

土木研究所資料

浅瀬石川ダム洪水吐水理模型実験（その2）

昭和53年 3 月

建設省土木研究所
篠崎試験所

序 文

浅瀬石川ダム洪水吐水理模型実験は、昭和48年から昭和50年度にかけ実施されており、その調査経過と結果は“浅瀬石川ダム洪水吐水理模型実験報告書,”昭和52年3月として既に報告済みである。しかし常用放流設備(放水管)に問題が残されており、浅瀬石川ダム工事事務所との打合せの結果、昭和52年度において、再度放水管について調査、検討を行なうことになった。

本報告書は建設省土木研究所が東北地方建設局の依頼により、昭和52年度に篠崎試験所で実施した浅瀬石川ダム洪水吐水理模型実験(放水管)の結果をとりまとめたものであり、浅瀬石川ダム非常用洪水吐の実施設計案による放流能力についても合わせて報告している。

昭和53年3月

建設省土木研究所 篠崎試験所

森 山 利 夫

波多野 茂 幸

浅瀬石川ダム洪水吐水理模型実験（その2）

目 次

検討結果	1
第1章 計画概要	3
第2章 洪水吐の水理設計条件	6
第3章 放水管の適正形状の検討	8
第4章 放水管水理模型実験	13
第5章 調査結果の要点	17
参考および引用資料	18

検 討 結 果

浅瀬石川ダム洪水吐として図1, 図2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できる。この場合, 堤頂越流部および放水管の放流能力曲線は図3, 図4に示すものが適用される。

越流部の検討結果は土木研究所資料第1216号“浅瀬石川ダム洪水吐水理模型実験,”昭和52年3月に示されているが, 水叩き幅の変更により, 越流部の幅を9mとしたため, フルードの相似率を修正して, 貯水位～流量を算定した(図5. 資料1参照)。

洪水吐の実施設計案に適用される放流能力曲線の実用式は次のとおりである。

〔堤頂越流部〕

1) 自由越流部

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

ここでCは流量係数次式で示される。

$$C = - \frac{0.2107}{\left(\frac{H}{H_d}\right)} + 2.2561 - 0.0492 \left(\frac{H}{H_d}\right)$$

ただし, $3 \leq H \leq 13.5$ の範囲とし, $H < 3$ の場合は $C \approx 1.1$ とする。

H ; 越流水深(m), H_d ; 設計水頭 (= 13.5 m), B ; 全越流幅(m)

2) ゲート操作時

$$Q = C B \left\{ H^{\frac{3}{2}} - (H - G)^{\frac{3}{2}} \right\}$$

$$C = 1.7038 + 1.7988 \left(\frac{G}{H_d}\right)^2 - 3.8315 \left(\frac{G}{H_d}\right)^4$$

ここで, G ; ゲートの開き (ゲート下端から越流頂までの鉛直高)

H_d ; 設計水頭 (= 13.5 m)

越流部において, オリフィス流 (ゲート操作時) から自由越流へうつり変わるところで, 水位と流量が不規則な変動を伴う遷移領域の存在することが知られている。したがって通常のゲート操作にあたってはゲート操作時の貯水位が遷移領域内に入らないよう操作することが望ましい。ゲート操作計画にあたっては, このことについて事前に検討しておく必要がある。

この領域は越流頂ゲートとの位置関係, またはゲートの開きによって変わるので一義的な規定はできないが, 蓮ダム洪水吐水理模型実験による調査結果はクレスト頂からの水深 H , ゲートの開き G に対して, 概ね次のように規定している。

$H/G < 1.3 \sim 1.5$ 自由越流領域

$1.3 \sim 1.5 < H/G < 1.5 \sim 2.1$ 遷移流領域

$1.5 \sim 2.1 < H/G$ オリフィス流領域

浅瀬石川ダムの場合はこの値を参考例として推定した(図3参照)。

〔放水管〕

$$Q = (55.2367 G - 30.1897 G^3 + 45.6339 G^5) \sqrt{H}$$

ここで

Q ; 2条合計放流量

G ; ゲート回転角 (全開時 32.3894°) とした場合, 半開時における回転角の割合 $\times 100$ (%) とし, 全開時 ($G = 1$) にも適用できる。

H ; 貯水位 - $EL. 140.324 m$

第1章 計画概要

1. 概要

青森・秋田両県境の雁森岳 (E.L. 907m) に源を持つ岩木川は、途中平川等の大小支川を合わせて津軽平野を貫流し、十三湖を経て日本海に注いでいます。

この津軽平野は、青森県水田面積の53%強(約36,000ha)にあたり、穀倉地帯であると共に、全国的に有名なリンゴの産地でもあります。

岩木川の治水事業は、大正7年から改修工事が実施されてきておりますが、なかなか洪水の被害がやまず、沿岸住民をおびやかしています。

近年においても、昭和10年、33年、35年、38年、41年、44年、47年と相ついで出水し、洪水氾濫をもたらしては大きな被害を与えております。

特に、昭和33年8月の洪水は、死者15名、行方不明2名、家屋の全半壊264戸、流失48戸、床上浸水4,016戸に達し、被害額は26億円にもなりました。又、昭和41年には6月、7月、8月、9月と毎月洪水に襲われ17億円にも上る被害を出しております。ことに8月洪水は、平川上流部の集中豪雨(200mm)によるもので、3時間足らずで、流失家屋21戸、行方不明1人、浸水家屋2,150戸、橋梁流失11ヶ所と、すさまじいものでありました。

昭和44年8月には、9号台風により、浅瀬石川において現計画の高水流量を大巾に上廻る既往最大の洪水があり、死者1名、家屋破壊10戸、浸水1,280戸にもなる被害をうけ、被害総額13億円にも達しています。

このような度重なる洪水被害を一刻も早く防止するよう、ダム建設の一日も早からんことを願われております。

一方、利水面について、浅瀬石川は沿岸約8,300haの水田に対するかんがい源となっており、毎年のように水不足に悩まされておるところであり、かんがい用水の確保と、更に東北縦貫自動車道のIC地点として発展の予想される黒石市の都市用水、更に浅瀬石川流域の下流10ヶ市町村への都市用水の供給など、多目的ダムによる治水利水両面よりの総合開発に対する地区民の期待は、大きなものがあります。

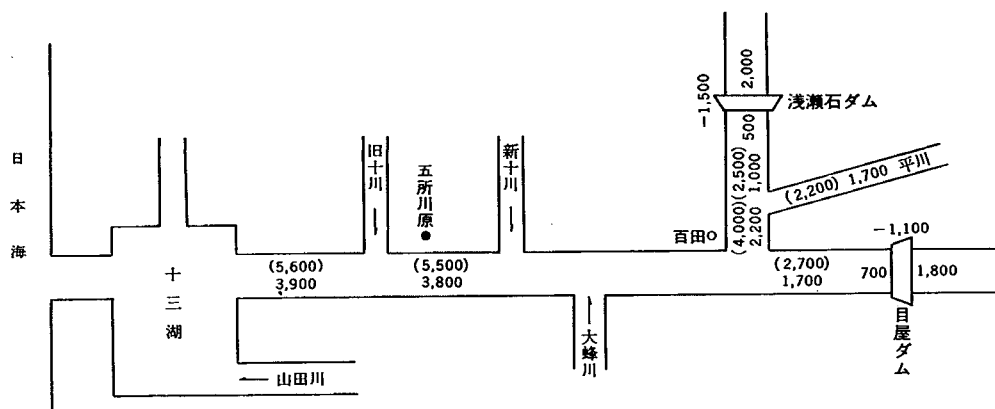
浅瀬石川は、岩木川支流である平川の右支川で、水源を南八甲田連峰の駒ヶ峰(標高1,416.3m)及び檜ヶ峰(標高1,516.5m)に発し、途中小国川、二庄内川、中野川等を合せ、百田地先で平川に合流しており、ダムは、この浅瀬石川が山間部を抜け、平野部に入る直前の黒石市板留地先に、建設の計画です。

2. 浅瀬石ダムによる治水と利水

(1) 治水

浅瀬石ダムでは、既往洪水を参考に100年確率洪水 $2,000 \text{ m}^3/\text{s}$ を、ダム地点計画洪水流量

とし、これを $500 \text{ m}^3/\text{s}$ に調節する計画です。



(2) 利 水

1) かんがい

浅瀬石川に水源を依存している約 $8,300 \text{ ha}$ の既得用水を対象にした補給の計画です。

2) 都市用水

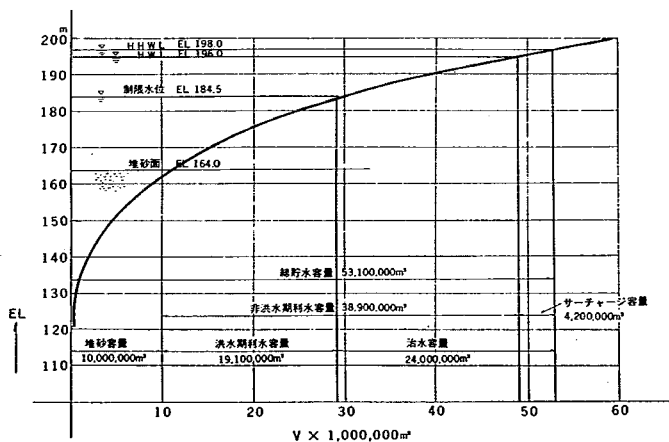
上水道：黒石市をはじめ、平賀町、尾上町、田舎館村、常盤村、藤崎町、浪岡町、板柳町、鶴田町、五所川原市の合計 10 市町村に対し、日量 $71,060 \text{ t}$ の水を供給する計画です。

現在、これらの市町村では、「浅瀬石水道企業団（仮称）」を組織して広域上水道供給の計画を決定すべく、作業中です。

工業用水道：将来東北縦貫自動車道の I・C 地点として発展の予想される。黒石市及び浪岡町に対して、日量 $67,500 \text{ t}$ の水を供給する計画です。

3) 発 電

ダムによる貯水と落差を利用して、ダム式発電所を新設し、最大出力約 $17,000 \text{ kW}$ の発電を行う計画です。



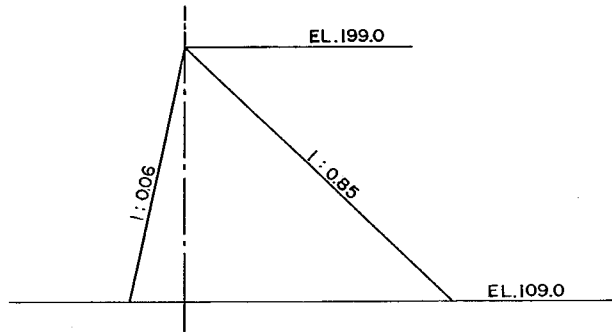
浅瀬石ダム貯水容量配分図（案）

3. ダム及貯水池諸元

河 川 名	岩木川水系浅瀬石川	ダ ム 名	浅瀬石川ダム
流 域 面 積	225.5 km ²	位 置	黒石市板留地内
貯 水 池		堤 体 積	約 900,000 m ³
湛 水 面 積	2.2 km ²	放 流 設 備 (案)	クレスゲート 3 門
湛 水 延 長	6.8 km		コンジットゲート 2 門
常時満水位標高	EL. 196.0 m		利水放水管 1 門
洪水時水位標高	EL. 198.0 m	地 質	凝灰角礫岩
制限水位標高	EL. 184.5 m	利 水	
低 水 位 標 高	EL. 164.0 m	かんがい用水	最 大 11.7 m ³ /s
洪水調節水深	15.5 m	上水道用水	1 日最大 71,060 m ³ /D
総貯水容量	53,100,000 m ³	工業用水	1 日 67,500 m ³ /D
有効貯水容量	43,100,000 m ³	発 電	17,000 kw
堆 砂 容 量	10,000,000 m ³		
洪水調節容量	24,000,000 m ³		
内サ-チャ-ジ容量	4,200,000 m ³		
利 水 容 量	非洪水期 38,900,000 m ³	水 没 補 償	
	洪水期 19,100,000 m ³	家 屋	180 世帯
計画高水流量	2,000 m ³ /s	宅 地	112,000 m ²
計画放流量	500 m ³ /s	田 地	31.0 ha
調節流量	1,500 m ³ /s	畑 地	25.0 ha
ダ ム		山 林 原 野	135.0 ha
型 式	重力式コンクリートダム一部 フィルダム複合	発 電 所	4 ケ所
堤 頂 標 高	EL. 200.5 m	温 泉 源	12 ケ所
堤 高	96.5 m	道 路	21.5 km
堤 頂 長	365.0 m		
堤 頂 巾	8.0 m	事 業 費	約 250 億円

第2章 洪水吐の水理設計条件

1. ダムの基本形状



2. 流量条件

計画最大放流量	500 m^3/s	
洪水調節流量	1,500 m^3/s	
計画高水流量	2,000 m^3/s	(ダム地点)
設計洪水流量	2,400 m^3/s	
異常洪水流量	2,900 m^3/s	

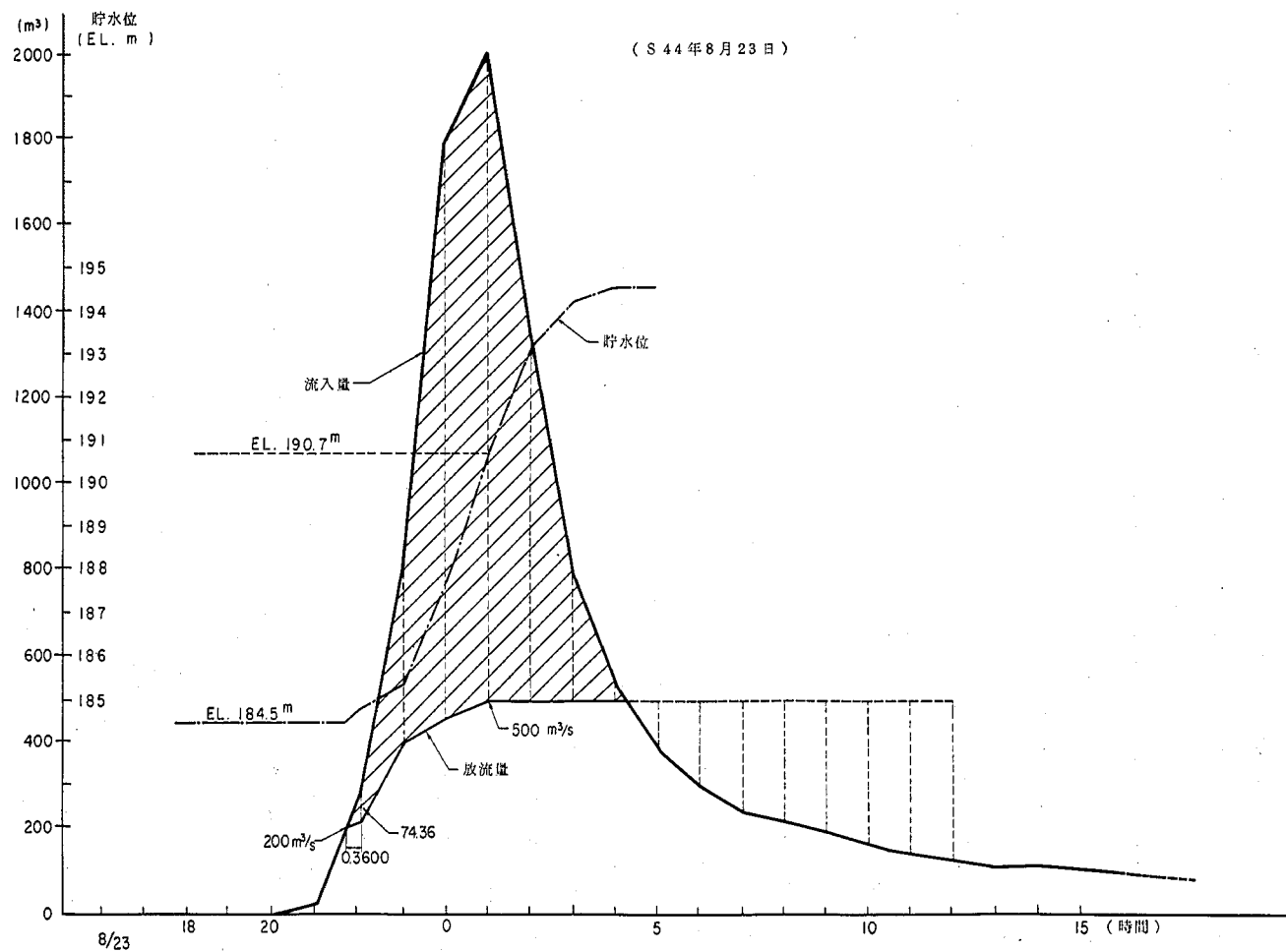
3. 貯水位条件

最低水位	WL 164.0 m	(計画堆砂面)
洪水期制限水位	WL 184.5 m	
常時満水位	WL 196.0 m	
サーチャージ水位	WL 198.0 m	(計画最高水位)

4. 洪水調節計画

洪水調節における貯水位と放流条件との関係は次のとおりである。

- 1) 洪水調節は一定率一定量調節方式とする。
- 2) 洪水期制限水位 WL 184.5 m で初期放流量 200 m^3/s を放流できること。
- 3) WL 190.7 m で計画最大放流量 500 m^3/s を放流できること。
- 4) 計画最高水位 (サーチャージ水位) WL 198.0 m で異常洪水流量 2900 m^3/s 放流できること。



洪水調節計図

第3章 放水管の適正形状の検討

昭和52年度の調査結果は土木研究所資料1216号, “浅瀬石川ダム洪水吐水理模型実験,” 昭和52年3月に詳しく述べているが, この調査によって認められた要点は次のとおりであった。

1) 放水管の放流能力について

洪水期制限水位 $EL184.5m$ のゲート全開時の放流量は $540 m^3/sec$ であり, 計画値 $200 m^3/sec$ に対して十分な余裕がある。また $EL190.7m$ のゲート全開時の放流量は $580 m^3/sec$ であり, 計画最大放流量 $500 m^3/sec$ を十分満足している。

2) 管内圧力状況

ゲート全開放流を行なう場合ベルマウス部, 出口部のトラジションおよび曲管部底面の全域にキャピテーションに対する許容負圧 $-3m$ 水柱より低い圧力を生じる。

3) 開水路部の圧力状況

ゲート全開放流にゲート直下流部に $-3m$ 水柱より低い圧力を生じる。

4) 開水路部の流況

ゲート半開時の水脈は比較的滑らかで支障はなく, ゲート全開時に側面に沿って薄い水脈が跳躍し, ゲートトラニオンに接する。しかし水脈の主流からは $1.5m$ 程度の余裕があり, 全体的に見ればとくに支障となる流況ではない。

今後の検討として, ゲート操作が行なわれる限りゲート全開時の放流をも対象として放水管の安全性が保障される必要があろう。

適正形状を検討する方法として, 大きく別けると次の2つが考えられる。

A) 放水管のタイプそのものを变更后, 再度設計を行ない, 設計条件を満足させる。

B) 原案形状の調査結果をもとに部分的な修正を加えて, 設計条件を満足させる。

これについて事務所側と検討の結果, B) の方法を採用することが決定した。

以下は形状修正の過程について述べてある。

3-1. 管内圧力を設計許容圧力(大気圧)以上にするための条件

“浅瀬石川ダム洪水吐水理模型実験” 昭和52年3月で得られた放水管の圧力分布を次式で表わせる圧力降下係数 C_d を用いて表示することができる。

$$C_d = \frac{h - (P/\omega)}{v_o^2/2g} \dots\dots\dots(1)$$

ここで, h ; 貯水位と圧力測定点までの標高差 P/ω ; 壁面圧力値

$v_o^2/2g$; ベルマウス下流端での平均流速水頭

この値は水頭に無関係であることが知られており, 平均値を求めて各壁面ごとに値を一定値として定めることができる。例としてベルマウス部における C_d の分布を表1に示した。

表-1 ゲート全開時の圧力降下係数 C_d , (ベルマウス部)

