部の隅取り面積を全断面積の 4% とすると

$$A' = 3.5 \times 3.5 \times 0.96 = 11.76 (m^2) > A \quad O.K$$

したがって、放水管出口は一辺 $3.5 m$ の正方形断面とする。

ii) 放水管の設計条件

設計条件および考慮すること

a) 設計水位

最高水位 $EL. 336.0 m$

最低水位 $EL. 292.0 m$ (梅雨期制限水位)

b) 出口中心標高 $EL. 278.0 m$

c) 放水管傾斜角 $\theta = 15.0^\circ$

d) 出口寸法 $巾 3.5 m \times 高さ 3.5 m$

e) 主ゲートの位置 $ダム軸より 9.0655 m$ 下流

f) 放水管は入口のベルマウス部とそれに接続する直管部とから形成する。

g) 放水管は直管部において断面を出口に向かって絞る。

h) 放水管隅角部に円弧隅取りを設ける。

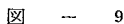
i) 放水管の入口に非常用ゲートを設置するため堤体上流面にリセスを設ける。

j) 上, 下, 側面ベルマウスが入口より等しい長さで終るように設計する。

k) 下面ベルマウス曲線
$$\frac{X'^2}{3.5^2} + \frac{Y'^2}{(3.5/4)^2} = 1$$

iii) 主要点の座標計算

各点の名称は次図の通りである。


$$y = -\tan 15^\circ \cdot x + \frac{1.75}{\cos 15^\circ} = -0.2679492x + 1.8117334 \quad (1)$$
$$(y = 1.8117 - 3.5 \cdot \cos 15^\circ = -1.56901)$$
$$y = 5.26316x + 106.28310 \quad \dots\dots\dots (2)$$
$$y = -\tan 15^\circ x = -0.2679492 x \dots\dots\dots (3)$$

(2), (3)式より

$$C_3 (x = -19.216, y = 5.149)$$

- ③ 入口面はダム天端でダム軸より 2.63271m 上流と, C_4 を通る直線とする。したがって入口面勾配は 1 : 0.2058119 となる。

$$y = 4.8588055x + 10.48136736 \dots \dots \dots (4)$$

(3), (4)式より

$$C_4 (x = -20.444, y = 5.478)$$

- ④ DD_3 の直線式

$$y = -\tan 15^\circ x - 1.81173 = -0.2679492x - 1.81173 \dots \dots \dots (5)$$

(4), (5)式より

$$D_3 (x = -20.798, y = 3.761)$$

- ⑤ (1), (4)式より

$$B_4 (x = -20.091, y = 7.195)$$

- ⑥ 下面ベルマウス曲線式の原点

$$\frac{X_1'^2}{3.5^2} + \frac{Y_1'^2}{(3.5/4)^2} = 1 \dots \dots \dots (6)$$

原点を O' とする。

放水管入口面と堤体上流面との間の距離, リマスは $\delta = 1.23285m$

とする。

入口面勾配は 1 : 0.2058119 であるから

$$\tan \beta = 0.2058119 \quad \beta = 11^\circ 37' 47''$$

堤体上流面が Y 軸となす角 α は

$$\alpha = \theta - \beta = 15^\circ - 11^\circ 37' 47'' = 3^\circ 22' 13''$$

P' 点の座標を (X_1', Y_1') とすると

$$\left(\frac{dY'}{dX'} \right)_{X'=Y'} = -\frac{\frac{3.5}{4}^2 X_1'}{3.5^2 Y_1'} = \cot \alpha \dots \dots \dots (7)$$

$$X_1' = -27.169235 Y_1' \dots \dots \dots (8)$$

(6), (8)式より

$$X_1' = 3.49940$$

$$Y_1' = -0.01288$$

P'点の座標は次のようになる。

$$x = (D_3 \text{ の } x \text{ 座標}) + (0.875 - Y_1') \tan \alpha \times \cos \theta - (0.875 - Y_1') \sin \theta = -2.0977$$

$$y = (D_3 \text{ の } y \text{ 座標}) - (0.875 - Y_1') \tan \alpha \cdot \sin \theta - (0.875 - Y_1') \cos \theta = 2.890$$

$$P' (x = -2.0977, y = 2.890)$$

D₂ 点の座標

$$x = (D_3 \text{ の } x \text{ 座標}) + \{ (0.875 - Y_1') \tan \alpha + X_1' \} \times \cos \theta = -1.7367$$

$$y = (D_3 \text{ の } y \text{ 座標}) - \{ (0.875 - Y_1') \tan \alpha + X_1' \} \times \sin \theta = 2.842$$

$$D_2 (x = -1.7367, y = 2.842)$$

O' 点の座標

$$x = (D_2 \text{ の } x \text{ 座標}) - (0.875) \times \sin 15^\circ = -1.7594$$

$$y = (D_2 \text{ の } y \text{ 座標}) - (0.875) \times \cos 15^\circ = 1.997$$

$$O' (x = -1.7594, y = 1.997)$$

C₂ 点の座標

$$x = (D_2 \text{ の } x \text{ 座標}) + \frac{3.5}{2} \times \sin 15^\circ = -1.6914$$

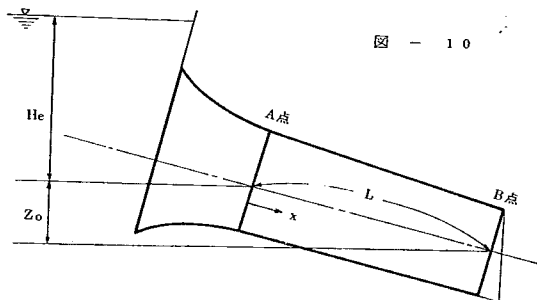
$$y = (D_2 \text{ の } y \text{ 座標}) + \frac{3.5}{2} \times \cos 15^\circ = 4.532$$

$$O' (x = -1.6914, y = 4.532)$$

IV) 直管始端断面の決定

管内に負圧を生じさせないための、直管始端必要断面積 A_0 は直管始端と終端にベルヌーイの定理をあてはめると次の様になる。

ただし、この場合、ベルマウス区間における損失は入口損失係数 f_0 に含むことにする。



A 点 (直管始端) の断面積 A_o , 流速を V_o とする。

B 点 (直管終端) の断面積 A_n , 流速を V_n とする。

$$H_e = \frac{V_o^2}{2g} (1 + f_e) + p_x \quad \text{連続の式 } A_o \cdot V_o = A_n \cdot V_n \text{ を代入}$$

$$= \frac{V_n^2}{2g} \left(\frac{A_n}{A_o} \right)^2 (1 + f_e) + p_x \quad \dots\dots\dots (9)$$

$$H_e + Z_o = \frac{V_n^2}{2g} + \frac{V_o^2}{2g} (f_e + \lambda \frac{L}{4R})$$

$$= \frac{V_n^2}{2g} \left\{ 1 + \left(\frac{A_n}{A_o} \right)^2 (f_e + \lambda \frac{L}{4R}) \right\} \quad \dots\dots\dots (10)$$

上式中の記号の意味は下記のとおりである。

A_o ; 直管始端断面積

A_n ; 直管終端 " = 1 1.9 7 6 m^2

H_e ; 最低貯水頭 = EL 2 9 2 - EL 2 7 8 = 1 4.0 m

f_e ; 入口損失係数 = 0.0 5

λ ; 摩擦損失係数 = 0.0 2 5

R ; 管の径深 = 0.9 0 3

L ; 管長 = 1 7.0 4 2 m

Z_o ; EL 2 8 2.4 1 1 - EL 2 7 8.0 = 4.4 1 1 m

(9), (10)式より $\frac{V_n^2}{2g}$ を消去すると

$$\begin{aligned} \frac{H_e - P_x}{\left(\frac{A_n}{A_o}\right)^2 (1 + f_e)} &= \frac{H_e + Z_o}{1 + \left(\frac{A_n}{A_o}\right)^2 \left(f_e + \lambda \frac{L}{4R}\right)} \\ (H_e - P_x) \left\{ 1 + \left(\frac{A_n}{A_o}\right)^2 \left(f_e + \lambda \frac{L}{4R}\right) \right\} \\ &= (H_e + Z_o) \left\{ \left(\frac{A_n}{A_o}\right)^2 (1 + f_e) \right\} \\ H_e - P_x &= \left(\frac{A_n}{A_o}\right)^2 \left\{ (H_e + Z_o) (1 + f_e) \right. \\ &\quad \left. - (H_e - P_x) \left(f_e + \lambda \frac{L}{4R}\right) \right\} \end{aligned}$$

$$A_o = A_n \sqrt{\frac{(H_e + Z_o)(1 + f_e) - (H_e - P_x) \left(f_e + \lambda \frac{L}{4R}\right)}{H_e - P_x}}$$

ここで安全側を考へて断面平均圧力 P_x を 0 とおくと次式となる。

$$A_o = A_n \sqrt{\frac{(H_e + Z_o)(1 + f_e) - H_e \left(f_e + \lambda \frac{L}{4R}\right)}{H_e}} \quad \text{..... (11)}$$

本ダムの資料を代入すると次のようになる。

$$\begin{aligned} A_o &= 1.1976 \sqrt{\frac{(14 + 4.411)(1 + 0.03) - 14(0.03 + 0.012 \times \frac{17042}{3612})}{1.4}} \\ &= 13.485 \text{ m} \end{aligned}$$

直管始端断面の巾を 3.5 m , 高さ 4.03 m , 隅取り率を 4 % とすれば

$$A'_o = 3.5 \times 4.03 \times 0.96 = 13.516 \text{ m}^2 > A_o \quad \text{o.k.}$$

ゆゑに直管始端断面は巾 3.5 m , 高さ 4.03 m とする。

V) 上面ベルマウス曲線の決定

上面ベルマウス形状としては図-9において D_2 を通り放水管入口面に平行な直線と $\overline{B_1 B_2}$ との交点 B_3 を頂点とし $\frac{3.5}{4} = 0.875m$ を短径とする楕円曲線とする。

長軸は直線 $\overline{B_1 B_3}$ に平行で放水管入口面に接するように楕円の長径を定める。

直線 $\overline{B_1 B_2}$ の式は次式による。

$$y - y_{B_1} = \frac{y_{B_2} - y_{B_1}}{x_{B_2} - x_{B_1}} (x - x_{B_1})$$

$$y = -0.30156x + 1.81173 \quad \dots\dots\dots (12)$$

D_2 を通り入口面に平行な直線式は次式による

$$y - 2.84180 = \frac{1}{0.2058119} (x + 1.736719)$$

$$y = 4.85880x + 8.722560 \quad \dots\dots\dots (13)$$

(12), (13)式より B_3 の座標を求める

$$B_3 (x = -1.6552, y = 6.803)$$

$B_3 O''$ 直線が鉛直となす角 r は次式による

$$\tan r = \frac{y_{B_2} - y_{B_1}}{x_{B_2} - x_{B_1}} = 0.30156$$

$$r = 16^\circ 46' 52'' \quad \begin{array}{l} \sin r = 0.28872 \\ \cos r = 0.95741 \end{array}$$

上面ベルマウスの原点 O'' の座標は次の通りである。

$$x_{O''} = x_{B_3} + 0.875 \times \sin r$$

$$y_{O''} = y_{B_3} + 0.875 \times \cos r$$

$$O'' (x = -1.6299, y = 7.641)$$

上面ベルマウス曲線式は

$$\frac{X'^2}{a^2} + \frac{Y'^2}{b^2} = 1 \quad \dots\dots\dots (14)$$

$X'' - Y''$ 軸に対する入口面の直線式を座標変換して次の様になる。

$$\begin{cases} x_{p'} = x_{o''} + (-X''_p \cos r - Y''_p \sin r) \dots\dots\dots (20) \\ y_{p'} = y_{o''} + (X''_p \sin r - Y''_p \cos r) \dots\dots\dots (21) \end{cases}$$

又、 P' 点を通り入口面に平行な直線式は、 $X'' - Y''$ 座標で表わすと

$$Y''_1 - Y''_p = -\cot(r - \beta) \cdot (X''_1 - X''_p) \dots\dots\dots (22)$$

(16), (19), (22), (27) 式より上面ベルマウスの式は次の様になる。

$$\frac{X'^2}{3.640^2} + \frac{Y'^2}{0.875^2} = 1 \dots\dots\dots (23)$$

P'' 点の座標は $P'' (x = -1.9787, y = 8.673)$

vi) 側面ベルマウス曲線の決定

側面ベルマウスは入口面に始端をもち $\overline{D_2 B_3}$ 断面に下流端を有する楕円曲線とし楕円の長軸の長さは堤体と上流面に直角にとる。

側面ベルマウス曲線を次式で表わす

$$\frac{X^2}{a'^2} + \frac{Y^2}{b'^2} = 1 \dots\dots\dots (24)$$

$$b' = \frac{3.5}{4} = 0.875$$

$$a' = (x_{d3} - x_{d2}) \cdot \sec \theta \cdot \cos \alpha = 3.546 \text{ m}$$

$$\therefore \frac{X^2}{3.546^2} + \frac{Y^2}{0.875^2} = 1 \dots\dots\dots (25)$$

vii) 放水管隅角部の隅取り円弧の設定

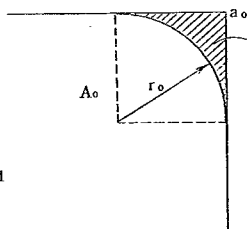
放水管断面の隅角部には負圧の発生ならびに応力集中をのぞくため次の様な隅取り円弧をつける。

入口で方形断面積の 0.5%，ベルマウス終端及び直管始端で断面積の 4.0% とし，その間は直線的に変化させる。

直管部の上面については，始端から終端まで隅取り円弧半径を一定とし，下面については，出口の隅取り円弧半径を 0 とするように，直線的に変化させる。

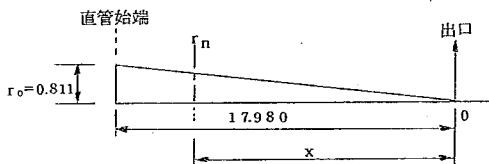
イ) 直管始端断面隅角円弧半径

直管始端断面 A_0 の 4% に
 当る隅角円弧面積 a_0 を与える
 ような隅角円弧半径 r_0 を求める。



$$\therefore r_0 = \sqrt{\frac{0.04 \times A_0}{4 - \pi}} = 0.811$$

ロ) 直管部下面隅角円弧半径



任意断面の隅角円弧半径 r_n

$$r_n = \frac{0.811}{17.980} x = 0.0451 x \quad \text{..... (2)}$$

VIII) 放水管出口純断面積

出口純断面積 A

$$A = a_0^2 - \frac{r_1^2 (4 - \pi)}{2} - \frac{r_2^2 (4 - \pi)}{2}$$

$$= a_0^2 - 0.4292 (r_1^2 + r_2^2)$$

$$= 1.967 \text{ m}^2$$

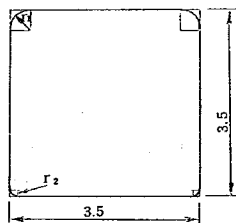
$$\left(\begin{array}{l} a_0 = 3.5 \times 3.5 = 12.25 \text{ m}^2 \\ r_1 = 0.811 \text{ m} \\ r_2 = 0.042 \text{ m} \end{array} \right. \text{ (2)式において } x = 3.5 \tan 15^\circ = 0.9378$$

$$\left. \begin{array}{l} \end{array} \right\} \text{を代入)$$

放水管最大放流量 $Q_{\max}$ は次式で算出される。

$$Q_{\max} = A \cdot C \cdot \sqrt{2gH} \times 2 \text{ 門}$$

$$= 1.967 \times 0.9 \times \sqrt{2 \times 9.8 \times 5.8} \times 2 = 726 (\text{m}^3/\text{sec})$$



A ; 出口純断面積 = 1 1.9 6 7 m²

C ; 流出係数 = 0.9

H ; 水頭 = E L . 3 3 6 m - E L . 2 7 8 m = 5 8 m

以上で決定された放水管の形状を表-2 および図-12 に示す。

§ 4 堤頂越流部設計

i) 越流量の推定

堤頂越流部の設計必要放流量は異常洪水量 (2 0 4 0 m³/sec) から放水管最大放流量を差し引いたものである。

$$Q = 2 0 4 0 - 7 2 6 = 1 3 1 4 \text{ m}^3/\text{sec}$$

標準形越流部の越流量は次式によって求められる。

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

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

$$K_d = -0.15019 - 0.000275 \frac{L}{H_d} + 0.0887 \frac{h}{H_d} + 0.19638 \frac{L}{L + \ell}$$

Q ; 越流深が H の時の越流量

C ; " " 越流係数

C_d ; H = H_d の時の越流係数

B ; 総越流巾 (= n · L = 3 × 12 = 36 m)

n ; 越流部径間数 (= 3)

L ; 越流部 1 径間巾 (= 12.0 m)

H ; 越流頂を基準とした越流深 (= 6.80 m)

K_d ; 橋脚または橋台による端収縮係数

n' ; 2n + 3 (= 2 × 3 + 3 = 9)

H_d ; 越流面曲線設計水頭 (= H = 6.80 m)

ℓ ; 橋脚 1 基の巾 (= 3.5 m)

堤頂越流部頂を E L . 3 2 9.2 m と仮定し上記の数値を代入して各係数および越流量を算出すると

$$K_d = 0.04266$$

$$C_d = 2.06363$$

$$\frac{H}{H_d} = 1 \text{ であるから } \frac{C}{C_d} = 1 \text{ とおき}$$

$$\therefore C = 2.0636$$

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

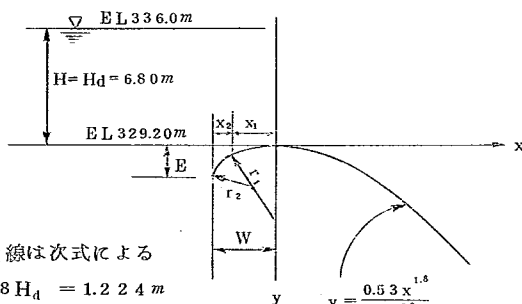
$$= 2.0636 \times 36 \times 6.8^{\frac{3}{2}} \doteq 1317 \text{ m}^3/\text{s} > Q$$

したがって、堤頂越流部頂標高を $EL. 329.2 \text{ m}$ とする

ii) 堤頂越流面形状の設計

堤頂越流面形状は標準ランドルフ曲線を用いる。

設計水頭 H_d は H と同じく 6.80 m とする。



上流側円弧曲線は次式による

$$X_1 = 0.18 H_d = 1.224 \text{ m}$$

$$X_2 = 0.1068 H_d = 0.726 \text{ m}$$

$$W = 0.2868 H_d = 1.950 \text{ m}$$

$$E = 0.13254 H_d = 0.901 \text{ m}$$

$$r_1 = 0.5 H_d = 3.40 \text{ m}$$

$$r_2 = 0.2 H_d = 1.360 \text{ m}$$

下流側曲線は次式により与えられる。

$$y = \frac{0.53}{H_d^{0.8}} x^{1.5}$$

$$= 0.11436 x^{1.5}$$

以上で決定された堤頂越流部形状を図-13に示す。

§ 5 減 勢 工

本ダムの減勢工としては水褥池式を採用するがその必要水褥池水深を決定するための余水吐操作条件としては、次の2種とする。

- a) 計画最大放流量 $350 \text{ m}^3/\text{s}$ の 20% 増の $420 \text{ m}^3/\text{s}$ を安全に収容する事 (減勢工設計対象流量を $420 \text{ m}^3/\text{s}$ とする)。
- b) 異常洪水流量 $2,040 \text{ m}^3/\text{s}$ を放流する場合は下流松原ダムの貯水位を考慮に入れる事これは、この値の方が下釜ダムの副ダム (予定値 $7 \sim 10 \text{ m}$) による背水位よりも大きいためである。

水褥池の効果は、落水脈を水中拡散させることによって水叩き底面に作用する衝撃力を緩和し、水中での乱れによってエネルギーの減殺を行なうことである。

衝撃変動圧力と水褥池境界の破壊ないしは侵食との関係および落水脈の空気運行による減勢効果などについて、現在のところあまり明らかにされていない。

従来、当試験所で行ったアーチダム自由越流型余水吐の実験では、仮想跳水水深を次式によって計算し、その $1.2 \sim 1.3$ 倍を水褥池水深としている。

$$h_j = \frac{h_o}{2} (\sqrt{1 + 8 F_o^2} - 1)$$

$$\left(\begin{array}{l} F_o = \frac{V_o}{\sqrt{g \cdot h_o}} \quad h_o = \frac{q}{V_o} \quad q = \frac{Q}{B_o} \\ V_o = 0.9 \sqrt{2 \cdot g \cdot H_t} \end{array} \right.$$

ここで

h_j : 仮想跳水水深 (m)

H_t : 水叩き面と貯水面との標高差 (m)

V_o : 落下地点流速 (m/sec)

h_o : 落下地点射流水深 (m)

F_o : 落下地点フルード数

q : 単位巾流量 $\text{m}^3/\text{s}/\text{m}$

Q : 放出量 (m^3/s)

B₀ : 水脈落下幅 (m)

本ダムの仮想跳水水深 h_j を計算すると

$$Q = 420 \text{ m}^3/\text{s}, \quad B_0 = 35 \text{ m}, \quad q = \frac{420}{35} = 12 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$$

$$H_1 = EL. 336 - EL. 247 = 89 \text{ m}$$

$$V_0 = 0.9 \sqrt{2 \times 9.8 \times 89} = 37.59 \quad (\text{m}/\text{sec})$$

$$h_0 = \frac{12}{37.59} = 0.319$$

$$F_0 = \frac{37.59}{\sqrt{9.8 \times 0.319}} = 21.26$$

$$h_j = \frac{0.319}{2} (\sqrt{1 + 8 \times 21.26^2} - 1) = 9.43$$

必要水褥池水深 $h = h_j \times 1.2 \sim 1.3$

$$\therefore h = 9.43 \times 1.3 = 12.26 \text{ m}$$

いままでに行われた計算による仮想跳水水深と、実験結果の水褥池水深を下表に示す。

表-3

ダム名	仮想跳水水深 h_j	必要水褥池水深 h	h/h_j	実験結果の 水褥池水深
綾北	11.4	14.0	1.23	14.0
室牧	14.8	18.0	1.22	18.0
大倉	16.9	20.0	1.18	20.0
天ヶ瀬	12.98	16.87	1.3	13.0
川俣	17.38	22.6	1.3	23.0
小渋	15.1	18.1	1.2	17.0
下釜	9.43	12.3	1.3	—

これによるとほとんど実験結果の水褥池水深と、仮想跳水水深の1.2～1.3倍が合っていることがわかり、本ダムの場合もこれに準ずることとする。

副ダムの設置地点としては現場の地形がかなり制限されており、図-8(第2章)に示される位置が好都合なので、この設置位置を前提として実験を行なう。

シルは実験の状況によってその効果が期待出来る場合に設置する。

以上で、設計検討を完了した下釜ダム余水吐の縦断面図を図-14に示す。

第 4 章 模型および相似律

本実験に使用された模型はいずれも建設省土木研究所篠崎試験所ダム水理実験場内に設置された。

三次元全体模型は縮尺 $1/50$ で製作した。模型では、ダム軸より上流 100 m 、下流 350 m までの河道を再現した。

堤頂越流部ビアー、放水管、および水褥池は木製とし、その表面には乾燥によるひび割れ、収縮を防止する為、塩化ビニール塗料を塗布し、またダム本体は鋼材を骨組とし、木製型枠を組んで、その間をモルタルで充填し、漏水を防止するための塗装を施した。河道部の地形は木材を骨組とし、モルタルで製作された。水褥池の底面および左岸側導流壁の一部には、圧力測定用ピエゾメーターを設置した。

放水管抽出模型は縮尺 $1/25$ の真鍮製で製作した。放水管の上面、上部隅角面、側面、下部隅角面、下面の 5 測線（それぞれ 26 箇所、計 130 箇所）に圧力測定用ピエゾメーターを設置した。放水管は左右対称である為、上部隅角面、横面、下部隅角面については、片側のみに圧力管を設置した。

堤頂越流部抽出模型は縮尺 $1/25$ の木製で 1 門製作した。

原型と模型との相似については、「フルードの相似法則」によるものとした。したがって、原型と模型との換算縮率は次表による。

表 - 4

諸元	次元	縮率	全体模型	抽出模型
長さ、水深	L	n	1:50	1:25
水圧	L	n	1:50	1:25
時間	T	$n^{1/2}$	1:7.0711	1:5.00
流速	$L \quad T^{-1}$	$n^{1/2}$	1:7.0711	1:5.00
流量	$L^3 \quad T^{-1}$	$n^{5/2}$	1:17,677.67	1:3,125.0
流量係数		1	1:1	1:1

参 考)

模型実験は模型で起った実験結果から、原型に起るべき現象を推論しようとするものであるから、両者に起る二つの現象が、幾何学的に相似であるばかりでなく、運動学的にも、力学的にも相似でなくてはならない。

ところで、実物と模型では、その寸法が、非常に異なる。

例えば、管径、水深などは、実物では模型の数十倍もある。したがってそこを流れる流量にも非常に大きな差があるにもかかわらず、その水は実物と模型の両者において全く同一のものであり、さらに、その比較が行われる場所も全く等しい重力の加速度を受ける。

したがってあらゆる場合について、総ての水理量間に本来の意味における相似を成立させることは、実際問題としてはほとんど不可能に近い。

したがって水理模型実験に適用される相似法則は、相似という語が本来意味する完全な相似の法則ではなく、目的と必要性に応じて、現象中のある特殊の部分だけを取り上げて、これをクローズアップして見たとき、この部分にだけ適用可能で、その他の部分は無視するという条件付きの相似法則である。

フルードの相似法則は、重力と慣性力だけを主作用力とみなして粘性力、表面張力などは、これらの2力に比較して影響が小さいと考え、実物と模型の両者における慣性力と重力の比がそれぞれ等しくなるように、流速、流量、その他諸量の比を定める。

もちろん境界の形は幾可学的相似の条件を満たすものとする。

慣性力と重力との比

$$\frac{\rho L^2 V^2}{\rho g L^3} = \frac{V^2}{g L} = \frac{V}{\sqrt{g L}} = F_r \quad (\text{フルード数})$$

V ; 速度 L ; 長さ g ; 重力の加速度 ρ ; 密度

i) 流速の縮率

$$\frac{V_p}{\sqrt{g L_p}} = \frac{V_m}{\sqrt{g L_m}} \quad \frac{L_m}{L_p} = n \quad (\text{縮尺})$$

$$\frac{V_m}{V_p} = n^{1/2} \quad m ; \text{模型} \quad p ; \text{原型}$$

ii) 時間の縮率

$$\frac{T_m}{T_p} = \frac{L_m V_m^{-1}}{L_p V_p^{-1}} = \frac{L_m V_p}{L_p V_m} = n \cdot n^{-1/2} = n^{1/2}$$

iii) 流量の縮率

$$\frac{Q_m}{Q_p} = \frac{L_m^2 V_m}{L_p^2 V_p} = n^2 \cdot n^{1/2} = n^{5/2}$$

第 5 章 余水吐配置の検討

余水吐配置について考慮された条件は、次の諸点である。

- i) 放水管及び堤頂越流水脈を完全に水褥池内に収容すること。
- ii) 放水管半開操作時にゲート下端で拡がった水脈が、右岸側のプラグ面に落下することが予想されるが、この影響を出来るだけ小さくすること。
- iii) 左岸側の山腹が水褥池下流部で突出しており、この部分を水脈が攻撃することはダム構造上の安定の面から考慮して好ましくないため、この影響を出来るだけ小さくすること。これは放水管の水平方向の角度を操作して解決出来るが、このことは、ii)の条件と相反することになり、この点の調節が必要となる。
- iv) 水褥池が平面的にかなり不規則な形状を示しているので、放流された水脈がスムーズに流下出来るようにすること。

実験による流況観測の結果

上記の条件に対して、次のようなことがわかった。

i) に対しては、ほぼ満足するが、堤頂越流部から放流する場合は左岸側の導流壁のダム軸から $30 \sim 35 \text{ m}$ の範囲に堤頂からの水脈が直接導流壁の法面（法勾配 $1:0.3$ ）に当たっている状態が観察された。

ii) に対しては、予想通り右岸側の放水管を半開操作した場合、プラグ面に水脈が直接落下する様子が観察された。水脈がプラグに当り始める境界点は $350 \text{ m}^3/\text{s}$ 一定量放流の場合、貯水位 $\text{EL} 310.0 \text{ m}$ 以下においてである。

iii) に対しては下流水位の影響が非常に大きく簡単に結論を下すことが出来ないが設計案の副ダムによる下流水位を与えた場合 $420 \text{ m}^3/\text{s}$ 放流（計画放流量 $350 \text{ m}^3/\text{s}$ の 20% 増）では全く支障なく常時満水位で放水管全開の場合（約 $730 \text{ m}^3/\text{s}$ ）はやゝ左岸側導流壁に水脈の当る様子が見られ、異常洪水の場合はかなりの乱れが観察された。

しかしながら下流の松原ダムの貯水位 $\text{EL} 269.0 \text{ m}$ （松原ダム台風期限水位）を考慮した場合は、かなり緩和されている。

iv) に対しては水叩きが不規則な形状を示しているにもかかわらず水流

はかなりスムーズに副ダムへ進行しており支障のないことが分かった。

以上を総合して判断すると、次のような結論が得られる。

- イ) 水叩きの平面的形状に対する余水吐の配置は適切である。
- ロ) 堤頂越流部からの水脈が左岸導流壁へ直接当ることは好ましくない。
そこでこの部分を2～3m山側へ寄せることが望ましいが、ダム構造の安定上から問題になる場合は、この部分を鉄筋、その他で補強すると良い。
- ハ) 放水管半開操作時に、水脈が右岸側ブラグへ当るが、この水脈の持つエネルギーは、それほど大きくないので部分的に改良すれば良い。
- ニ) 左岸側導流壁の突出部は大流量を放流する場合攻撃される危険性があるので、構造的に強固なものとするのが望ましい。

以上の配慮の下で、本案は各種の条件に満足し得るものと考えられる。

第 6 章 放 水 管 の 検 討

§ 1 実験目的

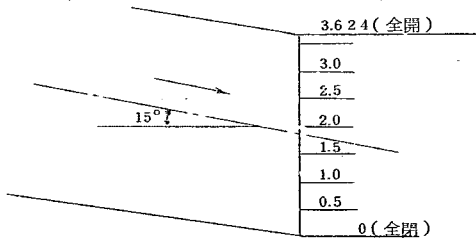
放水管の内部形状および放流機能に関する検討などを行なうには、 $1/50$ の全体模型実験では精度が劣るため $1/25$ の放水管のみの大型抽出模型を製作して細部の資料を収集することとした。

