

I S S N 0386—5878

土 研 資 料 第2023号

マイクロフィルム 第 号

土 木 研 究 所 資 料

辺野喜ダム洪水吐き水理模型実験報告書

昭和 58 年 7 月

建設省土木研究所

ダム部ダム水工研究室

Copyright © 1984 fiscal year by P.W.R.I

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor transland into a machine language without the witten 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ってはならない。

ま え が き

本報告書は、沖縄開発庁沖縄総合事務局の依頼により、昭和55年度より昭和57年度に亘って建設省土木研究所ダム部ダム水工研究室の担当で実施した。辺野喜ダム洪水吐きの水理設計および水理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55年度

沖縄総合事務局と土木研究所で協議の上、辺野喜ダム洪水吐き設計の基本的考え方を確定し、それに基づいてダム水工研究室にて設計原案を策定し水理実験を実施した。水理実験は常用・非常用を含む洪水吐き全体についての模型を1/25で製作し、設計原案の検討を行っている。

昭和56年度

辺野喜ダムコンクリート部の構造上の設計変更に伴ない、非常用洪水吐きの越流幅を短くする必要がある事、および先年度の水理実験で減勢工の平面形状の改善の必要性が指摘されている事から、洪水吐きの設計変更を行い全体模型を改造し水理実験を実施した。また、年度途中で前半の実験から明らかになった問題点を改善するため、さらに設計変更を加えて水理実験による洪水吐き全体の検討を継続実施した。

さらに、常用洪水吐きについても1/12.5で模型を製作し、詳細な検討を実施した。

昭和57年度

先年度中途での設計変更により、非常用洪水吐きの放流能力が大きくなったため、北部ダム事務所と土木研究所で協議の上、越流幅を減じる方向で設計変更を行い、水理実験を実施した。また、常用洪水吐きについても事務所において設計変更がなされたため模型を改造し、再度詳細な検討を実施した。

その後、今までの検討結果にさらに解析を加え、沖縄総合事務局と土木研究所の協議の上辺野喜ダム洪水吐きの最終水理設計案を確定した。

なお、水理実験の計測・解析の主たるものは土木研究所の実施計画に基づき、(株)I N A新土木研究所が行っている。

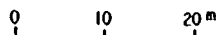
昭和58年7月

建設省土木研究所

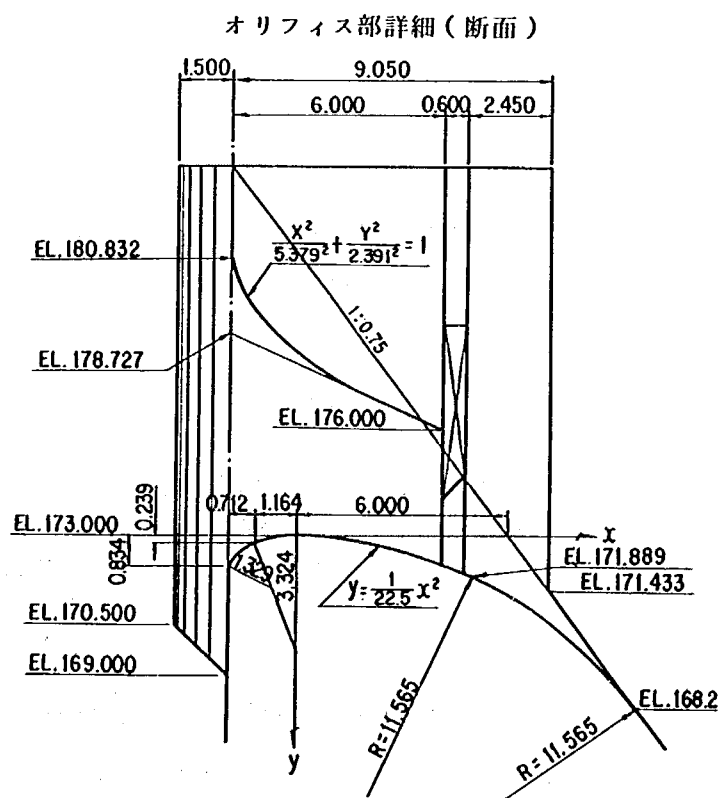
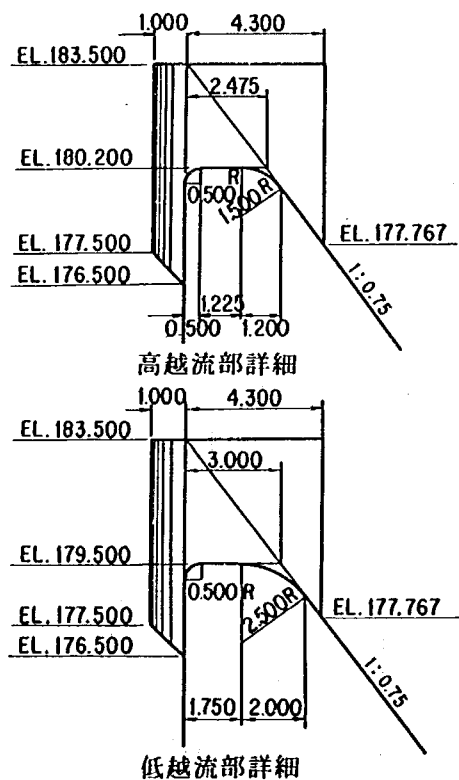
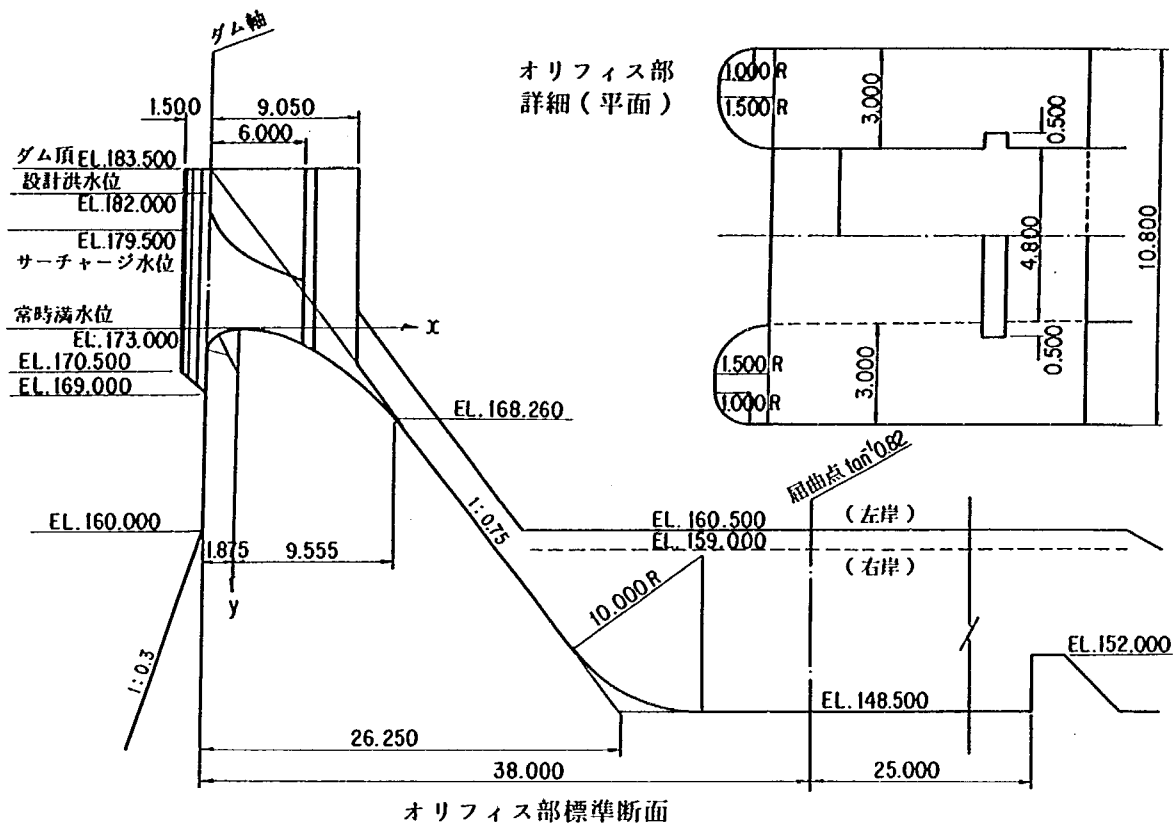
ダム部ダム水工研究室

(執筆担当) 高須修二

A horizontal scale bar with markings at 0, 10, and 20 meters.



最終水理設計案（全体形状図）



最終水理設計案（部分詳細図）

目 次

まえがき

辺野喜ダム洪水吐き設計形状

第1章 辺野喜ダム洪水吐き水理設計

第1節 辺野喜ダム計画概要	1
第2節 設計の考え方	2
第3節 設計の経緯	3

実験資料

第2章 昭和55年度洪水吐き全体模型実験

第1節 実験目的	26
第2節 実験方法	26
第3節 洪水吐きの放流能力	29
第4節 堤趾導流部の機能	33
第5節 減勢工の機能	38

実験資料

第3章 昭和56年度洪水吐き全体模型実験

第1節 実験目的	52
第2節 実験方法	52
第3節 非常用洪水吐きの放流特性	54
第4節 堤趾導流部の機能	59
第5節 減勢工の機能	72
第6節 副ダム減勢工の検討	78

実験資料

第4章 昭和57年度洪水吐き全体模型実験

第1節 実験目的	99
第2節 実験方法	99
第3節 非常用洪水吐きの放流特性	102
第4節 堤趾導流部の機能	103
第5節 減勢工の機能	119

実験資料

第5章 昭和56年度オリフィス水理模型実験

第1節 実験目的	127
第2節 実験方法	128
第3節 放流特性	130

第4節 越流面作用圧力	133
-------------------	-----

実験資料

6章 昭和57年度オリフィス水理模型実験

第1節 実験目的	140
第2節 実験方法	140
第3節 原案の放流特性	142
第4節 原案の壁面作用圧力	147
第5節 変更案の放流特性	147
第6節 変更案の壁面作用圧力	148

実験資料

第 1 章

辺野喜ダム洪水吐き水理設計

第 1 節 辺野喜ダム計画概要

1.1 ダム及び貯水池の概要

辺野喜ダムは、沖縄本島の北部国頭郡国頭村辺野喜地区を流下する辺野喜川水系辺野喜川の中流域に建設するもので、洪水調節、流水の正常な機能の維持ならびに上工水の供給等を目的とする多目的ダムである。ダム及び貯水池の主要諸元は表 1.1 に示すとおりである。

表 1.1 ダム及び貯水池の諸元

ダ ム	河 川 名	辺野喜川水系辺野喜川
	位 置	沖縄県国頭郡国頭村字辺野喜地先
	型 式	複合ダム（コンクリート重力式、ロックフィル）
	ダ ム 高	コンクリート部：36.50 m、ロックフィル部 37.50 m
	ダ ム 頂 長	590.0m（コンクリート部 275.0 m、ロックフィル部 315.0 m）
	非 越 流 部 標 高	E L 183.50 m、E L 184.00 m
	越 流 部 標 高	E L 179.50 m
	基 礎 岩 盤 標 高	E L 147.00 m
	ダ ム 上 流 面	E L 160.00 以上鉛直、以下 1 : 0.3
	ダ ム 下 流 面	1 : 0.75
貯 水 池	流 域 面 積	8.1 km ²
	湛 水 面 積	0.5 km ²
	総 貯 水 容 量	4,500,000 m ³
	有 効 貯 水 容 量	4,000,000 m ³
	洪 水 調 節 容 量	2,400,000 m ³
	常 時 満 水 位	E L 173.00 m
	サ ー ー ジ 水 位	E L 179.50 m
洪 水 吐 き	設 計 洪 水 位	E L 182.00 m
	計 画 高 水 流 量	220 m ³ /s
	ダ ム 設 計 洪 水 流 量	450 m ³ /s
	計 画 最 大 放 流 量	50 m ³ /s
	常 用 洪 水 吐 き	越流頂標高 E L 173.00 m、ゲート開度固定のオリフィス
	非 常 用 洪 水 吐 き	自由越流型（高越流部、低越流部の 2 段式）

1.2 洪水調節計画

辺野喜ダムの常用洪水吐きは常時ゲート開度を一定に固定したオリフィスであり、ゲート操作を行なわない自然調節方式と洪水調節用放流設備である。本ダムの洪水調節計画は次のとおりである。

洪水調節方式は自然調節方式とし、常時満水位 EL 173.0 m からサーチャージ水位 EL 179.5 m の間の容量 $2.40 \times 10^6 \text{ m}^3$ を利用して行なう。洪水調節はダム地点における計画高水流量 $220 \text{ m}^3/\text{s}$ （50年確率流量）を、自然調節行ない最大放流量を $50 \text{ m}^3/\text{s}$ とし、計画基準点で基本高水流量 $290 \text{ m}^3/\text{s}$ を $150 \text{ m}^3/\text{s}$ に調節する計画である。その洪水調節図を図 1.1 に示し、辺野喜川の計画高水流量配分を図 1.2 に示す。

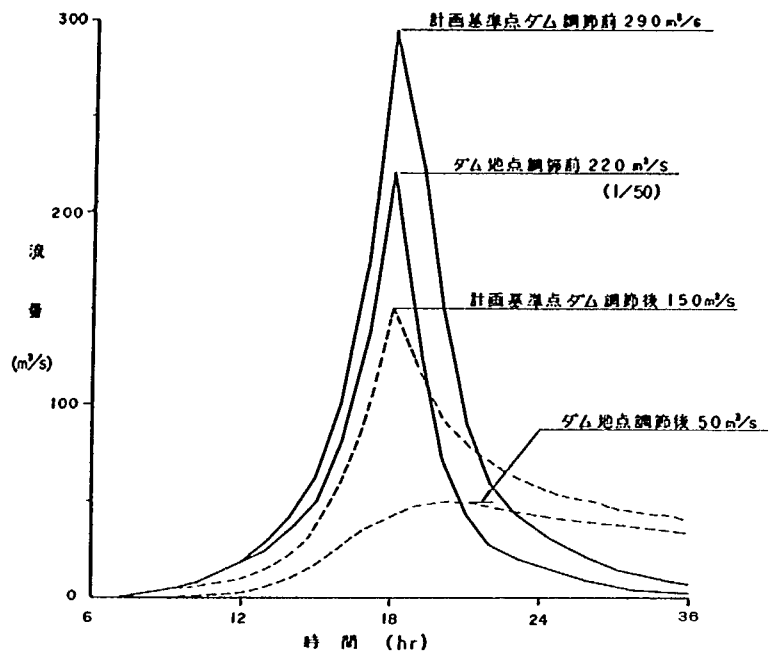


図 1.1 洪水調節図

第2節 設計の考え方

辺野喜ダム洪水吐き水理設計の基本的考え方は以下に示す通りである。

- 1) フィルダムの隣接型洪水吐きとして設計する。

辺野喜ダムは重力式コンクリートダムおよびロックフィルダムの複合ダムであるが、ロックフィルダムの部分が長く規模も大きいため、その安全性はダム全体の安全性と同一のものと見做す必要がある。このため、ダムの安全性を評価するダム設計洪水流量はフィルダムのそれを採用することとし、重力ダムの 1.2 倍の値を用いて設計洪水水位を設定する。

洪水吐きは重力式コンクリートダムの部分に設置することとするが、導流部からの越水はフィルダム部の堤体に悪影響を及ぼすものと判断されるので、フィルダムの隣接型洪水吐きと同様ダム設計洪水流量に対しても、流れの安定化を図り越水を防ぐ様配慮する。

- 2) 洪水吐きはすべて自然調節方式とする。

辺野喜ダムの流域面積は 8.1 ㎢と小さく洪水到達時間が短いため、ゲート操作による流量調整は非常に困難である。このため非常用洪水吐きは自由越流頂とし、洪水調節用の常用洪水吐きも穴あきオリフィスとする。

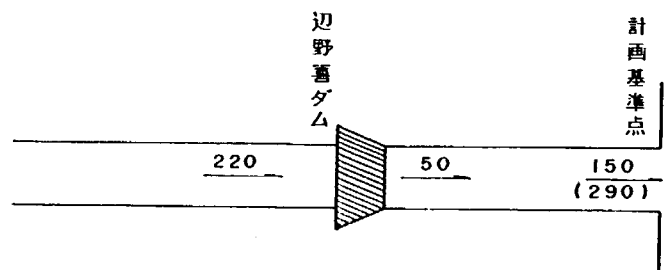


図 1.2 辺野喜川水系計画高水流量配分図

3) 常用洪水吐きにはゲートを設置し、固定開度で運用する。

試験湛水および将来の洪水調節計画の変更に対応するために、常用洪水吐き（オリフィス）にはゲートを設置する。ただし、ゲートは固定開度とし自然調節方式とする。

4) 非常用洪水吐きは、敷高標高の異なる2種の自由越流頂とする。

非常用洪水吐きは自由越流頂とするが、サーチャージ水位を敷高とする低越流部と高い敷高をもつ高越流部を設置し、越流開始時の下流河道の急激な水位上昇を抑制する。

5) オリフィスおよび低越流部からの放流水は、滑らかに減勢工へ導びくものとする。

使用頻度の高いオリフィスおよび低越流部からの放流水の減勢効果を高めるため、両設備は減勢工正面に左右対称に設置し、一様幅で流水を減勢工へ導びく方式とする。

6) 高越流部からの放流水は、堤趾導流壁により減勢工へ導流する。

設計洪水流量の規模およびダム高の制限から、辺野喜ダムでは幅広の越流頂を設置する必要がある。

この越流水を処理するために、ダム堤体下流のフーチング上に流れを偏向するための壁を設置し、階段式導流部として利用する。この導流部の流れは変動が大きく安定しているとは言い難いが、この壁からの越水がフィルダム堤体に直接影響を及ぼさないこと及び比較的低標高に設置されることから、機能としては減勢工と同レベルで考えることにする。

7) 堤趾導流壁には波返しを設置する。

堤趾のフーチング上に設置される堤趾導流壁にはその高さを減じるために波返しを設置する。波返しの形状および各部の名称は図1.3に示す通りであるがその設置標高、張り出しの規模については、水理実験の結果を十分に吟味し、模型縮尺を考慮した余裕を付加して決定する。すなわち、設計流量放流時でも壁からの大量の越水が無いように十分に配慮する。ただし、波返しによる減勢効果の増大は減勢工規模を決定する際には期待しないものとする。

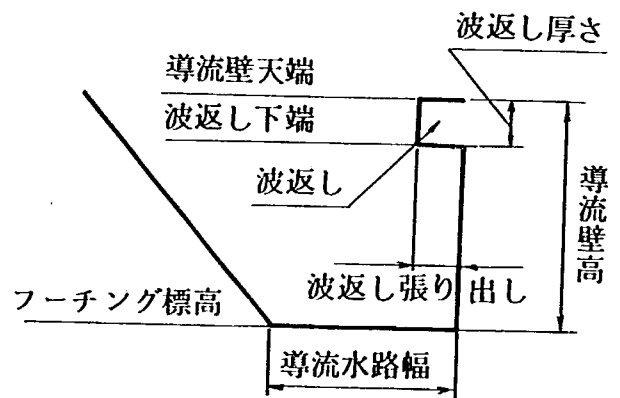


図1.3 堤趾導流部各部の名称

8) 水叩き下流には副ダムを設置する。

減勢工下流に十分な水位が期待出来ないので、水叩き下流に副ダムを設置し、ダム直下での減勢を確実にする。下流に対する減勢対象流量は、ダム設計洪水流量以下の流量とし、下流河道区間での適度な減勢効果も期待する。

第3節 設計の経緯

3.1 設計原案の作成

前節の「設計の考え方」に基づき作成された設計原案は、図1.4～図1.5に示す通りである。なお、過去の検討により決定された表1.1に示される基本事項は、絶対的なものとして設計を行っている。

◎ 非常用洪水吐きの高越流部の越流水は、堤趾導流壁により処理する計画であるので、高越流部からの単位幅流量は出来るだけ小さくする事が望ましい。しかも、高越流部上の越流水深が小さくなれば、低越流部との標高差を大きく採ることが可能となり、この間の貯留効果により貯水位がサーチャージ水位を超えてからの放流量が、比較的長時間規制されることとなり、下流住民の避難等の行動がとりやすくなる。以上の理由により高越流部はダムのコングリート堤体の右岸ぎりぎりまで用いることとし総幅 120 m (純径間 13 m × 8 径間 = 104 m) とした。高越流部の断面形状は、その越流水深がそれ程大さくならない事から越流面に作用する負圧は障害にならないものと判断し、施行性を優先して完全な台形とした。この形状での流量係数は 1.6 強と思われる。導流壁の高さ等は、水理実験の結果を吟味して決定する。

◎ 減勢工水叩きは、下流河道との接続を考慮してその途中で右岸側に約 40 度曲げることとした。辺野喜ダムの洪水吐きは、正面越流だけの状態にあるのは 100 m³/s 以下の放流量の時だけであり、その量を上廻ると堤趾導流部からの流入が始まり、設計洪水流量放流時には 60% 以上の水が横から流入することとなる。このため正面越流の場合、減勢工水叩きの形状は直線とするのが減勢効果および設備規模の点で有利である事が知られているが、辺野喜ダムでは曲線としても特に不利とはならないと判断している。水叩きの幅は地山の必要掘削量および地形を考慮し、上流側は 28 m、下流側は 16.5 m とする。水叩き標高は確定したものではないが、取り敢えず EL 147.0 m としてある。副ダムの位置、高さおよび導流壁の必要高さは、水理実験の結果を吟味して決定する。

◎ 常用洪水吐きは従来、幅 2.4 m、高さ 1.4 m のオリフィス 2 門として計画されていたが、流木等による閉塞の危険性を配慮して、幅 4.8 m 1 門とする。高さはゲートの固定開度として規定することになるが、詳細は水理実験結果を吟味して定めることとする。常用洪水吐きの越流面は、設計洪水位と常時満水位の差 9 m を設計水深とする放物線越流頂とした。ゲートは 3 方水密のローラゲートを想定している。

◎ 非常用洪水吐きの低越流部の越流水は、ストレートに減勢工に流下させる計画であり、減勢工幅 28 m から常用洪水吐きの幅 4.8 m、およびピア幅 6 m (3 m × 2) を除いた残り 17.2 m を 2 径間に分割し、常用洪水吐きの両側に配置した。その断面形状は台形の上下流端に円弧を配した形状とする。この形状の流量係数は 1.9 程度と見込まれる。

◎ 高越流部の敷高は以下の計算により決定した。

常用洪水吐きは、放流量がサーチャージ水位で 50 m³/s となる開度に固定されるので流量係数が変化しないと仮定すると、設計洪水位では、

$$Q_d = Q_s \sqrt{\frac{H_d - H_c}{H_s - H_c}} = 50 \times \sqrt{\frac{9}{6.5}} = 59 \text{ m}^3/\text{s}$$

ただし、 Q_d : 設計洪水位での放流量

Q_s : サーチャージ水位での放流量

H_d : 設計洪水位 (標高)

H_s : サーチャージ水位 (標高)

H_c : 越流頂敷高 (標高)

サーチャージ水位に敷高を持つ低越流部の放流量は、

$$Qd = n C B (Hd - H_s)^{3/2} = 2 \times 1.9 \times 8.6 \times 2.5^{1.5} \\ \approx 129 \text{ m}^3/\text{s}$$

しかるに高越流部の必要放流量は、

$$450 - (129 + 59) = 262$$

であるので、高越流部の敷高は、

$$Qd = n C B (Hd - H_c)^{3/2}$$

$$H_c = Hd - \left(\frac{Qd}{n C B} \right)^{2/3} = 182 - \left(\frac{262}{8 \times 13 \times 1.6} \right)^{2/3}$$

$$= 180.65 \approx 180.7 \quad \text{となる。}$$

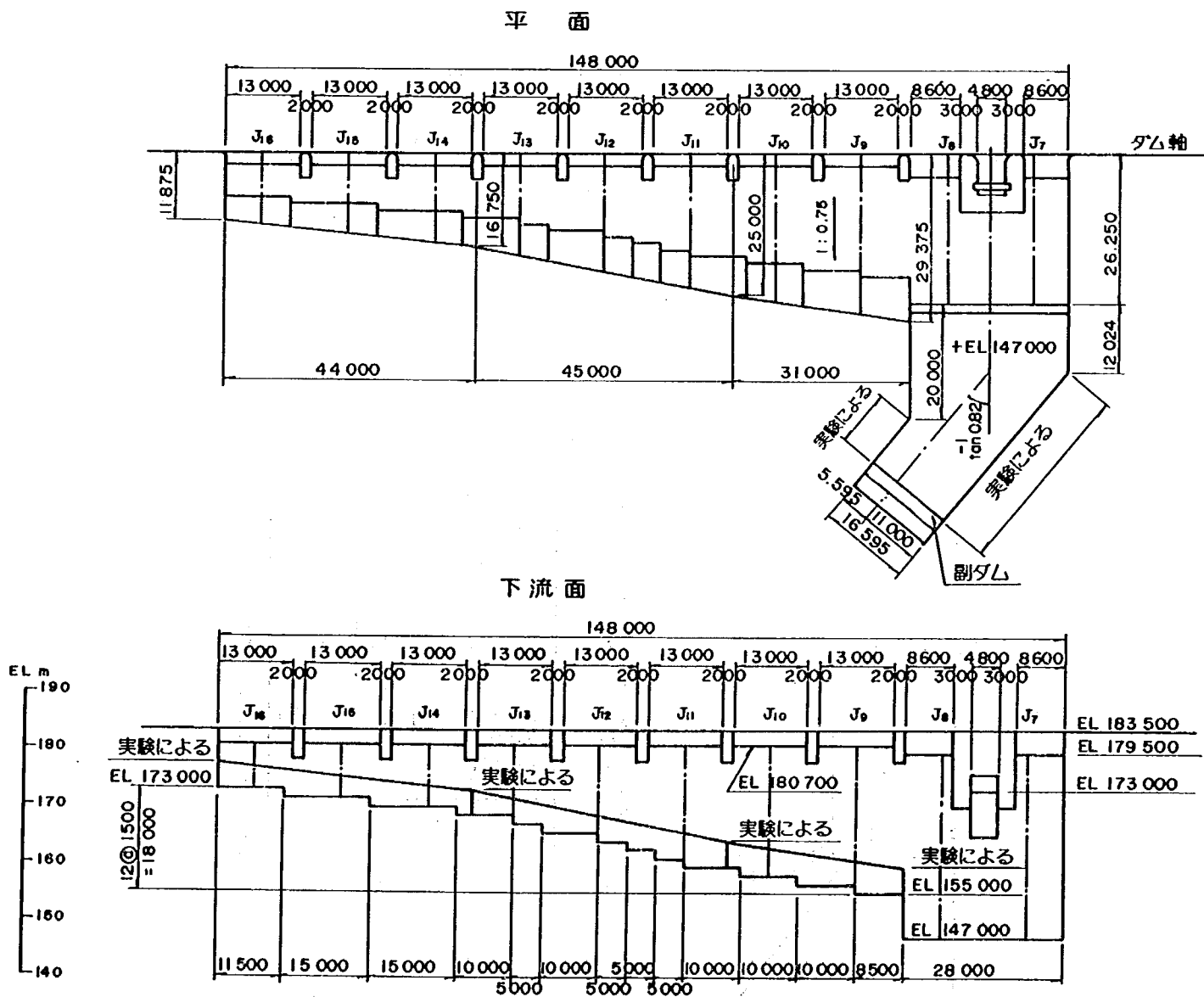


図 1. 4 設計原案 (全体形状図)

3.2 昭和56年度水理実験実施計画案

3.2.1 昭和55年度水理実験結果（第2章参照）

設計原案について実施された水理実験の結果を、要約して示すと以下の通りである。なお、概要は図1.6～図1.7に示す通りである。

1) 常用洪水吐き（第2章第3節）

常用洪水吐き（オリフィス）のゲート開きは1.5 mとして実験を行い、サーチャージ水位で $53 \text{ m}^3/\text{s}$ 放流量を得ている。模型の縮尺が1/25で模型での開度が6 cmと若干小さめであるため、その形状が確定した時点で大きな模型により詳細に検討する必要があるが、所定の必要条件を満たしていると判定出来る。

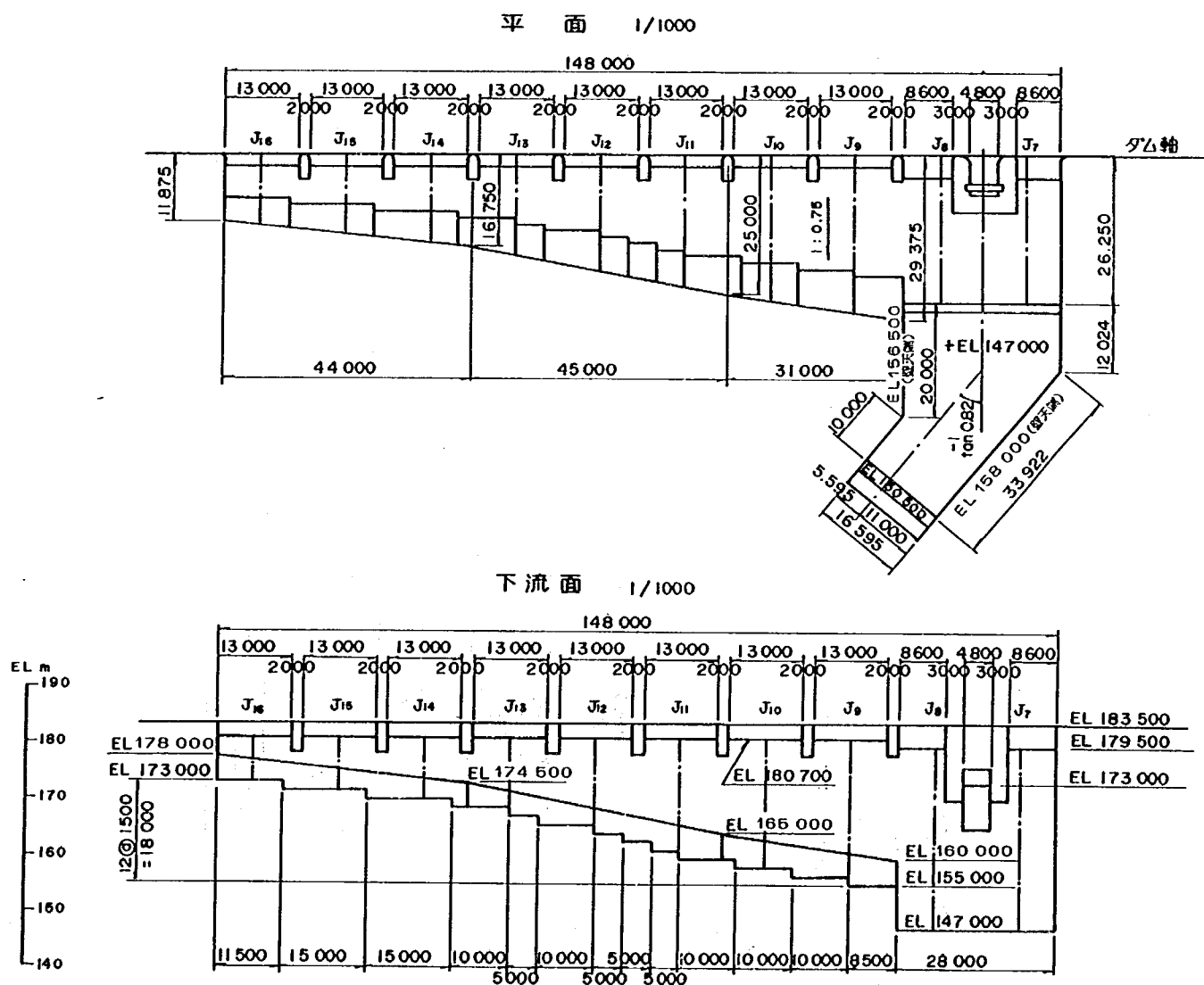


図1.6 昭和55年度水理実験結果（全体形状図）

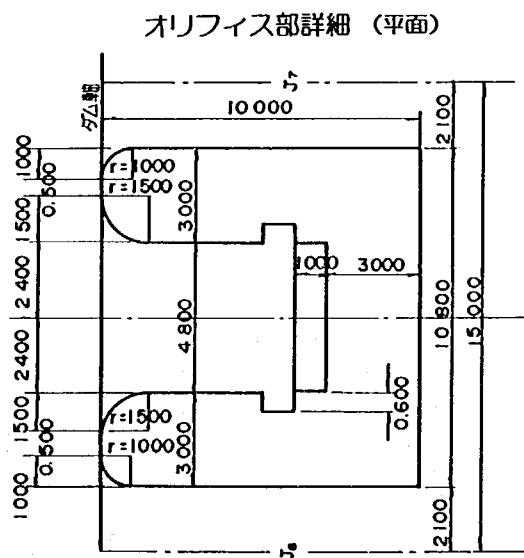
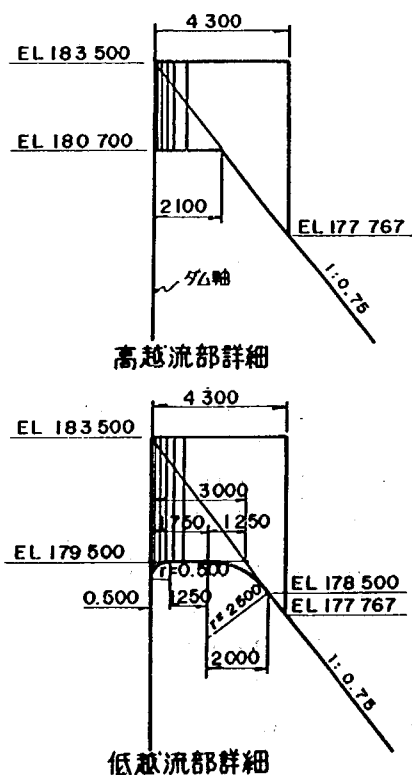
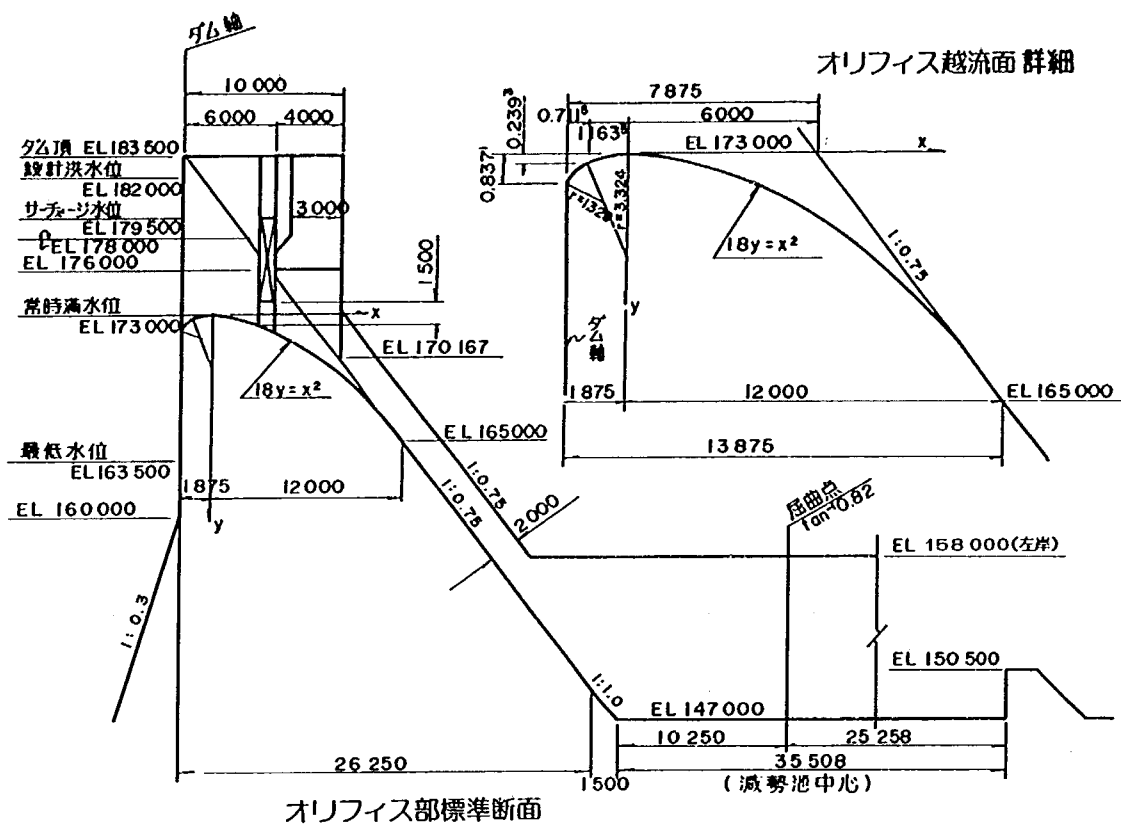


図 1.7 昭和55年度水理実験結果 (部分詳細図)

2) 非常用洪水吐き (第2章第3節)

低越流部からは設計洪水位 (E L 182.0 m) で $122 \text{ m}^3/\text{s}$ の放流が可能であり、その流量係数は 1.78 程度である。これは当初計画の 1.9 を下廻っている。高越流部は断面形状を台形としたため、その流れは下流面で剥離および付着の 2 状態を引きおこし安定しない。このため、ピアーの形状を改良してナップ下面に給気し、確実に剥離の状態を維持するものとする、設計洪水位での放流量は $245 \text{ m}^3/\text{s}$ となる。この流量係数は 1.59 であり、当初計画を若干下廻っている。

3) 堤趾導流部 (第2章第4節)

導流壁の必要高さは、水理実験の壁沿いの最高水位をそのまま採用すると、図 1.6 に示す壁の上下端および屈曲点で 5.0 ~ 6.0 m 程度となる。この時、模型では縮尺の効果があるため、実物では若干の越水が考えられる。壁と堤体の間に形成される水路で、流水断面を確保出来る位置に適当な規模の波返しを設置した場合、壁高は 1 ~ 2 m 程度減じる事が出来るが、張り出しの長さが最低 1 m 程度必要であることを考慮すると、有利であるとは言い難い。

4) 減勢工 (第2章第5節)

副ダムの高さは 3.5 m、その設置位置は右岸屈曲点下流 10 m 程度が適当である。この時水叩きの表面積は、約 813 m^2 となる。この減勢工形状では、ダム設計洪水流量以下の流量に対して、その規模に応じた適当な減勢効果を発揮している。

このため、減勢機能の下流河道への負担は程大きなものとならないと判断され、構造物としての減勢工規模は上記のものが適切と考えられるが、下流河道を設置した模型での検証が必要である。

一方、導流壁高は堤趾導流部と同様、壁沿いの最高水位をそのまま採用するとし、右岸 E L 156.5 m、左岸で E L 158.0 m とする。ただし左岸は屈曲点付近を曲線とすれば、壁高を小さく出来る可能性がある。

3.2.2 水理実験実施計画原案の作成

昭和56年度案の作成にあたって、先年度から変更となった基本的事項は以下の通りである。

- コンクリート堤体の構造変更に伴い、非常用洪水吐き高越流部の総幅を 120 m から 90 m 程度に減じる。
- 基礎岩盤の状態および掘削量を減じる関係から、水叩き面の標高を 147.0 m から 148.5 m に上げる。また、堤趾導流部のフーチング標高を一部変更する。
- 減勢工左岸導流壁高を低くする目的で、屈曲点付近に円弧を挿入する。同時に右岸導流壁屈曲点付近および堤趾のバケットを含めて洪水吐き全体に曲線を使用する。

これらの事項を考慮して作成された実施計画原案は、図 1.8 ~ 図 1.9 に示す通りである。

非常用洪水吐き高越流部は、敷高を 0.5 m 低くして E L 180.2 m とし、純越流幅を 75 m (径間 12.5×6 径間) に縮小しており、設計洪水位における放流量は $290 \text{ m}^3/\text{s}$ 程度 (洪水吐き全体では $470 \text{ m}^3/\text{s}$ 程度となる。) を考えている。

なお、堤趾導流部および減勢工の壁高は実験により定めるものとし、原案には記していない。

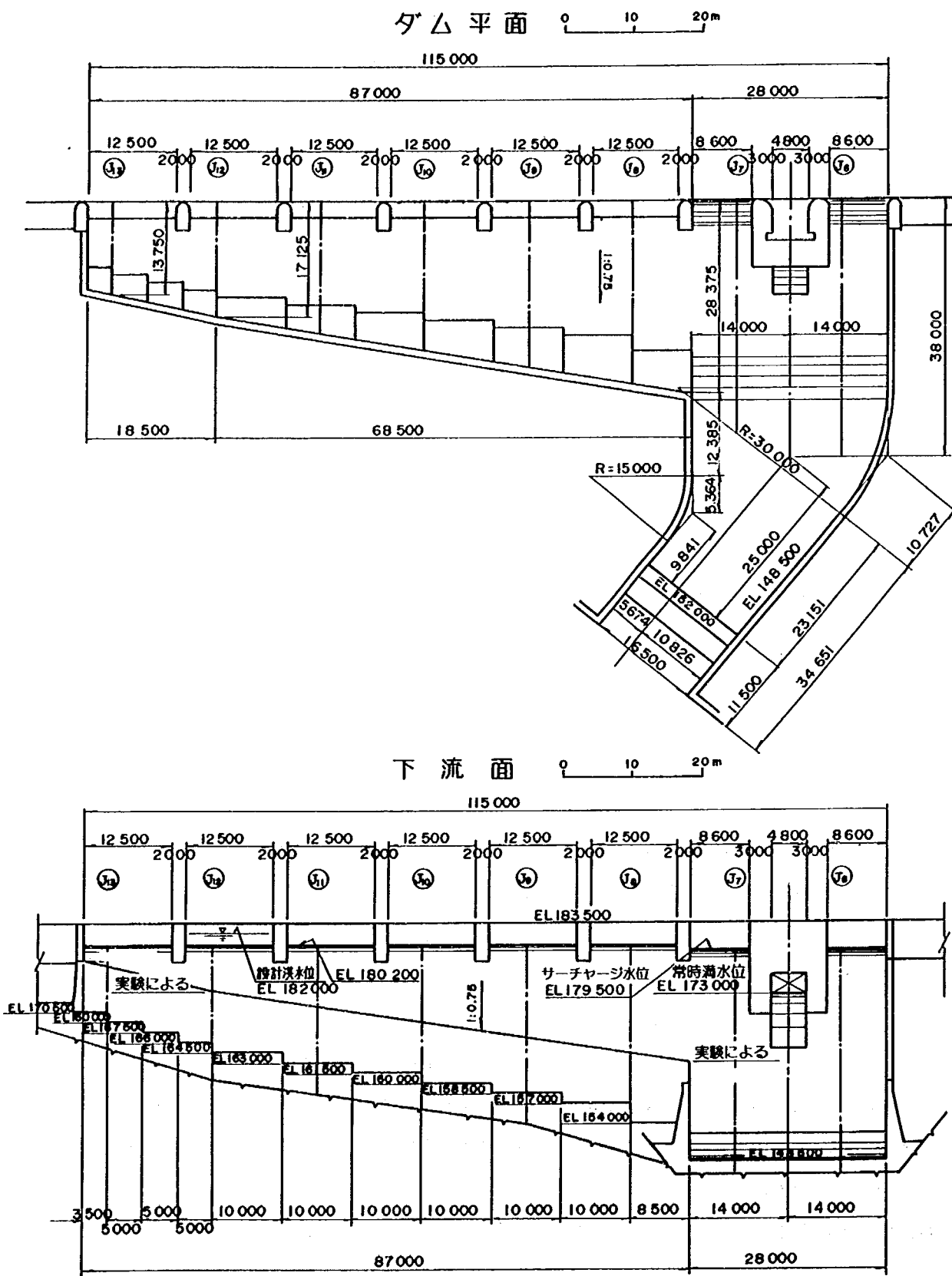


図 1.8 昭和56年度水理実験実施計画原案（全体形状図）

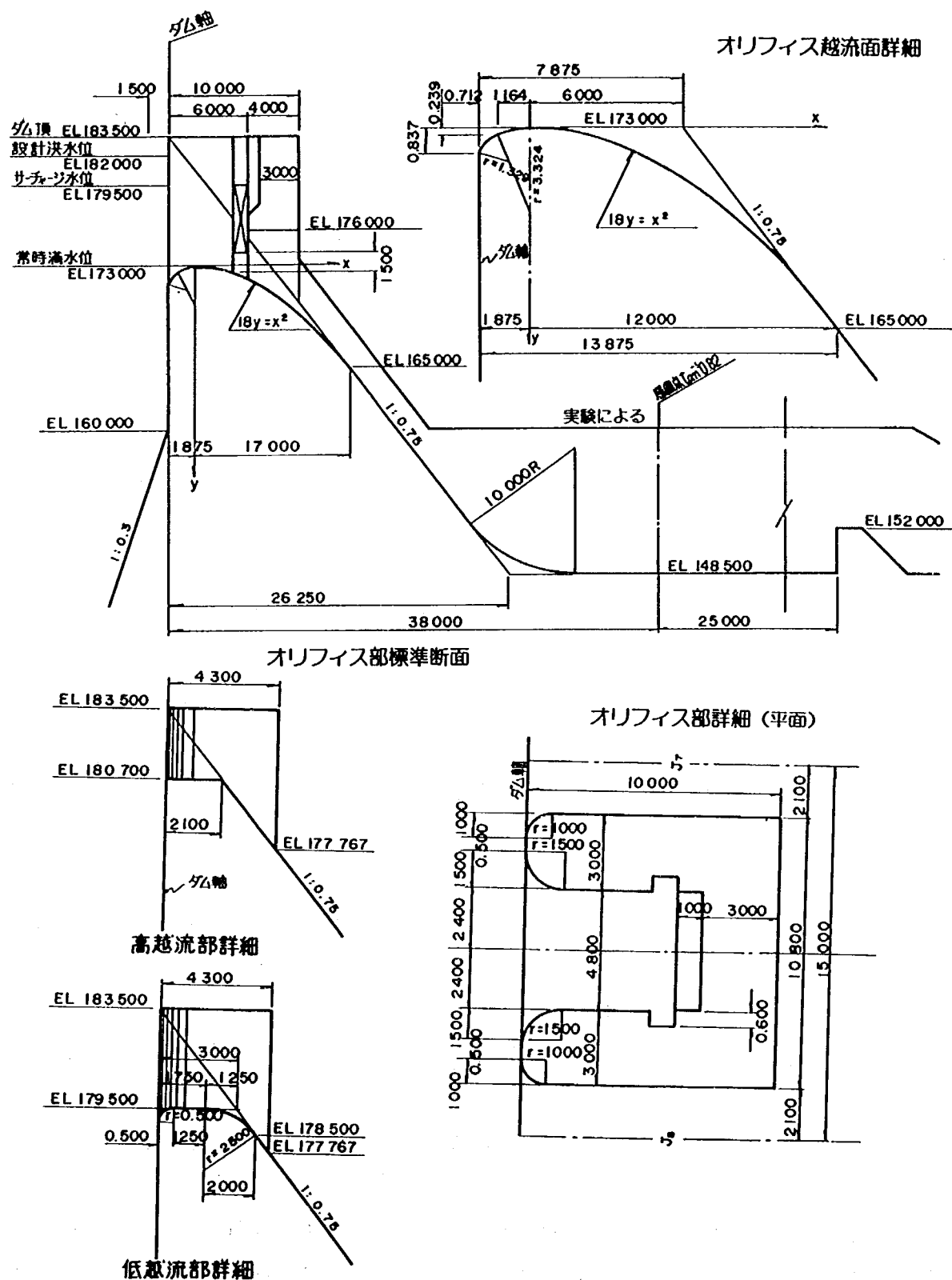


図 1.9 昭和56年度水理実験実施計画原案 (部分詳細図)

3.2.3 水理実験実施計画改造案の作成

昭和56年度原案の検討実施過程で次の2点について変更が必要となった。

- 天端橋梁の桁受けの関係から、ピアの上流円弧部をすべて、堤体上流面より張り出す。このため非常用洪水吐きのピアは1 m、常用洪水吐きのピアは1.5 m上流へ張り出すことになる。
- 天端橋梁の関係から給気のためのピアの改良が適当でないこと、昭和55年度と比較すると径間数が少なくなっており施工性の重要性が薄れたことなどから、非常用洪水吐き高越流部の上下流面に低越流部同様円弧を配する。

以上により、変更された形状は図 1.10～図 1.11に示す通りである。なお、この変更により非常用洪水吐き全体の放流量がかなり大きくなるものと推定されるが、水理実験実施の時点ではその処理（敷高の上昇あるいは径間数の減少）について結論が出ていなかったため、敷高、径間数とも変更せず実験を行っている。このため、流量を一致させた実験での設定貯水位は計画より小さめになるが、水理設計上支障はない。

3.3 昭和57年度水理実験実施計画原案

3.3.1 昭和56年度水理実験結果（第3章、第5章参照）

設計改良案について実施された水理実験の結果は、図 1.12～1.13に示す通りである、検討内容を要約して示すと以下の通りである。

1) 常用洪水吐き（第5章）

縮尺1/12.5の模型を用いて検討した結果、サーチャージ水位（EL 179.5 m）ではゲート開き1.5 mとすると、 $50.1 \text{ m}^3/\text{s}$ の放流が可能であり設計条件の $50 \text{ m}^3/\text{s}$ を満足する。

またゲート開き1.5 mとした実験結果を用いて、計画洪水波形に対する洪水調節計算を行った結果は図 1.14に示す通りであり、調節容量の余裕は13.4 %程度となる。このとき最大放流量は $47.5 \text{ m}^3/\text{s}$ となる。常用洪水吐きの越流面に作用する圧力は、設計洪水水位以下では最低でも -0.3 m 水柱程度であり、形状は適正であると判断される。

2) 非常用洪水吐き（第3章第3節）

低越流頂部（改造案）からは設計洪水水位（EL 182.0 m）で $132 \text{ m}^3/\text{s}$ の放流が可能であり、昭和55年度および昭和56年度原案の $125 \text{ m}^3/\text{s}$ を5.6 %程度上廻っている。これはピアの張り出しにより、流量係数が1.77から1.93に上昇したことによる。

高越流頂部（改造案）からは設計洪水水位（EL 182.0 m）で $338 \text{ m}^3/\text{s}$ の放流が可能であり、流量係数は断面形状の変更およびピアの張り出しより1.63から1.85に上昇している。

このため、改造案の洪水吐きでは設計洪水水位での放流量は $70 \text{ m}^3/\text{s}$ ほど過量となる。

3) 堤趾導流部（第3章第4節）

昭和55年度原案と比較すると、非常用洪水吐き高越流部からの単位幅流入量が $2.4 \text{ m}^3/\text{s}$ から $3.7 \text{ m}^3/\text{s}$ と50 %以上大きくなっており、水路内の盛り上がりも非常に大きくなっている。このため、導流壁の必要高さは水理実験の壁沿いの最高水位をそのまま採用すると、図 1.12に示す壁の上下端および屈曲点で6.5～8 m程度となるが、余裕として1 m程高くする必要がある。壁への波返しを設置、フーチン

グ上の補助構造物の設置は効果が認められるが、その機能を維持するための規模等についてはさらに詳細な検討が必要である。

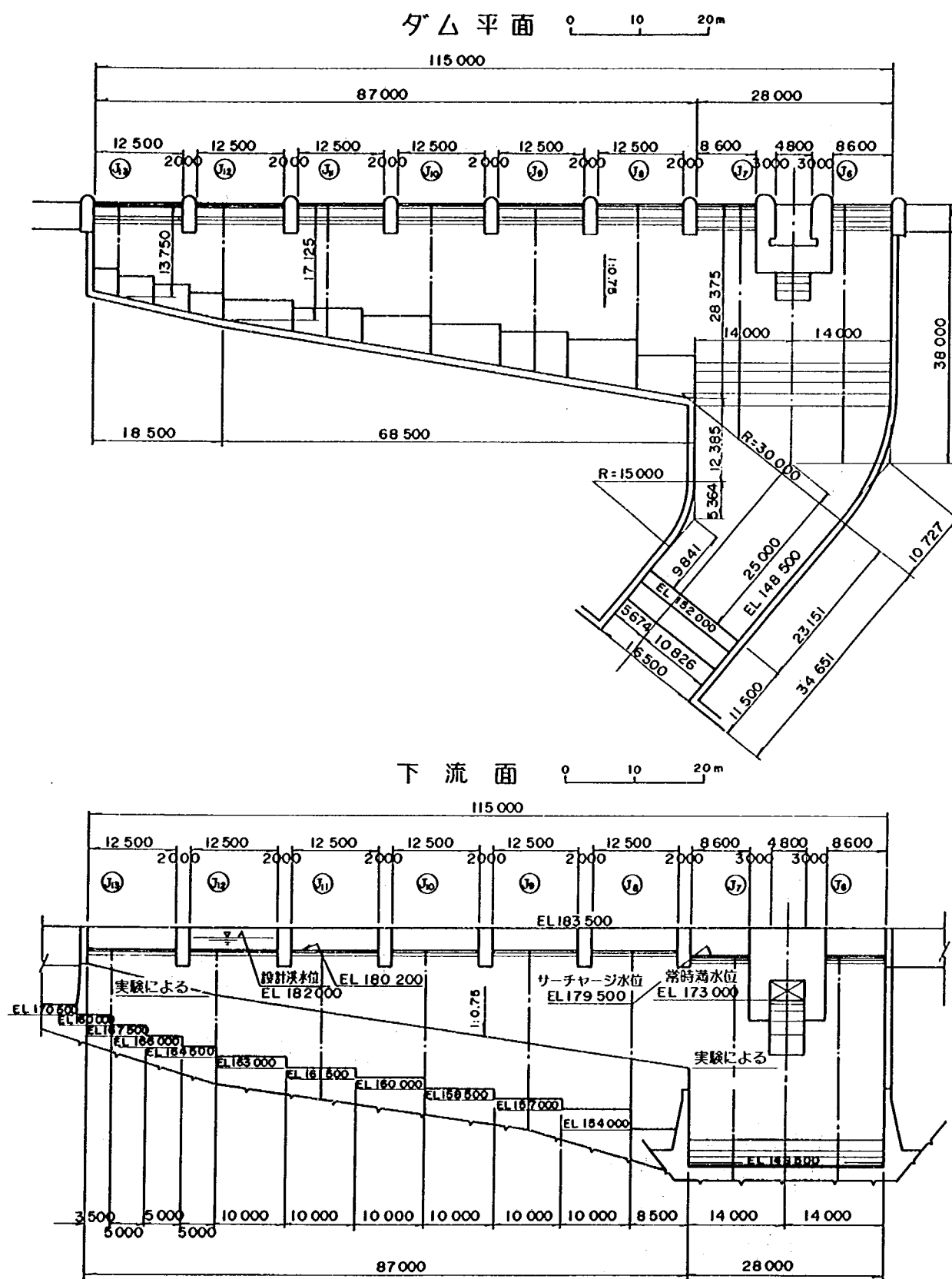


図 1.10 昭和56年度水理実験実施計画改造案（全体形状図）

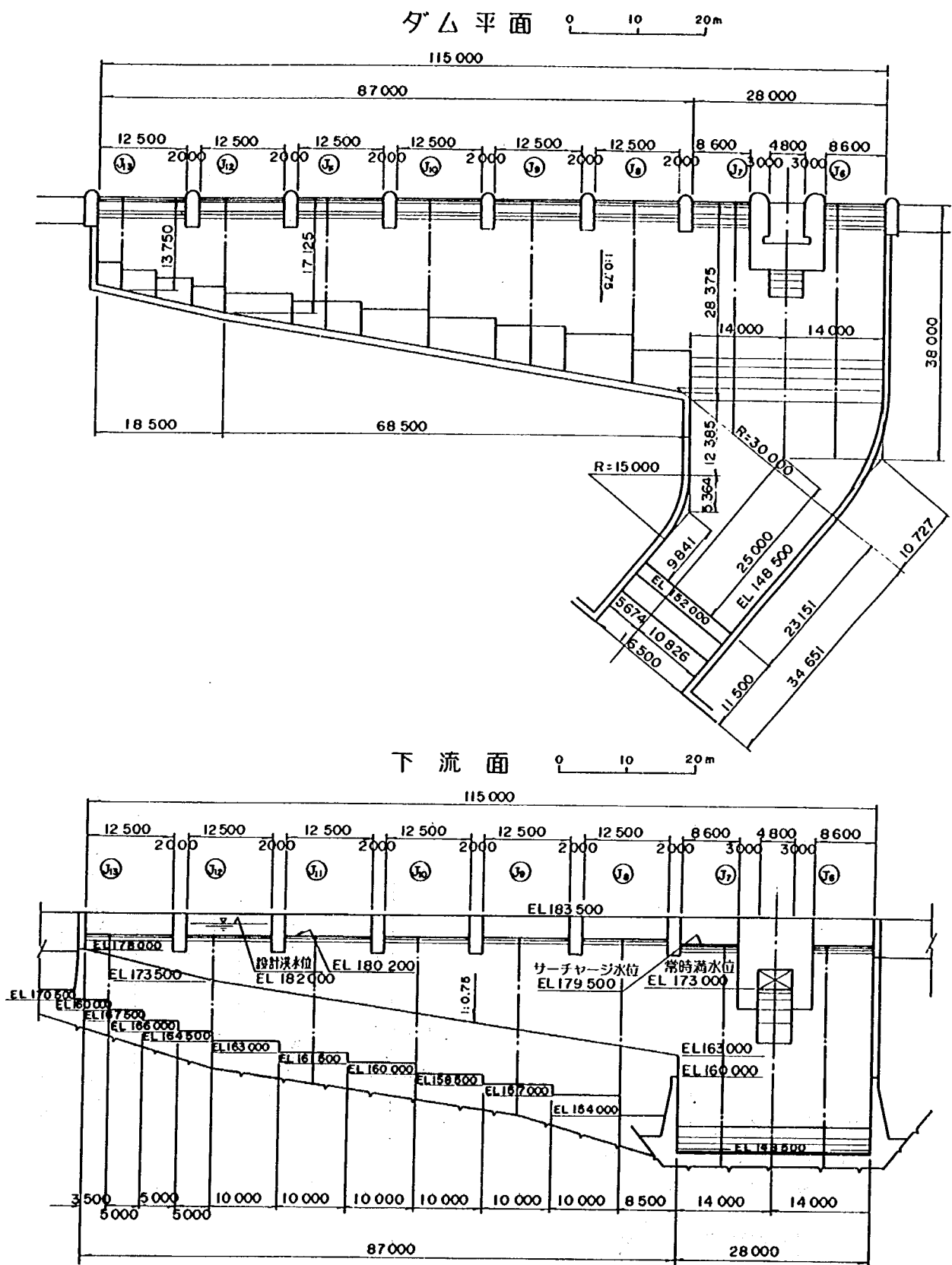


図1.12 昭和56年度水理実験結果（全体形状図）

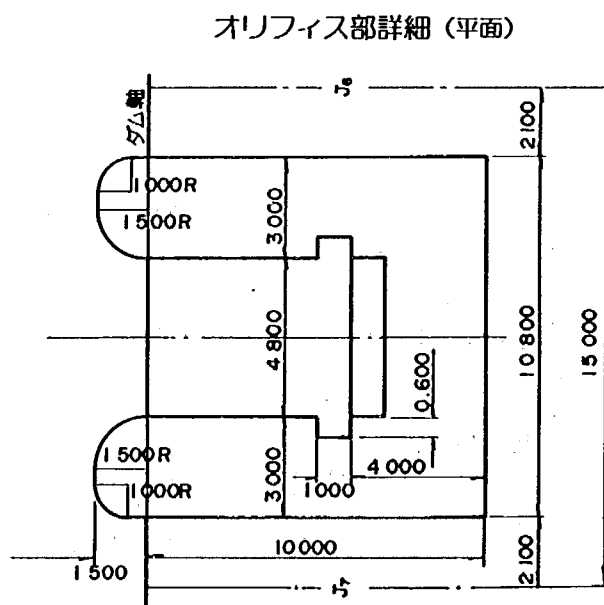
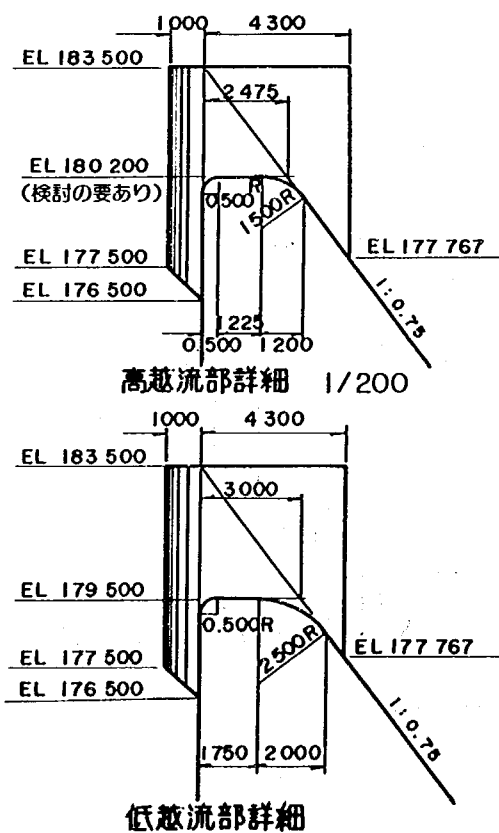
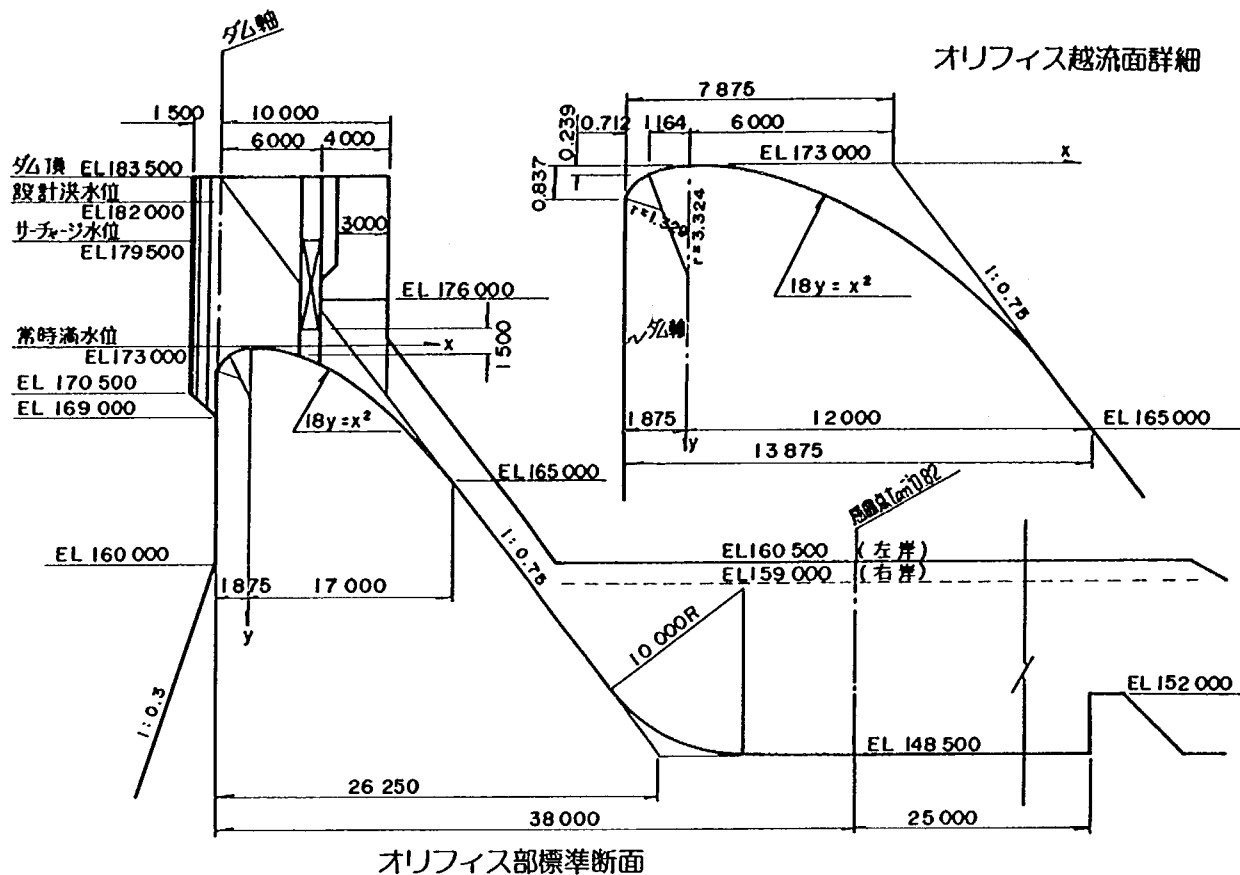


図 1.13 昭和56年度水理実験結果 (部分詳細図)

4) 減 勢 工 (第 3 章第 5 節)

副ダムの高さ、位置とも原案形状で適当である。昭和55年度最終案同様、ダム設計洪水流量以下の流量に対して、その規模に応じた適当な減勢効果を發揮している。一方、導流壁高は壁沿いの最高水位をそのまま採用するとし、右岸でE L 159.0 m (壁高 10.5 m) 左岸でE L 160.5 m (壁高 12.0 m) が必要である。これは、昭和55年度の壁高右岸 9 m および左岸 10.5 m と比較すると大きくなっているが、これは主として、堤趾導流部での減勢状態が変化した事によるものである。一方、左岸導流壁沿いの水面形状は滑らかになっており、線型を円弧とした効果は表われている。

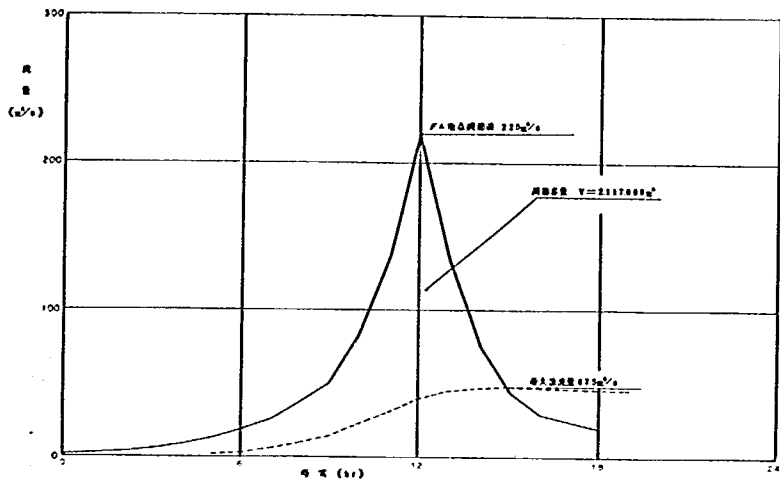


図 1.14 洪水調節図 (昭和56年度水理実験結果)

5) 下流河道 (第 3 章第 6 節)

放流量 $200 \text{ m}^3/\text{s}$ 程度までは下流狭窄部のせき上げの効果により、副ダム直下で跳水が発生している。

さらに放流量が増加すると、副ダムからの越流水は射流のまま流下することになるが、設計洪水流量 $450 \text{ m}^3/\text{s}$ でも下流河道の負担が過大で問題が生じる状況とはなっていない。このため、下流には岩が露出している事も考慮して、副ダム下流には計画最大放流量 $50 \text{ m}^3/\text{s}$ を対象とするコンクリート水叩きを設置するだけで、十分であると判断する。

3.3.2 水理実験実施計画原案の作成

昭和57年度案の作成にあって、先年度から変更あるいは新たに追加された基本的事項は以下の通りである。

- 非常用洪水吐き高越流部の敷高はE L 180.2 m のままとし、放流量の超過分は、純越流幅を75 m から60 m ($12 \text{ m} \times 5$ 径間) と減じることで対応する。
- 堤趾導流部には波返しを設置し、壁高の減じる方向で検討する。
- 常用洪水吐きのゲート上流部には橋梁に変えて、コンクリート製カーテンウォールを設置する。

これらの事項を考慮して作成された実施計画原案は図 1.15～図 1.16に示す通りである。

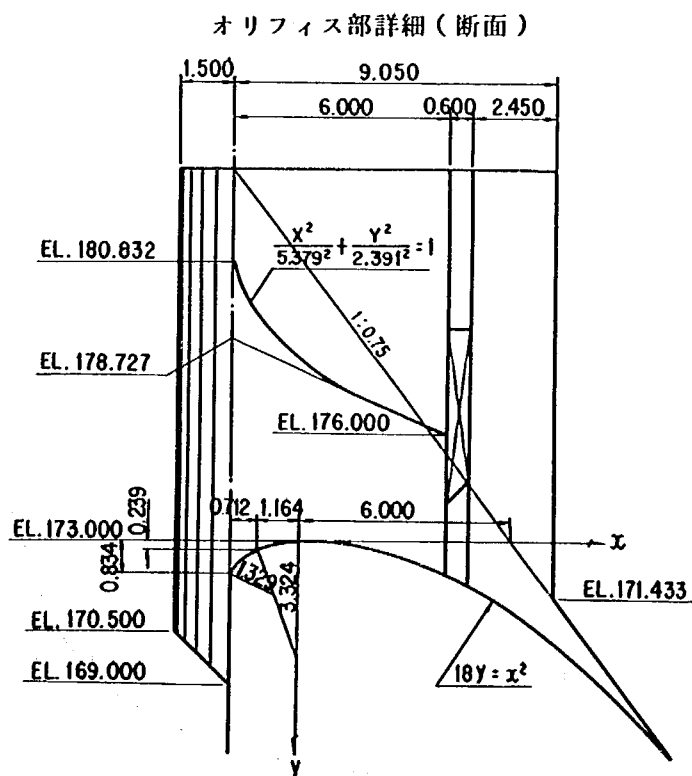
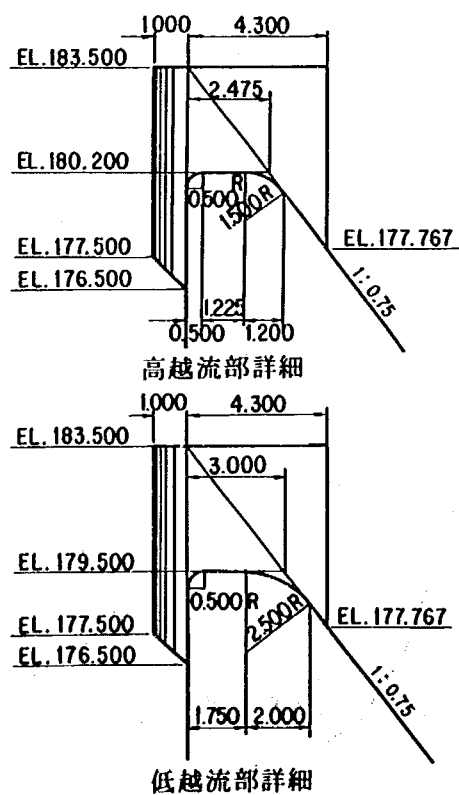
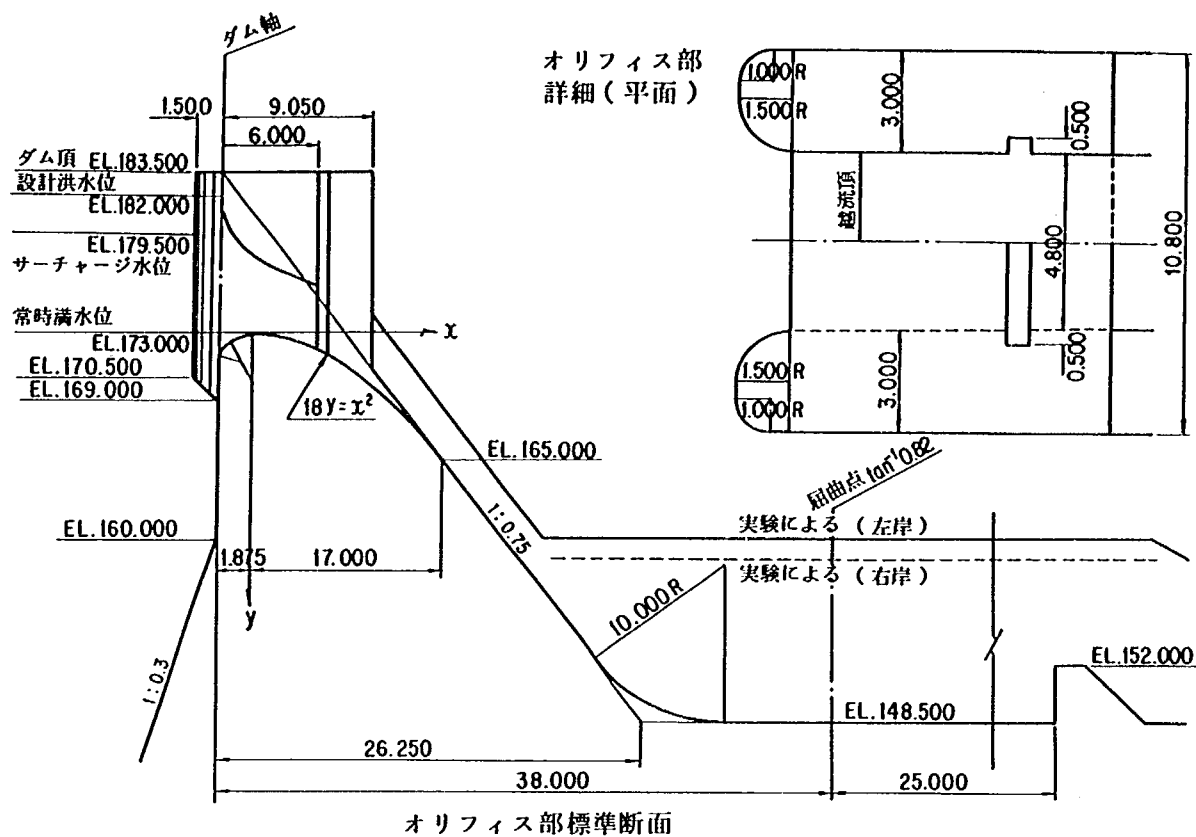


