マイクロフィルム用資料

ＩＳＳＮ　0386－5878
土木研究所資料第3933号

志津見ダム水理模型実験報告書

平成16年2月

独立行政法人土木研究所
水工研究グループダム水理チーム

Copyright © (2004) by P.W.R.I
All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Chief Executive of P.W.R.I

この報告書は、独立行政法人土木研究所理事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、複製は、独立行政法人土木研究所理事長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。

ＩＳＳＮ　0386－5878
土木研究所資料第3933号

志津見ダム水理模型実験報告書

水工研究グループダム水理チーム　上席研究員　柏井条介
水工研究グループダム水理チーム　研究補助員　大黒真希

要　旨

本報告書は、平成13年度から15年度にかけて、土木研究所水工研究グループダム水理チームにて実施した志津見ダム洪水吐きの水理模型実験結果をとりまとめたものである。

志津見ダムは、神戸川水系神戸川に建設中の重力式コンクリート形式の多目的ダムである。洪水調節は自然調節方式であり、洪水調節用放流設備は２条の放流管により、また、非常用洪水吐きは堤趾導流形式の自由越流頂により構成される。

このうち自由越流頂は、堤頂道路として利用可能な形状を検討し、堤頂に設ける管理橋の省略を行っている。また、堤趾導流部では、施工上有利なシュートブロックによる壁高低減を行うとともに、模型実験の縮尺効果など導流壁高設定に必要な種々の検討を行い、通常の設計で設けられてきているデフレクターの省略を試みている。これらが志津見ダム洪水吐きの大きな特徴となっている。

本水理模型実験では、上記特徴をもつ志津見ダム洪水吐きの水理設計形状を検討するとともに、各放流設備の放流機能を明らかにした。

キーワード：ダム水理模型実験、自然調節、洪水吐き、堤趾導流部、減勢工

目次

1．はじめに……1

2．実験結果のまとめ……5

3．志津見ダム水理設計の主たる課題……19

3．1　水理設計に関わる基本諸元と放流能力条件……21

3．2　道路利用可能な堤頂形状の開発……21

3．3　デフレクターを省略した堤趾導流部の設計……22

4．非常用越流頂……23

4．1　1次検討（高欄高 0.9m）……25

4．1．1　検討概要……25

1）検討経緯……25

2）実験模型……25

4．1．2　系統実験の実験形状案……25

4．1．3　系統実験形状の抽出実験……27

4．1．4　修正案の検討……28

4．1．5　修正形状4の水理機能……29

4．1．6　全体模型実験の越流部流況と改善策……30

4．2　2次検討（高欄高 1.1m：最終案の検討）……30

4．2．1　形状の選定……30

4．2．2　比較形状2、4の取水塔周辺部等の水理特性……31

5．洪水調節用放流管……77

5．1　水理設計案の作成……79

5．1．1　概要……79

5．1．2　管軸の傾斜……79

5．1．3　管路形状……79

5．2　洪水調節用放流管抽出実験……80

5．2．1　実験概要……80

5．2．2　実験結果……81

1）放流特性……81

2）壁面作用圧力と流況……81

5．3　放流管開水路出口の水脈分割方法……81

6．堤趾導流部及び減勢工……105

6．1　実験概要……107

6．2　原案実験結果……107

6．2．1　堤趾導流部……107

6．2．2　減勢工……107

1）原案の流況（洪水調節用放流管放流時）……107

2）平面渦解消策と非常用放流時の流況確認……108

6．3　修正案実験結果……108
6．3．1　堤趾導流部……108
1）修正原案……108
2）シュートブロックによる壁高低減……109
3）導流壁高の設定……109
6．3．2　減勢工及び下流河道……111
7．おわりに……161

巻末資料……165

図目次

図－2.1(1)～(7)　志津見ダム洪水吐き最終案形状……9
図－2.2　洪水調節用放流管の貯水位と放流量の関係……16
図－2.3　洪水調節用放流管のC_PとH_P/Dの関係……16
図－2.4　洪水調節用放流管C_P^2とD/H_Pの関係……17
図－2.5　越流頂の貯水位と放流量の関係……18

図－4.1(1)～(4)　非常用越流頂系統実験形状……33
図－4.2　簡易標準越流頂を基本とした流量係数と越流頂形状の関係……37
図－4.3　越流水頭による非常用越流頂の流況変化（系統実験）……38
図－4.4(1)～(6)　越流水頭と越流量、流量係数の関係……39
図－4.5　系統実験形状の壁面作用圧力（設計洪水位）……45
図－4.6(1)、(2)　非常用越流頂修正形状……46
図－4.7(1)～(4)　修正形状の越流水頭と越流量、流量係数の関係……48
図－4.8　修正形状の壁面作用圧力（設計洪水位）……52
図－4.9　非常用越流頂傾斜部の越流水頭と越流量の関係（修正形状４）……53
図－4.10　越流頂鉛直部のすり付け検討形状……54
図－4.11(1)、(2)　高欄高 1.1m の検討形状……55
図－4.12(1)～(4)　比較形状の越流水頭と越流量、流量係数の関係……57
図－4.13　比較形状の壁面作用圧力（設計洪水位）……61
図－4.14(1)、(2)　取水塔部の越流水頭と越流量、流量係数の関係……62
図－4.15　抽出実験での取水塔の設置……64
図－4.16　取水塔周辺の壁面作用圧力（比較形状２（最終案(a)案））……65

図－5.1　洪水調節用放流管のピエゾ配置……83
図－5.2　洪水調節用放流管の壁面作用圧力（戸溝無し）……84
図－5.3　洪水調節用放流管の壁面作用圧力（戸溝有り）……85
図－5.4(1)～(13)　放流管開水路出口の流水処理方法……86
図－5.5　デフレクター設置時の越流部壁面作用圧力（形状 12）……99

図－6.1　洪水吐き全体模型概要図……112
図－6.2(1)～(3)　原案洪水吐き形状……113
図－6.3　原案減勢工の流況（洪水調節用放流管放流時）……116
図－6.4(1)、(2)　原案減勢工の水面形（洪水調節用放流管放流時）……117
図－6.5　平面渦解消案１（導流壁設置案）……119
図－6.6　平面渦解消案２（側壁ブロック案）……119
図－6.7　減勢工１次最終案形状……120

図－6.8(1)、(2)　1次最終案形状の減勢工流況……121
図－6.9(1)～(4)　1次最終案形状の減勢工水面形……123
図－6.10(1)～(3)　修正原案の堤趾導流壁沿い水面形……127
図－6.11　シュートブロックによる流れ……128
図－6.12　シュートブロック 1.5m 案の堤趾導流壁沿い水面形……129
図－6.13(1)～(3)　シュートブロック 2.0m 案の堤趾導流壁沿い水面形……129
図－6.14(1)、(2)　洪水吐き最終案流況……131
図－6.15　減勢池導流壁沿い水面形（最終案）……133
図－6.16(1)～(3)　下流河道流況（減勢工最終案）……134
図－6.17(1)～(3)　減勢工～下流河道水面形(減勢工最終案)……137

表目次

表－2.1　志津見ダム洪水吐きの主要貯水位と放流量の関係……8

表－3.1　志津見ダム洪水吐きの水理設計に関わる基本諸元……21

表－4.1　C と H_d 及び上下流高欄標高差の関係……27
表－4.2　設計洪水位における流量係数と単位幅当り越流量（系統実験）……28
表－4.3　修正形状の設計洪水位での越流量及び最低壁面作用圧力……29
表－4.4　比較形状の設計洪水位での越流頂及び最低壁面作用圧力……31

表－6.1　シュートブロック設置による修正原案からの水面低下率……109
表－6.2　導流壁沿い水深の目視と波面計計測値の関係……110

写真目次

写真－4.1　非常用越流頂の流況例（形状１）……66
写真－4.2　非常用越流頂の流況例（形状６）……67
写真－4.3　非常用越流頂の流況（修正形状４）……68
写真－4.4　非常用越流頂の流況（修正形状４、傾斜部）……69
写真－4.5(1)、(2)　越流部の流況（修正形状４）……70
写真－4.6　越流頂延長部すり付け形状と流況（修正形状４：ダム設計洪水流量 2,680m³/s）……72
写真－4.7　比較形状２（最終案(a)案）の流況……73
写真－4.8　比較形状４（最終案(b)案）の流況……74
写真－4.9　傾斜部の流況（比較形状４（最終案(b)案））……75
写真－4.10　取水塔部の流況（比較形状４（最終案(b)案））……76

写真－5.1　洪水調節用放流管の流況（戸溝無し、設計洪水位）……100

写真－5.2　洪水調節用放流管の流況（戸溝有り、設計洪水位）……100
写真－5.3　放流管開水路出口周辺の流況（形状１）……101
写真－5.4　放流管開水路出口周辺の流況（形状 12（最終案(a)案））……102
写真－5.5　放流管開水路出口周辺の流況（形状 13（最終案(b)案））……103

写真－6.1(1)～(3)　原案減勢工の流況（洪水調節用放流管放流時）……141
写真－6.2(1)～(5)　1 次最終案減勢工の流況……144
写真－6.3(1)～(3)　修正原案の堤趾導流部流況……149
写真－6.4(1)～(3)　シュートブロック 2m 案での堤趾導流部流況……152
写真－6.5(1)、(2)　最終案減勢池内流況……155
写真－6.6(1)～(3)　2 次減勢池のシルを省略した場合の流況……157
写真－6.7　下流河道流況（減勢工最終案）……160

巻末資料目次

1．非常用越流頂

付表－1(1)～(3)　系統実験形状及び修正形状の貯水池と越流量の関係……169

付図－1(1)～(5)　系統実験形状及び修正形状の圧力測定位置……172

付表－2(1)～(5)　系統実験形状及び修正形状の壁面作用圧力……177

付表－3(1)～(3)　比較形状の貯水池と越流量の関係……182

付図－2(1)、(2)　比較形状の圧力測定位置……185

付表－4(1)～(7)　比較形状の壁面作用圧力……187

2．洪水調節用放流管

付表－5　洪水調節用放流管の貯水位と放流量の関係……194

付表－6(1)、(2)　洪水調節用放流管の壁面作用圧力（戸溝無し）……195

付表－7(1)、(2)　洪水調節用放流管の壁面作用圧力（戸溝有り）……197

3．堤趾導流部

付表－8(1)～(3)　堤趾導流壁沿い水面形（修正原案）……199

付表－9　堤趾導流壁沿い水面形（シュートブロック 1.5m 案）……202

付表－10(1)～(3)　堤趾導流壁沿い水面形（シュートブロック 2m 案）……203

4．減勢工

付図－3　原案、1 次最終案減勢工水面形測定位置……206

付表－11(1)、(2)　原案減勢工水面形……207

付表－12(1)～(4)　1 次最終案減勢工水面形……209

付表－13(1)、(2)　減勢池～下流河道岸沿い水面形（減勢工最終案）……213

付表－14　下流河道流速（減勢工最終案）……215

付図－4(1)～(4)　河道横断……216

付表－15(1)、(2)　河道横断……220

添付資料……223

1．はじめに

1．はじめに

本報告書は、平成 13 年度から 15 年度にかけて、土木研究所水工研究グループダム水理チームにて実施した志津見ダム洪水吐きの水理模型実験結果をとりまとめたものである。

志津見ダムは、神戸川水系神戸川に建設中の重力式コンクリート形式の多目的ダムである。洪水調節は自然調節方式であり、洪水調節用放流設備は２条の放流管により、非常用洪水吐きは堤趾導流形式の自由越流頂により構成される。

このうち自由越流頂は、堤頂道路として利用可能な形状を検討し、堤頂に設ける管理橋の省略を行っている。また、堤趾導流部では、施工上有利なシュートブロックによる壁高低減を行うとともに、模型実験の縮尺効果など導流壁高設定に必要な種々の検討を行い、通常の設計で設けられているデフレクターの省略を試みている。これらが志津見ダム洪水吐きの大きな特徴となっている。

本水理模型実験は、上記特徴をもつ志津見ダム洪水吐きの水理設計形状を検討するとともに、各放流設備の放流機能を明らかにしたものであり、担当者を以下に示す。

柏井条介（平成 13～15 年度：独立行政法人土木研究所水工研究グループダム水理チーム上席研究員）

大黒真希（平成 13～15 年度：独立行政法人土木研究所水工研究グループダム水理チーム研究補助員）

本報告書は、大黒の助力のもと柏井が取りまとめた。

なお、ダム水理模型実験は、通常フルードの相似則により、模型値の原型換算がなされている。本水理模型実験においても同様にフルードの相似則により原型換算を行っており、以下では換算した原型値により実験結果を記載する。また、実験での主たる観測機器は以下の通りである。

流量：土木研究所ダム水理実験施設の給水システムの出力（電磁流量計）。

水面：貯水位は 1/10mm 読みポイントゲージ、その他水面形は 1mm 目盛スケール。

流速：プロペラ式流速計

流況：写真撮影、スケッチ、ビデオ撮影

２．実験結果のまとめ

2．実験結果のまとめ

図－2.1（1）～（7）に本水理模型実験により得られた志津見ダム洪水吐きの最終形状を示す。

図中、自由越流頂については、(a)、(b) いずれの案も採用可能である。(a)は上下流の高欄高を等しくし、サーチャージ水位での止水がどちらの高欄でも可能としたもの、また(b)は高欄最小の鉛直高を必要高欄高 1.1mとしたものである。構造上は(a)が、高欄からの逸脱に対する安全性は(b)が優れている。(b)案では、比較的スレンダーな上流側高欄にてサーチャージ水位の止水確保を行う必要があること、また、(a)案は必要高欄高 1.1mが確保されており、高欄外への逸脱に対する安全性は十分確保されていると考えられることから、(a)案の採用が適切と考えているが、ここでは、何れの形状も採用可能なものとして併記した。

また、放流管出口のデフレクターについても、(a)、(b)の両案何れも採用可能であり併記とした。(a)案は空気管を要しないもの、(b)案は空気管の設置を前提にデフレクター規模を小さくしたものである。

各設備の放流機能は次の通りである。

1）洪水調節用放流管

$$Q_P = C_P B D \sqrt{2gH_P} \tag{2.1}$$

開水路流　（$H_P / D < 1.64$）

$$C_P = 0.463 H_P / D \tag{2.2}$$

管路流　　（$H_P / D \geq 1.64$）

$$C_P = \sqrt{a - bD / H_P} \tag{2.3}$$

戸溝無し：$a = 0.800$、$b = 0.346$

戸溝有り：$a = 0.821$、$b = 0.369$

ここに、Q_P：放流管１条当たりの放流量（m³/ｓ）、B：出口幅（=4.8m）、D：出口断面高（=3.3m）、H_P：貯水位と放流管敷高(=EL.245.7m)の標高差、g：重力加速度(9.8m/ｓ²)、C_P：流量係数、a,b：定数である。なお、戸溝有りは、試験湛水用ゲートを放流管出口に設置した場合を示している。

2）非常用越流頂

$$Q_O = Q_{O1} + 2Q_{O2} \tag{2.4}$$

$$Q_{O1} = L_{O1}\alpha_1 H_O^{\beta_1}、\quad Q_{O2} = L_{O2}\alpha_2 H_O^{\beta_2} \tag{2.5}$$

（a）案

$\alpha_1 = 1.655$、$\beta_1 = 1.624$　（$H_O < 2.857$ m）、$\alpha_1 = 2.524$、$\beta_1 = 1.222$　（$H_O \geq 2.857$ m）

$\alpha_2 = 0.196$、$\beta_2 = 2.567$

（b）案

$\alpha_1 = 1.926$、$\beta_1 = 1.542$　（$H_O < 2.467$ m）、$\alpha_1 = 2.707$、$\beta_1 = 1.165$　（$H_O \geq 2.467$ m）

$\alpha_2 = 0.207$、$\beta_2 = 2.528$

ここに、Q_O：総越流量（m³/s）、Q_{O1}：水平部越流量（m³/s）、Q_{O2}：傾斜部片側の越流量（m³/s）、L_{O1}：水平部の越流幅（m）＝163.6＝171.7－取水塔幅 8.1、L_{O2}：傾斜部片側の越流幅（m）＝28.05 m、H_O：貯水位とサーチャージ水位 EL.276.2mの標高差（m）、α_1、α_2、β_1、β_2：定数である。

図－2.2~2.4 には洪水調節用放流管の貯水位と放流量の関係などの放流特性を、また、図－2.5 には越流頂の貯水位と放流量の関係を示す。これらの実験データについては巻末資料に示してある。式

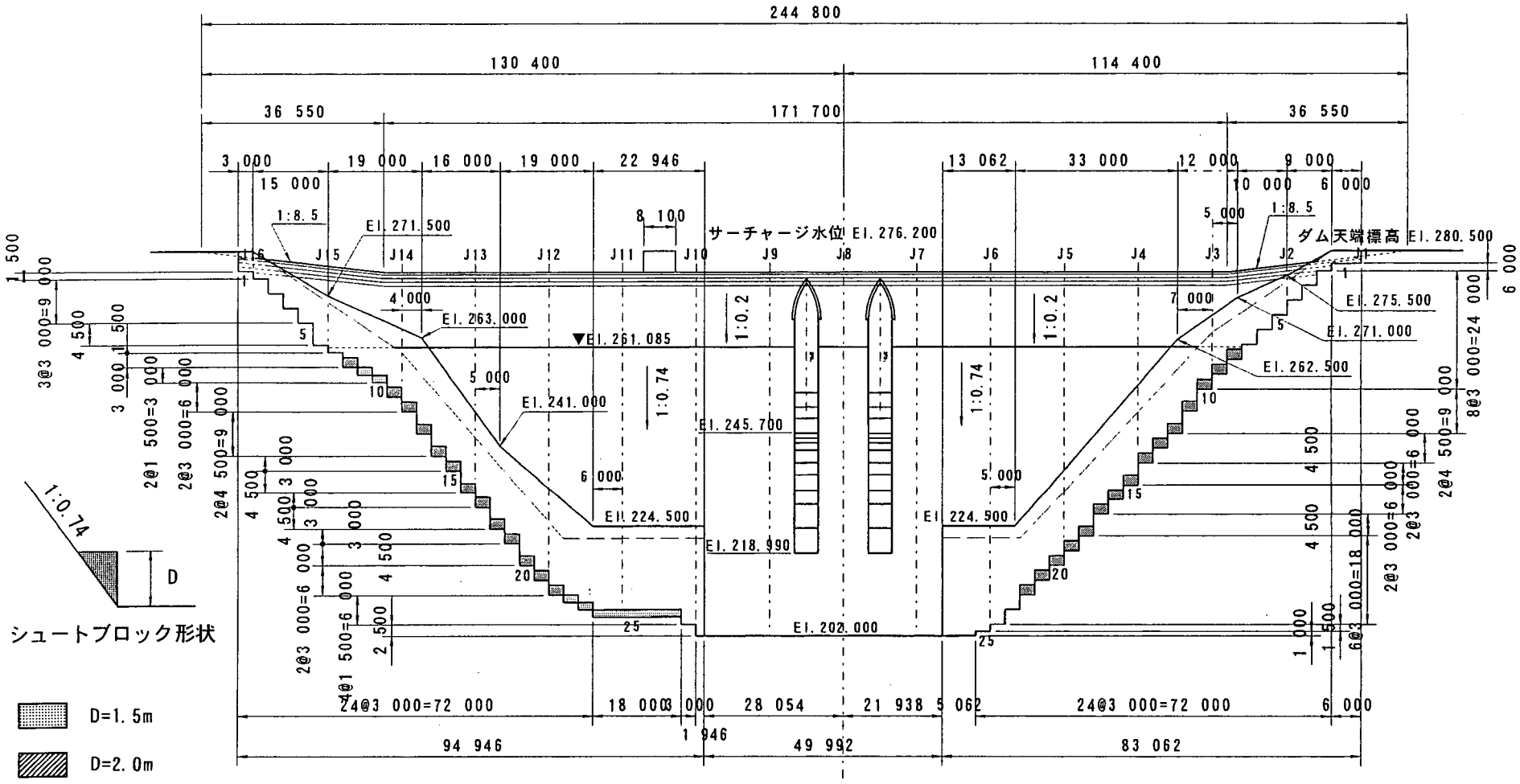
(2.1)~(2.5)は、実験データから作成した近似式であり、十分な精度での近似がなされている。

表－2.1 には、最終案形状での主要貯水位と放流量の関係を示す。サーチャージ水位での放流量は、戸溝無しで 676.2m³/s、戸溝有りで 684.8m³/s であり、何れも志津見ダムの計画最大放流量 680m³/s に十分な精度で一致している。また、設計洪水位での放流量は、案の組み合わせにより若干変化するが、2,725m³/s～2,740m³/s 程度であり、ダム設計洪水流量 2,680m³/s を満足する過不足ない値となっている。

表－2.1 志津見ダム洪水吐きの主要貯水池と放流量の関係

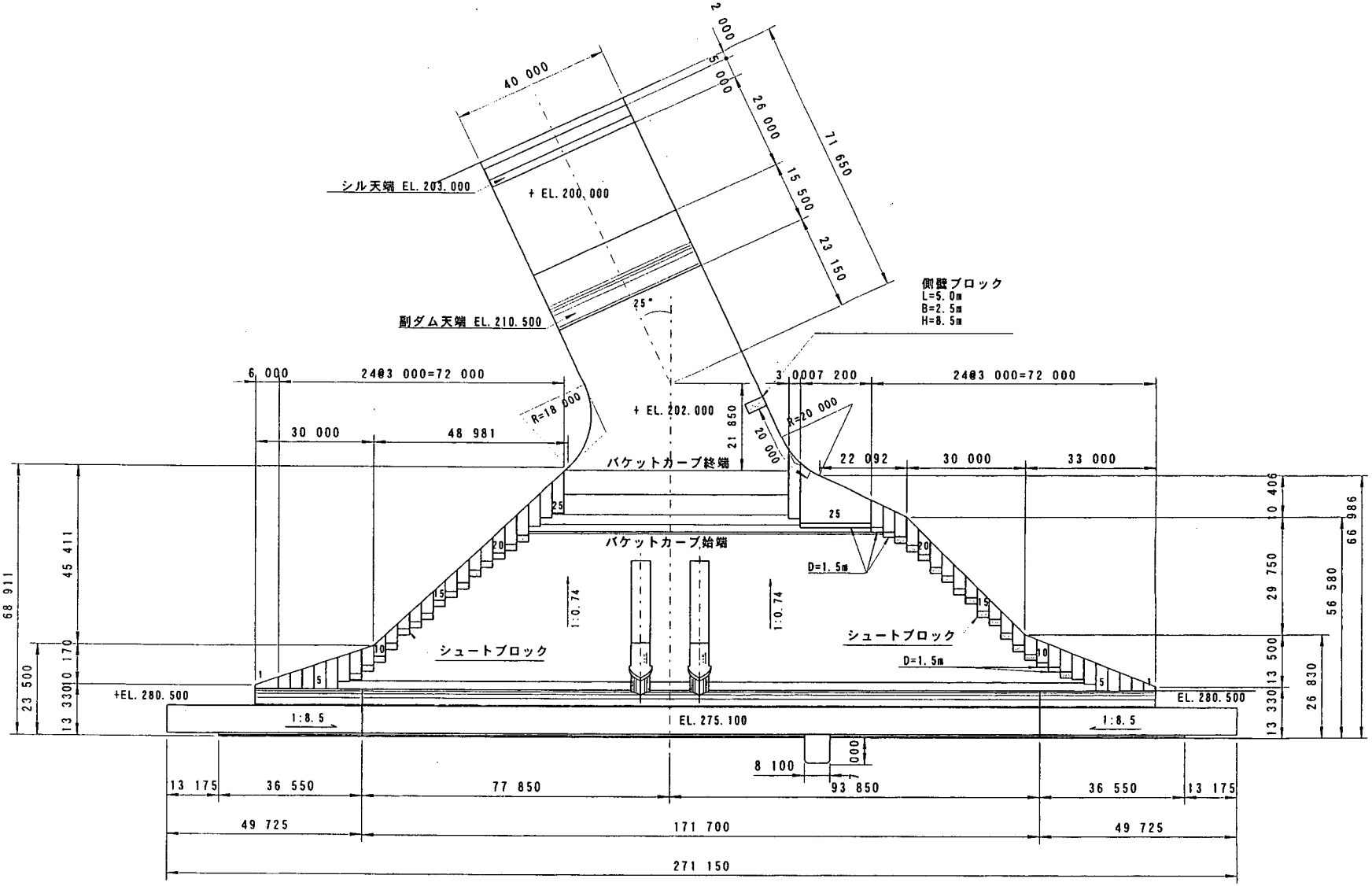
(m³／s)

			サーチャージ水位EL.276.2m	設計洪水位EL.279.5m
洪水調節用放流管2条	戸溝無し		676.4	713.8
	戸溝有り		684.6	722.4
越流頂	水平部	(a)案	—	1776.2
		(b)案	—	1779.7
	傾斜部合計	(a)案	—	235.4
		(b)案	—	237.5
	越流頂合計	(a)案	—	2011.6
		(b)案	—	2017.2
洪水吐き合計	戸溝無し	(a)案	676.4	2725.4
		(b)案		2731.0
	戸溝有り	(a)案	684.6	2734.0
		(b)案		2739.6



下流面図　　単位（mm）

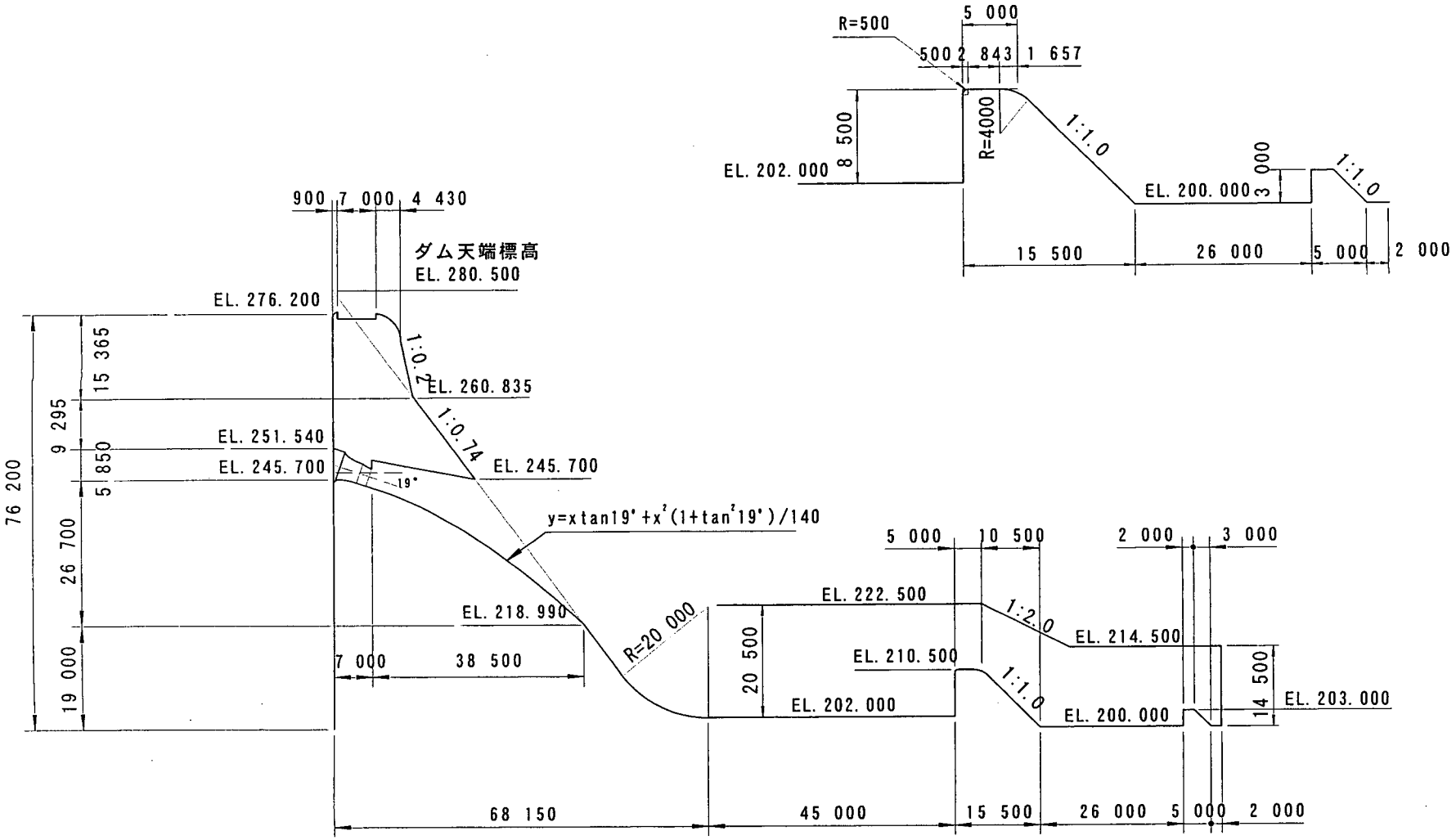
図－2.1（1）　志津見ダム洪水吐き最終案形状



平面図

単位（mm）

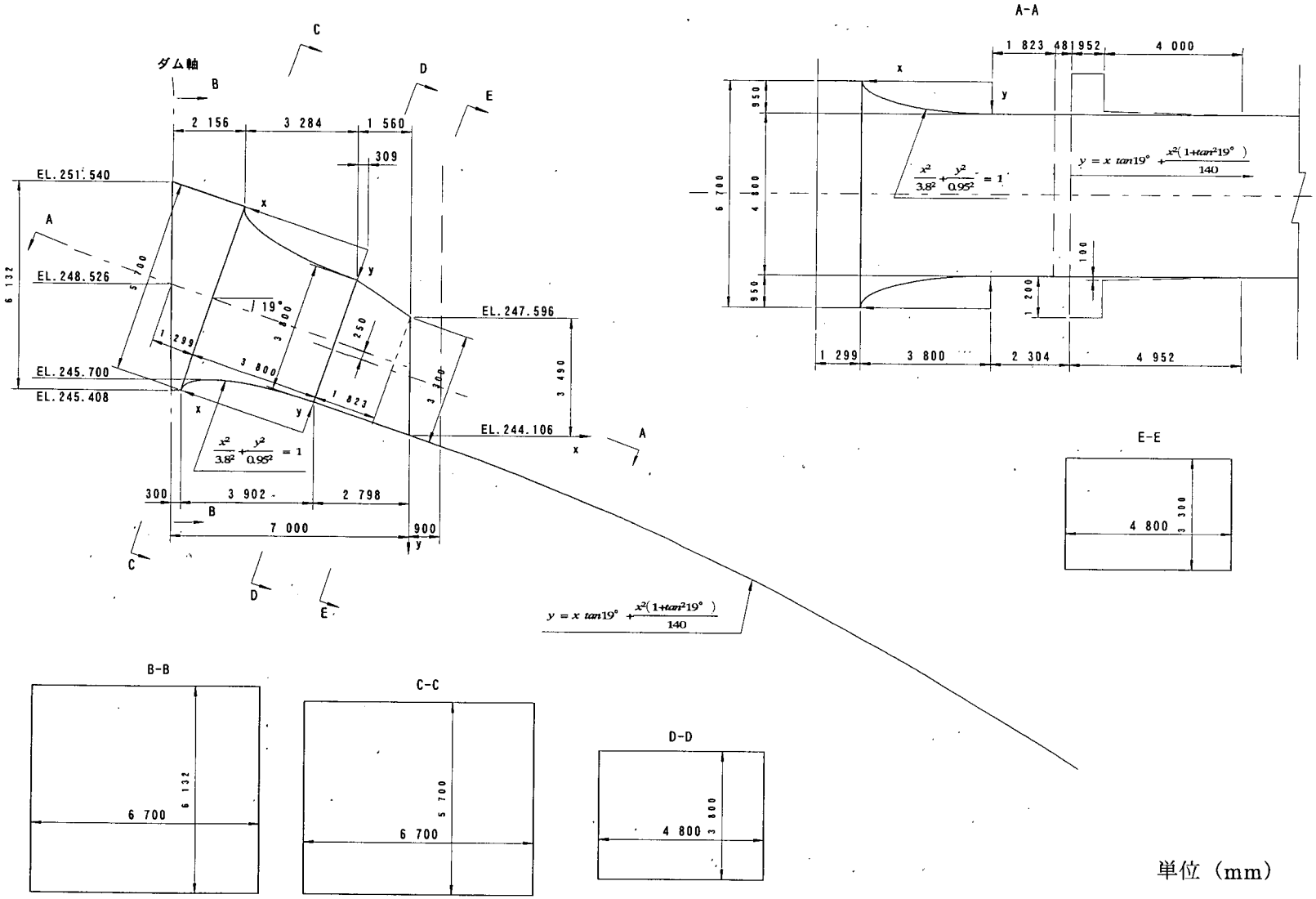
図－2.1（2）　志津見ダム洪水吐き最終案形状



標準断面図

単位(mm)

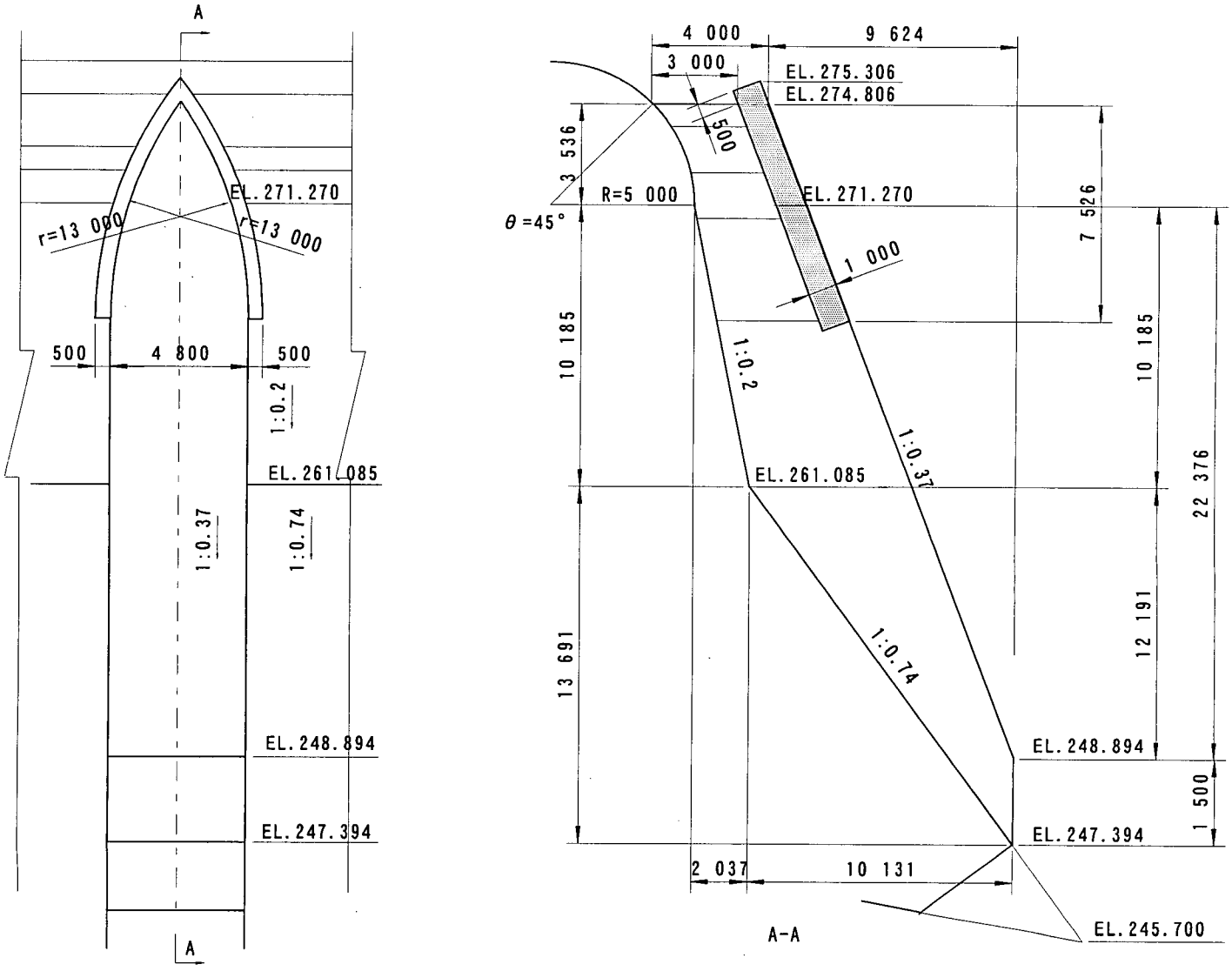
図－2.1（3）　志津見ダム洪水吐き最終案形状



単位（mm）

洪水調節用放流管

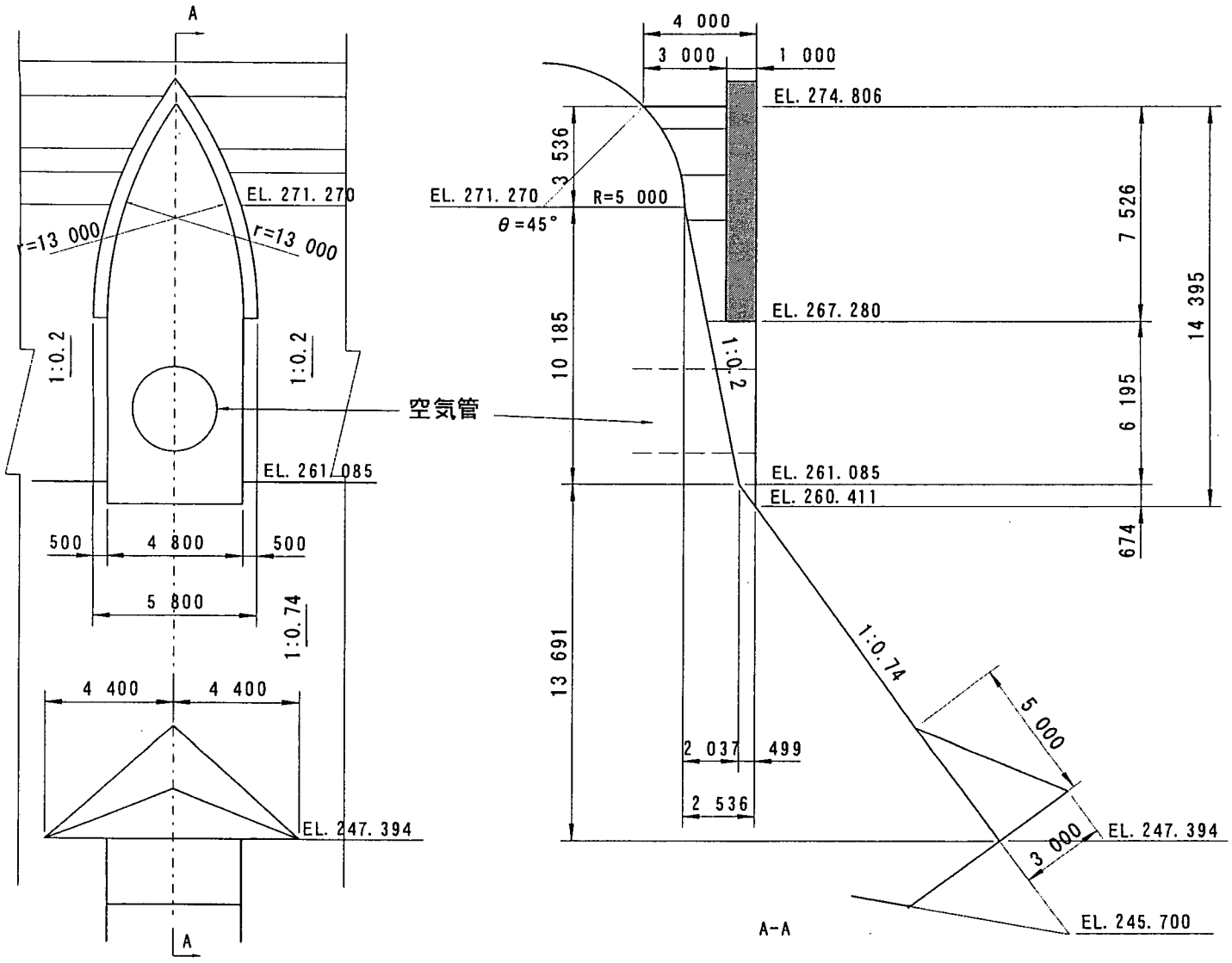
図－2.1(4)　志津見ダム洪水吐き最終案形状



単位（mm）

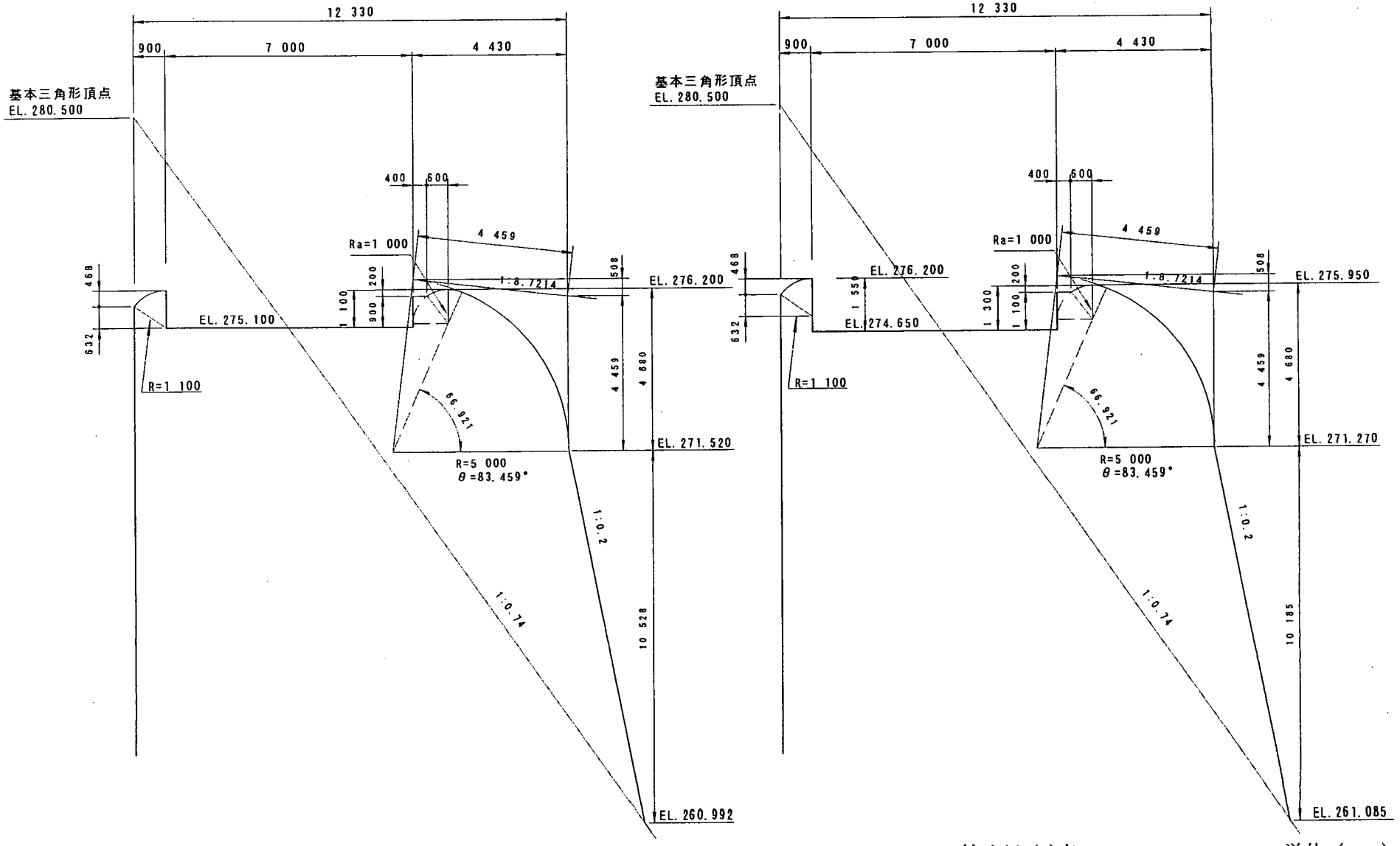
放流管出口デフレクター(a)案

図－2.1（5）　志津見ダム洪水吐き最終案形状

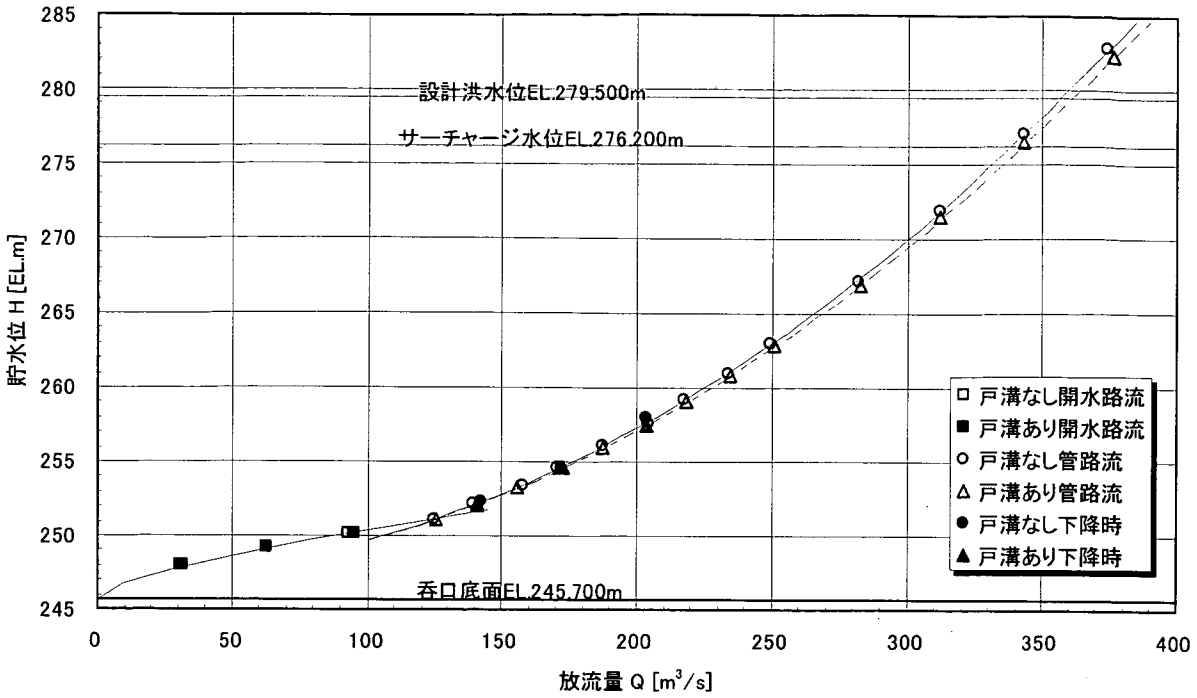


放流管出口デフレクター (b)案　　単位（mm）

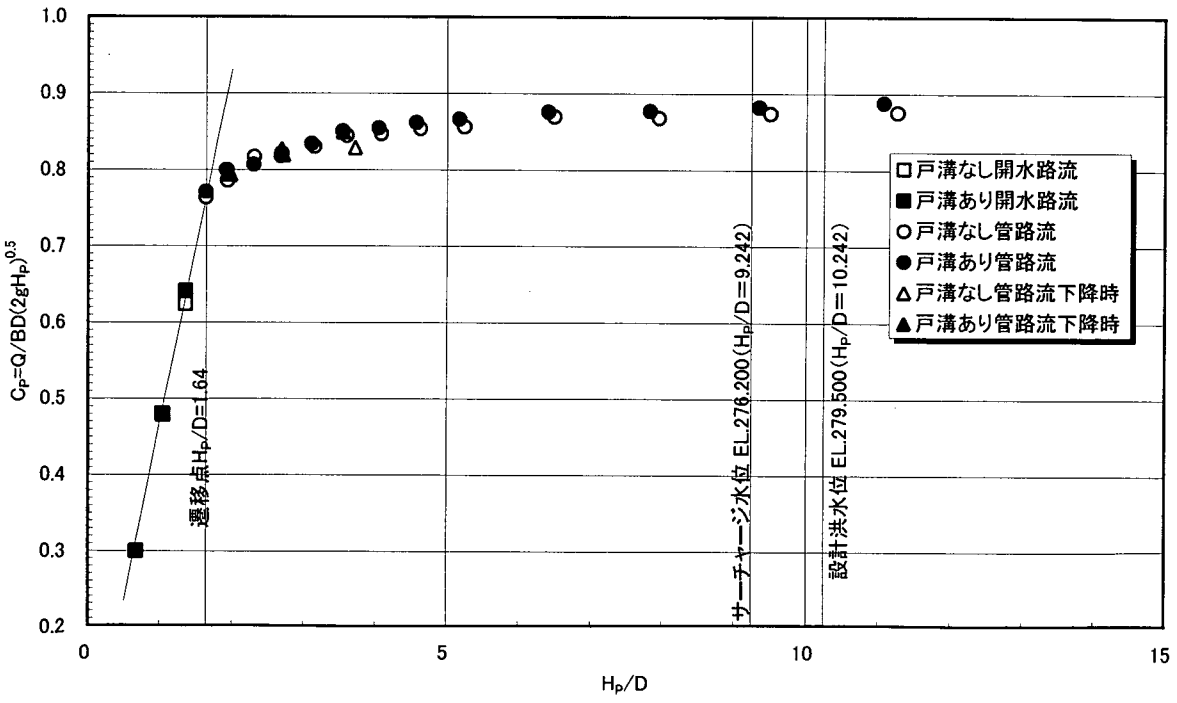
図－2.1（6）　志津見ダム洪水吐き最終案形状



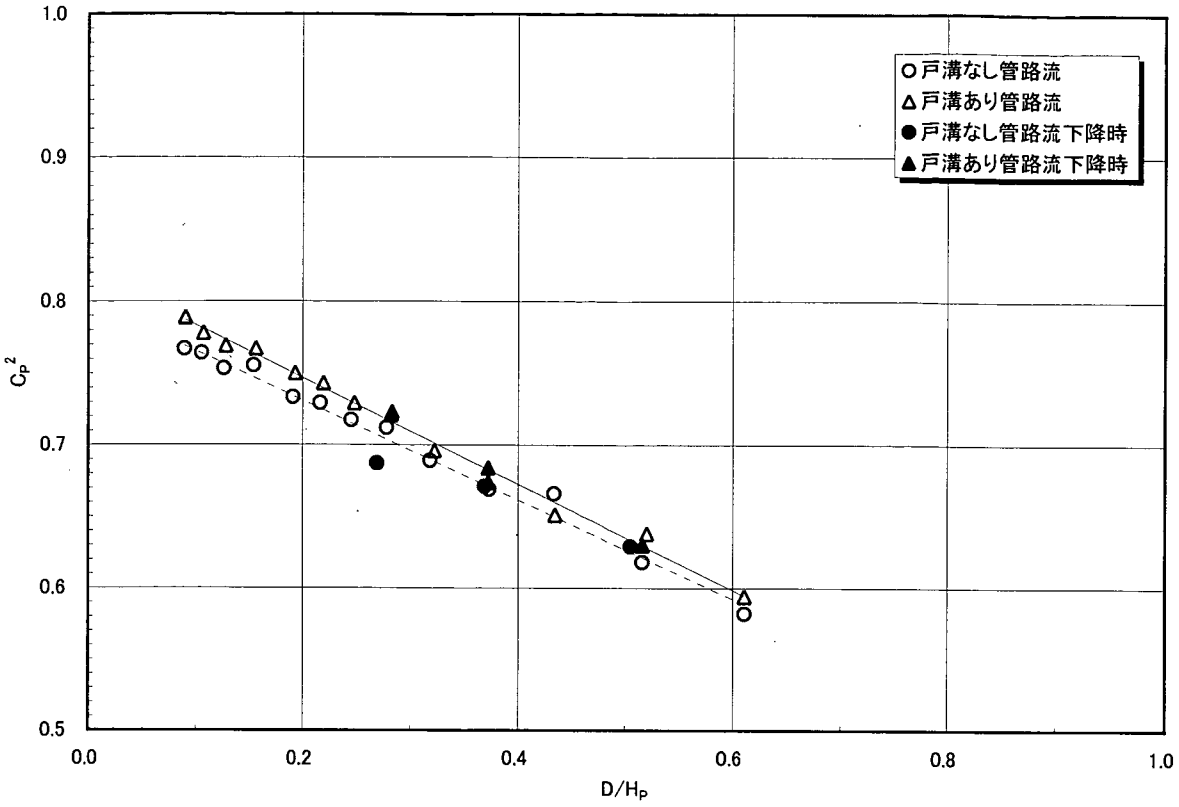
図－2.1 (7)　志津見ダム洪水吐き最終案形状



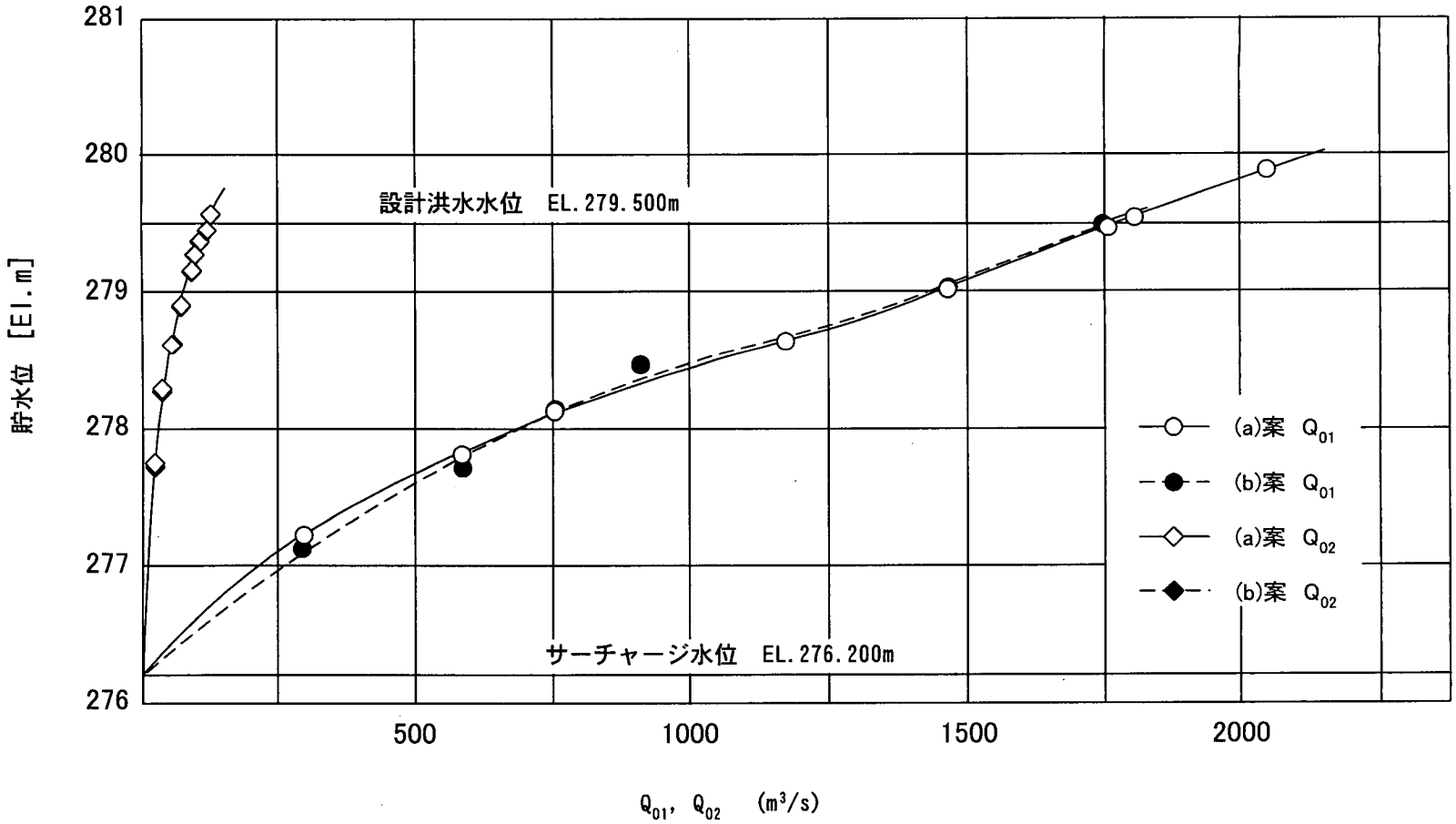
図－2.2　洪水調節用放流管の貯水位と放流量の関係



図－2.3　洪水調節用放流管の流量係数 C_p と H_p/D の関係



図－2.4　洪水調節用放流管の C_P^2 と D/H_P の関係($H_P \geqq 1.64$m)



図－2.5　越流頂の貯水位と放流量の関係

３．志津見ダム水理設計の主たる課題

3．志津見ダム水理設計の主たる検討課題

3．1　水理設計に関わる基本諸元と放流能力条件

表－3.1 に志津見ダム洪水吐きの水理設計に関わる基本諸元を示す。志津見ダムでは自然調節方式の洪水調節が計画されており、洪水吐きは、常時満水位に敷高のある洪水調節用放流管２条及びサーチャージ水位に敷高のある非常用越流頂より構成される。各施設の放流能力条件は次の通りである。

１）洪水調節用放流管

サーチャージ水位で計画最大放流量 680m³/s の放流能力であること。

２）非常用越流頂

設計洪水位で洪水調節用放流管と併せてダム設計洪水流量 2,680m³/s の放流が可能であること。

本水理模型実験の検討結果は２章に示す通りであり、洪水吐き形式としては、自然調節方式のダムで多く用いられている堤趾導流式の洪水吐きとして特徴付けられるものである。一方、志津見ダムでは、施工性及び経済性の向上のため、以下に示す技術開発を行っており、志津見ダム洪水吐きの大きな特徴となるとともに水理模型実験での主たる検討課題となった。得られた成果は、志津見ダムのみでなく、今後建設されるダムに展開されることも期待されるものである。

表－3.1　志津見ダム洪水吐き水理設計に関わる基本諸元

		流量	
最低水位	EL.232.3m		
常時満水位	EL.245.7m	計画最大放流量	680m^3/s
サーチャージ水位	EL.276.2m	計画高水流量	1,400m^3/s
設計洪水位	EL.279.5m	ダム設計洪水流量	2,680m^3/s
非越流部標高	EL.280.5m		
堤体			
形式	重力式コンクリートダム		
ダム高	85.5m	堤体下流面勾配	1:0.74

3．2　道路利用可能な堤頂形状の開発

志津見ダムは自然調節方式のゲートレスダムである。従って、ゲート付きダムで必要になる、緊急時の流水遮断を行う放流管予備ゲートやクレストゲートが無く、これらの開閉装置や機側操作盤といった設備を堤頂に設置する必要がない。また、堤頂長は十分大きく、流量係数が多少小さくなっても堤頂長内での非常用越流頂の設置が可能なものと予想された。

上記のことから、志津見ダムでは非常用越流頂部形状を道路形状とし、通常越流頂上方に設けられる管理橋を省略する方向で洪水吐き検討を行うこととした。越流頂道路と非越流部標高のすりつけは、勾配をもたせた道路（勾配 1:8.5）にて行う。越流頂を道路利用するために必要な水理設計上の具体的な課題として次の事項が考えられた。

１）通行可能（所要の道路幅、高欄機能を有する）で放流量条件を満足し、問題となる圧力降下、流況の乱れを生じない越流頂形状の開発。

２）越流頂上方に突出する選択取水設備の流水処理。

３）放流管出口から給気するための流水処理。

このうち放流管への給気については、空気管を設置しての対応が考えられるが、越流が堤頂長のほぼ全体に亘り、空気管入り口を越流のない箇所に求めるとかなり長い延長の空気管が必要になること

から課題とした。

1）、3）については、多くの越流形状に対する実験検討を実施している。また、2）については、当初懸念された影響は小さく大きな問題とはならなかった。なお、越流頂上方への突出設備として、選択取水設備のほか、エレベーターがあるが、エレベーターについては、他の施設による機能の代替等が事務所にて検討され、最終的には設置しないものとして実験を行っている。

3．3　デフレクターを省略した堤趾導流部の設計

堤趾導流部の設計では、従来、導流壁上端にデフレクターが設けられてきた。このデフレクターの設置には、導流壁沿いに這い上がる水脈を抑えるという壁高低減策の意味と、水理模型実験における模型規模の影響に対する安全性確保の2つの意味が考えられている。後者は、越流頂長が大きく越流水深の小さい洪水吐きの場合、実験施設の制約から模型での越流水深をあまり大きく設定できないことに対応するものである。

一方、導流壁上端に設置されるデフレクターはオーバーハング施設であり、施工上の負担が大きいとされている。この施工上の負担は導流壁高が高くなるほど大きくなる。このことを考慮し、本水理模型実験ではデフレクターを省略した堤趾導流部の設計を検討することとした。課題は以下のとおりである。

1）模型規模の影響及び越水量を考慮した適切な導流壁高の設定。

2）デフレクターに代わる施工性のよい壁高低減策の適用。

1）に対応するため、形状が相似で規模の異なる模型を用いた基礎実験を、志津見ダム洪水吐きの実験と並行して実施している。また、2）ついてはシュートブロックによる方法の適用を試みている。

4．非常用越流頂

4．非常用越流頂

4．1　1次検討（高欄高 0.9m）

4．1．1　検討概要

1）検討経緯

志津見ダム非常用洪水吐きでは、非常用越流頂（越流水深 3.3m）をそのまま天端道路として利用することが考えられている。このような越流頂は前例のないものであり、形状の基本的な考え方も明確でない。

そこでまず、同一の水理設計趣旨に基づき作成した、系統的な越流頂形状案について実験を行い、放流量及び圧力特性を把握した。水理設計趣旨は後に詳述するが、標準越流頂の水理的な知見をもとに設定したものである。

実験は、2 次元水路を用いた抽出実験として実施した。その結果、系統実験形状には適用可能な形状がないことが明らかになり、いくつかの修正形状を検討した。修正形状の検討により、概ね条件を満足する形状を得ることができ、傾斜部の放流量を確認した。また、全体模型により流況確認を行い、越流水脈の乱れが大きいことから改善策の検討を実施した。全体模型実験で実施した改善策は、越流量に影響を及ぼすものではなく、抽出実験にフィードバックするものではない。

以上がここで示す 1 次検討の内容である。本検討により一応の適用可能案を得ることができたが、検討の高欄高は既往のダム天端道路の実績を参考に 0.9mとして実施している。その後、道路橋の規定に従い 1.1m とする方向で検討することとなり、また、検討で得られた高欄形状が、人が比較的容易に上ることのできる形状であることから更に形状修正を実施した。本報告ではこれを 2 次検討として分けて示す。2 次検討は、1 次検討の結果を参考に修正案を作成し、抽出実験を通じて実施しており、2 章に示す最終案を得ている。

なお、1 次検討では、選択取水の影響については確認を実施していない。また、この時点では、選択取水設備幅は 6.5mとなっており、幅 6.5m のエレベーターが設置されている。最終的には、選択取水幅は 8.1m、エレベーターは省略されており、これらは 2 次検討で条件として用いている。

2）実験模型

本検討の模型実験は、先に述べたように抽出実験及び洪水吐き全体実験の両者により実施している。

このうち、抽出模型実験は縮尺 1/20 の抽出模型を、幅 1.5mの 2 次元水路下流端に取付けて実施した。鉛直方向の模型の再現区間は、越流頂下方 14m（模型で 0.7m）区間であり、傾斜部の実験では、傾斜最低標高を実験水路壁に一致させて実施した。

全体模型実験は、縮尺 1/50 の模型であり、模型形状の詳細は 6 章に示す。全体模型での検討項目は越流頂下流の導流状況にあり、実験での越流頂形状は 1 次検討の最終案形状である。

4．1．2　系統実験の実験形状案

系統実験の実験形状を図－4.1 に示す。本形状は、標準越流頂において得られている越流流れに関する知見に基づき作成したもので、形状の趣旨を以下に示す。

(1) サーチャージ水位以下での道路の水没は許容しない。

(2) 天端道路幅として少なくとも 4 mを確保する(形状 1～3)。比較案として 2 車線道路として 7 mの場合（形状 4～6）についても併せて検討する。

(3) 道路高欄高を 0.9m以上とする。

(4) (1)の条件を満足するため、上流側の高欄最高標高は、サーチャージ水位とし、形状は越流水頭

3.3mに相当する標準越流頂（ここでは、土木研究所で形状設定した簡易越流頂形状[1]とした）の越流頂点上流側形状を採用する。

(5) 下流の高欄標高及び形状は、流量係数と上流高欄の下流端を越流頂点とする越流頂形状との関係を考慮の上変化させる。なお、コンクリート体積の軽減を図るため、越流水脈は、円弧にて導流し鉛直面を介して堤体下流面に接続するものとする。

以上のうち、(1)～(4)については、特に説明を要しないと思う。以下に(5)の形状設定について更に説明する。

① 上下流高欄標高差

円弧のみで構成した簡易標準越流頂の放流量特性は次式で表される。

$$C = q / H^{1.5} \tag{4.1}$$

$$C = a\sqrt{1 + bH / H_d} \tag{4.2}$$

$a = 1.732$、 $b = 0.560$

ここに、q：単位幅当たり越流量、C：流量係数、H：越流水頭、H_d：設計水頭である。**図－4.2**は、上式を用い、越流頂点下流の曲線形状とCの関係を求めた結果を示したものである。また、**表－4.1**には、Cと当該Cに対応するH_d及び越流頂点から４m及び７m下流位置と頂点との標高差（上下流高欄の標高差に相当）を示す。

図及び表から、大きな流量係数を得ようとすると、上下流の高欄の標高差を大きくする必要があることが分かる(逆からいえば、上下流の高欄標高差を大きくすると、大きな流量係数を得ることができる)。一方、下流側の高欄高を0.9mとすると、大きな標高差は上流側の視界不良を招くことを意味している。志津見ダムの堤頂長から考えて、1.8 程度以上の流量係数を得るものとすると、道路幅４mにおいて上流側の視界を確保するためには、1.8～1.9 程度の流量係数しか期待できないことが予想される。

図－4.1は以上の検討を基に作成したものであり、図中の相当H_dに示すように、期待している流量係数は1.9 以下となる。

実際の越流量は、上下流の高欄形状は流量増加の方向に、天端の窪みは損失等の影響による流量減少の方向に影響することが予想され、これについては実験で確認することとする。

② 下流高欄形状

以上は、上下流の高欄標高差についての検討である。下流高欄形状は、有害な負圧の発生を防止できる範囲でできるだけコンパクトな形状とすることが、流量係数の低下防止、コンクリート量低減の観点から望ましい。ここでは、相当H_dの下流曲線及び鉛直面に接する円弧によりものとした。台形越流頂における下流円弧の最低壁面作用圧力は次式で計算すれば安全側の設計が得られる[2]。

$$(p_{\min} / \gamma) / H = 0.435(R / H)^{0.636} - 1 \tag{4.3}$$

ここに、$p_{\min}$：下流円弧部の最低壁面作用圧力、γ：水の単位体積当たり重量、R：下流側円弧半径である。

越流頂の許容負圧として一般に－3m 水柱が考えられているが、安全をみて－1.5mとすると$R = 4.71$mであり、ここでは5mとする。

以上のように、本形状は通常の台形越流頂と同様に、下流円弧部での負圧の発生を前提としており、越流水脈の剥離による流況変化が生じないよう、水脈側部の閉塞等、水脈の壁面付着状態の確保を確

認しておく必要がある。

表－4.1 CとH$_d$及び上下流高欄標高差の関係

流量係数C （m$^{0.5}$/s）		1.8	1.9	2.0	2.1
相当設計水頭H$_d$(m)		23.1	9.1	5.6	3.9
高欄標高差(m)	道路幅4m	0.37	0.96	1.37	1.67
	道路幅7m	1.17	2.50	3.29	4.08

4．1．3 系統実験形状の抽出実験

例として形状１及び６での流況を**写真－4.1、4.2** に示す。流況は、越流水頭が大きくなるに従って、概ね次のように変化する（**図－4.3**）。

①天端道路内常流状態：

上流側高欄を越流した流れが道路上で一旦減勢し、下流高欄上を越流する。流れは全体に穏やかで安定しているが、下流円弧上を流下する流れは跳水の影響で乱れている。

②遷移状態：

道路内に露出射流のでている状態であり、跳水始端位置が安定せず水面が動揺する。

③安定越流状態：

上流側高欄を越流した流れの剥離領域が下流高欄部付近にまで達し、下流側高欄を越流する。流れは比較的安定しているが、道路内での渦の形成や下流高欄への衝突に起因すると思われる乱れが下流円弧部より下流にまで伝達される。系統実験当初に想定した設計洪水位時点での流況は、この安定越流状態の流況である。

④水脈飛翔（ナップ）状態

③で示した下流高欄に衝突した水脈が完全に剥離し、下流円弧に沿わずに飛翔している状態。

このうち、③と④は、同じ越流水頭条件でも両者の流況がみられる場合が多かった。後にも示すように、下流円弧下流の壁面作用圧力は広い領域に亘り負圧となっている。このため、何らかの擾乱により水脈の一部が剥離すると、全体が剥離・飛翔し再付着しない状況となるが、水脈の一部が剥離する状況が生じるかどうかは実験における貯水位の上昇速度等により変化する。実験方法の違いにより両者の流況が生じるのはこのためである。写真では、道路幅４m、７mの例を示したが、道路幅が狭いほど①→③への流況遷移が速やかに行われ、流況も安定しやすいことが分かる。因みに、形状－６では、③の流況は生じることがなく、水脈は飛翔するのみであった。

各形状の越流水頭と放流量及び式（4.1）にて定義される流量係数との関係を**図－4.4(1)～(6)** に示す。図では、水脈飛翔時のものを黒丸にて区別しているが、安定越流時に比較して越流量が減少していることが分かる。

設計洪水位での流量係数C及び単位幅当り越流量を**表－4.2** に示す。表では、安定越流、水脈飛翔の両者が発生する場合については、安定越流時の流況を用いた。流況観察によれば、飛翔した水脈は模型下流端より遠方に放出されており、飛翔水脈下面への給気は、側・下方からなされている。実際には堤体下流面は更に遠方まで続き、下方からの給気は生じない、また、水脈幅が非常に広く側方からの給気も内部には十分行き渡らないものと思われる。以上より**表－4.2** では、流況が安定している安定越流時のものを用いたが、こうした２種の状況が生じる可能性があるのは放流状況が確定できず、設計形状として許容できるものではない。従って、採用に当っては、流況の安定性を確認する必要が

あるのはいうまでもない。

表より、道路幅が小さい程、また、上下流の高欄の標高差が大きいほど越流量が大きくなっていることが分かる。流量係数値をみると、当初推察した流量係数よりかなり大きな値が得られており、道路幅を７ｍと大きくしても 1.8 程度以上の流量係数は十分期待できるようである。

図－4.5 には各形状での壁面作用圧力を示す。圧力測定位置は巻末資料に示したが、ピエゾ番号とその位置の関係は、上流側から次の通りである。

ピエゾ No.1　　上流高欄円弧部
ピエゾ No.2　　上流高欄下流面上端付近
ピエゾ No.2～５　　道路底面
ピエゾ No.6　　下流高欄上流面上端付近
ピエゾ No.7～17(19)　下流高欄円弧部

ただし、流況は③の安定越流のものであり、形状６では水脈が飛翔していることから下流高欄円弧部の圧力はプロットしていない(大気圧)。図より、道路と下流高欄取付け部の高欄側直下流において急激な圧力降下が生じていることが分かる。道路と高欄取付け部直下流の圧力降下は、道路幅が大きいほど、また、上下流高欄の標高差が大きいほど大きいが、道路幅 7mのケースでは３ｍを越える大きな負圧を生じており問題がある。また、下流側円弧では全域に亘り負圧が生じており、これが水脈の変形を助長する原因となっている。

以上より作用圧力及び越流量の大きさ、流況の水理特性については、道路幅が狭いほうが優れていることが示され、道路幅４ｍであれば例えば形状１の採用が可能と考えられた（ただし、飛翔水脈を生じさせないための方策は必要である)。一方、道路幅７ｍにおいても流量係数 1.8 以上の確保は十分可能なことが予想され、道路幅については、できるだけ大きくとるのが望ましいことから、ここでは、道路幅７ｍについて更に検討を進めることとした。

表－4.2 設計洪水位における流量係数と単位幅当り越流量(系統実験)

	道路幅4m			道路幅7m		
	形状1	形状2	形状3	形状4	形状5	形状6
流量係数C($m^{0.5}/s$)	1.833	1.946	1.996	1.864	1.910	1.931
単位幅当り流量(m^3/s)	11.29	11.67	11.97	11.17	11.45	11.58

４．１．４　修正案の検討

道路幅７ｍを前提に、下流高欄円弧部の負圧低減及び水脈の飛翔を防止することを目的に修正形状を検討した。形状の修正は、下流高欄上流端に円弧を設けることを基本方針とし、更に上下流高欄標高差をパラメータとして実施した。検討形状は**図－4.6(1)、(2)**に示す 4 形状であり、圧力降下の比較的小さかった系統実験の形状４を原案としている。これら形状は、それぞれの結果を分析しつつ順次実施したものであり、各形状の趣旨及び結果を以下に述べる。なお、設計洪水位での流量係数、単位幅当り流量及び下流高欄における最低壁面作用圧力は**表－4.3** にまとめてある。また、越流水頭と越流量、流量係数の関係を**図－4.7(1)～(4)**に、設計洪水位における壁面作用圧力分布を**図－4.8** に示す。ピエゾ No. と設置位置の関係は系統実験と同様である。

修正形状１、２：

系統実験形状４の下流高欄上流端に円弧を設けたもので、形状１では 0.5mの、形状２では１ｍの

円弧半径とした。円弧を設けることにより、系統実験でみられた水脈の飛翔は見られなくなり、また、越流量も増加した。一方、壁面作用圧力は逆に大きくなり、３m以上の負圧の解消はできなかった。

修正形状３、４：

修正形状１、２では越流量が大きくなり、流量に余裕がある。そこで、円弧半径を１mとして上下流高欄の標高差を小さくし、越流量を低減させて圧力の上昇を図ることとした。修正形状３は上下流高欄の標高差を0.2mとしたもの、修正形状４は両者を水平にしたものである。

実験の結果、修正形状３、４の何れも負圧値を３m以下に抑えることができ、越流量も流量係数1.8以上の確保が可能である結果を得た。何れの形状も採用可能と考えたが、修正形状３は、ほぼ－３mの負圧となり余裕がないこと、修正形状４でも流量的には1.8に対し余裕があること、道路高欄としては上下流の標高差が無いほうが有利と考えられることから、ここでは修正形状４を選定する。

表－4.3 修正形状の設計洪水位での越流量及び最低壁面作用圧力

	形状4	修正形状1	修正形状2	修正形状3	修正形状4
下流高欄円弧半径(m)	0	0.5	1	1	1
上下流高欄標高差(m)	0.4	0.4	0.4	0.2	0
流量係数C($m^{0.5}/s$)	1.864	1.913	1.904	1.873	1.838
単位幅当り流量(m^3/s)	11.17	11.47	11.41	11.23	11.02
最低壁面作用圧力水頭(m)	-3.1	-4.2	-3.2	-2.9	-2.0

４．１．５　修正形状４の水理機能

１次検討において選定した修正形状４の水平部越流特性及び壁面作用圧力については、前項に示した通りである。**写真－4.3** には修正形状４での流況を示す。先にも示したように、水脈の飛翔は認められない。また、道路幅７mの系統実験時の流況と比較して、全般に越流水脈の乱れは軽減されており、円弧の影響が認められる。ただし、下流高欄円弧～鉛直に至る水脈の変形が大きいことに変わりはない。この水脈の変形については改善の必要があると考えており、全体模型実験にて改善策の検討を実施している。

図－4.9 には、越流頂左右岸傾斜部（勾配１：8.5）の越流量特性を示す。設計洪水位での越流量は片側傾斜部で114.4m^3/s、全体で228.8m^3/sである。**写真－4.4** には傾斜部での流況を示す。特に問題となる流況ではないが、越流水深の小さい側の越流水は、道路上を流下して越流水深の大きい側の越流水と合流し、この部分の道路内の水深を大きくしているようである。実験では、傾斜部のみを取り出しており、水平部との取付け部での水脈の干渉は再現されていないが、越流幅が大きいので無視できるものと考えている。

以上の検討では水平部の流量係数を1.8以上とすることを目安とし、道路幅７mでの対応が可能としたが、ここで、設計洪水位での放流量について確認する。

設計洪水位での洪水調節用放流管及び非常用越流頂傾斜部の放流量は、

洪水調節用放流管（戸溝なし）　713.8m^3/s

非常用傾斜部　228.8m^3/s

合計　942.6m^3/s

である。ここで、洪水調節用放流管の放流量は、５章に示す実験結果によるものである。従って非常用越流頂水平部の必要越流量は、

水平部必要越流量＝ダム設計洪水流量2,680－942.6＝1737.4m^3/s

最終形状の設計洪水での越流量は、単位幅当り 11.13m³/s である。したがって、必要水平部長は

水平部必要長＝1737.4/11.13＝156.1m

であり、これにエレベーター幅、選択取水設備幅（それぞれ 6.5m）を足した 169.1mが水平部全長となる。

4．1．6　全体模型実験の越流部流況と改善策

修正形状４について、全体模型実験による流況確認を実施した。全体模型の模型形状は６章に詳述するが、水平越流部全長は 160mであり、前項での検討に若干不足するが概ね条件を満足するものである。また、水平部には幅 6.5mの選択取水設備とエレベーターが設置されている。

写真－4.5(1)、(2)に越流部の流況を示す。抽出実験で示されたように、高欄下流円弧及びその下流の鉛直部を流下する水脈は全体に不安定な状況にあり、比較的大きな水脈の変形が生じる。変形しながら鉛直部を流下した流れは、堤体下流面との交点で流向を変えるが、このとき水脈変形は増幅され、飛沫上となった大きなヒレ状の水脈が幾筋も流下するようになる。

流況は全体としてかなり乱れたものとなっており、流量が大きいほど乱れが顕著になる。ダム設計洪水流量の放流では、ヒレ状の流れは、間欠的に模型の堤趾導流壁を超える場合も観察され、改善すべき流況である。こうした水脈の乱れは、エレベーターや選択取水位置周辺で更に大きい。特にエレベーター周辺では水脈の剥離も生じており、スムーズな線形とする等の配慮が必要である。

先に述べたように、エレベーターについては、その後の検討で省略されており、ここでは水脈全体の乱れの低減策を検討する。検討は、鉛直部に傾斜状のすり付け部を設け、流下水脈の圧力上昇を図る方向で実施した。検討形状を**図－4.10** に、ダム設計洪水流量時の流況を**写真－4.6** に示す。

写真－4.6 から分かるように、形状１では殆ど効果がない。一方、形状２～４では、流況の改善がみられており、傾斜部を大きくするに従って水脈の変形及びヒレ状水脈の規模が小さくなっている。流況の改善は傾斜部規模が大きくなるに従って漸次なされおり、明瞭な変化点が存在しない。従って、形状の選定が問題になるが、形状２ではやや乱れが大きく問題があると考え、ここでは形状３のすり付け形状を選定する。

4．2　2次検討（高欄高 1.1m：最終案の検討）

4．2．1　形状の選定

４．１の検討では高欄高を 0.9m として実施した。これは、既往のダム天端道路の高欄高を参考にしたものであるが、その後道路橋の規定である 1.1m 以上を確保する方向で検討することとなった。また、４．１で得た修正形状４は、下流側高欄の断面が円弧形状になっており、人が容易に登り得る形状であることが懸念された。以上より、４．１の修正形状４を基本に、更に修正形状を検討した。

図－4.11(1)、(2)に検討形状を示す。比較形状１～３は上下流の高欄高に標高差を設けないもの、また、比較形状１、３、４は高欄高 1.1mを鉛直高として確保したもので、比較形状２が２章に示した最終形状(a)案に、比較形状４が最終形状(b)に当る。

比較形状の策定は、番号順に順次実施している。比較形状１は４．１の修正形状４の下流側高欄上流面を鉛直としたものである。比較形状２は、比較形状１の下流高欄部で流れの剥離が見られたこと及び越流量が小さかったことに対する改良案であり、鉛直高として 0.9mを確保している。また、比較形状３は、比較形状２の鉛直高を 1.1mとしたものであるが、越流量の減少を生じた。比較形状４は、この結果を受けて作成した鉛直高 1.1mの場合の改良案であり、上下流の高欄高に標高差を設け

たものである。標高差の設定は、４．１の実験結果を参考に行っている。

検討は、４．１に述べた縮尺1／20の抽出実験により実施しており、図－4.12(1)～(4)に各形状の越流水頭と越流量、流量係数の関係を、設計洪水位における壁面作用圧力分布を図－4.13 に示す。測点 No.と位置は４．１に示したと同様である。なお、実験では比較形状１、２の下流面は鉛直、比較形状３、４は４．１の検討結果を受けて 1:0.2 の傾斜面設置形状としているが、比較形状２では、傾斜面設置による比較実験を実施しており、流量や壁面作用圧力に傾斜面の影響がないことを確認している。

表－4.4 には、各形状の設計洪水位での越流量及び壁面作用圧力を示す。壁面作用圧力は何れの形状も２m近い負圧となっているが特に問題になるものではない。一方、越流量については、全体に４．１で得た修正形状４に比較して小さく、特に比較形状１、３では 1.8$m^{0.5}/s$ より小さくなっている。

越流頂長については、４．１の検討結果を受け、堤頂長から可能な長さが再検討されている。また、エレベーターの省略、選択取水幅の見直しが行われ、最終的には2章に示したように、水平部全長171.7m、越流頂長 163.6mが提案されている。これを考慮し、傾斜部の流量として４．１の修正形状の値を用いると、C=1.77程度の値が必要になる。修正形状４で比較的大きい流量係数が得られていることを考慮すると、1.8 程度の値が望まれよう。

上記越流量条件を勘案すると、比較形状３は流量が不足する。比較形状１は限界値に近い形状ということができるが、図－4.12(1)に○と●がプロットされているように、下流高欄上流端で剥離が生じる場合がみられている。これは、系統実験形状で見られたと同じ現象であり、流れの安定性という意味で望ましくない。従って、ここでは、比較形状２及び４を採用可能な形状として、傾斜部及び取水塔設置部での流量調査等を実施した。なお、写真－4.7、4.8 にそれぞれ比較形状２、４の水平部の流況を示す。特に問題となる流況はみられていない。

表－4.4 比較形状の設計洪水位での越流量及び最低壁面作用圧力

	修正形状4	比較形状1	比較形状2	比較形状3	比較形状4
流量係数C($m^{0.5}/s$)	1.838	1.776	1.799	1.758	1.820
単位幅当り流量(m^3/s)	11.02	10.59	10.78	10.54	10.91
最低壁面作用圧力水頭(m)	-2.0	-2.02	-1.93	-1.72	-1.81

４．２．２　比較形状２、４の取水塔周辺部等の水理特性

比較形状２（最終案(a)案）、４（最終案(b)案）の傾斜部の越流量については、2 章に示した通りであり、水平部と合せ流量推定式を提示した。2 章の流量提示式は、越流量表示式として通常用いられ、ここまでの整理で用いてきた流量係数ではなく、貯水頭と越流量の関係を直接回帰するものとしている。これは、本越流頂の流量係数変化が複雑であり、式(4.1)で表されるような表示式に余り意味がないと考えたことによる。

2 章の近似式では取水塔の影響は単純に取水塔幅の欠損として扱っている。図－4.14(1)、(2)には、それぞれ比較形状２、４の取水塔部の越流水頭と越流量、流量係数の関係を示す。ここで、取水塔部の実験は、図－4.15 に示すように、取水塔を水路中央に設置して実施している。取水塔周辺では、越流量が増加しており、設計洪水位では、比較形状２、４でそれぞれ 1.96、1.97 の流量係数Cが得られている。流況観察では取水塔の下流側で越流水が拡幅しており、この拡幅が流量増加の要因になったものと思われる。ただし、全体の越流量に対する流量増加量は小さく、2 章では取水塔近傍について

も水平部と同じ扱いとした。2 章に示したように、こうして計算される越流量は、条件を満足するものである。

写真－4.9、4.10 に比較形状４の傾斜部及び取水塔部の流況を示す。比較形状２の流況も比較形状 4 と同様であり、設計洪水位での取水塔下流では、拡幅した越流水脈が天端道路内にて衝突し、流れが集中して盛り上がりを生じている。このため流況はやや乱れたものとなるが、取水塔設置位置は堤趾導流壁と離れており、特に問題となるものではない。

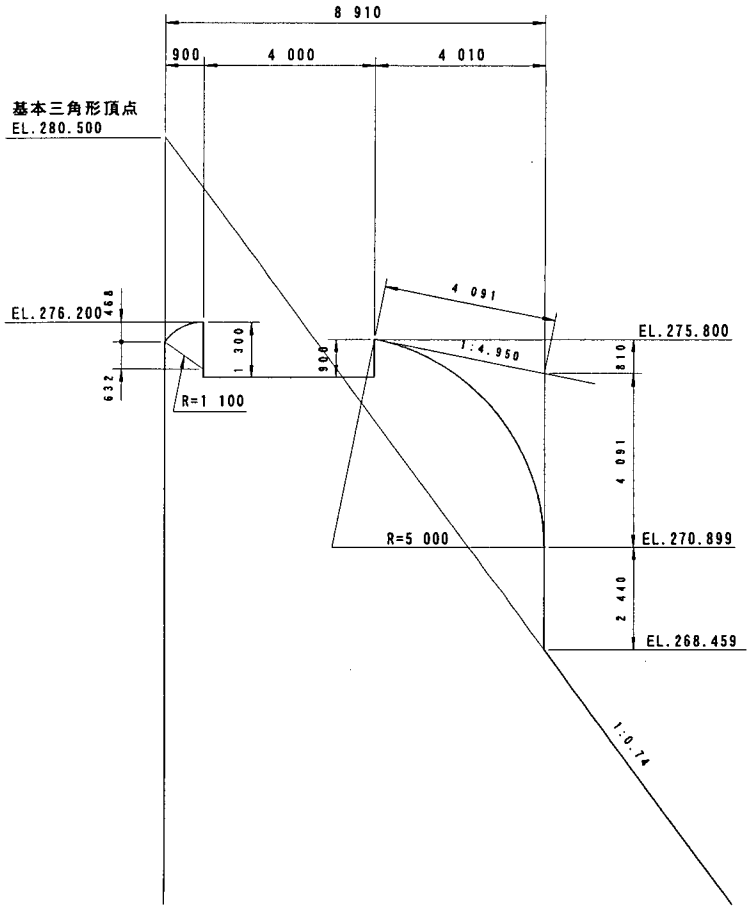
図－4.16 には、比較形状２における取水塔周辺の壁面作用圧力を示す。測点 No.と位置の関係は４．１に示したと同様である。径間中央では、取水塔沿いと比較して越流水頭が大きい場合の圧力降下が大きくなっている。取水塔の存在により、径間中央部に何らかの流れの集中が生じたものと思われる。ただし、負圧値は３ｍに達することはなく問題となるものではない。なお、圧力測定は比較形状４では実施しておらず、図は比較形状２のものである。比較形状４でも同様の結果になるものと思われる。

以上、高欄高 1.1mとした場合の適用可能な越流頂形状として、比較形状２、４の２案を得た。2 章にも示したように、比較形状２は、サーチャージ水位での止水が上下流どちらの高欄でも可能とした構造上有利なものであるのに対し、比較形状４は高欄の鉛直高が高く、高欄からの逸脱行為防止の意味で優れている。最終的な形状の選定は両者の特徴を勘案のうえ実施される。

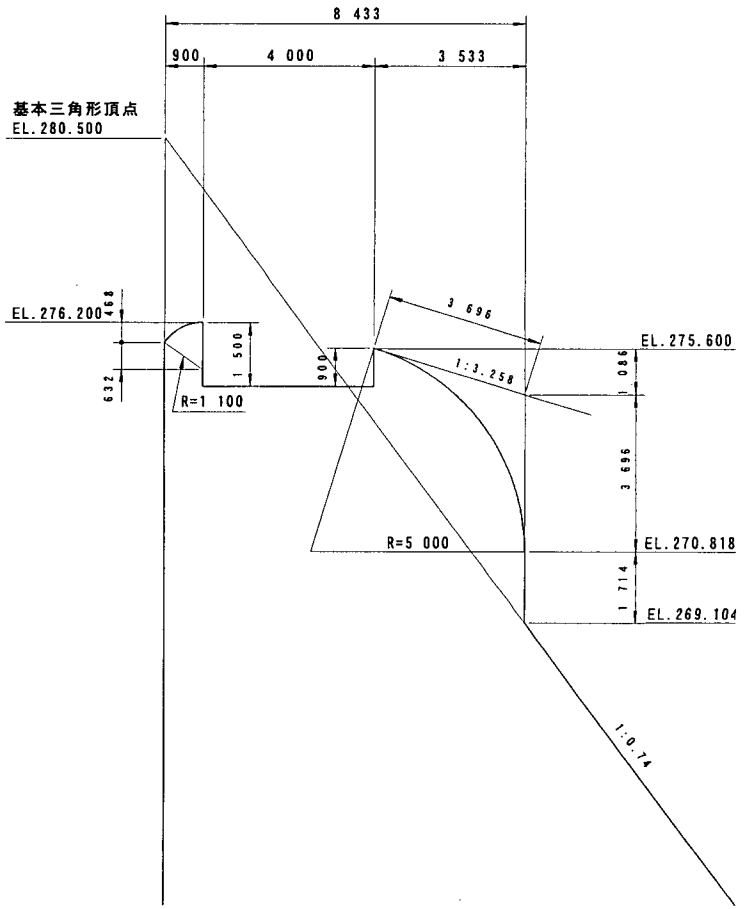
参考文献

1）柏井条介、櫻井寿之：越流水頭の小さい越流頂の設計形状と水理特性－標準及び台形越流頂－、ダム技術、No.182、2001

2）柏井条介、宮脇千晴：台形越流頂及びオリフィス下流円弧部の壁面作用圧力、ダム技術、No.124、1997



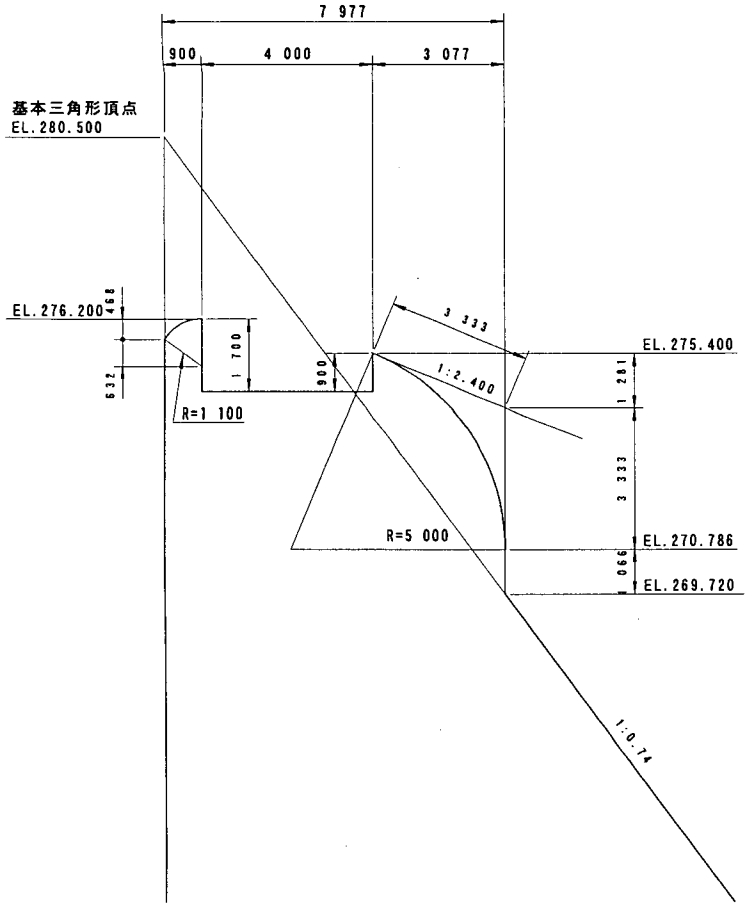
形状　1



形状　2

単位（mm）

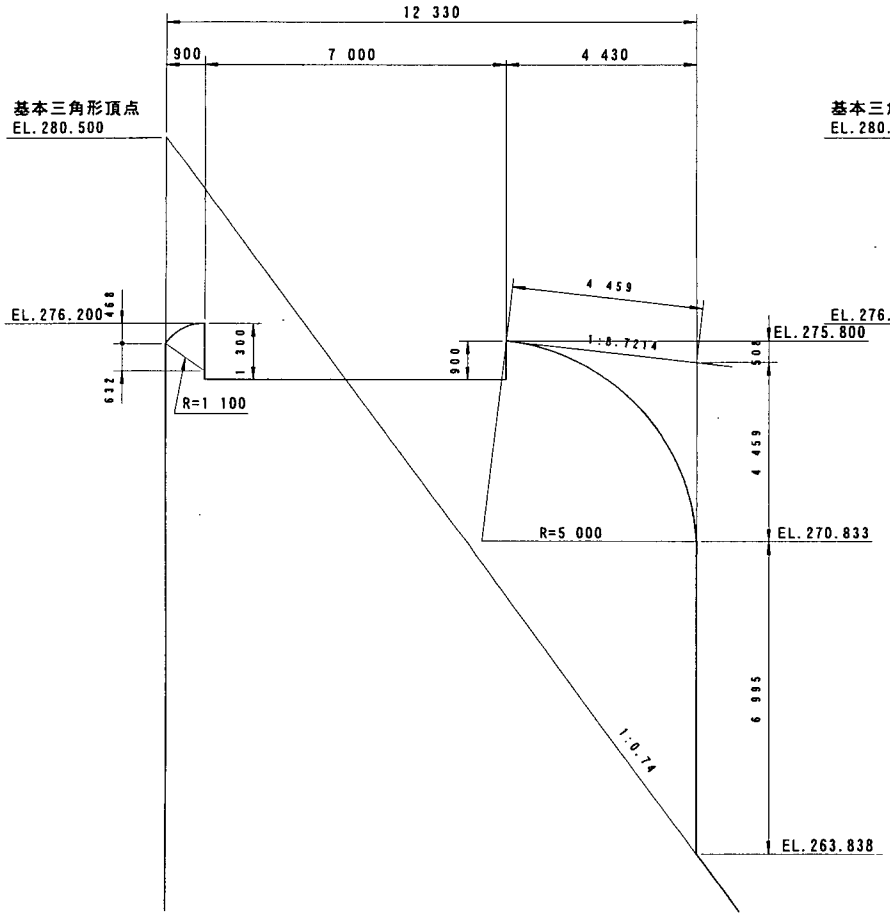
図－4.1（1）　非常用越流頂系統実験形状



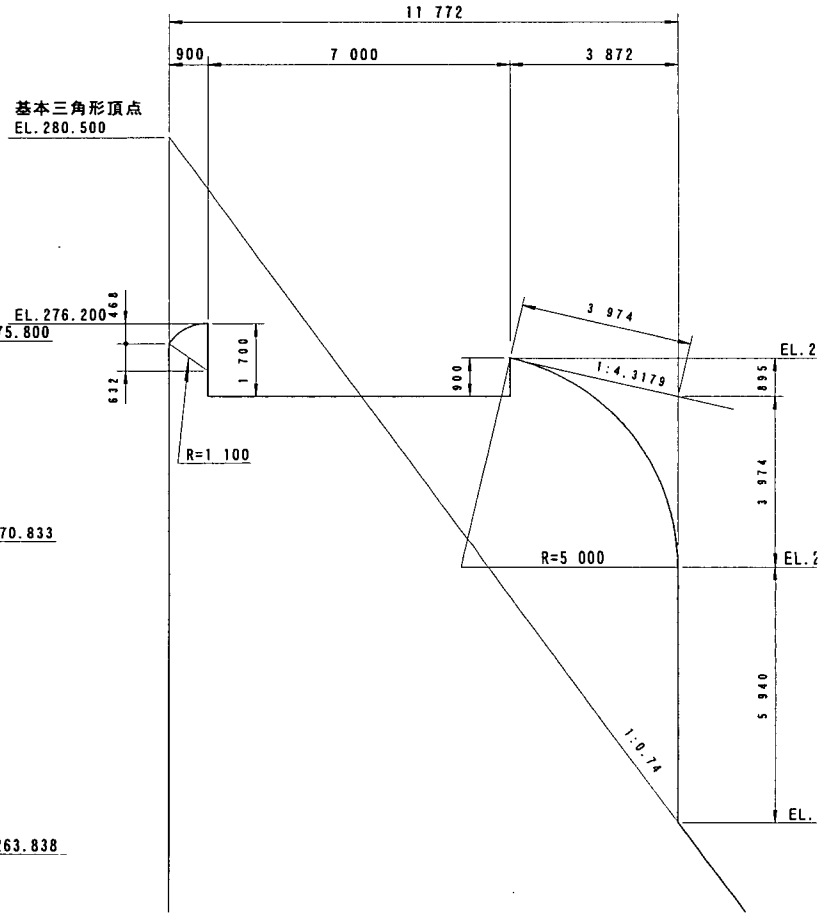
形状　3

単位（mm）

図－4.1（2）　　非常用越流頂系統実験形状



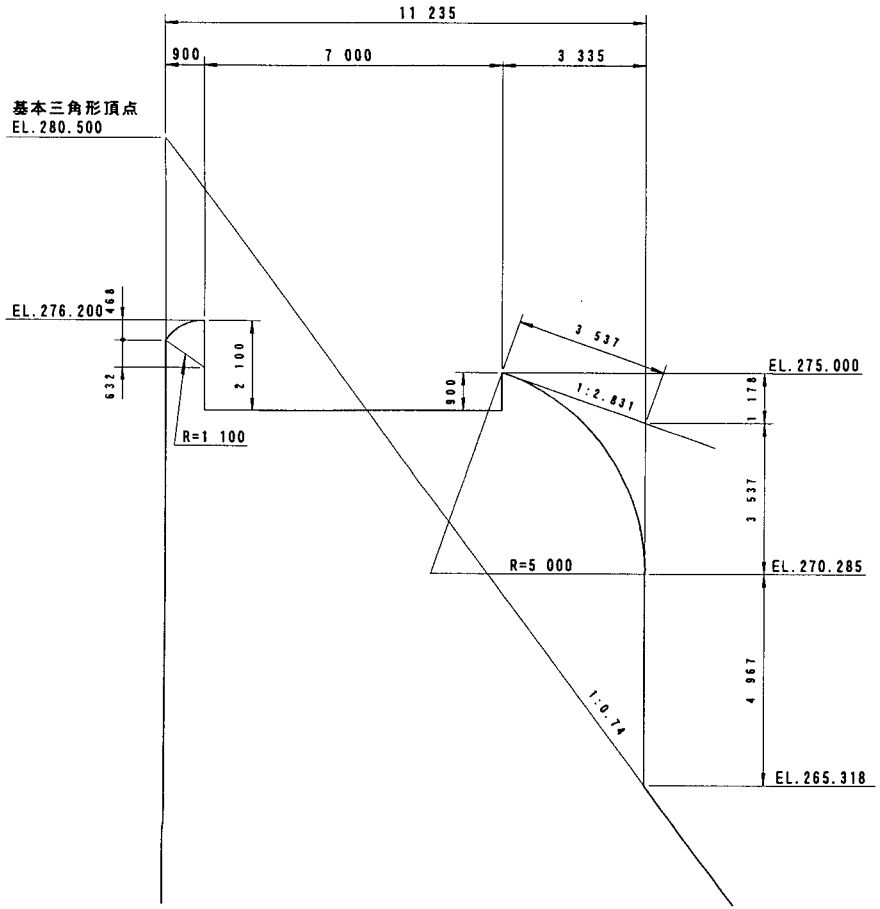
形状　4



形状　5

単位（mm）

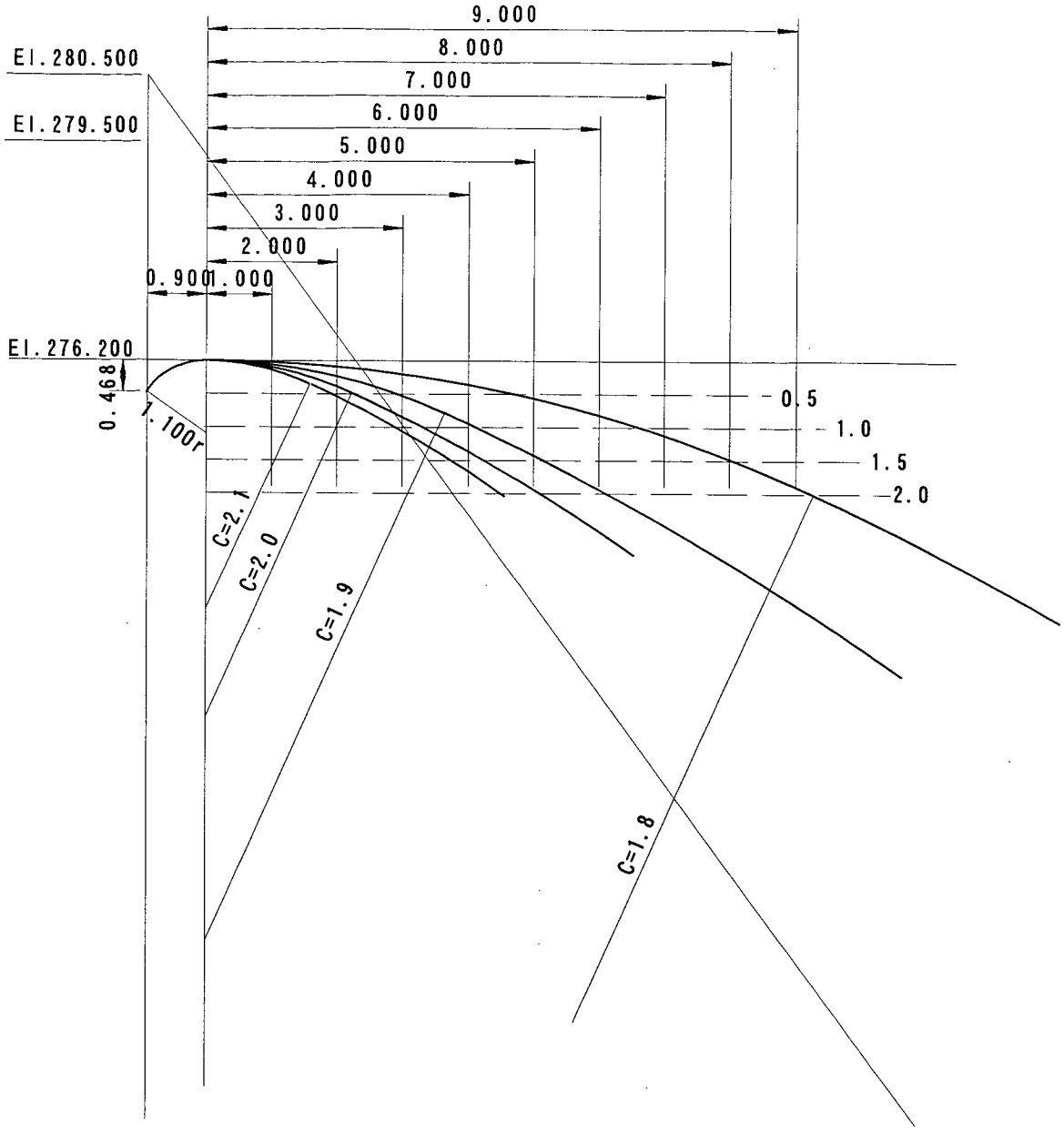
図－4.1（3）　非常用越流頂系統実験形状



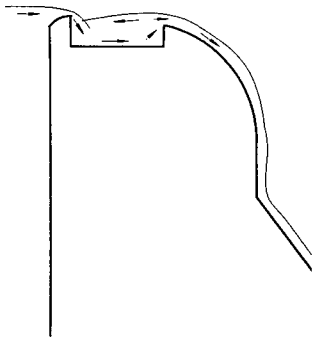
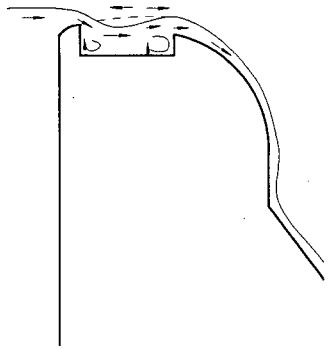
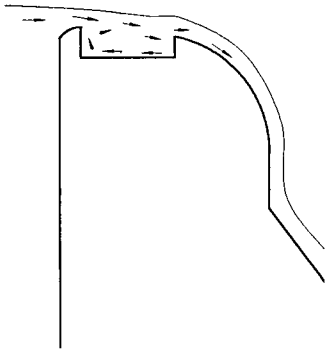
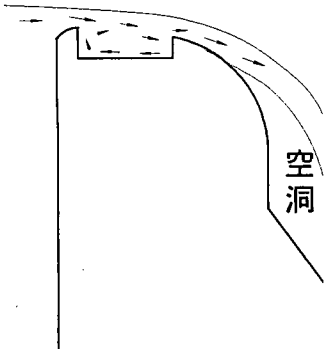
形状　6