実験の目的は次の通りである。

- 1) 貯水位流量関係の測定
- 2) 管内圧力の測定
- 3) 放水管水脈落下位置の検討

§ 2 貯水位流量関係の測定

各ゲート開度について貯水位流量の関係を測定したが、この場合のゲート開度は下図に示す様に出口下端を 0 とし、鉛直方向に 0.5 m 間隔で行った。



この結果を表-5 および図-15 に示す。

ゲート全開時の流出係数の算出は次式によった。

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

C ; 流出係数

Q ; 流出量 (m^3/s)

A ; 放水管出口断面積 (m^2)

H ; 放水管出口中心からの水頭 (m)

実験の結果梅雨期制限水位 $\text{EL}292.0\text{ m}$ で全開放流した場合、 $378\text{ m}^3/\text{s}$ の放流能力があり、必要放流条件 $350\text{ m}^3/\text{s}$ に対し、約 8% の余裕がある。

また、常時満水位 $EL\ 336.0\ m$ における放流能力は $800\ m^3/s$ である。

下笠ダムの洪水調節方式は $350\ m^3/s$ 一定量放流を採用しているため、貯水位流量関係の測定結果をもとに、 $350\ m^3/s$ 一定量放流時の貯水位とゲート開度の関係を求め、図-16に示す。

これによると、梅雨期制限水位 $EL\ 292.0\ m$ においても、放水管を全開放流する必要はなく、すべて半開操作を行うことになる。（貯水位 $EL\ 292.0\ m$ で放流量 $350\ m^3/s$ の場合、ゲート開度 $3.46\ m\ (0.955)$ である）

§ 3 管内圧力の測定

放水管内の形状の可否を検討するため図-12(c), (d)に示す上面、上部隅角面、側面、下部隅角面、下面の5測線に対し各26点計130箇所について圧力の測定を行った。

測定は、ゲートを全開した状態で、貯水位を梅雨期制限水位 $EL\ 292.0\ m$ と異常洪水水位 $EL\ 336.0\ m$ の2通りに変化させて行った。

この結果を図-17および表-6に示す。

これによると、貯水位 $EL\ 292.0\ m$ の時上部隅角面のベルマウス終端（測点番号9）に $-3.11\ m$ 水柱という許容値（ $-3.0\ m$ 水柱）をこえる負圧が記録された。

これについて種々検討を行った結果を以下に示す。

- a) 貯水位 $EL\ 336.0\ m$ の曲線についてこの前後の測点との関係を見た場合この点がかかなり不連続になっている様子が見られること。
- b) この点の上流側および下流側に接近している2つの測点（測点番号、8および10）が、 $-2.88\ m$ 水柱及び $-2.74\ m$ 水柱といずれも $-3.0\ m$ 水柱以内であること。
- c) この断面における他の測定点において記録された測定値はいずれもその前後測定点における測定値とスムーズに連続していること。
- d) この点がベルマウス部から、直管部へ移行する点であり、模型製作及び圧力測定用の開孔部の設置箇所やその角度の設定などが非常に困難でありわずかな模型製作誤差が測定値に微妙に作用すること。
- e) 問題になっている負圧の値は -3.11 であり、許容負圧をこえる値は約

4 %であること。

f) 実際の洪水調節の際には貯水位 $EL\ 292.0\ m$ でゲートを全開操作する必要がないこと。

以上の各種の条件を考慮すれば、この負圧はさして問題にならないものと考えられる。

次に、異常洪水位 $EL\ 336.0\ m$ の場合上面および上部隅角面上において、放水管出口から少し上流の範囲に $-3.0\ m$ の許容負圧をこえる負圧が測定されており、その最低値は上面の測点 25 において $-4.34\ m$ 水柱である。

一般に放水管において最も危険と考えられる負圧は最低の操作水頭時にベルマウス終端附近に発生するのがふつうである。

しかるに本ダム放水管の場合には最高の水頭時に、放水管の出口附近にかなり大きな負圧が発生しており、このような例は過去の実験においては、見られなかった現象であり、この原因については、さらに詳細な検討が必要と考えられる。

この負圧を軽減するには放水管の直管部における断面の絞りを増大すれば良いと考えられるが、問題点が出口の附近であるため、断面を絞る率はかなり大きなものにせねば効果が無いであろう。

しかしながら、本ダムの場合、放水管の出口の標高、入口の標高にかなりの制限があるので、あまり大きな設計変更は不可能である。また、放水管そのものもかなり不経済なものとなる上、危険の考えられる状態は異常洪水時にしか発生しない。その異常洪水時においても放水管を全開せずに操作すれば負圧の発生は起こらない。(ゲートをわずかに閉めれば管内は完全に正圧になる)。

異常洪水量の放流能力については、堤頂越流部との関係があるので、のちに再検討することにし、一応ここでは、「ゲートを全開操作しないことを条件に設計案として採用してさしつかえない」ものとする。

§ 4 放水管水脈落下位置の検討

本ダムの場合、放水管からの落下水脈は、下流右岸側に設計されているプラグ部に衝突することが予想され、プラグあるいはダム本体に悪影響を与え

ることが懸念される。

そこで水脈の落下位置を正確に知るため、次のような実験を行なった。

- a) 水脈の軌跡測定
- b) 水脈の拡がり巾測定
- c) 水脈の集中度測定

この3つの実験の結果を考察し、

- d) 水脈の落下位置の検討

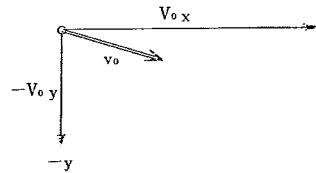
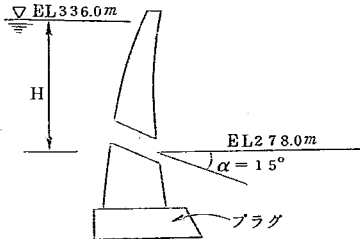
を行った。

i) 水脈の軌跡測定

水脈の軌跡は全開操作した場合、自由落下の法則から、次のようにして求めることが出来る。

物体の曲線運動公式より

$$\begin{cases} x = V_{0x} \cdot t \\ -y = -V_{0y} \cdot t - \frac{1}{2} g t^2 \end{cases}$$



t を消去すると

$$-y = \frac{-V_{0y}}{V_{0x}} x - \frac{g}{2V_{0x}^2} x^2$$

ここで $-\frac{V_{0y}}{V_{0x}} = -b$, $\frac{g}{2V_{0x}^2} = a$ とおくと

$$a x^2 + b x - y = 0$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 + 4ay}}{2a}$$

初速 v_0 は下式であらわされる

$$v_0 = c\sqrt{2gH}$$

したがって

$$\begin{cases} V_{0x} = v_0 \cdot \cos \alpha = \cos \alpha \cdot c\sqrt{2gH} \\ V_{0y} = v_0 \cdot (-\sin \alpha) = -\sin \alpha \cdot c\sqrt{2gH} \end{cases}$$

$$a = \frac{g}{2V_{0x}^2} = \frac{1}{4 \cos^2 \alpha \cdot c^2 \cdot H}$$

$$b = -\frac{V_{0y}}{V_{0x}} = \tan \alpha$$

本ダムの場合，EL. 260.0 m面を考えて落下位置を求めると次のようになる。

$$H = \text{EL} 336.0 \text{ m} - \text{EL} 278.0 \text{ m} = 58.0 \text{ m}$$

$$\alpha = 15^\circ \quad \cos \alpha = 0.9659258$$

$$\cos^2 \alpha = 0.9330127$$

$$\tan \alpha = 0.2679492$$

$$c = \text{流出係数} = 0.98 \text{ (実験値)}$$

$$y = \text{EL} 278.0 \text{ m} - \text{EL} 260.0 \text{ m} = 18.0 \text{ m}$$

$$a = \frac{1}{4 \times 0.933 \times 0.98^2 \times 58.0} = 0.0048$$

$$b = 0.2679$$

$$x = \frac{-0.2679 \pm \sqrt{0.2679^2 + 4 \times 0.0048 \times 18.0}}{2 \times 0.0048} = 39.4 \text{ m}$$

梅雨期制限水位の時

$$H = \text{EL} 292.0 \text{ m} - \text{EL} 278.0 \text{ m} = 14.0 \text{ m}$$

$$c = 0.95 \text{ (実験値)}$$

$$a = \frac{1}{4 \times 0.933 \times 0.95^2 \times 14.0} = 0.0212$$

$$x = \frac{-0.2679 \pm \sqrt{0.2679^2 + 4 \times 18.0 \times 0.0212}}{2 \times 0.021} = 23.5 \text{ m}$$

次にゲート半開操作時の水脈落下位置について検討する。

半開操作時には水脈はかなり下方に向けられるが、その角度を θ とする全開時の場合を参照して次の式が成立する。

$$\frac{1 + \tan^2 \theta}{4G^2 H} x^2 + \tan \theta \cdot x - y = 0$$

x の値が与えられた場合には θ は次式で求められる。

$$\tan \theta = \frac{v_o^2 + \sqrt{v_o^2 (v_o^2 + 2gy) - g^2 x^2}}{gx}$$

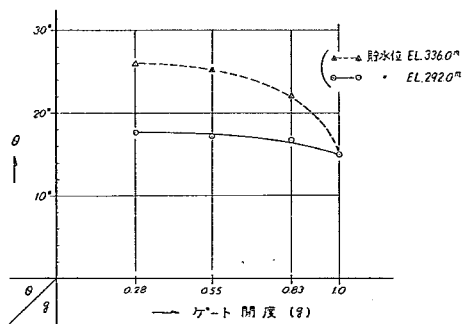
ゲート全開時および開度を 1.0, 2.0 および 3.0 m の 3 種に変化させて放水管からの放出水脈の軌跡を測定した結果を図-18 および表-7 に示す。さらに、この結果からゲート半開時について計算によって算出した θ の値を表に示す。この場合、 x の値は EL 260.0 m の平面における水脈の中心の位置を測定した。なお、 v_o はゲート開度と流量から算出した。

$$v_o = \frac{Q}{A}$$

		EL. 292.0 m			EL. 336.0 m		
G	$g = \frac{G}{G_o}$	x	v_o	θ	x	v_o	θ
1.0	0.28	18.2	12.1	17°39'	24.4	24.3	25°58'
2.0	0.55	18.8	12.5	17°17'	25.0	24.7	25°22'
3.0	0.83	18.9	13.5	16°40'	29.1	27.9	22°04'
全開	1.0	22.9	15.43	15°	38.1	32.7	15°

このうちゲート開度と θ の関係を図-19 に示す。

図-19 ゲート開度～ θ 関係図



ii) 水脈の拡がり角の測定

本ダムの放水管出口に設けられる高圧ゲートの型式は、パーティカルリフトゲートが計画されているが、この型のゲートを高水頭下で半開操作する場合、ゲート下端より噴出した水脈は、その支配断面の直下流で急激に拡がる。その拡がり角について検討することとした。

ゲート開度 1 m, 2 m, 3 m, 全開について、貯水位を EL.292.0 m および EL.336.0 m の 2 種に変化させ放出水脈の軌跡を測定した。その結果を表-9 および図-20 に示す。この場合しぶきと見られる部分は測定の対象としなかった。その結果水脈はほとんど直線状に拡がっていることがわかる。

その拡がる角度を求めたものを次表に示す。

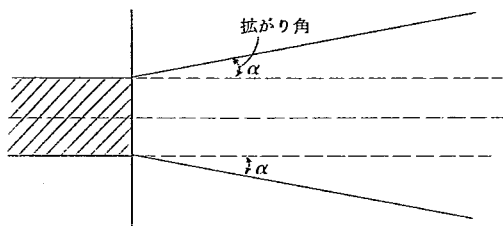


表-10 拡がり角 α の値

開 度	G	1.0 m	2.0 m	3.0 m	全 開
貯水位	g	0.276	0.552	0.829	1.0
EL 292.0		11°30'	14°15'	10°	3°
336.0		12°30'	14°15'	11°45'	3°

これによると開度 2.0 m で最も拡がり，その時の拡がり角は 14°15' である。なお，これを図に示せば図-21 になる。

2 種の貯水位について比較した場合はゲート開度が等しい場合はほぼ拡がり角も等しいことがわかる。

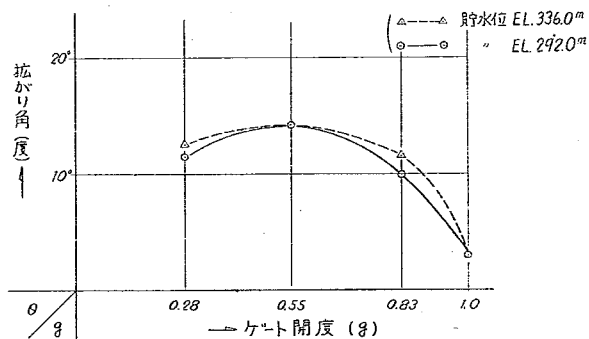
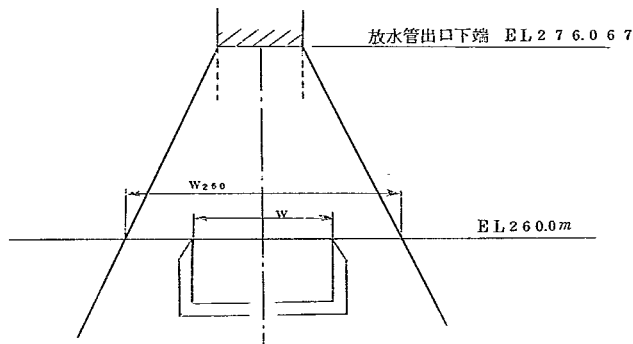


図-21 放水管ゲート開度～拡がり角関係図

iii) 水脈の集中度の測定

放水管からの放出水脈は，ii) の結果 14°前後拡がることが分かったが，この拡がった水脈の端の方の持つエネルギーはどんなものであるか。「主水脈」と考えられる所はどこまでであるか，などを検討するため，次の方法で，水脈の「集中度」を測定した。

この場合の集中度とは，任意の巾の間を流下する流量と全流量との比であらわすこととする。



E.L. 260.0 m の面を基準面にとり、この面において水脈の中心に対称に考えた w の巾の中に全体の流量 (Q_0) の何%が含まれているか、($= Q/Q_0$) を測定した。 Q は測定巾 w 内の流量である。この時ゲート開度は、全開、0.5、1.0、1.5、2.0、2.5、3.0 の 7 種とした。

この結果を表-11 および図-22 に示す。

w_{260} は E.L. 260.0 m 面の水脈の拡がり巾であり、ii) の拡がり角の測定点と同じ点である。

w/w_{260} の値が 1.0 の場合には、 Q/Q_0 の値が 1.0 になるはずであるが、やゝ小さい値を示しているが、これは水脈の一部がツブキとなって飛んだ量と考えられる。

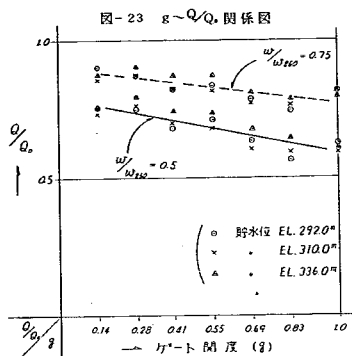
この曲線の性質は、グラフ上に 45° の直線に示された場合に水脈は横断面が長方形となっている事を示し、

この 45° の直線から上方にふくらむほど、両端に向って水脈の厚さが薄くなっていることを示す。

これによると、ゲート開度の小さいほど曲線は上に凸になっており、端の方の流量が比較的小さいことを示しているが、貯水位の変化はあまり影響がないようである。水脈はその巾全体にわたってかなり平均的な分布を示しており、端の方であるからといって必ずしも無視することは出来ない。

この結果から各ゲート開度について $w/w_{260} = 0.75$ および 0.5 に対する Q/Q_0 の値を求め、図示したものを図-23 に示す。

これによるとゲート開度が小さいほど一定の w/w_{260} に含まれる流量が大きくなっており、水脈の端の方の流量が相対的に小さいことがわかる。



IV) 水脈の落下位置の検討

350 m^3/s 一定量放流時のゲート開度、落下キヨリ、振り角を次表に示す。

表-12

貯 水 位	ゲ ー ト 開 度		落下キヨリ	振り角
	G	g		
EL. 292.0 m	3.46 m	0.95 %	20.0 m	10° 00'
300.	2.95	0.81	20.9	10° 45'
310.	2.55	0.70	22.0	11° 43'
320.	2.29	0.63	23.15	12° 40'
330.	2.11	0.58	24.3	13° 40'
336.	2.00	0.55	25.0	14° 15'

この位置を平面図に入れ検討した結果を図-24に示す。

水脈の落下する位置附近の導流壁は水叩面から EL. 263.0 m の高さまで、1割程度の勾配で傾いており、その上に階投状のステップが設けられている。水平なステップ面上に直接主水脈が落下することは、ダム構造上

おもわしくないが、実験の結果によれば、このようなことは起らず、水脈は、傾斜面に落下することが予想される。

ところで、計画放流量 $350 \text{ m}^3/\text{s}$ を放流する場合は水溝池内には E.L. 260.0 m 程度の背水位があり、これ以下の導流壁には、ほとんど悪影響はないと考えられ、E.L. $263.0 \text{ m} \sim \text{E.L. } 260.0 \text{ m}$ の範囲の導流壁が直接水脈の攻撃を受けることになるが、この範囲は水脈の端の方であり、また 1 割程度の勾配がついているので、直接導流壁が受ける力はかなり軽減されるであろう。

第 7 章 堤頂越流部の検討

§ 1 実験目的

堤頂越流部については次の項目について実験を行った。

- 1) 放流能力および貯水位～流量関係の測定
- 2) 越流面圧力の測定
- 3) 水面形の測定

なお、この実験は堤頂越流部 1 門のみの縮尺 1/25 の抽出模型を使用して実施した。

§ 2 放流能力および貯水位～流量関係の測定

i) 自由越流時の貯水位～流量関係の測定

ゲートを全開にして貯水位を種々変化させ、越流水深と流量の関係を測定した。

この結果は表-13および図-25に示すとおりである。

下笠ダムの異常洪水位 E.L. 336.0 m の必要放流能力は、異常洪水流量 2040 m³/s—放水管最大放流量 800 m³/s (実験結果) = 1240 m³/s であるが、実験結果貯水位 E.L. 336.0 m における放流能力は 1365 m³/s であり、必要放流量より約 10% 多く、この形状で設計条件を十分満足出来る。

自由越流時の越流係数 c は次式によって計算した。

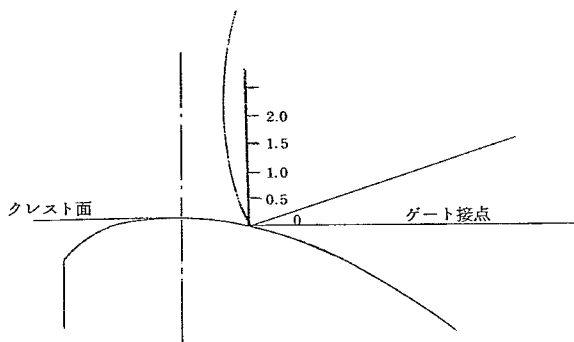
$$c = \frac{Q}{B H^{\frac{3}{2}}}$$

c ; 越流係数
Q ; 自由越流量 (m³/s)
B ; 径間幅 = 12.0 m
H ; 堤頂 (クレスト面) を基準面とする越流水頭 (m)

この式により求められた越流係数 c と越流水頭 H の関係を表-13および図-26に示す。

ii) ゲート操作放流時の貯水位～流量関係の測定

ゲート開度は下図に示すようにゲート接点を o とし、鉛直方向に 0.5 m 間隔 (標高差) で 3.5 m まで 7 ケースについて水位と流量の関係を測定した。



この結果を表-13および図-25に示す。

なお図-25において、ゲート全開時の曲線とゲート半開時の曲線とが接していないのは、次のような理由による。

越流水深を H と表わせばクレスト附近の水深はほぼ $0.7H$ 程度になるから、ゲート開度がそれ以上であれば、流れの状態は物理的に自由越流状態となり、それ以下ではゲート半開放流状態となる。しかし、この兩者の間には、遷移的な状態があり、その流出特性については、まだはっきりと把握されていない。

この遷移区間では同一の貯水位を与えても自由越流状態になる場合とゲート半開放流状態になる場合（この場合には流出量が減少するため、貯水位はすぐに上昇を始める）とがあり、貯水位と流量の関係をつかむことが出来ない。この2種の流れの状態のどちらを生ずるかは、ゲート操作条件、貯水位の条件、あるいは水脈上に発生する小さな波などによって支配されるため、任意に流況を操作することは不可能である。

測定結果から貯水位を 1 m 間隔に変化させた場合の流量とゲート開度の関係を求めたものを図-27と示す。

§ 3 越流面圧力の測定

越流面の形状の適否を検討するため越流面の中央に測線を設けて圧力の測

定を行った。

この時の貯水位は常時満水位 $EL\ 336.0\ m$ ，ゲート開度は，全開， $0.5\ m$ ， $1.0\ m$ ， $1.5\ m$ の4種とした。

測定の結果を表-14および図-28に示す。

これによると， $Na\ 8 \sim Na\ 10$ の範囲で負圧の発生が見られるが，その値は非常に小さく，底面の安全性に影響はないと考えられる。

§ 4 越流水面形の測定

堤頂構造物の位置の安全性を検討するため，異常洪水時における越流水脈の水面形を測定した。

その結果を表-15および図-29に示す。なお測線は1径間内について左岸側，中央，右岸側の3本とした。

ダム設計基準によると越流水面上の構造物の高さの余裕は「計画洪水流量を余水吐から放流する場合構造物の下端は，水面より少なくとも $1.5\ m$ 以上の余裕がなければならない，異常洪水流量に対しては，流れが構造物に直接当たらないように余裕を持たせねばならない」とある。

測定の結果異常洪水時においてゲートを全開した状態の水脈に対して，ゲートピンの位置と水面とのキヨリが $1.4\ m$ であり，設計基準を満足している。

計画洪水流量放流時は越流部は半開操作状態にあり，堤頂構造物の位置の安全性には問題ない。

第 8 章 減 勢 工

§ 1 実験目的

減勢工に関する実験の目的は次の各項目についての資料を収集することである。

- i) 必要水褥池水深の決定 (必要副ダム高の決定)
- ii) 副ダム形状の検討

§ 2 必要水褥池水深の決定

必要水褥池水深を決定する基礎資料として従来、当研究室で行って来た方法は、底面に働く動水圧 P_d を考える時、この P_d の絶対値及びその集中度に着目し、これ等の値を一定限度内に押えることである。

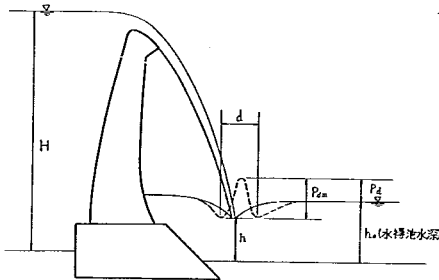
その数値は以下の通りである。

$$P_d \leq 3.0 \text{ (} m \text{ 水柱)}$$

$$P_d / d \leq 1.0$$

記号は次図参照

図-30 水褥池諸元説明図



さらに、川俣ダム水理模型実験で最大動水圧と水褥池水深 (h_o) の関係を求め、 $P_d / h_o \leq 1.0$ の条件を満足すれば水褥池は安定した流況を示すという結論を得ている。
($P_d / h_o \leq 1.0$ の範囲内では水深が変動しても最大動水圧は変動しない) したがって、本ダムの場合上記の 3 つの条件について考慮することとする。

水褥池水深を規定する方法としては、副ダム設置予定位置に 1 m 毎に自由に変えられる角落しを設け、高さを 7 m, 8 m, 9 m, 10 m に変化させて、その背水位によることとした。

流量条件は次の3種とした。

- i) $420\text{ m}^3/\text{s}$ (計画放流量 $350\text{ m}^3/\text{s}$ の20%増, 水褥池設計対象流量)
- ii) $726\text{ m}^3/\text{s}$ (常時満水位における放水管全開放流量(計算値))
- iii) $2040\text{ m}^3/\text{s}$ (異常洪水流量)

なお, ii) $726\text{ m}^3/\text{s}$ および iii) $2040\text{ m}^3/\text{s}$ については, 下流に予定されている松原ダムの貯水位(台風期制限水位 $\text{EL}269.0\text{ m}$, 常時満水位 $\text{EL}273.0\text{ m}$)を考慮に入れて検討することとした。

圧力の測定は, 図-31に示す水褥池底面に測線1~11およびa~kを設け, その交点について行った。

なお図-31中の底面の測点21~23, 31~38, 41~48および左岸側導流壁の測点については「副ダム断面形状の可否の検討」の項で後述する。

測定の結果を図-32, 表-16に示す。この測定結果から測線a, b, c……について測線中の最高圧力値を求め, これについて動水圧値, 圧力集中度(P_d/d)および, 動水圧と静水圧の比(P_d/h_o)と角落し高との関係を求めた。その結果を表-17および図-33に示す。

さらにこの結果から各測線上におけるそれぞれの最高値を角落し高についてまとめたものを表-18および図-34に示す。

この表において, h_o , P_d に対して h , P_{dm} を計算したのは, 水脈落下位置における水位(h)は下流で測定した水位(h_o)より小さな値を示しており, この値を落下位置における静水圧値に等しいとくと相対的に動水圧は大きな値となる($P_d \rightarrow P_{dm}$)。従来の必要水褥池水深決定の基礎資料は, h_o , P_d に対するものであり, ここであらためて, h , P_{dm} を考える必要はないが, 一つの資料として計算したものである。

この結果, 流量 $420\text{ m}^3/\text{sec}$ に対しては, 角落し高7mでも条件を満足している。また, 流量 $726\text{ m}^3/\text{sec}$ に対しては, 角落し高8mではほぼ満足しており $2040\text{ m}^3/\text{sec}$ に対しては, 松原ダム貯水位 $\text{EL}269.0\text{ m}$ を考慮すればほぼ満足である。

以上を判断すると, 水褥池設計対象流量である $420\text{ m}^3/\text{sec}$ に対しては, 角落し高7mで良いが, 整形した副ダムを採用した場合は, 越流係数が大きくなり越流水深が減少して背水位が下がることが予想される(約0.5~1.0

m)。また従来のダムの設計例はいずれも平面的に見た場合に整形された水褥池についてのものであり、本ダムのように水褥池内に構造的に重要な山腹が突出しているという特殊なケースについては安全を考慮して余裕をみておく必要がある。このため従来、水褥池水深を検討する際に考えた下流水深 h_0 (図-30 参照) だけでなく、実際に水脈が落下する位置の水深 h についても検討を行ったわけであるが、この結果、設計対象流量 $420 \text{ m}^3/\text{sec}$ の場合に落下位置における動水圧より小さくするためには 8 m の角落し高が必要になる。この値は、 h_0 から求められた値より 1 m 大きいのが水褥池の不整による余裕を考えて、この値を採用することとする。

この値に整形した副ダムを設置した場合の背水位の低下分を約 1 m と考え、副ダム高として、最終的に 9 m に決定し、この可否についてはあらためて実験によって検証することとする。

§ 3 副ダム形状の検討

必要水褥池水深を確保する副ダム高は § 2 の結果 9 m であるので、これをもとに断面形状を設計した。ここで副ダムの断面形状として基本的に台形を考え、天端上下流端隅角部附近に発生すると予想される負圧を軽減するために適当な円弧を隅角部に設けるものとする。

設計した副ダム断面形状を図-35 に示す。(設計のために角落しについて上流壁面の圧力を測定した結果、動水圧は認めることができず、ほとんど静水圧に等しいことが判明したのでこれにもとづいて断面を設計した。)

この副ダムについて次の項目に関する実験を行った。

- a) 水褥池底面圧力の検証
- b) 副ダム断面形状の可否の検討
- c) 副ダム下流部の流況に関する検討

なお、この副ダムはのちに最終案として採用されることになったので、これまで使用した角落しと区別するため、以下最終案副ダムと呼ぶこととする。

i) 水褥池底面圧力の検証

最終案副ダムを設置した場合の水褥池底面圧力値を実験によって測定した

結果を表-19および図-36に示す。この時の流量条件は前回と同様、420, 726および2040 m³/secの3種とし、後の2種については松原ダムの貯水位を考慮した。

なお、測定は図-31に示す全測点について行った。この中には底面の21~23, 31~38, 41~48および左岸側導流壁面上の測点が含まれている。

前者は最終案について堤頂越流部および放水管からの水脈が落下する位置の圧力を詳細に知ろうとするためのものであり、後者は堤頂からの水脈が直接導流壁の傾斜面上に落下するのでその位置の圧力を測定するため、および放水管からの水脈が潜流となって左岸側の山腹の突出部に当る様子が観察されたのでその点の圧力を測定するために設けたものである。

この結果から水堀池底面で測定された最高圧力値について前回と同様な整理を行うと表-20となり、各流量条件についていずれも設計条件を満足していることが確認された。

導流壁面の圧力測定結果を表-21に示す。

これによると導流壁に作用する動水圧はごくわずかであり、(アの点は鉛直方向の圧力を測定している)ほとんど問題にするに足らず、設計施工の際に配慮すれば充分であるといえる。

ii) 副ダム断面形状の可否の検討

減勢工設計対象流量は420 m³/sec (計画放流量350 m³/secの2割増)であるが、各種の放流条件について検討するため、下記の5種の水利条件について実験を行った。

放流量

- a) 350 m³/sec (計画放流量)
- b) 420 m³/sec (減勢工設計対象流量)
- c) 726 m³/sec (常時満水位における放水管全開)
- d) 1700 m³/sec (計画洪水量)
- e) 2040 m³/sec (異常洪水量)

断面形状の検討のため、図-35に示されるように、副ダム中央の上流面から天端および下流面に、副ダム右岸側および左岸側の上流面について圧力

を測定した。

その結果を表-22に示す。

この結果副ダム天端下流側門孤下流端(測点番号10)において、各流量条件についていずれも、負圧が発生している。減勢工設計対象流量 $420\text{ m}^3/\text{sec}$ までは、上記の負圧は最大 -1.3 m であり、許容負圧 -3.0 m 以内にあるので支障はなく、常時満水位における放水管全開時放流量 $726\text{ m}^3/\text{sec}$ についても最大負圧 -2.0 m であり、安全であると考えられる。