	No	EL 184.5	EL 190.7	EL 196.0	EL 198.0	平均
上面中央	1	0.788	0.802	0.793	0.797	0.795
	2	0.637	0.646	0.646	0.650	0.645
	3	0.700	0.706	0.705	0.704	0.704
	4	0.821	0.825	0.825	0.823	0.824
	5	0.927	0.927	0.865	0.873	0.896
	6	1.037	1.004	1.038	1.035	1.038
	7	1.082	1.090	1.083	1.083	1.087
	8	1.089	1.090	1.087	1.088	1.089
	9	1.082	1.086	1.081	1.081	1.082
上面隅角	1	0.339	0.352	0.355	0.400	0.361
	2	0.653	0.676	0.669	0.676	0.668
	3	0.719	0.727	0.720	0.723	0.722
	4	0.782	0.786	0.780	0.782	0.782
	5	0.929	0.936	0.930	0.930	0.931
	6	1.026	1.112	1.107	1.105	1.087
	7	1.276	1.290	1.288	1.282	1.284
側面中央	1	0.549	0.662	0.563	0.561	0.558
	2	0.663	0.659	0.663	0.662	0.662
	3	0.693	0.686	0.684	0.683	0.686
	4	0.824	0.829	0.815	0.816	0.821
	5	0.942	0.939	0.934	0.936	0.937
	6	1.069	1.065	1.062	1.059	1.063
	7	1.117	1.120	1.112	1.110	1.114
	8	1.137	1.140	1.132	1.134	1.135
	9	1.069	1.076	1.067	1.066	1.069
底面隅角	1	0.306	0.306	0.303	0.307	0.305
	2	0.541	0.645	0.642	0.617	0.642
	3	0.745	0.754	0.746	0.741	0.746
	4	0.819	0.832	0.826	0.821	0.824
	5	0.956	0.976	0.973	0.973	0.969
	6	1.110	1.123	1.115	1.110	1.114
	7	1.250	1.269	1.267	1.269	1.263
底面中央	1	0.880	0.918	0.907	0.888	0.896
	2	0.636	0.642	0.634	0.630	0.635
	3	0.719	0.725	0.717	0.715	0.719
	4	0.817	0.826	0.819	0.815	0.819
	5	0.918	0.925	0.915	0.915	0.918
	6	1.004	1.007	1.002	1.001	1.003
	7	1.100	1.107	1.082	1.092	1.095
	8	1.093	1.103	1.091	1.090	1.094
	9	1.120	1.126	1.116	1.116	1.119

この値を用いて、各壁面圧力値を大気圧以上にするための許容流速水頭が次式から求まる。

$P/\omega \geq 0$ より 式(1)から

$$\frac{v_a^2}{2g} \leq \frac{h}{C_d} \dots\dots\dots(2)$$

原案では、ベルマウス部の隅取円弧を管軸に関して直線変化としている。こうすると、ベルマウス下流端と直管部はなめらかに接続しない。これがベルマウス下流端で低圧を生じさせる一つの原因であることが実験によりわかっている。例えば、高山ダムでは二次曲線を用い、なめらかに接続させることによって $C_{d\max}$ を 1.175 から 1.070 に減少させている。

そこで、ここでも同様な方法を用いて修正すると

$$r_x = 1.850 - 0.0927 x^2$$

ここで x ; ベルマウス下流端から管軸に沿った距離, r_x ; 隅取半径

前回の調査によればベルマウス下流端(上面隅角部)での圧力が最も低いことから、この圧力を大気圧以上にすれば、管内の壁面圧力をすべて大気圧以上に保つことができるだろう。ただし、ベルマウス部の隅取円弧の変化を修正すれば実例などから C_d は小さくできるが、詳細な値は不明なので、ここでは原案の C_d をそのまま用いて計算を進める。

次表は、ベルマウス下流端での許容の流速水頭 $v_o^2/2g$, 平均流速 v_o , それに流量 Q_o を $C_{d\max} = 1.284$ を用いて示したものである。

表-2 ベルマウス下流端における許容の水力諸量

貯水位 (EL)	$v_o^2/2g$ (m)	v_o (m/sec)	Q_o (m ³ /sec)
184.5 m	25.85	22.51	242.0
190.7 m	30.68	24.52	263.7
196.0 m	34.81	26.12	280.8
196.0 m	36.36	26.70	287.0

すなわちこの $v_o^2/2g$, v_o , Q_o を満足するような出口断面積 A_n を以下のようにして求めてやればよい。

ベルマウス下流端の断面積を A_o , 出口断面積を A_n , 出口流速を v_n とすると次のようになる。

$$A_o v_o = A_n v_n \text{ から}$$

$$A_n = A_o \left(\frac{v_o}{v_n} \right) \dots\dots\dots (3)$$

$$v_n = C \sqrt{2gH} \dots\dots\dots (4)$$

3-2 テーパー部の形状と必要な出口断面

前述のように管内の圧力は出口断面を絞ることによって、管内圧力を調節することが可能である。しかし、テーパー下流端の側面では開水路に接しているため側面の拡がりにより、ここに低圧が発生しやすい。前回の実験では流速が約 30 m/sec において -7.2 m (水柱) の負圧が生じた。これは管の拡がり急激であるためと思われる。

したがって、できるだけ拡がりの変化を小さくする方がよい。表3は同型式の放水管の実例を示したものである。これは放水管出口付近の短かい区間で断面を絞り、さらに下流の開水路に導くために側面を拡げたものである。

表-3 全管路型放水管の実験資料

ダム名	ゲート全開時の流量係数	出口断面の絞り率 ($\frac{A_n}{A_0}$)	テーバー上流端のダイア(m)	テーバーの長さ(m)	ベルマウス下流端の負圧 (m水柱)		テーバー部の負圧 (m水柱)		ベルマウス部の隅取半径の変化 (管軸方向)
					L,W,L	H,W,L	L,W,L	H,W,L	
高山ダム(原案)	0.96	0.865	5.1	4.2	-3.4	-1.2	-1.2	-2.3	直線変化
高山ダム(実施案)	"	"	"	"	-1.7		-1.8	-2.6	二次変化
八戸ダム	0.91	0.826	3.5	3.5			-0.6	-2.3	直線変化
阿武川ダム	0.93	0.965	4.3	4.3	-2.5	-0.9	-5.7	-8.1	二次変化
松川ダム	0.94	0.842	1.9	1.9			-3.0	-6.0	二次変化

以上のことを考慮して、テーバー部を長くとり、拡がり角度をさらに小さくすることが必要であろう。

水門鉄管技術基準(流路形状)によれば、参考例として流速が25m/secに対して1/30の路勾配とされるが、この勾配にするとひじょうに長くなるためテーバー部の長さを5mとし、実例などを考え合わせて側面の勾配を1/20(2.86°)とする。

テーバー部の長さが決まれば、出口の中心標高が決定するから前述の(3)、(4)式から必要な出口断面積 A_n を求めることができる。(4)式の流量係数 C は表3に示す同じようなテーバーの形状をもつ実例から調べると、例えば八戸ダムでは $C \approx 0.91$ 、そこでここではこの値を用いて A_n 、 v_n を求める。

表-4 出口の必要断面積と流速

EL (m)	A_n (m ²)	v_n (m/sec)
184.5	9.261	26.13
190.7	9.419	27.99
196.0	9.523	29.48
198.0	9.557	30.03

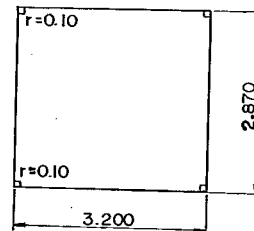
以上の結果から、3-1の条件を満足させる必要出口断面積 A_n は9.261m²以下でなければならない。そこで出口断面を右図のような形状とする。

原案では曲管上にテーバーを設けている。こうすると、形状が複雑で製作上不利である。

今回の修正では、いくぶんテーバーは長くなるがテーバーを直管とし、形状を単純化した。

3-3. 出口底面(トラフ)の形状について

テーバー底面をゲート戸当りまで直線とし、下流水路の間に約16cmの段差を設ける。



出口断面 ($A_n = 9.175 \text{ m}^2$)

ゲートの水密方法を圧着式とする場合、トラフの形式は通常次の2つが多く採用される。

- (1) 段差は、出口底面の切線を延長した線にすりつける。……………図 A
- (2) 段差をそのまま水流の方向に対して平行に沿わす。……………図 B

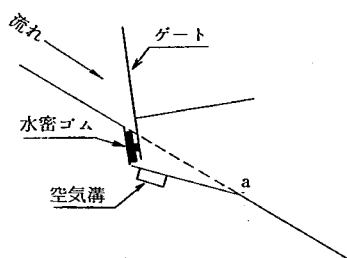


図 A

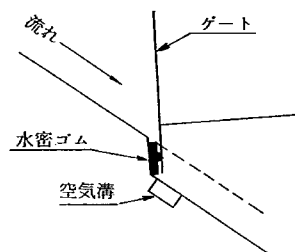


図 B

図 A の場合、二瀬ダム放水管では流速が約 30m/sec の時、突出部の a 点の直下流に相当の負圧（最低圧力 -5m 水柱）が生じた。

図 B の場合、例えば蓮ダム放水管では段差が 15cm 、出口部の流速が 28m/sec に対し、段差直下流部の最低圧力は -2m 水柱であった。これらを考え合わせて、図 B を採用した。

水密ゴム取り付けの為に通常 $15\sim 20\text{cm}$ 程度の段差が必要であり、これによって生ずる段差部分が、高速噴出流によって負圧部となることが知られている。この負圧の範囲と大きさを助長させないことを目的として、一般に段差の直下流に空気溝が設置される。

水門鉄管技術基準によれば空気溝の深さは普通 $300\text{mm}\sim 500\text{mm}$ 程度で、底面全体をおおうようにするとあるが、同様なトラフ形状をもつ実例（例えば蘭原ダム、湯田ダム）などを参考例として必要空気量を検討し、形状を決定するのがよいだろう。

次表は空気溝の既設例を示す。

表-5 空気溝の既設例

ダム名	設計水深	設計流速	空気溝の寸法
蘭原ダム	54m	32m/sec	$600\overset{\text{長さ}}{\times}400\overset{\text{高さ}}{\times}$
湯田ダム	54	32	650×250
二瀬ダム	67	36	600×350

第4章 放水管水理模型実験

第3章で検討された形状について、水理的な機能を把握し、実施設計案を検討するために水理模型実験を行ない、必要な資料を入手した。

4-1 実験模型及び諸水理量の測定

実験模型は、実験用水槽の規模、容量を考慮して、幾何学的相似な縮尺 $1/25$ とし、透明アクリル板を使用して製作した。図6はその模型図である。

管路内および開水路の底面には、圧力測定用にピエゾ管を設けている。(図7) 水面形の測定には 1mm 読みの鋼尺を使用し、圧力の測定は内径 1mm のピエゾ管をビニール管でマンノメーターに連結し、その水頭高を測定した。流量は模型から下流に設けた矩形ぜきの越流水深から算出した。模型実験の水理量と実物との縮尺関係はフルードの相似率が成り立つと考え、次式の換算式を用いる。

諸 元	縮 率	模型水理量の縮率
長さ、水深、圧力	$1/n$	$1/25$
流 速	$1/n^{1/2}$	$1/5$
流 量	$1/n^{5/2}$	$1/3125$

4-2 調査項目

この実験で行なった調査項目および、その設定条件は次のようである。

1) 放水管の放流能力に関する調査

a) ゲート全開時の貯水位～流量の関係および流量係数

貯水位 $EL. 164 \sim EL. 198$

b) ゲート半開時の貯水位～流量の関係および流量係数

貯水位 $EL. 164 \sim EL. 198$

ゲート開き $0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0\text{m}$

2) 管路内および開水路部の作用圧力に関する調査

a) ゲート全開時の管路内作用圧力

貯水位 $EL. 164\text{m}, EL. 185.5\text{m}, EL. 190.7\text{m}, EL. 196.0\text{m}, EL. 198\text{m}$

b) ゲート半開時の開水路作用圧力

貯水位 $EL. 198\text{m}$

ゲート開き $1.0, 2.0, 3.0\text{m}$

3) 開水路部の流況に関する調査

a) ゲート全開時の水面形状

貯水位 $EL. 185.5\text{m}, EL. 190.7\text{m}, EL. 198.0\text{m}$

b) ゲート半開時の水面形状

貯水位 $EL. 198.0m$

ゲート開き $1.0m, 2.0m, 3.0m$

4-3 調査内容

1) 放流能力に関する調査

ゲート全開時、およびゲート半開時における貯水位～放流量の関係は図8、資料2に示される。ここでゲート半開時におけるゲート開きはゲート戸当り沿いの長さ(円弧)で表わされる。以下、ゲート開きで定義されるものはすべてこの値を用いることにする。

図9はゲート全開時の流量係数であり、図10はゲート半開時の流量係数を示したものである。流量係数の算定式はそれぞれの図中に示してあるが、水頭のとり方に各々異なった基準高をとっていることに注意しなければいけない。

流量係数 C は次式で定義した。

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

ここで Q ; 放水管1条当りの放流量 (m^3/sec)

A_n ; 出口断面積 ($= 9.175 m^2$)

H ; 基準高から、貯水位までの水頭差(m)

基準高 $\left\{ \begin{array}{l} \text{a) ゲート全開時} \cdots \cdots \text{出口中心標高 } EL. 142.427m \\ \text{b) ゲート半開時} \cdots \cdots \text{ゲート戸当り下端標高 } EL. 140.324m \end{array} \right.$

放水管の放流能力に対する設計条件は、洪水期制限水位 $EL 184.5m$ と $EL 190.7m$ に対して設定されている。この条件に対する計画値と実験を比較すると次表のとおりである。

表-6 設計条計に対する放流能力

貯水位 (EL, m)	計画値	実験値	流量係数
洪水期制限水位 $EL 184.5m$	$200 m^3/sec$	$469 m^3/sec$	0.89
$EL 190.7m$	$500 m^3/sec$	$502 m^3/sec$	0.89

したがって、計画値に対して、放流能力のあることがこの表から認められる。

ゲート全開時での流量係数は図9のとおりで、最低水位である $EL. 164m \sim EL. 198m$ では $C \approx 0.890$ の一定値を示す。一方ゲート半開時での流量係数は図10に示してあるが、ここでも $EL 164m \sim EL 198m$ ではゲート開きごとにはほぼ一定値を示している。そこで流量係数は貯水位に無関係として差しかえないから各ゲート開きによって一定値として定めることにする。

一般に洪水調節用ゲートは、洪水期制限水位 ($EL. 184.5m$) 以上で操作されるので、この水位以上の流量係数を各ゲート開きごとに平均して、ゲート開度～流量係数曲線を求めた。

この曲線の近似式として次式が適用される。

$$C = 0.6799 G - 0.3716 G^3 + 0.5617 G^5$$

$$Q = n C A_n \sqrt{2gH}$$

ここで G ; ゲート回転角 (全開時 32.3894°) とした場合, 半開時における割合
 $\times 100(\%)$

n ; 放水管の条数 ($= 2$)

A_n ; 出口断面積 ($9.175 m^2$)

H ; 貯水位からゲート戸当り下端の標高 ($EL. 140.324 m$) との水頭差

この近似式で, ゲート全開時での流量係数は, ゲート半開時と同様の水頭の基準高に修正した値で示されており, ゲート全開時 ($G = 1$) においても適用できる。

2) 管路内圧力に関する調査

ゲート全開時の圧力分布図を図 11 ~ 図 15

に示してある。

これらの図から管路内の圧力は, 水頭の増加とともに高くなることが知れる。記録された最低圧力は最低水位 $EL164 m$ で, ベルマウス下流端隅角部に $-1 m$ (水柱) 程度の負圧であるが, 通常のゲート操作は, 洪水期制限水位 ($EL184.5 m$) 以上で行われ, とくに問題となるものではない。

$EL184.5 m$ 以上の水位に対してはすべて大気圧以上であり, 設計条件を満足する。

表 7 は各水位におけるベルマウス下流端における流速水頭と圧力降下係数の最大値を示したものである。

表 - 7 ベルマウス下流端における流速水頭と圧力降下係数最大値

貯 水 位	$\bar{v}^2/2g$	C_{dmax}
$EL 164.00 m$	$12.04 m$	1.137
$EL 184.50 m$	$24.18 m$	1.123
$EL 190.70 m$	$28.05 m$	1.115
$EL 196.00 m$	$30.36 m$	1.140
$EL 198.15 m$	$32.38 m$	1.116

3) 開水路底面の圧力に関する調査

ゲート全開時の圧力分布を図 16, ゲート半開時の圧力分布を図 17 に示した。これらの図はゲート全開時において, 水頭が増加するにつれて圧力が低くなる傾向を示し, 同じ水頭を設定した場合, ゲート開度が小さくなると圧力が低くなることを示している。

最低圧力が記録されたのはいずれのケースもゲート直下流 (No. 25 測点) で, 最も低い圧力は $-1.2 m$ (水柱) であった。一般にキャビテーションに対する許容負圧は $-3 m$ (水柱) とされ, この値は水理的にとくに問題となるものとは考えられない。

負圧の発生する区間はゲート全開時でゲート下流 $5 m$ 程度, ゲート半開時では, ゲート直下流だけに限られる。

4) 開水路の流況に関する調査

開水路で測定された水面形状を図 18, 図 19 に示す。また流出部および開水路の流況は写真に見られるとおりである。

主流の水脈は比較的滑らかであるが、両側壁面沿いに薄い水脈が跳ね上がる。この現象はゲート戸当りの水密構造上、オフセットを設けているためで、ゲート半開時の方が大きくあらわれる。トラニオンなどの上部構造物に対して、最も水脈が接近するのはゲートの開きが3 m程度で水面からの距離は1.2 mであった。またゲート全開時においては、水脈が最も接近するところで水面から1.7 m程度の距離があり、とくに支障となる点は見当らない。

第 5 章 調査結果の要点

この調査によって、認められた主な事項について要約すれば次のとおりである（実施設計案）。

1) 放流能力

サーチャージ水位（ $EL.198m$ ）における越流部の可能最大放流量は $2670m^3/sec$ であり、放水管 2 条の合計放流量 $530m^3/sec$ と合わせて $3200m^3/sec$ の放流能力をもつことになり、計画値 $2900m^3/sec$ を満足する。これらの結果をまとめると次表のとおりである。

表 - 8 洪水吐の放流能力（実施設計案）

貯 水 位	計 画 値	実 験 値	
		放 水 管	越 流 部
洪水期制限水位 $EL. 184.5m$	$200m^3/sec$	$470m^3/sec$	0
$EL. 190.7m$	$500m^3/sec$	$500m^3/sec$	$740m^3/sec$
サーチャージ水位 $EL. 198.0m$	$2900m^3/sec$	$530m^3/sec$	$2670m^3/sec$

2) 管路内の圧力

通常のゲート操作（洪水期制限水位以上のゲート操作）に対しては、いかなる貯水位に対しても管路内に支障となる圧力状態は生じない。

3) 開水路部底面の圧力

いずれのゲート操作状態においてもゲート直下流部に負圧を生じるが、その値もわずかで、とくに問題となるものではない。

4) 開水路部の流況

ゲート全開時の水脈は、比較的滑らかである。この時水面からゲートトラニオンまでの距離は $1.7m$ 程度である。またゲート半開時の場合、水脈が最も接近するところでも $1.2m$ 程度の距離があり、ゲート上部構造物に対しては安全が確保される。

参考および引用資料

- 1) 土木研究所資料第 1216 号, “浅瀬石川ダム洪水吐水理模型実験報告,” 昭和 52 年 3 月
- 2) 土木研究所資料第 891 号, “浅瀬石川ダム洪水吐の比較水理設計,” 昭和 48 年 12 月
- 3) 土木研究所資料第 1146 号, “蓮ダム洪水吐水理模型実験報告書,” 昭和 51 年 3 月
- 4) 土木研究所資料第 760 号, “八戸ダム洪水吐水理模型実験報告書,” 昭和 47 年 12 月
- 5) 土木研究所資料第 462 号, “阿武川ダム洪水吐水理模型実験報告書,” 昭和 45 年 12 月
- 6) 土木研究所資料第 338 号水資源開発公団, “高山ダム余水吐水理模型実験” 昭和 42 年 3 月
- 7) 土木研究所資料第 679 号 “松川ダム水理模型実験,” 昭和 46 年 3 月
- 8) 土木研究所資料第 977 号, “洪水吐の機能設計” 昭和 49 年 11 月
- 9) 関東地方建設局, 二瀬ダム工事事務所 “二瀬ダム工事報告書” 昭和 37 年 10 月
- 10) 水門鉄管協会, “水門鉄管技術基準” 昭和 48 年 3 月
- 11) 日本大ダム会議 “改訂 ダム設計基準” 1971