単位（mm）

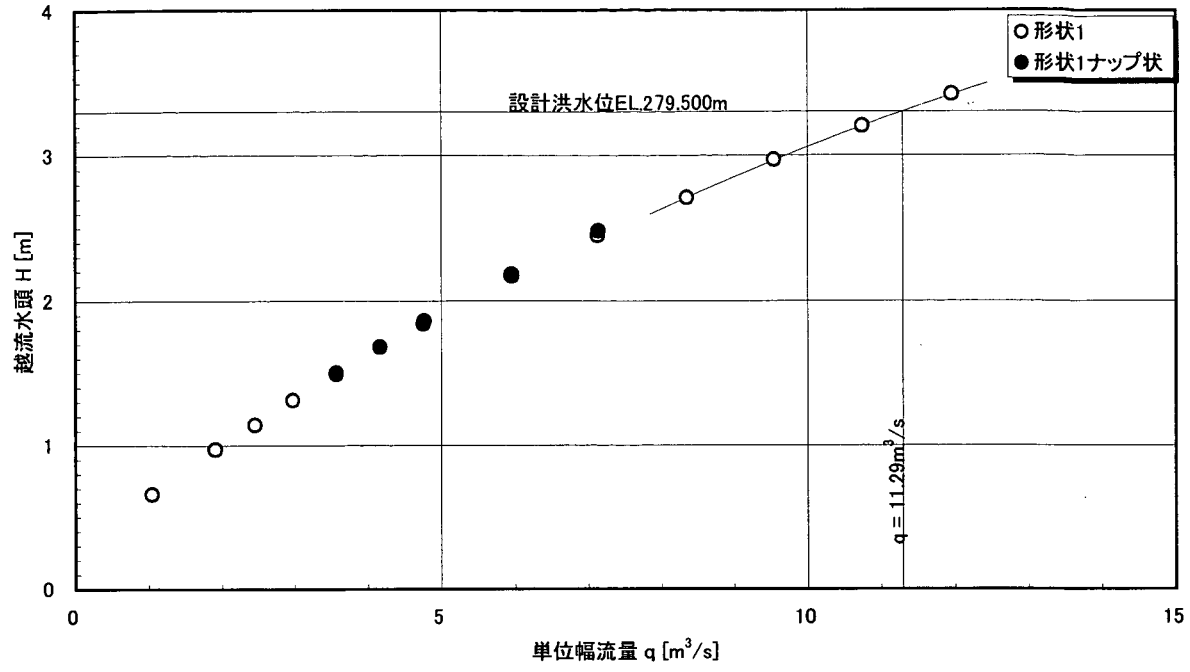
図－4.1（4）　　非常用越流頂系統実験形状



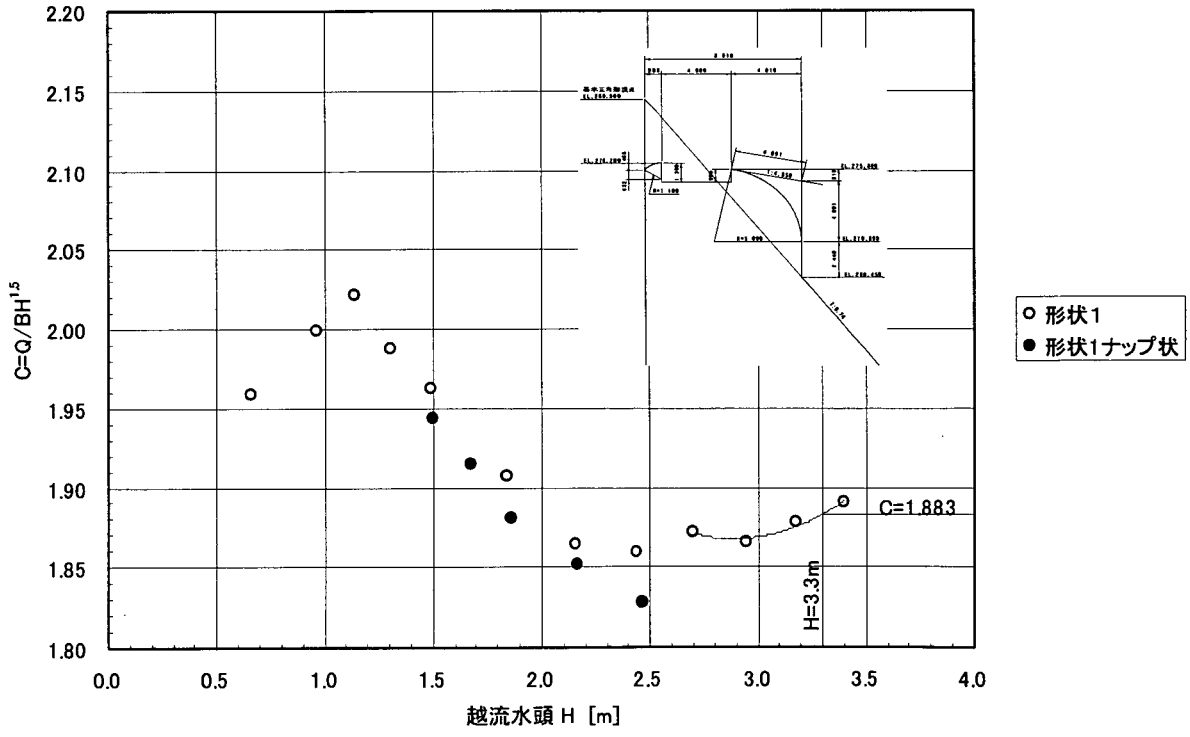
図－4.2　簡易標準越流頂を基本とした流量係数と越流頂形状の関係

	天端道路内常流状態	遷移状態	安定越流状態	水脈飛翔状態
代表流況	 水路内では跳水状の流れとなり，常流で安定する流れ	 常流と射流の境界流であり，波が上下流に移動し，水面が動揺する流れ	 一般的な越流水面形と同様に綺麗な放物線を描く流れ	 水脈が越流面から飛翔する流れ
形状1	0.7m以下	0.7～1.2m	1.2m以上	1.5～2.5m
形状2	0.7m以下	0.7～1.3m	1.3m以上	2.0～3.1m
形状3	0.9m以下	0.9～1.1m	1.1m以上	1.5m以上
形状4	1.7m以下	1.7～2.3m	2.3m以上	2.8m以上
形状5	1.5m以下	1.5～2.3m	2.3m以上	3.1m以上
形状6	1.4m以下	1.4～2.3m	なし	2.3m以上

図－4.3　越流水頭による非常用越流頂の流況変化（系統実験）



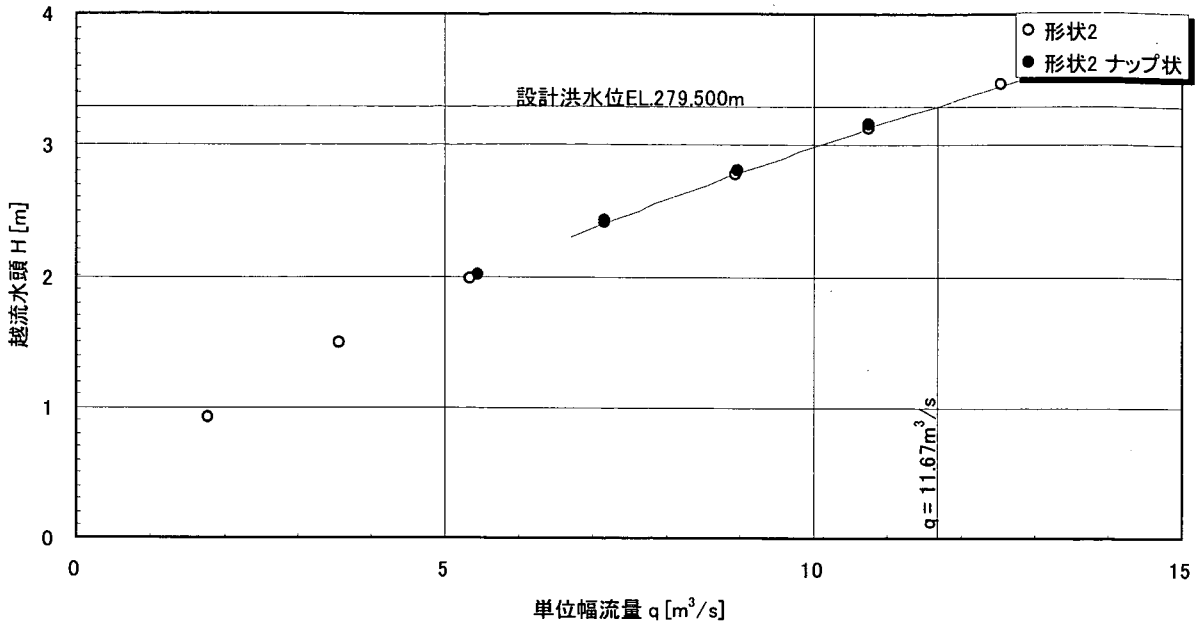
H～q



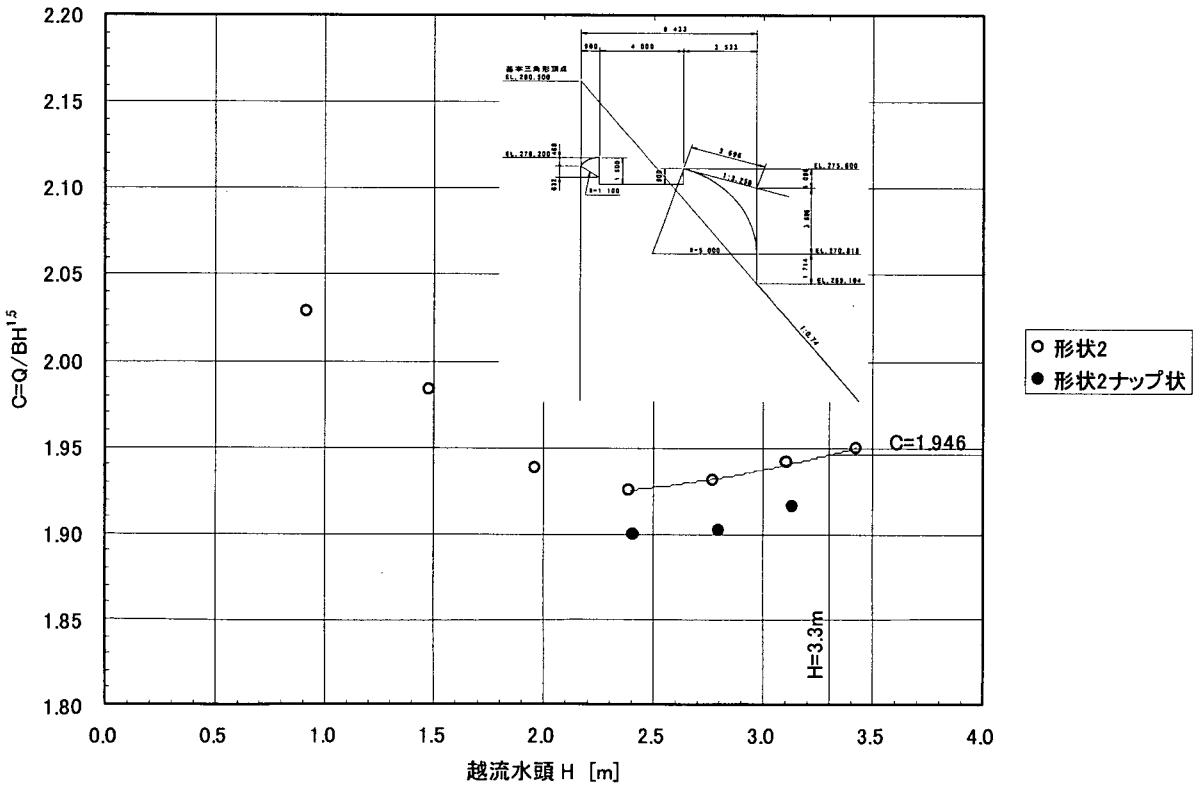
C～H

(形状 1)

図－4.4 (1)　　越流水頭と越流量，流量係数の関係



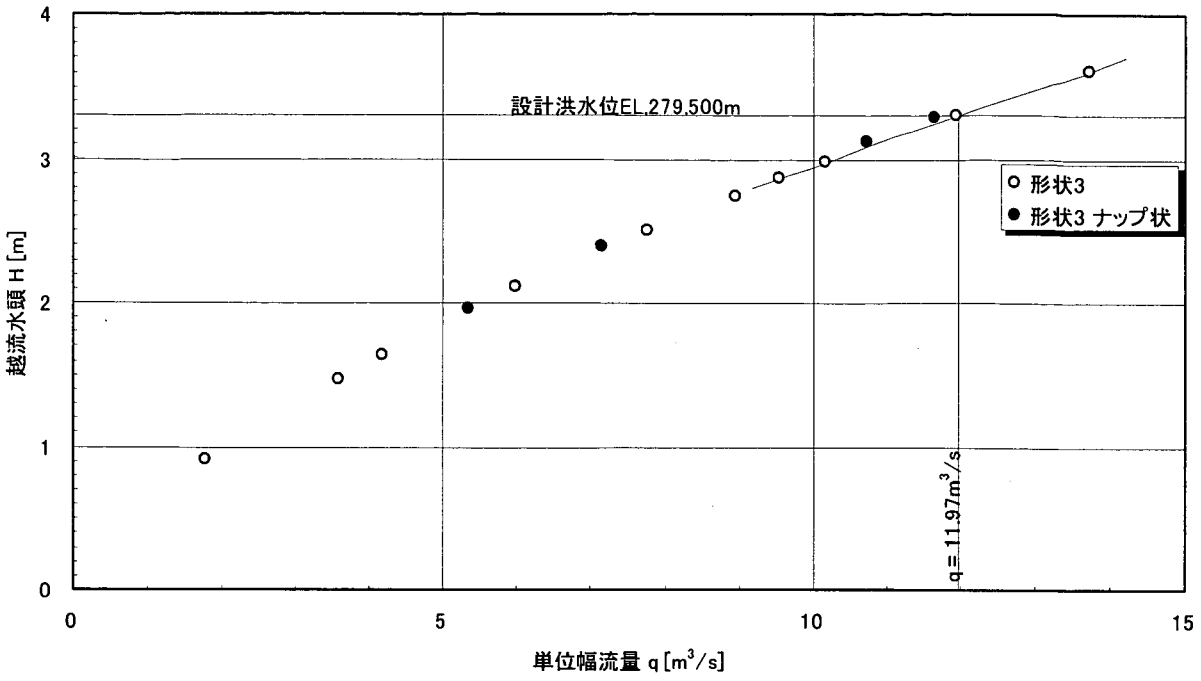
H～q



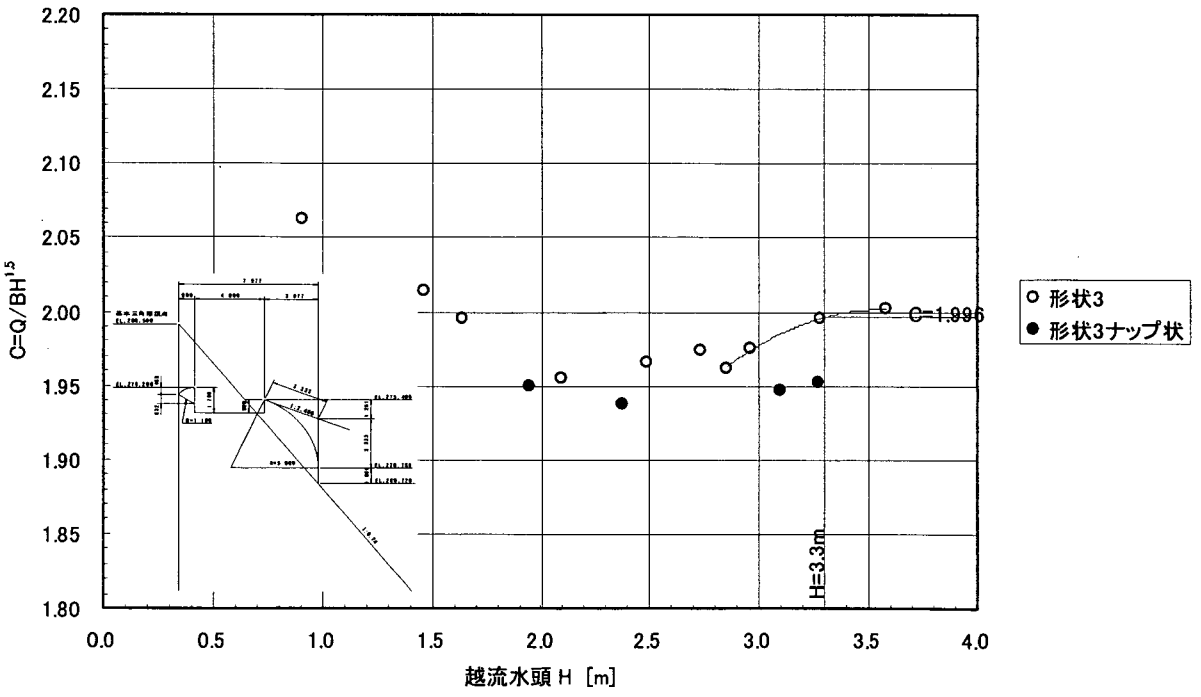
C～H

(形状 2)

図－4.4 (2)　　越流水頭と越流量，流量係数の関係



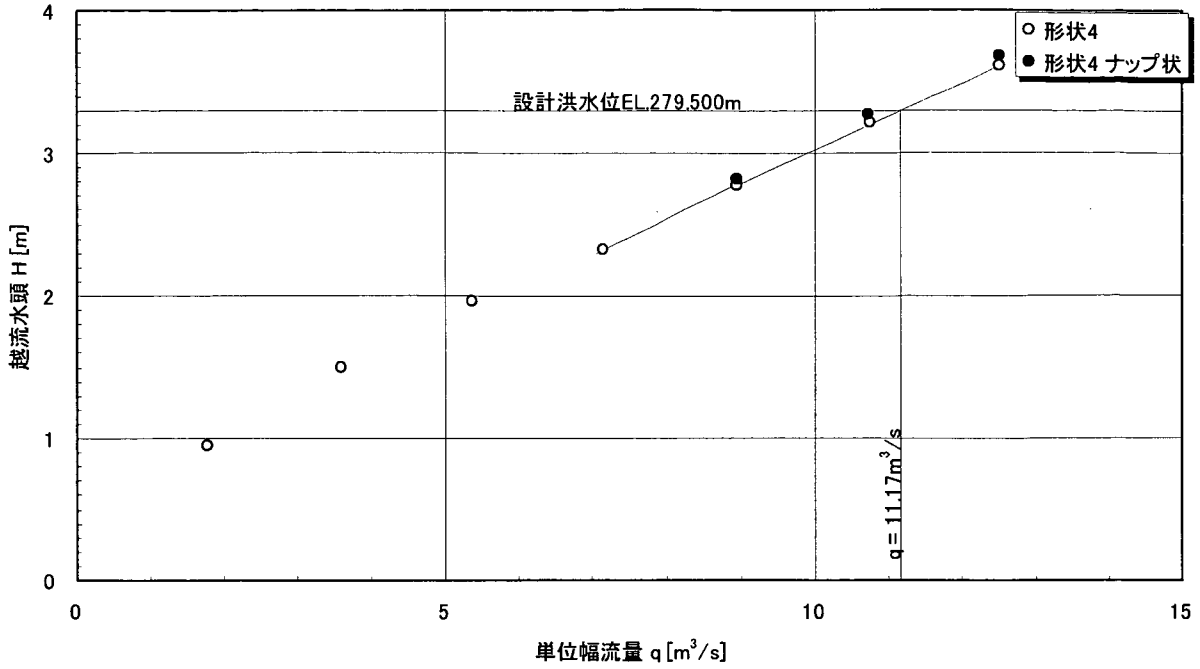
H～q



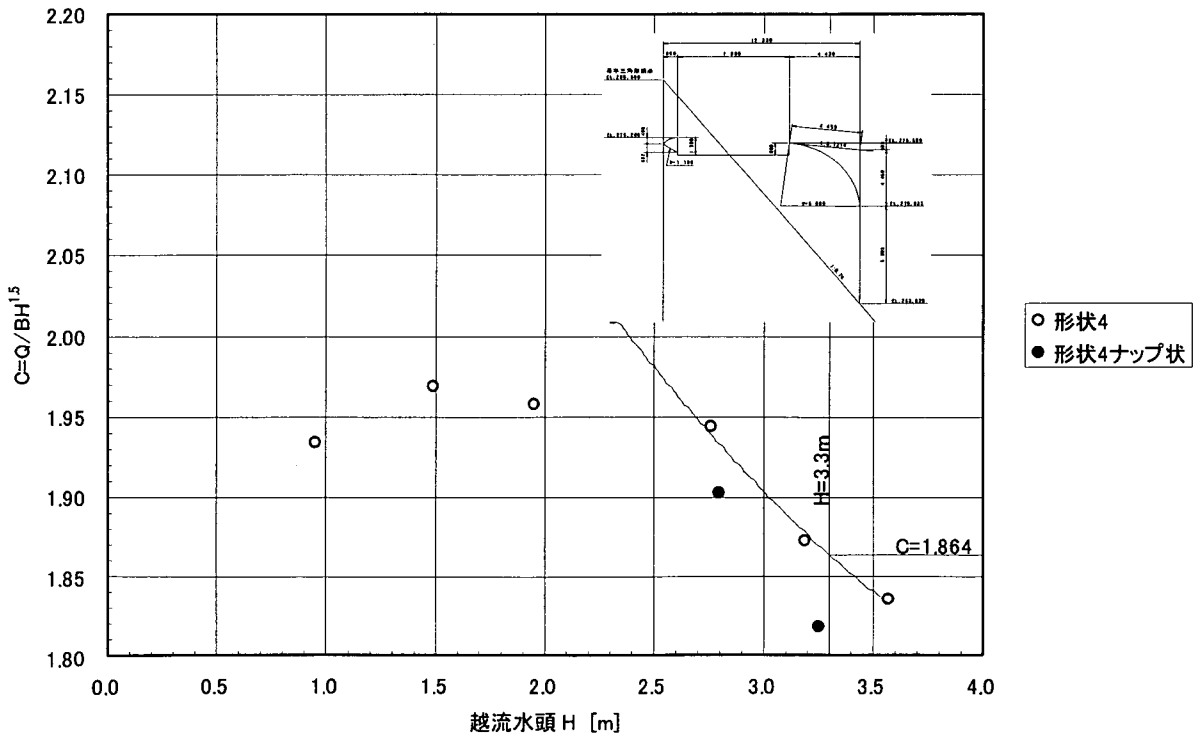
C～H

（形状 3）

図－4.4（3）　越流水頭と越流量，流量係数の関係



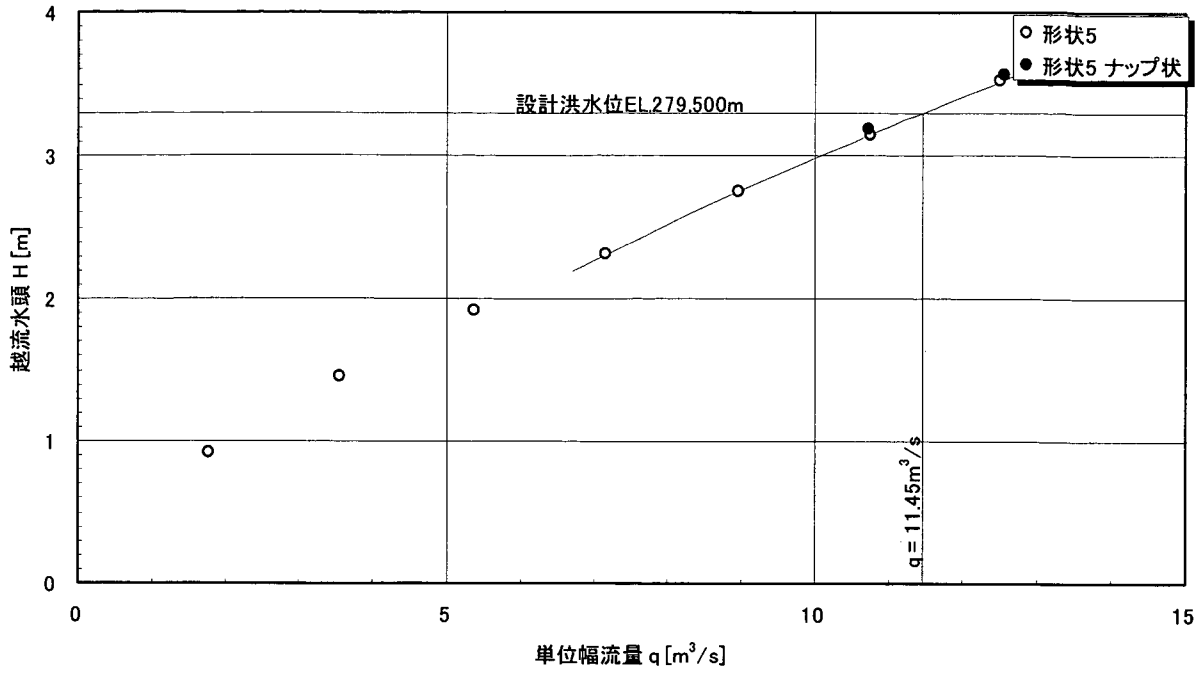
H～q



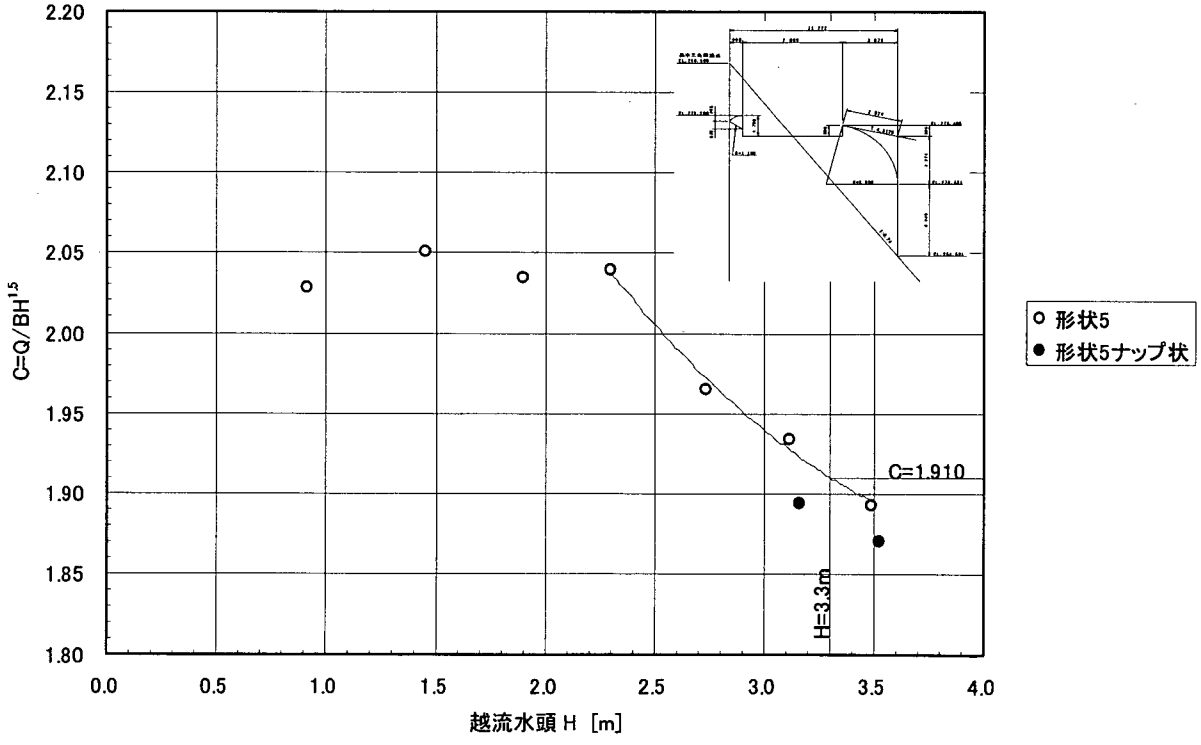
C～H

(形状 4)

図－4.4 (4)　　越流水頭と越流量，流量係数の関係



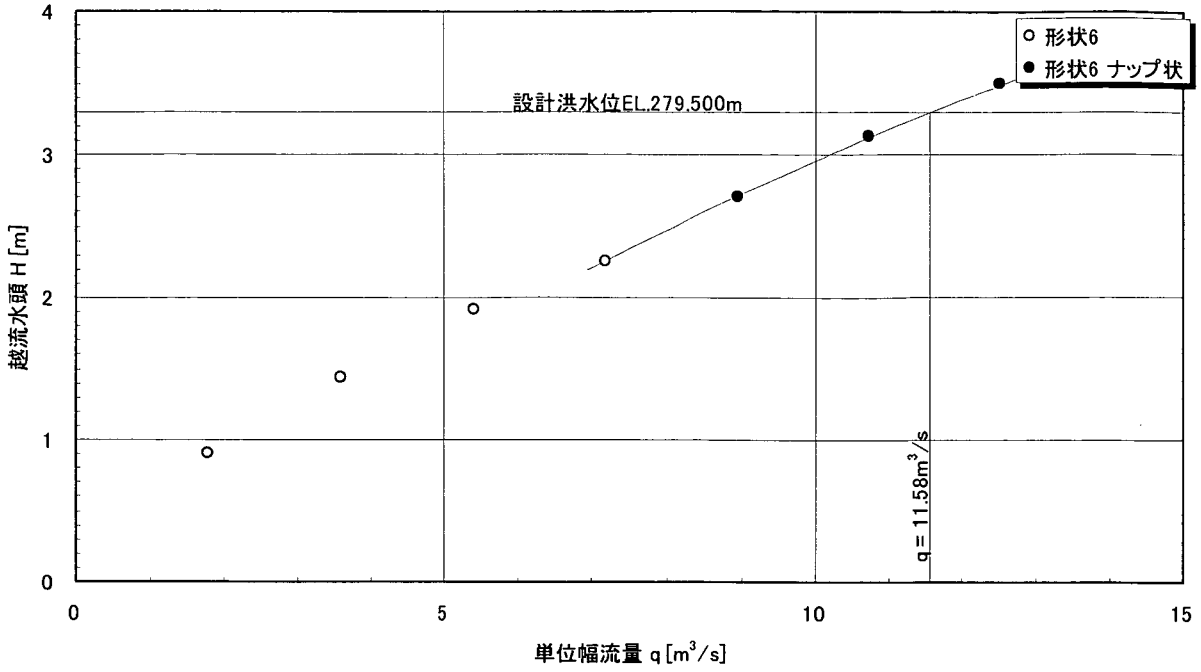
H～q



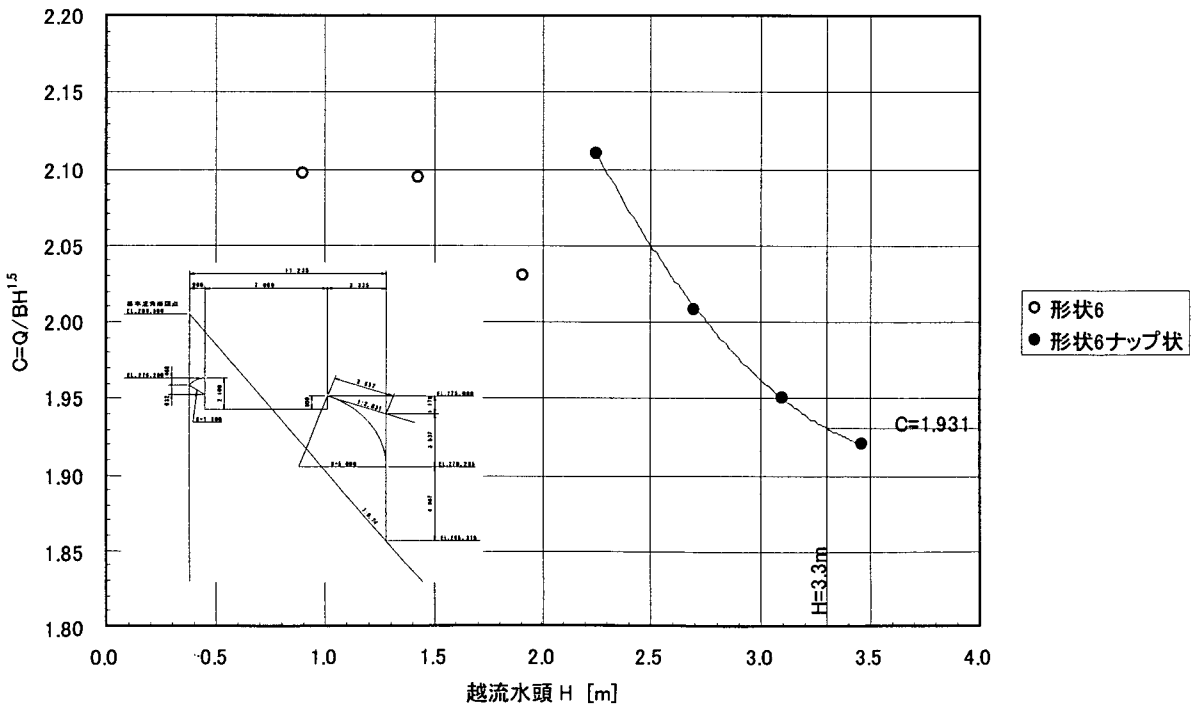
C～H

(形状 5)

図－4.4 (5)　越流水頭と越流量，流量係数の関係



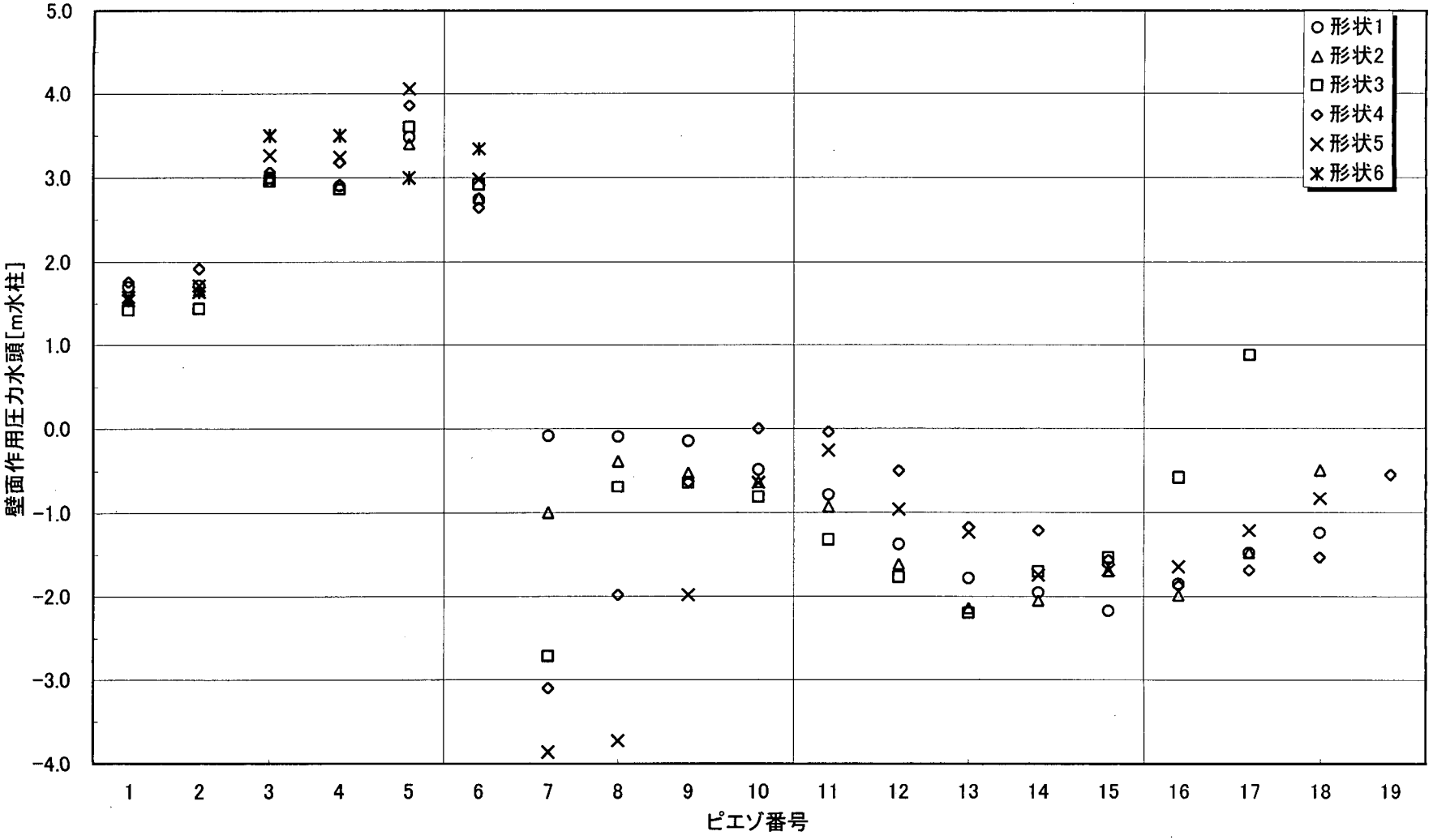
H～q



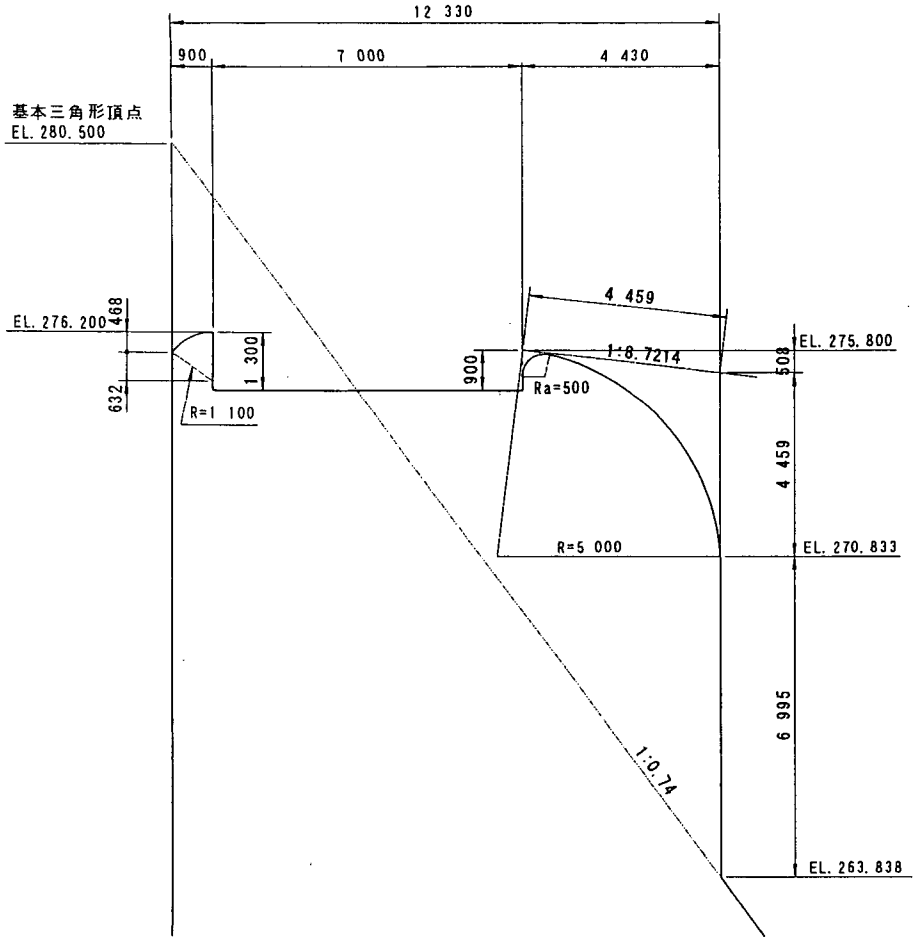
C～H

(形状 6)