計画洪水量 $1700\text{ m}^3/\text{sec}$ および異常洪水量 $2040\text{ m}^3/\text{sec}$ に対しては、下流水位を考慮しない場合にはそれぞれ最大負圧 -5.3 m および -6.6 m を示しており、さらにいずれの場合もバケットの下流端にも、許容負圧をこえる -3.9 m および、 -4.9 m という負圧が観測された。

しかし、これらの流量に対して松原ダムの貯水位を考慮すれば副ダムはこの水位の下に完全に潜ってしまうため負圧による危険性は全くない。又、副ダムの上流面に作用する圧力がほとんど静水圧に等しく副ダムを越流する水脈にも偏りなく水褥池内の流速や流向を変える必要はないと考えられ、したがってこれらの効果を期待するために考慮されていたシルは設置の必要がない。

Ⅲ) 副ダム下流部の流況に関する検討

本ダムの場合、副ダムの下流は下流の松原ダムの貯水池の中となるので下流水位が低下しない限り特に配慮する必要はないが一応減勢工設計対象流量の $420\text{ m}^3/\text{sec}$ が下流水位のない場合に流下した状態を想定して検討を行った。その結果、ダム地点における下流河道の水位～流量関係を考慮して実験による流況観察の結果、流下水脈はほぼ巻こみの状態を示していることがわかり、設計案として支障のないものであることを確認した。

第 9 章 結 論

以上で下笠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) 余水吐配置について

余水吐の配置は模型実験に採用した配置（第 3 案，第 2 章参照）でよいと考えられるが，流量条件によっては，水脈が当たると考えられる右岸側ブラグおよび左岸側導流壁の施工に際して配慮する必要がある。

ii) 放水管について

- a) ゲート全開状態における放流能力は梅雨期制限水位 E.L. 292.00 m で $37.8 \text{ m}^3/\text{s}$ であり，必要放流量 $35.0 \text{ m}^3/\text{s}$ に対して約 8% の余裕がある。
- b) 管内にはゲート全開時に梅雨期制限水位 E.L. 292.0 m でベルマウス終端に，また常時満水位 E.L. 336.0 m において直管終端のいずれも上面に許容値（ -3 m 水柱）をこえる負圧が発生する。したがって放水管の操作に際してゲート全開操作はさけた方がよい。
- c) ゲート全開時および半開操作時における貯水位と放流量の関係は表-5 および図-15 に示す。

iii) 堤頂越流部について

- a) ゲート全開状態における放流能力は常時満水位 E.L. 336.0 m で $136.5 \text{ m}^3/\text{s}$ あり，同じ貯水位における放水管のゲート全開時放流量 $80.0 \text{ m}^3/\text{s}$ と合わせて $216.5 \text{ m}^3/\text{s}$ の放流が可能である。
したがってこの貯水位における必要放流量（異常洪水量） $204.0 \text{ m}^3/\text{s}$ に対して約 6% の余裕がある。
- b) 堤頂越流部の断面形状はいかなるゲート操作状態においても許容値（ -3.0 m ）をこえる負圧は発生しないので空洞現象の危険性はない。
- c) ゲート全開時および半開操作時における貯水位と放流量の関係を表-13 および図-25 に示す。

iv) 減勢工について

- a) 減勢工設計対象流量として考慮した $42.0 \text{ m}^3/\text{s}$ （計画最大放流量 $35.0 \text{ m}^3/\text{s}$ の 20% 増）に対して減勢上必要と考えられる水褥池水深は 12.6 m であり，この水深を保つために必要な副ダム高は 9 m である。

b) 計画洪水量 $1.700 \text{ m}^3/\text{s}$ および異常洪水量 $2.040 \text{ m}^3/\text{s}$ を放流する場合は、下流の松原ダムの貯水位が台風期制限水位 $\text{EL. } 269.0 \text{ m}$ (水櫃池水深 22.0 m に相当する) 以上であれば充分な減勢効果を期待出来る。

あ と が き

本実験は篠崎試験所ダム水理実験場内で実施された。

その測定資料はかなりの量となり、全てを本報告書中に記載することは出来なかったが、それらについては当分の間篠崎試験所で保管する。

図-12(a) 放水管縦断面図

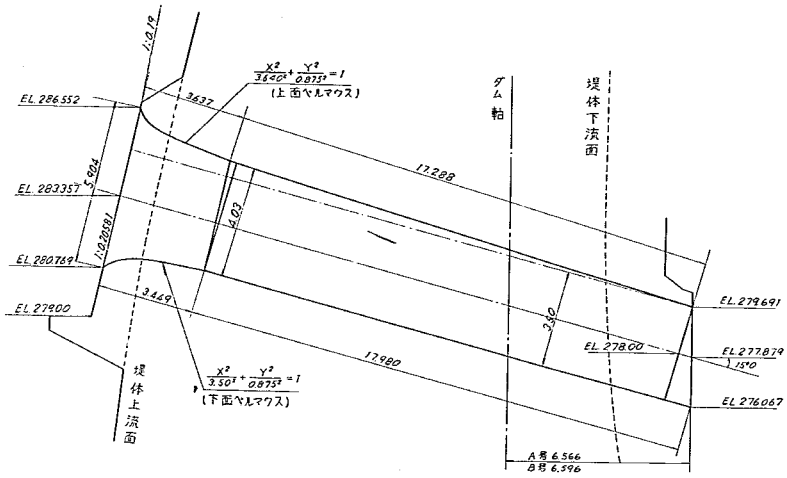


図-12(b) 放水管平面図

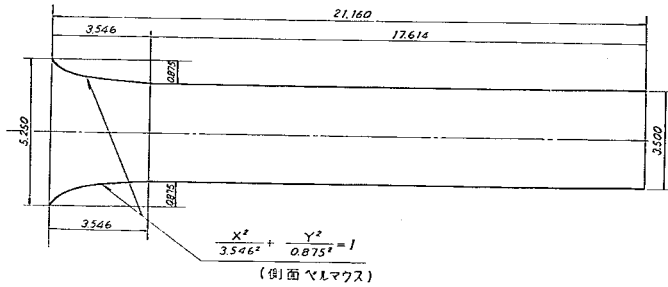


図-12(c) 放水管断面および圧力測定位置図(縦断)

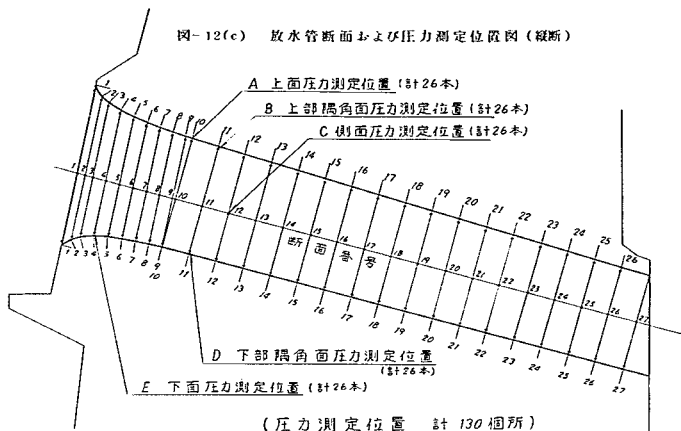


図-12(d) 放水管断面および圧力測定位置図(平面)

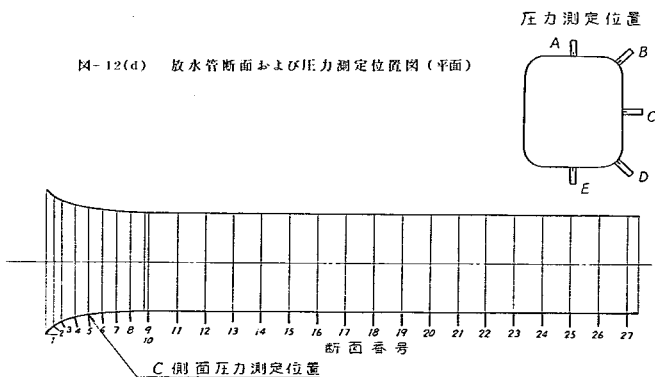


图-13(a) 髮頂越流部断面図

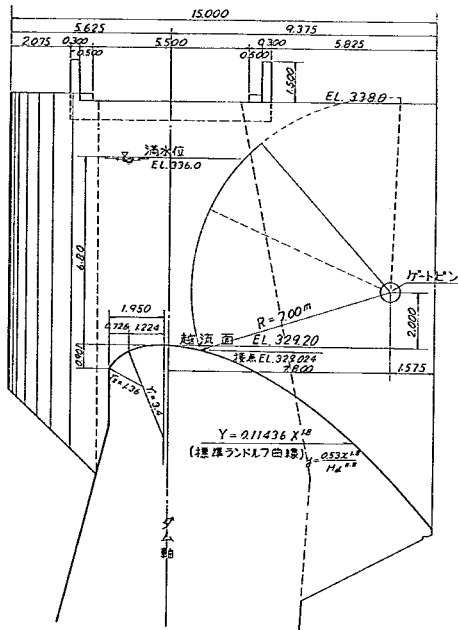


图-13(b) 堤顶越流部平面图

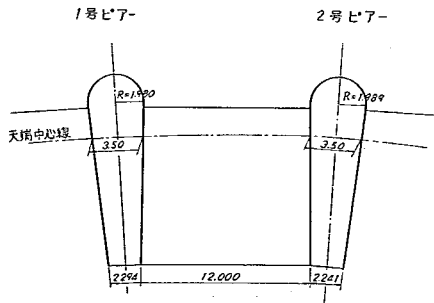


图-14 余水吐標準断面图

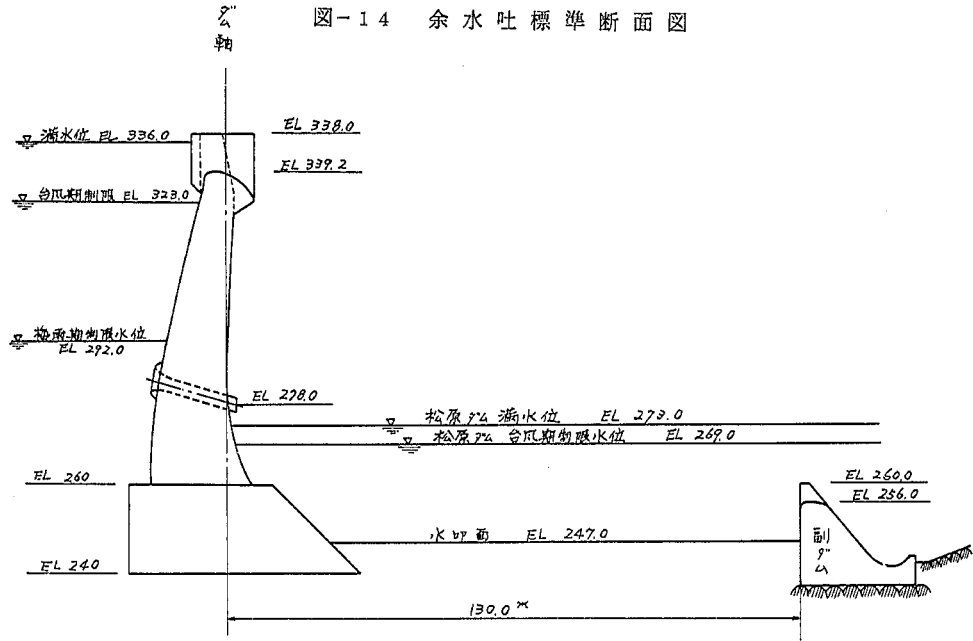


図-15 放水管貯水位-流量曲線図(1門当り)

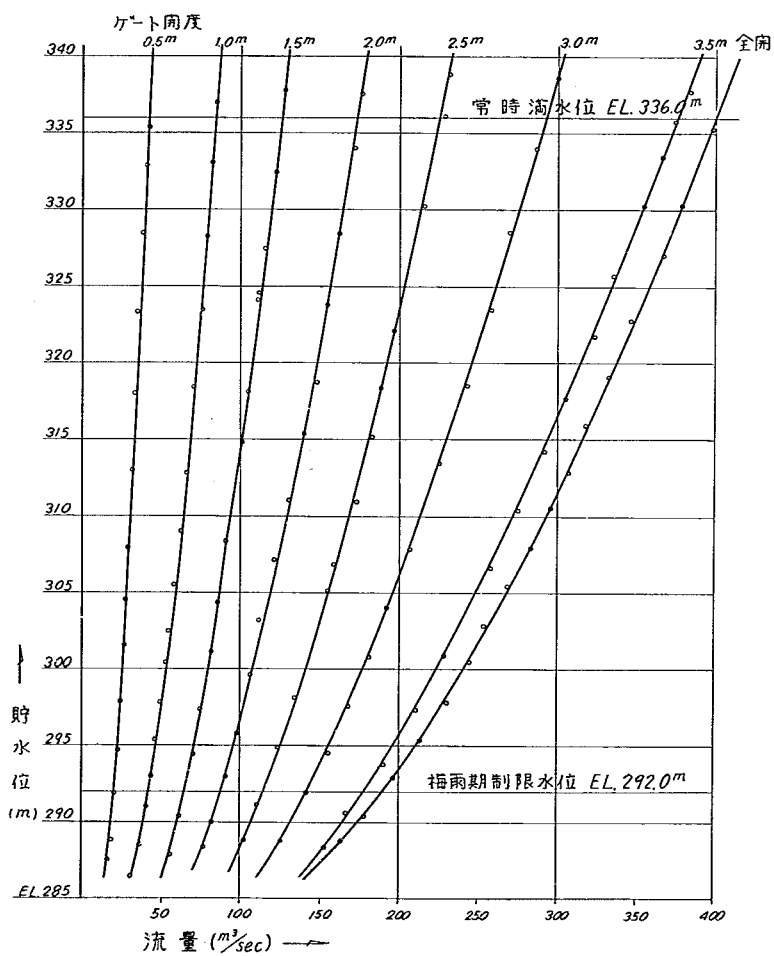


図-16 350 m^3/s 一定量放流のための貯水位～ゲート開度関係図

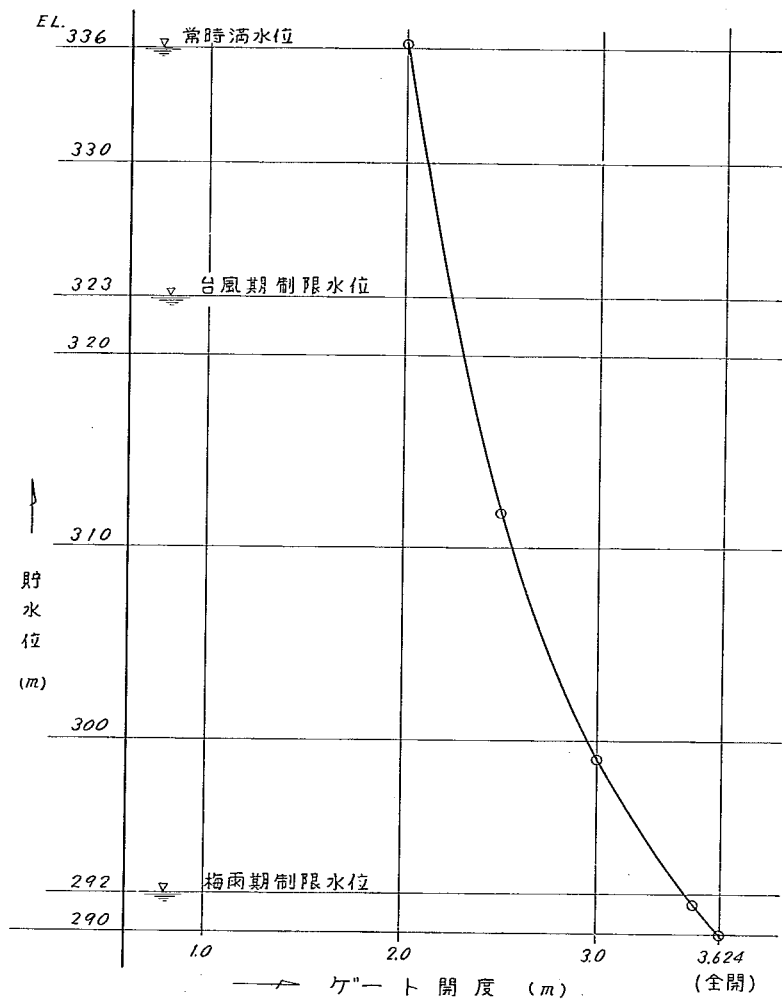


図-17(a) 放水管管内圧力分布図

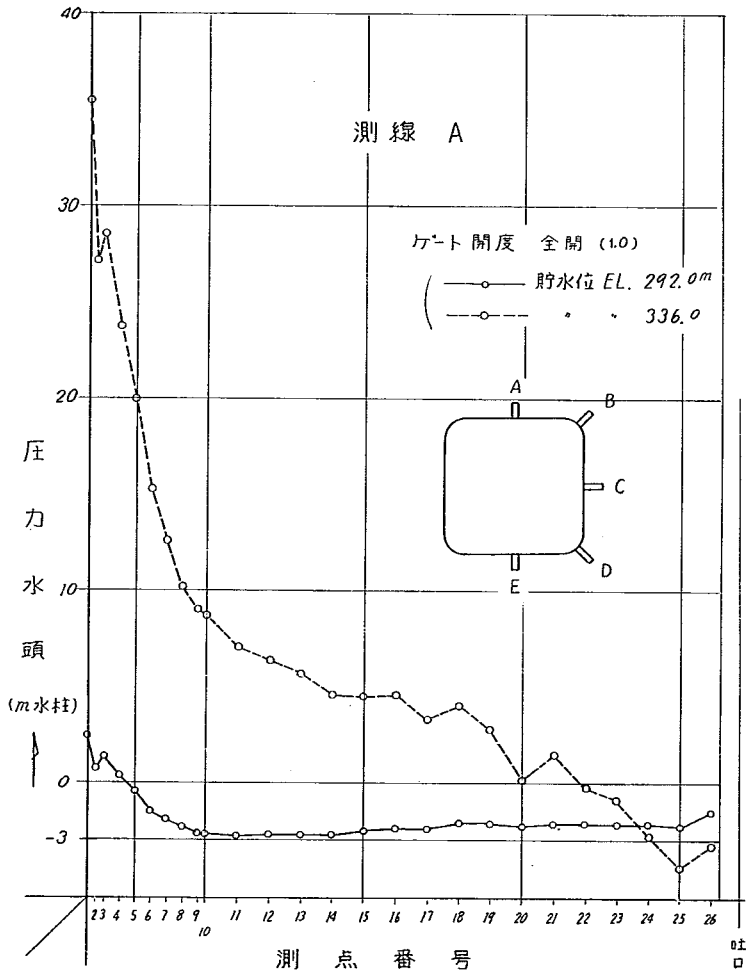


図-17(b) 放水管管内圧力分布図

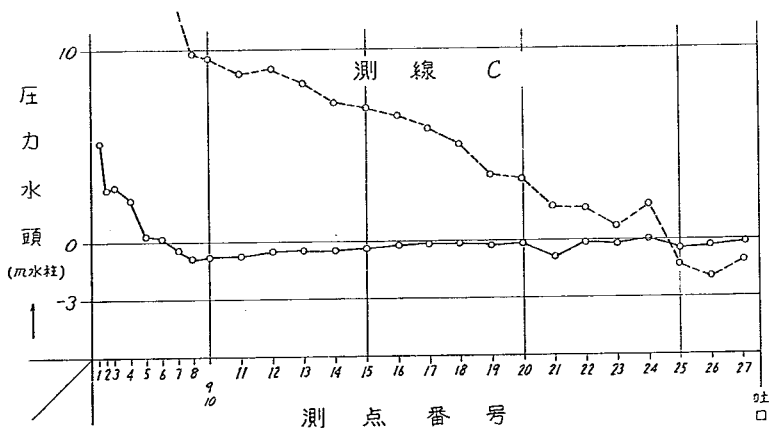
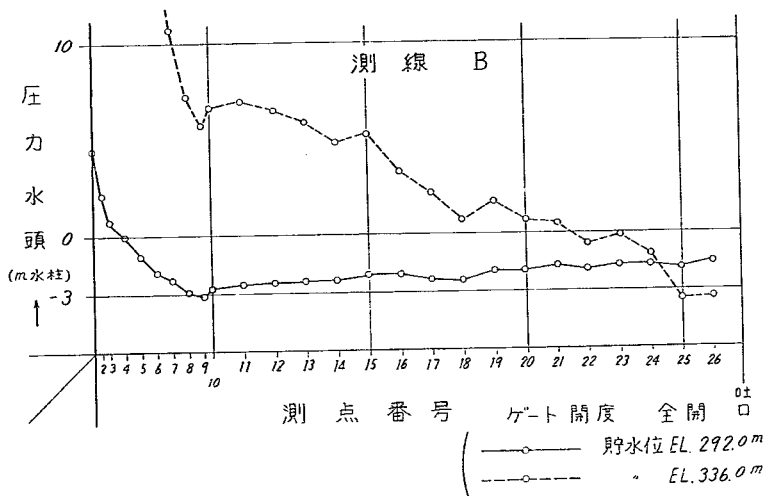


図-17(c) 放水管管内圧力分布図

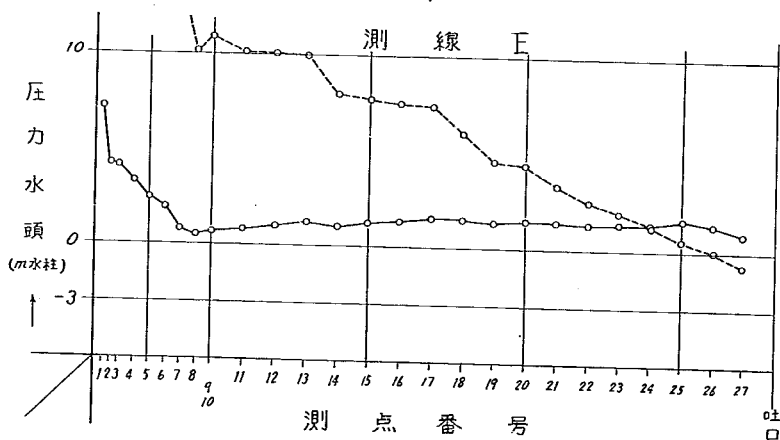
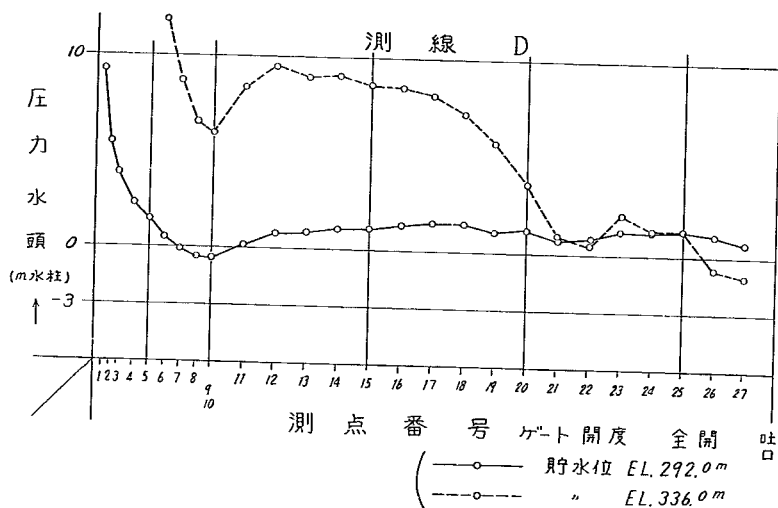
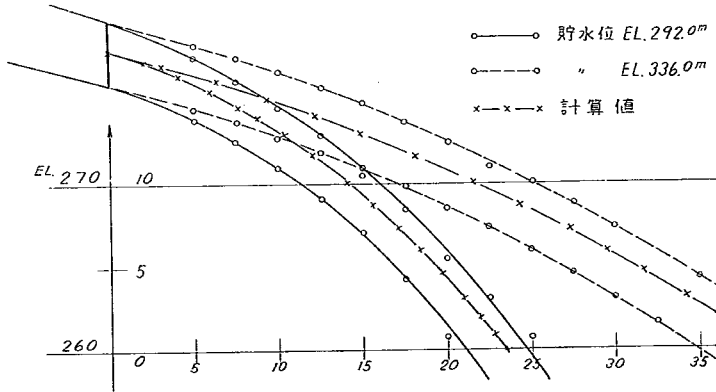


図-18(a) 放水管放水脈軌跡図(縦断)

ゲート開度 全開 ($g = 1.00$)



ゲート開度 3.0^m ($g = 0.83$)

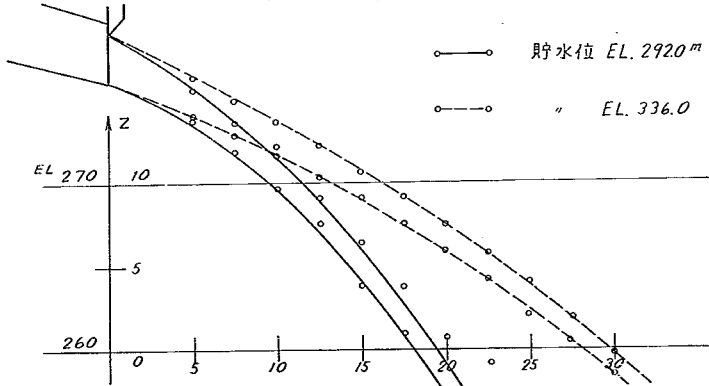


図-18(b) 放水管放出水脈軌跡図(縦断)

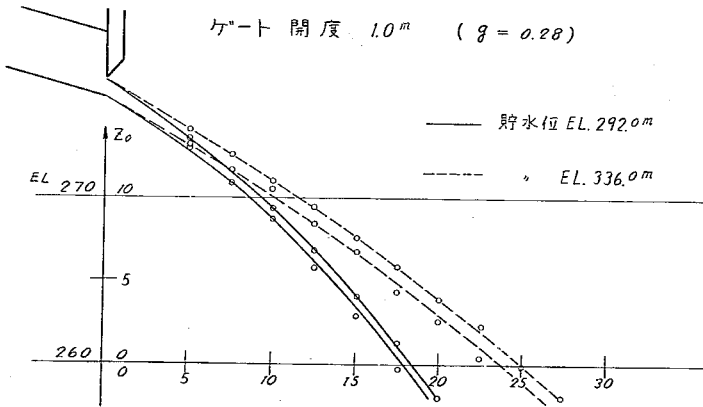
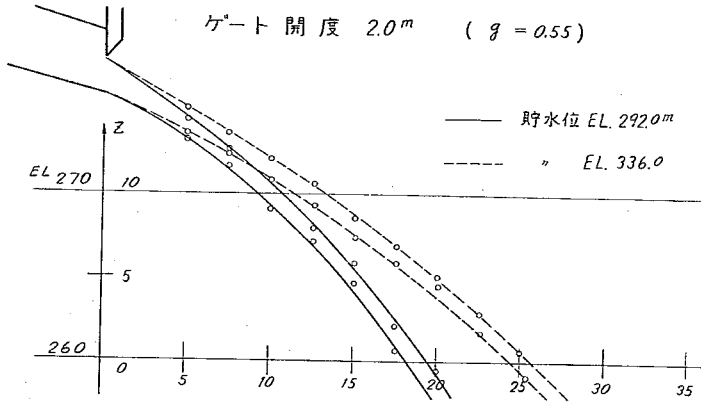


図-20(a) 放水管放出水脈軌跡図

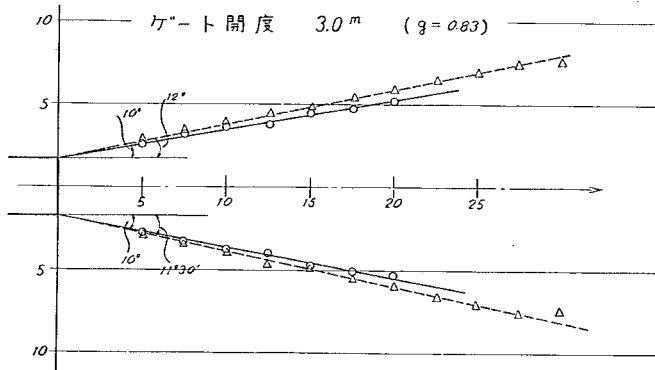
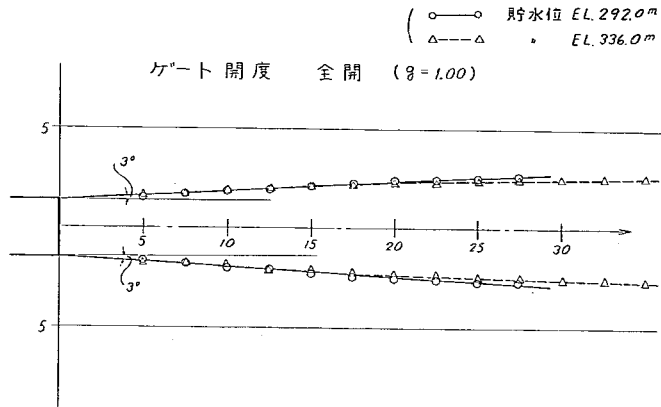


