

土木研究所資料

玉川ダム水理模型実験報告書

昭和60年 2 月

建設省土木研究所
ダム水工研究室

Copyright © 1985 by P.W.R.I

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P.W.R.I

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複写は、土木研究所長の承認を得ずしてこれを行ってはならない。

玉川ダム水理模型実験報告書

正誤表

要旨	水理模型実型	水理模型実験
第2章 p 7 p13	ダム設計洪水量 原設計案	ダム設計洪水流量 原案設計
第3章 p49 図3-3	-0.1506 0.4576 1.7254 1.991 1.431 2.157	-0.151 0.458 1.73 1.99 1.43 2.16
第4章 p93 写真4-10	EL.336.96m	EL.326.96m
写真4-11	EL.331.77m	EL.321.77m
p96 図4-7	0.8351	0.8531
第5章 p125 図5-2	EL.392.4	EL.392.2
p126 ①式	$0.625X^2$	$0.0625X^2$
p128 上面ベルマウス曲線式	3.681	3.680
p132 ②ゲート半開時 $C=Q/nB(H_1-G)^{1.5}$		$C=Q/nB(H_1^{1.5}-(H_1-G)^{1.5})$
p133 図5-7	1.41848 1.07509 -0.481796 1.66947 0.756204 -0.434001	1.42 1.08 -0.482 1.67 0.756 -0.434
第6章 p168 図6-3	C_2-G_2/G	C^2-G_2/G
第7章 p205 図7-1	EL.393.238m EL.391.089m EL.390.070m EL.390.400m EL.387.2m EL.386.214m $Y=0.020822X^2$	EL.388.667m EL.386.518m EL.385.499m EL.385.800m EL.382.5m EL.381.730m $Y=0.016507X^2$

玉川ダム水理模型実験報告書

ダム水工研究室 宮 脇 千 晴

要 旨

本報告書は、雄物川水系玉川に建設が計画されている玉川ダムの洪水吐きおよび選択取水設備に関して昭和55年度から59年度にわたって実施した水理模型実験の結果を取りまとめたものである。洪水吐きは、越流部、オリフィス部、コンジット部、導流部、減勢工および下流河道に区別し取り扱っている。オリフィス部、コンジット部は、縮尺1/25の透明アクリル模型を使用し、その他の検討は縮尺1/62.5の木製模型を使用して検討を行っている。尚、下流河道は表面をモルタル仕上げとした。選択取水設備については、縮尺1/40、1/25の2つの透明アクリル模型で検討を行っている。以上の水理模型実型を中心とする検討の結果、玉川ダムに適切な洪水吐きおよび選択取水設備呑口形状の実施設計案を提示した。

キーワード：ダム水理模型実験，洪水吐き，選択取水設備

ま え が き

本報告は東北地方建設局の依頼により、昭和54年度から昭和59年度まで土木研究所において実施した玉川ダム洪水吐きの水理設計ならびに水理模型実験の検討結果を取りまとめたものである。各年度における主たる内容は以下に示す通りである。

昭和54年度 原案形状の設計検討および模型製作

昭和55年度 原案形状の水理模型実験

昭和56年度 変更設計1次案形状の水理模型実験
変更設計2次案形状の水理模型実験

昭和57年度 変更設計3次案形状の水理模型実験

昭和58年度 選択取水設備水理模型実験

昭和59年度 オリフィスの変更形状の抽出実験

昭和60年2月

建設省土木研究所 ダム水工研究室

宮脇 千晴

目 次

まえがき

第1章 ダム計画の概要	1
第1節 計画の概要	1
1.1 概 要	1
1.2 目 的	3
第2節 設計の基本方針	4
2.1 洪水吐きの設計条件	4
2.2 洪水吐きの設計経緯	4
第2章 洪水吐きの設計原案	5
第1節 基本諸量	6
第2節 洪水吐きの配置	7
2.1 コンジット（洪水調節用放流設備）	7
2.2 オリフィス	7
2.3 クレスト	7
2.4 減勢工	7
第3節 水理模型実験	8
3.1 実験概要	8
3.2 模型	8
3.3 実験内容	8
3.4 実験結果	9
第3章 洪水吐きの変更設計1次案	43
第1節 変更設計1次案形状	43
1.1 クレスト形状	43
1.2 堤体導流部形状	46
1.3 オリフィス形状	46
1.4 コンジット形状	46
1.5 減勢工形状	46
第2節 水理模型実験	47
2.1 実験内容	47
2.2 実験結果	47

第4章 洪水吐きの変更設計2次案	81
第1節 変更設計2次案形状	81
1.1 オリフィス形状	81
1.2 クレスト形状	81
1.3 コンジット形状	84
1.4 減勢工形状	84
第2節 水理模型実験	85
2.1 模 型	85
2.2 実験内容	85
2.3 実験結果	87
第3節 オリフィス抽出模型水理実験	93
3.1 模 型	93
3.2 実験内容	93
3.3 実験結果	93
第5章 洪水吐きの変更設計3次案	121
第1節 貯水池諸元の変更内容	121
第2節 変更設計3次案形状	122
2.1 クレスト形状	125
2.2 オリフィス形状	125
2.3 コンジット形状	127
2.4 減勢工形状	129
第3節 水理模型実験	130
3.1 模 型	130
3.2 実験内容	130
3.3 実験結果	130
第6章 オリフィス・コンジットの抽出模型水理実験	165
第1節 オリフィスの抽出実験	165
1.1 模 型	165
1.2 実験内容	165
1.3 実験結果	166
第2節 コンジットの抽出実験	172
2.1 模 型	172
2.2 実験内容	172

2.3 実験結果	172
第7章 オリフィスの設計変更形状	205
第1節 オリフィスの変更形状	205
第2節 オリフィスの変更形状の抽出実験	206
2.1 模 型	206
2.2 実験内容	206
2.3 実験結果	206
第8章 選択取水設備水理模型実験	217
第1節 実験概要	217
1.1 実験目的	217
1.2 模 型	217
1.3 取水設備の設計条件	217
1.4 実験装置および実験概要	217
第2節 密度成層がない場合の検討	223
2.1 実験内容	223
2.2 実験結果	224
第3節 密度成層がある場合の検討	248
3.1 実験内容	248
3.2 実験結果	248
第9章 検討結果	271
あ と が き	

第1章 ダム計画の概要

第1章 ダム計画の概要

第1節 計画の概要

1.1 概 要

玉川は流域面積 1,219 km²で、雄物川全流域面積の約 28%を占める最大右支川であり、その上流域では年間 2,500 mmを越える降雨量がある水資源等に恵まれた河川である。玉川ダムは秋田県仙北郡田沢湖町に建設が計画されている重力式コンクリートダムで治水(洪水調節、流水の正常な機能の維持)、都市用水、発電を目的とした多目的ダムである。

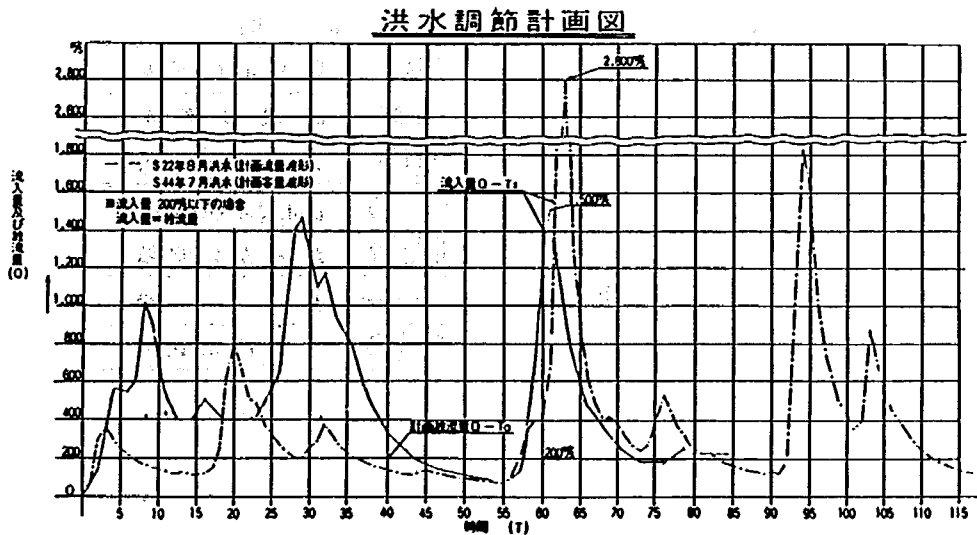
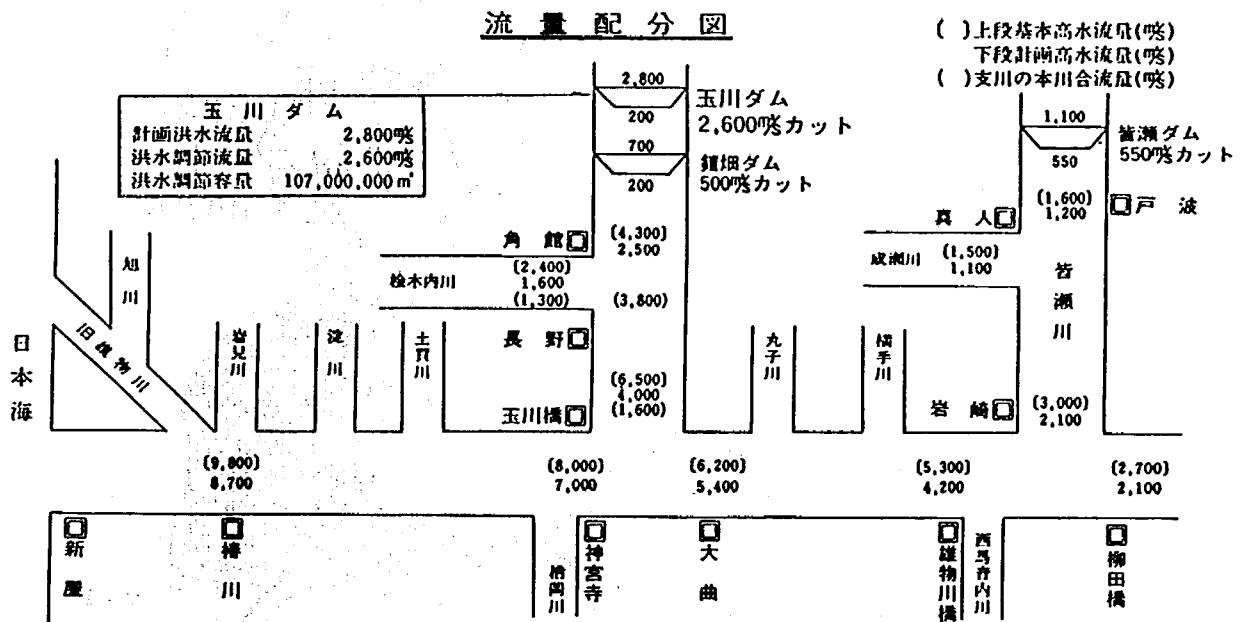


図1-1 洪水調節計画図

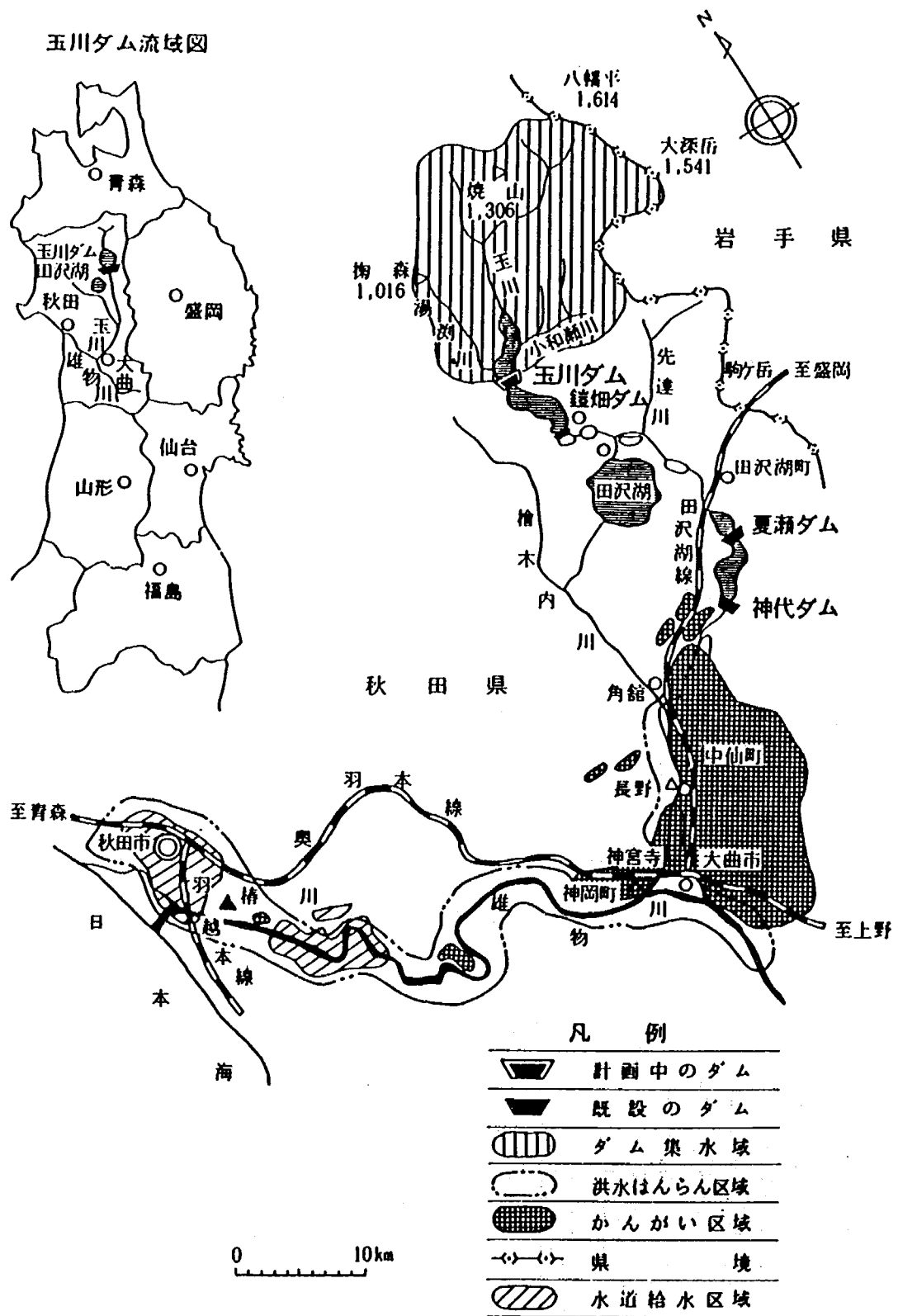


図1-2 雄物川流域図

1.2 目 的

ダムの目的は表 1—1 に示すとおりである。

表 1—1 ダムの目的

洪水調節	ダム地点の計画高水流量 2,800 m ³ /s のうち 2,600 m ³ /s の洪水調節を行い、下流の水害を防除する。(図 1—1 参照)
流水の正常機能の維持	ダム下流の既得用水の補給等流水の正常な機能の維持と増進を図る。
かんがい	雄物川及び玉川沿岸の約 10,200 ha の農地に対するかんがい用水の補給を行う。(図 1—2 参照)
水道	秋田市及び雄和町に対し、383,900 m ³ /日进行供給する。(図 1—2 参照)
工業用水	秋田県に対し、452,500 m ³ /日进行供給する。(図 1—2 参照)
発電	新たにダム式発電所を建設し、最大出力 24,900 kW の発電を行うとともに、下流既設発電所の電力量の増加を図る。

第2節 設計の基本方針

2.1 洪水吐きの設計条件

洪水吐きの設計条件は表1-2に示すとおりである。

表1-2 洪水吐きの設計条件

	設 計 条 件
コ ン ジ ャ ッ ト	制限水位で1条で200 m ³ /s放流可能で、管内圧力はすべて正圧であること。
オ リ フ ィ ス	サーチャージ水位で、200 m ³ /s放流可能で、管内圧力はすべて正圧であること。
ク レ ス ト	設計洪水水位で、コンジット、オリフィスとともにダム設計洪水流量3,500 m ³ /s放流可能なこと。
減 勢 工	減勢工対象流量は、2,800 m ³ /sとし、3,500 m ³ /sまで許容できること。
二 次 減 勢 工	二次減勢工の対象流量は、200 m ³ /sとし、他の放流量に対しても、悪影響を与えないものとする。

2.2 洪水吐きの設計経緯

洪水吐きの設計経緯は、表1-3に示すとおりである。

表1-3 洪水吐きの設計経緯

項 目 \ 年 度	5 5	5 6		5 7	5 9
		I	II		
設 計 洪 水 位 (E L. m)	406.500	406.500	406.500	404.100	404.100
サ ー チャ ー ジ 水 位 (E L. m)	404.400	404.400	404.400	402.400	402.400
常 時 満 水 位 (E L. m)	399.700	399.700	399.700	397.400	397.400
制 限 水 位 (E L. m)	390.000	390.000	390.000	387.200	387.200
ク レ ス ト 標 高 (E L. m)	394.400	394.400	394.400	392.200	392.200
ゲ ー ト ピ ン 標 高 (E L. m)	400.500	400.500	400.500	397.800	397.800
クレストゲート幅(一門)(m)	8.100	8.400	8.400	8.600	8.600
オリフィス敷高(E L. m)	386.496	386.496	390.000	387.200	382.500
コンジット呑口中心標高(E L. m)	353.859	353.859	353.838	353.930	353.930
堤体導流壁高(m)	7.000	8.000	8.000	8.000	8.000
堤体下流面勾配	1:0.82	1:0.81	1:0.81	1:0.81	1:0.81
水叩き敷高(E L. m)	317.000	317.000	320.000	320.000	320.000
水叩き導流壁高(m)	21.000	22.000	22.000	22.000	22.000
水叩き長(m)	84.000	70.000	70.000	70.000	70.000
減勢工終端位置(D. C. m)	192.816	178.017	180.447	178.017	178.017

第2章 洪水吐きの設計原案

第2章 洪水吐きの設計原案

玉川ダム工事事務所より提示された原案形状は、図2-1～2-3に示すとおりである。

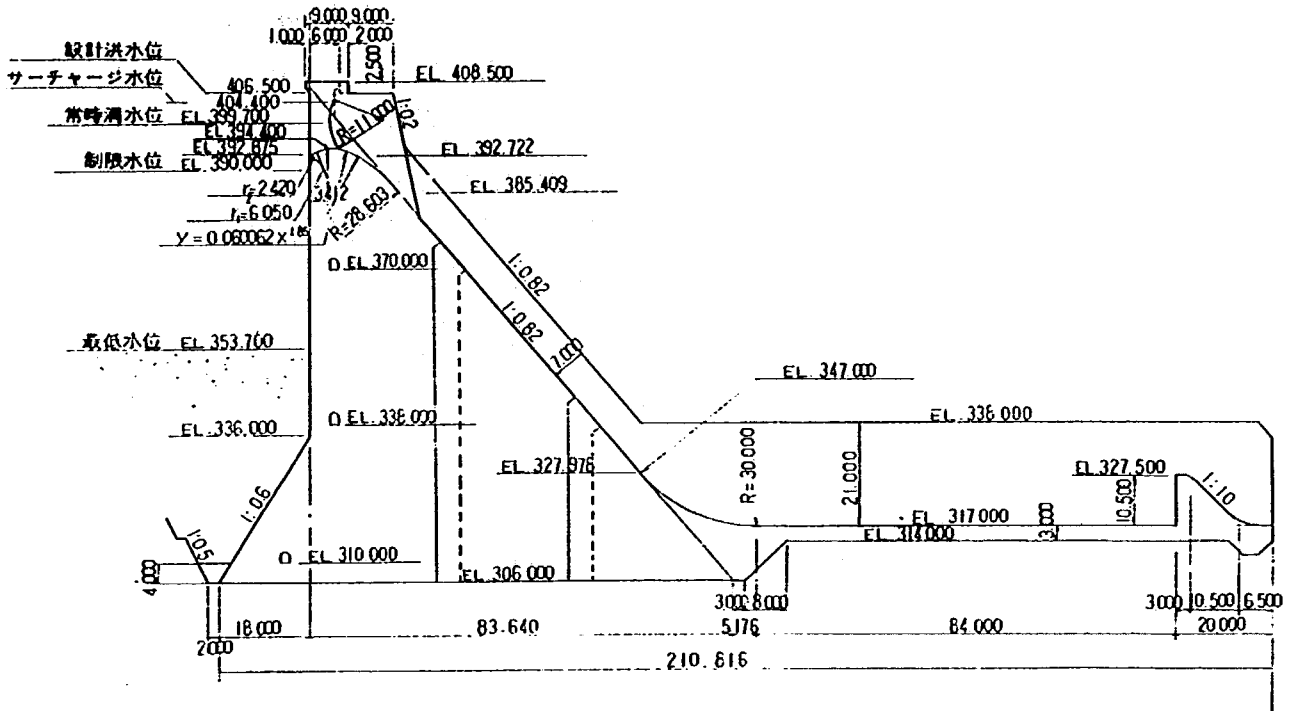


図2-1 原案形状図（標準断面図）

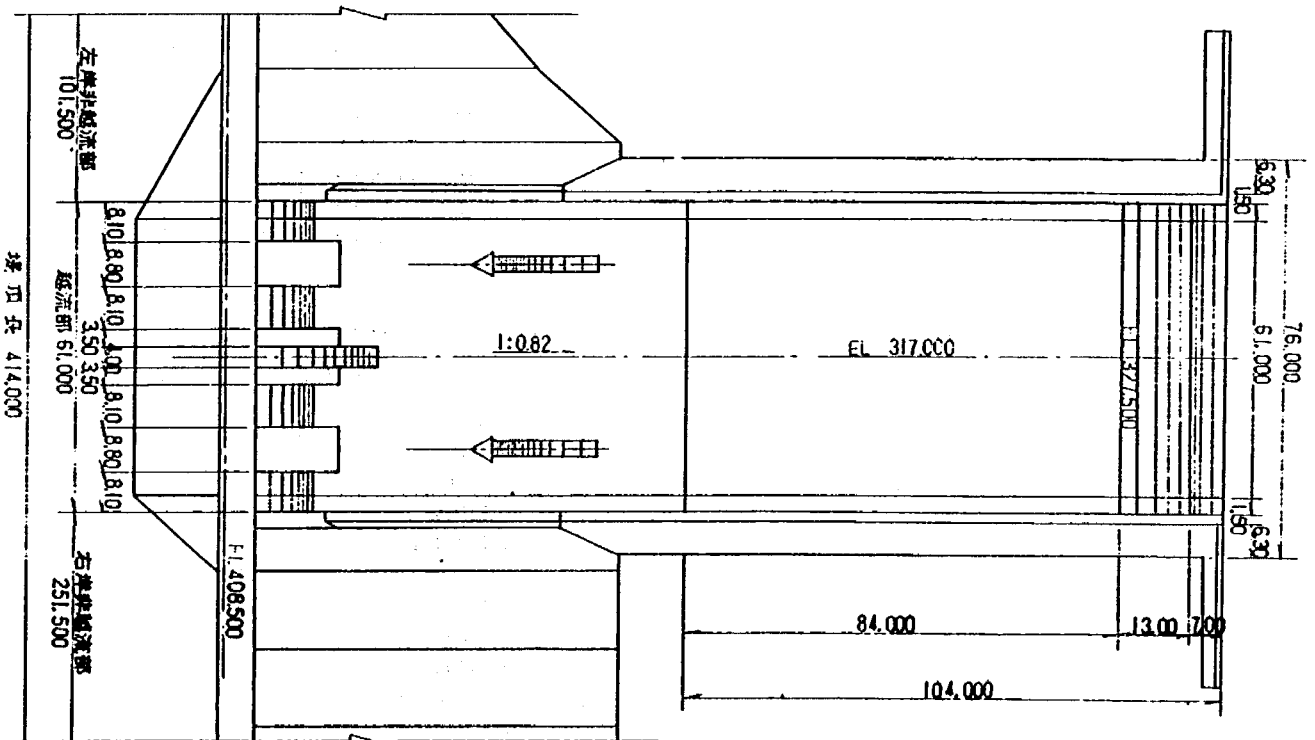


図2-2 原案形状図（平面図）

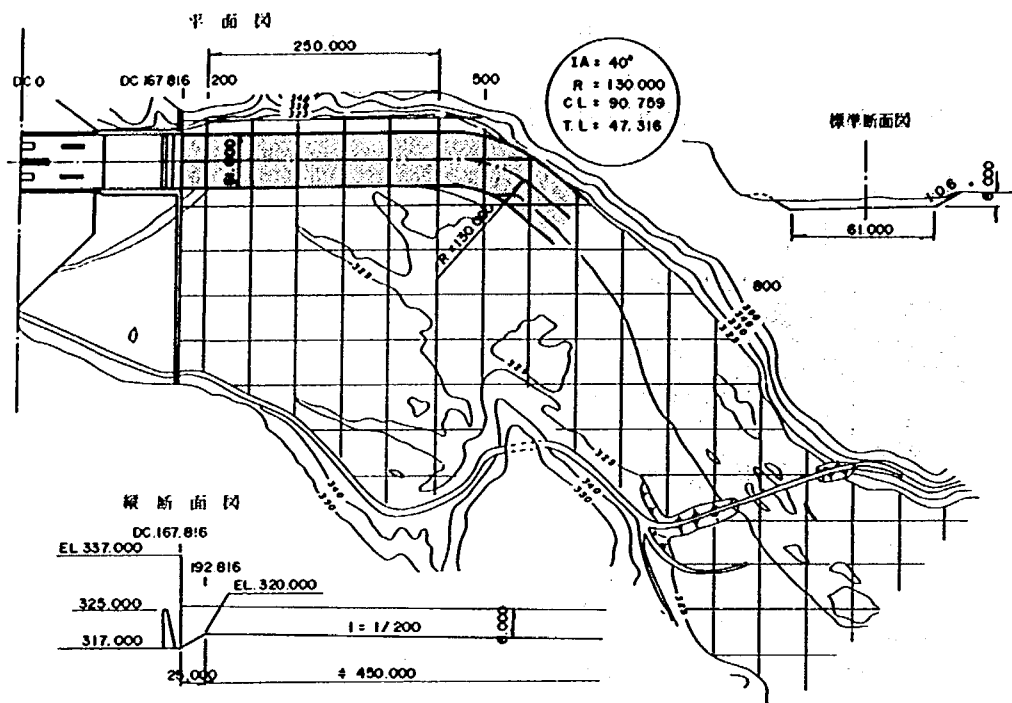


図 2-3 原案形状図 (下流河道)

第1節 基本諸量

基本諸量は、表 2-1 に示すとおりである。

表 2-1 ダムおよび貯水池諸元

貯水池		
集水面積		287.0 km^2
湛水面積		8.3 km^2
総貯水容量		254,000,000 m^3
有効貯水容量		229,000,000 m^3
洪水調節容量		107,000,000 m^3
堆砂容量		25,000,000 m^3
利水容量	洪水期	122,000,000 m^3
	非洪水期	190,000,000 m^3
ダム設計洪水流量		3,500 m^3/s
計画高水流量		2,800 m^3/s
計画最大放流量		200 m^3/s
ダム		
型式		重力式コンクリートダム
堤高		102.5 m
堤頂長		414.0 m
非越流部標高		E.L.408.5 m
越流部標高		E.L.394.4 m
計画堆砂位		E.L.353.7 m
制限水位		E.L.390.0 m
常時満水位		E.L.399.7 m
サーチャージ水位		E.L.404.4 m
設計洪水位		E.L.406.5 m
洪水調節用放流設備	オリフィスゲート	4.5 m × 4.5 m 1条
	コンジットゲート	2.9 m × 2.9 m 2条
非常用放流設備	クレストゲート	8.1 m × 10.5 m 4門

第2節 洪水吐きの配置

2.1 コンジット

放流管の呑口中心標高は、最低水位 (EL. 353.7 m) とする。なお、放流管は2条 (幅 2.9 m × 高さ 2.9 m) とし、制限水位 (EL. 390.0 m) にて、1条で 200 m³/s、2条で 400 m³/s 放流できること。

2.2 オリフィス

オリフィスの呑口中心標高は、制限水位 (EL. 390.0 m) とする。なお、オリフィスは1条とし、サーチャージ水位 (EL. 404.4 m) にて、200 m³/s 放流できること。

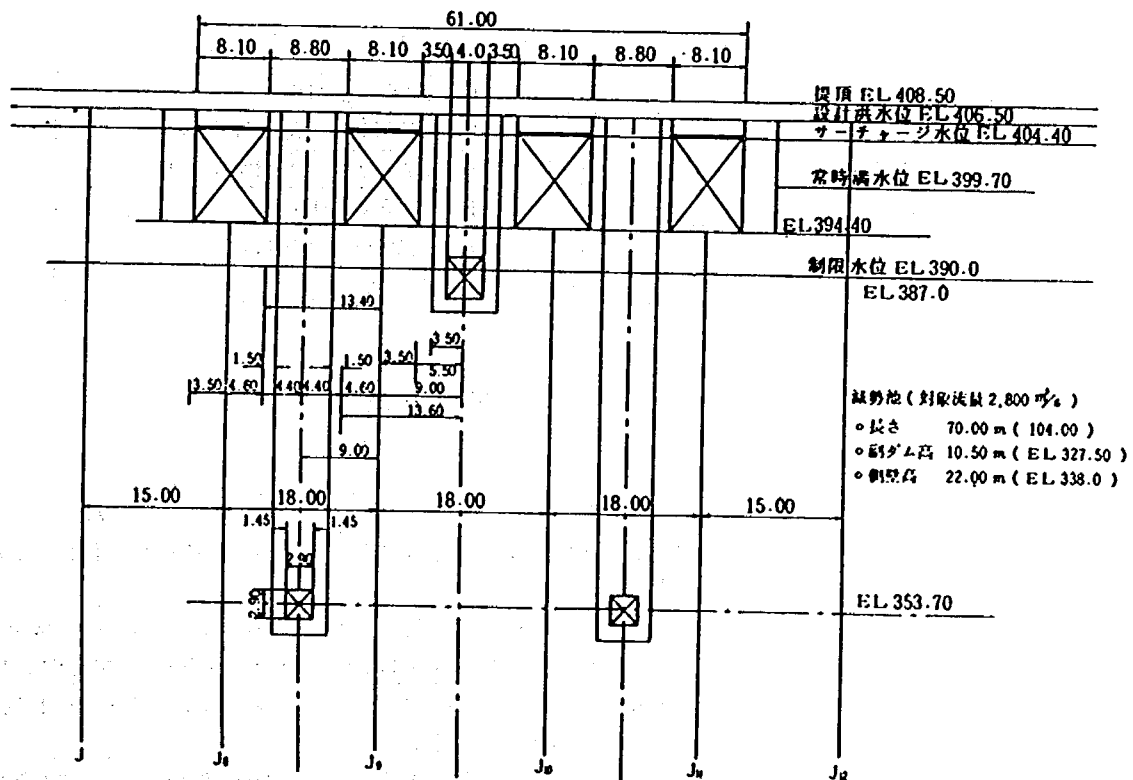
2.3 クレスト

クレストの設置標高は、EL. 394.4 m とし4門設置する。なお、放流管とともに、サーチャージ水位 (EL. 404.4 m) にて計画高水流量 (2,800 m³/s) を、設計洪水水位 (EL. 406.5 m) にてダム設計洪水量 (3,500 m³/s) 放流できること。

2.4 減勢工

減勢工の幅は 61 m とし、副ダムおよび水平水叩きを有する跳水式減勢工とする。

以上より洪水吐きの配置は、図2-4 のようになる。(玉川ダム放流設備関係設計検討資料より)



第3節 水理模型実験

3.1 実験概要

洪水吐きの原案形状における水理機能及び放流能力等の検討は、水理模型実験によるものとし、実験は土木研究所のダム水理実験施設（高さ 10 m×幅 50 m×長さ 100 m）内で実施したものである。又、本実験は、原案形状における洪水吐きの放流能力及び流況観察を主体として、実施したものである。

3.2 模 型

実験模型の縮率は、模型の製作範囲、設置場所及び実験流量等から実物の 1/62.5 とした。また模型の製作範囲は、ダム軸下流約 1,100 m 間としている。貯水池、ダム本体、減勢工は、木製で製作し、表面はペイント塗装をしている。下流河道は、平面図より 50 m ピッチで横断板を製作し、モルタルにて製作している。

3.3 実験内容

実物と模型との力学相似は、慣性力と重力とが卓越した流れであるのでフルードの相似則に従うものとした。従ってその基本量の縮率は表 2-2 に示すとおりである。

実験内容については、原案形状に対して表 2-3 の項目について実施した。

また、各水理量の測定は表 2-3 に示す方法で行った。

表 2-2 諸 量 の 縮 率

諸 量	基本次元	縮 率
長さ・水深	L	$1 : 62.5 = 0.016$
時 間	T	$1 : (62.5)^{1/2} = 0.1265$
流 量	$L^3 \cdot T^{-1}$	$1 : (62.5)^{5/2} = 3.2382 \times 10^{-5}$
圧 力 強 度	$M \cdot L^{-1} \cdot T^{-2}$	$1 : 62.5 = 0.016$
流 速	$L \cdot T^{-1}$	$1 : (62.5)^{1/2} = 0.1265$
流 量 係 数	$L^{1/2} \cdot T^{-1}$	$1 : 1 = 1$

表 2-3 水理量の測定方法

水 理 量	測 定 方 法
流 量	実験開始時および終了時の電磁流量計プリンター出力値をそれぞれ 2 個記録し、計 4 個の平均値とした。
貯 水 位	貯水槽測部に取り付けた水位管の水位を 1/10 mm 読みポイントゲージで測定した。
越 流 水 面 形	測定位置底面からの最高、平均水深を 1/10 mm 読みポイントゲージで測定した。
減勢工、下流河道の水面形	減勢工敷高を基準とし減勢工については 1/10 mm 読みポイントゲージで下流河道についてはレベルにより平均水位を測定した。
下 流 河 道 の 流 速	プロベラ式流速計により、主流付近水位の 1/2 で 10 秒間の平均流速を測定した。
流 況 観 察	スケッチおよび写真撮映により記録した。

3.4 実験結果

3.4.1 洪水吐き

洪水吐きは、オリフィス (4.5 m×4.5 m) 1条, コンジット (2.9 m×2.9 m) 2条, クレスト (8.1 m) 4門から構成される。

(1) 放流機能の検討

1) 洪水吐き全門全開時

洪水吐き全門全開時放流における、一連の水位と流量の関係は、図2-5に示すとおりである。測定値より放流能力をまとめたものが表2-4であり、計画上の放流能力は全て満足する。

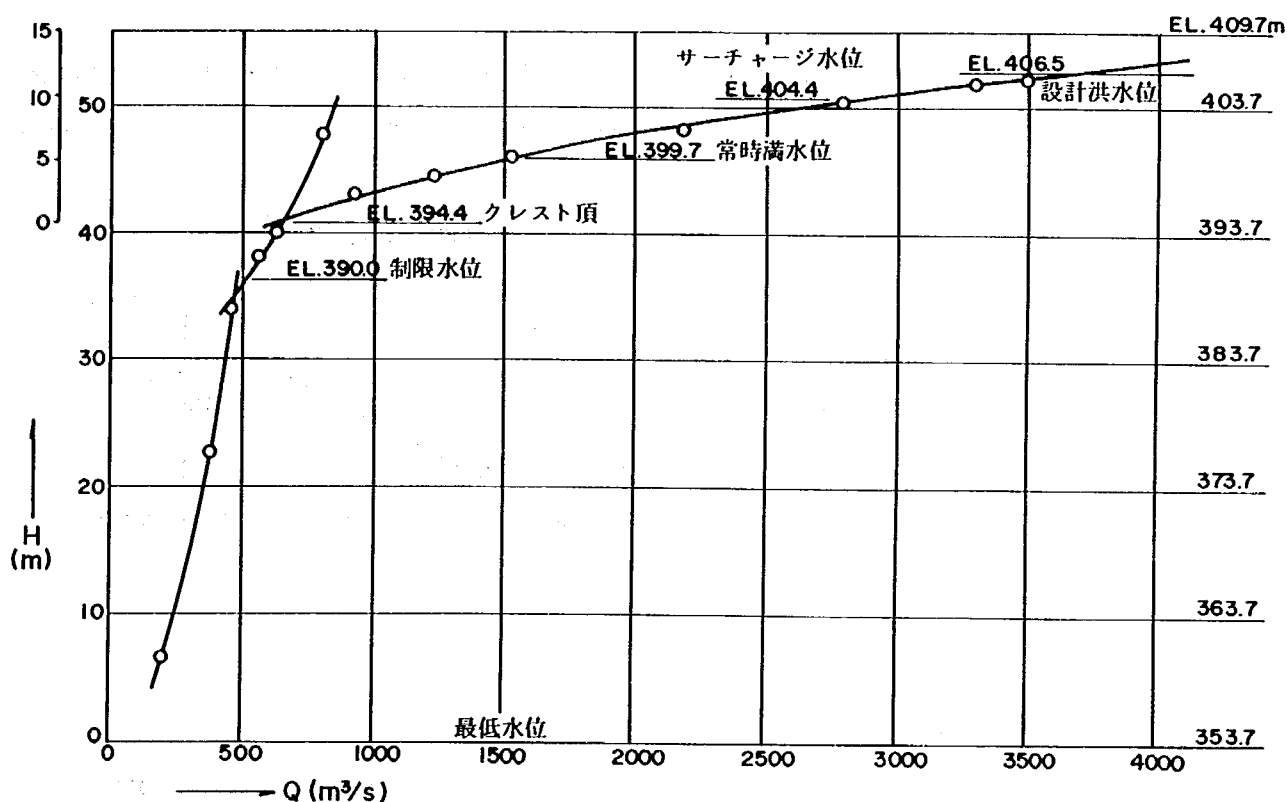


図2-5 全門全開時の水位と流量の関係

表2-4 放 流 能 力

貯 水 位 EL.(m)	計 画 放流量 (m³/s)	実 験 値 放流量 (m³/s)
制 限 水 位 390.0	400	520
サーチャージ水位 404.4	2,800	2,860
設 計 洪 水 位 406.5	3,500	3,700

2) クレスト単独放流時の放流機能曲線

クレスト単独放流における水位と流量の関係は、図2-6、表2-10 a, b, c に示すとおりである。
これらの実験値により、ゲート全開時、ゲート部分開放流時の放流機能は、次式にて推定できる。

ゲート全開放流時

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

$$C = -0.0379(H/Hd)^2 + 0.418(H/Hd) + 1.68$$

ゲート部分開放流時

$$Q = n \cdot Co \cdot B \{ H^{\frac{3}{2}} - (H - G)^{\frac{3}{2}} \}$$

$$Co = 1.68(G/Hd)^2 - 1.03(G/Hd) + 2.08$$

但し、 $H/G > 1.8$ を適用範囲とする。

ここに、 Q ：放流量(m^3/s)、 n ：径間数4門、 B ：1径門当たりの越流幅8.1m、 H ：越流水深(m)、

Hd ：設計水深12.1m、 C ：流量係数、 G ：ゲート開き(m)でゲート接点(EL.394.129m)

とゲートリップとの標高差

上記推定式と実験値は誤差が $\pm 1\%$ 以内で一致し、放流能力曲線式は図2-6に示すものとなる。

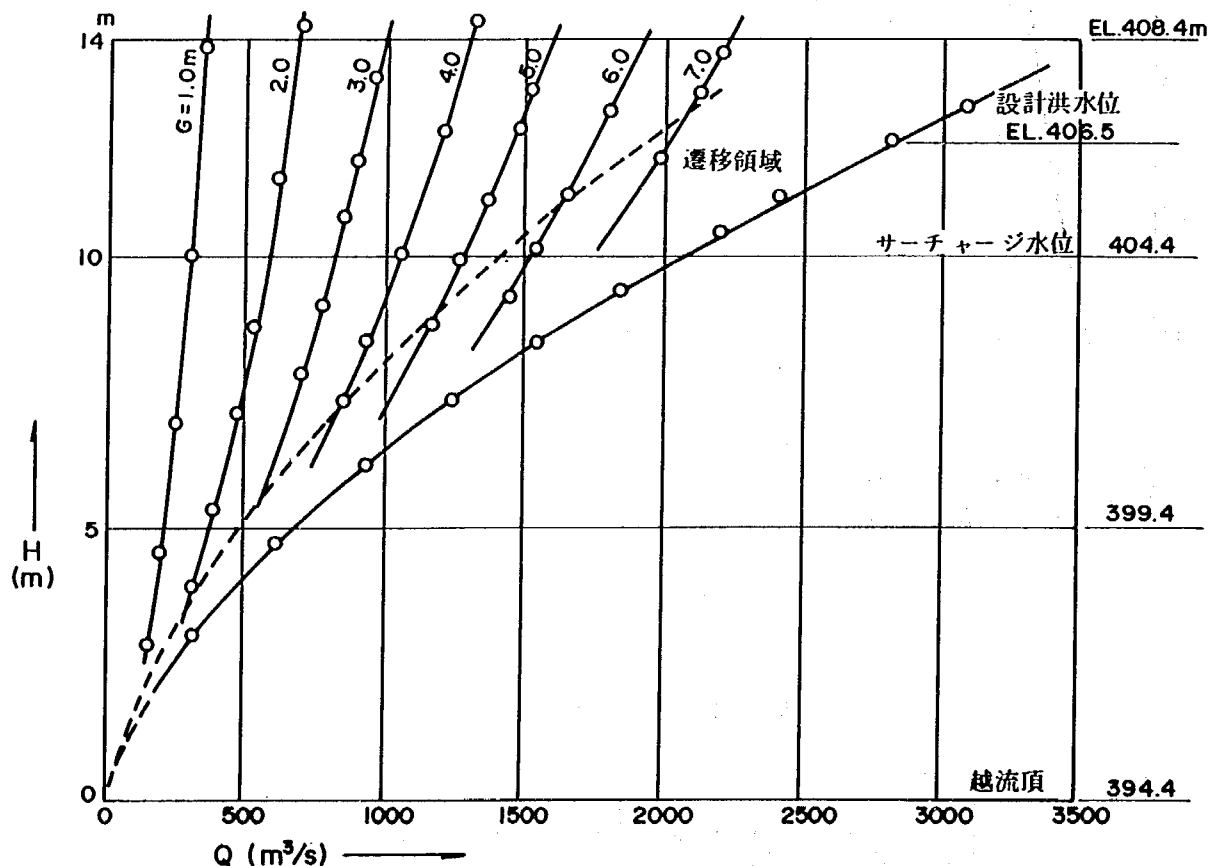


図2-6 クレストゲート単独放流時の水位と流量

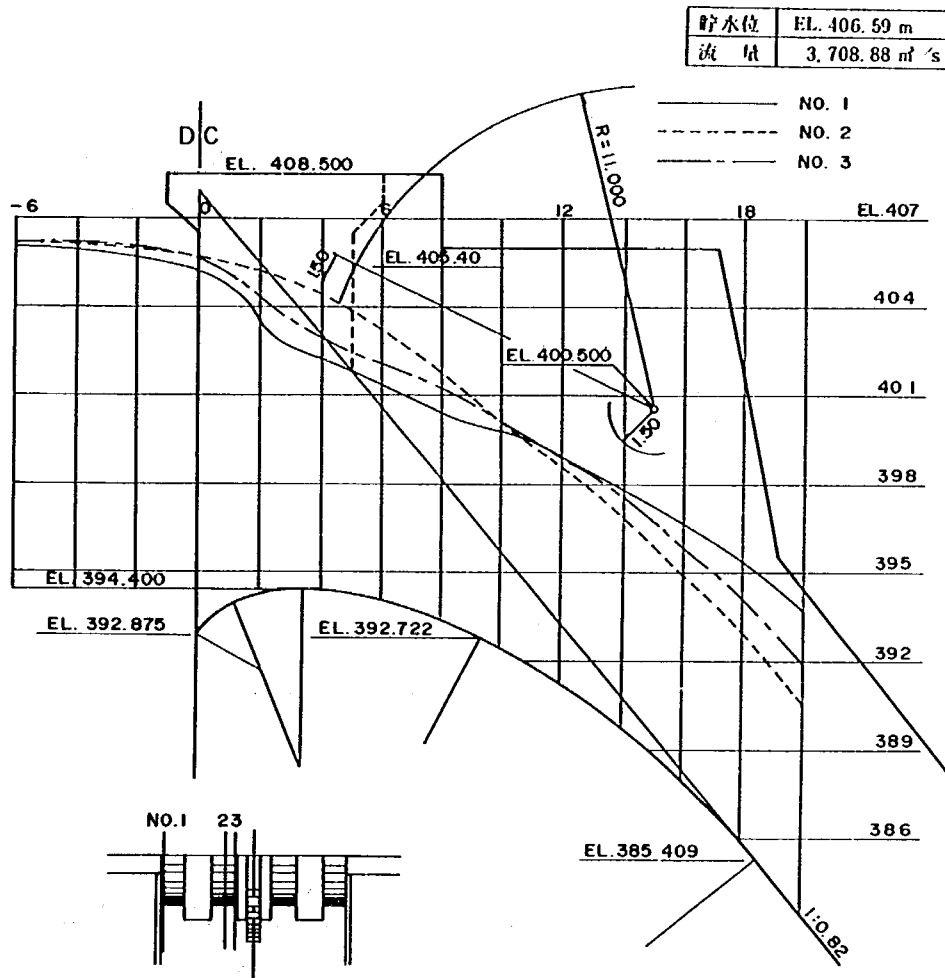
3) オリフィス、コンジットの放流能力

本模型でのオリフィス、コンジットは、それぞれ7.2 cm×7.2 cm、4.64 cm×4.64 cm と小さく、
詳細な放流能力を把握しがたい。このため抽出実験にて検討することとする。

(2) 堤項構造物と越流水脈との関係

クレストの設計洪水水位 (EL.406.5 m) における放流状態での越流水面形を計測した。結果は図 2-7 に示すとおりである。

堤項構造物は、図 2-7 を参考にして越流水面に対して、1.5 m 以上の余裕を確保するように設計すればよい。ゲート最大巻き上げ時のゲート下端については、越流水脈の最高水面から 1.5 m 以上の余裕があり、充分である。



測線 距離	No. 1		No. 2		No. 3	
	最大水位	平均水位	最大水位	平均水位	最大水位	平均水位
-6	406.04	406.02	406.18	406.14	406.18	406.16
-4	405.92	405.90	406.11	406.06	406.15	406.13
-2	405.61	405.59	405.96	405.95	406.06	406.05
0	405.17	405.11	405.70	405.69	405.66	405.64
2	403.45	403.39	405.21	405.20	404.29	404.25
4	402.19	401.88	404.39	404.35	402.93	402.88
6	401.34	401.25	403.13	403.11	402.03	401.99
8	400.38	400.28	401.74	401.71	401.23	401.08
10	399.72	399.59	400.13	400.05	400.08	400.04
12	398.91	398.78	398.60	398.54	398.88	398.75
14	397.78	397.69	396.82	396.79	397.58	397.38
16	396.63	396.53	394.87	394.83	395.78	395.67
18	395.34	395.00	392.89	392.78	394.06	393.86
20	393.63	393.31	390.66	390.47	391.46	391.75

図 2-7 越流水面形

(3) 堤体導流壁高と堤体導流部水脈

設計洪水位 (EL.406.5 m) での堤体導流部最高水位を計測した結果は、図 2-8 に示すとおりである。

図 2-8 より、左右岸橋台沿いの水脈は、下流面円弧付近 (D.C.18 m) からのはい上がりが大きく、堤体導流部 D.C.20 m～D.C.35 m 付近にかけて導流壁高の余裕がまったくなく、空気混入による水面の上昇を考慮し、少なくとも 1 m 程度堤体導流壁高を嵩上げする必要がある。

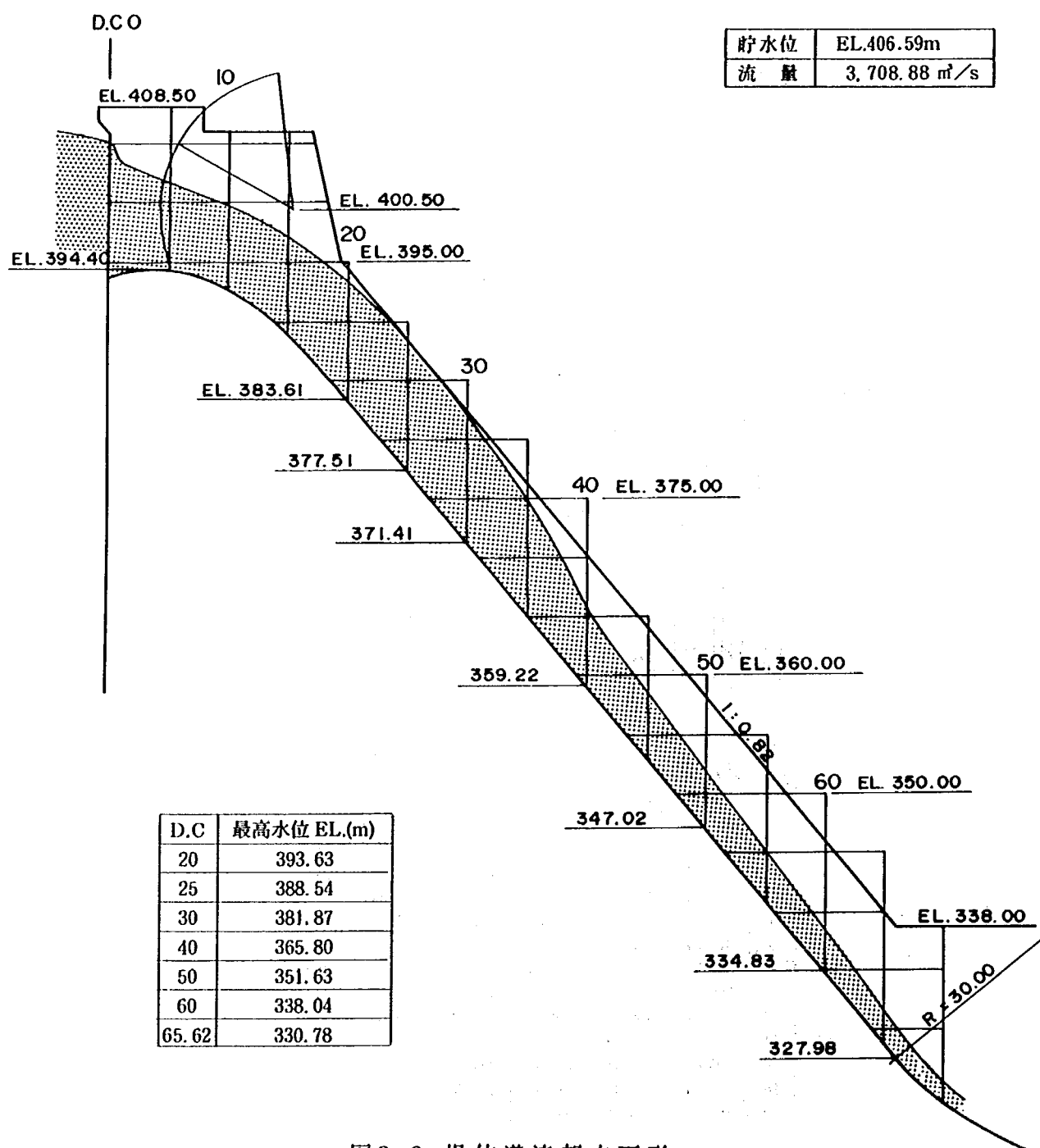


図 2-8 堤体導流部水面形

3.3.2 減 勢 工

減勢工規模については、表 2—5 に示すケースで検討を行った。

表 2—5 減勢工実験ケース一覧表

河道	実験番号	減勢工規模		
		減勢工長 L (m) 副ダム高 H (m)		
現況河道	1	L = 84.0 m	H = 10.5 m	EL.327.5 m
	2	L = 70.0 m	H = 10.5 m	EL.327.5 m
	3	L = 60.0 m	H = 10.5 m	EL.327.5 m
改修河道	4	L = 70.0 m	H = 10.5 m	EL.327.5 m
	5	L = 70.0 m	H = 8.0 m	EL.325.0 m
	6	L = 60.0 m	H = 8.0 m	EL.325.0 m
	7	L = 60.0 m	H = 8.0 m	EL.325.0 m
	8	L = 60.0 m	H = 5.0 m	EL.322.0 m

但し、減勢工長 L はバケットカーブ終端を基準とする長さとする。

(1) 下流河道現況の場合

原設計案は減勢長 L = 84.0 m (以下、バケットカーブ終端から副ダム前面までの距離を L とする)、副ダム高 H = 10.5 m (EL.327.5 m) で計画されている。

副ダム高は、下流河道砂礫堆の敷高 EL.325 m からみれば減勢工内に砂礫が逆流しない適当な高さである。従って副ダム位置を中心に検討を行った。実験条件は表 2—6 のとおりである。

表 2—6 実 験 条 件

No	対象流量 (m³/s)	洪 水 吐			計 画 放 流 水 位
		オリフィス	コンジット	クレスト	
1	200		* 2 門全開		サーチャージ水位 EL.404.4 m
2	400		"		制限水位 EL.390.0 m
3	800	全 開	"		
4	1,800	"	"	中央 2 門全開	サーチャージ水位 EL.404.4 m
5	2,800	"	"	4 門全開	"
6	3,500	"	"	"	設計洪水水位 EL.406.5 m

設計原案 (実験番号 1) の水面形測定結果は図 2—9、表 2—11 に示すとおりである。

800 m³/s 放流 (オリフィス 1 : コンジット 2 : クレスト 0) ではコンジットからの放流量が支配的で三次元的な噴流拡散現象に近く、兩岸導流壁沿を下流側にむかう流れと、中央から上流側にかけて逆流する流れを起こす。噴流が減衰される長さは、L = 50 m 程度で、全体として余裕のある流況である。

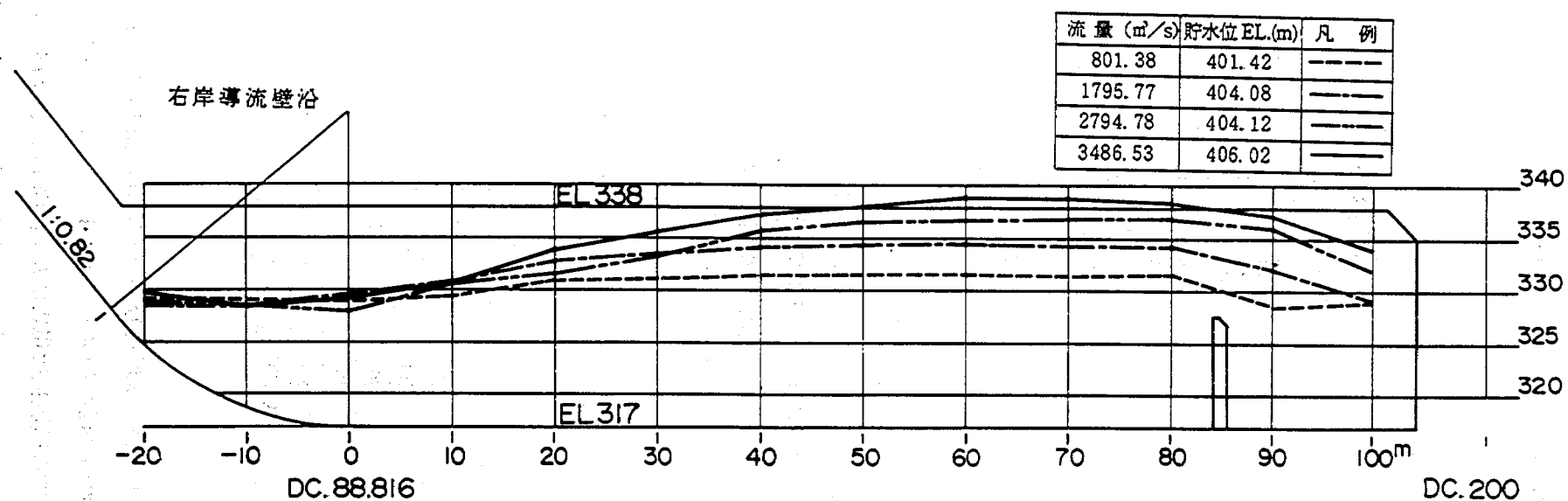
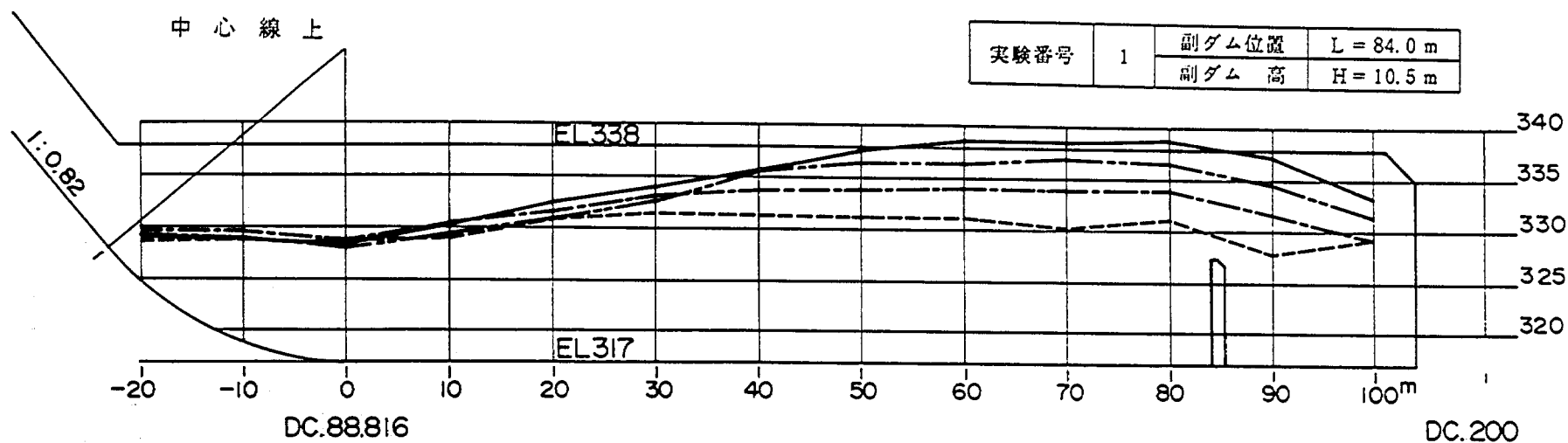


図2-9 減勢工内水位縦断面図

1800 m³/s 放流(オリフィス 1: コンジット 1: クレスト 2)になると、クレスト 2 門の越流水脈が支配的になり、コンジット放流水を左右に押しひろげるため、減勢工中央幅 40 m 間では、二次元的な跳水、右岸導流壁沿いでは噴流拡散現象とに 3 分される。従って、減勢効果は中央部では充分であるが、右岸導流壁沿の噴流が副ダムまで達しており、全体として適当ではない。

2800 m³/s, 3500 m³/s (オリフィス 1: コンジット 1: クレスト 5) 放流では、クレストからの放流水が支配的となり、ほとんど二次元的な跳水現象となり、減勢効果は充分である。

次に、副ダム設置位置はできるだけ上流とすることとし、次の点を判定基準とし減勢工中心および右岸導流壁沿の水位測定結果により妥当な設置位置を求めた。

- すなわち、2,800 m³/s 放流に対し、潜流となった流水が副ダムに直撃して鉛直方向に飛散しないか、又は跳水長が減勢工長に収まらず副ダムを飛越さない流況を副ダム位置の上流限界とする。

なお、1,800 m³/s に対しては、減勢工内で流況改善もしくは減勢工の分離等の流況改善を必要とするが、ここでは、上記の点を主体に考えた。

$L = 70$ m と $L = 60$ m の水面形、流況は表 2—12 a, b, 図 2—10a, b に示すとおりである。

流況としては、 $L = 70$ m ではほぼ原案設計と同程度となるが、 $L = 60$ m では、2,800 m³/s からは副ダムを直撃した流水が、鉛直方向に飛散する流況を呈し、3500 m³/s では特に顕著である。従って、減勢工長 $L = 70.0$ m, 副ダム高 $H = 10.5$ m (EL.327.5 m) が妥当な減勢工規模と考えられる。

次に上記規模の減勢工に対し、下流鯉畑ダム背水がどのように影響するかについて検討を行った。

下流水位は鯉畑ダムの貯水池計画及び玉川ダム貯水池計画をもとに表 2—7 に示すように定めた。

なお、下流水位設定位置は、玉川大橋下流 D.C. 850 m とした。

表 2—7 放流量と下流水位の関係

放流量 (m ³ /s)	玉川ダム 下流河道 下流水位 (E L., m)	鯉畑ダム貯水池
200	なし	水位低下時
200	327	洪水時満水位
800	325	水位低下時
800	327	洪水時満水位
1800	327	洪水時満水位
1800	330以上	非越流部オーバートップング
2800	327	洪水時満水位
2800	330以上	非越流部オーバートップング
3500	327	洪水時満水位
3500	330以上	非越流部オーバートップング

この結果では、いずれのケースとも副ダム直上流水位が、下流水位より高く、副ダムを完全越流しており、減勢池内に対しては、何ら影響が現れないことが明らかになった。なお減勢池に対して影響する水位としては、2,800 m³/s では EL. 332.8 m, 3,500 m³/s では EL. 334.5 m 程度以上と推定される。

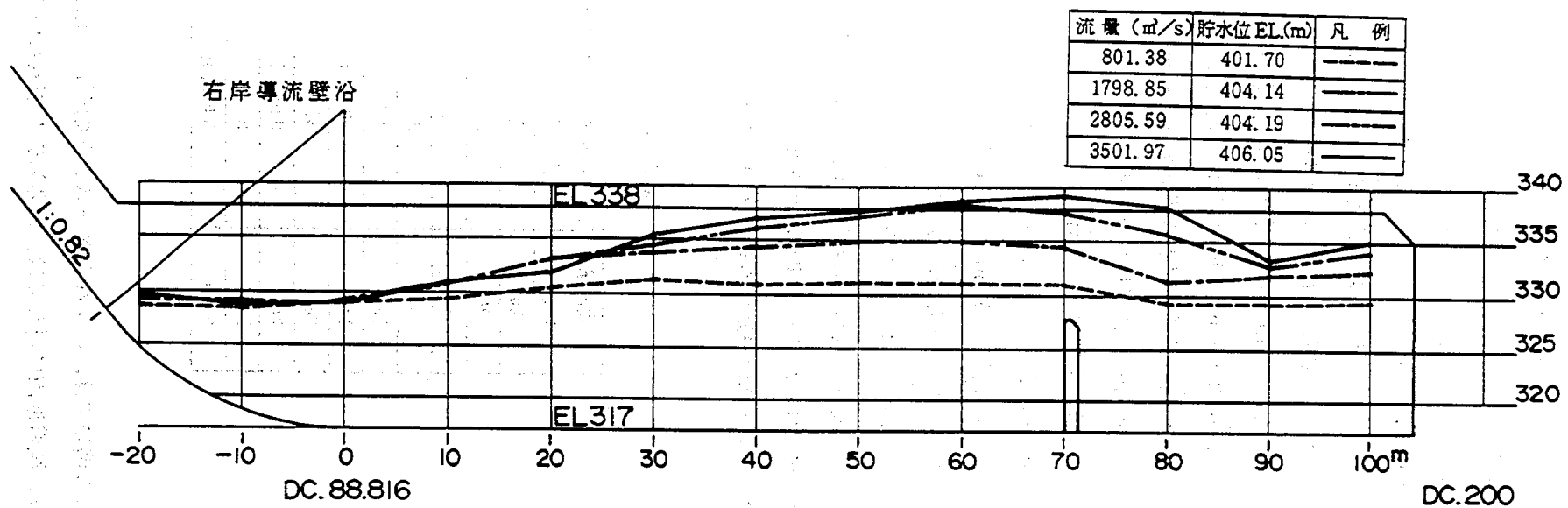
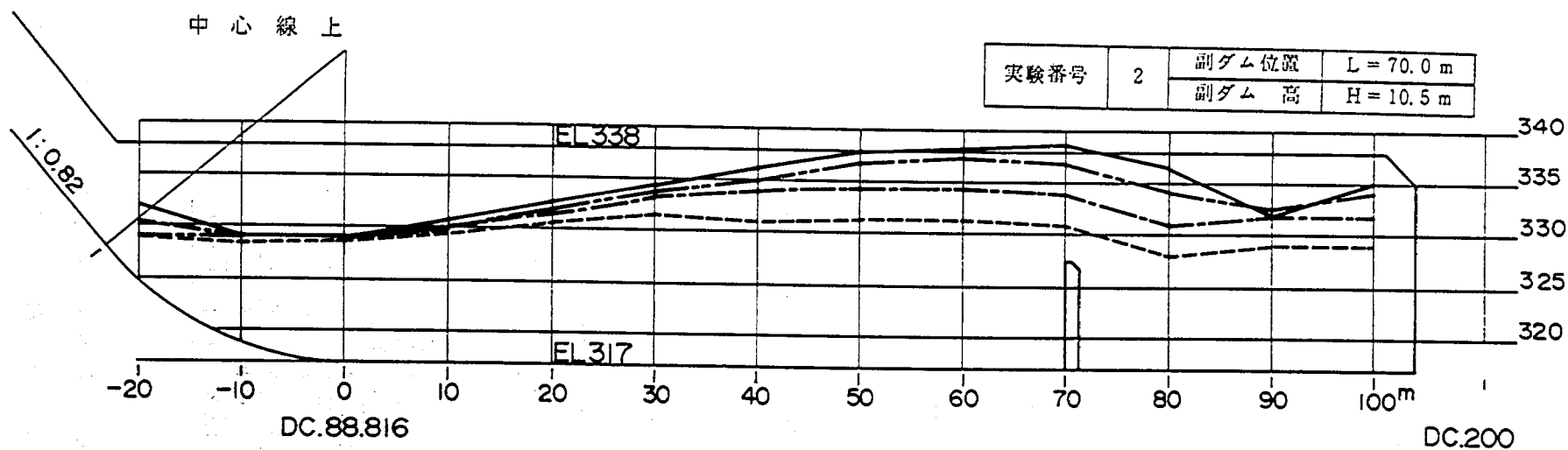


図 2-10 a 減勢工内水位縦断面図

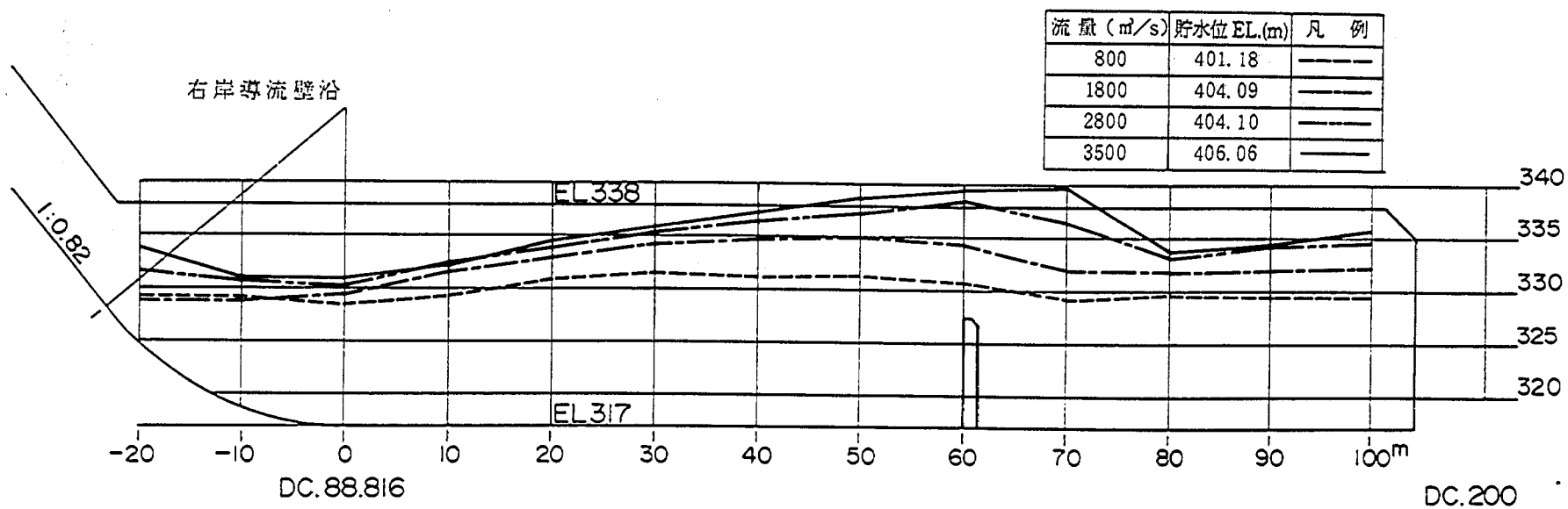
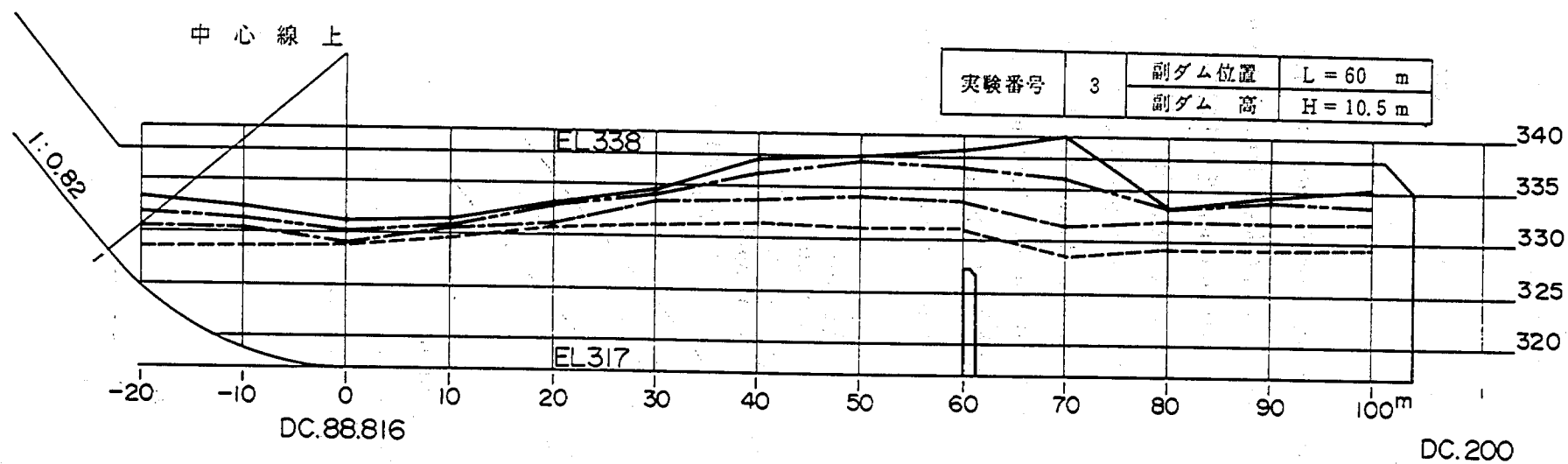
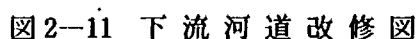


図 2-10 b 減勢工内水位縦断面図

又、この減勢工規模は、ダム設計洪水流量(3,500 m³/s)放流時跳水始端がバケットカーブ始端付近であり、減勢機能の面からは副ダム高を下げる事が可能である。

改修河道は、図 2-11 に示すとおりで、減勢工幅 61.0 m、D.C. 232.816 m の敷高を EL. 319.90 m とし、これより下流を 1/200 勾配とし、低水護岸の高さを 6 m としている。又、河道法線は D.C. 462.816 m まを直線とし、この下流に $R = 13.0$ m、 $IA = 40^\circ$ のカーブを挿入し、D.C. 600 m 付近で現況河床に接続している。ここでは、前述の減勢工規模の中で副ダム高がさらに下げられることに着目して検討した。

実験条件、実験ケースについては表 2-8 に示すとおりである。まず鎧畑ダムの背水を無視した状態で表 2-8 に示す実験番号 4, 5, 6 について検討した。結果は図 2-12 a, b、表 2-13 a, b に示すとおりである。実験番号 5 では副ダム高を 8 m としたことにより、減勢工長 $L = 70.0$ m では、 $2,800 \text{ m}^3/\text{s}$ で幾分露出射流を発生し、 $3,500 \text{ m}^3/\text{s}$ では、減勢工中央付近でバケットカーブ終端から約 10 m 間で露出射流を発生する。又実験番号 6 の減勢工長 $L = 60$ m では $3,500 \text{ m}^3/\text{s}$ で跳水始端がバケットカーブ始端付近にく



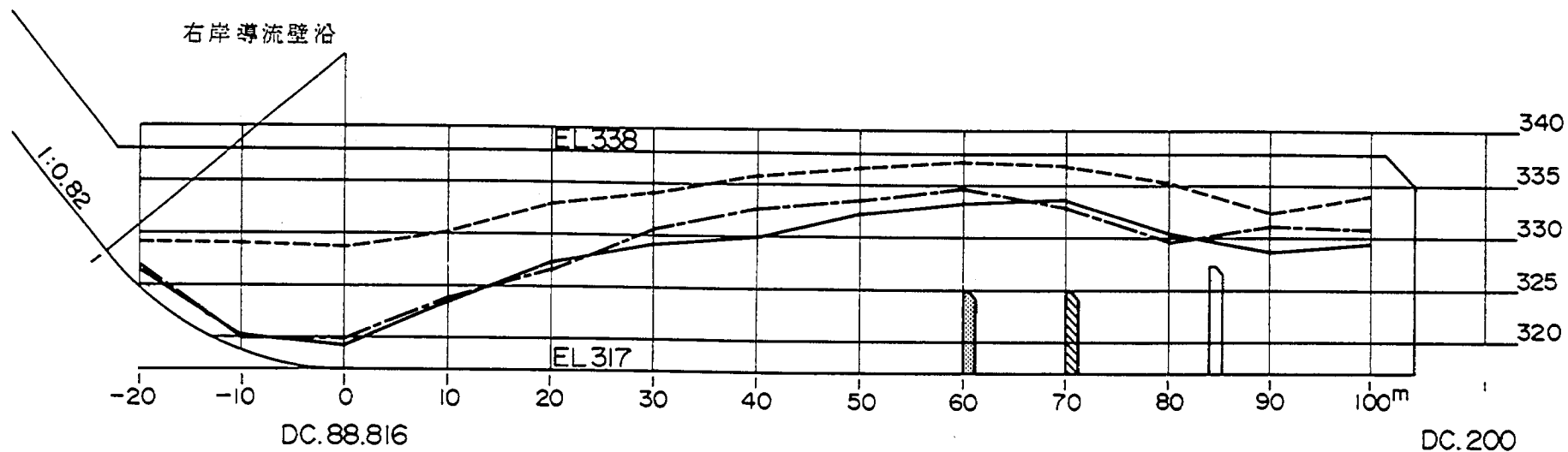
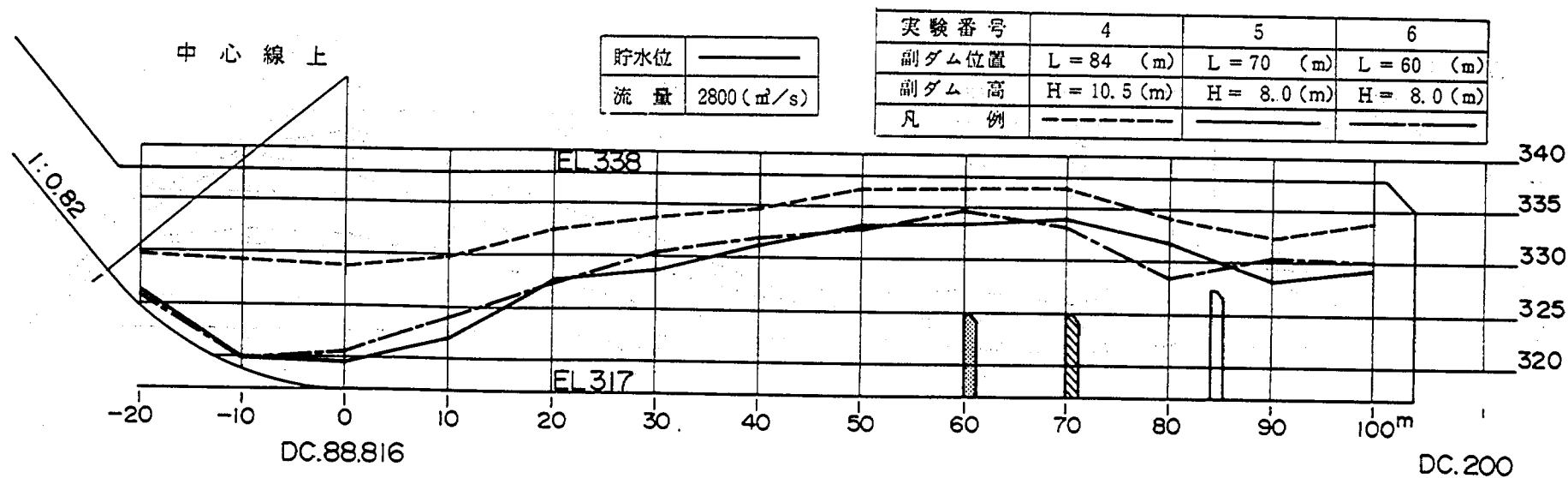


図 2-12 a 減勢工内水位縦断面図

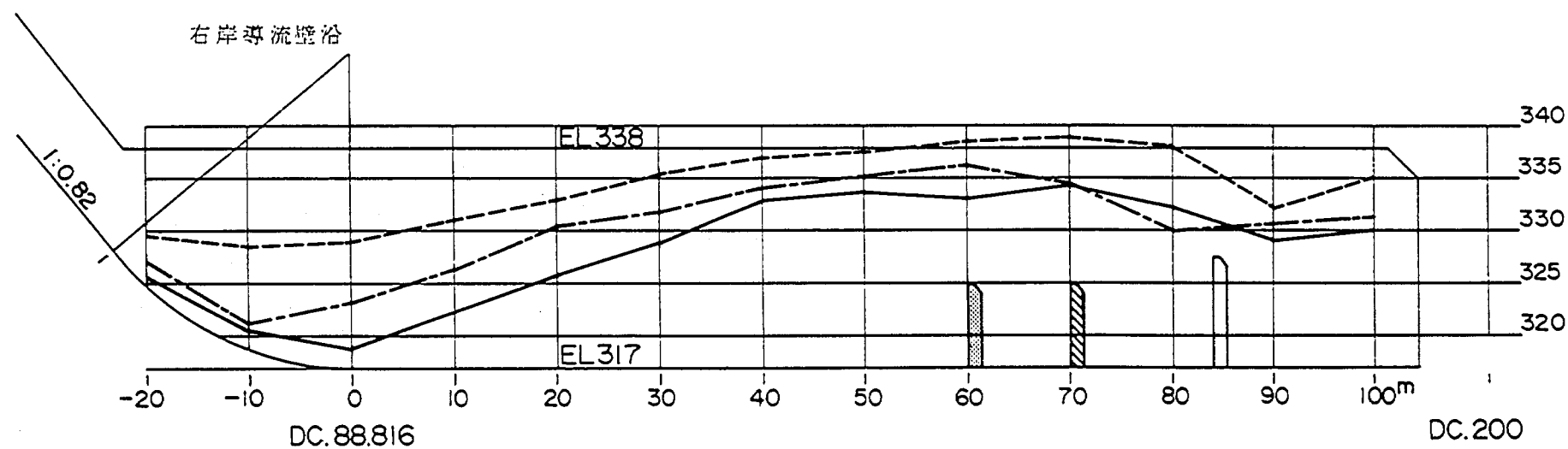
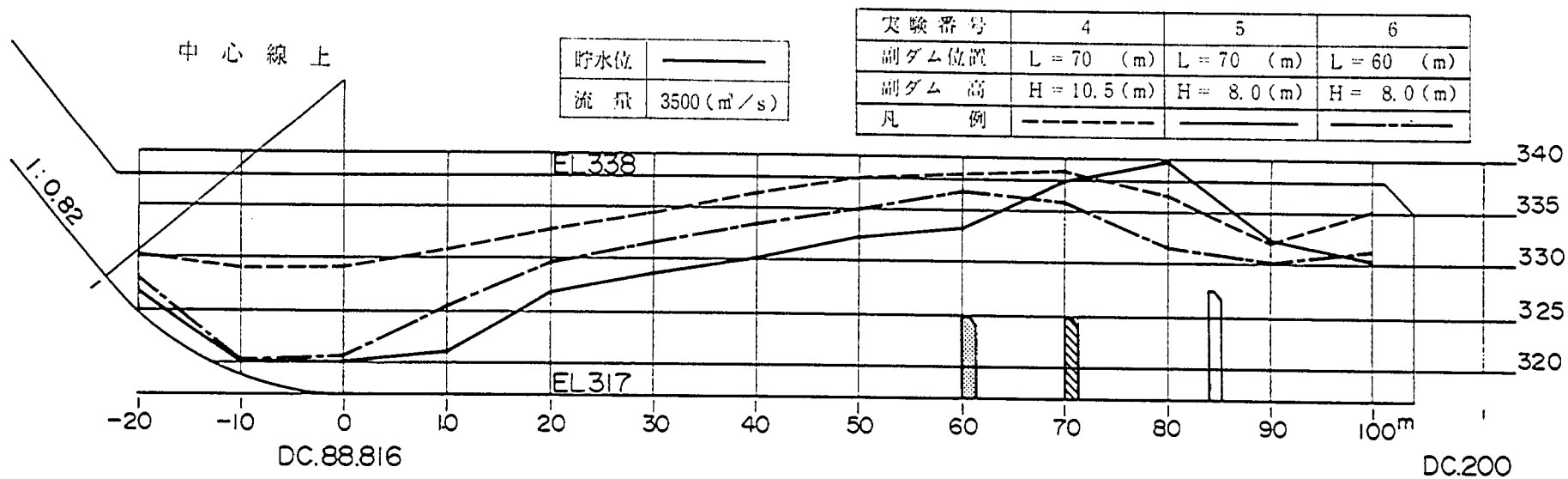


図2-12b 減勢工内水位縦断面図

表 2-8 実験ケース一覧表 (改修河道)

実験番号	減 勢 工 規 模	実験条件
4 *	L = 70.0 m H = 10.5 m	No 5. 6
5	L = 70.0 m H = 8.0 m	"
6	L = 60.0 m H = 8.0 m	"
7	L = 60.0 m H = 8.0 m	No 1.3.4.5.6
8	L = 60.0 m H = 5.0 m	No 3. 4

* 実験番号 2 に同じ (実験条件は表 2-6 参照)

る。このため減勢工規模として実験番号 6 ($L = 60.0 \text{ m}$, $H = 8.0 \text{ m}$, EL. 325.0 m) とした。次に鎧畑ダム背水の影響を調査するために、実験番号 7 を実施した。結果は図 2-13, 表 2-14 に示すとおりである。鎧畑ダム背水の影響を期待して副ダム高 $H = 5 \text{ m}$ とした実験番号 8 は写真 2-1, 2-2 に示すように $800 \text{ m}^3/\text{s}$ までは減勢効果が認められるが $2,800 \text{ m}^3/\text{s}$ では減勢工上流 1/3 まで露出射流が発生する。したがって副ダム高としては 5 m では不足である。実験番号 7 について、流況は基本的に原案と特に変化はない。しかし、 $800 \text{ m}^3/\text{s}$, $1,800 \text{ m}^3/\text{s}$ での流況が原案に比べて良くない。それは、 $800 \text{ m}^3/\text{s}$ 放流時、減勢工の水位低下に伴って左右岸のいずれかに逆流を起こすためである。又、 $1,800 \text{ m}^3/\text{s}$ 放流では、減勢工中央でクレスト放流水が、左右岸ではコンジット放流水が支配的となり減勢効果が悪いためである。この改善策としては、常用、非常用洪水吐きに共用されている減勢工の分離、又は、補助構造物の設置等が考えられるが今後検討することとした。



写真 2-1
減勢工の流況
副ダム位置 $L = 60 \text{ m}$
副ダム高 $H = 5.0 \text{ m}$
流 量 $800 \text{ m}^3/\text{s}$



写真 2-2
減勢工の流況
副ダム位置 $L = 60 \text{ m}$
副ダム高 $H = 5.0 \text{ m}$
流 量 $2800 \text{ m}^3/\text{s}$

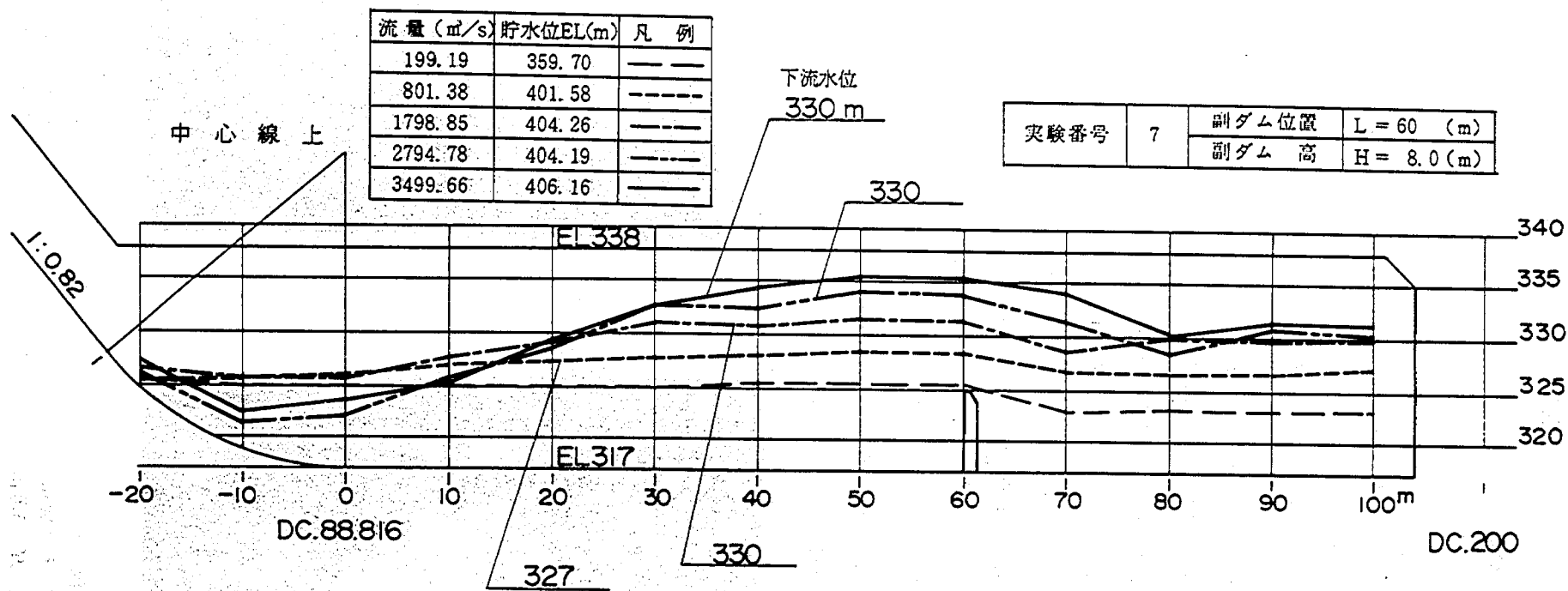


図2-13 減勢工内水位縦断面図

6.3.3 下 流 河 道

下流河道の検討内容は表2—9に示すとおりである。

表2—9 下流河道検討ケース一覧表

項目	実験番号	減勢工規模	放流量 (m ³ /s)	下流水位(EL.m)
現況河道	2	L = 70.0 m	200	—
		H = 10.5 m	2,800	327, 330, 333.06
		EL = 327.5 m	3,500	327, 330, 333.79
改修河道	7	L = 60.0 m H = 8.0 m EL = 325.0 m	200	—
			800	325, 327
			1,800	327, 330, 333.16
			2,800	327, 330, 334.76
			3,500	327, 330, 336.14

(1) 現 況 河 道

200 m³/s, 2,800 m³/s, 3,500 m³/s 放流時の調査結果は、図2—14 a,b,c,d,e, 表2—15に示すとおりである。200 m³/s 放流時は、副ダム直下流にはり出した砂礫堆の影響で左岸側山裾沿に流れをかえ4 m/s 弱の流速で現河道みお筋を流下する。

2,800 m³/s 放流時下流水位 EL. 327 m の場合は、副ダムを越流した流水は減勢工直下流にある砂礫堆上を射流で乗り越え放射状に広がり D.C. 350 m 付近で弱い跳水を起こす。主流はほぼ減勢工中心線上に位置し D.C. 500 m 付近から左岸山裾沿を流下する。右岸側砂礫堆上は大半が死水域となるが、主流から右岸側 150 m の範囲に逆流域を形成する。又、下流水位が EL. 330.0 m になると減勢工下流で起きている弱い跳水の位置が D.C. 300 m 付近となるだけで、下流水位が EL. 327 m とほぼ同様な流況を呈する。3,500 m³/s 放流時下流水位 EL. 327 m の場合では、D.C. 250 m の流速が 10.4 m/s となり流水の広がりも少なく極めて直進性が強くなる。下流水位 EL. 330.0 m でも同様な流況を呈している。以上より、下流河道改修までの暫局的な処理としては、減勢工直下 D.C. 250 m 付近の砂礫堆を減勢工幅で撤去することにより減勢工直下の流況改善を行うのが望ましい。

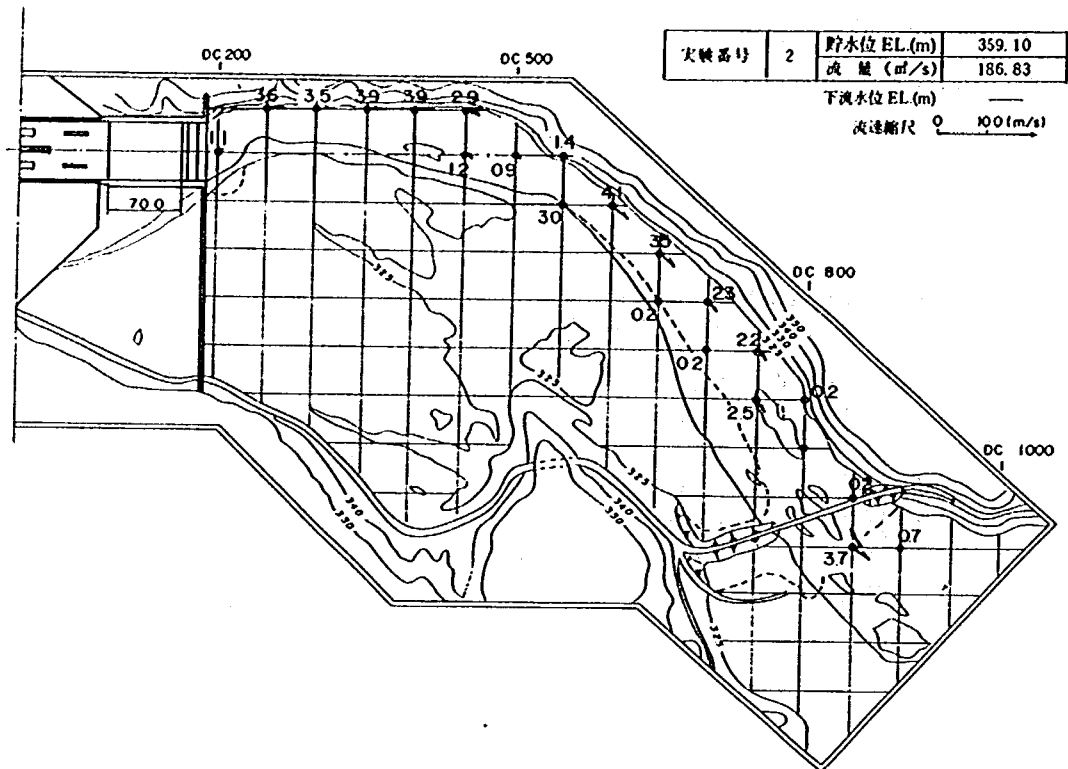


図 2—14 a 下流河道流況図 (現況河道)

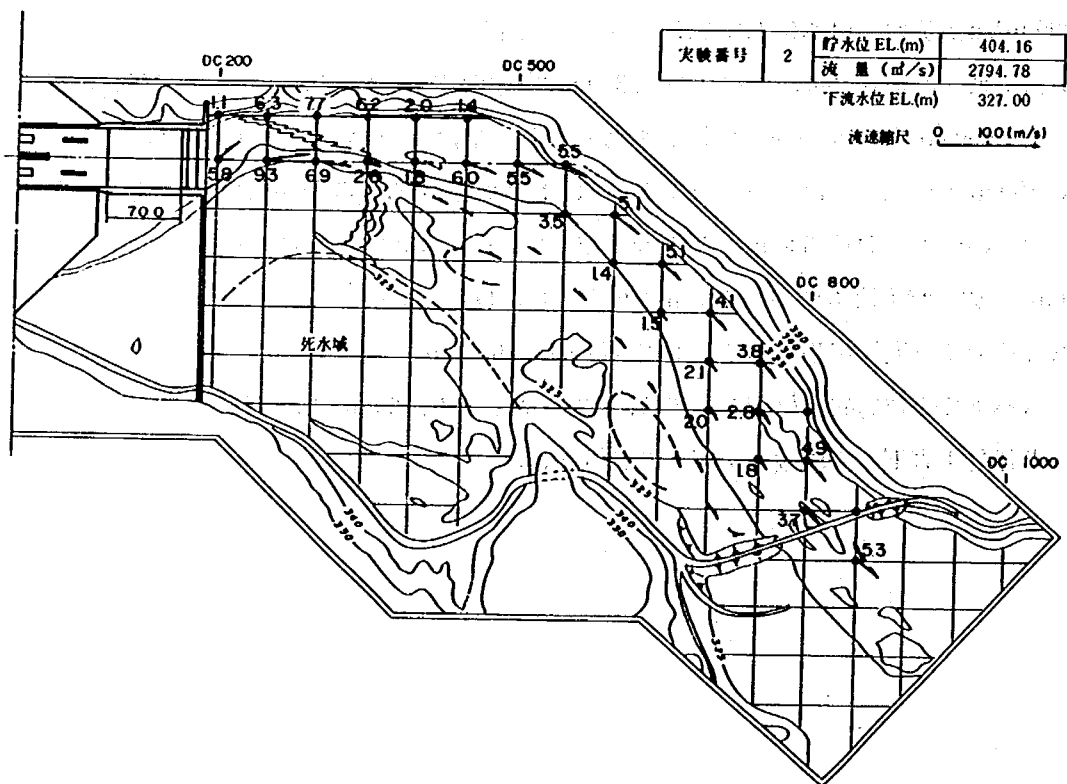


図 2—14 b 下流河道流況図 (現況河道)

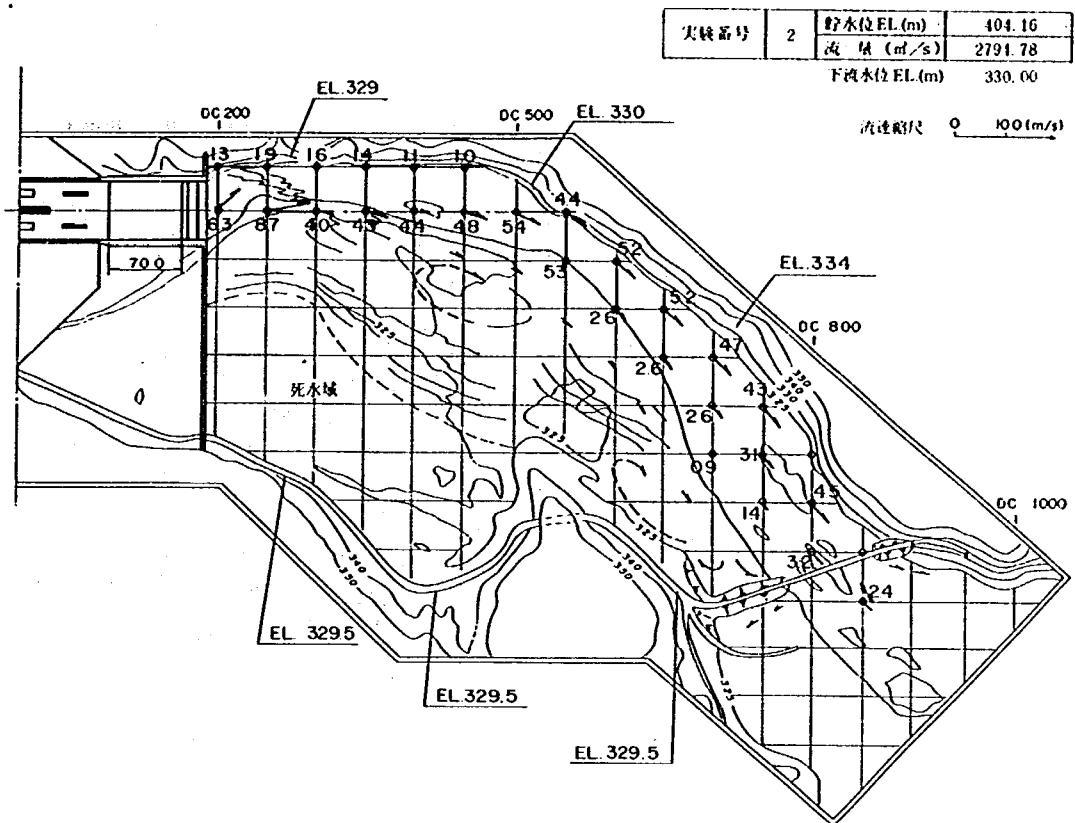


図 2-14 c 下流河道流況図 (現況河道)

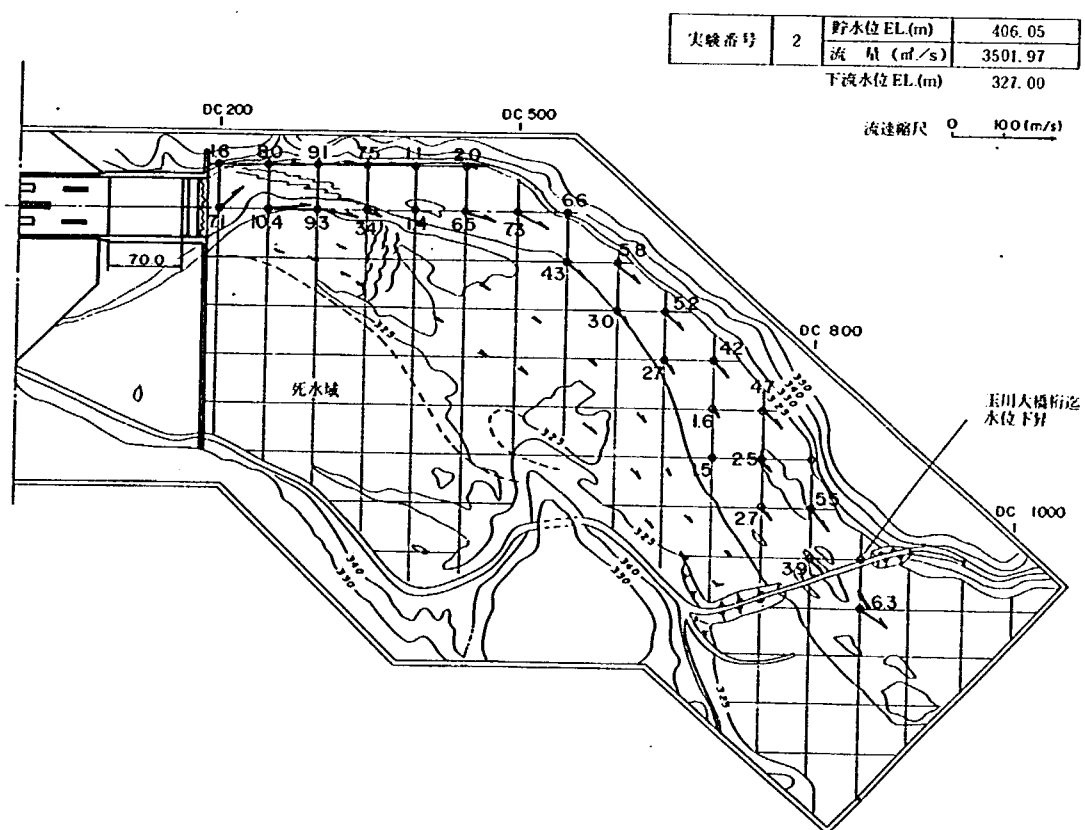


図 2-14 d 下流河道流況図 (現況河道)

実験番号	2	貯水位 EL.(m)	406.05
		流量 (m ³ /s)	3501.97
		下流水位 EL.(m)	330.00

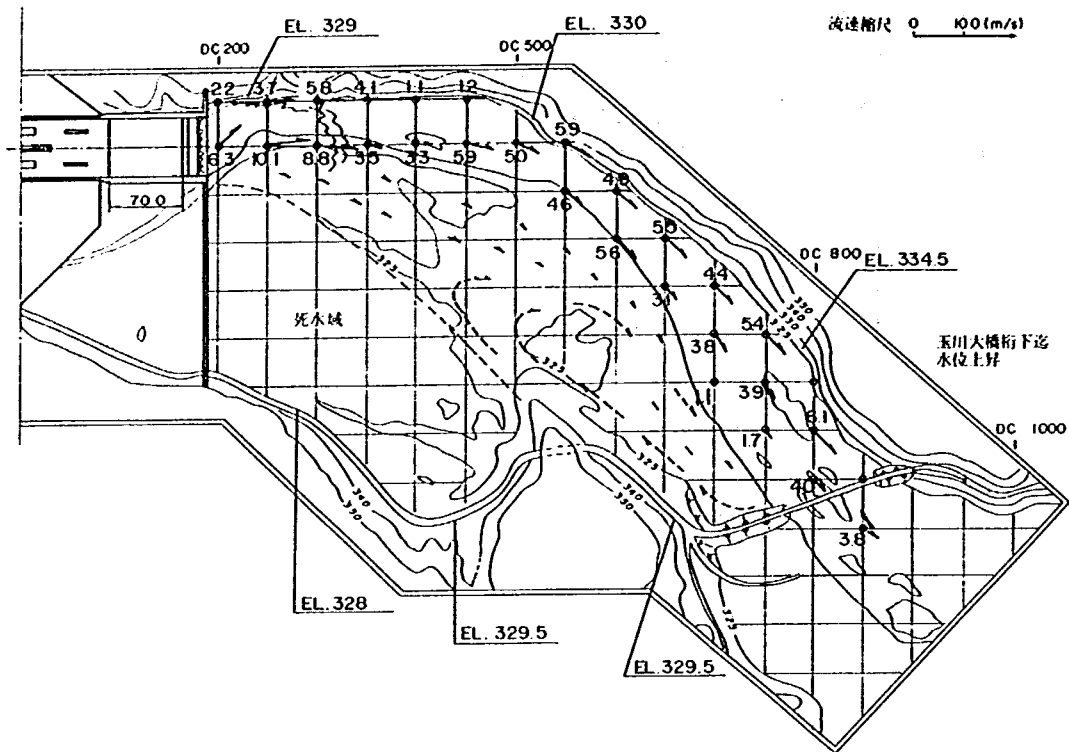


図 2-14 e 下流河道流況図 (現況河道)

(2) 改 修 河 道

200 m³/s, 800 m³/s, 1,800 m³/s, 2,800 m³/s, 3,500 m³/s 各放流時の調査結果は図 2-15 a~i, 表 2-16 a,b に示すとおりである。200 m³/s, 800 m³/s 放流時は, 改修河道敷高に対し, D.C. 600 m 付近で現況河道敷高が 2 m 高いために D.C. 600 m までは背水がきいてプール状となり, これより下流玉川大橋にかけては, 河道の広がりも加って流速が増加している。1,800 m³/s 放流時には, 主流は, 改修河道法線に沿って流下するが河道全体が冠水し, 右岸側砂礫堆上は死水域となる。又, 現況河道でみられた逆流域の発生はない。2,800 m³/s 放流時では, 1,800 m³/s 放流時と同様な流況を呈し, 主流の流速は, 下流水位に無関係で 2.5 m/s~3.5 m/s で改修河道中央を流下している。3,500 m³/s 放流時 D.C. 600 m までは 3.5 m/s 程度の流速となり, これより下流は玉川大橋の背水が影響して 1.0 m/s 程度となる。以上のことより次のことがわかる。

- a. 主流は, いずれの流量でも改修河道法線に沿う流れで法線には問題ない。
- b. 減勢工直下流 D.C. 250 m 地点の流速は, ダム設計洪水流量 3500 m³/s 流下時でも最大 3.4 m/s 程度であり, 特に二次減勢工の必要はない。
- c. 改修河道護岸は, 計画中の右岸側発電所放水庭を維持する必要から右岸側についてのみ D.C. 550 m まで行うのが望ましい。
- d. 護岸を越水しない最大疎通能力は約 1,400 m³/s である。

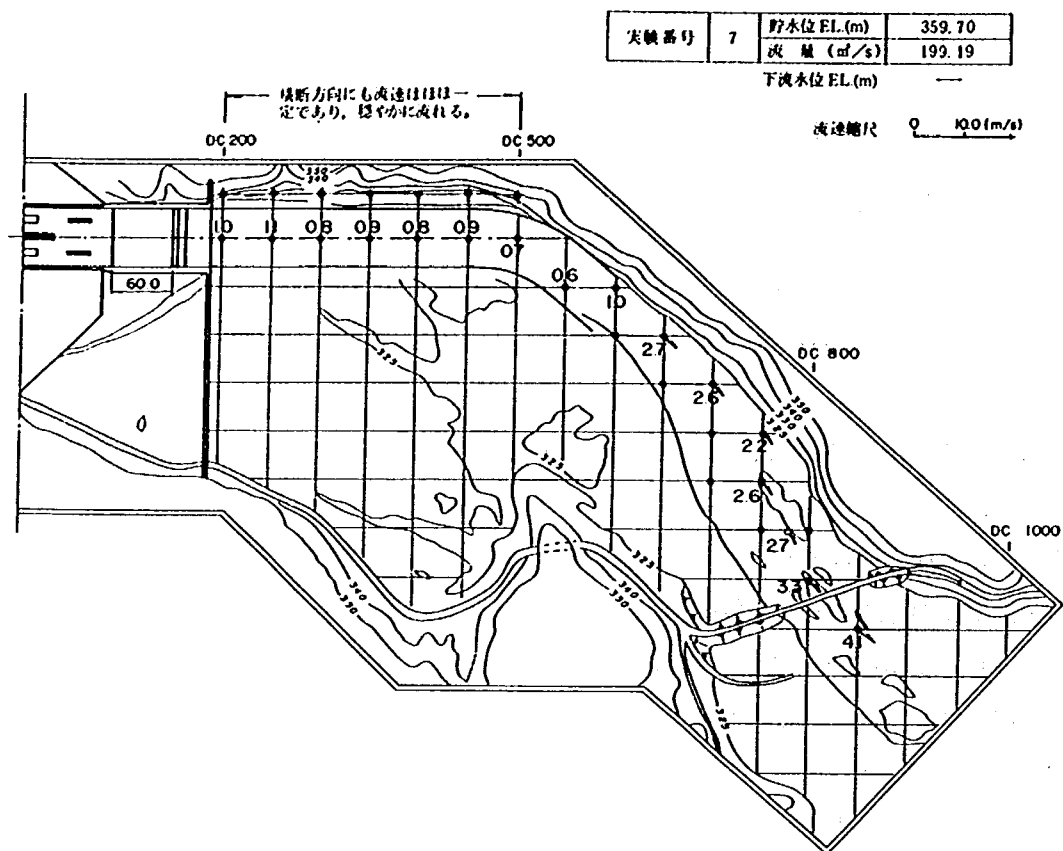


图 2-15 a 下流河道流況図 (改修河道)

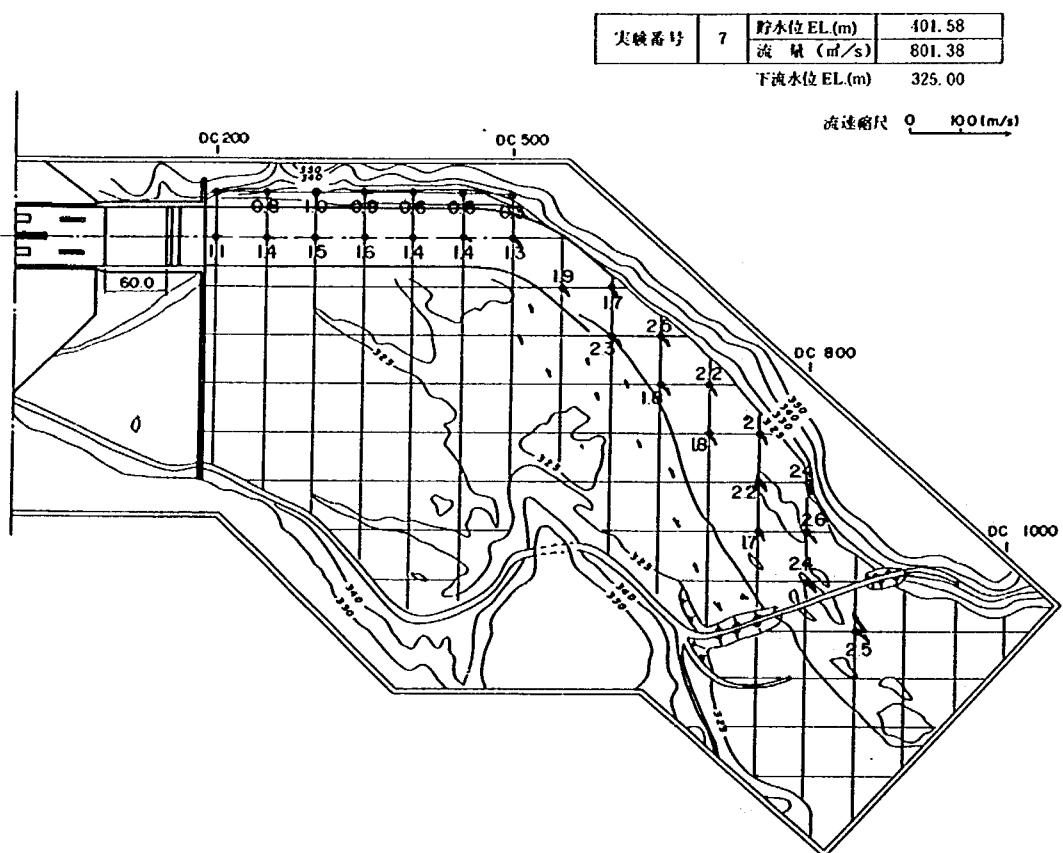


图 2-15 b 下流河道流況図 (改修河道)

実験番号	7	貯水位 EL(m)	401.58
		流量 (m ³ /s)	801.38

下流水位 EL(m) 327.00

流速縮尺 0 100 (m/s)

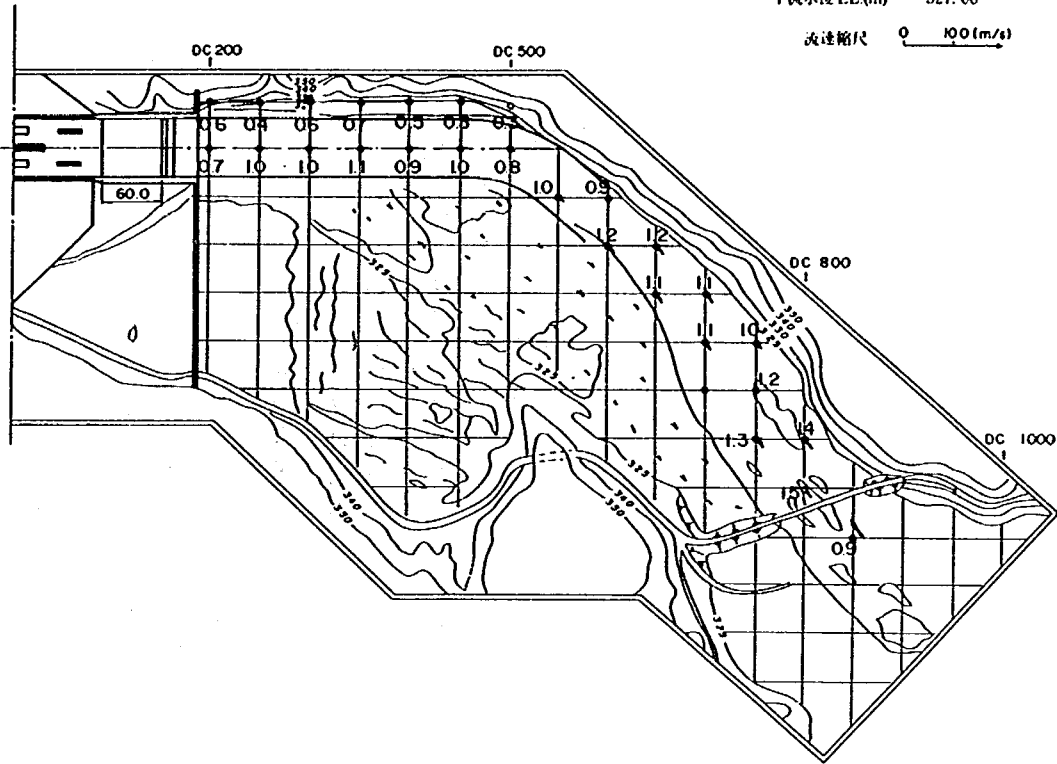


図 2-15 c 下流河道流況図 (改修河道)

実験番号	7	貯水位 EL(m)	401.58
		流量 (m ³ /s)	801.38

下流水位 EL(m) 327.00

流速縮尺 0 100 (m/s)

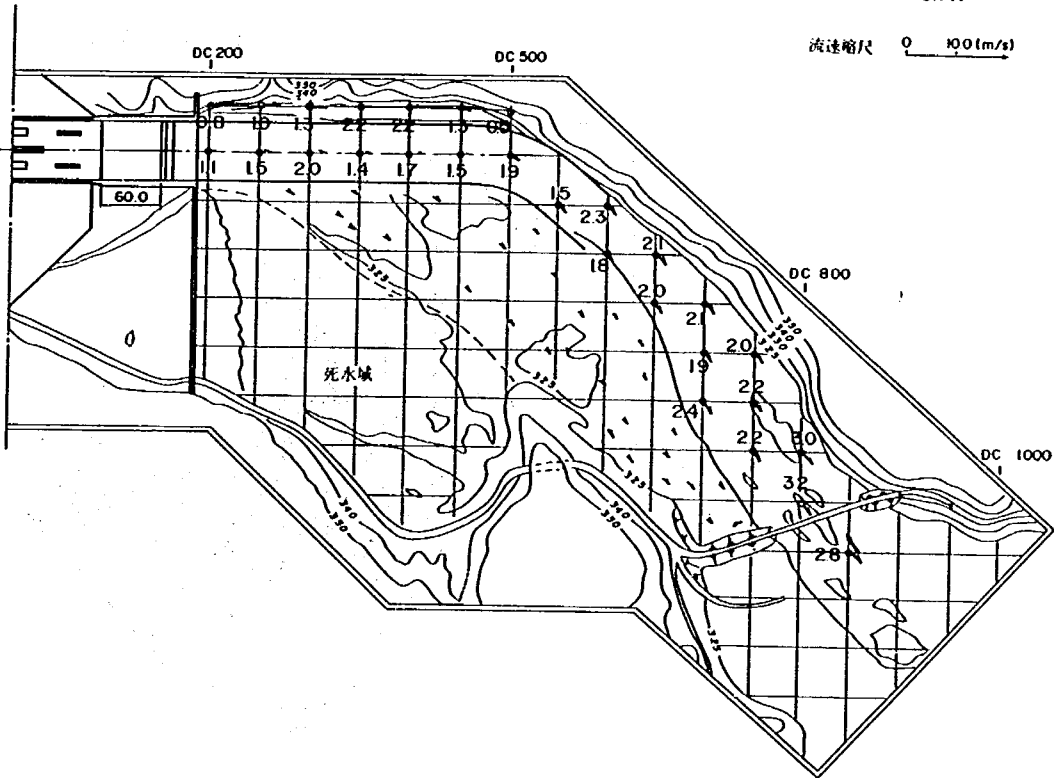


図 2-15 d 下流河道流況図 (改修河道)

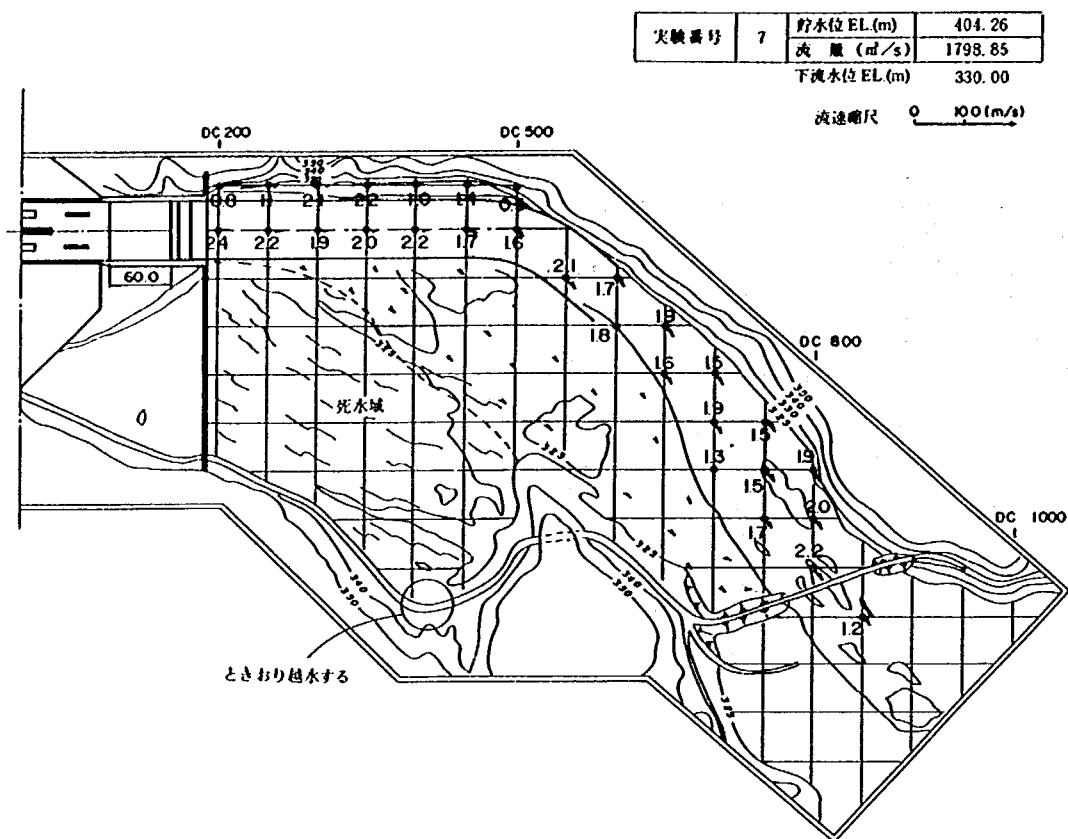


図 2-15 e 下流河道流況図 (改修河道)

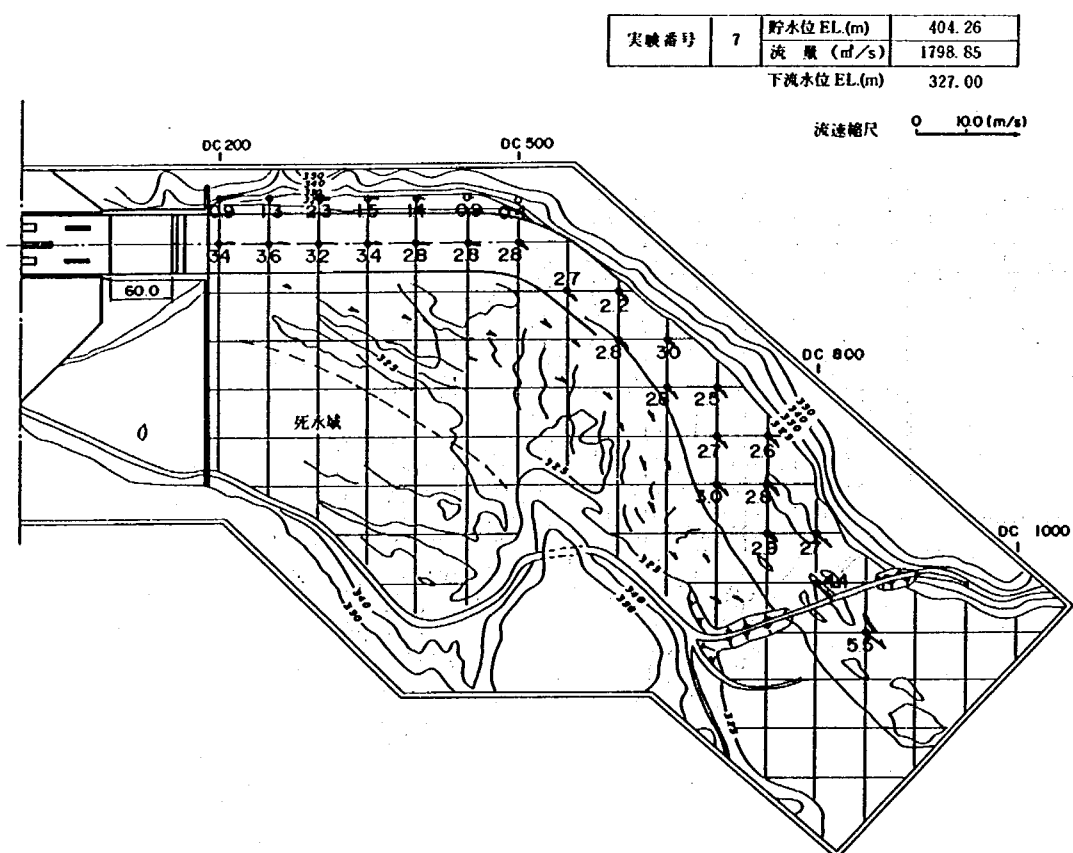


図 2-15 f 下流河道流況図 (改修河道)

実験番号	7	野水位 E.L.(m)	404.19
		流量 (m ³ /s)	2791.78
		下流水位 E.L.(m)	330.00

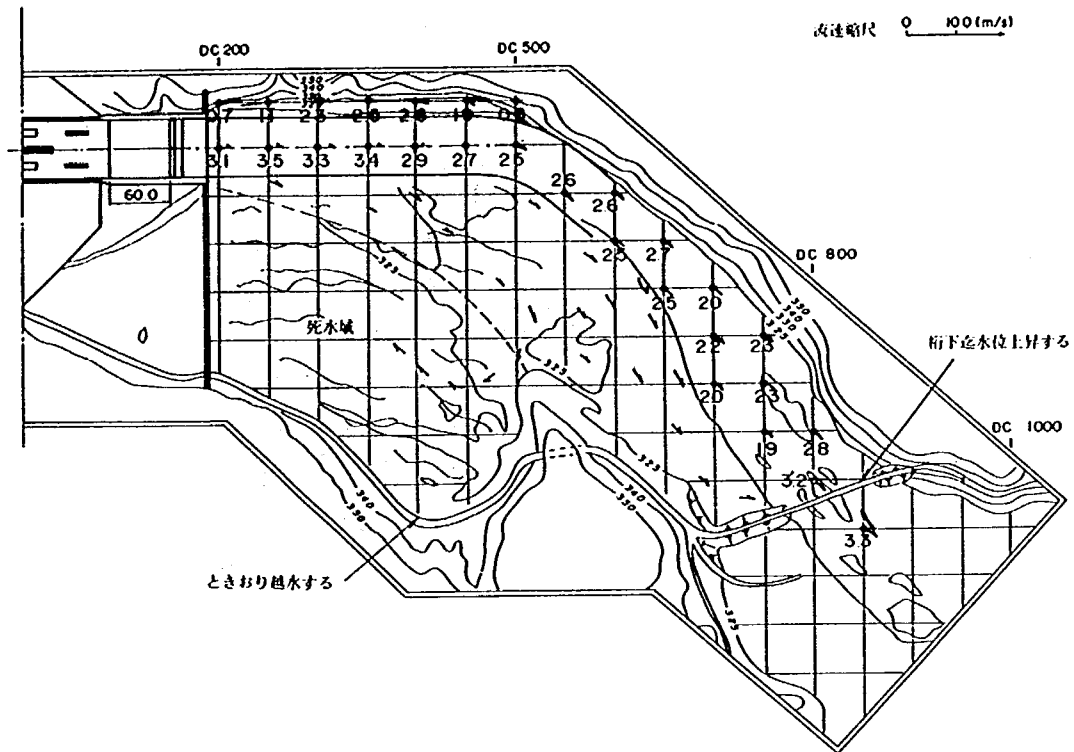


図 2-15 g 下流河道流況図 (改修河道)

実験番号	7	野水位 E.L.(m)	406.16
		流量 (m ³ /s)	3199.66
		下流水位 E.L.(m)	327.00

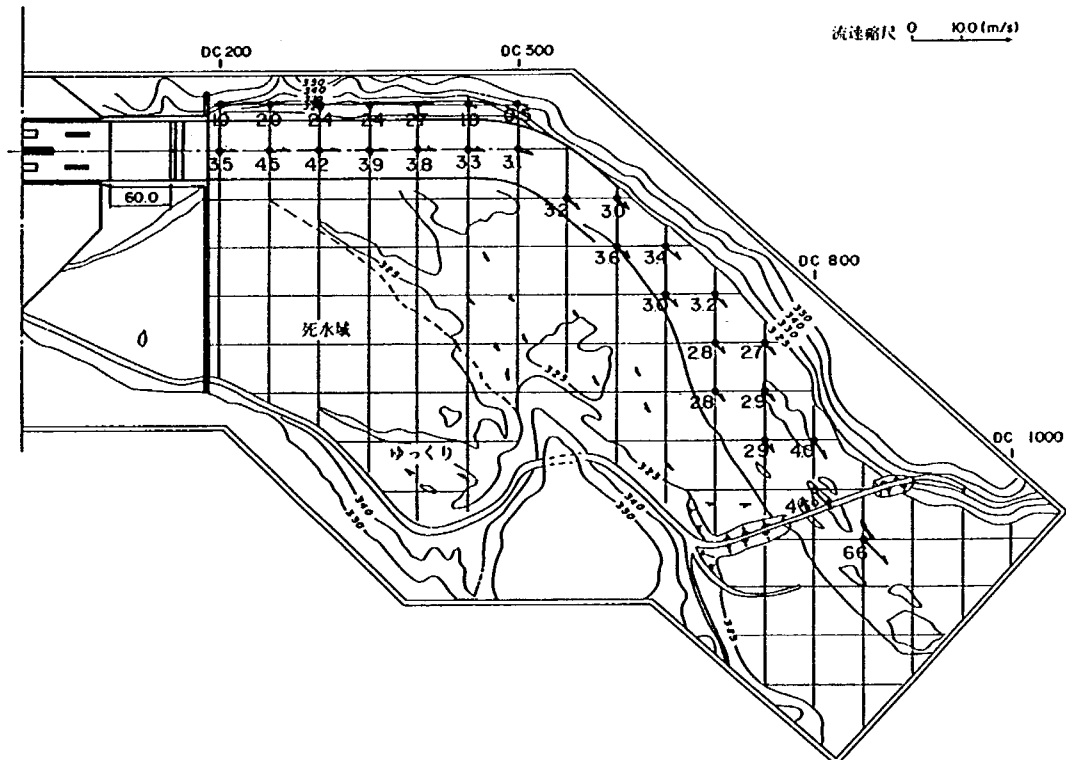


図 2-15 h 下流河道流況図 (改修河道)