図 1.16 昭和57年度水理実験実施計画原案（部分詳細図）

3.4 辺野喜ダム洪水吐き設計形状

3.4.1 昭和57年度水理実験結果（第4章、第6章参照）

設計原案について実施された水理実験の結果を要約して示すと以下の通りである。

1) 常用洪水吐き（第6章）

原案の常用洪水吐きでは、サーチャージ水位で $50\text{ m}^3/\text{s}$ を超えない最大のゲート開きは 1.42 m 程度である。このため、数字を丸めてゲート開きを 1.40 m に設定して、計画波形に対する洪水調節計算を行った。結果は図1.17に示す通りであり、必要調節容量は $2.1 \times 10^6\text{ m}^3$ で計画に対する余裕は 13.8% である。

また、このときの最大放流量は、 $46.4\text{ m}^3/\text{s}$ となる。また、ゲート下流の越流面には、設計洪水位での放流時に 0.8 m 程度の負圧が発生している。この値は特に支障のある量ではないが、使用頻度も高いことから形状に若干の変更を加えることとした。

変更案の常用洪水吐きは、図1.18に示す様に下面形状をゲート近傍で脹らましたものである。この形状では、下流越流面の負圧は 0.5 m 程度に減少するが、それ程の効果は表われていない。変更案では、サーチャージ水位で $50\text{ m}^3/\text{s}$ を超えない最大のゲート開きは、 1.46 m 程度である。

このため、ゲート開き 1.45 m に設定して、計画波形に対する洪水調節計算を行った。結果は図1.19に示す通りであり、必要調節容量は $2.07 \times 10^6\text{ m}^3$ で計画に対する余裕は 16% である。また、このときの最大放流量は $47.0\text{ m}^3/\text{s}$ となる。

2) 非常用洪水吐き（第4章第3節）

設計洪水位での放流量は低越流頂部からは $132\text{ m}^3/\text{s}$ 、高越流頂部からは $263\text{ m}^3/\text{s}$ の放流が可能であり、常用洪水吐きからの放流量 $57 \sim 59\text{ m}^3/\text{s}$ を併せると $452 \sim 454\text{ m}^3/\text{s}$ となり、ダム設計洪水流量 $450\text{ m}^3/\text{s}$ とはほぼ一致する。

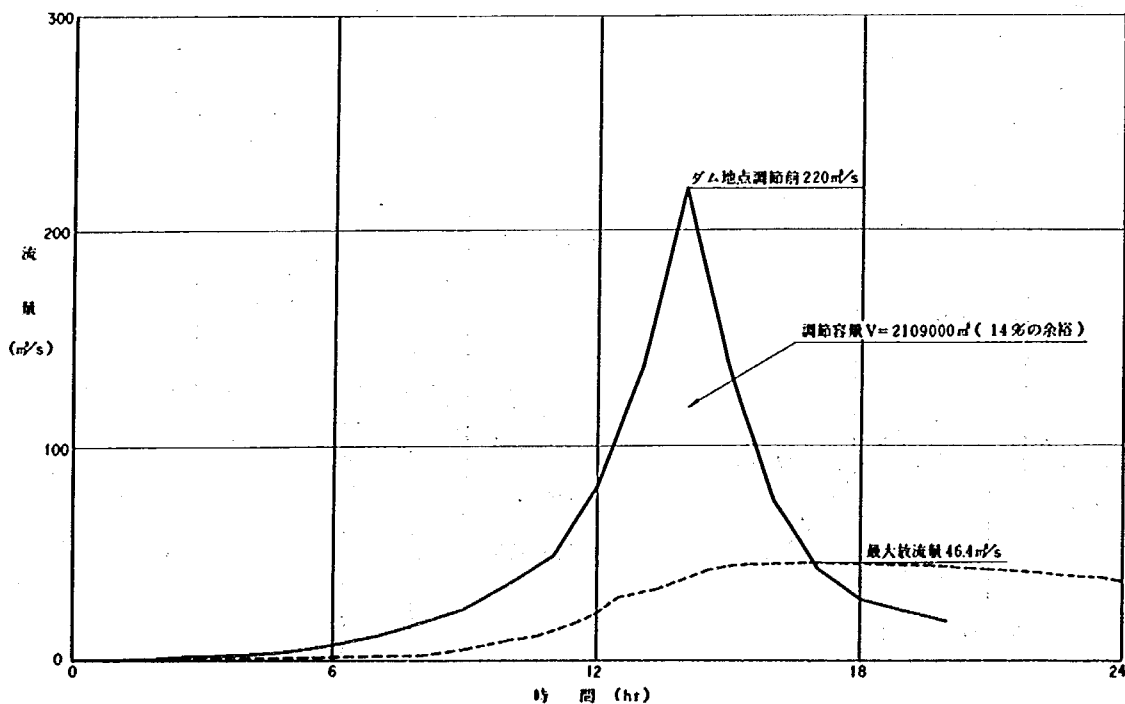


図 1.17 洪水調節図（昭和57年度水理実験結果—原案）

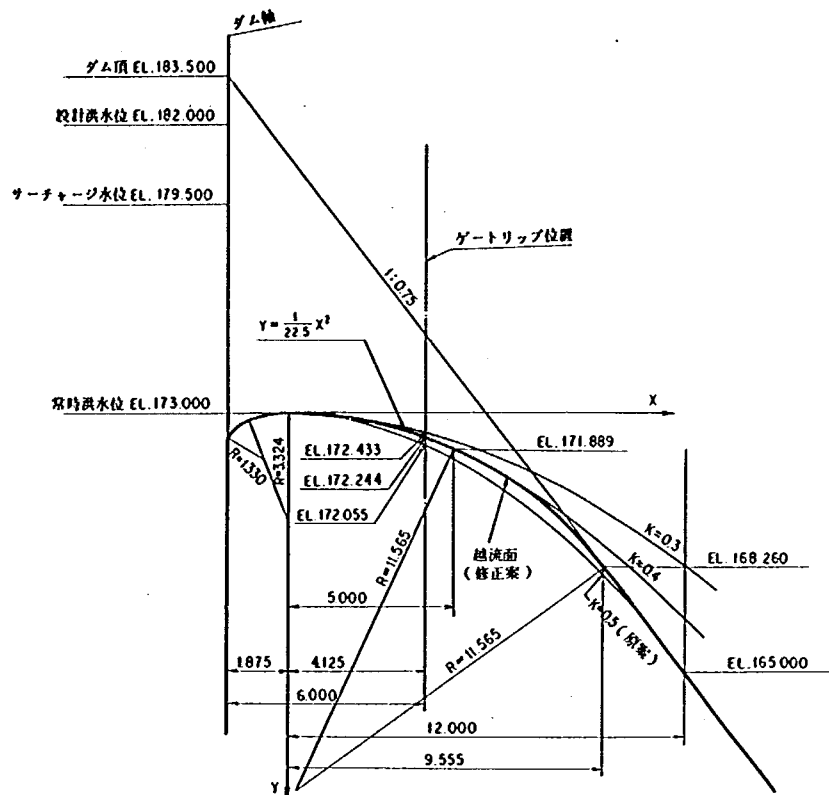


図 1.18 オリフィス越流面修正案の検討

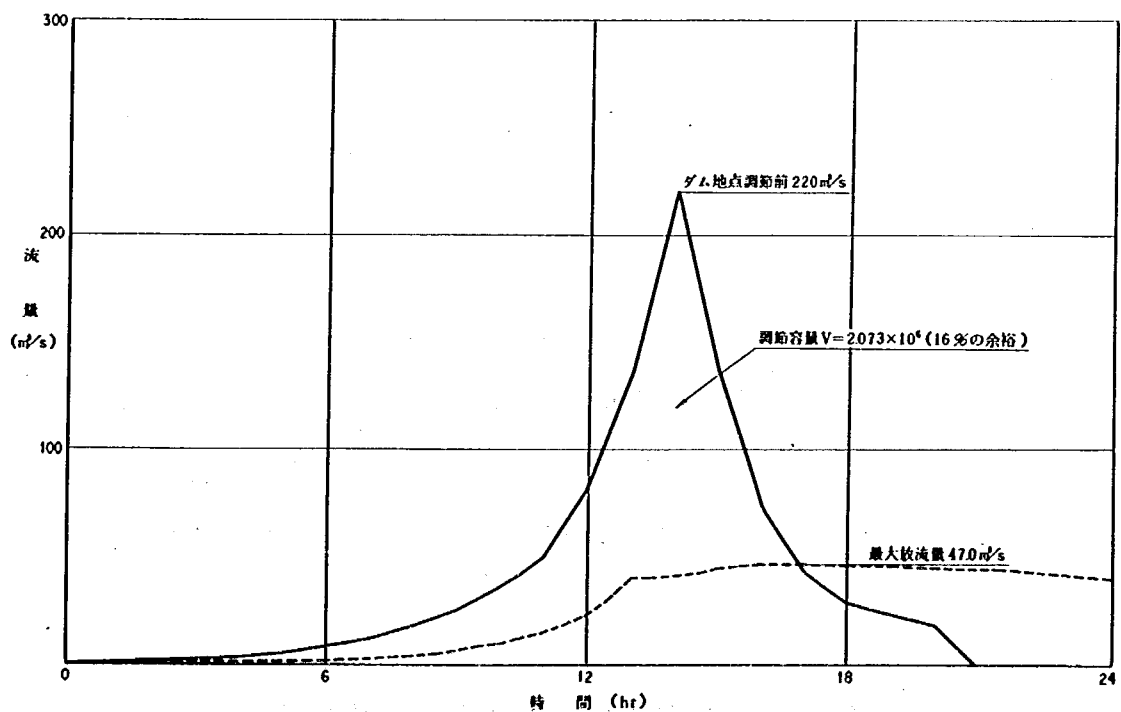


図 1.19 洪水調節図 (昭和57年度水理実験結果—修正案)

3) 堤趾導流部 (第4章第4節)

波返しを張り出し長1m、厚さ(高さ)1mとして図1.20の位置に設置すれば、壁から越水することなく越流水を流下させることが出来る。壁高は上下流端とも約7.5mとなる。

波返しがない場合は最高水位に1mの余裕を見ると、上流端で10.5m、下流端で11m程度必要となる。

また、波返しを設置すると壁高を2.5～3.5程度低くすることが出来る。このとき波返しの張り出しは1m以上必要である。

4) 減勢工および下流河道 (第4章第5節)

堤趾導流部の長さは前年度より短くなっているが、総流量は変化ないので、減勢池内の流況はほとんど一致している。このため、減勢工の規模および副ダム下流の形状は原案が適当であると考える。

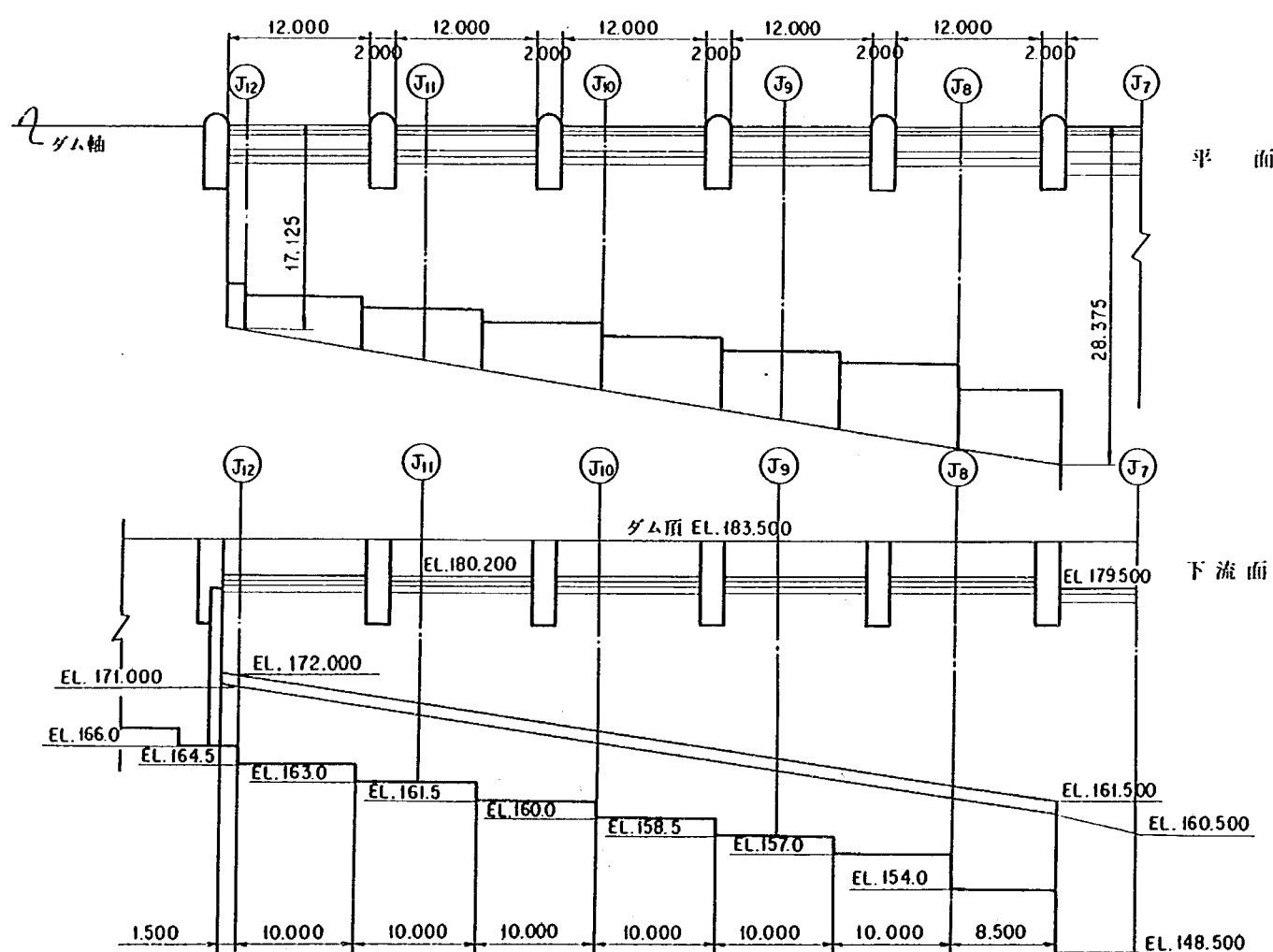


図 1.20 昭和57年度水理実験結果 (堤趾導流部)

表 1.2 常用洪水吐きの形状諸元及び実験結果の概要

諸元及び特性		洪水吐き	原 案	修 正 案
オリフィス越流面形状			上面： $\frac{X^2}{5.379^2} + \frac{Y^2}{2.391^2} = 1$ 下面： $18Y = X^2$ $(0 \leq X \leq 12.0)$	上面： $\frac{X^2}{5.379^2} + \frac{Y^2}{2.391^2} = 1$ 下面： $22.5Y = X^2$ $(0 \leq X \leq 5.0)$
ゲート戸当り標高 (EL. m)			EL. 172.055 m	EL. 172.224 m
計画に適合するゲート開度 (m)			1.40 m	1.45 m
放流量 *	貯水位 EL. 179.5 m		49 m ³ /s	49.5 m ³ /s
	貯水位 EL. 182.0 m		57 m ³ /s (452 m ³ /s)	59 m ³ /s (454 m ³ /s)
負圧発生箇所及び圧力値(水柱) (設計洪水位付近で)			越流部底面のゲート 下流で -0.8 m (ゲート開度 1.40m)	越流部底面のゲート 下流で -0.5 m (ゲート開度 1.45m)
流 況			良 好	良 好
洪水調節 計算結果	調節容量 **		2.11×10^6 m ³ (14%)	2.07×10^6 m ³ (16%)
	最大放流量		46.4 m ³ /s	47.0 m ³ /s

* 放流量の () 内の流量は非常用洪水吐きからの放流量 395 m³/s をたしたもの

** 調節容量の () 内の百分率は洪水調節容量 2.40×10^6 m³ に対する余裕を表わす。

3.4.2 辺野喜ダム洪水吐き設計形状の作成

今までの検討結果にさらに解析を加え決定した設計形状(最終水理設計案)は、本報告書の巻頭に示す通りである。各設備の最終決定の経緯およびその機能を要約して示すと以下の通りである。

1) 常用洪水吐き (オリフィス)

常用洪水吐き形状は昭和57年度2形状で実験を行ったが、表1.2に示す通り両者の機能には大きな差異がなく、どちらを採用することも可能であるという結論を得ている。このため、本報告書では越流面に生じる負圧の大小を勘案して、修正案を最終案として採用することとした。

このとき、常用洪水吐きの放流機能は次式で与えられる。

- ゲート開き (ゲート敷からゲートリップ下端までの鉛直高)

ゲート開きは1.45 mとする。このときゲートリップ下端はEL 173.694 mとなる。

- 放 流 量

放流能力は第6章第5節(P 147)の式(6.7)および式(6.8)に示す通りである。ただし、ゲート開きを変更する場合は、第6章実験資料(6-5, 6-6)によるものとする。

2) 非常用洪水吐き

高越流部および低越流部の放流量は第4章第3節(P 102)の図4.2に示す通りである。設計洪水位における洪水吐き全体の放流量は、 $454 \text{ m}^3/\text{s}$ である。

3) 堤趾導流部

堤趾導流部形状は水理実験の結果から見ると、それ程大きな余裕があるとは認められないが、仮に実物で波返し機能が若干損われても、導流壁からの越水はほとんど生じないと判断される。また、減勢工も機能が損われた状態を想定して検討し、必要規模が変化しないことを確認している。

以上の理由からPに示す形状を最終案として提示した。

4) 減 勢 工

設計の経緯の中で明らかなように、流量規模に応じて適当な減勢機能を発揮している。

副ダムの下流は計画最大放流量 $50 \text{ m}^3/\text{s}$ を対象として、5 m程度の水叩きの設置が必要と判断した。

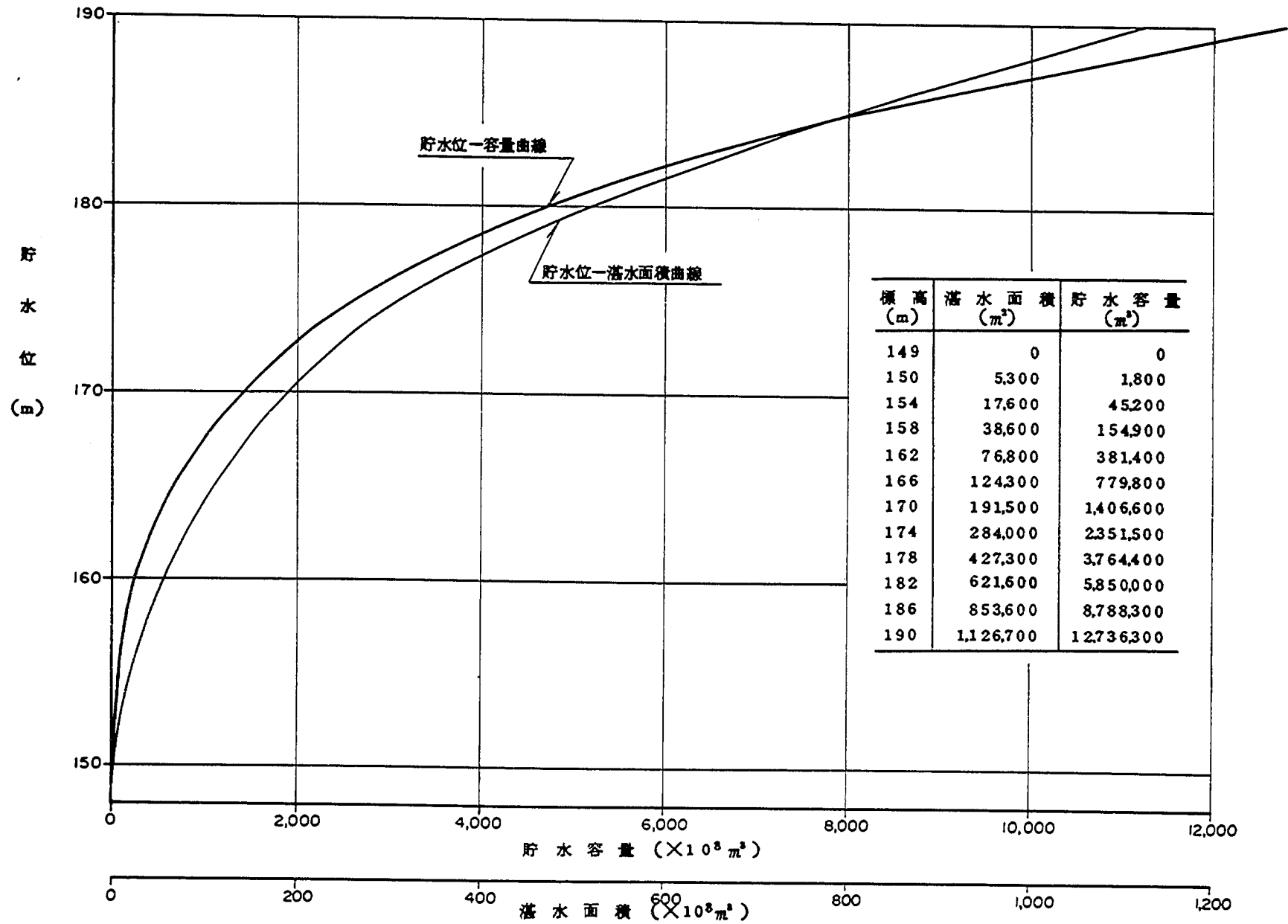
5) 下流河道

$200 \text{ m}^3/\text{s}$ を超える放流時には副ダムからの流れは射流のままの状態で行下するが、頻度、河床の状態を勘案すると特に対策を施す必要はないと判断する。ただし、減勢工や仮排水路の施工の際、下流の状態が大きく変化することのない様配慮する必要がある。

実験資料 1

実 1 - 1. 貯 水 容 量 曲 線	25
----------------------------	----

實驗資料 1-1 貯水容量曲線



第 2 章

昭和 55 年度洪水吐き全体模型実験

第 1 節 実 験 目 的

辺野喜ダムの洪水吐きは、その機能を発揮するために標高の異なる 2 段の自由越流堤を有し、また下流の減勢工は大きく屈曲している。このため非常用洪水吐き（自由越流堤）からの流水の導水処理の方法、および常用洪水吐き（オリフィス）からの放流水を含めた減勢処理の方法は、洪水吐きを水理設計する上で大きな問題となっている。

昭和55年度の水理実験は上記の事実を踏まえ、机上での検討の結果作成された設計原案について調査し、その問題点を明示するとともに改良の方向を示すことを目的としている。

第 2 節 実 験 方 法

2.1 概 要

実験は非常用洪水吐き（自由越流堤）、常用洪水吐き（オリフィス）の放流機能を調査し、さらに堤趾導流部および減勢工の流況を把握するものであるが、主たる内容は以下の通りである。

- 1) 非常用洪水吐き
(高越流部、低越流部)
 - 放流機能の調査（越流係数の算定）
 - 流 況 観 察
- 2) 常用洪水吐き
 - 放流機能の調査（ゲート開度を 1.50m に固定）
 - 流 況 観 察

3) 堤趾導流部

ダム設計洪水流量 $450 \text{ m}^3/\text{s}$ 放流時の流況観察を行ない最適な導流部の縦断形状、平面形状および壁形状を決定する。

4) 減 勢 工

ダム設計洪水流量 $450 \text{ m}^3/\text{s}$ 以下の放流について流況観察を行ない、最適な減勢工の規模、形状を決定する。特に計画最大放流量 $50 \text{ m}^3/\text{s}$ 放流時には十分な配慮をする。

2.2 測定方法

測定項目は貯水池（水槽）水位、水深、流速、流量および流況観察であるが、その測定方法は表 2.1 に示す通りである。

表 2.1 諸量の測定方法

貯 水 位	実物の貯水池に相当する実験水槽と連結された貯水管の水位を $1/10 \text{ mm}$ 読みポイントゲージを用いて測定した。
流 量	給水管途中に設置されている $\phi 100 \text{ mm}$ および $\phi 300 \text{ mm}$ の電磁流量計によって測定した。
水 面 形	堤趾導流部および減勢工の水面形状は 1 mm 読みスケールを用いて測定した。
流 速	プロペラ流速計を用いて測定した。
流 況	写真およびスケッチにより記録した。

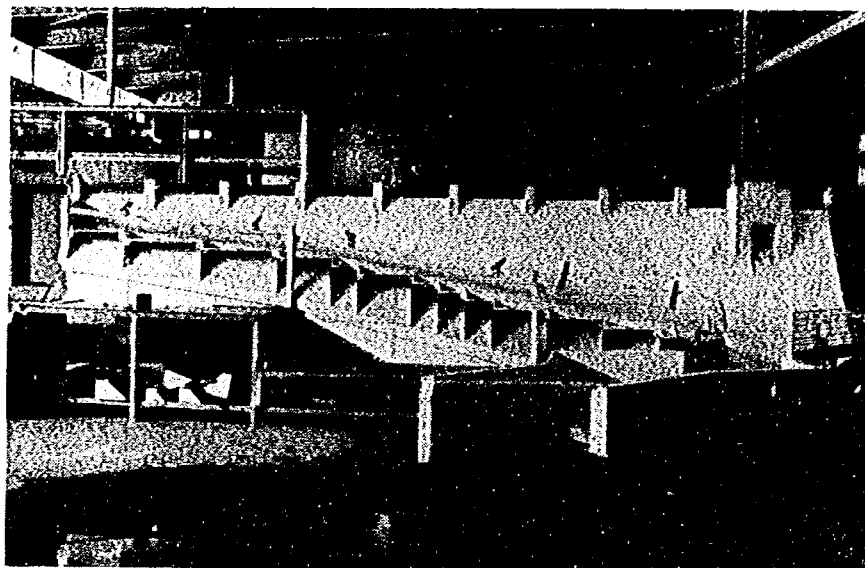


写真 2.1 実験用模型（下流面）

2.4 相 似 率

模型と原型は幾何学的に相似であり、力学的にはフルードの相似率に従うものとする。

なお、本報告書に記載する数値はすべて、表 2.2 のフルードの相似関係により原型に換算した値としている。また、これらの模型縮尺から、模型と実物の主要諸元は表 2.3 のようになる。

表 2.2 諸量の縮尺

基 本 量	次 元	縮	尺
長さ・水深	L	η	1 : 25
時 間	T	η^x	1 : 5
流 速	$L T^{-1}$	η^x	1 : 5
流 量	$L^3 T^{-1}$	η^x	1 : 3125

表 2.3 模型と実物の主要諸元

諸 元	模 型 寸 法	実 物 寸 法
ダム設計洪水流量	144 ℓ/s	450 m^3/s
計画最大放流量	16 ℓ/s	50 m^3/s
高越流部設計水深	5.2 cm	1.3 m
低越流部設計水深	10.0 cm	2.5 m
常用洪水吐き 幅	19.2 cm	4.8 m
常用洪水吐き ゲート開き	6 cm	1.5 m

第 3 節 洪水吐きの放流能力

3.1 概 要

洪水吐きの全体の常時満水位 EL 173.0 m から設計洪水位 EL 182.0 m までの放流量を図 2.2 に示す。これよりサーチャージ水位 179.5 m では $53 \text{ m}^3/\text{s}$ 、設計洪水位では、 $450 \text{ m}^3/\text{s}$ の放流が可能であり、洪水吐きの設計条件をほぼ満足している。

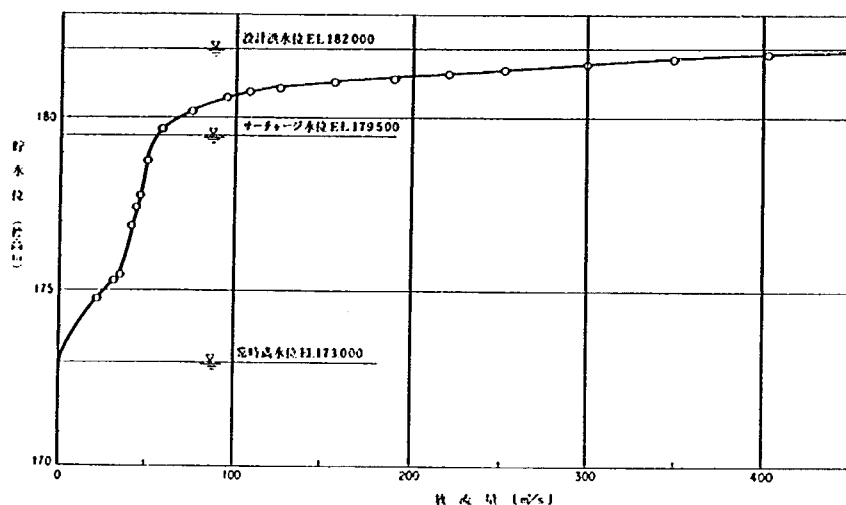


図 2.2 洪水吐きの貯水位—放流量曲線

3.2 非常用洪水吐き高越流部

自由越流堤高越流部は台形せきであり、その放流時性は図 2.3 および図 2.4 に示す通りである。高越流部は写真 2.2 に示すように越流頂下流面で、流れが剥離する場合と付着する場合があります、その状態によって越流量も異なる。

流れが剥離しない場合は、設計水深 1.30 m (模型値 5.2 cm) で $255 \text{ m}^3/\text{s}$ 越流し、越流係数 C は 1.65 程度である。

流れが剥離した場合、設計水頭 1.30 m で越流量は $245 \text{ m}^3/\text{s}$ であり、越流係数 C は 1.59 程度である。

越流頂下流面で流れが剥離および付着の 2 つの状態を示すことは、流量の変動を引きおこし好ましくない。このため、出来るだけ剥離状態で安定する様ピアの形状等に配慮が必要と思われるが、模型の越流水深が最大で 5.2 cm と比較的小さく、表面張力や粘性の影響も考えられるので、もっと大きな模型で検証することが必要である。

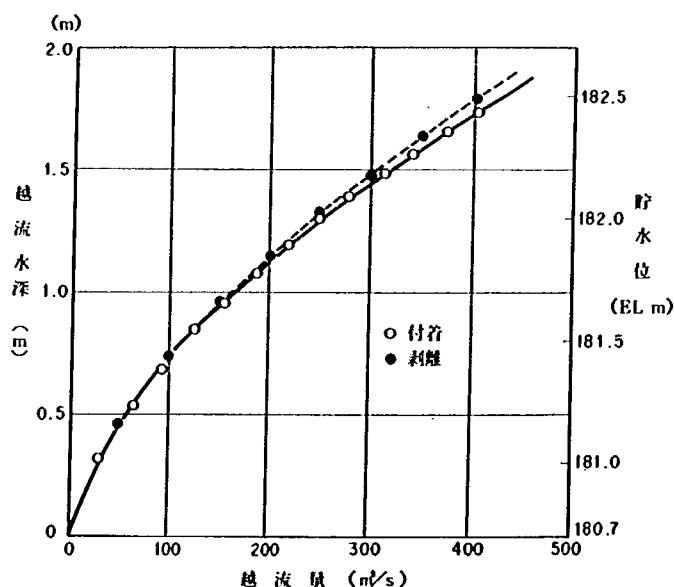


図 2.3 高越流部水位—流量曲線

なお、実験によると剥離の状態では、当初計画 $262 \text{ m}^3/\text{s}$ に対して $245 \text{ m}^3/\text{s}$ と $17 \text{ m}^3/\text{s}$ 程度下廻っている。

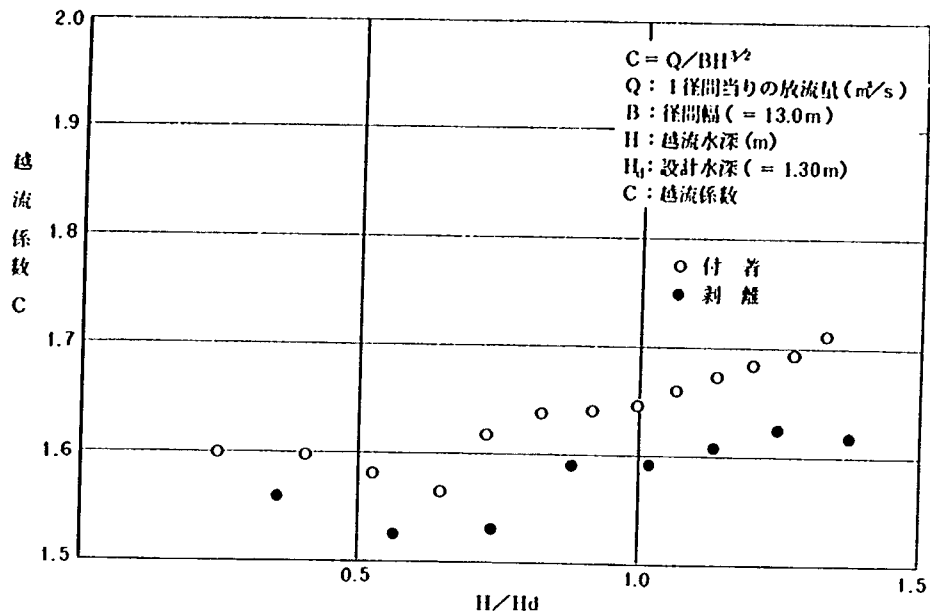
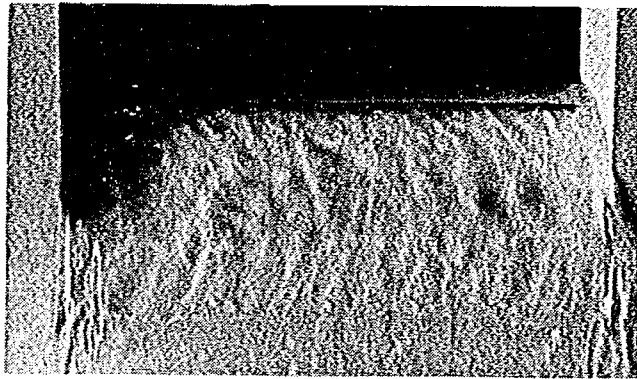
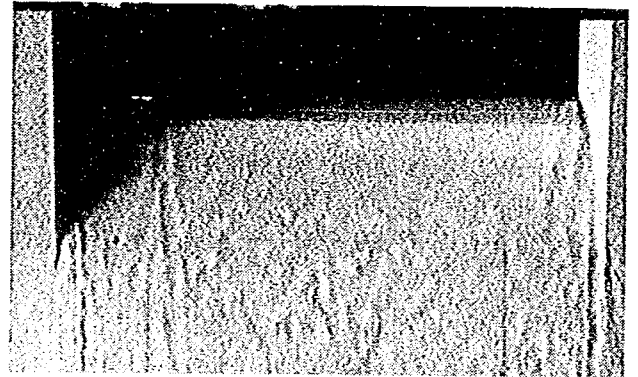


図 2.4 高越流部越流係数



剥離状態



付着状態

写真 2.2 非常用洪水吐き高越流部の流況 (貯水位: 設計洪水位)

3.3 非常用洪水吐き低越流部

低越流部の放流特性は図 2.5 および図 2.6 に示す通りである。これより設計洪水位 EL 182.0 m では $122 m^3/s$ 越流し、越流係数は $C = 1.78$ 程度であり、当初計画を下回っている。低越流頂からの越流状態は写真 2.3 に示す通りであり、常用洪水吐きとの干渉はない。

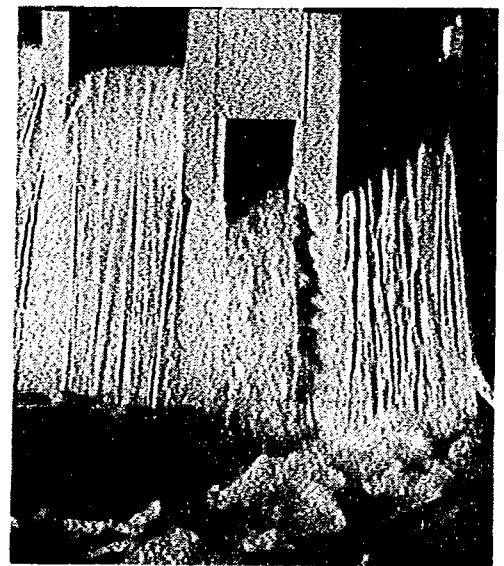


写真 2.3 常用洪水吐きおよび非常用低越流部の流況 (貯水位: 設計洪水位)

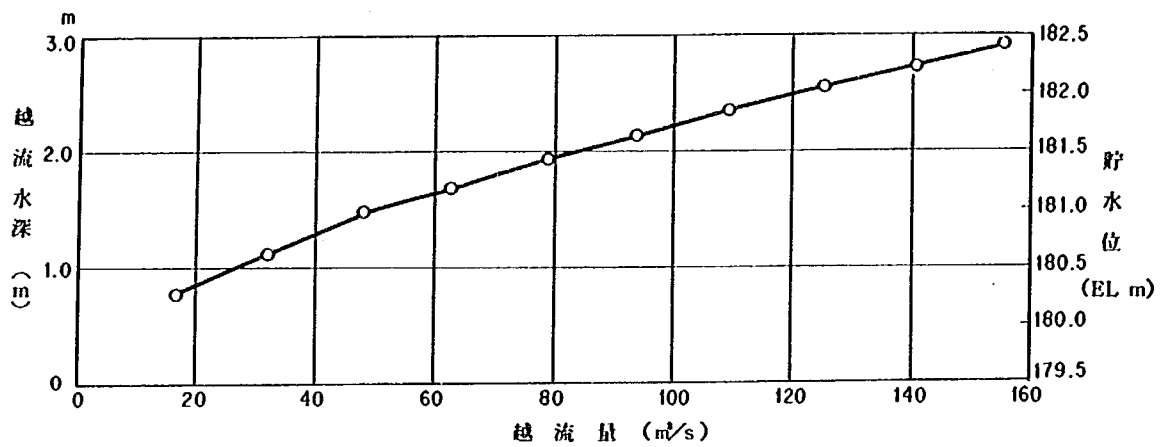


図 2.5 低越流部水位一流量曲線

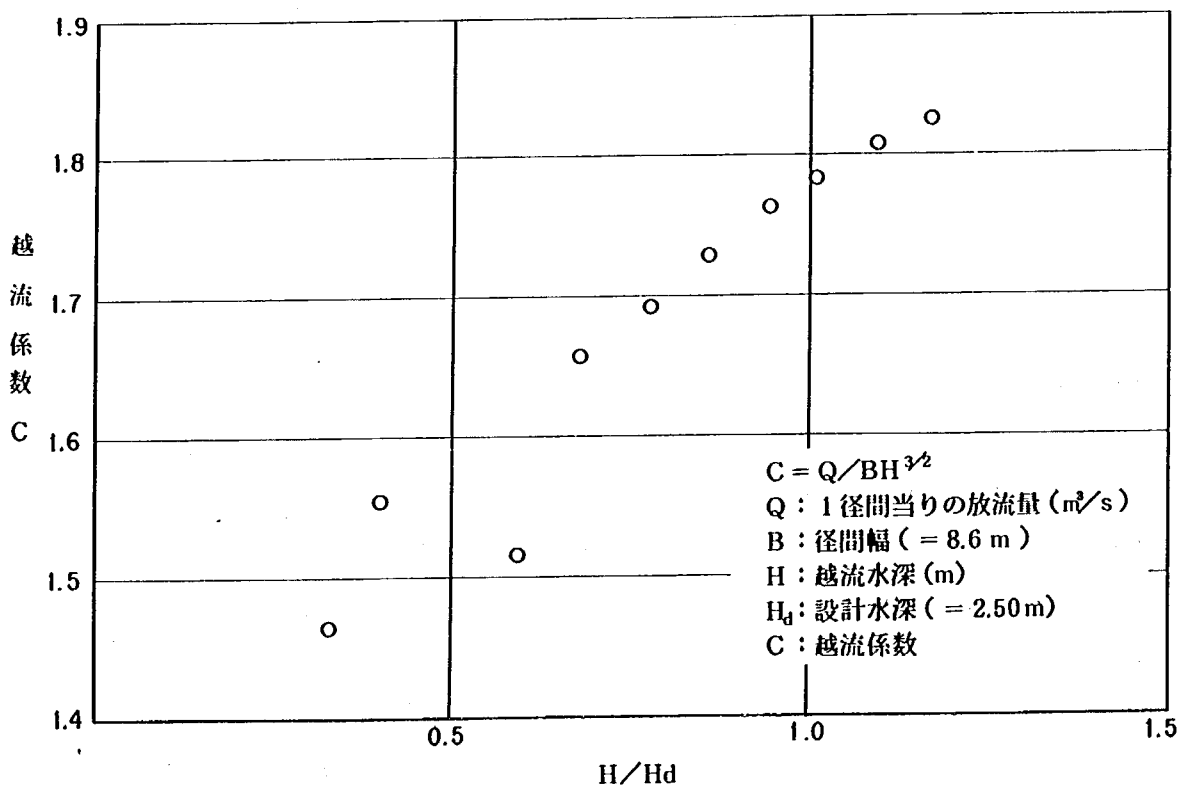


図 2.6 低越流部越流係数

3.4 常用洪水吐き（オリフィス）

オリフィスのゲート開度を 1.50 m に固定した場合の放流特性は図 2.7 に示す通りである。これよりサーチャージ水位 EL 179.500 m では $53\text{ m}^3/\text{s}$ 放流でき、設計条件を満足するが、治水容量の検証に用いる詳細な資料については、次年度部分模型実験により検討する計画である。

貯水位がサーチャージ水位付近になると、オリフィス上流のピヤー沿いには小さな平面渦が発生するが、模型では空気を巻き込むような強い渦とはなっていない。また、ゲートの戸溝の影響により流出水脈の乱れが若干観察される。

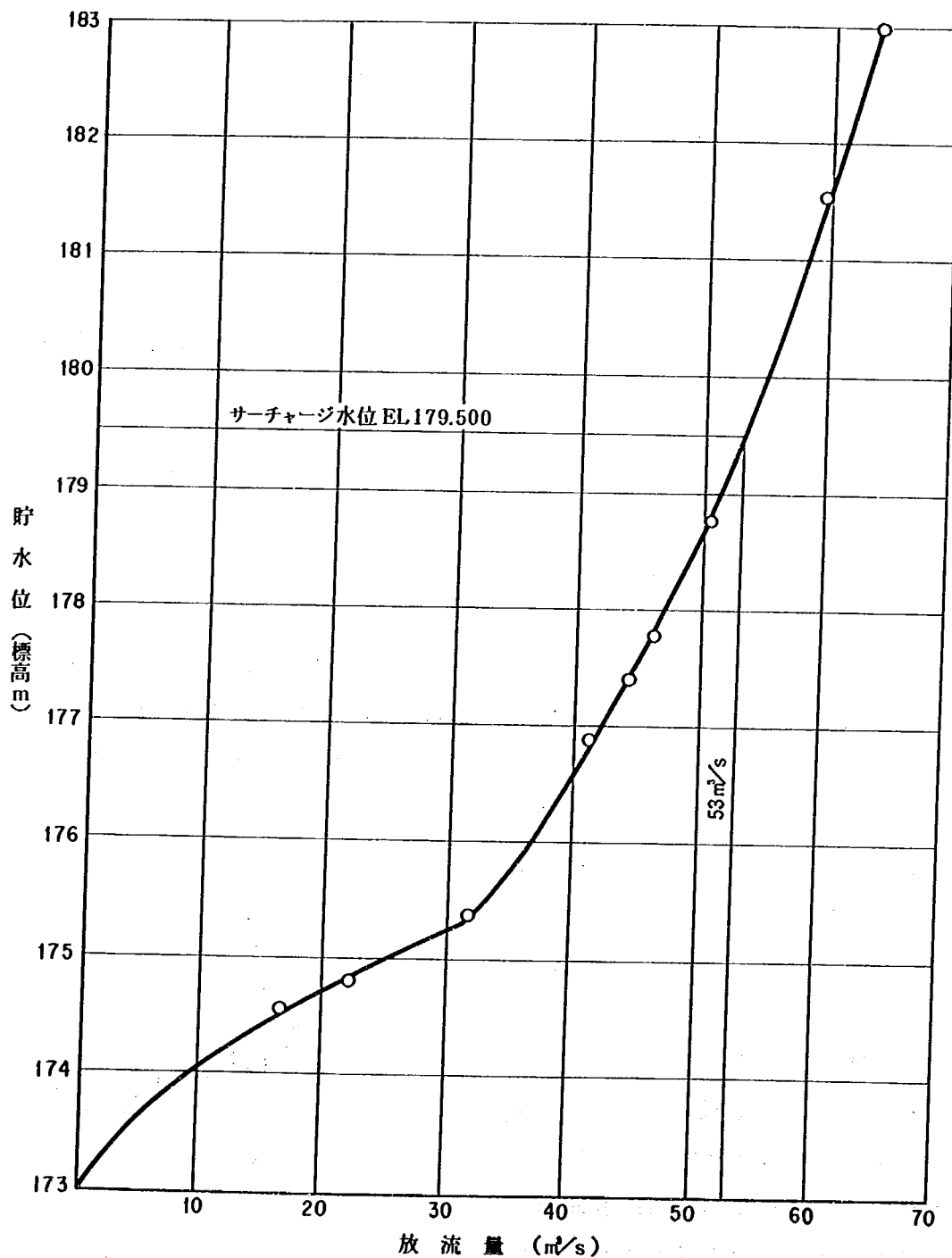


図 2.7 常用洪水吐きの水位流量曲線（ゲート開き： 1.5 m ）

第 4 節 堤趾導流部の機能

4.1 概 要

堤趾導流部に関する実験では、ダム設計洪水流量 $450 \text{ m}^3/\text{s}$ （高越流頂部からは $245 \text{ m}^3/\text{s}$ ）放流時の流れを測定し、主として導流壁高の決定を目的とする。なお、導流壁は図 2.8 に示す A、B、C、D 点を結ぶ折線で規定するものとし、平面形状は特に支障のない限り、地形等を考慮して描かれた設計原案を維持するものとする。

辺野喜ダムの堤趾導流部は、自由越流堤高越流部からの単位幅当りの越流量が $2.4 \text{ m}^3/\text{s}$ 程度と比較的小さく、越流頂と堤趾フーチングとの標高差も $9 \sim 27 \text{ m}$ と小さく、かつ導流部の縦断勾配（平均勾配 0.15 も小さい）が特徴であり、設計は比較的容易であると考えられる。

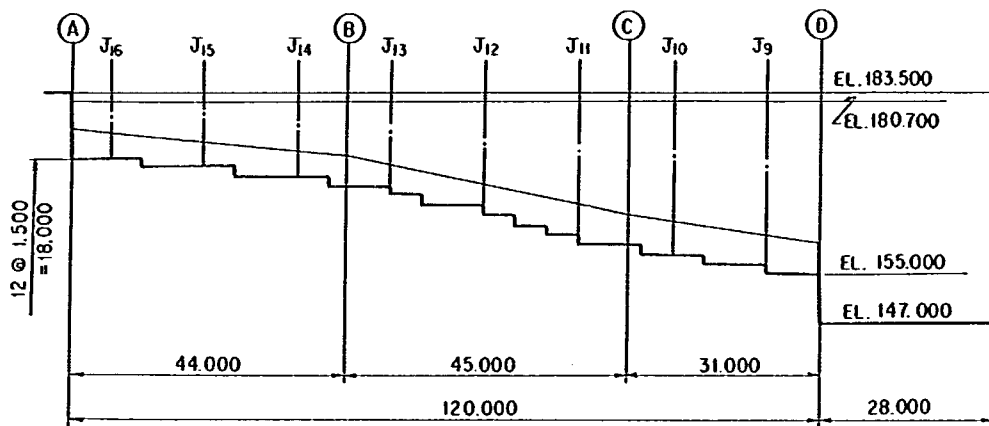


図 2.8 堤趾導流部概要図

4.2 導流部の流況（波返しのない場合）

波返しがない場合の導流壁沿いの水面形は写真 2.4 および図 2.10 に示す通りであり、水理実験での最高水位をカバーする高さをそのまま壁高として設定すると、A 及び D 地点では高さ 5.5 m （EL 178.5 m および EL 160.5 m）、B 及び C 地点では高さ 6.5 m （EL 175.0 m および EL 166.0 m）となる。このままの壁高であると実験の縮尺効果を考慮していないため、実際には部分的に越水が生じることになる。辺野喜ダムの場合、小規模な越水により重大な被害が発生することは考えられないので、設計洪水流量時であることを考慮してこの時点では上記の壁高を設計値として採用する。ちなみに越水が危険な状態を誘起する場合には、余裕としてその上に波返しの設置、あるいは壁高の増加が必要となる。導流部底面の流速分布を図 2.11 に示すが、流速は下流程速くなる傾向にあり、最大流速は $J_9 \sim J_{10}$ 付近で生じ $10.5 \text{ m}^3/\text{s}$ 程度である。フーチング上の流れは図 2.9 に示す様な流況で、段落部で速くなり、段落部下流では底面に生じる渦により流速が低下している。

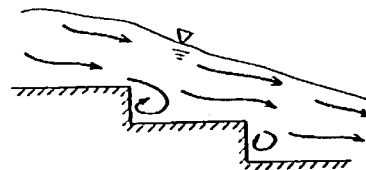


図 2.9 堤趾導流部流況概念図

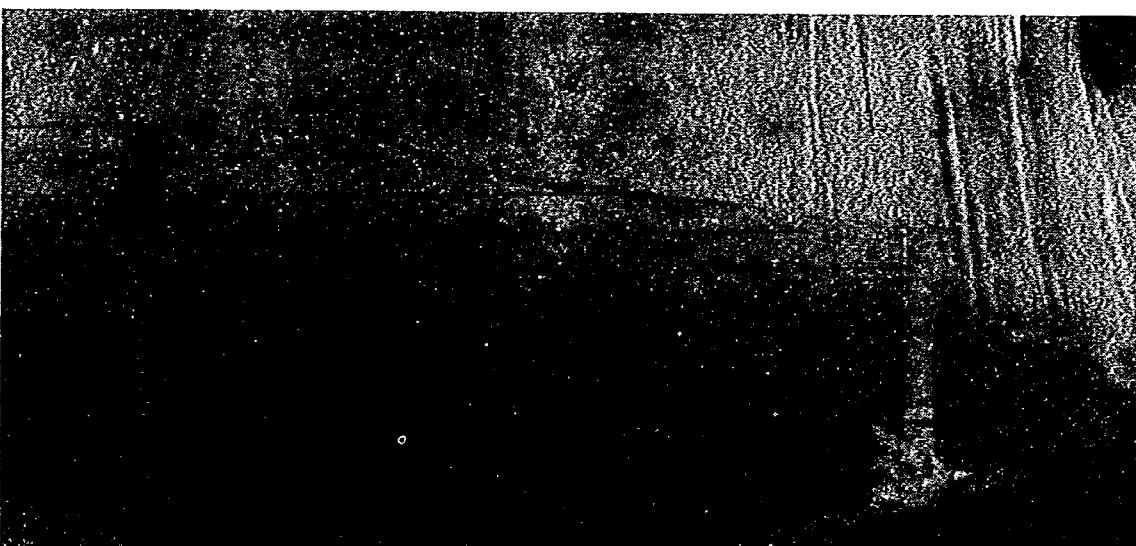
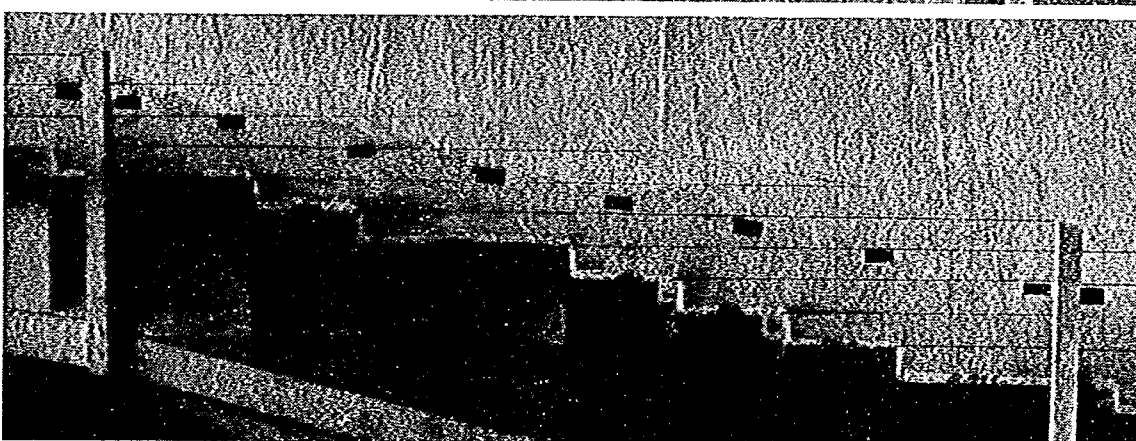
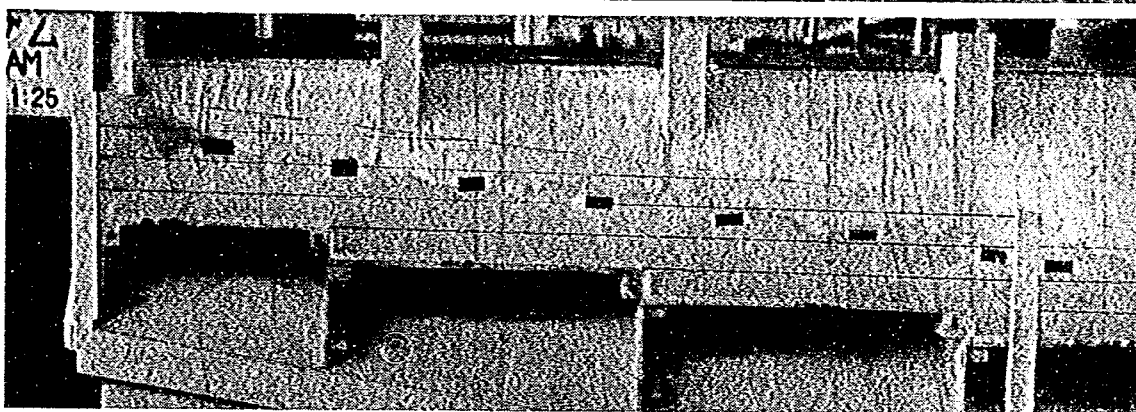
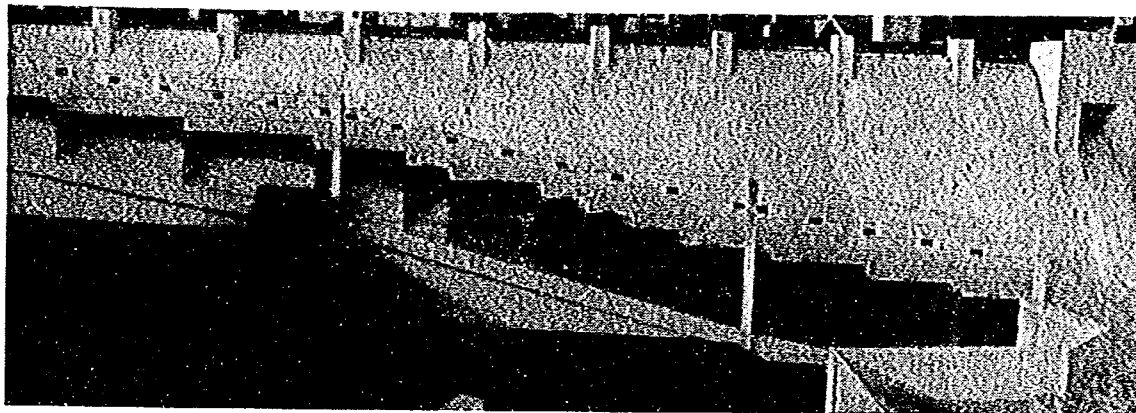


写真 2.4 堤趾導流部の流況（貯水位：設計洪水位）

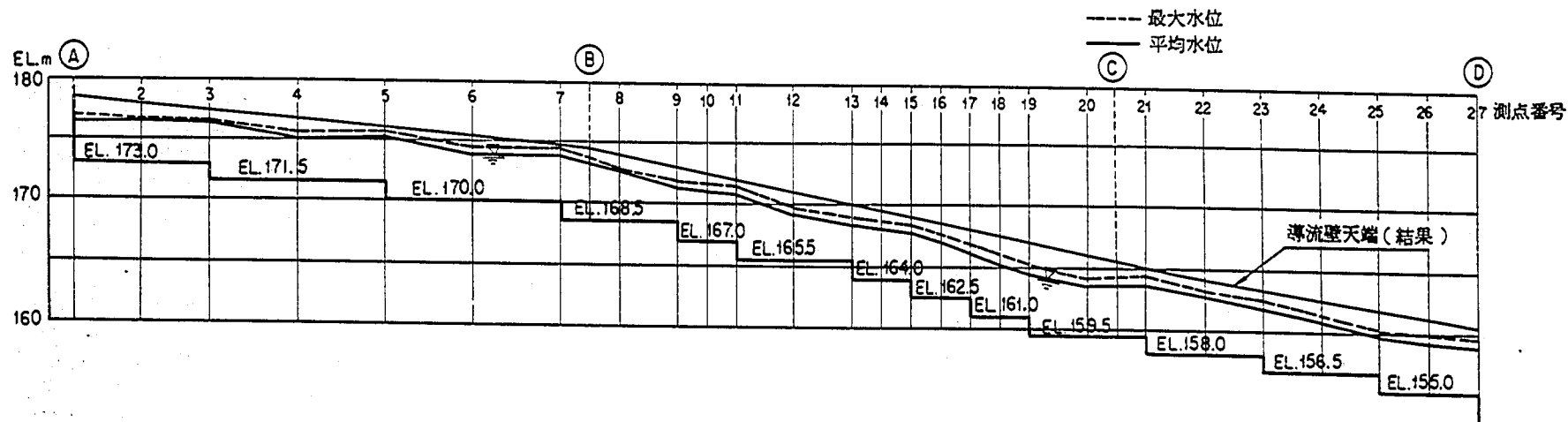


図 2.10 堤趾導流部の縦断水面形状 (貯水位：設計洪水位)

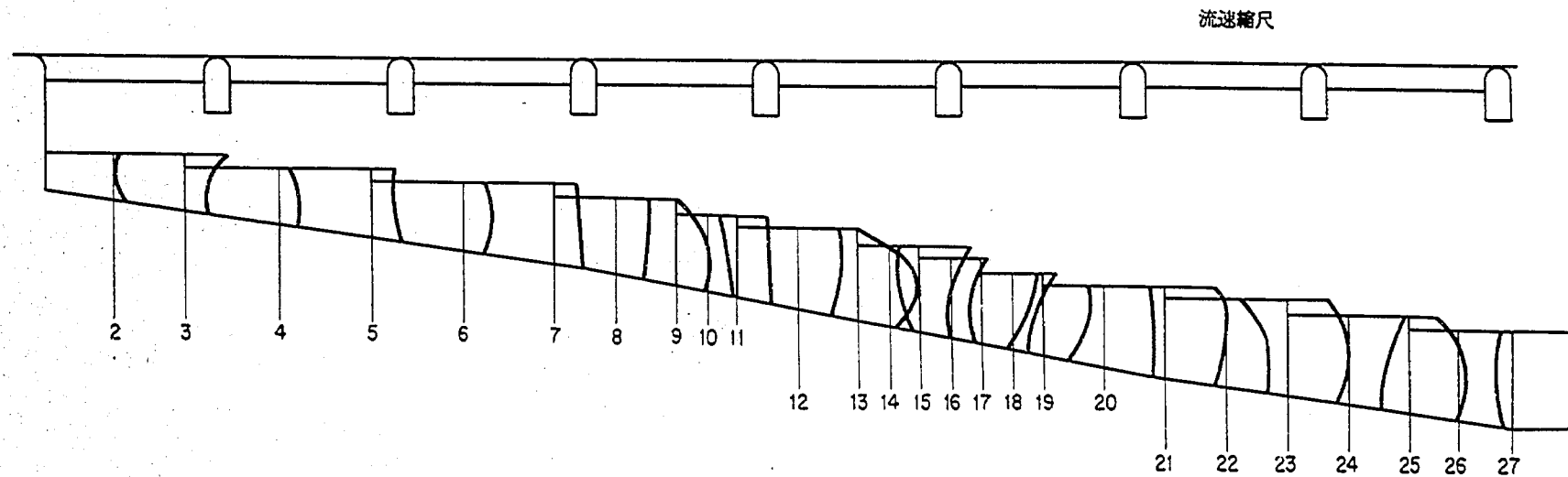


図 2.11 堤趾導流部底面の流速分布 (貯水位：設計洪水位)

4.3 波返しの機能について

模型が小さく実物との相似性に疑問がある場合には、十分な壁高を確保した上での余裕として波返しを設置する事が望ましい。しかし、若干の越水が許容される場合には、波返しにより積極的に壁高を減じる事も経済性を考えれば有効な手段となり得る。ただし、この場合には目的とする波返しの機能、およびその機能を確実になものとするための余裕（特に波返しの張り出し）には十分な配慮が必要である。本項で検討した波返しは、あくまでも壁高を減じるためのものであり、導流部での減勢機能の増強を意図するものでない。このため、減勢工の設計の際には両者の状態の悪い方を対象として選択する必要がある。本項では波返しによりどれだけ壁高を減じ

る事が出来るか検討したものであり、波返しの下端は導流部水路の流水断面が、壁高以内におさまるぎりぎりの線で設定したものである。ここで導流壁高とは図 2.12 に示す高さで示したものである。その結果は図 2.13 に示す通りであり、波返しのない場合と比較して壁高を A 地点で 1 m B、

C、D 地点で 2 m 減じる事が可能である。この場合も流水表面と壁高がほぼ一致しており、実際には部分的に越水する可能性があり、波返しの張り出しを考慮すると構造的に若干不利であり、全体から見ても有利な設計とは言い難い。

導流部の底面流速は図 2.14 に示す通りであるが、 $J_{10} \sim J_{11}$ 付近で $11 \text{ m}^2/\text{s}$ 程度で、波返しのない場合とほぼ同様である。

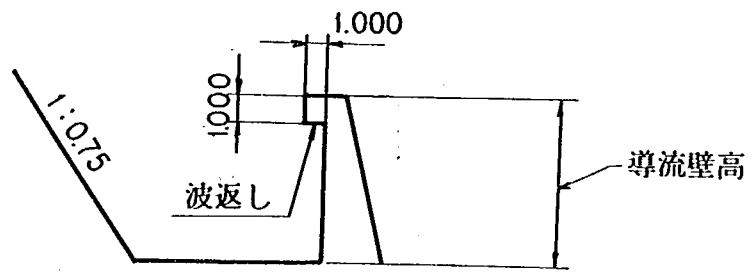


図 2.12 導流壁概要図

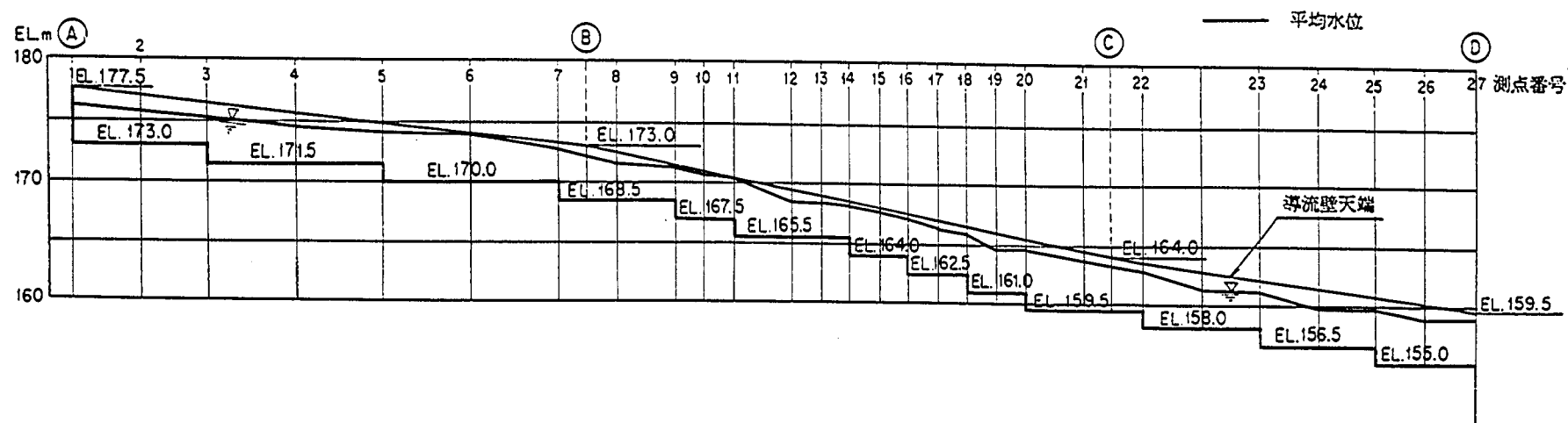


図 2.13 堤趾導流部の縦断水面形状（波返し設置、貯水位：設計洪水位）

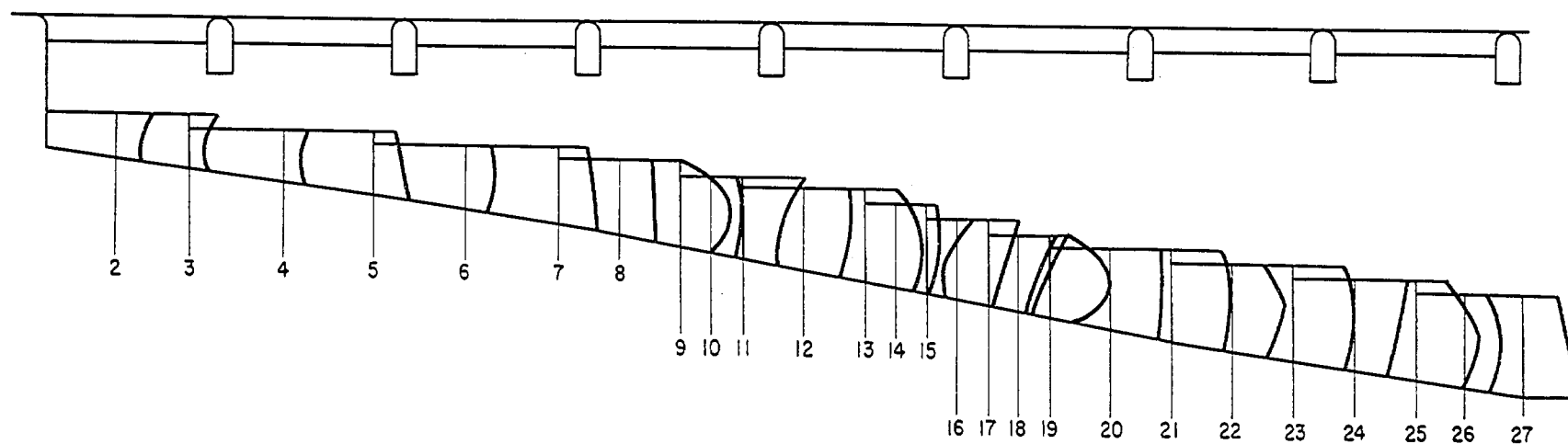


図 2.14 堤趾導流部底面の流速分布（波返し設置、貯水位、設計洪水位）

第 5 節 減 勢 工 の 機 能

5.1 概 要

減勢工は端末にシルを設けた強制跳水式減勢工として、その必要規模を検討する。

減勢工は図 2.15 に示すように、減勢工中心線が河道断面に対して平面的に屈曲しており、減勢池上流では減勢池幅は 28.0 m、副ダム上では 16.595 m となっている。

水理実験では、減勢池の平面形状は固定し、副ダムの位置を右岸の屈曲点から順次下流に平行移動し、その高さの変化による効果を加味して必要な減勢工規模を検討したものである。対象流量はダム設計洪水流量以下の流量であるが、特に $Q=50 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $220 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $450 \text{ m}^3/\text{s}$ に対して詳細に実験的検討を加えている。

なお、今回の実験は、減勢池が副ダム下流の水位の影響をうけないと仮定して実施したものである。

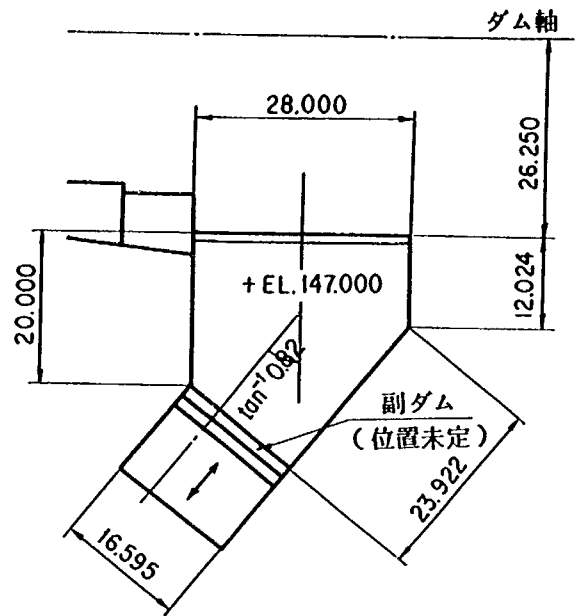


図 2.15 減勢工概要図

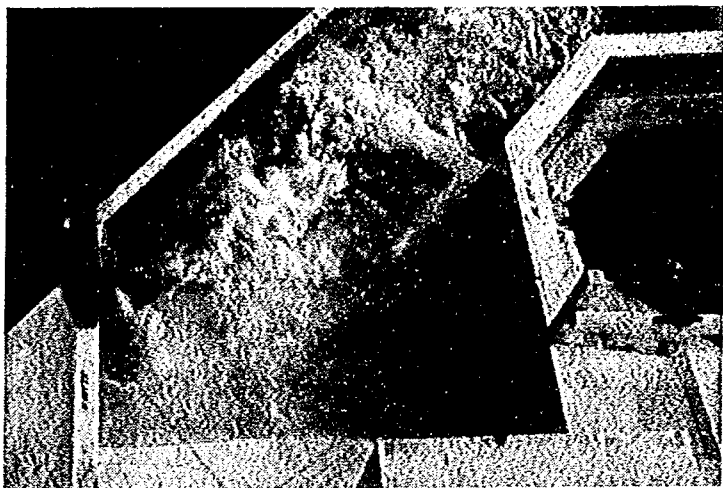
5.2 副ダムの高さ及び位置の検討 (対象流量 $50 \text{ m}^3/\text{s}$)

副ダムの位置および高さの検討は、まず計画最大放流量 $50 \text{ m}^3/\text{s}$ に対して最適なものを求め、それに対して大きい流量を流入させ、流況観察により部分的に修正を加えて行く方法により実施している。

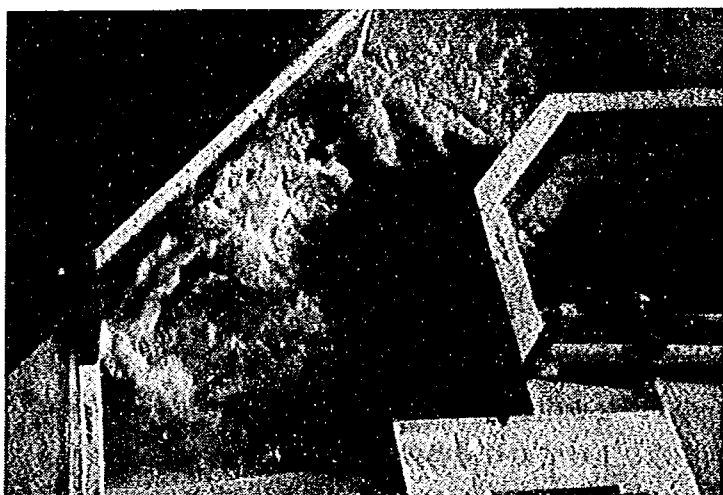
副ダムの高さが 2 m の場合、写真 2.5 (A) に示す通り常用洪水吐きからの放流水は水叩き中央を走り左岸導流壁に突き当たり、その位置で部分的に水面を盛り上げており減勢効果はほとんどない。このときの水面形は図 2.16 に示す通りである。

さらにこの盛り上りは、そのまま下流に影響を与えることとなり、副ダムを下流へ 20 m 程度移動しても、副ダムの越流水の左岸側への片寄りが残ったままであり、下流河道の流況は改善出来ない。(写真— 2.5 (B)) この様な悪い状況は、副ダムを高くすれば噴流拡散の効果により徐々に軽減されていき、3.5 m ではほぼ満足出来る状態となる。このときにも減勢池には跳水は発生せず放流水は噴流拡散により減勢されているもので、底面を走る流れによって左岸に部分的に若干の盛り上がりが見られる。このため副ダムの位置を右岸の屈曲点に設置しておく、放流水が左岸に片寄る傾向が残っており、10 m 程度下流へ移動する必要がある。(写真— 2.5 (C)) このときの水面形は図 2.17 に示す通りである。

以上の事実から、 $50 \text{ m}^3/\text{s}$ 放流時に満足な減勢状態を維持するためには副ダムは高さを 3.5 m とし、右岸屈曲点から 10 m 下流に設置する案が最適案と考えられる。