図-20(b) 放水管放出水脈軌跡図

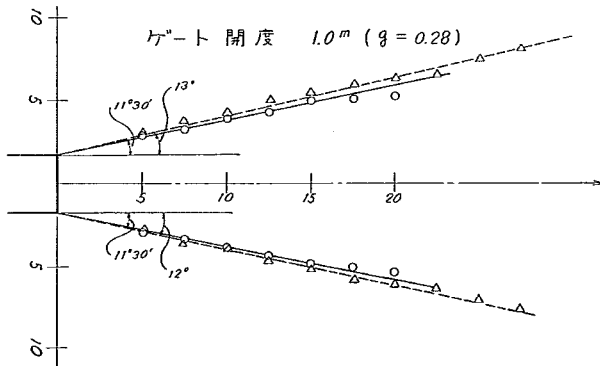
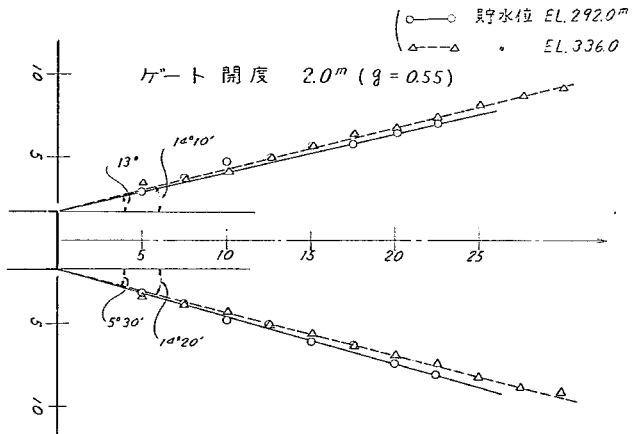
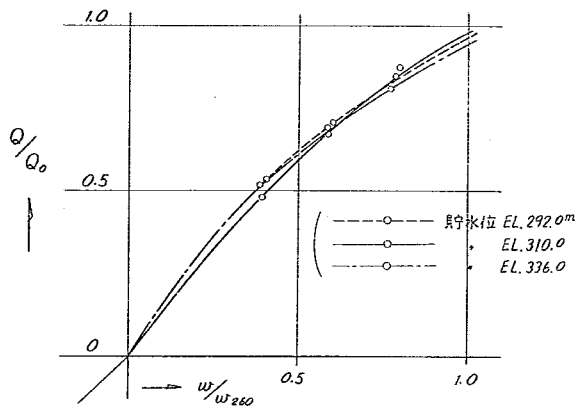


図-22(a) 水脈の集中度

ゲート開度 全開 ($g = 1.00$)



ゲート開度 3.0^m ($g = 0.83$)

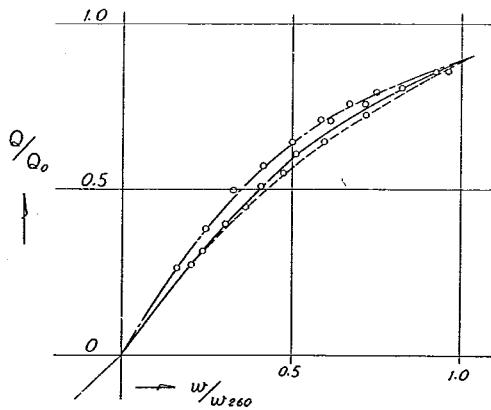
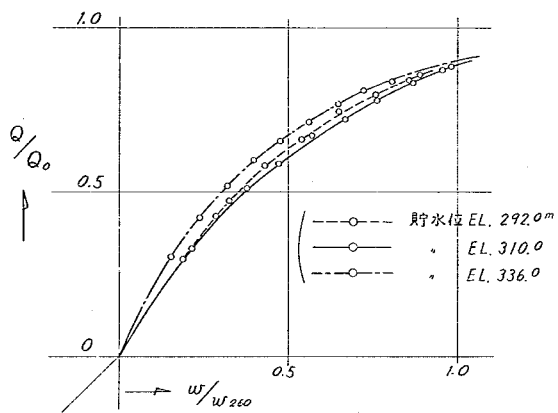


図-22(b) 水脈の集中度

ゲート開度 2.5^m ($g = 0.69$)



ゲート開度 2.0^m ($g = 0.55$)

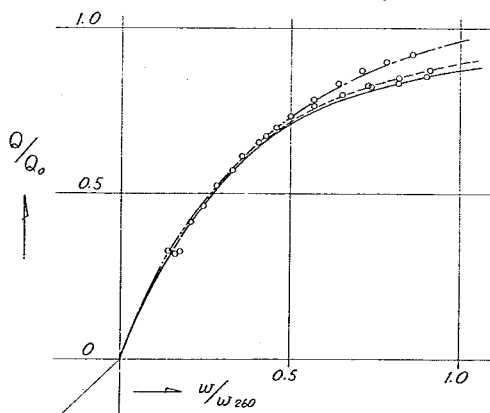
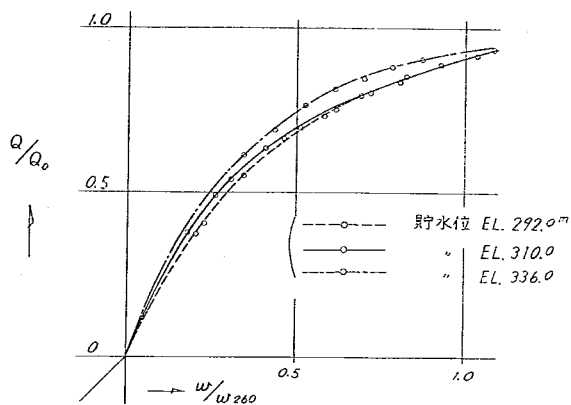


図-22(c) 水脈の集中度

ゲート開度 1.5^m (0.41)



ゲート開度 1.0^m ($g = 0.28$)

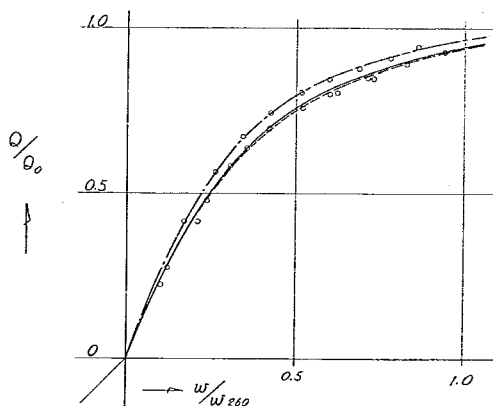


図-22(d) 水脈の集中度

ゲート開度 0.5^m ($\beta = 0.14$)

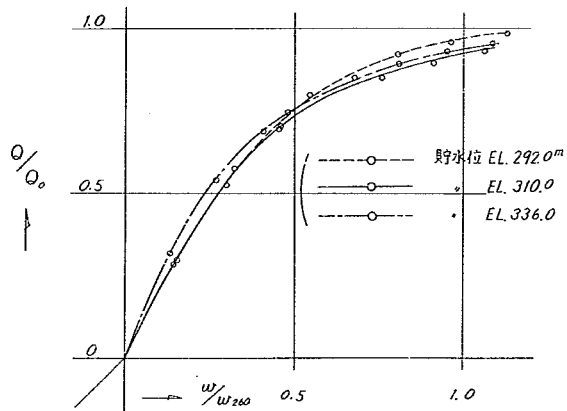
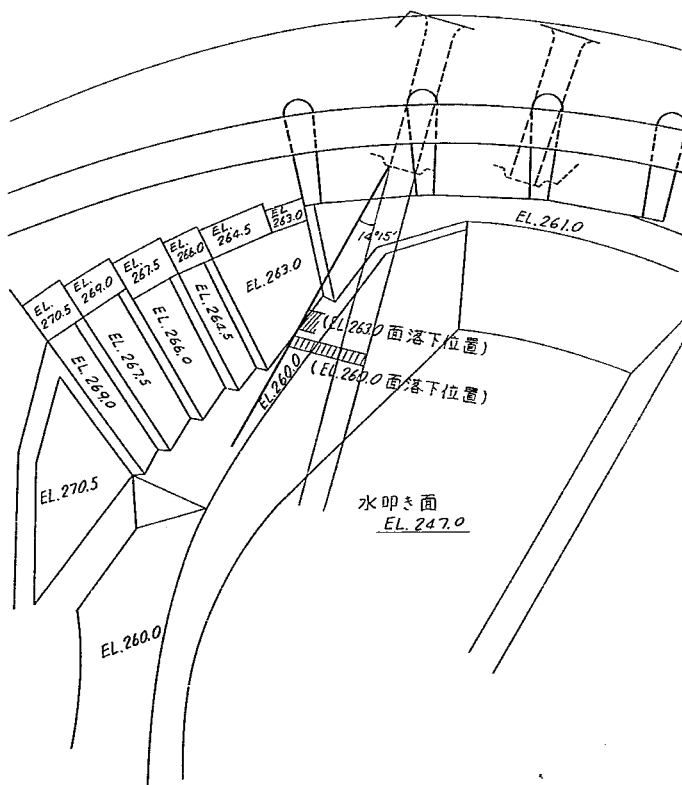


図-24 水脈の推定落下位置 貯水位 EL.336.0^m
 ゲート開度 20^m
 (拡がり角最大開度)



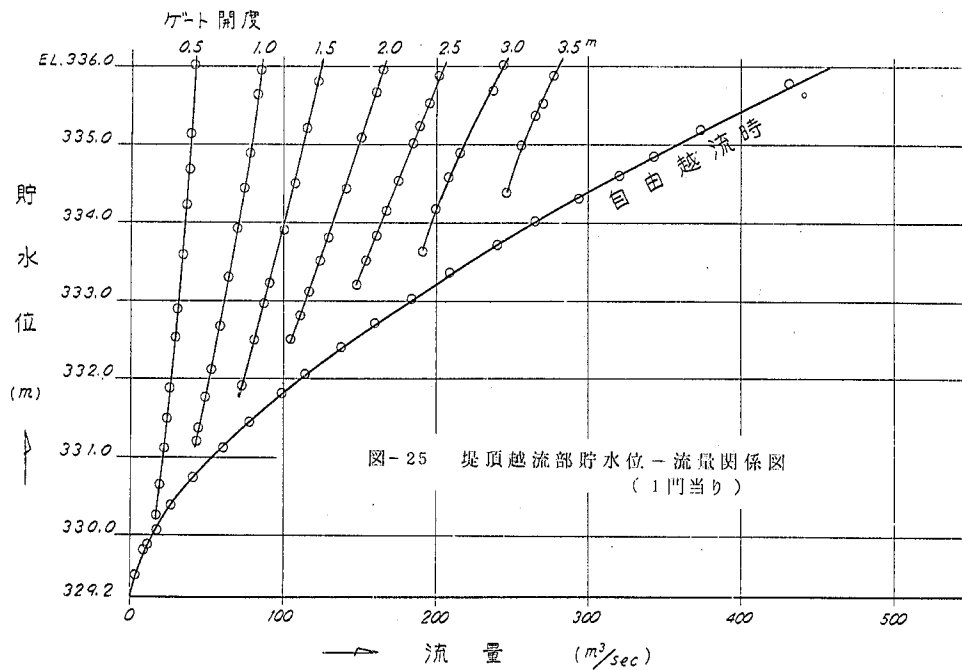
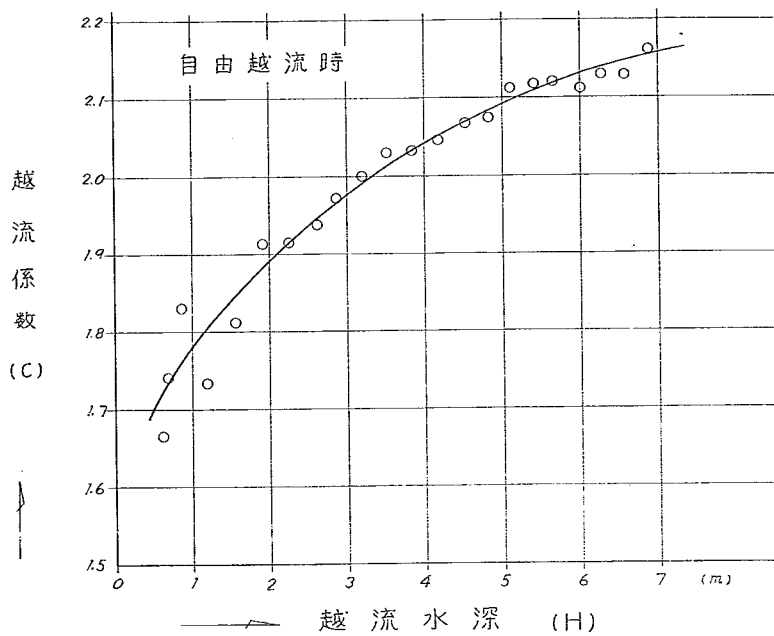


圖-26 堤頂越流部 越流水深 - 越流係數關係圖



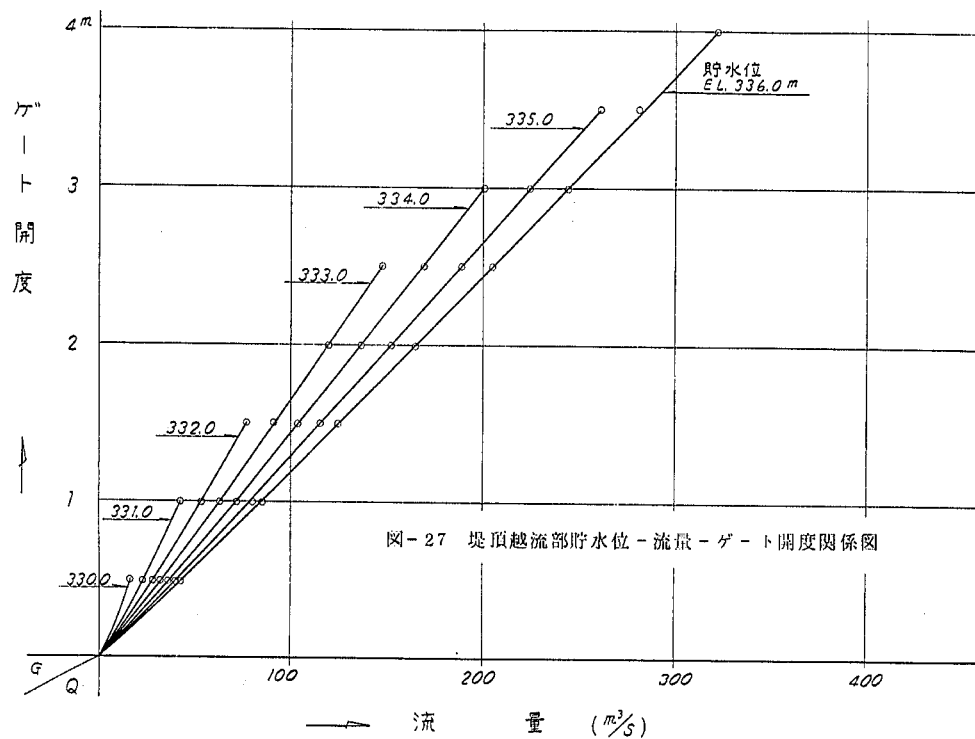


図-28 堤頂越流面圧力分布図

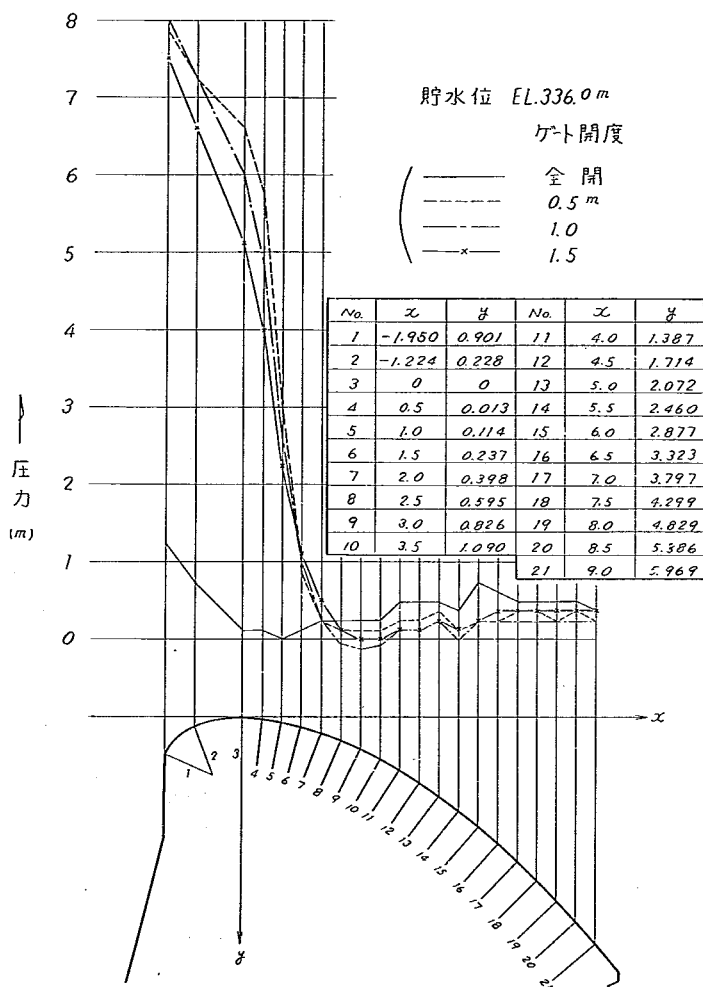


図-29 越流水面形図

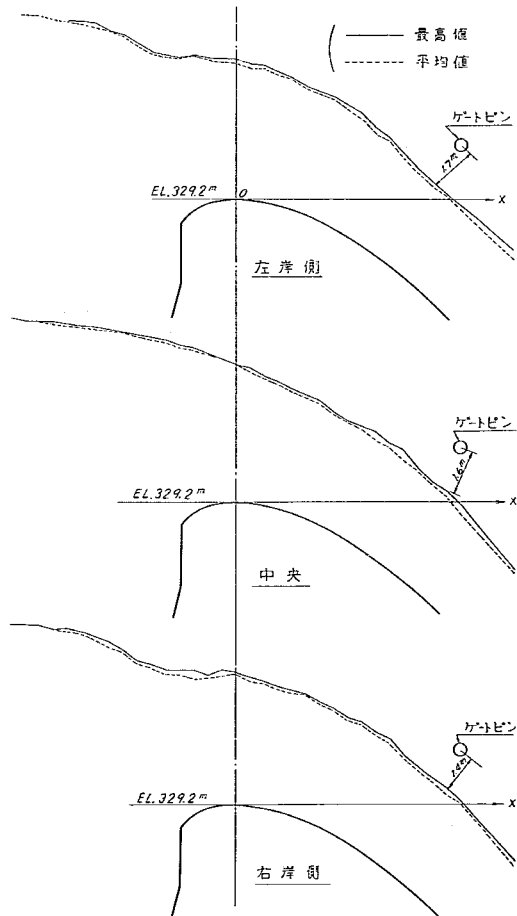


図-31 水海池圧力測定位置図

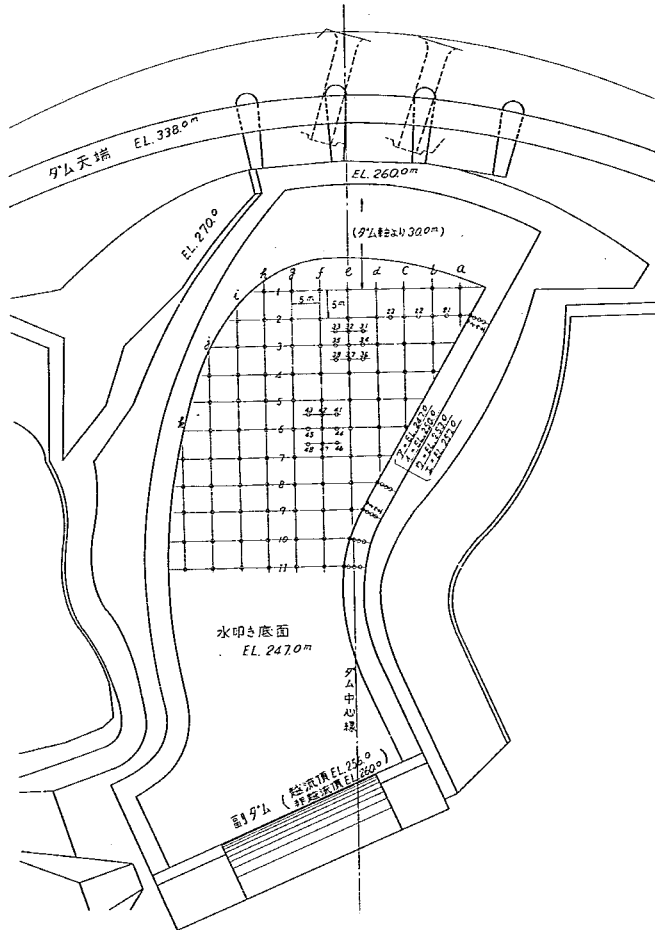


図-32-a-1 水持池底面圧力分布図

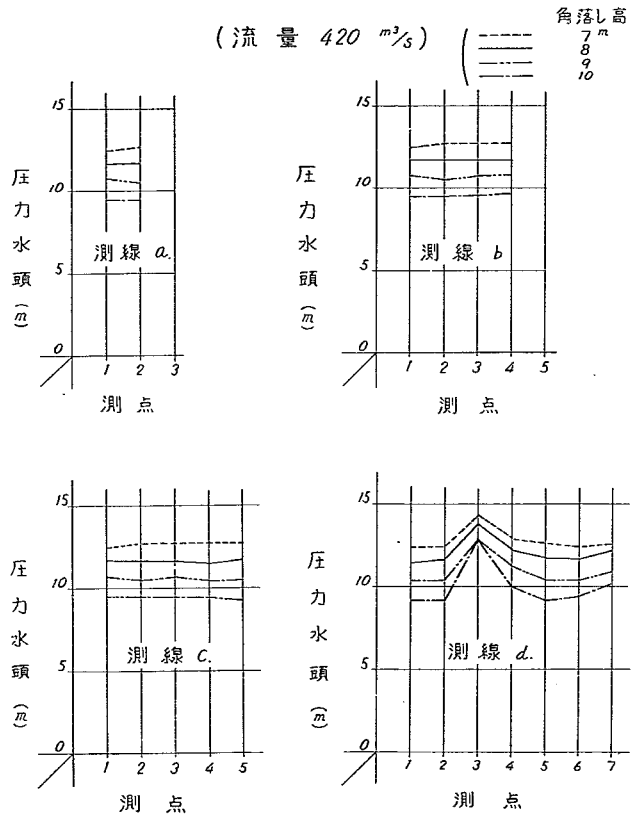


图-32-a-2 水榭池底面压力分布图

(流量 $420 \text{ m}^3/\text{s}$)

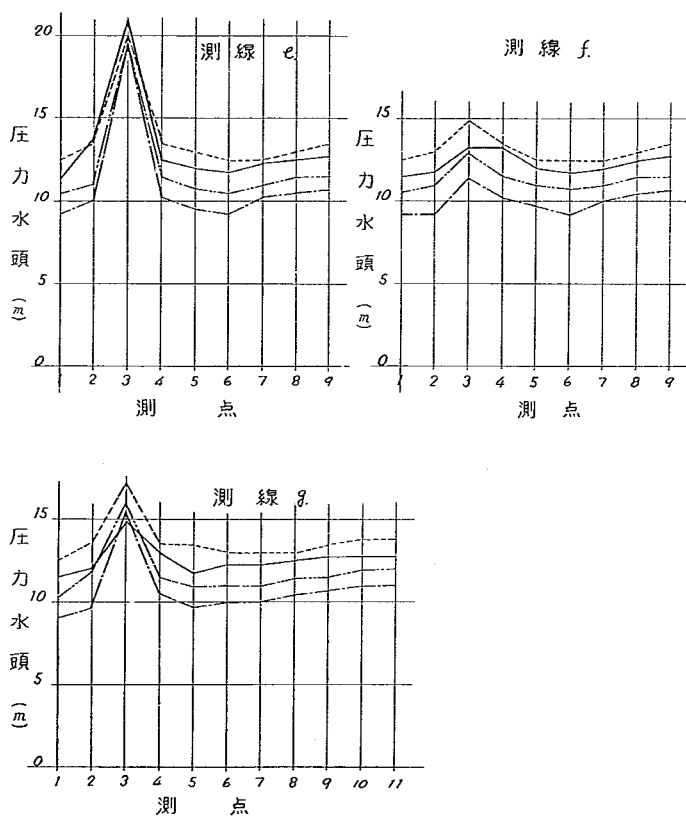


图-32-a-3 水褥池底面压力分布图

(流量 $420 \text{ m}^3/\text{s}$)

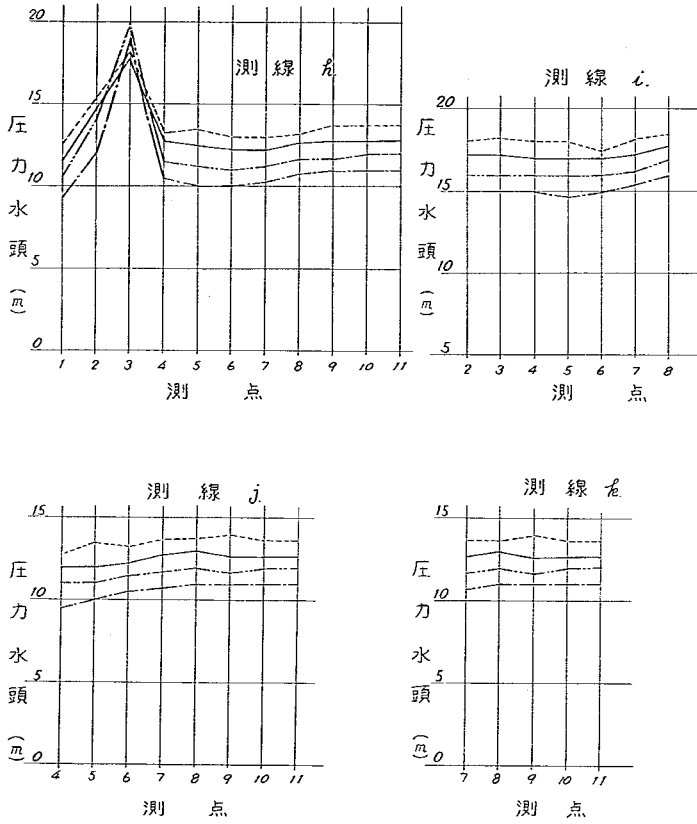


图-32-b-1 水 腎 池 底 面 压 力 分 布 图

(流 量 $726 \text{ m}^3/\text{s}$)

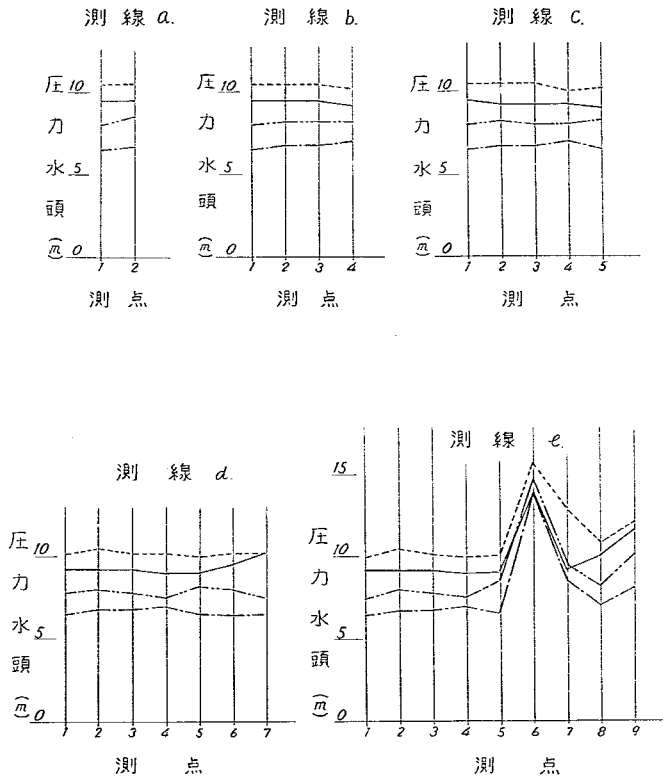


图-32-b-2 水褥池底面压力分布图

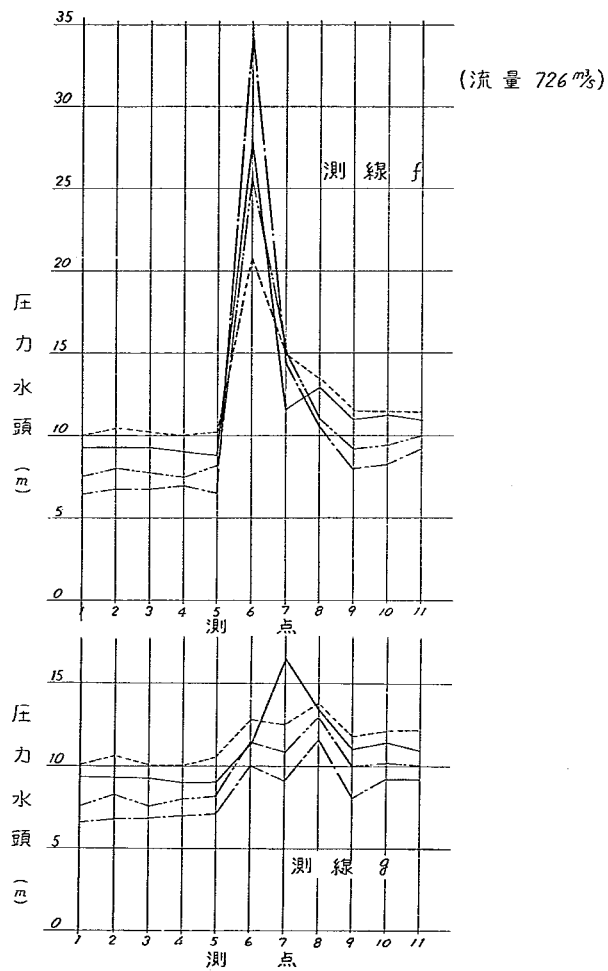


图-32-b-3 水褥池底面压力分布图

(流量 $726 \frac{m^3}{s}$)