大橋番号	7	野水位 EL.(m)	466.16
		流量 (m ³ /s)	3499.66
		下流水位 EL.(m)	330.00

流速縮尺 0 100 (m/s)

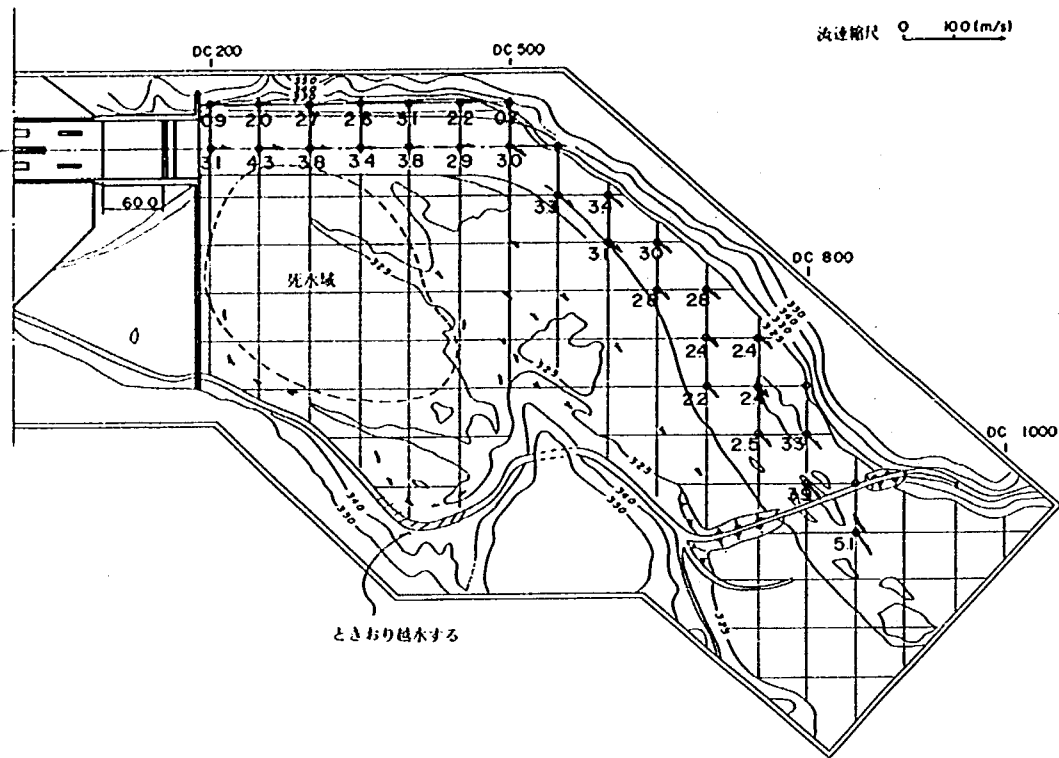


図 2—15 i 下流河道流況図 (改修河道)

表 2-10 a クレスト単独放流時貯水位と放流量測定結果

クレスト 単独 全 開 放 流 G = 1.0 m	越流水深 H_p (m)	貯水位 H (EL. m)	放流量 Q (m^3/s)	流 量 係 数 C
	3.06	397.46	310.35	1.790
	4.72	399.12	609.91	1.836
	6.15	400.55	931.08	1.884
	7.35	401.75	1,239.90	1.920
	8.41	402.81	1,548.71	1.960
	9.39	403.72	1,851.35	1.986
	10.44	404.84	2,194.14	2.008
	11.10	405.50	2,416.49	2.017
	12.14	406.54	2,821.04	2.058
	12.79	407.19	3,097.43	2.089
	2.87	397.27	152.86	2.047
	4.55	398.95	197.64	2.022
	6.93	401.33	248.60	2.018
	10.02	404.42	301.10	2.008
	13.84	408.24	355.14	2.001

$$C_1 = 2.019$$

$$C_0 = 2.012$$

表 2-10 b クレスト単独放流時貯水位と放流量測定結果

	越流水深 H_p (m)	貯水位 H (EL. m)	放流量 Q (m^3/s)	流 量 係 数 C
G = 2.0 m	3.92	398.32	318.08	1.925
	5.34	399.74	386.02	1.911
	7.11	401.51	464.77	1.937
	8.70	403.10	523.44	1.942
	11.48	405.88	619.18	1.968
	14.23	408.63	697.92	1.975
				$C_0 = 1.952$
G = 3.0 m	7.87	402.27	696.38	1.897
	9.10	403.50	767.41	1.912
	10.74	405.14	840.16	1.911
	11.78	406.18	892.48	1.911
	13.30	407.70	957.33	1.913
				$C_0 = 1.910$
G = 4.0 m	7.34	401.74	847.74	1.898
	8.45	402.85	934.17	1.900
	10.05	404.45	1,056.15	1.920
	12.31	406.71	1,202.84	1.930
	14.33	408.73	1,321.73	1.938

$$C_0 = 1.921$$

表 2-10 c クレスト単独放流時貯水位と放流量測定結果

	H _p (m)	H (EL. m)	Q (m ³ /s)	C
G = 5.0 m	8.73	403.13	1,162.69	1.930
	9.92	404.32	1,273.87	1.934
	11.09	405.49	1,374.23	1.936
	12.33	406.73	1,480.77	1.949
	13.07	407.47	1,534.82	1.948
				C ₀ = 1.941
G = 6.0 m	9.27	403.67	1,449.89	2.006
	10.15	404.55	1,547.17	1.999
	11.13	405.53	1,658.34	2.006
	12.70	407.10	1,817.38	2.009
				C ₀ = 2.005
G = 7.0 m	11.83	406.23	1,977.97	2.030
	13.10	407.50	2,124.66	2.027
	13.78	408.18	2,211.12	2.037
				C ₀ = 2.032

注) 遷移流域を H_p/G > 1.8 とし H_p の重みつきで平均 C₀ を求めた。

$$C_0 = \frac{\sum H_p i C_i}{\sum H_p i}$$

添字 p は実物, m は模型を表わし, H_p は EL. 394.4 を基準とする水頭を示す。

表 2—11 減勢工水面形測定結果

実験条件	貯水位 (EL. m)	流 量 (m ³ /s)	貯水位 (EL. m)	流 量 (m ³ /s)
	401.42	800	404.08	1,800
測 線	右岸側壁沿	中 心 線 上	右岸側壁沿	中 心 線 上
距離(m)	WL(m)	WL(m)	WL(m)	WL(m)
-20	329.08	328.87	328.36	329.69
-10	328.96	328.88	328.28	329.75
0	328.93	328.88	329.25	329.04
10	329.30	329.28	330.66	330.36
20	330.91	330.84	332.56	331.91
30	331.03	331.13	333.71	333.48
40	331.34	331.47	334.16	333.97
50	331.24	331.32	334.47	334.19
60	331.22	331.28	334.41	334.34
70	331.21	331.25	334.46	334.33
80	331.19	331.12	334.33	334.19
90	328.31	328.41	332.06	331.83
100	328.58	329.44	328.99	329.24
実験条件	貯水位 (EL. m)	流 量 (m ³ /s)	貯水位 (EL. m)	流 量 (m ³ /s)
	414.12	2,800	406.02	3,500
測 線	右岸側壁沿	中 心 線 上	右岸側壁沿	中 心 線 上
距離(m)	WL(m)	WL(m)	WL(m)	WL(m)
-20	328.49	329.42	329.53	329.34
-10	328.36	329.17	327.93	329.28
0	327.84	327.96	329.09	328.61
10	330.75	339.74	330.80	330.34
20	331.56	331.05	333.78	332.59
30	333.14	332.91	335.38	337.02
40	335.41	335.33	337.25	335.95
50	336.21	336.47	338.03	337.69
60	336.49	336.39	338.84	338.97
70	336.62	336.66	338.58	338.63
80	336.62	336.56	338.47	338.78
90	335.66	334.84	337.28	337.15
100	331.78	331.25	334.03	333.37

表 2—12 a 減勢工水面形測定結果

実験条件	貯水位 (EL. m)	流 量 (m ³ /s)	貯水位 (EL. m)	流 量 (m ³ /s)
	401.70	800	404.14	1,800
測 線	右岸側壁沿	中 心 線 上	右岸側壁沿	中 心 線 上
距離 (m)	WL (m)	WL (m)	WL (m)	WL (m)
-20	328.82	328.98	328.61	330.28
-10	328.45	328.53	328.40	329.28
0	328.88	328.64	329.19	328.94
10	329.39	329.53	330.58	330.03
20	330.26	330.55	332.97	331.44
30	331.16	331.48	333.64	333.31
40	330.93	330.97	334.38	333.99
50	331.13	331.20	334.94	334.41
60	331.00	331.24	334.86	334.49
70	330.94	330.83	334.57	334.08
80	328.99	328.08	331.11	331.05
90	329.12	329.13	331.78	331.91
100	329.30	329.16	331.97	331.99
実験条件	貯水位 (EL. m)	流 量 (m ³ /s)	貯水位 (EL. m)	流 量 (m ³ /s)
	404.19	2,800	406.05	3,500
測 線	右岸側壁沿	中 心 線 上	右岸側壁沿	中 心 線 上
距離 (m)	WL (m)	WL (m)	WL (m)	WL (m)
-20	329.18	329.78	329.53	330.19
-10	329.12	329.33	328.59	329.09
0	328.91	328.91	329.09	329.25
10	330.47	329.84	331.11	330.79
20	333.16	332.50	332.97	332.91
30	334.27	333.78	335.42	334.49
40	335.84	334.91	337.06	336.28
50	336.77	336.59	337.72	337.91
60	337.38	336.94	338.60	338.38
70	337.22	336.89	339.03	338.18
80	335.34	334.30	338.04	336.49
90	332.24	332.55	332.97	331.91
100	334.22	334.30	335.01	335.34

表 2—12 b 減勢工水面形測定結果

実験条件	貯水位 (EL. m)	放 流 量 (m ³ /s)	貯水位 (EL. m)	放 流 量 (m ³ /s)
	401.18	800	404.09	1,800
測 線	右岸側壁沿	中 心 線 上	右岸側壁沿	中 心 線 上
距離 (m)	WL (m)	WL (m)	WL (m)	WL (m)
-20	328.74	328.53	328.53	330.38
-10	328.93	328.59	328.76	330.18
0	328.47	328.86	329.28	328.97
10	329.08	329.81	331.26	330.44
20	330.66	330.84	332.68	331.47
30	331.22	331.16	334.22	333.59
40	331.13	331.52	334.69	333.90
50	331.26	331.31	335.03	334.41
60	330.97	331.16	334.54	334.18
70	329.22	328.89	331.99	331.63
80	329.51	329.24	332.09	332.22
90	329.66	329.37	332.33	332.41
100	329.61	329.63	332.15	332.31
実験条件	貯水位 (EL. m)	放 流 量 (m ³ /s)	貯水位 (EL. m)	放 流 量 (m ³ /s)
	404.10	2,800	406.06	3,500
測 線	右岸側壁沿	中 心 線 上	右岸側壁沿	中 心 線 上
距離 (m)	WL (m)	WL (m)	WL (m)	WL (m)
-20	331.33	331.76	333.22	333.04
-10	330.44	331.25	330.66	332.44
0	330.08	330.09	330.69	331.34
10	332.41	330.84	332.03	331.49
20	333.64	333.01	334.08	333.03
30	335.13	334.24	335.59	334.68
40	336.50	336.34	337.46	337.66
50	337.26	337.53	338.80	338.09
60	338.84	337.24	339.87	338.78
70	336.74	336.37	339.97	340.41
80	333.16	333.24	333.59	333.41
90	334.34	334.39	334.66	334.84
100	334.55	334.15	335.78	335.63

表 2—13 a 減勢工水面形測定結果

		実験番号 4		副ダム位置 L = 84 (m)	実験番号 5		副ダム位置 L = 70 (m)
				副ダム高 H = 10.5 (m)			副ダム高 H = 8.0 (m)
測 線	右岸側壁沿	中 心 線 上			右岸側壁沿	中 心 線 上	
距離(m)	WL(m)	WL(m)			WL(m)	WL(m)	
- 20	329.18	329.78			326.60	326.30	
- 10	329.12	329.33			320.32	319.97	
0	328.12	328.91			319.46	319.49	
10	330.47	329.84			323.65	321.99	
20	333.16	332.50			327.49	327.55	
30	334.27	333.78			329.30	328.71	
40	335.84	334.91			330.07	331.26	
50	336.77	336.59			332.52	333.23	
60	337.38	336.94			333.54	333.35	
70	337.22	336.89			333.88	334.13	
80	335.34	334.30			330.43	331.96	
90	332.24	332.55			328.74	328.37	
100	334.22	334.30			329.42	329.62	

		実験番号 6		副ダム位置 L = 60 (m)		
				副ダム高 H = 8.0 (m)		
測 線	右岸側壁沿	中 心 線 上				
距離(m)	WL(m)	WL(m)				
- 20	327.16	326.02				
- 10	320.02	319.86				
0	319.97	320.65				
10	323.99	324.04				
20	326.95	327.27				
30	330.85	330.53				
40	332.91	331.93				
50	333.70	333.18				
60	334.94	334.78				
70	333.20	333.39				
80	329.68	328.53				
90	331.24	330.66				
100	330.87	330.06				

表 2—13 b 減勢工水面形測定結果

	実験番号	4	副ダム位置 副ダム高	L = 84 (m) H = 10.5 (m)	実験番号	5	副ダム位置 副ダム高	L = 70 (m) H = 8.0 (m)
測 線	右岸側壁沿		中 心 線 上		右岸側壁沿		中 心 線 上	
距離(m)	WL(m)		WL(m)		WL(m)		WL(m)	
- 20	329.53		330.19		325.96		326.75	
- 10	328.59		329.09		320.59		320.30	
0	329.09		329.25		318.95		320.07	
10	331.11		330.79		322.46		321.13	
20	332.97		332.91		325.96		326.99	
30	335.42		334.49		329.00		328.63	
40	337.06		336.28		332.87		330.17	
50	337.72		337.91		333.69		332.44	
60	338.60		338.36		333.33		333.35	
70	339.03		338.78		334.28		338.06	
80	338.04		336.61		332.22		339.59	
90	332.97		331.91		328.95		332.13	
100	335.01		335.34		330.01		330.32	

	実験番号	6	副ダム位置 副ダム高	L = 60 (m) H = 8.0 (m)
測 線	右岸側壁沿		中 心 線 上	
距離(m)	WL(m)		WL(m)	
- 20	327.68		328.15	
- 10	321.08		320.31	
0	323.37		320.73	
10	326.45		325.45	
20	330.49		329.73	
30	331.83		331.53	
40	334.06		333.51	
50	335.23		335.07	
60	336.21		336.61	
70	334.52		335.87	
80	330.00		331.44	
90	330.56		330.25	
100	331.33		331.13	

表 2-14 減勢工水面形測定結果

実験番号	7	副ダム位置	L = 60 (m)
		副ダム高	H = 8.0 (m)

貯水位 (E.L. m)	359.70	401.58	401.58	404.26	404.26	404.19	404.19	406.16	406.16
流量 (m^3/s)	199.19	801.38	801.38	1,798.85	1,798.85	2,794.78	2,794.78	3,499.66	3,499.66
下流水位 (E.L. m)		325.00	327.00	327.00	330.00	327.00	330.00	327.00	330.00
減勢工	-20	325.69	325.25	325.63	325.75	326.75	326.25	326.25	326.15
	-10	325.13	324.00	325.94	325.00	326.09	318.31	321.44	319.90
	0	325.25	324.84	326.44	325.13	325.94	319.56	322.06	321.22
	10	325.06	326.22	327.38	328.00	327.81	324.31	325.81	326.28
	20	325.16	327.06	327.63	329.31	329.44	327.61	328.56	329.28
	30	325.22	327.56	328.08	330.31	331.25	329.69	332.86	331.41
	40	325.56	327.50	328.34	330.31	331.00	332.50	332.66	333.88
	50	325.67	328.16	328.81	331.25	331.75	333.34	334.25	335.38
	60	325.61	327.78	328.69	331.38	331.75	334.69	334.06	335.09
	70	323.06	325.19	327.31	326.81	328.94	330.38	331.75	333.53
	80	323.16	325.47	327.13	328.34	329.91	326.34	328.91	330.59
	90	323.28	325.66	327.50	328.13	329.78	329.06	331.25	331.25
	100	323.28	325.72	327.69	328.13	330.00	329.31	330.63	331.41

表 2—15 下流河道水面形測定結果

実験番号	2	副ダム高	H=10.5(m)
		副ダム位置	L=70.0(m)

貯水水位 (E.L. m)		359.10	404.16	404.16	406.05	406.05
流量 (m ³ /s)		186.83	2,794.78	2,794.78	3,492.71	3,501.97
下流水位 (E.L. m)		0	327.00	330.00	327.00	330.00
下 流 河 道	DC 200 m	325.43	329.78	330.69	330.59	331.04
	250	324.41	328.61	329.86	328.89	329.96
	300	324.53	328.16	329.97	328.50	330.15
	350	324.53	328.83	330.44	328.96	330.43
	400	324.60	328.91	330.40	329.45	330.34
	450	324.65	328.72	330.40	329.29	330.53
	500	324.65	328.49	330.38	329.22	330.27
	550	323.44	328.63	330.21	329.33	330.32
	600	323.26	328.71	330.29	329.42	330.55
	650	322.31	329.05	330.15	329.50	330.51
	700	322.40	328.71	330.18	329.29	330.36
	750	322.40	326.88	330.10	328.66	330.23
	800	321.69	328.31	330.23	328.40	330.03
	850	320.38	328.01	330.08	328.33	330.59

表 2-16 a 下流河道および減勢工水面形測定結果

実験番号	7	副ダム高 8.0 (m)
		副ダム位置 60 (m)

貯水水位 (E.L. m)		359.70	401.58	401.58	404.26	404.26
	流量 (m ³ /s)	199.19	801.38	801.38	1,798.85	1,798.85
下流水位 (E.L. m)			325.00	327.00	327.00	330.00
	D.C.200 m	323.13	325.75	327.28	327.81	329.98
下 流 河 道	250	323.23	325.53	327.50	328.06	329.92
	300	323.27	325.25	327.34	327.85	330.06
	350	323.36	325.56	327.60	327.92	330.08
	400	323.17	325.42	327.29	327.79	329.79
	450	323.19	325.41	327.33	327.79	330.00
	500	323.13	325.38	327.33	327.92	330.02
	550	323.19	325.36	327.25	327.88	329.94
	600	323.00	325.59	327.48	328.04	330.04
	650	322.63	325.21	327.31	327.63	330.08
	700	322.31	325.20	327.21	327.60	329.98
	750	322.44	325.40	327.17	327.83	330.06
	800	321.77	325.13	326.96	327.44	329.82
	850	320.41	325.09	327.44	327.63	329.90
減 勢 工	- 20	325.69	325.25	325.63	325.75	326.75
	- 10	325.13	324.00	325.94	325.00	326.09
	0	325.25	324.84	326.44	325.13	325.94
	10	325.06	326.22	327.38	328.00	327.81
	20	325.16	327.06	327.63	329.31	329.44
	30	325.22	327.56	328.08	330.31	331.25
	40	325.56	327.50	328.34	330.31	331.00
	50	325.67	328.16	328.81	331.25	331.75
	60	325.61	327.78	328.69	331.38	331.75
	70	323.06	325.19	327.31	326.81	328.94
	80	323.16	325.47	327.13	328.34	329.91
	90	323.28	325.66	327.50	328.13	329.78
	100	323.28	325.72	327.69	328.13	330.00

表 2—16 b 下流河道および減勢工水面形測定結果

実験番号	7	副ダム高	8.0 (m)
		副ダム位置	6.0 (m)

貯水位置 (E.L., m)	404.19	404.19	406.16	406.16	
	2,794.78	2,794.78	3,499.66	3,499.66	
下流水位 (E.L., m)	327.00	330.00	327.00	330.00	
下 流 河 道	D.C. 200 m	328.75	330.67	329.89	331.46
	250	328.92	330.60	329.68	331.29
	300	329.01	330.77	329.90	331.40
	350	328.90	330.73	329.80	331.29
	400	328.78	330.65	330.03	331.22
	450	329.02	330.59	329.80	331.38
	500	329.00	330.40	329.74	331.27
	550	328.96	330.77	330.00	331.40
	600	329.00	330.71	330.39	331.29
	650	329.07	330.56	329.93	331.48
	700	328.83	330.63	330.11	331.42
	750	328.90	330.75	330.00	331.65
	800	327.92	330.78	328.80	330.79
	850	328.06	330.06	328.43	330.38
減 勢 工	- 20	326.25	326.25	326.15	327.50
	- 10	318.31	321.44	319.90	322.41
	0	319.56	322.06	321.22	323.59
	10	324.31	325.81	326.28	325.44
	20	327.61	328.56	329.28	329.50
	30	329.69	332.86	331.41	332.81
	40	332.50	332.66	333.88	334.40
	50	333.34	334.25	335.38	335.51
	60	334.69	334.06	335.09	335.47
	70	330.38	331.75	333.53	334.28
	80	326.34	328.91	330.59	330.63
	90	329.06	331.25	331.25	331.86
	100	329.31	330.63	331.41	331.63

第3章 洪水吐きの変更設計1次案

第3章 洪水吐きの変更設計1次案

第2章の検討結果および堤体構造の検討から洪水吐き設計原案に対して次に述べるような変更設計が行われた。又、変更設計形状は、図3-1a～cに示すとおりである。

- 1) 堤体導流壁の高さを1 m 高くして8 m とする。
- 2) 減勢工導流壁の高さを1 m 高くして22 m とする。
- 3) 減勢工規模は、バケット終端から下流70 m の位置に高さ10.5 m の副ダムを設置する。
- 4) 堤体下流面勾配を0.82 から0.81 とする。
- 5) 減勢工平面位置を右岸側へ15 m 平行移動する。

第 1 節 變更設計 1 次案形狀

1.1 クレスト形状

クレストは、設計水頭 H_d が 12.1 m で原案形状と同じであるため、原案形状と同じ標準のハロルド曲線を使用した。又、堤体下流面勾配が 1:0.81 となった基本三角形内に内接する標準形越流頂の設計水頭 H_{do} は $H_{do} < H_d$ となり、基本三角形内に収まらないので、クレストの下流曲線を基本三角形内に接し、上流曲線を基本三角形より、上流側にはみだしたオフセット形のクレストとした。したがって、オフセットとして 0.204 m、クレストの下流曲線と堤体下流面との接点は、D.C. 20.202 m, E.L. 383.059 m となる。詳細は、図 3—1 a に示す。

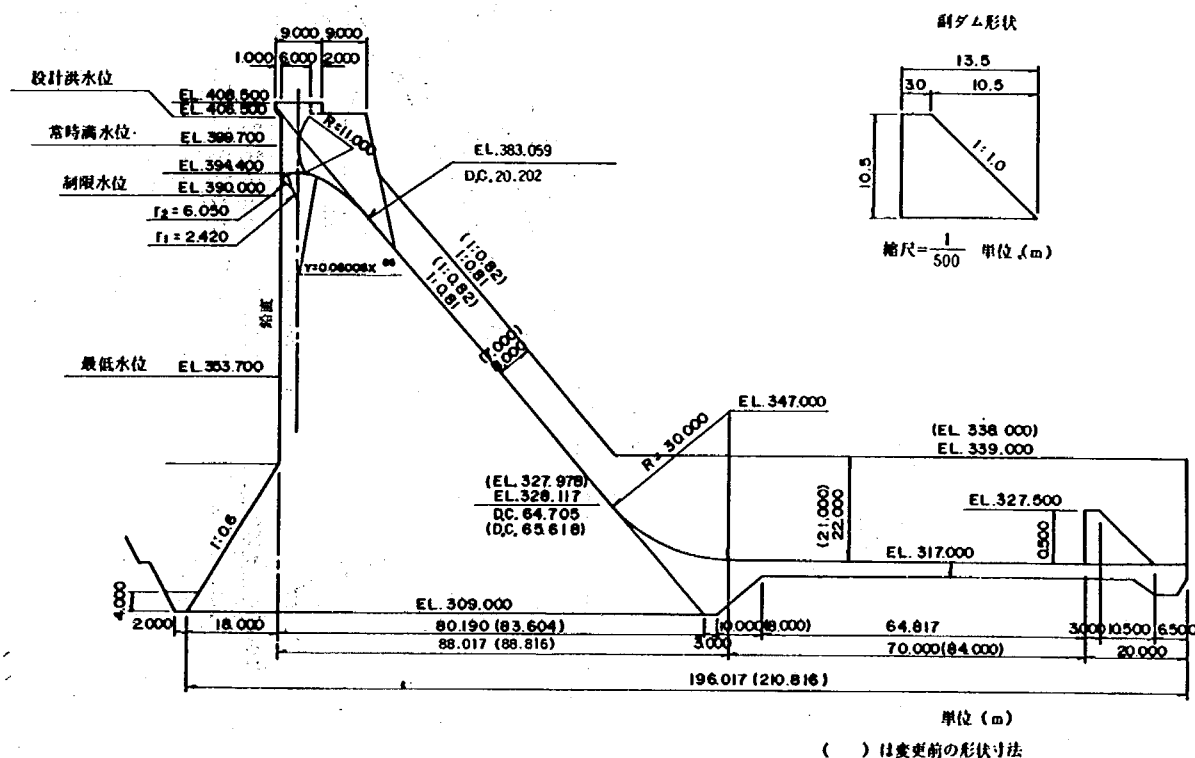


圖 3—1 a 變更設計一次案形狀圖

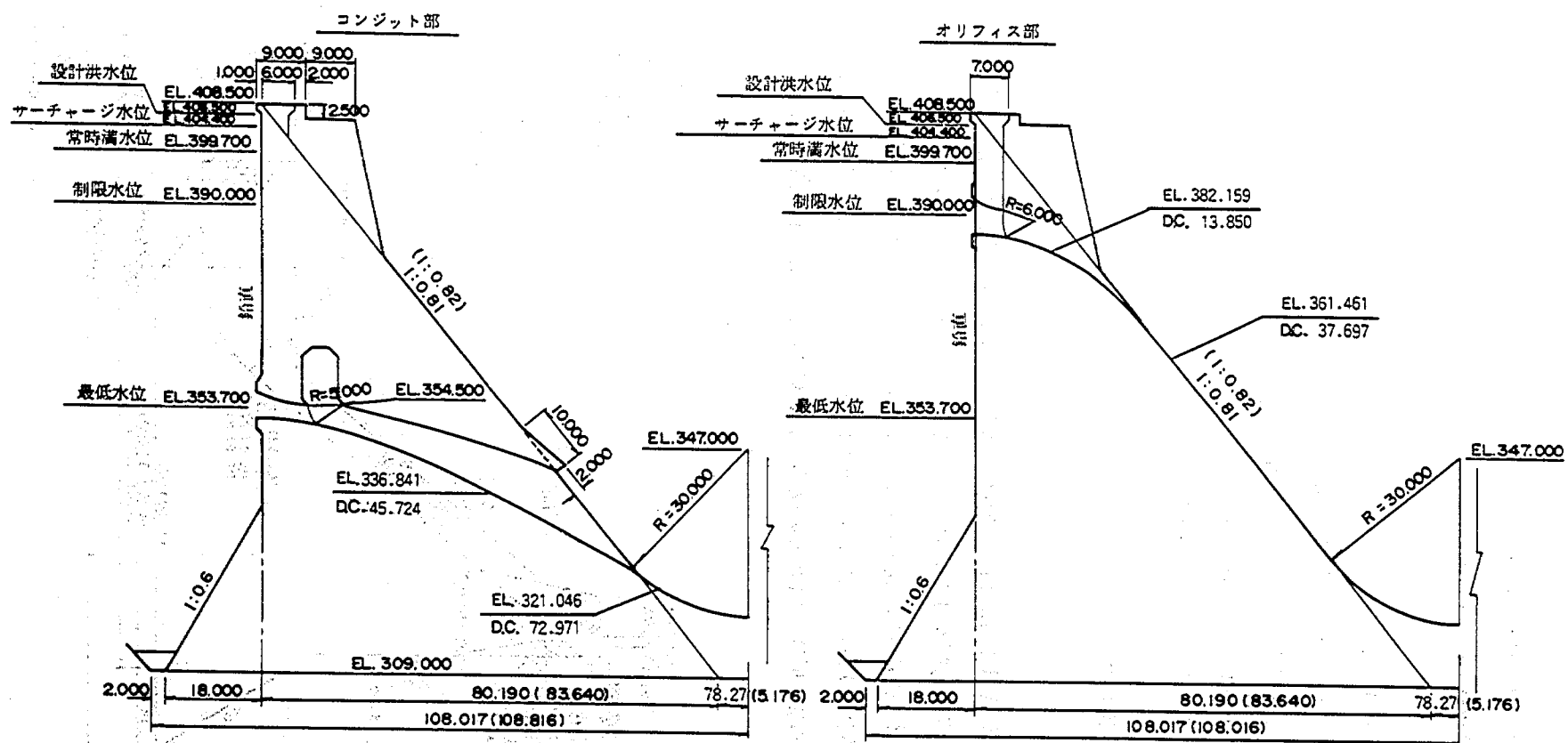


図 3-1b 変更設計一次案形状図

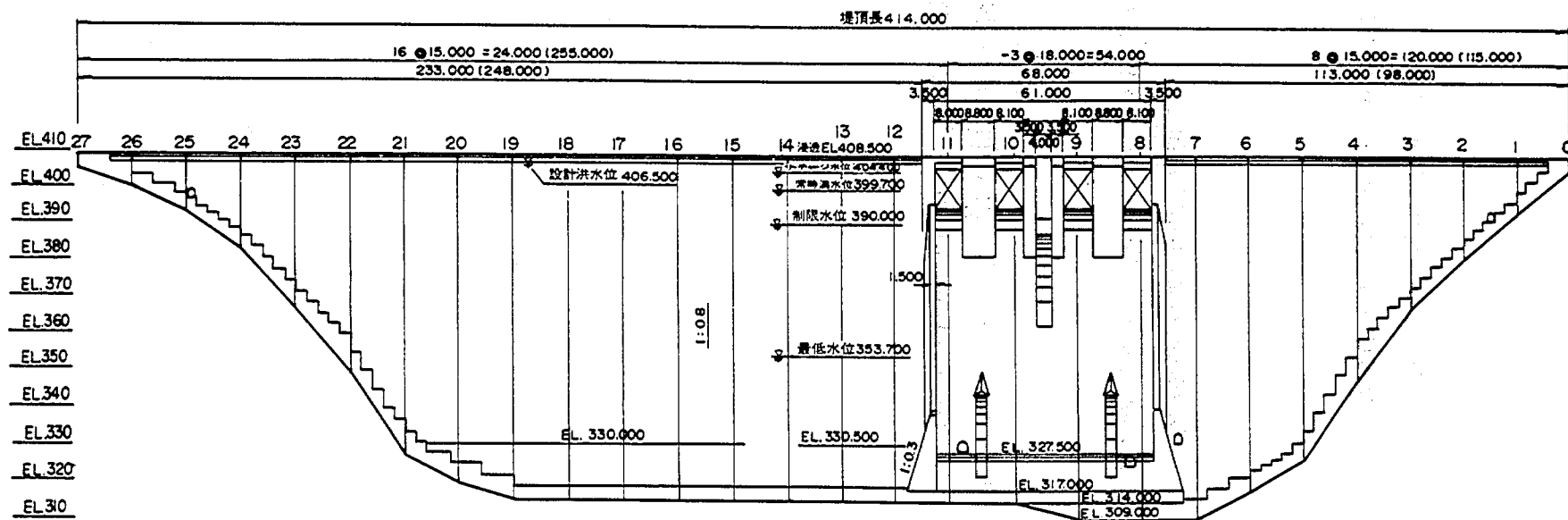


図 3-1c 変更設計一次案形状図

1.2 堤体導流部形状

堤体導流壁の高さを、8 m とする。詳細は、図 3—1 a に示す。

1.3 オリフィス形状

呑口形状は、原案と同じで、ゲートの開水路底面曲線と堤体下流面とのすりつけを D.C. 13.850 m, EL. 382.159 m から半径 90.605 m の円弧で D.C. 37.697 m, EL. 361.461 m の地点で接しさせている。詳細は、図 3—1 b に示す。

1.4 コンジット形状

呑口形状は、原案と同じで、ゲートの開水路底面曲線と堤体下流面とのすりつけを D.C. 45.724 m, EL. 336.841 m から直線で D.C. 72.971 m, EL. 321.046 m 地点で接しさせている。詳細は図 3—1 b に示す。

1.5 減勢工形状

減勢工規模は、前述した設計形状 3) のとおりとする。又、堤体下流面勾配の変更に伴いバケットカーブとの接点を D.C. 64.705 m, EL. 328.117 m, D.C. 88.017 m, EL. 317 m とする。詳細は図 3—1 a に示す。

第2節 水理模型実験

本水理模型実験は、洪水吐きの変更設計1次案形状について放流能力、流況観察を主体として実施したものである。

2.1 実験内容

図3-1a～cに示した変更設計1次案形状の模型（河道模型は製作していない）は、縮尺1/62.5で製作した。なお、本実験での水理諸量の相似律は、前章と同様である。実験は、放流能力について洪水吐きのすべての放流設備をゲート操作無し（全門全開）の放流、クレストゲート単独放流でそれぞれ実施し、堤頂構造物、堤体導流壁と水脈の関係、減勢工規模について実施した。又、減勢工については、表3-1の実験ケース一覧表に示すとおりである。

表3-1 減勢工実験ケース一覧

実験番号			貯水 位 (E.L. m)	流 量 (m^3/s)	副 ダ ム 高 (m)	副 ダ ム 位 置 (m)	測 定 項 目	備 考
A	1	1	406.500	3,500	8.0	60.0	水面 形 お よ び 流 況	副ダム位置、高さを変化させた場合の最適減勢工規模の検討
		2				70.0		
		3				80.0		
	2	1			10.5	60.0		
		2				70.0		
		3				80.0		
	3	1			12.0	60.0		
		2				70.0		
		3				80.0		
	4		10.5	65.0	406.500	最適減勢工規模による検討		
					404,400			
					404,400 200			
B	3	"	"	10.5	65.0	コンジット出口にシュートブロック(馬の背)を設置		
C	1	"	"			分離壁をコンジットから両側壁側に設置		
	2	"	"			分離壁をコンジットから中心線上側に設置		

2.2 実験結果

2.2.1 放流能力

洪水吐きの変更設計1次案での全門全開放流およびクレスト単独放流時の貯水位と放流能力との関係を調査した結果は、図3-2、3-3、表3-2、3-5a～dに示すとおりである。

表3-2 貯水位～放流量関係

貯水池水位 (E.L. m)	放 流 型 式	放 流 量 (m^3/s)	
		計 画	実 験 値
制 限 水 位 390.0	コンジットゲート全開 (2条)	400	480
制 限 水 位 390.0	オリフィスゲート全開	40	※1
サーチャージ水位 404.4	クレストゲート全開 オリフィス " コンジット "	2,800	2,900
設 計 洪 水 位 406.5	クレストゲート全開 オリフィス " コンジット "	3,500	3,660

※1 模型縮尺の関係で詳細な検討が困難。

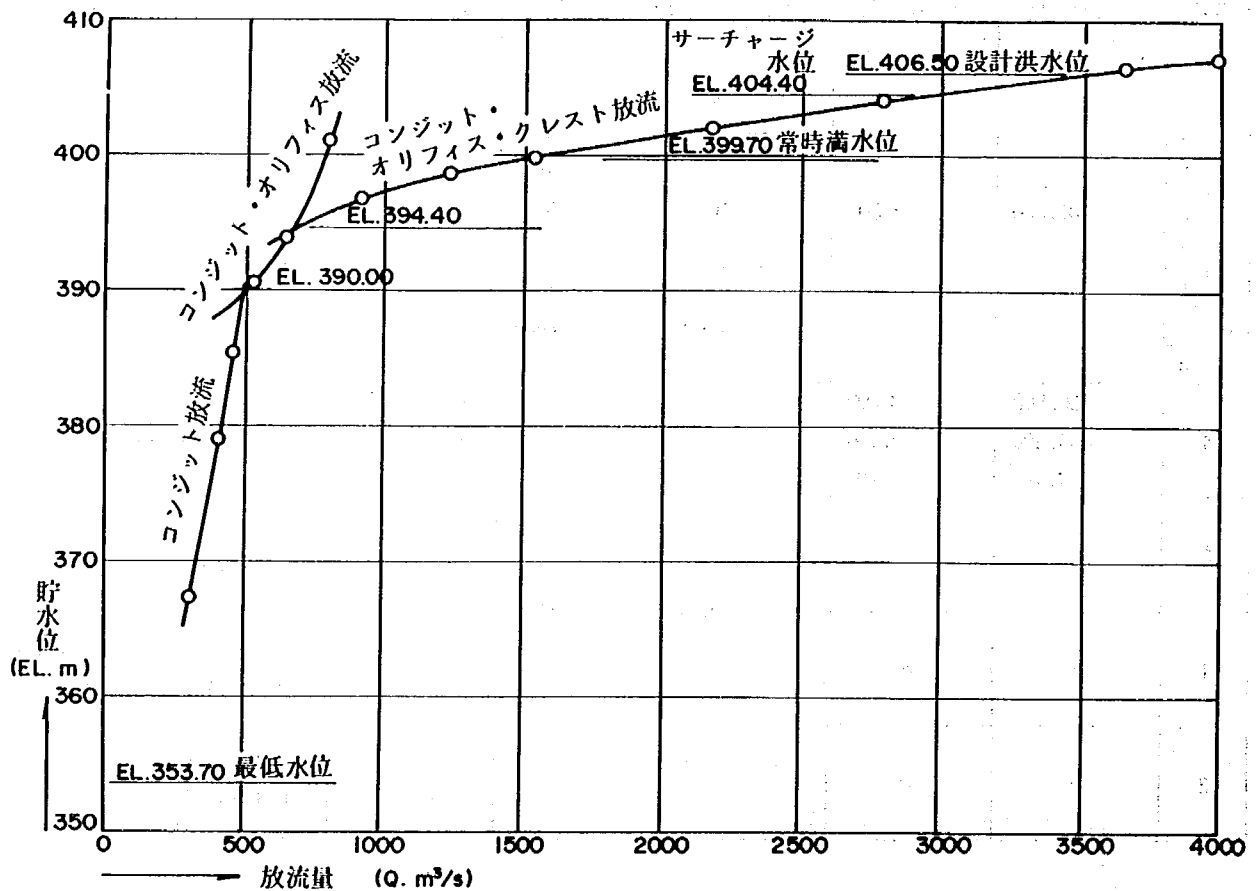


図3-2 全門全開放流時の貯水位と放流量の関係図

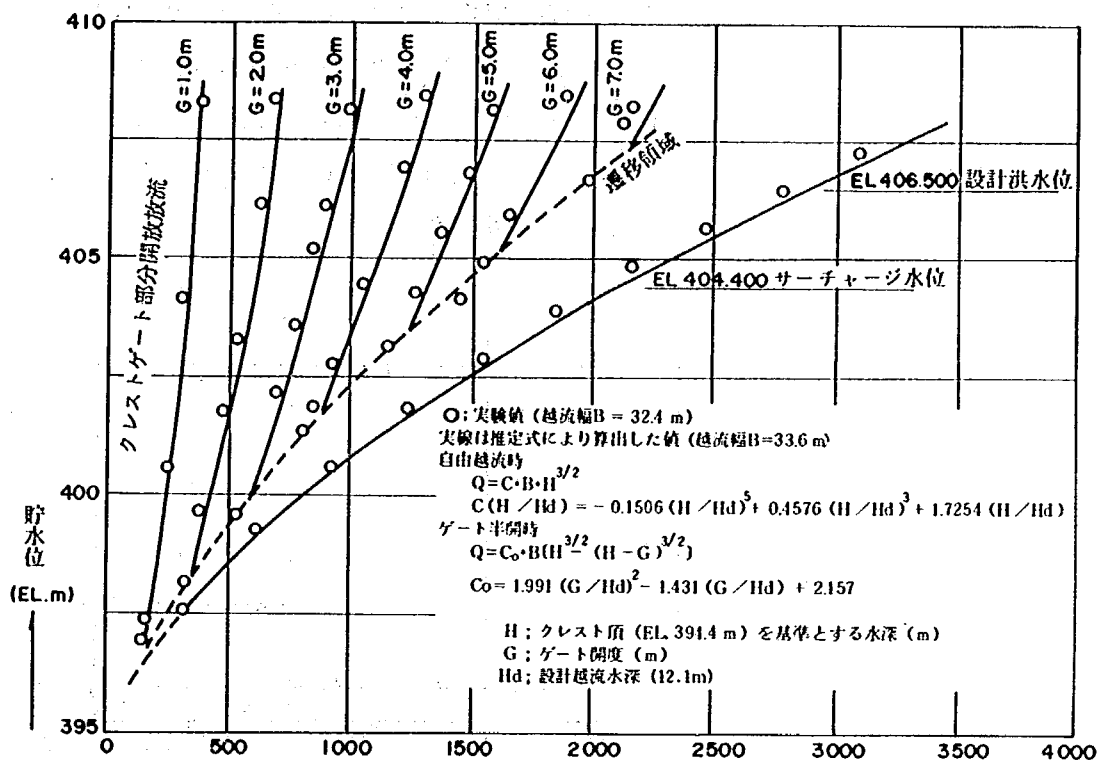


図 3-3 クレストゲート全開半開時の貯水位と放流量の関係図

1) クレストにおける放流機能曲線推定式を以下に示す。

○ ゲート全開時 (自由越流時)

$$Q = nCBH^{3/2}$$

$$C = -0.151(H/H_d)^4 + 0.458(H/H_d)^2 + 1.73$$

○ ゲート半開時

$$Q = nCoB\{H^{3/2} - (H - G)^{3/2}\}$$

$$Co = 1.99(G/H_d)^2 - 1.43(G/H_d) + 2.16$$

ここに、 Q : 放流量, n : 径間数 (= 4 門), B : 1 径間当たりの越流幅 (= 8.1 m), H : 越流水深, H_d : 設計越流水深 (= 12.1 m), C, Co : 流量係数, G : ゲート開き (= ゲート接点とゲートリップとの標高差) をそれぞれ表わしている。

又、ゲート全開時の流量係数 C は、表 3-3 に示す越流水深と設計越流水深の比 H/H_d との関係を最小自乗

表 3-3 $C(H/H_d) \sim H/H_d$ の関係

越流水深 H (m)	3.148	4.842	6.194	7.406	8.511	9.502	10.438	11.288	12.125	12.917
流量係数 C	1.712	1.790	1.849	1.890	1.924	1.945	1.977	2.004	2.031	2.056
H/H_d	0.260	0.400	0.512	0.612	0.703	0.785	0.863	0.933	1.002	1.068
C^{*1}	1.760	1.799	1.840	1.880	1.919	1.955	1.979	2.014	2.038	2.056

C : 実験値

C^{*1} : (3-2 式による推定値)

法により求めたものである。表 3-3 より、 $C(H/Hd)^{*1}$ と $C(H/Hd)^{*2}$ を比較してみると約 $\pm 0.6\%$ 以内の誤差で収まっており、ゲート全開時の放流機能曲線式として適用できる。次に、ゲート半開時の流量係数 Co は、図 3-4 より、貯水池水位に関係なく各ゲート毎にほぼ一定である傾向を示している。上式の Co は、この Co と G/Hd の関係を最小自乗法により推定したものである。表 3-4 より Co^{*1} と Co^{*2} を比較してみると、その差は $\pm 1.0\%$ 程度でありゲート半開時の放流機能曲線式として適用できる。

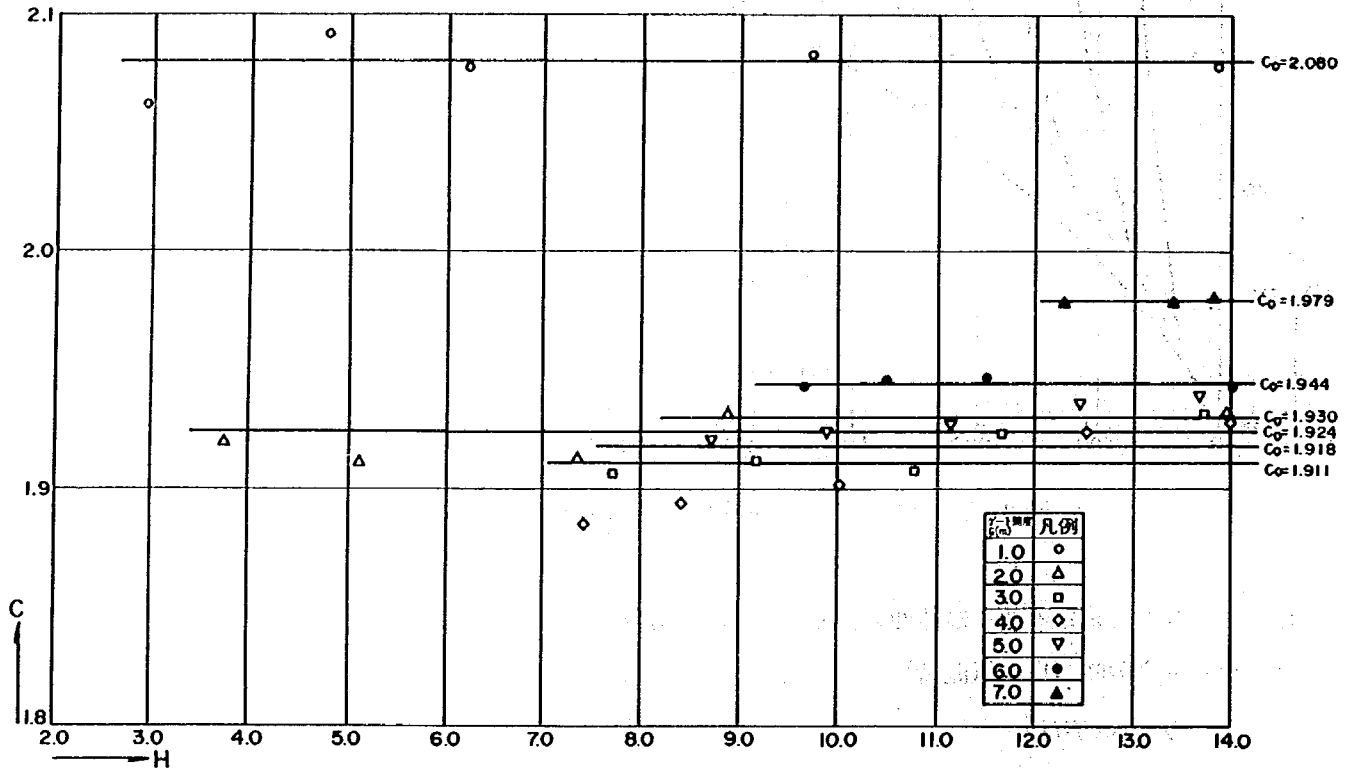


図 3-4 クレストゲートの流量係数 (ゲート操作時)

表 3-4 $G/Hd \sim Co$ の関係

G (m)	1	2	3	4	5	6	7
G/Hd	0.083	0.165	0.248	0.331	0.413	0.496	0.579
$Co \text{ * 1)}$	2.084	1.924	1.918	1.911	1.930	1.944	1.979
$Co \text{ * 2)}$	2.052	1.975	1.925	1.901	1.906	1.937	1.996

G : ゲート開度

$Co \text{ * 1)}$: 流量係数 (実験値)

Hd : 設計水頭 (12.1 m)

$Co \text{ * 2)}$: " (3-4式による推定)

2) オリフィス、コンジットゲートにおける詳細な放流能力の検討は、模型縮尺 (1/62.5) の関係上精度が十分でないので実施しなかった。

3) 洪水吐き全門全開については、表 3-2 に示すとおり各放流条件をほぼ満足している。

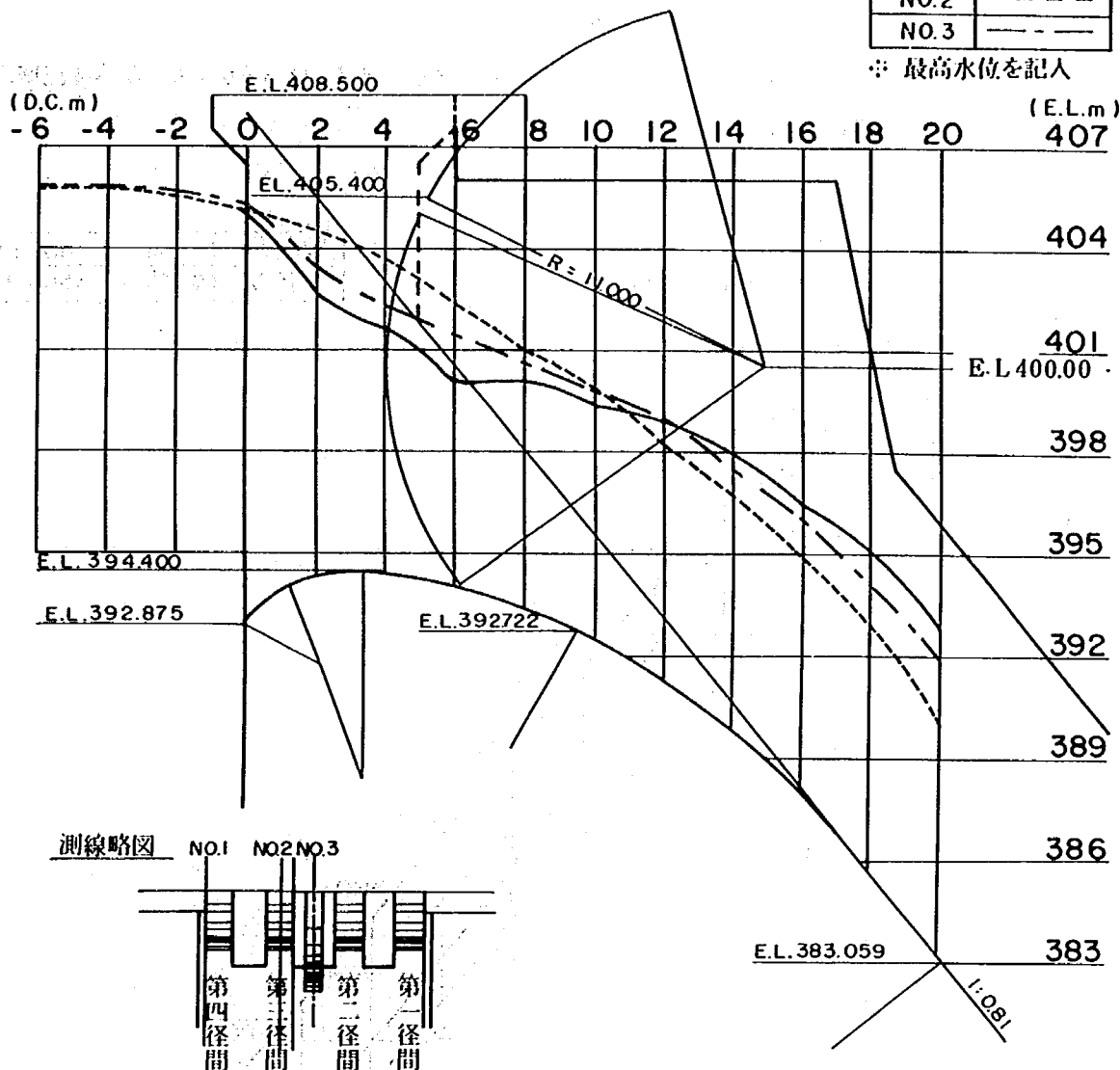
2.2.2 堤頂構造物、堤体導流壁と放流水脈の関係

1) 堤頂構造物と放流水脈の関係の調査結果は、図 3-5 に示すとおりである。

貯水位 (E.L.m)	406.18
放流量 (Q.m ³ /s)	3506.92

凡	例
NO.1	——
NO.2	----
NO.3	----

※ 最高水位を記入



測 線	水位 (E.L.m)	No. 1		No. 2		No. 3	
		最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均
測 定 位 置	-6	405.81	405.81	405.78	405.71	405.84	405.84
	-4	405.74	405.74	405.65	405.65	405.78	405.78
	-2	405.53	405.49	405.53	405.43	405.71	405.65
	0	405.06	404.93	405.15	405.09	405.34	405.28
	2	402.59	402.53	404.59	404.59	403.53	403.53
	4	401.74	401.65	403.71	403.65	402.40	402.34
	6	400.78	400.65	402.40	402.34	401.46	401.43
	8	400.03	399.90	401.03	400.96	400.65	400.65
	10	399.40	399.34	399.96	399.90	399.84	399.81
	12	398.84	398.68	398.21	398.09	398.90	398.84
	14	397.84	397.71	396.74	396.59	397.59	397.56
	16	396.53	396.49	394.93	394.90	396.03	396.03
(D.C.m)	18	395.03	394.96	392.96	392.90	394.09	394.03
	20	392.85	392.78	390.04	389.79	391.85	391.85

図3-5 越流水面形図

堤頂構造物は、図3-5を参考にして、放流水脈に対して1.5 m以上の余裕を確保するように設計すればよい。又、ゲートピン及びゲート最大巻き上げ時のゲート下端と放流水脈との関係は、放流水脈の最高水面から1.5 m以上の余裕があり充分である。

- 2) 堤体導流部最高水面形の調査結果は、図3-6に示すとおりである。図3-6より、堤体導流壁高を8 mとした場合は、特に問題はない。

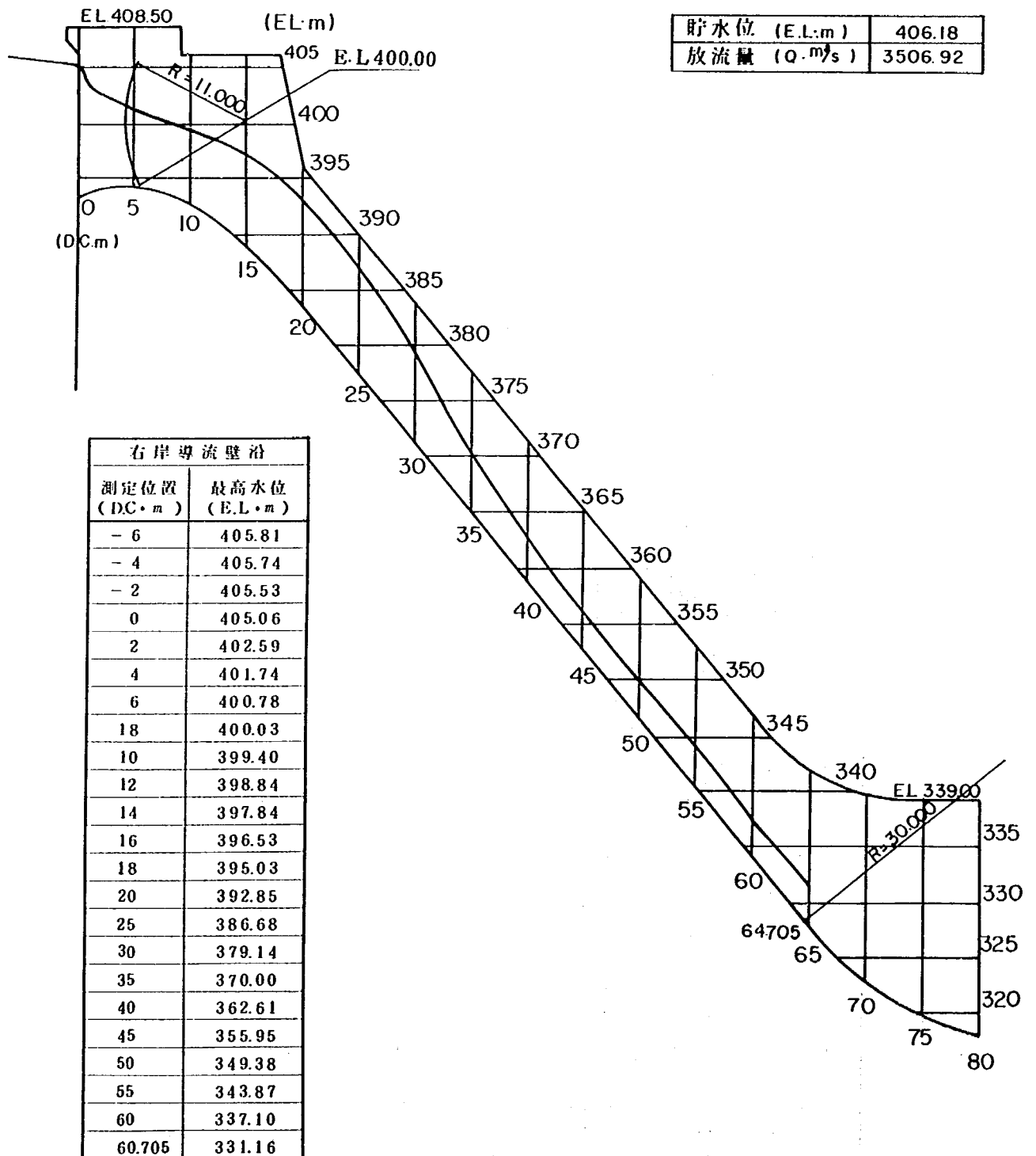


図3-6 堤体導流部水面形図

2.2.3 減勢工規模の検討

1) 減勢工規模の検討のうち副ダムの位置および高さについては、表 3-1 の実験番号 A で実施した。この検討結果は図 3-10 a~g, 表 3-6 a~d に示すとおりである。

- ① 副ダム高 8.0 m (実験番号 A-1) では、いずれの水平水叩き長にしても、跳水始端が D.C. 88 m ぐらゐで露出射流に近い状態となる。特に水平水叩き長 80 m になると完全に露出射流となり副ダムを越流する際は飛散状態となる。(写真 3-1 a~3-1 f 参照)

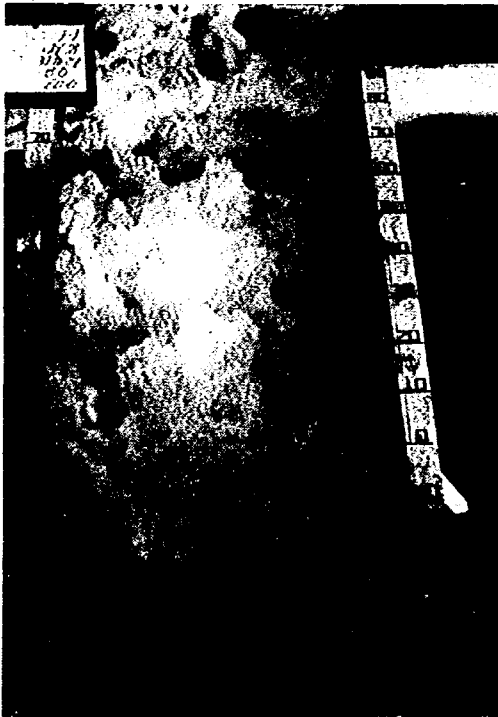


写真 3-1 a
減勢工の流況
副ダム位置 $L = 60 \text{ m}$
副ダム高 $H = 8.0 \text{ m}$
流 量 $3500 \text{ m}^3/\text{s}$



写真 3-1 b
減勢工の流況
副ダム位置 $L = 60 \text{ m}$
副ダム高 $H = 8.0 \text{ m}$
流 量 $3500 \text{ m}^3/\text{s}$



写真 3-1c
減勢工の流況

副ダム位置 $L = 70 \text{ m}$
副ダム高 $H = 8.0 \text{ m}$
流 量 $3500 \text{ m}^3/\text{s}$



写真 3-1d
減勢工の流況



写真 3-1e
減勢工の流況

副ダム位置 $L = 80 \text{ m}$
副ダム高 $H = 8.0 \text{ m}$
流 量 $3500 \text{ m}^3/\text{s}$



写真 3-1f
減勢工の流況

② 副ダム高 10.5 m (実験番号 A-2) では、水平水叩き長 60 m の場合、跳水始端は D.C. 68 m ぐらいで露出射流は解消されるが副ダム前面を周期的に潜流が直撃する。(写真 3-2 a, 3-2 b 参照) 水平水叩き長が 70 m になると跳水始端が D.C. 78 m ぐらいになるが減勢池内の流況は安定しており良好といえる。(写真 3-2 c, 3-2 d 参照) 水平水叩き長 80 m では、跳水始端がバケットカーブ終端付近に位置し、流れは露出射流に近くかぶりが小さい状態となり、流況は、良好とはいえない。(写真 3-2 e, 3-2 f 参照)



写真 3-2 a
減勢工の流況
副ダム位置 $L = 60 \text{ m}$
副ダム高 $H = 10.5 \text{ m}$
流 量 $3500 \text{ m}^3/\text{s}$



写真 3-2 b
減勢工の流況
副ダム位置 $L = 60 \text{ m}$
副ダム高 $H = 10.5 \text{ m}$
流 量 $3500 \text{ m}^3/\text{s}$



写真 3-2 c
減勢工の流況

副ダム位置 $L = 70 \text{ m}$
副ダム高 $H = 10.5 \text{ m}$
流 量 $3500 \text{ m}^3/\text{s}$

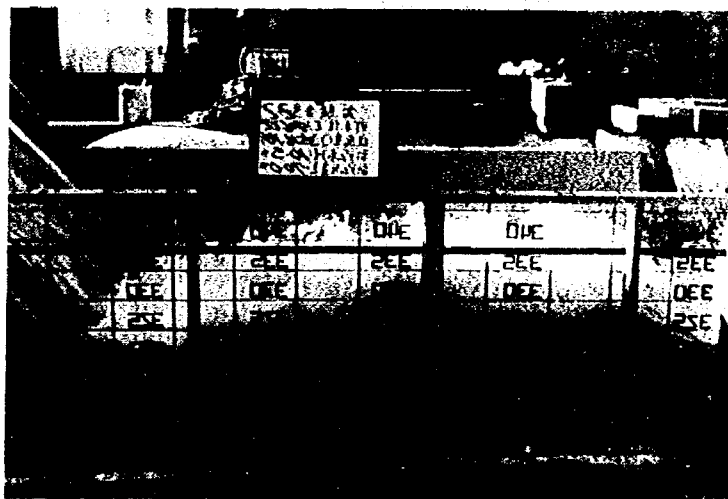


写真 3-2 d
減勢工の流況



写真 3-2 e
減勢工の流況

副ダム位置 $L = 80 \text{ m}$
副ダム高 $H = 10.5 \text{ m}$
流 量 $3500 \text{ m}^3/\text{s}$



写真 3-2 f
減勢工の流況

- ③ 副ダム高 12.0 m (実験番号 A-3) では、水平水叩き長 60 m の場合、潜流によって副ダム前面に受ける衝撃が大きく、副ダムを越流する際飛散状態に近い流れとなる。(写真 3-3 a, 3-3 b 参照) 水平水叩き長 70 m, 80 m の規模になると、流況は安定しており、副ダム上流の流速は 4~5 m/s 程度である。(写真 3-3 c~3-3 f 参照)

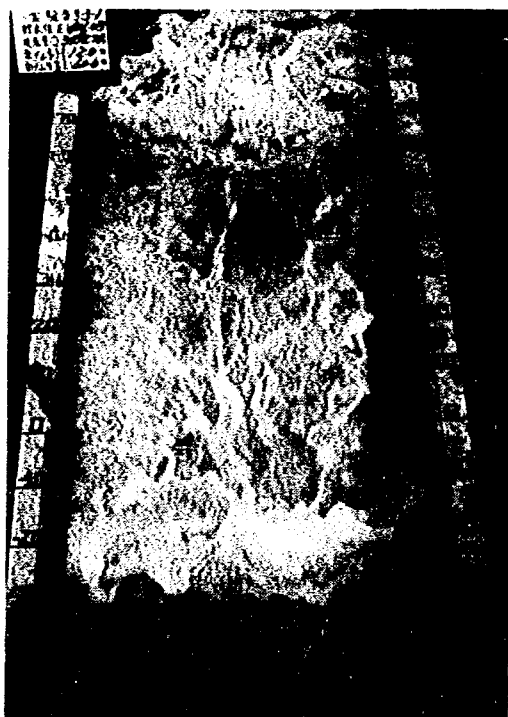


写真 3-3 a
減勢工の流況
副ダム位置 $L = 60$ m
副ダム高 $H = 12$ m
流 量 $3500 \text{ m}^3/\text{s}$

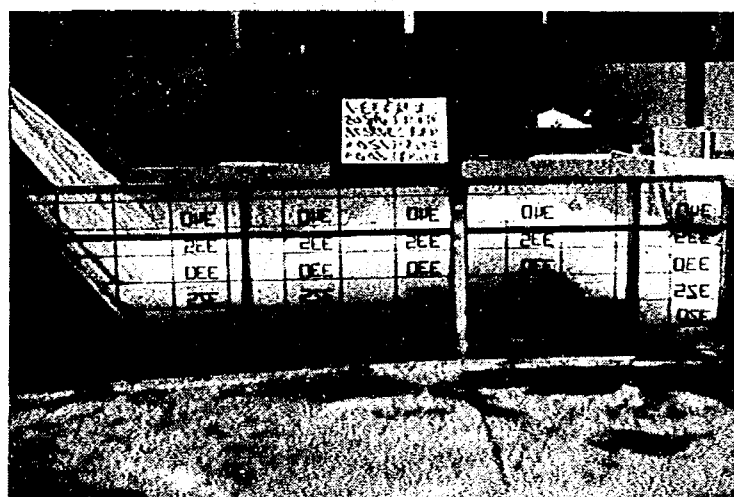


写真 3-3 b
減勢工の流況
副ダム位置 $L = 60$ m
副ダム高 $H = 10.5$ m
流 量 $3500 \text{ m}^3/\text{s}$

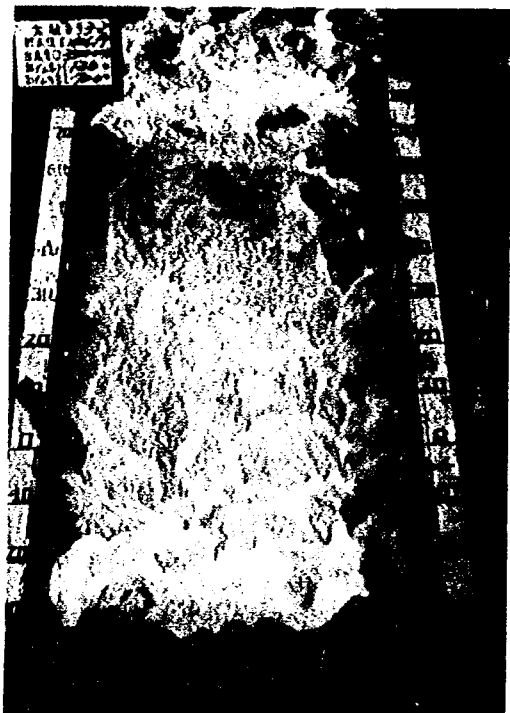


写真3-3c
減勢工の流況

副ダム位置 $L = 70 \text{ m}$
副ダム高 $H = 12 \text{ m}$
流 量 $3500 \text{ m}^3/\text{s}$

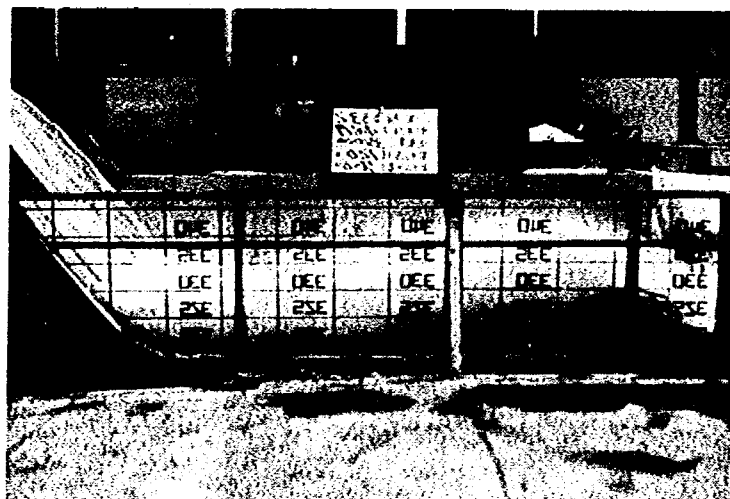


写真3-3d
減勢工の流況



写真3-3e
減勢工の流況

副ダム位置 $L = 80 \text{ m}$
副ダム高 $H = 12 \text{ m}$
流 量 $3500 \text{ m}^3/\text{s}$

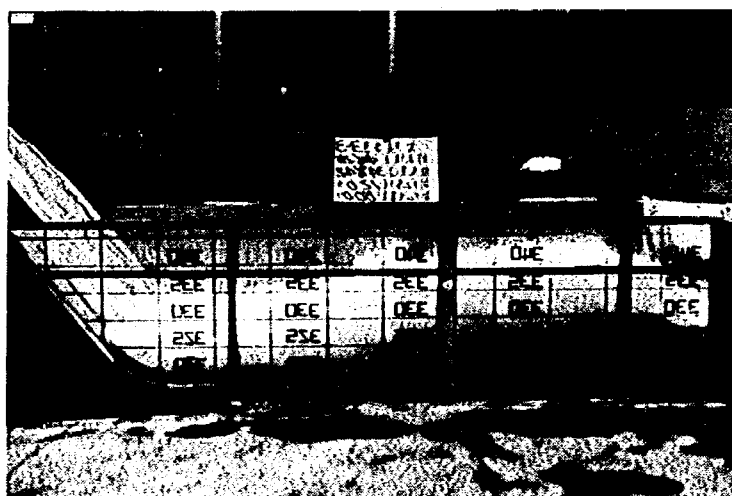


写真3-3f
減勢工の流況

- ④ 以上より、前章で得られた最適減勢工規模（水平水叩き長 70.0 m 副ダム高 10.5 m）は、洪水吐き変更 1 次案に対しても適当であることが言える。副ダム高 10.5 m で水平水叩き長 60 m, 70 m の水面形, 流況を比較すると、水平水叩き長 70 m を若干の短縮が可能と考えられる。そこで水平水叩き長 65 m（実験番号 A-4）の検討を実施した。水面形測定結果を図 3-10 d に示す。3,500 m³/s 放流時、副ダム前面に周期的に強い潜流を受けるが、水平水叩き長 70 m とほぼ同様である。（写真 3-4 a, 3-4 b 参照）従って減勢工規模としては、副ダム高 10.5 m, 水平水叩き長 65.0 m, 導流壁高さ EL. 339.0 m を最終案とする。2,800 m³/s 放流時には、副ダム前面は静水圧に近い状態となり減勢効果は良好である。（写真 3-4 c～3-4 d 参照）200 m³/s 放流時は、コンジット 2 条単独放流になり、減勢池内に平面渦が生じ、副ダムを越流する流れを不安定にしている。（写真 3-4 e, 3-4 f 参照）

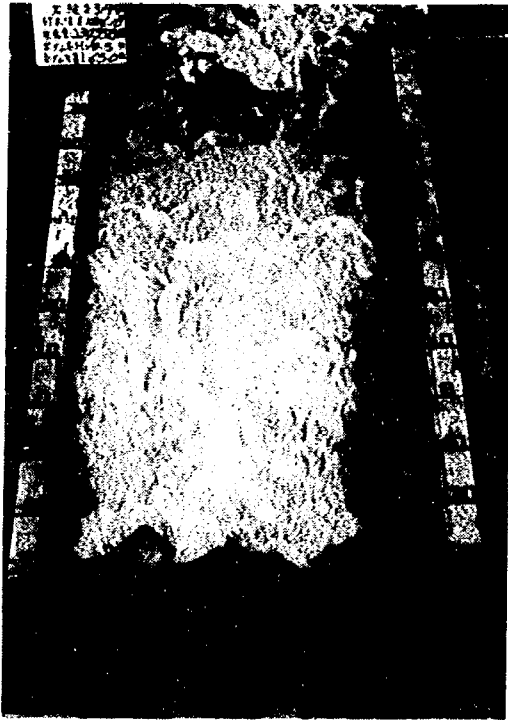


写真 3-4 a
減勢工の流況
副ダム位置 $L = 65$ m
副ダム高 $H = 10.5$ m
流 量 3500 m³/s

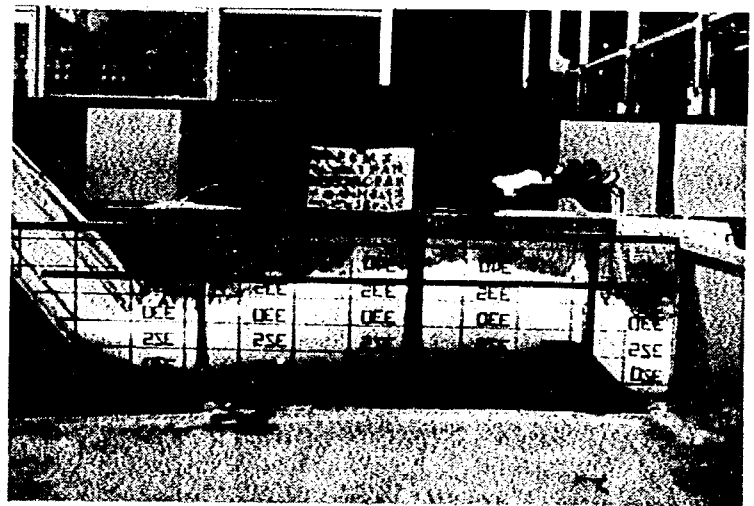


写真 3-4 b
減勢工の流況
副ダム位置 $L = 65$ m
副ダム高 $H = 10.5$ m
流 量 3500 m³/s



写真3-4c
減勢工の流況

副ダム位置 $L = 65 \text{ m}$
副ダム高 $H = 10.5 \text{ m}$
流 量 $2800 \text{ m}^3/\text{s}$



写真3-4d
減勢工の流況

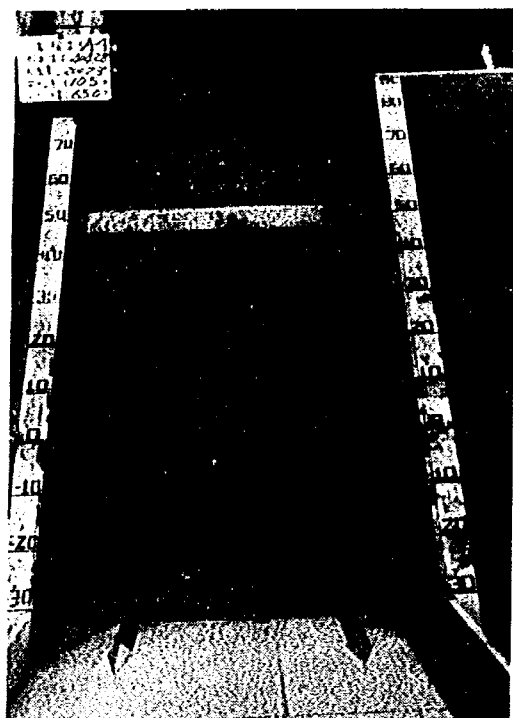


写真3-4e
減勢工の流況

副ダム位置 $L = 65 \text{ m}$
副ダム高 $H = 10.5 \text{ m}$
流 量 $200 \text{ m}^3/\text{s}$

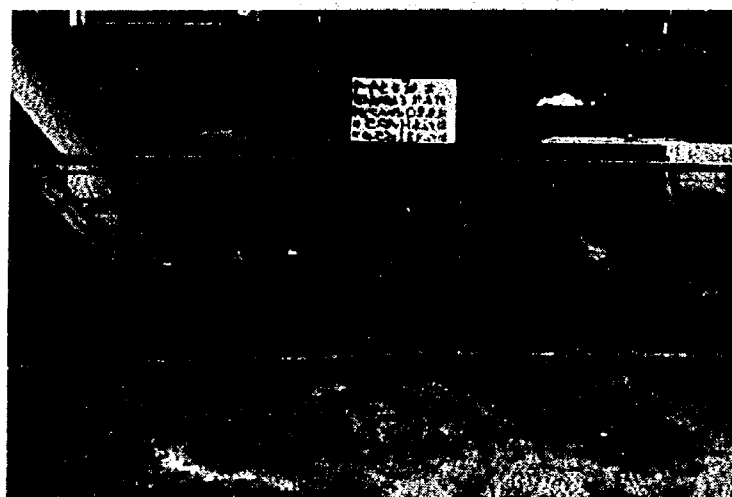


写真3-4f
減勢工の流況

2) 最終案形状でのコンジット単独放流による減勢池内の流況改善のため減勢工内に補助構造物を設置して、表 3-1 中の B,C について検討を行った。

① 減勢池内の流況改善のためにコンジット出口にシュートブロックを設置し検討した。(実験番号 B-3) シュートブロック形状、取り付け位置を図 3-7 に示す。200 m³/s 放流時には平面渦の規模は半分程度となり、副ダムでの越流水深はほぼ均等となり改善されている。(写真 3-5 a, 3-5 b 参照) しかし、放流量の増加とともに両側壁への水はねの影響が大きくなり、3,500 m³/s 放流時には、中央と比較して 1.0 m 程度の水位差が生じる。(図 3-10 e 参照)



写真 3-5 a
減勢工の流況
副ダム位置 $L = 65$ m
副ダム高 $H = 10.5$ m
流 量 200 m³/s



写真 3-5 b
減勢工の流況
副ダム位置 $L = 65$ m
副ダム高 $H = 10.5$ m
流 量 200 m³/s

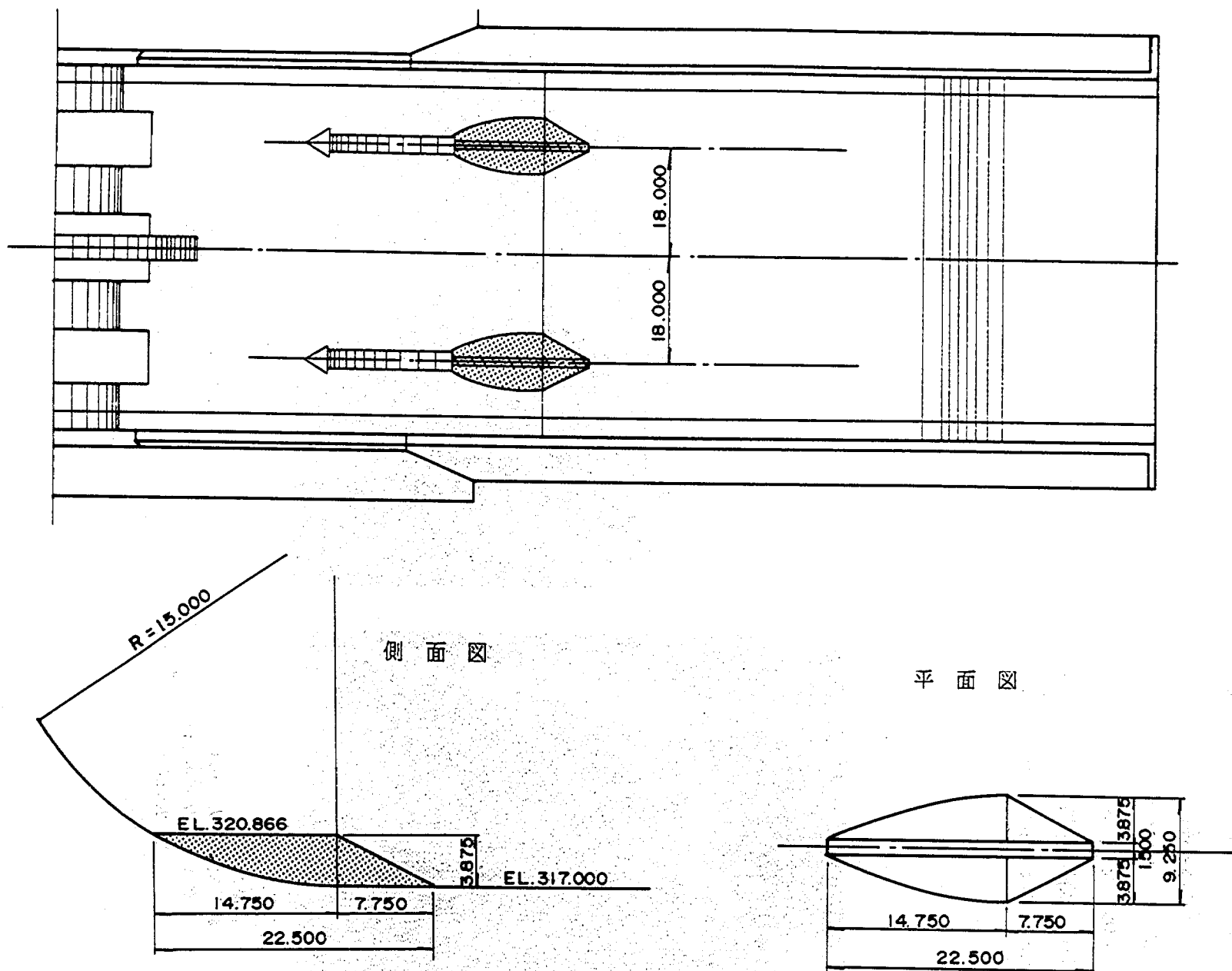


図 3-7 シュートブロック形状図

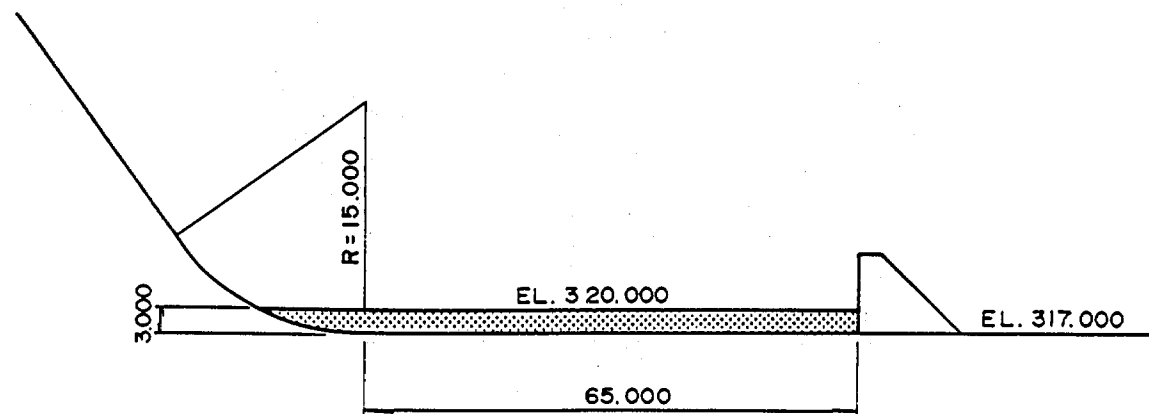
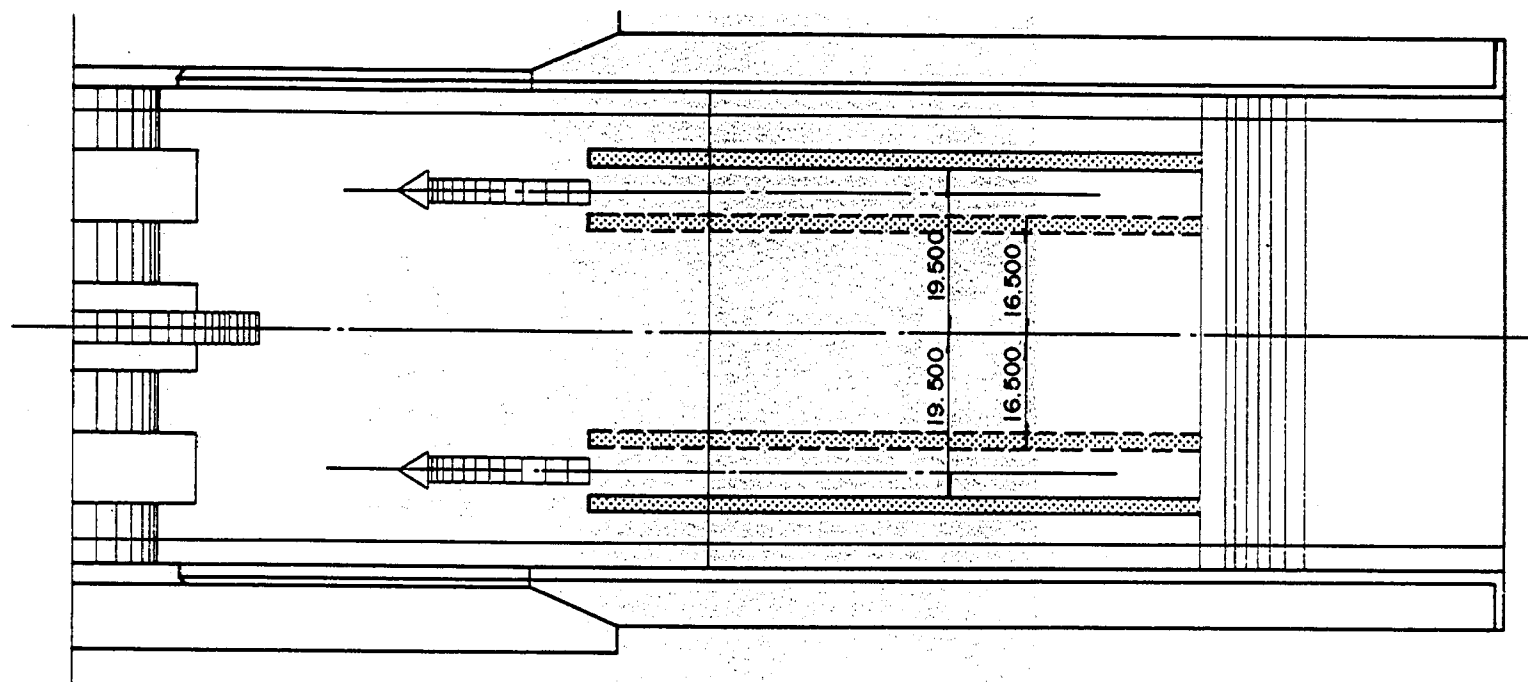


图 3-8 分离壁形状图

- ② 減勢池内の流況改善のため図 3-8 に示す分離壁をコンジット出口から両側壁側に設置し検討した。
 (実験番号 C-1) 200 m³/s 放流時での平面渦の規模は、シュートブロック設置と同様に改善されている。(写真 3-6 a, 3-6 b 参照) しかし、放流量の増加とともに中央部の水面隆起を大きくしている。
 (写真 3-6 c, 3-6 d 参照)

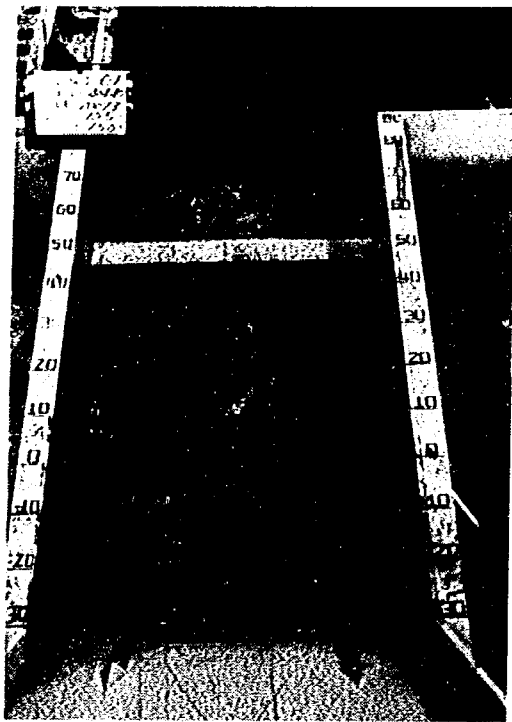


写真 3-6 a
 減勢工の流況
 副ダム位置 $L = 65 \text{ m}$
 副ダム高 $H = 10.5 \text{ m}$
 流 量 $Q = 200 \text{ m}^3/\text{s}$

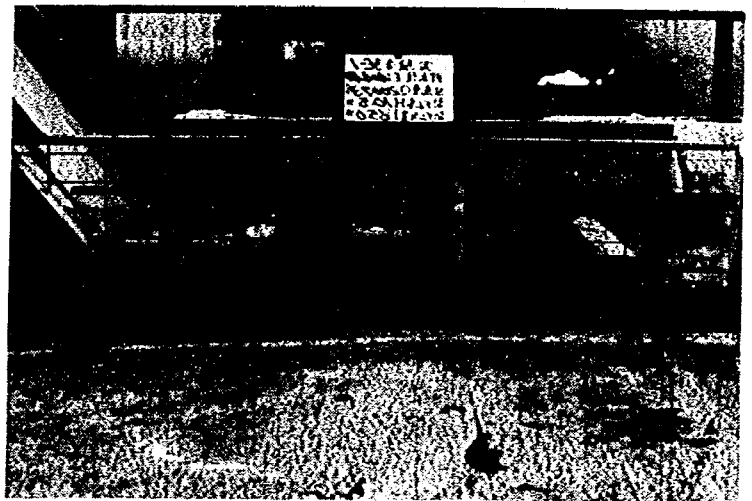


写真 3-6 b
 減勢工の流況
 副ダム位置 $L = 65 \text{ m}$
 副ダム高 $H = 10.5 \text{ m}$
 流 量 $200 \text{ m}^3/\text{s}$



写真 3-6 c
減勢工の流況
副ダム位置 $L = 65 \text{ m}$
副ダム高 $H = 10.5 \text{ m}$
流 量 $Q = 3500 \text{ m}^3/\text{s}$



写真 3-6 d
減勢工の流況
副ダム位置 $L = 65 \text{ m}$
副ダム高 $H = 10.5 \text{ m}$
流 量 $3500 \text{ m}^3/\text{s}$

- ③ 減勢池内の流況改善のため図 3-9 に示す分離壁をコンジット出口から中心線側に設置し検討した。
 (実験番号 C-2) $200 \text{ m}^3/\text{s}$ 放流時では平面渦の規模は、上記①②より幾分小さくなり、副ダムからの越流水深も平均化され安定した流況をしめしている。(写真 3-7 a, 3-7 b 参照) しかしながら、①②と同様に放流量が増加し、 $400 \text{ m}^3/\text{s}$ に達する時点から水面差が生じ、副ダムからの越流水面は乱れる。(写真 3-7 c~3-7 f 参照) したがって、本検討範囲では C-2 案が小流量時には良好な流況が得られたが中、大流量時の流況が悪化するため、今後さらに検討することとした。

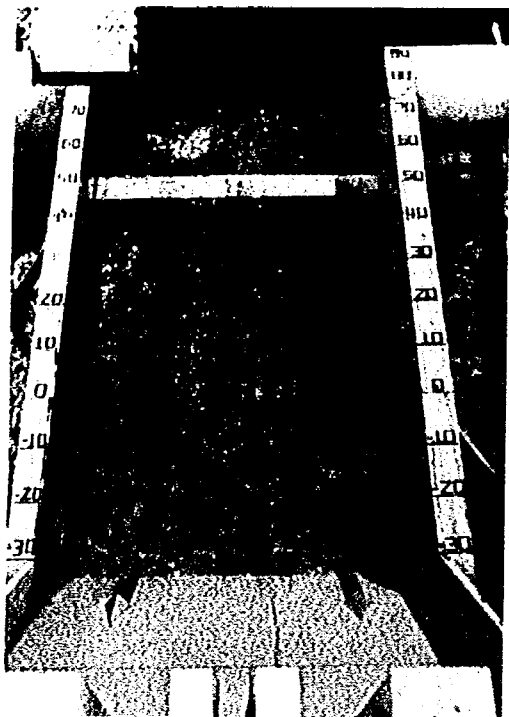


写真3-7 a
減勢工の流況

副ダム位置 65 m
副ダム高 10.5 m
流 量 200 m³/s



写真3-7 b
減勢工の流況



写真3-7 c
減勢工の流況

副ダム位置 65 m
副ダム高 10.5 m
流 量 400 m³/s

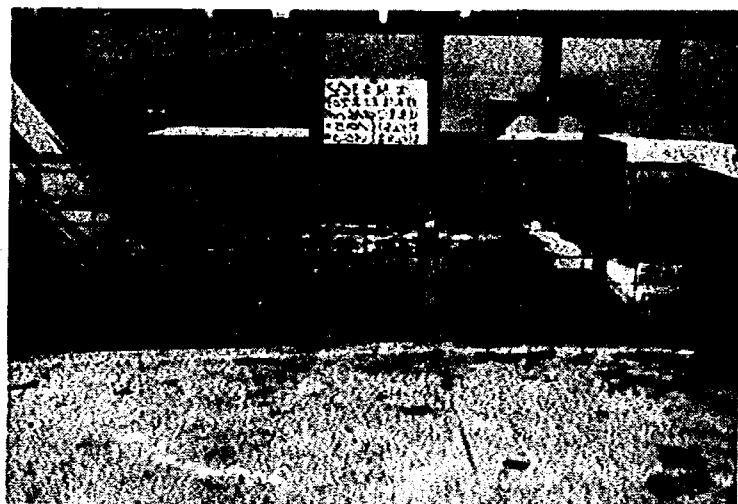


写真3-7 d
減勢工の流況



写真 3-7e
減勢工の流況
副ダム位置 $L = 65 \text{ m}$
副ダム高 $H = 10.5 \text{ m}$
流 量 $2800 \text{ m}^3/\text{s}$

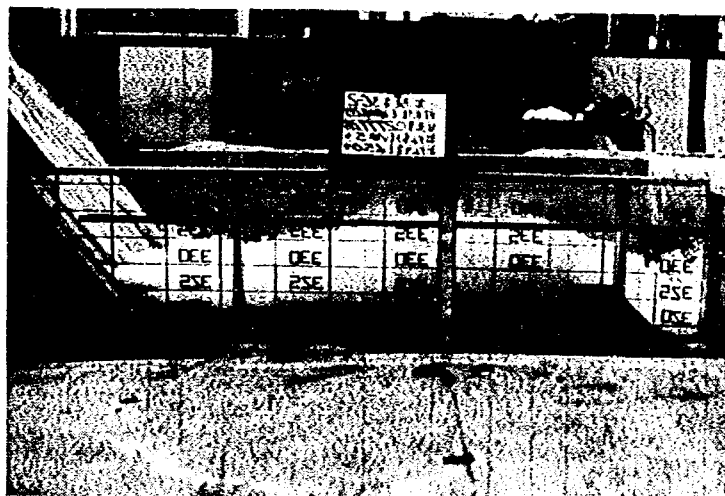


写真 3-7 f
減勢工の流況
副ダム位置 $L = 65 \text{ m}$
副ダム高 $H = 10.5 \text{ m}$
流 量 $2800 \text{ m}^3/\text{s}$

3) 変更設計一次案形状における減勢工形状を図3-9に示す。

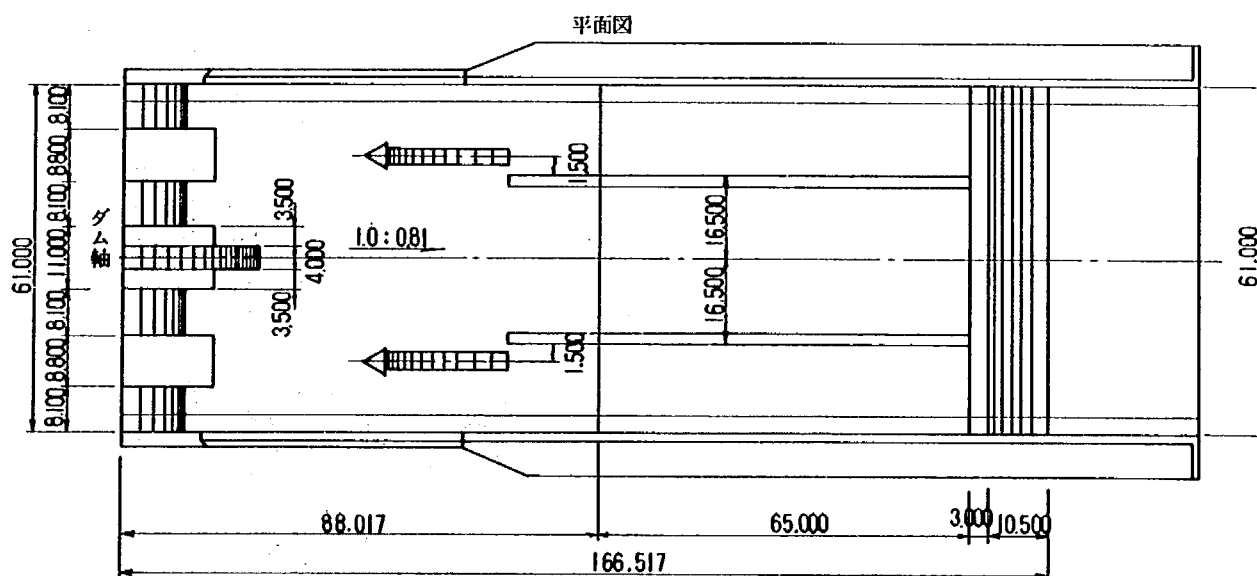
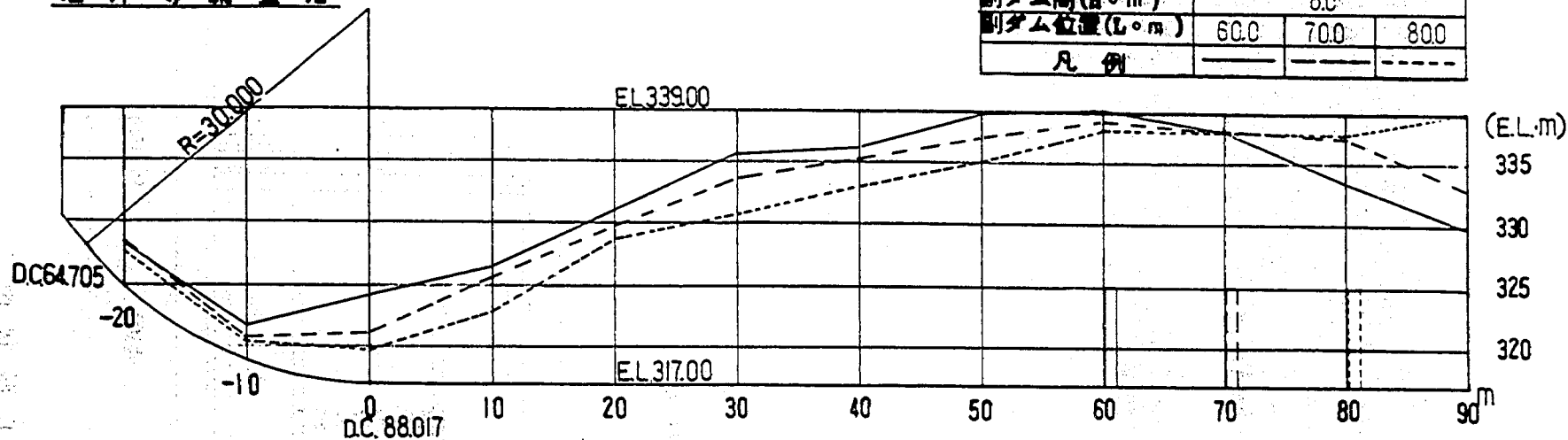


圖3—9 減勢工形狀圖

右岸導流壁沿



実験番号	A-1-1	A-1-2	A-1-3
貯水位 (E.L. m)	406.18	406.19	406.19
放流量 (Q m ³ /s)	3498.27	3498.27	3496.42
副ダム高 (H. m)	8.0		
副ダム位置 (L. m)	60.0	70.0	80.0
凡例	——	----	

中心線上

※ 最高水位を記入。

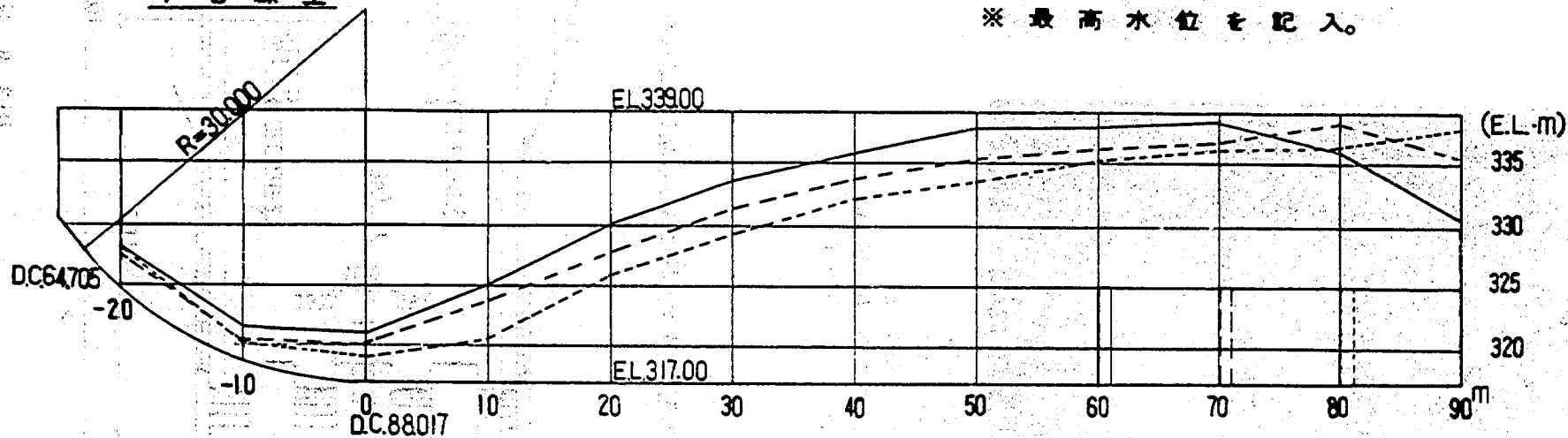


図3-10a 減勢工水位縦断面図

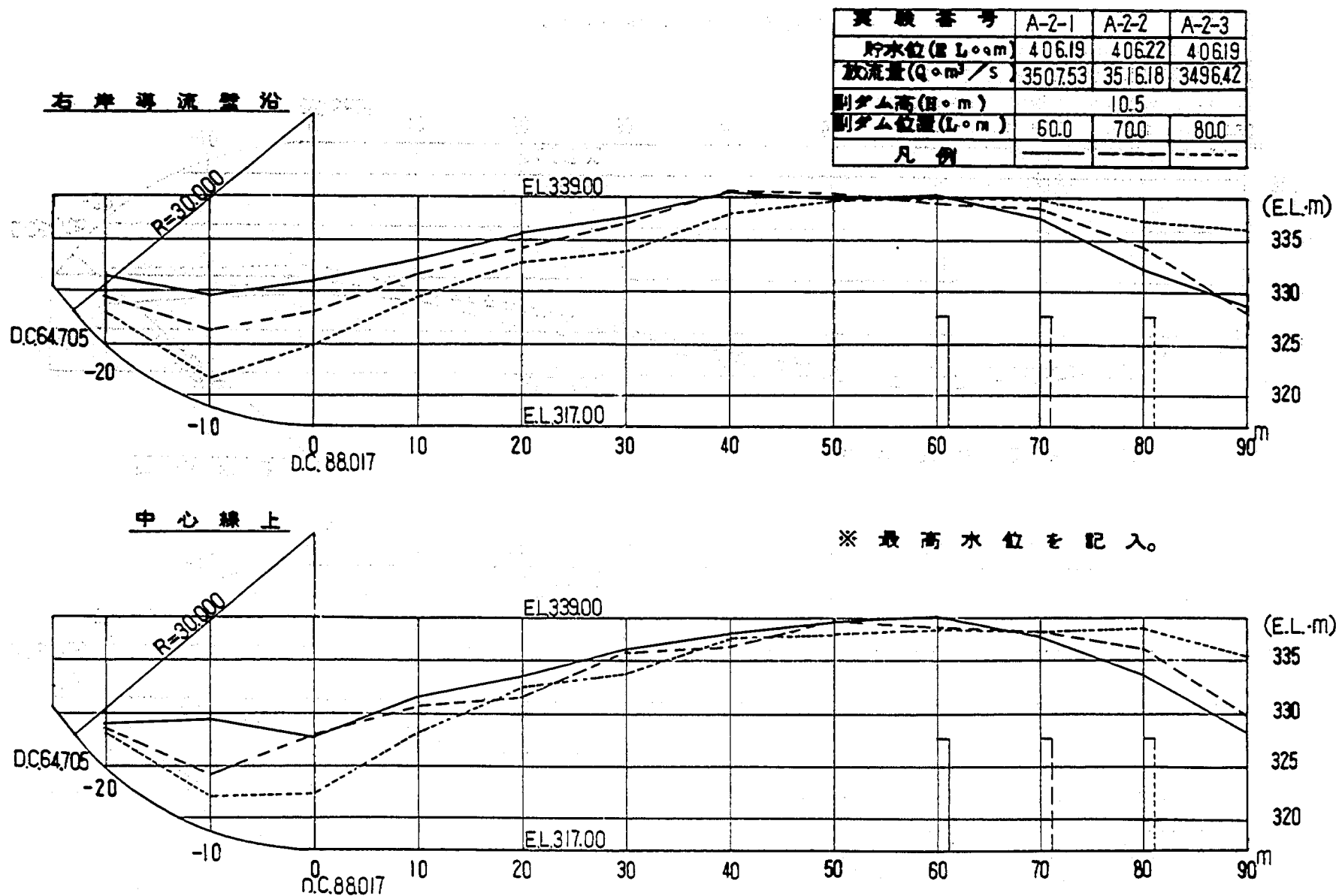


図3-10b 減勢工水位縦断面図

実験番号	A-3-1	A-3-2	A-3-3
貯水位(原 L.o.m)	406.05	406.19	406.20
放流量($Q \cdot m^3/s$)	3492.71	3500.00	3496.42
副ダム高(H.o.m)	12.0		
副ダム位置(L.o.m)	60.0	70.0	80.0
凡例	——	----	----

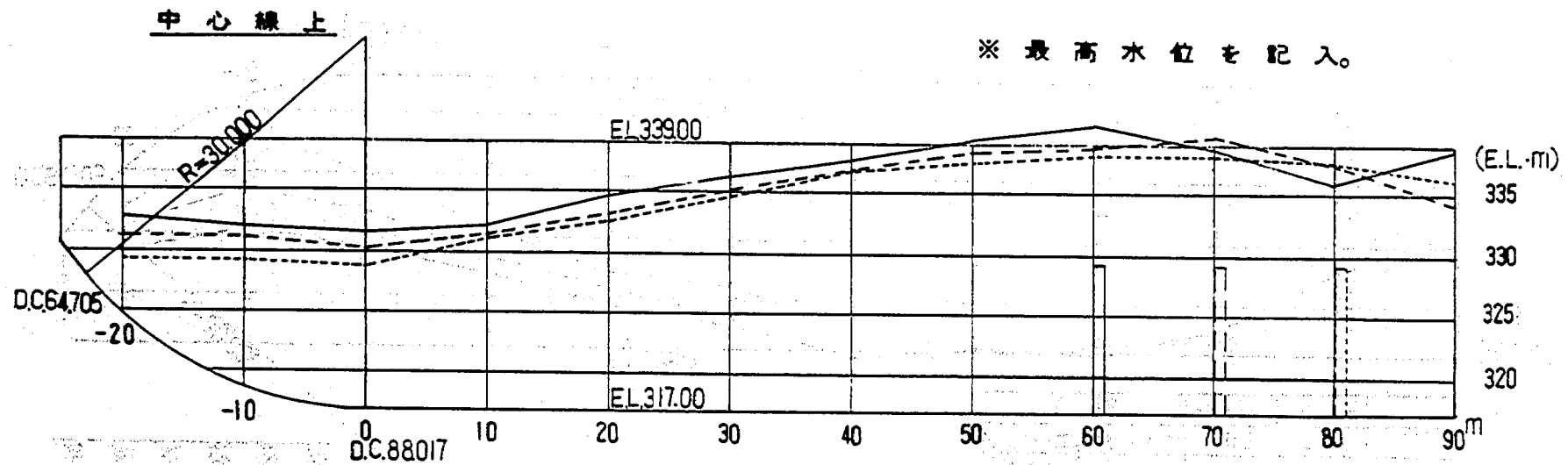
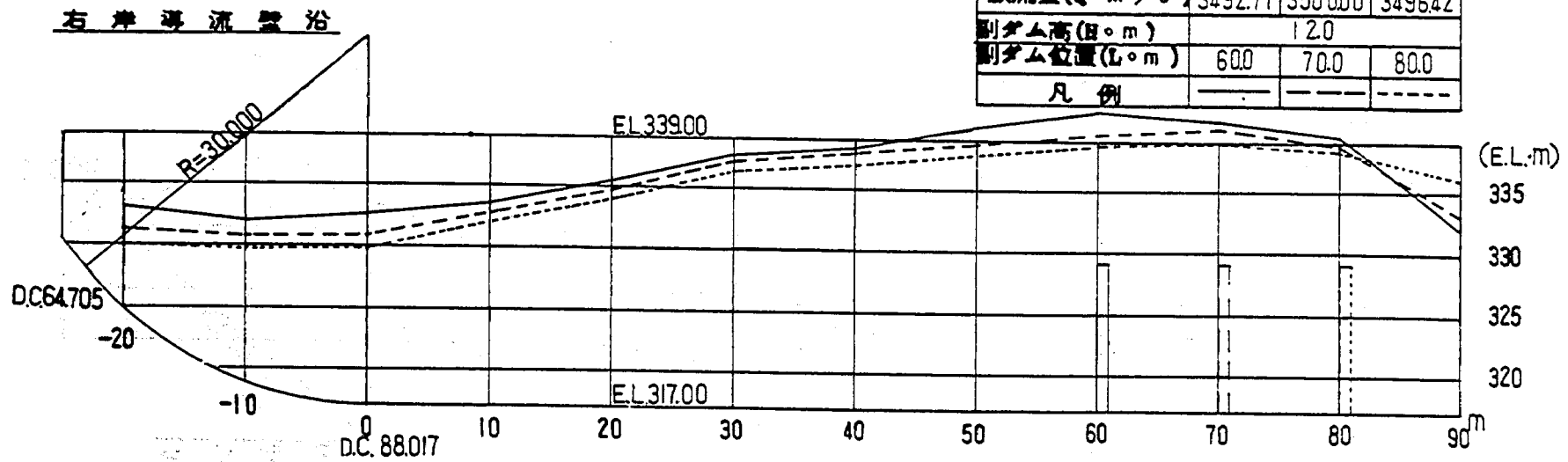


図3-10c 減勢工水位縦断面図

実験番号	A-4		
貯水位(L. m)	406.12	404.18	404.28
放流量(Q. m ³ /s)	3495.80	2800.96	200.73
副ダム高(H. m)	10.5		
副ダム位置(L. m)	65.0		
凡例	——	----	-----

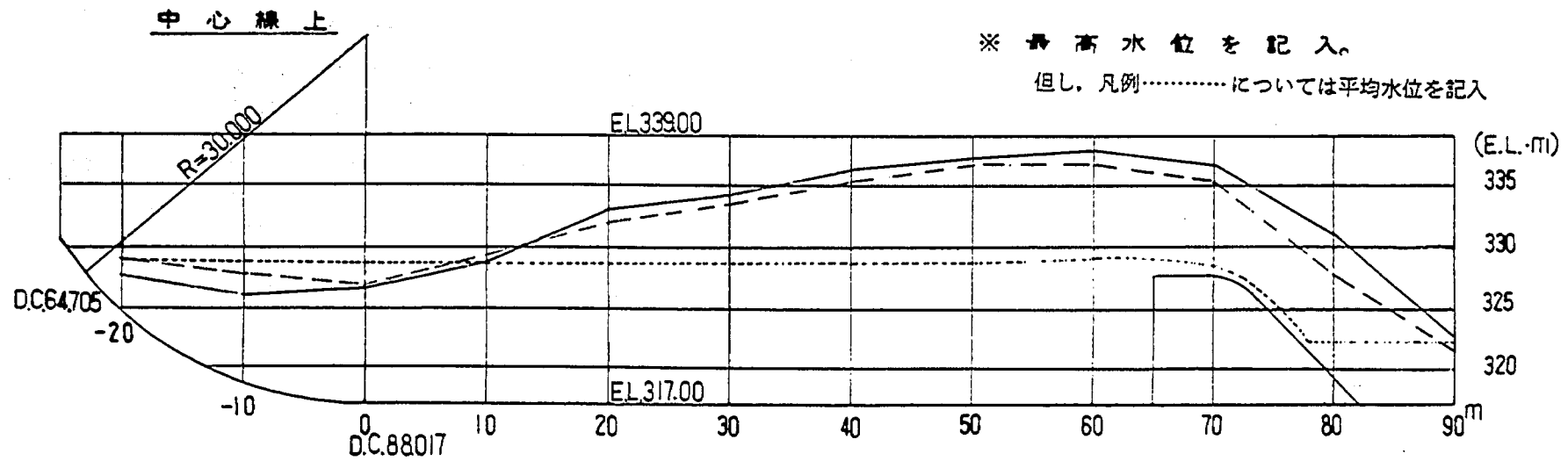
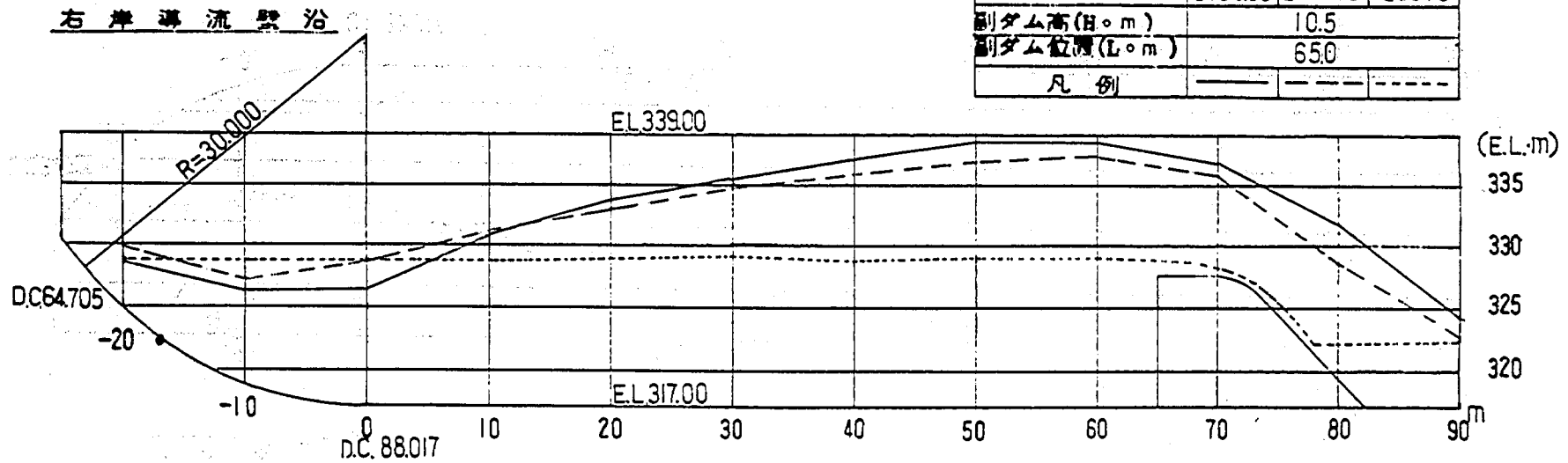


図3-10d 減勢工水位縦断面図

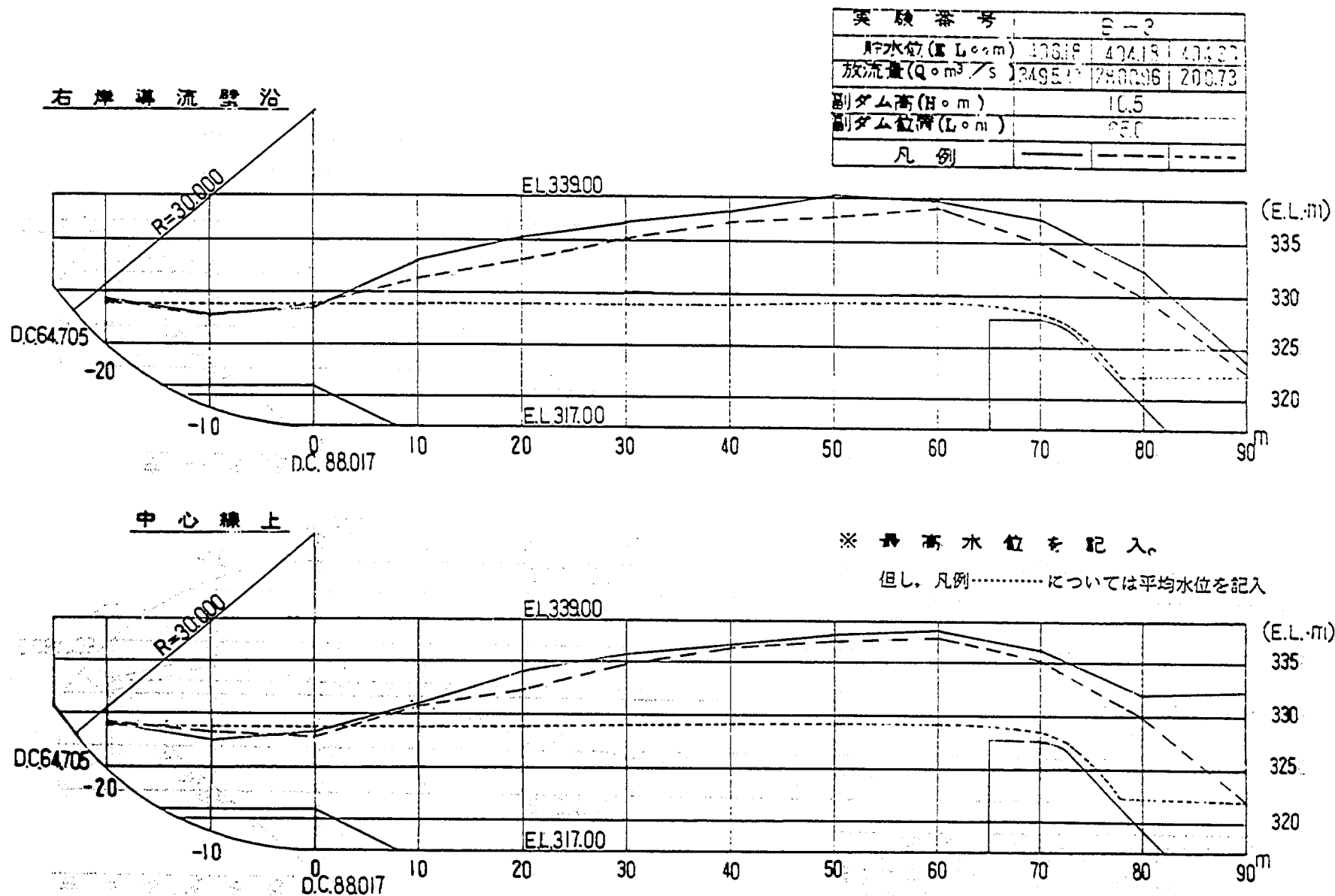
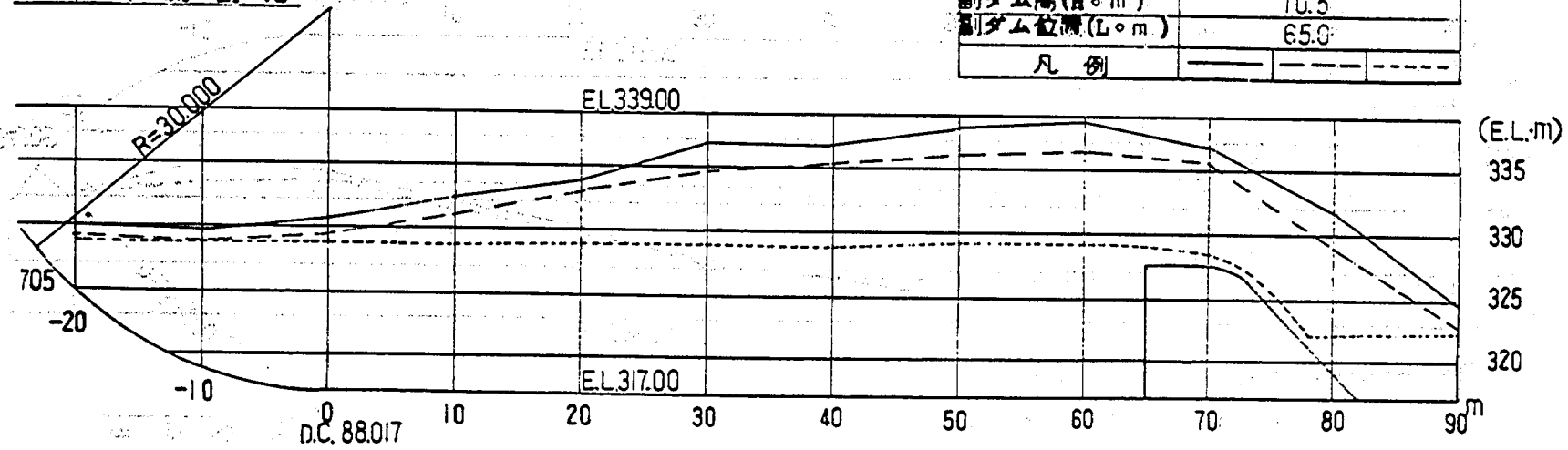


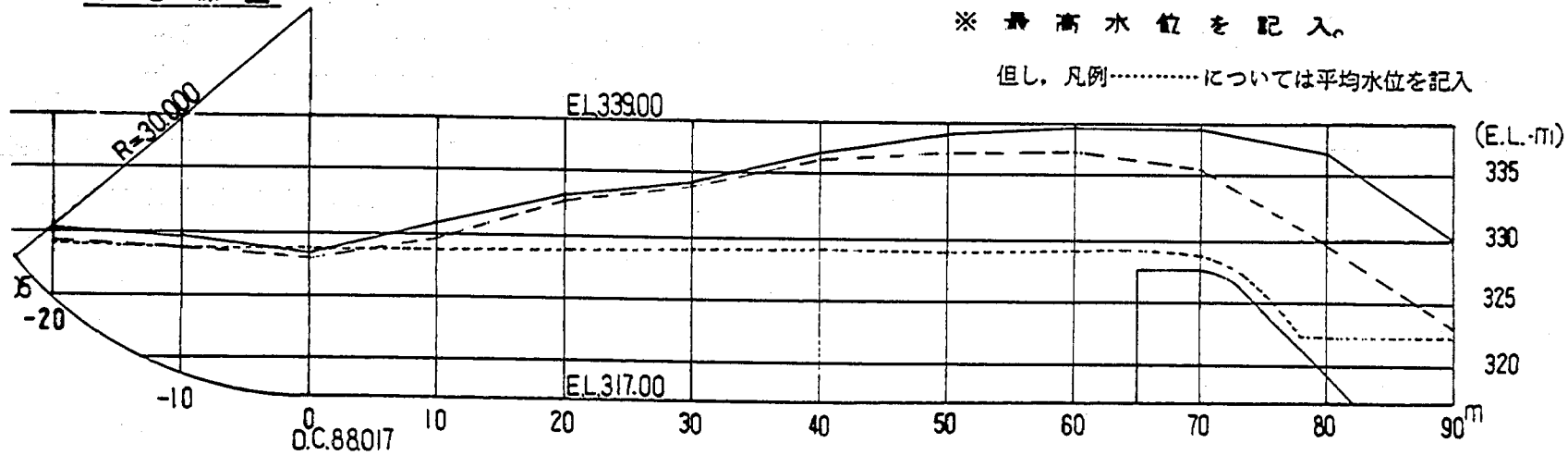
図3-10e 減勢工水位縦断面図

実験番号	C-1		
貯水位 (E.L. m)	406.18	404.18	404.40
放流量 (Q m ³ /s)	3495.80	2800.96	200.73
副ダム高 (H m)	10.5		
副ダム位置 (L m)	65.0		
凡例	——	----	----

右岸導流壁沿



中心線上



※ 最高水位を記入。

但し、凡例.....については平均水位を記入

図3-10f 減勢工水位縦断面図

実験番号	C-2		
貯水位 (E.L. m)	403.18	404.20	404.40
放流量 (Q m ³ /s)	3295.50	2797.26	200.73
副ダム高 (H m)	10.5		
副ダム位置 (L m)	0.50		
凡例	——	- - - -	----

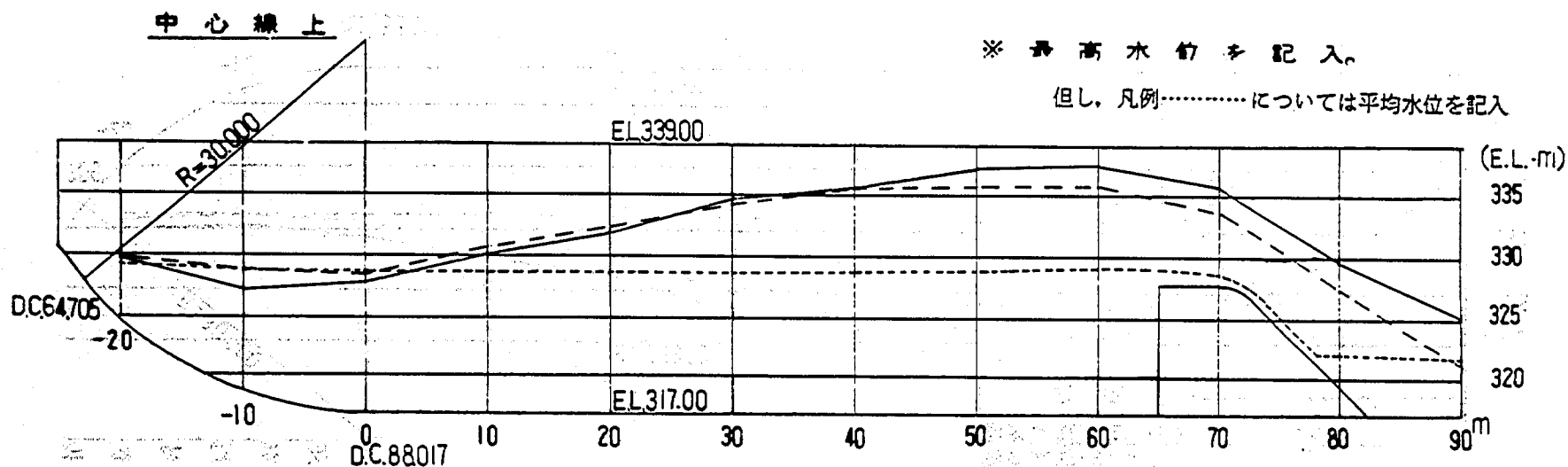
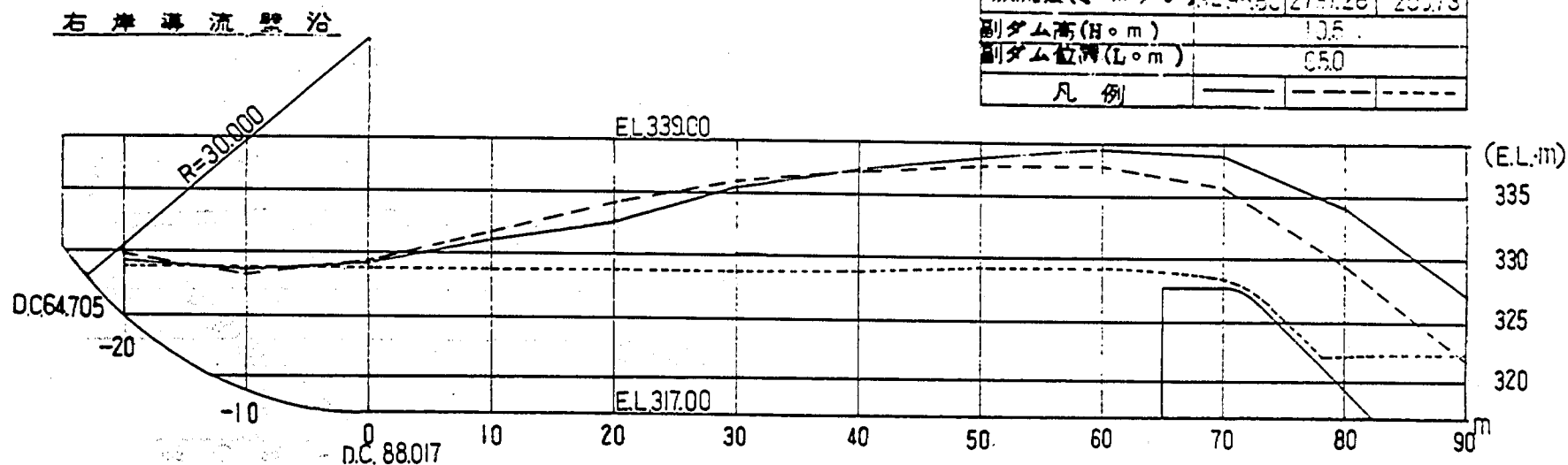


