

土 木 研 究 所 資 料

弥栄ダム洪水吐水理模型実験報告書

昭和 53 年 3 月

建設省土木研究所
篠崎試験所

Copyrighte 52年度 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 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なってはならない。

ま え が き

本報告書は、建設省土木研究所が中国地方建設局の依頼により昭和50年度より昭和52年度に亘って篠崎試験所の担当で実施した弥栄ダム洪水吐の水利設計および水利模型実験の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50年度

ダム堤趾部から約30m下流で、中心半径50m程度で左へ約60°彎曲している減勢工案について必要規模の検討を行った。

昭和51年度

現地設計変更に従って模型を改造し、越流部放流機能、放水管放流機能および減勢工規模・形状に関する調査を実施した。主な変更点は以下の通りである。

- (イ) ダム軸変更に伴って洪水吐の全体配置を上流へ20m、右岸へ15m移動させる。この結果、水叩き直線区間は約50mとなる。
- (ロ) サーチャージ水位EL.128mにて $3,350\text{m}^3/\text{sec}$ （変更前は $4,050\text{m}^3/\text{sec}$ ）を放流可能とし、越流堤頂標高をEL.118.7mとする。

昭和52年度

昭和51年度実施した水利実験の結果を考慮し、必要な修正を実施した。

さらに下流河道に対する検討を行い、部分的な修正を行った。主な変更点は以下の通りである。

- (イ) 越流部の放流能力不足に対処するためクレスト形状を変更する。
- (ロ) 河道改修に伴う下流水位低下に対処するため二次減勢工形状を修正する。

なお、水利実験の計測・整理の主たるものは土木研究所の実施計画に基づき日本工営株式会社技術研究所が行っている。

昭和53年3月

建設省土木研究所篠崎試験所

高 須 修 二

五十川 政 志

目 次

まえがき	
検討結果	1
第一章 放水管	11
第一節 設計条件	13
第二節 設計計算	13
2-1 概 要	13
2-2 吐口断面	13
2-3 断面の絞り	14
2-4 隅取円弧	14
2-5 ゲート下流開水路形状	15
2-6 設計形状	15
第三節 水理実験	16
3-1 実験および検討の概要	16
3-2 放流能力	18
3-3 管胴作用圧	20
3-4 ゲート下流開水路	22
第四節 総 括	23
放水管資料	24
1 放水管水理実験施設および模型概要	24
2 放水管放流能力曲線	28
3 管胴作用圧力資料	30
4 ゲート下流開水路作用圧力資料	34
5 ゲート下流開水路水面形資料	37
第二章 堤頂越流部	41
第一節 設計条件	43
第二節 堤頂越流部の設計	43
2-1 越流部所要放流量	43
2-2 越流頂標高の決定	43
2-3 越流部形状の決定	43

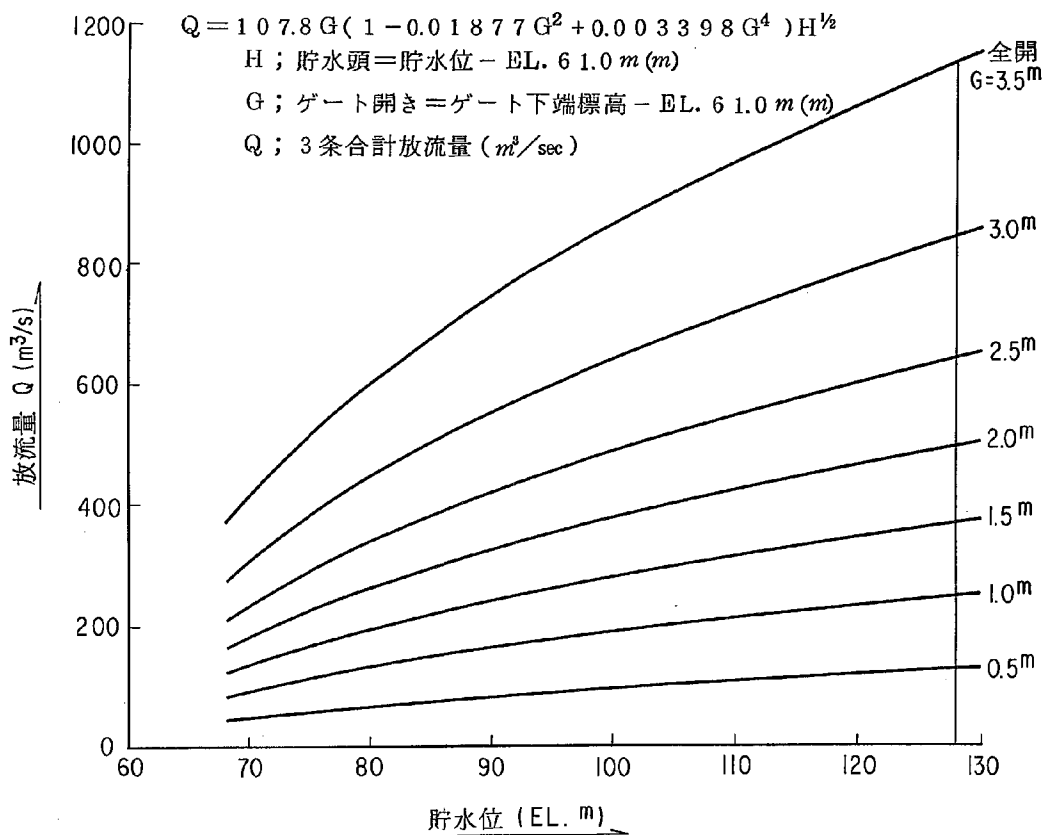
2-4 越流量の算定	47
第三節 水理実験	48
3-1 実験および検討の概要	48
3-2 放流能力	49
3-3 越流部作用圧力	49
3-4 越流水面形状	49
第四節 堤頂越流部実施設計案	50
4-1 概 要	50
4-2 実施設計形状	50
4-3 放流機能曲線（自由越流時）	50
4-4 “ （ゲート操作時）	53
4-5 越流部作用圧力	54
4-6 越流水脈と堤頂構造物および導流壁	55
4-7 放水管開水路出口上面に設置するディフレクタ形状	55
第五節 総 括	55
越流部資料	57
1 堤頂越流部水理実験用模型	57
2 堤頂越流部放流機能曲線	58
3 堤頂越流部作用圧力資料	60
4 越流水面形資料（貯水位 E.L. 128.00m）	64
5 “ （ “ E.L. 129.80m）	68
6 棕梨川ダム堤頂越流部資料	71
7 ディフレクタ形状	73
第三章 減勢工	75
第一節 設計条件	77
第二節 弥栄ダム減勢工設計の経緯と要点	77
第三節 昭和50年度減勢工実験結果	79
3-1 実験の概容	79
3-2 分離壁の効果	79
3-3 減勢工規模	81
3-4 波処理工	82

3-5	圧力測定	82
第四節	曲線型減勢工実験結果	82
4-1	実験の概要	82
4-2	減勢工規模	84
4-3	分離壁の効果	84
4-4	波処理工	85
4-5	副ダム前面の方向の効果	85
4-6	バップルピアの効果	85
4-7	副ダム減勢工	86
第五節	直線型減勢工実験結果	89
5-1	実験の概要	89
5-2	水叩き長	89
5-3	副ダム下流横流入水路	90
5-4	二次減勢工	91
	減勢工資料	93
1	弥栄ダム模型一般図	93
2	昭和50年度減勢工実験流況概要	94
3	昭和50年度減勢工ケース9水面流況資料	95
4	" " 圧力測定結果	98
5	曲線型減勢工流況概要(ケースC-1, 4, 7, 9, 10, 11, 16)	99
6	曲線型減勢工C-1 水面形状	106
7	" C-7 水面形状	108
8	" C-1 構造物作用圧力	111
9	" C-17 副ダム作用圧力	114
10	副ダム下流減勢工流況写真(ケースCS-2, 3, 7, 8)	115
11	副ダム下流河道水面測定結果	116
12	副ダム下流減勢工 CS-14 流況写真	117
13	直線型減勢工 D-2 水面形状, 作用圧力資料	118
14	" D-3 " "	123
15	横流入水路流況概要(ケースD-4, 5, 6, 7, 8)	128
16	" D-5 水面形状資料	133

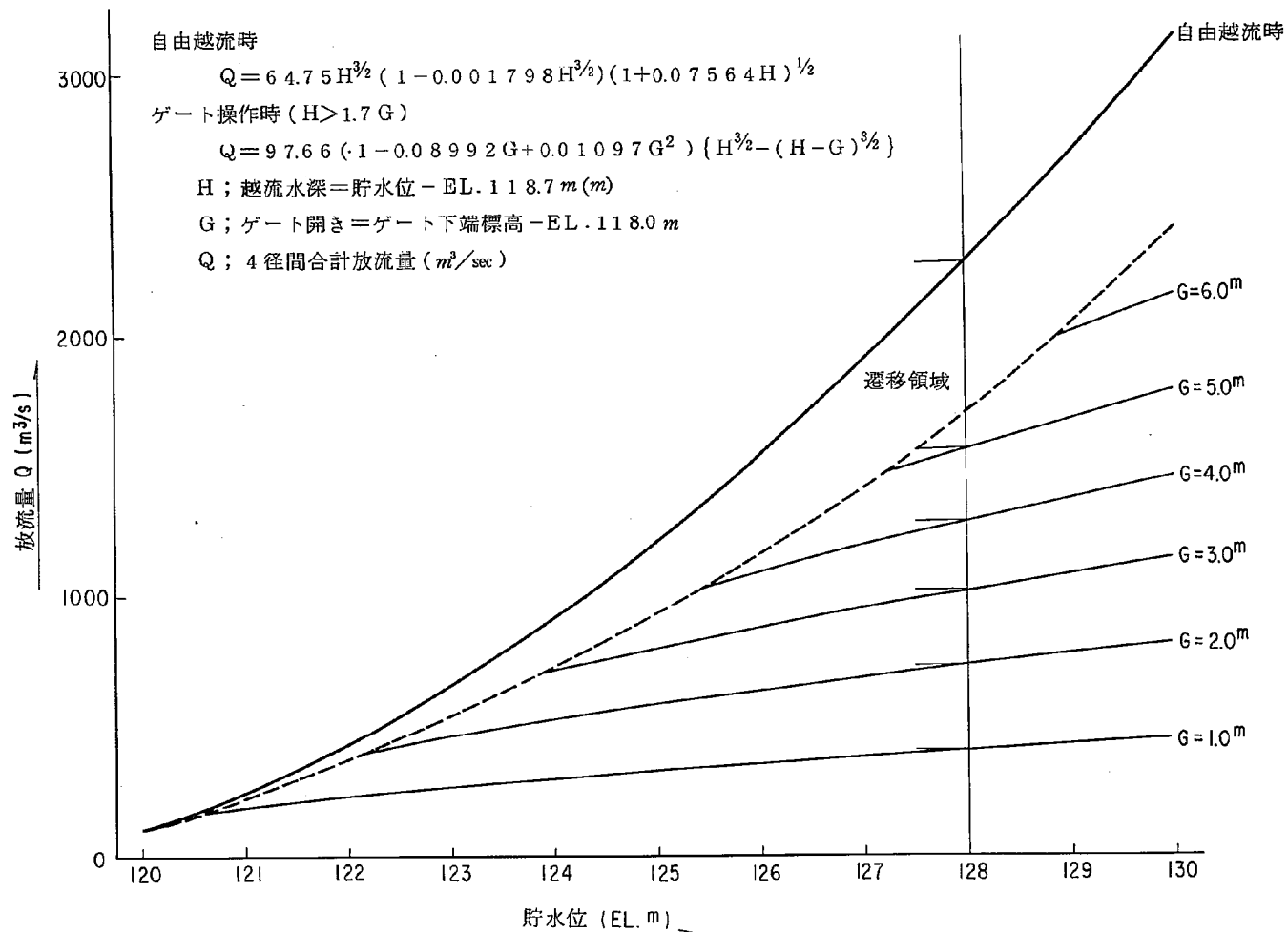
17	横流入水路D-8	水面形状資料	136
18	二次減勢工	流況概要(ケースDS-1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8)	139
19	"	水面形状資料(ケースDS-4, 5, 6, 7, 8)	147
20	"	作用圧力資料(")	154
第四章 ダム下流河道の流況			159
河道資料			162
1	河道断面図		162
2	下流河道流況概要(ケース1)		167
3	"	(ケース2)	170
4	"	(ケース3)	173
参考資料			177

検 討 結 果

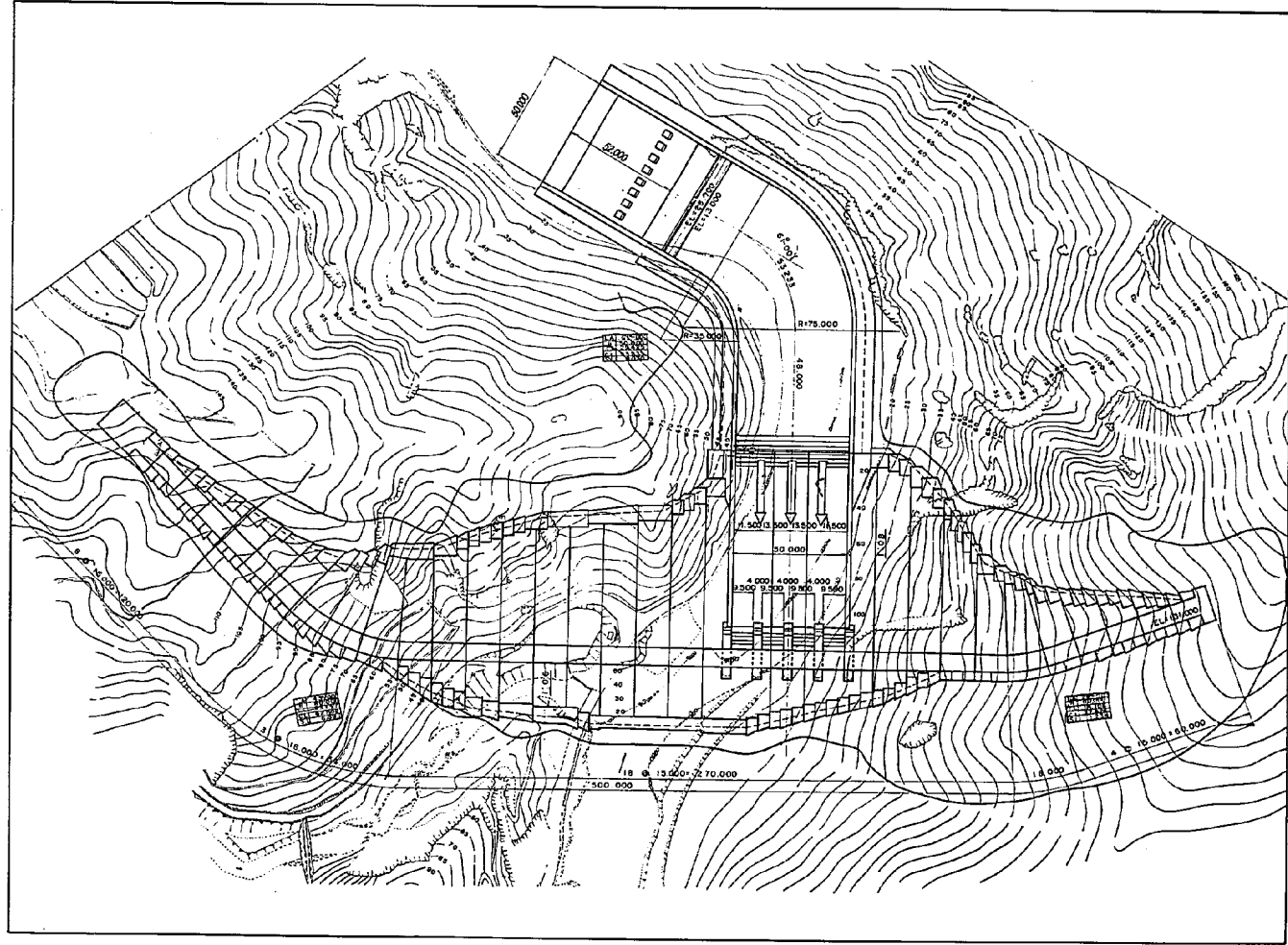
弥栄ダム洪水吐として「設計資料」に示す形状を採用すれば設計条件を満足し、所定の機能を維持することが出来る。この場合、放水管および越流頂の放流能力曲線は「管理資料」に示すものが適用される。



放水管放流能力曲線 (3条合計量)

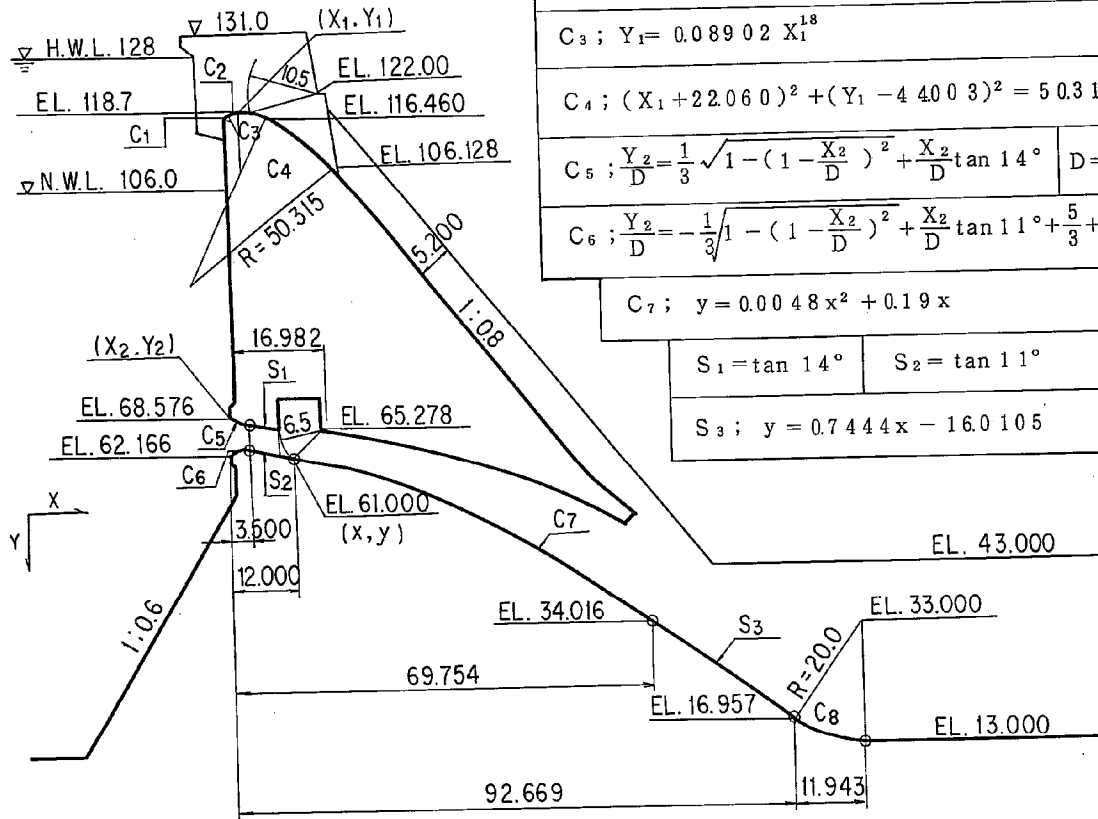


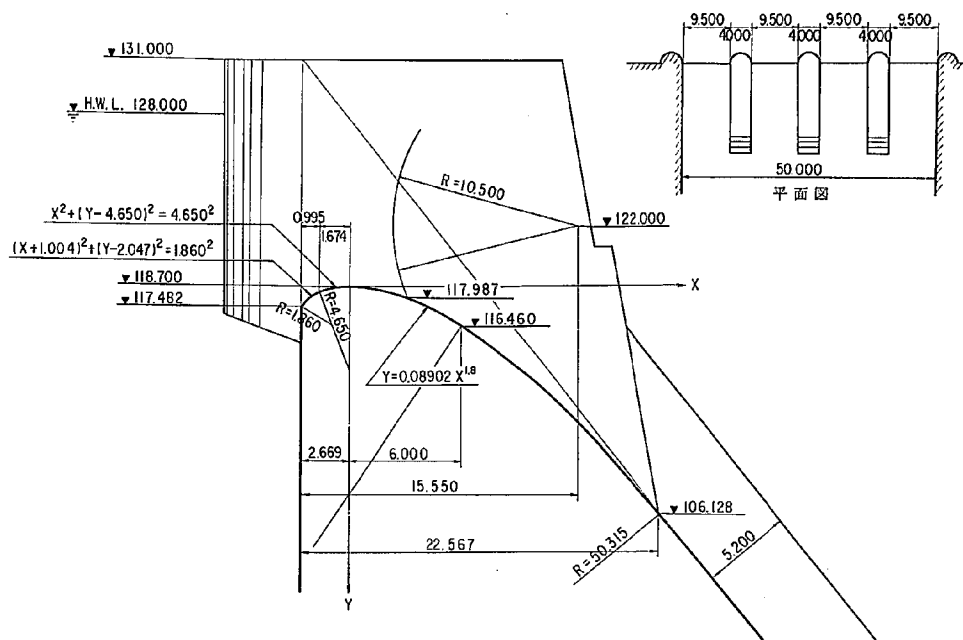
堤頂越流部放流能力曲線 (4 径間合計量)



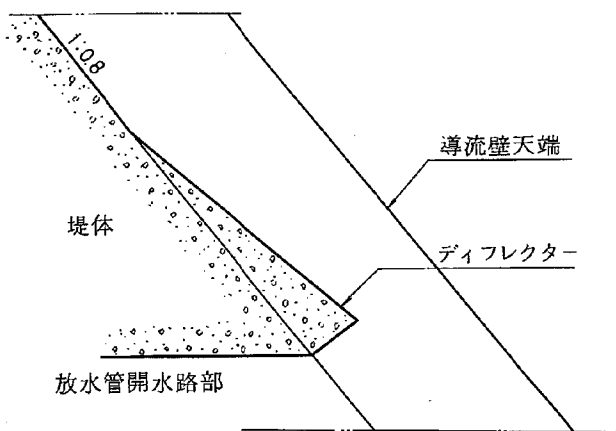
弥栄ダム一般平面図

弥栄ダム標準横断使用曲線

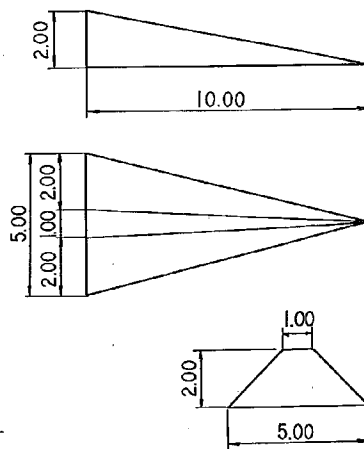




弥栄ダム堤頂越流部

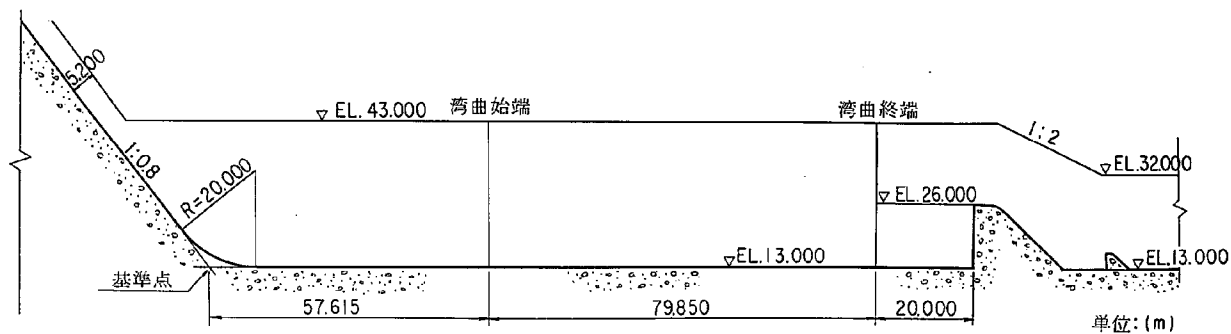
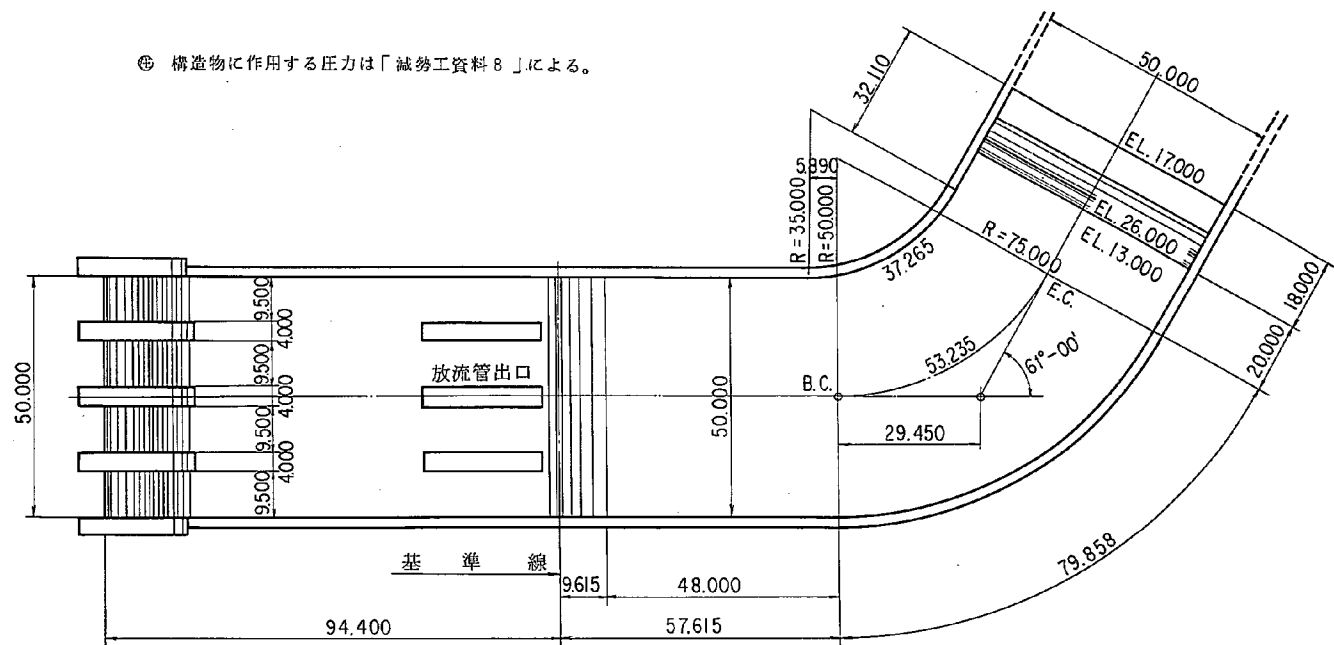


ディフレクター設置概念図



ディフレクター形状図
(単位 m)

④ 構造物に作用する圧力は「減勢工資料 8」による。



減勢工形状詳細図

单位: (m)

第一章 放 水 管

第一章 放水管

第一節 設計条件

現洪水調節計画および将来の変更予測を含めた洪水調節操作および中小洪水に対する水質対策に関する弥栄ダム工事々務所での検討を踏まえて、常用洪水調節用設備は放水管とし、設計条件として次のものを考える。

- イ) 常時満水位、EL.106m にて $900m^3/sec$ 放流可能なこと。
- ロ) 呑口中心標高を EL.65m 付近とすること。

第二節 設計計算

2-1 概要

弥栄ダムの常用洪水調節設備としての放水管は第一節の設計条件および、非常用洪水吐、減勢工を考慮して管路長の短い半管路式の放水管を採用し、非常用洪水吐4門の中央橋脚真下に3条設置する。

放水管の管軸は堤体の上下流面勾配を考慮して呑口より下流に向って、 $12^\circ-30'$ の傾斜角を有する。その断面は主ゲートおよび非常用ゲートの設置を考え、方形とし呑口ベルマウスより順次断面を縮少し不穏な圧力降下を生じさせないように配慮する。吐口部には高圧ラジアルゲートを設置し、流量コントロールを行なう。

ゲートから下流の開水路部の横断形状は計画最大水頭時の流出水脈の軌跡を考慮した二次曲線形とし直線区間（二次曲線とバケット円曲線の接線）を経て水平水叩きのバケットになめらかに接続する。

2-2 吐口断面

放水管の放流量は次式で計算される。

$$Q = nAC\sqrt{2gH_e}$$

設計条件より

$$Q = 900m^3/sec, \quad n = 3, \quad H_e = 106 - 65 = 41m, \quad C = 0.9$$

とすると必要断面積は

$$A = Q / n C \sqrt{2 g H_0} \div 11.759 m^2$$

今、吐口断面を3.5 m角とし隅取面積を4 %とすると

$$A_0 = 3.5 \times 3.5 \times (1 - 0.04) = 11.76 m^2 > A$$

よって、弥栄ダム放水管の吐口断面は3.5 m×3.5 mの方形断面とする。

2-3 断面の絞り

放水管の呑口ベルマウスは流れを急激に加速し、その結果ベルマウス終端に圧力降下を生じる。この圧力降下を負圧としないために放水管では吐口断面に対してベルマウス終端の断面を大きくし、その地点の流速を小さくして圧力を高める方策が用いられる。この断面の絞りは次式で計算される。

$$n^2 > \frac{H_0}{H_e} \cdot C - (f_e + \mu)$$

$$H_0: \text{貯水位}-\text{吐口中心標高} = 128 - 62 = 66 \text{ m}$$

$$H_e: \text{貯水位}-\text{基準点標高} = 128 - 67 = 61 \text{ m}$$

$$C: \text{圧力降下係数} = 1.15$$

$$f_e: \text{入口損失係数} = 0.05$$

$$\mu: \text{摩擦損失係数} = 0.02$$

$$\therefore n > 1.084$$

ベルマウス終端と吐口断面幅が一定であるとする。ベルマウス終端部として $3.5 \times 1.084 \div 3.8 \text{ m}$ となる。

2-4 隅取円弧

放水管に隅取円弧を使用する目的は刃形オリフィスよりの流出ナップ形状に近似させて流線のまがりによる水理的影響を軽減することと、構造的に隅角部の応力を軽減することの二点である。これまでのベルマウス部の設計に対しては、前者に重点が置かれており、構造的に不利であるとともに形状も非常に繁雑となっている。弥栄ダムでは上述のことを考慮して隅取円弧の中心軸を管全体に亘って直線とする。

吐口での隅取を4 %とすると隅取面積は

$$3.5 \times 3.5 \times 0.04 = 0.49 m^2$$

となる。しかるに円弧半径 r は

$$r = \sqrt{\frac{0.49}{4-\pi}} = 0.7555 \approx 0.75 \text{ m}$$

となる。

2-5 ゲート下流開水路形状

放水管ゲート下流開水路の縦断面形状は計画最大水頭時の流水脈の軌跡を考慮した放物線形とし、直線区間を経てバケットに接続する。

上述の事を満足するために放水管吐口下面を標高 6.1 m とし、ダム軸からの距離は管長 12 m からリセス 0.6 m を減じて 11.4 m とし、下面の傾きは 11° とする。断面放物線は次式で計算される。

$$y = \frac{x^2}{4C^2 H_e \cos \theta} + \tan \theta \cdot x$$

H_e : 設計水頭 (m) $12.8 - 6.2 = 6.6 \text{ m}$

C : 流量係数 0.9

θ : 放水管吐口下面の傾き 11°

これから開水路縦断面形状は次式で表示される。

$$y = 0.0048x^2 + 0.9x \quad 0 < x < 6.9754$$

$$y = 0.7444x - 1.60105 \quad 6.9754 < x < 9.2669$$

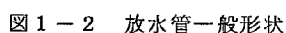
ただし、座標として放水管吐口下面を原点とし、下流方面に x 軸、鉛直下方に y 軸を設定する。

2-6 設計形状

小節 2-1 ~ 2-5 を考慮して設計された放水管の諸元は表 1-1 の通りであり、形状は図 1-2 に示すとおりである。

表 1-1 設計放水管の諸元

項 目	設 計 値	計 画 値
呑口中心標高	EL. 65.371m	EL. 65m
吐口中心標高	EL. 63.042m	—
ゲート敷標高	EL. 61.000m	—
呑口断面積 (3条)	102.723m ²	—
吐口断面積 (3条)	35.301m ²	35.28m ²
ベルマウス終端断面高	3.885m	3.8m



3-1 実験および検討の概要

表 1-3 实 驗 内 容

— 16 —

し、その放流能力、作用圧力、流況を調査し、放流機能および構造設計資料の収集および検討を行った。この実験の調査項目および設計条件は表 1-3 のとおりである。この実験は建設省土木研究所篠崎試験所の第 11 号水槽に放水管模型を取り付けて行った。装置の一般状況を「放水管資料 1」に示す。

模型放水管は実物放水管の開水路部約 3.3 m を含む全長 4.5 m を 1/30 とした幾何学的相似模型で透明合成樹脂板を熱処理プレス加工仕上げして製作された。（放水管資料 1）

圧力測定のためのピエゾメータは管路部に 82 本開水路部に 28 本埋設された。その設置位置は実物寸法によって「放水管資料 1」に示すとおりである。

実験諸量の測定は表 1-4 に示すとおりである。この実験での水理現象には重力の影響が支配的なのでフルードの相似則に従うものとする。模型の縮尺は 1/30 を採用したので諸量の縮

表 1-4 諸量の測定法

貯 水 位	実験水槽の側部に取り付けた水柱マノメーターによって測定した。
放 流 量	装置末端に設置された切欠き巾 80.0 mm の四角堰によって測定した。
圧 力	模型に埋設した内径 1 mm のピエゾメーターをビニルホースで $\phi 1.0$ mm 水柱マノメーターに連結して測定した。
水 面 形	測定断面において開水路敷高あるいは側壁天端高を基準にしてスケールで測定した。
ゲ ー ト 開 き	ゲートリップ先端からゲート敷面までの垂直高として設定し、その開度の調整はあらかじめゲートしゅう動部側壁に付した目盛に合わせて行なわれた。

尺値は次のようになる。

$$\begin{array}{lll}
 \text{長さの縮尺} & K_L = & = 1/30 \\
 \text{圧力（水頭）縮尺} & K_P = K_L & = 1/30 \\
 \text{流速縮尺} & K_V = K_L^{1/2} & = 1/5.4772 \\
 \text{流量縮尺} & K_Q = K_L^{3/2} & = 1/49.295
 \end{array}$$

これにより放水管の実物と模型の主要諸元を示すと表 1-5 のとおりである。

表 1-5 放水管実物と模型の主要諸元

諸 元	縮 尺	実 物 値	模 型 値
放 水 管 呑 口	1/30	6.410m×5.834m	213.7mm×194.5mm
“ 吐 口	“	3.500m×3.500m	116.7mm×116.7mm
テ ン タ ー ゲ ー ト	“	R=6.500m	R=216.7mm
呑 口 断 面 積	1/900	3×34.241m ²	3×38.0456cm ²
吐 口 “	“	3×11.767m ²	3×13.0744cm ²
計 画 最 大 放 流 量	1/4929.5	900m ³ /s	182ℓ/s

3-2 放流能力

ゲート全開時および半開時における貯水位と放流量の関係を「放水管資料2」に示す。この資料に示される放流量は抽出実験による結果から3条放流量に換算された値である。

放水管の放流能力に対する設計条件は常時満水位 E.L. 106.00m に対して設定されている。この時、計画値 900m³/sec に対して実験値は 915m³/sec である。

従って計画値に対しては放水管単独の放流条件は満足している。またサーチャージ水位における放水管放流可能量は 1,130m³/sec である。図 1-6 は流量係数を示したものである。この流量係数算出は次式によって行なったものであるが水頭 H の取り方に注意を要する。

$$C = Q_0 / A_n \sqrt{2gH}$$

ただし

C : 流量係数

Q₀ : 放水管 3 本当りの放流量 (m³/sec)

A_n : 放水管 3 本の吐口の断面積 (= 3 × 11.77 = 35.31)

H : ゲート敷 (E.L. 61m) から貯水位までの水頭 (m)

図 1-6 を検討するとゲート開きにかかわらず貯水位が E.L. 106m より大きい領域ではゲート開きに対して一定化することが認められる。

上述の事実よりゲート開度と流量係数の関係式を貯水位が E.L. 106m より大きい領域の資料を使用して最小自乗法により求めると

$$C_g = 0.69G(1 - 0.23G^2 + 0.51G^4)$$

ただし

G : ゲート開度 (= ゲート開き / 3.5)

となる。また図1-7は貯水位BL. 106m以下の領域の流量係数値を上述 C_g で割った値を図化したものである。これより上式は相当広い領域で実用可能であることが理解される。上式を使用して計算された機能曲線を「放水管資料2」の図中に実線で示す。

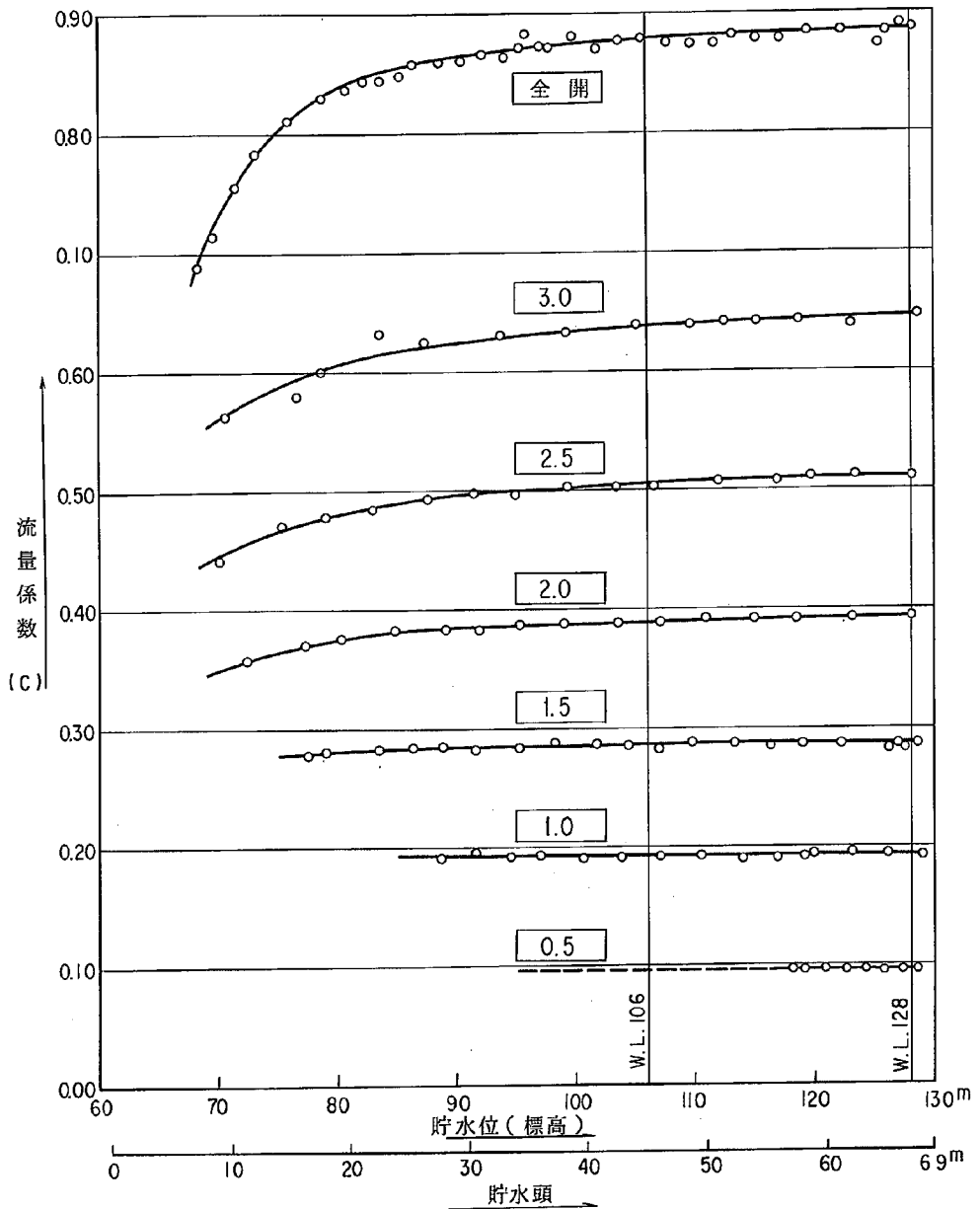


図1-6 放水管流量係数

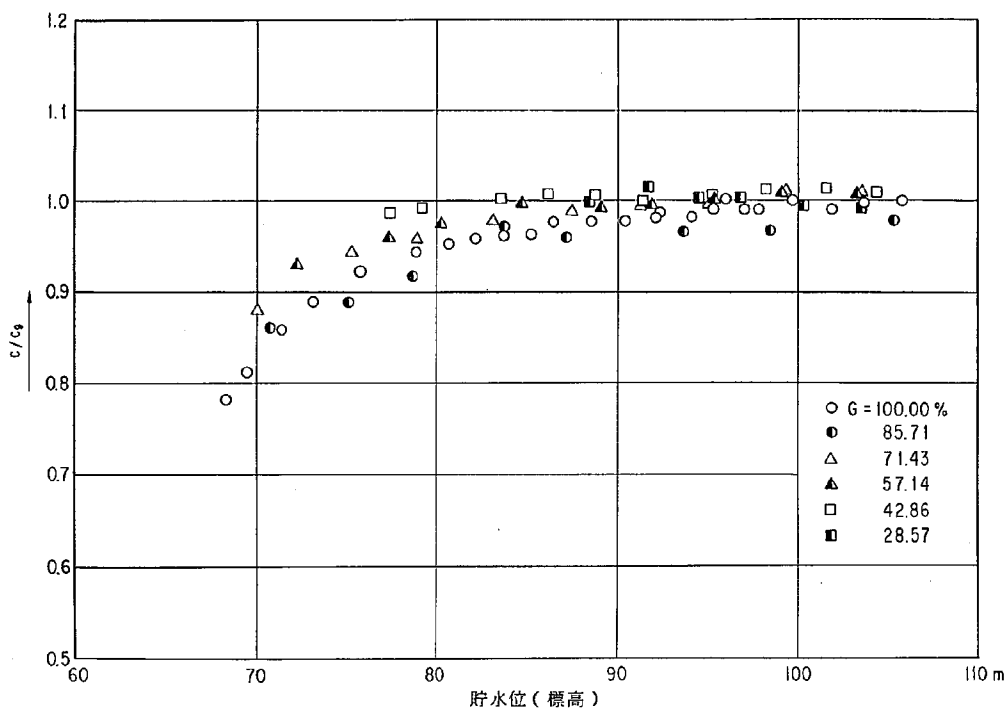


図 1-7 放水管流量係数

3-3 管胴作用圧

放水管内圧力の測定は各断面、上面中心、上面隅角部、側面中央、下面隅角部、下面中心に沿ってその分布状態を測定した。結果は「放水管資料3」に示すとおりである。これらの資料からはどの放流状態でも負圧の発生は認められない。

次にゲート全開時の各断面の圧力降下係数を図1-8に示す。この図には代表的な管中央と危険となりがちな隅角部の分布のみ示してある。表1-9は放水管資料3からの計算値を示したものである。

圧力降下係数は表1-10で定義されるもので放水管の形状に対する圧力分布の相似性を表現するものと考えられる。

全開時、貯水位12.8mおよび10.6mの圧力降下係数は表からでもその一意性は証明される。図を検討するとベルマウス終端の下面隅角部に極値をもつ圧力降下が認められる。これは

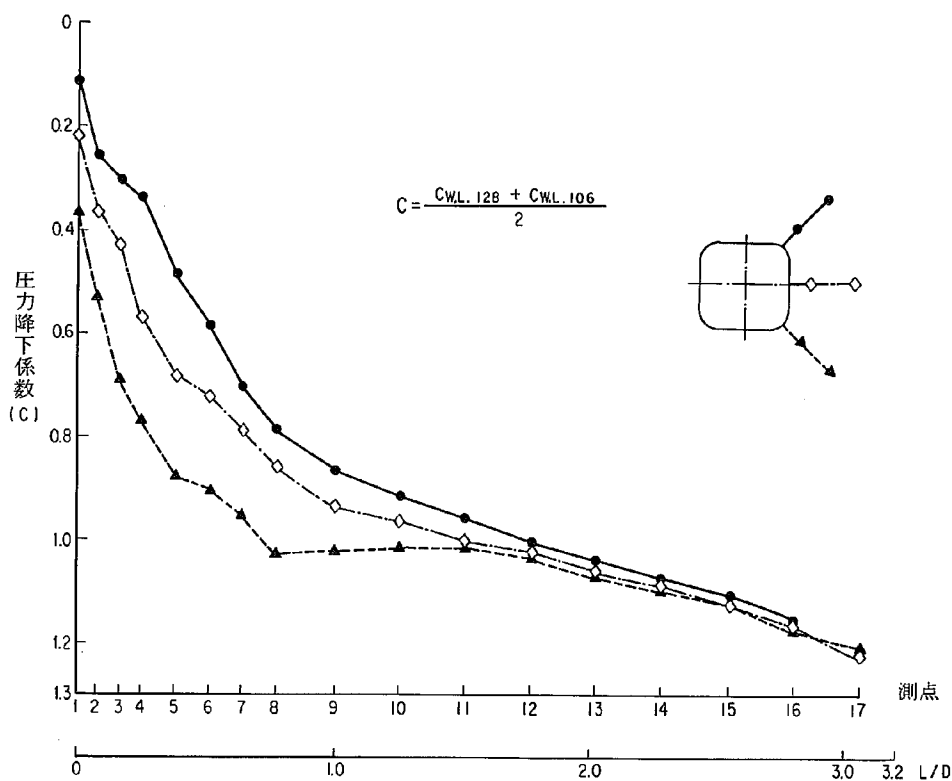


图 1-8 压力降下系数

表 1-9 压力降下系数计算结果

貯水位	W. L. 128.0m						W. L. 106.0m					
	Q=1,130m ³ /s V=3.20m/s						Q=915m ³ /s V=25.9m/s					
	上面隅部		側面中央		下面隅部		上面隅部		側面中央		下面隅部	
	H ₀	C	H ₀	C	H ₀	C	H ₀	C	H ₀	C	H ₀	C
1	5.83	0.112	11.56	0.221	18.94	0.362	3.81	0.111	7.41	0.216	12.78	0.373
2	13.24	0.253	19.15	0.366	27.76	0.531	8.73	0.255	12.54	0.366	18.36	0.536
3	15.88	0.304	22.54	0.431	36.04	0.690	10.35	0.302	14.70	0.429	23.70	0.692
4	18.40	0.352	33.49	0.641	40.29	0.771	11.35	0.331	17.13	0.500	26.46	0.772
5	25.24	0.483	37.75	0.722	45.52	0.871	16.59	0.484	22.08	0.644	30.15	0.880
6	30.76	0.589	"	"	47.02	0.900	20.04	0.585	24.90	0.727	31.05	0.906
7	36.73	0.703	41.08	0.786	49.68	0.951	24.15	0.705	27.15	0.792	32.94	0.961
8	40.93	0.783	44.74	0.856	53.49	1.024	26.88	0.785	29.58	0.863	35.37	1.032
9	45.13	0.864	48.69	0.932	53.35	1.021	29.64	0.865	32.04	0.935	35.22	1.028
10	47.86	0.916	50.10	0.959	53.23	1.019	31.41	0.917	33.12	0.967	34.83	1.017
11	49.96	0.956	52.38	1.002	52.78	1.010	32.82	0.958	34.29	1.001	34.65	1.011
12	52.51	1.005	53.26	1.019	54.19	1.037	34.38	1.004	35.19	1.027	35.40	1.033
13	54.25	1.038	55.39	1.060	55.90	1.070	35.64	1.040	36.39	1.062	36.66	1.070
14	56.16	1.075	56.80	1.087	57.40	1.099	36.72	1.072	37.29	1.088	37.62	1.098
15	57.91	1.108	58.84	1.126	59.05	1.130	37.83	1.104	38.58	1.126	38.70	1.130
16	60.55	1.159	60.94	1.166	61.21	1.171	39.45	1.152	39.84	1.163	40.14	1.172
17			63.94	1.224	63.25	1.210			42.00	1.226	41.67	1.216

表 1 - 1 0 圧力降下係数の定義

$$H_b = C \frac{V^2}{2g}$$

C : 圧力降下係数

g : 重力の加速度 $9.8 (m/s^2)$

H_b : 貯水池水頭 - 各点ピエゾ水頭 (m)

V : 流速 $3.2144 (m/s)$

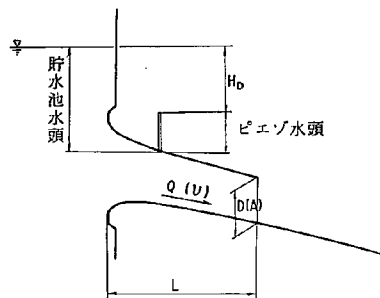
$$V = \frac{Q}{A}$$

Q : 流量 $1.130 (m^3/s)$

A : 吐口断面積 $3.530 (m^2)$

L : 呑口よりの距離 (m)

D : 吐口の管径 3.5 (m)



「放水管資料 3」の圧力分布で理解されるように底面のベルマウス形が若干大きな曲率を持つことによるものであるがその量はわずかであり、呑口より $2D$ の位置で回復している。

これらの事から弥栄ダム放水管は呑口より $2/3$ のところで切断されても圧力的には問題はなく、管路の長い部分 D だけ安全性が高まっていることになる。

3-4 ゲート下流開水路

ゲート下流開水路の作用圧力の測定は各断面下面中央および下面壁沿いに測定し、その結果は「放水管資料 4」に示す。

全開時における作用圧力は水路中央と壁沿いの隅部を比較すると全般的には隅部の方が低下する傾向を示す。また中央、壁沿いともにゲート戸当より下流へ $2.5m \sim 3.0m$ の範囲ではかなりの圧力低下の傾向がある。

半開時における作用圧力は全般的には水路中央と壁沿いの隅部を比較すると隅部の方が低下する傾向を示し、ゲート設置部分を除き大部分は静水圧に近い値を示す。

弥栄ダム放水管開水路の作用圧力はすべて正圧であり設計形状に問題は認められない。

開水路部の水面形状を「放水管資料 5」に示す。

一般にゲート全開時は比較的水脈が安定し水路幅方向の水深が平均し、中央部と壁沿いの水

脈高の差が小さい。しかしゲート半開時はゲートによって縮流をうけた水脈が両壁沿いに薄い水脈で跳ね上がる現象のため中央部と壁沿いに著しい不均衡を生じる。水路全体を考えると最も水脈の上昇する条件はゲート開度 3.0 m の場合である。

ゲートピンに対して主水脈が最も接近するのは洪水時満水時 (E.L. 128.00 m) のゲート全開の状態の時であるが、この場合でも主流よりゲートピンまでは 1.8 m 程度の余裕高がある。また壁沿いに生ずる薄い水脈が接近するのはゲート開度 3.0 m の場合であり、この場合にも 1.5 m 程度の余裕高は確保されるので全般的に特に支障になるような流況は認められない。

第四節 総 括

この検討によって認められた主な事柄は次のとおりである。(実施設計案)

1) 放流能力

常時満水位 W.L. 106.0 m のゲート全開時放流量は $915 \text{ m}^3/\text{sec}$ であり、計画値 $900 \text{ m}^3/\text{sec}$ を満足している。

流量調節管理資料作成には次式が適用される。

$$Q = CA \sqrt{2g(H_e - 6.1)}$$

$$C = 0.69G(1 - 0.23G^2 + 0.51G^4)$$

但し H_e : 貯水位 (標高 m)

A : 吐口断面積 (1 条あたり 11.767 m^2)

G : ゲート開度 (ゲート開き / 吐口断面高)

2) 管胴作用圧力

管内圧力の作用状態は、どの放流条件でも負圧を発生することはない。

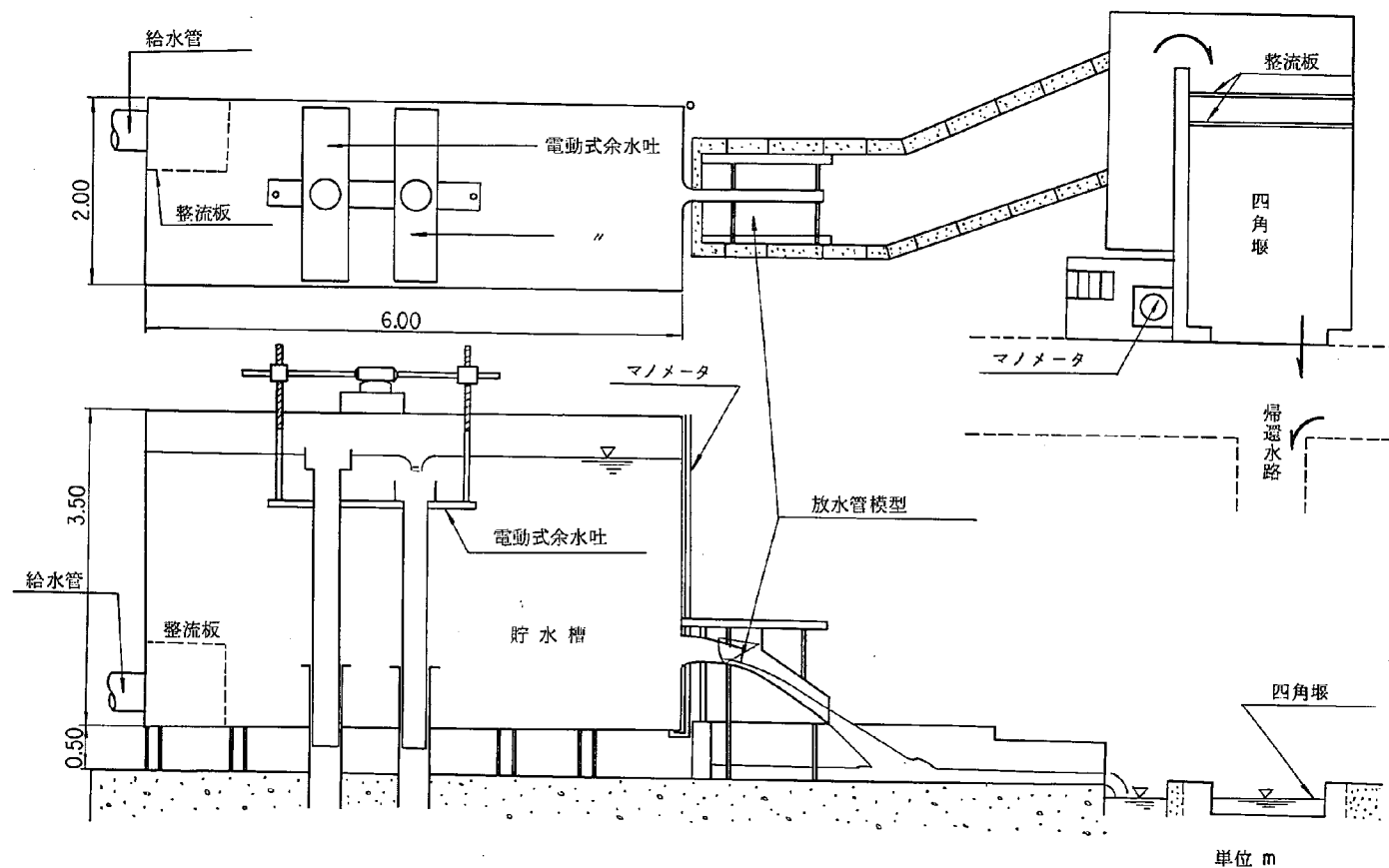
3) 開水路底部面作用圧力

ゲート全開、ゲート半開操作を問わず圧力状態は安全である。

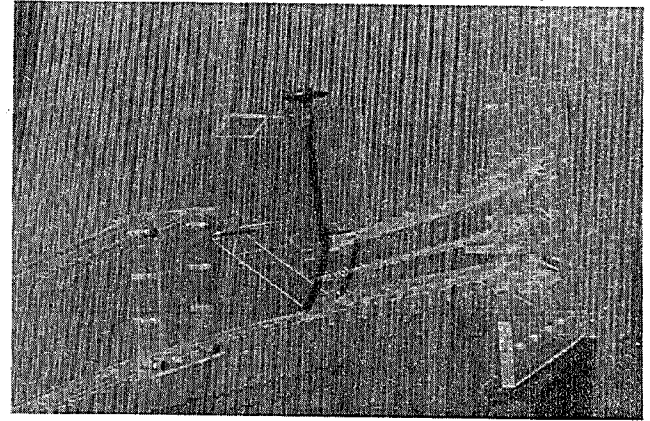
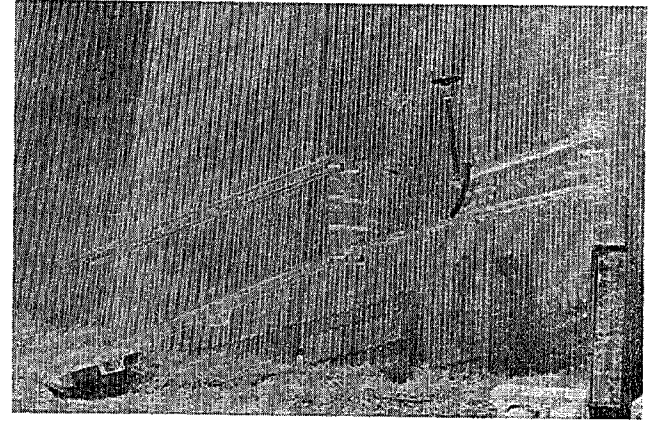
4) 開水路部の流況

ゲート全開時の水脈は比較的滑らかで支障はない。ゲート半開時操作時には壁沿いに薄い水脈が跳躍し極めてゲートピンに接近するが、水脈とゲートピン中心まで 1.8 m の余裕があるので特に問題はない。

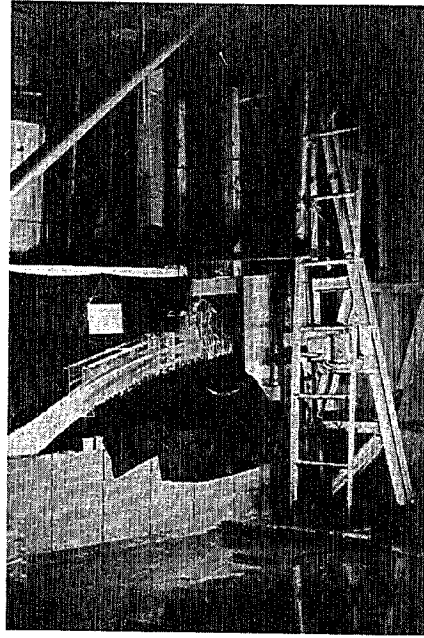
開水路部の上面形状は「放水管資料 5」により決定することができる。



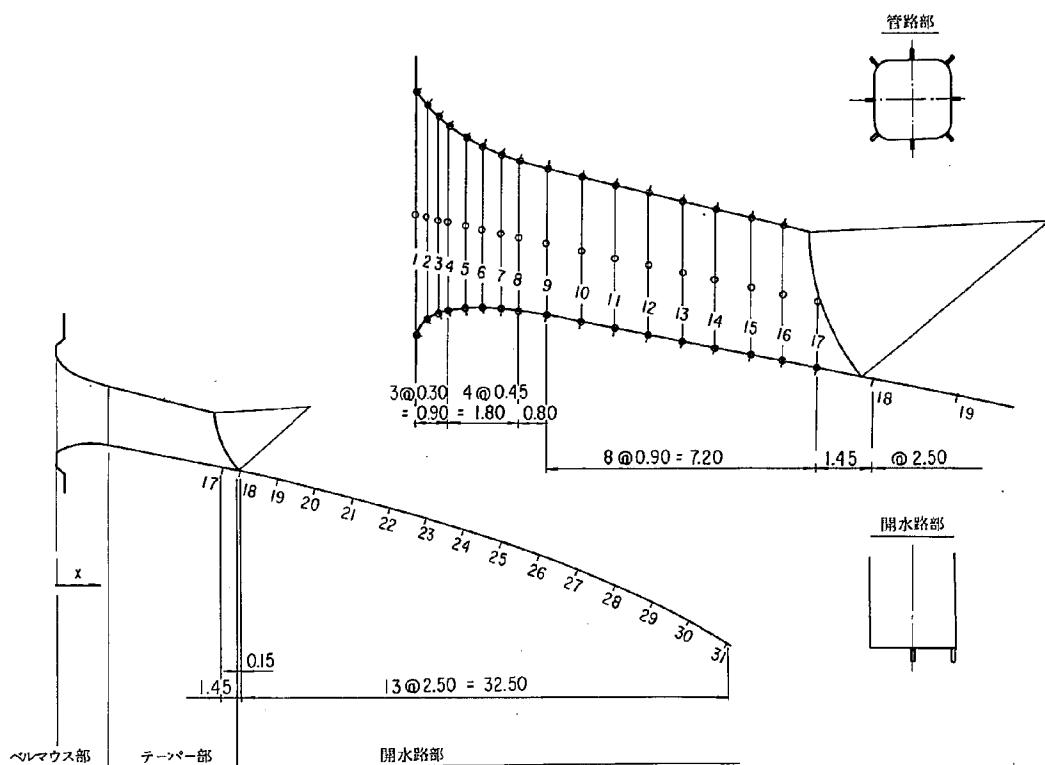
放水管水理模型実験施設概要図



放水管模型 (1/30)