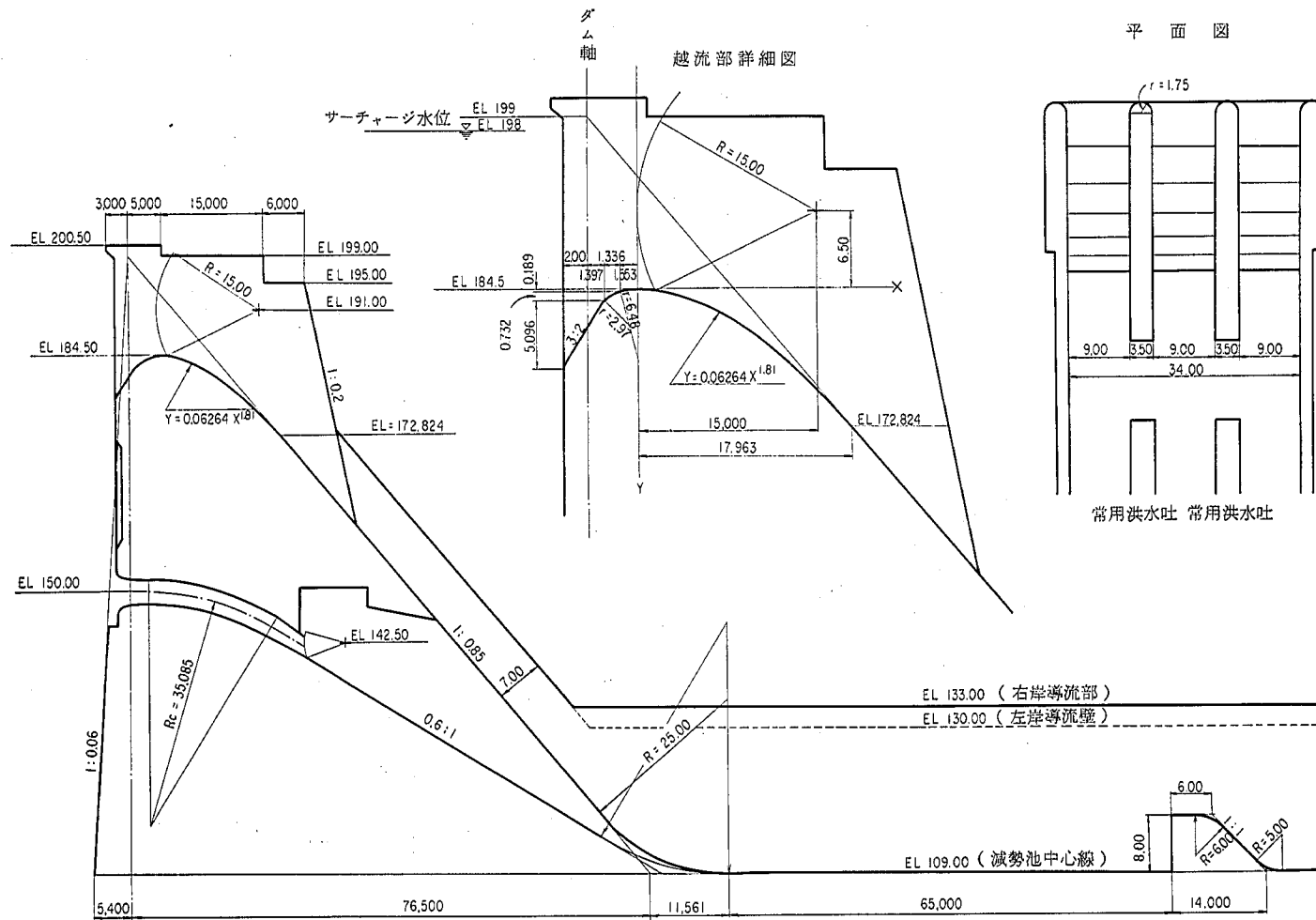


図-1 浅瀬石川ダム洪水吐実施設計案 (m単位)

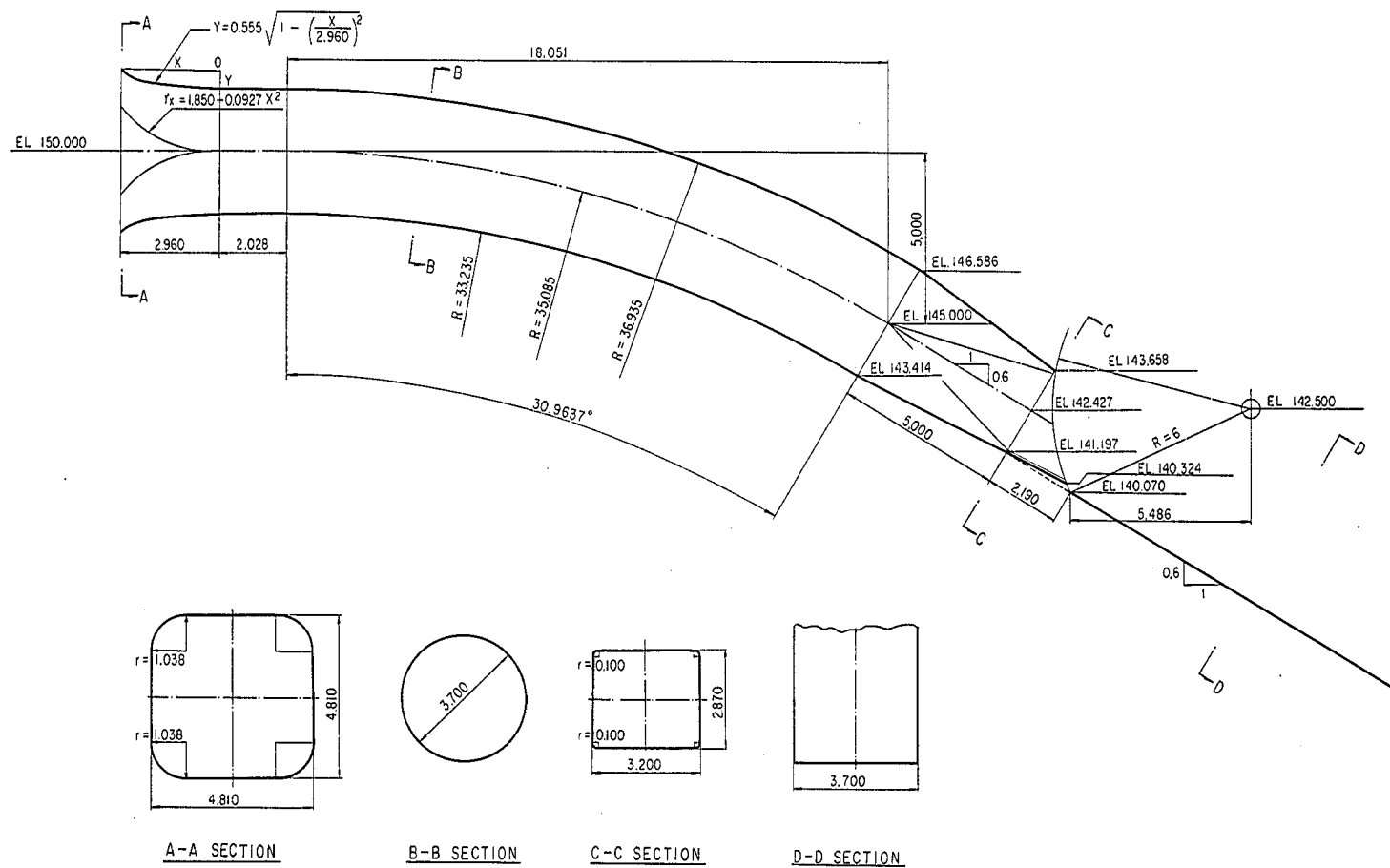


圖-2 放水管實施設計案 (m單位)

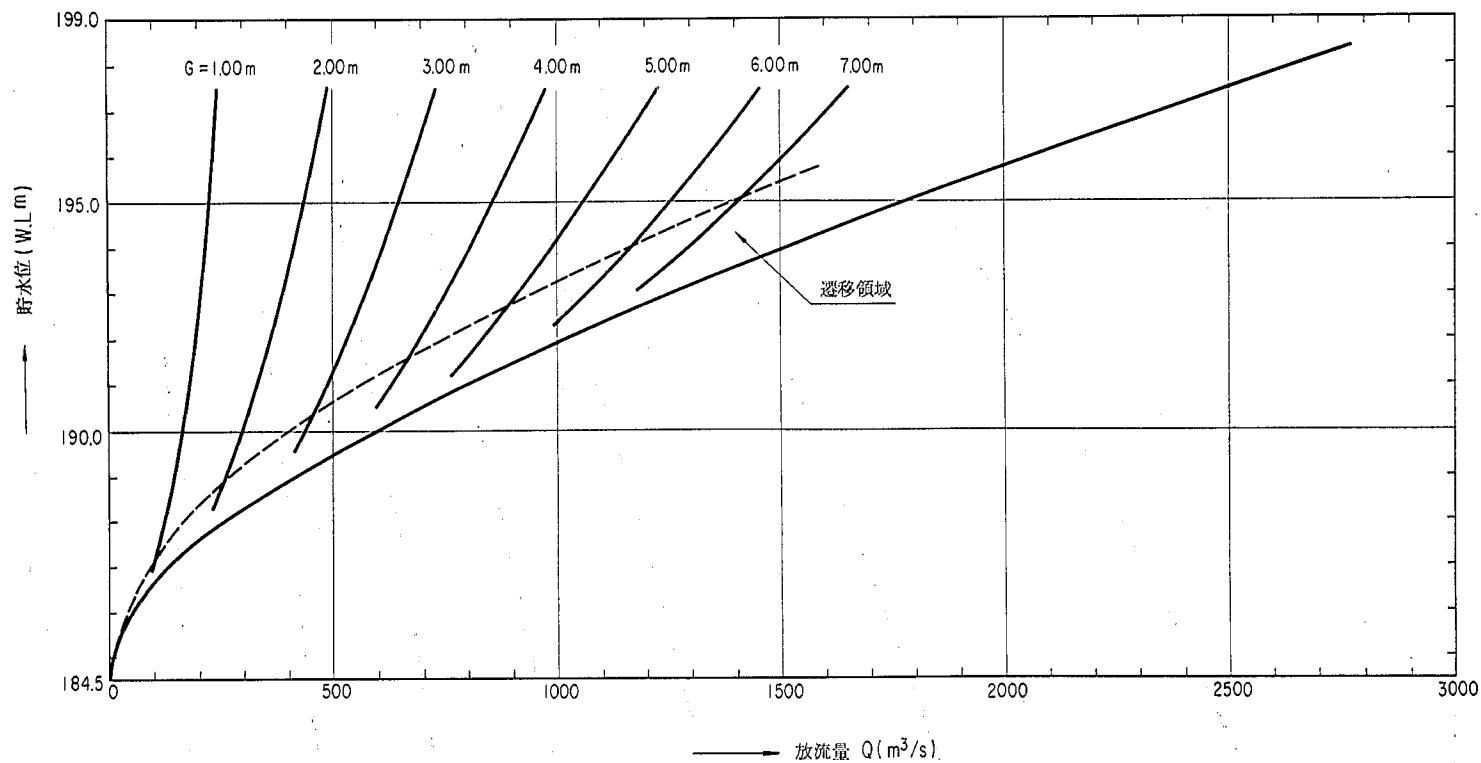


図-3 堤頂越流部放流能力曲線

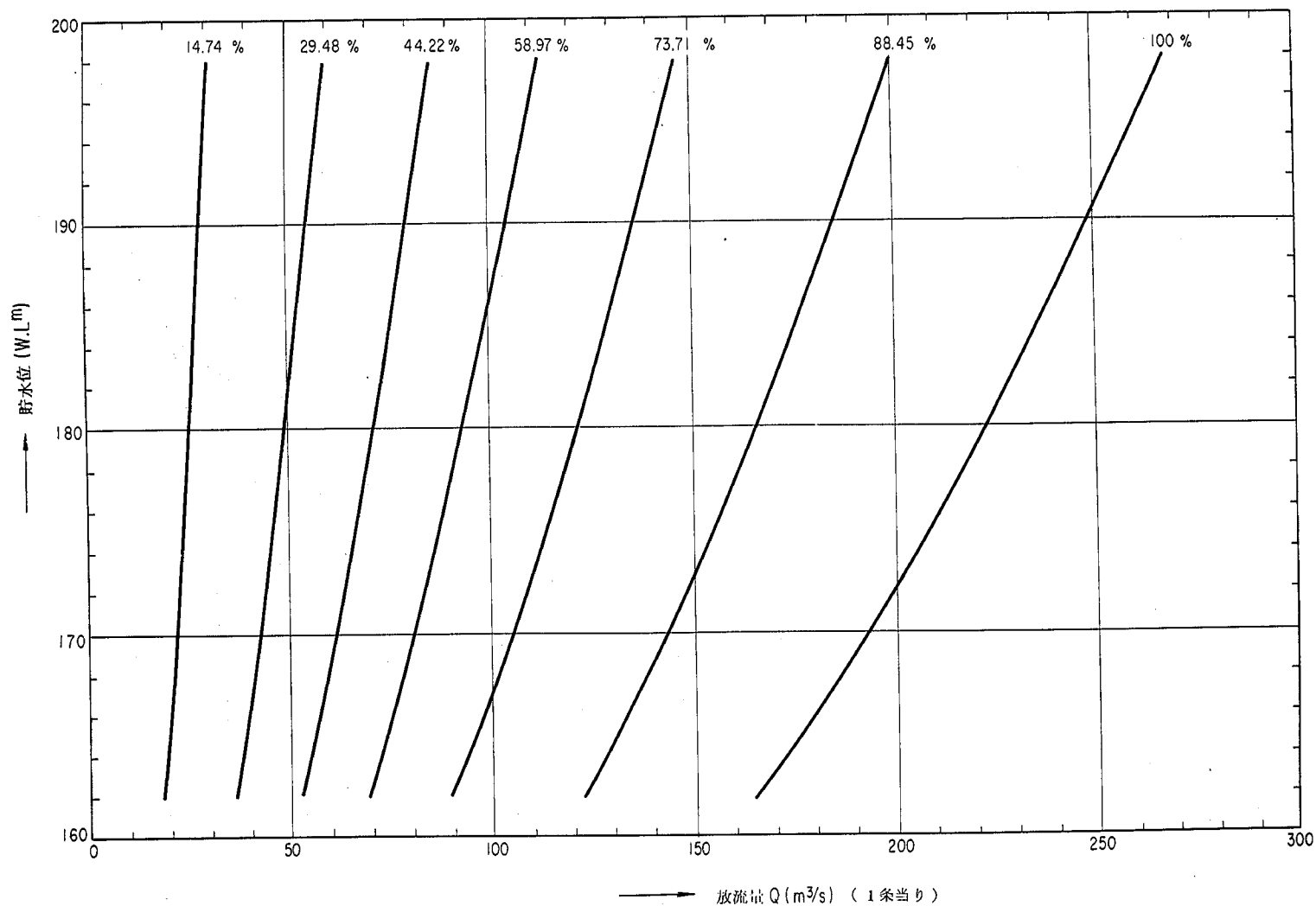


図-4 放水管放流能力曲線

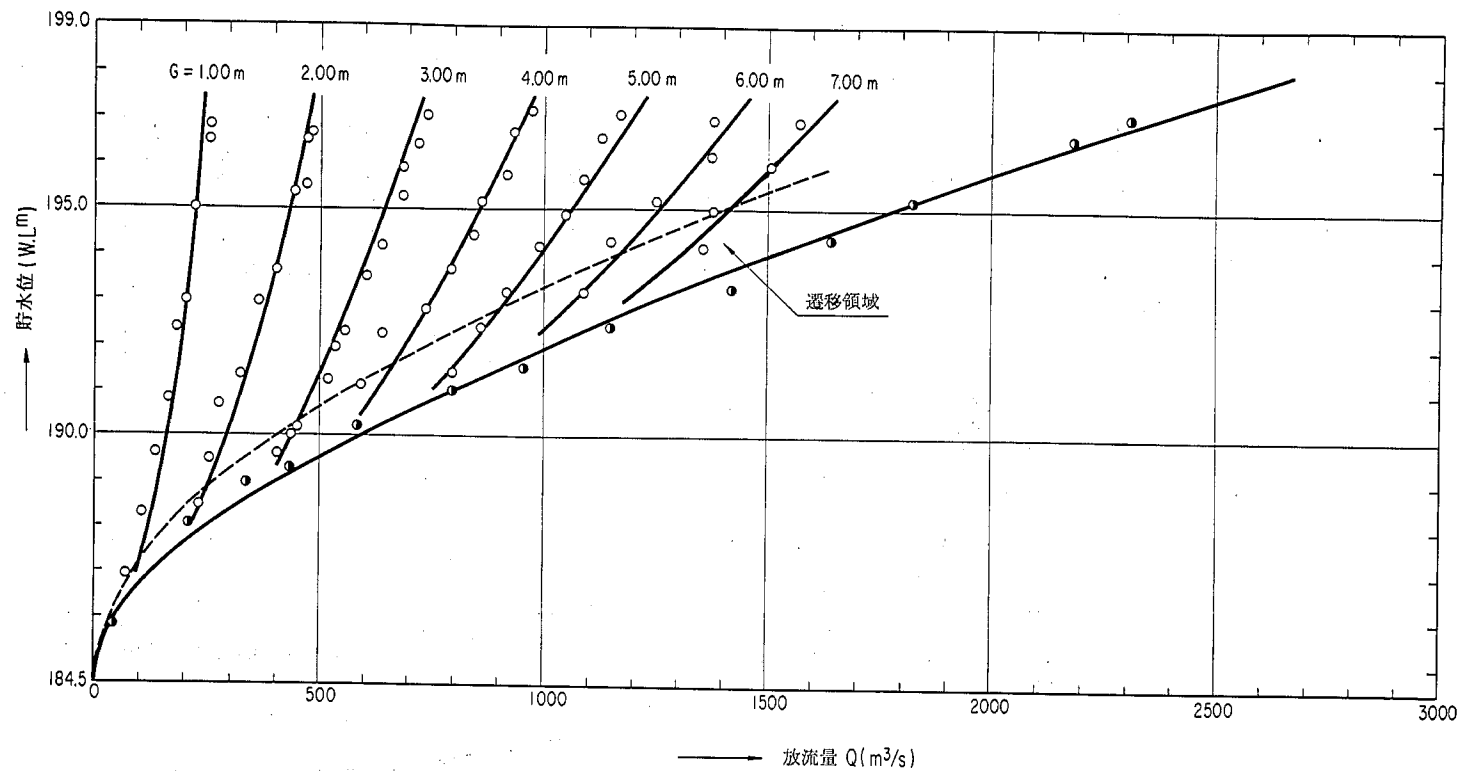


図-5 堤頂越流部の貯水位～流量曲線

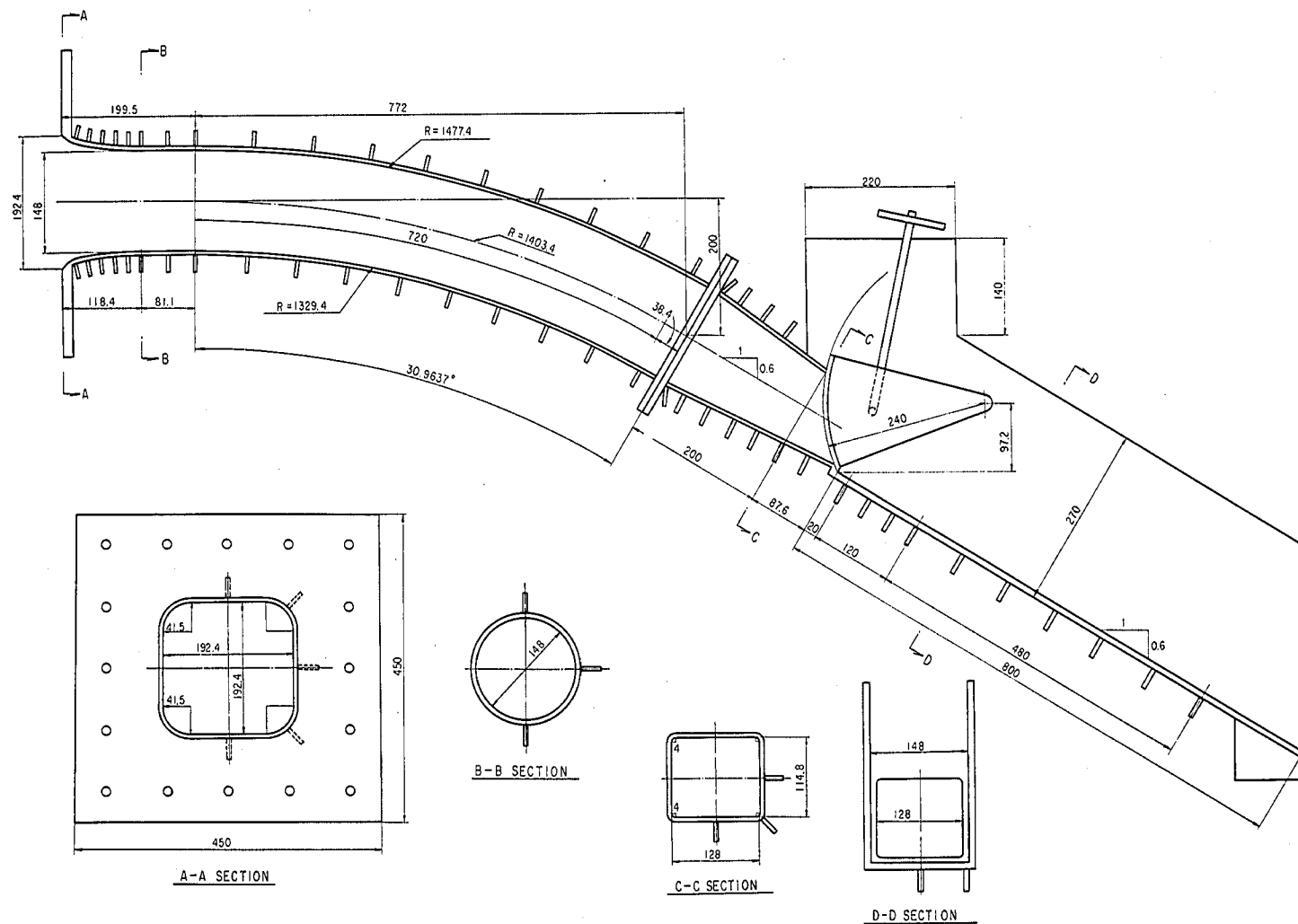


图-6 放水 管 模 型 图 (mm 单位)