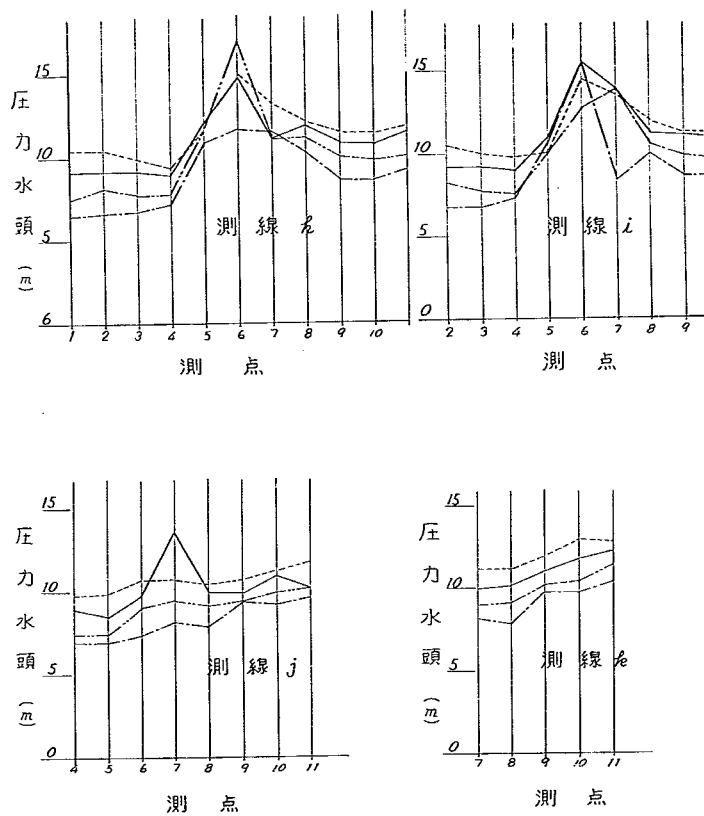


图-32-c-1 水 梅 池 底 面 压 力 分 布 图

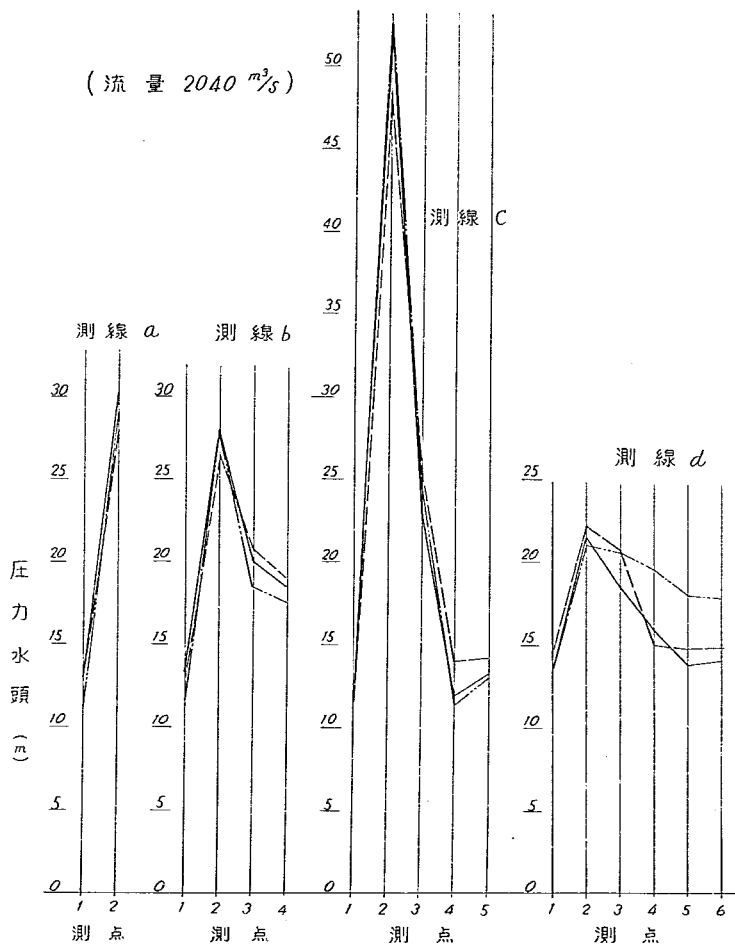


圖-32-c-2 水海池底面壓力分佈圖

(流量 $2040 \text{ m}^3/\text{s}$)

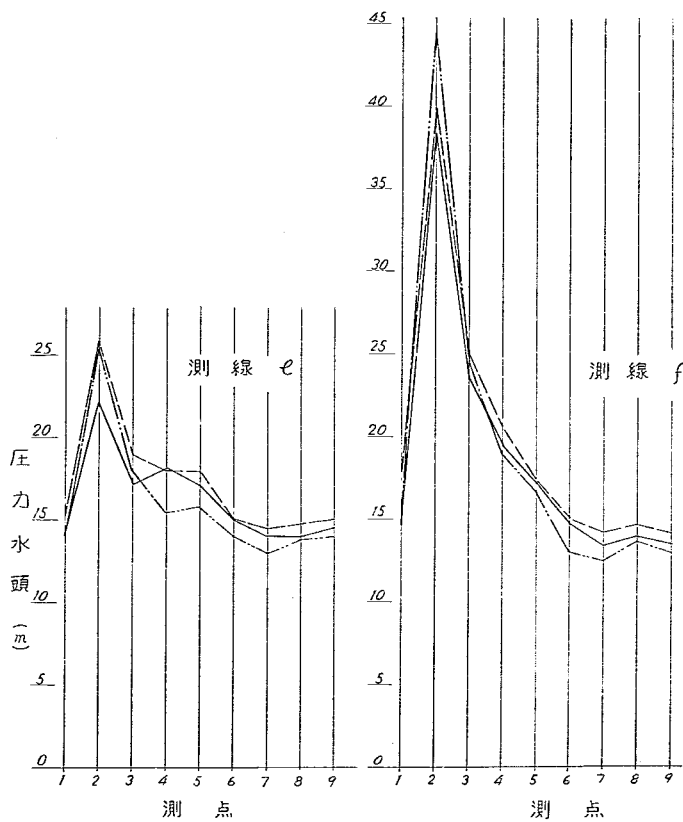


图-32-c-3 水梅池底面压力分布图

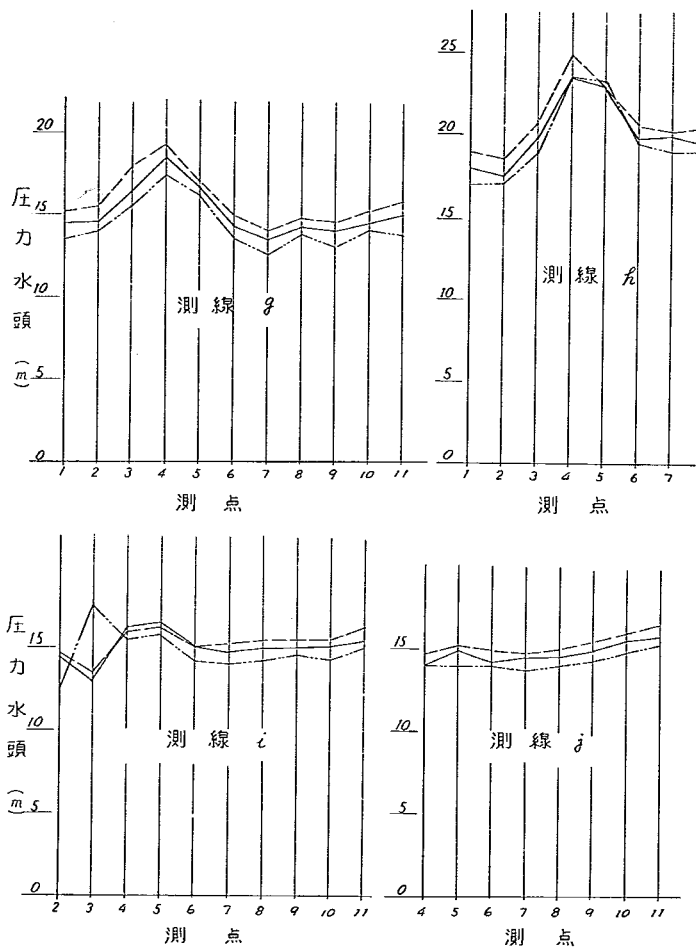


図-33(a) 動水圧 } 角 落 し 高 関 係 図
 圧力集中度

流 量 $420 \text{ m}^3/\text{s}$

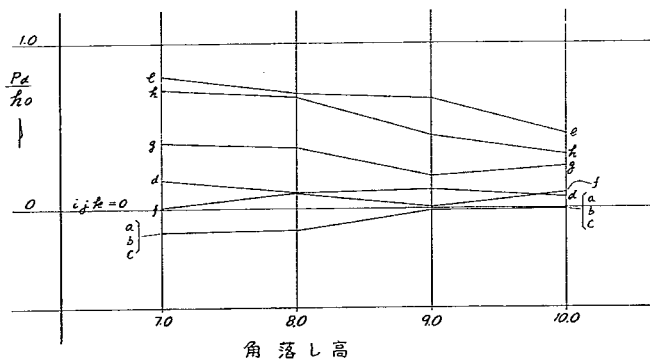
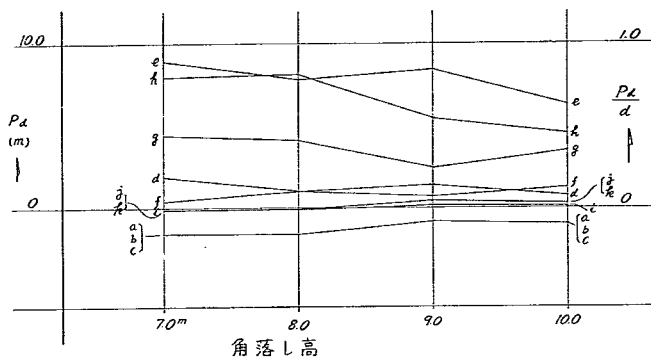


図-33(b) 動水圧 } 角 落 し 高 関 係 図
 圧力集中度 }

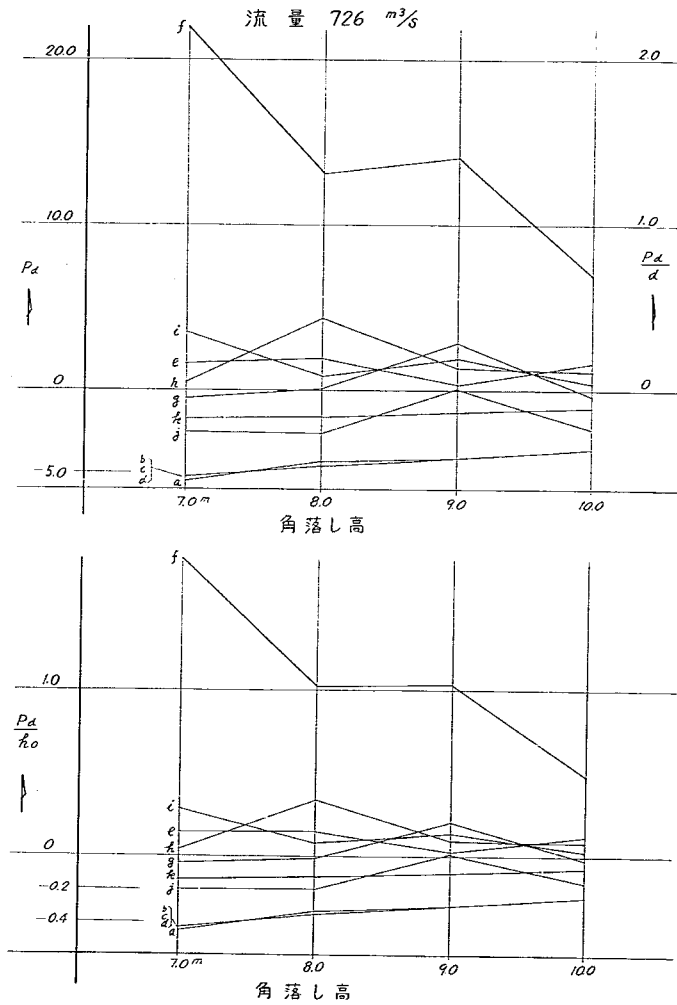


図-33(c) 動水圧 } 角 落 し 高 関 係 図
 圧力集中度

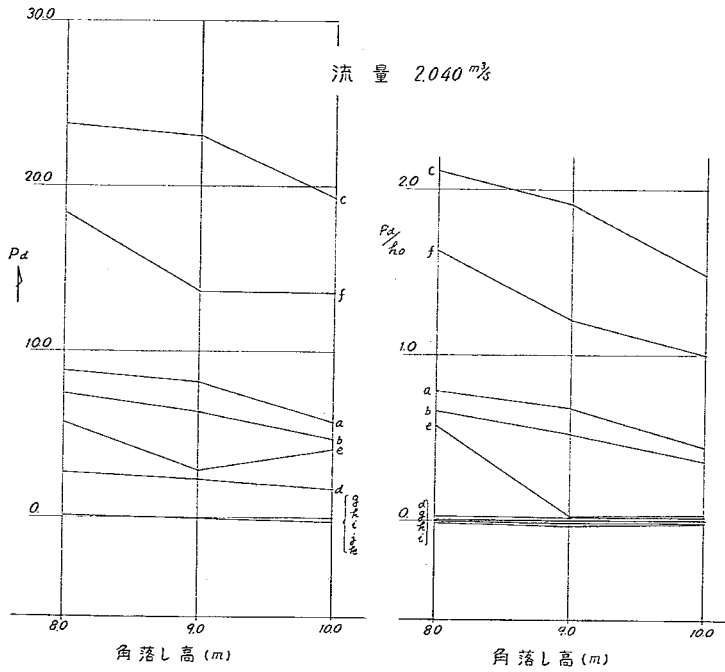


図-34 P_d/d , P_d/h_o - 角落し高関係図

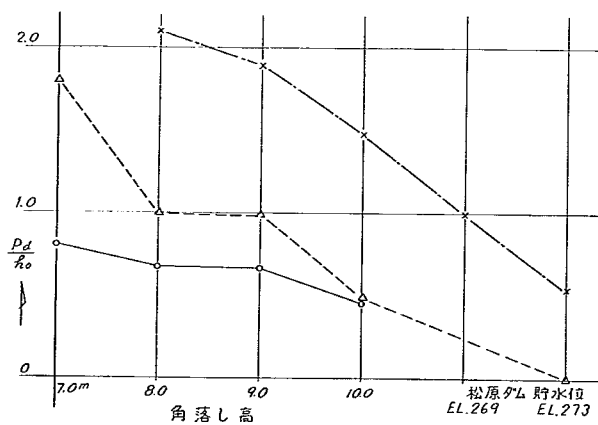
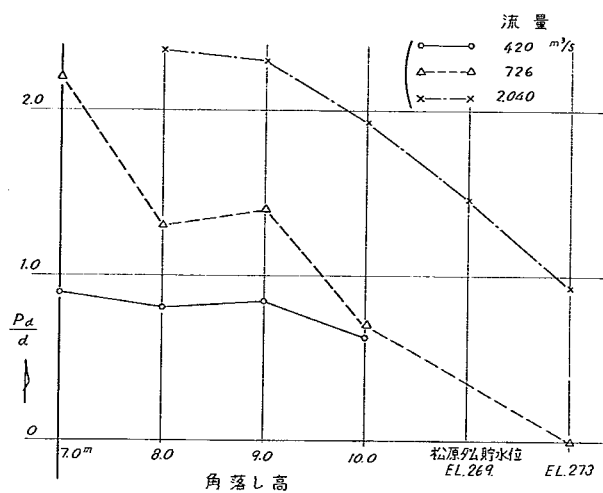


図-35 副ダム標準断面図および圧力測定位置図
(単位 m)

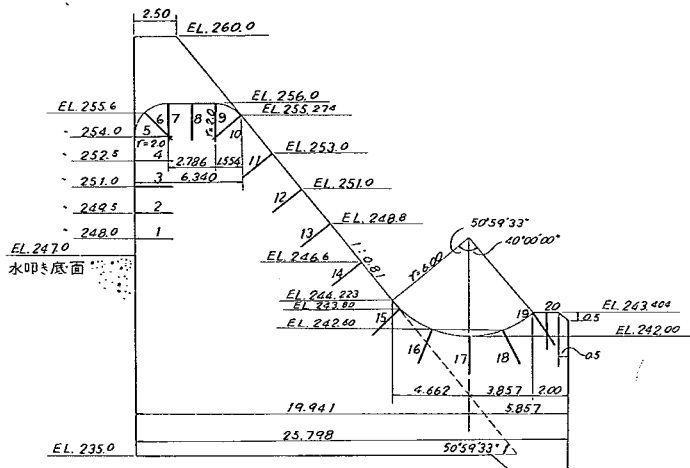


図-36(a) 水樽池底面圧力分布図

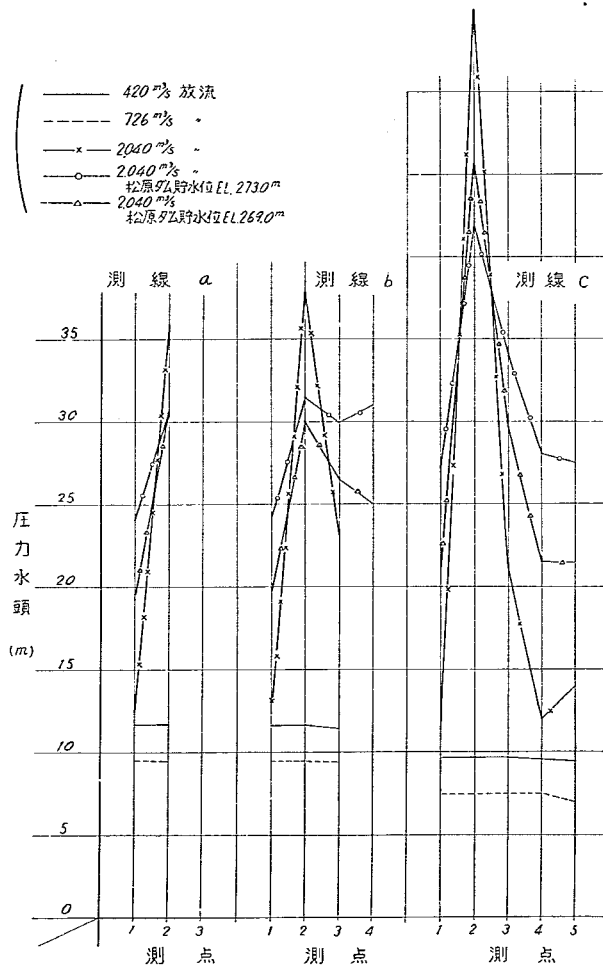


图-36(b) 水褥池底面压力分布图

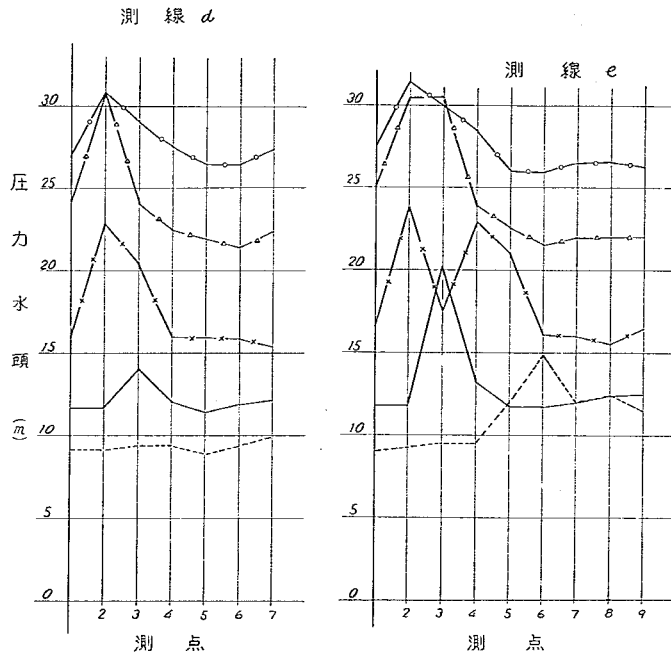


圖-36(c) 水褥池底面压力分布图

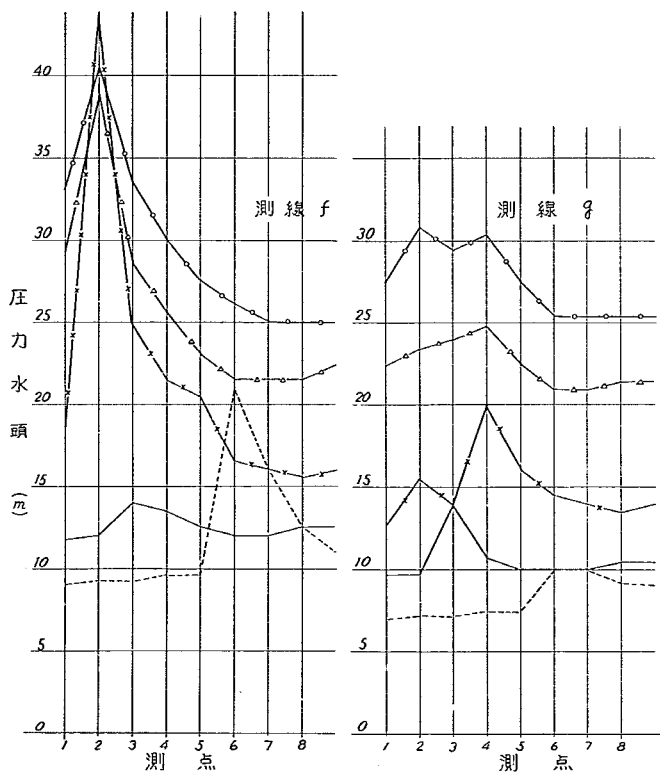


图-36(d) 水褥池底面压力分布图

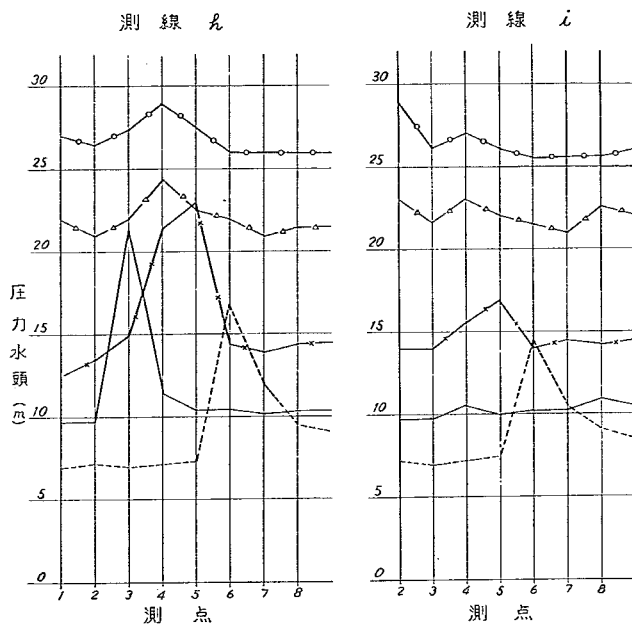


圖-36(e) 水 擗池底面压力分布圖

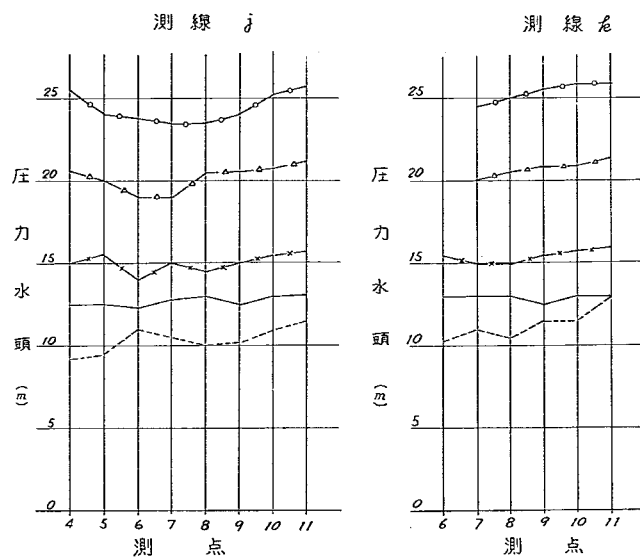


表-2(a) 放水管断面形状寸法表

断面番号	放水管断面寸法		隅角円弧半径	
	巾	高	上 面	下 面
1	5.2500	5.9042	0.4249	0.4249
2	4.6100	5.2450	0.4524	0.4524
3	4.3131	4.9499	0.4851	0.4851
4	4.0069	4.6284	0.5396	0.5396
5	3.8038	4.4099	0.5941	0.5941
6	3.6637	4.2545	0.6486	0.6486
7	3.5708	4.1462	0.7031	0.7031
8	3.5174	4.0774	0.7577	0.7577
9	3.5000	4.0444	0.8122	0.8122
10	3.5000	4.0300	0.8122	0.8122
11	3.5000	3.9989	0.8122	0.7670
12	3.5000	3.9678	0.8122	0.7218
13	3.5000	3.9367	0.8122	0.6766
14	3.5000	3.9056	0.8122	0.6315
15	3.5000	3.8745	0.8122	0.5863
16	3.5000	3.8434	0.8122	0.5411
17	3.5000	3.8123	0.8122	0.4960
18	3.5000	3.7812	0.8122	0.4508
19	3.5000	3.7501	0.8122	0.4056
20	3.5000	3.7190	0.8122	0.3604
21	3.5000	3.6879	0.8122	0.3153
22	3.5000	3.6568	0.8122	0.2701
23	3.5000	3.6257	0.8122	0.2249
24	3.5000	3.5946	0.8122	0.1798
25	3.5000	3.5635	0.8122	0.1346
26	3.5000	3.5324	0.8122	0.0894
27	3.5000	3.5000	0.8122	0.0424

表-2(b) 压力测定位置座标值

No.	A		
	X	Y	Z
1	19.7869	10.485	0
2	19.6200	10.072	0
3	19.3506	9.872	0
4	18.9010	9.580	0
5	18.4412	9.338	0
6	17.9751	9.127	0
7	17.5044	8.938	0
8	17.0298	8.768	0
9	16.5517	8.615	0
10	16.3239	8.546	0
11	15.3660	8.257	0
12	14.4082	7.968	0
13	13.4503	7.680	0
14	12.4924	7.391	0
15	11.5345	7.102	0
16	10.5767	6.813	0
17	9.6188	6.524	0
18	8.6609	6.235	0
19	7.7030	5.946	0
20	6.7451	5.657	0
21	5.7873	5.359	0
22	4.8294	5.080	0
23	3.8715	4.791	0
24	2.9136	4.502	0
25	1.9558	4.213	0
26	0.9979	3.924	0
27	0	3.623	0

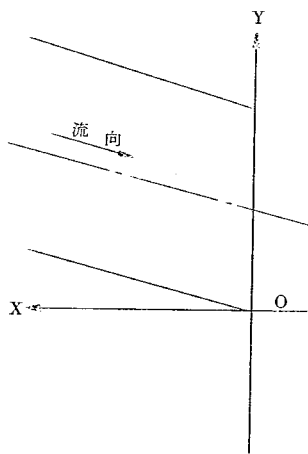
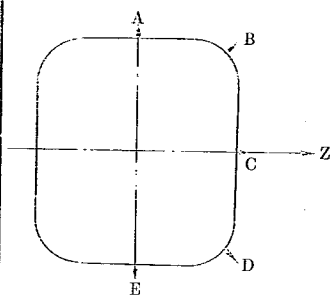


表-2(c) 圧力測定位置座標値

No.	B	C		D	E		
	Y	Y	Z	Y	X	Y	Z
1	10.363	7.290	2.625	4.823	20.9771	4.702	0
2	9.940	7.228	2.305	5.061	20.6800	4.915	0
3	9.732	7.147	2.156	5.163	20.3484	5.023	0
4	9.425	7.018	2.003	5.201	19.8340	5.047	0
5	9.168	6.888	1.902	5.189	19.3302	5.019	0
6	8.940	6.756	1.832	5.145	18.8328	4.959	0
7	8.736	6.629	1.785	5.074	18.3402	4.877	0
8	8.550	6.500	1.758	4.881	17.8517	4.774	0
9	8.382	6.370	1.75	4.886	17.3670	4.653	0
10	8.316	6.344	1.75	4.884	17.3670	4.653	0
11	8.027	6.084	1.75	4.612	16.4010	4.395	0
12	7.739	5.826	1.75	4.340	15.4351	4.136	0
13	7.450	5.576	1.75	4.068	14.4692	3.877	0
14	7.161	5.309	1.75	3.797	13.5032	3.618	0
15	6.872	5.050	1.75	3.525	12.5373	3.359	0
16	6.583	4.791	1.75	3.254	11.5714	3.100	0
17	6.294	4.532	1.75	2.982	10.6055	2.842	0
18	6.005	4.273	1.75	2.710	9.6395	2.583	0
19	5.667	4.014	1.75	2.439	8.6736	2.324	0
20	5.428	3.755	1.75	2.167	7.7077	2.065	0
21	5.139	3.497	1.75	1.896	6.7418	1.806	0
22	4.850	3.238	1.75	1.624	5.7758	1.548	0
23	4.551	2.979	1.75	1.352	4.8099	1.289	0
24	4.272	2.720	1.75	1.081	3.8440	1.030	0
25	3.983	2.461	1.75	0.809	2.8781	0.771	0
26	3.694	2.203	1.75	0.538	1.9121	0.514	0
27	3.394	1.933	1.75	0.255	0.9059	0.243	0

表-5(a) 放水管貯水位～流量関係表

ゲート 開 度	貯 水 位 標高EL	流量1門 操	流量係数 C	ゲート 開 度	貯 水 位 標高EL	流量1門 操	流量係数 C
<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i> ³ /sec		<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i> ³ /sec	
3.624 (100%)	288.72	163.88	0.942	3.00 (82.8%)	289.27	127.18	0.803
	290.49	179.86	0.958		291.94	142.19	0.810
	292.94	196.33	0.956		294.64	155.43	0.812
	295.45	214.65	0.967		297.67	169.32	0.814
	297.89	231.20	0.975		300.82	181.19	0.810
	300.54	245.78	0.974		304.14	194.68	0.814
	302.97	255.55	0.962		307.97	208.49	0.815
	305.39	270.00	0.971		313.52	226.89	0.815
	307.94	283.76	0.979		318.77	243.72	0.818
	310.52	295.88	0.976		323.59	258.23	0.820
	312.99	308.81	0.982		328.64	270.31	0.814
	316.07	319.32	0.974		334.02	286.54	0.821
	319.14	333.86	0.979		338.64	293.69	0.809
	322.89	347.95	0.977	2.50 (69.0%)	288.14	96.89	0.763
	327.02	367.24	0.987		289.64	103.71	0.765
	330.37	377.69	0.982		291.14	110.22	0.768
	335.39	397.16	0.986		295.07	124.33	0.764
3.50 (96.6%)	288.32	154.66	0.885		298.14	134.84	0.764
	290.64	167.24	0.865		305.14	156.96	0.769
	293.89	191.14	0.883		306.87	159.75	0.760
	297.39	211.94	0.886		310.82	171.41	0.765
	300.89	230.91	0.889		315.14	183.08	0.769
	306.64	258.04	0.888		318.44	188.72	0.760
	310.39	275.49	0.892		322.24	197.15	0.760
	314.27	292.14	0.894		330.24	216.91	0.770
	317.77	306.91	0.897		336.27	229.76	0.773
	321.89	324.79	0.903		338.82	231.20	0.762
	325.77	335.48	0.894	2.00 (55.2%)	288.49	76.67	0.734
	330.27	354.88	0.905		290.19	82.06	0.733
	333.59	366.23	0.905		292.94	91.50	0.743
	335.89	373.62	0.905		295.89	98.41	0.733
	337.77	384.82	0.917		299.64	107.97	0.734