放水管水力模型実験



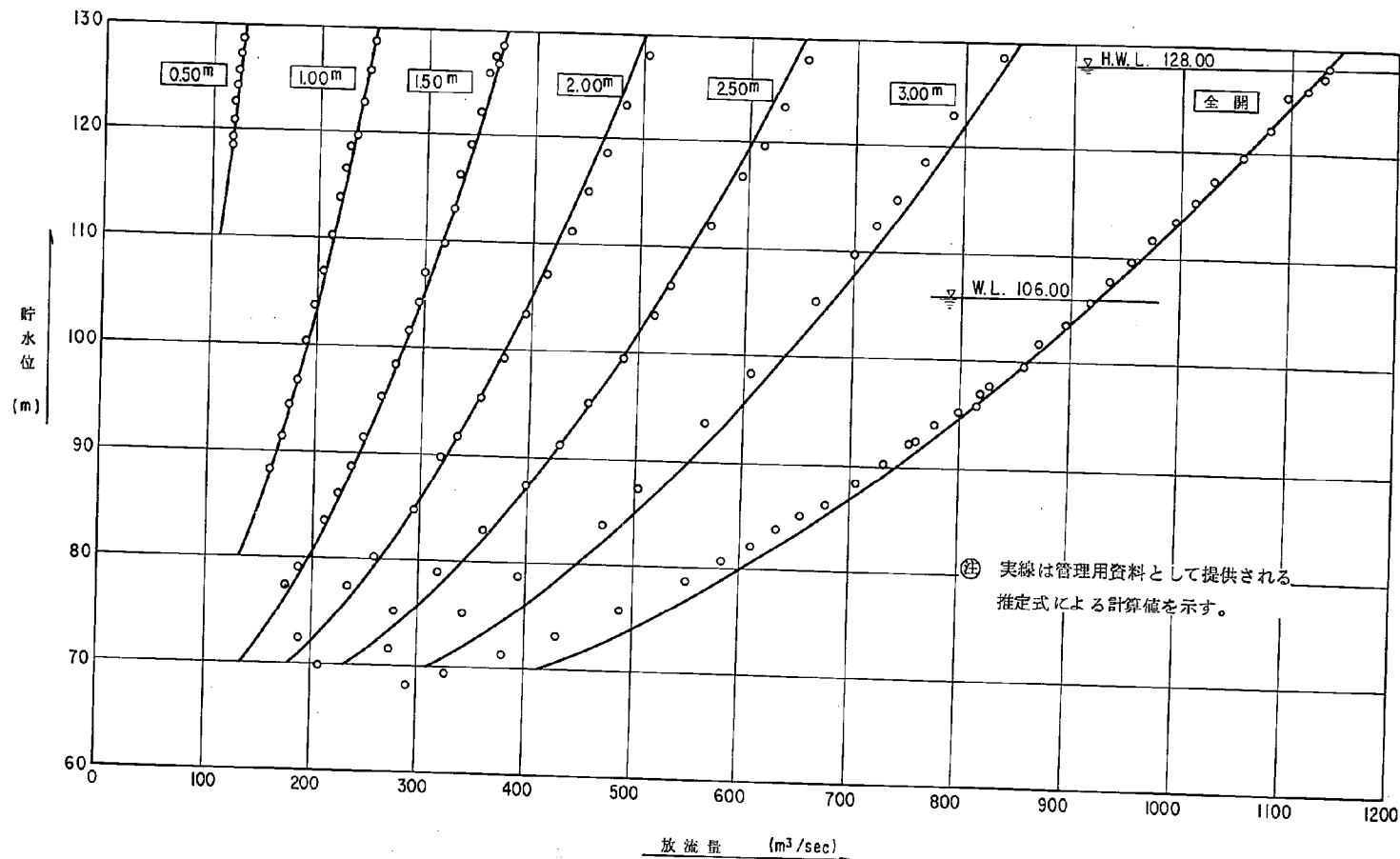
管 路 部 座 標

位置	距離 X (m)	上 面 標 高 ; Y (m)	上面隅角部	側 面	下面隅角部	下 面
ベルマウス部	① 0	68.57	68.01	65.37	62.72	62.16
	② 0.30	68.02	67.60	65.30	63.00	62.58
	③ 0.60	67.77	67.40	65.23	63.07	62.70
	④ 0.90	67.57	67.23	65.17	63.10	62.77
	⑤ 1.35	67.31	67.02	65.07	63.11	62.82
	⑥ 1.80	67.10	66.84	64.97	63.09	62.83
	⑦ 2.25	66.92	66.68	64.87	63.06	62.81
	⑧ 2.70	66.76	66.53	64.77	63.00	62.77
	⑨ 3.50	66.53	66.31	64.59	62.87	62.65
テーパ部	⑩ 4.40	66.31	66.09	64.39	62.69	62.47
	⑪ 5.30	66.08	65.86	64.19	62.52	62.30
	⑫ 6.20	65.86	65.64	63.99	62.34	62.12
	⑬ 7.10	65.63	65.42	63.79	62.17	61.95
	⑭ 8.00	65.41	65.19	63.59	61.99	61.77
	⑮ 8.90	65.19	64.97	63.39	61.82	61.60
	⑯ 9.80	64.96	64.74	63.19	61.64	61.42
	⑰ 10.70	(64.79)	(64.57)	62.99	61.47	61.25

開水路部座標

位 置	距 離		下面標高
	X (m)	Y (m)	
⑮	12.15	60.97	
⑯	14.50	60.49	
⑰	17.00	59.93	
⑱	19.50	59.30	
㉒	22.00	58.62	
㉓	24.50	57.87	
㉔	27.00	57.07	
㉕	29.50	56.20	
㉖	32.00	55.28	
㉗	34.50	54.29	
㉘	37.00	53.25	
㉙	39.50	52.14	
㉚	42.00	50.98	
㉛	44.50	49.75	

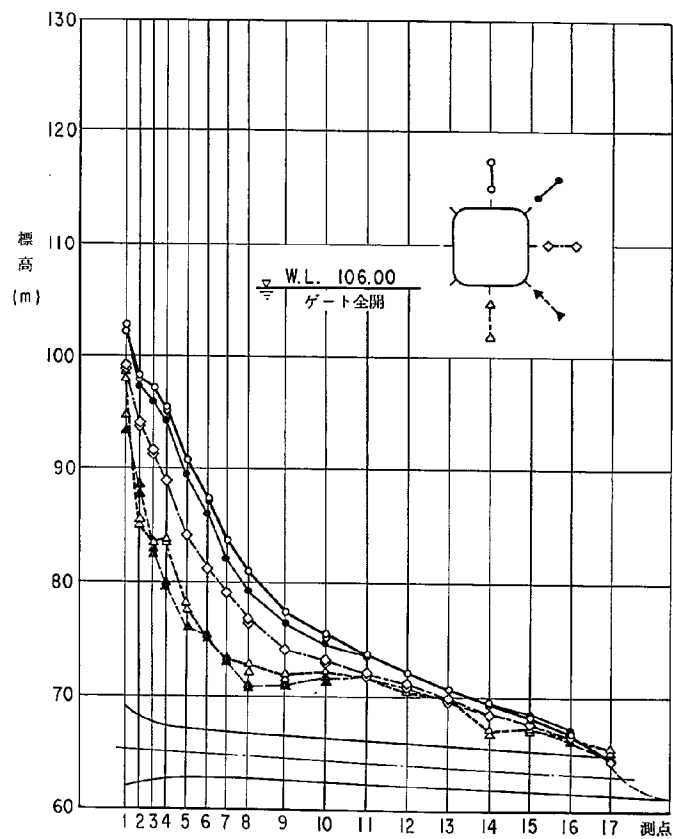
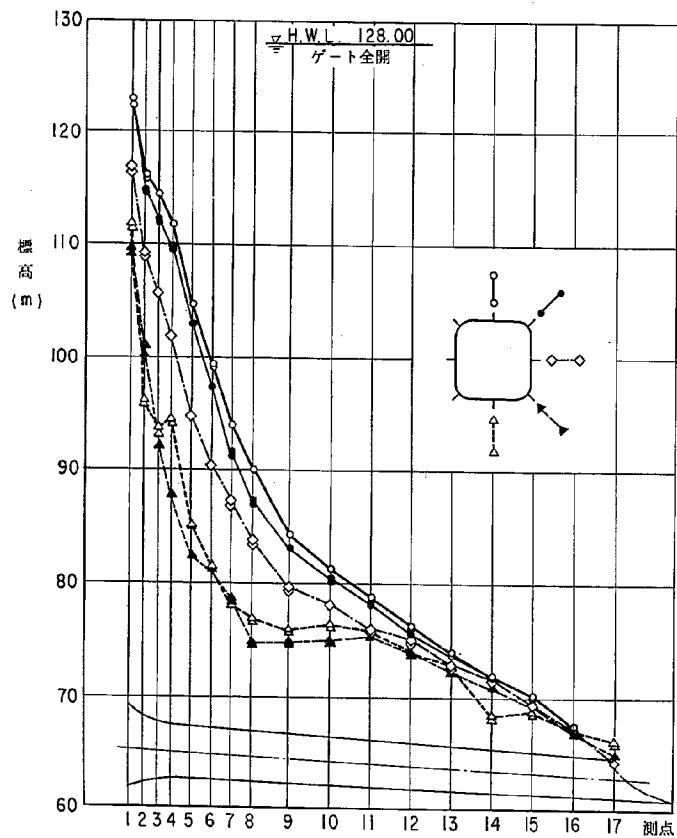
放水管模型圧力測定ピエゾ管配置図



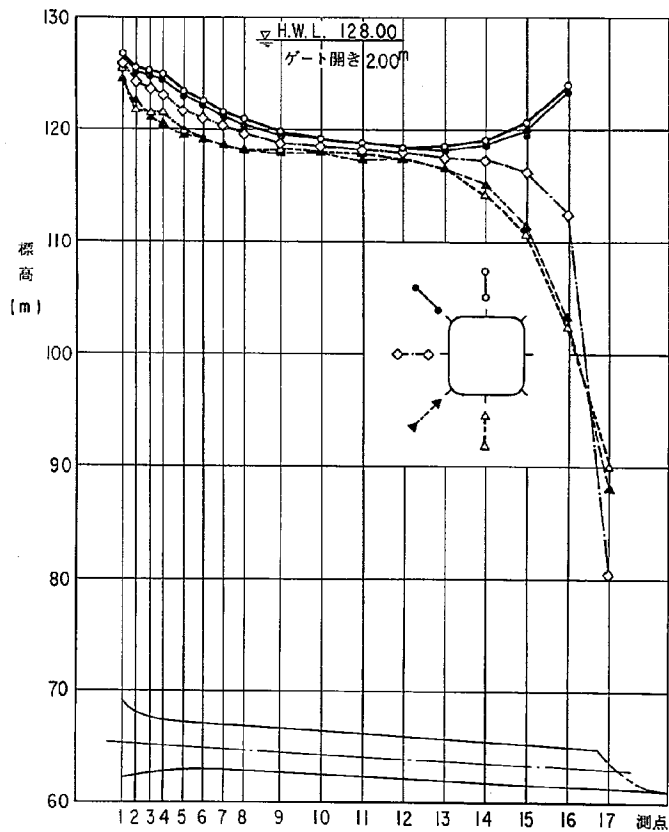
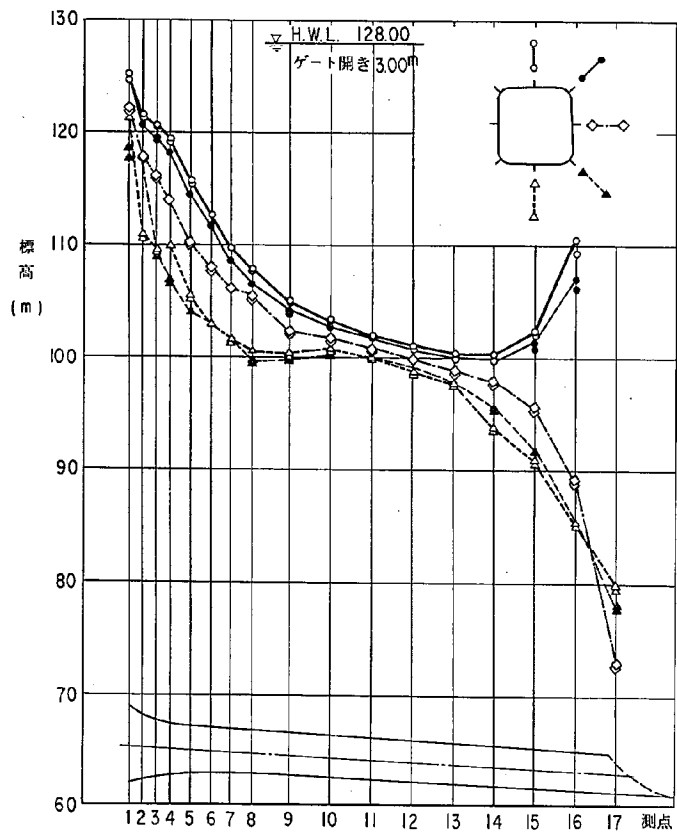
弥栄ダム放水管放流能力曲線

放水管 貯水位—放流量 關係測定結果

[illegible]



管胴作用圧力分布 (その 1)



管胴作用圧力分布 (その 2)

管胴作用圧力測定結果(その1)

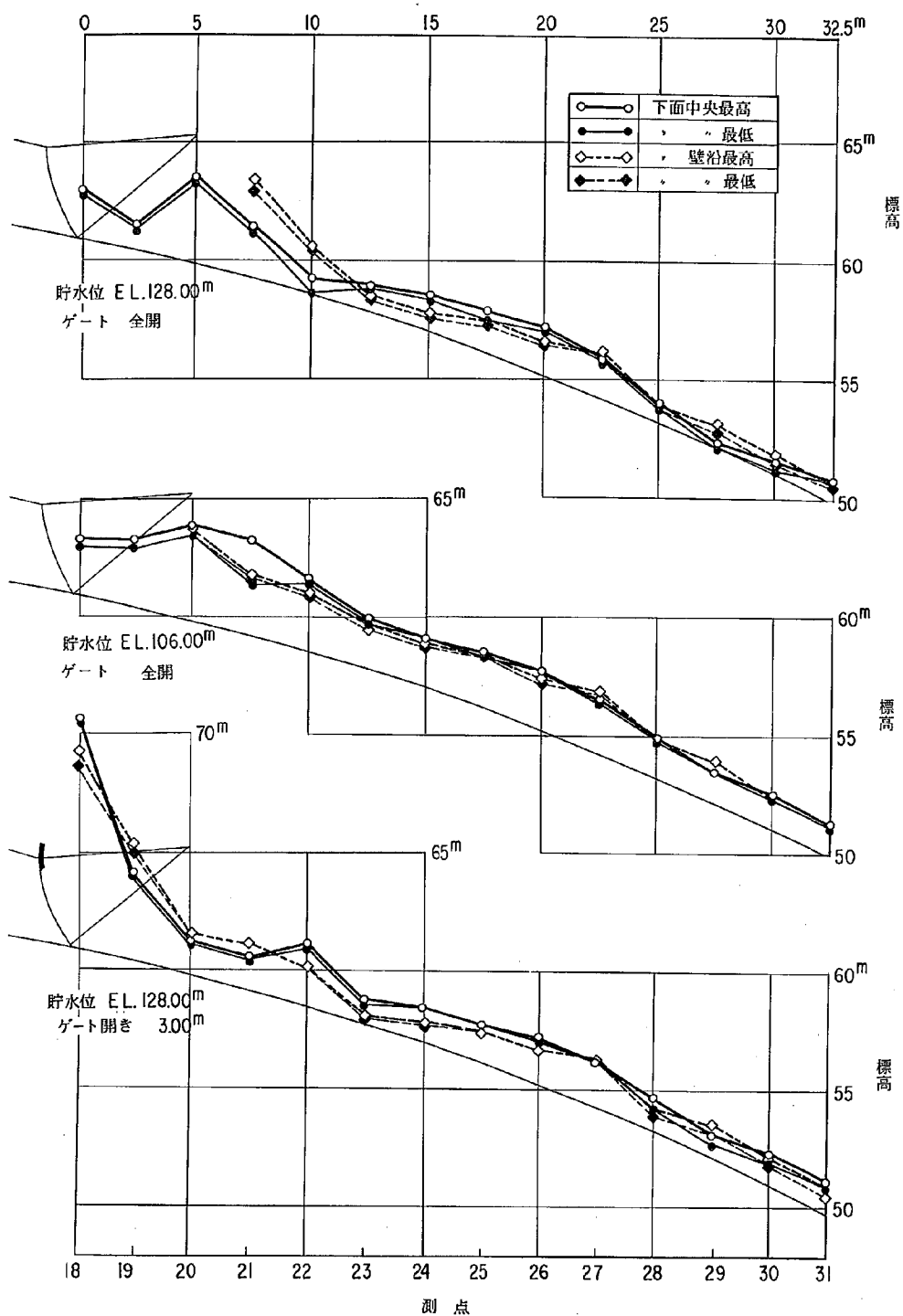
位 置	測 点 No	ゲート開き 貯水水位	全 開				全 閉				3.0 m				2.0 m			
			W.L. 128.00				W.L. 106.00				W.L. 128.00				W.L. 128.00			
			最 高		最 低		最 高		最 低		最 高		最 低		最 高		最 低	
			標高	水頭	標高	水頭	標高	水頭	標高	水頭	標高	水頭	標高	水頭	標高	水頭	標高	水頭
上 面 中 央 部	1	68.57	122.80	54.22	122.29	53.71	102.58	34.00	102.28	33.70	124.99	56.41	124.63	56.05	126.70	58.12	125.38	57.35
	2	68.02	116.11	48.08	115.84	47.81	98.20	30.17	97.96	29.93	121.42	53.39	121.15	53.12	125.44	57.41		
	3	67.77	114.49	46.72	114.37	46.60	97.21	29.44	97.09	29.32	120.64	52.87	120.49	52.72	125.23	57.46		
	4	67.57	111.82	44.25	111.70	42.03	95.41	27.84	95.35	27.78	119.29	51.72	119.20	51.63	124.90	57.33		
	5	67.31	104.62	37.30	104.56	37.24	90.73	23.41	—	—	115.48	48.16	115.33	48.01	123.40	56.08		
	6	67.10	99.31	32.20	99.16	32.05	87.25	20.14	87.16	20.05	112.69	45.58	112.57	45.46	122.47	55.36		
	7	66.92	93.91	26.99	—	—	83.59	16.67	83.62	16.70	109.84	42.92	109.72	42.80	121.54	54.62		
	8	66.76	89.95	23.18	—	—	80.98	14.21	80.89	14.12	107.74	40.97	107.53	40.76	120.76	53.99		
	9	66.53	84.19	17.65	84.13	17.59	77.38	10.84	77.29	10.75	104.80	38.26	104.71	38.17	119.71	53.17		
上 面 隅 角 部	1	68.01	122.38	54.37	122.17	54.16	102.34	34.33	102.19	34.18	124.81	56.80	124.66	56.65	126.70	58.68		
	2	67.60	115.00	47.39	114.76	47.15	97.48	29.87	97.27	29.66	120.79	53.18	120.52	52.91	125.17	57.56		
	3	67.40	112.30	44.90	112.12	44.72	95.77	28.37	95.65	28.25	119.41	52.01	119.29	51.89	124.84	57.44		
	4	67.23	109.90	42.66	109.80	42.36	94.18	26.94	94.15	26.91	118.18	50.94	118.12	50.88	124.48	57.24		
	5	67.02	102.94	35.91	102.76	35.73	89.47	22.44	89.41	22.38	114.49	47.46	114.43	47.40	123.19	56.16		
	6	66.84	97.33	30.49	97.24	30.40	86.08	19.24	85.96	19.12	111.73	44.89	111.61	44.77	122.11	55.27		
	7	66.68	91.45	24.77	91.27	24.59	82.03	15.35	81.85	15.17	108.49	41.81	108.43	41.75	121.06	54.38		
	8	66.53	87.16	20.62	87.07	20.53	79.27	12.73	79.12	12.58	106.36	39.82	106.27	39.73	120.31	53.77		
	9	66.31	83.05	16.73	82.87	16.55	76.48	10.16	76.36	10.04	104.08	37.76	103.93	37.61	119.38	53.06		
側 面 中 央 部	1	65.37	116.86	51.49	116.44	51.07	98.98	33.61	98.59	33.22	122.08	56.71	121.81	56.44	125.80	60.43		
	2	65.30	109.12	43.82	108.85	43.55	93.76	28.46	93.46	28.16	117.73	52.43	117.52	52.22	124.18	58.88		
	3	65.23	105.61	40.37	105.46	40.22	91.45	26.21	91.30	26.06	116.08	50.84	115.93	50.69	123.58	58.34		
	4	65.17	101.80	36.63	—	—	88.90	23.73	88.87	23.70	113.95	48.78	113.92	48.75	123.01	57.84		
	5	65.07	94.60	29.53	94.51	29.44	84.01	18.94	83.92	18.85	110.14	45.07	110.05	44.98	121.63	56.56		
	6	64.97	90.34	25.37	90.25	25.28	81.22	16.25	81.10	16.13	107.95	42.98	107.86	42.89	120.88	55.91		
	7	64.87	87.16	22.29	86.92	22.05	79.09	14.22	78.85	13.98	106.12	41.25	106.06	41.19	120.34	55.47		
	8	64.77	83.41	18.64	83.26	18.49	76.63	11.86	76.42	11.65	104.32	39.55	104.17	39.40	119.59	54.82		
	9	64.59	79.51	14.92	79.30	14.71	74.14	9.55	73.96	9.37	102.25	37.66	102.13	37.54	118.81	54.22		
下 面 隅 角 部	1	62.72	109.66	46.93	109.06	46.89	94.63	31.90	93.22	30.49	118.45	55.72	117.55	54.82	124.39	61.66	124.30	61.57
	2	63.00	100.87	37.87	100.24	37.24	88.42	25.42	87.64	24.64	117.76	54.76	117.58	54.58	122.62	59.62		
	3	63.07	92.08	29.01	91.96	28.89	82.78	19.71	82.30	19.23	108.91	45.84	108.67	45.60	121.06	57.99		
	4	63.10	87.82	24.72	87.70	24.60	79.87	16.77	79.54	16.44	106.72	43.62	106.51	43.41	120.43	57.32		
	5	63.11	82.26	19.14	82.18	19.36	76.03	12.91	75.85	12.73	103.84	40.72	103.72	40.60	119.41	56.29		
	6	63.09	81.10	18.00	80.98	17.88	75.25	12.15	74.95	11.83	103.03	39.93	102.94	39.84	119.08	55.98		
	7	63.06	78.52	15.46	78.32	15.26	73.33	10.27	73.06	10.00	101.59	38.53	101.38	38.32	118.51	55.45		
	8	63.00	74.68	11.68	74.50	11.50	70.83	7.83	70.63	7.63	99.64	36.64	99.43	36.43	117.97	54.97		
	9	62.87	74.80	11.93	74.65	11.78	70.99	8.19	70.78	7.91	99.67	36.80	99.58	36.71	117.79	54.92		
下 面 中 央 部	1	62.16	111.88	49.71	111.55	49.43	98.74	36.57	97.87	35.70	121.54	59.37	121.33	59.16	125.50	63.33	121.63	59.05
	2	62.58	96.13	33.55	95.83	33.25	85.42	22.84	84.88	22.30	110.89	48.31	110.56	47.98	121.69	59.11		
	3	62.70	93.56	30.86	93.04	30.34	83.44	20.74	82.93	20.23	109.45	46.75	109.30	46.60	121.21	58.51		
	4	62.77	94.42	31.65	93.91	31.14	83.68	20.91	83.50	20.73	109.93	47.16	109.84	47.07	121.48	58.71		
	5	62.82	85.06	22.24	84.97	22.15	78.07	15.25	77.53	14.71	105.25	42.43	105.10	42.28	119.92	57.00		
	6	62.83	81.37	18.53	81.22	18.38	75.25	12.41	75.07	12.23	102.94	40.10	102.82	39.98	119.11	56.27		
	7	62.81	78.40	15.58	78.04	15.22	73.33	10.27	73.06	10.00	101.47	38.65	101.29	38.47	118.36	55.54		
	8	62.77	76.75	13.97	76.45	13.67	72.93	10.15	72.19	9.41	100.51	37.73	100.42	37.64	118.06	55.28		
	9	62.65	75.82	13.17	75.64	12.99	71.89	9.24	71.53	8.88	100.36	37.71	100.12	37.47	118.00	55.35		

単位 (m)

管網作用圧力測定結果(その2)

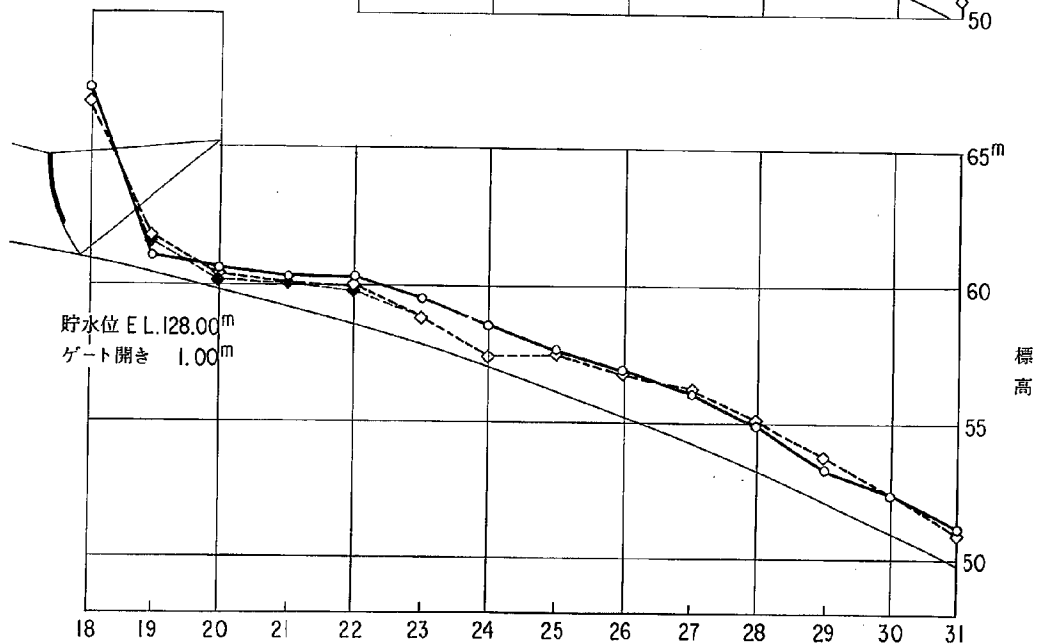
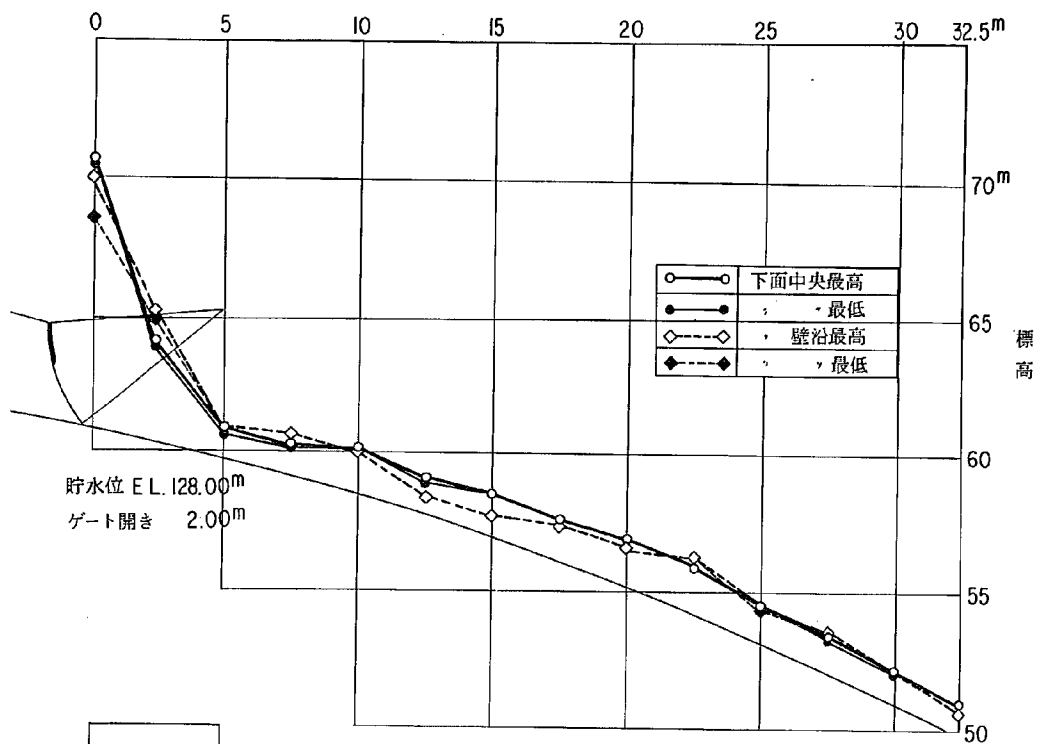
位 置	測 点 No.	ゲート開き ピエゾ標高	全 開				全 開				3.0 m				2.0 m			
			W.L. 128.00				W.L. 106.00				W.L. 128.00				W.L. 128.00			
			最 高		最 低		最 高		最 低		最 高		最 低		最 高		最 低	
			標 高	水 頭	標 高	水 頭	標 高	水 頭	標 高	水 頭	標 高	水 頭	標 高	水 頭	標 高	水 頭	標 高	水 頭
上面中央部	10	66.31	81.13	14.82	80.98	14.67	75.40	9.09	75.07	8.76	103.21	36.90	102.88	36.57	119.08	52.77		
	11	66.08	78.73	12.64	78.49	12.40	73.60	7.51	73.42	7.33	101.92	35.83	101.71	35.62	118.72	52.63		
	12	65.86	76.12	10.26	75.91	10.05	72.07	6.21	72.07	6.21	100.87	35.01	100.63	34.77	118.39	52.53		
	13	65.63	73.81	8.17	73.51	7.87	70.51	4.87	70.36	4.72	100.18	34.54	99.82	34.18	118.36	52.72		
	14	65.41	71.80	6.39	71.56	6.15	69.34	3.93	69.19	3.78	100.21	34.80	99.82	34.41	118.87	53.46		
	15	65.19	70.00	4.81	69.70	4.51	68.14	2.95	67.90	2.71	102.07	36.88	101.65	36.46	120.46	55.27	119.74	54.55
	16	64.96	67.30	2.33	67.00	2.33	66.49	1.52	66.28	1.31	110.41	45.44	109.21	44.24	123.76	58.79	123.55	58.58
上面隅角部	10	66.09	80.44	14.35	80.14	14.05	74.68	8.59	74.59	8.50	102.70	36.61	102.58	36.49	118.99	52.90		
	11	65.86	78.19	12.32	78.04	12.17	73.30	7.43	73.18	7.31	101.68	35.81	101.50	35.63	118.72	52.85		
	12	65.64	75.82	10.18	75.49	9.85	71.86	6.22	71.62	5.98	100.72	35.08	100.48	34.84	118.36	52.72		
	13	65.42	73.93	8.51	73.75	8.33	70.42	5.00	70.36	4.94	100.00	34.58	99.82	34.40	118.24	52.82		
	14	65.19	71.95	6.76	71.83	6.64	69.40	4.21	69.28	4.09	99.94	34.75	99.29	34.10	118.66	53.68		
	15	64.97	70.21	5.24	70.09	5.12	68.35	3.38	68.17	3.20	101.32	36.35	100.93	35.96	119.77	54.80	119.41	54.44
	16	64.74	67.60	2.85	67.45	2.70	67.00	2.25	66.55	1.80	106.93	42.18	106.09	43.34	123.31	58.56	123.16	58.41
側面中央部	10	64.39	78.01	13.62	77.89	13.50	73.21	8.82	72.88	8.49	101.59	37.20	101.47	37.08	118.48	54.09		
	11	64.19	75.79	11.60	75.61	11.42	71.92	7.73	71.71	7.52	100.66	36.47	100.48	36.29	118.18	53.99		
	12	63.99	74.95	10.95	74.74	10.74	71.05	7.05	70.81	6.81	99.94	35.94	99.82	35.82	117.97	53.97		
	13	63.79	72.79	8.99	72.61	8.81	69.82	6.02	69.61	5.81	98.83	35.03	98.71	34.91	117.52	53.72		
	14	63.59	71.32	7.72	71.20	7.60	68.50	4.90	68.71	5.11	97.87	34.27	97.57	33.97	117.16	53.56		
	15	63.39	69.28	5.88	69.16	5.76	67.60	4.20	67.42	4.02	95.50	32.10	95.26	31.86	115.96	52.56	115.93	52.53
	16	63.19	67.18	3.98	67.06	3.86	66.28	3.08	66.16	2.96	89.11	25.91	88.90	25.70	112.33	49.13	112.21	49.01
下面隅角部	10	62.99	64.15	1.15	64.06	1.06	64.00	1.00			72.79	9.79	72.55	9.55	80.32	17.32	80.26	17.26
	11	62.69	74.89	12.19	74.77	12.07	71.65	8.95	71.17	8.47	100.15	37.45	100.00	37.30	117.88	55.18		
	12	62.52	75.31	12.79	75.22	12.70	71.56	9.04	71.35	8.83	99.91	37.39	99.82	37.30	117.13	54.61		
	13	62.34	74.05	11.70	73.81	11.46	70.75	8.38	70.60	8.23	99.04	36.69	98.89	36.54	117.28	54.93		
	14	62.17	72.31	10.14	72.10	9.93	69.52	7.35	69.34	7.17	97.90	35.73	97.39	35.22	116.53	54.36		
	15	61.99	70.81	8.81	70.60	8.60	68.59	6.59	68.38	6.38	95.50	33.50	95.23	33.23	114.85	52.85		
	16	61.88	69.10	7.28	68.95	7.13	67.39	5.57	67.30	5.48	91.66	29.84	91.45	29.63	111.34	49.52	111.28	49.46
下面中央部	10	61.64	67.00	5.35	66.79	5.14	66.01	4.36	65.86	4.21	85.51	23.86	85.21	23.56	103.18	41.53	103.12	41.47
	11	61.47	64.90	3.43	64.75	3.28	64.45	2.98	64.33	2.86	77.92	16.46	77.68	16.21	88.00	26.53	87.94	26.47
	12	62.47	76.30	13.82	76.06	13.58	72.07	9.59	71.89	9.41	100.69	38.21	100.54	38.06	118.03	55.55		
	13	62.30	75.46	13.16	75.37	13.07	71.68	9.38	71.56	9.26	99.97	37.67	99.82	37.52	117.79	55.49		
	14	62.12	73.66	11.53	73.51	11.38	70.33	8.20	70.21	8.08	98.71	36.58	98.50	36.37	117.26	55.12		
	15	61.95	72.76	10.81	72.61	10.66	69.97	8.02	69.82	7.87	97.72	35.77	97.54	35.59	116.44	54.49		
	16	61.77	68.32	6.54	67.75	5.97	66.91	5.13	66.58	4.80	93.76	31.98	93.52	31.74	114.10	52.32	113.98	52.20
下面中央部	10	61.60	68.56	6.96	68.41	6.81	67.06	5.46	66.85	5.25	90.94	29.34	90.76	29.16	110.59	48.99	110.53	48.93
	11	61.42	67.06	5.63	66.91	5.48	66.10	4.67	65.95	4.52	85.30	23.87	85.03	23.60	102.34	40.91	102.19	40.76
	12	61.25	66.10	4.85	65.80	4.55	65.29	4.04	65.05	3.80	79.63	18.38	79.30	18.05	89.89	28.64	89.62	28.37

単位(m)



ゲート下流開水路圧力分布 (その1)

放水管資料 4

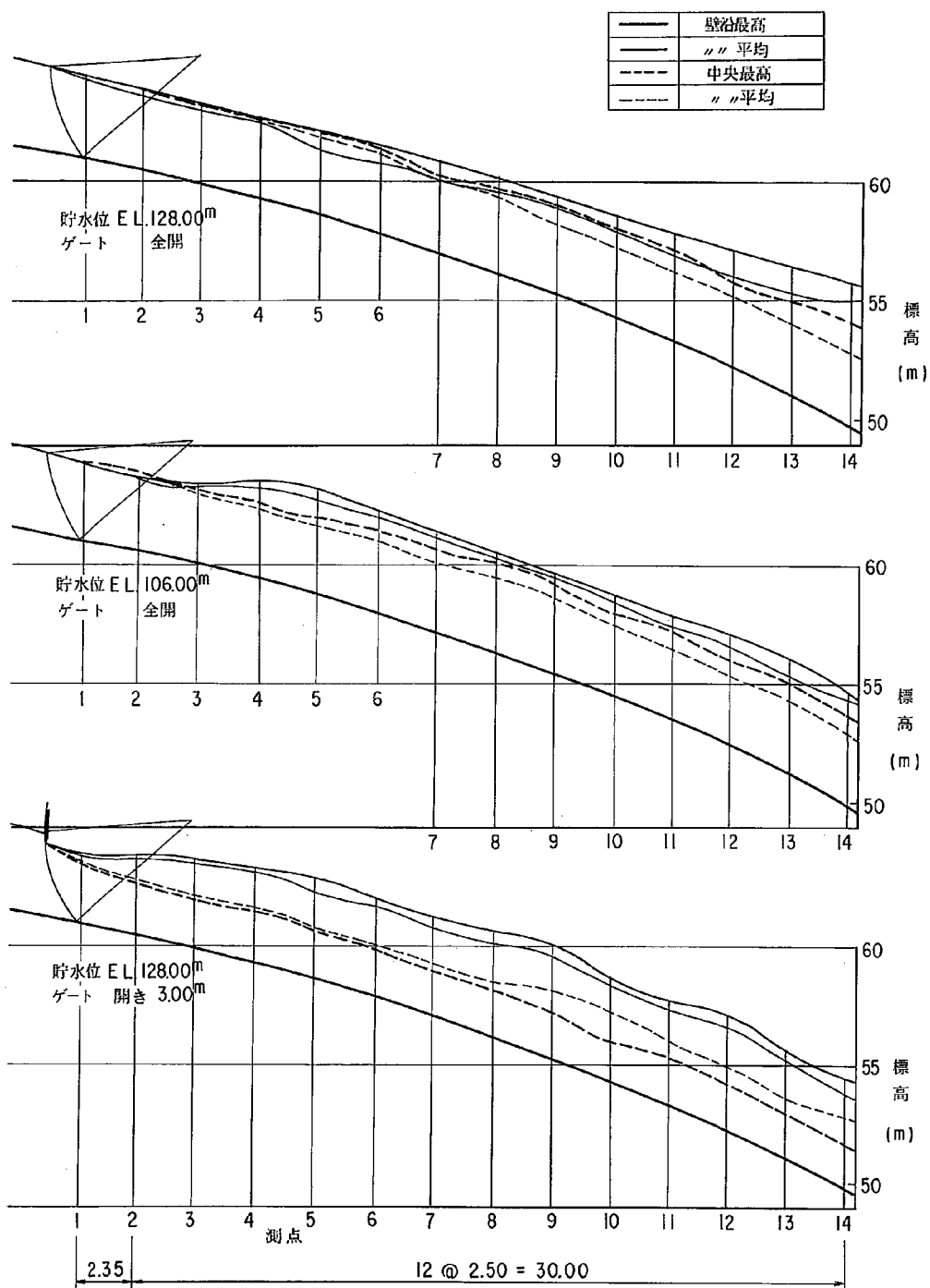


ゲート下流開水路圧力分 (その2)

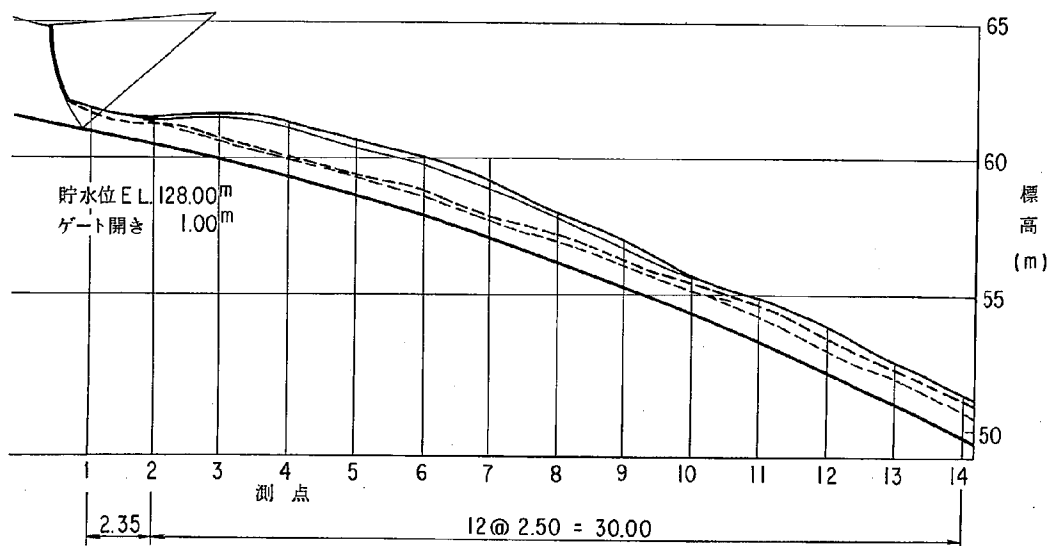
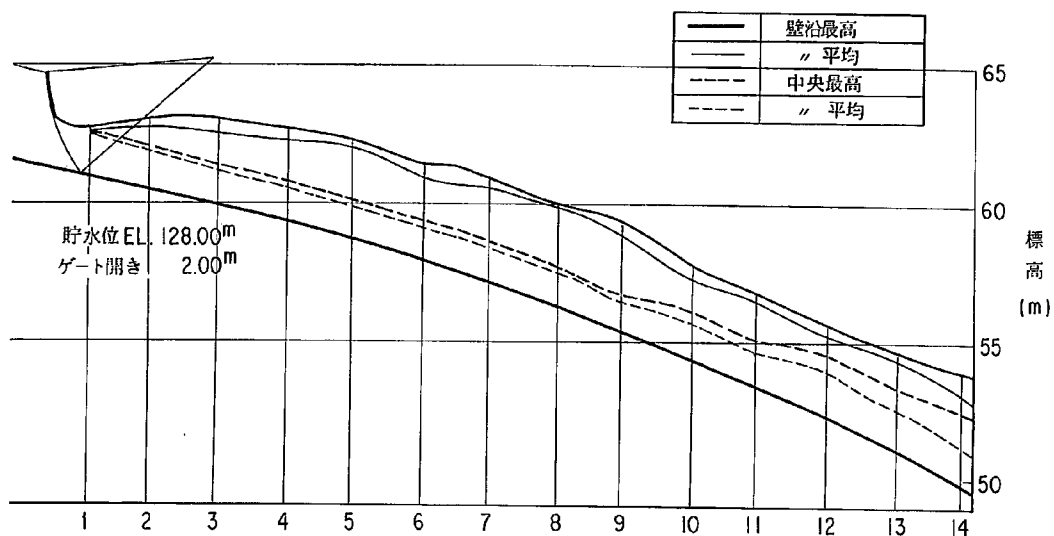
ゲート下流開水路圧力測定結果

位 置	測 点 No	ゲート開き		全 開				全 開				3.0 m				2.0 m				1.0 m			
		貯 水 位		W.L. 128.00				W.L. 106.00				W.L. 128.00				W.L. 128.00				W.L. 128.00			
		ビエノ標高		最 高		最 低		最 高		最 低		最 高		最 低		最 高		最 低		最 高		最 低	
		標 高	水 頭	標 高	水 頭	標 高	水 頭	標 高	水 頭	標 高	水 頭	標 高	水 頭	標 高	水 頭	標 高	水 頭	標 高	水 頭	標 高	水 頭	標 高	水 頭
開 水 路 下 面 中 央 部	18	60.97										70.82	9.85	70.67	9.70	70.82	9.85	70.67	9.70	67.40	6.43	—	—
	19	60.49										64.22	3.73	64.10	3.61	64.25	3.76	64.10	3.61	61.22	0.73	—	—
	20	59.93						63.98	4.05	63.62	3.69	61.40	1.47	61.31	1.38	61.13	1.20	60.92	0.99	60.71	0.78	60.59	0.66
	21	59.30	61.49	2.19	61.31	2.08	63.35	4.05	61.58	2.28	60.68	1.38	60.59	1.29	60.50	1.20	60.41	1.11	60.38	1.08	60.26	0.96	
	22	58.62	59.33	0.71	58.70	0.08	61.67	3.05	61.43	2.81	61.28	2.66	61.07	2.45	60.38	1.76	60.32	1.70	60.41	1.79	—	—	
	23	57.87	59.00	1.31	58.88	1.01	59.99	2.12	59.78	1.91	58.85	0.98	58.73	0.86	59.15	1.28	59.06	1.19	59.66	1.79	—	—	
	24	57.07	58.58	1.51	58.43	1.36	59.39	2.32	59.18	2.11	58.58	1.51	—	—	58.70	1.63	—	—	58.61	1.54	—	—	
	25	56.20	57.95	1.75	57.56	1.36	58.55	2.35	58.40	2.20	57.89	1.61	—	—	57.71	1.51	—	—	57.65	1.45	—	—	
	26	55.28	57.29	2.01	57.11	1.83	57.74	2.46	57.68	2.40	57.17	1.89	57.08	1.80	56.99	1.71	—	—	56.99	1.71	—	—	
	27	54.29	55.94	1.65	55.85	1.56	56.54	2.25	56.45	2.16	56.27	1.98	—	—	56.09	1.80	—	—	56.15	1.86	—	—	
	28	53.25	53.99	0.74	53.72	0.47	54.89	1.64	54.80	1.55	54.62	1.37	54.23	0.98	54.56	1.31	—	—	54.95	1.70	—	—	
	29	52.14	52.40	0.26	52.10	-0.05	53.45	1.31	53.39	1.25	53.12	0.98	52.73	0.59	53.42	1.28	53.30	1.16	53.30	1.16	—	—	
30	53.98	51.56	0.58	51.14	0.16	52.40	1.42	52.19	1.21	52.34	1.36	51.92	0.94	52.19	1.21	52.13	1.15	52.40	1.42	—	—		
31	49.75	50.78	1.03	50.66	0.91	51.17	1.42	51.08	1.33	51.17	1.42	50.90	1.15	50.99	1.24	—	—	51.20	1.45	—	—		
開 水 路 下 面 隅 角 部	18	60.97	59.96	-1.01	59.84	-1.13	60.47	-0.50	60.38	-0.59	69.35	8.38	68.81	7.84	70.10	9.13	68.93	7.96	66.90	5.93	—	—	
	19	60.49	61.40	0.91	61.31	0.82	61.73	1.24	61.61	1.12	65.48	4.99	65.09	4.60	65.39	4.90	65.03	4.54	61.91	1.42	61.70	1.21	
	20	59.93	60.44	0.51	59.69	-0.24	63.83	3.90	63.62	3.69	61.70	1.77	—	—	61.25	1.32	—	—	60.53	0.60	60.32	0.39	
	21	59.30	63.56	4.26	63.05	3.75	61.85	2.55	61.76	2.46	61.31	2.01	—	—	60.80	1.50	—	—	60.20	0.90	60.08	0.78	
	22	58.62	60.74	2.12	60.56	1.94	61.07	2.45	60.95	2.33	60.32	1.70	—	—	60.20	1.58	—	—	60.02	1.40	59.87	1.25	
	23	57.87	58.58	0.71	58.37	0.50	59.72	1.85	59.57	1.70	58.16	0.29	58.07	0.20	58.55	0.68	—	—	58.82	0.96	—	—	
	24	57.07	57.80	0.73	57.62	0.55	58.85	1.78	58.76	1.69	57.89	0.82	57.80	0.73	57.80	0.73	—	—	57.35	0.28	—	—	
	25	56.20	57.50	1.30	57.35	1.15	58.40	2.20	58.31	2.11	57.53	1.33	—	—	57.56	1.36	—	—	57.65	1.45	—	—	
	26	55.28	56.66	1.38	56.54	1.26	57.47	2.19	57.32	2.04	56.75	1.47	—	—	56.72	1.44	—	—	56.84	1.56	—	—	
	27	54.29	56.15	1.86	—	—	56.87	2.58	56.78	2.49	56.39	2.10	56.30	2.01	56.30	2.01	—	—	56.30	2.01	—	—	
	28	53.25	53.93	0.68	53.72	0.47	54.95	1.70	54.86	1.61	54.35	1.10	53.93	0.68	54.59	1.34	54.47	1.22	55.10	1.85	—	—	
	29	52.14	53.09	0.95	52.76	0.62	53.90	1.76	—	—	53.54	1.40	53.24	1.10	53.57	1.43	—	—	53.75	1.61	—	—	
30	50.98	51.80	0.82	51.41	0.43	52.49	1.51	52.31	1.33	52.16	1.18	51.77	0.79	52.10	1.12	—	—	52.40	1.42	—	—		
31	49.75	50.66	0.91	50.54	0.79	51.08	1.33	50.96	1.21	50.84	1.09	50.57	0.82	50.69	0.94	—	—	51.05	1.30	—	—		

単位 (m)



ゲート下流開水路水面形状図 (その 1)

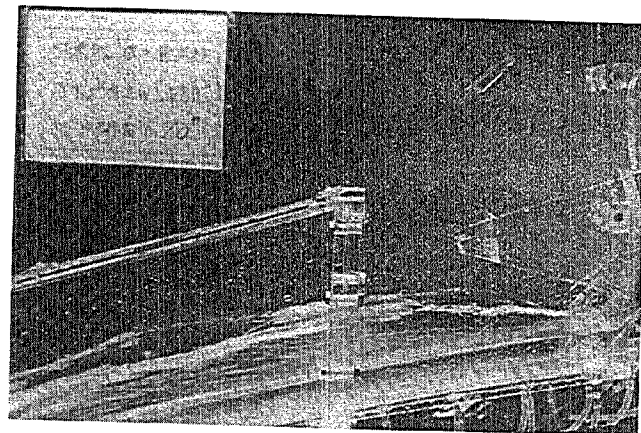
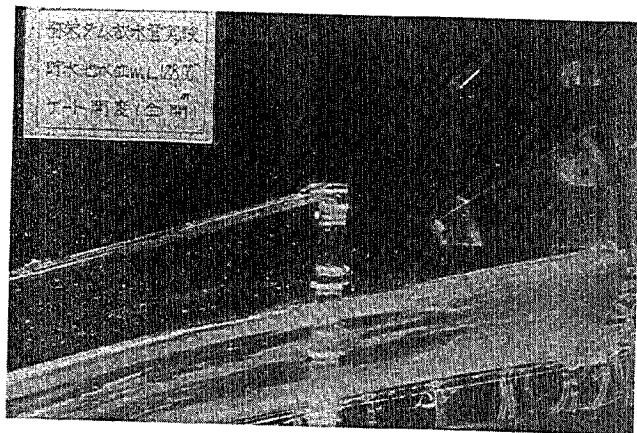
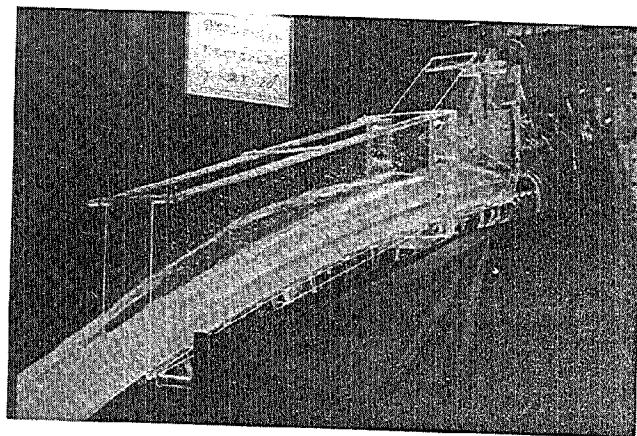
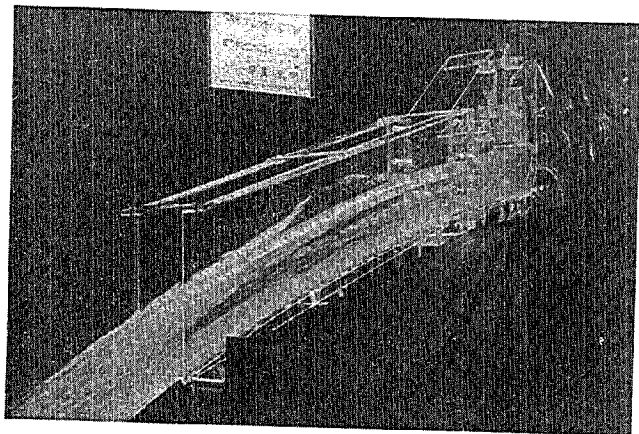


ゲート下流開水路水面形状図 (その2)

ゲート下流開水路水面測定結果

測点 No	測点標高	W.L. 128.0 m ゲート全開				W.L. 106.0 m ゲート全開			
		壁 沿 い		中 央 線		壁 沿 い		中 央 線	
		最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均
1	60.97	64.27	64.27			64.27		64.36	
2	60.49	63.76	63.67			63.49		63.79	
3	59.93	63.02	63.23	62.66	63.17	63.32	63.11	63.14	63.02
4	59.30	62.60	62.00	62.81	62.45	63.50	63.20	62.51	62.39
5	58.62	62.28	61.80	62.13	61.92	63.03	62.76	61.98	61.62
6	57.87	61.50	60.87	61.32	61.08	62.28	62.04	61.32	61.08
7	57.07	60.97	60.37	60.37	60.07	61.27	61.15	60.52	60.07
8	56.20	60.25	59.65	59.71	59.35	60.49	60.31	59.95	59.35
9	55.28	59.48	59.03	59.06	58.28	59.48	59.33	59.18	58.58
10	54.29	58.64	58.04	58.04	57.29	58.70	58.49	57.74	57.29
11	53.25	57.75	56.85	57.15	56.25	57.66	57.21	57.15	56.25
12	52.14	57.04	55.89	55.74	55.14	56.58	56.43	55.74	55.14
13	50.98	56.38	55.33	54.88	53.98	55.78	55.18	54.88	54.13
14	49.75	55.75	54.85	53.95	52.75	54.55	54.10	53.50	52.75

測点 No	W.L. 128.0 m 開き 3.0 m				W.L. 128.0 m 開き 2.0 m				W.L. 128.0 m ゲート開き 1.0 m			
	壁 沿 い		中 央 線		壁 沿 い		中 央 線		壁 沿 い		中 央 線	
	最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均
1	63.82	63.70	63.52	63.40	62.65	62.56	62.50	62.47	61.63	61.57	61.84	61.78
2	63.82	63.73	62.80	62.65	63.04	62.74	62.08	62.05	61.45	61.30	61.30	61.24
3	63.65	63.47	62.09	62.00	63.08	62.54	61.28	61.22	61.61	61.40	60.71	60.59
4	63.26	63.11	61.61	61.49	62.69	62.24	60.71	60.59	61.25	61.10	60.08	59.96
5	62.88	62.28	60.75	60.63	62.22	61.98	60.03	59.82	60.72	60.36	59.40	59.31
6	62.04	61.71	60.12	59.88	61.35	60.93	59.28	59.07	60.06	59.76	58.83	58.56
7	61.27	60.85	59.26	58.93	60.97	60.64	58.48	58.42	59.17	58.93	57.97	57.79
8	60.67	60.31	58.45	58.21	59.95	59.71	57.70	57.46	57.97	57.82	57.25	57.01
9	60.08	59.63	58.28	57.26	59.27	58.97	56.63	56.39	57.08	56.78	56.33	56.09
10	58.70	58.28	57.14	56.00	57.68	57.23	56.09	55.64	55.64	55.49	55.34	55.10
11	57.75	57.33	55.95	55.26	56.61	56.37	54.90	54.51	54.90	54.45	54.60	54.15
12	57.06	56.55	54.84	54.09	55.35	55.08	54.39	53.79	53.79	53.34	53.34	52.89
13	55.54	55.18	53.53	52.93	54.43	54.28	53.38	52.48	52.48	52.18	52.33	51.88
14	54.52	53.86	52.75	51.55	53.80	53.05	52.45	51.10	51.25	51.10	51.10	50.65



ゲート全開

ゲート開き 2.0 m

放水管ゲート下流開水路部流況写真（貯水位 EL. 128.0 m）

第二章 堤頂越流部

第二章 堤 頂 越 流 部

第一節 設 計 条 件

- イ) サーチャージ水位 EL. 128m でダム地点 100 年確率流量 $3,350 \text{ m}^3/\text{sec}$ を放水管と併用して安全かつ確実に放流可能なこと。
- ロ) ダム設計洪水流量 $4,050 \text{ m}^3/\text{sec}$ とし、設計洪水位が河川管理施設等構造令を満足すること。

第二節 堤頂越流部の設計 (弥栄ダム工事々務所検討資料より)

2-1 越流部所要放流量

サーチャージ水位における放水管の放流可能量は $1,130 \text{ m}^3/\text{sec}$ であるから

$$Q_d = 3,350 - 1,130 = 2,220 \text{ m}^3/\text{sec}$$

2-2 越流頂標高の決定

所要設計水頭

$$H_d = \left(\frac{Q_d}{C_n B} \right)^{2/3}$$

$$Q_d ; \text{ 所要放流量 } \quad 2,220 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$n ; \text{ 径間数 } \quad 4 \text{ 径間}$$

$$B ; \text{ 1 径間当りの越流巾 } \quad 9.5 \text{ m}$$

$$C ; \text{ 越流係数 } \quad 2.06$$

$$H_d = \left(\frac{2,220}{2.06 \times 4 \times 9.5} \right)^{2/3} = 9.29 = 9.30 \text{ m}$$

従って越流堤頂標高は $\text{EL. } 128.00 - 9.30 = 118.70 \text{ m}$

2-3 越流部形状の決定

基本三角形に内接する標準型越流頂の設計水頭 H_{d0} を次式により求める。

$$H_{d0} = \frac{Y_h (m_1 + m_2)}{0.282 + 0.504 \left(\frac{1}{m_1} \right)^{0.85}} - 0.126 m_2$$

Y_h = 基本三角形頂標高 - 越流頂標高

$$EL.131.000 - EL.118.700 = 12.300 \text{ m}$$

m_1 = ダム下流面勾配 1 : 0.8

m_2 = ダム上流面勾配 鉛直

$$H_{d0} = \frac{12.300(0.8+0)}{0.282+0.504\left(\frac{1}{0.8}\right)^{0.85}-0.126 \times 0} = 10.50$$

$$H_d = 9.30 < H_{d0} = 10.50$$

所要の越流頂が基本三角形より小さいので、越流頂の上流曲線の始端を堤体上流面に一致させ、下流曲線は、 $X < 0.5H_d$ の範囲のみ標準型を用い堤体下流面との間には、円曲線を挿入する。

越流頂形状は、ハロルドの標準型とする。

○ ハロルド曲線

$$y = \frac{0.5}{H_d^{0.85}} \times x^{1.85} = \frac{0.5}{9.30^{0.85}} \times x^{1.85} \\ = 0.07512 \times x^{1.85}$$

y の原点 EL.118.700m

x の原点 $x_0 = 0.282 \quad H_d = 0.282 \times 9.30 = 2.623 \text{ m}$

(上流面よりの水平距離)

○ 円曲線始端の接線勾配

$$y' = 0.07512 \times 1.85 \times x^{0.85} \quad (x=4.650 \text{ m}) \\ = 0.07512 \times 1.85 \times 4.650^{0.85} \\ = 0.51317$$

円曲線の方程式は半径 R とすると、

$$\left\{ y - \left(\frac{R}{\sqrt{1+0.51317^2}} + 1.290 \right) \right\}^2 + \left\{ x - \left(4.650 - \frac{0.51317 \times R}{\sqrt{1+0.51317^2}} \right) \right\}^2 = R^2 \\ \left\{ y - (0.88969R + 1.290) \right\}^2 + \left\{ x - (4.650 - 0.45656R) \right\}^2 = R^2 \dots\dots\dots(1)$$

円曲線始端の接線方程式

$$y = 0.51317x + b \quad P \text{ 点 } (4.650, 1.290)$$

$$b = y - 0.51317x$$

$$= 1.290 - 0.51317 \times 4.650 = -1.0962$$

$$\therefore y = 0.5137x - 1.0962 \dots\dots\dots(2)$$

ダム下流面の方程式

$$y = 1/0.8 x - (EL. 131.000 - EL. 118.700) + 2.623/0.8$$

$$= 1.25x - 9.02125 \dots\dots\dots(3)$$

P 点の座標

(2)式=(3)式

$$0.51317x - 1.0962 = 1.25x - 9.02125$$

$$x = \frac{(9.02125 - 1.0962)}{(1.25 - 0.51317)} \div 10.7556 \div 10.756m$$

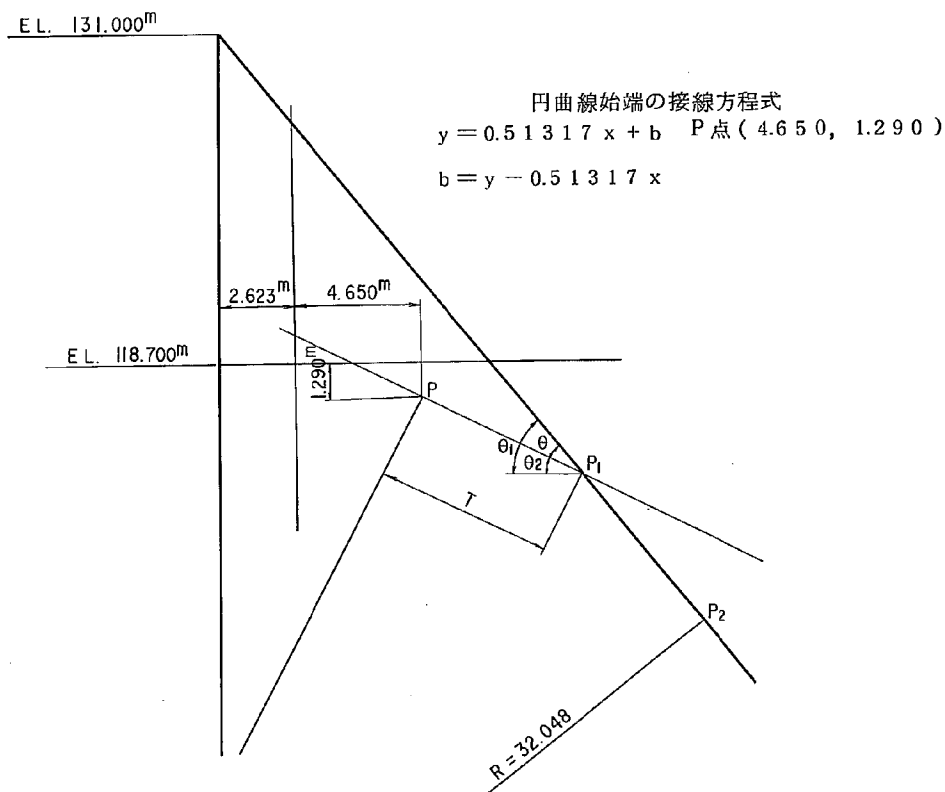


図 2-1 堤頂越流部の設計

2 式に $x = 10.756$ を代入すると

$$y = 0.51317 \times 10.756 - 1.0962 = 4.4234 \div 4.423\text{m}$$

$$P_1 (10.756, 4.423)$$

$$T = \sqrt{(10.756 - 4.650)^2 + (4.423 - 1.290)^2} = 6.8628 \div 6.863$$

交角 θ の計算

$$\theta_1 = \tan^{-1} 1.25 = 51.34019^\circ$$

$$\theta_2 = \tan^{-1} 0.51317 = 27.16554^\circ$$

$$\theta = \theta_1 - \theta_2 = 24.17465^\circ$$

$$R = \frac{T}{\tan \frac{\theta}{2}} = \frac{6.863}{\tan \frac{24.17465}{2}} = 32.0476 \div 32.048\text{m}$$