図－4.4 (6)　越流水頭と越流量，流量係数の関係

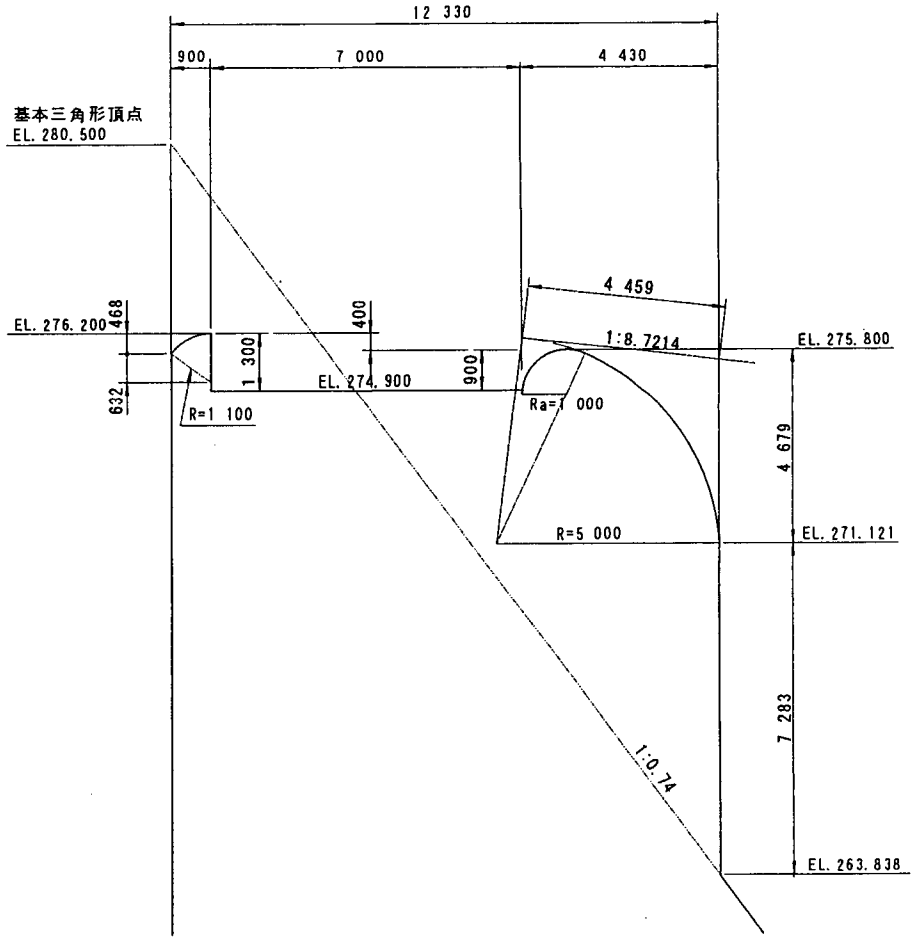


図－4.5　系統実験形状の壁面作用圧力（設計洪水位）



修正形状 1

（Ra=0.5m，段差 0.4m）

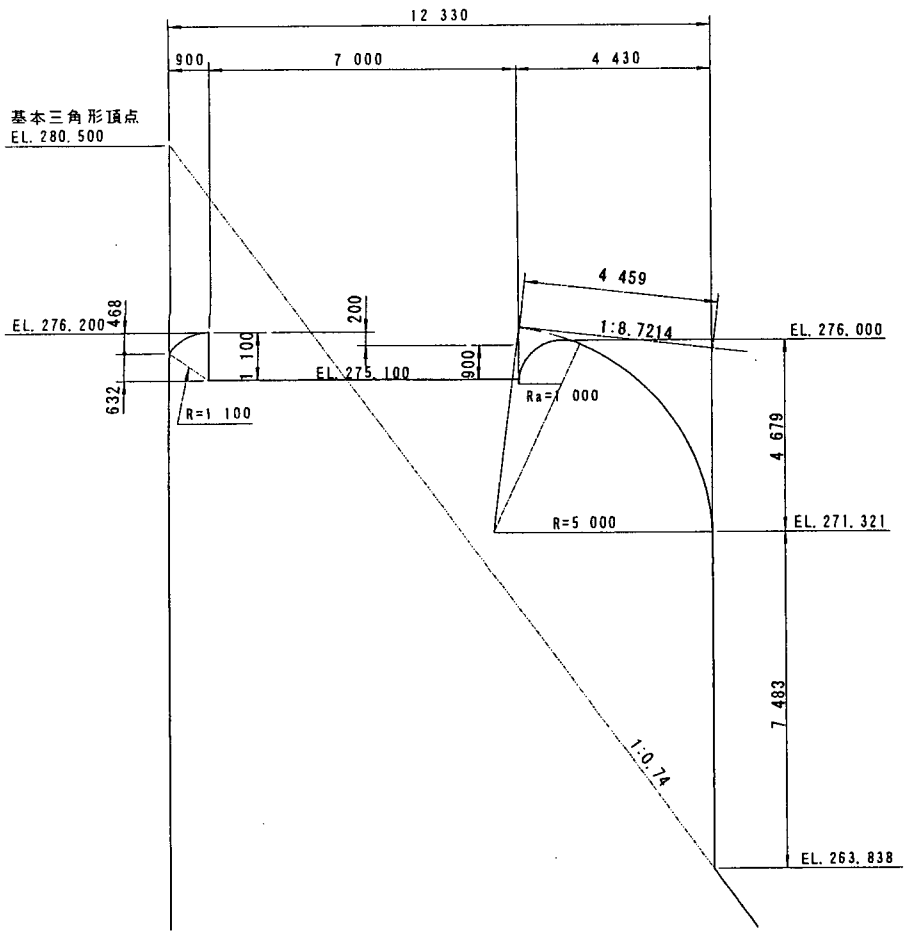


修正形状 2

（Ra=1.0m，段差 0.4m）

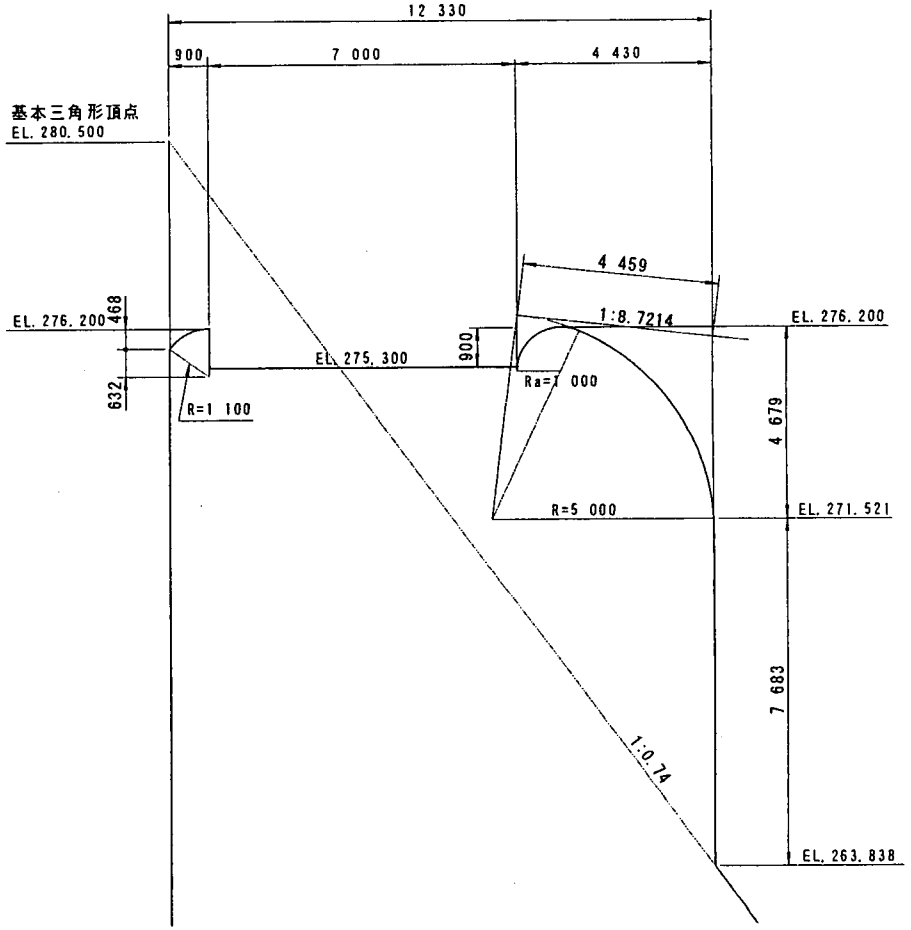
単位（mm）

図－4. 6（1）　非常用越流頂修正案形状



修正形状 3

（Ra=1.0m，段差 0.2m）

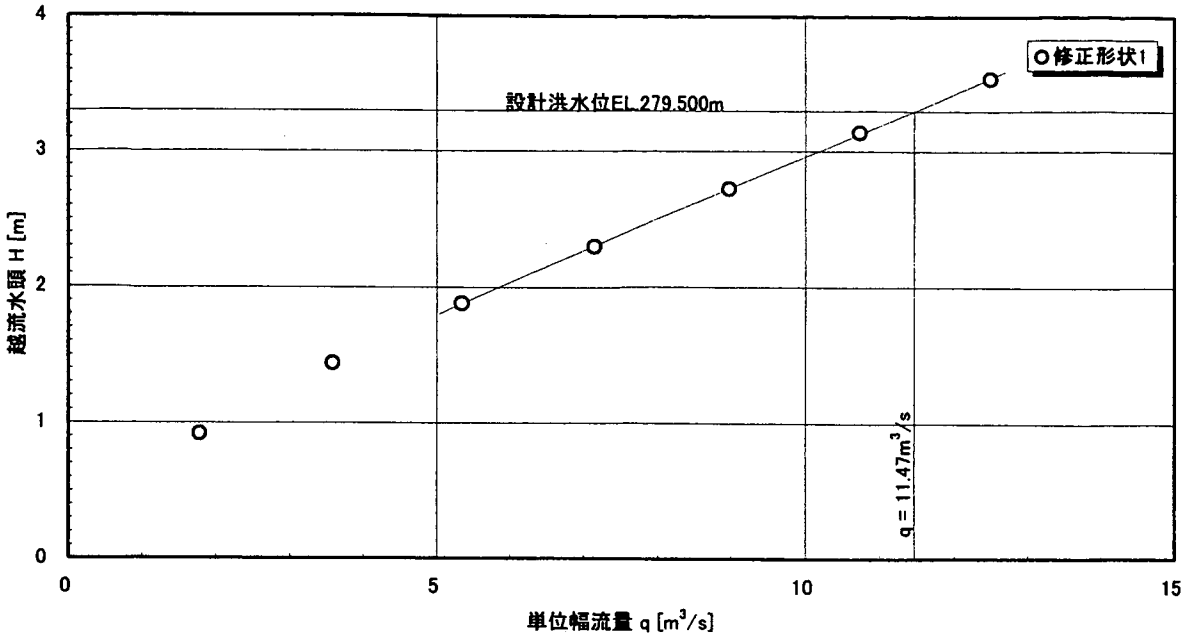


修正形状 4

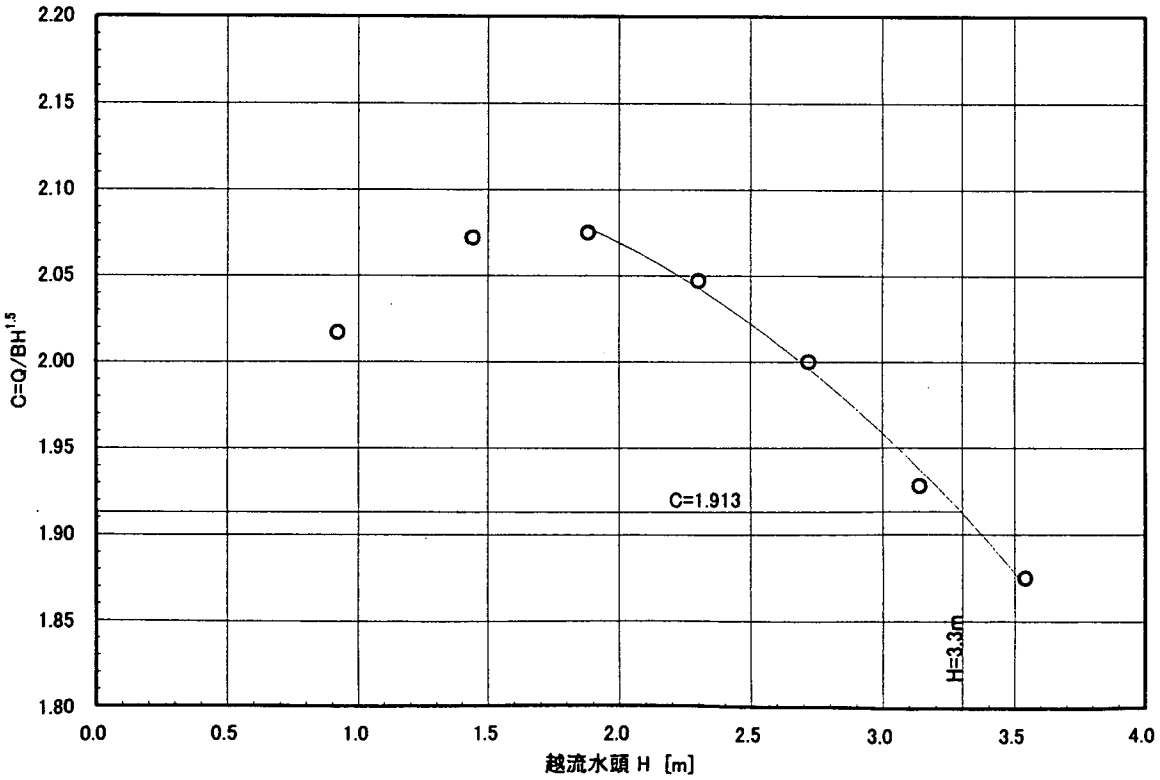
（Ra=1.0m，段差なし）

単位（mm）

図－4. 6（2）　非常用越流頂修正案形状



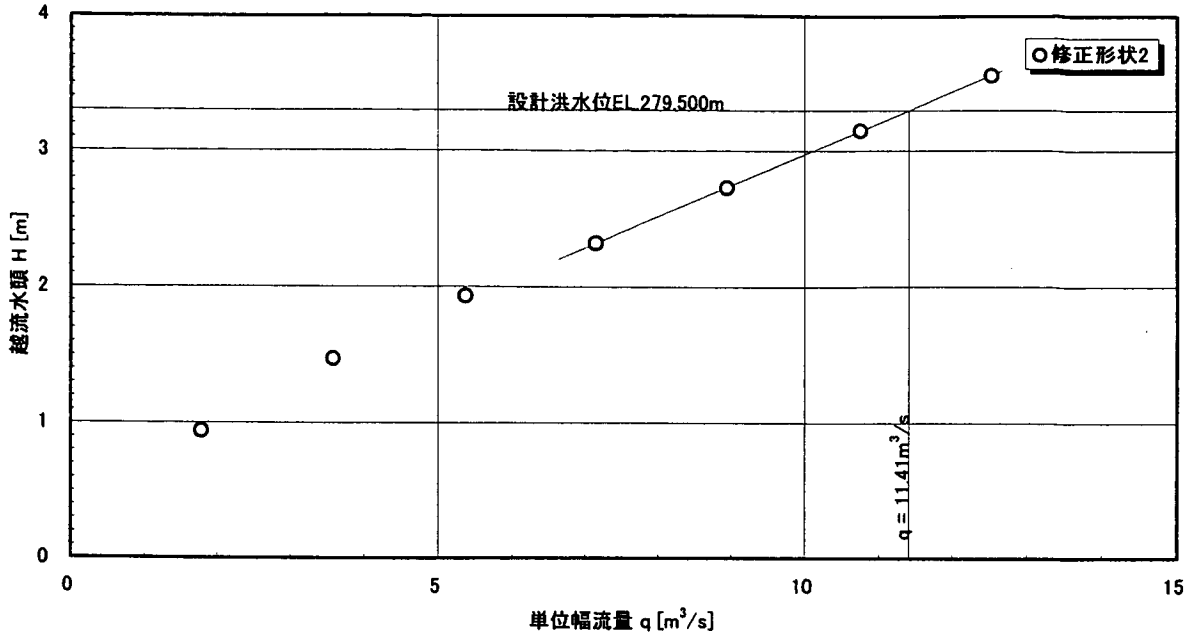
H～q



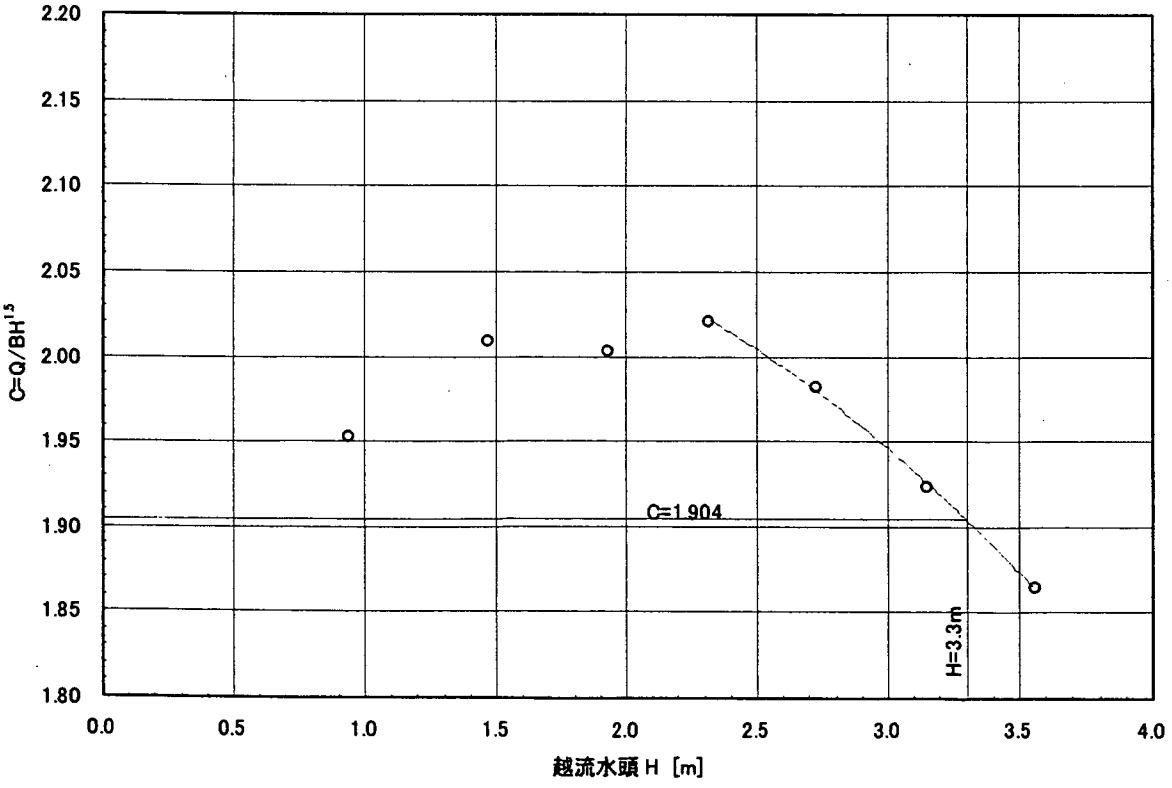
C～H

（修正形状 1）

図－4.7（1）　修正形状の越流水頭と越流量，流量係数の関係



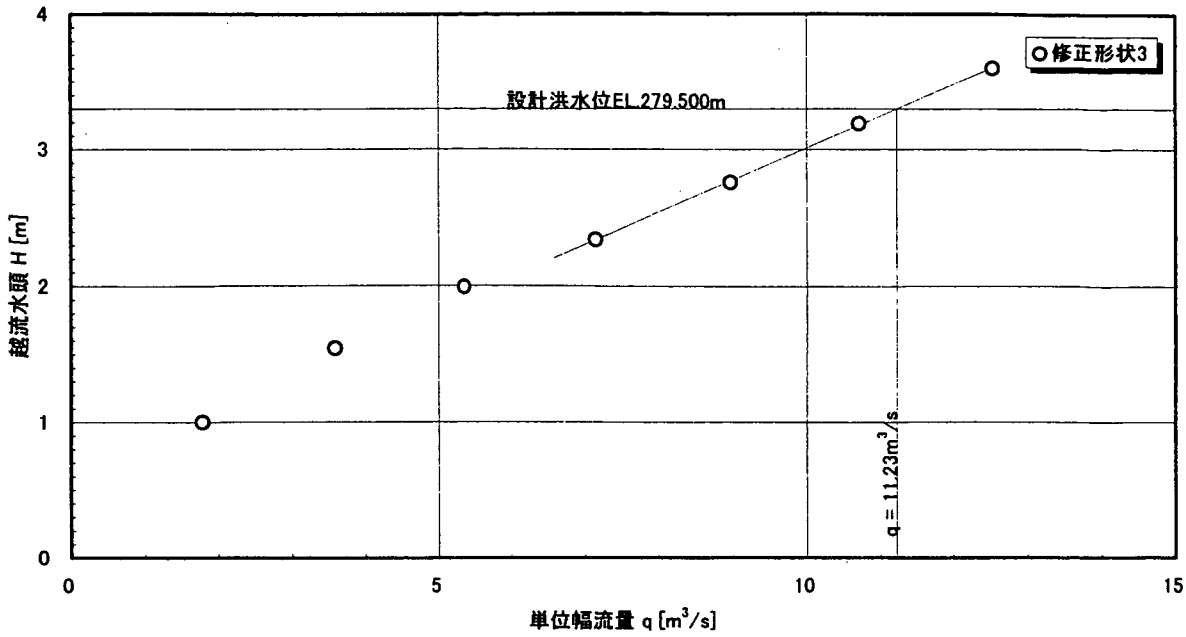
H～q



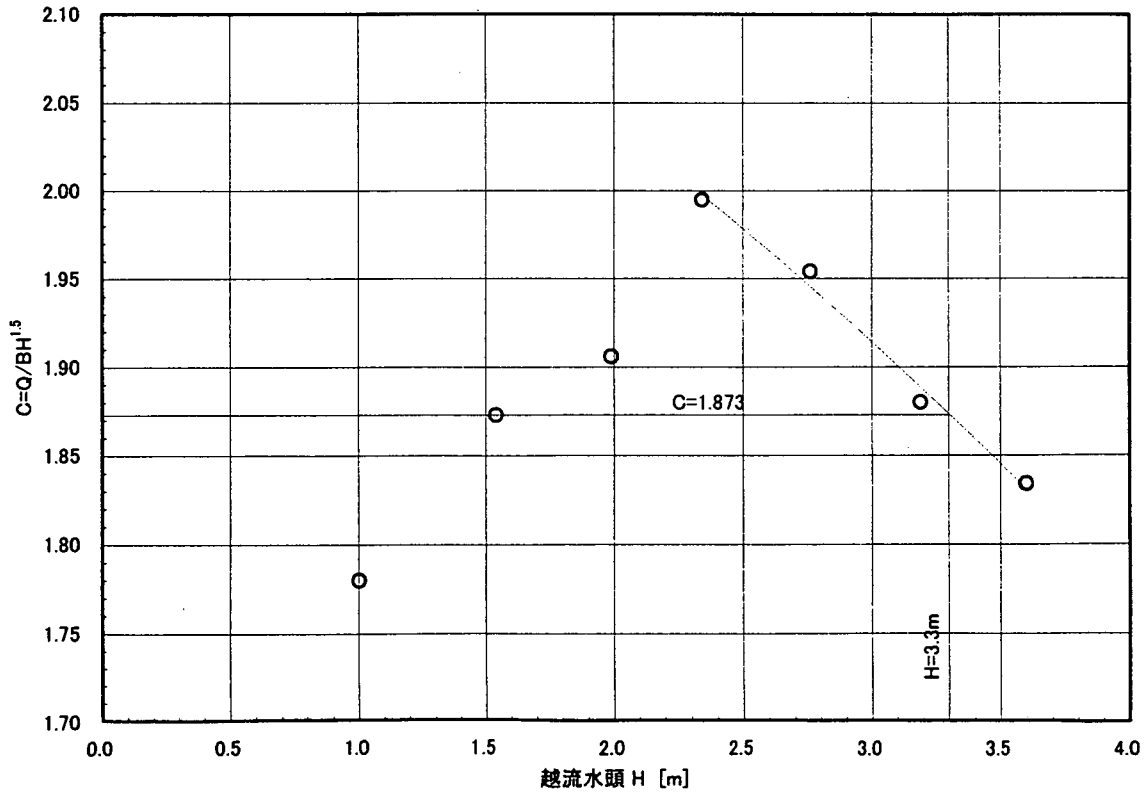
C～H

（修正形状 2）

図－4.7（2）　修正形状の越流水頭と越流量，流量係数の関係



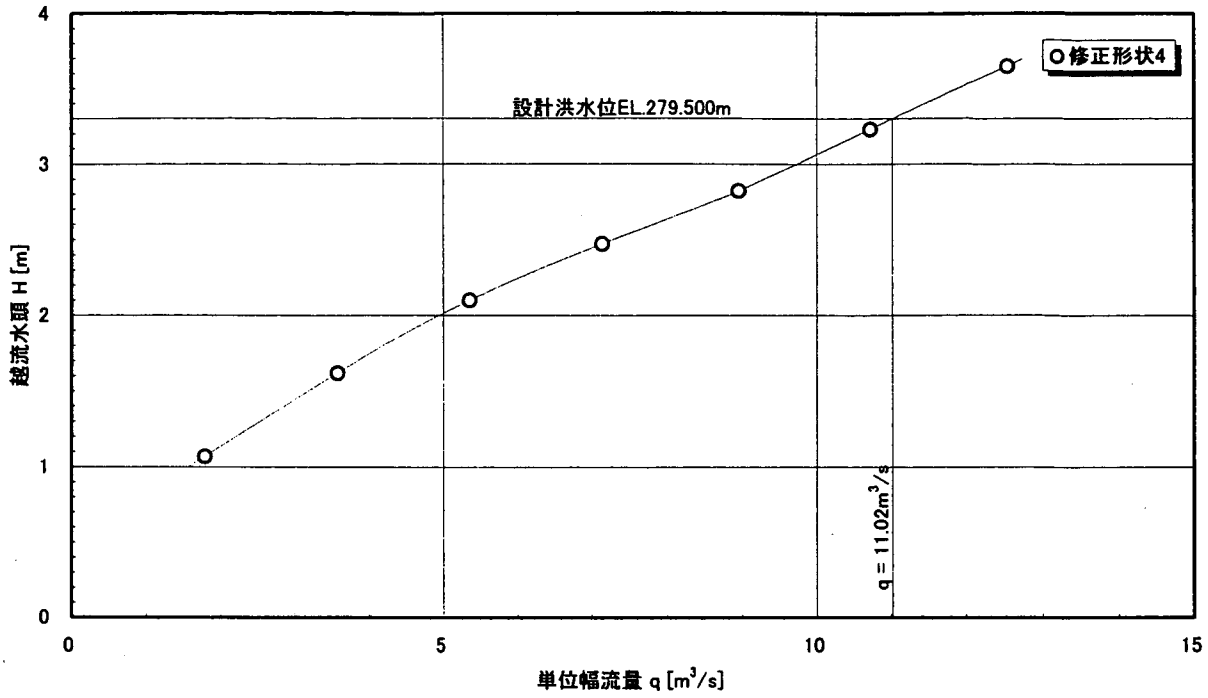
H～q



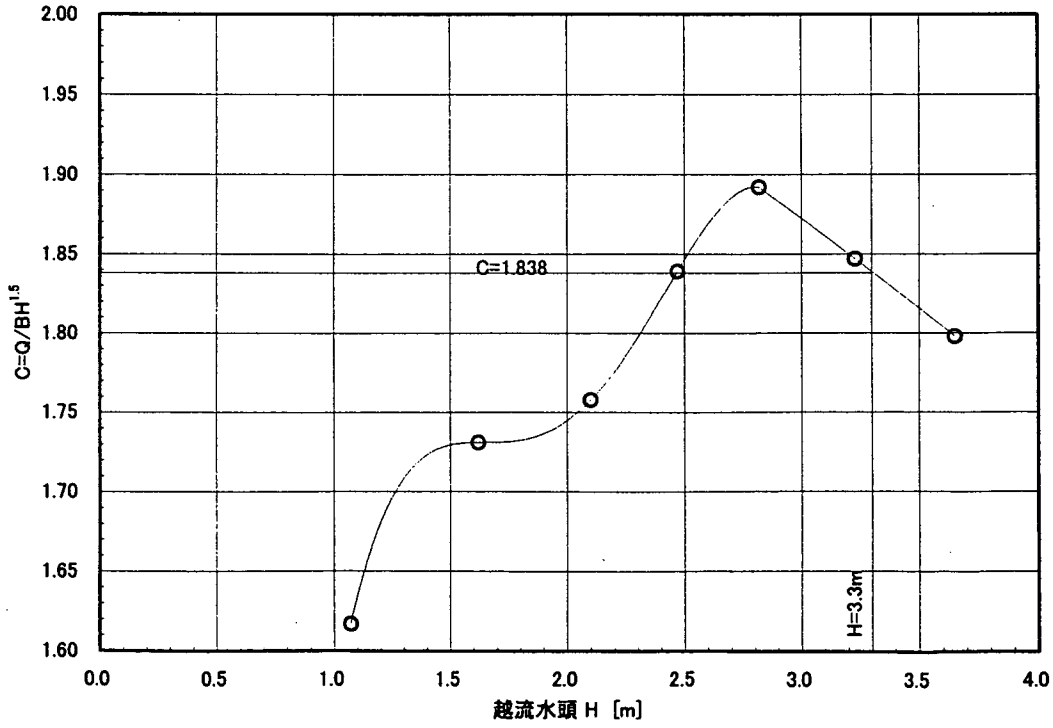
C～H

（修正形状 3）

図－4.7（3）　修正形状の越流水頭と越流量，流量係数の関係



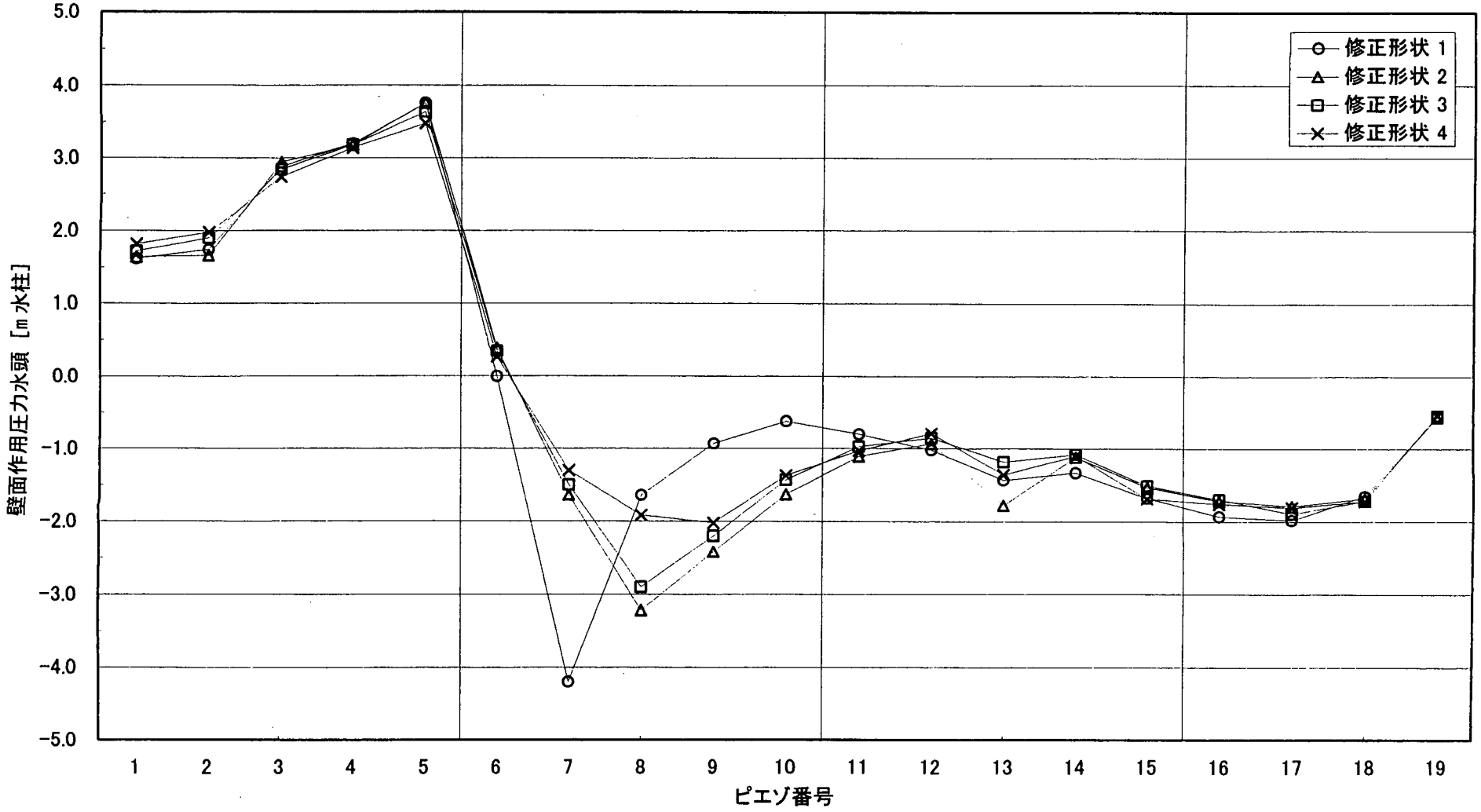
H～q



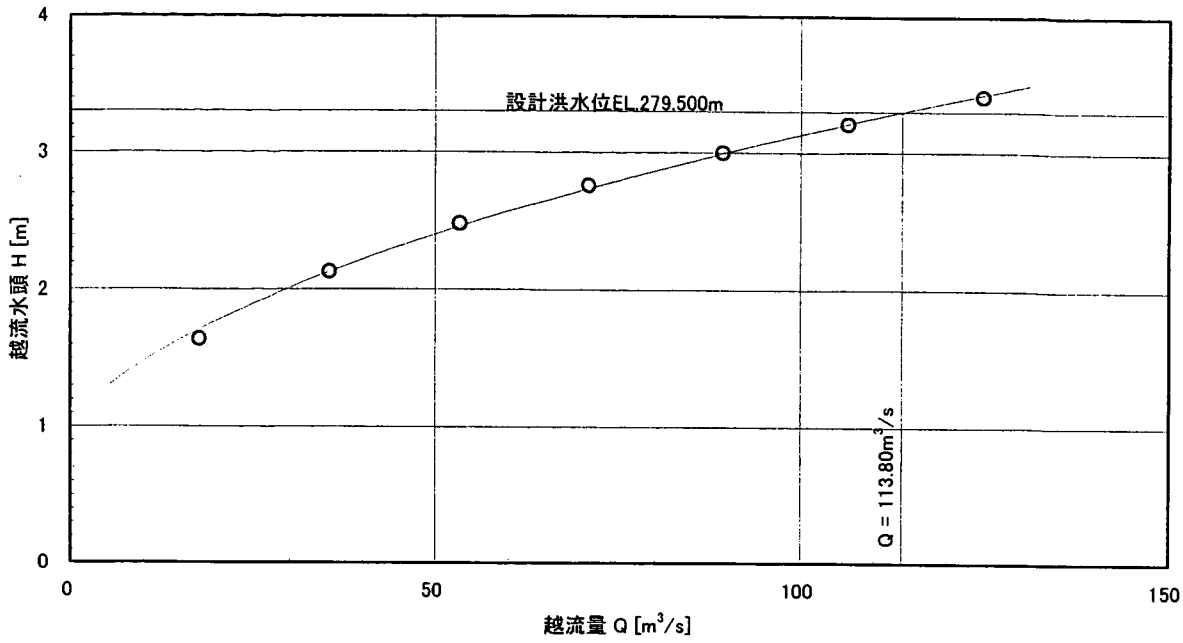
C～H

（修正形状 4）

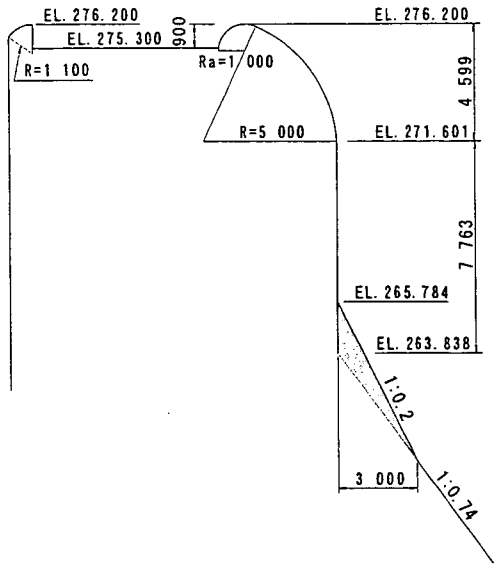
図－4.7（4）　修正形状の越流水頭と越流量，流量係数の関係



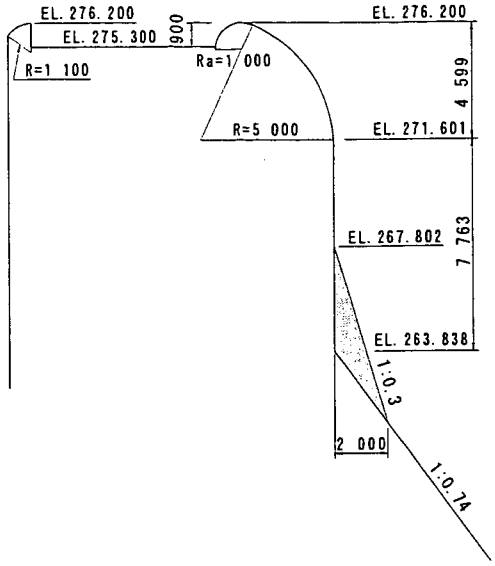
図－4.8　修正形状の壁面採用圧力（設計洪水位）



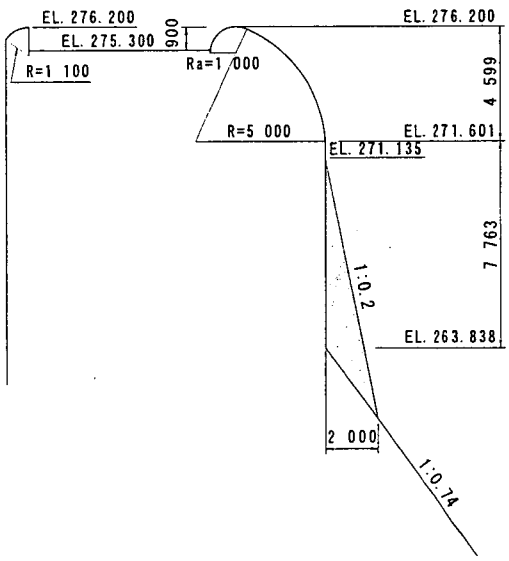
図－4.9　非常用越流頂傾斜部の越流水頭と越流量の関係（修正形状 4）



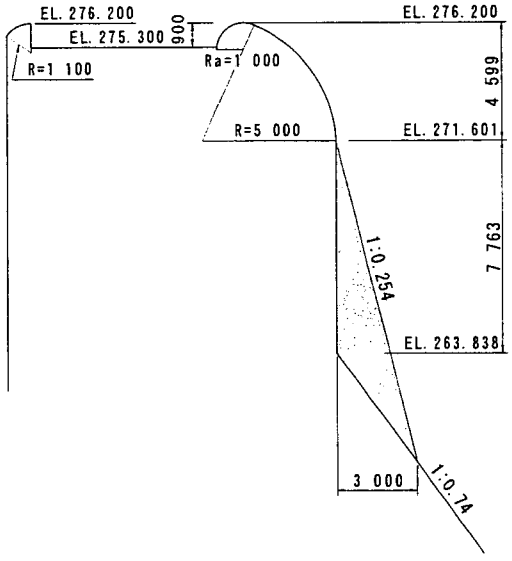
1案



2案



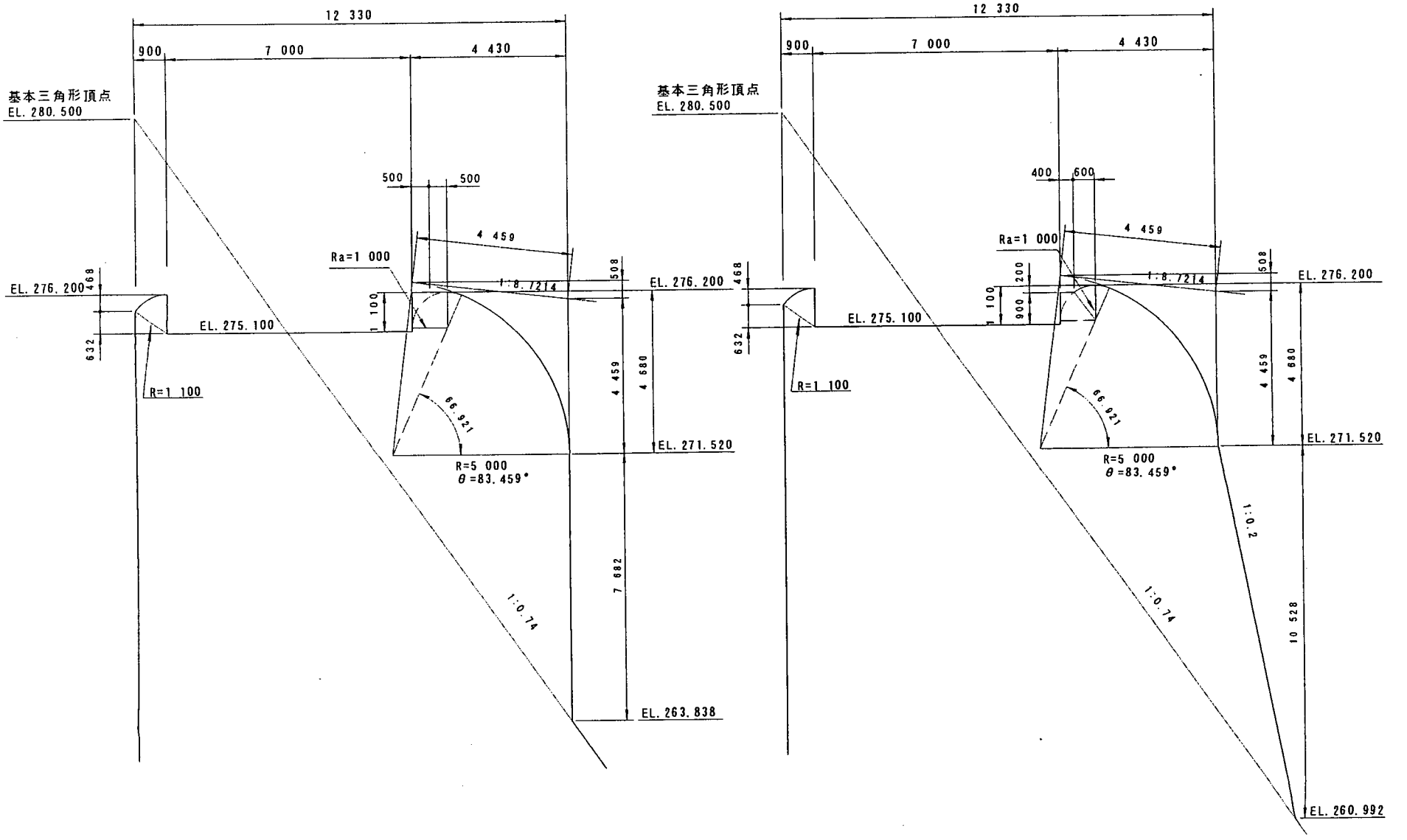
3案



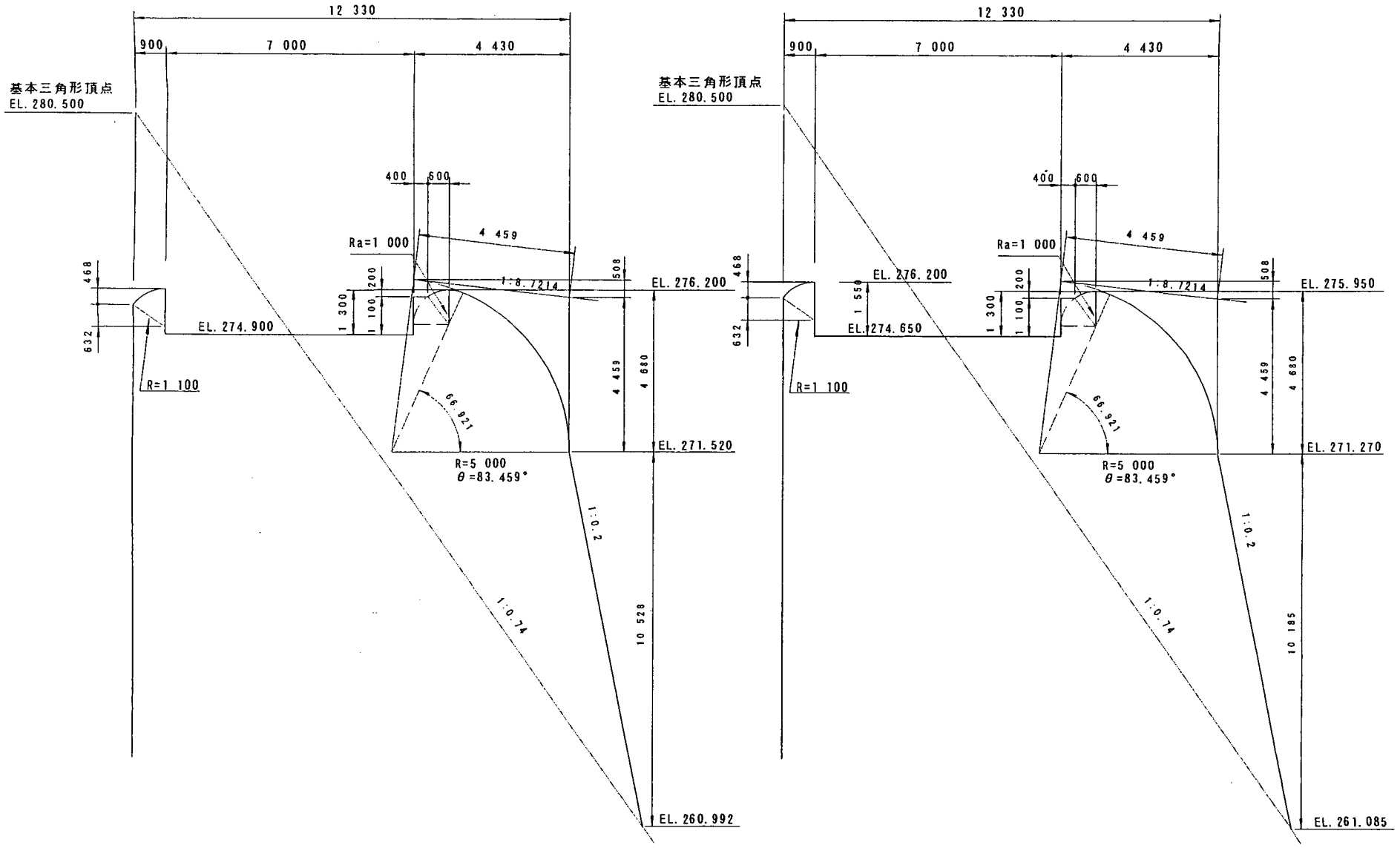
4案

単位（mm）

図－4. 10　越流頂鉛直部のすり付け検討形状

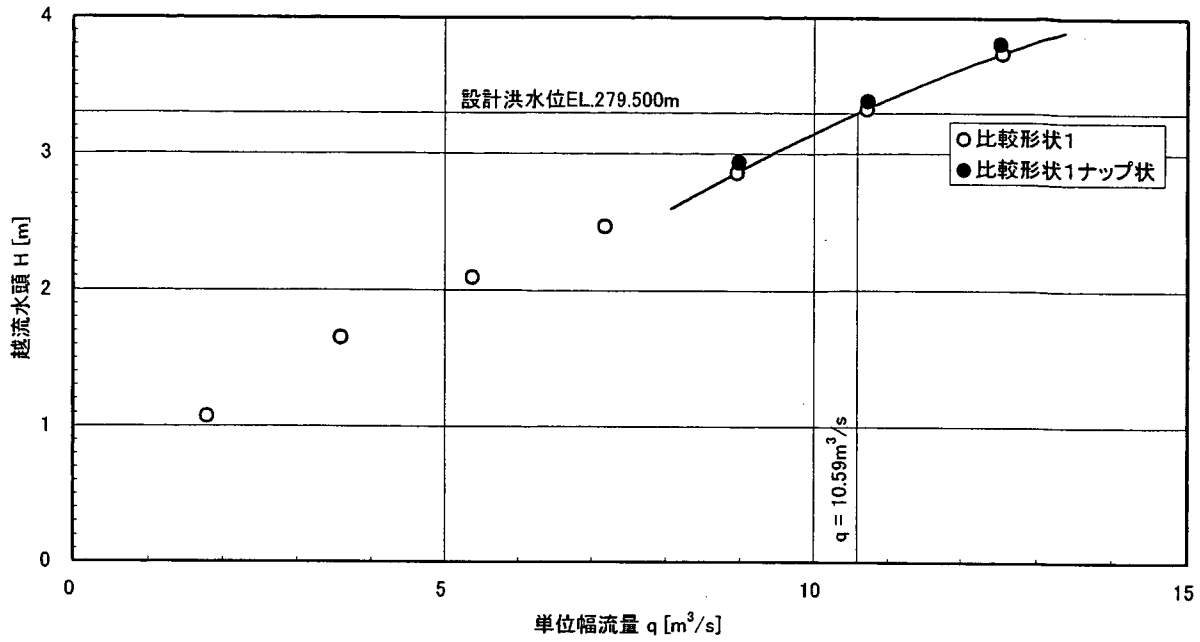


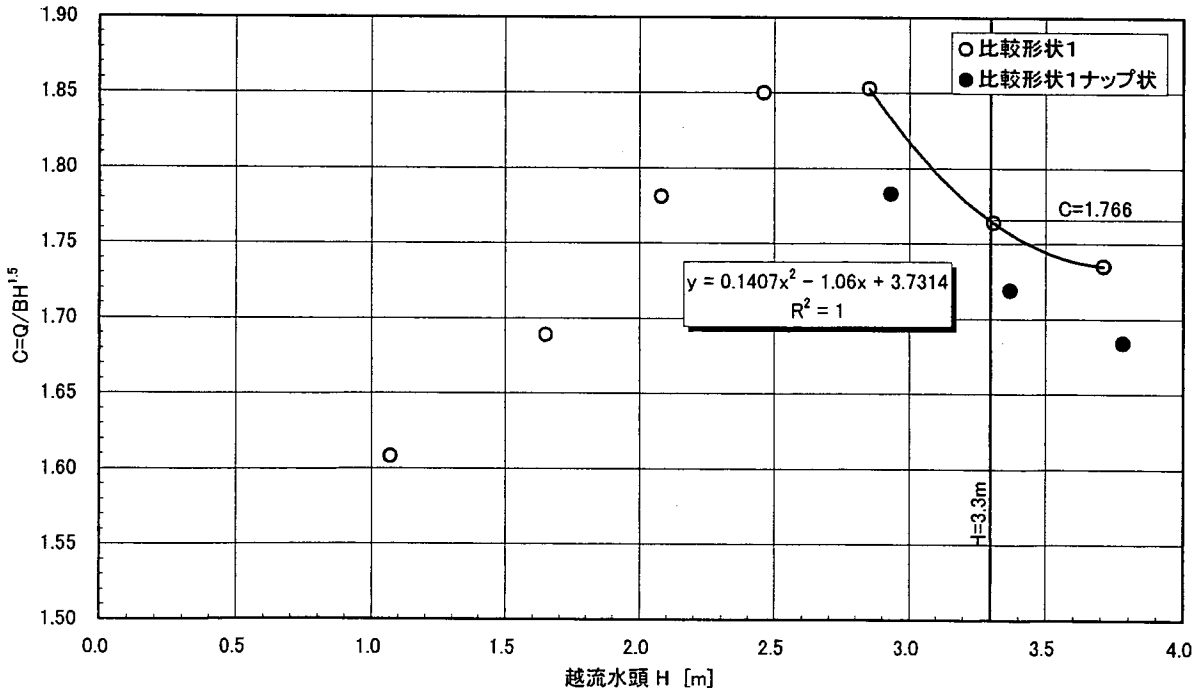
図－4. 11 (1)　　高欄高 1.1m の検討形状（比較形状案）



比較形状３　　比較形状４　　単位（mm）

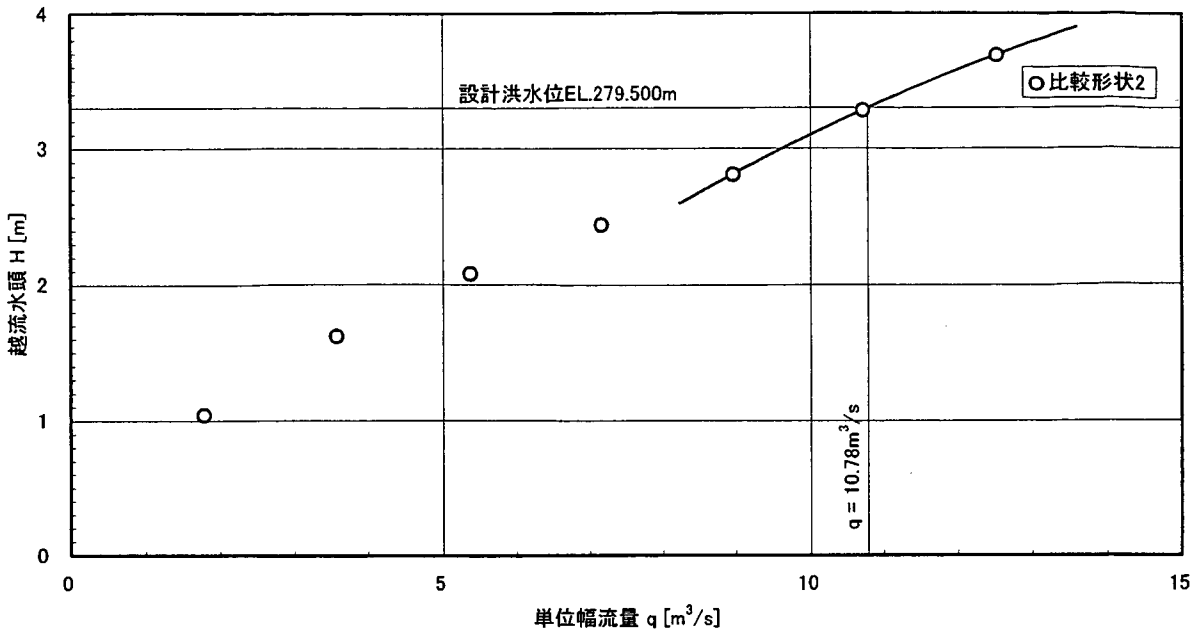
図－4. 11（2）　高欄高 1.1m の検討形状（比較形状案）

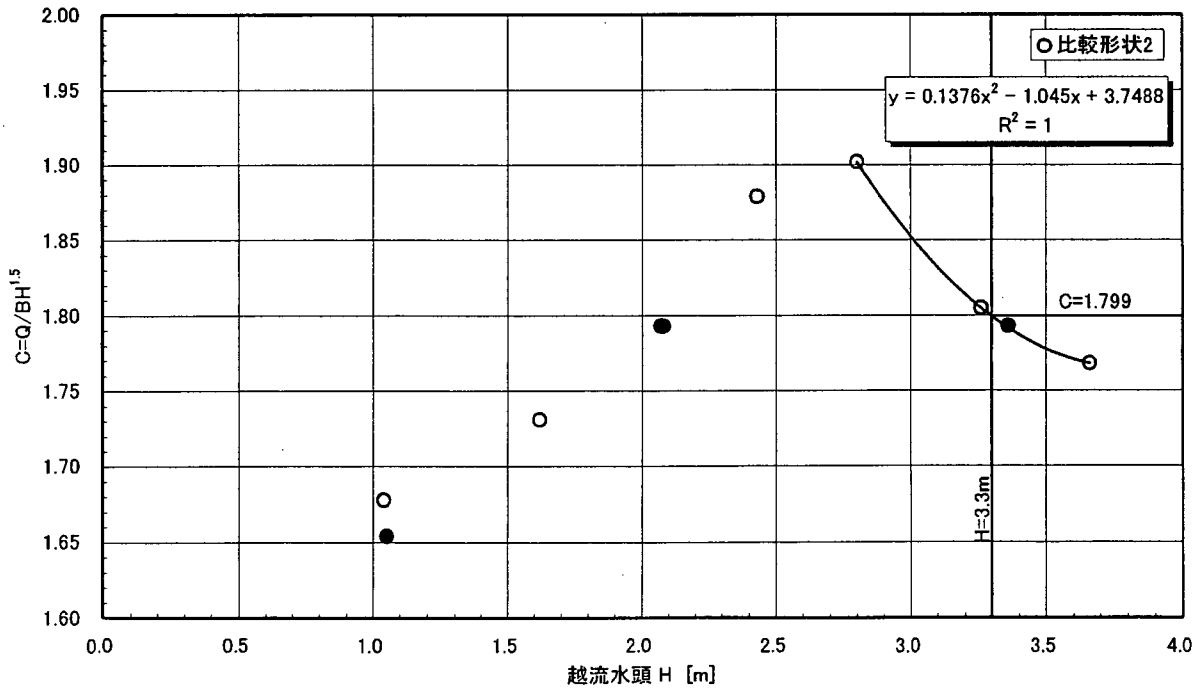




比較形状 1

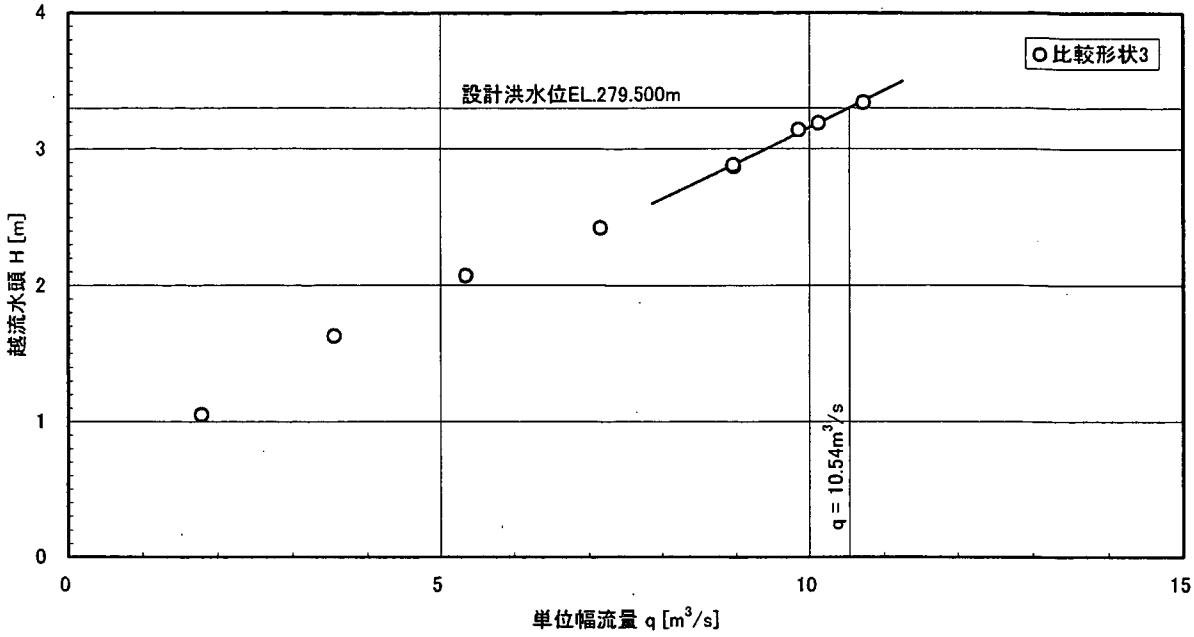
図－4.12（1）　比較形状の越流水頭と越流量，流量係数の関係

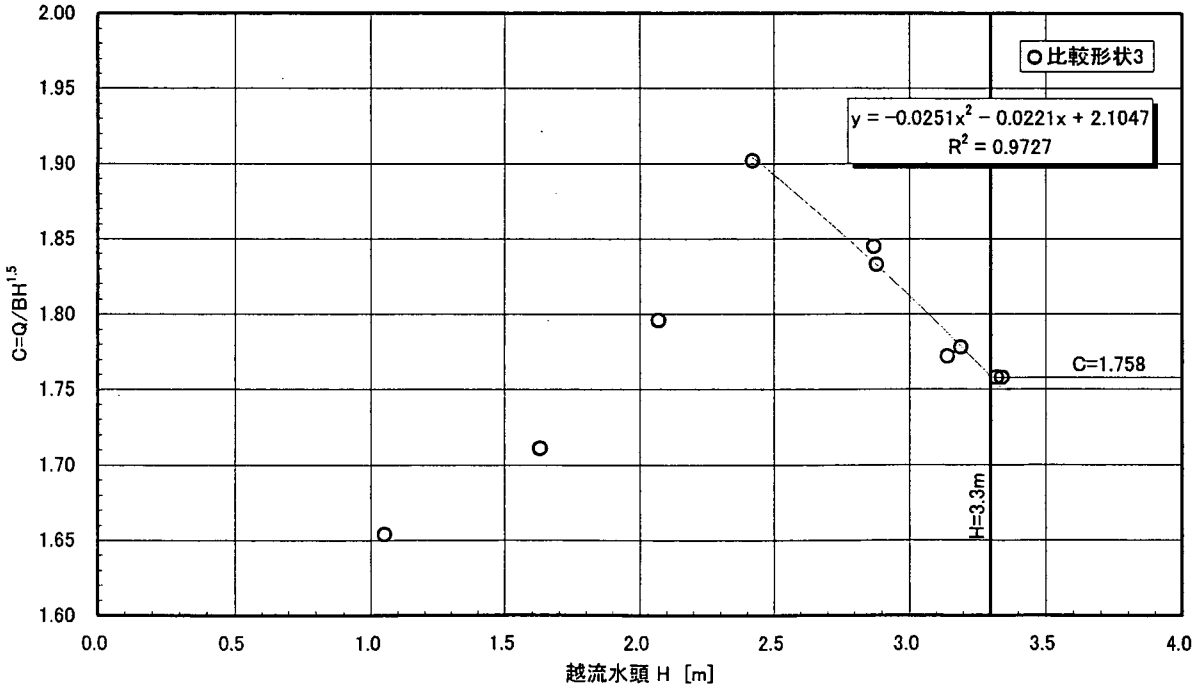




比較形状 2

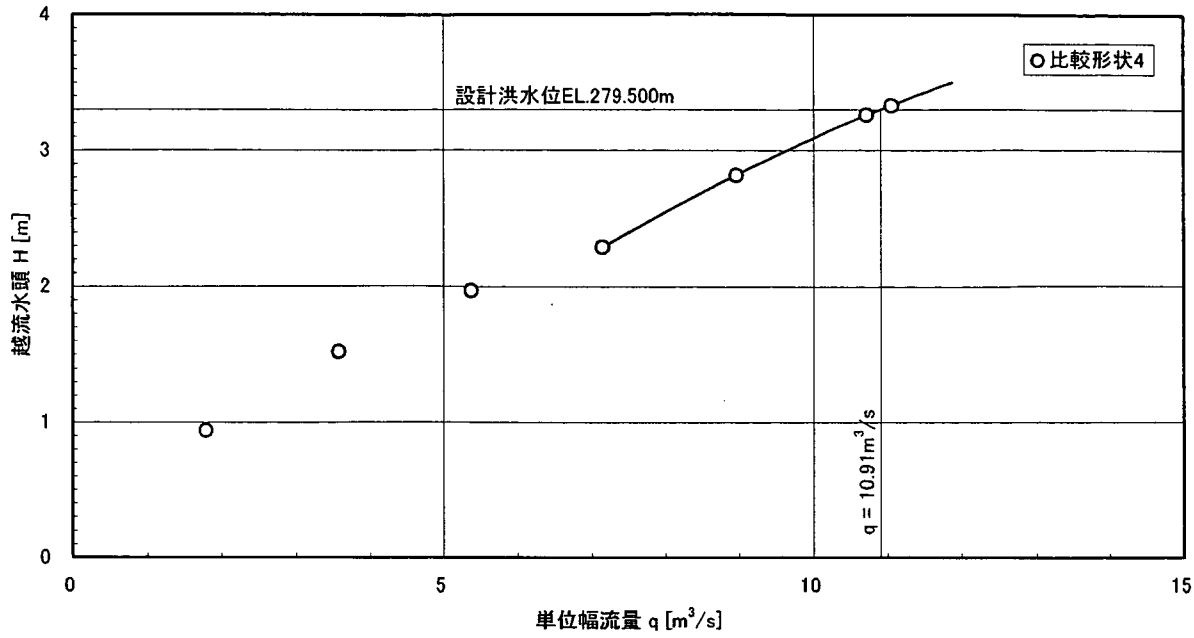
図－4. 12 (2)　　比較形状の越流水頭と越流量，流量係数の関係

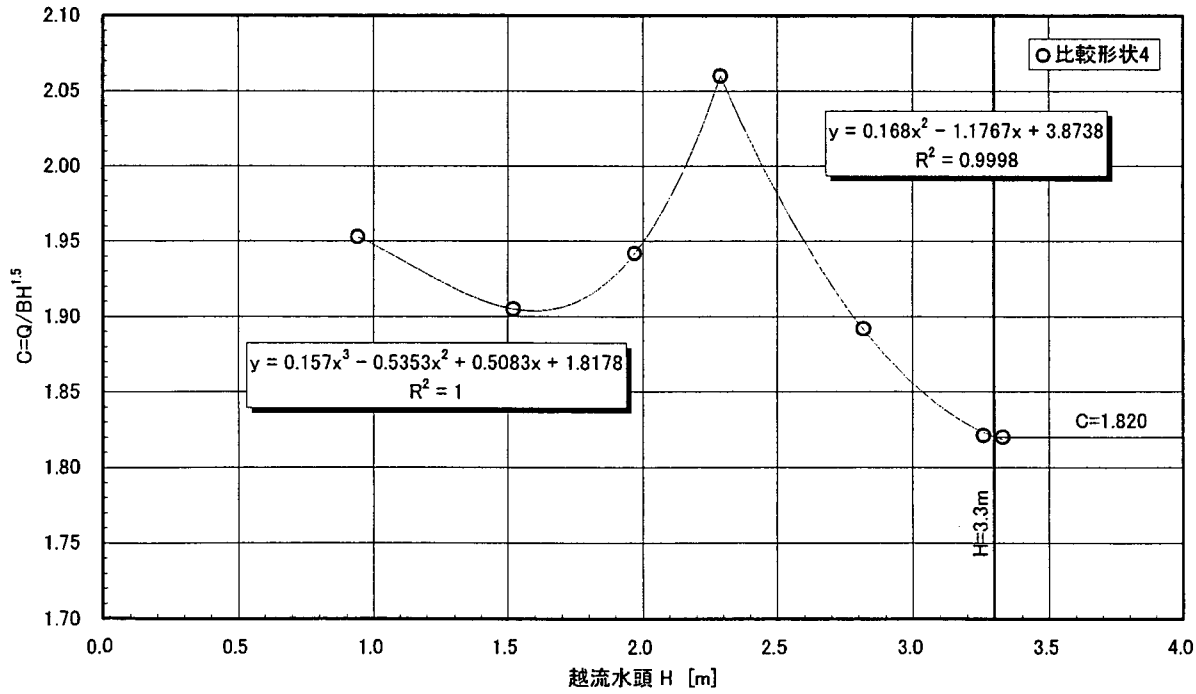




比較形状 3

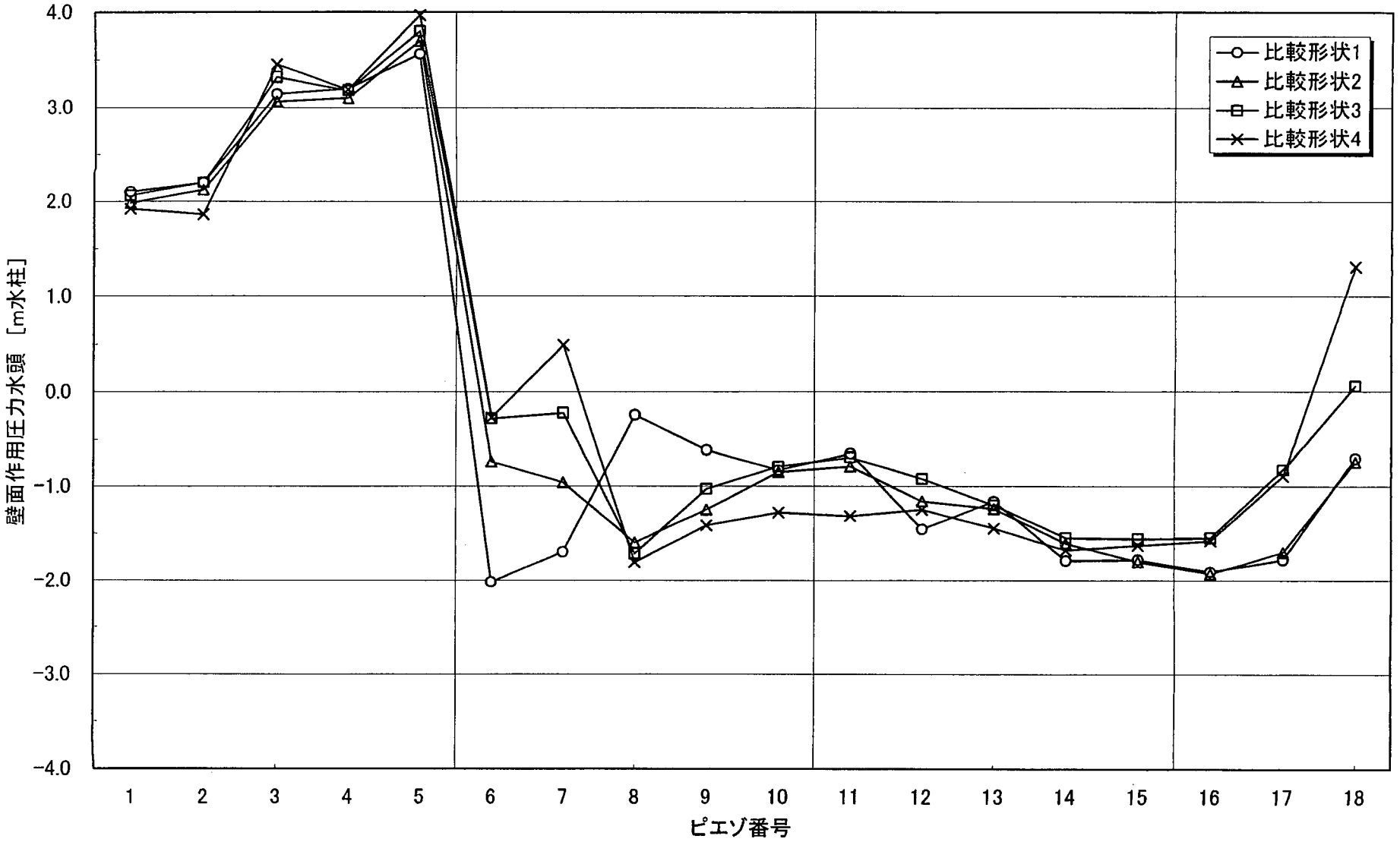
図－4.12（3）　比較形状の越流水頭と越流量，流量係数の関係



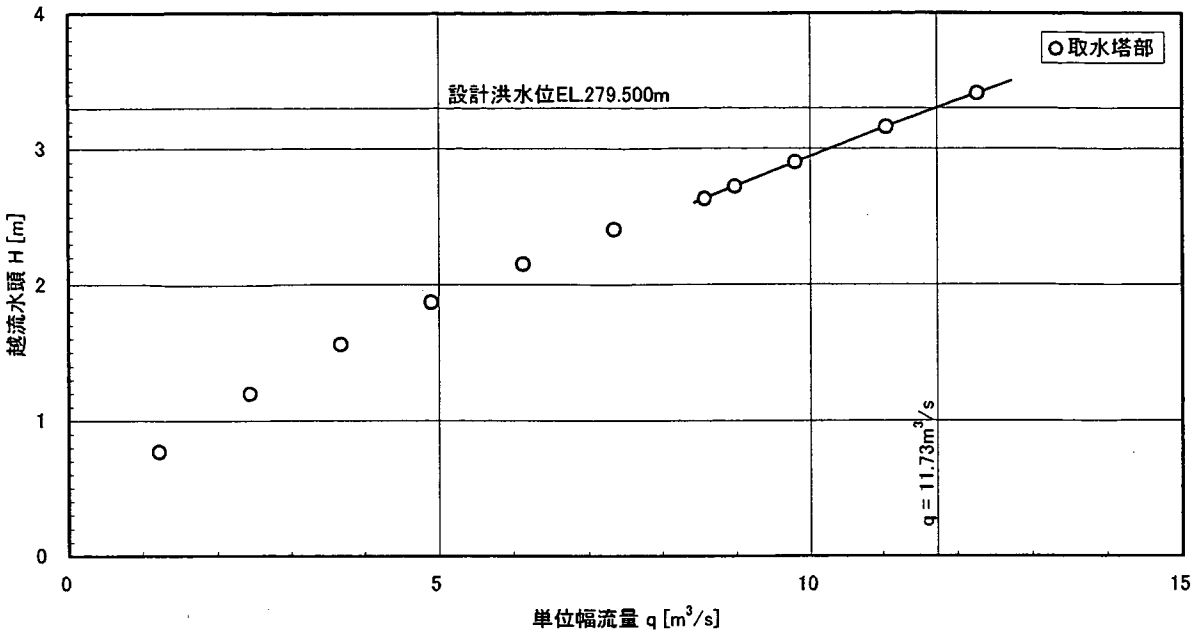


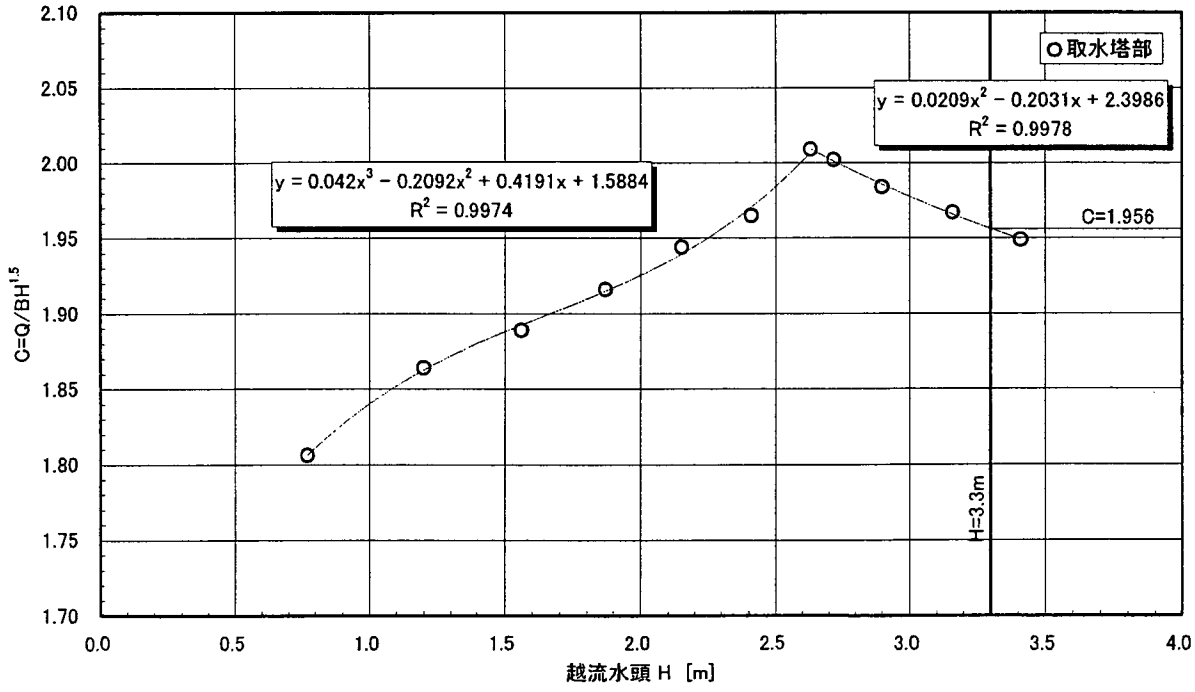
比較形状 4

図－4. 12 (4)　　比較形状の越流水頭と越流量，流量係数の関係



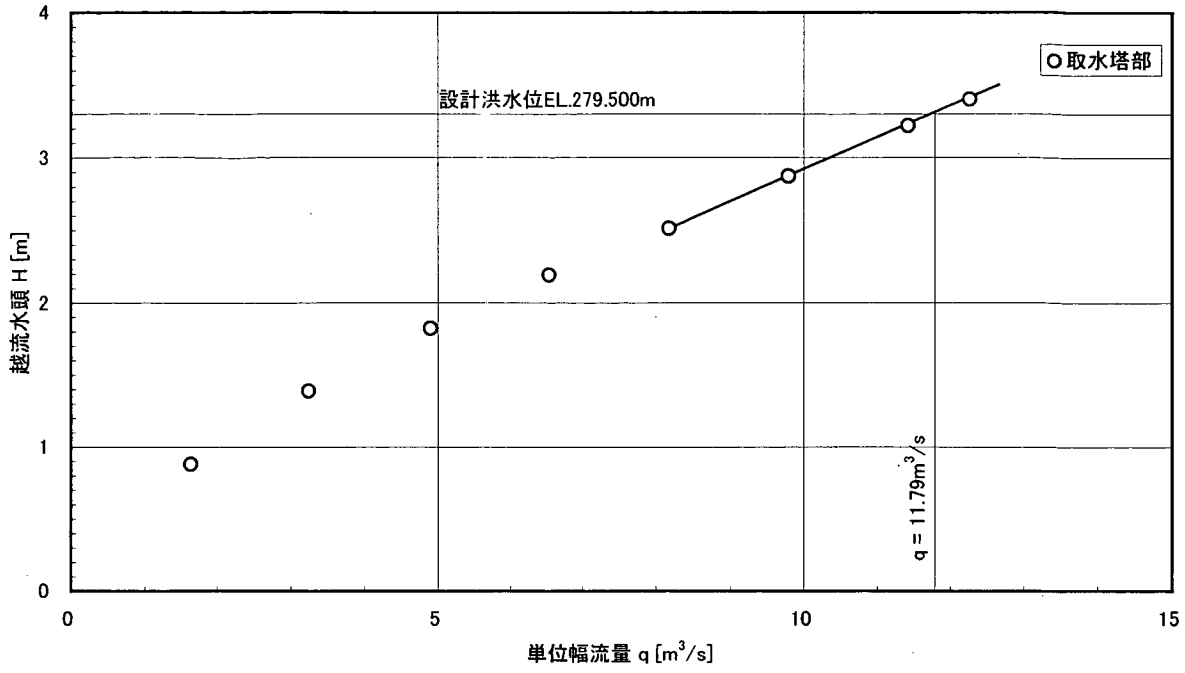
図－4.13　比較形状の壁面作用圧力（設計洪水位）

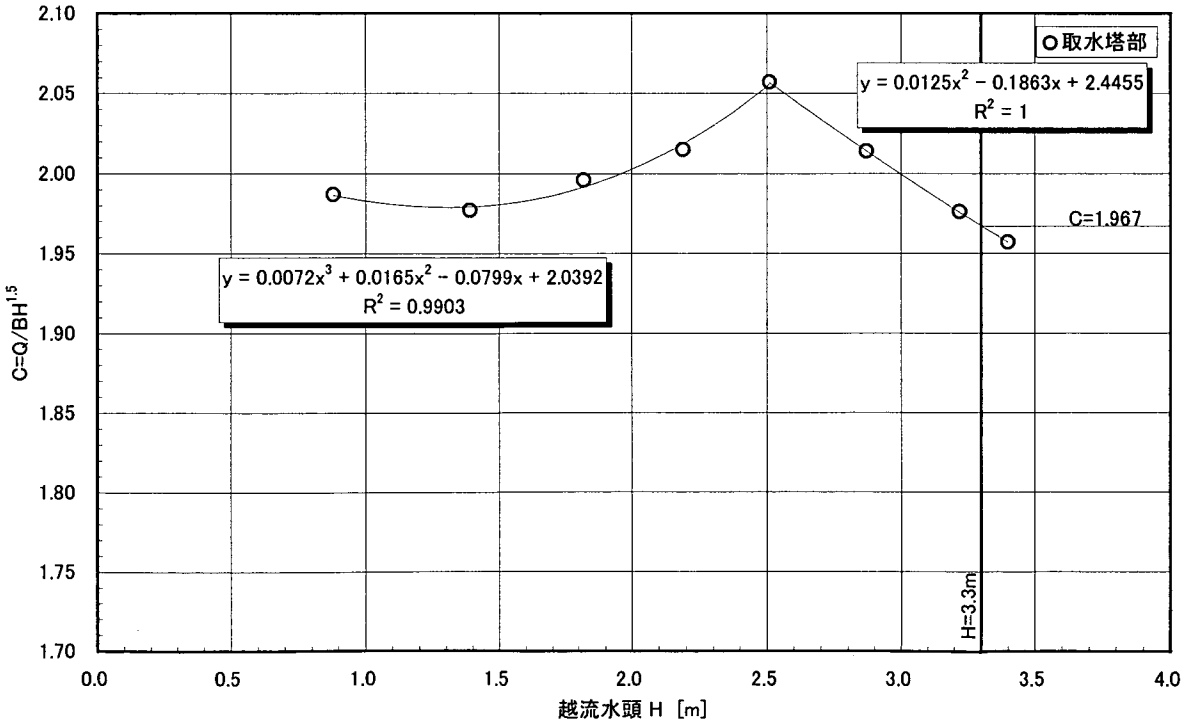




比較形状 2〔最終案(a)案〕

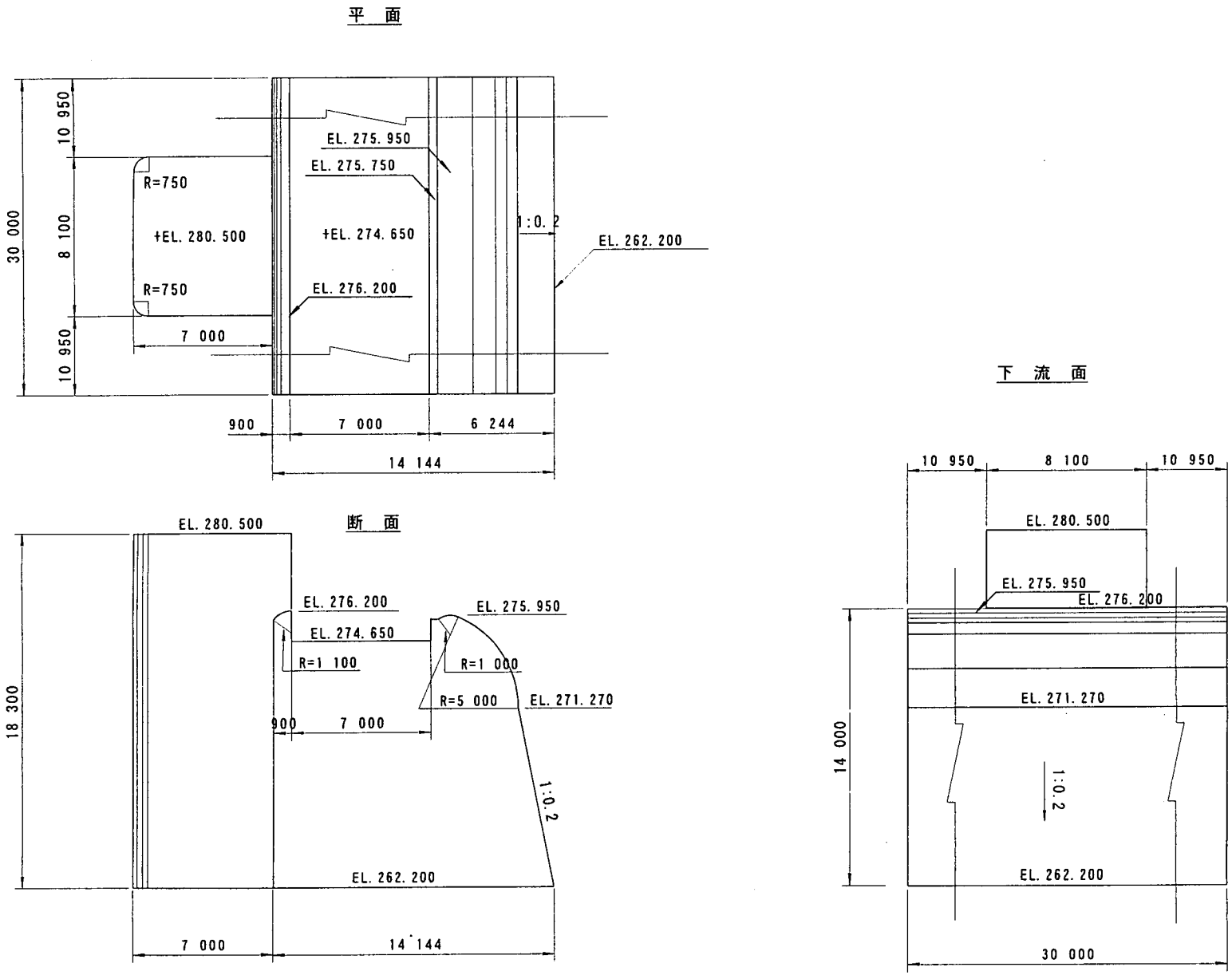
図－4.14 (1)　　取水塔部の越流水頭と越流量，流量係数の関係



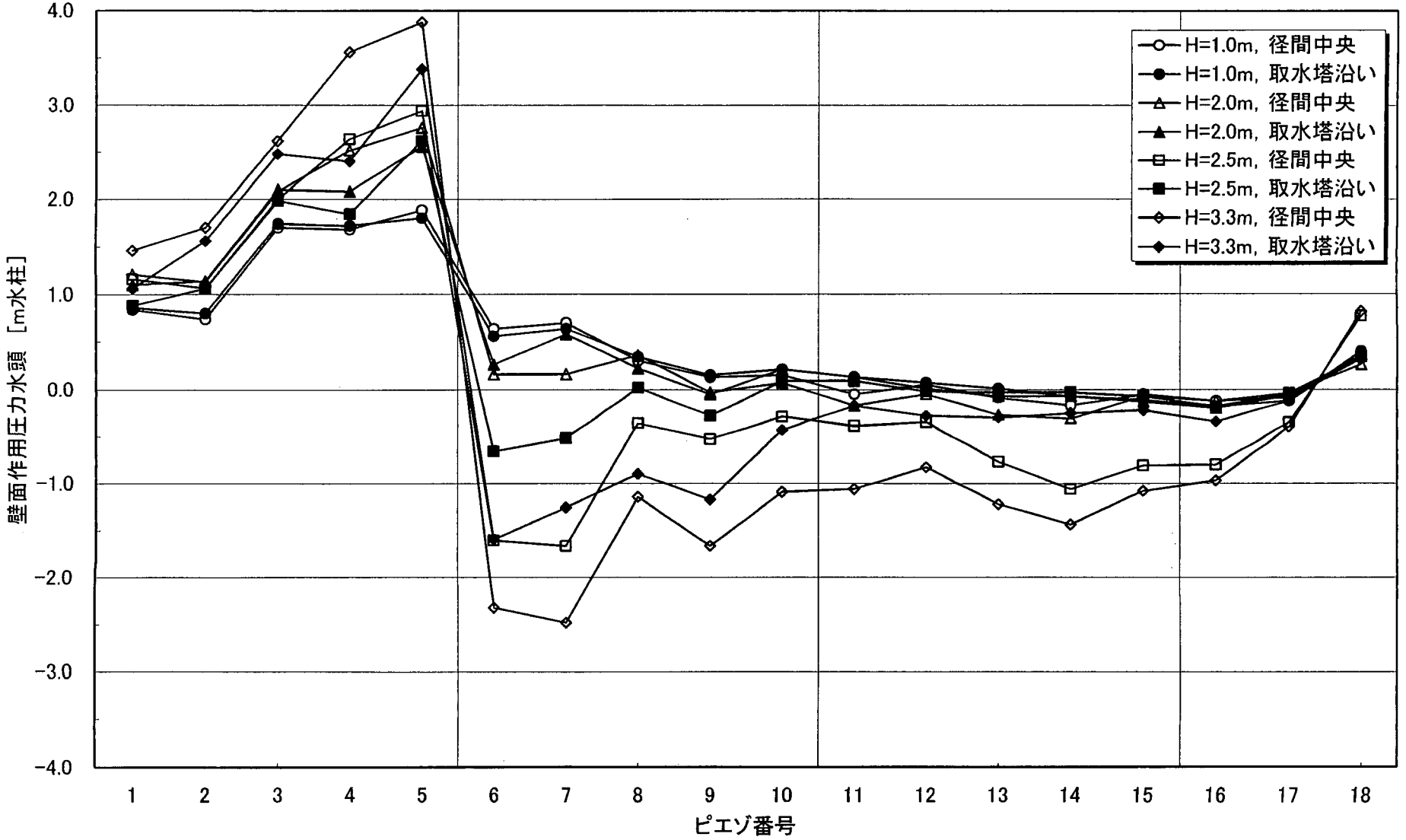


比較形状 4〔最終案(b)案〕

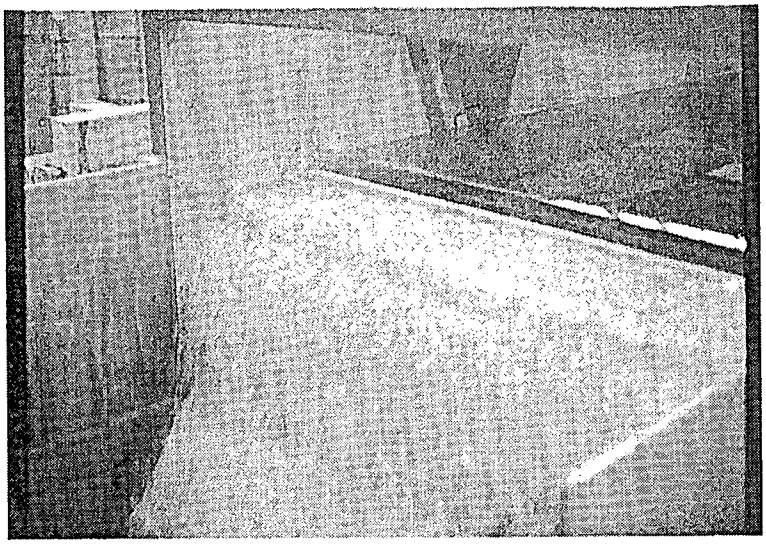
図－4.14 (2)　取水塔部の越流水頭と越流量，流量係数の関係



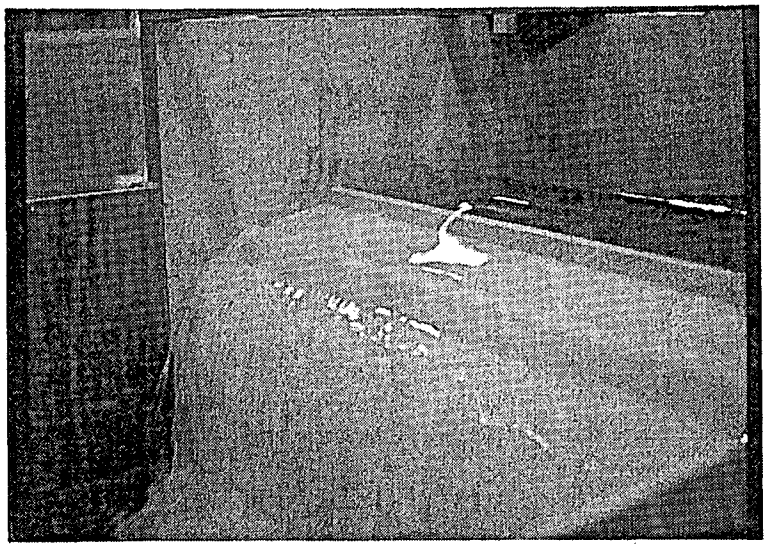
図－4.15　抽出実験での取水塔の設置



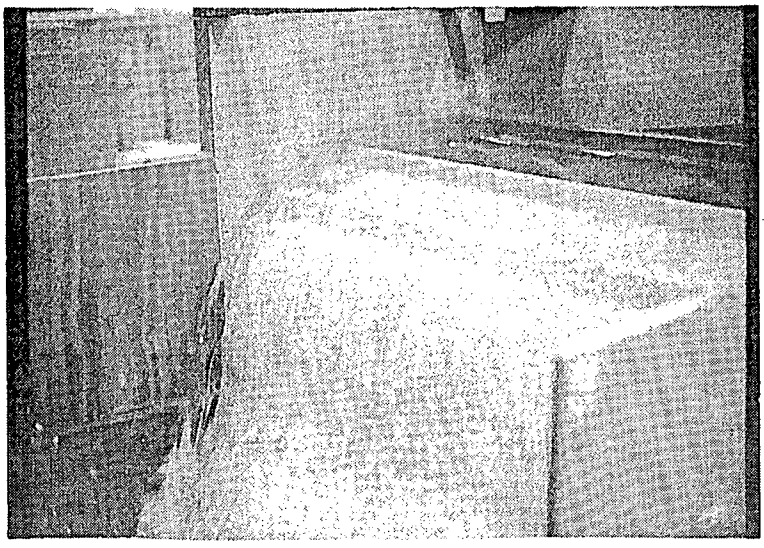
図－4.16　取水塔周辺の壁面作用圧力［比較形状２〔最終案(a)案〕］



H=1.0m



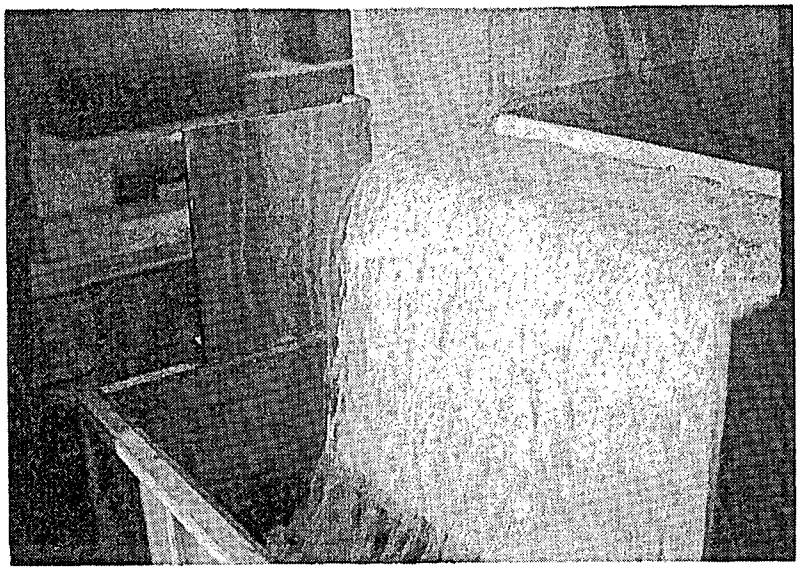
H=2.0m



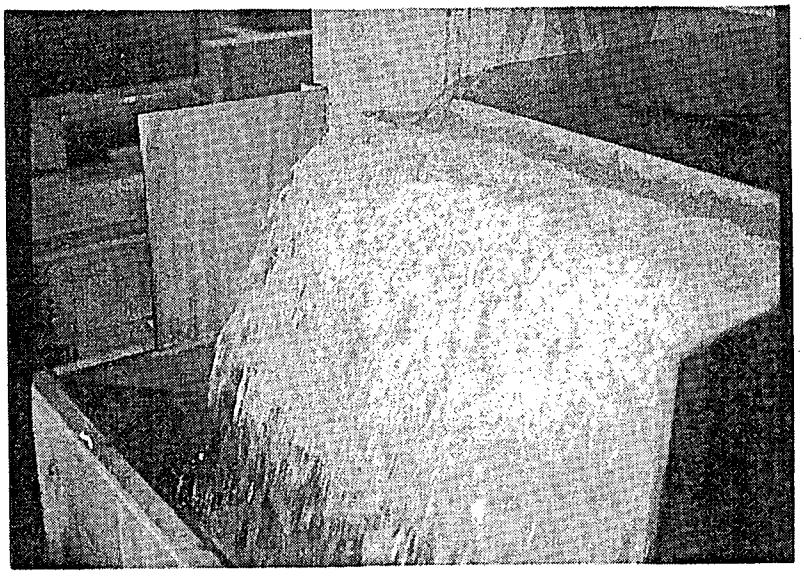
設計洪水位

H=3.3m

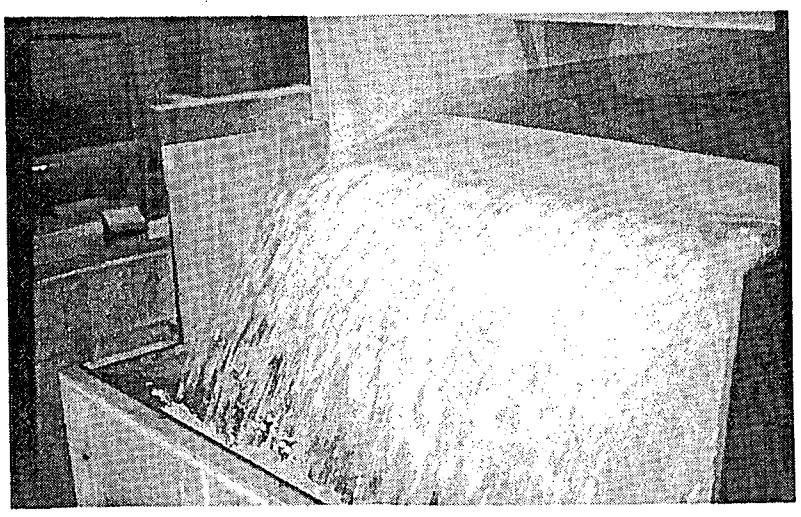
写真－4.1　非常用越流頂の流況例（形状 1）



H=1.0m

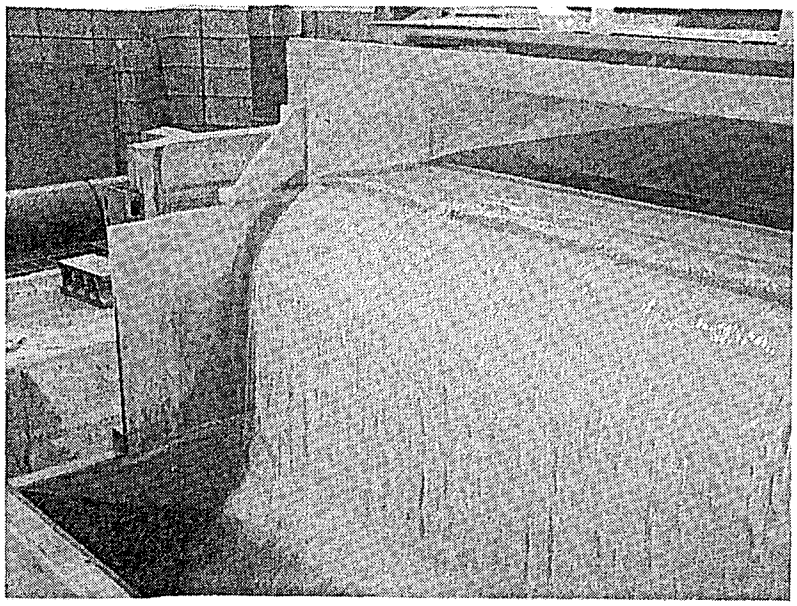


H=2.0m

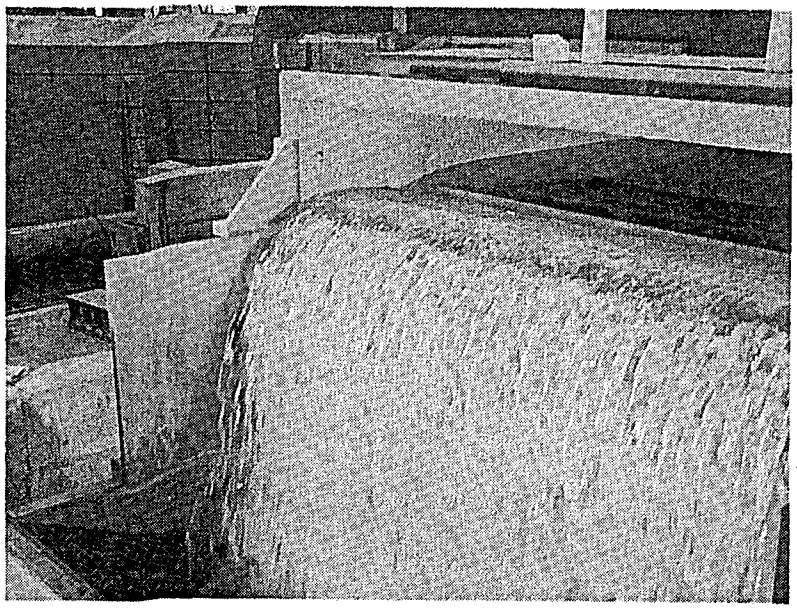


設計洪水位
H=3.3m

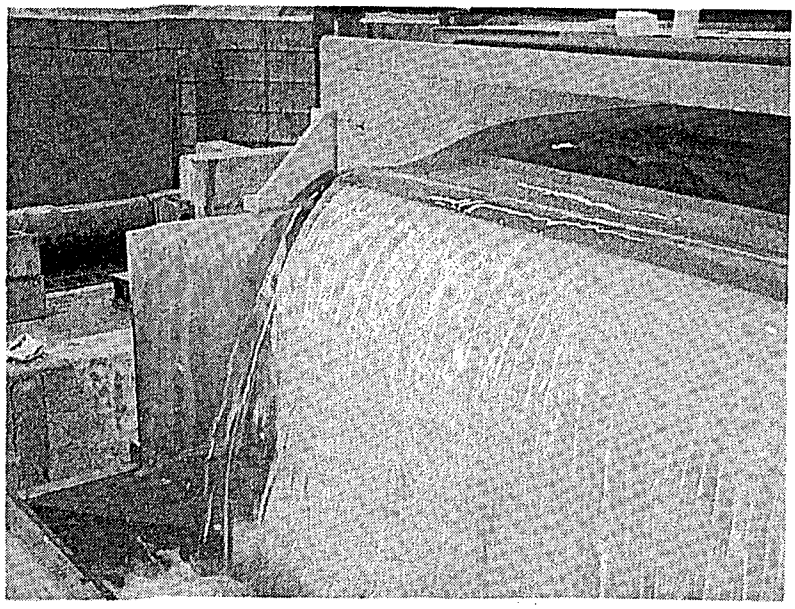
写真－4.2　非常用越流頂の流況例（形状 6）



H=1.0m



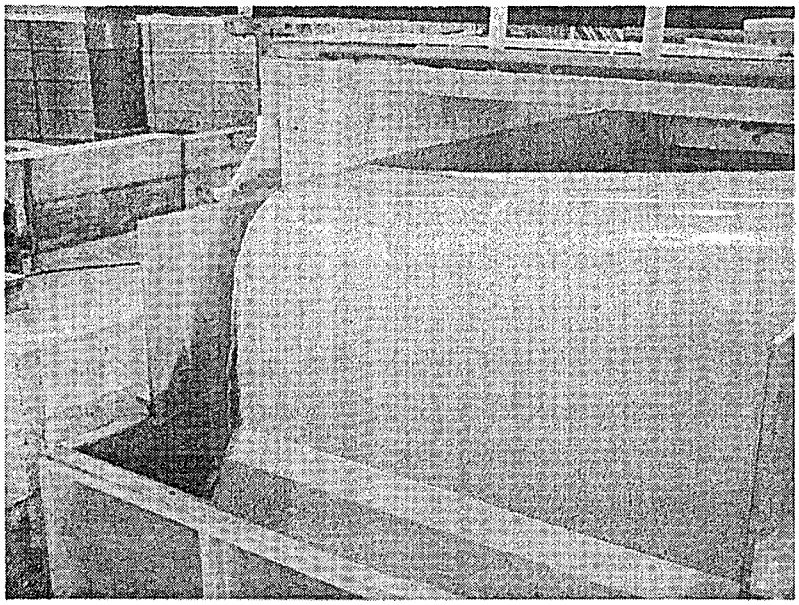
H=2.0m



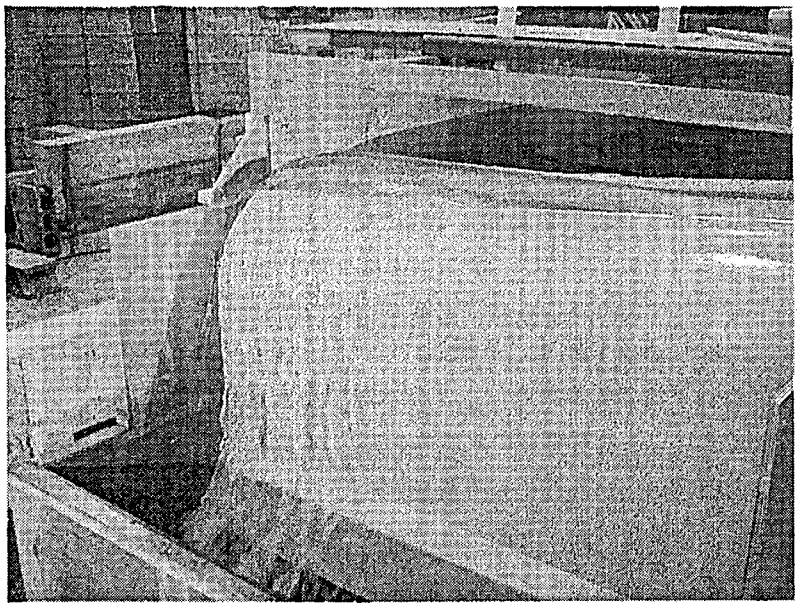
設計洪水位

H=3.3m

写真－4.3　非常用越流頂の流況（修正形状 4）



H=1.0m

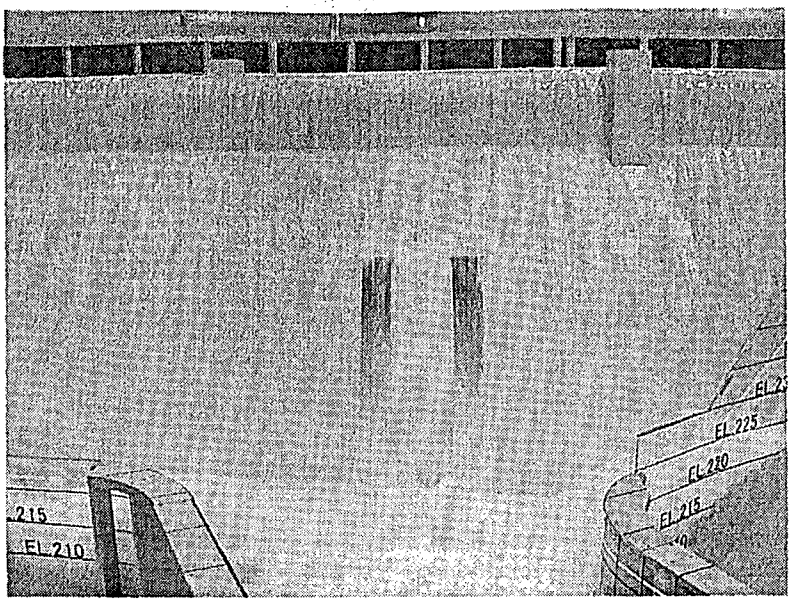


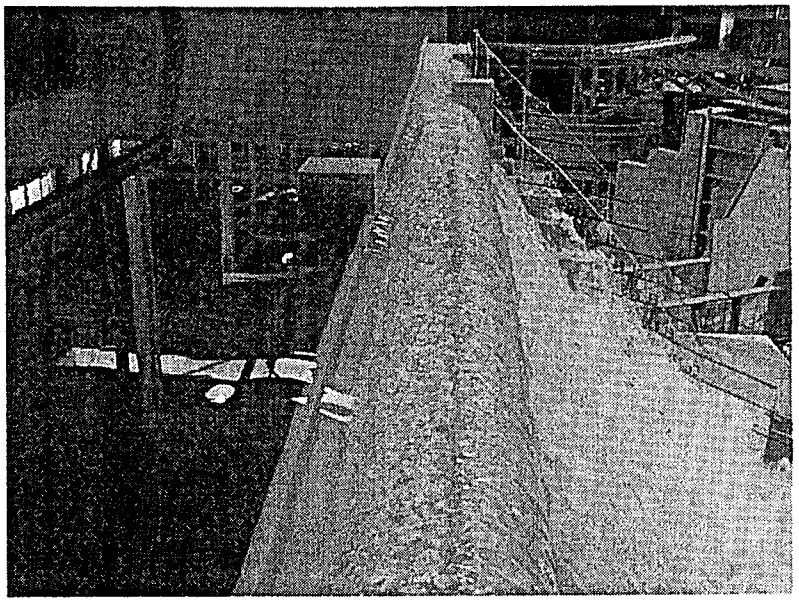
H=2.0m

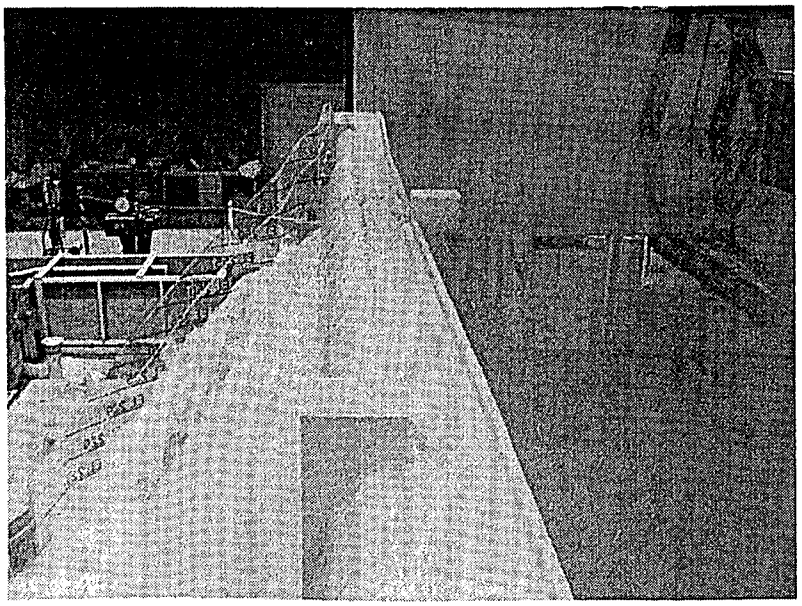


設計洪水位
H=3.3m

写真－4.4　非常用越流頂の流況（修正形状 4，傾斜部）

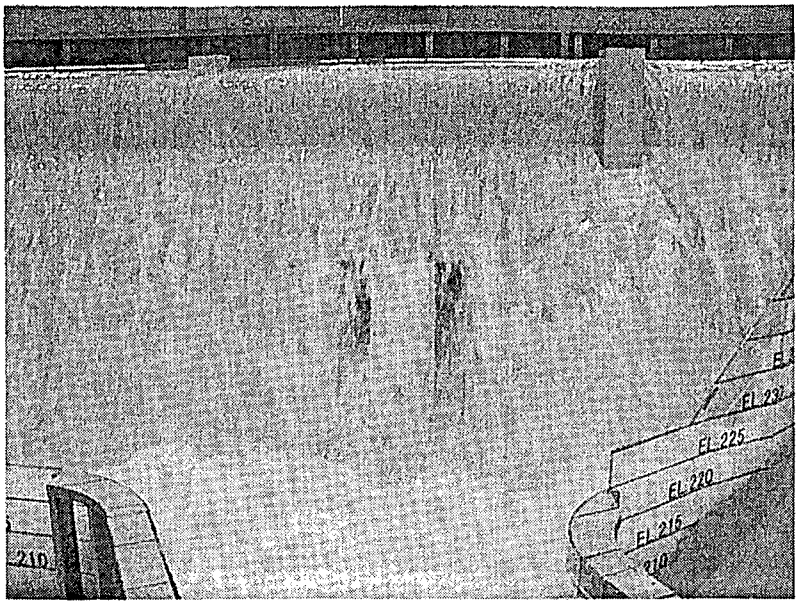


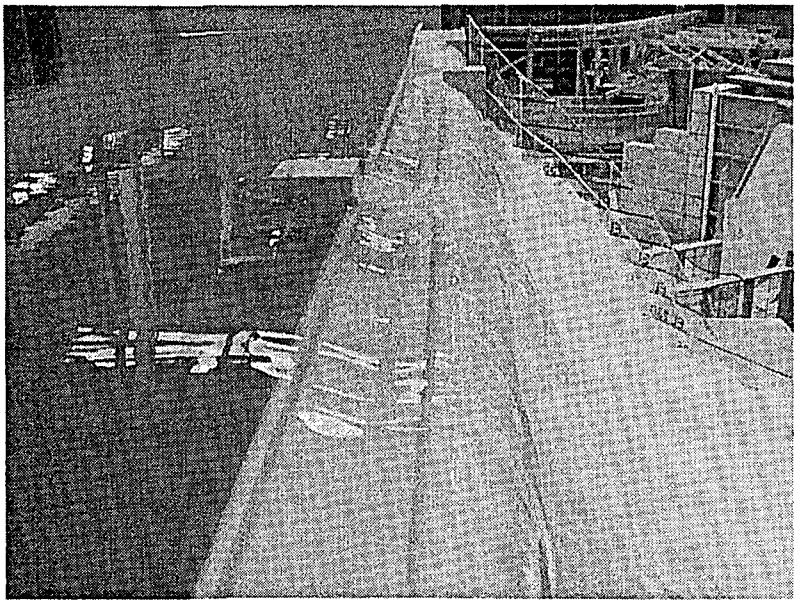


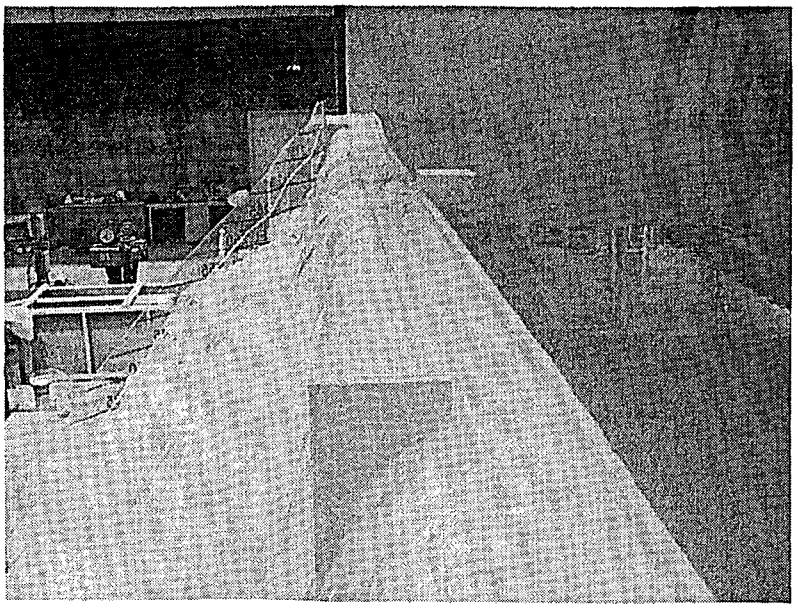


(1,500m^3/s)

写真－4.5（1）　越流部の流況（修正形状 4）

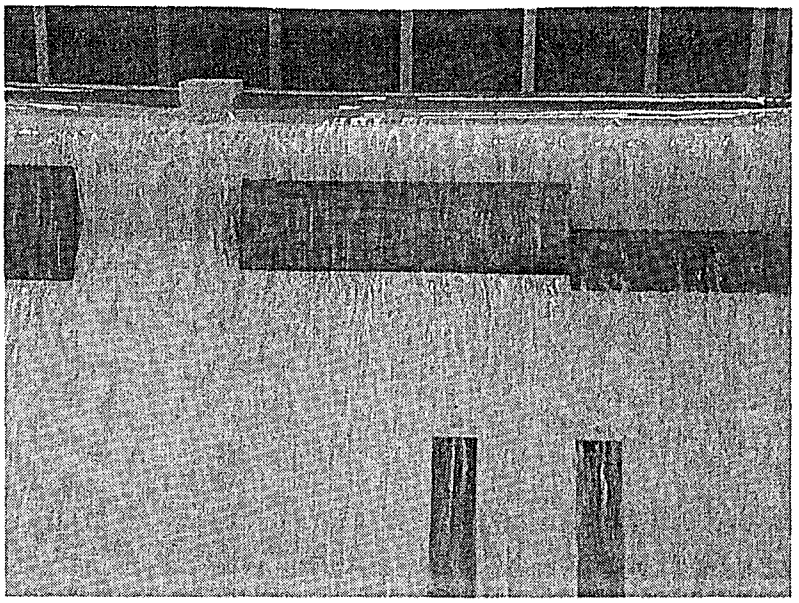




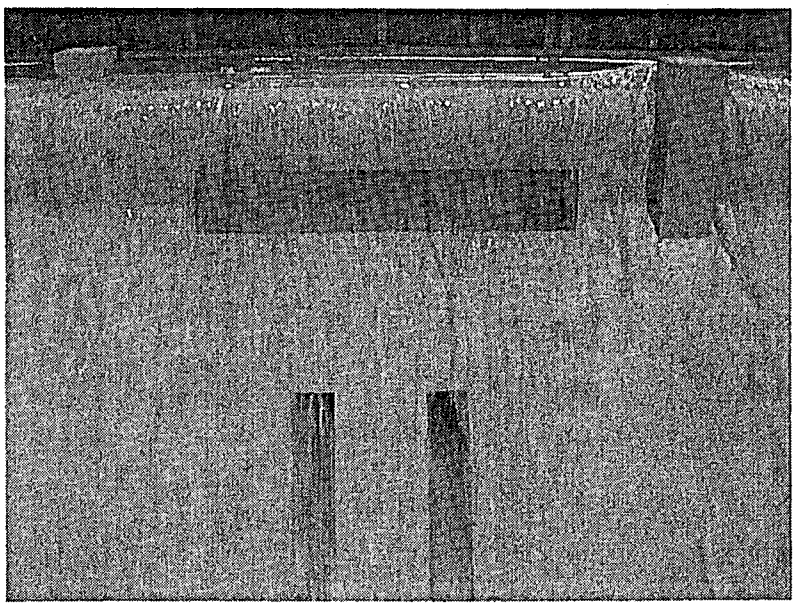


（ダム設計洪水流量 2,680m³/s）

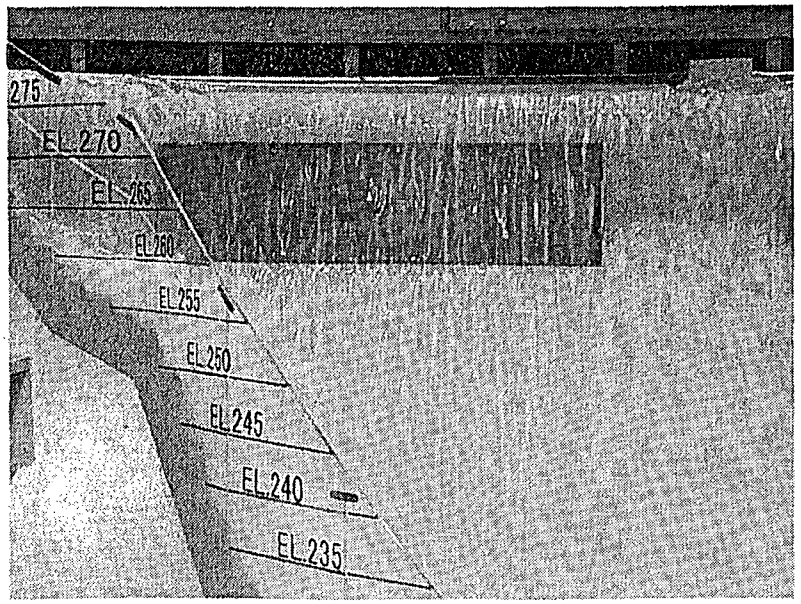
写真－4.5（2）　越流部の流況（修正形状 4）



写真中央3案
右　1案

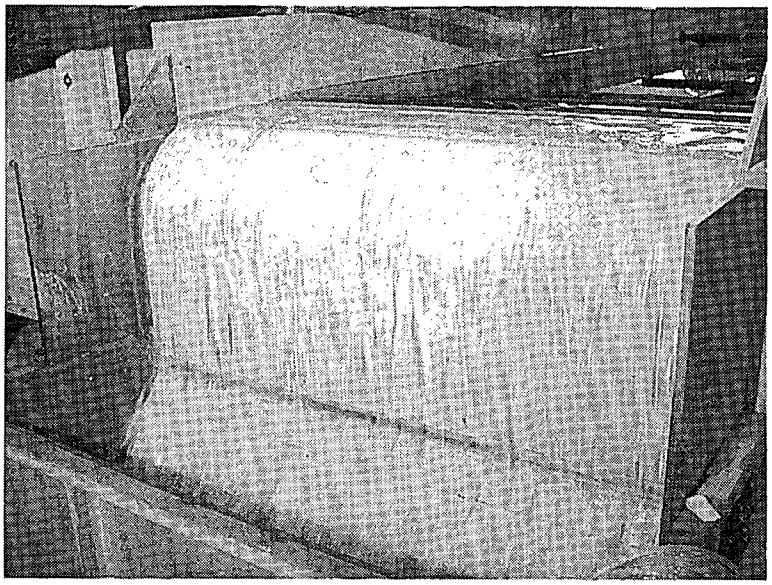


2案

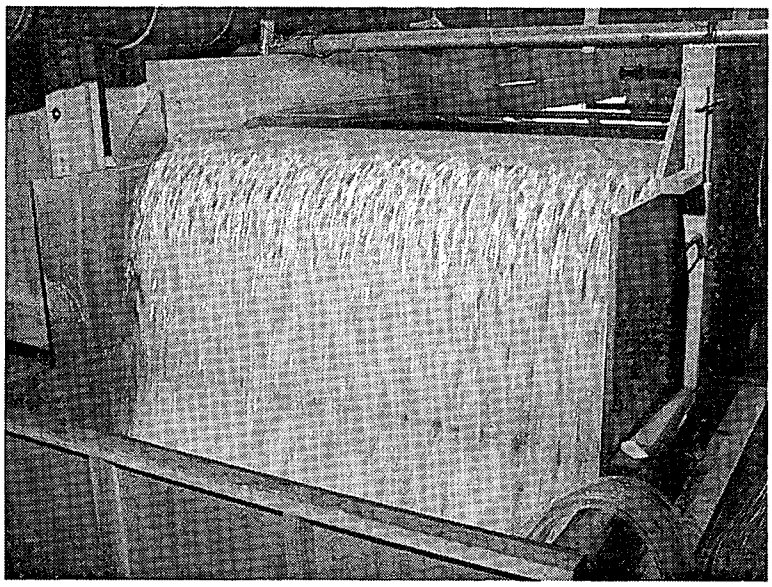


4案

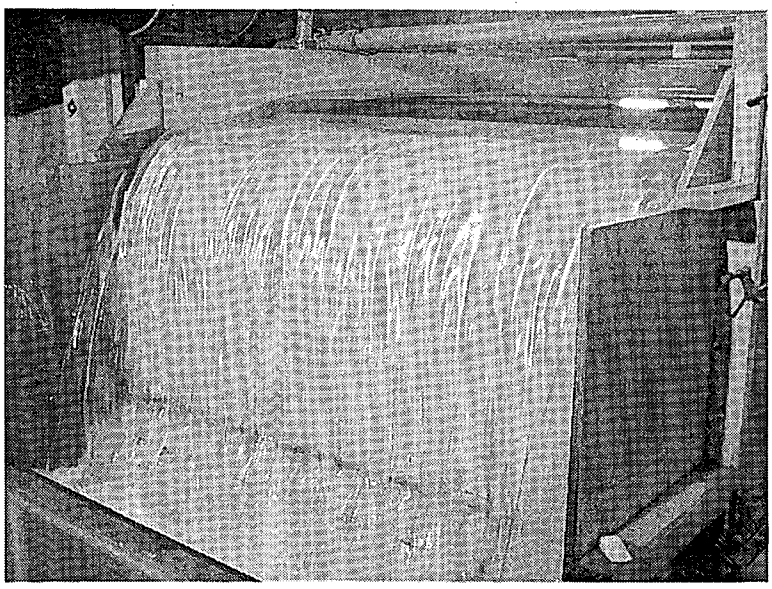
写真－4.6　越流頂延長部すり付け形状と流況（修正形状4：ダム設計洪水流量2680m^3/s）



H＝1.0m

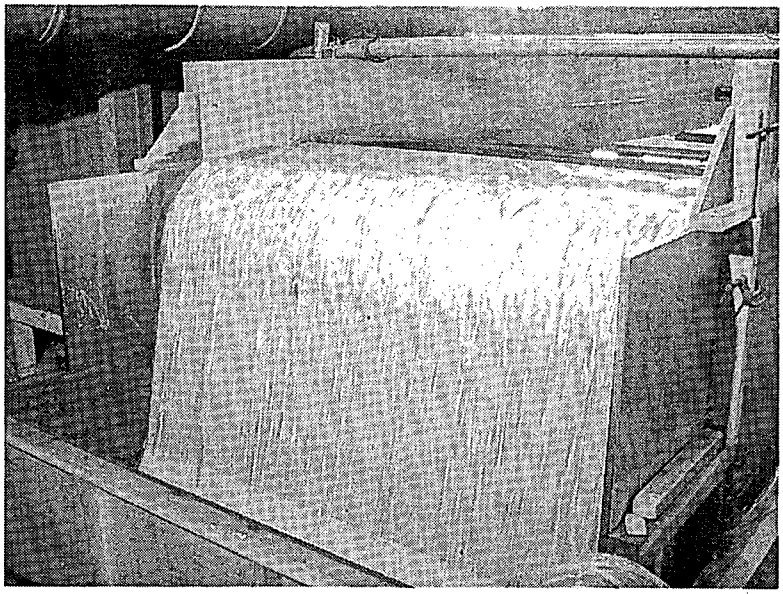


H＝2.0m

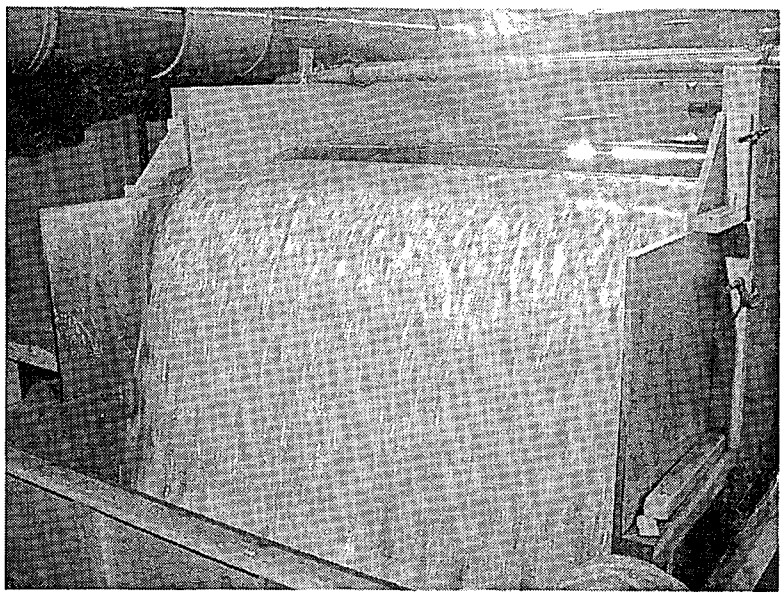


H＝3.3m

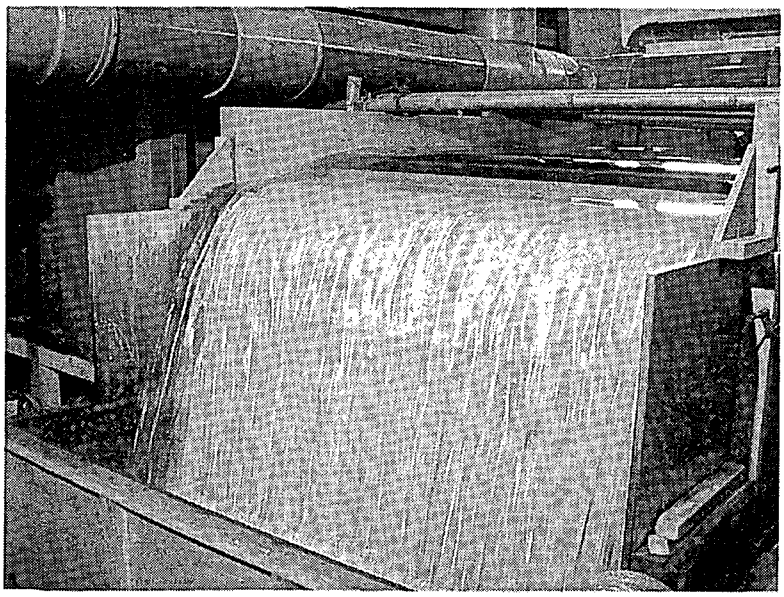
写真－4.7　比較形状２（最終案（a）案）の流況



H＝1.0m

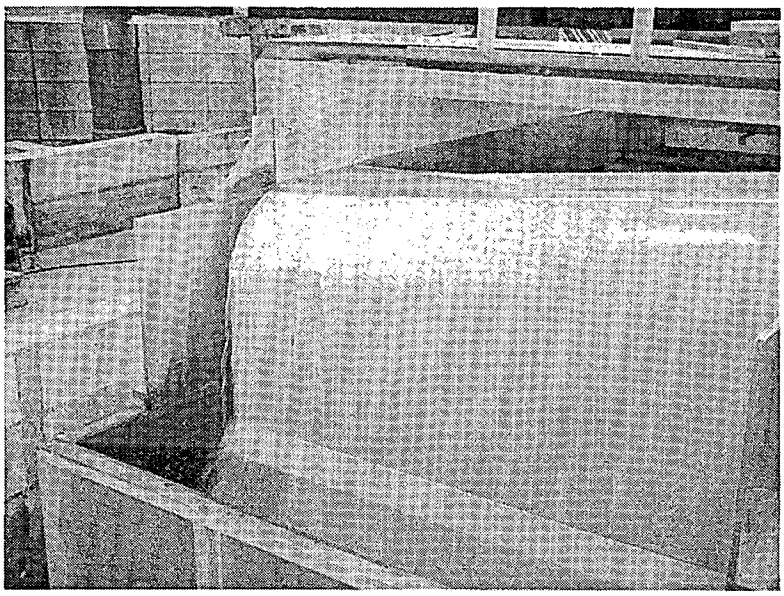


H＝2.0m

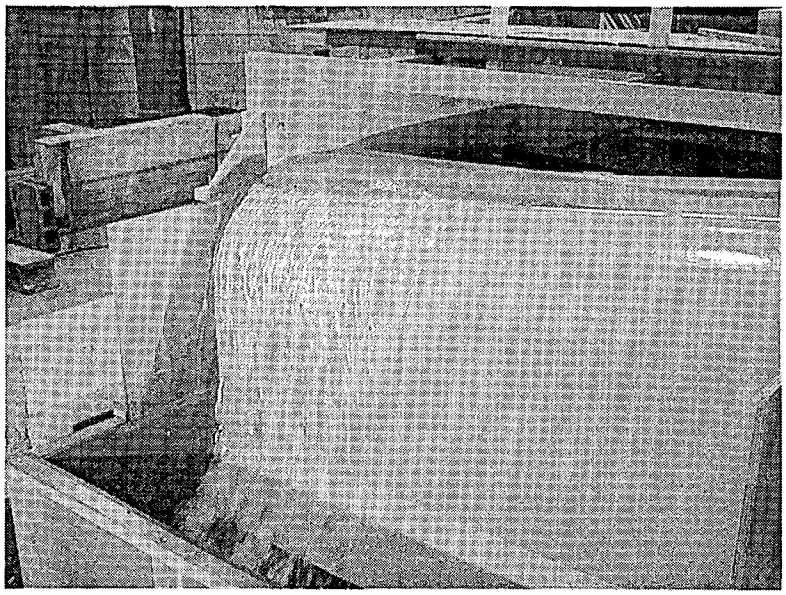


H＝3.3m

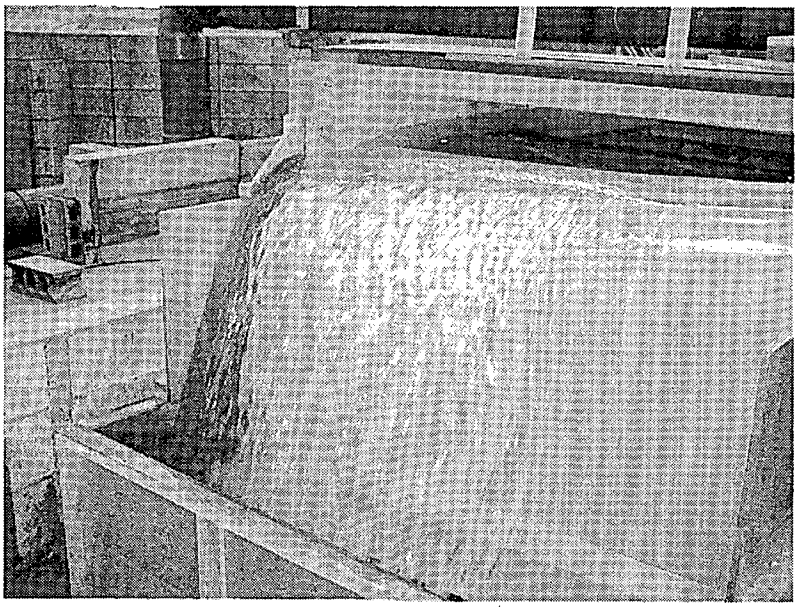
写真－4.8　比較形状４（最終案（b）案）の流況



H＝1.0m

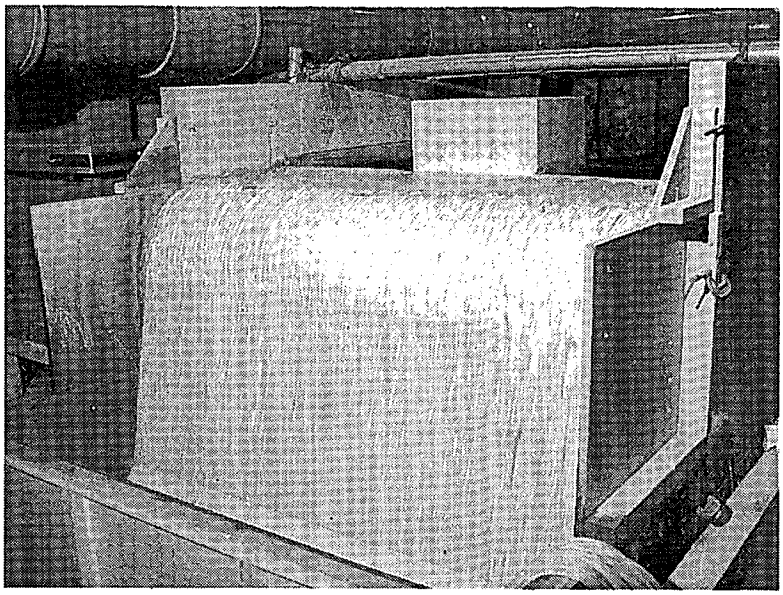


H＝2.0m

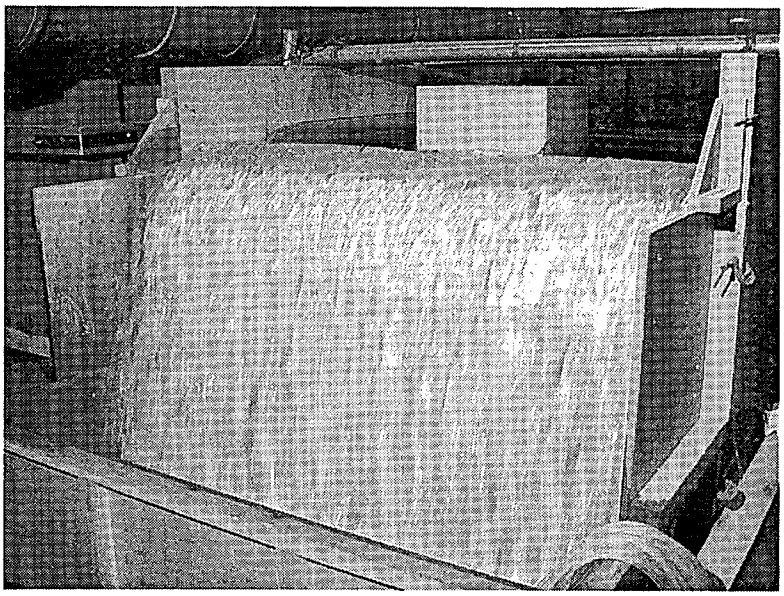


H＝3.3m

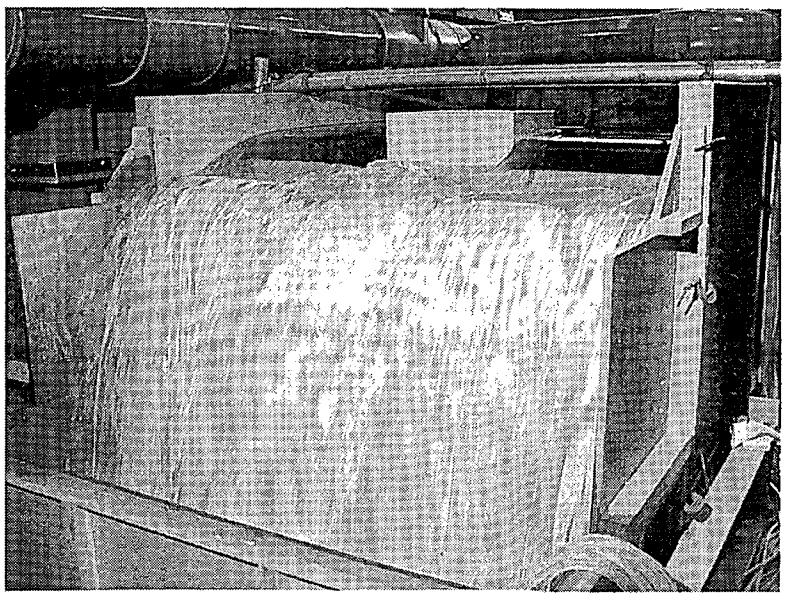
写真－4.9　傾斜部の流況（比較形状４：（最終案（b）案））



H＝1.0m



H＝2.0m



H＝3.3m

写真－4.10　取水塔部の流況（比較形状４：(最終案（b）案)）

5．洪水調節用放流管

5．洪水調節用放流管

5．1　水理設計案の作成

5．1．1　概要

作成した洪水調節用洪水吐き案は図－2.1(4)に示した通りである。本案は、既往の天端側水路案での実験成果[1)]を元に、堤趾導流案として再検討したものであり、以下にその趣旨を示す。

5．1．2　管軸の傾斜

天端側水路案では、管軸の傾斜が 10 度であったが、これは、洪水調節用放流管が設置される堤体断面が一般部より大きく、開水路形状のバケットカーブへのすり付けが可能であったことによる。今回の堤趾導流形式では堤体断面の増大はなく、堤体下流面又はバケットカーブへのすり付けのためにはより急勾配の傾斜角が必要なことが予想される。

予備検討として、①放流管下面敷高を常時満水位 El.245.7m とする、②自由放物線の係数を設計洪水位において損失を無視したものとして設定する、③管路水平長を５ｍとする、の各事項を仮定すると、自由落下曲線は次式となる。

$$El. = -(x-5)\tan\theta_0 - \frac{(x-5)^2}{140}(1+\tan^2\theta_0) + 245.7 \qquad (5.1)$$

ただし、$El.$：開水路底面標高、θ_0：管軸の傾斜角、x：下流向きを正とするダム軸からの水平距離である。

上式から堤趾位置を通過する場合の角度を求めると、$\theta_0 = 21.2$ 度となる。これは、堤体下流面に接するとした場合の $\theta_0 = 21.3$ より若干小さいがほぼ一致し、自由落下曲線を堤体下流面又はバケット下流に接するものとすると 20 度以上の比較的大きな傾斜角となることが分かる。大きな管軸の傾斜は放流管据付架台規模、維持管理用の仮設架台規模の増大につながるものである。また、本ダムのように放流管が比較的上方に設置される場合には、開水路曲線長が長くなり、施工性も悪くなる。そこで、許容される範囲でできるだけ管軸傾斜を小さくとり、堤体下流面から空中放流することとする。

問題は、許容される範囲であるが、ここでは、空中放流水脈のしぶきの拡散を考慮し、減勢工導流壁天端標高付近に放流するものとして検討し、$\theta_0 = 19$ 度とした。なお、実際の設計案形状では、先の仮定のうち、出口底面標高及びダム軸からの距離については修正を加えているが、上記管軸傾斜の設定根拠に影響を与えるものではない。

5．1．3　管路形状

放流管形状は天端側水路案の場合と同様にフード付き 4 面ベルマウスとし、出口断面を高さ 3.3m×幅 4.8mとしたが基本の考え方に一部修正を加えている。これらを示すと以下の通りである。

1）放流管出口断面は鉛直とする。

これは、将来における試験湛水ゲートや環境維持用放流ゲート設置の可能性に対応するための処置であるが、このことによる放流管への影響はほとんどないと考えてよい。

2）ベルマウスの隅取り円弧は省略する。

通常、四面ベルマウスには隅部圧力降下を防止するための隅取り円弧が設けられるが、特に底部の隅取り円弧については、放流管出口に向かってこれを省略するか、断面を拡幅する等により開水路断面と隅取り円弧の間に給気を行う必要が生じることが予想された。隅取り円弧を省略するにはより長い管長を必要とし、下流の開水路形状のすり付けのため更に大きな傾斜角を必要とする。また、確実

な給気のためには給気管の設置が望まれ、ここではこうした処置を施す代わりに、ベルマウス終端と出口断面間の断面の縮小量を大きくして対処するものとする。隅取り円弧の省略は、本放流管で頻度の高い放流が予想される開水路流での流況安定化のためにも望ましいと考えられる。

放流管の作用圧力は、ベルマウス終端付近で最も大きくなり、その位置での壁面作用圧力 p/γ は次式で表される[2)]。

$$p/\gamma = H(1 - C_d C^2 A_0^2 H / A_e^2) - z \qquad (5.2)$$

ここに、C_d ：圧力降下係数、C ：流量係数（$= Q/A_0\sqrt{2gH}$）、H ：放流管出口底面を基準とする貯水位の全水頭、A_0 ：放流管出口断面積、A_e ：ベルマウス終端断面積、z ：壁面の標高である。高圧放流管では、管内圧力を正圧で設計するのが一般的であり、この場合には高圧としての最小の H である25mにおける圧力をチェックすれば、これ以上の水位においても正圧が維持される。そこで対象位置をベルマウス終端上面、$H = 25$ m、C_d は隅取り円弧を設けていないことから安全をみて 1.2 とし、流量係数を仮定した試行錯誤検討により $A_e/A_0 = 1.15$ とした。また、断面の縮小は下流開水路とのすり付けの関係から高さ方向のみで行うこととした。

このとき用いた流量係数は 0.9 であり、次の考察により設定したものである。

①流量係数として放流管上下面の傾斜角 θ=14.6 度から求められた次の推定式[3)]によれば天端側水路案における流量係数は 0.83 であり、実験値である 0.85 の２％程度の推定誤差である。

$$C = \sqrt{a - bD/H} \qquad (5.3)$$

$$a = 0.914 - 0.500\sin\theta \ 、\ b = 0.895 - 0.625\sin\theta$$

②本形状での断面縮小率を 15％とすると、θ=15.3 度となる。このとき式（5.3）から計算される流量係数は 0.83 であり、天端側水路案のものとほぼ同様である。よって 0.85 程度の流量係数が想定される。更に天端側水路案では隅取り円弧が出口で消去されておらず、隅取りの断面積率約 2.7％が消去により大きくなる。この場合、流量係数は 0.87 程度となる。

③仮に試験湛水ゲートが設けられる場合には、出口で断面の拡大が生じ、数％程度の流量増加が考えられる。この場合、流量係数は 0.9 程度となる。

以上のように、流量係数 0.9 の値は、圧力検討として安全側の設定を行ったものである。放流量条件はサーチャージ水位で最大放流量 680m³/ｓであり、大きな放流が生じた場合には出口断面の縮小が考えられる。正確な流量は水理実験結果を待たなければならないが、仮に放流量が大きい場合には、断面幅を小さくすることで調整するのが妥当と思われ、圧力的にはより高まる、つまり安全側になるものと判断してよい。

３）放流管入口のリセスを省略し、放流管入口面を堤体上流面と合わせる。

リセスは予備ゲートによる流水遮断時のダウンプルフォース低減のために設けられるものであり、本放流管には必要のない措置と考える。

４）フード底面は堤体上流面との取り付け部の鋭角処理を避けるため水平とする。

５．２　洪水調節用放流管抽出実験

５．２．１　実験概要

縮尺 1/25 の抽出模型を用い、流況観察、貯水位と放流量の関係及び壁面作用圧力調査を実施した。模型の開水路部再現範囲は、水平距離で 30m区間とし、放流管出口下流に戸溝がある場合、ない場合の両者について同様の調査を実施した。

流況観察は、開水路流、管路流の両者を含み、4 水位程度を対象にスケッチ及び写真撮影を含めて実施した。また、貯水位と放流量の関係は、開水路流、管路流の両者を含み 15 点程度計測した。壁面作用圧力調査は、貯水位と放流管出口底面標高差が 25mの水位（高圧と低圧の境界水位）及び設計洪水位の放流条件にて実施しており、模型の圧力測定位置図を、**図－5.1** に示す。

5．2．2　実験結果

1）放流特性

放流特性については 2 章に近似式を提案しており、放流条件を満足する。戸溝がある場合には、放流管出口側方の拘束力が小さくなることからやや放流量が大きくなるが、増加量は小さく問題となるものではない。

2）壁面作用圧力と流況

図－5.2、5.3 に、それぞれ戸溝が無い場合、ある場合の壁面作用圧力分布を示す。管路内の圧力は何れの場合も正圧を示し、局所的な急激な圧力降下もみられず問題ない。因みに、出口付近の上面で圧力上昇がみられるが、これは、上面の屈折によるものである。また、開水路部では若干の負圧の発生が見られるが、負圧の絶対値は戸溝なしで最大 0.7m、有りで 1.7mと小さく問題となるものではない。戸溝有りでの最大負圧がやや大きいが、戸溝から生じる衝撃波の影響によるものと思われる。

開水路部流況については、戸溝の有無によらず、安定した流況が得られており、全く問題ない。サーチャージ水位以上での放流では、水面付近に飛沫上の乱れた水脈が見られたが、流速の増加によるものであり問題ない。また、戸溝有りでは戸溝部で拡幅し側壁に衝突する水脈により、側壁沿いに若干の水脈の這い上がりが見られるが、這い上がり量は小さく、問題になるものではない。参考までに、**写真－5.1、5.2** に設計洪水位での流況を示す。

5．3　放流管開水路出口の水脈分割方法

放流管開水路の堤体下流面上の出口は、非常用放流時には越流水により覆われる。越流水に覆われる場合に、開水路部の圧力降下を低減し安定した放流を確保するためには、空気管が必要であるが、本ダムでは空気管の出口設置位置が非常に遠くなり、得策でないと考える。

そこで、放流管開水路の出口部分の水脈を分割し、開水路部に確実に給気を行う方法について検討を実施した。検討は 6 章に詳細を示す縮尺 1／50 の洪水吐き全体模型を用いて実施している。

当初は八戸ダム[4]で用いられた衝撃型のデフレクターの適用を考え、5 角形のデフレクターを設置して実験を行った。流況は**写真－4.5、4.6** に示されるとおりであり、流量の増加に伴って激しい水脈の飛散が生じ、給気空間も安定しない。八戸ダムでは、放流管出口がピアーの下方にあり、ピアー下流で拡幅する越流水脈の合流を防いでいるのに対し、本ダムでは上方からの越流水脈を分割するものである。このため飛散が激しくなったものと思われ、衝撃型デフレクターは適当でないと判断した。

上記当初案の流況から、**図－5.4(1)～(13)** に示す合計 13 案の実験を実施した。以下に各形状の趣旨と結果を示す。なお、実験対象の越流頂形状は最終案(b)案（比較形状４）のものである。

①形状１、２：越流水脈を遠方に放出し、放出した水脈側方に空間を得ようというものであるが、衝撃型と同様に水脈の飛散が激しく、流況が悪化する。給気空間も安定しない（**写真－5.3**）。

②形状３～５：放流管開水路出口に設けられている通常のデフレクターであり、中央の突起部での水切りを期待したものである。流況は比較的安定しているが、水脈の分割はできて

いない。分割するためには４～５m 以上の高さが必要と思われ、この場合にも給気空間は安定しないことが予想される。

③形状６～11：形状 1～５は放流管出口直上方での処理を検討したものであるが、満足する結果が得られないことから、より上流のフルード数の低い部分での処理を検討したものである。デフレクター上流端部での越流水脈の分割は、形状６、７では不十分で形状８により概ねなされたが、分割された水脈が円弧部でデフレクター上に越水する、或いはデフレクター下流側で拡幅し、放流管開水路出口を覆う結果となった。このため、デフレクター上流端から放流管開水路出口間を確実に分割する方法を検討した。

形状 9～11 はこのような趣旨の検討形状であるが、形状 11 においても薄い膜状の水脈がデフレクター面を覆う状況がみられ、確実な水切りはできなかった。そこで、円弧部のデフレクター下流面沿いに突起を設けることで水脈を上流側に返し、完全な水切りが可能になった。これが形状 12 であり、最終形状(a)案である。

形状 12 は採用可能案であるが、コンクリートボリュームが比較的大きい。そこで、空気管を設置することを前提にコンクリートボリュームを低減する方法を検討し、形状 13 を得た。これが最終形状(b)案である。空気管はデフレクターの下流面に管出口を設置することで水に覆われることはない。なお、形状 12 では、デフレクター下流で越流水脈が広がり放流管開水路出口を厚い水脈が覆うので、開水路出口のトラフ部保護の意味で通常の放流管と同様の三角錐の小規模デフレクターを併せて設置する必要がある。

以上の検討で得られた最終案である形状 12（最終案(a)案）と 13（最終案(b)案）の流況を**写真－5.4、5.5** に示す。形状 13 ではややヒレ状の水脈が大きいが、特に問題になるものではなく安定した流況が得られている。

形状 12 は空気管の必要はないがコンクリートボリュームの大きい案、形状 13 は、コンクリートボリュームは小さいが空気管の必要な案である。両者の特徴を勘案の上、最終的な案の選定を行う必要がある。

なお、両形状ではかなり高い標高までデフレクターが設置され、越流頂の放流量に影響することが懸念された。このためデフレクターを設置した越流頂の抽出実験を行い、越流量には影響しないことを確認している。**図－5.5** には、デフレクター設置時の越流面の壁面作用圧力を示す。越流頂形状は、越流頂の最終案(a)案（比較形状２）であり、越流面上のピエゾ位置は４章のものと同様である。また、デフレクターは容積の大きい形状 12（最終案(a)案）を設置した。図より、負圧の最大値は 2m 程度であり問題はない。

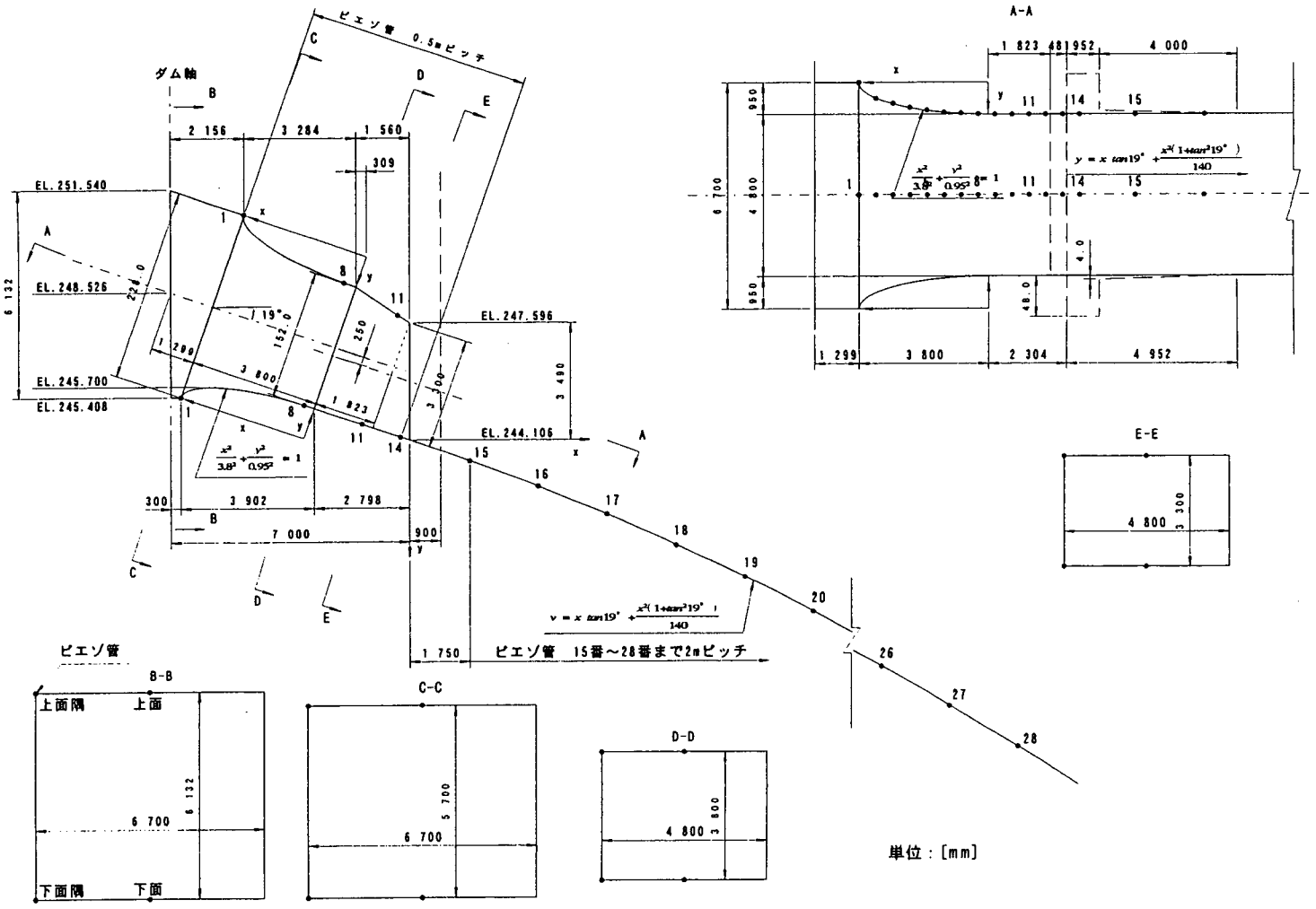
参考文献

１）建設省土木研究所ダム部水工水資源研究室：志津見ダム水理模型実験報告書、1994

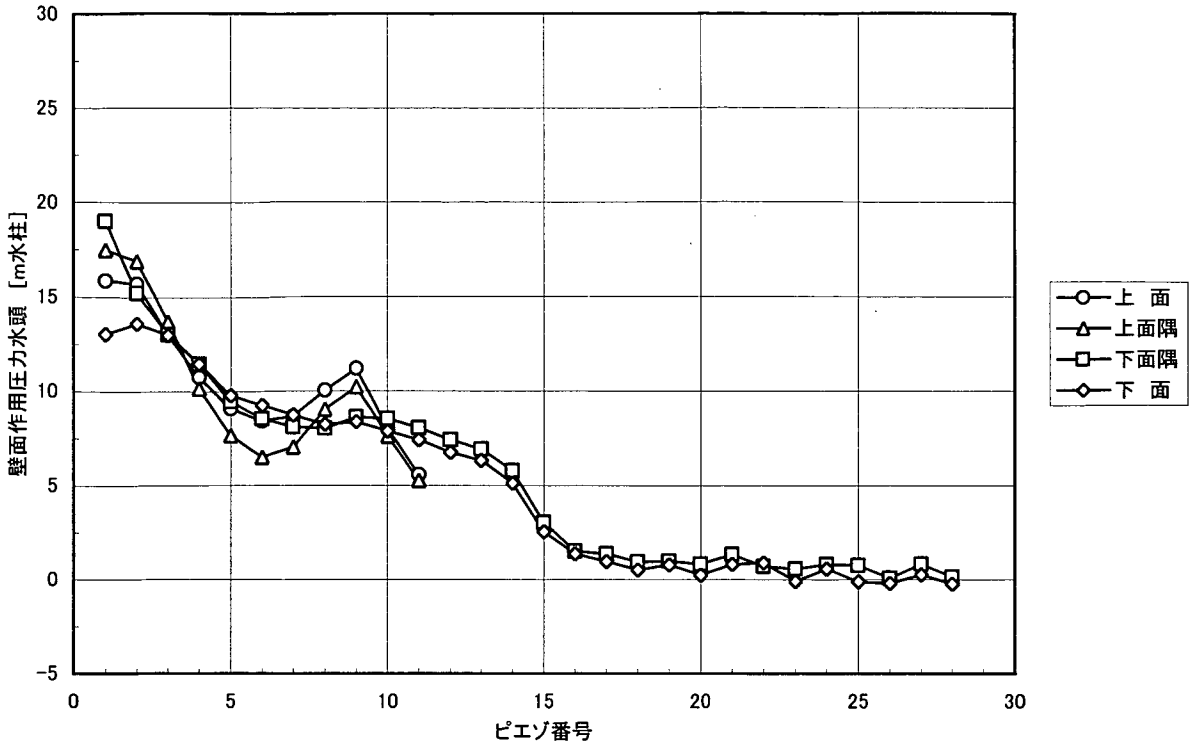
２）柏井条介：四面ベルマウス式部分管路型放流管の管形状、ダム技術 No.142、1998

３）柏井条介：一面ベルマウス式ダム放流設備の水理設計、ダム技術 Vol.３－４、1985

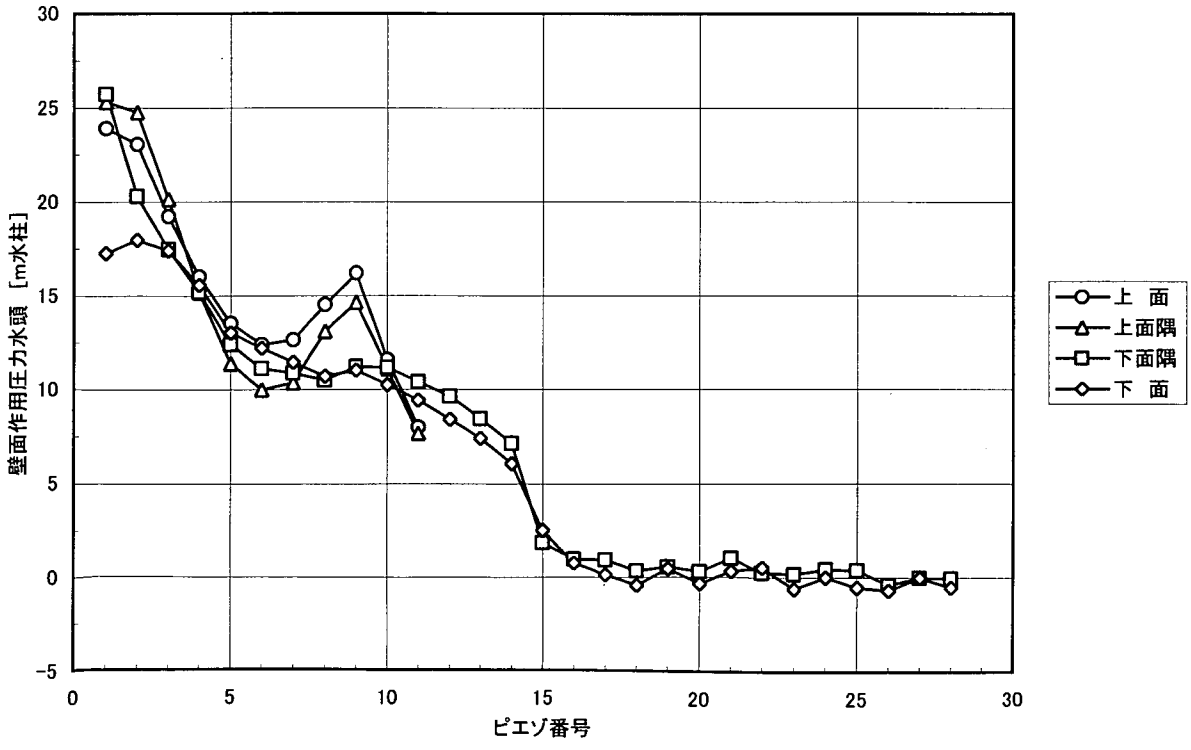
４）建設省土木研究所篠崎試験所：八戸ダム水理模型実験報告書、土木研究所資料第 760 号、1972