図3-10g 減勢工水位縦断面図

表 3—5 a 貯水位と放流量測定結果表

放流状態	貯 水 位 (E L. m)	放 流 量 (Q _p m ³ /s)
全 開 全 開 放 流	367. 51	301. 40
	378. 93	406. 40
	385. 61	457. 05
	390. 46	531. 78
	393. 94	647. 28
	396. 73	910. 39
	398. 59	1, 239. 59
	399. 98	1, 544. 70
	402. 29	2, 175. 30
	404. 18	2, 800. 35
	406. 12	3, 503. 21
	407. 35	3, 999. 79

表 3—5 b 貯水位と放流量測定結果表

放流状態	越 流 水 深 (m)	貯 水 位 (E L. m)	放 流 量 (m ³ /s)	流 量 係 数
ク レ ス ト ゲ ー ト 単 独 全 開 放 流	3. 148	397. 55	310. 05	1. 712
	4. 842	399. 24	617. 63	1. 790
	6. 194	400. 59	922. 74	1. 849
	7. 406	401. 81	1, 235. 56	1. 890
	8. 511	402. 91	1, 547. 17	1. 924
	9. 502	403. 90	1, 844. 87	1. 945
	10. 438	404. 84	2, 160. 48	1. 977
	11. 288	405. 69	2, 462. 50	2. 004
	12. 125	406. 53	2, 779. 35	2. 031
	12. 917	407. 32	3, 093. 72	2. 056
G = 1.0 m	2. 563	396. 96	137. 11	1. 971
	2. 938	397. 34	156. 26	2. 062
	4. 769	399. 17	209. 99	2. 092
	6. 219	400. 62	241. 49	2. 078
	9. 731	404. 13	307. 58	2. 083
	13. 858	408. 26	369. 34	2. 079
G = 2.0 m	3. 750	398. 15	307. 58	1. 919
	5. 225	399. 63	381. 08	1. 911
	7. 356	401. 76	468. 17	1. 912
	8. 856	403. 26	523. 75	1. 923
	11. 727	406. 13	614. 54	1. 931
	13. 954	408. 35	675. 69	1. 932

表 3—5 c 貯水位と放流量測定結果表

放流状態	越流水深 (m)	貯水位 (E.L. m)	放流量 (m ³ /s)	流量係数
G=3.0 m	5.181	399.58	523.13	1.884
	7.738	402.14	692.98	1.907
	9.156	403.56	770.19	1.912
	10.771	405.17	846.13	1.908
	11.656	406.06	893.10	1.923
	13.731	408.13	984.51	1.932
G=4.0 m	6.931	401.33	802.92	1.873
	7.442	401.84	849.86	1.885
	8.406	402.81	928.92	1.895
	10.017	404.42	1,046.27	1.905
	12.563	406.92	1,211.18	1.924
	14.017	408.42	1,297.03	1.927
G=5.0 m	8.719	403.12	1,155.59	1.920
	9.896	404.30	1,265.53	1.924
	11.139	405.54	1,371.76	1.927
	12.463	406.86	1,481.08	1.936
	13.677	408.08	1,572.49	1.939
G=6.0 m	9.658	404.06	1,448.97	1.943
	10.513	404.91	1,544.08	1.946
	11.511	405.91	1,647.23	1.947
	14.079	408.48	1,879.46	1.942

表 3—5 d 貯水位と放流量測定結果表

放流状態	越流水深 (m)	貯水位 (E.L. m)	放流量 (m ³ /s)	流量係数
G=7.0 m	12.273	406.67	1,978.89	1.978
	13.525	407.93	2,119.71	1.978
	13.858	408.26	2,157.39	1.980

表 3-6 a 減勢工内水位測定結果表 右岸導流壁沿

実験番号	貯 水 位 (E L. m) 放 流 量 (Q m ³ /s)	副 ダム高 (H・m)	副置 ダム位 (L・m)	測 定 位 置 (m) ※上段：最高水位，下段：平均水位 (E L・m)											
				-20	-10	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
A-1-1	406.18 3,498.27	8.0	60.0	328.19	321.69	324.19	326.56	331.00	335.44	336.06	338.88	339.19	337.63	333.50	329.88
	327.38			320.38	321.81	323.75	326.63	330.81	333.50	334.56	335.44	334.75	330.81	326.88	
A-1-2	406.19 3,498.27		70.0	328.91	320.78	321.22	325.66	329.53	333.59	335.22	336.97	338.16	337.72	337.09	332.97
				327.53	320.16	319.53	322.34	326.03	328.78	331.84	332.53	334.22	334.47	333.09	327.91
A-1-3	406.19 3,496.42		80.0	327.66	320.41	319.66	322.72	328.72	330.72	332.97	334.91	337.66	337.59	337.28	339.09
				327.59	320.09	318.59	320.66	324.72	327.72	329.66	331.41	332.66	333.59	334.03	333.59
A-2-1	406.19 3,507.53	10.5	60.0	331.50	329.56	331.00	333.13	335.69	337.06	339.63	338.94	339.38	337.06	332.31	328.88
	329.19			327.06	327.81	330.13	332.06	334.56	335.94	336.88	336.69	334.81	329.69	327.50	
A-2-2	406.22 3,516.18		70.0	329.38	326.44	327.88	331.63	334.19	336.50	339.38	339.25	338.38	338.06	334.44	328.19
				327.50	322.94	324.06	327.63	331.25	332.19	335.31	336.00	335.94	335.81	332.44	325.31
A-2-3	406.19 3,496.42		80.0	327.81	321.63	324.81	329.44	332.63	333.75	337.38	338.56	339.00	338.94	336.88	336.06
				327.25	319.75	320.50	325.38	330.81	330.56	332.75	335.13	335.63	335.75	335.13	333.63
A-3-1	406.05 3,492.71	12.0	60.0	333.00	331.75	332.38	333.44	335.31	337.56	338.25	340.13	341.44	340.81	339.44	332.00
	331.44			330.75	330.94	332.25	334.13	336.00	337.19	338.88	339.56	337.63	333.44	327.13	
A-3-2	406.19 3,500.00		70.0	331.13	330.69	330.88	332.50	334.63	337.00	337.81	338.63	339.69	344.00	338.81	333.00
				330.13	329.75	329.19	330.38	332.81	334.88	335.94	337.69	338.44	339.06	336.63	330.19
A-3-3	406.20 3,496.42		80.0	330.00	329.63	329.81	331.94	333.81	336.06	336.81	337.75	338.56	338.94	338.38	336.00
	329.00			328.38	328.75	330.50	332.31	334.19	335.81	336.75	337.69	338.31	337.25	333.38	

表 3-6 b 減勢工内水位測定結果表 中心線上

実験番号	貯水位置 (E L. m) 放流量 (Q · m ³ /s)	副 ダム高 (H · m)	副置 ダム位 (L · m)	測 定 位 置 (m) ※上段：最高水位，下段：平均水位 (E L · m)												
				-20	-10	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	
A-1-1	406.18 3,498.27	8.0	60.0	328.31	321.44	321.00	325.13	330.25	333.63	335.94	337.81	337.81	338.38	336.19	330.94	
	328.00			320.13	319.94	322.19	327.25	330.13	331.69	333.50	335.19	335.13	332.69	326.56		
A-1-2	406.19 3,498.27		70.0	327.34	320.29	320.34	323.66	327.78	331.53	333.84	335.41	336.34	336.72	338.09	335.59	
				327.16	320.09	318.97	320.72	324.16	328.78	330.78	331.59	332.78	334.34	334.91	332.16	
A-1-3	406.19 3,496.42		80.0	328.22	320.09	319.16	320.59	325.91	329.28	332.16	334.72	335.28	336.22	336.47	337.78	
				327.28	319.97	318.91	319.09	322.91	326.16	329.59	330.53	332.59	332.91	334.03	334.78	
A-2-1	406.19 3,507.53	10.5	60.0	328.88	329.44	327.69	331.56	333.56	336.13	337.69	338.63	339.13	337.31	333.75	328.13	
	328.00			326.63	326.19	329.13	330.56	333.75	334.50	336.75	337.19	333.69	328.50	325.81		
A-2-2	406.22 3,516.18		70.0	328.50	323.94	327.75	330.63	331.56	335.69	336.44	338.75	338.19	337.69	336.19	329.94	
				328.06	322.69	324.81	327.31	328.81	332.25	334.06	334.94	335.44	335.56	333.81	324.19	
A-2-3	406.19 3,496.42		80.0	328.06	321.94	322.19	328.13	332.44	333.75	337.13	337.50	337.94	337.56	338.00	335.44	
				327.81	320.13	320.00	324.38	328.75	330.31	332.25	334.25	334.63	335.88	336.44	332.81	
A-3-1	406.05 3,492.71	12.0	60.0	332.88	332.06	331.50	332.06	334.56	336.44	337.50	339.25	340.50	338.56	335.75	328.63	
	332.25			331.88	330.13	331.13	333.63	334.25	336.25	337.69	338.38	337.38	329.88	325.69		
A-3-2	406.19 3,500.00		70.0	331.13	331.13	330.31	331.44	333.13	335.13	336.81	338.44	338.75	339.69	337.56	334.13	
				330.25	330.69	328.94	330.25	331.88	333.88	335.81	337.06	337.94	337.75	334.56	329.38	
A-3-3	406.20 3,496.42		80.0	329.25	329.31	328.94	331.13	332.69	334.69	336.69	337.63	338.19	338.13	337.75	336.19	
				328.44	328.50	328.06	329.75	331.75	333.81	335.50	336.69	337.50	337.56	337.25	333.50	

表 3-6 c 減勢工内水位測定結果表 右岸導流壁沿

実験番号	貯 水 位 (E.L. m)	副 ダムの 高 (m)	副置 ダムの 位 (m)	測 定 位 置 (m) ※上段：最高水位，下段：平均水位 (E.L. m)											
	放 流 量 (Q · m ³ /s)			-20	-10	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
A - 4	406.18	10.5	65.0	328.56	326.25	326.44	330.75	333.63	335.44	337.06	338.50	338.50	336.87	331.81	324.31
	3,495.80			326.94	324.68	325.63	328.12	330.75	333.75	335.68	336.56	336.63	335.56	329.50	322.94
	404.18			329.81	327.25	328.68	331.13	333.00	334.63	335.81	336.75	337.31	335.87	328.56	322.87
	2,800.96			328.13	326.06	326.31	329.37	331.14	332.31	334.31	335.44	336.13	334.06	326.94	321.56
	404.28			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	200.73			328.97	328.78	328.72	328.72	328.97	329.03	328.84	329.09	329.03	328.22	322.09	322.34
B - 3	406.18			329.37	327.94	328.37	333.00	335.18	336.56	337.75	339.13	338.94	337.18	332.37	323.75
	3,495.80			327.44	325.63	326.94	330.00	332.81	334.75	335.81	337.06	337.13	336.25	330.13	322.31
	404.18			329.18	327.87	328.63	331.31	333.13	335.13	336.75	337.31	338.06	335.00	329.94	322.69
	2,800.96			327.18	326.06	327.13	329.75	331.88	333.25	335.19	335.94	336.06	333.94	326.38	321.44
	404.36			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	200.73			328.97	328.84	328.72	328.90	328.97	328.97	328.90	329.03	329.09	328.09	322.03	322.28
C - 1	406.18			330.00	329.75	328.75	332.50	334.88	336.81	336.63	338.06	338.63	336.88	331.88	324.69
	3,495.80			327.81	327.50	320.81	330.19	332.25	333.50	334.75	336.69	337.56	335.63	330.63	322.88
	404.18			329.25	328.94	329.50	331.06	333.00	334.69	335.38	336.19	336.44	335.56	329.00	322.94
	2,800.96			327.94	327.44	328.19	329.19	331.31	333.13	333.88	335.25	335.75	334.25	326.63	322.19
	404.40			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	200.73			328.97	328.90	328.90	328.84	328.97	328.97	328.84	329.16	329.16	328.53	322.16	322.40

表 3-6 d 減勢工内水位測定結果表 中心線上

実験番号	貯 水 位 (E.L. m)	副 ダム 高 (H m)	副置 ダム 位 (L m)	測 定 位 置 (m) ※上段：最高水位。下段：平均水位 (E.L. m)											
	放 流 量 (Q · m ³ /s)			-20	-10	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
A - 4	406.18	10.5	65.0	327.81	326.06	326.91	328.81	333.13	334.19	336.31	337.31	337.87	336.75	327.68	322.81
	3,495.80			327.25	324.00	324.56	328.06	331.63	333.06	334.75	336.00	337.00	335.56	321.25	321.68
	404.18			329.06	327.87	326.94	329.37	332.00	333.50	335.37	336.94	336.81	335.31	327.94	321.63
	2,800.96			327.50	325.75	325.81	328.13	330.50	332.31	334.13	335.63	335.37	334.06	325.81	313.94
	404.28			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	200.73			329.03	328.97	328.78	328.66	328.66	328.84	328.84	328.90	329.16	328.53	322.22	322.28
B - 3	406.18			329.00	327.50	328.31	331.06	334.00	335.68	336.75	337.94	338.25	336.37	332.00	322.81
	3,495.80			328.25	325.56	326.63	328.94	331.63	333.56	334.81	336.56	336.75	335.63	330.50	321.68
	404.18			329.19	328.25	327.94	330.81	332.38	334.81	336.44	337.06	337.44	335.31	330.00	322.06
	2,800.96			328.38	327.38	326.81	328.94	330.94	333.44	335.25	335.38	335.81	334.06	327.00	320.75
	404.36			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	200.73			328.97	328.72	328.72	328.72	328.97	329.03	329.03	329.09	329.16	328.47	322.28	322.16
C - 1	406.18			330.38	329.69	328.50	330.94	333.19	334.38	336.69	338.13	338.75	338.56	336.88	330.06
	3,495.80			328.13	328.75	327.25	328.94	331.38	332.94	334.69	336.13	337.50	337.38	335.13	327.31
	404.18			329.25	328.81	328.06	329.69	332.69	333.94	335.31	336.44	336.75	335.56	329.75	323.06
	2,800.96			328.31	328.06	327.31	328.56	331.19	332.94	333.75	335.19	336.06	334.63	327.69	321.56
	404.40			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	200.73			329.16	328.97	328.84	328.90	328.90	329.09	329.03	329.09	329.03	328.72	322.22	322.28

表 3-6 e 減勢工内水位測定結果表

実験番号	貯水位置 (E L. m)	副ダム高 (H · m)	副置 (L · m)	測線	測定位置 (m) 上段：最高水位，下段：平均水位 (E L · m)												
	放流量 (Q · m ³ /s)				-20	-10	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	
C - 2	406.18 3,495.80	10.5	65.0	右岸導沿	329.39	328.50	329.31	331.19	332.50	335.31	336.88	337.81	338.63	338.31	334.00	327.06	
					327.56	326.56	326.81	329.25	330.88	333.50	335.06	336.50	337.50	336.38	332.00	324.81	
				中線上	329.56	327.13	327.75	330.06	331.94	334.63	335.69	337.25	337.56	335.81	329.56	325.19	
					327.75	326.31	326.50	328.44	330.69	332.69	334.31	335.88	336.19	334.31	328.69	323.31	
	404.20 2,797.26			右岸導沿	329.94	328.19	329.44	331.75	334.00	335.88	336.56	337.19	337.31	335.69	329.50	321.88	
					327.69	327.25	328.31	330.13	332.19	333.75	335.13	336.00	336.13	334.50	327.69	321.06	
				中線上	329.75	328.63	328.38	330.69	332.44	334.31	335.56	335.75	335.81	333.75	327.31	321.31	
					328.31	327.81	327.44	329.06	330.75	333.38	334.56	335.13	334.69	332.88	325.88	320.56	
	404.40 200.73			右岸導沿	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
					328.88	328.88	328.88	328.94	328.94	328.75	328.81	329.19	329.19	328.31	322.00	322.31	
				中線上	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
					329.13	328.75	328.63	328.69	328.56	328.63	328.63	328.88	329.13	328.50	322.00	321.94	

第4章 洪水吐きの変更設計2次案

第4章 洪水吐きの変更設計2次案

基礎岩盤の問題およびオリフィスの操作方法の検討から、次の2点について変更設計が行われた。形状を図4-1a~cに示す。

- 1) 減勢工水叩き標高を EL. 317 m から EL. 320 m へ変更する。
- 2) オリフィスの呑口敷高標高を制限水位 (EL. 390 m) とする。

第1節 変更設計2次案形状

1.1 オリフィス形状

常用洪水吐きとしてのオリフィスは、放流能力がサーチャージ水位 (EL. 404.4 m) で、管路流で $200 \text{ m}^3/\text{s}$ 程度とする。したがってオリフィス吐口の必要断面積は、次式によって与えられる。

$$Q = CA\sqrt{2gh} \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

吐口幅 B を $B = 4.0 \text{ m}$ とすると、 $C = 0.9$, $h = 404.4 - (390 + \frac{H}{2})$, ①式より、吐口高 $D = 3.6 \text{ m}$ となる。又、設計水頭 (16.5 m) を考慮して一面ベルマウス形状 (上面だけベルマウス形状) とした。

上面ベルマウス形状は、過去の実験資料から次式によって与えた。

$$\frac{Y}{D} = \frac{1}{4} \sqrt{1 - (1 - \frac{X}{D})^2} + \tan \theta \frac{X}{D} \quad (\text{ただし } 0 \leq X \leq 3.6) \dots\dots\dots \textcircled{2}$$

ここに、 θ は上面の傾斜角で $\theta = 20^\circ$, $D = 3.6 \text{ m}$, X, Y は、呑口ベルマウス始端を原点にとり、水平下流方向距離を X , 鉛直下向き距離を Y とした。したがって、求めるベルマウス式は、②式に θ および D を代入して

$$Y = \sqrt{0.45X - 0.0625X^2} + 0.36397X \quad (0 \leq X \leq 3.6)$$

となる。

下流面形状は、ダム軸上流側に 3 m はりだし、下流側には、D.C. 0 m, EL. 390 m を原点とし、基本三角形に接する放物線 $Y = 0.021168 X^2$ ($0 \leq X \leq 29.16$) を用いた。ここで上式の X は、水平下流方向距離を、 Y は鉛直下向き距離としている。

オリフィスのゲートピンは、下面での接線角が 40° 以上、吐口上端標高 EL. 392.960 m を考慮し、ピン中心標高 EL. 393.400 m とし、ゲート半径 R を 7 m とした。これらの詳細形状および寸法は、図4-1bに示すとおりである。

1.2 クレスト形状

オリフィス形状が変更されたために、クレストの放流能力を増大させなくてはならない。ここでは断面形状を変更しないものとし、越流幅により、それを行った。

- ① サーチャージ水位で $2,800 \text{ m}^3/\text{s}$ の能力とするには、オリフィス1条で約 $200 \text{ m}^3/\text{s}$, コンジット2条で約 $490 \text{ m}^3/\text{s}$ 放流できるため、クレスト1門当たりの必要幅 B は、 $Q = nCBH^{1.5}$ より $B = \frac{Q}{nCH^{1.5}}$ ($Q = 2,110 \text{ m}^3/\text{s}$, $n = 4$, $C \approx 2.0$, $H = 10.0 \text{ m}$,) によって $B \approx 8.4 \text{ m}$ となる。

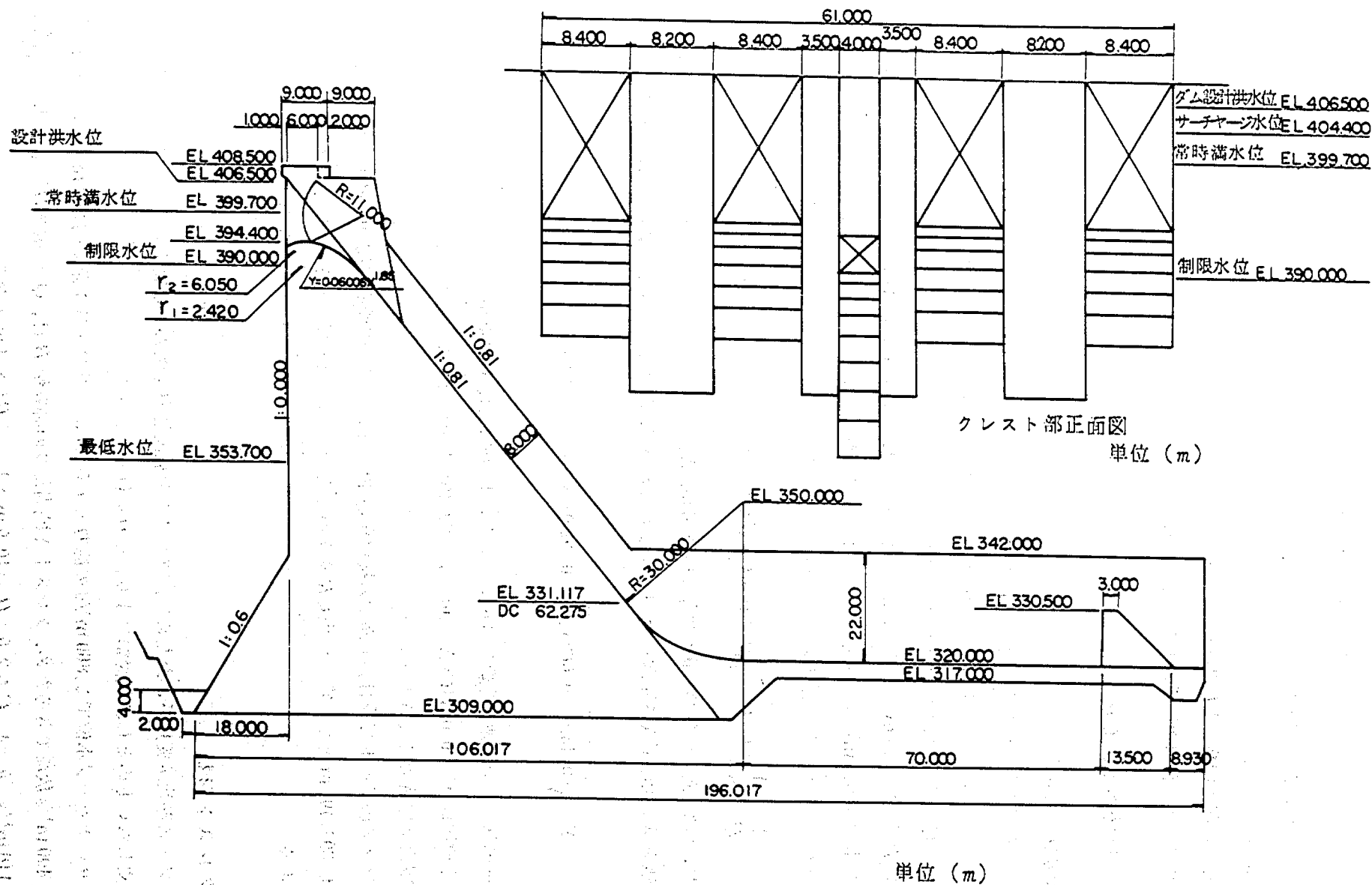


図4-1a 変更設計2次案形状

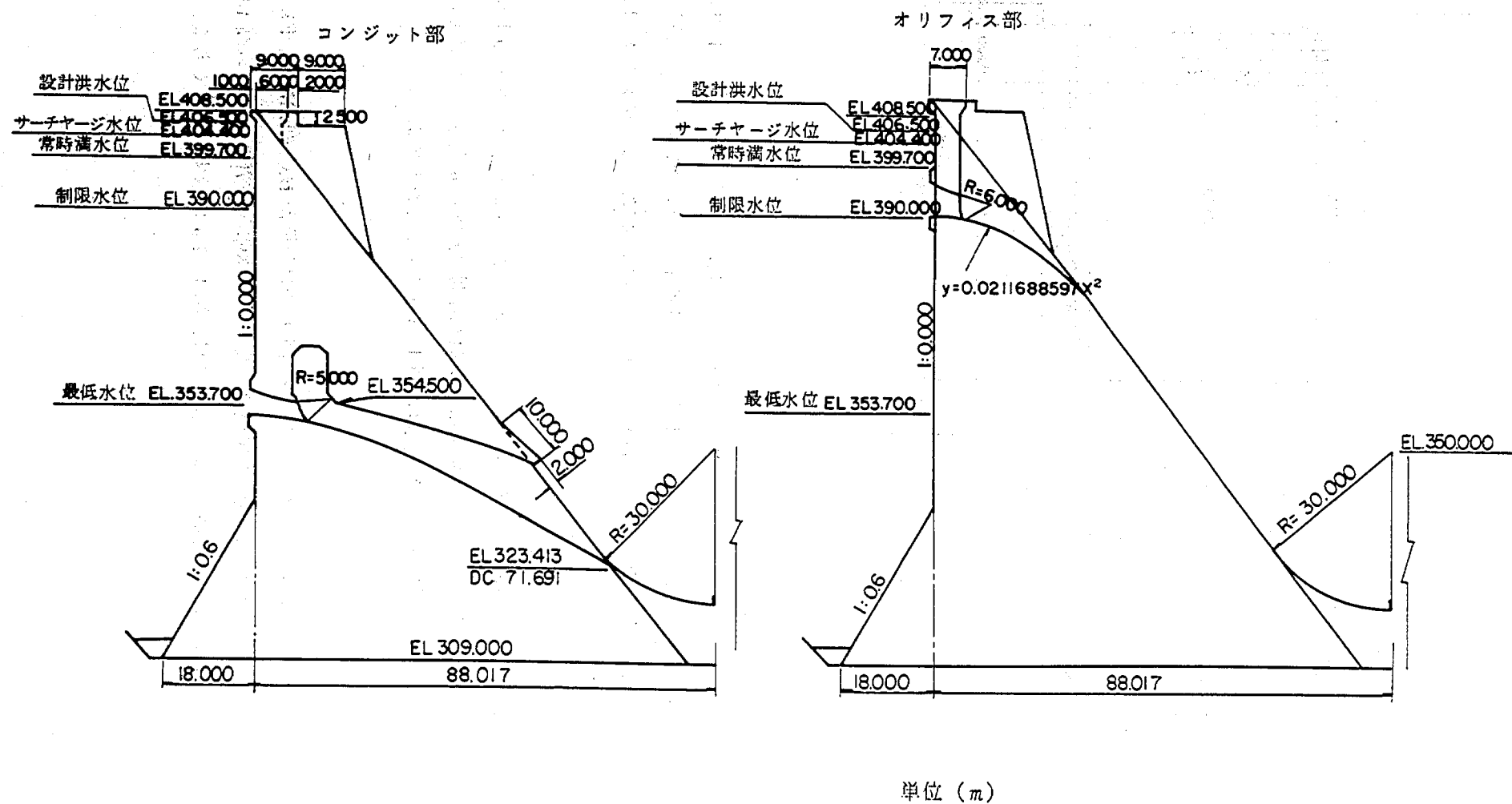


図4-1b 変更設計2次案形状

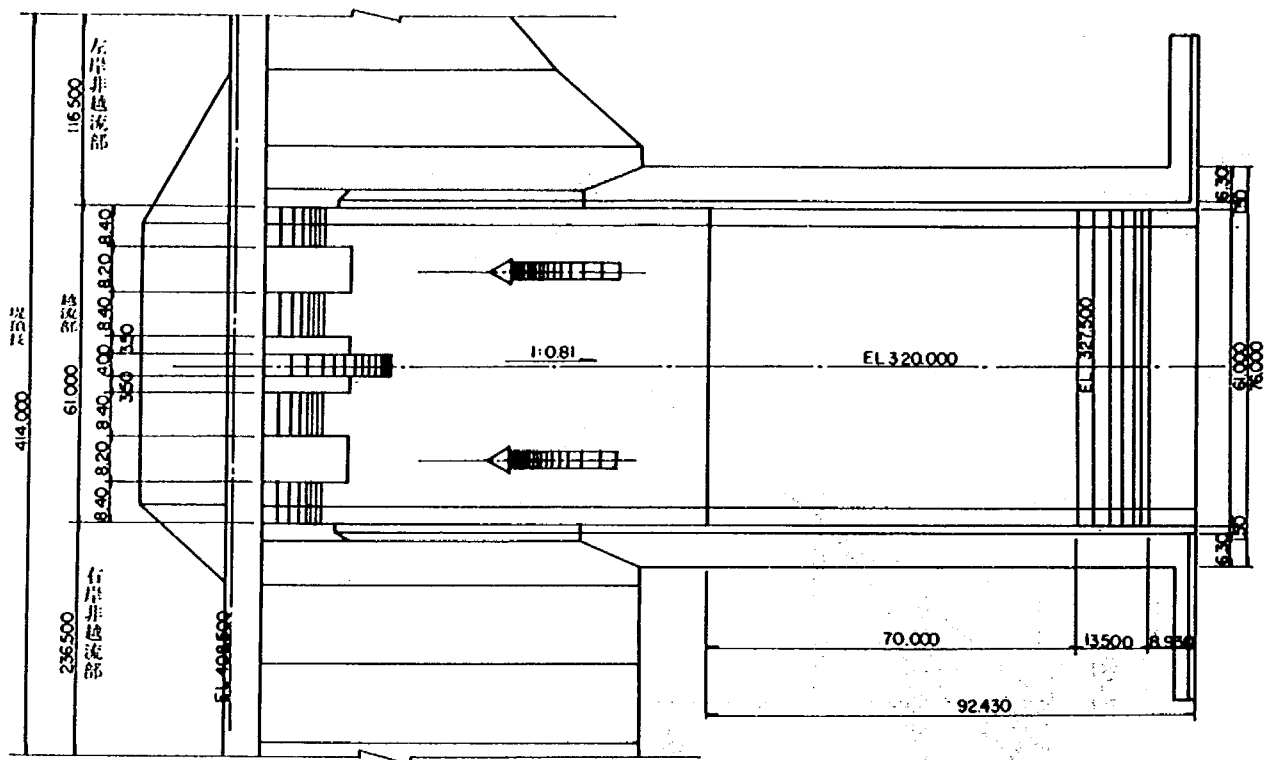


図 4—1 c

- ② 設計洪水水位での放流能力は、いまクレスト 1 門当たりの幅を 8.4 m とすると、クレスト 4 門で約 2,830 m^3/s 、オリフィス 1 条で約 220 m^3/s 、コンジット 2 条で約 500 m^3/s となり、ほぼダム設計洪水流量 3,500 m^3/s を満足する。以上より、越流幅を 8.4 m とした。その詳細形状および寸法を図 4—1 a に示す。

1.3 コンジット形状

コンジットについては、減勢工敷高の変更に伴い、ゲート下流面曲線とバケットカーブとのすりつけが、D.C. 40.689 m, EL. 339.617 m から D.C. 71.691 m, EL. 323.413 m 間の直線に変更されただけで、その他の形状は、前章 1.4 と同様である。詳細形状および寸法は、図 4—1 b に示すとおりである。

1.4 減勢工形状

減勢工形状は、水叩き標高の変更に伴い、バケットカーブのすりつけ位置が D.C. 62.275 m, EL. 331.3117 m, D.C. 85.587 m, EL. 320 m に変更され、減勢工規模は、前章 1.5 (水叩き長 70 m, 幅ダム高 10.5 m, 減勢工側壁高 22 m) と同様の規模とする。詳細形状および寸法は、図 4—1 a に示すとおりである。

第2節 水理模型実験

本水理模型実験は、洪水吐きの変更設計2次案形状における下流計画河道について実施したものである。

2.1 模 型

実験模型の縮率は、模型の製作範囲、設置場所および実験流量等から実物の1/80とした。また、模型の製作範囲は、貯水池部分を含みダム軸より下流へ900 m までとした。

2.2 実 験 内 容

実物と模型との力学的相似は、慣性力と重力とが卓越した流れであるのでフルードの相似則に従うものと

表4-1 諸 量 の 縮 率

諸 量	基本次元		縮 率		
			$s = 1 / 80$	$s = 1 / 1$	$s = 1 / 25$
長さ・水深	L	n	1 : 80	1 : 1	1 : 25
流 量	$L^3 \cdot T^{-1}$	$n^{5/2}$	1 : 57243.340	1 : 1	1 : 3125.0
流 速	$L \cdot T^{-1}$	$n^{1/2}$	1 : 8.94427	1 : 1	1 : 5.000
圧力強度	$M \cdot L^{-1} \cdot T^{-2}$	n	1 : 80	1 : 1	1 : 25
時 間	T	$n^{1/2}$	1 : 8.94427	1 : 1	1 : 5.000
流量係数	$L^{1/2} \cdot T^{-1}$	n^0	1 : 1	1 : 1	1 : 1

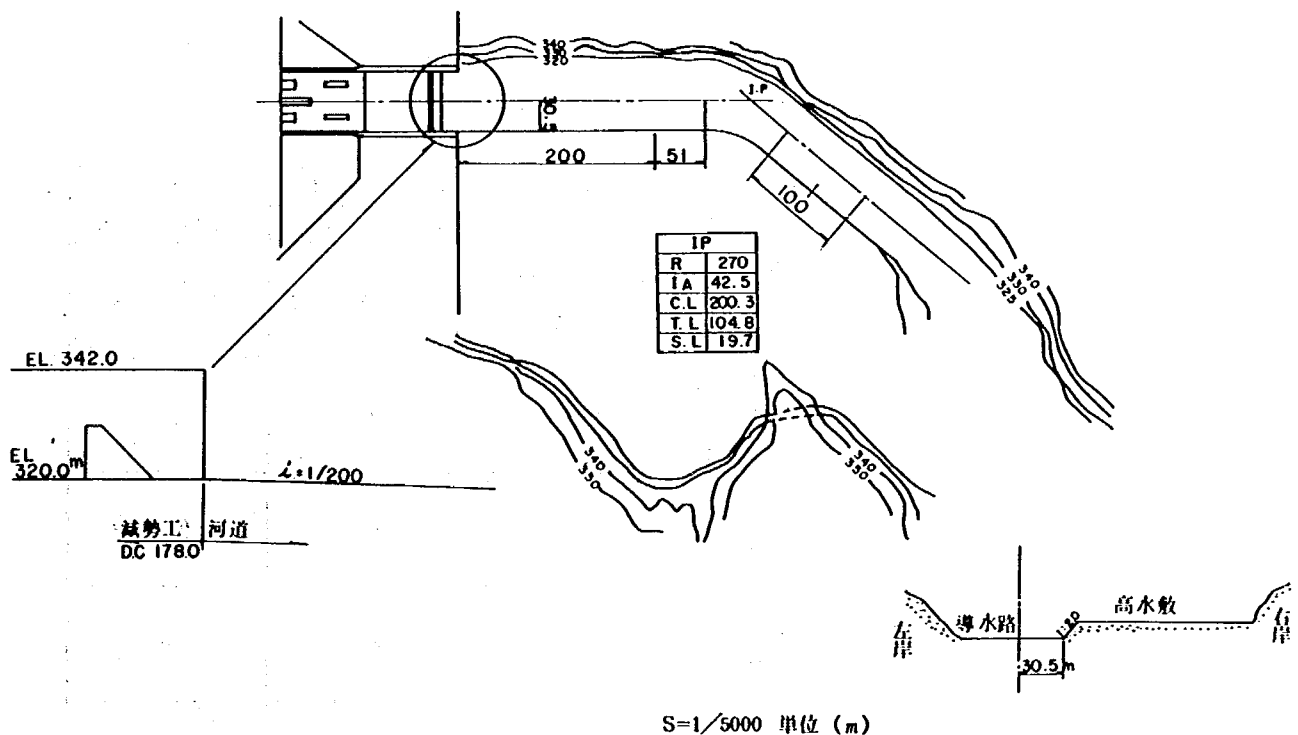


図4-2 ダム下流計画河道平面図

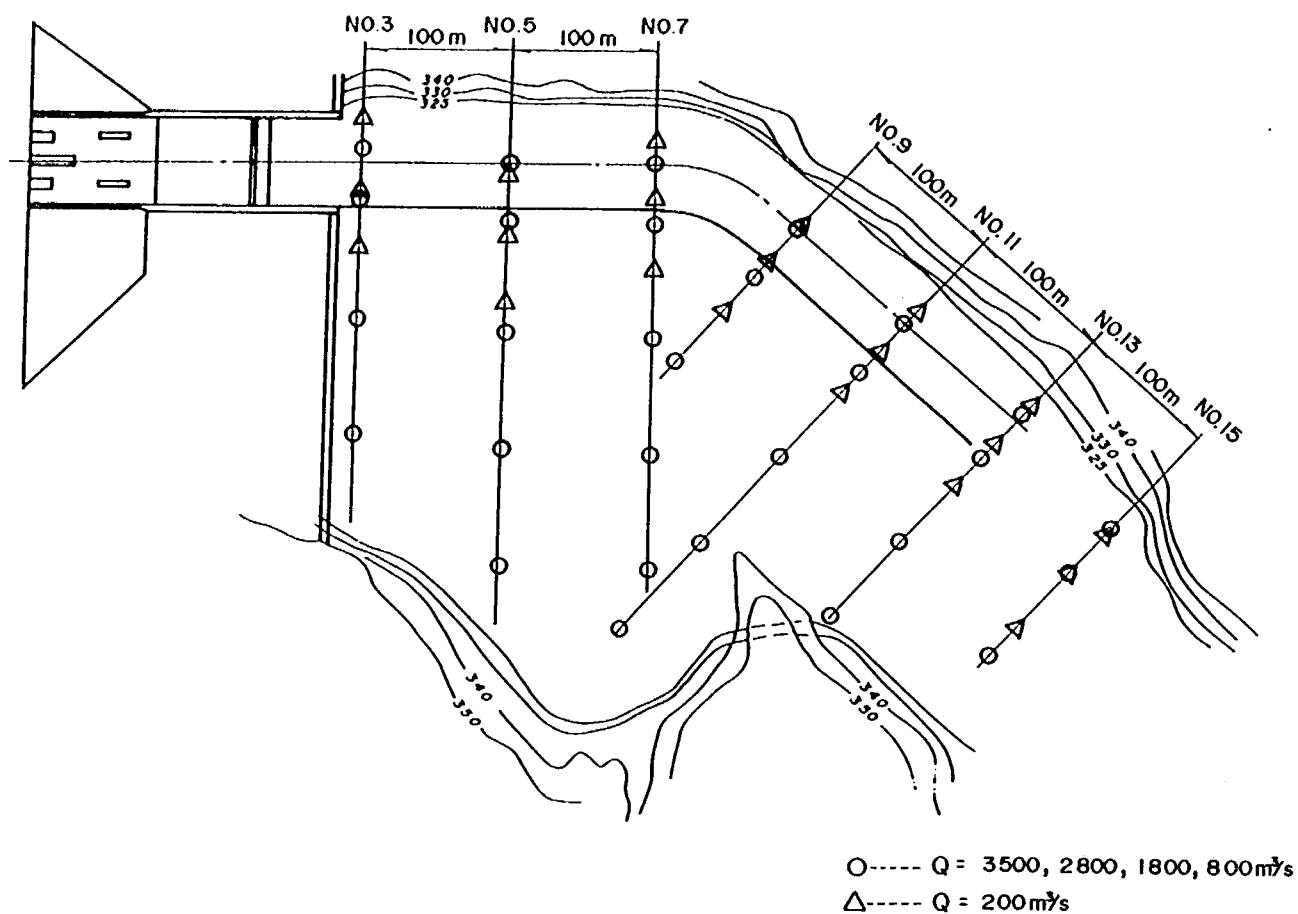


図4-3 水面形測定位置図

表4-2 実験ケース一覧表

実験No	境界条件		計測事項		
	流量(m³/s)	下流水位(EL. m)	水位	流速	流況その他
1	3,500	327.000 328.800 330.790	断面No.3.5.7.9.11. 13.15.の7断面	1断面約4~5点	3ケース
2	2,800	327.000 327.920 330.780	"	"	"
3	1,800	327.440 329.820	"	"	2ケース
4	800	325.130 326.960	"	"	"
5	200	321.770	"	"	1ケース

した。よってその基本量の縮率は表4-1に示すとおりである。実験は、事務所より提示されたダム下流計画河道(図4-2)について、表4-2に示すケースについて実施した。また、水面形測定位置は図4-3に示すとおりである。なお減勢工規模については、変更設計1次案形状の最適形状(水叩き長65m、副ダム高10.5m、減勢工側壁高22m)で実施したところほぼ同様な流況であったのでそのまま規模とした。

2.3 実験結果

1) ダム設計洪水流量 $3,500 \text{ m}^3/\text{s}$ 放流時

D.C. 800 m で設定している下流水位が、鎗畑ダムのサーチャージ水位に相当する EL. 327.00 m、又は、非越流部(EL. 328.5 m)をオーバーした時の EL. 328.80 m、EL. 330.79 m とした場合の流況および流速、水面形の測定結果は、図4-12 a, b、4-13 a、表4-6 a, b に示すとおりである。下流水位が EL. 330.79 m とした場合は、副ダム下流では露出射流もなく背水の影響による跳水で減勢効果は大であり、下流低水路の流れも良好である。(写真4-1 参照)しかし、下流水位が EL. 328.80 m 以下の場合には、副ダム下流に露出射流がみられ、河床洗掘を起こすことが予想される。流れも D.C. 400 m 付近までは右岸低水路法線寄りに速い流れ(約 $6 \text{ m/s} \sim 12 \text{ m/s}$)がみられ、計画中の発電放水口に与える影響を考慮すれば同位置まで低水路右岸側の低水護岸が必要と思われる。左岸側は、低水路整正河床高で山の付根まで整正されているため逆流域がみられ、この流れが減勢工下流部付近で主流を右岸側に押しつけて流速分布のかたよりなどの悪影響を与えている。

(図4-12 a、写真4-2、4-3 参照)対策としては、左岸側でも右岸側同様法勾配 1:2.0 の勾配を持つ低水護岸を設け減勢工幅(61.0 m)と同じ水路幅とする案が考えられる。



写真4-1
下流河道流況
流 量 $3500 \text{ m}^3/\text{s}$ 位
下 流 水 位 EL. 327.0 m

2) 計画高水流量 $2,800 \text{ m}^3/\text{s}$ 放流時

下流水位が, EL. 327.00 m, EL. 327.92 m, EL. 330.78 m の場合の流況および流速, 水面形の測定結果は, 図 4-12 b, c, 4-13 b, 表 4-6 b, 4-6 c に示すとおりである。



写真 4-2

下流河道流況

流 量 $3500 \text{ m}^3/\text{s}$

下 流 水 位 EL. 328.80 m

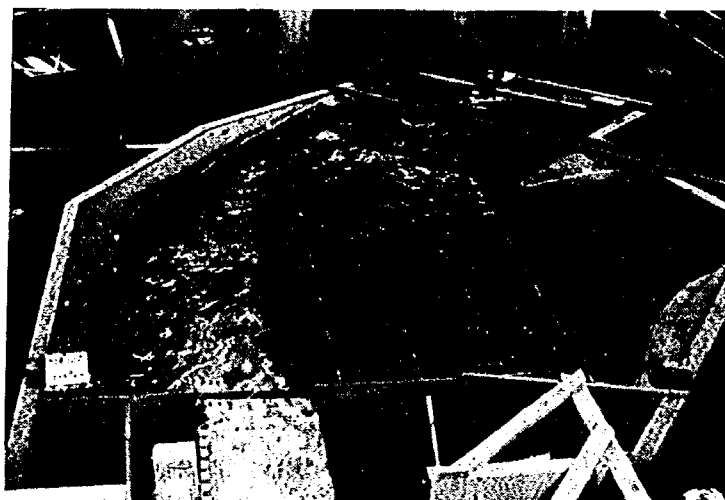


写真 4-3

下流河道流況

流 量 $3500 \text{ m}^3/\text{s}$

下 流 水 位 EL. 330.79 m

下流水位が、EL. 330.78 m の場合は、低水路法線に沿って、流速 4 m～5 m 程度で流れている。(写真 4-4 参照) 下流水位が、EL. 327.92 m 以下の場合は、副ダム下流に露出射流がみられ、低水路法線に沿った流れも、流速 5.0 m/s～12.0 m/s とかなり速く流れている。(写真 4-5, 4-6 参照) この対策としては、3,500 m³/s 放流時と同様に、低水護岸が必要と考えられる。又、左岸側の流れも、3,500 m³/s 放流時と同様に一部逆流域がみられ、低水路の流れを右岸寄りにする悪い影響を与えている。

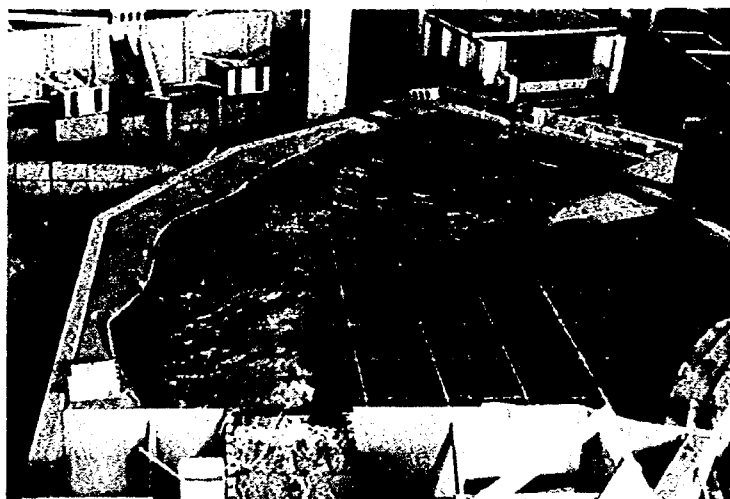


写真 4-4

流 量 2800 m³/s

下 流 水 位 EL. 327.0 m



写真 4-5

下流河道流況

流 量 2800 m³/s

下 流 水 位 EL. 327.92 m



写真 4-6
流 量 2800 m³/s
下 流 水 位 EL. 330.78 m

3) 1,800 m³/s 放流時

下流水位が EL. 327.44 m, EL. 329.82 m の場合の流況および流速, 水面形の測定結果は, 図 4-12 d, 4-13 c, 表 4-6 d に示すとおりである。下流水位が EL. 327.44 m から EL. 329.82 m になると, 副ダム直下で発生していた露出射流がなくなり跳水による減勢効果によって流速は約 1~2 割程度減少する。又, 流向も計画法線の右岸側に片寄る (D.C. 400 m) 傾向から流下方向へと変化する。(図 4-12 d, 写真 4-7, 4-8 参照)

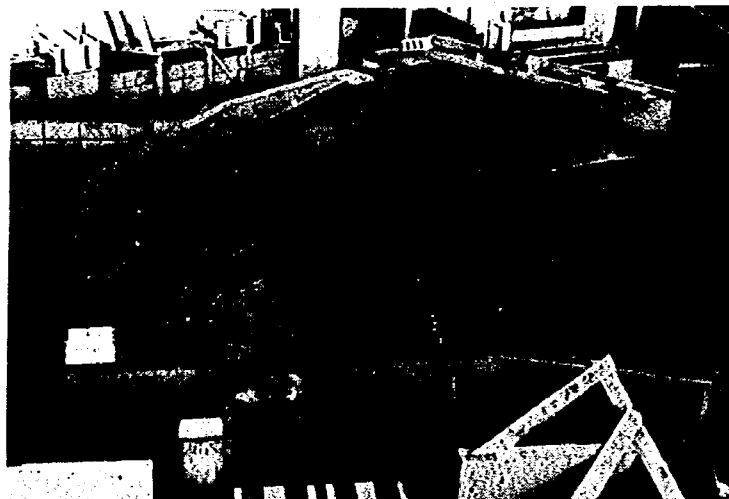


写真 4-7
下流河道流況
流 量 1800 m³/s
下 流 水 位 EL. 327.44 m

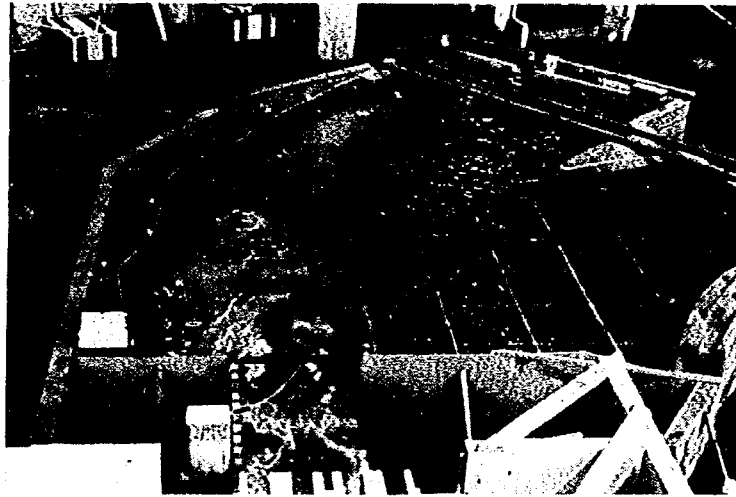


写真 4-8
下流河道流況
流 量 1800 m³/s
下 流 水 位 EL. 329.82 m

4) 800 m³/s 放流時

下流水位が EL. 325.13 m, EL. 326.96 m の場合の流況および流速, 水面形の測定結果は, 図 4-12 e, 4-13 d, 表 4-6 e に示すとおりである。下流水位が EL. 325.13 m の場合には, D.C.350.0 m 付近より下流側は低水路を越水し右岸高水敷部分に 1.0 m~2.0 m の冠水がみられるが, 主流は, 低水路内を流下している。下流水位が EL. 326.96 m の場合には, 減勢工下流部から低水路を越水し高水敷部に冠水する。高水敷内の流速は, 低水路法線近くで 0.5 m/s~1.5 m/s 程度で大部分は死水域に近い状態である。(図 4-4 e, 写真 4-9, 4-10 参照)

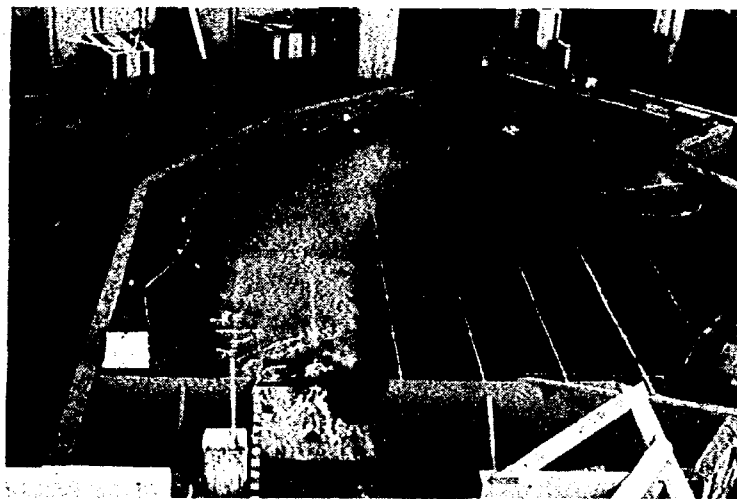


写真 4-9
下流河道流況
流 量 800 m³/s
下 流 水 位 EL. 325.13 m

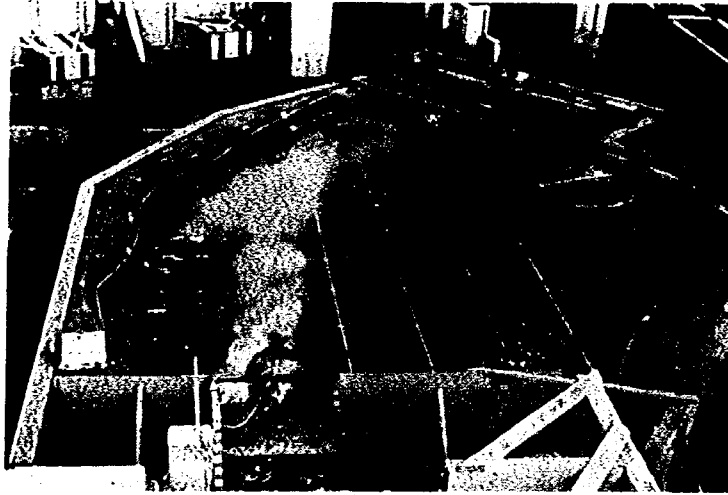


写真 4-10
下流河道流況
流 量 $800 \text{ m}^3/\text{s}$
下 流 水 位 EL. 336.96 m

5) 計画最大放流量 $200 \text{ m}^3/\text{s}$ 放流時

下流水位が EL. 321.77 m の場合の流況および流速，水面形の測定結果は，図 4-12 f，4-13 d，表 4-6 f に示すとおりである。図 4-12 f より，副ダム直下の露出射流は D.C. 185 m 付近まで達しており，それ以後自然跳水を起こし，低水路内を計画法線に沿って，流速 $2.0 \text{ m/s} \sim 4.0 \text{ m/s}$ で流下している。(写真 4-11 参照)

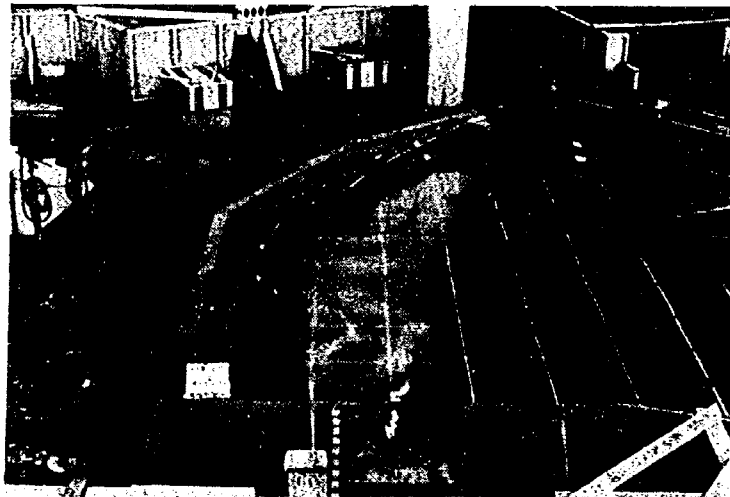


写真 4-11
下流河道流況
流 量 $200 \text{ m}^3/\text{s}$
下 流 水 位 EL. 331.77 m

6) 副ダム下流の露出射流区間

下流水位が低い場合に副ダム下流にみられる露出射流による河床洗掘の防止対策として，二次減勢工，護床工の設置が必要と考えられる。本実験では，二次減勢工および減勢池内の水理検討は実施しておらず，今後低水路法線（左岸側に低水護岸を設けた場合）の検討もあわせて実施することが必要である。

第3節 オリフィス抽出模型水理実験

常用洪水吐きとしてのオリフィスの設計案における管内圧力、下流開水路の底面圧力、放流水脈の水面形およびダム管理資料としての貯水位—ゲート開度—放流量の詳細な調査は、オリフィス一条を抽出した模型を製作して検討した。

3.1 模 型

模型の縮率は、測定精度および実験施設の関係から 1/25 とし、製作範囲は、呑口 (D.C. -3.0 m) から、下流開水路 D.C. 32.0 m の区間である。模型は、曲線部はラワン平割材、直線部はラワン合板を主材として精密加工 (精度±1 mm 以内) を施し、さらにオイルペイント塗装により仕上げたものである。また、模型の側面片側は流況を可視化するために透明アクリル板を使用した。

3.2 実 験 内 容

本実験においても実物と模型との諸量の関係はフルードの相似則に従うものとし、模型における諸量の縮率は表 4—1 にもとづいて実物換算を行った。実験内容は表 4—3 の実験ケース一覧に示すように、オリフィスのゲート開度毎の放流能力、管内圧力および水面形について実施した。

表 4—3 オリフィスの実験ケース一覧表

形 状	計 測 項 目		
	H — Q	圧 力	水 面 形
オリフィス (一面ベルマウス)	貯 水 位 : EL.395 m ~ EL.406.5 m ゲート開度 : 0.5 m ピッチで全開 まで 9 開度 (3.8 m を含む) 測 点 数 : 80 点程度	貯 水 位 : EL.406.5 m 1 ケース ゲート開度 : 全開 (4.026 m) 3.5 m 0.5 m 3 開度 測 点 数 : 104 点	貯 水 位 : EL.406.5 m 1 ケース ゲート開度 : 全開 (4.026 m) 1 開度 測 点 数 : 18 点

3.3 実 験 結 果

1) 放流能力について

ゲート全開および半開操作時における貯水位・流量の調査結果は図 4—4 および表 4—7 a, b に示すとおりである。

この表 4—7 a, b に示した流量係数 C は次式により算出したものである。

$$C = Q / A \sqrt{2gH} \dots\dots\dots (4-1)$$

ここに、 C : 流量係数、 Q : 放流量 (m^3/s)、 A : 吐口断面積 ($= B \times G$) (m^2)、

H : 作用水頭 ($=$ 貯水位標高 - オリフィス敷高標高 EL. 390.0 m)、

G : ゲートの鉛直開度高 (ゲート下流端標高 - ゲート接点標高 EL. 388.934 m)、

B : オリフィス出口幅 ($= 4.0 \text{ m}$)、 g : 重力加速度 (m/s^2)、 D : オリフィス出口高

図 4-5 は、ゲート全開時の開水路流れにおける C と H/D についての関係を表わしたものである。

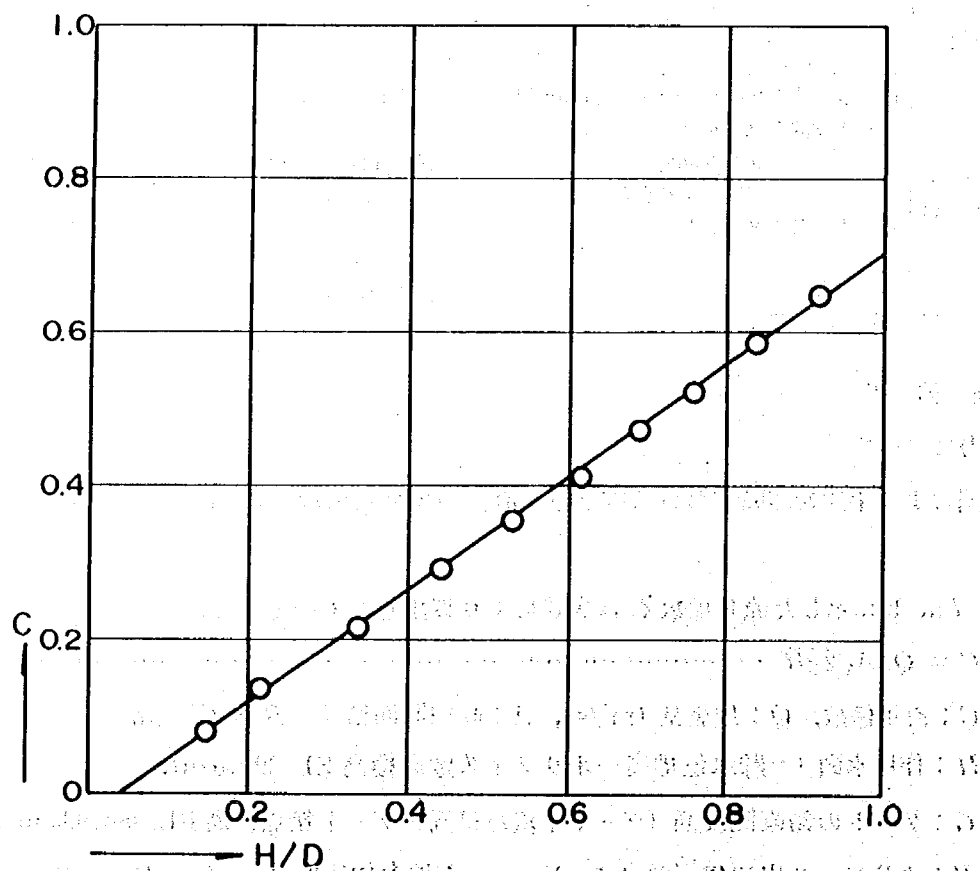
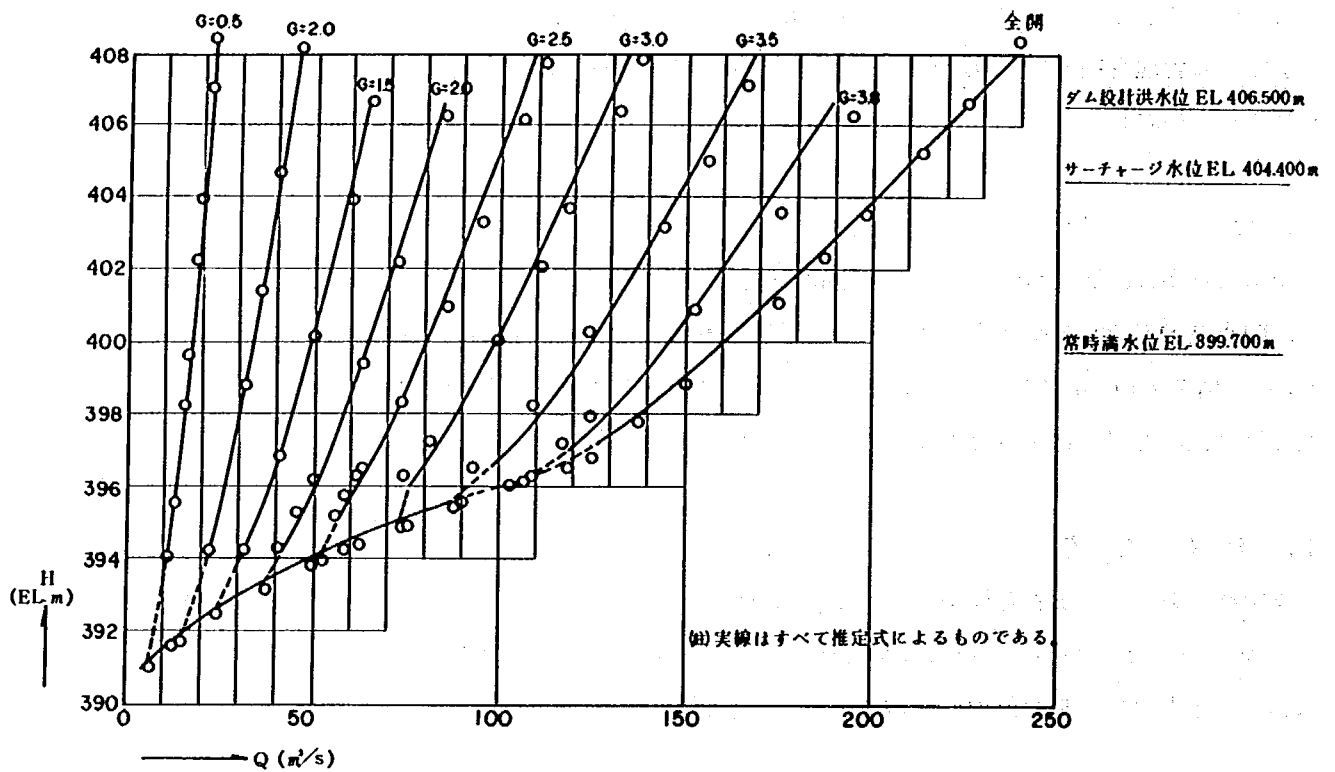


図4-5より C と H/D は直線的変化することがわかり、この関係式を求めると、

$$C = 0.363 H/D - 0.023 \quad (1.6 > H/D) \quad \cdots \cdots (4-2)$$

となる。又、ゲート全開時の管路流における C^2 と D/H の関係を表わしたものが図4-6である。図より C^2 と D/H の関係式を求めると、

$$C^2 = -0.489 D/H + 0.703 \quad (0.5 > D/H) \quad \cdots \cdots (4-3)$$

となる。

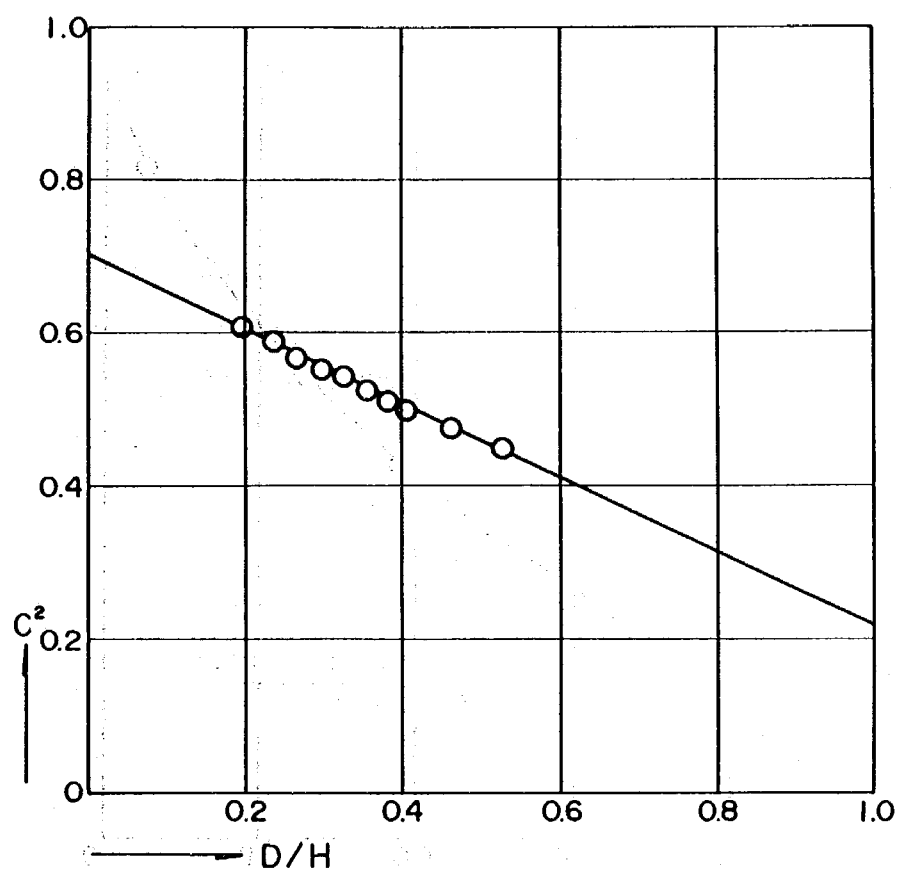


図4-6 オリフィスの $C^2 \sim D/H$ の関係

ゲート開度 G_0 (m)	$Gg = \frac{G_0}{G}$	C	C_0	$Cg = \frac{C_0}{C}$
4.026	1.0	0.734	0.734	1.0
3.8	0.944		0.645	0.879
3.5	0.869		0.548	0.747
3.0	0.745		0.442	0.602
2.5	0.621		0.359	0.489
2.0	0.497		0.288	0.393
1.5	0.373		0.221	0.301
1.0	0.248		0.151	0.205
0.5	0.124		0.075	0.102

表4-4 オリフィスのゲート開度と流量係数の関係

次に表4-4の C_o は各ゲート開度毎における管路流状態での流量係数の平均を表わしている。図4-7は、表4-4の Gg と Cg との関係を表わしたものである。又、表4-4の資料から、最小自乗法によって関係式を求めると、

$$Cg = 0.8531 Gg (1 - 0.4486 Gg^2 + 0.6190 Gg^4) \dots\dots\dots (4-4)$$

となる。遷移領域については、表4-5に示すとおりである。以上より、放流機能曲線式をまとめると、図4-4に示すとおりとなる。

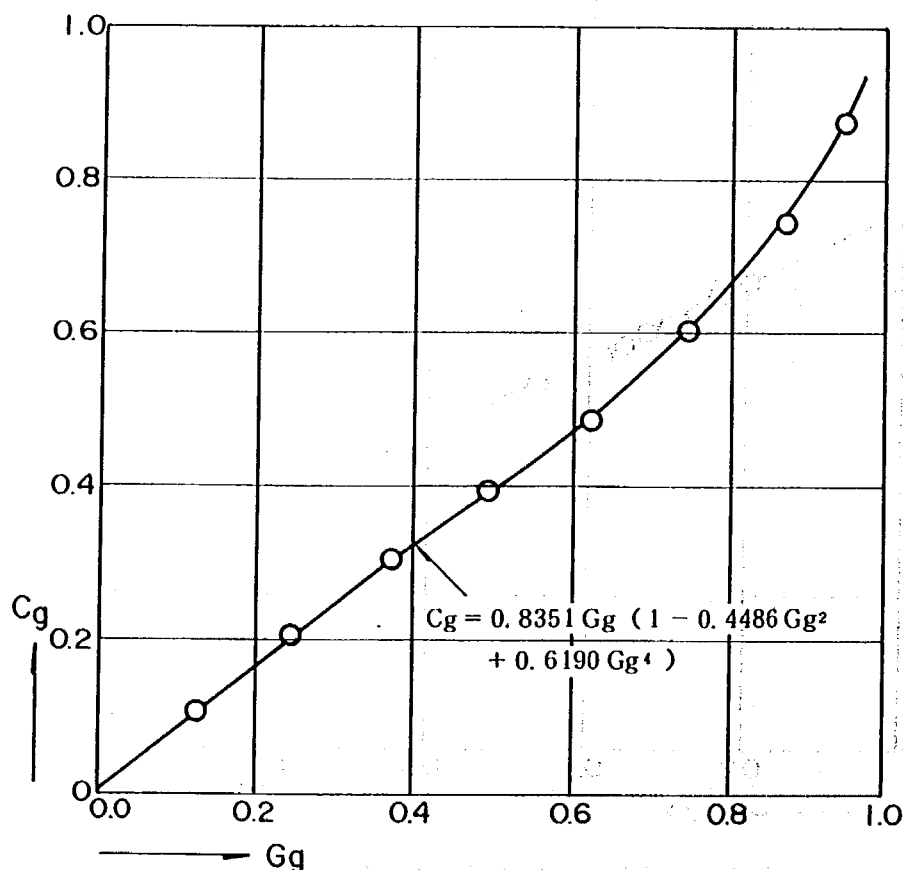


図4-7 オリフィスの $Cg \sim Gg$ の関係

ゲート開度	遷移領域での水位(EL. m)	H / D
全開 (= 4.026)	396.6 ~ 396.8	1.6 ~ 1.7
0.5	391.0 ~ 391.9	2.0 ~ 3.8
1.0	391.7 ~ 393.1	1.7 ~ 3.1
1.5	392.4 ~ 394.2	1.6 ~ 2.8
2.0	393.2 ~ 394.2	1.6 ~ 2.1
2.5	394.2 ~ 395.8	1.7 ~ 2.3
3.0	394.9 ~ 396.3	1.6 ~ 2.1
3.5	395.5 ~ 396.5	1.6 ~ 1.8
3.8	396.2 ~ 397.2	1.6 ~ 1.9

表4-5 オリフィスの遷移領域

2) 管路内の作用圧力

管路内作用圧力の調査は、図4-8aに示した各測点に対し直角に埋設したピエゾ管の圧力を設計洪水位 (EL. 406.5 m), ゲート全開について実施した。

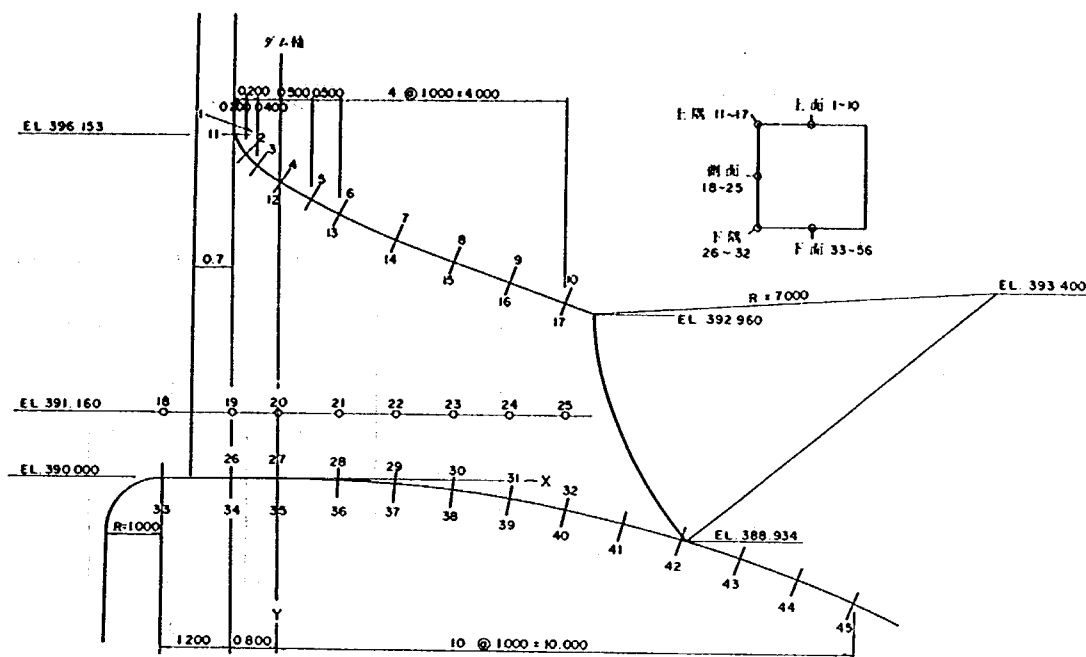


図4-8a オリフィスのピエゾ位置図 (管路部)

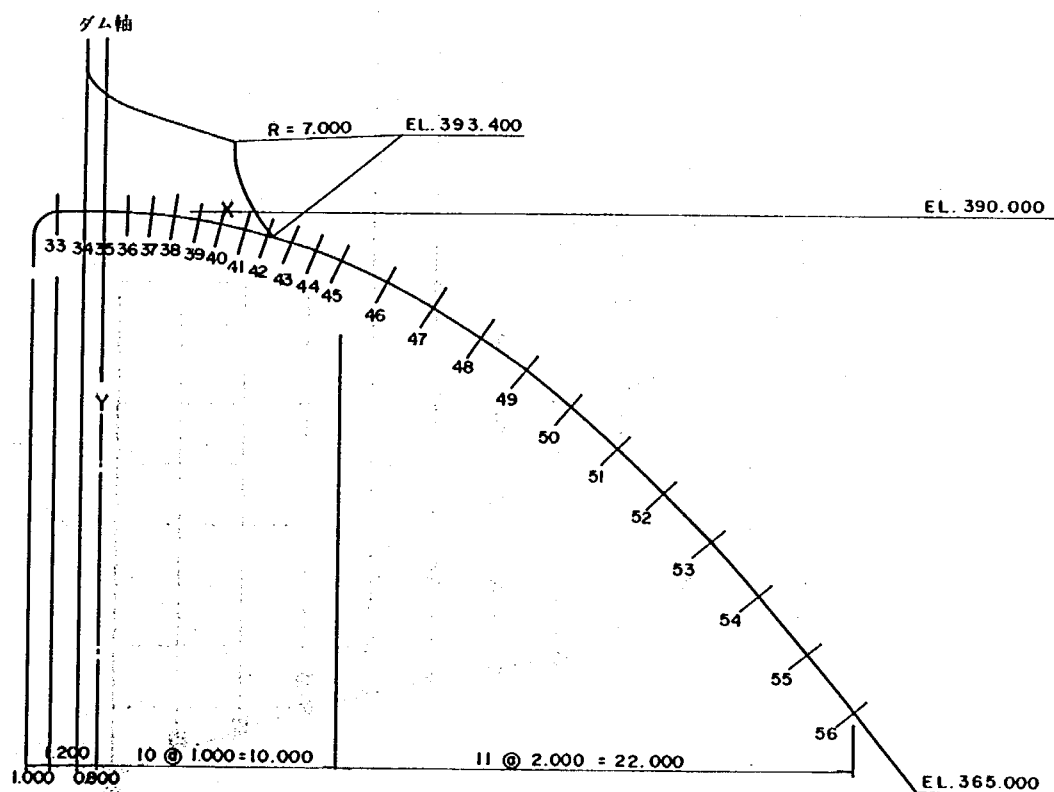


図4-8b オリフィスのピエゾ位置図 (開水路部)

測定結果は、図4-9、表4-8aに示すとおりである。又、表4-8a中に示す圧力状態の指標となる圧力降下係数は次式により求めた。

$$Cd = \frac{(H_T - H_P)}{\frac{V^2}{2g}} \quad (\text{ただし } V = Q/A) \quad \dots\dots\dots (4-5)$$

ここに、 Cd ：圧力降下係数、 H_T ：貯水池水頭 (m)、 H_P ：ピエゾ水頭 (m)、
 V ：吐口部の平均流速 (m/s)

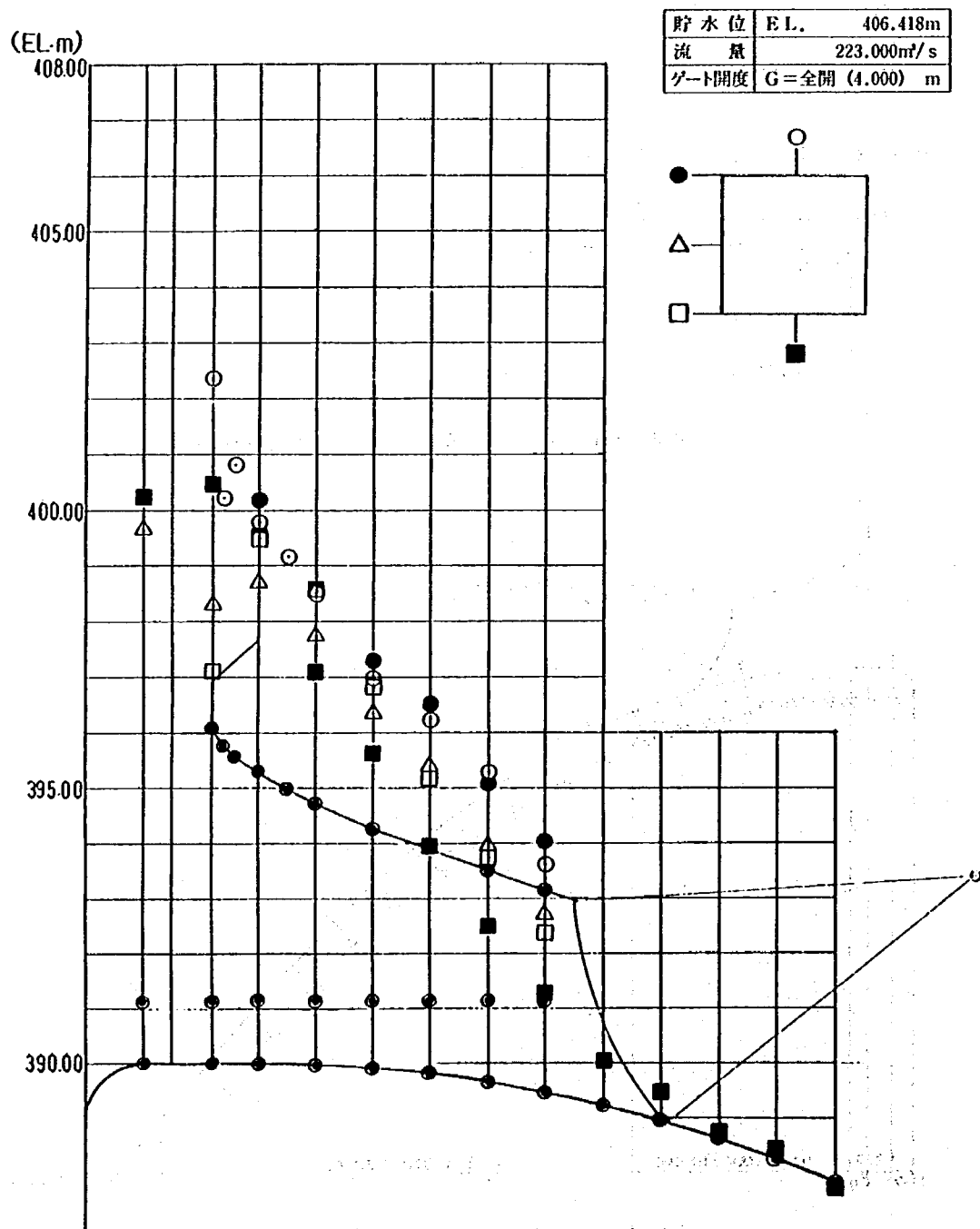


図4-9 オリフィスの管路内圧力分布図

この圧力降下係数 C_d と唇口から各ピエゾ点までの横距離 X を管路長 D で除した無次元量 X/D との関係を図4-10に示す。これらの検討結果より、作用圧力は、全て正圧となり、圧力の降下も異常な箇所はみられなかった。

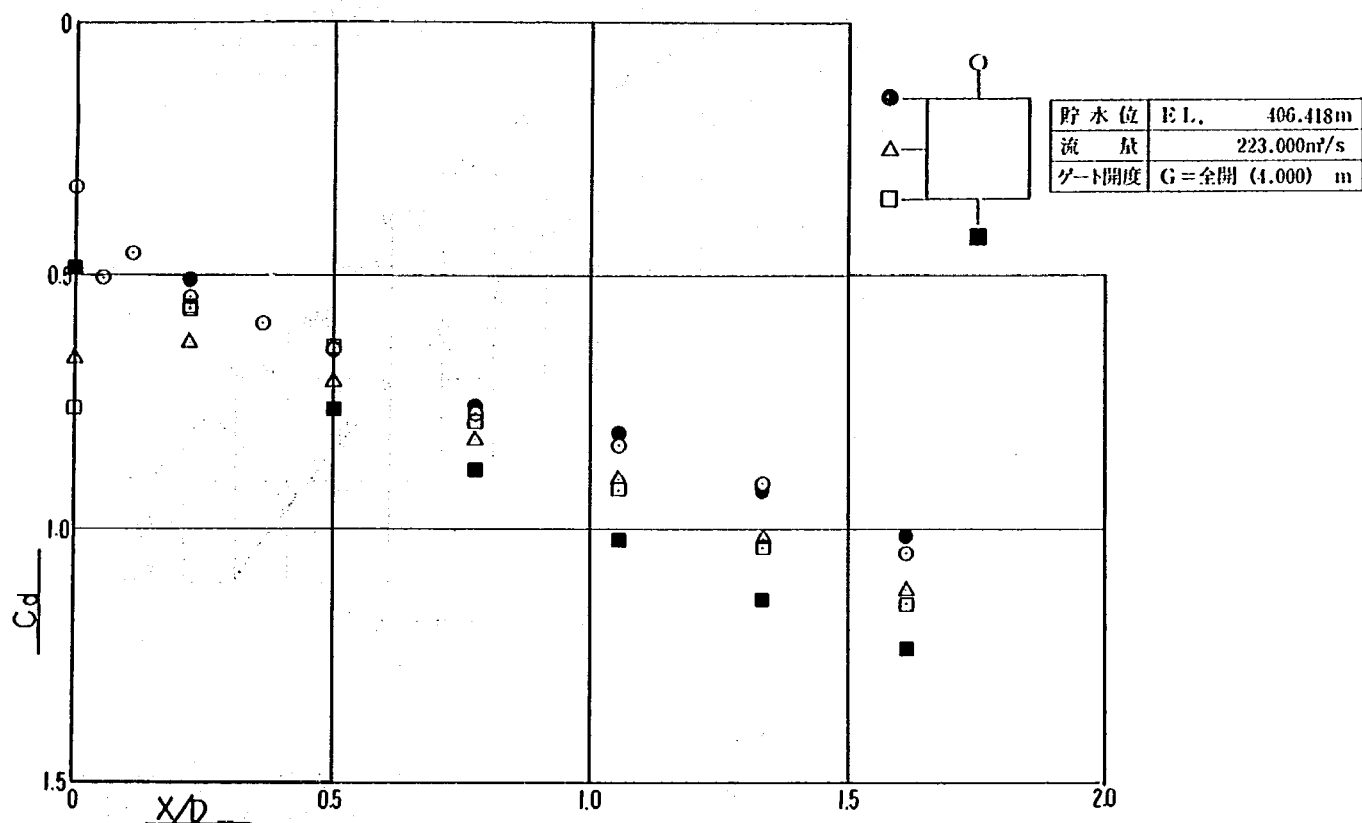


図4-10 オリフィスの C_d-X/D の関係

3) 開水路部作用圧力および水面形

開水路部作用圧力の調査は、図4-8 bに示した各測点に対し直角に埋設したピエゾ管の圧力を設計洪水水位 (E.L. 406.5 m) でゲート開度 (全開, 3.5 m, 0.5 m) 3 ケースについて実施した。測定結果は、図4-11 a, b, 表4-8 a, bに示すとおりである。開水路部作用圧力のうち負圧の最大値は、ゲート全開および3.5 m開度時にみられる -0.879 mである。この値では、キャピテーション等による構造物への破損はないと考えられる。次に水面形は、設計洪水水位 (E.L. 406.5 m) でゲート全開時について調査し、測定結果は、図4-11 a, bに示すとおりである。図4-11 a, bより水脈とゲートピンの余裕は2.5 m近くあり、水面形も安定している。又、開水路状態および遷移状態でピアーによる縮流および巻き込み渦等が見られたが、水面形を著しく不安定にするものではない。

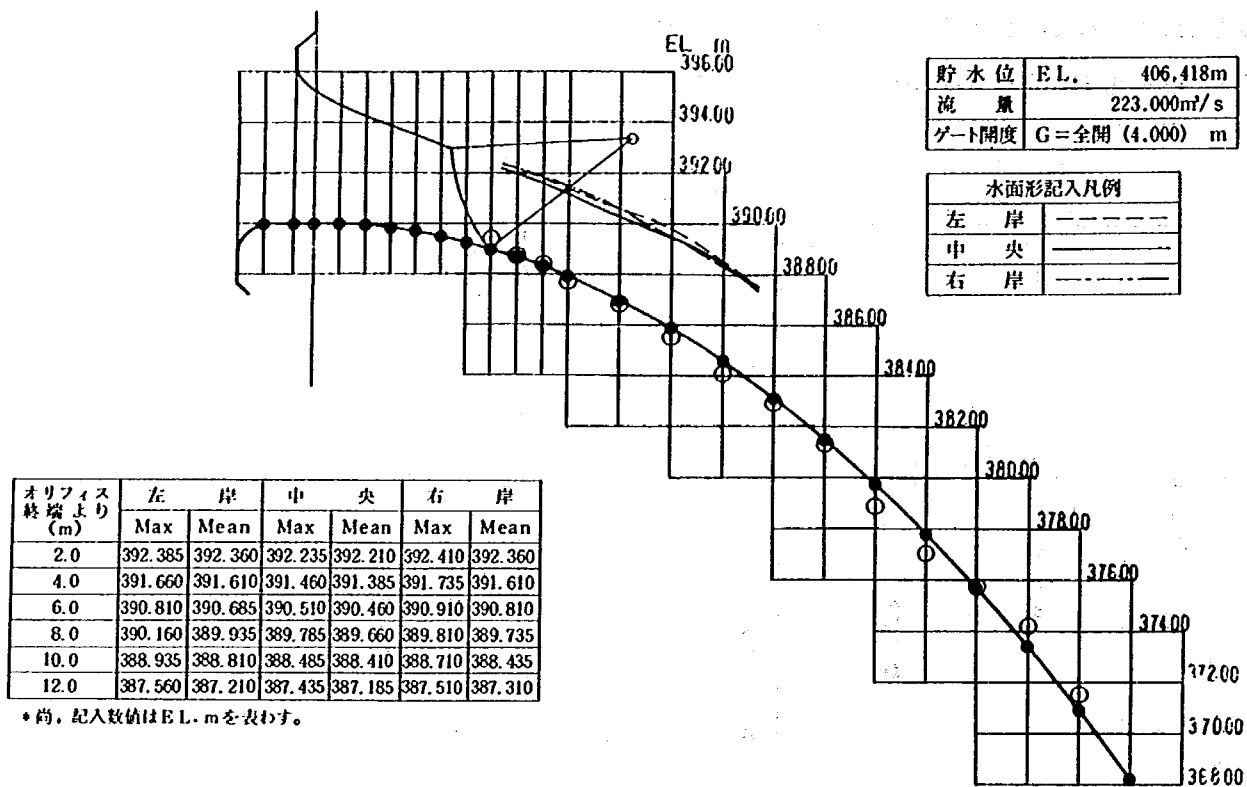


図 4-11 a オリフィスの開水路圧力分布および水面形状図

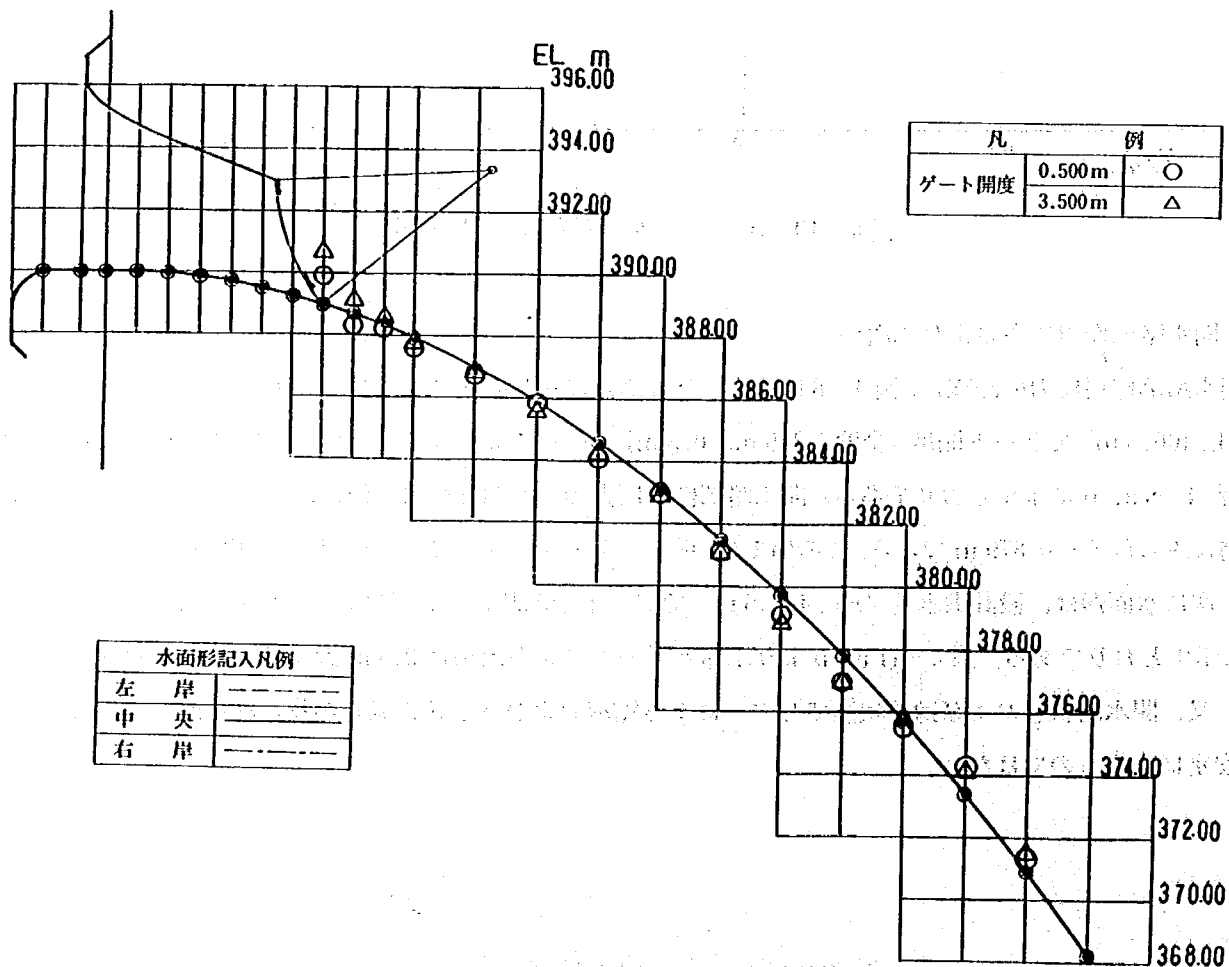


図 4-11 b オリフィスの開水路圧力分布および水面形状図

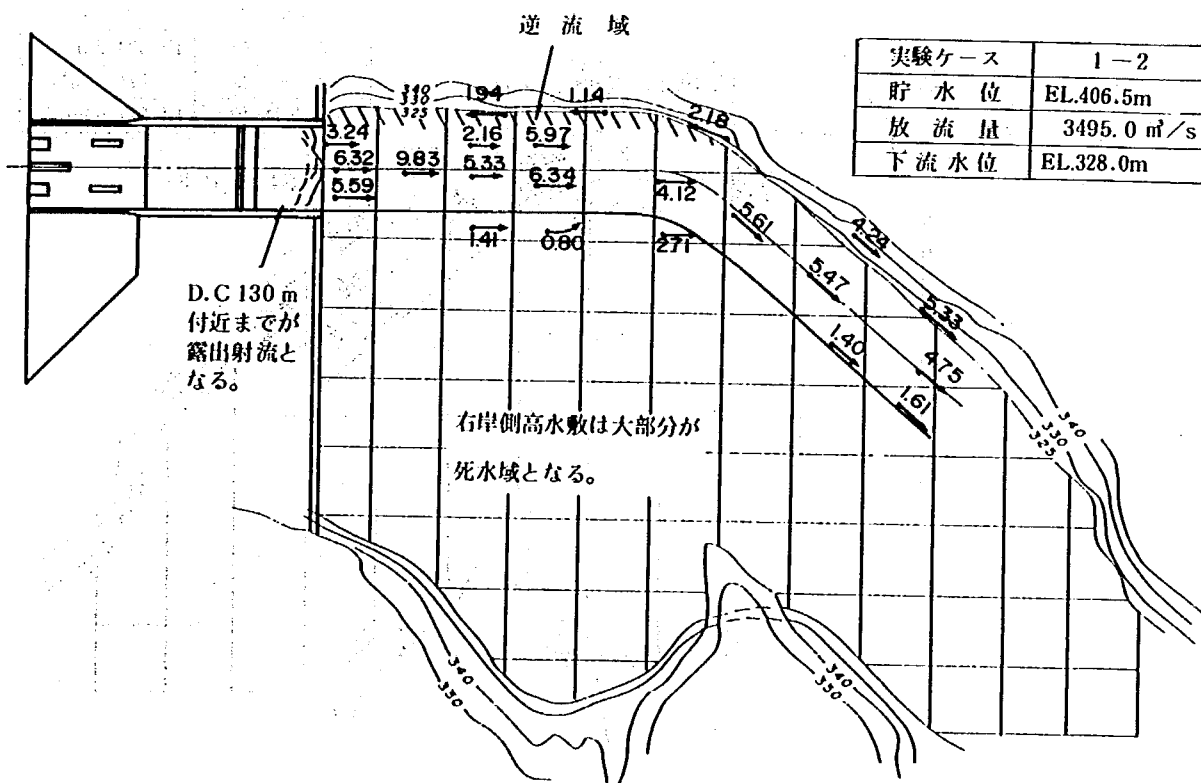
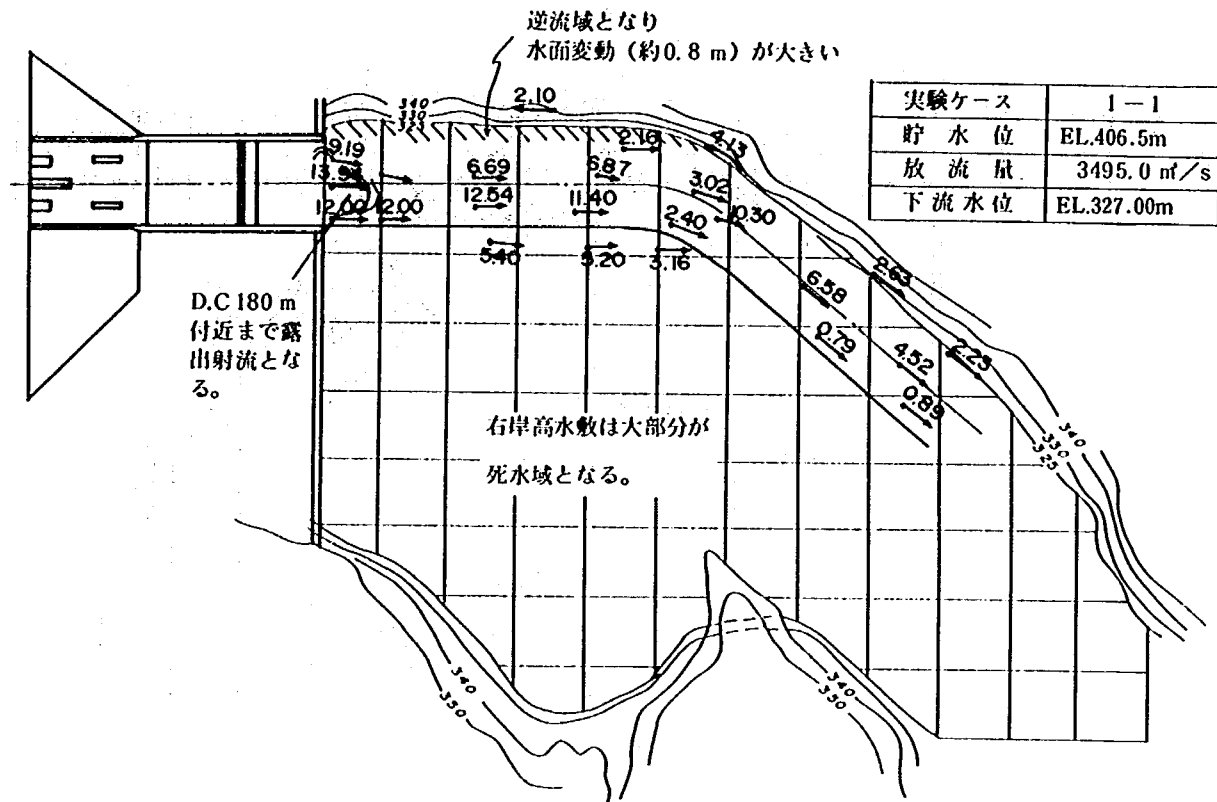


図4-12a 河道内流況図

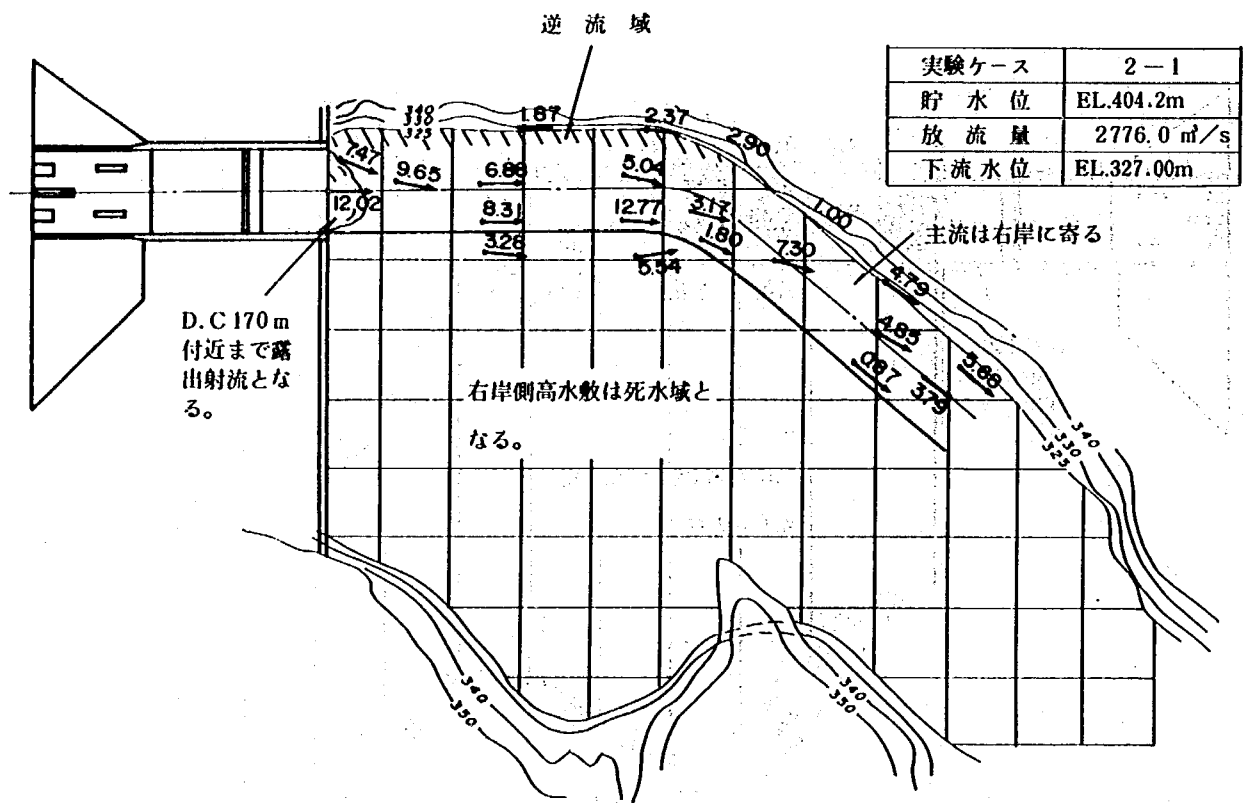
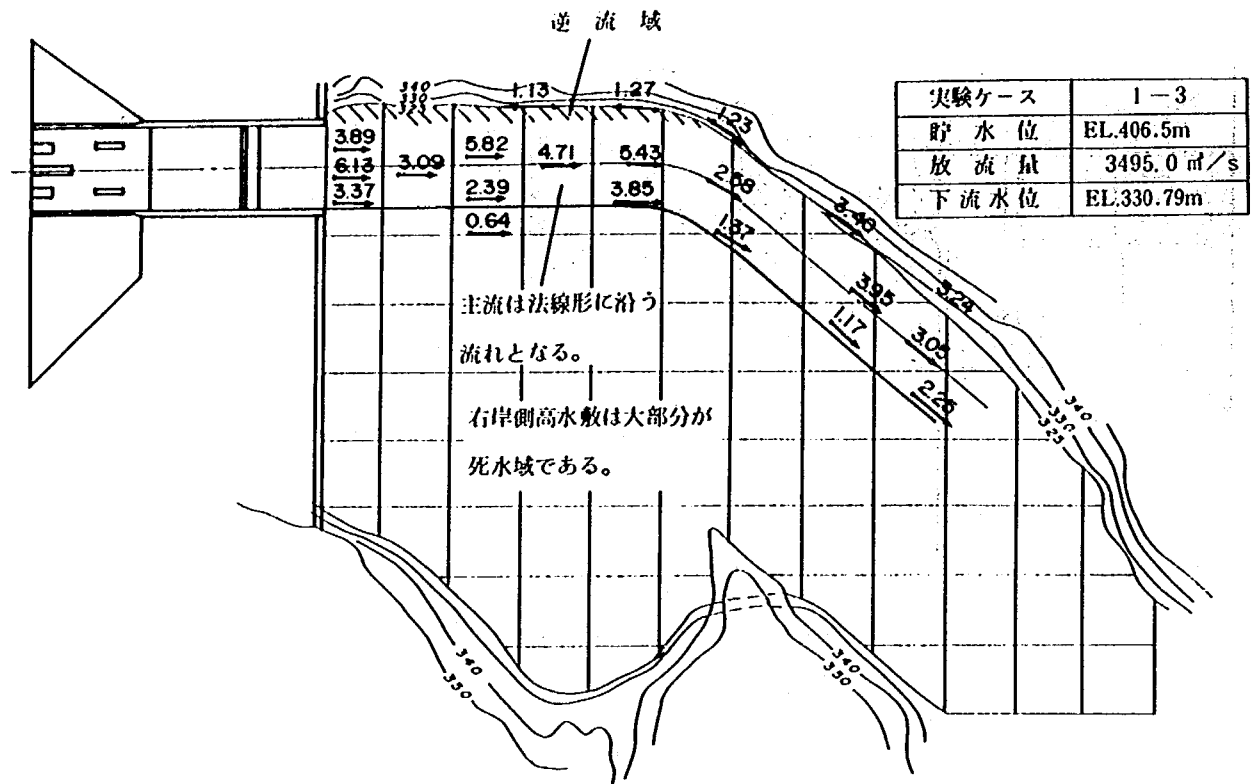


図4-12b 河道内流況図

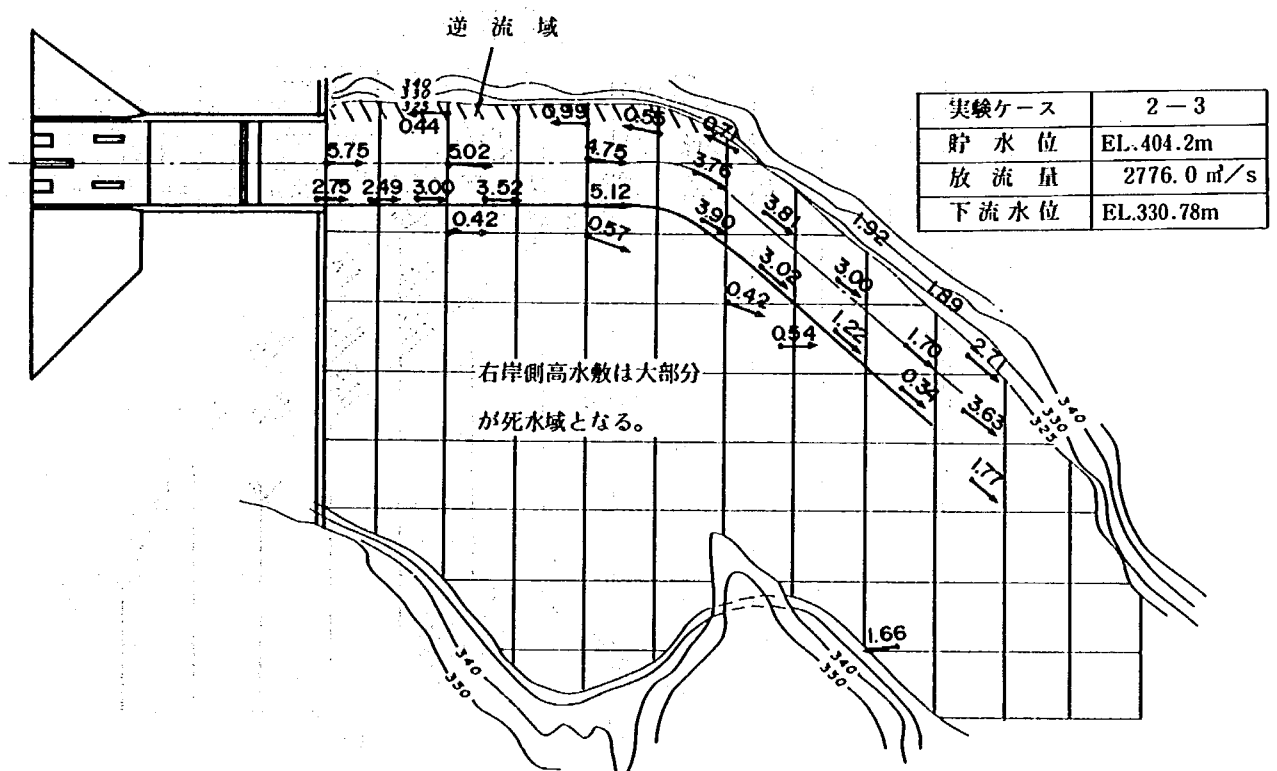
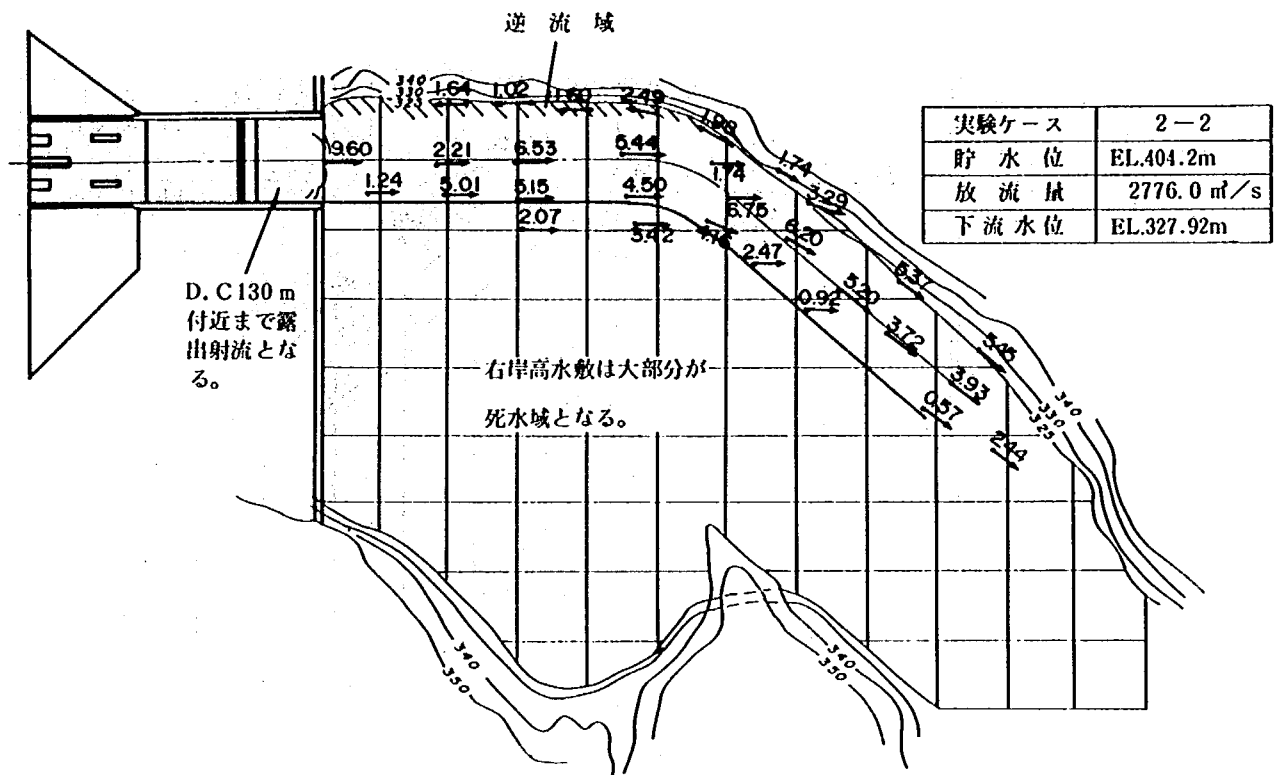


図4-12c 河道内流況図

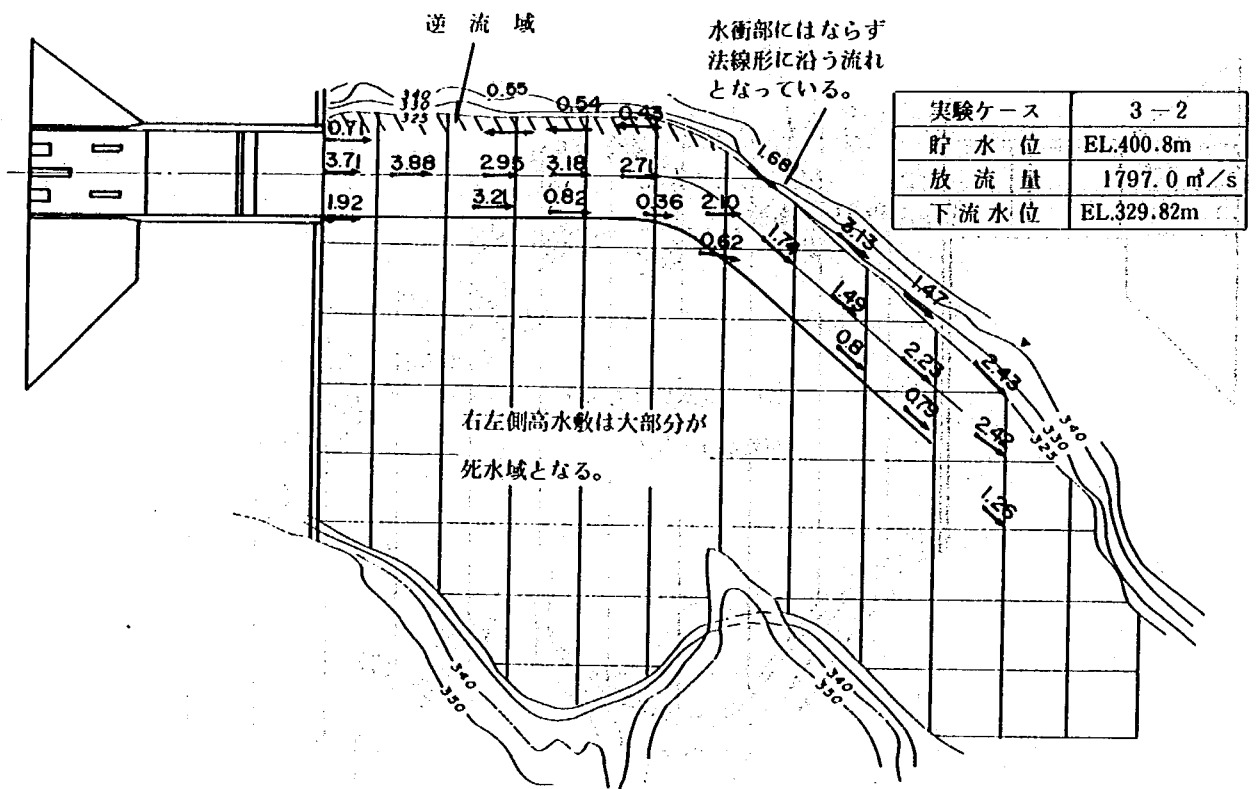
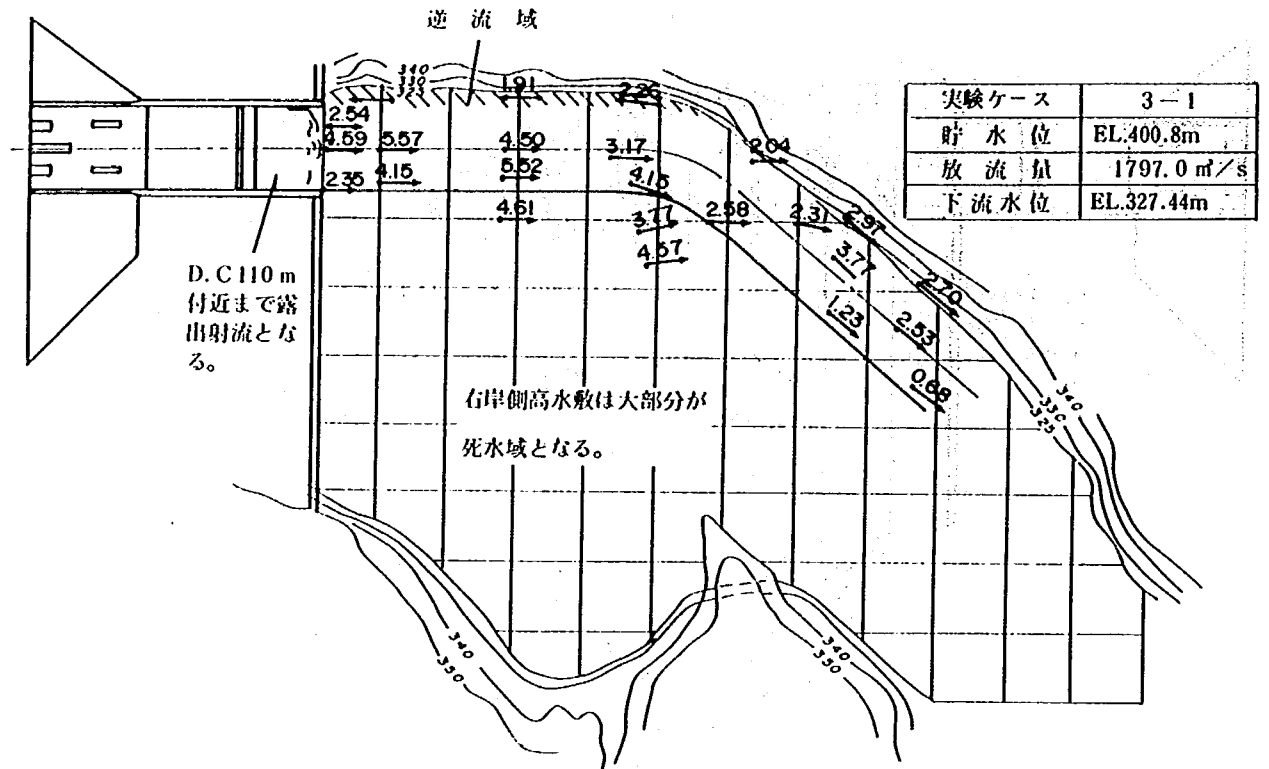


図4-12d 河道内流況図

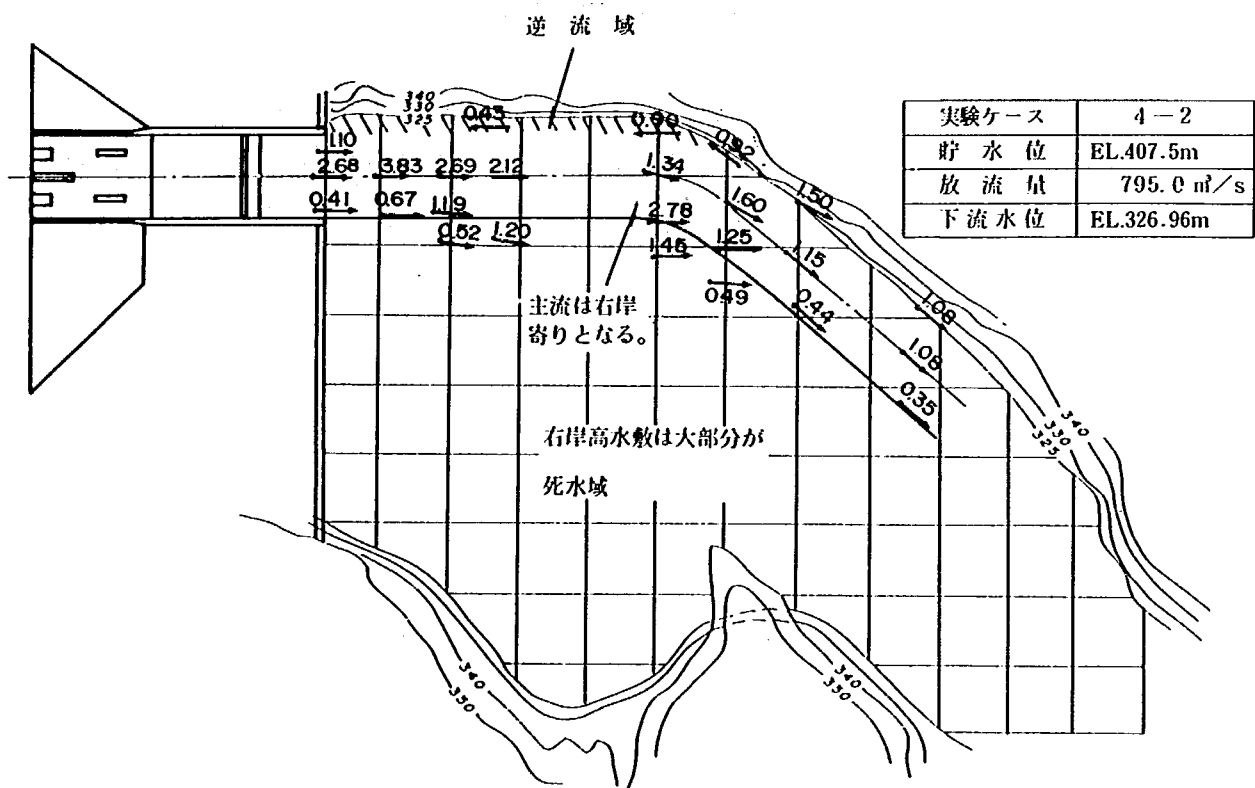
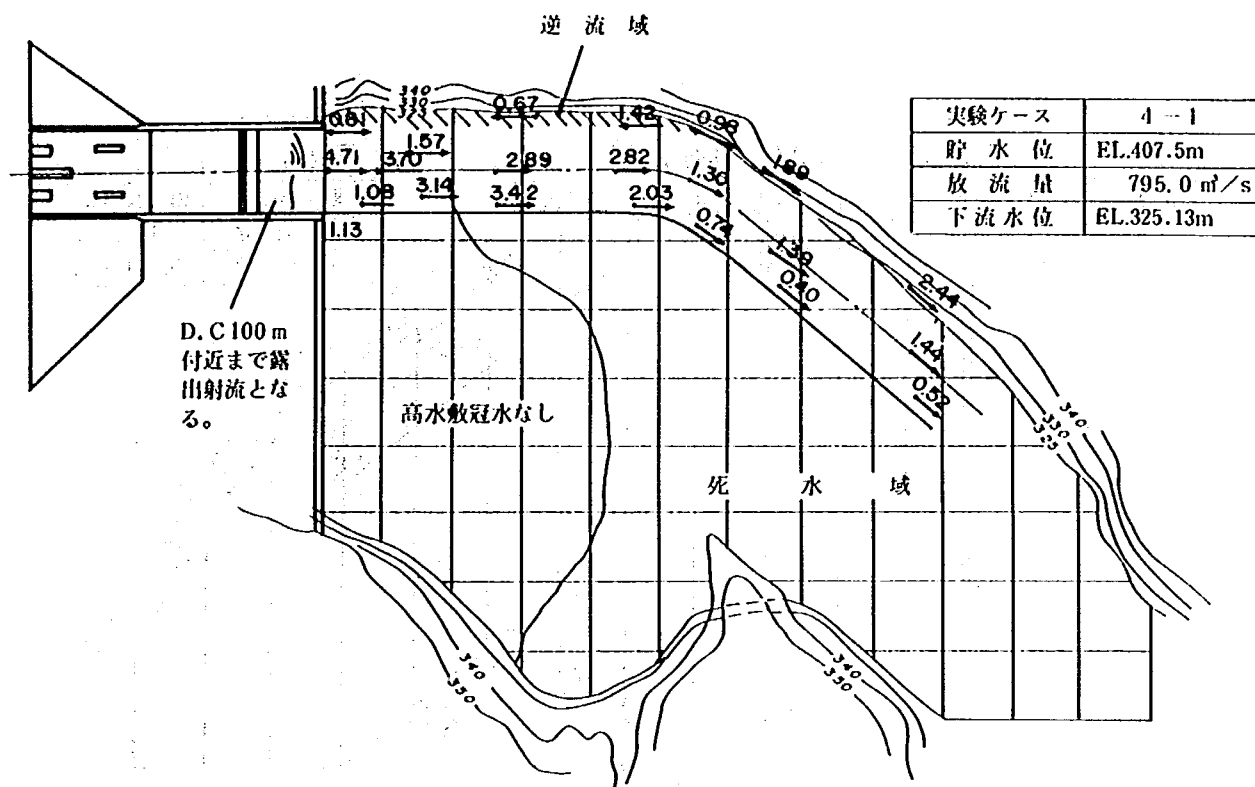