円曲線方程式は(1)式に $R = 32.048$ を代入すると、

$$\{y - (0.88969 \times 32.048 + 1.290)\}^2 + \{x - (4.650 - 0.45656 \times 32.048)\}^2 = 32.048^2$$

$$(y - 29.803)^2 + (x + 9.982)^2 = 32.048^2$$

0 点の座標 $(-9.982, 29.803)$

P_2 点の座標計算

$$x = 10.7556 + 6.8628 \times \cos 51.34019 = 15.0427 \div 15.043\text{m}$$

$$y = 4.4234 + 6.8628 \times \sin 51.34019 = 9.7823 \div 9.782\text{m}$$

$$P_2 (15.043, 9.782)$$

$$X_{u1} = 0.175H_d = 0.175 \times 9.30 = 1.628$$

$$X_{u2} = 0.107H_d = 0.995$$

$$X_u = 0.282H_d = 2.623$$

$$Y_u = 0.126H_d = 1.172$$

$$r_1 = 0.50H_d = 4.650$$

$$r_2 = 0.20H_d = 1.860$$

この形状による設計詳細図を図 2-2 に示す。

$$M_d = 0.0756 \left(\frac{9.3}{9.5} \right)^{1/2} \left\{ \frac{1}{4} + 1.465 \left(\frac{4-1}{4} \right) \left(\frac{4}{6.873} \right)^{1.7} \right\} = 0.05145$$

越流頂標高 EL. 118.700m $H_d = 9.30\text{m}$

表 2 - 3 越流量の算定

水位 E (m)	H (m)	H/H _d	(H/H _d) ^{3/2}	C	C'	(m ³ /s)	
120	1.3	0.1398	0.0523	1.7859	1.7811	100.3	
122	3.3	0.3548	0.2114	1.9050	1.8843	429.2	
124	5.3	0.5699	0.4302	2.0170	1.9724	914.5	
126	7.3	0.7849	0.6954	2.1232	2.0915	1567.6	
128	9.3	1.0000	1.0000	2.2244	2.1100	2274.0	>所要放流量 2220m ³ /s
130	11.3	1.2151	1.3393	2.3211	2.1612	3119.6	

第三節 水 理 実 験

3-1 実験および検討の概要

本水理実験ではピアーを含む4門分の木製越流部模型縮尺1/50を製作し、その放流能力、作用圧力、流況を調査し、放流機能および構造設計資料の収集および検討を行っている。(越流部資料1)

この実験の調査項目および設定条件は表2-4のとおりである。

表 2 - 4 実 験 内 容

項 目	設 定 条 件
堤頂越流部放流機能調査	貯 水 位 EL. 120.25m~130.40 ゲート開き 1.0m, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0, 6.0, 全開
越流面作用圧力調査	貯 水 位 EL. 128.00m ゲート開き 1.0m, 2.0, 3.0, 4.0, 全開
越流水面流況調査	越流面作用圧力調査と同条件の他 貯水位 EL. 129.80m, ゲート全開

この実験での水理現象には重力の影響が支配的なのでフルードの相似則に従うものとする。
 模型の縮尺は $1/50$ を採用したので諸量の縮尺値は次のようになる。

長さの縮尺	$K_L =$	$1/50$
圧力（水頭）縮尺	$K_P = K_L$	$= 1/50$
流速縮尺	$K_V = K_L^{1/2}$	$= 1/7.0710$
流量縮尺	$K_Q = K_L^{5/2}$	$= 1/17677$

3-2 放 流 能 力

自由越流時およびゲート操作時における貯水位と放流量の関係を「越流部資料 2」に示す。

この資料に示される放流量は水理実験による結果から 4 門放流量に換算された値である。

越流部の放流能力に対する設計条件はサーチャージ水位 EL. 12800m にて $2220 \text{ m}^3/\text{sec}$ であるが実験値は $2090 \text{ m}^3/\text{sec}$ であり、約 6 % 不足している。このとき越流係数は 1.94 とこの種の越流部としては効率が悪い。

3-3 越流部作用圧力

越流部の作用圧力は「越流部資料 3」に示すように 4 測線についてその分布状態を測定している。

これらの資料を検討することから、挿入円弧下流端付近に圧力の低下がみられる。この低下圧力値は中央径間中心線上の測点でゲート開き 2 m ~ 4 m, 自由越流時に負圧となっているが最低で -0.33 t/m^2 であり構造物に対しての問題はない。この圧力低下の原因は挿入円弧が水流の落下曲線と馴染まないことによる。

3-4 越流水面形状

越流部の水面形状を「越流部資料 4・5」に示す。

自由越流時中央径間の越流水脈は比較的安定しているが両端の径間は非対称な縮流の影響を強く受けるために縦断形状も時間的にも変動が大きい。

これらの資料を参考にして堤頂構造物の位置、規模を決定することが出来る。

第四節 堤頂越流部実施設計案

4-1 概 要

第3節の検討で明らかになったように当初の堤頂越流部形状では設計条件が満足されていない。本節では形状の設計変更を行い、設計条件が満足される堤頂越流部を決定するとともに構造設計用資料およびダム管理用資料の作成・検討を行う。

設計条件を満足するには以下に示す2通りの設計変更方法がある。

- イ) 当初計画された弥栄ダム堤頂越流部と幾何学的相似形状の越流部とし、設計条件を満足する様に設計水頭を決定する。
- ロ) 当初計画案の設計水頭を変更せずに、堤頂越流部形状を修正して設計条件を満足させる。

このときその機能の検討には再実験を実施あるいは類似形状の実験資料の適用の必要がある。前者の方式を用いる場合、設計水頭は以下の様に計算出来る。

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

$$Q = 3350 - 1130 = 2220 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$B = 9.5 \times 4 = 38 \text{ m}$$

$$C = 1.94 \text{ (実験値)}$$

であるから

$$H = \left(\frac{Q}{CB} \right)^{2/3} = \left(\frac{2220}{1.94 \times 38} \right)^{2/3} = 9.68 \text{ m}$$

しかるに変更設計では設計水頭は計画より4.0m高くして9.7mとする必要がある。このとき越流部天端標高はE.L. 118.3mとなる。

4-2 実施設計形状

弥栄ダム堤頂越流部実施形状は、前節の(ロ)の方式を適用して図2-5とする。この形状は「椋梨川ダム水理模型実験報告・建設省土木研究所・昭和41年3月」を検討して決定したものである。同実験報告の資料の一部を「越流部資料6」に提示する。

弥栄ダム堤頂越流部と椋梨川ダム堤頂越流部の代表的諸元の比較を表2-6に示す。

4-3 放流機能曲線(自由越流時)

「越流部資料6」に示されるように、椋梨川ダム越流部の越流係数は次式で与えられる。

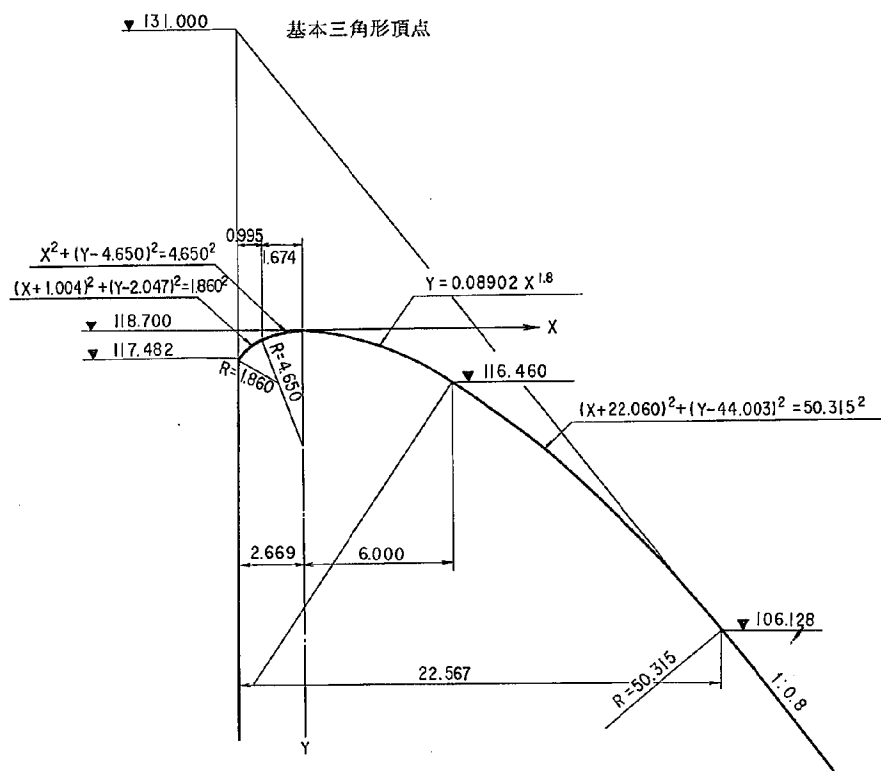


図 2-5 弥栄ダム堤頂越流部実施形状

表 2-6 堤頂越流部基本形状比較表

	椋 梨 川 ダ ム	椋 梨 川 ダ ム 換 算	弥栄ダム実施設計案
設 計 水 頭	9.5 m	9.3 m	9.3 m
径 間 数	2	2	4
ランドルフ標準型適用範囲	上流面～6.0 m	上流面～5.87 m	上流面～6.0 m
挿入円弧半径	45.50 m	44.55 m	50.31 m
下流面勾配	1 ; 0.79	1 ; 0.79	1 ; 0.8
上流面勾配	鉛直	鉛直	鉛直
径 間 巾	7.5 m	7.34 m	9.5 m
橋脚先端位置	4.05 m	3.96 m	6.92 m
橋 脚 巾	2.5 m	2.44 m	4.0 m
導 流 壁 高	4.5 m	4.40 m	(5.2 m)

(注) ランドルフの適用範囲は堤頂からの水平距離を表示(下流方向)

(注) 橋脚先端位置は堤頂からの水平距離を表示(上流方向)

$$C = 1.704 \left\{ 1 + 0.7035 \left(\frac{H}{H_d} \right) \right\}^{1/2} \left\{ 1 - 0.0737 \left(\frac{H}{H_d} \right)^{3/2} \right\}$$

C ; 越流係数

H ; 越流水深 (m)

H_d ; 設計水深 (m)

ここで、最後の { } は橋脚、橋台による影響を表わす項であり、前半の項は二次元の標準越流部 (ランドルフ曲線) の自由越流係数の表示式と一致している。

弥栄ダム実施設計案の縦断形状は図 2-5 および表 2-6 に示すとおり標準型と椋梨川ダム越流部の中間に位置するものであるから、実施設計案の二次元越流部としての越流係数 C' は次式で表現出来る。

$$C' = 1.704 \left\{ 1 + 0.7035 \left(\frac{H}{H_d} \right) \right\}^{1/2}$$

一方、橋脚、橋台による影響 F は次式で近似される事が知られている。

$$F = \left\{ 1 - M_d \left(\frac{H}{H_d} \right)^{3/2} \right\}$$

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

B ; 1 径間当りの越流巾 (m)

b ; 橋脚巾 (m)

s ; 越流堤頂から橋脚先端までの水平距離 (m)

n ; 径間数

ただし、 $n \geq 2$ かつ $b/s < 0.80$ に対して適用される。

弥栄ダム実施設計案では

$$B = 9.5 \text{ m}$$

$$b = 4.0 \text{ m}$$

$$s = 6.92 \text{ m}$$

$$n = 4$$

であるから

$$M_d = 0.0756 \left(\frac{9.3}{9.5} \right)^{1/2} \left\{ \frac{1}{4} + \frac{3}{4} \times 1.465 \times \left(\frac{4.0}{6.92} \right)^{1.7} \right\} = 0.051068$$

しかるに実施設計案の自由越流機能曲線は次式で与えられる。

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

$$C = 1.704 \left\{ 1 + 0.7035 \left(\frac{H}{H_d} \right)^{1/2} \right\} \left\{ 1 - 0.051 \left(\frac{H}{H_d} \right)^{3/2} \right\}$$

上式を使用して弥栄ダム実施設計案のサーチャージ水位 ($H_d = H = 9.3 \text{ m}$) における諸量を計算すると以下のように求まる。

$$C = 2.11$$

$$Q = 2274 \text{ m}^3/\text{sec} > 2220 \text{ m}^3/\text{sec}$$

一方、同式より設計洪水水位を計算すると、同水位における越流部必要放流量 $4050 - 1130 = 2920 \text{ m}^3/\text{sec}$ を用いて以下のように求まる。

$$H_o = 1.0846 \text{ m} \quad (C = 2.15)$$

$$\text{設計洪水位} = \text{EL. } 118.7 \text{ m} + 1.085 \text{ m} = \text{EL. } 129.55 \text{ m}$$

しかるに

$$\text{EL. } 118.7 \text{ m} + 1.085 \text{ m} + 1.05 \text{ m} = \text{EL. } 130.6 \text{ m} < \text{EL. } 131 \text{ m}$$

(越流堤頂天端)(水位)(波浪高) (非越流部天端)

以上の議論により本実施設計案は設計条件を満足していることが知れた。

4-4 放流機能曲線(ゲート操作時)

ゲート操作時の放流能力はゲートの形状および位置、堤頂越流部の形状に支配される。弥栄ダムの計画案と実施設計案を比較するとゲート敷付近の越流部形状はほとんど差異はなく、ゲート上流面の幾何学的特性に対して無視しても実用性は損われない。

上述の検討結果を踏まえて弥栄ダム実施設計案の放流機能曲線は第3節の水理実験で得られた資料を使用して作成する。

ゲート操作時の流れはオリフィス流であり、次式で定義する流量係数を適用すると都合がよい。

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

C ; 流量係数

B ; 一径間当りの越流巾 (m)

n ; 径間数

H ; 越流堤頂天端から貯水位までの水深 (m)

G ; ゲート下端からゲート戸当りまでの標高差 (m)

「越流部資料1」のデータから上式を使用して流量係数を求め、水位との関係を図化したものを図2-7に示す。

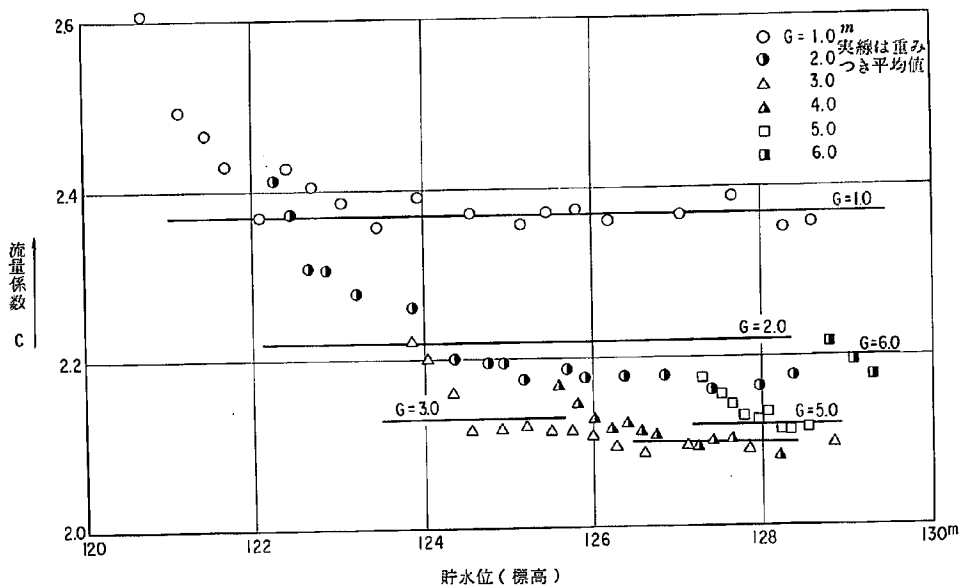


図 2-7 流量係数変化

各ゲート開き別に H の重みをつけて流量係数の平均を求めたものを表 2-8 に示す。

表 2-8 流量係数 (重みつき平均値)

ゲート開き G	流量係数 $\bar{C}$	ゲート開き G	流量係数 $\bar{C}$
1.0m	2.38	4.0m	2.11
2.0m	2.21	5.0m	2.14
3.0m	2.12	6.0m	2.19

$\bar{C}$ と G/H_d の関係を最小自乗法で求めると次式ようになる。

$$\bar{C} = 2.57 - 2.15 \left(\frac{G}{H_d} \right) + 2.244 \left(\frac{G}{H_d} \right)^2$$

4-5 越流部作用圧力

弥栄ダム実施設計案の縦断形状は計画案と比較して標準越流形状を広範囲に適用している上に下流の挿入円弧半径は大きくなっている。このため実施設計案形状は計画案よりも越流水脈との整合性がよく作用圧力も「越流部設計資料 3」に示される状態よりも好ましいものとなる。

4-6 越流水脈と堤頂構造物および導流壁について

「越流部資料4」の越流水面形状図より理解されるように、堤頂構造物は自由越流時の水脈によって規制される。弥栄ダムでは「越流部資料5」を参考にしてその位置を決定すれば安全側である。

堤体導流壁の高さは通常の設計ではサーチャージ水位における越流水深の80%の鉛直高が採用されているが、弥栄ダムにこれを適用するとその導流壁鉛直高は7.44mとなり同水位における越流水面形状(越流部資料4)と対比して適当である。しかし、従来の設計例ではサーチャージ水位と設計洪水位の差は非常に小さく(弥栄ダム実施設計案では1.55m)上述の検討で十分であるが弥栄ダムでは設計洪水位における越流水脈形状をも考慮に入れる必要がある。

以上の検討結果を踏まえて、弥栄ダム堤体導流壁高は標高105m以下で鉛直高さ8.2mとすればよい。

4-7 放水管開水路出口上面に設置するディフレクタ形状

このディフレクターは、越流部からの水脈が放水管開水路出口のトラフを直撃し、その隅角に損傷を生じさせるのを防ぐために設置されるものである。越流部からの放流水脈は橋脚末端で隣接径間の放流水脈と干渉し複雑な流況を示すので、その形状を計算により決定することは出来ない。

本章の検討では、過去の実験資料を参考とし基本形状を求めて水理実験によりその機能を検証した。検討の結果、弥栄ダム越流面ディフレクタとして「越流部資料7」に示すものが適当である。

第五節 総 括

この検討によって認められた主な事項は次のとおりである。(実施設計案)

1) 放流能力

サーチャージ水位における可能最大放流量は $2270\text{ m}^3/\text{sec}$ であり、放水管3条の放流量 $1130\text{ m}^3/\text{sec}$ と合わせて $3400\text{ m}^3/\text{sec}$ の放流能力を持つ事になり、計画値 $3350\text{ m}^3/\text{sec}$ を満足する。

流量調節管理資料作成には次式が適用される。

自由越流時

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

$$C = 1.704 \left\{ 1 + 0.7035 \left(\frac{H}{H_d} \right) \right\}^{1/2} \left\{ 1 - 0.051 \left(\frac{H}{H_d} \right)^{3/2} \right\}$$

n ; 使用径間数

B ; 1 径間あたりの越流巾 = 9.5 m

H_d ; 設計水頭 = 9.3 m

H ; 越流水深 = 貯水位 - E.L. 118.7 m

ゲート操作時

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

$$C = 2.57 - 2.15 \left(\frac{G}{H_d} \right) + 2.44 \left(\frac{G}{H_d} \right)^2$$

G ; ゲート開き = ゲート下端標高 - E.L. 118.0 m (m)

但し上式の適用範囲は $H/G > 1.70$ とする。

2) 越流面作用圧力

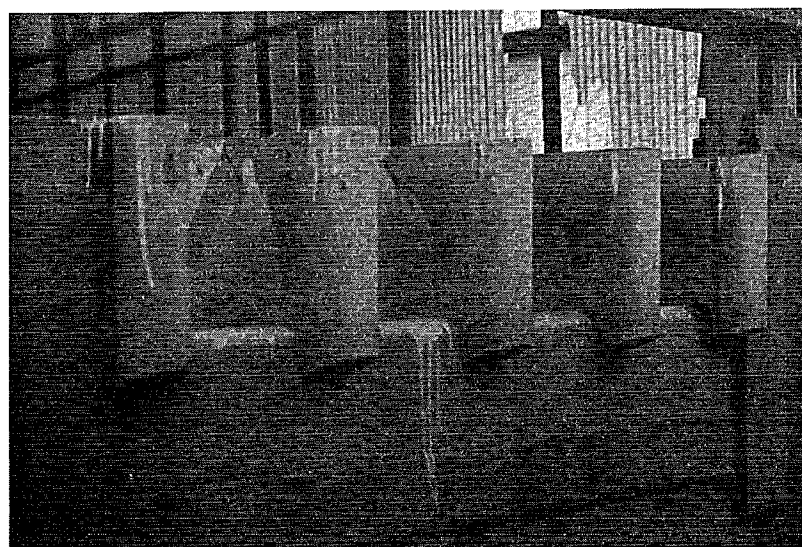
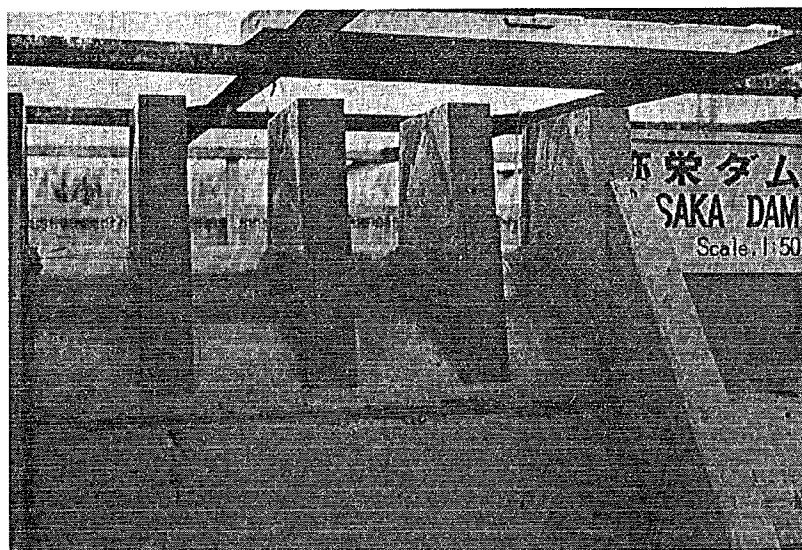
自由越流時, ゲート操作時を問わず圧力状態は安全である。

3) 越流面導流壁高

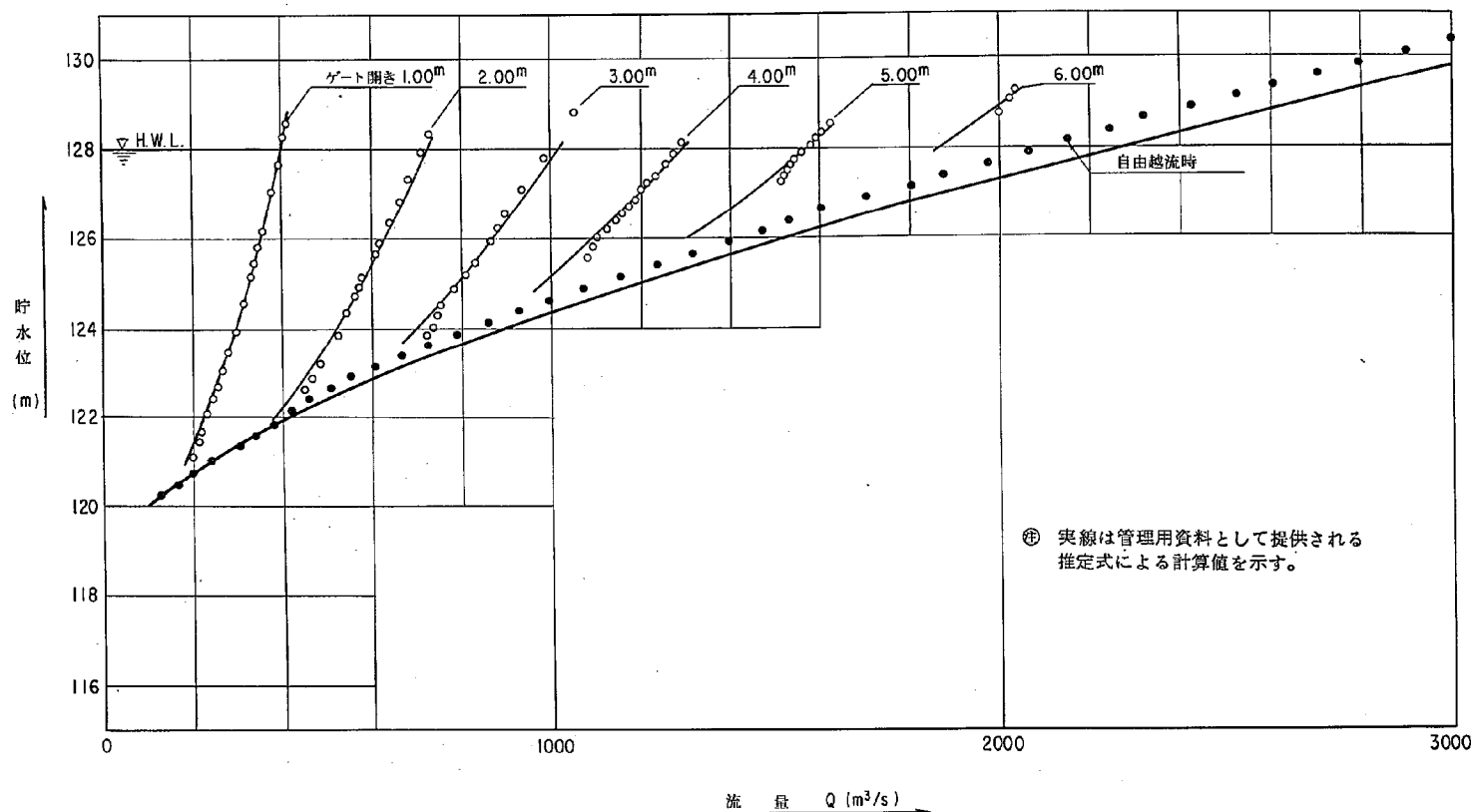
越流面導流壁高は標高 10.5 m 以下で 8.2 m (鉛直高) が適当である。

4) 越流面ディフレクタ

形状は「越流部資料 7」による。



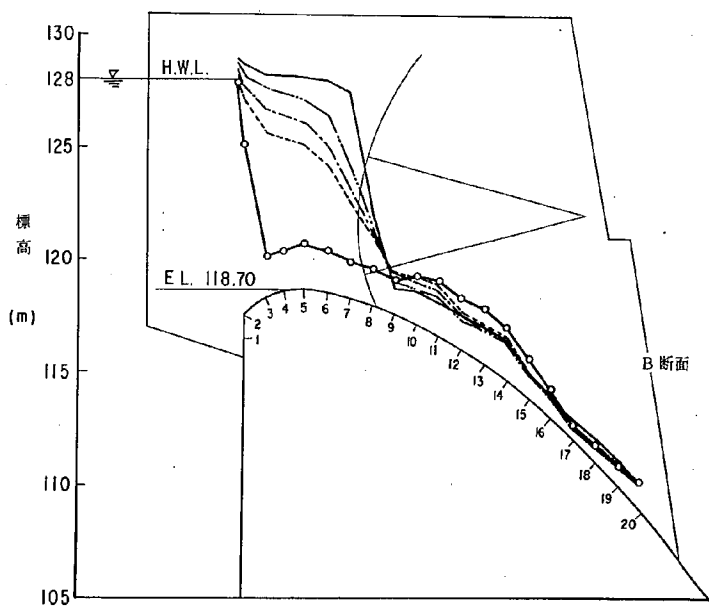
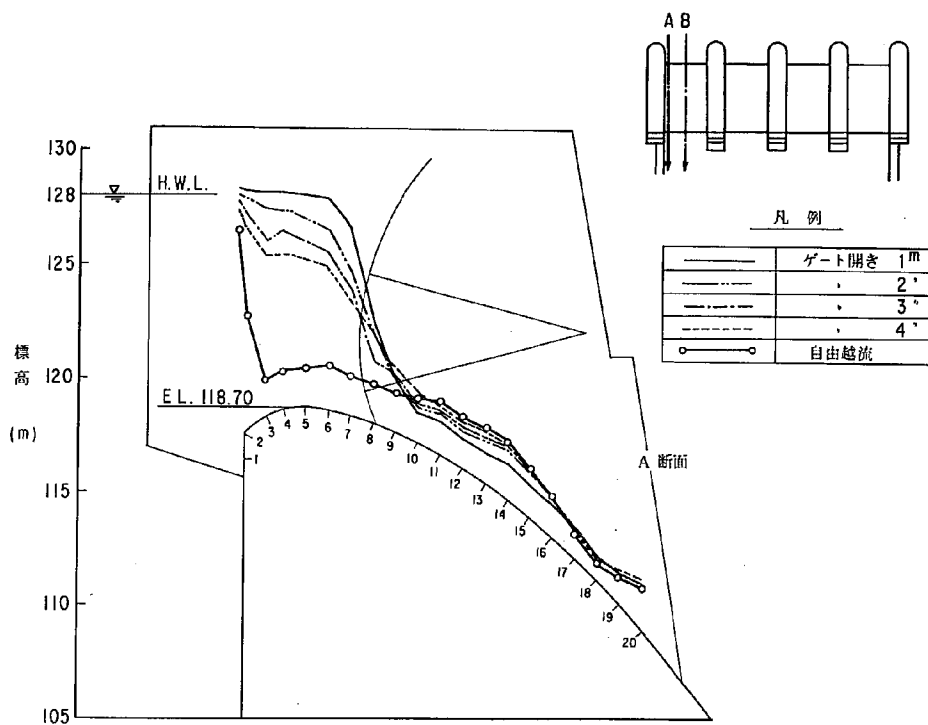
堤頂越流部水理実験用模型



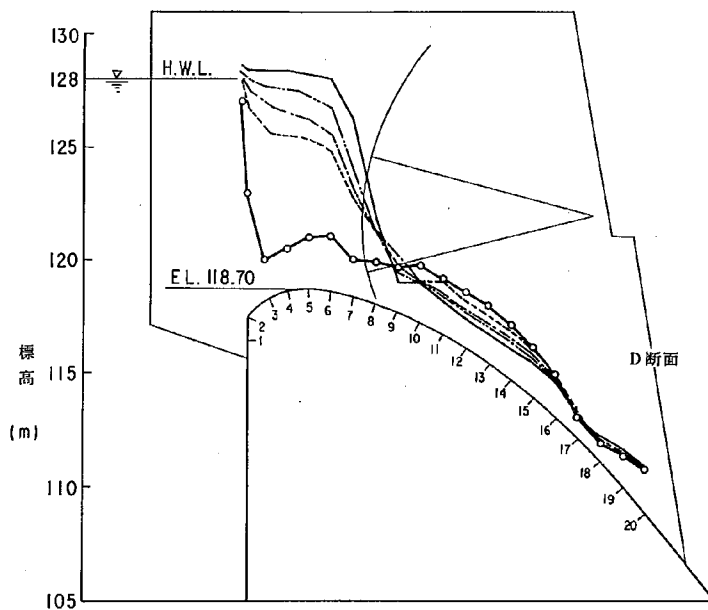
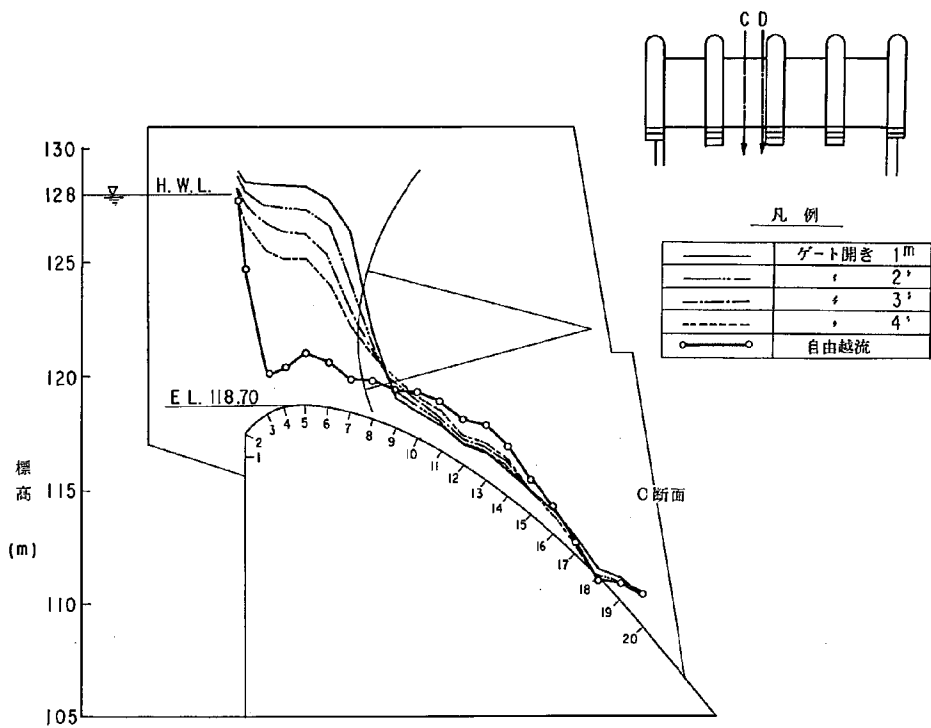
堤頂越流部放流機能曲線

堤頂越流部放流機能測定結果

貯水位 (m)		流量 (m ³ /s)	貯水位 (m)		流量 (m ³ /s)	貯水位 (m)		流量 (m ³ /s)	貯水位 (m)		流量 (m ³ /s)
自由越流	130.40	3000.0		122.15	416.1	ゲート開き	126.35	639.4	ゲート開き	127.23	1214.1
	130.15	2900.5		121.85	378.7		125.90	617.1		127.10	1201.6
	129.90	2794.1		121.60	337.3		125.68	609.0		126.88	1186.5
	129.65	2702.0		121.40	299.4		125.17	579.1		126.73	1174.1
	129.40	2601.2		121.05	236.2		124.93	571.2		126.55	1159.1
	129.15	2524.1		120.75	195.7		124.75	561.4		126.38	1146.7
	128.90	2425.5		120.50	160.8		124.35	540.0		126.20	1124.6
	128.65	2319.0		120.25	125.5		123.85	524.1		126.00	1109.9
	128.40	2241.6					123.20	484.3	4.0 m	125.80	1097.7
	128.15	2150.0					122.85	464.8		125.58	1083.1
	127.90	2065.5	ゲート開き	128.58	411.3	2.0 m	122.63	448.3	ゲート開き	128.53	1624.3
	127.65	1973.3		128.25	403.1		122.43	444.1		128.33	1604.9
	127.40	1876.7		127.65	395.6		122.25	436.3		128.20	1593.9
	127.15	1804.6		127.03	377.4					128.05	1582.9
	126.90	1708.0		126.18	355.5		128.83	1051.2		127.93	1561.0
	126.65	1604.9		125.80	347.7		127.83	985.1		127.78	1547.3
	126.40	1531.0		125.45	337.9		127.10	938.4		127.63	1539.2
	126.15	1471.6		125.15	327.7		126.58	899.3	5.0 m	127.50	1531.0
	125.90	1394.5		124.55	312.5		126.25	878.9		127.40	1522.9
	125.65	1313.6		123.93	296.3		125.98	863.0		127.28	1517.4
	125.40	1236.9		123.45	276.7		125.73	847.3			
	125.15	1151.7	1.0 m	123.03	266.0	ゲート開き	125.48	827.2	ゲート開き	129.30	2038.6
	124.90	1071.0		122.68	255.4		125.20	807.3		129.08	2023.7
	124.65	994.5		122.40	247.2		124.90	781.0		128.78	2000.0
	124.40	926.9		122.08	228.8		124.55	750.7			
	124.15	854.0		121.68	217.6		124.33	746.4			
	123.90	787.6		121.45	210.4		124.03	731.4			
	123.65	720.7		121.13	196.8		123.85	720.7			
	123.40	662.0		120.68	179.8				6.0 m		
	123.15	605.0				4.0 m	128.18	1293.0			
	122.90	549.7	2.0 m	128.35	729.2		127.90	1272.5			
	122.65	504.8		127.95	708.0		127.63	1257.2			
	122.40	456.9		127.35	678.6		127.40	1234.3			
				126.83	662.0						



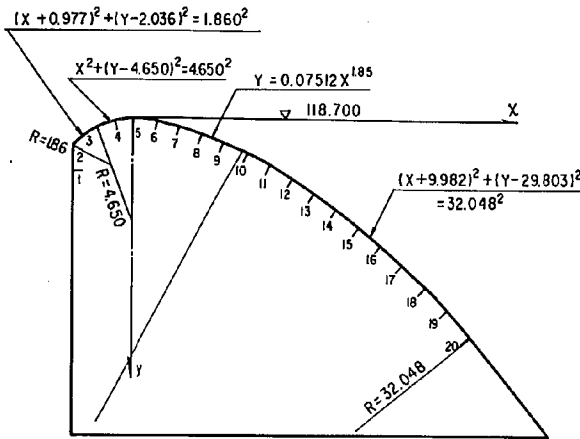
堤頂越流部作用圧力分布 (その 1)



堤頂越流部作用圧力分布 (その 2)

堤頂越流部作用圧力測定結果（その1）

圧力測定測点位置図



測点	X (m)	Y (m)	標高(m)
1	-2.62	2.17	116.53
2	-2.62	1.17	117.53
3	-1.62	0.29	118.99
4	-0.81	0.07	118.62
5	0	0	118.70
6	1.00	0.07	118.62
7	2.00	0.27	118.42
8	3.00	0.57	118.12
9	4.00	0.97	117.72
10	5.00	1.47	117.22
11	6.00	2.02	116.67
12	7.00	2.62	116.07
13	8.00	3.27	115.42
14	9.00	3.98	114.71
15	10.00	4.74	113.95
16	11.00	5.57	113.12
17	12.00	6.48	112.21
18	13.00	7.46	111.23
19	14.00	8.54	110.15
20	15.00	9.72	108.97

測点	測点位置	A		B		C		D	
		圧力水頭 (E.L.)	圧力水頭(h)	圧力水頭 (E.L.)	圧力水頭(h)	圧力水頭 (E.L.)	圧力水頭(h)	圧力水頭 (E.L.)	圧力水頭(h)
自由流	1	116.53	126.4	9.87	127.9	11.39	127.6	11.07	127.1
	2	117.53	122.7	5.17	125.1	7.57	124.7	7.17	123.0
	3	118.99	119.9	0.91	120.2	1.21	120.1	1.21	120.0
	4	118.62	120.3	1.67	120.4	1.77	120.4	1.77	120.5
	5	118.70	120.4	1.70	120.7	2.00	121.0	2.30	121.0
	6	118.62	120.5	1.87	120.4	1.77	120.6	1.97	121.1
	7	118.42	120.1	1.67	119.9	1.47	119.8	1.37	120.0
	8	118.12	119.7	1.57	119.6	1.47	119.8	1.67	119.9
	9	117.72	119.3	1.58	119.1	1.38	119.4	1.68	119.6
	10	117.22	119.1	1.87	119.3	2.07	119.3	2.07	119.8
	11	116.67	119.0	2.32	119.1	2.42	118.9	2.22	119.2
	12	116.07	118.3	2.22	118.3	2.22	118.1	2.02	118.6
	13	115.42	117.8	2.37	117.8	2.37	117.8	2.37	118.0
	14	114.71	117.2	2.48	117.0	2.28	116.9	2.18	117.2
	15	113.95	116.0	2.06	115.6	1.65	115.4	1.45	116.2
	16	113.12	114.8	1.68	114.3	1.18	114.2	1.08	114.9
	17	112.21	113.2	0.98	112.7	0.48	112.7	0.48	113.1
	18	111.23	111.9	0.67	111.8	0.57	111.0	-0.23	111.9
	19	110.15	111.3	1.14	110.9	0.74	110.9	0.74	111.4
	20	108.97	110.8	1.83	110.2	1.23	110.4	1.43	110.8
ゲート開き4m	1	116.53	127.5	10.97	128.2	11.67	127.9	11.37	128.1
	2	117.53	126.6	9.07	127.0	9.47	126.8	9.27	126.8
	3	118.99	125.3	6.31	125.6	6.61	125.4	6.41	125.6
	4	118.62	125.4	6.77	125.3	6.67	125.1	6.47	125.5
	5	118.70	125.2	6.50	125.1	6.40	125.2	6.50	125.3
	6	118.62	124.8	6.17	124.2	5.57	124.1	5.47	124.9
	7	118.42	123.4	4.97	122.6	4.17	122.3	3.87	122.8
	8	118.12	121.9	3.77	121.1	2.97	120.9	2.77	121.4
	9	117.72	120.4	2.68	119.4	1.68	119.9	2.18	120.2
	10	117.22	119.4	2.17	119.3	2.07	119.1	1.87	119.1
	11	116.67	118.8	2.12	118.8	2.12	118.5	1.82	119.0
	12	116.07	118.1	2.02	117.7	1.62	117.4	1.32	118.2
	13	115.42	117.7	2.27	117.2	1.77	117.0	1.57	117.5
	14	114.71	117.1	2.38	116.6	1.88	116.3	1.58	116.8
	15	113.95	115.9	1.95	115.0	1.05	114.9	0.95	116.0
	16	113.12	114.8	1.68	114.0	0.88	113.9	0.78	115.0
	17	112.21	113.4	1.18	112.4	0.18	112.5	0.28	113.2
	18	111.23	112.0	0.77	111.6	0.37	110.9	-0.33	112.0
	19	110.15	111.5	1.34	110.8	0.64	110.8	0.64	111.6
	20	108.97	111.2	2.23	110.0	1.03	110.2	1.23	111.0

単位 (m)

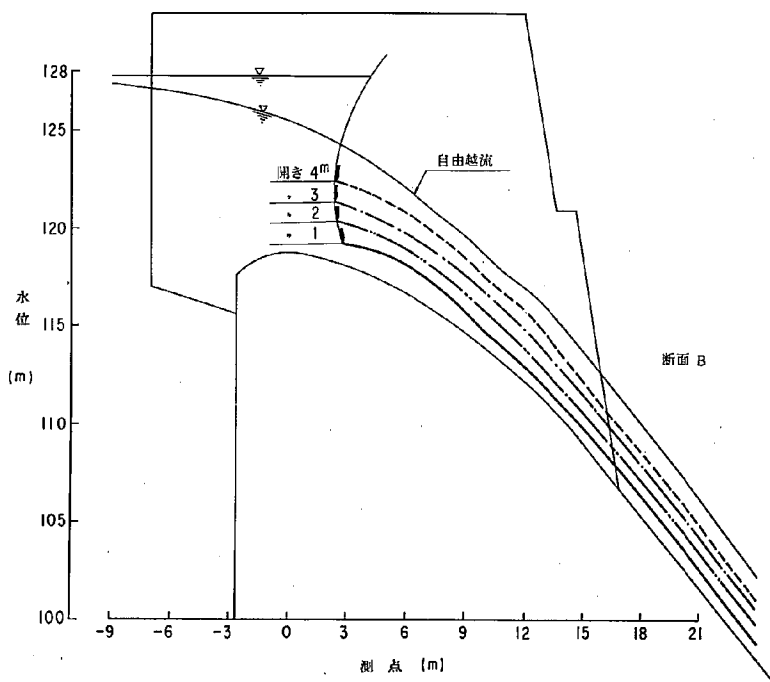
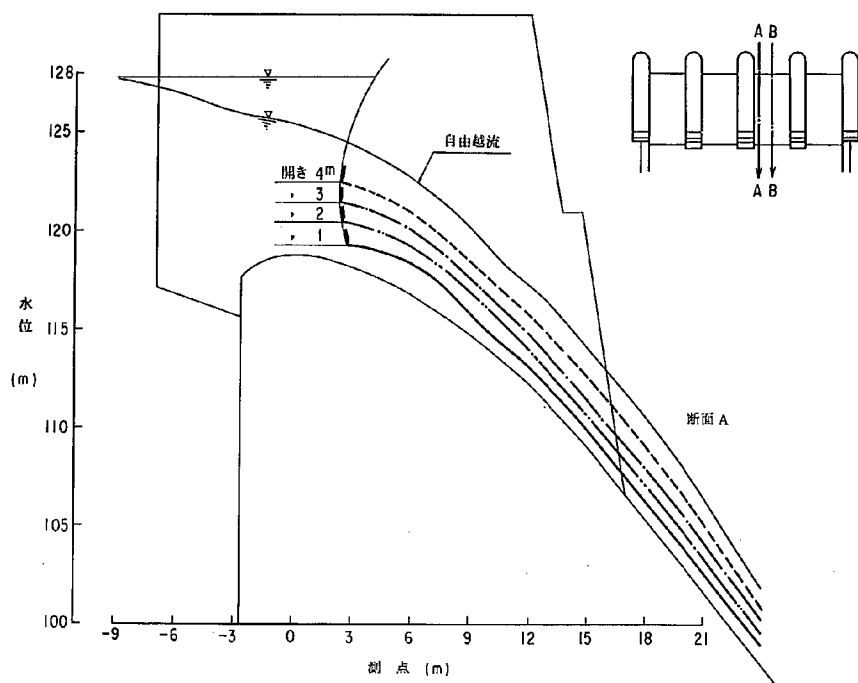
越流部資料 3

堤頂越流部作用圧力測定結果(その2)

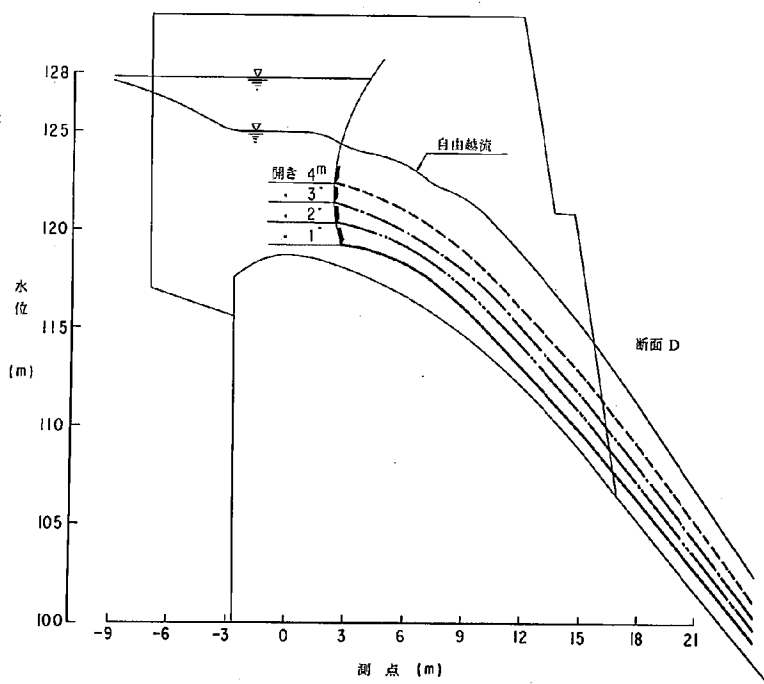
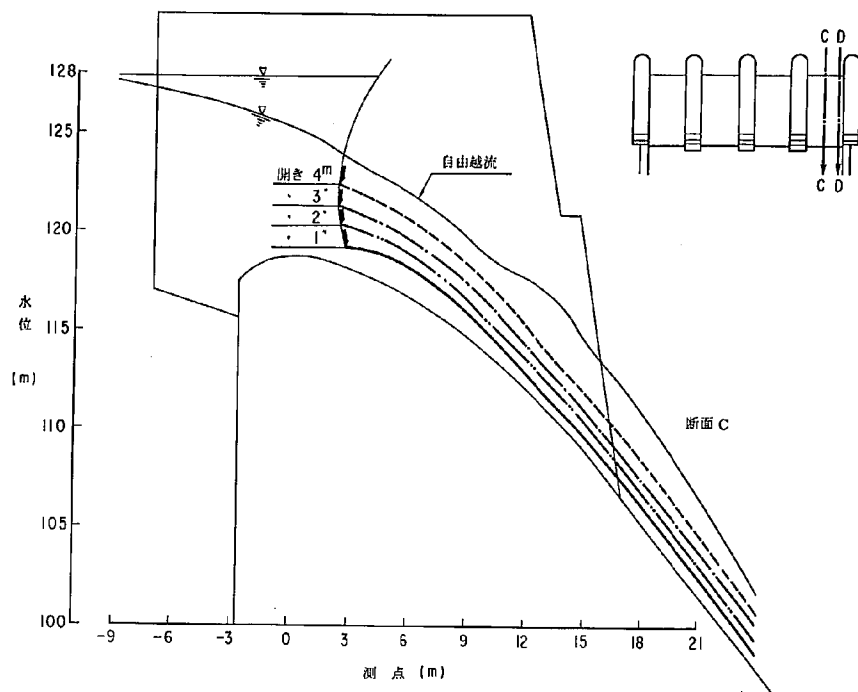
測点	測点位置	A		B		C		D	
		圧力水頭 (EL.)	圧力水頭 (h)	圧力水頭 (EL.)	圧力水頭 (h)	圧力水頭 (EL.)	圧力水頭 (h)	圧力水頭 (EL.)	圧力水頭 (h)
ゲート 開き 3 m	1	116.53	127.8	11.27	128.6	12.07	128.2	11.67	128.2
	2	117.53	127.3	9.77	127.7	10.17	127.5	9.97	127.6
	3	118.99	126.4	7.41	126.6	7.61	126.6	7.61	126.8
	4	118.62	126.4	7.77	126.4	7.77	126.3	7.67	126.6
	5	118.70	126.0	7.30	126.1	7.40	126.2	7.50	126.2
	6	118.62	125.5	6.87	125.1	6.47	125.3	6.67	125.6
	7	118.42	123.9	5.47	123.2	4.77	122.9	4.47	123.2
	8	118.12	121.8	3.67	121.1	2.97	121.0	2.87	121.3
	9	117.72	120.1	2.38	119.4	1.68	119.6	1.88	119.7
	10	117.22	118.9	1.67	119.0	1.77	118.9	1.67	119.0
	11	116.67	118.6	1.92	118.6	1.92	118.2	1.52	118.6
	12	116.07	117.9	1.82	117.5	1.42	117.2	1.12	117.8
	13	115.42	117.4	1.97	117.0	1.57	116.9	1.47	117.2
	14	114.71	117.0	2.28	116.4	1.68	116.2	1.48	116.5
	15	113.95	115.9	1.95	114.9	0.95	114.9	1.00	115.8
	16	113.12	114.8	1.68	113.9	0.78	113.9	0.78	114.7
	17	112.21	113.5	1.28	112.5	0.28	112.6	0.38	113.0
	18	111.23	112.1	0.87	111.7	0.47	111.0	-0.23	112.0
	19	110.15	111.4	1.24	110.8	0.64	110.9	0.74	111.5
	20	108.97	111.0	2.03	109.9	0.93	110.3	1.33	110.8
ゲート 開き 2 m	1	116.53	128.0	11.47	128.8	12.27	128.6	12.07	128.4
	2	117.53	127.9	10.37	128.4	10.87	128.1	10.57	128.0
	3	118.99	127.4	8.41	127.6	8.61	127.6	8.61	127.6
	4	118.62	127.3	8.61	127.4	8.77	127.4	8.77	127.5
	5	118.70	127.0	8.30	127.1	8.40	127.3	8.60	127.2
	6	118.62	126.5	7.88	126.4	7.78	126.6	7.98	126.7
	7	118.42	124.6	6.17	124.2	5.77	124.1	5.67	124.0
	8	118.12	121.9	3.77	121.4	3.27	121.1	2.97	121.3
	9	117.72	119.7	1.98	119.0	1.28	119.4	1.68	119.4
	10	117.22	118.8	1.57	118.7	1.47	118.7	1.47	119.0
	11	116.67	118.5	1.82	118.3	1.62	118.0	1.32	118.4
	12	116.07	117.7	1.62	117.3	1.22	117.0	0.92	117.6
	13	115.42	117.3	1.88	116.9	1.48	116.7	1.28	117.0
	14	114.71	116.8	2.08	116.3	1.58	116.0	1.28	116.4
	15	113.95	115.8	1.85	114.9	0.95	114.9	0.95	115.6
	16	113.12	114.7	1.58	114.0	0.88	113.9	0.78	114.7
	17	112.21	113.4	1.18	112.6	0.38	112.7	0.48	113.1
	18	111.23	112.1	0.87	111.9	0.67	111.2	-0.03	112.1
	19	110.15	111.4	1.24	110.9	0.74	111.0	0.84	111.5
	20	108.97	110.7	1.73	109.9	0.93	110.2	1.23	110.8
ゲート 開き 1 m	1	116.53	128.3	11.77	129.0	12.47	128.9	12.37	128.6
	2	117.53	128.2	10.67	128.8	11.27	128.5	10.97	128.4
	3	118.99	128.1	9.11	128.2	9.21	128.4	9.41	128.3
	4	118.62	128.1	9.47	128.2	9.57	128.3	9.67	128.3
	5	118.70	128.0	9.30	128.1	9.40	128.3	9.60	128.2
	6	118.62	127.8	9.18	127.9	9.28	127.8	9.18	128.0
	7	118.42	126.6	8.17	126.4	7.97	126.3	7.87	126.2
	8	118.12	122.3	4.17	122.0	3.87	121.8	3.67	121.9
	9	117.72	119.0	1.28	118.7	0.98	119.1	1.38	119.0
	10	117.22	118.5	1.27	118.6	1.37	118.5	1.27	119.0
	11	116.67	118.1	1.42	118.1	1.42	117.9	1.22	118.2
	12	116.07	117.3	1.22	117.5	1.42	117.0	0.92	117.4
	13	115.42	116.7	1.28	116.8	1.38	116.7	1.28	116.7
	14	114.71	116.2	1.48	116.2	1.48	115.9	1.18	116.1
	15	113.95	115.3	1.35	114.8	0.85	114.9	0.95	115.5
	16	113.12	114.5	1.38	114.1	0.98	114.0	0.88	114.8
	17	112.21	113.4	1.18	112.9	0.68	113.0	0.78	113.4
	18	111.23	112.2	0.97	112.1	0.87	111.5	0.27	112.3
	19	110.15	111.3	1.14	111.0	0.84	111.1	0.94	111.7
	20	108.97	111.1	2.13	109.9	0.93	110.2	1.23	111.0

単位:(m)

越流部資料 3



越流水面形状図その1 (貯水位 E.L. 128.0 m)

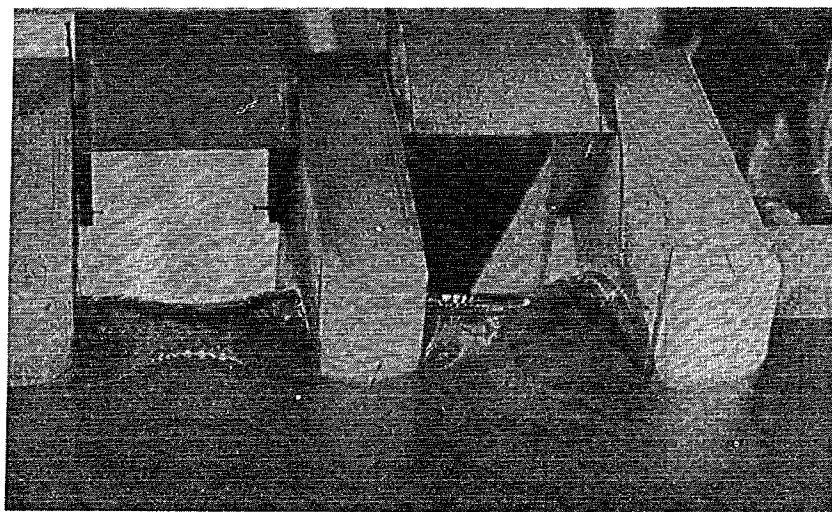


越流水面形状図その2 (貯水位 E.L. 128.0 m)

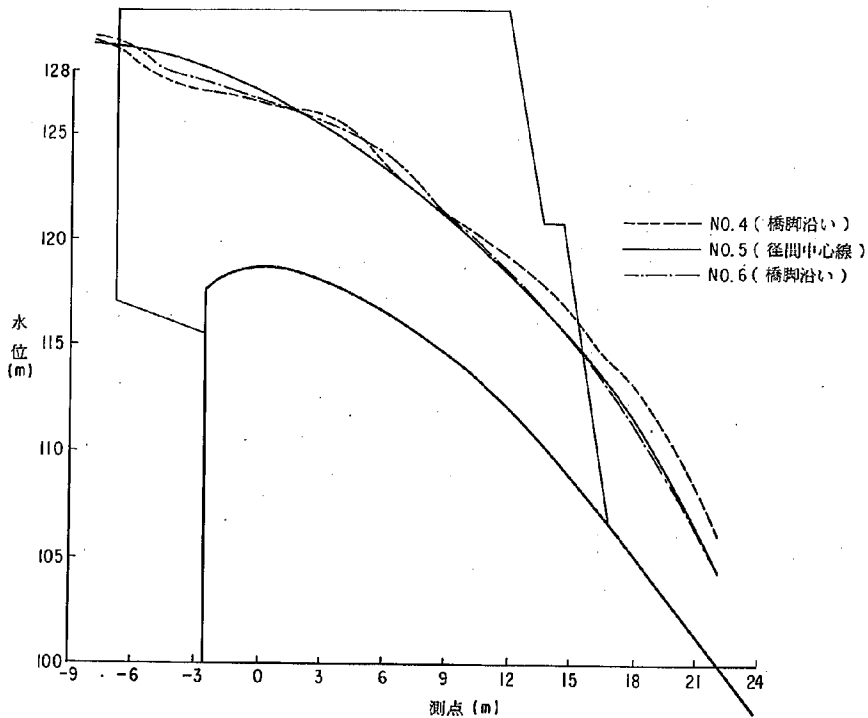
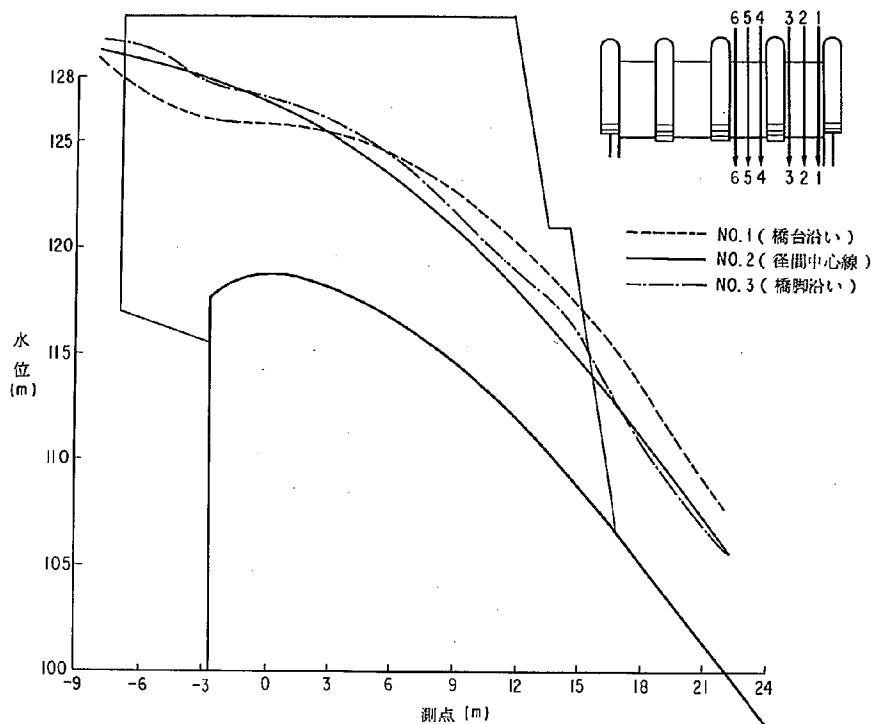
越流水面測定結果（貯水位 E.L. 128.0 m）

	全 開				開 き 4.0 m				開 き 3.0 m				開 き 2.0 m				開 き 1.0 m			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
-9.0	128.7	127.4	127.6	127.5	127.8	127.8	127.8	127.8	127.8	127.8	127.8	127.8	127.8	127.8	127.8	127.8	127.8	127.8	127.8	127.8
-6.0	127.1	127.0	126.9	126.5																
-3.0	126.0	126.4	126.3	125.2																
0	125.4	125.4	125.3	125.0																
1.5	125.0	124.8	124.6	124.9																
3.0	124.3	124.1	123.6	124.3	122.3	122.3	122.2	122.3	121.3	121.2	121.1	121.2	120.3	120.3	120.2	120.2	119.2	119.2	119.2	119.2
4.5	123.6	123.1	122.8	123.8	121.7	121.8	121.4	121.7	120.8	120.6	120.5	120.6	119.9	119.7	119.8	119.8	118.9	118.7	119.0	118.8
6.0	122.6	122.0	122.0	123.3	121.0	120.8	120.7	121.0	120.0	119.8	119.7	119.8	119.2	118.9	118.8	119.2	118.3	118.1	118.2	118.2
7.5	121.5	120.8	120.9	122.3	119.7	119.8	119.7	120.1	119.0	118.8	118.7	119.0	118.2	117.9	117.9	118.3	117.3	117.1	117.2	117.3
9.0	120.2	119.7	119.7	121.7	118.4	118.5	118.4	118.9	117.5	117.6	117.3	118.0	117.0	116.7	116.6	117.1	115.8	115.7	115.9	116.1
10.5	118.5	118.2	118.5	120.4	117.0	117.1	117.0	117.5	116.2	110.3	115.8	116.6	115.4	115.3	115.2	115.6	114.3	114.3	114.3	114.6
12.0	117.2	117.0	117.7	118.7	115.6	115.8	115.3	115.9	114.6	114.9	114.2	115.0	113.8	113.8	113.6	114.0	113.0	113.0	112.8	113.1
13.5	115.8	115.6	116.6	117.0	114.2	114.1	113.4	114.4	113.1	113.2	112.7	113.4	112.2	112.3	102.1	112.4	111.6	111.4	111.3	111.4
15.0	114.0	113.7	114.5	115.2	112.6	112.2	111.9	112.7	111.2	111.6	111.0	111.7	110.6	110.8	100.4	110.7	109.8	109.8	109.6	109.8
16.5	112.3	111.9	112.7	113.2	111.0	110.4	110.3	111.0	109.7	109.8	109.4	109.8	108.8	109.0	108.7	109.0	108.0	108.0	107.9	108.2
18.0	110.5	110.0	110.8	111.7	109.0	108.6	108.4	109.1	107.8	108.0	107.7	108.1	107.1	107.2	106.9	107.3	106.2	106.4	106.2	106.3
19.5	108.4	108.2	108.7	109.0	107.1	106.9	106.6	107.3	106.1	106.2	105.7	106.2	105.2	105.3	105.1	105.4	104.4	104.5	104.3	104.4
21.0	106.3	106.2	106.6	106.9	105.2	105.0	104.7	105.2	104.1	104.2	104.0	104.2	103.4	103.5	103.2	103.5	102.5	102.6	102.4	102.7
22.5	104.2	104.1	104.3	104.2	103.3	103.1	102.8	103.2	102.2	102.5	102.2	102.3	101.5	101.7	101.4	101.6	100.7	100.8	100.7	101.0
24.0	101.9	102.1	101.9	102.3	100.9	101.0	100.9	101.0	100.2	100.5	100.0	100.3	99.4	99.7	99.4	99.7	99.0	98.8	98.5	98.8