(A) 副ダム高さ：2.0 m
副ダム位置：右岸屈曲点



(B) 副ダム高さ：2.0 m
副ダム位置：右岸屈曲点より
10 m下流



(C) 副ダム高さ：3.5 m
副ダム位置：右岸屈曲点より
10 m下流

写真 2.5 減勢池内の流況比較（常用洪水吐きより50 m^3/s 放流時）

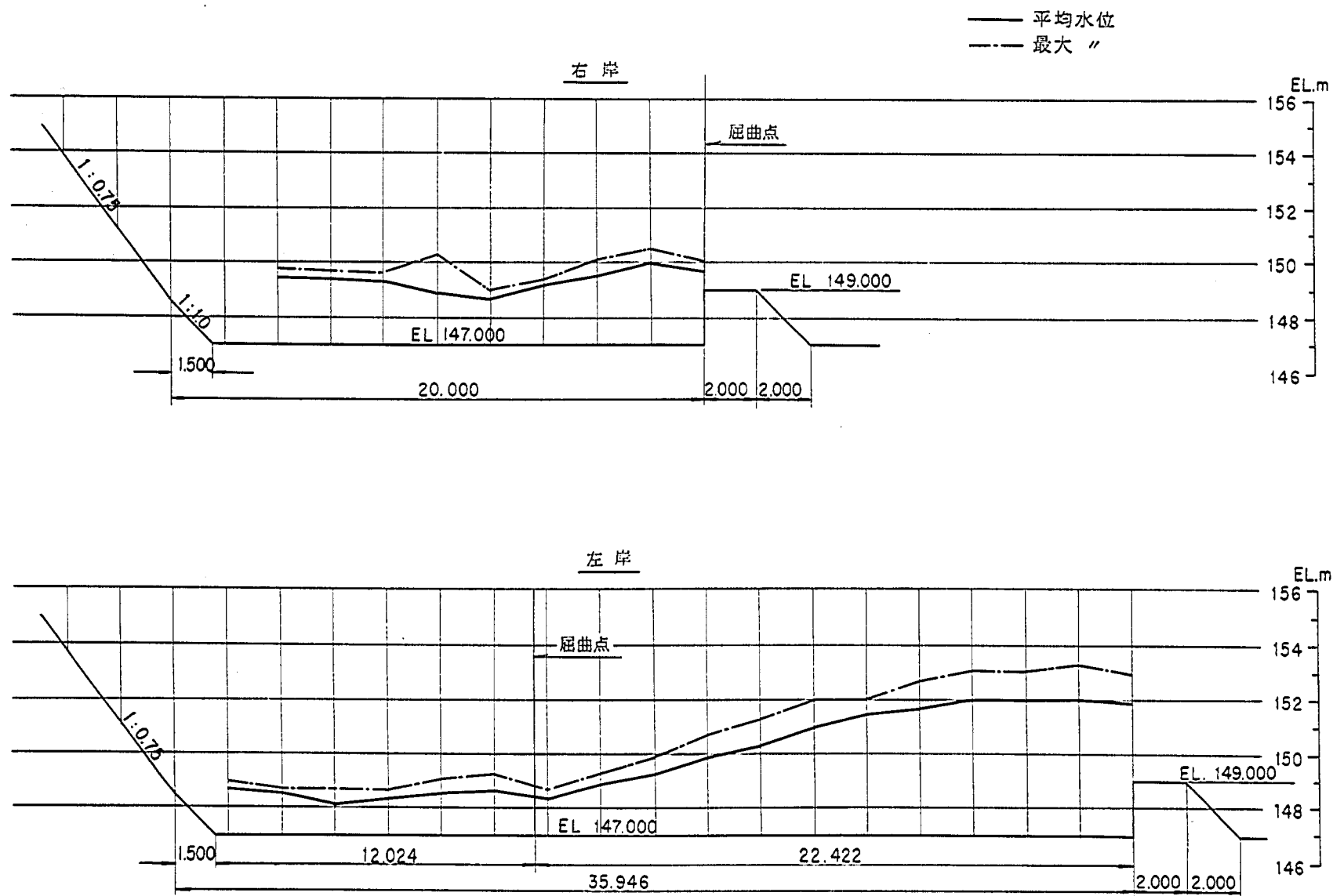


図 2.16 減勢池内の水面形 (50 m³/s 放流時) (副ダム高さ: 2.0 m、副ダム位置: 右岸屈曲点)

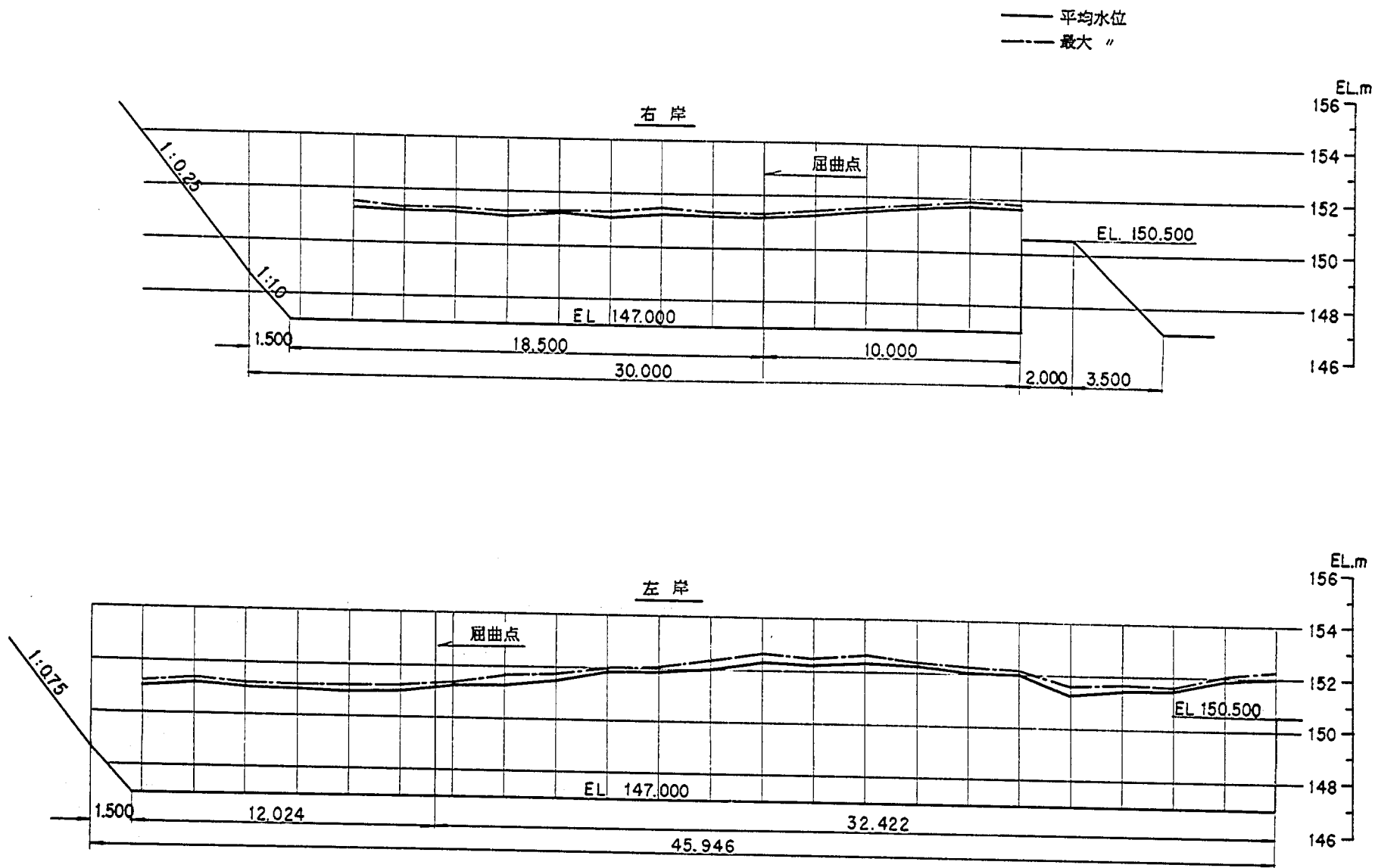


図 2.17 減勢池内の水面形 (50 m^3/s 放流時) (副ダム高さ: 3.5 m、副ダム位置: 右岸屈曲点より 10 m 下流)

5.3 減勢工規模の検討

本項では前項で採用された減勢工に $50\text{ m}^3/\text{s} \sim 450\text{ m}^3/\text{s}$ の流量を、各洪水吐きから流下させ、必要に応じて修正を加え減勢工全体の形状を決定する。

$50\text{ m}^3/\text{s}$ を超え非常用洪水吐きの低越流部からの越流が始まっても、高越流部からの越流がない $100\text{ m}^3/\text{s}$ 程度までは、減勢池内の状況は左岸の盛り上がりが若干増加するだけで、副ダムの位置では横断方向に一様化している。

さらに放流量が増加して堤趾導流部から減勢工への流入が始まると、左岸屈曲点下流の左岸導流壁全体に盛り上がりが生じ、 $220\text{ m}^3/\text{s}$ 放流時には左岸の最大水深は、 8.5 m と大きくなる。しかし、水面の変動幅は 0.5 m 程度であり減勢工内の流況は安定しており、副ダムからの越流水も横断方向にはほぼ一様化している。（写真-2.6）このと

きの水面形は図2.19に示す通りである。さらに流量が増加すると、左岸の盛り上がりは大きくなり変動幅も大きくなる。また、盛り上がりは下流方向にも拡がり、副ダムの位置まで及んでいる。（写真-2.7）このため、大きな波動が下流へ伝播することになるが、下流河道でのせき上げが期待されるので、短区間でダ

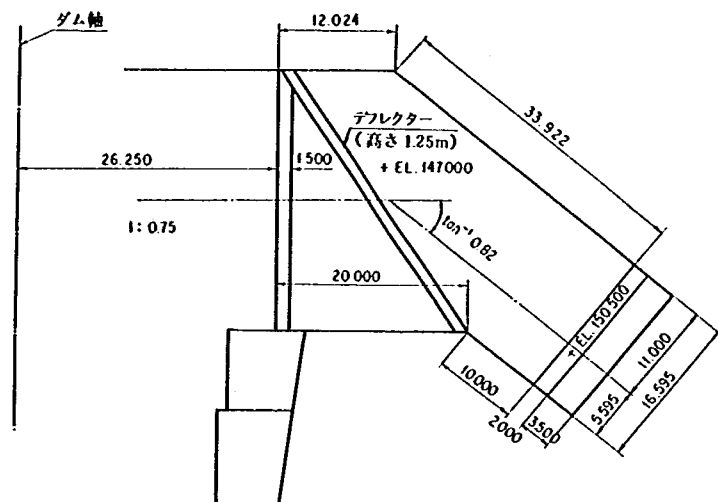


図 2.18 減勢池内ディフレクター設置位置

ム建設前の状況と同程度に落ち着くものと判断される。この点については次年度、下流河道の模型を設置して確認する計画である。

以上の事実から、設計洪水流量 $450\text{ m}^3/\text{s}$ 流下時に、この減勢工の状態に起因するダム本体への悪影響の有無が問題となるが、これは導流壁の高さを適当に設定することで容易に解決出来る。導流壁の高さは図2.20に示す水面形により決定すればよい。図2.20をみると左岸屈曲点近傍での水位が特にながっているが、これは折線を曲線にすることでかなり軽減出来るものと思われる、次年度の検討項目とする。

また、減勢池内に図2.18に示すディフレクターを設置して導流壁の高さの減少を試みたが、図2.21および写真2.8に示す通り大きな効果を挙げる事は出来なかった。



写真 2.6 減勢池内の流況

($220 \text{ m}^3/\text{s}$ 放流時)

(副ダム高さ：3.5 m、副ダム位置：右岸屈曲点より10 m下流)

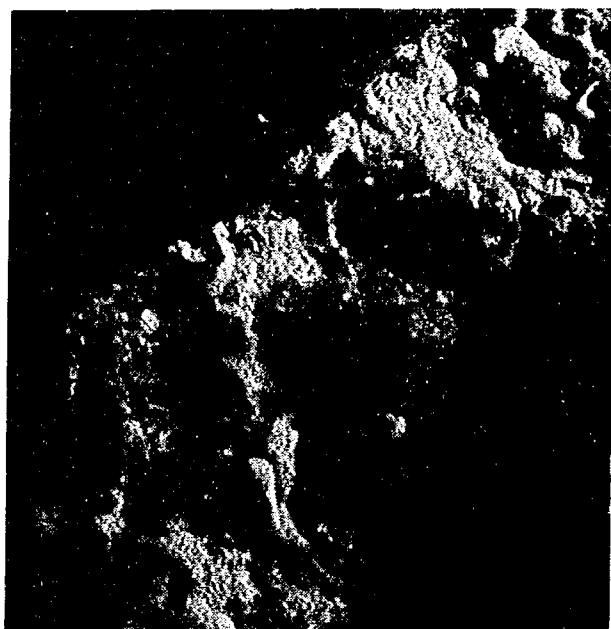
写真 2.7 減勢池内の流況($450 \text{ m}^3/\text{s}$ 放流時)

(副ダム高さ：3.5 m、副ダム位置：右岸屈曲点より10 m下流)



写真 2.8 減勢池内の流況($450 \text{ m}^3/\text{s}$ 放流時)

(副ダム高さ：3.5 m、副ダム位置：右岸屈曲点より10 m下流減勢池内ディフレクタ設置)



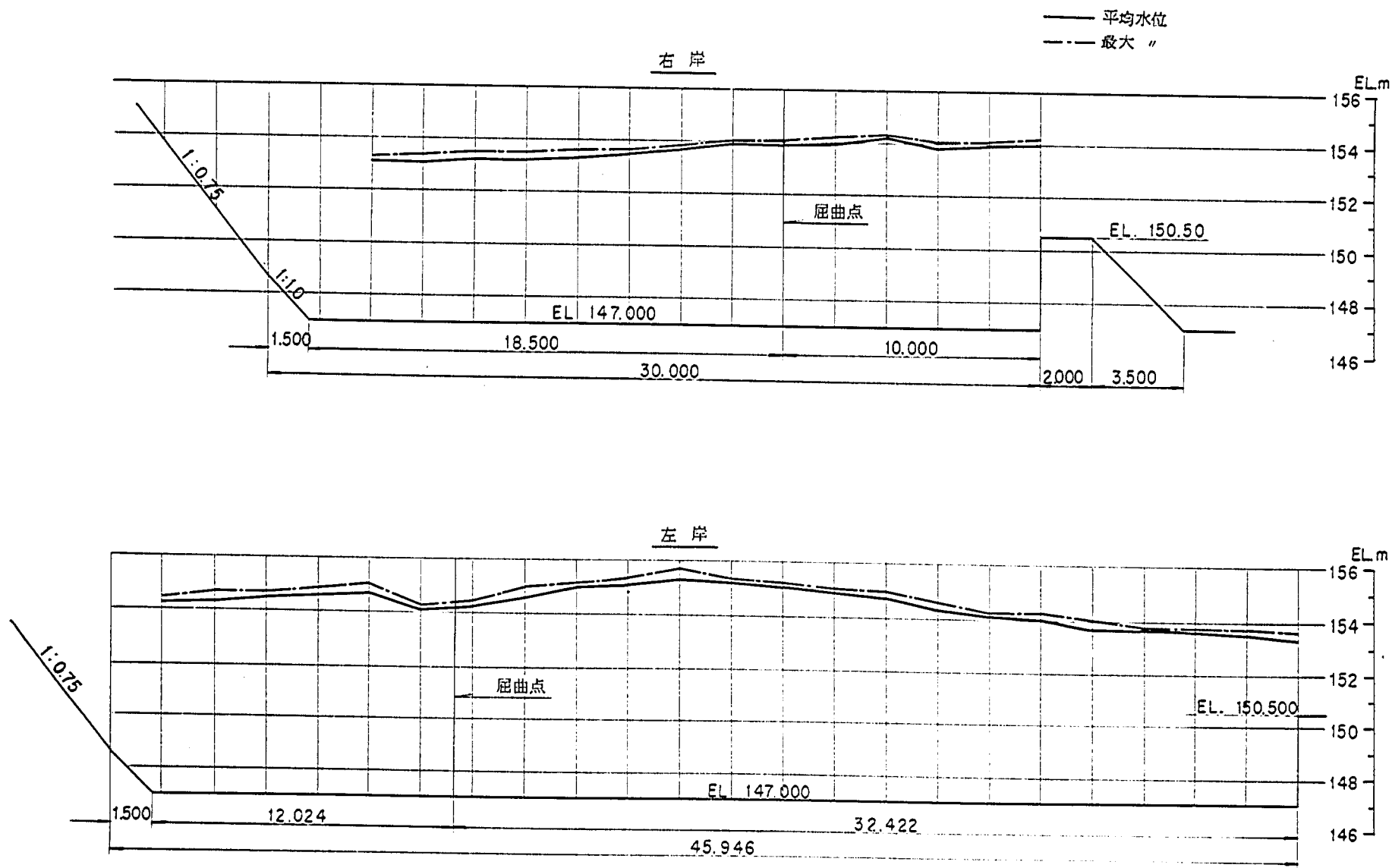


図 2.19 減勢池内の水面形 (220 m^3/s 放流時) (副ダム高さ: 3.5 m、副ダム位置: 右岸屈曲点下流10 m)

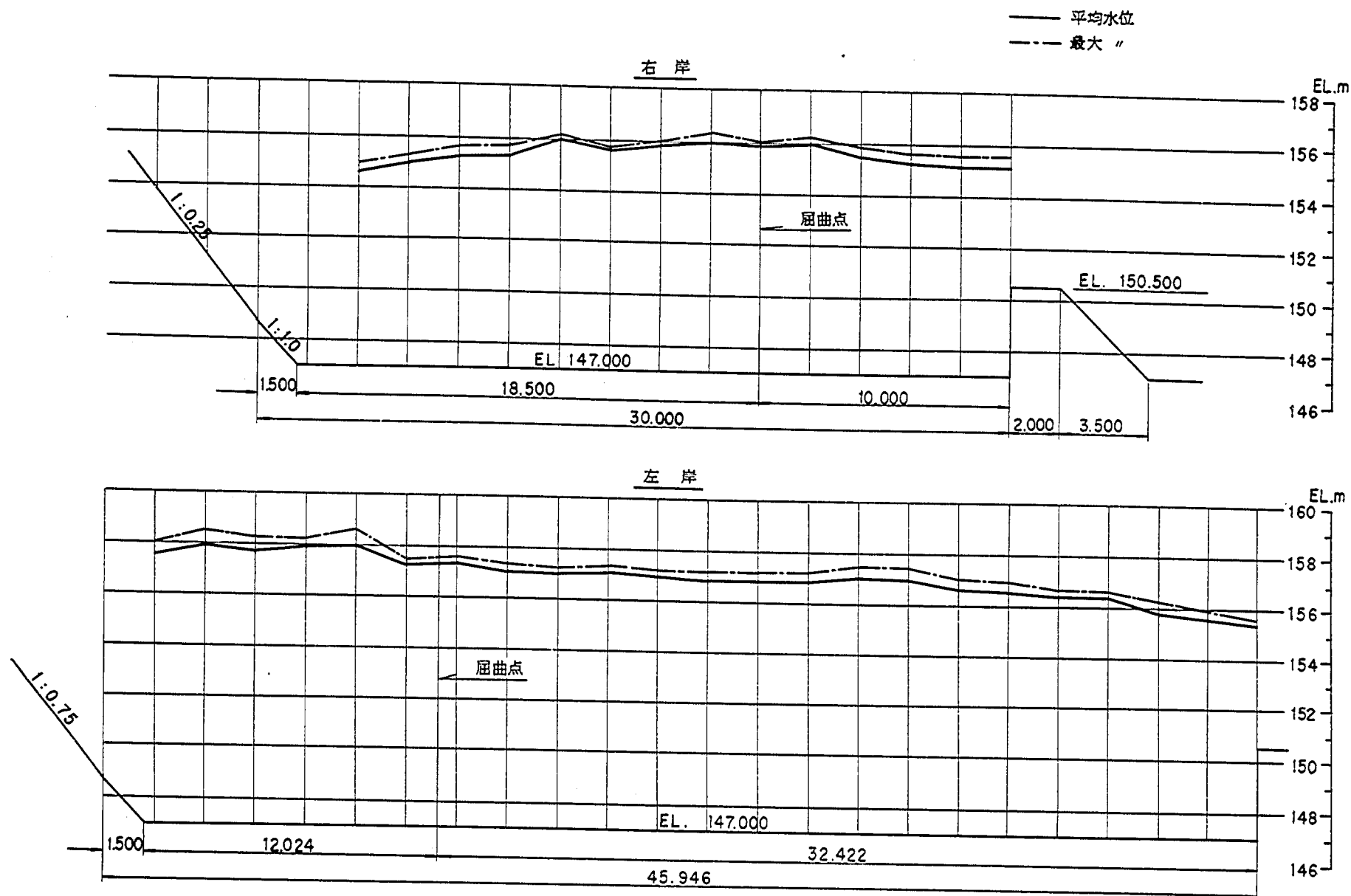


図 2.20 減勢池内の水面形 (450 /s 放流時) (副ダム高さ: 3.5 m、副ダム位置: 右岸屈曲点下流10m)

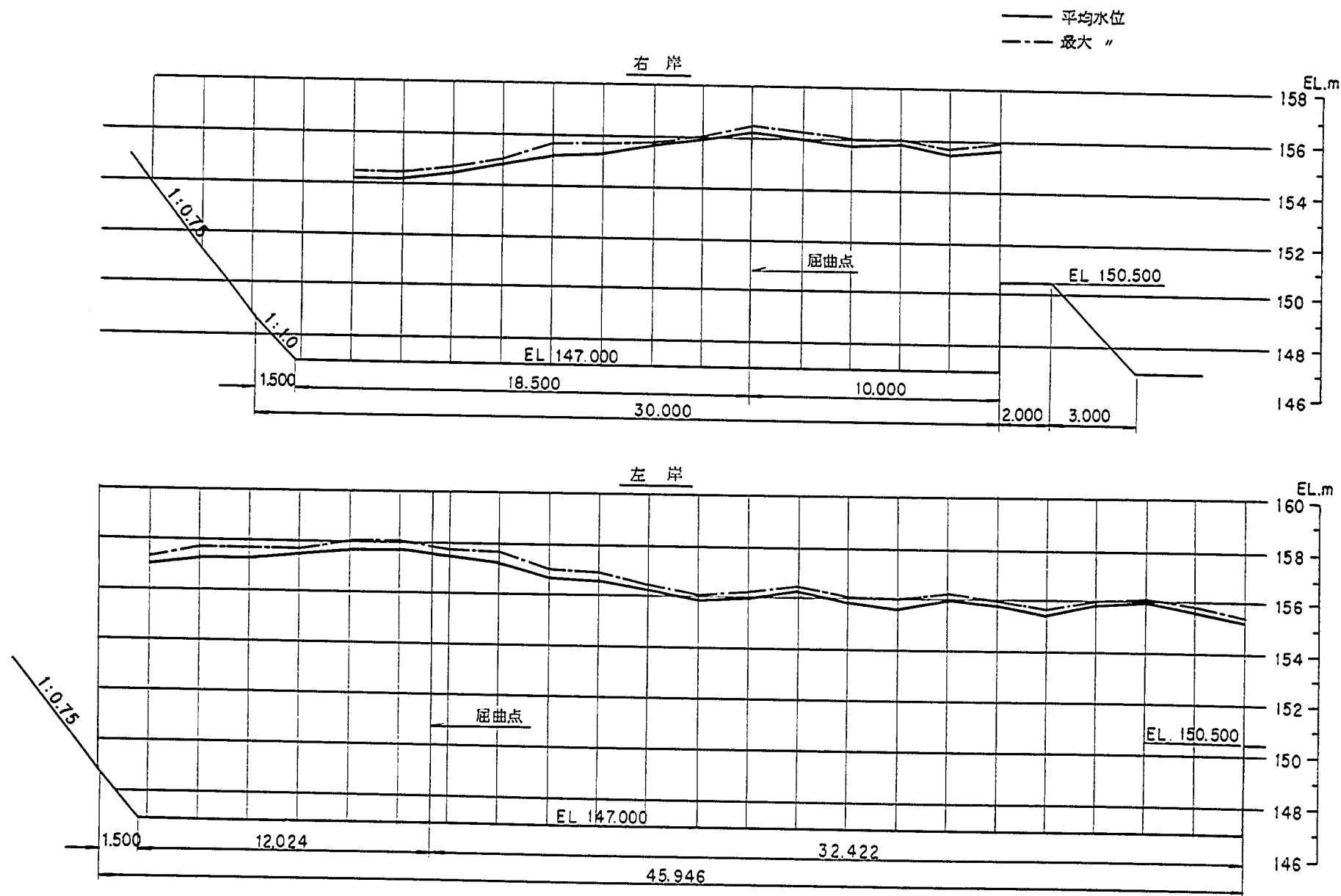


図 2.21 減勢池内の水面形 (450 m^3/s 放流時) (副ダム高さ: 3.5 m、副ダム位置: 右岸屈曲点下流10m、減勢池内ディフレクタ設置)

実験資料 2

実 2 - 1.	洪水吐き水位—流量関係資料	47
実 2 - 2.	堤趾導流部測定資料	48
実 2 - 3.	堤趾導流部横断水面形	49
実 2 - 4.	減勢池内水面形測定資料	51

実験資料 2-1 洪水吐き水位一流量関係資料

洪水吐き全体

貯水位 H (EL. m)	流量 Q (m ³ /s)
174.565	16.6
174.813	21.9
175.310	31.6
176.895	40.9
177.423	44.1
177.778	45.9
178.845	50.6
179.698	58.3
180.195	75.6
180.598	95.3
180.780	107.8
180.880	125.8
181.043	157.2
181.158	190.0
181.298	220.9
181.403	253.1
181.565	300.6
181.715	350.0
181.860	403.4
181.985	449.5
182.000	450.6

常用洪水吐き H~Q

貯水位 H (EL. m)	流量 Q (m ³ /s)
174.565	16.6
174.813	21.9
175.310	31.6
176.895	40.9
177.423	44.1
177.778	45.9
178.845	50.6
179.985	53.4
181.525	59.4
183.020	64.0

高越流部 H-Q (付着状態) Hd:設計水深(1.30 m)

貯水位 (EL. m)	越流水深 H(m)	H/Hd	流量 Q(m ³ /s)	流量係数 C
181.018	0.318	0.245	29.8	1.598
181.230	0.530	0.408	64.1	1.597
181.383	0.683	0.525	92.8	1.581
181.543	0.843	0.648	125.9	1.564
181.650	0.950	0.731	155.6	1.616
181.770	1.070	0.823	188.4	1.637
181.885	1.185	0.912	220.0	1.639
181.993	1.293	0.995	251.6	1.645
181.085	1.385	1.065	281.3	1.659
182.180	1.480	1.138	313.1	1.672
182.260	1.560	1.200	341.3	1.684
182.353	1.653	1.272	374.1	1.693
182.430	1.730	1.331	404.7	1.710

高越流部 H-Q (剥離状態) Hd:設計水深(1.30 m)

貯水位 (EL. m)	越流水深 H(m)	H/Hd	流量 Q(m ³ /s)	流量係数 C
181.158	0.458	0.352	50.2	1.557
181.435	0.735	0.565	100.0	1.526
181.660	0.960	0.738	149.7	1.530
181.843	1.143	0.879	201.9	1.589
182.023	1.323	1.018	251.9	1.592
182.173	1.473	1.133	298.8	1.607
182.323	1.632	1.248	349.7	1.626
182.485	1.785	1.373	401.3	1.618

低越流部 H-Q Hd:設計水深(2.50 m)

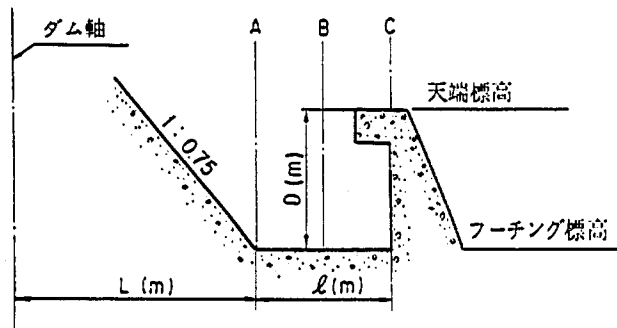
貯水位 (EL. m)	越流水深 H(m)	H/Hd	流量 Q(m ³ /s)	流量係数 C
180.258	0.758	0.303	16.6	1.462
180.625	1.125	0.450	31.9	1.554
180.988	1.488	0.595	47.2	1.512
181.188	1.688	0.675	62.5	1.657
181.435	1.935	0.774	78.4	1.693
181.648	2.148	0.859	93.6	1.729
181.853	2.353	0.941	109.4	1.762
182.050	2.550	1.020	125.0	1.785
182.230	2.730	1.092	140.3	1.808
182.410	2.910	1.164	155.6	1.822

⑧ 常用洪水吐きのゲート開きは 1.5 m 固定である。

実験資料 2-2 堤趾導流部測定資料

断面	測 定 位 置					設計洪水位（波返しなし）							設計洪水位（波返し設置）						
	フーチング 標高(EL.m)	天端標高 (EL.m)	D (m)	L (m)	ℓ (m)	A		B		C			A		B		C		
						水 深	流 速	水 深	流 速	水 深		流 速	水 深	流 速	水 深	流 速	水 深	流 速	
										平 均	最 高								
①	173.000	177.500	4.500	7.875	4.000	2.1	—	1.875	—	3.2	4.0	—	2.0	—	1.875	—	3.625	—	
②	173.000	176.912	3.912	7.875	4.637	1.85	1.13	1.75	0.87	3.625	4.2	4.23	2.0	5.65	1.875	4.16	2.875	3.71	
③	173.000	176.324	3.324	7.875	5.274	1.25	4.38	1.125	3.00	3.375	4.0	4.10	1.75	3.07	1.375	1.91	2.375	4.10	
④	171.500	175.557	4.057	9.000	4.980	3.0	1.91	2.8	3.20	3.5	4.05	2.87	3.25	3.45	2.875	2.94	3.0	3.78	
⑤	171.500	174.790	3.290	9.000	5.811	2.075	3.97	1.75	3.97	3.55	4.125	5.26	2.625	4.10	2.375	4.87	2.75	5.20	
⑥	170.000	174.023	4.023	10.125	5.517	3.4	3.39	3.25	4.81	3.875	4.5	4.16	3.625	3.78	3.75	4.62	4.0	3.33	
⑦	170.000	173.256	3.256	10.125	6.348	2.375	4.03	2.1	4.87	3.825	4.5	4.62	2.625	4.94	2.0	5.26	2.75	5.91	
⑧	168.500	172.500	4.000	11.250	5.958	2.625	5.45	2.25	5.39	4.225	4.375	4.74	2.75	5.65	2.625	5.71	3.0	5.65	
⑨	168.500	171.500	3.000	11.250	6.875	2.5	2.87	3.0	6.87	2.825	3.375	5.58	2.625	5.39	2.875	8.10	2.875	5.78	
⑩	167.000	171.000	4.000	12.375	6.208	3.625	2.55	3.625	3.78	4.05	4.625	4.23	3.375	4.29	3.75	5.00	3.875	3.58	
⑪	167.000	170.500	3.500	12.375	6.667	2.375	5.58	2.5	5.78	3.825	4.5	5.97	2.375	7.71	3.25	6.42	3.5	5.78	
⑫	165.500	169.500	4.000	13.500	6.458	2.75	6.87	2.575	7.20	3.75	4.375	5.91	2.75	7.20	2.625	7.52	3.25	6.3	
⑬	165.500	168.500	3.000	13.500	7.375	2.75	6.55	2.55	9.90	2.8	3.5	7.32	2.4	7.45	2.5	9.65	2.75	7.84	
⑭	164.000	168.000	4.000	14.625	6.708	3.25	1.84	3.375	1.33	4.025	4.75	3.97	3.75	6.68	3.625	7.00	3.625	5.65	
⑮	164.000	167.500	3.500	14.625	7.167	2.575	7.07	2.875	4.49	3.75	4.5	4.87	3.0	7.58	3.375	2.55	3.25	2.94	
⑯	162.500	167.000	4.500	15.750	6.500	2.875	6.23	3.5	3.00	4.625	5.25	4.29	2.875	9.52	3.125	7.97	3.75	5.71	
⑰	162.500	166.500	4.000	15.750	6.958	2.5	9.13	2.625	8.16	3.875	4.6	5.52	2.5	10.03	2.25	8.10	3.5	5.91	
⑱	161.000	166.000	5.000	16.875	6.292	3.25	7.32	3.375	4.49	4.325	5.125	3.00	3.625	8.29	3.25	4.10	3.875	2.04	
㉑	161.000	165.500	4.500	16.875	6.750	3.25	7.07	2.875	8.61	3.5	4.375	4.74	3.5	7.07	2.375	10.936	3.75	4.36	
㉒	159.500	164.500	5.000	18.000	6.542	3.25	7.45	3.0	8.16	4.125	4.875	8.29	3.0	8.03	3.0	8.55	4.125	7.97	
㉓	159.500	163.637	4.137	18.000	7.353	2.5	9.78	2.75	10.42	4.125	5.0	9.39	2.375	9.32	3.125	9.84	3.375	8.74	
㉔	158.000	162.911	4.911	19.125	6.933	3.5	2.36	3.125	7.45	4.75	5.25	6.68	4.125	5.91	2.875	8.36	3.375	5.71	
㉕	158.000	162.185	4.185	19.125	7.639	3.0	8.61	2.875	10.16	3.875	4.75	9.00	3.25	9.13	2.75	10.10	3.125	9.00	
㉖	156.500	161.460	4.960	20.250	7.220	3.5	8.61	3.375	7.07	4.125	4.875	5.91	3.375	8.42	3.25	7.71	3.375	5.00	
㉗	156.500	160.734	4.234	20.250	7.925	3.25	6.81	3.0	10.29	3.375	3.875	7.84	3.25	6.55	2.75	10.23	3.125	7.07	
㉘	155.000	160.117	5.117	21.375	7.400	3.75	6.68	3.75	6.74	4.25	4.875	7.71	3.625	3.71	3.5	6.23	3.875	4.74	
㉙	155.000	159.500	4.500	21.375	8.000	3.5	10.81	3.375	10.10	3.875	4.625	9.39	3.125	5.13	3.0	7.97	3.875	9.13	

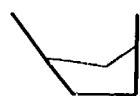
単位 水深 (m)
流速 (m/s)



実験資料 2-3 堤趾導流部横断水面形

(A) 波返しなし

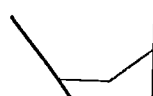
0 5m
(縮尺)



1



2



3



4



5



6



7



8



9



10



11



12



13



14



15



16



17



18



19



20



21



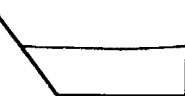
22



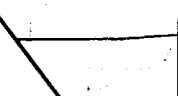
23



24



25



26

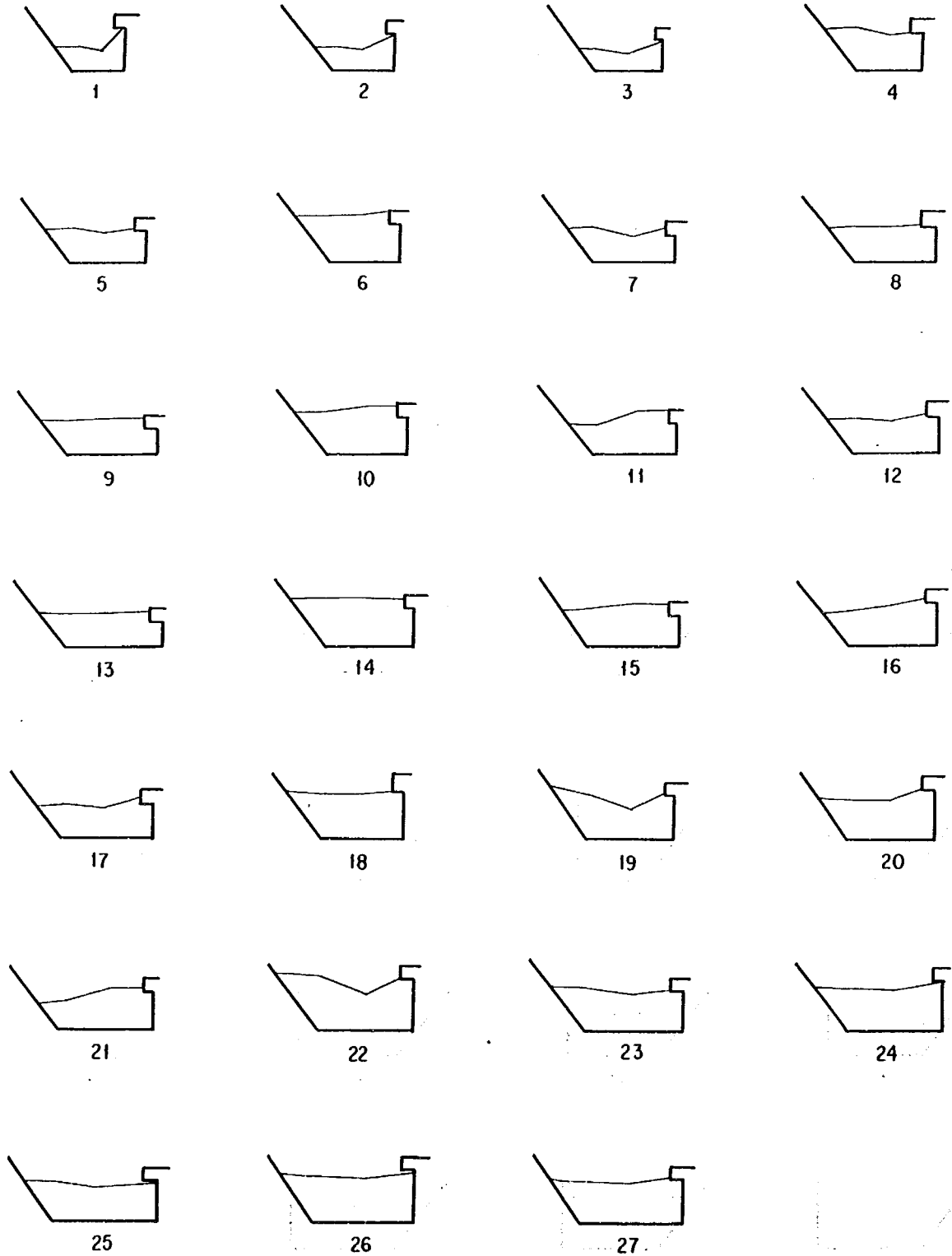


27

実験資料 2-3 堤趾導流部横断水面形

(B) 波返し設置

0 5 m
(縮尺)



実験資料 2-4 減勢池内水面形測定資料

左岸測定位置(x)
左岸屈曲点よりの距離(下流向き正)
右岸測定位置(x)
堤趾導流壁下流端(ダム軸より29.375m
よりの距離(下流向き正)

Q = 50 m³/s , 副ダム高さ: 2.0 m , 副ダム位置: 右岸屈曲点

x(m)	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	-2	-4	-6	-8	-10
右岸 平均水深(m)	2.40	2.38	2.25	3.25	1.75	2.20	2.58	3.00	2.70	—	—	—	—	—	—	—	—	—
右岸 最大水深(m)	2.75	2.63	2.63	1.85	2.00	2.38	3.13	3.50	3.13	—	—	—	—	—	—	—	—	—
左岸 平均水深(m)	1.63	1.38	1.88	2.25	2.88	3.25	4.00	4.50	4.63	5.00	5.00	5.00	4.88	1.58	1.25	1.13	1.55	1.63
左岸 最大水深(m)	2.13	1.75	2.38	2.88	3.75	4.38	5.00	5.05	5.75	6.13	6.13	6.25	6.00	2.13	1.75	1.63	1.75	1.88

Q = 50 m³/s , 副ダム高さ: 3.5 m , 副ダム位置: 右岸屈曲点下流10m

x(m)	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	-2	-4	-6	-8	-10
右岸 平均水深(m)	4.35	4.25	4.25	4.13	4.25	4.13	4.25	4.30	4.25	4.38	4.50	4.65	4.75	4.80	—	—	—	—	—	—	—	—	—
右岸 最大水深(m)	4.55	4.35	4.40	4.35	4.38	4.35	4.40	4.55	4.45	4.50	4.65	4.85	4.95	5.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—
左岸 平均水深(m)	4.13	4.25	4.25	4.50	4.88	4.88	5.13	5.38	5.25	5.38	5.25	5.15	5.00	4.38	4.50	4.55	4.85	5.15	4.00	4.05	4.15	4.20	4.15
左岸 最大水深(m)	4.40	4.50	4.60	4.80	5.10	5.20	5.45	5.75	5.65	5.75	5.65	5.35	5.15	4.90	4.95	5.00	5.25	5.55	4.35	4.20	4.30	4.40	4.50

Q = 220 m³/s , 副ダム高さ: 3.5 m , 副ダム位置: 右岸屈曲点下流10m

x(m)	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	-2	-4	-6	-8	-10
右岸 平均水深(m)	6.15	6.25	6.25	6.25	6.40	6.50	6.70	6.85	6.90	7.00	7.25	6.95	6.90	7.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—
右岸 最大水深(m)	6.55	6.95	6.90	7.00	6.95	6.85	7.00	7.10	7.20	7.35	7.55	7.25	7.25	7.45	—	—	—	—	—	—	—	—	—
左岸 平均水深(m)	7.15	7.25	7.65	8.00	8.15	8.25	8.15	8.15	7.95	7.75	7.38	7.15	7.00	6.75	6.65	6.65	6.50	6.40	7.75	7.65	7.50	7.40	7.30
左岸 最大水深(m)	7.55	7.85	8.00	8.50	8.65	8.95	8.65	8.50	8.20	8.10	7.90	7.25	7.25	7.10	7.00	6.75	6.80	8.10	7.95	7.95	8.00	7.90	7.90

Q = 450 m³/s , 副ダム高さ: 3.5 m , 副ダム位置: 右岸屈曲点下流10m

x(m)	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	-2	-4	-6	-8	-10
右岸 平均水深(m)	7.65	8.00	8.25	8.35	9.00	8.65	8.88	9.15	8.85	9.00	8.55	8.40	8.25	8.25	—	—	—	—	—	—	—	—	—
右岸 最大水深(m)	8.05	8.55	8.95	8.90	9.55	9.00	9.25	9.60	9.30	9.45	8.90	8.95	9.00	8.80	—	—	—	—	—	—	—	—	—
左岸 平均水深(m)	10.25	10.40	10.15	10.00	10.15	10.00	9.85	9.85	9.90	10.15	10.00	9.75	9.65	9.50	9.50	8.95	8.65	8.50	11.00	10.85	10.75	10.90	10.50
左岸 最大水深(m)	10.60	10.80	10.75	10.45	10.55	10.45	10.45	10.35	10.40	10.60	10.70	10.60	10.05	9.95	10.00	9.85	9.00	9.35	11.65	11.25	11.30	11.50	11.20

Q = 450 m³/s , 副ダム高さ: 3.5 m , 副ダム位置: 右岸屈曲点下流10m , ディフレクタ設置

x(m)	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	-2	-4	-6	-8	-10
右岸 平均水深(m)	7.25	7.25	7.50	7.88	8.25	8.38	8.63	8.88	9.25	9.00	8.75	8.88	8.50	8.63	—	—	—	—	—	—	—	—	—
右岸 最大水深(m)	7.65	7.60	7.75	8.00	8.63	8.63	8.75	9.13	9.50	9.25	9.00	9.13	8.75	8.88	—	—	—	—	—	—	—	—	—
左岸 平均水深(m)	10.75	10.50	10.38	9.75	9.63	9.25	8.88	9.00	9.25	8.88	8.75	9.00	8.75	8.50	8.88	9.00	8.63	8.38	10.63	10.50	10.37	10.25	10.00
左岸 最大水深(m)	11.00	10.95	10.80	10.15	10.00	9.70	9.30	9.35	9.55	9.25	9.20	9.25	9.10	8.85	9.10	9.35	8.95	8.90	11.00	10.75	10.85	10.65	10.45

第 3 章

昭和 56 年度洪水吐き全体模型実験

第 1 節 実 験 目 的

昭和56年度洪水吐き全体模型実験は、昭和55年度の実験結果に基づいて修正された実施計画案について検討を行うもので、その主たる内容は以下に示す通りである。

1) 非常用洪水吐き

貯水位～放流量の関係を測定し、放流能力を調査するとともに、放流量特性を明らかにする。

2) 堤趾導流部

導流水路内の水位測定及び流況観察等より、ダム設計洪水流量 450 m^3/s を流下させるために必要な導流壁高及び導流水路幅等を検討する。

3) 減勢工

ダム設計洪水流量 450 m^3/s 以下の流量での減勢機能を調査し、辺野喜ダムに適した減勢工規模、形状を検討する。

4) 下流河道

下流河道の水位、流速及び流況等を調査し、河道の護床、護岸等の必要性を検討する。また、必要に応じて副ダム下流の二次減勢工の検討を行う。

第 2 節 実 験 方 法

2.1 測定方法

測定項目は水槽貯水位、流量、水面形、流速および流況観察であるが、その方法は表 3.1 に示す通りである。

表 3.1 諸 量 の 測 定 方 法

貯 水 位	実物の貯水池に相当する実験水槽と連結された貯水管の水位を 1/10mm 読みポイントゲージを用いて測定した。
流 量	給水管途中に設置されている $\phi 100$ mm および $\phi 300$ mm の電磁流量計によって測定した。
水 面 形	堤趾導流部、減勢工および下流河道の水面形状は 1 mm 読みスケールを用いて測定した。
流 速	プロベラ流速計を用いて測定した。
流 況	写真およびスケッチにより記録した。

2.2 模 型

洪水吐きの全体模型は縦、横とも縮尺 1/25 の幾何的に相似た模型として製作し、昭和55年度同様長さ 7.0m、幅 3.0m、深さ 1.0m の木製水槽に取り付けた。模型は図 3.1、写真 3.1 に示すように、洪水吐き本体と下流河道より構成されている。洪水吐き本体は主として木製とし、表面は合成塗料仕上げとした。導流水路及び減勢工の側壁は透明アクリル製とし、内部観察が可能なものとした。下流河道は減勢工下流 80 m 程度まで製作

表 3.2 諸 量 の 縮 尺

基 本 量	次 元	縮 尺
長 さ ・ 水 深	L	η 1 : 25
時 間	T	η^3 1 : 5
流 速	$L T^{-1}$	η^2 1 : 5
流 量	$L^3 T^{-1}$	η^6 1 : 3125

表 3.3 模型と実物の主要諸元

諸 元	模型寸法	実物寸法
ダム設計洪水流量	144 ℓ/s	450 m^3/s
計画最大放流量	16 ℓ/s	50 m^3/s
高越流部設計水深	7.2 cm	1.8 m
低越流部設計水深	10.0 cm	2.5 m
常用洪水吐き幅	19.2 cm	4.8 m
常用洪水吐きゲート開き	6 cm	1.5 m

し、表面はモルタル仕上げとした。

なお、下流河道の下流端では水位の設定は行っていない。

2.3 相 似 律

洪水吐きの模型は縦、横とも縮尺1/25の幾何的に相似な模型である。

実験においては、重力の影響が支配的であると考えられるので、模型と原型との力学的相似はフルードの相似律に従うものとした。

従って、その基本量の縮率は表3.2に示すとおりである。なお、本章に示される諸量はすべて表3.2に従って原型に換算したものである。なお、模型と実物の主要諸元の関係は表3.3に示す通りである。

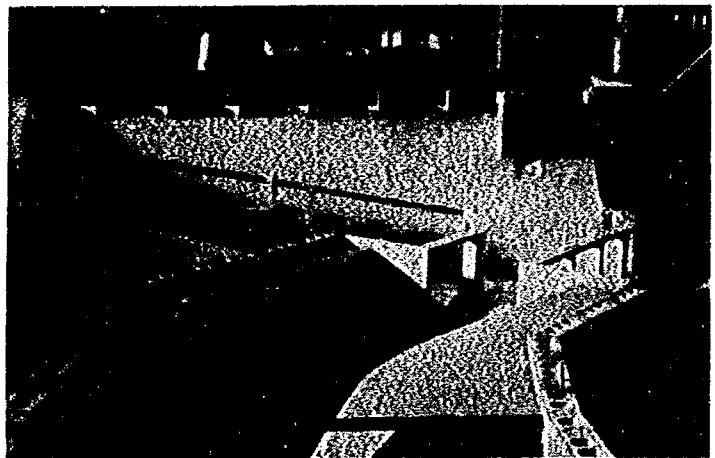


写真 3.1 実験用模型（下流面）

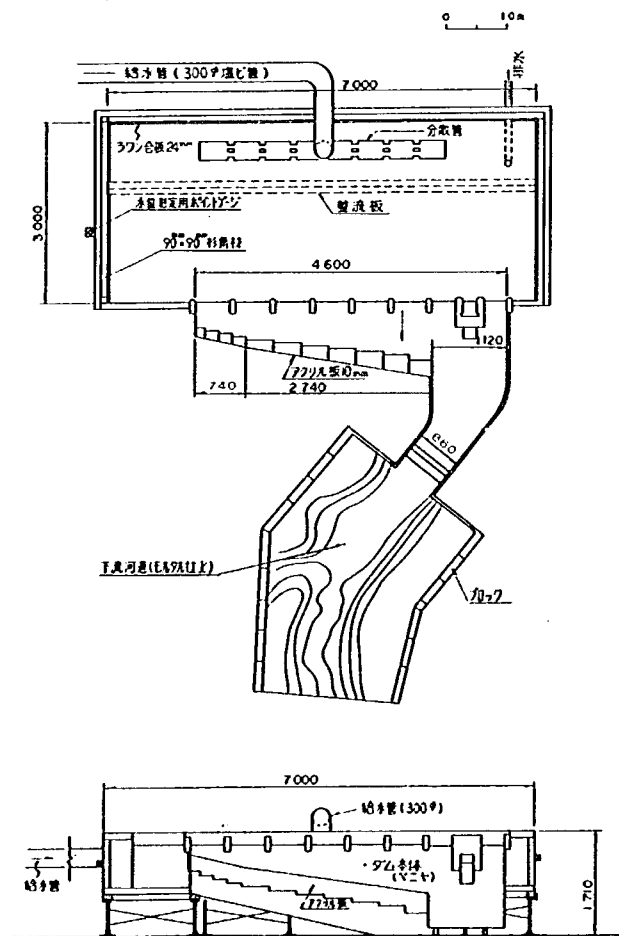


図 3.1 洪水吐き全体模型製作図

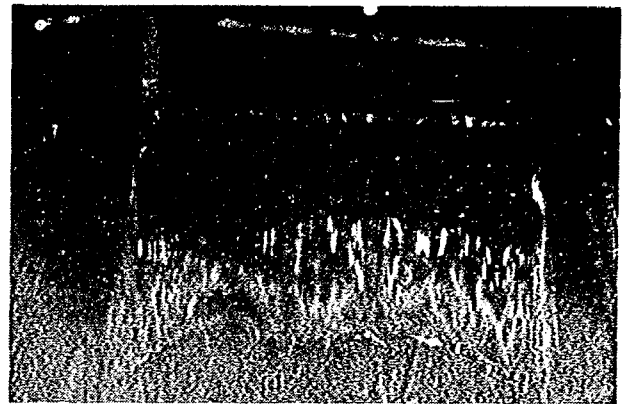
第 3 節 非常用洪水吐きの放流特性

3.1 概 要

非常用洪水吐きの持つべき放流能力は、設計洪水位 EL 182.00 m においてダム設計洪水流量 450 m^3/s から常用洪水吐きの放流量を差し引いた 400 m^3/s 程度あればよい。

非常用洪水吐きは低越流部（越流頂標高 EL 179.50 m、越流幅 17.2 m）と高越流部（越流頂標高 EL 180.20 m、越流幅 75.0 m）より構成されている。高越流部原案は当初、昭和55年度の設計原案と同様に台形堰であったが、写真 3.2 (A) に示すように越流部下流面で流れが剥離し、実験途中で改造を行った。改造案は図 3.2 に示すように越流部の上流面と下流面に円弧を設けて隅取りを行い、流れが剥離しないようにしたものである。そのときの流況は写真 3.2 (B) に示すとおりである。

なお、高越流部改造案及び低越流部改造案は、図 3.2 に示す通り橋脚を天端橋梁の関係から上流側へ 1.0 m 張り出してある。



(A) 原 案



(B) 改 造 案

写真 3.2 非常用洪水吐き高越流部下流面の流況

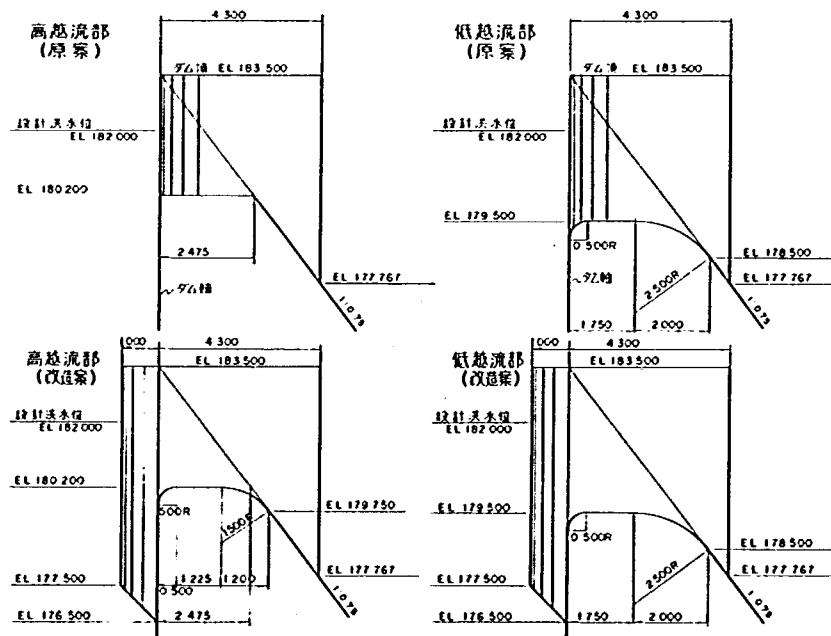


図 3.2 非常用洪水吐き原案および改造案の比較

3.2 原案の放流量特性

非常用洪水吐きの貯水位～放流量の関係は図 3.3 に示すとおりである。図 3.3 の貯水位～放流量曲線より、設計洪水水位 EL 182.00 m で 420 m^3/s 放流可能であり、そのうち低越流部からは 125 m^3/s 、高越流部からは 295 m^3/s 程度放流される。

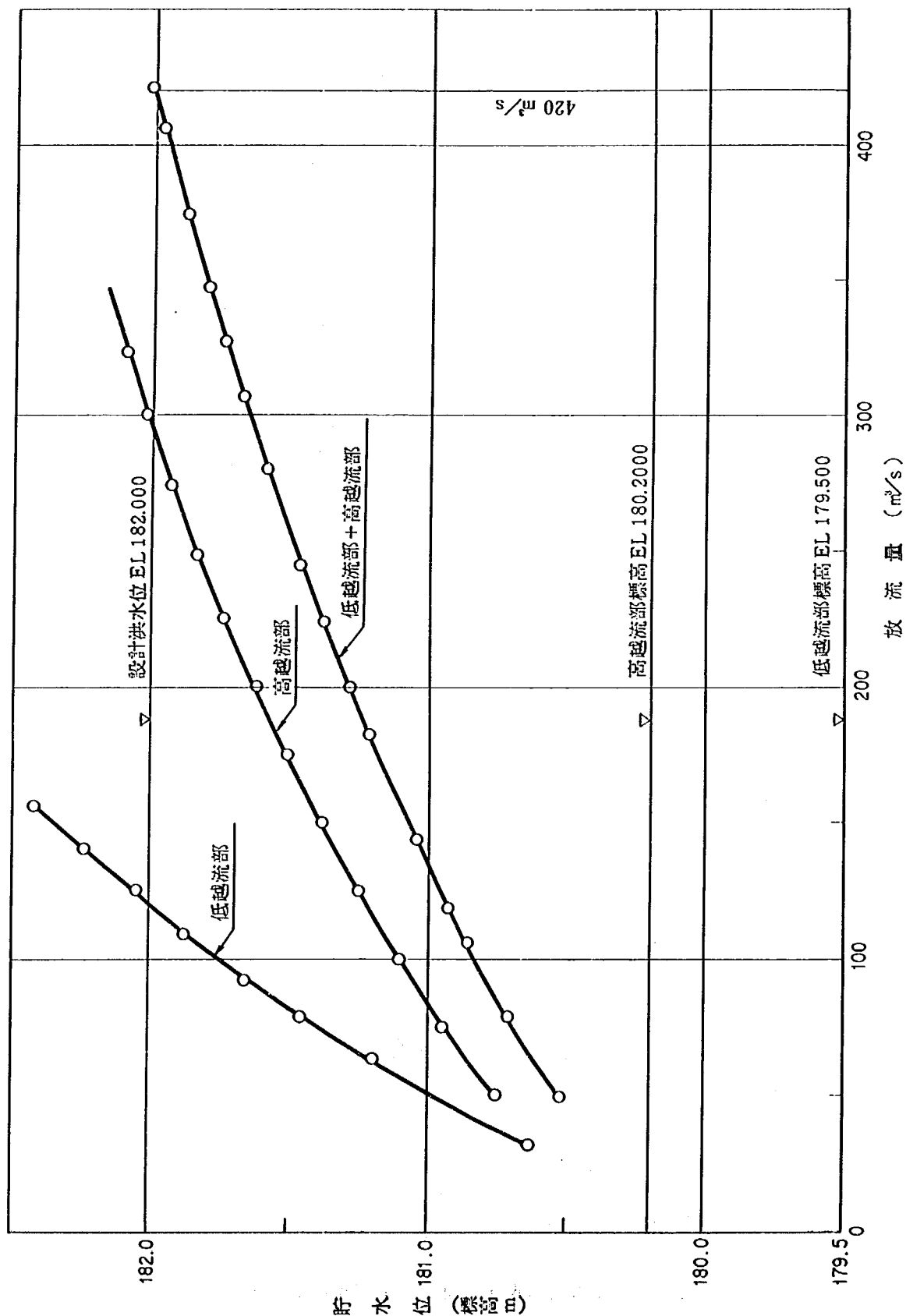


図 3.3 非常用洪水吐き水位～流量曲線 (原案)

設計洪水位での低越流部及び高越流部の越流係数は図 3.4 および図 4.5 に示す通りで、それぞれ $C = 1.77$ 、 $C = 1.63$ 程度である。なお、越流係数は次式で求め、最小自乗法により計算したものである。

(越流係数算定式)

$$C = \frac{Q}{B H^{3/2}} \dots\dots\dots \text{①式}$$

ここに C : 越流係数

Q : 放流量 (m^3/s)

B : 越流幅 ; 低越流部 17.20 m
; 高越流部 75.00 m

H : 越流水頭 (m)

低越流部 ; 貯水位から EL 179.50 m を差し引いたもの

高越流部 ; 貯水位から EL 180.20 m を差し引いたもの

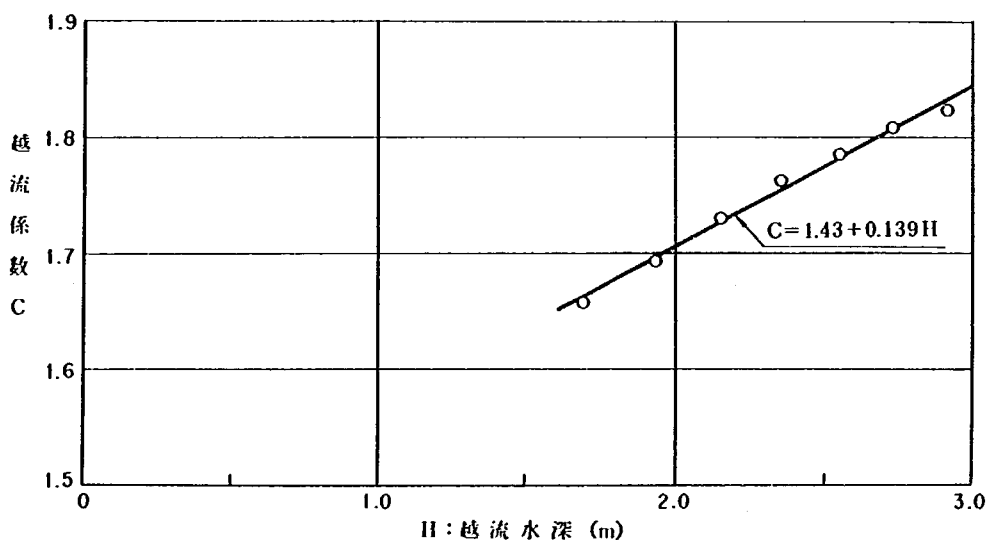


図 3.4 低越流部越流係数(原案)

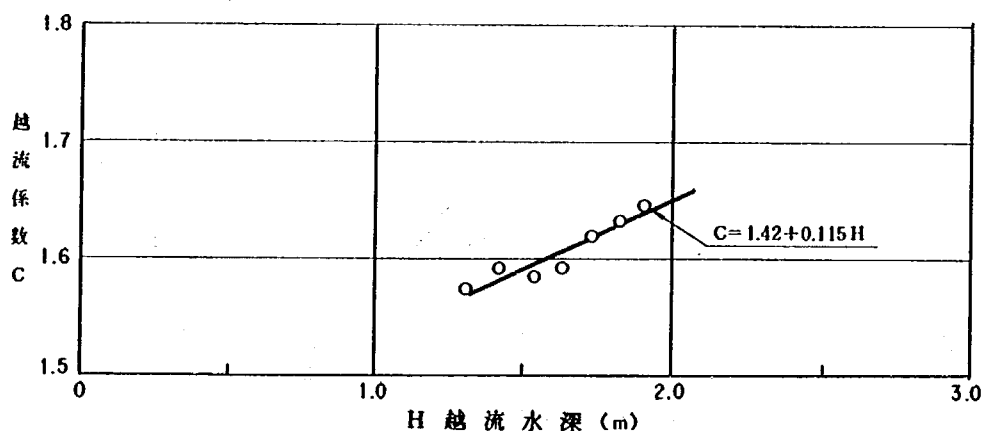


図 3.5 高越流部越流係数(原案)

3.3 改造案の放流量特性

非常用洪水吐きの貯水位～放流量の関係は図3.6に示すとおりである。図3.6の貯水位～放流量曲線より、設計洪水水位EL 182.00 mで470 m³/s程度放流可能であり、そのうち低越流部からは132 m³/s、高越流部からは338 m³/s程度放流される。

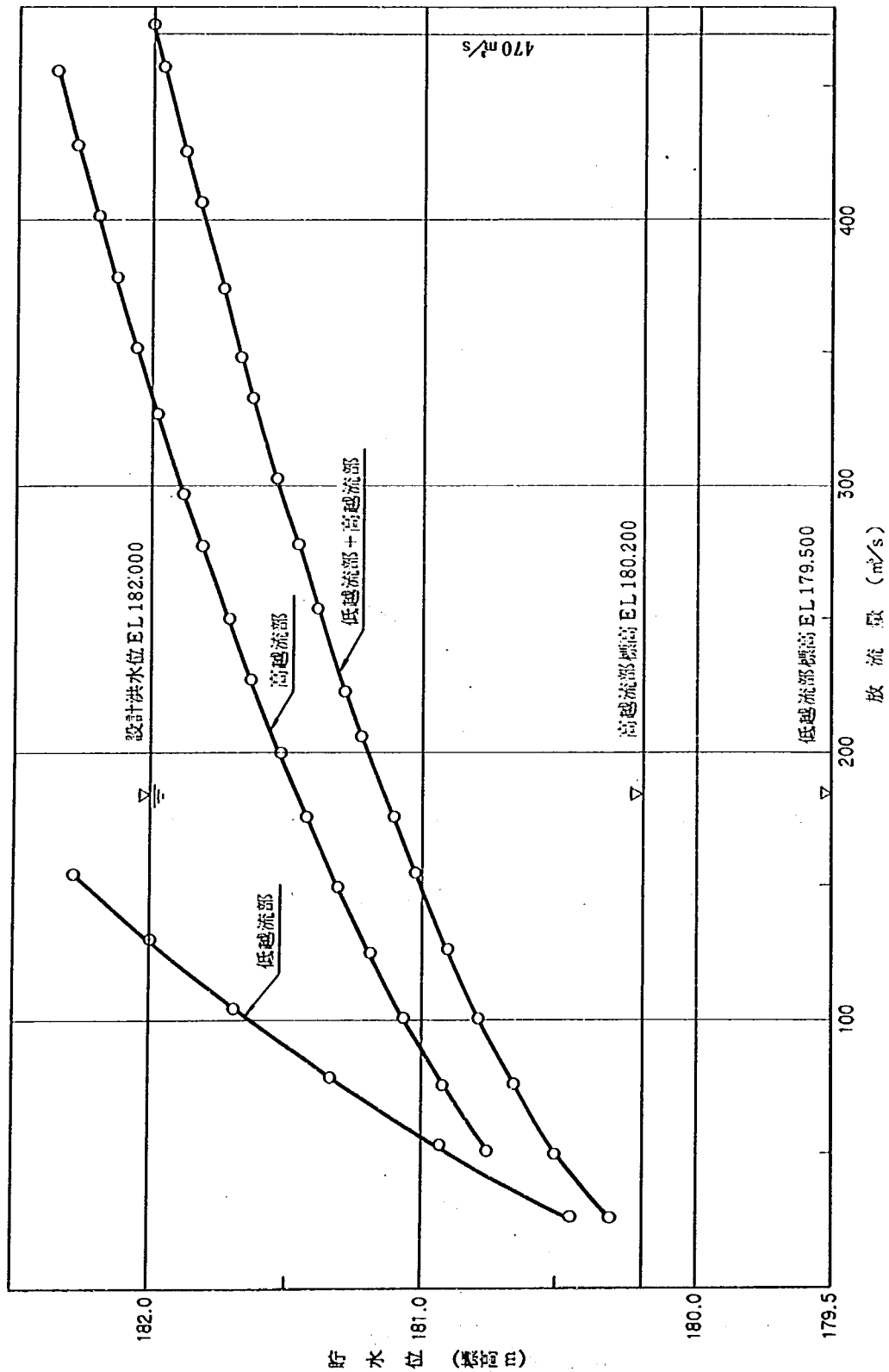


図 3.6 非常用洪水吐き水位～流量曲線 (改造案)

設計洪水水位での低越流部及び高越流部の流量係数は図 3.7 および図 3.8に示す通りで、それぞれ $C = 1.93$ 、 $C = 1.85$ 程度である。なお、越流係数は①式で求め、最小自乗法により計算したものである。

改造案は放流量が $70 \text{ m}^3/\text{s}$ ほどオーバーするので、低越流部の越流幅は変えないものとし、敷高を一定とし放流量 $400 \text{ m}^3/\text{s}$ に対する越流幅を求めると 60 m 程度必要となり、高越流部の越流幅を 15 m 程度短くできる。また、越流幅を一定とし放流量 $400 \text{ m}^3/\text{s}$ に対する敷高を求めると標高 180.4 m となり、 0.2 m 高くする事が出来る。両案の単位幅流量を求めると前者で $4.46 \text{ m}^3/\text{s}$ 、後者 $3.74 \text{ m}^3/\text{s}$ となる。

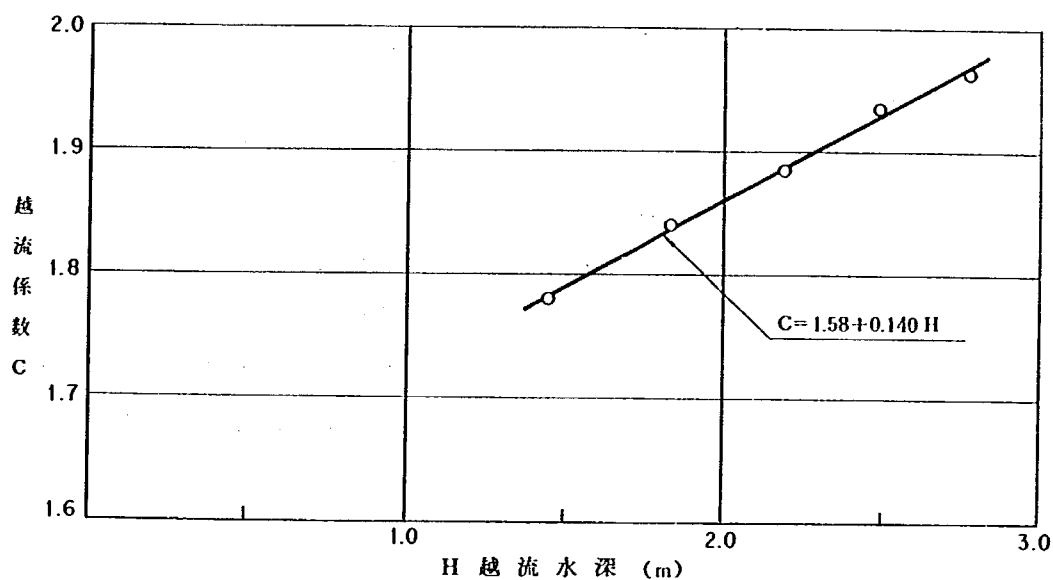


図 3.7 低越流部越流係数(改造案)

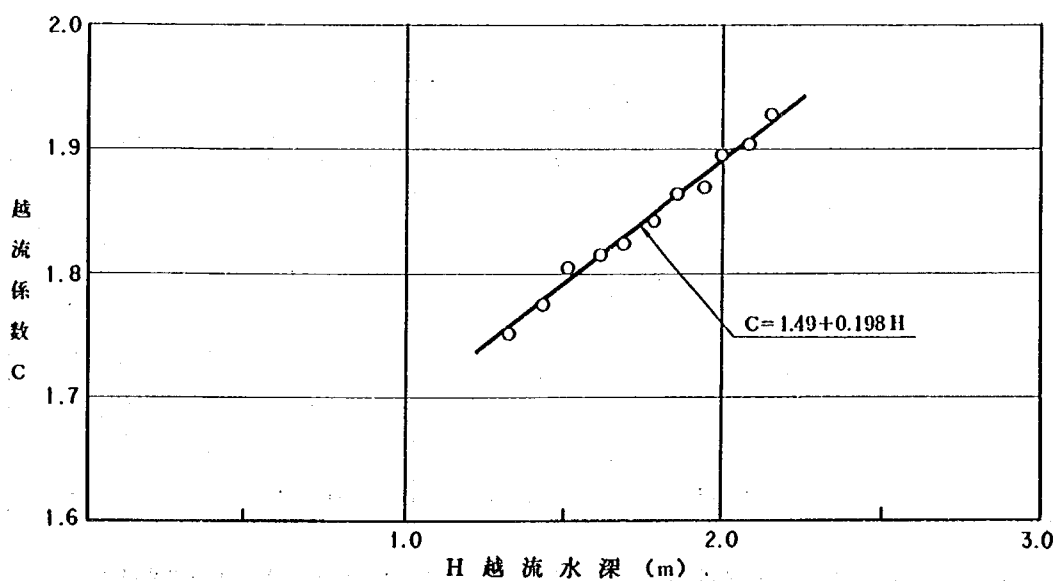


図 3.8 高越流部越流係数(改造案)

第 4 節 堤 趾 導 流 部 の 機 能

4.1 概 要

辺野喜ダムのような階段式の堤趾導水路は、採用されてから未だ実際の洪水を流下させた例がほとんどなく、明確な設計指針もないが、本章では導流水路の導流壁高は 1/25 の模型で、ダム設計洪水流量 450 m³/s 流下時に越流が生じない高さに余裕を 1 m 程度考えるものとし、波返しは原則としては設けないものとして検討を実施している。

実験は表 3.4 に示すケースで行い、必要な導流壁形状を決定したが、波返しの効果を調査するために波返しの設置位置と幅を変化させて、波返し有無による必要導流壁高の違いについても検討した。

導水路は図 3.9 に示す形状で実験を行った。

ここで、CASE-A は昭和 56 年度実施計画原案の形状であり、導流壁は J₁₂ の位置で折線としている。波返しありは波返しを付けた場合の適切な壁高と波返し張り出し長を検討しようとするものである。CASE-B は壁の位置を、設計上可能な限り下流側に寄せて導水路幅を拡幅した場合、導流壁高を減少させる効果があるか否かを確認しようとするものである。また、CASE-C はフーチング上に設置した補助構造物の機能を調査するものである。本年度の実験では、模型において導流水路内の水位が導流壁天端より高くない状態を一応限界の波返し位置として検討しているが、実際に波返しを設置する場合には模型の縮尺効果を加味し、さらに越水の是非を考慮して総合的に判断して決定する必要がある。

表 3.4 実 験 内 容

実験番号	堤 趾 導 流 部 形 状			対象流量*
	導流水路平面	波 返 し	補助構造物	
CASE-A	実施設計原案	な し	な し	280 m ³ /s
		あ り		320 m ³ /s
CASE-B	拡 幅 案	あ り	な し	280 m ³ /s
				320 m ³ /s
CASE-C	実施設計原案	な し	あ り	280 m ³ /s

* 非常用洪水吐き高越流部の放流量を表わしている。なお 280 m³/s は全洪水吐きの総放流量が 450 m³/s となる水位での高越流部からの放流量である。

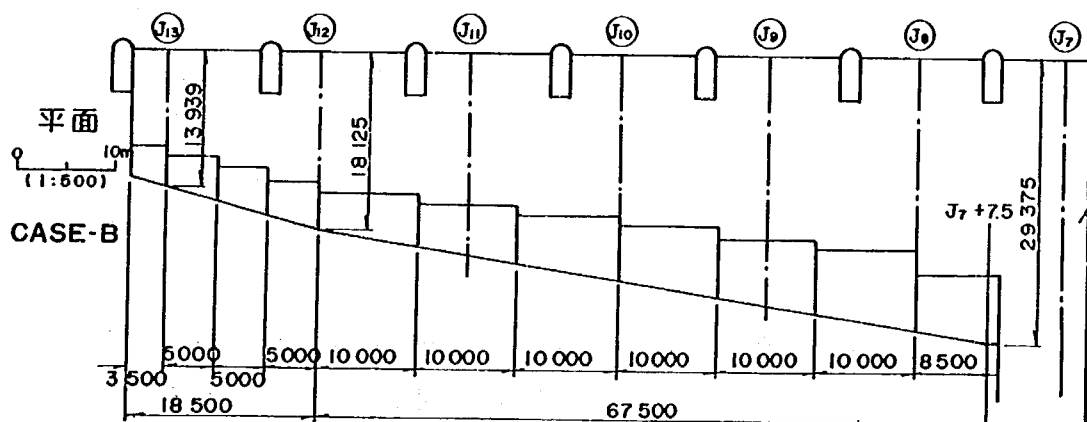
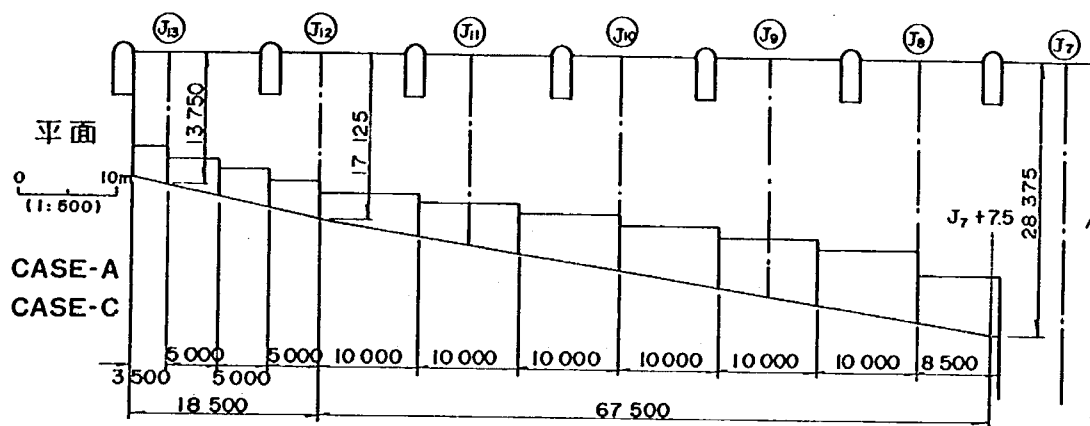
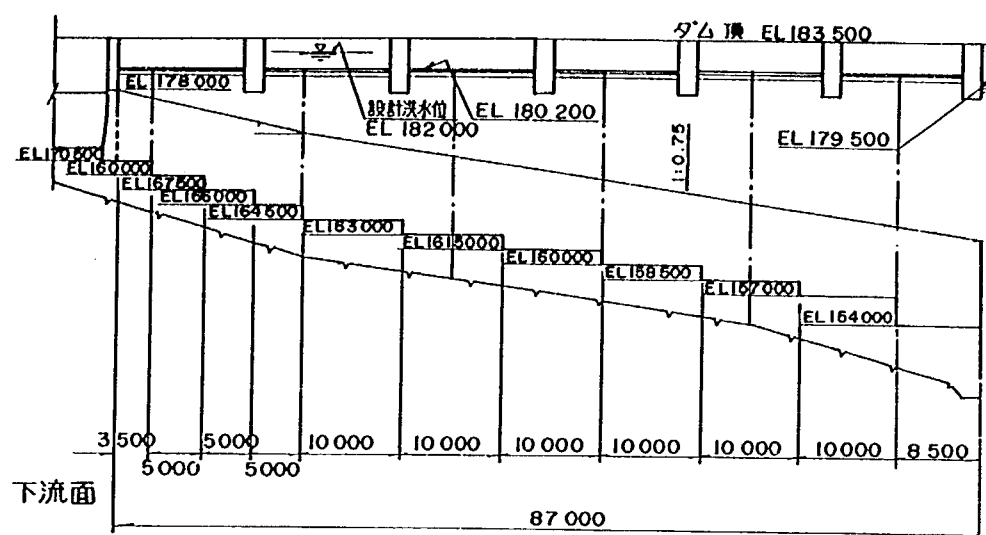