図4-12e 河道内流況図

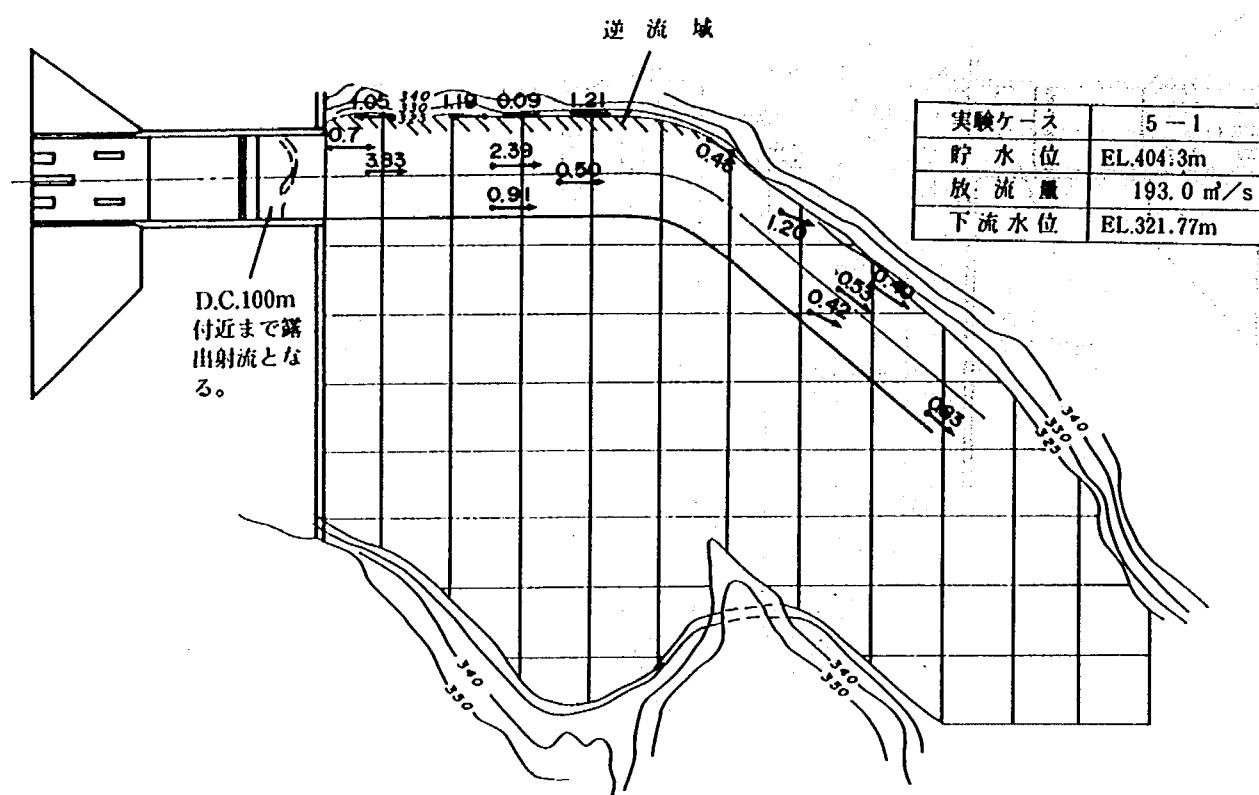


図4-12f 河道内流況図

図 4-13 a 減勢工下流水面形縦断面図

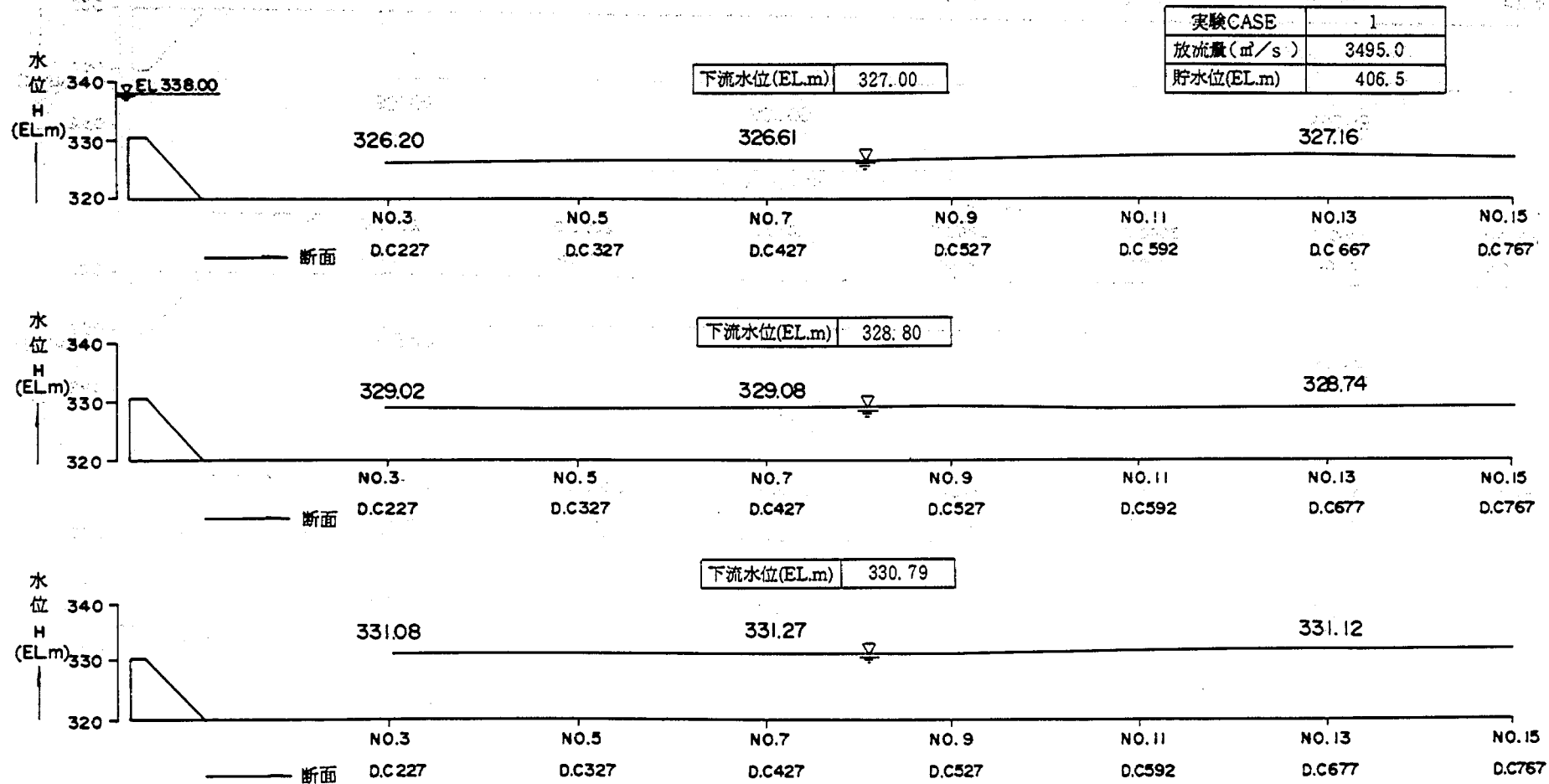


図 4-13 b 減勢工下流水面形縦断面図

実験CASE	2
放流量 (m ³ /s)	2776.0
貯水位 (EL.m)	404.2

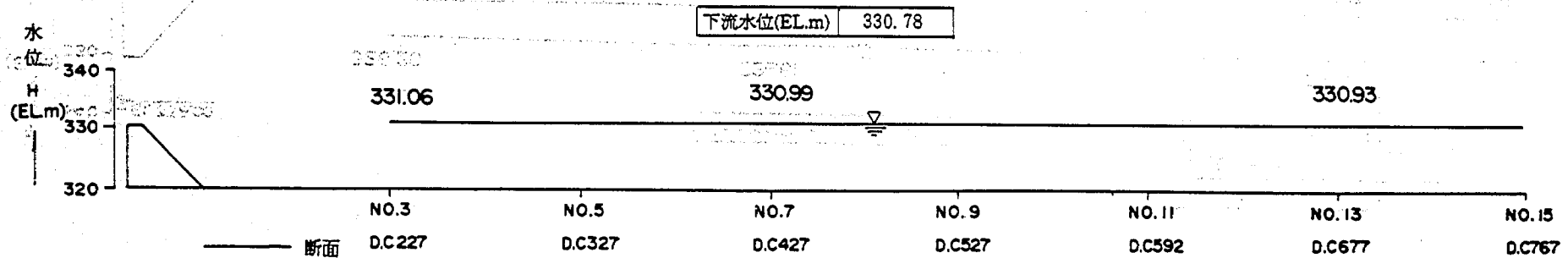
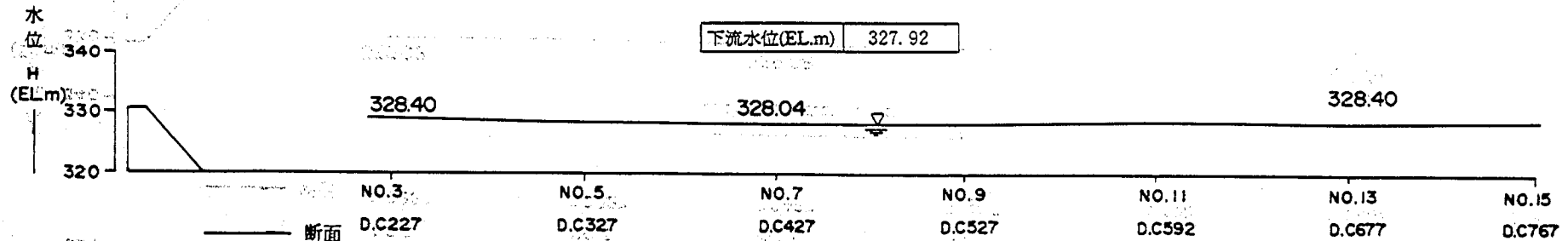
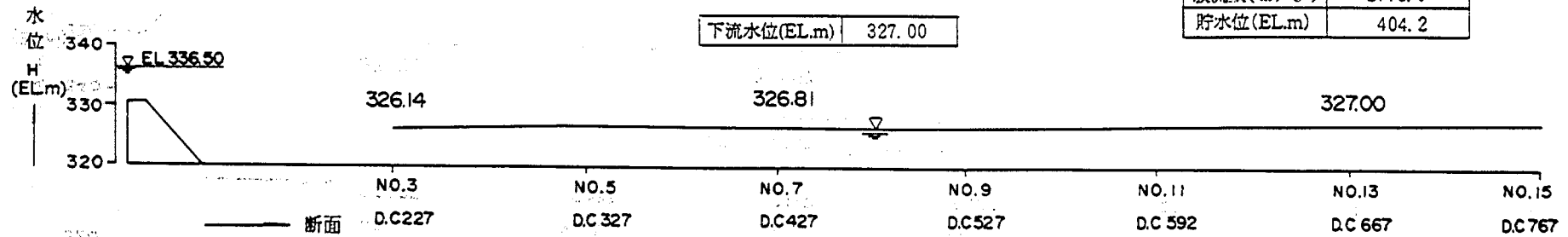


図 4-13 c 減勢工下流水面形縦断面図

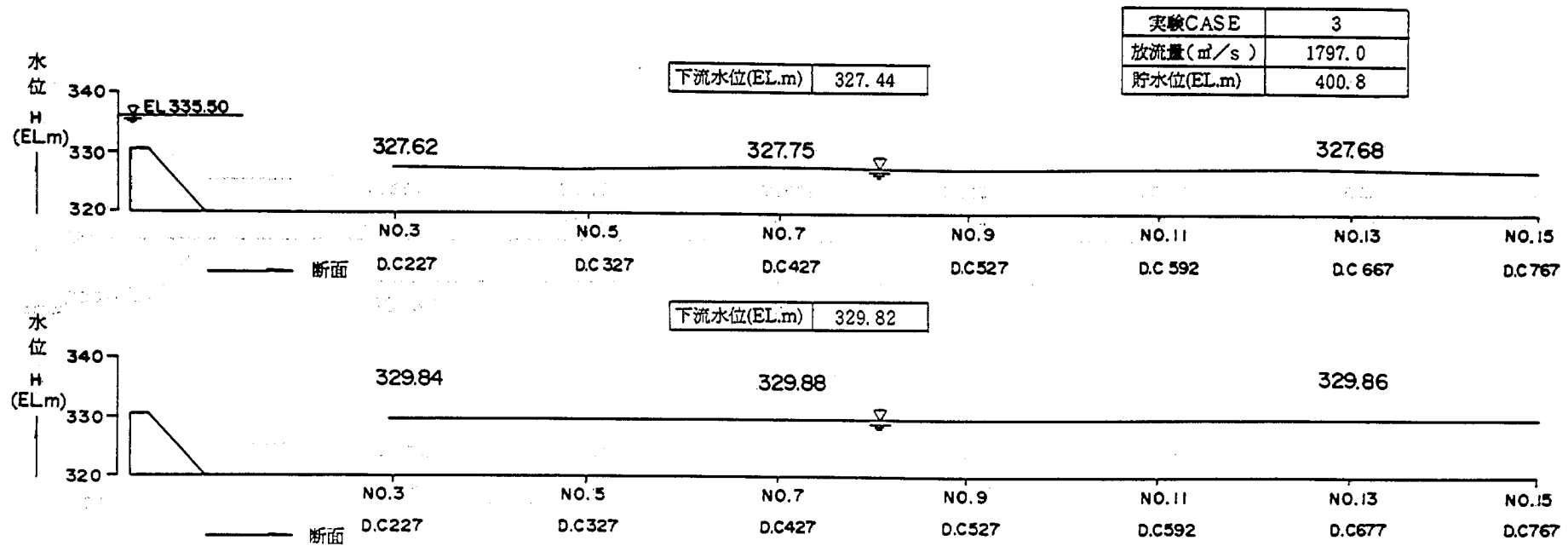


図 4-13 d 減勢工下流水面形縦断面図

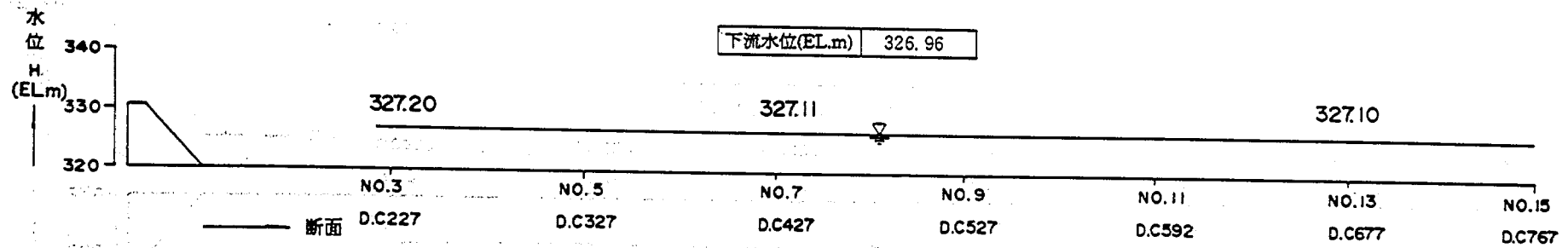
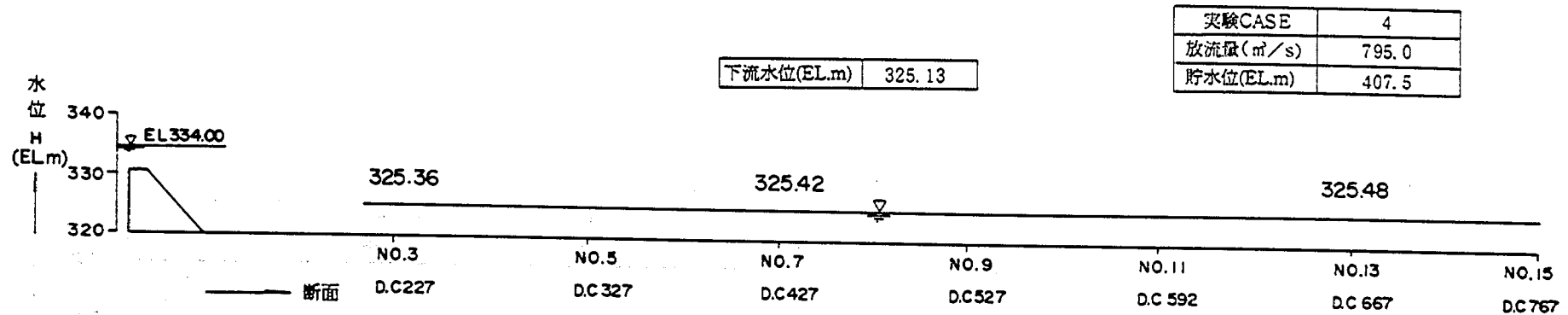


図 4-13 e 減勢工下流水面形縦断面図

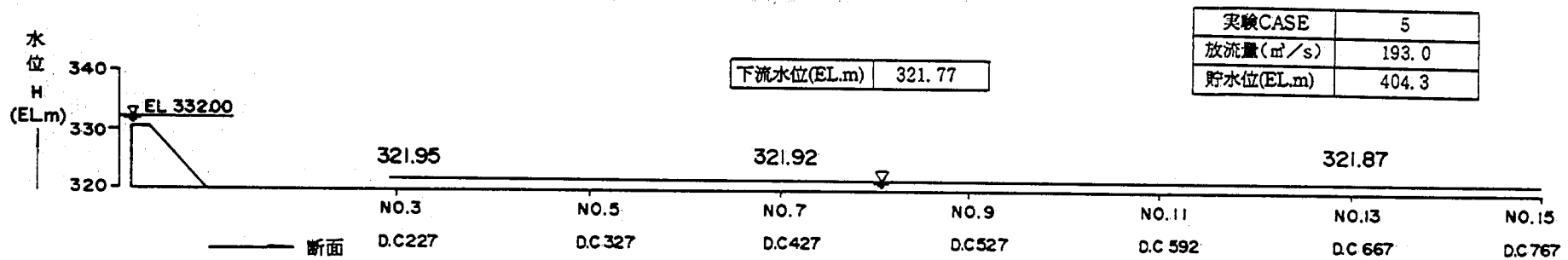


表4-6a 水面形測定結果表

実験ケース	1-1	
貯水位 (E.L. m)	406.5	上 段
放流量 ($Q \cdot m^3/s$)	3,495.0	横断距離
下流水位 (E.L. m)	327.0	下 段
		平均水位

測定位置	水位 (E.L. m)		横断距離 (m)			
河 道 部	No 3	55.0	95.0	175.5	255.0	—
		326.56	324.48	326.72	327.04	—
	No 5	55.0	95.0	175.5	255.0	335.0
		326.88	326.40	326.00	326.96	—
	No 7	55.0	95.0	175.0	255.0	335.0
		326.40	326.08	326.24	327.04	327.04
	No 9	55.0	95.0	175.0	—	—
		327.04	327.12	326.48	—	—
	No 11	55.0	95.0	175.0	255.0	335.0
		327.12	327.12	327.20	327.12	326.88
	No 13	55.0	95.0	175.0	255.0	—
		327.68	326.96	327.04	326.96	—
	No 15	55.0	95.0	175.0	—	—
		327.28	326.56	326.72	—	—

実験ケース	1-2
貯水位 (E.L. m)	406.5
放流量 ($Q \cdot m^3/s$)	3,495.0
下流水位 (E.L. m)	328.80

測定位置	水位 (E.L. m)		横断距離 (m)			
河 道 部	No 3	55.0	95.0	175.0	255.0	—
		328.72	329.52	328.96	328.88	—
	No 5	55.0	95.0	175.0	255.0	335.0
		329.28	328.72	328.88	329.04	328.88
	No 7	55.0	95.0	175.0	255.0	335.0
		329.12	329.36	329.12	328.88	329.04
	No 9	55.0	95.0	175.0	—	—
		329.92	328.64	328.72	—	—
	No 11	55.0	95.0	175.0	255.0	335.0
		329.36	328.80	328.48	328.72	328.48
	No 13	55.0	95.0	115.0	255.0	—
		328.96	329.04	328.32	328.64	—
	No 15	55.0	95.0	115.5	—	—
		328.72	328.48	328.72	—	—

表4-6b 水面形測定結果表

実験ケース	1-3	
貯水位 (E.L. m)	406.5	上 段
放流量 ($Q \cdot m^3/s$)	3,495.0	横断距離
下流水位 (E.L. m)	330.79	下 段
		平均水位

測定位置	水 位 (E.L. m)		横 断 距 離 (m)			
河 道 部	No 3	55.0	95.0	175.0	255.0	—
		330.80	331.04	331.36	331.12	—
	No 5	55.0	95.0	175.0	255.0	335.0
		331.12	331.12	330.80	330.96	331.36
	No 7	55.0	95.0	175.0	255.0	335.0
		331.44	331.12	331.12	331.36	331.20
	No 9	55.0	95.0	175.0	—	—
		331.36	331.12	330.96	—	—
	No 11	55.0	95.0	175.0	255.0	335.0
		330.88	331.12	331.04	331.36	331.28
	No 13	55.0	95.0	175.0	255.0	—
		331.28	331.12	331.04	331.04	—
	No 15	55.0	95.0	175.0	—	—
		331.28	331.20	331.04	—	—

実験ケース	2-1
貯水位 (E.L. m)	404.2
放流量 ($Q \cdot m^3/s$)	2,776.0
下流水位 (E.L. m)	327.00

測定位置	水 位 (E.L. m)		横 断 距 離 (m)			
河 道 部	No 3	55.0	95.0	175.0	255.0	—
		326.80	326.32	326.72	326.72	—
	No 5	55.0	95.0	175.0	255.0	335.0
		326.72	326.72	327.44	326.88	327.04
	No 7	55.0	95.0	175.0	255.0	335.0
		326.56	326.16	327.28	326.88	327.12
	No 9	55.0	95.0	115.0	—	—
		326.64	326.40	327.04	—	—
	No 11	55.0	95.0	115.0	255.0	335.0
		327.20	326.88	327.04	326.80	326.88
	No 13	55.0	95.0	115.0	255.0	—
		327.52	326.72	326.80	326.96	—
	No 15	55.0	95.0	115.0	—	—
		327.20	326.96	326.96	—	—

表4-6c 水面形測定結果表

実験ケース	2-2
貯水位 (E.L. m)	404.2
放流量 ($Q \cdot m^3/s$)	2,776.0
下流水位 (E.L. m)	327.92

上 段
横断距離
下 段
平均水位

測定位置	水 位 (E.L. m)			横 断 距 離 (m)			
河 道 部	No 3	55.0	95.0	175.0	255.0	—	—
		328.32	328.80	328.40	328.08	—	—
	No 5	55.0	95.0	175.0	255.0	335.0	—
		328.16	328.32	327.92	328.16	328.08	—
	No 7	55.0	95.0	175.0	255.0	335.0	415.0
		327.84	328.00	328.48	328.08	327.92	327.92
	No 9	55.0	95.0	175.0	—	—	—
		328.08	328.32	327.84	—	—	—
	No 11	55.0	95.0	175.0	255.0	335.0	—
		328.56	327.68	328.32	328.24	328.48	—
	No 13	55.0	95.0	175.0	255.0	—	—
		328.64	328.32	328.40	328.24	—	—
	No 15	55.0	95.0	175.0	—	—	—
		328.24	328.08	328.40	—	—	—

実験ケース	2-3
貯水位 (E.L. m)	404.2
放流量 ($Q \cdot m^3/s$)	2,776.0
下流水位 (E.L. m)	330.78

測定位置	水 位 (E.L. m)			横 断 距 離 (m)			
河 道 部	No 3	55.0	95.0	175.0	255.0	—	—
		330.88	331.20	331.20	330.96	—	—
	No 5	55.0	95.0	175.0	255.0	335.0	—
		331.28	330.80	330.48	331.04	330.96	—
	No 7	55.0	95.0	175.0	255.0	335.0	415.0
		330.84	331.04	330.80	311.12	330.96	331.20
	No 9	55.0	95.0	175.0	255.0	—	—
		331.20	330.88	331.04	331.04	—	—
	No 11	55.0	95.0	175.0	255.0	335.0	—
		330.88	331.04	331.28	330.96	331.04	—
	No 13	55.0	95.0	175.0	255.0	—	—
		330.92	330.80	330.80	331.20	—	—
	No 15	55.0	95.0	175.0	—	—	—
		331.04	330.88	331.04	—	—	—

表4-6d 水面形測定結果表

実験ケース	3-1	
貯水位 (E.L. m)	400.8	上 段
放流量 ($Q \cdot m^3/s$)	1,797.0	横断距離
下流水位 (E.L. m)	327.44	下 段
平均水位		

測定位置	水 位 (E.L. m)			横 断 距 離 (m)			
河 道 部	No 3	55.0	95.0	175.0	255.0	—	—
		327.92	327.36	327.36	327.44	—	—
	No 5	55.0	95.0	175.0	255.0	335.0	—
		327.60	327.12	327.36	327.20	327.36	—
	No 7	55.0	95.0	175.0	255.0	335.0	415.0
		327.92	327.60	327.84	327.68	327.92	327.52
	No 9	55.0	95.0	175.0	—	—	—
		327.84	327.68	326.96	—	—	—
	No 11	55.0	95.0	175.0	255.0	335.0	—
		327.52	327.28	328.00	327.76	327.92	—
	No 13	55.0	95.0	175.0	255.0	—	—
		327.84	327.68	327.52	327.68	—	—
	No 15	55.0	95.0	175.0	—	—	—
		322.68	327.76	327.36	—	—	—

実験ケース	3-2
貯水位 (E.L. m)	400.8
放流量 ($Q \cdot m^3/s$)	1,797.0
下流水位 (E.L. m)	329.82

測定位置	水 位 (E.L. m)			横 断 距 離 (m)			
河 道 部	No 3	55.0	95.0	175.0	255.0	—	—
		330.08	329.60	329.92	329.76	—	—
	No 5	55.0	95.0	175.0	255.0	335.0	—
		330.00	329.76	329.52	330.08	330.08	—
	No 7	55.0	95.0	175.0	255.0	335.0	415.0
		329.92	330.00	329.84	330.08	329.68	329.76
	No 9	55.0	95.0	175.0	—	—	—
		329.92	330.00	329.92	—	—	—
	No 11	55.0	95.0	175.0	255.0	335.0	—
		329.84	329.84	329.84	330.00	329.92	—
	No 13	55.0	95.0	175.0	255.0	—	—
		329.84	329.76	329.68	330.16	—	—
	No 15	55.0	95.0	175.0	—	—	—
		329.76	329.84	329.84	—	—	—

表4-6e 水面形測定結果表

実験ケース	4-1
貯水位 (E.L. m)	407.5
放流量 ($Q \cdot m^3/s$)	795.0
下流水位 (E.L. m)	325.13

上 段
横断距離
下 段
平均水位

測定位置		水位 (E.L. m)			横 断 距 離 (m)		
河 道 部	No 3	55.0	95.0	—	—	—	—
		325.36	325.36	—	—	—	—
	No 5	55.0	95.0	151.0	—	—	—
		325.52	325.52	325.36	—	—	—
	No 7	55.0	95.0	175.0	255.0	—	—
		325.28	325.52	325.52	325.36	—	—
	No 9	55.0	95.0	175.0	—	—	—
		325.44	325.44	325.60	—	—	—
	No 11	55.0	95.0	175.0	255.0	—	—
		325.52	325.44	325.52	325.44	—	—
	No 13	55.0	95.0	175.0	255.0	—	—
		325.60	325.36	325.52	325.44	—	—
	No 15	55.0	95.0	175.0	—	—	—
		325.20	325.20	325.12	—	—	—

実験ケース	4-2
貯水位 (E.L. m)	407.5
放流量 ($Q \cdot m^3/s$)	795.0
下流水位 (E.L. m)	326.96

測定位置		水位 (E.L. m)			横 断 距 離 (m)		
河 道 部	No 3	55.0	95.0	175.0	255.0	—	—
		327.20	327.36	327.12	327.12	—	—
	No 5	55.0	95.0	175.0	255.0	335.0	—
		327.20	327.04	327.04	327.04	326.96	—
	No 7	55.0	95.0	175.0	255.0	335.0	415.0
		327.20	327.12	327.20	327.12	327.12	326.88
	No 9	55.0	95.0	175.0	—	—	—
		327.28	327.12	327.12	—	—	—
	No 11	55.0	95.0	175.0	255.0	335.0	—
		327.04	327.12	327.12	327.12	327.12	—
	No 13	55.0	95.0	175.0	255.0	—	—
		327.12	327.12	327.04	327.12	—	—
	No 15	55.0	95.0	175.0	—	—	—
		327.04	326.88	327.04	—	—	—

表4-6f 水面形測定結果表

		実験ケース		5-1			
		貯水位 (E L. m)		404.3		上 段	
		放流量 (Q・m ³ /s)		193.0		横断距離	
		下流水位 (E L. m)		321.77		下 段	
						平均水位	

測定位置		水 位 (E L. m)			横 断 距 離 (m)		
河 道 部	No 3	36.6	87.0	127.0	—	—	—
		322.16	321.92	321.76	—	—	—
	No 5	63.0	107.0	151.0	—	—	—
		321.76	322.00	322.08	—	—	—
	No 7	39.0	79.0	127.0	—	—	—
		321.84	322.00	321.92	—	—	—
	No 9	34.2	71.0	113.4	—	—	—
		321.92	321.92	321.92	—	—	—
	No 11	35.8	71.0	111.0	—	—	—
		321.92	321.92	322.00	—	—	—
	No 13	45.4	79.0	119.0	—	—	—
		322.00	321.84	321.76	—	—	—
	No 15	47.0	83.0	135.0	—	—	—
		321.52	321.92	321.92	—	—	—

表4-7a オリフィスの貯水位一覧表—ゲート開度測定結果

ゲート開度	貯 水 位	流 量	C	H / D	C ²	D / H
G (m)	H (E.L. m)	Q (m ³ /s)				
0.5	395.49	12.81	0.617	1.525	0.381	0.656
	398.16	15.50	0.613	2.267	0.356	0.441
	399.57	16.44	0.600	2.658	0.360	0.376
	402.18	18.56	0.601	3.383	0.361	0.296
	403.85	19.75	0.599	3.847	0.359	0.260
	406.94	21.88	0.600	4.706	0.360	0.213
	408.35	22.69	0.598	5.097	0.358	0.196
1.0	* 391.73	14.44	0.620	0.481	0.384	2.081
	393.15	19.38	0.617	0.875	0.381	1.143
	394.17	22.13	0.612	1.158	0.375	0.863
	398.73	31.56	0.603	2.425	0.364	0.412
	401.37	36.00	0.603	3.158	0.364	0.317
	404.61	40.69	0.601	4.058	0.361	0.246
	408.09	45.38	0.603	5.025	0.364	0.199
1.5	* 392.28	22.13	0.552	0.633	0.305	1.579
	394.17	31.69	0.584	1.158	0.341	0.863
	396.82	40.94	0.590	1.894	0.348	0.528
	400.11	50.25	0.595	2.808	0.354	0.356
	403.87	59.31	0.600	3.853	0.360	0.260
	406.59	64.69	0.598	4.608	0.358	0.217
2.0	* 392.84	31.25	0.524	0.789	0.275	1.268
	* 393.20	37.50	0.592	0.889	0.351	1.125
	394.22	40.63	0.558	1.172	0.311	0.853
	396.17	50.06	0.569	1.714	0.324	0.584
	399.37	62.75	0.579	2.603	0.335	0.384
	402.14	72.06	0.584	3.372	0.341	0.297
	406.20	84.62	0.594	4.500	0.353	0.222
	407.88	89.48	0.597	4.967	0.356	0.201
2.5	* 394.28	59.06	0.645	1.189	0.416	0.841
	* 395.18	55.55	0.551	1.439	0.304	0.695
	395.75	59.06	0.556	1.597	0.309	0.626
	396.34	62.66	0.562	1.761	0.316	0.568
	396.42	63.25	0.564	1.783	0.318	0.561
	398.36	73.56	0.575	2.322	0.331	0.431
	400.98	85.88	0.585	3.050	0.342	0.328
	403.29	95.00	0.589	3.692	0.347	0.271
	406.13	105.55	0.594	4.481	0.353	0.223
	407.73	111.00	0.596	4.925	0.355	0.203

* 開水路流

表4-7b オリフィスの貯水位一覧表—ゲート開度測定結果

ゲート開度	貯水位	流量	C	H/D	C ²	D/H
G (m)	H (E.L. m)	Q (m ³ /s)				
3.0	* 394.92	74.38	0.631	1.367	0.398	0.732
	396.28	75.00	0.563	1.744	0.317	0.573
	397.20	81.25	0.570	2.000	0.325	0.500
	400.01	99.06	0.589	2.781	0.347	0.360
	402.15	111.12	0.600	3.375	0.360	0.296
	403.70	118.67	0.604	3.806	0.365	0.263
	406.41	131.41	0.611	4.558	0.373	0.219
	407.88	137.73	0.613	4.967	0.376	0.201
3.5	* 395.60	90.31	0.616	1.556	0.380	0.643
	396.54	93.48	0.590	1.817	0.348	0.551
	398.28	109.69	0.615	2.300	0.378	0.435
	400.31	125.00	0.628	2.864	0.394	0.349
	403.19	144.52	0.642	3.664	0.412	0.273
	405.01	156.13	0.650	4.169	0.423	0.240
	407.18	168.59	0.656	4.772	0.430	0.210
3.8	* 396.27	109.00	0.702	1.742	0.493	0.574
	397.24	117.50	0.649	2.011	0.421	0.497
	397.99	124.94	0.657	2.219	0.432	0.451
	400.99	153.00	0.686	3.053	0.471	0.328
	403.54	175.19	0.708	3.761	0.501	0.266
	406.29	194.75	0.717	4.525	0.514	0.221
4.026	* 391.04	6.25	0.086	0.289	0.007	3.462
	* 391.53	12.13	0.138	0.425	0.019	2.353
	* 392.43	24.31	0.219	0.675	0.048	1.482
	* 393.17	37.19	0.293	0.881	0.086	1.136
	* 393.83	49.94	0.358	1.064	0.128	0.940
	* 394.43	62.50	0.417	1.231	0.174	0.813
	* 394.98	75.25	0.473	1.383	0.224	0.723
	* 395.47	87.44	0.524	1.519	0.275	0.658
	* 396.04	103.06	0.588	1.678	0.346	0.596
	* 396.16	106.31	0.601	1.711	0.361	0.584
	* 396.58	118.44	0.648	1.828	0.420	0.547
	396.82	124.88	0.671	1.894	0.450	0.528
	397.80	137.25	0.689	2.167	0.475	0.462
	398.82	149.94	0.708	2.450	0.501	0.408
	399.34	155.63	0.714	2.594	0.510	0.385
	401.06	175.50	0.740	3.072	0.548	0.326
	402.28	186.69	0.747	3.411	0.558	0.293
	403.56	197.81	0.753	3.767	0.567	0.266
	405.22	213.44	0.767	4.228	0.588	0.237
	406.58	225.20	0.776	4.606	0.602	0.217

* 開水路流

表4-8a オリフィスの圧力値測定結果

	No.	PE.	P. MAX.	P. MIN.	P. MEA.	P. VAR.	P. H.	CD.
UPPER	1	396.153	402.500	402.375	402.437	0.125	6.285	0.325
	2	395.784	400.225	400.225	400.225	0.000	4.441	0.506
	3	395.595	400.825	400.825	400.825	0.000	5.230	0.457
	4	395.296	399.800	399.800	399.800	0.000	4.504	0.541
	5	394.987	399.175	399.175	399.175	0.000	4.188	0.592
	6	394.718	398.500	398.500	398.500	0.000	3.782	0.647
	7	394.256	397.000	397.000	397.000	0.000	2.744	0.770
	8	393.870	396.250	396.250	396.250	0.000	2.380	0.831
	9	393.506	395.300	395.300	395.300	0.000	1.794	0.909
	10	393.142	393.625	393.625	393.625	0.000	0.483	1.046
SIDE UPPER	11	396.153	400.200	400.200	400.200	0.000	4.904	0.508
	12	395.296	398.550	398.550	398.550	0.000	3.832	0.643
	13	394.718	397.300	397.300	397.300	0.000	3.044	0.745
	14	394.256	396.525	396.525	396.525	0.000	2.655	0.809
	15	393.870	395.100	395.100	395.100	0.000	1.594	0.925
	16	393.506	394.050	394.050	394.050	0.000	0.908	1.011
	17	393.142	393.700	393.700	393.700	0.000	8.540	0.549
SIDE	18	391.160	398.500	398.125	398.312	0.375	7.153	0.662
	19	391.160	398.900	398.500	398.700	0.400	7.540	0.631
	20	391.160	397.750	397.750	397.750	0.000	6.590	0.708
	21	391.160	396.375	396.375	396.375	0.000	5.215	0.821
	22	391.160	395.400	395.400	395.400	0.000	4.240	0.900
	23	391.160	393.975	393.975	393.975	0.000	2.815	1.017
	24	391.160	392.725	392.725	392.725	0.000	1.565	1.119
	25	390.000	397.450	396.800	397.125	0.650	7.125	0.760
	26	390.000	399.500	399.450	399.475	0.050	9.475	0.567
SIDE LOWER	27	389.979	398.725	398.400	398.562	0.325	8.584	0.642
	28	389.915	396.850	396.775	396.812	0.075	6.897	0.785
	29	389.809	395.150	395.150	395.150	0.000	5.341	0.921
	30	389.661	393.750	393.750	393.750	0.000	4.089	1.035
	31	389.471	392.375	392.375	392.375	0.000	2.904	1.148
	32	390.000	400.250	400.250	400.250	0.000	10.250	0.504
	33	390.000	400.500	400.500	400.500	0.000	10.500	0.484
LOWER	34	390.000	399.500	399.500	399.500	0.000	9.500	0.565
	35	389.979	397.100	397.100	397.100	0.000	7.121	0.762
	36	389.915	395.650	395.650	395.650	0.000	5.735	0.880
	37	389.809	393.950	393.950	393.950	0.000	4.141	1.019
	38	389.661	392.500	392.500	392.500	0.000	2.839	1.137
	39	389.471	391.300	391.300	391.300	0.000	1.829	1.236
	40	389.238	390.125	390.000	390.062	0.125	0.825	0.000
	41	388.963	389.525	389.425	389.475	0.000	0.512	
	42	388.645	388.850	388.725	388.787	0.125	0.143	
OPEN CHANEL	43	388.285	388.500	388.425	388.462	0.075	0.177	
	44	387.883	387.725	387.725	387.725	0.000	-0.158	
	45	386.952	386.875	386.875	386.875	0.000	-0.077	
	46	385.851	385.575	385.575	385.575	0.000	-0.276	
	47	384.581	384.125	384.125	384.125	0.000	-0.456	
	48	383.141	382.950	382.950	382.950	0.000	-0.191	
	49	381.532	381.375	381.375	381.375	0.000	-0.157	
	50	379.754	378.870	378.870	378.870	0.000	-0.879	
	51	377.807	377.050	377.050	377.050	0.000	-0.757	
	52	375.690	375.750	375.750	375.750	0.000	0.060	
	53	373.404	374.250	374.250	374.250	0.000	0.846	
	54	370.833	371.550	371.550	371.550	0.000	0.717	
	55	368.364						
	56							

HEAD EL. 406.818 M
DIS. 223.000 M³/s
GATE 4.000 M

PE : PIEZO ELEVATION (M)
P. MAX : PIEZO MAXIMUM PRESSURE (M)
P. MIN : PIEZO MINIMUM PRESSURE (M)
P. MEA : PIEZO MEAN PRESSURE (M)
P. VAL : PIEZO VARIANCE PRESSURE (M)
P. H : PIEZO HEAD (M)
CD : PRESSURE DROP (M)
COEFFICIENT

表4-8b オリフィスの圧力値測定結果

	No.	PE.	P. MAX.	P. MIN.	P. MEA.	P. VAR.	P. H.	CD.
LOWER	33	390.000	406.700	406.700	406.700	0.000	16.700	
	34	390.000	406.700	406.700	406.700	0.000	16.700	
	35	390.000	406.700	406.700	406.700	0.000	16.700	
	36	389.979	406.700	406.700	406.700	0.000	16.721	
	37	389.915	406.700	406.700	406.700	0.000	16.785	
	38	389.809	406.700	406.700	406.700	0.000	16.891	
	39	389.661	406.500	406.500	406.500	0.000	16.839	
	40	389.471	406.225	406.225	406.225	0.000	16.754	
	41	388.238	404.250	404.250	404.250	0.000	15.012	
	42	388.863	389.925	389.925	389.925	0.000	0.962	
OPEN CHANEL	43	388.645	388.300	388.300	388.300	0.000	-0.345	
	44	388.285	388.225	388.225	388.225	0.000	-0.060	
	45	387.883	387.575	387.575	387.575	0.000	-0.308	
	46	386.952	386.700	386.700	386.700	0.000	-0.252	
	47	385.851	385.850	385.850	385.850	0.000	-0.001	
	48	384.581	384.100	384.100	384.100	0.000	-0.481	
	49	383.141	383.050	383.050	383.050	0.000	-0.091	
	50	381.532	381.125	381.125	381.125	0.000	-0.407	
	51	379.754	379.125	379.125	379.125	0.000	-0.629	
	52	377.807	377.025	377.025	377.025	0.000	-0.782	
	53	375.690	375.575	375.575	375.575	0.000	-0.115	
	54	373.404	374.325	374.325	374.325	0.000	0.921	
	55	370.833	371.375	371.375	371.375	0.000	0.542	
	56	368.364						

HEAD EL. 406.831 M
DIS. 22.813 M ** 3/8
GATE 0.500 M

PE : PIEZO ELEVATION (M)
P. MAX : PIEZO MAXIMUM PRESSURE (M)
P. MIN : PIEZO MINIMUM PRESSURE (M)
P. MEA : PIEZO MEAN PRESSURE (M)
P. VAR : PIEZO VARIANCE PRESSURE (M)
P. H : PIEZO (M)

	No.	PE.	P. MAX.	P. MIN.	P. MEA.	P. VAR.	P. H.	CD.
LOWER	33	390.000	403.250	403.250	403.250	0.000	13.250	
	34	390.000	403.375	403.375	403.375	0.000	13.375	
	35	390.000	402.775	402.775	402.775	0.000	12.775	
	36	389.979	401.475	401.475	401.475	0.000	11.496	
	37	389.915	400.550	400.550	400.550	0.000	10.635	
	38	389.809	399.250	399.250	399.250	0.000	9.441	
	39	389.661	397.600	397.600	397.600	0.000	7.939	
	40	389.471	395.300	395.300	395.300	0.000	5.829	
	41	389.238	392.625	392.625	392.625	0.000	3.387	
	42	388.963	390.725	390.725	390.725	0.000	1.762	
OPEN CHANEL	43	388.645	389.200	389.200	389.200	0.000	0.555	
	44	388.285	388.625	388.625	388.625	0.000	0.340	
	45	387.883	387.750	387.750	387.750	0.000	-0.133	
	46	386.952	386.800	386.800	386.800	0.000	-0.152	
	47	385.851	385.575	385.575	385.575	0.000	-0.276	
	48	384.581	384.200	384.200	384.200	0.000	-0.381	
	49	383.141	382.950	382.950	382.950	0.000	-0.191	
	50	381.532	381.300	381.300	381.300	0.000	-0.232	
	51	379.754	378.875	378.875	378.875	0.000	-0.879	
	52	377.807	377.000	377.000	377.000	0.000	-0.807	
	53	375.690	375.800	375.800	375.800	0.000	0.110	
	54	373.404	374.200	374.200	374.200	0.000	0.796	
	55	370.833	371.525	371.525	371.525	0.000	0.692	
	56	368.364						

TAMAGAWA ORIFICE
PRESURE DISTRIBUTION

HEAD EL. 406.378 M
DIS. 159.688 M ** 3/8
GATE 3.500 M

PE : PIEZO ELEVATION (M)
P. MAX : PIEZO MAXIMUM PRESSURE (M)
P. MIN : PIEZO MINIMUM PRESSURE (M)
P. MEA : PIEZO MEAN PRESSURE (M)
P. VAR : PIEZO VARIANCE PRESSURE (M)
P. H : PIEZO (M)

第5章 洪水吐きの変更設計3次案

第5章 洪水吐きの変更設計3次案

ダム高の変更（従来計画より 2.5 m 低くなる）に伴い、貯水池諸元および洪水吐きの位置、形状が変更となった。

第1節 貯水池諸元の変更内容

ダム高変更に伴う貯水池諸元の変更内容は表5-1、表5-2に示すとおりである。

表5-1 ダムおよび貯水池諸元

河川名		雄物川水系玉川		ダム名		玉川ダム	
流域面積		287 km ²		位置		右岸秋田県田沢湖畔 左岸玉川町地内	
貯水池		ダム		利水			
湛水面積	8.3km ²	型式	重力式コンクリート	かんがい	最大取水量	2,169m ³ /s	
湛水延長	9.3km	堤頂標高	406.0m	上水道	取水量	1,318m ³ /s	
サーチャージ水位標高	402.4m	堤高	100m	工業用水	取水量	5,237m ³ /s	
常時満水位標高	397.4m	堤頂長	441.5m	発電	最大有効落差	69.23m	
制限水位標高	387.2m	堤頂巾	7m		最大使用水量	40.0m ³ /s	
最低水位標高	353.7m	堤体積	1,000,000m ³		最大出力	23,600kW	
設計洪水水位標高	404.1m	コンクリート 堤体法勾配	(上流1:0.00 フィレット1:0.60 下流1:0.81)		年間可能発生 電力量	86,856MWH	
洪水調節水深	15.2m			下流増	増加有効 電力量	8,034MWH	
発電利用水深	43.7m			水没補償			
総貯水容量	254,000,000m ³			家屋	129世帯		
有効貯水容量	229,000,000m ³	地質(左岸)	玄武岩	宅地	185,000m ²		
堆砂容量	25,000,000m ³	地質(右岸)	溶結凝灰岩	田	102.5ha		
洪水調節容量	107,000,000m ³			畑	19.0ha		
不特定容量	76,700,000m ³	放流設備	クレストゲート 巾8.6m高さ10.7m4門	山林：原野・その他	731.3ha		
灌漑容量	11,300,000m ³		コンジットゲート 巾2.9m高さ3.0m2条	道	路	国道13.9km 町林道25.8km	
水道容量	6,800,000m ³		オリフィスゲート 巾4.0m高さ3.5m1条	事業費			
工業用水道容量	27,200,000m ³		利水放流管 φ4.0m 1条	ダム事業費	875億円		
計画高水流量	2,800m ³ /s			発電事業費			
計画放流量	200m ³ /s			水道事業費			
調節流量	2,600m ³ /s			工業用水道事業費			
ダム設計洪水流量	3,500m ³ /s			農業水利事業費			
				工期			
				昭和48年度～昭和62年度			

表5-2 変更点の比較

項 目 \ 形 状	変更設計 2 次案形状	変更設計 3 次案形状
設 計 洪 水 位 (E L . m)	406.500	404.100
サーチャージ水位 (E L . m)	404.400	402.400
常 時 満 水 位 (E L . m)	399.700	397.400
制 限 水 位 (E L . m)	390.000	387.200
越 流 部 標 高 (E L . m)	394.400	392.200
オリフィス敷高 (E L . m)	390.000	387.200
放流管呑口中心標高 (E L . m)	353.838	353.930
ゲートピン標高 (E L . m)	400.000	397.800
堤体導流壁高 (m)	8.000	8.000
堤体下流面勾配	1 : 0.81	1 : 0.81
越流部ゲート幅 (1 門) (m)	8.400	8.600
水 叩 き 敷 高 (E L . m)	320.000	320.000
水 叩 き 導 流 壁 高 (m)	22.000	22.000
水 叩 き 長 (m)	70.000	70.000
減勢工終端位置 (D . C)	180.447	178.017

第 2 節 変更設計 3 次案形状

変更設計 3 次案形状は図 5-1 a ~ d に示すとおりである。

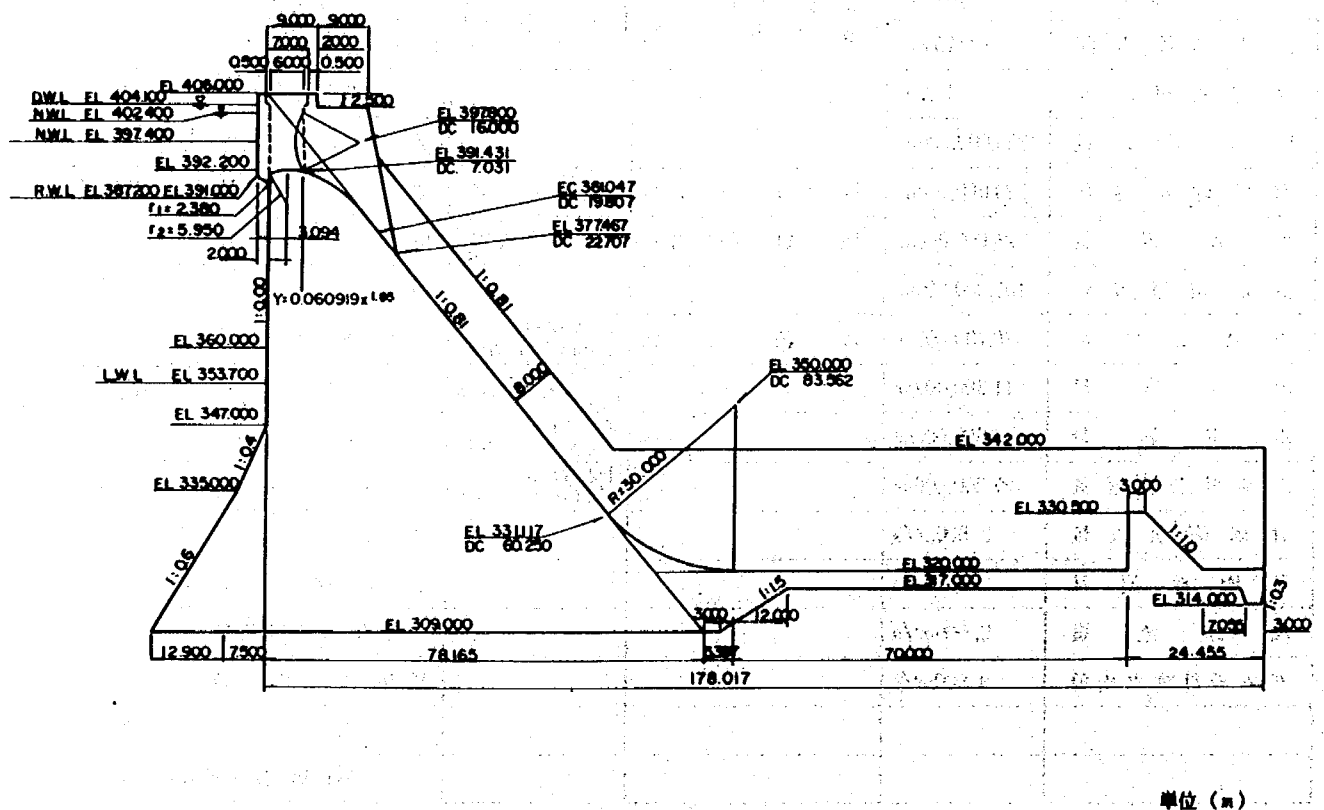


図 5-1 a 変更設計 3 次案形状図

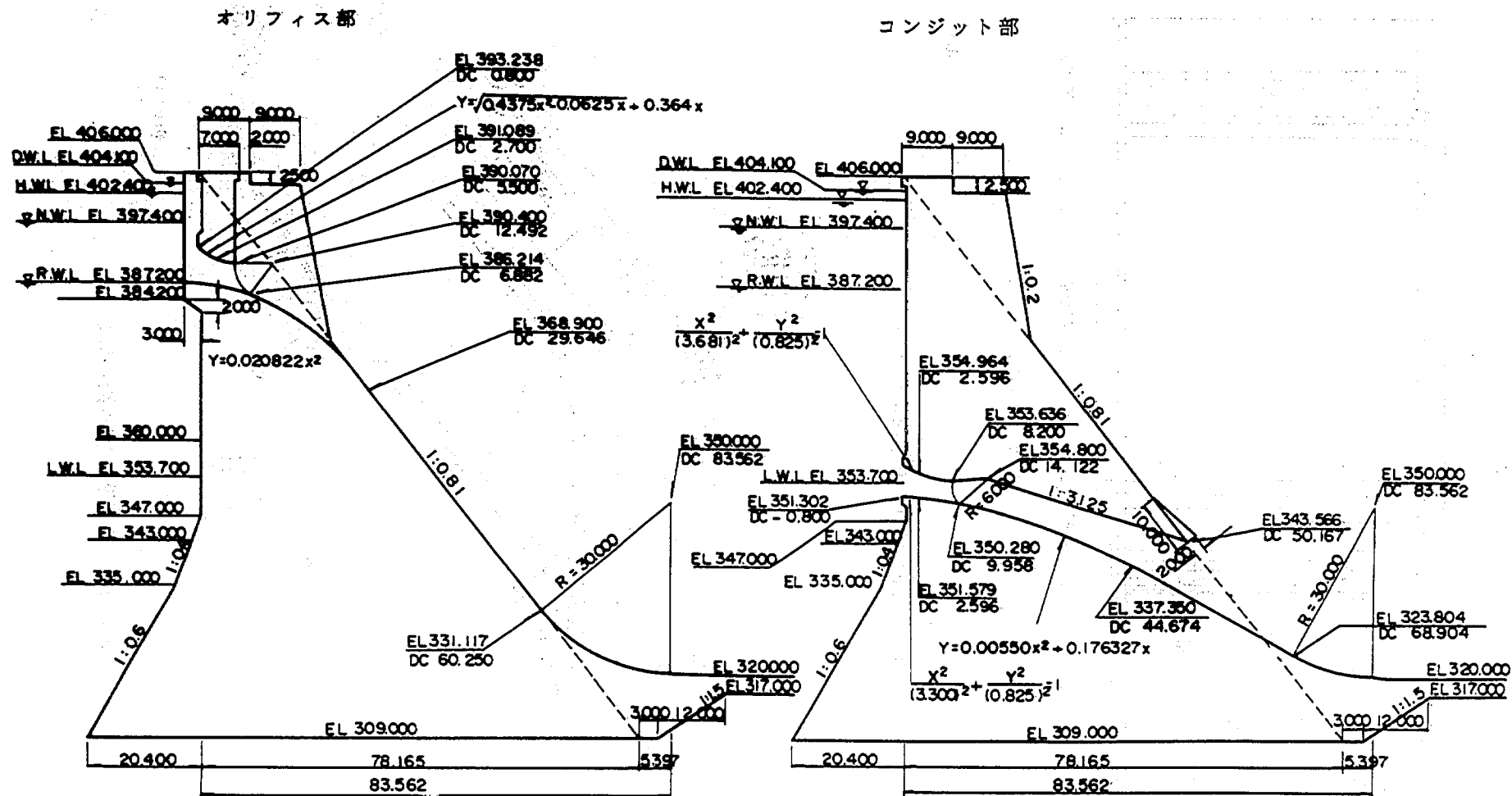


図 5-1b 変更設計 3 次案形状図

2.1 クレスト形状

非常用洪水吐きとしてのクレストは、敷高を EL. 392.2 m とし、放流能力が設計洪水位 (EL. 404.1 m) で、4 門でオリフィス、コンジットの総放流量 (220+500=720) とダム設計洪水流量 3,500 m³/s との差引流量約 2,780 m³/s を処理する。したがってクレスト一門の必要幅 B は、 $Q = CBH^{1.5}$ より $B \approx 8.6$ m となる。設計水頭 $Hd = 11.9$ m のハロルドの標準越流頂形状としては、次式から求めた。

$$\frac{Y}{Hd} = 0.5 \left(\frac{X}{Hd} \right)^{1.85} \quad \text{下流側曲線式} \quad Y = 0.060919 X^{1.85}$$

上流側	$W = 3.356$	$X_1 = 2.035$
	$E = 1.500$	$X_2 = 1.273$
	$r_1 = 5.95$	$r_2 = 2.38$

上記に示す記号は図 5-2 の説明図のとおりである。

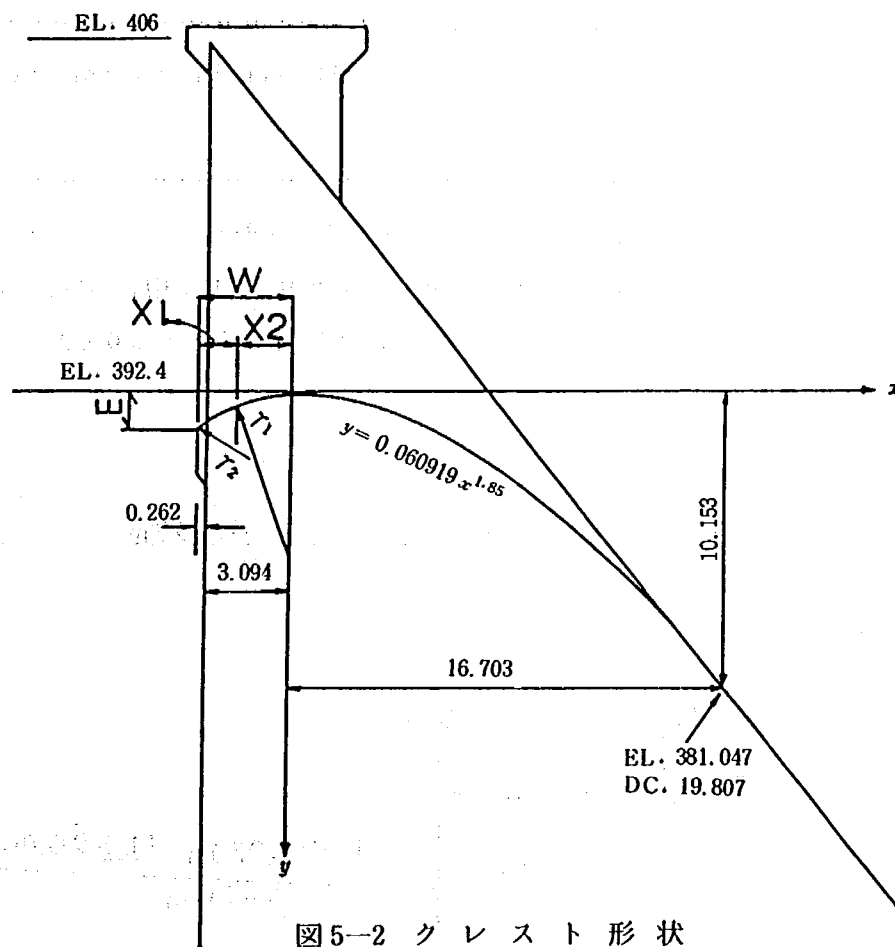


図 5-2 クレスト形状

又、基本三角形に収まらないので、クレストの下流側曲線を基本三角形に接し、上流側を基本三角形より上流へはみだしたオフセット形の越流頂とした。したがって、オフセットとして、0.262 m、又、越流頂の下流曲線と堤体下流面との接点は、D.C. 19.807 m, EL. 381.047 m となる。詳細は、図 5-2 に示す。

2.2 オリフィス形状

常用洪水吐きとしてのオリフィスは、呑口敷高を制限水位 (EL. 387.2 m) とし、放流能力がサーチャージ

水位(EL. 402.4 m)で、管路流で $200 \text{ m}^3/\text{s}$ 程度とする。したがって、オリフィス吐口の必要断面積は、次式によって与えられる。

$$Q = CA\sqrt{2gh} \quad (A = B \times D) \quad \text{.....①}$$

吐口幅 B を $B = 4.0 \text{ m}$ とすると、 $C = 0.9$, $h = 402.4 - (387.2 + \frac{D}{2})$, ①式より、吐口高 D は $D = 3.5 \text{ m}$ となる。又、設計水頭 (16.9 m) を考慮して一面ベルマウス形式 (上面だけベルマウス形状) とした。上面ベルマウス形状は、過去の実験資料から次式によって与えた。

$$\frac{Y}{D} = \frac{1}{4} \sqrt{1 - (1 - \frac{X}{D})^2} + \tan \theta \frac{X}{D} \quad (\text{ただし, } 0 \leq X \leq 3.5) \quad \text{.....②}$$

ここに、 θ は上面の傾斜角で $\theta = 20^\circ$, $D = 3.5 \text{ m}$, X, Y は、呑口ベルマウス始端を原点にとり、水平下流方向距離を X , 鉛直下向き距離を Y とした。したがって、求めるベルマウス式は、

$$Y = \sqrt{0.4375X - 0.625X^2} + 0.36397X \quad (0 \leq X \leq 3.5) \quad \text{.....③}$$

となる。下流面形状は、ダム軸上流側に 3 m はりだし、下流側は、D.C. 0 m , EL. 387.2 m を原点とし、基本三角形内に接する二次方程式

$$Y = 0.020822X^2 \quad (0 \leq X \leq 29.646) \quad \text{.....④}$$

を用いた。ここに④式の X は、水平下流方向距離を、 Y は、鉛直下向き距離としている。オリフィスのゲートピンは、下面での接線角が 40° 以上、吐口上端高 EL. 390.070 m を考慮し、ピン中心標高を EL. 390.400 m とし、ゲート半径 R を $R = 7 \text{ m}$ とした。詳細形状および寸法は、図 5-3 に示すとおりである。

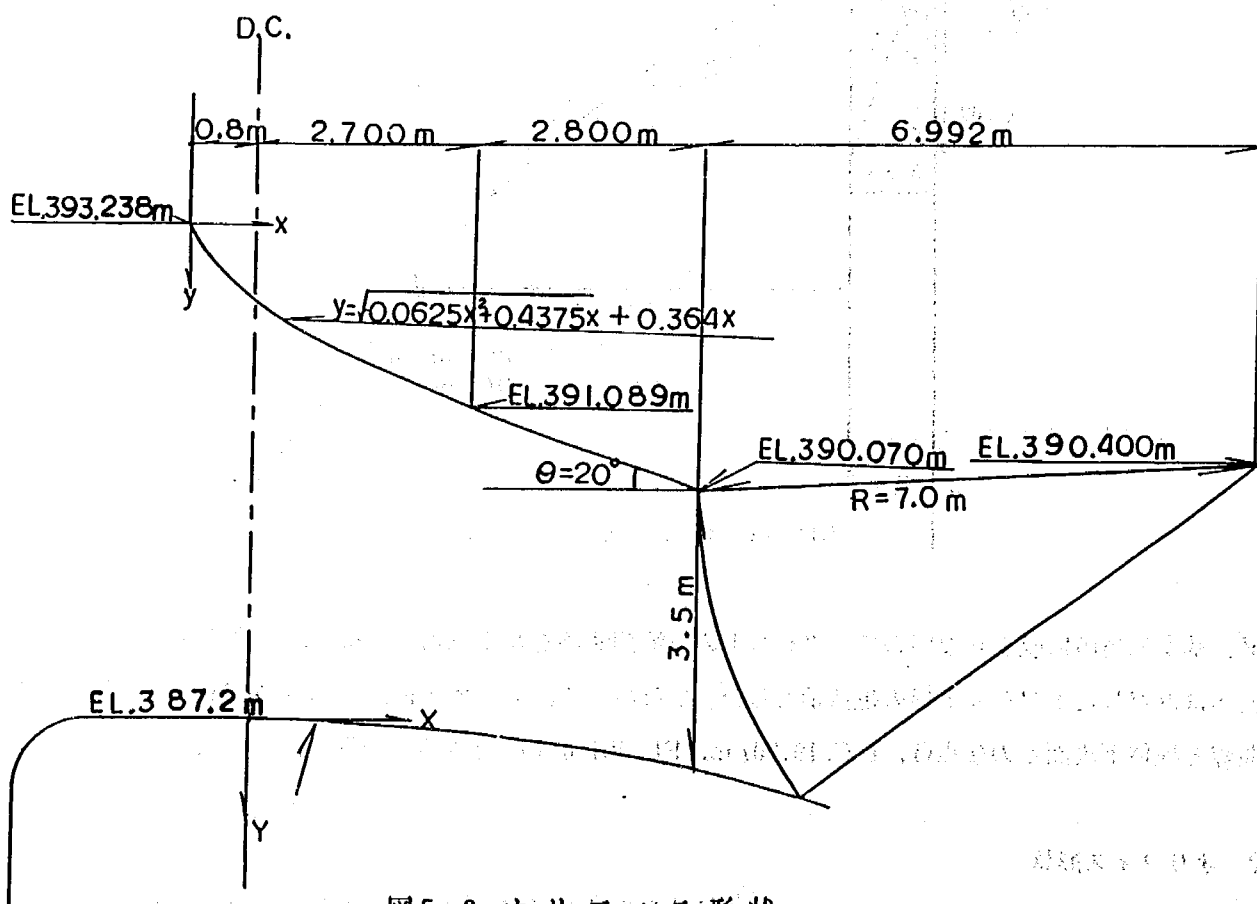


図 5-3 オリフィス形状

2.3 コンジット形状

1) 概要

常用洪水吐きとしてのコンジットは、放流能力として、管路流で制限水位 (EL. 387.2 m) 1 条で $200 \text{ m}^3/\text{s}$ 、2 条で $400 \text{ m}^3/\text{s}$ とする。そのため、コンジット呑口中心標高を、最低水位 (EL. 353.7 m) とし、管軸は、呑口より下流に向って、 10° の傾斜角をもたせる。流入部は、非常用ゲートの設置を考え、長方形断面とし、管胴内の急激な圧力降下を生じさせないように考慮する。管出口には、主ゲートとして、高圧ラジアルゲートを設置して、流量調節を行う。主ゲートから下流の開水路部の縦断形状は、設計洪水水位に放流時の流出軌跡を考慮した曲線として、堤体のバケットカーブに接続させるように設計する。

2) 出口所要断面

堤体上流面から出口までの水平距離を 9 m に設定すると、呑口中心標高 EL. 353.7 m、傾斜角 10° より、出口の中心標高はおよそ EL. 352 m となり、出口の必要断面積 A は以下のように計算される。

$$A = \frac{Q}{nC\sqrt{2gH}} = \frac{400}{2 \times 0.9 \sqrt{2g(387.2 - 352)}} \approx 8.46$$

したがって、出口断面を高さ 3 m、幅 2.9 m の長方形断面とする。

3) 直管始端断面の決定

管内に負圧を発生させないためには、直管部の断面積を下流に向って小さくして管内圧を高める必要があるが、出口断面が先に決まっているので直管始端断面を広げることになる。直管始端断面積は次式から求まる。

$$A_o = A_n \sqrt{\frac{H(1 - \frac{\lambda L_o}{4R_o}) - P(fe + \frac{\lambda L_o}{4R_o})}{H + P}}$$

$$\text{ただし } P = -0.2D - 0.1H$$

ここに A_o : 直管始端断面積; A_n : 出口断面積

H : 貯水頭, n : 摩擦損失係数 (新管 0.012)

fe : 入口損失係数 (0.05), L : 管長

R_o : 直管始端断面の径深

今、直管始端断面の高さを 3.3 m、幅を 2.9 m とすると、上式より $A_o \approx 9.22 \text{ m}^2$ となり、最初に仮定した断面積より小さいので、仮定どおり決定する。

4) ベルマウス形状

ベルマウス曲線は上下面とも一般に次式で与えられる長円曲線を用いる

$$\frac{X^2}{D^2} + \frac{Y^2}{(D/4)^2} = 1$$

ここに、 D の値は、ベルマウス終端における角形断面の縦横のうち大なる方の長さ、上式の曲線が、堤体上流面に接するようにすると、

$$\text{下面ベルマウス曲線式 } \left(\frac{X}{3.3}\right)^2 + \left(\frac{Y}{0.825}\right)^2 = 1$$

$$\text{側面ベルマウス曲線式 } \left(\frac{X}{3.3}\right)^2 + \left(\frac{Y}{0.825}\right)^2 = 1$$

$$\text{上面ベルマウス曲線式 } \left(\frac{X}{3.681}\right)^2 + \left(\frac{Y}{0.825}\right)^2 = 1$$

となる。

5) 隅取円弧

コンジット断面の隅角部には、負圧の発生ならびに応力集中を防ぐために、隅取円弧を設ける。隅取円は、呑口で、断面積の0.5%、ベルマウス終端で断面積の4%の1/4円を用いた。また、直管上面は、ベルマウス終端と同円にし、下面は、ゲートとの交点で0になるように隅取円弧を直線的に変化させている。詳細は、図5—4に示すとおりである。

6) ゲート形状

コンジットのゲートピンは、下面での接線角が40°以上、吐口上端高 EL. 353.636 m を考慮し、ピン中心標高を EL. 354.600 m とし、ゲート半径 R を $R = 6$ m とした。詳細は、図5—4に示すとおりである。

7) 開水路下面形状

開水路の縦断形状は、通常、設計上最大の水頭時の流出脈の軌跡として知られる放物線を使用し、下流の堤体の一部に接続するように設計される。すなわち、求める曲線式は、次式で計算される。

$$y_w = \frac{X^2}{4C^2H\cos^2\theta} + \tan\theta X$$

ここで、 C : 流量係数 ($=0.9$)、 $H = 404.1 - 350.28 = 53.82$ m $\theta = 10^\circ$ より、

$$y_w = 0.005913X^2 + 0.176327X$$

となる。しかし、必ずしもこの曲線を用いることはない。使用する曲線 y_D は、 $y_D \leq y_w$ とすれば、水脈が底面より離れることなく底面の圧力に対して安全に設計することができる。開水路始端に段落部を設ける場合、下面曲線は、実験により原点を平行移動し、給気が十分行われる形状としたものが良好であるとされている。又、前々章でのコンジットだけからの放流時に減勢池内に平面渦が発生する対策として、

$$y_D = 0.055X^2 + 0.176327X$$

とし、D.C. 14.958 m より開水路幅を拡幅して、出口で6 m となる形状とした。

以上の結果より、コンジットの形状は、図5—4に示すとおりである。

2.4 減勢工形状

減勢工規模は、前章の変更設計2次案形状の最適形状と同規模とした。詳細は、図5-1b, cに示す。

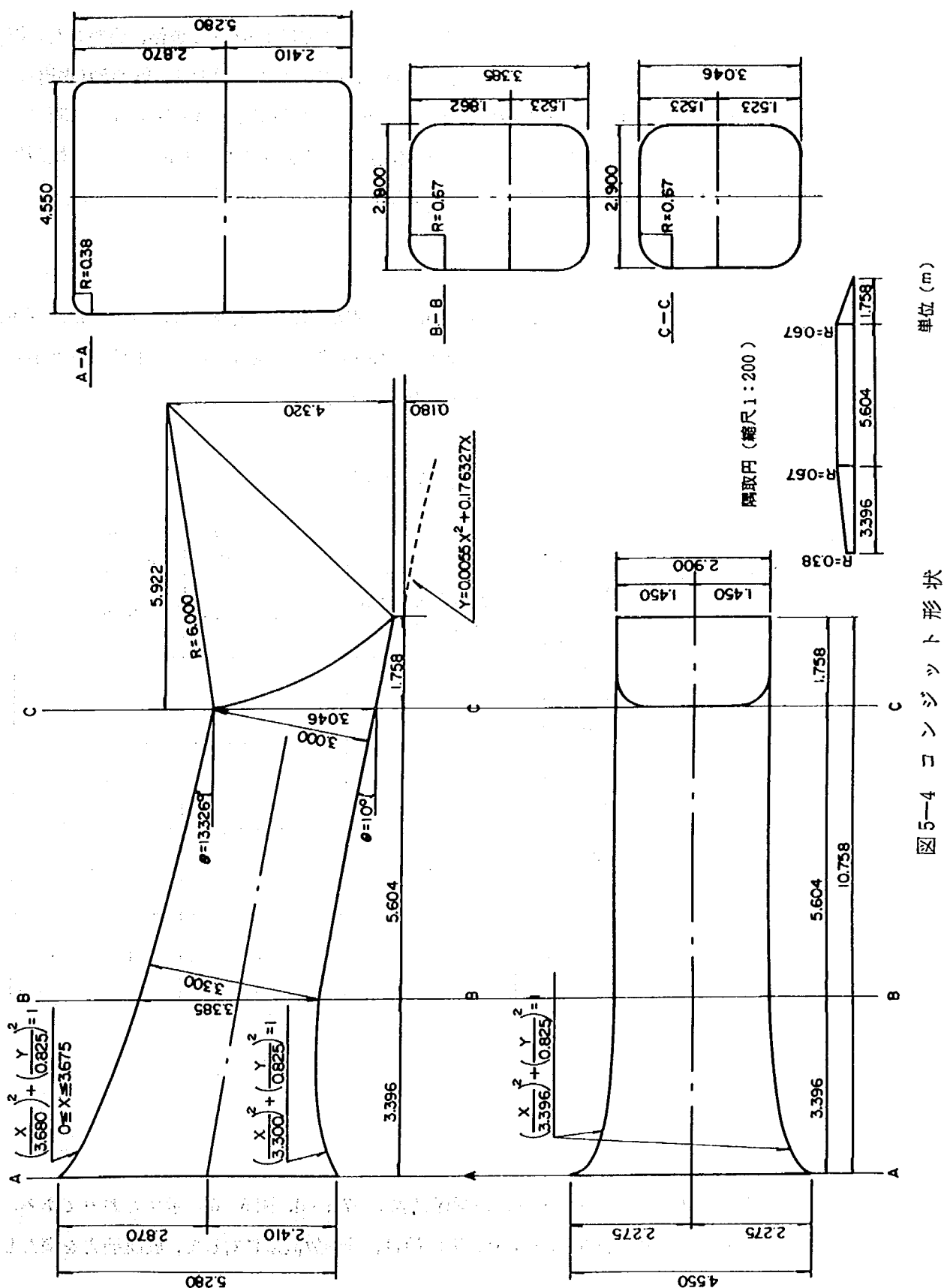


図5-4 コンジット形状

第3節 水理模型実験

3.1 模 型

実験模型は、模型の製作範囲、設置場所および実験流量等を考慮して縮尺 1/62.5 で製作、設置した。模型の製作範囲は、貯水池部分を含み下流河道をダム軸より、約 900 m までとした。模型は、貯水池(水槽)、堤体および減勢工部分を、木材および耐水ベニヤ合板で製作した。但し、減勢工導流壁の片面は、透明アクリル板を使用し、減勢工内の流況観察が容易な構造とした。下流河道は、平面図より、50 m ピッチで横断板を製作し、モルタルにより形成した。なお模型概要図を図 5-5 に示す。

3.2 実 験 内 容

本実験の実験方法および水理諸量の相似律は、第 2 章第 6 節と同様である。実験内容については、変更設計 3 次案形状に対して、放流能力、堤頂構造物、堤体導流壁と水脈の関係、減勢工規模、下流改修河道について実施した。詳細は、表 5-3 の実験ケース一覧に示すとおりである。

表 5-3 実 験 ケ ー ス 一 覧

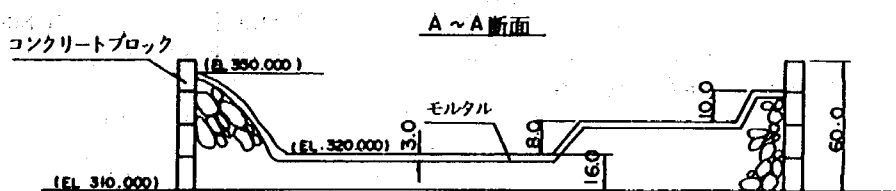
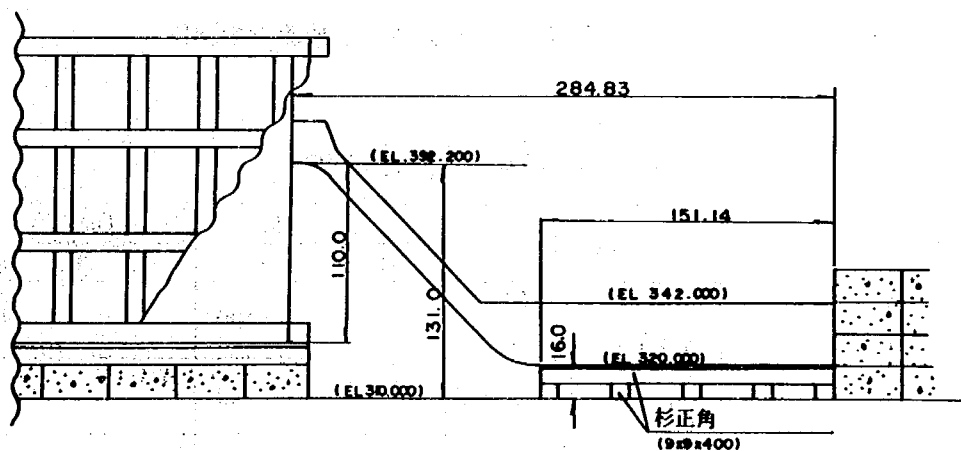
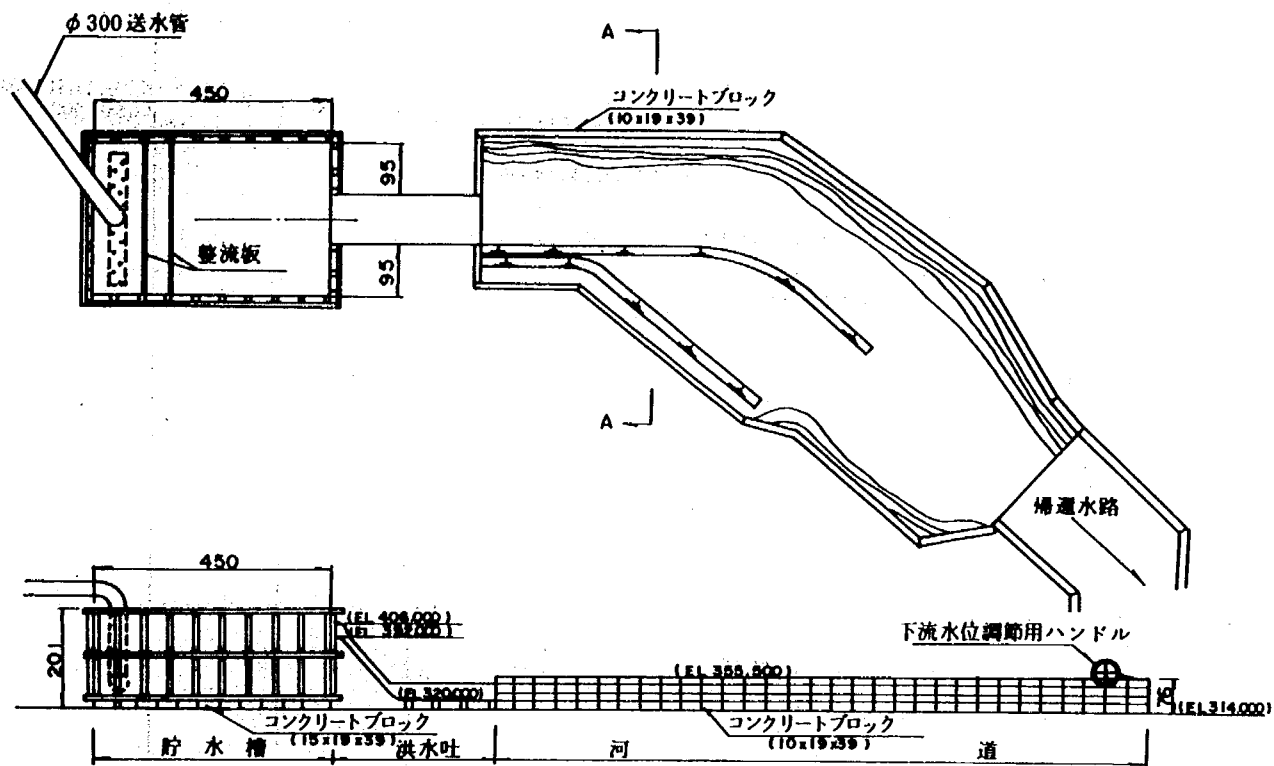
実験No	境 界 条 件		計 測 事 項		
	流量 (m³/s)	下流水位(EL.m)	水 位	流 速	流 況 その他
1	3,500	327.000 328.800 330.790	断面No 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15 の 7 断面	1 断面約 4 ~ 5 点	3 ケース
2	2,800	327.000 327.920 330.780	"	"	"
3	1,800	327.440 329.820	"	"	2 ケース
4	800	325.130 326.960	"	"	"
5	200	321.770	"	"	1 ケース

3.3 実 験 結 果

3.3.1 放 流 能 力

1) 洪水吐き全門全開放流

洪水吐き全開放流における一連の水位と流量の関係は表 5-7 a~d, 図 5-6 に示すとおりである。測定値より放流能力をまとめたのが表 5-4 であり、実験値は、計画放流量に対して、放流能力を満たしている。



単位 (cm)

図5-5 全体模型設計概要図

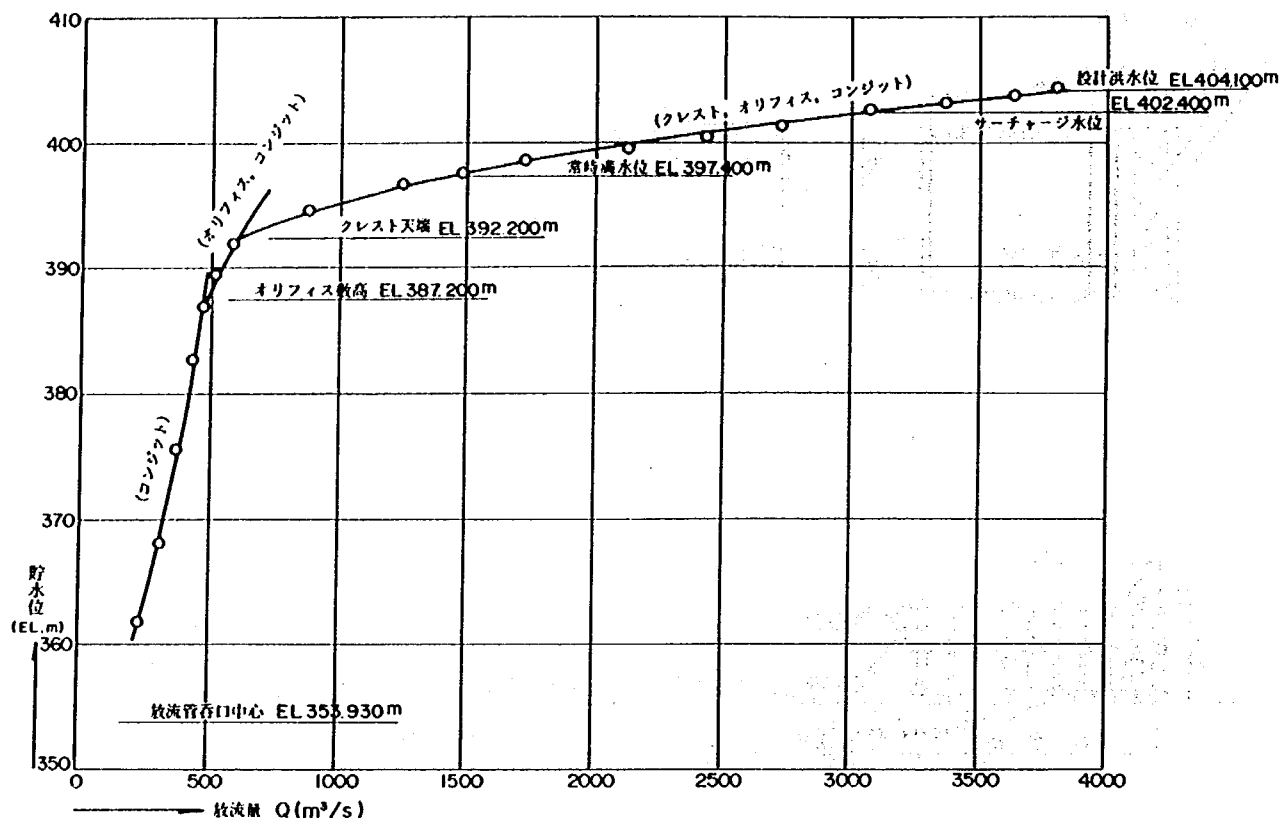


図 5-6 全門全開放流時の貯水位と放流量の関係

表 5-4 貯水位～放流量関係

貯 水 位(EL.m)	放 流 型 式	放 流 量 (m³/s)	
		計 画	実 験 値
制 限 水 位 390.000	放流管ゲート全開 (2条)	400	480
制 限 水 位	オリフィスゲート全開	40	*1 -
サ ー チ ャ ージ 水 位 402.400	自由越流部ゲート全開 オリフィス 放 流 管	2,800	3,000
設 計 洪 水 位 404.100	自由越流部ゲート全開 オリフィス 放 流 管	3,500	3,800

*1 模型縮尺の関係で詳細な検討が困難。

2) クレスト単独放流

クレスト単独放流における水位と流量の関係は図 5-7, 表 5-7 b~d に示す結果が得られた。表中に示す流量係数 C は測定結果より次式によって求めたものである。

①自由越流時 $C = Q/nBH^{\frac{3}{2}}$

②ゲート半開時 $C = Q/nB\{H_1 - G\}^{\frac{3}{2}}$

ここに, C : 流量係数, Q : 流量 (m³/s), H : 越流水深 (貯水位-EL. 392.2 m), n : ゲートの径間

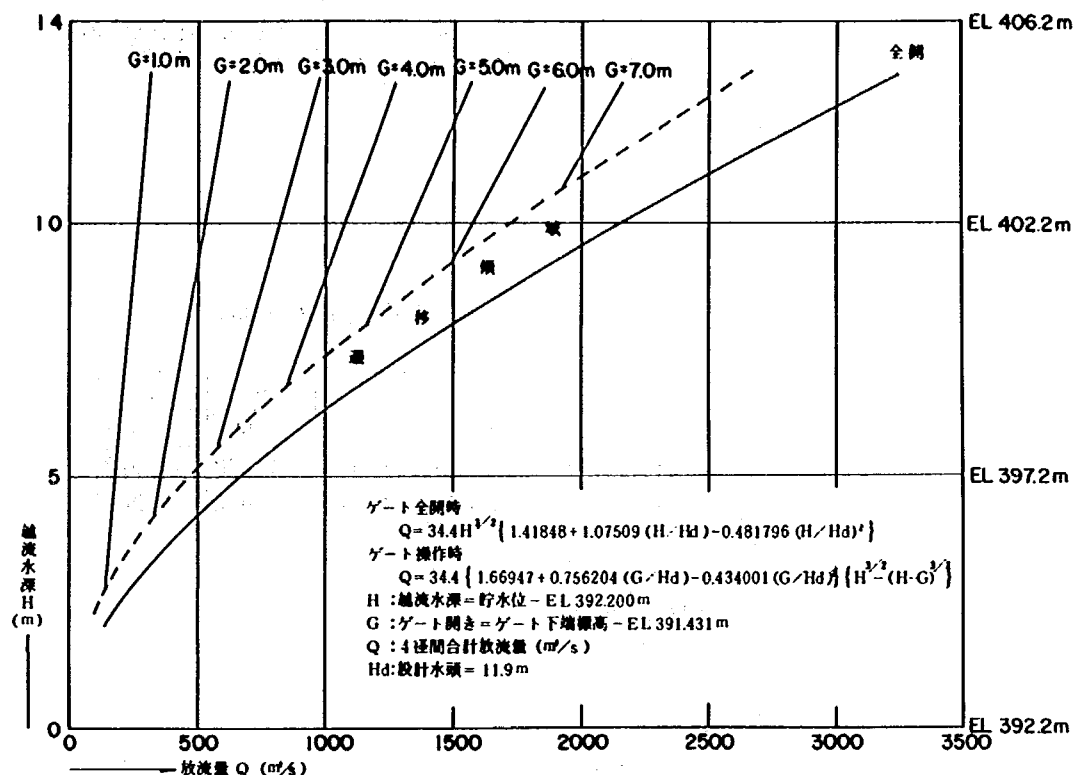


図5-7 クレストゲート全開・半開時の越流水深と放流量の関係

数 ($n=4$) B : クレスト径間幅 8.6 m, G : ゲートの鉛直開度高 (m)

表5-5 は、ゲート全開時における流量係数 C と H/Hd (ここに、 H : 越流水深, Hd : 設計越流水深 = 11.9 m) の関係を表わしている。表5-5 より C と H/Hd の関係を最小自乗法により、推定式を求めると、

$$C = 1.42 + 1.08(H/Hd) - 0.482(H/Hd)^2$$

となる。

表5-5 流量係数 $C \sim H/Hd$ の関係

H (m)	2.000	2.750	3.750	4.869	5.738	6.694	7.794	8.781	9.794	10.806	11.825	12.681
H / Hd	0.168	0.231	0.315	0.409	0.482	0.562	0.655	0.738	0.823	0.908	0.994	1.065
C	1.555	1.634	1.731	1.813	1.848	1.882	1.898	1.922	1.948	1.989	2.020	2.040
$\bar{C}$	1.585	1.641	1.709	1.778	1.825	1.870	1.916	1.949	1.977	1.997	2.011	2.017

H : 越流水深 (m)
Hd : 設計水頭 (11.9 m)
C : 流量係数 (実験値)
 $\bar{C}$: " (I)式による推定)

又、表5-6 は、ゲート半開時における各ゲート開きの流量係数の平均値とゲート開きと設計越流水深の比の関係を表わしている。表5-6 より C と G/Hd の関係を最小自乗法により推定式を求めると、

$$C = 1.67 + 0.756(G/Hd) - 0.434(G/Hd)^2$$

となる。以上、求めた推定式より得られる C から求まる放流量と実験値から換算される放流量との差

は、±2%以内になっており、推定式として信頼できる。又、オリフィス流と自由越流の間に見られる不安定領域（遷移領域）は、調査の結果、次のように規定できる。

$0 < G \leq 4$ の場合 $1.4 < H/G < 18$

$4 < G \leq 7$ の場合 $1.3 < H/G < 1.6$

又、放流能力曲線を、図5-7に示す。

表5-6 流量係数（重み付き）～ G/Hd の関係

G (m)	1	2	3	4	5	6	7
G / Hd	0.084	0.168	0.252	0.336	0.420	0.504	0.588
C	1.727	1.771	1.860	1.886	1.886	1.928	1.978
$\bar{C}$	1.730	1.784	1.832	1.874	1.910	1.940	1.964

G : ゲート開度

Hd : 設計水頭 (11.9 m)

C : 流量係数 (実験値)

$\bar{C}$: " ((2)式による推定)

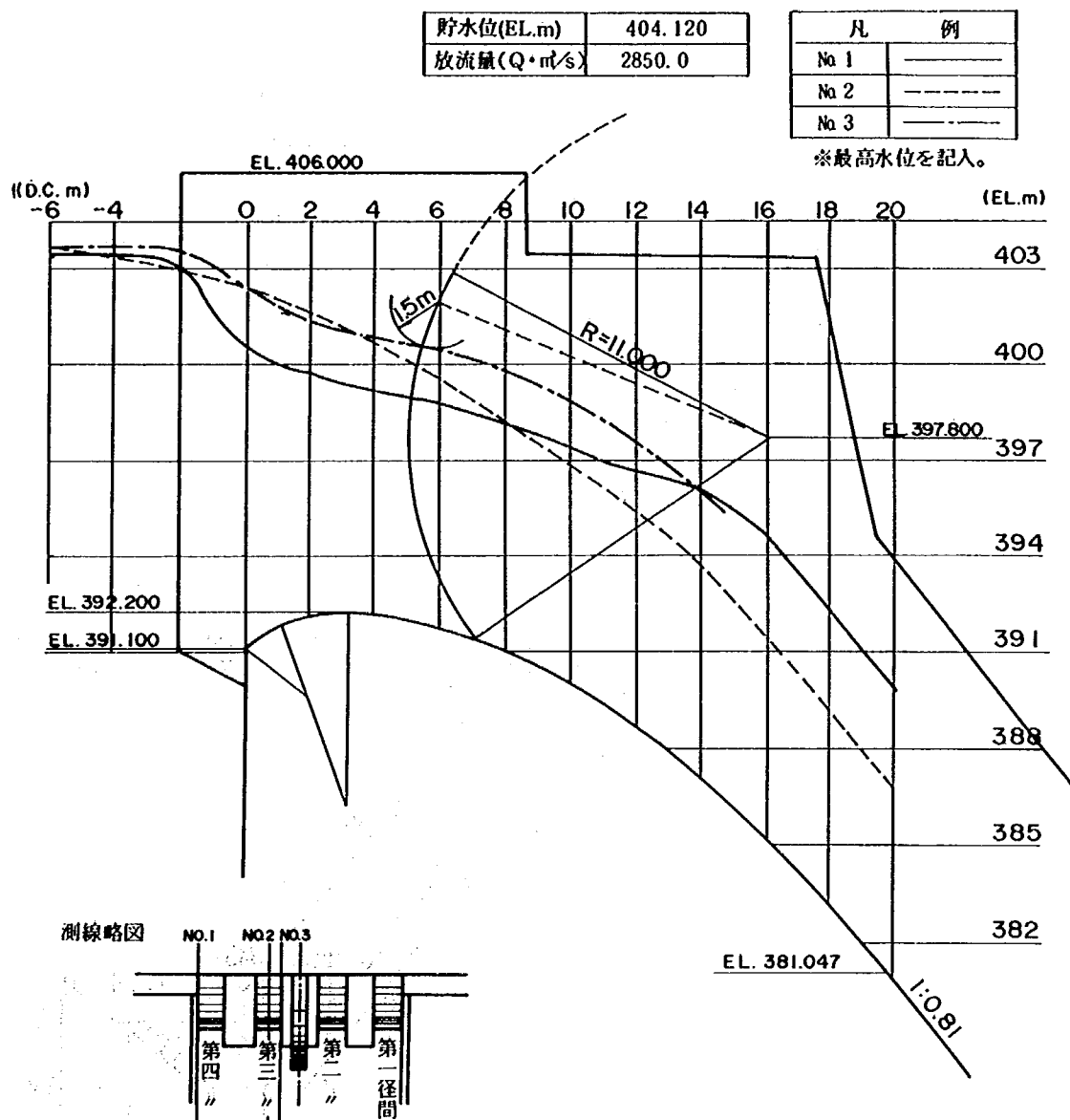
3) オリフィス、コンジットの放流能力

オリフィス・コンジットについては、次章に示す。

3.3.2 堤頂構造物および堤体導流部壁高

設計洪水位 (EL. 404.1 m) での放流状態で越流水脈の測定結果を図5-8に示す。堤頂構造物は、図5-8を参考にして越流水面に対し、1.5 m以上の余裕を確保するように設計すればよい。又、ゲート最大巻き上げ時のゲート下端についても越流水脈の最高水面から1.5 m以上の距離を置くことが必要である。

堤体導流壁高は、図5-9を参考にして決定すればよいが、実際には、空気連行および貯水池水位の変動による越流水脈の脈動等を考慮し、水深に約1.0～1.5 mの余裕を見込んだ設計が必要となる。以上の検討を踏まえれば、約8.0 mとなり、現形状で問題はない。



測 線		Na 1		Na 2		Na 3	
水 位(EL.m)		最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均
測 定 位 置 (D.C.m)	- 6	403.463	403.463	403.500	403.438	403.750	403.750
	- 4	403.463	403.463	403.250	403.188	403.688	403.688
	- 2	403.275	403.275	403.067	403.000	403.625	403.625
	0	400.150	400.150	402.500	402.438	402.375	402.375
	2	399.713	399.713	401.688	401.625	401.250	401.188
	4	399.150	399.150	400.625	400.562	400.875	400.750
	6	398.775	398.775	399.562	399.625	400.500	400.375
	8	398.088	398.088	397.938	397.812	399.750	399.625
	10	397.338	397.338	396.938	396.625	398.813	398.563
	12	396.463	396.463	395.125	395.375	397.625	397.563
	14	396.213	396.213	393.562	393.750	396.125	396.000
	16	394.650	394.650	390.562	391.312	394.063	394.000
	18	392.338	392.338	389.625	389.188	392.438	391.750
	20	389.963	389.963	386.938	386.750	389.875	388.813

図5—8 越流部水面形縦断面図

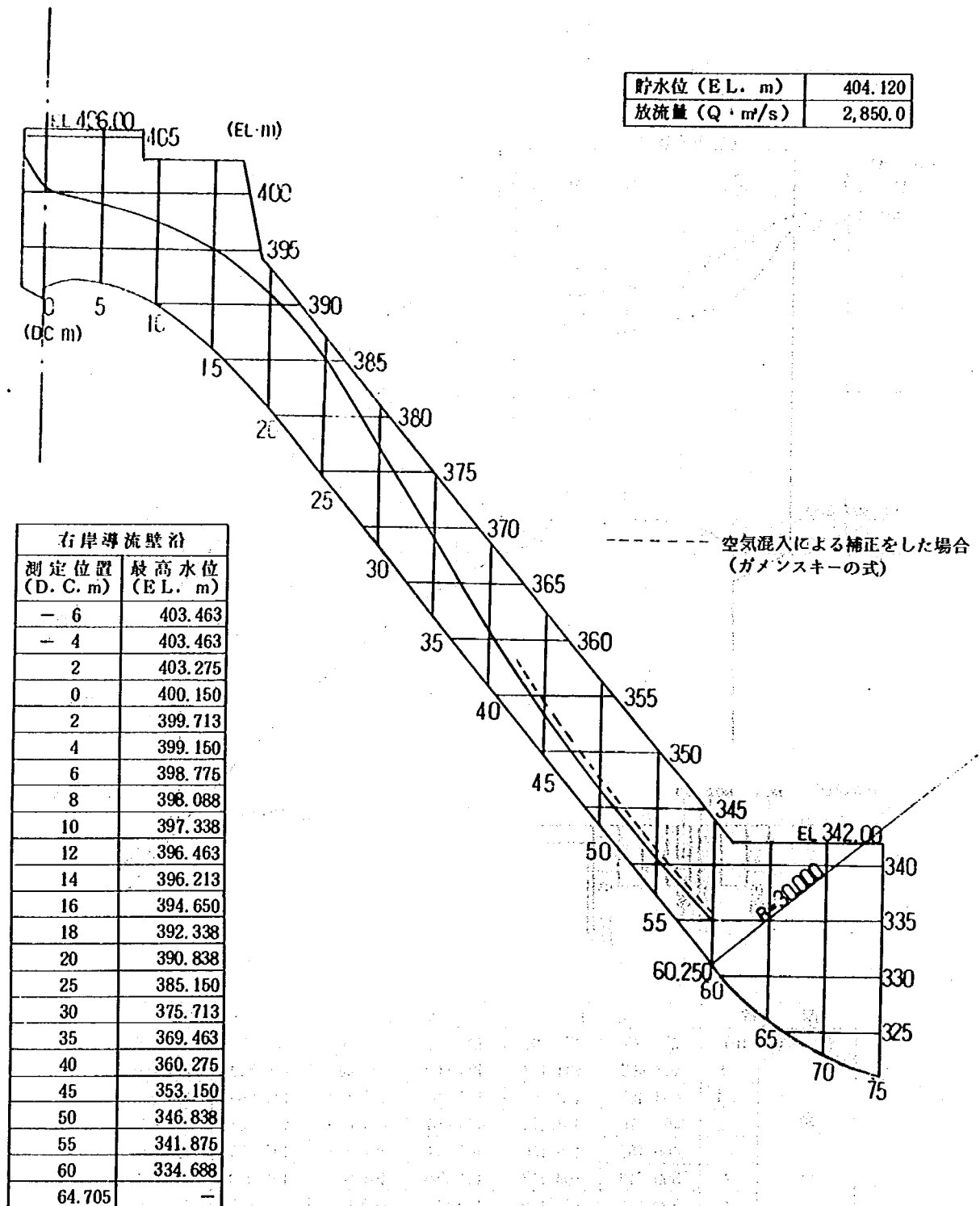


図5-9 堤体導流部水面形

3.3.3 コンジット開水路形状およびデフレクター形状

1) コンジット開水路形状

前章で述べたコンジット2条単独放流時に減勢池内で発生する平面渦を軽減するため、図5-10に示すコンジット開水路形状 (TYPE I, II) により、放流条件として貯水位をサーチャージ水位、放流量を2条で200 m³/sで検討をした。図5-11 a, bは、それぞれ TYPE I, IIの流況を示している。図5-11 a, bより、TYPE Iは、コンジットからの放流水が減勢池へ突入する際、両導流壁での水面のはい上がり、TYPE IIより小さく水理的には、良好である、しかし、TYPE I, IIとも、副ダム前面では水面の乱れがなく、TYPE IIでも許容できるため、開水路形状としては、TYPE IIを採用する。

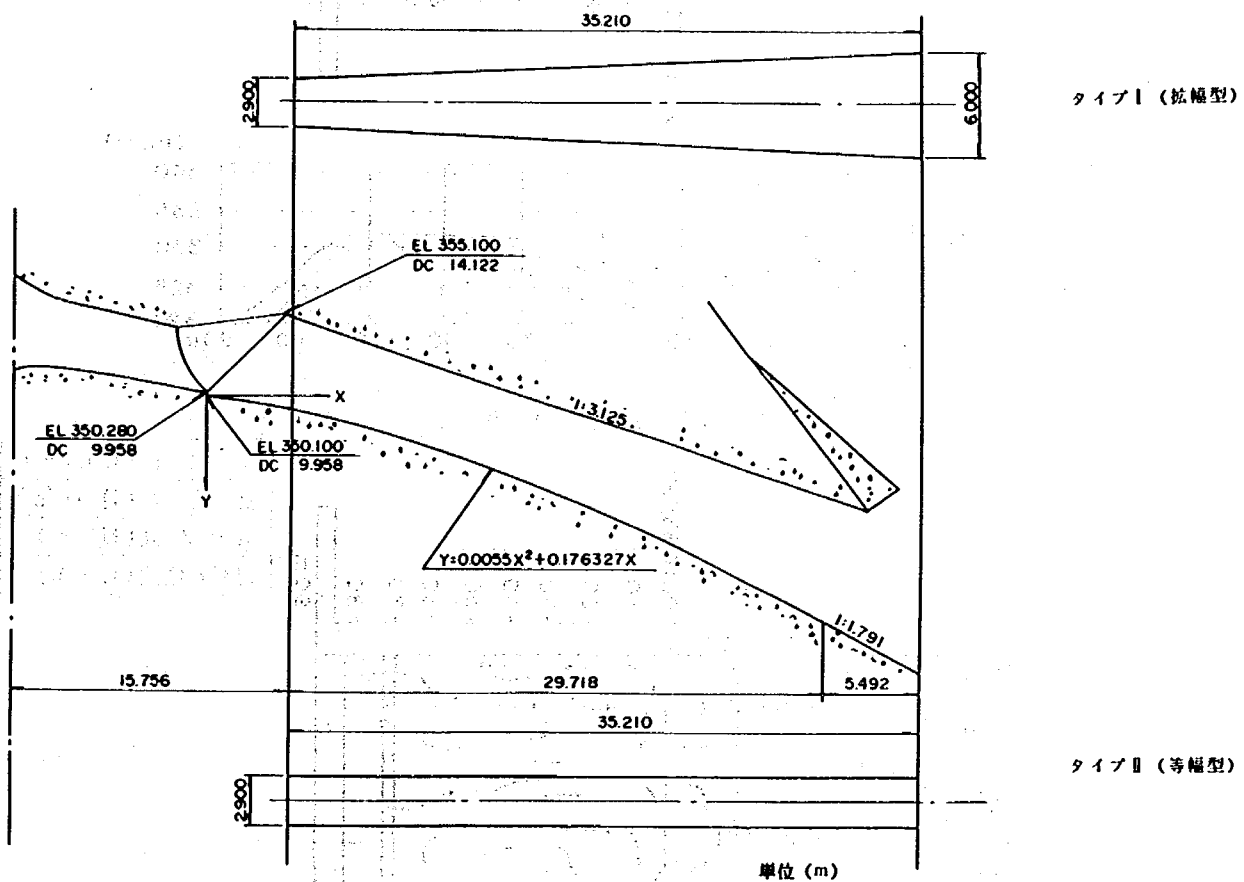


図5-10 コンジット開水路形状

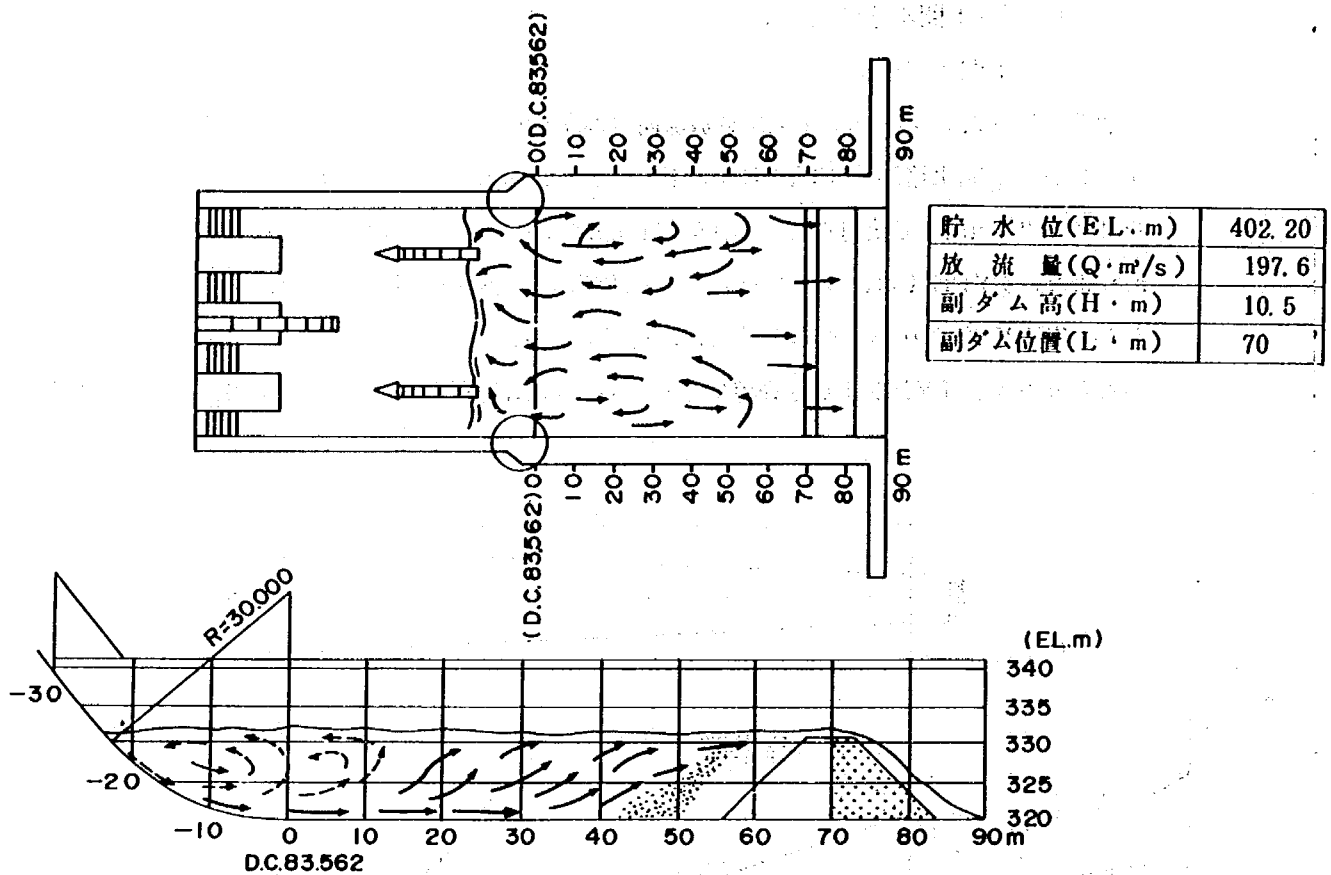


図5-11a 減勢工の流況

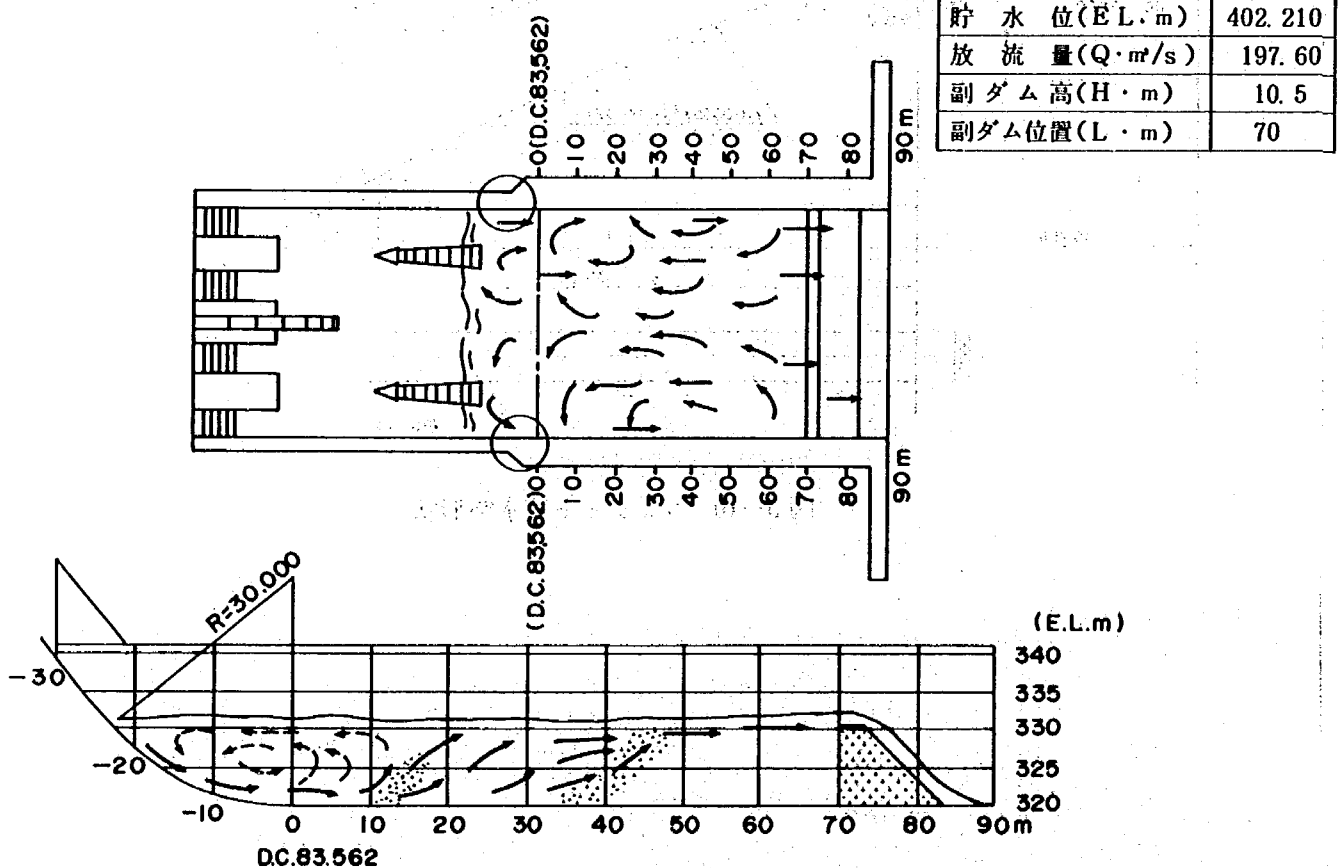


図5-11b 減勢工の流況

2) デフレクター形状

放流管開水路出口上面に取り付けるデフレクターの形状は、過去の実験により得られた資料を参考にして図5-12に示す2形状について実施した。デフレクターによる放流管出口からの給気は、I案で $1300 \text{ m}^3/\text{s}$ (越流水深4.3 m)、II案で $1100 \text{ m}^3/\text{s}$ (越流水深3.4 m)までの流量に効果がある。なお水脈の跳ねは、II案の方が大きく設計洪水位での放流と比較すると図5-13に示すようにI案では、トラフ下流端の内側、II案では、トラフ下流端の外側にそれぞれ水脈が落下している。このためデフレクター形状としては、II案を採用する。

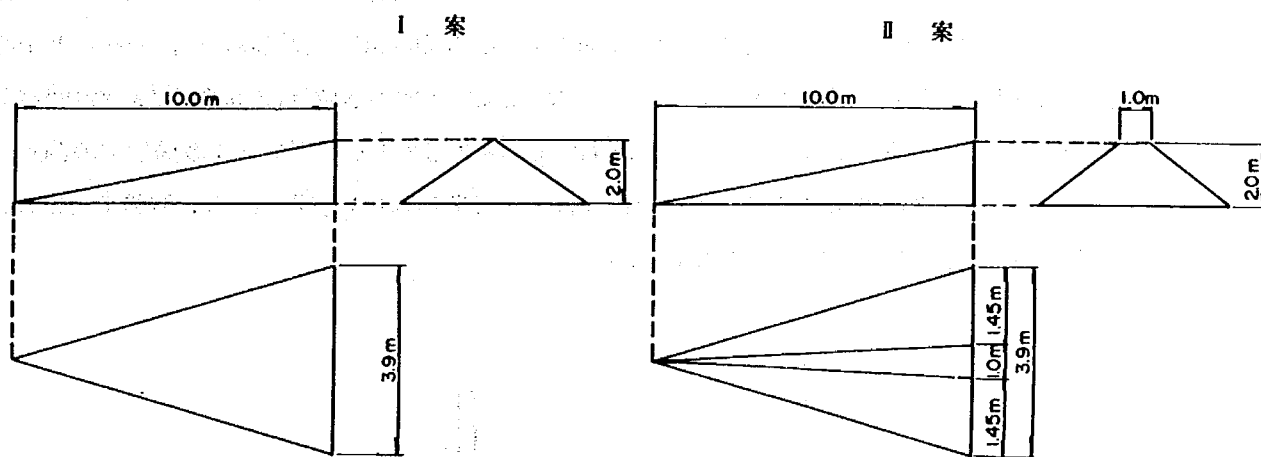


図5-12 デフレクター形状図

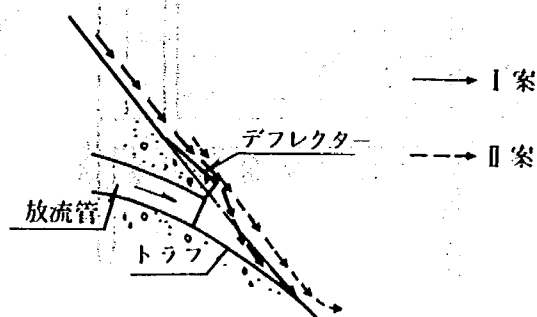


図5-13 デフレクター形状による流況

3.3.4 減 勢 工

減勢工規模は、前章の最適形状（副ダム高 10.5 m 水叩き長 70.0 m 導流壁高 22.0 m）について再検討を行った。

1) 減 勢 工 規 模

減勢工の検討は、放流量 $200 \text{ m}^3/\text{s}$ (EL. 402.4 m), $2800 \text{ m}^3/\text{s}$ (EL. 402.4 m), $3500 \text{ m}^3/\text{s}$ (EL. 404.1 m) の 3 条件について実施した。測定結果、および流況は表 5—8, 図 5—14 a~c, 5—15 に示すとおりである。図 5—15 a より $200 \text{ m}^3/\text{s}$ 放流時は、放流管からの放流水が減勢池へ突入する際、両導流壁沿いで水面がはい上がっているが、副ダム前面では、その乱れがなく、特に問題はない。しかし、下流水位がない場合には、副ダム下流 10 m 付近まで露出射流が見られ、二次減勢工が必要である。次に $2,800 \text{ m}^3/\text{s}$ 放流時には、ほぼ 2 次元的な流況を示し、特に問題はない。 $3,500 \text{ m}^3/\text{s}$ 放流時には、壁沿いと中心との水位差が 1 m 程度あるが、特に悪い流況は示していない。減勢工内の水位は、 $3,500 \text{ m}^3/\text{s}$ 放流時バケットカーブ終端より 60 m 下流で、最高水位を示し、導流壁を時々越波するがデジタル波面形での測定結果では、97.5%まで、EL. 342.0 m 以内であり、導流壁高として問題はない。以上より、減勢工規模は、副ダム高 10.5 m 水叩き長 70 m, 導流壁高 22 m とする。

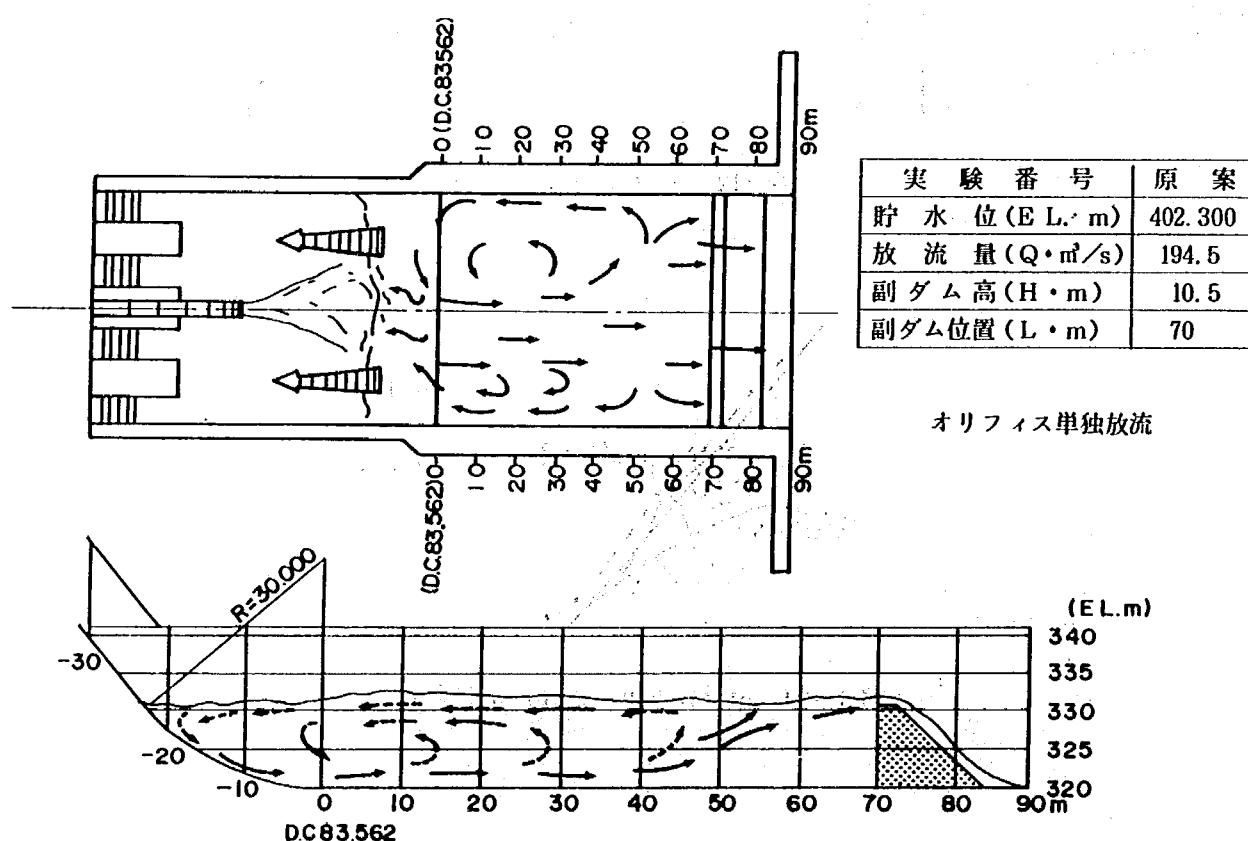


図5—14a 減 勢 工 の 流 況

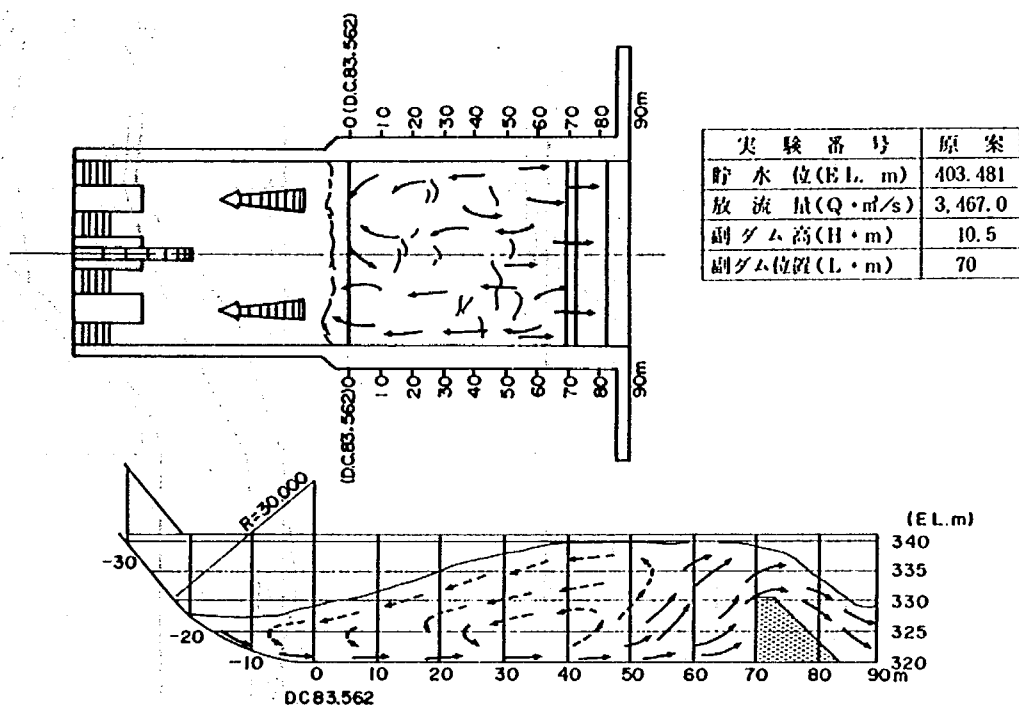


図5-14b 減勢工の流況

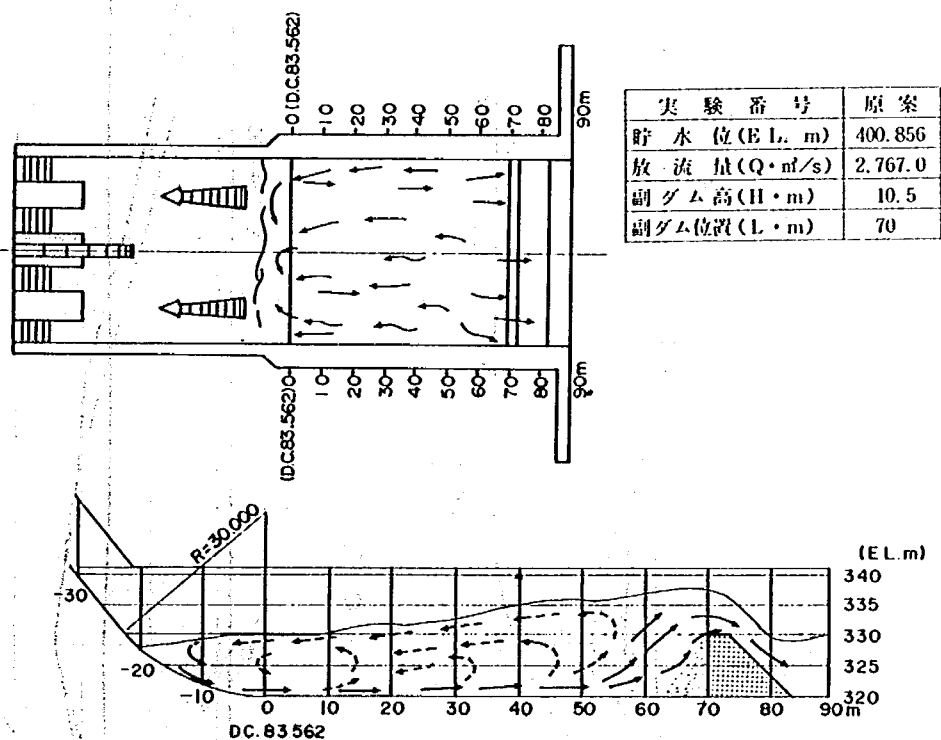


図5-14c 減勢工の流況

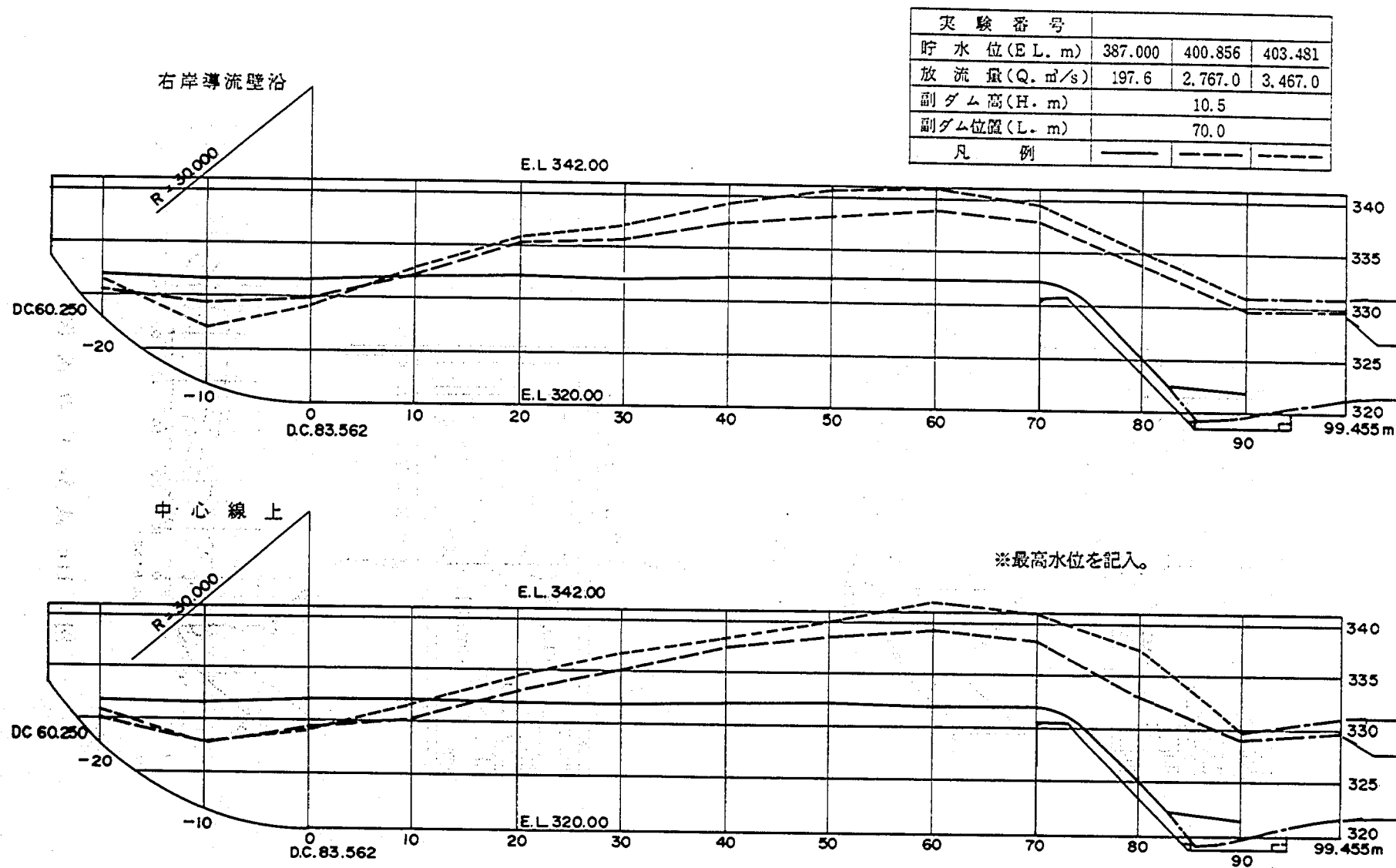


図5-15 減勢工内水位縦断面図

2) 二次減勢工規模の検討

今、図5-16に示すように、二次減勢工型式を掘り込み式とし、対象流量 $200 \text{ m}^3/\text{s}$ とし、二次減勢工規模を求めてみる。

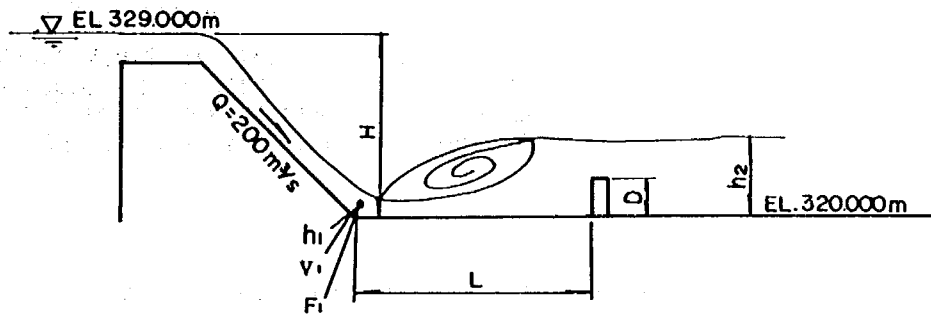


図5-16 二次元減勢工形状図（掘り込み式）

$$h_1 = \frac{Q}{0.95 B \sqrt{2 g H}} \approx 0.26 \text{ m}$$

$$V_1 = 0.95 \sqrt{2 g H} \approx 12.6 \text{ m/s}$$

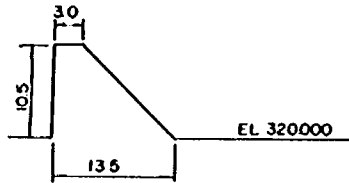
$$F_1 = \frac{V_1}{\sqrt{g h_1}} \approx 7.9$$

$$h_2 = \frac{1}{2} h_1 (\sqrt{1 + 8 F_1^2} - 1) \approx 2.8 \text{ m}$$

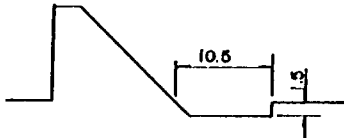
$$L = 4.5 h_2 \approx 12.6 \text{ m}$$

$$d = h_1 \left\{ \frac{(1 + 2 F_1)^2 \sqrt{1 + 8 F_1^2} - (1 + 5 F_1^2)}{1 + 4 F_1^2 - \sqrt{1 + 8 F_1^2}} - \frac{3}{2} F_1^{\frac{2}{3}} \right\} \approx 1.6 \text{ m}$$

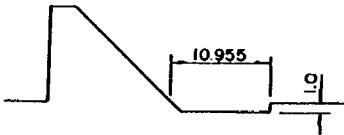
以上の計算結果を参考として、掘り込み深さを1.5m、長さを露出射流の長さと同じ、10.5mとして検討し、以下最終案にいたるまでの検討結果を図5-17、5-18に示す。図5-17より最終案としては、タイプFを採用する。又、二次減勢工下流の護床工は、河床を構成している岩盤の性質等を考慮し、図5-19に示す流速値を参考にして決める必要がある。



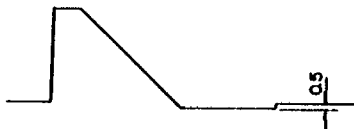
二次減勢工無しの場合では副ダム下流約10m 付近まで露出射流が発生している。なおこの露出射流は下流水位が EL. 322.738m でなくなり跳水へと変わる。(図-19)