図－5.1　洪水調節用放流管圧力測定位置

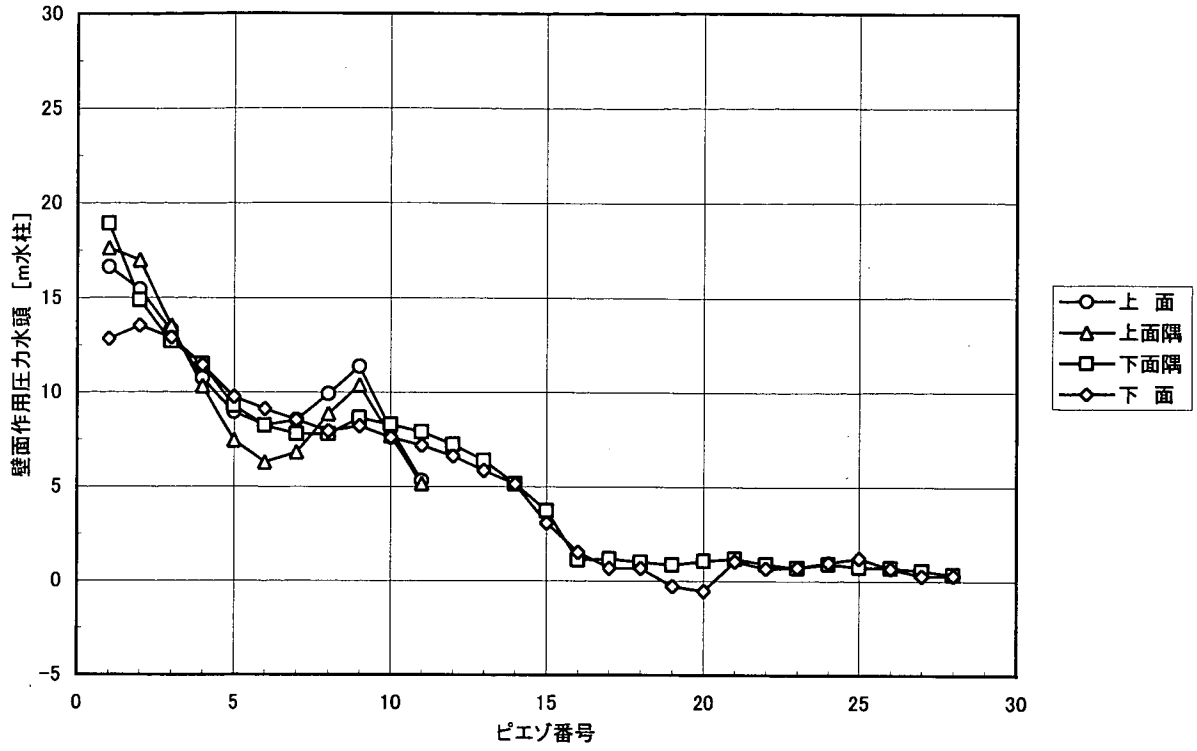


El.270.45m（出口の水頭＝26.34m）

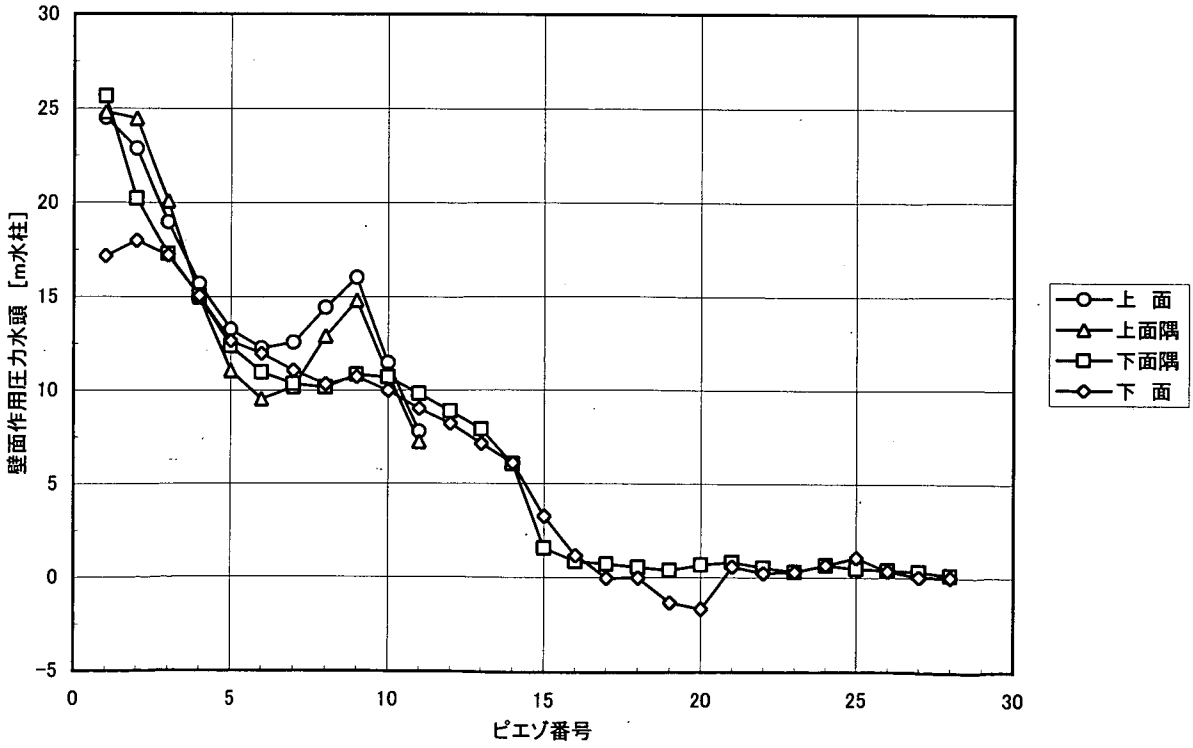


設計洪水位

図－5.2　洪水調節用放流管の壁面作用圧力（戸溝無し）

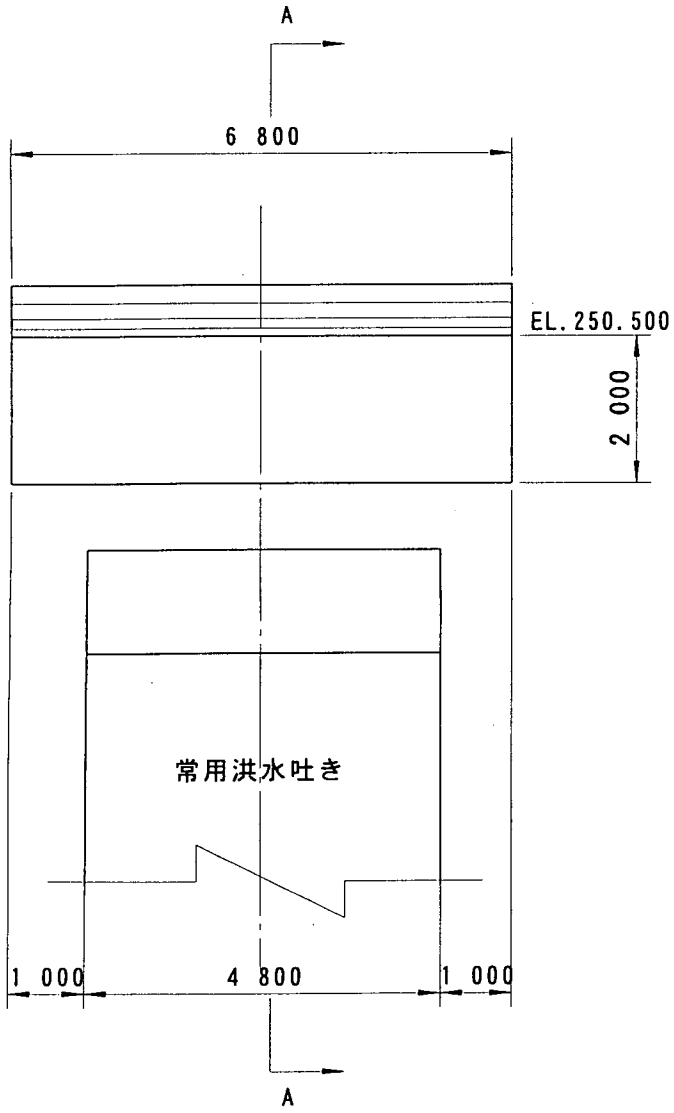


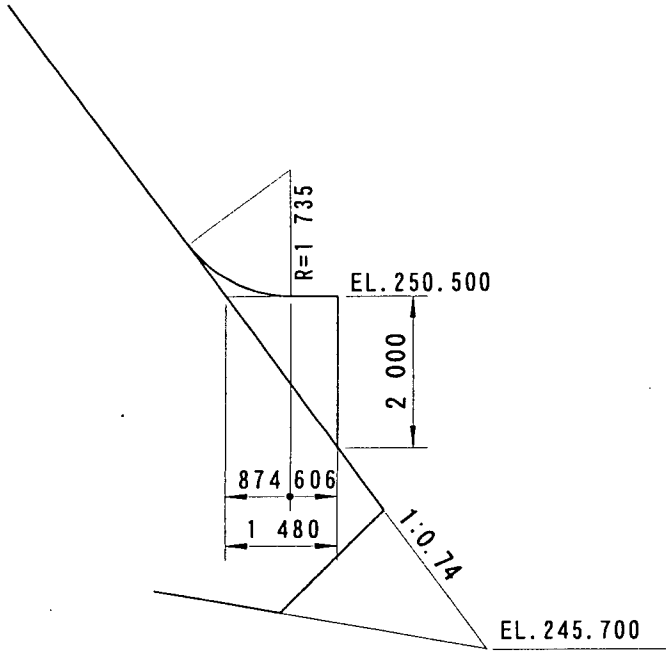
El.270.45m（出口の水頭＝26.34m）



設計洪水位

図－5.3 洪水調節用放流管の壁面作用圧力（戸溝有り）



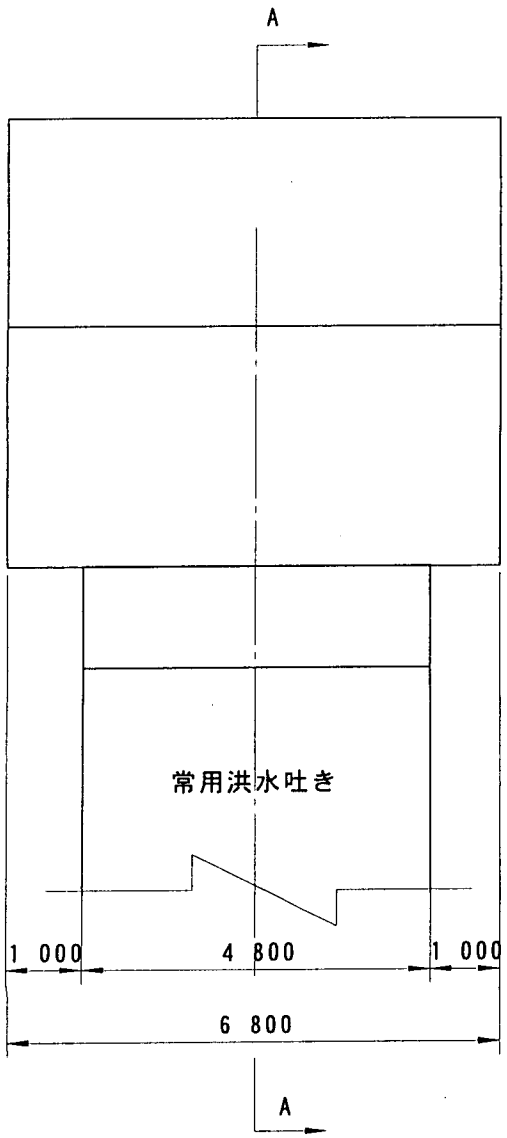


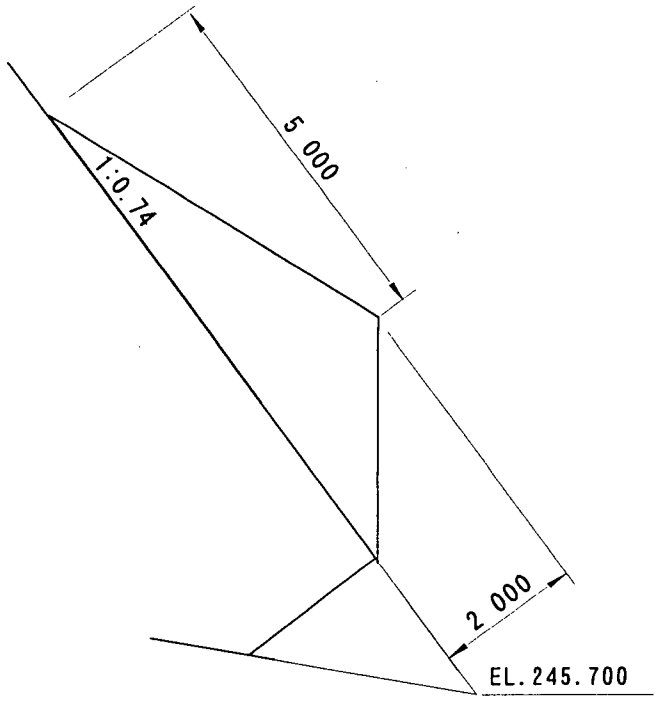
A-A

単位（mm）

形状 1

図－5.4（1）　放流管開水路出口の流水処理方法



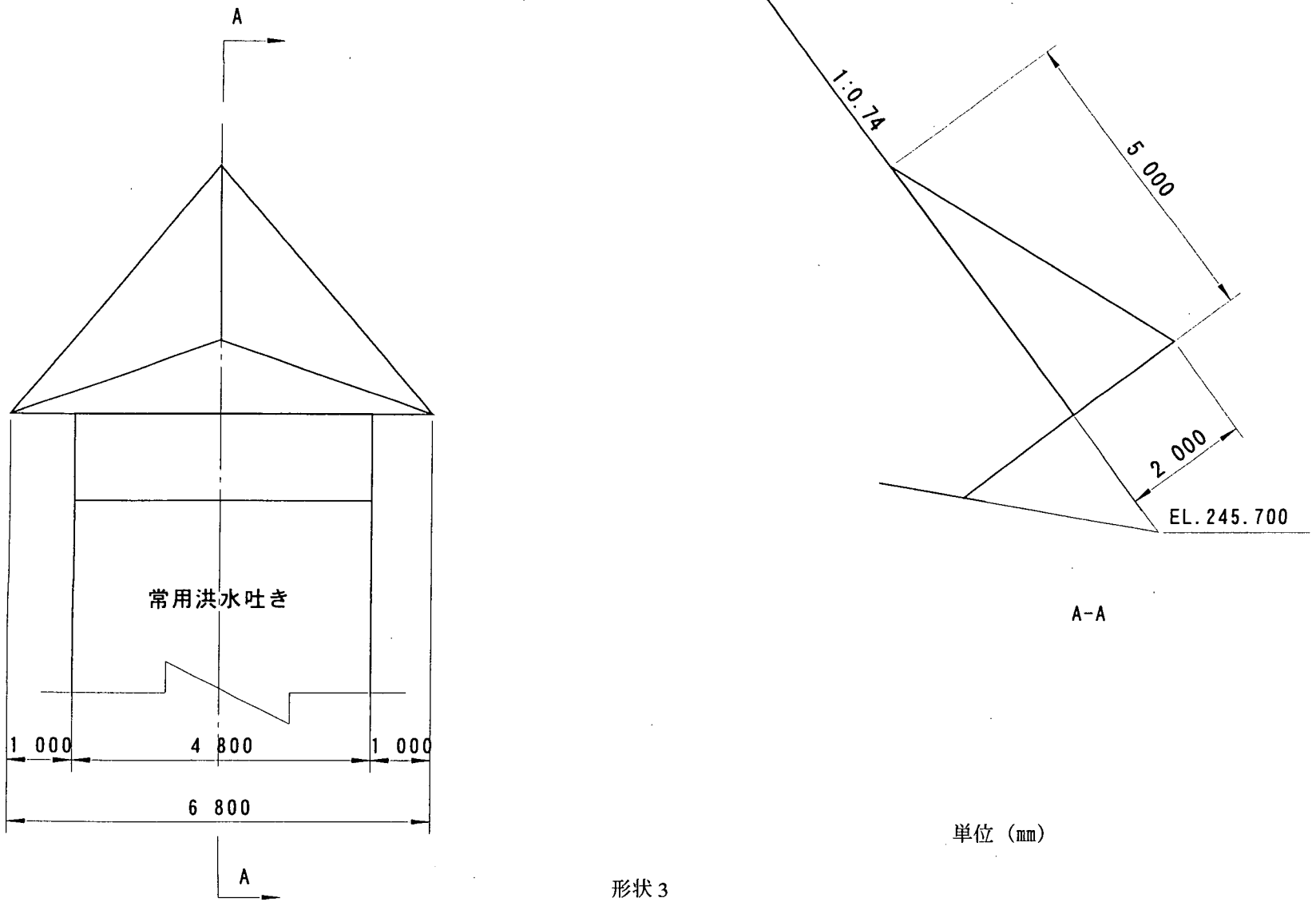


A-A

単位（mm）

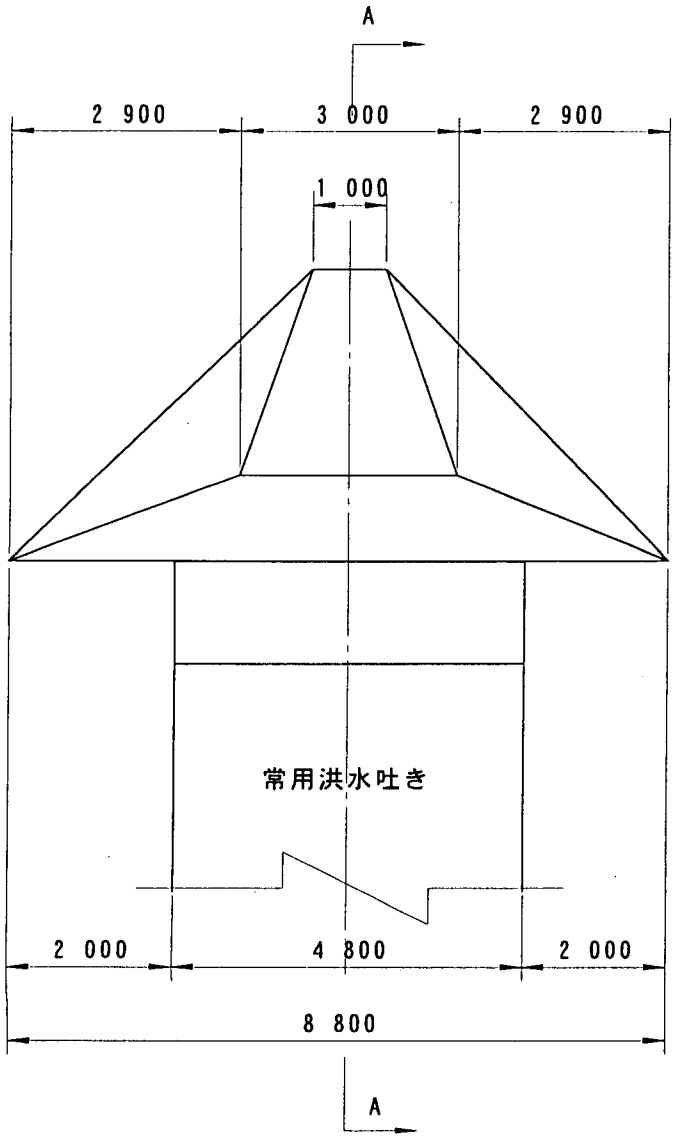
形状２

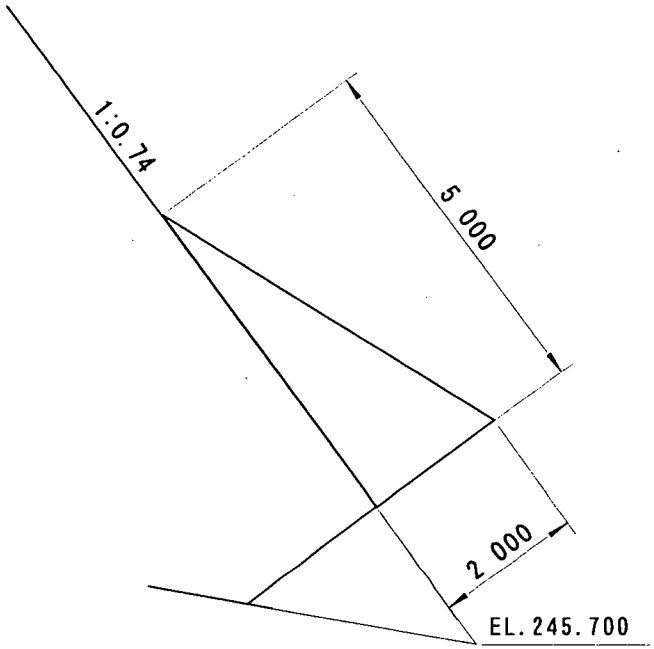
図－5.4（2）　放流管開水路出口の流水処理方法



形状３

図－5.4（3）　放流管開水路出口の流水処理方法



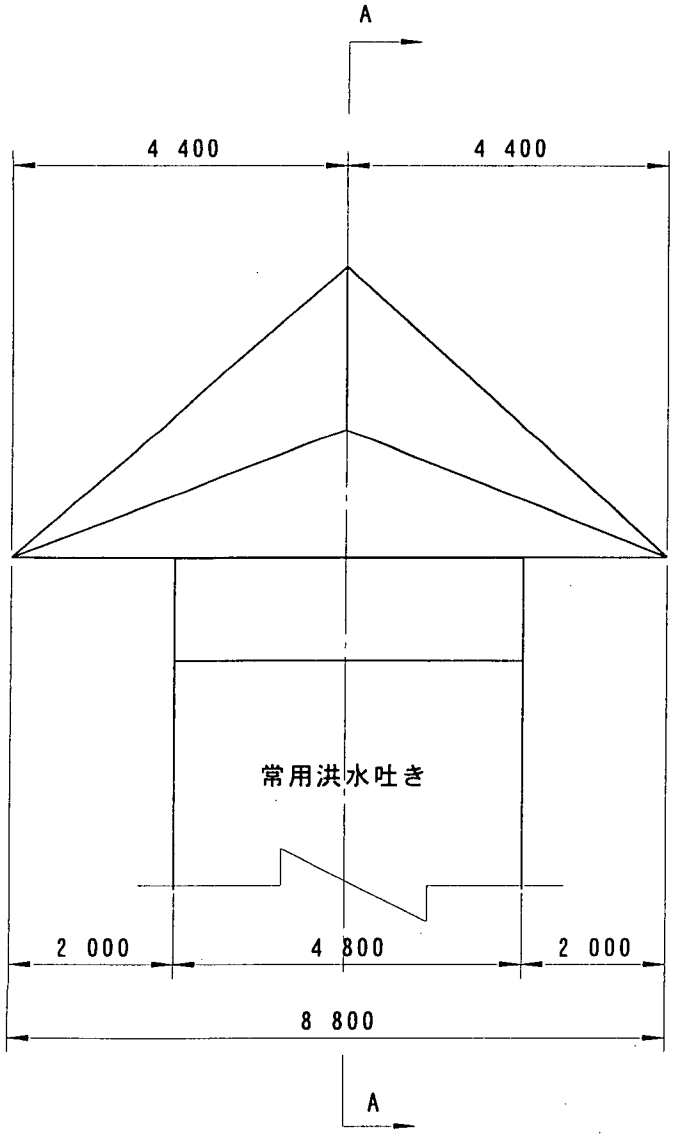


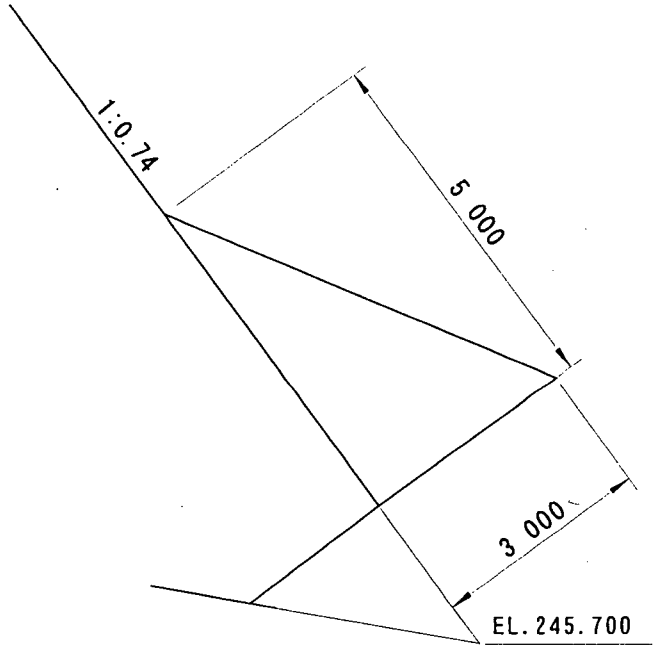
A-A

単位（mm）

形状４

図－5.4（4）　放流管開水路出口の流水処理方法



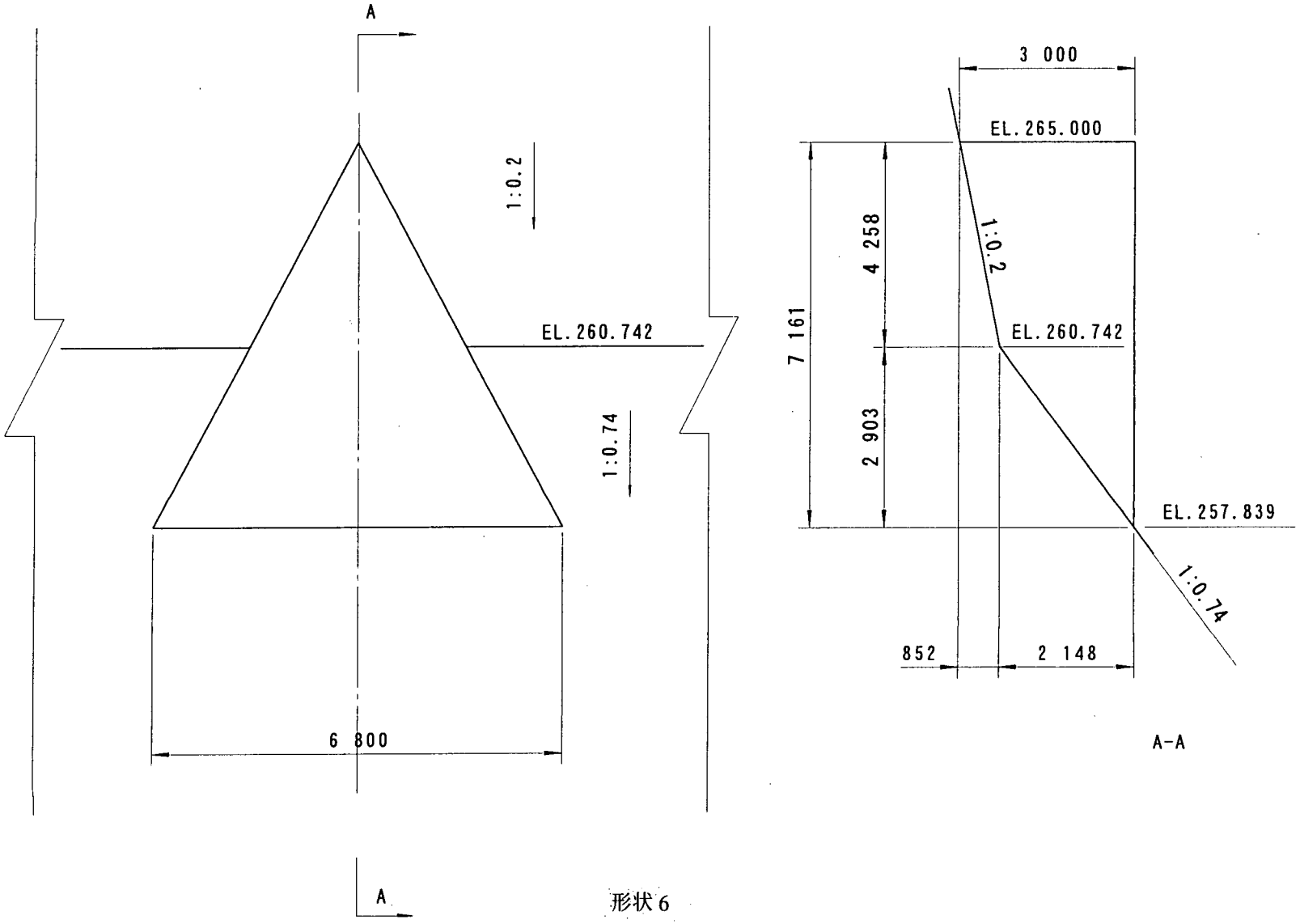


A-A

単位（mm）

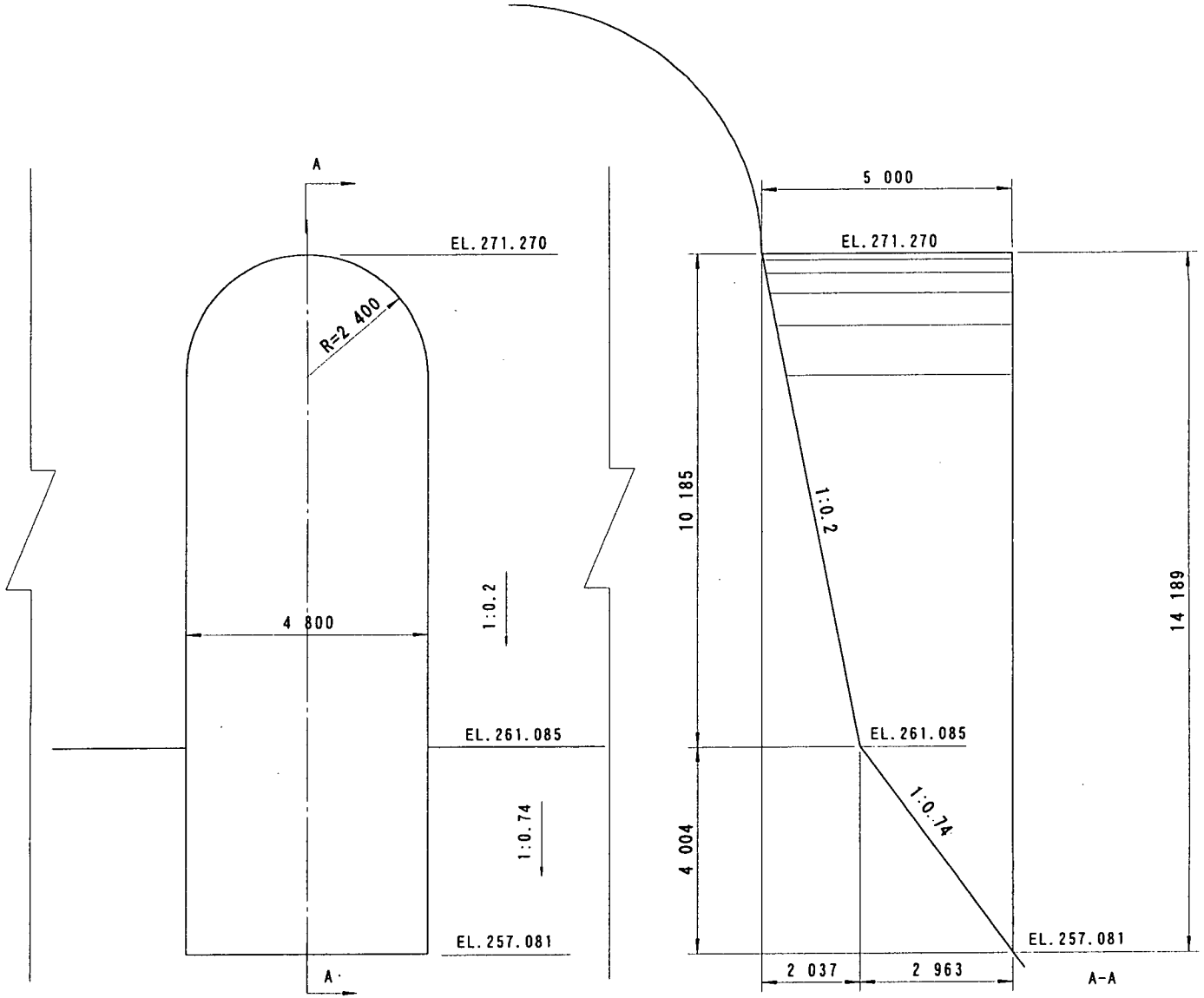
形状 5

図－5.4（5）　放流管開水路出口の流水処理方法



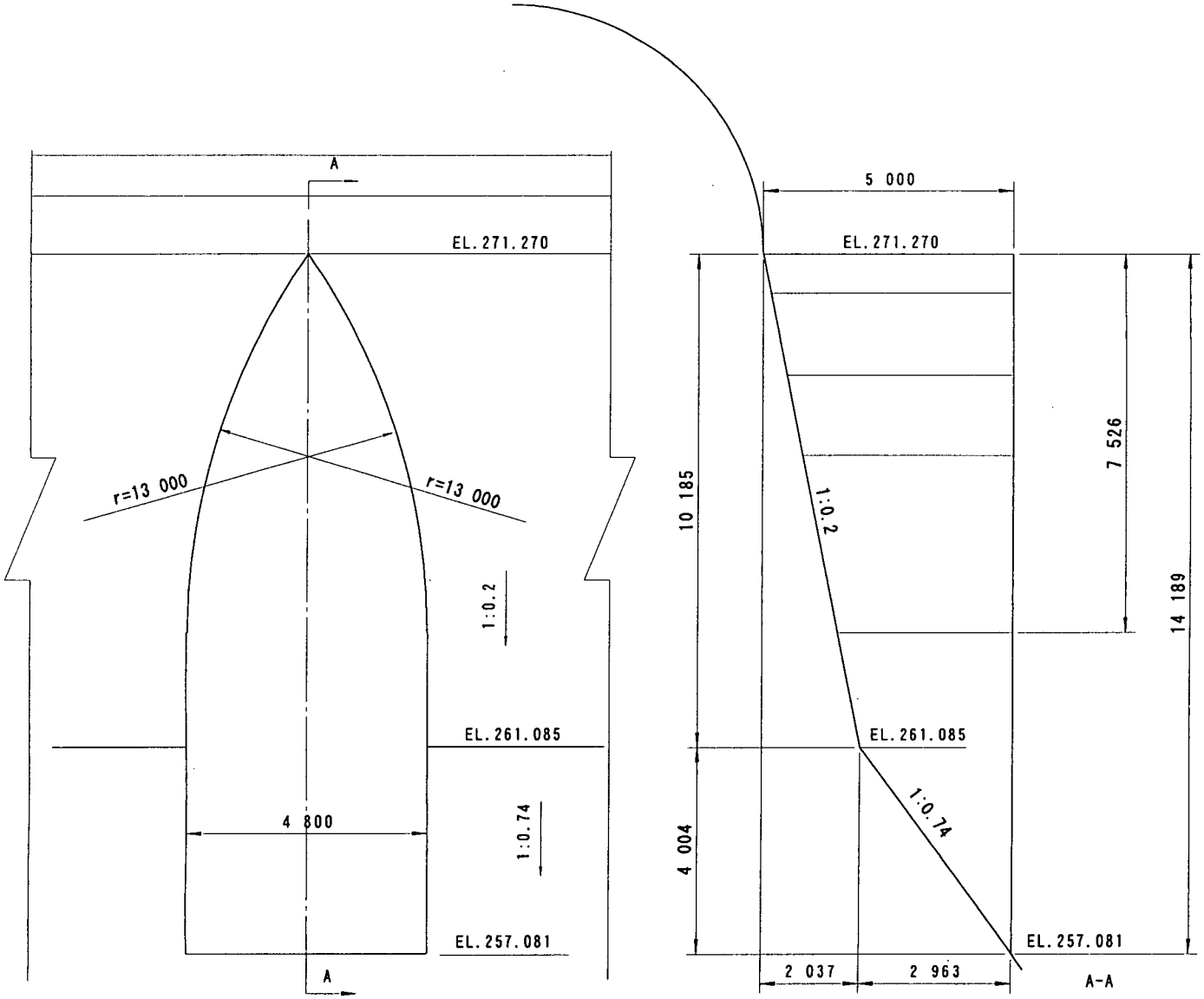
形状 6

図－5.4 (6)　放流管開水路出口の流水処理方法



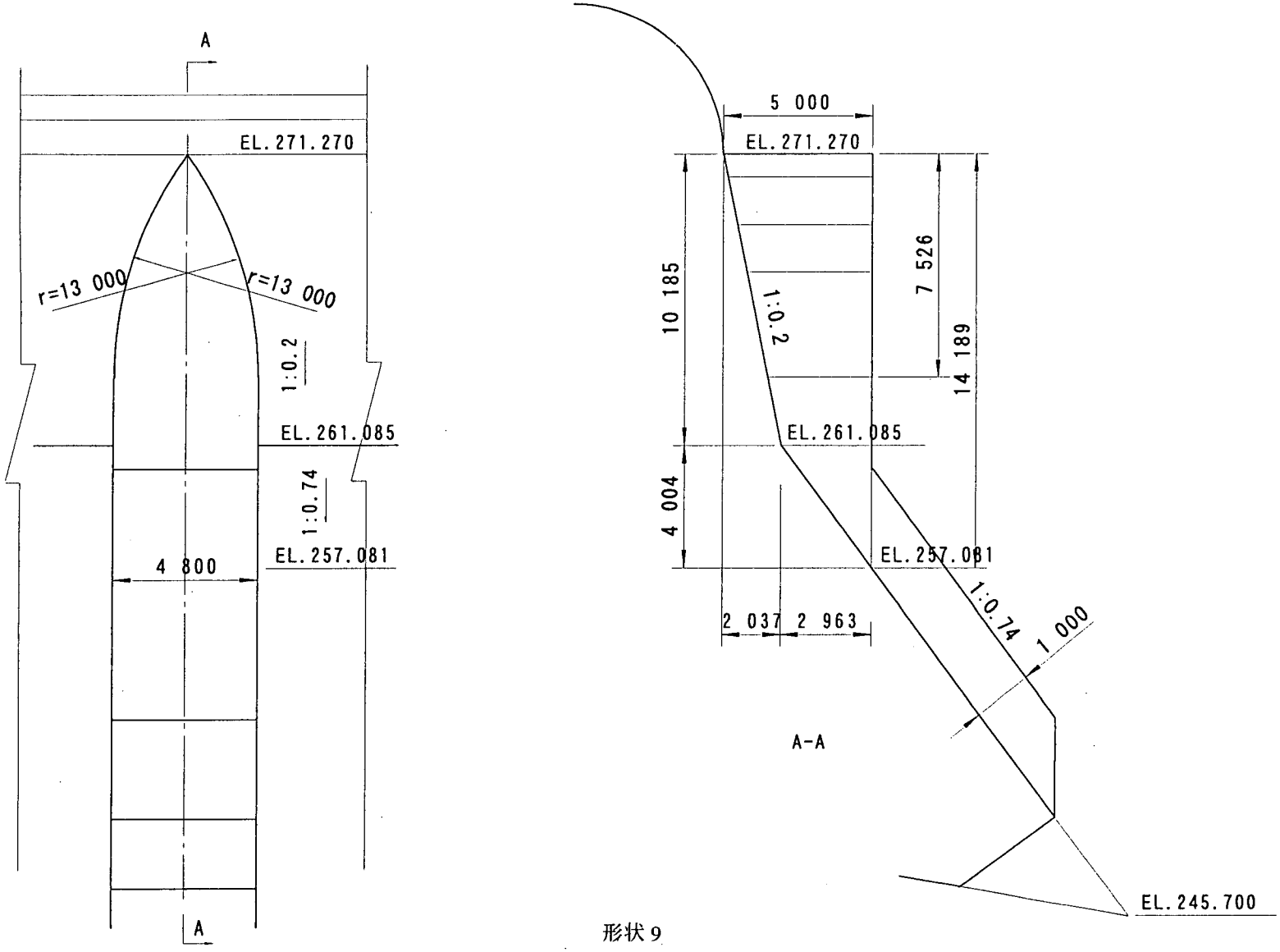
形状 7

図－5.4 (7)　放流管開水路出口の流水処理方法



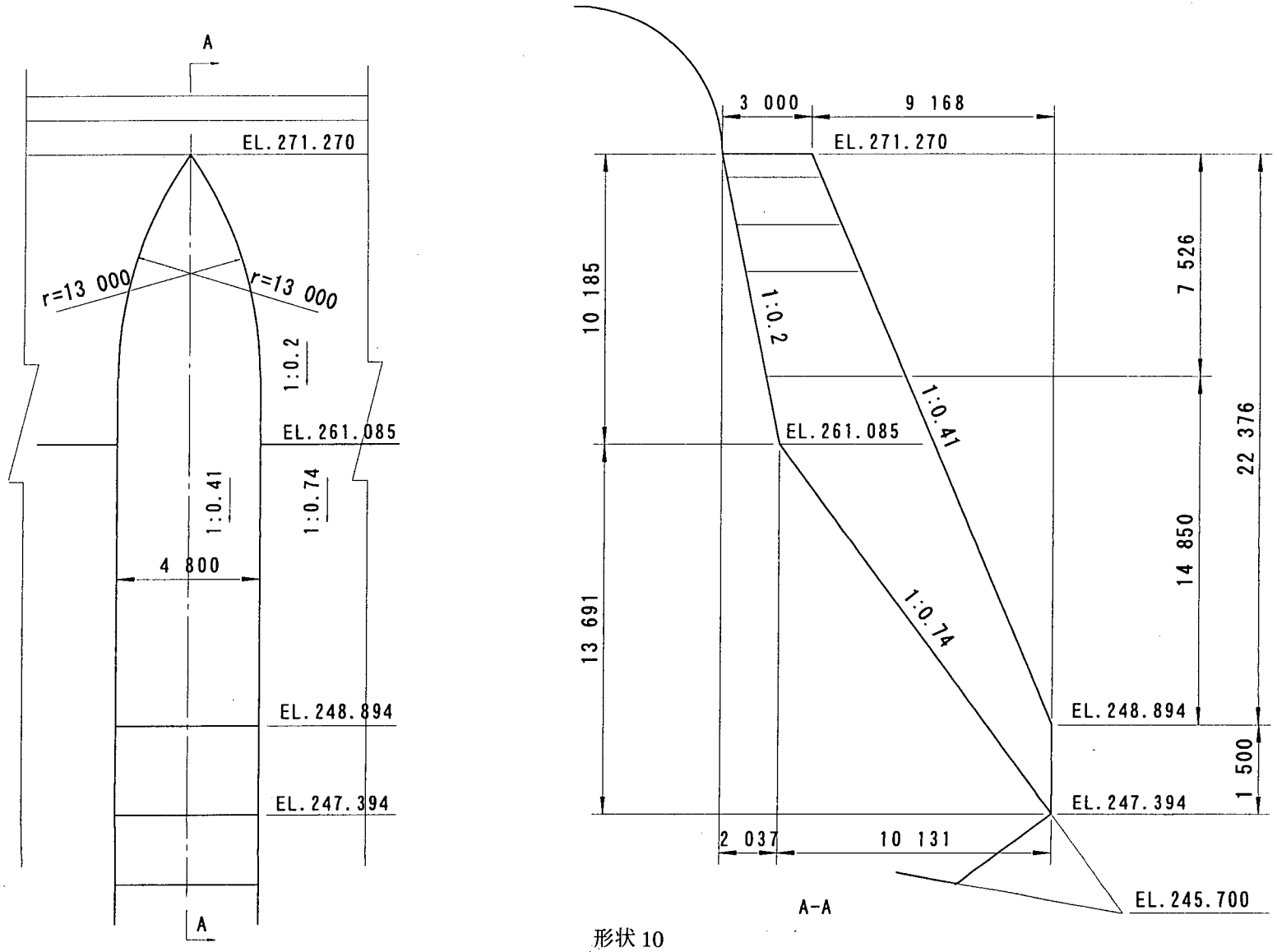
形状８

図－5.4（8）　放流管開水路出口の流水処理方法



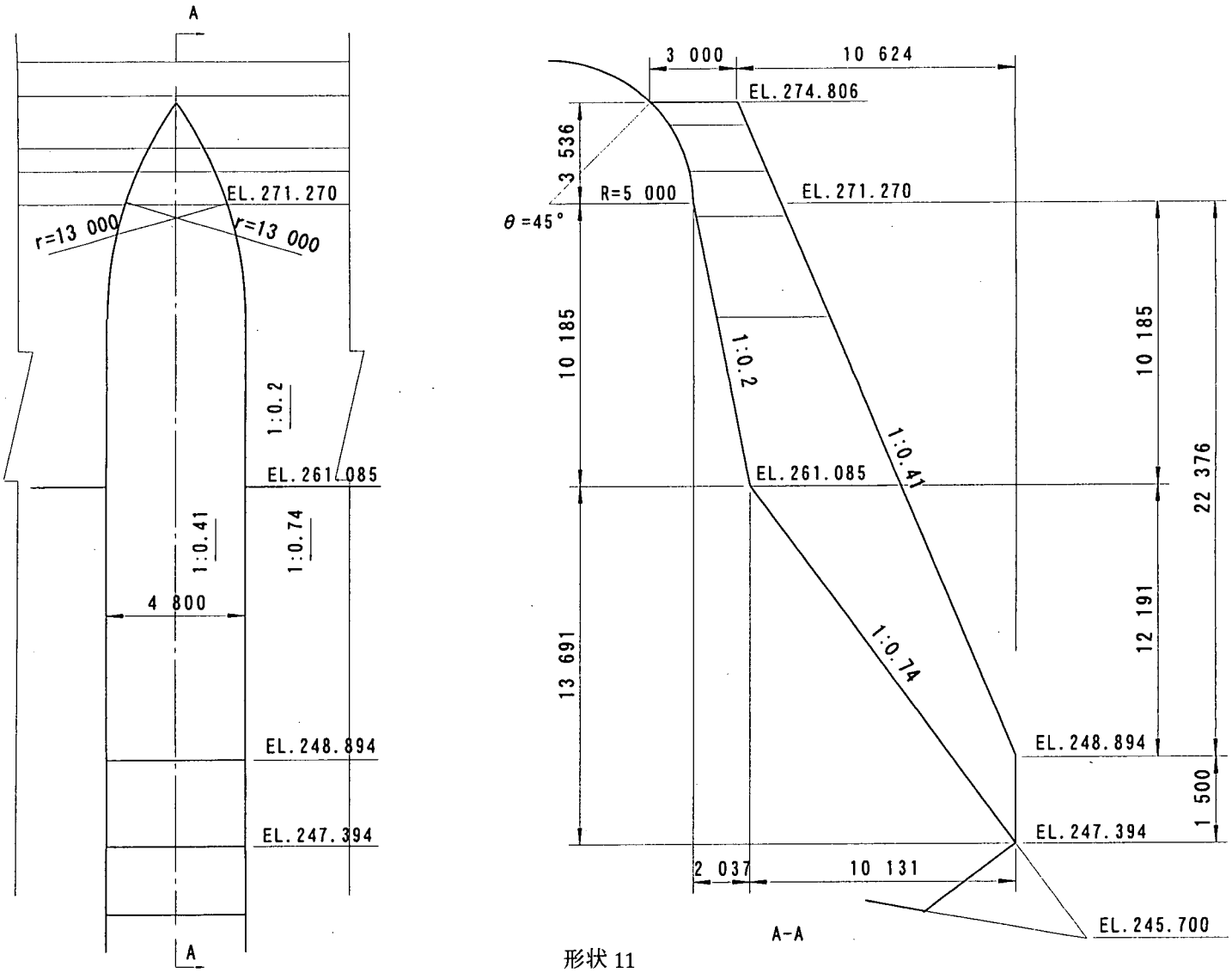
形状９

図－5.4（9）　放流管開水路出口の流水処理方法



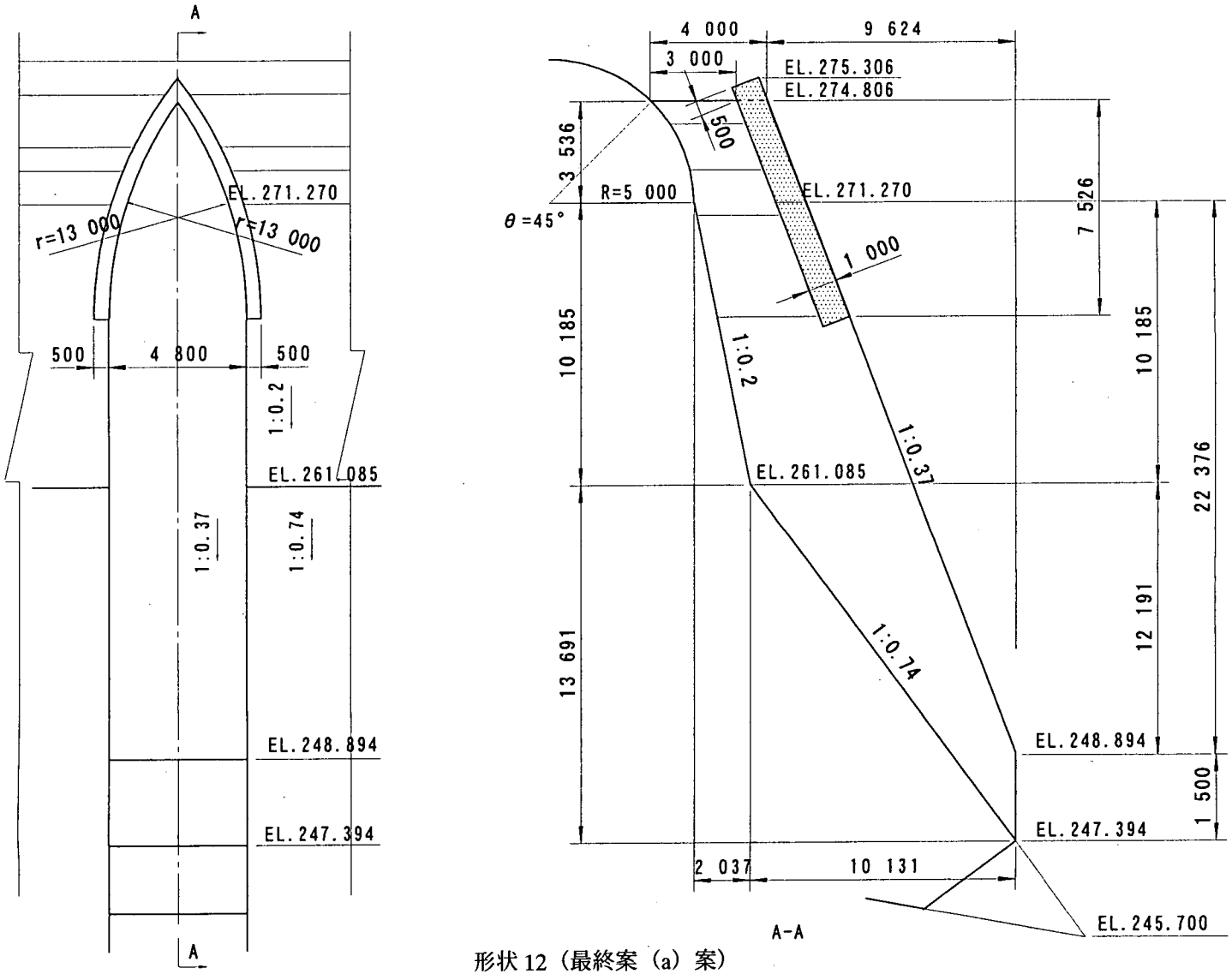
形状 10

図－5.4（10）　放流管開水路出口の流水処理方法



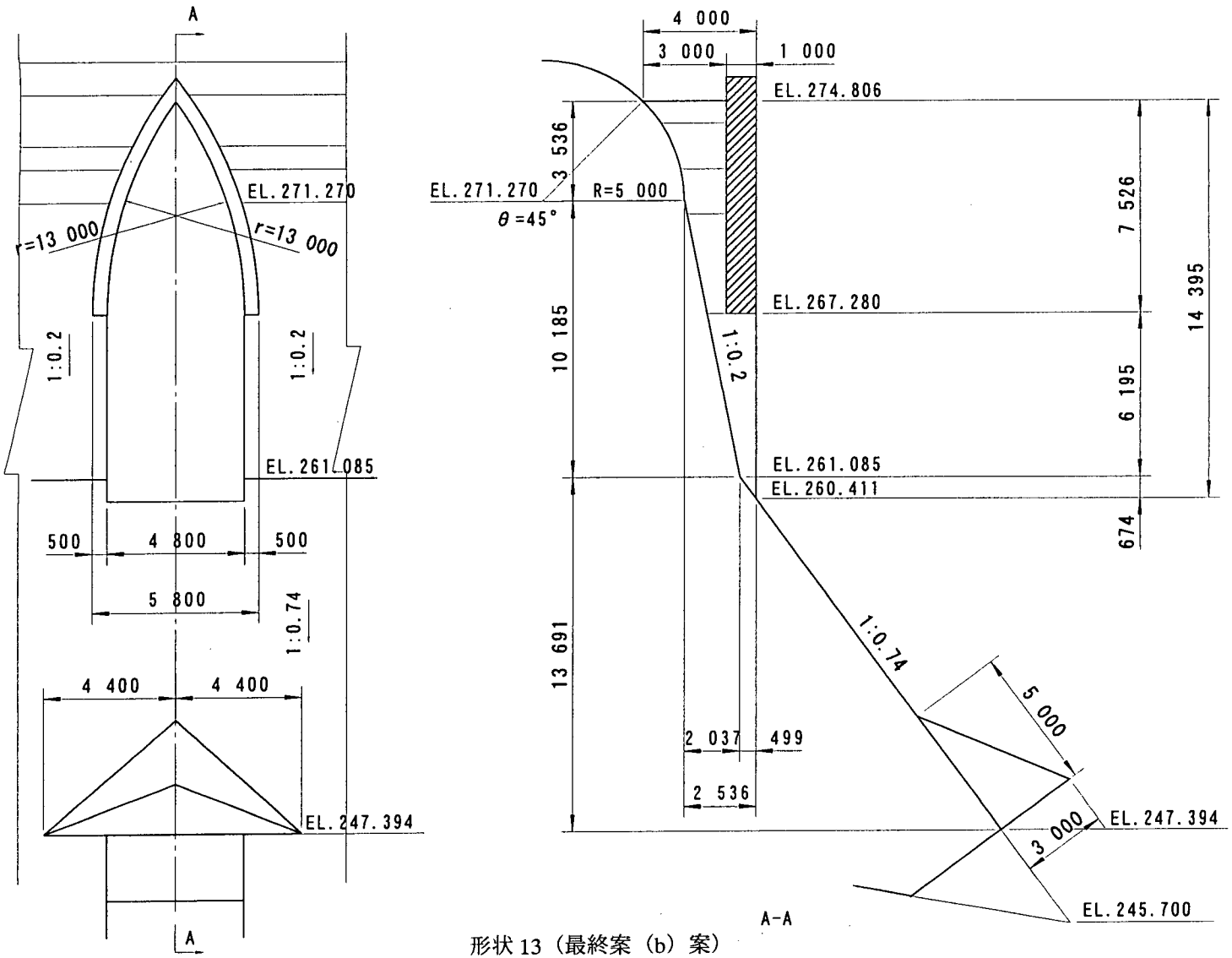
形状 11

図－5.4（11）　放流管開水路出口の流水処理方法



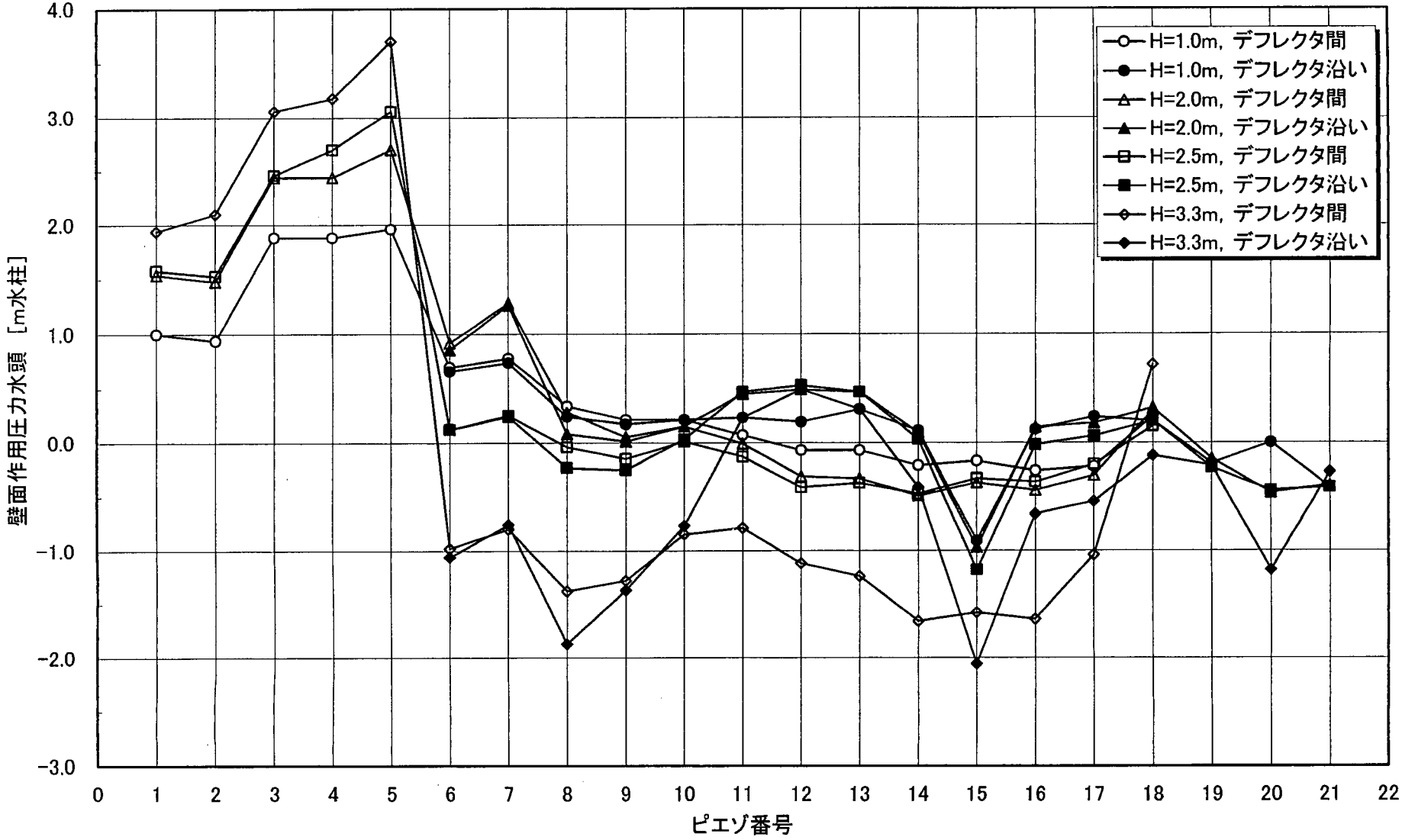
形状 12（最終案（a）案）

図－5.4（12）　放流管開水路出口の流水処理方法

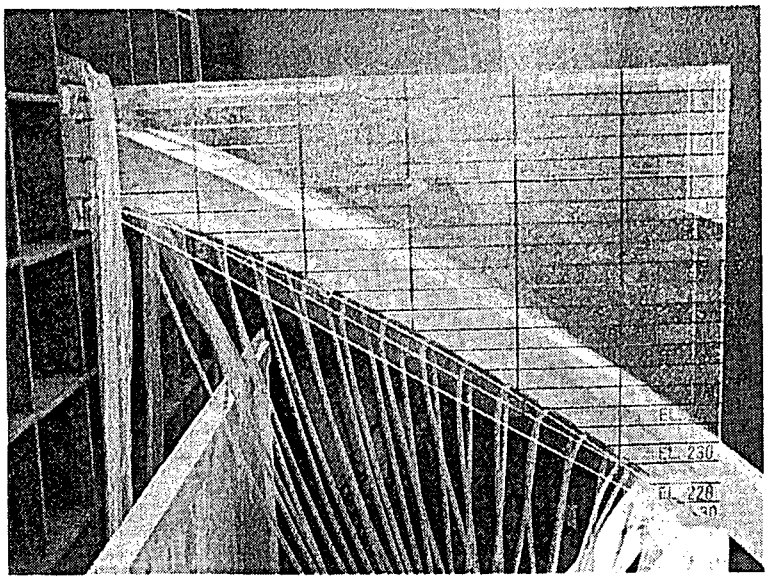


形状 13（最終案（b）案）

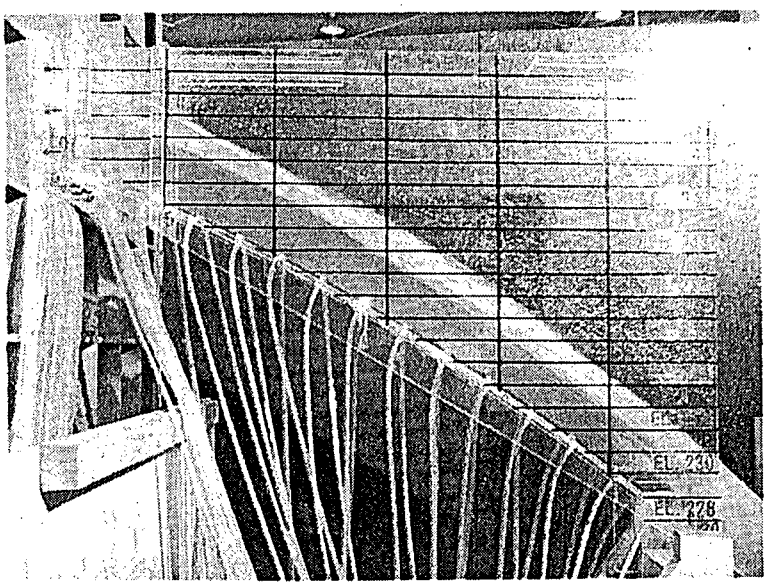
図－5.4（13）　放流管開水路出口の流水処理方法



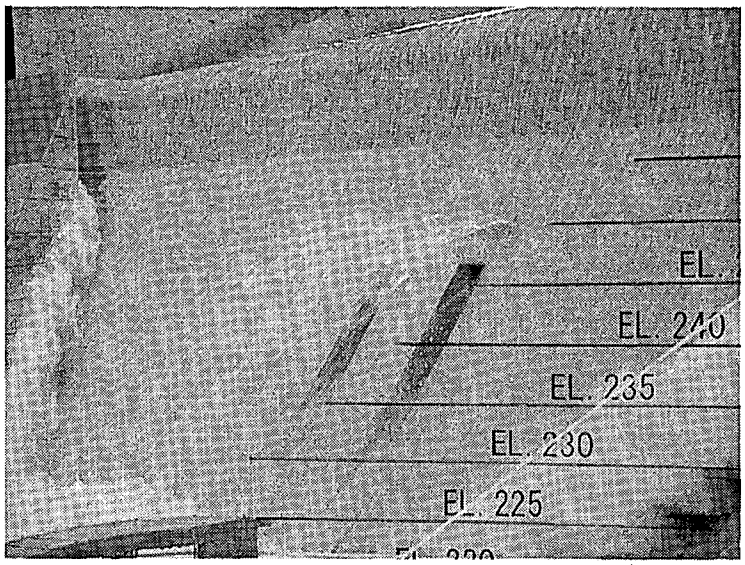
図－5.5　デフレクター設置時の越流部壁面作用圧力（形状 12）



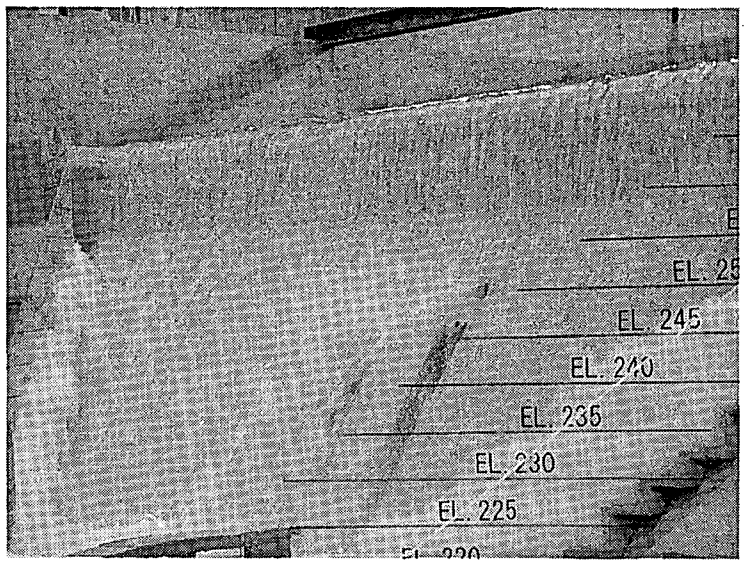
写真－5.1　洪水調節用放流管の流況（戸溝無し，設計洪水位）



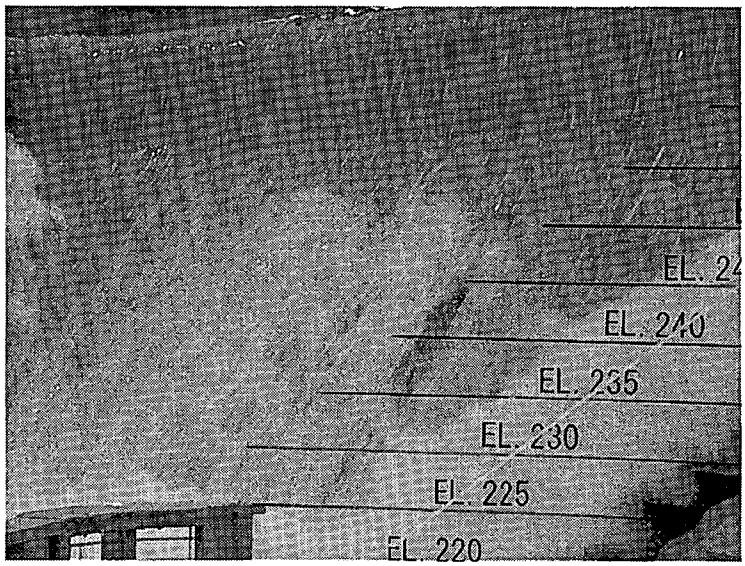
写真－5.2　洪水調節用放流管の流況（戸溝有り，設計洪水位）



Q=1500m³/s

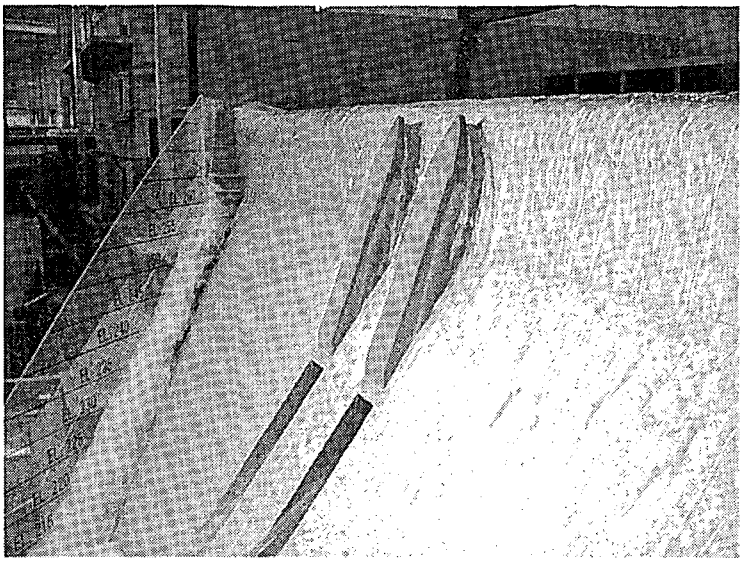


Q=2000m³/s

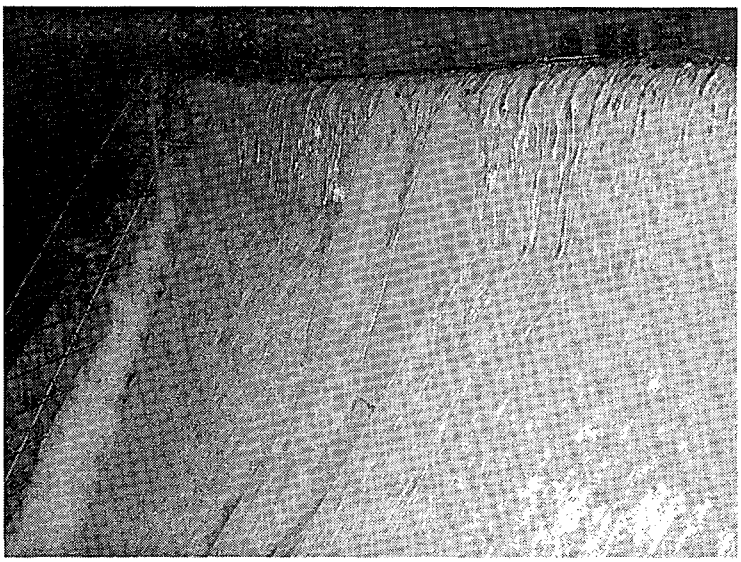


ダム設計洪水流量
Q=2680m³/s

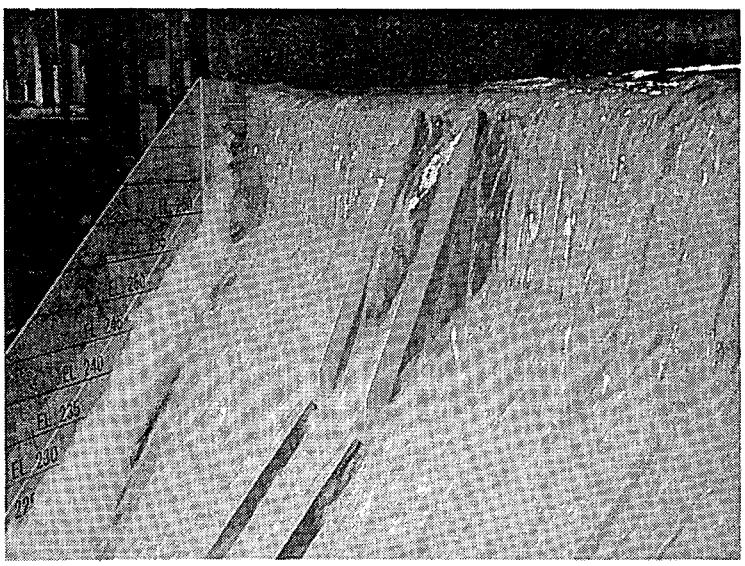
写真－5.3　放流管開水路出口周辺の流況（形状 1）



Q=1500m³/s

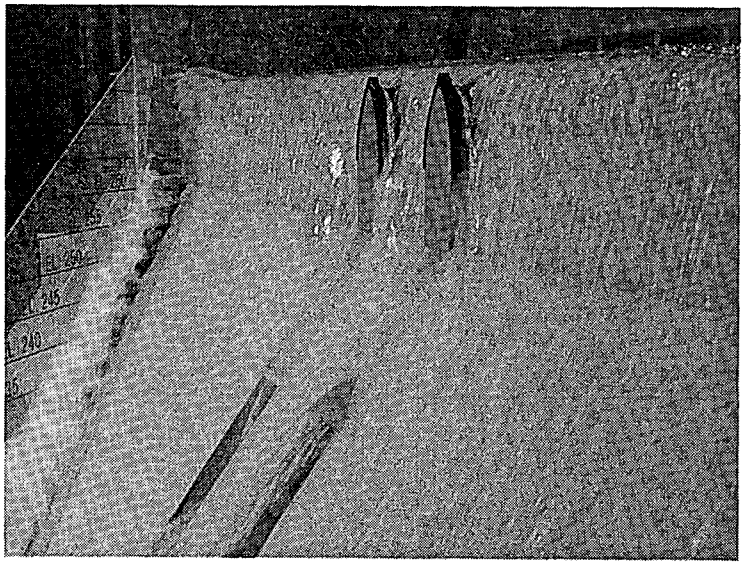


Q=2000m³/s

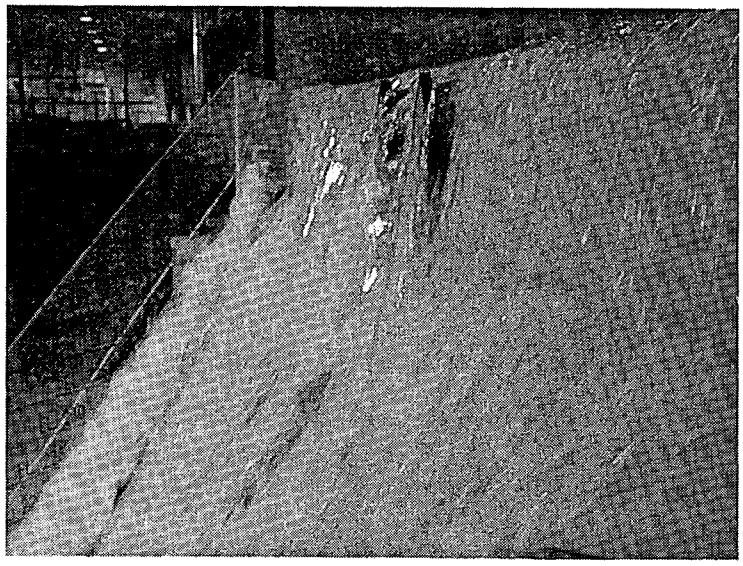


ダム設計洪水流量
Q=2680m³/s

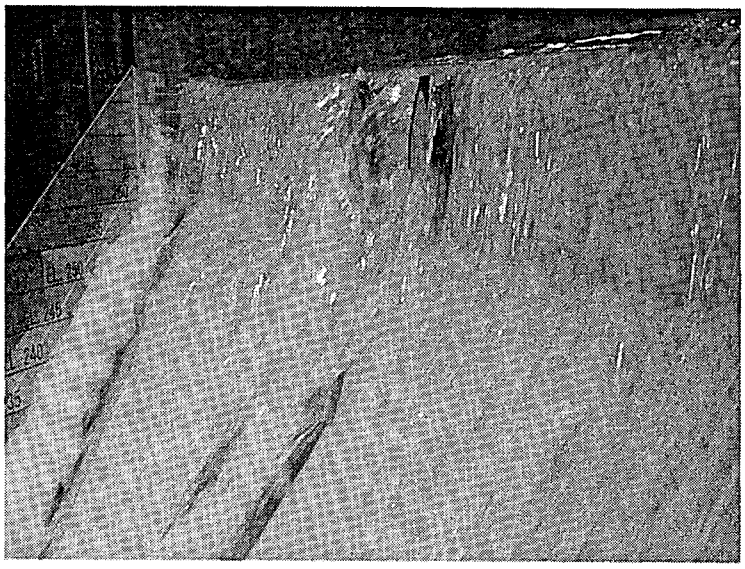
写真－5.4　放流管開水路出口周辺の流況（形状 12（最終案（a）案））



Q=1500m^3/s



Q=2000m^3/s



ダム設計洪水流量
Q=2680m^3/s

写真－5.5　放流管開水路出口周辺の流況（形状 13（最終案（b）案））

6．堤趾導流部及び減勢工

6．堤趾導流部及び減勢工

6．1　実験概要

堤趾導流部及び減勢工の検討は、縮尺 1/50 の洪水吐き全体模型を用いて実施した。下流河道の再現範囲は 2 次減勢工副ダム下流約 250m であり、模型の概要を図－6.1 に示す。下流河道横断形状については、巻末資料に示してある。

実験は、まず図－6.2(1)～(3)に示す原案形状に対し実施した。越流頂形状は、4 章の 1 次検討で求められた修正形状４である。原案形状は、堤趾導流部のフーチングに幅がない部分が存在し、この部分での水脈の跳ね上がりが大きいなど問題を有していた。一方、減勢工については、主として洪水調節用放流管からの放流を対象に検討を行い、原案規模をかなり縮小する形状を求めることができた。

以上の原案実験の後、堤趾導流部については、原案の検討結果も踏まえて地質条件等の再整理を通じた検討が行われ、水路線形、フーチング形状に大幅な見直しがなされた。また、越流部の検討結果を受け、越流頂長、選択取水設備幅に修正が加えられ、エレベーターについては省略されることとなった。これを修正形状と称する。

修正形状の実験により、堤趾導流部にて安定した流況が得られ、オーバーハング構造のデフレクターによらない壁高低減策、具体的にはシュートブロックによる壁高低減策を検討した。また、求められた堤趾導流部形状に対し、減勢工の最終形状を求めた。得られた結果は 2 章に示した通りである。なお、修正形状の実験における越流頂は、4 章で示した比較形状４（最終案(b)案）を用いている。

洪水吐き全体模型実験では、越流頂の流況改善策、放流管開水路出口の流水処理についても実験しており、これらについては、それぞれ 4 章、5 章に示した。本章では堤趾導流部及び減勢工の検討結果についてとりまとめるが、越流頂の流況改善策や放流管開水路出口の流水処理方法が堤趾導流部や減勢工の水理に及ぼす影響は小さいので、以下では模型におけるこれらの具体的な条件については必要がない限り省略する。

6．2　原案実験結果

6．2．1　堤趾導流部

原案堤趾導流部については、ダム設計洪水流量 2,680m^3/ｓ及び、これと計画最大放流量の間の流量である 1,500m^3/ｓ放流時の流況観察を行った。流況は全体に乱れた流況となっており、水路勾配の緩い下流端付近で図－6.2 に示す計画の壁高を平均的に５～７ｍ上回る状況が生じた。特に左岸のフーチング幅が 0 となっている部分での水脈の跳ね上がりが大きく、流況を乱しており、フーチング形状については見直しが必要なものと判断された（写真－4.5(1)、(2)を参照）。

6．2．2　減勢工

1）原案の流況（洪水調節用放流管放流時）

堤趾導流部を有する洪水吐きの減勢工は、正面から流入する常用洪水吐きの放流を対象に副ダム位置、規模が決まり、非常用を含めた放流時にて導流壁高が決まるのが通例である。これは、堤趾導流水路において水脈の減勢が期待できることによる。このことを考慮し、検討まず洪水調節用放流管からの流れを対象に実施し、その後非常用洪水吐き放流時について流況確認を行った。

洪水調節用放流管からの放流に対する検討は、100、300 及び計画最大放流量の 680m^3/s を対象に実施しており、原案減勢工での流況を図－6.3、写真－6.1(1)～(3)に示す。また、水面形を図－6.4(1)、(2)に示す。

原案の主減勢池幅は、洪水調節用放流管からの放流に対しかなり大きく、また、放流方向と減勢池平面軸の方向が傾斜している。このため、300 m³/s 程度以上では明瞭な平面渦が形成されており、680m³/s では、放流水が偏流となってあまり減勢せずに流下する結果となった。主減勢池規模としては十分大きいので、この平面渦を適切に処理することで主減勢池規模を小さくすることが可能と考えられる。

一方、2 次減勢池は十分規模が大きく、計画最大放流量 680m³/s における主減勢池の偏流の影響にもかかわらず、十分減勢して下流河道へと流下している。また、下流河道部では、何れの流量でも 2 次減勢池直下流にて支配断面を生じた後は常流で流下しており、問題ない穏やかな流況となっている。

2）平面渦解消策と非常用放流時の流況確認

原案減勢池で問題となった平面渦の解消を解消する方策を検討するとともに、非常用越流頂放流時の流況確認を行い、必要減勢池規模の検討を実施した。

・解消策 1（導流壁設置案）

平面渦を解消するための方策として、左岸側に形成される渦が原因となって右岸側に偏る放流水脈の流向を拘束する導流壁案を検討した。実験の結果、**図－6.5** に示す規模の導流壁の設置により放流管放流水脈は効果的に減勢しており、主減勢長を 25m短縮することが可能である。

・解消策 2（側壁ブロック案）

本案は、放流管放流水脈と主減勢池右岸側壁に挟まれた領域に形成される強い平面渦の形成を妨げるため、側壁にブロックを設置したものである。実験の結果、**図－6.6** に示す規模の導流壁の設置により平面渦の形成を緩和することができ、導流壁設置案と同様に原案主減勢池長を 25 m短縮することができる。

以上解消策 1，2 の両案とも平面渦の形成を緩和できており、主減勢池長を 25m短縮させることができる。ここでは、設置施設の規模が小さくすむ解消策 2 の側壁ブロック案を提案する。

側壁ブロック案にて計画最大放流量 680m³/s 時の 2 次減勢池流況を確認した結果、減勢池長に余裕があるものと考えられた。そこで、2 次減勢池長を原案より夫々10m、5 m短い 21m、26mと短縮させて流況確認を実施し、2 次減勢池で十分な減勢を得るためには 26mが適当との結論を得た。主減勢池の副ダム高及び 2 次減勢池のエンドシル高は原案と同様に、8.5m、3 mである。

上記減勢工においてダム設計洪水流量時の流況確認を行った結果、主減勢池内の流況は特にブロックによる影響もなく問題ない流況であること、2 次減勢池での減勢も相応になされていることが確認された。

以上得られた減勢工形状を**図－6.7** に、流況を**図－6.8(1)、(2)**、**写真－6.2(1)～(5)**に、また、水面形を**図－6.9(1)～(4)**に示す。本減勢工は 2 章に示す最終案減勢工と同じであるが、導流壁高については堤趾導流部の最終形状の決定を待って確認するととしており、図では 1 次最終案と称している。

6．3　修正案実験結果

6．3．1　堤趾導流部

1）修正原案

修正案の堤趾導流水路の線形及びフーチング形状については、2 章の最終案に示した通りである。2 章の最終案ではシュートブロックが設置されているが、修正案原案では、シュートブロックは設置していない。このときの流況及び水面形をそれぞれ**写真－6.3(1)～(3)**、**図－6.10(1)～(3)**に示す。ここで、流況及び水面形の対象流量はダム設計洪水流量 2,680m³/s、2,000m³/s 及び計画最大放流量とダ

ム設計洪水流量の中間的な流量である 1,500m³/s としている。

修正原案の導流壁沿いでは、越流頂水平部の水脈落下位置付近から急激に水面の這い上がりが大きくなっており、左岸側は J4 から下流の、右岸側は J13 から下流の這い上がりが大きく、水面変動も大きい。特に右岸側では、ダム設計洪水流量 2,680m3/s におけるフーチング底面から最高水位までの鉛直高が 30m 程度に達しており、そのままでは非常に大きい導流壁高になることが懸念される。そこで、壁高低減策を検討した。

2）シュートブロックによる壁高低減

修正原案の流況・水面形からは、不適切な水路線形やフーチング規模の不整により生じる局所的な這い上がりは特に見られていない。つまり、大きな水面の這い上がりは、越流水脈の流向変更に伴うものと考えられ、ここでは、水路線形やフーチング形状は修正原案のままとし、シュートブロックによる壁高低減策を検討することとした。なお、本ダムでは越流水脈の流向変更に伴う水面の這い上がり量が比較的大きいが、この原因として越流水深が大きいこと、及び導流水路勾配が比較的大きいことが考えられる。

シュートブロックは、越流水脈の流向を堤趾導流水路のフーチング上方で変化させ、水脈を導流壁に衝突させることで分散、減勢させ、導流壁沿いの這い上がりを抑えようというものである（**図－6.11** 参照）。ブロック高さについては、参考文献１）より 1.5～2m 程度が適当との結果が得られており、1.5 及び 2m のブロックを設置して比較した。シュートブロック設置時の導流壁沿い水面形を**図－6.12、6.13(1)～(3)**に示す。なお、ブロックの設置は、左右岸とも水脈の這い上がりが顕著になるフーチング最上段から７段目以降を対象とした。また、ブロック高 2m の場合でも、フーチング間の落差が２m 以下の場合には、施工性を考慮して、フーチング間落差に合わせることとした。２m 以下のフーチング落差は、具体的には 1.5m を表している。

図より、シュートブロックの設置により、導流壁沿いの水脈の這い上がりがかなり小さくなっていることが分かる。**表－6.1** には修正原案からの水面低下率を示すが、水脈の這い上がりはシュートブロック高 2m においてより効果的であり、修正原案に比べ、最大で 60％程度の水面の低下が得られている。ここでは、２m 案を採用するものとし、2m 案での流況を**写真－6.4(1)～(3)**に示す。

表－6.1 シュートブロック設置による修正原案からの水面低下率

	左岸(L10～L24区間)		右岸(R13～R25区間)	
	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位
D=1.5m	13～45%減	14～42%減	15～36%減	22～45%減
D=2.0m	14～59%減	8～55%減	28～60%減	13～63%減

3）導流壁高の設定

堤趾導流部導流壁高の設定については、模型の相似性の問題もあり、別途基礎的実験を実施している。これを別添資料に示すが、以下の結果を得ている。

①目視の最大水深、平均水深はそれぞれ波面計計測値の水面存在率 2％水深（$h_{2\%}$）、50％水深（$h_{50\%}$）と相関が高く、$h_{2\%}$での模型での越水量は観測できないほど微量である。

②フルード相似に対し $h_{2\%}/H$（H：越流水深）は H により増加する傾向があるが、平均的な増加率の大きい Z/H＝5（Z：落差）の場合を対象にすると、H＝0.1mの場合を１とした H＝0.05、0.15、0.2mでの増加倍率は測定領域の平均値で 0.88、1.08、1.08 倍であり、その標準偏差は 0.05、0.03、

0.03 である（越流区間）。

ここで、模型規模が十分大きい場合の倍率として、各測点のばらつきを考慮するとともに安全を見込んで 1.2 を採用する。1.2 の値はばらつきを考慮した安全側の値であり、当該模型での倍率は平均値の倍率を補完して与えるものとする。

本実験の H＝0.066m であり、２％水深に対する十分大きな模型規模に対する倍率 r は

$$r=1.2/\{0.88+(1-0.88)\times(0.066-0.05)/0.05\}=1.31$$

である。

ここで、模型実験で得られているのは目視の最高水位であり、これと 2%水深の関係のばらつきを評価する必要があるが、本ダム模型実験では、壁高決定に重要ないくつかの測点について波面計による計測を実施した。結果を表－6.2 に示す。表に示されるように、波面計の２％水深は全て目視の最高水深より小さく、目視と 2%水深の相関のばらつきは考慮しないこととした。

以上より、

$$hw=1.31\times\text{計測された最大水深} \qquad (6.1)$$

となる水深 hw を包絡するように導流壁高を設定することとした。2 章に示した図－2.1(1)の導流壁高はこうして求めたものである。ただし、表－6.2 に示した計測点では、“計測された最大水深”として波面計の 2%水深を用いている。また、低位の減勢池に接続する部分については、後に示す減勢池と同様に平均水深（計測値に 1.31 倍してある）を包絡するように設定している。減勢池の導流壁天端標高は、平均水深を対象にすると EL.222.5m であり、堤趾導流部はこれより 2m 高い結果となっている。両者のすり付けは減勢池上流端付近にてなされる。

なお、減勢池外側の施設の安全性を考慮して、最大水深を対象に減勢池壁高を考える場合には、堤趾導流部についても最大水深を包絡するよう設定しなければならないので注意が必要である。この場合、堤趾導流壁の最低天端標高は EL.230.0m 程度必要である。

減勢池で平均水深を対象にした壁高を採用可能としているのは、減勢池の越流水は低位で生じ、堤体に及ぼす影響が小さいことによる。一方、堤趾導流部で 2%水深、つまり最大水深を対象に考えたのは、越水が高位標高で生じるためであり、越流水がダム堤趾部沿いに高流速で流下し、堤趾部に被害を与えることが考えられることによる。従って、堤趾部下流の流水処理方法の評価が可能であれば、更なる壁高の低減も可能であるが、現状では、流水処理方法の評価は難しいと考え、基本的に越水を生じない壁高を考えることとした。

表－6.2 導流壁沿い水面の目視と波面計計測値の関係

測定位置		目視(m)		波面計(m)	
		最高	平均	2%水深	50%水深
左岸	L9	9.5	5.1	8.6	5.0
	L14	10.4	8.1	9.9	7.4
	L19	12.2	10.1	11.0	9.1
右岸	R12	12.0	4.5	10.7	5.8
	R15	11.8	8.2	10.7	7.9
	R21	12.3	9.0	11.4	9.2

注）測定位置については付表－10を参照

6．3．2　減勢工及び下流河道

基本的な減勢工諸元は原案での検討により 1 次最終案（図－6.7）として得られている。修正案での主たる検討目的は、6．3．1で求めた堤趾導流部最終案を用いて、非常用洪水吐き放流時の流況を確認するとともに導流壁高を検討することにある。

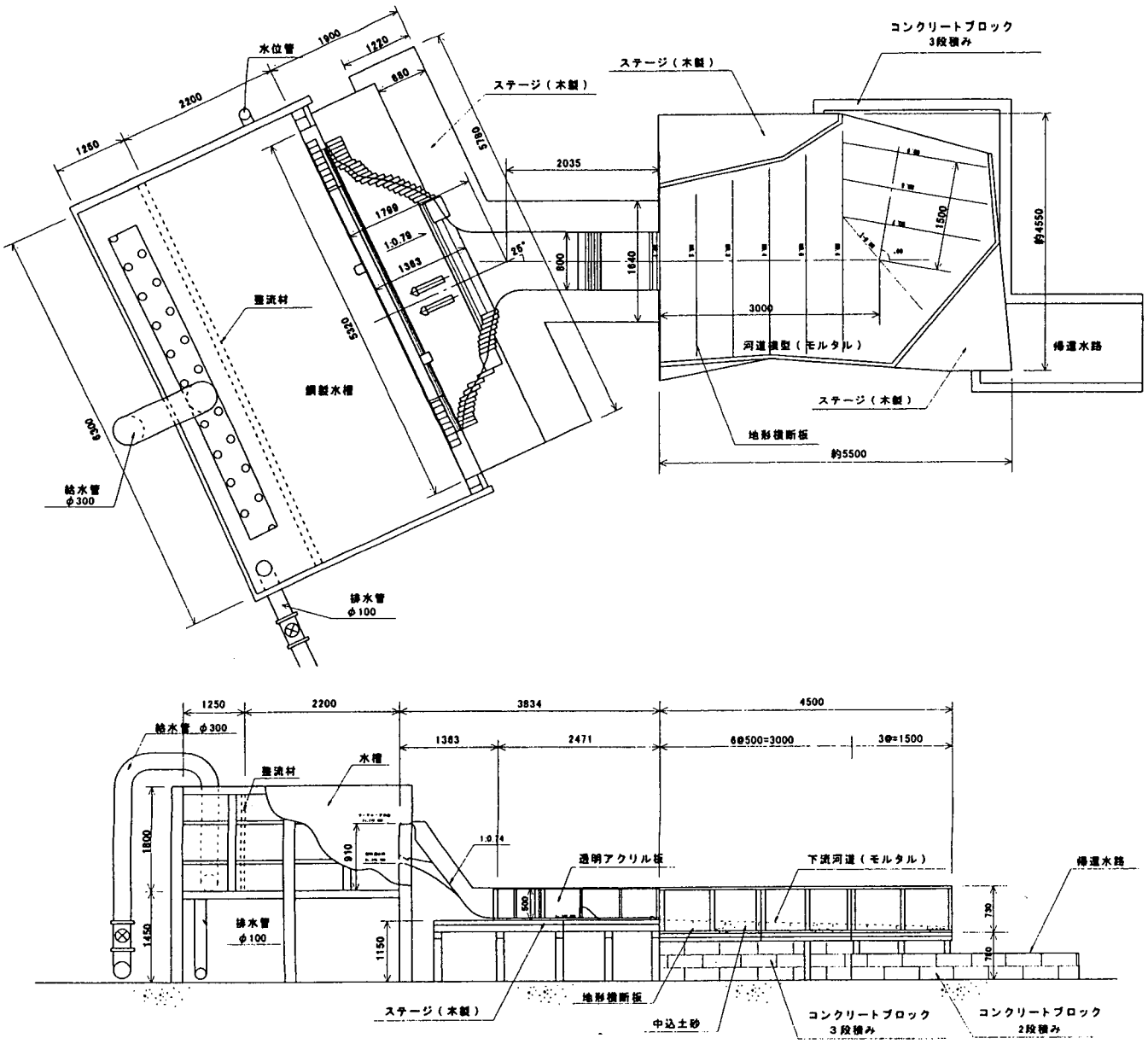
実験は、1,500m³/s、ダム設計洪水流量 2,680m³/s を対象に実施しており、このときの流況を**写真－6.5(1)、(2)、図－6.14(1)、(2)**に示すが、問題ない流況が得られている。また、減勢池内水面形を**図－6.15** に示す。減勢池導流壁高は、ダム設計洪水流量流下時の波浪による越水を許容し、平均水位の最高値を対象に決められるのが一般的である。ここで、2,680m³/s における平均水位の最高値は、主減勢池で EL.222.4m、2 次減勢池で 214.2m である。従って、導流壁高としては、主減勢池で EL.222.5 m程度以上、2 次減勢池で EL.214.5m程度以上とする必要がある。なお、導流壁外側に、重要施設がある場合には、最高水位を対象としたより高い導流壁高を考える必要がある。この場合には堤趾導流部の最低標高も最高水位を対象にした高いものとなることは先に示した通りである。

以上の検討では、2 次減勢工に 3m のシルを設置しているが、2 次減勢池内には下流河道の背水が作用しており、ここで、シルの必要性を確認するため、シルのない状態での流況を調査した。計画最大放流量 680m³/s、1,500m³/s、ダム設計洪水流量 2,680m³/s を対象とした結果を**写真－6.6(1)～(3)**に示す。シルがない場合、最大放流量 680m³/s では跳水が得られているが、1,500m³/s 及び 2,680m³/s では 2 次減勢池水叩き上に露出射流が生じ荒れた流況になっている。今回の河道部は、現在河床を想定しており、露出射流が生じても、その直下で跳水し比較的速やかに減勢しているが、実際にはこうした河床が維持される保証はなく、また、いずれにしても 2 次減勢池の水叩きを省略することはできないと考えられるので、シルは省略しないものとする。

写真－6.7、図－6.16(1)～(3)には下流河道での流況を示す。放流水脈は 2 次減勢池直下流で速やかに減勢されており、問題ない流況となっている。2 次減勢池直下流の流速は、最大放流量 680m³/s、1,500m³/s、ダム設計洪水流量 2,680m³/s 放流時にそれぞれ、3.5m/s、5.5m/s、8.5m/s 程度となっている。参考までに、**図－6.17(1)～(3)**に減勢工から下流河道部までの水面形を示す。