表-5(b) 放水管貯水位～流量関係表

ゲート 開 度	貯 水 位 標高EL	流量1門 操 作	流量係数 C	ゲート 開 度	貯 水 位 標高EL	流量1門 操 作	流量係数 C
<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i> /sec		<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i> /sec	
2.00 (55.2%)	303.22	115.48	0.730	1.00 (27.6%)	297.84	50.33	0.705
	307.19	123.86	0.729		300.64	53.52	0.704
	311.14	131.72	0.729		302.69	55.88	0.706
	315.47	140.46	0.732		305.69	59.35	0.710
	318.89	148.13	0.740		309.17	63.09	0.713
	323.84	154.66	0.730		312.94	66.33	0.710
	328.59	163.37	0.735		318.52	71.20	0.710
	334.14	172.72	0.738		323.69	75.57	0.711
1.50 (41.4%)	337.52	177.20	0.736		328.32	79.00	0.709
	288.09	55.15	0.708	0.50 (13.8%)	333.29	82.89	0.710
	290.54	61.97	0.721		337.09	85.61	0.710
	294.54	70.02	0.717		287.64	17.84	0.694
	297.37	75.37	0.716		289.79	19.62	0.699
	301.24	82.48	0.719		291.99	20.80	0.687
	304.44	87.70	0.719		294.89	23.06	0.700
	308.47	92.58	0.709		297.94	24.71	0.695
	314.94	101.49	0.708		301.64	26.68	0.685
	318.27	106.17	0.710		304.69	27.97	0.687
	324.19	112.94	0.706		307.99	29.89	0.695
	324.69	113.17	0.704		313.09	32.14	0.693
1.00 (27.6%)	327.52	117.33	0.709		318.04	33.97	0.688
	332.57	124.33	0.717		323.39	36.63	0.698
	337.89	127.89	0.704		323.42	36.94	0.704
	288.69	37.09	0.688		328.55	39.34	0.712
	291.17	41.80	0.707		332.99	41.14	0.715
	293.27	43.96	0.695		335.39	41.97	0.714
	295.50	47.03	0.698				

表-6(a) 放水管内圧力測定値表

	測 線 測 点	A		B		C	
		貯 水 位		貯 水 位		貯 水 位	
		EL. 292.0m	EL. 336.0m	EL. 292.0m	EL. 336.0m	EL. 292.0m	EL. 336.0m
ペ ル マ ウ ス 部	1	2.52m	3.552m	4.54m	4.414m	5.21m	3.871m
	2	0.83	2.718	2.19	3.281	2.77	2.677
	3	1.38	2.863	0.84	2.664	2.93	2.760
	4	0.42	2.380	-0.05	2.182	2.23	2.448
	5	-0.41	2.001	-1.04	1.683	0.36	2.211
	6	-1.43	1.532	-1.82	1.581	0.24	1.539
	7	-1.91	1.264	-2.24	1.076	-0.38	1.212
	8	-2.34	1.023	-2.88	7.25	-0.80	9.80
	9	-2.57	9.01	-3.11	5.79	-	-
直 管 部	10	-2.60	8.70	-2.74	6.58	-0.70	9.58
	11	-2.71	7.12	-2.53	6.97	-0.66	8.77
	12	-2.64	6.41	-2.44	6.56	-0.43	9.02
	13	-2.63	5.75	-2.38	5.93	-0.38	8.25
	14	-2.64	4.61	-2.31	4.86	-0.41	7.32
	15	-2.40	4.52	-2.05	5.30	-0.30	7.00
	16	-2.30	4.61	-2.08	3.29	-0.17	6.56
	17	-2.35	3.37	-2.30	2.21	-0.08	5.92
	18	-2.04	4.12	-2.38	0.77	-0.12	5.08
	19	-2.07	2.80	-1.92	1.66	-0.24	3.49
	20	-2.21	0.19	-1.93	0.72	-0.13	3.25
	21	-2.04	1.48	-1.69	0.56	-0.80	1.78
	22	-2.08	-0.21	-1.85	-0.58	-0.06	1.69
	23	-2.07	-0.87	-1.65	-0.08	-0.18	0.72
	24	-2.13	-2.68	-1.65	-1.07	0.16	1.91
	25	-2.21	-4.34	-1.83	-3.43	-0.41	-1.26
	26	-1.55	-3.30	-1.53	-3.33	-0.33	-1.95
	27	-	-	-	-	-0.10	-0.99

表-6(b) 放水管管内圧力測定値表

	測線	D		E	
		貯水位		貯水位	
		EL. 292.0m	EL. 336.0m	EL. 292.0m	EL. 336.0m
ベル マ ウ ス 部	1	9.30m	47.93m	7.17m	38.55m
	2	5.56	33.19	4.24	26.34
	3	3.91	25.09	4.10	25.98
	4	2.30	19.54	3.35	22.73
	5	1.44	16.06	2.48	19.23
	6	0.56	11.86	1.97	16.92
	7	-0.08	8.65	0.82	12.00
	8	-0.47	6.51	0.53	10.18
	9	-	-	-	-
直 管 部	10	-0.54	5.99	0.77	10.90
	11	0.24	8.41	0.91	10.13
	12	0.79	9.56	1.14	10.16
	13	0.93	8.93	1.30	9.95
	14	1.10	9.05	1.16	8.01
	15	1.15	8.55	1.32	7.69
	16	1.37	8.56	1.45	7.55
	17	1.50	8.04	1.61	7.41
	18	1.52	7.19	1.54	6.04
	19	1.09	5.74	1.40	4.58
	20	1.18	3.63	1.54	4.36
	21	0.75	0.98	1.53	3.44
	22	0.88	0.50	1.43	2.52
	23	1.32	2.15	1.44	1.99
	24	1.22	1.34	1.52	1.35
	25	1.37	1.32	1.70	0.60
	26	1.01	-0.66	1.44	0.01
	27	0.66	-1.02	1.05	-0.73

表-7(a) 放水管放出水脈軌跡測定値表(縦断方向)

開 度 1.0 m				開 度 2.0 m			
貯水位	Y	Z _U	Z _D	貯水位	Y	Z _U	Z _D
EL292m	0m	17.0m	16.0m	EL292m	0m	18.0m	16.0m
	5.0	13.5	13.0		5.0	14.4	13.2
	7.5	11.6	10.9		7.5	12.6	11.6
	10.0	9.3	8.7		10.0	10.7	9.1
	12.5	6.9	5.9		12.5	8.0	7.0
	15.0	4.0	3.0		15.0	5.8	4.6
	17.5	1.3	0.0		17.5	2.1	0.6
EL336	0	17.0	16.0	EL336	0	18.0	16.0
	5.0	14.1	13.1		5.0	15.1	13.5
	7.5	12.5	11.7		7.5	13.5	12.3
	10.0	11.0	10.5		10.0	12.1	10.9
	12.5	9.5	8.5		12.5	10.5	9.3
	15.0	7.5	6.7		15.0	8.6	7.3
	17.5	5.9	4.3		17.5	6.8	5.9
	20.0	5.0	2.6		20.0	5.0	4.0
	22.5	2.3	0.5		22.5	3.0	1.7
	25.0	0	-1.0		25.0	0.7	-0.7

表-7(b) 放水管放出水脈軌跡測定値表(縦斷方向)

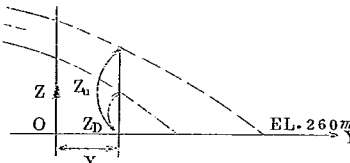
							
開 度 3.0 m				開 度 全 開 m			
貯水位	Y	Z _U	Z _D	貯水位	Y	Z _u	Z _D
EL292m	0 m	19.0 m	16.0 m	EL292m	0 m	19.7 m	16.0 m
	5.0	15.7	13.7		5.0	17.6	13.8
	7.5	13.7	11.9		7.5	16.2	12.5
	10.0	12.0	9.7		10.0	14.7	11.0
	12.5	9.0	7.6		12.5	12.9	9.0
	15.0	6.4	4.0		15.0	10.8	7.0
	17.5	3.6	0.9		17.5	8.5	4.3
	20.0	0	-2.0		20.0	6.0	1.4
EL336	22.5	—	—	EL336	22.5	3.0	-2.0
	0	19.0	16.0		0	19.7	16.0
	5.0	16.4	14.0		5.0	18.3	14.5
	7.5	15.0	13.0		7.5	17.5	13.6
	10.0	13.7	11.6		10.0	16.6	12.8
	12.5	12.3	10.2		12.5	15.7	11.9
	15.0	10.8	9.2		15.0	14.7	10.8
	17.5	9.2	7.5		17.5	13.5	9.7
	20.0	7.5	5.9		20.0	12.5	8.5
	22.5	5.9	4.2		22.5	11.3	7.3
	25.0	4.2	2.0		25.0	10.0	6.0
	27.5	1.9	0.6		27.5	8.7	4.5
	30.0	-0.2	-1.5		30.0	7.3	3.0
	32.5	—	—		32.5	5.8	1.5
	35.0	—	—		35.0	4.4	-0.2

表-9 (a) 放水管放出水脈軌跡測定值表

開 度 1.0 m				開 度 2.0 m			
貯水位	Y	X _R	X _L	貯水位	Y	X _R	X _L
EL292m	0 m	—	—	EL292m	0 m	—	—
	5.0	2.88	3.00		5.0	3.13	3.00
	7.5	3.25	3.38		7.5	3.75	3.75
	10.0	3.75	3.88		10.0	4.75	4.75
	12.5	4.25	4.25		12.5	5.00	5.00
	15.0	4.75	5.00		15.5	6.00	5.75
	17.5	5.00	5.00		17.5	6.25	◇
	20.0	5.25	5.25		20.0	7.25	6.50
EL336	22.5	—	—	EL336	22.5	7.12	7.00
	0	—	—		0 0	—	—
	5.0	2.75	3.13		5.0	3.38	3.50
	7.5	3.63	3.75		7.5	3.75	3.75
	10.0	3.83	4.12		10.0	4.25	4.13
	12.5	4.63	5.00		12.5	5.00	5.00
	15.0	5.00	5.50		15.0	5.50	5.88
	17.5	5.75	6.00		17.5	6.75	6.50
	20.0	6.12	6.25		20.0	◇	6.75
	22.5	6.25	6.50		22.5	7.38	7.50
	25.0	7.00	7.50		25.0	8.00	8.25
	27.5	7.50	8.00		27.5	8.75	8.75
	30.0	7.00	7.50		30.0	9.00	9.25

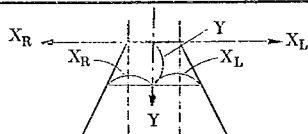


表 - 9 (b) 放水管放水脈軌跡測定値表

開 度 全 開 m				開 度 3.0 m			
貯水位	Y	X_R	X_L	貯水位	Y	X_R	X_L
EL292m	0m	—	—	EL292m	0m	—	—
	5.0	1.88	1.88		5.0	2.75	2.75
	7.5	2.00	2.00		7.5	3.25	3.25
	10.0	2.25	2.25		10.0	3.70	3.75
	12.5	2.38	2.38		12.5	4.00	4.00
	15.0	2.63	2.63		15.0	4.80	4.80
	17.5	2.75	2.75		17.5	5.05	5.05
	20.0	2.88	2.88		20.0	5.25	5.25
	22.5	3.00	2.88		22.5	—	—
	25.0	3.25	3.00		25.0	—	—
EL336	27.5	3.25	3.13		27.5	—	—
	0	—	—	EL336	0	—	—
	5.0	2.00	2.00		5.0	2.75	2.75
	7.5	2.13	2.13		7.5	3.25	3.25
	10.0	2.25	2.25		10.0	3.90	3.90
	12.5	2.50	2.50		12.5	4.75	4.75
	15.0	2.50	2.63		15.0	5.00	5.00
	17.5	2.63	2.63		17.5	5.50	5.50
	20.0	2.75	2.75		20.0	6.00	6.00
	22.5	2.75	2.75		22.5	6.75	6.75
	25.0	2.88	2.88		25.0	7.05	7.05
	27.5	2.88	2.88		27.5	7.75	7.75
	30.0	3.00	3.00		30.0	7.50	7.50
	32.5	3.00	3.00		32.5	—	—
	35.0	3.13	3.13		35.0	—	—
	37.5	◇	3.13		37.5	—	—
	40.0	◇	3.13		40.0	—	—
	42.5	3.25	3.25		42.5	—	—

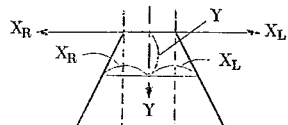


表-11(a) 水脈集中度測定値表

開度 0.5 m ($g=0.14$)			開度 1.0 m ($g=0.28$)			開度 1.5 m ($g=0.41$)		
貯水位	W/W_{260}	Q/Q_0	貯水位	W/W_{260}	Q/Q_0	貯水位	W/W_{260}	Q/Q_0
EL292m	0.091	0.292	EL292m	0.083	0.277	EL292m	0.231	0.407
	0.182	0.575		0.167	0.486		0.347	0.556
	0.273	0.746		0.250	0.642		0.463	0.671
	0.364	0.852		0.333	0.733		0.579	0.729
	0.455	0.925		0.417	0.795		0.694	0.797
	0.545	0.962		0.500	0.850		0.810	0.838
	0.636	0.987		0.583	0.899		0.926	0.889
	—	—		0.667	0.929		1.042	0.923
EL310	0.077	0.285	EL310	0.071	0.234	EL310	0.205	0.377
	0.154	0.528		0.143	0.424		0.307	0.547
	0.231	0.702		0.214	0.586		0.410	0.639
	0.308	0.797		0.286	0.703		0.512	0.703
	0.385	0.851		0.357	0.762		0.615	0.754
	0.462	0.897		0.429	0.806		0.717	0.806
	0.538	0.934		0.500	0.851		0.820	0.853
	0.615	0.957		0.571	0.892		0.922	0.892
EL336	—	—		0.643	0.935		—	—
	0.063	0.318	EL336	0.125	0.418	EL336	0.174	0.387
	0.125	0.540		0.188	0.569		0.260	0.495
	0.188	0.691		0.250	0.680		0.347	0.619
	0.250	0.798		0.313	0.748		0.434	0.693
	0.313	0.854		0.375	0.808		0.521	0.769
	0.375	0.891		0.438	0.845		0.608	0.813
	0.438	0.933		0.500	0.878		0.694	0.848
	0.500	0.953		0.563	0.911		0.781	0.884
	0.563	0.964		0.625	0.944		0.868	0.911

表-11(b) 水脈集中度測定値表

開 度 全 開 m ($g=1.00$)			開 度 mm			開 度 m		
貯水位	W/W_{260}	Q/Q_0	貯水位	W/W_{260}	Q/Q_0	貯水位	W/W_{260}	Q/Q_0
EL292m	0.4	0.535	EL292m			EL292m		
	0.6	0.705						
	0.8	0.875						
	1.0	0.968						
EL310	0.395	0.481	EL310			EL310		
	0.593	0.672						
	0.791	0.848						
EL336	0.385	0.519	EL336			EL336		
	0.577	0.673						
	0.769	0.812						

表-11(c) 水脈集中度測定値表

開 度 2.0 m ($g = 0.55$)			開 度 2.5 m ($g = 0.69$)			開 度 3.0 m ($g = 0.83$)		
貯水位	W/W_{260}	Q/Q_0	貯水位	W/W_{260}	Q/Q_0	貯水位	W/W_{260}	Q/Q_0
EL292m	0.182	0.331	EL292m	0.217	0.332	EL292m	0.238	0.317
	0.273	0.512		0.326	0.478		0.357	0.443
	0.364	0.614		0.435	0.586		0.476	0.552
	0.455	0.702		0.543	0.663		0.595	0.643
	0.545	0.756		0.652	0.749		0.714	0.730
	0.636	0.800		0.761	0.799		0.833	0.808
	0.727	0.834		0.870	0.833		0.952	0.864
	0.818	0.857		0.978	0.884		—	—
	0.909	0.880		—	—		—	—
	—	—		—	—		—	—
EL310	0.164	0.323	EL310	0.191	0.302	EL310	0.205	0.277
	0.246	0.469		0.286	0.432		0.307	0.396
	0.328	0.578		0.382	0.516		0.410	0.513
	0.410	0.663		0.477	0.584		0.512	0.610
	0.492	0.739		0.573	0.675		0.615	0.711
	0.574	0.774		0.668	0.723		0.717	0.761
	0.656	0.805		0.763	0.782		0.820	0.809
	0.738	0.822		0.858	0.836		0.922	0.853
	0.820	0.839		0.954	0.873		—	—
	0.902	0.856		—	—		—	—
EL336	0.143	0.332	EL336	0.161	0.308	EL336	0.167	0.264
	0.214	0.424		0.242	0.425		0.256	0.381
	0.286	0.529		0.322	0.523		0.333	0.499
	0.357	0.614		0.403	0.600		0.417	0.574
	0.429	0.682		0.484	0.625		0.500	0.646
	0.500	0.738		0.565	0.718		0.583	0.714
	0.571	0.791		0.645	0.775		0.667	0.765
	0.643	0.841		0.726	0.811		0.750	0.800
	0.714	0.877		0.806	0.835		—	—
	0.786	0.906		0.887	0.859		—	—
	0.857	0.928		—	—		—	—

表-13 堤頂越流部貯水位～流量関係表

(1門当り)

自由越流時		
貯水位(EL.m)	流量 (m ³ /s)	流量係数
329.48	4.0	
329.82	9.8	1.666
329.89	12.1	1.742
330.08	18.0	1.830
330.39	27.1	1.733
330.76	42.3	1.812
331.13	61.6	1.914
331.46	78.2	1.915
331.84	99.6	1.937
332.06	114.3	1.972
332.40	137.5	2.002
332.72	161.1	2.030
333.05	184.7	2.033
333.37	209.2	2.045
333.74	240.4	2.069
334.04	264.9	2.076
334.31	293.2	2.113
334.62	320.5	2.117
334.86	343.2	2.122
335.21	372.9	2.112
335.48	402.1	2.132
335.78	431.3	2.128
336.09	469.1	2.162

ゲート開度 4.0m	
貯水位(EL.m)	流量 (m ³ /s)
335.34	305.8
335.67	313.6
335.84	318.0
336.11	325.6

ゲート開度 3.5m	
貯水位(EL.m)	流量 (m ³ /s)
334.40	247.0
334.99	256.9
335.36	264.9
335.53	269.0
335.98	280.7
335.88	278.3
336.36	292.6

ゲート開度 3.0m	
貯水位(EL.m)	流量 (m ³ /s)
334.17	200.5
334.58	209.0
334.90	216.7
335.62	192.2
335.30	228.4
335.70	237.5
336.02	243.8

ゲート開度 2.5m	
貯水位(EL.m)	流量 (m ³ /s)
333.20	148.2
333.51	154.8
333.83	161.9
334.14	168.7
334.55	176.4
335.23	189.3
335.57	196.2
335.75	200.3
335.90	185.1
335.88	202.7
336.24	210.6
336.73	218.6

ゲート開度 2.0m	
貯水位(EL.m)	流量 (m ³ /s)
332.49	104.9
332.61	108.3
332.81	111.0
333.11	117.3
333.50	124.8
333.82	130.0
334.32	138.7
334.43	140.9
335.07	151.1
335.66	160.3
335.98	154.4

ゲート開度 1.5m	
貯水位(EL.m)	流量 (m ³ /s)
331.85	71.6
331.92	72.9
332.48	80.2
332.97	87.7
333.23	90.9
333.90	100.2
334.50	107.6
335.19	115.7
335.80	122.7
335.87	123.2
336.55	129.7

ゲート開度 1.0m	
貯水位(EL.m)	流量 (m ³ /s)
331.20	42.8
331.36	44.4
331.76	49.1
332.11	52.8
332.67	58.8
333.27	64.7
333.92	70.0
334.45	74.5
334.90	78.0
335.63	82.8
335.96	85.1
336.30	88.4

ゲート開度 0.5m	
貯水位(EL.m)	流量 (m ³ /s)
330.25	16.6
330.65	19.6
331.12	22.3
331.48	24.4
331.88	26.5
331.89	26.7
332.52	29.5
332.89	31.1
332.94	31.7
333.38	34.1
334.22	36.5
334.68	38.1
335.13	39.9
336.03	42.4

表-14 堤頂越流面圧力測定値表

(貯水位 EL. 336.0m)

ゲート開度 測点番号	全 開	0. 5	1. 0	1. 5
1	1.2 5 (m)	7.8 8 (m)	8.0 0 (m)	7.5 0 (m)
2	0.7 5	7.2 5	7.2 5	6.6 3
3	0.1 3	6.6 3	6.0 0	5.1 3
4	◇	5.7 5	4.8 8	4.0 0
5	0	3.0 0	2.6 3	2.2 5
6	0.1 3	0.8 8	1.0	1.1 3
7	0.2 5	0.2 5	0.2 5	0.5 0
8	◇	0.1 3	-0.0 5	0.1 3
9	◇	◇	-0.1 3	0.
10	◇	◇	-0.0 8	0.
11	0.5 0	0.2 5	0.1 3	0.1 3
12	◇	◇	◇	◇
13	◇	0.3 8	0.2 5	0.2 5
14	0.3 8	0.1 3	0	0.1 3
15	0.7 5	0.2 5	0.2 5	0.2 5
16	0.6 3	◇	◇	0.3 8
17	0.5 0	0.3 8	◇	◇
18	◇	◇	◇	◇
19	◇	0.2 5	◇	◇
20	◇	0.3 8	◇	◇
21	0.3 8	0.2 5	◇	◇

表-15 起浪水面形测定值表

K	水深 (m)	左 岸 侧		中 央		右 岸 侧	
		最高值	平均值	最高值	平均值	最高值	平均值
-18	9.0	EL — m	EL 335.95m	EL — m	EL 336.00m	EL — m	EL 335.78
-17	8.5	—	335.95	—	335.95	—	335.78
-16	8.0	—	335.95	—	335.90	—	335.78
-15	7.5	—	335.90	—	335.80	—	335.78
-14	7.0	—	335.88	335.78	335.70	—	335.78
-13	6.5	—	335.75	335.75	335.68	—	335.63
-12	6.0	335.70	335.65	335.65	335.60	335.65	335.56
-11	5.5	335.70	335.58	335.60	335.55	335.53	335.45
-10	5.0	335.63	335.45	335.58	335.50	335.33	335.20
-9	4.5	335.33	335.33	335.53	335.45	335.13	334.95
-8	4.0	335.20	335.15	335.45	335.40	334.88	334.80
-7	3.5	334.88	334.75	335.25	335.20	334.45	334.33
-6	3.0	334.58	334.45	335.15	335.08	334.33	334.20
-5	2.5	334.45	334.33	335.08	335.00	334.08	333.95
-4	2.0	334.40	334.33	334.90	334.80	334.08	333.95
-3	1.5	334.45	334.40	334.83	334.70	334.08	333.78
-2	1.0	334.33	334.28	334.65	334.55	333.88	333.80
-1	0.5	334.33	334.20	334.45	334.40	334.08	333.90
0	0	334.33	334.15	334.23	334.13	334.05	333.95
1	0.5	334.13	333.95	334.08	333.95	333.85	333.70
2	1.0	334.05	333.95	333.83	333.70	333.70	333.60
3	1.5	333.83	333.70	333.65	333.53	333.50	333.40
4	2.0	333.65	333.58	333.33	333.20	333.38	333.25
5	2.5	333.33	333.20	333.08	332.95	333.28	333.20
6	3.0	333.15	333.03	332.95	332.78	332.95	332.88
7	3.5	332.95	332.83	332.50	332.40	332.70	332.65
8	4.0	332.65	332.45	332.25	332.18	332.33	332.25
9	4.5	332.33	332.13	331.95	331.88	332.20	332.08
10	5.0	331.83	331.58	331.83	331.45	331.78	331.70
11	5.5	331.45	331.33	331.33	331.20	331.58	331.40
12	6.0	330.83	330.65	331.08	330.70	330.95	330.88
13	6.5	330.33	330.13	330.40	330.33	330.58	330.45
14	7.0	329.83	329.70	329.95	329.83	330.20	330.08
15	7.5	329.45	329.38	329.58	329.40	329.83	329.58
16	8.0	—	—	329.07	328.82	329.40	329.33
17	8.5	—	—	—	—	—	—
18	9.0	—	—	—	—	—	—
19	9.5	—	—	—	—	—	—
20	10.0	327.32	326.95	326.65	326.45	327.15	326.95
21	10.5	326.70	326.50	326.07	325.95	326.07	325.95
22	11.0	325.95	325.82	325.57	325.20	325.57	325.45

表-16(a) 水 解 池 底 面 圧 力 測 定 値 表

流 量 420 ㄲ/s

角 落 し 高 水 解 池 水 深 11.05m			角 落 し 高 水 解 池 水 深 12.0m			角 落 し 高 水 解 池 水 深 12.55m			角 落 し 高 水 解 池 水 深 13.7m		
測 定	圧 立 (m)	測 定 圧 力 (m)	測 定	圧 立 (m)	測 定 圧 力 (m)	測 定	圧 立 (m)	測 定 圧 力 (m)	測 定	圧 立 (m)	測 定 圧 力 (m)
a	1 9.50	1 9.00	a	1 10.75	1 10.25	a	1 11.75	1 11.50	a	1 12.50	1 12.50
	2 *	2 9.50		2 10.50	2 11.75		2 *	2 12.00		2 12.75	2 13.50
	1 9.50	3 15.50		1 10.75	3 16.00		1 11.75	3 15.00		1 12.50	3 17.25
b	2 *	4 10.50	b	2 10.50	4 11.50	b	2 *	4 13.00	b	2 12.75	4 13.50
	3 *	5 9.75		3 10.75	5 11.00		3 *	5 11.75		3 *	5
	4 9.75	6 10.00		4 *	6 *		4 *	6 12.25		4 *	6 13.00
	1 9.50	7 *		1 10.75	7 *		1 11.75	7 *		1 12.50	7
	2 *	8 10.50		2 10.50	8 11.50		2 *	8 12.50		2 12.75	8
c	3 *	9 10.75	c	3 10.75	9 11.50	c	3 *	9 12.75	c	3 *	9 13.50
	4 *	10 11.00		4 10.50	10 12.00		4 11.50	10 *		4 *	10 13.75
	5 9.25	11 *		5 *	11 *		5 11.75	11 *		5 *	11
	1 9.25	1 9.25		1 10.50	1 10.50		1 11.50	1 11.50		1 12.50	1 12.50
	2 *	2 12.00		2 *	2 14.00		2 11.75	2 14.75		2 *	2 15.50
d	3 13.00	3 13.00	d	3 13.00	3 13.00	d	3 14.00	3 16.00	d	3 14.50	3 18.25
	4 10.00	4 10.50		4 11.25	4 11.50		4 12.25	4 12.75		4 13.00	4 13.25
	5 9.25	5 10.00		5 10.50	5 11.25		5 11.75	5 12.50		5 12.75	5 13.50
	6 9.50	6 *		6 *	6 11.00		6 *	6 12.25		6 12.50	6 13.00
	7 10.25	7 10.25		7 11.00	7 11.25		7 12.25	7 *		7 12.75	7
	1 9.25	8 10.75		1 10.50	8 11.75		1 11.25	8 12.75		1 12.50	8 13.25
	2 10.00	9 11.00		2 11.00	9 *		2 13.75	9 *		2 13.50	9 13.75
	3 20.00	10 *		3 19.75	10 12.00		3 21.00	10 *		3 20.00	10
	4 10.25	11 *		4 11.50	11 *		4 12.50	11 *		4 13.50	11
e	5 9.50	2 10.00	e	5 10.75	2 11.00	e	5 12.00	2 12.25	e	5 13.00	2 13.00
	6 9.25	3 *		6 10.50	3 *		6 11.75	3 *		6 12.50	3 13.25
	7 10.25	4 *		7 11.00	4 *		7 12.25	4 12.00		7 *	4 13.00
	8 10.50	5 9.75		8 11.50	5 *		8 12.50	5 *		8 13.00	5
	9 10.75	6 10.00		9 *	6 *		9 12.75	6 *		9 13.50	6 12.50
	1 9.25	7 10.50		1 10.50	7 11.25		1 11.50	7 12.25		1 12.50	7 13.25
	2 *	8 11.00		2 11.00	8 12.00		2 11.75	8 12.75		2 13.00	8 13.50
	3 11.0	9 *		3 13.00	9 11.75		3 13.25	9 *		3 15.00	9 13.75
	4 10.25	10 *		4 11.50	10 12.00		4 *	10 *		4 13.50	10
	5 9.75	11 *		5 11.00	11 *		5 12.00	11 *		5 12.50	11
f	6 9.25	4 9.50	f	6 10.75	5 *	f	6 11.75	4 12.00	f	6 *	4 12.75
	7 10.00	5 10.00		7 11.00	6 11.50		7 12.00	5 *		7 *	5 13.50
	8 10.50	6 10.50		8 11.50	7 11.75		8 12.50	6 12.25		8 13.00	6 13.25
	9 10.75	7 10.75		9 *	8 12.00		9 12.75	7 12.75		9 13.50	7 13.75
	10 11.00	8 11.00		10 12.00	9 11.75		10 *	8 13.00		10 13.75	8
	11 *	9 *		11 *	10 12.00		11 *	9 12.75		11 *	9 14.00
		10 *			11 *			10 *			10 13.75
		11 *						11 *			
		7 10.75			8 12.00			7 12.75			7 13.75
		8 11.00			9 11.75			8 13.00			8
		9 *			10 12.00			9 12.75			9 14.00
		10 *			11 *			10 *			10 13.75
		11 *						11 *			11