単位 (E.L. m)



越流水流況写真（貯水位 E L . 1 2 8 . 0 m ）

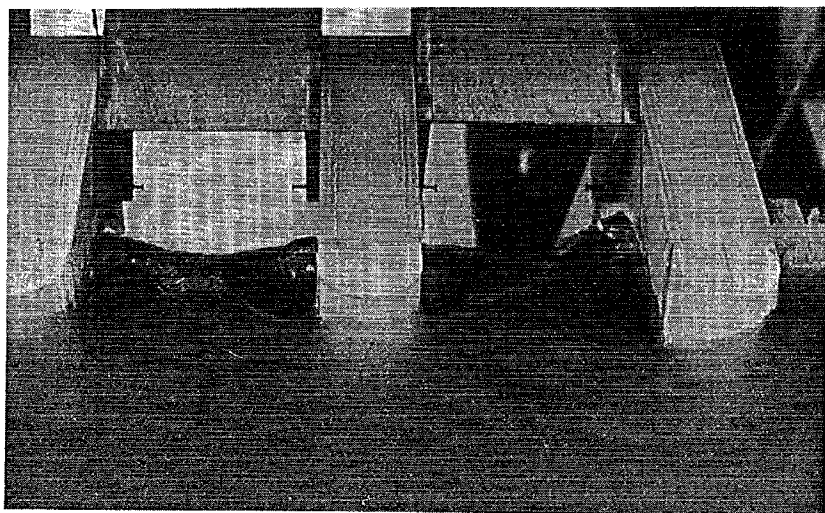
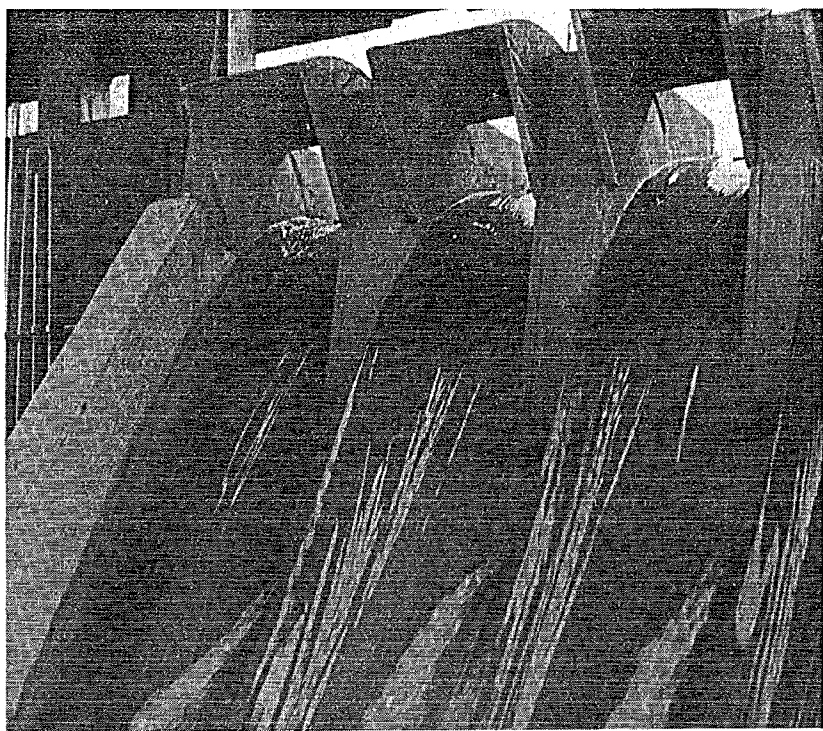


越流水面形状図 (貯水位 E.L. 129.8 m)

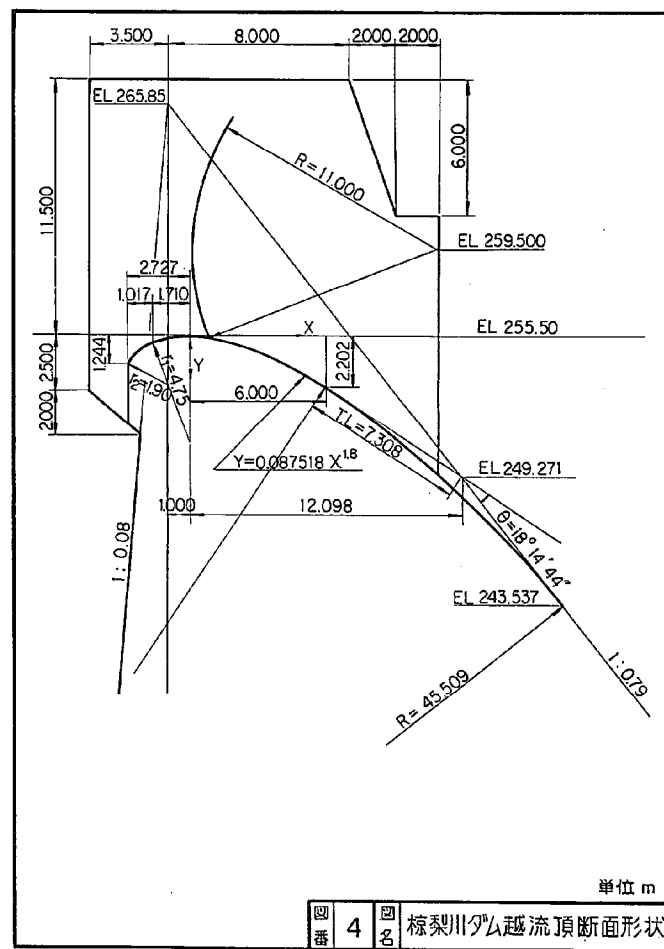
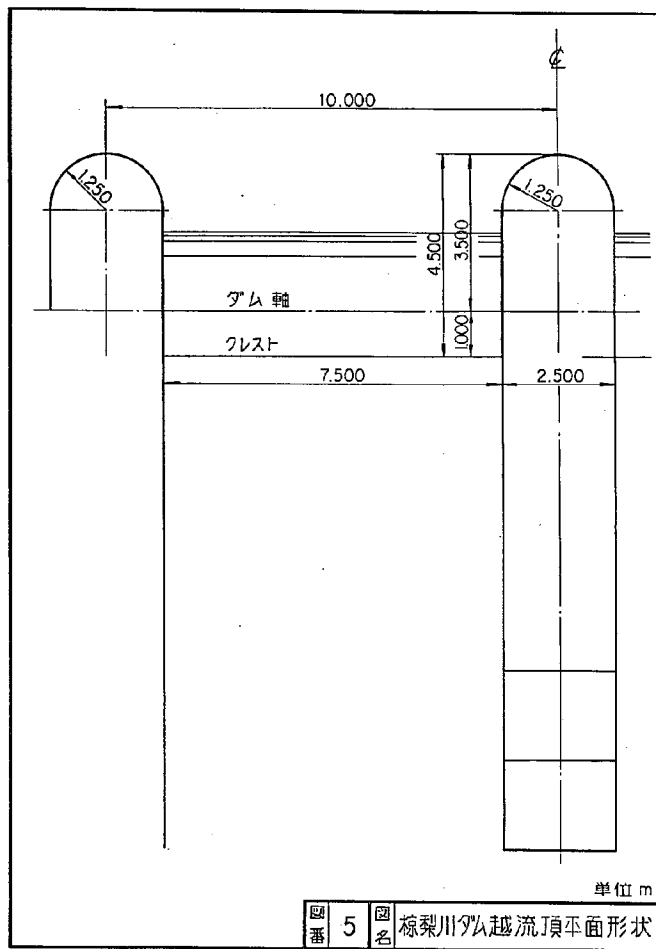
越流部資料 5

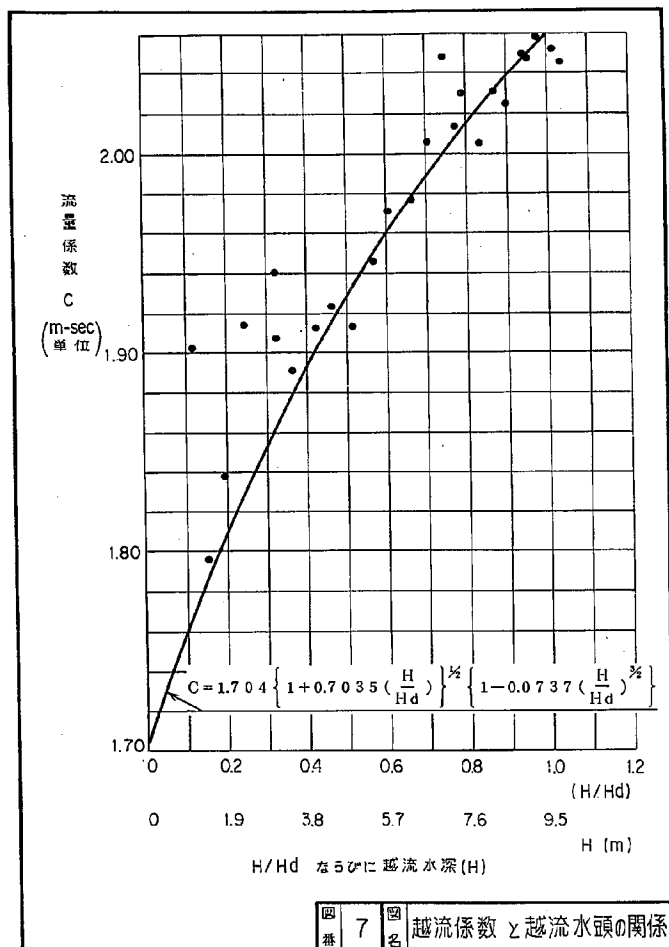
越流水面測定結果（貯水位EL. 129.8m）

測 点	測 線					
	1	2	3	4	5	6
	EL. m					
-8	128.90	129.25	129.70	129.45	129.30	129.55
-7	128.15	129.05	129.70	129.15	129.15	129.45
-6	127.00	128.90	129.50	128.45	128.95	128.95
-5	126.75	128.60	129.05	127.70	128.70	128.20
-4	126.25	128.35	128.25	127.40	128.55	127.65
-3	126.05	128.00	127.95	127.10	128.25	127.65
-2	125.90	127.65	127.65	126.90	127.85	127.30
0	125.80	126.85	127.00	126.45	126.95	126.65
2	125.65	125.75	126.30	126.10	125.85	126.10
4	125.20	124.65	125.45	125.45	124.80	125.15
6	124.65	122.90	124.40	123.55	123.35	124.10
8	123.00	121.80	122.50	121.85	121.95	122.05
10	121.80	120.15	120.55	120.55	120.15	120.25
12	120.15	118.10	118.70	119.10	118.40	118.45
14	118.20	115.85	117.05	117.70	116.55	116.40
16	116.05	113.25	113.75	115.10	114.00	114.05
18	113.75	110.90	111.20	113.10	111.20	111.40
20	110.25	108.15	108.00	109.95	108.60	107.55
22	107.60	105.75	105.60	106.20	104.10	104.45



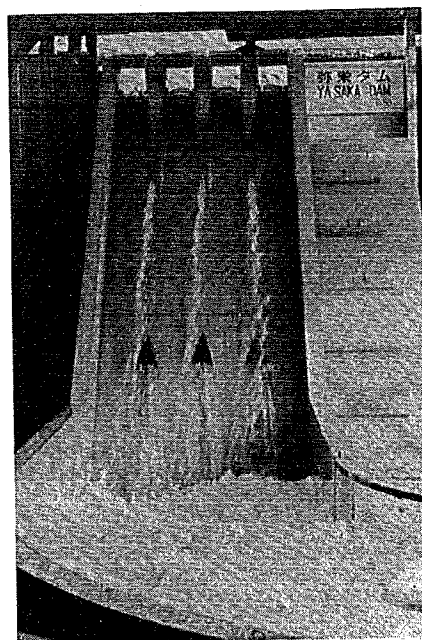
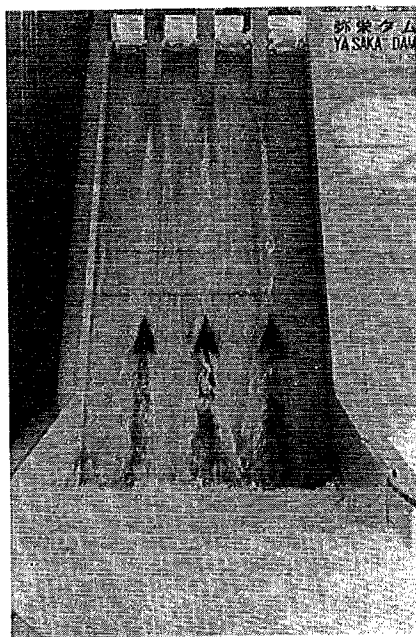
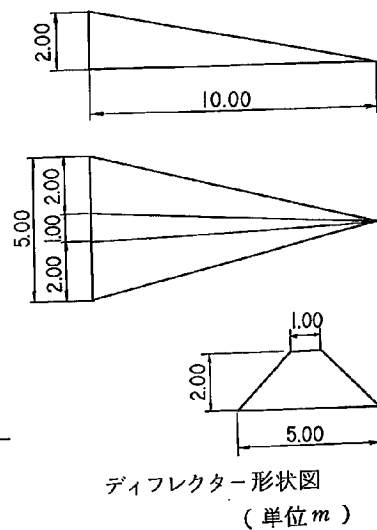
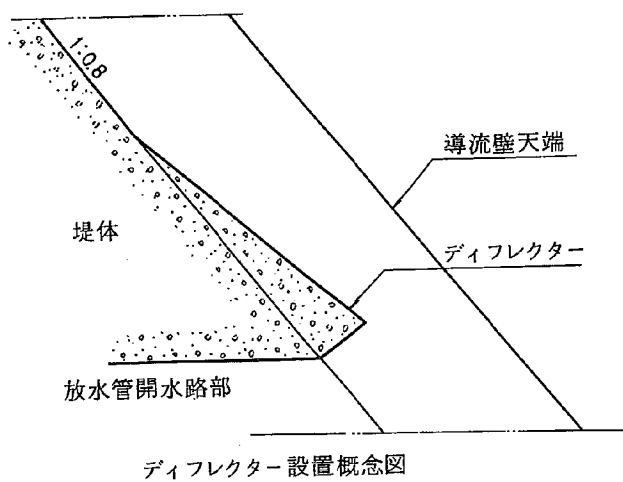
越流水脈流況写真（貯水位E L. 129.8 m）





自由越流時の水深と流量関係

越流水深 m	越流量 m^3/s	越流係数	H/H_d
1.09	32.4	1.902	0.115
1.44	46.6	1.796	0.152
1.84	68.8	1.838	0.194
2.30	100.2	1.915	0.242
3.06	155.8	1.941	0.322
3.10	155.9	1.907	0.326
3.48	184.2	1.891	0.366
4.06	234.8	1.913	0.427
4.41	267.2	1.924	0.464
4.86	307.6	1.914	0.512
5.19	343.0	1.933	0.547
5.40	366.3	1.946	0.568
5.78	410.8	1.971	0.608
6.29	467.5	1.977	0.662
6.72	524.2	2.006	0.707
7.11	582.9	2.049	0.749
7.32	598.1	2.013	0.771
7.50	625.4	2.030	0.790
7.90	667.9	2.005	0.832
8.22	718.5	2.031	0.866
8.55	758.9	2.025	0.900
8.92	819.7	2.051	0.939
9.03	833.8	2.049	0.950
9.26	870.3	2.059	0.975
9.62	918.8	2.053	1.013
9.84	947.2	2.046	1.036



堤体越流水脈流況図

第三章 減 勢 工

第三章 減 勢 工

第一節 設 計 条 件

減勢工は以下の三項目を考慮の上その規模を決定するものとする。

- イ) 放流管 3 条最大放流量を完全減勢すること。
- ロ) ダム地点 1 0 0 年確率洪水流量 ($3,350\text{ m}^3/\text{sec}$) に対して十分な減勢能力を有すること。
- ハ) ダム設計流量 ($4,050\text{ m}^3/\text{sec}$) に対してダム本体の安全性が脅かされないこと。

第二節 弥栄ダム減勢工設計の経緯と要点

弥栄ダム洪水吐の減勢工は河道がダム直下流で偏向している関係で堤趾部から約 30 m 下流で中心半径 50 m 程度で左へ約 60° 湾曲することになる。水平湾曲水叩きでの射流から常流への遷移はいわゆる跳水とは言い難い側面を持っており水理的に好ましくなく、その結果構造上も不利な点が多い。弥栄ダムでは堤体流下式、シュート式、トンネル式の 3 洪水吐案について検討しているが地質、地形上の制約からシュート式、トンネル式の 2 案は非常に困難と思われるのでまず上述の堤体流下式洪水吐案について詰めることとした。

現在までに施工、計画されている水平湾曲水叩きを持つ代表的なダムについて検討すると表 3-1 のようになる。表によると弥栄ダムにおける半径 50 m、中心角 60° という値は非常に厳しいことが理解される。

「下久保ダム水理模型実験報告書 建設省土木研究所 昭和 39 年」によれば、弥栄ダム 100 年確率流量 $3,350\text{ m}^3/\text{sec}$ とほぼ同程度の $3,000\text{ m}^3/\text{sec}$ では湾曲外側導流壁高は 27~28 m 必要であり、この値は直立・傾斜いづれの導流壁形状であってもまた、直線を長くし (40 m) カーブ半径を小さく (40 m) しても計画値のように、直線 30 m でカーブ半径 100 m としても変化は見られない。また、補助構造物を設けることにより、副ダム高、水叩き長の規模は減じる事は可能であるが水面変動は非常に激しくなり、導流壁高に関しては好ましい結果を与えていない。

昭和 50 年度は上記の事を考慮して、この種の減勢工の機能を調査し、その実用性について検討することを目的として水理模型実験を実施した。その結果補助構造物なしでは設計条件を満足することは不可能で、高さ 10 m の潜り分離壁を水叩き湾曲部中央に設置することを提案している。

昭和 51 年度は具体的な実施形状を検討する事を目的として水理模型実験を実施したがこれに

表 3 - 1 水平湾曲水叩きを有する減勢工

ダム名	諸 元			計 算 値							計画値(概略値)			
	落 差	水叩 き巾	対象 流量	単位巾 流 量	流入 速度	フルー ド 数	流入 水深	対応 水深	必要水 叩 長	必 要 シル高	直線長	湾 曲 半 径 中心角	堤趾より 副ダムまで の曲線長	副ダム 越流巾 高
下 久 保	116.8 ^m	44.0 ^m	2000 ^{m³/s}	45.45 ^{m³/s}	45.45 ^{m/s}	14.5	1.00 ^m	20.09 ^m	90.4 ^m	11.6 ^m	30 ^m	100 ^m	147 ^m	40 ^m
			3000	68.18	"	11.9	1.50	24.47	110.1	13.4		60°		10
石 手 川	81.5	21.0	620	29.52	37.97	13.8	0.77	14.78	66.5	8.4	39.5	28.7	54.5	21
			750	35.71	"	12.5	0.94	16.21	73.0	9.0		30°		7.5
草 木	123.0	53.2	3600	67.67	46.64	12.39	1.45	24.73	111.3	13.7	20	110	109	53.2
			4320	81.20	"	11.31	1.74	27.02	121.59	14.6		46°		10.5
野 村	56.2	40.0	1300	32.50	31.53	9.93	1.03	13.99	63.0	7.3	30	60	79	40
			2500	62.50	"	7.16	1.98	19.14	86.1	8.9		28°		7
浅瀬石川	89.0	34.0	2000	58.82	39.67	10.42	1.48	21.15	95.2	11.2	36	80	78	34
			2900	85.29	"	8.65	2.15	25.29	113.8	12.6		21°		8
猿 谷	63.0	37.5	1300	34.66	33.38	10.48	1.03	14.89	67.0	7.9	0	23.6	49	37.5
			2060	54.93	"	8.32	1.64	18.59	83.7	9.1		26°		5.25
弥 栄	115.0	50.0	3350	67.00	45.10	11.84	1.48	24.16	108.8	13.3	20	50	—	—
			4050	81.00	"	10.76	1.79	26.49	119.2	14.2		60°		

注1. 猿谷ダムは補助構造物としてガイドバッフルを使用しており、シル前面は1:2の勾配を持つ。

注2. 対象流量は上段は100年確率洪水流量, 下段はダム設計洪水流量

先立って現地においてダム軸が変更となり、水叩きの直線長が50mと水理的に緩和されたため分離壁の必要性は認められなくなった。曲線型減勢工に関する水理実験による検討の結果、減勢工の必要規模は水叩き長125m、副ダム高13mと非常に大きなものとなったため、これを縮小するために補助構造物としてバッフルピアーを設置する形状についても調査した。

また補助構造物（バッフルピアー）の設置によって跳水長を短縮し副ダム上流は直線型減勢工とし、副ダム下流は横流入水路を経て二次減勢工に至る直線型減勢工を比較案として提案した。両者の比較は下流の二次減勢工を含む全体規模について実施検討している。

第三節 昭和50年度減勢工実験結果

3-1 実験の概要

昭和50年度に実施された水理実験の結果はその後のダム軸の変更によってそのまま弥栄ダムに適用することはできなくなったが、減勢工構造物の規模が構造的および金銭的に許容されるならば弥栄ダム地点でも河道に沿った減勢工が可能であることを示唆している。

水理実験用模型は縮尺1/50で製作し、堤体から下流900mまでの河道を再現した。（減勢工資料1）越流部、放水管および減勢工は良質の姫小松材とラワン合板で製作し、流水面は塗料仕上げとした。下流河道は表面モルタル仕上げで巾50mの計画河道形状とした。

模型を流下する流量は下流に設置された検定堰を用いて越流水深を1/10mm読みポイントゲージで測定し実物値を換算している。

本実験は下流河道末端に設置した水位調節装置により減勢工下流水位を設定する予備実験により必要副ダム高を13m程度であるとして実施している。実験は表3-2および図3-3に示す15種の減勢工形状が三種の流量（1,300, 3,350, 4,050 m^3/sec ）に対してどの程度の減勢機能を持つかを目視および写真による観察を主体に調査したものである。各減勢工形状は図に示す通りである。なおB型減勢工に波処理工のある場合、分離壁の位置は通常の場合より2m右岸に寄っている。

主要な実験ケースにおける流況観察の結果は「減勢工資料2」に示す。また最も適切と思われる減勢工形状9, 11, 12, の内代表としてケース9の水面形状および流況写真を「減勢工資料3」に示す。

3-2 分離壁の効果

ケース1～6の実験により分離壁は右岸導流壁沿いの水面隆起を減じるのに十分な機能を持っておりその数は1基の場合が最も効果的である事がわかったので本実験では高さを5m, 10

表 3 - 2 昭和 50 年度減勢工検討形状

ケース	副ダム		分離壁		減勢工形状	ケース	副ダム		分離壁		減勢工形状
	高さ	位置	高さ	数			高さ	位置	高さ	数	
1	13m	I		0	A	9	13m	I	10m	1	B
2	13	I	30m	1	A	10	13	I	20	1	B
3	13	I	30	2	A	11	13	II	10	1	B
4	16	I		0	A	12	13	III	10	1	B
5	16	I	30	1	A	13	10	II	10	1	B(波処理工)
6	16	I	30	2	A	14	13	II	10	1	B(")
7	13	I		0	B	15	16	II	10	1	B(")
8	13	I	5	1	B						

m, 20m, と変化させてその効果を検討した。

分離壁が20mの場合、跳水現象は左右に分離され、分離壁がない場合と比べて右岸沿いの水面上昇を和らげているが、減勢効果は多少悪化している。高さが5mの場合は分離壁としての効果はほとんどみられず、水面の荒れが若干大きくなっている。分離壁高を10mとすると左右の跳水現象が適度に干渉して、水面隆起、減勢効果の両面について最も良好である。なおこれらの比較検討時、副ダムの高さは13m、位置は減勢工、湾曲部終端より68.6mに設定してある。

3-3 減勢工規模

減勢工の検討は水叩き巾2種(50m, 56m)副ダム高3種(10m, 13m, 16m)水叩き長3種に対して行った。

水叩き払巾の効果は、分離壁の有無に係わらず湾曲部右岸側の水面隆起に表われている。分離壁高20mの場合、右岸側の平均水深は水叩き巾50m, 56mに対してそれぞれ27m, 24.5mである。

副ダム高は水叩き長120mとして検討した。放流量 $1,300m^3/sec$ に対しては副ダム高10m以下でも十分な減勢能力を持っている。副ダムを越流する流況から判断すると、3,350, $4,050m^3/sec$ に対して十分減勢能力を有するにはそれぞれ13m, 16m程度の副ダムが必要と判断される。減勢工設計の3条件を鑑みると弥栄ダム洪水吐の副ダム高は13mが適当と

思われる。このとき水叩き導流壁高は30m必要となり、さらに $4050\text{ m}^3/\text{sec}$ 流下時には越水する。この越水を防ぐには副ダム、導流壁ともさらに大規模にする必要があり現実的ではない。

水叩き巾は副ダム高13mとして検討した結果90m程度が適当であった。

3-4 波 処 理 工

30mの導流壁は構造物として成立し難いので間欠的な水面隆起は波処理工で処理することを考える。本年度は図3-3のB型減勢工に示されるステージの効果について検討したが、導流壁とステージ背面の壁が近すぎるため、その間で飛沫のエネルギーが減少せず最高水面はかえって上昇する。

波処理工については地形を考慮して形状を選択し、さらに検討を加える必要があろう。

3-5 圧 力 測 定

本実験は分離壁および導流壁の構造設計に必要な圧力資料を得るために実施したものである。圧力資料はビエゾ管とビニールパイプで連結されたマンメータの読みを実物標高に換算して得たものである。(減勢工資料4)

同資料を見るとW.L. 128m ($Q \div 4050\text{ m}^3/\text{sec}$)で導流壁、分離壁に作用するビエゾ水頭の最大値はそれぞれE.L. 36.7m $\sim$ 40.4m, E.L. 34.6m $\sim$ 39mでありほぼ直線分布であることが知れる。

圧力の値はマンメータの応答性の問題もあり、資料に的確に表われていると言い難いが設計条件には導流壁、分離壁とも作用圧力として、ビエゾ水頭E.L. 40m(水深27m)の静水圧分布に余裕を考慮したものを用いればよい。

第四節 曲線型減勢工実験結果

4-1 実験の概要

本節で検討している減勢工は水平湾曲水叩きを有する形状で当初計画され昭和50年度に水理実験が実施された減勢工の設計意図をそのまま踏襲したものである。この間、現地ダム軸変更に伴う変更設計により洪水吐の全体配置が上流へ20m、右岸へ15m移動することとなり、この結果ダム提趾部よりの水叩き直線長は約50mとなり、水理的状況はかなり緩和されたものと考えられる。(図3-4)

水理実験模型は昭和50年度に製作設置したものを現地変更設計に従って改造したものである。

実験は表 3-5 に示すように 19 種の形状について実施し、流量 $3,350 \text{ m}^3/\text{sec}$ に対して各減勢工がどの程度の減勢機能を有するか調査したものである。

検討方法は目視および写真による観察を主体に、必要に応じて水面形測定あるいは圧力測定を加味したものである。水面形の測定には 1 mm 読みの鋼尺を使用し、圧力の測定は被測定面に設置した内径 1 mm のビエ管とビニール管で連結されたマンメータ（ガラス管）を

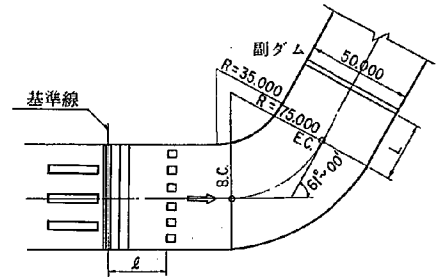


図 3-4 曲線型減勢工基本形状

表 3-5 曲線型減勢工検討形状

ケース	バップルピアー	副 ダ ム	備 考	
C- 1	H= (m)	H= 13.00 (m)	副ダムはE.Cより	L= 20.00 m
2		13.00	" "	L= 30.00 m
3		13.00	副ダムはE.Cより 分離壁	L= 20.00 m H= 10.00 m
4		13.00	" "	L= 30.00 m H= 10.00 m
5		10.00	" "	L= 20.00 m
6		12.00	" "	L= 20.00 m
7		13.00	" " ステージ設置	L= 20.00 m
8		13.00	分離壁H= 10.00 m	ステージ設置 L= 20.00 m
9		13.00	" " ステージ(床無し)	L= 20.00 m
10		13.00	副ダム右上り $\theta = 20^\circ$	L= 20.00 m
11		13.00	副ダム左上り $\theta = 20^\circ$	L= 20.00 m
12	3.75	13.00	副ダムはB.C点 バップルピアーは基準線より	$\ell = 25.00 \text{ m}$
13	3.75	13.00	副ダムはカーブ中心点	$\ell = 25.00 \text{ m}$
14	3.75	12.00	" "	$\ell = 25.00 \text{ m}$
15	3.75	11.00	" "	$\ell = 25.00 \text{ m}$
16	3.75	13.00	副ダムはE.C点	$\ell = 25.00 \text{ m}$
17	3.75	13.00	副ダムはE.C点、左上り $\theta = 20^\circ$	$\ell = 25.00 \text{ m}$
18	3.75	11.00	副ダムはE.C点	$\ell = 25.00 \text{ m}$
19	3.75	12.00	" "	$\ell = 25.00 \text{ m}$

使用している。

重要と思われる実験ケースにおける流況観察の結果は「減勢工資料5」に示すとおりである。本節ではさらに副ダム下流減勢工についても検討を加える。

4-2 減勢工規模

下流水位調節装置により下流水位を設定する予備実験による検討の結果、本節で調査している曲線型減勢工では補助構造物を設置しなくても設計条件を満たすことが可能であり、その時の必要副ダム高は1.3m、必要水叩き長は湾曲部終端より20~30mであることが知れた。

副ダム高を1.3mとし水叩き長を変化(C_1 , C_2)させて比較検討した結果、両者の差異はほとんど認められなかった。

上述のことから判断してケース C_1 の減勢工規模を範として軽微の形状修正すれば弥栄ダムに適当な減勢工形状が決定できるものと思われる。

減勢工形状 C_1 に対する流量 $3,350\text{ m}^3/\text{sec}$ 、 $4,050\text{ m}^3/\text{sec}$ 流下時の水面形状を「減勢工資料6」に、また $3,350\text{ m}^3/\text{sec}$ 流下時の作用圧を「減勢工資料8」に示す。これらの資料によれば、減勢工の必要流壁高は余裕をみて最大3.0m(天端標高EL.4.3m)とするのが適当であろう。また構造物に作用する圧力はほぼ静水圧と考えてよい。

4-3 分離壁の効果

昭和50年度に実施された実験による検討の結果、1.0mの分離壁は水平湾曲水叩きを有する減勢工の機能に対して相乗効果のあることが知れた。本節で機能調査している曲線型減勢工では分離壁の有無で対応づけられているケース($C_1 - C_3$, $C_2 - C_4$)により比較検討を行った結果、その効果は認められなかった。

逆に「減勢工資料5」のケース C_2 に記述してあるように分離壁先端から水脈が飛散し、また分離壁により水面変動が激しくなるほど全般的にみて分離壁の弊害の方が顕著であった。またケース C_5 , C_6 により分離壁設置により副ダム高を減ずる事が可能か調査した結果副ダム高1.2mでも同様の減勢機能を有することが知れたが実際に弥栄ダムに適用する減勢工としてはまったく不十分である。

これらのことから弥栄ダム洪水吐の減勢工としては補助構造物としての分離壁は設置すべきではないと判断される。

4-4 波 処 理 工

間欠的な水面隆起に対処する構造物として波処理工の検討を行った。(C₇~C₉)検討は限られた形状についてのみ実施しているが、これはこの種の波処理工あるいは斜壁の機能についても今回実施した実験的検討からある程度の認識が可能だからである。

「減勢工資料5」のケースC₇に記述してあるように水流の勢いは表面でも強く波処理工のステージ内で踊り、一部壁を直撃するためかえって右岸水面隆起を大きくしている。またC₉のように波処理工内のステージを取り去って潜り壁としても波処理工としての機能は変わらない。ケースC₇については3.350 m³/sec 流下時の水面形状を「減勢工資料7」に示す。

これらのことから弥栄ダム規模の水平湾曲のある減勢工では斜壁あるいは上述のような波処理工を設置するよりは直立壁により水流を抑えつけた方が好ましいと判断される。

4-5 副ダム前面の方向の効果

ケースC₁₀、C₁₁は副ダム前面が水流方向に対して傾きを持っている場合の効果を検討したものである。ケースC₁₀は右岸の水位を減じるために副ダム前面の右岸を下流を移動した形状であり、ケースC₁₁は副ダム下流への水流を一様化するために副ダム前面の左右を下流へ移動した形状である。

ケースC₁₀では跳水で見られる表面鉛直渦の左岸から上流への戻りが極端に強くなり、全般的に流況を悪化させている。またケースC₁₁では右岸の水位を押し上げる結果となり、下流に対しても良い流況にはなっていない。

ケースC₁₁の形状で副ダムを下流へ移動した場合は流況ケースC₁とほとんど一致する。

上述のことから弥栄ダム洪水吐として曲線型の減勢工の副ダム前面を傾げる必要性は認められない。

4-6 バッフルピアの効果

ケースC₁₂~C₁₄は補助構造物としてダム堤趾部より下流25mの位置に設置したバッフルピアの効果について調査を実施したものである。

バッフルピア設置の目的は動水圧を一部受け持つことにより、跳水長を短くすることと、水流のエネルギーを減じて、水面変動を抑えるために高めにしてある副ダム高を低くすることの二点である。これらのことは減勢工導流壁高を低くすることにも関係している。

上述の8ケースの検討の結果、副ダム位置は水叩き内部の流況から曲線部中央でも良好であるが下流の流況は悪化する。しかし曲線終端部とすれば下流への影響はC₁と同様であり副ダ

△高も1.1m～1.3mまで流況としては差異はなく水叩き内の水位が全体的に変化するだけである。

「減勢工資料9」にケースC₁₇に対して流量3,350m³/sec 流下時に副ダムに作用する圧力測定の結果を示してある。「減勢工資料8」のケースC₁の副ダム作用圧に較べて若干小さめであるが、ほとんど静水圧であり、両者の差を論じる事は無意味である。

これらのことからバフフルピアの設置により水叩き長2.0m、副ダム高2m、導流壁高4mの規模を縮小可能であることが知れた。しかしながらこれらのバフフルピアは堤体を流下する高速流に直接晒されることになるため何等かの損傷を受ける事は避けられないので採用にあたっては十分な検討を要する。

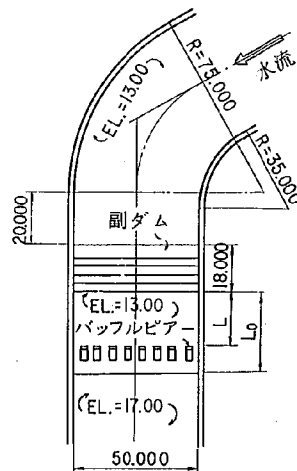
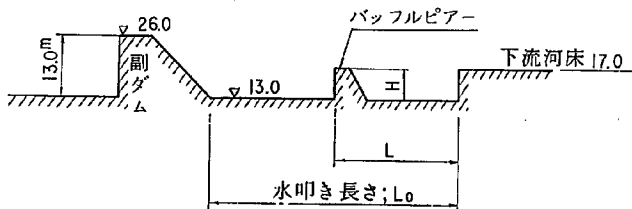
また副ダム高および位置は採用される可能性の高いC₁およびC₁₈のうち下流に対して不利なC₁を基準として検討した。

4-7 副ダム減勢工

副ダム上流で減勢された水流は副ダムを流下する間に急激に加速されて射流となり下流河道に至る。下流水深が十分に大きい場合、流水は副ダム直下で跳水あるいは噴流拡散によってエ

表 3-6 副ダム下流減勢工検討形状(その1)

	バフフルピア		L ₀	L
CS-1	なし		3.2.0 m	
CS-2	あり	H = 4.0 m		1.0.0 m 2.0.0 m
CS-5		H = 2.0 m		1.0.0 m 2.0.0 m
CS-6	なし		2.2.0 m	
CS-7	あり	H = 4.0 m		1.0.0 m 2.0.0 m
CS-10		H = 2.0 m		1.0.0 m 2.0.0 m
CS-11	あり	H = 3.0 m	3.2.0 m	1.2.0 m



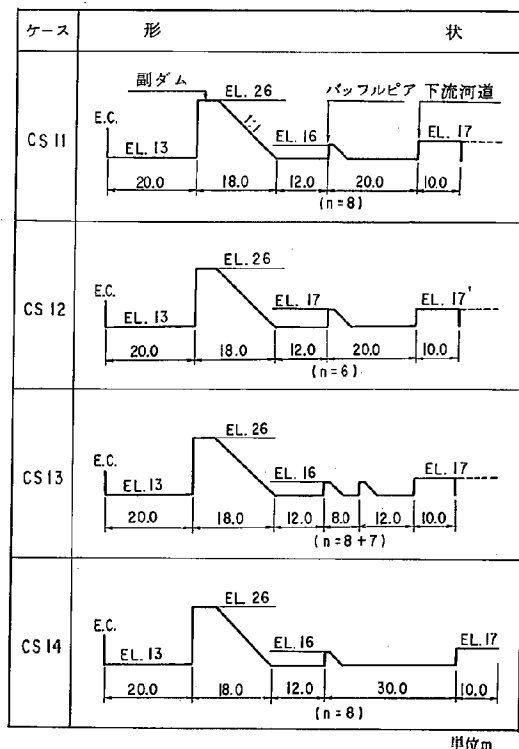
エネルギーを逸散し河道を短区間保護すれば下流への悪影響を取り除くことができる。しかし現在あるいは将来において十分な下流水深が期待できない可能性のある下流河道への影響を確実に軽減するためには副ダムに対する減勢工を設置する必要がある。弥栄ダムでは当初（昭和51年度）計画河道が確定していなかったため副ダム下流減勢工は現状河道および修正河道（下流450mの範囲で50mの一様巾）について対応できる設備として検討している。

実験的検討は表3-6に示す11ケースについて実施した。その結果CS-11が最も適当であると判断された。この減勢工は副ダム下流で標高13mとして長さ32mをとり、4mの段上りで標高17mとして河道に接続するもので、水叩き内には副ダム堤趾部より12mの位置に3m角のバップルピアを8個設置するものである。なお段上りの下流は底面境界層の発達を考慮して10m程度はコンクリート保護をする必要があろう。（減勢工資料10）

昭和52年度には計画河道は第五章の「河道資料1」に示されるものとなった。このため下流水位が現状河道と比較すると5m低下することとなり50m一様巾の修正河道に対して適当とされた副ダム下流減勢工の再検討が必要となった。

今回の検討は表3-7に示す4ケースについて実施した。ここでCS11は前回の実験検討の結果適当と判断された形状であるが下流水位との関係を検討するために再実験を実施したものである。（減勢工資料11）この結果を図示したものが図3-8でありこれを検討することにより副ダム下流（測線13/900）の水位が、EL.29mであればケースCS11の副ダム下流減勢工で十分機能することが知れた。ケースCS13はバップルピアの修正により跳水位置を固定し減勢機能を増大して満足できる減勢工としようとするもの

表3-7 副ダム下流減勢工検討形状（その2）



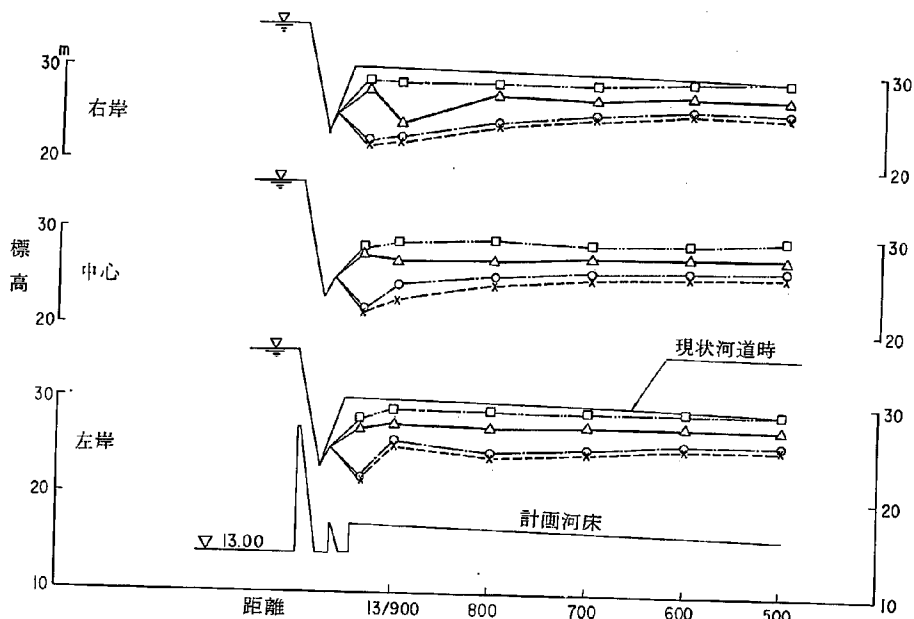


図 3-8 副ダム下流水面形状

であるがCS11と同じく下流水位に比較してバップルピアの位置での水面隆起が大きく下流に射流を再発しその結果、河道部測定位置13/850~13/900に弱い跳水を発生させ下流の流況を悪化させている。

これらの結果から細部修正ではなく規模そのものを修正する必要があると判断されたので今までの結果を考慮に入れて水叩き長を変化させて検討した結果CS11の形状から水叩き長だけを10m長くした場合、副ダム下流減勢工として満足できるものが得られた。(CS14) ケースCS14の流況写真を「減勢工資料12」に示す。

本小節では副ダム減勢工の検討はすべて流量 $3,350\text{ m}^3/\text{sec}$ に対しての機能評価として実施されており、下流河道の水位は測点13/300付近に限界流が発生しているものである。

計画最大放流量 $900\text{ m}^3/\text{sec}$ に対してはバップルピア位置に多少の水面隆起が認められるが下流河道に対しては十分な機能を有している。

なお、バップルピアに作用する圧力値としては 30 t/m^2 を採用すれば流量 $3,350\text{ m}^3/\text{sec}$ まで対処することが出来る。また、最大水深はバップルピア近傍に生じその標高は 31.25 m である。

第五節 直線型減勢工実験結果

5-1 実験の概要

跳水は本来直線水路のみで認められる現象であり、曲線水路での射流から常流への遷移は跳水とは言い難い側面を持っている。このため水叩き内の水の流れは非常に複雑な様相を示すこととなり、その結果、水面は激しく変動することとなり、水塊が間欠的に飛散するなどの悪影響がみられる。

本節では水塊の飛散が周辺に及ぼす影響を考慮してこれを除去するため、直線部分で跳水を終了させることを目標とする直線型減勢工について弥栄ダムで実際に適用するため検討を加えたものである。弥栄ダムではバッフルピアを用いて跳水長を規制してもその下流には余裕がないため、副ダム下流は横流入式水路とし、さらにその下流の二次減勢工で処理して下流河道へ放流する方式を適用している。

水理実験用模型は、前節曲線型減勢工に使用したものを本実験に適用できるよう改造して使用した。

実験は流量 $3.350 \text{ m}^3/\text{sec}$ に対して各種の形状の減勢工がどの程度の減勢機能を有するかを調査したものである。検討方法は前節と同様に目視および写真による観察を主体に必要に応じて水面形測定あるいは圧力測定を加味したものである。

5-2 水叩き長

直線水叩きの必要長さを検討するため図 3-9 に示す 3 ケースの実験を実施した。曲線型減勢工の検討結果より水叩き長、補助構造物の諸元がほぼ知れているのでこの節での検討は予備実験で副ダム高 13 m とした上で実施し必要に応じて副ダム高を変化させた。各ケースの流況の概要は以下に示す通りである。

○ ケース D1 (副ダム高 13 m)

バッフルピアが補助構造物として効果的に機能し、減勢機能はかなり良い。導流壁(高さ 30 m)を越流する状態はまったく無く、副ダムからの越流水脈も安定して下流へ流下する。バッフルピアの設置位置に若干の飛水現象が認められるが、これは副ダムを上流側へ移動することにより解決されるものと思われる。

○ ケース D2 (副ダム高 11 m)

ケース D1 と比較して副ダムが 10 m、バッフルピアが 5 m 上流へ移動し、さらに副ダム高が 2 m 低くなっている。これは副ダム下流の地形的な制約を考慮して実現性を高くするよ

う設定したものである。

バップルピア上の減勢状況はケース D 1 とほぼ同様であるがピアによる飛水現象は解消されている。副ダムが低いために下流への水脈が大きくなっているが下流水路の形状により解決できるものと思われる。

○ ケース D 3 (副ダム高 13 m)

ケース D 2 に比較して副ダムの位置を 10 m 上流へ移動し、かわって高さを 2 m 高くした形状である。これは副ダム下流の構造物の配置を容易にするために設定したものである。

副ダム設置条件より水叩き内水位は常時 E.L. 36.00 m まで上昇しているが減勢効果は良い。反面副ダムからの越流は落差が大きくなり、下流での処理はケース D 2 より不利になると判断される。

これらのケースを総合的に判断して以後の検討は D 2 を基本形状として行う。なお検討資料として「減勢工資料 1 3」にケース D 2

「減勢工資料 1 4」にケース D 3 の水面形と圧力の測定結果を添付する。

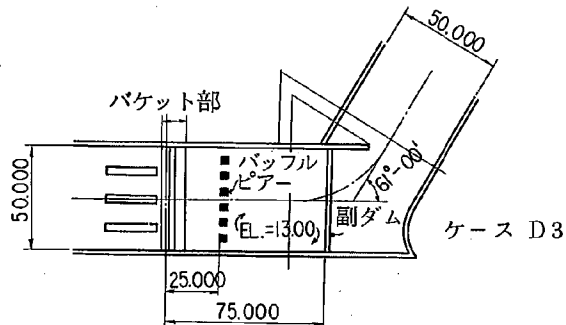
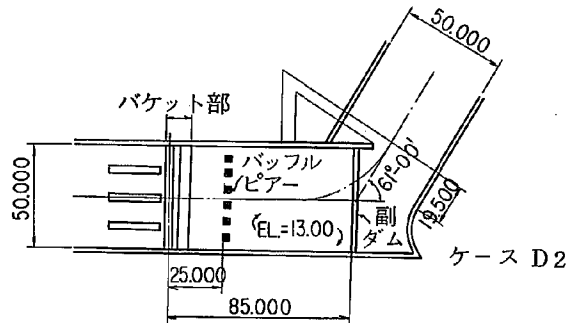
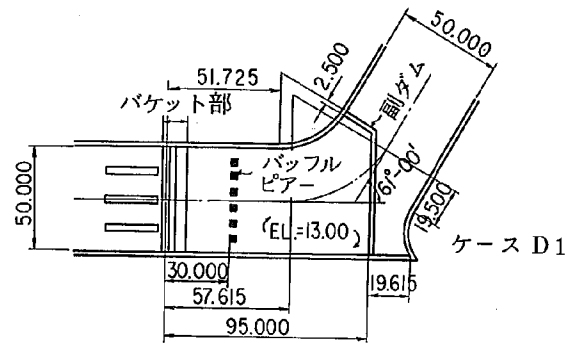
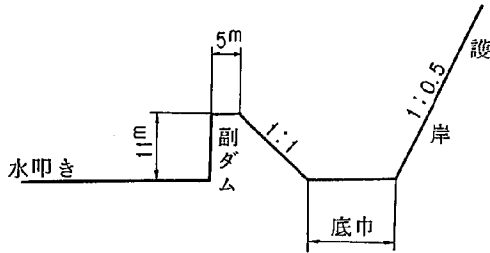


図 3-9 直線型減勢工検討形状

5-3 副ダム下流横流入水路

副ダムを流下した水流の処理は地形の制約を考慮して横流入水路とする。この水路形状の検討は表 3-10 に示す D 4-D 8 の 5 ケースについて実施した。各ケースの流況の概要は「減勢工資料 1 5」に示すとおりである。

表 3 - 1 0 横流入水路検討形状



ケース	横流入水路巾	
	上 流	下 流
D-4	5.0 m	5.0 m
D-5	1 0.0 m	1 0.0 m
D-6	5.0 m	2 0.0 m
D-7	1 0.0 m	1 5.0 m
D-8	1 0.0 m	2 0.0 m

これらを総合的に判断するとケース D 8 が最適である。また資料としてケース D 8 の水面形状を「減勢工資料 1 7」にまた比較としてケース D 5 の水面形状を「減勢工資料 1 6」に示す。

5 - 4 二次減勢工

本小節では横流入水路からの流れをさらに減勢し、整流して下流河道へ流下させるための構造物すなわち二次減勢工の検討を行うものである。

図 3 - 1 - 1 に示すように横流入水路部までの形状はほぼ決定しているので本小節では横流入水路部右岸の斜壁の傾きと下流二次減勢工の規模、諸構造物の形状を定めることを目的とする。

一般的に、一次減勢池より副ダムを越流した流れの主たる部分は横流入水路との関係において図 3 - 1 - 2 に示すような 3 種のパターンに分類される。二次減勢工の諸構造物はこれらの三つの流れに対処するために設置されるわけであるが、構造物の型式選定にあたっては全体的な形が単純なものとな

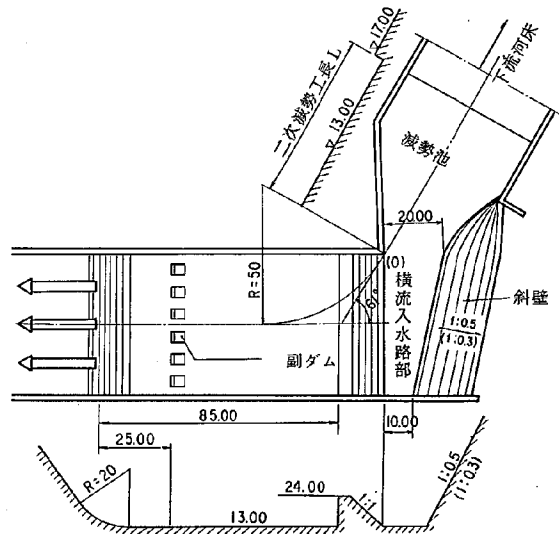


図 3 - 1 1 直線型減勢工検討基本形状

るように心掛けています。「減勢工資料18」に代表的な型式についての概略図および流況観察の結果を示すとともに「減勢工資料19」および「減勢工資料20」にその一部についての水面形状および作用圧力状態を示してある。

検討結果を要約すると以下のとおりである。

- (1) 主流④に対処するには直接的に流れを抑制する構造物の設置が必要である。
- (2) 主流⑥に対処するには直接的に流れを抑制する構造物を設置するとともに二次減勢池の

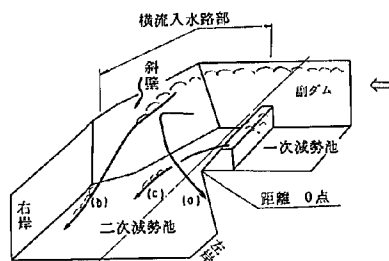
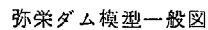


図3-12 副ダム下流の流れのパターン

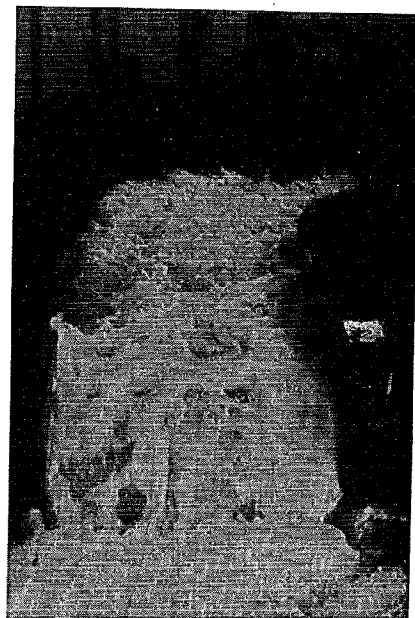
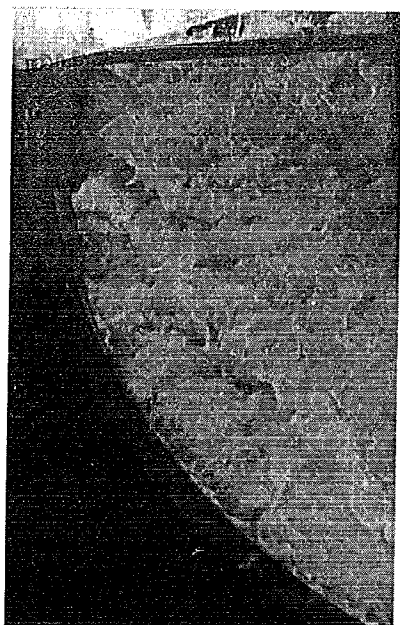
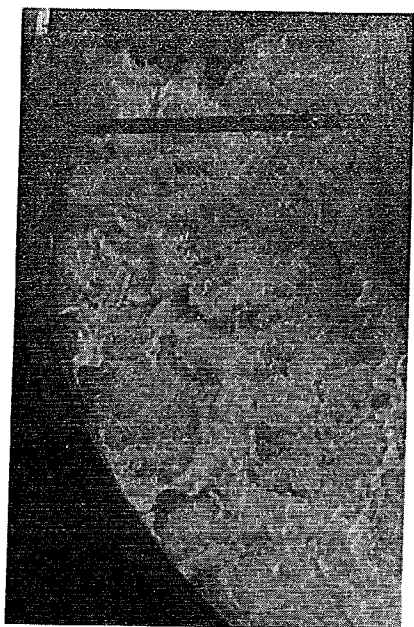
- 水位を高める必要がある。
 - (3) 主流⑥に対処するには二次減勢池の水位を高める必要がある。
 - (4) 二次減勢池の水位が極端に高いと流れが加速され射流となり。下流で弱跳水を生じるため流況は悪くなる。
 - (5) 横流入部の斜壁は1:0.5に比べ1:0.3の方が主流⑥が減勢池の中央に移動するため主流④の減勢にも効果的である。このとき横流入水路の断面減少による水位上昇が認められる。
- これらの点を総合的に判断すると弥栄ダムにおける直線型減勢工の二次減勢工としてはDS6あるいはDS8が適当である。



昭和50年度減勢工実験流況概要

ケース	Q = 3 3 5 0 m ³ / sec					Q = 4 0 5 0 m ³ / sec					Q = 1 3 0 0 m ³ / sec
	跳水始端	右岸最高水位		飛散状況	その他	跳水始端	右岸最高水位		飛散状況	その他	
		平均水位	最高水位				平均水位	最高水位			
1 (副ダム高13m)	バケット中央	E14.0.0m	E1.4.2.5m	右岸導流壁水衝部より若干水脈が剝離	主流は極端に右岸を走り、右岸側の水面隆起が激しい。	バケット中央	常時導流壁を越流する。		右岸導流壁水衝部より水脈が飛散、剝離する。	主流が極端に右岸寄りになり、右岸側の水面隆起が激しい。	放水管より射出した水脈はカーブ終端付近で減勢を終了する。跳水の始端はバケット上流にあり余裕ある減勢工となっている。最大水位は、ケース1、2で平均E1.3.0.0m、最高E1.3.5.0mであり、ケース4、5ではそれぞれ3.5.0、3.7.5mである。分離壁の効果はほとんど見られない。
2 (副ダム高13m) (分離壁)	カーブ始端	4.0.0	4.2.5	水叩き部から水脈が若干剝離	露出射流による右岸側の水面隆起が激しい	カーブ終端	—	—	分離壁上流端右岸導流壁水衝部より剝離飛散する。	露出射流が水叩き上を直線部いっぱい走り、水衝部で飛散する。	
4 (副ダム高16m)	バケット上流	4.0.0	4.5.0	なし	ケース1に同じ	バケット上流	常時導流壁を越流する。		ケース1に同じ。	ケース1に同じ。	
5 (副ダム高16m) (分離壁)	バケット上流	3.7.5	4.0.0	〃	曲線部の水面隆起がケース4に較べて若干減少している。	バケット終端	E1.4.0.0m	E1.4.2.5m	なし	右岸に水面隆起があるが、減勢状況は良好である。	
9 (副ダム位置Ⅰ)	〃	3.7.5	4.0.0	〃	主流は若干右岸寄りになるが良く減勢しており余裕がある。	バケット上流	3.7.5	4.2.5	〃	主流は若干右岸寄りになるが良く減勢しており若干の余裕がある。	
11 (副ダム位置Ⅱ)	〃	3.7.5	4.2.5	〃	ケース9とほぼ同様であり若干の余裕がある。	バケット中央	4.0.0	間欠的に導流壁を越流する	〃	跳水始端の位置が上下流に変動してやや不安定な流況を呈する	
12 (副ダム位置Ⅲ)	バケット中央	3.7.5	4.2.5	〃	分離壁左側、右岸に水面隆起があるが適当な減勢工規模と判断される。	バケット終端	4.0.0	〃	分離壁先端から間欠的に飛散する。	水面隆起が不規則にあり上昇水面が直接副ダムを越流する。	
13 (副ダム高10m)	カーブ始端	4.0.0	間欠的に越流する	バケット部にて水脈が剝離して飛散。分離壁先端にて飛散。	分離壁の効果は認められず流水は極端に右岸に寄る。	水叩き中央	常時導流壁を越流する。		分離壁先端で水脈が飛散。	分離壁の効果はまったくなく、これにより水脈が跳ね上っている。	
14 (副ダム高13m)	バケット上流	4.0.0	〃	なし	導流壁とステージの不連続点から水脈が間欠的に跳ね上がりステージの効果はない。	バケット下流	間欠的に導流壁を越流する。		なし	ステージの効果はなく、ステージ部から跳ね上がる水脈が激しい。	
15 (副ダム高16m)	バケット中央	かなりの頻度で導流壁を越流する。	〃	〃	水脈の変動はケース13に較べて少ないが水位が上昇しているため、越流量が増加する。	バケット上流	常時導流壁を越流する。		〃	全体的な水面上昇によりケース14に較べて越流量が増加する。	

④ ケース1～5は副ダム位置Ⅰ、分離壁高3.0m ケース9～12は副ダム高1.3m、分離壁高1.0m ケース13～15は副ダム位置Ⅱ、分離壁高1.0m 導流壁先端標高はE1.4.3m。