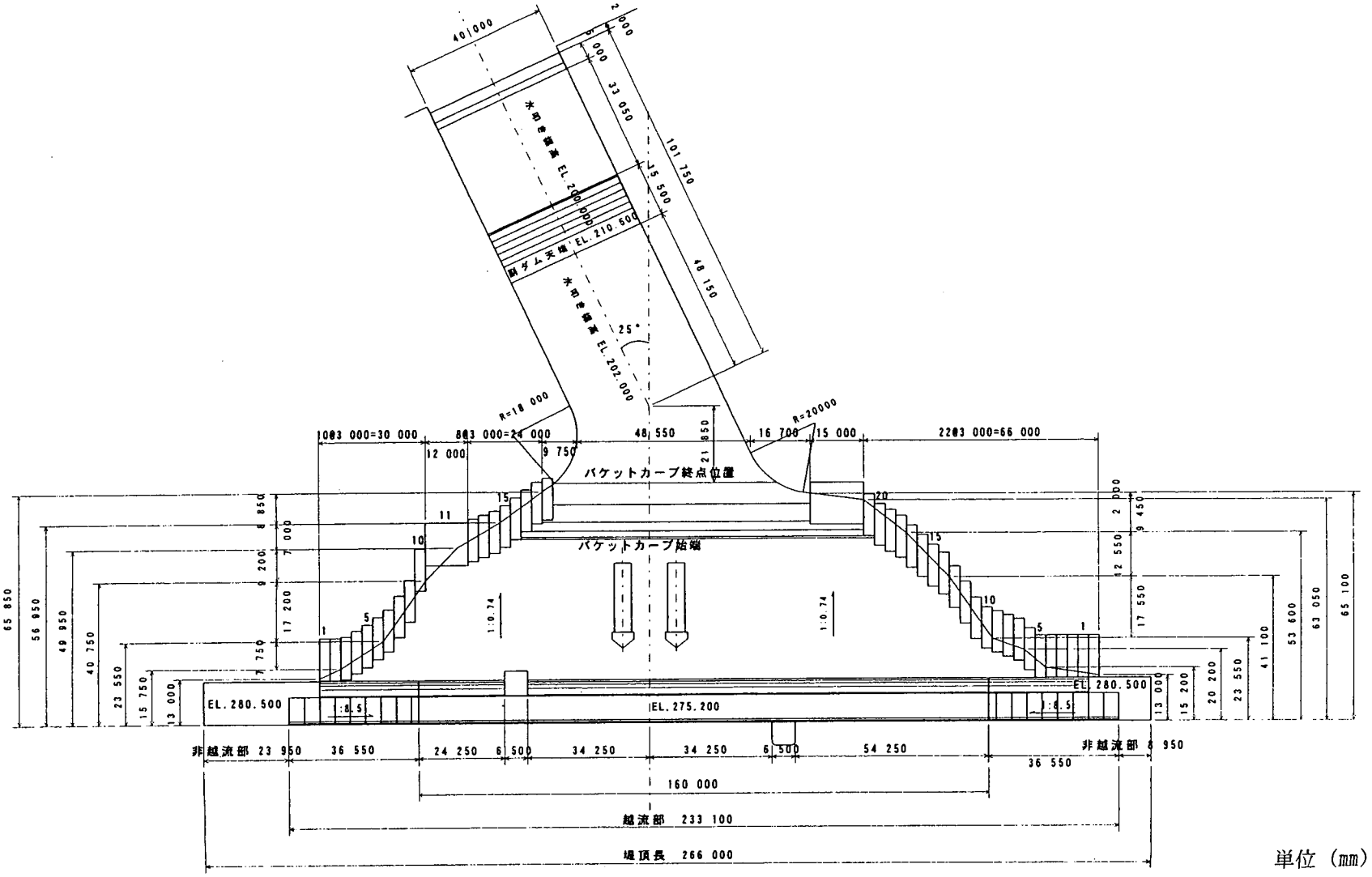
参考文献

1）中西徹、柏井条介：シュートブロックによるダム堤趾導流部壁高の低減、土木学会第 43 回年次学術講演会講演概要集、1988



単位（㎜）

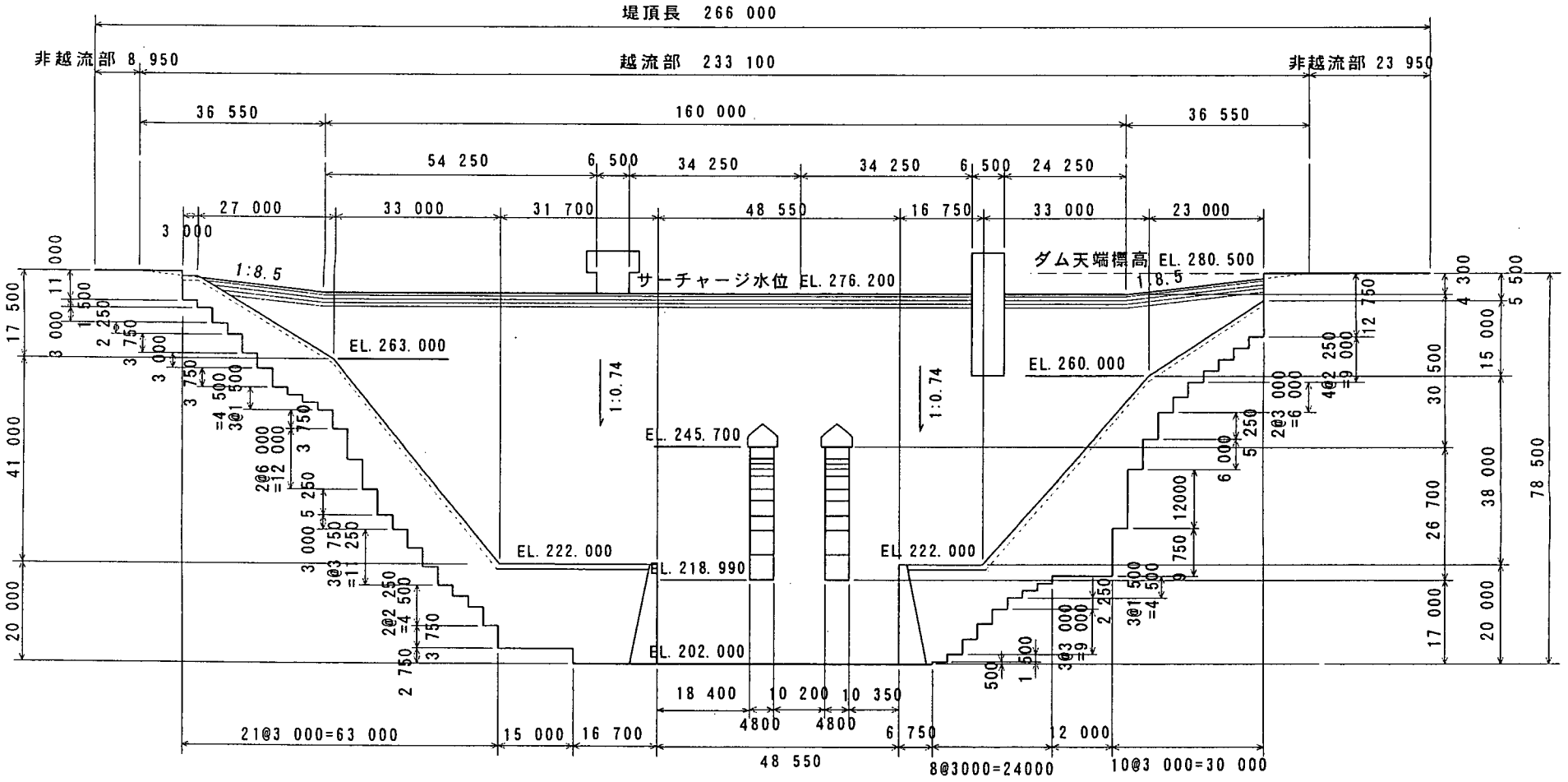
図－6.1　洪水吐き全体模型概要図



単位（mm）

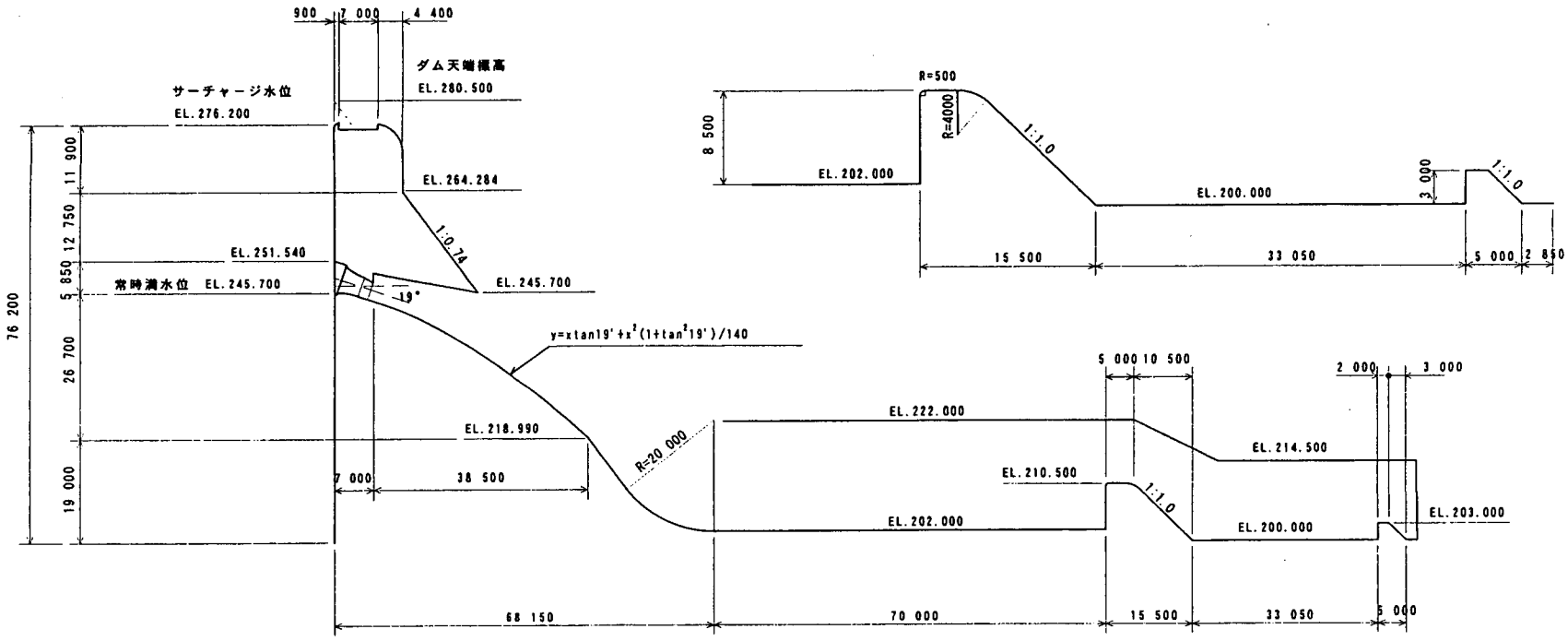
平面図

図－6.2（1）　原案洪水吐き形状



下流面図　　単位（mm）

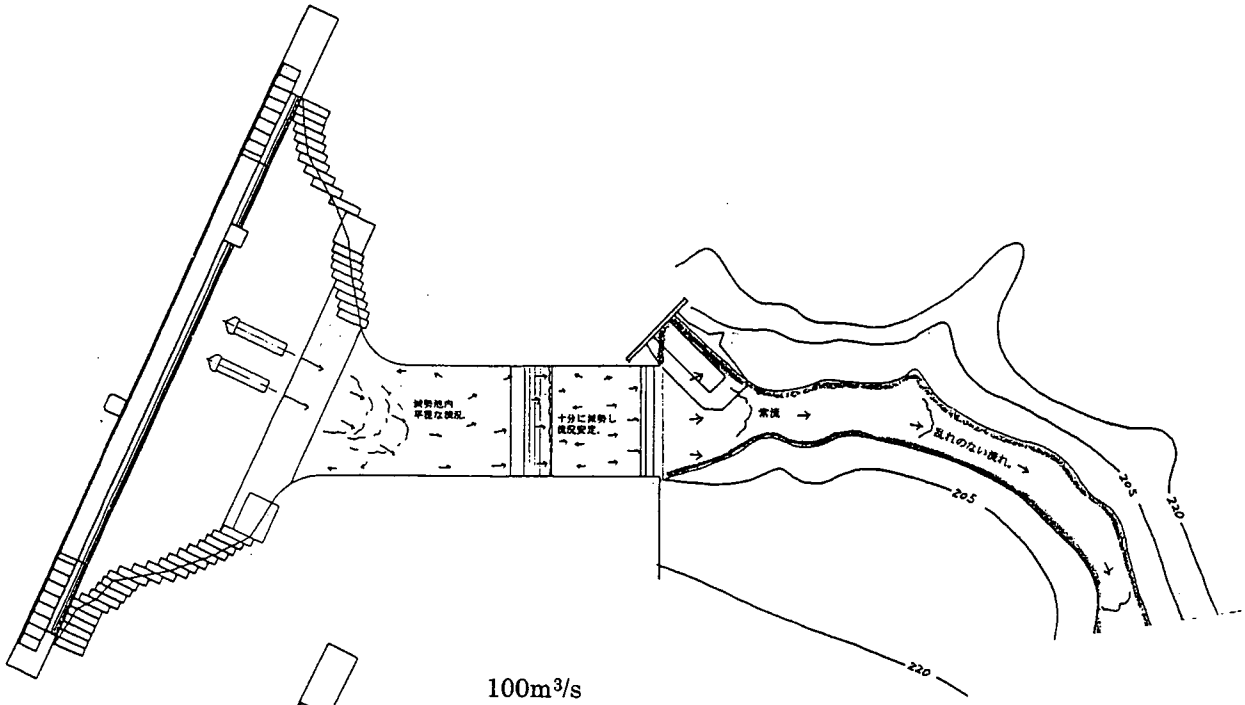
図－6.2（2）　原案洪水吐き形状



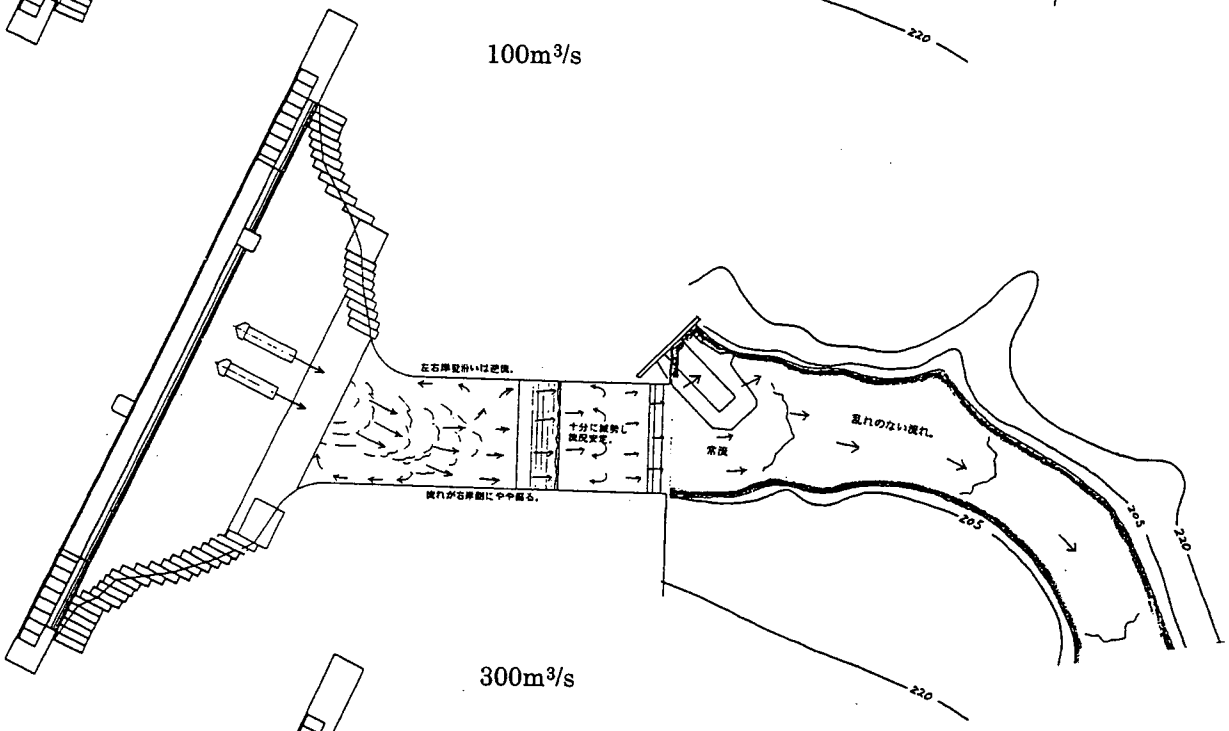
単位（mm）

断面図

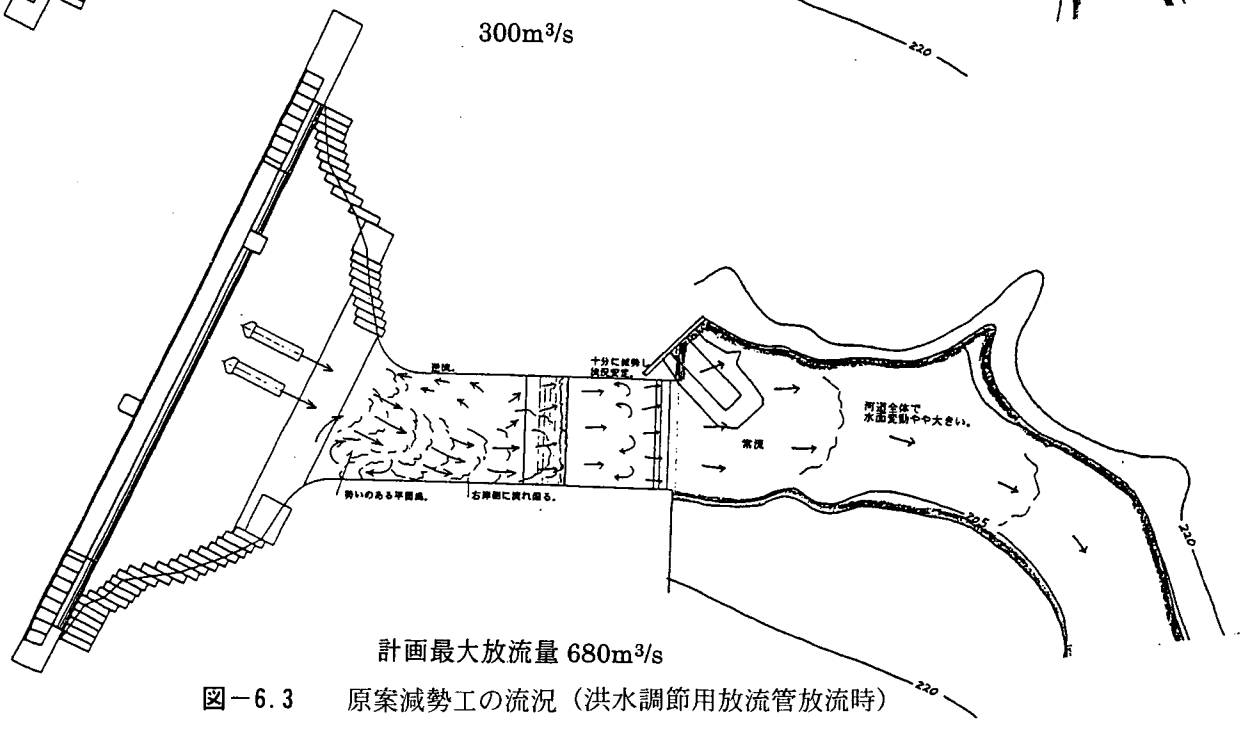
図－6.2（3）　原案洪水吐き形状



100m³/s

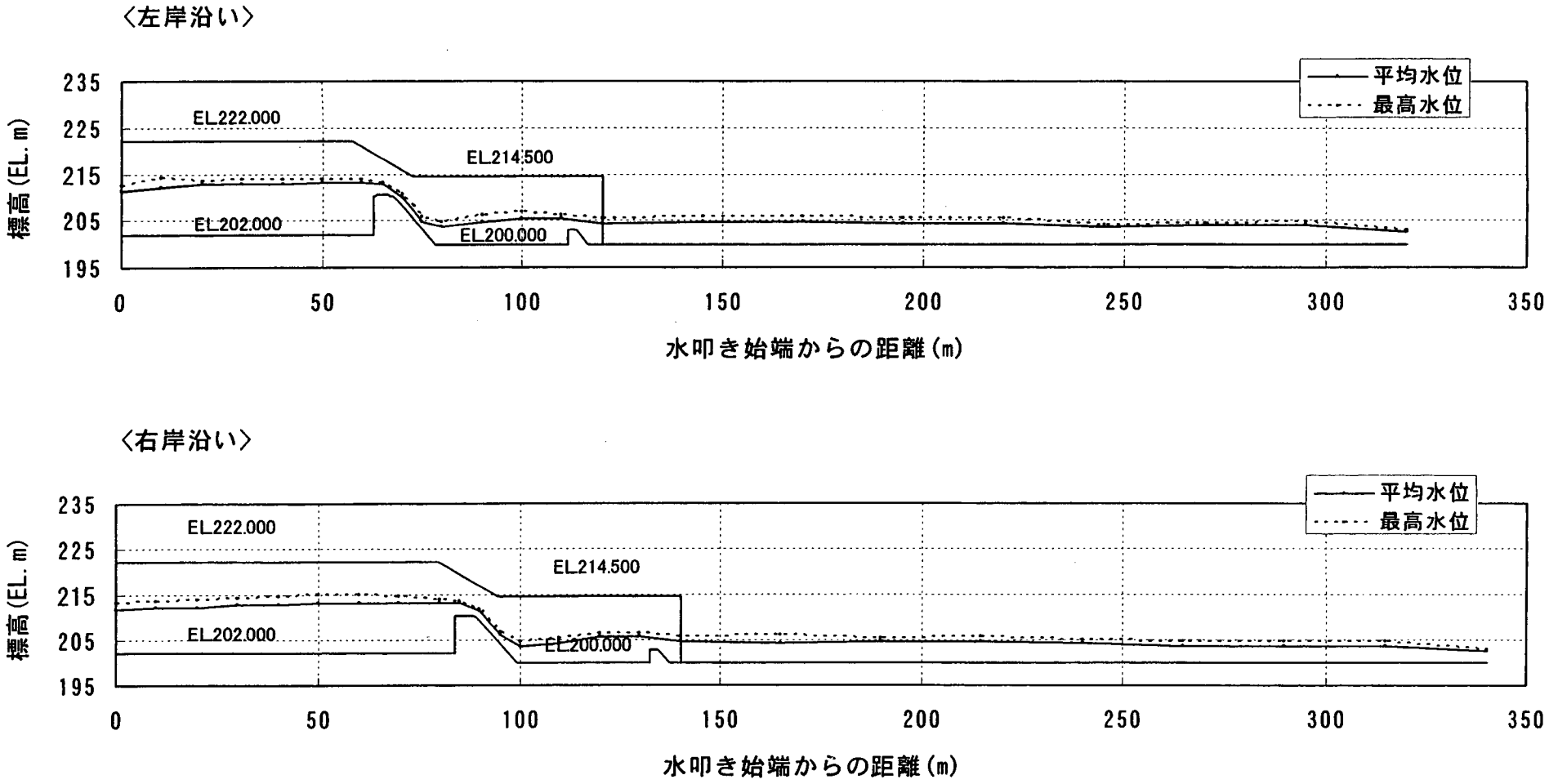


300m³/s



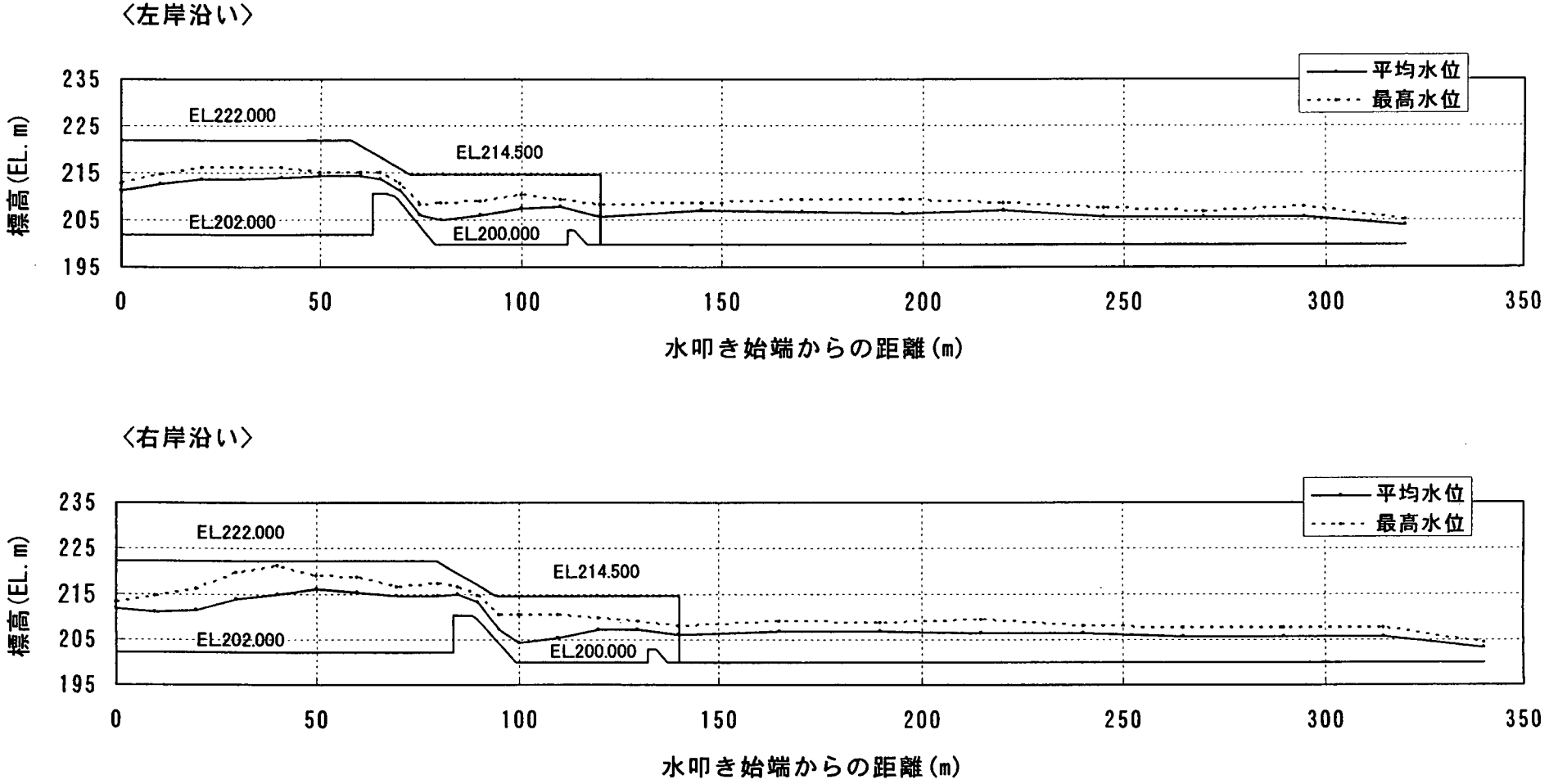
計画最大放流量 680m³/s

図－6.3　原案減勢工の流況（洪水調節用放流管放流時）



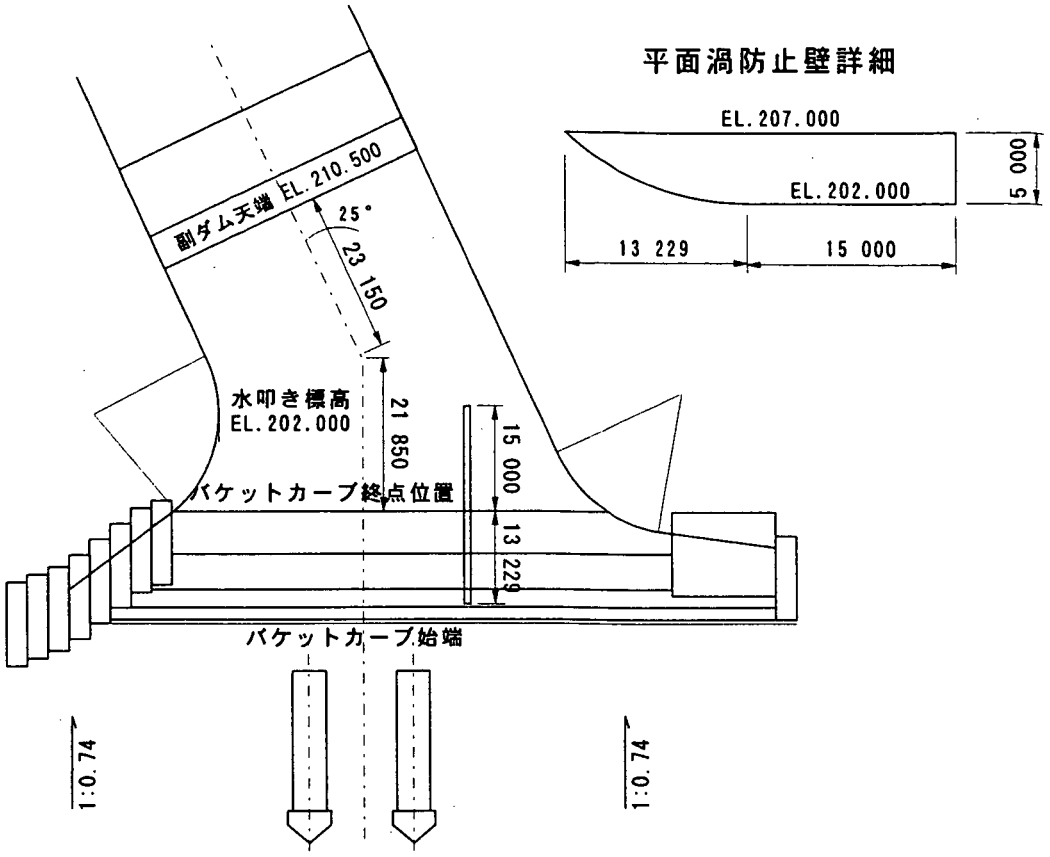
Q=300m³/s

図－6.4（1）　原案減勢工の水面形（洪水調節用放流管放流時）

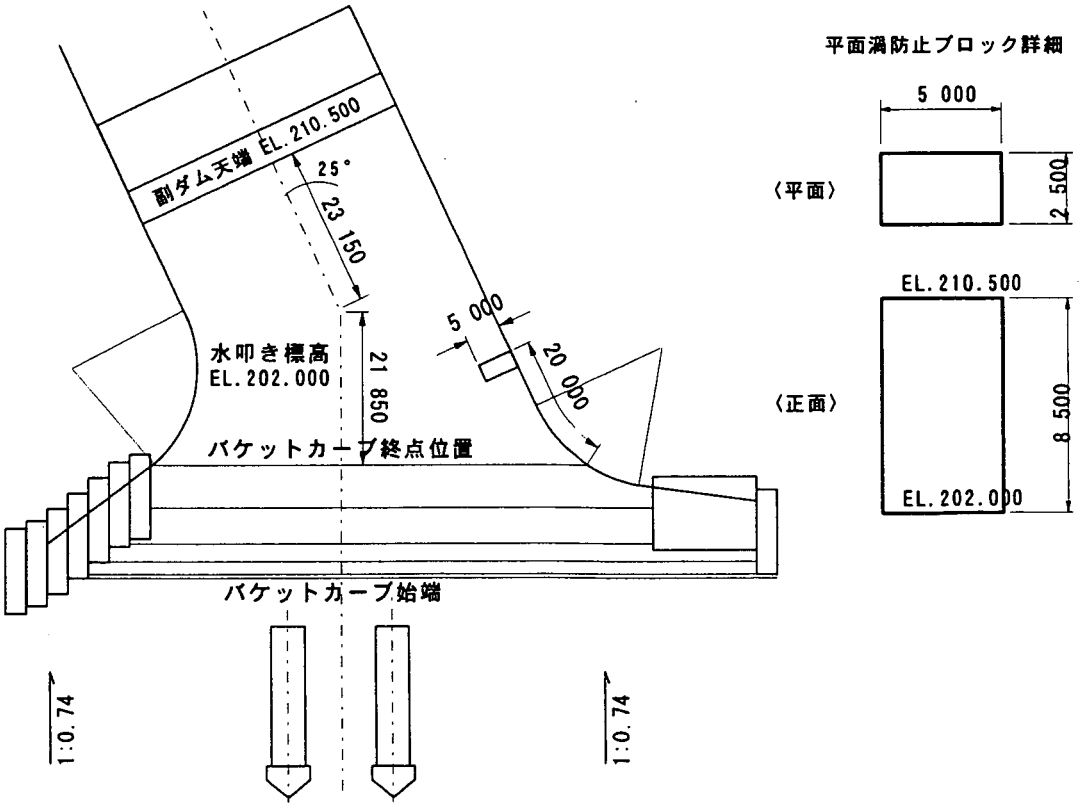


計画最大放流量 Q=680m³/s

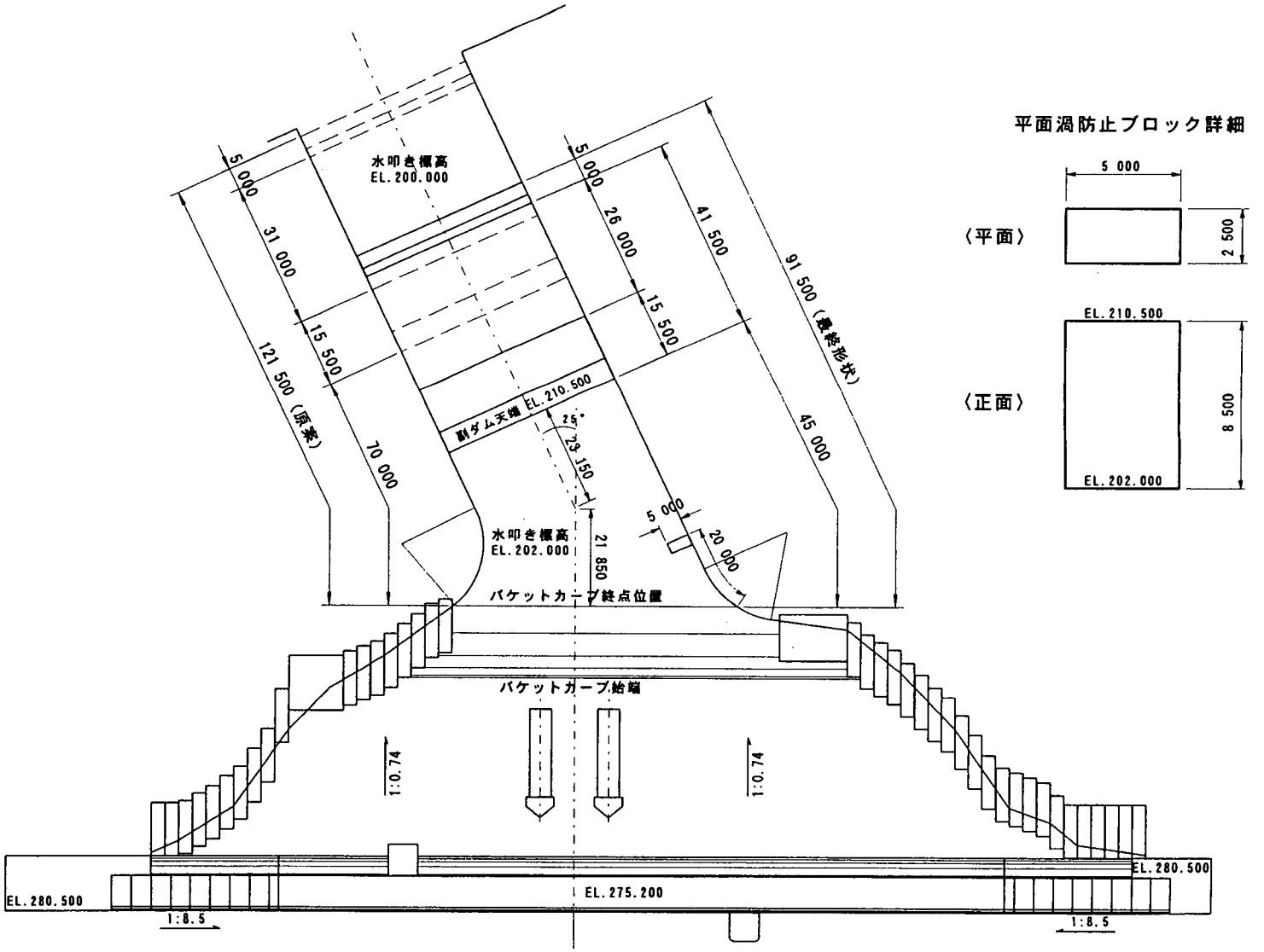
図－6.4 (2)　原案減勢工の水面形（洪水調節用放流管放流時）



図－6.5　　平面渦解消案 1（導流壁設置案）

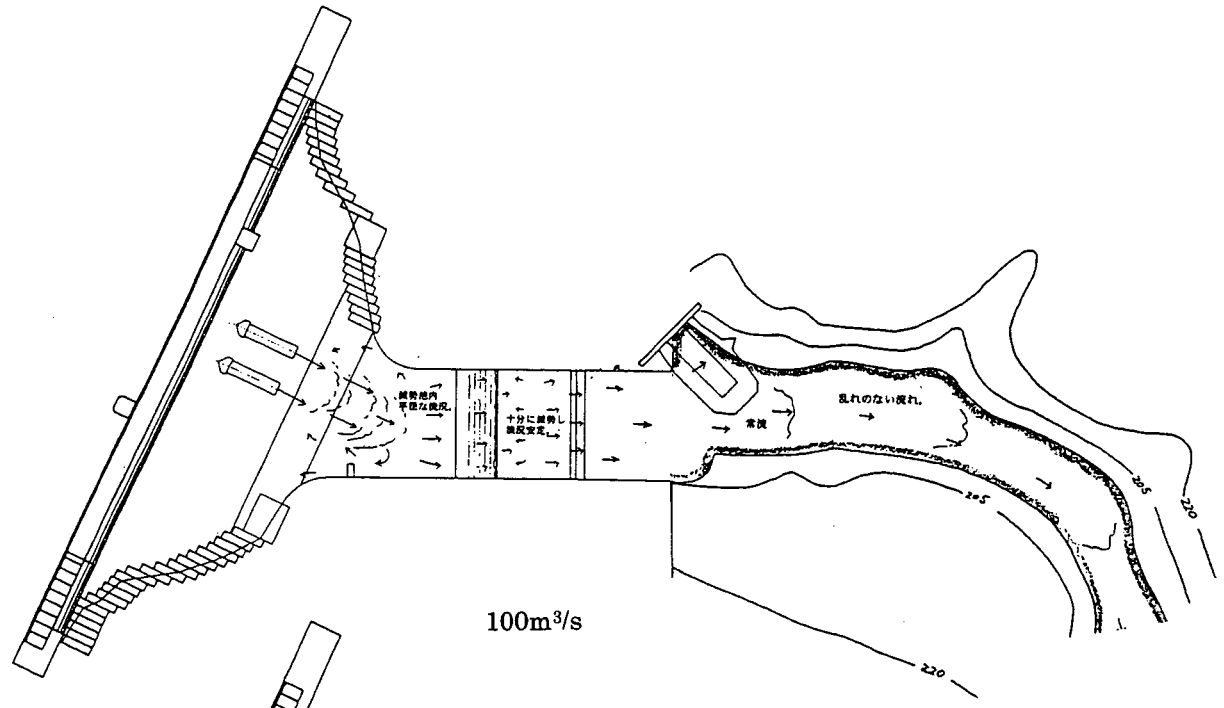


図－6.6　　平面渦解消案 2（側壁ブロック案）

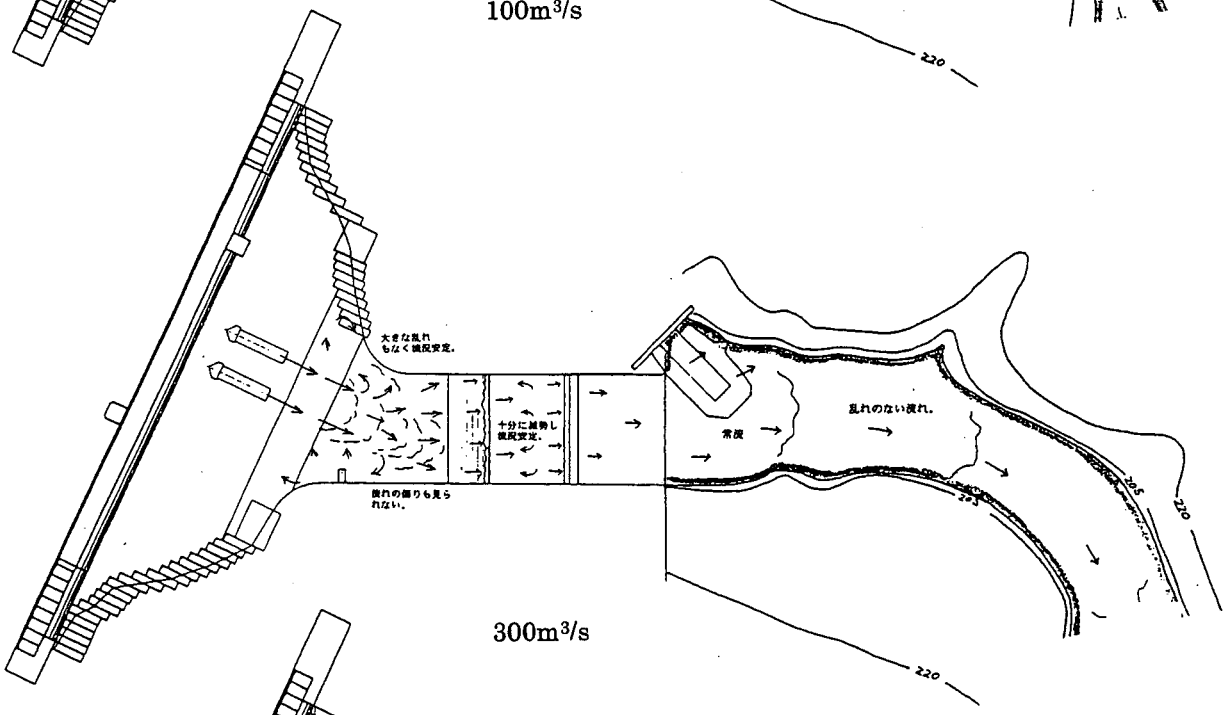


単位（mm）

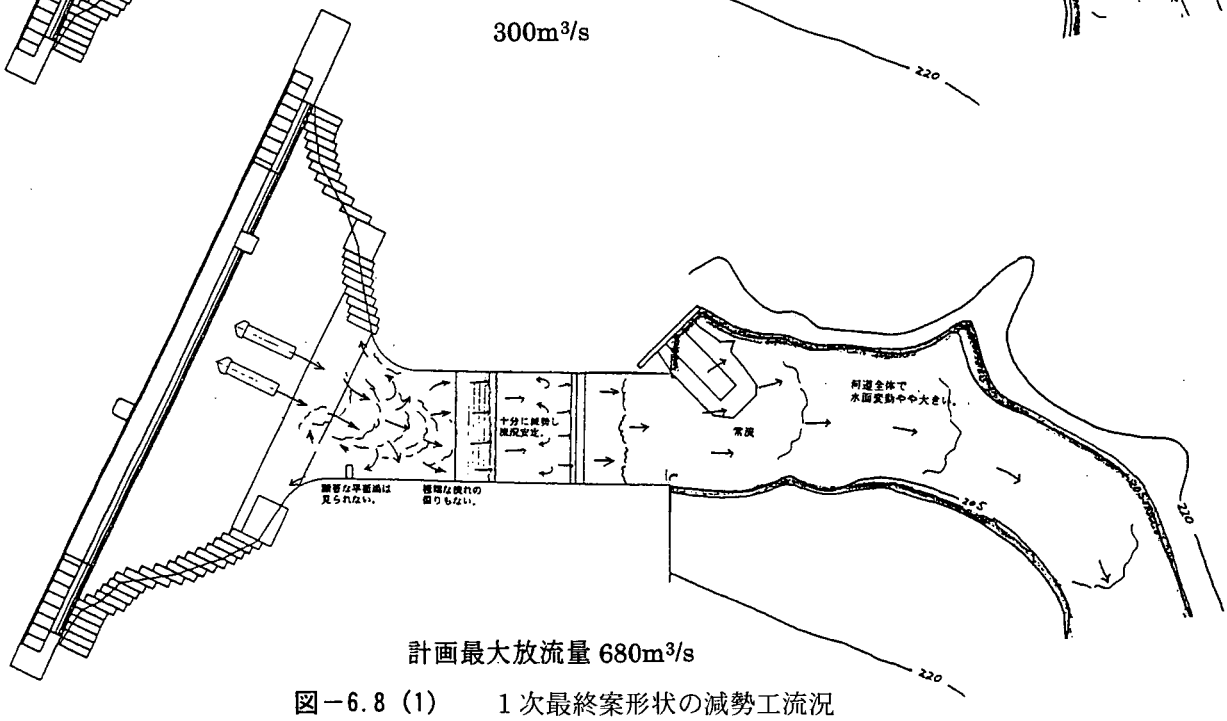
図－6.7　減勢工１次最終案形状



100m³/s

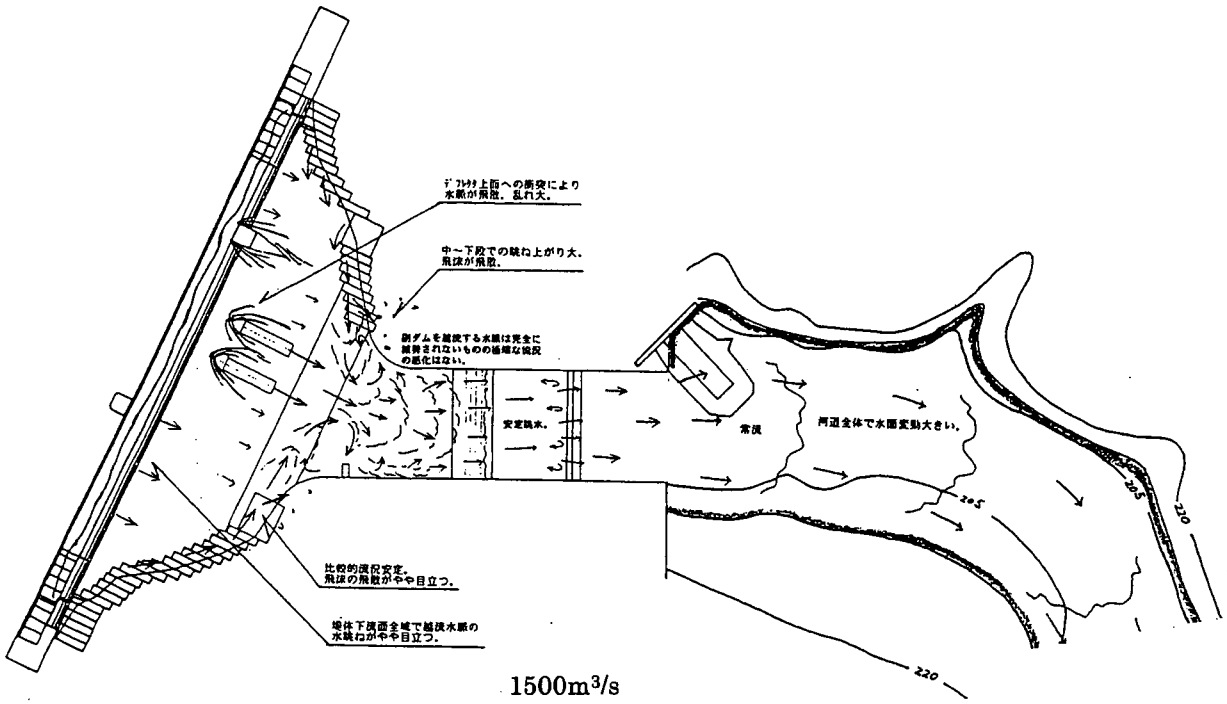


300m³/s

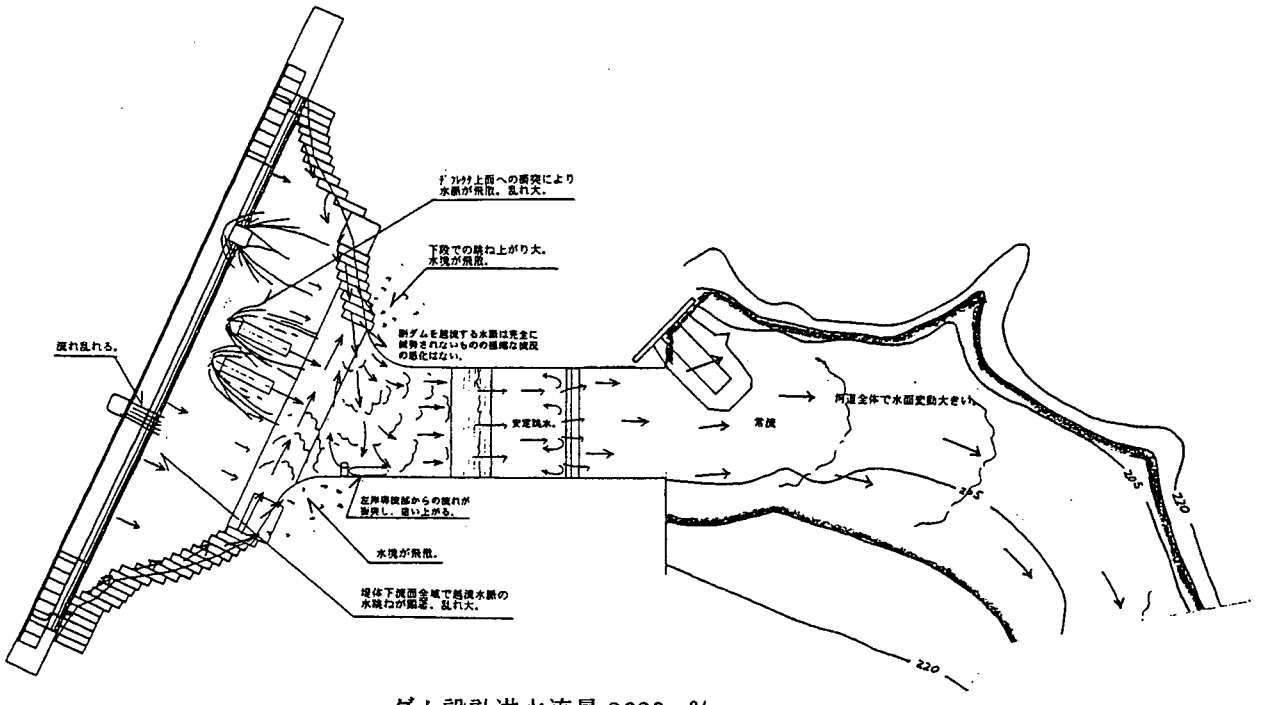


計画最大放流量 680m³/s

図－6.8 (1)　　1次最終案形状の減勢工流況

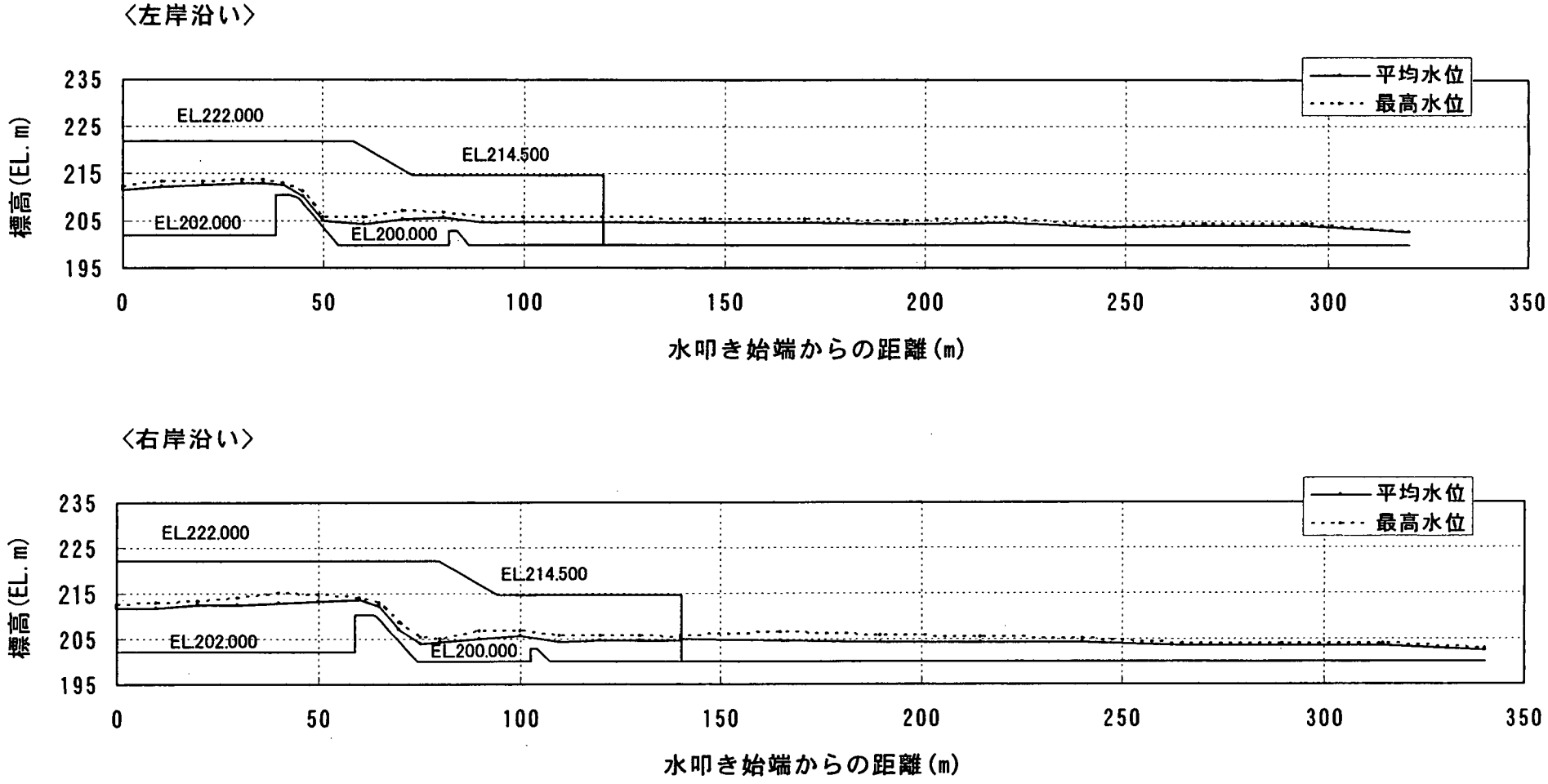


1500m³/s



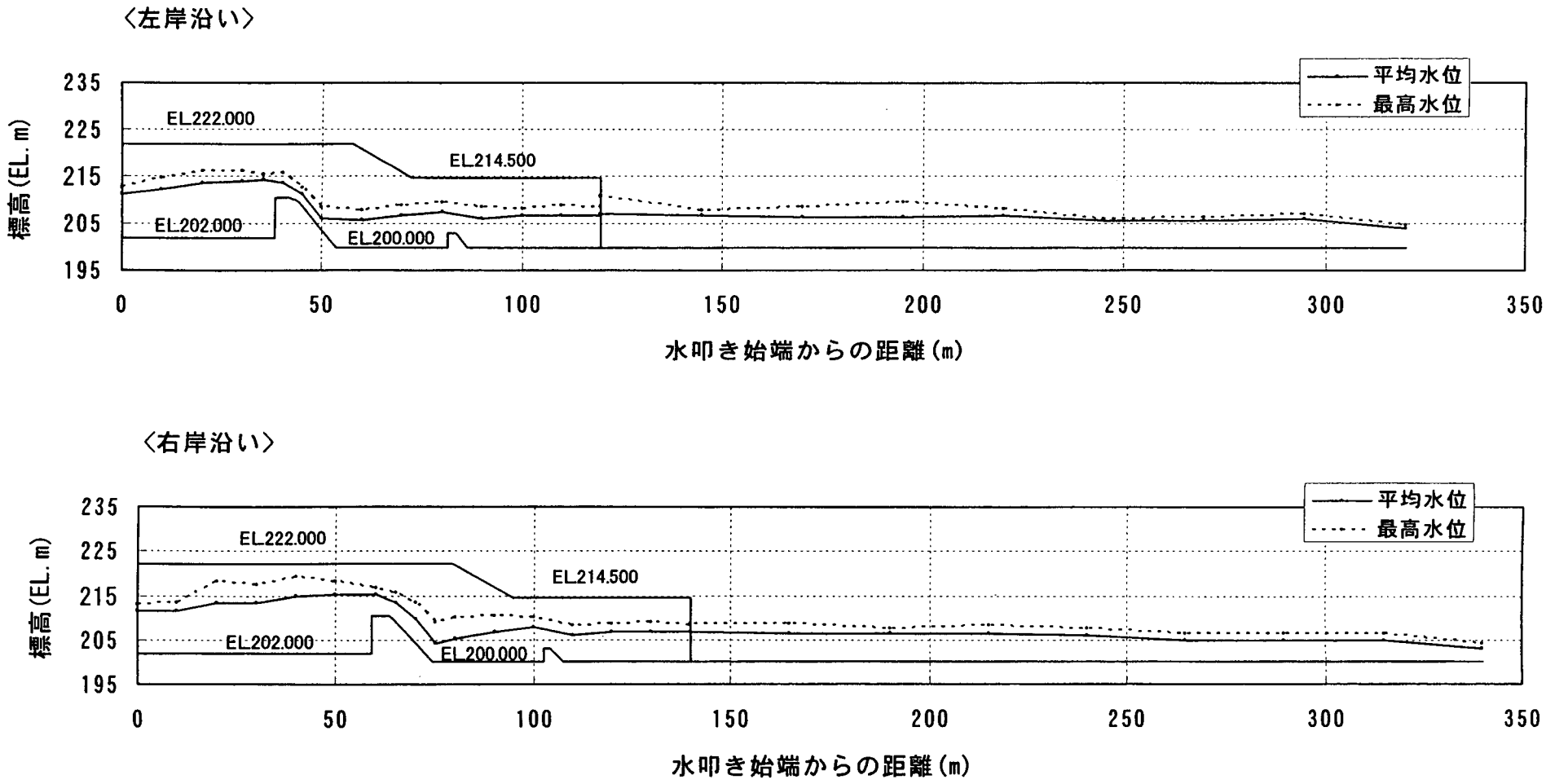
ダム設計洪水流量 2680m³/s

図－6.8 (2)　　1次最終案形状の減勢工流況



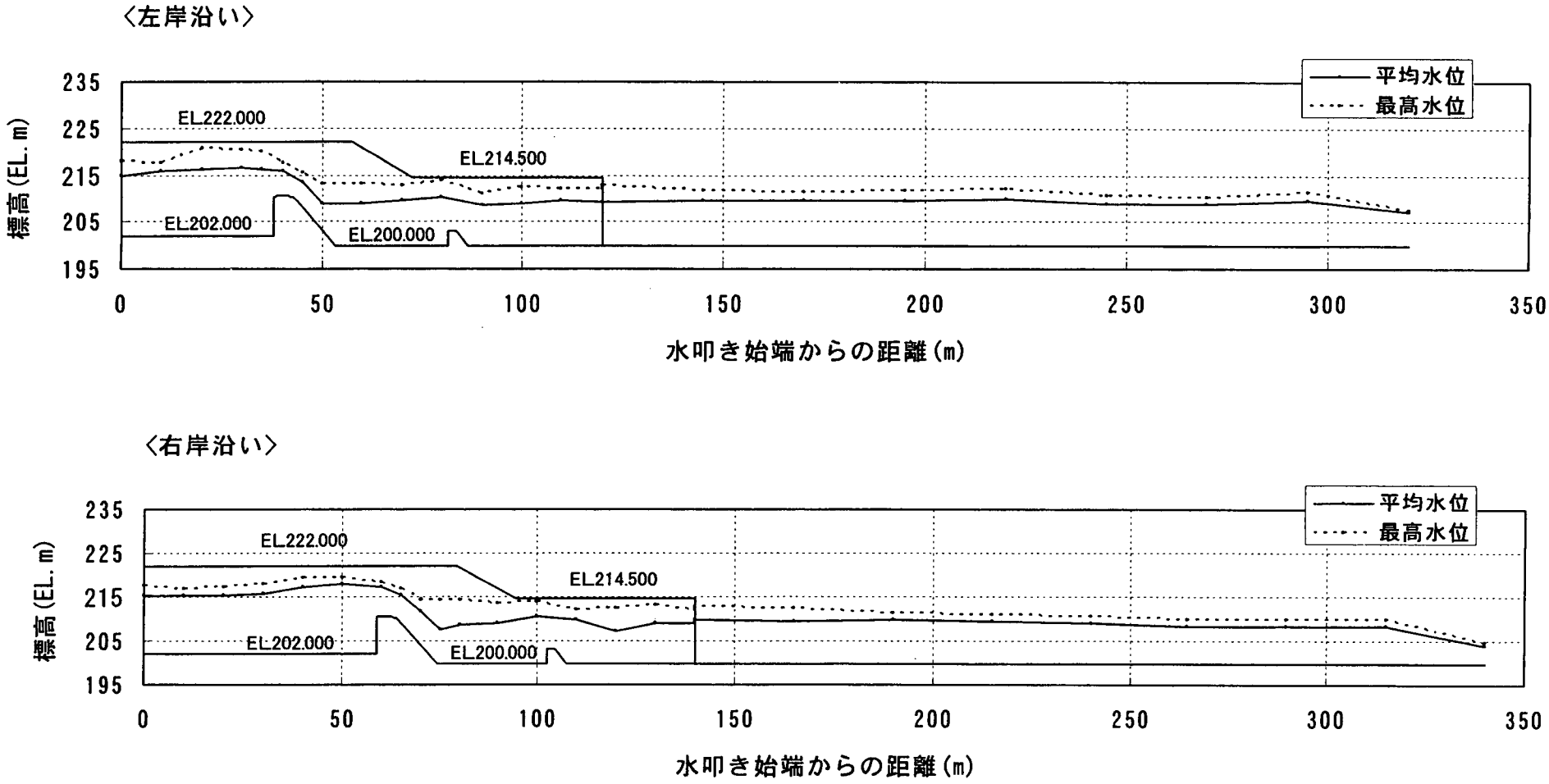
Q=300m³/s

図－6.9 (1)　　1次最終案形状の減勢工水面形



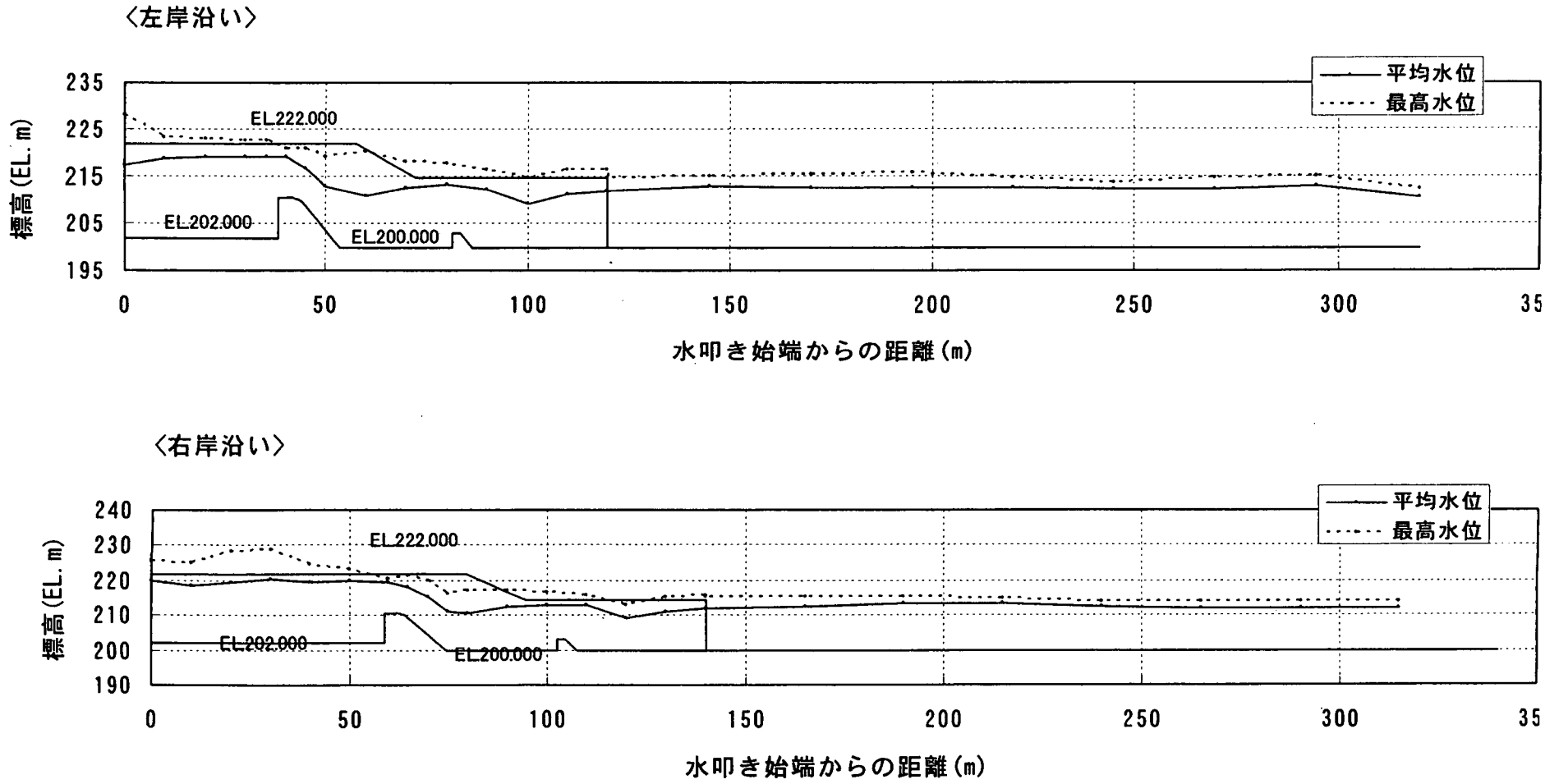
計画最大放流量 Q=680m³/s

図－6.9（2）　１次最終案形状の減勢工水面形



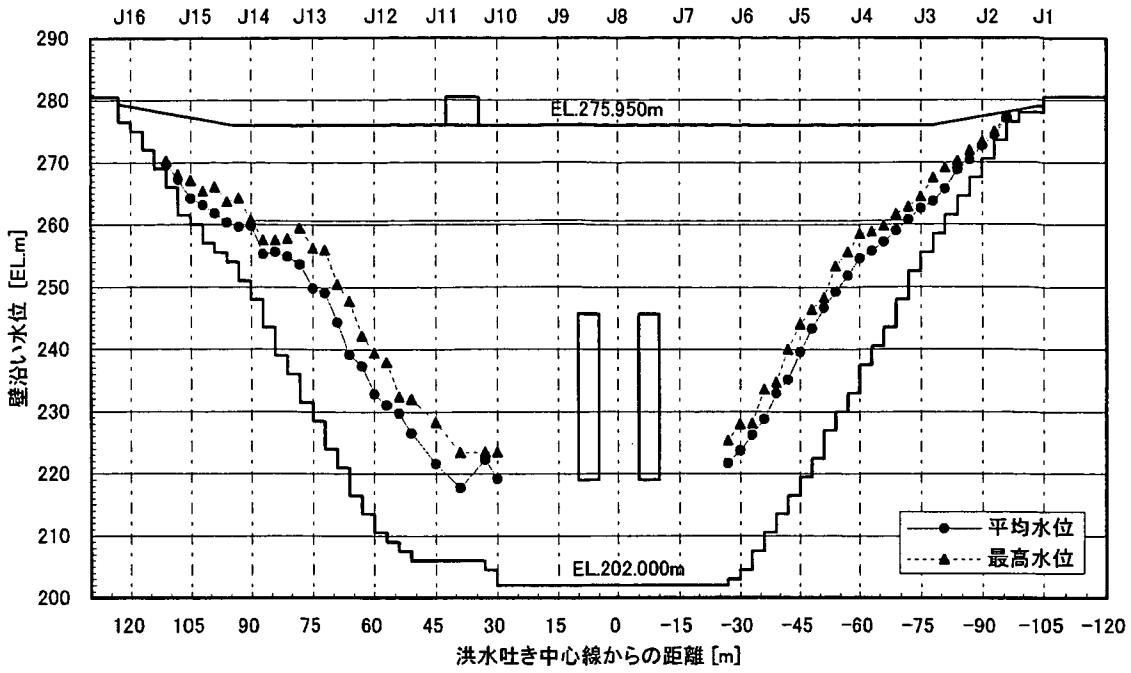
Q=1500m³/s

図－6.9 (3)　　1次最終案形状の減勢工水面形



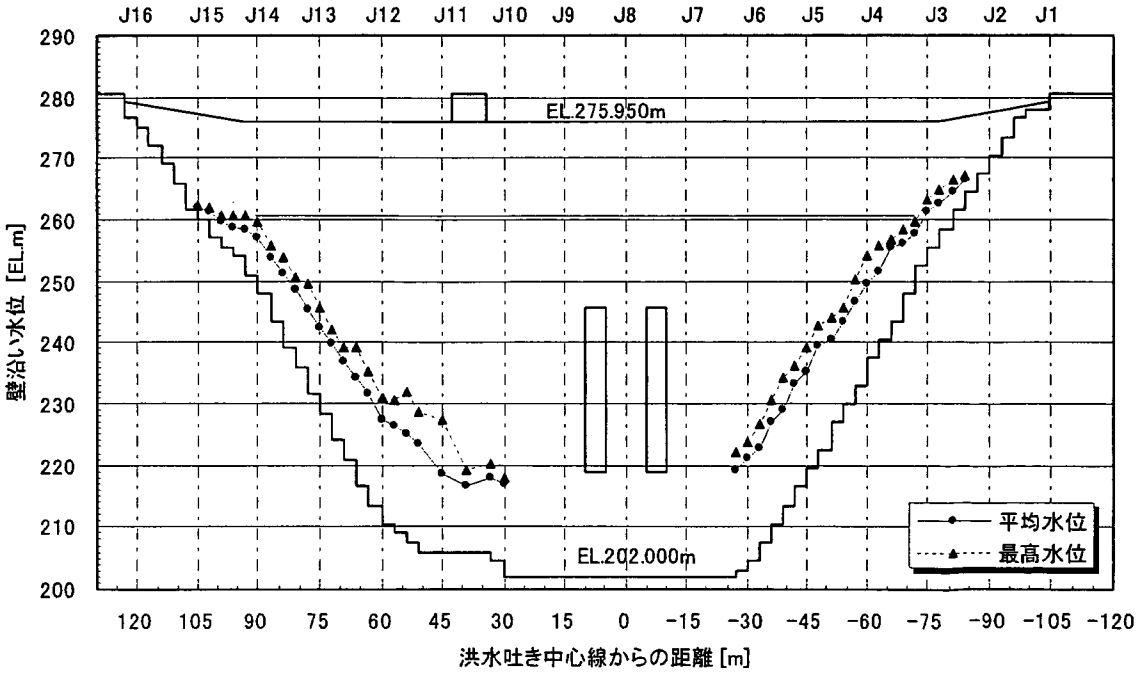
ダム設計洪水流量 Q=2680m

図－6.9（4）　１次最終案形状の減勢工水面形



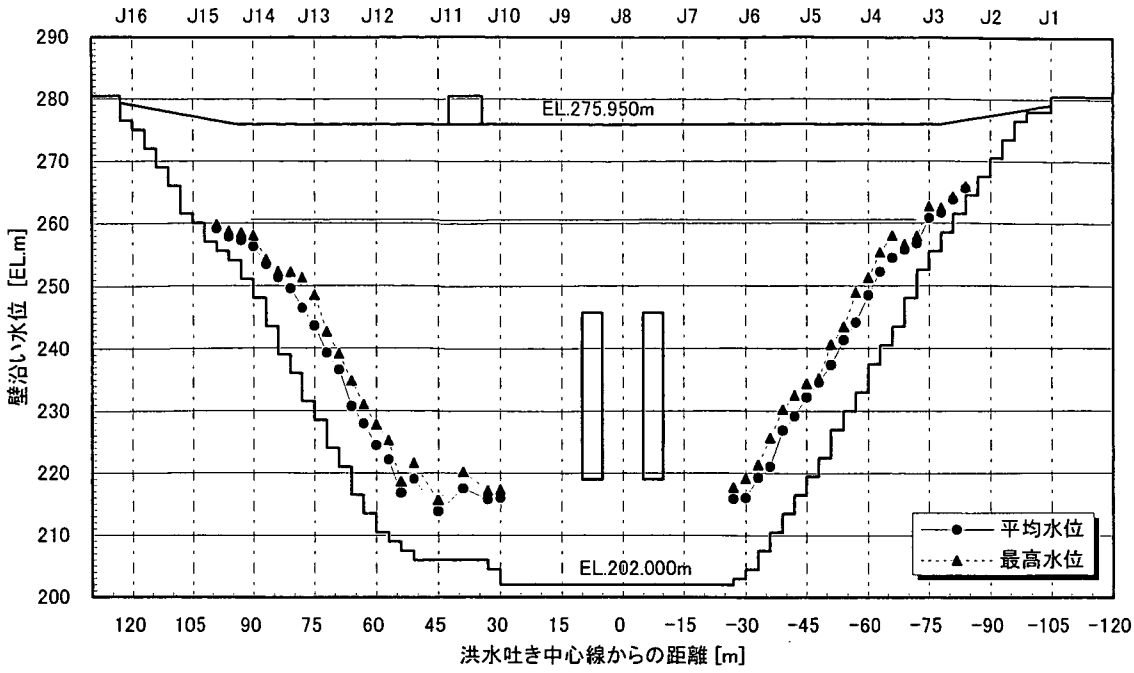
（ダム設計洪水流量 2680m³/s）

図－6.10（1）　修正原案の堤趾導流壁沿い水面形



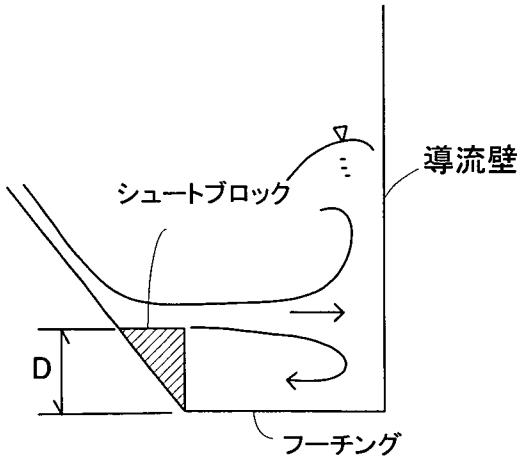
（2000m³/s）

図－6.10（2）　修正原案の堤趾導流壁沿い水面形

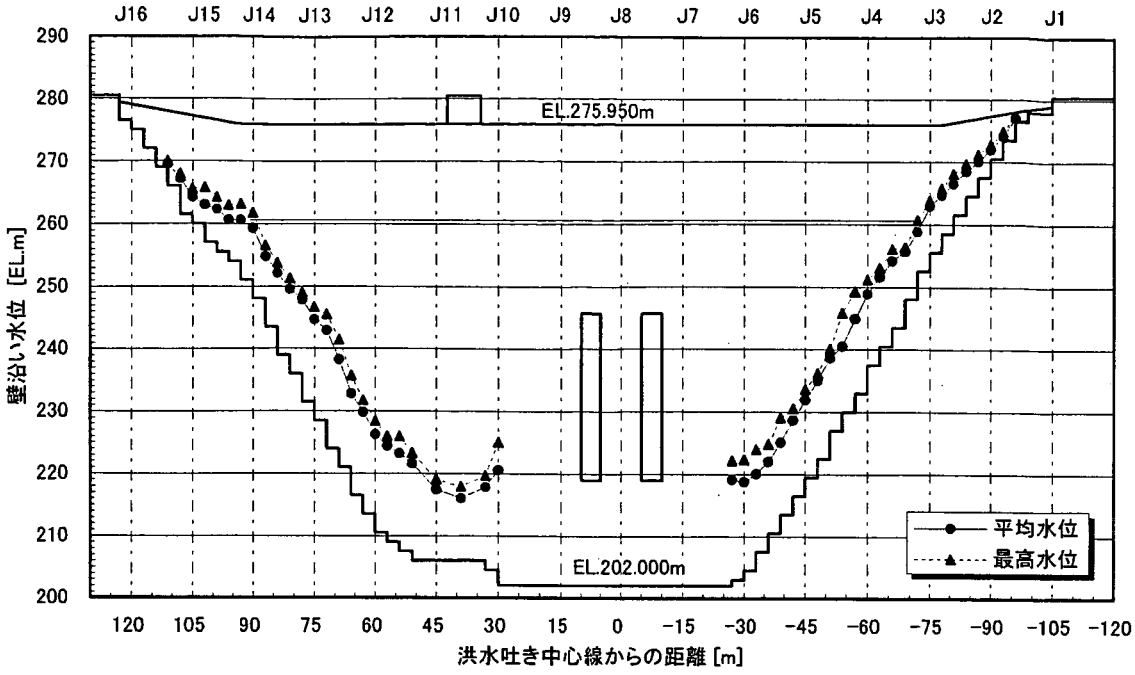


(1500m³/s)

図－6.10 (3)　　修正原案の堤趾導流壁沿い水面形

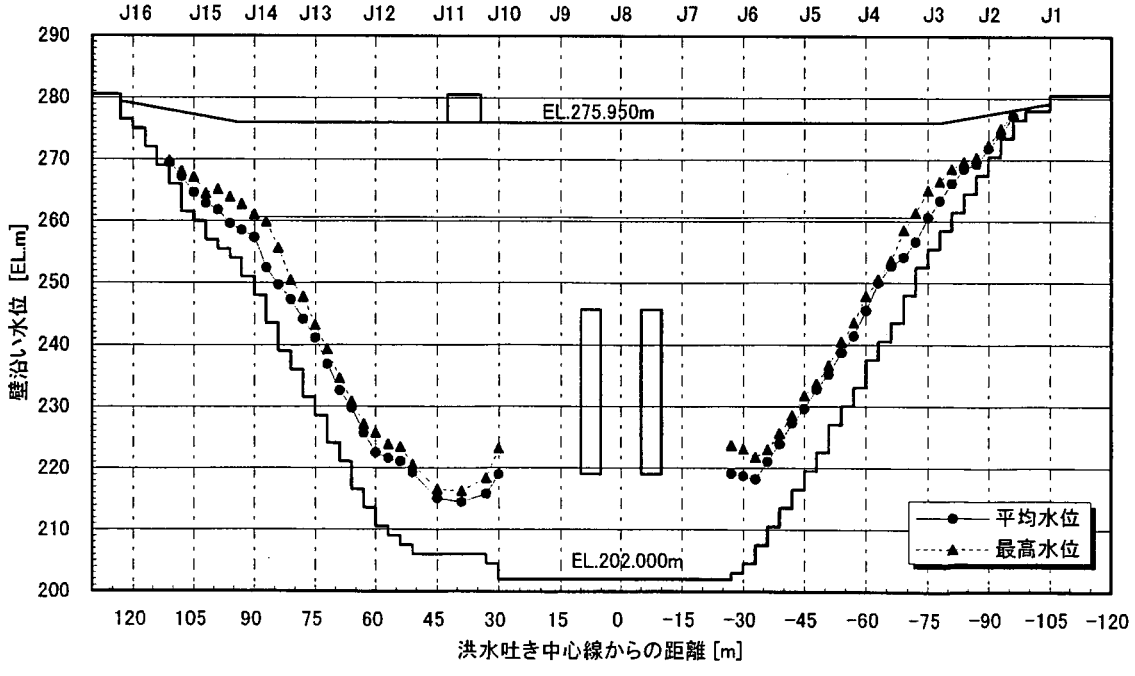


図－6.11 シュートブロックによる流れ



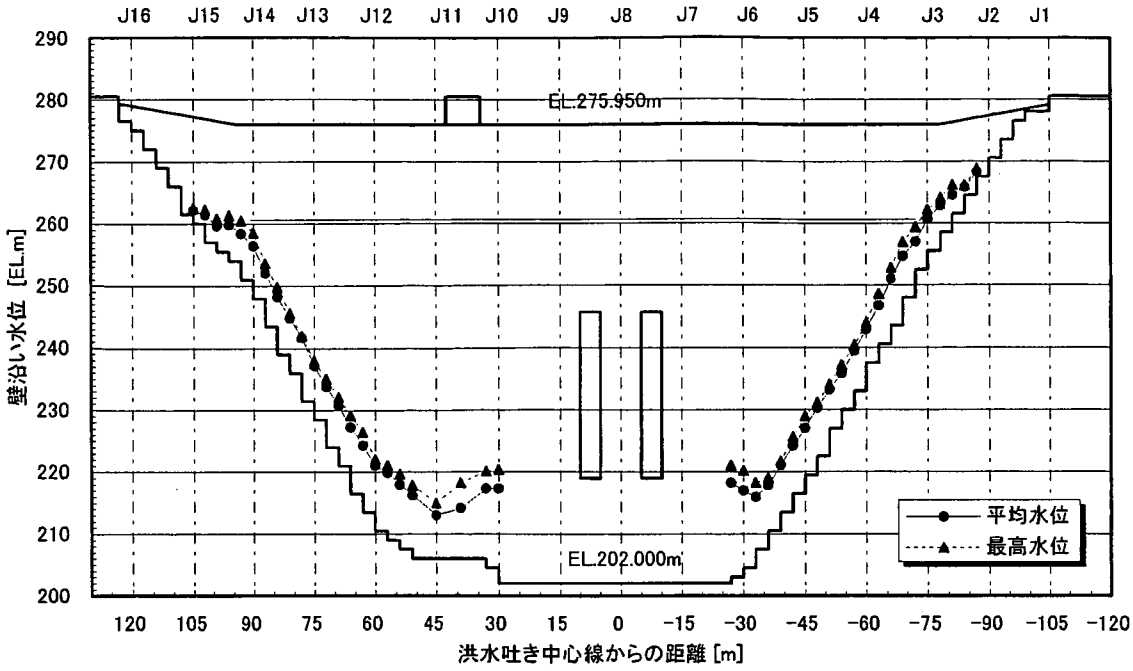
(ダム設計洪水流量 2680m³/s)

図－6.12　シュートブロック 1.5m 案の堤趾導流壁沿い水面形



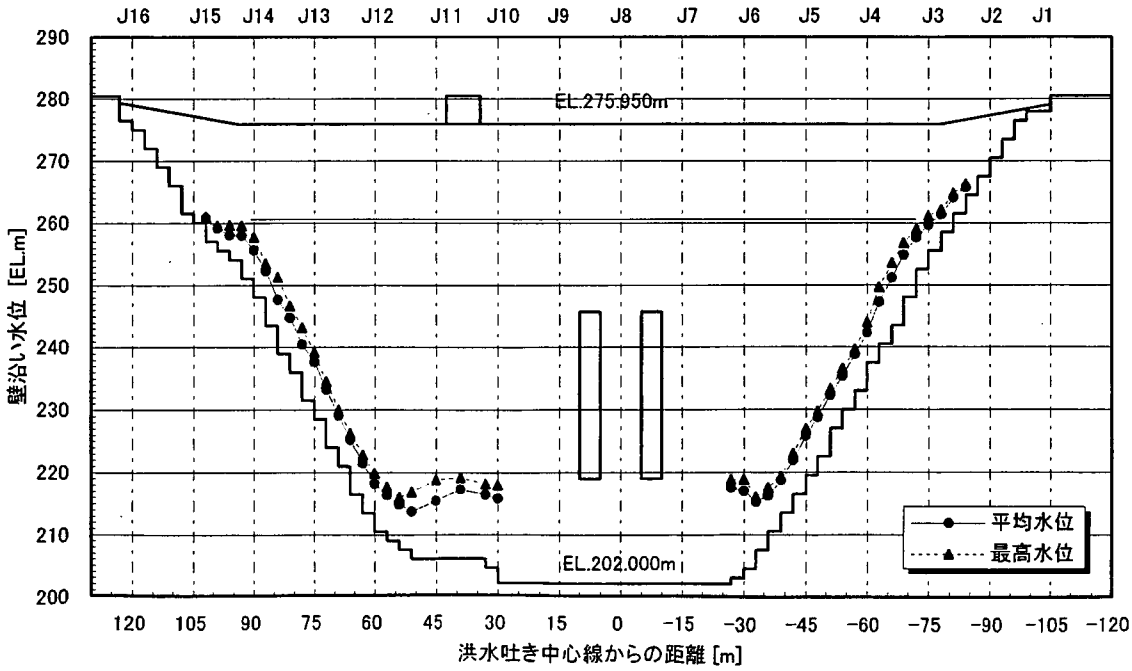
(ダム設計洪水流量 2680m³/s)

図－6.13 (1)　シュートブロック 2.0m 案の堤趾導流壁沿い水面形



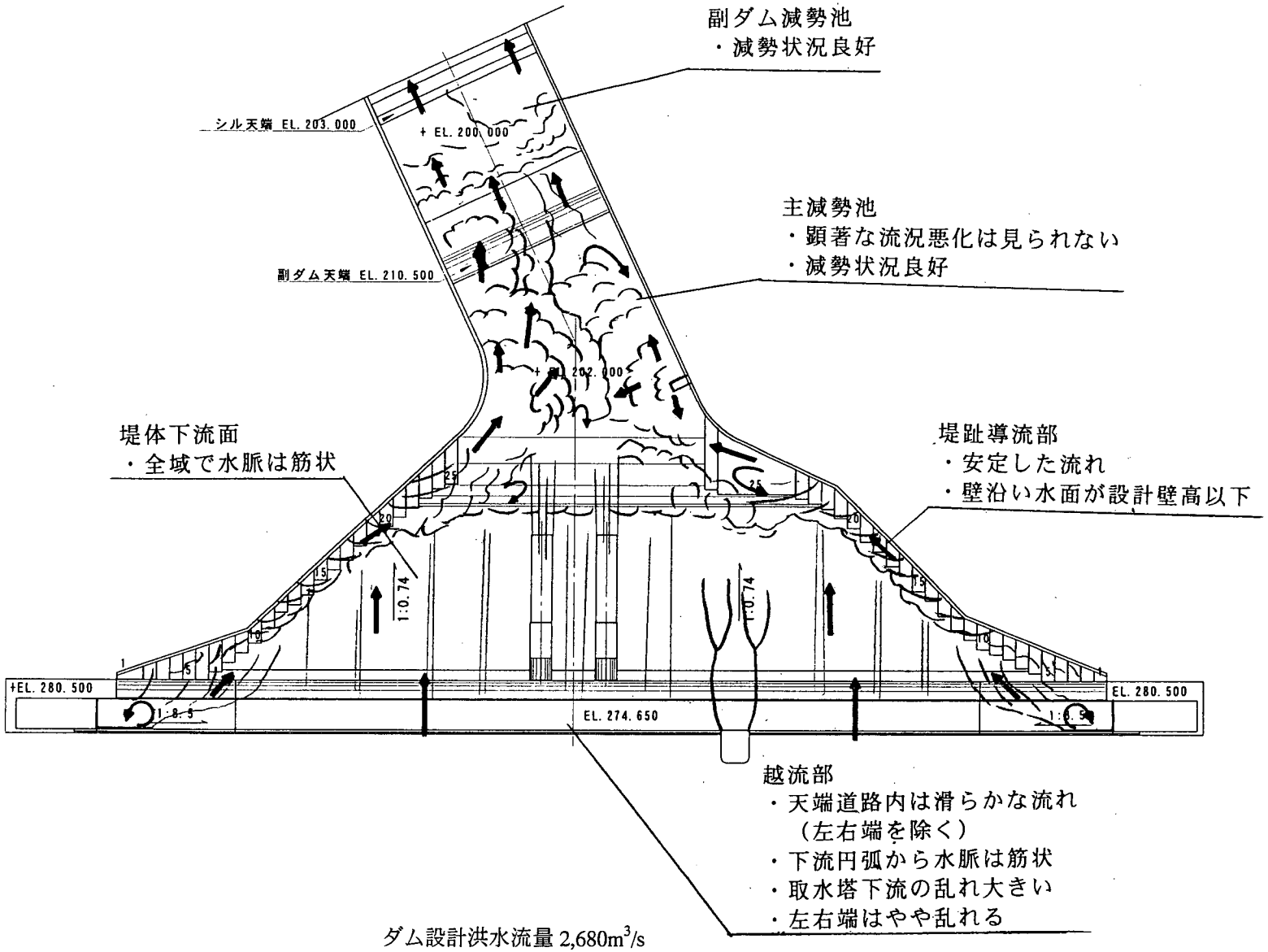
(2000m³/s)

図－6.13 (2)　　シュートブロック 2.0m 案の堤趾導流壁沿い水面形



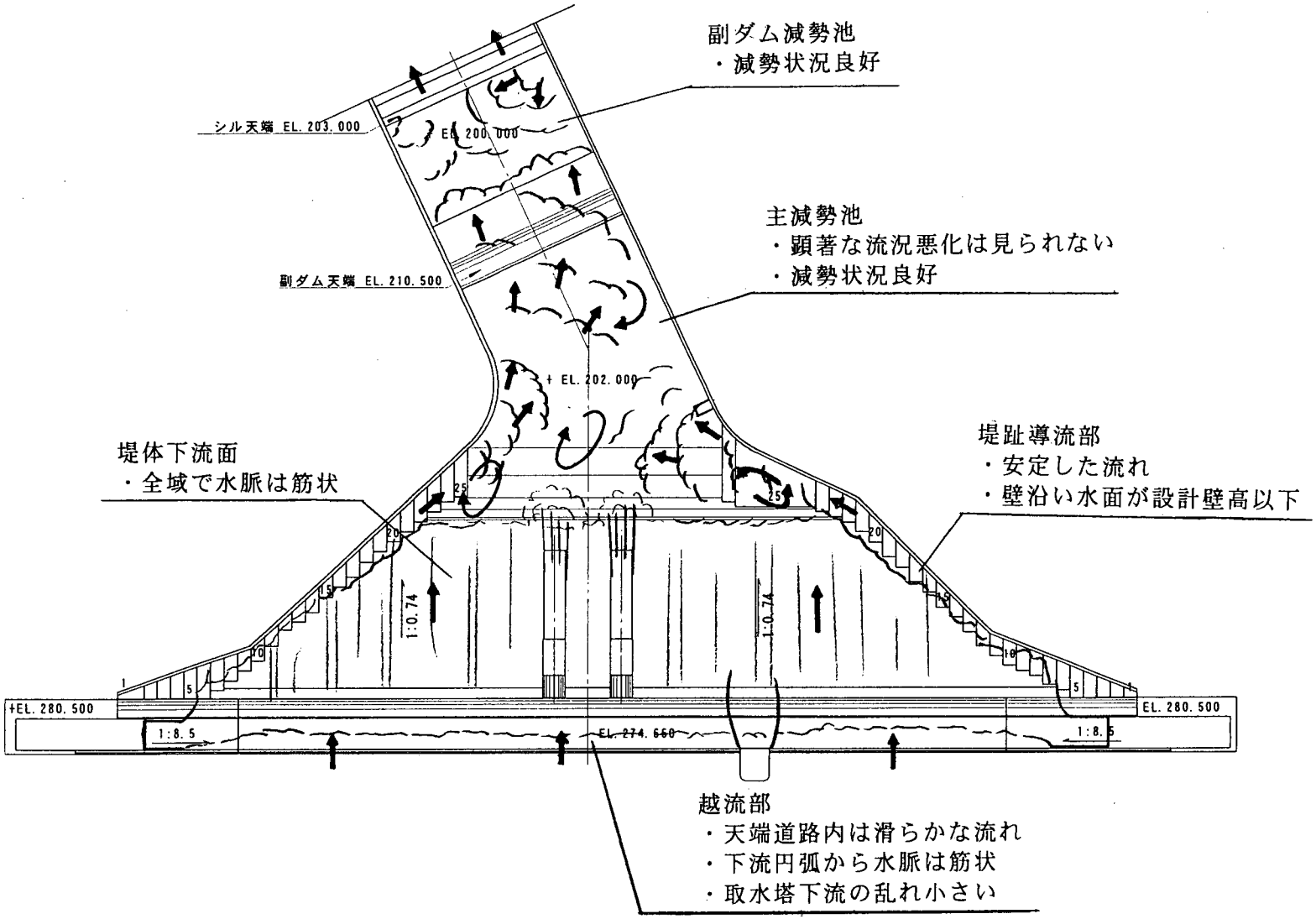
(1500m³/s)

図－6.13 (3)　　シュートブロック 2.0m 案の堤趾導流壁沿い水面形

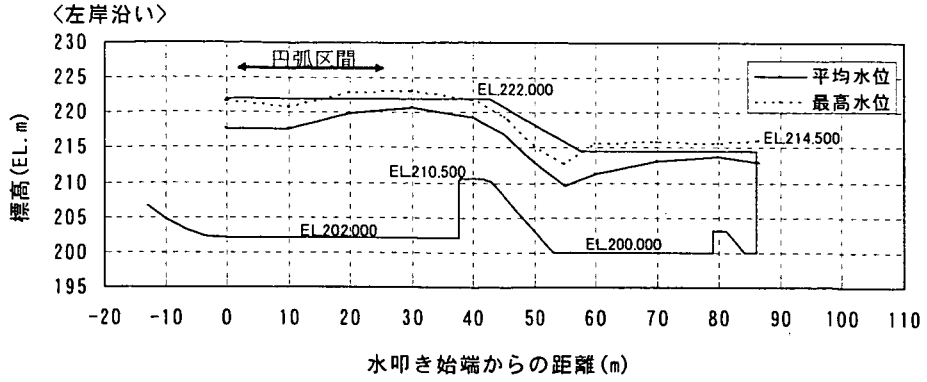


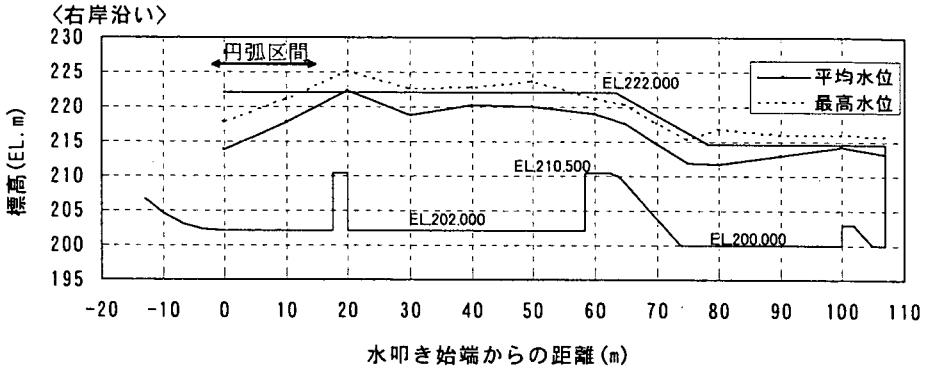
ダム設計洪水流量 2,680m^3/s

図－6.14（1）　洪水吐き最終案流況

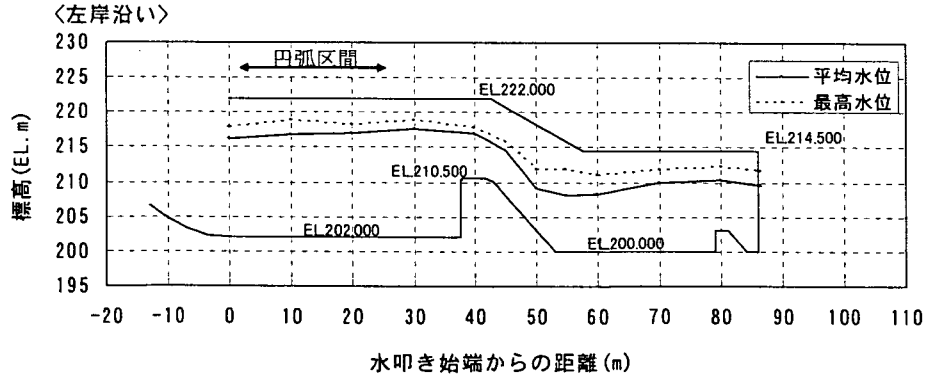


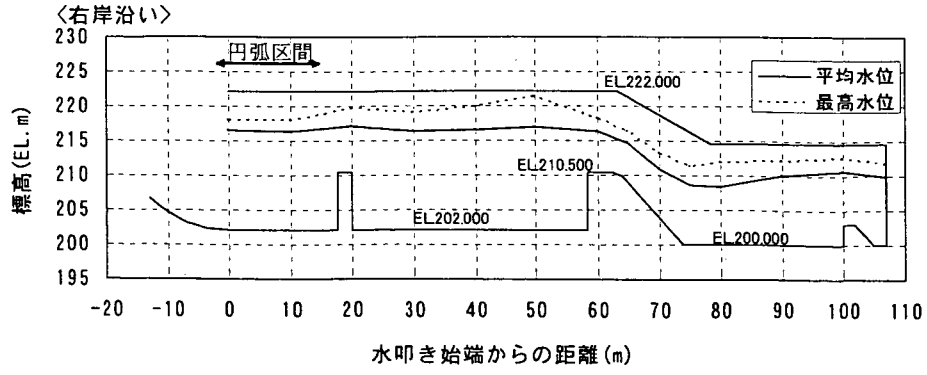
図－6.14（2）　洪水吐き最終案流況





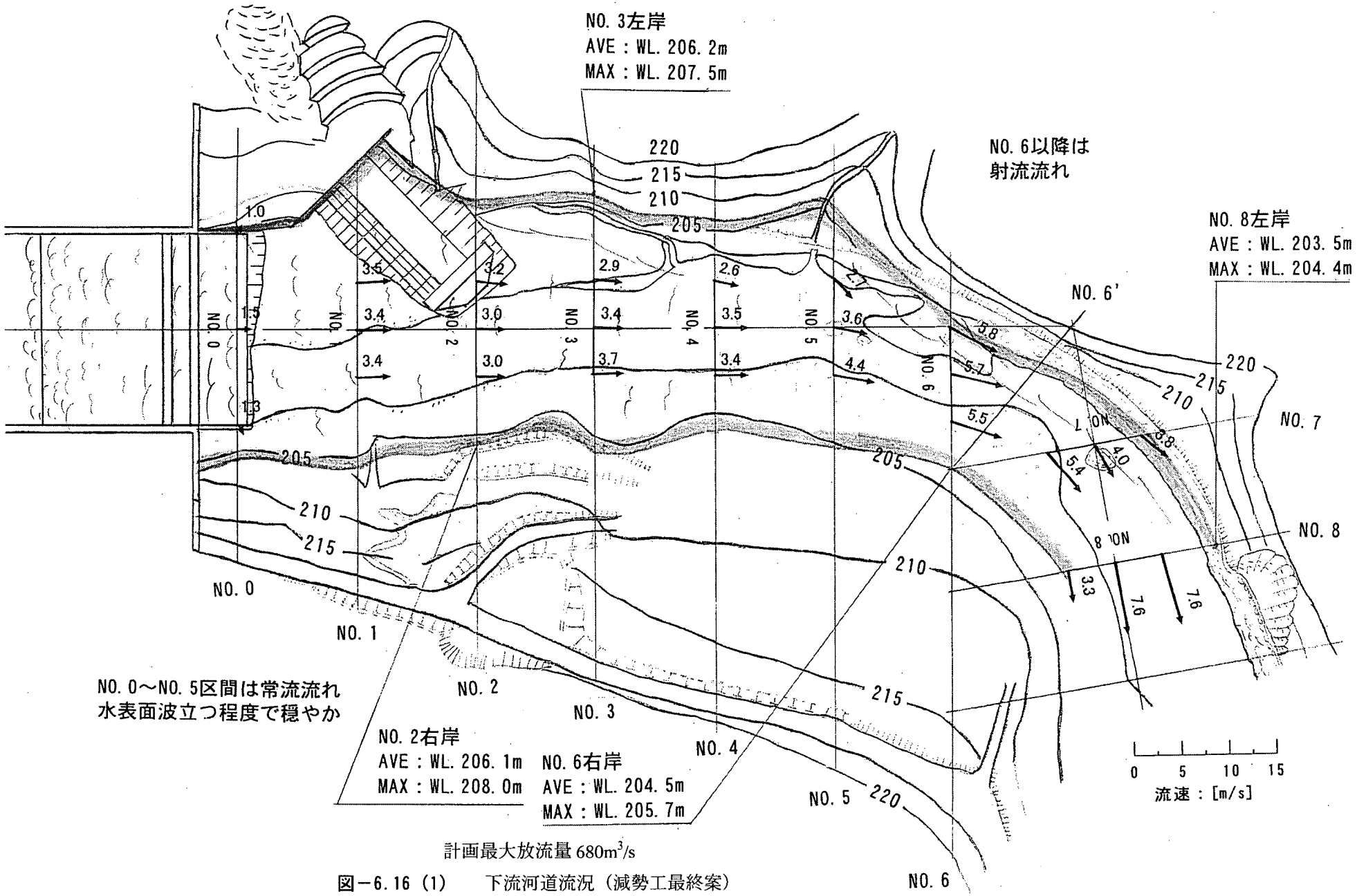
$Q=2680m^3/s$





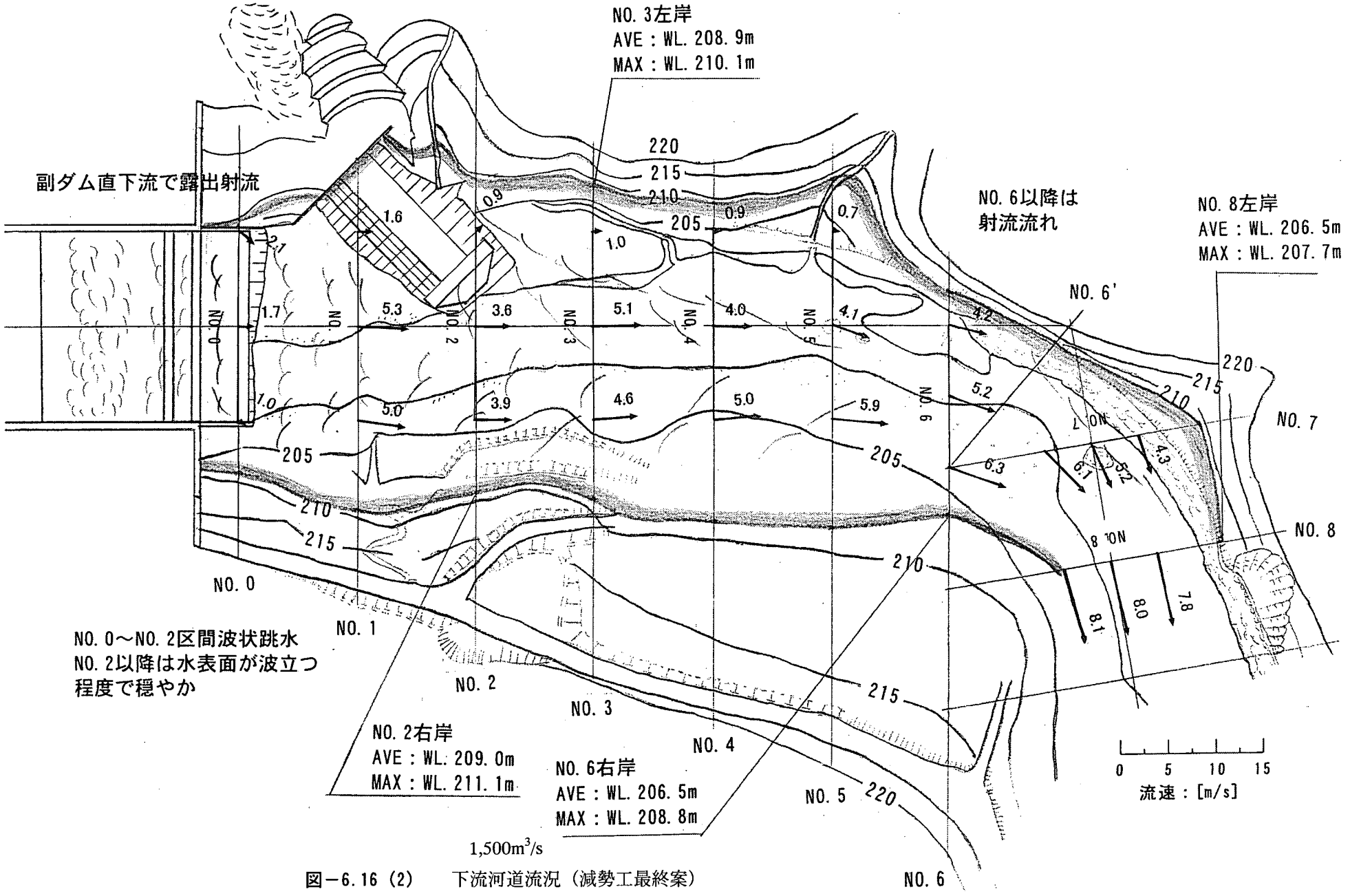
$Q=1500m^3/s$

図－6.15　減勢池導流壁沿い水面形（最終案）

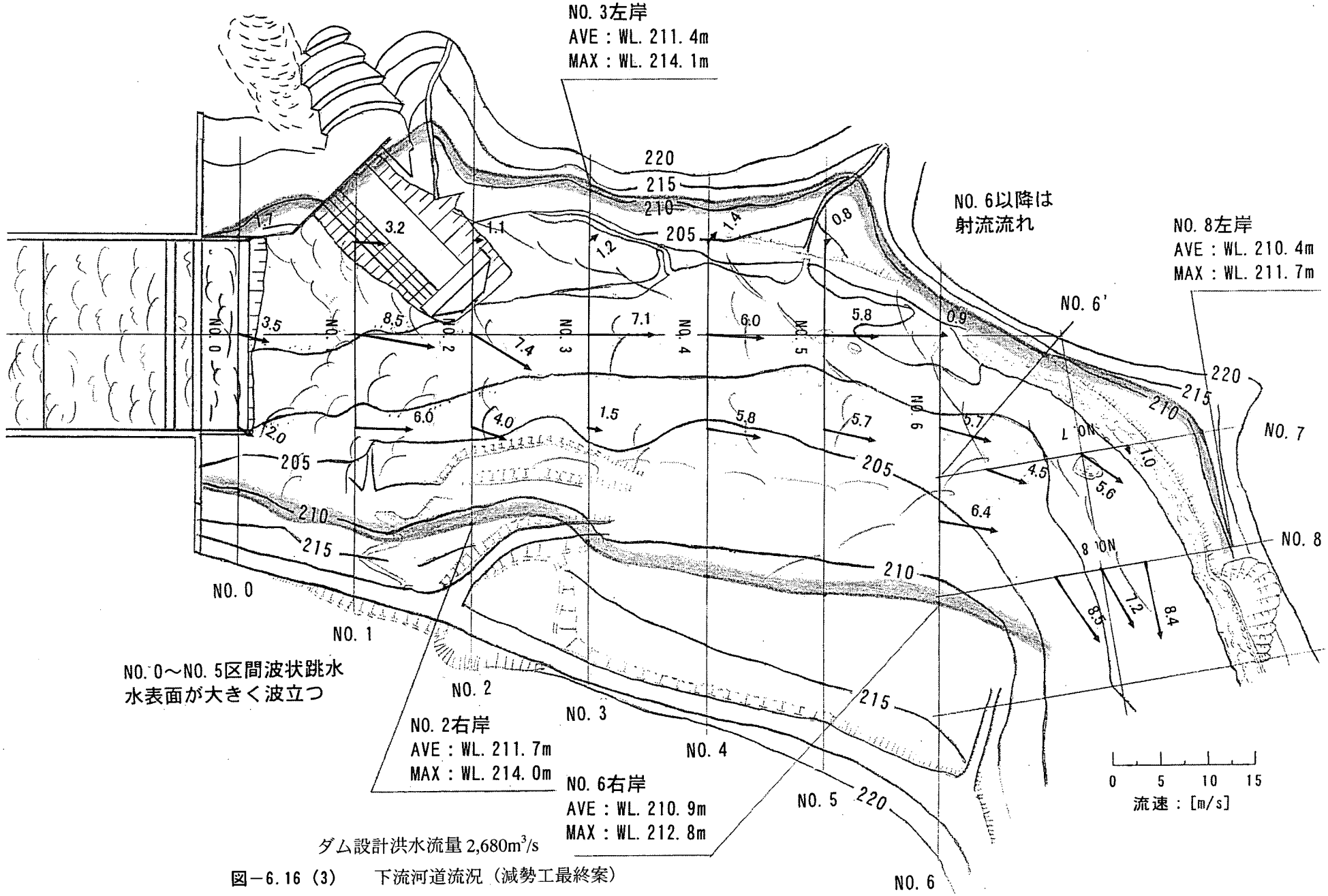


計画最大放流量 680m^3/s

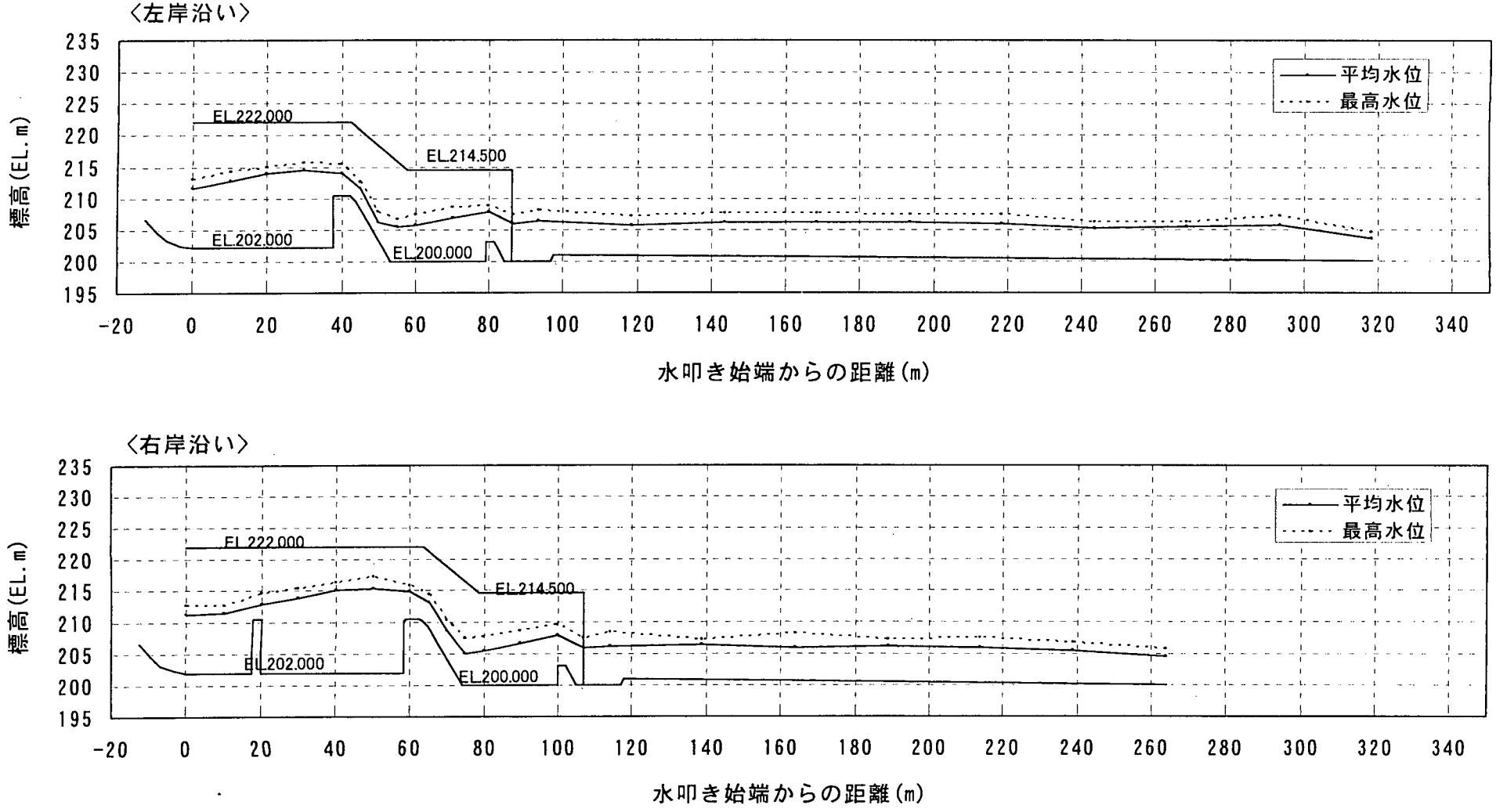
図－6.16 (1)　下流河道流況（減勢工最終案）



図－6.16（2）　下流河道流況（減勢工最終案）

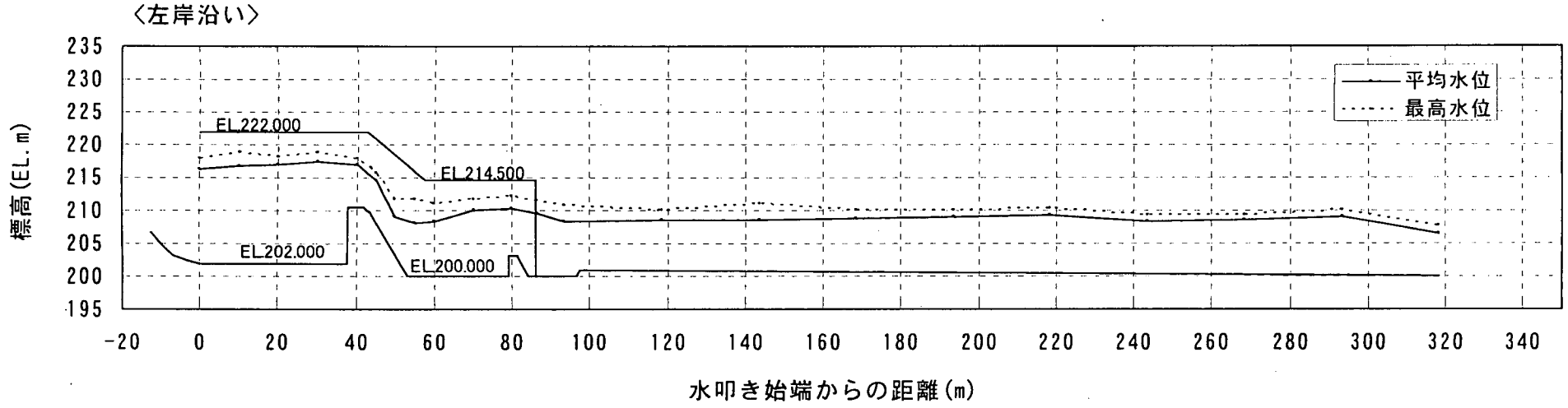


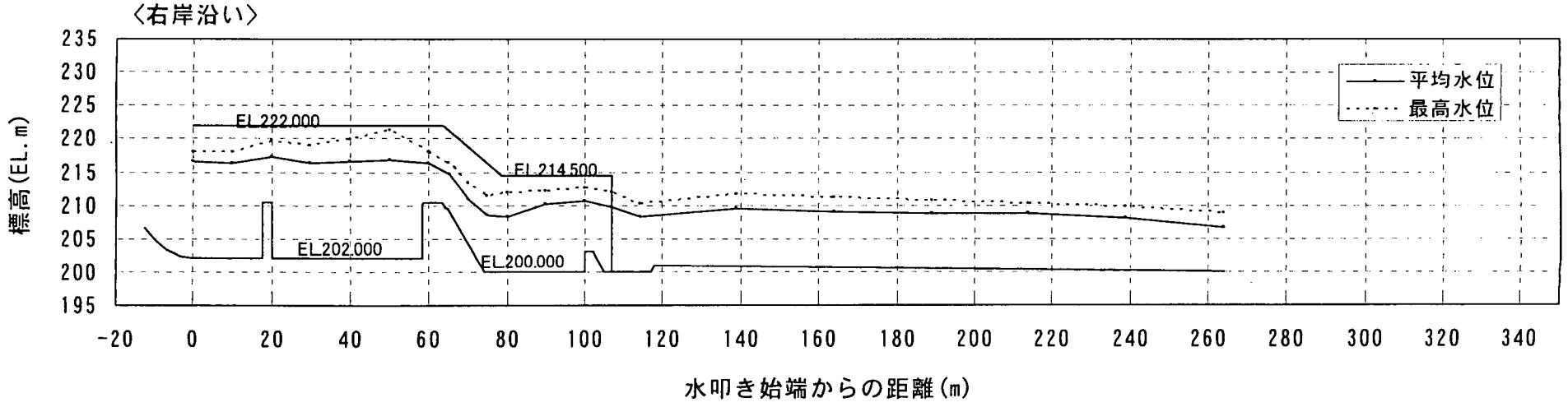
図－6.16（3）　下流河道流況（減勢工最終案）



計画最大放流量 680m^3/s

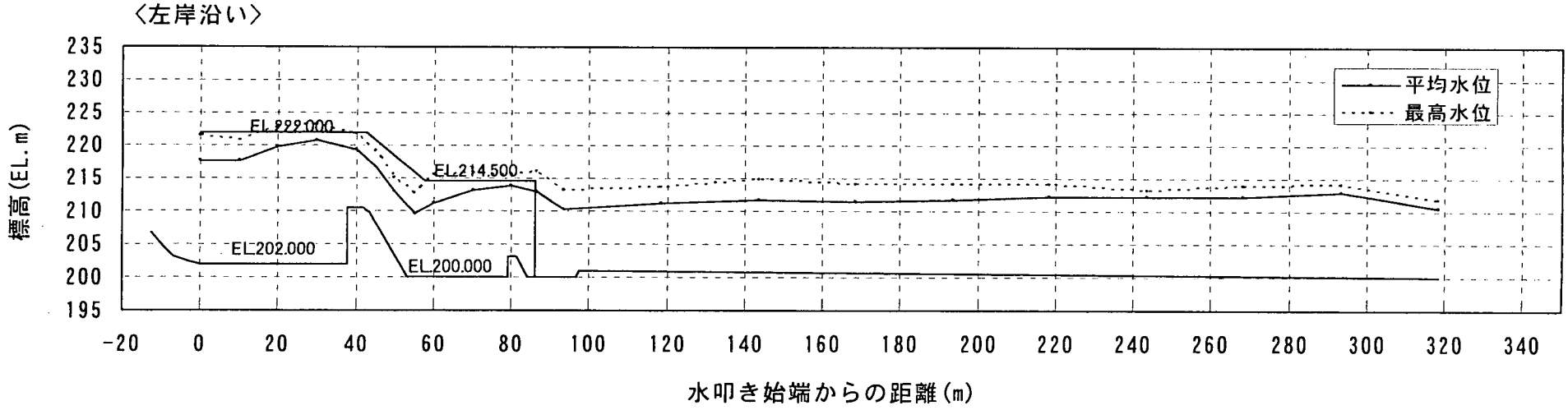
図－6.17（1）　減勢池～下流河道左右岸沿い水面形（減勢工最終案）

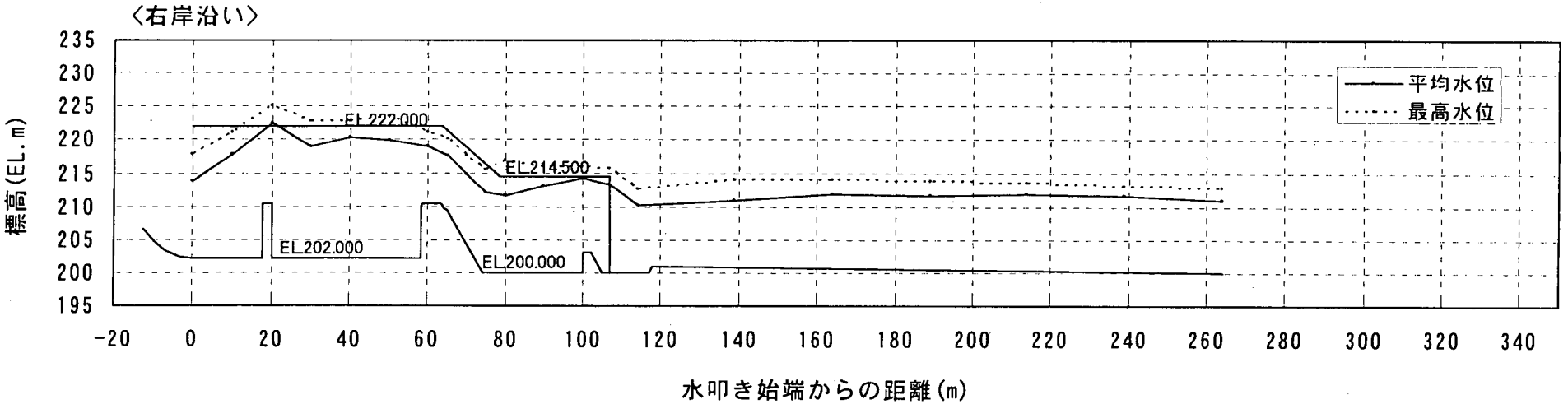




1,500m^3/s

図－6.17（2）　減勢池～下流河道左右岸沿い水面形（減勢工最終案）





ダム設計洪水流量 2,680m^3/s

図－6.17（3）　減勢池～下流河道左右岸沿い水面形（減勢工最終案）

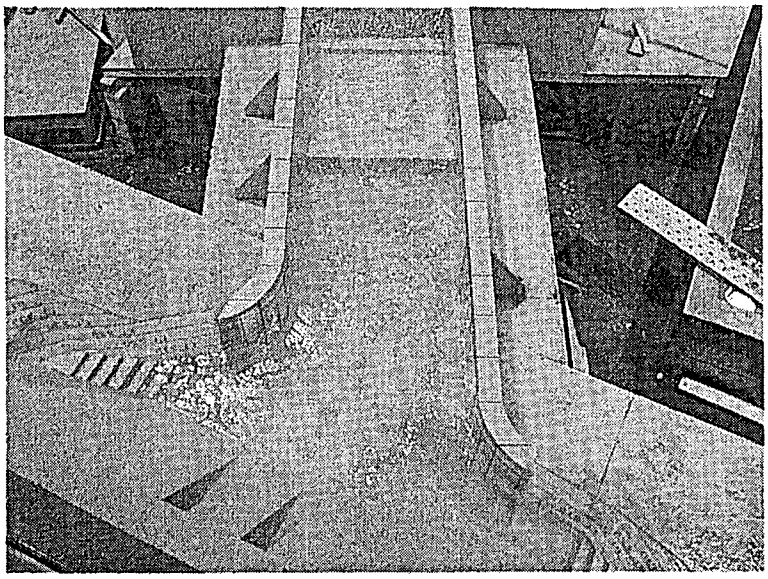
表－6.1　シュートブロック設置による修正原案からの水面低下率

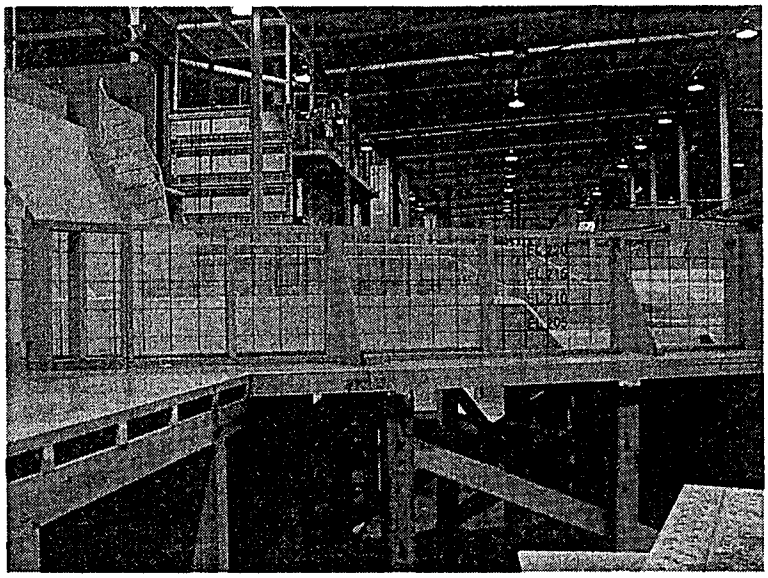
	左　岸（L10～L24 区間）		右　岸（R13～R25 区間）	
	平均水位	最高水位	平均水位	最高水位
D=1.5m	13～45%減	14～42%減	15～36%減	22～45%減
D=2.0m	14～59%減	8～55%減	28～60%減	13～63%減