表-16(b) 水 貯 池 底 面 圧 力 調 定 値 表

流 量 726 m³/s

角 落 し 高 水 貯 池 水 深 7.0 m 122.7m				角 落 し 高 水 貯 池 水 深 8.0 m 128.5m				角 落 し 高 水 貯 池 水 深 9.0 m 136.0m				角 落 し 高 水 貯 池 水 深 10.0 m 140.5m			
測 点	圧 力 (m)	測 点	圧 力 (m)	測 点	圧 力 (m)	測 点	圧 力 (m)	測 点	圧 力 (m)	測 点	圧 力 (m)	測 点	圧 力 (m)	測 点	圧 力 (m)
a	1 6.50	1 6.50	a	1 8.00	1 7.50	a	1 9.50	1 9.25	a	1 10.50	1 10.00	a	1 10.50	1 10.00	
	2 6.75	2 6.75		2 8.50	2 8.25		2 9.50	2 9.25		2 10.50	2 10.50		2 10.50	2 10.50	
	3 6.75	3 6.75		3 8.00	3 7.75		3 9.50	3 9.25		3 10.50	3 10.00		3 10.50	3 10.00	
b	2 6.75	4 7.00	b	2 8.25	4 8.00	b	2 9.50	4 9.00	b	2 10.50	4 10.00	b	2 10.50	4 10.00	
	3 6.75	5 7.00		3 8.25	5 8.25		3 9.50	5 9.00		3 10.50	5 10.50		3 10.50	5 10.50	
	4 7.00	6 10.00		4 8.25	6 11.50		4 9.25	6 11.25		4 10.25	6 12.75		4 10.25	6 12.75	
	1 5.75	7 9.00		1 8.00	7 10.75		1 9.50	7 16.50		1 10.50	7 12.50		1 10.50	7 12.50	
	2 5.50	8 11.75		2 8.25	8 13.00		2 9.25	8 13.50		2 10.50	8 13.75		2 10.50	8 13.75	
c	3 5.50	9 8.00	c	3 8.00	9 10.00	c	3 9.25	9 11.00	c	3 10.50	9 11.75	c	3 10.50	9 11.75	
	4 5.25	10 9.25		4 8.00	10 10.75		4 9.25	10 11.50		4 10.00	10 12.25		4 10.00	10 12.25	
	5 5.75	11 9.25		5 8.25	11 10.00		5 9.00	11 11.00		5 10.25	11 12.25		5 10.25	11 12.25	
	1 6.50	1 6.50		1 7.75	1 7.50		1 9.25	1 9.25		1 10.25	1 10.50		1 10.25	1 10.50	
	2 6.75	2 6.75		2 8.00	2 8.25		2 9.25	2 9.25		2 10.50	2 10.50		2 10.50	2 10.50	
	3 6.75	3 6.75		3 7.75	3 7.75		3 9.25	3 9.25		3 10.25	3 10.00		3 10.25	3 10.00	
d	4 7.00	4 7.25	d	4 7.50	4 7.75	d	4 9.25	4 9.00	d	4 10.25	4 9.50	d	4 10.25	4 9.50	
	5 6.50	5 12.00		5 8.25	5 12.00		5 9.00	5 12.25		5 10.00	5 11.75		5 10.00	5 11.75	
	6 6.50	6 12.75		6 8.00	6 17.25		6 9.50	6 15.00		6 10.25	6 15.25		6 10.25	6 15.25	
	7 6.50	7 11.50		7 7.50	7 11.25		7 10.25	7 11.25		7 10.25	7 13.25		7 10.25	7 13.25	
	1 6.50	8 10.25		1 7.50	8 11.25		1 9.25	8 12.00		1 10.00	8 12.25		1 10.00	8 12.25	
	2 6.75	9 8.50		2 8.00	9 10.00		2 9.25	9 10.75		2 10.50	9 11.50		2 10.50	9 11.50	
	3 6.75	10 8.50		3 7.75	10 9.75		3 9.25	10 10.75		3 10.25	10 11.50		3 10.25	10 11.50	
	4 7.00	11 9.25		4 7.50	11 10.00		4 9.00	11 11.50		4 10.00	11 11.75		4 10.00	11 11.75	
e	5 6.50	2 6.75	e	5 8.50	2 8.25	e	5 9.00	2 9.25	e	5 10.00	2 10.50	e	5 10.00	2 10.50	
	6 14.00	3 6.75		6 14.75	3 7.75		6 14.00	3 9.25		6 15.75	3 10.00		6 15.75	3 10.00	
	7 8.50	4 7.25		7 9.50	4 7.70		7 9.25	4 9.00		7 12.75	4 9.75		7 12.75	4 9.75	
	8 7.00	5 10.75		8 8.25	5 10.00		8 10.00	5 11.00		8 10.75	5 10.00		8 10.75	5 10.00	
	9 8.00	6 15.75		9 10.25	6 12.75		9 11.50	6 15.50		9 12.00	6 14.50		9 12.00	6 14.50	
	1 6.50	7 8.25		1 7.50	7 13.75		1 9.25	7 13.75		1 10.00	7 13.50		1 10.00	7 13.50	
	2 6.75	8 10.00		2 8.00	8 10.50		2 9.25	8 12.00		2 10.50	8 11.75		2 10.50	8 11.75	
	3 6.75	9 8.50		3 7.75	9 9.75		3 9.25	9 11.00		3 10.25	9 11.25		3 10.25	9 11.25	
	4 7.00	10 8.50		4 7.50	10 9.50		4 9.00	10 10.75		4 10.00	10 11.00		4 10.00	10 11.00	
	5 6.50	11 9.75		5 8.25	11 10.75		5 8.75	11 11.75		5 10.25	11 12.25		5 10.25	11 12.25	
f	6 34.25	4 7.10	f	6 26.00	4 7.50	f	6 27.75	4 9.00	f	6 21.00	4 9.75	f	6 21.00	4 9.75	
	7 14.50	5 7.00		7 15.25	5 7.50		7 11.50	5 8.50		7 15.00	5 10.00		7 15.00	5 10.00	
	8 10.50	6 7.50		8 11.00	6 9.25		8 13.00	6 9.75		8 13.50	6 10.75		8 13.50	6 10.75	
	9 8.00	7 8.25		9 9.25	7 9.50		9 11.00	7 13.75		9 11.50	7 10.75		9 11.50	7 10.75	
	10 8.25	8 8.00		10 9.50	8 9.25		10 11.25	8 10.00		10 11.50	8 10.50		10 11.50	8 10.50	
	11 9.25	9 9.50		11 10.00	9 9.50		11 11.00	9 10.00		11 11.50	9 10.75		11 11.50	9 10.75	
		10 9.25			10 10.00			10 11.00			10 11.25			10 11.25	
		11 9.75			11 10.25			11 10.25			11 11.75			11 11.75	
		7 8.25			7 9.00			7 10.00			7 11.25			7 11.25	
		8 8.00			8 9.25			8 10.25			8 11.25			8 11.25	
		9 10.00			9 10.25			9 11.25			9 12.00			9 12.00	
		10 9.75			10 10.50			10 11.75			10 13.00			10 13.00	
		11 10.50			11 11.25			11 11.25			11 12.75			11 12.75	

表-16(c) 水 解 池 底 面 圧 力 測 定 値 表

流 量 2040 m^3/s

角 落 し 高 水 解 池 水 深 8 m 16.9 m				角 落 し 高 水 解 池 水 深 9 m 18.05 m				角 落 し 高 水 解 池 水 深 10 m 19.5 m			
測 点	圧 力 (m)	測 点	圧 力 (m)	測 点	圧 力 (m)	測 点	圧 力 (m)	測 点	圧 力 (m)	測 点	圧 力 (m)
a	1 11.25	g	1 13.50	a	1 12.50	g	1 14.50	a	1 13.00	g	1 15.25
	2 30.00		2 14.00		2 30.25		2 14.50		2 28.25		2 15.50
b	1 11.75	g	3 15.50	b	1 13.00	g	3 16.50	b	1 13.00	g	3 18.00
	2 26.00		4 17.50		2 27.50		4 18.50		2 26.50		4 19.25
	3 18.50		5 16.25		3 20.00		5 16.75		3 20.75		5 17.00
	4 17.50		6 13.50		4 18.50		6 14.25		4 19.00		6 15.00
c	1 11.75	g	7 12.50	c	1 12.50	g	7 13.50	c	1 13.00	g	7 14.00
	2 52.50		8 13.75		2 52.50		8 14.25		2 48.50		8 14.75
	3 24.25		9 13.00		3 23.00		9 14.00		3 25.25		9 14.50
	4 11.50		10 14.00		4 12.00		10 14.50		4 14.00		10 15.25
	5 13.00		11 13.75		5 13.25		11 15.00		5 14.25		11 15.75
d	1 13.50	h	1 12.00	d	1 13.50	h	1 13.00	d	1 14.50	h	1 14.00
	2 21.00		2 12.00		2 21.50		2 12.50		2 22.25		2 13.50
	3 20.50		3 14.00		3 18.50		3 15.00		3 20.75		3 15.75
	4 14.50		4 18.50		4 15.75		4 18.50		4 15.00		4 20.00
	5 13.00		5 18.25		5 13.75		5 18.00		5 14.75		5 18.00
	6 12.75		6 14.50		6 14.00		6 14.75		6 14.75		6 15.50
	7 15.00		7 14.00		7 15.25		7 15.00		7 16.50		7 15.25
e	1 14.00	i	8 14.00	e	1 14.50	i	8 14.50	e	1 15.25	i	8 15.50
	2 25.50		9 14.00		2 22.25		9 14.50		2 25.75		9 15.00
	3 18.00		10 13.50		3 17.25		10 15.00		3 19.00		10 15.25
	4 17.50		11 14.25		4 18.25		11 15.75		4 18.00		11 16.00
	5 16.75		2 12.50		5 17.25		2 14.50		5 ϕ		2 14.75
	6 14.00		3 17.50		6 15.00		3 13.00		6 15.00		3 13.50
	7 13.00		4 15.50		7 14.00		4 16.25		7 14.50		4 16.00
	8 13.75		5 15.75		8 14.00		5 16.50		8 14.75		5 16.25
	9 14.00		6 14.25		9 14.50		6 15.00		9 15.00		6 15.00
f	1 14.75	j	7 14.00	f	1 15.50	j	7 14.75	f	1 17.75	j	7 15.25
	2 44.50		8 14.25		2 38.50		8 15.00		2 40.00		8 15.50
	3 24.50		9 14.50		3 23.50		9 15.00		3 25.00		9 ϕ
	4 19.00		10 14.25		4 19.50		10 15.00		4 20.50		10 ϕ
	5 16.75		11 15.00		5 17.25		11 15.50		5 17.50		11 16.25
	6 13.00		4 14.00		6 14.75		4 14.00		6 15.00		4 14.75
	7 12.50		5 14.00		7 13.50		5 15.00		7 14.25		5 15.25
	8 13.75		6 14.00		8 14.00		6 14.25		8 14.75		6 15.00
	9 13.00		7 13.75		9 13.50		7 14.50		9 14.25		7 14.75
	10 13.75		8 14.00		10 14.25		8 14.50		10 14.75		8 15.00
	11 13.50		9 14.25		11 14.75		9 15.00		11 15.25		9 15.50
k			10 14.75				10 15.50				10 16.00
			11 15.25				11 15.75				11 16.50
			7 14.50				7 15.00				7 15.75
			8 15.00				8 15.00				8 15.50
			9 14.50				9 15.50				9 15.75
			10 15.25				10 15.75				10 16.50
			11 15.25				11 16.00				11 17.00

表-17 水型船底面压力资料

流量		420 m ³ /s					726 m ³ /s					2040 m ³ /s				
角L 底面	侧 缘	P	Pd	d	Pd/d	Pd/h	P	Pd	d	Pd/d	Pd/h	P	Pd	d	Pd/d	Pd/h
7	a	950	—	100	—	—	675	—	100	—	—					
	b	950	—	—	—	—	700	—	—	—	—					
	c	950	—	—	—	—	—	—	—	—	—					
	d	1300	195	—	0.200	0.18	—	—	—	—	—					
	e	2000	895	—	0.900	0.80	1400	175	—	0.175	0.14					
	f	1150	045	—	0.450	0.04	3425	2200	—	2.200	1.80					
	g	1550	445	—	0.450	0.40	1175	050	—	—	0.04					
	h	1900	795	—	0.800	0.72	1275	050	—	0.005	0.04					
	i	1100	—	—	—	—	1575	350	—	0.350	0.29					
	j	—	—	—	—	—	975	—	—	—	—					
	k	—	—	—	—	—	1050	—	—	—	—					
8	a	1075	—	100	—	—	850	—	100	—	—	3000	1310	150	0.87	0.78
	b	—	—	—	—	—	825	—	—	—	—	2800	1110	—	0.74	0.66
	c	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5250	3560	—	2.37	2.11
	d	1300	110	—	0.110	0.10	—	—	—	—	—	2100	410	—	0.27	0.24
	e	1975	790	—	0.790	0.70	1475	190	—	0.190	0.15	2550	860	—	0.57	0.57
	f	1300	110	—	0.110	0.10	2600	1315	—	1.315	1.02	4450	2760	—	1.84	1.63
	g	1600	410	—	0.410	0.37	1300	015	—	0.015	0.01	1750	060	—	0.04	0.04
	h	2000	810	—	0.810	0.68	1725	440	—	0.440	0.34	1850	160	—	0.11	0.09
	i	1200	010	—	0.010	0	1375	090	—	0.090	0.08	1750	060	—	0.04	0.04
	j	—	—	—	—	—	1025	—	—	—	—	1525	—	—	—	—
	k	—	—	—	—	—	1125	—	—	—	—	1525	—	—	—	—
9	a	1175	—	100	—	—	950	—	100	—	—	3025	1220	150	0.81	0.68
	b	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2750	945	—	0.63	0.52
	c	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5250	3445	—	2.30	1.91
	d	1400	140	—	0.145	0.12	1025	—	—	—	—	2150	345	—	0.23	0.19
	e	2100	840	—	0.845	0.67	1400	040	—	0.040	0.03	2225	420	—	0.28	0.23
	f	1325	070	—	0.070	0.05	2775	1415	—	1.415	1.04	3850	2040	—	1.36	1.13
	g	1500	240	—	0.245	0.20	1650	290	—	0.290	0.21	1850	045	—	0.03	0.02
	h	1800	540	—	0.545	0.44	1500	140	—	0.140	0.10	1850	045	—	0.03	0.02
	i	1275	020	—	0.020	0.01	1550	190	—	0.190	0.14	1650	—	—	—	—
	j	1300	040	—	0.045	0.04	1375	015	—	0.015	0.01	1575	—	—	—	—
	k	—	—	—	—	—	1225	—	—	—	—	1575	—	—	—	—
10	a	1275	—	100	—	—	1050	—	100	—	—	2825	875	150	0.58	0.45
	b	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2650	700	—	0.47	0.36
	c	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4850	2900	—	1.93	1.49
	d	1450	080	—	0.080	0.07	—	—	—	—	—	2225	275	—	0.18	0.14
	e	2000	630	—	0.630	0.45	1575	170	—	0.170	0.12	2575	625	—	0.42	0.32
	f	1500	130	—	0.130	0.10	2100	695	—	0.695	0.49	4000	2050	—	1.37	1.05
	g	1725	355	—	0.355	0.26	1375	030	—	—	0.02	1925	—	—	—	—
	h	1825	455	—	0.455	0.33	1525	120	—	0.120	0.09	2000	—	—	—	—
	i	1375	005	—	0.005	0	1450	045	—	0.045	0.03	1625	—	—	—	—
	j	1400	030	—	0.030	0.02	1175	—	—	—	—	1650	—	—	—	—
	k	—	—	—	—	—	1300	—	—	—	—	1700	—	—	—	—

表-18 角落しにおける Pd , Pd/d , Pd/h_0 関係表

流 量	4 2 0 m^3/s				7 2 6 m^3/s				
角落し高	7m	8	9	10	7m	8	9	10	松原ダム 貯水位 EL273
h_0	11.10	11.90	12.60	13.70	12.30	12.90	13.60	14.10	22.00
P	20.00	20.00	21.00	20.00	34.30	26.00	27.80	21.00	24.50
Pd	9.00	8.10	8.50	6.30	22.00	13.20	14.20	7.00	0.50
d	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Pd/d	0.90	0.81	0.85	0.63	2.20	1.32	1.42	0.70	0.05
Pd/h_0	0.81	0.68	0.67	0.46	1.80	1.02	1.04	0.50	0.02
h	9.00	10.30	11.30	12.50	6.50	7.50	8.80	10.00	24.50
Pdm	11.00	9.80	9.80	7.50	27.80	18.50	19.00	11.00	0.50
Pdm/d	1.10	0.98	0.90	0.75	2.78	1.85	1.90	1.10	0.05
Pdm/h	1.22	0.95	0.87	0.60	4.27	2.47	2.17	1.10	0.02

流 量	2 0 4 0 m^3/s				
角落し高	8m	9	10	松原ダム 貯水位 EL269	松原ダム 貯水位 EL273
h_0	16.90	18.10	19.50	22.00	26.00
P	52.50	52.50	48.50	44.00	40.00
Pd	35.60	34.50	29.00	22.00	14.00
d	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Pd/d	2.37	2.30	1.93	1.47	0.93
Pd/h_0	2.11	1.91	1.49	1.00	0.54
h	11.50	12.00	13.00	19.50	24.80
Pdm	41.00	40.50	35.50	24.50	15.30
Pdm/d	2.73	2.70	2.37	1.63	1.02
Pdm/h	3.57	3.38	2.73	1.26	0.62

h_0 水貯池水深 (m)
 P 全水頭 (m)
 Pd 動水圧 (= $P - h_0$) (m)
 d 拡がり巾 (m)

最終案 剛ダム

4 2 0 π/s				7 2 6 π/s				7 2 6 π/s (松原△貯水位 EL. 2730m)			
a	1	11.75	g	1	11.75	a	1	24.75	g	1	24.25
	2	◇		2	◇		2	24.50		2	24.00
b	1	11.75	g	3	16.00	b	1	24.50	g	3	24.25
	2	◇		4	12.75		2	24.25		4	24.25
	3	11.50		5	12.00		3	24.00		5	24.00
c	4	◇	g	6	◇	c	4	24.25	g	6	24.25
	1	11.75		7	12.00		1	24.00		7	24.25
	2	◇		8	12.50		2	24.25		8	24.50
d	3	◇	h	9	◇	d	3	24.00	h	9	25.00
	4	11.50		10	13.00		4	24.00		10	25.00
	5	◇		11	◇		5	24.00		11	25.00
e	1	11.75	h	1	11.75	e	1	24.00	h	1	24.50
	2	◇		2	◇		2	24.00		2	24.25
	3	14.25		3	23.50		3	24.00		3	24.25
f	4	12.00	i	4	13.50	f	4	24.00	i	4	24.25
	5	11.50		5	12.50		5	24.00		5	24.25
	6	12.00		6	◇		6	24.25		6	24.50
g	7	12.25	j	7	12.25	g	7	24.25	j	7	25.25
	1	11.75		8	12.50		1	24.00		8	24.50
	2	◇		9	◇		2	24.00		9	25.00
h	3	20.50	k	10	13.00	h	3	24.00	k	10	25.00
	4	13.25		11	◇		4	24.00		11	25.00
	5	11.75		2	11.75		5	24.00		2	24.25
i	6	◇	l	3	◇	i	6	24.25	l	3	24.25
	7	12.00		4	12.50		7	24.25		4	24.50
	8	12.50		5	12.00		8	24.50		5	24.00
j	9	◇	m	6	12.25	j	9	25.00	m	6	24.25
	1	11.75		7	◇		1	24.00		7	24.25
	2	12.00		8	13.00		2	24.00		8	24.50
k	3	14.00	n	9	12.50	k	3	24.00	n	9	25.00
	4	13.50		10	13.00		4	24.25		10	25.00
	5	12.50		11	◇		5	24.00		11	25.00
l	6	12.00	o	4	12.50	l	6	24.25	o	4	24.50
	7	◇		5	◇		7	24.25		5	24.00
	8	12.50		6	12.25		8	24.50		6	24.25
m	9	◇	p	7	12.75	m	9	25.00	p	7	24.25
	10	13.00		8	13.00		10	25.00		8	24.50
	11	◇		9	12.50		11	25.00		9	25.00
n	10	13.00	q	10	13.00	n	10	25.00	q	10	25.00
	11	13.00		11	13.00		11	25.00		11	25.00
	12	13.00		12	13.00		12	25.00		12	25.00
o	13	13.00	r	13	13.00	o	13	25.00	r	13	25.00
	14	13.00		14	13.00		14	25.00		14	25.00
	15	13.00		15	13.00		15	25.00		15	25.00

表-19(b) 水 解 池 底 面 圧 力 制 定 値 表

最 終 案 図 デ ム

2.040 m^2/s				2.040 m^2/s (松原ダム貯水位 EL. 269.0m)				2.040 m^2/s (松原ダム貯水位 EL. 273.0m)			
a	1 1200		1 1250	a	1 1900		1 2050	a	1 2400		1 2550
	2 3400		2 1550		2 3100		2 2150		2 3100		2 2900
b	1 1200		3 1400	b	1 1950		3 2200	b	1 2425		3 2750
	2 3600		4 2000		2 3000		4 2300		2 3150		4 2850
	3 2100		5 1600		3 2650		5 2050		3 3000		5 2550
	4 1900	g	6 1450		4 2500	g	6 1900		4 3100	g	6 2350
c	1 1150		7 1400	c	1 1950		7 1900	c	1 2475		7 2350
	2 5500		8 1350		2 4400		8 1950		2 4000		8 2350
	3 2100		9 1400		3 2750		9 1950		3 3200		9 2400
	4 1200		10 1450		4 1950		10 2000		4 2600		10 2450
	5 1400		11 1450		5 1950		11 2000		5 2550		11 2500
d	1 1400		1 1250	d	1 2200		1 2000	d	1 2500		1 2500
	2 2100		2 1350		2 2900		2 1900		2 2900		2 2450
	3 1850		3 1500		3 2200		3 2000		3 2700		3 2550
	4 1400		4 2150		4 2050		4 2250		4 2550		4 2700
	5 1400		5 2300		5 2000		5 2050		5 2450		5 2550
	6 1400	h	6 1450		6 1950	h	6 2000		6 2450	h	6 2100
	7 1350		7 1400		7 2350		7 1900		7 2550		7 2400
	8 1450		8 1450		8 2300		8 1950		8 2550		8 2400
e	2 2200		9 1450	e	2 2850		9 1950	e	2 2950		9 2400
	3 1550		10 1450		3 2850		10 2000		3 2800		10 2450
	4 2100		11 1500		4 2200		11 2050		4 2650		11 2500
	5 1900		2 1400		5 2050		2 2100		5 2400		2 2700
	6 1400		3 1400		6 1950		3 1950		6 2400		3 2400
	7 1400		4 1550		7 2000		4 2100		7 2450		4 2500
	8 1350	i	5 1700		8 2000	i	5 2000		8 2450	i	5 2400
	9 1450		6 1400		9 2000		6 1950		9 2425		6 2350
	1 1600		7 1450		1 2700		7 1900		1 3100		7 2350
f	2 4150		8 1425	f	2 3700		8 2050	f	2 3850		8 2350
	3 2300		9 1450		3 2650		9 2000		3 3150		9 2400
	4 1950		10 1450		4 2350		10 2000		4 2800		10 2450
	5 1850		11 1550		5 2100		11 2075		5 2550		11 2550
	6 1450		4 1500		6 1950		4 2050		6 2400		4 2550
	7 1400		5 1550		7 1950		5 2000		7 2400		5 2400
	8 1350		6 1400		8 1950		6 1900		8 2400		6 2375
	9 1400	j	7 1500		9 2050	j	7 1900		9 2400	j	7 2350
	10 1400		8 1450		10 1950		8 2050		10 2400		8 2350
	11 1400		9 1500		11 2000		9 2050		11 2450		9 2400
			10 1550				10 2075				10 2525
			11 1575				11 2125				11 2570
			6 1550				7 2000				7 2450
			7 1500				8 2050				8 2500
			8 1500				9 2075				9 2550
			9 1550				10 2075				10 2575
			10 1575				11 2125				11 2575
			11 1600								

表-19(c) 水貯池底面圧力測定値表

流量 測点	420 m^3/s	729 m^3/s	729 m^3/s	2040 m^3/s	2040 m^3/s	2040 m^3/s
			松原273.0 m		松原269.0 m	松原273.0 m
21	11.75	10.00	24.50	27.00	27.50	30.00
22	◇	◇	◇	34.00	30.50	33.00
23	◇	◇	24.00	30.50	34.25	35.00
31	17.50	9.50	24.00	23.00	26.75	31.00
32	16.00	◇	◇	14.00	22.50	28.50
33	14.00	◇	◇	33.50	29.00	32.25
34	19.75	◇	◇	19.50	25.50	29.00
35	17.25	◇	◇	21.50	◇	30.00
36	14.75	◇	◇	17.00	22.50	27.50
37	16.25	◇	◇	18.50	21.50	26.50
38	14.00	9.25	◇	21.50	23.50	27.50
41	11.25	15.00	24.50	16.50	20.00	24.00
42	11.50	13.50	◇	15.00	◇	◇
43	12.00	◇	◇	14.00	◇	◇
44	11.25	20.25	◇	13.50	19.00	23.50
45	12.25	17.75	◇	◇	19.50	◇
46	11.50	18.00	◇	13.00	18.50	◇
47	◇	20.00	◇	12.50	◇	◇
48	12.00	17.50	◇	◇	◇	◇

2 c	11.75	9.50	24.25	55.00	44.00	40.00
3 e	20.50	◇	24.00	15.50	28.50	28.00
6 f	12.00	21.00	24.25	14.90	19.50	24.00

表-20 最終副ダムにおける Pd , Pd/d , Pd/h 関係表

流量 ↓	420 m^3/s	726 m^3/s		2040 m^3/s		
		下流水位 0	下流水位 EL 273	下流水位 0	下流水位 EL 269	下流水位 EL 273
h_0	11.90	12.90	22.00	16.90	22.00	26.00
P	20.50	21.00	25.00	55.00	44.00	46.00
Pd	8.60	8.10	3.00	38.10	22.00	14.00
d	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Pd/d	0.80	0.81	0.30	3.67	1.47	0.93
Pd/h_0	1.70	0.63	0.16	2.25	1.00	0.54
h	10.30	8.00	24.50	11.50	19.50	24.80
Pdm	10.20	13.00	0.50	43.50	24.50	15.30
Pdm/d	1.02	1.30	0.05	2.90	1.63	1.02
Pdm/h	0.99	1.60	0.02	3.78	1.26	0.62

表-21 導流壁面圧力測定値表

放 条 測 線	流 件 測 点	420 m/s		726 m/s		726 m/s		2040 m/s		2040 m/s		2040 m/s	
		—		—		EL. 2730 m		—		EL. 2690m		EL. 2730 m	
		P	Pd	P	Pd	P	Pd	P	Pd	P	Pd	P	Pd
(2)	ア							31.0	19.5	29.0	10.0	30.0	7.0
	イ							11.5	1.0	18.8	2.8	23.3	3.3
	ウ							7.5	0	14.0	1.0	19.0	2.0
	エ							3.5	0	9.0	0	13.5	0.5
(8)	ア	13.3	3.3	13.5	3.0	24.3	1.3	16.5	3.5	21.5	2.5	25.0	2.0
	イ	10.3	3.3	7.5	0	21.3	1.3	12.5	2.0	17.8	1.5	22.0	2.0
	ウ	7.0	3.0	4.8	0.3	18.3	1.3	9.5	2.0	14.5	1.5	18.8	1.8
	エ	3.3	3.3	1.8	1.3	14.3	1.3	6.0	2.5	11.0	2.0	14.8	1.8
(9)	ア	13.3	3.3	13.8	3.3	24.5	1.5	15.0	1.5	20.0	1.0	24.0	1.0
	イ	10.3	3.3	7.5	0	21.3	1.3	11.5	1.0	15.5	0.5	21.0	1.0
	ウ	7.3	3.3	5.5	1.0	18.3	1.3	9.0	1.5	14.0	1.0	18.0	1.0
	エ	3.5	3.5	2.8	1.3	14.3	1.3	6.0	2.5	11.0	2.0	14.5	1.5
(10)	ア	13.0	3.0	12.0	1.5	24.5	1.5	13.5	0	19.5	0.5	23.5	0.5
	イ	10.3	3.3	7.5	0	21.5	1.5	11.0	0.5	17.0	1.0	20.8	0.8
	ウ	7.3	3.3	5.5	1.0	18.5	1.5	9.0	1.5	14.5	1.5	18.0	1.0
	エ	3.5	3.5	3.5	3.0	14.5	1.5	6.0	2.5	11.0	2.0	14.5	1.5
(11)	ア	13.5	3.5	11.5	1.0	25.5	2.5	13.5	0	19.5	0.5	24.3	1.3
	イ	10.5	3.5	9.5	2.0	22.0	2.0	11.0	0.5	16.5	0.5	21.3	1.3
	ウ	7.5	3.5	7.0	2.6	19.0	2.0	9.0	1.5	14.5	1.5	18.3	1.3
	エ	4.0	4.0	3.5	3.0	15.0	2.0	6.0	2.5	11.0	2.0	14.8	1.8

圧力測定点断面略図



表-22 副ダム面上圧力測定値表

断面	測点	350 m/s	420	726	1700	2040
A	1	12.0m	12.5m	12.6m	15.0m	16.0m
	2	10.5	11.0	11.1	13.5	14.8
	3	9.0	9.5	9.6	12.0	13.5
	4	7.5	8.0	8.1	10.5	12.0
	5	6.0	6.5	6.6	8.5	9.0
B	1	12.0	12.5	12.6	15.3	15.5
	2	10.5	11.0	11.1	13.8	14.0
	3	9.5	9.5	9.6	12.3	12.5
	4	7.5	8.0	8.1	10.8	11.0
	5	5.8	6.5	6.6	8.0	9.5
	6	3.7	4.1	4.4	3.4	3.9
	7	2.5	2.8	3.0	1.0	1.0
	8	2.5	2.8	3.0	2.0	2.0
	9	1.0	1.0	0.5	-2.0	-3.0
	10	-0.8	1.3	2.0	-5.3	-6.6
	11	6.3	-1.0	-1.0	1.0	1.0
	12	0.8	1.0	1.0	2.0	2.0
	13	0.2	0.2	0.3	2.2	3.2
	14	0.4	0.4	1.4	4.5	6.9
	15	6.2	5.1	6.6	10.8	13.2
	16	9.1	6.6	9.1	12.9	16.1
	17	9.5	7.5	9.5	15.0	17.0
	18	9.1	7.1	9.1	13.8	16.1
	19	5.1	3.6	3.6	-3.9	-4.9
	20	5.1	3.5	3.5	4.0	5.0
C	1	12.0	12.5	12.6	15.0	15.8
	2	10.5	11.0	11.1	13.5	14.3
	3	9.0	9.5	9.6	12.0	12.5
	4	7.5	8.0	8.1	10.0	11.0
	5	6.0	6.5	6.6	8.3	9.0