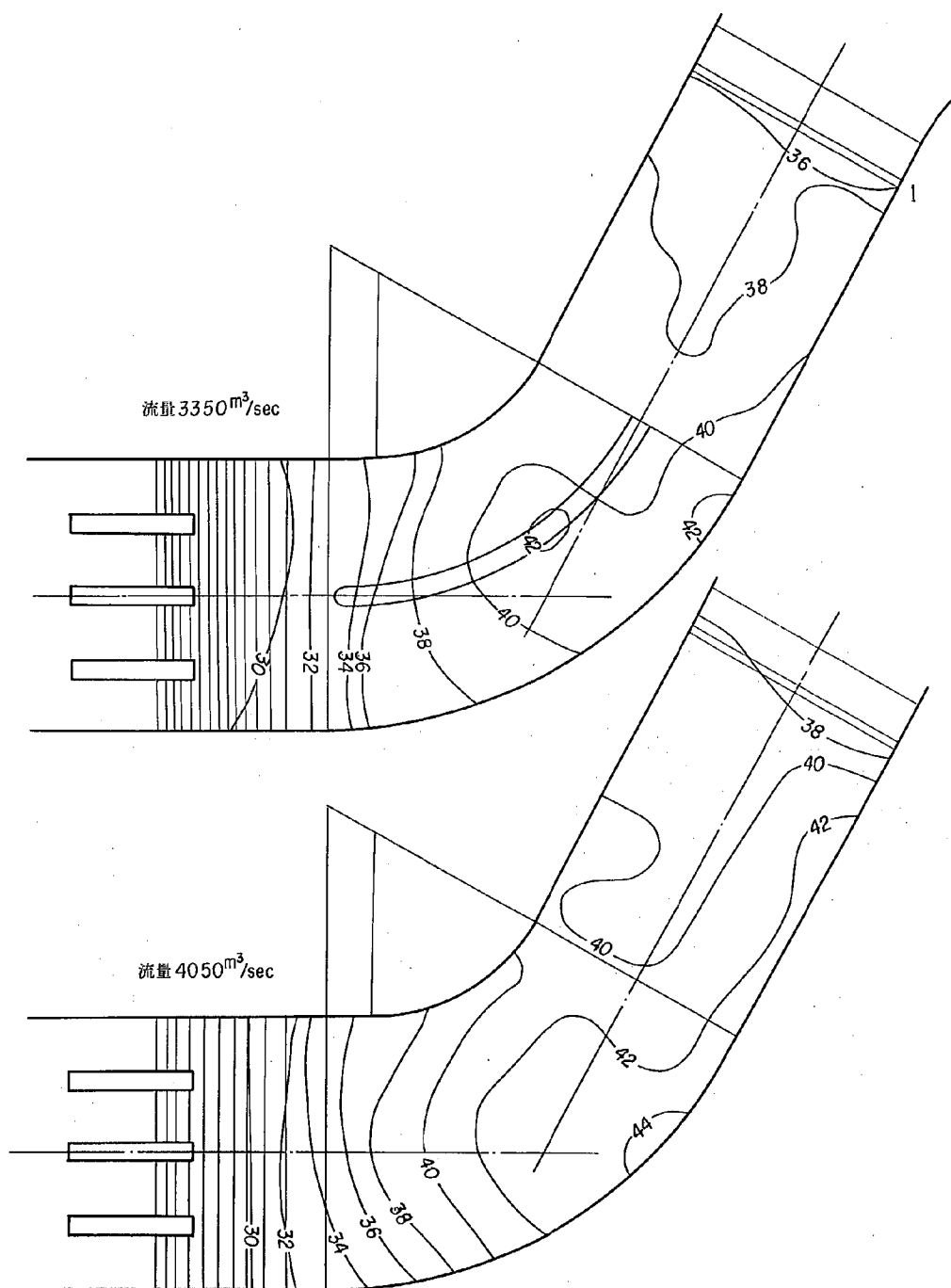


流量 $3350 \text{ m}^3/\text{sec}$

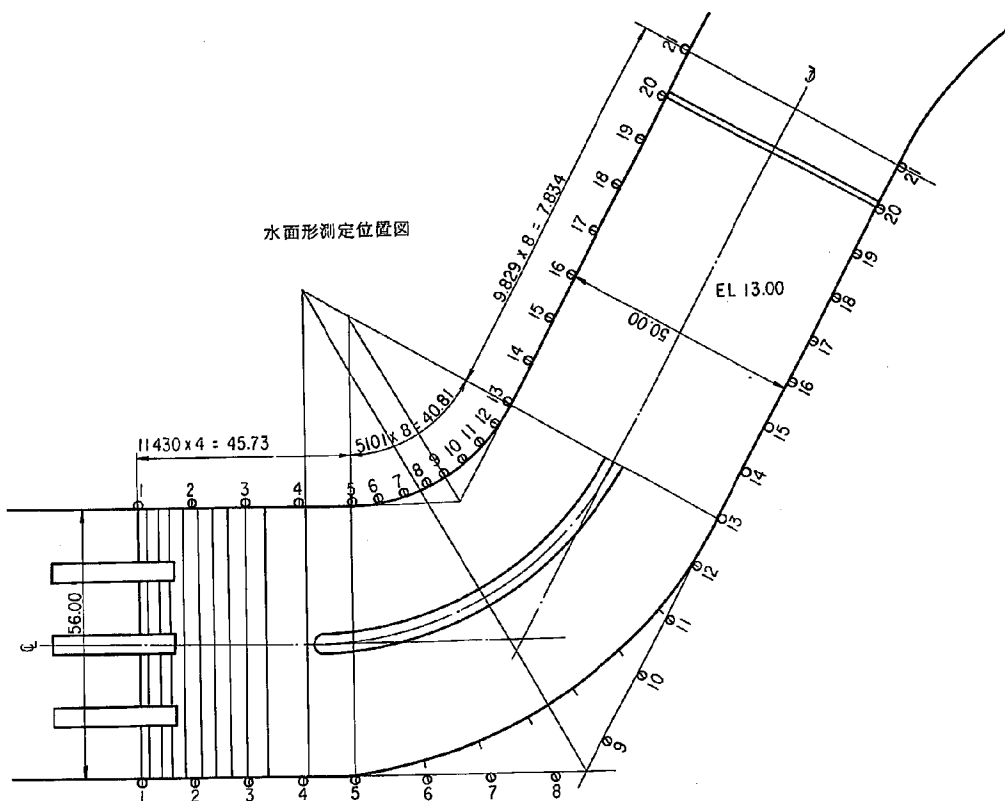
流量 $4050 \text{ m}^3/\text{sec}$

昭和50年度減勢工水理実験流況写真(ケース9)

減勢工資料3



昭和50年度減勢工 ケース9 水面形状図（平均値）



測点	流 量 3350 m ³ /sec			流 量 4050 m ³ /sec		
	左岸導流壁沿い	中 央	右岸導流壁沿い	左岸導流壁沿い	中 央	右岸導流壁沿い
1	28.55	31.15	29.90	28.15	31.50	28.10
2	29.75	28.80	29.55	26.85	27.35	28.00
3	30.55	29.55	31.00	30.30	29.60	30.75
4	32.25	32.70	32.10	35.80	34.60	33.80
5	34.50	36.85	36.65	36.50	39.10	34.25
6	35.60	39.35	36.10	35.60	39.95	37.40
7	37.40	39.85	38.55	38.00	41.50	40.90
8	38.40	40.50	39.85	37.90	43.75	42.05
9	38.00	42.15	40.20	39.20	43.05	42.70
10	38.95	42.05	41.85	39.70	42.75	44.05
11	38.20	39.40	40.20	39.90	43.55	44.40
12	38.55	37.85	42.65	40.90	40.80	42.85
13	39.70	37.30	40.95	40.10	40.40	43.50
14	39.25	38.65	41.25	40.10	39.05	43.50
15	39.55	37.80	40.25	41.35	39.00	42.20
16	39.05	37.25	39.60	40.00	39.20	42.60
17	38.05	37.10	40.10	39.80	38.75	43.25
18	37.90	37.45	38.45	39.70	39.00	42.15
19	37.70	37.55	39.15	39.15	38.75	40.10
20	35.80	34.80	36.50	38.55	36.75	37.85
21	28.95	28.90	30.70	31.50	30.95	33.45

単位 (EL. m)

昭和50年度減勢工 ケース9 水面測定結果 (平均値)

減勢工資料3

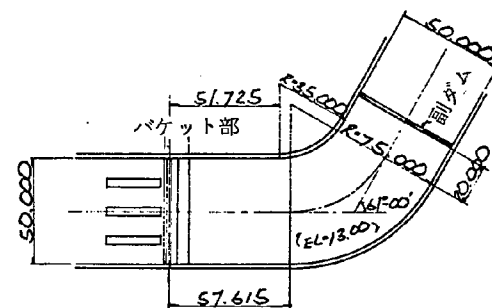
圧 力 測 定 結 果 (昭 和 5 0 年 度 減 勢 工 実 験 ケ ー ス 9)

導 流 壁								分 離 壁							
		X *	Z **	Q=3350m ³ /sec		Q=4050m ³ /sec				X ***	Z **	Q=3350m ³ /sec		Q=4050m ³ /sec	
				MAX.	MIN.	MAX.	MIN.					MAX.	MIN.	MAX.	MIN.
I	1	-5m	EL.15.5m	36.2	36.1	36.7	36.6	I	1	-5m	EL.14.25m	35.1	35.0	36.4	36.2
	2	"	20.5	36.4	36.2	36.8	36.7		2	"	16.75	35.5	35.2	36.3	36.1
	3	"	25.5	36.6	36.5	37.4	37.3		3	"	19.25	35.3	35.2	36.1	36.0
	4	"	30.5	37.2	37.2	38.2	38.2		4	"	21.75	34.9	34.7	35.6	35.4
	5	"	35.5	37.9	37.8	39.5	39.4								
II	1	-15m	同上	36.6	36.5	37.8	37.6	II	1	-12.5m	同上	35.8	35.5	37.3	37.1
	2	"		37.2	37.1	38.5	38.0		2	"		35.7	35.3	37.3	37.1
	3	"		37.2	37.1	38.2	38.1		3	"		35.6	35.4	37.1	36.9
	4	"		37.7	37.6	39.2	39.0		4	"		35.8	35.6	36.7	36.4
	5	"		38.7	38.4	40.4	40.2								
III	1	-25m	同上	36.8	36.6	38.0	37.6	III	1	-22.5m	同上	36.9	36.6	39.0	38.8
	2	"		37.1	36.5	37.5	37.3		2	"		37.0	36.7	38.8	38.6
	3	"		37.1	36.8	37.6	37.4		3	"		36.7	36.4	38.7	38.3
	4	"		37.7	37.6	38.4	38.3		4	"		36.2	36.0	37.3	37.1
	5	"		38.6	38.4	40.1	39.9								
IV	1	-37.5m	同上	37.2	36.9	39.1	38.7	IV	1	-32.5m	同上	36.7	36.5	37.8	37.5
	2	"		37.3	37.2	38.6	38.3		2	"		37.2	36.4	37.9	37.6
	3	"		37.1	37.0	37.7	37.6		3	"		36.3	36.0	37.3	37.0
	4	"		37.7	37.5	38.2	38.1		4	"		35.6	35.2	36.0	35.7
	5	"		38.5	38.4	39.4	39.4								
V	1	-50m	同上	37.0	36.0	38.6	37.7	V	1	-42.5m	同上	36.1	35.7	36.6	36.4
	2	"		36.6	36.2	37.5	37.1		2	"		36.4	36.0	37.6	37.2
	3	"		36.6	36.3	36.7	36.3		3	"		35.7	35.5	36.3	36.2
	4	"		36.9	36.7	36.8	36.6		4	"		34.5	34.1	34.6	34.2
	5	"		36.9	37.6	37.9	37.8								

(注) 圧力値はピエゾ水頭 (EL . m)

* 右岸導流壁湾曲部終端からの距離 (導流壁に沿って) ** ピエゾ標高, 水叩き底標高は EL . 13m

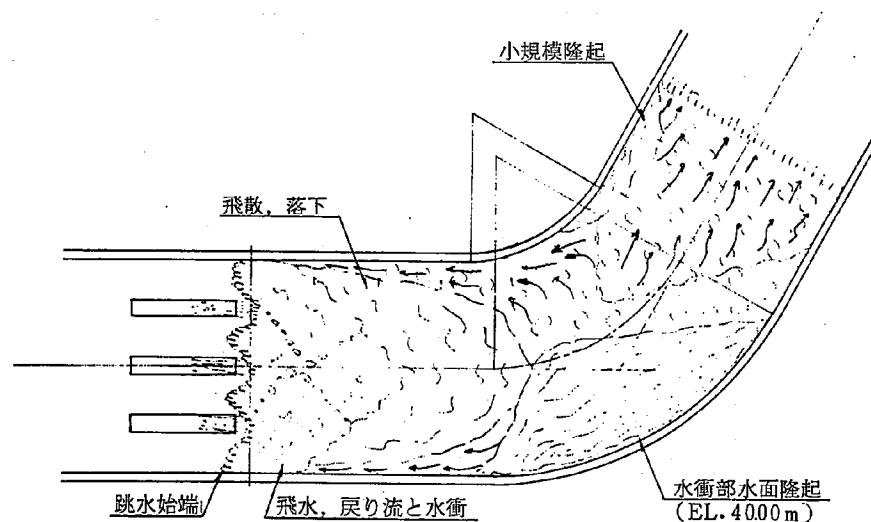
** 分離壁凹面終端からの距離 (凹面に沿って)



流量 $3350 \text{ m}^3/\text{sec}$

減勢工

1. 副ダム (H=13.00m)

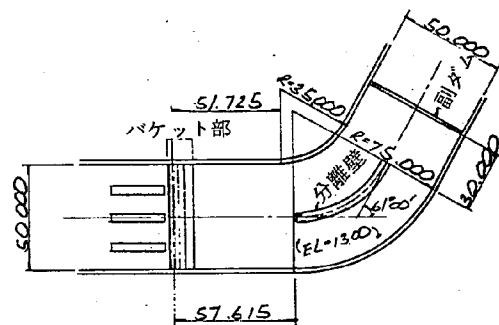
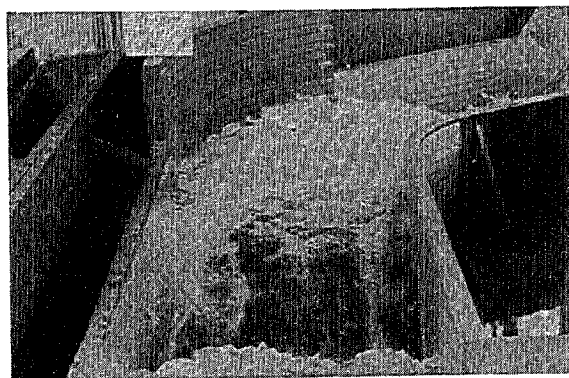


曲線型減勢工ケースC1 流況

流況概要

右岸カーブに衝突、反射した水脈が、戻り流となり、放水管から放流した水脈と水衝する事によって減勢池全体が、渦巻いており、比較的良好な減勢工と判断される。

しかし、間欠的に大きな飛散、落下を発生させるため、水面に大きなうねりを起し、下流へ流下する流れが速く不安定である。



流 量 $3350 \text{ m}^3/\text{sec}$

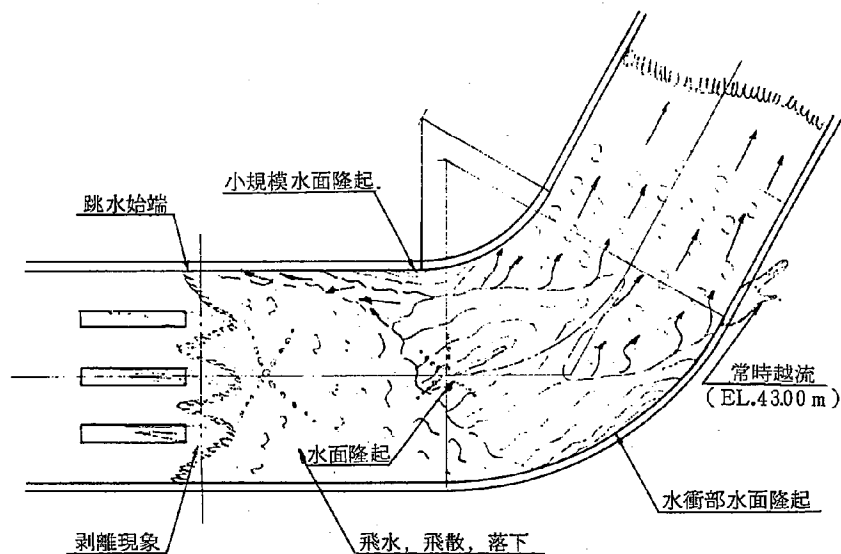
減勢工

1. 副ダム (H=13.00m)
2. 分離壁 (H=10.00m)

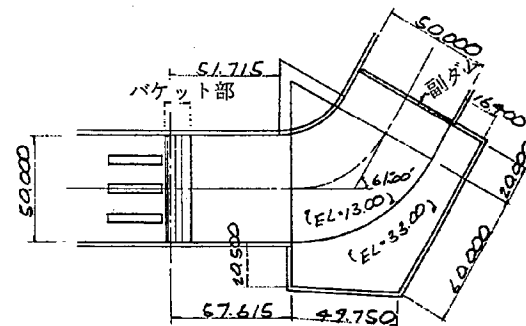
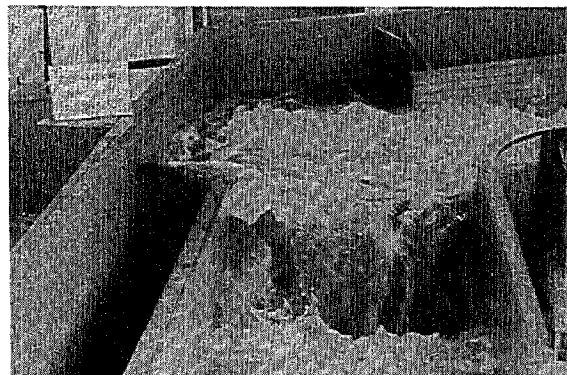
流況概要

分離壁先端からの飛散水脈は常に激しい。分離壁としての効果は見られず、むしろ分離壁によって、水脈は上方に跳ね上がり、さらに、カーブ終端部にて、右岸側水脈は常時導流壁を越流する。

左岸側カーブ中間部の水脈も間欠的に導流壁先端 (E.L. 43.00m) まで隆起する。



曲線型減勢工ケースC4流況



流 量 $3,350 \text{ m}^3/\text{sec}$

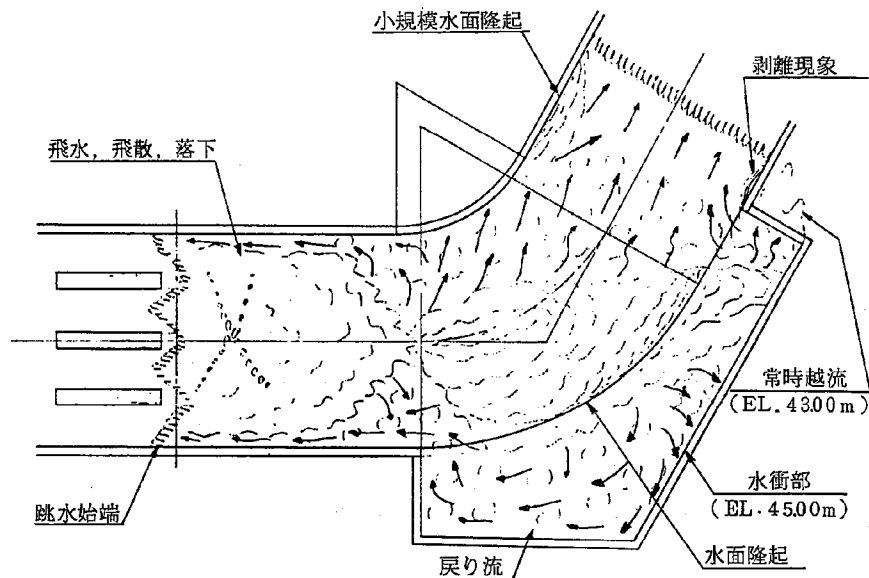
減勢工

1. 副ダム (H=13.00m)
2. 波処理工

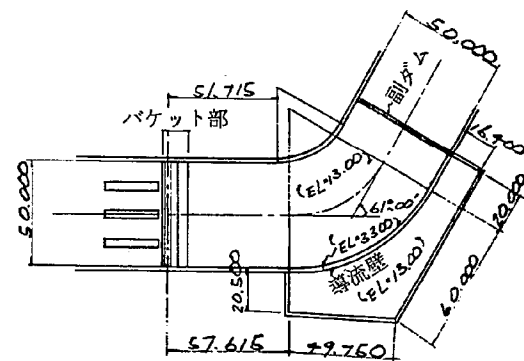
流況概要

右岸側で隆起した水脈は、そのままステージ内で崩り、一部壁を直撃するためEL45.00mまで上昇(間欠的)そのまま壁づたいに伝わり、戻り流となって上流側に流れる事が多い。

従って波処理工としての機能はあまり認められない。



曲線型減勢工ケースC7 流況



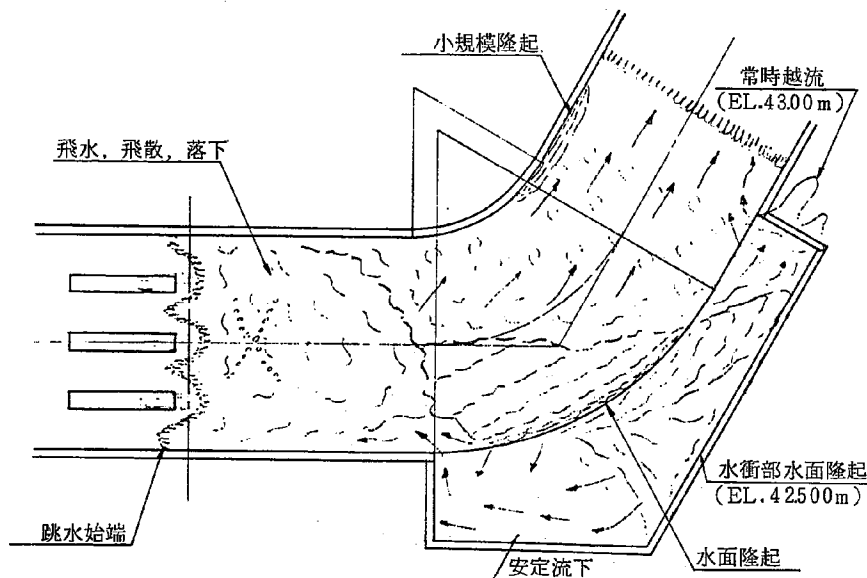
流量 $3,350 \text{ m}^3/\text{sec}$

減勢工

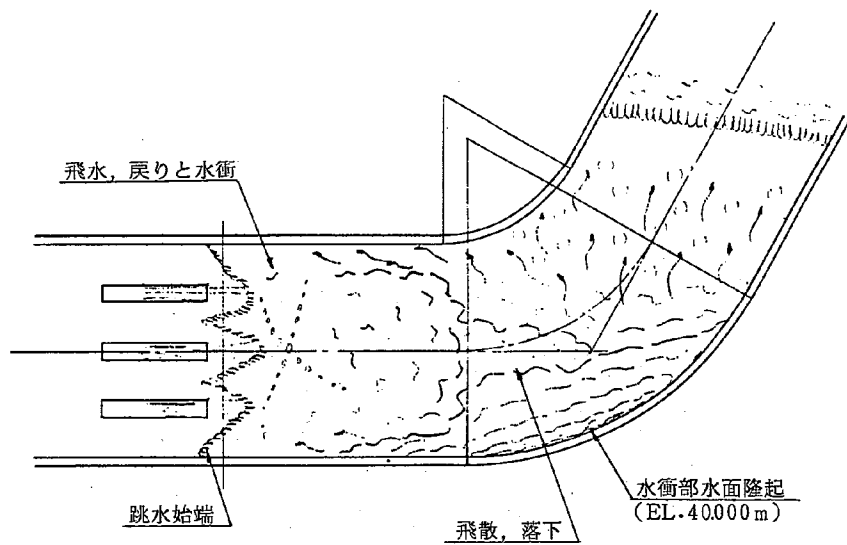
1. 副ダム (H=13.00m)
2. ステージ (床無し)

流況概要

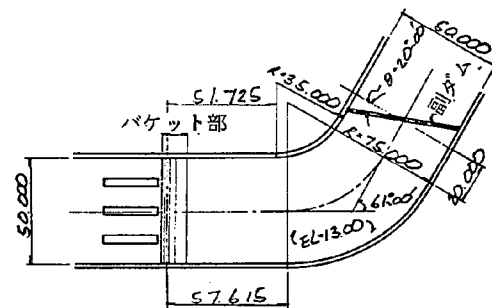
波処理工のステージが無いだけに、水面がクッションの役割を果す。従って、波処理工上流側の水域は水面の安定を示すが、波処理工としての機能は果さない。



曲線型減勢工ケースC9 流況



曲線型減勢工ケースC10 流況



流 量 $3,350 \text{ m}^3/\text{sec}$

減勢工

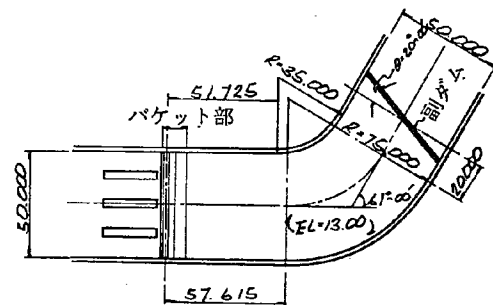
1. 副ダム (H=13.00m)

流況概要

副ダムが右上り 20° より、左岸側の表面の逆流が速くなった。このため、放流管からの放流と鋭く水衝するため、減勢池の上流側で水脈の一部は、大きく飛散、落下する。

また、このため右岸導流壁全体に、隆起を発生させる。

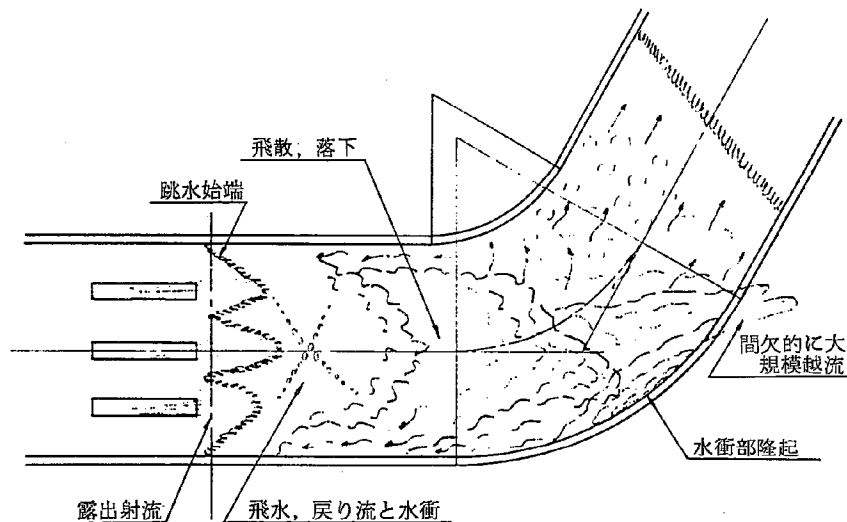
但し、カーブ終点の右岸導流壁を大きく越流することは無くなった。



流量 $3,350 \text{ m}^3/\text{sec}$

減勢工

1. 副ダム ($H=13.00 \text{ m}$)

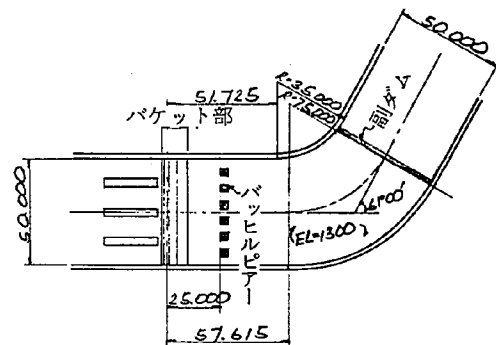


流況概要

副ダムが、左上り 20° より、左岸側の戻り流が減少したため、放水管からの流出水脈が強く、直線的に水脈が右岸導流壁に衝突すると同時に大規模な隆起水脈を発生する。従って、減勢池全体に飛散状態が残る。右岸カーブ終点導流壁を間欠的に大きく越流する。

又、露出射流顕著である。

曲線型減勢工ケース C11 流況



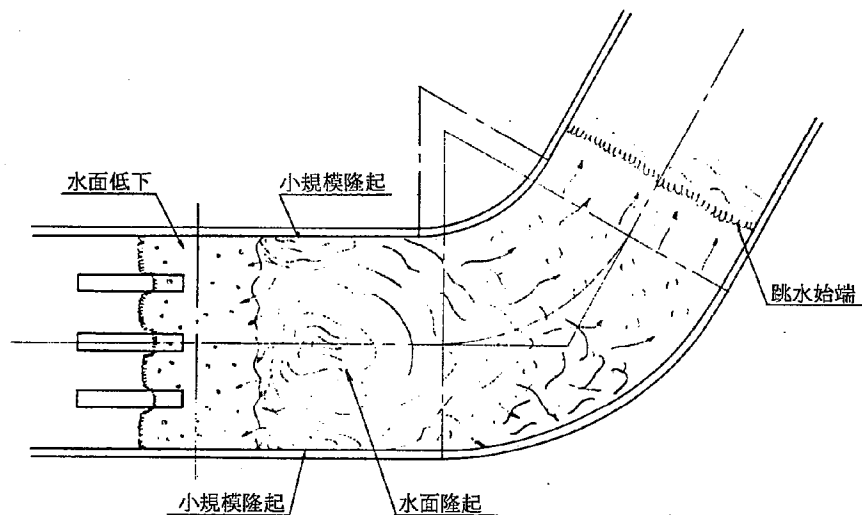
流 量 $3,350 \text{ m}^3/\text{sec}$

減勢工

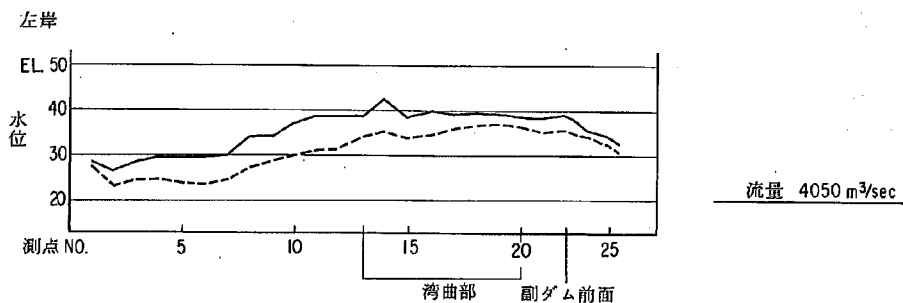
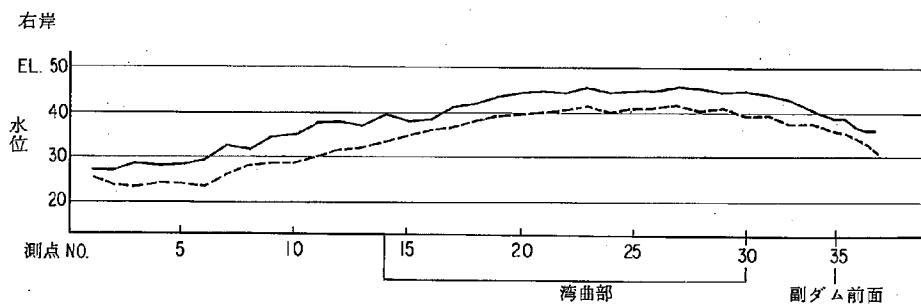
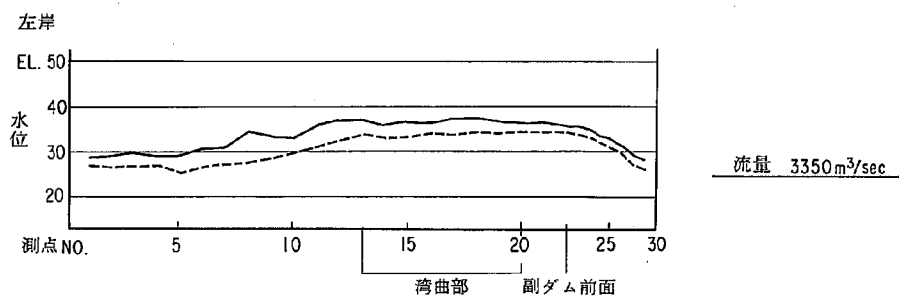
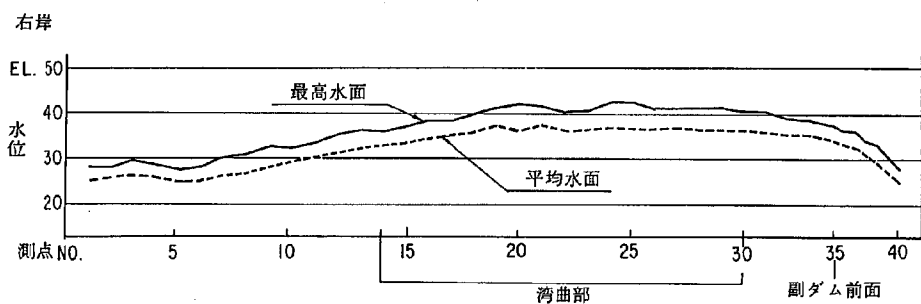
1. 副ダム (H=13.00m)
2. バッフルピアー (H=3.750m)

流況概要

バッフルピアーによりかく拌され水脈が、突発的に乱れ、右岸壁に衝突するため、常時最高 EL. 39.00m を示すが、副ダムからの越流は右岸側の一部を除けば安定した流れを示す。



曲線型減勢工ケースC16 流況

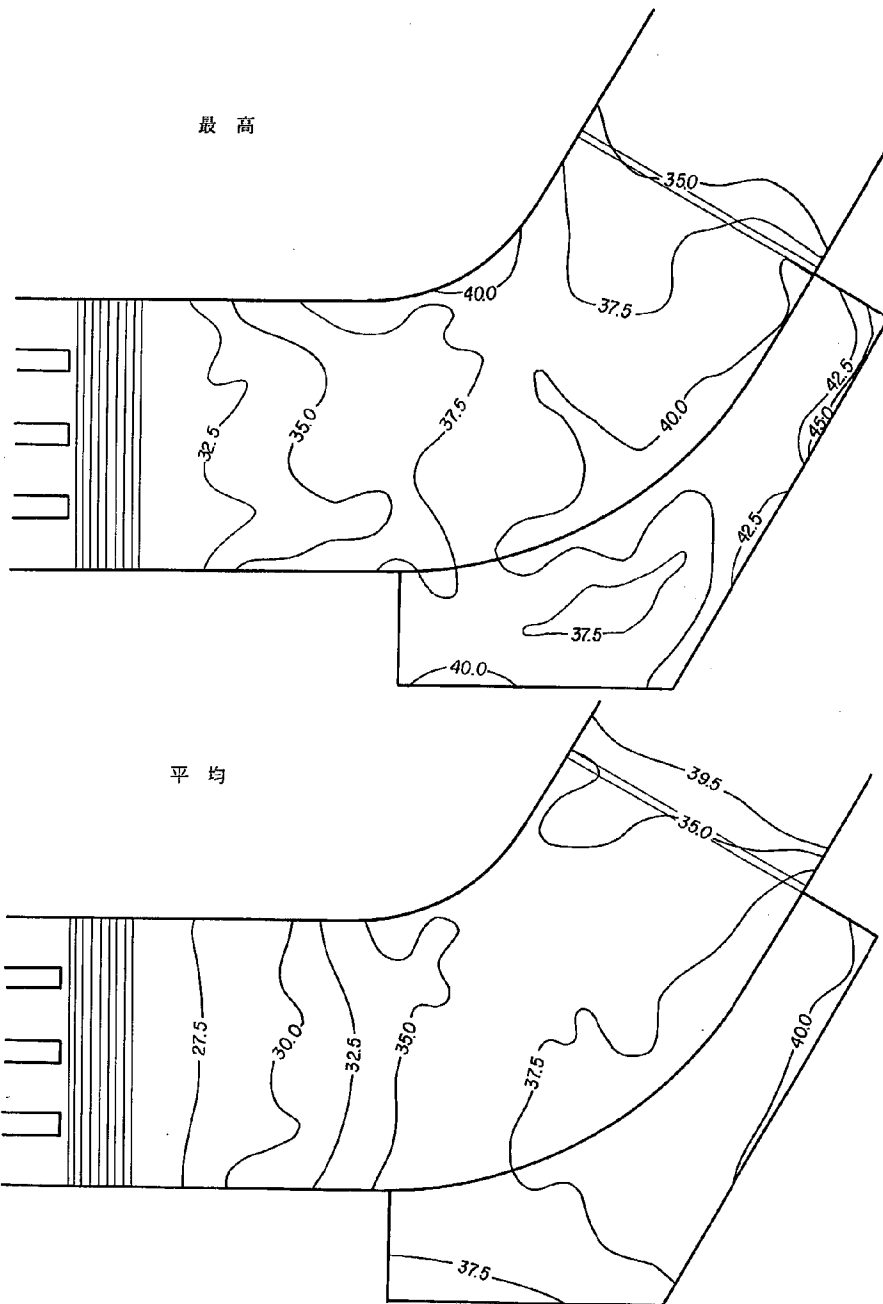


曲線型減勢工ケース C 1 水面形状図

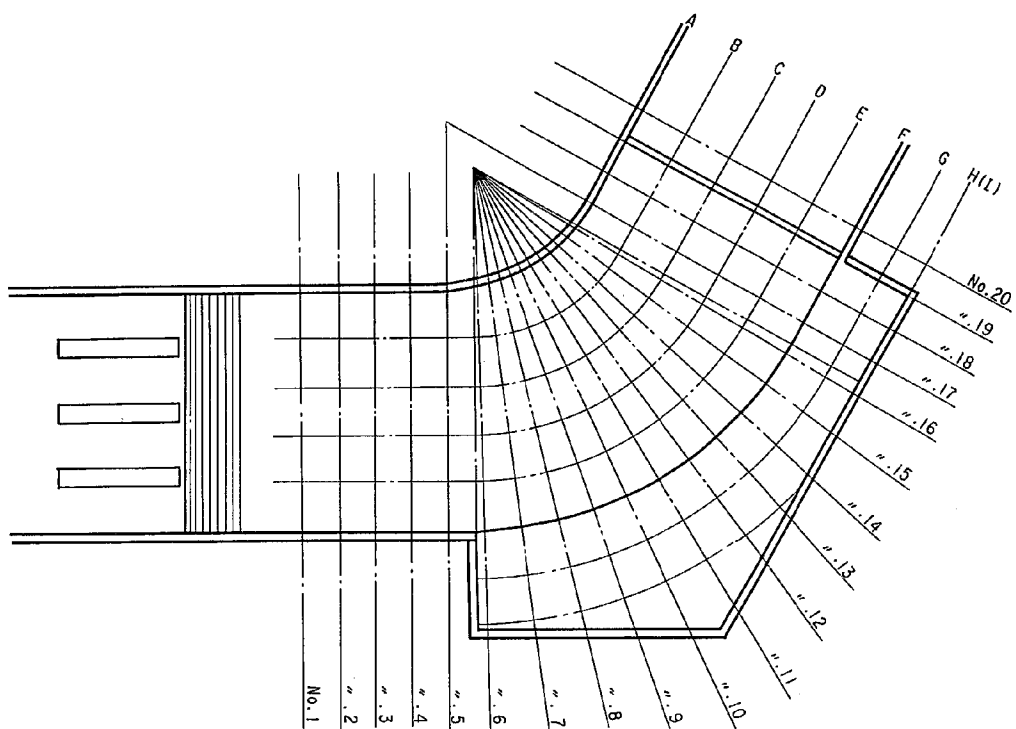
曲線型減勢工ケースC1 水面測定結果

測 点	$Q=3350\text{ m}^3/\text{sec}$				$Q=4050\text{ m}^3/\text{sec}$			
	右 岸 沿		左 岸 沿		右 岸 沿		左 岸 沿	
	最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均
1	15.30 ^m	12.25 ^m	15.40 ^m	14.85 ^m	14.00 ^m	12.50 ^m	15.85 ^m	13.80 ^m
2	15.30	13.00	13.30	10.00	13.90	10.55	16.20	13.40
3	16.70	13.20	15.55	11.70	15.25	10.35	16.70	13.70
4	15.70	12.80	16.70	11.70	15.05	11.20	16.35	13.85
5	14.65	12.10	16.50	10.95	15.40	10.95	16.35	12.50
6	15.20	12.05	16.65	10.65	16.40	10.50	17.75	13.70
7	17.40	13.25	16.90	11.75	19.50	13.15	18.05	14.30
8	18.10	13.65	21.05	14.05	18.85	15.10	21.60	14.30
9	19.90	15.20	20.85	15.75	21.65	15.80	20.40	15.70
10	19.20	16.45	23.80	16.90	22.00	15.90	20.05	17.05
11	20.50	17.45	25.35	18.10	24.75	17.30	22.85	18.45
12	22.20	18.25	25.05	18.35	24.80	18.65	23.70	19.75
13	23.40	19.50	25.45	21.15	24.05	19.15	23.95	20.95
14	23.20	20.20	29.10	22.05	26.55	20.60	22.95	20.25
15	23.95	20.60	25.45	20.90	24.90	22.10	23.65	20.30
16	25.35	21.35	26.90	21.75	25.35	23.00	23.50	21.45
17	25.65	22.15	26.15	22.85	28.25	23.65	24.20	20.75
18	26.90	22.80	26.25	23.60	28.95	25.15	24.45	21.45
19	28.25	24.05	26.20	23.90	30.45	26.10	23.80	21.20
20	29.00	23.60	25.45	23.35	31.25	26.35	23.40	21.70
21	28.30	24.45	24.40	22.55	31.65	27.10	23.35	21.50
22	27.35	23.65	25.90	22.85	31.70	27.65	22.75	21.40
23	27.55	23.70	24.60	22.00	32.55	28.30	22.80	21.25
24	29.55	23.85	22.85	21.40	31.40	26.95	22.10	20.40
25	29.75	23.45	22.15	20.20	31.85	27.95	20.85	19.50
26	28.20	23.50	21.25	19.40	31.80	28.00	19.85	17.75
27	28.00	24.00	19.40	17.55	32.60	28.40	18.15	16.75
28	28.20	23.55			32.15	27.35	16.25	13.95
29	28.45	23.65			31.45	27.90	15.25	12.95
30	27.60	23.45			31.50	26.15		
31	27.65	23.05			30.90	26.20		
32	26.35	22.50			29.75	24.35		
33	25.85	22.75			27.40	24.55		
34	24.95	21.50			25.65	22.80		
35	23.20	20.55			25.40	22.20		
36	23.40	19.90			23.60	20.85		
37	21.25	18.35			23.05	19.85		
38	20.60	16.55			23.00	17.50		
39	17.65	14.65			右岸No.35 および左岸No.22 は副ダム前面位置 測点間隔は副ダム前面上流は5 m, 下流は2.5 m			
40	15.00	12.10						

② 本表の数値は水深であることに注意すること。



曲線型減勢工ケースC7水面形状図（流量 $3350 \text{ m}^3/\text{sec}$ ）



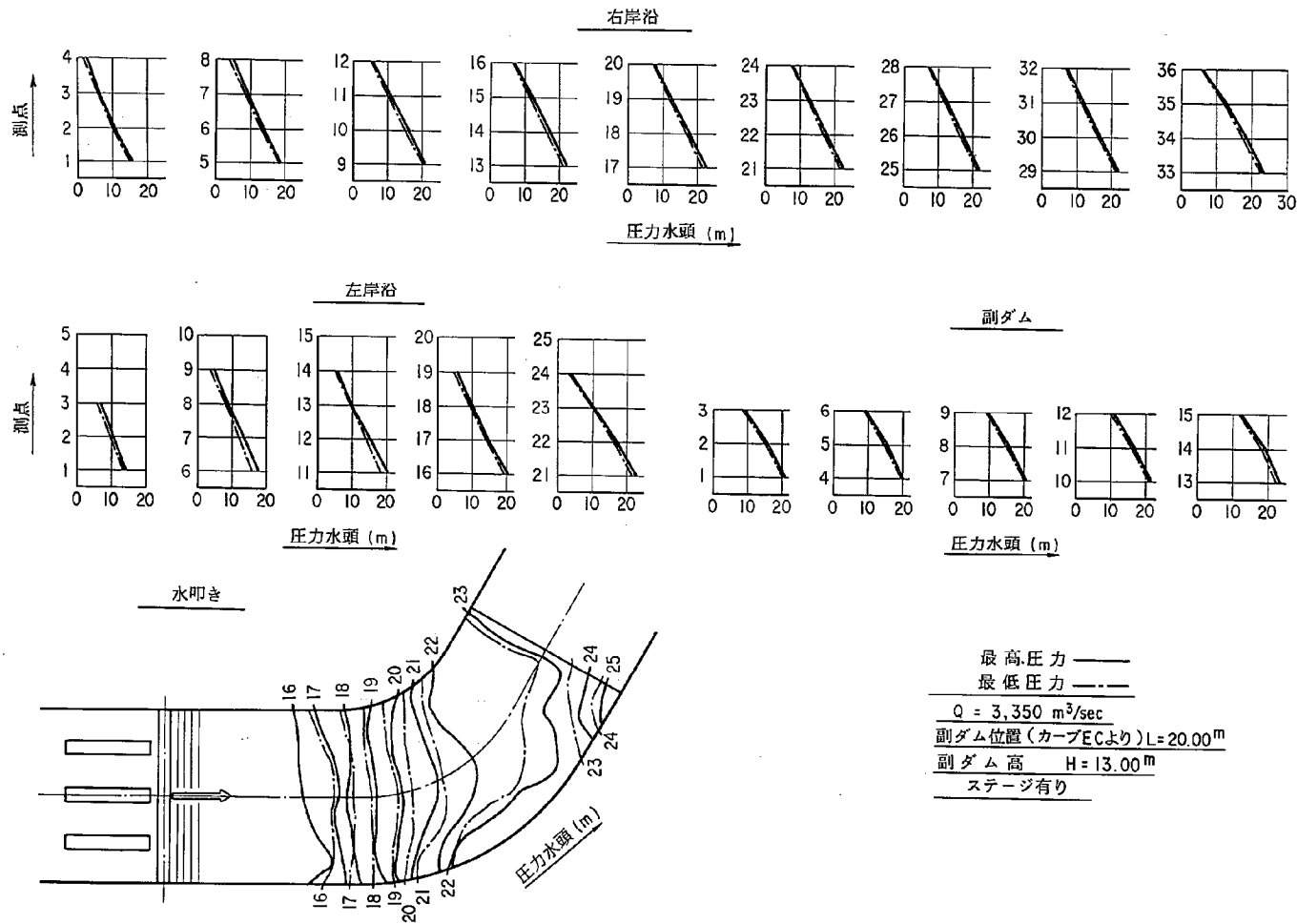
水面測定位置図



曲線型減勢工ケースC7水面測定結果(流量3350 m³/sec)

测点位置	A		B		C		D		E		F		G		H		I	
	最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均
1	33.45	28.75	31.05	28.60	33.60	27.35	31.55	27.70	30.85	27.85	32.70	28.05						
2	36.85	29.60	33.20	28.70	32.95	29.60	33.70	29.25	33.55	28.85	37.50	32.00						
3	36.10	29.90	34.30	30.05	34.30	29.75	34.95	30.45	34.50	30.05	35.35	31.85						
4	38.95	33.70	35.45	31.60	35.50	31.35	36.35	32.15	34.25	31.10	37.25	33.30						
5	39.10	35.00	35.90	33.55	35.95	33.10	35.50	33.25	34.75	33.20	36.90	34.45						
6	38.85	35.50	36.05	34.85	36.05	34.20	37.20	35.10	36.70	35.00	37.70	36.45	38.75	37.40			40.05	38.05
7	37.70	35.55	36.15	34.55	37.20	36.00	37.70	35.80	38.50	36.20	37.20	36.70	37.85	37.40			38.75	37.65
8	39.60	37.05	37.05	34.95	37.30	35.50	38.50	36.80	38.25	36.20	38.35	36.80	38.50	36.80			39.55	37.50
9	37.95	36.55	37.15	35.45	37.85	36.25	39.30	36.25	39.20	37.00	40.60	37.60	38.70	37.10			39.10	37.55
10	38.10	35.30	37.85	35.40	37.95	36.40	39.50	37.05	39.45	37.45	40.40	38.55	38.35	36.90	38.50	37.55	39.60	37.80
11	37.70	35.70	38.45	36.45	38.80	36.35	31.00	37.50	40.40	37.60	41.25	38.25	39.85	37.60	39.50	38.10	39.60	37.60
12	38.15	35.85	38.45	36.20	38.65	36.30	39.60	37.10	41.05	38.35	41.30	38.45	39.35	37.85			40.60	38.75
13	42.00	37.10	38.60	36.30	38.70	36.70	38.90	37.20	39.35	36.75	40.80	38.45	39.50	37.80			43.10	39.70
14	39.30	36.00	38.15	35.85	38.20	36.55	39.00	36.50	39.45	37.05	41.25	38.30	40.40	38.10			43.30	39.45
15	38.05	36.00	37.70	36.30	37.75	36.15	38.65	36.50	39.30	37.60	41.30	38.45	40.30	38.50			44.00	40.00
16	38.20	36.70	37.80	36.25	38.35	36.20	38.15	36.60	38.85	37.40	40.25	38.05	41.00	38.55			44.00	40.25
17	38.20	34.70	37.05	35.45	37.15	36.05	37.55	36.35	38.45	37.10	39.40	38.30	39.95	38.60			43.50	41.00
18	37.55	36.50	37.15	35.70	36.95	35.75	37.85	36.40	38.75	37.15	39.85	38.35	40.25	38.15			43.40	39.70
19	36.95	36.90	35.40	34.60	36.15	35.00	37.10	35.70	38.95	37.05	41.70	38.15	43.50	40.25			45.10	40.40
20	35.00	32.95	33.55	32.20	34.00	33.00	34.95	33.35	35.60	32.70	34.15	33.55						

単位(EL.m)



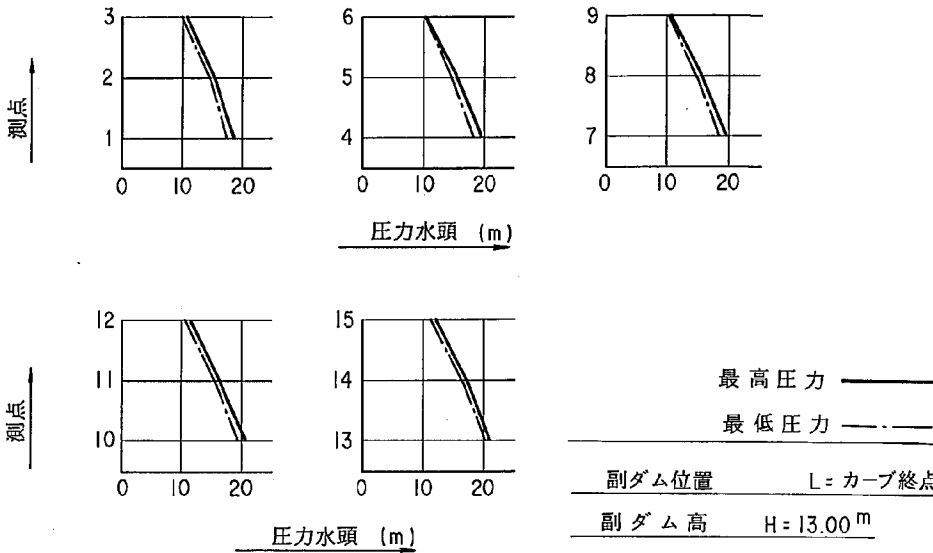
曲線型減勢工ケースC1 圧力分布図

曲線型減勢工ケースC1 圧力測定結果

測 点	水 叩 き			右 岸 壁			左 岸 壁			副 ダ ム		
	測点位置	圧 力 水 頭		測点位置	圧 力 水 頭		測点位置	圧 力 水 頭		測点位置	圧 力 水 頭	
		最 高	最 低		最 高	最 低		最 高	最 低		最 高	最 低
1	13.00	16.55	15.70	15.00	15.85	15.25	15.00	14.35	13.60	15.00	21.20	20.65
2	13.00	17.05	15.95	20.00	10.45	10.00	20.00	10.60	9.95	20.00	15.90	15.40
3	13.00	17.45	16.55	25.00	6.10	5.70	25.00	7.05	5.85	25.00	8.90	8.35
4	13.00	16.65	15.85	30.00	2.25	1.65	30.00	—	—	15.00	20.20	19.80
5	13.00	15.90	15.80	15.00	18.70	18.55	35.00	—	—	20.00	15.60	14.85
6	13.00	18.15	17.60	20.00	13.75	13.20	15.00	17.95	15.95	25.00	9.20	8.75
7	13.00	18.40	17.85	25.00	8.90	8.40	20.00	13.50	12.05	15.00	20.70	20.35
8	13.00	19.35	18.65	30.00	4.95	3.75	25.00	8.95	8.30	20.00	15.80	15.10
9	13.00	19.30	18.55	15.00	21.00	20.25	30.00	4.70	3.85	25.00	9.55	9.10
10	13.00	20.05	19.30	20.00	16.05	15.30	35.00	—	—	15.00	21.80	21.20
11	13.00	19.35	18.75	25.00	10.80	10.20	15.00	20.50	18.55	20.00	16.85	16.25
12	13.00	20.30	19.50	30.00	6.00	5.55	20.00	15.05	14.15	25.00	10.70	9.90
13	13.00	21.30	21.05	15.00	22.30	21.30	25.00	9.75	9.60	15.00	23.70	22.50
14	13.00	20.70	20.25	20.00	17.20	16.40	30.00	5.40	5.05	20.00	19.20	18.15
15	13.00	21.50	20.85	25.00	12.15	11.50	35.00	—	—	25.00	12.45	11.50
16	13.00	23.05	21.95	30.00	7.00	6.55	15.00	20.45	19.55			
17	13.00	21.50	21.10	15.00	22.40	21.55	20.00	14.95	14.60			
18	13.00	22.00	21.60	20.00	17.90	16.95	25.00	10.25	9.60			
19	13.00	23.30	22.90	25.00	12.60	11.95	30.00	5.70	4.85			
20	13.00	22.00	21.35	30.00	7.65	7.15	35.00	—	—			
21	13.00	21.70	21.25	15.00	22.15	21.65	15.00	22.70	21.65			
22	13.00	22.00	21.60	20.00	17.55	16.75	20.00	17.00	16.10			
23	13.00	22.35	21.85	25.00	12.65	12.05	25.00	10.60	10.35			
24	13.00	23.15	22.70	30.00	7.70	7.25	30.00	4.05	3.65			
25	13.00	22.65	21.85	15.00	21.80	21.50	35.00	—	—			
26	13.00	22.50	22.00	20.00	17.25	16.55						
27	13.00	22.95	22.45	25.00	12.25	11.85						
28	13.00	22.15	21.50	30.00	7.50	7.10						
29	13.00	22.15	21.65	15.00	21.80	21.40						
30	13.00	22.50	21.85	20.00	16.60	16.25						
31	13.00	23.05	22.30	25.00	11.95	11.55						
32	13.00	23.35	22.85	30.00	7.20	6.80						
33	13.00	23.35	22.85	15.00	23.30	22.50						
34	13.00	23.20	21.75	20.00	18.40	17.55						
35	13.00	22.25	22.10	25.00	12.70	12.10						
36	13.00	23.25	23.05	30.00	5.95	5.55						
37	13.00	24.95	24.20									

単位 (m)

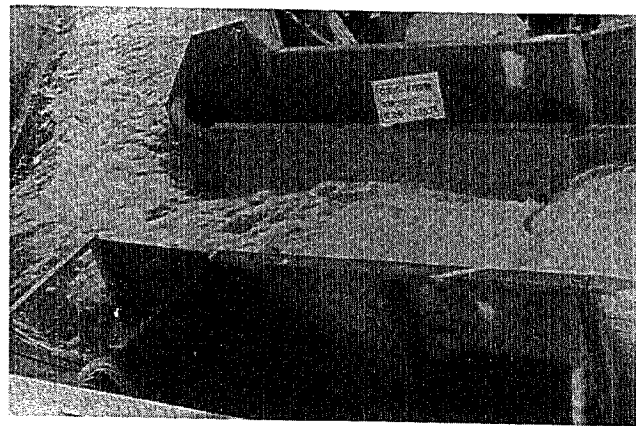
副ダム



測 点	測点標高	圧 力 水 頭	
		最 高	最 低
1	15.00	18.45	17.55
2	20.00	15.30	14.95
3	25.00	10.45	10.20
4	15.00	19.55	18.60
5	20.00	15.50	14.89
6	25.00	10.30	10.10
7	15.00	19.75	18.90
8	20.00	15.75	15.30
9	25.00	10.55	10.35
10	15.00	20.55	19.45
11	20.00	16.15	15.80
12	25.00	11.25	10.90
13	15.00	21.10	20.50
14	20.00	17.15	16.70
15	25.00	12.05	11.60

単位(m)

曲線型減勢工ケース017 圧力測定結果



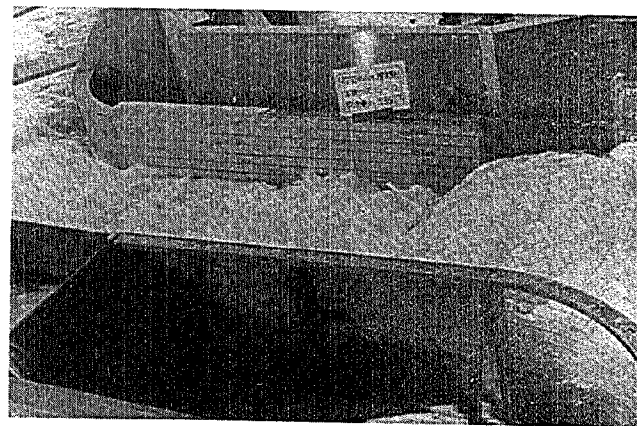
ケースCS-2



ケースCS-3

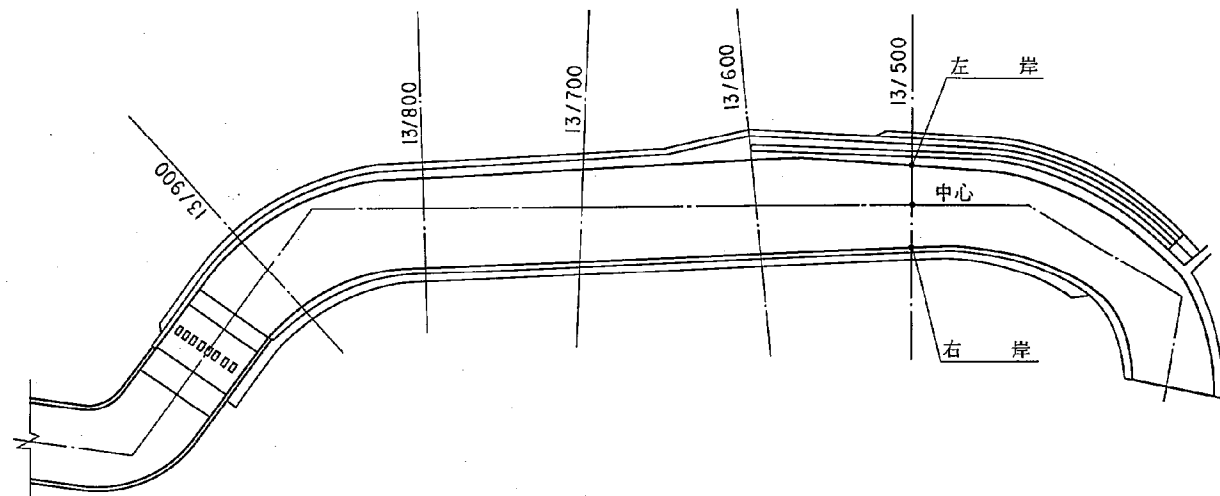


ケースCS-7



ケースCS-8

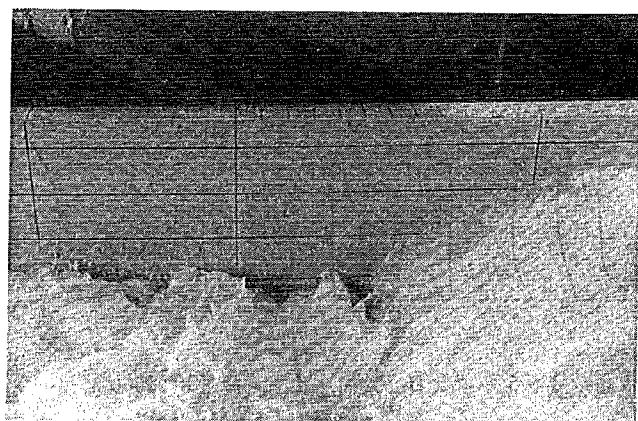
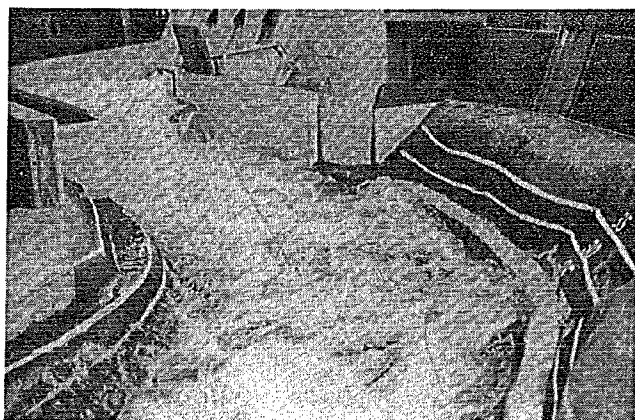
副ダム下流減勢工流況写真



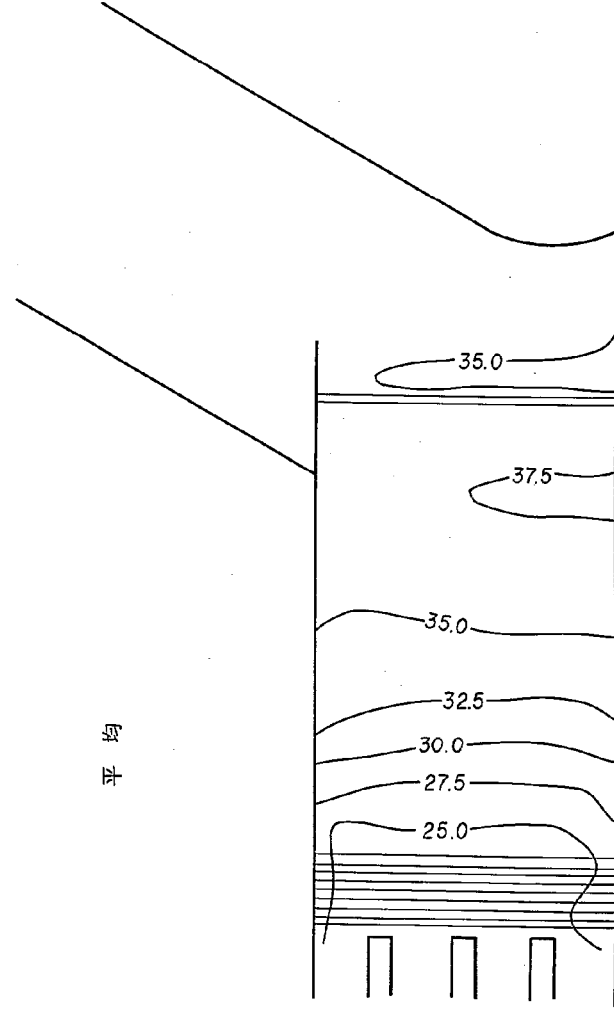
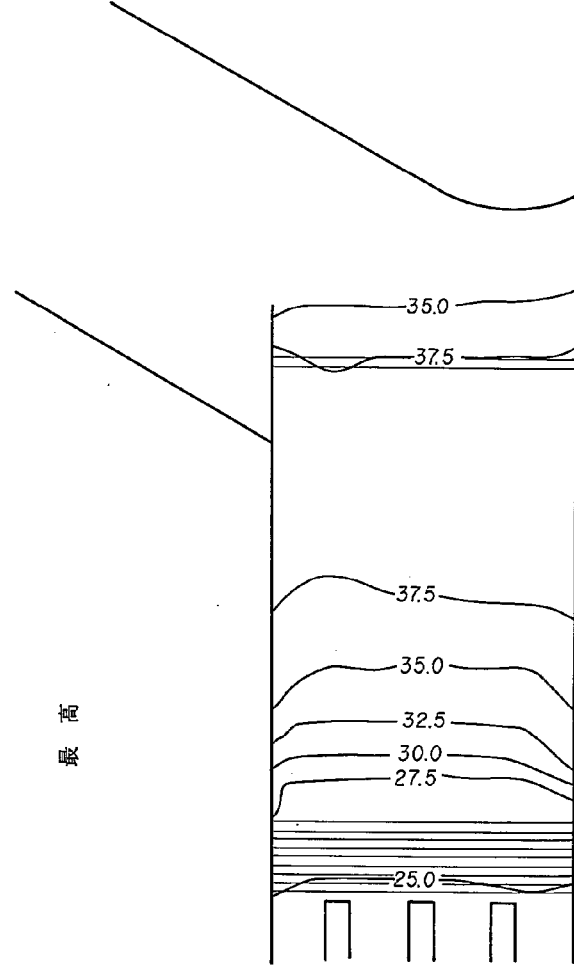
(単位: m)