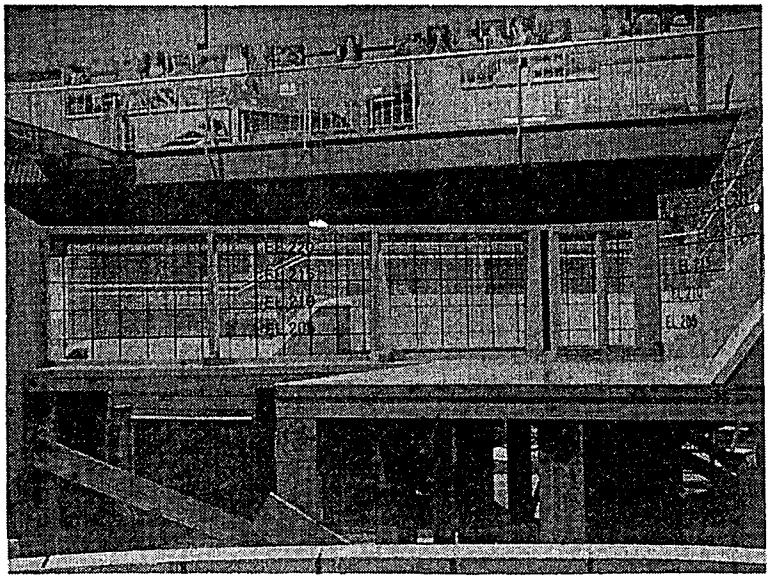
表－6.2　導流壁沿い水面の目視と波面計計測値の関係

測定位置		目視(m)		波面計(m)	
		最高	平均	2%水深	50%水深
左岸	L9	9.5	5.1	8.6	5.0
	L14	10.4	8.1	9.9	7.4
	L19	12.2	10.1	11.0	9.1
右岸	R12	12.0	4.5	10.7	5.8
	R15	11.8	8.2	10.7	7.9
	R21	12.3	9.0	11.4	9.2

注）測定位置については付表－10 を参照

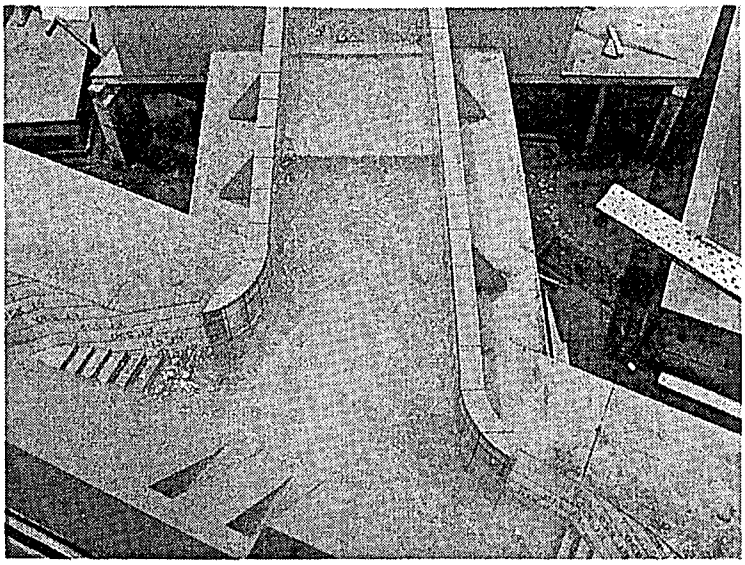


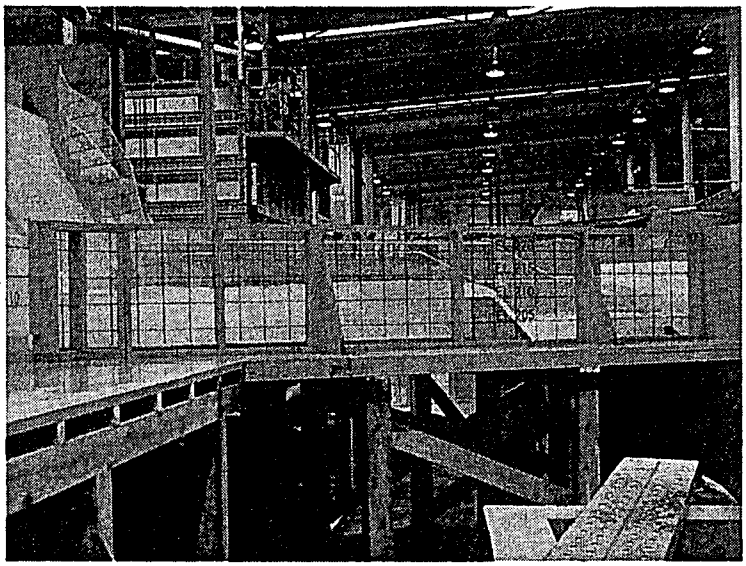


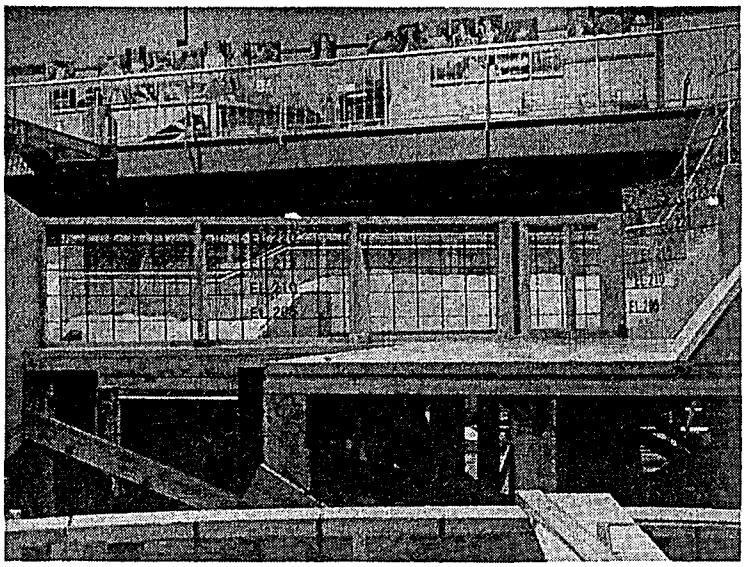


Q=100m³/s

写真－6.1 (1)　　原案減勢工の流況（洪水調節用放流管放流時）

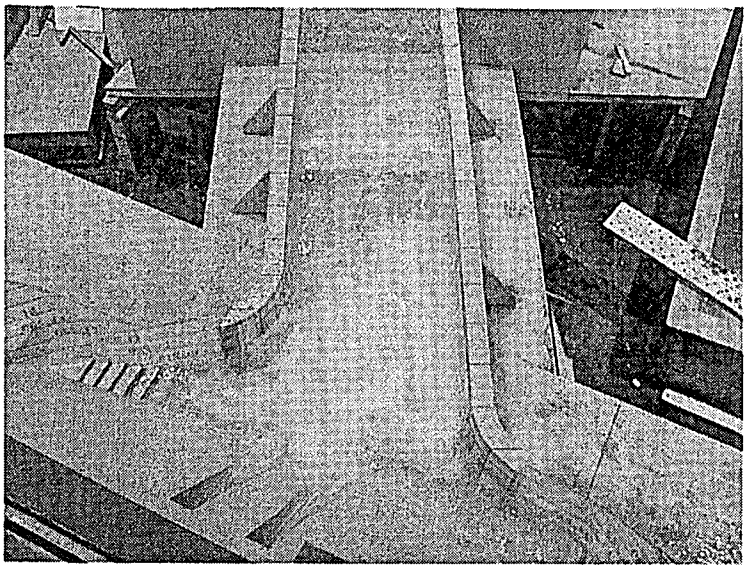


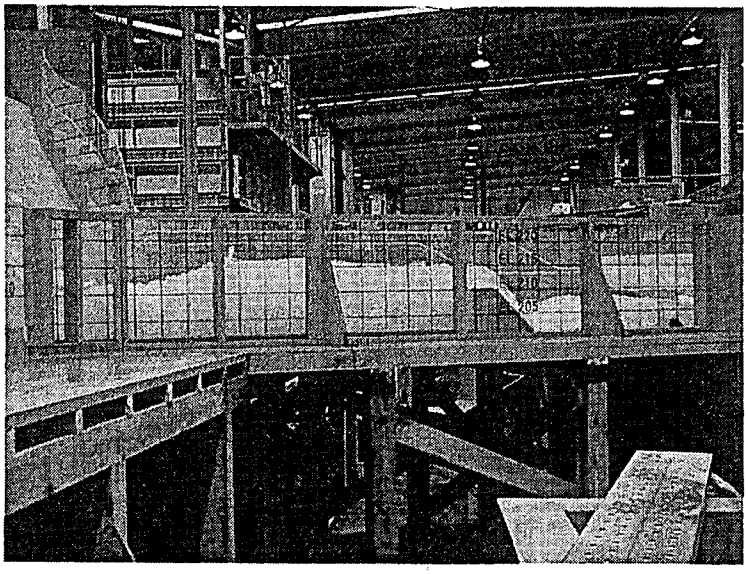


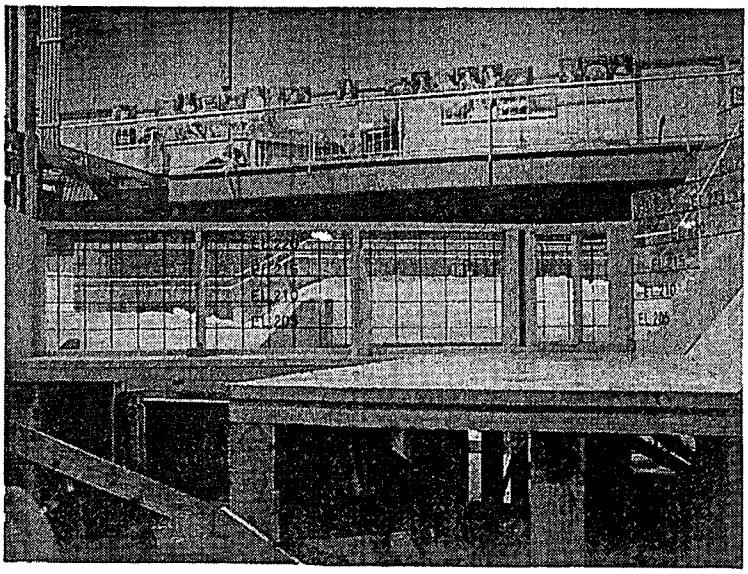


Q=300m³/s

写真－6.1（2）　原案減勢工の流況（洪水調節用放流管放流時）

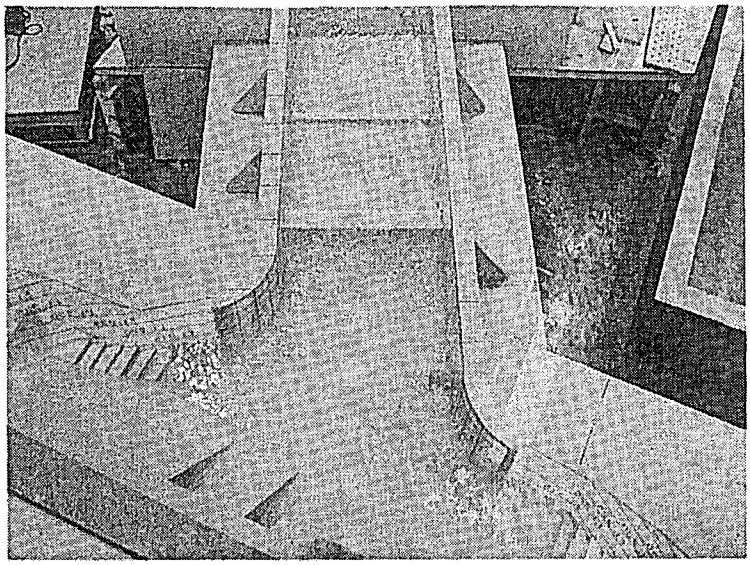


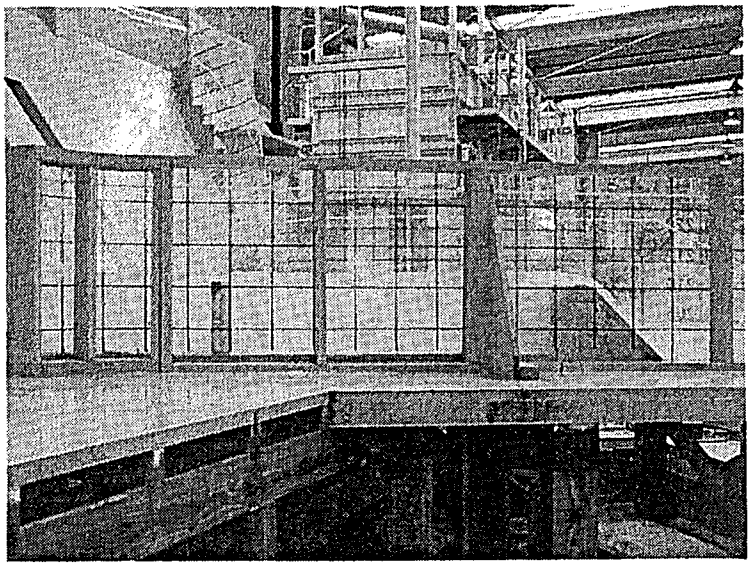


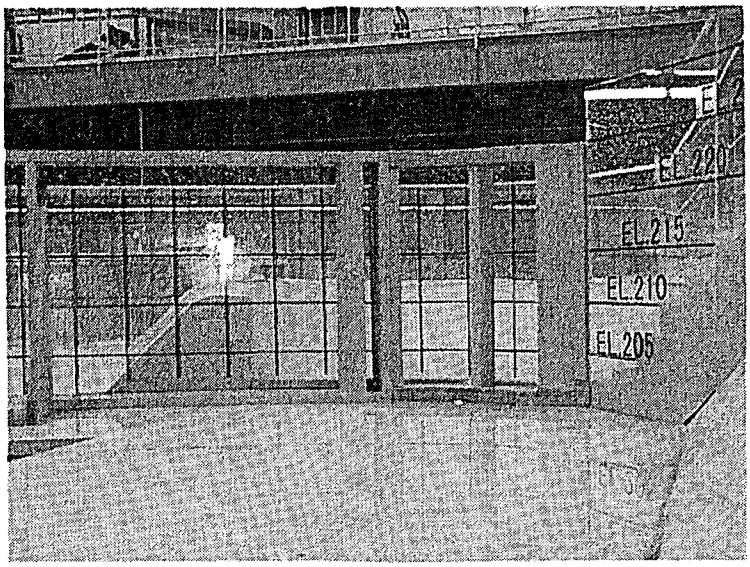


計画最大放流量 680m³/s

写真－6.1（3）　原案減勢工の流況（洪水調節用放流管放流時）

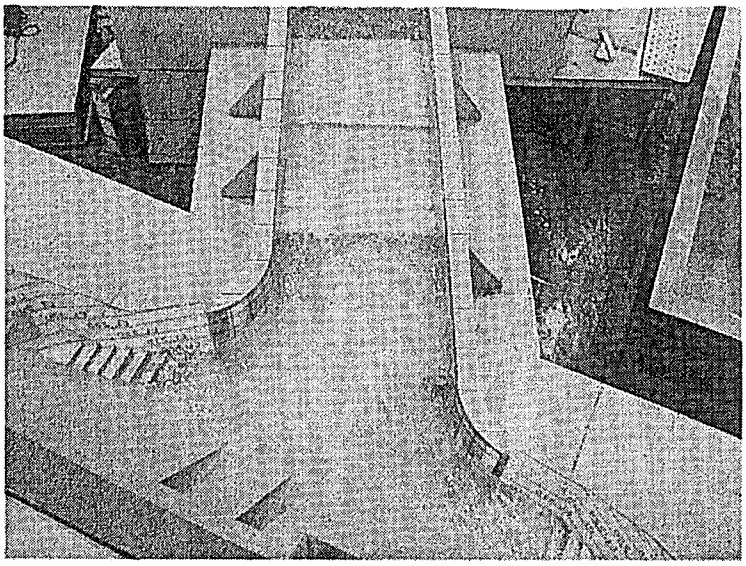


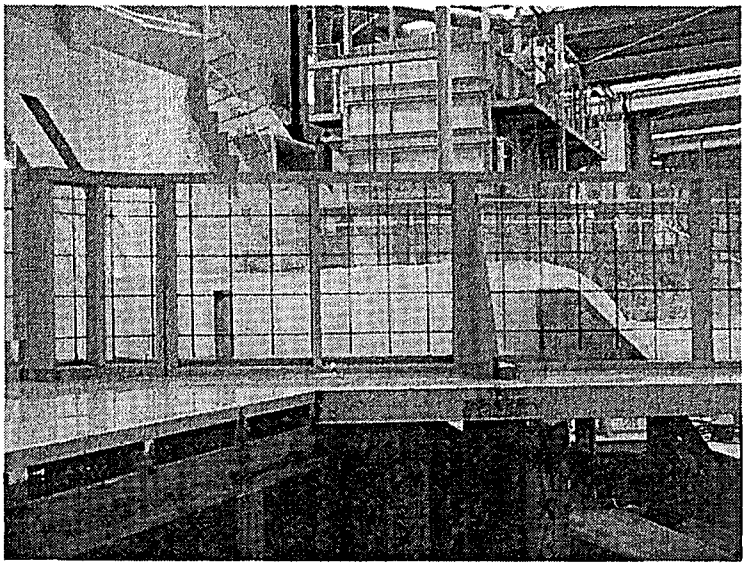


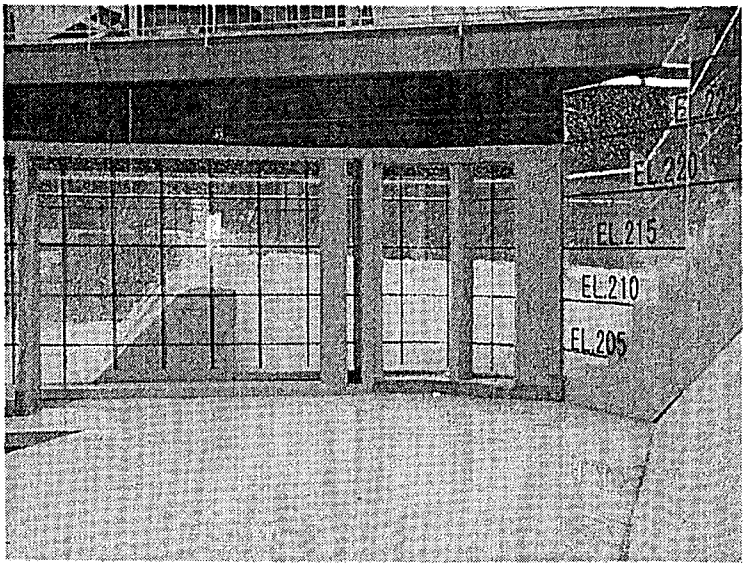


Q=100m³/s

写真－6.2（1）　１次最終案減勢工の流況

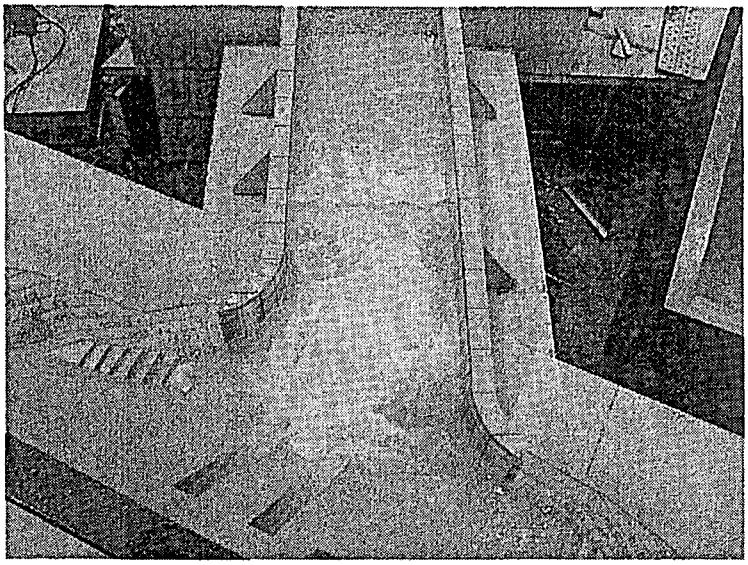


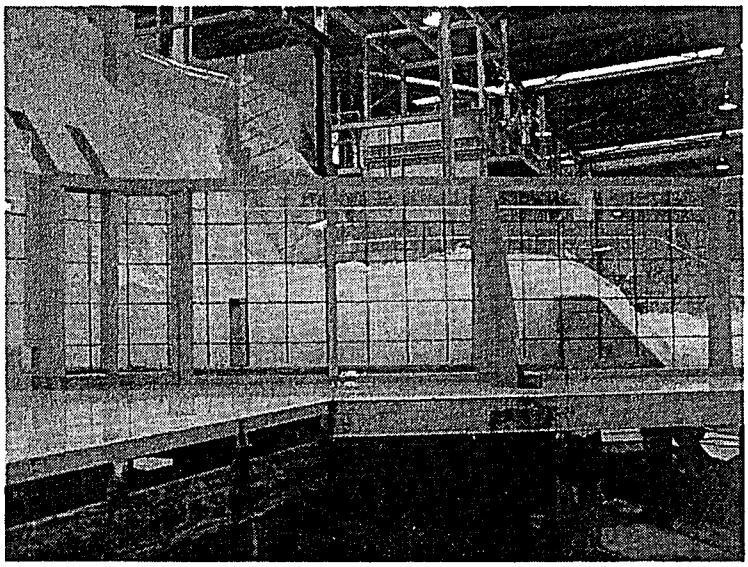


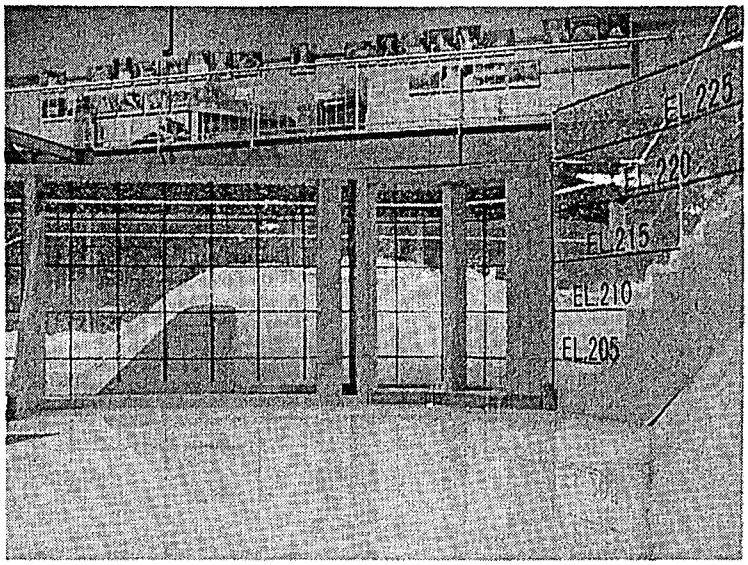


Q=300m³/s

写真－6.2（2）　1次最終案減勢工の流況

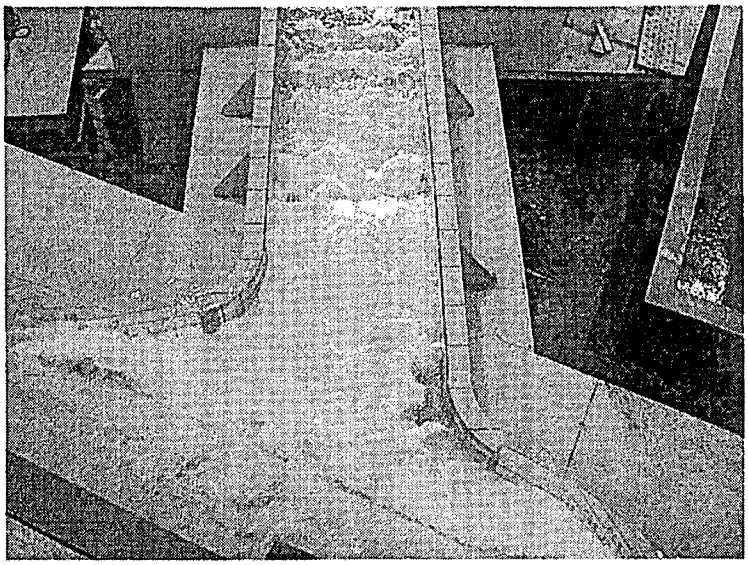


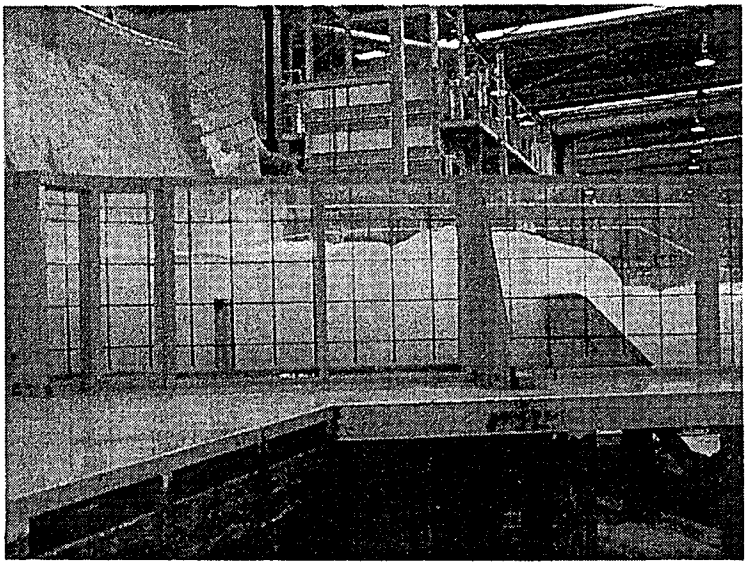


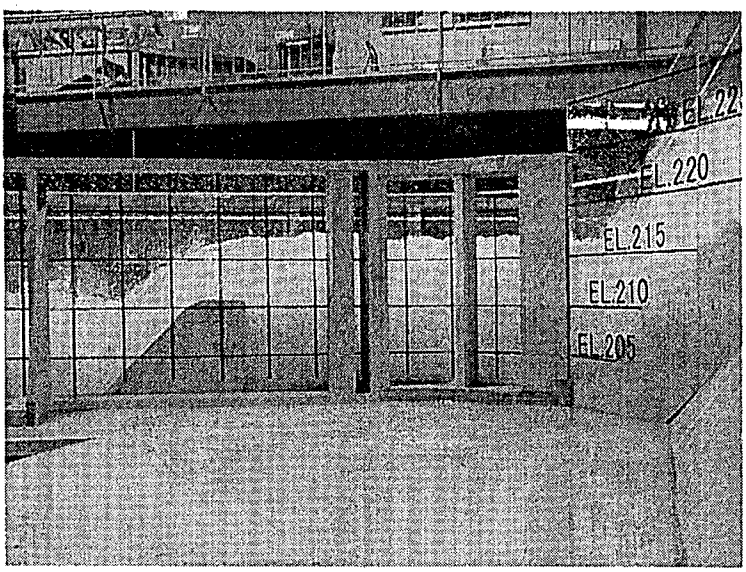


計画最大放流量 680m³/s

写真－6.2 (3)　　1次最終案減勢工の流況

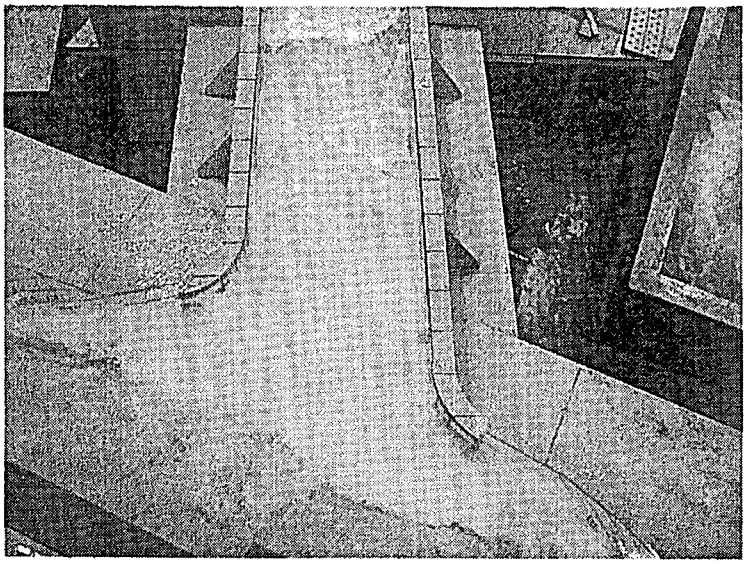


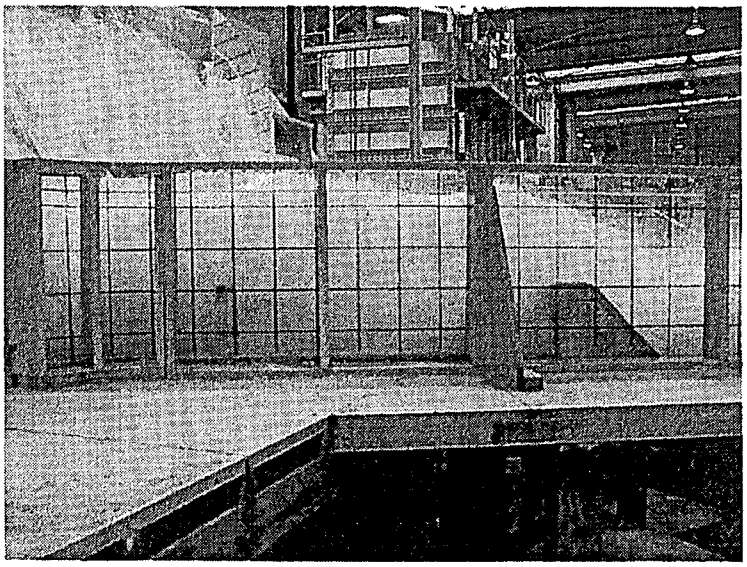


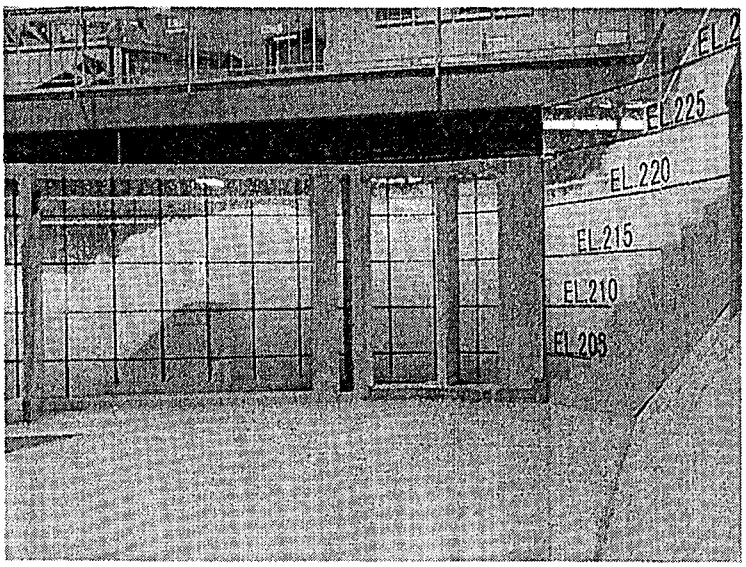


Q=1500m³/s

写真－6.2（4）　１次最終案減勢工の流況

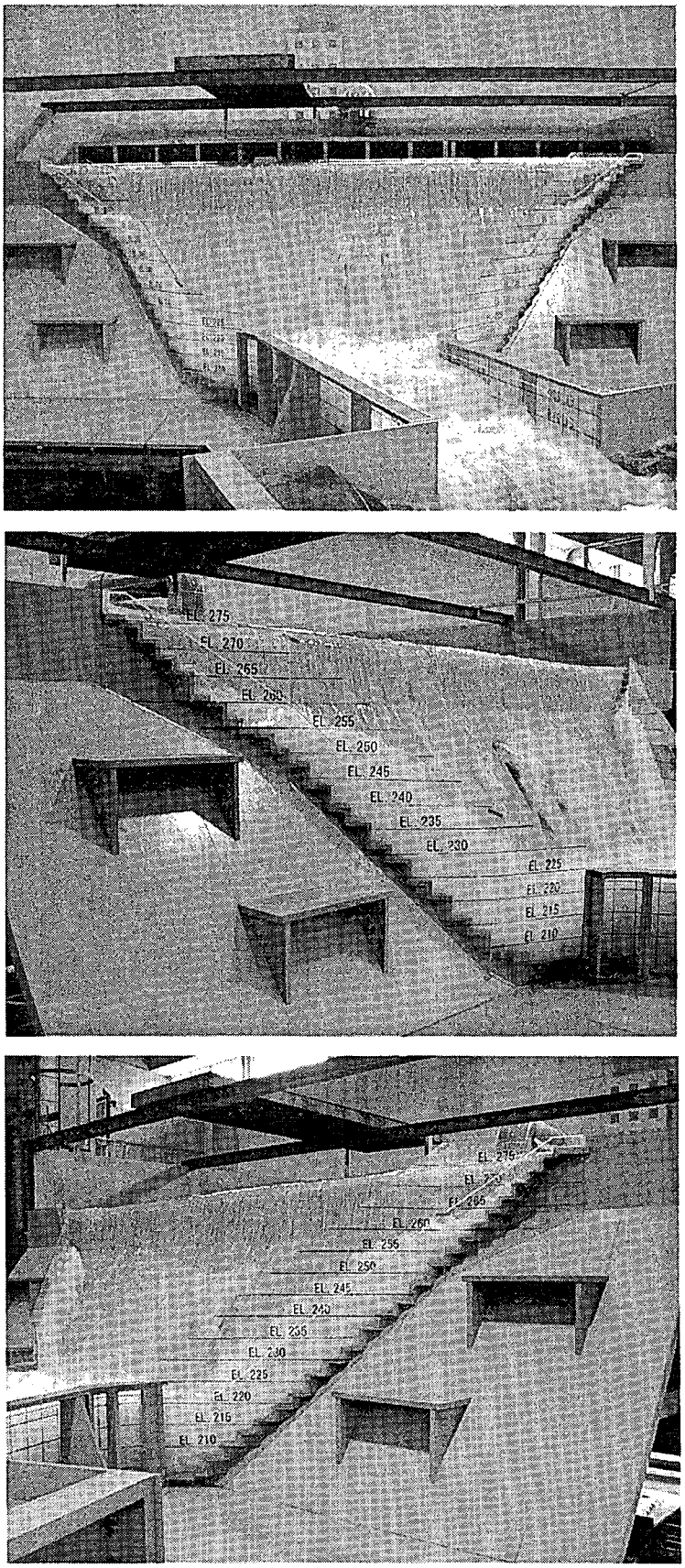






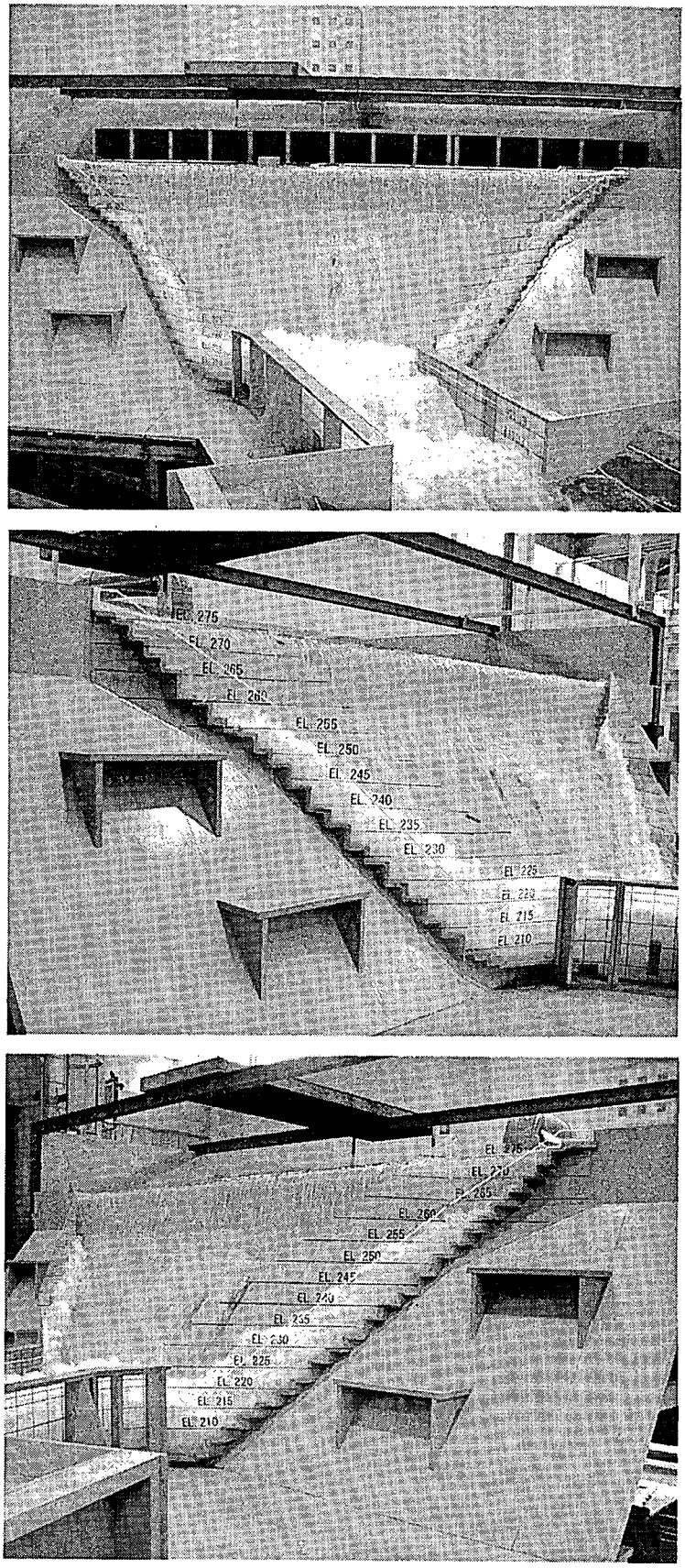
ダム設計洪水流量 2680m³/s

写真－6.2 (5)　　1次最終案減勢工の流況



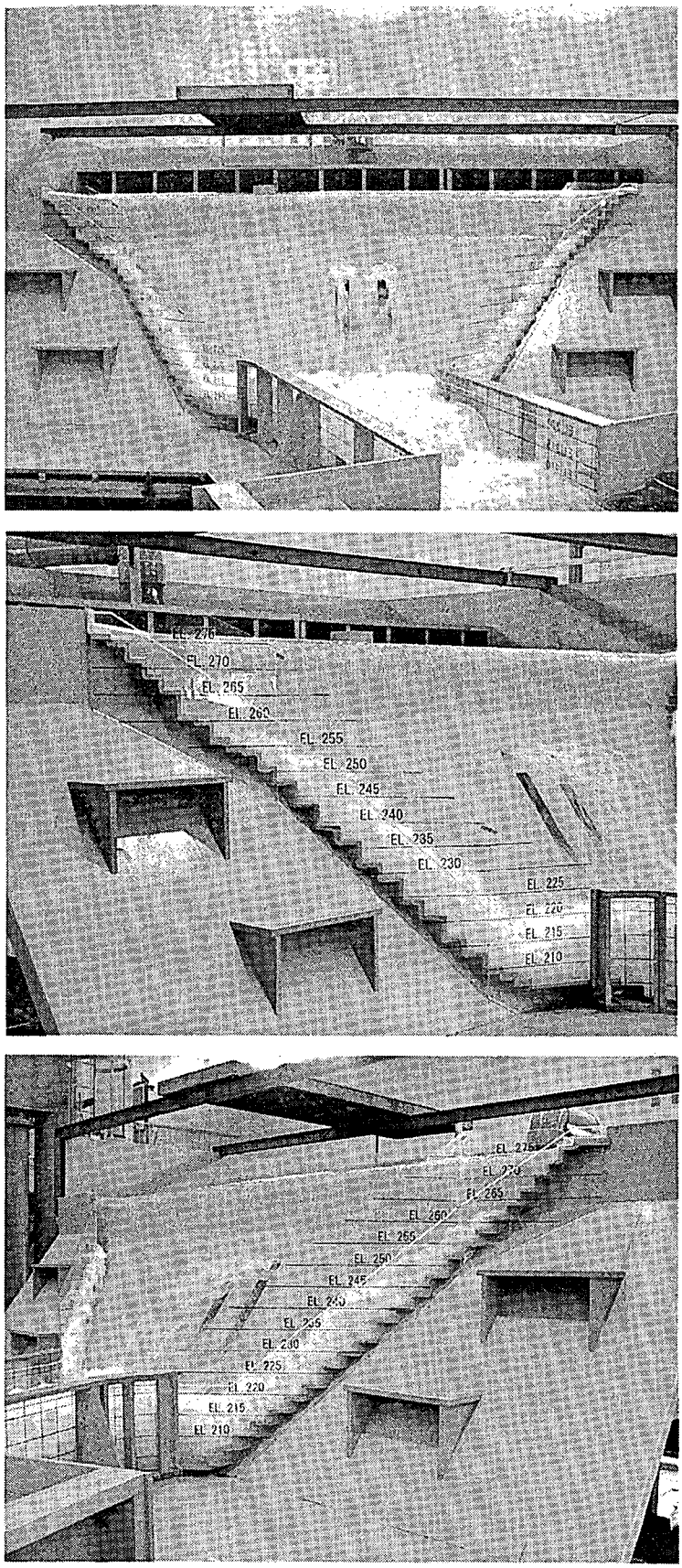
ダム設計洪水流量（2,680m^3/s）

写真－6.3（1）　修正原案の堤趾導流部流況



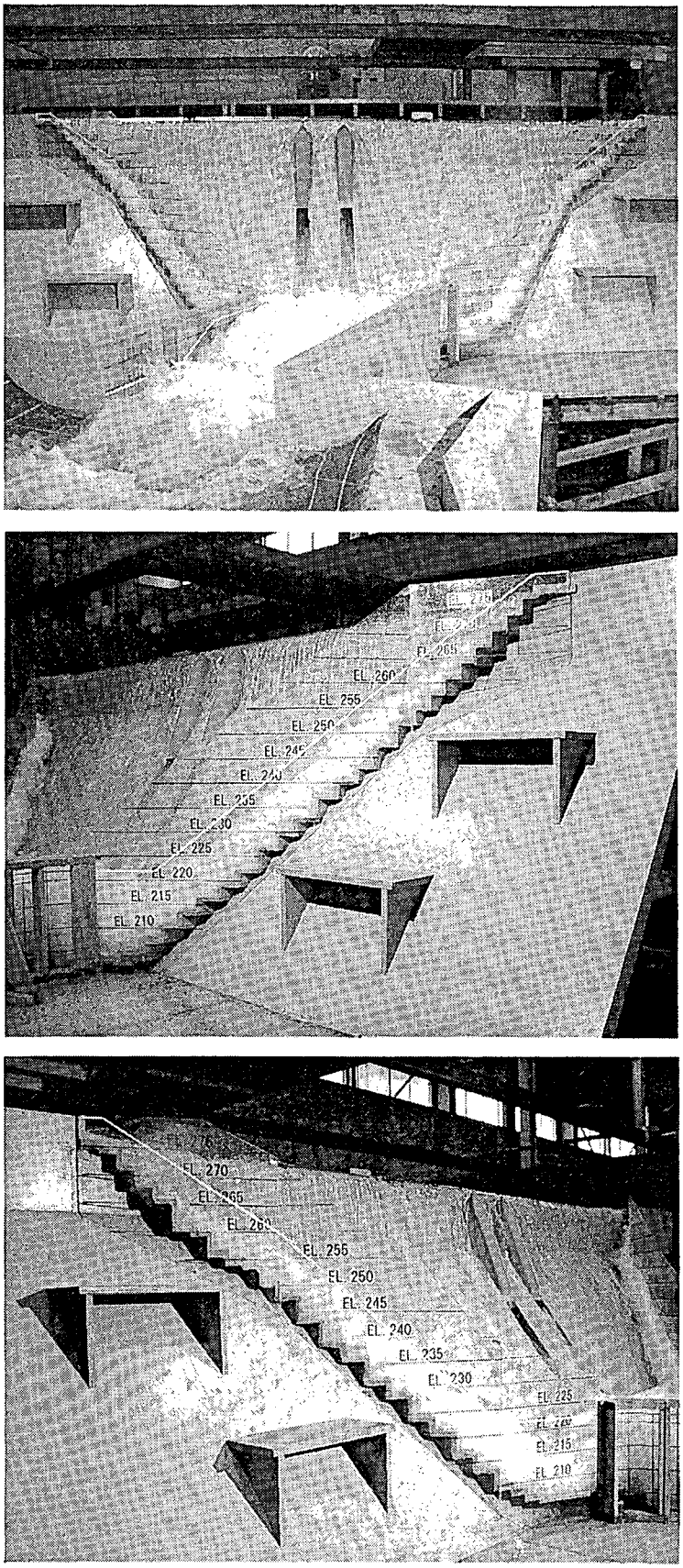
(2,000m^3/s)

写真－6.3 (2)　修正原案の堤趾導流部流況



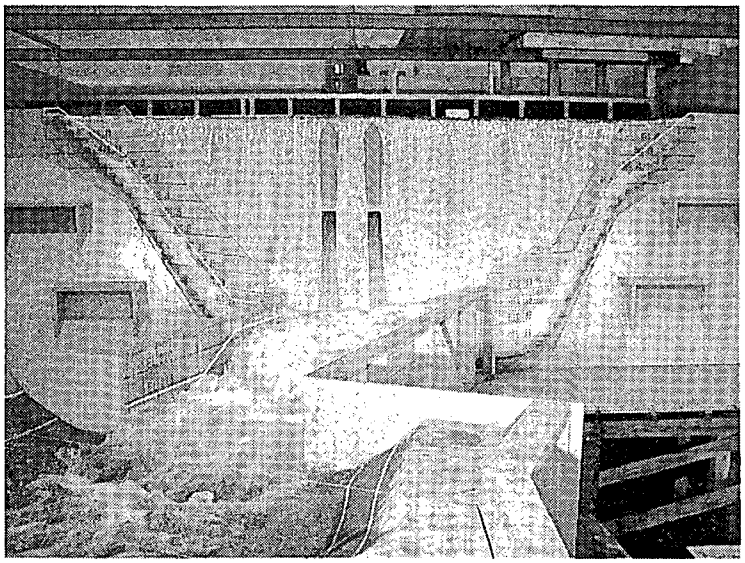
($1{,}500 m^3/s$)

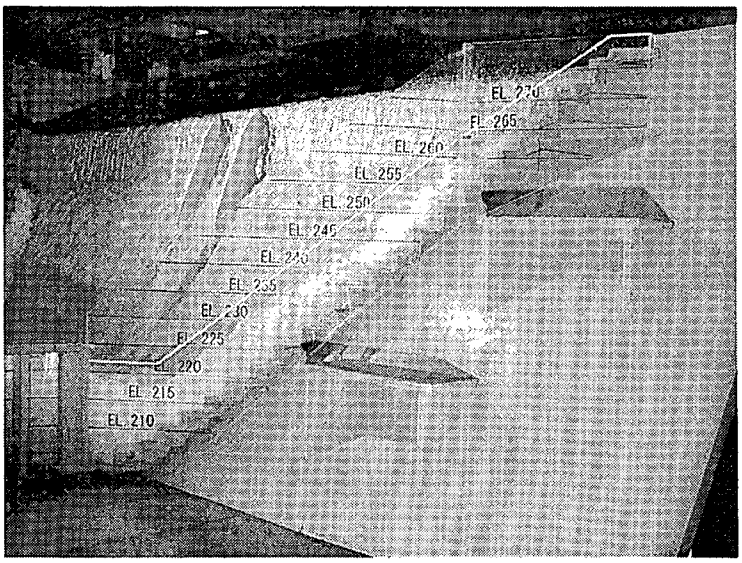
写真－6.3（3）　修正原案の堤趾導流部流況

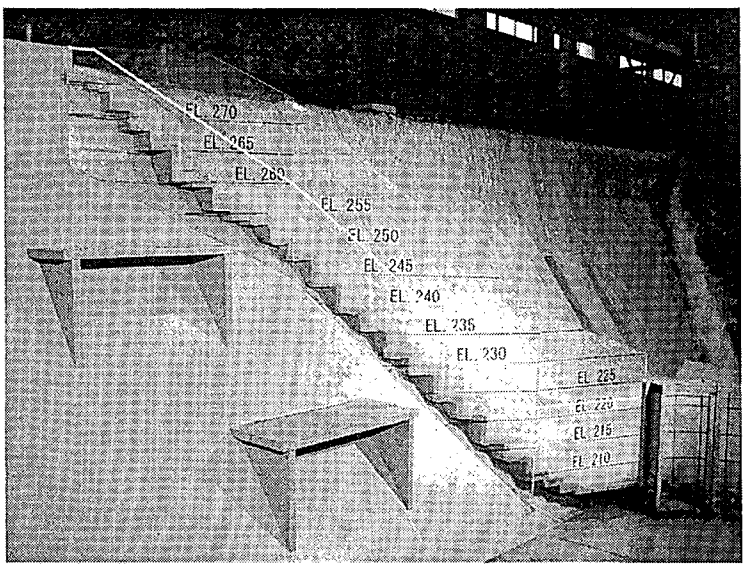


ダム設計洪水流量（2,680m^3/s）

写真－6.4（1）　シュートブロック 2.0m 案での堤趾導流部

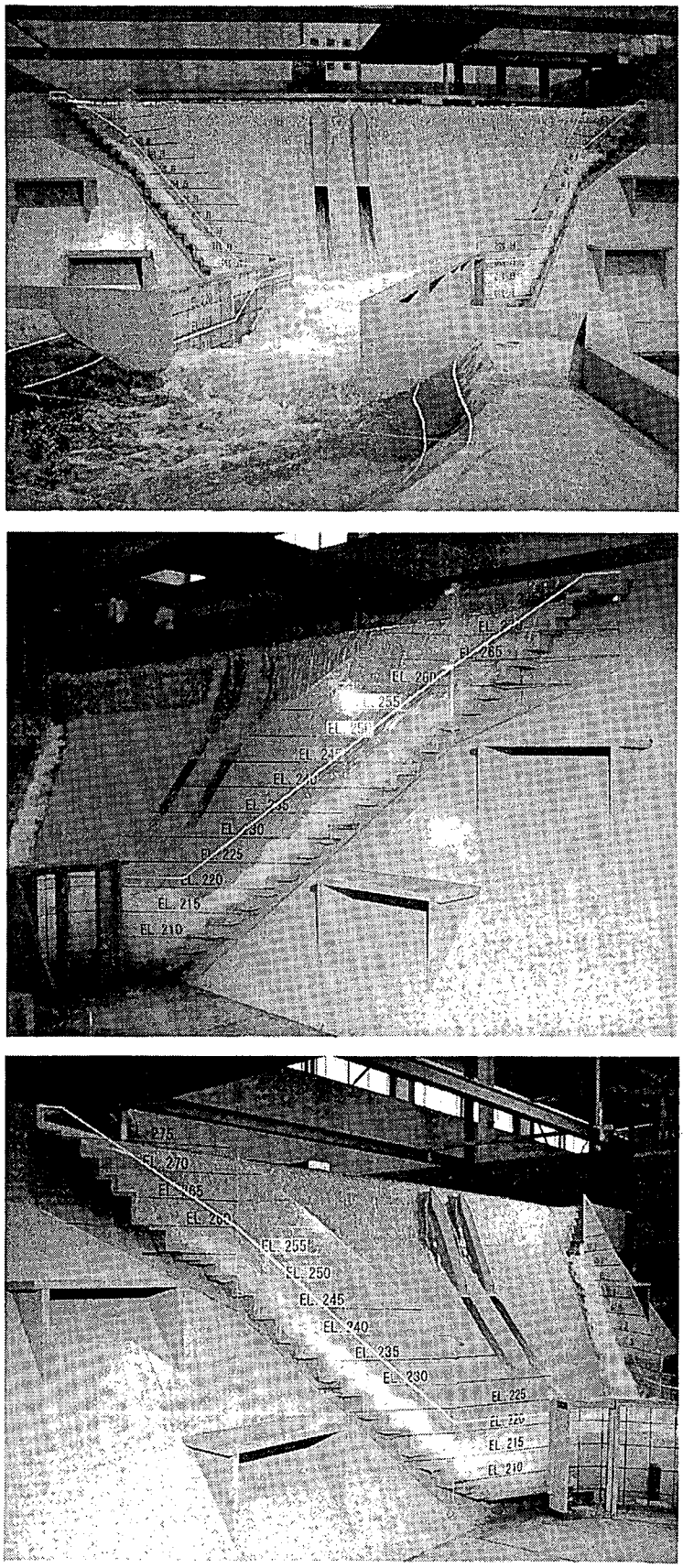






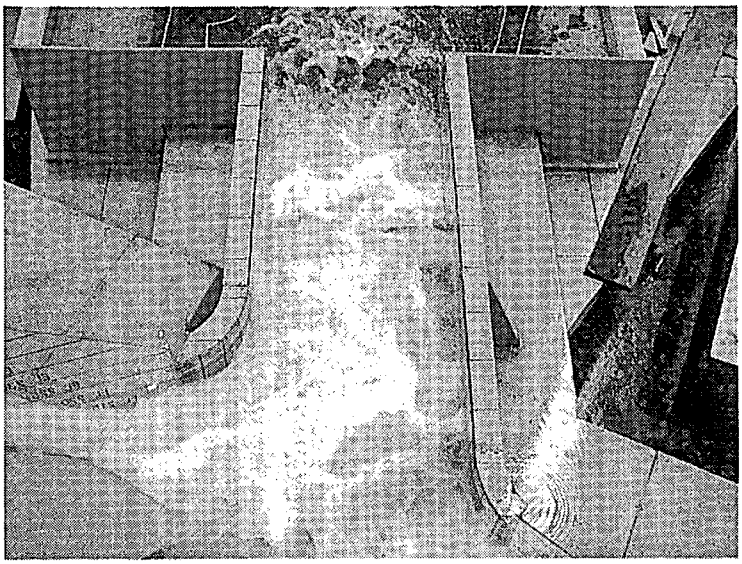
(2,000m^3/s)

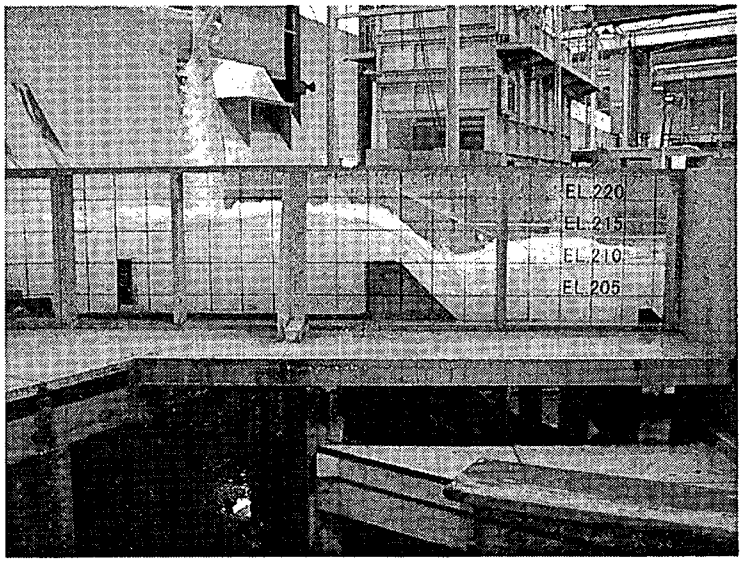
写真－6.4（2）　シュートブロック 2.0m 案での堤趾導流部

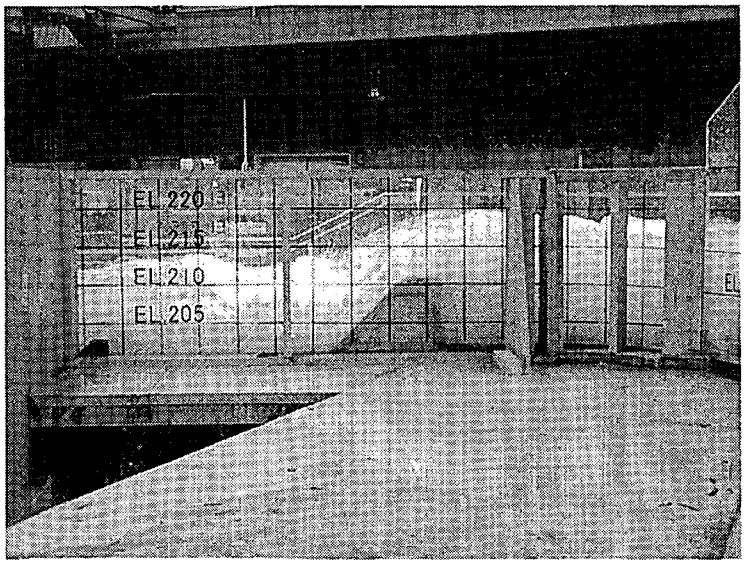


($1{,}500 m^3/s$)

写真－6.4（3）　シュートブロック 2.0m 案での堤趾導流部



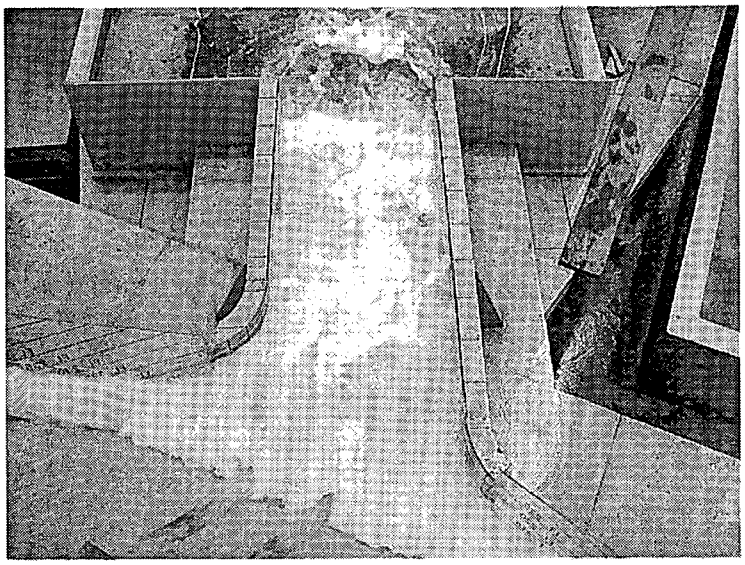


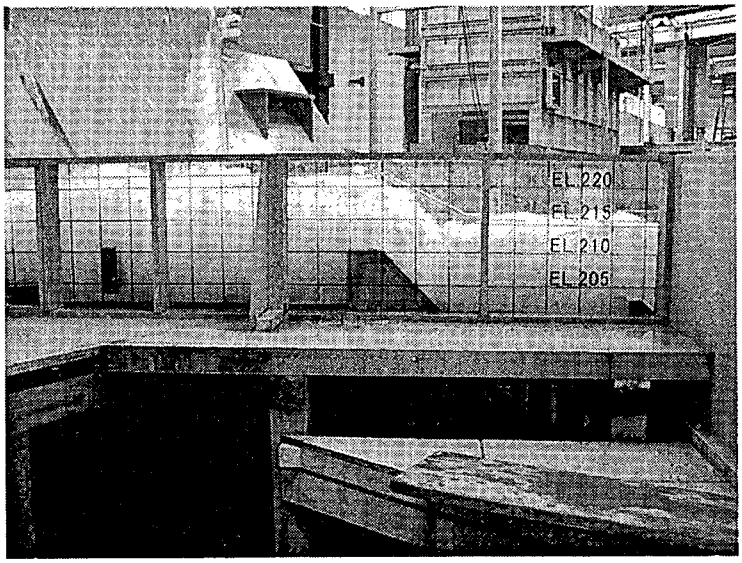


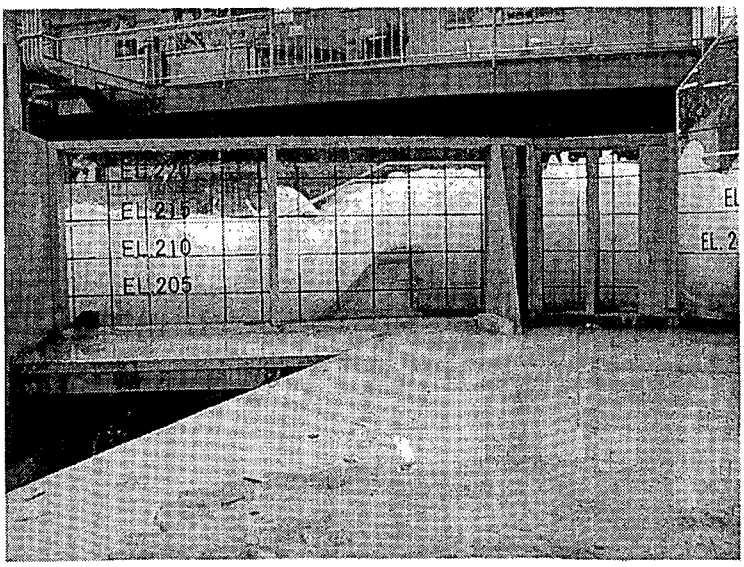
副ダム高 D：8.5m
水叩き長 L：45.0m

$Q=1500m^3/s$

写真－6.5（1）　最終案減勢池内流況



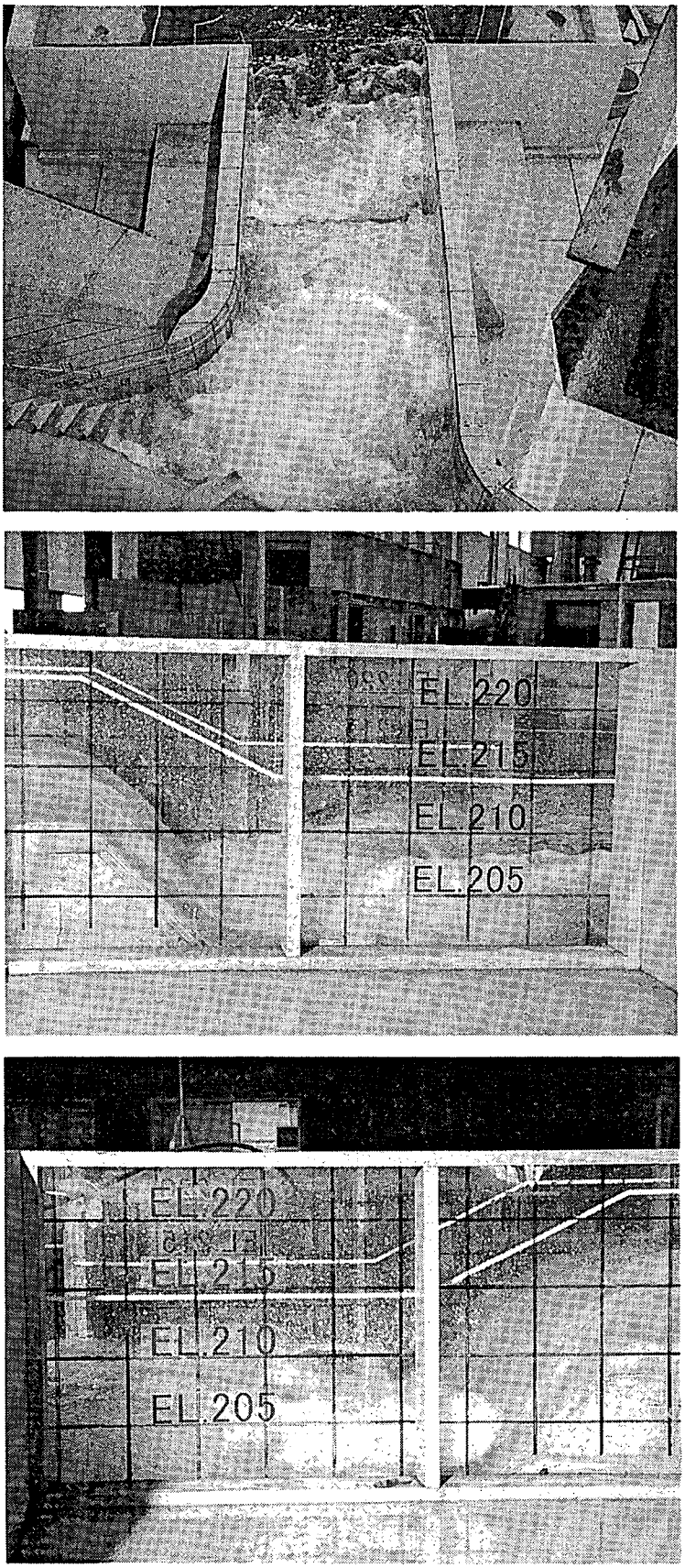




副ダム高 D：8.5m
水叩き長 L：45.0m

ダム設計洪水流量　Q＝2680m^3/s

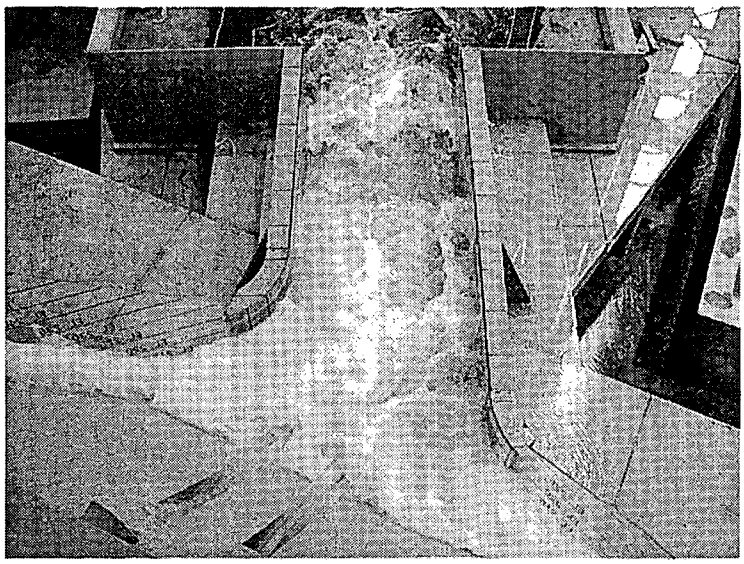
写真－6.5（2）　　最終案減勢池内流況

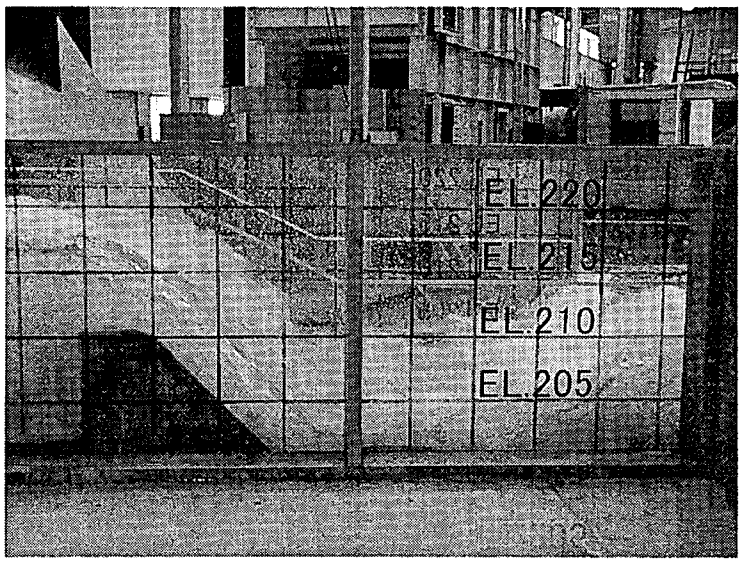


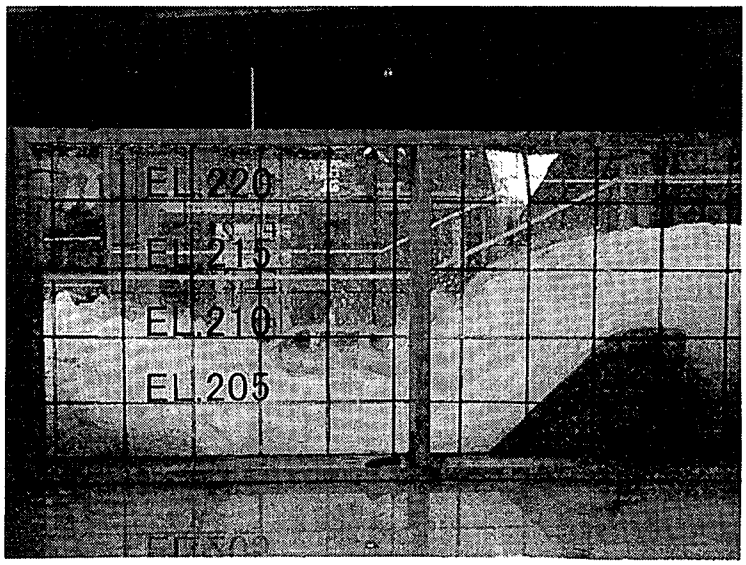
副ダム高 D：8.5m
水叩き長 L：45.0m

計画最大放流量　Q＝680m³/s

写真－6.6（1）　　2次減勢池のシルを省略した場合の流況



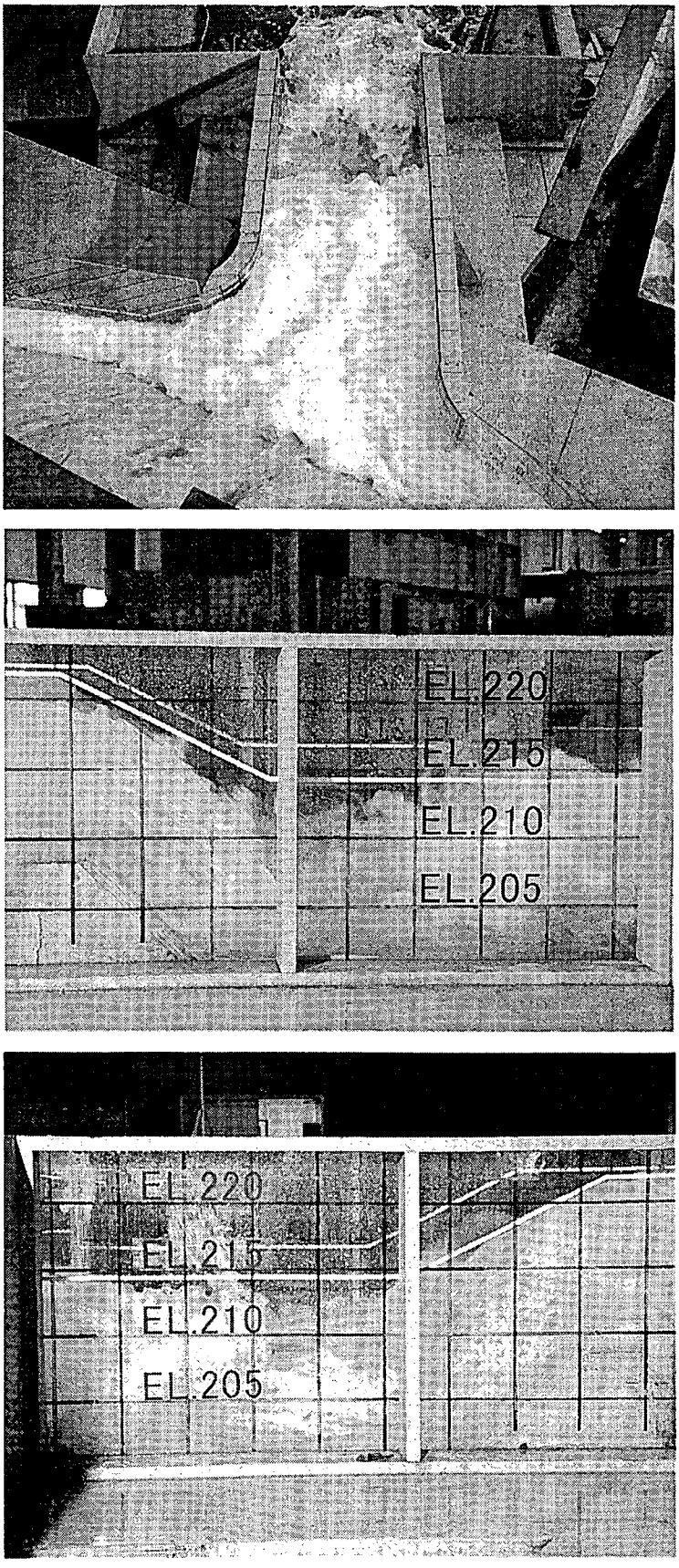




副ダム高 D：8.5m
水叩き長 L：45.0m

Q＝1500m^3/

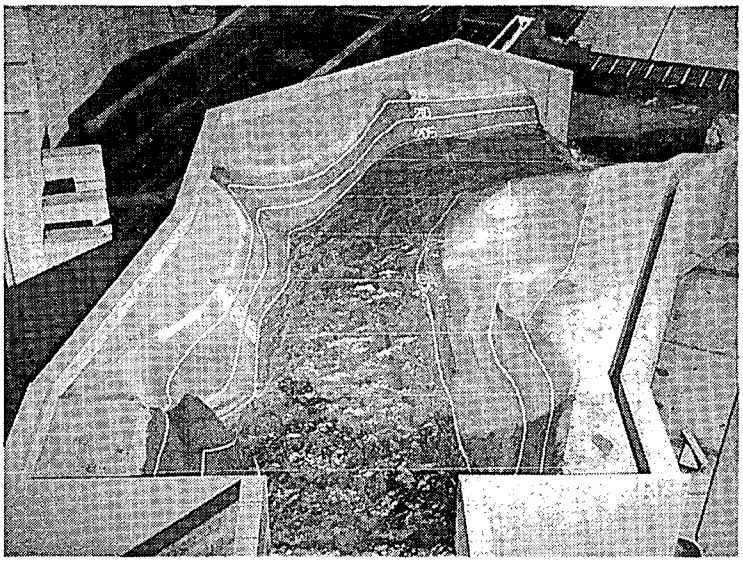
写真－6.6（2）　２次減勢池のシルを省略した場合の流況



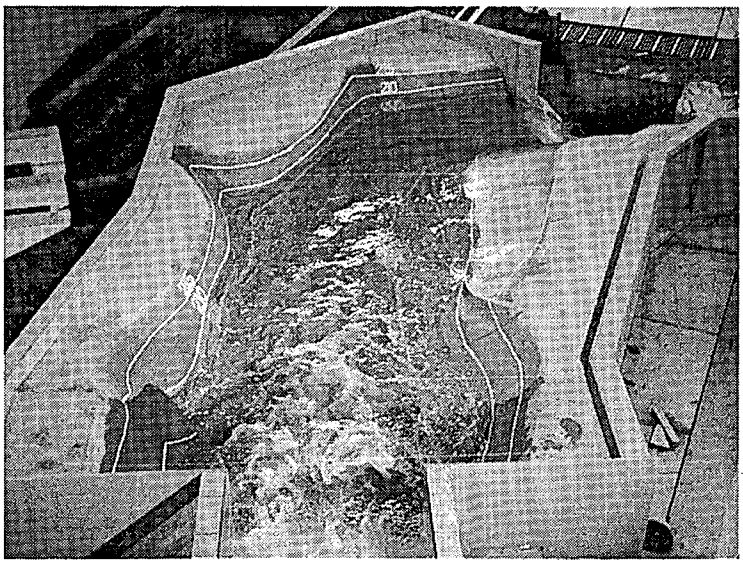
副ダム高 D：8.5m
水叩き長 L：45.0m

ダム設計洪水流量　Q＝2680m^3/s

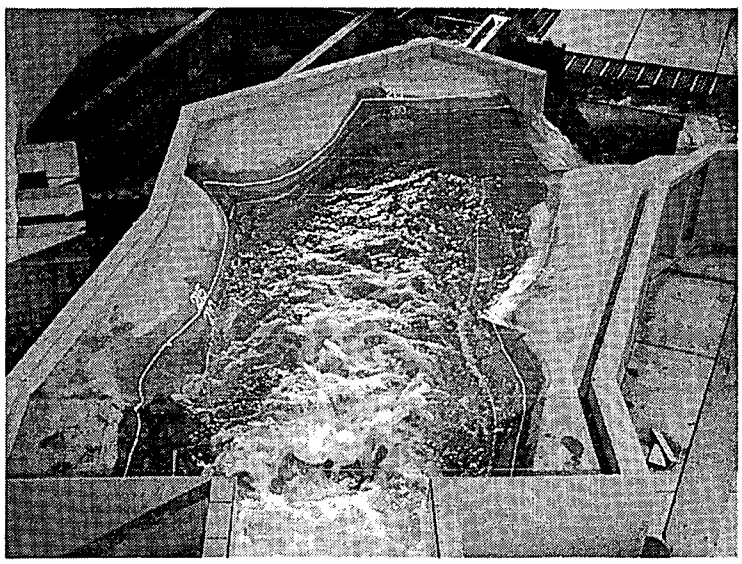
写真－6.6（3）　　2次減勢池のシルを省略した場合の流況



計画最大放流量
$Q=680m^3/s$



$Q=1500m^3/s$



ダム設計洪水流量
$Q=2680m^3/s$

写真－6.7　下流河道流況（減勢工最終案）

7．おわりに

7．おわりに

平成 13 年度から本年度まで実施した志津見ダム洪水吐きの水理模型実験結果をとりまとめた。志津見ダム洪水吐きでは越流頂、堤趾導流部の水理設計において新しい考え方を導入している。特に越流頂については従来にない形式を開発しており、本検討を進めるに当り、志津見ダム事務所には多大な助力を得た。ここに記して感謝します。

平成 16 年 2 月

独立行政法人土木研究所水工研究グループダム水理チーム

柏井　条介

巻末資料

巻末資料目次

1．非常用越流頂

付表－1(1)～(3)　系統実験形状及び修正形状の貯水池と越流量の関係……169

付図－1(1)～(5)　系統実験形状及び修正形状の圧力測定位置……172

付表－2(1)～(5)　系統実験形状及び修正形状の壁面作用圧力……177

付表－3(1)～(3)　比較形状の貯水池と越流量の関係……182

付図－2(1)、(2)　比較形状の圧力測定位置……185

付表－4(1)～(7)　比較形状の壁面作用圧力……187

2．洪水調節用放流管

付表－5　洪水調節用放流管の貯水位と放流量の関係……194

付表－6(1)、(2)　洪水調節用放流管の壁面作用圧力（戸溝無し）……195

付表－7(1)、(2)　洪水調節用放流管の壁面作用圧力（戸溝有り）……197

3．堤趾導流部

付表－8(1)～(3)　堤趾導流壁沿い水面形（修正原案）……199

付表－9　堤趾導流壁沿い水面形（シュートブロック 1.5m 案）……202

付表－10(1)～(3)　堤趾導流壁沿い水面形（シュートブロック 2m 案）……203

4．減勢工

付図－3　原案、1 次最終案減勢工水面形測定位置……206

付表－11(1)、(2)　原案減勢工水面形……207

付表－12(1)～(4)　1 次最終案減勢工水面形……209

付表－13(1)、(2)　減勢池～下流河道岸沿い水面形（減勢工最終案）……213

付表－14　下流河道流速（減勢工最終案）……215

付図－4(1)～(4)　河道横断……216

付表－15(1)、(2)　河道横断……220

添付資料……223

付表－1（1）　系統実験形状及び修正形状の貯水位と越流量の関係

形状1

越流水深 h:[m]	越流量 Q:[m^3/s]	平均流速 v_a:[m/s]	速度水頭 h_v:[m]	越流水頭 H:[m]	貯水位 [EL.m]	単位幅流量 q:[m^3/s]	流量係数 C	h/h_d	備　考
0.66	31.48	0.07	0	0.66	276.86	1.05	1.958	0.200	
0.97	57.24	0.13	0	0.97	277.17	1.91	1.999	0.294	
1.14	73.88	0.16	0	1.14	277.34	2.46	2.021	0.345	
1.31	89.44	0.19	0	1.31	277.51	2.98	1.988	0.397	
1.49	106.97	0.23	0	1.49	277.69	3.57	1.963	0.452	
1.84	142.93	0.30	0	1.84	278.04	4.76	1.907	0.558	
2.16	178.89	0.37	0.01	2.17	278.37	5.96	1.864	0.658	
2.44	213.95	0.43	0.01	2.45	278.65	7.13	1.859	0.742	
2.70	250.44	0.50	0.01	2.71	278.91	8.35	1.872	0.821	
2.95	286.40	0.56	0.02	2.97	279.17	9.55	1.866	0.900	
3.18	322.53	0.63	0.02	3.20	279.40	10.75	1.878	0.970	
3.40	358.67	0.69	0.02	3.42	279.62	11.96	1.891	1.036	
1.50	106.97	0.23	0	1.50	277.70	3.57	1.943	0.455	円弧下流剥離
1.68	125.04	0.27	0	1.68	277.88	4.17	1.915	0.509	〃
1.86	143.11	0.30	0	1.86	278.06	4.77	1.880	0.564	〃
2.17	178.71	0.37	0.01	2.18	278.38	5.96	1.852	0.661	〃
2.47	214.30	0.43	0.01	2.48	278.68	7.14	1.828	0.752	〃

形状2

越流水深 h:[m]	越流量 Q:[m^3/s]	平均流速 v_a:[m/s]	速度水頭 h_v:[m]	越流水頭 H:[m]	貯水位 [EL.m]	単位幅流量 q:[m^3/s]	流量係数 C	h/h_d	備　考
0.92	53.67	0.12	0	0.92	277.12	1.79	2.028	0.279	
1.48	107.15	0.23	0	1.48	277.68	3.57	1.983	0.448	円弧下流剥離
1.96	160.82	0.34	0.01	1.97	278.17	5.36	1.938	0.597	
2.39	214.84	0.44	0.01	2.40	278.60	7.16	1.926	0.727	
2.77	268.51	0.53	0.01	2.78	278.98	8.95	1.931	0.842	
3.11	322.35	0.63	0.02	3.13	279.33	10.75	1.941	0.948	
3.43	376.37	0.72	0.03	3.46	279.66	12.55	1.950	1.048	
2.00	163.50	0.34	0.01	2.01	278.21	5.45	1.913	0.609	ナップ状
2.41	214.48	0.44	0.01	2.42	278.62	7.15	1.899	0.733	〃
2.80	268.69	0.53	0.01	2.81	279.01	8.96	1.902	0.852	〃
3.14	322.71	0.63	0.02	3.16	279.36	10.76	1.915	0.958	〃

形状3

越流水深 h:[m]	越流量 Q:[m^3/s]	平均流速 v_a:[m/s]	速度水頭 h_v:[m]	越流水頭 H:[m]	貯水位 [EL.m]	単位幅流量 q:[m^3/s]	流量係数 C	h/h_d	備　考
0.91	53.84	0.12	0	0.91	277.11	1.79	2.062	0.276	不安定状態
1.47	107.69	0.23	0	1.47	277.67	3.59	2.014	0.445	ナップ状
1.64	125.76	0.27	0	1.64	277.84	4.19	1.995	0.497	〃
2.10	179.78	0.37	0.01	2.11	278.31	5.99	1.954	0.639	堤体張付き
2.49	233.09	0.47	0.01	2.50	278.70	7.77	1.966	0.758	〃
2.73	268.51	0.53	0.01	2.74	278.94	8.95	1.973	0.830	〃
2.85	286.22	0.57	0.02	2.87	279.07	9.54	1.962	0.870	〃
2.96	304.82	0.60	0.02	2.98	279.18	10.16	1.975	0.903	〃
3.28	358.67	0.69	0.02	3.30	279.50	11.96	1.995	1.000	〃
3.58	411.97	0.78	0.03	3.61	279.81	13.73	2.002	1.094	
1.95	160.64	0.34	0.01	1.96	278.16	5.35	1.950	0.594	ナップ状
2.38	214.84	0.44	0.01	2.39	278.59	7.16	1.938	0.724	〃
3.10	321.99	0.63	0.02	3.12	279.32	10.73	1.947	0.945	〃
3.27	349.36	0.67	0.02	3.29	279.49	11.65	1.952	0.997	〃

付表－1（2）　系統実験形状及び修正形状の貯水位と越流量の関係

形状4

越流水深 h:[m]	越流量 Q:[m^3/s]	平均流速 v_a:[m/s]	速度水頭 h_v:[m]	越流水頭 H:[m]	貯水位 [EL.m]	単位幅流量 q:[m^3/s]	流量係数 C	h/h_d	備　考
0.95	53.67	0.12	0	0.95	277.15	1.79	1.933	0.288	安定状態
1.49	107.51	0.23	0	1.49	277.69	3.58	1.968	0.452	〃
1.95	161.18	0.34	0.01	1.96	278.16	5.37	1.957	0.594	〃
2.32	214.48	0.44	0.01	2.33	278.53	7.15	2.010	0.706	堤体張付き
2.76	268.69	0.53	0.01	2.77	278.97	8.96	1.944	0.839	〃
3.19	323.07	0.63	0.02	3.21	279.41	10.77	1.873	0.973	〃
3.57	375.84	0.71	0.03	3.60	279.80	12.53	1.834	1.091	〃
2.80	268.86	0.53	0.01	2.81	279.01	8.96	1.902	0.852	ナップ状
3.25	322.35	0.62	0.02	3.27	279.47	10.75	1.818	0.991	〃
3.64	375.66	0.71	0.03	3.67	279.87	12.52	1.781	1.112	〃

形状5

越流水深 h:[m]	越流量 Q:[m^3/s]	平均流速 v_a:[m/s]	速度水頭 h_v:[m]	越流水頭 H:[m]	貯水位 [EL.m]	単位幅流量 q:[m^3/s]	流量係数 C	h/h_d	備　考
0.92	53.67	0.12	0	0.92	277.12	1.79	2.028	0.279	安定状態
1.45	107.33	0.23	0	1.45	277.65	3.58	2.050	0.439	〃
1.90	161.18	0.34	0.01	1.91	278.11	5.37	2.034	0.579	〃
2.30	214.84	0.44	0.01	2.31	278.51	7.16	2.039	0.700	〃
2.74	268.69	0.54	0.01	2.75	278.95	8.96	1.965	0.833	ナップ状
3.12	322.71	0.63	0.02	3.14	279.34	10.76	1.934	0.952	堤体張付き
3.49	375.12	0.71	0.03	3.52	279.72	12.50	1.893	1.067	〃
				0.00					
3.16	322.17	0.63	0.02	3.18	279.38	10.74	1.894	0.964	ナップ状
3.53	376.73	0.72	0.03	3.56	279.76	12.56	1.870	1.079	〃

形状6

越流水深 h:[m]	越流量 Q:[m^3/s]	平均流速 v_a:[m/s]	速度水頭 h_v:[m]	越流水頭 H:[m]	貯水位 [EL.m]	単位幅流量 q:[m^3/s]	流量係数 C	h/h_d	備　考
0.90	53.67	0.12	0	0.90	277.10	1.79	2.096	0.273	安定状態
1.43	107.51	0.23	0	1.43	277.63	3.58	2.094	0.433	〃
1.91	162.07	0.34	0.01	1.92	278.12	5.40	2.030	0.582	〃
2.25	215.02	0.44	0.01	2.26	278.46	7.17	2.110	0.685	遷移状態
2.70	268.69	0.54	0.01	2.71	278.91	8.96	2.008	0.821	ナップ状
3.10	322.35	0.63	0.02	3.12	279.32	10.75	1.951	0.945	〃
3.46	375.66	0.72	0.03	3.49	279.69	12.52	1.920	1.058	〃

修正形状 1

越流水深 h:[m]	越流量 Q:[m^3/s]	平均流速 v_a:[m/s]	速度水頭 h_v:[m]	越流水頭 H:[m]	貯水位 [EL.m]	単位幅流量 q:[m^3/s]	流量係数 C	h/h_d	備　考
0.92	53.49	0.12	0	0.92	277.12	1.78	2.017	0.279	安定状態
1.44	107.51	0.23	0	1.44	277.64	3.58	2.072	0.436	〃
1.87	160.46	0.34	0.01	1.88	278.08	5.35	2.075	0.570	堤体張付き
2.29	214.30	0.44	0.01	2.30	278.50	7.14	2.047	0.697	〃
2.71	269.04	0.54	0.01	2.72	278.92	8.97	2.000	0.824	〃
3.12	321.99	0.63	0.02	3.14	279.34	10.73	1.928	0.952	〃
3.51	374.76	0.71	0.03	3.54	279.74	12.49	1.875	1.073	〃

付表－1（3）　系統実験形状及び修正形状の貯水位と越流量の関係

修正形状 2

越流水深 h:[m]	越流量 Q:[m^3/s]	平均流速 v_a:[m/s]	速度水頭 h_v:[m]	越流水頭 H:[m]	貯水位 [EL.m]	単位幅流量 q:[m^3/s]	流量係数 C	h/h_d	備　考
0.94	53.49	0.12	0	0.94	277.14	1.78	1.953	0.285	安定状態
1.47	107.33	0.23	0	1.47	277.67	3.58	2.009	0.445	〃
1.92	161.18	0.34	0.01	1.93	278.13	5.37	2.003	0.585	〃
2.31	214.30	0.44	0.01	2.32	278.52	7.14	2.021	0.703	堤体張付き
2.72	268.15	0.53	0.01	2.73	278.93	8.94	1.982	0.827	〃
3.13	322.35	0.63	0.02	3.15	279.35	10.75	1.923	0.955	〃
3.53	376.02	0.71	0.03	3.56	279.76	12.53	1.865	1.079	〃

修正形状 3

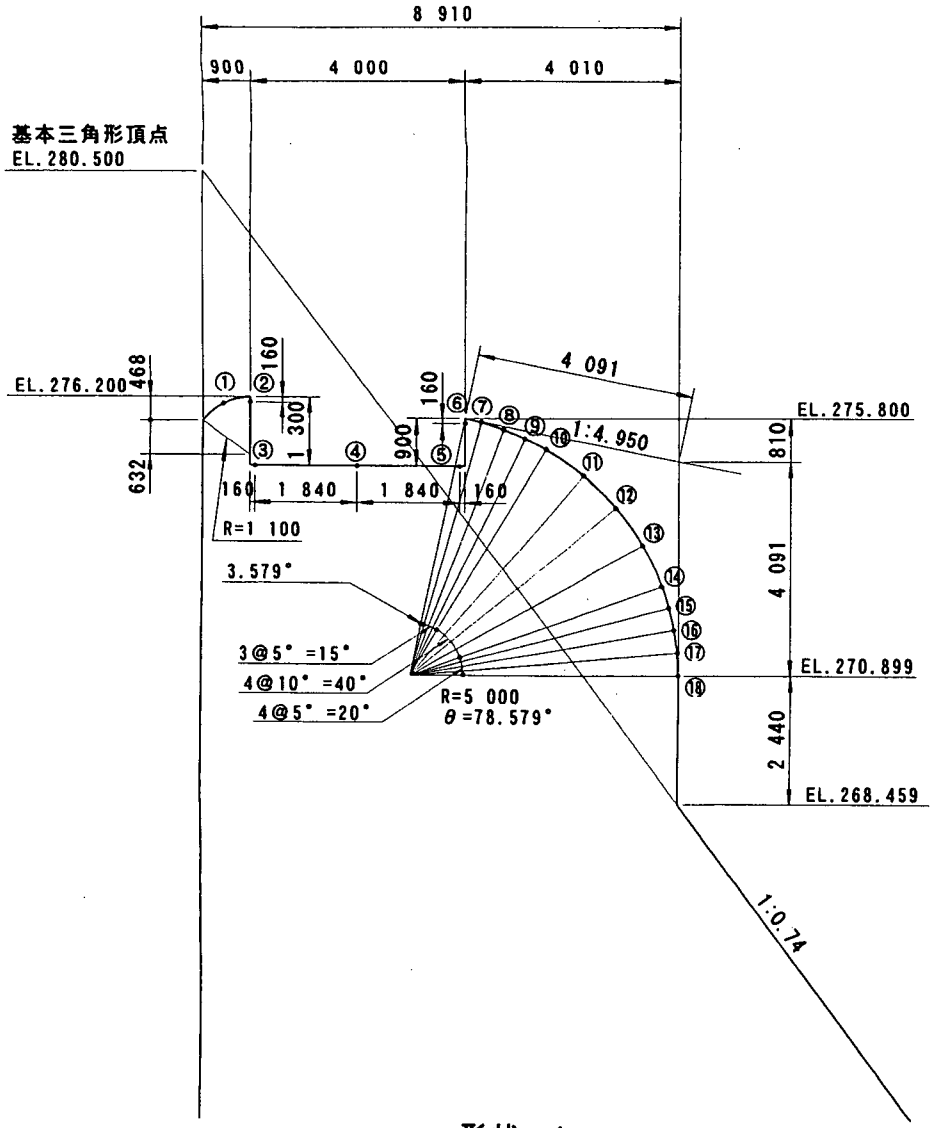
越流水深 h:[m]	越流量 Q:[m^3/s]	平均流速 v_a:[m/s]	速度水頭 h_v:[m]	越流水頭 H:[m]	貯水位 [EL.m]	単位幅流量 q:[m^3/s]	流量係数 C	h/h_d	備　考
1.00	53.49	0.12	0	1.00	277.20	1.78	1.780	0.303	安定状態
1.54	107.51	0.23	0	1.54	277.74	3.58	1.873	0.467	〃
1.98	160.64	0.33	0.01	1.99	278.19	5.35	1.906	0.603	〃
2.33	214.30	0.44	0.01	2.34	278.54	7.14	1.995	0.709	堤体張付き
2.75	268.69	0.53	0.01	2.76	278.96	8.96	1.954	0.836	〃
3.17	321.28	0.62	0.02	3.19	279.39	10.71	1.880	0.967	〃
3.57	376.02	0.71	0.03	3.60	279.80	12.53	1.834	1.091	〃

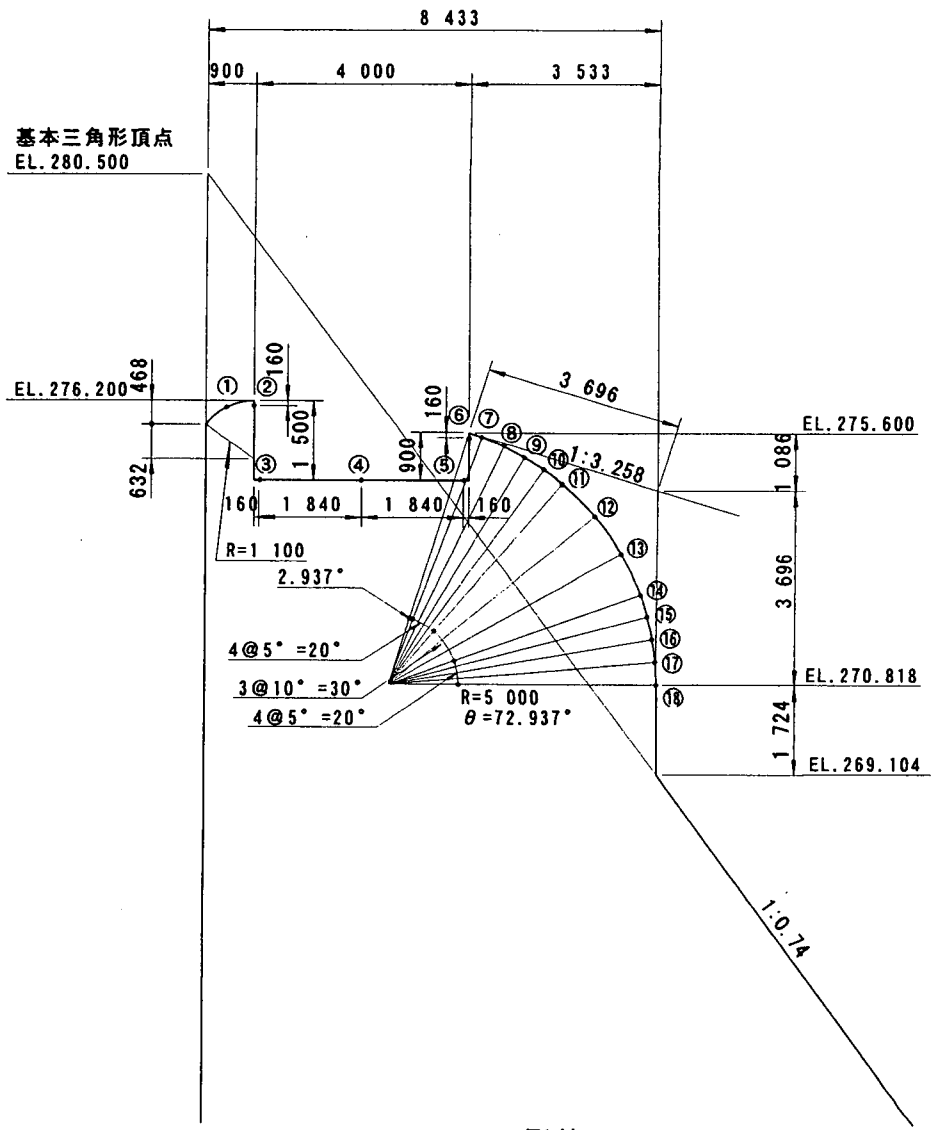
修正形状 4(最終案)

越流水深 h:[m]	越流量 Q:[m^3/s]	平均流速 v_a:[m/s]	速度水頭 h_v:[m]	越流水頭 H:[m]	貯水位 [EL.m]	単位幅流量 q:[m^3/s]	流量係数 C	h/h_d	備　考
1.07	53.67	0.12	0	1.07	277.27	1.79	1.617	0.324	安定状態
1.62	107.15	0.23	0	1.62	277.82	3.57	1.731	0.491	〃
2.09	160.46	0.33	0.01	2.10	278.30	5.35	1.758	0.636	〃
2.46	214.13	0.43	0.01	2.47	278.67	7.14	1.839	0.748	〃
2.81	268.86	0.53	0.01	2.82	279.02	8.96	1.892	0.855	堤体張付き
3.21	321.64	0.62	0.02	3.23	279.43	10.72	1.847	0.979	〃
3.62	376.20	0.71	0.03	3.65	279.85	12.54	1.798	1.106	〃

修正形状 4(最終案), 傾斜部

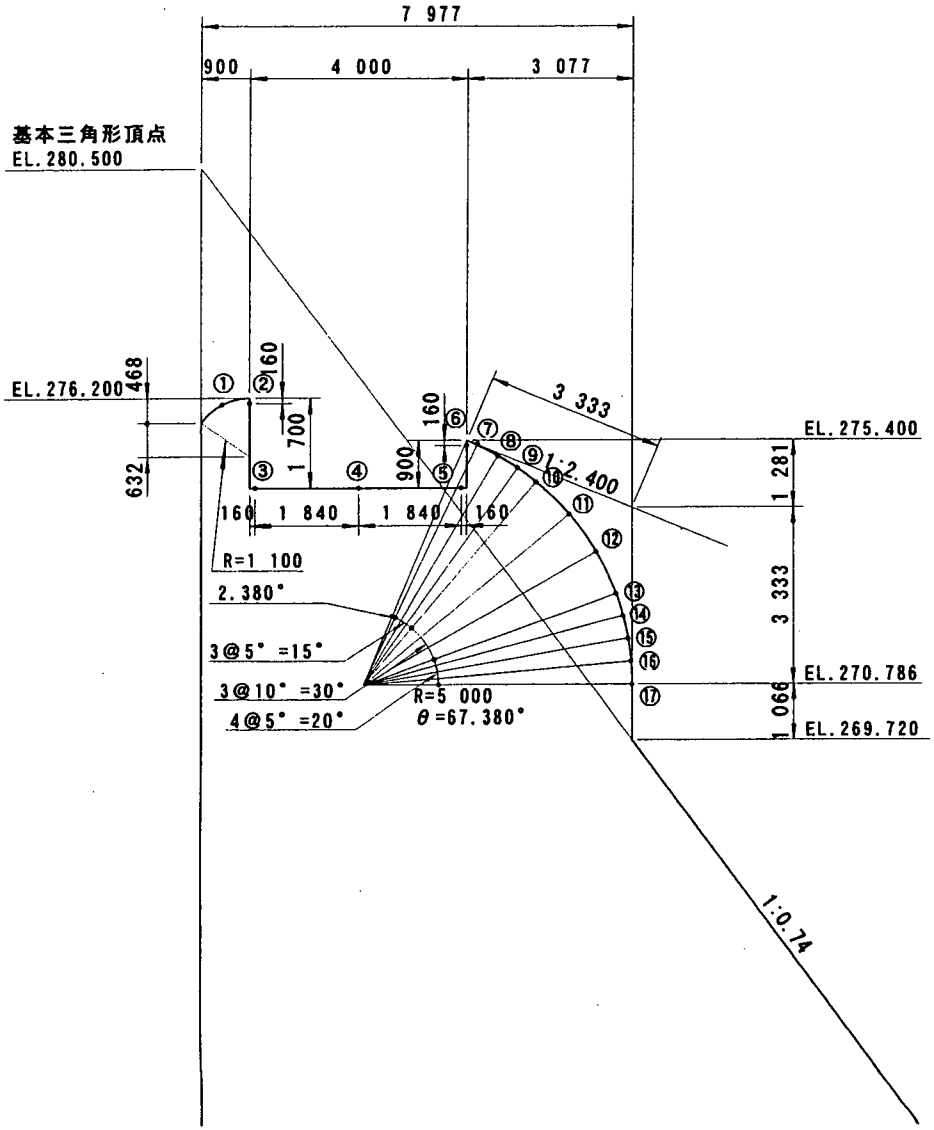
越流水深 h:[m]	越流量 Q:[m^3/s]	平均流速 v_a:[m/s]	速度水頭 h_v:[m]	越流水頭 H:[m]	貯水位 [EL.m]	単位幅流量 q:[m^3/s]	水面幅 B:[m]	流量係数 C	備　考
1.64	17.53	0.08	0	1.64	277.84	1.26	13.94	0.600	
2.13	35.42	0.12	0	2.13	278.33	1.96	18.11	0.631	
2.48	53.31	0.15	0	2.48	278.68	2.53	21.08	0.648	
2.76	70.84	0.18	0	2.76	278.96	3.02	23.46	0.659	
3.00	89.26	0.21	0	3.00	279.20	3.50	25.50	0.674	
3.21	106.44	0.23	0	3.21	279.41	3.90	27.29	0.678	
3.41	124.86	0.25	0	3.41	279.61	4.31	28.99	0.684	