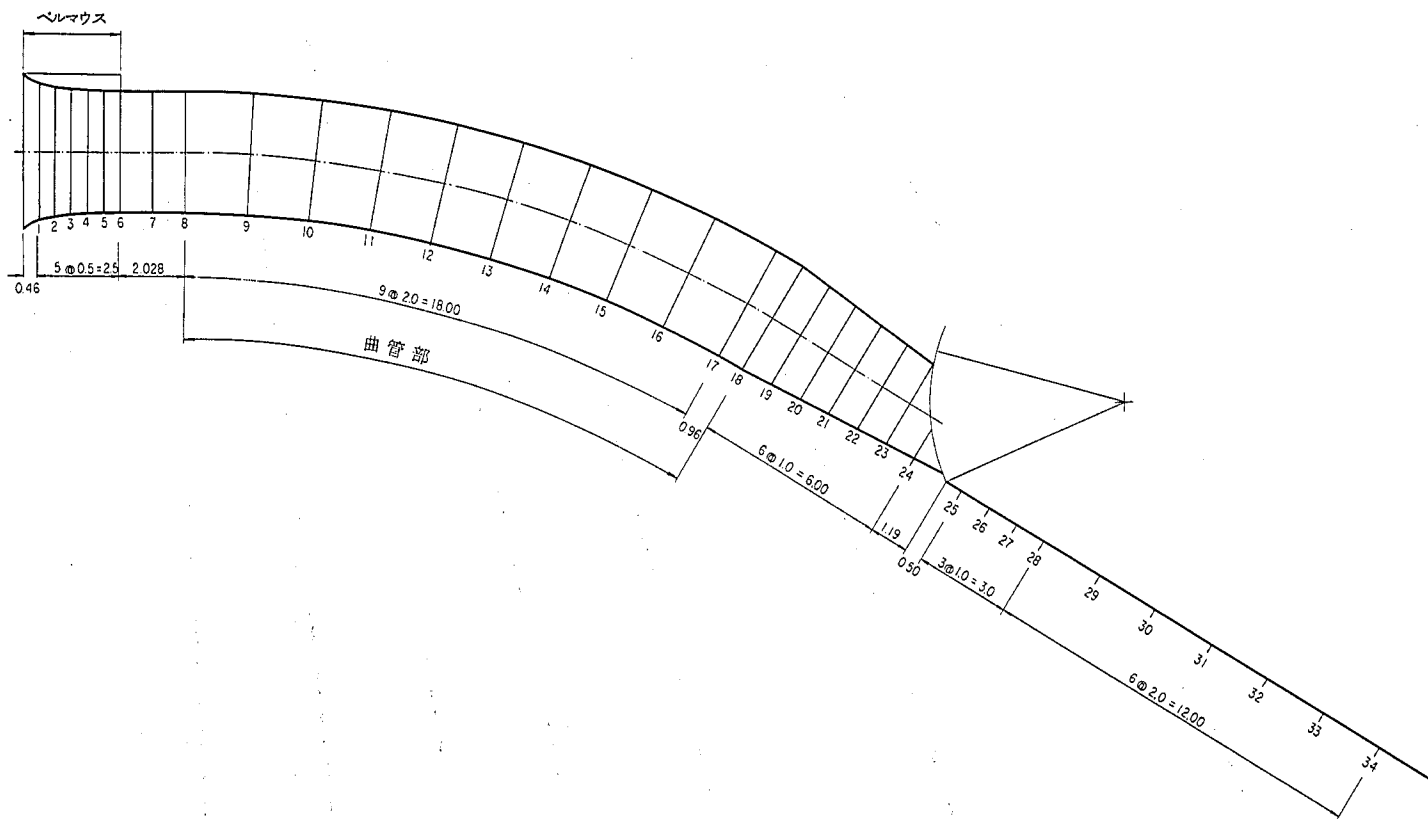


図-7 放水管圧力測定位置 (m単位)

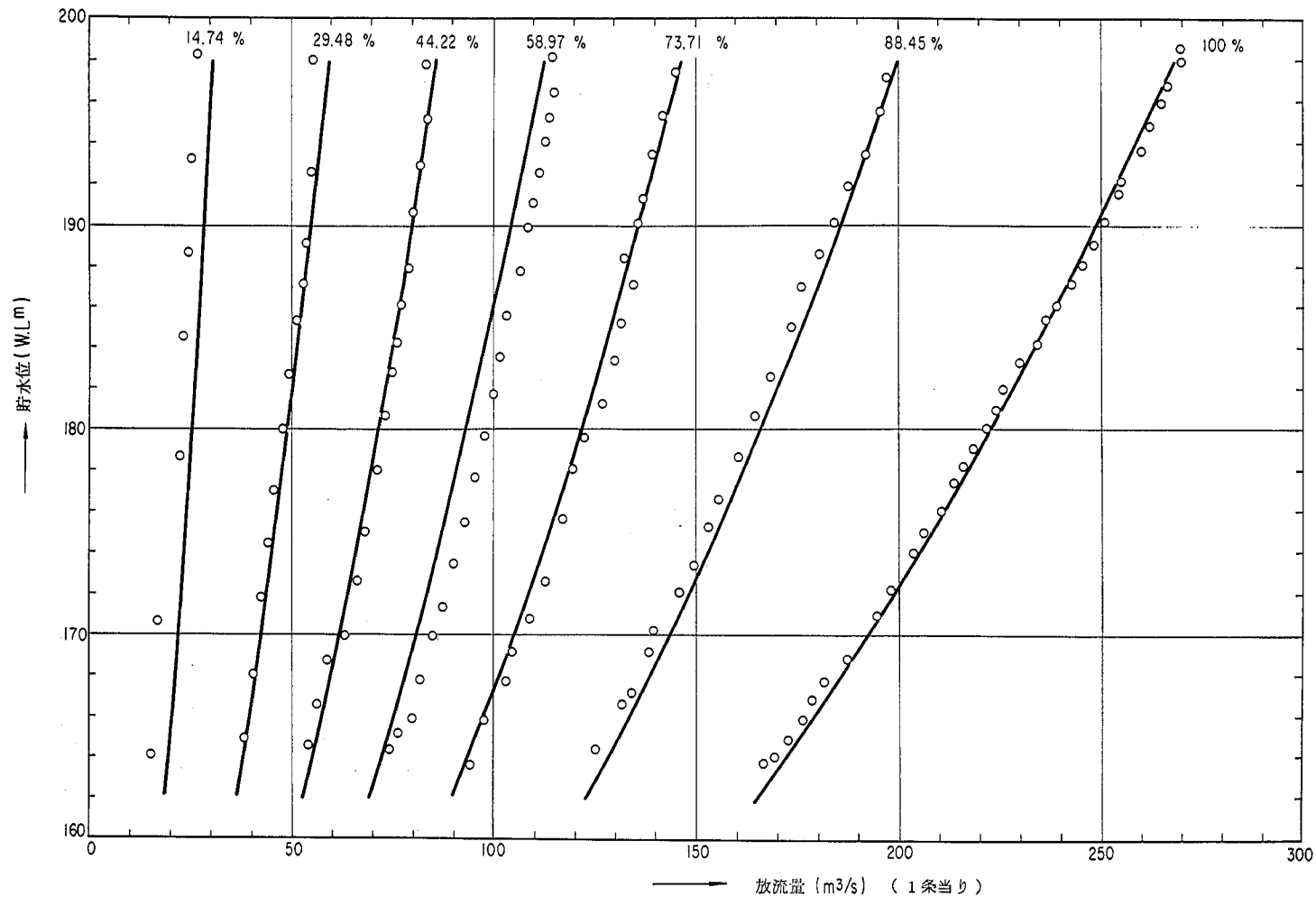


図-8 放水管の貯水位～流量

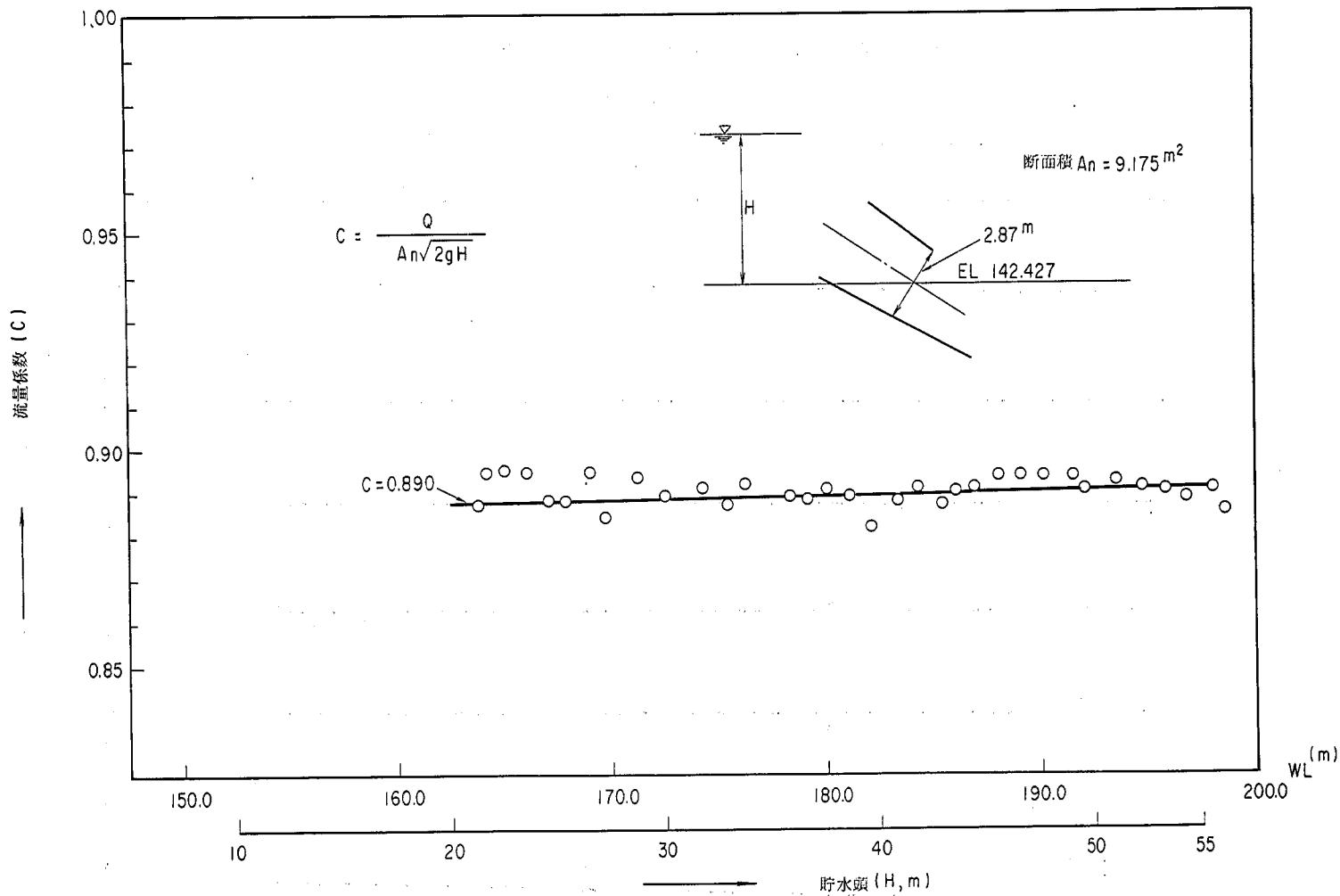


図-9 ゲート全開時における流量係数

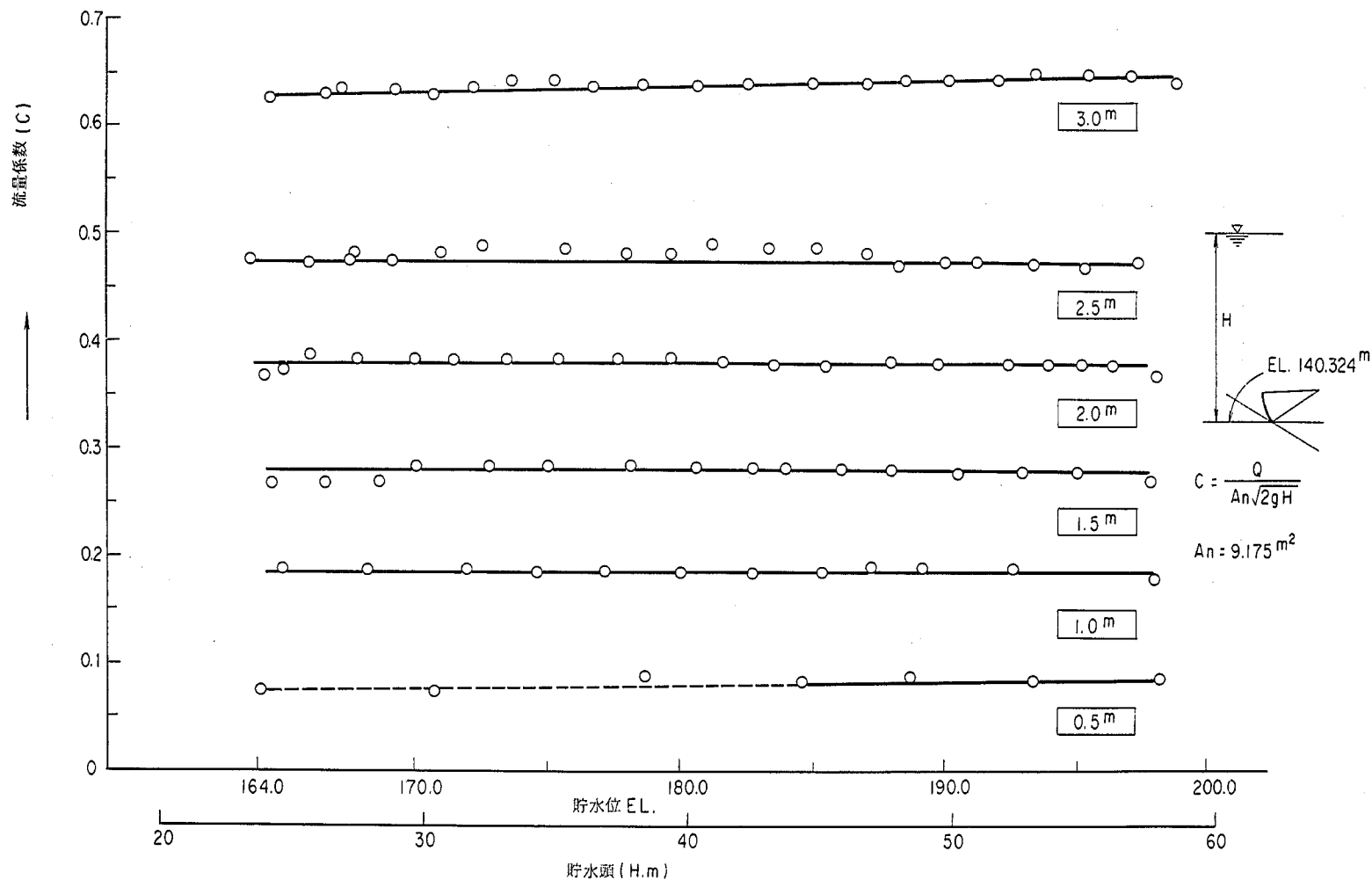


図-10 ゲート半開時における流量係数

W.L 164.00^m $Q = 165.18 \text{ m}^3/\text{sec}$

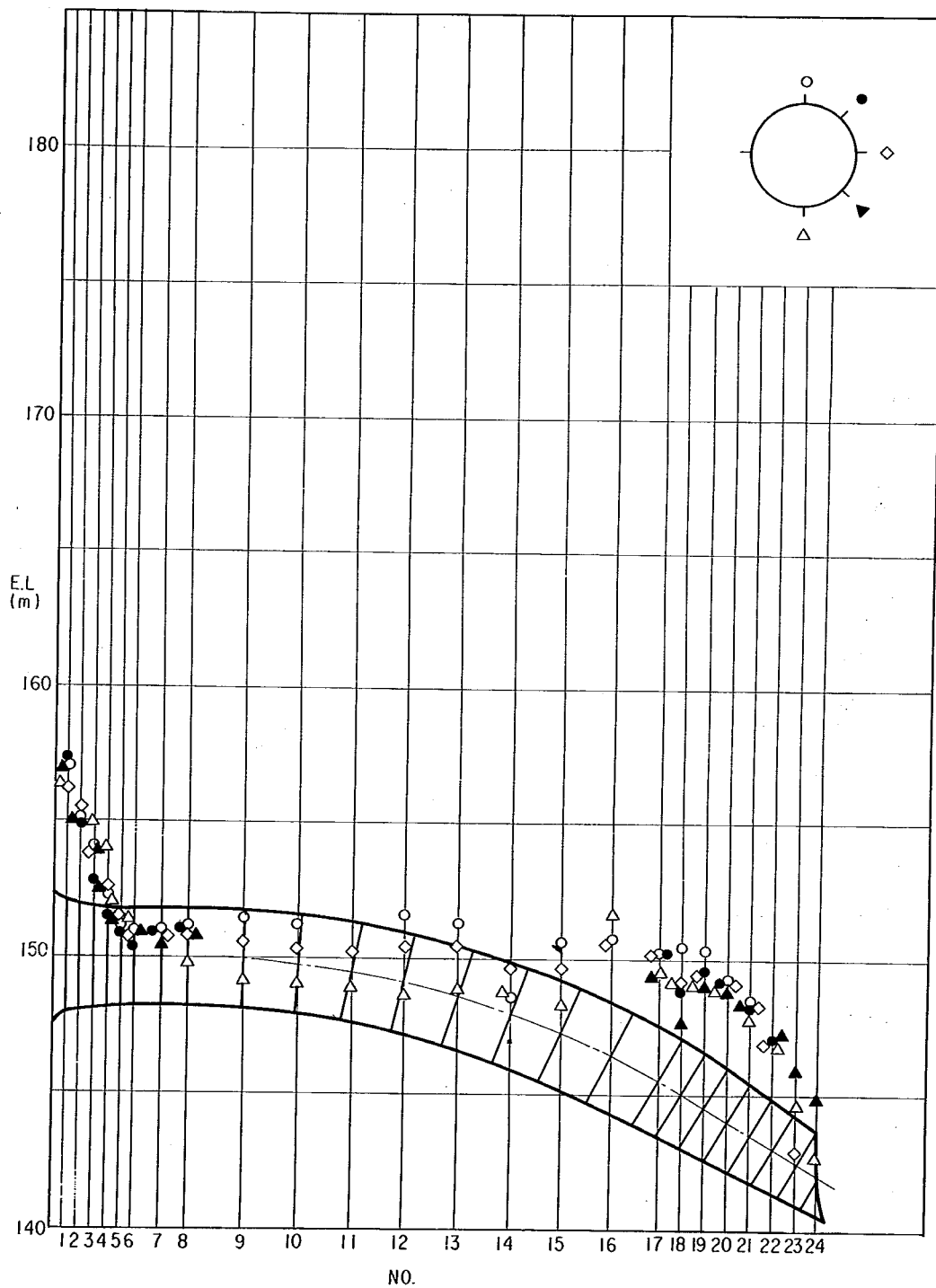


図-11 管路部圧力分布 (ゲート全開時)