ケース 測線	1			2			3			4		
	左岸	中心	右岸	左岸	中心	右岸	左岸	中心	右岸	左岸	中心	右岸
13/500	25.4	25.8	25.3	25.6	26.4	25.9	27.5	27.6	27.0	29.2	29.3	28.8
600	25.3	25.4	25.6	25.8	26.0	25.7	27.6	27.5	27.4	29.2	28.8	29.0
700	25.0	25.5	24.9	25.3	26.0	25.0	27.4	27.5	27.0	29.4	29.0	28.5
800	25.5	25.0	24.0	25.0	25.6	24.3	27.3	27.5	27.4	29.4	29.4	28.5
900	25.9	23.6	22.5	26.5	24.9	22.7	28.1	27.8	24.2	29.6	29.2	28.6
935	2	22.0			22.1			28.2			28.6	

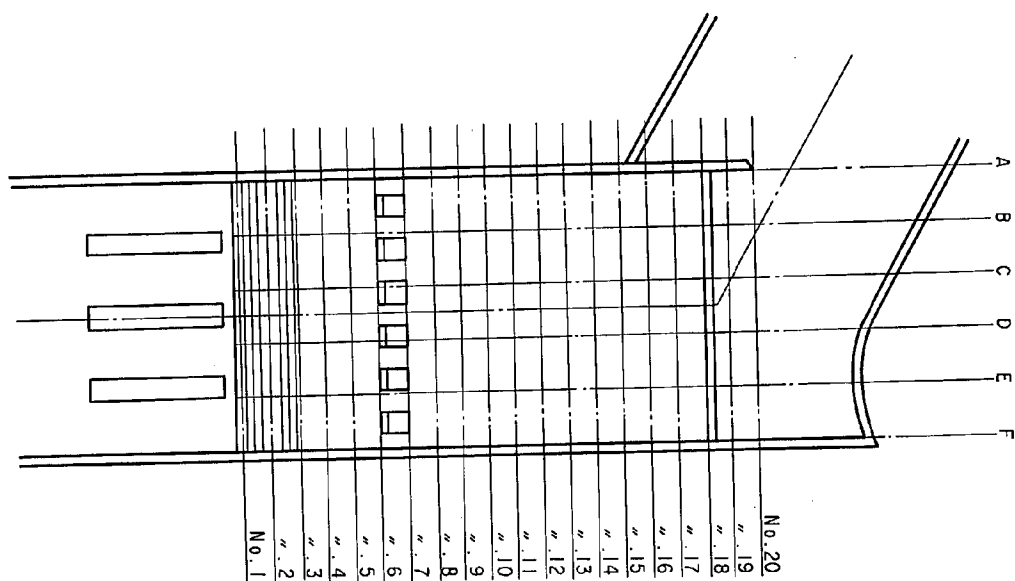
副ダム下流河道水面測定結果



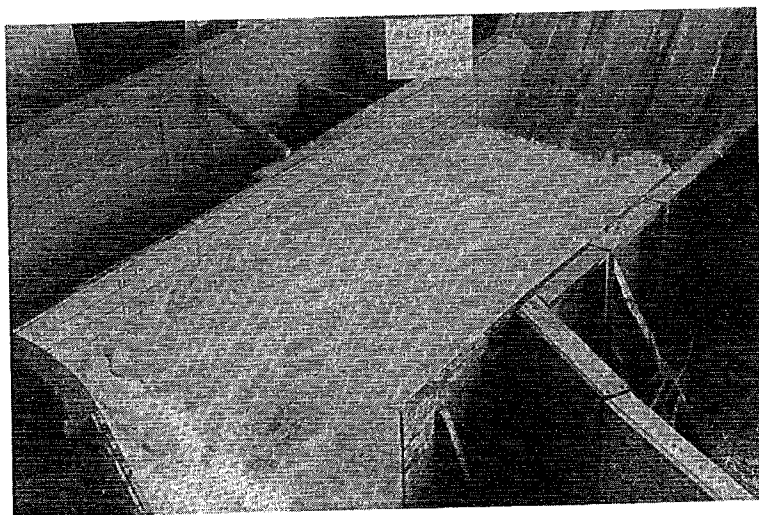
副ダム下流減勢工流況写真（OS14）



直線型減勢工ケース D 2 水面形状図 (減量 3 3 5 0 m³ / sec)



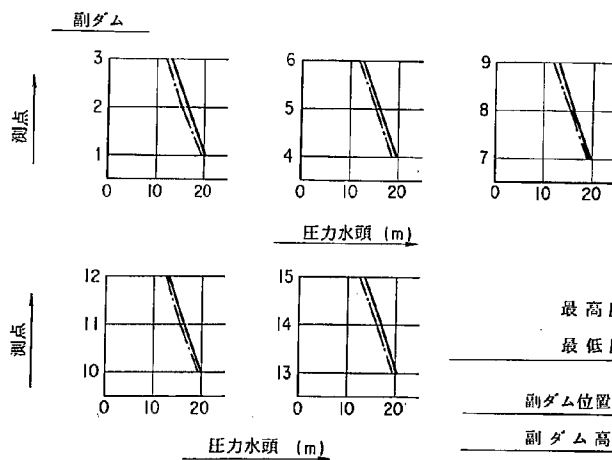
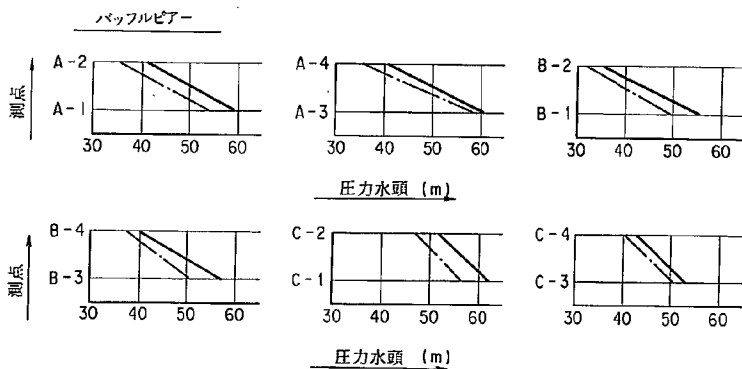
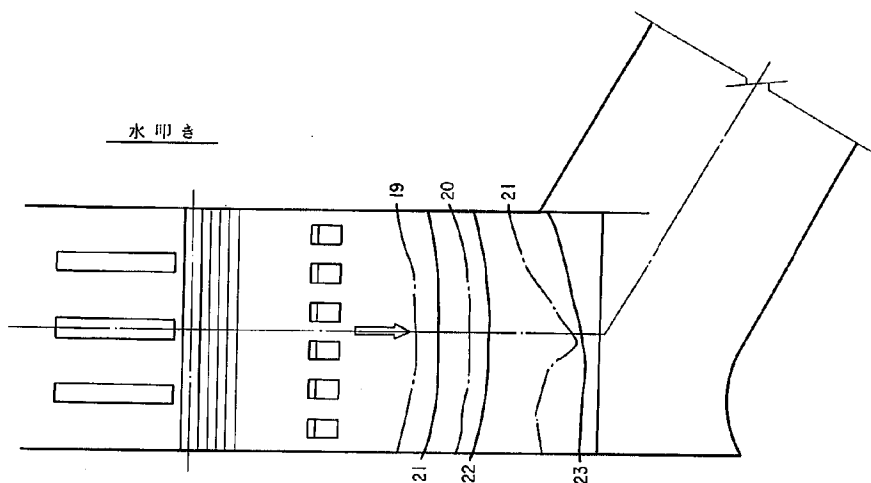
水面測定位置図



直線型減勢工ケースD2水面測定結果(流量3350 m³/sec)

測点位置	A		B		C		D		E		F	
	最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均
1	25.60		25.10		25.25		25.15		25.25		25.80	
2	27.10	25.45	25.45	24.20	25.75	24.55	25.85	24.20	26.10	24.75	26.80	25.90
3	27.90	26.10	26.15	24.25	25.60	24.80	26.40	24.05	26.20	24.55	27.30	25.40
4	27.95	25.40	26.20	24.50	26.95	24.70	26.00	24.70	25.85	24.85	29.15	25.30
5	31.20	28.60	29.10	27.15	29.00	26.75	29.55	26.95	29.90	26.85	33.80	27.55
6	33.45	30.05	31.60	28.85	31.15	27.90	30.70	28.30	31.90	28.65	34.40	29.15
7	35.65	31.85	33.60	30.65	33.55	30.10	32.90	30.75	33.45	31.05	35.25	31.45
8	35.95	32.95	34.95	32.35	35.05	32.40	35.65	32.30	34.80	32.25	36.40	32.85
9	36.95	33.75	35.75	33.15	35.85	33.60	36.60	33.20	35.40	33.40	37.20	33.90
10	36.70	33.60	36.90	34.35	36.45	34.15	37.15	34.05	36.70	34.20	37.90	34.55
11	38.95	35.95	37.15	34.65	38.45	35.55	39.15	35.70	38.10	35.45	38.25	35.95
12	38.40	36.30	37.90	36.15	38.85	36.35	39.05	36.55	37.70	35.95	39.25	36.25
13	39.25	37.05	38.20	36.55	38.35	36.60	38.15	36.30	37.50	35.90	37.95	35.10
14	36.80	35.35	37.10	36.00	39.35	37.15	38.90	37.10	38.05	36.50	39.35	36.95
15	39.25	36.95	37.95	36.60	38.60	37.35	39.30	37.45	38.35	37.15	39.95	37.20
16	39.20	37.15	37.80	36.25	38.80	37.20	38.80	37.15	38.65	36.85	40.35	36.80
17	38.70	37.00	38.20	35.95	38.65	36.95	39.15	37.30	38.55	36.60	38.90	37.50
18	38.25	36.30	37.40	36.15	38.25	36.85	38.20	36.80	37.95	36.45	38.50	36.40
19	37.05	35.60	36.95	35.05	37.10	35.85	36.65	35.25	37.10	35.75	37.25	35.60
20	35.50	33.35	34.75	32.95	35.10	33.35	35.75	33.40	36.00	34.20	36.75	35.15

単位 (EL. m)



最高圧力 ———

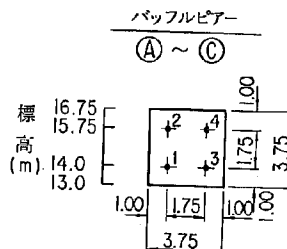
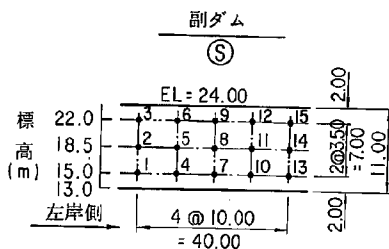
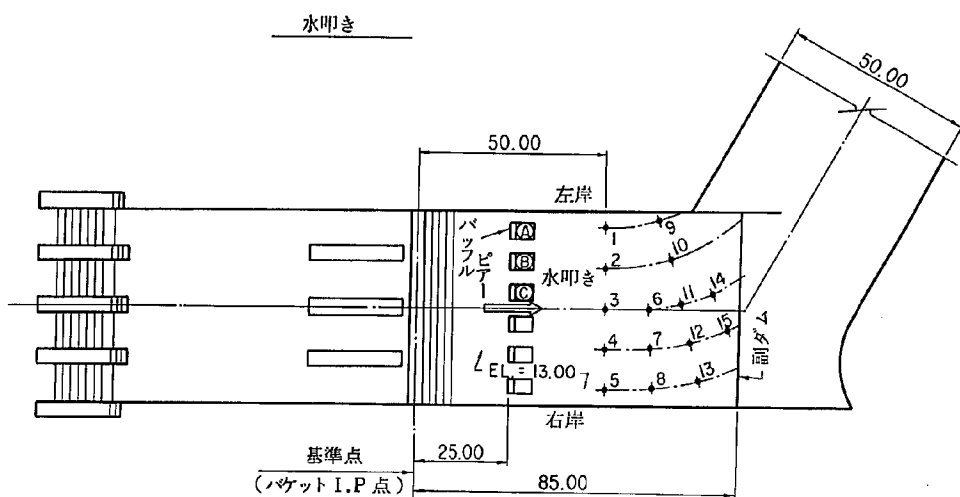
最低圧力 - - - - -

副ダム位置 (基準線より) $L = 85.00\text{m}$

副ダム高 $H = 11.00\text{m}$

直線型減勢工ケース 圧力分布図 (流量 $3350\text{ m}^3/\text{sec}$)

減勢工資料 13



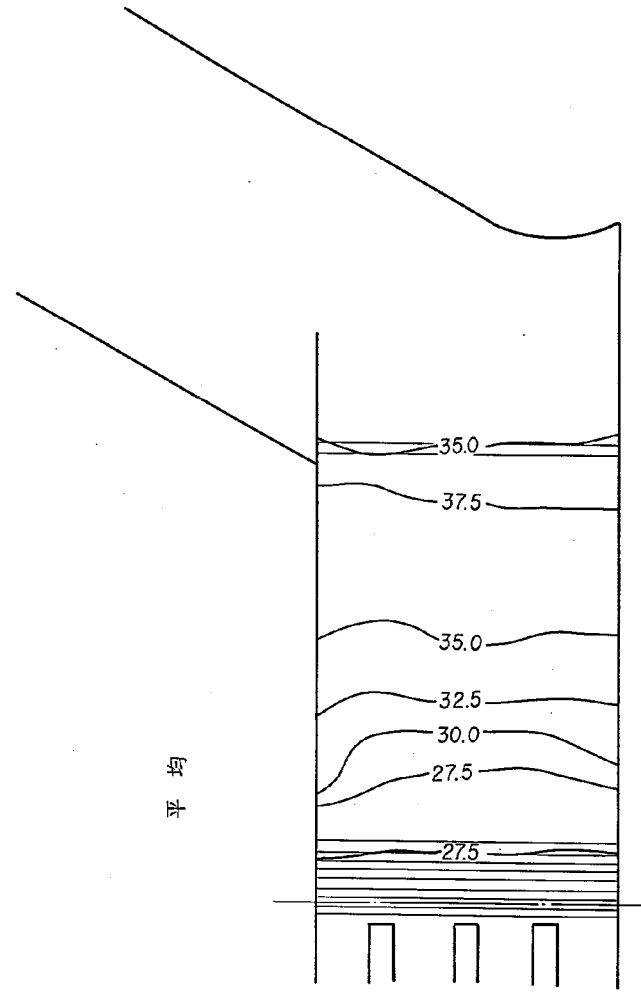
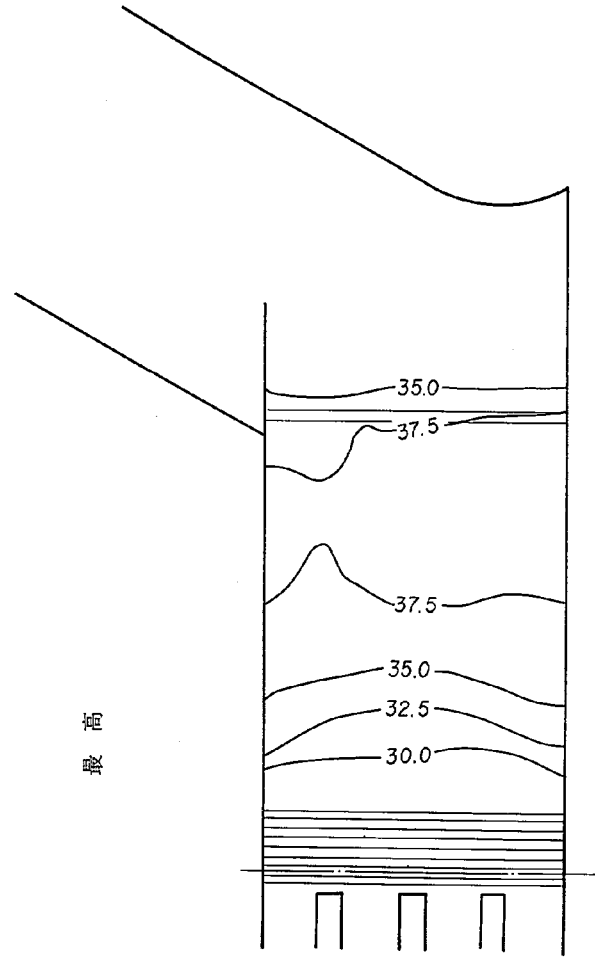
測点	測点標高 (El.)	圧力水頭	
		最高	最低
1	13.00	20.10	19.45
2	13.00	20.20	19.55
3	13.00	20.15	19.75
4	13.00	20.15	19.40
5	13.00	20.05	19.25
6	13.00	20.90	20.25
7	13.00	21.00	20.45
8	13.00	21.05	20.45
9	13.00	21.35	20.65
10	13.00	21.30	20.85
11	13.00	21.20	20.90
12	13.00	21.55	21.15
13	13.00	21.75	21.25
14	13.00	21.60	21.00
15	13.00	21.90	21.25
A-1	14.00	59.40	54.15
A-2	15.75	41.35	35.10
A-3	14.00	61.00	59.25
A-4	15.75	40.95	35.40
B-1	14.00	55.90	50.15
B-2	15.75	35.00	31.75
B-3	14.00	57.20	50.75
B-4	15.75	40.00	37.05

測点	測点標高 (El.)	圧力水頭	
		最高	最低
C-1	14.00	62.25	56.50
C-2	15.75	51.90	46.90
C-3	14.00	53.25	50.80
C-4	15.75	43.15	40.25
S-1	15.00	20.35	19.80
S-2	18.50	16.90	15.60
S-3	22.00	13.15	12.10
S-4	15.00	19.70	18.95
S-5	18.50	16.30	15.55
S-6	22.00	12.60	12.00
S-7	15.00	19.85	19.15
S-8	18.50	16.35	15.70
S-9	22.00	13.05	12.05
S-10	15.00	19.85	19.25
S-11	18.50	16.30	15.75
S-12	22.00	13.00	12.70
S-13	15.00	20.35	19.25
S-14	18.50	17.10	16.10
S-15	22.00	13.60	12.55

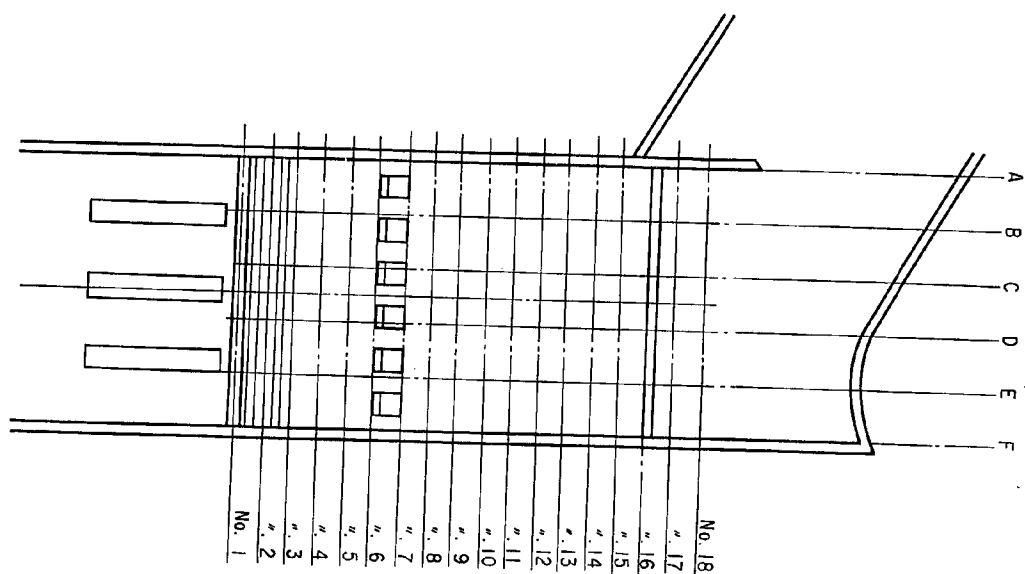
単位(m)

直線型減工ケース D 2 圧力測定結果

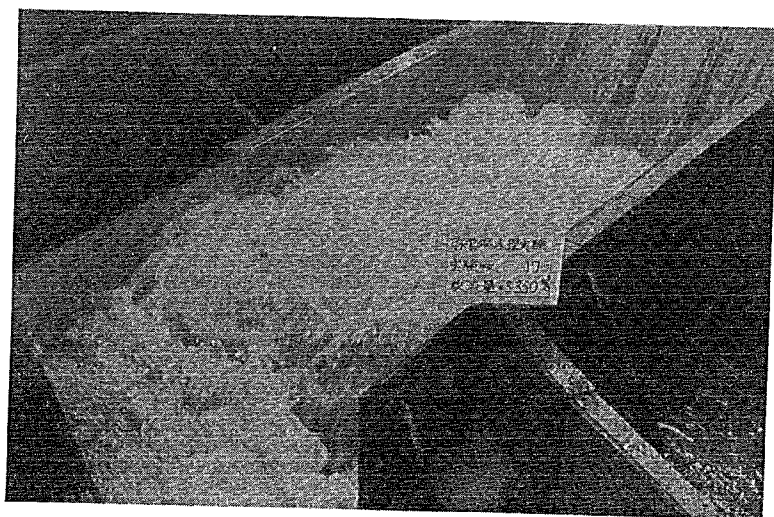
減勢工資料 13



直竪型減勢工ケース D 3 水面形状図 (流量 $3350 \text{ m}^3/\text{sec}$)



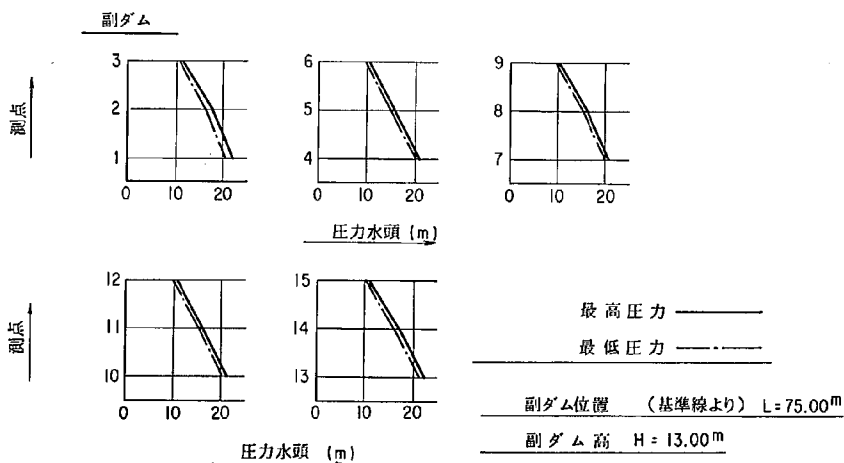
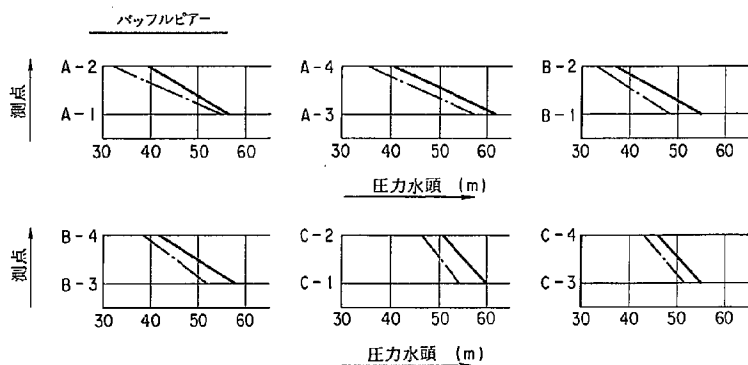
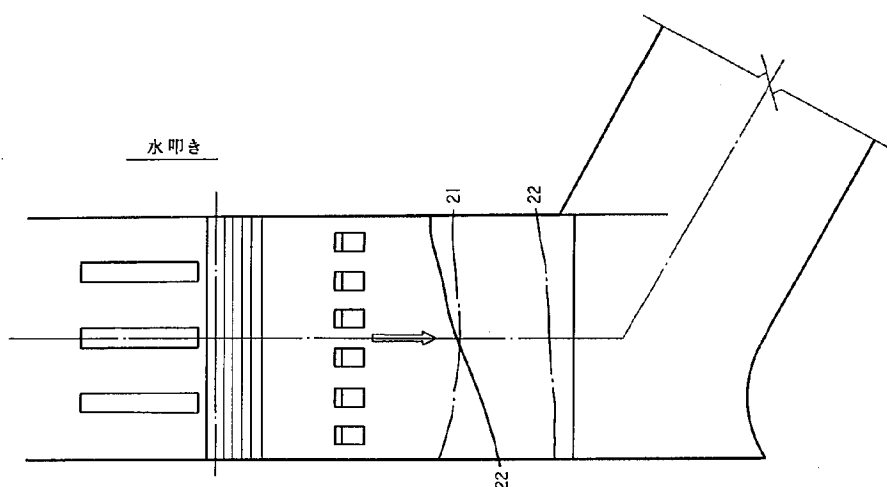
水面測定位置図



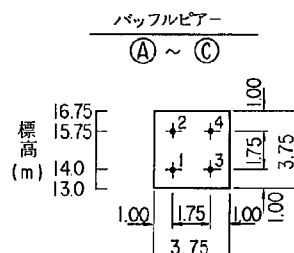
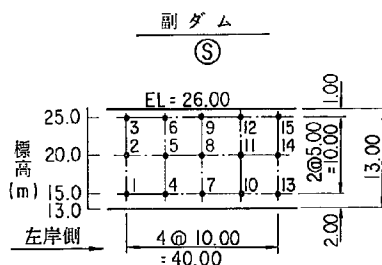
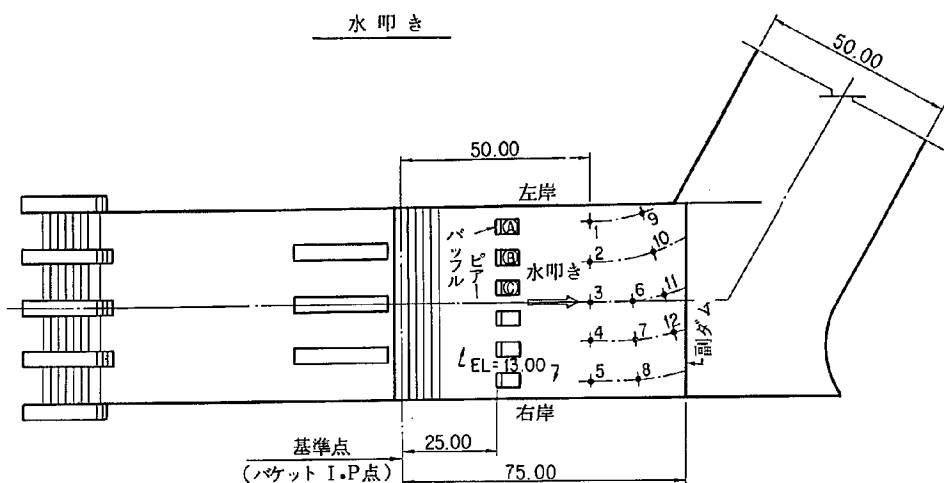
直線型減勢工ケースD3水面測定結果(流量3350 m³/sec)

測点位置	A		B		C		D		E		F	
	最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均
1	27.70		28.90		28.00		27.35		28.05		28.15	
2	28.35		27.95		28.40		29.15		28.65		29.65	
3	28.90	26.00	28.60	26.65	29.65	27.20	29.05	26.75	28.90	27.05	29.55	26.65
4	29.90	27.05	28.50	26.25	28.55	26.65	28.80	26.65	28.35	26.70	29.65	26.50
5	32.95	29.00	30.75	27.90	30.15	27.55	29.75	26.65	29.90	26.80	32.35	28.15
6	33.95	30.75	32.35	29.35	31.65	28.65	31.80	28.40	32.95	29.20	34.15	30.75
7	35.15	31.75	34.40	31.15	33.95	31.45	33.75	31.45	34.90	31.60	35.50	31.70
8	36.50	33.35	35.40	32.60	35.65	33.05	35.45	32.75	35.40	33.15	36.85	33.10
9	36.65	34.40	36.05	33.80	36.30	34.15	36.85	34.45	35.50	34.35	37.15	34.50
10	37.50	35.15	36.65	34.05	37.40	35.35	37.90	35.95	36.85	34.40	37.40	34.65
11	38.75	36.15	37.15	35.35	38.45	36.15	38.10	36.25	37.70	35.70	38.10	36.20
12	38.05	36.02	37.55	36.15	38.60	36.75	38.25	36.85	38.50	36.55	39.15	36.90
13	38.35	36.60	38.10	36.50	39.30	36.85	39.00	37.00	38.55	36.95	39.30	37.05
14	38.20	36.90	37.55	36.20	38.80	37.15	38.45	36.75	38.20	36.40	39.10	36.70
15	37.40	35.85	37.00	35.50	38.20	36.55	38.35	36.65	37.80	35.95	38.85	36.45
16	36.95	35.40	35.90	35.10	38.25	37.20	37.55	36.35	37.85	36.10	37.90	35.75
17	35.10	33.85	34.80	33.45	36.00	34.55	36.55	34.60	36.60	34.60	36.80	34.60
18	33.50	31.15	33.75	32.00	34.90	32.65	34.65	32.35	34.15	32.40	34.75	32.95

単位(EL. m)



直線型減勢工ケースD3 圧力分布図



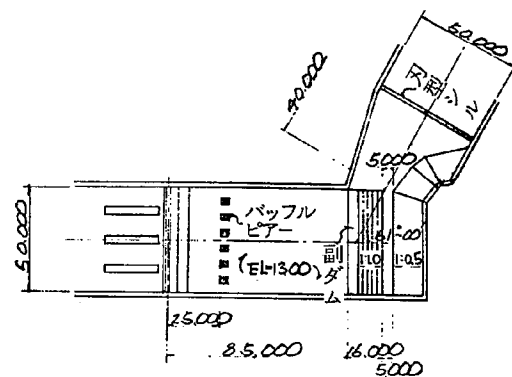
測点	測点標高 (E.L.)	圧 力 水 頭	
		最高	最低
1	13.00	21.75	21.00
2	13.00	21.80	21.30
3	13.00	21.95	21.15
4	13.00	21.65	21.00
5	13.00	21.40	20.70
6	13.00	22.20	21.60
7	13.00	22.25	21.85
8	13.00	22.45	21.85
9	13.00	22.65	22.15
10	13.00	22.45	21.95
11	13.00	22.70	22.05
12	13.00	22.85	22.20
A-1	14.00	56.15	49.60
A-2	15.75	39.25	32.00
A-3	14.00	61.75	57.25
A-4	15.75	40.35	35.25
B-1	14.00	55.15	48.35
B-2	15.75	36.85	33.25
B-3	14.00	57.80	51.85
B-4	15.75	41.65	38.65

測点	測点標高 (E.L.)	圧 力 水 頭	
		最高	最低
C-1	14.00	60.00	54.35
C-2	15.75	50.65	46.90
C-3	14.00	55.00	51.50
C-4	15.75	45.90	43.05
S-1	15.00	22.00	20.65
S-2	20.00	17.80	16.25
S-3	25.00	11.30	10.55
S-4	15.00	20.80	20.20
S-5	20.00	15.85	15.10
S-6	25.00	10.30	9.60
S-7	15.00	20.60	20.10
S-8	20.00	16.00	15.50
S-9	25.00	10.00	9.30
S-10	15.00	21.20	20.45
S-11	20.00	16.00	15.55
S-12	25.00	10.50	9.90
S-13	15.00	22.20	21.40
S-14	20.00	17.15	16.05
S-15	25.00	11.00	10.35

単位(m)

直線型減勢工ケースD3圧力測定結果

減勢工資料14



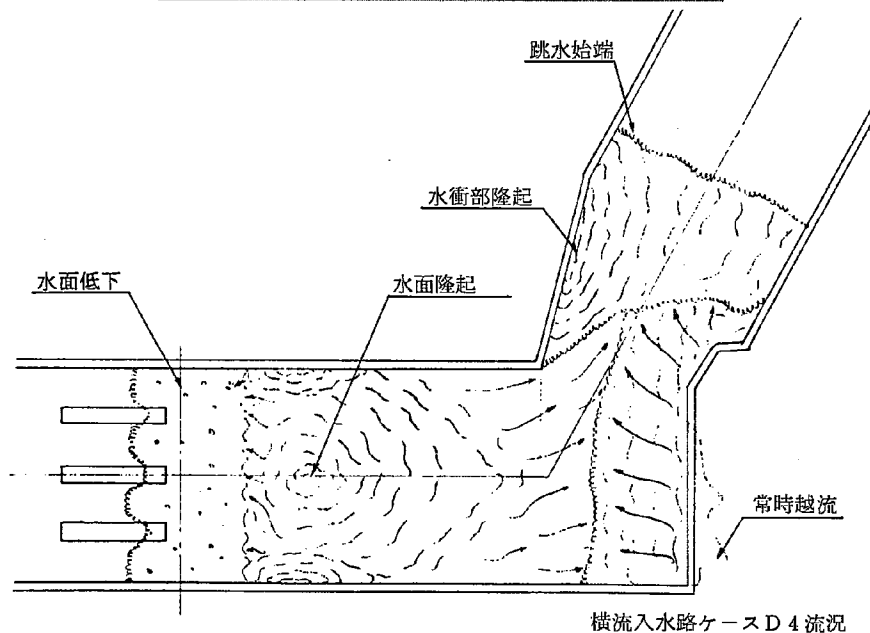
流 量 $3,350 \text{ m}^3/\text{sec}$

減勢工

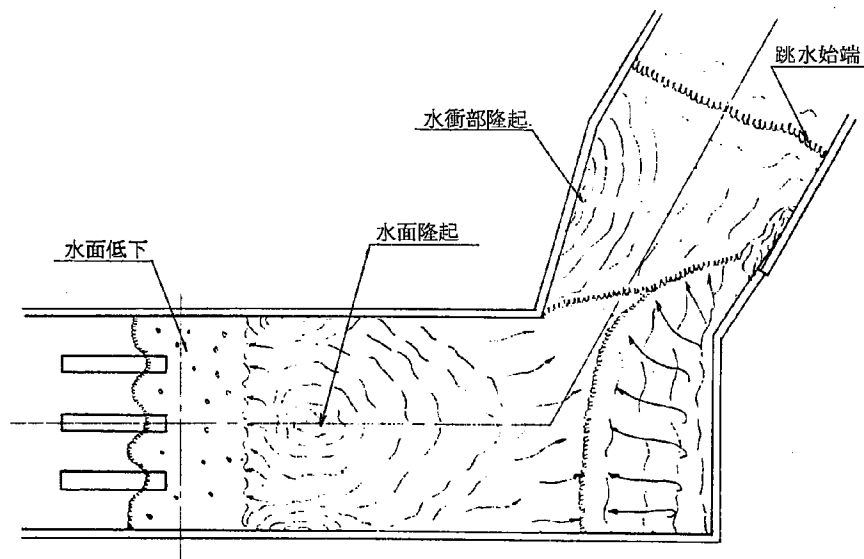
1. 副ダム ($H=11.00 \text{ m}$)
2. バップルピアー ($H=3.750 \text{ m}$)
3. 刃型シル ($H=5.00 \text{ m}$)

流況概要

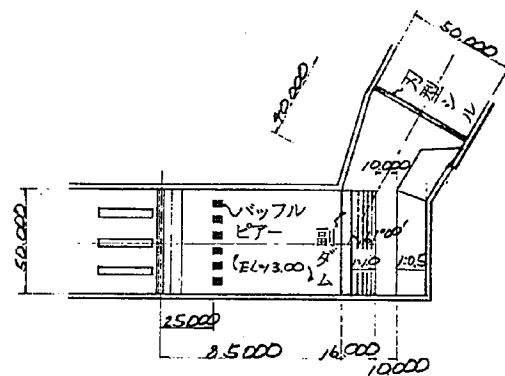
副ダムと斜壁との間隔が狭く、副ダムからの水脈が、斜壁に直接衝突するため、斜壁から常時越流する。また、斜壁からの流れは左岸導流壁に衝突して大きな隆起を示す。この隆起は、大きく乱れて刃型シルを越流するため、減勢効果は悪い。



横流入水路ケースD4 流況



横流入水路ケースD 5 流況



流 量 $3,350 \text{ m}^3/\text{sec}$

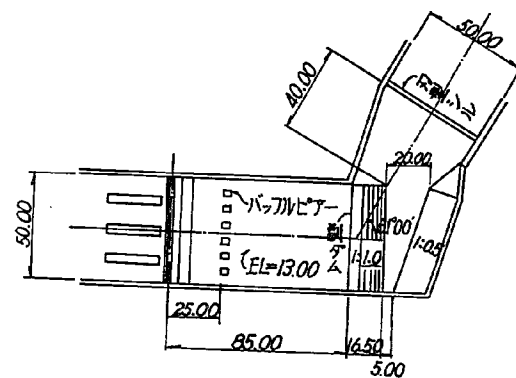
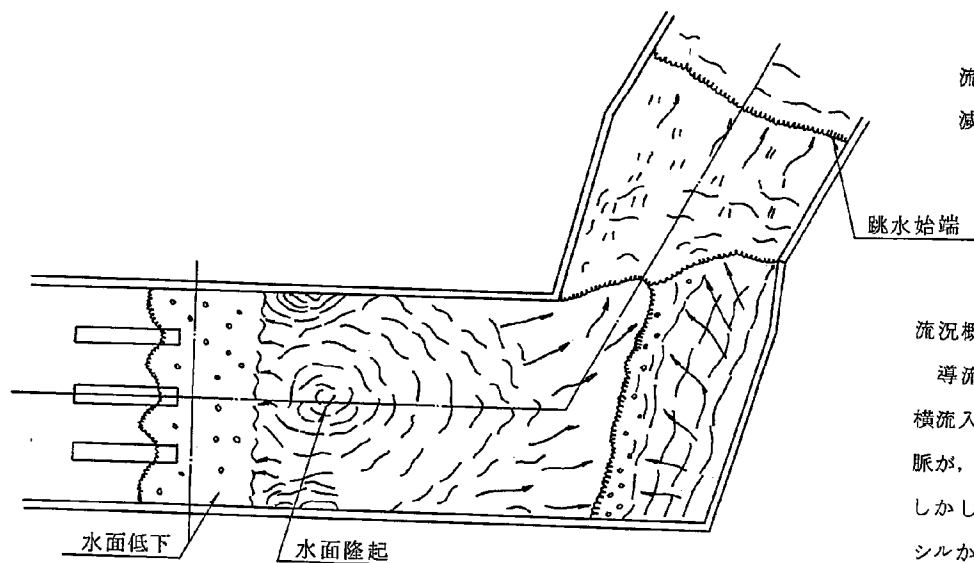
減勢工

1. 副ダム (H=11.00m)
2. バッフルピア (H=3.750m)
3. 刃型シル (H=5.00m)

流況概要

副ダムを越流した水脈が斜壁に衝突し、跳ね上がり、そのまま、壁づたいに伝わって流下するため、横流入水路部分は大きく乱れる。また壁づたいに伝って流下した水脈は左岸導流壁に衝突、隆起する。

従って、刃型シルを越流する水脈は、左岸側が隆起、右岸側は流れが速いため、大きく乱れている。



流 量 $3,350 \text{ m}^3/\text{sec}$

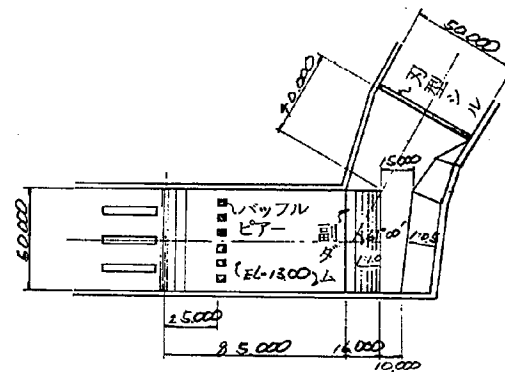
減勢工

1. 副ダム (H=11.00m)
2. バッフルピア (H=3.750m)
3. 刃型シル (H=5.00m)

流況概要

導流壁（斜壁）を後に移動させた事によって横流入水路部分の水位が低下し、斜壁からの水脈が、左岸導流壁に衝突する現象がなくなった。しかし、若干、右岸側の流れが速いため、刃型シルからの越流は、不安定な流れを示す。

横流入水路ケースD6 流況



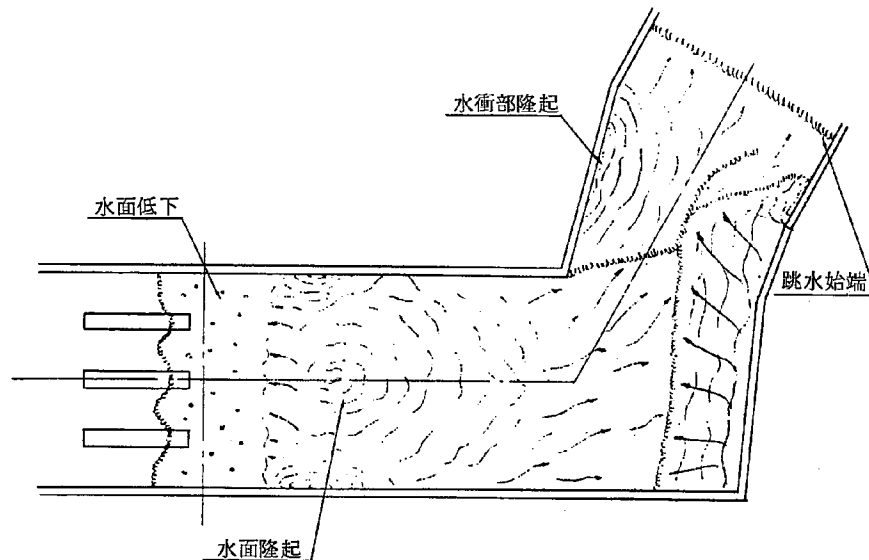
流 量 $3,350 \text{ m}^3 / \text{sec}$

減勢工

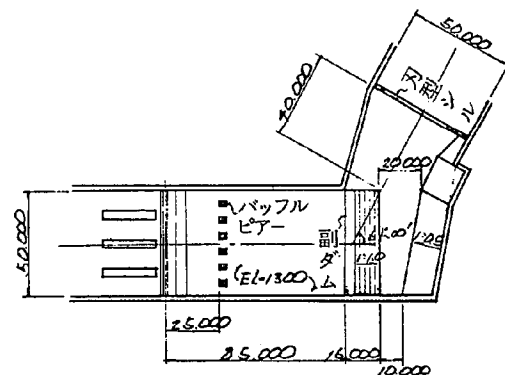
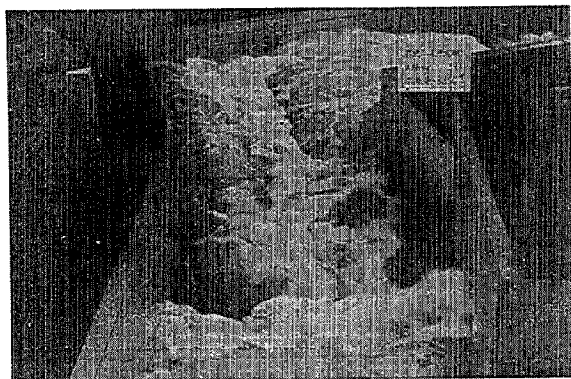
1. 副ダム ($H=11.00 \text{ m}$)
2. バップルピア ($H=37.50 \text{ m}$)
3. 刃型シル ($H=5.00 \text{ m}$)

流況概要

横流入水路の水位は高く副ダム上流の減勢工の水位とほぼ同じである。このため斜壁からの水脈は強く、左岸側導流壁に隆起を発生する。



横流入水路ケースD7 流況



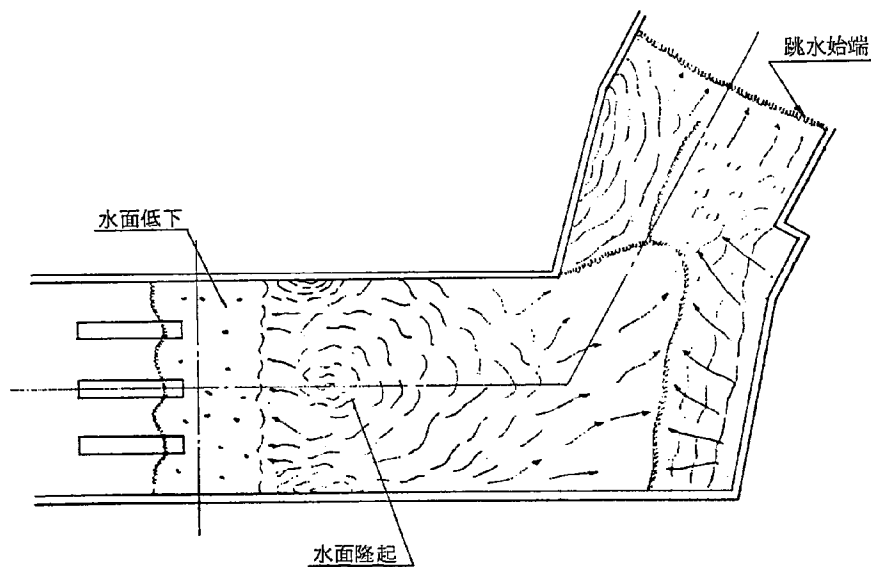
流 量 $3,350 \text{ m}^3/\text{sec}$

減勢工

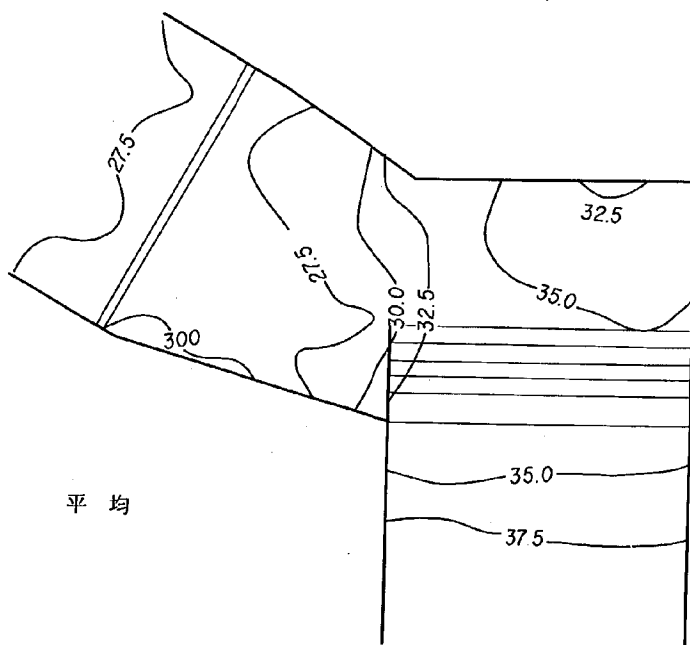
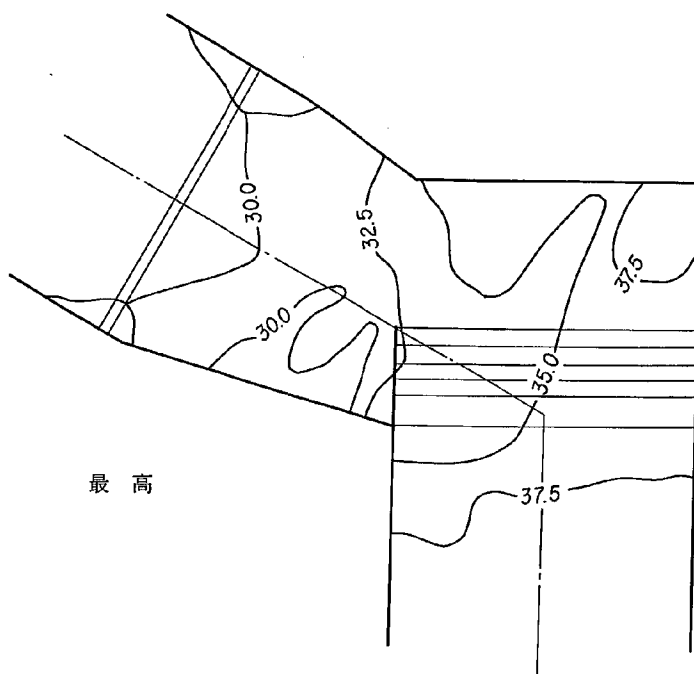
1. 副ダム (H=11.000m)
2. バップルビアー (H=3.750m)
3. 刃型シル (H=5.000m)

流況概要

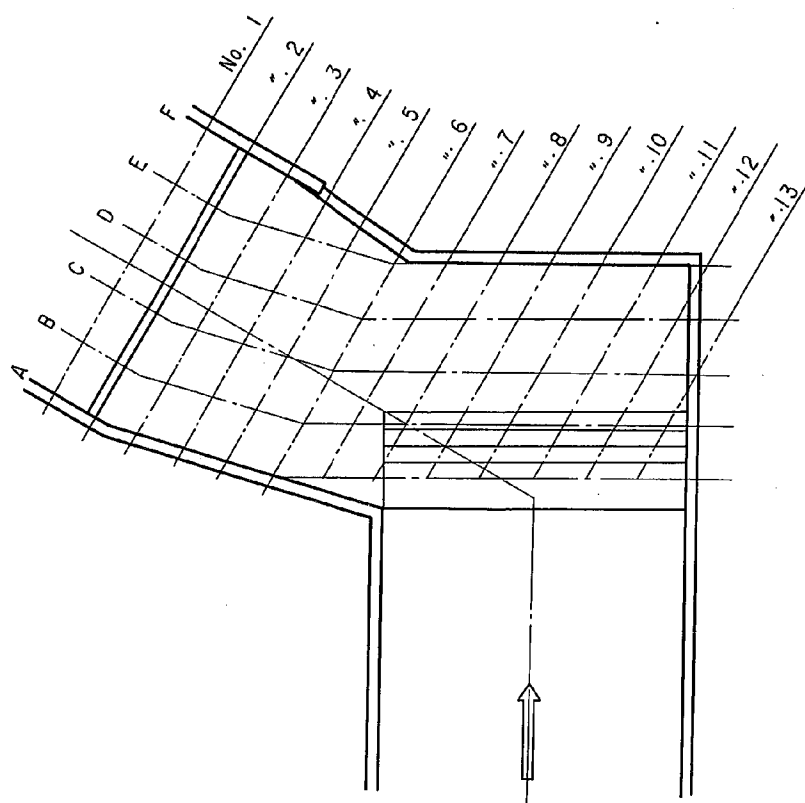
副ダムより導流壁(斜壁)を大きく後に移動したことによって水位が低下し、刃型シルからの不安定な越流は、解消された。左岸導流壁に発生する隆起は残るが、規模は小さい。結果として、直線水路の減勢工として斜壁の位置は適当なものである。



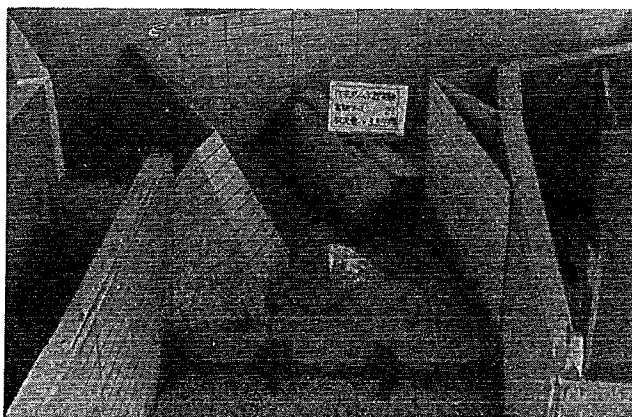
横流入水路ケースD8流況



直線型減勢工横流入水路ケース D 5 水面形状図



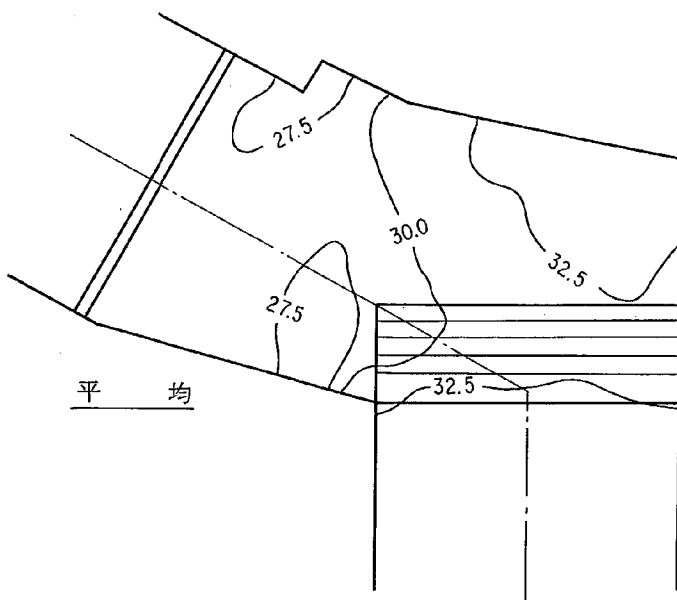
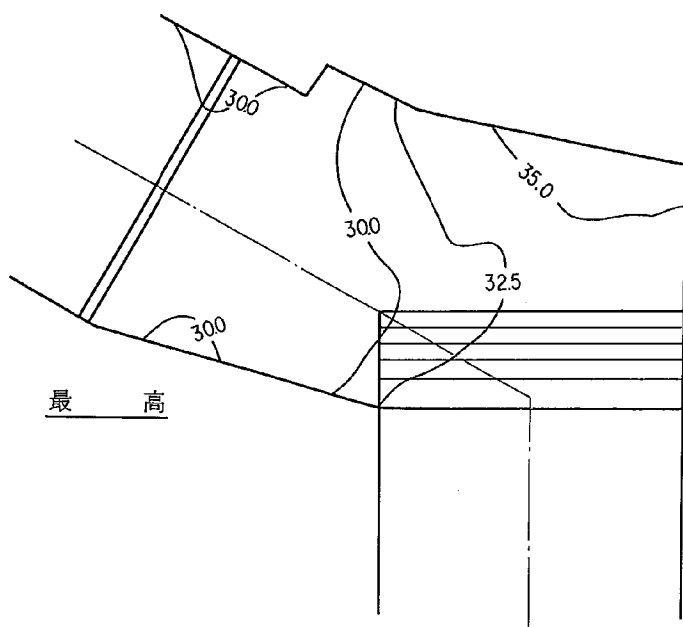
水面測定位置図



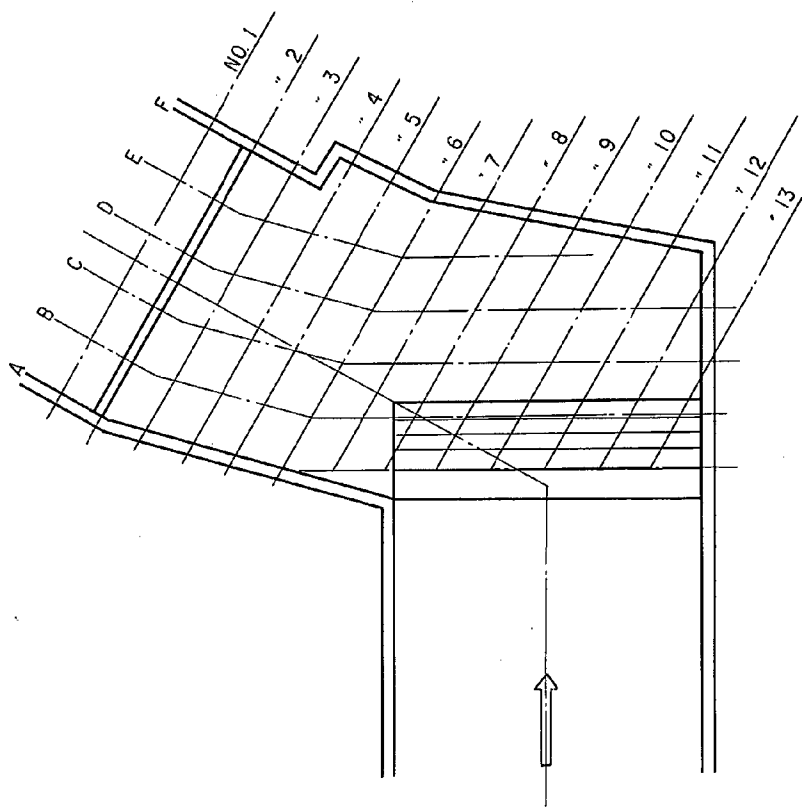
直線型減勢工横流入水路ケースD 5水面測定結果

測点位置	A		B		C		D		E		F	
	最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均
1	30.30	28.65	29.00	27.55	28.60	27.45	29.35	27.90	29.10	27.35	31.30	29.40
2	31.40	30.10	29.60	28.75	29.40	28.70	29.85	29.00	29.75	28.10	32.60	30.95
3	32.25	30.95	30.50	29.70	30.50	28.75	30.35	28.65	28.65	26.85	32.20	30.00
4	32.65	31.10	31.10	29.20	29.85	28.45	28.70	27.20	29.60	27.20		
5	32.40	30.60	29.40	27.75	29.10	27.80	28.60	26.85	28.70	27.10		
6	30.70	29.20	28.90	27.10	30.05	27.90	32.95	31.55	34.65	32.75		
7	29.25	27.10	28.25	26.75	31.75	29.40	33.60	32.10	36.85	34.20		
8	33.50	32.10	32.60	30.95	34.20	32.45	35.30	34.35	39.35	34.95		
9	34.20	33.10	33.45	32.75	34.65	33.45	35.80	35.25	38.55	36.45		
10	35.45	34.45	35.25	33.50	35.40	34.00	36.55	35.50	34.45	31.95		
11	35.55	34.20	34.90	33.55	36.30	34.65	37.50	35.80	39.45	36.80		
12	35.20	34.30	35.50	33.95	36.60	35.30	38.70	36.20				
13	35.25	34.60	36.05	34.60								

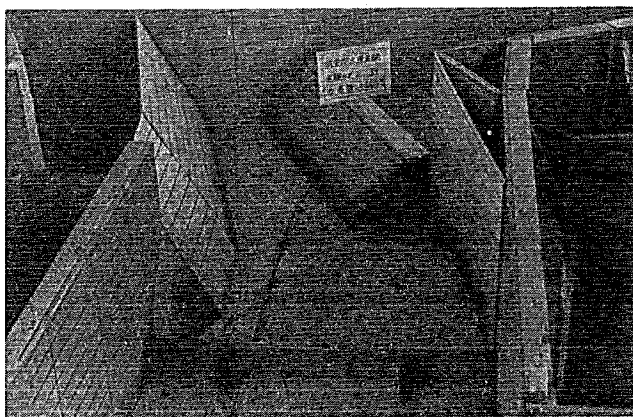
単位 (EL. m)



直線型減勢工横流入水路ケースD8 水面形状図



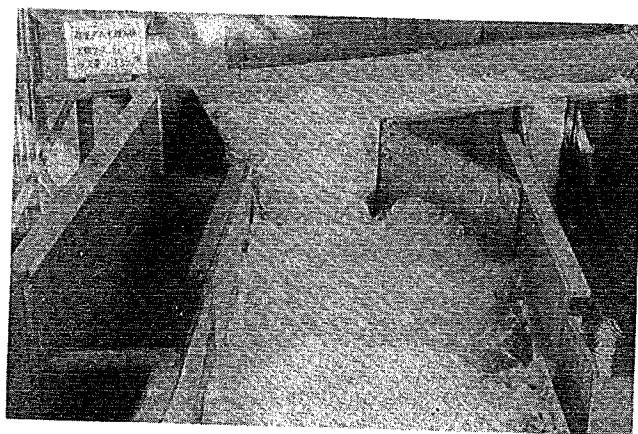
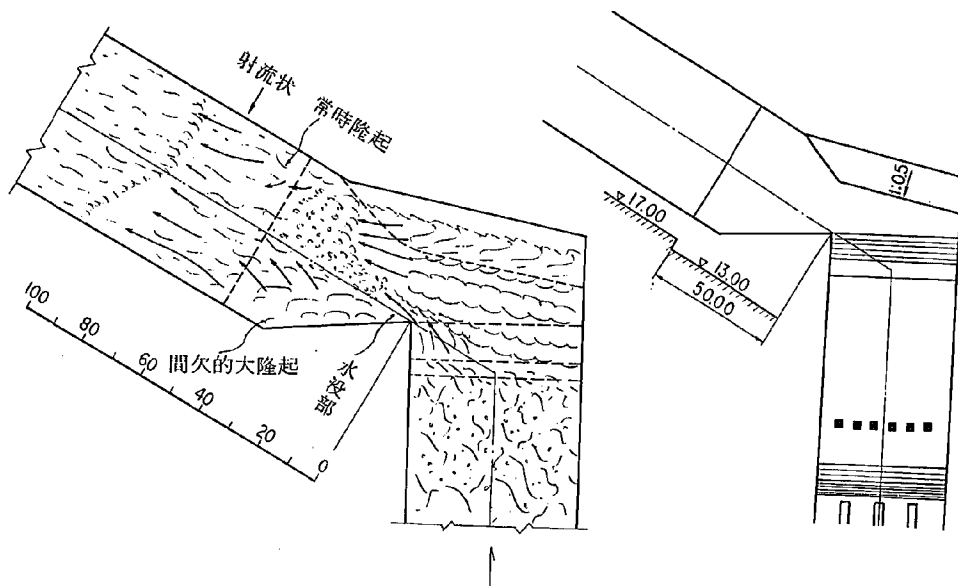
水面形測定位置図