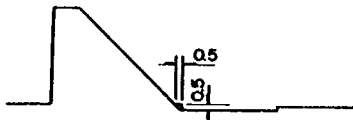
タイプA—二次減勢工として左図に示す規模とした。掘り込み内の流況は潜りに近い状態となり、潜流により台道突入地点で水面隆起が生ずる。又流量が $2800\text{m}^3/\text{s}$ 、下流水位が EL. 327.000m (鎗煙サーチャージ水位) となると不安定な流況(周期的に飛散状態となる)を呈する。(図-19)



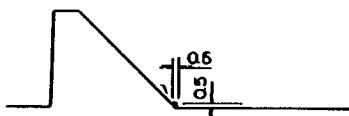
タイプB—依然として掘り込み内は潜りとなる。(図-19)



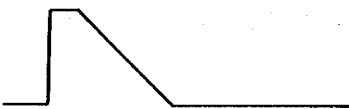
タイプC—掘り込み内の流況は跳水による減勢効果が表われ副ダム下流30m 付近では 1.7m/s 程度の流速となり、減勢は良好である。(図-19)



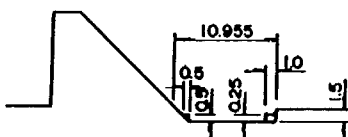
タイプD—これはタイプCにシュートブロックを設けた形状であるが、タイプCですでに完全なローラーによる減勢が見られる事から、シュートブロックによる効果は余り望めない。しかし模型縮尺の関係から $200\text{m}^3/\text{s}$ 放流時の副ダム下流面での越流水深は模型値で約5 mm 程度となり粘性等を考慮し安全側から見ればタイプDが望ましい。(図-19)



タイプE—掘り込み無しでシュートブロックを設けた形状である。2~3 m 露出射流が発生するが河道内流況はタイプC・Dと比較して大差はない。(図-19)



改修河道と現況河道の取り付け区間では、約 $1.0\text{m}\sim 1.5\text{m}$ の段差が生じており、 $200\text{m}^3/\text{s}$ 放流での改修河道内はせき上げ状態となり、減勢工規模としてタイプC・Dで十分であった。しかし将来現況河道の河床が低下した場合を想定すると、タイプC・Dの規模では不安を生じる。よって河床が低下した場合の規模としては次に示すタイプFが望ましいと思われる。なお二次減勢工無しの場合では副ダム下流約30m 付近まで露出射流が発生する。(図-19)



タイプF—前に述べたような状況になった場合には、左図に示す形状が望ましい。又水位が上昇しタイプAの場合に見られたように潜りとなった場合でも、シュートブロックを設置することで潜流による水面隆起は若干緩和される。なおタイプAの場合に見られた不安定な流況は減勢工終端をステップ型式とすることで解消され、かつ水面隆起を小さくすることができる。(図-19)

図 5-17 二次元勢工比較検討図

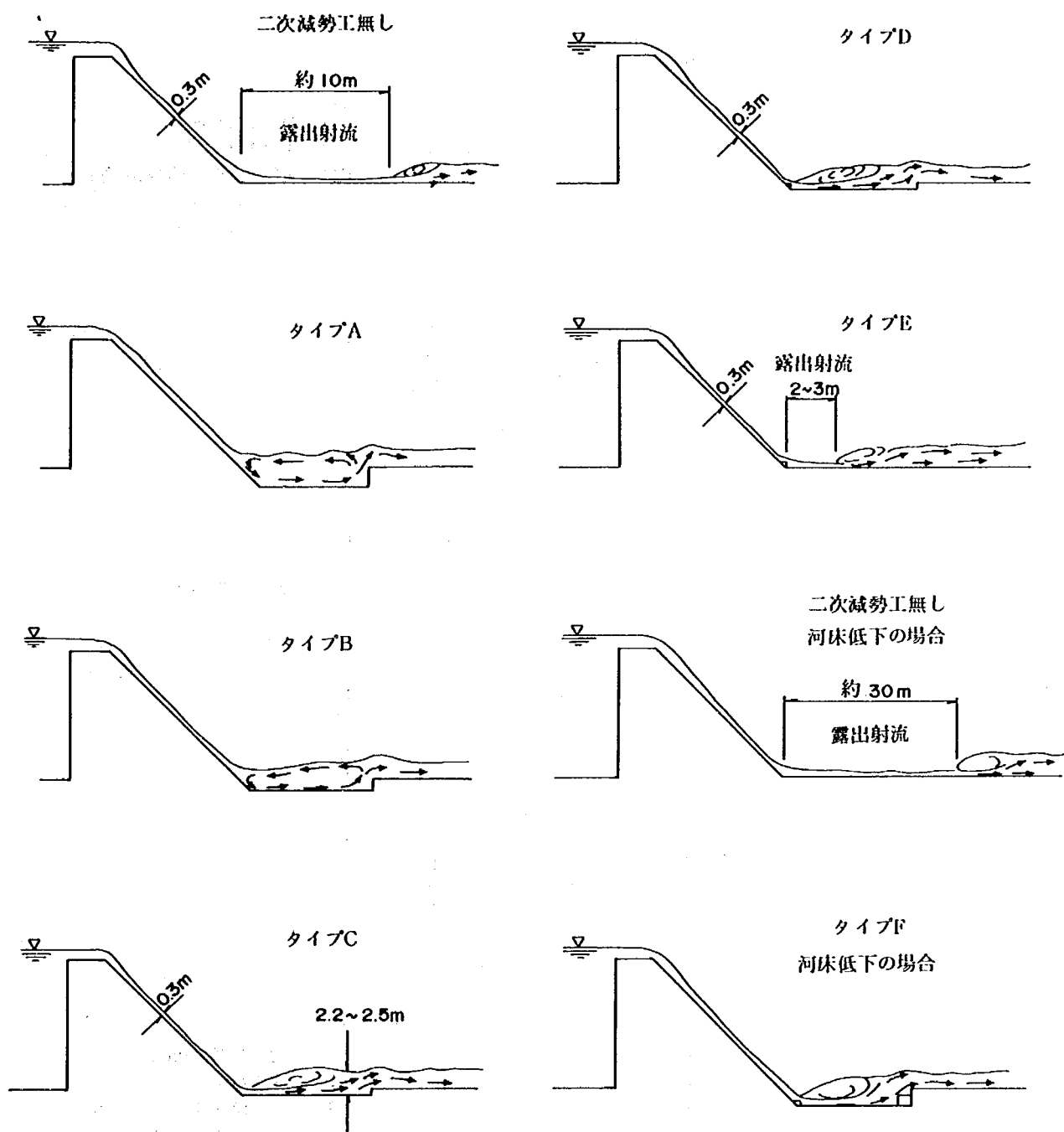


図5-18 二次減勢工流況図

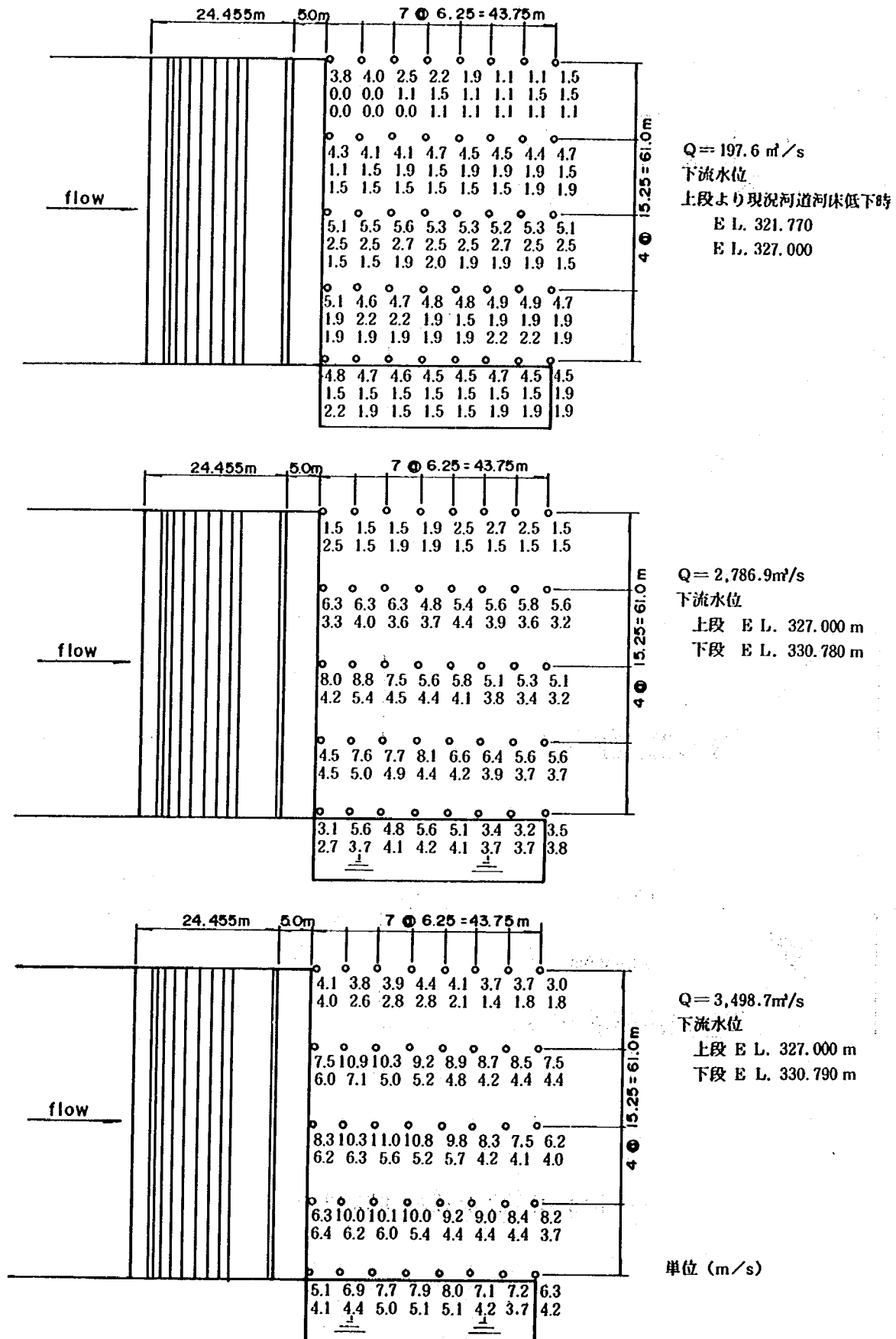


図5-19 河床付近の流速値

3.3.5 改修河道法線

1) 設計原案

事務所より提示された設計原案を図5-1dに示す。又、放流量 $200 \text{ m}^3/\text{s}$, $2,800 \text{ m}^3/\text{s}$, $3,500 \text{ m}^3/\text{s}$ における流況は、図5-20 a, b, c のとおりである。

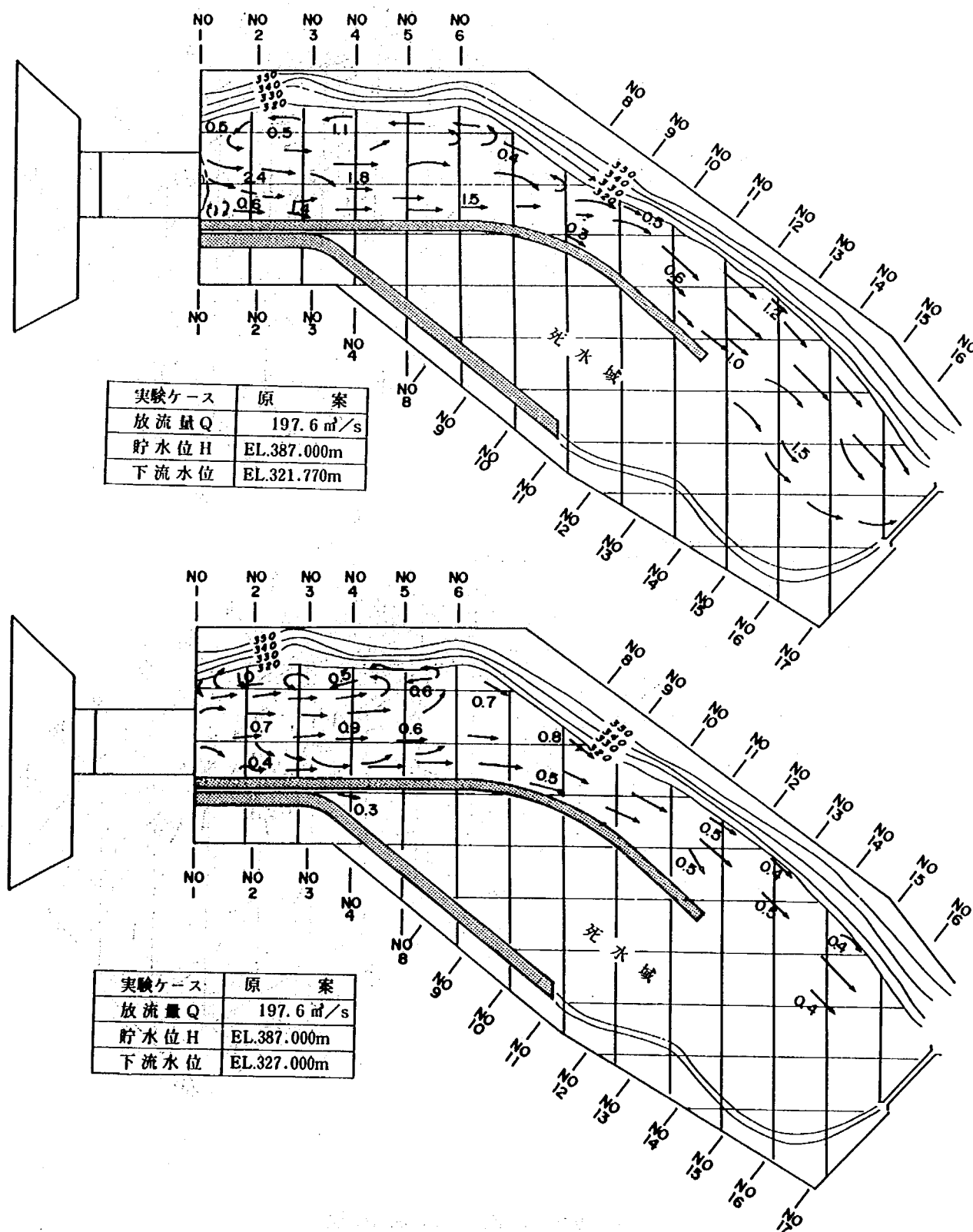


図5-20 a 下流河道流況図

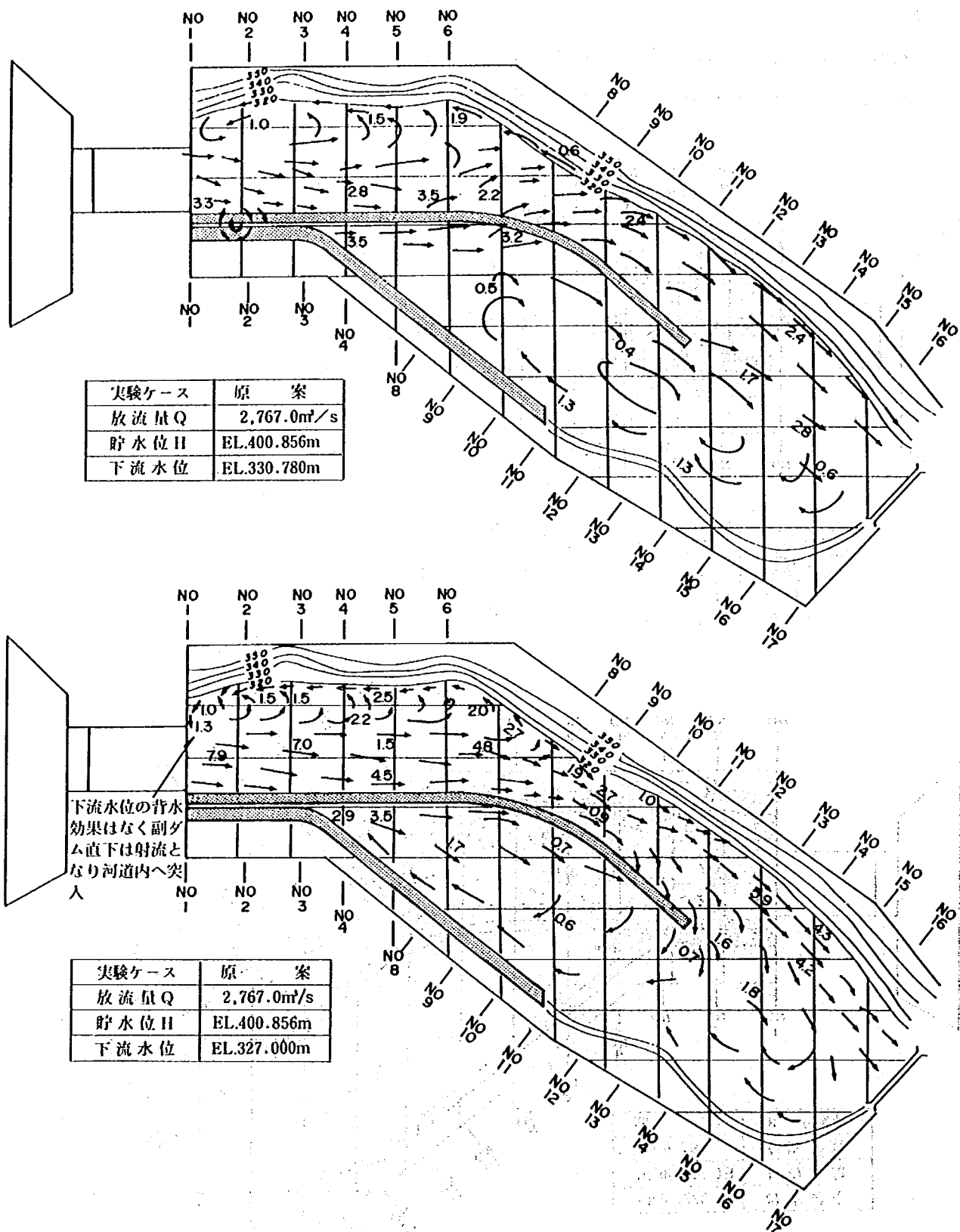


図5-20b 下流河道流況図

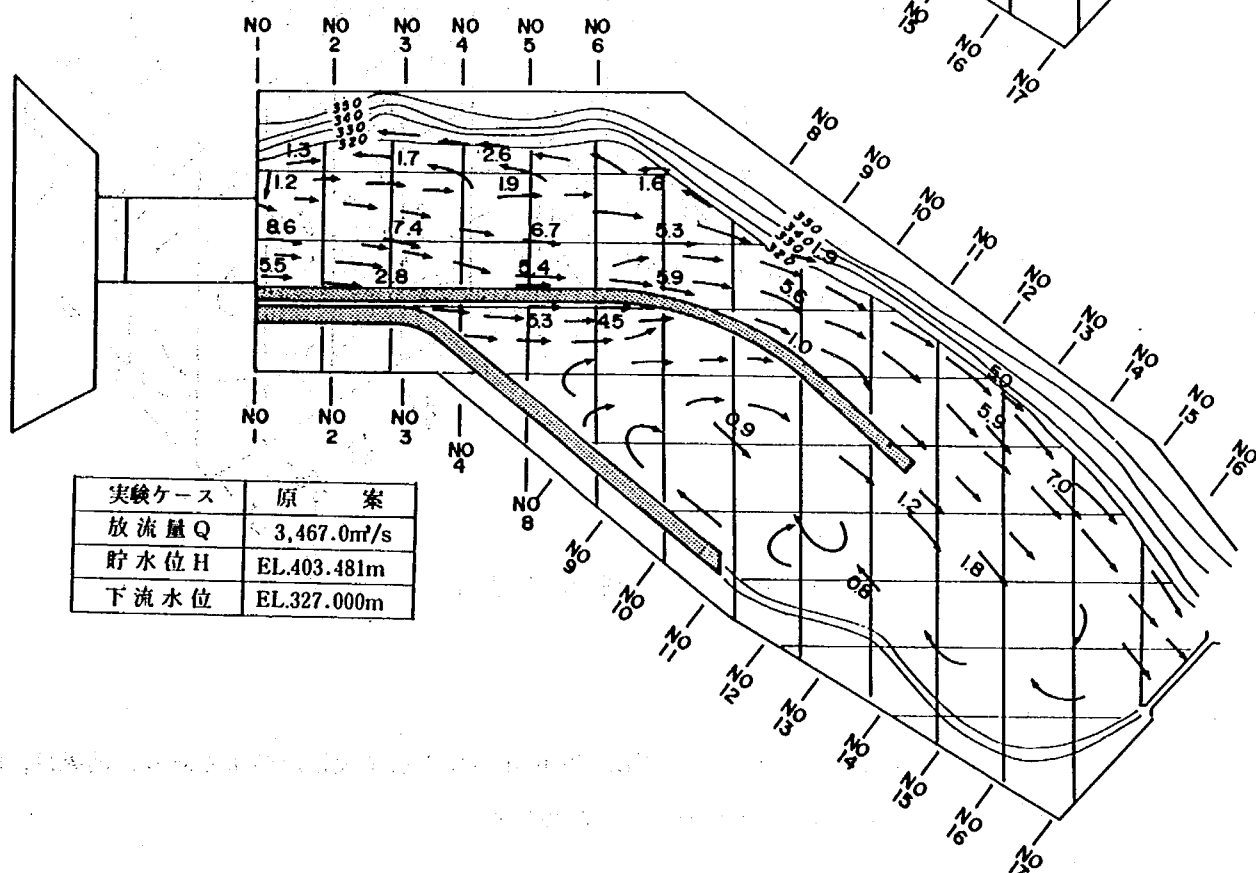
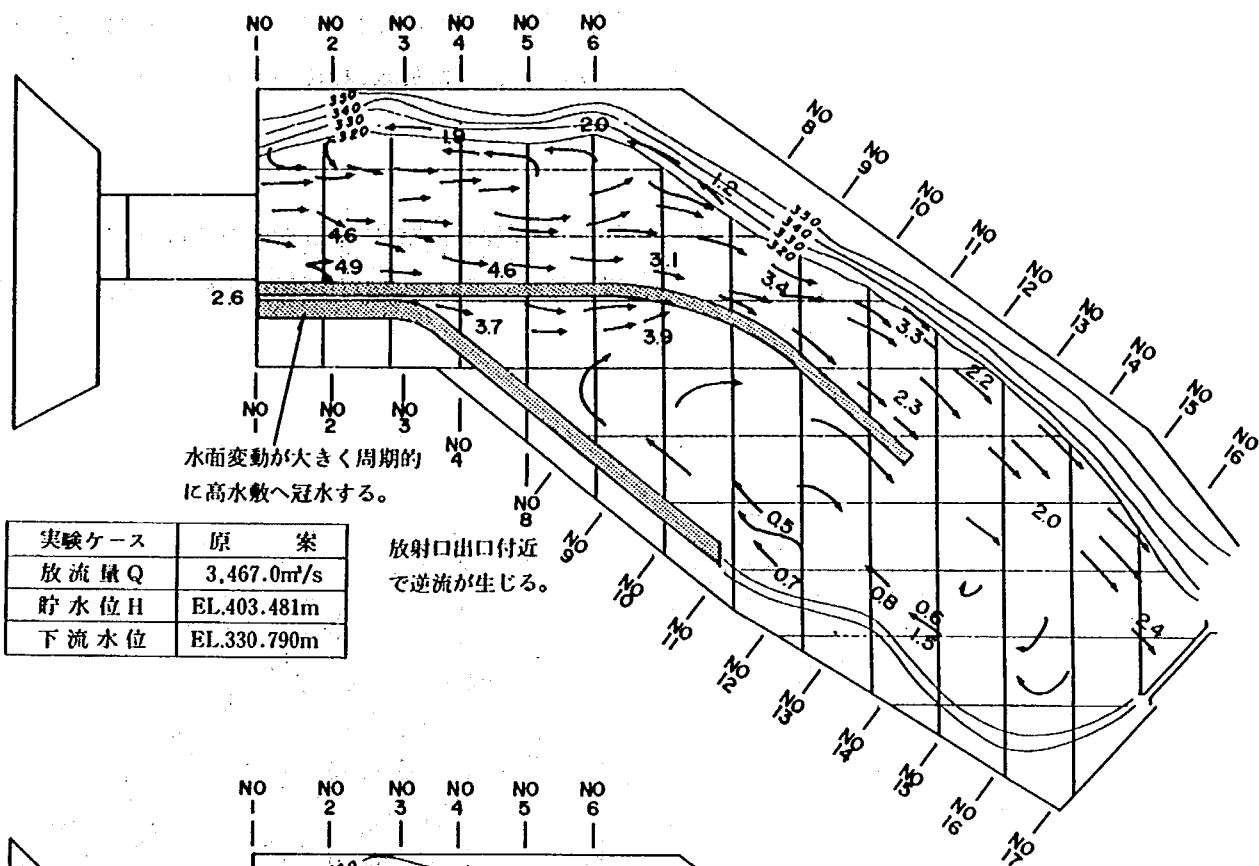


図5-20c 下流河道流況図

この形状では、いずれの流量に対しても、副ダム下流 100 m～150 m 付近から主流は右岸側に片寄る傾向があり、発電所放水口付近に平面渦が発生する。このため、発電放水口付近の流向を直進に近くするために考えられる各種形状案について検討を実施した。

2) 改造 I 案

改造 I 案は、左岸側の逆流域の影響を軽減する目的で左岸側導流壁を 25 m および 75 m 延長した形状である。結果は流況図 5-20 d に示すように、導流壁の延長に伴い主流の右岸側への傾向が強くなり、発電放水口出口付近で発生していた逆流域が大きくなった。

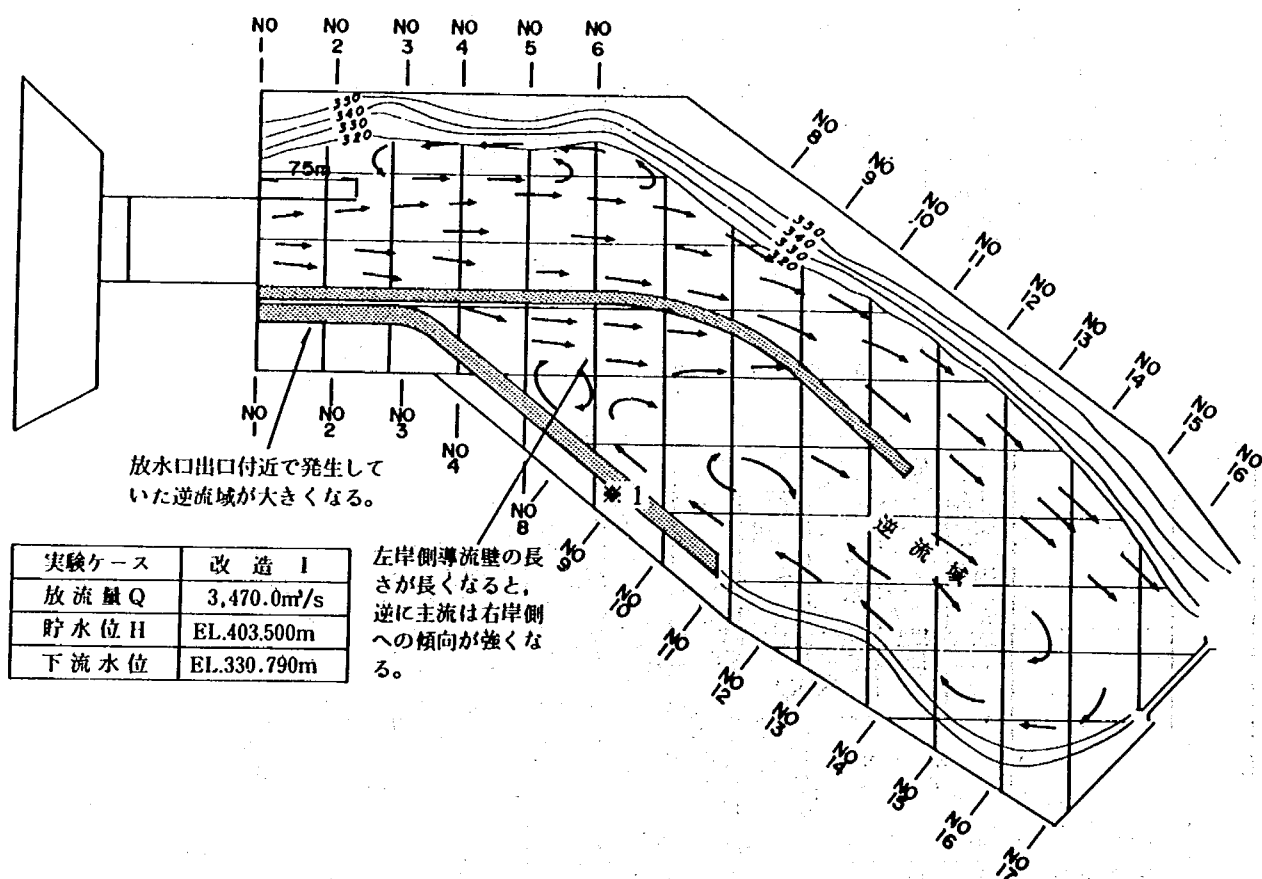


図 5-20 d 下流河道流況図

3) 改造 II 案

改造 II 案は、改造 I 案と同じ目的で左岸側に EL. 325.0 m の高水敷を設けた形状である。結果は、図 5-20 e に示すように、主流は河道内突入後右岸側へ流向を変える。

4) 改造 III 案

改造 III 案は、右岸高水護岸 (EL. 331.6 m) の位置を 10 m および 50 m 右岸側へ移動させ、高水敷上で発生する逆流により、右岸側へ片寄る主流を変向させようとしたものである。結果は、図 5-20 f に示すように、効果は見られなかった。

左岸側にEL. 325.000 mの高水敷を設けたが、主流は依然として右岸へ傾く。高水敷上の水面変動は4~5 m近くある。

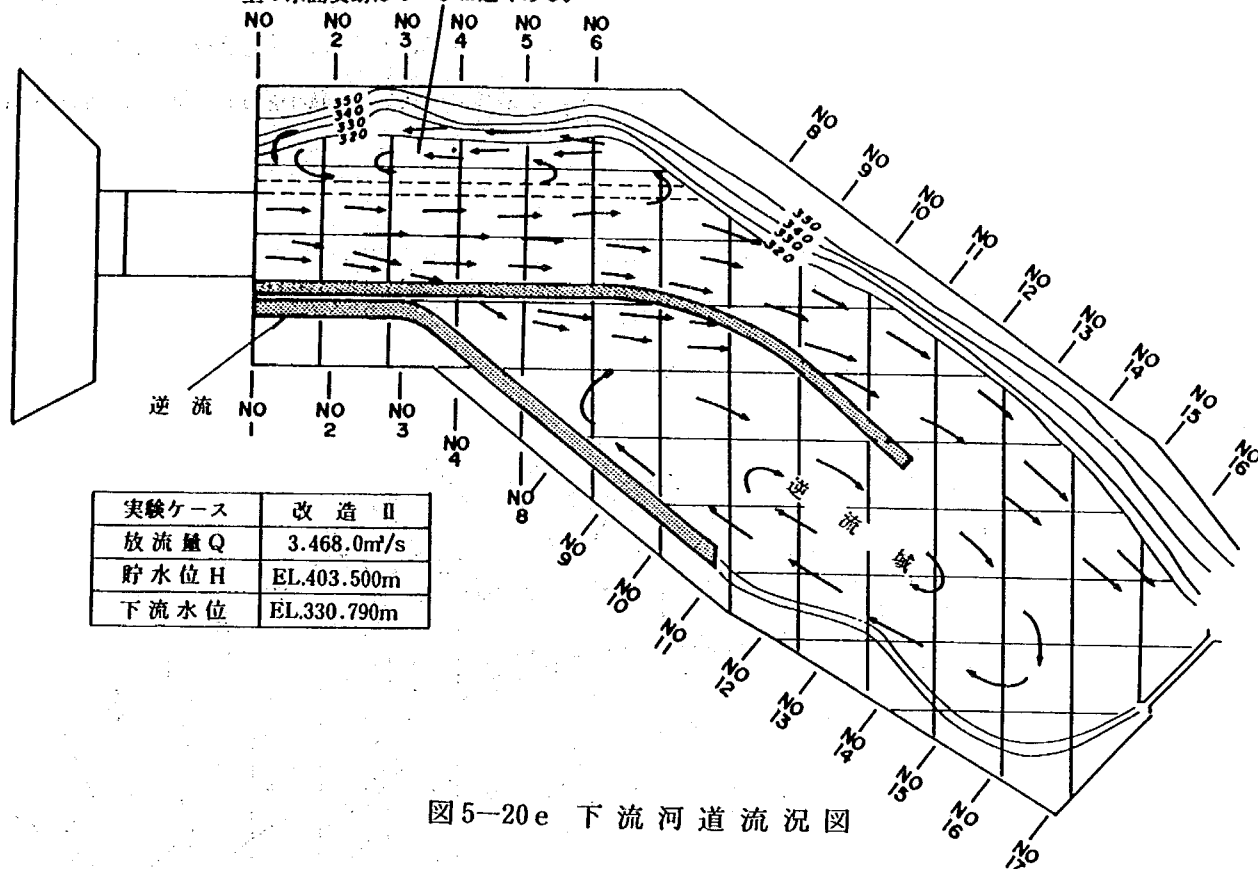


図5-20e 下流河道流況図

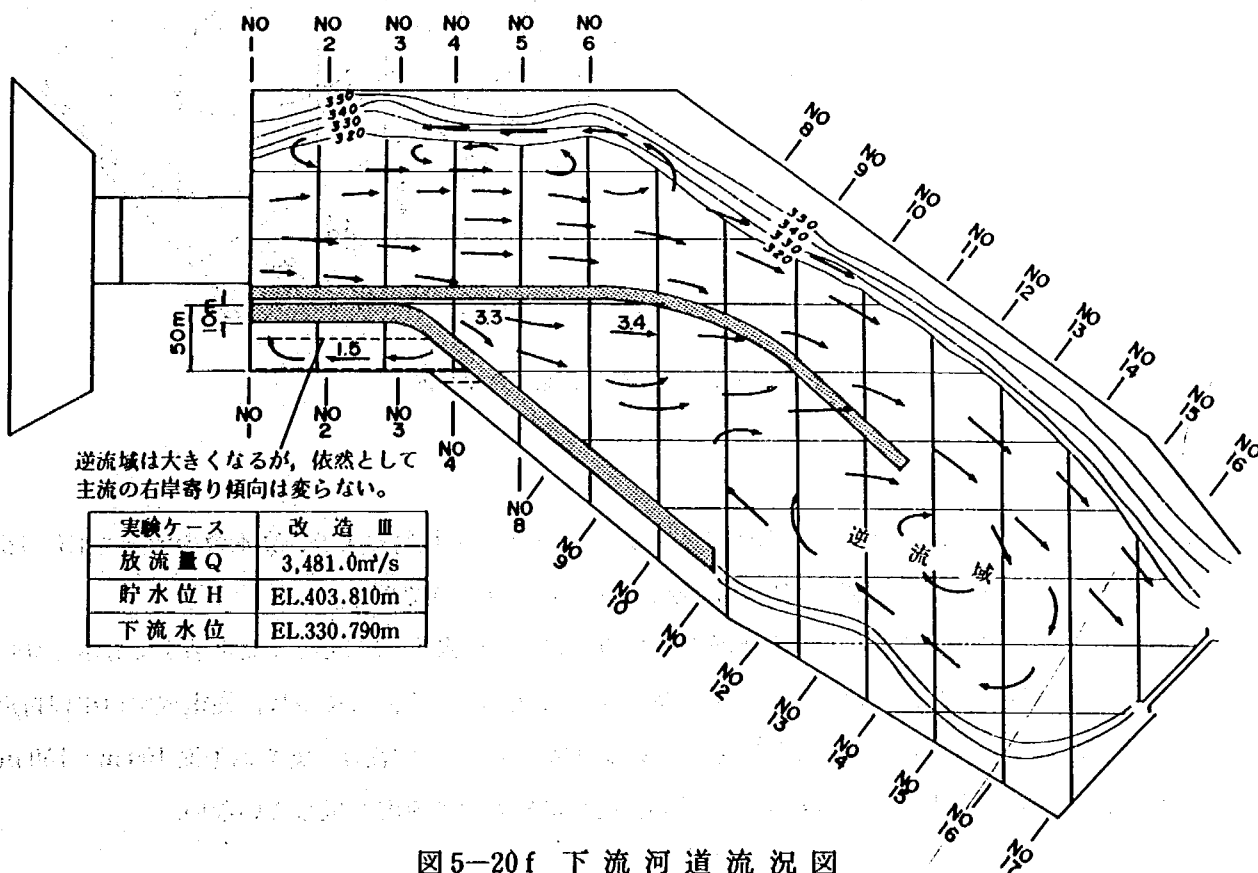


図5-20f 下流河道流況図

5) 改 造 IV 案

改造IV案は、右岸側の減勢工導流壁の終端から長さ 100 m、高さ 10 m の垂直壁を設けて、強制的に流向を変えようとしたものである。結果は、図 5—20 g に示すように、主流は、河道法線に沿う流れを呈しており、発電放水口付近での逆流域もみられない。又、垂直壁の規模は、最小限長さ 50 m、高さ 5 m 程度必要である。

右岸側に減勢工終端より長さ 100 m、高さ 10 m の垂直壁を設け、徐々に規模を縮小して流況の改善を行なった。最終的には長さ 50 m、高さ 5.0 m で、主流の右岸片寄り傾向は緩和され、放水口出口付近の逆流域も解消された。

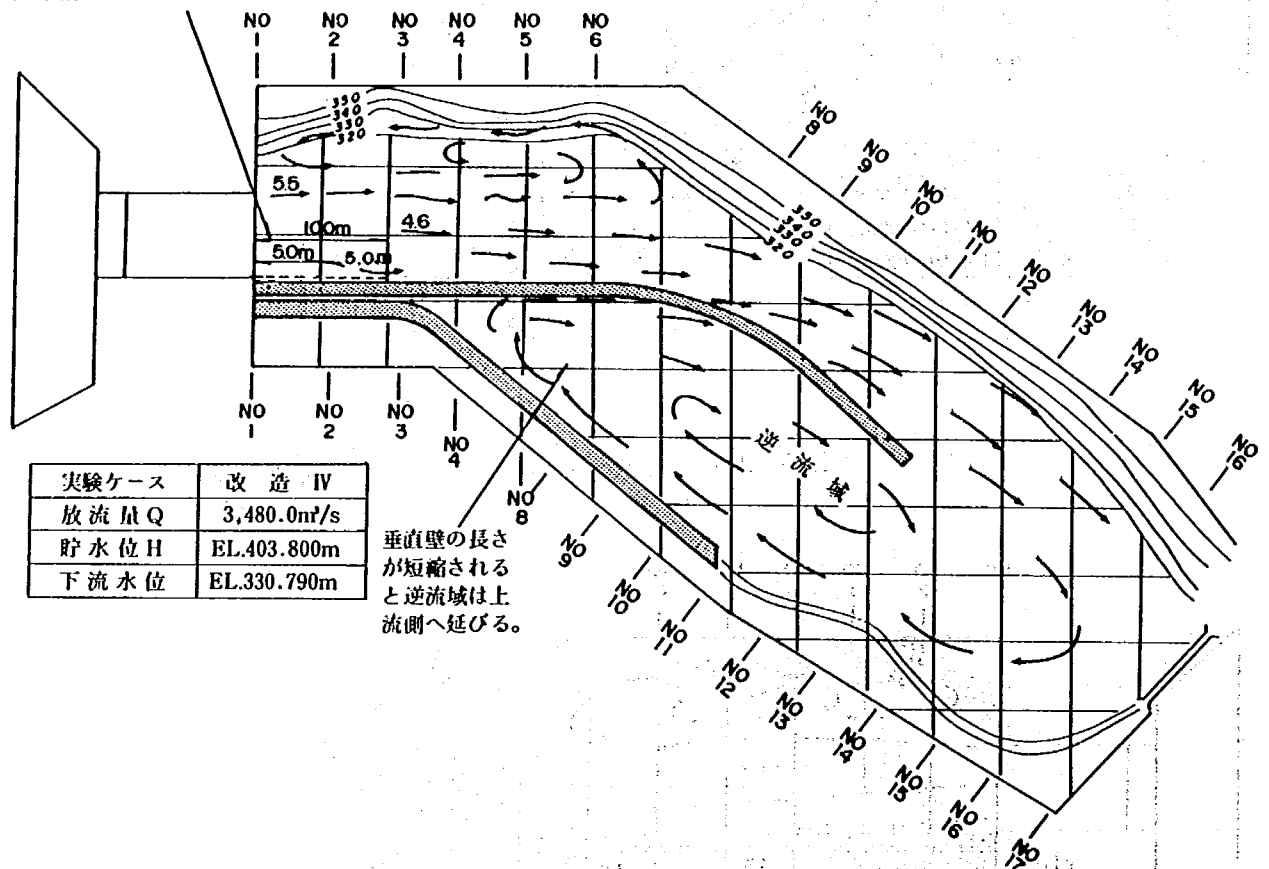


図 5—20 g 下 流 河 道 流 況 図

6) 最 終 案

以上の検討結果から、改造IV案を最終案とする。又、事務所の検討により、高水敷の敷高を EL. 325.0 m から EL. 326.0 m とした。最終案形状は図 5—21 に示すとおりである。

この最終案形状における流況および水面形を図 5—22 a～d、表 5—9 に示す。高水敷まで冠水しない流量、すなわち、低水護岸内を流れている場合は、すべて法線に沿う流れを呈し、発電放水口出口付近の流況にも問題は見られない。又、高水敷を冠水する流量になると、主流は、副ダム下流 100 m～150 m から幾分右岸側低水護岸寄りへと流れを変えるが、特に問題となる流況を呈していない。

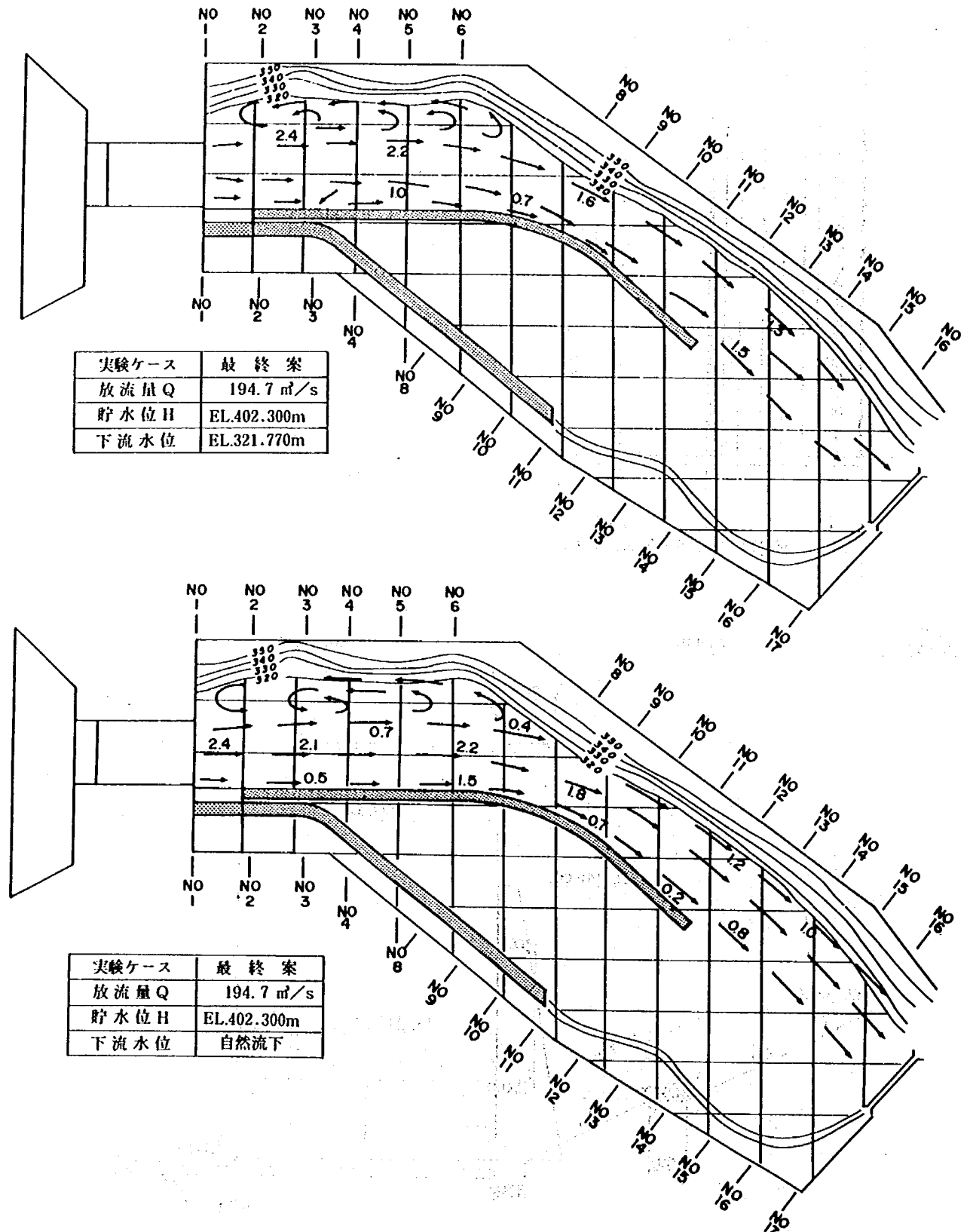


図5-22 a 下流河道流況図

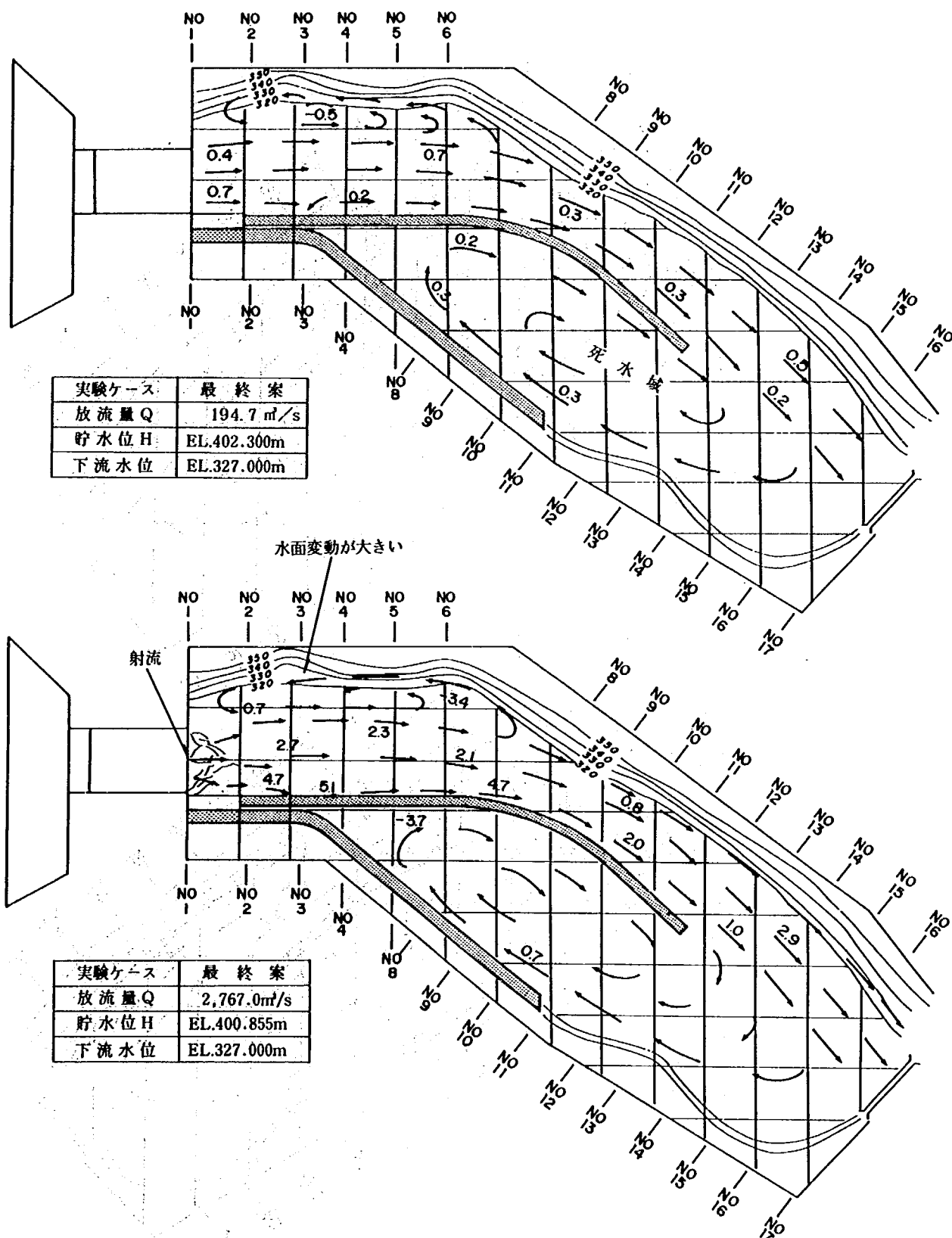


図5-22b 下流河道流況図

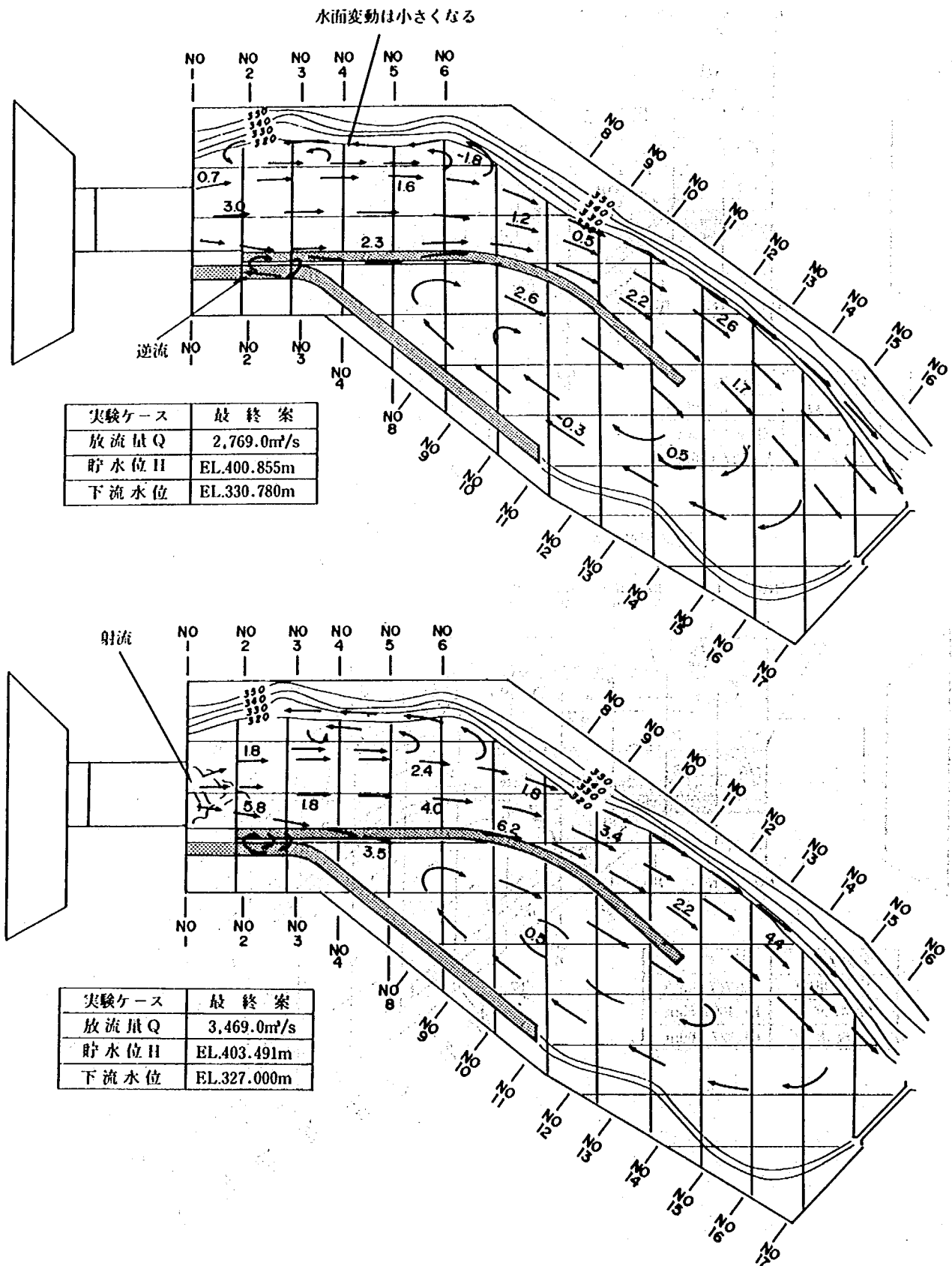


図5-22c 下流河道流況図

表 5-7 a 貯水位と放流量測定結果表

放流状態	越流水深 (m)	貯水位 (E.L. m)	放流量 (m^3/s)	流量係数
越流部・ 単独全門全開	2.000	394.200	151.322	1.555
	2.750	394.950	256.321	1.634
	3.750	395.950	432.348	1.731
	4.869	397.069	670.139	1.813
	5.738	397.938	873.961	1.848
	6.694	398.894	1,121.017	1.882
	7.794	399.994	1,420.572	1.898
	8.781	400.981	1,720.127	1.922
	9.794	401.994	2,053.653	1.948
	10.806	403.006	2,430.413	1.989
	11.825	404.025	2,825.703	2.020
	12.681	404.881	3,168.493	2.040

表 5-7 b 貯水位と放流量測定結果表

放流状態	越流水深 (m)	貯水位 (E.L. m)	放流量 (m^3/s)	流量係数
G = 1.0 m	2.150	394.350	117.352	1.777
	4.025	396.225	166.763	1.723
	5.806	398.006	206.909	1.741
	7.588	399.788	237.791	1.731
	10.100	402.300	274.850	1.719
	11.994	404.194	302.644	1.730
	13.138	405.338	314.996	1.717
G = 2.0 m	4.219	396.419	327.349	1.775
	5.335	397.535	379.849	1.772
	6.669	398.869	435.436	1.774
	8.188	400.388	487.936	1.765
	9.250	401.450	524.994	1.772
	9.938	402.138	543.523	1.763
	10.431	402.631	562.052	1.774
	11.519	403.719	589.846	1.763
G = 3.0 m	12.531	404.731	623.816	1.781
	5.738	397.938	611.464	1.929
	6.988	399.188	663.963	1.837
	7.600	399.800	716.462	1.879
	8.725	400.925	775.138	1.866
	9.363	401.563	806.020	1.860
	10.700	402.900	867.784	1.850
	11.613	403.813	911.019	1.852
	12.775	404.995	957.342	1.843

表5-7c 貯水位と放流量測定結果表

放流状態	越流水深 (m)	貯水位 (E.L. m)	放流量 (m ³ /s)	流量係数 (C)
G=4.0 m	7.081	399.281	895.578	1.938
	8.100	400.300	966.607	1.905
	9.325	401.525	1,043.812	1.874
	10.756	402.956	1,142.634	1.875
	12.950	405.150	1,272.338	1.865
G=5.0 m	8.065	400.265	1,154.987	1.914
	8.331	400.531	1,179.692	1.909
	8.900	401.100	1,226.015	1.891
	9.550	401.750	1,281.603	1.881
	10.388	402.588	1,352.632	1.875
	11.144	403.344	1,417.484	1.875
	13.056	405.256	1,565.717	1.872
G=6.0 m	9.581	401.781	1,537.924	1.954
	10.675	402.875	1,642.922	1.928
	11.863	404.063	1,757.186	1.916
	12.606	404.806	1,834.391	1.920
G=7.0 m	10.631	402.831	1,914.684	2.006
	11.144	403.344	1,979.536	2.000
	11.788	403.988	2,035.124	1.972
	12.369	404.569	2,103.064	1.968
	12.981	405.181	2,158.652	1.952

表5-7d 貯水位と放流量測定結果表

放流状態	越流水深 (m)	貯水位 (E.L. m)	放流量 (m ³ /s)	流量係数 (C)
全 門 全 開 (越流部・オリフィス・放流管)	- 30.431	361.769	225.436	
	- 23.869	368.331	302.640	
	- 21.750	370.450	327.345	
	- 20.319	371.881	342.786	
	- 16.769	375.431	376.756	
	- 14.250	377.950	395.285	
	- 12.525	379.675	410.726	
	- 9.862	382.338	432.343	
	- 7.187	385.013	450.872	
	- 5.300	386.900	463.224	
	- 3.850	388.350	484.841	
	- 2.531	389.669	509.547	
	- 0.288	391.912	583.663	
	0.888	393.088	642.338	
	1.438	393.638	710.277	
	2.519	394.719	889.391	
	3.375	395.575	1,053.063	
	4.312	396.512	1,250.706	
	5.319	397.519	1,494.670	
	6.200	398.400	1,726.282	
	7.500	399.700	2,121.567	
	8.500	400.700	2,424.207	
	9.368	401.568	2,726.847	
	10.312	402.512	3,075.809	
	11.081	403.281	3,363.008	
	11.750	403.950	3,631.678	
	12.406	404.606	3,894.172	

表5-8 減勢工内水位測定結果表

() 内は二次減勢工最終案における水位

側 線	貯 水 位 (E.L. m)	副 ダムの 高 (m)	副置 ダムの 位 (m)	下流水位 (E.L. m)	測 定 位 置 (m)														
	放 流 量 (E.L. m)				※上段：最高水位、下段：平均水位 (E.L. m)														
					-20	-10	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	99.455		
右 岸 導 流 壁 沿	387.000	10.5	70																
	197.600				332.063	331.875	331.750	332.063	332.063	332.000	332.188	332.250	332.188	332.313	326.125	(319.406) 321.813	(321.909)		
	400.856				330.500	329.625	329.938	332.250	335.438	335.813	337.500	338.250	338.938	337.938	333.938	329.688	(329.700)		
	2,767.000				329.563	328.188	328.375	330.625	333.688	334.500	335.750	338.000	338.125	336.875	331.750	328.125			
	403.481				331.500	327.125	329.250	332.938	335.938	337.125	339.313	340.750	340.938	339.563	334.938	330.813	(330.790)		
	3,467.000				330.625	326.375	328.000	331.625	334.750	336.125	338.250	339.813	339.688	338.438	333.625	329.563			
中 心 線 上																			
							331.938	331.688	331.875	331.938	331.750	331.750	331.813	332.000	331.875	331.938	325.063	(319.406) 321.438	(321.909)
							330.188	328.188	329.375	330.250	332.813	335.188	337.250	338.438	339.250	338.063	332.813	328.875	(329.800)
							329.563	326.813	327.875	329.063	331.000	333.875	336.063	337.250	338.375	337.688	331.625	327.688	
							330.875	328.000	329.125	331.688	334.375	336.750	338.250	339.938	341.188	340.938	337.500	329.625	(330.790)
							329.938	327.125	328.125	329.938	333.000	335.438	337.563	338.938	340.188	340.063	335.688	328.750	

表5-9a 水面形測結果表

実験ケース	最終案	
貯水位 (EL. m)	403.800	上 段
放流量 ($Q \cdot m^3/s$)	3,485.0	横断距離
下流水位 (EL. m)	327.000	下 段
		平均水位

測定位置	水位 (EL. m)		横断距離 (m)			
河 道 部	1	12.50	31.25	62.50	93.75	106.25
		326.625	326.219	325.688	325.688	325.625
	3	18.75	31.25	62.50	93.75	125.00
		326.313	326.500	326.250	324.969	326.625
	5	18.75	62.50	125.00	187.50	212.50
		326.50	325.938	326.438	326.969	326.750
	9	18.75	62.50	125.00	187.50	225.00
		326.031	325.563	326.219	326.875	326.375
	11	18.75	62.50	125.00	187.50	237.50
		327.688	327.000	326.688	326.906	326.563
	13	21.875	62.50	125.00	187.50	250.00
		327.250	327.344	326.969	326.906	326.563
	15	31.250	62.50	125.00	187.50	243.75
		327.719	326.906	326.750	326.625	326.813

実験ケース	最終案
貯水位 (EL. m)	403.800
放流量 ($Q \cdot m^3/s$)	3,485.0
下流水位 (EL. m)	330.790

測定水位	水位 (EL. m)		横断距離 (m)			
河 道 部	1	12.50	31.25	62.50	93.75	112.50
		330.375	330.313	330.344	330.031	330.219
	3	18.75	31.25	62.50	93.75	125.00
		330.406	329.875	329.813	329.563	329.656
	5	18.75	62.50	125.00	187.50	206.25
		330.875	330.656	330.844	330.813	331.000
	9	18.75	62.50	125.00	187.50	225.00
		330.875	330.781	330.656	330.656	330.750
	11	18.75	62.50	125.00	187.50	243.75
		331.031	330.750	330.375	330.781	330.563
	13	18.75	62.50	125.00	187.50	250.00
		330.781	330.688	330.500	330.656	330.438
	15	25.00	62.50	125.00	187.50	243.75
		330.781	330.750	330.688	330.813	330.813

表5-9b 水面形測結果表

実験ケース	最終案	
貯水位(EL. m)	401.800	上段
放流量($Q \cdot m^3/s$)	2,780.0	横断距離
下流水位(EL. m)	327.000	下段
		平均水位

測定位置	水位(EL. m)		横断距離(m)				
河道部	1	12.50	31.25	62.50	93.75	106.25	
		327.000	326.781	325.281	324.063	323.781	
	3	21.88	31.25	62.50	93.75	125.00	143.75
		326.406	326.250	325.531	325.969	326.250	326.813
	5	23.13	62.50	125.00	187.50	212.50	
		326.094	326.063	325.875	326.375	326.50	
	9	21.875	62.50	125.00	187.50	225.00	
		327.219	325.969	326.188	326.813	326.594	
	11	18.75	62.50	125.00	187.50	237.50	
		327.938	326.969	326.594	326.875	336.719	
	13	18.75	62.50	125.00	187.50	250.00	
		327.281	326.875	326.563	326.781	326.594	
	15	28.13	62.50	125.00	187.50	243.75	
		327.062	326.531	326.469	326.625	326.781	

実験ケース	最終案
貯水位(EL. m)	401.800
放流量($Q \cdot m^3/s$)	2,780.0
下流水位(EL. m)	330.780

測定位置	水位(EL. m)		横断距離(m)				
河道部	1	12.50	31.25	62.50	93.75	106.25	
		330.281	330.219	330.156	330.156	330.031	
	3	18.75	31.25	62.50	93.75	125.00	143.75
		330.719	330.469	329.688	330.219	330.406	330.688
	5	15.63	62.50	125.00	187.50	221.88	
		330.844	330.375	330.563	330.625	330.375	
	9	15.63	62.50	125.00	187.50	225.00	
		330.531	330.781	330.563	330.656	330.656	
	11	15.63	62.50	125.00	187.50	243.75	
		330.844	330.969	330.688	330.750	330.375	
	13	17.50	62.50	125.00	187.50	250.00	
		330.625	330.594	330.531	330.750	330.531	
	15	18.75	62.50	125.00	187.50	243.75	
		330.719	330.594	330.344	330.688	330.500	

表5-9c 水面形測結果表

実験ケース	最終案	
貯水位(EL. m)	402.300	上段
放流量($Q \cdot m^3/s$)	194.5	横断距離
下流水位(EL. m)	自然流下	下段

平均水位

測定位置		水位(EL. m)			横断距離(m)		
河 道 部	1	18.75	68.75	109.38			
		321.438	321.781	321.563			
	3	25.00	78.13	132.50			
		321.531	321.469	321.563			
	5	29.38	75.00	131.25			
		321.375	321.406	321.469			
	9	25.00	84.38	158.13			
		321.500	321.406	321.406			
	11	21.88	65.63	109.38			
		321.250	321.375	321.313			
	13	25.00	68.75	109.38			
		321.344	321.344	321.344			
	15						

実験ケース	最終案
貯貯位(EL. m)	402.300
放流量($Q \cdot m^3/s$)	194.5
下流水位(EL. m)	321.770

測定位置		水位(EL. m)			横断距離(m)		
河 道 部	1	18.75	68.75	103.13			
		321.781	322.000	321.969			
	3	21.88	78.13	131.25			
		321.813	321.844	321.844			
	5	25.00	93.75	131.25			
		321.844	321.750	321.750			
	9	25.00	84.38	146.88			
		321.781	321.813	321.781			
	11	18.75	65.63	109.38			
		321.844	321.718	321.688			
	13	21.88	62.50	109.38			
		321.688	321.781	321.718			
	15	40.63	78.13	118.75			
		321.594	321.531	321.531			

表5-9d 水面形測結果表

実験ケース	最終案	
貯水位(EL. m)	402.300	上段
放流量($Q \cdot m^3/s$)	194.5	横断距離
下流水位(EL. m)	327.00	下段
		平均水位

測定位置		水位(EL. m)		横断距離(m)			
河道部	1	18.75	31.25	62.50	93.75	107.50	
		327.000	326.938	326.938	326.938	326.938	
	3	21.88	31.25	62.50	93.75	125.00	140.625
		326.906	326.875	326.906	326.906	326.938	326.906
	5	18.75	62.50	125.00	187.50	215.63	
		326.906	326.906	326.844	326.844	326.844	
	9	21.88	62.50	125.00	187.50	225.00	
		326.906	326.906	326.875	326.875	326.844	
	11	18.75	62.50	125.00	187.50	237.50	
		326.906	326.906	326.844	326.844	326.750	
	13	18.75	62.50	125.00	187.50	237.50	
		326.875	326.844	326.844	326.844	326.750	
	15	28.13	62.50	125.00	187.50	240.63	
		326.875	326.813	326.781	326.813	326.781	

第6章 オリフィス・コンジットの

抽出模型水理実験

第6章 オリフィス・コンジットの抽出模型水理実験

第1節 オリフィスの抽出実験

常用洪水吐きとしてのオリフィスの設計案における管内圧力、下流開水路の底面圧力、放流水脈の水面形およびダム管理資料としての貯水位—ゲート開度—放流量の調査はオリフィスを抽出した模型を製作して検討を加えた。

1.1 模 型

模型の製作範囲は、呑口から下流開水路 D.C. 22 m 区間である。模型の縮率は、測定精度および実験施設の規模から、1/25 とした。模型は、透明アクリル製で、精密加工（精度±1 mm 以内）を施して、製作した。

1.2 実 験 内 容

本実験においても実物と模型との諸量の関係は、フルードの相似則に従うものとする。したがって、それぞれの模型における諸量の縮率は表 6-1 にもとづいて実物換算を行った。

実験内容は表 6-2 の実験ケース一覧表に示すように、オリフィスのゲート開度毎の放流能力、管内および下流開水路の作用圧力、開水路の水面形、および流況観察について行った。

表 6-1 諸 量 の 縮 率

諸 量	基 本 次 元	縮 率 S : 1 / 25
長 さ 水 深	L	n
流 量	$L^3 \cdot T^{-1}$	$n^{5/2}$
流 速	$L \cdot T^{-1}$	$n^{1/2}$
圧 力 強 度	$M \cdot L^{-1} \cdot T^{-2}$	n
時 間	T	$n^{1/2}$

表 6-2 オリフィスの実験ケース一覧

	オ リ フ ィ ス
H-Q	ゲート開度 → 0.5 m, 0.1 m, 1.5 m, 2.0 m, 2.5 m, 3.0 m, 3.5 m (全開) 各ゲート開度につき水位は約11水位 (2.0 m間隔) 特に次の4水位の近傍を測定する。 1. 設計洪水水位 (E.L. 404.100 m) 2. サーチャージ水位 (E.L. 402.400 m) 3. 常時満水位 (E.L. 397.400 m) 4. 制限水位 (E.L. 387.200 m) 上記1-4は写真・ビデオ撮影を実施
圧 力	・管内 ゲート全開で水位は1~3で実施 ・開水路 ゲート開度 → 0.5 m, 1.0 m, 2.0 m, 3.0 m, 全開 各ゲート開度につき水位は設計洪水水位
水 面 形	流況を悪くするゲート開度について、水位1, 2までの2水位で最高水面を測定

1.3 実験結果

1.3.1 放流能力

オリフィスの貯水位—ゲート開度—放流量の調査結果は、図6-1 および表6-4 a, bに示すとおりである。

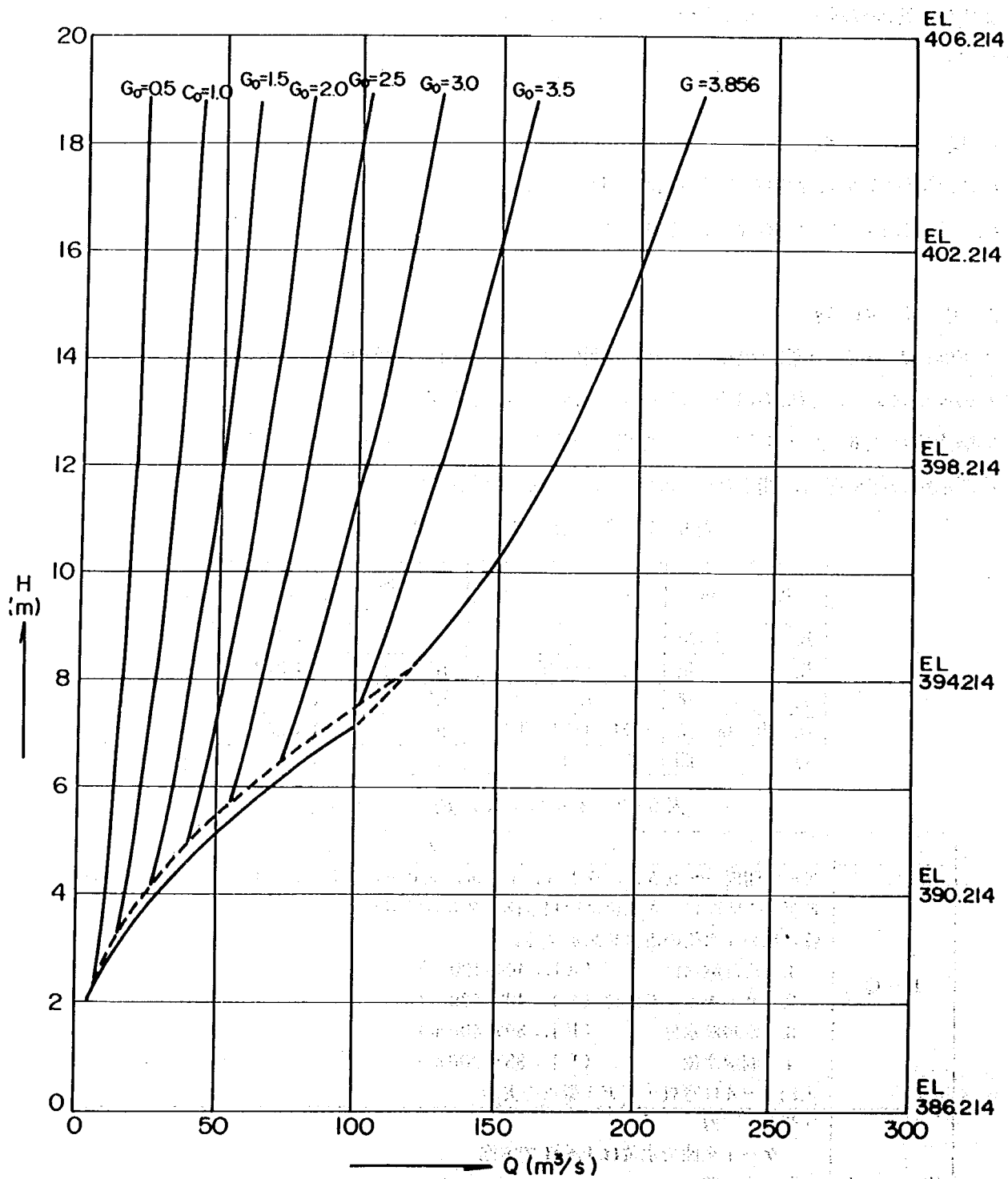


図6-1 放流能力曲線図

ここで、サーチャージ水位(EL. 402.4 m)におけるオリフィスでの放流量は約 205 m³/s となり、計画放流量を満足している。この表に示す流量係数 C は次式により算出したものである。

$$C = Q / A \sqrt{2gH} \quad (\text{ただし, } A = B \times G)$$

ここに、 C : 流量係数, Q : 流量 (m³/s), A : 吐口断面積 ($B \times G$) m², H : 作用水頭 (=貯水位 - オリフィス敷高標高 EL. 387.2 m), B : オリフィス出口幅 (=4.0 m), G : ゲートの鉛直開度高 (m), g : 重力加速度 (m/sec²)

上式によって求めた C と H/G との関係を図化したのが図 6-2 である。この図で $H/G < 1.6$ の領域、すなわち開水路流れについて、 C と H/D の関係を最小二乗法によって求めると

$$C = -0.00480 (H/D)^5 + 0.0450 (H/D)^3 + 0.326 (H/D) \dots\dots\dots (6-1)$$

となる。この (6-1) 式と実験値とは、約 3% 以下の誤差となる。

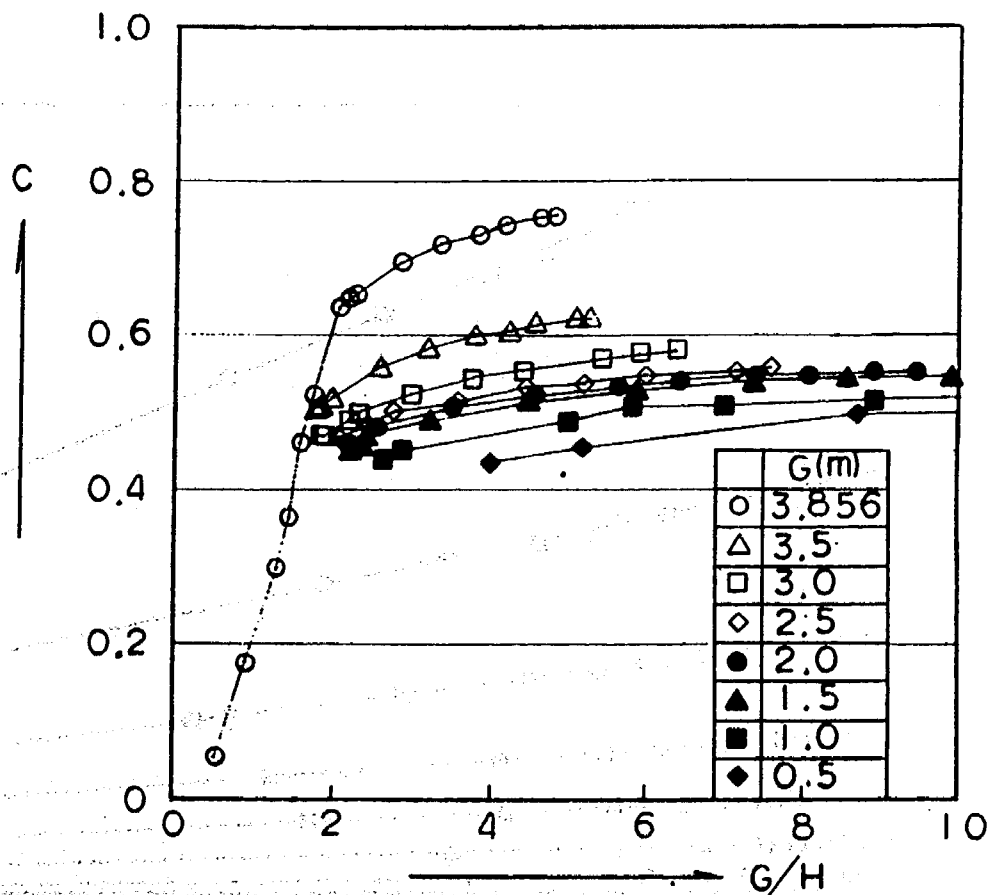


図 6-2 $C_2 - H$ の関係

次に、管路流域 $H/G > 1.9$ に対しては C^2 と G/H との関係を求め図6-3に示した。この図より各ゲート開度とも、 C^2 と G/H がほぼ一次式の関係にあることが言える。ここで全開時の流量係数を最小二乗法によって近似すると、

$$C_0^2 = -0.7625 (G/H) + 0.8535 \quad \dots\dots\dots (6-2)$$

となる。各ゲート開度 G と D との比と上式で求まる C_0 と流量係数 C との比 C_1 の関係を求めてみると、

$$C_1 = C/C_0 = 14.73 (G/D)^6 - 38.37 (G/D)^5 + 38.25 (G/D)^4 - 18.02 (G/D)^3 + 4.088 (G/D)^2 + 0.3051 (G/D) \quad \dots\dots\dots (6-3)$$

となる。

この (6-2)、(6-3) 式より、求まる流量係数 C と実験値との誤差は、約 3% 以内に収まっていることから、実用上適用できるものと判断する。

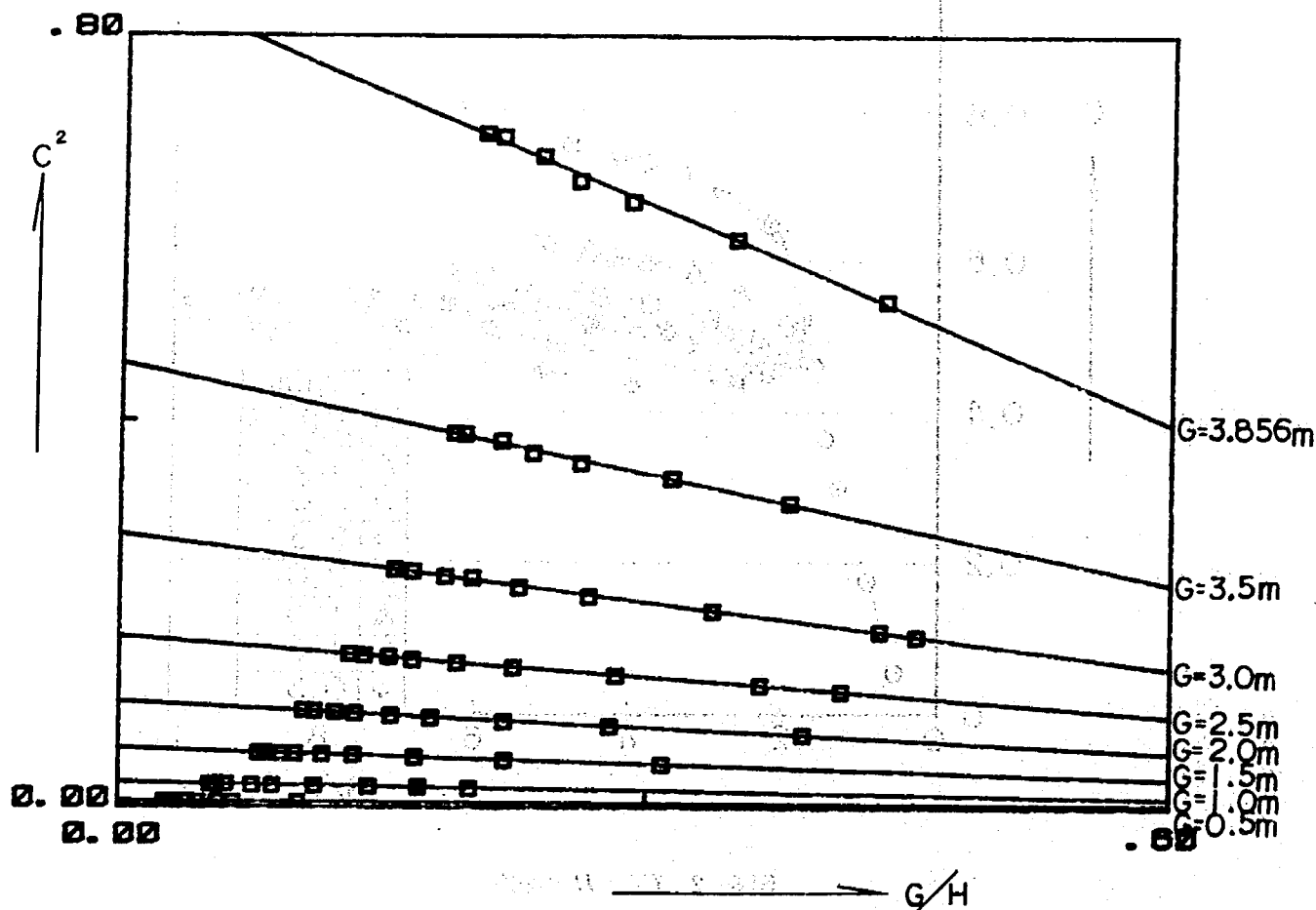


図6-3 $C^2 - G/H$ の関係

1.3.2 圧 力 分 布

オリフィスの圧力の調査は図6-4に示した5測線(上面中央上面隅部, 側面, 下面隅部, 下面中央)の各測点に対し直角に埋設したピエゾ管の圧力を管路部では, 貯水位3ケース(全開のみ), 開水路部では, 貯水位1ケース(全開を含む5開度)について計測した。

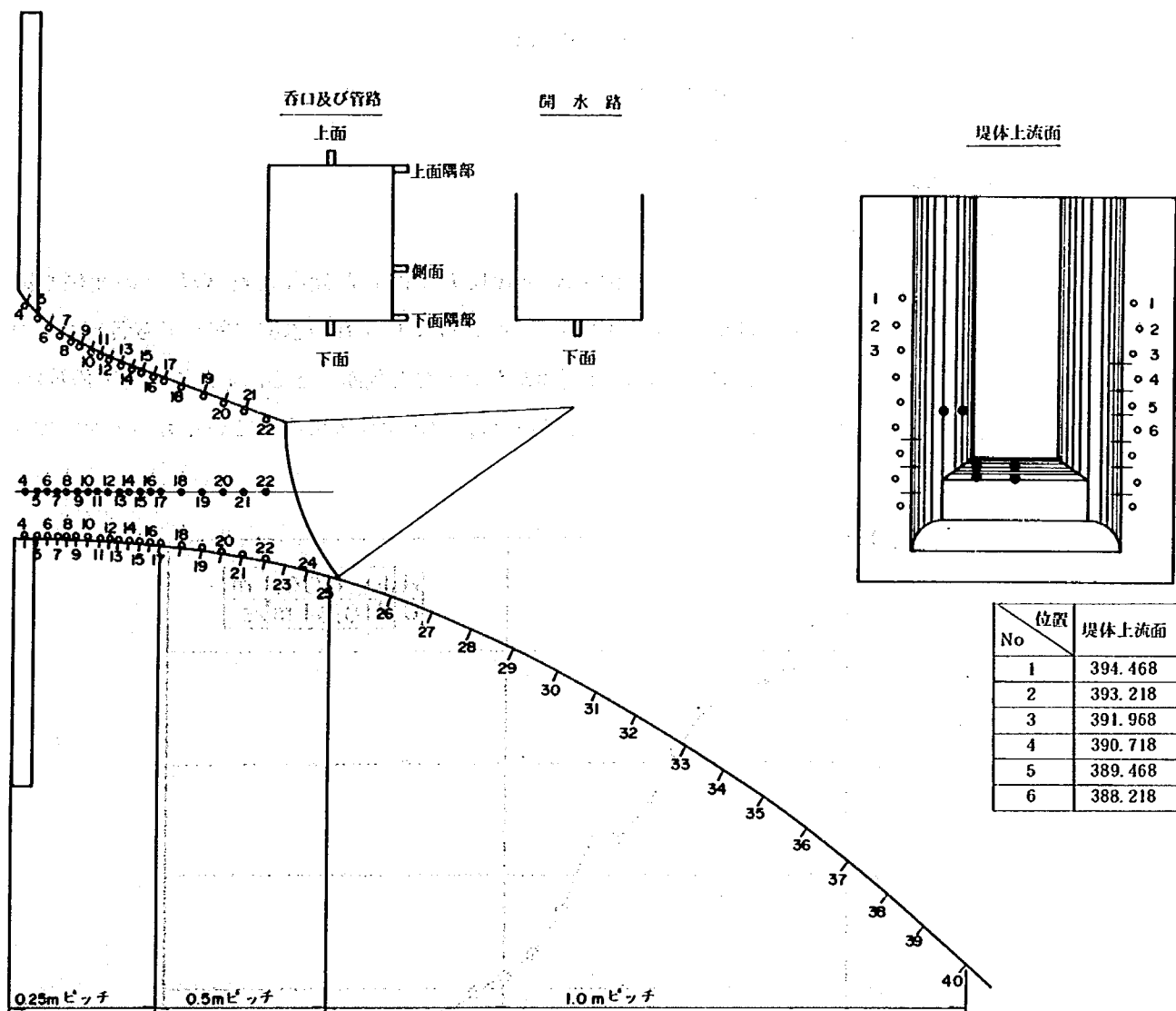


図6-4 オリフィス圧力測定用ピエゾ管位置図

a) 管路内圧力分布

管路内圧力測定結果を図6-11 a～c および表6-5 a～c に示す。この表中に示す圧力状態の指標となる圧力降下係数は次式により求めた。

$$Cd = \frac{H - P}{v^2 / 2g} \quad (\text{ただし, } v = Q/A) \quad \dots\dots\dots (6-4)$$

ここに、 Cd : 圧力降下係数,

H : 各ピエゾ標高から貯水位までの水頭 (m)

P : 各ピエゾ点での圧力水頭 (m)

v : 吐口部の平均流速 (m/s)

Q : 放流量 (m^3/s)

A : 吐口断面積 ($\approx 14 \text{ m}^2$)

この Cd と呑口から各ピエゾ点までの水平距離 X を管長 L で除した無次元量 X/L との関係を図6-5 に示す。これらの結果、図6-11 a～c から明らかなように、いずれの水位に対しても各ピエゾの圧力は、すべて正圧であることから、設計形状には問題がないものと判断できる。また圧力降下係数は、呑口付近からなだらかに減少する傾向を示しており、流れは、ベルマウスに沿っているものと判断できる。

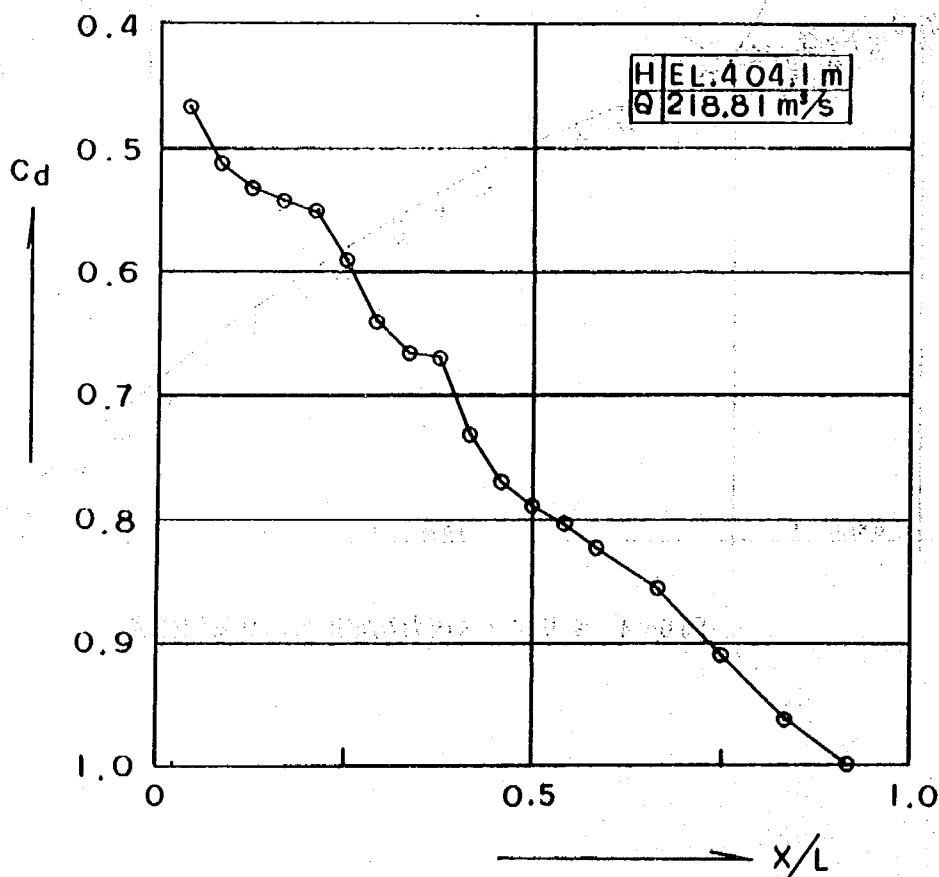


図6-5 $Cd - X/L$ の関係

b) 開水路圧力分布

開水路圧力測定結果を図 6-12 および表 6-6 a~c に示す。図 6-12 から、ゲート半開時には、ゲート戸当り下流 5.0 m 付近で最低圧力 (-0.5 m) が認められるが、特に問題はない。また、ゲート全開時には、ほぼ正圧となり設計形状は適切である。

1.3.3 開水路水面形

開水路水面形の調査は、底面中央および壁沿いの 2 測線の各測点に対し、貯水位 2 ケースについて計測した。この場合、ラジアルゲートの開度は、全開 (3.856 m) と 3.5 m 開度の 2 ケースについて行った。

開水路水面形測定結果を図 6-13 a, b に示す。ゲートピンに最も水面が接近する放流条件は、設計洪水水位のゲート全開時である。図 6-13 a より、この時のゲートピンと水面との差は約 2 m 程度である。

また、ゲート開き 3.5 m、全開時の常時満水位、サーチャージ水位で呑口に向って流入渦の発生が見られるが、放流水面形を著しく乱すものではない。

第2節 コンジットの抽出実験

常用洪水吐きとしてのコンジットの設計案における管路内圧力、下流開水路の底面圧力、放流水脈の水面形およびダム管理資料としての貯水位—ゲート開度—放流壁の調査はコンジット1条を抽出した模型を製作して検討を加えた。

2.1 模 型

模型の製作範囲は、呑口から下流開水路 D.C. 45 m 区間である。模型の縮率は、測定精度および実験施設の規模から、1/25 とした。なお、模型は、透明アクリル製で、精密加工（精度±1 mm 以内）を施して、製作した。

2.2 実 験 内 容

本実験においても実物と模型との諸量の関係は、フルードの相似則に従うものとする。したがって、模型における諸量の縮率は表 6—1 にもとづいて実物換算を行った。

実験内容は表 6—3 の実験ケース一覧表に示すように、コンジットのゲート開度毎の放流能力、管内および下流開水路圧力、放流水脈の水面形、および流況観察について行った。

表 6—3 コンジットの実験ケース一覧

	コ ン ジ ッ ト
H—Q	ゲート開度 → 0.5 m, 1.0 m, 1.5 m, 2.0 m, 2.5 m, 3.0 m (全開) 各ゲート開度につき水位は11水位 (5.0 m 間隔) 特に次の4 水位の近傍を測定する。 1 設計洪水水位 (E L. 404.1 m) 2 サーチャジ水位 (E L. 402.4 m) 3 常時満水位 (E L. 397.4 m) 4 制限水位 (E L. 387.2 m) 上記 1～4 では写真・ビデオ撮影を実施
圧 力	・管 内 ゲート全開で水位は 1, 3, 4 で実施 ・開 水 路 ゲート開度 → 0.5 m, 1.0 m, 2.0 m, 全開 各ゲート開度につき水位は設計洪水水位
水 面 形	流況を悪くするゲート開度について、水位 1～4 の4 水位で最高水面を測定

2.3 実 験 結 果

2.3.1 放 流 能 力

コンジットの貯水位—ゲート開度—放流量の調査結果は、図 6—6 および表 6—7 に示すとおりである。ここで、制限水位 (E L. 387.2 m) における放流管 1 条での放流量は、約 207 m³/s となっており、計画放流量をほぼ満足している。この表に示す流量係数 C は次式により算出したものである。

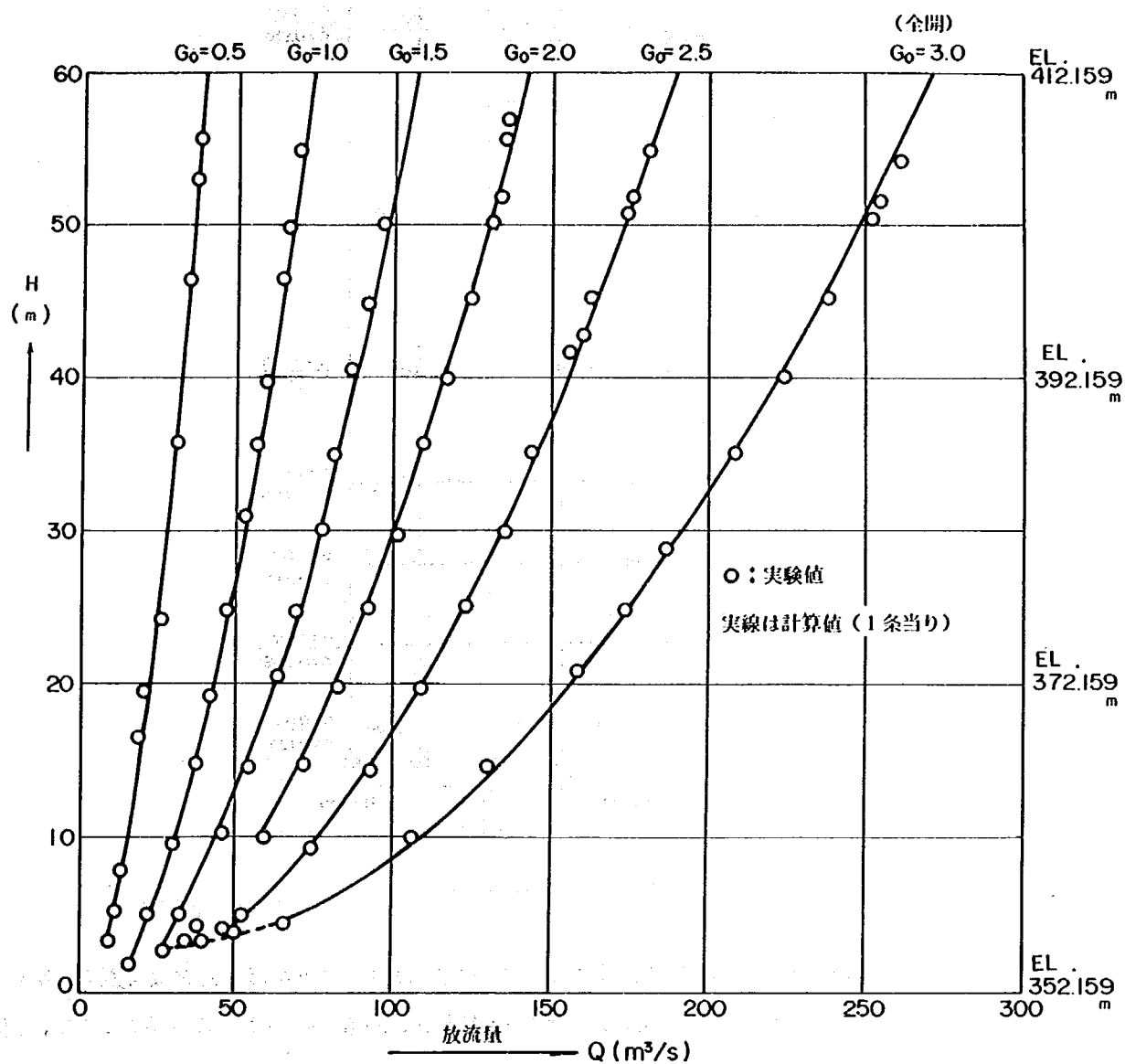


図 6-6 放流機能曲線 (放流管 1 条)

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

ここに、 C : 流量係数,

Q : 流量 (m^3/s)

A : 吐口断面積 ($= 8.315 \text{ m}^2$)

H : 作用水頭 (=貯水位—ゲート戸当り標高 EL. 350.28 m),

g : 重力加速度 (m/sec^2)

上式より求めた C と H の関係を図化したのが図 6-7 である。

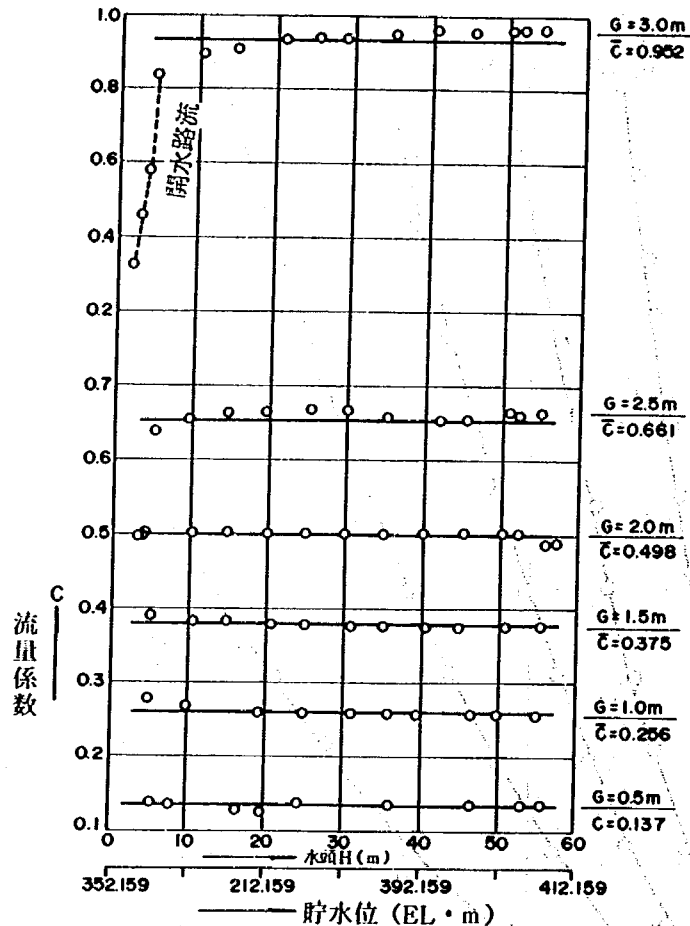


図 6-7 C-H の関係

図 6-7 より貯水位が EL. 373.0 m 以上の領域に達すると流量係数のバラツキがほとんどなくなる。次に、流量係数のバラツキが少なくなる領域で C^2 と G/H の関係を求めると図 6-8 のようになる。ここで、全開時の流量係数 C_0 を最小二乗法によって近似すると、

$$C_0^2 = -0.9856 (G/H) + 0.9374 \quad \dots\dots\dots (6-5)$$

となる。各ゲート開度 G と D の比 G/D と上式で求まる C_0 と流量係数と流量係数 C との比 C_1 の関係を求めてみると、

$$C_1 = C/C_0 = 2.382 (G/D)^5 - 4.407 (G/D)^4 + 3.275 (G/D)^3 - 1.208 (G/D)^2 + 0.976 (G/D) \quad \dots\dots\dots (6-6)$$

となるこの (6-5), (6-6) 式と実験値とは、約 3% 以下の誤差となり適用上の問題はないものとする。

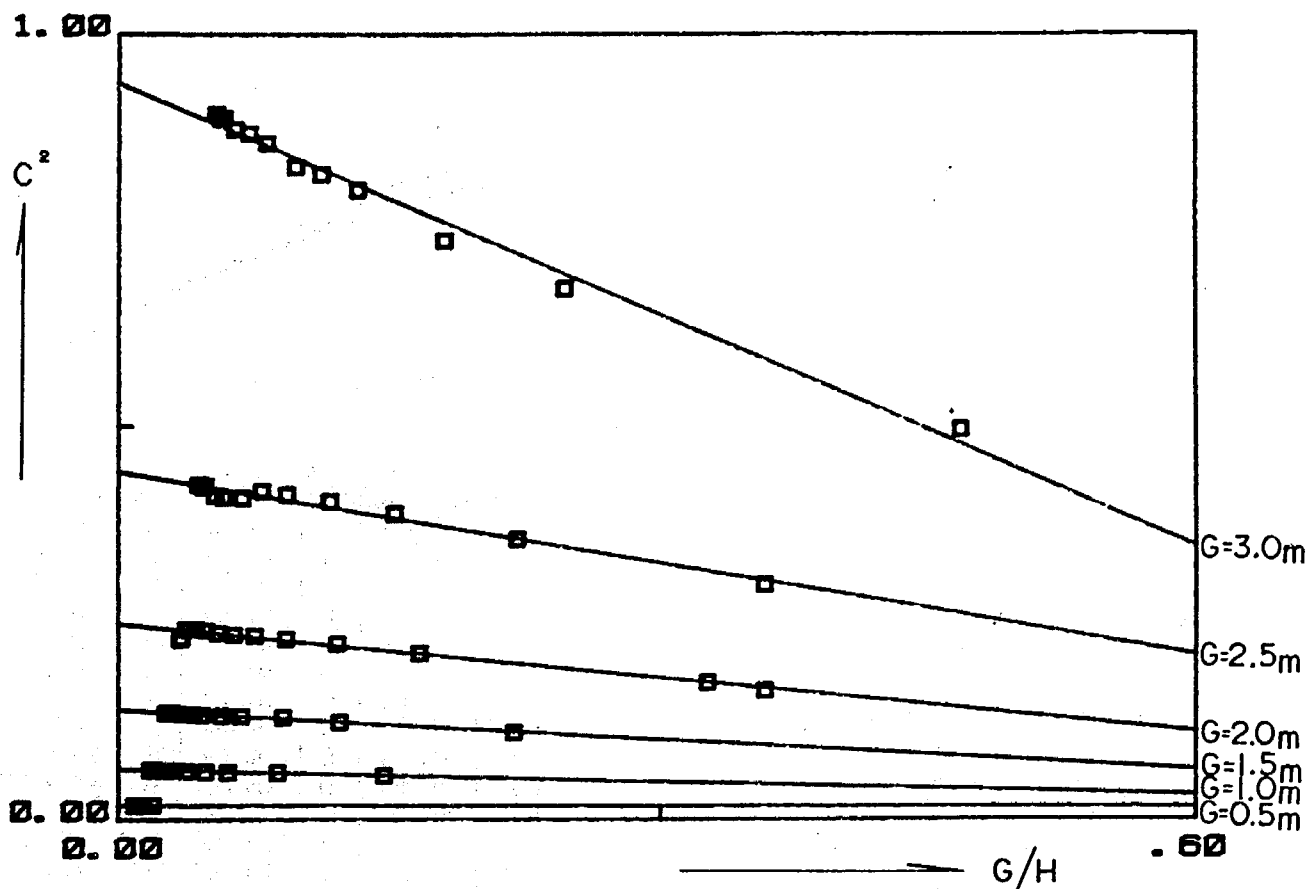


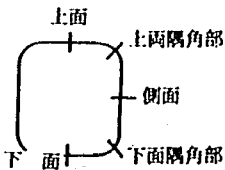
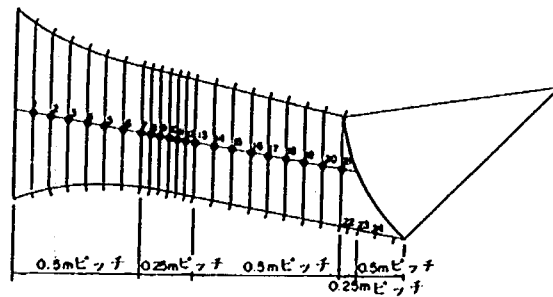
図6-8 $C^2 \sim G/H$ の関係

1.3.2 圧力分布

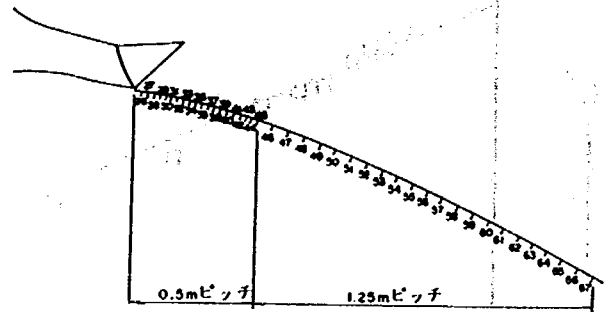
コンジットの圧力の調査は図6-9に示した5測線（上面中央、上面隅部、側面、下面隅部、下面中央）の各測点に対し直角に埋設したピエゾ管の圧力を管路部では、貯水位3ケース（ゲート開度全開のみ）、開水路部では、貯水位1ケース（全開を含む4開度）について計測した。

1) 管路内圧力分布

管路内圧力測定結果を、図6-14 a~c および表6-8 a~d に示す。この表中に示す圧力状態の指標となる圧力降下係数 C_d は、(6-4)式を用いて求めた。ただし式中の吐口断面積 A は、 8.315 m^2 とした。この圧力降下係数 C_d と呑口から各ピエゾ点までの水平距離 X を管長 L で除した無次元量 X/L との関係を図6-10に示す。これらの結果、図6-14 a~c から明らかなように、いずれの水位に対しても各ピエゾの圧力は、すべて正圧であることから設計形状には問題がないものと判断できる。また圧力降下係数は、呑口付近からなだらかに減少する傾向を示しており、流れは、ベルマウスに沿っているものと判断できる。



位置	上面	上面隅角部	側面	下面隅角部	下面
	標高: Y (m)				
1	356.009	355.162	353.609	351.986	351.665
2	355.740	355.442	353.521	352.048	351.739
3	355.542	355.224	353.432	352.067	351.758
4	355.360	355.034	353.344	352.056	351.755
5	355.200	354.868	353.256	352.002	351.715
6	355.060	354.726	353.168	351.900	351.653
7	354.936	354.601	353.079	351.982	351.557
8	354.876	354.541	353.035	351.848	351.513
9	354.817	354.482	352.991	351.804	351.469
10	354.758	354.423	352.947	351.760	351.425
11	354.699	354.364	352.903	351.716	351.381
12	354.640	354.305	352.859	351.672	351.337
13	354.580	354.245	352.815	351.628	351.293
14	354.462	354.127	352.727	351.540	351.205
15	354.344	354.009	352.639	351.452	351.117
16	354.225	353.890	352.551	351.364	351.029
17	354.107	353.772	352.463	351.276	350.941
18	353.988	353.653	352.375	351.188	350.883
19	353.870	353.535	352.287	351.100	350.765
20	353.751		352.199	351.012	350.677
21			352.110	350.923	350.588
22				350.829	350.544
23				350.738	350.500
24				350.555	350.412
25					350.324



位置	標高 (m)	位置	標高 (m)	位置	標高 (m)
26	350.011	40	348.337	54	343.348
27	349.918	41	348.204	55	342.810
28	349.823	42	348.068	56	342.254
29	349.725	43	347.929	57	341.682
30	349.625	44	347.787	58	341.092
31	349.522	45	347.420	59	340.485
32	349.416	46	347.037	60	339.860
33	349.307	47	346.636	61	339.219
34	349.195	48	346.218	62	338.560
35	349.964	49	345.782	63	337.895
36	348.844	50	345.330	64	337.191
37	348.722	51	344.860	65	336.494
38	348.596	52	344.370	66	335.796
39	348.468	53	343.870	67	335.099

図 6-9 放流管圧力測定用ピエゾ管配置図

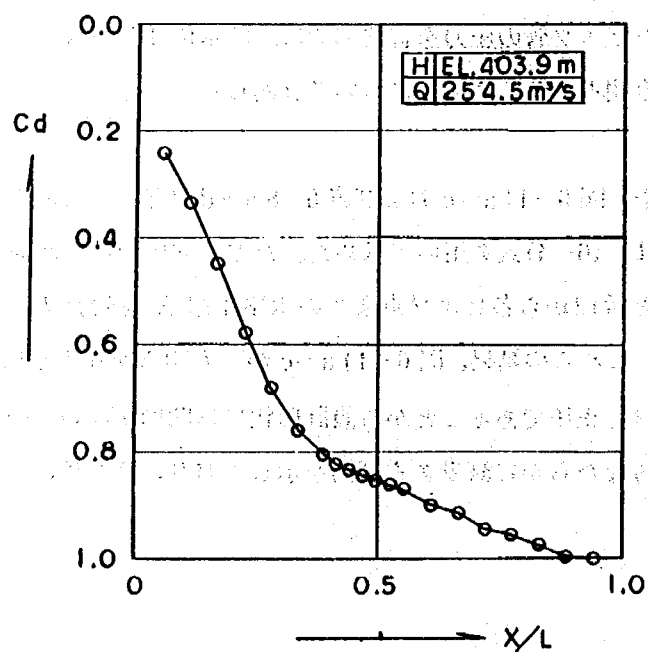


図 6-10 $C_d \sim X/D$ の関係

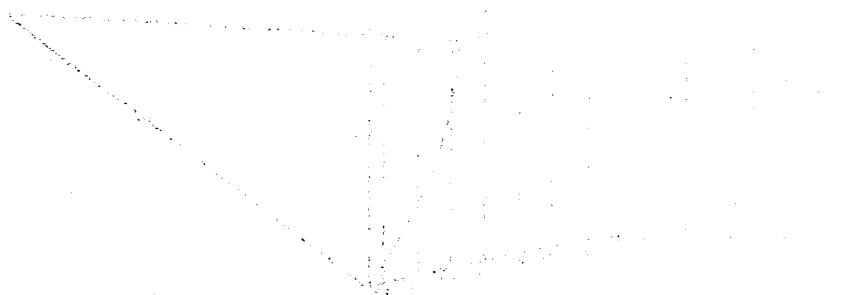
b) 開水路圧力分布

開水路圧力測定結果を図 6-15 および表 6-9 a, b に示す。図 6-15 から、ゲート戸当り下流 12 m~15 m 付近で負圧がみられるが、許容負圧内に収まっており特に問題はない。

1.3.3 開水路水面形

開水路水面形の調査は、底面中央および壁沿いの 2 測線の各測点に対し、貯水位 1 ケース（設計洪水位）について計測した。なお、この時のラジアルゲートの開度は全開 (3 m)、2.5 m 開度の 3 ケースについて行った。

開水路水面形測定結果を図 6-16, 表 6-10 に示す。ゲート半開時では、縮流の影響で両壁沿いに薄い水脈のはいあがりが見られるようになり、水路横断方向の水深を不均等にする。これは、2.5 m 開時で最も顕著である。しかしこの時でも、ゲートピンとの距離は、約 2 m 程度確保されている。又、ゲート全開時では、ゲート半開時に比べて、比較的安定しており水路横断方向での水面差は小さい。



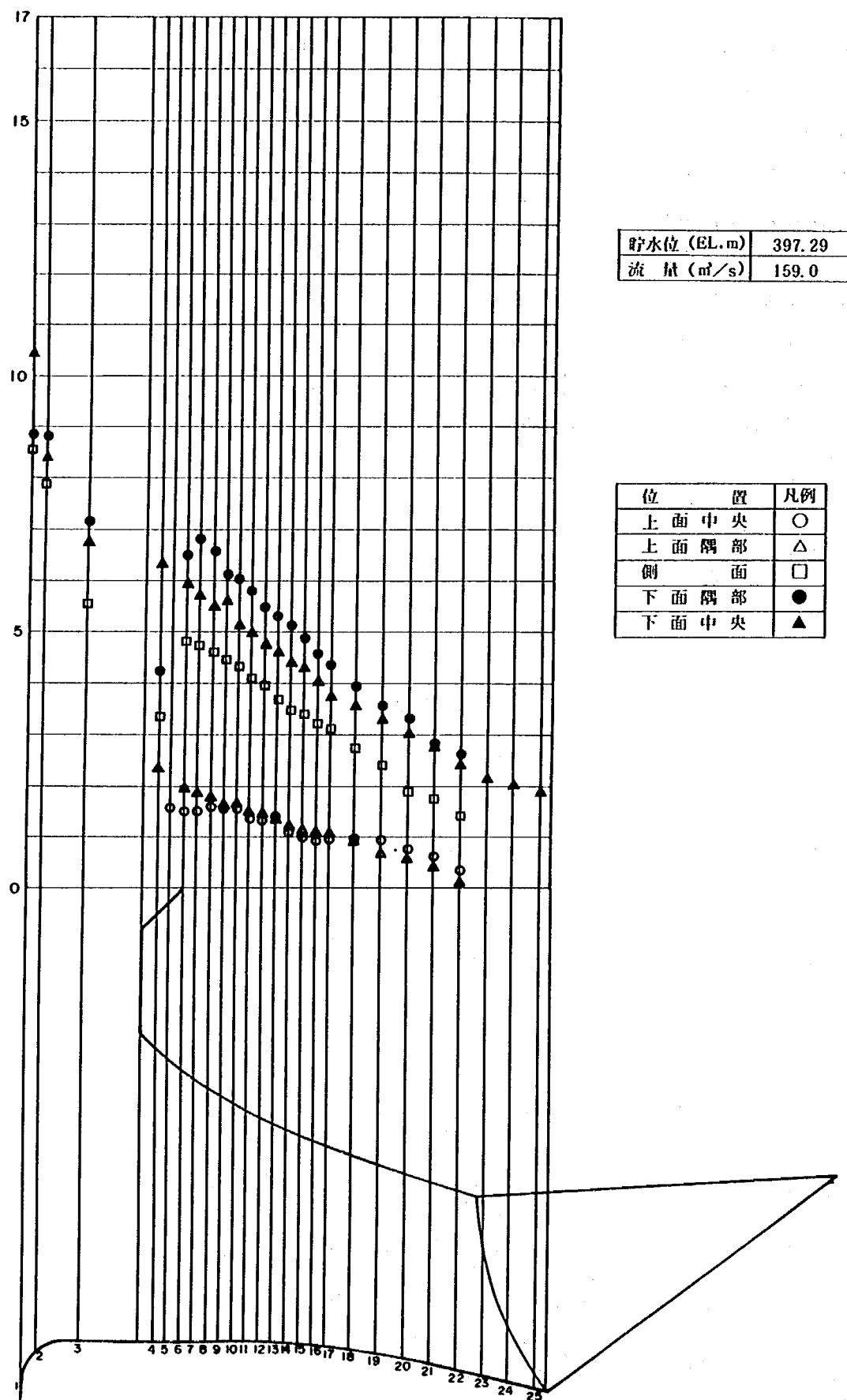


图6-11a 管路内压力分布图

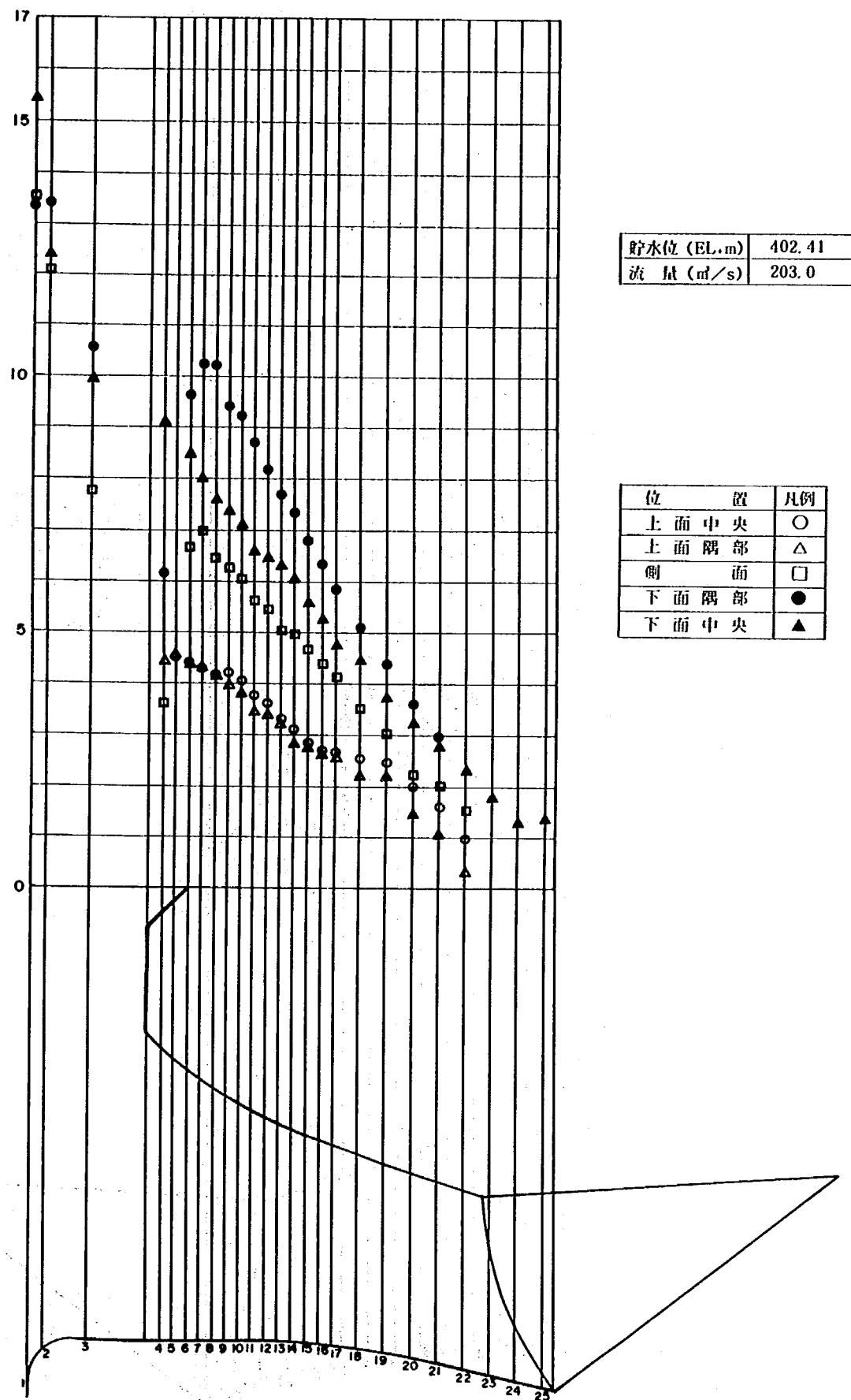


图6-11b 管路内压力分布图

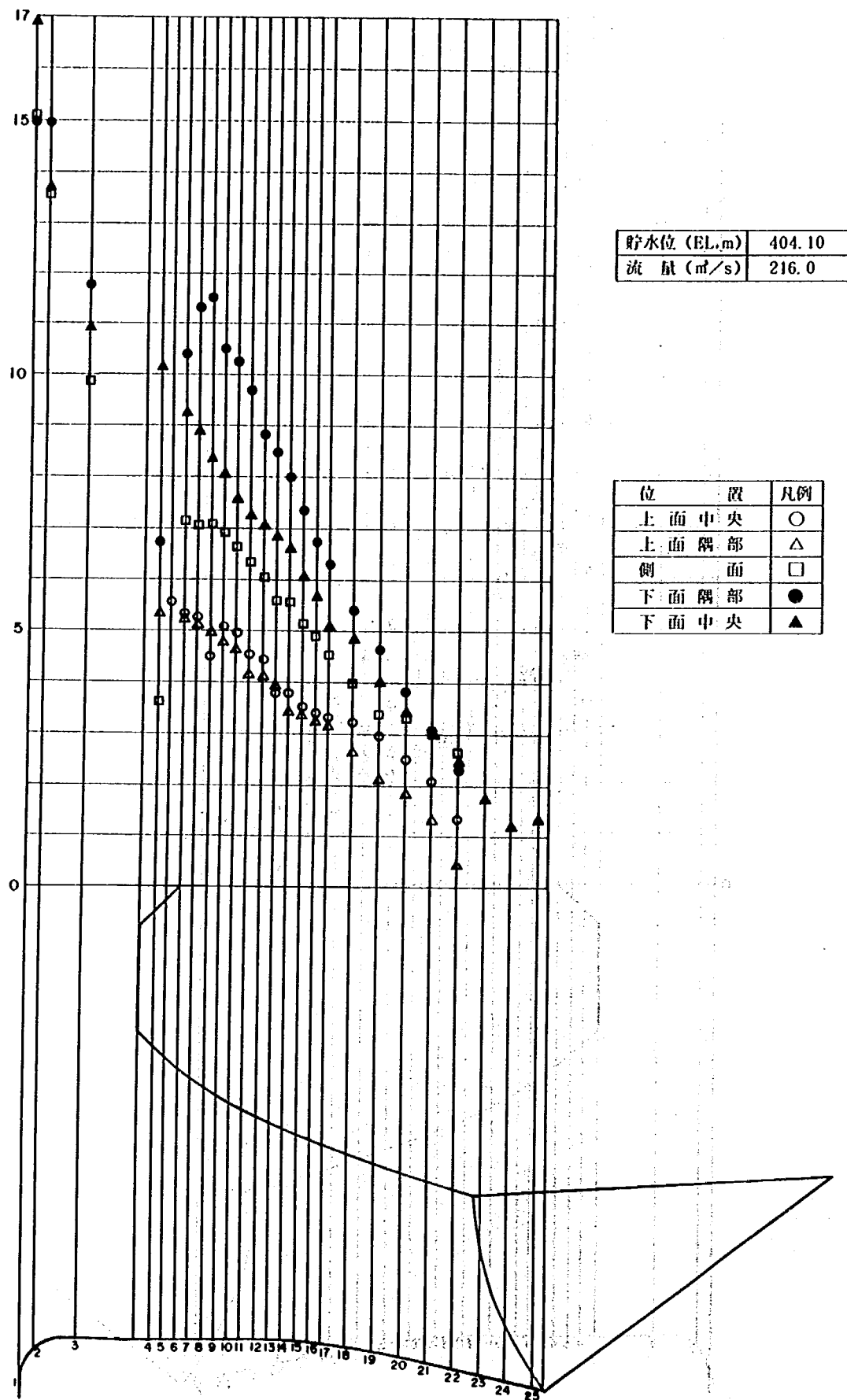


图6-11c 管路内压力分布图

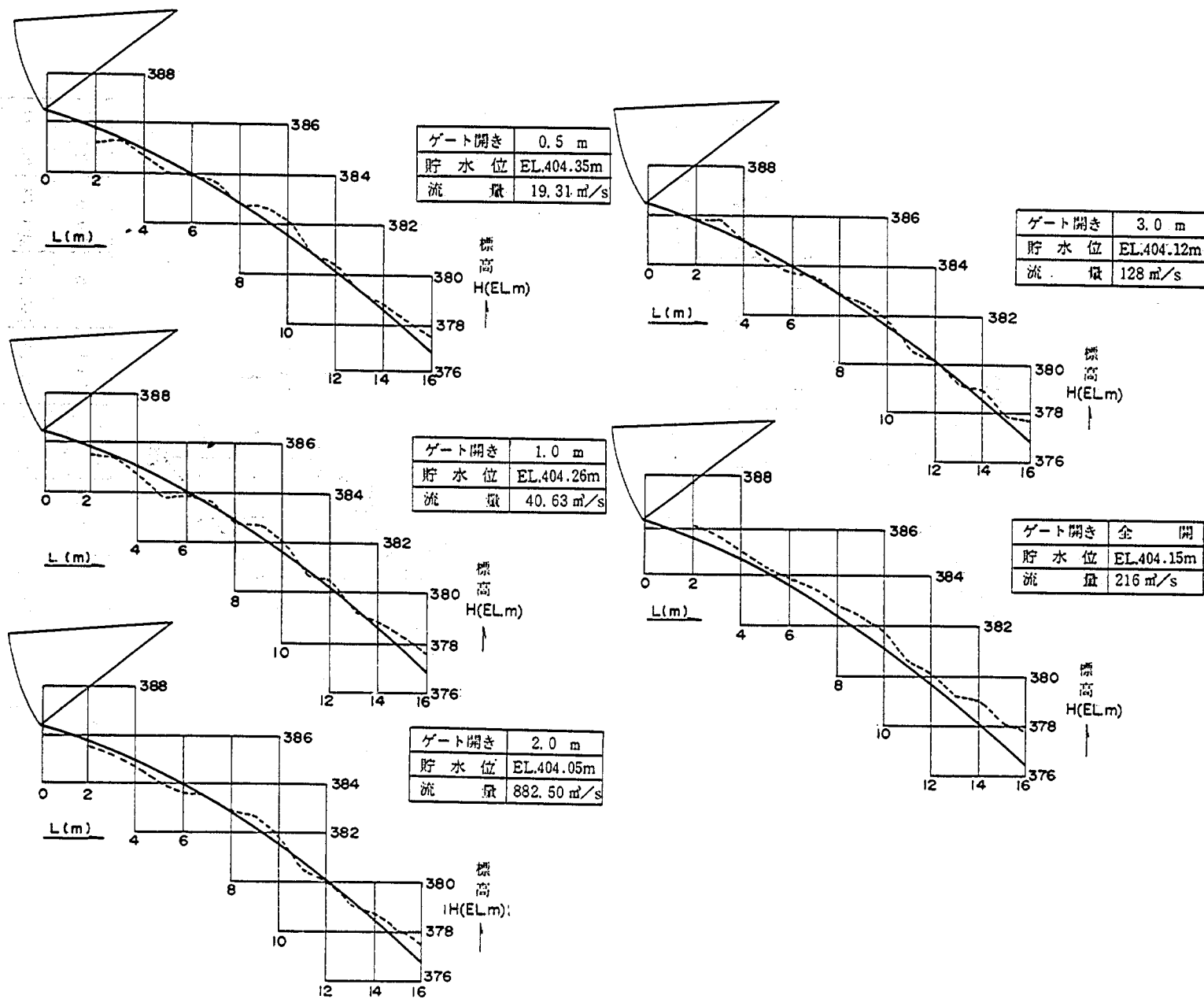
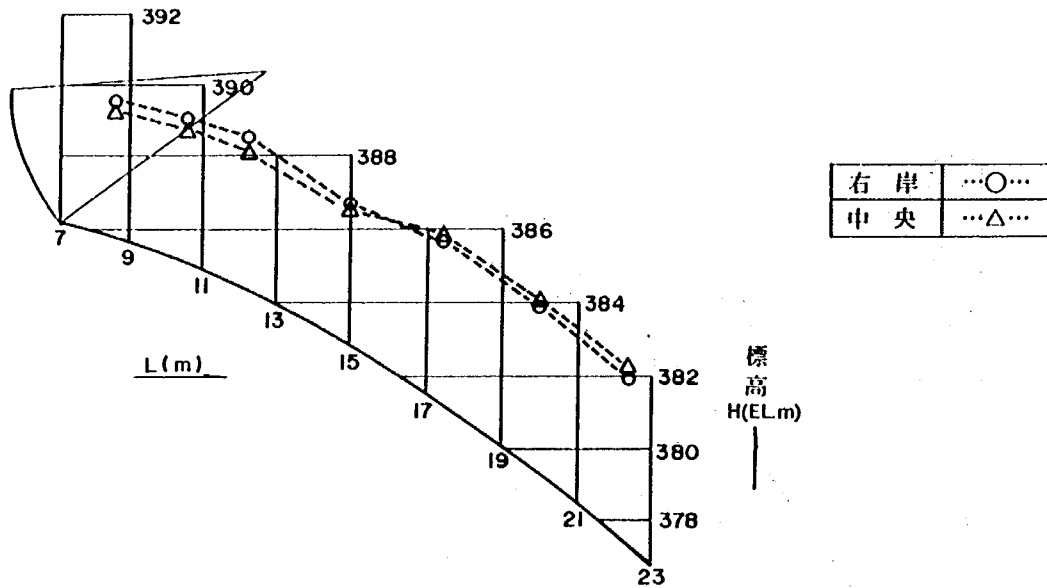
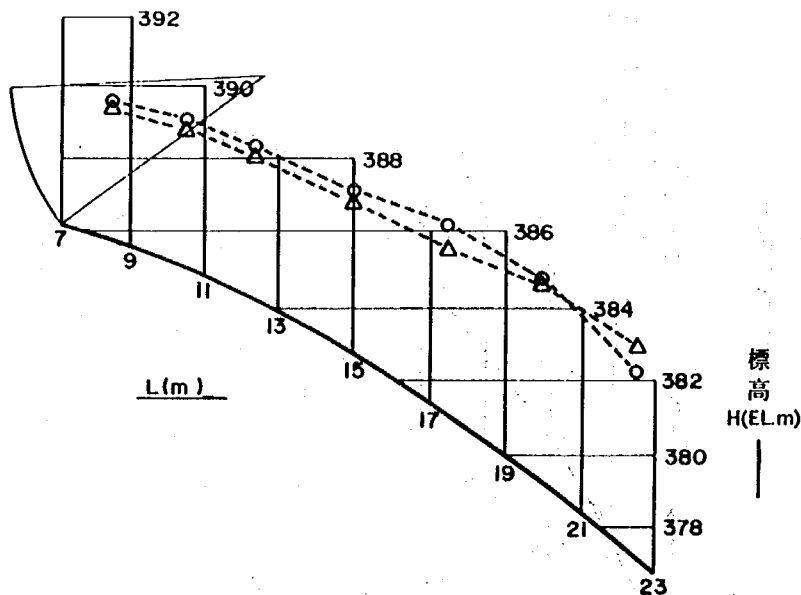