図 3.9 導流水路形状

4.2 原案の検討結果

1) 波返しのない場合

設計洪水量 $450 \text{ m}^3/\text{s}$ 放流時(高越流部からは $280 \text{ m}^3/\text{s}$)の導流壁沿いおよび水路横断方向の水面形は図3.10に示すとおりであり、水面変動は平均水位と最高水位の差で 1.0 m 程度である。このとき最高水面に 1 m の余裕を加えると、必要な導流壁高は $J_7 + 7.5$ で $\text{EL } 163.0 \text{ m}$ 、 J_{12} で $\text{EL } 173.5 \text{ m}$ 、 $J_{13} + 3.5$ で $\text{EL } 178.0 \text{ m}$ である。導流水路の流況は写真 3.3 に示すように、上流部(ブロック⑬、⑭)付近では堤体からの水脈が直接導流壁にぶつかり、壁沿いに水面が大きく盛り上がる。流下するに従い壁沿いの水面の盛り上がりは徐々に小さくなるが、導流水路全体にわたって盛り上がりは残っている。導流水路下流端では減勢池水位の影響はほとんど受けていない。

導流壁高に考慮した余裕の 1 m は、高越流部から $280 \text{ m}^3/\text{s}$ 放流した時の水路内の最高水位をカバーするものであるが、同時に高越流部から $320 \text{ m}^3/\text{s}$ 放流した場合の導流壁沿いの最高水面をちょうどカバーするものでもある。この流量はダム設計洪水流量放流

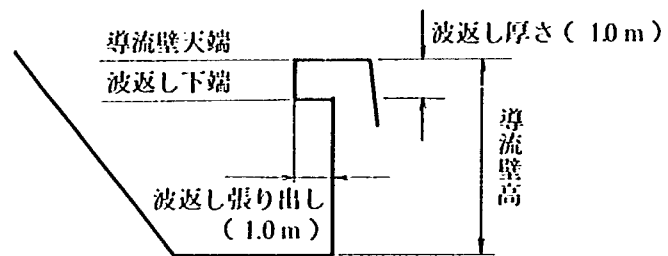


図 3.12 導流壁波返し形状

時の高越流部からの放流量の 115% の値となっており、本模型実験では流量として 15% の余裕をみてい

2) 波返しを設置した場合

導流壁天端標高を $J_7 + 7.5$ で $\text{EL } 161.50 \text{ m}$ 、 J_{12} で 172.00 m 、 $J_{13} + 3.5$ で $\text{EL } 176.5 \text{ m}$ とし、図3.12に示す波返しを設置した場合の流況及び水位は写真 3.4、図 3.13に示すとおりである。この導流壁形状では波返しが効果的に働け、模型では越水は見られない。また、導流水路内の水位は導流壁天端より高くなることはない。この導流壁の形状は天端標高は波返しなしに比較して 1.5 m 低くしたものであり、余裕高および波返しの厚みを考慮すると、波返し下面により約 1.5 m 程度壁沿いの水面を押え込んでいることになる。導流壁に作用する圧力は図 3.14 及び図 3.15に示す通りであり、波返し下面の動水圧は流下方向に大きくなり、 J_9 では平均 5.0 m (水柱) 程度の圧力を受けている。波返し張り出し長が 1 m という設定値に、余裕があるか否かはさらに詳細に検討する必要があるが、次に示すように 50 cm では、波返しはその機能を十分に発揮していない。

すなわち、張り出し長 1 m の場合と同じ位置に張り出し長 0.5 m の波返しを付けた場合、上流側のブロック⑬、⑭では波返しの効果が見られるが、それ以外の範囲では導流壁沿いの水位が導流壁天端標高より高くなり、越水する。そのときの流況及び導流水路内水位は写真 3.5、図 3.16に示すとおりである。

4.3 水路拡幅の効果

1) 波返しのない場合

導流壁沿いの水位は図 3.17に示すとおりであり、平均水位と最高水位の差は 1.0 m 程度である。このとき必要な導流壁高は $J_7 + 7.5$ で $\text{EL } 163.0 \text{ m}$ 、 J_{12} で $\text{EL } 173.5 \text{ m}$ 、 $J_{13} + 3.5$ で $\text{EL } 178.0 \text{ m}$ 程度であ

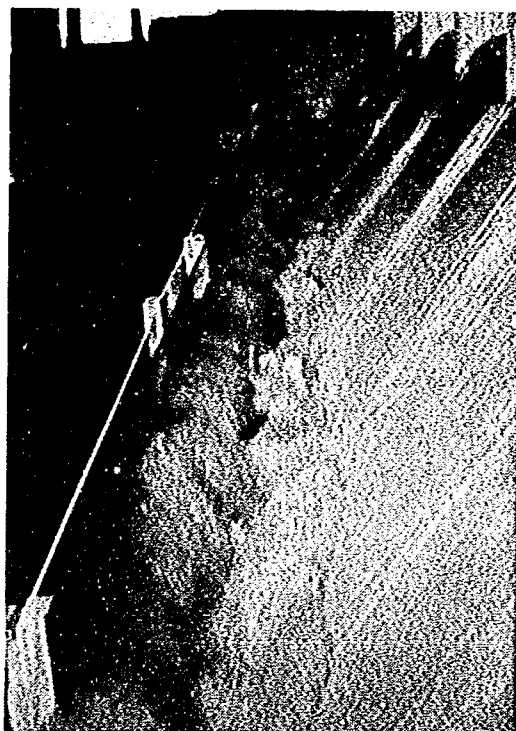
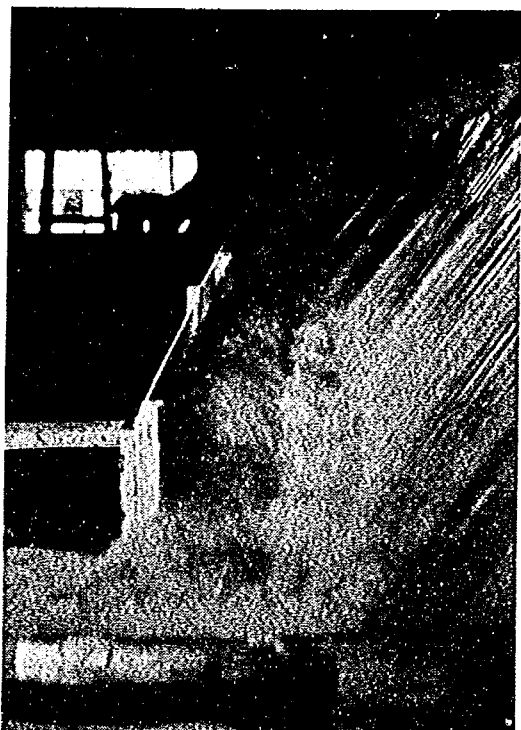


写真 3.3 導流水路内の流況 (CASE-A、波返しなし) 高越流部放流量 : $280 \text{ m}^3/\text{s}$

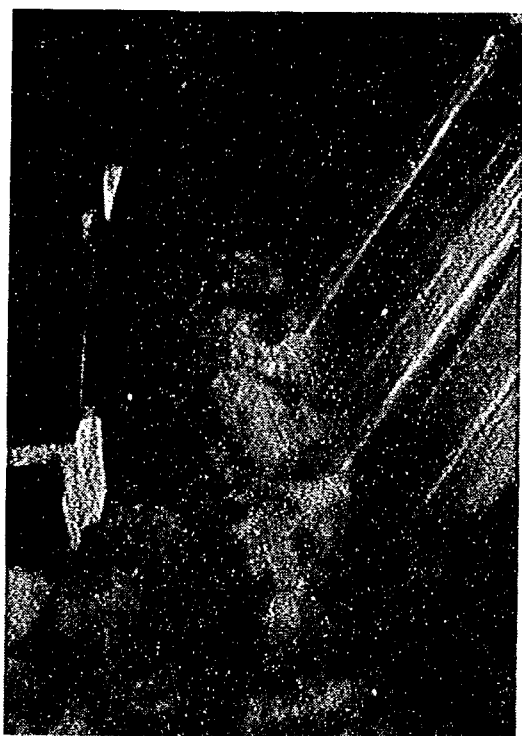


写真 3.4 導流水路内の流況 (CASE-A、波返し設置; 張り出し長 1.0 m) 高越流部放流量 : $280 \text{ m}^3/\text{s}$



写真 3.5 導流水路内の流況 (CASE-A、波返し設置; 張り出し長 0.5 m) 高越流部放流量: $280 \text{ m}^3/\text{s}$

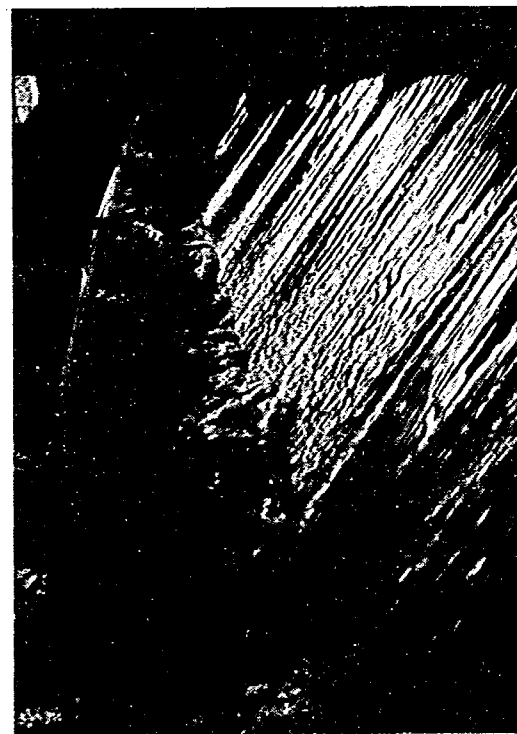


写真 3.6 導流水路内の流況 (CASE B、波返しなし) 高越流部放流量: $280 \text{ m}^3/\text{s}$

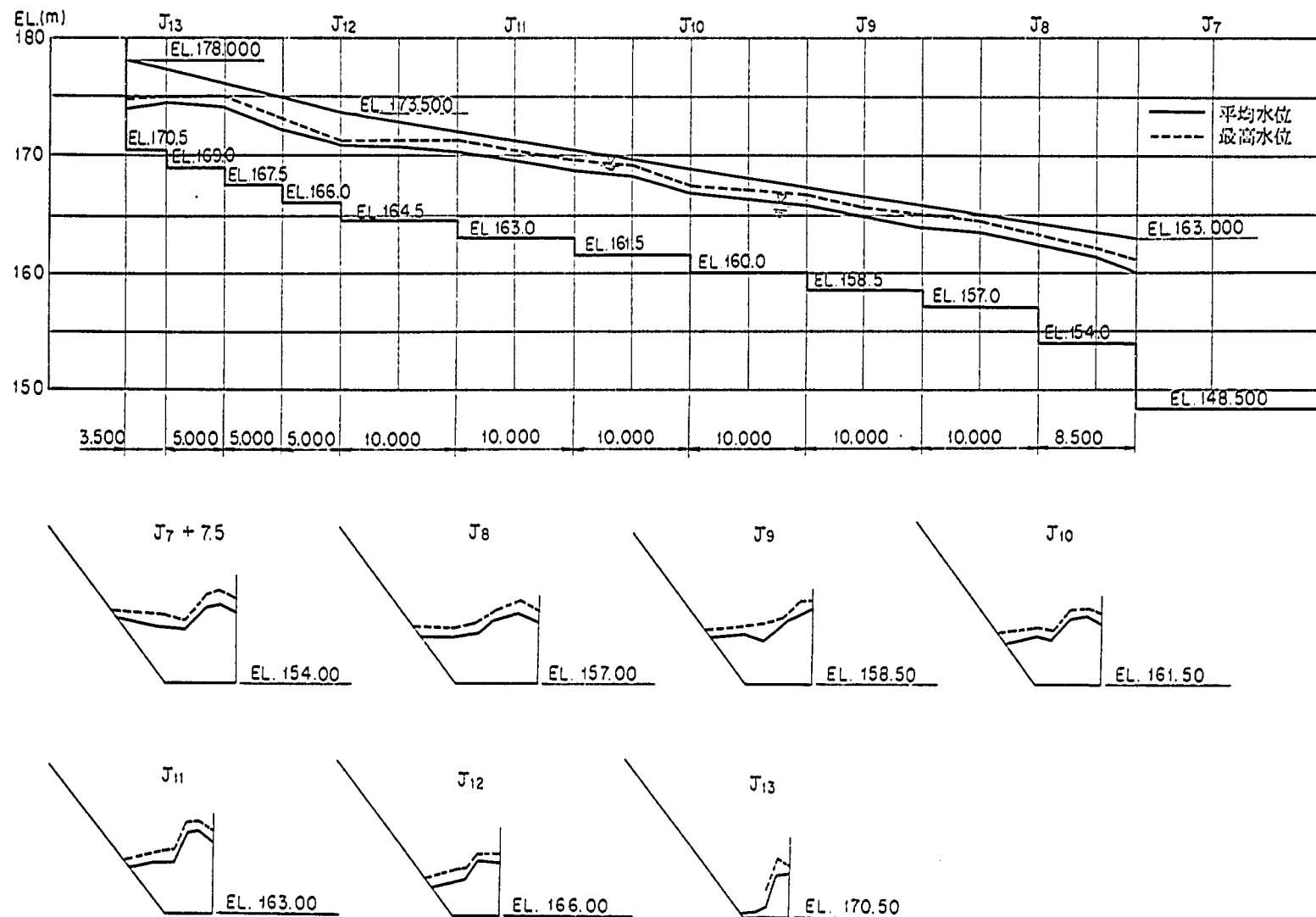


図 3. 10 堤趾導流部水面形状 (CASE-A、波返しなし) 高越流部放流量: $280 \text{ m}^3/\text{s}$

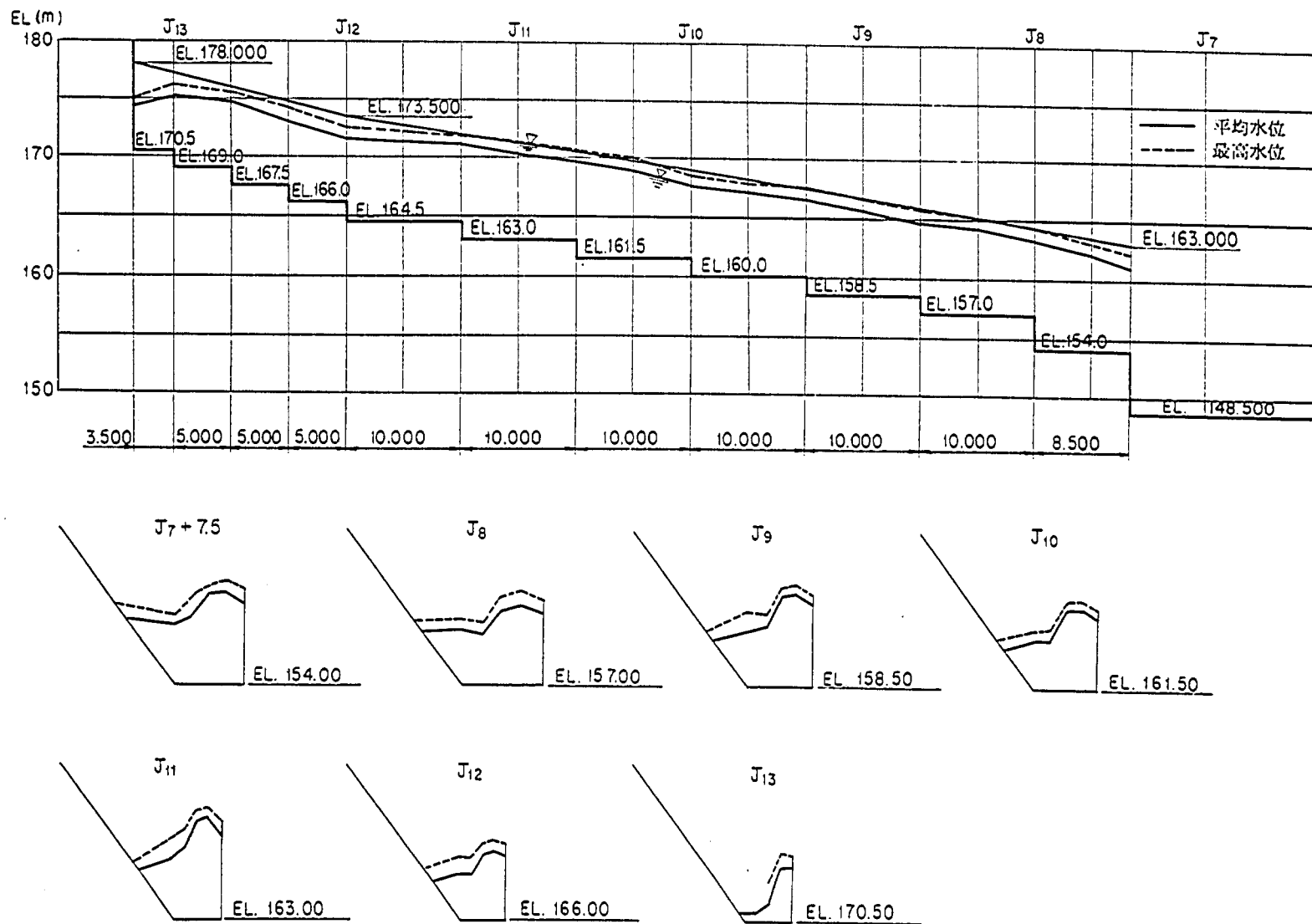


图 3.11 堤趾導流部水面形状 (CASE-A、波返しなし) 高越流部放流量: $320 \text{ m}^3/\text{s}$

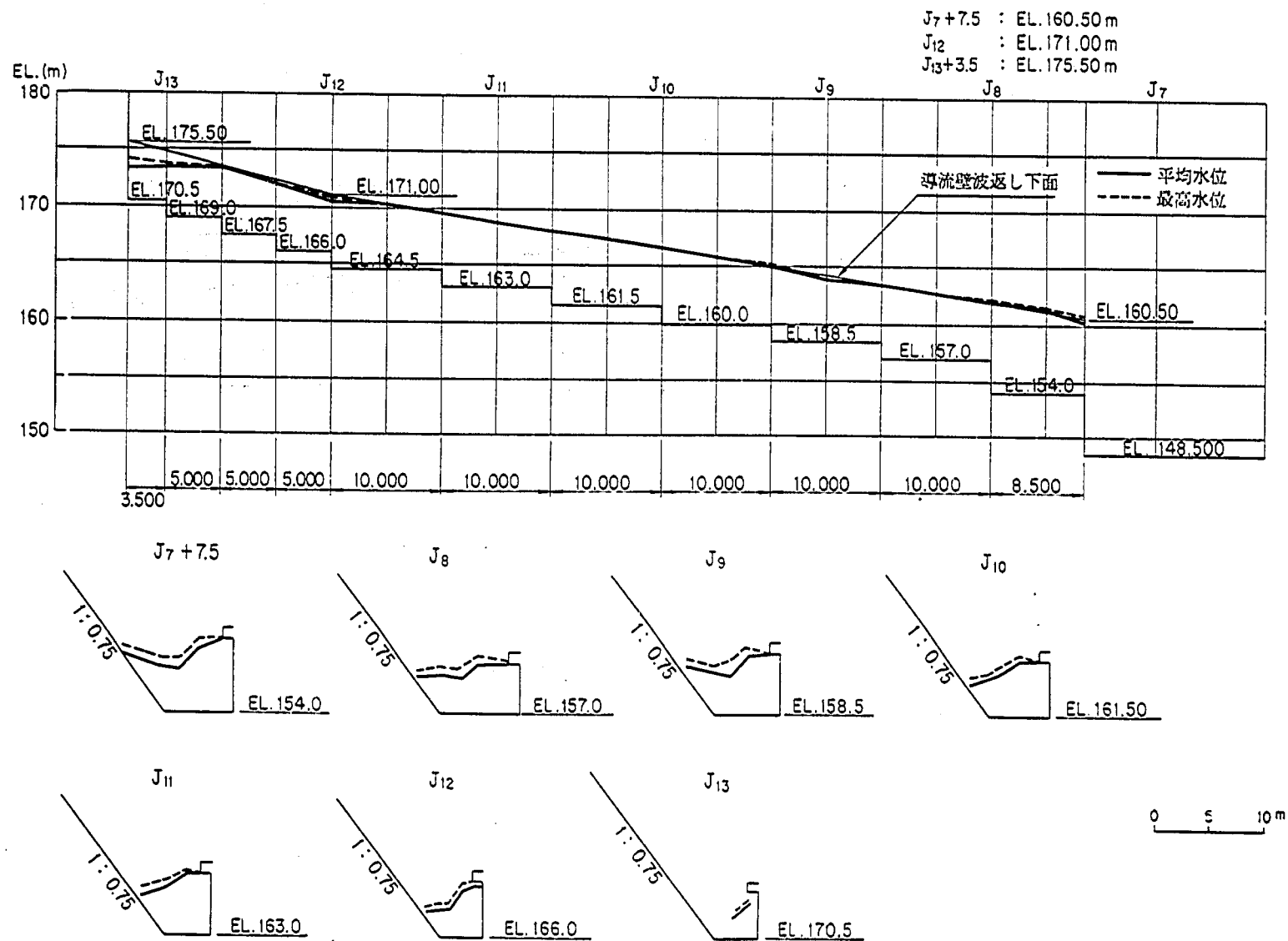


図 3.13 堤趾導流部水面形状 (CASE-A、波返し設置) 高越流部放流量: $280 \text{ m}^3/\text{s}$

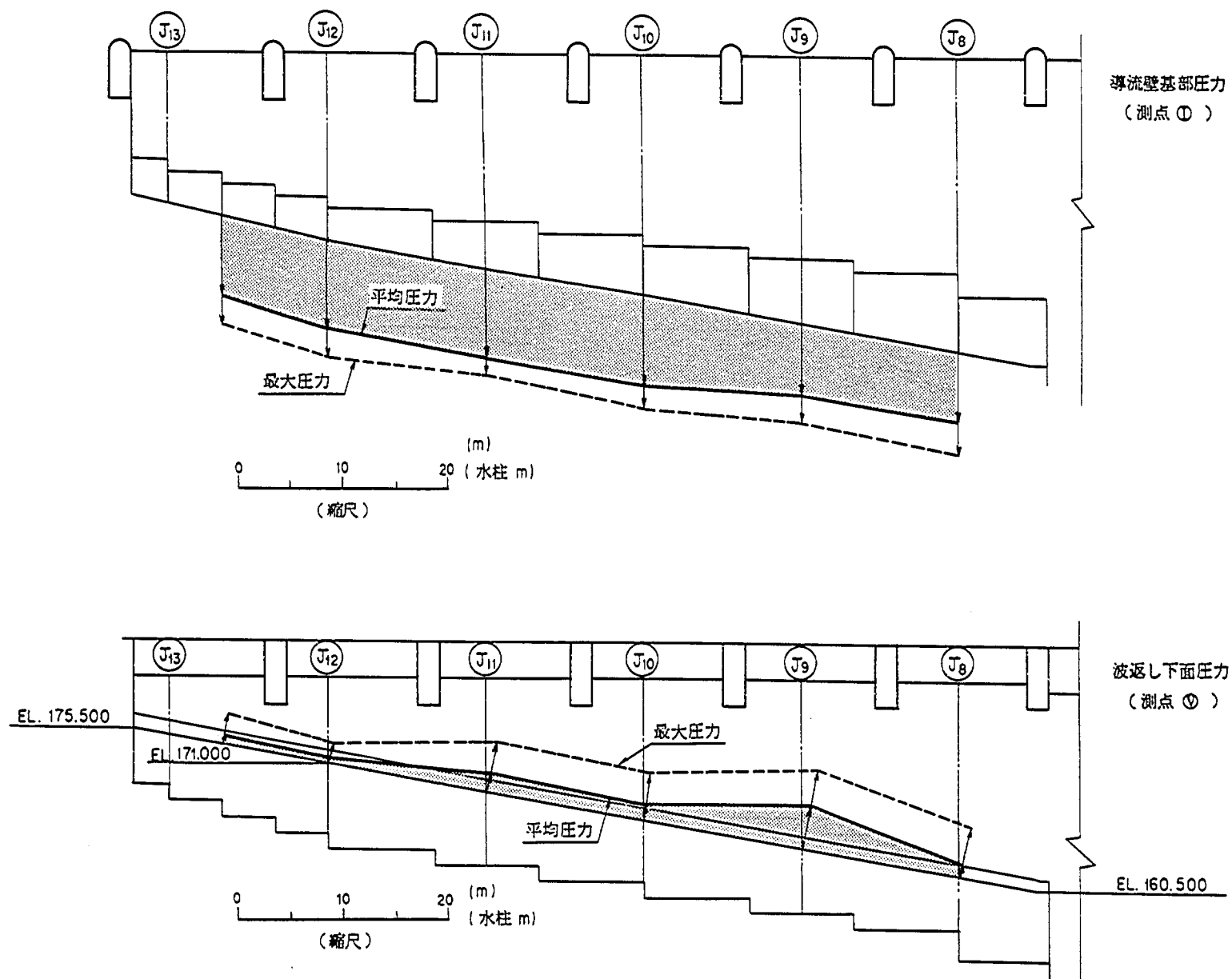


図 3.14 堤趾導流部圧力分布 (CASE-A 波返し設置) 高越流部放流量: $280 \text{ m}^3/\text{s}$

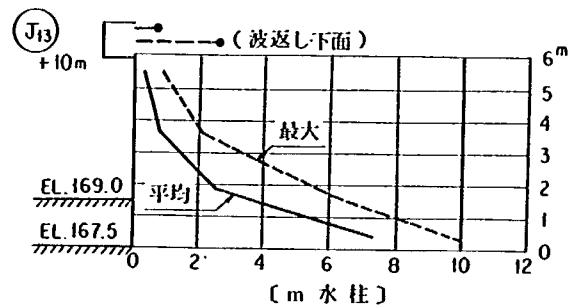
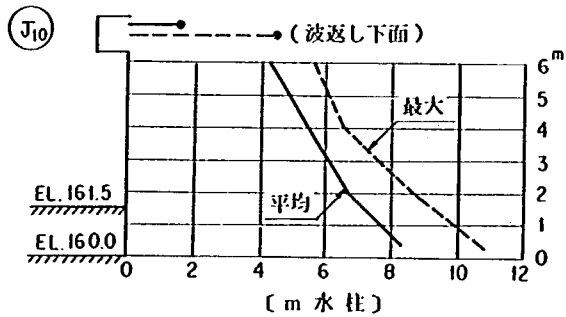
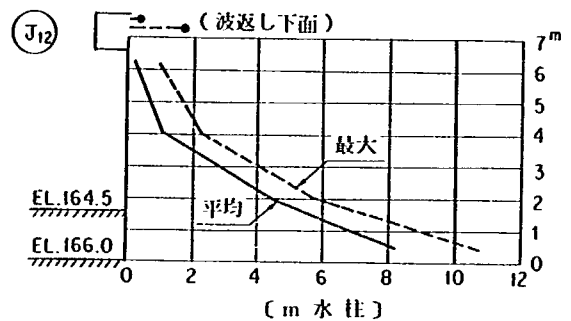
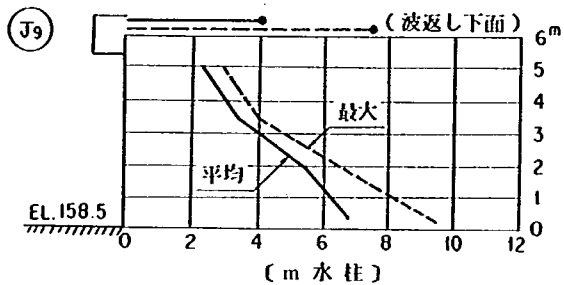
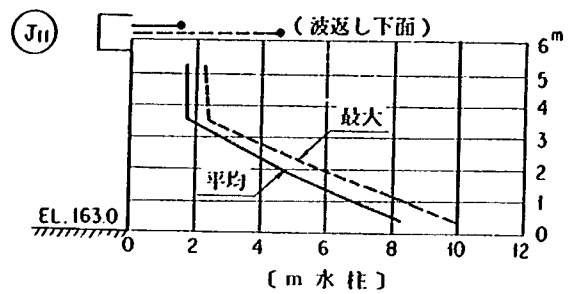
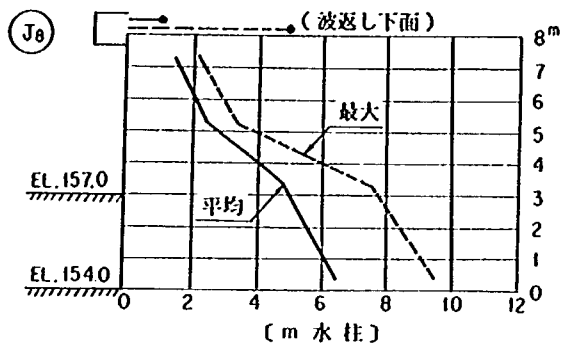


図 3.15 堤趾導流部圧力分布 (CASE-A、波返し設置) 高越流部放流量: $280 \text{ m}^3/\text{s}$

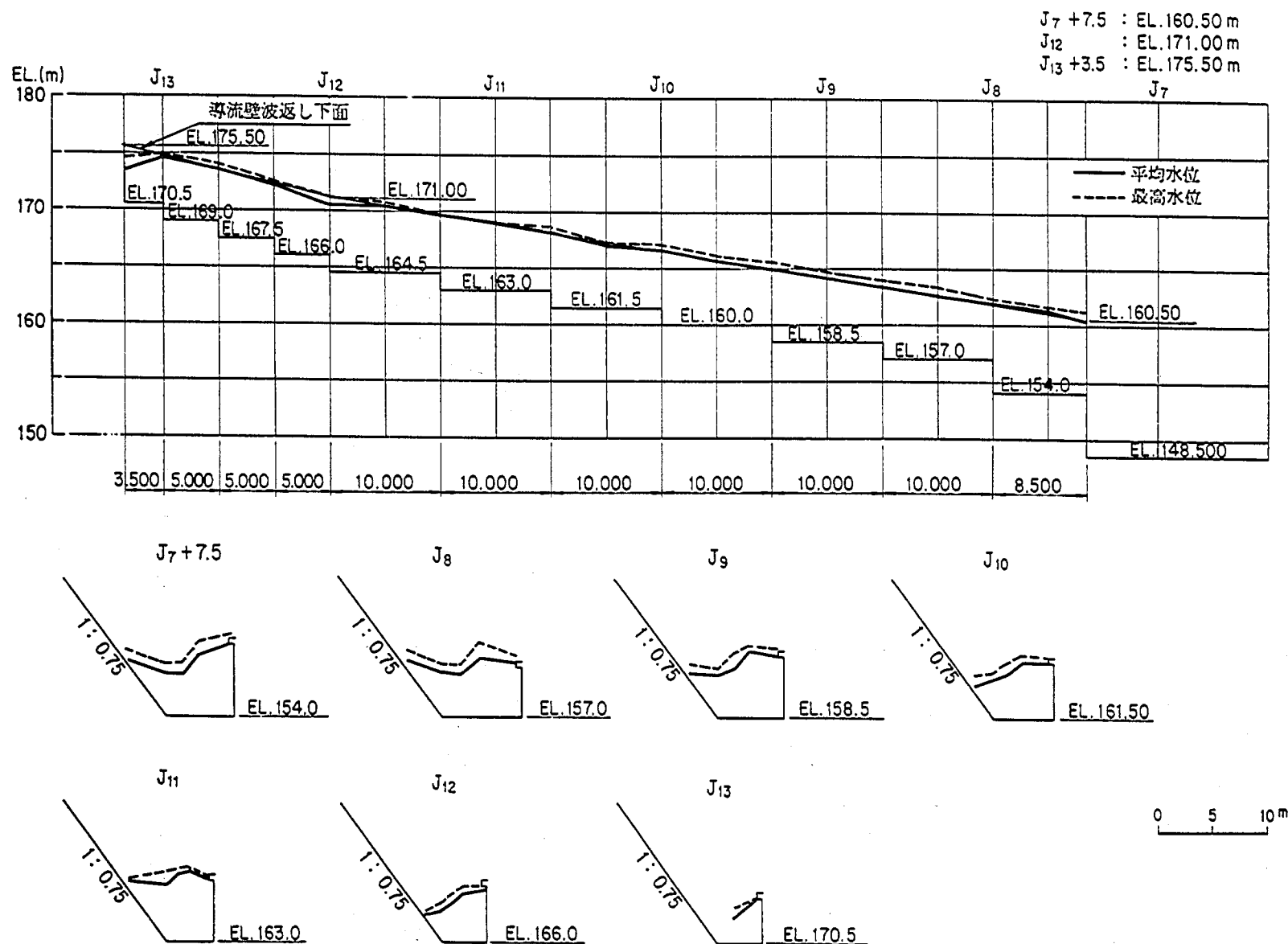


図 3.16 堤趾導流部水面形状 (CASE-A、波返し設置 ; 張り出し長 0.5 m) 高越流部放流量 : $280 \text{ m}^3/\text{s}$

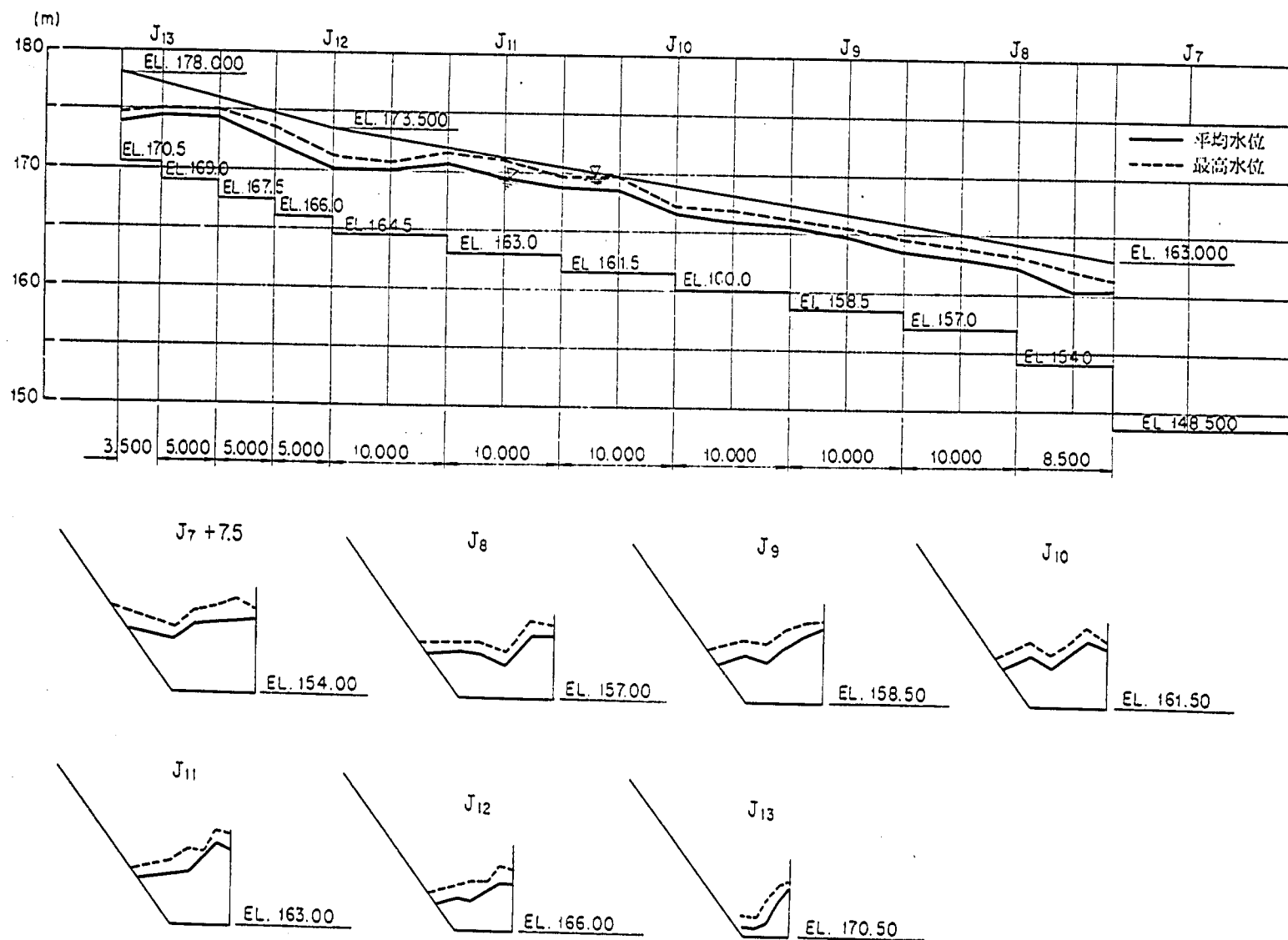


图 3.17 堤趾導流部水面形状 (CASE-B、波返しなし) 高越流部放流量: $280 \text{ m}^3/\text{s}$

り、CASE-Aの波返しのない場合と同様である。これは水路の拡幅がJ₁₂地点から下流端までたかだか1 m程度しか出来なかった事による。

2) 波返しを設置した場合

導流壁形状をCASE-Aと同様にした場合の流況は写真3.6に示すとおりである。CASE-Aの場合と同様に波返しの効果が見られるが、水路幅を拡幅した効果は認められない。

4.4 補助構造物の設置

本検討は補助構造物としてフーチング上に堤体越流水に対するディフレクターを設置して、越流水に起因する壁面沿いの盛り上がりを軽減して全体の導流壁高を低くすることを目的として実施するものである。原案の導流壁の形状はその施工性等を考慮して平面、立面ともJ₁₂だけに屈曲点を持つ折線としており、一部に水面の上昇が大きい場所があると、全体の壁高が大きくなる。このため、本項では原案の実験で特に壁面沿いの水深の大きいJ₁₀～J₁₂部分のフーチング上に図3.18に示すディフレクターを設置し、壁高の軽減を図ろうとするものである。結果は図3.19に示す通りであり、J₁₂の下流全体に水位の低下が認められ、補助構造物の設置が非常に効果的であることが知れる。また、流況も特に悪化しておらず減勢工に対する悪影響は認められない。

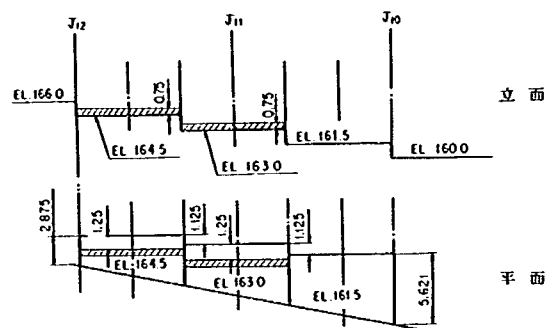


図 3.18 ディフレクター設置位置 (単位: m)

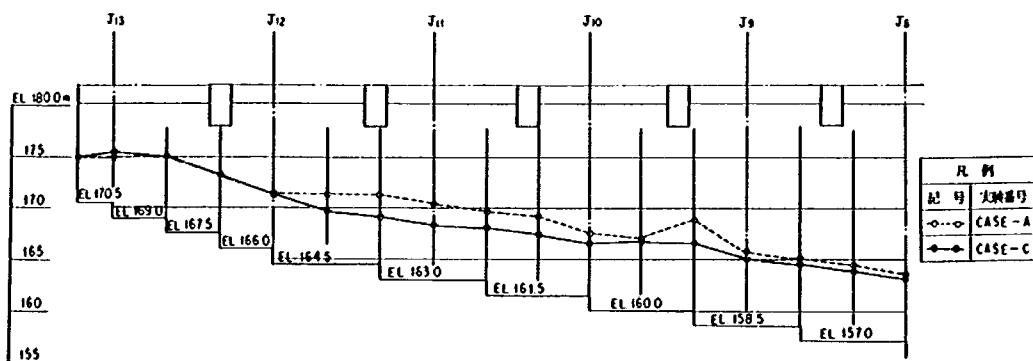


図 3.19 補助構造物設置の効果 (波返しなし、高越流部からの放流量: 280 m³/s)

第 5 節 減 勢 工 の 機 能

5.1 概 要

減勢工の形状は昭和55年度の水力実験において、副ダム高は 3.5 m、副ダム位置は右岸屈曲点下流 10.0 m がほぼ妥当な規模であることが確認されていたが、特に左岸導流壁の折線形状に改良の余地のある事が指摘されていた。そのため今年度の実施計画原案では、左岸の導流壁形状を円弧とし問題を解決することとしたが、同時に右岸導流壁と堤趾のバケットを含めて洪水吐き全体に曲線を使用した。実施計画案は第 1 章図 1.10 および図 1.11 に示したが具体的な変更点は以下の通りである。

- 1) 堤趾に $R = 10.0$ m のバケットカーブを設置する。
- 2) 左右岸導流壁屈曲部にそれぞれ $R = 30.0$ m、 $R = 15.0$ m の円弧を設置する。
- 3) 水叩き面標高を EL 148.50 m に決定する。(昭和55年度は EL 147.0 m)

5.2 原 案 の 検 討

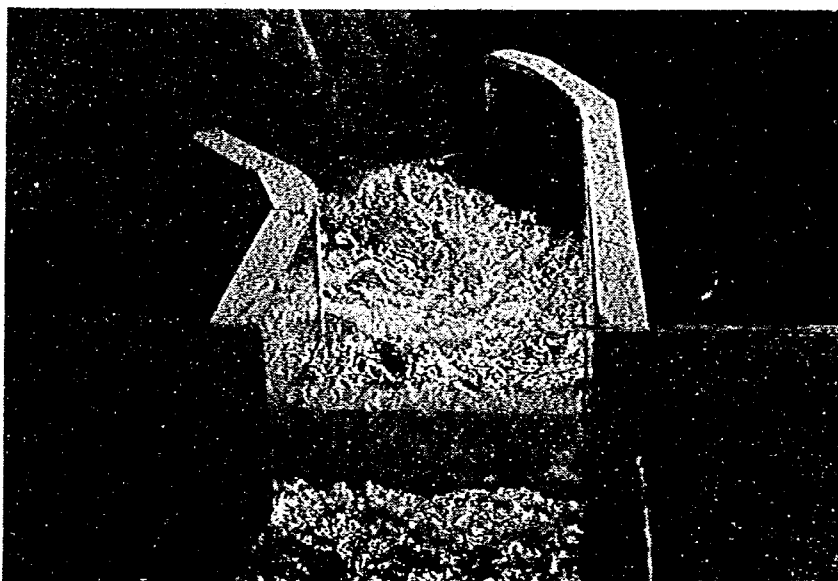
計画最大放流量 $50 \text{ m}^3/\text{s}$ 、計画高水流量 $220 \text{ m}^3/\text{s}$ 、ダム設計洪水流量 $450 \text{ m}^3/\text{s}$ における水叩き内の流況及び水位は写真 3.7、図 3.20 に示すとおりである。

流量 $50 \text{ m}^3/\text{s}$ では、常用洪水吐きからの流下水脈は噴流拡散により減勢されているが、左岸導流壁に若干の盛り上がりを生じる。また、水叩き内には時計回りの平面渦が生じているが、その規模は小さく副ダム上の流れは横断方向に一様である。

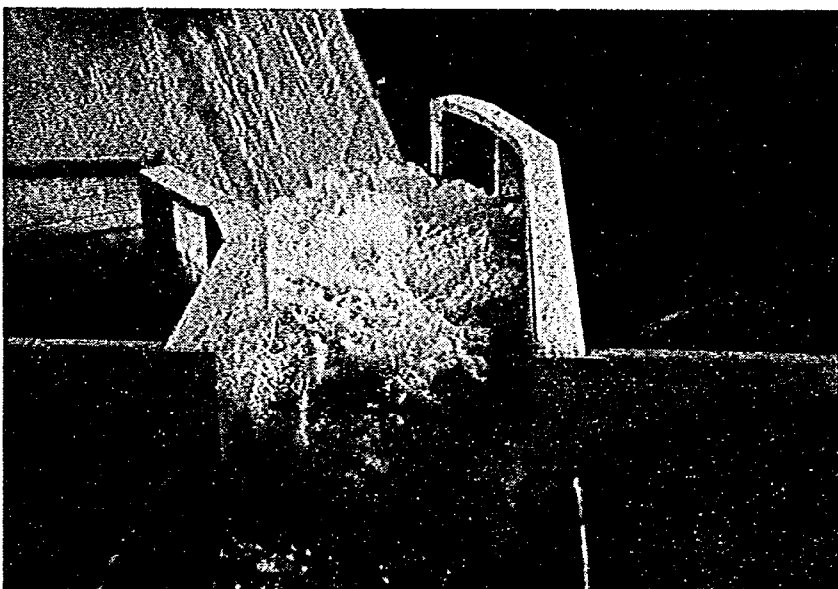
放流量が増して堤趾導流部からの流入が始まると、左岸導流壁沿いの水面の盛り上がりが顕著になるが、流量 $220 \text{ m}^3/\text{s}$ で最高水位は左岸側で EL 156.6 m 程度 (副ダム上流 25 m 付近)、右岸側で EL 155.6 m 程度 (副ダム上流 10 m 付近) である。また、副ダム (天端標高 EL 152.0 m) 上の流れは横断方向にはほぼ一様であり、減勢状況も良好である。

放流量が増すに従って、左岸導流壁沿いの水面の盛り上がりはさらに大きくなり、流量 $450 \text{ m}^3/\text{s}$ での最高水位は左岸で EL 160.5 m 程度 (副ダム上流 30 m 付近)、右岸で EL 159.0 m 程度 (副ダム上流 10 m 付近) である。副ダム上の流れは複雑で、両岸が高く中央部が低い状態となっており、下流へは間欠的に大きな波が伝播するが、減勢状況は良好で下流河道の負担はそれほど大きくないと判断される。

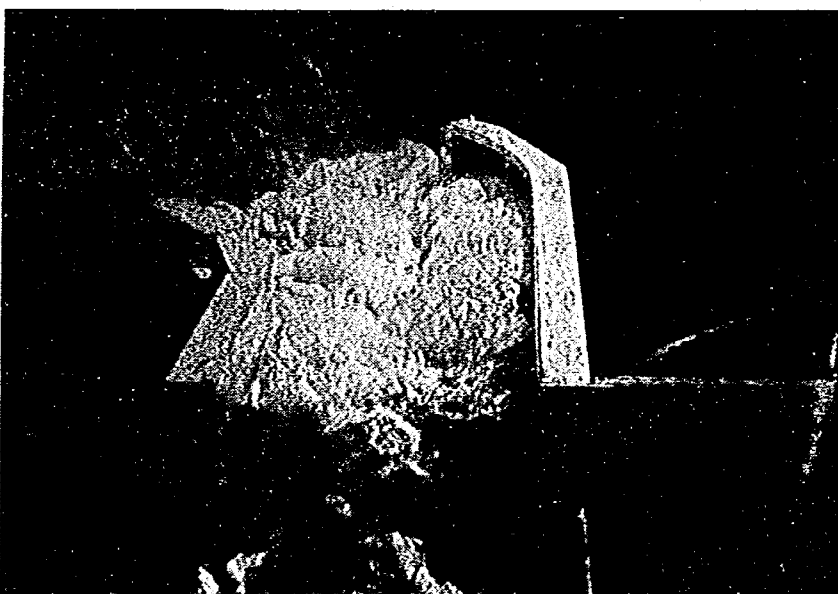
昭和55年度の最終減勢工形状と比較すると流況は若干改善されているが、水位はほぼ同様である。なお、減勢工の導流壁高は本水力実験において流量 $450 \text{ m}^3/\text{s}$ 流下時に生じる水面の最高位置とすると、その高さは左岸側で 12.0 m (天端標高 EL 160.50 m)、右岸側で 10.5 m (天端標高 EL 159.00 m) である。減勢工の最終案は第 1 章の図 1.12 および図 1.13 に示すとおりである。



流量 : 50 m^3/s



流量 : 220 m^3/s



流量 : 450 m^3/s

写真 3.7 減勢池内の流況 (実施計画原案)

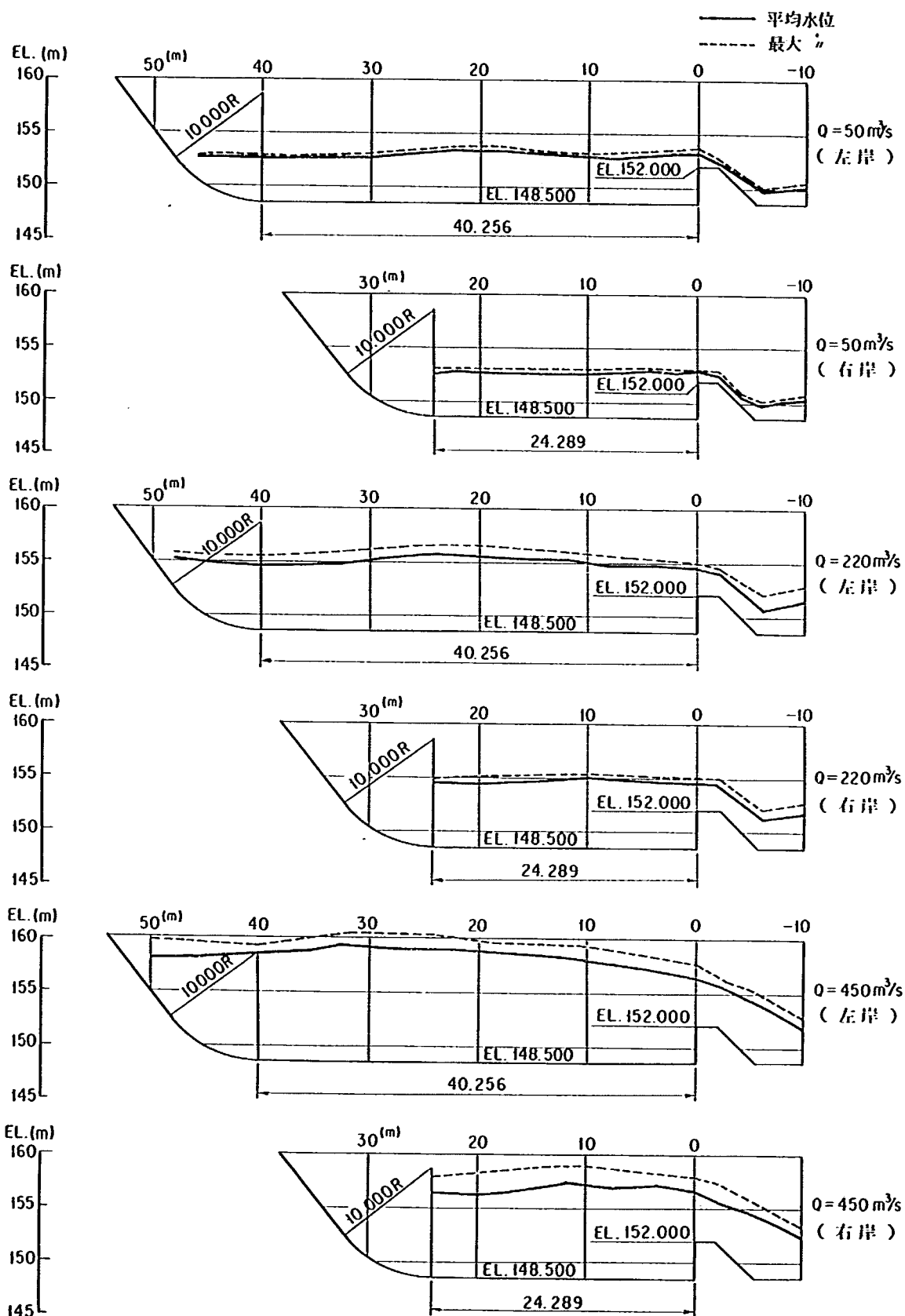


図 3.20 減勢工導流壁沿いの水面形 (実施計画原案)

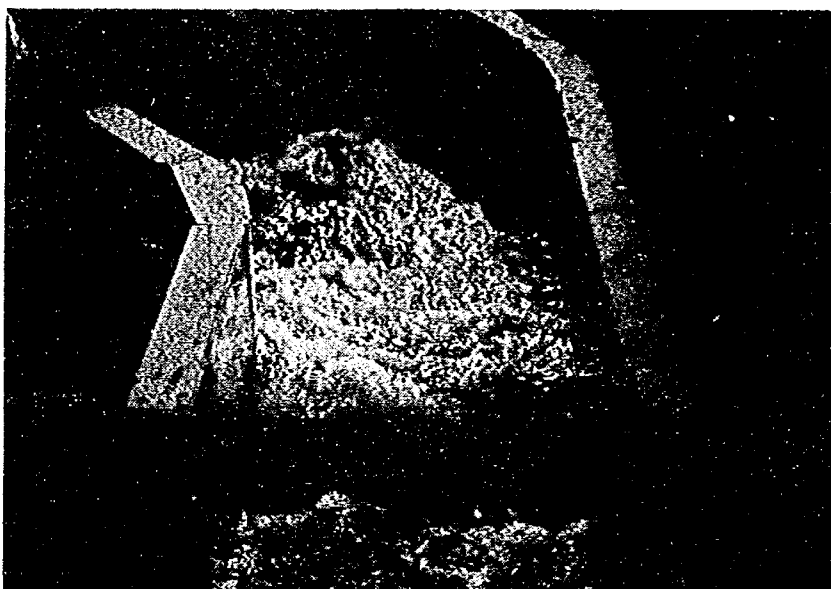
5.3 副ダム位置の効果（比較案の検討）

前項での水理実験による検討で、実施計画原案の減勢工が十分な機能を持つことが確認されたが、本項では全体規模の縮小を目的として実施した水理実験の結果について報告する。

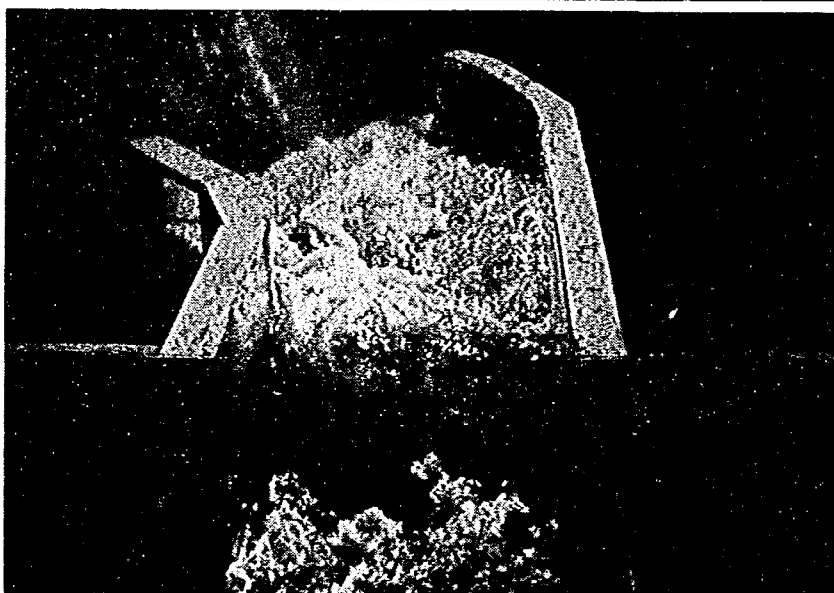
減勢工規模の縮小は、副ダム位置を上流へ移動し水叩き長さを短かくする事で実現するものとし、副ダムを原案より 5 m 上流へ設置して検討を実施した。

この位置では左岸導流壁湾曲部の影響が副ダム位置まで及んでおり、計画最大放流量 $50 \text{ m}^3/\text{s}$ では水叩き内には原案と比較してかなり大きな平面渦が生じ、副ダム位置でも流れは左岸側に寄り横断方向に一様でなくなる。流量が増して堤趾導流部からの流入が始まると平面渦はなくなるが、左岸導流壁沿いの盛り上がりが大きくなりその影響で副ダム上の流れは左岸寄りとなる。また、流量 $220 \text{ m}^3/\text{s}$ 程度では減勢池内の左岸側の水位は原案より 1.5 m 程度高く、間欠的に大きな波が下流河道へ飛び出している。（写真 3.8 および図 3.21 参照）

この流況は副ダムを 1 m 程度高くしてもほとんど変わらず、実施計画原案が減勢工の規模として必要最小限のものであることが確認された。



流量：50 m^3/s



流量：220 m^3/s



流量：450 m^3/s

写真 3. 8 減勢池内の流況 (比較案)

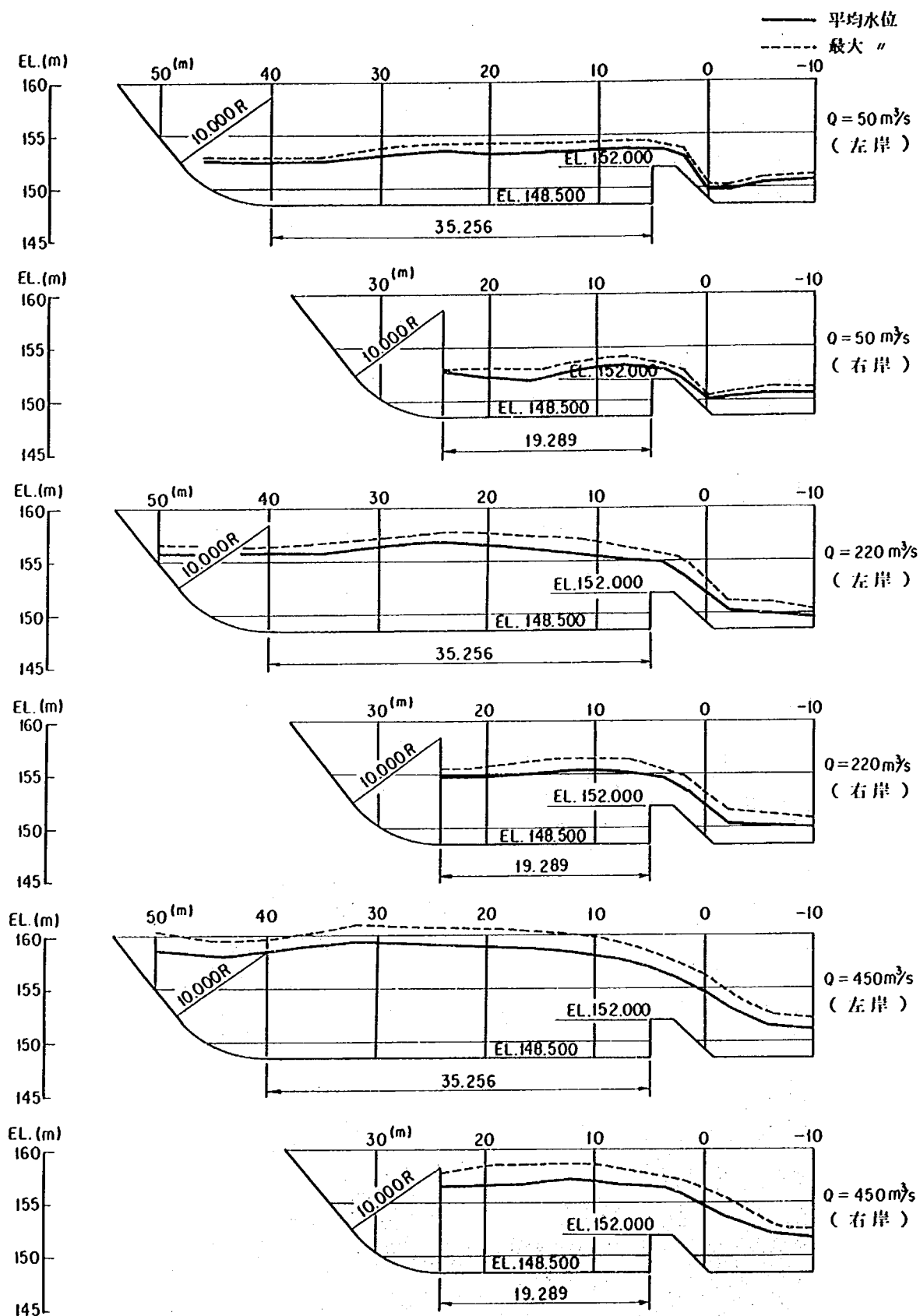


図 3.21 減勢工導流壁沿いの水面形 (比較案)

第 6 節 副ダム減勢工の検討

6.1 副ダム下流の流況

下流河道は図 3.22 に示す通りで模型では断面No20 (約 100 m) まで再現してある。なお、実験に際しては、下流の河床勾配が 1/50 と急であり、流れが下流水位の影響を受けないと判断し、下流端での水位の調節は行っていない。

計画最大放流量 $50 \text{ m}^3/\text{s}$ 、計画高水流量 $220 \text{ m}^3/\text{s}$ 、ダム設計洪水流量 $450 \text{ m}^3/\text{s}$ については写真 3.9 および図 3.23 に示す通り流況、水位、流速の詳細なデータを収集している。

副ダム堤趾の下流 20 m 付近まで現況の河床は 1/40 の逆勾配となっており、さらに断面No23 付近で河床幅が狭くなっているため、放流量が $200 \text{ m}^3/\text{s}$ 程度まではせき上げの効果が生じ跳水が発生している。この時の最高水位は副ダム堤趾から 15 m の位置に生じ、左右岸とも E L 153.5 m 程度である。断面No23 の下流では水位が急激に低下し、断面No22 では射流に移行し、断面No21 では波状跳水を生じている。放流量がさらに大きくなると跳水は発生せず、射流のまま下流へ流下することになる。このとき平均水位は当然低下しているが、断面No23 付近でははい上がりにより左右岸の最高水位は上昇する。放流量 $220 \text{ m}^3/\text{s}$ 時の左右岸最高水位はそれぞれ E L 154.0 m、E L 153.0 m 程度であり、河床付近の最大流速は 5 m/s となっている。しかし、副ダムからの越流水が十分に減勢されているため $220 \text{ m}^3/\text{s}$ では流況はそれ程悪化していない。さらに流量が増加すると副ダムからの越流水の場所的、時間的変動も大きくなり、下流の流況もそれに供って悪化してくる。しかし、 $450 \text{ m}^3/\text{s}$ 程度の流量でも下流河道の負担が大き過ぎ、問題が生じるような状況となっていない。 $450 \text{ m}^3/\text{s}$ 放流時の左右岸の最高水位はそれぞれ E L 155.5 m、E L 156.0 m 程度であり河床付近の最大流速は $8 \sim 9 \text{ m/s}$ 程度である。

6.2 副ダム減勢工の必要性

$200 \text{ m}^3/\text{s}$ を超える流量でも、副ダム直下で跳水を生じさせ減勢効果を高めるため、図 3.24 に示すシル(高さ 1.0 m、位置副ダム下流 15 m) を設置して検討を行った。なお、この検討は予備的検討であるので河道模型には手を加えず、ただシル模型のみを設置して実験を行っている。その結果は写真 3.10 および図 3.25 に示す通りであり、全体的に下流の流況が改善されその効果が見られる。

図 3.22 に示されるように副ダム下流約 60 m の位置に転流工の吐口が建設される予定であり、それに伴い河道の状況が変化する可能性があるので、その状況を踏まえた上で検討する必要があるが、基本的には副ダム下流のシルは必要ないと判断する。副ダム下流の水叩き長さは $50 \text{ m}^3/\text{s}$ を対象とすると 5 m 程度必要となる。

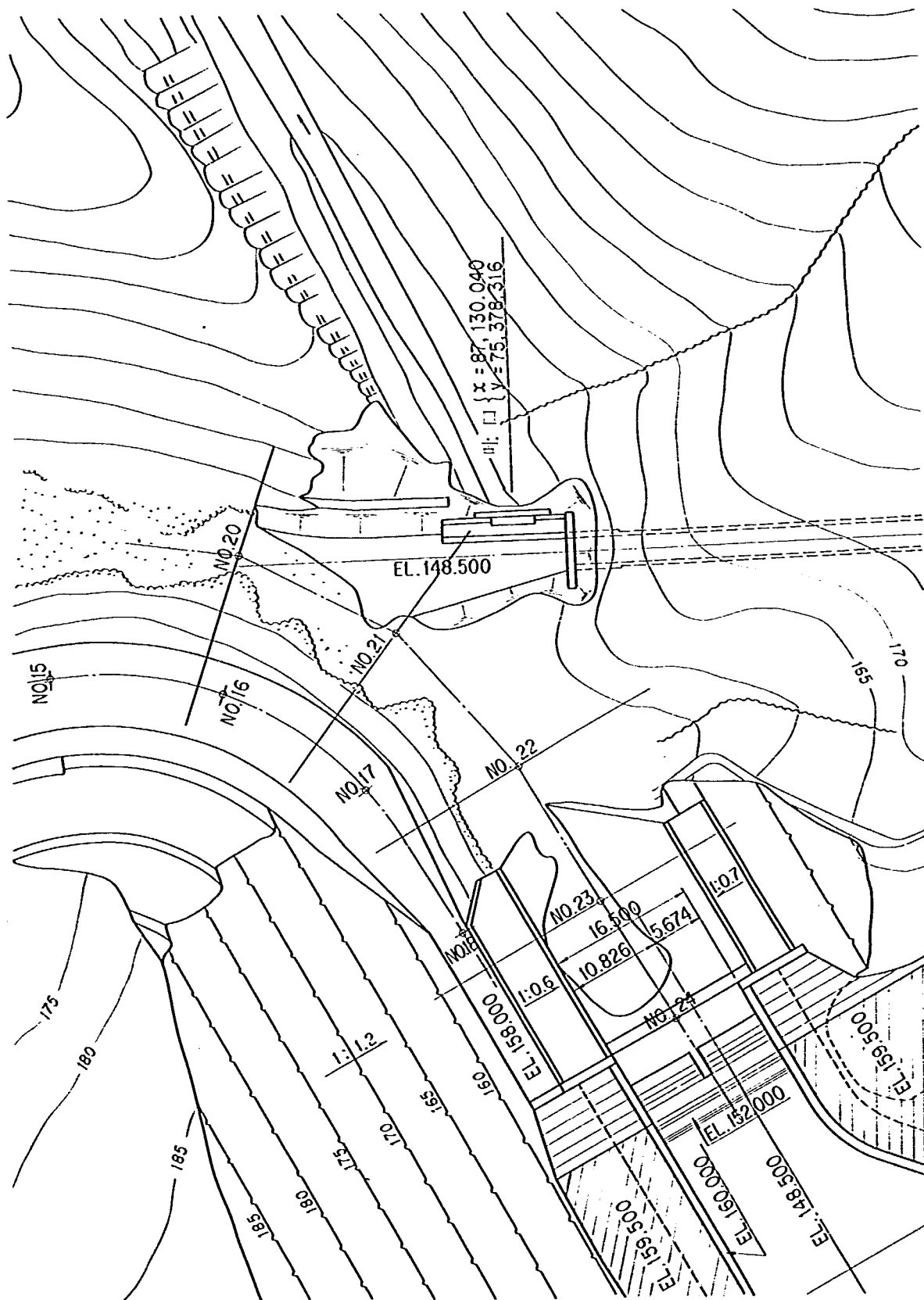


图 3.22 下流河道



(A) 流量：50 m^3/s



(B) 流量：220 m^3/s



(C) 流量：450 m^3/s

写真 3.9 下流河道の流況（副ダム減勢工なし）

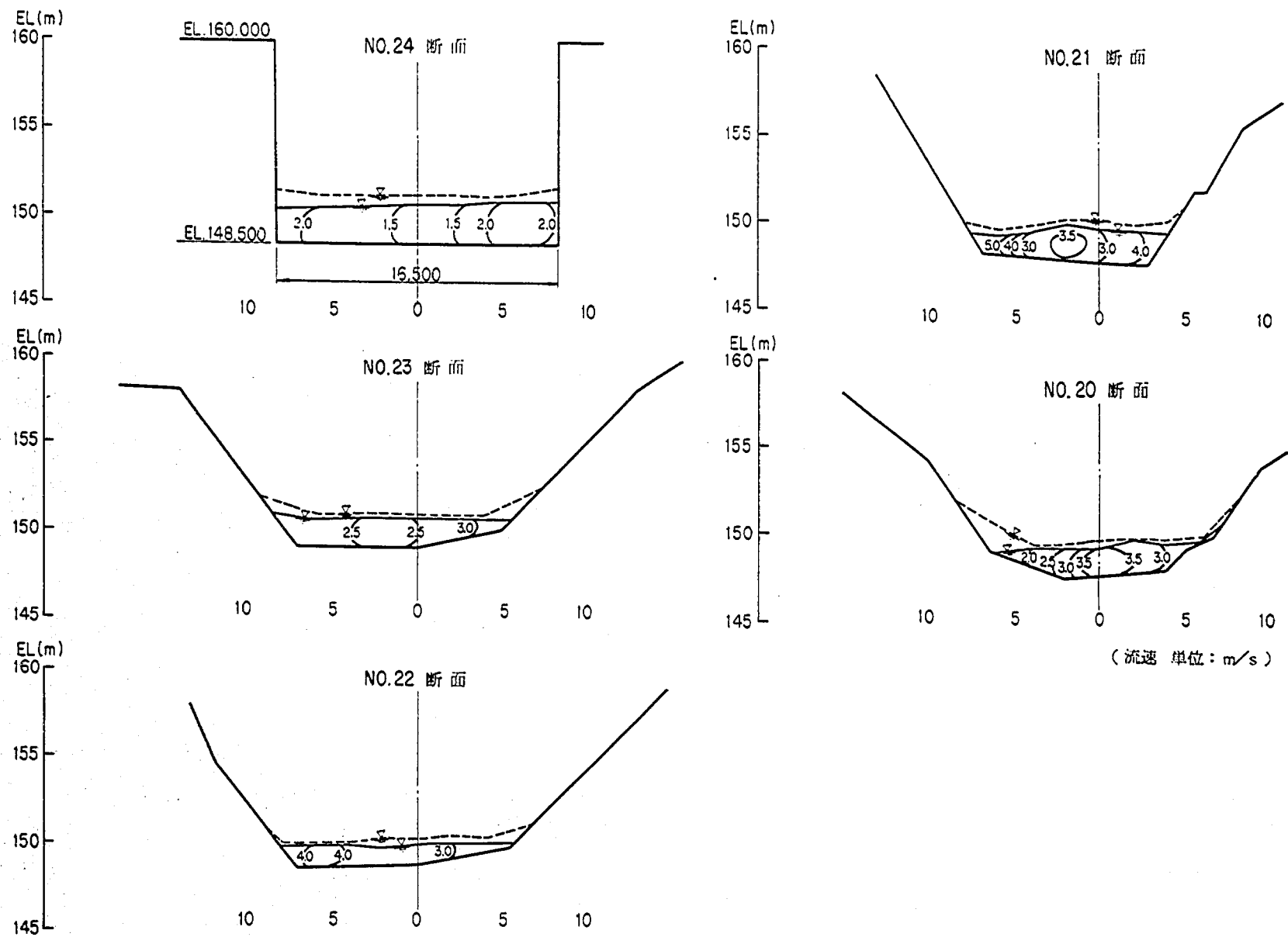


図 3.23 (A) 下流河道の流速分布と水面形 (流量: $50 \text{ m}^3/\text{s}$ 、副ダム減勢工なし)