単位：[mm]

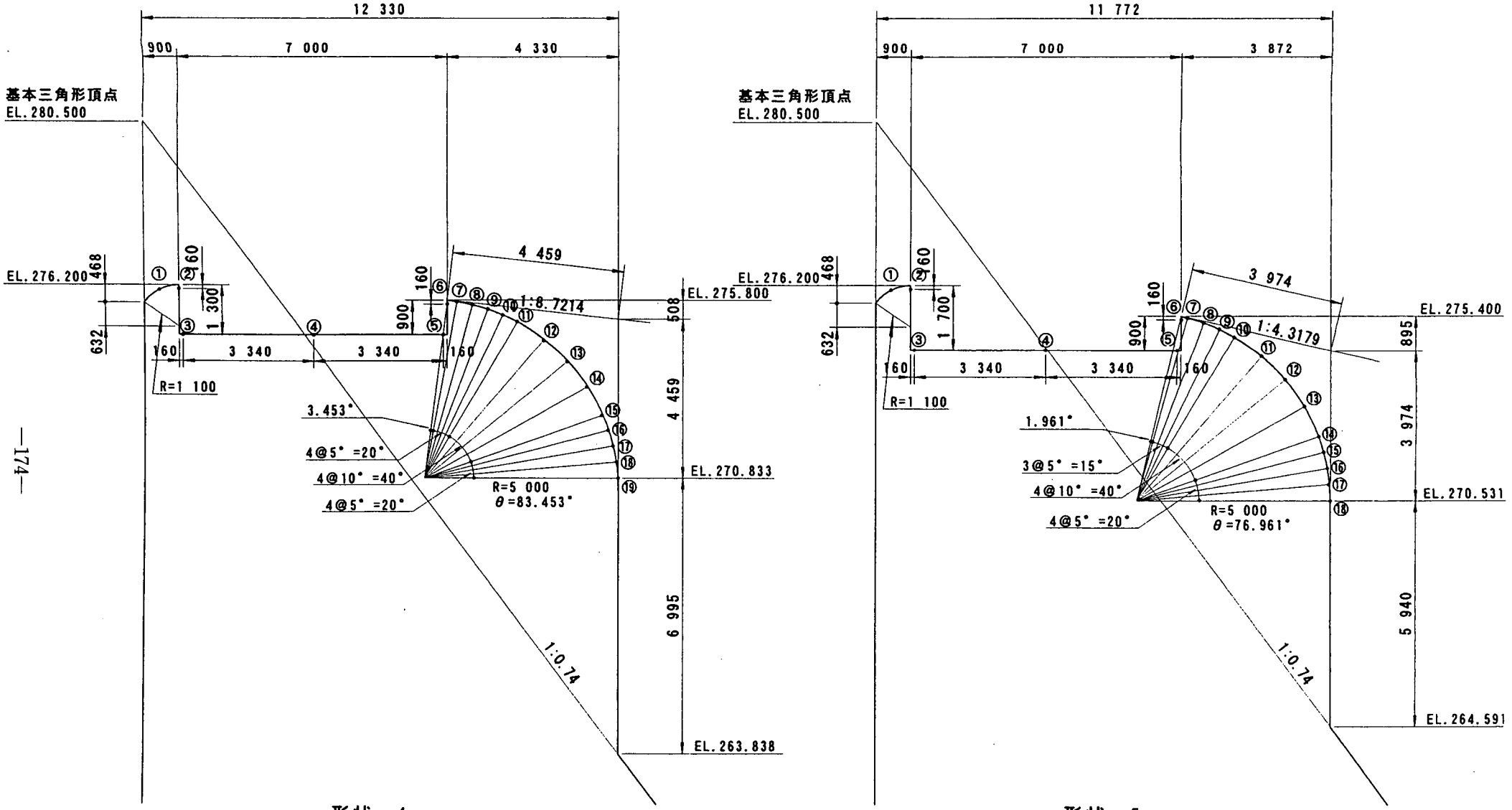
付図－1（1）　系統実験形状及び修正形状の圧力測定位置



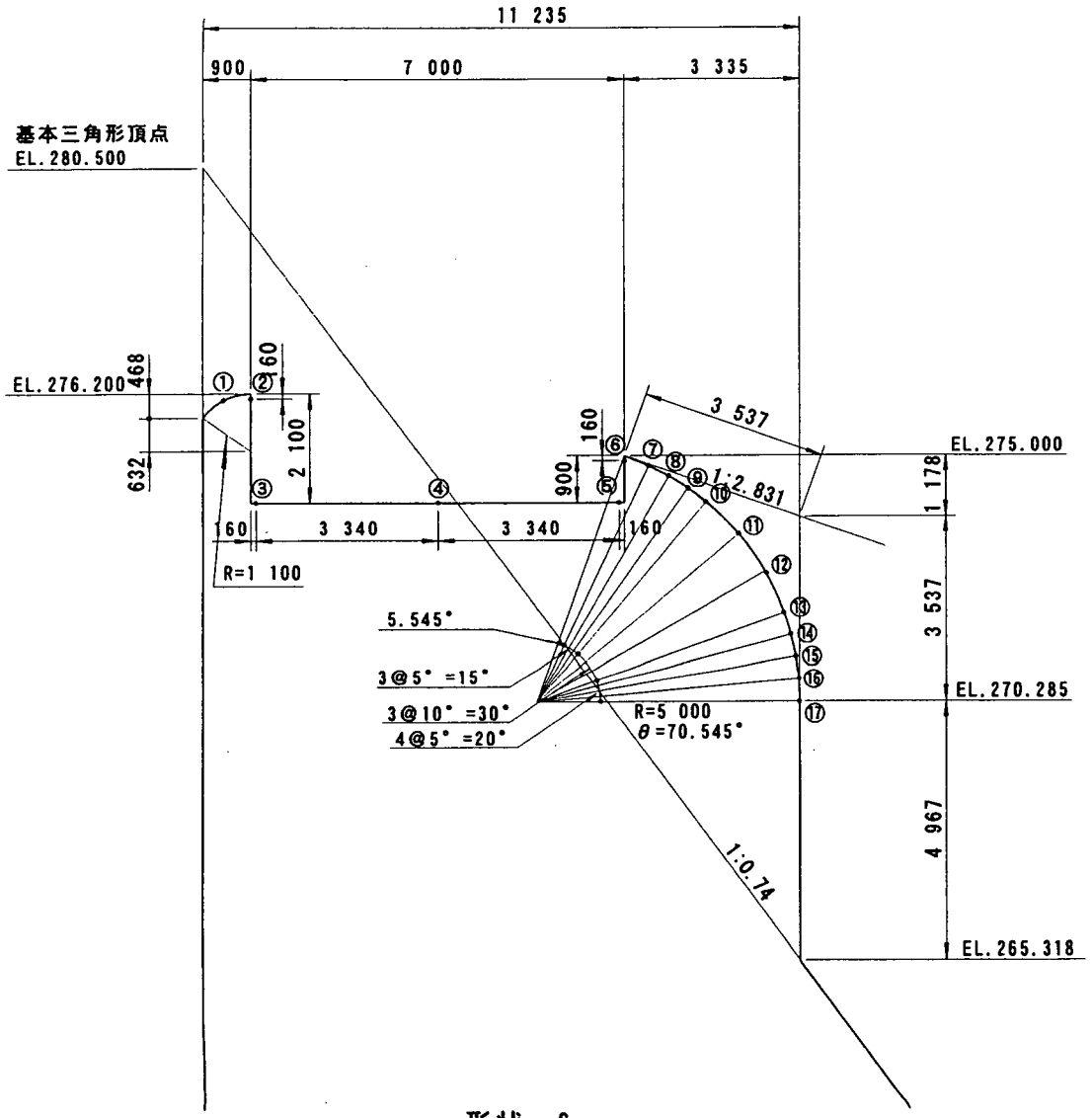
形状　3

単位：[mm]

付図－1（2）　系統実験形状及び修正形状の圧力測定位置



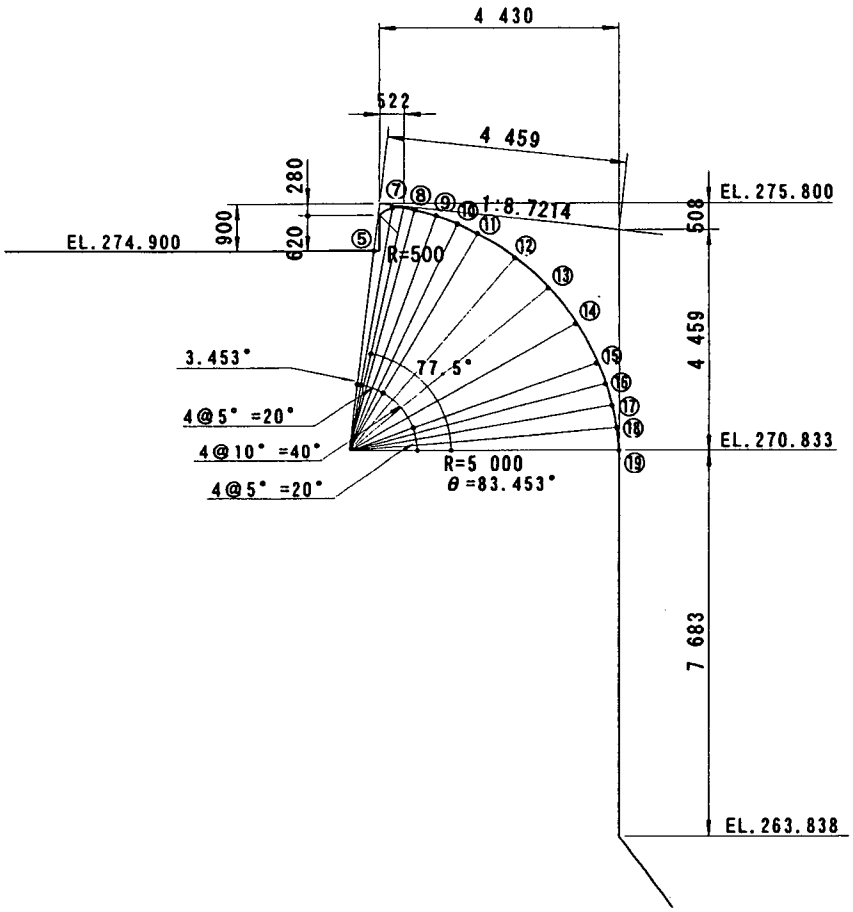
付図－1（3）　系統実験形状及び修正形状の圧力測定位置



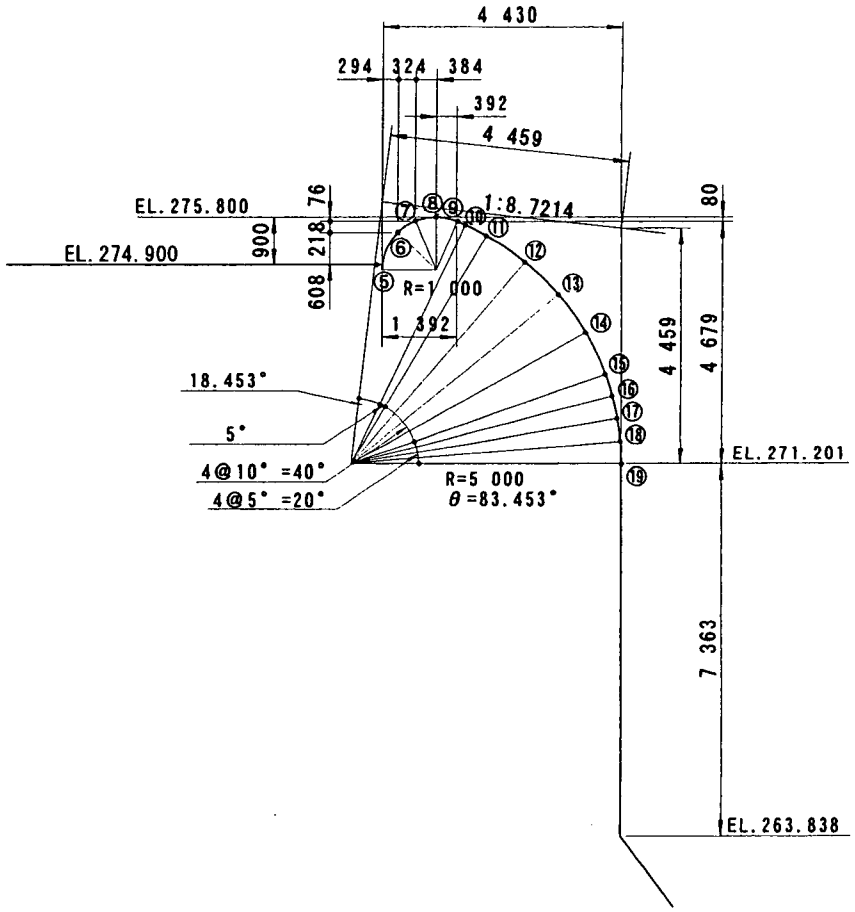
形状　6

単位：[mm]

付図－1（4）　系統実験形状及び修正形状の圧力測定位置



修正形状 1



修正形状 2～4

単位：[mm]

付図－1（5）　系統実験形状及び修正形状の圧力測定位置

付表－2（1）　系統実験形状及び修正形状の壁面作用圧力（設計洪水位）

形状1　　貯水位:EL.　279.52 m
流　量Q:　342.03 m^3/s

測点番号	測点距離	ピエゾ標高 [EL.m]	ピエゾ水頭 [EL.m]	圧力水頭 [m水柱]
①	0.39	276.08	277.78	1.70
②	0.90	276.04	277.76	1.72
③	1.06	274.90	277.90	3.00
④	2.90	274.90	277.80	2.90
⑤	4.74	274.90	278.38	3.48
⑥	4.90	275.64	278.38	2.74
⑦	5.20	275.73	275.64	-0.09
⑧	5.62	275.60	275.50	-0.10
⑨	6.02	275.43	275.28	-0.15
⑩	6.41	275.23	274.74	-0.49
⑪	7.12	274.73	273.94	-0.79
⑫	7.74	274.11	272.74	-1.37
⑬	8.24	273.40	271.62	-1.78
⑭	8.61	272.61	270.66	-1.95
⑮	8.74	272.19	270.02	-2.17
⑯	8.83	271.77	269.92	-1.85
⑰	8.89	271.33	269.86	-1.47
⑱	8.91	270.90	269.66	-1.24

形状2　　貯水位:EL.　279.53 m
流　量Q:　353.84 m^3/s

測点番号	測点距離	ピエゾ標高 [EL.m]	ピエゾ水頭 [EL.m]	圧力水頭 [m水柱]
①	0.39	276.08	277.62	1.54
②	0.90	276.04	277.70	1.66
③	1.06	274.70	277.70	3.00
④	2.90	274.70	277.62	2.92
⑤	4.74	274.70	278.10	3.40
⑥	4.90	275.44	278.20	2.76
⑦	5.14	275.52	274.52	-1.00
⑧	5.55	275.35	274.96	-0.39
⑨	5.93	275.15	274.62	-0.53
⑩	6.30	274.91	274.28	-0.63
⑪	6.65	274.65	273.72	-0.93
⑫	7.26	274.03	272.42	-1.61
⑬	7.76	273.32	271.18	-2.14
⑭	8.13	272.53	270.48	-2.05
⑮	8.26	272.11	270.42	-1.69
⑯	8.36	271.69	269.70	-1.99
⑰	8.41	271.25	269.78	-1.47
⑱	8.43	270.82	270.32	-0.50

付表－2（2）　系統実験形状及び修正形状の壁面作用圧力（設計洪水位）

形状3　　貯水位:EL.　279.53 m
流　量Q:　362.60 m^3/s

測点番号	測点距離	ピエゾ標高 [EL.m]	ピエゾ水頭 [EL.m]	圧力水頭 [m水柱]
①	0.39	276.08	277.50	1.42
②	0.90	276.04	277.48	1.44
③	1.06	274.50	277.46	2.96
④	2.90	274.50	277.36	2.86
⑤	4.74	274.50	278.10	3.60
⑥	4.90	275.24	278.16	2.92
⑦	5.09	275.32	272.60	-2.72
⑧	5.48	275.12	274.42	-0.70
⑨	5.85	274.88	274.24	-0.64
⑩	6.19	274.62	273.80	-0.82
⑪	6.81	274.00	272.68	-1.32
⑫	7.31	273.29	271.52	-1.77
⑬	7.68	272.50	270.30	-2.20
⑭	7.81	272.08	270.38	-1.70
⑮	7.90	271.65	270.12	-1.53
⑯	7.96	271.22	270.64	-0.58
⑰	7.98	270.79	271.66	0.87

形状4　　貯水位:EL.　279.53 m
流　量Q:　338.45 m^3/s

測点番号	測点距離	ピエゾ標高 [EL.m]	ピエゾ水頭 [EL.m]	圧力水頭 [m水柱]
①	0.39	276.08	277.84	1.76
②	0.90	276.04	277.96	1.92
③	1.06	274.90	277.96	3.06
④	4.30	274.90	278.08	3.18
⑤	7.54	274.90	278.76	3.86
⑥	7.90	275.64	278.28	2.64
⑦	8.20	275.76	272.66	-3.10
⑧	8.62	275.66	273.68	-1.98
⑨	9.04	275.53	274.90	-0.63
⑩	9.44	275.36	275.36	0.00
⑪	9.83	275.16	275.12	-0.04
⑫	10.54	274.66	274.16	-0.50
⑬	11.16	274.05	272.88	-1.17
⑭	11.66	273.33	272.12	-1.21
⑮	12.03	272.54	270.98	-1.56
⑯	12.16	272.13	270.26	-1.87
⑰	12.25	271.70	270.02	-1.68
⑱	12.31	271.27	269.74	-1.53
⑲	12.33	270.83	270.28	-0.55

付表－2（3）　系統実験形状及び修正形状の壁面作用圧力（設計洪水位）

形状5　　貯水位:EL.　279.53 m
流　量Q:　348.11 m^3/s

測点番号	測点距離	ピエゾ標高 [EL.m]	ピエゾ水頭 [EL.m]	圧力水頭 [m水柱]
①	0.39	276.08	277.66	1.58
②	0.90	276.04	277.76	1.72
③	1.06	274.50	277.76	3.26
④	4.30	274.50	277.74	3.24
⑤	7.54	274.50	278.56	4.06
⑥	7.90	275.24	278.22	2.98
⑦	8.07	275.36	271.50	-3.86
⑧	8.48	275.23	271.50	-3.73
⑨	8.89	275.06	273.08	-1.98
⑩	9.27	274.86	274.22	-0.64
⑪	9.99	274.36	274.10	-0.26
⑫	10.60	273.74	272.78	-0.96
⑬	11.10	273.03	271.80	-1.23
⑭	11.47	272.24	270.50	-1.74
⑮	11.60	271.82	270.14	-1.68
⑯	11.70	271.40	269.76	-1.64
⑰	11.75	270.97	269.76	-1.21
⑱	11.77	270.53	269.70	-0.83

形状6　　貯水位H:EL.　279.53 m
流　量Q:　349.36 m^3/s

測点番号	測点距離	ピエゾ標高 [EL.m]	ピエゾ水頭 [EL.m]	圧力水頭 [m水柱]
①	0.39	276.08	277.62	1.54
②	0.90	276.04	277.68	1.64
③	1.06	274.10	277.60	3.50
④	4.30	274.10	277.60	3.50
⑤	7.54	274.10	277.10	3.00
⑥	7.90	274.84	278.18	3.34
⑦	8.35	274.82	欠測	
⑧	9.10	274.38	欠測	
⑨	9.45	274.11	欠測	
⑩	9.77	273.82	欠測	
⑪	10.07	273.50	欠測	
⑫	10.57	272.78	欠測	
⑬	10.93	271.99	欠測	
⑭	11.07	271.58	欠測	
⑮	11.16	271.15	欠測	
⑯	11.22	270.72	欠測	
⑰	11.24	270.28	欠測	

付表－2（4）　系統実験形状及び修正形状の壁面作用圧力（設計洪水位）

修正形状 1　　貯水位:EL.　279.51 m
流　量Q:　345.61 m^3/s

測点番号	測点距離	ピエゾ標高 [EL.m]	ピエゾ水頭 [EL.m]	圧力水頭 [m水柱]
①	0.39	276.08	277.70	1.62
②	0.90	276.04	277.78	1.74
③	1.06	274.90	277.78	2.88
④	4.30	274.90	278.10	3.20
⑤	7.54	274.90	278.66	3.76
⑥	－	－	－	－
⑦	8.20	275.76	271.56	-4.20
⑧	8.62	275.66	274.02	-1.64
⑨	9.04	275.53	274.60	-0.93
⑩	9.44	275.36	274.74	-0.62
⑪	9.83	275.16	274.36	-0.80
⑫	10.54	274.66	273.64	-1.02
⑬	11.16	274.05	272.62	-1.43
⑭	11.66	273.33	272.00	-1.33
⑮	12.03	272.54	270.86	-1.68
⑯	12.16	272.13	270.20	-1.93
⑰	12.25	271.70	269.72	-1.98
⑱	12.31	271.27	269.62	-1.65
⑲	12.33	270.83	270.28	-0.55

修正形状 2　　貯水位:EL.　279.54 m
流　量Q:　345.61 m^3/s

測点番号	測点距離	ピエゾ標高 [EL.m]	ピエゾ水頭 [EL.m]	圧力水頭 [m水柱]
①	0.39	276.08	277.72	1.64
②	0.90	276.04	277.70	1.66
③	1.06	274.90	277.84	2.94
④	4.40	274.90	278.08	3.18
⑤	7.74	274.90	278.66	3.76
⑥	7.79	275.51	275.90	0.39
⑦	8.12	275.72	274.08	-1.64
⑧	8.50	275.80	272.58	-3.22
⑨	8.89	275.72	273.30	-2.42
⑩	9.44	275.65	274.02	-1.63
⑪	9.83	275.45	274.34	-1.11
⑫	10.54	274.95	274.02	-0.93
⑬	11.16	274.34	272.56	-1.78
⑭	11.66	273.62	272.50	-1.12
⑮	12.03	272.83	271.30	-1.53
⑯	12.16	272.42	270.70	-1.72
⑰	12.25	271.99	270.20	-1.79
⑱	12.31	271.56	269.88	-1.68
⑲	12.33	271.12	270.56	-0.56

付表－2（5）　系統実験形状及び修正形状の壁面作用圧力（設計洪水位）

修正形状 3　　貯水位:EL.　279.53 m
流　量Q:　340.60 m^3/s

測点番号	測点距離	ピエゾ標高 [EL.m]	ピエゾ水頭 [EL.m]	圧力水頭 [m水柱]
①	0.39	276.08	277.80	1.72
②	0.90	276.04	277.94	1.90
③	1.06	275.10	277.94	2.84
④	4.40	275.10	278.28	3.18
⑤	7.74	275.10	278.74	3.64
⑥	7.79	275.71	276.06	0.35
⑦	8.12	275.92	274.42	-1.50
⑧	8.50	276.00	273.10	-2.90
⑨	8.89	275.92	273.72	-2.20
⑩	9.44	275.85	274.42	-1.43
⑪	9.83	275.65	274.68	-0.97
⑫	10.54	275.15	274.30	-0.85
⑬	11.16	274.54	273.36	-1.18
⑭	11.66	273.82	272.74	-1.08
⑮	12.03	273.03	271.52	-1.51
⑯	12.16	272.62	270.92	-1.70
⑰	12.25	272.19	270.30	-1.89
⑱	12.31	271.76	270.04	-1.72
⑲	12.33	271.32	270.78	-0.54

修正形状 4　　貯水位:EL.　279.53 m
流　量Q:　336.13 m^3/s

測点番号	測点距離	ピエゾ標高 [EL.m]	ピエゾ水頭 [EL.m]	圧力水頭 [m水柱]
①	0.39	276.08	277.90	1.82
②	0.90	276.04	278.02	1.98
③	1.06	275.30	278.04	2.74
④	4.40	275.30	278.44	3.14
⑤	7.74	275.30	278.78	3.48
⑥	7.79	275.91	276.18	0.27
⑦	8.12	276.12	274.82	-1.30
⑧	8.50	276.20	274.28	-1.92
⑨	8.89	276.12	274.10	-2.02
⑩	9.44	276.05	274.68	-1.37
⑪	9.83	275.85	274.82	-1.03
⑫	10.54	275.35	274.56	-0.79
⑬	11.16	274.74	273.38	-1.36
⑭	11.66	274.02	272.92	-1.10
⑮	12.03	273.23	271.54	-1.69
⑯	12.16	272.82	271.06	-1.76
⑰	12.25	272.39	270.58	-1.81
⑱	12.31	271.96	270.24	-1.72
⑲	12.33	271.52	270.98	-0.54

付表－3（1）　比較形状の貯水位と越流量の関係

比較形状 1

越流水深 h_0:[m]	放流量 Q:[m^3/s]	平均流速 v_a:[m/s]	速度水頭 h_v:[m]	越流水頭 h:[m]	貯水位 H:[EL.m]	単位幅流量 q:[m^3/s]	流量係数 C	h/h_d	備　考
1.07	53.49	0.12	0	1.07	277.27	1.78	1.608	0.324	安定状態
1.65	107.51	0.23	0	1.65	277.85	3.58	1.689	0.500	〃
2.08	161.53	0.33	0.01	2.09	278.29	5.38	1.781	0.633	〃
2.46	215.38	0.44	0.01	2.47	278.67	7.18	1.850	0.748	堤体張付き
2.85	268.86	0.53	0.01	2.86	279.06	8.96	1.853	0.867	〃
3.31	321.64	0.62	0.02	3.33	279.53	10.72	1.764	1.009	〃
3.71	376.37	0.71	0.03	3.74	279.94	12.55	1.735	1.133	〃
3.78	375.66	0.70	0.03	3.81	280.01	12.52	1.684	1.155	ナップ状
3.37	321.81	0.62	0.02	3.39	279.59	10.73	1.719	1.027	〃
2.93	269.58	0.53	0.01	2.94	279.14	8.99	1.783	0.891	〃

比較形状 2（最終案（a）案）

越流水深 h_0:[m]	放流量 Q:[m^3/s]	平均流速 v_a:[m/s]	速度水頭 h_v:[m]	越流水頭 h:[m]	貯水位 H:[EL.m]	単位幅流量 q:[m^3/s]	流量係数 C	h/h_d	備　考
1.04	53.49	0.12	0	1.04	277.24	1.78	1.678	0.315	安定状態
1.62	106.97	0.23	0	1.62	277.82	3.57	1.731	0.491	〃
2.07	161.35	0.33	0.01	2.08	278.28	5.38	1.793	0.630	下流面剥離
2.43	214.66	0.44	0.01	2.44	278.64	7.16	1.879	0.739	〃
2.80	268.69	0.53	0.01	2.81	279.01	8.96	1.902	0.852	堤体張付き
3.26	321.64	0.62	0.02	3.28	279.48	10.72	1.805	0.994	〃
3.66	375.84	0.71	0.03	3.69	279.89	12.53	1.768	1.118	〃
1.05	53.49	0.12	0	1.05	277.25	1.78	1.654	0.318	1:0.2勾配あり
2.07	161.53	0.33	0.01	2.08	278.28	5.38	1.793	0.630	〃
3.34	331.30	0.64	0.02	3.36	279.56	11.04	1.793	1.018	〃

比較形状 3

越流水深 h_0:[m]	放流量 Q:[m^3/s]	平均流速 v_a:[m/s]	速度水頭 h_v:[m]	越流水頭 h:[m]	貯水位 H:[EL.m]	単位幅流量 q:[m^3/s]	流量係数 C	h/h_d	備　考
1.05	53.49	0.12	0	1.05	277.25	1.78	1.654	0.318	安定状態
1.63	106.79	0.23	0	1.63	277.83	3.56	1.711	0.494	〃
2.06	160.64	0.33	0.01	2.07	278.27	5.35	1.796	0.627	下流面剥離
2.41	214.66	0.44	0.01	2.42	278.62	7.16	1.902	0.733	遷移状態
2.86	269.22	0.53	0.01	2.87	279.07	8.97	1.845	0.870	堤体張付き
2.87	268.86	0.53	0.01	2.88	279.08	8.96	1.833	0.873	
3.12	295.70	0.58	0.02	3.14	279.34	9.86	1.772	0.952	〃
3.17	303.93	0.59	0.02	3.19	279.39	10.13	1.778	0.967	
3.32	321.99	0.62	0.02	3.34	279.54	10.73	1.758	1.012	〃

比較形状 4（最終案（b）案）

越流水深 h_0:[m]	放流量 Q:[m^3/s]	平均流速 v_a:[m/s]	速度水頭 h_v:[m]	越流水頭 h:[m]	貯水位 H:[EL.m]	単位幅流量 q:[m^3/s]	流量係数 C	h/h_d	備　考
0.94	53.49	0.12	0	0.94	277.14	1.78	1.953	0.285	安定状態
1.52	106.97	0.23	0	1.52	277.72	3.57	1.905	0.461	〃
1.96	161.00	0.34	0.01	1.97	278.17	5.37	1.942	0.597	下流面剥離
2.28	214.30	0.44	0.01	2.29	278.49	7.14	2.060	0.694	堤体張付き
2.81	268.69	0.53	0.01	2.82	279.02	8.96	1.892	0.855	〃
3.24	321.64	0.62	0.02	3.26	279.46	10.72	1.821	0.988	〃
3.31	331.83	0.64	0.02	3.33	279.53	11.06	1.820	1.009	〃

付表－3（2）　比較形状の貯水位と越流量の関係

比較形状２（最終案（a）案）取水塔部

B=21.9m

越流水深 h_0:[m]	放流量 Q:[m^3/s]	平均流速 v_a:[m/s]	速度水頭 h_v:[m]	越流水頭 h:[m]	貯水位 H:[EL.m]	単位幅流量 q:[m^3/s]	流量係数 C	h/h_d	備　考
0.77	26.69	0.06	0	0.77	276.97	1.22	1.806	0.233	
1.20	53.70	0.12	0	1.20	277.40	2.45	1.864	0.364	
1.56	80.64	0.17	0	1.56	277.76	3.68	1.889	0.473	
1.87	107.40	0.23	0	1.87	278.07	4.90	1.916	0.567	
2.15	134.27	0.28	0	2.15	278.35	6.13	1.944	0.652	
2.40	160.96	0.33	0.01	2.41	278.61	7.35	1.965	0.730	
2.62	187.62	0.38	0.01	2.63	278.83	8.57	2.009	0.797	
2.71	196.74	0.39	0.01	2.72	278.92	8.98	2.002	0.824	
2.89	214.56	0.42	0.01	2.90	279.10	9.80	1.984	0.879	
3.15	242.07	0.47	0.01	3.16	279.36	11.05	1.967	0.958	
3.40	268.61	0.51	0.01	3.41	279.61	12.27	1.949	1.033	

比較形状２（最終案（a）案）デフレクタ設置時

B=30.0m

越流水深 h_0:[m]	放流量 Q:[m^3/s]	平均流速 v_a:[m/s]	速度水頭 h_v:[m]	越流水頭 h:[m]	貯水位 H:[EL.m]	単位幅流量 q:[m^3/s]	流量係数 C	h/h_d	備　考
0.82	35.35	0.08	0	0.82	277.02	1.18	1.589	0.248	
1.26	71.27	0.16	0	1.26	277.46	2.38	1.683	0.382	
1.64	107.40	0.23	0	1.64	277.84	3.58	1.705	0.497	
1.94	143.32	0.30	0	1.94	278.14	4.78	1.769	0.588	
2.21	178.85	0.37	0.01	2.22	278.42	5.96	1.802	0.673	
2.45	214.73	0.44	0.01	2.46	278.66	7.16	1.856	0.745	
2.65	250.37	0.50	0.01	2.66	278.86	8.35	1.925	0.806	
2.96	286.43	0.56	0.02	2.98	279.18	9.55	1.856	0.903	
3.26	321.56	0.62	0.02	3.28	279.48	10.72	1.805	0.994	
3.28	323.71	0.62	0.02	3.30	279.50	10.79	1.800	1.000	
3.54	357.70	0.68	0.02	3.56	279.76	11.92	1.775	1.079	
3.68	376.12	0.71	0.03	3.71	279.91	12.54	1.755	1.124	

比較形状２（最終案（a）案）傾斜部

越流水深 h_0:[m]	放流量 Q:[m^3/s]	平均流速 v_a:[m/s]	速度水頭 h_v:[m]	越流水頭 h:[m]	貯水位 H:[EL.m]	単位幅流量 q:[m^3/s]	水面幅 B:[m]	流量係数 C	備　考
1.57	17.67	0.04	0	1.57	277.77	1.32	13.35	0.671	
2.07	35.31	0.07	0	2.07	278.27	2.01	17.60	0.675	
2.44	53.56	0.11	0	2.44	278.64	2.58	20.74	0.677	
2.72	71.16	0.14	0	2.72	278.92	3.08	23.12	0.687	
2.97	89.55	0.18	0	2.97	279.17	3.55	25.25	0.694	
3.07	98.32	0.19	0	3.07	279.27	3.77	26.10	0.701	
3.18	107.51	0.21	0	3.18	279.38	3.98	27.03	0.702	
3.28	116.03	0.22	0	3.28	279.48	4.16	27.88	0.700	
3.37	125.01	0.24	0	3.37	279.57	4.36	28.65	0.705	

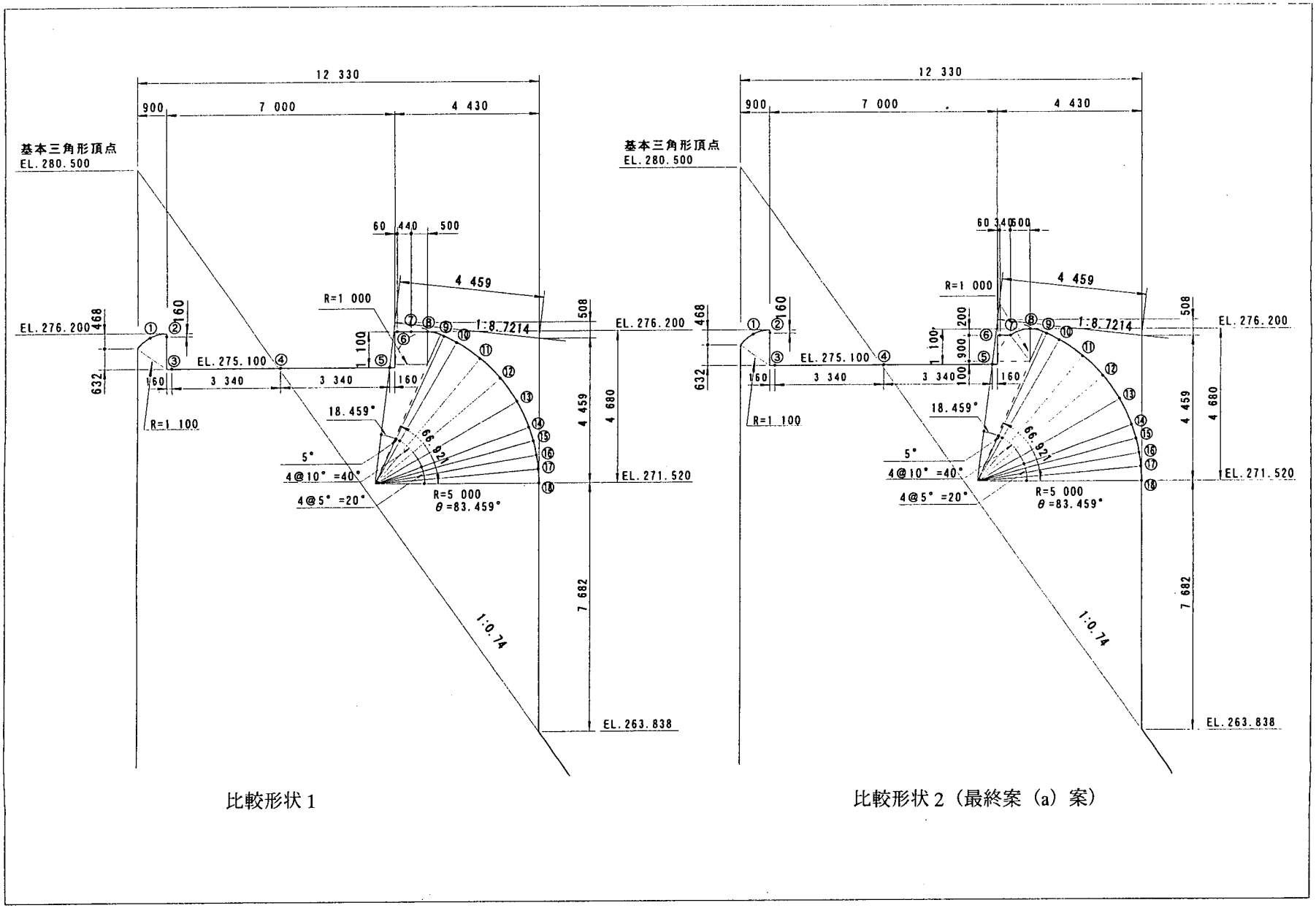
付表－3（3）　比較形状の貯水位と越流量の関係

比較形状４（最終案（b）案）取水塔部

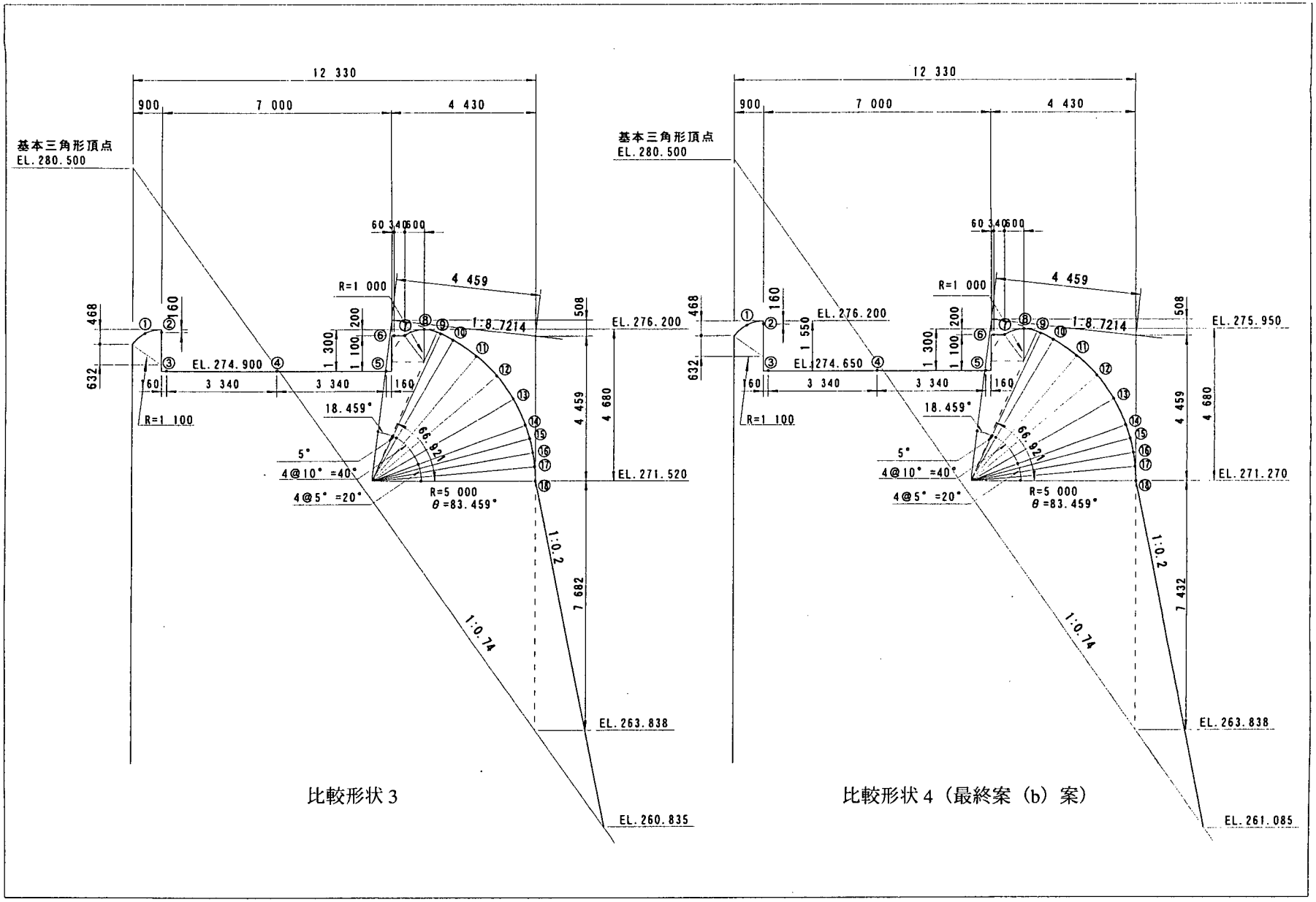
越流水深 h_0:[m]	放流量 Q:[m^3/s]	平均流速 v_a:[m/s]	速度水頭 h_v:[m]	越流水頭 h:[m]	貯水位 H:[EL.m]	単位幅流量 q:[m^3/s]	流量係数 C	h/h_d	備　考
0.88	35.96	0.08	0	0.88	277.08	1.64	1.987	0.267	安定状態
1.39	71.02	0.15	0	1.39	277.59	3.24	1.977	0.421	〃
1.82	107.33	0.23	0	1.82	278.02	4.90	1.996	0.552	下流面剥離
2.19	143.11	0.29	0	2.19	278.39	6.53	2.015	0.664	堤体張付き
2.50	179.06	0.36	0.01	2.51	278.71	8.18	2.057	0.761	〃
2.86	214.48	0.42	0.01	2.87	279.07	9.79	2.014	0.870	〃
3.21	250.08	0.48	0.01	3.22	279.42	11.42	1.976	0.976	
3.39	268.69	0.52	0.01	3.40	279.60	12.27	1.957	1.030	〃

比較形状４（最終案（b）案）傾斜部

越流水深 h_0:[m]	放流量 Q:[m^3/s]	平均流速 v_a:[m/s]	速度水頭 h_v:[m]	越流水頭 h:[m]	貯水位 H:[EL.m]	単位幅流量 q:[m^3/s]	水面幅 B:[m]	流量係数 C	備　考
1.52	16.82	0.04	0	1.52	277.72	1.30	12.92	0.694	
2.06	35.96	0.07	0	2.06	278.26	2.05	17.51	0.693	
2.41	53.67	0.11	0	2.41	278.61	2.62	20.49	0.700	
2.69	71.02	0.14	0	2.69	278.89	3.11	22.87	0.705	
2.94	89.44	0.18	0	2.94	279.14	3.58	24.99	0.710	
3.17	107.51	0.21	0	3.17	279.37	3.99	26.95	0.707	
3.37	125.40	0.24	0	3.37	279.57	4.38	28.65	0.708	



付図－2（1）　比較形状の圧力測定位置



付図－2（2）　比較形状の圧力測定位置

付表－4（1）　比較形状の壁面作用圧力

比較形状１

	貯水位	[EL.m]	279.50	
	流　量	[m^3/s]	321.64	
測点番号	測点距離	ピエゾ標高 [EL.m]	ピエゾ水頭 [EL.m]	圧力水頭 [m水柱]
①	0.39	276.08	278.18	2.10
②	0.90	276.04	278.24	2.20
③	1.06	275.10	278.24	3.14
④	4.40	275.10	278.30	3.20
⑤	7.74	275.10	278.66	3.56
⑥	7.90	276.20	274.18	−2.02
⑦	8.40	276.20	274.50	−1.70
⑧	8.90	276.20	275.96	−0.24
⑨	9.44	276.05	275.44	−0.61
⑩	9.83	275.85	275.02	−0.83
⑪	10.54	275.35	274.70	−0.65
⑫	11.16	274.74	273.28	−1.46
⑬	11.66	274.02	272.86	−1.16
⑭	12.03	273.23	271.44	−1.79
⑮	12.16	272.82	271.04	−1.78
⑯	12.25	272.39	270.48	−1.91
⑰	12.31	271.96	270.18	−1.78
⑱	12.33	271.52	270.82	−0.70

比較形状２（最終案（a）案）

	貯水位	[EL.m]	279.53	
	流　量	[m^3/s]	331.30	
測点番号	測点距離	ピエゾ標高 [EL.m]	ピエゾ水頭 [EL.m]	圧力水頭 [m水柱]
①	0.39	276.08	278.06	1.98
②	0.90	276.04	278.16	2.12
③	1.06	275.10	278.16	3.06
④	4.40	275.10	278.20	3.10
⑤	7.74	275.10	278.80	3.70
⑥	7.90	276.00	275.26	−0.74
⑦	8.40	276.00	275.04	−0.96
⑧	8.90	276.20	274.60	−1.60
⑨	9.44	276.05	274.80	−1.25
⑩	9.83	275.85	275.00	−0.85
⑪	10.54	275.35	274.56	−0.79
⑫	11.16	274.74	273.58	−1.16
⑬	11.66	274.02	272.78	−1.24
⑭	12.03	273.23	271.62	−1.61
⑮	12.16	272.82	271.02	−1.80
⑯	12.25	272.39	270.46	−1.93
⑰	12.31	271.96	270.26	−1.70
⑱	12.33	271.52	270.78	−0.74

付表－4（2）　比較形状の壁面作用圧力

比較形状 3

	貯水位	[EL.m]	279.51	
	流　量	[m^3/s]	322.71	
測点番号	測点距離	ピエゾ標高 [EL.m]	ピエゾ水頭 [EL.m]	圧力水頭 [m水柱]
①	0.39	276.08	278.14	2.06
②	0.90	276.04	278.24	2.20
③	1.06	274.90	278.22	3.32
④	4.40	274.90	278.08	3.18
⑤	7.74	274.90	278.70	3.80
⑥	7.90	276.00	275.72	-0.28
⑦	8.40	276.00	275.78	-0.22
⑧	8.90	276.20	274.48	-1.72
⑨	9.44	276.05	275.02	-1.03
⑩	9.83	275.85	275.06	-0.79
⑪	10.54	275.35	274.66	-0.69
⑫	11.16	274.74	273.82	-0.92
⑬	11.66	274.02	272.82	-1.20
⑭	12.03	273.23	271.68	-1.55
⑮	12.16	272.82	271.26	-1.56
⑯	12.25	272.39	270.84	-1.55
⑰	12.31	271.96	271.14	-0.82
⑱	12.33	271.52	271.58	0.06

比較形状 4（最終案（b）案）

	貯水位	[EL.m]	279.51	
	流　量	[m^3/s]	331.83	
測点番号	測点距離	ピエゾ標高 [EL.m]	ピエゾ水頭 [EL.m]	圧力水頭 [m水柱]
①	0.39	276.08	278.00	1.92
②	0.90	276.04	277.90	1.86
③	1.06	274.65	278.10	3.45
④	4.40	274.65	277.84	3.19
⑤	7.74	274.65	278.62	3.97
⑥	7.90	275.75	275.48	-0.27
⑦	8.40	275.75	276.24	0.49
⑧	8.90	275.95	274.14	-1.81
⑨	9.44	275.80	274.38	-1.42
⑩	9.83	275.60	274.32	-1.28
⑪	10.54	275.10	273.78	-1.32
⑫	11.16	274.49	273.24	-1.25
⑬	11.66	273.77	272.32	-1.45
⑭	12.03	272.98	271.30	-1.68
⑮	12.16	272.57	270.94	-1.63
⑯	12.25	272.14	270.56	-1.58
⑰	12.31	271.71	270.82	-0.89
⑱	12.33	271.27	272.58	1.31

付表－4（3）　比較形状の壁面作用圧力

比較形状４（最終案（b）案：流量係数最大時）

	貯水位	[EL.m]	278.49	
	流　量	[m^3/s]	214.66	
測点番号	測点距離	ピエゾ標高 [EL.m]	ピエゾ水頭 [EL.m]	圧力水頭 [m水柱]
①	0.39	276.08	277.22	1.14
②	0.90	276.04	276.84	0.80
③	1.06	274.40	276.88	2.48
④	4.40	274.40	277.08	2.68
⑤	7.74	274.40	277.76	3.36
⑥	7.90	275.50	274.00	-1.50
⑦	8.40	275.50	273.92	-1.58
⑧	8.90	275.70	275.52	-0.18
⑨	9.44	275.55	275.52	-0.03
⑩	9.83	275.35	275.66	0.31
⑪	10.54	274.85	275.02	0.17
⑫	11.16	274.24	274.08	-0.16
⑬	11.66	273.52	273.28	-0.24
⑭	12.03	272.73	272.34	-0.39
⑮	12.16	272.32	271.86	-0.46
⑯	12.25	271.89	271.44	-0.45
⑰	12.31	271.46	271.36	-0.10
⑱	12.33	271.02	272.16	1.14

付表－4（4）　比較形状の壁面作用圧力

比較形状２（最終案（a）案）デフレクタ設置時

測定条件:　h=1.0m
貯水位 EL.　277.20 m
流　量 Q=　49.23 m^3/s

NO	径間中央			デフレクタ沿い		
	ピエゾ標高 [EL.m]	ピエゾ水頭 [EL.m]	圧力水頭 [m水柱]	ピエゾ標高 [EL.m]	ピエゾ水頭 [EL.m]	圧力水頭 [m水柱]
1	276.08	277.08	1.00	－	－	－
2	276.04	276.98	0.94	－	－	－
3	275.10	276.98	1.88	－	－	－
4	275.10	276.98	1.88	－	－	－
5	275.10	277.06	1.96	－	－	－
6	276.20	276.90	0.70	276.20	276.86	0.66
7	276.20	276.98	0.78	276.20	276.94	0.74
8	276.20	276.54	0.34	276.20	276.44	0.24
9	276.11	276.32	0.21	276.11	276.28	0.17
10	275.91	276.12	0.21	275.91	276.12	0.21
11	275.43	275.50	0.07	275.43	275.66	0.23
12	274.81	274.74	-0.07	274.81	275.00	0.19
13	274.11	274.04	-0.07	274.11	274.42	0.31
14	273.33	273.12	-0.21	273.33	273.44	0.11
15	272.89	272.72	-0.17	272.89	271.98	-0.91
16	272.48	272.22	-0.26	272.48	272.60	0.12
17	272.06	271.84	-0.22	272.06	272.30	0.24
18	271.64	271.88	0.24	271.64	271.84	0.20
19	－	－	－	270.59	270.40	-0.19
20	－	－	－	268.66	268.66	0.00
21	－	－	－	266.71	266.30	-0.41

測定条件:　h=2.0m
貯水位 EL.　278.21 m
流　量 Q=　151.34 m^3/s

NO	径間中央			デフレクタ沿い		
	ピエゾ標高 [EL.m]	ピエゾ水頭 [EL.m]	圧力水頭 [m水柱]	ピエゾ標高 [EL.m]	ピエゾ水頭 [EL.m]	圧力水頭 [m水柱]
1	276.08	277.62	1.54	－	－	－
2	276.04	277.52	1.48	－	－	－
3	275.10	277.54	2.44	－	－	－
4	275.10	277.54	2.44	－	－	－
5	275.10	277.80	2.70	－	－	－
6	276.20	277.12	0.92	276.20	277.06	0.86
7	276.20	277.48	1.28	276.20	277.46	1.26
8	276.20	276.48	0.28	276.20	276.28	0.08
9	276.11	276.16	0.05	276.11	276.12	0.01
10	275.91	276.06	0.15	275.91	276.06	0.15
11	275.43	275.42	-0.01	275.43	275.88	0.45
12	274.81	274.50	-0.31	274.81	275.30	0.49
13	274.11	273.78	-0.33	274.11	274.58	0.47
14	273.33	272.84	-0.49	273.33	273.42	0.09
15	272.89	272.52	-0.37	272.89	271.92	-0.97
16	272.48	272.04	-0.44	272.48	272.62	0.14
17	272.06	271.76	-0.30	272.06	272.24	0.18
18	271.64	271.94	0.30	271.64	271.96	0.32
19	－	－	－	270.59	270.44	-0.15
20	－	－	－	268.66	268.20	-0.46
21	－	－	－	266.71	266.32	-0.39

付表－4（5）　比較形状の壁面作用圧力

比較形状２（最終案（a）案）デフレクタ設置時
測定条件:　h=2.5m
貯水位 EL.　278.69 m
流　量 Q=　220.71 m^3/s

NO	径間中央			デフレクタ沿い		
	ピエゾ標高 [EL.m]	ピエゾ水頭 [EL.m]	圧力水頭 [m水柱]	ピエゾ標高 [EL.m]	ピエゾ水頭 [EL.m]	圧力水頭 [m水柱]
1	276.08	277.66	1.58	－	－	－
2	276.04	277.57	1.53	－	－	－
3	275.10	277.56	2.46	－	－	－
4	275.10	277.80	2.70	－	－	－
5	275.10	278.16	3.06	－	－	－
6	276.20	276.32	0.12	276.20	276.32	0.12
7	276.20	276.45	0.25	276.20	276.44	0.24
8	276.20	276.16	-0.04	276.20	275.97	-0.23
9	276.11	275.96	-0.15	276.11	275.86	-0.25
10	275.91	275.92	0.01	275.91	275.94	0.03
11	275.43	275.30	-0.13	275.43	275.90	0.47
12	274.81	274.40	-0.41	274.81	275.34	0.53
13	274.11	273.74	-0.37	274.11	274.58	0.47
14	273.33	272.86	-0.47	273.33	273.36	0.03
15	272.89	272.56	-0.33	272.89	271.71	-1.18
16	272.48	272.12	-0.36	272.48	272.46	-0.02
17	272.06	271.86	-0.20	272.06	272.12	0.06
18	271.64	271.79	0.15	271.64	271.84	0.20
19	－	－	－	270.59	270.36	-0.23
20	－	－	－	268.66	268.22	-0.44
21	－	－	－	266.71	266.30	-0.41

測定条件:　h=3.3m
貯水位 EL.　279.51 m
流　量 Q=　327.18 m^3/s

NO	径間中央			デフレクタ沿い		
	ピエゾ標高 [EL.m]	ピエゾ水頭 [EL.m]	圧力水頭 [m水柱]	ピエゾ標高 [EL.m]	ピエゾ水頭 [EL.m]	圧力水頭 [m水柱]
1	276.08	278.02	1.94	－	－	－
2	276.04	278.14	2.10	－	－	－
3	275.10	278.16	3.06	－	－	－
4	275.10	278.28	3.18	－	－	－
5	275.10	278.80	3.70	－	－	－
6	276.20	275.22	-0.98	276.20	275.14	-1.06
7	276.20	275.40	-0.80	276.20	275.44	-0.76
8	276.20	274.82	-1.38	276.20	274.33	-1.87
9	276.11	274.83	-1.28	276.11	274.74	-1.37
10	275.91	275.06	-0.85	275.91	275.14	-0.77
11	275.43	274.64	-0.79	275.43	275.66	0.23
12	274.81	273.69	-1.12	274.81	275.30	0.49
13	274.11	272.87	-1.24	274.11	274.42	0.31
14	273.33	271.67	-1.66	273.33	272.92	-0.41
15	272.89	271.31	-1.58	272.89	270.83	-2.06
16	272.48	270.84	-1.64	272.48	271.82	-0.66
17	272.06	271.02	-1.04	272.06	271.52	-0.54
18	271.64	272.36	0.72	271.64	271.52	-0.12
19	－	－	－	270.59	270.38	-0.21
20	－	－	－	268.66	267.48	-1.18
21	－	－	－	266.71	266.44	-0.27

付表－4（6）　比較形状の壁面作用圧力

比較形状２（最終案（a）案）取水塔設置時

測定条件：　h=1.0m
貯水位 EL.　277.20 m
流　量 Q=　39.21 m^3/s

NO	ピエゾ標高	径間中央		取水塔沿い	
		ピエゾ水頭 [EL.m]	圧力水頭 [m水柱]	ピエゾ水頭 [EL.m]	圧力水頭 [m水柱]
①	276.08	276.92	0.84	276.94	0.86
②	276.04	276.78	0.74	276.84	0.80
③	275.10	276.80	1.70	276.84	1.74
④	275.10	276.78	1.68	276.82	1.72
⑤	275.10	276.98	1.88	276.90	1.80
⑥	276.20	276.84	0.64	276.76	0.56
⑦	276.20	276.90	0.70	276.84	0.64
⑧	276.20	276.50	0.30	276.54	0.34
⑨	276.11	276.24	0.13	276.26	0.15
⑩	275.91	276.06	0.15	276.12	0.21
⑪	275.43	275.38	-0.05	275.56	0.13
⑫	274.81	274.86	0.05	274.88	0.07
⑬	274.11	274.02	-0.09	274.12	0.01
⑭	273.33	273.16	-0.17	273.26	-0.07
⑮	272.89	272.84	-0.05	272.78	-0.11
⑯	272.48	272.36	-0.12	272.30	-0.18
⑰	272.06	271.98	-0.08	271.94	-0.12
⑱	271.64	271.96	0.32	272.04	0.40

測定条件：　h=2.0m
貯水位 EL.　278.21 m
流　量 Q=　119.92 m^3/s

NO	ピエゾ標高	径間中央		取水塔沿い	
		ピエゾ水頭 [EL.m]	圧力水頭 [m水柱]	ピエゾ水頭 [EL.m]	圧力水頭 [m水柱]
①	276.08	277.29	1.21	277.18	1.10
②	276.04	277.17	1.13	277.18	1.14
③	275.10	277.18	2.08	277.20	2.10
④	275.10	277.62	2.52	277.18	2.08
⑤	275.10	277.86	2.76	277.66	2.56
⑥	276.20	276.36	0.16	276.46	0.26
⑦	276.20	276.36	0.16	276.78	0.58
⑧	276.20	276.56	0.36	276.42	0.22
⑨	276.11	276.08	-0.03	276.06	-0.05
⑩	275.91	275.98	0.07	276.12	0.21
⑪	275.43	275.26	-0.17	275.56	0.13
⑫	274.81	274.76	-0.05	274.82	0.01
⑬	274.11	273.84	-0.27	274.04	-0.07
⑭	273.33	273.02	-0.31	273.26	-0.07
⑮	272.89	272.82	-0.07	272.76	-0.13
⑯	272.48	272.36	-0.12	272.28	-0.20
⑰	272.06	272.02	-0.04	272.00	-0.06
⑱	271.64	271.90	0.26	272.00	0.36

付表－4（7）　比較形状の壁面作用圧力

比較形状２（最終案（a）案）取水塔設置時

測定条件：　h=2.5m
貯水位 EL.　278.69 m
流　量 Q=　173.84 m^3/s

NO	ピエゾ標高	径間中央		取水塔沿い	
		ピエゾ水頭 [EL.m]	圧力水頭 [m水柱]	ピエゾ水頭 [EL.m]	圧力水頭 [m水柱]
①	276.08	277.24	1.16	276.96	0.88
②	276.04	277.10	1.06	277.10	1.06
③	275.10	277.10	2.00	277.08	1.98
④	275.10	277.74	2.64	276.94	1.84
⑤	275.10	278.04	2.94	277.72	2.62
⑥	276.20	274.60	-1.60	275.54	-0.66
⑦	276.20	274.54	-1.66	275.68	-0.52
⑧	276.20	275.84	-0.36	276.22	0.02
⑨	276.11	275.58	-0.53	275.83	-0.28
⑩	275.91	275.62	-0.29	276.00	0.09
⑪	275.43	275.04	-0.39	275.52	0.09
⑫	274.81	274.46	-0.35	274.79	-0.02
⑬	274.11	273.34	-0.77	274.08	-0.03
⑭	273.33	272.27	-1.06	273.30	-0.03
⑮	272.89	272.08	-0.81	272.82	-0.07
⑯	272.48	271.68	-0.80	272.30	-0.18
⑰	272.06	271.71	-0.35	272.02	-0.04
⑱	271.64	272.41	0.77	271.98	0.34

測定条件：　h=3.3m
貯水位 EL.　279.52 m
流　量 Q=　259.42 m^3/s

NO	ピエゾ標高	径間中央		取水塔沿い	
		ピエゾ水頭 [EL.m]	圧力水頭 [m水柱]	ピエゾ水頭 [EL.m]	圧力水頭 [m水柱]
①	276.08	277.54	1.46	277.14	1.06
②	276.04	277.74	1.70	277.60	1.56
③	275.10	277.72	2.62	277.58	2.48
④	275.10	278.66	3.56	277.50	2.40
⑤	275.10	278.98	3.88	278.48	3.38
⑥	276.20	273.88	-2.32	274.61	-1.59
⑦	276.20	273.72	-2.48	274.95	-1.25
⑧	276.20	275.06	-1.14	275.30	-0.90
⑨	276.11	274.45	-1.66	274.94	-1.17
⑩	275.91	274.82	-1.09	275.48	-0.43
⑪	275.43	274.37	-1.06	275.26	-0.17
⑫	274.81	273.98	-0.83	274.53	-0.28
⑬	274.11	272.89	-1.22	273.81	-0.30
⑭	273.33	271.90	-1.43	273.08	-0.25
⑮	272.89	271.81	-1.08	272.67	-0.22
⑯	272.48	271.51	-0.97	272.14	-0.34
⑰	272.06	271.66	-0.40	271.94	-0.12
⑱	271.64	272.46	0.82	271.99	0.35

付表－5　洪水調節用放流管の貯水位と放流量の関係

戸溝なし

貯水位 H:[EL.m]	水頭 H_P:[m]	放流量 Q_P:[m^3/s]	流量係数 C_P	H_P/D	D/H_P	C_P^2	備考
247.91	2.21	31.25	0.300	0.670	1.718	0.090	開水路流
249.15	3.45	62.50	0.480	1.045	1.101	0.230	〃
250.20	4.50	92.81	0.624	1.364	0.844	0.389	〃
251.10	5.40	124.38	0.763	1.636	0.704	0.583	管路流
252.10	6.40	139.38	0.786	1.939	0.594	0.617	〃
253.33	7.63	158.13	0.817	2.311	0.498	0.667	〃
254.55	8.85	170.63	0.818	2.682	0.429	0.669	〃
256.08	10.38	187.50	0.830	3.144	0.366	0.689	〃
257.58	11.88	204.06	0.844	3.598	0.320	0.713	〃
259.15	13.45	217.81	0.847	4.076	0.283	0.717	〃
260.95	15.25	233.75	0.854	4.621	0.249	0.729	〃
263.00	17.30	249.69	0.856	5.242	0.220	0.733	〃
267.13	21.43	282.19	0.869	6.492	0.177	0.756	〃
271.95	26.25	311.88	0.868	7.955	0.145	0.753	〃
277.05	31.35	343.13	0.874	9.500	0.121	0.764	〃
282.88	37.18	374.38	0.876	11.265	0.102	0.767	〃
遷移領域下降時							
257.95	12.25	203.44	0.829	3.712	0.310	0.687	管路流
254.65	8.95	171.88	0.819	2.712	0.425	0.671	〃
252.23	6.53	142.19	0.794	1.977	0.582	0.630	〃

戸溝あり

貯水位 H:[EL.m]	水頭 H_P:[m]	放流量 Q_P:[m^3/s]	流量係数 C_P	H_P/D	D/H_P	C_P^2	備考
247.95	2.25	31.56	0.300	0.682	1.689	0.090	開水路流
249.18	3.48	62.50	0.478	1.053	1.094	0.229	〃
250.20	4.50	95.31	0.641	1.364	0.844	0.411	〃
251.10	5.40	125.63	0.771	1.636	0.704	0.594	管路流
253.30	7.60	155.94	0.807	2.303	0.500	0.651	〃
252.05	6.35	141.25	0.799	1.924	0.598	0.639	〃
254.58	8.88	171.56	0.821	2.689	0.428	0.674	〃
255.95	10.25	187.19	0.834	3.106	0.371	0.695	〃
257.38	11.68	203.75	0.850	3.538	0.325	0.723	〃
259.03	13.33	218.75	0.855	4.038	0.285	0.730	〃
260.75	15.05	234.38	0.862	4.561	0.252	0.742	〃
262.78	17.08	250.94	0.866	5.174	0.223	0.750	〃
266.85	21.15	282.50	0.876	6.409	0.180	0.767	〃
271.53	25.83	312.50	0.877	7.826	0.147	0.769	〃
276.54	30.84	343.44	0.882	9.345	0.123	0.778	〃
282.25	36.55	376.56	0.888	11.076	0.104	0.789	〃
遷移領域下降時							
257.40	11.70	203.75	0.849	3.545	0.325	0.722	管路流
254.58	8.88	172.81	0.827	2.689	0.428	0.684	〃
252.10	6.40	140.94	0.794	1.939	0.594	0.631	〃

付表－6（1）　洪水調節用放流管の壁面作用圧力（戸溝なし）

測 定 条 件
貯水位:　270.45 m
放流量:　302.81 m^3/s

ピエゾ番号	D.Cからの測点距離 [m]	ピエゾ標高 [EL.m]	上面 ピエゾ水頭 [EL.m]	上面 圧力水頭 [m水柱]	上面隅 ピエゾ水頭 [EL.m]	上面隅 圧力水頭 [m水柱]	D.Cからの測点距離 [m]	ピエゾ標高 [EL.m]	下面隅 ピエゾ水頭 [EL.m]	下面隅 圧力水頭 [m水柱]	下面 ピエゾ水頭 [EL.m]	下面 圧力水頭 [m水柱]	備考
1	2.16	250.84	266.70	15.86	268.31	17.47	0.30	245.41	264.41	19.00	258.44	13.03	
2	2.48	250.23	265.94	15.71	267.14	16.91	0.93	245.69	260.90	15.21	259.29	13.60	
3	2.89	249.91	262.91	13.01	263.63	13.72	1.45	245.69	258.73	13.04	258.69	13.00	
4	3.33	249.63	260.41	10.78	259.80	10.17	1.96	245.63	257.10	11.47	257.10	11.47	ベルマウス部
5	3.77	249.40	258.49	9.09	257.05	7.65	2.46	245.55	255.00	9.45	255.34	9.79	
6	4.23	249.18	257.60	8.42	255.68	6.49	2.95	245.44	253.98	8.54	254.70	9.26	
7	4.69	248.98	257.65	8.67	256.03	7.04	3.44	245.31	253.40	8.09	254.04	8.73	
8	5.16	248.80	258.85	10.05	257.84	9.03	3.92	245.16	253.20	8.04	253.40	8.24	
9	5.61	248.59	259.79	11.20	258.81	10.22	4.39	245.00	253.63	8.62	253.38	8.37	
10	6.04	248.31	256.30	7.99	255.93	7.62	4.86	244.84	253.38	8.53	252.73	7.88	
11	6.48	248.03	253.60	5.57	253.30	5.27	5.34	244.68	252.73	8.05	252.10	7.42	漸縮部
12							5.81	244.52	251.93	7.41	251.28	6.76	
13							6.28	244.35	251.28	6.92	250.68	6.32	
14							6.76	244.19	249.98	5.78	249.30	5.11	
15							8.75	243.48	246.53	3.05	246.03	2.55	
16							10.75	242.70	244.20	1.50	244.08	1.37	
17							12.75	241.86	243.23	1.36	242.83	0.96	
18							14.75	240.96	241.90	0.94	241.48	0.52	
19							16.75	239.99	240.98	0.99	240.78	0.79	
20							18.75	238.96	239.78	0.82	239.20	0.24	開水路部
21							20.75	237.86	239.20	1.34	238.68	0.81	
22							22.75	236.70	237.40	0.70	237.60	0.90	
23							24.75	235.48	236.05	0.57	235.38	−0.10	
24							26.75	234.19	235.00	0.81	234.75	0.56	
25							28.75	232.84	233.60	0.76	232.73	−0.11	
26							30.75	231.42	231.50	0.08	231.23	−0.20	
27							32.75	229.94	230.78	0.83	230.20	0.26	
28							34.75	228.40	228.55	0.15	228.18	−0.22	

付表－6（2）　洪水調節用放流管の壁面作用圧力（戸溝なし）

測 定 条 件
貯水位:　279.25 m
放流量:　356.56 m^3/s

ピエゾ番号	D.Cからの測点距離 [m]	ピエゾ標高 [EL.m]	上面 ピエゾ水頭 [EL.m]	上面 圧力水頭 [m水柱]	上面隅 ピエゾ水頭 [EL.m]	上面隅 圧力水頭 [m水柱]	D.Cからの測点距離 [m]	ピエゾ標高 [EL.m]	下面隅 ピエゾ水頭 [EL.m]	下面隅 圧力水頭 [m水柱]	下面 ピエゾ水頭 [EL.m]	下面 圧力水頭 [m水柱]	備考
1	2.16	250.84	274.74	23.90	276.14	25.30	0.30	245.41	271.11	25.70	262.68	17.27	
2	2.48	250.23	273.28	23.05	274.99	24.76	0.93	245.69	265.98	20.28	263.65	17.96	
3	2.89	249.91	269.13	19.22	270.05	20.14	1.45	245.69	263.15	17.46	263.09	17.40	
4	3.33	249.63	265.65	16.02	264.83	15.19	1.96	245.63	260.83	15.19	261.20	15.57	ベルマウス部
5	3.77	249.40	262.93	13.53	260.78	11.38	2.46	245.55	257.94	12.39	258.58	13.03	
6	4.23	249.18	261.58	12.39	259.18	9.99	2.95	245.44	256.55	11.11	257.64	12.20	
7	4.69	248.98	261.63	12.64	259.35	10.37	3.44	245.31	256.19	10.88	256.76	11.45	
8	5.16	248.80	263.33	14.52	261.91	13.11	3.92	245.16	255.66	10.50	255.86	10.70	
9	5.61	248.59	264.80	16.21	263.25	14.66	4.39	245.00	256.21	11.21	256.03	11.02	
10	6.04	248.31	259.90	11.59	259.41	11.10	4.86	244.84	256.01	11.17	255.09	10.25	
11	6.48	248.03	256.03	8.00	255.70	7.67	5.34	244.68	255.08	10.40	254.11	9.43	漸縮部
12							5.81	244.52	254.15	9.63	252.93	8.41	
13							6.28	244.35	252.79	8.43	251.75	7.40	
14							6.76	244.19	251.33	7.13	250.25	6.06	
15							8.75	243.48	245.34	1.86	246.00	2.52	
16							10.75	242.70	243.68	0.97	243.48	0.77	
17							12.75	241.86	242.80	0.94	242.00	0.14	
18							14.75	240.96	241.30	0.34	240.53	−0.43	
19							16.75	239.99	240.55	0.56	240.44	0.45	
20							18.75	238.96	239.25	0.29	238.60	−0.36	開水路部
21							20.75	237.86	238.88	1.01	238.18	0.31	
22							22.75	236.70	236.95	0.25	237.23	0.52	
23							24.75	235.48	235.65	0.17	234.88	−0.60	
24							26.75	234.19	234.63	0.44	234.20	0.01	
25							28.75	232.84	233.23	0.39	232.30	−0.54	
26							30.75	231.42	231.03	−0.40	230.73	−0.70	
27							32.75	229.94	229.93	−0.02	229.93	−0.02	
28							34.75	228.40	228.35	−0.05	227.88	−0.52	

付表－7（1）　洪水調節用放流管の壁面作用圧力（戸溝あり）

測 定 条 件
貯水位:　270.45 m
放流量:　305.00 m^3/s

ピエゾ番号	D.Cからの測点距離 [m]	ピエゾ標高 [EL.m]	上面 ピエゾ水頭 [EL.m]	上面 圧力水頭 [m水柱]	上面隅 ピエゾ水頭 [EL.m]	上面隅 圧力水頭 [m水柱]	D.Cからの測点距離 [m]	ピエゾ標高 [EL.m]	下面隅 ピエゾ水頭 [EL.m]	下面隅 圧力水頭 [m水柱]	下面 ピエゾ水頭 [EL.m]	下面 圧力水頭 [m水柱]	備考
1	2.16	250.84	267.45	16.61	268.45	17.61	0.30	245.41	264.33	18.92	258.23	12.82	
2	2.48	250.23	265.65	15.42	267.20	16.97	0.93	245.69	260.55	14.86	259.20	13.51	
3	2.89	249.91	263.18	13.27	263.43	13.52	1.45	245.69	258.38	12.69	258.58	12.89	
4	3.33	249.63	260.35	10.72	259.95	10.32	1.96	245.63	257.10	11.47	257.08	11.44	ベルマウス部
5	3.77	249.40	258.35	8.95	256.85	7.45	2.46	245.55	254.83	9.28	255.30	9.75	
6	4.23	249.18	257.43	8.24	255.48	6.29	2.95	245.44	253.68	8.24	254.55	9.11	
7	4.69	248.98	257.53	8.54	255.80	6.82	3.44	245.31	253.10	7.79	253.85	8.54	
8	5.16	248.80	258.73	9.92	257.68	8.87	3.92	245.16	252.95	7.79	253.10	7.94	
9	5.61	248.59	259.95	11.36	258.98	10.38	4.39	245.00	253.65	8.65	253.23	8.22	
10	6.04	248.31	256.35	8.04	256.00	7.69	4.86	244.84	253.13	8.28	252.45	7.61	
11	6.48	248.03	253.33	5.30	253.18	5.15	5.34	244.68	252.58	7.90	251.85	7.17	漸縮部
12							5.81	244.52	251.75	7.23	251.13	6.61	
13							6.28	244.35	250.73	6.37	250.20	5.85	
14							6.76	244.19	249.33	5.13	249.33	5.13	
15							8.75	243.48	247.20	3.72	246.55	3.07	
16							10.75	242.70	243.83	1.12	244.23	1.52	
17							12.75	241.86	243.03	1.16	242.53	0.66	
18							14.75	240.96	241.95	0.99	241.63	0.67	
19							16.75	239.99	240.85	0.86	239.70	−0.29	
20							18.75	238.96	240.03	1.07	238.43	−0.53	開水路部
21							20.75	237.86	239.05	1.19	238.90	1.04	
22							22.75	236.70	237.60	0.90	237.38	0.67	
23							24.75	235.48	236.18	0.70	236.20	0.72	
24							26.75	234.19	235.10	0.91	235.18	0.99	
25							28.75	232.84	233.58	0.74	234.05	1.21	
26							30.75	231.42	232.13	0.70	232.10	0.68	
27							32.75	229.94	230.50	0.56	230.23	0.28	
28							34.75	228.40	228.75	0.35	228.70	0.30	

付表－7（2）　洪水調節用放流管の壁面作用圧力（戸溝あり）

測 定 条 件
貯水位:　279.38 m
放流量:　359.69 m^3/s

ピエゾ番号	D.Cからの測点距離 [m]	ピエゾ標高 [EL.m]	上面 ピエゾ水頭 [EL.m]	上面 圧力水頭 [m水柱]	上面隅 ピエゾ水頭 [EL.m]	上面隅 圧力水頭 [m水柱]	D.Cからの測点距離 [m]	ピエゾ標高 [EL.m]	下面隅 ピエゾ水頭 [EL.m]	下面隅 圧力水頭 [m水柱]	下面 ピエゾ水頭 [EL.m]	下面 圧力水頭 [m水柱]	備考
1	2.16	250.84	275.34	24.50	275.65	24.81	0.30	245.41	271.05	25.64	262.56	17.15	
2	2.48	250.23	273.10	22.87	274.69	24.46	0.93	245.69	265.90	20.21	263.66	17.97	
3	2.89	249.91	268.88	18.97	269.99	20.08	1.45	245.69	262.98	17.29	262.90	17.21	
4	3.33	249.63	265.33	15.69	264.63	14.99	1.96	245.63	260.68	15.04	260.69	15.05	ベルマウス部
5	3.77	249.40	262.65	13.25	260.45	11.05	2.46	245.55	257.93	12.38	258.20	12.65	
6	4.23	249.18	261.43	12.24	258.70	9.52	2.95	245.44	256.40	10.96	257.40	11.96	
7	4.69	248.98	261.55	12.57	259.18	10.19	3.44	245.31	255.65	10.34	256.38	11.07	
8	5.16	248.80	263.23	14.42	261.70	12.90	3.92	245.16	255.33	10.16	255.50	10.34	
9	5.61	248.59	264.60	16.01	263.40	14.81	4.39	245.00	255.85	10.85	255.73	10.72	
10	6.04	248.31	259.78	11.47	259.18	10.87	4.86	244.84	255.55	10.71	254.83	9.98	
11	6.48	248.03	255.83	7.80	255.28	7.25	5.34	244.68	254.50	9.82	253.70	9.02	漸縮部
12							5.81	244.52	253.40	8.88	252.73	8.21	
13							6.28	244.35	252.25	7.90	251.48	7.12	
14							6.76	244.19	250.23	6.03	250.28	6.08	
15							8.75	243.48	245.03	1.55	246.73	3.25	
16							10.75	242.70	243.55	0.85	243.85	1.15	
17							12.75	241.86	242.58	0.71	241.83	−0.04	
18							14.75	240.96	241.50	0.54	240.93	−0.03	
19							16.75	239.99	240.38	0.39	238.65	−1.34	
20							18.75	238.96	239.63	0.67	237.28	−1.68	開水路部
21							20.75	237.86	238.68	0.81	238.43	0.56	
22							22.75	236.70	237.23	0.52	236.93	0.22	
23							24.75	235.48	235.78	0.30	235.78	0.30	
24							26.75	234.19	234.85	0.66	234.85	0.66	
25							28.75	232.84	233.30	0.46	233.88	1.04	
26							30.75	231.42	231.83	0.40	231.78	0.35	
27							32.75	229.94	230.25	0.31	229.98	0.03	
28							34.75	228.40	228.53	0.13	228.43	0.03	

付表－8（1）　堤趾導流部壁沿い水面形（修正原案）

貯水位:EL　275.1 m
放流量:　1500.8 m^3/s

測線	名称	ジョイントNO	C.Lからの距離[m]	フーチング標高	壁沿い水位[EL.m]		壁沿い水深[m]		備考
					平均	最高	平均	最高	
左岸	L1	J1 +6	-99.0	278.0					水面無し
	L2	+9	-96.0	276.5					〃
	L3	+12	-93.0	273.5					〃
	L4	J2	-90.0	270.5					〃
	L5	+3	-87.0	267.5					〃
	L6	+6	-84.0	264.5	265.6	265.9	1.1	1.4	
	L7	+9	-81.0	261.5	263.8	264.3	2.3	2.8	
	L8	+12	-78.0	258.5	261.7	262.5	3.2	4.0	
	L9	J3	-75.0	255.5	260.9	262.7	5.4	7.2	
	L10	+3	-72.0	252.5	256.8	258.0	4.3	5.5	
	L11	+6	-69.0	248.0	255.8	256.6	7.8	8.6	
	L12	+9	-66.0	243.5	254.5	258.0	11.0	14.5	
	L13	+12	-63.0	240.5	252.2	255.3	11.7	14.8	
	L14	J4	-60.0	237.5	248.5	251.3	11.0	13.8	
	L15	+3	-57.0	233.0	244.2	248.9	11.2	15.9	
	L16	+6	-54.0	230.0	241.4	243.5	11.4	13.5	
	L17	+9	-51.0	227.0	237.4	240.7	10.4	13.7	
	L18	+12	-48.0	222.5	234.6	235.3	12.1	12.8	
	L19	J5	-45.0	219.5	232.2	234.4	12.7	14.9	
	L20	+3	-42.0	216.5	229.2	232.5	12.7	16.0	
	L21	+6	-39.0	213.5	226.9	230.3	13.4	16.8	
	L22	+9	-36.0	210.5	221.1	225.7	10.6	15.2	
	L23	+12	-33.0	207.5	219.3	221.4	11.8	13.9	
	L24	J6	-30.0	204.5	216.0	219.2	11.5	14.7	
	L25	+3	-27.0	203.0	215.9	217.7	12.9	14.7	
右岸	R26	J10	30.0	204.5	216.0	217.4	11.5	12.9	
	R25-3	+3	33.0	206.0	215.8	217.2	9.8	11.2	
	R25-2	+9	39.0	206.0	217.6	220.2	11.6	14.2	
	R25-1	J11	45.0	206.0	213.9	215.7	7.9	9.7	
	R24	+6	51.0	207.5	219.1	221.7	11.6	14.2	
	R23	+9	54.0	209.0	216.9	218.7	7.9	9.7	
	R22	+12	57.0	210.5	222.2	225.3	11.7	14.8	
	R21	J12	60.0	213.5	224.5	227.8	11.0	14.3	
	R20	+3	63.0	216.5	227.9	231.0	11.4	14.5	
	R19	+6	66.0	221.0	230.7	234.8	9.7	13.8	
	R18	+9	69.0	224.0	236.6	239.1	12.6	15.1	
	R17	+12	72.0	228.5	239.3	242.7	10.8	14.2	
	R16	J13	75.0	231.5	243.6	248.5	12.1	17.0	
	R15	+3	78.0	236.0	246.4	251.3	10.4	15.3	
	R14	+6	81.0	239.0	249.5	252.2	10.5	13.2	
	R13	+9	84.0	243.5	251.3	252.3	7.8	8.8	
	R12	+12	87.0	248.0	253.4	254.2	5.4	6.2	
	R11	J14	90.0	251.0	256.3	258.0	5.3	7.0	
	R10	+3	93.0	254.0	257.3	258.5	3.3	4.5	
	R9	+6	96.0	255.5	257.8	258.7	2.3	3.2	
	R8	+9	99.0	257.0	259.2	259.8	2.2	2.8	
	R7	+12	102.0	260.0					水面無し
	R6	J15	105.0	261.5					〃
	R5	+3	108.0	266.0					〃
	R4	+6	111.0	269.0					〃
	R3	+9	114.0	272.0					〃
	R2	+12	117.0	275.0					〃
	R1	J16	120.0	276.5					〃

付表－8（2）　堤趾導流部壁沿い水面形（修正原案）

貯水位：EI　278.8　m
放流量：　1999.3　m^3/s

測線	名称	ジョイントNO	C.Lからの距離[m]	フーチング標高	壁沿い水位[EL.m]		壁沿い水深[m]		備考
					平均	最高	平均	最高	
左岸	L1	J1 +6	-99.0	278.0					水面無し
	L2	+9	-96.0	276.5					〃
	L3	+12	-93.0	273.5					〃
	L4	J2	-90.0	270.5					〃
	L5	+3	-87.0	267.5					〃
	L6	+6	-84.0	264.5	266.6	267.3	2.1	2.8	
	L7	+9	-81.0	261.5	264.6	266.7	3.1	5.2	
	L8	+12	-78.0	258.5	262.6	265.0	4.1	6.5	
	L9	J3	-75.0	255.5	261.4	263.3	5.9	7.8	
	L10	+3	-72.0	252.5	257.8	259.7	5.3	7.2	
	L11	+6	-69.0	248.0	256.3	258.4	8.3	10.4	
	L12	+9	-66.0	243.5	255.4	256.8	11.9	13.3	
	L13	+12	-63.0	240.5	251.6	255.7	11.1	15.2	
	L14	J4	-60.0	237.5	249.7	254.0	12.2	16.5	
	L15	+3	-57.0	233.0	246.6	250.1	13.6	17.1	
	L16	+6	-54.0	230.0	243.4	245.8	13.4	15.8	
	L17	+9	-51.0	227.0	240.5	244.1	13.5	17.1	
	L18	+12	-48.0	222.5	239.6	242.7	17.1	20.2	
	L19	J5	-45.0	219.5	235.3	239.2	15.8	19.7	
	L20	+3	-42.0	216.5	233.3	236.1	16.8	19.6	
	L21	+6	-39.0	213.5	229.0	234.4	15.5	20.9	
	L22	+9	-36.0	210.5	227.0	230.8	16.5	20.3	
	L23	+12	-33.0	207.5	222.9	226.6	15.4	19.1	
	L24	J6	-30.0	204.5	221.2	223.8	16.7	19.3	
	L25	+3	-27.0	203.0	219.2	222.3	16.2	19.3	
右岸	R26	J10	30.0	204.5	216.9	218.1	12.4	13.6	
	R25-3	+3	33.0	206.0	217.9	220.2	11.9	14.2	
	R25-2	+9	39.0	206.0	216.5	219.4	10.5	13.4	
	R25-1	J11	45.0	206.0	218.5	227.3	12.5	21.3	
	R24	+6	51.0	207.5	223.4	228.8	15.9	21.3	
	R23	+9	54.0	209.0	225.2	231.9	16.2	22.9	
	R22	+12	57.0	210.5	226.5	230.6	16.0	20.1	
	R21	J12	60.0	213.5	227.5	230.9	14.0	17.4	
	R20	+3	63.0	216.5	231.5	235.1	15.0	18.6	
	R19	+6	66.0	221.0	234.3	239.1	13.3	18.1	
	R18	+9	69.0	224.0	236.9	239.2	12.9	15.2	
	R17	+12	72.0	228.5	239.8	242.2	11.3	13.7	
	R16	J13	75.0	231.5	242.5	245.5	11.0	14.0	
	R15	+3	78.0	236.0	245.3	249.7	9.3	13.7	
	R14	+6	81.0	239.0	248.5	250.7	9.5	11.7	
	R13	+9	84.0	243.5	251.1	253.7	7.6	10.2	
	R12	+12	87.0	248.0	253.9	255.8	5.9	7.8	
	R11	J14	90.0	251.0	257.2	259.8	6.2	8.8	
	R10	+3	93.0	254.0	258.4	260.8	4.4	6.8	
	R9	+6	96.0	255.5	258.7	260.7	3.2	5.2	
	R8	+9	99.0	257.0	259.6	260.6	2.6	3.6	
	R7	+12	102.0	260.0	261.4	262.1	1.4	2.1	
	R6	J15	105.0	261.5	262.0	262.3	0.5	0.8	
	R5	+3	108.0	266.0					水面無し
	R4	+6	111.0	269.0					〃
	R3	+9	114.0	272.0					〃
	R2	+12	117.0	275.0					〃
	R1	J16	120.0	276.5					〃

付表－8（3）　堤趾導流部壁沿い水面形（修正原案）

貯水位:El　279.7　m
放流量:　2687.0　m^3/s

測線	名称	ジョイントNO	C.Lからの距離[m]	フーチング標高	壁沿い水位[EL.m]		壁沿い水深[m]		備考
					平均	最高	平均	最高	
左岸	L1	J1 +6	-99.0	278.0					水面無し
	L2	+9	-96.0	276.5	277.2	277.4	0.7	0.9	
	L3	+12	-93.0	273.5	274.4	275.0	0.9	1.5	
	L4	J2	-90.0	270.5	272.7	273.3	2.2	2.8	
	L5	+3	-87.0	267.5	270.4	271.9	2.9	4.4	
	L6	+6	-84.0	264.5	268.8	270.2	4.3	5.7	
	L7	+9	-81.0	261.5	265.7	269.1	4.2	7.6	
	L8	+12	-78.0	258.5	263.8	267.5	5.3	9.0	
	L9	J3	-75.0	255.5	262.6	264.5	7.1	9.0	
	L10	+3	-72.0	252.5	260.8	262.9	8.3	10.4	
	L11	+6	-69.0	248.0	259.0	261.7	11.0	13.7	
	L12	+9	-66.0	243.5	257.2	259.8	13.7	16.3	
	L13	+12	-63.0	240.5	255.8	258.9	15.3	18.4	
	L14	J4	-60.0	237.5	254.6	258.6	17.1	21.1	
	L15	+3	-57.0	233.0	251.9	255.7	18.9	22.7	
	L16	+6	-54.0	230.0	249.3	253.4	19.3	23.4	
	L17	+9	-51.0	227.0	246.8	248.4	19.8	21.4	
	L18	+12	-48.0	222.5	243.4	246.5	20.9	24.0	
	L19	J5	-45.0	219.5	239.7	244.1	20.2	24.6	
	L20	+3	-42.0	216.5	235.2	240.1	18.7	23.6	
	L21	+6	-39.0	213.5	233.0	234.8	19.5	21.3	
	L22	+9	-36.0	210.5	228.8	233.6	18.3	23.1	
	L23	+12	-33.0	207.5	226.3	228.2	18.8	20.7	
	L24	J6	-30.0	204.5	223.8	228.0	19.3	23.5	
	L25	+3	-27.0	203.0	221.7	225.4	18.7	22.4	
右岸	R26	J10	30.0	204.5	219.2	223.5	14.7	19.0	
	R25-3	+3	33.0	206.0	222.3	223.5	16.3	17.5	
	R25-2	+9	39.0	206.0	217.8	223.4	11.8	17.4	
	R25-1	J11	45.0	206.0	221.7	228.4	15.7	22.4	
	R24	+6	51.0	207.5	226.6	232.0	19.1	24.5	
	R23	+9	54.0	209.0	229.8	232.5	20.8	23.5	
	R22	+12	57.0	210.5	231.1	238.0	20.6	27.5	
	R21	J12	60.0	213.5	232.9	239.5	19.4	26.0	
	R20	+3	63.0	216.5	237.4	242.3	20.9	25.8	
	R19	+6	66.0	221.0	239.2	247.8	18.2	26.8	
	R18	+9	69.0	224.0	244.4	250.5	20.4	26.5	
	R17	+12	72.0	228.5	249.1	256.0	20.6	27.5	
	R16	J13	75.0	231.5	249.9	256.3	18.4	24.8	
	R15	+3	78.0	236.0	253.7	259.6	17.7	23.6	
	R14	+6	81.0	239.0	254.9	257.8	15.9	18.8	
	R13	+9	84.0	243.5	255.7	257.5	12.2	14.0	
	R12	+12	87.0	248.0	255.3	257.6	7.3	9.6	
	R11	J14	90.0	251.0	259.9	260.7	8.9	9.7	
	R10	+3	93.0	254.0	259.7	264.3	5.7	10.3	
	R9	+6	96.0	255.5	260.4	263.8	4.9	8.3	
	R8	+9	99.0	257.0	261.8	266.1	4.8	9.1	
	R7	+12	102.0	260.0	263.2	265.4	3.2	5.4	
	R6	J15	105.0	261.5	264.2	267.1	2.7	5.6	
	R5	+3	108.0	266.0	267.3	268.1	1.3	2.1	
	R4	+6	111.0	269.0	269.7	270.3	0.7	1.3	
	R3	+9	114.0	272.0					水面無し
	R2	+12	117.0	275.0					〃
	R1	J16	120.0	276.5					〃

付表－9　堤趾導流部壁沿い水面形（シュートブロック 1.5m 案）

貯水位:EI　279.7　m
放流量:　2687.0　m^3/s

測線	名称	ジョイントNO	C.Lからの距離[m]	フーチング標高	壁沿い水位[EL.m]		壁沿い水深[m]		備考
					平均	最高	平均	最高	
左岸	L1	J1 +6	-99.0	278.0					水面無し
	L2	+9	-96.0	276.5	277.2	277.4	0.7	0.9	
	L3	+12	-93.0	273.5	274.2	274.9	0.7	1.4	
	L4	J2	-90.0	270.5	272.0	272.8	1.5	2.3	
	L5	+3	-87.0	267.5	270.1	271.3	2.6	3.8	
	L6	+6	-84.0	264.5	268.5	269.8	4.0	5.3	
	L7	+9	-81.0	261.5	266.6	268.2	5.1	6.7	
	L8	+12	-78.0	258.5	264.7	265.8	6.2	7.3	
	L9	J3	-75.0	255.5	263.0	263.9	7.5	8.4	
	L10	+3	-72.0	252.5	258.9	260.7	6.4	8.2	
	L11	+6	-69.0	248.0	255.7	256.3	7.7	8.3	
	L12	+9	-66.0	243.5	254.2	256.1	10.7	12.6	
	L13	+12	-63.0	240.5	251.6	253.1	11.1	12.6	
	L14	J4	-60.0	237.5	248.9	251.2	11.4	13.7	
	L15	+3	-57.0	233.0	244.9	249.3	11.9	16.3	
	L16	+6	-54.0	230.0	240.6	245.9	10.6	15.9	
	L17	+9	-51.0	227.0	238.7	240.1	11.7	13.1	
	L18	+12	-48.0	222.5	235.1	236.3	12.6	13.8	
	L19	J5	-45.0	219.5	232.0	233.7	12.5	14.2	
	L20	+3	-42.0	216.5	228.7	230.5	12.2	14.0	
	L21	+6	-39.0	213.5	225.1	229.1	11.6	15.6	
	L22	+9	-36.0	210.5	222.0	224.8	11.5	14.3	
	L23	+12	-33.0	207.5	220.1	224.0	12.6	16.5	
	L24	J6	-30.0	204.5	218.8	222.4	14.3	17.9	
	L25	+3	-27.0	203.0	219.2	222.2	16.2	19.2	
右岸	R26	J10	30.0	204.5	220.6	225.0	16.1	20.5	
	R25-3	+3	33.0	206.0	217.9	219.7	11.9	13.7	
	R25-2	+9	39.0	206.0	216.0	217.9	10.0	11.9	
	R25-1	J11	45.0	206.0	217.4	219.0	11.4	13.0	
	R24	+6	51.0	207.5	221.6	223.3	14.1	15.8	
	R23	+9	54.0	209.0	223.2	226.0	14.2	17.0	
	R22	+12	57.0	210.5	224.4	226.0	13.9	15.5	
	R21	J12	60.0	213.5	226.3	228.5	12.8	15.0	
	R20	+3	63.0	216.5	229.9	231.8	13.4	15.3	
	R19	+6	66.0	221.0	232.8	235.7	11.8	14.7	
	R18	+9	69.0	224.0	238.3	241.5	14.3	17.5	
	R17	+12	72.0	228.5	242.9	245.6	14.4	17.1	
	R16	J13	75.0	231.5	244.7	246.7	13.2	15.2	
	R15	+3	78.0	236.0	247.8	249.0	11.8	13.0	
	R14	+6	81.0	239.0	249.5	251.3	10.5	12.3	
	R13	+9	84.0	243.5	252.1	253.8	8.6	10.3	
	R12	+12	87.0	248.0	254.8	256.6	6.8	8.6	
	R11	J14	90.0	251.0	259.4	261.8	8.4	10.8	
	R10	+3	93.0	254.0	260.7	263.2	6.7	9.2	
	R9	+6	96.0	255.5	260.7	263.0	5.2	7.5	
	R8	+9	99.0	257.0	262.3	264.3	5.3	7.3	
	R7	+12	102.0	260.0	263.0	265.8	3.0	5.8	
	R6	J15	105.0	261.5	264.3	265.6	2.8	4.1	
	R5	+3	108.0	266.0	267.2	268.0	1.2	2.0	
	R4	+6	111.0	269.0	269.6	270.0	0.6	1.0	
	R3	+9	114.0	272.0					水面無し
	R2	+12	117.0	275.0					〃
	R1	J16	120.0	276.5					〃

はシュートブロック設置個所

付表－10（1）　堤趾導流部壁沿い水面形（シュートブロック 2m 案）

貯水位:El　279.7 m
放流量:　2678.2 m^3/s

測線	名称	ジョイントNO	C.Lからの距離[m]	フーチング標高	壁沿い水位[EL.m] 平均	壁沿い水位[EL.m] 最高	壁沿い水深[m] 平均	壁沿い水深[m] 最高	備考
左岸	L1	J1 +6	-99.0	278.0					水面無し
	L2	+9	-96.0	276.5	277.1	277.5	0.6	1.0	
	L3	+12	-93.0	273.5	274.2	275.1	0.7	1.6	
	L4	J2	-90.0	270.5	271.9	272.4	1.4	1.9	
	L5	+3	-87.0	267.5	269.3	270.4	1.8	2.9	
	L6	+6	-84.0	264.5	268.6	269.7	4.1	5.2	
	L7	+9	-81.0	261.5	266.2	268.6	4.7	7.1	
	L8	+12	-78.0	258.5	263.4	266.5	4.9	8.0	
	L9	J3	-75.0	255.5	260.6	265.0	5.1	9.5	
	L10	+3	-72.0	252.5	256.7	261.4	4.2	8.9	
	L11	+6	-69.0	248.0	254.2	258.6	6.2	10.6	
	L12	+9	-66.0	243.5	252.8	253.7	9.3	10.2	
	L13	+12	-63.0	240.5	250.0	250.6	9.5	10.1	
	L14	J4	-60.0	237.5	245.6	247.9	8.1	10.4	
	L15	+3	-57.0	233.0	241.4	243.6	8.4	10.6	
	L16	+6	-54.0	230.0	238.8	240.5	8.8	10.5	
	L17	+9	-51.0	227.0	235.2	236.7	8.2	9.7	
	L18	+12	-48.0	222.5	232.8	233.7	10.3	11.2	
	L19	J5	-45.0	219.5	229.6	231.7	10.1	12.2	
	L20	+3	-42.0	216.5	227.3	228.5	10.8	12.0	
	L21	+6	-39.0	213.5	223.9	225.6	10.4	12.1	
	L22	+9	-36.0	210.5	221.1	223.0	10.6	12.5	
	L23	+12	-33.0	207.5	218.2	221.8	10.7	14.3	
	L24	J6	-30.0	204.5	218.7	223.1	14.2	18.6	
	L25	+3	-27.0	203.0	219.1	223.7	16.1	20.7	
右岸	R26	J10	30.0	204.5	218.9	223.2	14.4	18.7	
	R25-3	+3	33.0	206.0	215.8	218.4	9.8	12.4	
	R25-2	+9	39.0	206.0	214.5	216.3	8.5	10.3	
	R25-1	J11	45.0	206.0	215.1	216.6	9.1	10.6	
	R24	+6	51.0	207.5	219.3	220.6	11.8	13.1	
	R23	+9	54.0	209.0	221.1	223.4	12.1	14.4	
	R22	+12	57.0	210.5	221.6	223.9	11.1	13.4	
	R21	J12	60.0	213.5	222.5	225.8	9.0	12.3	
	R20	+3	63.0	216.5	225.7	227.1	9.2	10.6	
	R19	+6	66.0	221.0	229.7	230.9	8.7	9.9	
	R18	+9	69.0	224.0	232.6	234.5	8.6	10.5	
	R17	+12	72.0	228.5	236.8	239.2	8.3	10.7	
	R16	J13	75.0	231.5	241.1	243.2	9.6	11.7	
	R15	+3	78.0	236.0	244.2	247.8	8.2	11.8	
	R14	+6	81.0	239.0	247.3	250.5	8.3	11.5	
	R13	+9	84.0	243.5	249.7	255.7	6.2	12.2	
	R12	+12	87.0	248.0	252.5	260.0	4.5	12.0	
	R11	J14	90.0	251.0	257.4	261.1	6.4	10.1	
	R10	+3	93.0	254.0	258.6	262.8	4.6	8.8	
	R9	+6	96.0	255.5	259.6	263.9	4.1	8.4	
	R8	+9	99.0	257.0	261.8	265.2	4.8	8.2	
	R7	+12	102.0	260.0	262.9	264.5	2.9	4.5	
	R6	J15	105.0	261.5	264.7	267.1	3.2	5.6	
	R5	+3	108.0	266.0	267.2	268.1	1.2	2.1	
	R4	+6	111.0	269.0	269.5	269.8	0.5	0.8	
	R3	+9	114.0	272.0					水面無し
	R2	+12	117.0	275.0					〃
	R1	J16	120.0	276.5					〃

はシュートブロック設置個所

付表－10（2）　堤趾導流部壁沿い水面形（シュートブロック 2m 案）

貯水位：EI　278.8 m
放流量：　2006.4 m^3/s

測線	名称	ジョイントNO	C.Lからの距離[m]	フーチング標高	壁沿い水位[EL.m]		壁沿い水深[m]		備考
					平均	最高	平均	最高	
左岸	L1	J1 +6	-99.0	278.0					水面無し
	L2	+9	-96.0	276.5					〃
	L3	+12	-93.0	273.5					〃
	L4	J2	-90.0	270.5					〃
	L5	+3	-87.0	267.5	268.3	268.8	0.8	1.3	
	L6	+6	-84.0	264.5	265.8	266.1	1.3	1.6	
	L7	+9	-81.0	261.5	264.6	266.2	3.1	4.7	
	L8	+12	-78.0	258.5	262.8	264.1	4.3	5.6	
	L9	J3	-75.0	255.5	260.7	262.2	5.2	6.7	
	L10	+3	-72.0	252.5	257.0	259.4	4.5	6.9	
	L11	+6	-69.0	248.0	254.7	257.0	6.7	9.0	
	L12	+9	-66.0	243.5	251.1	252.9	7.6	9.4	
	L13	+12	-63.0	240.5	246.8	248.6	6.3	8.1	
	L14	J4	-60.0	237.5	242.9	244.0	5.4	6.5	
	L15	+3	-57.0	233.0	239.5	240.4	6.5	7.4	
	L16	+6	-54.0	230.0	235.9	237.2	5.9	7.2	
	L17	+9	-51.0	227.0	233.3	234.1	6.3	7.1	
	L18	+12	-48.0	222.5	230.3	231.1	7.8	8.6	
	L19	J5	-45.0	219.5	227.1	229.0	7.6	9.5	
	L20	+3	-42.0	216.5	224.3	225.6	7.8	9.1	
	L21	+6	-39.0	213.5	221.1	221.7	7.6	8.2	
	L22	+9	-36.0	210.5	217.9	219.0	7.4	8.5	
	L23	+12	-33.0	207.5	216.0	218.3	8.5	10.8	
	L24	J6	-30.0	204.5	217.0	220.3	12.5	15.8	
	L25	+3	-27.0	203.0	218.3	221.1	15.3	18.1	
右岸	R26	J10	30.0	204.5	217.4	220.4	12.9	15.9	
	R25-3	+3	33.0	206.0	217.4	220.2	11.4	14.2	
	R25-2	+9	39.0	206.0	214.2	218.3	8.2	12.3	
	R25-1	J11	45.0	206.0	213.0	215.0	7.0	9.0	
	R24	+6	51.0	207.5	216.3	217.9	8.8	10.4	
	R23	+9	54.0	209.0	218.0	219.7	9.0	10.7	
	R22	+12	57.0	210.5	219.9	221.1	9.4	10.6	
	R21	J12	60.0	213.5	221.1	222.1	7.6	8.6	
	R20	+3	63.0	216.5	224.4	226.5	7.9	10.0	
	R19	+6	66.0	221.0	227.3	229.2	6.3	8.2	
	R18	+9	69.0	224.0	230.8	232.2	6.8	8.2	
	R17	+12	72.0	228.5	233.8	235.1	5.3	6.6	
	R16	J13	75.0	231.5	237.2	238.0	5.7	6.5	
	R15	+3	78.0	236.0	241.8	242.0	5.8	6.0	
	R14	+6	81.0	239.0	244.9	245.7	5.9	6.7	
	R13	+9	84.0	243.5	248.3	249.8	4.8	6.3	
	R12	+12	87.0	248.0	252.1	253.7	4.1	5.7	
	R11	J14	90.0	251.0	256.5	258.6	5.5	7.6	
	R10	+3	93.0	254.0	258.4	260.5	4.4	6.5	
	R9	+6	96.0	255.5	259.8	261.3	4.3	5.8	
	R8	+9	99.0	257.0	259.7	260.9	2.7	3.9	
	R7	+12	102.0	260.0	261.4	262.3	1.4	2.3	
	R6	J15	105.0	261.5	262.2	262.5	0.7	1.0	
	R5	+3	108.0	266.0					水面無し
	R4	+6	111.0	269.0					〃
	R3	+9	114.0	272.0					〃
	R2	+12	117.0	275.0					〃
	R1	J16	120.0	276.5					〃