W.L 184.50^m Q = 234.07 m³/sec

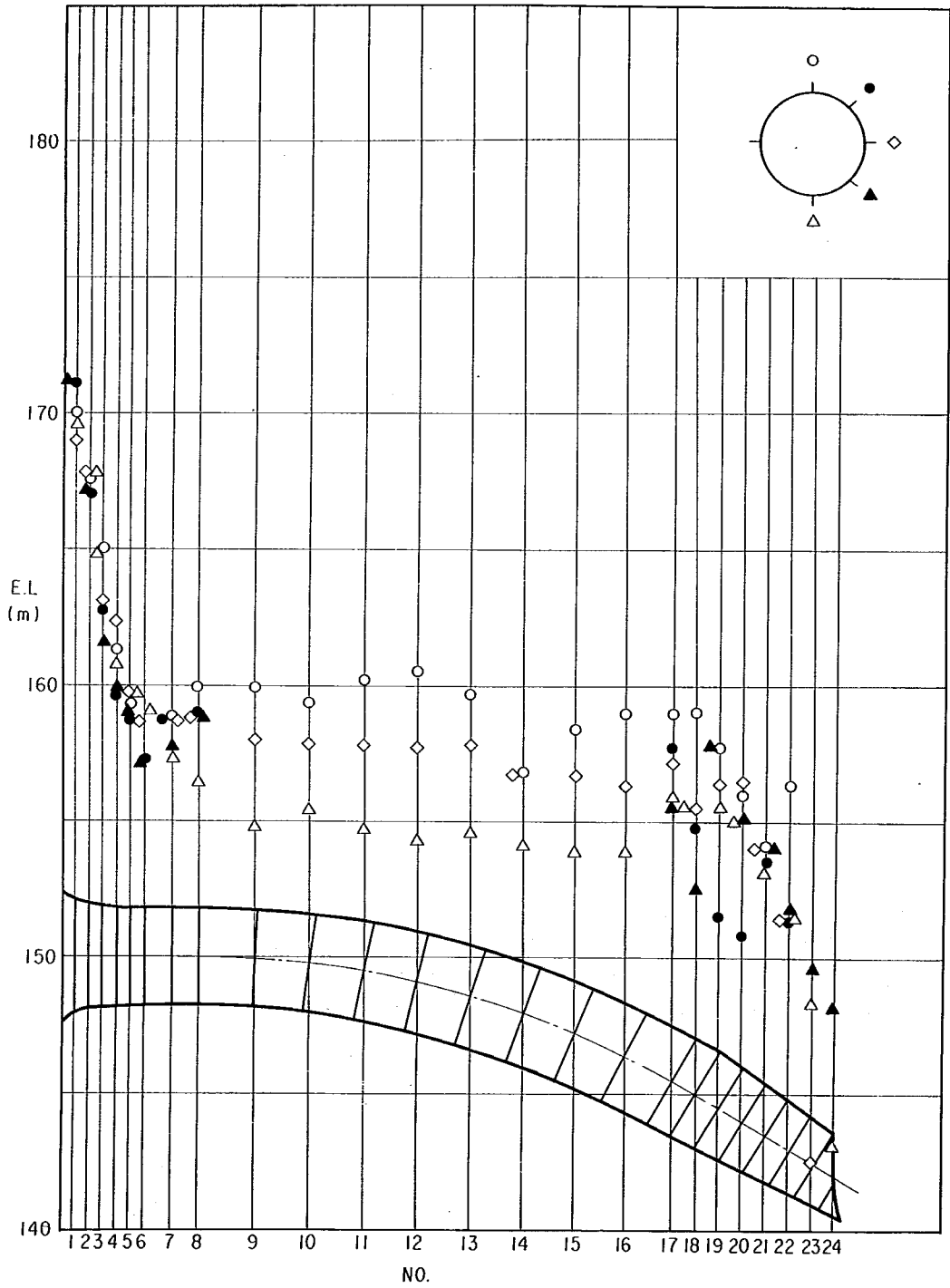


図-12 管路部圧力分布 (ゲート全開時)

W.L 190.70^m $Q = 252.12 \text{ m}^3/\text{sec}$

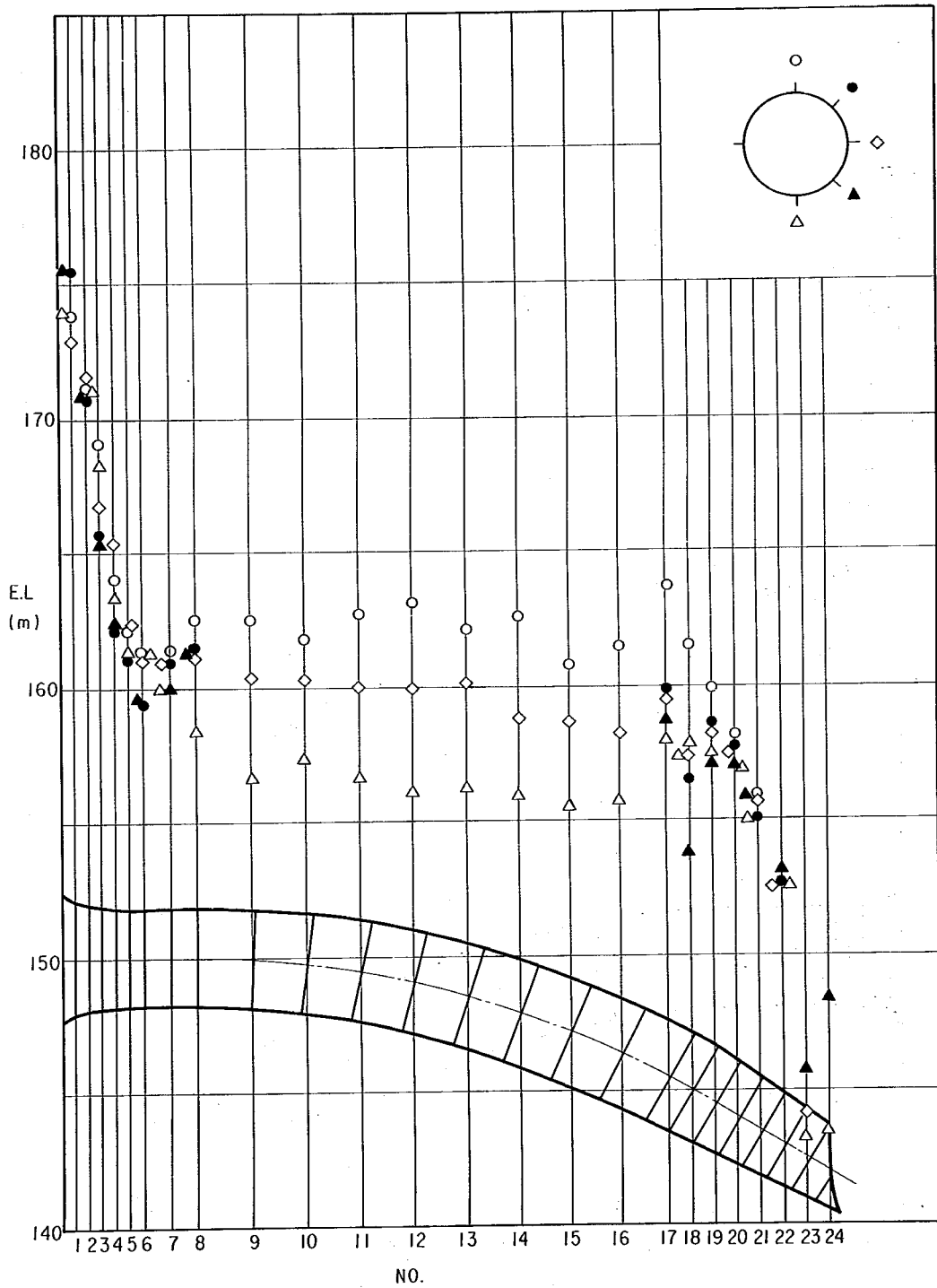


図-13 管路部圧力分布 (ゲート半開時)

W.L 196.00^m Q = 262.70 m³/sec

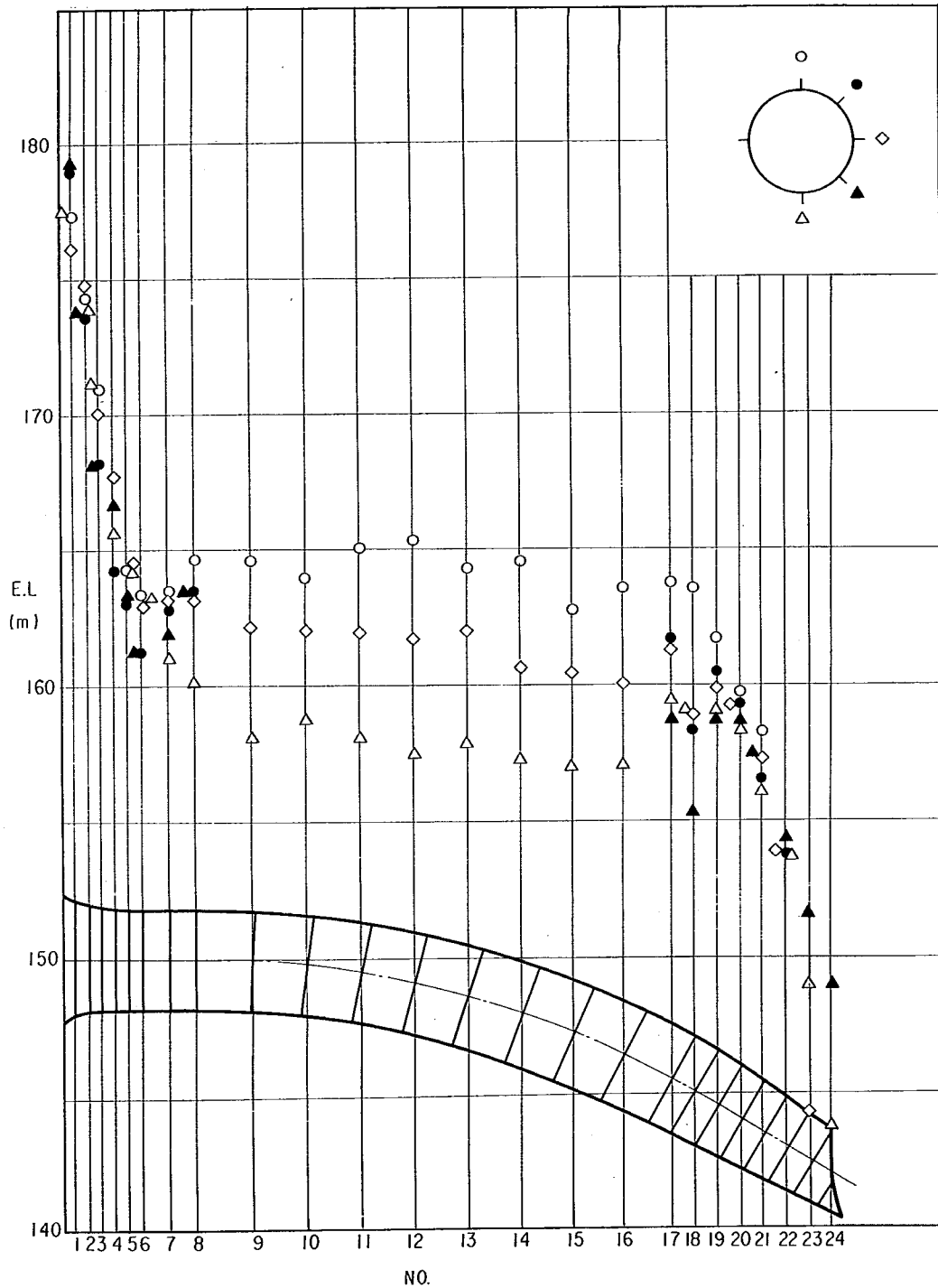


図-14 管路部圧力分布 (ゲート全開時)

W.L 198.15 m

Q = 270.86 m³/sec

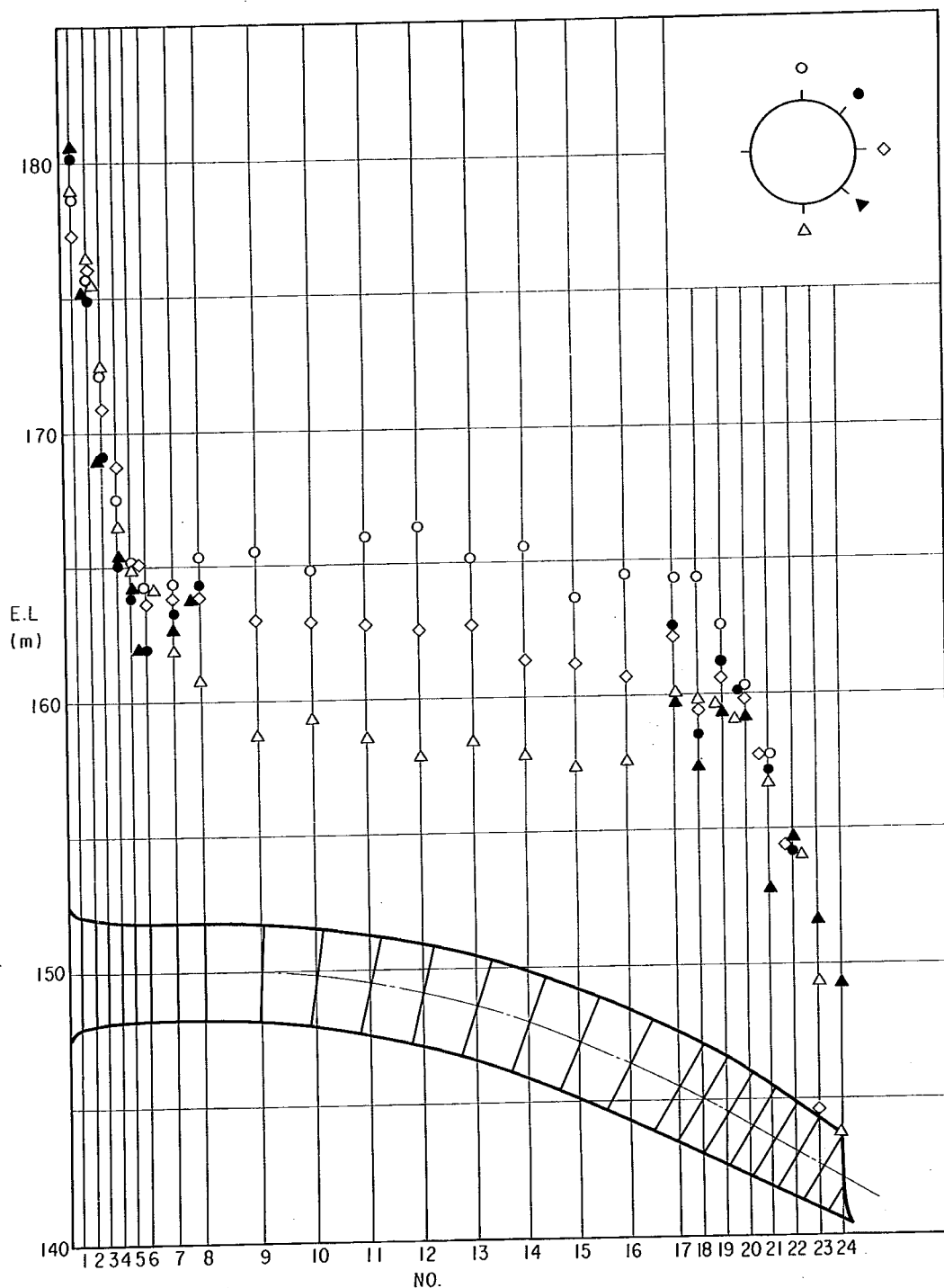


図-15 管路部圧力分布 (ゲート全開時)

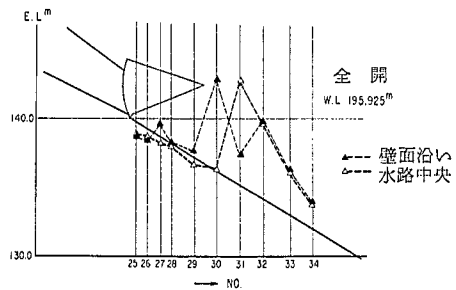
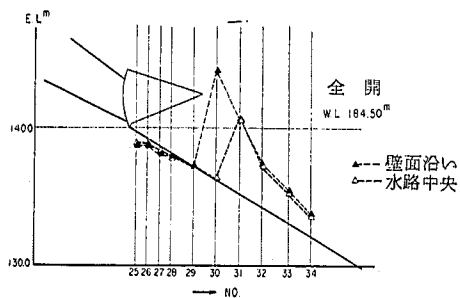
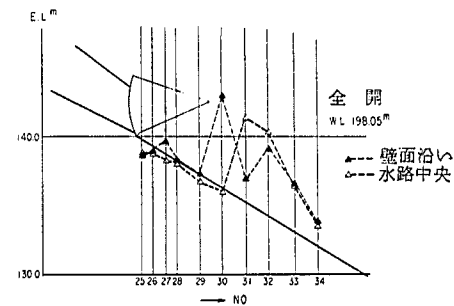
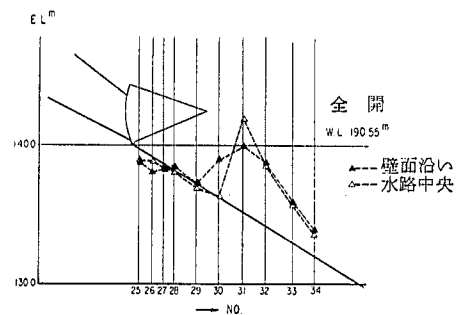
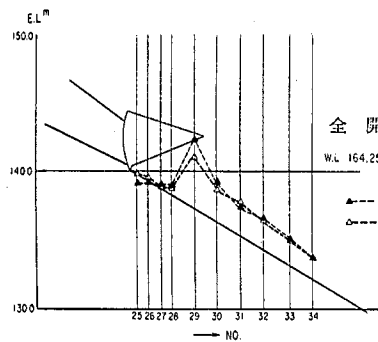


図-16 開水路部圧力分布 (ゲート全開時)

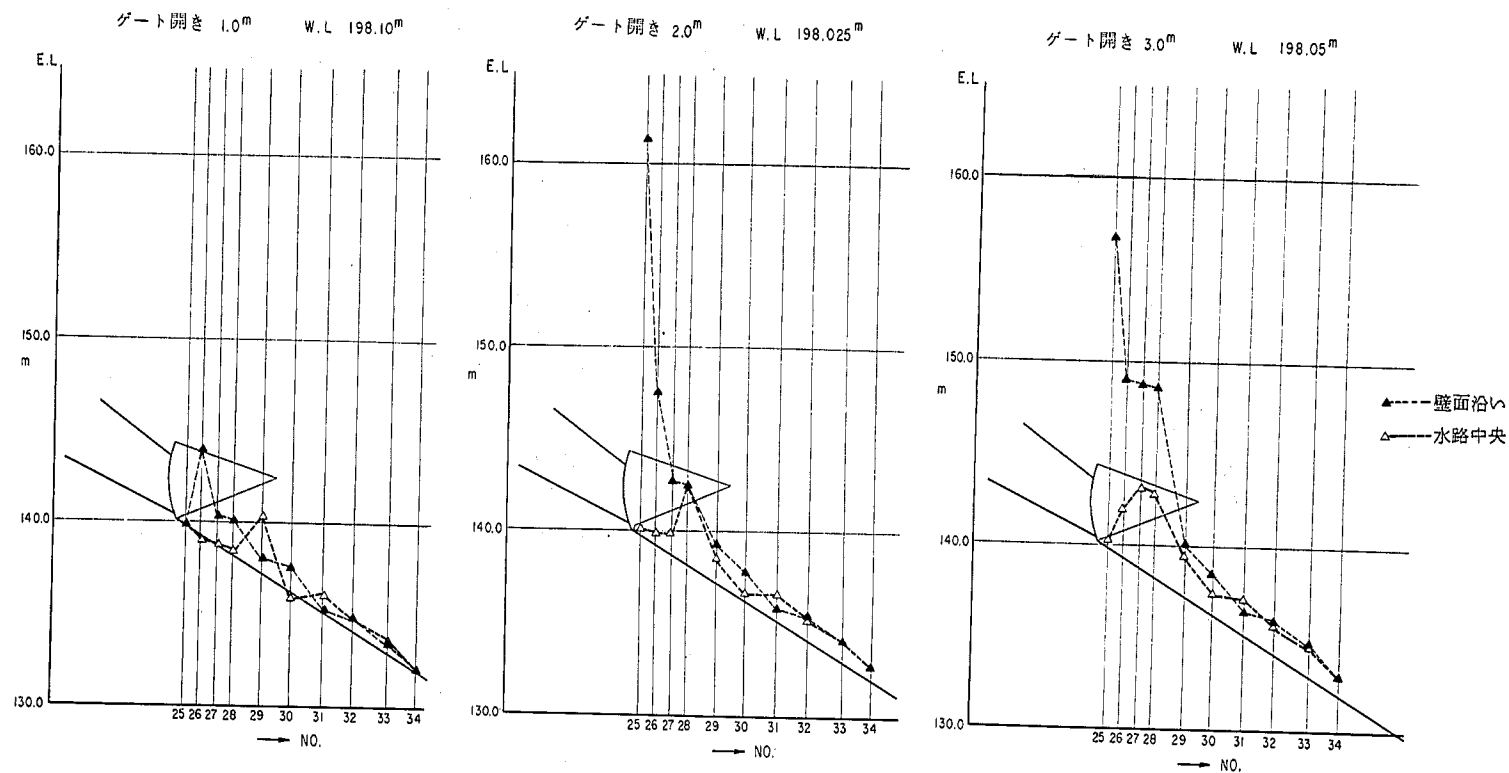


図-17 開水路圧力分布 (ゲート半開時)