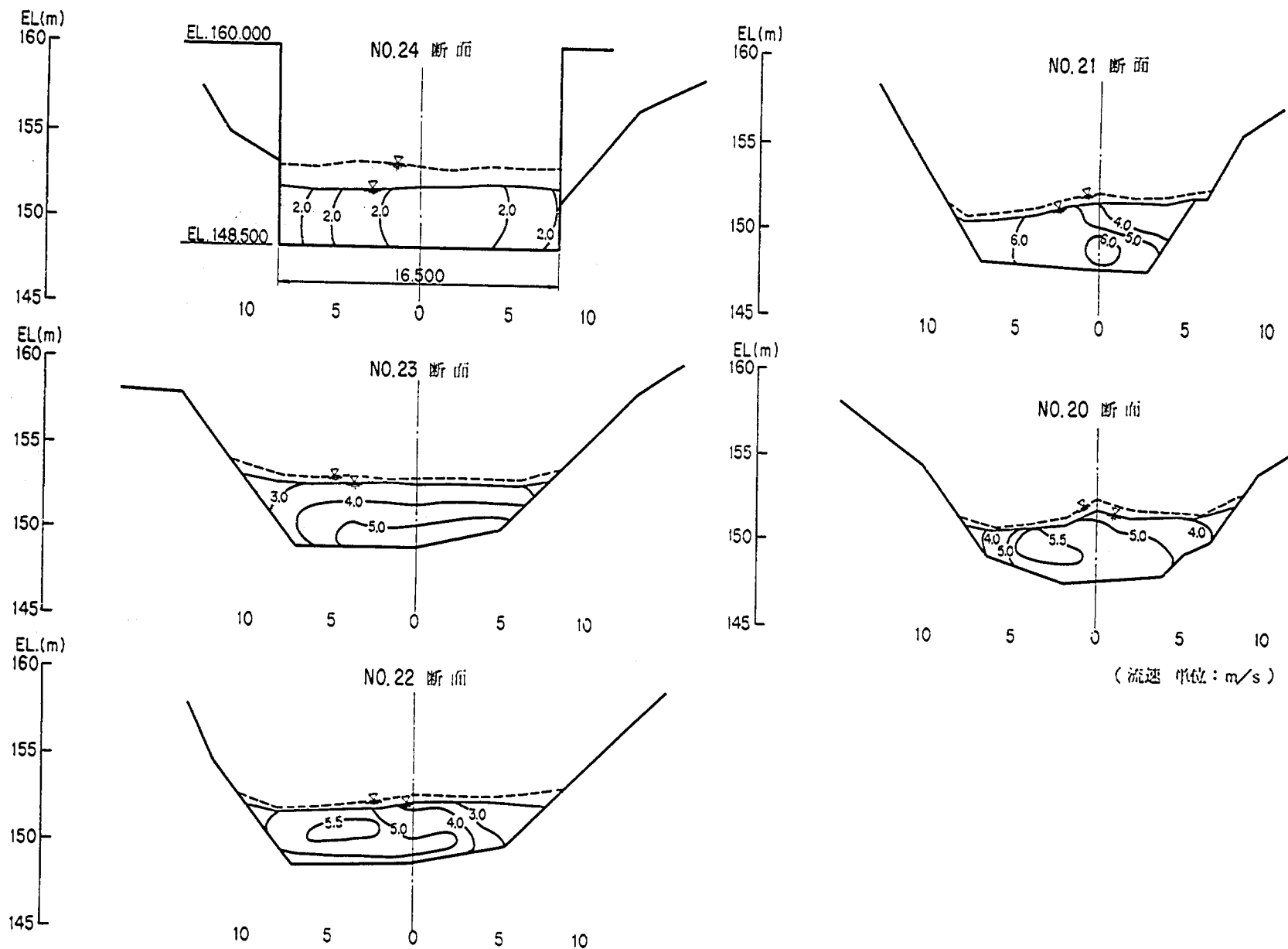


図 3.23 (B) 下流河道の流速分布と水面形 (流量: $220 \text{ m}^3/\text{s}$ 、副ダム減勢工なし)

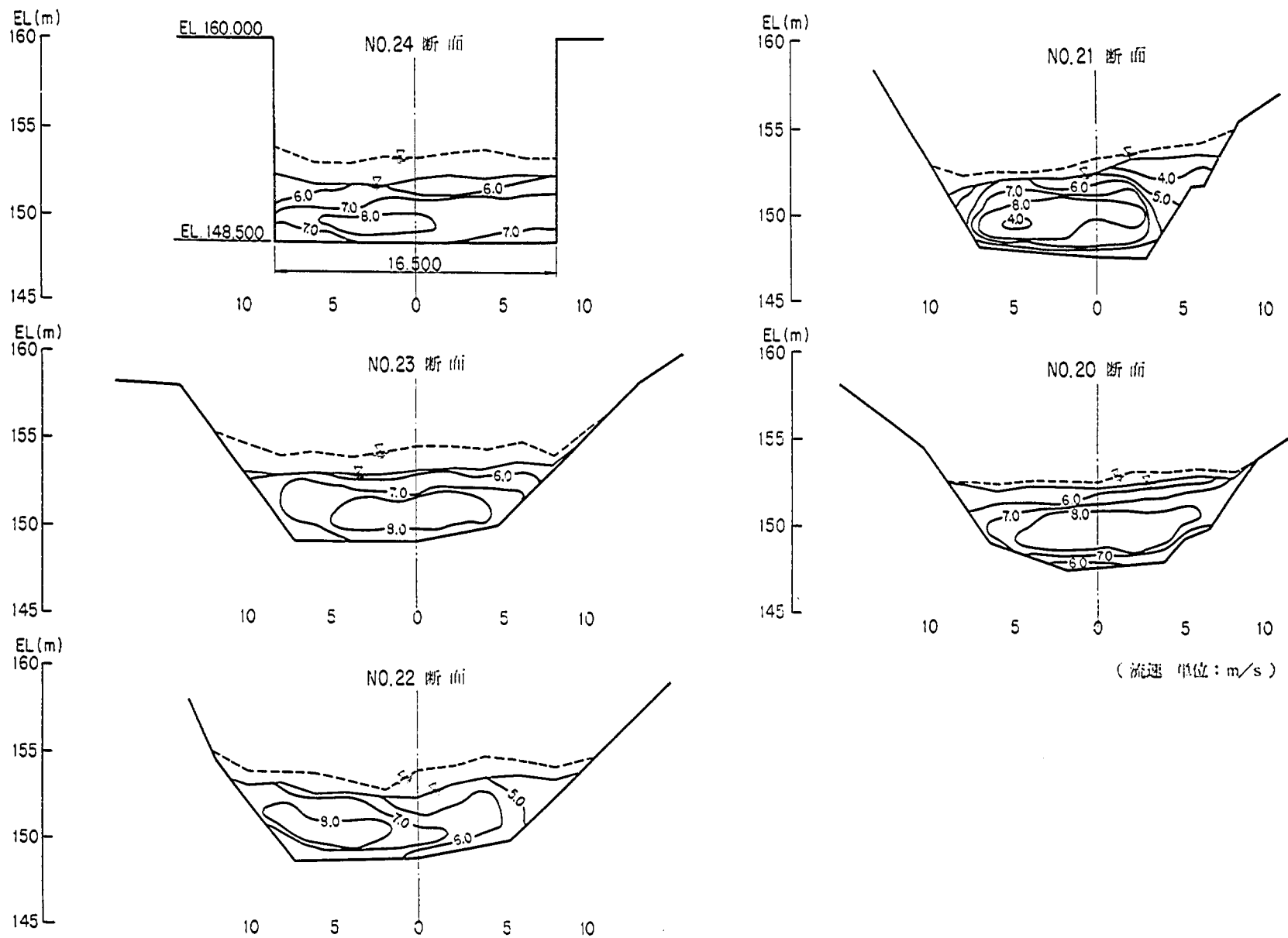
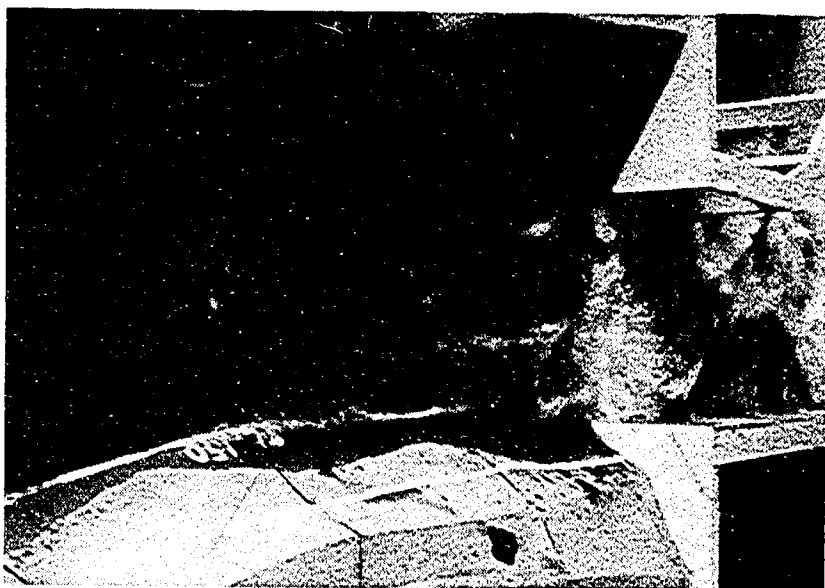


図 3.23 (C) 下流河道の流速分布と水面形 (流量: 450 m³/s、副ダム減勢工なし)



(A) 流量 : $50 \text{ m}^3/\text{s}$



(B) 流量 : $220 \text{ m}^3/\text{s}$



(C) 流量 : $450 \text{ m}^3/\text{s}$

写真 3.10 下流河道の流況 (エンドシル設置)

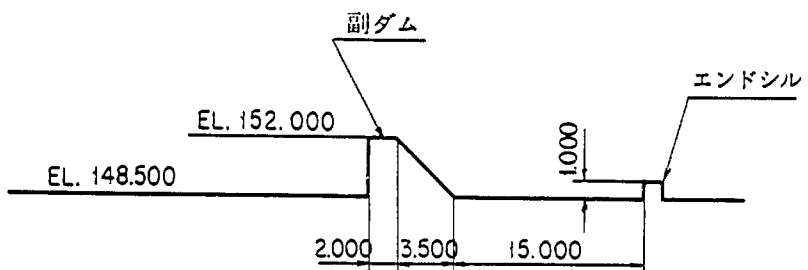
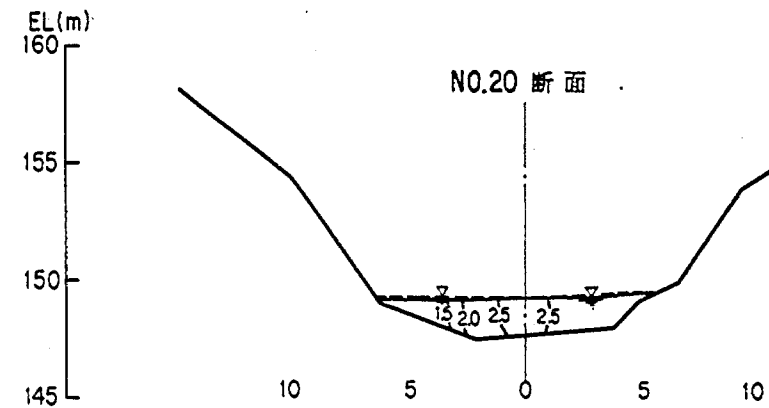
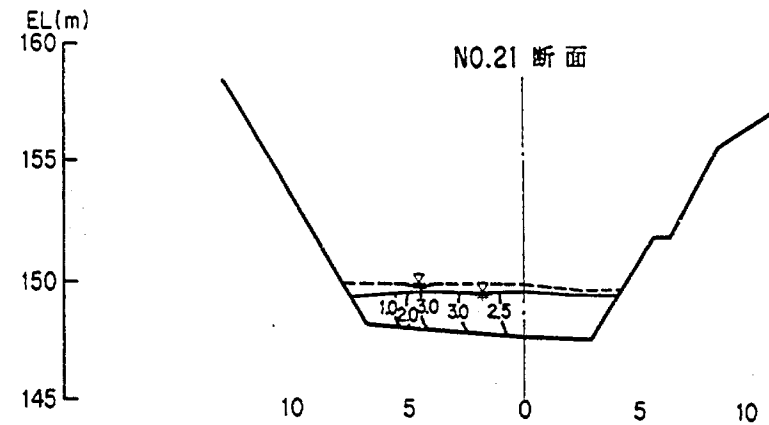
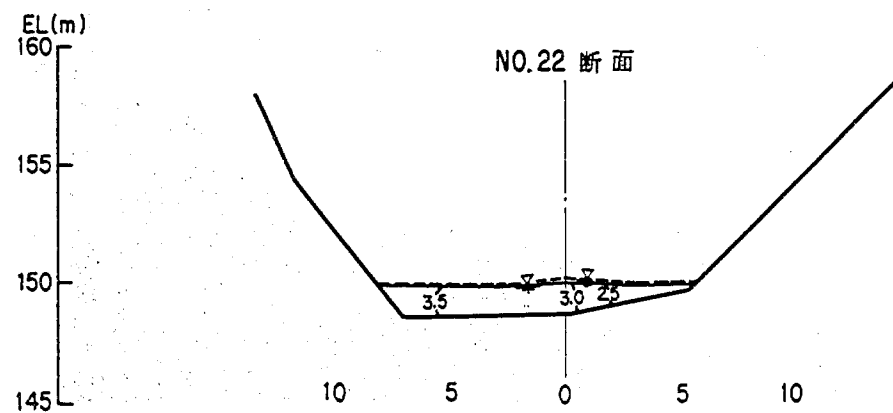
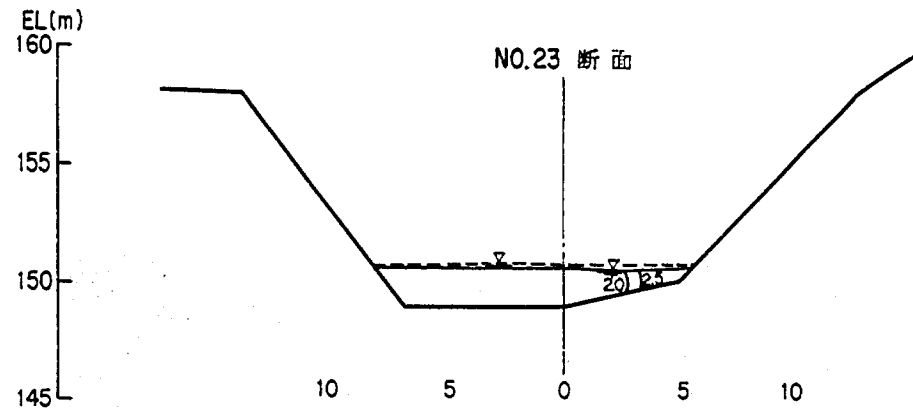
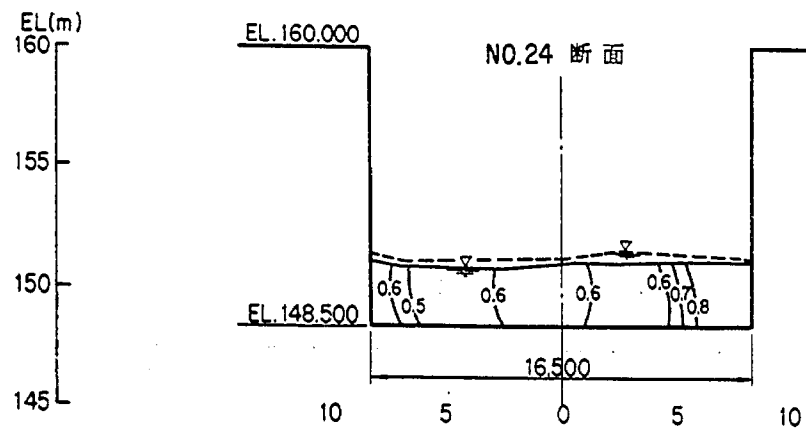


図 3.24 副ダム減勢工



(流速 単位: m/s)

図 3.25 (A) 下流河道の流速分布と水面形
(流量: 50 m³/s、エンドシル設置)

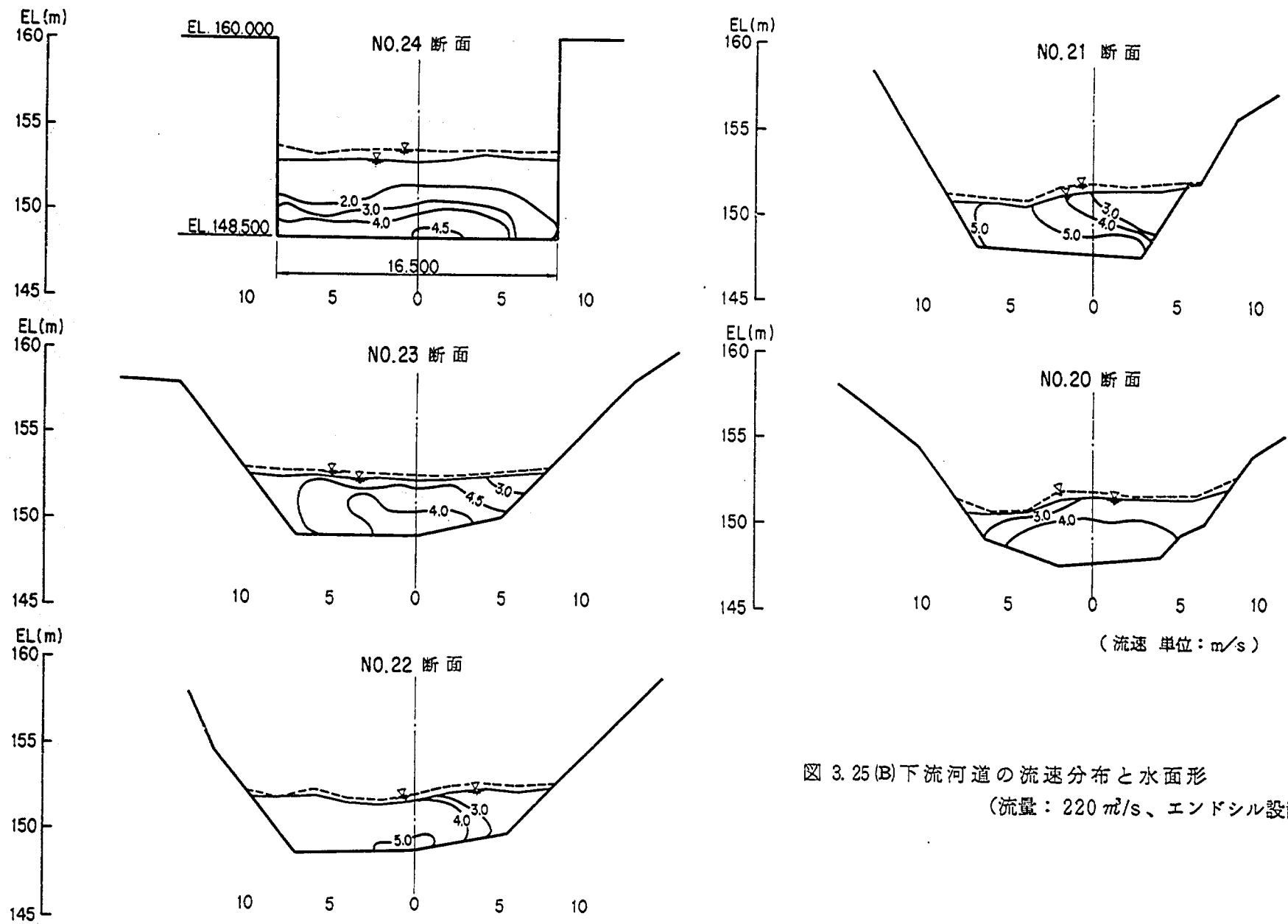
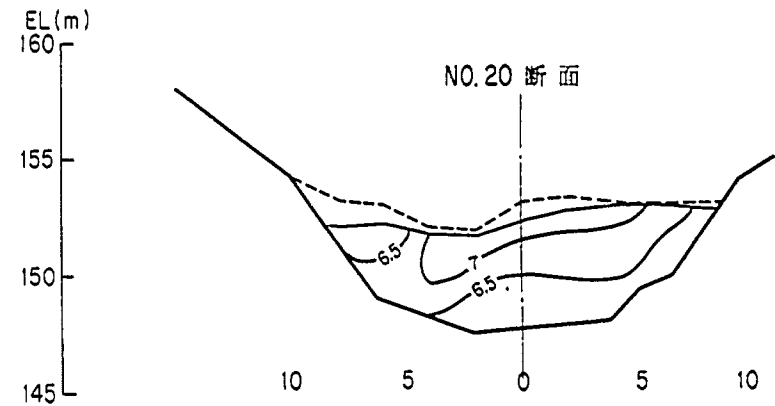
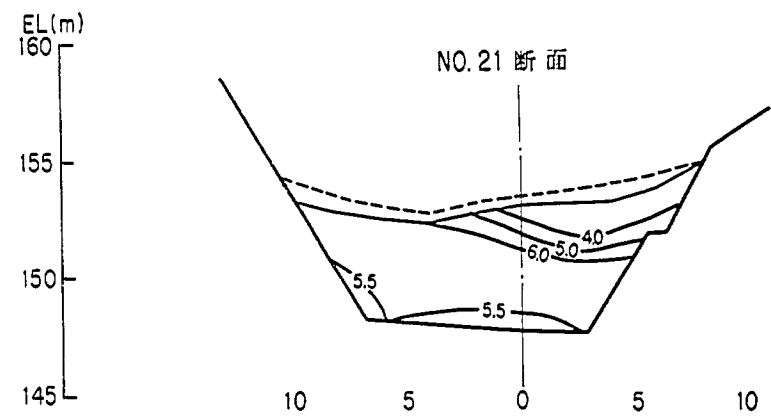
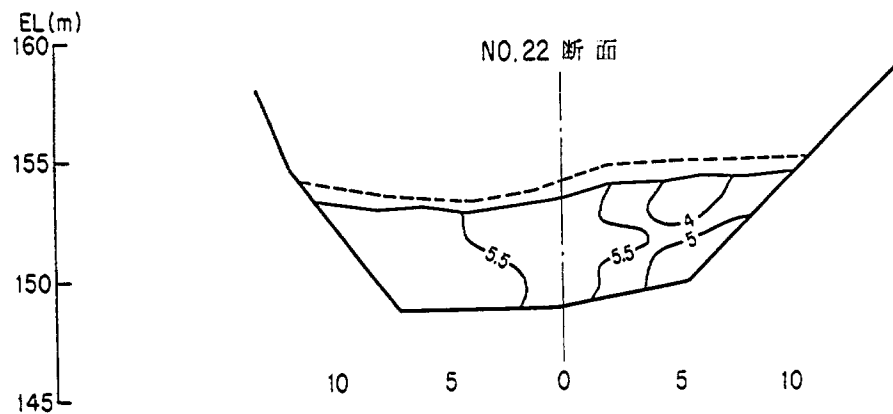
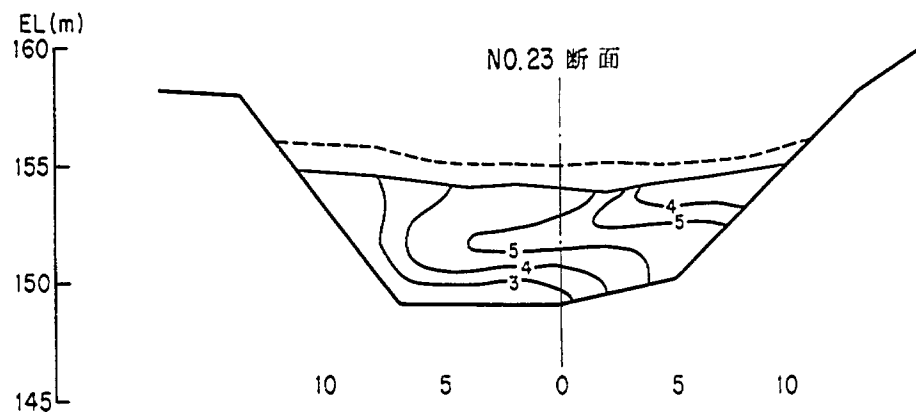
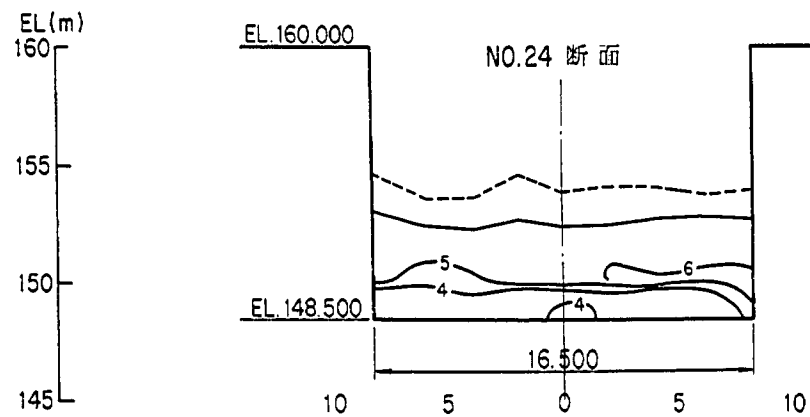


図 3. 25 (B) 下流河道の流速分布と水面形
(流量: $220 \text{ m}^3/\text{s}$ 、エンドシル設置)



(流速 単位: m/s)

図 3.25 (C) 下流河道の流速分布と水面形
(流量: $450 \text{ m}^3/\text{s}$ 、エンドシル設置)

実験資料 3

実 3 - 1.	非常用洪水吐き水位～流量資料	88
実 3 - 2.	堤趾導流部水面形資料	89
実 3 - 3.	堤趾導流部圧力測定資料	91
実 3 - 4.	減勢池内水面形資料	92
実 3 - 5.	下流河道内水面形資料	94
実 3 - 6.	下流河道内流速分布資料	95
実 3 - 7.	下流河道内水面形および流速分布測定位置	97

実験資料 3-1 非常用洪水吐き水位一流量資料

非常用洪水吐き全体(原案)

貯水位 (EL.m)	放流量 (m/s)
180.52	49.3
180.70	78.6
180.85	106.0
180.93	118.5
181.04	144.0
181.21	182.5
181.28	200.0
181.37	224.1
181.46	244.5
181.58	280.3
181.67	306.7
181.74	326.9
181.80	347.0
181.88	374.4
181.97	406.4
182.00	420.5

高越流部 (原案)

貯水位 (EL.m)	越流水深 (m)	放流量 (m/s)	越流係数 C
180.94	0.74	74.7	1.565
181.10	0.90	99.7	1.557
181.24	1.04	124.7	1.568
181.37	1.17	149.4	1.574
181.50	1.30	175.0	1.574
181.61	1.41	200.0	1.593
181.73	1.53	224.7	1.583
181.83	1.63	248.4	1.592
181.92	1.72	274.1	1.620
182.02	1.82	300.6	1.632
182.10	1.90	323.1	1.645

非常用洪水吐き全体(改造案)

貯水位 (EL.m)	放流量 (m/s)
180.31	26.3
180.50	50.3
180.65	75.6
180.78	100.6
180.90	125.6
181.02	154.7
181.11	175.6
181.23	205.9
181.28	222.8
181.38	254.1
181.46	277.8
181.54	303.1
181.63	333.1
181.68	348.4
181.74	374.1
181.83	406.6
181.88	425.6
181.96	457.8
182.01	473.8

高越流部 (改造案)

貯水位 (EL.m)	越流水深 (m)	放流量 (m/s)	越流係数 C
180.75	0.55	51.3	1.677
180.91	0.71	75.6	1.685
181.06	0.86	100.6	1.682
181.19	0.99	125.2	1.695
181.31	1.11	149.9	1.709
181.43	1.23	176.3	1.723
181.52	1.32	199.4	1.753
181.63	1.43	227.8	1.776
181.71	1.51	251.3	1.806
181.81	1.61	278.1	1.815
181.88	1.68	297.8	1.823
181.98	1.78	328.1	1.842
182.05	1.85	351.6	1.863
182.14	1.94	378.8	1.869
182.20	2.00	402.2	1.896
182.28	2.08	428.1	1.903
182.35	2.15	455.6	1.927

低越流部 (原案)

貯水位 (EL.m)	越流水深 (m)	放流量 (m/s)	越流係数 C
180.63	1.13	31.9	1.554
181.19	1.69	62.5	1.657
181.44	1.94	78.4	1.693
181.65	2.15	93.6	1.729
181.85	2.35	109.4	1.762
182.05	2.55	125.0	1.785
182.23	2.73	140.3	1.808
182.41	2.91	155.6	1.822

低越流部 (改造案)

貯水位 (EL.m)	越流水深 (m)	放流量 (m/s)	越流係数 C
180.45	0.95	26.6	1.670
180.94	1.44	52.9	1.780
181.33	1.83	78.3	1.839
181.68	2.18	104.3	1.884
181.98	2.48	130.0	1.935
182.27	2.77	155.7	1.964

実験資料 3-2 堤趾導流部水面形資料 (その 1)

(1) CASE-A (波返しなし, 高越流部放流量: 280 m³/s)

(単位: EL.m)

断面	フーチング高 (EL.m)	A		B		C		D		E		F	
		平均水位	最高水位	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位
J ₇ + 7.5	154.00	160.00	161.13	160.63	161.88	160.38	161.38	158.50	159.25	158.50	159.75	160.75	161.63
+10.0	154.00	161.25	162.13	161.63	162.25	161.13	162.38	159.38	160.75	159.00	160.13	161.25	155.58
J ₈	157.00	162.38	163.25	163.00	164.00	162.25	163.13	161.25	162.13	161.00	161.63	162.00	163.00
+ 5.0	157.00	163.38	164.38	163.88	164.50	162.63	163.38	160.88	161.75	161.25	162.13	162.75	163.75
+10.0	158.50	163.88	165.00	164.38	165.13	163.38	164.13	162.00	163.25	162.13	162.88	163.13	164.00
J ₉	158.50	164.88	165.63	164.38	165.50	163.75	164.25	162.25	163.63	162.75	163.25	163.50	164.25
+ 5.0	160.00	165.75	166.88	166.13	167.00	166.00	166.88	163.25	164.75	163.63	164.50	163.75	164.38
+10.0	160.00	166.25	167.00	166.88	167.38	166.13	167.00	163.75	164.75	163.50	164.38	165.25	166.00
J ₁₀	161.50	166.75	167.50	167.38	168.00	167.00	167.75	165.25	166.00	165.00	166.25	165.63	166.88
+ 5.0	161.50	168.25	169.13	169.13	170.00	168.75	169.75	167.50	168.75	165.75	166.75	167.00	167.88
+10.0	163.00	168.75	169.63	169.75	170.75	169.25	170.00	168.50	169.88	167.25	168.25	168.63	169.50
J ₁₁	163.00	169.50	170.38	170.25	171.00	170.00	171.00	168.25	169.50	167.50	168.50	168.00	168.75
+ 5.0	164.50	170.25	171.25	171.25	172.00	170.75	171.75	169.50	170.88	168.50	169.63	169.50	170.63
+10.0	164.50	170.75	171.25	171.38	171.88	171.00	171.75	169.25	170.75	168.25	169.88	168.50	169.25
J ₁₂	166.00	170.63	171.25	170.75	171.38	170.75	171.13	169.25	170.00	169.00	170.00	169.13	170.00
+ 5.0	167.50	172.13	173.13	173.00	174.00	172.00	173.13	170.75	172.00	169.50	170.63	169.88	170.88
+10.0	169.00	174.00	175.00	174.38	175.38	174.00	175.13	171.25	173.25	170.25	171.63		
J ₁₃	170.50	174.38	175.00	174.13	175.50	171.25	172.75	170.88		170.88			
+ 3.5	170.50	173.88	174.75	173.63	175.13	171.75	172.88	171.25	171.75	171.13	171.50		

(2) CASE-A (波返しなし, 高越流部放流量: 320 m³/s)

(単位: EL.m)

断面	フーチング高 (EL.m)	A		B		C		D		E		F	
		平均水位	最高水位	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位
J ₇ + 7.5	154.00	161.00	162.25	161.88	162.75	161.50	162.13	159.75	161.38	159.00	159.88	161.00	162.75
+10.0	154.00	162.00	163.00	162.50	163.50	161.50	162.25	159.75	161.38	159.75	160.50	161.75	162.88
J ₈	157.00	163.25	164.25	163.75	165.00	163.38	164.50	161.38	162.38	161.75	162.63	162.75	163.88
+ 5.0	157.00	164.25	165.13	164.50	165.63	163.25	164.75	161.13	162.25	161.75	162.75	164.00	165.25
+10.0	158.50	164.63	165.75	165.38	166.13	165.00	165.88	162.00	163.63	163.13	164.13	163.50	164.75
J ₉	158.50	165.63	166.50	166.38	167.13	166.13	166.88	163.75	165.13	163.25	164.88	163.50	164.38
+ 5.0	160.00	166.50	167.50	167.25	168.25	166.63	166.75	164.50	166.00	163.63	165.00	164.50	165.50
+10.0	160.00	166.88	167.75	167.13	167.88	166.63	167.50	165.25	166.25	164.25	165.63	165.50	166.63
J ₁₀	161.50	161.63	168.50	168.38	169.00	168.25	169.00	166.00	167.50	165.75	166.50	165.88	166.88
+ 5.0	161.50	168.88	170.13	170.00	171.50	169.75	170.75	168.00	169.88	167.25	168.38	168.00	168.88
+10.0	163.00	169.63	170.63	170.75	171.38	170.13	170.88	168.50	170.50	167.50	169.75	168.25	169.63
J ₁₁	163.00	170.13	171.38	171.50	172.25	171.00	172.00	169.00	170.63	168.00	169.88	168.13	169.13
+ 5.0	164.50	171.00	171.75	171.88	172.75	171.50	172.50	171.00	172.13	169.75	170.63	169.50	170.88
+10.0	164.50	171.13	172.25	172.00	173.13	170.38	171.13	170.13	171.63	168.75	170.88	169.75	170.50
J ₁₂	166.00	171.50	172.50	171.75	172.75	171.38	172.38	170.63	171.75	169.75	171.25	170.00	171.25
+ 5.0	167.50	173.00	174.25	173.63	174.75	173.25	174.13	171.00	173.63	170.00	172.25	169.75	170.88
+10.0	169.00	174.75	175.50	175.25	176.75	174.38	175.75	173.00	174.13	172.75	174.25		
J ₁₃	170.50	175.13	176.13	175.00	176.25	172.13	173.88	171.38		171.38			
+ 3.5	170.50	174.38	175.00	173.88	175.63	173.00	174.50	171.25	172.00	171.13	171.63		

(3) CASE-A (波返し設置: 張り出し長 1.0 m, 高越流部放流量: 280 m³/s)

(単位: EL.m)

断面	フーチング高 (EL.m)	A		B		C		D		E		F	
		平均水位	最高水位	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位
J ₇ + 7.5	154.00			160.58	161.00	159.63	160.50	157.83	158.88	158.13	158.88	159.16	159.86
+10.0	154.00			161.48	161.63	160.25	161.38	159.25	160.13	159.00	160.00	159.90	160.40
J ₈	157.00			162.05	162.13	161.58	162.20	160.25	161.13	160.60	161.38	160.34	160.90
+ 5.0	157.00			162.63	162.63	162.60	162.88	160.63	162.00	160.85	161.63	160.92	161.50
+10.0	158.50			163.40	163.50	163.60	163.95	162.38	163.63	161.95	162.50	162.26	162.90
J ₉	158.50			163.95	163.95	163.80	164.50	162.00	163.63	162.45	162.75	162.90	163.60
+ 5.0	160.00			164.95	165.25	165.30	165.63	164.50	165.50	163.50	164.25	163.26	163.80
+10.0	160.00			165.70	165.70	166.43	166.63	165.38	166.38	163.25	164.63	164.12	164.60
J ₁₀	161.50			166.58	166.70	166.40	166.83	165.43	166.05	164.90	165.38	164.46	165.00
+ 5.0	161.50			167.30	167.30	167.13	167.45	166.25	166.88	165.63	166.75	166.32	167.00
+10.0	163.00			168.05	168.05	168.15	168.33	167.38	168.00	166.70	167.75	167.10	167.66
J ₁₁	163.00			168.75	168.75	168.65	168.95	167.88	168.25	167.20	168.08	166.50	167.30
+ 5.0	164.50			169.38	169.45	169.38	169.70	168.75	169.38	168.50	169.38	168.60	169.30
+10.0	164.50			170.23	170.23	170.55	170.73	170.10	170.63	168.00	169.38	167.50	168.10
J ₁₂	166.00	170.38	171.00	170.50	171.00	170.05	170.88	168.63	169.25	168.38	169.00	168.30	168.80
+ 5.0	167.50			172.15	172.25	171.38	172.25	169.25	170.75	168.88	169.50	168.40	169.10
+10.0	169.00			173.43	173.43	173.23	173.50	172.93	173.38	172.13	173.50	170.40	171.40
J ₁₃	170.50			173.43	174.75	172.50	173.00						
+ 3.5	170.50			173.13	174.38								

実験資料 3-2 堤趾導流部水面形資料 (その2)

(4) CASE-A (波返し設置: 張り出し長 0.5 m, 高越流部放流量: 280 m³/s)

(単位: EL. m)

断面	フーチング高 (EL. m)	A		B		C		D		E		F	
		平均水位	最高水位	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位
J ₇ + 7.5	154.00			160.55	161.33	159.38	160.75	157.75	158.75	157.95	158.75	158.94	159.90
+10.0	154.00			161.30	161.65	160.63	161.25	159.13	159.88	158.45	159.13	159.78	160.60
J ₈	157.00			161.98	162.25	162.30	162.63	160.25	161.50	160.70	161.38	160.93	161.75
+ 5.0	157.00			162.58	163.38	162.80	163.50	160.63	161.38	160.90	161.50	160.58	161.30
+10.0	158.50			163.43	163.88	163.95	164.38	161.75	163.00	161.83	162.63	162.24	162.90
J ₉	158.50			164.13	164.70	164.38	165.00	162.88	164.38	162.30	162.88	162.64	163.30
+ 5.0	160.00			164.93	165.50	165.70	166.25	164.63	165.63	163.25	163.88	163.14	163.60
+10.0	160.00			165.58	166.13	166.25	166.70	164.50	165.25	163.25	163.75	163.86	164.50
J ₁₀	161.50			166.58	167.00	166.65	167.13	165.63	166.58	164.95	165.63	164.40	165.30
+ 5.0	161.50			166.88	167.13	167.73	168.13	166.88	167.75	166.30	167.25	165.98	167.00
+10.0	163.00			168.05	168.50	168.70	168.88	167.68	168.63	166.45	167.50	167.00	167.60
J ₁₁	163.00			168.80	168.88	169.23	169.43	168.93	169.43	168.08	169.25	168.33	168.36
+ 5.0	164.50			169.43	169.65	169.93	170.15	169.95	170.63	168.88	170.13	168.36	169.10
+10.0	164.50			170.30	170.70	171.15	171.50	170.00	171.45	167.75	168.63	167.46	168.10
J ₁₂	166.00	170.70	171.13	170.48	171.13	170.30	171.08	169.50	170.38	168.75	169.63	168.44	168.80
+ 5.0	167.50			172.18	172.58	171.75	172.50	170.50	171.13	169.13	170.63	168.94	169.50
+10.0	169.00			173.55	173.95	173.55	174.08	173.53	174.13	171.88	173.25	170.30	171.50
J ₁₃	170.50			174.55	174.83	172.75	173.75						
+ 3.5	170.50			173.58	174.50	171.75	173.25						

(5) CASE-B (波返しなし, 高越流部放流量: 280 m³/s)

(単位: EL. m)

断面	フーチング高 (EL. m)	A		B		C		D		E		F	
		平均水位	最高水位	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位
J ₇ + 7.5	154.00	160.25	161.25	160.50	162.00	160.00	161.25	159.75	160.88	158.50	159.50	160.50	161.75
+10.0	154.00	161.25	162.00	161.00	162.00	160.50	161.38	159.00	160.25	159.50	160.75	161.25	162.25
J ₈	157.00	162.25	163.25	162.25	163.50	159.75	161.00	160.75	161.75	161.00	161.75	161.50	162.75
+ 5.0	157.00	163.00	164.00	163.00	164.00	160.25	161.25	160.75	161.50	161.25	162.00	162.50	163.50
+10.0	158.50	163.50	164.50	164.00	165.00	162.50	163.50	161.75	163.25	162.00	163.25	162.50	164.00
J ₉	158.50	164.25	165.50	164.25	165.38	163.25	164.75	162.00	163.50	162.50	163.75	162.50	164.00
+ 5.0	160.00	165.50	166.25	165.75	166.63	165.50	166.50	164.50	166.00	163.50	164.75	163.75	164.50
+10.0	160.00	166.00	167.00	166.25	166.75	165.25	166.00	163.00	164.50	163.50	164.25	165.25	166.25
J ₁₀	161.50	166.50	167.25	167.00	168.25	166.00	167.00	164.75	166.00	165.75	167.00	165.50	166.50
+ 5.0	161.50	168.50	169.63	168.75	170.25	166.75	168.50	166.00	167.75	165.00	166.75	166.50	167.50
+10.0	163.00	168.75	169.75	169.00	170.13	168.00	170.00	165.75	168.00	166.50	167.50	168.00	169.00
J ₁₁	163.00	169.50	171.00	170.00	171.00	168.75	169.25	167.50	169.50	167.25	168.50	167.75	168.75
+ 5.0	164.50	170.50	171.50	171.25	172.13	168.50	171.00	168.00	170.25	167.50	168.75	168.25	169.75
+10.0	164.50	170.00	170.75	170.50	171.00	169.75	171.00	167.75	169.25	167.25	168.63	167.75	168.75
J ₁₂	166.00	170.00	171.25	170.00	171.50	169.25	170.25	168.50	170.25	168.75	169.25	169.00	170.00
+ 5.0	167.50	172.25	173.50	172.75	172.25	172.25	174.50	171.00	173.25	169.25	171.75	169.25	170.63
+10.0	169.00	174.25	175.00	174.00	175.50	173.00	175.00	171.75	174.13	169.50	170.25		
J ₁₃	170.50	174.50	175.25	174.25	175.25	171.25	172.25	171.13	171.38	171.00	171.38		
+ 3.5	170.50	174.00	174.88	173.50	175.00	171.50	173.75	171.25	172.25	171.38	172.25		

(6) CASE-C (波返しなし, 高越流部放流量: 280 m³/s)

(単位: EL. m)

断面	フーチング高 (EL. m)	A		B		C		D		E		F	
		平均水位	最高水位	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位
J ₇ + 7.5	154.00												
+10.0	154.00												
J ₈	157.00		163.00										
+ 5.0	157.00		163.80										
+10.0	158.50		164.53										
J ₉	158.50		165.03										
+ 5.0	160.00		166.53										
+10.0	160.00		166.73										
J ₁₀	161.50		166.56										
+ 5.0	161.50		167.38										
+10.0	163.00		168.13										
J ₁₁	163.00		168.38										
+ 5.0	164.50		169.18										
+10.0	164.50		169.73										
J ₁₂	166.00		171.38										
+ 5.0	167.50		173.20										
+10.0	169.00		174.95										
J ₁₃	170.50		175.30										
+ 3.5	170.50		174.93										

○ 測定位置

フーチング標高

○ 波返し設置標高 (波返し下面位置)

J₇ + 7.5 : EL 160.50 m

J₁₂ : EL 171.00 m

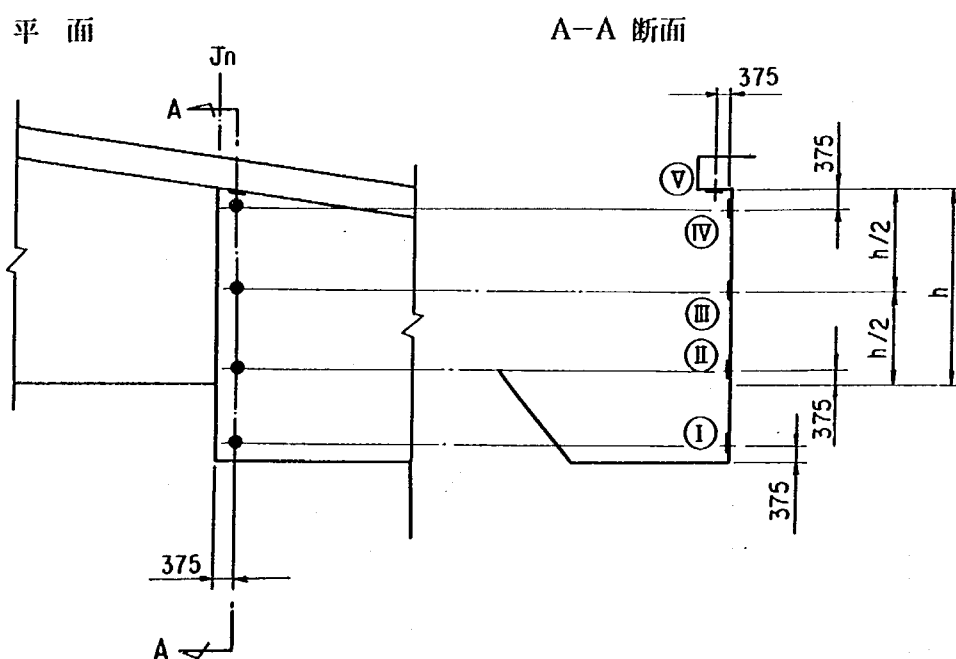
J₁₃ + 3.5 : EL 175.50 m

実験資料 3-3 堤趾導流部圧力測定資料

単位: (水柱 m)

測 線 位 置	測 点	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ
J ₈	平 均 値	6.50	4.81	2.41	1.49	1.06
	最 大 値	9.49	7.54	3.37	2.19	4.92
J ₉	平 均 値	6.82	5.58	3.35	2.21	3.91
	最 大 値	9.24	6.69	3.95	2.83	7.44
J ₁₀	平 均 値	8.34	6.68	5.56	4.20	1.42
	最 大 値	10.71	8.77	6.54	5.64	4.45
J ₁₁	平 均 値	8.44	4.70	1.68	1.70	1.46
	最 大 値	9.96	6.07	2.39	2.19	4.52
J ₁₂	平 均 値	8.16	4.44	1.10	0.22	0.27
	最 大 値	10.75	5.79	2.21	0.95	1.68
J _{12+10m}	平 均 値	7.36	2.51	0.74	0.31	0.74
	最 大 値	9.92	5.98	2.07	0.88	2.54

※ 測点位置



実験資料 3-4 減勢池内水面形資料 (その1)
(原 案)

測点		Q = 50 m ³ /s		Q = 220 m ³ /s		Q = 450 m ³ /s	
		平均水位	最高水位	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位
右岸	- 10	150.25	150.75	151.75	152.75	152.50	153.88
	- 8	150.13	150.38	151.50	152.50	153.25	154.75
	- 6	149.88	150.13	151.25	152.25	154.30	155.40
	- 4	150.75	151.00	153.00	153.50	155.30	156.50
	- 2	152.63	152.88	154.38	154.88	155.68	157.38
	0	153.00	153.23	154.63	155.25	156.70	157.88
	2	152.88	153.13	154.75	155.38	156.93	158.13
	4	153.00	153.13	154.75	155.25	157.25	158.38
	6	152.88	153.13	154.88	155.38	157.30	148.63
	8	152.88	153.13	155.00	155.50	157.15	158.75
	10	152.75	153.00	154.88	155.63	157.45	158.75
	12	152.75	153.00	154.88	155.38	157.38	159.00
	14	152.75	153.13	155.00	155.38	157.13	158.38
	16	152.75	153.00	154.75	155.38	156.75	158.63
	18	152.75	153.13	154.63	155.25	156.58	158.38
	20	152.75	153.00	154.50	155.13	156.38	158.38
	22	152.88	153.13	154.25	154.88	156.38	158.50
	24	152.63	153.00	154.50	154.88	156.50	157.88
左岸	- 10	150.25	150.38	151.50	152.88	151.75	152.65
	- 8	150.00	150.25	151.13	152.63	152.63	154.25
	- 6	149.75	150.00	150.63	152.13	154.00	155.00
	- 4	151.13	151.25	153.00	153.63	154.85	155.75
	- 2	152.50	152.63	154.00	154.63	155.70	156.50
	0	153.25	153.63	154.63	155.13	156.50	157.63
	2	153.25	153.50	154.75	155.00	157.00	158.00
	4	153.00	153.50	154.75	155.38	157.28	158.38
	6	152.88	153.25	155.38	155.63	157.58	158.63
	8	152.88	153.25	154.88	155.75	157.95	159.13
	10	152.88	153.13	155.00	155.63	158.38	159.50
	12	153.00	153.38	155.25	156.00	158.25	159.50
	14	153.13	153.38	155.25	156.25	158.75	159.75
	16	153.38	153.75	155.25	156.25	158.65	159.75
	18	153.50	153.88	155.50	156.50	158.95	160.00
	20	153.38	153.88	155.50	156.50	158.95	159.75
	22	153.50	153.88	155.63	156.38	158.88	160.13
	24	153.38	153.63	155.75	156.63	159.08	160.38
	26	153.25	153.50	155.63	156.50	159.25	160.25
	28	153.00	153.38	155.50	156.38	159.13	160.50
	30	152.88	153.13	155.25	156.25	159.25	160.55
	32	152.75	153.00	154.88	155.88	159.30	160.50
	34	152.63	152.88	155.00	155.63	159.08	160.25
	36	152.63	152.75	154.75	155.63	158.93	159.88
	38	152.63	152.75	154.63	155.50	158.80	160.13
	40	152.75	152.88	154.63	155.50	158.63	159.25
	42	152.75	152.88	154.63	155.38	158.25	159.25
	44	152.75	153.00	154.88	155.63	158.30	159.50
	46	152.63	152.88	155.38	156.25	158.25	159.63
	48			155.88	156.38	158.25	159.90
	49					158.20	159.75

単位：標高(m)

実験資料 3-4 減勢池内水面形資料 (その2)
(比較案)

測点		Q = 50 m ³ /s		Q = 220 m ³ /s		Q = 450 m ³ /s	
		平均水位	最高水位	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位
右岸	- 10	150.00	150.88	150.88	151.25	151.88	152.25
	- 8	150.13	150.88	150.88	151.50	152.00	152.75
	- 6	150.13	151.25	150.75	151.25	152.25	153.00
	- 4	150.13	151.13	150.63	151.13	152.88	154.00
	- 2	150.50	151.75	150.38	150.75	153.63	157.00
	0	152.13	153.50	150.25	150.75	154.88	156.13
	2	153.63	154.75	152.13	152.75	155.88	157.00
	4	154.88	155.50	153.50	154.00	156.50	157.50
	6	155.00	156.38	153.38	154.00	156.50	157.50
	8	155.25	156.50	153.38	154.25	156.88	158.25
	10	155.38	156.50	153.13	154.25	157.13	159.00
	12	155.25	156.50	152.88	153.75	157.25	158.75
	14	155.13	156.38	152.13	153.25	157.25	158.50
	16	155.00	156.25	152.00	153.00	156.75	158.50
	18	154.88	156.13	152.00	153.25	156.50	158.00
	20	154.75	155.88	152.38	153.25	156.50	158.50
	22	154.75	155.88	152.75	153.00	156.13	157.75
	24	154.63	155.63	152.88	153.00	156.50	157.75
左岸	- 10	149.63	150.50	150.63	151.25	151.13	152.13
	- 8	149.63	150.63	150.63	151.38	151.25	152.38
	- 6	150.00	151.25	150.50	151.13	151.50	152.63
	- 4	150.13	151.00	150.38	150.75	152.25	153.25
	- 2	150.38	151.25	149.88	150.38	153.25	154.50
	0	152.13	153.38	149.63	150.50	154.75	156.25
	2	153.75	155.00	153.13	153.63	155.88	157.25
	4	155.00	155.75	153.63	154.13	156.63	158.00
	6	155.13	156.13	153.88	154.50	157.25	158.88
	8	155.25	156.38	153.88	154.50	157.88	159.50
	10	155.63	156.75	153.63	154.38	158.00	159.50
	12	155.75	157.25	153.50	154.25	158.38	160.00
	14	155.88	156.88	153.63	154.50	158.50	160.00
	16	156.25	157.25	153.38	154.38	158.75	160.50
	18	156.38	157.50	153.50	154.38	158.75	160.50
	20	156.50	157.75	153.38	154.38	158.88	160.63
	22	156.63	157.88	153.38	154.38	159.00	160.50
	24	156.75	157.88	153.63	154.25	159.13	160.88
	26	156.63	157.75	153.25	154.13	159.38	160.88
	28	156.50	157.25	153.25	154.00	159.25	160.75
	30	156.25	157.25	153.00	153.63	159.50	161.25
	32	156.13	157.00	152.88	153.50	159.38	161.00
	34	155.88	156.63	152.63	153.00	159.13	160.63
	36	155.75	156.75	152.50	152.88	159.00	160.25
	38	155.75	156.50	152.50	152.88	158.75	160.38
	40	155.63	156.50	152.63	153.00	158.38	159.75
	42	155.63	156.50	152.63	152.88	158.38	159.50
	44	155.75	156.50	152.63	152.88	158.13	159.50
	46	156.00	156.75	152.75	152.88	158.13	159.75
	48	155.88	156.88			158.00	159.63
	50	155.88	156.88			158.63	160.25

実験資料 3-5 下流河道内水面形資料

形態	流量	測点	L-4	L-3	L-2	L-1	R	R-1	R-2	R-3	R-4
副 ダ ム 減 勢 工 な し	50 m³/s	No24	150.35 151.50	150.43 151.20	150.50 151.20	150.55 151.13	150.63 151.15	150.65 151.25	150.80 151.13	150.85 151.30	150.90 151.68
		No23		150.58 150.85	150.60 150.88	150.63 150.90	150.65 150.85	150.63 150.78	150.63 150.85		
		No22	149.78 150.08	149.85 150.00	149.88 150.00	149.75 150.28	149.95 150.28	150.05 150.40	150.00 150.33		
		No21		149.28 149.60	149.48 149.35	149.90 150.23	149.75 150.28	149.73 150.00	149.60 150.23		
		No20			149.28 149.48	149.33 149.53	149.38 149.85	149.85 149.93	149.65 149.90	149.70 150.10	
	220 m³/s	No24	151.93 153.15	151.63 153.03	151.63 153.38	151.75 153.28	151.90 153.03	151.90 152.95	152.08 153.18	151.88 153.13	
		No23	152.75 153.15	152.60 153.00	152.70 153.18	152.73 152.08	152.63 153.00	152.70 153.03	152.63 153.00		
		No22	151.65 151.90	151.73 151.88	151.80 152.13	151.83 152.35	152.28 152.70	152.28 152.63	152.25 152.75		
		No21	150.50 150.88	150.60 150.98	150.90 151.23	151.43 151.85	151.75 152.25	151.65 151.98			
		No20		150.58 150.75	150.75 150.88	150.93 151.38	151.80 152.50	151.38 151.95	151.50 151.68		
	450 m³/s	No24	152.25 153.75	151.75 152.88	151.75 152.88	151.63 153.00	152.00 153.25	152.25 153.50	152.13 153.63	152.25 153.38	152.50 153.25
		No23	152.88 153.98	154.30 154.25	152.88 153.88	152.88 154.20	153.13 154.50	153.25 154.00	153.25 154.38	153.63 154.75	153.50 154.00
		No22	153.25 153.80	152.60 153.75	152.63 153.35	152.40 152.85	152.30 153.38	153.08 154.18	153.53 154.70	153.60 154.50	153.43 154.13
		No21	151.65 152.40	152.10 152.63	152.30 152.65	152.35 152.95	152.63 153.53	153.50 153.85	153.63 154.23	153.85 154.50	
		No20	152.40 152.50	152.00 152.40	152.30 152.63	152.38 152.63	152.23 152.65	152.53 153.28	152.80 153.28	153.00 153.50	152.88 153.28
エ ン ド シ ル 設 置	50 m³/s	No24	151.05 151.38	150.83 151.10	150.80 151.13	150.78 151.18	151.00 151.20	151.00 151.48	151.10 151.40	151.13 151.28	151.10 151.25
		No23			150.63 150.75	150.63 150.80	150.63 150.75	150.50 150.75	150.63 150.75		
		No22		149.80 149.90	149.88 150.00	149.93 150.00	150.13 150.25	150.00 150.13	150.00 150.13		
		No21		149.38 149.60	149.63 149.88	149.63 150.00	149.75 150.00	149.63 149.78			
		No20			149.25 149.38	149.25 149.38	149.38 149.50	149.38 149.55	149.65 149.75		
	220 m³/s	No24	151.90 152.15	151.50 151.78	151.38 151.60	151.63 151.98	152.10 152.28	152.15 152.50	152.20 152.50		
		No23		152.35 152.75	152.38 152.63	152.20 152.50	152.30 152.50	152.43 152.65	152.60 152.78	152.50 152.80	
		No22	152.88 153.33	152.98 153.48	152.90 153.50	152.80 153.48	152.98 153.43	153.23 153.55	153.10 153.48	153.03 153.53	
		No21	150.75 150.98	150.53 150.88	151.15 151.63	151.45 151.98	151.48 151.73	151.55 151.98			
		No20	150.55 150.73	150.75 150.80	151.43 151.95	151.63 151.88	151.50 151.63	151.50 151.63	151.50 151.63		
	450 m³/s	No24	152.88 154.50	152.38 153.50	152.25 153.00	152.63 154.50	152.38 153.75	152.38 154.00	152.63 154.00	152.75 153.75	152.63 153.88
		No23	154.50 155.75	154.25 155.25	154.00 155.00	154.13 155.00	153.88 154.88	153.75 155.00	154.13 154.88	154.38 155.00	154.63 155.25
		No22	152.88 153.50	153.00 153.38	152.75 153.25	153.00 153.50	153.38 154.13	153.88 154.75	154.00 154.88	154.25 154.88	154.25 155.00
		No21	152.75 153.50	152.50 153.00	152.38 152.75	152.75 153.25	153.13 153.50	153.25 153.75	153.38 154.13	153.88 154.50	
		No20	152.13 153.25	152.25 153.00	151.75 152.00	151.63 151.88	152.38 153.13	152.75 153.38	153.00 153.13	153.00 153.13	152.88 153.12

上段 平均水位 (標高 m)
下段 最高水位 (標高 m)

実験資料 3-6 下流河道内流速分布資料 (その 1) (副ダム減勢工なし)

流量	測線	測点	L-4	L-3	L-2	L-1	C	R-1	R-2	R-3	R-4
50 m³/s	No24	①		149.00 1.91	149.00 1.76	149.00 1.56	149.00 1.66	149.00 1.51	149.00 2.01	149.00 2.43	149.00 2.02
	No23	①	149.50 2.68	149.50 2.47	149.50 2.50	149.50 2.47	149.50 2.75	149.50 3.17			
	No22	①		148.75 4.05	148.75 4.12	148.75 4.18	148.75 4.30	148.75 3.58			
	No21	①		148.75 5.72	148.75 3.82	148.75 3.57	148.75 3.18	148.75 4.41			
	No20	①			148.00 1.96	148.00 2.69	148.00 3.59	148.00 3.48	148.00 3.01		
220 m³/s	No24	①	150.00 2.72	150.00 1.79	150.00 2.19	150.00 1.87	150.00 1.79	150.00 1.69	150.00 2.29	150.00 1.99	
	No23	①	152.50 3.68	152.50 3.74	152.50 3.24	152.50 3.47	152.50 3.62	152.50 3.73	152.50 3.35	152.50 2.56	
		②	151.50 4.42	151.50 4.55	151.50 4.43	151.50 4.28	151.50 4.74	151.50 4.94	151.50 4.55		
		③	150.50 4.64	150.50 5.08	150.50 5.00	150.50 5.10	150.50 5.37	150.50 5.48			
	No22	①	150.50 5.39	150.50 5.54	150.50 5.73	150.50 5.73	151.00 4.31	151.00 4.82	151.00 3.16	151.00 1.14	
		②	150.00 5.12	150.00 5.50	150.00 5.32	150.00 5.34	150.00 5.27	150.00 5.05	150.00 3.91		
	No21	①		150.00 5.88	150.00 6.24	150.50 6.18	151.00 3.95	151.00 2.40	151.00 2.93		
		②			149.00 6.38	149.00 6.22	149.00 6.04	149.00 5.72	149.00 5.65		
	No20	①		151.25 4.35	151.25 5.48	151.25 5.32	151.75 5.10	151.75 4.69	151.75 4.13	151.75 4.00	
		②			149.75 5.57	149.75 5.53	149.75 5.26	149.75 5.24	149.75 5.06		
	No24	①				151.75 6.40	152.00 3.02	152.00 4.19	152.00 5.48	152.00 6.56	152.00 7.93
		②	151.00 6.06	151.00 6.38	151.00 6.97	151.00 7.80	151.00 8.10	151.00 8.22	151.00 8.34	151.00 8.04	151.00 8.32
		③	150.00 6.24	150.00 7.48	150.00 8.14	150.00 7.77	150.00 7.76	150.00 7.30	150.00 7.63	150.00 7.51	150.00 7.09
		④	149.00 7.58	149.00 7.02	149.00 6.73	149.00 7.07	149.00 7.26	149.00 7.00	149.00 6.93	149.00 6.53	149.00 6.29
	No23	①	153.00 7.69	152.50 7.04	152.50 6.16	152.50 6.50	152.75 6.69	150.00 5.80		152.50 7.35	
		②	152.00 7.37	151.50 8.00	151.50 8.16	151.50 7.87	151.75 8.30	150.00 7.57	153.30 8.10	151.50 5.89	
		③		150.50 8.60	150.50 8.74	150.50 7.50	150.75 8.44	150.00 8.47	152.30 8.72		
		④		149.50 6.94	149.50 7.40	149.50 7.08	149.75 6.97	150.00 7.89	151.30 7.80		
	No22	①	152.25 8.02	152.50 7.53	152.50 7.57	152.50 6.80	152.50 5.13	152.50 4.21	152.50 6.83	152.50 5.01	
		②	151.25 8.19	151.50 8.22	151.50 8.33	151.50 8.51	151.50 7.19	151.50 7.86	151.50 7.89		
		③	150.25 7.73	150.50 8.08	150.50 8.30	150.50 8.61	150.50 7.68	150.50 7.11			
		④		149.50 6.00	149.50 5.69	149.50 6.30	149.50 6.41	149.50 5.50			
	No21	①	151.00 5.40	151.75 7.10	151.00 8.75	151.50 5.68	151.00 7.44	151.00 7.22	152.50 2.75	152.00 3.98	
		②		150.75 8.40	150.50 9.20	150.50 8.75	150.00 8.23	150.00 8.05	152.00 4.84		
		③		149.75 8.50	149.50 8.53	149.50 8.21	149.00 7.40	149.00 8.09	151.00 6.33		
		④		148.75 5.36	148.50 5.27	148.50 8.14	148.00 7.11	148.00 7.05	150.00 6.19		
	No20	①	152.00 6.38	152.00 7.14	151.75 7.67	151.00 8.24	151.50 8.38	151.50 8.45	151.75 8.00	152.75 6.06	152.00 4.82
		②		151.00 7.22	150.75 7.88	150.00 8.74	150.50 8.42	150.50 8.94	150.75 8.49	152.00 7.45	
		③			149.75 8.49	149.00 8.04	149.50 8.04	149.50 8.44	149.75 8.11	151.00 8.26	
		④			148.75 6.98	148.00 5.07	148.50 5.90	148.50 6.50	148.75 5.66	150.00 6.23	

上段：測定位置 EL(m)

下段：流速 (m/s)

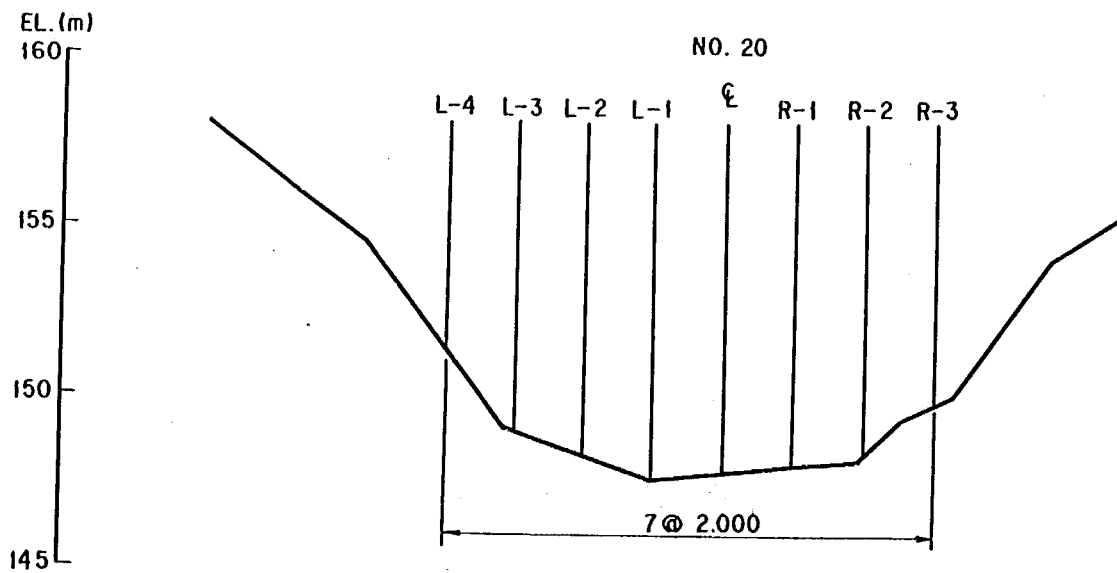
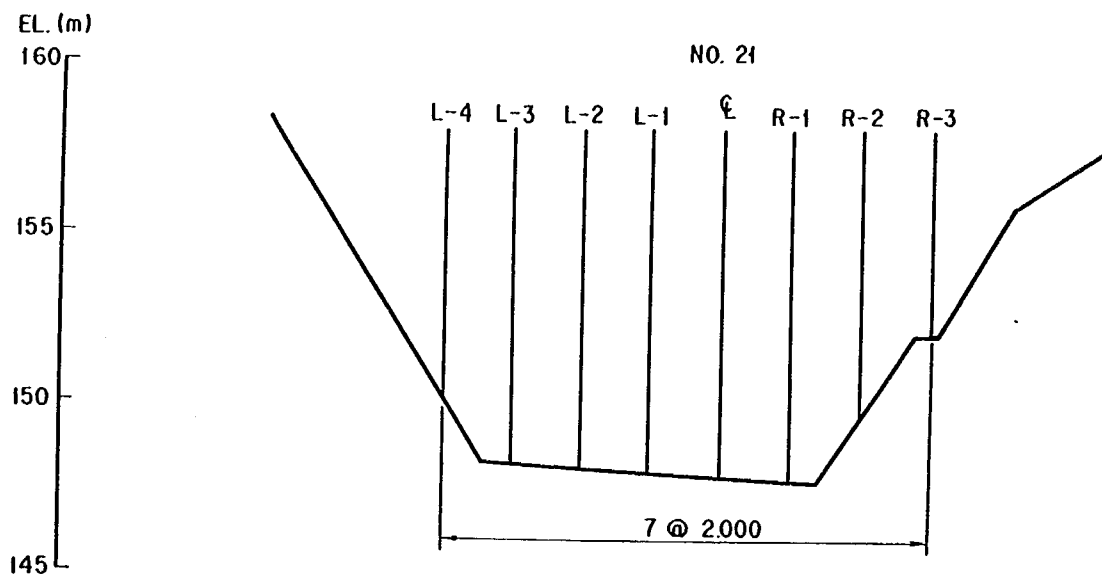
実験資料 3-6 下流河道内流速分布資料 (その 2) (エンドシル設置)

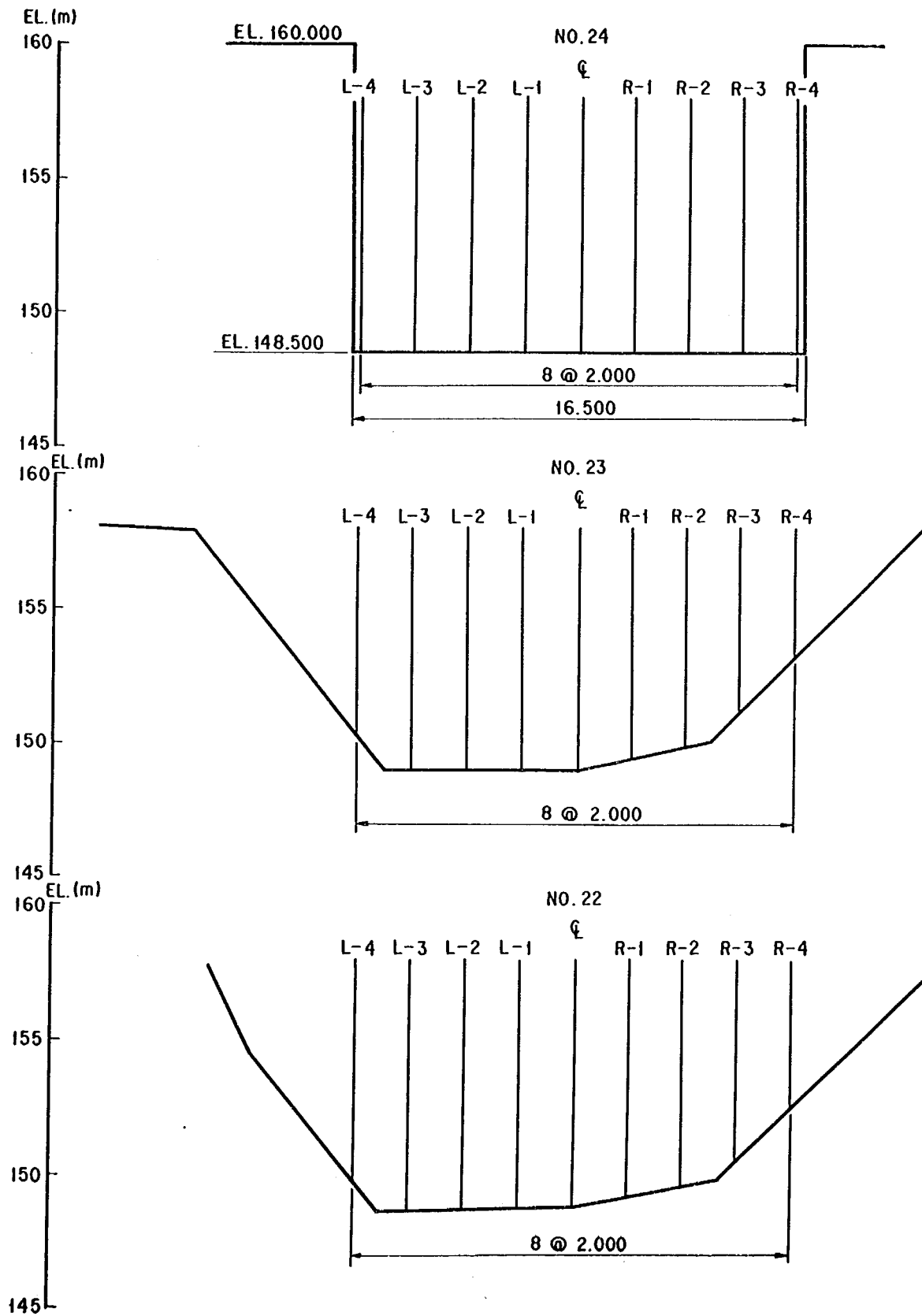
流量	測線	測点	L-4	L-3	L-2	L-1	C	R-1	R-2	R-3	R-4
50 m ³ /s	No24	①	149.00 0.68	149.00 0.49	149.00 0.56	149.00 0.62	149.00 0.63	149.00 0.57	149.00 0.58	149.00 0.87	
	No23	①		150.00 1.83	150.00 1.71	155.00 1.70	150.00 1.78	150.00 2.70			
	No22	①			149.20 3.15	149.20 3.08	149.20 3.13	149.20 2.50			
	No21	①		149.00 0.61	149.00 3.33	149.00 2.64	149.00 2.19	149.00 2.31			
	No20	①			148.75 1.41	148.75 2.37	148.75 2.79	148.75 2.05	148.75 2.16		
220 m ³ /s	No24	①	151.00 1.76	151.00 1.35	151.00 1.61	151.00 2.39	151.00 2.16	151.00 2.15	151.00 2.14	151.00 1.76	
		②	150.00 3.55	150.00 2.22	150.00 3.76	150.00 3.87	150.00 4.05	150.00 4.05	150.00 4.01	150.00 4.28	
		③	149.00 4.51	149.00 4.70	149.00 4.55	149.00 4.55	149.00 4.45	149.00 4.52	149.00 4.69	149.00 4.09	
	No23	①	152.00 4.37	152.00 4.60	152.00 4.52	152.00 4.51	152.00 4.53	152.00 3.05	152.00 3.68	152.00 2.97	
		②	151.00 4.37	151.00 3.73	151.00 4.06	151.00 4.10	151.00 4.41	151.00 4.88	151.00 4.56		
		③		150.50 4.06	150.50 3.56	150.50 3.63	150.50 3.94	150.50 4.55			
	No22	①	151.75 4.63	151.75 4.62	151.75 4.72	151.75 4.81	151.75 3.34	151.75 4.68	151.75 3.01	151.75 1.56	
		②		150.75 4.63	150.75 4.65	150.75 4.88	150.75 5.11	150.75 4.87	150.75 3.23		
		③			150.52 4.78	150.52 5.08	150.52 5.39	150.52 4.71			
	No21	①		149.75 5.23	149.75 5.28	149.75 2.37	149.75 4.62	149.75 3.07	149.75 4.06		
		②		148.75 5.21	148.75 5.28	148.75 5.17	148.75 5.37	148.75 5.16			
	No20	①		150.50 3.32	150.50 3.36	151.00 4.42	151.00 3.34	151.00 3.20	151.00 3.17	151.00 3.25	
		②			150.00 4.79	150.00 4.61	150.00 4.15	150.00 4.23	150.00 4.35		
450 m ³ /s	No24	①	150.25 5.40	151.25 4.77	151.25 4.96	151.25 5.66	151.25 5.83	151.25 6.05	151.25 6.01	151.25 5.85	
		②	149.25 3.36	149.25 3.69	149.25 4.07	149.25 4.57	149.25 4.51	149.25 4.37	149.25 4.55	149.25 4.50	
		③	148.75 3.35	148.75 4.42	148.75 4.24	148.75 4.16	148.75 3.79	148.75 4.30	148.75 4.19	148.75 4.09	
	No23	①	152.75 4.21	152.75 4.00	152.75 4.79	152.75 5.01	152.75 4.88	153.75 3.20	153.75 4.61	153.75 4.50	
		②	151.75 4.76	151.75 5.03	151.75 5.27	151.75 5.32	151.75 5.29	151.75 5.41	151.75 5.41		
		③	150.75 4.44	150.75 4.31	150.75 4.25	150.75 4.64	150.75 4.68	150.75 5.00	150.75 5.39		
		④		149.75 3.09	149.75 2.91	149.75 3.43	149.75 4.03	149.75 5.05			
	No22	①	152.50 5.62	152.50 5.80	152.50 5.75	152.50 5.36	152.50 5.63	152.50 5.67	152.50 5.34	152.50 3.09	
		②	151.50 5.71	151.50 5.79	151.50 5.56	151.50 5.61	151.50 5.88	151.50 5.88	151.50 5.48		
		③	150.50 5.55	150.50 5.76	150.50 5.33	150.50 5.52	150.50 5.84	150.50 5.53	150.50 4.85		
		④		149.50 5.62	149.50 5.30	149.50 5.56	149.50 5.88	149.50 5.22			
	No21	①	151.50 5.75	151.50 5.90	151.50 5.87	151.50 5.78	152.50 2.95	152.50 3.69	152.50 2.24	152.50 2.89	
		②		150.50 5.99	150.50 5.88	150.50 5.73	150.50 5.79	150.50 5.76	150.50 5.34		
		③		149.50 5.64	149.50 5.60	149.50 5.63	149.50 5.66	149.50 5.82			
		④		148.50 5.50	148.50 5.38	148.50 5.48	148.50 5.48	148.50 5.62			
	No20	①		151.25 6.44	151.25 7.04	151.25 7.08	151.25 6.99	151.25 6.70	151.25 6.61	151.25 6.43	
		②		150.25 6.79	150.25 7.16	150.25 6.81	150.25 6.69	150.25 6.65	150.25 6.64	150.25 6.16	
		③			149.25 6.71	149.25 6.35	149.25 6.29	149.25 6.36			
		④									