図 6-12 ゲート下流開水路圧力分布図

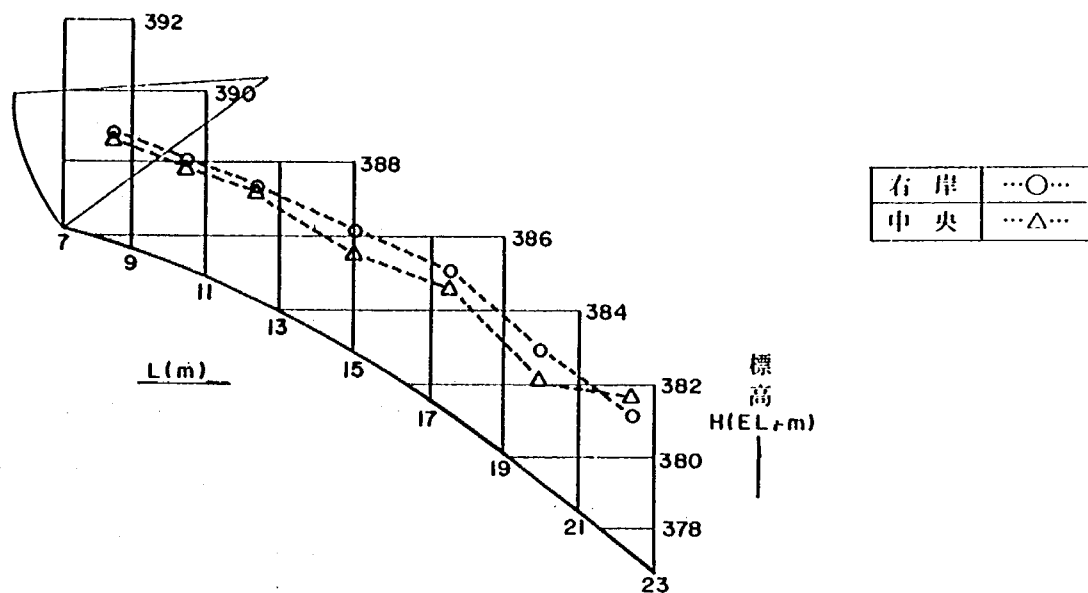


実験条件 \ 距離 X (m)	8.5	10.5	12.5	ゲート ピン直下	15.0	17.5	20.0	22.5
サーチャージ水位 EL. 402.42 m Q = 204.88 m³/s G = 全開	右岸 389.56	389.05	388.49	388.49	386.78	385.72	383.85	381.98
	中央 389.39	388.75	388.16	388.16	386.63	385.84	384.10	382.23

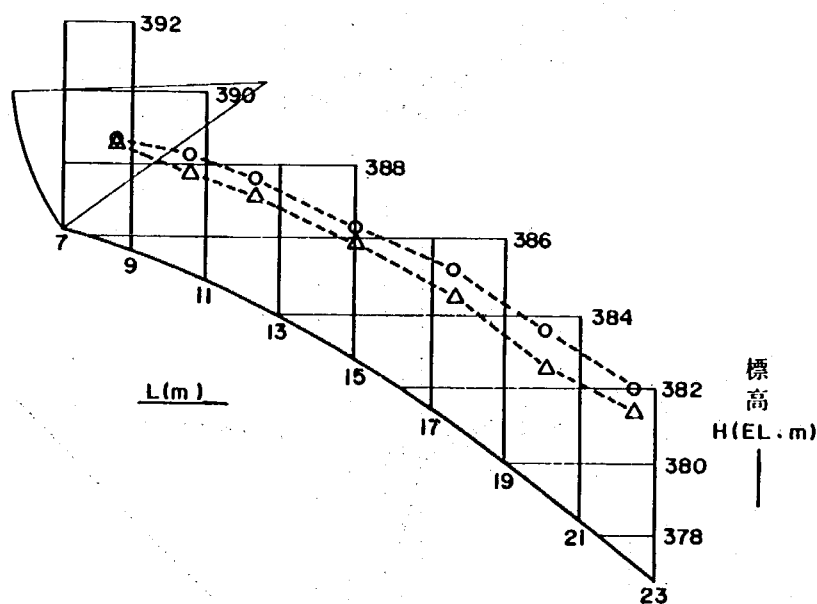


実験条件 \ 距離 X (m)	8.5	10.5	12.5	ゲート ピン直下	15.0	17.5	20.0	22.5
設計洪水水位 EL. 404.15 m Q = 218.81 m³/s G = 全開	右岸 389.56	389.08	388.29	388.29	387.03	386.34	384.73	382.23
	中央 389.39	388.70	388.21	388.21	386.70	385.59	384.60	382.85

図 6-13 a ゲート下流開水路水面形図



実験条件	距離 X (m)	8.5	10.5	12.5	ゲート ピン直下	15.0	17.5	20.0	22.5
サーチャージ水位 EL. 402.37 m	右岸	388.81	388.08	387.41	387.41	386.20	385.09	382.95	381.10
Q = 153.38 m ³ /s G = 3.5 m	中央	388.69	387.80	387.21	387.21	385.53	384.59	382.10	381.60



実験条件	距離 X (m)	8.5	10.5	12.5	ゲート ピン直下	15.0	17.5	20.0	22.5
設計洪水位 EL. 404.10 m	右岸	388.86	388.30	387.64	387.64	386.32	385.32	383.60	382.10
Q = 162.94 m ³ /s G = 3.5 m	中央	388.81	387.78	387.16	387.16	385.83	384.59	382.60	381.48

図 6-13 b ゲート下流開水路水面形図

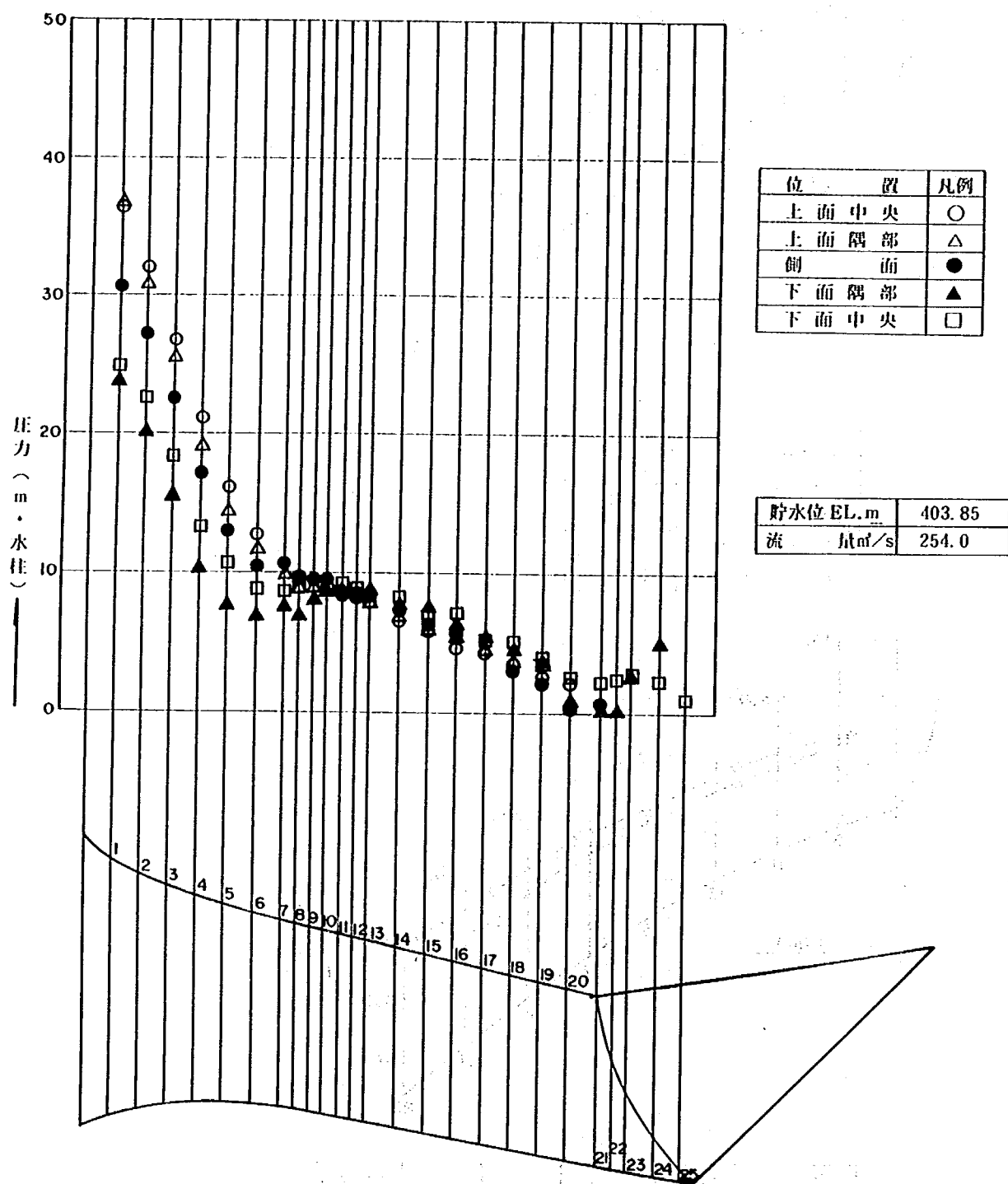


图 6—14 a 放流管内压力分布图

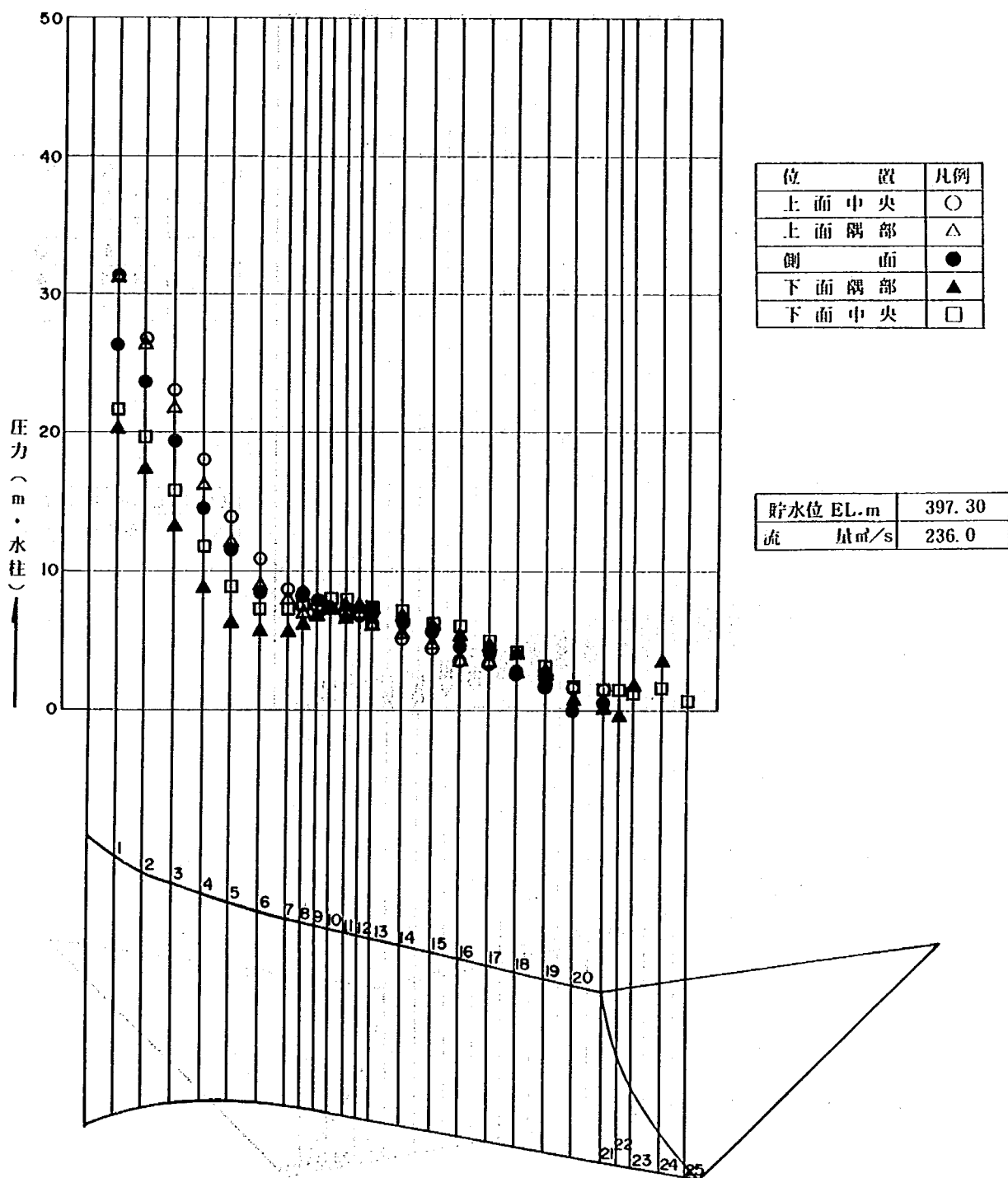


图6—14b 放流管内压力分布图

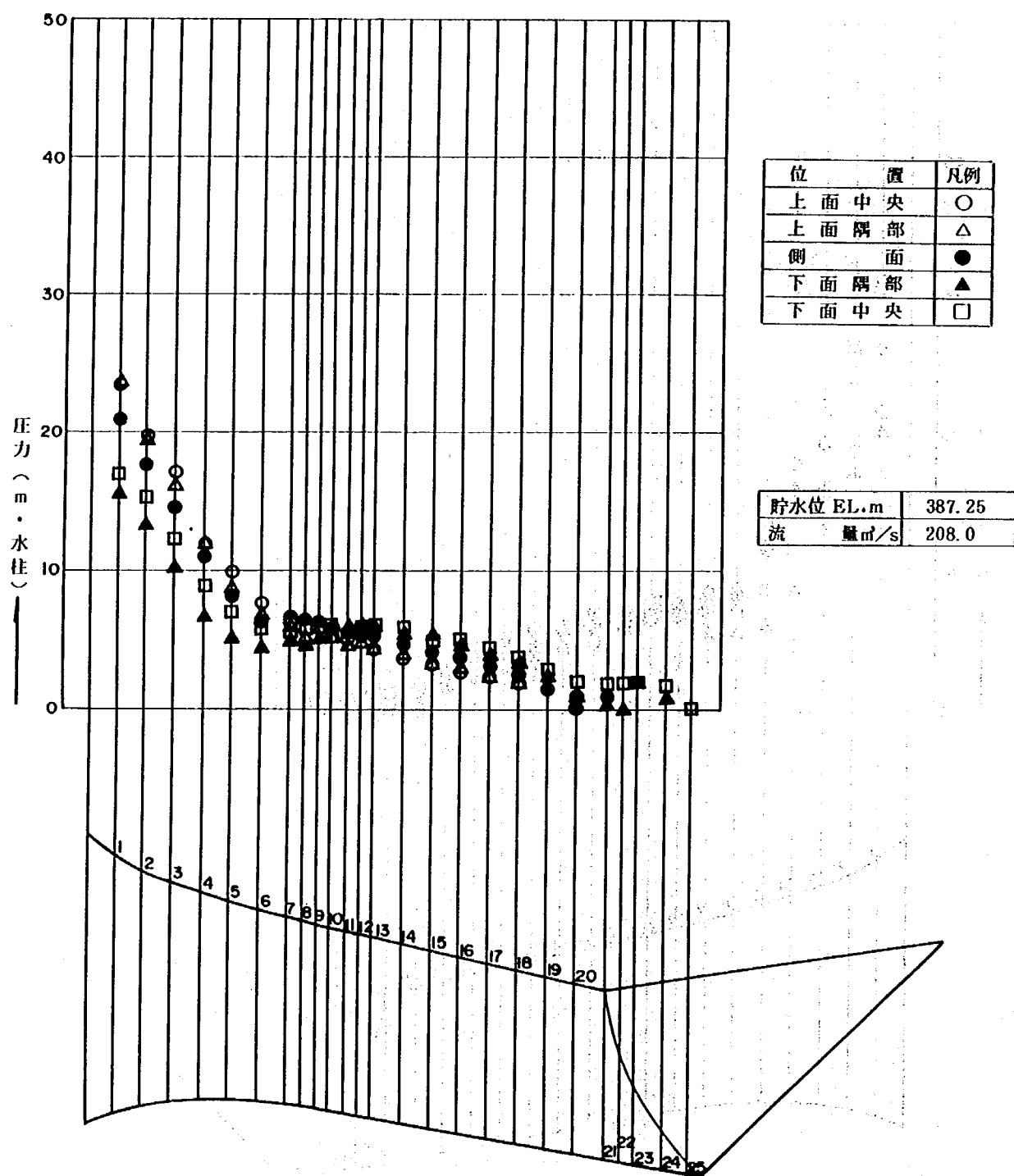


图 6—14 c 放流管内压力分布图

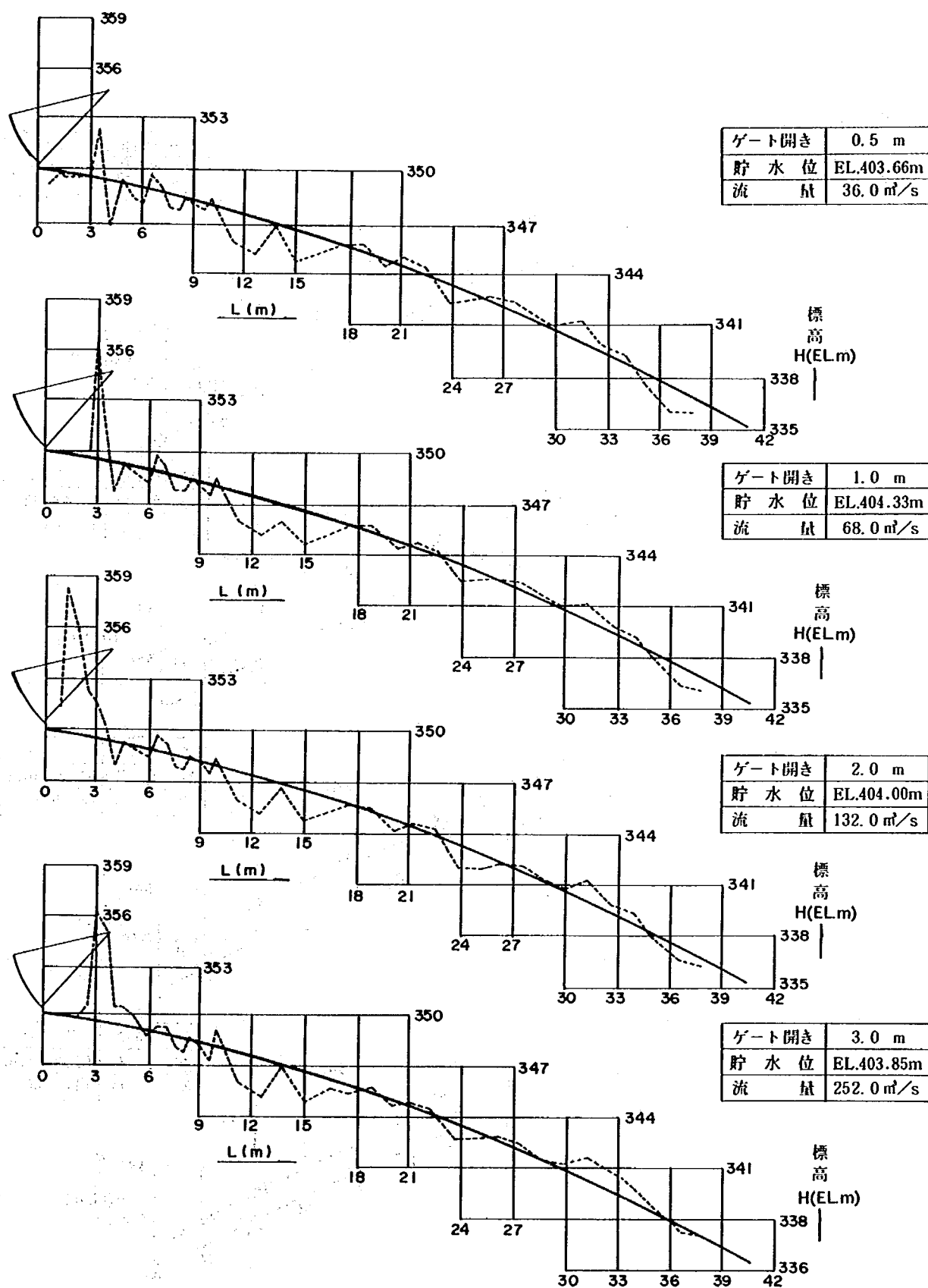


図 6-15 ゲート下流開水路圧力分布図

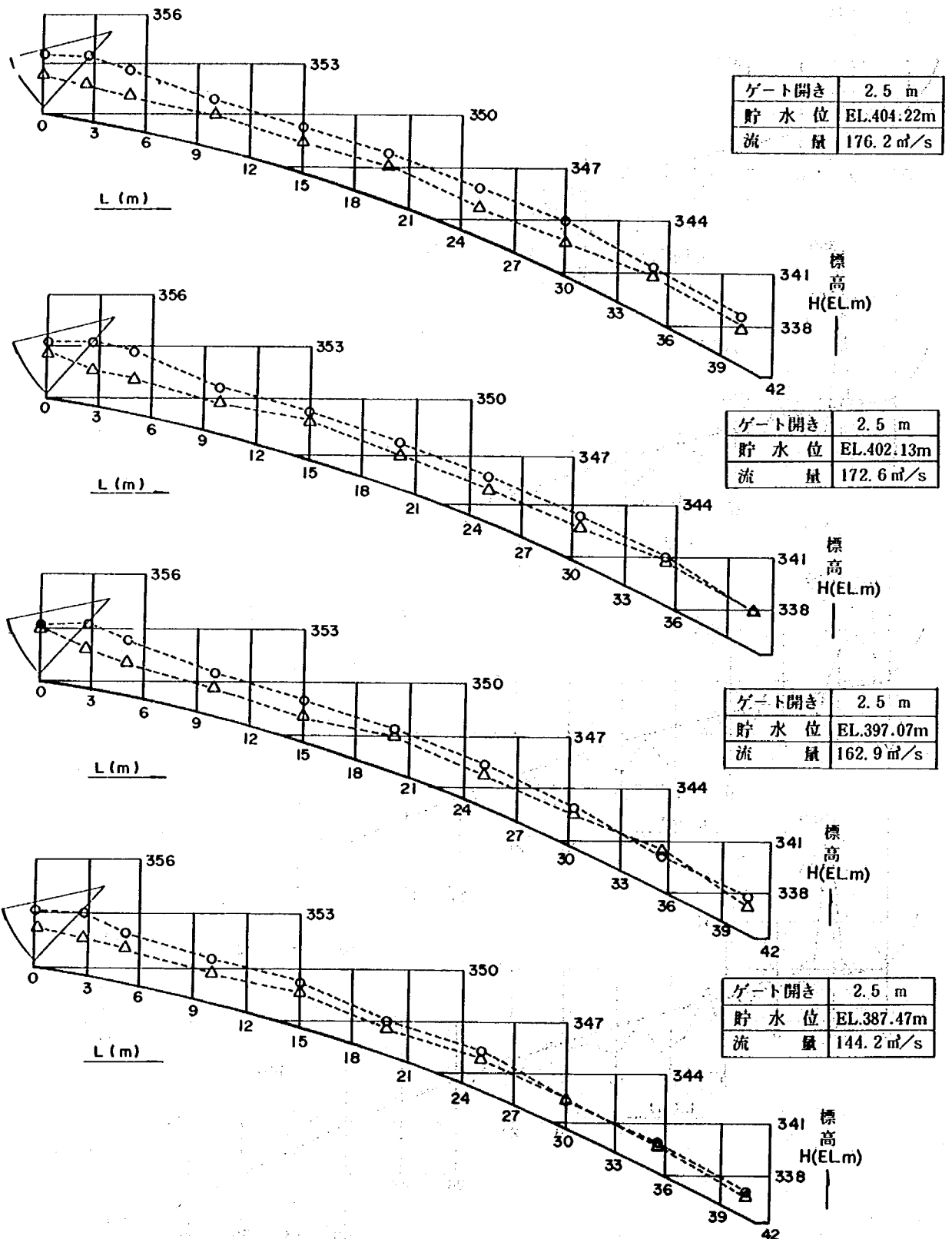


図 6-16 ゲート下流開水路水面形図

表6-4a オリフィスの貯水位～ゲート開き～流量測定結果表

ゲート開き G_0	水位 E L.(m)	放流量 $Q(m^3/s)$	H/G_0	C_1	C_1^2	D/H	C_2
0.5	388.21	5.44	3.992	0.434	0.188	1.932	0.062
	388.82	6.50	5.212	0.455	0.207	1.480	0.065
	391.07	9.69	9.712	0.497	0.247	0.794	0.071
	393.88	12.44	15.332	0.507	0.257	0.503	0.072
	395.11	13.38	17.792	0.507	0.257	0.433	0.072
	397.31	15.06	22.192	0.511	0.261	0.348	0.073
	398.93	16.19	25.432	0.513	0.263	0.303	0.073
	402.12	18.13	31.812	0.513	0.263	0.242	0.073
	404.35	19.31	36.272	0.512	0.262	0.213	0.073
	405.36	20.06	38.292	0.518	0.268	0.201	0.074
1.0	388.87	12.69	2.656	0.440	0.194	1.452	0.126
	389.07	13.50	2.856	0.451	0.203	1.350	0.129
	391.22	19.44	5.006	0.491	0.241	0.770	0.140
	392.06	21.75	5.846	0.508	0.258	0.660	0.145
	393.20	23.94	6.986	0.511	0.261	0.552	0.146
	395.12	27.50	8.906	0.520	0.270	0.433	0.149
	397.58	31.31	11.366	0.524	0.275	0.339	0.150
	399.34	34.00	13.126	0.530	0.281	0.294	0.151
	402.55	38.56	16.336	0.539	0.291	0.236	0.154
	404.26	40.63	18.046	0.540	0.292	0.214	0.154
1.5	405.44	41.88	19.226	0.439	0.291	0.201	0.154
	389.62	22.38	2.271	0.456	0.208	1.132	0.196
	389.71	22.81	2.331	0.459	0.211	1.103	0.197
	389.85	23.75	2.424	0.469	0.220	1.061	0.201
	391.07	28.81	3.237	0.492	0.242	0.794	0.211
	393.05	35.94	4.557	0.517	0.267	0.564	0.222
	395.10	42.00	5.924	0.530	0.281	0.434	0.227
	397.37	48.00	7.437	0.541	0.293	0.346	0.232
	399.05	51.88	8.557	0.545	0.297	0.300	0.234
	401.05	56.13	9.891	0.549	0.301	0.260	0.235
2.0	402.35	58.75	10.757	0.550	0.303	0.239	0.236
	404.09	62.19	11.917	0.554	0.307	0.216	0.237
	405.01	63.88	12.531	0.555	0.308	0.205	0.238
	390.35	33.13	2.068	0.460	0.212	0.932	0.263
	390.58	33.94	2.183	0.459	0.211	0.883	0.262
	391.36	38.63	2.573	0.481	0.231	0.749	0.275
	393.37	48.13	3.578	0.508	0.258	0.539	0.290
	395.35	55.94	4.568	0.522	0.272	0.422	0.298
	397.47	63.44	5.628	0.534	0.285	0.343	0.305
	399.10	68.69	6.443	0.540	0.292	0.299	0.309
2.5	401.03	74.38	7.408	0.546	0.298	0.260	0.312
	402.34	78.06	8.063	0.549	0.301	0.239	0.314
	404.05	82.50	8.918	0.552	0.305	0.216	0.315
	405.13	85.31	9.458	0.554	0.307	0.204	0.316

* 開水路流と管路流の境界

表6-4b オリフィスの貯水位～ゲート開き～流量測定結果表

ゲート開き G ₀	水位 E L.(m)	放流量 Q (m ³ / s)	H / G ₀	C ₁	C ₁ ²	D / H	C ₂	
2.5	*	391. 20	45. 75	1. 994	0. 463	0. 214	0. 773	0. 330
		391. 39	46. 88	2. 070	0. 465	0. 216	0. 745	0. 332
		392. 30	53. 06	2. 434	0. 486	0. 236	0. 634	0. 347
		393. 08	57. 81	2. 746	0. 498	0. 248	0. 562	0. 356
		395. 06	68. 25	3. 538	0. 518	0. 268	0. 436	0. 370
		397. 37	79. 00	4. 462	0. 534	0. 285	0. 346	0. 382
		399. 22	86. 63	5. 202	0. 542	0. 294	0. 296	0. 388
		401. 17	93. 75	5. 982	0. 548	0. 300	0. 258	0. 391
		402. 45	98. 63	6. 496	0. 553	0. 306	0. 237	0. 395
		404. 08	103. 94	7. 146	0. 555	0. 308	0. 216	0. 397
		405. 16	107. 44	7. 578	0. 558	0. 311	0. 204	0. 398
3.0	*	391. 81	58. 94	1. 865	0. 469	0. 220	0. 689	0. 402
		391. 90	59. 38	1. 895	0. 469	0. 220	0. 678	0. 402
		392. 82	67. 06	2. 202	0. 491	0. 241	0. 583	0. 421
		393. 14	69. 69	2. 309	0. 498	0. 248	0. 557	0. 427
		395. 12	83. 56	2. 969	0. 527	0. 277	0. 433	0. 452
		397. 45	97. 19	3. 745	0. 545	0. 297	0. 343	0. 468
		399. 42	107. 56	4. 402	0. 557	0. 310	0. 292	0. 477
		401. 16	116. 88	4. 982	0. 569	0. 324	0. 258	0. 488
		402. 41	122. 00	5. 399	0. 571	0. 326	0. 238	0. 489
		404. 17	129. 81	5. 985	0. 577	0. 333	0. 215	0. 494
		405. 33	134. 50	6. 372	0. 579	0. 335	0. 202	0. 496
3.5	*	392. 60	79. 69	1. 825	0. 509	0. 259	0. 604	0. 509
		392. 69	80. 31	1. 850	0. 509	0. 259	0. 595	0. 509
		392. 74	81. 06	1. 865	0. 512	0. 262	0. 591	0. 512
		393. 19	85. 38	1. 993	0. 522	0. 272	0. 553	0. 522
		395. 42	105. 62	2. 630	0. 562	0. 316	0. 419	0. 562
		397. 38	120. 88	3. 190	0. 584	0. 341	0. 345	0. 584
		399. 59	135. 81	3. 822	0. 597	0. 356	0. 288	0. 597
		401. 15	145. 00	4. 267	0. 605	0. 366	0. 258	0. 605
		402. 37	153. 38	4. 616	0. 616	0. 379	0. 239	0. 616
		404. 10	162. 94	5. 110	0. 622	0. 387	0. 216	0. 622
		404. 65	165. 62	5. 267	0. 622	0. 387	0. 209	0. 622
3.856		388. 21	5. 44	0. 518	0. 056	0. 003	1. 932	0. 062
		389. 62	22. 38	0. 883	0. 178	0. 032	1. 132	0. 196
		391. 20	45. 75	1. 294	0. 300	0. 090	0. 773	0. 330
		391. 81	58. 94	1. 451	0. 365	0. 133	0. 689	0. 402
		392. 60	79. 69	1. 656	0. 462	0. 213	0. 604	0. 509
		392. 98	92. 63	1. 754	0. 521	0. 271	0. 570	0. 574
		394. 11	122. 00	2. 049	0. 636	0. 404	0. 488	0. 700
	*	394. 61	128. 13	2. 179	0. 648	0. 420	0. 459	0. 713
		395. 07	133. 56	2. 299	0. 657	0. 432	0. 435	0. 724
		397. 29	158. 25	2. 874	0. 696	0. 484	0. 348	0. 767
		399. 56	179. 38	3. 460	0. 719	0. 517	0. 289	0. 792
		401. 12	192. 81	3. 861	0. 731	0. 534	0. 259	0. 806
		402. 41	204. 88	4. 202	0. 746	0. 557	0. 238	0. 821
		404. 15	218. 81	4. 651	0. 757	0. 573	0. 215	0. 834
		404. 98	224. 38	4. 878	0. 758	0. 575	0. 205	0. 835

* 開水路流と管路流との境界

表 6-5 a オリフィスの管内圧力測定結果

位置	測点 No.	ゲート開き 貯水位 ピエゾ 標高	G = 全 開						G = 全 開					
			常 時 満 水 位 EL. 397.29 m						サーチャージ水位 EL. 402.41 m					
			最 高		最 低		平 均	圧力降下 係数 Cd	最 高		最 低		平 均	圧力降下 係数 Cd
			標 高	水 頭	標 高	水 頭	標 高		標 高	水 頭	標 高	水 頭	標 高	
上 面 中 央	1													
	2													
	3													
	4													
	5	392.605	394.400	1.795	394.125	1.520	394.263	0.466	397.350	4.745	396.900	4.295	397.125	0.483
	6	392.424	394.150	1.726	393.775	1.351	393.963	0.512	397.000	4.576	396.625	4.201	396.813	0.512
	7	392.262	393.975	1.713	393.675	1.413	393.825	0.533	396.675	4.413	396.425	4.163	396.550	0.536
	8	392.113	393.900	1.787	393.625	1.512	393.763	0.543	396.400	4.287	396.200	4.087	396.300	0.559
	9	391.974	393.625	1.651	393.475	1.501	393.550	0.576	396.275	4.301	396.075	4.101	396.175	0.570
	10	391.843	393.475	1.632	393.425	1.582	393.450	0.591	396.025	4.182	395.825	3.982	395.925	0.593
	11	391.720	393.225	1.505	393.025	1.305	393.125	0.641	395.600	3.880	395.400	3.680	395.500	0.632
上 面 隅 部	1													
	2													
	3													
	4	392.822	395.575	2.753	394.900	2.078	395.238		397.650	4.828	396.950	4.128	397.300	
	5													
	6	392.424	394.600	2.176	394.250	1.826	394.425		396.975	4.551	396.650	4.226	396.813	
	7	392.262	394.325	2.063	394.050	1.788	394.188		396.700	4.438	396.425	4.163	396.563	
	8	392.113	393.975	1.862	393.825	1.712	393.900		396.350	4.237	396.150	4.037	396.250	
	9	391.974	393.725	1.751	393.475	1.501	393.600		396.025	4.051	395.825	3.851	395.925	
	10	391.843	393.650	1.807	393.450	1.607	393.550		395.775	3.932	395.550	3.707	395.663	
	11	391.720	393.325	1.605	393.175	1.455	393.250		395.275	3.555	395.075	3.355	395.175	
側 面	1	388.320	397.050	8.730	396.925	8.605	396.988		401.800	13.480	401.800	13.480	401.800	
	2	388.320	396.375	8.055	396.200	7.880	396.288		400.450	12.130	400.450	12.130	400.450	
	3	388.320	394.000	5.680	393.875	5.555	393.938		397.200	8.880	396.950	8.630	397.075	
	4	388.320	392.375	4.055	391.025	2.705	391.700		392.975	4.655	390.900	2.580	391.938	
	5													
	6	388.320	393.325	5.005	392.950	4.630	393.138		395.450	7.130	394.575	6.255	395.013	
	7	388.320	393.325	5.005	392.900	4.580	392.311		395.375	7.055	395.125	6.805	395.250	
	8	388.320	393.150	4.830	392.800	4.480	392.975		394.925	6.605	394.525	6.205	394.725	
	9	388.320	392.975	4.655	392.650	4.330	392.813		394.825	6.505	394.375	6.055	394.600	
	10	388.320	392.775	4.455	392.525	4.205	392.650		394.650	6.330	394.000	5.680	394.325	
	11	388.320	392.500	4.180	392.325	4.005	392.413		394.275	5.955	393.750	5.430	394.013	
下 面 隅 部	1	386.200	395.100	8.900	395.100	8.900	395.100		399.575	13.375	399.575	13.375	399.575	
	2	386.907	395.850	8.943	395.775	8.868	395.813		400.450	13.543	400.225	13.318	400.338	
	3	387.200	394.525	7.325	394.325	7.125	394.425		397.950	10.750	397.650	10.450	397.800	
	4	387.199	391.575	4.376	391.400	4.201	391.488		393.700	6.501	393.000	5.801	393.350	
	5													
	6	387.188	393.975	6.787	393.575	6.387	393.775		397.450	10.262	396.200	9.012	396.825	
	7	387.179	394.375	7.196	393.675	6.496	394.025		397.750	10.571	397.075	9.896	397.413	
	8	387.168	394.050	6.882	393.550	6.382	393.800		397.825	10.657	396.950	9.782	397.388	
	9	387.153	393.500	6.347	393.200	6.047	393.350		397.075	9.922	396.150	8.997	396.613	
	10	387.136	393.375	6.239	393.100	5.964	393.238		396.775	9.639	395.950	8.814	396.363	
	11	387.117	393.050	5.933	392.875	5.758	392.963		396.150	9.033	395.525	8.408	395.838	
下 面 中 央	1	386.200	396.700	10.500	396.700	10.500	396.700		401.650	15.450	401.550	15.350	401.600	
	2	386.907	395.425	8.518	395.200	8.293	395.313		399.375	12.468	399.225	12.318	399.300	
	3	387.200	394.075	6.875	393.950	6.750	394.013		397.200	10.000	397.075	9.875	397.138	
	4	387.199	393.625	6.426	393.525	6.326	393.575		396.400	9.201	396.275	9.076	396.338	
	5													
	6	387.188	393.200	6.012	393.075	5.887	393.138		395.625	8.437	395.550	8.362	395.588	
	7	387.179	392.950	5.771	392.875	5.696	392.913		395.200	8.021	395.200	8.021	395.200	
	8	387.168	392.700	5.532	392.700	5.532	392.700		394.800	7.632	394.800	7.632	394.800	
	9	387.163	392.775	5.622	392.775	5.622	392.775		394.500	7.347	394.500	7.347	394.500	
	10	387.136	392.325	5.189	392.325	5.189	392.325		394.225	7.089	394.225	7.089	394.225	
	11	387.117	392.175	5.058	392.075	4.958	392.125		393.750	6.633	393.700	6.583	393.725	
	12	387.095	391.900	4.805	391.775	4.680	391.838		393.575	6.480	393.500	6.405	393.538	
	13	387.070	391.800	4.730	391.675	4.605	391.738		393.425	6.355	393.275	6.205	393.350	

単位: m

表 6-5b オリフィスの管内圧力測定結果

位 置	測 点 No	ゲート開き 貯水位 ピエゾ 標高	G = 全 開 常 時 満 水 位 EL. 397.29 m						G = 全 開 サーチャージ水位 EL. 402.41 m					
			最 高			最 低			最 高			最 低		
			標高	水頭	標高	水頭	平均 標高	圧力降下 係数 Cd	標高	水頭	標高	水頭	平均 標高	圧力降下 係数 Cd
上 面 中 央	12	391.602	393.075	1.473	392.850	1.248	392.963	0.666	395.325	3.723	395.125	3.523	395.225	0.657
	13	391.490	393.000	1.510	392.875	1.385	392.938	0.670	394.925	3.435	394.775	3.285	394.850	0.691
	14	391.382	392.650	1.268	392.400	1.018	392.525	0.733	394.650	3.268	394.425	3.043	394.538	0.720
	15	391.280	392.375	1.095	392.200	0.920	392.288	0.770	394.325	3.045	394.000	2.720	394.163	0.754
	16	391.182	392.250	1.068	392.075	0.893	392.163	0.789	394.025	2.843	393.825	2.643	393.925	0.776
	17	391.089	392.175	1.086	391.950	0.861	392.063	0.804	393.925	2.836	393.700	2.611	393.813	0.786
	18	390.918	392.025	1.107	391.850	0.932	391.938	0.824	393.600	2.682	393.450	2.532	393.525	0.812
	19	390.747	391.800	1.053	391.650	0.903	391.725	0.856	393.400	2.653	393.100	2.353	393.250	0.837
	20	390.576	391.450	0.874	391.300	0.724	391.375	0.910	392.800	2.224	392.450	1.874	392.625	0.894
	21	390.405	391.100	0.695	390.975	0.570	391.038	0.962	392.250	1.845	391.950	1.545	392.100	0.942
	22	390.234	390.650	0.416	390.575	0.341	390.613	1.027	391.375	1.141	391.100	0.866	391.238	1.021
上 面 隅 部	12	391.602	393.175	1.573	392.950	1.348	393.063		395.125	3.523	394.900	3.298	395.013	
	13	391.490	393.025	1.535	392.800	1.310	392.913		394.775	3.285	394.625	3.135	394.700	
	14	391.382	392.700	1.318	392.550	1.168	392.625		394.325	2.943	394.125	2.743	394.225	
	15	391.280	392.500	1.220	392.375	1.095	392.438		394.125	2.845	393.950	2.670	394.038	
	16	391.182	392.300	1.118	392.300	1.118	392.300		393.925	2.743	393.725	2.543	393.825	
	17	391.089	392.325	1.236	392.075	0.986	392.200		393.800	2.711	393.600	2.511	393.700	
	18	390.907	391.950	1.043	391.775	0.868	390.863		393.250	2.343	393.025	2.118	393.138	
	19	390.725	391.500	0.775	391.350	0.625	391.425		393.575	2.850	392.325	1.600	392.950	
	20	390.543	391.200	0.657	391.075	0.532	391.138		392.125	1.582	391.950	1.407	392.038	
	21	390.361	390.850	0.489	390.725	0.364	390.788		391.500	1.139	391.325	0.964	391.413	
	22	390.179	390.300	0.121	390.300	0.121	390.300		390.575	0.396	390.500	0.321	390.538	
側 面	12	388.320	392.325	4.005	392.200	3.880	392.263		394.050	5.730	393.475	5.155	393.763	
	13	388.320	392.075	3.755	391.950	3.630	392.013		393.650	5.330	393.175	4.855	393.413	
	14	388.320	391.800	3.480	391.800	3.480	391.800		393.550	5.230	393.075	4.755	393.313	
	15	388.320	391.725	3.405	391.725	3.405	391.725		393.150	4.830	392.850	4.530	393.000	
	16	388.320	391.600	3.280	391.525	3.205	391.625		392.900	4.580	392.500	4.180	392.700	
	17	388.320	391.475	3.155	391.400	3.080	391.438		392.700	4.380	392.200	3.880	392.450	
	18	388.320	391.125	2.805	391.025	2.705	391.875		392.075	3.755	391.650	3.330	391.863	
	19	388.320	390.775	2.455	390.700	2.380	390.738		391.500	3.180	391.250	2.930	391.375	
	20	388.320	390.300	1.980	390.200	1.880	390.250		390.700	2.380	390.475	2.155	390.588	
	21	388.320	390.100	1.780	390.025	1.705	390.063		390.450	2.130	390.300	1.980	390.375	
	22	388.320	389.750	1.430	389.750	1.430	389.750		390.000	1.680	389.825	1.505	389.913	
下 面 隅 部	12	387.095	392.750	5.655	392.550	5.455	392.650		395.350	8.255	395.250	8.155	395.300	
	13	387.070	392.500	5.430	392.325	5.255	392.413		394.950	7.880	394.650	7.580	394.800	
	14	387.043	392.275	5.232	392.125	5.082	392.220		394.500	7.457	394.325	7.282	394.413	
	15	387.013	391.975	4.962	391.825	4.812	391.900		393.825	6.812	393.825	6.812	393.825	
	16	386.980	391.650	4.670	391.575	4.595	391.613		393.375	6.395	393.250	6.270	393.313	
	17	386.945	391.400	4.455	391.275	4.330	391.338		392.825	5.930	392.775	5.830	392.800	
	18	386.867	390.875	4.008	390.775	3.908	390.825		392.000	5.133	391.950	5.083	391.975	
	19	386.778	390.425	3.647	390.325	3.547	390.375		391.225	4.447	391.150	4.372	391.188	
	20	386.680	390.175	3.495	389.825	3.145	390.000		390.425	3.745	390.275	3.595	390.350	
	21	386.570	389.475	2.905	389.350	2.780	389.413		389.650	3.080	389.525	2.955	389.588	
	22	386.451	389.275	2.824	388.925	2.474	389.100		388.900	2.449	388.700	2.249	388.800	
下 面 中 央	14	387.043	391.575	4.532	391.475	4.432	391.525		393.200	6.157	393.025	5.982	393.113	
	15	387.013	391.325	4.312	391.325	4.312	391.325		392.725	5.712	392.525	5.512	392.625	
	16	386.980	391.100	4.120	391.025	4.045	391.063		392.325	5.345	392.150	5.170	392.238	
	17	386.945	390.700	3.755	390.700	3.755	390.700		391.775	4.830	391.575	4.630	391.675	
	18	386.867	390.500	3.633	390.500	3.633	390.500		391.425	4.558	391.200	4.330	391.313	
	19	386.778	390.150	3.372	390.075	3.297	390.113		390.600	3.822	390.500	3.722	390.550	
	20	386.680	389.800	3.120	389.625	2.945	389.763		390.000	3.320	389.925	3.245	389.963	
	21	386.570	389.450	2.880	389.150	2.580	389.300		389.425	2.855	389.350	2.780	389.388	
	22	386.451	389.075	2.624	388.750	2.299	388.913		388.925	2.474	388.750	2.299	388.838	
	23	386.320	388.650	2.330	388.350	2.030	388.500		388.200	1.880	388.050	1.730	388.125	
	24	386.180	388.200	2.020	388.200	2.020	388.200		387.650	1.470	387.325	1.145	388.488	
	25	386.029	387.875	1.846	386.029	1.846	386.952		387.575	1.546	387.450	1.421	387.513	

単位: m

表 6-5c オリフィスの管内圧力測定結果

位 置	測 点 No	ゲート開き		G = 全 開											
		貯水位		設 計 洪 水 位 EL.404.10 m											
		ビエノ		最 高		最 低		平 均	圧力降下	最 高		最 低		平 均	圧力降下
		標 高	標 高	標 高	水 頭	標 高	水 頭	標 高	係数 Cd	標 高	水 頭	標 高	水 頭	標 高	係数 Cd
上 面 中 央	1														
	2														
	3														
	4														
	5	392.605	398.375	5.770		397.875	5.270	398.375	0.459						
	6	392.424	397.900	5.476		397.600	5.176	397.750	0.509						
	7	392.262	397.650	5.388		397.375	5.113	397.513	0.528						
	8	392.113	397.300	5.187		395.825	3.712	396.563	0.604						
	9	391.974	397.200	5.226		396.950	4.976	397.075	0.563						
	10	391.843	396.875	5.032		396.650	4.807	396.763	0.588						
	11	391.720	396.350	4.630		396.175	4.455	396.263	0.628						
上 面 隅 部	1														
	2														
	3														
	4	392.822	398.475	5.653		397.875	5.053	398.675							
	5														
	6	392.424	397.850	5.426		397.450	5.026	397.650							
	7	392.262	397.525	5.263		397.200	4.938	397.363							
	8	392.113	397.150	5.037		396.925	4.812	397.038							
	9	391.974	396.825	4.851		396.650	4.676	396.738							
	10	391.843	396.550	4.707		396.375	4.532	396.463							
	11	391.720	396.025	4.305		395.800	4.080	395.913							
側 面	1	388.320	403.550	15.230		403.375	15.055	403.463							
	2	388.320	401.975	13.655		401.850	13.530	401.913							
	3	388.320	398.275	9.955		398.150	9.830	398.213							
	4	388.320	393.025	4.705		390.875	2.555	391.950							
	5														
	6	388.320	395.950	7.630		395.025	6.705	395.488							
	7	388.320	395.925	7.605		395.150	6.830	395.538							
	8	388.320	395.700	7.380		395.025	6.705	395.363							
	9	388.320	395.525	7.205		394.950	6.630	395.238							
	10	388.320	395.225	6.905		394.725	6.405	394.975							
	11	388.320	394.950	6.630		394.450	6.130	394.700							
下 面 隅 部	1	386.200	401.225	15.025		401.225	15.025	401.225							
	2	386.907	402.025	15.118		401.800	14.893	401.913							
	3	387.200	399.150	11.950		398.925	11.725	399.038							
	4	387.199	394.450	7.251		393.500	6.301	393.975							
	5														
	6	387.188	397.950	10.762		397.225	10.037	397.588							
	7	387.179	398.950	11.771		398.100	10.921	398.525							
	8	387.168	399.075	11.907		398.350	11.182	398.713							
	9	387.153	398.125	10.972		397.275	10.122	397.700							
	10	387.136	397.525	10.389		397.300	10.164	397.413							
	11	387.117	397.075	9.958		396.675	9.558	396.875							
下 面 中 央	1	386.200	403.250	17.050		403.150	16.950	403.200							
	2	386.907	400.700	13.793		400.575	13.668	400.638							
	3	387.200	398.225	11.025		398.125	10.925	398.175							
	4	387.199	397.450	10.251		397.250	10.051	397.350							
	5														
	6	387.188	396.550	9.362		396.400	9.212	396.475							
	7	387.179	396.100	8.921		395.975	8.796	396.038							
	8	387.168	395.625	8.457		395.450	8.282	395.538							
	9	387.153	395.250	8.097		395.175	8.022	395.213							
	10	387.136	394.950	7.814		394.850	7.714	394.900							
	11	387.113	394.450	7.337		394.300	7.187	394.375							
	12	387.095	394.200	7.105		394.000	6.905	394.100							
	13	387.070	394.000	6.930		393.825	6.755	393.913							

(単位: m)

表 6-5 d オリフィスの管内圧力測定結果

位 置	測 点 No	ゲート開き		G = 全 開											
		貯水位		設 計 洪 水 位 EL. 404.10 m											
		ビエゾ		最 高		最 低		平 均	圧力降下 係数 Cd	最 高		最 低		平 均	圧力降下 係数 Cd
		標 高		標 高	水 頭	標 高	水 頭	標 高		標 高	水 頭	標 高	水 頭	標 高	
上 面 中 央	12	391.602	396.150	4.548	395.952	4.323	396.051	0.645							
	13	391.490	395.450	3.960	395.200	3.710	395.325	0.703							
	14	391.382	395.400	4.018	395.025	3.643	395.213	0.712							
	15	391.280	394.925	3.645	394.750	3.470	394.838	0.742							
	16	391.182	394.750	3.568	394.450	3.268	394.600	0.761							
	17	391.089	394.575	3.486	394.225	3.136	394.400	0.777							
	18	390.918	394.325	3.407	394.025	3.107	394.175	0.795							
	19	390.747	393.825	3.078	393.625	2.878	393.725	0.831							
	20	390.576	393.150	2.574	393.025	2.449	393.088	0.882							
	21	390.405	392.575	2.170	392.375	1.970	392.475	0.931							
	22	390.234	391.675	1.441	391.450	1.216	391.563	1.004							
上 面 隅 部	12	391.602	395.875	4.273	395.650	4.048	395.763								
	13	391.490	395.500	4.010	395.325	3.835	395.413								
	14	391.382	394.925	3.543	394.750	3.368	394.838								
	15	391.280	394.750	3.470	394.575	3.295	394.663								
	16	391.182	394.500	3.318	394.375	3.193	394.438								
	17	391.089	394.325	3.236	394.175	3.086	394.250								
	18	390.907	393.675	2.768	393.500	2.593	393.588								
	19	390.725	392.900	2.175	392.725	2.000	392.813								
	20	390.543	392.425	1.882	392.275	1.732	392.350								
	21	390.361	391.750	1.389	391.600	1.239	391.675								
	22	390.179	390.700	0.521	390.575	0.396	390.608								
側 面	12	388.320	394.625	6.305	394.025	5.705	394.325								
	13	388.320	394.200	5.880	393.700	5.380	393.950								
	14	388.320	394.150	5.830	393.650	5.330	393.900								
	15	388.320	393.750	5.430	393.225	4.905	393.488								
	16	388.320	393.425	5.105	392.975	4.655	393.200								
	17	388.320	393.125	4.805	392.650	4.330	392.888								
	18	388.320	392.500	4.180	392.125	3.805	392.313								
	19	388.320	391.850	3.530	391.575	3.255	391.713								
	20	388.320	390.825	2.505	390.525	2.205	390.675								
	21	388.320	390.600	2.280	390.200	1.880	390.400								
	22	388.320	390.025	1.705	389.825	1.505	389.925								
下 部 隅 部	12	387.095	396.100	9.005	395.825	8.730	395.963								
	13	387.070	395.700	8.630	395.475	8.405	395.588								
	14	387.043	395.275	8.232	394.900	7.857	395.088								
	15	387.013	394.550	7.507	394.275	7.262	394.413								
	16	386.980	393.850	6.870	393.650	6.670	393.750								
	17	386.945	393.350	6.405	393.150	6.205	393.250								
	18	386.867	392.375	5.508	392.175	5.308	392.275								
	19	386.778	391.500	4.722	391.375	4.597	391.438								
	20	386.680	390.575	3.895	390.045	3.770	390.310								
	21	386.570	389.700	3.130	389.600	3.030	389.650								
	22	386.450	388.875	2.425	388.675	2.225	388.775								
下 面 中 央	14	387.043	393.700	6.657	393.600	6.557	393.650								
	15	387.013	393.150	6.137	393.050	6.037	393.100								
	16	386.980	392.725	5.745	392.575	5.595	392.650								
	17	386.945	392.125	5.180	391.950	5.005	392.038								
	18	386.867	391.775	4.908	391.575	4.708	391.675								
	19	386.778	390.850	4.072	390.700	3.922	390.775								
	20	386.680	390.225	3.545	390.000	3.320	390.113								
	21	386.570	389.575	3.005	389.450	2.880	389.513								
	22	386.451	389.000	2.549	388.750	2.299	388.875								
	23	386.320	388.200	1.880	387.900	1.580	388.050								
	24	386.180	387.450	1.270	387.300	1.120	387.375								
	25	386.029	387.450	1.421	387.250	1.221	387.350								

(単位: m)

表6-6a オリフィスの開水路圧力測定結果

位 置	測 点 No	ゲート開き 貯水位 ピエゾ 標高	$G_0 = 0.5$						$G_0 = 1.0 \text{ m}$					
			設計洪水水位 EL.404.35 m						設計洪水水位 EL.404.26 m					
			最 高		最 低		平 均	最 高		最 低		平 均		
			標高	水頭	標高	水頭	標高	標高	水頭	標高	水頭	標高	標高	水頭
開水路	26	385.696	385.288	-0.408	385.088	-0.608	385.188	385.538	-0.158	385.500	-0.196	385.519		
	27	385.321	385.375	0.054	385.338	0.017	385.357	385.400	0.079	385.325	0.004	385.363		
	28	384.904	384.725	-0.179	384.725	-0.179	384.725	384.800	-0.104	384.675	-0.229	384.738		
	29	384.446	384.038	-0.408	383.963	-0.483	384.001	383.850	-0.596	383.775	-0.671	383.813		
	30	383.947	383.925	-0.022	383.925	-0.022	383.925	383.900	-0.047	383.825	-0.122	383.863		
	31	383.405	383.750	0.345	383.700	0.295	383.725	383.675	0.270	383.675	0.270	383.675		
	32	382.822	382.800	-0.022	382.800	-0.022	382.800	382.750	-0.072	382.750	-0.072	382.750		
	33	382.198	382.738	0.540	382.738	0.540	382.738	382.700	0.502	382.700	0.502	382.700		
	34	381.531	382.125	0.594	382.125	0.594	382.125	382.075	0.544	382.075	0.544	382.075		
	35	380.823	380.900	0.077	380.900	0.077	380.900	380.800	-0.023	380.600	-0.023	380.700		
	36	380.074	380.500	0.426	380.400	0.326	380.450	380.525	0.451	380.400	0.326	380.413		
	37	379.283	379.475	0.192	379.475	0.192	379.475	379.325	0.042	379.125	-0.158	379.225		
	38	378.450	378.875	0.425	378.788	0.338	378.832	378.900	0.450	378.800	0.350	378.850		
	39	377.575	378.200	0.625	378.200	0.625	378.200	378.238	0.663	378.238	0.663	378.238		
	40	376.659	377.550	0.891	377.550	0.891	377.550	377.600	0.941	377.600	0.941	377.600		

(単位: m)

表6-6b ゲート下流開水路圧力測定結果

位 置	測 点 No	ゲート開き 貯水位 ピエゾ 標高	$G_0 = 2.0 \text{ m}$						$G_0 = 3.0 \text{ m}$					
			設計洪水水位 EL.404.05 m						設計洪水水位 EL.404.12 m					
			最 高		最 低		平 均	最 高		最 低		平 均		
			標高	水頭	標高	水頭	標高	標高	水頭	標高	水頭	標高	標高	水頭
開水路	26	385.696	385.700	0.004	385.525	-0.171	385.613	385.288	-0.408	386.300	0.604	385.794		
	27	385.321	385.450	0.129	385.300	-0.021	385.375	385.950	0.629	385.675	0.354	385.813		
	28	384.904	384.850	-0.054	384.675	-0.229	384.763	385.025	0.121	384.875	-0.029	384.950		
	29	384.446	384.150	-0.296	384.000	-0.446	384.075	384.225	-0.221	384.075	-0.371	384.150		
	30	383.947	383.750	-0.197	383.625	-0.322	383.688	383.850	-0.097	383.600	-0.347	383.725		
	31	383.405	383.625	0.220	383.550	0.145	383.588	383.600	0.195	383.500	0.095	383.550		
	32	382.822	383.050	0.228	382.925	0.103	382.988	383.000	0.178	382.900	0.078	382.944		
	33	382.198	382.650	0.452	382.575	0.377	382.613	382.525	0.327	382.425	0.227	382.475		
	34	381.531	382.025	0.494	381.900	0.369	381.963	381.950	0.419	381.750	0.219	381.850		
	35	380.823	380.650	-0.173	380.375	-0.448	380.513	380.700	-0.123	380.375	-0.448	380.538		
	36	380.074	380.375	0.301	380.225	0.151	380.030	380.325	0.251	380.025	-0.049	380.175		
	37	379.283	379.225	-0.058	378.950	-0.333	379.088	379.375	0.092	379.000	-0.283	379.188		
	38	378.450	378.850	0.400	378.675	0.225	378.763	379.075	0.625	378.825	0.375	378.950		
	39	377.575	378.150	0.575	377.900	0.325	378.025	378.050	0.475	377.800	0.225	377.925		
	40	376.659	377.625	0.966	377.450	0.791	377.538	377.800	1.141	377.650	0.991	377.725		

(単位: m)

表 6-6 c オリフィスの開水路圧力測定結果

位 置	測 点 No	ゲート開き		G=全 開											
		貯 水 位		設 計 汎 水 位 EL.404.15 m											
		ピエゾ		最 高		最 低		平 均		最 高		最 低		平 均	
		標 高		標 高	水 頭	標 高	水 頭	標 高		標 高	水 頭	標 高	水 頭	標 高	
開 水 路	26	385.696		386.275	0.579	386.000	0.304	386.138							
	27	385.321		385.875	0.554	385.725	0.404	385.800							
	28	384.904		385.175	0.271	385.075	0.171	385.125							
	29	384.446		384.425	0.021	384.375	0.071	384.400							
	30	383.947		383.950	0.003	383.850	-0.097	383.900							
	31	383.405		383.625	0.220	383.525	0.120	383.575							
	32	382.822		382.900	0.078	382.900	0.078	382.900							
	33	382.198		382.450	0.252	382.450	0.252	382.450							
	34	381.531		381.875	0.344	381.750	0.219	381.813							
	35	380.823		380.750	-0.073	380.600	-0.223	380.675							
	36	380.074		380.275	0.201	380.125	0.051	380.200							
	37	379.283		379.325	0.042	379.200	0.083	379.263							
	38	378.450		379.125	0.675	379.050	0.600	379.088							
	39	377.575		378.275	0.700	378.175	0.600	378.225							
	40	376.659		377.825	1.166	377.775	1.116	377.800							

(単位：m)

表 6-7 コンジットの貯水位～放流量～ゲート開度の測定結果

No	ゲート開き 0.5 m			ゲート開き 1.0 m			ゲート開き 1.5 m			ゲート開き 2.0 m			ゲート開き 2.5 m			ゲート開き 3.0 m			ゲート開き m		
	水 位 EL.(m)	放流量 Q (m³/s)	流量係数 C	水 位 EL.(m)	放流量 Q (m³/s)	流量係数 C	水 位 EL.(m)	放流量 Q (m³/s)	流量係数 C	水 位 EL.(m)	放流量 Q (m³/s)	流量係数 C	水 位 EL.(m)	放流量 Q (m³/s)	流量係数 C	水 位 EL.(m)	放流量 Q (m³/s)	流量係数 C	水 位 EL.(m)	放流量 Q (m³/s)	流量係数 C
1	354.75	9.69	0.164	357.11	22.75	0.278	357.16	32.13	0.390	355.50	33.44	0.497	356.17	46.00	0.624	353.98	16.25	0.326			
2	357.32	11.63	0.139	361.76	30.44	0.267	362.65	45.63	0.383	355.87	35.19	0.496	357.27	53.13	0.638	354.87	27.69	0.457			
3	359.91	13.94	0.136	367.00	36.94	0.260	366.92	54.13	0.383	356.41	38.00	0.501	361.65	74.13	0.654	355.67	40.00	0.580			
4	368.45	19.13	0.129	371.41	41.81	0.259	372.75	63.31	0.379	362.32	58.75	0.501	366.70	93.06	0.663	356.23	49.44	0.665			
5	371.70	20.69	0.127	377.00	47.31	0.258	376.96	69.06	0.377	366.96	71.19	0.503	371.85	108.81	0.666	356.70	65.63	0.837			
6	376.47	25.19	0.139	383.20	52.81	0.257	383.20	77.06	0.376	372.08	82.44	0.502	377.35	123.19	0.667	362.45	105.56	0.894			
7	388.00	30.16	0.137	388.05	56.63	0.257	387.16	81.75	0.375	377.16	92.31	0.502	382.17	134.38	0.666	366.98	129.19	0.911			
8	398.56	34.19	0.136	391.80	59.38	0.256	392.68	87.88	0.375	382.12	100.75	0.500	387.27	143.25	0.657	373.13	157.56	0.934			
9	405.06	36.41	0.136	398.62	64.31	0.256	397.03	92.50	0.375	387.05	108.75	0.500	393.87	155.59	0.654	377.32	173.53	0.940			
10	407.68	37.38	0.136	402.08	66.50	0.256	402.25	97.69	0.375	392.15	116.88	0.502	397.52	162.44	0.655	381.23	186.69	0.940			
11				407.08	69.69	0.255	407.62	102.81	0.375	397.38	124.31	0.502	403.03	174.25	0.664	387.38	208.06	0.952			
12										402.36	130.69	0.501	404.13	175.69	0.662	392.45	223.38	0.956			
13										404.11	132.81	0.501	407.16	181.25	0.664	397.66	237.50	0.956			
14										407.90	134.38	0.486				402.63	251.63	0.962			
15										409.25	135.25	0.489				403.88	254.50	0.961			
16																406.55	261.69	0.964			
17																					
18																					
19																					
20																					
21																					
22																					
23																					
24																					
25																					

表 6-8 a コンジットの管内圧力測定結果

位 置	測 点 No	ゲート開き		G = 3.0 m (全開)						G = 3.0 (全開)					
		貯水位		制限水位 E.L.387.25 m						常時満水位 E.L.397.30 m					
		ピエゾ 標高	最 高			最 低			平均 係数 Cd	最 高			最 低		
			標高	水頭	標高	水頭	標高	係数 Cd		標高	水頭	標高	水頭	標高	係数 Cd
上 面 中 央	1	356.009	379.605	23.596	379.480	23.471	379.543	0.241	387.380	31.371	387.155	31.146	387.268	0.244	
	2	355.740	375.655	19.915	375.455	19.715	375.555	0.366	382.855	27.115	382.555	26.815	382.705	0.355	
	3	355.542	372.830	17.288	372.730	17.188	372.780	0.453	378.755	23.213	378.480	22.938	378.618	0.455	
	4	355.360	368.905	13.545	368.855	13.495	368.880	0.575	373.655	18.295	373.455	18.095	373.555	0.578	
	5	355.200	365.405	10.205	365.355	10.155	365.380	0.685	369.155	13.955	369.030	13.830	369.093	0.686	
	6	355.060	362.905	7.845	362.855	7.795	362.880	0.763	365.780	10.720	365.655	10.595	365.718	0.768	
	7	354.936	361.355	6.419	361.305	6.369	361.330	0.819	363.880	8.944	363.730	8.794	363.805	0.815	
	8	354.876	360.880	6.004	360.855	5.979	360.868	0.826	363.155	8.279	363.080	8.204	363.118	0.832	
	9	354.817	360.430	5.613	360.280	5.463	360.355	0.842	362.605	7.788	362.480	7.603	362.543	0.846	
	10	354.758	360.105	5.347	360.030	5.272	360.068	0.851	362.230	7.472	362.155	7.397	362.193	0.854	
上 面 隅 部	1	355.162	378.905	23.743	378.730	23.568	378.818	0.264	386.905	31.743	386.505	31.343	386.705	0.258	
	2	355.442	375.280	19.838	375.155	19.713	375.218	0.377	382.155	26.713	381.905	26.463	382.030	0.372	
	3	355.224	371.655	16.431	371.405	16.181	371.530	0.492	377.205	21.981	377.030	21.806	377.118	0.491	
	4	355.034	367.155	12.121	367.030	11.996	367.093	0.631	371.455	16.421	371.280	16.246	371.368	0.631	
	5	354.868	363.780	8.912	363.780	8.912	363.780	0.735	366.905	12.037	366.780	11.912	366.843	0.741	
	6	354.726	361.905	7.179	361.780	7.054	361.843	0.796	364.555	9.829	364.480	9.754	364.518	0.797	
	7	354.601	360.655	6.054	360.530	5.929	360.593	0.835	362.905	8.304	362.805	8.204	362.855	0.838	
	8	354.541	359.855	5.314	359.730	5.189	359.793	0.860	361.855	7.314	361.655	7.114	361.755	0.865	
	9	354.482	359.905	5.423	359.780	5.298	359.843	0.858	361.855	7.373	361.655	7.173	361.755	0.865	
	10	354.423	359.730	5.307	359.605	5.182	359.668	0.864	361.905	7.482	361.530	7.107	361.718	0.863	
側 面	1	353.609	374.709	21.100	374.509	20.900	374.609	0.396	380.330	26.721	379.905	26.296	380.118	0.418	
	2	353.521	371.455	17.934	371.355	17.834	371.405	0.496	377.155	23.634	376.905	23.384	377.030	0.493	
	3	353.432	368.405	14.973	368.305	14.873	368.355	0.592	373.105	19.673	372.905	19.473	373.005	0.591	
	4	353.344	364.680	11.336	364.530	11.186	364.605	0.709	368.155	14.811	368.030	14.686	368.093	0.711	
	5	353.256	361.680	8.424	361.605	8.349	361.643	0.802	364.305	11.049	364.155	10.899	364.230	0.805	
	6	353.168	360.030	6.862	359.930	6.762	359.980	0.854	362.105	8.937	361.930	8.762	362.018	0.858	
	7	353.079	359.905	6.826	359.755	6.676	359.830	0.859	361.930	8.851	361.780	8.701	361.855	0.862	
	8	353.035	359.655	6.620	359.505	6.470	359.580	0.867	361.630	8.595	361.430	8.395	361.530	0.870	
	9	352.991	359.405	6.414	359.230	6.239	359.318	0.875	361.230	8.239	361.180	8.189	361.205	0.878	
	10	352.947	359.080	6.133	358.905	5.958	358.993	0.885	360.905	7.958	360.805	7.858	360.855	0.887	
	11	352.903	358.655	5.752	358.530	5.627	358.593	0.898	360.405	7.502	360.305	7.402	360.355	0.899	
下 面 隅 部	1	351.986	368.080	16.094	367.880	15.894	367.980	0.604	372.655	20.669	372.455	20.469	372.555	0.602	
	2	352.048	365.705	13.657	365.580	13.532	365.643	0.677	369.530	17.482	369.405	17.357	369.468	0.677	
	3	352.067	362.530	10.463	362.355	10.288	362.443	0.777	365.655	13.588	365.355	13.288	365.505	0.774	
	4	352.056	359.205	7.149	359.130	7.074	359.168	0.880	361.030	8.974	360.780	8.724	360.905	0.886	
	5	352.002	357.305	5.303	357.130	5.128	357.218	0.941	358.605	6.603	358.530	6.528	358.568	0.942	
	6	351.900	356.730	4.830	356.605	4.705	356.668	0.958	357.780	5.880	357.655	5.755	357.718	0.963	
	7	351.982	357.055	5.155	357.030	5.130	357.043	0.944	358.330	6.430	358.255	6.355	358.293	0.947	
	8	351.848	356.905	5.057	356.665	4.817	356.785	0.954	358.005	6.157	357.655	5.807	357.830	0.960	
	9	351.804	357.405	5.601	357.355	5.551	357.380	0.936	358.905	7.101	358.530	6.726	358.718	0.939	
	10	351.760	357.680	5.920	357.605	5.845	357.643	0.927	359.255	7.495	358.905	7.145	359.080	0.930	
	11	351.716	357.930	6.214	357.855	6.139	357.893	0.920	359.280	7.564	359.030	7.314	359.155	0.928	
	12	351.672	357.830	6.158	357.780	6.108	357.805	0.922	359.230	7.558	359.105	7.433	359.168	0.928	
下 面 中 央	1	351.665	369.030	17.365	368.530	16.865	368.780	0.579	373.605	21.940	373.180	21.515	373.393	0.582	
	2	351.739	367.405	15.666	367.225	15.486	367.315	0.624	371.705	19.966	371.430	19.691	371.568	0.626	
	3	351.758	364.355	12.594	364.180	12.422	364.268	0.720	367.655	15.897	367.480	15.722	367.568	0.723	
	4	351.755	361.105	9.35	360.830	9.075	360.968	0.823	363.355	11.600	363.130	11.375	363.243	0.829	
	5	351.715	359.130	7.415	358.855	7.140	358.993	0.885	360.855	9.140	360.455	8.740	360.655	0.892	
	6	351.653	357.905	6.252	357.780	6.127	357.843	0.921	359.280	7.627	359.180	7.527	359.230	0.926	
	7	351.557	357.655	6.098	357.455	5.898	357.655	0.931	359.055	7.498	358.905	7.348	358.980	0.932	
	8	351.513	357.705	6.192	357.630	6.117	357.668	0.927	359.155	7.642	359.030	7.517	359.093	0.930	
	9	351.469	357.955	6.486	357.830	6.361	357.893	0.920	359.455	7.986	359.305	7.863	359.380	0.922	
	10	351.425	357.955	6.530	357.855	6.430	357.905	0.919	359.455	8.030	359.380	7.955	359.418	0.922	
	11	351.381	357.855	6.474	357.705	6.324	357.780	0.923	359.230	7.849	359.180	7.799	359.205	0.927	
	12	351.337	357.305	5.924	357.155	5.774	357.230	0.942	358.905	7.524	358.655	7.274	358.780	0.938	

表6-8b コンジットの管内圧力測定結果

位置	測点 No	ゲート開き		G = 3.0 m (全開)						G = 3.0 m (全開)							
		貯水位		制限水位 E.L.387.25 m						常時満水位 E.L.397.30 m							
		ビエノ 標高	最 高		最 低		平均 標高	圧力降下 係数Cd	最 高		最 低		平均 標高	圧力降下 係数Cd			
			標高	水頭	標高	水頭			標高	水頭	標高	水頭					
上 面 中 央	11	354.699	359.809	5.110	359.780	5.081	359.795	0.860	361.855	7.156	361.780	7.081	361.818	0.863			
	12	354.640	359.530	4.890	359.530	4.890	359.530	0.868	361.430	6.790	361.355	6.715	361.393	0.874			
	13	354.580	359.155	4.515	359.155	4.515	359.155	0.812	360.955	6.315	360.905	6.265	360.930	0.886			
	14	354.462	358.355	3.893	358.355	3.893	358.355	0.905	359.905	5.443	359.705	5.243	359.805	0.912			
	15	354.344	357.780	3.436	357.780	3.436	357.780	0.923	359.205	4.861	359.030	4.686	359.118	0.929			
	16	354.225	356.980	2.755	356.855	2.630	356.918	0.950	357.955	3.730	357.905	3.680	357.930	0.958			
	17	354.107	356.555	2.448	356.555	2.448	356.555	0.961	357.580	3.473	357.480	3.373	357.530	0.968			
	18	353.988	355.980	1.992	355.980	1.992	355.980	0.979	356.730	2.742	356.680	2.692	356.705	0.988			
	19	353.870	355.280	1.410	355.155	1.285	355.218	1.003	355.780	1.910	355.655	1.785	355.718	1.012			
	20	353.751	354.805	1.054	354.755	1.004	354.780	1.017	355.605	1.854	355.280	1.529	355.443	1.018			
上 面 隅 部	11	354.364	359.430	5.066	359.230	4.866	359.330	0.875	361.630	7.266	361.530	7.166	361.580	0.869			
	12	354.305	359.355	5.050	359.080	4.775	359.258	0.878	361.405	7.100	361.030	6.725	361.218	0.878			
	13	354.245	358.905	4.660	358.780	4.535	358.843	0.890	360.855	6.610	360.780	6.535	360.818	0.888			
	14	354.127	358.230	4.103	358.030	3.903	358.130	0.912	359.855	5.728	359.680	5.553	359.768	0.913			
	15	354.009	357.530	3.521	357.155	3.146	357.343	0.937	358.855	4.846	358.665	4.656	358.760	0.938			
	16	353.890	357.055	3.165	356.780	2.890	356.918	0.950	358.280	4.390	358.115	4.225	358.198	0.951			
	17	353.792	356.355	2.563	356.155	2.363	356.255	0.971	357.355	3.563	357.030	3.238	357.193	0.976			
	18	353.653	355.705	2.052	355.530	1.877	355.618	0.991	356.480	2.827	356.255	2.602	356.368	0.996			
	19	352.535	354.980	2.445	354.805	2.270	354.893	1.014	355.605	3.070	355.380	2.845	355.493	1.017			
側 面	12	352.859	358.355	5.496	358.155	5.296	358.255	0.908	359.855	6.966	359.730	6.871	359.793	0.913			
	13	352.815	358.280	5.465	358.180	5.365	358.230	0.909	359.905	7.090	359.730	6.915	359.818	0.912			
	14	352.727	357.655	4.928	357.555	4.828	357.605	0.929	358.980	6.253	358.930	6.203	358.955	0.933			
	15	352.639	357.030	4.391	356.905	4.266	356.968	0.949	358.155	5.516	358.055	5.416	358.105	0.954			
	16	352.551	356.355	3.804	356.280	3.729	356.318	0.969	357.330	4.779	357.255	4.704	357.293	0.973			
	17	352.463	355.855	3.392	355.805	3.342	355.300	0.984	356.780	4.317	356.530	4.067	356.655	0.989			
	18	352.375	354.830	2.455	354.780	2.405	354.805	1.016	355.105	2.730	354.905	2.530	355.005	1.029			
	19	352.827	354.405	1.578	354.305	1.478	354.355	1.030	354.705	1.878	354.605	1.778	354.655	1.038			
	20	352.990	353.230	0.240	353.105	0.115	353.168	1.068	353.155	0.165	352.880	-0.110	354.018	1.077			
21	352.110	352.955	0.845	352.905	0.795	352.930	1.075	352.881	0.771	352.705	0.595	352.793	1.083				
下 面 隅 部	13	351.628	357.780	6.152	357.530	5.902	357.655	0.927	359.230	7.602	359.080	7.452	359.027	0.928			
	14	351.540	357.055	5.515	357.030	5.490	357.043	0.946	358.280	6.740	358.155	6.615	358.218	0.951			
	15	351.452	356.955	5.503	356.905	5.453	356.930	0.950	357.905	6.453	357.705	6.253	357.805	0.961			
	16	351.364	356.105	4.741	356.030	4.666	356.068	0.968	356.955	5.591	356.830	5.466	356.893	0.983			
	17	351.276	355.280	4.004	355.105	3.829	355.193	1.004	356.030	4.754	355.880	4.604	355.955	1.006			
	18	351.188	354.680	3.492	354.655	3.467	354.668	1.021	355.230	4.042	355.105	3.917	355.168	1.025			
	19	351.100	353.705	2.605	353.655	2.555	353.680	1.051	353.930	2.830	353.805	2.705	353.868	1.057			
	20	351.012	351.905	0.893	351.905	0.893	351.905	1.107	351.855	0.843	351.605	0.593	351.730	1.109			
	21	350.923	351.445	0.522	351.444	0.521	351.440	1.132	351.220	0.297	350.983	0.060	351.101	1.143			
	22	350.829	350.980	0.151	350.655	-0.174	350.818	1.141	350.580	-0.249	350.355	-0.474	350.468	1.139			
	23	350.738	352.780	2.042	352.655	1.917	352.718	1.082	352.655	1.917	352.430	1.692	352.543	1.089			
	24	350.555	351.505	0.950	351.280	0.725	351.393	1.123	354.105	3.550	353.955	3.400	354.030	1.053			
下 面 中 央	13	351.293	357.655	6.362	357.555	6.262	357.605	0.929	358.955	7.662	358.805	7.512	358.888	0.935			
	14	351.205	357.680	6.475	357.180	5.975	357.230	0.934	358.530	7.325	358.455	7.250	358.493	0.944			
	15	351.117	356.530	5.413	356.405	5.288	356.468	0.964	357.380	6.263	357.230	6.113	357.305	0.973			
	16	351.029	356.205	5.176	356.105	5.076	356.155	0.974	357.155	6.126	356.955	5.926	357.055	0.979			
	17	350.941	355.405	4.464	355.405	4.464	355.405	0.997	356.055	5.114	355.930	4.989	355.993	1.005			
	18	350.853	354.880	4.027	354.705	3.852	354.793	1.017	355.505	4.652	355.305	4.452	355.205	1.019			
	19	350.765	353.905	3.140	353.855	3.090	353.880	1.045	354.155	3.390	354.105	3.340	354.130	1.050			
	20	350.677	352.905	2.228	352.705	2.028	352.805	1.079	352.855	2.178	352.680	2.003	352.768	1.084			
	21	350.588	352.555	1.967	352.480	1.892	352.518	1.088	352.355	1.767	352.280	1.692	352.318	1.094			
	22	350.544	352.480	1.936	352.430	1.886	352.455	1.090	352.380	1.836	352.205	1.661	352.293	1.095			
	23	350.500	352.530	2.030	352.405	1.905	352.468	1.089	352.505	2.005	352.130	1.630	352.318	1.094			
	24	350.412	352.105	1.693	352.080	1.668	352.093	1.101	351.980	1.568	351.730	1.318	351.855	1.106			
	25	350.324	350.480	0.156	350.455	0.131	350.468	1.152	351.080	0.756	351.005	0.681	351.043	1.125			

表 6-8c コンジットの管内圧力測定結果

位 置	測 点 No	ゲート開き	G = 3.0 m (全開)											
		貯水位	設 計 洪 水 位 E.L.403.85 m											
		ピエゾ	最 高		最 低		平 均	圧力降下	最 高		最 低		平 均	圧力降下
		標 高	標 高	水 頭	標 高	水 頭	標 高	係数Cd	標 高	水 頭	標 高	水 頭	標 高	係数Cd
上 面 中 央	1	356.009	392.530	36.521	392.105	36.096	392.318	0.242						
	2	355.740	387.980	32.240	387.905	32.165	387.943	0.334						
	3	355.542	382.530	26.988	382.280	26.738	382.405	0.450						
	4	355.360	376.630	21.270	376.455	21.095	376.543	0.574						
	5	355.200	371.530	16.330	371.455	16.255	371.493	0.680						
	6	355.060	367.805	12.745	367.655	12.595	367.730	0.758						
	7	354.936	365.680	10.744	365.505	10.569	365.593	0.804						
	8	354.876	364.855	9.979	364.630	9.754	364.743	0.821						
	9	354.817	364.180	9.363	364.030	9.213	364.105	0.835						
	10	354.758	363.780	9.022	363.780	9.022	363.780	0.842						
上 面 隅 部	1	355.162	391.880	36.718	391.405	36.243	391.643	0.256						
	2	355.442	386.430	30.988	386.030	30.588	386.230	0.370						
	3	355.220	380.880	25.656	380.480	25.256	380.688	0.487						
	4	355.034	374.280	19.246	374.055	19.021	374.168	0.623						
	5	354.868	369.305	14.437	369.030	14.162	369.168	0.728						
	6	354.726	366.655	11.787	366.280	11.554	366.468	0.787						
	7	354.601	364.780	10.179	364.455	9.854	364.618	0.824						
	8	354.541	363.455	8.914	363.155	8.614	363.305	0.852						
	9	354.482	363.630	9.148	363.230	8.748	363.430	0.849						
	10	354.423	363.230	8.807	363.030	8.607	363.130	0.855						
側 面	1	353.609	384.180	30.571	383.855	30.246	383.402	0.417						
	2	353.520	380.755	27.235	380.505	26.985	380.630	0.488						
	3	353.432	376.230	22.798	376.030	22.598	376.130	0.582						
	4	353.344	370.905	17.561	370.255	16.911	370.580	0.699						
	5	353.256	366.780	13.524	365.955	12.699	366.368	0.787						
	6	353.168	364.055	10.887	363.430	10.262	363.743	0.842						
	7	353.079	363.805	10.726	363.080	10.001	363.443	0.849						
	8	353.035	363.080	10.045	362.655	9.620	362.868	0.861						
	9	352.991	362.980	9.989	362.280	9.289	362.630	0.866						
	10	352.947	362.880	9.933	362.030	9.083	362.455	0.869						
	11	352.903	361.955	9.052	361.355	8.452	361.655	0.886						
下 面 隅 部	1	351.986	375.955	23.969	375.280	23.294	357.618	0.593						
	2	352.048	372.555	20.507	371.780	19.732	372.168	0.665						
	3	352.067	368.030	15.963	367.105	15.038	367.568	0.762						
	4	352.056	362.905	10.849	362.230	10.174	362.568	0.867						
	5	352.002	360.355	8.353	359.580	7.578	359.968	0.922						
	6	351.900	359.130	7.230	358.530	6.630	358.830	0.946						
	7	351.982	359.815	7.823	359.205	7.223	359.505	0.931						
	8	351.848	358.955	7.107	358.580	6.732	358.768	0.947						
	9	351.804	360.255	8.451	359.805	8.001	360.030	0.920						
	10	351.760	360.630	8.870	360.155	8.395	360.393	0.913						
	11	351.716	360.680	8.964	360.280	8.564	360.480	0.911						
	12	351.672	360.505	8.833	360.280	8.608	360.393	0.913						
下 面 中 央	1	351.665	376.655	24.990	376.230	24.565	376.443	0.576						
	2	351.739	374.530	22.791	374.105	22.366	374.318	0.620						
	3	351.768	370.030	18.272	369.780	18.022	369.905	0.713						
	4	351.755	365.280	13.525	364.855	13.100	365.068	0.815						
	5	351.716	362.405	10.690	362.080	10.365	362.243	0.874						
	6	351.653	360.755	9.102	360.305	8.652	360.530	0.910						
	7	351.557	360.405	8.848	359.855	8.298	360.130	0.918						
	8	351.513	360.405	8.892	360.030	8.517	360.218	0.916						
	9	351.469	360.730	9.261	360.405	8.936	360.568	0.909						
	10	351.425	360.830	9.405	360.505	9.080	360.668	0.907						
	11	351.381	360.605	9.224	360.355	8.974	360.480	0.911						
	12	351.337	360.280	8.943	360.030	8.693	360.155	0.918						

表 6-8 d コンジットの管内圧力測定結果

位 置	測 点 No	G = 3.0 m (全開)												
		ゲート開き 貯水位		設 計 洪 水 位 E L. 403.85 m										
		ビエソ 標 高	最 高 標 高 水 頭		最 低 標 高 水 頭		平 均 標 高	圧力降下 係数Cd	最 高 標 高 水 頭		最 低 標 高 水 頭		平 均 標 高	圧力降下 係数Cd
上 面 中 央	11	354.699	363.330	8.631	363.105	8.406	363.218	0.853						
	12	354.640	362.905	8.265	362.730	8.090	362.818	0.862						
	13	354.580	362.455	7.875	362.230	7.650	362.343	0.872						
	14	354.462	361.155	6.693	360.980	6.518	361.068	0.899						
	15	354.344	360.480	6.136	360.205	5.861	360.343	0.914						
	16	354.225	358.980	4.755	358.705	4.480	358.843	0.945						
	17	354.107	358.405	4.298	358.305	4.198	358.355	0.956						
	18	353.988	357.605	3.617	357.455	3.467	357.530	0.973						
	19	353.870	356.405	2.535	356.305	2.435	356.355	0.998						
	20	353.751	355.930	2.179	355.655	1.904	355.793	1.009						
上 面 隅 部	11	354.364	363.130	8.766	362.730	8.366	362.930	0.860						
	12	354.305	362.880	8.575	362.580	8.275	362.730	0.864						
	13	354.245	362.330	8.085	362.030	7.785	362.180	0.875						
	14	354.127	361.080	6.953	360.905	6.778	360.993	0.900						
	15	354.009	359.955	5.946	359.730	5.721	359.843	0.924						
	16	353.890	359.280	5.390	359.080	5.190	359.180	0.938						
	17	353.792	358.205	4.413	358.105	4.313	358.155	0.960						
	18	353.653	357.205	3.552	357.080	3.427	357.143	0.981						
	19	352.535	356.105	3.570	355.955	3.420	356.030	1.004						
側 面	12	352.859	361.230	8.371	360.680	7.821	360.955	0.901						
	13	352.815	361.355	8.540	360.830	8.015	361.093	0.898						
	14	352.727	360.105	7.378	359.730	7.003	359.918	0.923						
	15	352.639	359.180	6.541	358.830	6.191	359.005	0.942						
	16	352.551	358.005	5.454	357.855	5.304	357.930	0.965						
	17	352.463	357.755	5.292	357.105	4.642	357.430	0.975						
	18	352.375	355.605	3.230	355.205	2.830	355.405	1.018						
	19	352.827	355.280	2.453	354.855	2.028	355.507	1.025						
	20	352.990	353.280	0.290	353.030	0.040	353.155	1.065						
21	352.110	353.105	0.995	352.605	0.495	352.855	1.071							
下 面 隅 部	13	351.628	360.505	8.877	360.155	8.527	360.330	0.914						
	14	351.540	359.505	7.965	359.155	7.615	359.330	0.935						
	15	351.452	359.205	7.753	358.855	7.403	359.030	0.941						
	16	351.364	357.930	6.566	357.705	6.341	357.818	0.967						
	17	351.276	356.705	5.429	356.530	5.254	356.618	0.992						
	18	351.188	355.830	4.642	355.680	4.492	355.755	1.010						
	19	351.100	354.480	3.380	354.280	3.180	354.380	1.039						
	20	351.012	351.905	0.893	351.680	0.668	351.793	1.093						
	21	350.923	351.475	0.552	351.195	0.272	351.335	1.121						
	22	350.829	351.105	0.210	350.705	-0.124	350.905	1.112						
	23	350.738	353.480	2.742	353.305	2.567	353.393	1.060						
	24	350.555	355.555	5.000	355.230	4.675	355.393	1.018						
下 面 中 央	13	351.293	360.155	8.862	359.880	8.587	360.018	0.921						
	14	351.205	359.455	8.250	359.355	8.150	359.405	0.934						
	15	351.117	358.280	7.163	358.130	7.013	358.205	0.959						
	16	351.029	358.105	7.076	357.930	6.901	358.018	0.963						
	17	350.941	356.780	5.839	356.630	5.689	356.705	0.990						
	18	350.853	356.080	5.227	355.905	5.052	355.993	1.005						
	19	350.765	354.855	4.090	354.355	3.590	354.605	1.034						
	20	350.677	353.180	2.503	353.055	2.378	353.118	1.066						
	21	350.588	352.830	2.242	352.705	2.117	352.768	1.073						
	22	350.544	352.930	2.386	352.655	2.111	352.793	1.072						
	23	350.500	353.205	2.705	352.830	2.330	353.018	1.068						
	24	350.412	352.780	2.368	352.530	2.118	352.655	1.075						
	25	350.324	351.180	0.856	351.055	0.731	351.118	1.108						

表6-9a コンジットの開水路圧力測定結果

位 置	測 点 No	ゲート開き		$G_0 = 0.5 \text{ m}$						$G_0 = 1.0 \text{ m}$					
		貯水位		設計洪水水位 E.L. 403.66 m						設計洪水水位 E.L. 404.33 m					
		ビエゾ		最 高		最 低		平 均		最 高		最 低		平 均	
		標 高	標 高	標 高	水 頭	標 高	水 頭	標 高	標 高	標 高	水 頭	標 高	水 頭	標 高	標 高
開水路部	26	350.011	349.355	-0.656	349.355	-0.656	349.355	350.080	0.069	350.080	0.069	350.080	0.069	350.080	
	27	349.918	349.805	-0.113	349.805	-0.113	349.805	350.030	0.112	350.030	0.112	350.030	0.112	350.030	
	28	349.823	349.655	-0.168	349.655	-0.168	349.655	349.980	0.157	349.930	0.107	349.955			
	29	349.725	349.655	-0.070	349.655	-0.070	349.655	349.880	0.155	349.880	0.155	349.880	0.155	349.880	
	30	349.625	349.680	0.055	349.680	0.055	349.680	350.405	0.780	350.155	0.530	350.280			
	31	349.522	349.905	0.383	349.655	0.133	349.780	358.280	8.758	356.205	6.683	357.243			
	32	349.416	352.705	3.289	351.480	2.064	352.093	351.330	1.914	351.055	1.639	351.193			
	33	349.307	346.780	-2.527	346.405	-2.902	346.593	346.980	-2.327	348.405	-0.902	347.693			
	34	349.195	349.080	-0.115	349.080	-0.115	349.080	349.280	0.085	349.280	0.085	349.280	0.085	349.280	
	35	348.964	349.205	0.241	349.205	0.241	349.205	348.855	-0.109	348.855	-0.109	348.855	-0.109	348.855	
	36	348.844	348.205	-0.639	348.205	-0.639	348.205	348.405	-0.439	348.405	-0.439	348.405	-0.439	348.405	
	37	348.722	347.780	-0.942	347.780	-0.942	347.780	348.030	-0.692	348.030	-0.692	348.030	-0.692	348.030	
	38	348.596	349.480	0.884	349.480	0.884	349.480	349.455	0.859	349.455	0.859	349.455	0.859	349.455	
	39	348.468	348.780	0.312	348.780	0.312	348.780	348.780	0.312	348.780	0.312	348.780	0.312	348.780	
	40	348.337	347.405	-0.932	347.405	-0.932	347.405	347.530	-0.807	347.530	-0.807	347.530	-0.807	347.530	
	41	348.204	347.405	-0.799	347.405	-0.799	347.405	347.580	-0.624	347.480	-0.724	347.530			
	42	348.068	348.155	0.087	348.155	0.087	348.155	348.230	0.162	348.230	0.162	348.230	0.162	348.230	
	43	347.929	347.680	-0.249	347.530	-0.399	347.605	347.605	-0.324	347.605	-0.324	347.605	-0.324	347.605	
	44	347.787	347.205	-0.582	347.205	-0.582	347.205	347.205	-0.582	347.205	-0.582	347.205	-0.582	347.205	
	45	347.420	347.780	0.360	347.780	0.360	347.780	347.880	0.460	347.780	0.360	347.830			
	46	347.037	345.280	-1.757	345.030	-2.007	345.155	345.755	-1.282	345.030	-2.007	345.393			
	47	346.636	344.605	-2.031	344.230	-2.406	344.418	344.655	-1.981	344.155	-2.481	344.405			
	48	346.218	346.030	-0.188	345.730	-0.488	345.880	346.205	-0.013	346.030	-0.188	346.118			
	49	345.782	344.080	-1.702	343.730	-2.052	343.905	344.155	-1.627	343.580	-2.202	343.868			
	50	345.330	344.655	-0.675	344.305	-1.025	344.480	344.655	-0.675	344.405	-0.925	344.530			
	51	344.860	344.780	-0.080	344.655	-0.205	344.718	344.855	-0.005	344.705	-0.155	344.780			
	52	344.370	344.705	0.335	344.580	0.210	344.643	344.780	0.410	344.630	0.260	344.705			
	53	343.870	343.530	-0.340	343.380	-0.490	343.455	343.530	-0.340	343.355	-0.515	343.443			
	54	343.348	343.780	0.432	343.780	0.432	343.780	343.780	0.432	343.655	0.307	343.718			
	55	342.810	343.155	0.345	342.980	0.170	343.068	343.205	0.395	342.880	0.070	343.043			
	56	342.254	341.155	-1.099	340.830	-1.424	340.993	341.405	-0.849	341.030	-1.224	341.218			
	57	341.682	341.155	-0.527	341.030	-0.652	341.093	341.155	-0.527	340.980	-0.702	341.068			
	58	341.092	341.155	0.063	341.105	0.013	341.130	341.205	0.113	341.080	-0.012	341.143			
	59	340.485	340.980	0.495	340.805	0.320	340.893	340.980	0.495	340.655	0.170	340.818			
	60	339.860	339.955	0.095	339.880	0.020	339.918	340.030	0.170	339.905	0.045	339.968			
	61	339.219	339.405	0.186	339.155	-0.064	339.280	339.505	0.286	339.205	-0.014	339.355			
	62	338.560	339.780	1.220	339.655	1.095	339.718	339.905	1.345	339.655	1.095	339.780			
	63	337.885	338.330	0.445	338.280	0.395	338.305	338.405	0.520	338.280	0.395	338.343			
	64	337.191	337.655	0.464	337.530	0.339	337.593	337.780	0.589	337.530	0.339	337.655			
	65	336.494	335.955	-0.539	335.655	-0.839	335.805	336.280	-0.214	335.780	-0.714	336.030			
	66	335.796	334.530	-1.266	334.330	-1.466	334.430	334.830	-0.966	334.530	-1.266	334.680			
	67	335.099	334.330	-0.769	334.155	-0.944	334.243	334.530	-0.596	334.280	-0.819	334.405			

表6-9b コンジットの開水路圧力測定結果

位 置	測 点 No	ゲート開き										
		$G_0 = 3.0 \text{ m}$						$G_0 = 2.0 \text{ m}$				
		設計洪水水位 E.L.403.85 m									設計洪水水位 E.L.404.00 m	
		貯水位 ビエゾ 標高	最 高		最 低		平 均	最 高		最 低		平 均
		標高	標高	水頭	標高	水頭	標高	標高	水頭	標高	水頭	標高
開水路部	26	350.011	349.855	-0.156	349.905	-0.106	349.880	349.830	-0.181	349.680	-0.331	349.755
	27	349.918	349.980	0.062	349.905	-0.013	349.943	351.355	1.437	350.930	1.012	351.143
	28	349.823	349.955	0.132	349.905	0.180	349.930	358.555	8.732	358.230	8.407	358.393
	29	349.725	349.805	0.080	349.780	0.055	349.793	356.130	6.405	355.955	6.230	356.043
	30	349.625	350.680	1.055	349.905	0.280	350.293	352.355	2.730	352.180	2.555	352.268
	31	349.522	357.705	8.183	354.055	4.533	355.880	351.505	1.983	351.430	1.908	351.468
	32	349.416	355.455	6.039	354.480	5.064	354.968	350.455	1.039	350.455	1.039	350.455
	33	349.307	350.430	1.123	350.030	0.723	350.230	347.730	-1.577	347.605	-1.702	347.668
	34	349.195	349.630	0.435	350.755	1.560	350.193	349.205	0.001	349.205	0.010	349.205
	35	348.964	349.830	0.866	349.655	0.691	349.743	348.780	-0.184	348.780	-0.184	348.780
	36	348.844	349.230	0.386	349.080	0.236	349.155	348.405	-0.439	348.405	-0.439	348.405
	37	348.722	348.530	-0.192	348.380	-0.342	348.455	348.130	-0.592	348.130	-0.592	348.130
	38	348.596	349.780	1.184	348.030	-0.566	348.905	349.455	0.859	349.455	0.859	349.455
	39	348.468	349.080	0.612	348.980	0.512	349.030	348.855	-0.387	348.855	-0.387	348.855
	40	348.337	348.130	-0.207	347.680	-0.657	347.905	347.655	-0.682	347.655	-0.682	347.655
	41	348.204	347.655	-0.549	347.530	-0.674	347.593	347.655	-0.549	347.555	-0.649	347.605
	42	348.068	348.405	0.337	348.280	0.212	348.343	348.130	0.062	348.130	0.062	348.130
	43	347.929	347.855	-0.074	347.655	-0.274	347.755	347.655	-0.274	347.655	-0.274	347.655
	44	347.787	346.905	-0.882	346.780	-1.007	346.843	347.205	-0.582	347.205	-0.582	347.205
	45	347.420	348.330	0.910	348.255	0.835	348.293	347.780	0.360	347.655	0.235	347.718
	46	347.037	345.530	-1.507	345.105	-1.932	345.318	345.405	-1.632	345.205	-1.832	345.305
	47	346.636	344.905	-1.731	344.405	-2.231	344.655	344.605	-2.031	344.405	-2.231	344.505
	48	346.218	346.330	0.112	345.905	-0.313	346.118	346.030	-0.188	345.980	-0.238	346.005
	49	345.782	344.280	-1.502	343.730	-2.052	344.005	344.030	-1.752	343.780	-2.002	343.905
	50	345.330	344.905	-0.425	344.530	-0.800	344.718	344.505	-0.852	344.355	-0.975	344.430
	51	344.860	344.605	-0.255	344.280	-0.580	344.443	344.730	-0.130	344.655	-0.205	344.693
	52	344.370	344.780	0.410	344.455	0.085	344.618	344.730	0.360	344.530	0.160	344.630
	53	343.870	343.530	-0.370	343.130	-0.740	343.330	343.405	-0.465	343.280	-0.590	343.343
	54	343.348	343.605	0.257	343.455	0.107	343.530	343.755	0.407	343.655	0.307	343.705
	55	342.810	343.155	0.345	342.830	0.020	342.993	343.205	0.395	343.080	0.270	343.143
	56	342.254	341.280	-0.974	341.030	-1.224	341.155	341.180	-1.074	340.905	-1.349	341.043
	57	341.682	341.205	-0.477	341.030	-0.652	341.118	341.055	-0.627	341.055	-0.627	341.055
	58	341.092	341.280	0.188	341.055	-0.037	341.168	341.155	0.063	341.155	0.063	341.155
	59	340.485	340.905	0.420	340.505	0.020	340.705	340.855	0.370	340.855	0.370	340.855
	60	339.860	340.030	0.170	339.655	-0.205	339.843	340.030	0.170	339.905	0.045	339.968
	61	339.219	339.655	0.436	339.280	0.061	339.468	339.530	0.311	339.405	0.186	339.468
	62	338.560	339.955	1.395	339.705	1.145	339.830	340.030	1.470	339.655	1.095	339.843
	63	337.885	338.905	1.020	338.655	0.770	338.780	338.530	0.645	338.280	0.395	338.405
	64	337.191	338.405	1.214	338.030	0.839	338.218	337.860	0.689	337.755	0.564	337.808
	65	336.094	336.905	0.411	336.505	0.011	336.705	336.280	-0.214	336.155	-0.339	336.218
	66	335.796	335.655	-0.141	335.455	-0.341	335.555	334.905	-0.819	334.655	-1.141	334.780
	67	335.099	335.155	0.056	334.905	-0.194	335.030	334.655	-0.444	334.405	-0.694	334.530

表 6-10 コンジットの開水路水面形測定結果表

距離 実験条件	X(m)	0	2.5	5	10	15	20	25	30	35	40
設計洪水位 EL. 404.22 m Q = 176.25 m ³ /s G ₀ = 2.5 m	右岸	353.28	353.38	352.60	350.63	349.13	347.65	345.60	343.73	340.60	338.20
	中央	352.23	351.70	351.15	349.78	348.35	346.95	344.60	342.58	341.10	337.53
サーチャージ水位 EL. 402.13 m Q = 172.60 m ³ /s G ₀ = 2.5 m	右岸	353.30	353.33	352.73	350.63	349.23	347.58	345.63	343.35	340.80	337.65
	中央	352.68	351.73	351.15	349.83	348.68	346.80	344.75	342.68	340.65	337.60
常時満水位 EL. 397.07 m Q = 162.88 m ³ /s G ₀ = 2.5 m	右岸	353.35	353.30	352.45	350.58	349.00	347.38	345.30	342.73	340.13	337.58
	中央	353.25	351.88	351.15	349.78	348.18	346.95	344.73	342.35	340.30	337.08
制限水位 EL. 387.47 m Q = 144.25 m ³ /s G ₀ = 2.5 m	右岸	353.25	353.20	352.13	350.48	349.05	346.95	345.13	342.23	339.88	336.95
	中央	352.30	351.80	351.20	349.75	348.55	346.58	344.70	342.20	339.50	336.65

第7章 オリフィスの設計変更形状

第7章 オリフィスの設計変更形状

第1節 オリフィスの変更形状

オリフィスは、呑口敷高を制限水位に合わせていた。これは、洪水期にオリフィスを全開としておき、洪水調節開始流量までは利水放流管あるいはコンジットにより水位維持操作を行い、その後はオリフィスからのオーバーフロー流量に見合った量を減じる操作を行おうとするもので、洪水はオーバーフローで処理をするという基本的な考えを踏習している。また、洪水末期および洪水後の操作を簡略化することを大きなメリットとしている。しかし、事務所での再検討の結果から、底層水の放流を避け、低圧の放流設備の使用を第1とし高圧の放流設備の使用頻度を小さくすることに重点を置くこととなり、呑口敷高を EL. 382.5 m に変更した。なお、オリフィスの形状の基本的な考え方は、変えないものとし、開水路下面曲線を基本三角形にすりつけた形状とした。(図 7-1 参照)

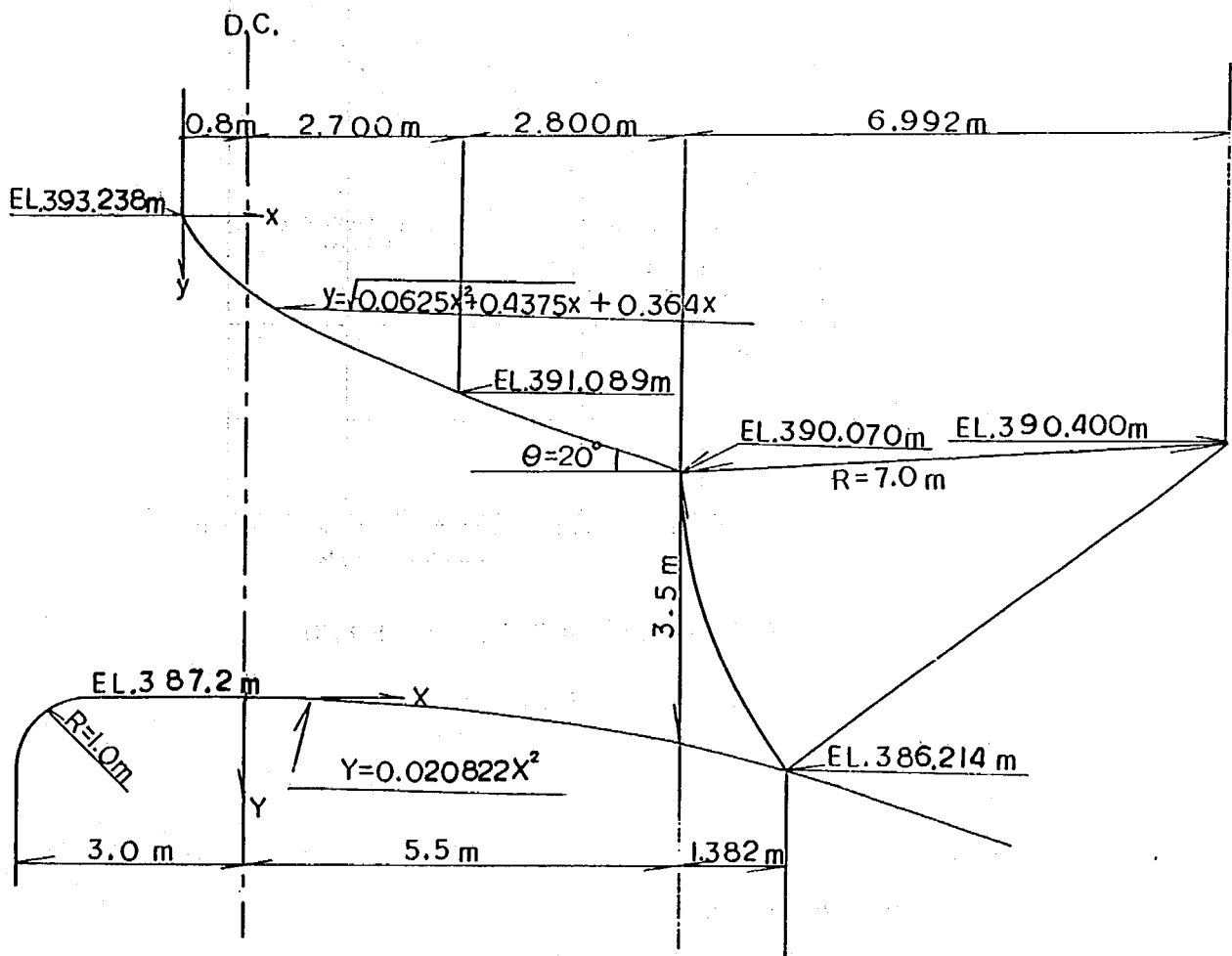


図7-1 オリフィス形状

第2節 オリフィス変更形状の抽出実験

2.1 模 型

模型は、第6章で使用した模型の開水路形状を改造したものを用いた。

2.2 実 験 内 容

実験は、オリフィスゲート開度毎の放流能力、管内および下流開水路の圧力について行った。

2.3 実 験 結 果

2.3.1 放 流 能 力

オリフィスの貯水位—ゲート開度—放流量の調査結果は、図7—2および表7—1に示すとおりである。

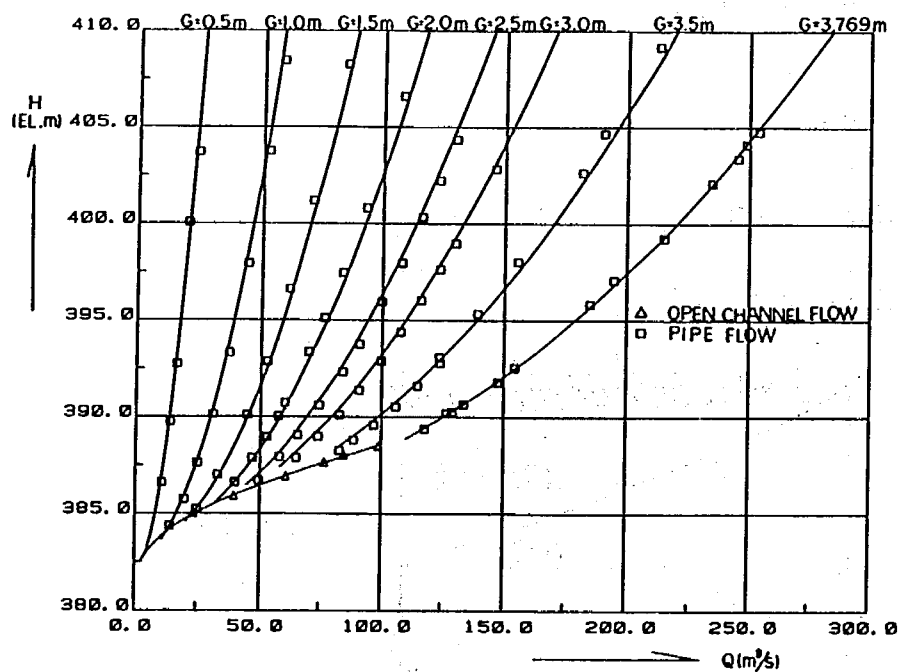


図7—2 放流能力曲線図（オリフィスゲート1門）

この表に示す流量係数 C は次式により算出したものである。

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

ここに C : 流量係数,

Q : 流量 (m^3/s)

A : 吐口断面積 $\approx 14 \text{ m}^2$ ($B \times G$) m^2

H : 作用水頭 (=貯水位—オリフィス敷高 EL. 381.73 m)

B : オリフィス吐口幅 (=4.0 m)

G : ゲートの鉛直開度高 (m)

g : 重力加速度 (m/sec^2)

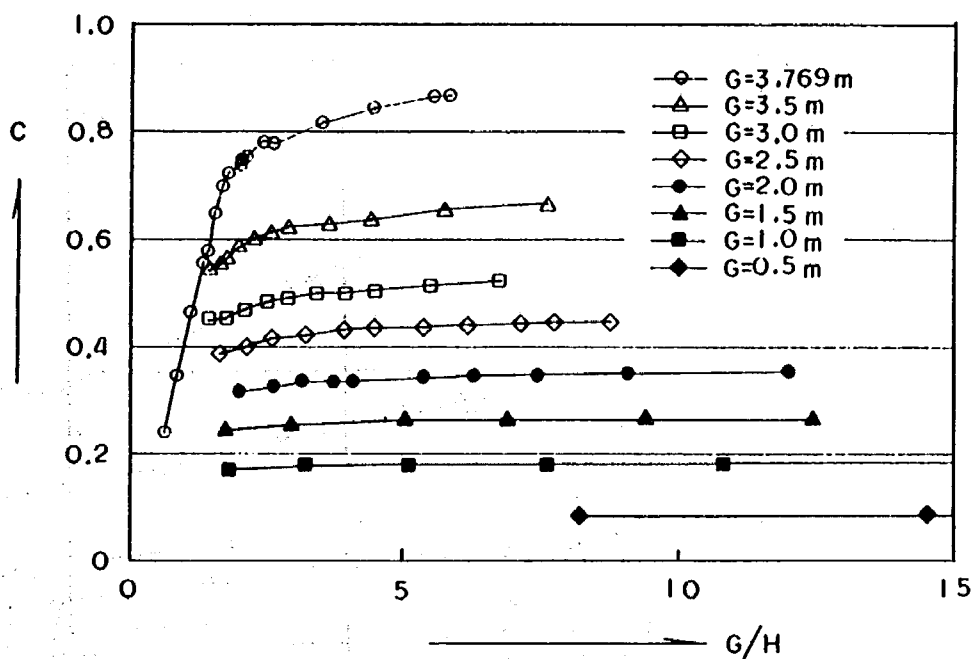


図7-3 $C - G/H$ の関係

上式によって求めた C と G/H との関係を図化したのが図7-3である。この図で $H/G < 1.6$ の領域、すなわち開水路流れについて、 C と H/D (ここで、 D : 吐口の鉛直開度高さ 3.769 m) の関係を最小二乗法によって求めると、

$$C = -0.0104 (H/D)^5 + 0.0765 (H/D)^3 + 0.200 (H/D) \dots\dots\dots (7-1)$$

となる。この (7-1) 式と実験値とは、約 3% 以下の誤差となり、適用上の問題はないものと判断できる。

次に、管路流域 $H/G > 1.9$ に対しては、 C^2 と G/H との関係を求め図7-4に示した。この図より各ゲート開度とも、 C^2 と G/H がほぼ一次式の関係にあることが言える。ここで、全開時の流量係数 C_0 を最小二乗法によって近似すると、

$$C_0^2 = -0.7745 (G/H) + 0.8474 \dots\dots\dots (7-2)$$

となる。各ゲート開度 G と D の比と上式で求まる C_0 との流量係数 C との比 C_1 の関係を求めてみると、

$$C_1 = C/C_0 = 26.93 (G/D)^6 - 72.61 (G/D)^5 + 73.91 (G/D)^4 - 35.04 (G/D)^3 \\ + 7.680 (G/D)^2 + 0.1263 (G/D) \dots\dots\dots (7-3)$$

となる。この (7-2), (7-3) 式より、求まる流量係数 C と実験値との誤差は、約 3% 以内に収まっていることから、実用上適用できるものと判断する。

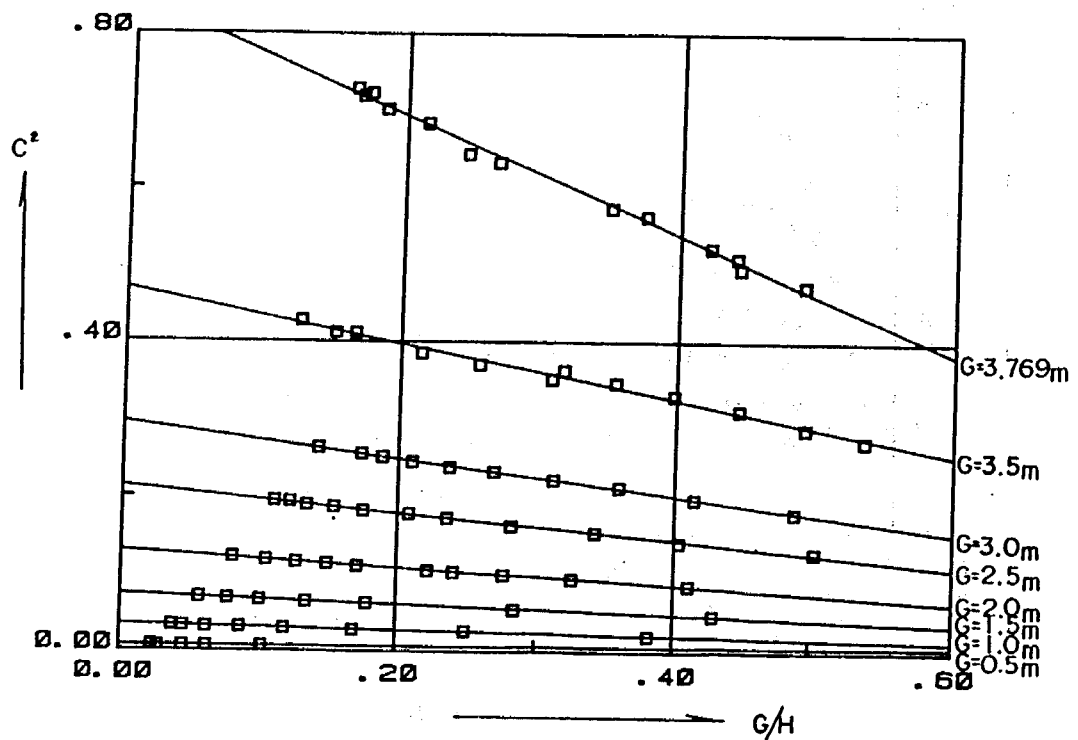
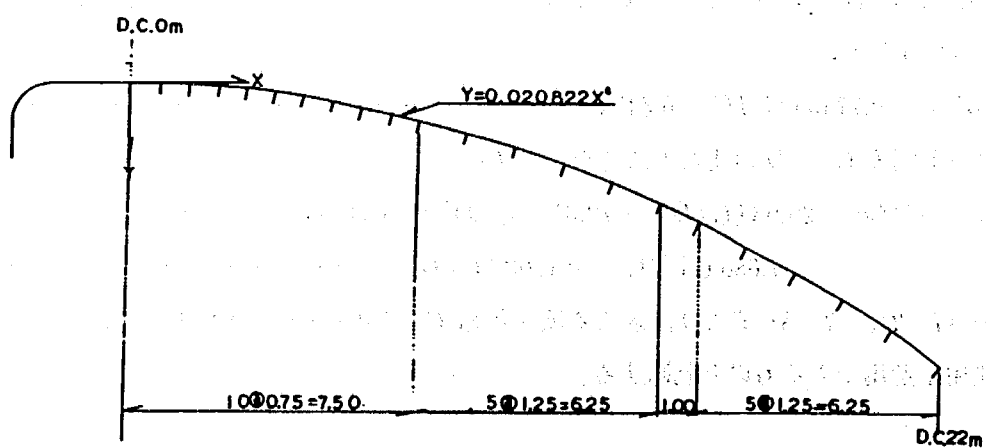


図 7-4 $C^2 - G/H$ の関係

1.3.2 圧 力 分 布

オリフィスの圧力の調査は図 7-5 に示した 3 測線（上面中央、側面、下面中央）の各測点に対し直角に埋設したピエゾ管の圧力を管路部では、貯水位 3 ケース（全開のみ）、開水路部では、貯水位 1 ケース（全開）について計測した。



※ 他のピエゾ位置は、図 6-4 参照

図 7-5 オリフィス圧力測定用ピエゾ管位置図

1) 管路内圧力分布

管路内圧力測定結果を図7-8 a~c および表7-2 に示す。

この表7-2 中に示す圧力状態の指標となる圧力降下係数は次式により求めた。

$$Cd = \frac{H - P}{v^2 / 2g} \quad (\text{ただし, } v = Q/A) \quad \dots\dots\dots (7-4)$$

ここに、 Cd ：圧力降下係数、 H ：各ピエゾ標高から貯水位までの水頭(m)、 P ：各ピエゾ点での圧力水頭 (m) v ：吐口部の平均流速 (m/s)、 Q ：放流量 (m^3/s)、 A ：吐口断面積 ($=14 \text{ m}^2$)

この Cd と呑口から各ピエゾ点までの水平距離 X を管長 L で除した無次元量 X/L との関係を図7-6 に示す。これらの結果、図7-6 から明らかなように、いずれの水位に対して各ピエゾの圧力は、すべて正圧であることから、設計形状に問題がないものと判断できる。また圧力降下係数は呑口付近からなだらかに減少する傾向を示しており流れは、ベルマウスに沿っているものと判断できる。

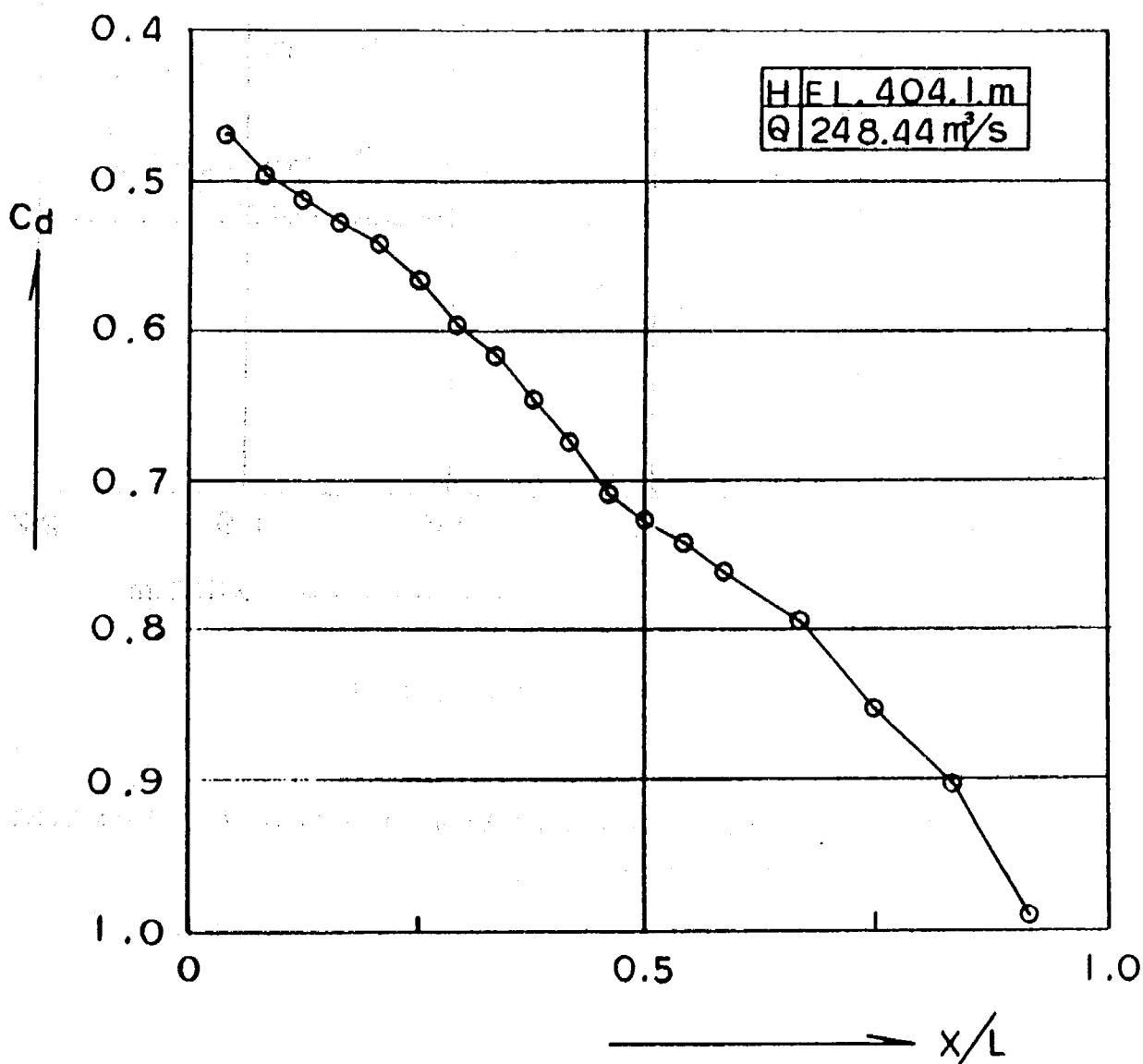


図7-6 $Cd - X/L$ の関係 (上面ベルマウス)

b) 開水路圧力分布

開水路圧力測定結果を図7-8および表7-2に示す。ゲート全開時では、D.C. 13 m～D.C. 14 m 付近で最低圧力（-0.3 m）が認められるが、許容負圧内に収っており特に問題はない。