余水吐模型写真

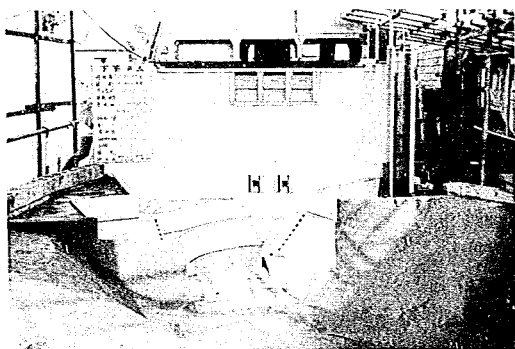


写真 - 1

全体模型全景

放流前

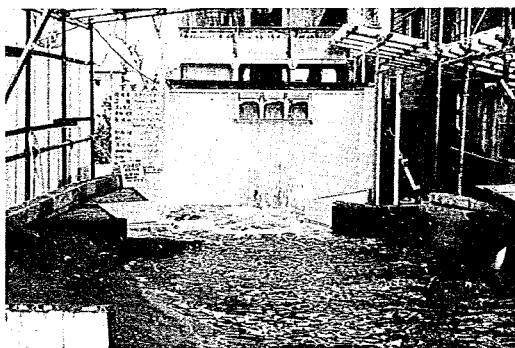


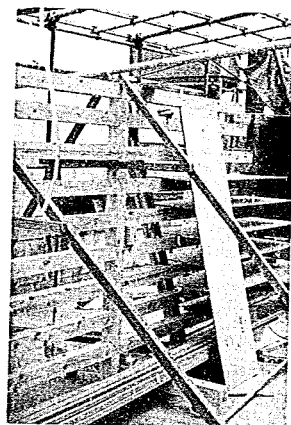
写真 - 2

放流時

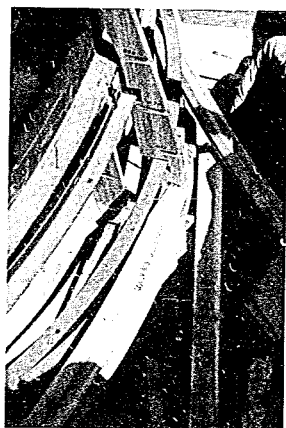
全 体 模 型 製 作



写 真 - 3
堤 体 型 枠 取 付 け



写 真 - 4
堤 体 コ ン バ ス 台
(堤 体 型 枠 取 付 け 用 コ ン バ ス 台)



写 真 - 5
堤 体 型 枠 取 付 け
(上 流 面)



写 真 - 6
堤 体 型 枠 取 付 け
(下 流 面)

全 体 模 型 製 作

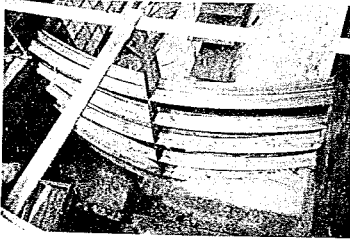


写真 - 7
堤 体 型 枠
(上流面)

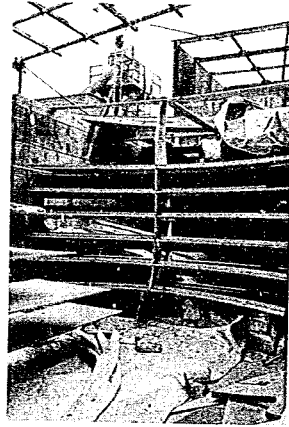


写真 - 8
堤 体 型 枠
(下流面)



写真 - 9
堤 体 上 流 面

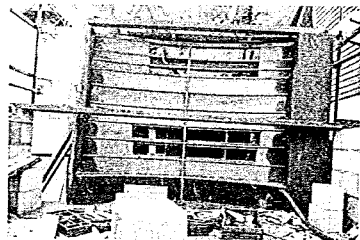


写真 - 10
堤 体 下 流 面

全 体 模 型 製 作

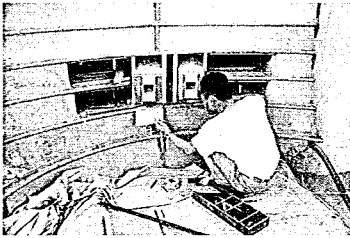


写真 - 11
放水管取付

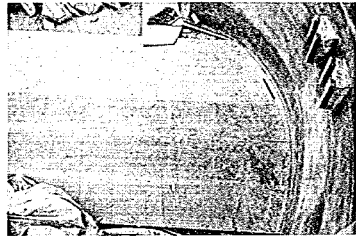


写真 - 12
水叩内圧力管配置



写真 - 13
堤体越流部



写真 - 14
堤体上流面仕上げ

全体模型製作

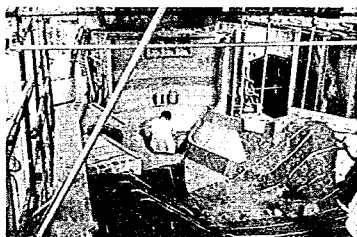


写真 - 15
下流河床

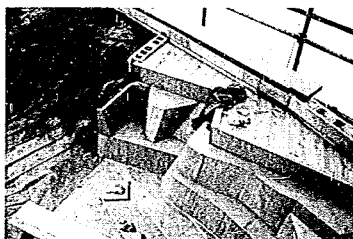


写真 - 16
右岸側導流壁
(導流壁材料 ベニヤ)

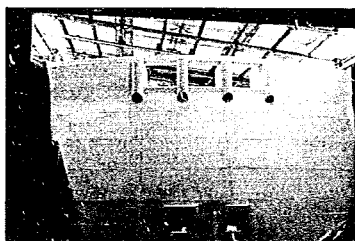


写真 - 17

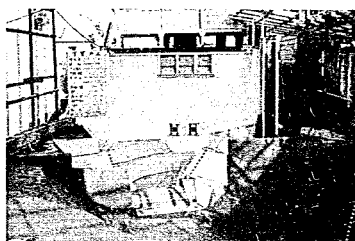


写真 - 18

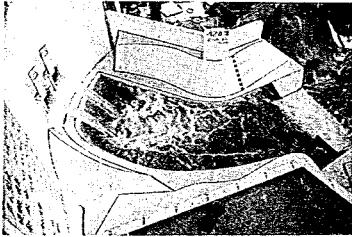
全体模型製作完了

(上流面)

(下流面)

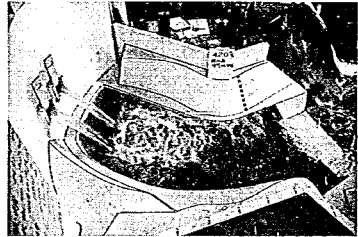
水 叩 き 流 況 写 真

放 流 量 $420 \text{ m}^3/\text{sec}$ (減勢工設計対象流量)



写 真 - 19

角落し高 8 m



写 真 - 20

角落し高 9 m



写 真 - 21

角落し高 10 m

水叩き流況写真

放流量 $726 \text{ m}^3/\text{sec}$ (貯水位 $\text{EL. } 336 \text{ m}$ 時放水管全開放流)

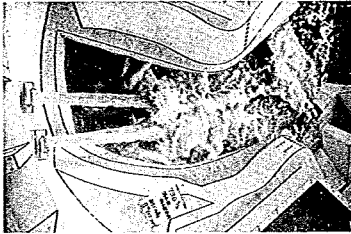


写真 - 22

角落し高 8 m

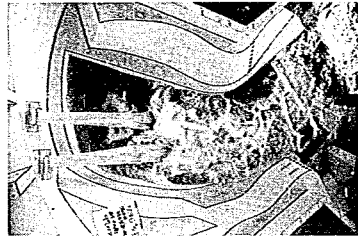


写真 - 23

角落し高 9 m

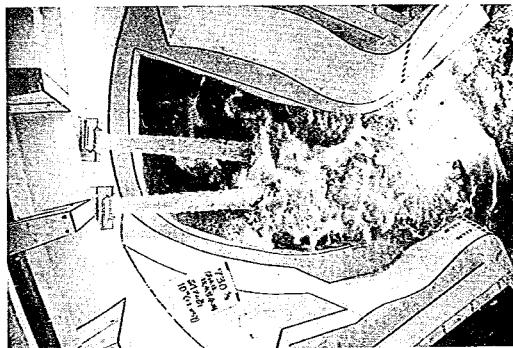


写真 - 24

角落し高 10 m

水叩き流況写真

放流量 $2,040 \text{ m}^3/\text{sec}$ (異常洪水流量)



写真 - 25



写真 - 26

角落し高 9 m

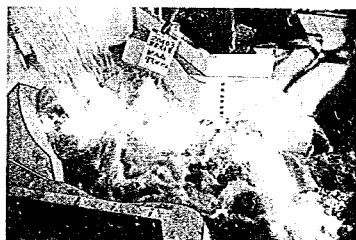


写真 - 27

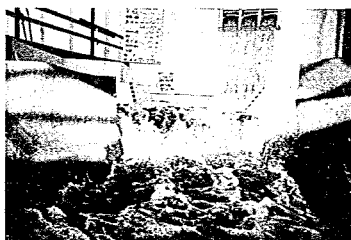


写真 - 28

角落し高 9 m

水叩き流況写真

副ダム最終案設置



写真 - 29

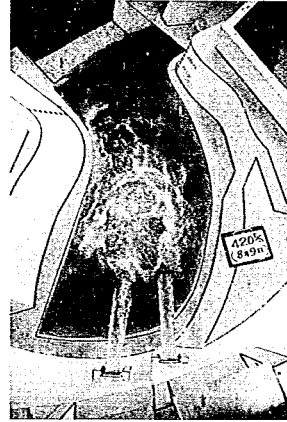


写真 - 30

流量 420 m^3/sec

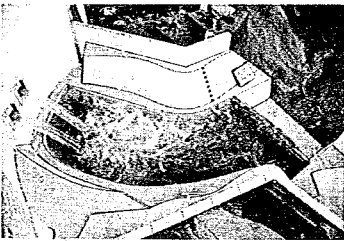


写真 - 31

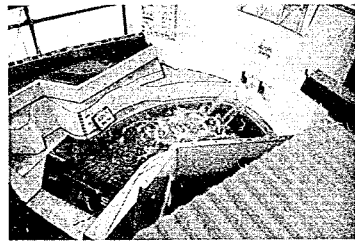


写真 - 32

水叩き流況写真

副ダム最終案設置

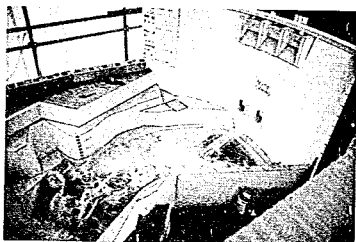


写真 - 33



写真 - 34

流量 726 m^3/sec

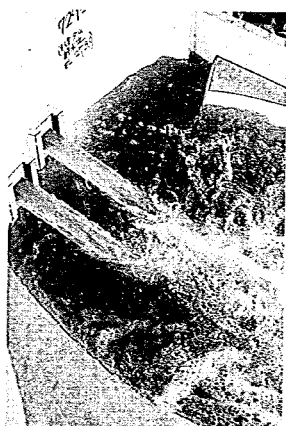


写真 - 35

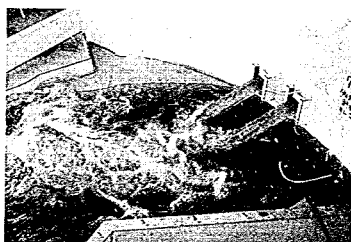


写真 - 36

下流水位 松原ダム貯水位 EL. 273m

水叩き流況写真

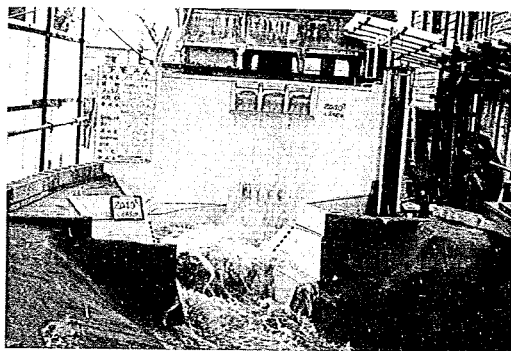


写真 - 37

流量 $2040 \text{ m}^3/\text{sec}$



写真 - 38

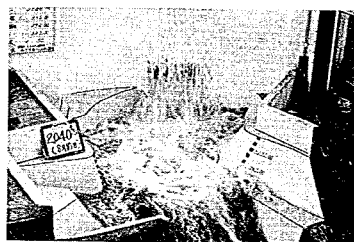
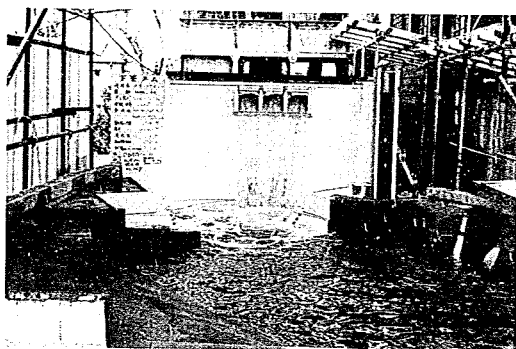


写真 - 39

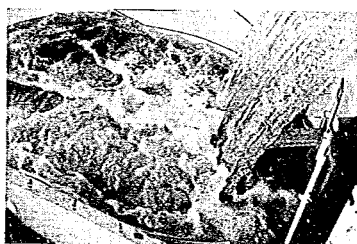
水 叩 き 流 況 写 真



写 真 - 40

流 量 $2040 \text{ m}^3/\text{sec}$

下流水位 松原ダム貯水位 EL. 269m

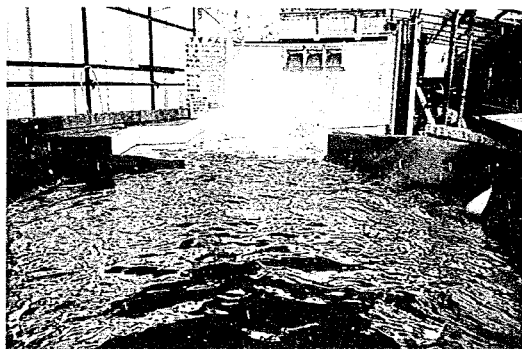


写 真 - 41



写 真 - 42

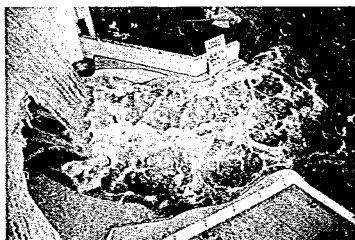
水 叩 き 流 況 写 真



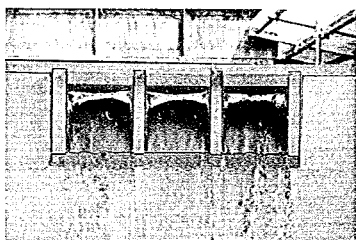
写 真 - 43

流 量 $2,040 \text{ m}^3/\text{sec}$

下流水位 松原ダム貯水位 EL. 273m



写 真 - 44



写 真 - 45

堤頂越流部流況

水叩き流況写真

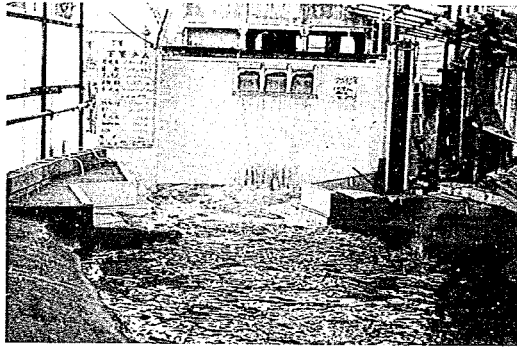


写真 - 46

流量 $2,040 \text{ m}^3/\text{sec}$

下流水位 松原ダム貯水位 $\text{EL. } 273 \text{ m}$

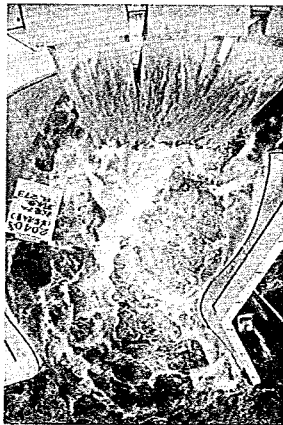


写真 - 47

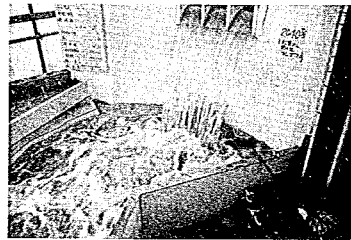
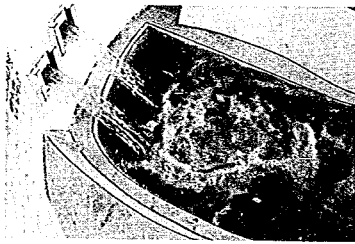


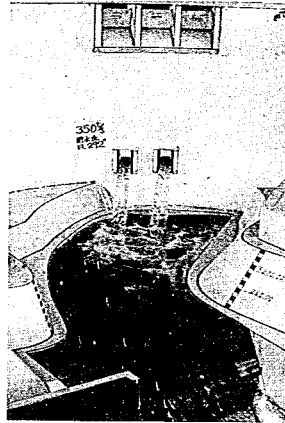
写真 - 48

水 叩 き 流 況 写 真

350 m³/sec 一定量放流



写 真 - 49



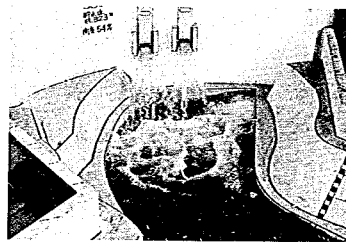
写 真 - 50

貯 水 位 EL. 292 m

ゲート開度 全 開 (1.00)



写 真 - 51



写 真 - 52

貯 水 位 EL. 323 m

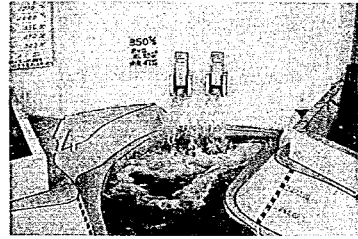
ゲート開度 2.23 m (0.62)

水 叩 き 流 況 写 真

350 m³/sec 一定量放流



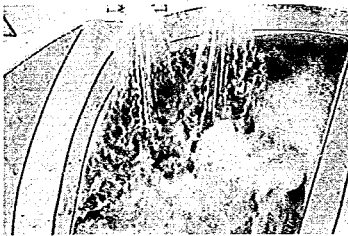
写 真 - 53



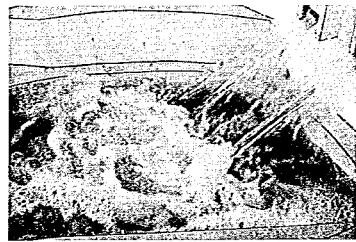
写 真 - 54

貯 水 位 EL. 336 m

ゲート開度 2.0 m (0.55)



写 真 - 55



写 真 - 56

水叩き流況写真



写真 - 57

副ダム最終案設置

流量 $350 \text{ m}^3/\text{sec}$



写真 - 58

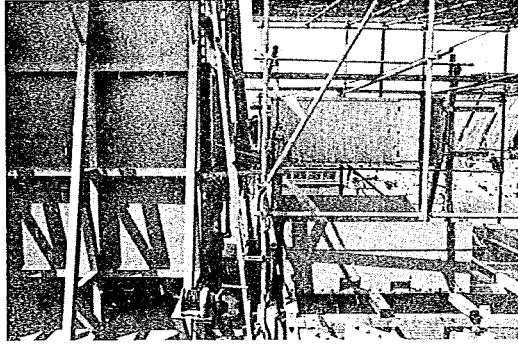
巻込状態



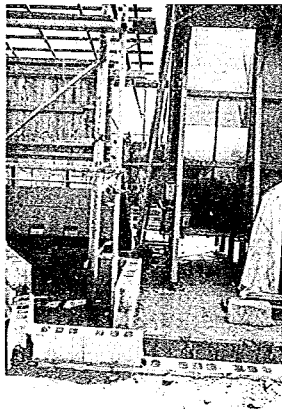
写真 - 59

飛散状態

放水 管 抽 出 模 型



写 真 - 60
全 景



写 真 - 61

放水管抽出模型実験

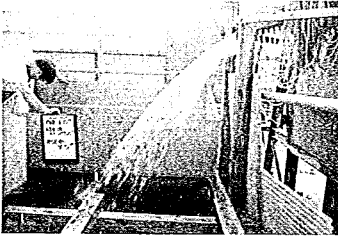


写真 - 62

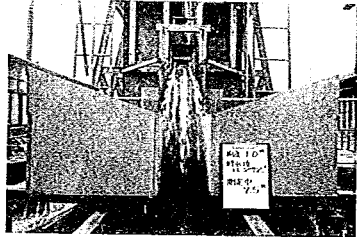


写真 - 63

貯 水 位	EL. 292 m
ゲ ー ト 開 度	1.0 m (0.28)
流 量	42.5 m ³ /sec

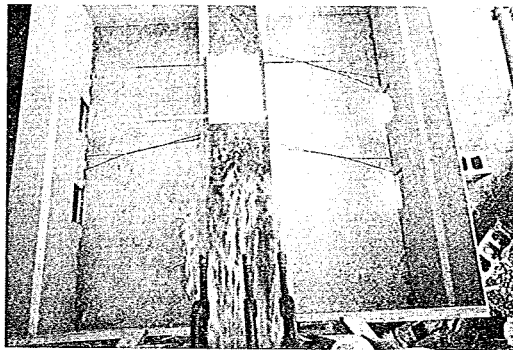


写真 - 64

放水管抽出模型実験



写真 - 65



写真 - 66

貯	水	位	EL. 336 m
ゲ	ー	ト	1.5 m (0.41)
放	流	量	126 m ³ /sec



写真 - 67

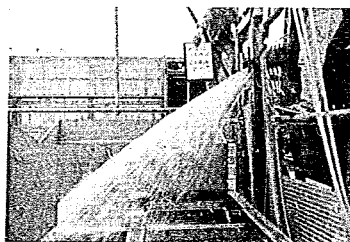


写真 - 68

貯	水	位	EL. 336.0 m
ゲ	ー	ト	2.0 m (0.55)
放	流	量	173 m ³ /sec

放水管抽出模型実験

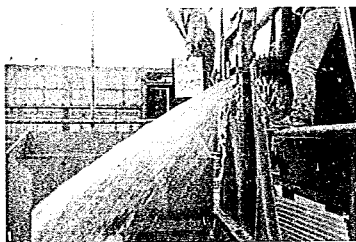


写真 - 69

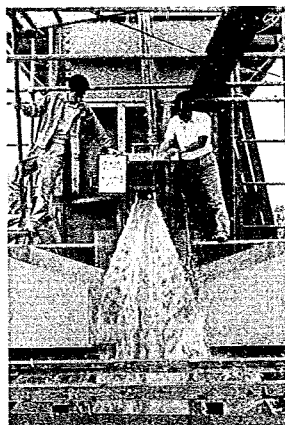


写真 - 70

貯 水 位	EL. 336 m
ゲート開度	2.5 m (0.69)
放 流 量	225 m ³ /sec

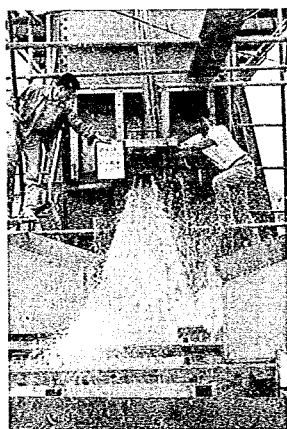


写真 - 71

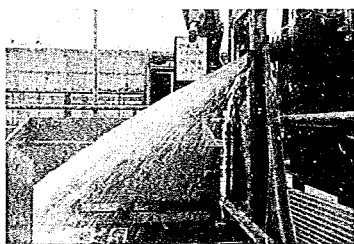


写真 - 72

貯 水 位	EL. 336 m
ゲート開度	3.0 m (0.83)
放 流 量	293 m ³ /sec

放水管抽出模型実験

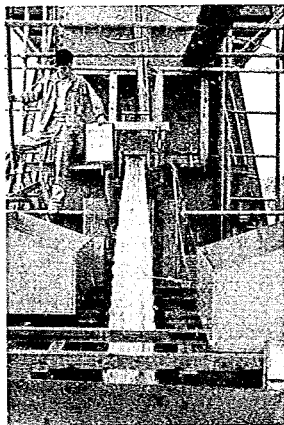


写真 - 73

貯 水 位
ゲート開度
放 流 量

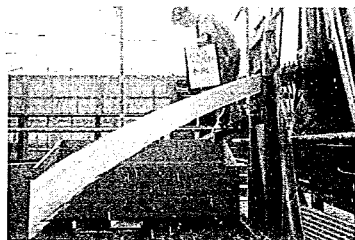


写真 - 74

EL. 336 m
全開 (1.00)
400 m³/sec

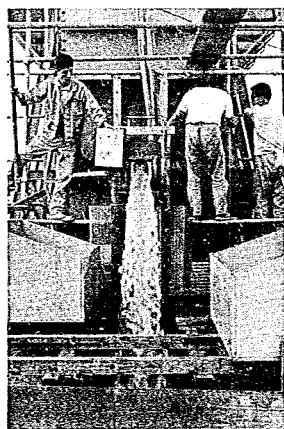


写真 - 75

貯 水 位
ゲート開度
放 流 量

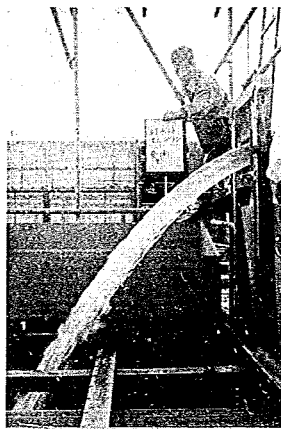


写真 - 76

EL. 292 m
全開 (1.00)
189 m³/sec

堤頂越流部抽出模型

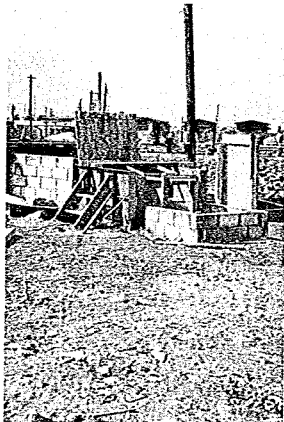


写真 - 77

全 景

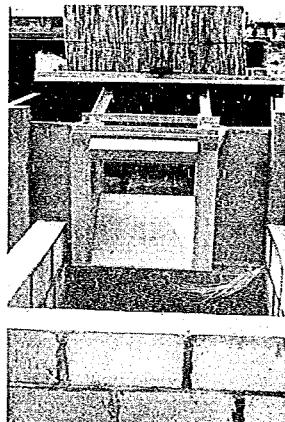


写真 - 78

下 流 面

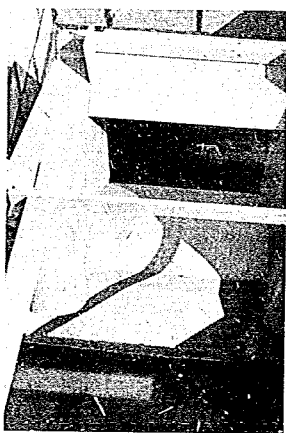


写真 - 79

上 流 面



写真 - 80

圧 力 管 配 置 板

堤頂越流部抽出模型実験



写真 - 81



写真 - 82

貯水位置
ゲート開度
流量

EL. 336m
全開 (自由越流)
455 m³/sec

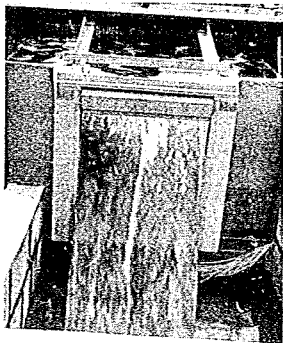


写真 - 83

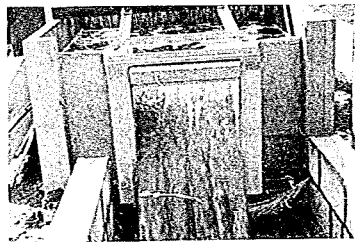


写真 - 84

堤頂越流部抽出模型実験

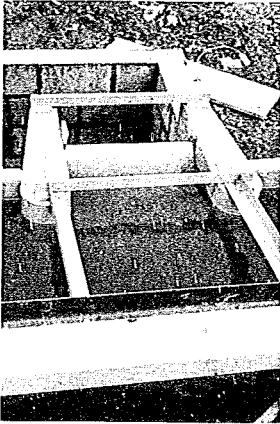


写真 - 85

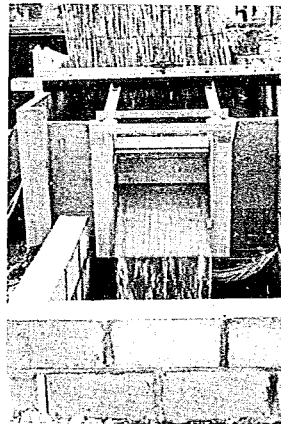


写真 - 86

貯水位置	EL. 336 m
ゲート開度	0.5 m
流量	58 m ³ /sec

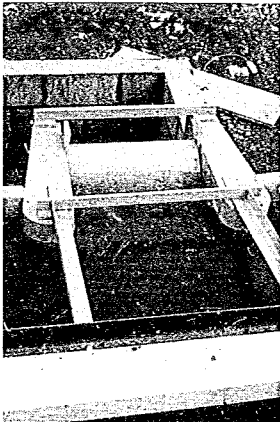


写真 - 87

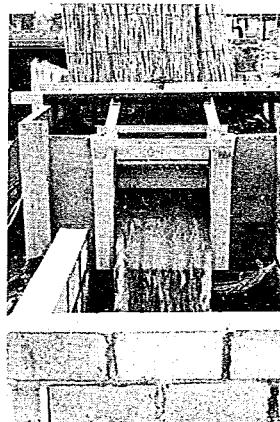


写真 - 88

貯水位置	EL. 336 m
ゲート開度	1.0 m
流量	105 m ³ /sec