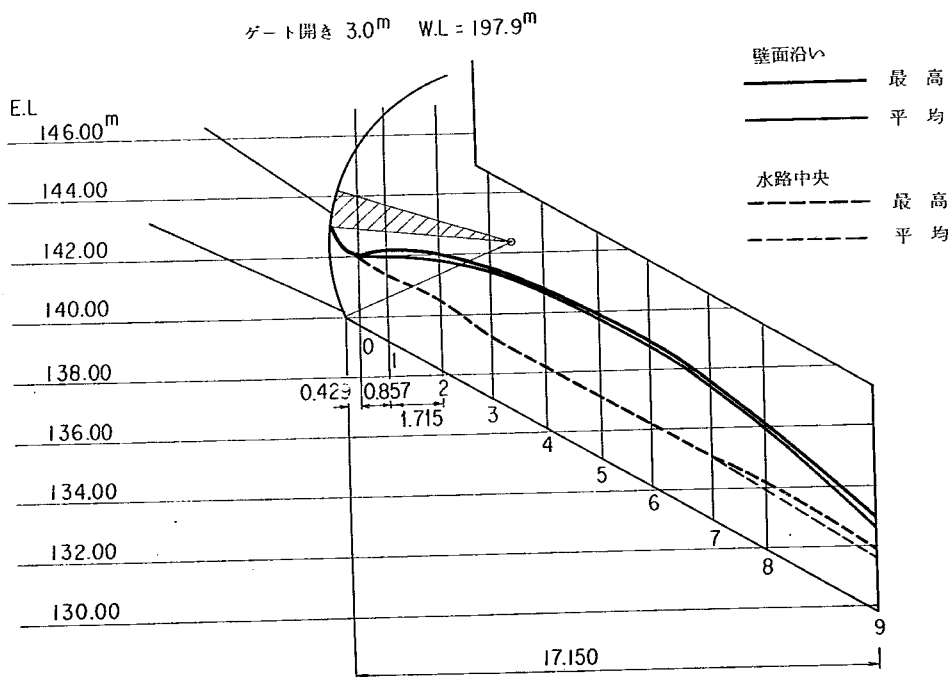
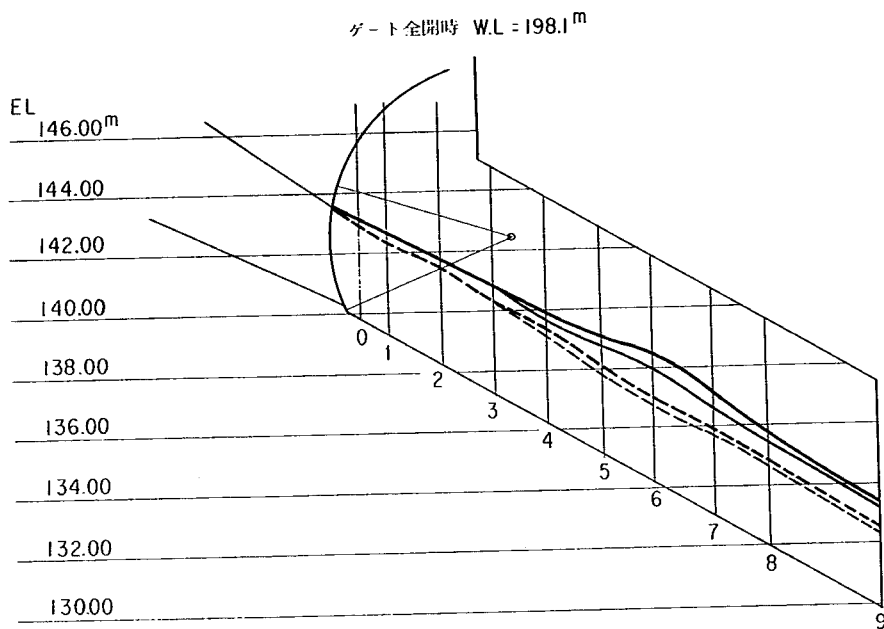


図-18 水面形状

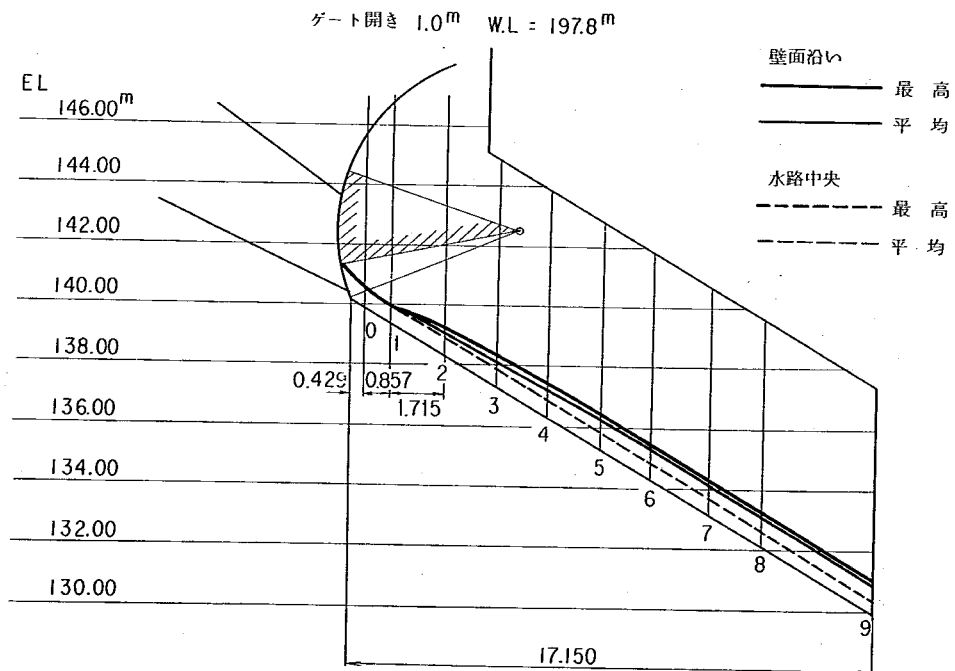
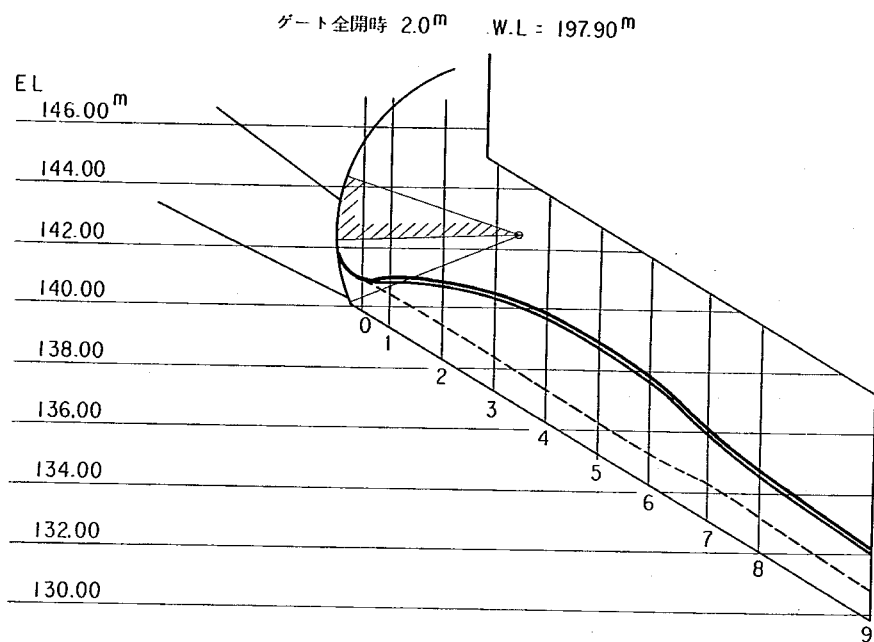


図-19 水面形状

資料 1. 越流部の貯水位～放流量

$$C: \text{流量係数} \begin{cases} \text{自由越流 } C = \frac{Q}{n B h^{3/2}} \\ \text{オリフィス流 } C = \frac{Q}{\{n B h^{3/2} - (h-a)^{3/2}\}} \end{cases}$$

B : 1門当りの越流幅 (9.0 m)

n : 門数 (1門)

Q : 1門当りの流量 (m³/s)

a : ゲート開き (m)

H : 貯水位 (W L, m)

Q : 流量 (1門当り)

h : 越流水深

ゲート全開			$a = 1.0 \text{ m}$			$a = 2.0 \text{ m}$			$a = 3.0 \text{ m}$		
H	Q	C	H	Q	C	H	Q	C	H	Q	C
185.80	14.18	1.063	186.88	22.59	1.224	188.09	69.39	1.607	189.58	134.68	1.771
188.03	66.91	1.121	188.26	34.27	1.407	188.43	78.51	1.707	189.99	146.16	1.818
188.89	111.69	1.349	189.58	45.97	1.592	189.47	85.44	1.592	190.16	150.12	1.827
189.24	144.21	1.553	190.79	55.30	1.703	190.67	92.73	1.513	191.19	173.02	1.882
190.16	195.55	1.614	192.34	60.94	1.666	191.31	108.39	1.668	191.93	177.39	1.804
190.96	264.86	1.792	192.92	68.14	1.794	192.92	121.98	1.660	192.28	184.08	1.818
191.47	317.85	1.919	194.98	74.52	1.747	193.61	134.68	1.753	193.49	200.26	1.810
192.36	382.78	1.930	195.90	79.86	1.792	195.32	148.14	1.752	194.18	212.32	1.836
193.21	472.98	2.044	196.47	85.44	1.869	195.44	156.17	1.835	195.27	227.35	1.846
194.29	546.52	1.982	196.78	85.44	1.846	196.47	158.22	1.770	195.90	228.11	1.792
195.16	607.83	1.940				196.60	160.29	1.782	196.42	239.50	1.834
196.51	728.45	1.945							197.05	245.67	1.826
196.98	770.24	1.941									

$a = 4.0 \text{ m}$			$a = 5.0 \text{ m}$			$a = 6.0 \text{ m}$			$a = 7.0 \text{ m}$		
H	Q	C	H	Q	C	H	Q	C	H	Q	C
190.07	166.59	1.967	190.38	233.00	1.927	191.31	290.80	1.896	191.91	336.87	1.880
191.08	197.86	1.963	191.36	264.86	1.907	192.05	349.79	2.066	192.92	409.86	2.003
192.23	213.55	1.828	192.34	286.83	1.857	193.15	362.87	1.908	194.12	451.61	1.960
192.74	245.67	1.829	193.15	305.29	1.837	194.23	382.77	1.837	194.92	458.69	1.866
193.66	264.86	1.839	194.15	330.47	1.841	195.15	416.72	1.872	195.93	501.98	1.902
194.41	280.76	1.854	194.86	349.79	1.857	196.13	457.06	1.931	196.93	524.09	1.868
195.15	286.84	1.810	195.61	362.87	1.839	196.93	458.69	1.852			
195.73	305.28	1.864	196.53	376.10	1.810						
196.68	311.52	1.811	197.05	389.49	1.825						
197.16	324.11	1.841									

資料 2. 放水管の貯水位～放流量

(基準点: EL 142.427 m)

開度: 全開

貯水位 E.L(m)	貯水深 H(m)	流 量 Q(m³/sec)	流量係数
163.83	21.40	166.70	0.887
164.23	21.80	169.55	0.894
165.03	22.60	172.86	0.895
166.95	23.62	176.40	0.894
167.03	24.60	178.86	0.888
167.90	25.47	181.77	0.888
168.98	26.55	187.19	0.894
169.68	27.25	187.41	0.884
171.18	28.75	194.49	0.893
172.65	30.22	198.41	0.889
174.20	31.77	203.98	0.891
175.20	32.77	206.32	0.887
176.18	33.75	210.55	0.892
177.43	35.00	213.62	0.889
178.23	35.80	216.00	0.889
179.15	36.72	218.62	0.888
180.05	37.62	221.97	0.891
181.08	38.65	224.37	0.889
182.00	39.57	225.34	0.882
183.38	40.95	230.91	0.888
184.23	41.80	234.07	0.891

貯水位 E.L(m)	貯水深 H(m)	流 量 Q(m³/sec)	流量係数
185.43	43.00	236.27	0.887
186.05	43.62	238.97	0.890
187.18	44.75	242.18	0.891
188.15	45.72	245.15	0.893
189.13	46.70	247.88	0.893
190.18	47.75	250.62	0.893
191.58	49.15	254.38	0.893
192.13	49.70	254.88	0.890
193.65	51.22	259.41	0.892
194.78	52.35	261.69	0.891
195.10	53.47	264.23	0.890
196.78	54.35	265.75	0.888
197.98	55.55	269.33	0.890
198.58	56.15	269.33	0.885

(基準点: EL 140.324 m)

開度: 3.0 m

貯水位 E.L(m)	貯水深 H(m)	流 量 Q(m³/sec)	流量係数
164.55	24.23	124.77	0.624
166.65	26.33	131.18	0.629
167.30	26.98	133.61	0.633
169.20	28.88	137.89	0.631
170.35	30.03	139.54	0.627
172.20	31.88	145.55	0.635
173.58	33.26	147.12	0.637
175.30	34.98	152.92	0.637
176.73	36.41	156.12	0.637
178.70	38.38	160.63	0.638
180.73	40.41	164.53	0.637
182.60	42.28	168.67	0.639
185.08	44.76	173.74	0.639
187.10	46.78	176.85	0.637
188.53	48.21	180.65	0.641
190.23	49.91	184.02	0.641
191.95	51.63	187.19	0.641
193.43	53.11	191.51	0.647
195.58	55.26	195.18	0.646
197.13	56.81	197.02	0.643
198.88	58.56	198.87	0.640

開度: 2.5 m

貯水位 E.L(m)	貯水深 H(m)	流 量 Q(m³/sec)	流量係数
163.73	23.41	93.63	0.476
165.95	25.63	96.90	0.471
167.53	27.21	100.21	0.473
167.73	27.41	102.25	0.481
169.23	28.91	103.37	0.473
170.98	30.66	107.70	0.480
172.60	32.28	112.27	0.487
175.70	35.38	116.71	0.483
178.03	37.71	119.25	0.478
179.68	39.36	122.00	0.478
181.20	40.88	126.76	0.488
183.35	43.03	129.16	0.485
185.15	44.83	131.78	0.485
187.05	46.73	133.40	0.480
188.30	47.98	131.78	0.468
190.03	49.71	135.12	0.472
191.23	50.91	136.41	0.471
193.40	53.08	138.97	0.470
195.33	55.01	140.55	0.467
197.33	57.01	144.46	0.471

開度: 2.0 m

貯水位 E.L(m)	貯水深 H(m)	流 量 Q(m³/sec)	流量係数
164.33	24.01	73.10	0.367
165.28	24.78	74.95	0.371
166.00	25.61	79.36	0.386
167.83	27.58	81.28	0.382
170.03	29.71	84.38	0.381
171.50	31.18	86.49	0.381
173.48	33.16	89.32	0.382
175.45	35.13	91.65	0.381
177.63	37.31	94.72	0.382
179.68	39.37	97.27	0.382
181.65	41.33	99.11	0.380
183.58	43.26	100.58	0.377
185.50	45.18	102.63	0.376
187.95	47.63	106.75	0.380
189.85	49.53	107.89	0.377
191.13	50.81	109.41	0.378
192.43	52.11	110.93	0.378
193.95	53.63	112.27	0.377
195.15	54.83	113.42	0.376
196.35	56.03	114.58	0.376

(基準点: EL 140.324 m)

開度: 1.5 m

貯水位 E.L(m)	貯水深 H(m)	流 量 Q(m³/sec)	流量係数
164.55	24.23	53.40	0.267
166.60	26.28	55.67	0.267
168.70	28.38	57.98	0.268
170.03	29.71	62.52	0.282
172.75	32.43	65.40	0.283
175.08	34.76	67.34	0.281
178.15	37.83	70.61	0.283
180.70	40.38	72.44	0.281
182.73	42.41	74.27	0.281
184.20	43.88	75.45	0.280
186.10	45.78	76.97	0.280
187.95	47.63	78.33	0.279
190.53	50.21	79.53	0.276
192.93	52.61	81.43	0.276
195.03	54.71	82.99	0.276
197.78	57.46	82.64	0.268

開度: 1.0 m

貯水位 E.L(m)	貯水深 H(m)	流 量 Q(m³/sec)	流量係数
165.05	24.73	37.69	0.187
168.20	27.88	39.86	0.186
171.98	31.66	42.21	0.186
174.55	34.23	43.76	0.184
177.13	36.81	45.18	0.183
180.10	39.78	47.05	0.184
182.75	42.43	48.79	0.184
185.40	45.08	50.26	0.184
187.25	46.93	52.35	0.188
189.15	48.83	53.10	0.187
192.58	52.26	54.76	0.187
197.98	57.66	54.91	0.178

開度: 0.5 m

貯水位 E.L(m)	貯水深 H(m)	流 量 Q(m³/sec)	流量係数
164.20	23.88	14.85	0.075
170.80	30.48	16.13	0.072
178.73	38.41	22.16	0.088
184.68	44.36	22.81	0.084
188.73	48.41	24.46	0.087
193.38	53.06	24.99	0.084
198.18	57.86	26.84	0.087

資 料 3. 作用圧力（ゲート全開）

ベルマウス部圧力分布（ゲート開度：全開）

位置	測点 No	ビエソ標高 (m)	WL 164.00m				WL 184.50m			
			最 高		最 低		最 高		最 低	
			標 高	水 頭	標 高	水 頭	標 高	水 頭	標 高	水 頭
上面 中央部	1	152.108	157.05 ^m	4.94 ^m	157.03 ^m	4.92 ^m	170.20 ^m	18.09 ^m	170.00 ^m	17.89 ^m
	2	151.995	155.20	3.21			167.70	15.71	167.58	15.59
	3	151.928	154.10	2.17	154.00	2.07	165.00	13.07		
	4	151.883	152.35	0.47	152.25	0.37	161.48	9.60	161.40	9.52
	5	151.858	151.05	-0.81	150.98	-0.88	159.33	7.47		
	6	151.850	150.98	-0.87			159.03	7.18	158.98	7.13
	7	151.850	151.03	0.82			158.93	7.08		
	8	151.850	151.45	-0.40			159.93	8.08		
上面 隅角部	1	151.736	157.33	5.59			171.20	19.46	171.13	19.39
	2	151.562	155.05	3.49			167.15	15.59	167.00	15.44
	3	151.447	152.80	1.35			162.68	11.23		
	4	151.368	151.48	0.11	151.38	0.01	159.65	8.28	159.60	8.23
	5	151.323	150.90	-0.42			160.78	9.46	158.73	7.41
	6	151.308	150.30	-1.01			157.33	6.02		
	7	151.308	150.98	0.33			158.65	7.34	158.60	7.29
	8	151.308	151.13	-0.18			159.10	7.79	159.05	7.74
側面 中央部	1	150.000	156.33	6.33			169.20	19.20	169.00	19.00
	2	150.000	155.45	5.45			167.80	17.80	167.78	17.88
	3	150.000	153.90	3.90			163.13	13.13		
	4	150.000	152.75	2.75			162.38	12.38		
	5	150.000	151.40	1.40			159.73	9.73		
	6	150.000	150.93	0.93			158.65	8.65		
	7	150.000	150.95	0.98			158.75	8.75	158.65	8.65
	8	150.000	150.88	0.88			158.83	8.83	158.75	8.75
下面 隅角部	1	148.265	157.00	8.74			171.30	23.04	171.20	22.94
	2	148.348	155.05	6.70			167.28	18.93	167.13	18.78
	3	148.554	152.85	4.30			162.58	14.03	162.50	13.95
	4	148.632	151.55	2.92	151.48	2.85	159.88	11.25		
	5	148.768	151.05	2.28			158.98	10.21		
	6	148.692	150.25	1.56			157.30	8.61	157.23	8.54
	7	148.692	150.55	1.86	150.43	1.74	157.75	9.06		
	8	148.692	150.88	2.19			158.85	10.16	158.75	10.06
下面 中央部	1	147.893	156.40	8.51	156.13	8.24	169.95	22.06		
	2	148.005	154.95	6.95			167.38	19.38	167.33	19.33
	3	148.073	154.08	6.01	153.93	5.86	164.98	16.91	164.93	16.86
	4	148.118	152.10	3.98	151.98	3.86	160.88	12.76	160.75	12.63
	5	148.143	151.43	3.29			159.75	11.61	159.70	11.56
	6	148.150	150.98	2.83			158.88	10.73		
	7	148.150	150.23	2.08	150.23	2.08	157.33	9.18		
	8	148.150	149.80	1.65	149.70	1.55	156.48	8.33	156.40	8.25