直線型減勢工横流入水路ケースD8 水面測定結果

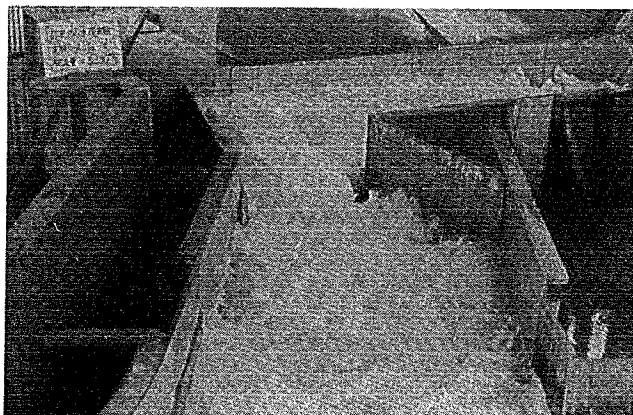
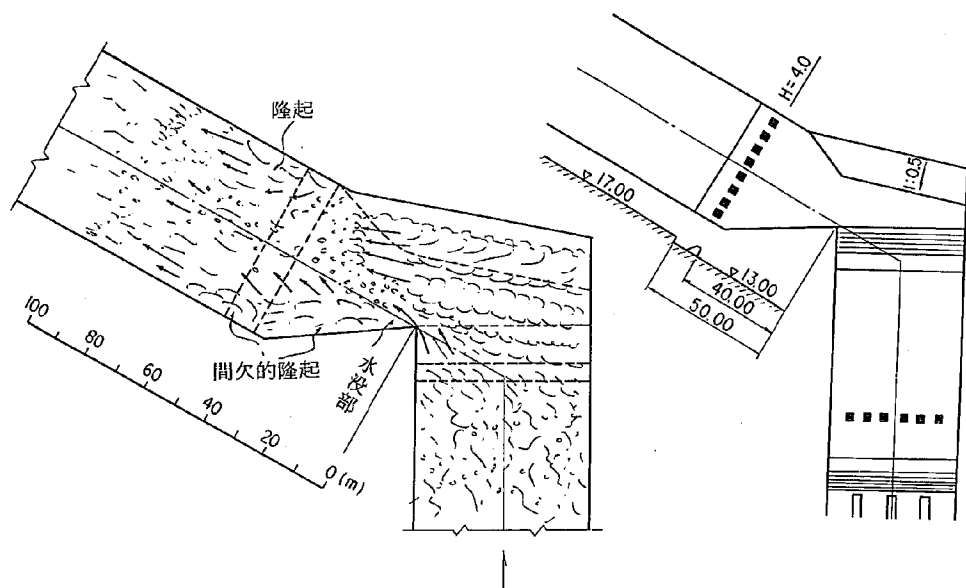
測定位置	A		B		C		D		E		F	
	最高	平均	最高	平均	最高	平均	最高	平均	最高	平均	最高	平均
1	28.20	27.40	27.50	26.35	28.20	27.10	29.25	28.50	29.60	28.30	30.20	29.00
2	29.45	28.45	29.20	28.10	29.10	28.10	29.95	28.20	29.90	29.00	30.45	29.20
3	29.80	28.65	29.25	28.45	29.35	28.30	29.45	28.30	28.40	27.00	30.50	27.75
4	30.90	29.35	29.35	28.40	29.35	28.35	29.35	28.05	28.30	27.45	29.20	27.00
5	30.25	28.90	28.90	27.90	29.30	27.75	29.00	28.00	30.70	28.95	31.00	29.10
6	29.65	28.20	28.10	26.10	28.70	27.10	30.20	28.50	31.80	30.55	33.30	31.95
7	28.45	27.00	27.50	26.10	29.25	27.90	31.90	30.10	32.75	31.65	34.60	31.95
8	32.25	31.20	30.60	29.35	31.25	29.55	32.45	31.05	35.55	33.55		
9	33.45	32.50	31.70	30.60	31.25	29.55	33.50	32.00	35.90	33.35		
10	34.40	33.15	32.75	31.35	33.05	31.10	34.20	32.90	36.50	33.90		
11	33.90	32.70	32.60	31.80	33.55	32.35	34.30	32.75	36.45	33.85		
12	34.05	33.50	32.80	31.80	34.20	32.75	35.00	33.70				
13	33.60	32.50	33.55	32.00								

単位 (EL. m)



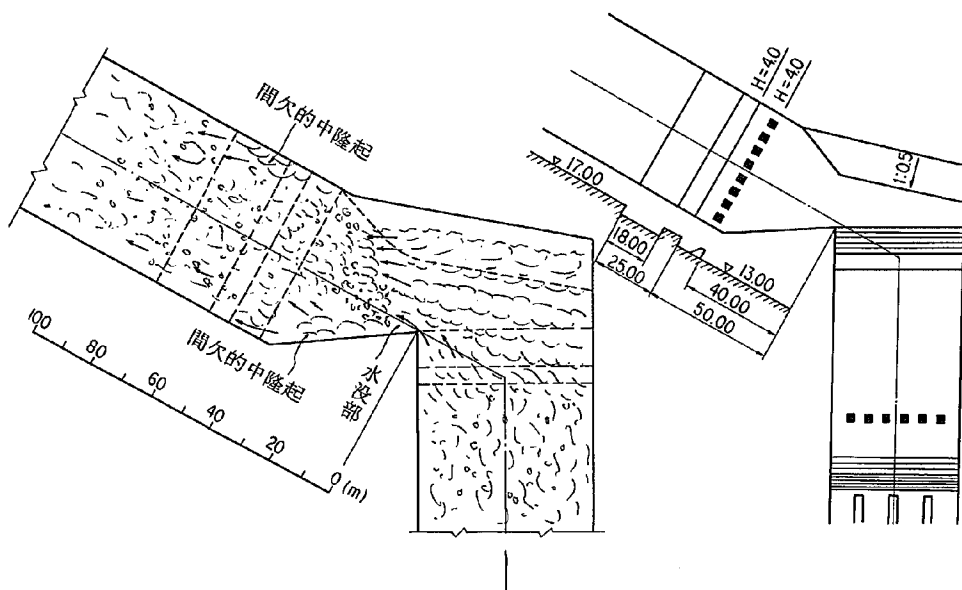
流況図； 横流入水路底より、左岸壁に衝突する主流(a)により、左岸に大きな隆起が (EL.40m) 生じる。この隆起の平面範囲は広く、間欠的に発生するため全体的に水面変動が激しくなる。また斜壁より降下する流れ(b)は右岸ぞいに走る。副ダム左岸よりの流れ(c)は右岸に衝突し、大隆起を常時発生させる。このため、下流全巾にわたり、射流として、流下する。

二次減勢工ケースDS1流況



流況図； 副ダムからの流れ(c)は、ほぼ減勢されていると思われるが、主流(a)による左岸の隆起は、減勢されず水面が間欠的に不均等な乱れを生ずる。また斜壁よりの主流(b)は、右岸表面近くを走るためバップルピアーの影響を受けていない。全体的に二次減勢工の規模が不足している。

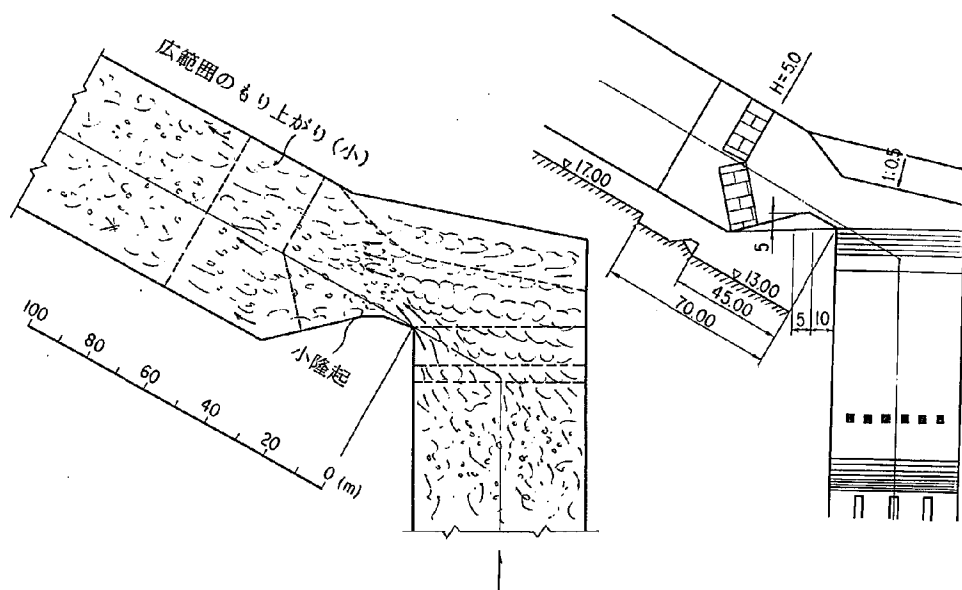
二次減勢工ケースD S 2 流況



流況図； 二次減勢池内の流況は、均一の水面になり、減勢効果はほぼ満足出来るものである。

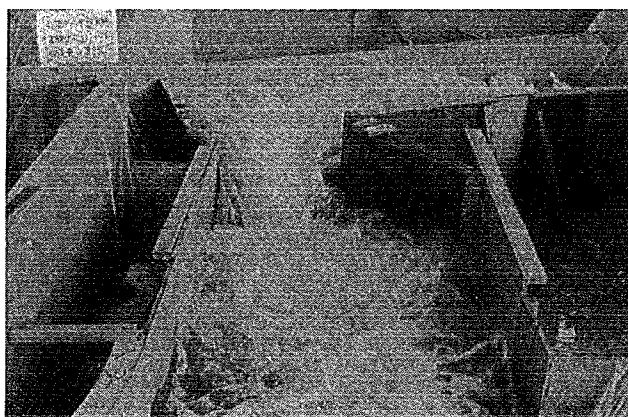
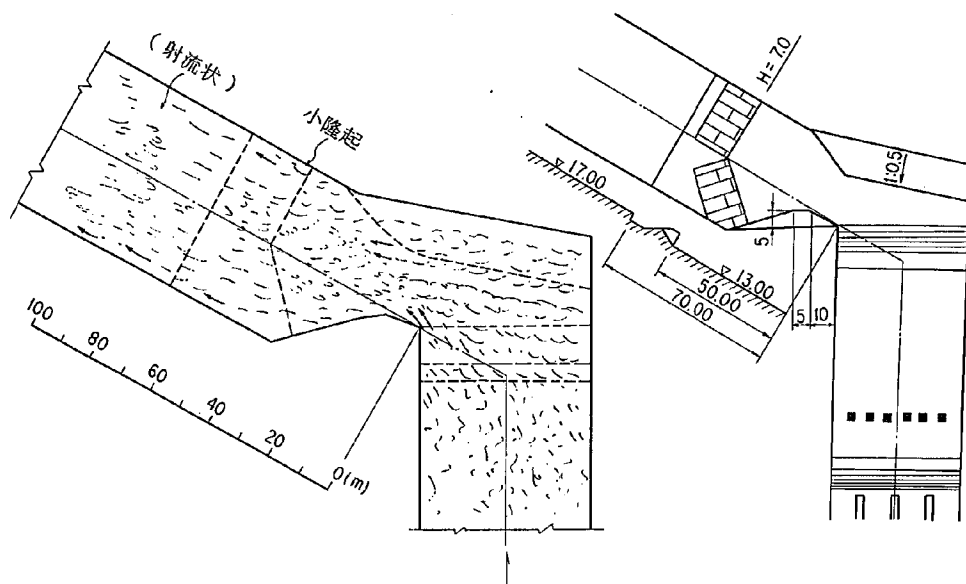
下流への流れもおだやかとなっているが、右、左岸の隆起（間欠的）による影響が多少認められる。

二次減勢工ケース D S 3 流況



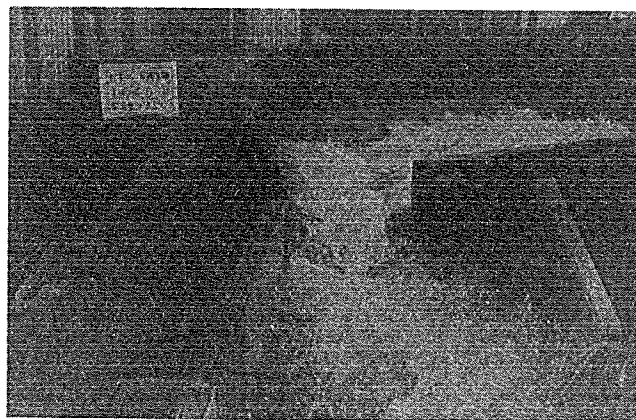
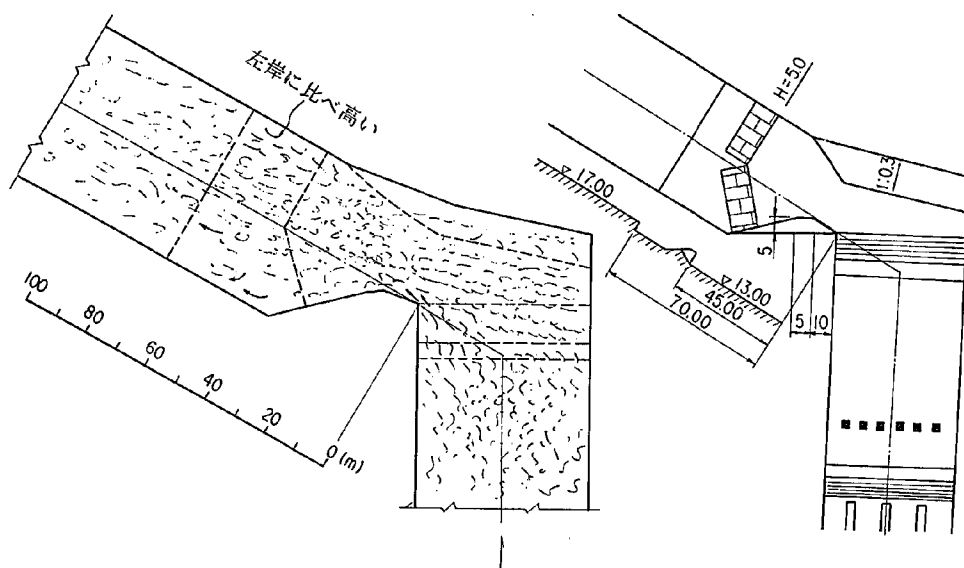
流況図； 二次減勢池内はほぼ良好，下流右，左岸の流れは若干速いが，全体的に水面形状はほぼ一定している。

二次減勢工ケースDS4流況



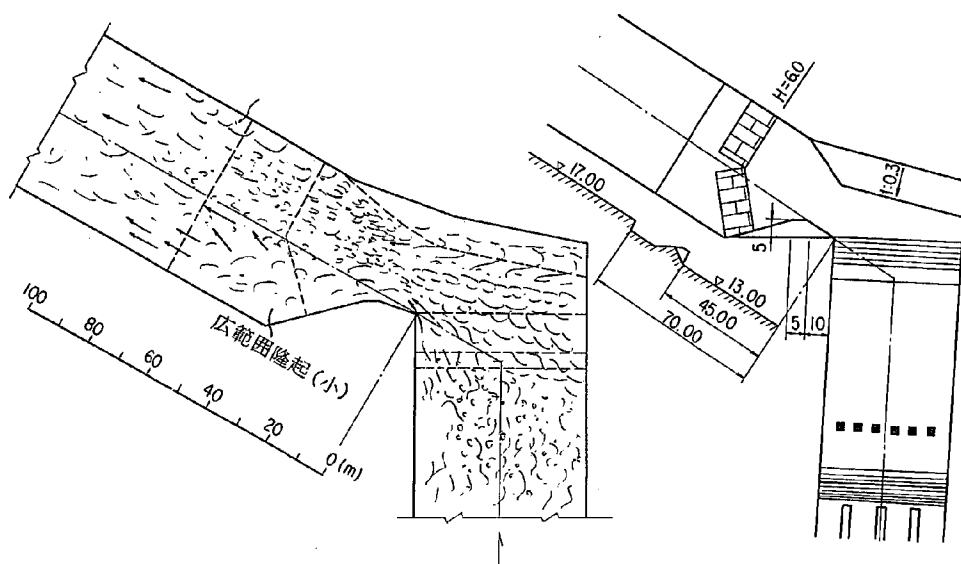
流況図； 全体的な水位上昇により，2次減勢池内は効果が安定した流況を示している。しかし，
 齒型シル上での水位が高く，下流水位との間に若干の差が生ずるため，下流の流れが，右岸で射
 流状になる。

二次減勢工ケースD S 5 流況



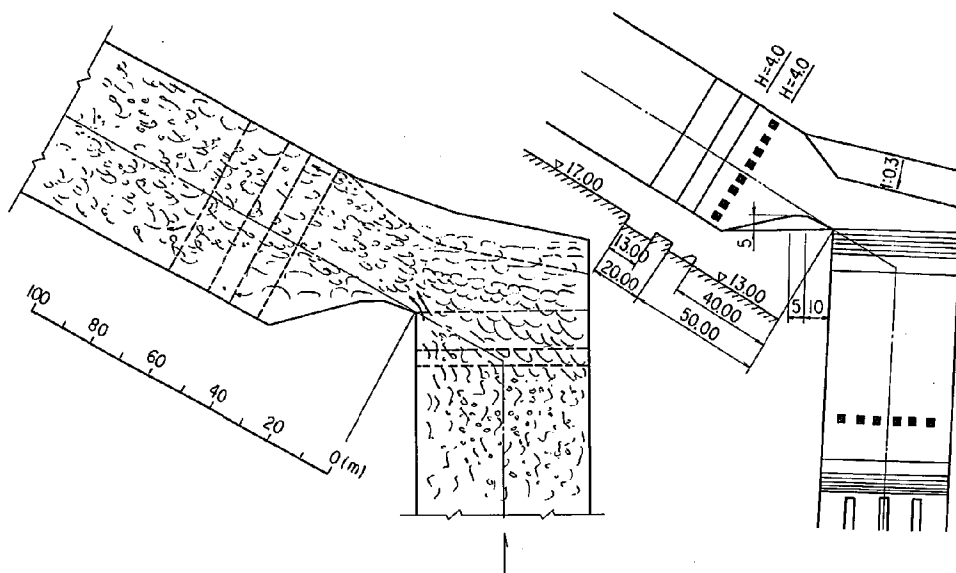
流況図； 横流入水路部の斜壁を1：0.3にたてたことにより，斜壁よりの主流(b)が中央による。このため二次減勢池内は水面の下降する個所もなく，一定となっている。下流の流況も満足出来るものである。

二次減勢工ケースDS6流況



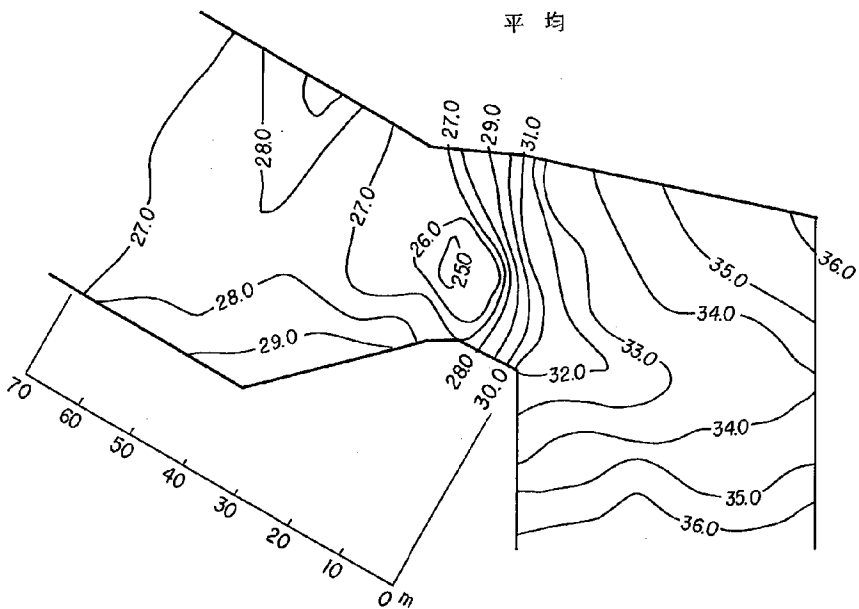
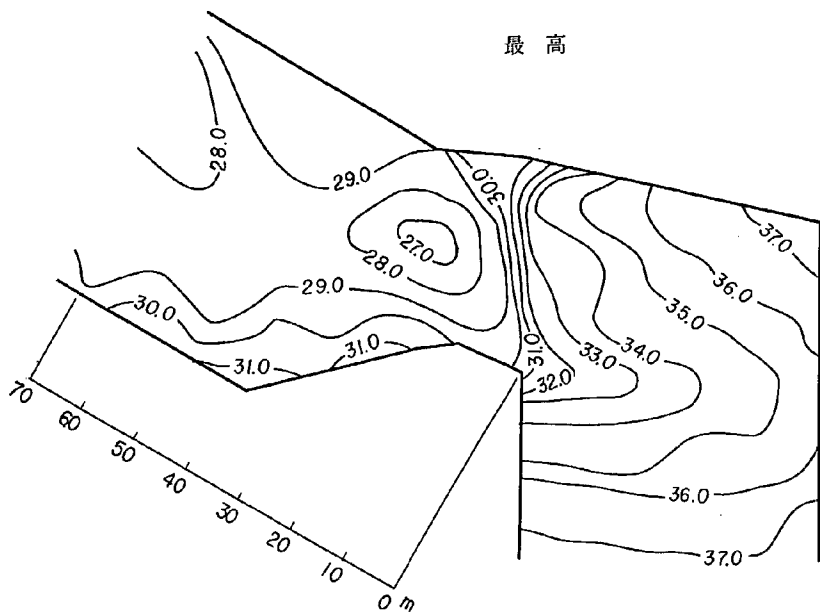
流況図； 二次減勢池内の流況は、水位上昇により、良くなっているが、齒型シル上の水位と下流の水位差が大きくなることにより、下流の流速が若干大きくなっている。

二次減勢工ケースD S 7 流況

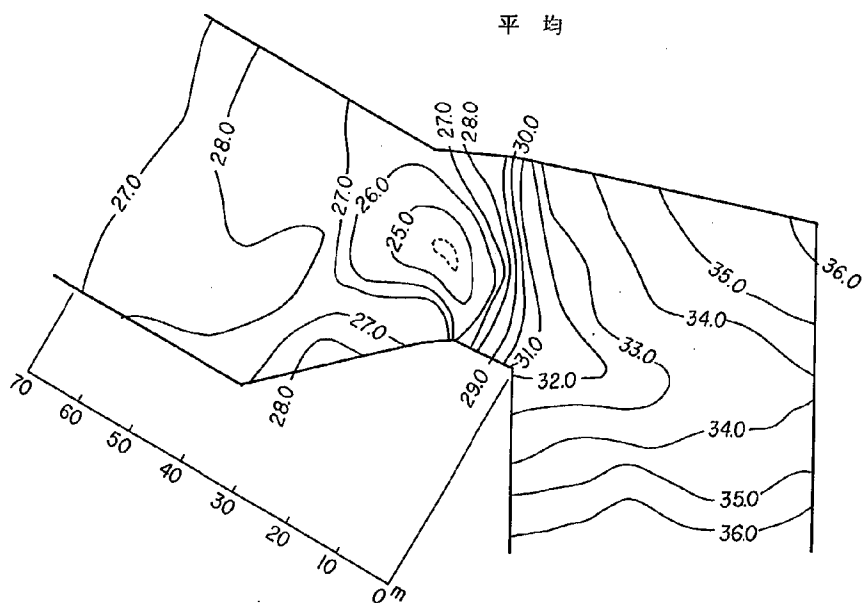
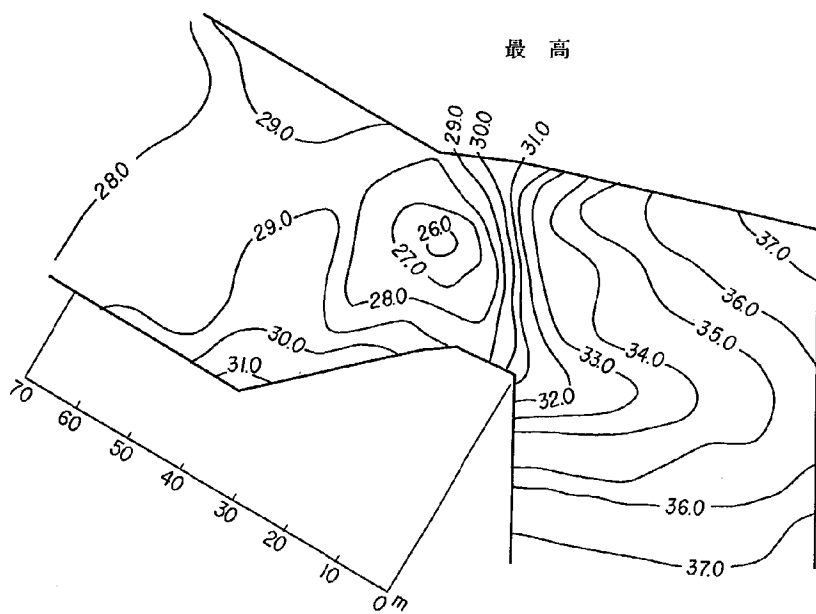


流況図； ケースD S 7 とほぼ同様であるがバッフルピアと、下流河床との間に矩形ゼキを施設したことにより、下流底面の流速は減じられていると思われ、今実験中では、最良と判断される。

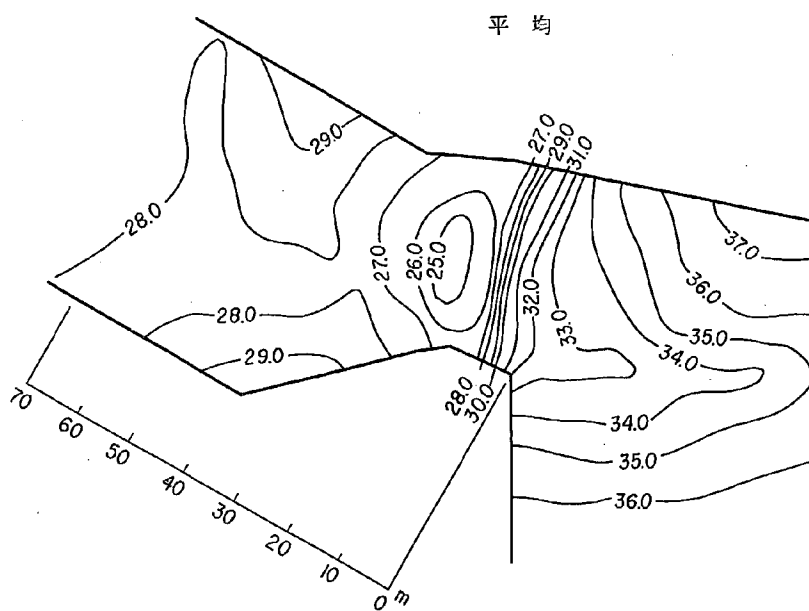
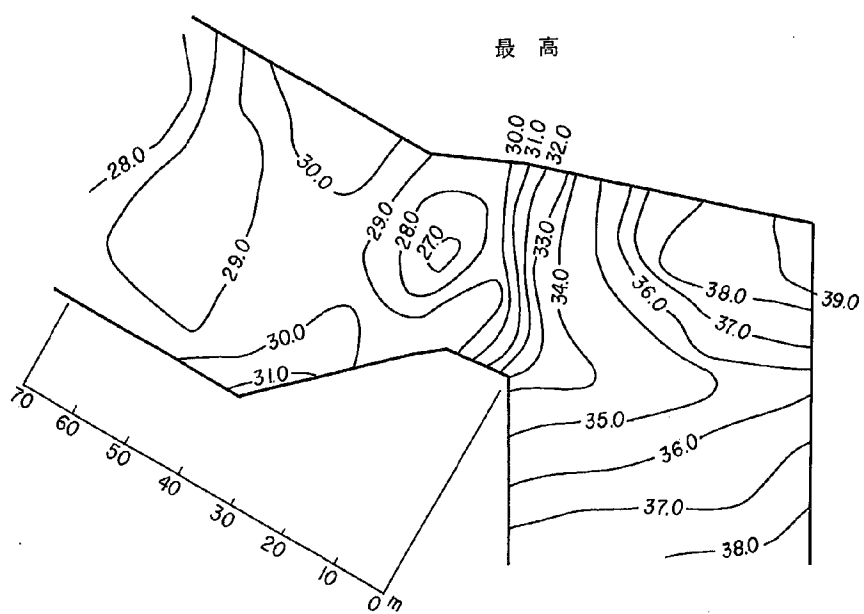
二次減勢工ケースD S 8 流況



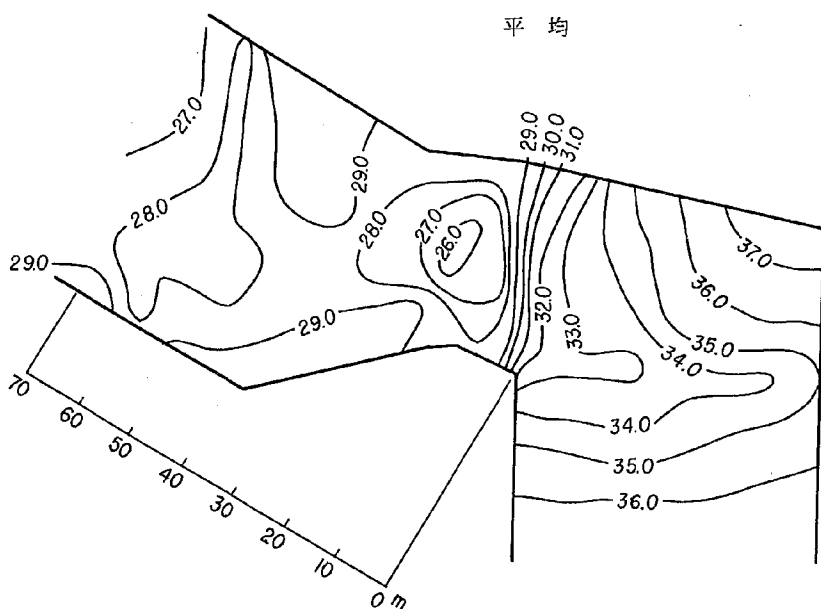
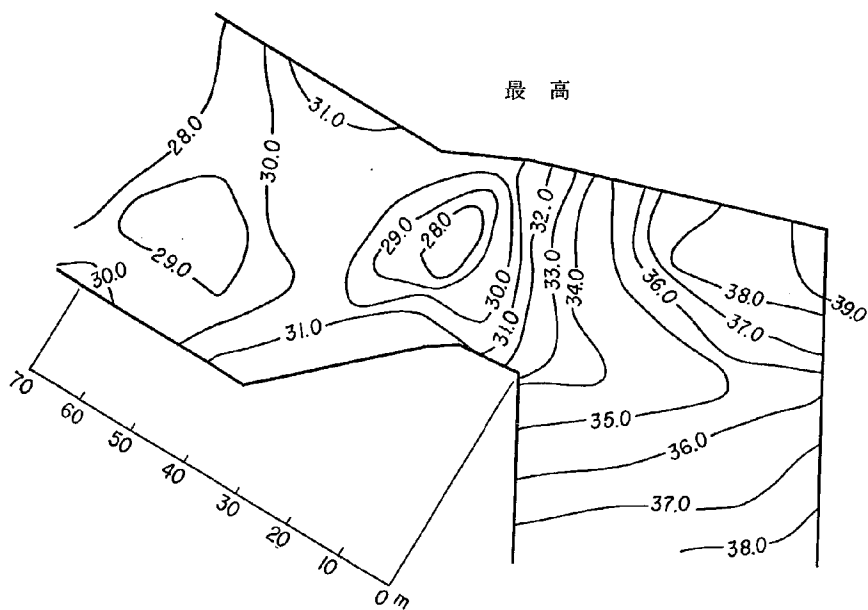
二次減勢工ケースDS4 水面形状図 (流量 $3350 \text{ m}^3/\text{sec}$)



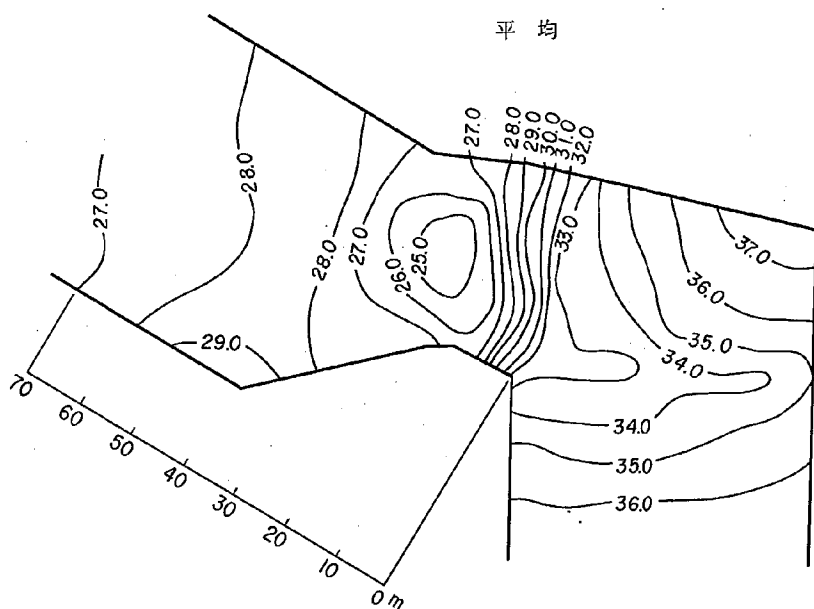
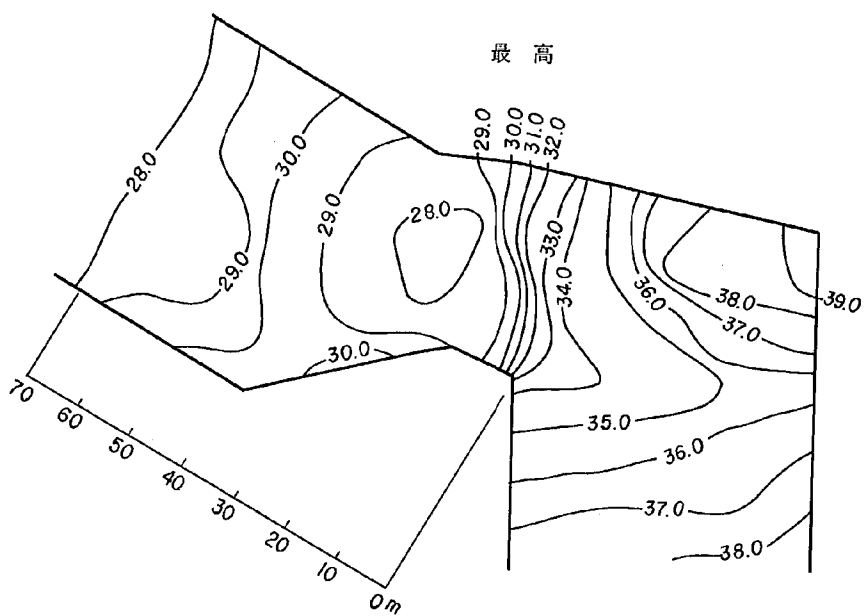
二次減勢工ケースDS5 水面形状図 (流量 $3350 \text{ m}^3/\text{sec}$)



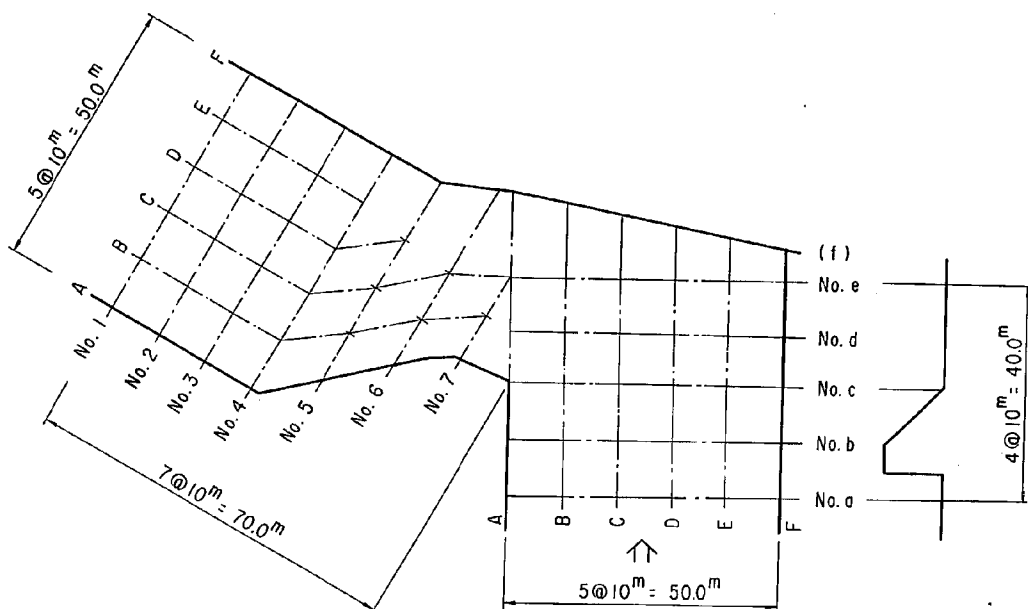
二次減勢工ケースDS6 水面形状図 (流量 $3350 \text{ m}^3/\text{sec}$)



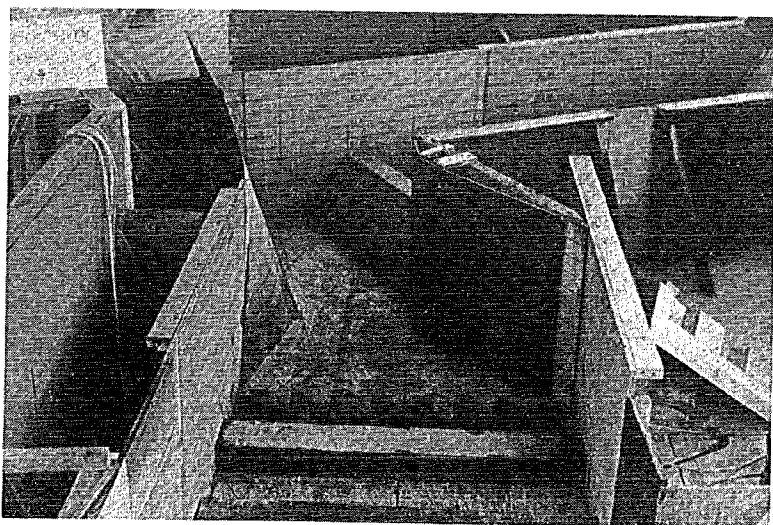
二次減勢工ケースDS7 水面形状図 (流量 $3350 \text{ m}^3/\text{sec}$)



二次減勢工ケース DS8 水面形状図 (流量 $3350 \text{ m}^3/\text{sec}$)



水面測定位置図

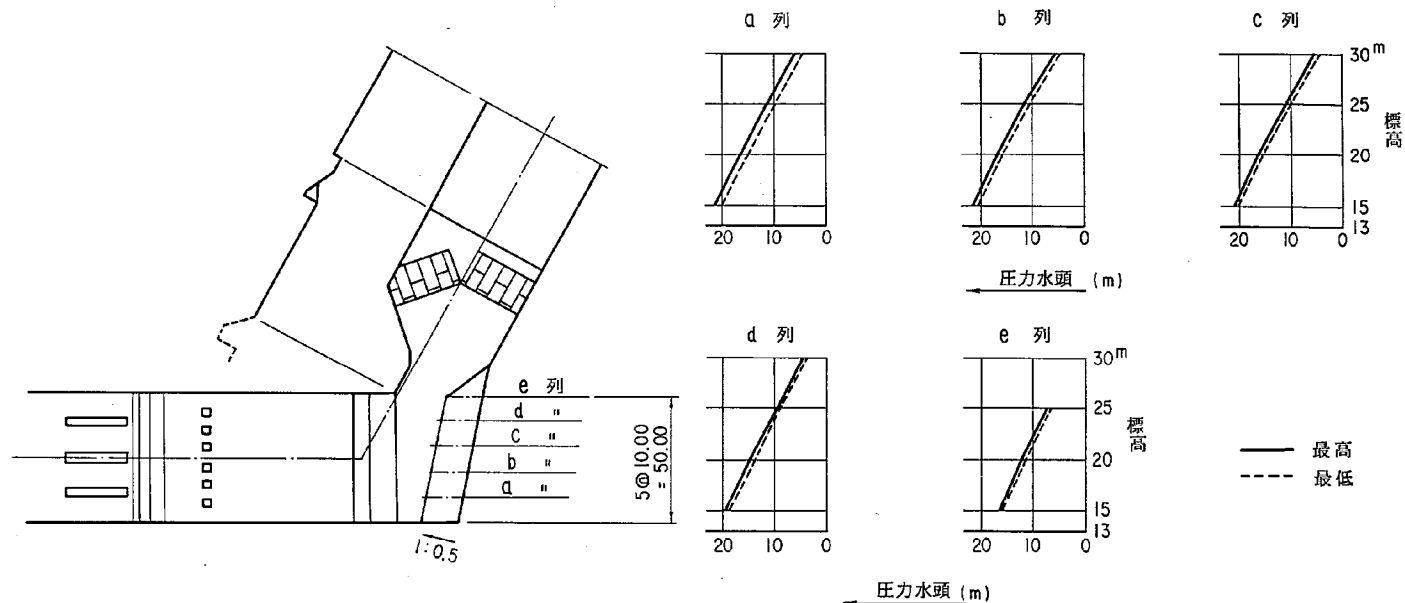


二次減勢工水面測定結果 (流量 3 3 5 0 m³/sec)

ケース	測定	A		B		C		D		E		F	
		最高:H	平均:M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M
DS 4	1	29.00	27.50	28.50	27.75	28.25	27.50	27.75	26.75	28.00	27.25	28.75	27.50
	2	29.50	28.25	29.00	27.75	28.25	27.50	28.25	27.25	29.25	27.50	30.50	28.75
	3	31.00	28.25	28.50	27.75	28.75	27.50	29.75	28.25	29.75	28.50	31.50	29.50
	4	31.25	29.50	30.25	28.50	29.00	28.00	29.50	28.25	29.50	28.25	30.75	28.75
	5	30.75	29.50	29.50	28.50	28.25	26.50	27.50	26.50	29.00	26.75		
	6	31.25	28.00	29.25	27.50	26.50	24.75	30.75	29.00				
	7	29.75	27.50	28.25	25.50	32.50	31.00						
DS 5	1	28.75	28.00	28.25	27.00	28.25	27.25	28.00	26.75	27.75	27.00	29.25	27.50
	2	29.50	28.00	28.25	27.50	28.25	27.75	28.50	28.00	29.00	28.25	30.60	29.00
	3	30.00	28.75	28.50	27.50	29.00	28.00	29.75	28.50	29.00	28.50	30.25	28.75
	4	31.25	29.50	30.25	28.75	29.25	27.75	29.25	28.00	28.50	27.00	29.00	28.00
	5	30.75	28.50	28.75	27.50	27.25	25.75	27.00	25.50	28.25	26.50		
	6	30.25	27.25	28.50	27.25	26.00	24.00	31.25	28.75				
	7	28.50	26.25	28.00	25.50	32.50	31.00						
DS 4 DS 5	a	36.50	35.25	36.50	35.25	36.00	36.00	36.00	35.25	36.25	35.25	37.00	35.75
	b	34.75	33.50	34.75	34.25	34.75	34.50	35.25	34.25	35.00	34.25	35.50	34.50
	c	32.75	32.00	32.50	31.75	33.00	32.50	34.00	33.25	34.50	33.25	35.75	34.00
	d	31.75	29.25	33.75	32.50	34.75	33.75	35.00	33.75	35.25	34.00	36.50	35.25
	e	33.00	31.00	33.75	32.75	35.00	34.25	36.00	35.00	36.50	35.50	38.00	36.00
	f	33.75	32.50	35.00	33.50	36.25	34.75						
DS 6	1	30.00	28.25	29.00	28.00	29.00	27.60	28.00	27.10	28.10	27.50	28.75	27.75
	2	29.25	27.75	28.75	27.75	28.00	27.50	28.75	28.00	29.00	28.50	30.00	29.25
	3	30.00	29.00	28.50	27.75	28.50	27.50	29.50	28.60	30.00	29.00	31.00	29.75
	4	31.00	29.25	29.75	28.50	29.50	27.75	29.50	28.25	30.25	28.50	30.75	28.75
	5	31.00	28.50	30.50	28.75	29.00	27.50	28.25	26.75	29.25	27.25		
	6	29.75	28.00	28.85	26.70	26.90	24.20	28.60	26.65				
	7	29.05	27.15	28.20	25.40	31.85	30.55						
DS 7	1	30.25	29.50	29.25	28.00	28.25	27.50	27.75	27.00	27.75	27.00	28.75	27.50
	2	29.50	28.00	29.25	28.00	28.25	27.25	29.25	28.25	29.50	28.50	31.25	29.50
	3	30.25	29.25	29.00	28.00	29.00	27.75	30.25	29.00	30.50	29.50	31.75	30.25
	4	32.00	30.25	30.50	28.75	30.00	28.50	30.50	29.00	30.75	29.00	31.00	29.75
	5	31.50	29.50	31.00	29.25	29.00	27.75	29.50	27.50	30.75	28.75		
	6	31.50	29.00	30.75	29.00	27.00	25.25	30.00	28.25				
	7	31.00	28.50	29.75	27.00	32.25	31.00						
DS 8	1	28.50	27.00	27.50	27.00	28.25	27.25	28.00	27.25	28.00	27.25	28.50	27.50
	2	29.25	27.75	28.50	27.25	28.50	27.75	29.00	27.50	29.25	28.50	29.75	28.25
	3	30.00	29.00	29.00	28.25	28.50	27.75	30.00	28.50	29.50	28.50	30.25	28.25
	4	31.00	29.50	29.75	28.75	29.25	28.25	29.00	28.25	28.75	28.00	29.75	27.75
	5	30.25	28.25	29.00	27.50	28.50	26.75	28.00	25.75	28.50	26.75		
	6	30.00	27.75	28.25	26.25	27.25	24.25	29.45	27.60				
	7	29.20	26.70	28.50	25.75	32.00	30.75						
DS 6	a	36.90	36.00	36.75	35.75	37.00	36.00	37.00	36.00	37.00	36.50	38.00	37.00
DS 7	b	35.75	35.00	35.75	34.75	35.75	34.50	36.00	34.75	36.25	35.50	37.00	35.50
DS 8	c	34.50	32.50	33.75	33.00	34.50	33.00	34.75	33.75	35.25	33.75	35.75	34.75
DS 8	d	32.50	30.25	34.50	33.25	34.75	34.00	36.25	35.75	37.25	36.00	37.25	36.25
DS 8	e	33.00	30.85	34.75	33.50	36.25	34.75	38.75	36.25	38.50	37.00	40.00	37.00

単位 (EL. m)

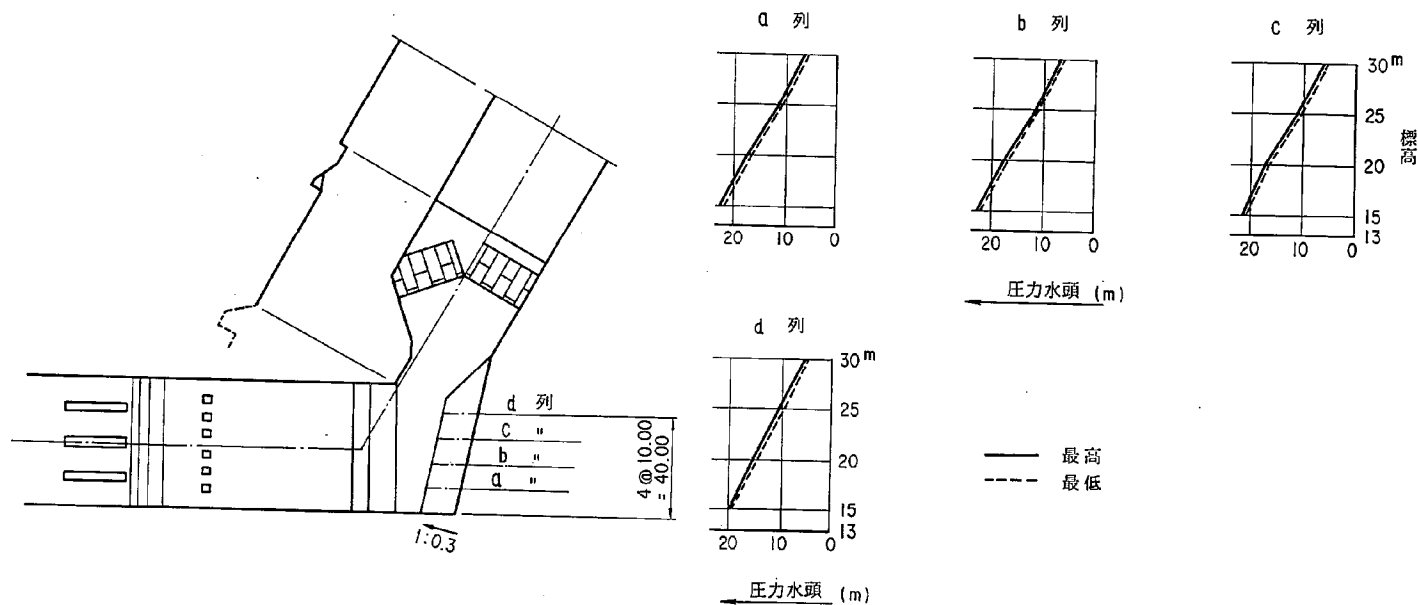
減勢工資料 19



	測點 標高	a		b		c		d		e	
		最高: H	最低: L	H	L	H	L	H	L	H	L
1	30	6.00	4.65	5.75	4.50	5.65	4.20	4.30	3.85		
2	25	11.10	9.85	11.35	10.40	10.90	9.90	9.65	9.00	7.20	6.65
3	20	16.65	15.00	16.60	15.85	16.05	15.35	14.65	13.75	12.10	11.50
4	15	21.25	20.10	21.35	20.50	20.65	19.90	19.35	18.90	16.65	16.00

壓力水頭: m

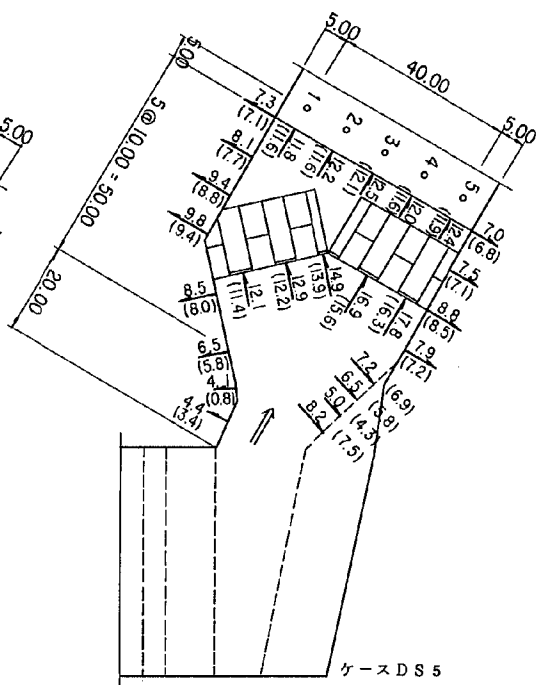
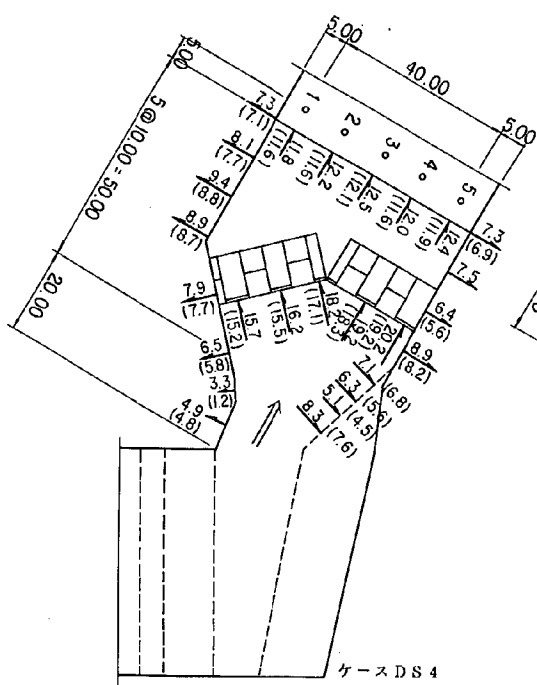
橫流入水路斜壁作用壓力分布圖 (斜壁 1 : 0.5, 流量 3 3 5 0 m³/sec)



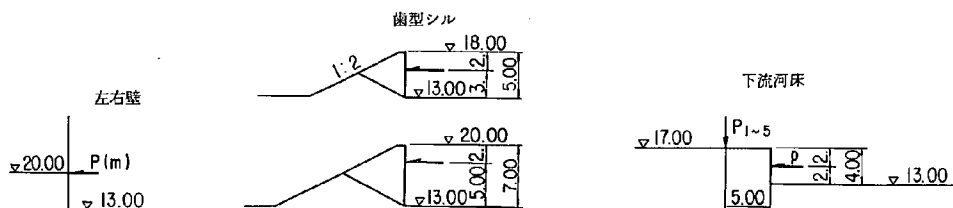
测点	标高	a		b		c		d	
		最高; H	最低; L	H	L	H	L	H	L
1	30	6.60	5.90	6.85	6.22	6.25	5.70	5.50	4.70
2	25	11.20	10.75	11.50	11.15	11.00	10.55	10.50	9.65
3	20	17.30	16.50	17.40	16.90	17.20	16.75	15.40	14.75
4	15	22.40	21.85	22.50	22.10	21.35	20.85	19.90	19.50

压力水头: m

横流入水路斜壁作用压力分布图 (斜壁 1 : 0.3, 流量 3 3 5 0 m³ / sec)



測点位置図



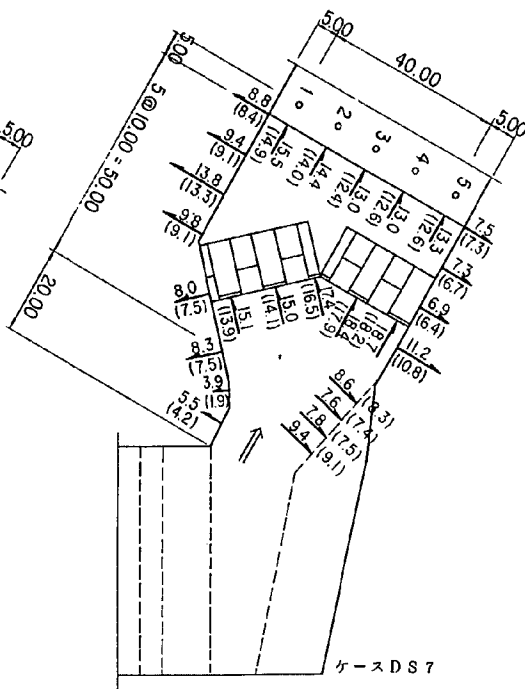
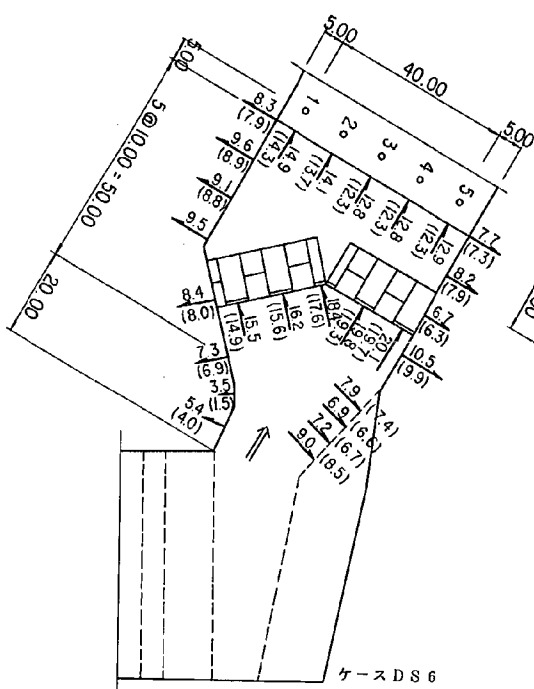
ケース		最高; H	最低; L	H	L
左岸	下流1	7.3	7.1	7.3	7.1
	2	8.1	7.7	8.1	7.7
	3	9.4	8.8	9.4	8.8
	4	8.9	8.7	9.8	9.4
	5	7.9	7.7	8.5	8.0
	6	6.5	5.8	6.5	5.8
	7	3.3	1.2	4.1	0.8
	上流8	4.9	4.8	4.4	3.4
右岸	下流1	7.3	6.9	7.0	6.8
	2	7.5	7.5	7.5	7.1
	3	6.4	5.6	8.8	8.5
	4	8.9	8.2	7.9	7.2
	5	7.1	6.8	7.2	6.9
	6	6.3	5.6	6.5	5.8
	7	5.1	4.5	5.0	4.3
	上流8	8.3	7.6	8.2	7.5

ケース		E L	H	L	E L	H	L
歯型シル	左岸	1	15.7	15.2		12.1	11.4
	右岸	2	16.2	15.5		12.9	12.2
	左岸	3	16.0	18.2	18.0	14.9	13.9
	右岸	4	19.2	18.3		16.9	15.6
	右岸	5	20.2	19.2		17.8	16.3
バップル ピアー	左岸	1	11.8	11.6		11.8	11.6
	右岸	2	12.2	11.6		12.2	11.6
	左岸	3	15.0	12.5	15.0	12.5	12.1
	右岸	4	12.0	11.6		12.0	11.6
	右岸	5	12.4	11.9		12.4	11.9
下流 河床	左岸	1	13.1	12.5		13.1	12.5
	右岸	2	13.0	12.4		13.0	12.4
	左岸	3	17.0	12.9	17.0	12.9	12.1
	右岸	4	14.0	13.5		14.0	13.5
	右岸	5	14.5	13.9		14.5	13.9

圧力水頭 m

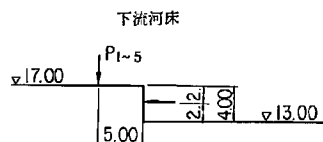
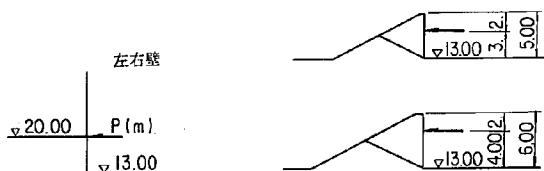
二次減勢工ケース DS 4, 5 圧力測定結果

減勢工資料 2 0



測点位置図

歯型シル

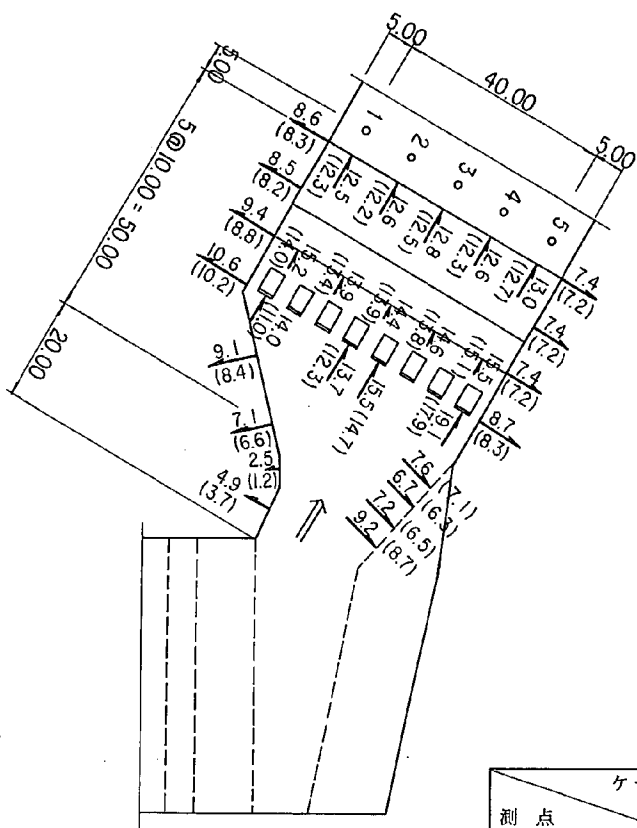


測点	ケース	最高; H		最低; L	
		H	L	H	L
左岸	下流1	8.3	7.9	8.8	8.4
	2	9.6	8.9	9.4	9.1
	3	9.1	8.8	13.8	13.3
	4	9.5	9.5	9.8	9.1
	5	8.4	8.0	8.0	7.5
	6	7.3	6.9	8.3	7.5
	7	3.5	1.5	3.9	1.9
	上流8	5.4	4.0	5.5	4.2
右岸	下流1	7.7	7.3	7.5	7.3
	2	8.2	7.9	7.3	6.7
	3	6.7	6.3	6.9	6.4
	4	10.5	9.9	11.2	10.8
	5	7.9	7.4	8.6	8.3
	6	6.9	6.6	7.6	7.4
	7	7.2	6.7	7.8	7.5
	上流8	9.0	8.5	9.4	9.1

測点	ケース	E L.		H		L	
		E L.	H	L	E L.	H	L
歯型シル	左岸	1	15.5	14.9		15.1	13.9
	2		16.2	15.6		15.0	14.1
	3	16.0	18.4	17.6	17.0	17.4	16.5
	右岸	4	19.8	19.3		18.4	17.9
	5		20.1	19.7		18.7	18.2
バツフル	左岸	1	14.9	14.3		15.5	14.9
	2		14.1	13.7		14.4	14.0
	3	15.0	12.8	12.3	15.0	13.0	12.4
	右岸	4	12.8	12.3		13.0	12.6
	5		12.9	12.3		13.3	12.6
鉛直面	左岸	1	12.8	12.4		13.2	12.8
	2		12.3	12.1		12.5	12.1
	3	17.0	13.0	12.8	17.0	13.4	12.9
	右岸	4	12.5	12.2		12.5	12.1
	5		12.6	12.3		12.4	12.0