上段: 測定位置 EL(m)

下段: 流速 (m/s)

実験資料 3-7 下流河道内水面形および流速分布測定位置





第 4 章

昭和 57 年度洪水吐き全体模型実験

第 1 節 実 験 目 的

昭和57年度洪水吐き全体模型実験は、昭和56年度の実験結果に基づいて修正された昭和57年度水理実験実施計画案について検討を行うもので、その主たる内容は以下に示す通りである。

1) 非常用洪水吐き

貯水位～放流量の関係を測定し、放流能力を調査するとともに放流量特性を明らかにする。この場合の非常用洪水吐きの高越流部は、越流幅を 60.0 m (12.0 m × 5 径間)にした場合の放流特性を調査し、設計条件を満足するかどうか確認する。

2) 堤趾導流部

導水路内の水位測定および流況観察等により、ダム設計洪水流量 450 m^3/s を越水せずに導流できる壁高を検討する。

この場合の導流部は、導流壁に波返しを設置した場合としない場合で比較実験を行う。

3) 減勢工

導水路の最終案形状の決定後、水位、流況等を調査し前年度の結果と比較する。

第 2 節 実 験 方 法

2.1 測 定 方 法

測定項目は水槽貯水位、流量、水面形、流速および流況観察であるが、その方法は表4.1に示す通りである。

表 4.1 諸 量 の 測 定 方 法

貯 水 位	実物の貯水池に相当する実験水槽と連結された貯水管の水位 $1/10$ mm読みポイントゲージを用いて測定した。
流 量	給水管途中に設置されている $\phi 100$ mmおよび $\phi 300$ mmの電磁流量計によって測定した。
水 面 形	堤趾導流部および減勢工の水面形状は 1 mm読みスケールを用いて測定した。
流 速	プロペラ流速計を用いて測定した。
流 況	写真およびスケッチにより記録した。

2.2 模 型

洪水吐きの全体模型は縦、横とも縮尺 1 / 25 の幾何的に相似な模型として製作し、長さ 7.0 m、幅 3.0 m、深さ 1.0 m の木製水槽に取付けた。模型は図 4.1 に示すように洪水吐き本体と下流河道より構成されている。洪水吐き越流部、シュート部、導水路および減勢工水叩き等は、いずれも木製とし表面は合成塗料仕上げとした。導水路および減勢工の側壁は、透明アクリル製とし側面からの流況観察が可能な構造とする。なお、水理実験実施計画原案では非常用洪水吐き高越流部は 5 径間としているが、その最適な位置を検討するために、模型では 6 径間製作設置してある。

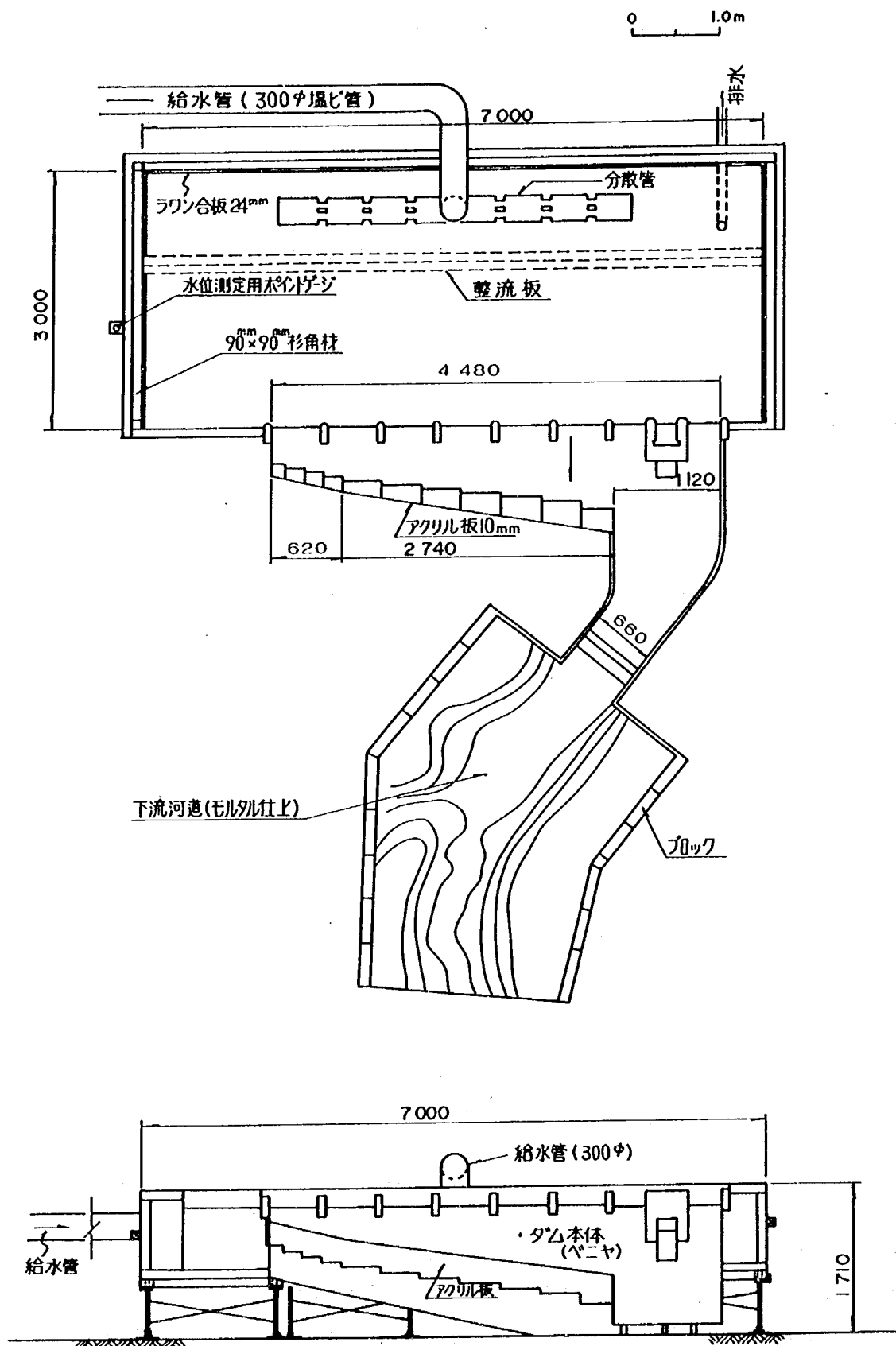


図 4.1 洪水吐き全体模型製作図

2.3 相 似 律

洪水吐きの模型は縦、横とも縮尺 1/25 の幾何的に相似な模型である。

実験においては、重力の影響が支配的であると考えられるので、模型と原型との力学的相似はフルードの相似律に従うものとした。

したがって、その基本量の縮率は表 4.2 に示すとおりである。なお、本章に示される諸量はすべて表 4.2 に従って原型に換算したものである。模型と実物の主要諸元の関係は表 4.3 に示す通りである。

表 4.2 諸量の縮尺

基 本 量	次 元	縮 尺	
長 さ ・ 水 深	L	η	1 : 25
時 間	T	$\eta^{1/2}$	1 : 5
流 速	LT^{-1}	$\eta^{1/2}$	1 : 5
流 量	$L^3 T^{-1}$	$\eta^{3/2}$	1 : 3125

表 4.3 模型と実物の主要諸元

諸 元	模型寸法	実物寸法
ダ ム 設 計 洪 水 流 量	144 ℓ/s	450 m^3/s
計 画 最 大 放 流 量	16 ℓ/s	50 m^3/s
高 越 流 部 設 計 水 深	7.2 cm	1.8 m
低 越 流 部 設 計 水 深	10.0 cm	2.5 m
常用洪水吐き 幅	19.2 cm	4.8 m
常用洪水吐き ゲート開き	6 cm	1.5 m

第 3 節 非常用洪水吐きの放流特性

3.1 概 要

非常用洪水吐きの流量に関する設計条件は、設計洪水水位 EL 182.00m においてダム設計洪水流量 450 m^3/s を常用洪水吐きと併せて放流可能なことである。したがって、非常用洪水吐きの必要放流量は、設計洪水流量 450 m^3/s から、常用洪水吐きの放流量 57～59 m^3/s (第 6 章のオリフィス水理模型実験結果参照) を差し引いた 391～393 m^3/s 程度となる。

非常用洪水吐きは、図 1.15～図 1.16 の昭和 57 年度実施計画原案に示すように、高越流部（越流頂標高 EL 180.20 m、越流幅 12.0 m×5 門＝60.0 m）と、低越流部（越流頂標高 EL 179.50 m、越流幅 8.6 m×2 門＝17.2 m）から構成されているが、低越流部は前年度のままとし、高越流部のみ径間幅及び径間数を変更したものである。

3.2 放 流 能 力

非常用洪水吐き全体の貯水位～放流量の関係は、図 4.2 に示すとおりである。図 4.2 の貯水位～放流量曲線より設計洪水水位において 395 m^3/s の放流が可能であり、常用洪水吐きからの放流量 57～59 m^3/s を併せると、洪水吐き全体としての放流能力は 452～454 m^3/s となり前述の設計条件を満足する。

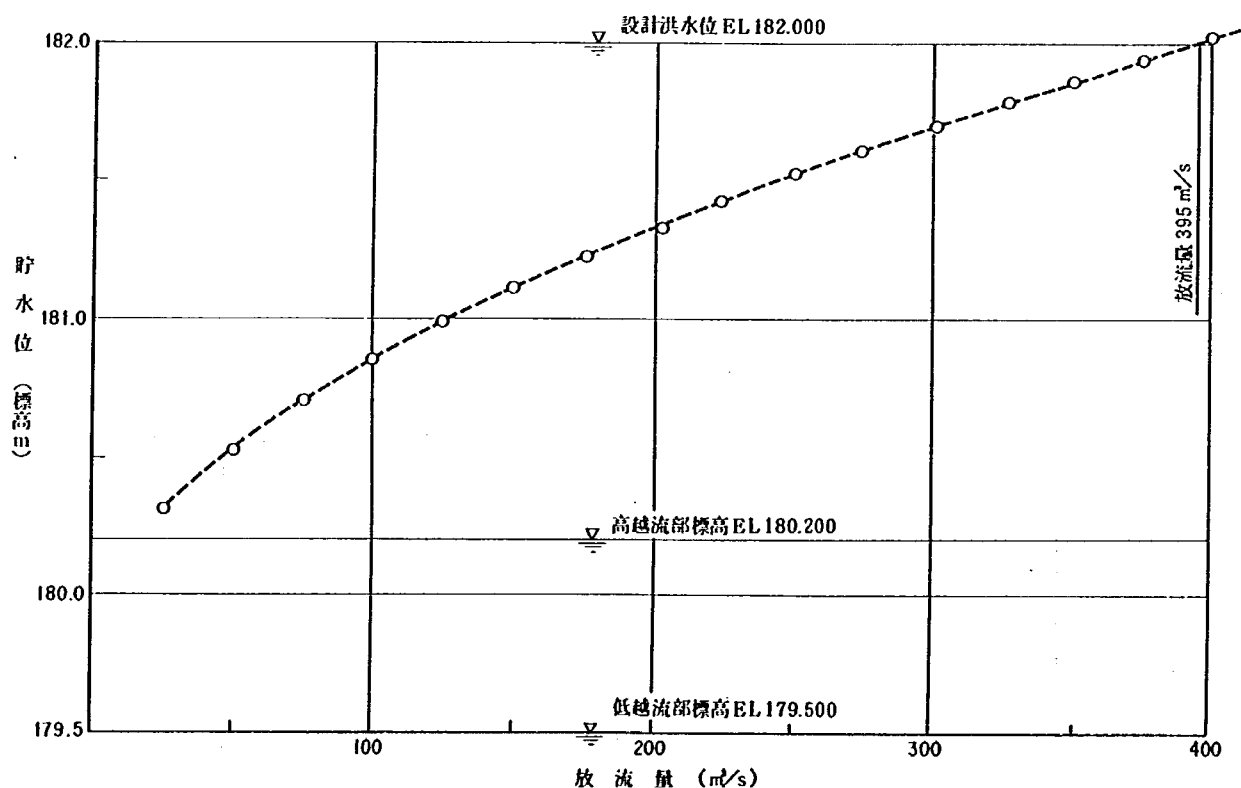


図 4.2 非常用洪水吐きの水位、流量曲線

したがって、本ダムの非常用洪水吐きとしては、原案通り高越流部幅を 60 m、低越流部幅を 17.2 m 確保すれば機能上問題ない。なお、前章の実験結果によれば設計洪水水位では低越流部からは 132 m^3/s の放流があるので、高越流部は 263 m^3/s の放流をしていることになる。このとき、高越流部の流量係数 1.82 程度で、前章の 1.85 より若干小さめである。

第 4 節 堤 趾 導 流 部 の 機 能

4.1 概 要

堤趾に設置される階段式導流部は採用されてから未だ実際の洪水を流下させた例がなく、模型との相似性について明確な設計指針がないのが現状である。本報告書でも昭和55年度から考え方に若干の変更が加えられてきたが、最終的には辺野喜ダムの堤趾の導流壁高は模型において設計洪水流量 $450 \text{ m}^3/\text{s}$ 流下時に越水しない高さを一応確保するものとし、流況に応じて余裕を考慮するものとして決定することとした。

現在のところ壁高をより低くするためには、波返しを設置が効果的であると考えられるので、図 4.3 に示す導流水路形状で実験を行い、辺野喜ダムに適した壁高を検討している。

ここで、CASE-1 は、導流壁に波返しを設置しない場合であり、CASE-2～CASE-4 は波返しを設置した場合である。CASE-3 が今年度の原案の壁高であり、CASE-2 は CASE-3 より壁高を 1.0 m 高くした場合、CASE-4 は CASE-3 より壁高を 1.0 m 低くした場合である。なお、模型実験での波返しの大きさは張り出し長 1.0 m、厚さ 1.0 m とし、図 4.3 に示す CASE 2～4 の実線および標高値は波返し下面の位置を示している。

また、波返しについては、昭和56年度に幅 1.0 m と 0.5 m でその差を調査しているが、0.5 m の波返しでは模型でもその機能を十分には発揮していなかった。このため、本節では波返しの張り出し長さについても詳細な検討を加えている。

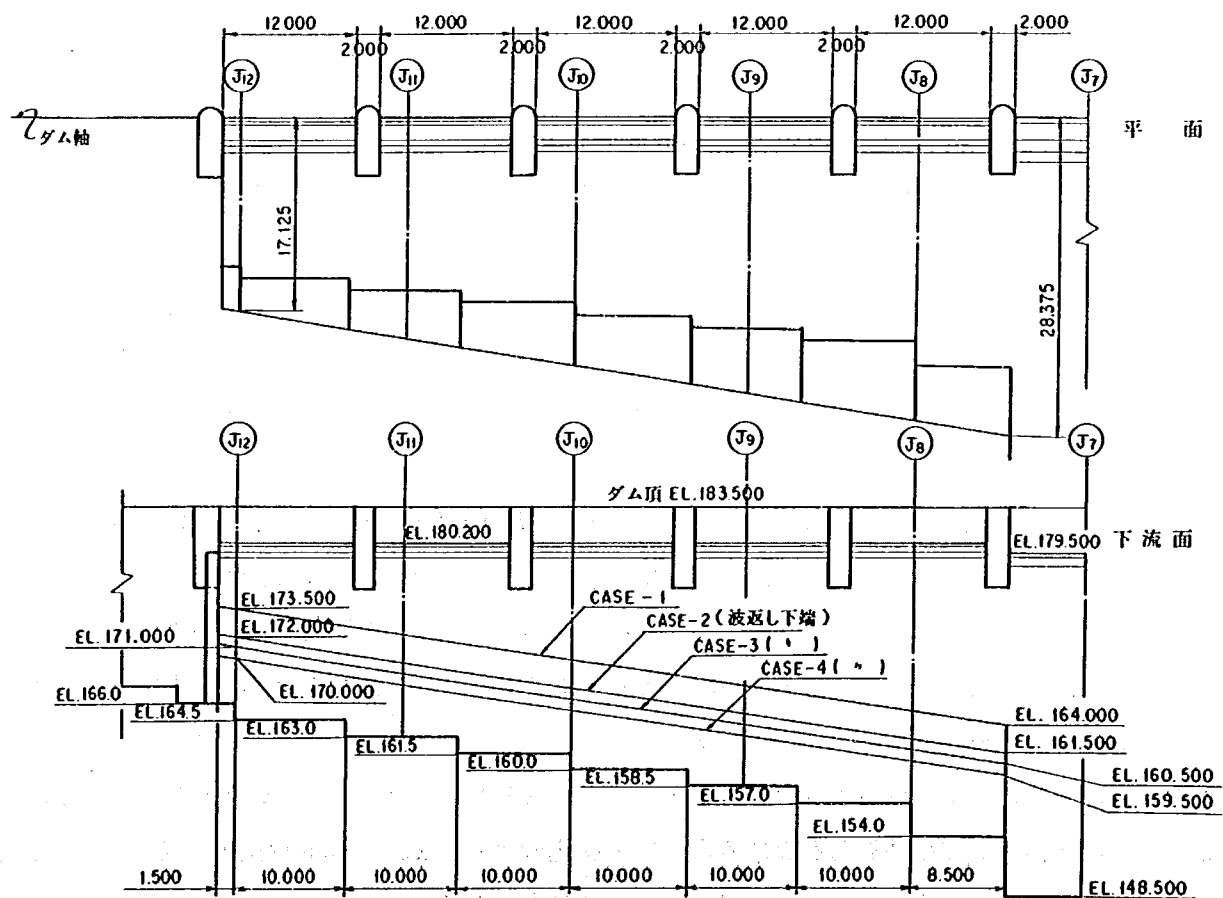


図 4.3 堤趾導流部実験形状

4.2 波返しの設置標高の検討

前項で述べたCASE-1～CASE-4に対する導流水路内の流れの状況は次のとおりである。

1) CASE-1 (波返しなし)

全洪水吐きから設計洪水流量 $450 \text{ m}^3/\text{s}$ 放流時（高越流部の放流量は $265 \text{ m}^3/\text{s}$ 、単位幅流量 $4.42 \text{ m}^3/\text{s}$ ）の流導壁沿いの水位および水路内の横断水面形は図4.4に示すとおりである。第3章の昭和56年度の波返しなしの場合と比較すると、導流壁沿いの平均水位は高越流部から $320 \text{ m}^3/\text{s}$ 放流時（単位幅流量 $4.27 \text{ m}^3/\text{s}$ ）の実験結果とほぼ一致しており、単位幅流量が導流壁沿いの水位に対する重要な因子であることが推察される。一方、水面の変動幅は $1.0 \sim 2.0 \text{ m}$ 程度であり、昭和56年度の $0.5 \sim 1.0 \text{ m}$ の2倍となっている。このため、導流壁高は最高水位を包絡する高さとして $J_7 + 6.5 \text{ m}$ でEL 164.0 m、 J_{12} でEL 173.5 m 程度となり、余裕の付加をしなくても昭和56年度最終案より $0 \sim 1.0 \text{ m}$ 高くする必要がある。

導流水路内の流況は写真4.1に示すように、水路上流部では堤体からの流れが直接導流壁に衝突するため、壁沿いの水面が大きく盛り上がる。下流部では流下方向の流量が増加し、減勢効果が高まるために堤体からの流入水脈による壁沿いの水面の盛り上がりは比較的小さくなるが、水路全体にわたって盛り上がりが見られる。

2) CASE-2 (波返し設置、張り出し長 1.0 m)

波返し下面標高を $J_7 + 6.5 \text{ m}$ でEL 161.5 m、 J_{12} でEL 172.0 mとした場合の水路内の水位は図4.5に示すとおりである。この場合は図4.4に示す波返しなしの場合の平均水位付近に波返し下面を設置しているので、壁沿いの水面の変動を波返しで押えている程度である。したがって、導流水路内の流況は写真4.2(A)に示すようにCASE-1（写真4.1）の場合と似ている。

3) CASE-3 (波返し設置、張り出し長 1.0 m)

波返し下面標高を $J_7 + 6.5 \text{ m}$ でEL 160.5 m、 J_{12} でEL 171.0 mとした場合の水路内の水位は図4.6に示すとおりである。この場合は、波返しなしの場合の平均水位以下に波返し下面を設置しているため、壁沿いの水面を強制的に押え込んでいる状態であるが、波返し下面に働く水圧はあまり大きくなく $1.0 \sim 3.5 \text{ m}$ 水柱程度である。模型では導流水路全体にわたって波返しの規制の効果が見られ、水路内の水面変動は波返しなしの場合より小さくなり、比較的安定した流況で流下している。（写真4.2(B)）

4) CASE-4 (波返し設置、張り出し長 1.0 m)

波返し下面標高を $J_7 + 6.5 \text{ m}$ でEL 159.5 m、 J_{12} でEL 170.0 mとした場合の導流水路内の水位は図4.7に示すとおりである。この場合は、CASE-3よりさらに強く壁沿いの水面を押え込んでいる状態であるが、模型では導流壁から越水することはほとんどない。しかし、平均水面が壁高より高くなる部分があり、流水断面にまったく余裕のない状態であるため、この位置まで壁高を下げることは非常に問題があるものと思われる。（写真4.2(C)）

以上のように、波返しを設ける限界のCASE-3とCASE-1（ただし、CASE-1で壁高の余裕 1 m あるいは余裕としての波返しを設ける場合）とを比較すると $2.5 \sim 3.5 \text{ m}$ 程度壁高を低くでき、模型導流水路内では水面変動も小さくなり、流況も安定する傾向となる。

図4.8はCASE-1およびCASE-3のフーチング上の流速分布を比較したものである。CASE

ー3においてフーチング下流端部で壁沿いの流速が大きめとなっており、減勢池への影響が懸念されるが、後に示す様にほとんど無視出来るものである。

図4.9および図4.10はCASE-1およびCASE-3の導流壁の作用圧力分布を比較したものであるが、両者にはそれほど大きな差異は認められない。図4.11はCASE-3波返し下面に作用する圧力を示したものであるが、平均圧力は0.4 m～1.6 m水柱と小さく、また最大圧力を最大3.5 m水柱程度で縦断方向にはほぼ一様となっており、構造上問題となる様なものではない。

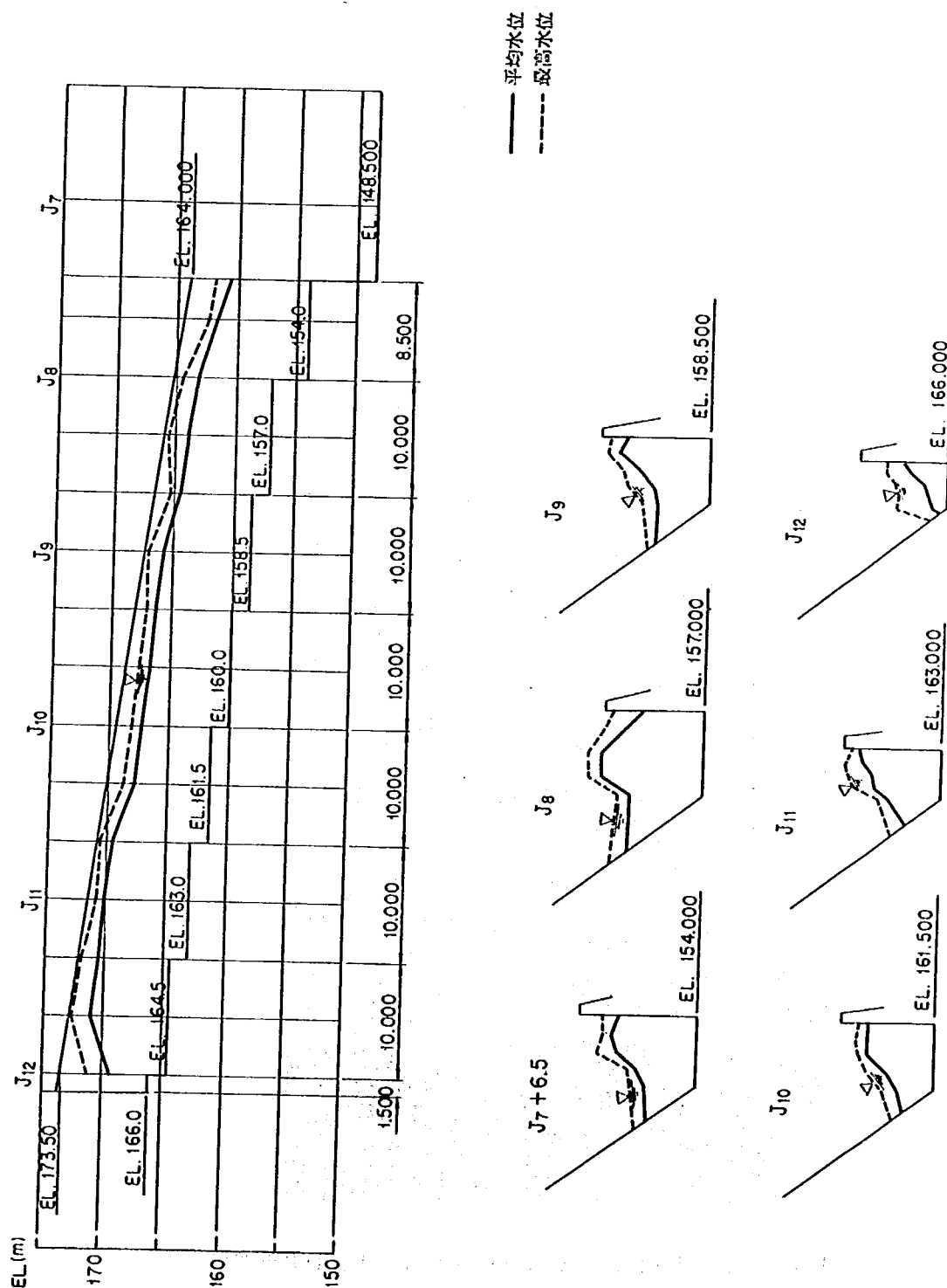


図4.4 堤趾導流部水面形状 (CASE-1、設計洪水位)

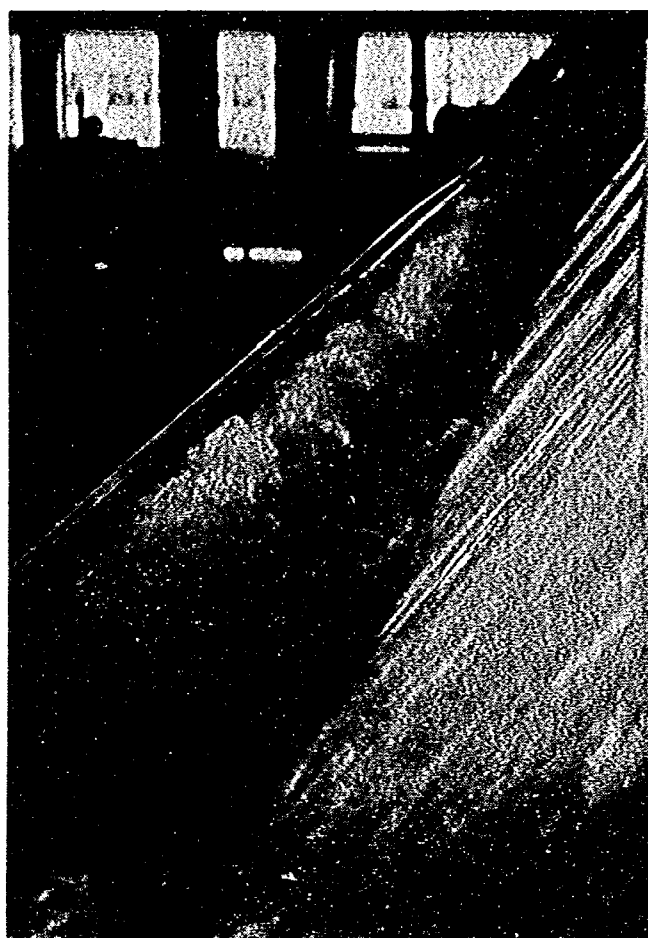
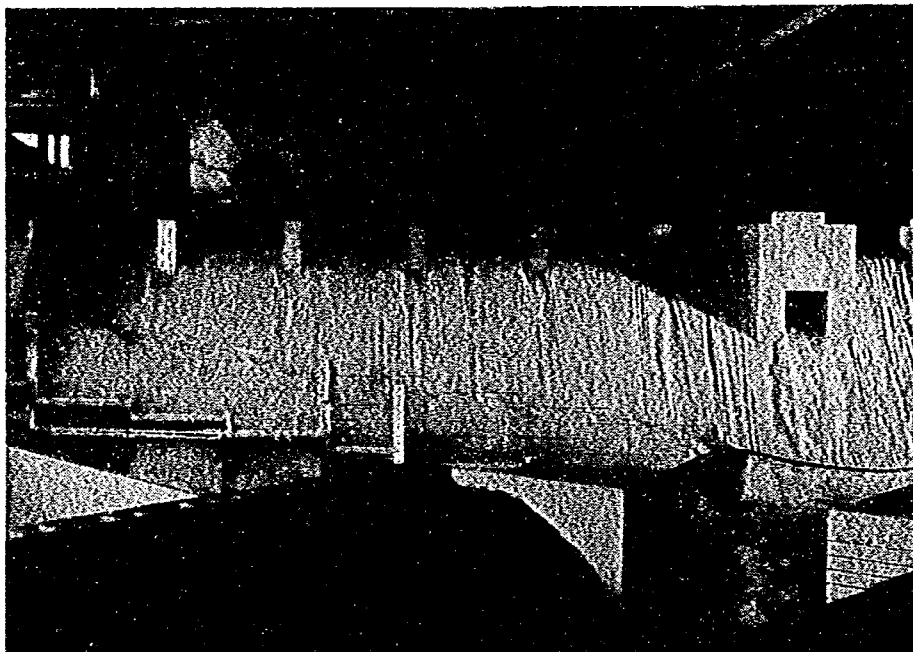


写真 4.1 堤趾導流部の流況 (CASE-1、設計洪水位)

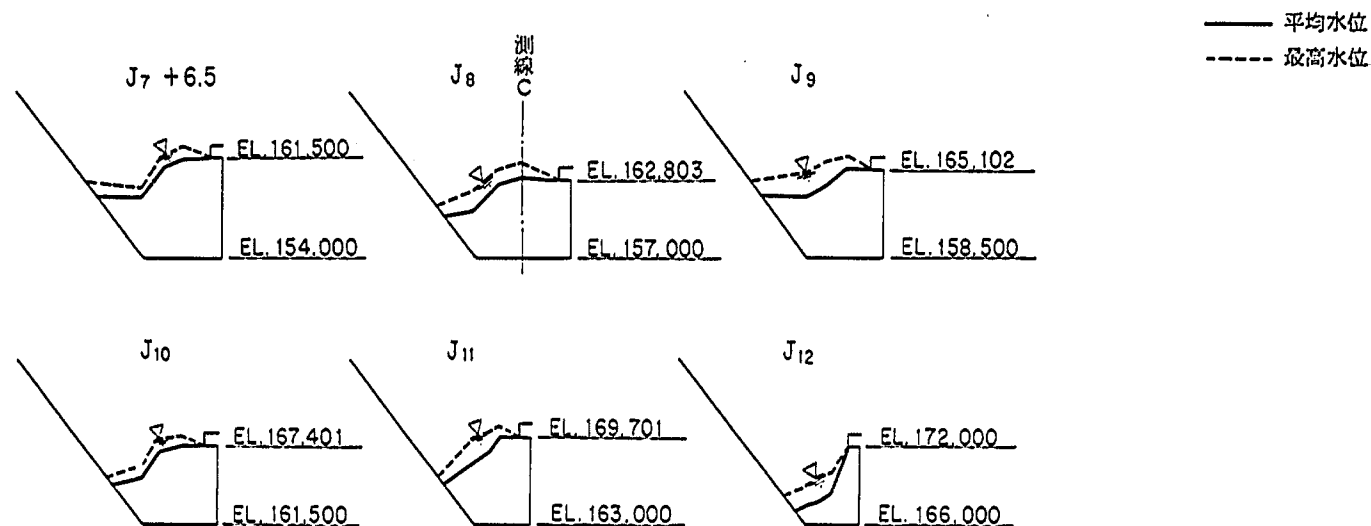
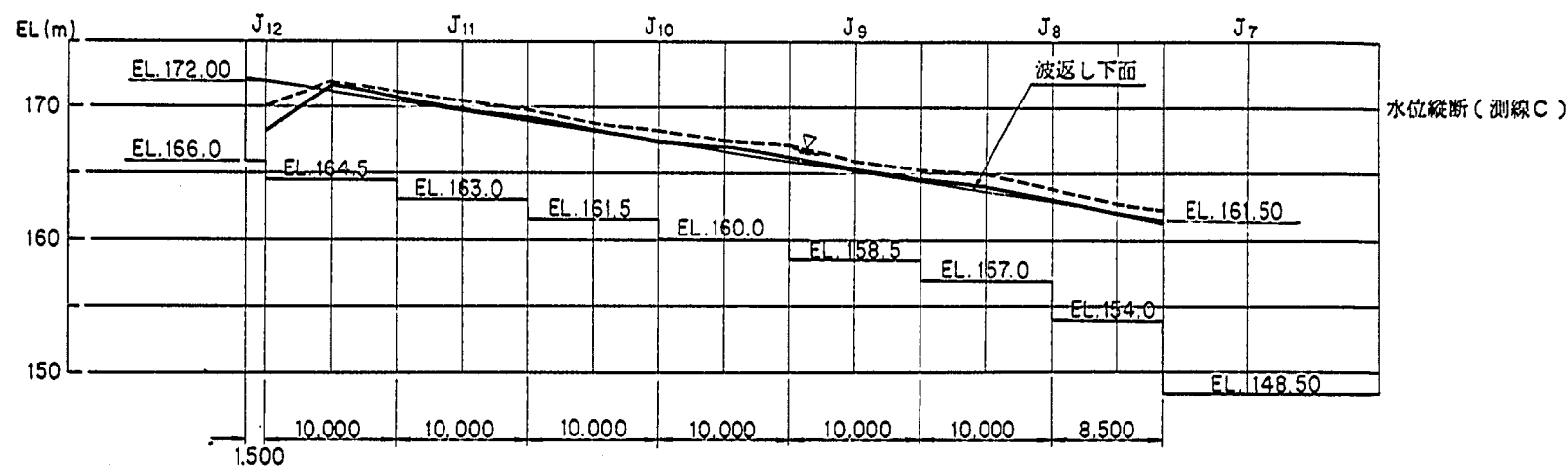


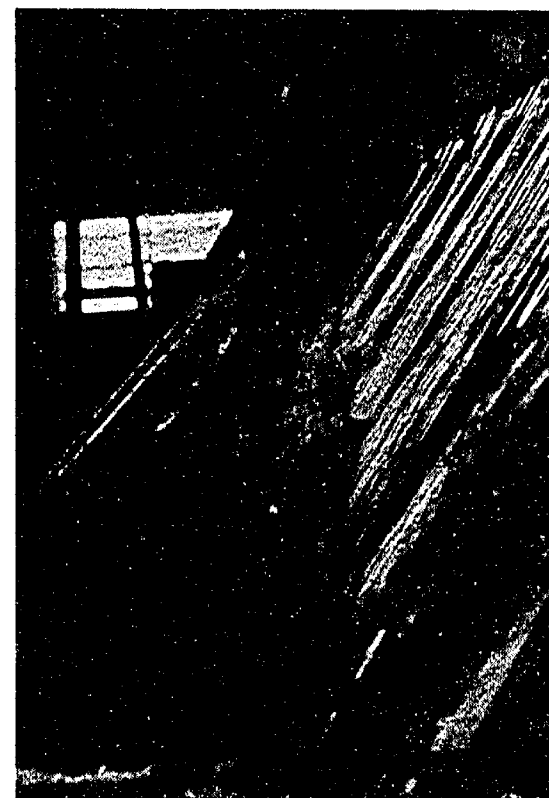
図 4.5 堤趾導流部水面形状 (CASE-2、設計洪水位)



(A) CASE-2



(B) CASE-3



(C) CASE-4

写真 4.2 堤趾導流部の流況（波返し設置・位置の検討）設計洪水位、波返し張り出し長 1.0 m

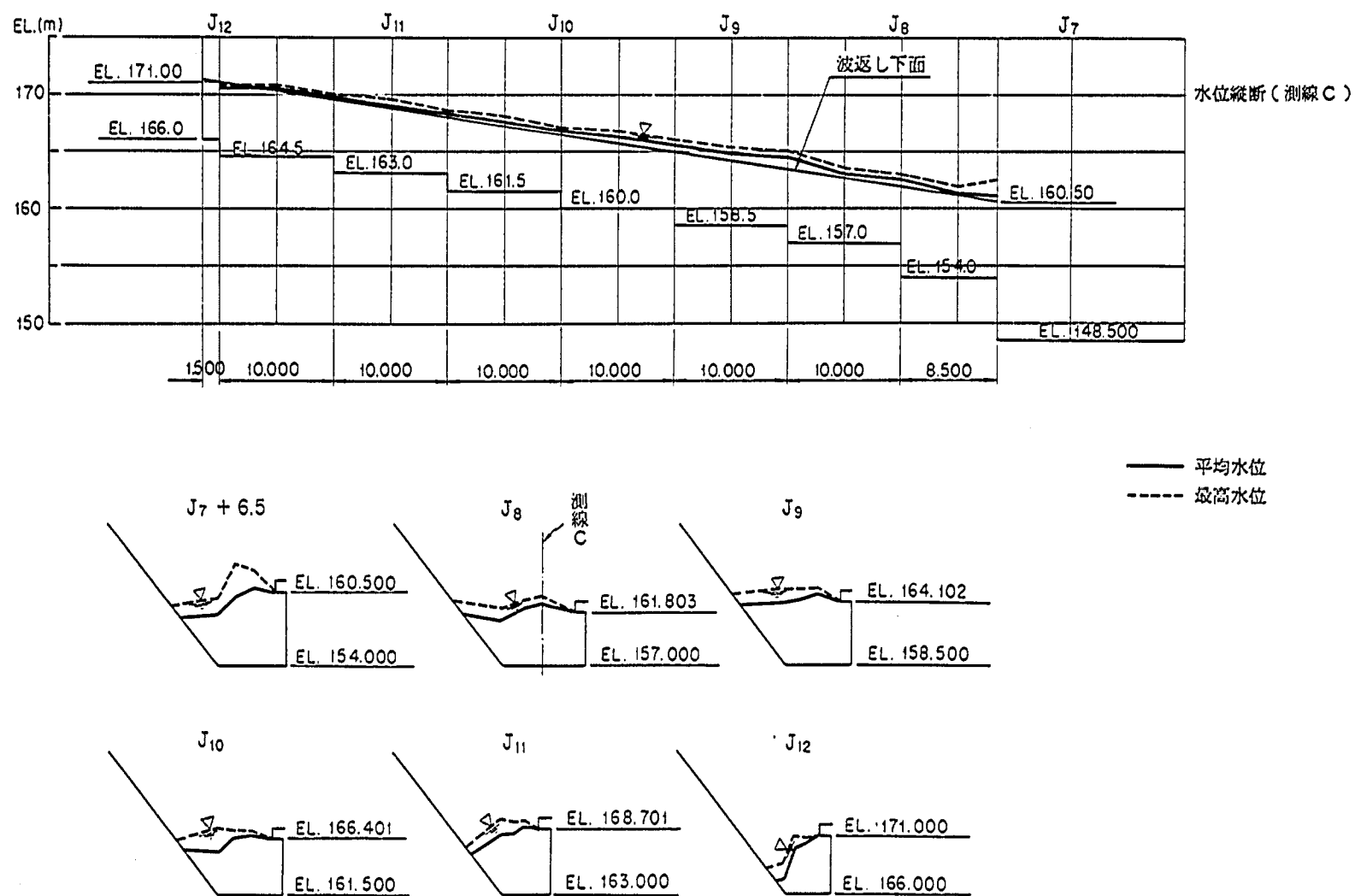


図 4.6 堤趾導流部水面形状 (CASE-3、設計洪水水位)

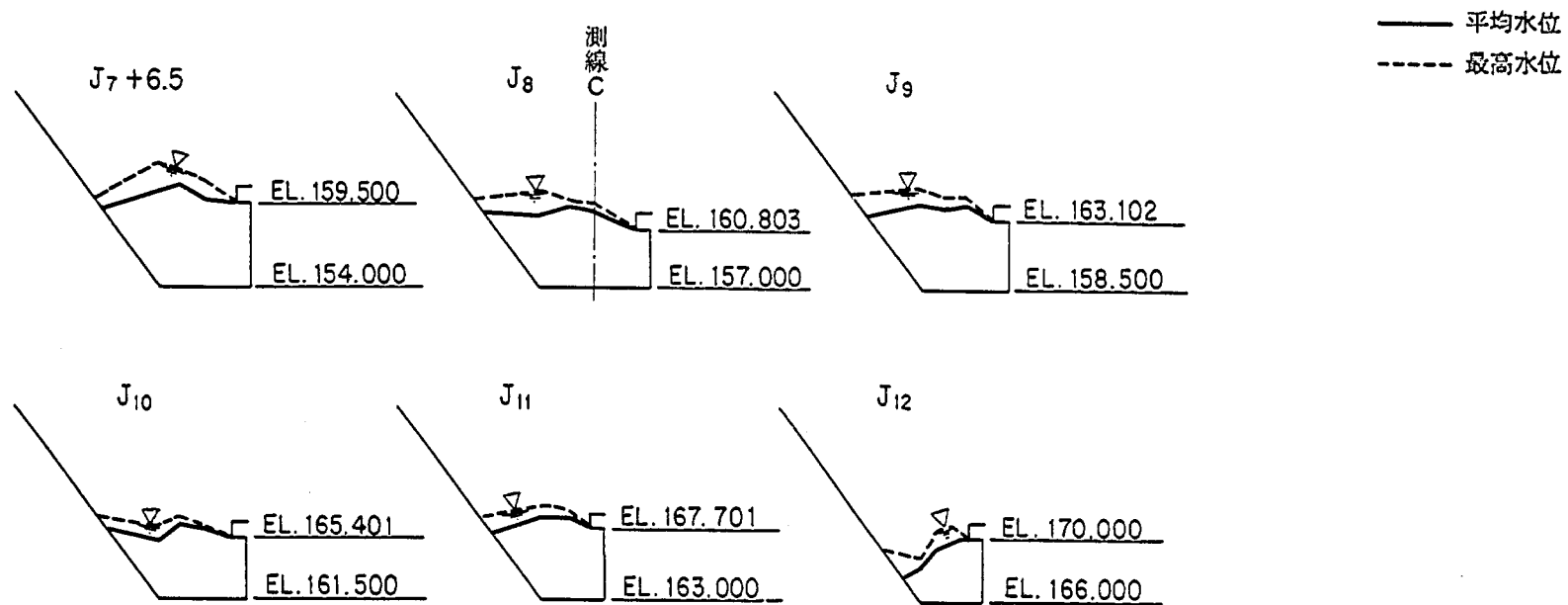
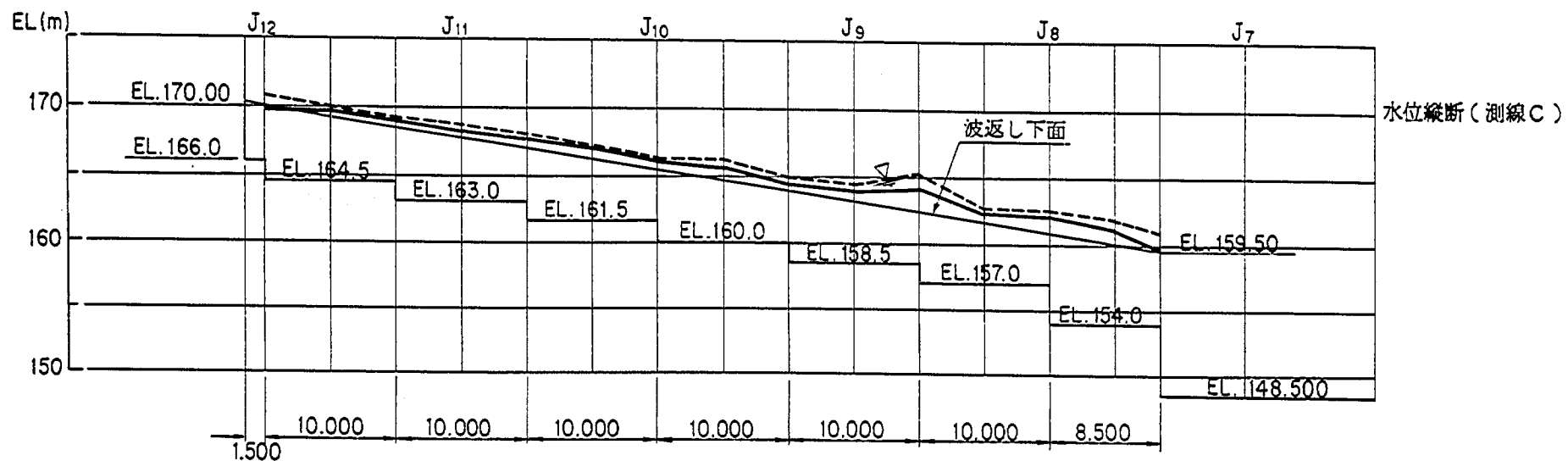


図 4.7 堤趾導流部水面形状 (CASE-4、設計洪水位)

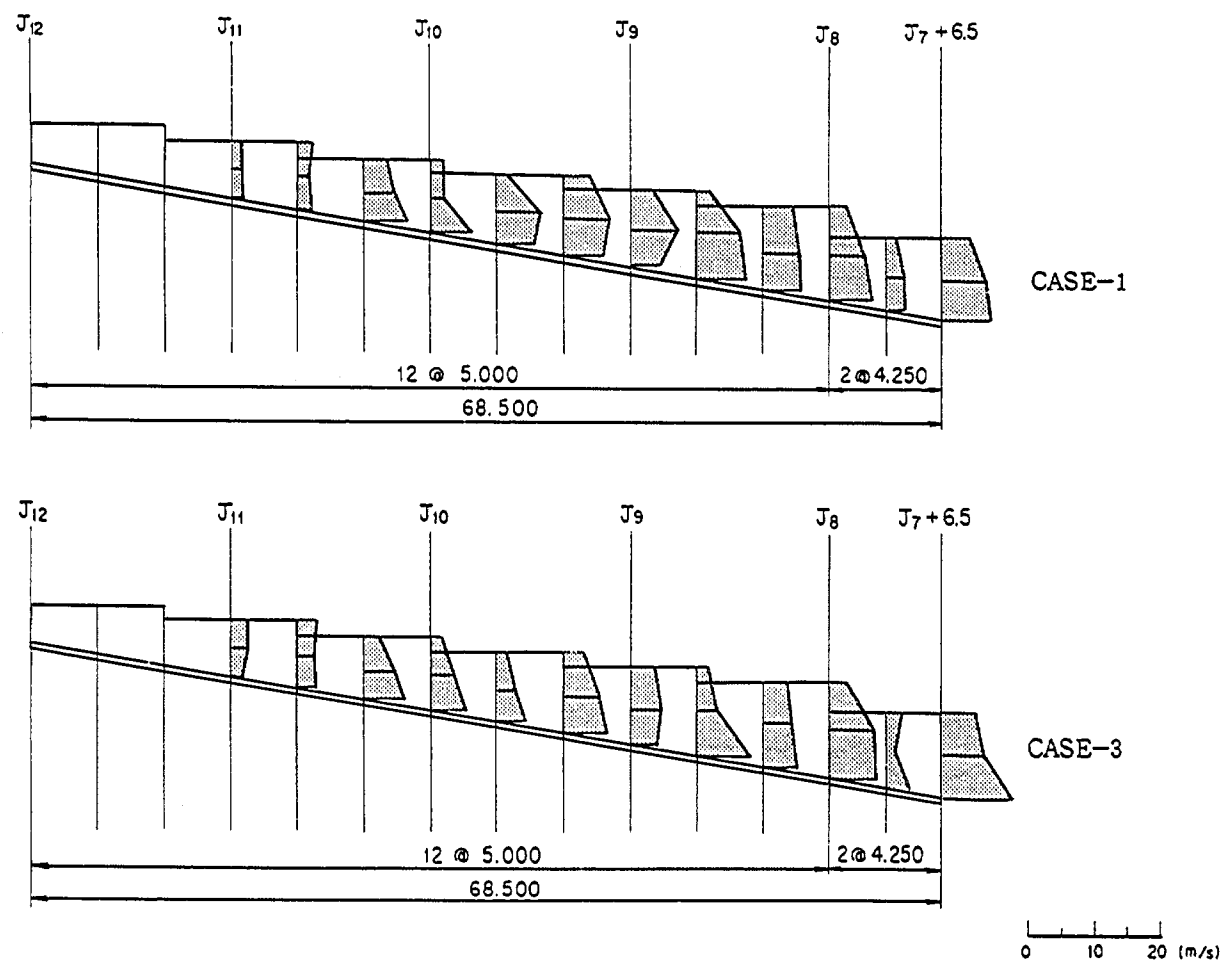


図 4.8 導流水路フーチング上の流速分布（設計洪水位）

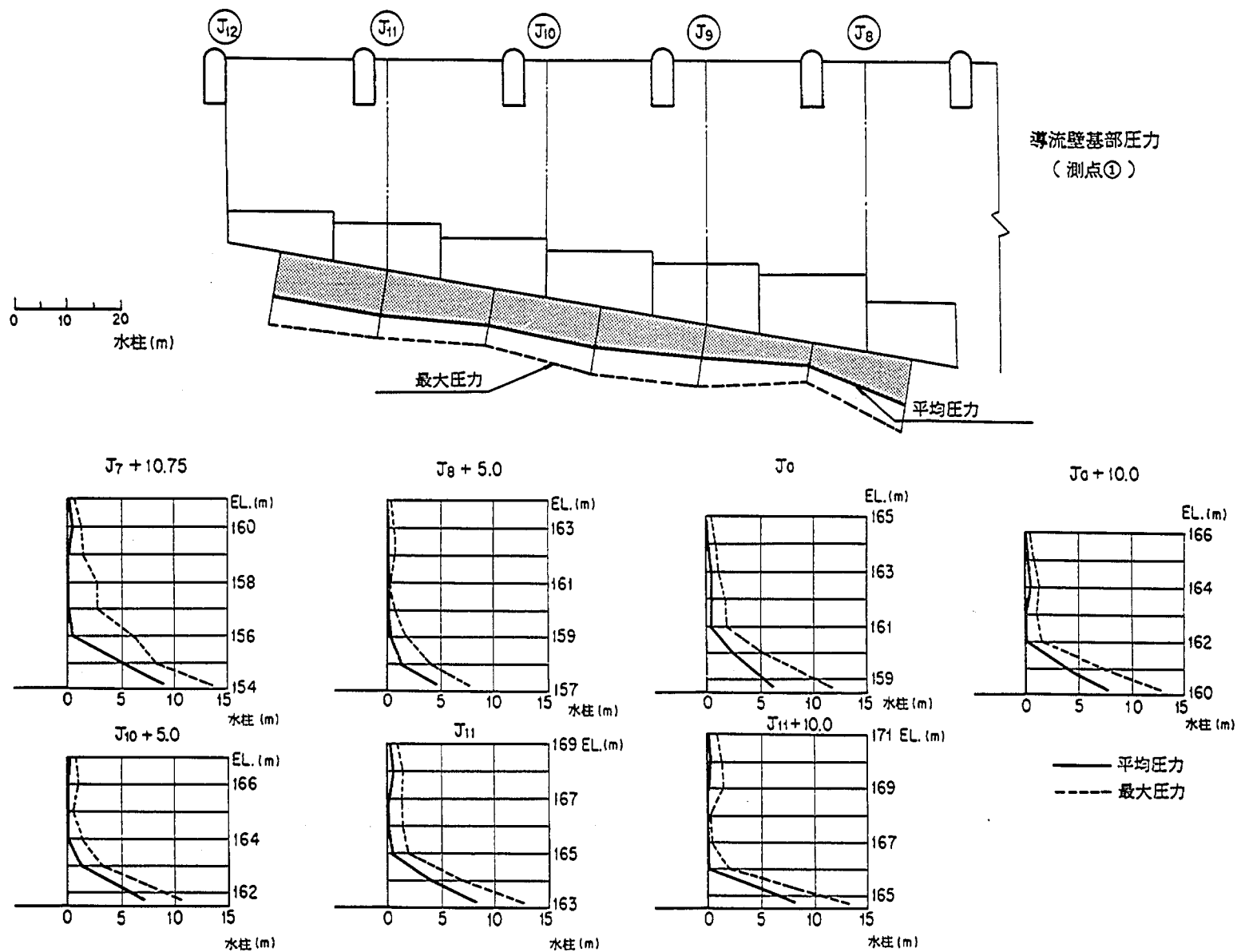


图 4.9 導流壁作用压力 (CASE-1、設計洪水位)

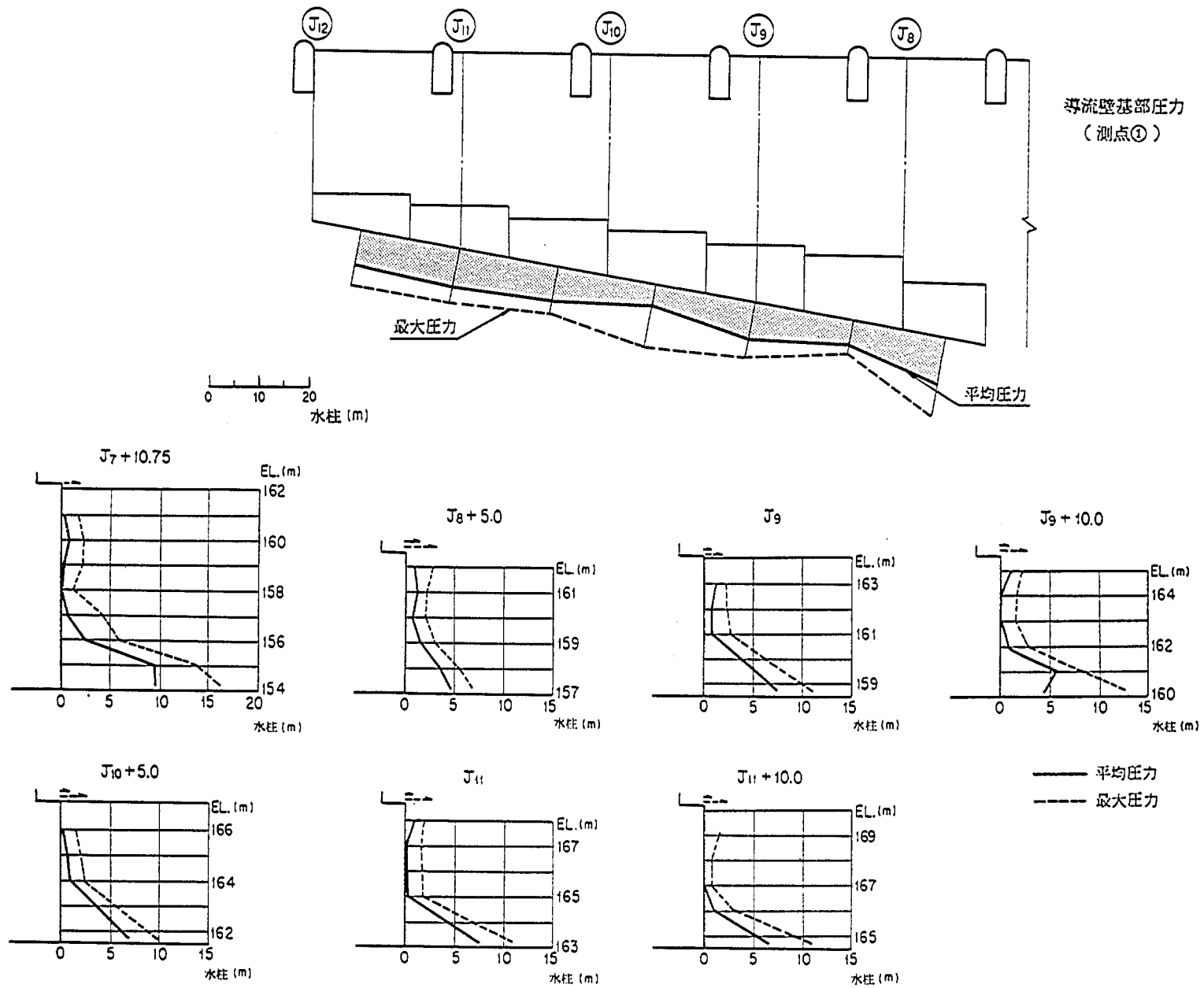


圖 4.10 導流壁作用壓力 (CASE-3、設計洪水位)

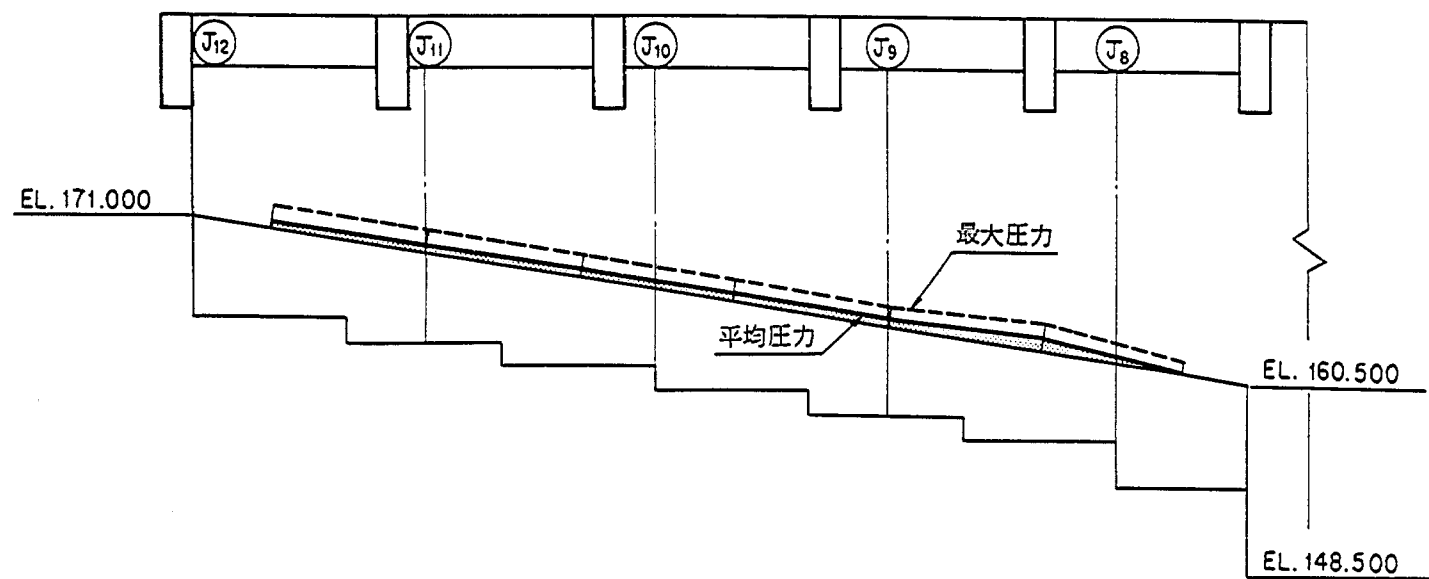


図 4.11 波返し下面作用圧力 (CASE-3、設計洪水位)

4.3 高越流部の位置の検討

非常用洪水吐きの高越流部を6径間（径間幅12m）製作し、任意の1径間を非越流部として導水路の流況を観察した。流況は写真4.3および写真4.4に示す通りであり、最も左岸寄りの1径間を非越流部とした場合が最もスムーズな流れになるが、どの径間をふさいでも必要な壁高についてはほとんど差異はなかった。このようなことから、図4.12に示す様に高越流部の最も右岸寄りの1径間を非越流部とした場合が経済的（導水路が短くなる）にも、施工上からも有利と考えられる。ただし、このケースの流況は写真4.1に示してある。

なお、これらの検討に際しては波返しは設置していない。

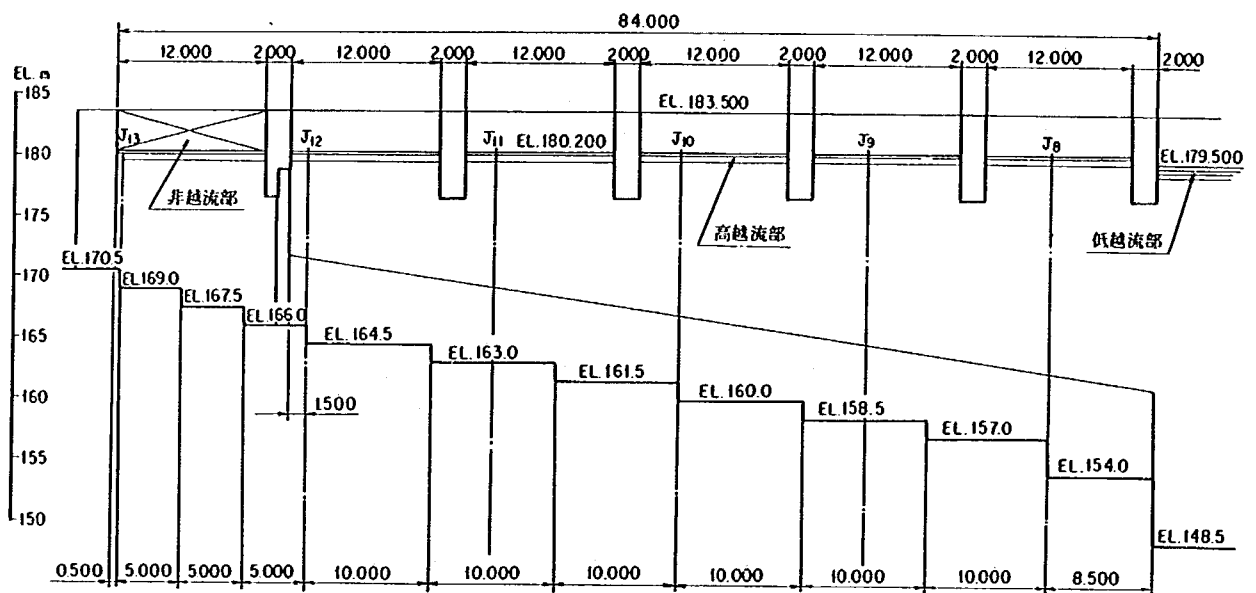
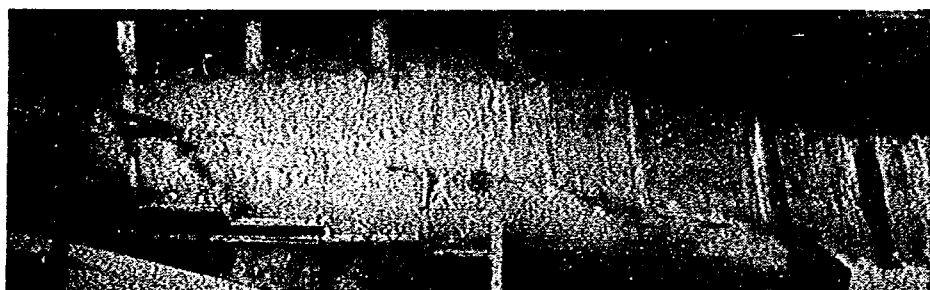


図 4.12 高越流部配置検討模型の概要

4.4 波返しの張り出し長さの検討

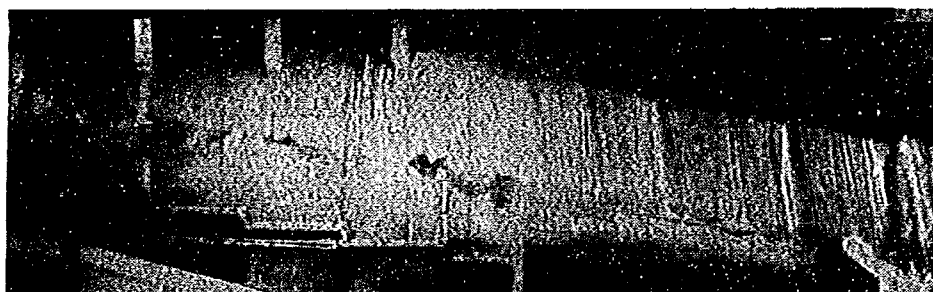
波返しの位置および形状をCASE-3の状態に設定して、設計洪水流量放流時の波返しの張り出しの必要長さの検討を実施した。波返しの張り出しが50cmでは、波返しより堤体に向う水路表面の流れはかなり上向きの成分を持っており、大きな盛り上がりを生じ波返し下面より1m高いだけの壁形状では、堤体からの流入水との干渉により間欠的に壁を越水する。この越水为了避免するためには、波返しの厚み（壁高）をかなり大きめに設定する必要がある。この傾向は張り出しが長くなるにつれて減少し、100cmになると水路中央の盛り上がりは最大で1m程度となり、上述の形状の壁を越水することはない。さらに張り出し長さが150cmになると、波返しから堤体に向う流れはほぼ水平となるが、部分的ではあるがまれに上向き状態が生じる。この状況は200cmになるとまったく見られなくなる。（写真4.5参照）



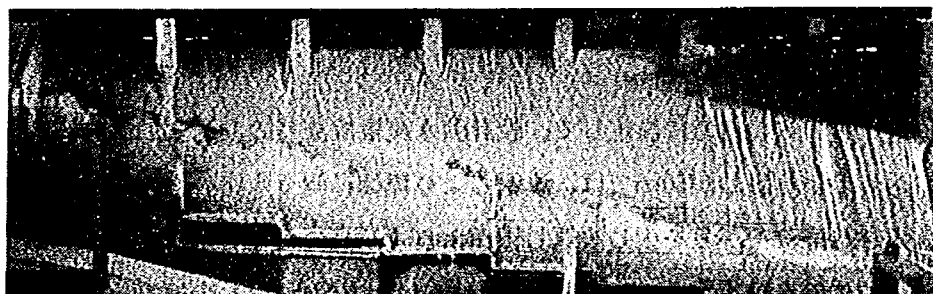
(A) 左岸より5番目高越流
部径間を閉塞



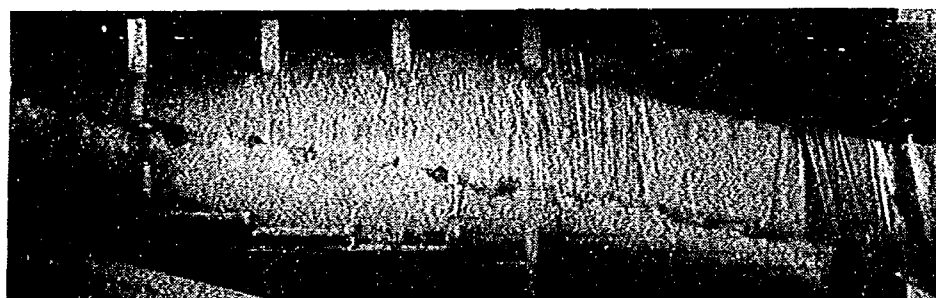
(B) 左岸より4番目の高越流
部径間を閉塞



(C) 左岸より3番目の高越流
部径間を閉塞

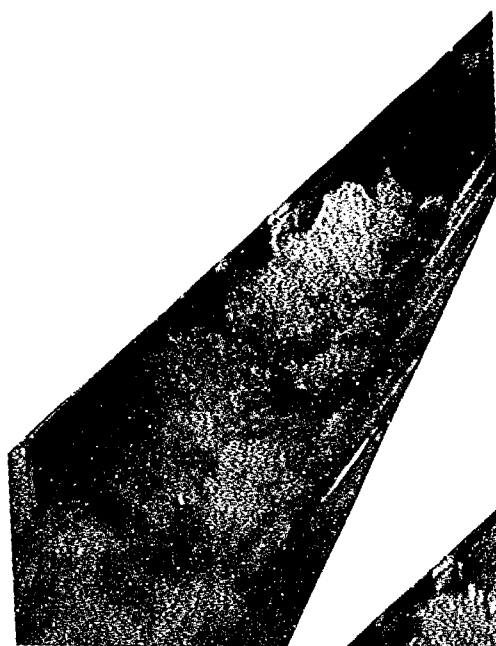


(D) 左岸より2番目の高越流
部径間を閉塞



(E) 最も左岸寄りの高越流部
径間を閉塞

写真 4.3 堤趾導流部の流況比較（設計洪水位）



(A) 左岸より 5 番目の高越流部径間を閉塞



(B) 左岸より 4 番目の高越流部径間を閉塞



(C) 左岸より 3 番目の高越流部径間を閉塞



(D) 左岸より 2 番目の高越流部径間を閉塞

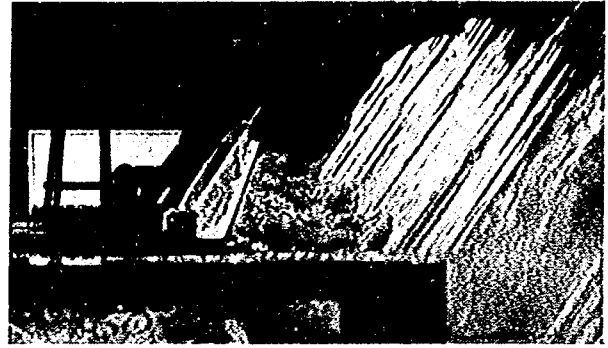


(E) 最も左岸よりの高越流部径間を閉塞

写真 4.4 堤趾導流部の流況比較（設計洪水位）



(A) 波返しなし



(E) 波返し張り出し長：1.25 m



(B) 波返し張り出し長：0.5 m



(F) 波返し張り出し長：1.5 m



(C) 波返し張り出し長：0.75 m



(G) 波返し張り出し長：1.75 m



(D) 波返し張り出し長：1.0 m

写真 4.5 波返し張り出し
の 効 果 の 比 較

第 5 節 減 勢 工 の 機 能

堤趾導流部の検討でも明らかな様に、波返しを設置はその機能が十分に維持出来る規模であれば、壁高だけでなく全体的な流況も改善することが出来る。

しかし、実際にはその機能が確保されない可能性もあり、その影響のため減勢工の状態を悪化させる恐れがある。このため、CASE-1～CASE-3の減勢工の状態を観察し、減勢工の荒れが最も悪いと判断される状態で実験を行うこととした。

その結果ほとんど差異は認められなかったが、CASE-3が比較的悪いと判断されたので、導流水路は、CASE-3の形状に設定して流量 $450 \text{ m}^3/\text{s}$ に対する減勢地内の水位、流況を詳細に調査した。なお、計画最大放流量 $50 \text{ m}^3/\text{s}$ 程度では、減勢池の状況は56年度と同様であるので省略した。

流量 $450 \text{ m}^3/\text{s}$ 減勢池内の流況は写真4-6に、また水位は図4.13に示すとおりであり、左岸側でEL 160.0 m、右岸側でもEL 160.0 mの壁高を確保する必要がある。

導流水路形状は前年度の形状より短くなっているが、導流水路から減勢池への流量は変わらないので、導流水路形状の違いによる減勢状態の差異はほとんどなかった。したがって、減勢工形状は原案で適当であると考えられる。

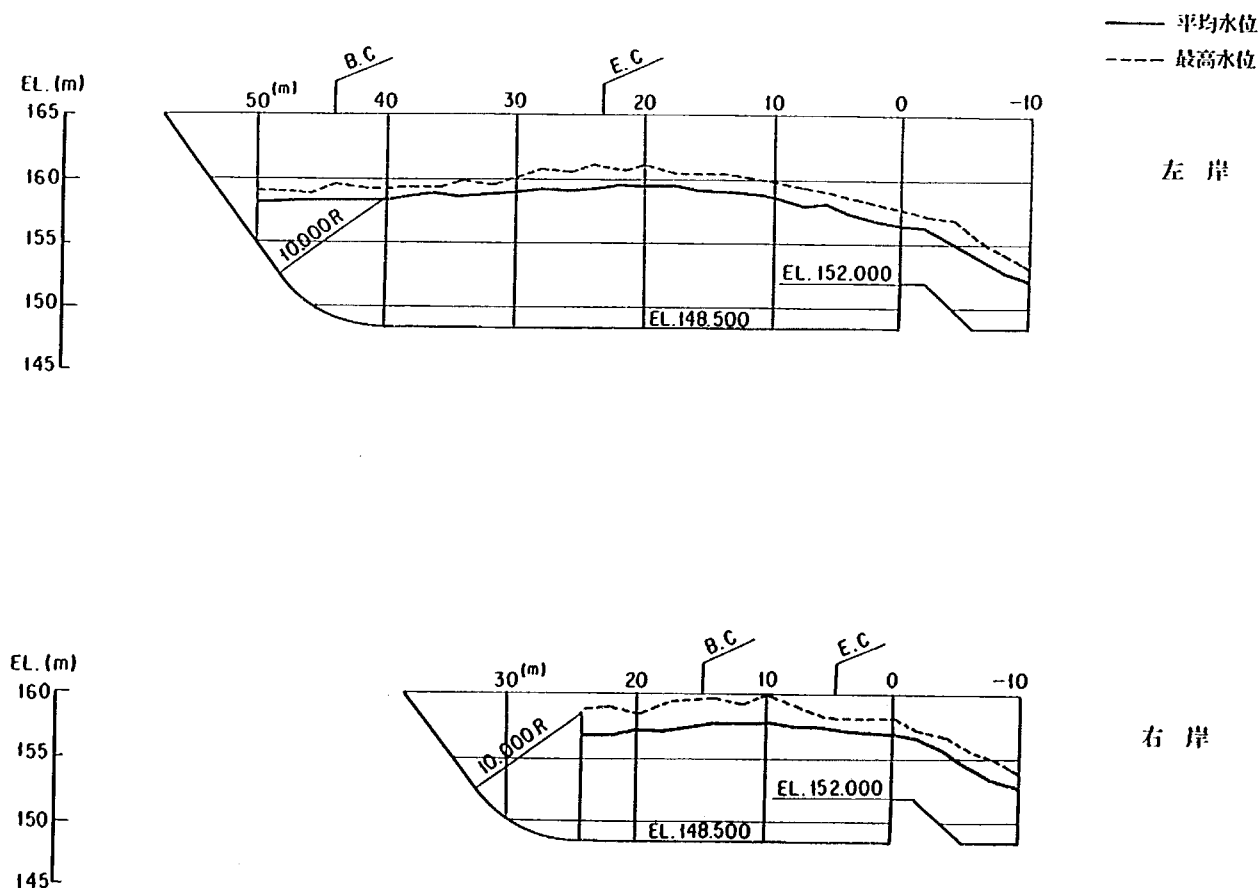


図 4.13 減勢池内の水面形状 (設計洪水位)