曲管部圧力分布 (ゲート開度: 全開)

位置	測点 No	ピエゾ標高 (m)	W L 164.00m			
			最 高		最 低	
			標 高	水 頭	標 高	水 頭
上面中央部	9	151.791	151.50	-0.29		
	10	151.610	151.38	-0.23		
	11	151.311				
	12	150.894	151.60	0.71	151.75	0.86
	13	150.360	151.28	0.92		
	14	149.711	148.55	-1.16		
	15	148.948	150.70	1.75		
	16	148.075	150.90	2.83		
	17	147.095	150.30	3.21		
上隅	17	146.622	150.18	3.56		
側面中央部	9	149.944	150.55	0.61	150.50	0.56
	10	149.772	150.38	0.61		
	11	149.488	150.30	1.81		
	12	149.092	150.43	1.34	150.38	1.29
	13	148.585	150.43	1.85		
	14	147.968	149.70	1.73		
	15	147.244	149.70	2.46		
	16	146.414	150.65	4.24		
	17	145.483	150.18	4.70		
下隅	17	144.343	149.40	5.06		
下面中央部	9	148.097	148.88	0.78		
	10	147.934	149.18	1.25		
	11	147.665	148.93	1.27	148.85	1.19
	12	147.290	148.68	1.39	148.63	1.34
	13	146.225	148.78	2.56		
	14	146.225	148.60	2.38		
	15	145.539	148.23	2.69		
	16	144.754	151.70	6.95		
	17	143.871	149.48	5.61		

W L 184.50m			
最 高		最 低	
標 高	水 頭	標 高	水 頭
159.93	8.14		
159.38	7.77		
160.20	8.89		
160.55	9.66	160.50	9.61
159.70	9.34	159.65	9.29
155.18	5.47		
158.45	9.50	158.40	9.45
158.98	10.91	158.95	10.88
159.03	11.94		
157.68	11.06		
158.03	8.09		
157.98	8.21	157.90	8.13
157.80	8.31		
157.73	8.64	157.70	8.61
157.83	9.25		
156.75	8.78	156.68	8.71
156.73	9.49	156.68	9.44
156.28	9.87		
157.30	11.82	157.18	11.70
155.58	11.24		
154.80	6.70	154.73	6.63
155.43	7.50	155.35	7.42
154.75	7.09	154.70	7.11
154.50	7.21	154.38	7.09
154.63	7.82		
154.10	7.88		
154.00	8.46	153.88	8.34
154.05	9.30	153.93	9.18
155.95	12.09		

ゲート部圧力分布 (ゲート開度: 全開)

位置	測点 No	ビエソ標高 (m)	W L 164.00m			
			最 高		最 低	
			標 高	水 頭	標 高	水 頭
上面中央部	18	146.587	150.80	4.21		
	19	146.000	150.40	4.40		
	20	145.415	149.35	3.94		
	21	144.829	148.48	3.65	148.45	3.62
上面隅角部	18	146.123	148.80	2.68		
	19	145.624	149.73	4.11	149.68	4.06
	20	145.126	149.25	4.12	149.23	4.10
	21	144.628	148.30	3.67		
	22	144.130	147.10	2.97	147.05	2.92
側面中央部	18	145.000	149.20	4.20	149.15	4.15
	19	144.486	149.58	5.09	149.53	5.04
	20	143.971	149.20	5.23		
	21	143.457	148.33	4.87	148.28	4.82
	22	142.942	146.93	3.99	146.83	3.89
下面隅角部	23	142.427	142.85	0.42	142.63	0.20
	18	143.878	147.65	3.77	147.60	3.72
	19	143.347	149.00	5.65		
	20	142.816	148.90	6.08		
	21	142.284	148.38	6.10	148.30	6.02
	22	141.753	147.20	5.45	147.15	5.40
	23	141.222	145.90	4.68	145.78	4.56
下面中央部	24	140.780	144.88	4.10		
	18	143.414	149.20	5.79		
	19	142.527	149.08	6.55	149.05	6.52
	20	142.527	148.80	6.27	148.78	6.25
	21	142.084	147.83	5.75	147.78	5.70
	22	141.640	146.90	5.26	146.75	5.11
	23	141.197	144.60	3.40	144.38	3.18
	24	140.755	142.58	1.83	142.50	1.75

W L 184.50m					
最 高			最 低		
標 高	水 頭		標 高	水 頭	
159.08	12.49		159.05	12.46	
157.78	11.78		157.70	11.70	
156.18	10.77		156.00	10.59	
154.30	9.47		154.13	9.30	
155.00	8.88		154.78	8.66	
156.68	11.06		156.60	10.98	
155.83	10.70		155.80	10.67	
153.65	9.02		153.60	8.97	
151.38	7.25		151.30	7.17	
155.55	10.55				
156.45	11.96		156.40	11.91	
155.73	11.76		155.65	11.68	
154.13	10.67		154.08	10.62	
151.58	6.64		151.40	6.46	
142.83	0.40		142.58	0.15	
152.70	8.82		152.53	8.65	
155.28	11.93				
155.20	12.38		155.13	12.31	
154.23	11.95		154.05	11.77	
151.95	10.20		151.85	10.10	
149.68	8.46		149.65	8.43	
148.13	7.35				
155.55	12.14				
155.55	12.58				
154.98	12.45				
153.20	11.12		153.18	11.20	
151.28	9.64				
147.45	6.25		147.38	6.18	
143.35	2.60		143.15	2.40	

開水路部圧力分布 (ゲート開度: 全開)

位置	測点 No	ビエソ標高 (m)	W L 164.025m			
			最 高		最 低	
			標 高	水 頭	標 高	水 頭
開水路下面中央部	25	139.813	139.83	-0.02	138.83	-0.98
	26	139.298	139.55	0.25	139.13	-0.17
	27	138.784	138.98	0.20	138.63	-0.15
	28	138.269	138.78	0.51	138.65	0.38
	29	137.240	141.00	3.76	141.00	3.76
	30	136.211	138.63	2.42	138.58	2.37
	31	135.182	137.68	2.50	137.63	2.45
	32	134.153	136.23	2.08		
	33	133.124	134.98	1.86		
	34	132.095	133.60	1.51	133.45	1.36
開水路下面隅角部	25	139.813	139.18	-1.26	138.90	-1.86
	26	139.298	139.25	-0.05	139.15	-0.15
	27	138.784	139.08	0.30		
	28	138.269	138.98	0.71		
	29	137.240	142.33	5.09	141.88	4.64
	30	136.211	139.13	2.92	139.05	2.84
	31	135.182	137.25	2.07		
	32	134.153	136.43	2.28		
	33	133.124	135.13	2.01		
	34	132.095	133.63	1.54		

W L 184.55m					
最 高			最 低		
標 高	水 頭		標 高	水 頭	
138.95	-0.86				
138.90	-0.40				
138.40	-0.38				
138.05	-0.22				
137.33	0.09		137.13	-0.11	
136.35	0.14		136.35	0.14	
140.73	5.55		140.58	5.40	
137.23	3.08		137.15	3.00	
135.33	2.21				
133.63	1.54		133.58	1.49	
138.75	-1.69				
138.80	-0.50		138.35	-0.95	
138.15	-0.63		138.08	-0.70	
138.13	-0.14		138.03	-0.24	
137.38	0.14		137.33	0.09	
144.25	8.04		143.38	7.17	
140.65	5.47		140.45	5.27	
137.55	3.40		137.50	3.35	
135.53	2.41				
133.75	1.66		133.60	1.51	

ベルマウス部圧力分布 (ゲート開度: 全開)

位置	測点 No.	ピエゾ標高 (m)	W L 190.70m				W L 196.00m			
			最 高		最 低		最 高		最 低	
			標 高	水 頭	標 高	水 頭	標 高	水 頭	標 高	水 頭
上面中央部	1	152.108	173.88	21.77			177.43	25.32	177.15	25.04
	2	151.995	171.30	19.31	171.13	19.14	174.50	22.51	174.38	22.39
	3	151.928	168.20	16.27	168.08	16.15	171.15	19.22	170.95	19.02
	4	151.883	164.18	12.30	164.03	12.15	166.58	14.70	166.40	14.52
	5	151.858	162.18	10.32	162.13	10.27	164.30	12.44		
	6	151.850	161.40	9.55	161.35	9.50	163.53	11.68	163.40	11.55
	7	151.850	161.50	9.65	161.45	9.60	163.53	11.68	163.45	11.60
	8	151.850	162.50	10.65			164.63	12.78		
上面隅角部	1	151.736	175.40	23.66			179.00	27.26	178.88	27.14
	2	151.562	170.70	19.14	170.65	19.09	173.80	22.24	173.70	22.14
	3	151.447	165.75	14.30	165.65	14.20	168.50	17.05	168.20	16.75
	4	151.368	162.18	10.81	162.13	10.76	164.38	13.01	164.20	12.83
	5	151.323	161.15	9.83	161.10	9.78	163.25	11.93	163.05	11.73
	6	151.308	159.60	8.29	159.40	8.09	161.38	10.07	161.25	9.94
	7	151.308	160.98	9.67			162.95	11.64		
	8	151.308	161.58	10.27	161.50	10.19	163.58	12.27	163.48	12.17
側面中央部	1	150.000	172.88	22.88	172.80	22.80	176.18	26.18	176.10	26.10
	2	150.000	171.70	21.70	171.58	21.73	174.80	24.80	174.73	24.73
	3	150.000	166.80	16.80			170.10	20.10	170.05	20.05
	4	150.000	165.28	15.28			167.75	17.75		
	5	150.000	162.25	12.25			164.40	14.40	164.35	14.35
	6	150.000	161.00	11.00			163.03	13.03	162.95	12.95
	7	150.000	161.00	11.00			163.05	13.05		
	8	150.000	161.13	11.13			163.20	13.20	163.13	13.13
下面隅角部	1	148.265	175.60	27.34	175.50	27.24	172.90	30.94		
	2	148.348	170.83	22.48	170.73	22.38	174.00	25.65	173.85	25.50
	3	148.554	165.40	16.85	165.35	16.80	167.98	19.43	167.90	19.35
	4	148.632	162.43	13.80	162.38	13.75	164.65	16.02	166.60	17.97
	5	148.768	161.33	12.56			163.38	14.61		
	6	148.692	159.43	10.74			161.25	12.56		
	7	148.692	160.00	11.31			161.85	13.16		
	8	148.692	161.15	12.46			163.75	15.06	163.25	14.56
下面中央部	1	147.893	174.05	26.16	173.88	25.99	177.60	29.71	177.45	29.56
	2	148.005	171.05	23.05	171.00	23.00	174.28	26.28	174.10	26.10
	3	148.073	168.33	20.26	168.28	20.21	171.18	23.11	171.08	23.01
	4	148.118	163.58	15.46	163.38	15.26	165.90	17.78	165.63	17.51
	5	148.143	162.25	14.11	162.03	13.89	164.25	16.11	164.18	16.04
	6	148.150	161.25	13.10			163.35	15.20	163.28	15.13
	7	148.150	159.50	11.35	159.88	11.23	161.35	13.20	161.03	12.88
	8	148.150	158.50	10.35	158.38	10.23	160.13	11.98	160.10	11.95

曲管部圧力分布 (ゲート開度:全開)

位置	測点 No	ピエゾ標高 (m)	W.L 190.70m			
			最 高		最 低	
			標 高	水 頭	標 高	水 頭
上面 中央部	9	151.791	162.48	10.69		
	10	151.610	161.85	10.24	161.78	10.17
	11	151.311	162.83	11.52	162.75	11.44
	12	150.894	163.13	12.24		
	13	150.360	162.08	11.72		
	14	149.711	162.55	12.84	162.33	12.62
	15	148.948	160.75	11.80		
	16	148.075	161.50	13.48	161.43	13.36
側面 中央部	17	147.095	161.63	14.54		
	上隅 17	146.622	159.90	13.28		
	9	149.944	160.30	10.36		
	10	149.772	160.23	10.46		
	11	149.488	160.08	10.59		
	12	149.092	159.95	10.86		
	13	148.585	160.13	11.55	160.08	11.50
	14	147.968	158.90	10.93	158.80	10.83
下面 中央部	15	147.244	158.80	11.56	158.65	11.41
	16	146.414	158.33	11.92	158.25	11.84
	17	145.483	159.60	14.12		
	下隅 17	144.343	156.85	12.51		
	9	148.097	156.55	8.45		
	10	147.934	157.25	9.32		
	11	147.665	156.55	8.89	156.48	8.82
	12	147.290	156.13	8.84		
	13	146.225	156.45	9.64	156.25	9.44
	14	146.225	155.83	9.61		
	15	145.539	155.68	10.14	155.48	9.94
	16	144.754	155.70	10.95	155.63	10.88
	17	143.871	157.90	14.03		

W.L 196.00m			
最 高		最 低	
標 高	水 頭	標 高	水 頭
164.60	12.81		
163.90	12.29		
165.03	13.72		
165.40	14.51	165.30	14.41
164.23	13.87		
164.75	15.04	164.60	14.89
162.78	13.83		
163.68	15.61	163.55	15.48
163.73	16.64		
161.83	15.21	161.75	15.13
162.25	12.31	162.20	12.26
162.15	12.38	162.05	12.28
161.98	12.49		
161.83	12.74	161.78	12.69
162.00	13.42		
160.73	12.76		
160.63	13.39	160.45	13.21
160.18	13.77	160.03	13.62
161.50	16.02		
158.75	14.41		
158.10	10.02	158.05	9.95
158.80	10.87		
158.03	10.37		
157.53	10.24		
157.88	11.07		
157.38	11.16	157.25	11.03
157.10	11.56	157.00	11.46
157.13	12.38	157.03	12.28
159.58	15.71	159.53	15.66

テーバー部圧力分布（ゲート開度：全開）

位置	測点 No	ピエゾ標高 (m)	WL 190.70m			
			最 高		最 低	
			標 高	水 頭	標 高	水 頭
上面中央部	18	146.587	161.53	14.94	161.45	14.86
	19	146.000	160.05	14.05	159.95	13.95
	20	145.415	158.23	12.82	158.13	12.72
	21	144.829	156.03	11.20	155.93	11.10
上面隅角部	18	146.123	156.83	10.71	156.50	10.38
	19	145.624	158.70	13.08	158.63	13.01
	20	145.126	157.70	12.57		
	21	144.628	155.08	10.45	155.03	10.40
側面中央部	22	144.130	152.80	8.67	152.73	8.60
	18	145.000	157.50	12.50	157.28	12.28
	19	144.486	158.43	13.94	158.28	13.79
	20	143.971	157.60	13.63	157.50	13.53
下面隅角部	21	143.457	155.75	12.29	155.70	12.24
	22	142.942	152.70	9.76	152.68	9.74
	23	142.427	144.43	2.00	144.18	1.75
	18	143.878	154.05	10.17	153.98	10.10
下面中央部	19	143.347	157.25	13.90	157.10	13.75
	20	142.816	157.03	14.21	156.98	14.16
	21	142.284	155.85	13.57	155.68	13.40
	22	141.753	153.28	11.53	153.10	11.35
	23	141.222	150.73	9.51	150.68	9.46
	24	140.780	148.43	7.65		
	18	143.414	157.48	14.07		
	19	142.527	157.48	14.51		
	20	142.527	156.83	14.30		
	21	142.084	154.95	12.87	154.90	12.82
	22	141.640	152.63	10.99	152.60	10.96
	23	141.197	148.40	7.20	148.23	7.03
	24	140.755	143.33	2.88	143.45	2.70

WL 196.00m					
最 高		最 低			
標 高	水 頭	標 高	水 頭		
163.60	17.01	163.45	16.86		
161.90	15.90	161.75	15.75		
159.95	14.54	159.78	14.37		
157.68	12.85	157.23	12.40		
158.38	12.26	158.23	12.11		
160.53	14.91	160.48	14.86		
159.40	14.27	159.30	14.17		
156.58	11.95				
153.85	9.72	153.78	9.65		
159.00	14.00	158.93	13.93		
160.38	15.89	159.93	15.44		
159.35	15.38	159.20	15.23		
157.30	13.84	157.15	13.69		
153.98	11.04	153.88	10.94		
145.50	3.07	144.30	1.87		
155.33	11.45	155.23	11.35		
158.95	15.60	158.73	15.38		
158.75	15.93	158.60	15.78		
157.45	15.17	157.25	14.97		
154.58	12.83	154.33	12.58		
151.80	10.58	151.68	10.46		
149.00	8.22				
159.18	15.77	159.10	15.69		
159.20	16.23	159.13	16.16		
158.63	16.10	158.43	15.90		
156.18	14.10				
153.83	12.19	153.75	12.11		
149.10	7.90	148.98	7.78		
143.75	3.00	143.70	2.95		

開水路部圧力分布（ゲート開度：全開）

位置	測点 No	ピエゾ標高 (m)	WL 190.55m			
			最 高		最 低	
			標 高	水 頭	標 高	水 頭
開水路下面中央部	25	139.813	138.83	-0.98		
	26	139.298	138.80	-0.50		
	27	138.784	138.38	-0.40	138.35	-0.43
	28	138.269	138.05	-0.22	138.00	-0.27
下面隅角部	29	137.240	136.90	-0.34	136.80	-0.44
	30	136.211	136.25	-0.04	139.83	3.62
	31	135.182	141.90	6.72	141.15	5.97
	32	134.153	138.48	4.33	138.25	4.10
	33	133.124	135.63	2.51		
	34	132.095	133.50	1.41		
開水路下面隅角部	25	139.813	138.75	-1.69		
	26	139.298	138.05	-1.25		
	27	138.784	138.23	-0.55		
	28	138.269	138.45	0.18	138.28	0.01
	29	137.240	137.28	0.04	137.25	0.01
	30	136.211	143.10	6.89	138.78	2.57
	31	135.182	139.83	4.70	138.88	3.70
	32	134.153	138.65	4.50	138.40	4.25
	33	133.124	135.85	2.73		
	34	132.095	133.78	1.69		

WL 195.925m					
最 高		最 低			
標 高	水 頭	標 高	水 頭		
138.83	-1.61				
138.73	-0.57				
138.25	-0.53				
138.05	-0.22				
136.70	-0.54	136.65	-0.59		
136.38	0.17	136.08	-0.13		
142.85	7.67	140.15	4.97		
139.50	5.35	138.85	4.70		
136.10	2.98	135.93	2.81		
133.68	1.59	133.58	1.49		
138.75	-1.69				
138.55	-0.75	138.45	-0.85		
139.65	-0.87				
138.40	0.13	138.35	0.08		
137.68	0.44	137.28	0.04		
142.88	6.67	138.30	2.09		
137.40	2.22	136.68	1.50		
139.83	5.68	138.75	4.60		
136.40	3.28	136.18	3.06		
133.85	1.76	133.75	1.66		

ベルマウス部圧力分布 (ゲート開度: 全開)