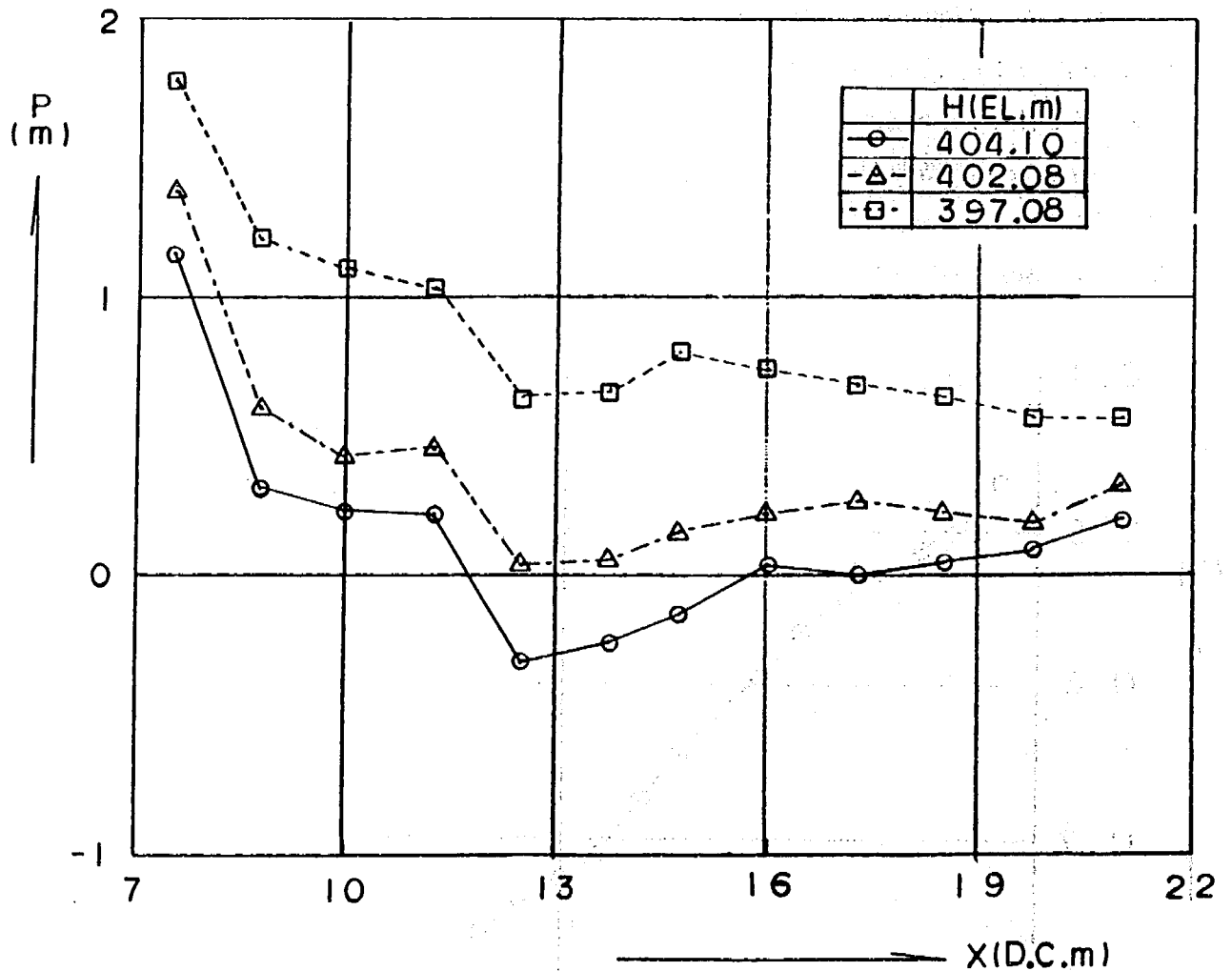


図7-7 ゲート下流開水路圧力分布図

1.3.3 開水路流況

ゲート半開時およびゲート全開時の放流水は、設計洪水位 (EL. 404.1 m) においてもゲートピンとの余裕があり設計形状で特に問題がないものと判断できる。

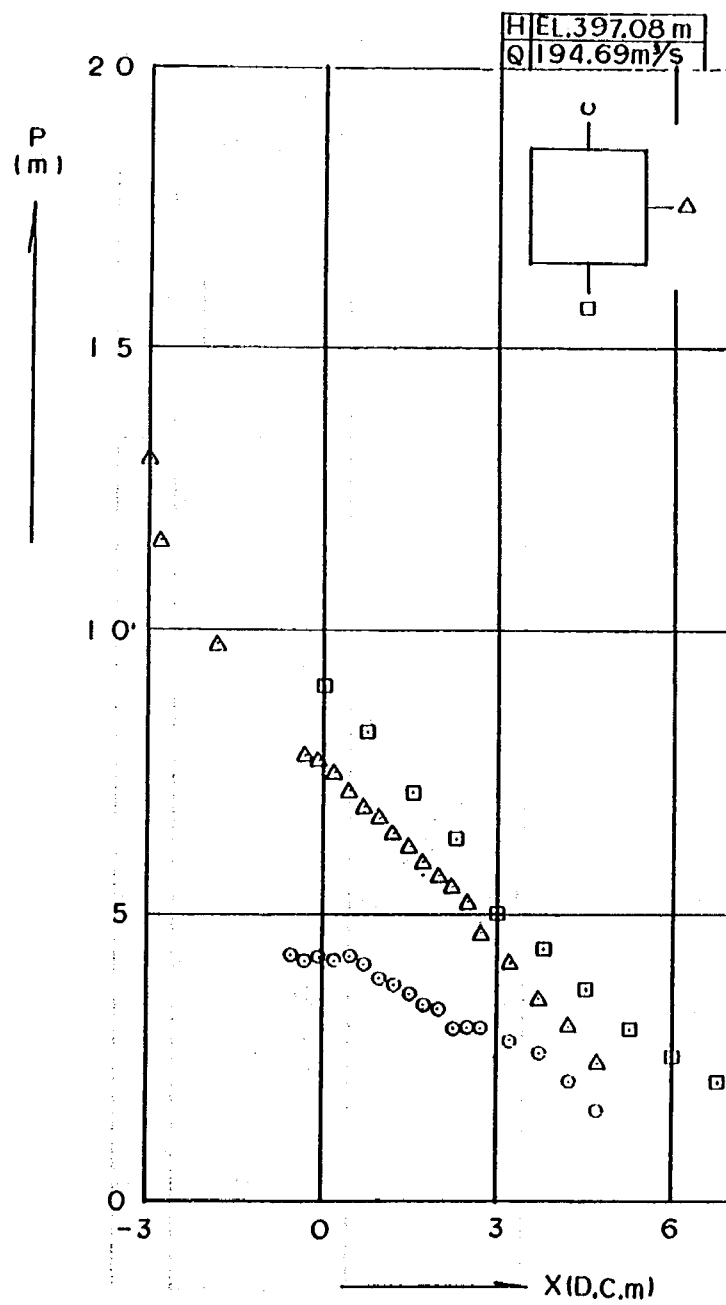


图 7-8 a 管路内压力分布

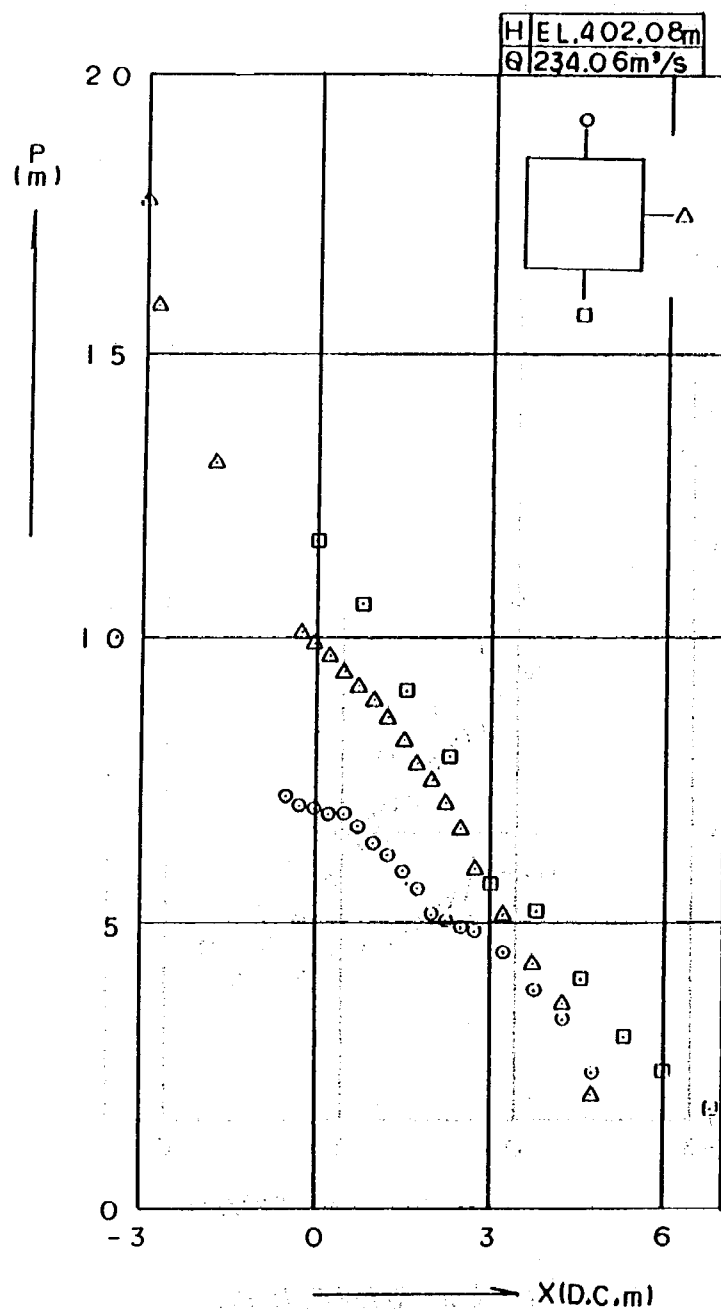


图 7-8 b 管路内压力分布

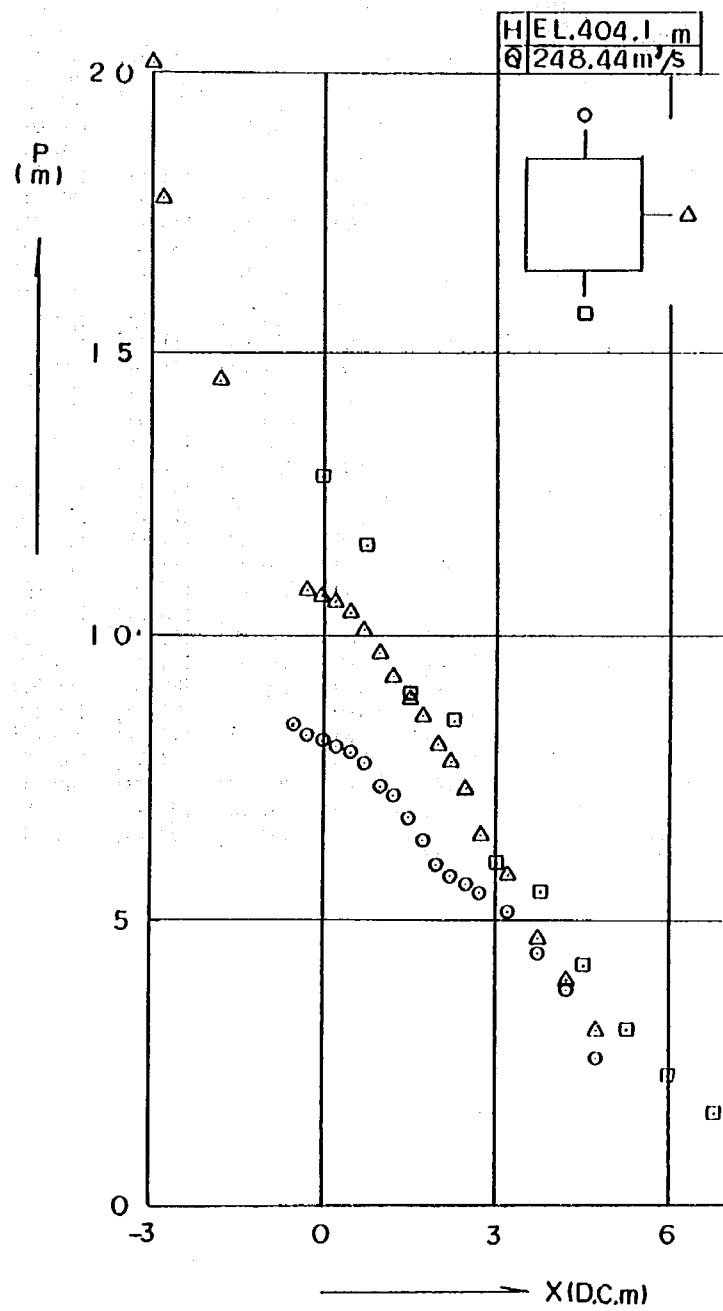


图 7-8 c 管路内压力分布

表 7-1 貯水位と放流量の測定結果

G	H	Q	* Q *	C	* C *	G	H	Q	* Q *	C	* C *
0.500	386.60	10.94	10.81	0.0800	0.0790	2.500	400.33	116.25	118.56	0.4349	0.4436
0.500	389.75	14.06	14.15	0.0801	0.0806	2.500	402.22	123.44	125.27	0.4399	0.4464
0.500	392.72	16.56	16.70	0.0806	0.0813	2.500	404.35	130.00	132.38	0.4410	0.4491
0.500	400.05	21.63	21.74	0.0815	0.0820	3.000	387.88	65.00	64.52	0.4231	0.4199
0.500	403.70	24.06	23.86	0.0828	0.0821	3.000	388.97	74.06	74.22	0.4439	0.4449
1.000	381.35	14.88	14.90	0.1483	0.1485	3.000	390.10	82.50	82.97	0.4601	0.4627
1.000	385.72	20.00	20.02	0.1614	0.1616	3.000	391.38	90.62	91.89	0.4708	0.4774
1.000	387.63	25.00	25.45	0.1661	0.1691	3.000	392.88	99.69	101.39	0.4818	0.4900
1.000	390.13	30.94	31.19	0.1723	0.1737	3.000	394.38	107.50	110.06	0.4877	0.4994
1.000	393.30	37.19	37.23	0.1764	0.1766	3.000	396.03	115.94	118.88	0.4947	0.5073
1.000	397.92	44.37	44.58	0.1779	0.1787	3.000	397.63	123.75	126.85	0.5008	0.5133
1.000	403.75	52.19	52.39	0.1794	0.1801	3.000	398.97	130.00	133.20	0.5051	0.5175
1.000	408.45	58.12	57.93	0.1814	0.1808	3.000	402.83	145.94	149.84	0.5126	0.5263
1.500	385.22	25.00	24.46	0.2158	0.2111	3.500	388.25	82.50	80.10	0.5213	0.5061
1.500	387.00	33.12	33.14	0.2328	0.2329	3.500	388.80	88.44	86.48	0.5366	0.5248
1.500	390.10	44.69	44.40	0.2492	0.2476	3.500	389.58	96.87	94.74	0.5580	0.5458
1.500	392.85	52.50	52.40	0.2540	0.2535	3.500	390.53	105.62	103.98	0.5746	0.5657
1.500	396.60	61.56	61.66	0.2576	0.2580	3.500	391.60	114.69	113.53	0.5890	0.5830
1.500	401.17	71.25	71.35	0.2607	0.2611	3.500	392.78	124.06	123.12	0.6023	0.5977
1.500	408.25	84.37	84.17	0.2643	0.2637	3.500	393.08	123.75	125.45	0.5928	0.6009
2.000	386.60	40.00	39.84	0.2924	0.2913	3.500	395.33	139.06	141.72	0.6085	0.6201
2.000	387.88	46.87	47.46	0.3051	0.3089	3.500	398.03	155.31	159.07	0.6208	0.6358
2.000	388.95	52.50	53.05	0.3152	0.3185	3.500	402.63	181.56	184.90	0.6408	0.6526
2.000	390.03	57.19	58.09	0.3204	0.3254	3.500	404.65	190.31	195.20	0.6414	0.6578
2.000	390.72	60.00	61.16	0.3228	0.3290	3.500	409.17	212.19	216.43	0.6535	0.6666
2.000	393.35	70.00	71.48	0.3313	0.3383	3.769	389.38	117.81	116.50	0.6875	0.6798
2.000	395.10	76.25	77.61	0.3364	0.3424	3.769	390.20	126.87	127.43	0.7034	0.7064
2.000	397.45	83.44	85.14	0.3395	0.3465	3.769	390.25	129.06	128.06	0.7134	0.7079
2.000	400.80	93.12	94.86	0.3441	0.3505	3.769	390.65	133.75	133.01	0.7225	0.7186
2.000	406.60	107.81	109.66	0.3488	0.3548	3.769	391.80	147.50	146.32	0.7499	0.7439
2.500	386.70	49.37	48.10	0.3573	0.3481	3.769	392.55	154.37	154.38	0.7572	0.7572
2.500	387.92	57.81	58.05	0.3748	0.3763	3.769	395.83	185.00	185.51	0.7950	0.7972
2.500	389.05	65.62	65.87	0.3913	0.3928	3.769	397.08	194.69	196.10	0.8019	0.8077
2.500	390.60	74.37	75.33	0.4029	0.4081	3.769	399.25	214.37	213.27	0.8263	0.8221
2.500	392.33	83.75	84.62	0.4151	0.4195	3.769	402.08	234.06	233.69	0.8372	0.8359
2.500	393.75	90.62	91.59	0.4217	0.4262	3.769	403.38	245.00	242.51	0.8496	0.8410
2.500	395.95	99.69	101.42	0.4265	0.4339	3.769	404.10	248.44	247.29	0.8475	0.8436
2.500	397.95	107.81	109.58	0.4319	0.4390	3.769	404.75	253.75	251.51	0.8533	0.8457

表7-2a 圧力測定結果

測 点	ピエゾ位置		貯水位 放流量 E.L. 404.1 m 248.44 m ³ /s			貯水位 放流量 E.L. 402.08 m 234.06 m ³ /s			
	X (D.C. m)	Y (E.L. m)	ピエゾ水頭 (E.L. m)	圧力水頭 (m)	圧力降下係数	ピエゾ水頭 (E.L. m)	圧力水頭 (m)	圧力降下係数	
上 面 中 央	1	-0.8	388.215	—	—	—	—	—	
	2	-0.55	388.034	396.500	8.466	0.473	395.225	7.191	0.531
	3	-0.30	387.853	396.125	8.272	0.496	394.925	7.072	0.552
	4	-0.05	387.691	395.850	8.159	0.513	394.675	6.984	0.570
	5	0.20	387.542	395.600	8.058	0.529	394.475	6.933	0.584
	6	0.45	387.403	395.375	7.972	0.543	394.275	6.872	0.598
	7	0.70	387.272	395.025	7.753	0.565	394.000	6.728	0.617
	8	0.95	387.148	394.525	7.377	0.596	393.550	6.402	0.649
	9	1.20	387.031	394.200	7.169	0.616	393.225	6.194	0.671
	10	1.45	386.918	393.725	6.807	0.646	392.825	5.907	0.699
	11	1.70	386.811	393.250	6.439	0.675	392.400	5.589	0.729
	12	1.95	386.709	392.700	5.991	0.710	391.875	5.166	0.766
	13	2.20	386.611	392.425	5.814	0.727	391.625	5.014	0.784
	14	2.45	386.518	392.175	5.657	0.742	391.450	4.932	0.796
	15	2.70	386.336	391.875	5.539	0.761	391.200	4.864	0.813
	16	3.20	386.154	391.325	5.171	0.795	390.650	4.496	0.852
	17	3.70	385.972	390.400	4.428	0.853	389.800	3.828	0.912
	18	4.20	385.790	389.600	3.810	0.902	389.100	3.310	0.961
	19	4.70	385.600	388.200	2.600	0.990	387.925	2.325	1.043
測 面	1	-3.0	383.620	403.875	20.255	—	401.450	17.830	—
	2	-2.8	383.620	401.500	17.880	—	399.550	15.930	—
	3	-1.8	383.620	398.075	14.455	—	396.750	13.130	—
	4	-0.55	383.620	—	—	—	—	—	—
	5	-0.30	383.620	394.375	10.755	—	393.725	10.105	—
	6	-0.05	383.620	394.300	10.680	—	393.525	9.905	—
	7	0.20	383.620	394.225	10.605	—	393.300	9.680	—
	8	0.45	383.620	394.025	10.405	—	393.050	9.430	—
	9	0.70	383.620	393.750	10.130	—	392.775	9.155	—
	10	0.95	383.620	393.350	9.730	—	392.500	8.880	—
	11	1.20	383.620	392.925	9.305	—	392.200	8.580	—
	12	1.45	383.620	392.500	8.880	—	391.825	8.205	—
	13	1.70	383.620	392.100	8.580	—	391.450	7.830	—
	14	1.95	383.620	391.725	8.105	—	391.100	7.480	—
	15	2.20	383.620	391.400	7.780	—	390.750	7.130	—
	16	2.45	383.620	390.950	7.330	—	390.275	6.655	—
	17	2.70	383.620	390.150	6.530	—	389.575	5.955	—
	18	3.20	383.620	389.225	5.805	—	388.775	5.155	—
	19	3.70	383.620	388.300	4.680	—	387.950	4.330	—
	20	4.20	383.620	387.575	3.955	—	387.250	3.630	—
	21	4.70	383.620	386.700	3.080	—	386.525	2.005	—
下 面 中 央	1	0.00	382.500	395.325	12.825	—	394.200	11.700	—
	2	0.75	382.491	394.100	11.609	—	393.125	10.634	—
	3	1.50	382.463	392.425	9.962	—	391.525	9.062	—
	4	2.25	382.416	390.875	8.459	—	390.325	7.909	—
	5	3.00	382.351	388.325	5.974	—	388.050	5.699	—
	6	3.75	382.267	387.725	5.458	—	387.450	5.183	—
	7	4.50	382.165	386.350	4.185	—	386.200	4.035	—
	8	5.25	382.043	385.125	3.082	—	385.100	3.057	—
	9	6.00	381.904	384.250	2.346	—	384.325	2.421	—
	10	6.75	381.745	383.375	1.630	—	383.500	1.755	—
	11	7.50	381.568	382.725	1.157	—	382.950	1.382	—
	12	8.75	381.232	381.550	0.318	—	381.825	0.593	—
	13	10.00	380.843	381.075	0.232	—	381.325	0.482	—
	14	11.25	380.403	380.625	0.222	—	380.875	0.472	—
	15	12.50	379.911	379.600	-0.311	—	379.950	0.039	—
	16	13.75	379.368	379.125	-0.243	—	379.425	0.057	—
	17	14.75	378.896	378.750	-0.146	—	379.050	0.154	—
	18	16.00	378.259	378.300	0.041	—	378.475	0.216	—
	19	17.25	377.570	377.575	0.005	—	377.825	0.255	—
	20	18.50	376.830	376.875	0.045	—	377.050	0.220	—
	21	19.75	376.038	376.125	0.087	—	376.225	0.187	—
	22	21.00	375.194	375.400	0.206	—	375.525	0.331	—

表7-2b 圧力測定結果

測点	ピエソ位置		貯水位 E.L. 397.08 m 放流量 194.69 m ³ /s			貯水位 E.L. m 放流量 m ³ /s		
	X (D. C. m)	Y (E.L. m)	ピエソ水頭 (E.L. m)	圧力水頭 (m)	圧力降下係数	ピエソ水頭 (E.L. m)	圧力水頭 (m)	圧力降下係数
上 面 中 央	1	-0.8	388.215	—	—			
	2	-0.55	388.034	392.350	4.316			0.479
	3	-0.30	387.853	392.075	4.222			0.507
	4	-0.05	387.691	391.975	4.284			0.517
	5	0.20	387.542	391.775	4.233			0.538
	6	0.45	387.403	391.725	4.322			0.543
	7	0.70	387.272	391.425	4.153			0.573
	8	0.95	387.148	391.075	3.927			0.609
	9	1.20	387.031	390.875	3.844			0.629
	10	1.45	386.918	390.575	3.657			0.659
	11	1.70	386.811	390.250	3.439			0.692
	12	1.95	386.709	390.100	3.391			0.707
	13	2.20	386.611	389.675	3.064			0.750
	14	2.45	386.518	389.575	3.057			0.760
	15	2.70	386.336	389.375	3.039			0.781
	16	3.20	386.154	389.000	2.846			0.819
	17	3.70	385.972	388.575	2.603			0.862
	18	4.20	385.790	387.900	2.110			0.930
	19	4.70	385.600	387.225	1.625			0.999
測 面	1	-3.0	383.620	396.575	12.955			
	2	-2.8	383.620	395.200	11.580			
	3	-1.8	383.620	393.425	9.805			
	4	-0.55	383.620	—	—			
	5	-0.30	383.620	391.400	7.780			
	6	-0.05	383.620	391.300	7.680			
	7	0.20	383.620	391.100	7.480			
	8	0.45	383.620	390.825	7.205			
	9	0.70	383.620	390.550	6.930			
	10	0.95	383.620	390.325	6.705			
	11	1.20	383.620	390.075	6.455			
	12	1.45	383.620	389.800	6.180			
	13	1.70	383.620	389.575	5.955			
	14	1.95	383.620	389.350	5.730			
	15	2.20	383.620	389.100	5.480			
	16	2.45	383.620	388.850	5.230			
	17	2.70	383.620	388.325	4.705			
	18	3.20	383.620	387.825	4.205			
	19	3.70	383.620	387.175	3.555			
	20	4.20	383.620	386.700	3.080			
	21	4.70	383.620	386.150	2.430			
下 面 中 央	1	0.00	382.500	391.500	9.000			
	2	0.75	382.491	390.725	8.234			
	3	1.50	382.463	389.625	7.162			
	4	2.25	382.416	388.725	6.309			
	5	3.00	382.351	387.375	5.024			
	6	3.75	382.267	386.700	4.433			
	7	4.50	382.165	385.850	3.685			
	8	5.25	382.043	385.050	3.007			
	9	6.00	381.904	384.475	2.571			
	10	6.75	381.745	383.825	2.080			
	11	7.50	381.568	383.350	1.782			
	12	8.75	381.232	382.450	1.218			
	13	10.00	380.843	381.950	1.107			
	14	11.25	380.403	381.450	1.047			
	15	12.50	379.911	380.550	0.639			
	16	13.75	379.368	380.025	0.657			
	17	14.75	378.896	379.700	0.804			
	18	16.00	378.259	379.000	0.741			
	19	17.25	377.570	378.250	0.680			
	20	18.50	376.830	377.475	0.645			
	21	19.75	376.038	376.600	0.562			
	22	21.00	375.194	375.750	0.556			

第 8 章 選択取水設備水理模型実験

第8章 選択取水設備水理模型実験

第1節 実験概要

1.1 実験目的

玉川では洪水終了後の濁水および冷水対策として選択取水設備が計画されている。本実験では玉川ダムで計画されている半円ベルマウス付き呑口形状（以下半円形状と呼ぶ）とそれを単純にした直線呑口形状（以下直線形状と呼ぶ）について水理機能を調査し比較検討したものである。なお、本検討では、実際のダム貯水池での選択取水設備操作による貯水池内の流動形態および取水機能の調査のために、選択取水設備実験装置を用いて検討している。また、実験装置の制約により模型縮尺が 1/40 となり、呑口部での流速分布、取水塔内の流況等の水理機能については、詳細な検討ができないため、縮尺 1/25 で模型を別途製作し、検討している。

1.2 模 型

模型は、半円形状、直線形状を密度成層のない場合、密度成層のある場合について、それぞれ縮尺 1/25, 1/40 で透明アクリル板を成形加工して製作した。（図 8—1 a, b 参照）なおスクリーンは、通水面積を等しくして製作した。

1.3 取水設備の設計条件

取水設備の設計条件は次のとおりである。

- a. 最大取水量は $66.1 \text{ m}^3/\text{s}$ とする。
- b. 取水深は 4 m 以下とする。
- c. 呑口流速は 1.5 m/s 以下とする。

1.4 実験装置および実験方法

1.4.1 密度成層のない場合

図 8—2 に示すように木製水槽に模型を据付けて、最大取水量（ $66.1 \text{ m}^3/\text{s}$ ）で取水深を変えて、各形状ごとの流況、流速について計測した。

1.4.2 密度成層のある場合

実験装置は図 8—3 に示すように水槽本体、環流用ポンプ、電磁流量計、密度生成装置、取水口、給水口および環流用送水管によって構成されている。又、各設備の仕様は次のとおりである。

水 槽：2 m×2 m×12 m 片面ガラス張り鋼製水槽。ただし、内面断熱材張り。

ポ ン プ：環流送水管途中に設置した環流ポンプで最大容量 10 l/s でポンプの回転数制御で流量の調整を行う。

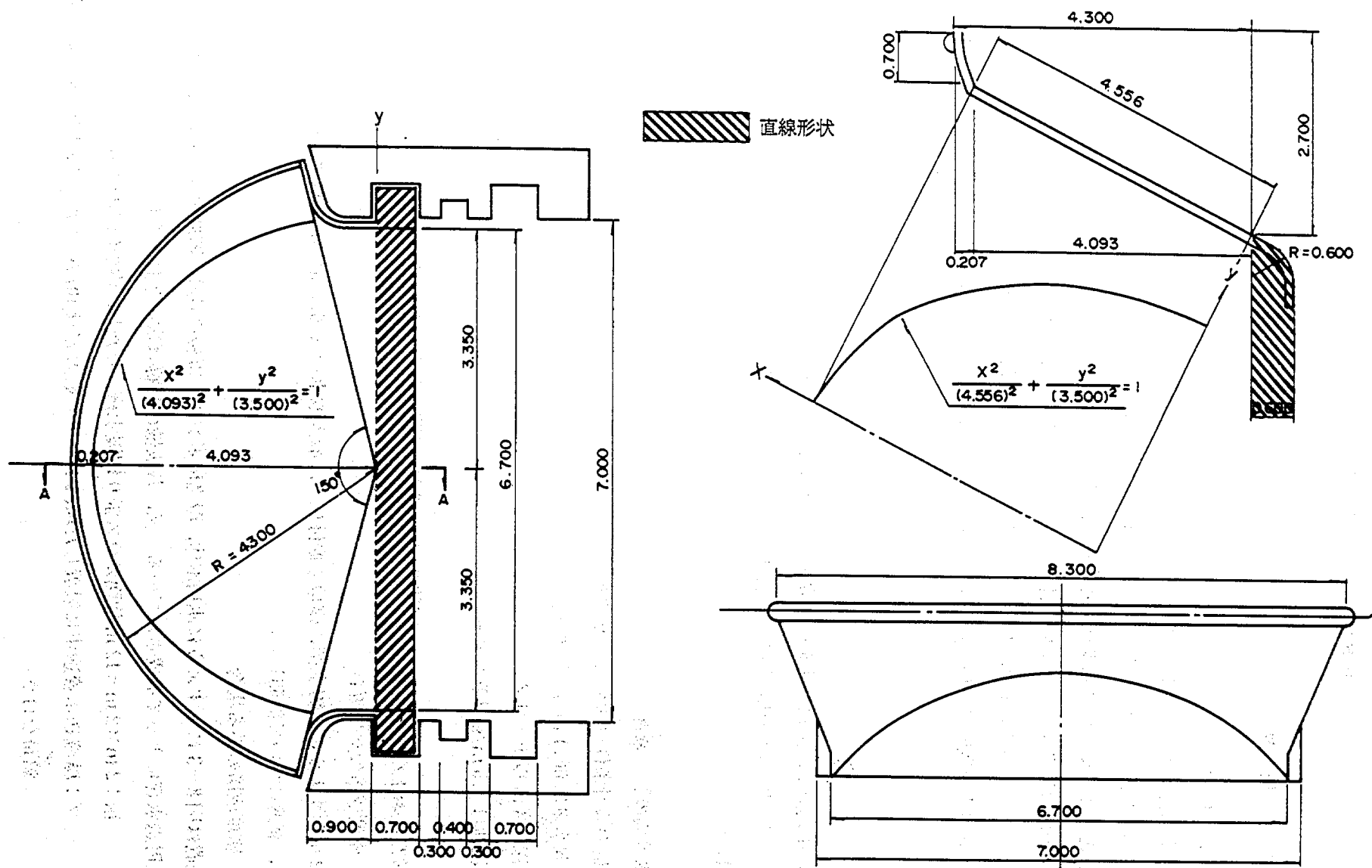


图 8—1a 取水設備呑口部形状図

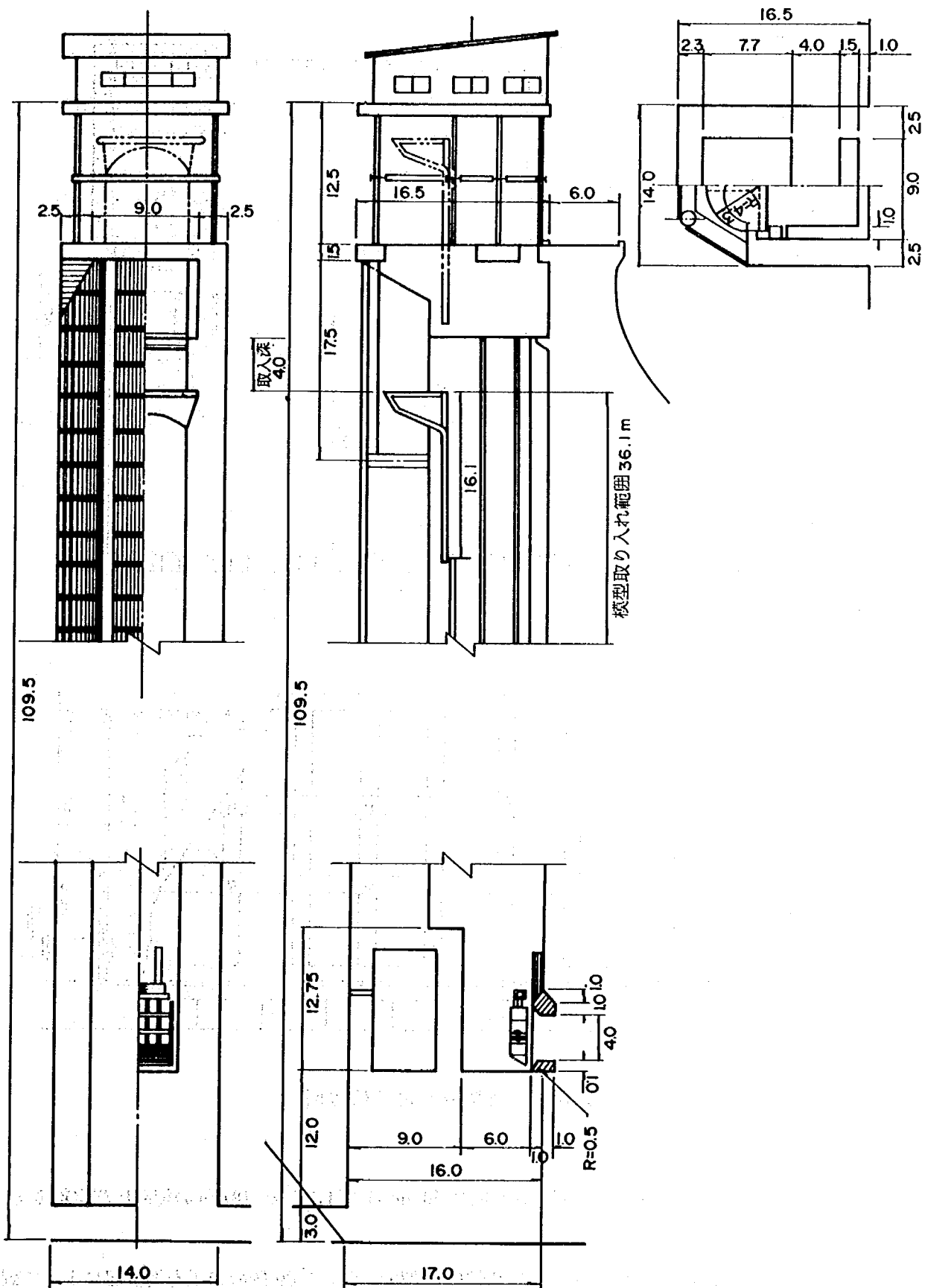


図8-1b 取水設備概要図

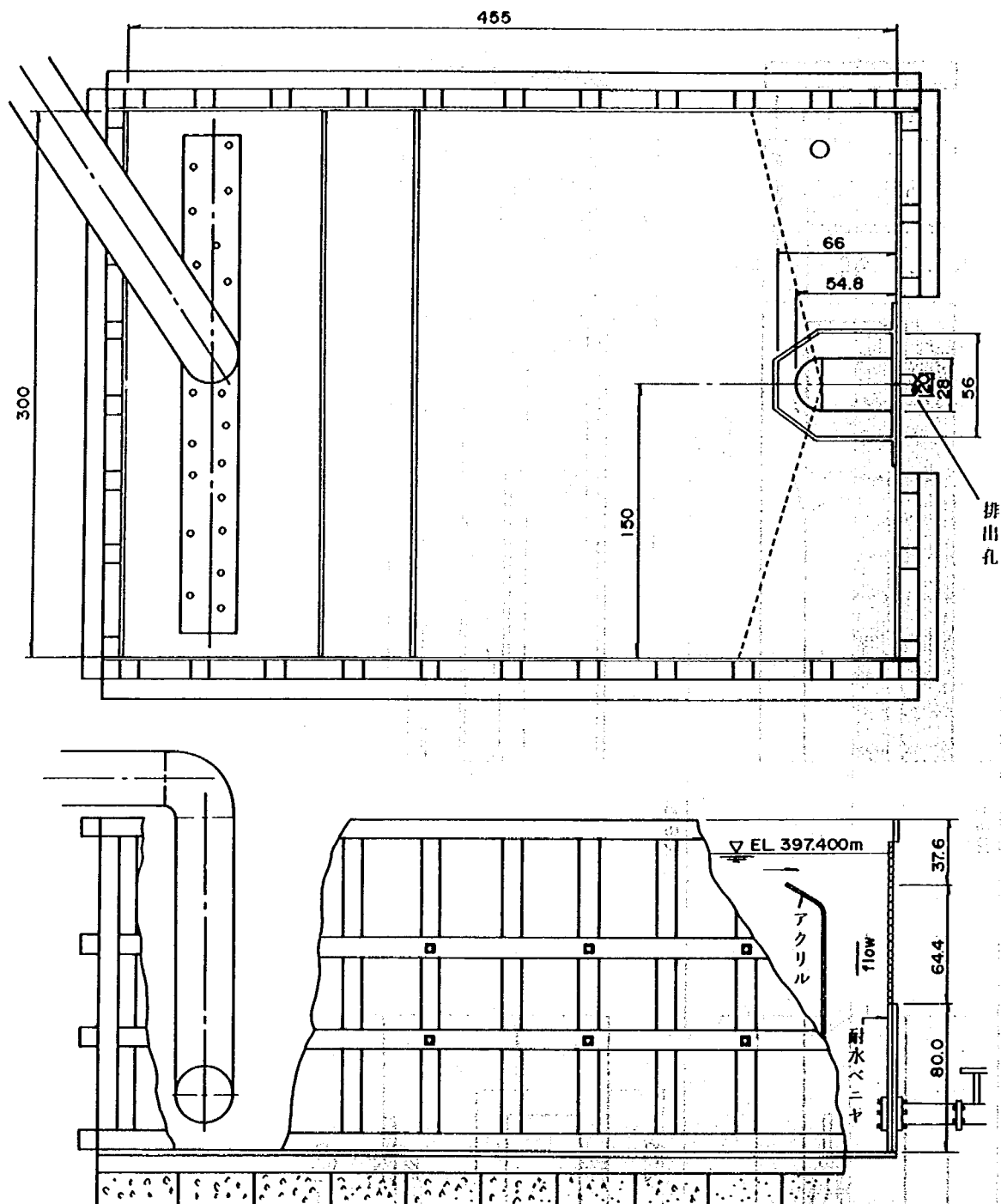


図8-2 模型取り付け位置図

電 磁 流 量 計：還流送水管の中間に設置された内径 50 mmφ で 1.8ℓ/s～18ℓ/s の範囲は測定精度±1%である。

密度層生成装置：水槽上部の走行台車 5 台に取り付けた 375 w ランプ 80 個の熱量を抵抗器によって調節する。

取 水 口：図 8-1 に示す模型をセットして取水を行う。

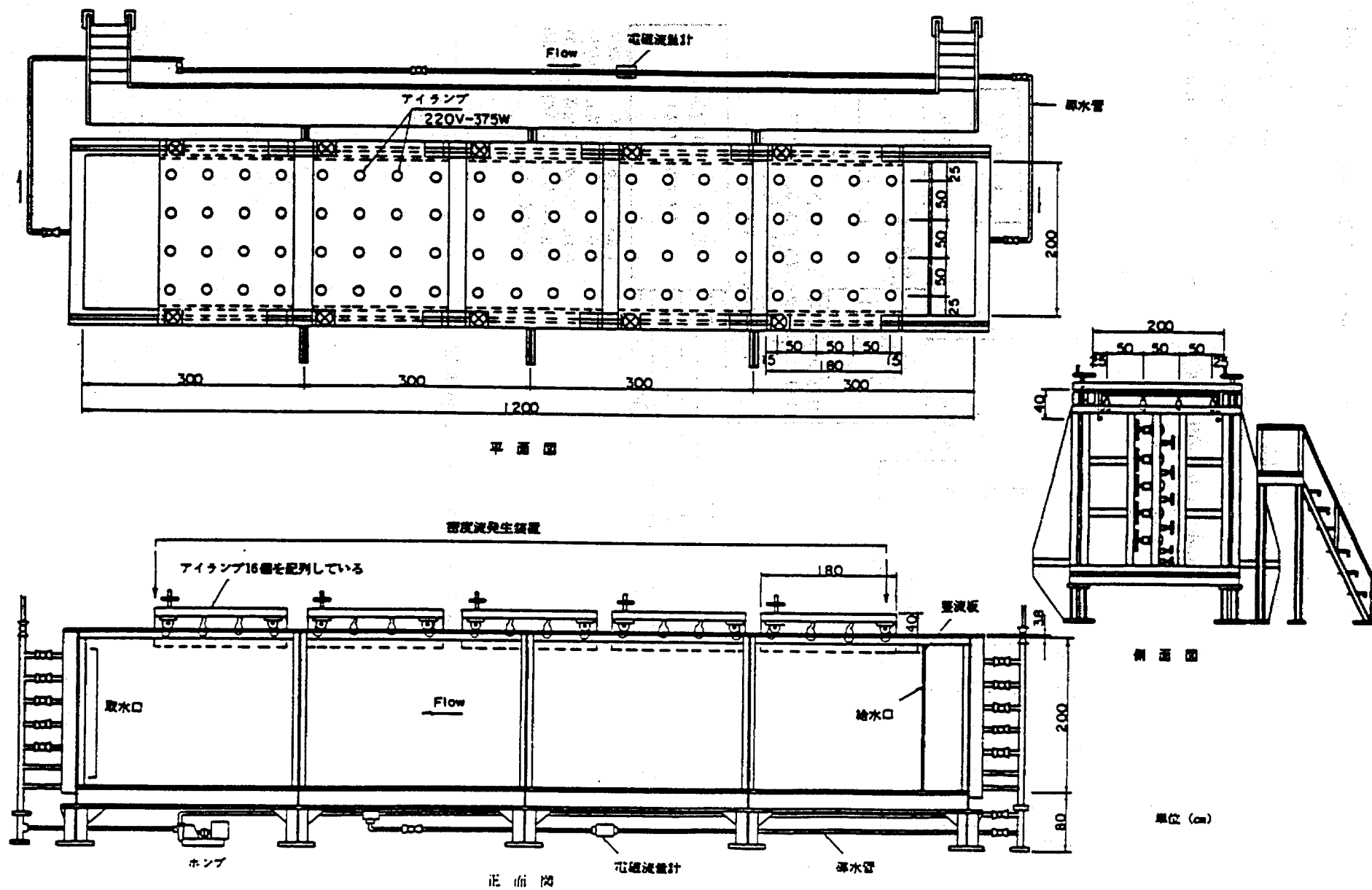


図 8-3 選択取水設備水理模型実験装置概要図

給 水 口：貯水池流入量を給水する設備で環流管を通して 10 mmφ孔を多数有する分散管から水槽内に注入する。

次に実験方法は、水槽内に水道から給水し、ランプ熱によって温度密度層を生成し、取水深、取水量、ゲート形状を変え、密度流の流動形態および水温分布等を測定することとした。この場合の流動形態の変化は、色素（ウォータブルー）で着色し、連続撮映により行ない、水温分布はサーミスタ型温度計 130 点の温度データを図 8-4 に示す計測システムで集録した。

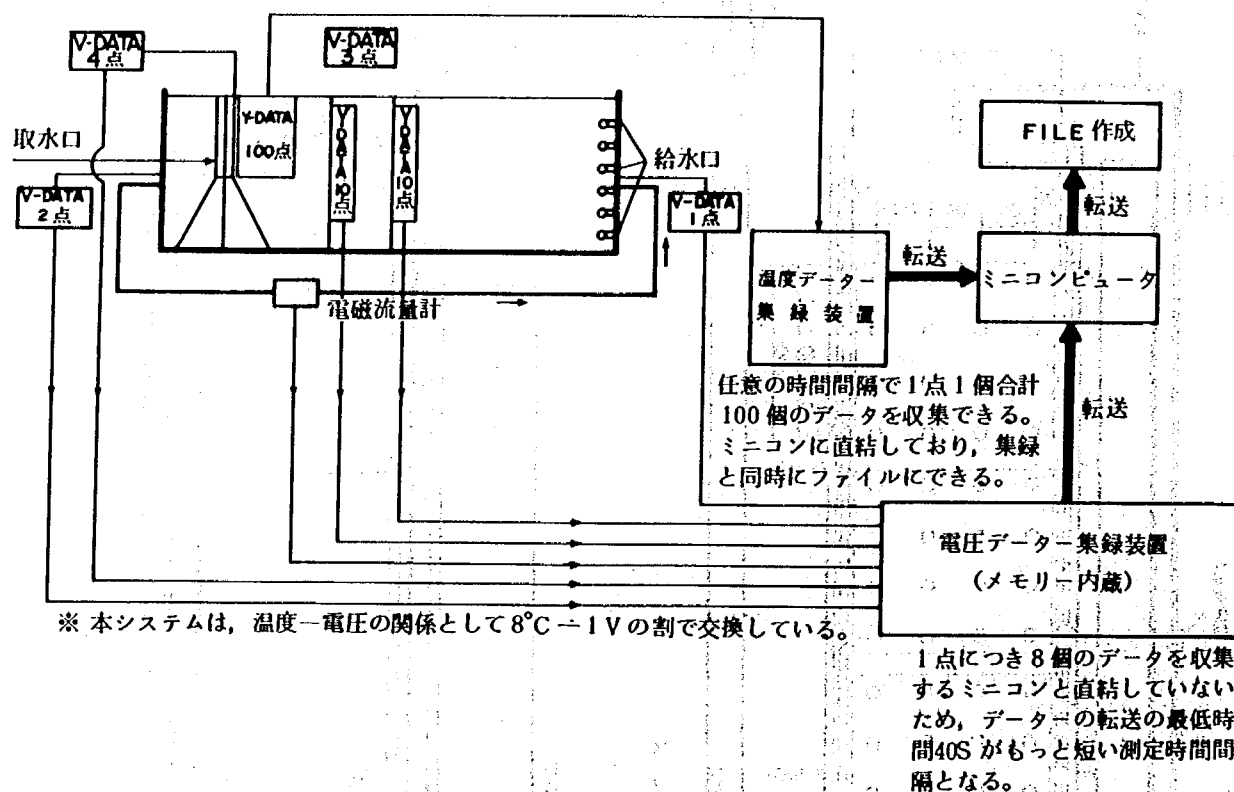


図 8-4 計測システム概要図

第2節 密度成層のない場合

2.1 実験内容

実験は、表8-1に示すケースについてスクリーンの有無による塔内水位と貯水位の関係、流況および流速の調査を行った。尚、流速測定は図8-5に示すとおりである。

表8-1 実験ケース一覧表（温度成層なし）

ゲート形状	スクリーン（有・無）	取水量 (m^3/s)	取水深 (m)
半円形状	有	66.1	3
半円形状	有	66.1	4
半円形状	無	66.1	4
直線形状	有	66.1	4
直線形状	無	66.1	4

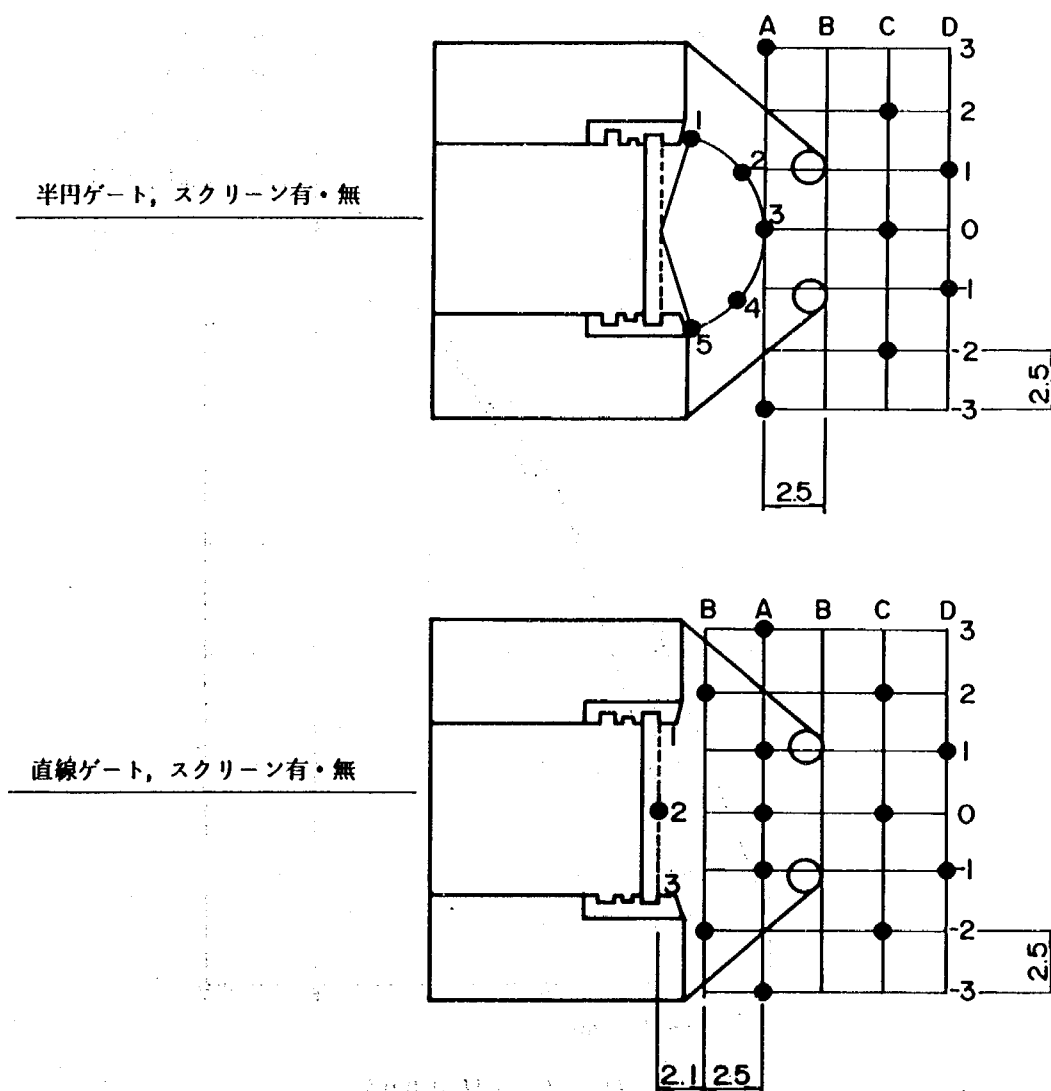


図8-5 流速測定位置図

2.2 実験結果

2.2.1 貯水位—スクリーン背面水位—塔内水位

調査結果は、図8—6に示すとおりである。図8—6より自由越流になる水位として半円形状では、取水深約2.2mであるのに対して、直線形状では約3.1mとなっていることがわかる。又、両形状ともスクリーンの有無による水位変化は、ほとんどないと考えられる。

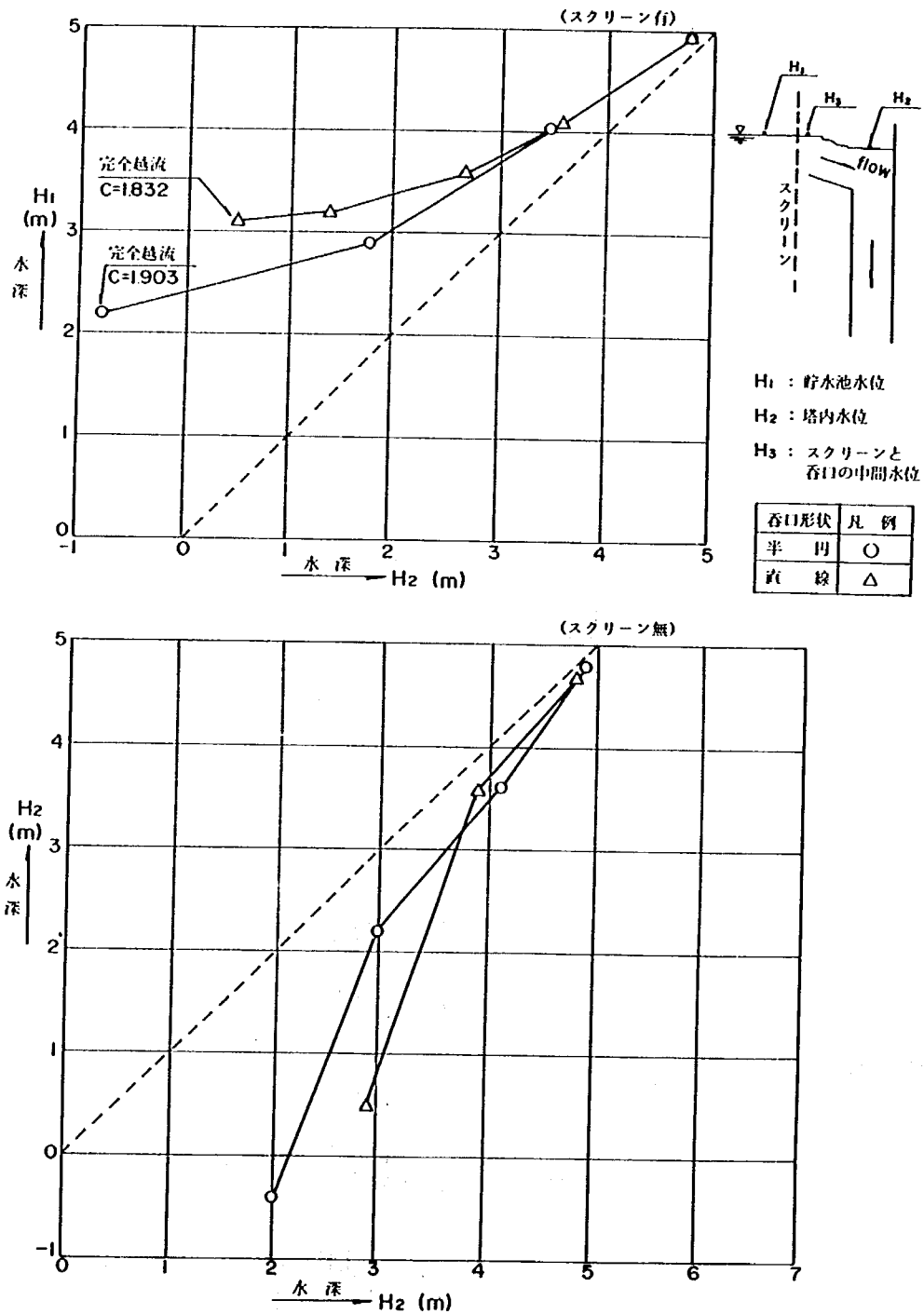


図8—6 $H_1 - H_2 - H_3$ の関係

2.2.2 塔 内 流 況

塔内流況の調査結果は図8-7 a~cに示すとおりである。図8-7より半円形状では、呑口を均一に越流した流れが塔内下流側壁面に当り、螺旋流となって左右にわかれ、平面渦を発生させ、気泡を混入した巻き込み渦が水面下約4 m~5 mまで達し減衰している。尚、スクリーンの有無による流況の変化は特に見られなかった。又、取水深の変化についてもほぼ同様な流況を呈している。(写真8-1 a, b 参照)



写真8-1 a
塔内流況 (半円形状)
取水深 4 m
取水量 $66.1 \text{ m}^3/\text{s}$

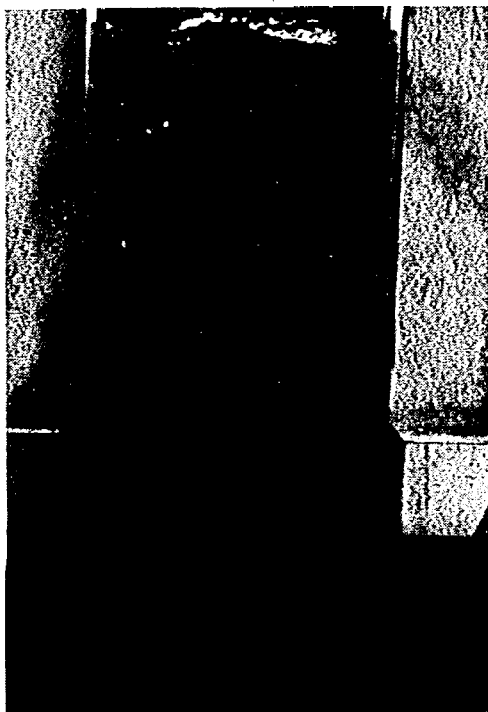


写真8-1 b
塔内流況 (半円形状)
取水深 4 m
取水量 $66.1 \text{ m}^3/\text{s}$

次に直線形状では，呑口部を越流する流れは，半円形状より速く戸溝付近で空気を混入し，半円形状より大きな平面渦及び巻き込み渦を形成し水面下約 11.0¹m まで達し減衰している。(写真 8-2 a, b 参照)

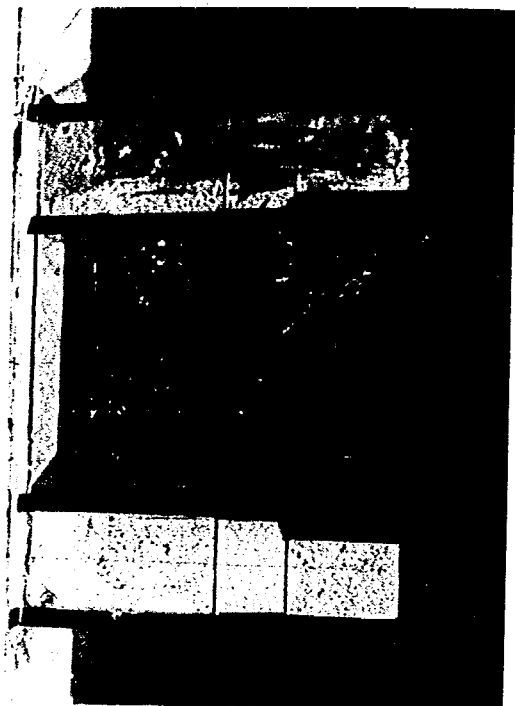


写真 8-2 a
塔内流況 (直線形状)
取水深 4 m
取水量 66.1m³/s

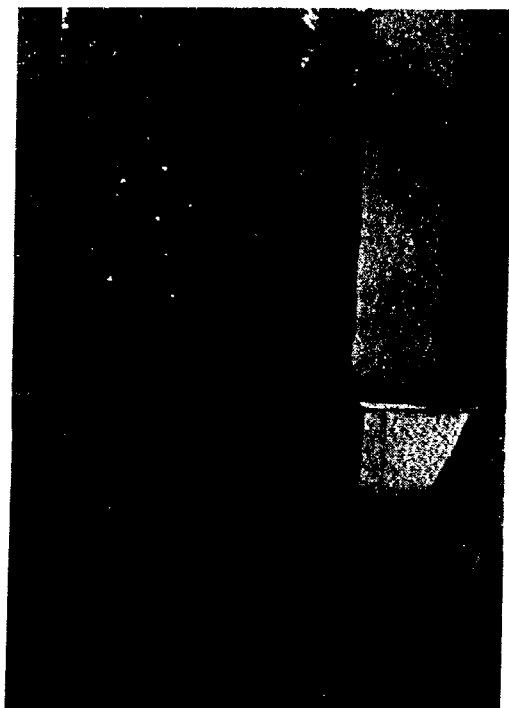
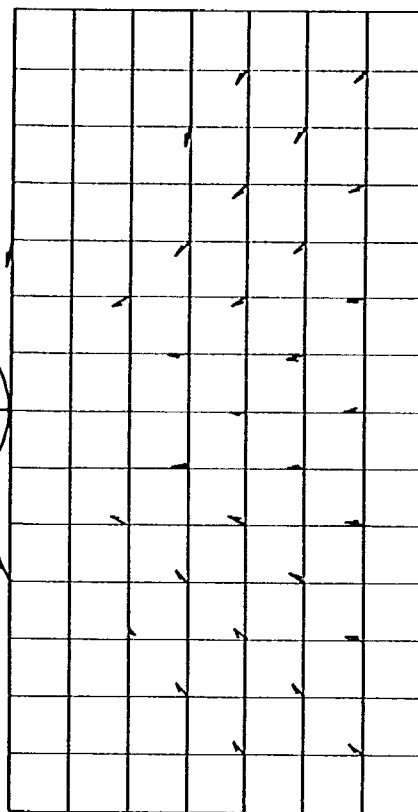
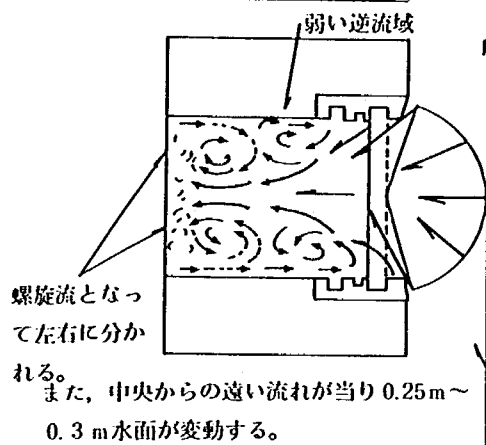


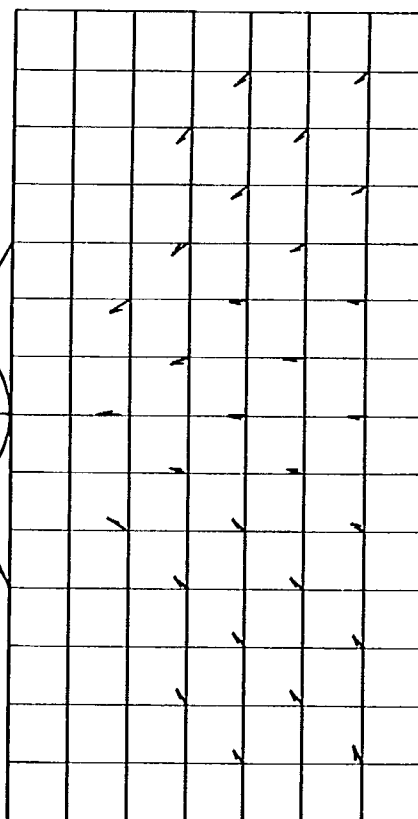
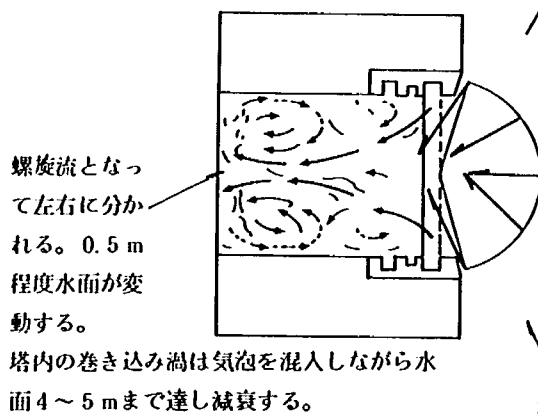
写真 8-2 b
塔内流況 (直線形状)
取水深 4 m
取水量 66.1m³/s

貯水位 (EL.m)	
取水深 h (m)	4.0
取水量 Q (m ³ /s)	68.7
塔内水位 H (EL.m)	396.868
呑口形状	半円
スクリーン	無し



塔内の巻き込み渦は気泡を混入しながら水面4~5mまで達し減衰する。

貯水位 (EL.m)	
取水深 h (m)	3.0
取水量 Q (m ³ /s)	68.7
塔内水位 H (EL.m)	395.525
呑口形状	半円
スクリーン	無し



塔内の巻き込み渦は気泡を混入しながら水面4~5mまで達し減衰する。

図8-7a 呑口部付近の流況図

貯水位 (EL.m)	
取水深 h (m)	4.0
取水量 Q (m ³ /s)	68.7
塔内水位 H (EL.m)	396.975
呑口形状	半円
スクリーン	有り

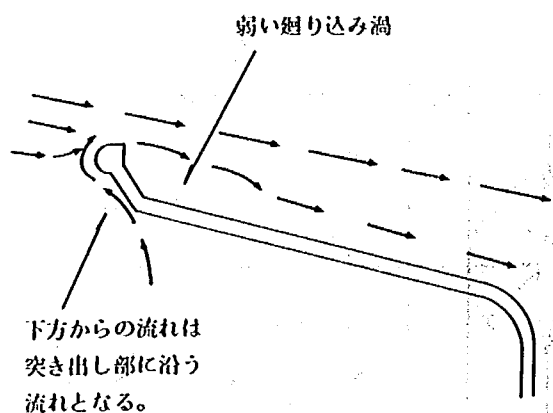
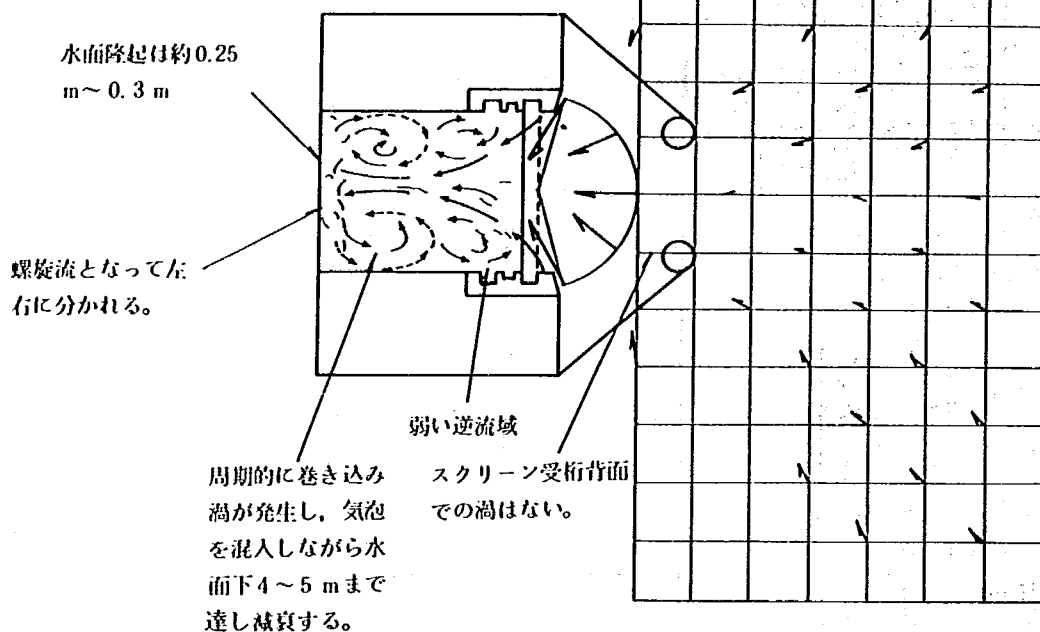
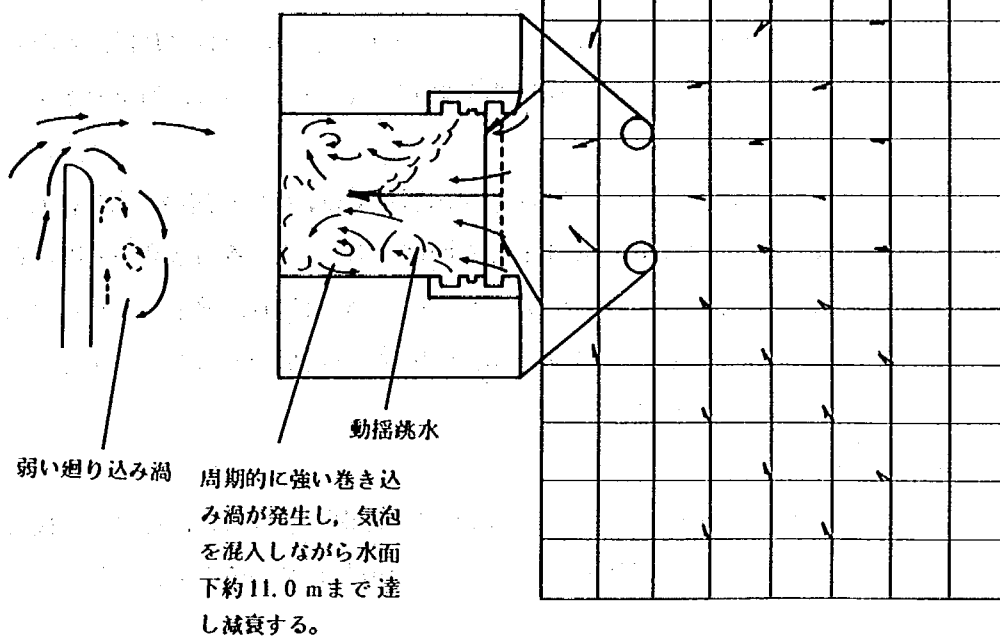


図8-7b 呑口部付近の流況図

貯水位 (EL.m)	
取水深 h (m)	4.0
取水量 Q (m ³ /s)	68.7
塔内水位 H (EL.m)	397.050
呑口形状	直線
スクリーン	有り



貯水位 (EL.m)	
取水深 h (m)	4.0
取水量 Q (m ³ /s)	68.7
塔内水位 H (EL.m)	396.975
呑口形状	直線
スクリーン	無し

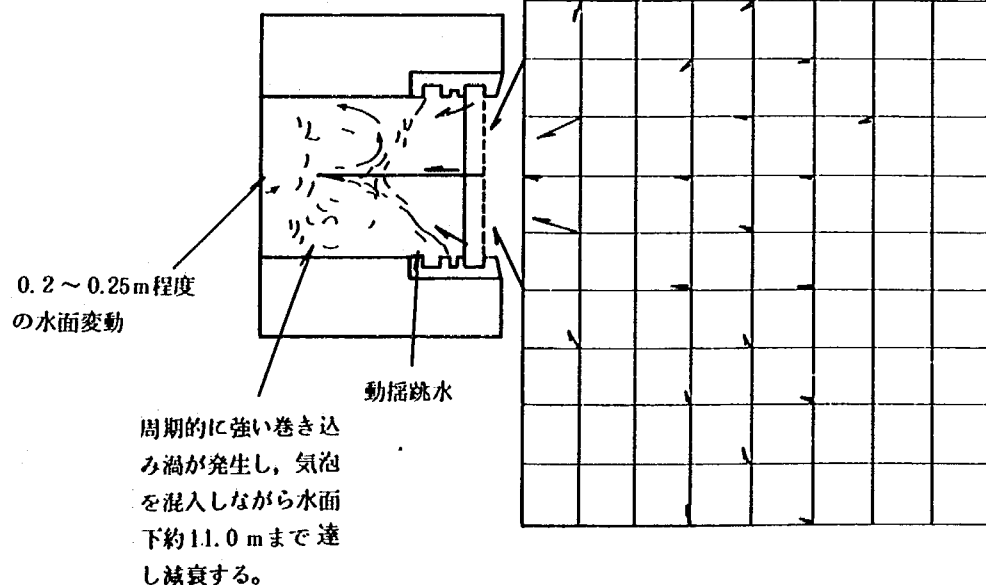


図8-7c 呑口部付近の流況図

2.2.3 呑口周辺の流速分布

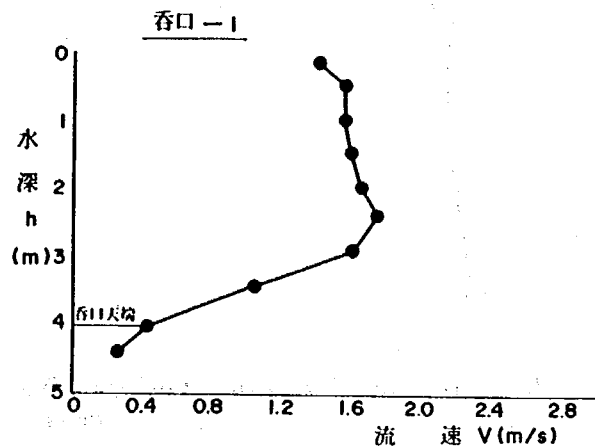
呑口周辺の流速分布の調査結果は、図 8-8 a~q に示すとおりである。半円形状は、いずれの取水深においても、最大流速位置が呑口天端より上約 1.0 m で呑口上流 5.0 m での水深方向の流速値の差はほとんど見られない。又、呑口部での平均流速は約 1.1 m/s となっており、呑口上流 5.0 m では、平均流速 0.4 m/s となっている。次に、直線形状であるが最大流速位置は呑口天端より上約 2.5 m になっており呑口部での平均流速は約 1.9 m/s、呑口上流 5.0 m では、平均 0.8 m/s となっている。以上より、呑口部だけ見れば、表面での流速が速い直線形状の方が良いと思われるが、呑口上流への影響が強いため、いちがいには判断できない。

2.2.4 呑口周辺の流況

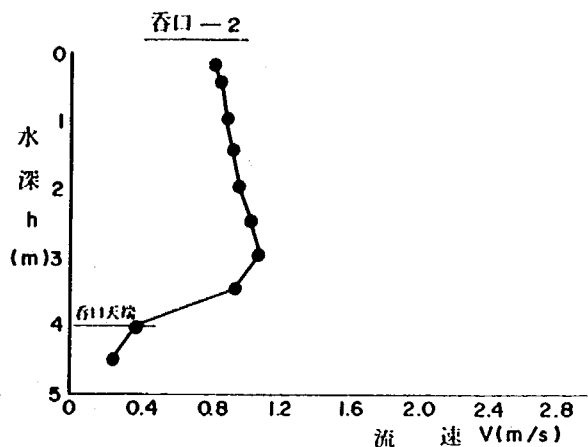
呑口周辺の流況調査結果は、図 8-7 a~c に示すとおりである。半円形状では、呑口周辺の流向は、上流に向ってほぼ放射上に広がっており、この傾向は取水深 3 m、4 m でも同様である。又、呑口敷高の流線は呑口で上向きとなるが、水深が深くなると、この影響は小さくなり、呑口まで平行に流れ、接近してから急激に呑口に向う流れとなっている。次に直線形状では呑口周辺の流向は半円形状と同様であるが、水深方向の流れは、上流から一定勾配の上向きの流れを呈している。

2.2.5 半円形状と直線形状の比較

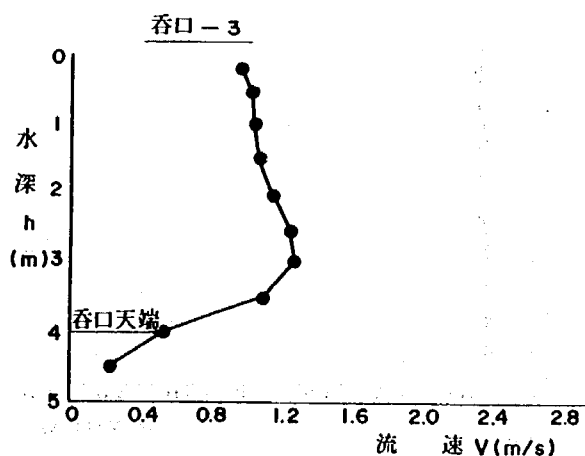
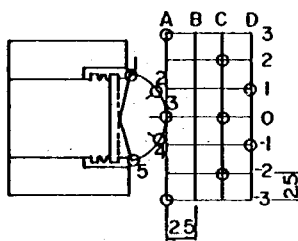
前項目までの検討結果より最大取水量 $66.1 \text{ m}^3/\text{s}$ がより小さい取水深で確保できること、呑口での接近流速が小さいこと、塔内流況が良いことなどから半円形状の方が直線形状より優れていると考えられる。



水 深 h (m)	流 速 V (m/s)
0.2	1.422
0.5	1.549
1.0	1.552
1.5	1.583
2.0	1.634
2.5	1.746
3.0	1.616
3.5	1.077
4.0	0.382
4.5	0.236
5.0	0.192
5.5	0.198

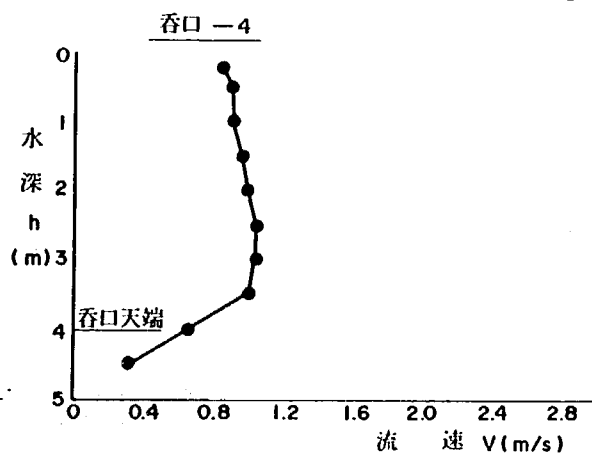


水 深 h (m)	流 速 V (m/s)
0.2	0.810
0.5	0.850
1.0	0.890
1.5	0.926
2.0	0.977
2.5	1.032
3.0	1.084
3.5	0.939
4.0	0.381
4.5	0.235
5.0	0.205
5.5	



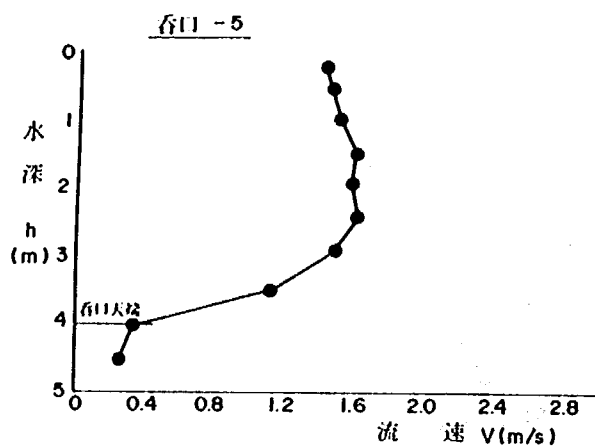
水 深 h (m)	流 速 V (m/s)
0.2	0.968
0.5	1.016
1.0	1.048
1.5	1.068
2.0	1.145
2.5	1.226
3.0	1.332
3.5	1.093
4.0	0.519
4.5	0.213
5.0	0.128
5.5	0.000

貯水位 (EL.m)	
取水深 h (m)	4.0
取水流量 Q (m³/s)	68.7
塔内水位II (EL.m)	396.868
呑口形状	半 円
スクリーン	無 し

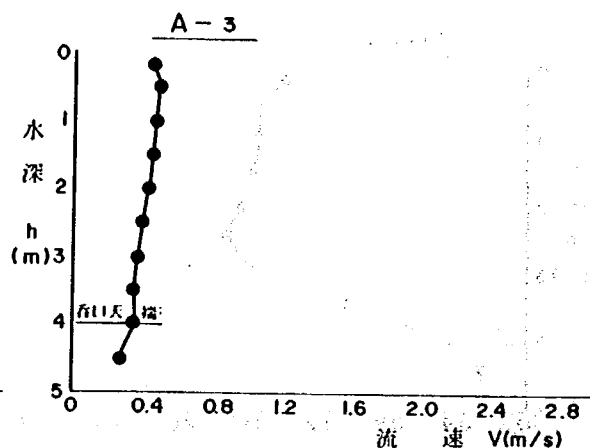


水 深 h (m)	流 速 V (m/s)
0.2	0.819
0.5	0.877
1.0	0.890
1.5	0.929
2.0	0.977
2.5	1.016
3.0	1.016
4.0	0.987
4.5	0.619
4.5	0.290
5.0	0.220
5.5	0.171

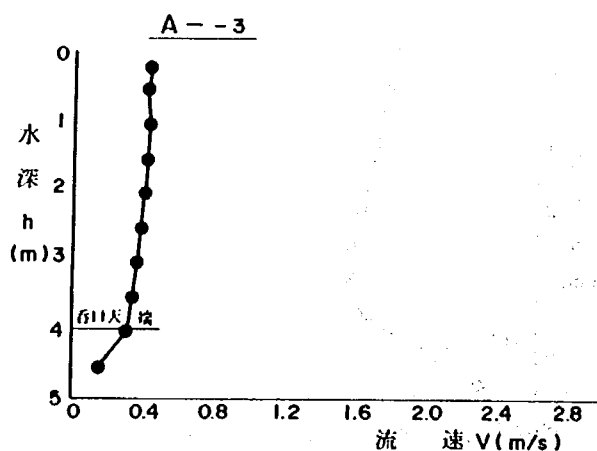
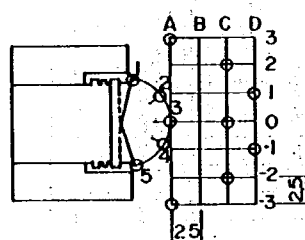
図8-8a 流速測定結果



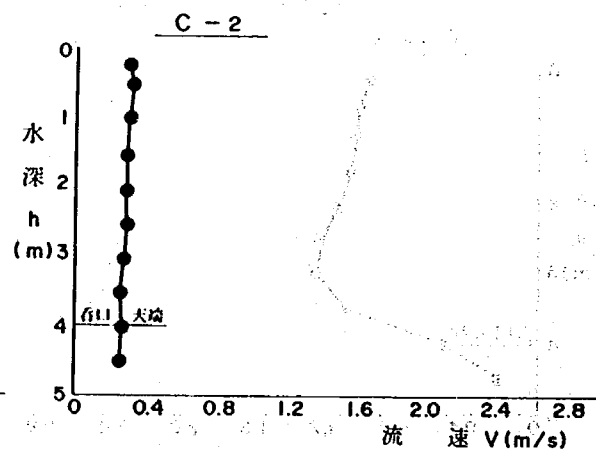
水深 h (m)	流速 V (m/s)
0.2	1.425
0.5	1.483
1.0	1.510
1.5	1.603
2.0	1.579
2.5	1.625
3.0	1.477
3.5	1.174
4.0	0.351
4.5	0.245
5.0	0.188
5.5	0.220



水深 h (m)	流速 V (m/s)
0.2	0.429
0.5	0.455
1.0	0.430
1.5	0.415
2.0	0.403
2.5	0.381
3.0	0.341
3.5	0.332
4.0	0.313
4.5	0.264



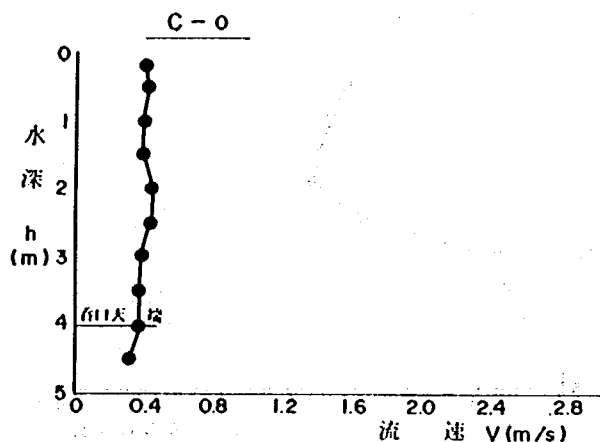
水深 h (m)	流速 V (m/s)
0.2	0.429
0.5	0.413
1.0	0.426
1.5	0.416
2.0	0.400
2.5	0.397
3.0	0.371
3.5	0.345
4.0	0.297
4.5	0.168



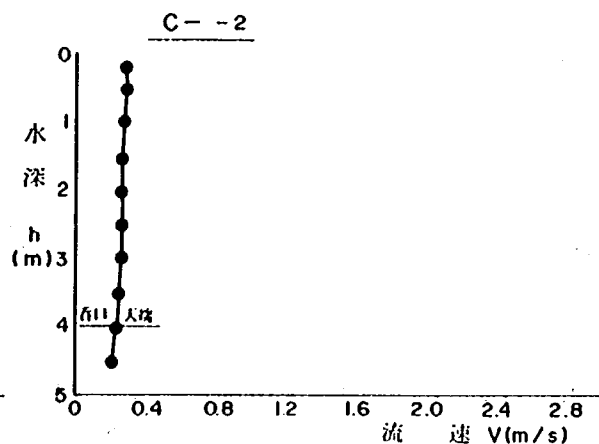
水深 h (m)	流速 V (m/s)
0.2	0.281
0.5	0.297
1.0	0.294
1.5	0.287
2.0	0.281
2.5	0.281
3.0	0.261
3.5	0.248
4.0	0.248
4.5	0.213

貯水位 (EL.m)	
取水深 h (m)	4.0
取水量 Q (m³/s)	68.7
塔内水位 H (EL.m)	396.868
呑口形状	半円
スクリーン	無し

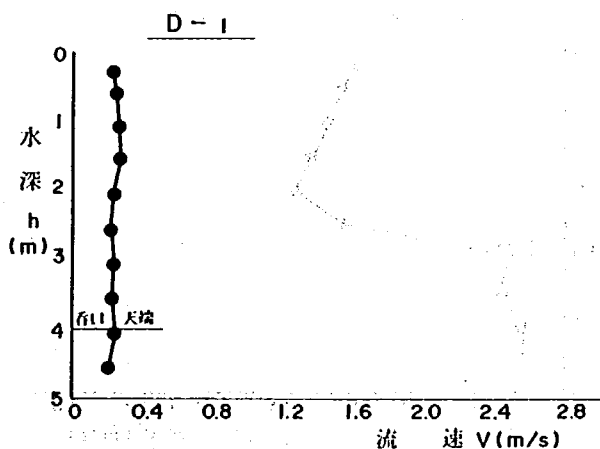
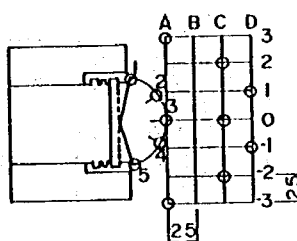
図8-8b 流速測定結果



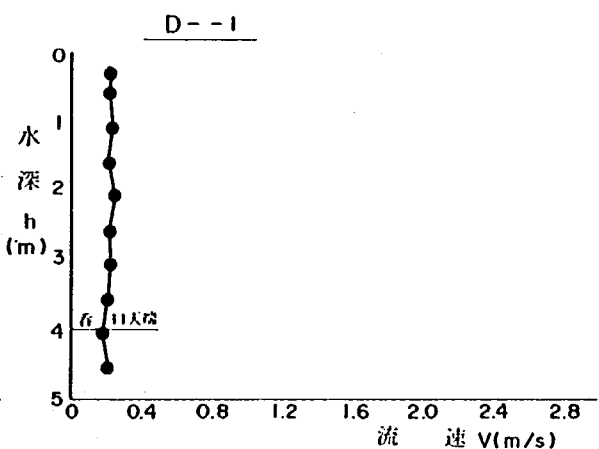
水深 h (m)	流速 V (m/s)
0.2	0.390
0.5	0.400
1.0	0.397
1.5	0.390
2.0	0.406
2.5	0.403
3.0	0.387
3.5	0.352
4.0	0.339
4.5	0.284



水深 h (m)	流速 V (m/s)
0.2	0.290
0.5	0.294
1.0	0.290
1.5	0.285
2.0	0.277
2.5	0.277
3.0	0.268
3.5	0.255
4.0	0.235
4.5	0.226



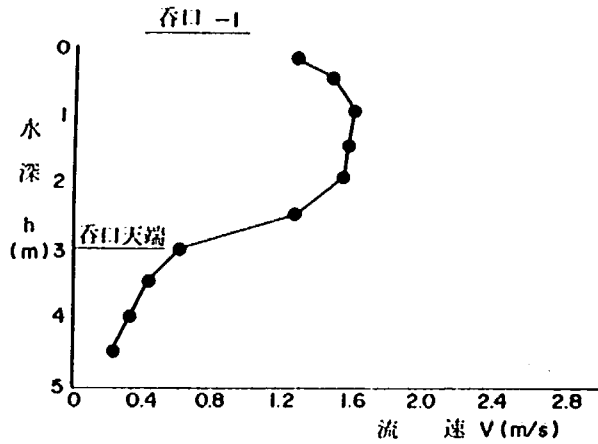
水深 h (m)	流速 V (m/s)
0.2	0.226
0.5	0.239
1.0	0.245
1.5	0.248
2.0	0.226
2.5	0.210
3.0	0.226
3.5	0.226
4.0	0.255
4.5	0.210



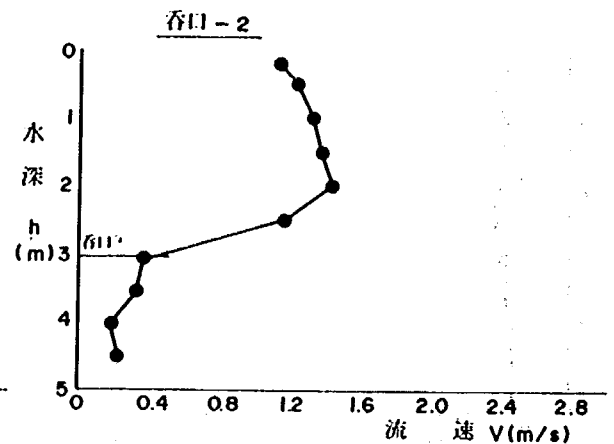
水深 h (m)	流速 V (m/s)
0.2	0.242
0.5	0.243
1.0	0.245
1.5	0.229
2.0	0.255
2.5	0.232
3.0	0.229
3.5	0.219
4.0	0.190
4.5	0.213

貯水位 (EL.m)	
取水深 h (m)	4.0
取水量 Q (m³/s)	68.7
塔内水位 H (EL.m)	396.868
呑口形状	半円
スクリーン	無し

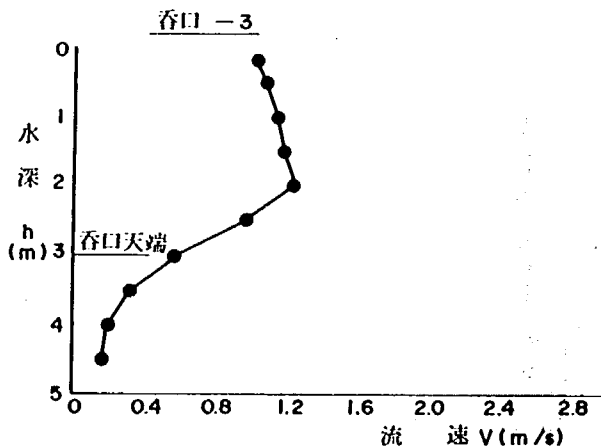
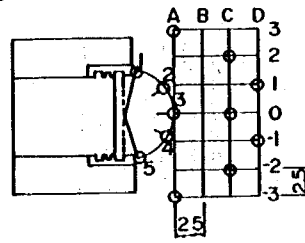
図8-8c 流速測定結果



水深 h (m)	流速 V (m/s)
0.2	1.255
0.5	1.471
1.0	1.580
1.5	1.567
2.0	1.535
2.5	1.255
3.0	0.600
3.5	0.432
4.0	0.342
4.5	0.239
5.0	0.192
5.5	0.198

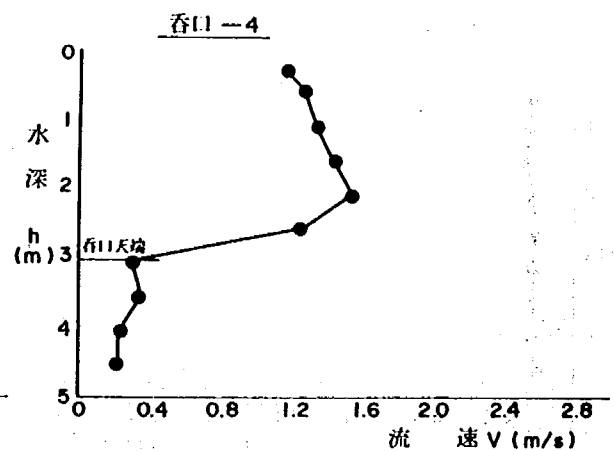


水深 h (m)	流速 V (m/s)
0.2	1.119
0.5	1.219
1.0	1.306
1.5	1.384
2.0	1.432
2.5	1.155
3.0	0.368
3.5	0.319
4.0	0.190
4.5	0.232
5.0	0.205
5.5	—



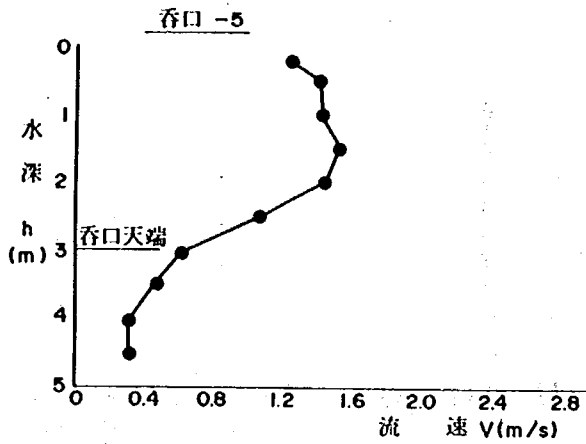
水深 h (m)	流速 V (m/s)
0.2	1.019
0.5	1.080
1.0	1.135
1.5	1.190
2.0	1.229
2.5	0.980
3.0	0.597
3.5	0.329
4.0	0.200
4.5	0.190
5.0	0.128
5.5	0.000

貯水位 (EL.m)	
取水深 h (m)	3.0
取水量 Q (m³/s)	68.7
塔内水位目 (EL.m)	395.525
呑口形状	半円
スクリーン	無し

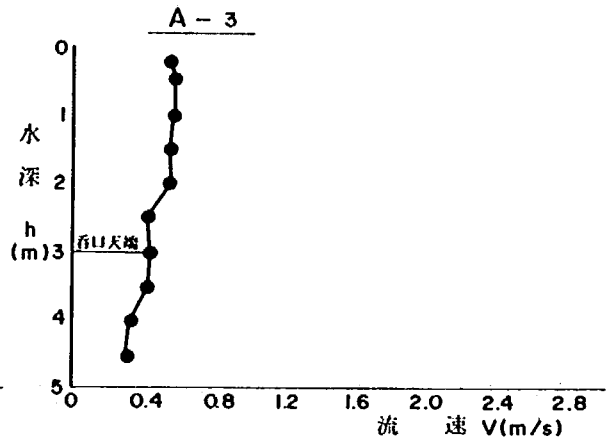


水深 h (m)	流速 V (m/s)
0.2	1.151
0.5	1.245
1.0	1.306
1.5	1.419
2.0	1.500
2.5	1.242
3.0	0.297
3.5	0.332
4.0	0.232
4.5	0.206
5.0	0.220
5.5	0.171

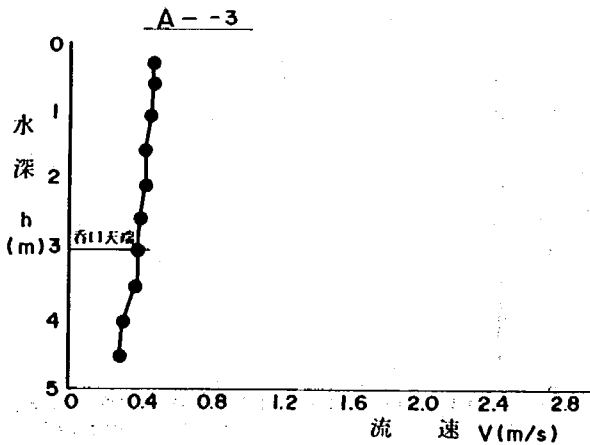
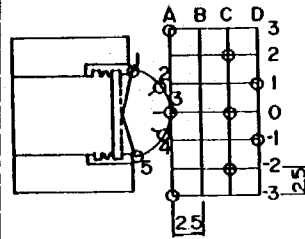
図8-8d 流速測定結果



水深 h (m)	流速 V (m/s)
0.2	1.248
0.5	1.400
1.0	1.416
1.5	1.525
2.0	1.432
2.5	1.074
3.0	0.626
3.5	0.481
4.0	0.313
4.5	0.316
5.0	0.220
5.5	0.220

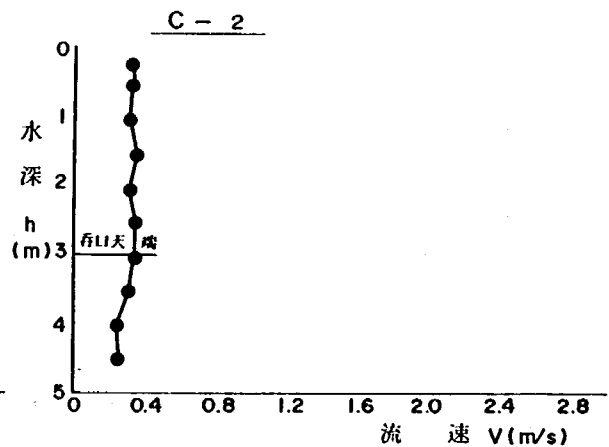


水深 h (m)	流速 V (m/s)
0.2	0.545
0.5	0.574
1.0	0.568
1.5	0.555
2.0	0.552
2.5	0.426
3.0	0.429
3.5	0.423
4.0	0.335
4.5	0.313



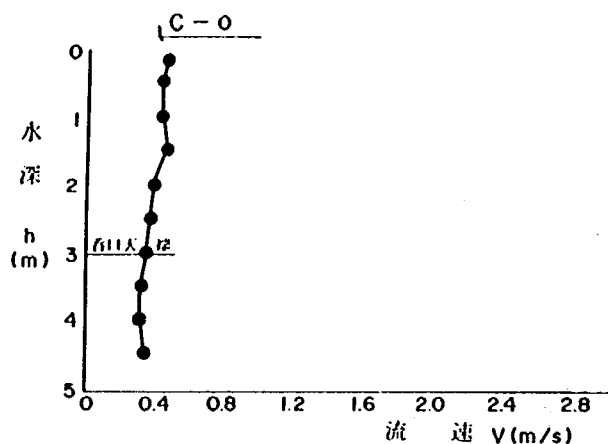
水深 h (m)	流速 V (m/s)
0.2	0.481
0.5	0.481
1.0	0.481
1.5	0.448
2.0	0.445
2.5	0.423
3.0	0.410
3.5	0.393
4.0	0.339
4.5	0.326

貯水位 (EL.m)	
取水深 h (m)	3.0
取水量 Q (m ³ /s)	68.7
塔内水位 H (EL. m)	395.525
呑口形状	半円
スクリーン	無し

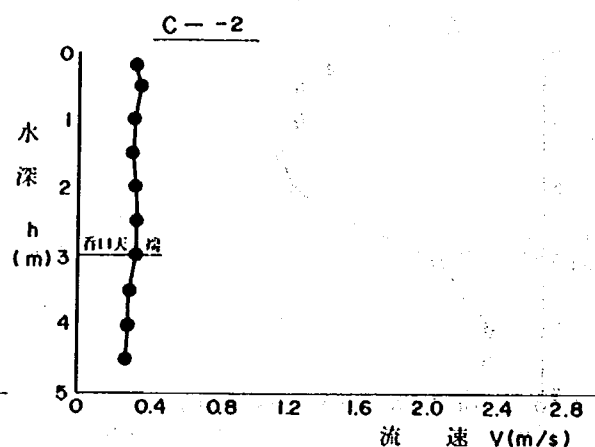


水深 h (m)	流速 V (m/s)
0.2	0.313
0.5	0.319
1.0	0.309
1.5	0.335
2.0	0.316
2.5	0.342
3.0	0.352
3.5	0.303
4.0	0.239
4.5	0.242

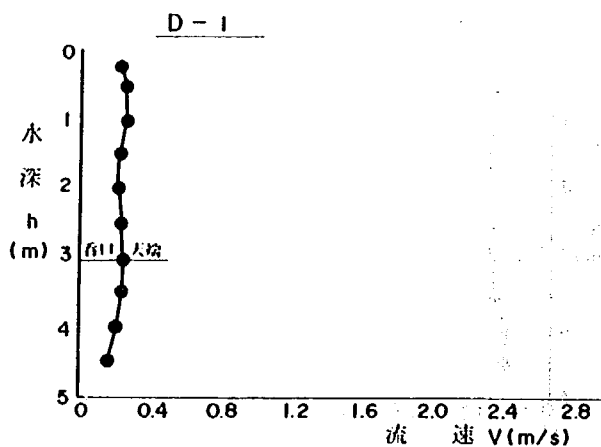
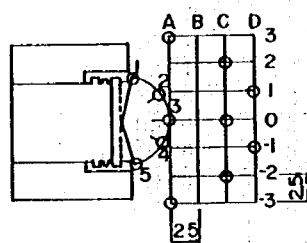
図8-8e 流速測定結果



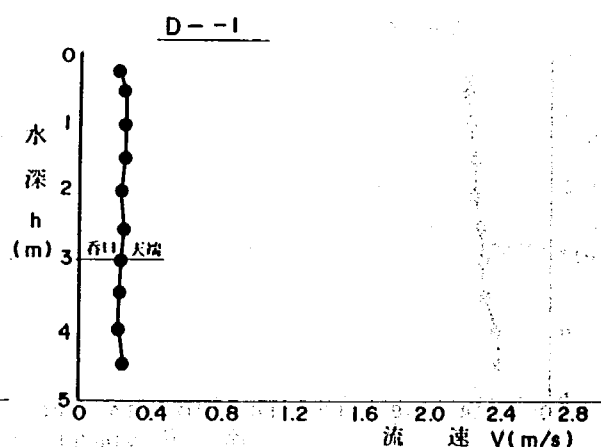
水深 h (m)	流速 V (m/s)
0.2	0.442
0.5	0.410
1.0	0.413
1.5	0.445
2.0	0.393
2.5	0.377
3.0	0.364
3.5	0.329
4.0	0.310
4.5	0.345



水深 h (m)	流速 V (m/s)
0.2	0.313
0.5	0.326
1.0	0.313
1.5	0.300
2.0	0.316
2.5	0.316
3.0	0.316
3.5	0.277
4.0	0.277
4.5	0.264



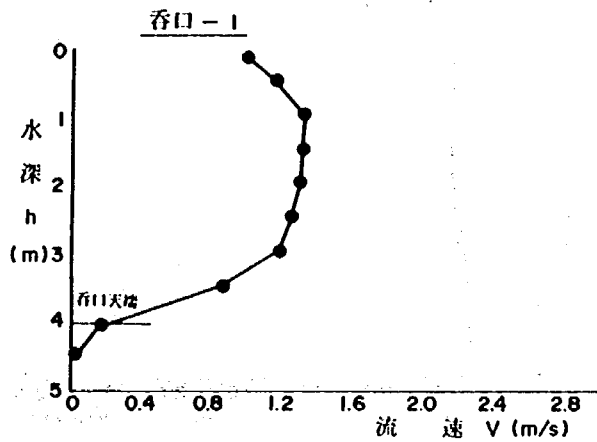
水深 h (m)	流速 V (m/s)
0.2	0.216
0.5	0.239
1.0	0.261
1.5	0.226
2.0	0.216
2.5	0.223
3.0	0.239
3.5	0.232
4.0	0.206
4.5	0.181



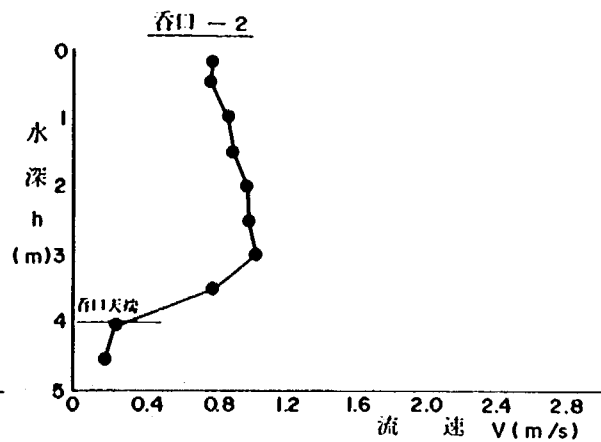
水深 h (m)	流速 V (m/s)
0.2	0.226
0.5	0.245
1.0	0.248
1.5	0.255
2.0	0.242
2.5	0.242
3.0	0.226
3.5	0.229
4.0	0.232
4.5	0.245

貯水位 (EL.m)	
取水深 h (m)	3.0
取水量 Q (m³/s)	68.7
塔内水位H (EL.m)	395.525
呑口形状	半円
スクリーン	無し

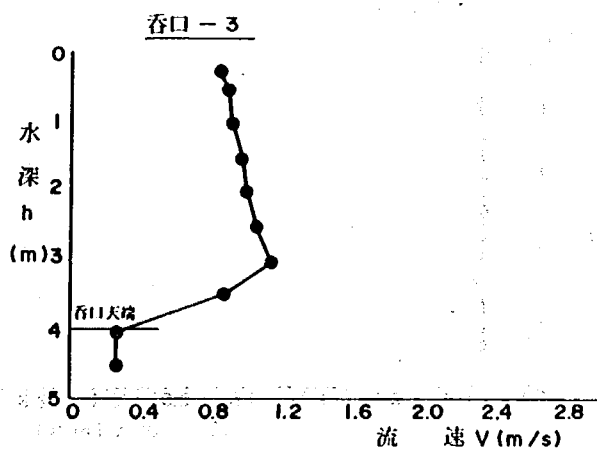
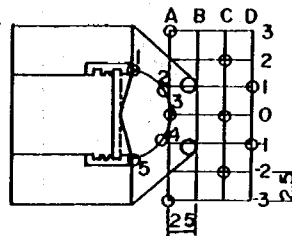
図8-8f 流速測定結果



水深 h (m)	流速 V (m/s)
0.2	0.980
0.5	1.145
1.0	1.300
1.5	1.290
2.0	1.287
2.5	1.242
3.0	1.174
3.5	0.855
4.0	0.171
4.5	0.000
5.0	0.192
5.5	0.198

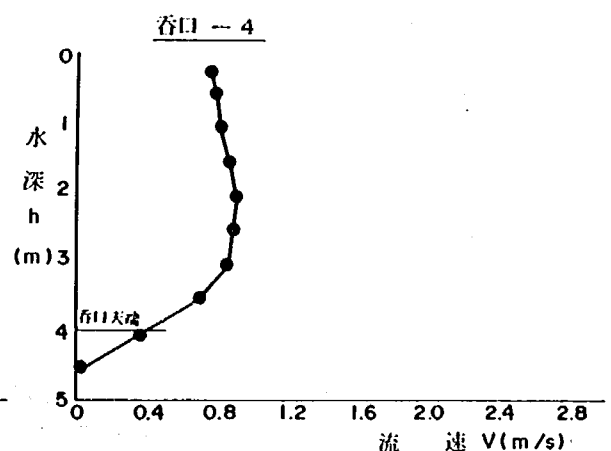


水深 h (m)	流速 V (m/s)
0.2	0.768
0.5	0.751
1.0	0.839
1.5	0.871
2.0	0.942
2.5	0.968
3.0	1.000
3.5	0.764
4.0	0.206
4.5	0.168
5.0	0.205
5.5	—



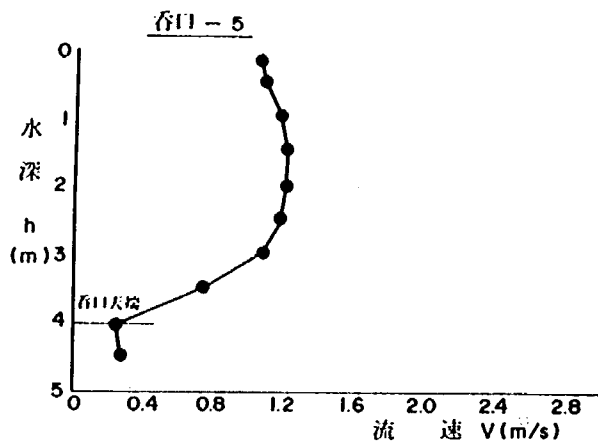
水深 h (m)	流速 V (m/s)
0.2	0.848
0.5	0.873
1.0	0.897
1.5	0.939
2.0	0.997
2.5	1.051
3.0	1.109
3.5	0.874
4.0	0.261
4.5	0.271
5.0	0.128
5.5	0.000

貯水位 (EL.m)	
取水深 h (m)	4.0
取水量 Q (m ³ /s)	68.7
塔内水位 H (EL.m)	396.975
呑口形状	半円
スクリーン	有り

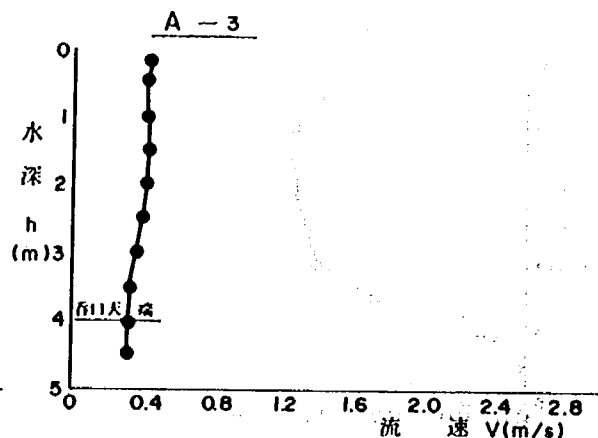


水深 h (m)	流速 V (m/s)
0.2	0.726
0.5	0.758
1.0	0.784
1.5	0.845
2.0	0.880
2.5	0.848
3.0	0.803
3.5	0.677
4.0	0.329
4.5	0.000
5.0	0.220
5.5	0.171

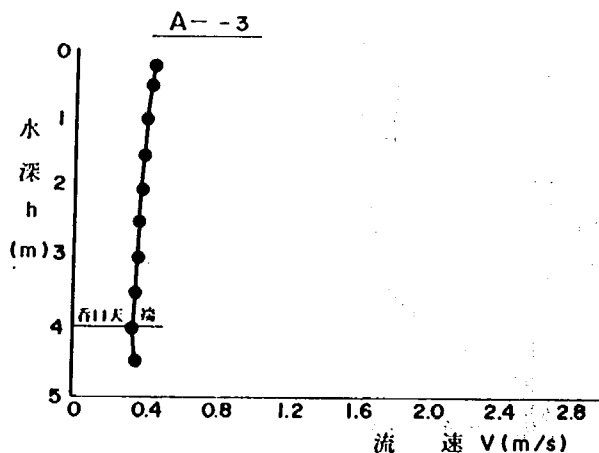
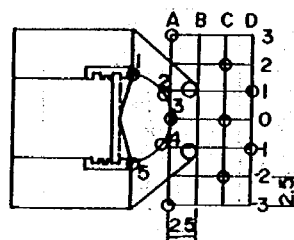
図8-8g 流速測定結果



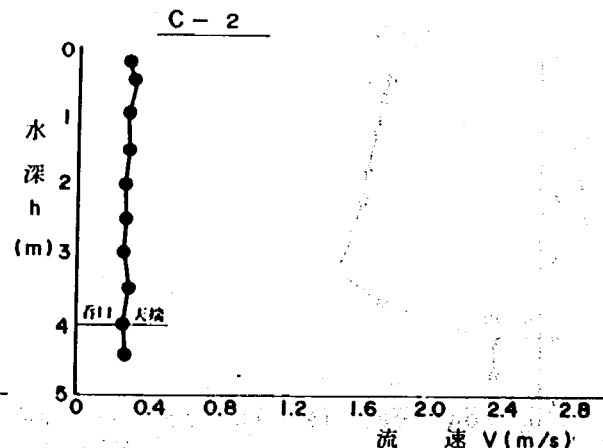
水深 h (m)	流速 V (m/s)
0.2	1.087
0.5	1.090
1.0	1.193
1.5	1.219
2.0	1.213
2.5	1.190
3.0	1.084
3.5	0.758
4.0	0.252
4.5	0.281
5.0	0.220
5.5	0.220



水深 h (m)	流速 V (m/s)
0.2	0.423
0.5	0.416
1.0	0.426
1.5	0.416
2.0	0.423
2.5	0.398
3.0	0.367
3.5	0.339
4.0	0.335
4.5	0.323



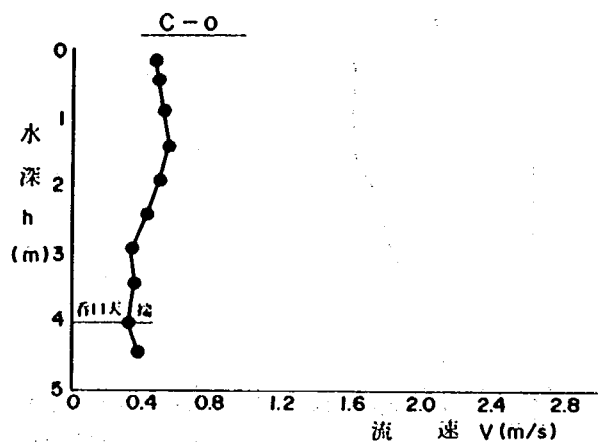
水深 h (m)	流速 V (m/s)
0.2	0.416
0.5	0.403
1.0	0.394
1.5	0.385
2.0	0.376
2.5	0.367
3.0	0.368
3.5	0.313
4.0	0.306
4.5	0.319



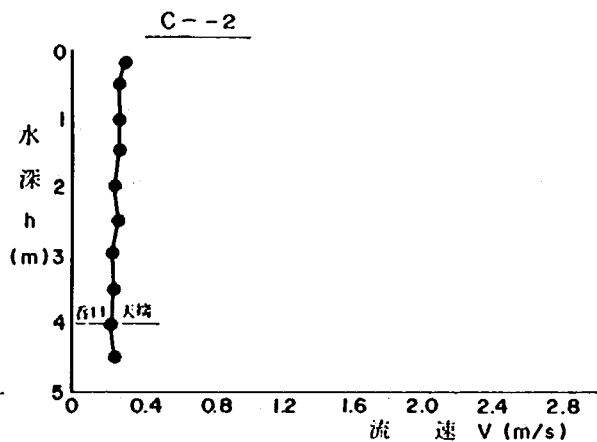
水深 h (m)	流速 V (m/s)
0.2	0.271
0.5	0.303
1.0	0.281
1.5	0.290
2.0	0.258
2.5	0.252
3.0	0.239
3.5	0.274
4.0	0.248
4.5	0.242

貯水位 (EL.m)	
取水深 h (m)	4.0
取水量 Q (m³/s)	68.7
塔内水位 H (EL.m)	396.975
呑口形状	半円
スクリーン	有り

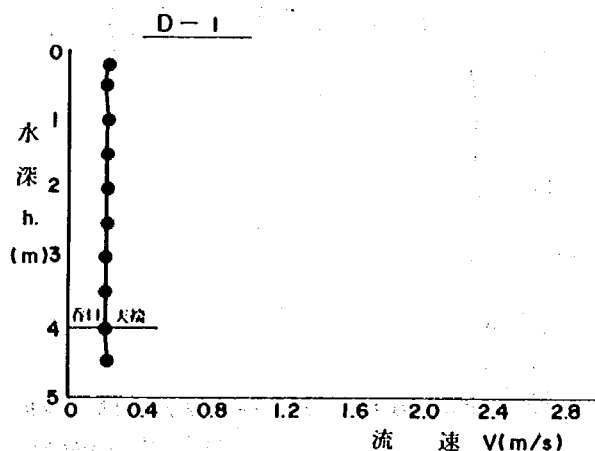
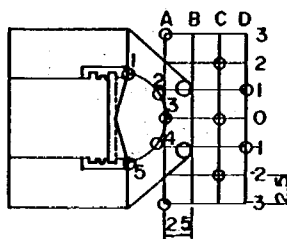
図8-8h 流速測定結果



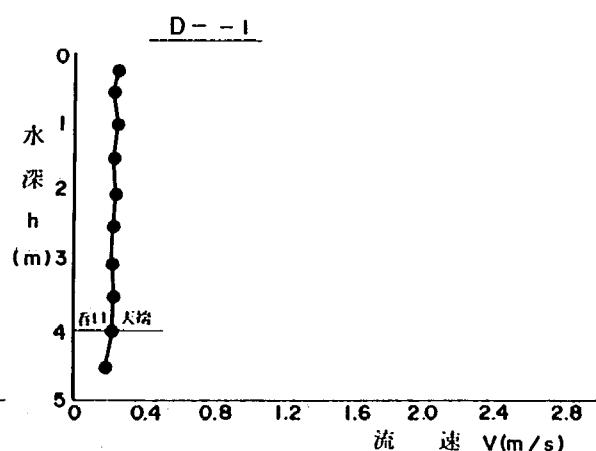
水深 h (m)	流速 V (m/s)
0.2	0.484
0.5	0.487
1.0	0.510
1.5	0.526
2.0	0.490
2.5	0.406
3.0	0.342
3.5	0.352
4.0	0.310
4.5	0.371



水深 h (m)	流速 V (m/s)
0.2	0.303
0.5	0.274
1.0	0.277
1.5	0.268
2.0	0.252
2.5	0.258
3.0	0.229
3.5	0.242
4.0	0.210
4.5	0.232



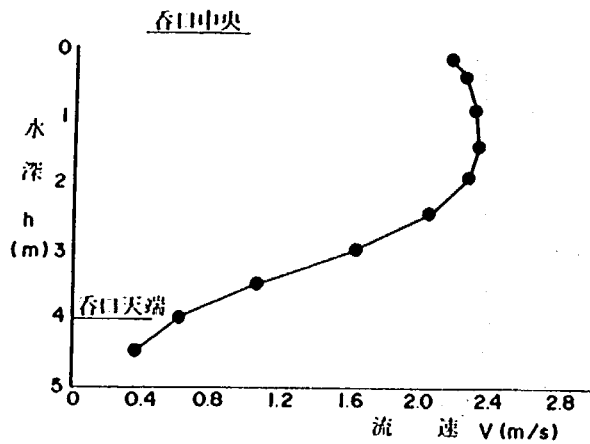
水深 h (m)	流速 V (m/s)
0.2	0.239
0.5	0.223
1.0	0.232
1.5	0.226
2.0	0.226
2.5	0.226
3.0	0.218
3.5	0.210
4.0	0.223
4.5	0.216



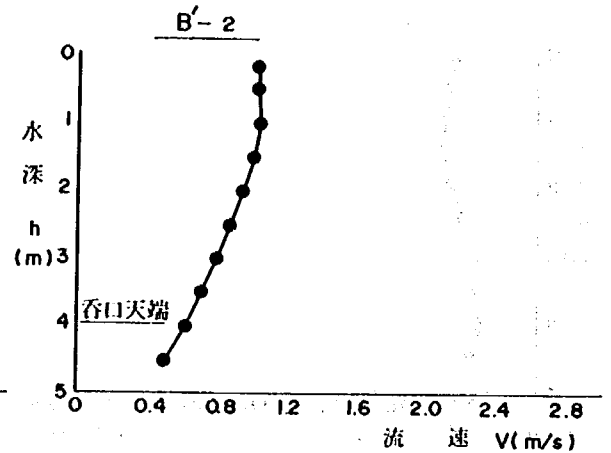
水深 h (m)	流速 V (m/s)
0.2	0.229
0.5	0.213
1.0	0.232
1.5	0.213
2.0	0.223
2.5	0.216
3.0	0.203
3.5	0.210
4.0	0.213
4.5	0.190

貯水位 (EL.m)	
取水深 h (m)	4.0
取水量 Q (m ³ /s)	68.7
塔内水位H (EL.m)	396.975
呑口形状	半円
スクリーン	有り

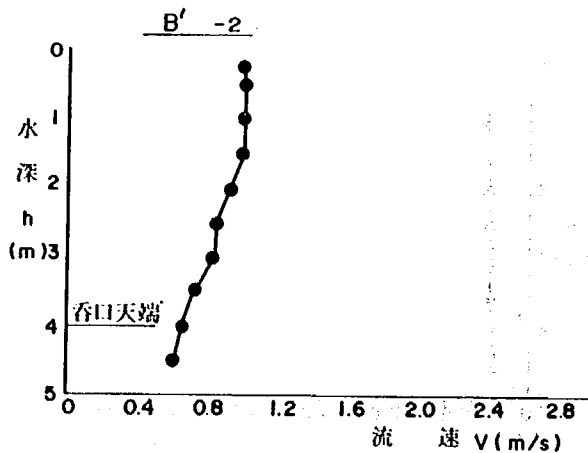
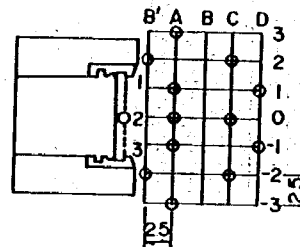
図8-8i 流速測定結果



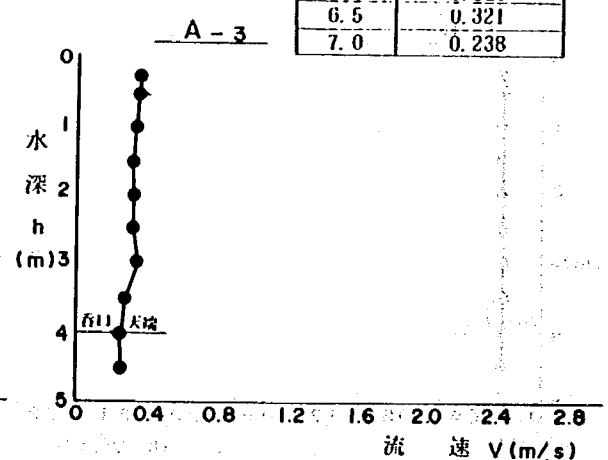
水深 h (m)	流速 V (m/s)
0.2	2.188
0.5	2.268
1.0	2.305
1.5	2.354
2.0	2.280
2.5	2.059
3.0	1.644
3.5	1.072
4.0	0.614
4.5	0.377



水深 h (m)	流速 V (m/s)
0.2	1.016
0.5	1.007
1.0	1.023
1.5	0.986
2.0	0.924
2.5	0.860
3.0	0.792
3.5	0.703
4.0	0.614
4.5	0.512
5.0	0.447
5.5	0.420
6.0	0.321
6.5	0.321
7.0	0.238



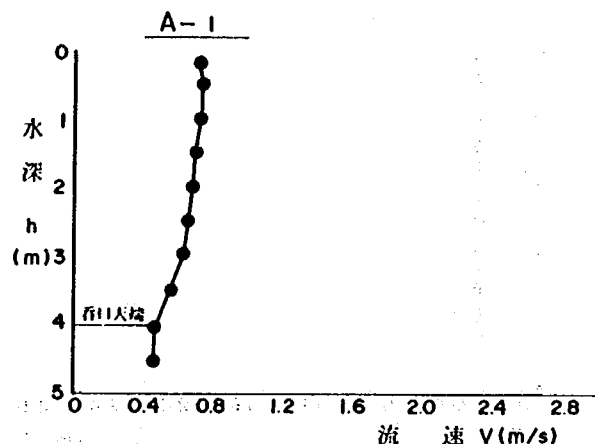
水深 h (m)	流速 V (m/s)
0.2	1.044
0.5	1.038
1.0	1.026
1.5	1.032
2.0	0.955
2.5	0.869
3.0	0.844
3.5	0.755
4.0	0.672
4.5	0.604
5.0	0.447
5.5	0.429
6.0	0.392
6.5	0.334
7.0	0.285



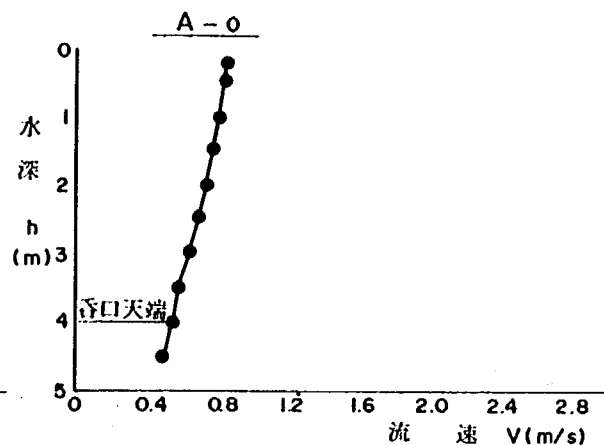
水深 h (m)	流速 V (m/s)
0.2	0.343
0.5	0.340
1.0	0.334
1.5	0.321
2.0	0.321
2.5	0.328
3.0	0.303
3.5	0.288
4.0	0.269
4.5	0.248

貯水位 (EL.m)	
取水深 h (m)	4.0
取水量 Q (m ³ /s)	68.7
塔内水位目(EL.m)	396.975
呑口形状	直線
スクリーン	無し

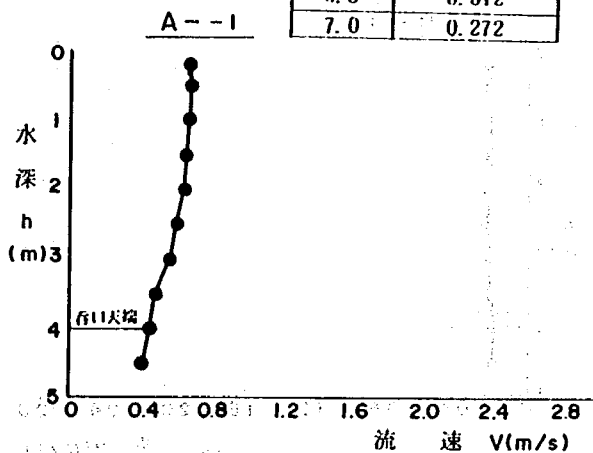
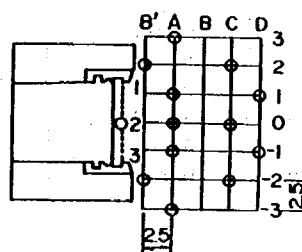
図8-8j 流速測定結果



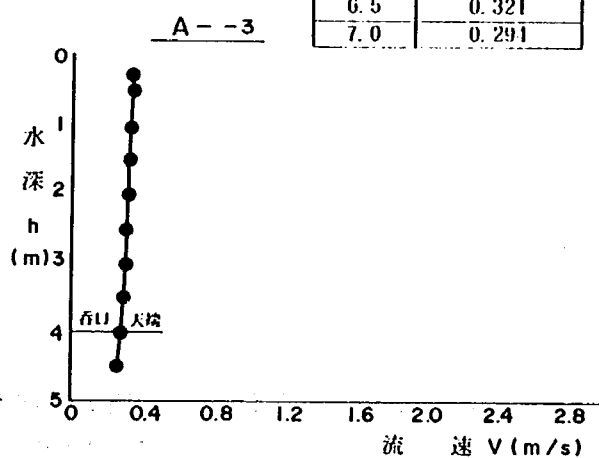
水深 h (m)	流速 V (m/s)
0.2	0.733
0.5	0.740
1.0	0.733
1.5	0.700
2.0	0.672
2.5	0.650
3.0	0.617
3.5	0.561
4.0	0.475
4.5	0.454
5.0	0.454
5.5	0.417
6.0	0.368
6.5	0.312
7.0	0.272



水深 h (m)	流速 V (m/s)
0.2	0.826
0.5	0.891
1.0	0.786
1.5	0.758
2.0	0.718
2.5	0.684
3.0	0.629
3.5	0.570
4.0	0.527
4.5	0.497
5.0	0.469
5.5	0.411
6.0	0.374
6.5	0.321
7.0	0.291



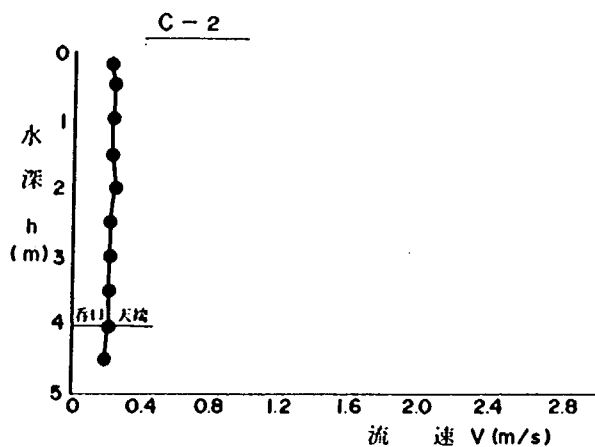
水深 h (m)	流速 V (m/s)
0.2	0.761
0.5	0.758
1.0	0.746
1.5	0.727
2.0	0.700
2.5	0.654
3.0	0.610
3.5	0.558
4.0	0.521
4.5	0.463
5.0	0.463
5.5	0.404
6.0	0.337
6.5	0.321
7.0	0.288



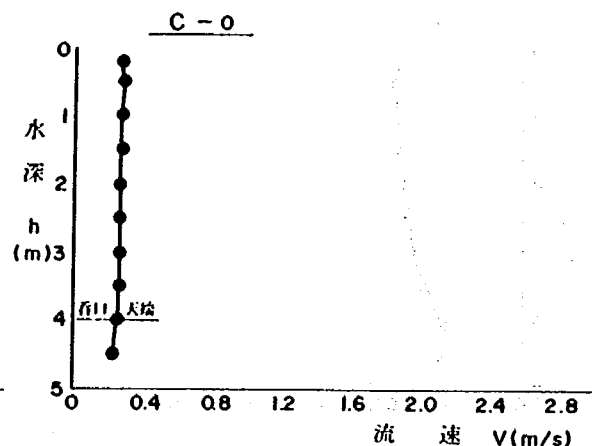
水深 h (m)	流速 V (m/s)
0.2	0.328
0.5	0.331
1.0	0.328
1.5	0.324
2.0	0.321
2.5	0.309
3.0	0.303
3.5	0.281
4.0	0.269
4.5	0.260

貯水位 (EL.m)	
取水深 h (m)	4.0
取水量 Q (m³/s)	68.7
塔内水位H (EL.m)	396.975
呑口形状	直線
スクリーン	無し

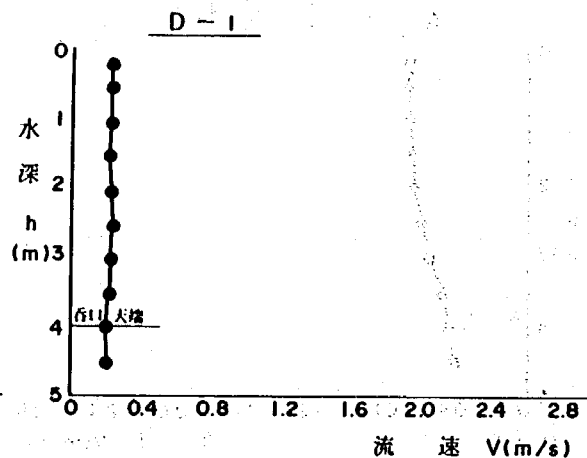
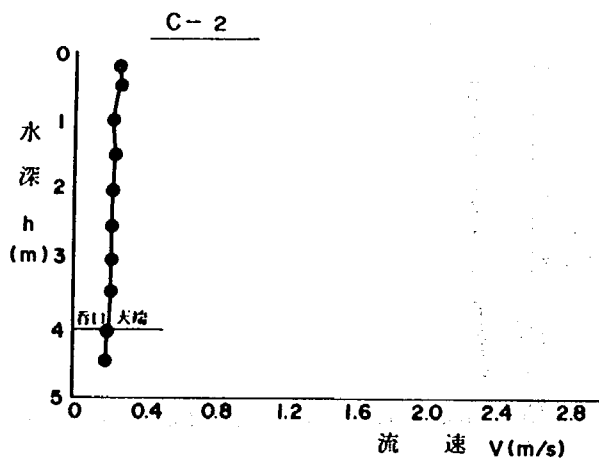
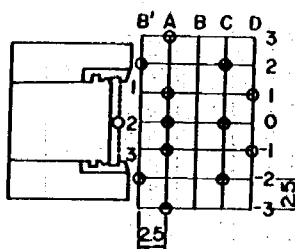
図8-8k 流速測定結果