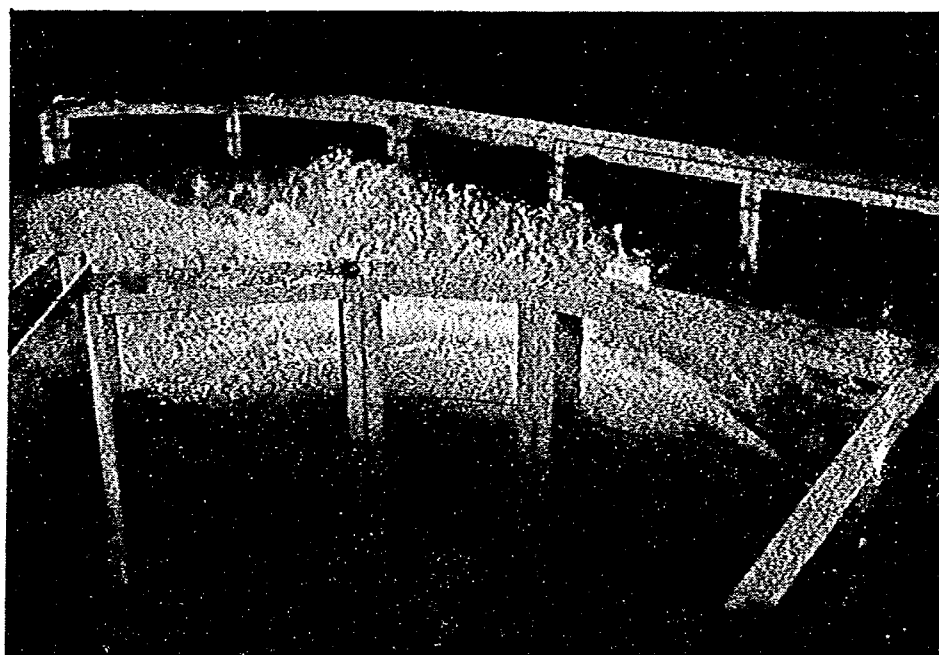


写真 4. 6 減勢池内の流況（設計洪水位）

実験資料4

実4－1.	非常用洪水吐きの水位～流量資料	121
実4－2.	堤趾導流部水面形測定資料	122
実4－3.	堤趾導流部流速測定資料	124
実4－4.	堤趾導流部圧力測定資料	125
実4－5.	減勢池水面形測定資料	126

実験資料 4-1 非常用洪水吐きの水位～流量資料

高越流部 + 低越流部

貯 水 位 (EL m)	放 流 量 (m^3/s)
180.32	25.0
180.53	50.0
180.70	74.7
180.85	99.7
180.98	125.0
181.11	150.0
181.22	175.0
181.33	200.2
181.42	223.1
181.52	250.3
181.60	275.2
181.70	301.3
181.78	326.0
181.86	349.3
181.94	375.6
182.01	399.3

実験資料 4-2 堤趾導流部水面形測定資料 (その 1) (設計洪水位)

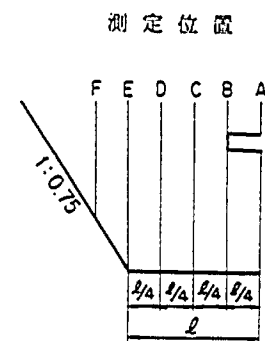
	断 面	フーチング高 (EL. m)	A		B		C		D		E		F	
			平均水位	最高水位	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位
CASE-1	J ₇ + 6.5	154.00	160.75	162.00	161.25	162.50	160.75	162.00	159.25	161.00	158.50	159.75	158.31	159.25
	+ 10.0	154.00	161.75	162.50	162.00	163.00	161.75	163.50	160.25	161.75	159.00	160.75	159.06	159.81
	J ₈	157.00	163.25	164.50	164.00	165.50	163.25	164.25	160.75	161.75	160.75	161.75	160.19	160.75
	+ 5.0	157.00	164.00	165.50	164.50	165.50	163.25	164.75	161.00	162.25	161.25	162.25	160.94	162.06
	+ 10.0	158.50	164.50	165.25	164.75	166.00	163.25	165.00	162.50	163.75	162.50	163.50	161.88	162.63
	J ₉	158.50	165.75	167.00	166.25	167.25	164.50	166.00	163.25	165.50	163.00	164.25	163.00	163.75
	+ 5.0	160.00	166.25	167.00	166.75	167.75	166.50	167.50	164.50	165.50	163.25	164.75	163.00	164.13
	+ 10.0	160.00	166.75	167.50	167.25	168.00	166.25	167.75	164.75	166.50	163.50	165.50	163.56	164.31
	J ₁₀	161.50	167.25	168.00	167.25	168.25	167.25	168.00	165.50	167.25	164.75	166.00	164.13	165.06
	+ 5.0	161.50	167.75	168.75	168.00	169.00	167.50	168.75	165.50	167.75	164.75	166.50	164.50	165.25
	+ 10.0	163.00	169.50	170.50	169.50	170.50	169.25	170.50	168.50	169.75	167.50	168.75	166.38	167.31
	J ₁₁	163.00	170.00	170.75	169.75	171.25	169.00	171.00	168.75	170.50	167.50	168.50	166.00	167.31
CASE-2	+ 5.0	164.50	170.50	172.00	171.50	172.50	171.25	172.25	169.75	171.50	167.00	170.00	166.00	167.13
	+ 10.0	164.50	171.00	172.75	172.25	173.00	171.50	172.50	170.75	172.00	169.50	171.25	166.94	167.88
	J ₁₂	166.00	169.25	171.25	169.00	171.25	168.00	170.50	167.50	170.25	167.25	170.25	166.75	167.50
	J ₇ + 6.5	154.00					161.25	162.25	160.75	161.75	158.50	159.25	158.50	159.63
	+ 10.0	154.00					162.00	162.75	161.50	162.50	159.00	161.50	159.44	160.56
	J ₈	157.00					163.00	164.00	162.50	163.50	160.50	162.00	160.19	160.94
	+ 5.0	157.00					164.00	165.00	162.50	164.00	161.25	162.50	160.94	161.88
	+ 10.0	158.50					164.50	165.25	163.25	164.50	162.50	164.00	162.06	163.19
	J ₉	158.50					165.25	166.00	164.00	165.75	163.00	165.00	163.19	164.13
	+ 5.0	160.00					166.25	167.25	165.25	167.00	163.50	164.75	163.19	164.13
	+ 10.0	160.00					167.00	167.50	166.50	167.75	163.75	166.00	163.00	163.75
	J ₁₀	161.50					167.50	168.25	167.00	168.00	165.00	166.00	164.50	165.06
	+ 5.0	161.50					168.25	168.75	166.50	168.25	165.25	167.75	165.25	166.00
	+ 10.0	163.00					169.00	169.75	169.25	170.00	167.75	169.00	166.75	167.50
	J ₁₁	163.00					169.75	170.50	168.50	170.00	167.75	169.75	166.19	166.94
	+ 5.0	164.50					170.75	171.25	170.25	171.50	169.50	171.25	166.38	167.50
	+ 10.0	164.50					171.75	172.00	172.00	172.75	171.25	172.00	167.69	169.00
	J ₁₂	166.00					168.25	170.00	167.75	169.75	167.50	169.00	167.13	168.25

単位 (標高. m)

実験資料 4-2 堤趾導流部水面形測定資料 (その2) (設計洪水位)

	断面	フーチング高 (EL. m)	C		D		E		F	
			平均水位	最高水位	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位
CASE-3	J ₇ + 6.5	154.00	161.00	162.25	160.00	163.00	158.50	160.00	158.31	159.44
	+ 10.0	154.00	161.25	162.00	160.25	161.50	160.00	161.50	160.00	160.75
	J ₈	157.00	162.50	163.00	162.00	162.75	161.00	162.00	161.50	162.63
	+ 5.0	157.00	163.00	163.50	163.00	163.75	162.00	163.25	162.25	163.38
	+ 10.0	158.50	164.50	165.00	163.00	164.50	163.00	164.25	162.06	163.00
	J ₉	158.50	164.75	165.25	164.25	165.25	164.00	165.25	163.94	164.88
	+ 5.0	160.00	165.50	166.00	165.25	166.50	165.00	166.00	165.06	166.00
	+ 10.0	160.00	166.25	166.75	166.00	166.75	164.75	166.50	163.56	164.31
	J ₁₀	161.50	166.75	167.00	166.50	167.00	165.25	167.25	165.44	166.19
	+ 5.0	161.50	167.50	168.00	167.25	168.75	166.25	168.00	165.44	166.19
	+ 10.0	163.00	168.25	168.50	168.25	169.00	167.25	169.00	167.13	168.44
	J ₁₁	163.00	169.00	169.50	168.25	169.50	168.25	169.50	166.56	167.31
CASE-4	+ 5.0	164.50	169.75	170.00	169.50	170.50	168.75	170.25	167.31	168.25
	+ 10.0	164.50	170.50	170.75	170.50	171.25	170.25	171.25	168.63	169.75
	J ₁₂	166.00	170.50	170.75	170.00	171.00	167.25	168.75	167.13	168.25
	J ₇ + 6.5	154.00	159.75	161.00	160.75	161.75	160.25	162.00	159.06	159.81
	+ 10.0	154.00	161.00	161.75	161.25	162.00	160.50	161.75	160.19	160.94
	J ₈	157.00	162.00	162.50	162.25	162.75	161.75	163.25	161.88	162.81
	+ 5.0	157.00	162.25	162.75	162.50	163.25	162.00	163.50	162.63	163.75
	+ 10.0	158.50	164.25	165.25	163.50	164.50	163.25	164.50	162.44	163.38
	J ₉	158.50	164.00	164.50	163.75	164.50	164.00	165.00	163.94	164.69
	+ 5.0	160.00	164.50	165.00	164.75	165.50	165.00	166.00	165.81	166.38
	+ 10.0	160.00	165.75	166.25	165.50	166.00	165.25	166.25	164.31	165.25
	J ₁₀	161.50	166.00	166.25	166.25	166.75	165.25	166.25	166.00	166.75
CASE-5	+ 5.0	161.50	167.00	167.25	167.25	167.75	166.75	167.50	165.81	166.56
	+ 10.0	163.00	167.75	168.00	167.50	168.25	167.25	168.25	167.69	168.44
	J ₁₁	163.00	168.25	168.75	168.25	169.00	168.25	169.00	167.31	168.25
	+ 5.0	164.50	169.00	169.25	168.75	169.50	168.25	169.00	168.06	169.56
	+ 10.0	164.50	169.75	170.00	170.00	170.50	169.50	170.25	169.19	169.94
	J ₁₂	166.00	169.75	170.75	169.25	170.50	168.25	170.75	167.50	169.19

単位 (標高, m)



実験資料 4-3 堤趾導流部流速測定資料

CASE-1

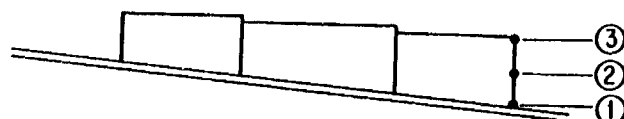
測線 \ 測点	①	②	③
J ₇ + 6.5	7.40	6.55	4.65
+ 10.25	2.71	2.82	1.60
J ₈	6.42	5.22	2.40
+ 5.0	5.69	5.19	4.47
+ 10.0	7.37	6.27	1.89
J ₉	4.40	7.06	3.52
+ 5.0	5.85	6.95	4.04
+ 10.0	5.49	6.39	1.52
J ₁₀	5.98	1.88	1.78
+ 5.0	6.38	4.73	3.15
+ 10.0	1.87	1.57	2.06
J ₁₁	1.68	1.42	1.24

CASE-3

測線 \ 測点	①	②	③
J ₇ + 6.5	10.31	6.34	5.59
+ 10.25	3.39	1.05	2.16
J ₈	7.63	6.48	2.18
+ 5.0	4.95	4.13	3.73
+ 10.0	8.25	2.84	1.56
J ₉	4.24	4.55	3.83
+ 5.0	6.49	5.29	2.68
+ 10.0	4.31	2.91	1.47
J ₁₀	5.40	3.77	1.71
+ 5.0	6.12	4.22	2.05
+ 10.0	2.67	2.50	2.58
J ₁₁	1.72	2.38	2.73

単位 : m/s

測定位置



実験資料 4-4 堤趾導流部圧力測定資料

測線	側点	CASE - 1								CASE - 3								
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
J ₇ +10.75	標高	154.25	155.00	156.00	157.00	158.00	159.00	160.00	161.00	154.25	155.00	156.00	157.00	158.00	159.00	160.00	161.00	波返し
	平均値	8.82	4.85	0.44	0.00	0.00	0.00	0.44	0.00	9.71	9.49	2.21	0.57	0.00	0.44	0.88	0.44	0.00
	最大値	13.50	8.29	6.34	2.56	2.78	1.46	1.32	0.53	15.88	13.72	5.82	4.10	2.25	2.16	2.21	1.76	1.72
J ₈ +5.0	標高	157.25	158.00	159.00	160.00	161.00	162.00	163.00	164.00	157.25	158.00	159.00	160.00	161.00	162.00	波返し		
	平均値	4.41	1.19	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.63	3.53	1.41	0.66	1.32	0.97	1.63		
	最大値	7.50	3.97	1.68	0.66	0.13	0.53	0.66	0.44	6.84	5.43	2.96	1.99	2.21	2.74	3.53		
J ₉	標高	158.75	160.00	161.00	162.00	163.00	164.00	165.00		158.75	160.00	161.00	162.00	163.00	波返し			
	平均値	5.96	2.34	0.13	0.44	0.35	0.00	0.00		7.50	3.79	0.88	0.66	1.24	0.88			
	最大値	11.58	5.30	1.63	1.59	1.01	0.75	0.31		11.03	5.87	2.74	2.25	2.21	2.21			
J ₉ +10.0	標高	160.25	161.00	162.00	163.00	164.00	165.00	166.00		160.25	161.00	162.00	163.00	164.00	165.00	波返し		
	平均値	7.50	3.66	0.00	0.00	0.35	0.22	0.00		4.41	5.74	0.88	0.00	0.00	1.10	0.88		
	最大値	12.35	7.06	1.41	0.79	1.32	0.79	0.44		12.66	8.07	2.74	1.54	1.63	2.21	2.87		
J ₁₀ +5.0	標高	161.75	163.00	164.00	165.00	166.00	167.00			161.75	163.00	164.00	165.00	166.00	波返し			
	平均値	6.84	1.10	0.00	0.00	0.00	0.09			6.84	3.53	1.01	0.57	0.22	0.84			
	最大値	10.41	2.96	1.24	0.53	1.10	0.75			9.71	5.51	2.34	1.85	1.63	2.78			
J ₁₁	標高	163.25	164.00	165.00	166.00	167.00	168.00	169.00		163.25	164.00	165.00	166.00	167.00	168.00	波返し		
	平均値	8.16	3.97	0.22	0.00	0.00	0.44	0.22		7.50	4.41	0.44	0.00	0.00	0.88	0.66		
	最大値	12.44	6.53	1.90	1.28	1.24	1.46	0.97		11.03	6.84	1.59	1.72	1.63	1.90	2.96		
J ₁₁ +10.0	標高	164.75	166.00	167.00	168.00	169.00	170.00	171.00		164.75	166.00	167.00	168.00	169.00	波返し			
	平均値	8.07	0.22	0.00	0.00	0.00	0.22	0.09		6.62	1.10	0.00	0.00	0.00	0.44			
	最大値	13.24	1.85	0.26	0.13	1.41	1.28	0.75		10.81	3.18	0.88	0.88	1.46	2.25			

単位：m 水柱

実験資料 4-5 減勢池水面形測定資料

(導流部の形状 CASE-3)

(EL. m)

測 点(m)	左 岸	
	平均水位	最高水位
-10	152.00	153.25
- 8	152.75	154.50
- 6	154.00	155.50
- 4	155.00	157.00
- 2	156.25	157.25
0	156.50	157.75
2	156.75	158.25
4	157.25	158.50
6	158.00	159.25
8	158.00	159.50
10	158.50	160.00
12	159.00	160.25
14	159.25	160.50
16	159.25	160.50
18	159.50	160.50
20	159.50	160.00
22	159.50	160.50
24	159.25	160.00
26	159.00	160.50
28	159.25	160.50
30	159.00	160.00
32	158.75	159.50
34	158.50	159.75
36	158.75	159.25
38	158.50	159.25
40	158.25	159.25
42	158.25	159.25
44	158.25	159.50
46	158.25	158.75
48	158.25	159.00
50	158.25	159.00

(EL. m)

測 点(m)	右 岸	
	平均水位	最高水位
-10	152.75	153.75
- 8	153.25	155.00
- 6	154.25	155.50
- 4	155.50	156.75
- 2	156.50	157.75
0	157.00	158.25
2	157.25	158.25
4	157.25	158.25
6	157.50	158.50
8	157.50	159.25
10	157.75	160.00
12	157.75	159.25
14	157.75	159.75
16	157.50	159.50
18	157.25	159.25
20	157.25	158.50
22	156.75	159.00
24	156.75	158.75

第 5 章

昭和 56 年度オリフィス水理模型実験

第 1 節 実 験 目 的

常用洪水吐きは、ゲート開度を常時 1.50 m 程度に固定したオリフィスとして計画しており、ゲート操作を行わない穴あき方式の洪水調節用放流設備である。

本章では昭和56年度実施計画案に対しての放流能力、作用圧力、流況等を調査し機能及び形状の妥当性の検討を行い、本案の採用の是非を検討するものである。

常用洪水吐き（オリフィス）の計画諸元、流量条件、形状諸元は次のとおりであり、形状は図 5.1 に示す通りである

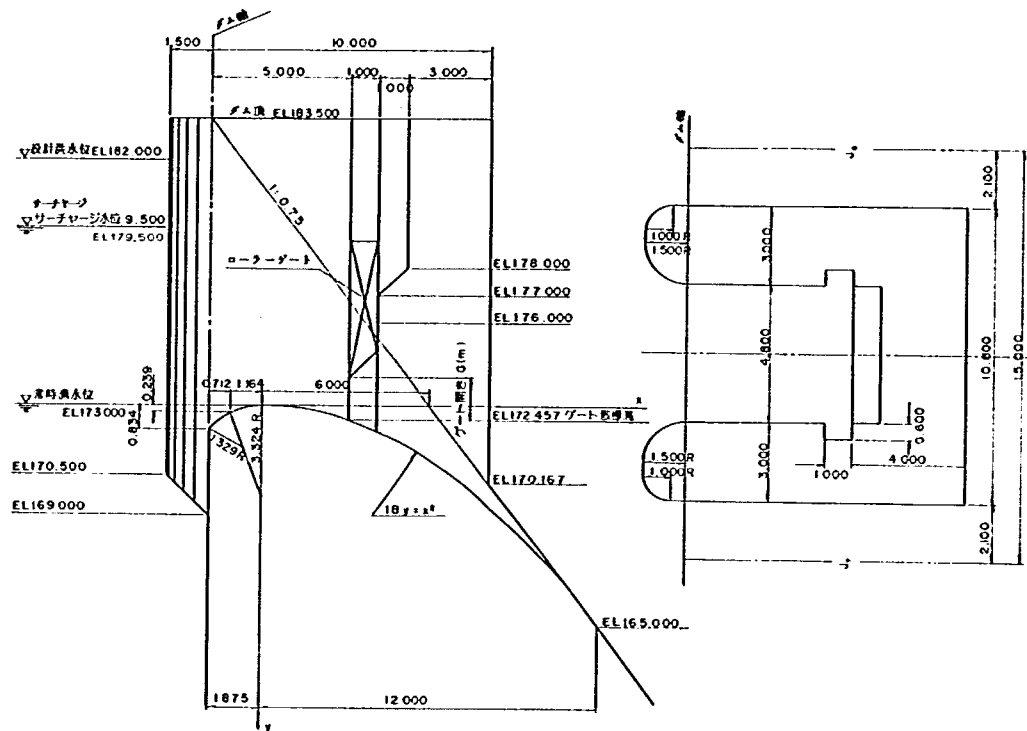


図 5.1 昭和56年度オリフィス水理実験実施計画案

1) 貯水位諸元

設計洪水位	EL 182.000 m
サーチャージ水位	EL 179.500 m
常時満水位	EL 173.000 m

2) 流量条件

サーチャージ水位 EL 179.500 m で計画最大放流量 $50 \text{ m}^3/\text{s}$ の放流が可能なこと。

3) 形状諸元

クレスト標高	EL 173.000 m
越流幅	4.8 m
ゲート	前面3方水密のローラーゲート
ゲート敷標高	EL 172.457 m

第 2 節 実 験 方 法

2.1 実 験 内 容

本章で行った実験内容は次のとおりである。

1) 放流能力の調査

イ) ゲート全開時の貯水位と流量の関係

ロ) ゲート開き 1.50 m と 0.75 m における貯水位と流量の関係

2) クレスト面に作用する圧力

イ) ゲート全開時

ロ) ゲート開き 1.50 m と 0.75 m

3) 流 況

イ) ゲート全開時

ロ) ゲート開き 1.50 m と 0.75 m

2.2 測 定 方 法

測定項目は貯水池水位、流量および圧力であり、測定方法は表 5.1 に示す通りである。

表 5.1 諸 量 の 測 定 方 法

上 流 水 位	実物の貯水池の水位に相当する上流水路内の水位は 1 / 10 mm 読みポイントゲージによって測定した。
流 量	既設給水管途中に設けられている、 ϕ 150 mm および ϕ 300 mm の電磁流量計によって測定した。
作 用 圧 力	オリフィス底面に作用する圧力水頭は模型の流水面に埋設した ϕ 1 mm ピエゾメータに接続された水柱マノメータによって測定した。

2.3 模 型

模型は縦、横とも 1/12.5 の幾何的に相似なものとし、幅 2.0 m、深さ 1.5 m の二次元水路に設置した。洪水吐き模型及びゲートは木製とし、表面は合成塗料仕上げとした。

模型製作図は図 5.2 に示すとおりである。

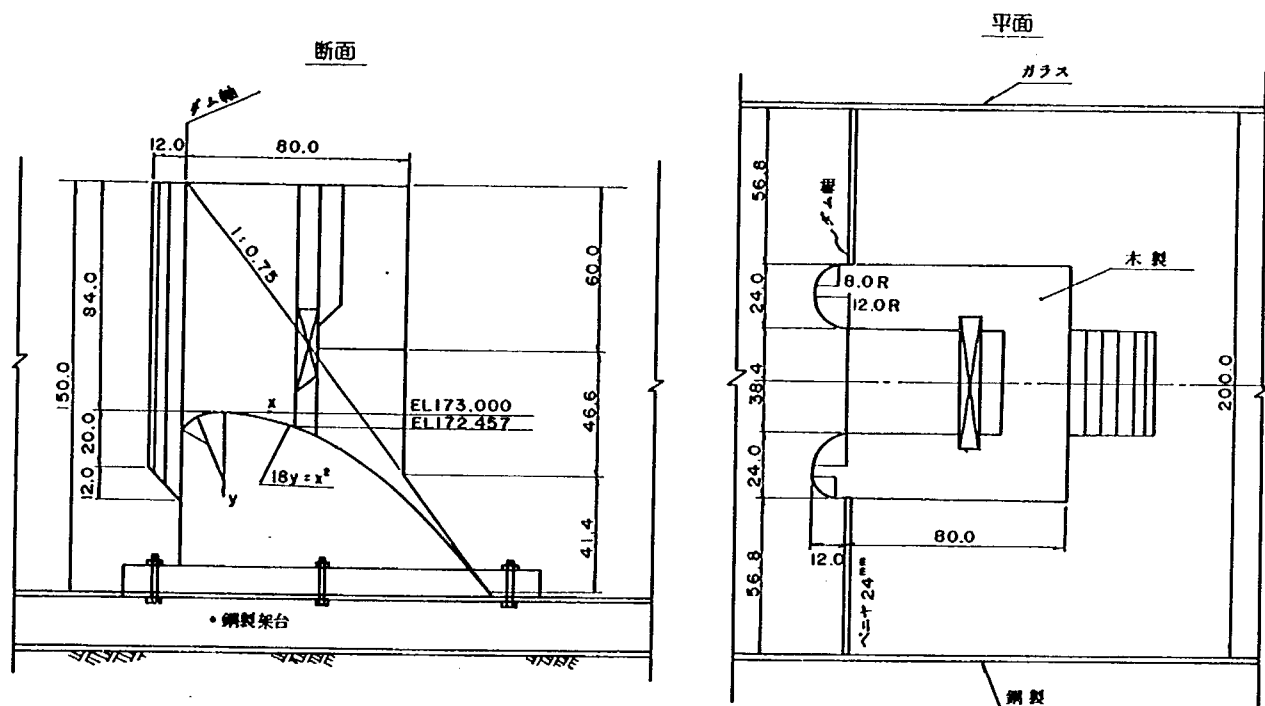


図 5.2 昭和56年度オリフィス水理実験用模型製作図

2.4 相 似 律

模型は縦、横とも 1/12.5 の幾何的に相似な模型である。実験においては重力の影響が支配的であると考えられるので、フルードの相似則に従うものとした。従って基本量の縮率は表 5.2 に示すものとなる。

表 5.2 諸 量 の 縮 率

基 本 量	次 元	縮 尺	
長さ・水深	L	η	1 : 12.5
時 間	T	$\eta^{1/2}$	1 : 3.536
流 速	LT^{-1}	$\eta^{1/2}$	1 : 3.536
流 量	L^3T^{-1}	$\eta^{5/2}$	1 : 552.4
圧 力 (水柱)	L	η	1 : 12.5

第 3 節 放 流 特 性

ゲート全開放流時及び部分開放流時の貯水位と放流量の関係は図 5. 3 に、また貯水位と流量係数の関係は、図 5. 4 および図 5. 5 に示すとおりである。

流量係数は式 (5. 1) (5. 2) で定義されるものである。

〔自由越流〕

$$C_f = \frac{Q}{B H_c^{3/2}} \dots\dots\dots (5. 1)$$

ここで Q : 放流量 (m^3/s)

B : 越流幅 = 4.80 m

H_c : クレスト標高 EL 173.00 m を基準面とする全水頭 (m)

〔オリフィス流〕

$$C_g = \frac{Q}{B \{ H_g^{3/2} - (H_g - G)^{3/2} \}} \dots\dots\dots (5. 2)$$

ここで Q : 放流量 (m^3/s)

B : 越流幅 (4.80 m)

H_g : ゲート敷標高 EL 172.457 m を基準面とする全水頭 (m)

G : ゲート開き (m) (ゲート敷からゲートリップ先端までの鉛直高)

図 5. 3 の貯水位～放流量曲線に示されるようにゲート開き 1.50 m では、サーチャージ水位において 50.1 m^3/s の放流が可能であり、設計条件を満足する。

オリフィス流の場合の各ゲート開きに対する流量係数は図 5. 5 より次式で近似できる。

ゲート全開

$$C_g = 1.85 + 0.0421 \cdot H_g/G \dots\dots\dots (5. 3)$$

ただし $H_g/G \geq 2.00$

ゲート開き $G = 1.50$ m

$$C_g = 1.79 + 0.0133 \cdot H_g/G \dots\dots\dots (5. 4)$$

ただし $H_g/G \geq 2.60$

ゲート開き $G = 0.75$ m

$$C_g = 1.73 + 0.0068 \cdot H_g/G \dots\dots\dots (5. 5)$$

ただし $H_g/G \geq 3.90$

また、自由越流時の流量係数は図 5. 4 より次式で近似できる。

$$C_f = 1.28 + 0.452 H - 0.125 H^2 + 0.0124 H^3$$

ゲート開き 1.5 m における近似曲線と実験値の関係は図 5. 6 に示す通りであり、貯水位 EL 175.15m 付近で開水路流からオリフィス流に移移する。

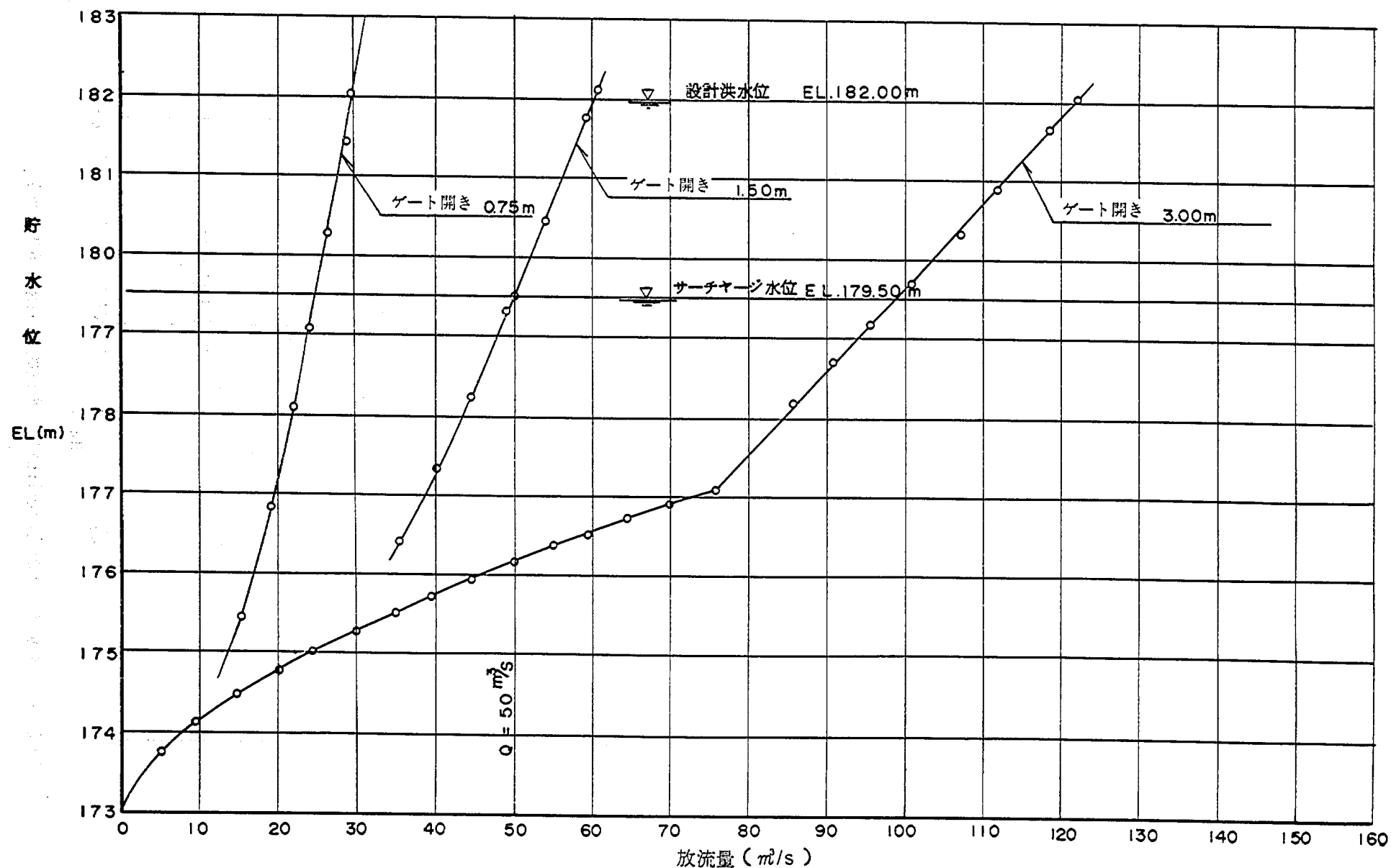


図 5.3 オリフィス水位—流量曲線 (昭和56年度案)

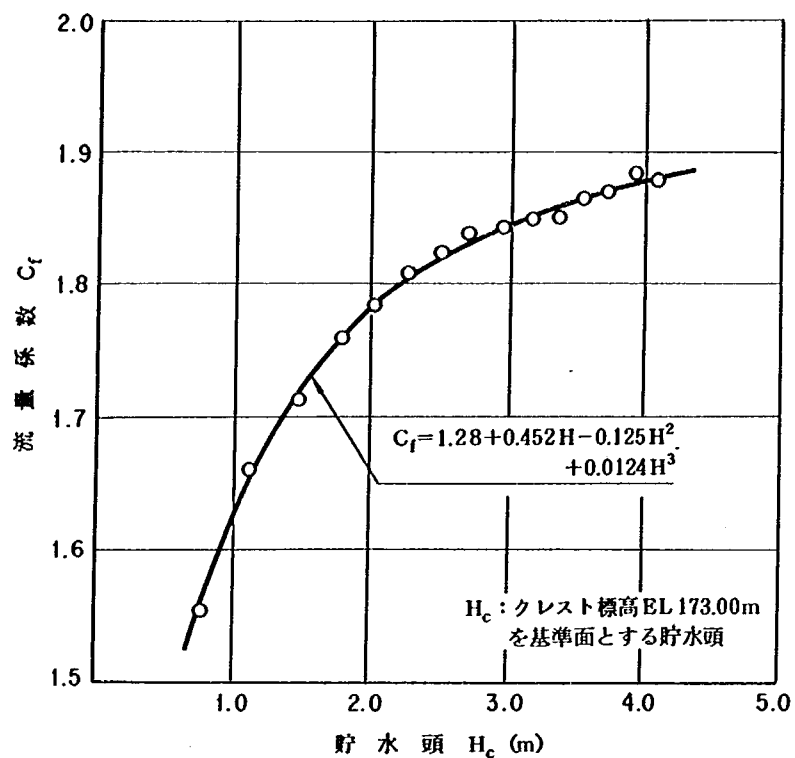


図 5.4 自由越流時のオリフィス流量係数—水位曲線 (昭和56年度案)

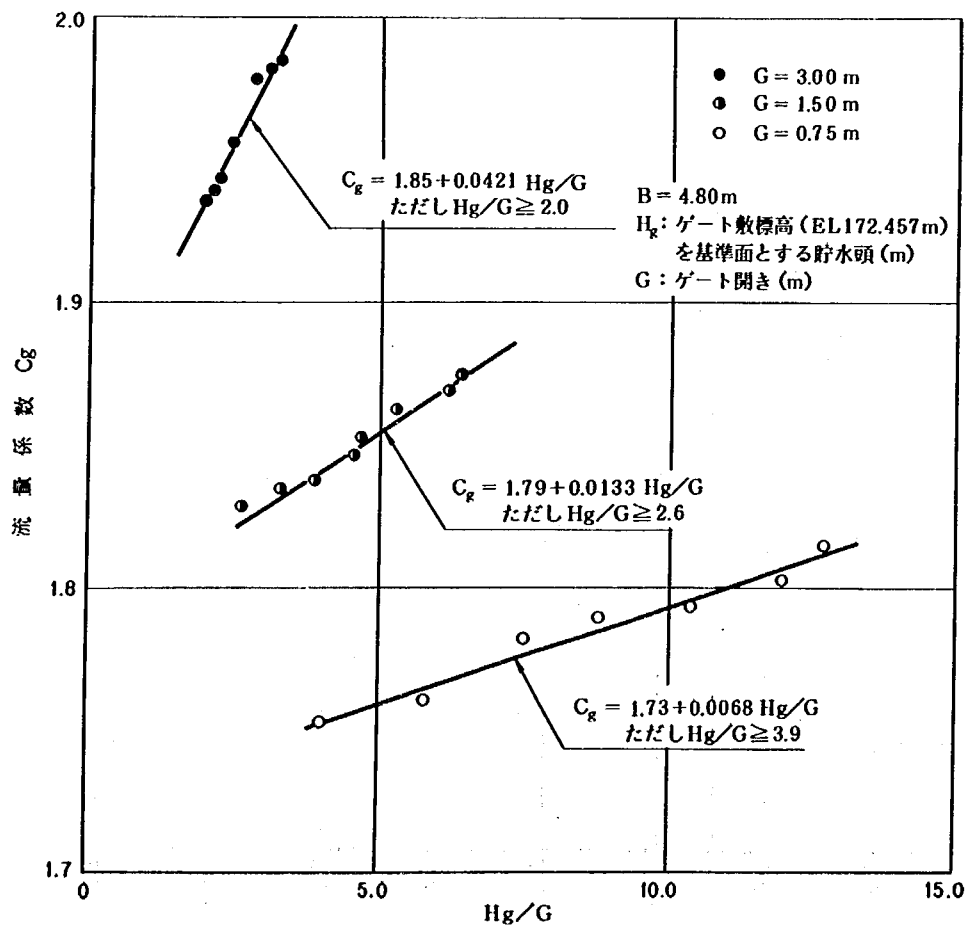


図 5.5 オリフィス流時の流量係数—水位曲線 (昭和56年度案)

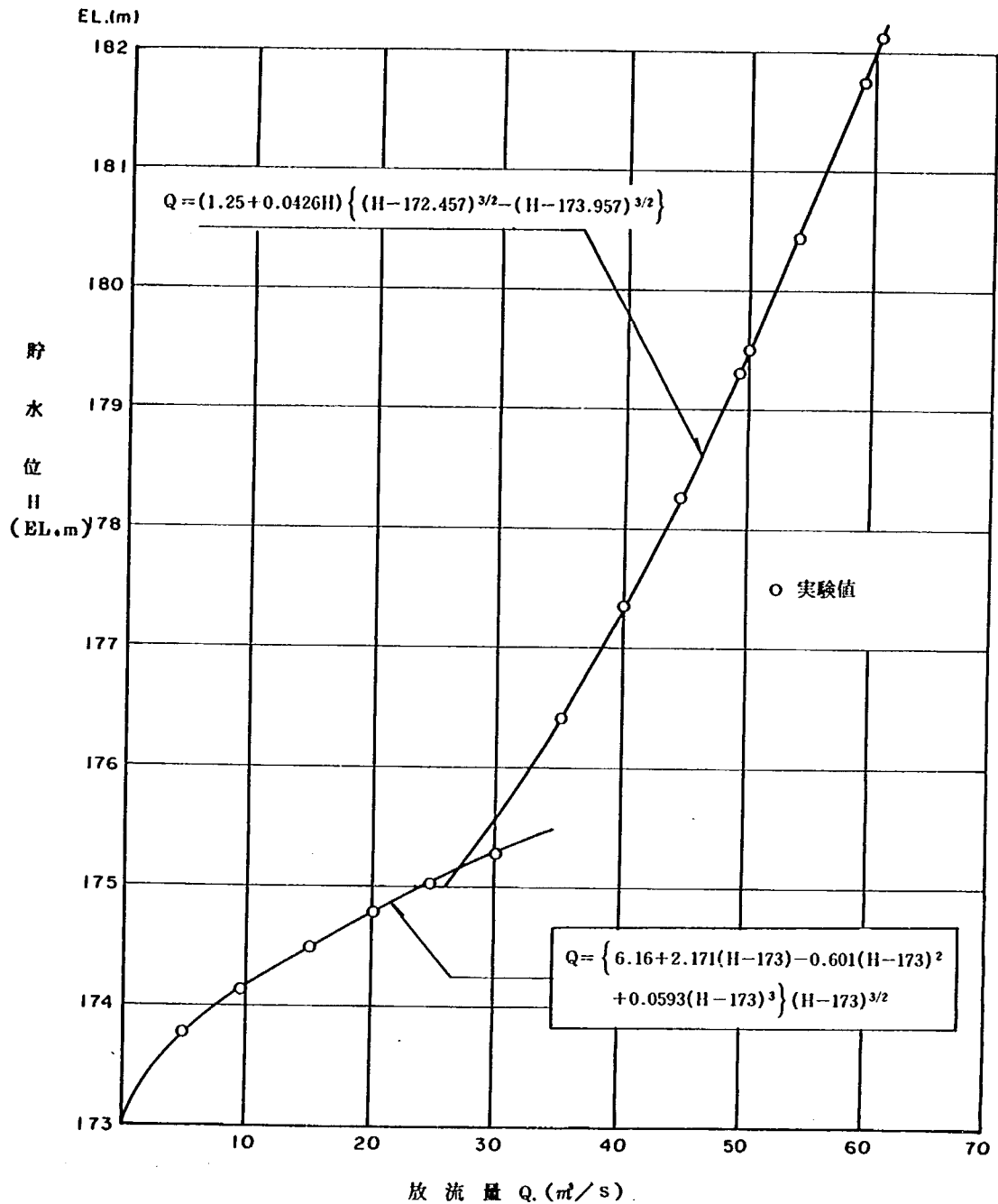


図 5. 6 昭和56年度水理実験実施計画案の水位—流量曲線

第 4 節 越 流 面 作 用 圧 力

計画に従った放流は常にゲート部分開放状態（ゲート開き 1.5 m）で行われており、この場合越流面にはいかなる貯水位に対しても、支障となるような負圧は発生しない。ゲート全開時（支配点はゲート下端）でも同様である。一方、オリフィスの使用時間ならび頻度は比較的大きいので、戸溝形状については十分な配慮をする必要があるものと思われる。

ゲート部分開及び全開時の越流部の圧力は図 5. 7 および図 5. 8 に示すとおりである。各ゲート開度において、越流部の圧力は最低でも－0.3 m（水柱）程度であるので特に支障はない。

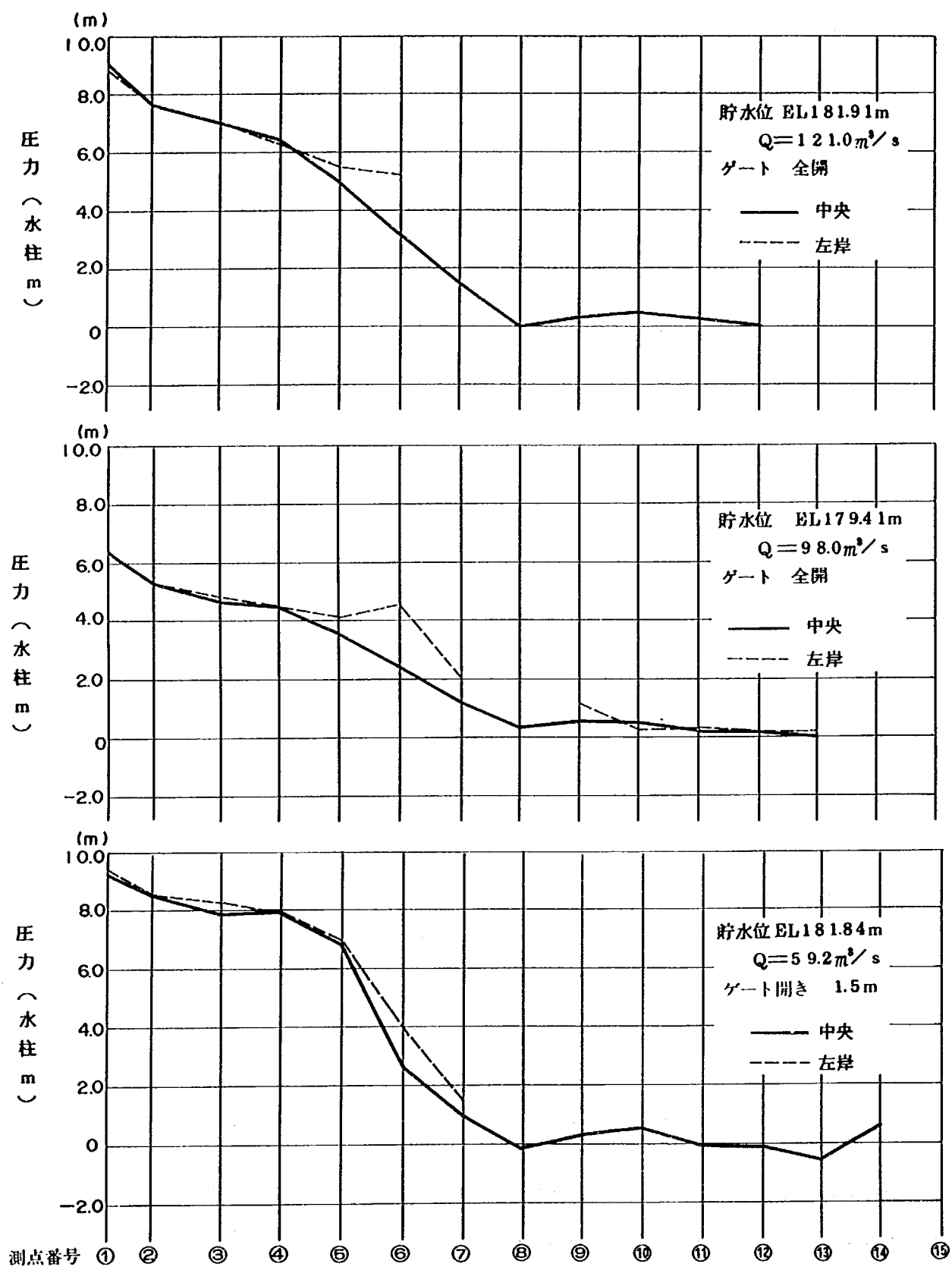


図 5.7 オリフィス越流面圧力分布 (その1)

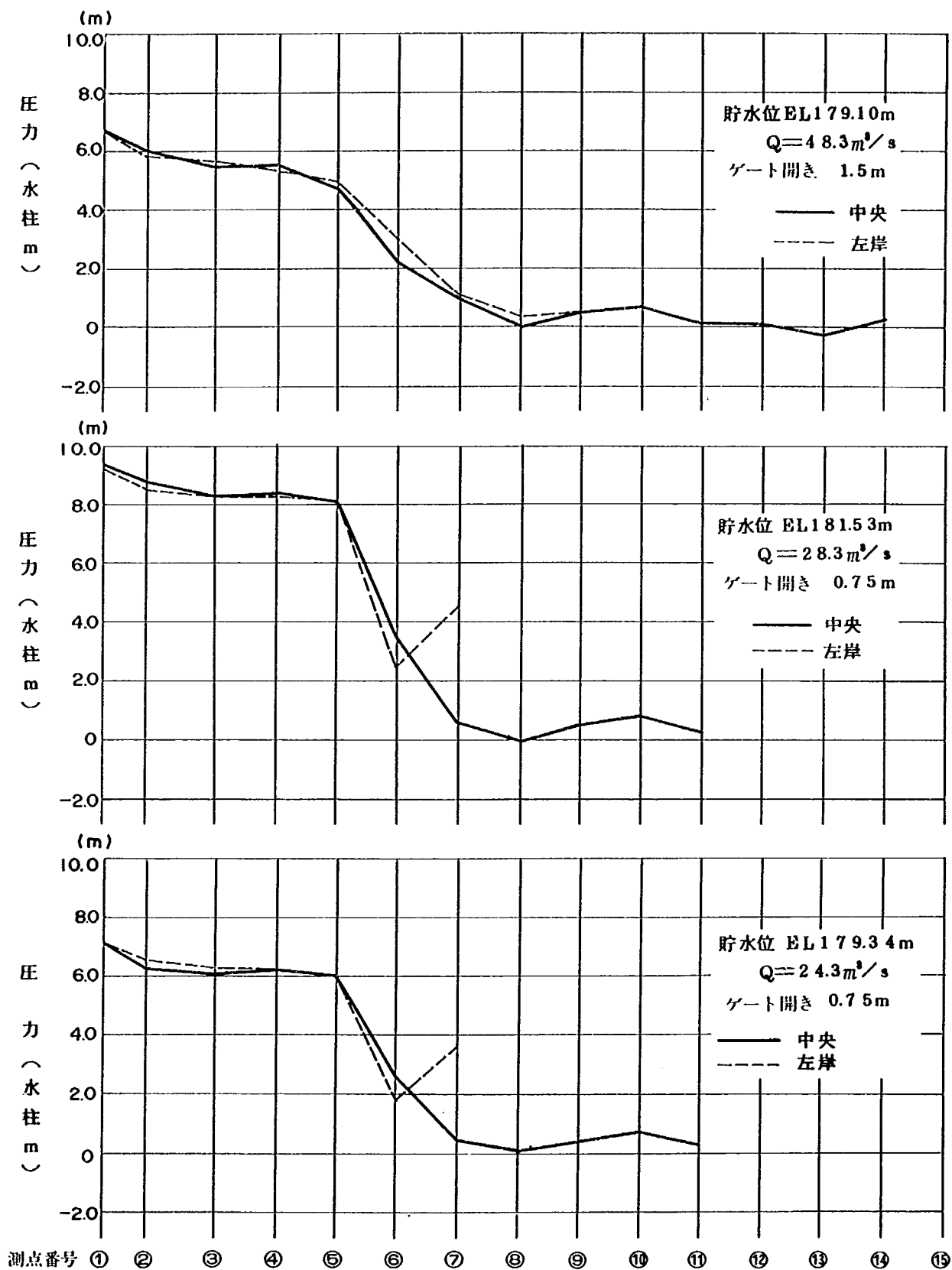


図 5.8 オリフィス越流面圧力分布 (その2)

実験資料 5

実 5 - 1.	オリフィス水位 - 流量資料	136
実 5 - 2.	オリフィス越流面圧力測定位置	137
実 5 - 3.	オリフィス越流面圧力測定資料	138

実験資料5-1オリフィス水位-流量資料

貯水位 (EL.m)	流量 (m^3/s)	H / G	流量係数 C
173.768	5.0		1.557*
174.129	9.6		1.662*
174.483	14.9		1.714*
174.770	19.9		1.760*
175.019	24.6		1.785*
175.283	29.9		1.808*
175.510	34.8		1.823*
175.713	39.4		1.839*
175.935	44.5		1.843*
176.164	50.0		1.850*
176.374	55.0		1.849*
176.529	59.4		1.866*
176.724	64.5		1.869*
176.908	69.9		1.886*
177.113	75.6		1.875*
178.188	85.5	1.910	1.935
178.698	90.8	2.080	1.939
179.170	95.5	2.238	1.943
179.681	100.8	2.408	1.956
180.328	106.8	2.624	1.963
180.859	112.0	2.801	1.978
181.659	118.6	3.067	1.982
182.059	121.8	3.201	1.984

G=3.00m

*自由越流時の流量係数

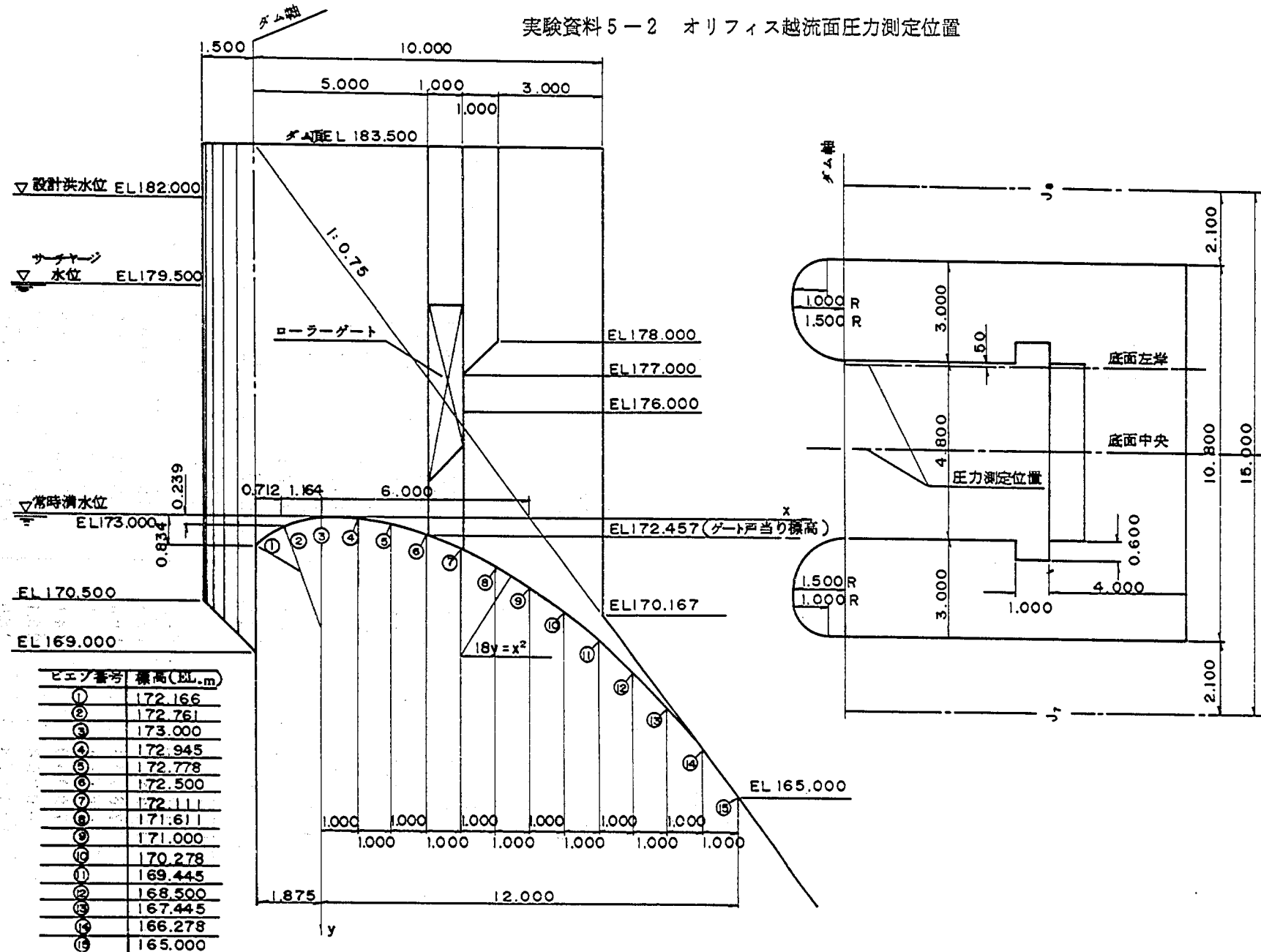
貯水位 (EL.m)	流量 (m^3/s)	H / G	流量係数 C
176.403	35.2	2.631	1.821
177.340	40.2	3.255	1.833
178.226	44.4	3.846	1.837
179.314	49.2	4.571	1.845
179.486	50.1	4.686	1.852
180.431	54.0	5.316	1.861
181.758	59.0	6.201	1.868
182.125	60.4	6.445	1.873

G=1.50m

貯水位 (EL.m)	流量 (m^3/s)	H / G	流量係数 C
175.451	15.3	3.992	1.752
176.830	19.0	5.831	1.760
178.114	22.1	7.543	1.781
179.059	24.1	8.803	1.789
180.268	26.4	10.415	1.793
181.473	28.6	12.021	1.802
182.031	29.7	12.757	1.814

G=0.75m

実験資料 5-2 オリフィス越流面圧力測定位置



実験資料 5-3 オリフィス越流面圧力測定資料 (その1)

条 件		貯水位 EL181.91 m Q = 121.0 m ³ /s ゲート全開		貯水位 EL179.41 m Q = 98.0 m ³ /s ゲート全開		貯水位 EL181.84 m Q = 59.2 m ³ /s ゲート開き 1.5 m	
測 点	圧力測定位置	圧力測定位置標高 EL・(m)	圧 力 水 頭 (水柱・m)	圧力測定位置標高 EL・(m)	圧 力 水 頭 (水柱・m)	圧力測定位置標高 EL・(m)	圧 力 水 頭 (水柱・m)
底 面 中 央	①	172.167	9.068	172.167	6.431	172.167	9.347
	②	172.761	7.738	172.761	5.238	172.761	8.547
	③	173.000	7.019	173.000	4.756	173.000	7.882
	④	172.945	6.411	172.945	4.474	172.945	7.900
	⑤	172.778	5.028	172.778	3.616	172.778	6.815
	⑥	172.500	3.150	172.500	2.388	172.500	2.633
	⑦	172.111	1.452	172.111	1.227	172.111	0.984
	⑧	171.611	0	171.611	0.350	171.611	-0.168
	⑨	171.000	0.324	171.000	0.599	171.000	0.351
	⑩	170.278	0.485	170.278	0.572	170.278	0.558
	⑪	169.445	0.243	169.445	0.243	169.445	-0.014
	⑫	168.500	-0.014	168.500	0.186	168.500	-0.070
	⑬	167.445		167.445	-0.021	167.445	-0.575
	⑭	166.278		166.278		166.278	0.592
	⑮	165.000		165.000		165.000	
底 面 左 岸	①	172.167	8.956	172.167	6.468	172.167	4.422
	②	172.761	7.675	172.761	5.238	172.761	8.560
	③	173.000	7.044	173.000	4.869	173.000	8.207
	④	172.945	6.324	172.945	4.461	172.945	7.812
	⑤	172.778	5.628	172.778	4.103	172.778	6.978
	⑥	172.500	5.500	172.500	4.650	172.500	3.933
	⑦	172.111		172.111	2.077	172.111	1.421
	⑧	171.611		171.611		171.611	
	⑨	171.000		171.000	1.224	171.000	
	⑩	170.278		170.278	0.360	170.278	
	⑪	169.445		169.445	0.368	169.445	
	⑫	168.500		168.500	0.186	168.500	
	⑬	167.445		167.445		167.445	
	⑭	166.278		166.278		166.278	
	⑮	165.000		165.000		165.000	

実験資料 5-3 オリフィス越流面圧力測定資料 (その2)

条 件		貯水位 EL・179.10 m ゲート開き 1.5 m Q = 48.3 m³/s		貯水位 EL・181.53 m ゲート開き 0.75 m Q = 28.3 m³/s		貯水位 EL・179.34 m ゲート開き 0.75 m Q = 24.3 m³/s	
測 点	測 線	圧力測定位置 EL・(m)	圧 力 水 頭 (水柱・m)	圧力測定位置標高 EL・(m)	圧 力 水 頭 (水柱・m)	圧力測定位置標高 EL・(m)	圧 力 水 頭 (水柱・m)
底 面 中 央	①	172.167	6.684	172.167	9.384	172.167	7.109
	②	172.761	5.972	172.761	8.747	172.761	6.297
	③	173.000	5.445	173.000	8.332	173.000	6.132
	④	172.945	5.462	172.945	8.387	172.945	6.187
	⑤	172.778	4.740	172.778	8.065	172.778	6.002
	⑥	172.500	2.133	172.500	3.421	172.500	2.633
	⑦	172.111	0.884	172.111	0.559	172.111	0.459
	⑧	171.611	0.057	171.611	-0.043	171.611	0.045
	⑨	171.000	0.438	171.000	0.488	171.000	0.413
	⑩	170.278	0.620	170.278	0.745	170.278	0.695
	⑪	169.445	0.098	169.445	0.316	169.445	0.111
	⑫	168.500	0.067	168.500		168.500	
	⑬	167.445	-0.275	167.445		167.445	
	⑭	166.278	0.317	166.278		166.278	
	⑮	165.000		165.000		165.000	
底 面 左 岸	①	172.167	6.684	172.167	9.222	172.167	7.147
	②	172.761	5.922	172.761	8.522	172.761	6.510
	③	173.000	5.607	173.000	8.307	173.000	6.245
	④	172.945	5.362	172.945	8.262	172.945	6.200
	⑤	172.778	4.865	172.778	8.040	172.778	6.053
	⑥	172.500	2.858	172.500	2.446	172.500	1.883
	⑦	172.111	1.109	172.111	4.521	172.111	3.546
	⑧	171.611	0.307	171.611		171.611	
	⑨	171.000	0.488	171.000		171.000	
	⑩	170.278		170.278		170.278	
	⑪	169.445		169.445		169.445	
	⑫	168.500		168.500		168.500	
	⑬	167.445		167.445		167.445	
	⑭	166.278		166.278		166.278	
	⑮	165.000		165.000		165.000	

第 6 章

昭和 57 年度オリフィス水理模型実験

第 1 節 実 験 目 的

昭和56年度の水力実験の形状は第5章の図5.1に示す通りであり、今年度の実験の対象となっている常用洪水吐き形状は図6.1に示す通りである。

今年度の形状の越流部底面は前年度と同じであるが、天端橋梁設置上ならびにゲートの水密性、経済性等から56年度とは次の点で異っている。

- 1) ゲートがダム軸下流 6.0 m の位置に設置され、それに伴い流量の支配断面が変化する。
- 2) ゲートの水密構造は前方水密とし、ゲート前面のオリフィス形状はカーテンウォールによりベルマウスとする。

このため、56年度の常用洪水吐きと放流能力が変わるため、その貯水位～放流量特性を明らかにし、洪水調節計画を満足するゲート開度を決定する目的で実験を実施する。さらに、ベルマウス形状が圧力的に支障がないかどうか調査する。

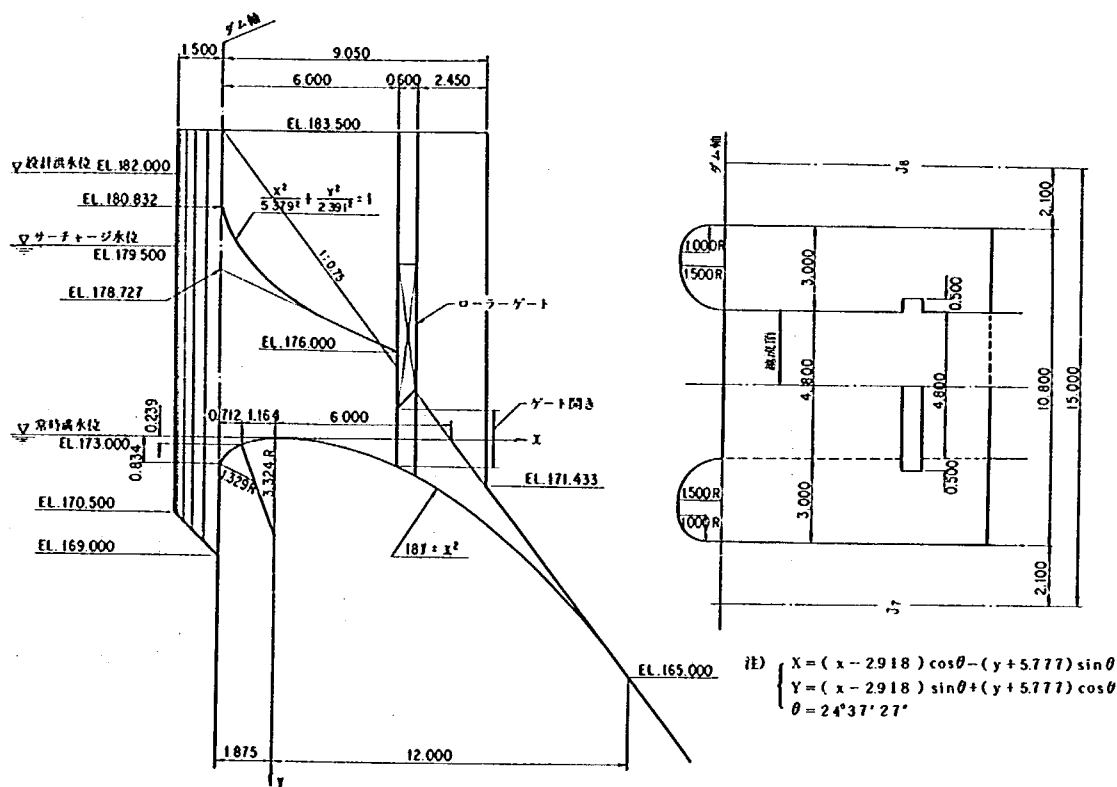


図 6.1 昭和57年度オリフィス水力実験実施計画案

第 2 節 実 験 方 法

2.1 実験内容

本章に記述する実験内容は次のとおりである。

- 1) 放流能力の調査
 - (1) 洪水調節計画を満足するゲート開度とその放流特性
 - (2) ゲート全開時の貯水位と流量の関係

2) オリフィス壁面の作用圧力測定

(1) 洪水調節計画を満足するゲート開度での圧力測定

(2) ゲート全開での圧力測定

以上の調査結果から水理的に問題がある場合、しかるべき検討を加え、上記と同様な実験を行う。

2.2 測定方法

測定項目は貯水池水位、流量および圧力であり、測定方法は表6.1に示す通りである。

表 6.1 諸量の測定方法

上流水位	実物の側水路内の水位に相当する上流水路内の水位は1/10mm読みポイントゲージによって測定した。
流量	既設給水管途中に設けられている、 $\phi 150$ mm、および $\phi 300$ mmの電磁流量計によって測定した。
作用圧力	オリフィス壁面および下流開水路底面に作用する圧力水頭は模型の流水面に埋設した $\phi 1$ mmのピエゾメータに接続された水柱マノメータによって測定した。

2.3 模 型

模型は縦・横とも1/12.5の幾何的に相似なものとし、幅1.0 m、深さ2.0 mの二次元水路に設置した。洪水吐き模型およびゲートは木製とし、表面は合成塗料仕上げとした。

模型製作図は図6.2に示すとおりである。

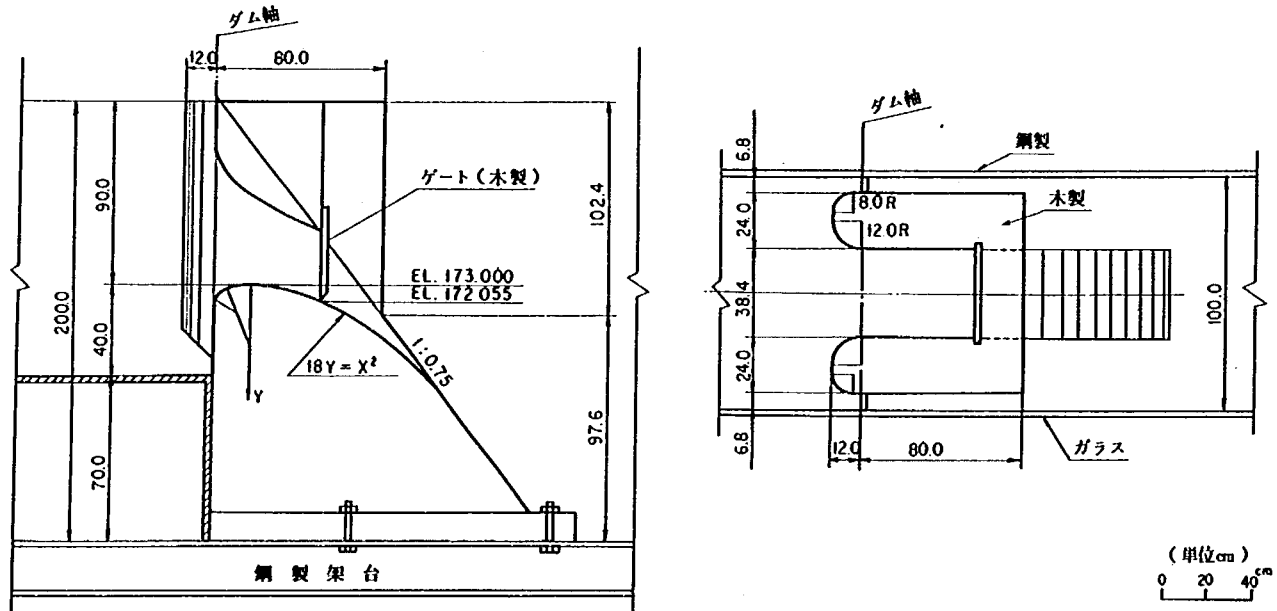


図 6.2 昭和57年度オリフィス水理実験用模型

表 6.2 諸量の縮率

2.4 相似律

模型は縦・横とも1/12.5の幾何的に相似な模型である。実験においては重力の影響が支配的であると考えられ、フルードの相似則に従うものとした。したがって、基本量の縮率は表6.2に示すものとなる。

基 本 量	次 元	縮 率	尺
長さ・水深	L	η	1 : 12.5
時 間	T	$\eta^{3/2}$	1 : 3.536
流 速	$L T^{-1}$	$\eta^{1/2}$	1 : 3.536
流 量	$L^3 T^{-1}$	$\eta^{5/2}$	1 : 552.4
圧 力 (水柱)	L	η	1 : 12.5

第 3 節 原 案 の 放 流 特 性

ゲート全開（開き 3.945 m）時及びゲート開き 1.40 m の貯水位と放流量の関係は図 6.3 にまた流量係数の関係は図 6.4 及び図 6.5 に示すとおりである。また、流況は写真 6.1 および 6.2 に示すとおりである。

ここで、流量係数は式（6.1）、（6.2）で定義されるものである。

〔自由越流〕（ゲート全開時のオリフィス流を含む）

$$C_s = \frac{Q}{B H_c^{3/2}} \dots\dots\dots (6.1)$$

ここで Q : 放流量 (m^3/s)、 B : 越流幅 (4.80 m)

H_c : クレスト標高 EL 173.00 m を基準面とする貯水頭 (m)

C_s : 自由越流時の流量係数

〔オリフィス〕

$$C_o = \frac{Q}{B \{ H_g^{3/2} - (H_g - G)^{3/2} \}} \dots\dots\dots (6.2)$$

ここで Q : 放流量 (m^3/s)、 B : 越流幅 (4.80 m)

H_g : ゲート敷標高 EL 172.05 m を基準面とする貯水頭 (m)

G : ゲート開き (m) (ゲート敷からゲートリップ下端までの鉛直高)

これらの結果から次のことが明らかになった。

- 1) ゲート開度 $G = 1.40$ m では貯水位 EL 179.50 m で $49 m^3/s$ の放流が可能であり、貯水位 EL 182.00 m では $57 m^3/s$ の放流が可能となる。従って流量に関する設計条件を満足するゲート開き $G = 1.40$ m とする。

- 2) ゲート開き $G = 1.40$ m における流量係数を最小二乗法により求めると次のように表わされる。

オリフィス流（ゲート開き $G = 1.40$ m）

$$C_o = 1.81 + 0.00934 \times H_g / G \dots\dots\dots (6.3)$$

ただし $H_g / G > 4.0$

自由越流

$$C_s = 1.64 + 0.187 H_c - 0.0404 H_c^2 + 0.00320 H_c^3 \dots\dots\dots (6.4)$$

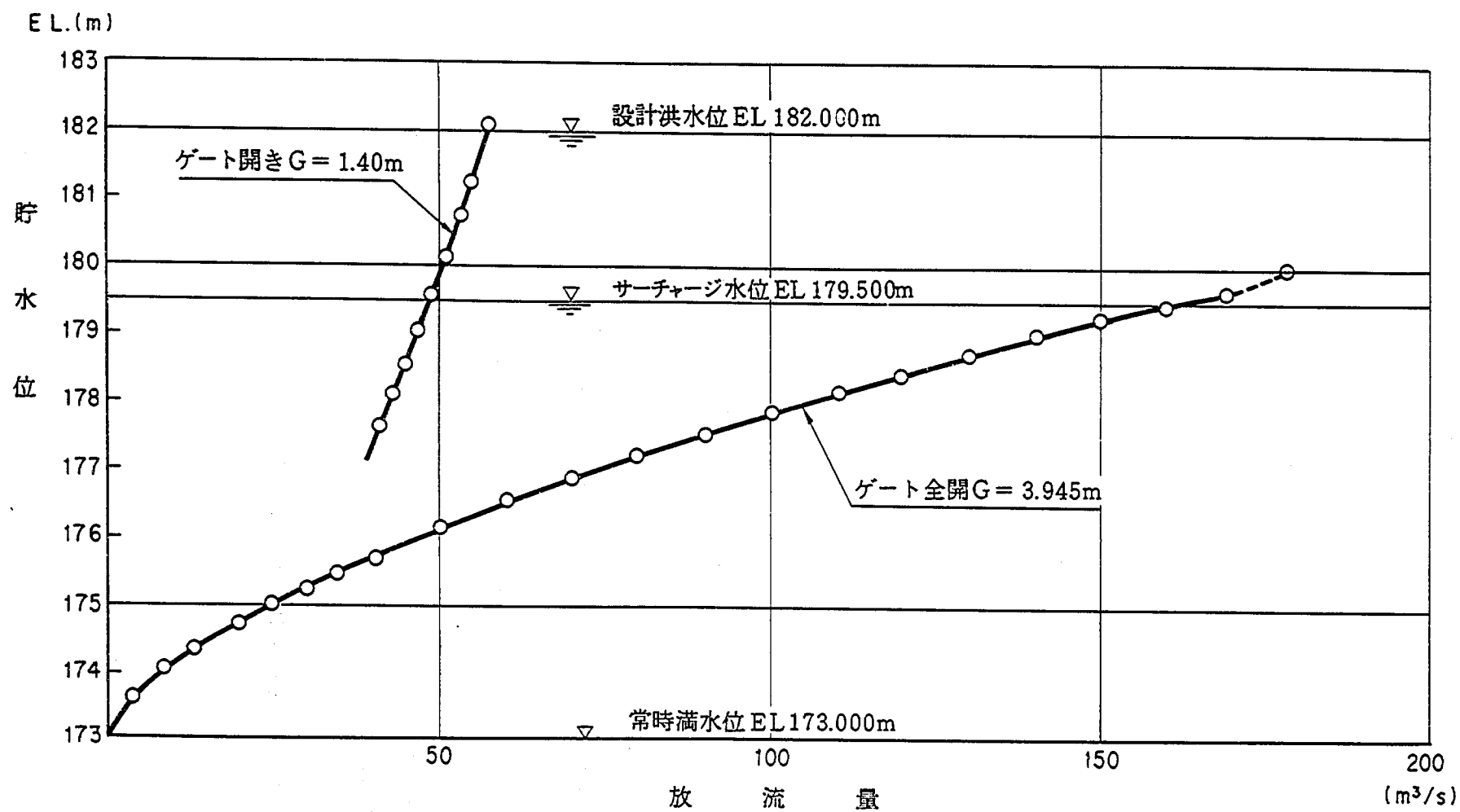


図 6.3 オリフィスの水位一流量曲線 (昭和57年度原案)