位置	測点 No	ビエゾ標高 (m)	W L 198.15m			
			最 高		最 低	
			標 高	水頭	標 高	水頭
上 面 中 央 部	1	152.108	178.70	26.60	178.63	26.52
	2	151.995	175.80	23.81	175.73	23.74
	3	151.928	172.12	20.19	172.07	20.14
	4	151.883	167.47	15.59		
	5	151.858	165.12	13.26		
	6	151.850	164.35	12.50		
	7	151.850	164.40	12.55	164.30	12.45
	8	151.850	165.53	13.68	165.38	13.53
上 面 隅 部	1	151.736	180.38	28.64	180.13	28.39
	2	151.562	175.01	23.45	174.99	23.43
	3	151.447	169.32	17.87	169.17	17.72
	4	151.368	165.17	13.80	165.05	13.68
	5	151.323	164.02	12.70	163.87	12.55
	6	151.308	162.10	10.79	162.00	10.70
	7	151.308	163.85	12.54	163.25	11.94
	8	151.308	164.48	13.17	164.30	12.99
側 面 中 央 部	1	150.000	177.70	27.70	177.38	27.38
	2	150.000	176.18	26.18	176.03	26.03
	3	150.000	171.22	21.22	170.97	20.97
	4	150.000	168.85	18.85	168.25	18.75
	5	150.000	165.25	15.25	165.20	15.20
	6	150.000	163.87	13.87	163.67	13.67
	7	150.000	163.95	13.95	163.82	13.82
	8	150.000	164.08	14.08	163.90	13.90
下 面 隅 部	1	148.265	180.83	32.57	180.60	32.34
	2	148.348	175.20	26.85	175.15	26.80
	3	148.554	169.00	20.45	178.95	20.40
	4	148.632	165.50	18.87	165.40	16.77
	5	148.768	164.22	15.45	164.20	15.43
	6	148.692	162.07	13.38	162.00	13.31
	7	148.692	162.65	13.96	162.60	13.91
	8	148.692	164.10	15.41	163.83	15.14
下 面 中 央 部	1	147.893	179.15	31.26	178.95	31.06
	2	148.005	175.53	27.53	175.45	27.45
	3	148.073	172.37	24.30	172.22	24.15
	4	148.118	166.75	18.63	166.57	18.45
	5	148.143	165.15	17.01	164.95	16.81
	6	148.150	164.25	16.10	164.02	15.87
	7	148.150	162.07	13.92	161.97	13.82
	8	148.150	160.90	12.75	160.85	12.70

曲管部圧力分布 (ゲート開度: 全開)

位置	測点 No	ビエゾ標高 (m)	W L 198.15m			
			最 高		最 低	
			標 高	水頭	標 高	水頭
上面中央部	9	151.791	165.60 ^m	13.81 ^m	165.53 ^m	13.74 ^m
	10	151.610	164.83	13.22	164.75	13.14
	11	151.311	165.95	14.54	165.90	14.59
	12	150.894	166.43	15.54	166.33	15.44
	13	150.360	165.15	14.79	165.08	14.72
	14	149.711	165.70	15.99	165.55	15.84
	15	148.948	163.70	14.75	163.63	14.68
	16	148.075	164.60	16.54	164.48	16.41
上隅	17	147.095	164.38	17.29	164.25	17.16
	17	146.622	162.60	15.98	162.53	15.91
側面中央部	9	149.944	163.08	13.14	163.00	13.06
	10	149.772	162.93	13.16	162.85	13.08
	11	149.488	162.80	13.31	162.75	13.26
	12	149.092	162.68	13.59	162.60	13.51
	13	148.585	163.00	14.42	162.68	14.10
	14	147.968	161.58	13.61	161.40	13.43
	15	147.244	161.40	14.16	161.30	14.06
	16	146.414	160.88	14.47	160.75	14.34
下隅	17	145.483	162.33	16.85	162.25	16.77
	17	144.343	160.00	15.66	159.88	15.54
下面中央部	9	148.097	158.78	10.68		
	10	147.934	159.50	11.57	159.40	11.47
	11	147.665	158.70	11.04	158.60	10.94
	12	147.290	158.13	10.84	157.95	10.66
	13	146.809	158.48	11.67	158.40	11.59
	14	146.225	157.93	11.71	157.83	11.61
	15	145.539	157.70	12.16	157.58	12.04
	16	144.754	157.58	12.93	157.53	12.78
17	143.871	160.25	16.38	160.08	16.21	

テーパ部圧力分布 (ゲート開度: 全開)

位置	測点 No	ビエゾ標高 (m)	W L 198.15m			
			最 高		最 低	
			標 高	水頭	標 高	水頭
上面中央部	18	146.587	164.35 ^m	17.76 ^m		
	19	146.000	162.78	16.78	162.60	16.60
	20	145.415	160.75	15.34	160.33	14.92
	21	144.829	158.18	13.35	157.78	12.95
	22	144.130	154.53	10.40	154.15	10.02
上面隅角部	18	146.122	159.03	12.91	158.50	12.38
	19	145.624	161.33	15.71	161.15	15.53
	20	145.126	160.25	15.12	160.13	15.00
	21	144.628	157.35	12.72	157.13	12.50
	22	144.130	154.53	10.40	154.15	10.02
側面中央部	18	145.000	159.58	14.58	159.48	14.48
	19	144.486	161.18	16.69	160.60	16.11
	20	143.971	160.13	16.16	159.85	15.88
	21	143.457	157.88	14.42	157.70	14.24
	22	142.942	154.43	11.49	154.33	11.39
下面隅角部	23	142.427	144.65	2.22	144.48	2.05
	18	143.878	155.98	12.10	155.73	11.85
	19	143.347	159.58	16.23	159.35	16.00
	20	142.816	159.38	16.56	159.10	16.28
	21	142.284	158.08	15.80	157.80	15.51
下面中央部	22	141.753	155.23	13.48	154.65	12.90
	23	141.222	152.28	11.06	151.75	10.53
	24	140.780	149.38	8.60		
	18	143.414	159.93	16.53	159.78	16.37
	19	142.971	159.88	16.91	159.68	16.71
	20	142.527	159.20	16.67	159.05	16.52
	21	142.084	156.78	14.70	156.70	14.62
	22	141.640	154.08	12.44		
	23	141.197	149.18	7.98	149.25	8.05
	24	140.755	143.83	3.08	143.65	2.90

開水路部圧力分布 (ゲート開度: 全開)

位置 測点 No	ビエゾ標高 (m)	W L 198.05m				
		最 高		最 低		
		標 高	水頭	標 高	水頭	
開水路下面中央部	25	139.813	138.83	-0.98		
	26	139.298	138.73	-0.57		
	27	138.784	138.25	-0.53		
	28	138.269	138.05	-0.22		
	29	137.240	136.68	-0.56	136.55	-0.69
	30	136.211	135.93	-0.28		
	31	135.182	141.40	6.22	140.33	5.15
	32	134.153	140.03	5.88	139.75	5.60
33	133.124	136.25	3.13	136.15	3.03	
	34	132.095	133.45	1.36		
開水路下面隅部	25	139.813	138.65	-1.16		
	26	139.298	138.85	-0.45	138.65	-0.65
	27	138.784	139.65	0.87		
	28	138.269	138.40	0.13		
	29	137.240	137.25	0.01		
	30	136.211	142.95	6.74	138.75	2.54
	31	135.182	136.85	1.67	136.15	0.97
	32	134.153	139.13	4.98		
	33	133.124	136.45	3.33	136.33	3.21
	34	132.095	133.75	1.66		

資料 4. ゲート半開時の開水路底面圧力

ゲート開き 1.0 m

位置	測点 No	ビエソ標高 (m)	W L 198.10 m (1.0 m)			
			最 高		最 低	
			標 高	水 頭	標 高	水 頭
開水路下面中央部	25	139.813	139.75 ^m	-0.06 ^m	139.68 ^m	-0.13 ^m
	26	139.298	139.18	-0.12	138.63	-0.67
	27	138.784	138.85	-0.30		
	28	138.269	138.48	0.21	138.45	0.18
	29	137.240	140.28	3.04	139.75	2.51
	30	136.211	135.88	-0.33	135.78	-0.43
	31	135.182	136.13	0.95	136.08	0.90
	32	134.153	134.80	0.65		
開水路下面隅角部	33	133.124	133.70	0.57	133.65	0.53
	34	132.095	132.08	-0.02	132.03	-0.07
	25	140.443	139.95	-0.49	139.93	-0.51
	26	139.298	143.95	4.65	143.60	4.30
	27	138.784	140.33	1.55	140.13	1.35
	28	138.269	140.15	1.88	140.13	1.86
	29	137.240	138.08	0.84	138.00	0.76
	30	136.211	137.53	1.32	137.40	1.19
隅角部	31	135.182	135.35	0.17	135.30	0.12
	32	134.153	134.88	0.73		
	33	133.124	133.55	0.43		
	34	132.095	132.03	-0.07		

ゲート開き 2.0 m

位置	測点 No	ビエソ標高 (m)	W L 198.025 m (2.0 m)			
			最 高		最 低	
			標 高	水 頭	標 高	水 頭
開水路下面中央部	25	139.813	140.18 ^m	0.37 ^m		
	26	139.298	139.83	0.53	139.55	0.25
	27	138.784	139.88	1.10	139.75	0.97
	28	138.269	142.75	4.48	142.38	4.11
	29	137.240	138.63	1.39	138.53	1.29
	30	136.211	136.70	0.49	136.63	0.42
	31	135.182	136.63	1.45		
	32	134.153	135.25	1.10	135.18	1.03
開水路下面隅角部	33	133.124	134.15	1.03	134.00	0.88
	34	132.095	132.68	0.59	132.43	0.34
	25	140.443	161.25	19.61	152.58	12.14
	26	139.298	147.55	8.25	146.05	6.75
	27	138.784	142.72	3.94	142.60	3.82
	28	138.269	142.60	4.33	142.25	3.98
	29	137.240	139.33	2.09	139.25	2.01
	30	136.211	137.83	1.62		
隅角部	31	135.182	135.83	0.65		
	32	134.153	135.45	1.30		
	33	133.124	134.18	1.06		
	34	132.095	132.60	0.51	132.52	0.43

ゲート開き 3.0 m

位置	測点 No	ビエソ標高 (m)	W L 198.05 m			
			最 高		最 低	
			標 高	水 頭	標 高	水 頭
開水路下面中央部	25	139.813	140.40 ^m	0.59 ^m	139.25 ^m	-0.56 ^m
	26	139.298	141.93	2.63	140.55	1.25
	27	138.784	143.15	4.37	142.40	3.62
	28	138.269	142.88	4.61	142.60	4.33
	29	137.240	139.50	2.26		
	30	136.211	137.45	1.24		
	31	135.182	137.15	1.97	137.05	1.87
	32	134.153	135.73	1.58	135.65	1.50
開水路下面隅角部	33	133.124	134.60	1.48		
	34	132.095	133.03	0.94	132.95	0.86
	25	139.813	156.68	16.87	149.50	9.69
	26	139.298	149.00	9.70	148.73	9.43
	27	138.784	148.80	10.02	146.18	7.40
	28	138.269	148.60	10.33	145.93	7.66
	29	137.240	140.18	2.94	139.98	2.74
	30	136.211	138.48	2.27		
隅角部	31	135.182	136.50	1.12		
	32	134.153	136.00	1.85	135.88	1.73
	33	133.124	134.70	1.58	134.60	1.48
	34	132.095	133.08	0.99	133.00	0.91

資料 5. 開水路の水面形状

測 点 No	WL 198.1m		ゲート全開		WL 197.9m		ゲート 3.0m	
	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
0	(標高)	(標高)			142.013 ^m	142.013 ^m	141.913 ^m	141.913 ^m
1	142.598 ^m	142.598 ^m	142.298 ^m	142.298 ^m	142.048	141.948	141.348	141.348
2	141.619	141.619	141.419	141.419	141.819	141.669	140.419	140.419
3	140.640	140.640	140.340	140.340	141.440	141.290	139.090	139.090
4	139.911	139.511	139.261	139.161	140.761	140.661	138.111	138.111
5	138.882	138.582	138.132	137.932	139.982	139.882	137.082	137.082
6	138.453	137.953	138.953	136.853	138.853	138.653	136.153	136.153
7	137.174	136.574	135.924	135.774	137.424	137.274	135.124	135.024
8	135.695	135.445	134.895	134.695	136.095	135.845	134.045	133.845
9	133.330	133.180	132.480	132.230	132.830	132.440	131.680	131.530

測 点 No	測点標高 (m)
0	139.813 ^m
1	139.298
2	138.269
3	137.240
4	136.211
5	135.182
6	134.153
7	133.124
8	132.095
9	129.780

測 点 No	WL 197.9m		ゲート 2.0m		WL 197.8m		ゲート 1.0m	
	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
0		140.813	141.063	141.063	140.413	140.413	140.513	140.513
1	140.998	140.848	140.498	140.498	139.948	139.948	140.048	140.048
2	140.819	140.719	139.569	139.569	139.269	139.069	138.919	138.919
3	140.390	140.190	138.340	138.340	138.190	138.140	137.840	137.840
4	140.011	139.811	137.311	137.311	137.411	137.261	136.861	136.861
5	138.982	138.832	136.332	136.332	136.482	136.282	135.832	135.832
6	137.903	137.803	135.303	135.303	135.403	135.253	134.853	134.853
7	135.874	135.824	134.324	134.324	134.324	134.274	133.774	133.774
8	134.695	134.545	133.345	133.345	133.245	133.145	132.745	132.745
9	132.230	132.030	130.780	130.780	130.980	130.830	130.280	130.280

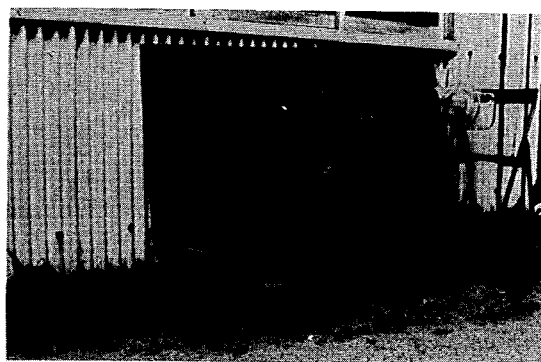
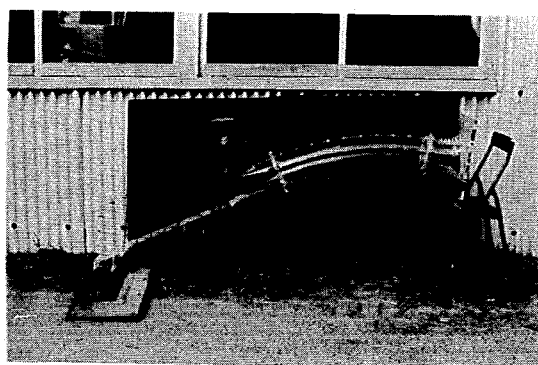
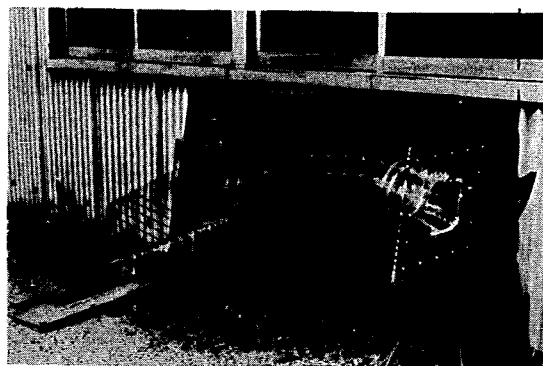
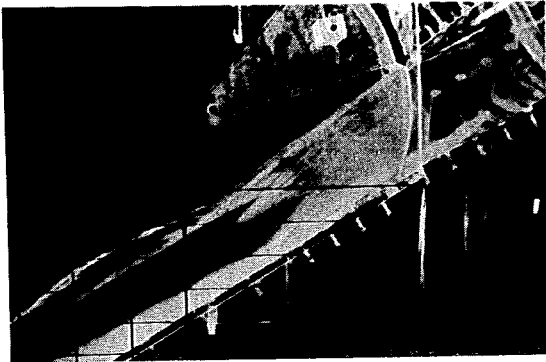
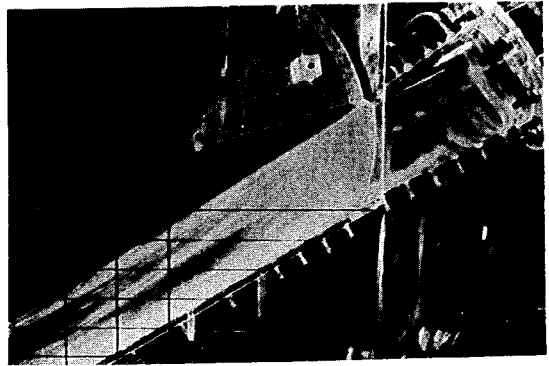


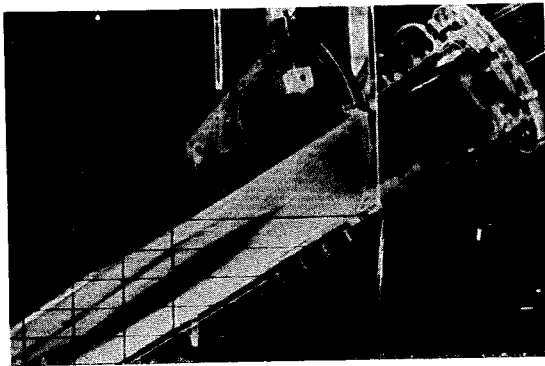
写真-1 模 型



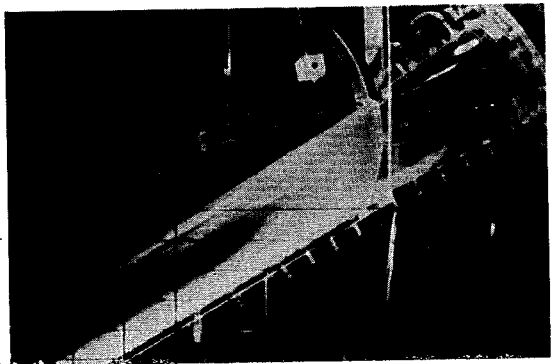
EL 164.0 m



EL 184.5 m



EL 196.0 m

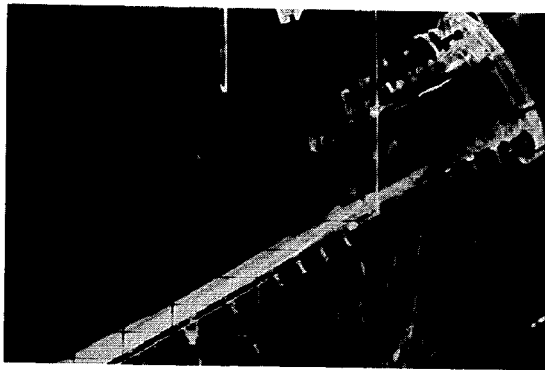


EL 198.0 m

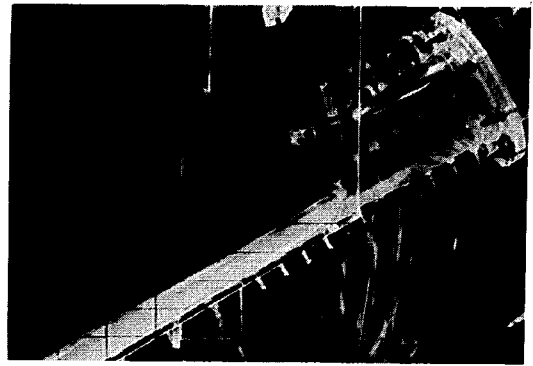


EL 190.7 m

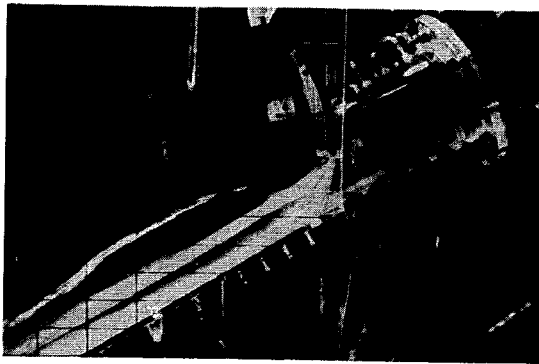
写真-2 ゲート全開時の流況



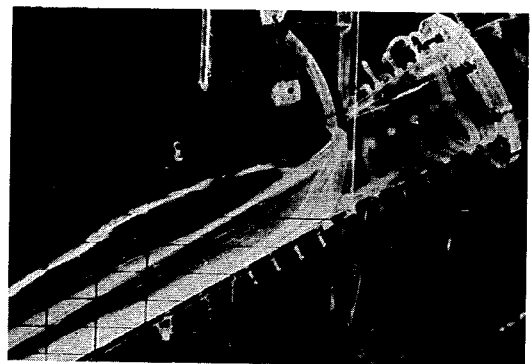
ゲート開き 0.5 m



ゲート開き 1.0 m



ゲート開き 2.0 m



ゲート開き 3.0 m

写真-3 ゲート半開時の流況 (EL198.0 m)