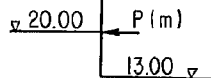
圧力水頭 m

二次減勢工ケース DS 6, 7 圧力測定結果

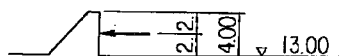


測点位置図

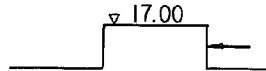
左右壁



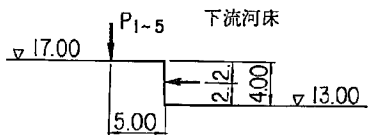
バップルピアー



もぐり堰



下流河床



ケース		測点	
		最高; H	最低; L
左岸	下流 1	8.6	8.3
	2	8.5	8.2
	3	9.4	8.8
	4	10.6	10.2
	5	9.1	8.4
	6	7.1	6.6
	7	2.5	1.2
	上流 8	4.9	3.7
右岸	下流 1	7.4	7.2
	2	"	"
	3	"	"
	4	8.7	8.3
	5	7.6	7.1
	6	6.7	6.3
	7	7.2	6.5
	上流 8	9.2	8.7

測 点		ケース		測点標高		
				H	L	
歯 型 シ ル	左岸	1	15.0	14.0	11.0	
		2		13.7	12.3	
		3		15.5	14.7	
		4		19.1	17.9	
		5				
パップルビアー	右岸	1	15.0	12.5	12.3	
		2		12.6	12.2	
		3		12.8	12.5	
		4		12.6	12.3	
		5		13.0	12.7	
	鉛直面	1	17.0	13.7	13.1	
		2		〃	〃	
		3		〃	12.9	
		4		13.6	13.2	
		5		14.4	13.5	
右岸	1	15.0	15.2	14.0		
	2		13.9	13.4		
	3		14.4	13.9		
	4		14.6	13.8		
	5		15.5	15.1		
もぐり堰	左岸	1	15.0	15.2	14.0	
		2		13.9	13.4	
		3		14.4	13.9	
		4		14.6	13.8	
		5		15.5	15.1	

圧力水頭; m

二次減勢工ケース D S 8 圧力測定結果

減勢工資料 20

第四章 ダム下流河道の流況

第四章 ダム下流河道の流況

本章は弥栄ダム洪水吐下流河道の流況を実験的に検討するもので減勢工と河道の接続部形状および計画河道断面形状を決定するための資料を収集提示している。

上途の目的を達成するために以下の実験的検討を実施した。

- 1) 現状河道の流況調査 ($900, 3,350, 4,050 \text{ m}^3/\text{sec}$)
- 2) 現状河道で指摘された点を改善した河道断面の流況調査 ($900, 3,350, 4,050 \text{ m}^3/\text{sec}$)
- 3) 計画河道の流況調査 ($900, 3,350, 4,050 \text{ m}^3/\text{sec}$)

本実験に使用した河道横断形状は「河道資料1」に示す。また本検討に使用されている減勢工形状は弥栄ダム洪水吐の減勢工として最も適当であると判断された曲線型減勢工のCである。また副ダム下流減勢工としてはケース1、ケース2ではCS11、ケース3では河道拡幅による水位低下に対処するため、CS14を使用している。実験結果は流況観察図、文章に整理し写真を添えて「河道資料2～4」に示す。

写真の撮影方向は図4-1に示すとおりである。

なお、水位は現地での観察資料が十分でないので取りあえず下流水位設定装置を使用して、河道13.3km地点で流れが限界状態となるよう設定した。

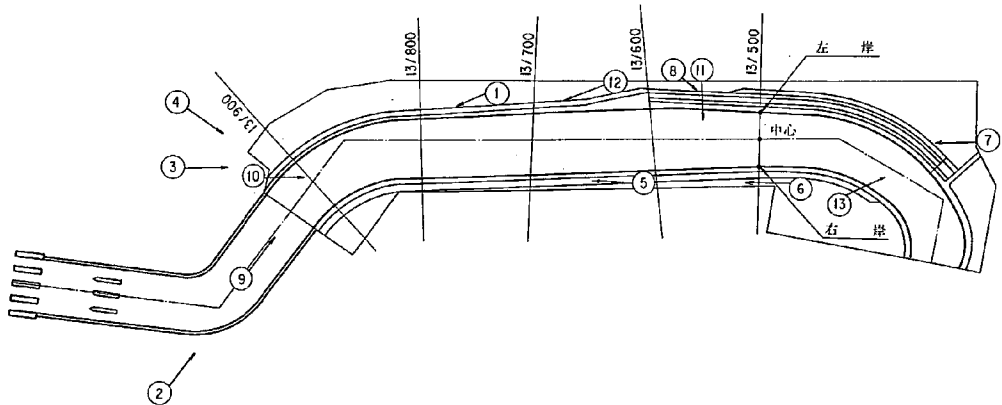
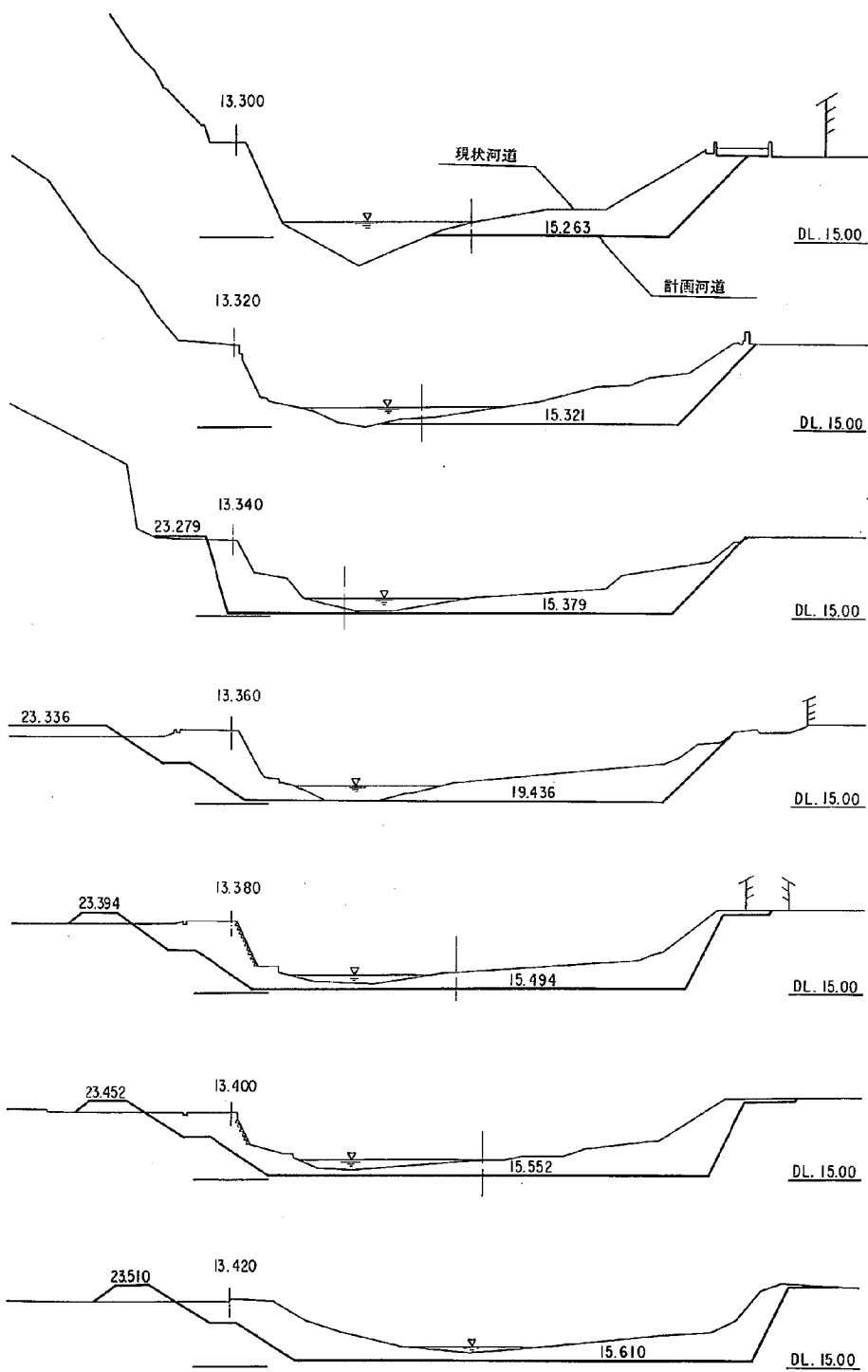
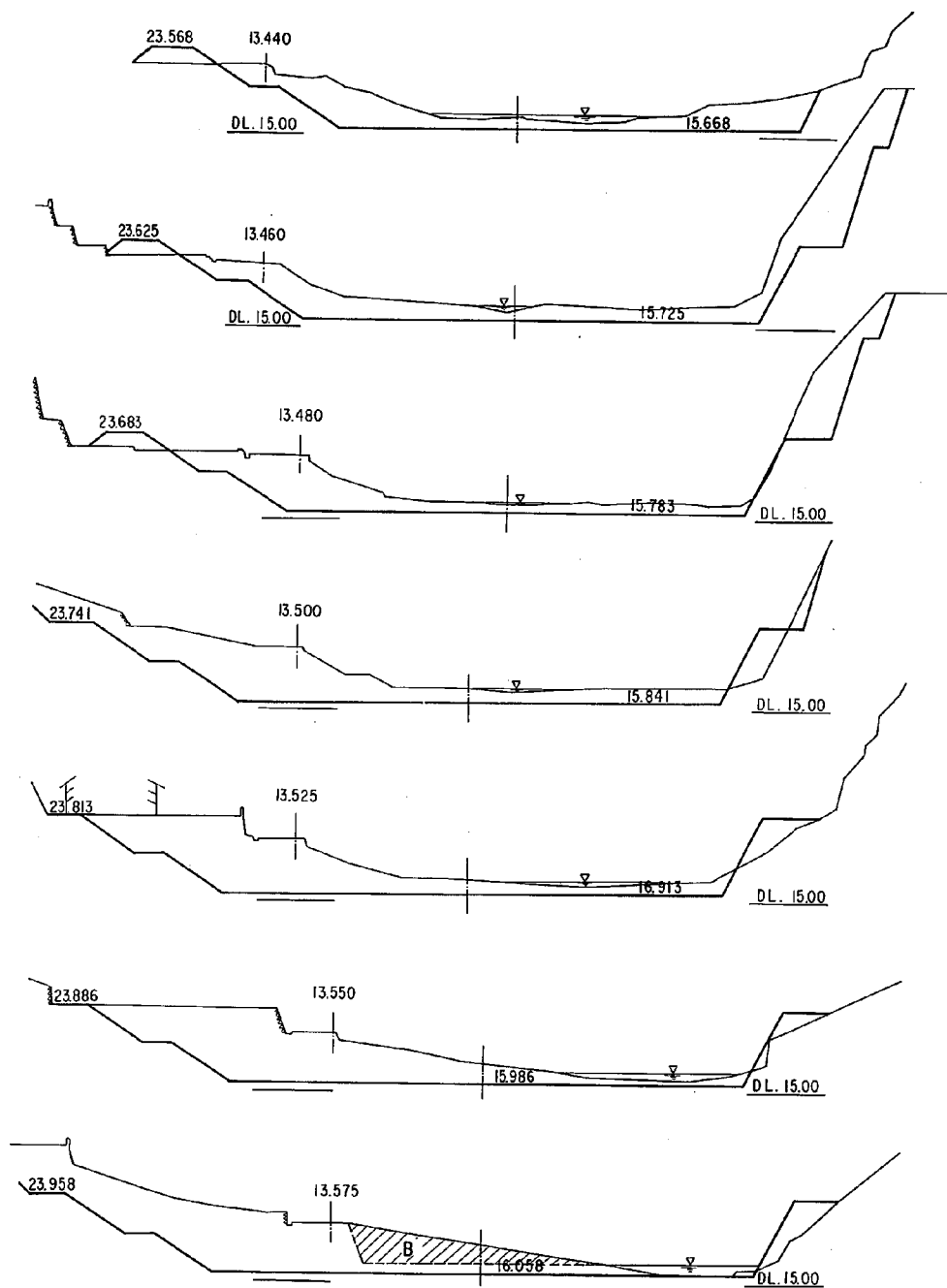


図4-1 写真撮影位置図

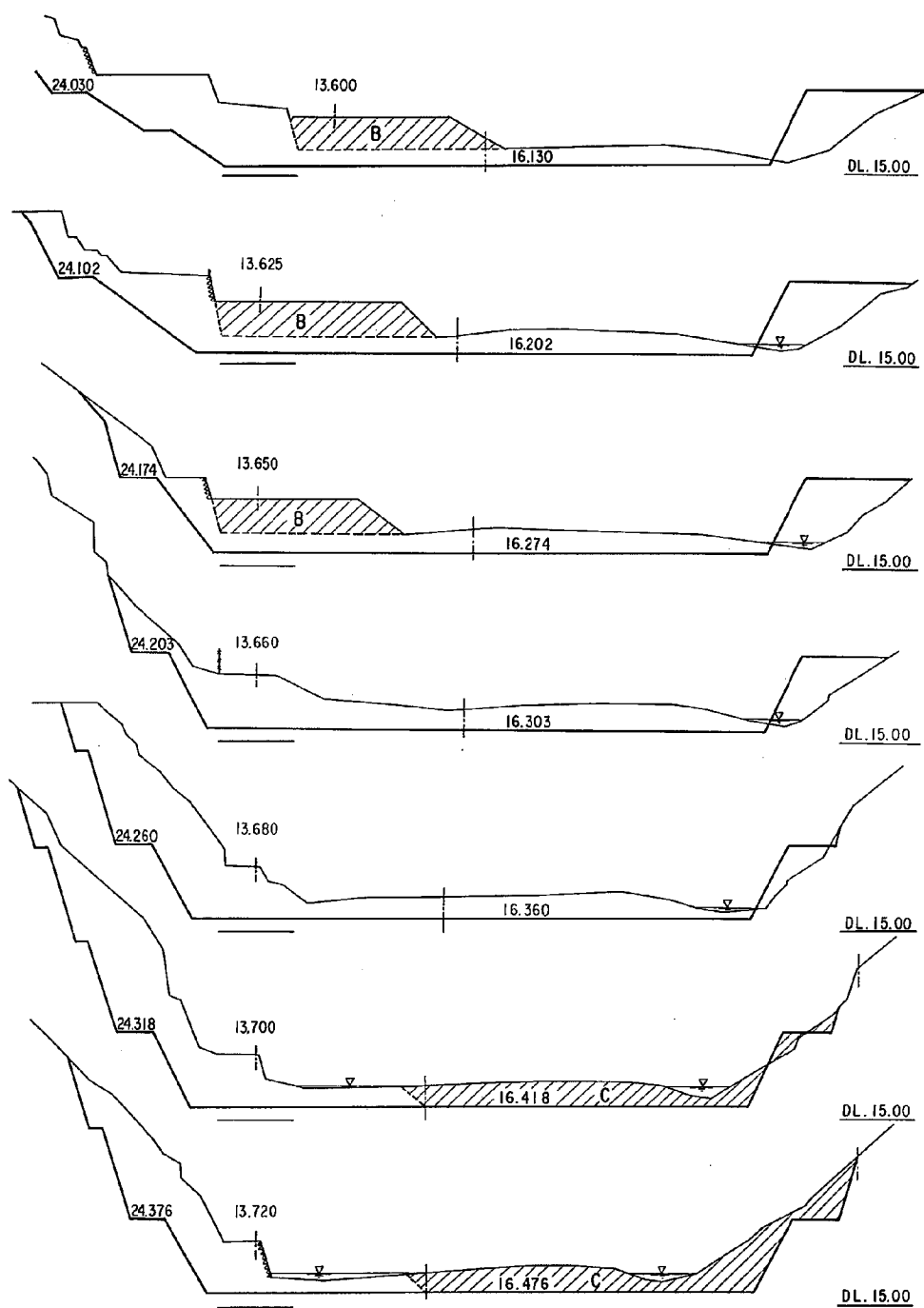


河道断面図（その 1）

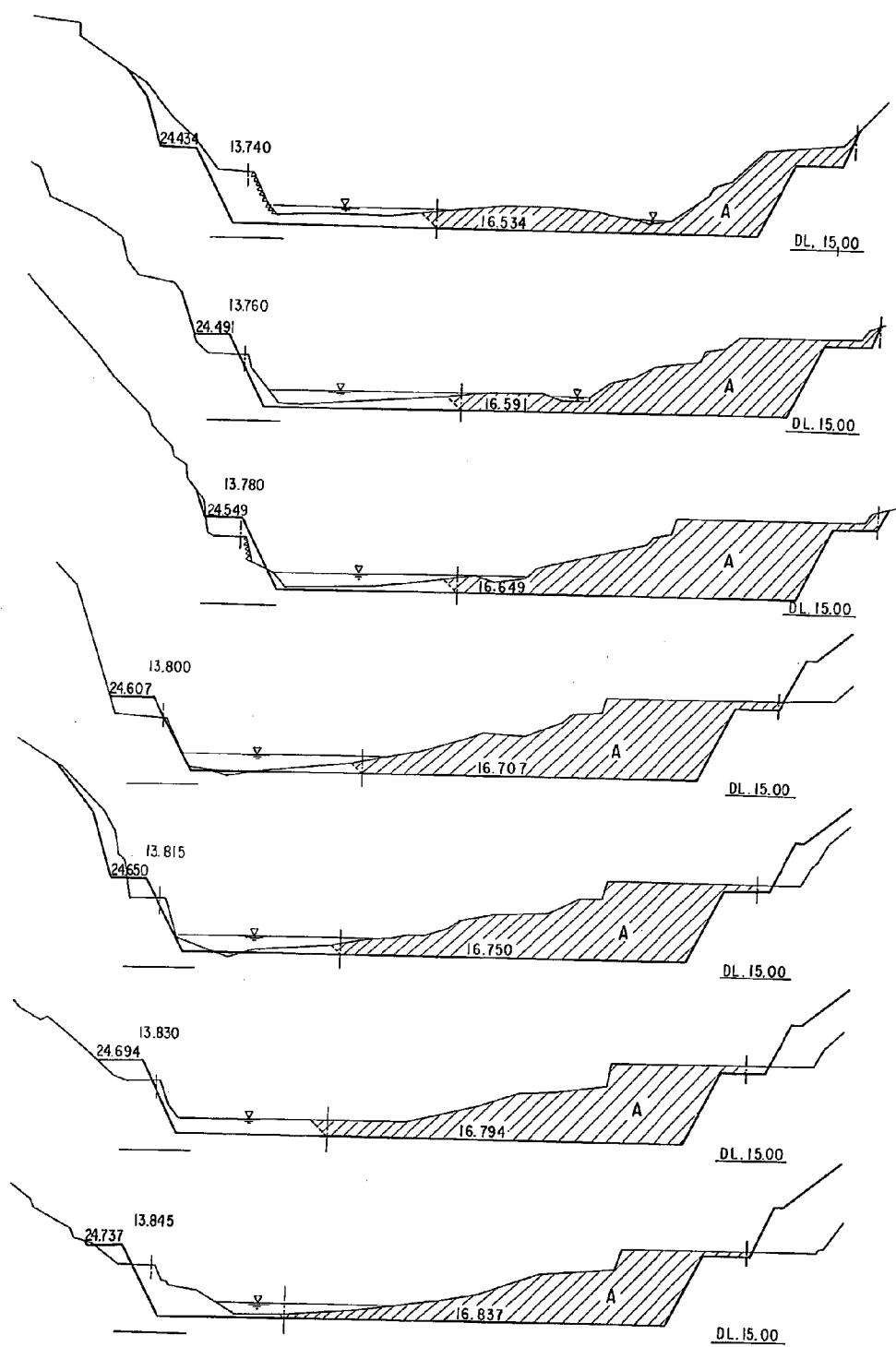
河道資料 1



河道断面図（その 2）

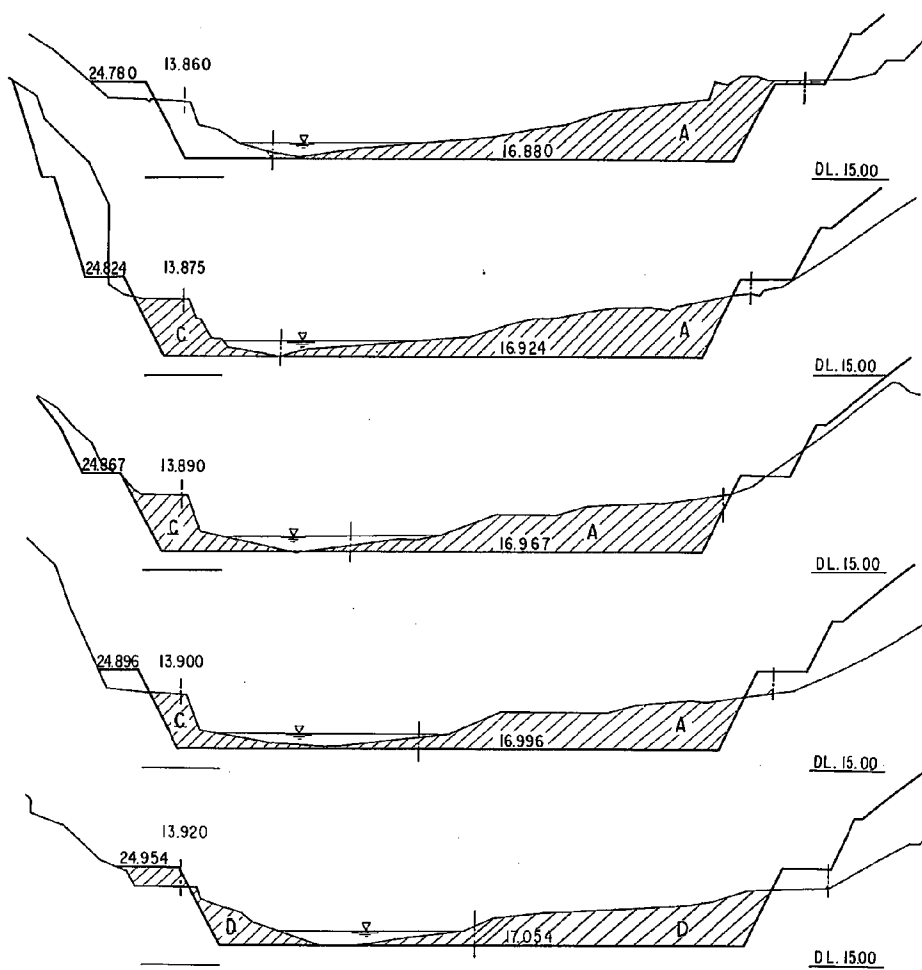


河道断面図（その 3）

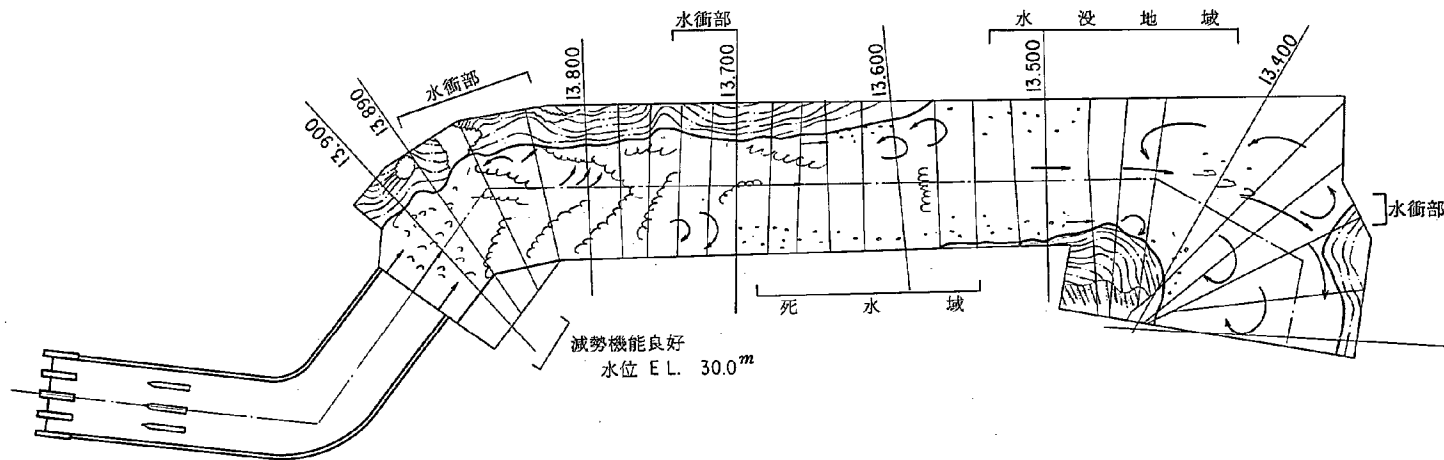


河道断面図 (その 4)

河道資料 1



河道断面図 (その 5)

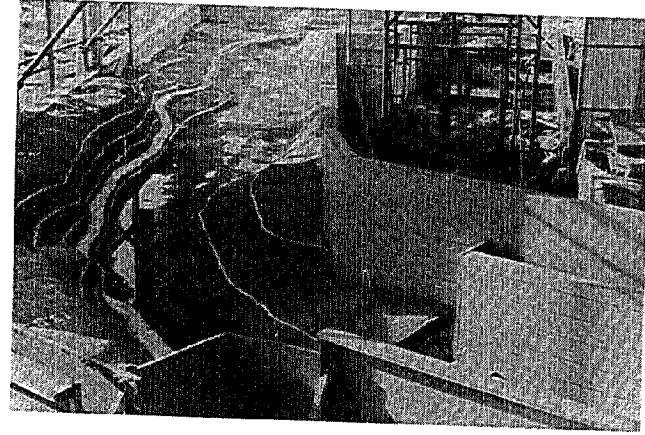


流況概略： $Q = 3350 \text{ m}^3/\text{sec}$ の場合〔上図〕

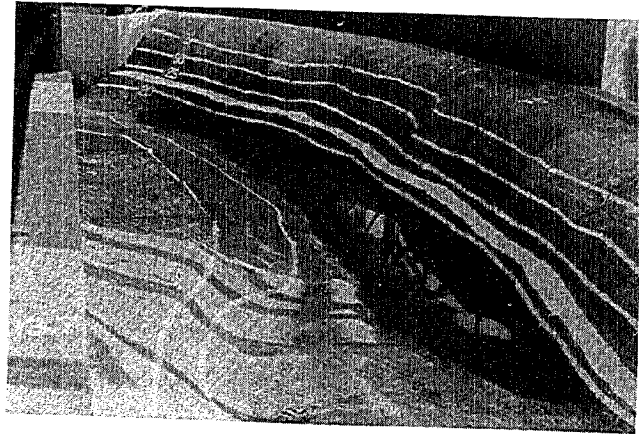
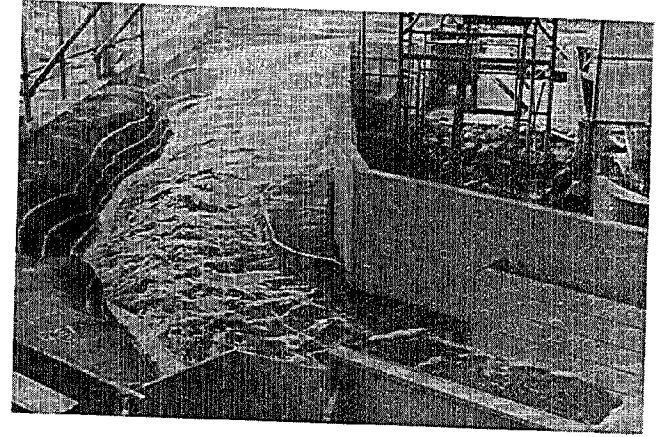
減勢池より流出した流れは、13875k、13815k 地点の左側突出部に衝突し、はね返りの波を発生して138k地点で複雑な状況となっている。また1386kより下流の右側河床が高いため、主流が左岸沿いに片寄り、右側河道が死水域になっている。136k地点下流の左河床部は低いため、この部分に流れが集中して流速が大きくなっている。135k地点下流右岸の突出岩により、流れは八丁橋に向かい、支川に侵入する。このため136kより下流の左岸域は、浸水する。

$Q = 900 \text{ m}^3/\text{sec}$: 1385k地点で現在の道路に飛散水がかかる。136k地点で射流が現われその下流で跳水をおこす。また支川への背水により135kより下流域は浸水する。

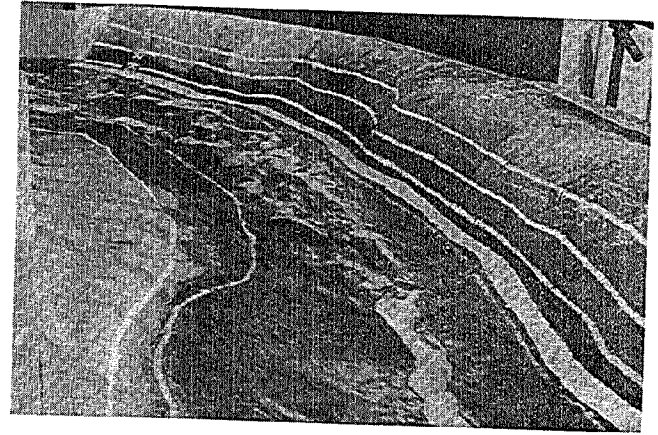
$Q = 4050 \text{ m}^3/\text{sec}$: $Q = 3350 \text{ m}^3/\text{sec}$ にほぼ同様の流況をしめす。



撮影位置 3

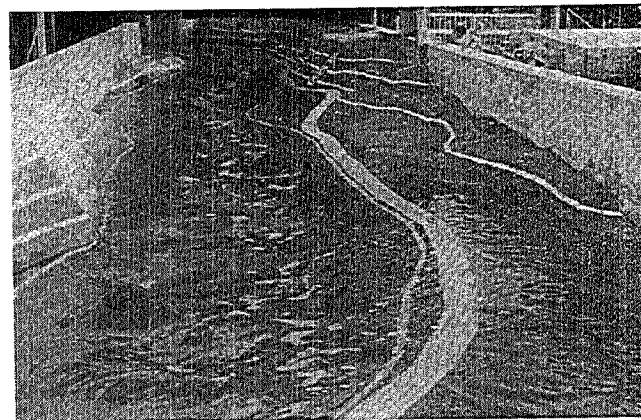
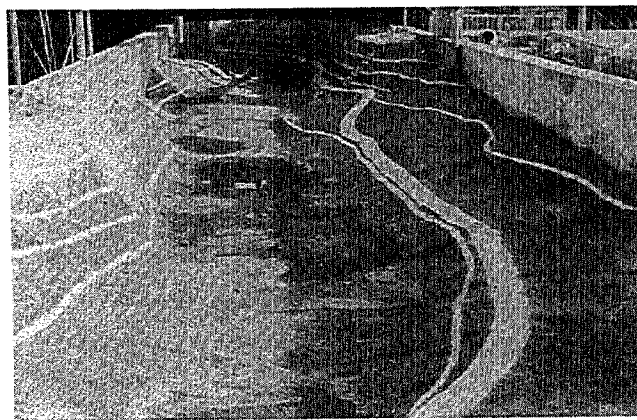


撮影位置 1

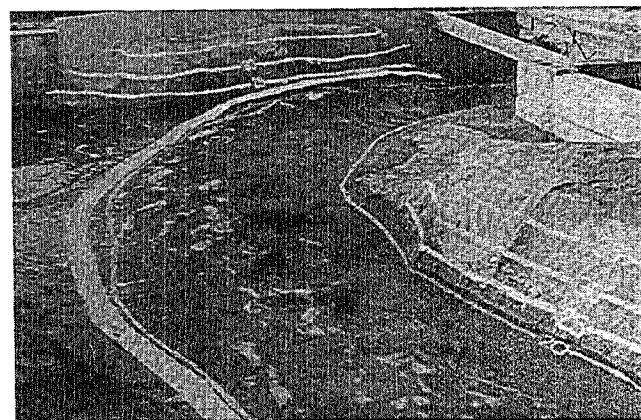


下流河道流況写真(ケース1, 流量 $900 \text{ m}^3/\text{sec}$)

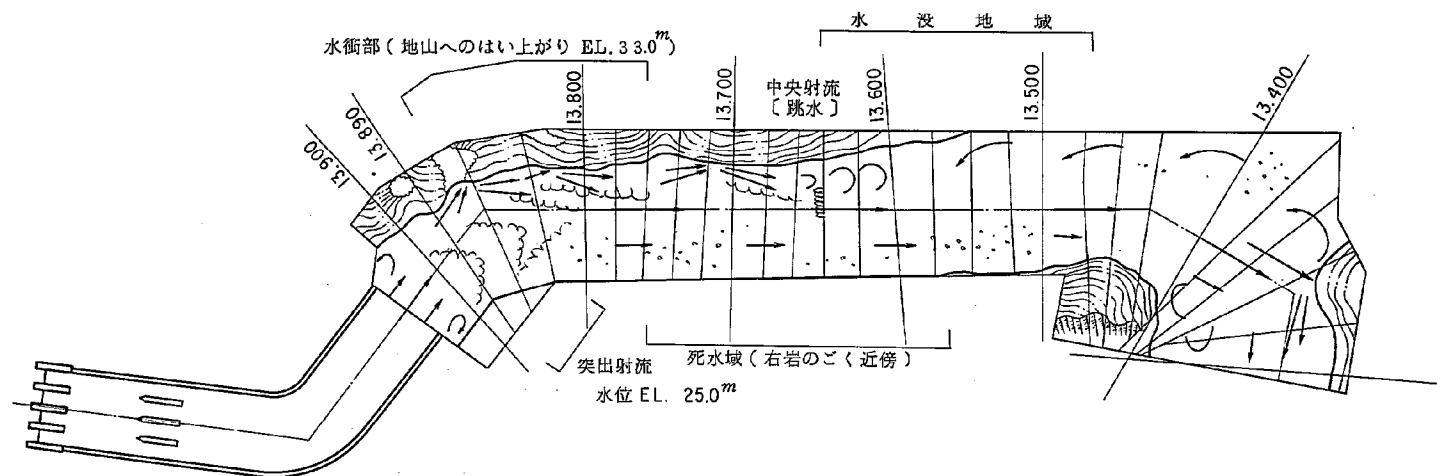
撮影位置 7



撮影位置 8



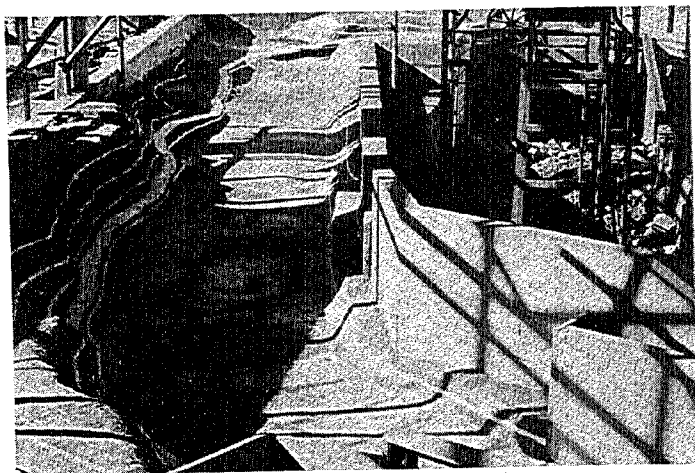
下流河道流況写真(ケース1, 流量 $900 \text{ m}^3/\text{sec}$)



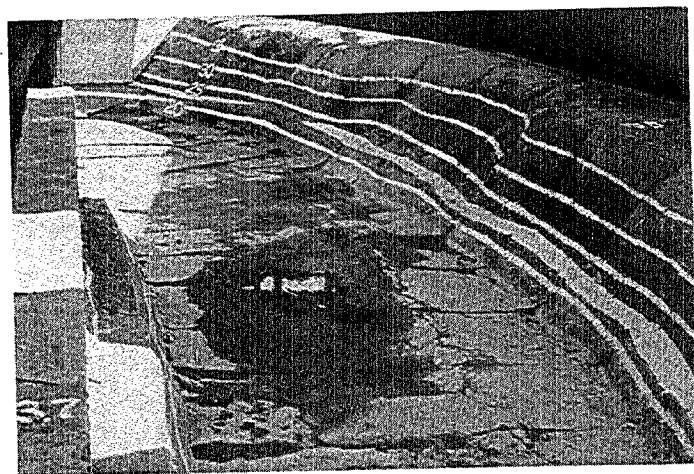
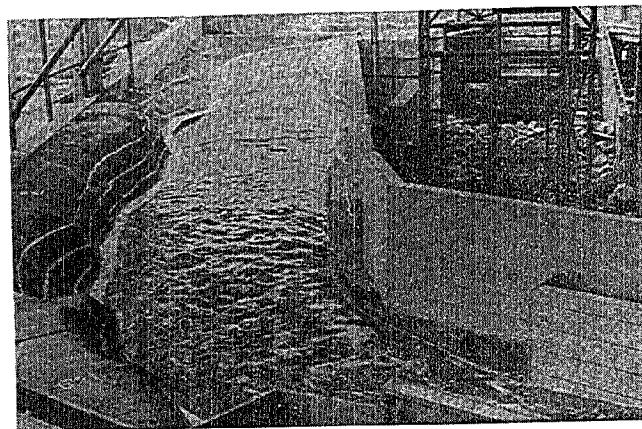
流況概略： $Q = 3,350 \text{ m}^3/\text{sec}$ 〔上図〕

現状河道に比べ、河床の掘り下げ、河巾の拡大により、13.6 k より上流域の水位が減少する。したがって副ダム下流減勢工の機能が低下し減勢工下流から13.8 k 地点までは、射流が発生する。このため左岸への水衝はがけしく、その範囲も、13.9 k ～13.8 k の広範囲にわたり衝突時に地山への水脈のはい上がりはがけしい。主流が極端に左岸に片寄り、流速も増大増大しているので、13.6 k 地点では、河道左寄りに射流および跳水を起こしている。また右岸13.5 k の突出部への水衝はなくなり、八丁橋に向う強い流れは解消されている。（ $Q=4,050 \text{ m}^3/\text{sec}$ も水位上昇はあるが同流況である）

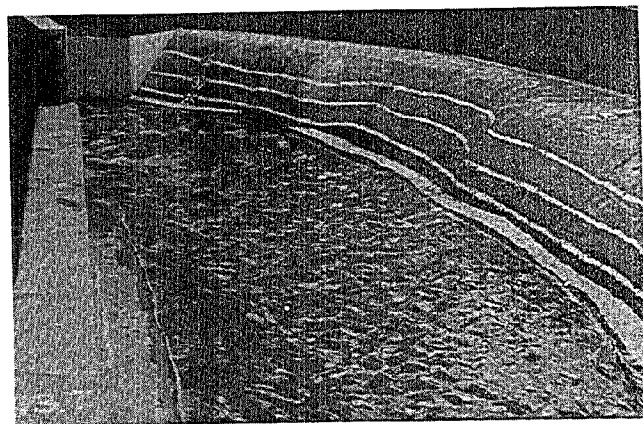
$Q = 900 \text{ m}^3/\text{sec}$ ：全範囲ほぼおだやかな流れになっているが、13.6 k を境いに河川断面が急変しているので、この部分は射流を発生している。（これは断面の改良が十分でなかったためである。）



撮影位置 3

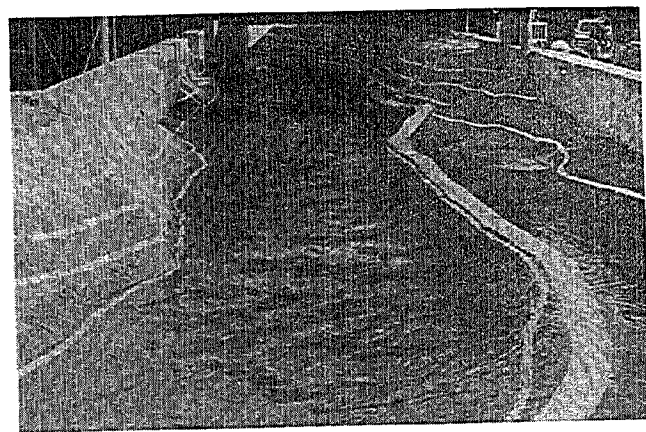
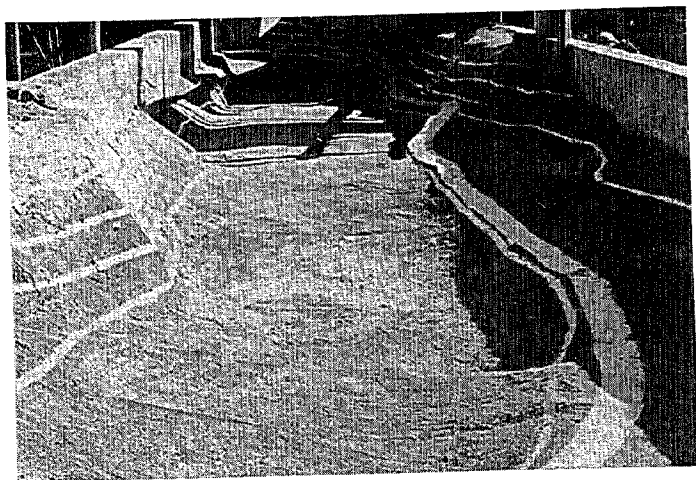


撮影位置 1

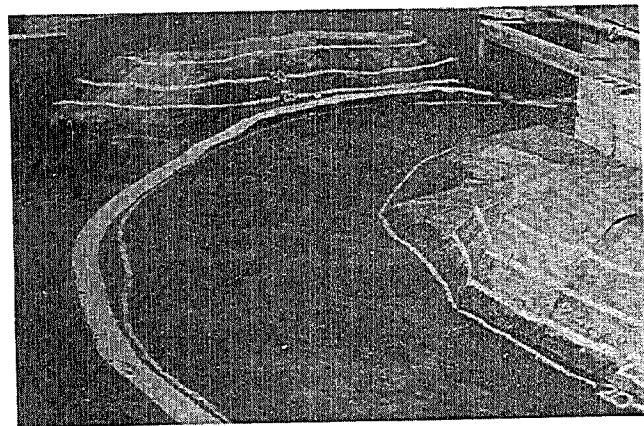
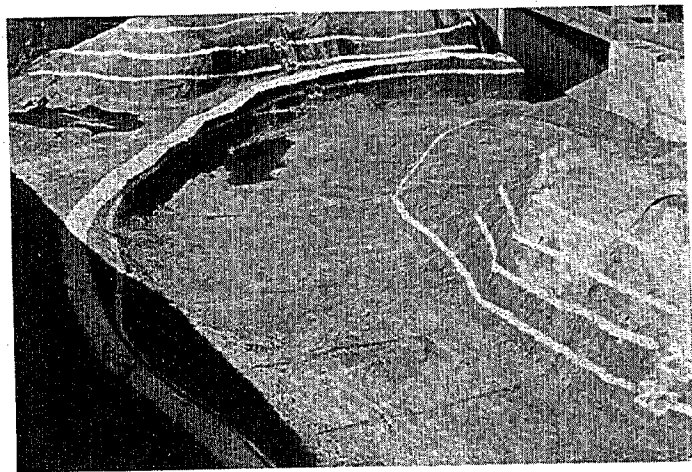


下流河道流況写真(ケース2, 流量 $900 \text{ m}^3/\text{sec}$)

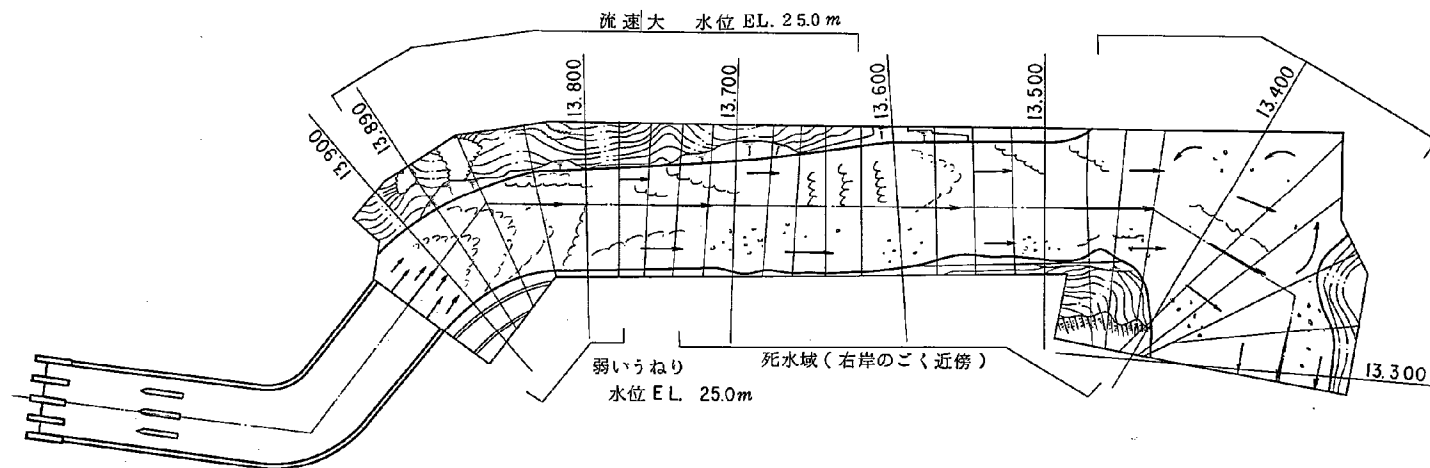
撮影位置 7



撮影位置 8



下流河道流況写真(ケース2, 流量 $900 \text{ m}^3/\text{sec}$)



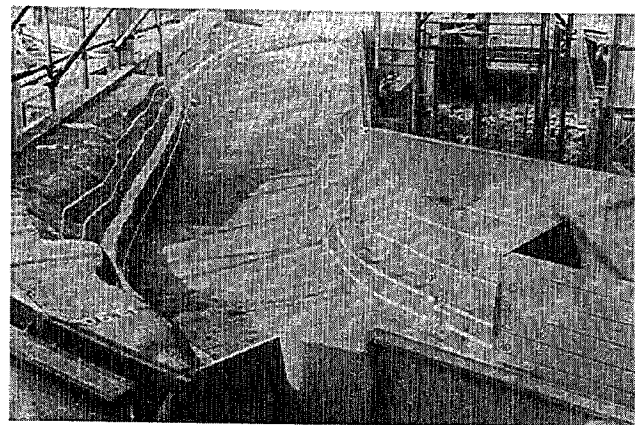
流況概略： $Q = 3,350 \text{ m}^3/\text{sec}$ (上図)

計画河道は、現況河道に比べ、当然河川断面の拡大、河床の平坦性がある。このため、13.6 kより上流域の水位が極端に下がる。ここでは前ケースまでの副ダム下流減勢工の改良をおこない、その機能を回復させてから実験を継続した。

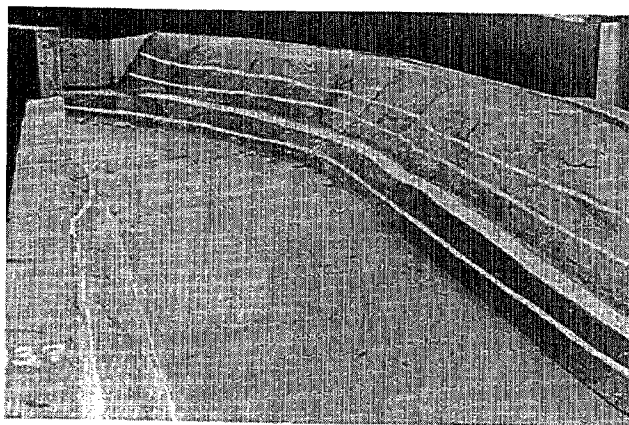
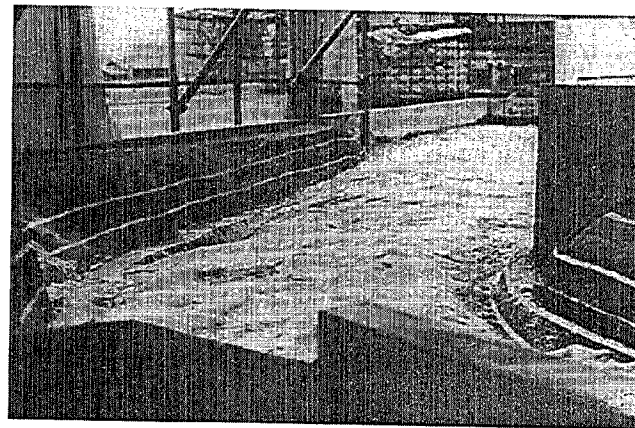
改良の結果、減勢工下流は弱いうねりが生じているだけで13.8 k付近の左岸への衝突は認められない。しかしこの付近の湾曲により下流の流れは左岸に寄り右岸のごく近傍には逆流領域もみられる。13.6 k地点では計画断面は狭まくなり、その結果この下流の流れは一様化されている。

$Q = 900 \text{ m}^3/\text{sec}$ 全範囲でおだやかな流れとなっている。

$Q = 4,050 \text{ m}^3/\text{sec}$ 副ダム下流減勢工の機能する範囲を越えているため下流に露出射流を生じている。このため、流況はケース2と同様である。



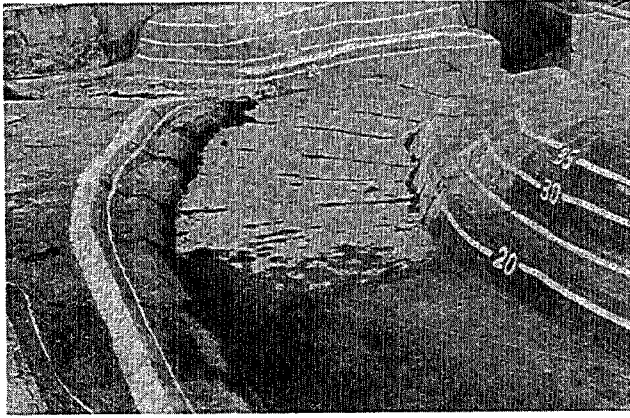
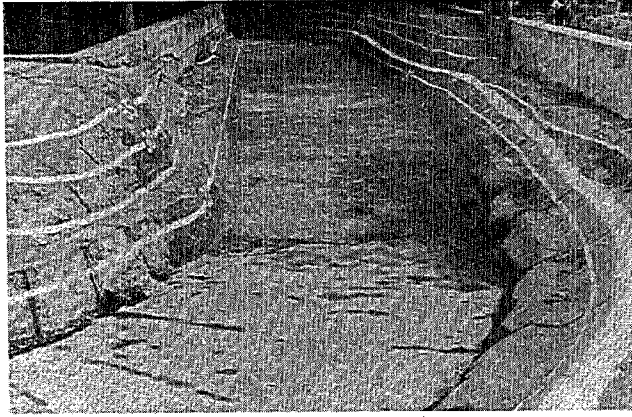
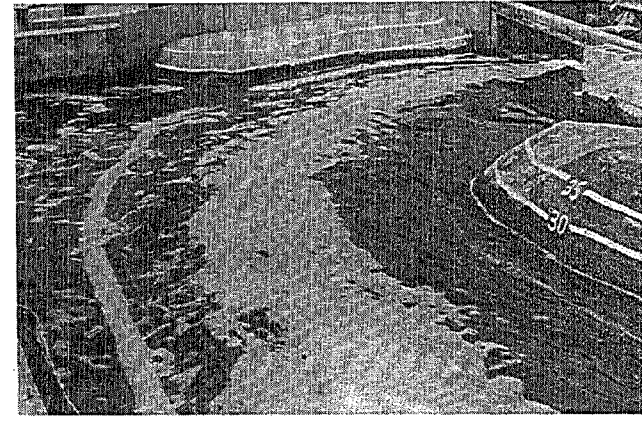
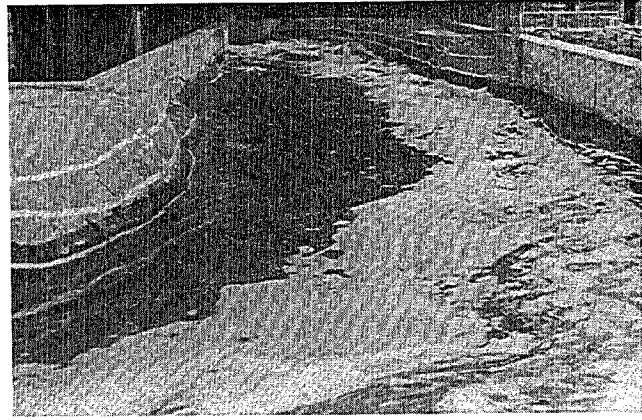
撮影位置
10



撮影位置
1



下流河道流況写真(ケース3, 流量 $3350 \text{ m}^3/\text{sec}$)



撮影位置 7

撮影位置 8

下流河道流況写真(ケース 3 , 流量 $3350 \text{ m}^3/\text{sec}$)

参 考 資 料

小瀬川弥栄ダム基本計画資料
(弥栄ダム工事々務所)より抜粋

I 弥栄ダムの建設に関する基本計画

(建設省告示第195号)
(昭和49年2月26日)

§1. 弥栄ダムの建設に関する基本計画

1 建設の目的

(1) 洪水調節

弥栄ダムの建設される地点における計画高水流量毎秒 2,600立方メートルのうち、毎秒 1,700立方メートルの洪水調節を行う。

(2) 流水の正常な機能の維持

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。

(3) 都市用水

広島県内及び山口県内に都市用水を供給するため、防鹿地点において、新たに1日最大 181,000立方メートルの取水を可能ならしめる。

2 位置及び名称

(1) 位置

小瀬川水系小瀬川

右岸 山口県岩国市大字小瀬字二又

左岸 広島県大竹市前飯谷

(2) 名称

弥栄ダム

3 規模及び型式

(1) 規模

堤高(基礎岩盤から非越流頂までをいう。) 120.0メートル

(2) 型式

重力式コンクリートダム

4 貯留量、取水量及び放流量並びに貯留量の用途別配分に関する事項

(1) 貯留量

イ 総貯留量

最高水位は、標高 128.0メートルとし、総貯留量は 112,000,000立方メートルとする。

ロ 有効貯留量

最低水位は標高53.0メートルとし、有効貯留量は総貯留量のうち、標高 128.0メートルから標高53.0メートルまでの有効水深75.0メートルの貯留量106,000,000立方メートルとする。

(2) 取水量及び放流量並びに貯留量の用途別配分

イ 洪水調節

洪水調節は標高128.0メートルから標高106.0メートルまでの容量58,000,000立方メートルを利用して行うものとし、洪水調節を行う場合を除き、水位は標高106.0メートル以下に制限するものとする。

ロ 流水の正常な機能の維持

流水の正常な機能の維持と増進を図るための有効貯留量は、標高 106.0メートルから標高53.0メートルまでの容量48,000,000立方メートルのうち最大15,500,000立方メートルとする。

ハ 都市用水

広島県内及び山口県内の都市用水として、防塵地点において1日最大 181,000立方メートルの取水を可能ならしめる。

都市用水のための有効貯留量は、標高 106.0メートルから標高53.0メートルまでの容量48,000,000立方メートルのうち最大32,500,000立方メートルとする。

5 ダム使用权の設定予定者

広島県内の者及び山口県内の者（都市用水）を予定。

6 建設に要する費用及びその負担に関する事項

(1) 建設に要する費用の概算額

約 330億円

(2) 建設に要する費用の負担者及びその負担に関する事項

イ 河川法第59条及び第60条第1項の規定に基づく国、広島県及び山口県の負担額
建設に要する費用の額から8に規定する借入金の利息相当額を控除した額に1,000分の698を乗じた額とする。

ロ 特定多目的ダム法第7条第1項の規定に基づく流水を都市用水の用に供する者の負担額

建設に要する費用の額から8に規定する借入金の利息相当額を控除した額に1,000分の302を乗じた額及び8に規定する借入金の利息相当額とする。

7 工 期

昭和46年度から昭和55年度までの予定

8 そ の 他

6(2)ロに規定する流水を都市用水の用に供する者の負担額のうち、都市用水に係るダム使用権の設定予定者が定められるまでの間の負担相当額は、48年度以降3箇年度を限度として、国がする借入金をもって充当するものとする。

II 事業の概要

§ 1. 事業の大要

弥栄ダムは、小瀬川本川の左岸広島県大竹市前飯谷、右岸山口県岩国市大字小瀬字二又に、多目的ダムとして建設するもので、小瀬川総合開発の一環をなすものである。

ダムは重力式コンクリートダムとして、高さ120m、総貯水容量112,000,000 m^3 、有効貯水容量106,000,000 m^3 で、洪水調節、流水の正常な機能の維持、及び都市用水の供給を目的とするものである。

○ 洪水調節

ダム地点の計画高水流量2,600 m^3/s のうち1,700 m^3/s の洪水調節を行ない、下流の水害を防除する。

○ 流水の正常な機能の維持

下流の既得用水に対する補給を行なう等、流水の正常な機能を維持するため必要な流量を確保する。

○ 都市用水

下流周辺都市に181,000 $\text{m}^3/\text{日}$ (2.1 m^3/s) を供給する。

§ 2. 事業の必要性

小瀬川の治水計画は、昭和43年に基準点両国橋で基本高水のピーク流量を2,000 m^3/s とし、そのうち小瀬川ダムで640 m^3/s を調節して、計画高水流量を1,360 m^3/s とするよう定められた。

しかし過去の出水状況及び下流地域の人口、資産の集積を考慮すると、治水規模を増大し安全度を高めることが必要となった。このため治水計画の再検討を行ない、基本高水のピーク流量を3,400 m^3/s とし、これを弥栄ダム等の上流ダム群で調節し、計画高水流量を1,000 m^3/s とするものである。

一方小瀬川に水源を依存している農業用水、都市用水は、不安定な自然流況によって、しばしば水不足をきたしているので、これらに対して渇水補給を行ない、あわせて流水の正常な機能を維持する必要がある。又この地域は、今後の発展に伴う都市用水の需要の増大に対処するため、抜本的な水資源開発が必要である。

III 流域の概要

§ 1. 流域の概要

小瀬川は流域面積342km²、流路延長56kmの中河川で、その水源を冠山(1,339m)、羅漢山(1,109m)などの一連の中国山脈に発し、いくつかの小支川を合流しながら二・三の盆地を貫流、中流部にて広島、山口両県の県境を南下し、ここで大支川玖島川を合流して、蛇喰岩、弥栄峽を形成、蛇行しながら弥栄において東方に流水を転じて瀬戸内海に注いでいる。

また流域内の行政区割は広島県大竹市、佐伯郡佐伯町、大野町、山口県岩国市、玖珂郡和木町、美和町の2市、2郡に及んでいる。

流域の地質の概要は、弥栄附近より下流は古生代後期の粘板岩が主体であり、これより上流は主に花崗岩類によって構成され、その他閃緑岩類、安山岩類などが発達している。

この川の洪水による災害は多く古くから記録に残されており、特に安永、天保年間の被害が甚大であったことが記録されている。また近年になって、明治17年、36年、37年、昭和3年、5年、16年、20年、25年、26年と相次いで大洪水の被害に見舞われている。したがって小瀬川の治水は古くから行なわれ、その歴史的背景も深い。

特に江戸時代初頭より、安芸、周防、両藩の国境紛争ともからんで、積極的に河川工事が進められるようになった。慶長5年(1600年)幕府の国分けにより、下流大滝(竹)村は、小瀬川を境に安芸、岩国両藩に二分されたため、それまで共有関係にあった土地、干潟の所有権と、その範囲をめぐる争いが生じた。特に治水工事はそれと直接の利害関係にあったので、その都度紛争のもとになった。またその河川名も別々の呼称をつけ、安芸藩では大竹川、木野川と呼び、岩国藩では小瀬川と呼んでいた。しかし享保2年(1802年)両藩の努力により、小瀬川を堀割って一条川となして、国境を確定せしめた。現在の小瀬川はほぼこの当時の形をとどめている。その後治水事業は安芸、岩国両藩が、明治以降は広島、山口両県がそれぞれ部分的に河川工事を行ってきたが、戦後、相次いで大災害にみまわれ、特に昭和26年10月のルース台風による洪水は、全川にわたって大被害をもたらした。このため上流に洪水調節を行なう多目的の小瀬川ダムを昭和39年に建設すると共に、河川の改修工事も両県で継続して実施していた。

その後、昭和43年に1級河川に指定され、下流部を直轄で管理することになった。このように小瀬川ダムは過去の出水を対象にした治水計画の一環として建設したものであ

るが、ルース台風による被害状況、および昭和47年7月洪水による周辺流域の惨状によっても判るように、小瀬川ダムだけでは十分でなく、大災害を防ぐには弥栄ダムによる洪水調節がどうしても必要である。

さて、小瀬川流域の産業は、上中流部で第一次産業の農林業が営まれ、下流部の大竹、和木、岩国周辺は、戦前より化学、製紙などの第二次産業が盛んであったが、近年のめざましい産業の発展につれて、一躍化学工業地帯へと発展している。

一方、小瀬川に水源を依存している農業用水、都市用水は、現在約 $6.5 \text{ m}^3 / \text{S}$ の取水を行なっているが、その全量を小瀬川の自然流況だけでは確保することが出来ず、上流の小瀬川ダムより $0.9 \text{ m}^3 / \text{s}$ の補給を受けてもなお、通年にわたってその必要量を満たすことが出来ない状態で、特に昭和42年から45年に亘る渇水では、最高6割にも及ぶ節水を行ない、市民生活に重大な影響をおよぼした。

また、このうち農業用水として、約650haの農耕地をかんがいしているほか、河川としての正常な機能を維持する流水も必要である。そのほか水力発電として、支川、玖島川に発電専用の渡の瀬ダムを建設し、流域内の3発電所、流域外の1発電所で最大総出力28,740kwを発電している。

このように小瀬川は、流域及びその周辺地域の社会、経済、文化の発展に大きく寄与している。今後とも、沿川地域の洪水の脅威からの解放と、河口地域の都市用水の需要増大に対処するため、小瀬川の総合的な開発が切に望まれている。

VI ダムおよび貯水池

§ 1. ダムおよび貯水池諸元

1 位置および型式の選定

ダムの位置は、地形、地質、貯水容量等を勘案して決定し、また型式は、主として地質的条件により重力式とする。

2 ダムの諸元

位 置：左岸 広島県大竹市前飯谷
右岸 山口県岩国市大字小瀬字二又
型 式：重力式コンクリートダム
堤 高：120m
堤 頂 長：460m
堤 体 積：1,500,000m³
非越流部標高：E L. 131.0m

3 貯 水 池

集 水 面 積：301.0km²
湛 水 面 積：3.6km²
総貯水容量：112,000,000m³
有効貯水容量：106,000,000m³
常時満水位：E L. 106.0m
洪水時満水位：E L. 128.0m

4 放流設備

クレストゲート：12.0m×9.5m 4門
コンジットゲート：3.5m×3.2m 3門
利水放流管：口径1.0m 1門
計画高水流量：2,600m³/S
設計洪水流量：3,350m³/S
異常洪水流量：4,050m³/S