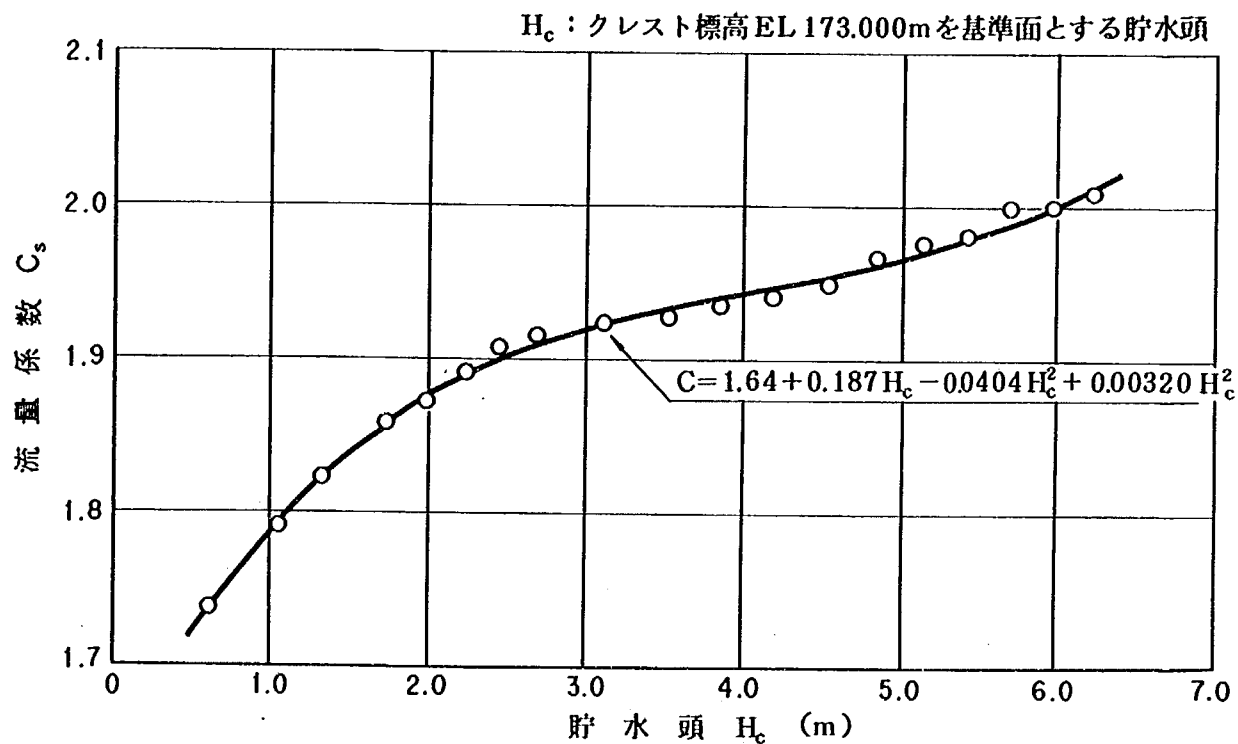


図 6. 4 自由越流時の流量係数 (昭和57年度原案)

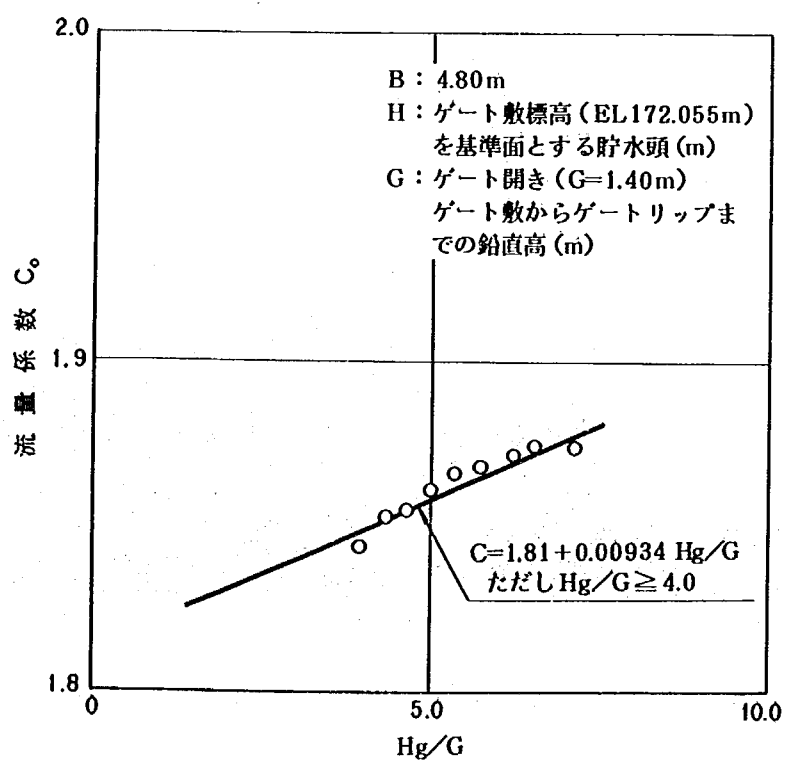


図 6. 5 オリフィス流時の流量係数 (昭和57年度原案)

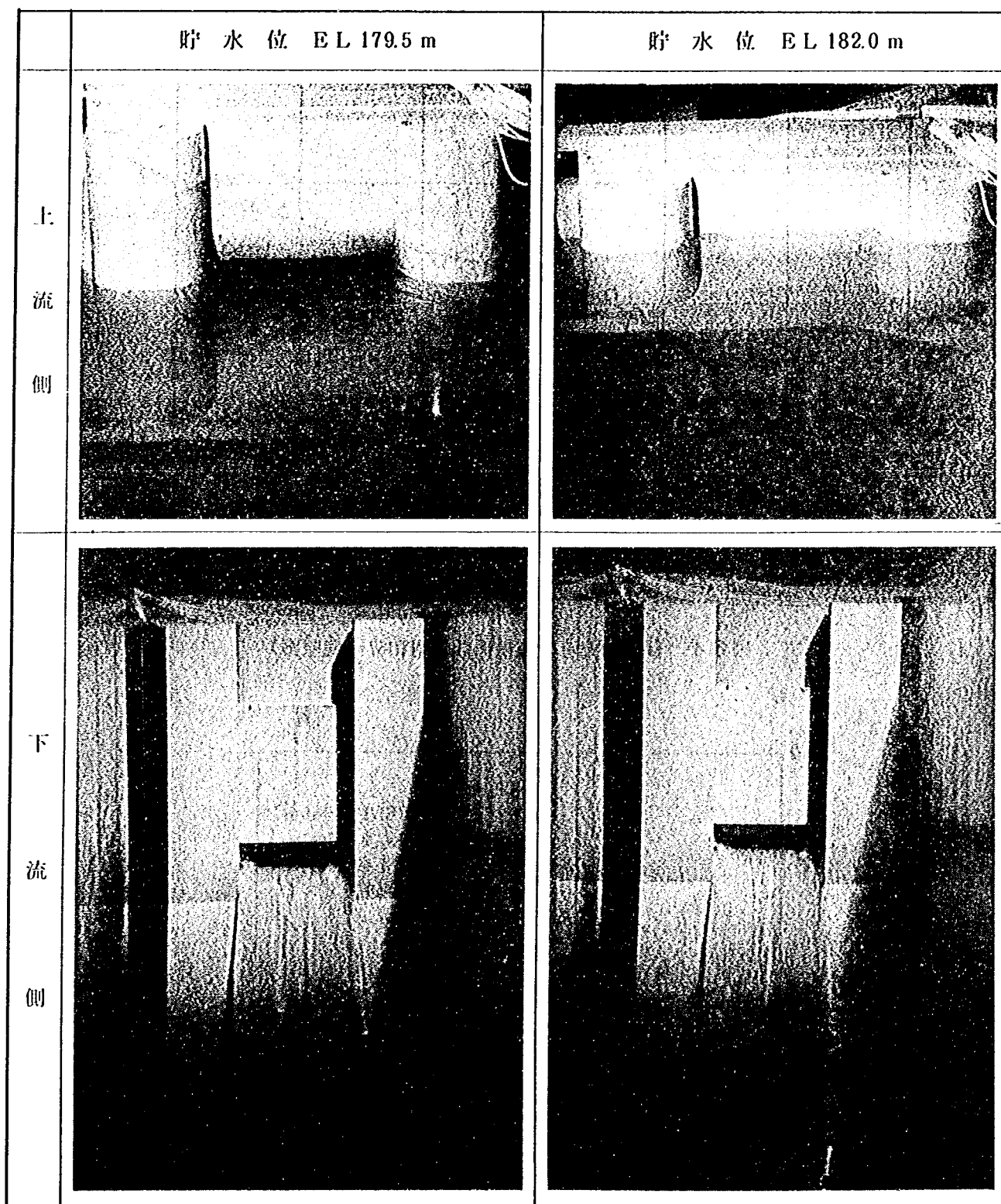


写真 6. 1 オリフィスの流況（原案、ゲート開き 1.40 m）

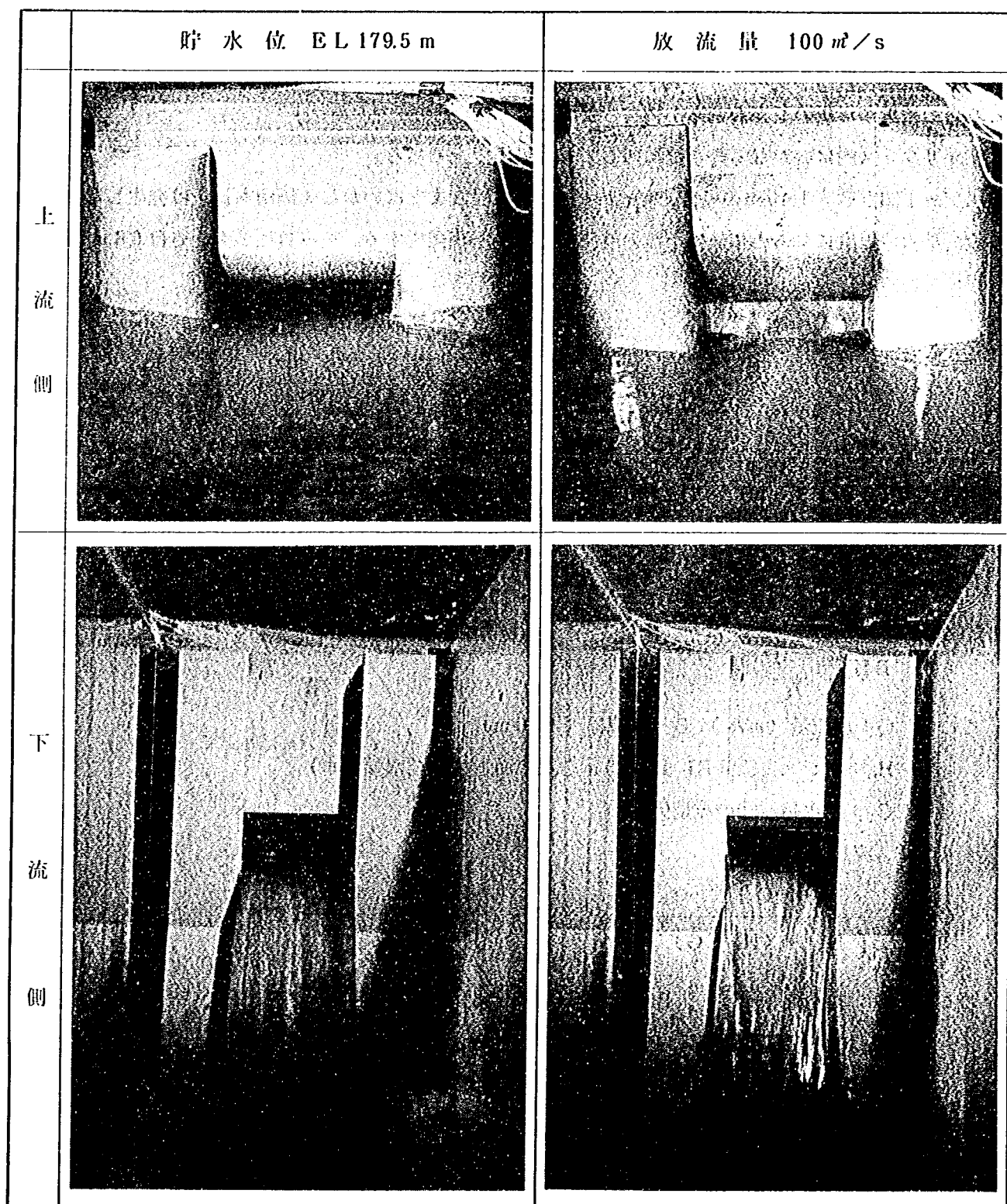


写真 6. 2 オリフィスの流況 (原案、ゲート全開)

第 4 節 原案の壁面作用圧力

ゲート開き $G = 1.40 \text{ m}$ 及びゲート全開 ($G = 3.945 \text{ m}$) 時のオリフィス壁面の作用圧力は図 6.6 および図 6.7 に示すとおりである。

これらの結果から次のことが明らかになった。

- 1) オリフィス内はいかなる貯水位に対しても大気圧以上である。
- 2) ゲート開き $G = 1.40 \text{ m}$ の場合、サーチャージ水位程度まではいかなる箇所も負圧は発生しないが、設計洪水水位程度になるとゲート下流の越流面上に負圧が発生する。その負圧の大きさは 0.8 m (水柱) 程度である。

第 5 節 変更案の放流特性

ゲート全開 (開き 3.756 m) 時及びゲート開き 1.45 m の貯水位と放流量の関係は図 6.8 に、また流量係数の関係は図 6.9 および 6.10 に示すとおりである。また、流況は写真 6.3 ~ 写真 6.5 に示すとおりである。流量係数は式 (6.5) (6.6) で定義する。

〔自由越流〕 (ゲート全開時のオリフィス流を含む)

$$C_s = \frac{Q}{B H_c^{3/2}} \dots\dots\dots (6.5)$$

ここで Q : 放流量 (m^3/s)、 B : 越流幅 (4.80 m)

H_c : クレスト標高 EL 173.00 m を基準面とする全水頭 (m)

C_s : 自由越流時の流量係数

〔オリフィス流〕

$$C_o = \frac{Q}{B \{ H_g^{3/2} - (H_g - G)^{3/2} \}} \dots\dots\dots (6.6)$$

ここで Q : 放流量 (m^3/s)、 B : 越流幅 (4.80 m)

H_g : ゲート敷標高 EL 172.244 m を基準面とする全水頭 (m)

C_o : オリフィス流の流量係数

G : ゲート開き (m) (ゲート敷からゲートリップ下端までの鉛直高)

これらの結果から次のことが明らかになった。

- 1) ゲート開き $G = 1.45 \text{ m}$ では貯水位 EL 179.00 m で $49.5 \text{ m}^3/\text{s}$ の放流が可能であり、貯水位 EL 182.00 m では $59 \text{ m}^3/\text{s}$ の放流が可能となる。従って流量に関する設計条件を満足するゲート開きは $G = 1.45 \text{ m}$ となる。

- 2) ゲート開き $G = 1.45 \text{ m}$ における流量係数を最小二乗法により求めると次のように表わされる。

オリフィス流 (ゲート開き $G = 1.45 \text{ m}$)

$$C_o = 1.81 + 0.0111 \times H/G \dots\dots\dots (6.7)$$

ただし $H/G > 3.5$

自由越流

$$C_s = 1.60 + 0.195 H - 0.0436 H^2 + 0.0036 H^3 \dots\dots\dots (6.8)$$

第 6 節 変更案の壁面作用圧力

ゲート開き $G = 1.45$ m 及びゲート全開時のオリフィス壁面の作用圧力は図 6.11 および図 6.12 に示すとおりである。

これらの結果から次のことが明らかになった。

- 1) オリフィス内はいかなる貯水位に対しても大気圧以上である。
- 2) ゲート開き $G = 1.45$ m の場合、原案と同様に設計洪水程度になると、ゲート下流の越流面上に負圧が発生するその負圧の大きさは 0.5 m (水柱) 程度であり、原案と比較すると幾分改良されるが、完全に負圧を解消するには至っていない。

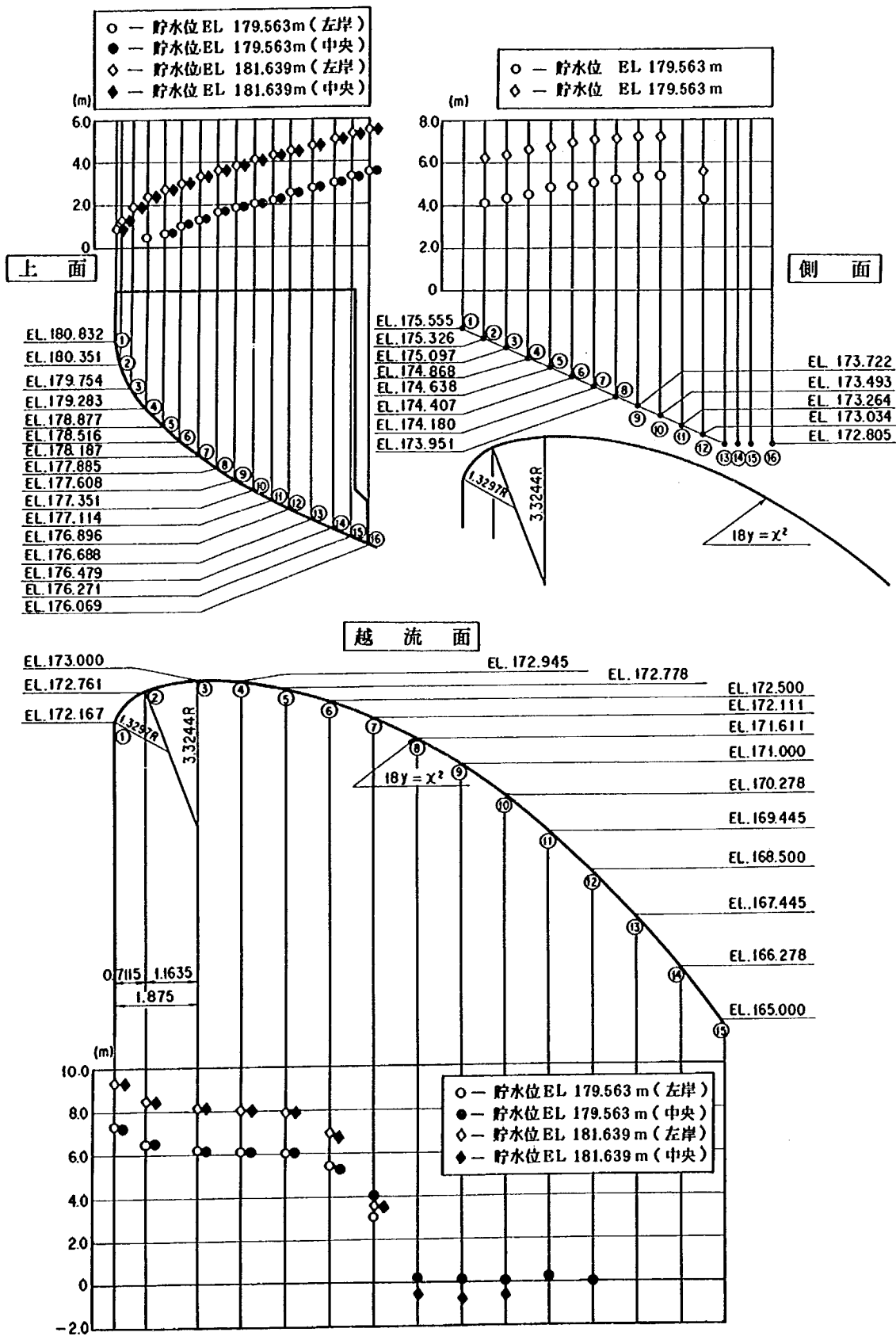


図 6.6 オリフィス壁面の圧力分布 (原案、ゲート開き 1.40 m)

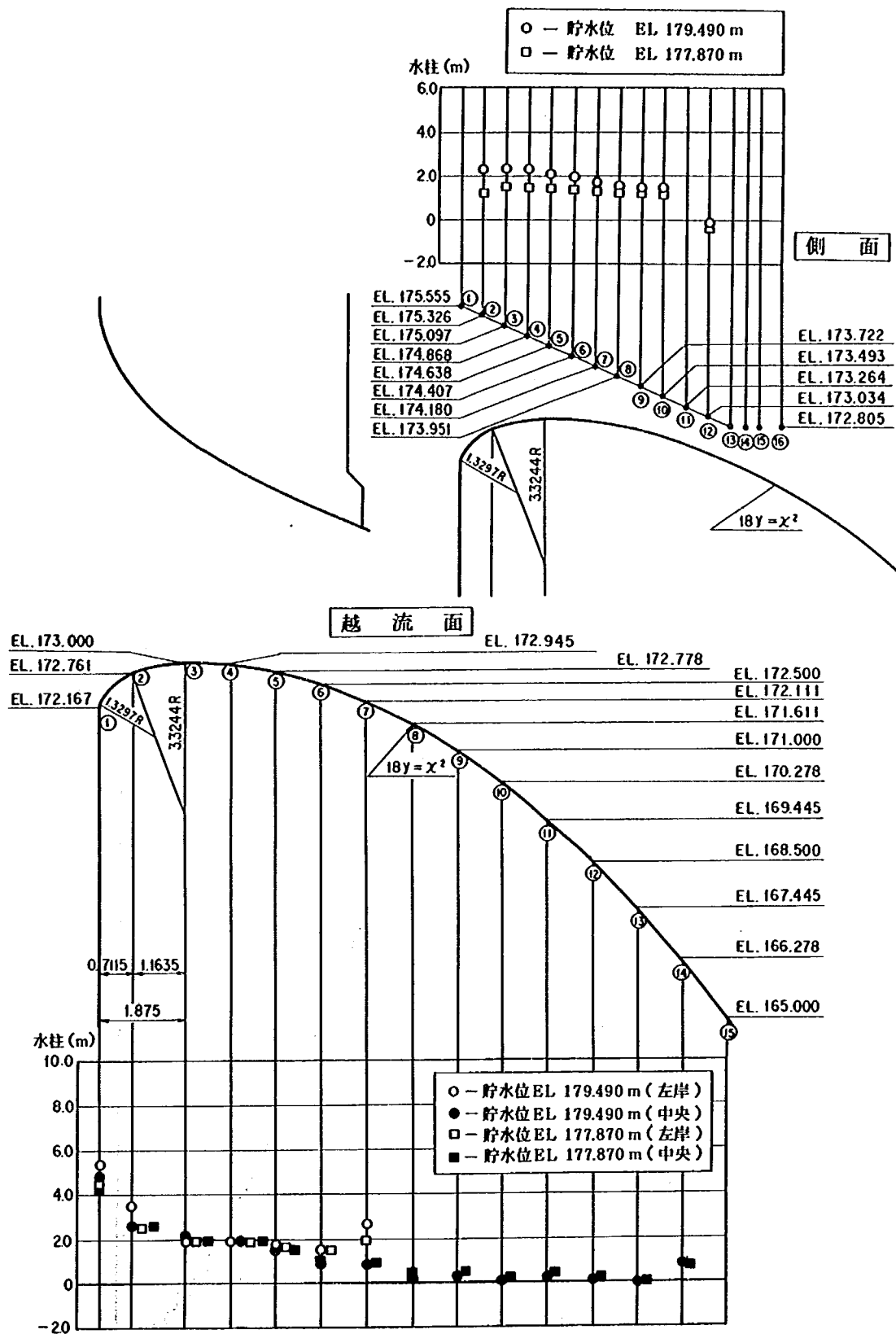


図 6.7 オリフィス壁面の圧力分布 (原案、ゲート全開)

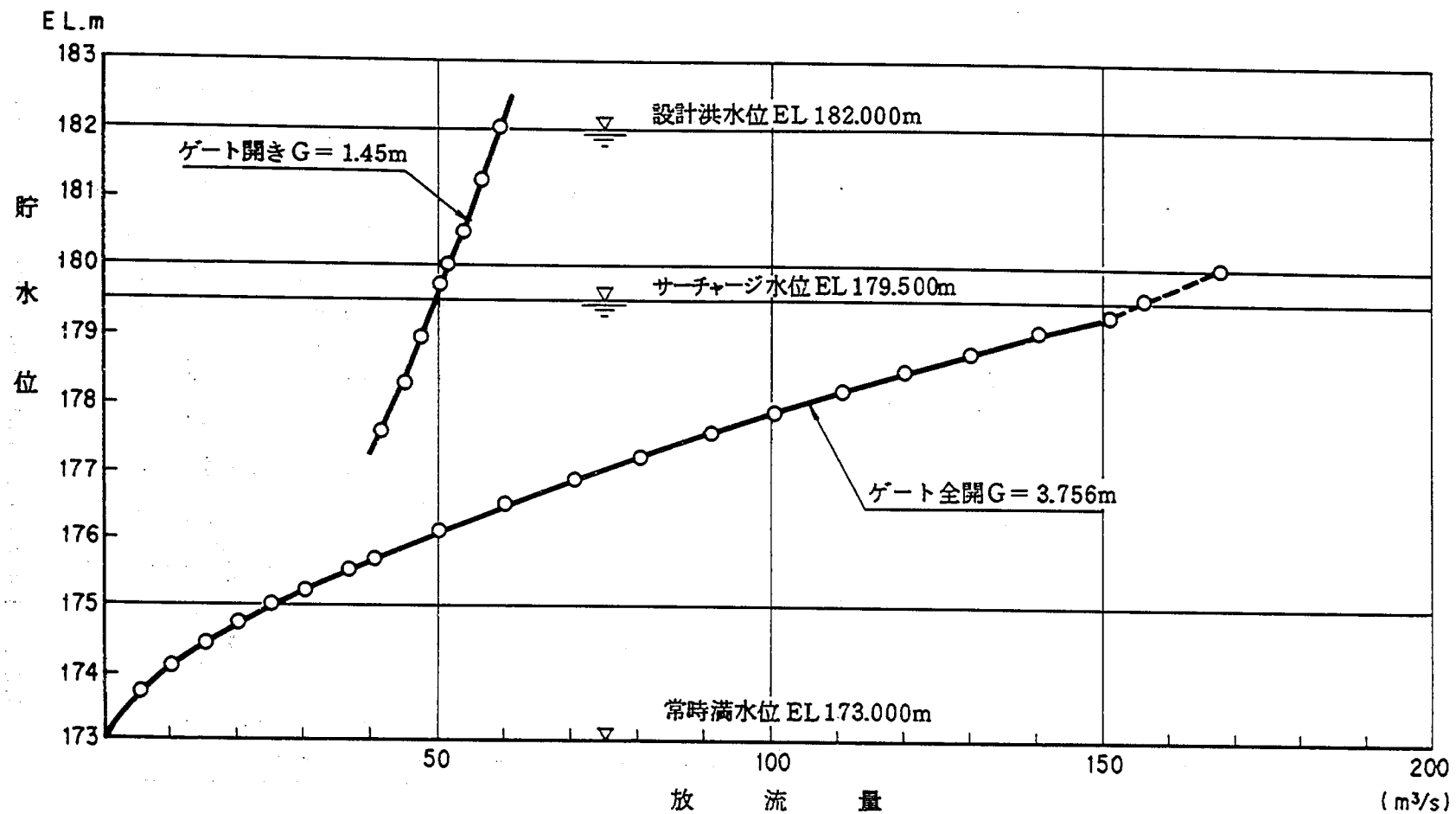


図 6.8 オリフィスの水位—流量曲線（昭和57年変更案）

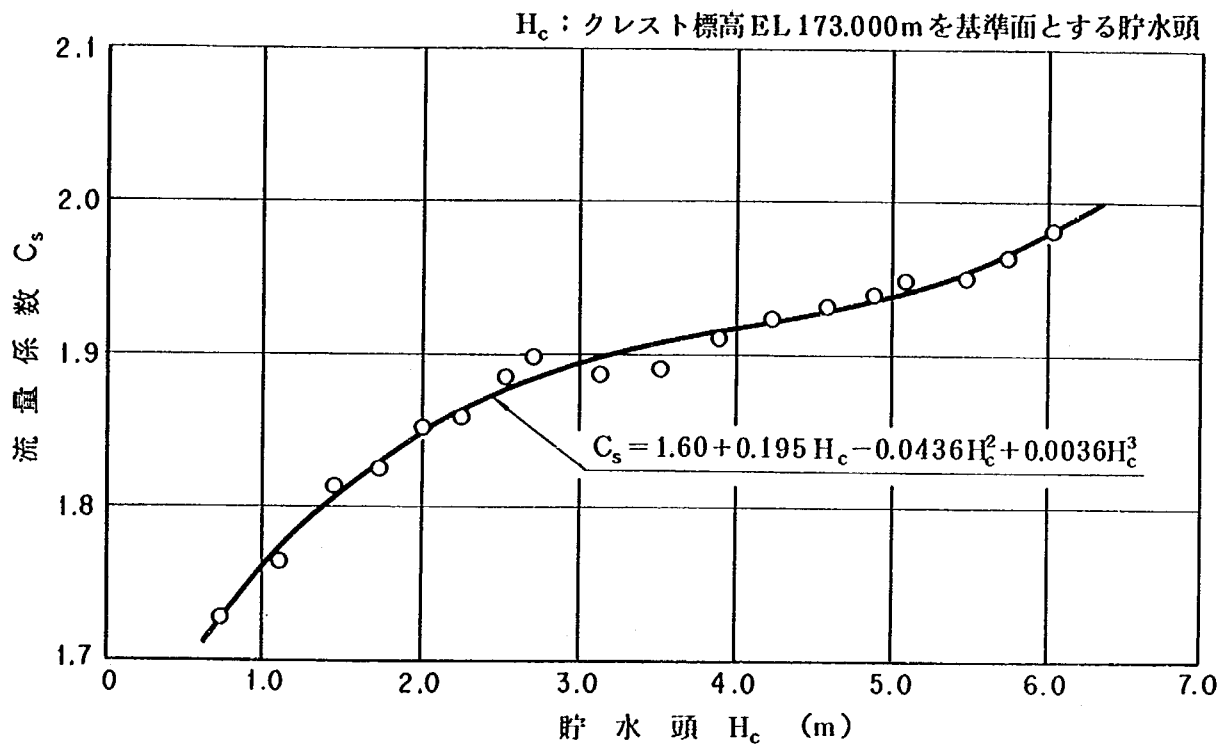


図 6.9 自由越流時の流量係数 (昭和57年度変更案)

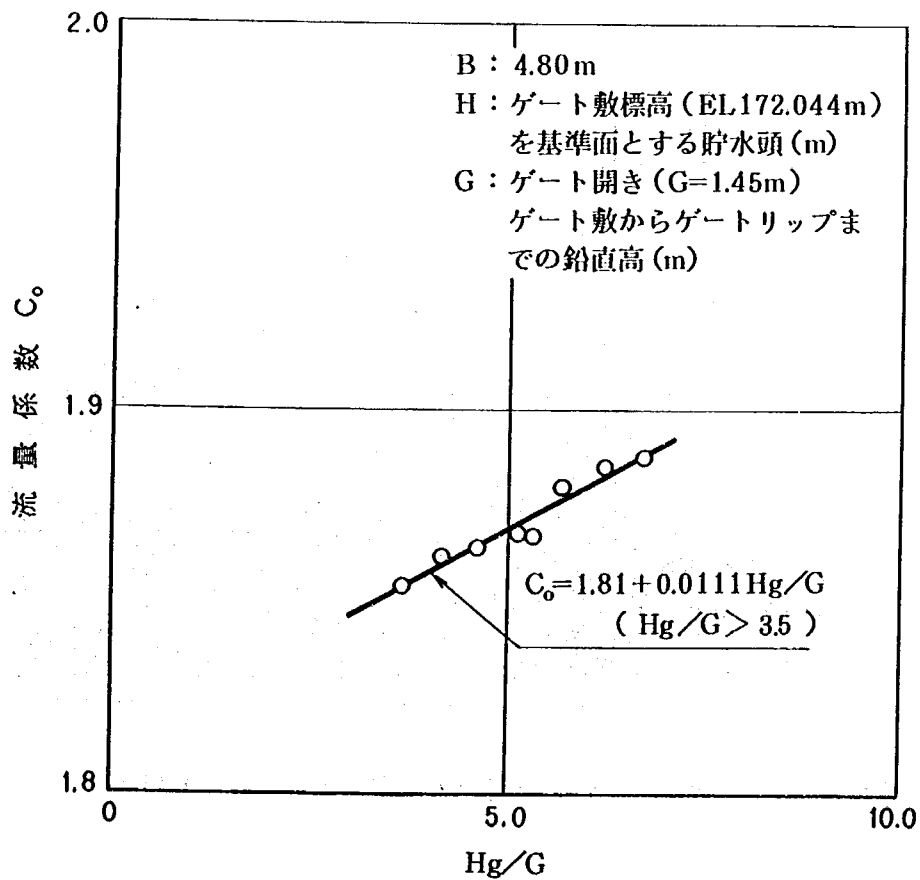


図 6.10 オリフィス流時の流量係数 (昭和57年度変更案)

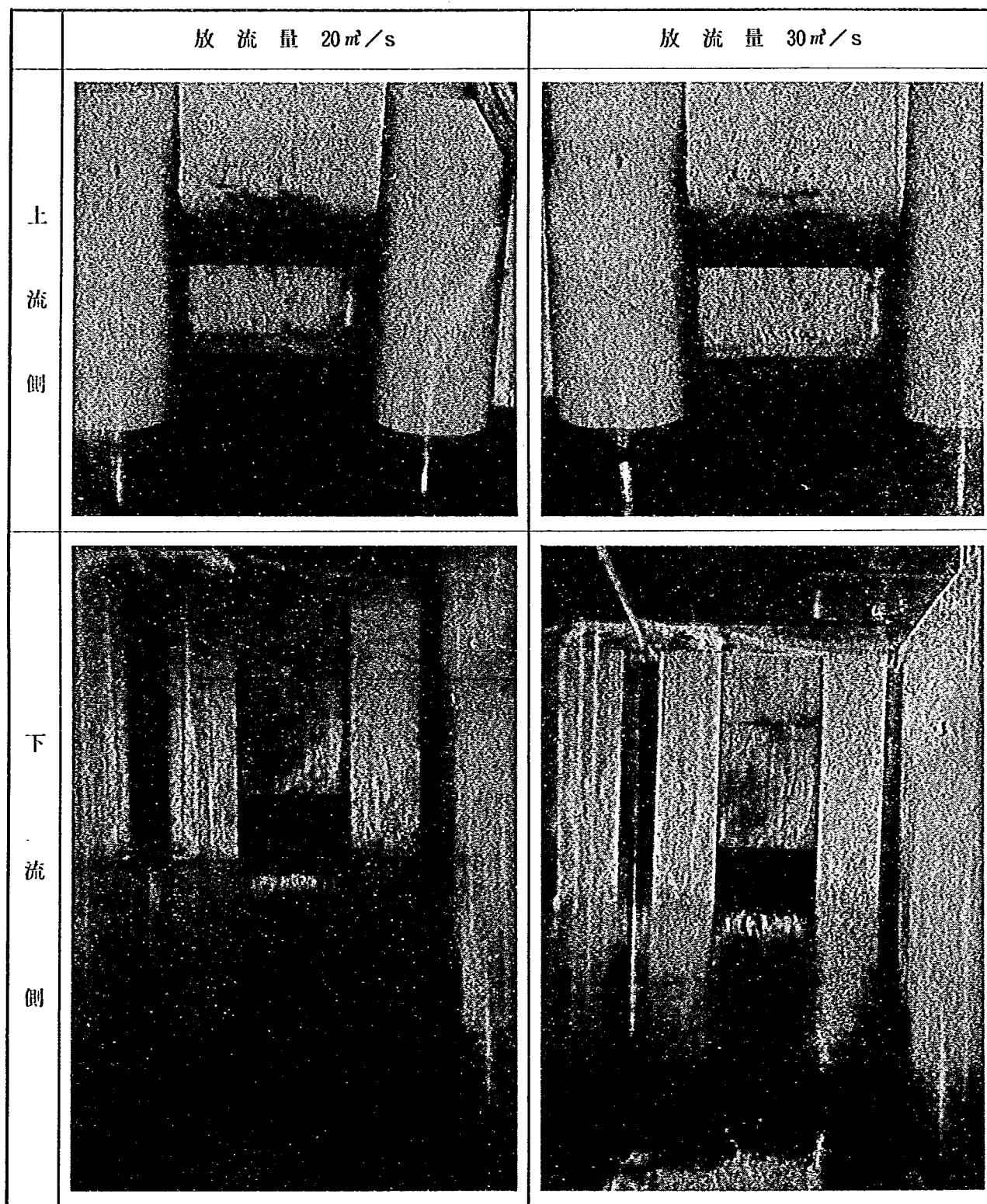


写真 6. 3 オリフィスの流況 (変更案、ゲート開き 1.45 m)

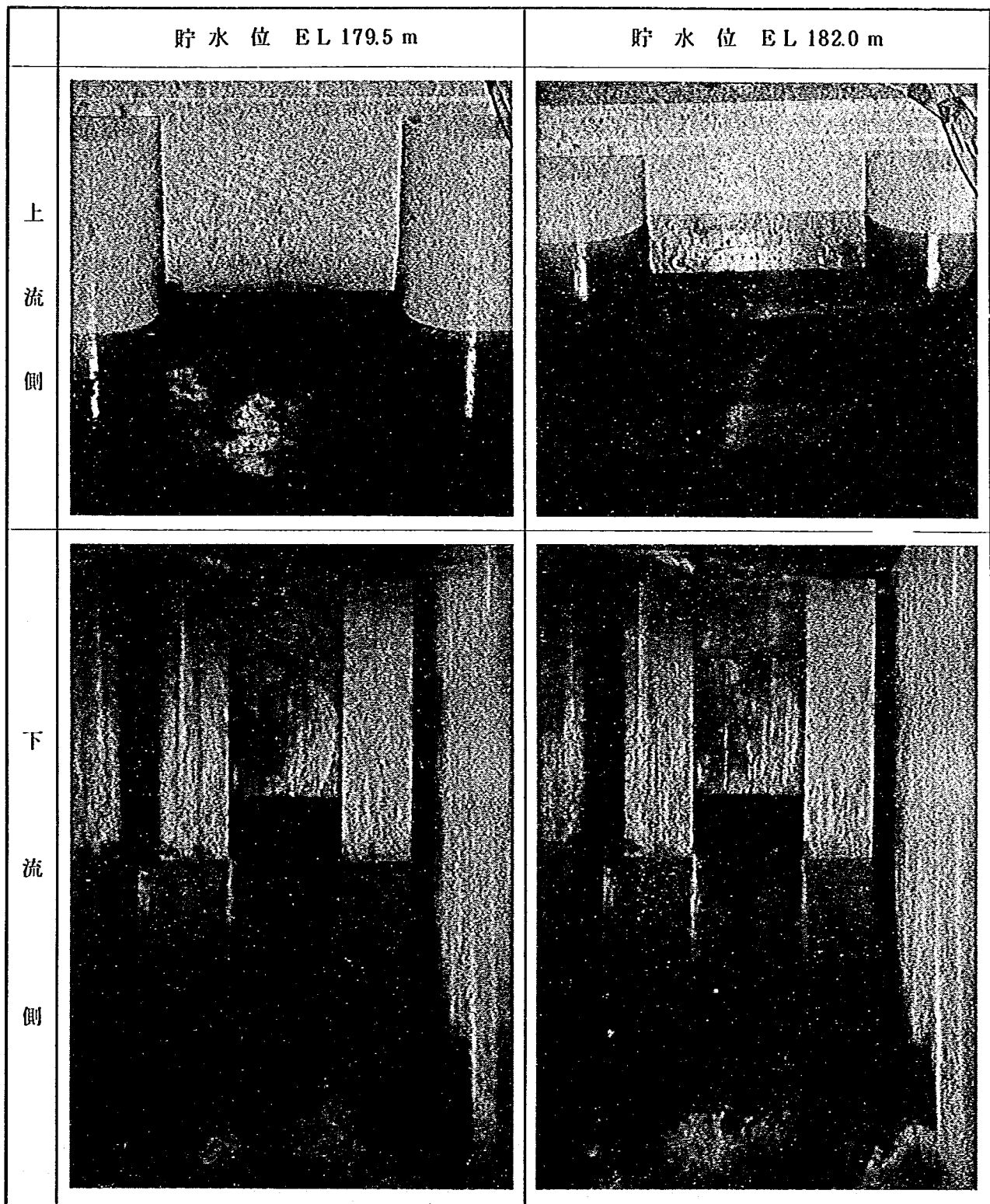


写真 6. 4 オリフィスの流況 (変更案、ゲート開き 1.45 m)

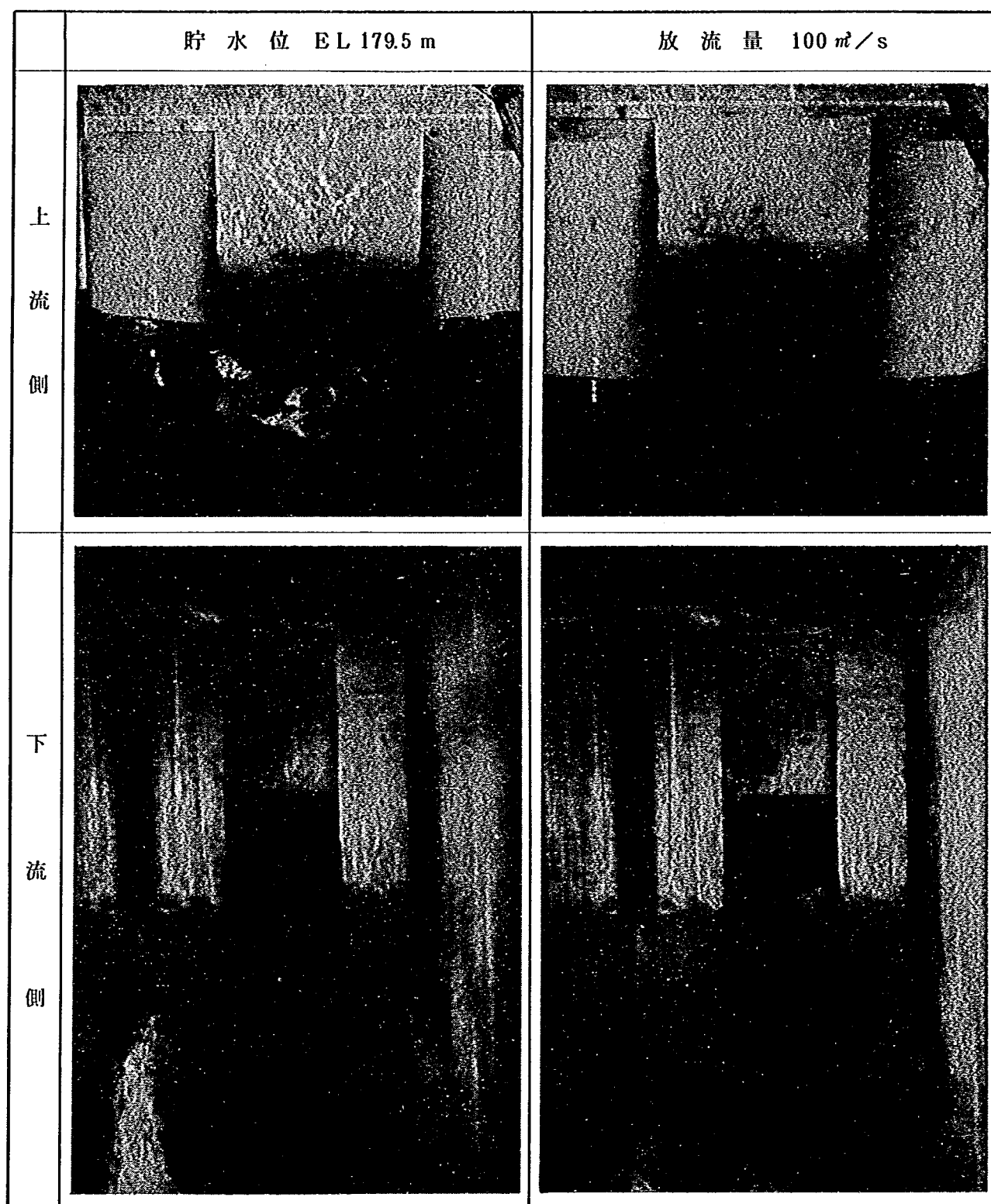


写真 6.5 オリフィスの流況（変更案、ゲート全開）

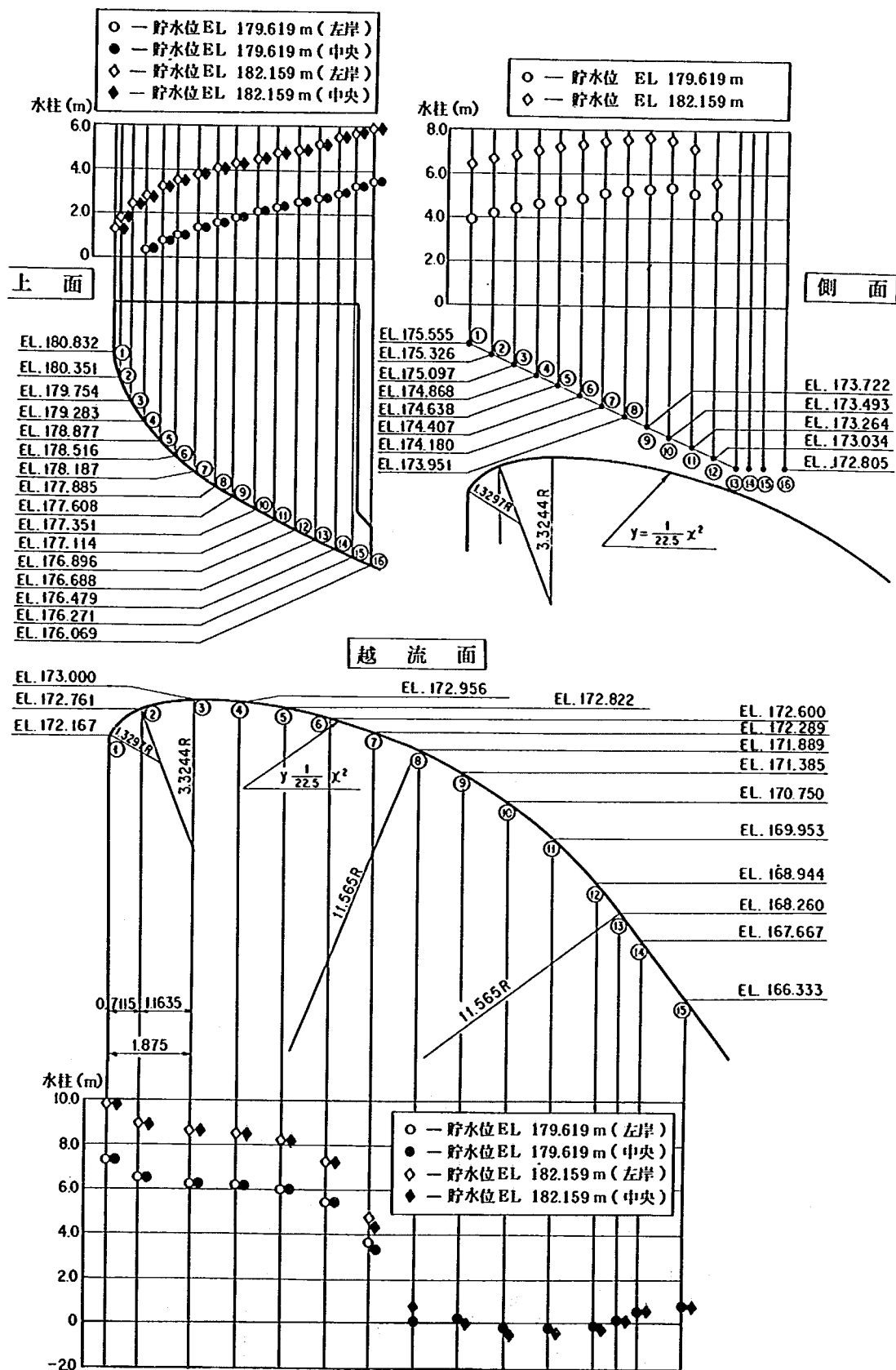


図 6.11 オリフィス壁面の圧力分布 (変更案、ゲート開き 1.45 m)

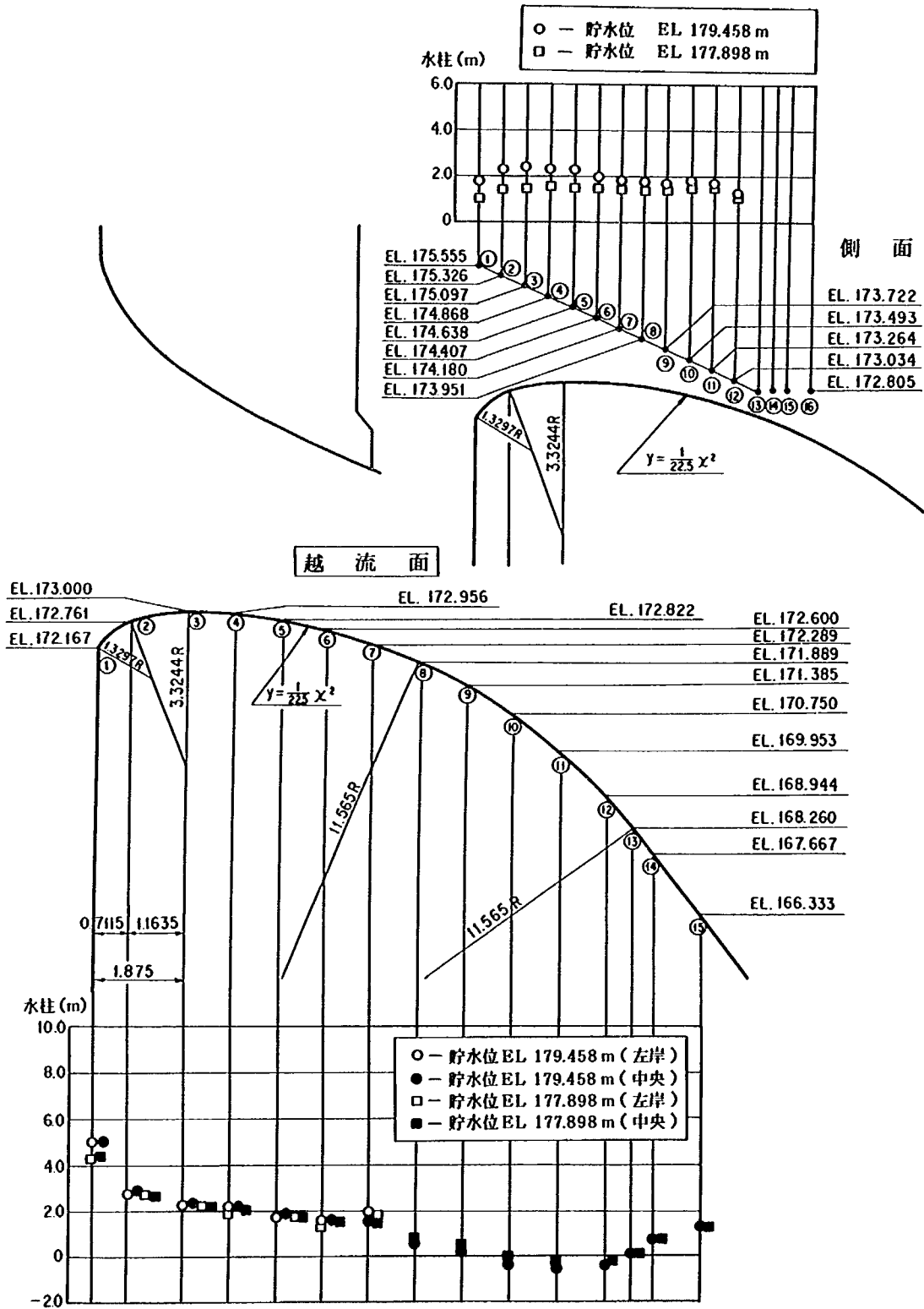


図 6.12 オリフィス壁面の圧力分布 (変更案、ゲート全開)

実験資料 6

実 6 - 1.	オリフィス水位一流量資料(原 案)	158
実 6 - 2.	オリフィス壁面圧力測定資料(原 案)	159
実 6 - 3.	オリフィス水位一流量資料(変更案)	160
実 6 - 4.	オリフィス壁面圧力測定資料(変更案)	161
実 6 - 5.	オリフィス水位一流量資料(最終案、ゲート開き変更)	162
実 6 - 6.	オリフィス最終案形状における流量係数とゲート開きの関数	163

実験資料 6-1 オリフィス水位-流量資料 (原案)

ゲート全開

貯水位 (EL. m)	放流量 (m^3/s)	H/G	流量係数 C	
			自由越流 C_s	オリフィス C_o
173.625	4.12		1.737	
174.055	9.32		1.791	
174.335	13.49		1.822	
174.725	20.21		1.858	
174.991	25.27		1.874	
175.238	30.39		1.891	
175.445	34.99		1.907	
175.688	40.50		1.915	
176.110	50.66		1.924	
176.504	60.67		1.927	
176.854	70.30		1.936	
177.186	79.76		1.940	
177.518	90.39		1.961	
177.839	100.45		1.966	
178.146	110.66		1.975	
178.421	119.94		1.980	
178.710	130.52		1.993	
178.978	140.37		2.001	
179.244	150.49		2.009	
179.460	160.01	1.88		2.431
179.654	169.51	1.93		2.529
180.010	178.60	2.02		2.583

ゲート開き 1.40 m

貯水位 (EL. m)	放流量 (m^3/s)	H/G	流量係数 C_o
177.604	40.90	3.96	1.844
178.088	43.10	4.31	1.853
178.528	44.91	4.62	1.855
179.044	47.01	4.99	1.861
179.563	49.05	5.36	1.866
180.100	51.02	5.75	1.868
180.753	53.36	6.21	1.872
181.239	55.00	6.56	1.874
182.085	57.70	7.16	1.874

実験資料 6-2 オリフィス壁面圧力測定資料 (原案)

ゲート開き 1.40m

条 件		貯水位 EL 179.563m 放流量 Q=49.18m³/s		貯水位 EL 181.639m 放流量 Q=56.26m³/s	
		測点標高 EL (m)	圧力 水頭 水柱(m)	圧力 水頭 水柱(m)	圧力 水頭 水柱(m)
A-1	180.832			0.86	181.69
A-2	180.351			1.32	181.68
A-3	179.754			1.90	181.65
A-4	179.283	0.33	179.61	2.39	181.68
A-5	178.877	0.71	179.59	2.71	181.59
A-6	178.516	1.03	179.55	3.03	181.55
A-7	178.187	1.31	179.50	3.31	181.50
A-8	177.885	1.59	179.48	3.58	181.46
A-9	177.608	1.86	179.46	3.84	181.45
A-10	177.351	2.07	179.43	4.06	181.41
A-11	177.114	2.30	179.41	4.29	181.40
A-12	176.896	2.52	179.41	4.52	181.41
A-13	176.688	2.75	179.44	4.78	181.46
A-14	176.479	3.00	179.48	5.03	181.51
A-15	176.271	3.25	179.53	5.27	181.54
A-16	176.069	3.47	179.54	5.47	181.54
B-1	180.832			0.86	181.69
B-2	180.351			1.31	181.66
B-3	179.754			1.88	181.64
B-4	179.283			2.36	181.64
B-5	178.877	0.72	179.60	2.72	181.60
B-6	178.516	1.06	179.58	3.05	181.56
B-7	178.187	1.35	179.54	3.34	181.53
B-8	177.885	1.62	179.50	3.60	181.49
B-9	177.608	1.87	179.48	3.84	181.45
B-10	177.351	2.01	179.36	4.04	181.39
B-11	177.114	2.32	179.43	4.30	181.41
B-12	176.896	2.54	179.44	4.54	181.44
B-13	176.688	2.79	179.48	4.79	181.48
B-14	176.479	3.03	179.51	5.06	181.54
B-15	176.271	3.25	179.53	5.27	181.54
B-16	176.069	3.47	179.54	5.48	181.55
C-1	172.167	7.25	179.41	9.28	181.45
C-2	172.761	6.46	179.23	8.44	181.20
C-3	173.000	6.16	179.16	8.10	181.10
C-4	172.956	6.14	179.09	8.04	180.99
C-5	172.822	6.02	178.80	7.82	180.60
C-6	172.600	5.38	177.88	6.89	179.39
C-7	172.289	3.00	175.11	3.50	175.61
D-1	172.167	7.22	179.39	9.23	181.40
D-2	172.761	6.46	179.23	8.45	181.21
D-3	173.000	6.15	179.15	8.10	181.10
D-4	172.956	6.13	179.08	8.04	180.99
D-5	172.822	6.00	178.78	7.79	180.56
D-6	172.600	5.23	177.73	6.70	179.20
D-7	172.289	4.05	176.16	3.45	175.56
D-8	171.889	0.19	171.80	-0.62	170.99
D-9	171.385	0.14	171.14	-0.80	170.20
D-10	170.750	0.07	170.35	-0.62	169.66
D-11	169.953	0.28	169.73		
D-12	168.944	0.04	168.54		
E-1	175.555				
E-2	175.326	4.15	179.48	6.17	181.50
E-3	175.097	4.35	179.45	6.35	181.45
E-4	174.868	4.54	179.41	6.55	181.41
E-5	174.638	4.84	179.48	6.71	181.35
E-6	174.407	4.89	179.30	6.87	181.28
E-7	174.180	5.06	179.24	7.01	181.19
E-8	173.951	5.20	179.15	7.12	181.08
E-9	173.722	5.30	179.03	7.19	180.91
E-10	173.493	5.36	178.85	7.17	180.66
E-11	173.264				
E-12	173.034	4.15	177.19	5.50	178.54

ゲート全開

条 件		貯水位 EL 177.87m 放流量 Q=101.5m³/s		貯水位 EL 179.49m 放流量 Q=159.9m³/s	
		測点標高 EL (m)	圧力 水頭 水柱(m)	圧力 水頭 水柱(m)	圧力 水頭 水柱(m)
C-1	172.167		4.53	176.70	5.37
C-2	172.761		2.46	175.23	2.51
C-3	173.000		1.93	174.93	1.91
C-4	172.945		1.82	174.76	1.91
C-5	172.778		1.62	174.40	1.70
C-6	172.500		1.43	173.93	1.44
C-7	172.111		1.90	174.01	2.61
C-8	171.611				
C-9	171.000				
C-10	170.278				
C-11	169.445				
C-12	168.500				
C-13	167.445				
C-14	166.278				
C-15	165.000				
D-1	172.167		4.22	176.39	4.83
D-2	172.761		2.57	175.33	2.59
D-3	173.000		1.95	174.95	2.05
D-4	172.945		1.86	174.80	1.92
D-5	172.778		1.46	174.24	1.44
D-6	172.500		1.00	173.50	0.84
D-7	172.111		0.93	173.04	0.80
D-8	171.611		0.44	172.05	0.14
D-9	171.000		0.49	171.49	0.25
D-10	170.278		0.30	170.58	0.07
D-11	169.445		0.43	169.88	0.28
D-12	168.500		0.20	168.70	0.08
D-13	167.445		0.03	167.48	-0.04
D-14	166.278		0.66	166.94	0.85
D-15	165.000		2.34	167.34	3.24
E-1	175.555				
E-2	175.326		1.40	176.73	2.28
E-3	175.097		1.48	176.58	2.34
E-4	174.868		1.51	176.38	2.32
E-5	174.638		1.44	176.08	2.10
E-6	174.407		1.41	175.81	1.97
E-7	174.130		1.30	175.48	1.70
E-8	173.951		1.22	175.18	1.52
E-9	173.722		1.25	174.98	1.52
E-10	173.493		1.23	174.73	1.47
E-11	173.264		-0.27	172.76	
E-12	173.034			-0.12	172.91
E-13	172.805				
E-14	172.805				
E-15	172.805				
E-16	172.805				

A: 上面左岸
B: 上面中央
C: 下面左岸
D: 下面中央
E: 側 面

実験資料 6-3 オリフィス水位-流量資料 (変更案)

ゲート全開

貯水位 (EL, m)	放流量 (m^3/s)	H / G	流量係数 C	
			自由越流 C_s	オリフィス C_o
173.743	5.31		1.729	
174.115	9.98		1.765	
174.444	15.10		1.813	
174.733	19.99		1.825	
175.000	25.15		1.852	
175.250	30.12		1.859	
175.534	36.50		1.885	
175.703	40.48		1.898	
176.131	50.19		1.887	
176.511	59.97		1.899	
176.893	70.41		1.910	
177.238	80.58		1.924	
177.583	90.99		1.932	
177.889	100.56		1.938	
178.194	110.75		1.949	
178.470	119.77		1.950	
178.746	129.79		1.963	
179.024	140.62		1.981	
179.291	151.18	1.876		2.473
179.535	156.58	1.941		2.501
180.005	167.70	2.066		2.568

ゲート開き 1.45 m

貯水位 (EL, m)	放流量 (m^3/s)	H / G	流量係数 C_o
177.589	41.55	3.69	1.854
178.303	44.87	4.18	1.862
178.950	47.56	4.63	1.864
179.714	50.62	5.15	1.868
179.994	51.63	5.35	1.867
180.496	53.84	5.69	1.880
181.259	56.65	6.22	1.885
182.030	59.30	6.75	1.887

実験資料 6-4 オリフィス壁面圧力測定資料 (変更案)

ゲート開き 1.45 m

条 件		貯水位 EL179.619m 放流量 Q=50.22m³/s		貯水位 EL182.159m 放流量 Q=59.43m³/s	
		圧力 水頭 水柱(m)	ピエゾ 水頭 EL(m)	圧力 水頭 水柱(m)	ピエゾ 水頭 EL(m)
A-1	180.832			1.37	182.20
A-2	180.351			1.84	182.19
A-3	179.754			2.40	182.15
A-4	179.283	0.38	179.66	2.83	182.11
A-5	178.877	0.76	179.64	3.21	182.09
A-6	178.516	1.08	179.60	3.53	182.05
A-7	178.187	1.37	179.56	3.83	182.01
A-8	177.885	1.65	179.53	4.08	181.96
A-9	177.608	1.89	179.50	4.33	181.94
A-10	177.351	2.11	179.46	4.55	181.90
A-11	177.114	2.33	179.44	4.76	181.88
A-12	176.896	2.55	179.45	4.99	181.89
A-13	176.688	2.77	179.46	5.24	181.93
A-14	176.479	3.03	179.51	5.50	181.98
A-15	176.271	3.29	179.56	5.77	182.04
A-16	176.069	3.51	179.58	5.99	182.06
B-1	180.832			1.38	182.21
B-2	180.351			1.84	182.19
B-3	179.754			2.38	182.14
B-4	179.283	0.40	179.68	2.77	182.05
B-5	178.877	0.76	179.64	3.20	182.08
B-6	178.516	1.08	179.60	3.46	181.98
B-7	178.187	1.31	179.50	3.80	181.99
B-8	177.885	1.65	179.53	4.08	181.96
B-9	177.608	1.88	179.49	4.32	181.93
B-10	177.351	2.13	179.48	4.54	181.89
B-11	177.114	2.34	179.45	4.75	181.86
B-12	176.896	2.56	179.46	4.99	181.89
B-13	176.688	2.79	179.48	5.24	181.93
B-14	176.479	3.03	179.51	5.51	181.99
B-15	176.271	3.31	179.58	5.78	182.05
B-16	176.069	3.52	179.59	5.99	182.06
C-1	172.167	7.31	179.48	9.77	181.94
C-2	172.761	6.53	179.29	8.93	181.69
C-3	173.000	6.23	179.23	8.59	181.59
C-4	172.956	6.18	179.14	8.49	181.45
C-5	172.822	6.02	178.84	8.19	181.01
C-6	172.600	5.39	177.99	7.23	179.83
C-7	172.289	3.62	175.91	4.71	177.00
D-1	172.167	7.28	179.45	9.76	181.93
D-2	172.761	6.53	179.29	8.94	181.70
D-3	173.000	6.23	179.23	8.59	181.59
D-4	172.956	6.15	179.11	8.47	181.43
D-5	172.822	6.01	178.83	8.19	181.01
D-6	172.600	5.40	178.00	7.25	179.85
D-7	172.289	3.25	175.54	4.31	176.60
D-8	171.889	0.70	172.59	0.75	172.64
D-9	171.385	0.23	171.61	0.03	171.41
D-10	170.750	-0.20	170.55	-0.49	170.26
D-11	169.953	-0.22	169.74	-0.43	169.53
D-12	168.944	-0.14	168.80	-0.26	168.69
D-13	168.260	0.15	168.41	0.10	168.36
D-14	167.667	0.55	168.21	0.55	168.21
D-15	166.333	0.73	167.06	0.74	167.08
E-1	175.555	3.94	179.49	6.40	181.95
E-2	175.326	4.18	179.51	6.66	181.99
E-3	175.097	4.39	179.49	6.85	181.95
E-4	174.868	4.58	179.45	7.03	181.90
E-5	174.638	4.77	179.41	7.19	181.83
E-6	174.407	4.94	179.35	7.34	181.75
E-7	174.180	5.11	179.29	7.48	181.66
E-8	173.951	5.25	179.20	7.57	181.53
E-9	173.722	5.34	179.06	7.62	181.34
E-10	173.493	5.37	178.86	7.56	181.05
E-11	173.264	5.10	178.36	7.10	180.36
E-12	173.034	4.10	177.13	5.59	178.63

ゲート全開

条 件		貯水位 EL177.898m 放流量 Q=100.74m³/s		貯水位 EL179.458m 放流量 Q=156.30m³/s	
		圧力 水頭 水柱(m)	ピエゾ 水頭 EL(m)	圧力 水頭 水柱(m)	ピエゾ 水頭 EL(m)
C-1	172.167	4.34	176.51	5.03	177.20
C-2	172.761	2.63	175.39	2.72	175.48
C-3	173.000	2.19	175.19	2.31	175.31
C-4	172.956	2.07	175.03	2.20	175.16
C-5	172.822	1.73	174.55	1.74	174.56
C-6	172.600	1.61	174.21	1.61	174.21
C-7	172.289	1.85	174.14	1.92	174.21
C-8	171.889				
C-9	171.385				
C-10	170.750				
C-11	169.953				
C-12	168.944				
C-13	168.260				
C-14	167.667				
C-15	166.333				
D-1	172.167	4.37	176.54	5.07	177.24
D-2	172.761	2.69	175.45	2.79	175.55
D-3	173.000	2.18	175.18	2.31	175.31
D-4	172.956	2.03	174.99	2.14	175.10
D-5	172.822	1.72	174.54	1.77	174.59
D-6	172.600	1.53	174.13	1.53	174.13
D-7	172.289	1.41	173.70	1.44	173.73
D-8	171.889	0.67	172.56	0.46	172.35
D-9	171.385	0.47	171.85	0.20	171.59
D-10	170.750	0.03	170.78	-0.41	170.34
D-11	169.953	-0.24	169.71	-0.55	169.40
D-12	168.944	-0.24	168.70	-0.41	168.54
D-13	168.260	0.15	168.41	0.10	168.36
D-14	167.667	0.67	168.34	0.67	168.34
D-15	166.333	1.22	167.55	1.21	167.54
E-1	175.555	1.08	176.63	1.80	177.35
E-2	175.326	1.45	176.78	2.32	177.65
E-3	175.097	1.55	176.65	2.41	177.51
E-4	174.868	1.58	176.45	2.38	177.25
E-5	174.638	1.52	176.16	2.19	176.83
E-6	174.407	1.50	175.91	2.05	176.46
E-7	174.180	1.48	175.66	1.95	176.13
E-8	173.951	1.44	175.39	1.78	175.73
E-9	173.722	1.48	175.20	1.79	175.51
E-10	173.493	1.59	175.08	1.87	175.36
E-11	173.264	1.48	174.74	1.69	174.95
E-12	173.034	1.20	174.23	1.28	174.31
E-13	172.805				
E-14	172.805				
E-15	172.805				
E-16	172.805				

A : 上面左岸
B : 上面中央
C : 下面左岸
D : 下面中央
E : 側 面

実験資料 6-5 オリフィス水位-流量資料 (最終案、ゲート開き変更)

ゲート開度 $G = 0.75 \text{ m}$		
貯水池水位 (EL・m)	放 流 量 $Q(\text{m}^3/\text{s})$	流量係数 C
182.41	31.60	1.851
181.25	29.60	1.845
179.32	25.91	1.827
178.13	23.10	1.790
175.55	16.84	1.763
* 174.31	12.28	—

ゲート開度 $G = 0.25 \text{ m}$		
貯水池水位 (EL・m)	放 流 量 $Q(\text{m}^3/\text{s})$	流量係数 C
182.50	95.92	1.940
181.42	89.48	1.924
180.29	82.22	1.904
179.28	75.32	1.883
178.18	67.04	1.853
177.21	59.44	1.831
* 176.31	54.03	—

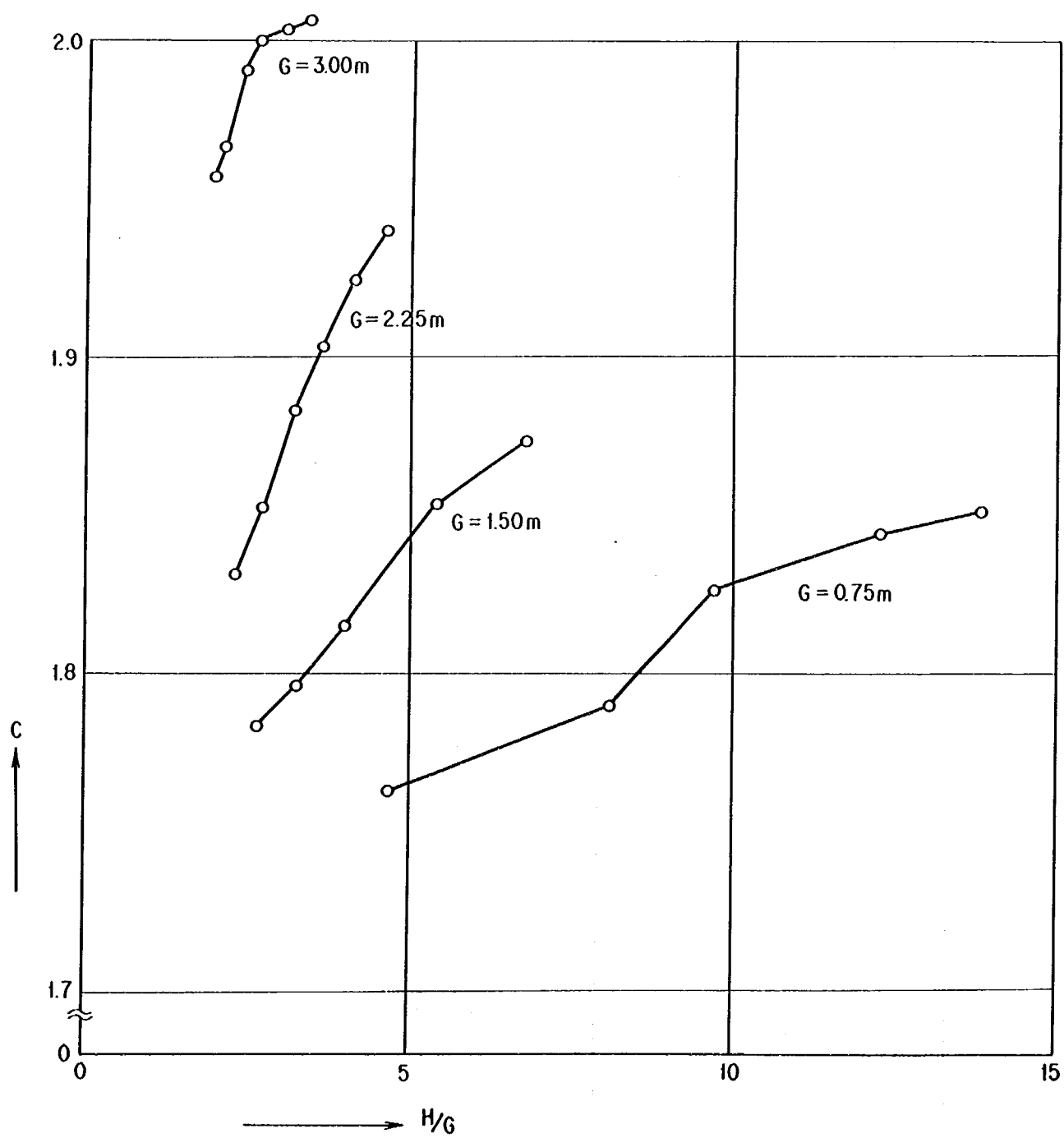
ゲート開度 $G = 1.50 \text{ m}$		
貯水池水位 (EL・m)	放 流 量 $Q(\text{m}^3/\text{s})$	流量係数 C
182.22	62.10	1.873
180.17	54.35	1.854
178.07	44.99	1.815
176.92	39.35	1.796
176.07	34.79	1.784
* 175.20	28.12	—

ゲート開度 $G = 3.00 \text{ m}$		
貯水池水位 (EL・m)	放 流 量 $Q(\text{m}^3/\text{s})$	流量係数 C
182.30	131.57	2.061
181.21	121.74	2.039
179.95	109.30	2.004
179.31	102.99	1.991
178.37	92.92	1.966
177.91	87.92	1.958
* 177.21	79.75	—
** 177.88	97.98	—

*は、フリーフローⅠを表わす。

**は、フリーフローⅡを表わす。

実験資料 6-6 オリフィス最終案形状における流量係数とゲート開きの関係



辺野喜ダム洪水吐き水理模型実験
報告書

ISSN 0386-5878
土研資料第2023号
昭和58年7月(1983年)

建設省土木研究所ダム水工研究室

キーワード 洪水吐き、水理模型実験

要 旨

辺野喜ダム洪水吐きの機能設計