水深 h (m)	流速 V (m/s)
0.2	0.217
0.5	0.223
1.0	0.217
1.5	0.217
2.0	0.229
2.5	0.214
3.0	0.208
3.5	0.201
4.0	0.201
4.5	0.195



水深 h (m)	流速 V (m/s)
0.2	0.260
0.5	0.263
1.0	0.263
1.5	0.263
2.0	0.257
2.5	0.248
3.0	0.251
3.5	0.241
4.0	0.226
4.5	0.214

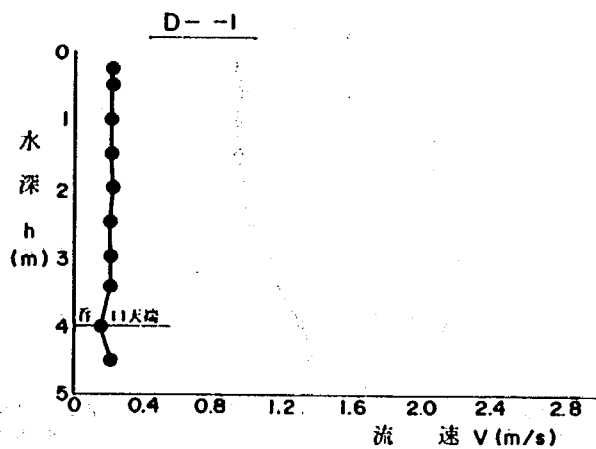


水深 h (m)	流速 V (m/s)
0.2	0.232
0.5	0.238
1.0	0.220
1.5	0.226
2.0	0.211
2.5	0.214
3.0	0.208
3.5	0.205
4.0	0.205
4.5	0.198

貯水位 (EL.m)	
取水深 h (m)	4.0
取水率 Q (m ³ /s)	68.7
塔内水位II (EL.m)	396.975
唇口形状	直線
スクリーン	無し

水深 h (m)	流速 V (m/s)
0.2	0.226
0.5	0.223
1.0	0.223
1.5	0.208
2.0	0.214
2.5	0.220
3.0	0.205
3.5	0.205
4.0	0.195
4.5	0.192

図8-80 流速測定結果



水深 h (m)	流速 V (m/s)
0.2	0.220
0.5	0.211
1.0	0.211
1.5	0.220
2.0	0.245
2.5	0.201
3.0	0.205
3.5	0.201
4.0	0.186
4.5	0.205

貯水位 (EL.m)	
取水深 h (m)	4.0
取水量 Q (m ³ /s)	68.7
塔内水位H (EL.m)	396.975
呑口形状	直線
スクリーン	無し

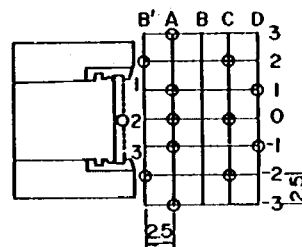
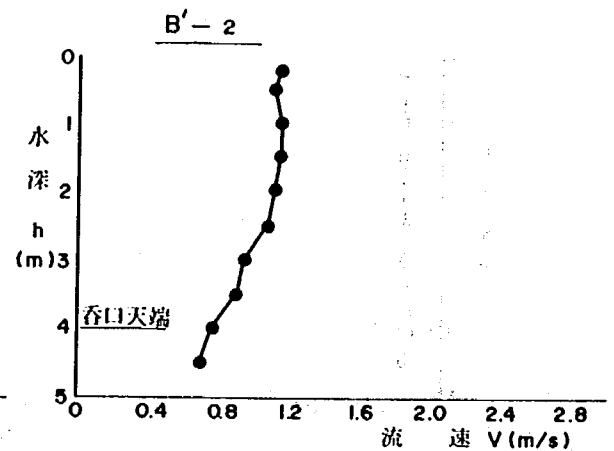
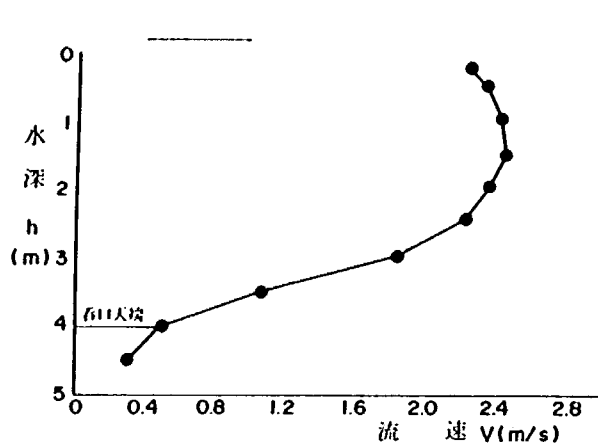
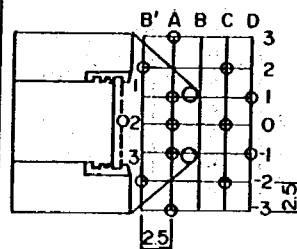


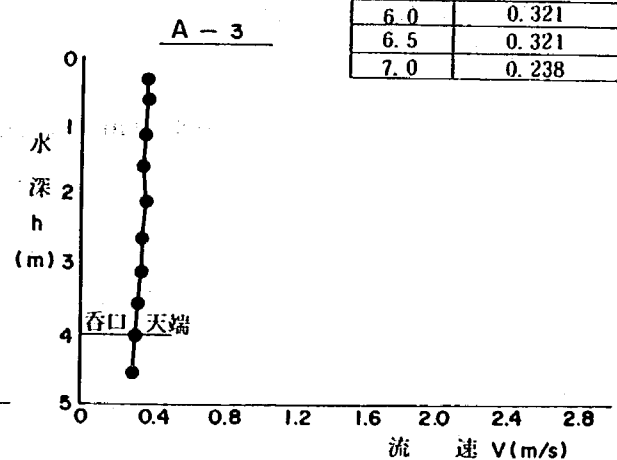
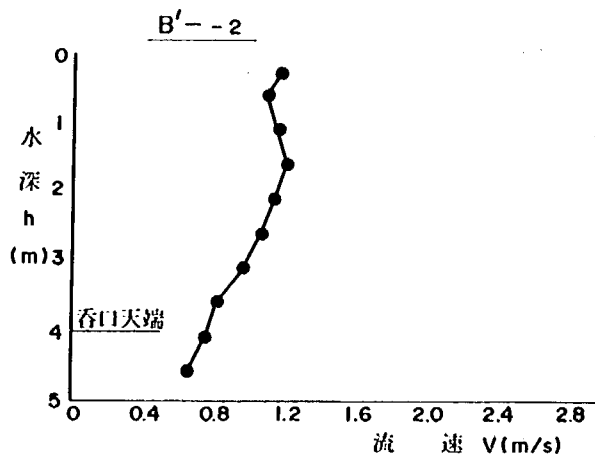
図8—8m 流速測定結果



水深 h (m)	流速 V (m/s)
0.2	2.213
0.5	2.329
1.0	2.406
1.5	2.425
2.0	2.376
2.5	2.209
3.0	1.828
3.5	1.084
4.0	0.500
4.5	0.294



水深 h (m)	流速 V (m/s)
0.2	1.152
0.5	1.106
1.0	1.158
1.5	1.158
2.0	1.106
2.5	1.063
3.0	0.921
3.5	0.875
4.0	0.749
4.5	0.672
5.0	0.447
5.5	0.420
6.0	0.321
6.5	0.321
7.0	0.238

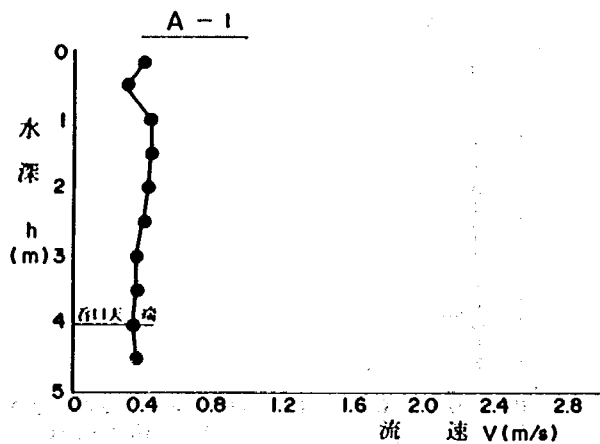


水深 h (m)	流速 V (m/s)
0.2	1.192
0.5	1.106
1.0	1.183
1.5	1.210
2.0	1.149
2.5	1.081
3.0	0.973
3.5	0.826
4.0	0.777
4.5	0.657
5.0	0.447
5.5	0.429
6.0	0.392
6.5	0.334
7.0	0.285

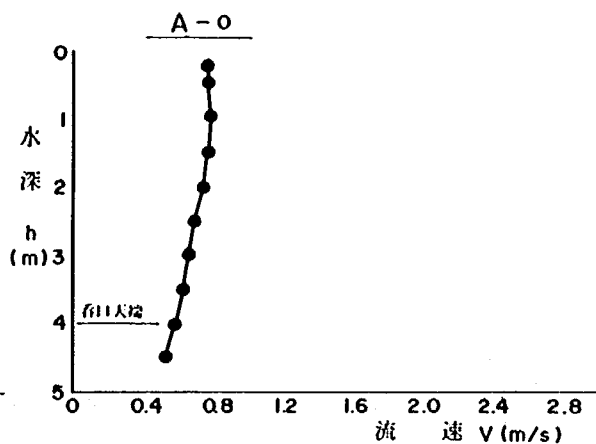
貯水位 (EL.m)	
取水深 h (m)	4.0
取水量 Q (m ³ /s)	68.7
塔内水位H (EL.m)	397.050
呑口形状	直線
スクリーン	有り

水深 h (m)	流速 V (m/s)
0.2	0.355
0.5	0.349
1.0	0.343
1.5	0.340
2.0	0.340
2.5	0.328
3.0	0.321
3.5	0.306
4.0	0.297
4.5	0.285

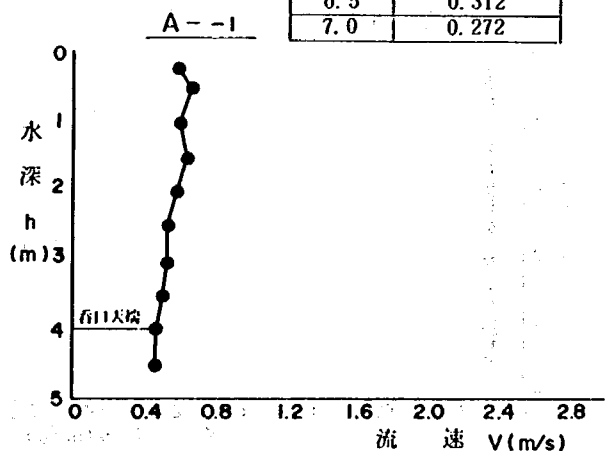
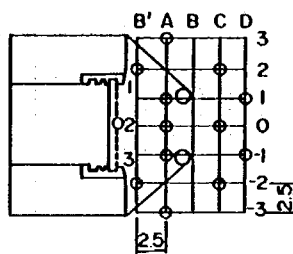
図8-8n 流速測定結果



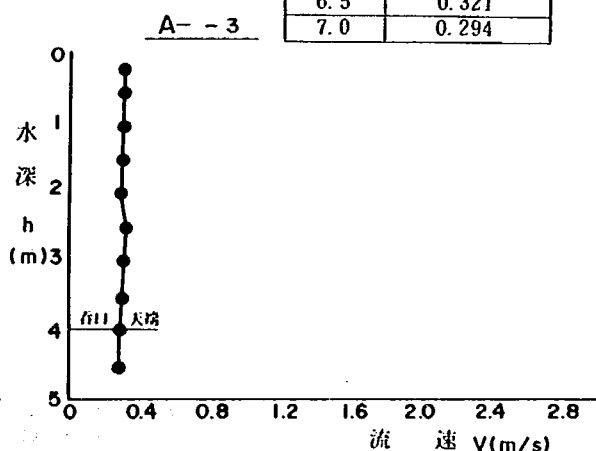
水深 h (m)	流速 V (m/s)
0.2	0.395
0.5	0.315
1.0	0.426
1.5	0.432
2.0	0.417
2.5	0.395
3.0	0.368
3.5	0.386
4.0	0.337
4.5	0.343
5.0	0.454
5.5	0.417
6.0	0.368
6.5	0.312
7.0	0.272



水深 h (m)	流速 V (m/s)
0.2	0.737
0.5	0.770
1.0	0.783
1.5	0.777
2.0	0.749
2.5	0.672
3.0	0.647
3.5	0.614
4.0	0.583
4.5	0.518
5.0	0.469
5.5	0.414
6.0	0.374
6.5	0.321
7.0	0.294



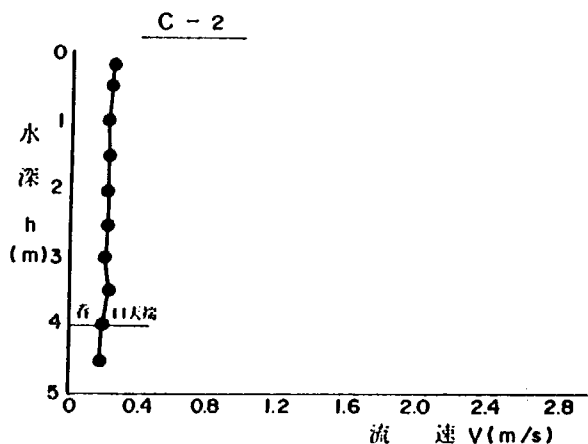
水深 h (m)	流速 V (m/s)
0.2	0.607
0.5	0.693
1.0	0.617
1.5	0.641
2.0	0.598
2.5	0.561
3.0	0.558
3.5	0.527
4.0	0.484
4.5	0.469
5.0	0.463
5.5	0.404
6.0	0.337
6.5	0.321
7.0	0.288



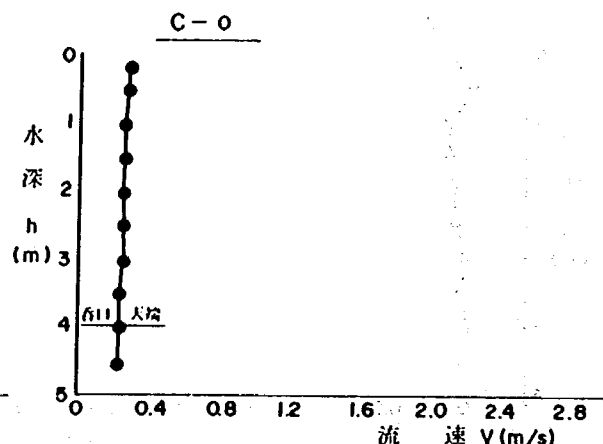
水深 h (m)	流速 V (m/s)
0.2	0.337
0.5	0.334
1.0	0.324
1.5	0.306
2.0	0.291
2.5	0.324
3.0	0.300
3.5	0.300
4.0	0.297
4.5	0.281

貯水位 (EL.m)	
取水深 h (m)	4.0
取水量 Q (m³/s)	68.7
塔内水位H (EL.m)	397.050
呑口形状	半円
スクリーン	有り

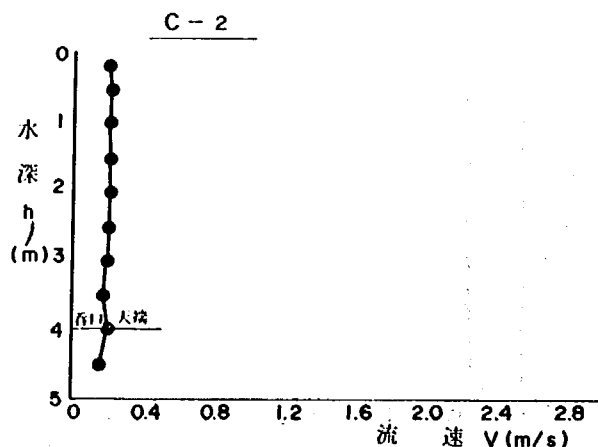
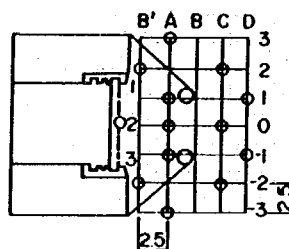
図8-8o 流速測定結果



水深 h (m)	流速 V (m/s)
0.2	0.205
0.5	0.205
1.0	0.195
1.5	0.198
2.0	0.198
2.5	0.195
3.0	0.192
3.5	0.205
4.0	0.183
4.5	0.177

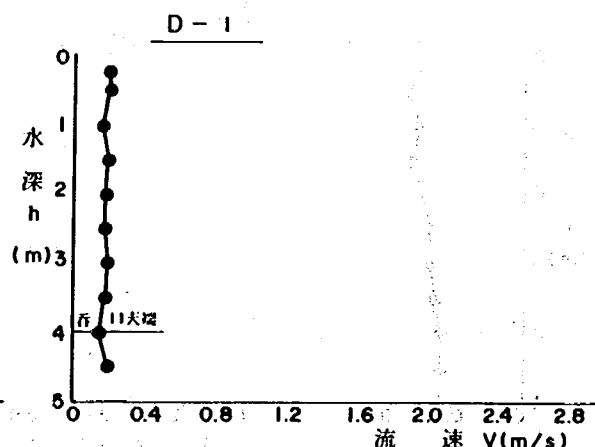


水深 h (m)	流速 V (m/s)
0.2	0.278
0.5	0.278
1.0	0.275
1.5	0.275
2.0	0.266
2.5	0.263
3.0	0.260
3.5	0.257
4.0	0.251
4.5	0.232



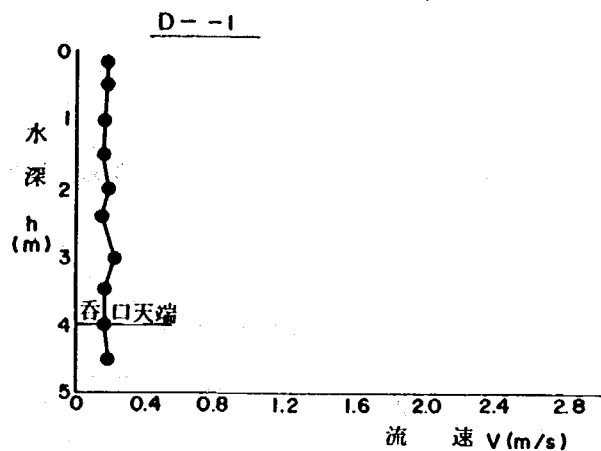
水深 h (m)	流速 V (m/s)
0.2	0.183
0.5	0.192
1.0	0.189
1.5	0.195
2.0	0.195
2.5	0.192
3.0	0.189
3.5	0.177
4.0	0.192
4.5	0.165

貯水位 (EL.m)	
取水深 h (m)	4.0
取水口 Q (m³/s)	68.7
塔内水位 H (EL.m)	397.050
呑口形状	半円
スクリーン	有り



水深 h (m)	流速 V (m/s)
0.2	0.186
0.5	0.192
1.0	0.171
1.5	0.189
2.0	0.183
2.5	0.183
3.0	0.189
3.5	0.180
4.0	0.165
4.5	0.180

図8-8p 流速測定結果



水 深 h (m)	流 速 V (m/s)
0.2	0.186
0.5	0.180
1.0	0.177
1.5	0.177
2.0	0.180
2.5	0.174
3.0	0.208
3.5	0.177
4.0	0.162
4.5	0.180

貯水位(EL.m)	
取水深 h (m)	4.0
取水量 Q (m³/s)	68.7
塔内水位II (EL.m)	397.050
呑口形状	直 線
スクリーン	有 り

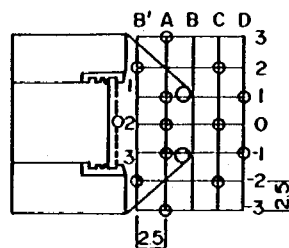


図8-8q 流速測定結果

第3節 密度成層がある場合

3.1 実験内容

実験内容は、半円形状直線形状の2形状について表8-2に示すケースで行った。なお、各ケースでの実験工程は表8-3に示しているとおりである。

表8-2 実験ケース一覧表 (温度成層ありの数字)

実験番号	呑口形状	取水深 (m)	取水量 (m^3/s)	内 容
CASE1	半 円	4.0	32.0 66.1	取水口付近の流れ および池内の の調査 通水時間は、 $Q = 32.0 \text{ m}^3/\text{s}$ 12 hr $Q = 66.1 \text{ m}^3/\text{s}$ 6 hr
CASE2	直 線	4.0	32.0 66.1	
CASE3	半 円	8.0	32.0 66.1	
CASE4	直 線	8.0	32.0 66.1	

表8-3 実験工程一覧表

Time CASE	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00
1			$Q = 32 \text{ m}^3/\text{s}$ 半円, $h = 4 \text{ m}$	$Q = 66.1 \text{ m}^3/\text{s}$	
2		$Q = 32 \text{ m}^3/\text{s}$ 直線, $h = 4 \text{ m}$	$Q = 66.1 \text{ m}^3/\text{s}$		
3		$Q = 32 \text{ m}^3/\text{s}$ 半円, $h = 8 \text{ m}$	$Q = 66.1 \text{ m}^3/\text{s}$		
4		$Q = 32 \text{ m}^3/\text{s}$ 直線, $h = 8 \text{ m}$	$Q = 66.1 \text{ m}^3/\text{s}$		

3.2 実験結果

3.2.1 取水前の貯水池水温分布

取水前の貯水池内水温分布は、実験上大切な境界条件であると考えられるが、本実験施設は給水温、外気温により影響することがわかっている。図8-9、表8-4に今回実施したケースの貯水池内水温分布を示した。各ケースとも貯水池内に形成された水温分布の温度差は約20℃程度で温度上昇域は水面より約8m~12m程度であることがわかる。以上より、実験上ほぼ同一の境界条件を有していることがわかる。

3.2.2 取水口近傍の流況

取水口近傍の流況は図8-10 a~ℓに示すとおりである。図8-10 a~ℓより、流動層厚は半円形状では取水深4m取水量32 m^3/s で6m、取水量66 m^3/s で8mとなっている。又、直線形状では取水深4m取水量32 m^3/s で8m、取水量66 m^3/s で10mとなっている。図8-10 a~ℓより流動層厚の時間変化をまとめたの

表 8-4 実験開始前の貯水池内の水温分布

	CASE 1	CASE 2	CASE 3	CASE 4
表 面 の 温 度 (°C)	33	30	29	29
底 面 の 温 度 (°C)	11	9	5	8
表面と底面の温度差 (°C)	22	21	24	21
表面と底面の密度差 $\times 10^{-3}$	4.9	4.1	4.0	3.9

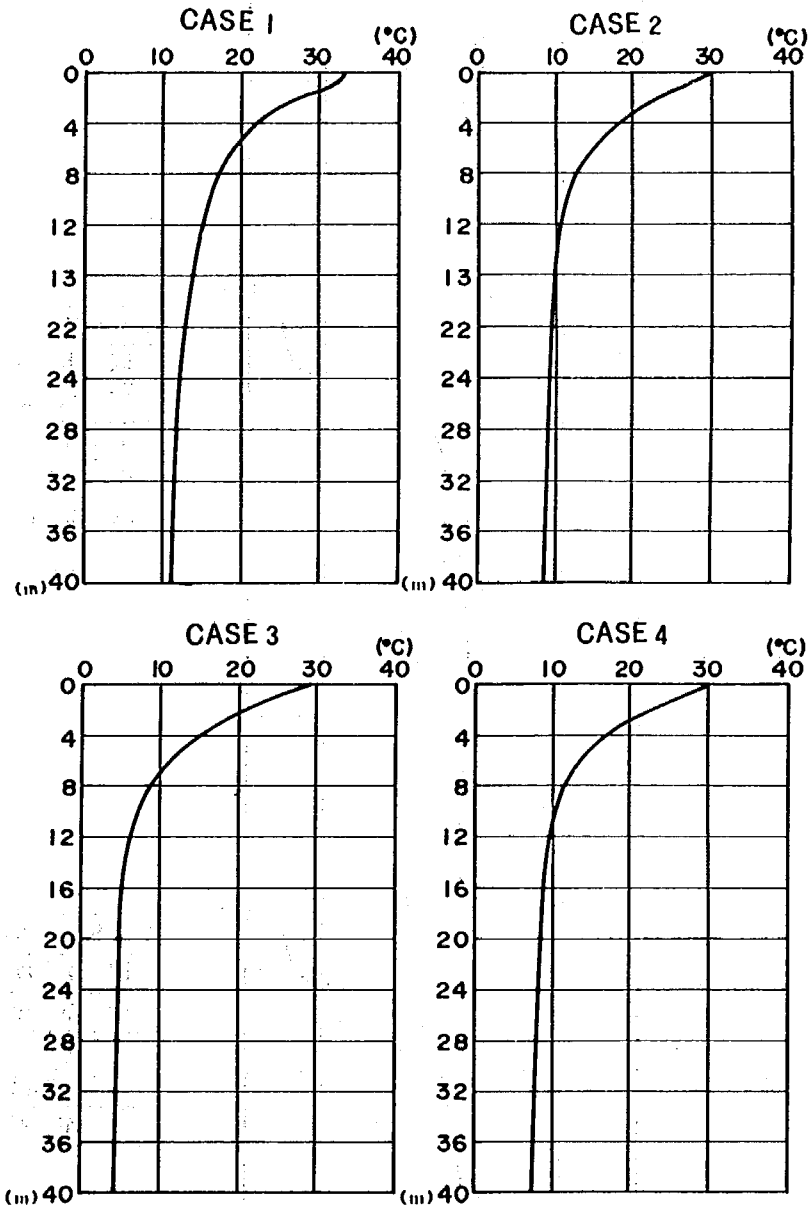
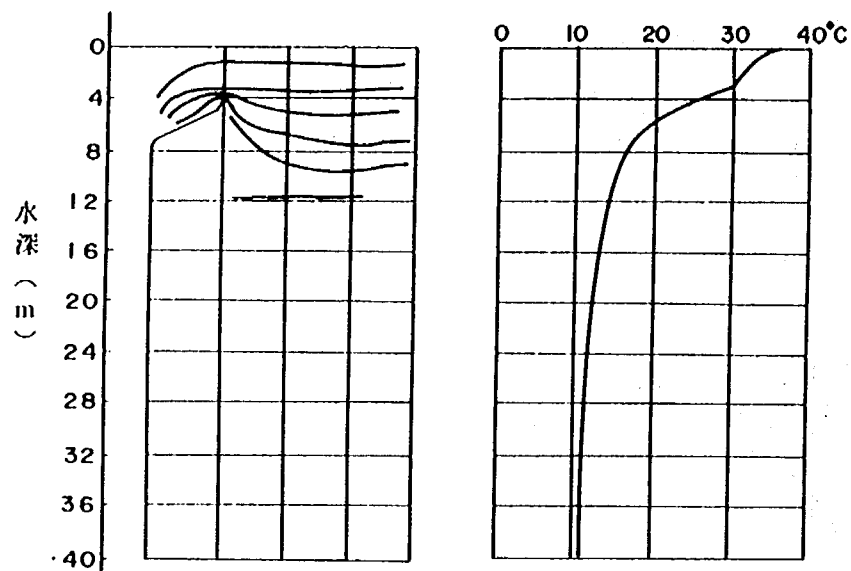
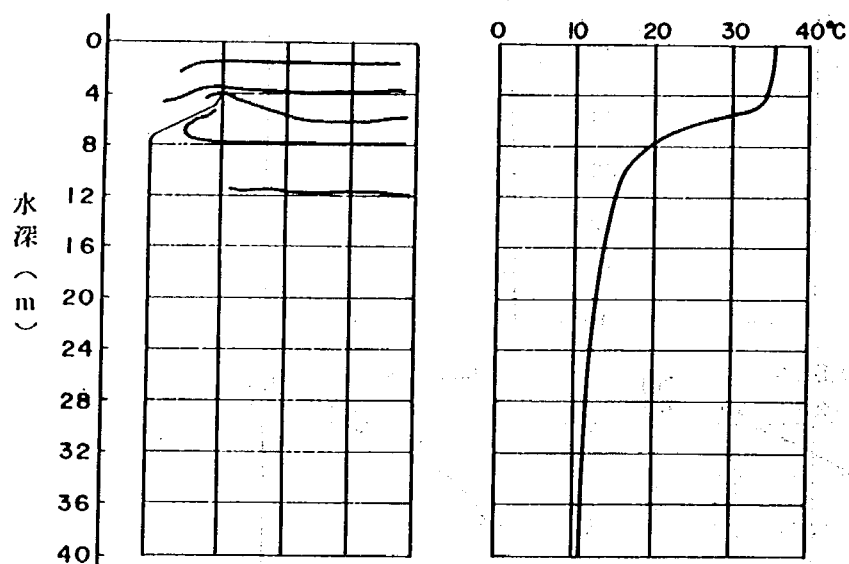


図 8-9 通水前の池内の水温分布

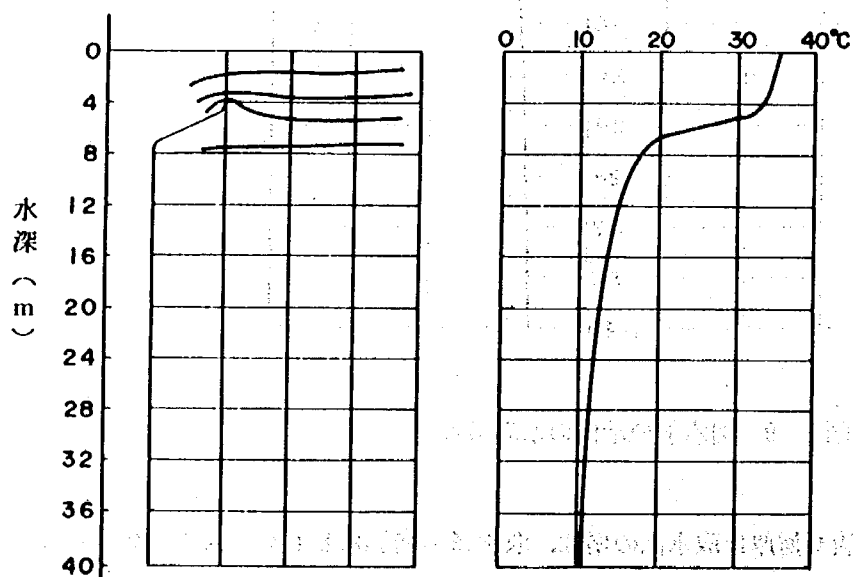
が、表 8-5 である。表 8-5 より流動層厚は取水深の増加、取水量の増加にともない大きくなることがわかる。又、半円形状は直線形状より小さい傾向であることにより、半円形状の方が優れていると考えられる。



CASE No	T-1
取水 深	4 m
取水 量	32 m ³ /s
TIME	14:08
流入 水温	33.74℃
取水 温	29.14℃

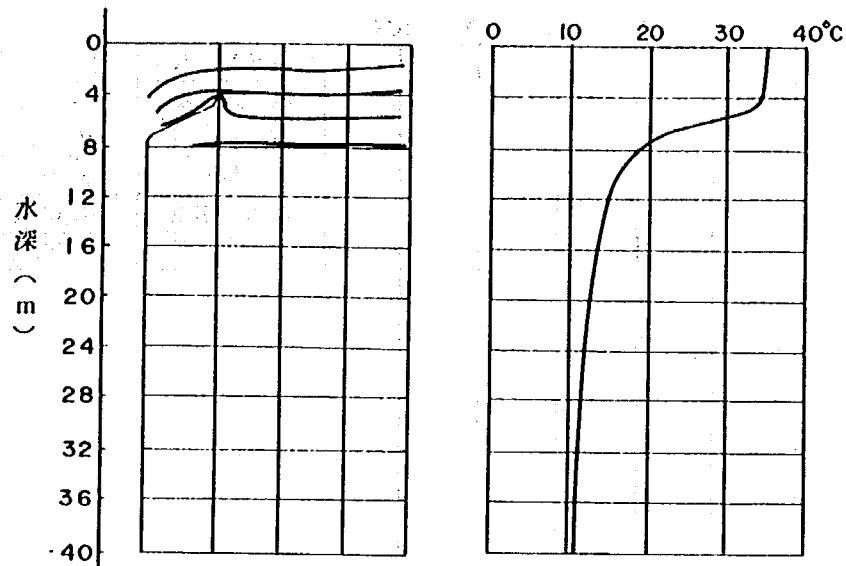


CASE No	T-1
取水 深	4 m
取水 量	32 m ³ /s
TIME	14:24
流入 水温	34.09℃
取水 温	32.30℃

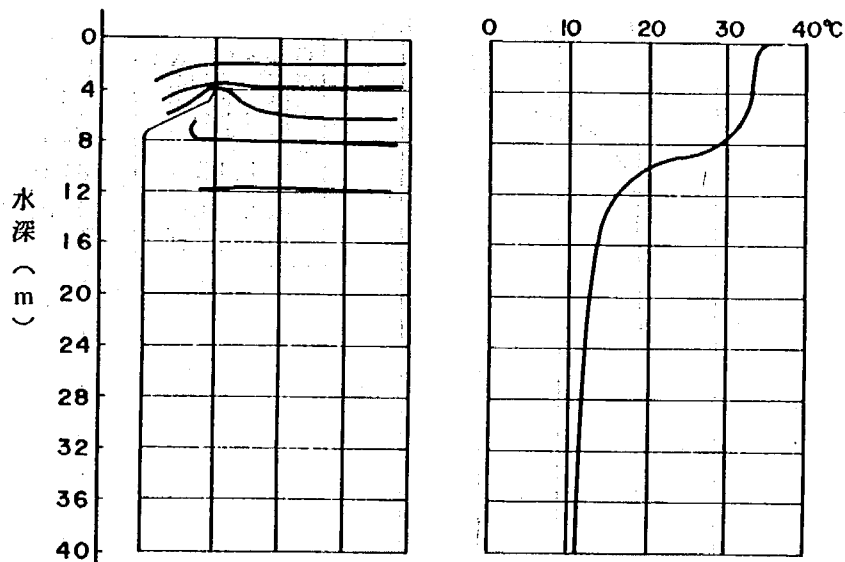


CASE No	T-1
取水 深	4 m
取水 量	32 m ³ /s
TIME	14:44
流入 水温	34.40℃
取水 温	33.34℃

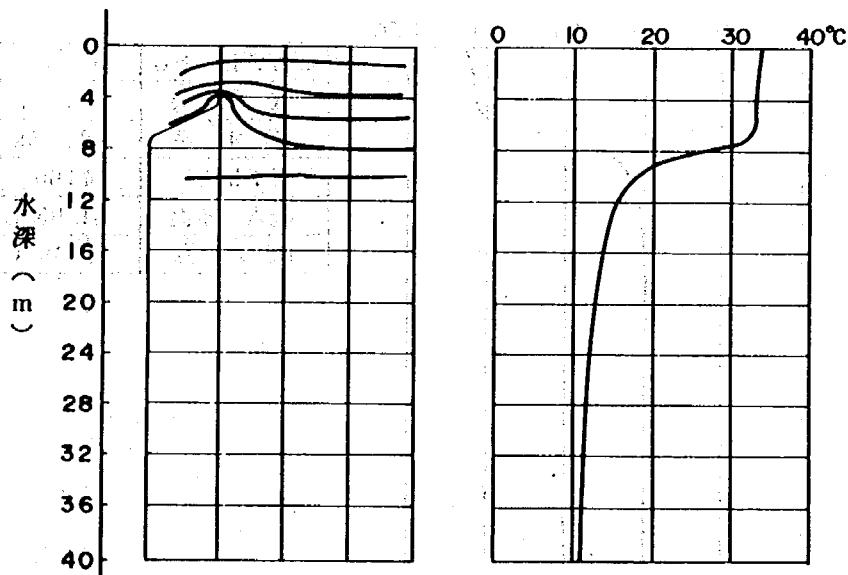
図8-10 a 取水口付近の流れ



CASE No	T-1
取水 深	4 m
取水 量	32 m ³ /s
TIME	15:32
流入 水温	35.16°C
取水 温	34.50°C

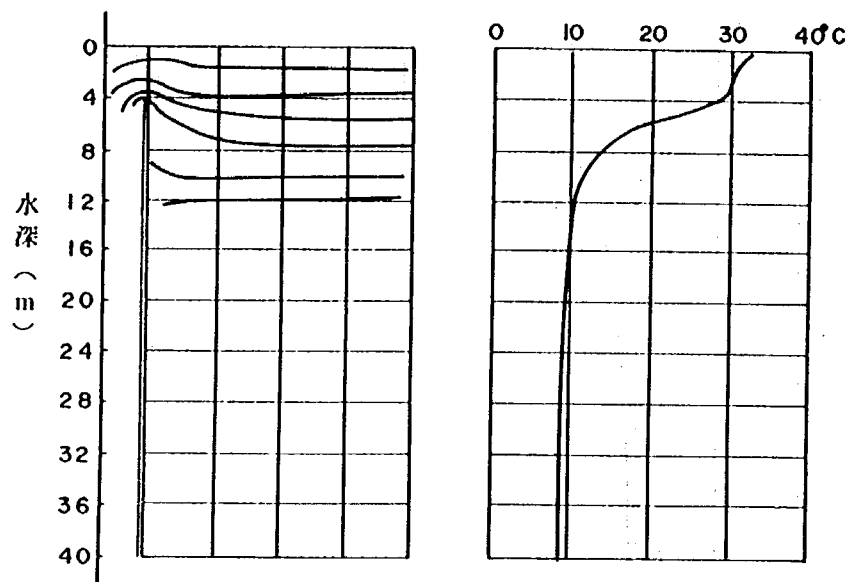


CASE No	T-1
取水 深	4 m
取水 量	66.1 m ³ /s
TIME	16:08
流入 水温	33.45°C
取水 温	33.28°C

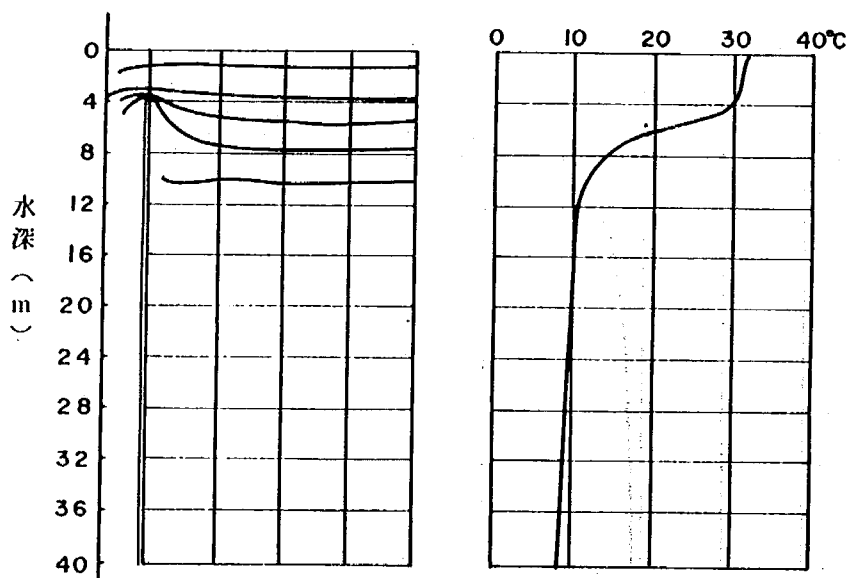


CASE No	T-1
取水 深	4 m
取水 量	66.1 m ³ /s
TIME	16:32
流入 水温	33.30°C
取水 温	33.12°C

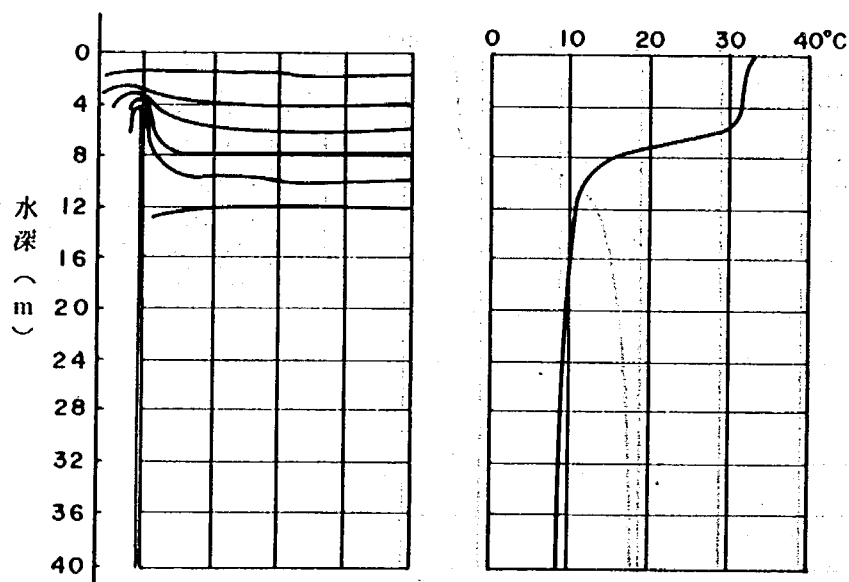
図8-10b 取水口付近の流れ



CASE No	T-2
取水 深	4 m
取水 量	32 m ³ /s
TIME	13:16
流入 水温	31.06 °C
取水 水温	26.22 °C

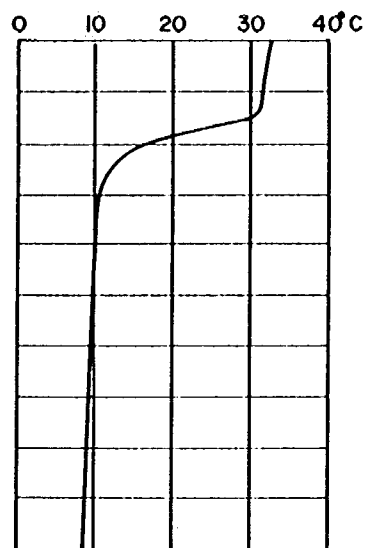
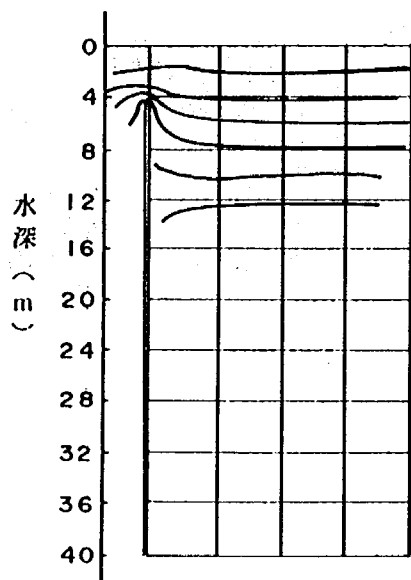


CASE No	T-2
取水 深	4 m
取水 量	32 m ³ /s
TIME	13:28
流入 水温	31.16 °C
取水 水温	28.10 °C

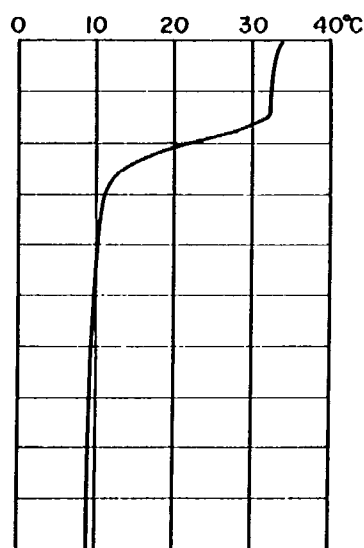
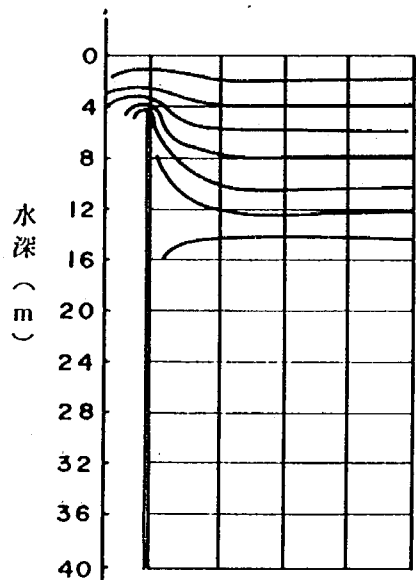


CASE No	T-2
取水 深	4 m
取水 量	32 m ³ /s
TIME	14:00
流入 水温	31.95 °C
取水 水温	30.40 °C

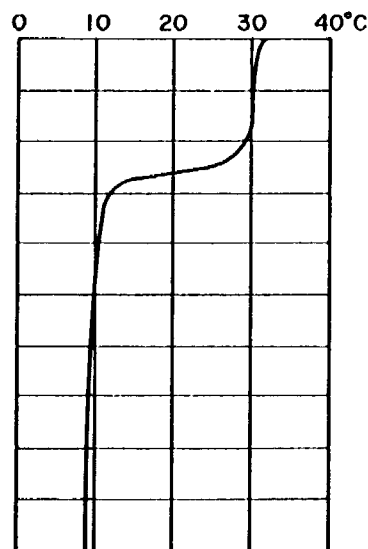
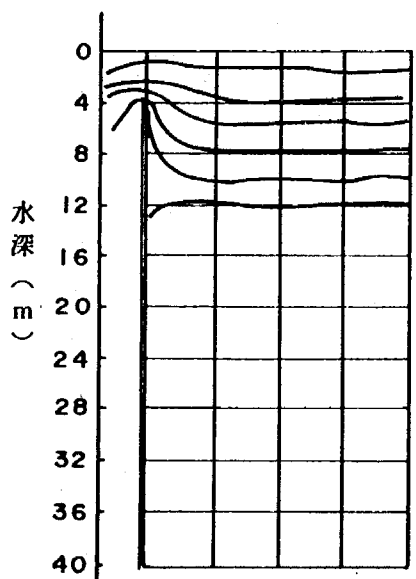
図8-10c 取水口付近の流れ



CASE No	T-2
取水 深	4 m
取水 量	32 m ³ /s
TIME	14:28
流入 水温	32.40 °C
取水 温	31.56 °C



CASE No	T-2
取水 深	4 m
取水 量	66.1 m ³ /s
TIME	15:00
流入 水温	30.01 °C
取水 温	30.52 °C



CASE No	T-2
取水 深	4 m
取水 量	66.1 m ³ /s
TIME	15:24
流入 水温	30.37 °C
取水 温	30.24 °C

図8-10d 取水口付近の流れ

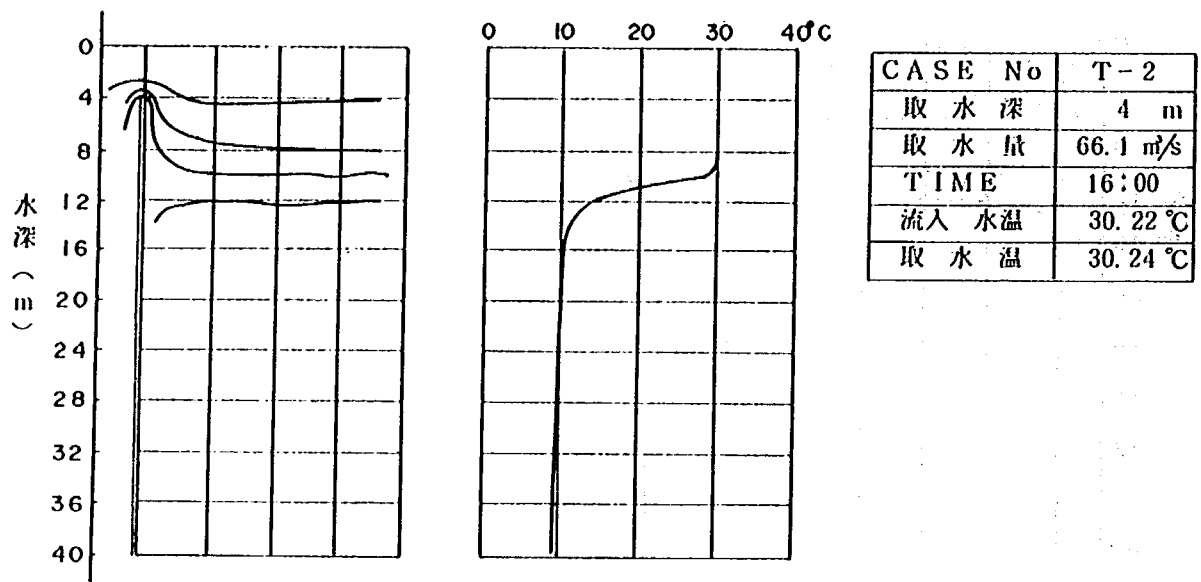
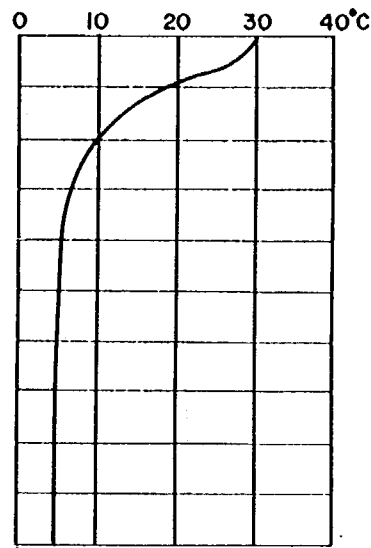
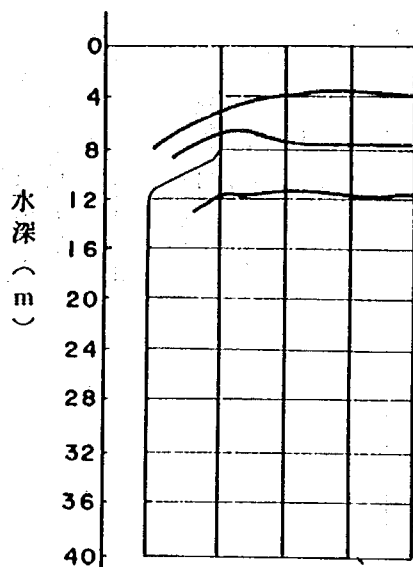
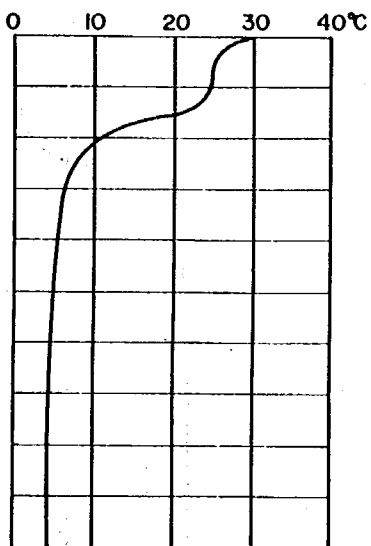
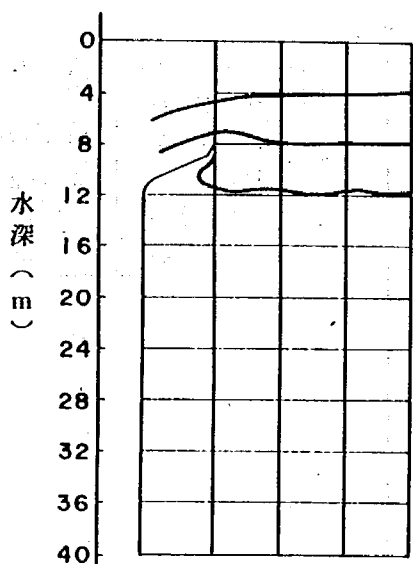


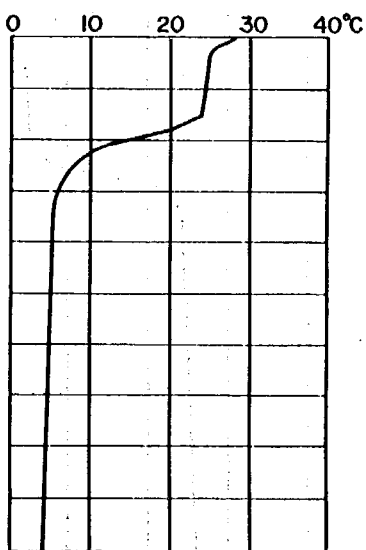
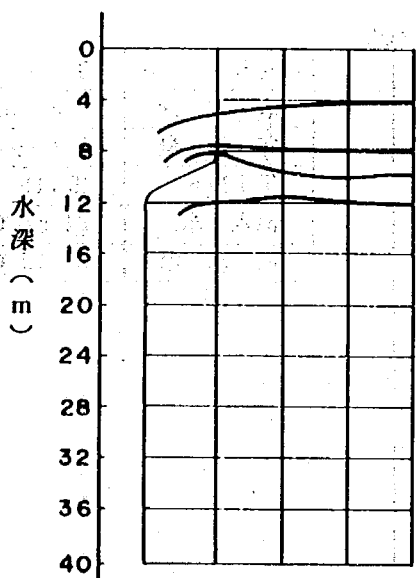
図8-10e 取水口付近の流れ



CASE No	T-3
取水 深	8 m
取水 量	32 m ³ /s
TIME	13:14
流入 水温	23.84 °C
取水 温	18.38 °C

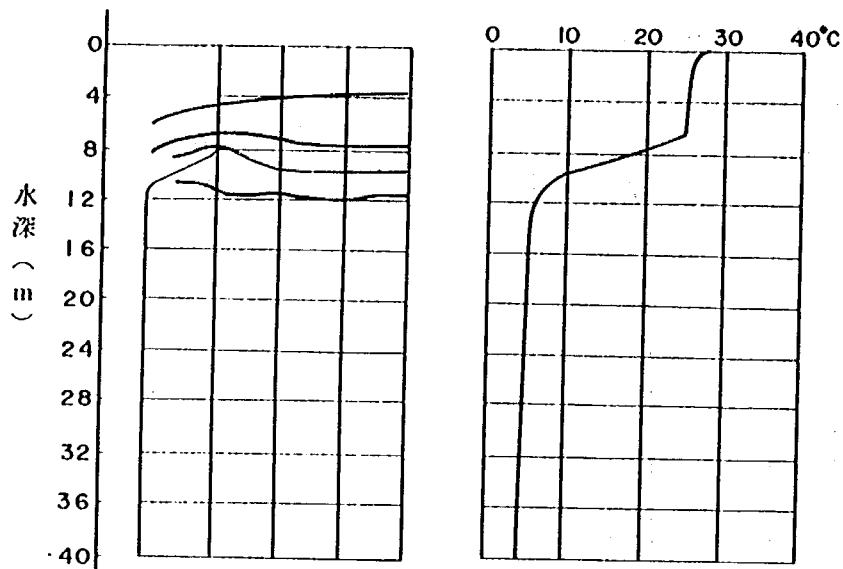


CASE No	T-3
取水 深	8 m
取水 量	32 m ³ /s
TIME	13:30
流入 水温	24.55 °C
取水 温	21.16 °C

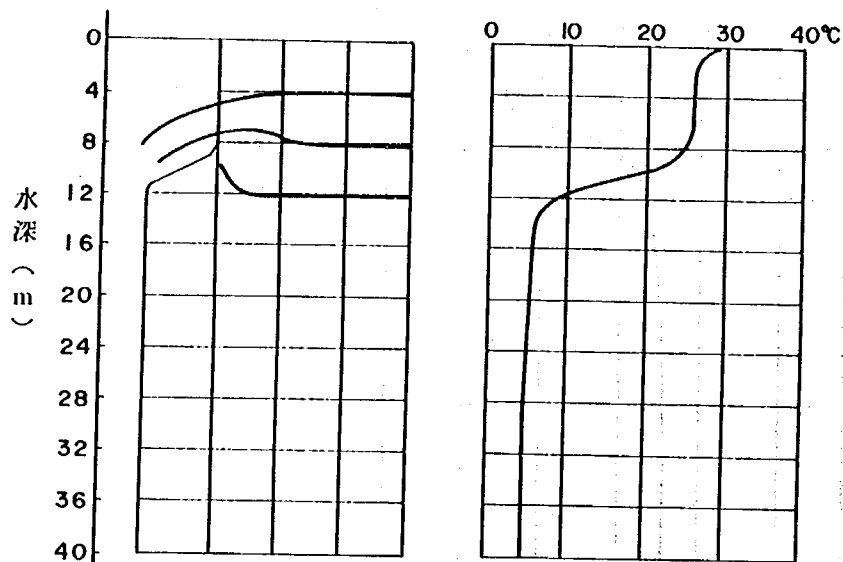


CASE No	T-3
取水 深	8 m
取水 量	32 m ³ /s
TIME	13:46
流入 水温	24.80 °C
取水 温	22.50 °C

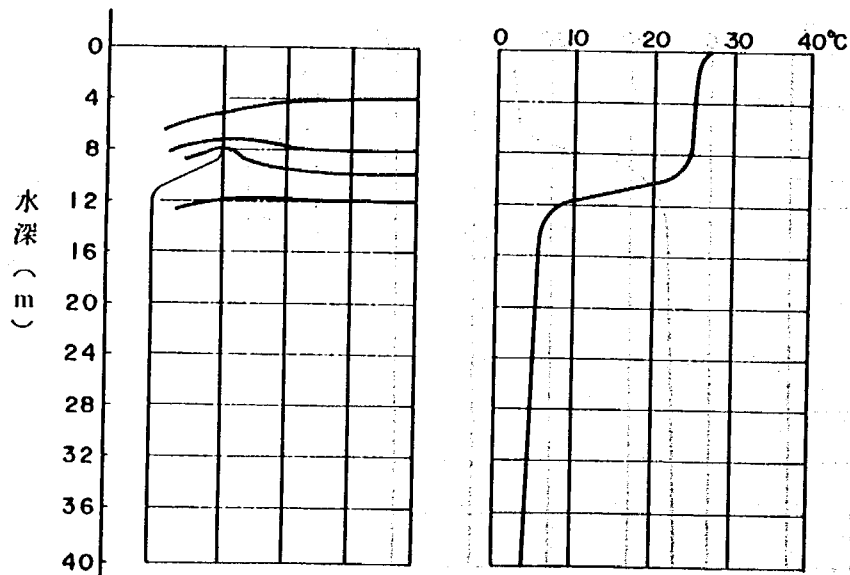
図8-10f 取水口付近の流れ



CASE No	T-3
取水 深	8 m
取水 量	32 m ³ /s
TIME	14:14
流入 水温	25.60 °C
取水 温	24.26 °C

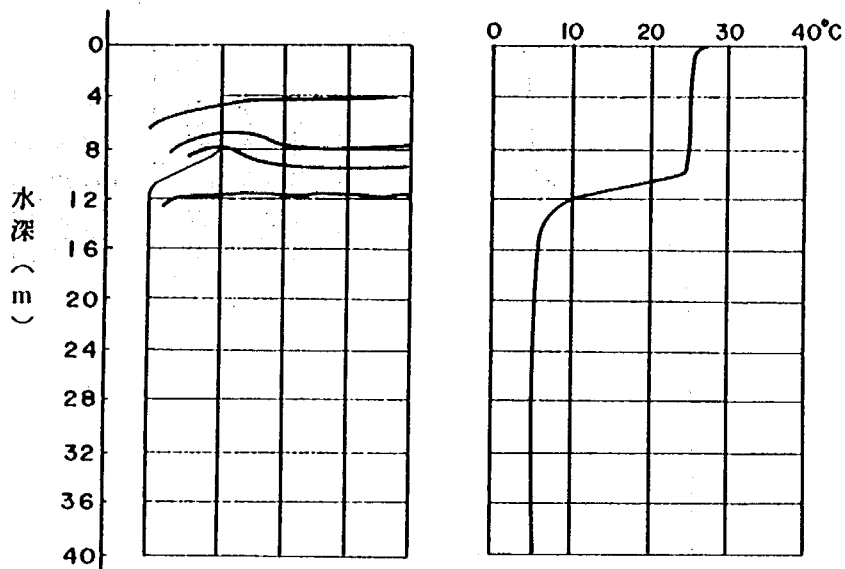


CASE No	T-3
取水 深	8 m
取水 量	66.1 m ³ /s
TIME	15:02
流入 水温	24.02 °C
取水 温	25.32 °C

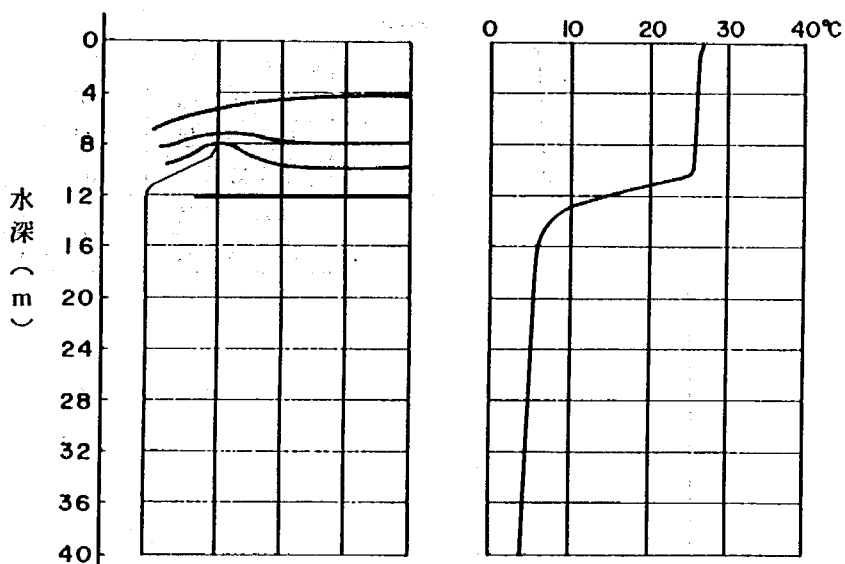


CASE No	T-3
取水 深	8 m
取水 量	66.1 m ³ /s
TIME	15:18
流入 水温	24.52 °C
取水 温	25.12 °C

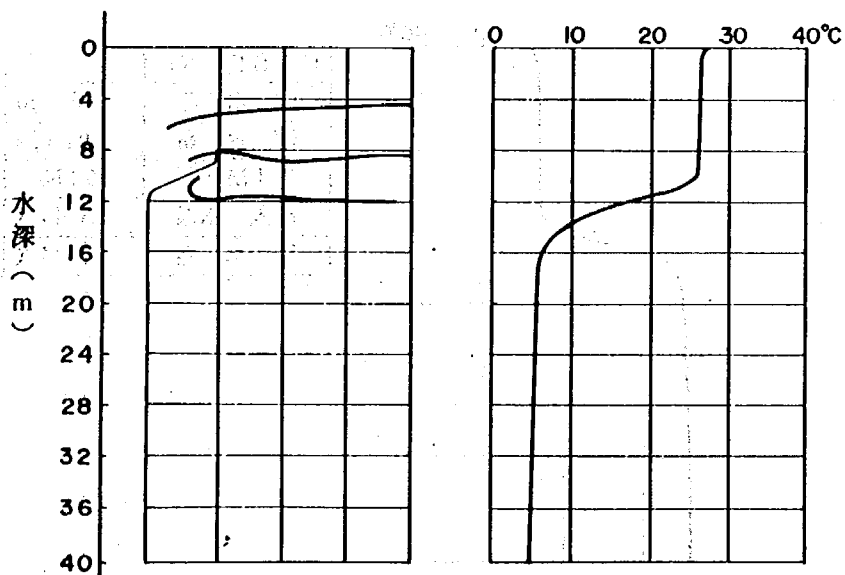
図8-10g 取水口付近の流れ



CASE No	T-3
取水 深	8 m
取水 量	66.1 m ³ /s
TIME	15:30
流入 水温	24.27 °C
取水 温	25.38 °C

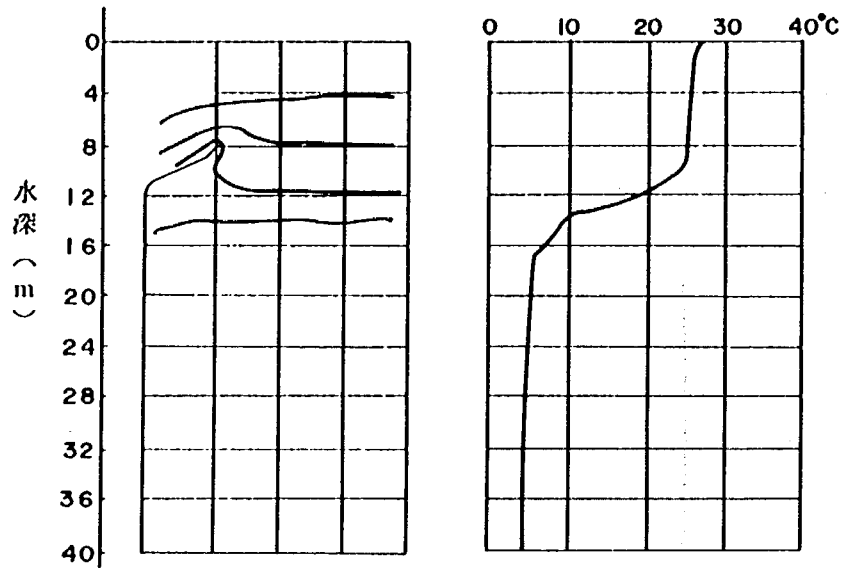


CASE No	T-3
取水 深	8 m
取水 量	66.1 m ³ /s
TIME	15:58
流入 水温	25.56 °C
取水 温	26.16 °C

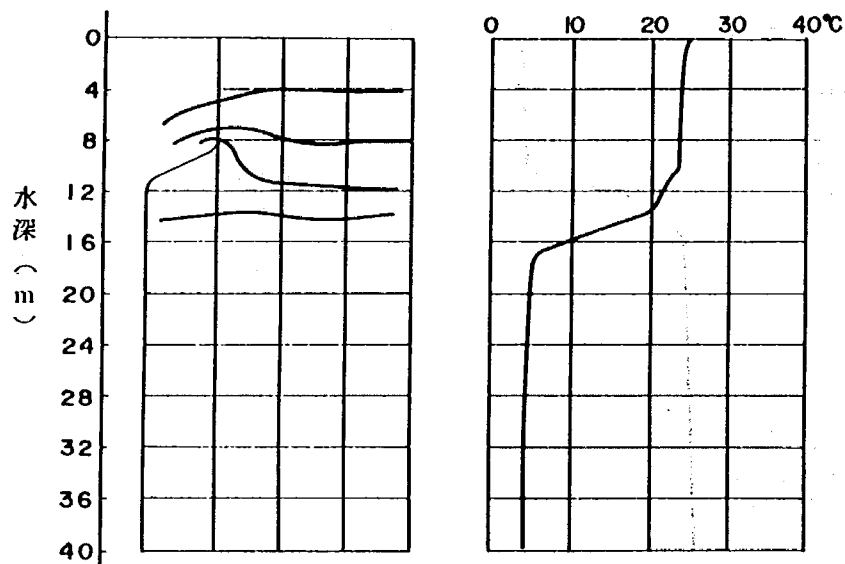


CASE No	T-3
取水 深	8 m
取水 量	94 m ³ /s
TIME	16:06
流入 水温	23.59 °C
取水 温	25.70 °C

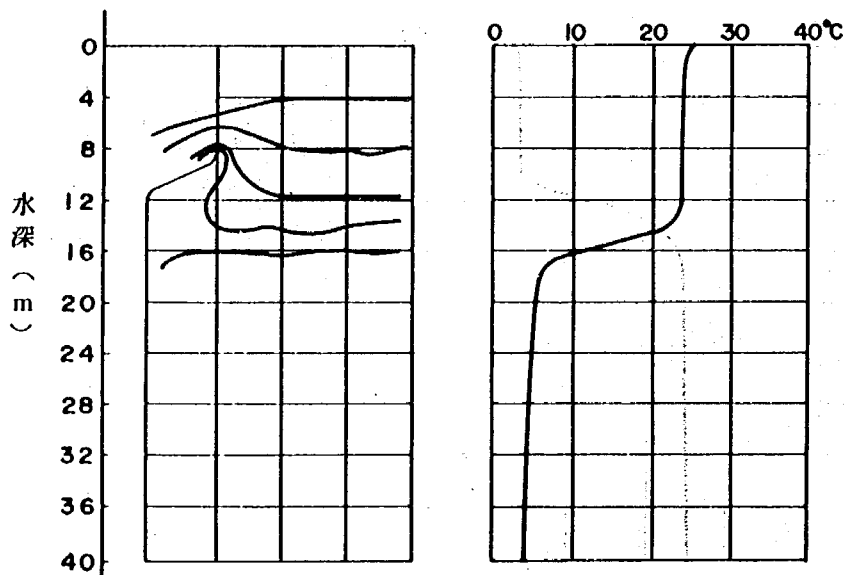
図8-10h 取水口付近の流れ



CASE No	T-3
取水 深	8 m
取水 量	94 m ³ /s
TIME	16:10
流入 水温	23.36 °C
取水 温	25.52 °C

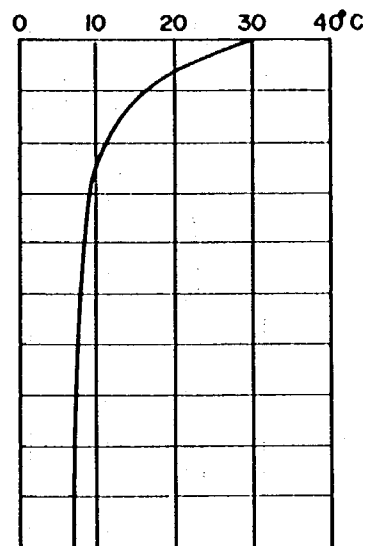
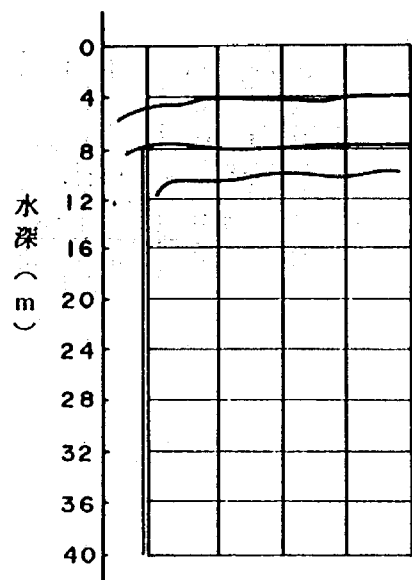


CASE No	T-3
取水 深	8 m
取水 量	94 m ³ /s
TIME	16:30
流入 水温	23.62 °C
取水 温	24.74 °C

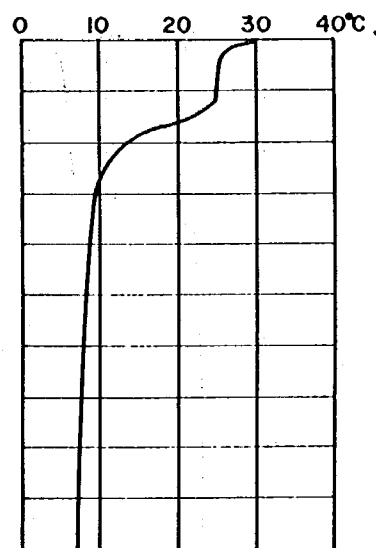
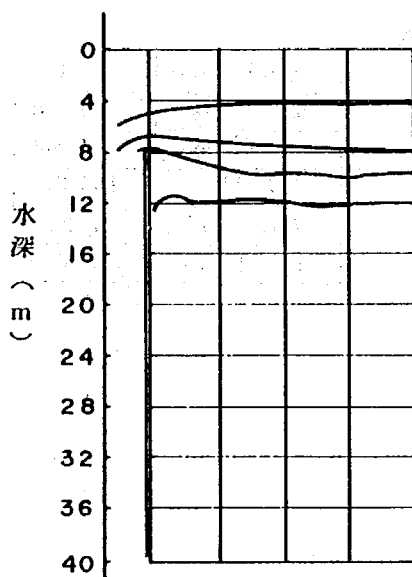


CASE No	T-3
取水 深	8 m
取水 量	94 m ³ /s
TIME	16:58
流入 水温	23.40 °C
取水 温	24.24 °C

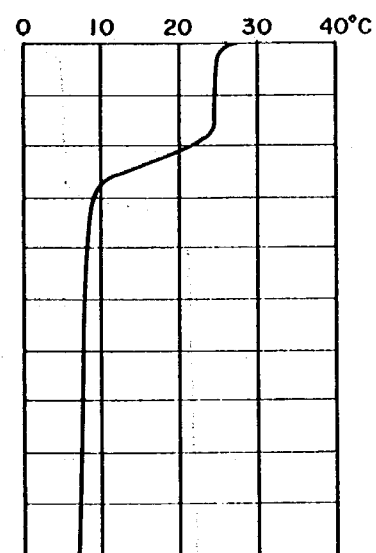
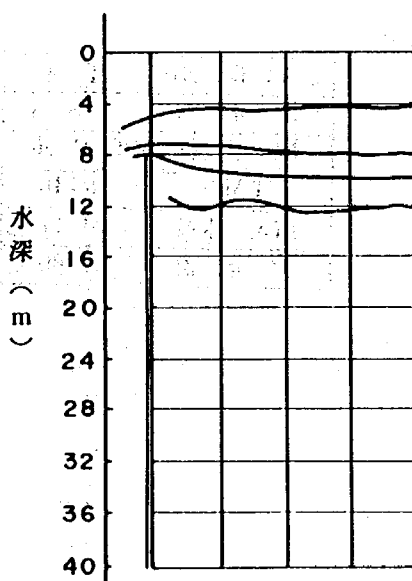
図8-10i 取水口付近の流れ



CASE No	T-4
取水 深	8 m
取水 量	32 m ³ /s
TIME	13:00
流入 水温	37.65 °C
取水 温	16.40 °C

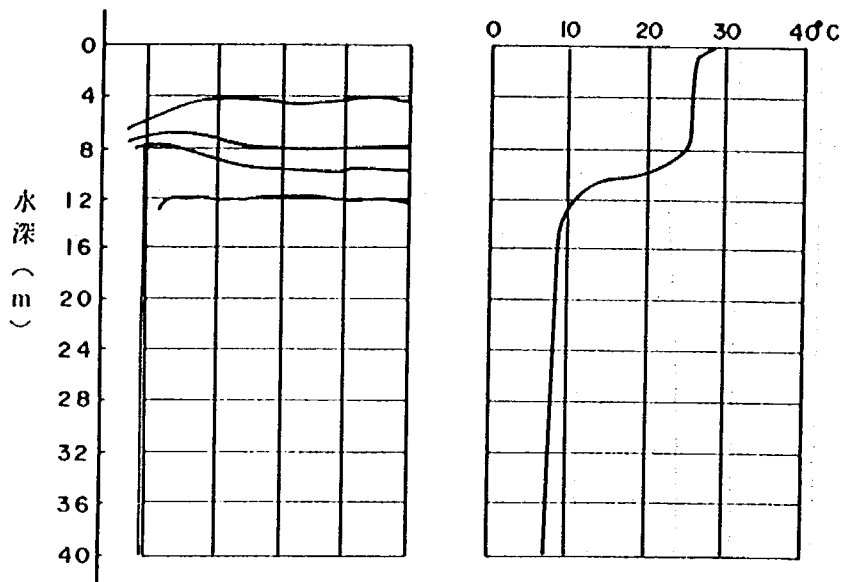


CASE No	T-4
取水 深	8 m
取水 量	32 m ³ /s
TIME	13:20
流入 水温	24.73 °C
取水 温	21.84 °C

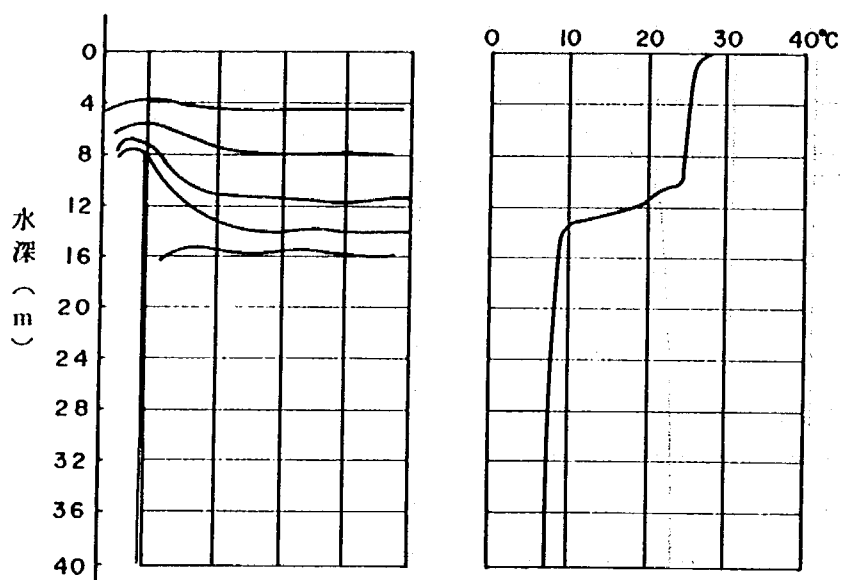


CASE No	T-4
取水 深	8 m
取水 量	66.1 m ³ /s
TIME	14:00
流入 水温	24.87 °C
取水 温	23.88 °C

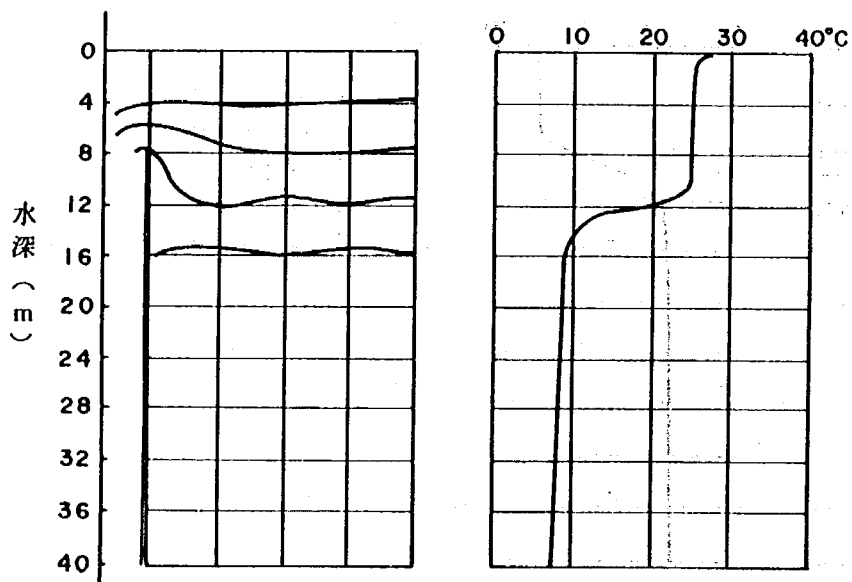
図8-10j 取水口付近の流れ



CASE No	T-4
取水 深	8 m
取水 量	32 m ³ /s
TIME	14:56
流入 水温	26.09 °C
取水 温	25.32 °C

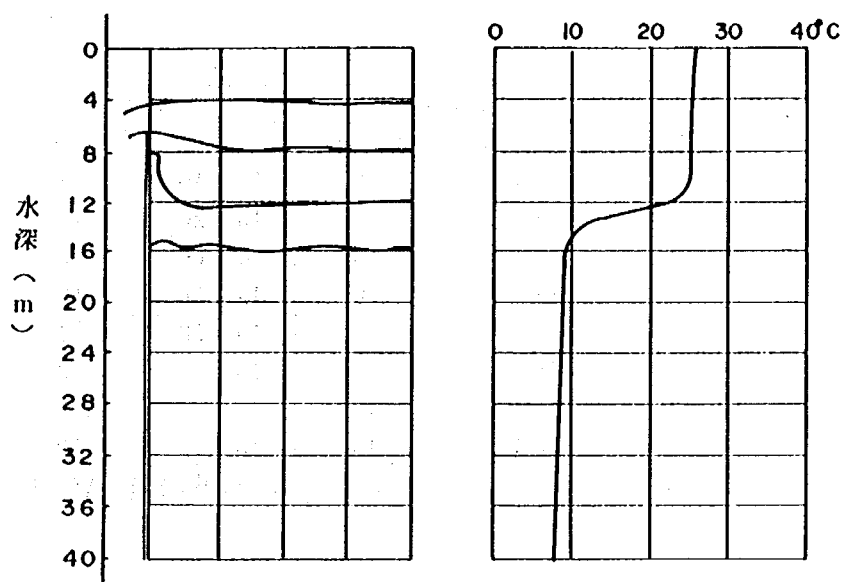


CASE No	T-4
取水 深	8 m
取水 量	66.1 m ³ /s
TIME	15:08
流入 水温	24.28 °C
取水 温	24.50 °C

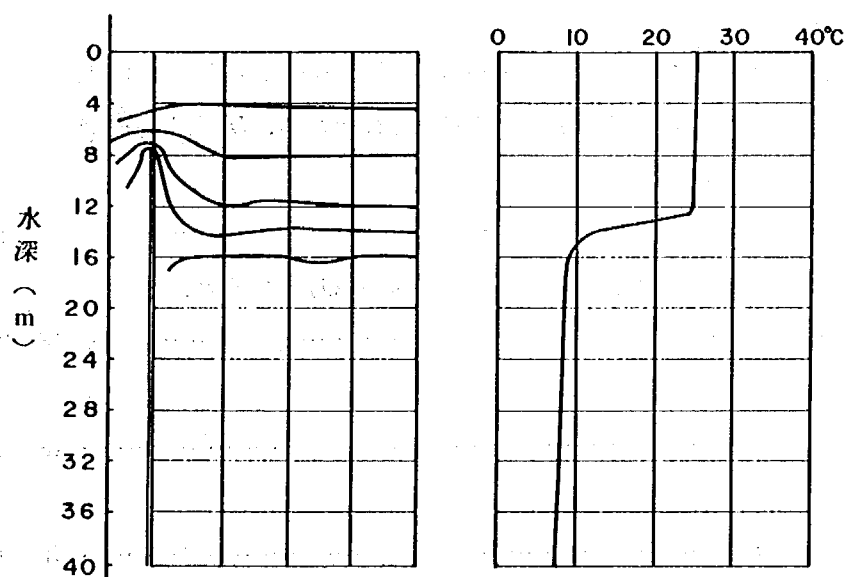


CASE No	T-4
取水 深	8 m
取水 量	66.1 m ³ /s
TIME	15:16
流入 水温	24.47 °C
取水 温	24.80 °C

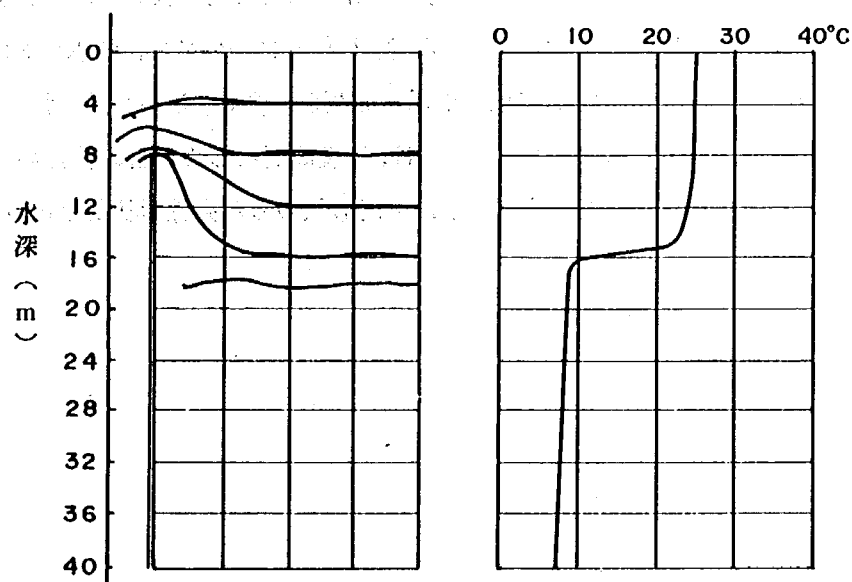
図8-10k 取水口付近の流れ



CASE No	T-4
取水 深	8 m
取水 量	66.1 m ³ /s
TIME	15:56
流入 水温	25.32 °C
取水 温	25.48 °C



CASE No	T-4
取水 深	8 m
取水 量	94 m ³ /s
TIME	16:08
流入 水温	25.09 °C
取水 温	25.50 °C



CASE No	T-4
取水 深	8 m
取水 量	94 m ³ /s
TIME	16:28
流入 水温	24.45 °C
取水 温	24.92 °C

図8-10 *l* 取水口付近の流れ

表8-5 流動層厚の時間変化

CASE1		CASE2		CASE3		CASE4	
時 間	流動層厚	時 間	流動層厚	時 間	流動層厚	時 間	流動層厚
14 : 08	10	13 : 16	8	13 : 14	8	13 : 10	8
14 : 24	6	13 : 28	8	13 : 30	10	13 : 20	10
14 : 44	5	14 : 00	10	13 : 46	10	14 : 00	10
15 : 32	6	14 : 28	8	14 : 14	10	14 : 56	10
16 : 08	6	15 : 08	10	15 : 02	8	15 : 08	14
...	...	...	...	15 : 18	10	15 : 16	12
16 : 32	8	15 : 24	10	15 : 30	10	...	...
...	...	...	...	15 : 58	10	15 : 58	12
通水開始時間	14 : 00	通水開始時間	13 : 00	通水開始時間	13 : 00	通水開始時間	13 : 00

3.2.3 貯水池水温分布の時間変化

各ケースにおける貯水池の水温分布の時間変化は図8-11 a~dに示すとおりである。図8-11 a~dに示す貯水池内水温分布を図8-12のように近似し、表層の水温、位置をそれぞれ t_1 , H_1 とし、底層の水温、位置をそれぞれ t_2 , H_2 とすると躍層位置 H_3 は、

$$H_3 = (H_1 + H_2)/2 \quad \text{..... (8-1)}$$

となる。又、表層、底層からの取水量をそれぞれ Q_1 , Q_2 とし、取水量を Q_0 とすると、

$$Q_0 = Q_1 + Q_2 \quad \text{..... (8-2)}$$

となる。取水温を t_0 とすると、

$$t_0 Q_0 = t_1 Q_1 + t_2 Q_2 \quad \text{..... (8-3)}$$

式 (8-2), (8-3) より、

$$Q_2/Q_0 = (t_0 - t_1)/(t_2 - t_1) \quad \text{..... (8-4)}$$

ここで、 Q_2/Q_0 を混入率 n とし、各ケースについて整理したものが表8-6 a~dである。表8-6 a~dより、躍層の位置 H_3 は直線形状の方が半円形状より大きくなっている。又、混入率 n については、取水量 $32 \text{ m}^3/\text{s}$ までは、直線形状の方が半円形状より小さくなっており、表層を取水する割合が多い。しかし、取水量が $32 \text{ m}^3/\text{s}$ 以上では、半円形状の方が直線形状より小さくなっている。これは、密度成層なしの場合の検討のうち、呑口部での流速分布に起因していると考えられる。以上の検討より、半円形状の方が直線形状より優れていると考えられる。

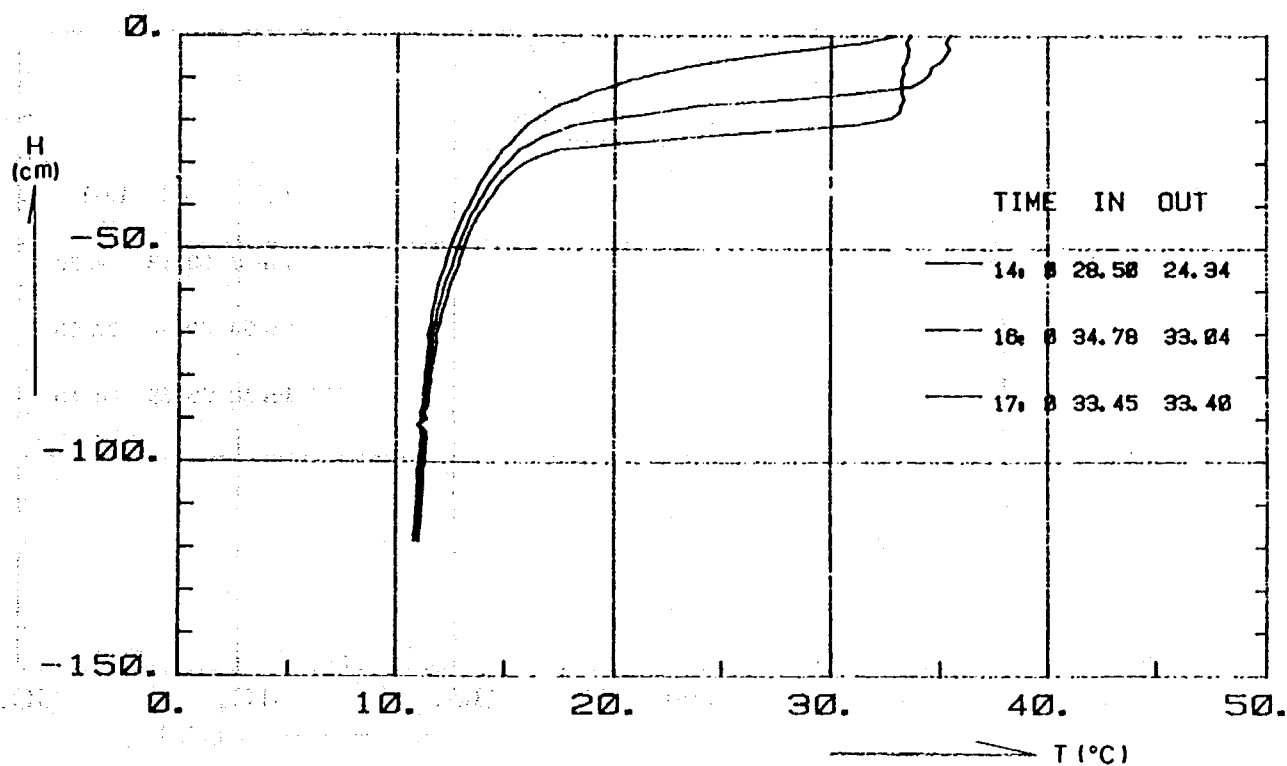


图8-11a

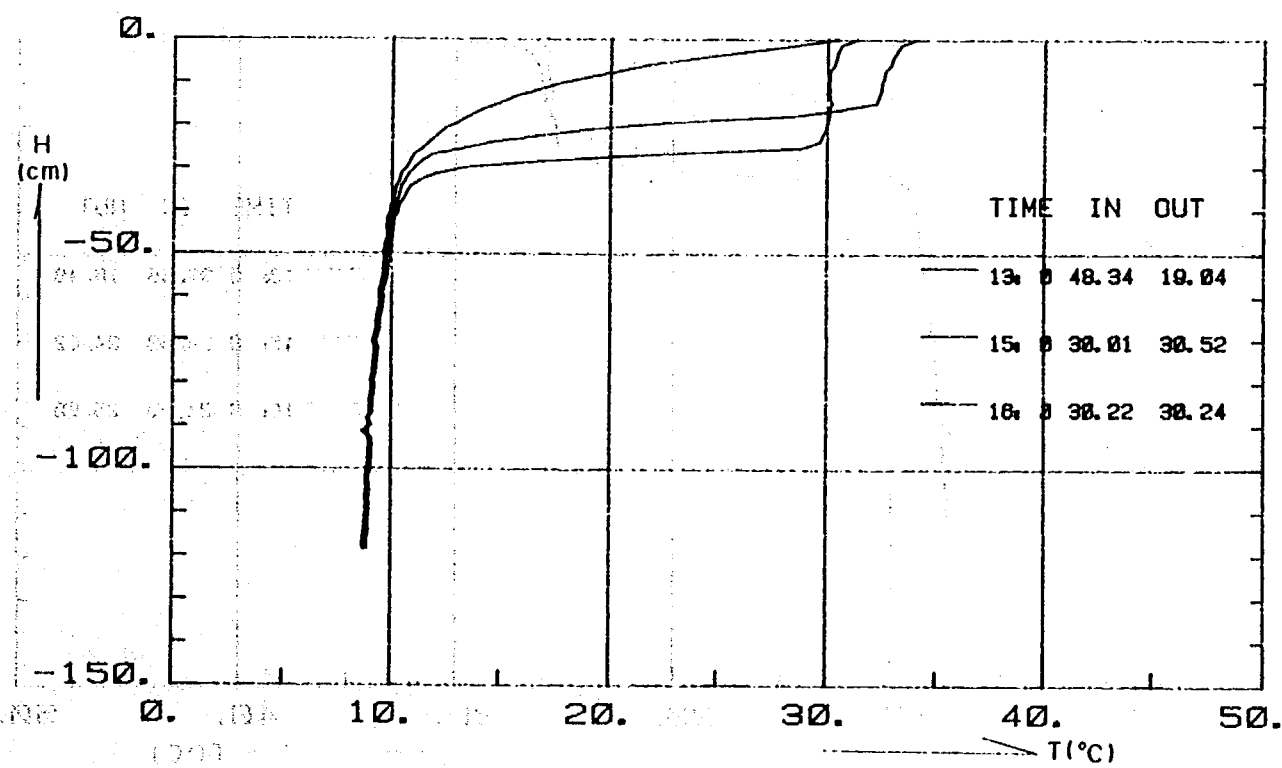


图8-11b

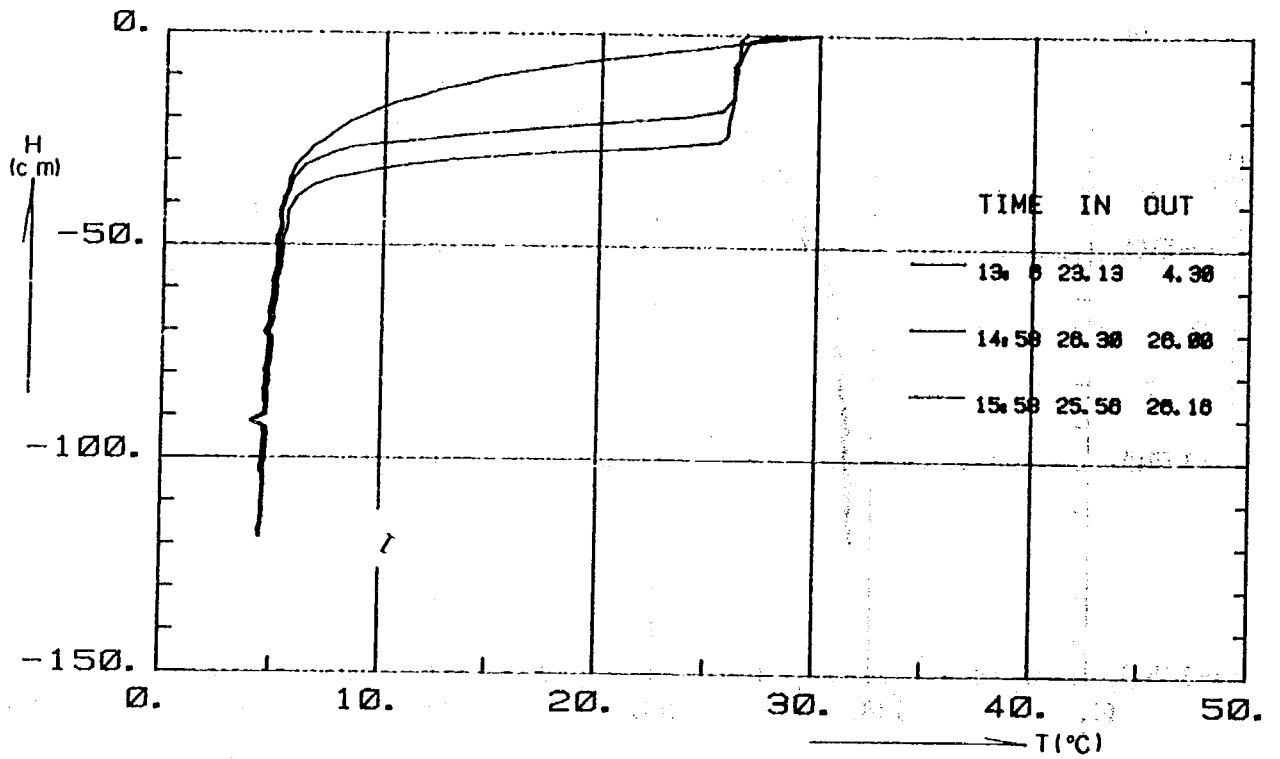


图 8-11c

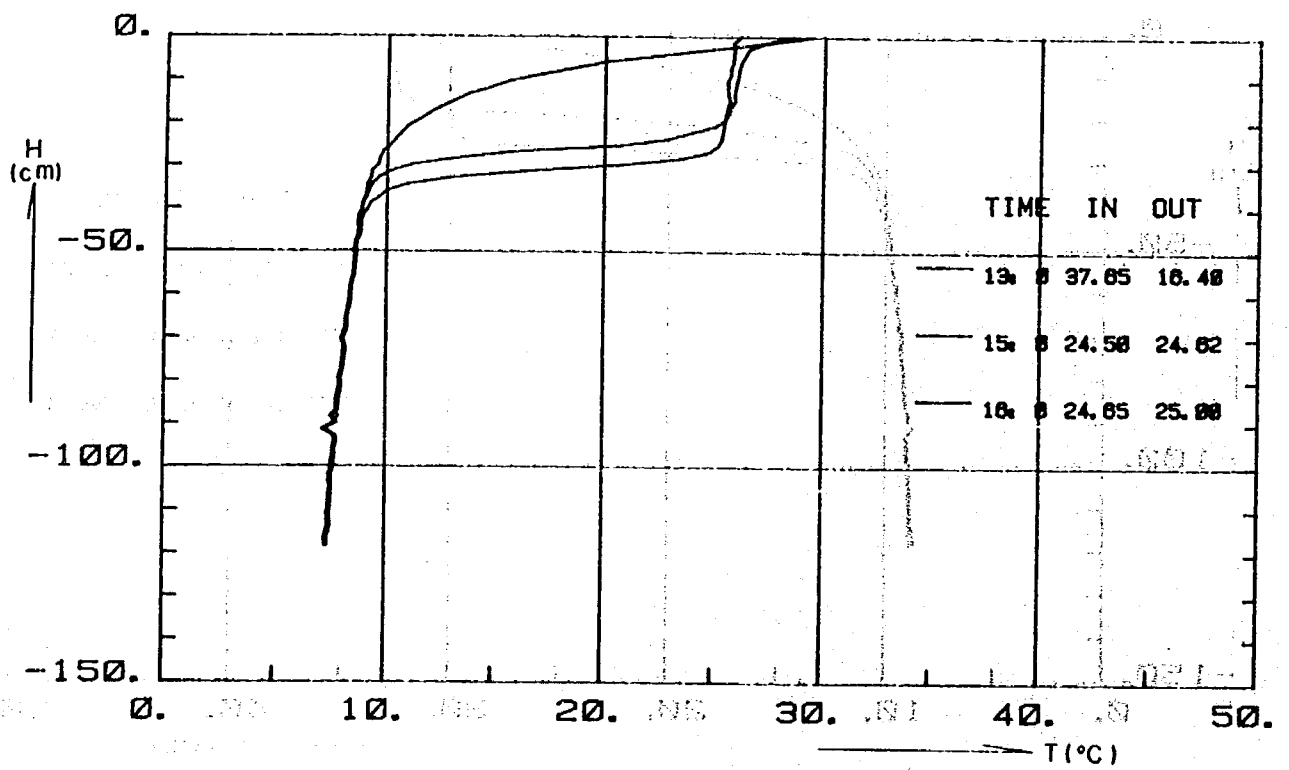


图 8-11d

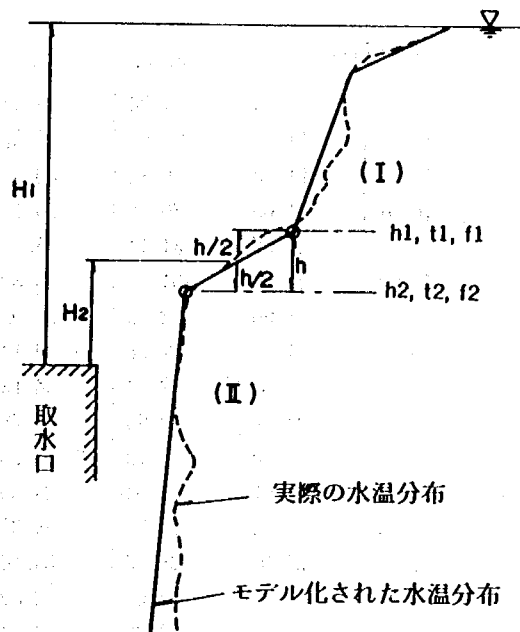


図8—12 躍層位置 H_2 の求め方

表 8-6 a 混入率の時間変化 (CASE 1)

時 間	表層水温	表層の位置	底層水温	底層の位置	取 水 温	流入水温	混 入 率	躍層の位置	密度勾配
14 : 0	32.87	0.00	17.41	16.50	24.34	28.43	0.55	8.25	0.25
14 : 4	36.07	0.00	16.41	21.00	28.00	33.31	0.41	10.50	0.26
14 : 8	36.00	0.00	16.13	21.00	29.14	33.67	0.35	10.50	0.26
14 : 12	31.14	9.00	16.54	21.00	30.26	33.46	0.06	15.00	0.30
14 : 16	32.08	9.00	16.71	21.00	31.14	33.83	0.06	15.00	0.33
14 : 20	32.46	9.00	16.93	21.00	31.32	33.80	0.07	15.00	0.34
14 : 24	32.74	9.00	16.69	21.00	32.30	34.02	0.03	15.00	0.35
14 : 28	33.05	9.00	16.78	21.00	32.36	34.12	0.04	15.00	0.36
14 : 32	33.37	9.00	16.69	21.00	32.64	34.13	0.04	15.00	0.37
14 : 36	33.42	9.00	16.77	21.00	32.90	34.28	0.03	15.00	0.37
14 : 40	33.31	9.00	16.76	21.00	33.12	34.25	0.01	15.00	0.37
14 : 44	33.65	9.00	16.73	21.00	33.34	34.33	0.02	15.00	0.38
14 : 48	33.28	10.00	16.82	21.00	33.34	34.37	-0.00	15.75	0.42
14 : 52	33.62	9.00	16.99	21.00	33.42	34.50	0.01	15.00	0.37
14 : 56	32.98	12.00	17.02	21.00	33.68	34.52	-0.04	16.50	0.47
15 : 0	33.76	12.00	17.11	21.00	33.82	34.51	-0.00	16.50	0.50
15 : 4	32.78	12.00	17.02	21.00	33.88	34.60	-0.07	16.50	0.46
15 : 8	32.34	12.00	17.15	21.00	33.98	34.60	-0.11	16.50	0.44
15 : 12	32.36	12.00	16.20	24.00	34.10	34.71	-0.11	18.00	0.34
15 : 16	32.09	12.00	16.25	24.00	34.12	34.78	-0.13	18.00	0.34
15 : 20	34.36	12.00	15.39	27.00	34.28	34.87	-0.00	19.50	0.33
15 : 24	33.90	12.00	16.34	24.00	34.34	35.01	-0.03	18.00	0.39
15 : 28	33.75	12.00	16.92	24.00	34.32	35.02	-0.03	18.00	0.38
15 : 32	33.55	12.00	15.51	27.00	34.50	35.09	-0.05	19.50	0.31
15 : 36	33.44	12.00	15.54	27.00	34.48	35.14	-0.06	19.50	0.31
15 : 40	33.79	12.00	16.48	24.00	36.62	35.09	-0.16	18.00	0.38
15 : 44	34.66	12.00	15.78	27.00	34.72	35.12	-0.00	19.50	0.34
15 : 48	33.67	12.00	15.83	27.00	34.78	35.14	-0.06	19.50	0.31
15 : 52	34.64	12.00	15.63	27.00	34.66	35.05	-0.00	19.50	0.34
15 : 56	34.60	12.00	15.76	27.00	34.80	35.06	-0.01	19.50	0.33
16 : 0	33.71	12.00	15.62	27.00	33.04	34.71	-0.04	19.50	0.31
16 : 4	32.02	15.00	15.93	27.00	33.44	34.17	-0.09	21.00	0.34
16 : 8	30.41	19.50	15.80	28.50	33.28	33.38	-0.20	24.00	0.39
16 : 12	30.65	18.00	15.83	27.00	33.28	33.27	-0.18	22.50	0.40
16 : 16	31.36	18.00	15.61	28.50	33.12	33.27	-0.11	23.25	0.37
16 : 20	31.09	16.50	16.30	27.00	33.10	33.31	-0.14	21.75	0.35
16 : 24	32.59	18.00	15.81	28.50	33.18	33.19	-0.04	23.25	0.41
16 : 28	32.12	18.00	15.76	28.50	33.16	33.28	-0.06	23.25	0.39
16 : 32	32.99	18.00	15.94	28.50	33.12	33.23	-0.01	23.25	0.42
16 : 36	32.26	19.50	15.77	28.50	33.26	33.35	-0.06	24.00	0.46
16 : 40	32.81	18.00	16.06	28.50	33.14	33.28	-0.02	23.25	0.41
16 : 44	32.26	19.50	16.11	28.50	33.34	33.32	-0.07	24.00	0.46
16 : 48	32.63	19.50	16.09	28.50	33.28	33.37	-0.04	24.00	0.47
16 : 52	32.66	19.50	15.62	30.00	33.38	33.31	-0.04	24.75	0.41
16 : 56	32.68	19.50	15.40	31.50	33.32	33.38	-0.04	25.50	0.36
17 : 0	32.74	19.50	15.89	30.00	33.40	33.38	-0.04	24.75	0.41

表 8-6 b 混入率の時間変化 (CASE 2)

時 間	表層水温	表層の位置	底層水温	底層の位置	取 水 温	流入水温	混 入 率	躍層の位置	密度勾配
13 : 0	30.46	0.00	12.40	21.00	19.04	48.27	0.63	10.50	0.19
13 : 4	31.02	1.50	12.51	24.00	22.50	29.63	0.46	12.75	0.19
13 : 8	27.49	7.50	11.21	22.50	24.66	30.55	0.17	15.00	0.21
13 : 12	28.71	7.50	12.25	21.00	25.34	30.96	0.20	14.25	0.26
13 : 16	29.14	9.00	11.61	22.50	26.22	30.99	0.17	15.75	0.27
13 : 20	30.01	9.00	11.41	22.50	27.24	31.13	0.15	15.75	0.29
13 : 24	30.40	9.00	11.88	24.00	27.52	30.99	0.16	16.50	0.27
13 : 28	29.93	10.50	12.03	24.00	28.10	31.09	0.10	17.25	0.29
13 : 32	29.79	12.00	11.89	24.00	28.32	31.21	0.08	18.00	0.32
13 : 36	30.35	12.00	11.84	24.00	28.40	31.30	0.11	18.00	0.34
13 : 40	30.33	12.00	11.90	24.00	29.32	31.39	0.05	18.00	0.33
13 : 44	30.73	12.00	11.99	24.00	29.20	31.44	0.08	18.00	0.34
13 : 48	29.89	13.50	11.99	24.00	29.76	31.63	0.01	18.75	0.37
13 : 52	29.62	13.50	12.10	24.00	29.86	31.73	-0.01	18.75	0.36
13 : 56	30.87	12.00	12.17	24.00	30.16	31.83	0.04	18.00	0.35
14 : 0	30.27	13.50	12.13	24.00	30.40	31.88	-0.01	18.75	0.38
14 : 4	31.39	12.00	12.16	24.00	30.60	31.97	0.04	18.00	0.36
14 : 8	29.92	15.00	11.20	27.00	30.66	32.05	-0.04	21.00	0.33
14 : 12	29.97	15.00	11.26	27.00	30.86	32.13	-0.05	21.00	0.33
14 : 16	30.07	15.00	11.25	27.00	31.24	32.17	-0.06	21.00	0.33
14 : 20	30.39	15.00	11.27	27.00	31.24	32.24	-0.04	21.00	0.34
14 : 24	30.41	15.00	12.15	25.50	31.32	32.31	-0.05	20.25	0.38
14 : 28	30.85	15.00	11.35	27.00	31.56	32.33	-0.04	21.00	0.35
14 : 32	30.84	15.00	11.40	27.00	31.70	32.45	-0.04	21.00	0.35
14 : 36	30.82	15.00	11.46	27.00	31.56	32.49	-0.04	21.00	0.35
14 : 40	30.94	15.00	11.50	27.00	31.78	32.53	-0.04	21.00	0.35
14 : 44	31.15	15.00	11.51	27.00	31.90	32.60	-0.04	21.00	0.36
14 : 48	31.15	15.00	11.63	27.00	31.98	32.68	-0.04	21.00	0.36
14 : 52	31.32	15.00	11.70	27.00	31.96	32.72	-0.03	21.00	0.36
14 : 56	31.54	15.00	11.80	27.00	32.18	32.75	-0.03	21.00	0.37
15 : 0	32.25	15.00	11.85	27.00	30.52	39.94	-0.08	21.00	0.39
15 : 4	29.51	18.00	11.50	30.00	30.62	30.64	-0.06	24.00	0.32
15 : 8	30.16	18.00	11.31	30.00	30.38	30.47	-0.01	24.00	0.33
15 : 12	29.59	19.50	11.12	31.50	39.66	30.45	-0.00	25.50	0.32
15 : 16	29.92	19.50	11.29	30.00	30.16	30.36	-0.01	24.75	0.37
15 : 20	29.45	21.00	11.34	30.00	30.08	30.28	-0.03	25.50	0.42
15 : 24	29.45	21.00	11.18	31.50	30.24	30.30	-0.04	26.25	0.36
15 : 28	29.75	21.00	11.44	31.50	30.26	30.27	-0.03	26.25	0.37
15 : 32	29.85	21.00	11.14	31.50	30.08	30.23	-0.01	26.25	0.37
15 : 36	29.89	21.00	11.32	31.50	30.12	30.28	-0.01	26.25	0.37
15 : 40	29.64	21.00	11.40	31.50	30.02	30.27	-0.02	26.25	0.37
15 : 44	29.83	21.00	11.64	31.50	30.04	30.04	-0.01	26.25	0.37
15 : 48	29.92	21.00	11.22	33.00	30.22	30.24	-0.02	27.00	0.33
15 : 52	29.67	21.00	11.44	31.50	30.10	30.24	-0.02	26.25	0.37
15 : 56	29.98	21.00	11.23	33.00	30.18	30.08	-0.01	27.00	0.33
16 : 0	29.94	21.00	11.30	33.00	30.24	30.15	-0.02	27.00	0.33

表 8-6 c 混入率の時間変化 (CASE 3)

時 間	表層水温	表層の位置	底層水温	底層の位置	取 水 温	流入水温	混 入 率	躍層の位置	密度勾配
13 : 6	29.81	0.00	7.51	24.00	4.30	23.06	1.14	12.00	0.17
13 : 10	29.73	0.00	7.39	24.00	14.52	33.53	0.68	12.00	0.17
13 : 14	28.09	3.00	7.51	25.50	18.38	23.77	0.47	14.25	0.16
13 : 18	22.36	10.50	7.56	24.00	19.32	24.37	0.21	17.25	0.16
13 : 22	22.73	10.50	6.37	27.00	19.56	24.44	0.19	18.75	0.14
13 : 26	23.29	12.00	6.88	27.00	19.88	24.78	0.21	19.50	0.16
13 : 30	24.33	12.00	6.76	27.00	21.16	24.48	0.18	19.50	0.18
13 : 34	24.12	13.50	7.02	27.00	21.72	24.41	0.14	20.25	0.19
13 : 38	24.23	13.50	7.05	27.00	21.64	24.54	0.15	20.25	0.19
13 : 42	24.37	15.00	0.00	27.00	22.18	24.68	0.09	21.00	0.22
13 : 46	23.99	15.00	6.60	27.00	22.50	24.73	0.09	21.00	0.21
13 : 50	24.70	15.00	6.67	27.00	22.84	24.89	0.10	21.00	0.23
13 : 54	24.05	16.50	6.88	27.00	23.32	24.96	0.04	21.75	0.24
13 : 58	24.04	16.50	6.89	27.00	23.16	25.14	0.05	21.75	0.24
14 : 2	24.82	16.50	7.04	27.00	24.24	25.33	0.03	21.75	0.26
14 : 10	25.04	16.50	7.16	27.00	24.10	25.47	0.05	21.75	0.27
14 : 14	25.10	16.50	7.22	27.00	24.26	25.53	0.05	21.75	0.27
14 : 18	25.20	16.50	6.71	28.50	24.44	25.56	0.04	22.50	0.24
14 : 22	24.43	18.00	6.75	28.50	24.76	25.55	-0.02	23.25	0.25
14 : 26	24.54	18.00	7.34	27.00	25.04	25.67	-0.03	22.50	0.30
14 : 30	24.83	18.00	6.42	30.00	24.98	25.39	-0.01	24.00	0.23
14 : 34	24.94	18.00	6.50	30.00	25.52	25.50	-0.03	24.00	0.23
14 : 38	25.10	18.00	6.58	30.00	25.50	25.54	-0.02	24.00	0.24
14 : 42	25.25	18.00	6.62	30.00	25.44	25.77	-0.01	24.00	0.23
14 : 46	25.31	18.00	6.16	31.50	25.54	25.84	-0.01	24.75	0.22
14 : 50	25.27	18.00	6.25	31.50	25.70	26.00	-0.02	24.75	0.22
14 : 54	25.37	18.00	6.31	31.50	25.78	26.12	-0.02	24.75	0.22
14 : 58	25.55	18.00	6.20	31.50	26.00	26.23	-0.02	24.75	0.22
15 : 2	24.46	21.00	6.36	33.00	25.32	23.95	-0.05	27.00	0.22
15 : 6	24.23	21.00	6.27	34.50	24.82	24.61	-0.03	27.75	0.20
15 : 10	24.26	21.00	6.41	34.50	25.10	24.21	-0.05	27.75	0.20
15 : 14	24.50	21.00	6.20	34.50	25.14	24.40	-0.03	27.75	0.20
15 : 18	24.70	21.00	6.52	33.00	25.12	24.45	-0.02	27.00	0.23
15 : 22	24.53	24.00	6.89	31.50	25.38	24.73	-0.05	27.75	0.36
15 : 26	24.45	25.50	6.27	34.50	25.22	24.79	-0.04	30.00	0.30
15 : 30	24.61	25.50	6.18	34.50	25.38	24.20	-0.04	30.00	0.30
15 : 34	24.77	25.50	6.52	34.50	25.52	25.05	-0.04	30.00	0.31
15 : 38	24.66	25.50	6.76	34.50	25.66	25.21	-0.06	30.00	0.30
15 : 42	24.94	25.50	6.58	34.50	25.78	24.88	-0.05	30.00	0.31
15 : 46	24.17	27.00	6.72	34.50	25.94	24.70	-0.10	30.75	0.35
15 : 50	24.02	25.50	6.87	34.50	25.96	25.25	-0.11	30.00	0.28
15 : 54	24.03	25.50	6.73	34.50	26.18	25.51	-0.12	30.00	0.29
15 : 58	25.40	25.50	6.74	36.00	26.16	25.49	-0.04	30.75	0.28

表8-6d 混入率の時間変化

時 間	表層水温	表層の位置	底層水温	底層の位置	取 水 温	流入水温	混 入 率	躍層の位置	密度勾配
13 : 20	24.84	12.00	10.10	27.00	21.84	24.66	0.20	19.50	0.17
13 : 24	24.17	15.00	10.21	27.00	21.88	24.61	0.16	21.00	0.20
13 : 28	24.14	15.00	10.15	27.00	22.38	24.58	0.13	21.00	0.20
13 : 32	24.45	15.00	10.17	27.00	22.18	24.56	0.16	21.00	0.20
13 : 36	24.14	16.50	10.22	27.00	22.76	24.53	0.10	21.75	0.23
13 : 40	24.15	16.50	10.20	27.00	22.82	24.53	0.10	21.75	0.23
13 : 52	24.07	18.00	10.02	28.50	23.62	24.56	0.03	23.25	0.23
13 : 56	24.34	16.50	10.15	28.50	23.66	24.79	0.05	22.50	0.20
14 : 0	24.43	16.50	10.11	28.50	23.88	24.80	0.04	22.50	0.20
14 : 4	23.77	18.00	10.16	28.50	23.78	24.85	-0.00	23.25	0.22
14 : 8	23.82	18.00	10.31	28.50	24.08	24.92	-0.02	23.25	0.22
14 : 12	23.68	18.00	9.97	30.00	24.34	25.02	-0.05	24.00	0.19
14 : 16	24.12	18.00	9.98	30.00	24.44	25.03	-0.02	24.00	0.20
14 : 20	24.43	18.00	9.55	31.50	24.46	25.10	-0.00	24.75	0.19
14 : 24	24.51	18.00	9.54	31.50	24.48	25.15	0.00	24.75	0.19
14 : 28	24.66	18.00	9.62	31.50	24.86	25.18	-0.01	24.75	0.19
14 : 36	24.68	18.00	9.68	31.50	24.92	25.25	-0.02	24.75	0.19
14 : 40	23.71	21.00	9.78	31.50	24.96	25.35	-0.09	26.25	0.22
14 : 44	23.95	21.00	9.80	31.50	25.18	25.55	-0.09	26.25	0.22
14 : 48	24.22	21.00	9.86	31.58	25.28	25.70	-0.07	26.29	0.23
14 : 52	24.44	21.00	9.94	31.50	25.04	25.63	-0.04	26.25	0.24
14 : 56	24.56	21.00	9.94	31.50	25.32	26.02	-0.05	26.25	0.24
15 : 0	25.01	21.00	9.61	33.00	24.62	24.43	0.03	27.00	0.22
15 : 4	25.10	21.00	9.64	34.50	25.06	24.49	0.00	27.75	0.20
15 : 8	24.40	25.50	9.59	34.50	24.50	24.21	-0.01	30.00	0.28
15 : 12	23.81	27.00	9.86	34.50	24.90	24.50	-0.08	30.75	0.31
15 : 16	24.36	27.00	9.75	36.00	24.80	24.40	-0.03	31.50	0.27
15 : 20	23.67	28.50	9.70	34.50	24.74	24.68	-0.08	31.50	0.38
15 : 24	23.14	28.50	9.77	34.50	24.90	24.51	-0.03	31.50	0.36
14 : 28	24.14	28.50	9.99	34.50	24.86	24.59	-0.05	31.50	0.40
15 : 32	24.11	28.50	9.54	36.00	25.08	23.89	-0.07	32.25	0.32
15 : 36	24.00	28.50	9.70	36.00	24.96	24.67	-0.07	32.25	0.32
15 : 40	23.88	28.50	9.82	36.00	25.02	24.79	-0.08	32.25	0.31
15 : 44	24.62	28.50	9.86	36.00	25.22	25.00	-0.04	32.25	0.34
15 : 48	24.26	28.50	10.02	36.00	25.36	25.06	-0.08	32.25	0.32
15 : 52	23.75	28.50	9.41	39.00	25.44	25.13	-0.02	33.75	0.22
15 : 56	24.50	28.50	9.81	37.50	25.48	25.25	-0.07	33.00	0.28

第9章 検 討 結 果

第9章 検 討 結 果

昭和54年度から昭和59年度に亘って検討してきた玉川ダム洪水吐きの形状および規模は、図9-1～9-4の実施設計資料図に示す形状でダムの設計条件を満たすことができる。実験資料に示す Crest, オリフィスおよびコンジットのダム管理資料は、次に示すそれぞれの実験式によって求まる貯水位と放流量とゲートの関係を使用できる。

1. オリフィスの放流量式

1) 開水路流の放流量は次式による。

$$Q_0 = C_0 \cdot A_0 \cdot \sqrt{2gH_0} \dots\dots\dots (9-1)$$

$$C_0 = -0.0104 (H_0/D_0)^5 + 0.0765 (H_0/D_0)^3 + 0.200 (H_0/D_0) \dots\dots\dots (9-2)$$

ここに、 Q_0 : オリフィスの放流量 (m^3/s)

C_0 : オリフィスの流量係数

A_0 : オリフィスの吐口断面積 ($= 14 \text{ m}^2$)

g : 重力加速度 ($= 9.8 \text{ m/s}^2$)

H_0 : オリフィス敷高 (EL. 382.5 m) から貯水位までの総水頭 (m)

B : オリフィス幅 ($= 4 \text{ m}$)

G_0 : ゲートの鉛直開度高 (m)

D_0 : ゲートの吐口高さ ($= 3.769 \text{ m}$)

但し、適用範囲は、 $H/G < 1.6$

2) 管路流領域の放流量は、(9-1) 式での流量係数を次式で与えるものとする。

$$C_0 = C_1 \sqrt{-0.7745 (G_0/H_0) + 0.8474} \dots\dots\dots (9-3)$$

$$C_1 = 26.93 (G_0/D_0)^6 - 72.61 (G_0/D_0)^5 + 73.91 (G_0/D_0)^4 - 35.04 (G_0/D_0)^3 \\ + 7.680 (G_0/D_0)^2 + 0.1263 (G_0/D_0) \dots\dots\dots (9-4)$$

但し、適用範囲は $H_0/G_0 > 2.0$

2. コンジットの放流量式

1) 管路流領域の放流量は次式による。

$$Q_c = n_c \cdot C_c \cdot A_c \cdot \sqrt{2gH} \dots\dots\dots (9-5)$$

$$C_c = C_2 \cdot \sqrt{-0.9856 (G_c/H_c) + 0.9374} \dots\dots\dots (9-6)$$

$$C_2 = 2.382 (G_c/D_c)^5 - 4.407 (G_c/D_c)^4 + 3.275 (G_c/D_c)^3 \\ - 1.208 (G_c/D_c)^2 + 0.9576 (G_c/D_c) \dots\dots\dots (9-7)$$

ここに、 Q_c : コンジットの放流量 (m^3/s)

C_c : コンジットの流量係数

A_c : コンジットの吐口断面積 ($= 8.315 \text{ m}^2$)

H_c : コンジットゲート戸当り標高 EL. 350.28 m から貯水位までの総水頭

n_c : コンジットの条数

G_c : ゲート鉛直開度高 (m)

D_c : ゲートの吐口高さ (=3.0 m)

但し, 適用範囲は, $H_c/G_c > 1.8$

3. クレストの放流量式

1) クレスト全開時の自由越流領域の放流量は次式による。

$$Q_e = n_e \cdot C_e \cdot B_e \cdot H_e^{1.5} \dots\dots\dots (9-8)$$

$$C_e = 1.42 + 1.08 (H_e/H_d) - 0.482 (H_e/H_d)^2 \dots\dots\dots (9-9)$$

ここに, Q_e : クレストの放流量 (m^3/s)

n_e : クレストの径間数 (1~4)

C_e : クレストの流量係数

B_e : クレストの径間幅 (=8.6 m)

H_e : 越流水深 (貯水位—クレスト敷高 EL. 392.2 m)

H_d : クレストの設計越流水深 (=11.9 m)

2) ゲート半開時の放流量は次式による。

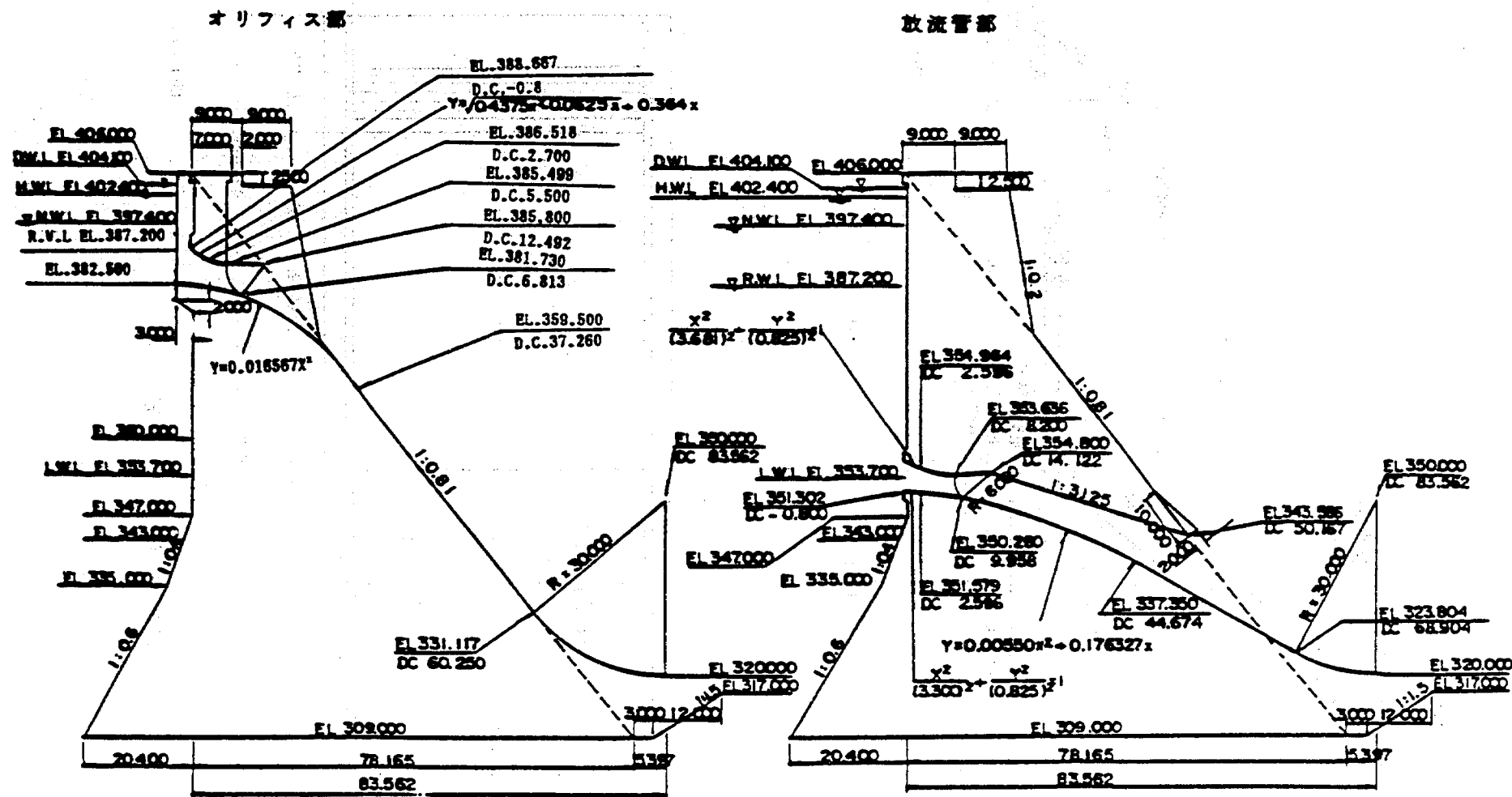
$$Q_e = n_e \cdot C_h \cdot B_e \{ H_e^{1.5} - (H_e - G_e)^{1.5} \} \dots\dots\dots (9-10)$$

$$C_h = 1.67 + 0.756 (G_e/H_d) - 0.434 (G_e/H_d)^2 \dots\dots\dots (9-11)$$

ここに, C_h : クレストゲート半開時の流量係数

G_e : ゲートの鉛直開度高 (m)

但し, この両式の適用範囲は $H_e/G_e > 1.8$ である。



単位 (m)

図9-1 最終形状

あ　と　が　き

玉川ダム水理模型実験に係る模型製作，実験計測および資料解析の主たるものは土木研究所の実施計画に基づき，株式会社建設技術研究所が行ったものである。

最後に，本報告書が完成するまでの水理設計，水理模型実験および報告作成にあたって東北地建玉川ダム工事事務所を初めとして数多くの方々の御指導および御協力を賜ったことに対し，深く感謝の意を表します。

昭和60年2月

建設省土木研究所
ダム部ダム水工研究室

玉川ダム水理模型実験報告書

I S S N 0386-5878

土木研究所資料第2193号

昭和60年2月(1985)

宮脇千晴

キーワード：ダム水理模型実験，洪水吐き，選択取水設備

要 旨

玉川ダム洪水吐きの水理機能