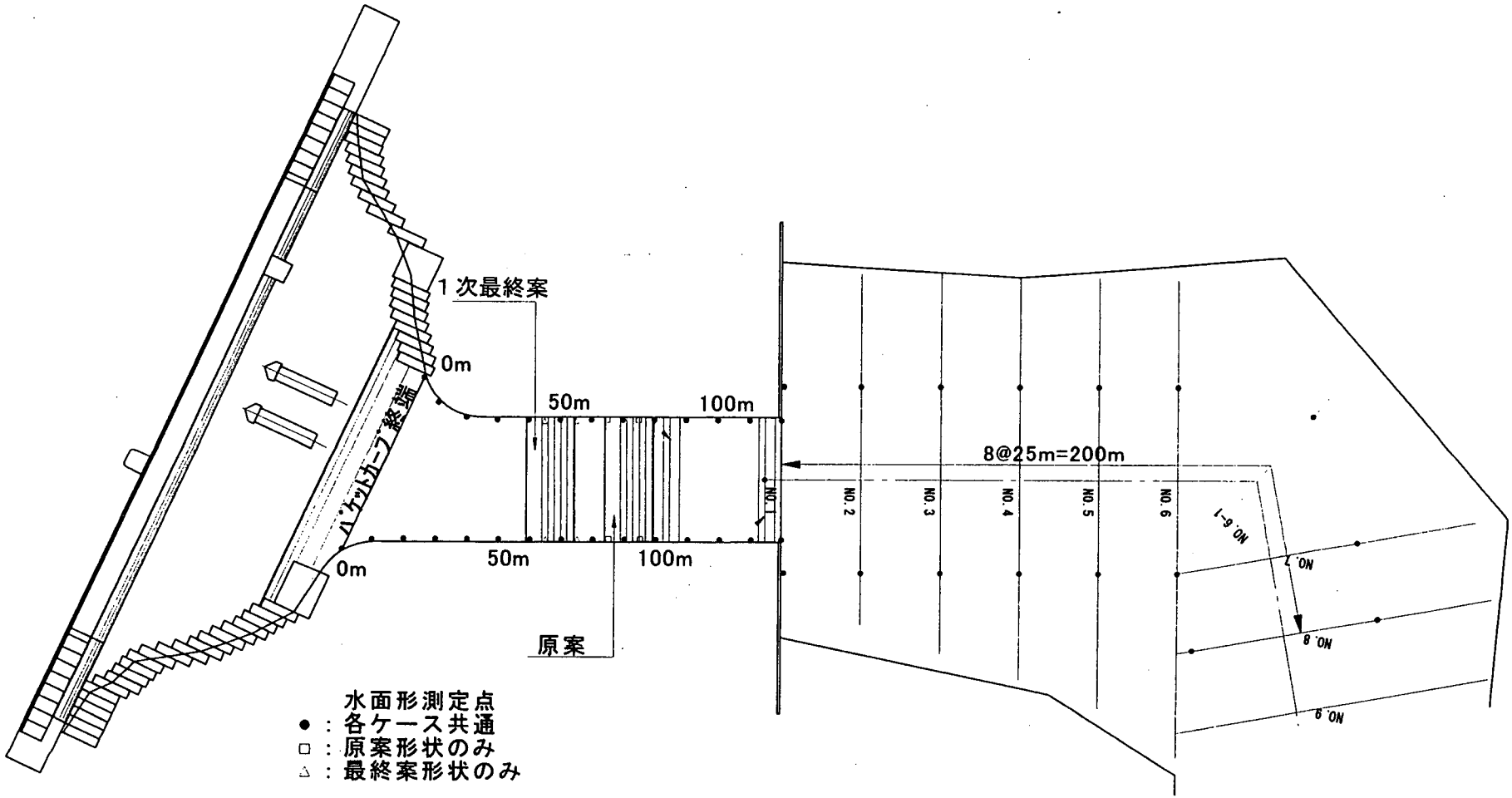
はシュートブロック設置個所

付表－10（3）　堤趾導流部壁沿い水面形（シュートブロック 2m 案）

シュートブロック：D=2.0m
貯水位：EI　278.2 m
放流量：　1506.1 m^3/s

測線	名称	ジョイントNO	C.Lからの距離[m]	フーチング標高	壁沿い水位[EL.m] 平均	壁沿い水位[EL.m] 最高	壁沿い水深[m] 平均	壁沿い水深[m] 最高	備考
左岸	L1	J1 +6	-99.0	278.0					水面無し
	L2	+9	-96.0	276.5					〃
	L3	+12	-93.0	273.5					〃
	L4	J2	-90.0	270.5					〃
	L5	+3	-87.0	267.5					
	L6	+6	-84.0	264.5	265.8	266.3	1.3	1.8	
	L7	+9	-81.0	261.5	264.1	264.9	2.6	3.4	
	L8	+12	-78.0	258.5	261.4	262.2	2.9	3.7	
	L9	J3	-75.0	255.5	259.7	261.2	4.2	5.7	
	L10	+3	-72.0	252.5	257.7	259.1	5.2	6.6	
	L11	+6	-69.0	248.0	254.9	256.8	6.9	8.8	
	L12	+9	-66.0	243.5	251.2	253.6	7.7	10.1	
	L13	+12	-63.0	240.5	247.3	249.7	6.8	9.2	
	L14	J4	-60.0	237.5	242.4	244.0	4.9	6.5	
	L15	+3	-57.0	233.0	238.9	239.7	5.9	6.7	
	L16	+6	-54.0	230.0	235.4	236.6	5.4	6.6	
	L17	+9	-51.0	227.0	232.3	233.3	5.3	6.3	
	L18	+12	-48.0	222.5	228.8	229.7	6.3	7.2	
	L19	J5	-45.0	219.5	225.9	227.0	6.4	7.5	
	L20	+3	-42.0	216.5	221.9	223.0	5.4	6.5	
	L21	+6	-39.0	213.5	218.7	219.4	5.2	5.9	
	L22	+9	-36.0	210.5	216.3	217.5	5.8	7.0	
	L23	+12	-33.0	207.5	215.3	216.1	7.8	8.6	
	L24	J6	-30.0	204.5	217.0	218.8	12.5	14.3	
	L25	+3	-27.0	203.0	217.5	218.9	14.5	15.9	
右岸	R26	J10	30.0	204.5	215.9	218.1	11.4	13.6	
	R25-3	+3	33.0	206.0	216.5	218.2	10.5	12.2	
	R25-2	+9	39.0	206.0	217.3	219.2	11.3	13.2	
	R25-1	J11	45.0	206.0	215.5	218.9	9.5	12.9	
	R24	+6	51.0	207.5	213.8	216.9	6.3	9.4	
	R23	+9	54.0	209.0	214.9	216.1	5.9	7.1	
	R22	+12	57.0	210.5	216.4	217.7	5.9	7.2	
	R21	J12	60.0	213.5	218.2	219.9	4.7	6.4	
	R20	+3	63.0	216.5	221.5	222.8	5.0	6.3	
	R19	+6	66.0	221.0	225.3	226.3	4.3	5.3	
	R18	+9	69.0	224.0	229.1	230.0	5.1	6.0	
	R17	+12	72.0	228.5	233.3	234.6	4.8	6.1	
	R16	J13	75.0	231.5	237.7	239.3	6.2	7.8	
	R15	+3	78.0	236.0	240.5	243.2	4.5	7.2	
	R14	+6	81.0	239.0	244.8	246.7	5.8	7.7	
	R13	+9	84.0	243.5	247.7	251.3	4.2	7.8	
	R12	+12	87.0	248.0	252.3	253.5	4.3	5.5	
	R11	J14	90.0	251.0	255.6	257.8	4.6	6.8	
	R10	+3	93.0	254.0	258.0	259.6	4.0	5.6	
	R9	+6	96.0	255.5	258.1	259.7	2.6	4.2	
	R8	+9	99.0	257.0	259.2	259.6	2.2	2.6	
	R7	+12	102.0	260.0	260.9	261.0	0.9	1.0	
	R6	J15	105.0	261.5					
	R5	+3	108.0	266.0					水面無し
	R4	+6	111.0	269.0					〃
	R3	+9	114.0	272.0					〃
	R2	+12	117.0	275.0					〃
	R1	J16	120.0	276.5					〃

はシュートブロック設置個所



付図－3　　原案，１次最終案減勢工水面形測定位置

付表－11（1）　　原案減勢工水面形

流量：300m^3/s

ﾊﾞｹｯﾄｶｰﾌﾞ終端からの距離x(m)	左岸		ﾊﾞｹｯﾄｶｰﾌﾞ終端からの距離x(m)	右岸	
	平均(EL.m)	最高(EL.m)		平均(EL.m)	最高(EL.m)
0.0	211.45	212.25	0.0	211.95	213.05
10.0	212.20	214.10	10.0	212.00	213.60
20.0	212.85	213.60	20.0	212.25	213.90
30.0	212.90	213.85	30.0	212.75	214.20
40.0	212.90	213.85	40.0	212.90	214.55
50.0	213.10	213.75	50.0	213.20	215.15
60.0	213.20	213.70	60.0	213.25	215.00
65.0	212.75	213.15	70.0	213.25	214.50
70.0	210.00	210.75	80.0	213.25	214.00
75.0	204.75	205.70	85.0	213.05	213.50
80.0	203.70	204.60	90.0	211.60	211.90
90.0	204.85	206.05	95.0	206.25	206.75
100.0	205.50	206.70	100.0	203.70	204.70
110.0	205.50	206.05	110.0	204.40	205.25
120.0	204.55	205.50	120.0	205.55	206.50
下流河道(左岸側)			130.0	205.75	206.30
145.0	204.88	205.68	140.0	204.60	205.65
170.0	204.60	205.90	下流河道(右岸側)		
195.0	204.48	205.48	165.0	204.28	206.20
220.0	204.53	205.45	190.0	204.48	205.48
245.0	203.73	203.90	215.0	204.58	205.68
270.0	204.13	204.38	240.0	204.40	205.05
295.0	203.88	204.68	265.0	203.70	204.53
320.0	202.60	202.88	290.0	203.70	204.53
			315.0	203.70	204.53
			340.0	202.48	203.00

付表－11（2）　　原案減勢工水面形

流量：680m^3/s（計画最大放流量）

ﾊﾞｹｯﾄｶｰﾌﾞ終端からの距離x(m)	左岸		ﾊﾞｹｯﾄｶｰﾌﾞ終端からの距離x(m)	右岸	
	平均(EL.m)	最高(EL.m)		平均(EL.m)	最高(EL.m)
0.0	211.15	212.50	0.0	211.90	213.10
10.0	212.50	214.50	10.0	211.25	214.60
20.0	213.50	216.00	20.0	211.50	216.00
30.0	213.60	216.15	30.0	213.85	219.50
40.0	213.95	216.15	40.0	214.95	221.00
50.0	214.20	215.00	50.0	215.90	219.00
60.0	214.20	215.10	60.0	215.40	218.50
65.0	213.50	215.05	70.0	214.80	216.60
70.0	211.25	212.50	80.0	214.65	217.30
75.0	205.90	208.20	85.0	214.85	216.40
80.0	205.05	208.30	90.0	213.10	214.50
90.0	206.20	208.65	95.0	207.30	210.35
100.0	207.40	210.25	100.0	204.25	210.25
110.0	207.70	209.25	110.0	205.50	210.25
120.0	205.65	208.10	120.0	207.00	209.70
下流河道（左岸側）			130.0	207.25	209.05
145.0	207.10	208.30	140.0	206.25	207.85
170.0	206.60	209.20	下流河道（右岸側）		
195.0	206.55	209.15	165.0	206.70	208.90
220.0	207.00	208.60	190.0	206.75	208.40
245.0	205.85	207.30	215.0	206.50	209.15
270.0	205.80	206.85	240.0	206.45	207.95
295.0	205.80	207.90	265.0	205.75	207.50
320.0	203.85	204.85	290.0	205.75	207.50
			315.0	205.75	207.50
			340.0	203.20	204.20

付表－12（1）　　1次最終案減勢工水面形

流量:300m^3/s

ﾊﾞｹｯﾄｶｰﾌﾞ終端からの距離x(m)	左岸		ﾊﾞｹｯﾄｶｰﾌﾞ終端からの距離x(m)	右岸	
	平均(EL.m)	最高(EL.m)		平均(EL.m)	最高(EL.m)
0.0	211.60	212.35	0.0	211.85	212.50
10.0	212.20	213.15	10.0	211.85	212.70
20.0	212.70	213.40	20.0	212.45	213.25
30.0	212.80	213.75	30.0	212.65	213.95
35.0	212.90	213.75	40.0	213.00	215.10
40.0	212.65	213.05	50.0	213.35	214.75
45.0	210.20	211.10	60.0	213.40	214.00
50.0	205.05	205.85	65.0	212.05	212.85
60.0	204.45	205.55	70.0	207.25	208.45
70.0	205.35	207.10	75.0	203.85	205.20
80.0	205.65	206.65	80.0	204.15	205.00
90.0	204.65	205.80	90.0	205.10	206.80
100.0	204.65	205.65	100.0	205.75	206.75
110.0	204.70	205.65	110.0	204.45	205.60
120.0	204.70	205.60	120.0	204.70	205.85
下流河道(左岸側)			130.0	204.75	205.85
120.0	204.50	205.55	140.0	204.75	205.20
145.0	204.65	205.20	下流河道(右岸側)		
170.0	204.50	205.40	140.0	205.05	205.80
195.0	204.40	205.05	165.0	204.60	206.50
220.0	204.50	205.70	190.0	204.45	205.80
245.0	203.60	203.70	215.0	204.45	205.40
270.0	203.95	204.15	240.0	204.25	204.90
295.0	203.80	204.25	265.0	203.55	204.05
320.0	202.45	202.70	290.0	203.55	204.05
			315.0	203.55	204.05
			340.0	202.35	202.80

付表－12（2）　　1次最終案減勢工水面形

流量:680m^3/s(計画最大放流量)

ﾊﾞｹｯﾄｶｰﾌﾞ終端からの距離x(m)	左岸		ﾊﾞｹｯﾄｶｰﾌﾞ終端からの距離x(m)	右岸	
	平均(EL.m)	最高(EL.m)		平均(EL.m)	最高(EL.m)
0.0	211.05	212.55	0.0	211.55	212.80
10.0	212.25	214.80	10.0	211.35	213.35
20.0	213.45	216.15	20.0	213.35	218.10
30.0	214.05	216.05	30.0	213.45	217.50
35.0	214.25	215.50	40.0	214.75	219.20
40.0	213.55	215.75	50.0	215.05	218.30
45.0	211.20	212.65	60.0	215.05	216.80
50.0	206.00	208.60	65.0	213.25	215.40
60.0	205.65	207.80	70.0	209.75	213.20
70.0	206.70	208.95	75.0	204.25	208.85
80.0	207.30	209.35	80.0	205.25	209.90
90.0	205.95	208.30	90.0	206.60	210.40
100.0	206.65	208.25	100.0	207.80	210.10
110.0	206.65	208.75	110.0	206.00	208.20
120.0	206.65	208.55	120.0	206.65	208.65
下流河道(左岸側)			130.0	206.65	208.80
120.0	206.90	210.90	140.0	206.65	208.25
145.0	206.65	207.90	下流河道(右岸側)		
170.0	206.45	208.55	140.0	206.90	208.50
195.0	206.45	209.45	165.0	206.55	208.55
220.0	206.85	208.15	190.0	206.40	207.30
245.0	205.75	206.05	215.0	206.40	208.05
270.0	205.80	206.40	240.0	206.10	207.35
295.0	206.10	207.20	265.0	204.95	206.30
320.0	204.05	204.60	290.0	204.95	206.30
			315.0	204.95	206.30
			340.0	203.10	204.15

付表－12（3）　　1次最終案減勢工水面形

流量:1500m^3/s

ﾊﾞｹｯﾄｶｰﾌﾞ終端からの距離x(m)	左岸		ﾊﾞｹｯﾄｶｰﾌﾞ終端からの距離x(m)	右岸	
	平均(EL.m)	最高(EL.m)		平均(EL.m)	最高(EL.m)
0.0	214.95	217.85	0.0	215.25	217.75
10.0	215.70	217.75	10.0	215.30	216.70
20.0	216.20	220.80	20.0	215.40	217.40
30.0	216.55	220.25	30.0	215.90	218.00
35.0	216.30	220.20	40.0	217.05	219.40
40.0	215.75	217.65	50.0	217.90	219.60
45.0	213.55	215.35	60.0	217.10	218.45
50.0	208.85	213.00	65.0	215.40	216.85
60.0	209.00	213.05	70.0	211.60	214.20
70.0	209.75	212.80	75.0	207.60	214.10
80.0	210.20	213.85	80.0	208.75	214.25
90.0	208.55	211.05	90.0	209.25	213.70
100.0	209.00	212.25	100.0	210.50	213.85
110.0	209.50	212.00	110.0	209.85	212.10
120.0	209.40	212.05	120.0	207.25	212.25
下流河道(左岸側)			130.0	209.25	213.00
120.0	209.30	212.65	140.0	209.25	212.00
145.0	209.55	211.75	下流河道(右岸側)		
170.0	209.45	211.25	140.0	209.90	212.85
195.0	209.50	211.55	165.0	209.60	212.35
220.0	210.00	212.10	190.0	209.95	211.20
245.0	208.90	210.80	215.0	209.50	211.05
270.0	209.00	210.20	240.0	209.00	210.65
295.0	209.50	211.50	265.0	208.20	209.90
320.0	207.05	207.60	290.0	208.20	209.90
			315.0	208.20	209.90
			340.0	203.95	204.80

付表－12（4）　　1次最終案減勢工水面形

流量:2680m^3/s(ダム設計洪水流量)

ﾊﾞｹｯﾄｶｰﾌﾞ終端からの距離x(m)	左岸		ﾊﾞｹｯﾄｶｰﾌﾞ終端からの距離x(m)	右岸	
	平均(EL.m)	最高(EL.m)		平均(EL.m)	最高(EL.m)
0.0	217.30	228.00	0.0	220.00	225.45
10.0	218.90	223.35	10.0	218.50	225.05
20.0	219.20	223.00	20.0	219.50	228.50
30.0	219.15	222.60	30.0	220.25	228.60
35.0	219.10	222.65	40.0	219.50	224.75
40.0	219.10	221.00	50.0	219.75	223.20
45.0	216.85	220.75	60.0	219.60	220.50
50.0	212.85	219.20	65.0	218.25	221.25
60.0	210.80	220.25	70.0	215.25	219.70
70.0	212.50	218.05	75.0	211.15	216.10
80.0	213.15	217.85	80.0	210.40	217.20
90.0	212.10	216.35	90.0	212.50	217.00
100.0	209.15	214.75	100.0	213.00	216.85
110.0	211.25	216.55	110.0	212.70	215.75
120.0	211.90	216.55	120.0	209.25	213.10
下流河道(左岸側)			130.0	211.00	215.40
120.0	212.05	214.70	140.0	212.15	215.65
145.0	213.10	215.05	下流河道(右岸側)		
170.0	212.70	215.50	140.0	212.05	215.45
195.0	212.70	215.60	165.0	212.45	215.45
220.0	212.75	214.80	190.0	213.50	215.10
245.0	212.30	213.45	215.0	213.20	214.80
270.0	212.30	214.70	240.0	212.50	213.80
295.0	212.90	214.85	265.0	211.80	213.60
320.0	210.65	212.25	290.0	211.80	213.60
			315.0	211.80	213.60

付表－13（1）　減勢池～下流河道岸沿い水面形（減勢工最終案）

流量：680m^3/s（計画最大放流量）

ﾊﾞｹｯﾄｶｰﾌﾞ終端からの距離x(m)	左岸		ﾊﾞｹｯﾄｶｰﾌﾞ終端からの距離x(m)	右岸	
	平均(EL.m)	最高(EL.m)		平均(EL.m)	最高(EL.m)
0.0	211.6	212.9	0.0	211.1	212.6
10.0	212.8	214.3	10.0	211.5	212.7
20.0	214.0	215.0	20.0	212.9	214.6
30.0	214.5	215.5	30.0	213.9	215.4
40.0	213.9	215.4	40.0	214.9	216.3
45.0	211.5	212.5	50.0	215.2	217.2
50.0	206.2	207.9	60.0	214.7	215.8
55.0	205.5	206.6	65.0	213.0	214.4
60.0	205.8	207.3	70.0	208.6	210.3
70.0	206.9	208.5	75.0	205.1	207.5
80.0	207.7	208.8	80.0	205.5	207.6
86.4	206.0	207.4	90.0	206.7	208.5
下流河道(左岸側)			100.0	207.9	209.5
NO.0	206.3	208.1	106.9	206.0	207.4
NO.1	205.8	207.0	下流河道(右岸側)		
NO.2	206.2	207.5	NO.0	206.2	208.3
NO.3	206.2	207.5	NO.1	206.5	207.2
NO.4	206.2	207.4	NO.2	206.1	208.0
NO.5	206.0	207.2	NO.3	206.3	207.1
NO.6	205.3	206.2	NO.4	206.0	207.4
NO.6'	205.5	206.2	NO.5	205.6	206.7
NO.7	205.7	207.1	NO.6	204.5	205.7
NO.8	203.5	204.4			

流量：1500m^3/s

ﾊﾞｹｯﾄｶｰﾌﾞ終端からの距離x(m)	左岸		ﾊﾞｹｯﾄｶｰﾌﾞ終端からの距離x(m)	右岸	
	平均(EL.m)	最高(EL.m)		平均(EL.m)	最高(EL.m)
0.0	216.1	217.8	0.0	216.5	218.0
10.0	216.7	218.8	10.0	216.4	218.0
20.0	217.0	218.2	20.0	217.2	219.5
30.0	217.5	218.8	30.0	216.4	219.0
40.0	217.0	217.8	40.0	216.6	219.8
45.0	214.6	215.8	50.0	216.9	221.3
50.0	209.1	211.7	60.0	216.3	218.1
55.0	208.0	211.8	65.0	214.6	216.3
60.0	208.3	210.9	70.0	210.8	213.2
70.0	210.0	211.8	75.0	208.6	211.3
80.0	210.3	212.3	80.0	208.4	211.9
86.4	209.5	211.5	90.0	210.1	212.1
下流河道(左岸側)			100.0	210.7	212.5
NO.0	208.4	210.7	106.9	209.7	211.8
NO.1	208.5	210.1	下流河道(右岸側)		
NO.2	208.7	211.1	NO.0	208.2	210.2
NO.3	208.9	210.1	NO.1	209.4	211.5
NO.4	209.2	210.1	NO.2	209.0	211.1
NO.5	209.2	210.3	NO.3	208.7	210.7
NO.6	208.4	209.2	NO.4	208.7	210.1
NO.6'	208.6	209.4	NO.5	207.9	209.6
NO.7	209.1	210.1	NO.6	206.5	208.8
NO.8	206.5	207.7			

付表－13（2）　減勢池～下流河道岸沿い水面形（減勢工最終案）

流量：2680m^3/s（ダム設計洪水流量）

ﾊﾞｹｯﾄｶｰﾌﾞ終端からの距離x(m)	左岸		ﾊﾞｹｯﾄｶｰﾌﾞ終端からの距離x(m)	右岸	
	平均(EL.m)	最高(EL.m)		平均(EL.m)	最高(EL.m)
0.0	217.6	221.5	0.0	213.8	217.7
10.0	217.6	220.8	10.0	217.8	221.0
20.0	219.8	222.9	20.0	222.4	225.0
30.0	220.6	223.0	30.0	218.8	222.6
40.0	219.3	221.7	40.0	220.3	222.7
45.0	216.7	219.2	50.0	220.0	223.5
50.0	212.9	215.1	60.0	219.0	221.0
55.0	209.5	212.6	65.0	217.5	220.2
60.0	211.2	215.5	70.0	214.7	217.5
70.0	213.0	215.8	75.0	212.0	215.3
80.0	213.7	215.5	80.0	211.6	216.8
86.4	212.8	216.0	90.0	213.0	215.8
下流河道(左岸側)			100.0	214.2	215.9
NO.0	210.3	213.2	106.9	213.2	215.7
NO.1	211.1	213.6	下流河道(右岸側)		
NO.2	211.8	214.8	NO.0	210.1	212.6
NO.3	211.4	214.1	NO.1	210.9	213.9
NO.4	211.8	214.2	NO.2	211.7	214.0
NO.5	212.3	214.2	NO.3	211.6	213.8
NO.6	212.1	213.1	NO.4	211.9	213.6
NO.6'	212.2	213.8	NO.5	211.6	213.1
NO.7	212.8	214.1	NO.6	210.9	212.8
NO.8	210.4	211.7			

付表－14　下流河道流速（減勢工最終案）

放流量：680m³/s

測線	ﾊﾞｹｯﾄｶｰﾌﾞ終端からの距離x(m)		測点						
			-40	-20	-10	0	10	20	40
NO.0	93.5	流速		1.0		1.5		1.3	
		流向		150.0		90.0		30.0	
NO.1	118.5	流速			3.5	3.4	3.4		
		流向			93.0	90.0	92.0		
NO.2	143.5	流速			3.2	3.0	3.0		
		流向			85.0	90.0	90.0		
NO.3	168.5	流速			2.9	3.4	3.7		
		流向			85.0	89.0	93.0		
NO.4	193.5	流速			2.6	3.5	3.4		
		流向			77.0	90.0	90.0		
NO.5	218.5	流速			2.7	3.6	4.4		
		流向			45.0	80.0	80.0		
NO.6	243.5	流速				5.8	5.7	5.5	
		流向				60.0	75.0	70.0	
NO.7	293.5	流速			3.8	4.0	5.4		
		流向			130.0	110.0	120.0		
NO.8	318.5	流速			7.6	7.6	3.3		
		流向			95.0	90.0	90.0		

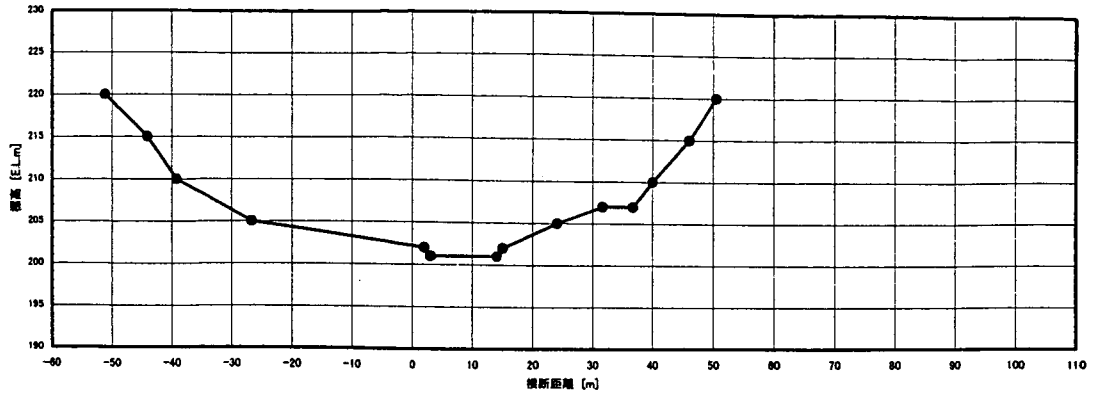
放流量：1500m³/s

測線	ﾊﾞｹｯﾄｶｰﾌﾞ終端からの距離x(m)		測点						
			-20	-10	0	10	15	20	30
NO.0	93.5	流速	2.1		1.7			1.0	
		流向	50.0		88.0			60.0	
NO.1	118.5	流速	1.6		5.3			5.0	
		流向	93.0		87.0			82.0	
NO.2	143.5	流速	0.9		3.6			3.9	
		流向	135.0		90.0			91.0	
NO.3	168.5	流速	1.0		5.1			4.6	
		流向	90.0		90.0			95.0	
NO.4	193.5	流速	0.9		4.0			5.0	
		流向	90.0		88.0			94.0	
NO.5	218.5	流速	0.7		4.1			5.9	
		流向	80.0		70.0			85.0	
NO.6	243.5	流速			4.2		5.2		6.3
		流向			75.0		70.0		70.0
NO.7	293.5	流速		4.3	5.2	6.1			
		流向		100.0	105.0	125.0			
NO.8	318.5	流速		7.8	8.0	8.1			
		流向		92.0	93.0	95.0			

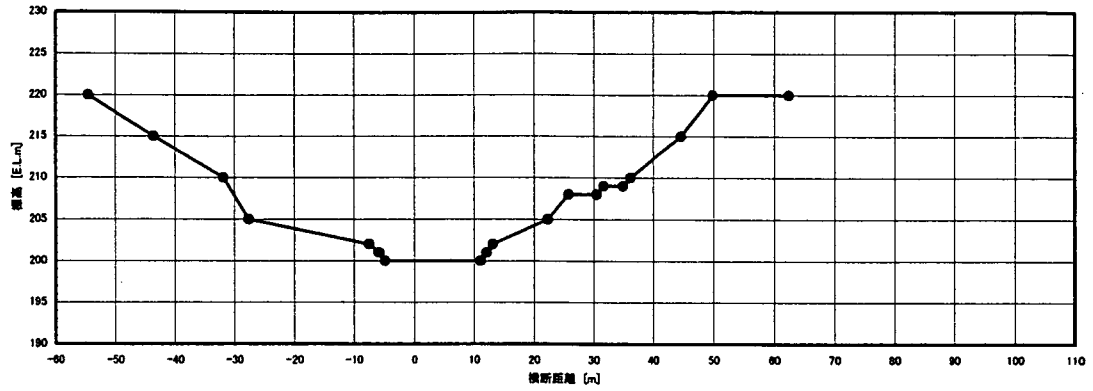
放流量：2680m³/s

測線	ﾊﾞｹｯﾄｶｰﾌﾞ終端からの距離x(m)		測点						
			-40	-20	-10	0	10	20	40
NO.0	93.5	流速		1.7		3.5		2.0	
		流向		100.0		75.0		60.0	
NO.1	118.5	流速		3.2		8.5		6.0	
		流向		85.0		80.0		88.0	
NO.2	143.5	流速		1.1		7.4		4.0	
		流向		95.0		59.0		70.0	
NO.3	168.5	流速		1.2		7.1		1.5	
		流向		130.0		90.0		80.0	
NO.4	193.5	流速		1.4		6.0		5.8	
		流向		140.0		87.0		80.0	
NO.5	218.5	流速		0.8		5.8		5.7	
		流向		120.0		89.0		77.0	
NO.6	243.5	流速				0.9		5.7	6.4
		流向				75.0		75.0	80.0
NO.7	293.5	流速			1.0	5.6		4.5	
		流向			100.0	135.0		150.0	
NO.8	318.5	流速			8.4	7.2	8.5		
		流向			92.0	110.0	115.0		

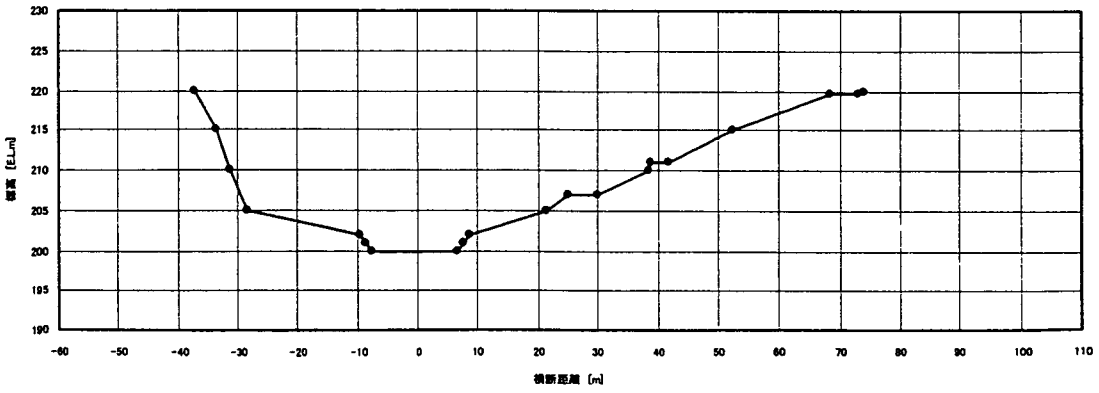
NO.1



NO.2

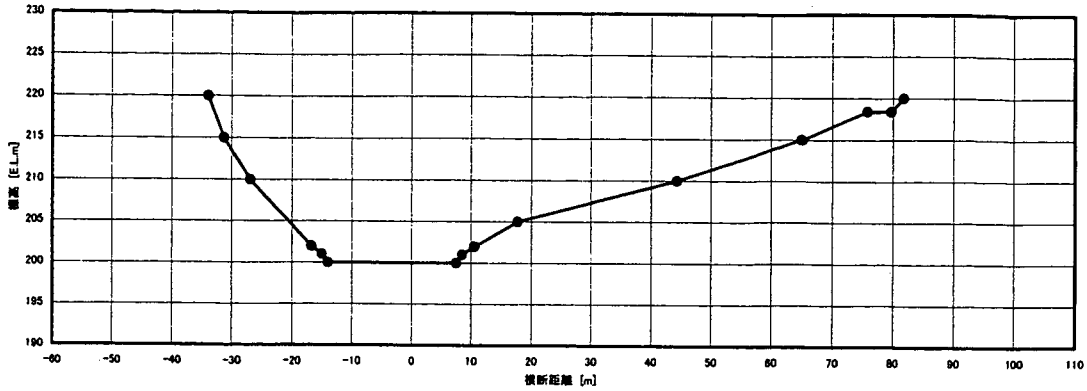


NO.3

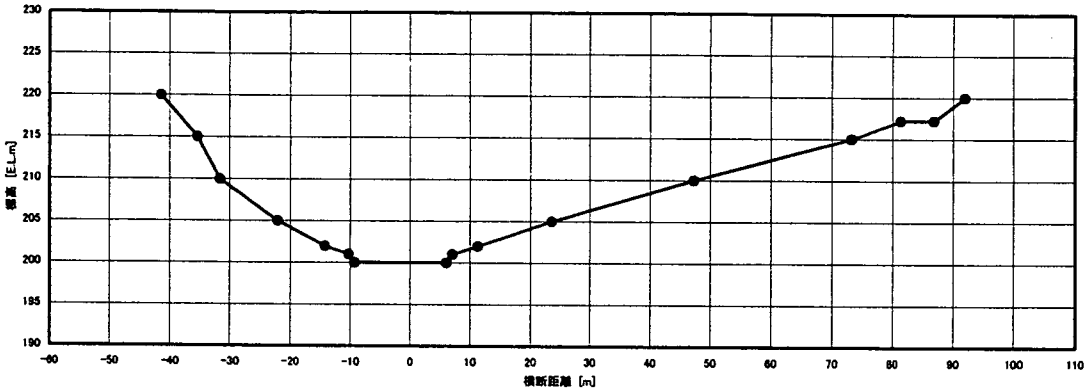


付図－4（1）　河道横断

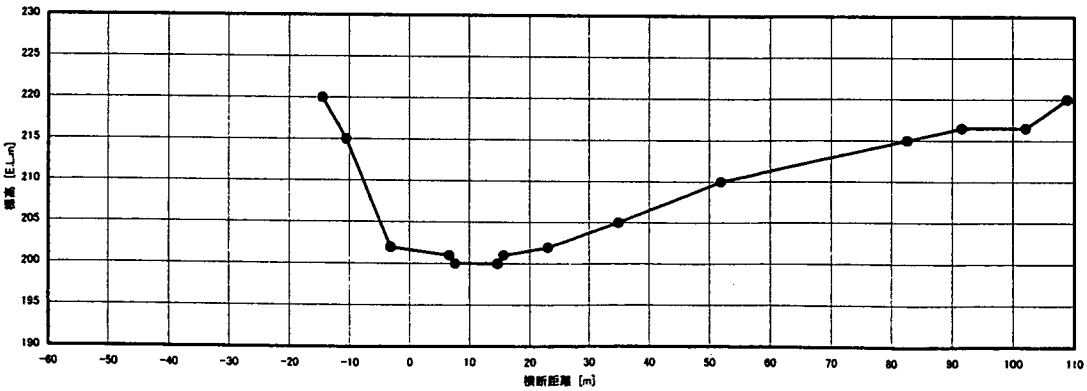
NO.4



NO.5

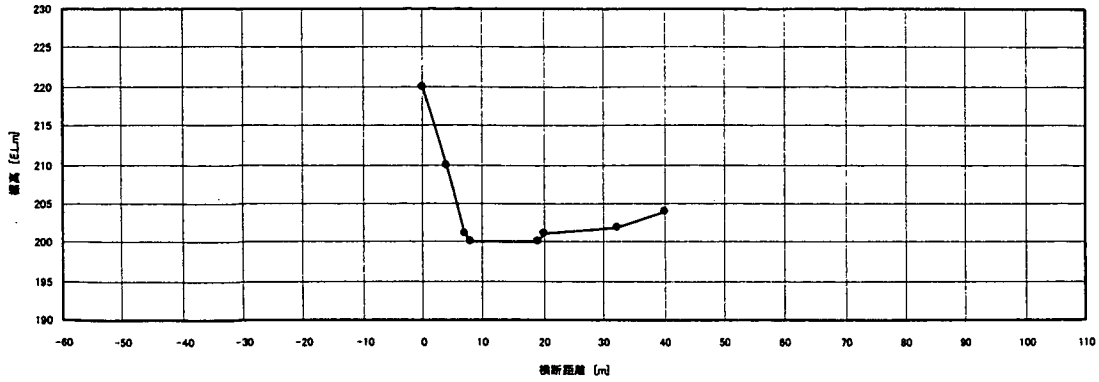


NO.6

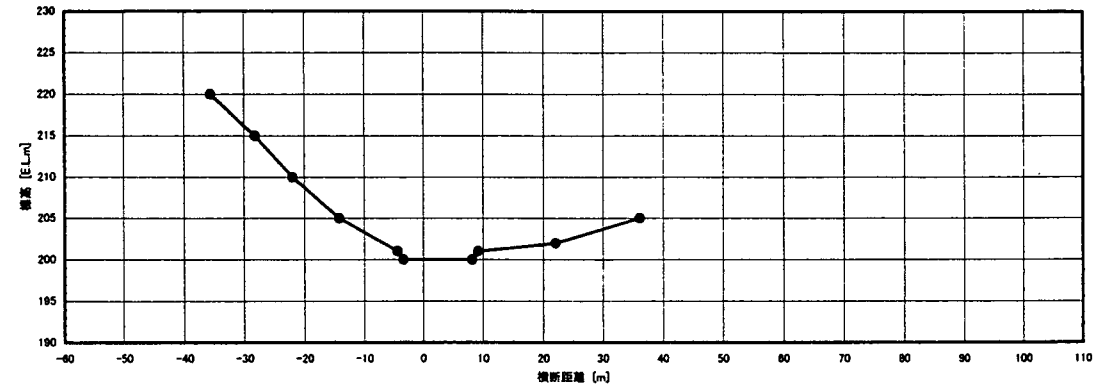


付図－4（2）　河道横断

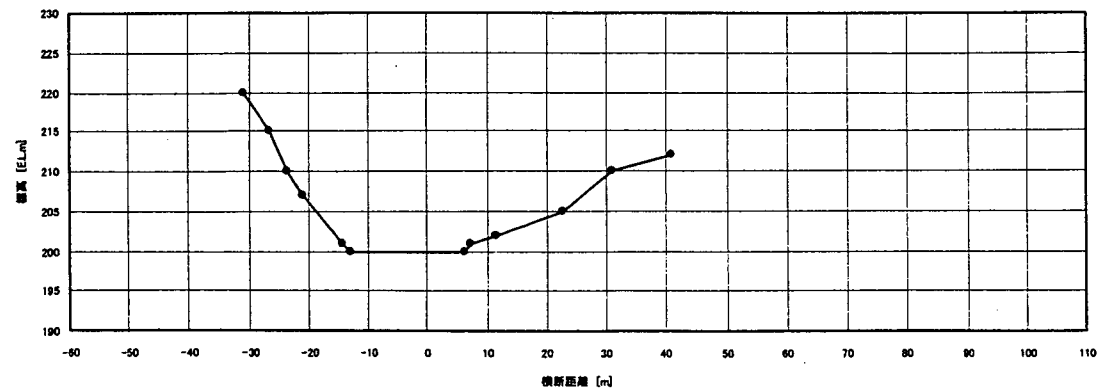
NO.6-1



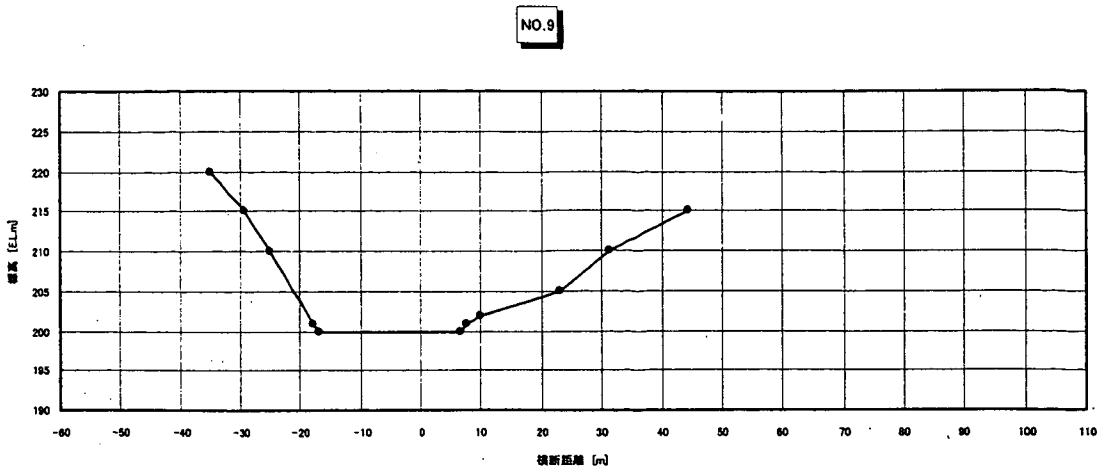
NO.7



NO.8



付図－4（3）　河道横断


NO.9
230
225
220
215
210
205
200
195
190
-60
-50
-40
-30
-20
-10
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
110

付図－4（4）　　河道横断

付表－15（1）　河道横断

NO.1

実物 標高 [EL.m]	実物 横断距離 [m]	模型 高さ [mm]	模型 横断距離 [mm]	
220	-51.2	4400	-1024	
215	-44.2	4300	-884	
210	-39.3	4200	-786	
205	-26.7	4100	-534	
202	2.0	4040	40	水際
201	3.0	4020	60	
201	14.0	4020	280	
202	15.0	4040	300	水際
205	24.0	4100	480	
207	31.6	4140	632	路肩
207	36.7	4140	734	路肩
210	40.0	4200	800	
215	46.0	4300	920	
220	50.5	4400	1010	

NO.2

実物 標高 [EL.m]	実物 横断距離 [m]	模型 高さ [mm]	模型 横断距離 [mm]	
220	-54.6	4400	-1092	
215	-43.7	4300	-874	
210	-31.9	4200	-638	
205	-27.6	4100	-552	
202	-7.5	4040	-150	
201	-6.0	4020	-120	水際
200	-5.0	4000	-100	
200	11.0	4000	220	
201	12.0	4020	240	水際
202	13.0	4040	260	
205	22.2	4100	444	
208	25.7	4160	514	路肩
208	30.4	4160	608	路肩
209	31.6	4180	632	路肩
209	34.8	4180	696	路肩
210	36.1	4200	722	
215	44.5	4300	890	
220	49.8	4400	996	路肩
220	62.3	4400	1246	路肩

NO.3

実物 標高 [EL.m]	実物 横断距離 [m]	模型 高さ [mm]	模型 横断距離 [mm]	
220	-37.4	4400	-748	
215	-33.8	4300	-676	
210	-31.2	4200	-624	
205	-28.3	4100	-566	
202	-9.7	4040	-194	
201	-8.5	4020	-170	水際
200	-7.5	4000	-150	
200	6.7	4000	134	
201	7.7	4020	154	水際
202	8.5	4040	170	
205	21.3	4100	426	
207	25.0	4140	500	路肩
207	30.0	4140	600	路肩
210	38.5	4200	770	
211	39.0	4220	780	路肩
211	41.8	4220	836	路肩
215	52.2	4300	1044	
219.7	68.6	4394	1372	路肩
219.7	73.0	4394	1460	路肩
220	74.0	4400	1480	

NO.4

実物 標高 [EL.m]	実物 横断距離 [m]	模型 高さ [mm]	模型 横断距離 [mm]	
220	-34.0	4400	-680	
215	-31.4	4300	-628	
210	-27.0	4200	-540	
202	-16.8	4040	-336	
201	-15.0	4020	-300	水際
200	-14.0	4000	-280	
200	7.4	4000	148	
201	8.4	4020	168	水際
202	10.5	4040	210	
205	17.6	4100	352	
210	44.3	4200	886	路肩
215	65.0	4300	1300	路肩
218.4	75.7	4368	1514	
218.4	79.7	4368	1594	
220	81.8	4400	1636	

付表－15（2）　河道横断

NO.5

実物 標高 [EL.m]	実物 横断距離 [m]	模型 高さ [mm]	模型 横断距離 [mm]	
220	-41.5	4400	-830	
215	-35.4	4300	-708	
210	-31.7	4200	-634	
205	-22.1	4100	-442	
202	-14.2	4040	-284	
201	-10.3	4020	-206	水際
200	-9.3	4000	-186	
200	6.0	4000	120	
201	7.0	4020	140	水際
202	11.2	4040	224	
205	23.5	4100	470	
210	47.2	4200	944	
215	73.2	4300	1464	
217.2	81.4	4344	1628	路肩
217.2	86.8	4344	1736	路肩
220	91.9	4400	1838	

NO.6

実物 標高 [EL.m]	実物 横断距離 [m]	模型 高さ [mm]	模型 横断距離 [mm]	
220	-14.5	4400	-290	
215	-10.6	4300	-212	
202	-3.2	4040	-64	
201	6.6	4020	132	水際
200	7.6	4000	152	
200	14.6	4000	292	
201	15.6	4020	312	水際
202	23.0	4040	460	
205	34.8	4100	696	
210	51.9	4200	1038	
215	82.6	4300	1652	
216.5	91.5	4330	1830	路肩
216.5	102.0	4330	2040	路肩
220	108.8	4400	2176	

NO.6-1

実物 標高 [EL.m]	実物 横断距離 [m]	模型 高さ [mm]	模型 横断距離 [mm]	
220	0	4400	0	
210	4	4200	80	
201	6.8	4020	136	水際
200	7.8	4000	156	
200	19.2	4000	384	
201	20.2	4020	404	水際
202	32.1	4040	642	
204	40	4080	800	

NO.7

実物 標高 [EL.m]	実物 横断距離 [m]	模型 高さ [mm]	模型 横断距離 [mm]	
220	-35.7	4400	-714	
215	-28.3	4300	-566	
210	-22.0	4200	-440	
205	-14.2	4100	-284	
201	-4.5	4020	-90	水際
200	-3.5	4000	-70	
200	8.1	4000	162	
201	9.1	4020	182	水際
202	22.0	4040	440	
205	36.1	4100	722	

NO.8

実物 標高 [EL.m]	実物 横断距離 [m]	模型 高さ [mm]	模型 横断距離 [mm]	
220	-30.8	4400	-616	
215	-26.5	4300	-530	
210	-23.5	4200	-470	
207	-21.1	4140	-422	水際
201	-14.2	4020	-284	
200	-13.2	4000	-264	
200	6.1	4000	122	水際
201	7.1	4020	142	
202	11.3	4040	226	
205	22.6	4100	452	
210	31.0	4200	620	
212	41.0	4240	820	

NO.9

実物 標高 [EL.m]	実物 横断距離 [m]	模型 高さ [mm]	模型 横断距離 [mm]	
220	-34.8	4400	-696	
215	-29.4	4300	-588	
210	-25.0	4200	-500	水際
201	-17.7	4020	-354	
200	-16.7	4000	-334	
200	6.4	4000	128	水際
201	7.4	4020	148	
202	10.0	4040	200	
205	23.1	4100	462	路肩
210	31.2	4200	624	路肩
215	44.5	4300	890	
216.9	57.3	4338	1146	
216.9	66.5	4338	1330	
220	73.2	4400	1464	

添付資料

添付資料

堤趾導流部水理模型実験における水面形計測値の特性について

志津見ダムの導流形式として堤趾導流形式が採用されている。堤趾導流形式の導流部は、通常3次元の水理模型実験により形状検討が行われるが、対象となる洪水吐きは越流水深が小さく、越流幅が広いのが通例である。このため、模型での水深が小さくなりフルード相似則の適用性が問題となる。相似則の不確かさに対する対応として、(壁高低減の意味も含め)デフレクターが導流壁上流端に設置されてきたが、デフレクターは施工性が問題視されている。そこで志津見ダムではデフレクターを設置しない方向で検討を行っている。結果としてシュートブロックによる壁高低減策を採用しているが、模型実験値から壁高を設定するためには、別途基礎実験により、水面形に及ぼす模型縮尺の影響等を検討する必要があった。本検討は、以上の観点から志津見ダム洪水吐きの検討と並行して実施したものである。結果の具体的な利用は本文中に記しており、ここに資料として添付する。

目次

1.はじめに……229
2.模型規模と導流壁沿い水面形の関係……230
2．1　実験概要……230
2．1．1　実験模型……230
2．1．2　実験１の実験条件……230
2．1．3　実験条件の相似性と実験２……232
2．1．4　相似性の検討方法……233
2．2　実験の流況……233
2．3　波面計の計測特性……236
2．4　実験結果……237
2．4．1　目視計測と波面計計測……237
1）平均・最高水深と波面計計測値の関係……237
2）領域全体としての影響……238
2．4．2　水面形に及ぼす模型規模の影響……239
1）測点ごとの影響……239
2）領域全体としての影響……240
3．　導流壁高と越水量の関係……242
3．1　実験概要……242
3．2　実験結果……242
3．2．1　水面存在率の分布……242
3．2．2　壁高と越水量……242
4.まとめ……243

図表写真

図－1　模型概要図……245
図－2　水脈突入条件の相似性(z/H=5)……246
図－3　上流端階段部の流況……247
図－4　導流壁沿い流れと水面形例（階段式、H＝0.1m）……248
図－5　導流壁沿い流れと水面形例（側水路式、H＝0.1m）……249
図－6　波面計センサー部……250
図－7　波面計とボイド計の計測値の比較……251
図－8　目視計測と波面計計測の差（階段式、実験１）……252
図－9　目視計測と波面計計測の差（側水路式、実験１）……253
図－10　階段式および側水路式の$\mu \pm 3\sigma$（実験１）……254
図－11　計測者による目視水面形のばらつき（実験１、H＝0.05m、Z/H=5）……255
図－12　H=0.1m を基準とした$h_{2\%}$の相似性（階段式、Z/H=5）……256

図－13　H=0.1m を基準とした $h_{2\%}$ の相似性（側水路式、Z/H=5）……257
図－14　測点平均の $r_{2\%}$、$r_{50\%}$ と H、Z/H の関係……258
図－15　$r_{50\%}$ の文献１）の結果と本実験との比較……259
図－16　各測点の $\xi_{10\%}$（階段式、実験１）……260
図－17　$\xi_{x\%}$ と x の関係……261
図－18　単位幅当り越水量 q_0 と計測位置、Z/H の関係（実験１、H＝0.1m）……262
図－19　H＝0.1m と 0.2m の q_0 の比較……263

表－１　実験ケース一覧……231
表－２　導流壁沿い流れの空気混入状況（実験１）……235
表－３　越流部、非越流部の $r_{2\%}$、$r_{50\%}$ の平均と標準偏差……241

写真－１　堤趾導流式の洪水吐き（模型実験）……264
写真－２　空気混入状況例……265

データ等

別添図－１　H=0.1mを基準とした $h_{2\%}$ の相似性（階段式、Z/H=5）……266
別添図－２　H=0.1mを基準とした $h_{2\%}$ の相似性（階段式、Z/H=10 及び 20）……267
別添図－３　H=0.1mを基準とした $h_{2\%}$ の相似性（側水路式、Z/H=5）……268
別添図－４　H=0.1mを基準とした $h_{2\%}$ の相似性（側水路式、Z/H=10）……269
別添図－５　H=0.1mを基準とした $h_{2\%}$ の相似性（側水路式、Z/H=20）……270
別添図－６　H=0.1mを基準とした $h_{50\%}$ の相似性（階段式、Z/H=5）……271
別添図－７　H=0.1mを基準とした $h_{50\%}$ の相似性（階段式、Z/H=10 及び 20）……272
別添図－８　H=0.1mを基準とした $h_{50\%}$ の相似性（側水路式、Z/H=5）……273
別添図－９　H=0.1mを基準とした $h_{50\%}$ の相似性（側水路式、Z/H=10）……274
別添図－10　H=0.1mを基準とした $h_{50\%}$ の相似性（側水路式、Z/H=20）……275
別添図－11　各測点の $\xi_{10\%}$（階段式、実験１）……276
別添図－12　各測点の $\xi_{10\%}$（側水路式、実験１）……277

別添表－１（1）～（3）水面形計測結果（階段式、実験１）……278
別添表－２（1）、（2）水面形計測結果（階段式、実験２）……281
別添表－３（1）～（4）水面形計測結果（側水路式、実験１）……283
別添表－４（1）～（3）水面形計測結果（側水路式、実験２）……287
別添表－５　水面形計測の個人差（RUN A-1.3）……290
別添表－６　波面計とボイド計の比較……291
別添表－７　$\xi_{10\%}$ と H 及び Z/H の関係（測点平均値、実験１）……292
別添表－８　越水量……293

1．はじめに

十分なゲート操作時間が確保できない小流域ダムの増加により、また、将来の管理負担の軽減を目的として、近年、多くの多目的ダムがゲートを有しない自然調節ダムとして計画されるようになっている。

自然調節ダムの非常用洪水吐きは、越流水頭が数m程度と小さい自由越流頂にて計画され、所要の放流を行なうために広い越流幅が確保されるのが通例である。堤体上に洪水吐きが設けられる重力式コンクリートダムでは、この幅の広い越流頂が堤体頂部に設置されるが、越流幅は下流河道幅に対し大幅に大きくなる場合が多い。このため、越流水を河道幅に集水する必要があり、ダム堤趾部のフーチング上に設置した導流壁により越流水を流向変化させる堤趾導流式の導流部が多く用いられている（写真－1参照）。

堤趾導流部上の流れは、堤体下流面上を流下したフルード数の非常に大きい流れが壁により流向変化する流れと、フーチングにより形成される階段上を流下する流れが干渉し合う、非常に複雑なものである。また、導流部の水路線形及び階段形状は、ダム位置の地形・地質条件の影響を大きく受け、複雑に変化する場合が多い。このため堤趾導流部の水理設計は3次元の水理模型実験を通じて実施されるのが通例であり、必要に応じ水路線形、階段形状に修正が加えられるとともに導流壁高が決定される。

堤趾導流形式の水理模型実験における問題は、洪水吐き全体の規模に対し越流水頭が小さいことにある。このため、実験での越流水頭を大きく設定すると非常に大きな模型規模が必要になる。模型規模は、実験施設の給水能力やスペースの制約を大きく受け、いたずらに大きくすることはできない。筆者らの知るところでは、堤趾導流形式の水理模型実験は0.05～0.08m程度の比較的小さい越流水頭で実施される例が多いように思う。

小さい越流水頭では、流れの絶対規模が小さくなり、洪水吐きの水理模型実験で通常用いられているフルード相似の適用性が悪くなることが懸念される。こうした模型縮尺の影響（レイノルズ数、ウェーバー数の影響）を把握するため、柏井・漆山[1]は上流端の階段を対象に形状が相似で大きさの異なる模型を用いて水面形調査を行い、越流水頭Hが0.04m以上で、階段までの落差が水頭の12倍より小さい場合には階段への流入条件に対する模型縮尺の影響は小さいこと、また、導流壁沿い水深はHが小さくなるに従って小さくなる傾向があり、Hが0.1m程度以下においてこの傾向が顕著であることを示している。この実験結果を受け、その後の基礎的な水理特性や設計方法に関する実験検討は、Hを0.1m以上として実施されている[2]、[3]。一方、全体模型実験でこうした越流水頭を確保することは困難な場合が多く、先に述べた程度の越流水頭似て実験される場合が多い。

小さいHの実験では、壁高の設定方法が問題になるが、実際の水理設計では、導流壁上端に水路側に張り出したデフレクターが設置されるのが通例であり、導流壁沿いに這い上がる水脈を抑えることにより、水面の不確実性に対する安全性を確保している。デフレクターは、導流壁高の低減を図る目的でも設置されており、水理模型実験の流況判断では、大きいHを用いた基礎実験でのそれに余裕をもたせるなどの措置が講じられている。

一方、デフレクターは高い壁の上方に設けられるオーバーハング施設であり、その張り出し規模が大きくなると、型枠の設置など施工上の負担も大きくなる。水面を制御するためのデフレクターの必要張り出し長は数mに及ぶ場合もあり[3]、壁沿いの這い上がり量が余り大きくない場合には、デフレクターを省略するのが経済的に有利になることが予想される。また、壁高低減策としては、施工上有

利な、フーチングと堤体下流面の接合部にシュートブロックを用いる方法[4]もあり、こうしたデフレクターを有しない導流壁の採用が望まれる場合も多い。

デフレクターを有しない導流壁を採用する場合、小さい越流水頭の水理模型実験で得られた導流壁沿い水面形の評価方法が問題になる。柏井・漆山の実験は越流水頭を0.02～0.3mと大きく変化させているが、上流端の階段上の流れのみが対象となっており、再現された流況も限られる。堤趾上に出現する様々な流れに対する縮尺の影響を議論する上では実験ケースが不十分である。

以上の状況に鑑み、本論文では、広い範囲の導流部形状を再現した模型実験により、導流壁沿い水面形に対する模型縮尺の影響を調査した。変化させた越流水頭は0.05～0.2mであり、堤趾導流部上に生じるいくつかの典型的な流れのパターンに対し調査を行った。

本論文では、後に示す波面計による水面形計測値をもとに議論している。これは、柏井・漆山が用いたと同じものであるが、実際の水理模型実験の水面形は、計測の簡便化の観点から目視による計測が行なわれるのが通例である。そこで、目視計測と波面計計測の関係についても併せて検討を行なった。更に、計測された水面形と必要導流壁高の関係を検討するため、導流壁高と越水量の関係を調査した。

2．模型規模と導流壁沿い水面形の関係

2．1　実験概要

2．1．1　実験模型

実験は、**図－1**に示すように、水路勾配がある場合および水平の場合の2形式の水路について、形状が相似で大きさが異なる模型を製作して実施した。以下では前者を階段式、後者を側水路式として区別する。

通常の堤趾導流部でみられる水路は勾配をもつ階段式のものであり、側水路式は水路内の減勢効果が大きい場合の比較ケースとして実施したものである。側水路式は減勢効果が高いことから、減勢工として位置付けられるのが一般的であるが[5]、突入水脈を堤趾部のフーチング上で流向変化させるという堤趾導流式と同様の機能を有している。従って、本論分では堤趾導流式の一形態として扱うこととする。

実験ケースの一覧を**表－1**に示す。実験では、導流水路については規模の異なる相似模型を製作したが、実験の効率化を図るため、越流部については設計水頭 H_d=0.2mのハロルドの標準越流頂を固定して用いている。つまり、越流頂については幾何学的相似形となっていない。このため、実験条件の設定内容がやや分かりにくくなっているので以下に詳しく示す。

2．1．2　実験1の実験条件

表－1の実験1は、越流水頭 H を、越流量に模型縮尺の影響のない[1] 0.05mから0.2mまで0.05mピッチで変化させ、これに応じて水路形状を相似形にて変化させたものである。水路形状は固定しており、階段当たり（側水路）のダム軸方向の長さ W/H、当該階段下流端（側水路）のダム軸と直角方向の長さ L/H 及び水路勾配 α、導流壁の平面上の開き角度 θ は一定である。階段式での α、θ の組み合わせは、階段形状が上下流方向に変化しない組み合わせとしている。

階段式の場合を考えると、実際に用いられている堤趾導流部の階段線形及び形状は、当該水路部の地形・地質により多様に変化するものであり、これら諸量は様々な値をもつ。上下流方向での変化も多様である。従って、これら諸量の影響を全て調査することは不可能である。一方、本実験の目的は、

表－1　実験ケース一覧

実験1

形式	RUN	H/Hd	H (m)	Z(m)		Z/H		q (m^3/m·s)	h'(m)		v(m/s)		Fr		Re(×10^5)		We	
				Z_u	Z_e	Z_u/H	Z_e/H		h'_u	h'_e	v_u	v_e	Fr_u	Fr_e	Re_u	Re_e	We_u	We_e
階段式	A-1.1	0.25	0.05	0.25	0.66	5	13.2	0.019	0.0084	0.0060	2.29	3.22	7.94	13.30	0.168	0.168	24.49	29.08
W/H=2	-1.2	0.50	0.10	0.50	1.32			0.060	0.0185	0.0131	3.23	4.56	7.59	12.71	0.522	0.522	51.28	60.89
L/H=3	-1.3	0.75	0.15	0.75	1.98			0.117	0.0295	0.0209	3.96	5.58	7.36	12.33	1.019	1.019	79.26	94.11
α=24.46°	-1.4	1.00	0.20	1.00	2.64			0.186	0.0407	0.0288	4.57	6.45	7.24	12.13	1.622	1.622	107.46	127.61
θ=20°	A-2.1	0.25	0.05	0.50	0.91	10	18.2	0.019	0.0066	0.0054	2.94	3.55	11.56	15.39	0.168	0.168	27.76	30.53
B_1/H=20	-2.2	0.50	0.10	1.00	1.82			0.060	0.0144	0.0119	4.15	5.02	11.05	14.70	0.522	0.522	58.11	63.93
B_2/H=10	-2.3	0.75	0.15	1.50	2.73			0.117	0.0230	0.0190	5.08	6.15	10.72	14.27	1.019	1.019	89.82	98.81
	A-3.1	0.25	0.05	1.00	1.41	20	28.2	0.019	0.0053	0.0049	3.64	3.93	15.99	17.92	0.168	0.168	30.93	32.12
	-3.2	0.50	0.10	2.00	2.82			0.060	0.0116	0.0108	5.15	5.56	15.28	17.12	0.522	0.522	64.75	67.25
側水路式	B-1.1	0.25	0.05	0.25		5		0.019	0.0084		2.29		7.94		0.168		24.49	
W/H=30	-1.2	0.50	0.10	0.50				0.060	0.0185		3.23		7.59		0.522		51.28	
L/H=3	-1.3	0.75	0.15	0.75				0.117	0.0295		3.96		7.36		1.019		79.26	
α=0°	-1.4	1.00	0.20	1.00				0.186	0.0407		4.57		7.24		1.622		107.46	
θ=0°	B-2.1	0.25	0.05	0.50		10		0.019	0.0066		2.94		11.56		0.168		27.76	
B_1/H=20	-2.2	0.50	0.10	1.00				0.060	0.0144		4.15		11.05		0.522		58.11	
B_2/H=10	-2.3	0.75	0.15	1.50				0.117	0.0230		5.08		10.72		1.019		89.82	
	-2.4	1.00	0.20	2.00				0.186	0.0317		5.87		10.54		1.622		121.79	
	B-3.1	0.25	0.05	1.00		20		0.019	0.0053		3.64		15.99		0.168		30.93	
	-3.2	0.50	0.10	2.00				0.060	0.0116		5.15		15.28		0.522		64.75	
	-3.3	0.75	0.15	3.00				0.117	0.0185		6.31		14.83		1.019		100.08	

実験2(想定H=0.1m)

	RUN	想定 H/Hd	H' (m)	Z(m)		Z/H'		q (m^3/m·s)	h'(m)		v(m/s)		Fr		Re(×10^5)		We	
				Z_u	Z_e	Z_u/H'	Z_e/H'		h'_u	h'_e	v_u	v_e	Fr_u	Fr_e	Re_u	Re_e	We_u	We_e
階段式	A'-1.1	0.25	0.095	0.50	1.32	5.29	13.94	0.055	0.0170	0.0121	3.21	4.51	7.85	13.10	0.477	0.477	48.80	57.88
W=0.2m, L=0.3m	-1.3	0.75	0.104			4.82	12.71	0.064	0.0196	0.0139	3.25	4.59	7.41	12.44	0.555	0.555	53.01	63.00
α=24.46°	-1.4	1	0.106			4.73	12.47	0.066	0.0202	0.0143	3.26	4.60	7.33	12.31	0.573	0.573	53.93	64.10
θ=20°	A'-2.1	0.25	0.095	1.00	1.82	10.57	19.23	0.055	0.0133	0.0110	4.12	4.96	11.42	15.10	0.477	0.477	55.28	60.69
B_1=2m, B_2=1m	-2.3	0.75	0.104			9.63	17.52	0.064	0.0152	0.0126	4.17	5.06	10.80	14.43	0.555	0.555	60.10	66.19
	A'-3.1	0.25	0.095	2.00	2.82	21.14	29.80	0.055	0.0107	0.0100	5.08	5.46	15.67	17.43	0.477	0.477	61.43	63.66
側水路式	B'-1.1	0.25	0.095	0.50		5.29		0.055	0.0170		3.21		7.85		0.477		48.80	
W=3m, L=0.3m	-1.3	0.75	0.104			4.82		0.064	0.0196		3.25		7.41		0.555		53.01	
α=0°	-1.4	1	0.106			4.73		0.066	0.0202		3.26		7.33		0.573		53.93	
θ=0°	B'-2.1	0.25	0.095	1.00		10.57		0.055	0.0133		4.12		11.42		0.477		55.28	
B_1=2m, B_2=1m	-2.3	0.75	0.104			9.63		0.064	0.0152		4.17		10.80		0.555		60.10	
	-2.4	1	0.106			9.45		0.066	0.0157		4.19		10.68		0.573		61.14	
	B'-3.1	0.25	0.095	2.00		21.14		0.055	0.010742		5.08		15.67		0.477		61.43	
	-3.3	0.75	0.104			19.27		0.064	0.0122		5.20		15.01		0.555		67.07	

記号)　W:1階段当たり(側水路)のダム軸方向の長さ　H':実験2における実際のH　ν:水の動粘性係数＝1.146＊$10^{-6}m^2/s$

L:当該階段(側水路)下流端のダム軸と直角方向の長さ　Z:越流頂と階段(側水路)の標高差　T:表面張力＝7.35*10^{-2}N/m

α:水路勾配　q:単位幅当たり越流量　ρ:水の密度＝999.1Kg/m^3

θ:導流壁の平面上の開き角度　h':階段(側水路)への突入水深　g:重力加速度

B_1:越流部のダム軸方向の長さ　v:階段(側水路)への突入流速

B_2:非越流部のダム軸方向の長さ　Fr:階段(側水路)への突入流れのフルード数＝$v/\sqrt{(gh')}$

Hd:越流頂形状の設計水頭　Re:階段(側水路)への突入流れのレイノルズ数＝vh'/ν

H:貯水位と越流頂の標高差(実験2では想定値)　We:階段(側水路)への突入流れのウェーバー数＝$\sqrt{(v^2h'/(T/\rho))}$

添え字u、e:それぞれ越流部区間における上流端及び下流端階段(側水路では同じ)での値を表す

こうした形状パラメータによる水面形の違いを把握することにあるのではなく、フルード則の適用性の確認にある。従って、流況パターンが類似していれば相似性への影響にも大きな差はないものと考え実験を行なっている。その意味で、流況に与える影響の大きい突入水脈のフルード数については、これを変化させるものとし、越流頂と階段（側水路）の標高差 Z/H を５、10、20 と変化させている。得られた流況については２．２に検討する。

なお、実験対象とした導流水路諸元は、実際に適用されている導流水路諸元の範囲内にある[3)]。また、水路の下流側 1／3 区間は越流水脈の流入の無い非越流部区間とし（境界付近では越流水脈の拡がりによる若干の流入がある）、流入の無い部分の流れについても調査を実施した。堤体下流面勾配は 1：0.8 である。

２．１．３　実験条件の相似性と実験２

越流頂の越流特性は次式で表され、相似模型の流量にフルード則が成立するためには μ が同じでなければならない。

$$q=\mu\sqrt{(2g)}H^{1.5} \qquad (1)$$

ここに、q：単位幅当たり越流量、μ：流量係数、g：重力加速度である。先に述べたように、本実験では越流頂形状は H_d=0.2m の標準越流頂で固定している。この場合 μ は H/H_d より変化し、H/H_d が大きくなるに従って大きくなる傾向をもつ。従って H の変化比率に合わせて模型規模を変化させた実験１では、越流量がフルード則に従っていないことになる。

このことを考慮して実施したのが実験２である。実験２は、実験１の H=0.1m の水路模型を用い、実験１の各 H での μ に等しくなるように流量を合わせたもので、例えば、実験２の RUN A'-1.1、1.3、1.4 は、それぞれ実験１の RUN A-1.1、1.3、1.4 と相似の関係にあるものとして整理することを想定している。

図－２は、Z/H= 5 の場合を例に、実験１、２での水脈突入条件と H の関係を示したものである。導流部の流れは、空気混入を伴うものであり、壁沿い水深 h に係る現象を f で表すと f は次式で表される。

$$f=f(k_1,k_2,h,h',\mathrm{v},\rho,\nu,g,T) \qquad (2)$$

ここに、k_1：導流水路形状、k_2：導流水路上流からの流れの状態、h'、v：それぞれ越流水脈の導流水路突入時の水深、平均流速、ρ、ν：それぞれ水の密度、動粘性係数、T：表面張力である。次元解析により、無次元化すると次式を得る。

$$h/h'=(k_{1n},k_{2n},Fr,Re,We) \qquad (3)$$

ここに、k_{1n}：導流水路形状を表す無次元量であり W/h'、L/h'、α などがある、k_{2n}：導流水路上流からの流れの状態を表す無次元量であり、例えば上流水路上流からの流れのフルード数、レイノルズ数、流速分布などがある、Fr：フルード数$=v/\sqrt{(gh')}$、Re：レイノルズ数$=vh'/\nu$、We：ウェーバー数$=\sqrt{(v^2h'/(T/\rho)}$である。このうち、k_{2n} は制御可能な独立変数ではない。結果として求まるものであり、調査対象でもある。従って導流水路への突入条件の妥当性は、k_{1n}、Fr、Re、We により検証すればよく、図－２にはこれら無次元量を示した。ただし、k_{1n} は W/h'で代表して示している。また、水路勾配をもつ階段式の場合、突入条件は上下流方向に変化するが、図では上流端での値を示しており、添え字 u にて表している。なお、堤体下流面上を流下することによる越流水脈のエネルギー減衰は、文献３)で与えられている次式を用いて計算している。

$$\mathrm{v}=\gamma\sqrt{(2g(H+Z))} \qquad (4)$$

γ =0.993+1.03×10^{-2}(Z/H)+4.08×10^{-5}（Z/H）^{2}

上式は、H 及び Z を変化させた実験結果から得られたものであり、エネルギー減衰量が Z/H の関数として近似できることを表している。このことは、越流頂形状を相似形状にて変化させた場合（以下では完全相似模型と称する）、W/h_u'及び Fru は模型縮尺によらず一定と仮定できることを示している。

図－２の破線は、完全相似模型の場合を示しており、以上に示されるように、同じ H/H_d での W/h_u' 及び Fru は H によらず一定である。また、Reu、Weu は H が大きくなるに従って大きくなる。一方、これら無次元量の H/H_d による変化をみると、W/h_u'、Fru は H/H_d が大きくなるほど小さくなる、また、Reu および Weu は大きくなる傾向がある。**実験１**での突入条件の H による変化を図中の鎖線に示すが、実験１では縮尺の影響の他、H/H_d の影響が比較的大きく、フルード則の適用性を議論するには問題があるものと考えられる。

図中の実線は実験２で考えている相似ケースの相互の関係を示したものである。実験２は、模型規模としては H=0.1m を想定しているが、流量を合わせているため実際の H は 0.1mと若干異なる。この H が異なる影響が若干みられるものの、完全相似条件とほぼ同じ関係が得られていることが分かる。

２．１．４　相似性の検討方法

以上より、本稿でのフルード則の適応性の検討は、実験１の H/H_d の異なる各ケースを実験２のケースを介して、つまり、実験２の実験結果を H=0.1m での結果と位置付け、実験１の相似対象の条件との相互の差を求めることにより、H＝0.05～0.2mと変化した場合の影響を求めて実施した。

具体的方法については２．４．２に示すが、例えば、**図－２**に示す階段式で Z/H＝5 の場合では、H=0.05mと 0.1mの差を RUN A-1.1 と A'-1.1 から、H=0.15m と 0.1m、0.2m と 0.1mの差をそれぞれ A-1.3 と A'-1.3、A-1.4 と A'-1.4 から求め、これらの差を繋いで H＝0.05～0.2mの全体での変化を求めている。こうして求められる模型縮尺の影響は、H/H_d を一定とした場合の影響とは異なるが、模型縮尺の影響に及ぼす H/H_d が異なることによる差は小さいものと考えてよいであろう。

なお、実験１では H が大きくなるに従って H/H_d も大きくなり流量が増加する。従って実験１の結果を、突入水脈の相似条件が満足されているものとしてそのまま解析した場合、フルード則への影響は、H が大きくなるに従って導流壁沿い水深が大きくなる方向に作用する。このことは、設計上は安全側の結果を与えるものである。**図－２**に示されるように、実験１と２の突入水脈条件の関係（実線）も、例えば H が大きくなるに従って Fr が小さくなるなど、完全相似模型（破線）に対し、差は小さいものの実験 1（鎖線）と同様の傾向を示している。従って上記の方法で得られる結果は、設計上安全側の結果を与えるものと考えられる。

フルード則への影響は、具体的には Re および We の影響と考えることができる。その意味では、実験結果は Re、We をパラメータとして整理するのが適当とも考えられるが、Re は H により、We は H と Z/H によりほぼ決まり H/H_d の影響は小さい。模型実験との関係を知るには H により議論をするのが分かりやすいので、以下では模型規模を表すパラメータとして、H を用いて議論を進めることとする。H、Z/H と Re、We の関係は**表－１**に示してある。Z/H＝5 の水路上流端での値については、**図－２**に示した通りである。

２．２　実験の流況

堤趾導流部の流況については、上流端階段における流況区分および連続した階段での流況区分がそれぞれ行われている。

図－3は上流端階段における流れを示したものである。上流端階段部では導流壁に達した突入水脈が導流壁沿いに大きく這い上がるが、この這い上がり水脈が当該階段下流に飛び出し、突入水脈が影響を受けない場合（流況Ⅰ）と、這い上がった水脈が当該階段上に落下し、突入水脈が減勢する場合（流況Ⅱ）で這い上がり高や水面形が大きく異なるとされている[2)]。流況Ⅰはθ、Frが大きいほど、また、Wが小さいほど生じやすく、ほとんどの堤趾導流部上流端の流れは流況Ⅰとなっている。

今回の実験では、階段式の上流端付近の流れが流況Ⅰに相当している。一方、側水路式の流況は、流況Ⅱとは若干異なるものである。すなわち、堤趾導流として示されている流況Ⅱは、水路内の水深がほとんどなく減勢量もそれ程大きくない場合のものであるのに対し、側水路式では水路内の水深が大きく、突入水脈の減勢量もかなり大きい。流況Ⅱの実験は文献１）で実施されており、本実験では流況Ⅰに対し、対蹠的な流況として側水路式の流況を選出している。

階段が連続する場合の流況についても、突入水脈の減勢の観点から区分が行われており、減勢が顕著な場合と小さい場合に大別されている[2)]。この場合の減勢は、階段を流下する流れとの干渉により生じる。上流端流況がⅠの場合、導流部上流端付近では大きな這い上がりが生じるが、減勢の影響が顕著な場合には、この這い上がり水脈の落下位置付近から這い上がり量が急激に小さくなる。一方、減勢の影響が顕著でない場合、水面の這い上がり量は導流水路全体を通じあまり変わらない、若しくは下流ほど大きくなる傾向を示す。

今回の実験での導流壁沿い水深の変化を図－４、５に示す。図中の凡例の$h_{2\%}$、$h_{50\%}$は波面計の計測結果を示したものであり後に議論するが、ここでは$h_{2\%}$を、変動を加味した最大水深、$h_{50\%}$を平均水深と考えて差し支えない。

図－４の階段式の場合をみると、Zが小さい場合には減勢の影響が顕著でなく、水面の這い上がりは導流水路全体を通じあまり変わらないことが分かる。一方、Zが大きい場合には、上流側の這い上がりに対し下流側の這い上がりがかなり小さくなっており、減勢の影響が異なる流況が得られている。当然のことながらZが大きくなるに従って最大水深と平均水深の差も大きくなる。図中に示した破線は、導流水路勾配に平行で導流水路内の最大水深位置を通る直線を示したものである。Zが大きくなるに従って、最大水深発生位置が下流側から上流側に移動し、他の測点との水深差も大きくなることが確認される。

図－５の側水路式では、越流部の水深が導流水路内を通じほぼ一定となっている。こうした傾向は側水路式の水面変化として知られているものである[5)]。越流部を回流となって流下した流れは、非越流部で流下方向に急激に加速され、水面が低下している。

文献１）の実験では、模型規模の違いによる流況への影響として、模型規模が大きくなるに従って、空気混入が顕著になり、水面が飛沫上になることが示されている。

今回の実験における導流壁沿いでの水面状況を表－２に示す。階段式では、ほとんどの条件で飛沫状の水面となっているが、H、Z/Hが小さい場合の上流端付近に飛沫が顕著でない状態がみられている。一方、側水路式の越流部では、H、Z/Hが大きい場合を除き、空気混入による白濁は局所的にみられるのみであり、水面全体が白濁し、飛沫になることはない。判例に示す“下流端付近”は、非越流部区間を示しており、流下方向に加速されることにより水面は急速に加速し白濁している。水面全体が飛沫状になっている階段式と、空気混入量が比較的小さい側水路式の流況例を写真－２に示す。

以上、実験対象となった流況を示した。以降の考察は上記流況を念頭に行っている。

表－2　導流壁沿い流れの空気混入状況(実験1)

階段式

Z(m)	H(m)			
	0.05	0.1	0.15	0.2
0.25	△			
0.5	△	○		
0.75			○	
1	○	○		○
1.5			○	
2		○		

側水路式

Z(m)	H(m)			
	0.05	0.1	0.15	0.2
0.25	×			
0.5	▲	×		
0.75			×	
1	▲	▲		×
1.5			▲	
2		○		○
3			○	

注)○:水面全体が飛沫状に白濁する。
△:上流端付近の一部を除いて水面が飛沫状に白濁する。
▲:下流端付近で水面がやや白濁する。
×:空気混入による白濁が局所的に見られる。

2．3　波面計の計測特性

実験での計測項目は導流壁沿い水面形であるが、水面の変動は大きく、空気混入の激しいものである。そこで水面形の計測方法が問題になる。

先に述べたように、本実験の水面形計測は、文献１）と同様に波面計（計測技研製）にて実施した。波面計は、発信、受信の２本の平行なセンサー棒を有するもので（**図－6** 参照）、発信棒から一定の時間間隔で発信されるパルス信号を受信棒にて感知する仕組みになっている。パルス信号の受信は、発信棒と受信棒の電通部（図の影の部分）の間が水により連結されたときに行なわれ、発信数のうち受信されたパルス数の割合で水面の時間的な存在割合が算出される。波面計は、空気混入水面の計測装置として用いられているもので、以下では、波面計で計測される計測値を水面存在率とし、水面存在率 x％の水深を $h_{x\%}$ と表記する。なお、実験での計測条件は、計測時間３分、その間の総発信パルス数 1,000 である。

空気混入流の計測に用いられる別の装置としてボイド計が知られている。ボイド計は、点電極のプローブを用い、液体と気体の電気伝導度の違いにより生じる電圧出力の違いを感知し、空気の存在割合（ボイド率）を求めるものである。

実験では波面計とボイド計（KANOMAX 製 SYSTEM7931）の出力比較を実施しており、結果を**図－7** に示す。比較は、水面が完全に白濁し乱れの大きい RUN A-1.4 と空気混入の少ない B-1.2 について実施した。図中の測点番号は、**図－4、5** に示す測点番号と一致している。100－ボイド率（％）と水面存在率が同じ意味をもつものとして両者をみると、RUN A-1.4 では同じ位置での水面存在率がボイド計のそれより大きく、B-1.2 では小さくなっている。従って両者の出力状況は水面の状態により異なる傾向を示している。両者の差は、水面の乱れの大きい RUN A-1.4 で大きく、差の大きい測点 10 では、水面存在率 50％の水深である $h_{50\%}$ は、波面計での値がボイド計での値の 10％程度大きい値となっている。これに対し、水面の乱れの小さい場合の差は、大きくても 2～3％程度である。

水面の空気混入状況が著しい RUN A-1.4 での差の原因として、波面計では電通部間を繋ぐ水の経路が存在すれば水面と感知される、つまり、電極部周辺に小さい気泡が存在しても無視されるのに対し、小さい点電極で感知するボイド計ではこうした気泡の存在も感知されることが考えられる。ただし、波面計ではボイド率 100％以上の水深でも水塊が感知されており、こうした領域では、飛沫状ではあるが比較的大きい水塊が存在することは目視でも確認されている。従って、ボイド計の水塊に対する感度が鈍いことも考えられ、両者の差の原因を断言することはできない。また、水面の空気混入が少ない B-1.2 で両者の関係が逆転する理由として、水面低下後のボイド計電極部に水滴が残留し易いことなどが考えられるが、必ずしも明確ではない。

こうした計測値をどのように評価するかは難しい問題であるが、後に示すように、波面計の $h_{50\%}$ は目視で得られる時間平均水深と比較的よい一致を示している。水面の乱れの大きい A-1.4 では時間平均水位に相当する水面存在率は 10～20％程度となり目視のそれとは大きく異なるものである。また先に示したように、水面が飛沫状の場合、ボイド計の水塊に対する感度に問題があることが考えられる。水塊に対する感度は変動の最大水深の定義に関連する重要な問題でもある。

以上から、今回の実験は波面計用いることとしたが、波面計はその計測原理から分かるように、計測値の物理的な意味が必ずしも明確でない問題を有している。今回は、計測値の物理的な意味付けについては検討を行なっていないが、今後の課題としたい。

なお、今回の比較結果はあくまで筆者の用いた計測器の結果である。計測機器は日進月歩するもの

であり、それぞれの機種の全体に対する特性を示すものでないのはいうまでもない。

計測では波面形を鉛直方向に移動させ、水面存在率と標高の関係を求めた。その上で計測点間を補完し、水面存在率 2～10％までは 2％ピッチ、10～50％は 10％ピッチで対応する水深を求めた。計測点の間隔は水面変動状況により変化させたが、補完して求める水面存在率間に少なくとも 1 点設けることを基本とした。

2．4　実験結果

2．4．1　目視計測と波面計計測

1）平均・最高水深と波面計計測値の関係

水理模型実験の導流壁沿い水面形は、通常目視による計測が行なわれている。目視計測では、時間的な平均水深と変動を考慮した最大水深の両者が求められるのが通例である。計測は鋼尺を用いて実施される場合が多く、水面変動状況に応じ、最低の読みを 1 mm、5 mm、1 cm と変化させている。ここでは、実験 1 の結果を用い、目視と波面計計測値の結果を比較する。

目視の計測結果と波面形計測結果の誤差について実験ケースごとに調査した結果、多くのケースで、平均水深は$h_{50\%}$において、最大水深は$h_{2\%}$において最小となった。そこで、目視の平均水深$h_{平均}$を$h_{50\%}$、最大水深$h_{最大}$を$h_{2\%}$と比較することとした。階段式と側水路に分けて結果を**図－8、9** に示す。図では水面変動量を表す$h_{2\%}-h_{50\%}$に対しプロットしたが、水面変動量が大きくなるに従って、目視と波面計計測値の差のばらつきが大きくなっていることが分かる。また、実験ケースによる傾向の違いもみられていない。図では、越流部と非越流部も仕分けして示してある。差の大きいデータが非越流部に多い傾向が若干みられるが、全体としては区間による差も小さいと考えるのが妥当であろう。

図中の鎖線および破線は、それぞれ$h_{平均}-h_{50\%}$および$h_{最高}-h_{2\%}$のμ（平均）$\pm 2\sigma$（標準偏差）、$\mu \pm 3\sigma$と$h_{2\%}-h_{50\%}$に関係を示したものである。ここに、μおよびσは、階段式では$h_{2\%}-h_{50\%}$が 0.05m 未満、0.05～0.1m、0.1～0.15m および 0.15m 以上の各区間のデータに対し、側水路式では 0.025m 未満、0.025～0.05m、0.05～0.075m および 0.075m以上の各区間のデータに対して求めており、図中の鎖線および破線はこれら区間ごとの値を繋いだものである。各区間のばらつきは概ね正規分布に従っており、$\mu \pm 2\sigma$、$\mu \pm 3\sigma$はそれぞれカバー率 95％および 99％に相当すると考えて問題ない。

図より、$h_{2\%}-h_{50\%}$が大きくなるに従って、目視と波面計計測値の差のばらつきが大きくなっていることが確認される。μは、側水路式の$h_{平均}-h_{50\%}$一部でマイナスとなっているほかはプラス値となっており、全体として目視値は$h_{50\%}$、$h_{2\%}$よりやや大きい水深を与えている。また、ばらつきは$h_{2\%}-h_{50\%}$に対し比較的大きい値を示しており、目視値が過小値となる$h_{50\%}$、$h_{2\%}$より小さくなる場合である$\mu-3\sigma$をみると、大きい場合には$h_{2\%}-h_{50\%}$の 50％以上の差が生じることが分かる。

図－10 は**図－8、9** に示す$\mu \pm 3\sigma$と$h_{2\%}-h_{50\%}$の関係をまとめて示したものである。同じ$h_{2\%}-h_{50\%}$におけるばらつきの範囲は、側水路式より階段式が、また、平均水深より最大水深のものが大きくなっている。

階段式のばらつきが側水路式より大きい原因として、階段式での空気混入状況が全体に顕著なことが考えられる。また、側水路式での流れが導流壁沿いを鉛直上方に這い上がるのに対し、階段式では流下方向の流速成分が大きく、視界を斜め方向に横切る水塊が存在することが挙げられる。視界を横切る水塊が存在する階段式の水面の判断が難しいというのは目視計測者の意見である。また、平均水深より最大水深が大きい理由として、水面存在率が小さいほど標高変化に対する水面存在率変化が大

きいことが考えられる。このことは、図－7より確認できるし、後にも検討する。

目視値が$h_{50\%}$、$h_{2\%}$より小さくなる$\mu-3\sigma$についてみてみると、平均水深と最大水深の違いが小さくなっており、側水路式では最大水深での差が平均水深の差より小さくなっている。このことは、ばらつきが大きい場合でのμが大きい方向にシフトしていることを表している。この理由は明らかではないが、水面判定が難しいほど水面を上方に捉え、壁高を大きくしようとする実験者の意識が作用しているように思われる。

2）計測者によるばらつき

以上議論した目視計測は、同一の計測者によりなされたものである。目視計測については、個人差も考えられ、RUN A-1.3 を対象に計測者の影響を調査した。対象は、自社に水理実験場を有している建設コンサルタントの実験担当者の7名であり、結果を図－11 に示す。図中の鎖線および破線は、図－8 と同じものである。因みに、これまでの目視計測結果は計測者 A によるものである。

計測者の違いによるばらつきは比較的大きいようであるが、平均水深の差のばらつきは図－8 の$\mu\pm3\sigma$の概ね収まっていることが分かる。一方、最大水深については、$\mu\pm3\sigma$の範囲をかなり逸脱するデータが見られている。特に目視値が小さい側に顕著である。ここで、目視が小さい側に逸脱している計測者をみると、計測者 D および E の2名であり、その他の計測者のデータは$\mu-3\sigma$の上方にあることが分かる。

今回の計測では水面形の判断基準を示さず、計測の後に各計測者の判断基準を確認したが、計測時間および水面判断ともにばらつきがみられた。計測時間については 20～60 秒であり、水面判断については以下の通りである。

平均水深：時間的に平均して存在する水面とするもの。水面変動の最高位と最低位をみて平均的な水面とするもの。鋼尺の先端が50～60または70％程度の割合で水についている高さとするもの。

最高水深：目視時間内の最高這い上がり水面としたもの。目視時間内に這い上がりにより数回超える高さ、または数回の這い上がりの平均的な高さとしたもの。

なお、最高水深の計測では、飛沫は共通して無視している。飛沫の定義が難しいが、ある程度の水塊については水面として認めているようである。最高水深が小さかった計測者 D、E はいずれも目視時間内に複数回発生する這い上がりを対象としており、水面の判断基準が大きな差の原因となったと考えられる。平均水深については、水面判断に違いがあるもののそれ程ばらつきは生じていない。これは、平均水深付近では水深変化による水面存在率の変化が大きいことが一因と考えられる。いずれにしても目視計測は、異なる時間、判断で実施されているようであり、共通した時間、判断基準を確立する必要がある。

適当な計測方法については、より詳細な検討が必要であるが、今回の計測結果等を参考に、差し当たり次の方法を提案したい。

・計測時間：通常の実験では模型縮尺が 1／50 程度で 20～60 秒程度の計測が行われていることから、原型で5分に相当する時間を標準として、変動の周期により必要に応じ長くとる。

・水面判断：平均水深は時間平均的に存在する水面。最大水深は、時間内の最大の這い上がり水面とし、水の塊として認められない飛沫は無視する。

以上のような計測時間、水面判断の統一を図れば、計測者によらず目視のばらつきを図－8、9 の範囲で考えてよいものと思われる。

先にも述べたように、図－8、9 に示されるデータのばらつきは概ね正規分布に従っており、ばらつ

きは概ね偶然誤差によるものと位置付けることができる。偶然誤差には目視および波面計計測値の両者が含まれるが、今回の計測はそれぞれ1回実施したのみであり、両者を分けて議論することができない。それぞれの誤差を明らかにすることは今後の課題であるが、一般的には電気的な計測値である波面計計測値の誤差が目視のそれより小さいと考えてよいであろう。従って、データのばらつきを目視の偶然誤差とみなして設計上の余裕を設定することで問題ないものと思われる。

2．4．2　水面形に及ぼす模型規模の影響

1）測点ごとの影響

2．1．4に述べたように、今回の相似性の検討はH=0.1mでのデータを介して実施することとした。**図－12、13**にそれぞれ階段式、側水路式の実験結果例を示す。図はZ/H=5の場合を対象に、Hによる$h_{2\%}$の変化を示したものである。縦軸の$r_{2\%}$はH=0.1mの場合の$h_{2\%}/H$を1とした各Hでの$h_{2\%}/H$の比であり、フルード則が成立していれば1となる。以下では、H=0.1mでの$h_{x\%}/H$を1にした各Hでの$h_{x\%}/H$の比を$r_{x\%}$と表すこととする。図中の測点は**図－4**および**5**に対応しており、●が実験1、2の結果より求めたもの、○は実験1のみから求めた参考値である。実験1のみでの結果は、Hに対する変化が実験1、2からのそれより大きく、流量のフルード則が成立していない影響が確認される。その影響は階段式より側水路式で大きいようである。以下では実験1、2の結果より求めた●を対象に検討する。

図－12の階段式の場合をみると導流水路上流側である測点0～5ではH=0.05～0.15mでHの増加による$r_{2\%}$の増加が大きく、H=0.2mでは$r_{2\%}$は減少、若しくは横ばいとなっている。同様の傾向は非越流部の測点10より下流でもみられている。一方、越流部下流側の測点6～9では、H=0.1mとH=0.15m間の$r_{2\%}$の増加が小さく、H=0.15mとH=0.2m間の$r_{2\%}$の増加が見られている。越流部内の領域ごとに傾向が異なる原因は明確ではないが、突入水脈の条件が上下流方向で変化していることや階段を流下する流れと突入水脈との干渉の影響が異なることが考えられる。

今回の実験ではH=0.05m～0.2mまでの全ての条件を実施できたのは、例示したZ/H=5の場合のみであるが、Z/H=10でのH=0.05～0.15mでの変化をみると、例えば導流水路上流の測点0～5での全体的に$r_{2\%}$の増加が余りみられないなどZ/H=5とは異なる傾向がみられている。いま導流水路上流側を考えると、導流水路上流側では階段を流下する流れの影響は小さいと考えられる。また、Z/Hが異なることによるRe、Weの変化は小さく、最も異なるのはFrである。従って、$r_{2\%}$とHの関係に及ぼす影響としてFrの変化が大きいことが考えられる。ただし、Z/H=5の場合の導流水路下流とZ/H=10の導流水路上流ではFrが等しい領域があるが、この間の変化性状も異なっており、階段を流下する流れの影響も無視できないであろう。

階段式における模型規模の影響は、以上のように、測点ごとに異なる傾向をもっている。これは流れの複雑さに起因するものと思われるが、本実験の形状は単純なものであり、実際の設計で用いられる形状は更に複雑に変化する。従って、個々の測点の変化を知ると同時に、模型規模の影響を全体として把握するのも重要に思われる。これについては次に検討する。なお、Hの増加により$r_{2\%}$が必ずしも増加傾向のみを示さないことは文献1）の実験結果にも示されており、H=0.1m程度で緩やかな極値がみられている。この理由は明確ではないが、取り込まれる空気泡の大きさが模型縮尺比率に追随せず、表面張力や乱れ強度との関係で空気濃度が複雑に変化することが考えられる。

一方、**図－13**の側水路式についてみると、測点による差は余り無く、何れの測点でもH=0.05mおよび0.15mでの$r_{2\%}$がやや小さく、H=0.2mの$r_{2\%}$がほぼ1となる傾向を示している。Hによる変化は

全体に小さい。**図－13** に示される実験条件では、空気の混入は顕著でなく、空気混入量が小さい場合には H の影響が小さいことが確認されよう。こうした傾向は、他の Z/H においても基本的には同様であるが、Z/H が大きくなると、H の増加により $r_{2\%}$ が増加する傾向がみられるようになっている。これは、Z/H が大きくなることにより、流れに取り込まれる空気量が大きくなることに起因するものと思われる。

以上は $r_{2\%}$ に対するものであるが、$r_{2\%}$ と $r_{50\%}$ の差は小さく、$r_{50\%}$ もほぼ同様での結果となっている。

2）領域全体としての影響

先にも述べたように、特に階段式における $r_{2\%}$ の H に対する測点ごとの変化は複雑である。一方、**図－12** を例にとると、H=0.05mでは $r_{2\%}$ は 1 より小さく、**H**＝0.15、0.2mでは 1 より大きいといった傾向は各測点に共通している。また、各測点の最大の $r_{2\%}$ 値は、H＝0.15mで最大となる場合、0.2m で最大となる場合とも 1.05～1.15 の間にあり、最大値が生じる H による傾向は見られていない。これら傾向は、領域全体の傾向ということができる。

H による測点ごとの変化性状を解明することは勿論重要であるが、現象の複雑さからかなりの困難を伴うことが予想される。また、先にも述べたように、実際に用いられる階段形状は、実験形状のような単純なものでなく、地形形状に合わせて上下流方向に複雑に変化する場合が多い。従って、測点ごとの傾向の把握とともに、領域全体の傾向を知ることも、設計での取扱いを検討する上で重要と考え、ここでは、領域全体としての傾向を検討する。

表－3 に越流部、非越流部ごとに求めた $r_{2\%}$ および $r_{50\%}$ の平均と標準偏差を示す。階段式の H＝0.05 mで非越流部の値が小さくなっていることを除き越流部、非越流部の差が小さいことが分かる。H＝0.05m で非越流部の $r_{2\%}$ が小さくなったのは、模型規模が小さいことから流れに対する空気泡規模が相対的に大きく、突入水脈による乱れの無い部分での脱気が大きかったことに原因があるものと思われる。

図－14 は $r_{2\%}$ の領域全体の平均値と H の関係を求めたものであるが、$r_{2\%}$ と $r_{50\%}$ でほぼ同様の結果となっており、先に述べたように $r_{2\%}$ と $r_{50\%}$ の差が小さいことが確認される。

階段式では H＝0.05～0.1m間の $r_{x\%}$ の増加が大きく H=0.1m以上での増加割合は小さい。また、H＝0.15mと 0.2mはほぼ同じ値となっている。また、Z/H による違いも明確ではなく、測点ごとの差はあるものの、全体としては、ほぼ同じ傾向を示すことが分かる。

側水路式では、もともと測点ごとの違いが小さく、**図－13** と同様の図が得られている。ただし、先にも述べたように、側水路式では Z/H が大きくなるに従って、H の増加に対する $r_{x\%}$ の増加傾向が認められるようになっている。これは H および Z/H が大きくなるに従って模型上での白濁状況が顕著になってくることと符合している。側水路式の H および Z/H の小さいケースでは、実験ではあまり空気混入状況が認められていないが、Z/H が小さいケースでも H が大きくなれば空気混入が顕著になってくることも考えられ、今回の実験規模ではこうした流況が再現されていない可能性があるので注意が必要である。

図－15 には、文献 1）に示されている、上流端階段周辺で生じる最大水深の $h_{50\%}=h_{50\%max}$ の H による変化と**図－14** に示す今回の結果を比較して示す。先にも述べたように、文献 1）の対象となっている流況は、階段式と側水路式の中間的な流況であり、今回の結果と大きく異なることは無い。

表－3 越流部、非越流部の$r_{2\%}$、$r_{50\%}$の平均と標準偏差

階段式

$r_{2\%}$		Z/H					
		5		10		20	
H(m)		越流部	非越流部	越流部	非越流部	越流部	非越流部
0.05	平均	0.88	0.79	0.93	0.78	0.92	0.72
	標準偏差	0.05	0.08	0.06	0.09	0.08	0.12
0.15	平均	1.08	1.08	1.03	1.04	—	—
	標準偏差	0.03	0.1	0.08	0.01	—	—
0.2	平均	1.08	1.08	—	—	—	—
	標準偏差	0.03	0.04	—	—	—	—

$r_{50\%}$		Z/H					
		5		10		20	
H(m)		越流部	非越流部	越流部	非越流部	越流部	非越流部
0.05	平均	0.89	0.77	1.00	0.80	0.90	0.71
	標準偏差	0.09	0.08	0.13	0.06	0.10	0.11
0.15	平均	1.07	1.04	1.07	1.05	—	—
	標準偏差	0.05	0.08	0.05	0.03	—	—
0.2	平均	1.06	1.03	—	—	—	—
	標準偏差	0.04	0.04	—	—	—	—

側水路式

$r_{2\%}$		Z/H					
		5		10		20	
H(m)		越流部	非越流部	越流部	非越流部	越流部	非越流部
0.05	平均	0.93	0.92	0.90	0.86	0.85	0.81
	標準偏差	0.01	0.03	0.03	0.06	0.03	0.04
0.15	平均	0.96	0.96	0.96	0.93	0.99	0.95
	標準偏差	0.02	0.03	0.03	0.02	0.03	0.04
0.2	平均	1.00	1.00	1.03	1.04	—	—
	標準偏差	0.01	0.02	0.01	0.04	—	—

$r_{50\%}$		Z/H					
		5		10		20	
H(m)		越流部	非越流部	越流部	非越流部	越流部	非越流部
0.05	平均	0.92	0.92	0.90	0.86	0.86	0.81
	標準偏差	0.01	0.07	0.02	0.07	0.02	0.04
0.15	平均	0.96	0.94	0.96	0.93	0.99	0.96
	標準偏差	0.02	0.01	0.03	0.01	0.02	0.03
0.2	平均	1.01	1.01	1.04	1.05	—	—
	標準偏差	0.01	0.01	0.01	0.04	—	—

3．　導流壁高と越水量の関係

3．1　実験概要

導流壁高の設定は、壁からの越水量と導流壁外側の流水への抵抗および想定される被害状況の関係を勘案してなされる。特に、本実験の対象とする流れのように、水面の変動および乱れが大きく水面の境界が不明確な流れでは、厳密な意味での越水を許容しない壁高の設定は不可能であり、越水量の把握が重要である。そこで、模型の導流壁高を下げていった場合の越水量調査を実施した。

検討を行なったケースは、**表－1**の実験1のうち、H=0.1mでZ/Hを変化させたRUN A-1.2、2.2、3.2（階段式）、B-1.2、2.2、3.2（側水路式）およびH=0.2mのRUN A-1.4、B-1.4、2.4である。H=0.2mのケースは、H=0.1mとの比較により越水量の相似性を検討するために実施したものである。

実験での導流壁高は実験1の結果から得られた$h_{10\%}$、$h_{20\%}$、$h_{30\%}$に相当する導流壁高とした。目視の最高水深と相関のよかった$h_{2\%}$については、越水量が小さく計測が不可能なことから、平均水深との相関のよかった$h_{50\%}$については、越水量が大きぎて模型での集水が困難であったことから対象外としている。階段式については、各測点での$h_{x\%}$を直線で結んで導流壁天端を作成した。また、越水部の水面がほぼ一定となった側水路式では壁高は一定とし、計測区間の最大値を用いた。導流壁の上端は厚さ2mmの刃型形状である。

階段式では、上流側から第2、5、8、12番目の階段部において枡を設置しそれぞれの階段区間の越水量を計測した。枡の設置標高は概ね階段標高としている。側水路については全区間の合計越水量を計測した。枡への貯留時間は越水量により異なるが20分～1時間程度である。

計測は、導流壁内面からの距離が0～2H、2H～4Hの各区間で実施したが、ほとんどの場合、90%以上が0～2H区間で計測されており、以下では、計測された全体量を用いて議論する。2H～4H区間の落水量が大きかったのは、側水路式でZ/Hの大きいRUN B-3.2であり、壁高によらず全体の40%程度の落水がみられている。なお、2H～4H外側への落水量は微量である。

3．2　実験結果

3．2．1　水面存在率の分布

実験での導流壁高は$h_{x\%}$の計測データをもとに設定しており、ここで、$h_{2\%}-h_{50\%}$を1として定義する次の$\xi_{x\%}$とxの関係を確認にしておく。

$$\xi_{x\%}=(h_{x\%}-h_{50\%})\ /\ (h_{2\%}-h_{50\%}) \qquad (5)$$

図－16に例として、階段式の各ケース、測点での$\xi_{10\%}$を示す。図より、$\xi_{10\%}$はややばらつきが大きく、測点ごとの傾向は必ずしも明確でない。また、Hの影響も余りないようである。図中には各Z/Hごとの平均値も示しているが、ほぼ同じ値となっている。こうした傾向は、他の$\xi_{x\%}$でも同様であり、ここでは階段式、側水路式それぞれについて全データの平均および標準偏差を求めた。

図－17にxとξx%の分布を示す。階段式と側水路式の結果はほとんど差が無く、標準偏差については、階段式のみの結果を示した。図より、xに対するξx%の変化はxが小さい程大きいことが分かる。導流壁高としたx=10、20、30%でのξx%の平均値は、それぞれ0.58、0.37、0.22である。

3．2．2　壁高と越水量

図－18にH=0.1mでの越水量を示す。越水量は単位幅当たり流量q_0で示してある。ここに幅はダム軸方向の長さで定義した。図より、当然のことながら、導流壁高が小さくなるほど越水量が大きくなることが確認される。また、階段式の場所的なばらつきが比較的大きいが、全体としては、Z/Hが

大きいほど同じ $h_{x\%}$の壁高での越水量が小さくなる傾向がみられている。階段式の場所的な変化は、壁高、Z/H により異なっておりその傾向は明確でない。この理由として、導流壁天端の形状が $h_{x\%}$ごとに異なること、上下流方向の水面形が Z/H ごとに異なることが挙げられる。側水路式での q_0 は階段式のそれより大きいが、これについては、後に示す越水量の相似則の問題がある。

越水量の評価は難しい問題であるが、ここでは図の縦軸の目盛である 1×10^{-5}m^3/(m·s)に対して考えてみる。堤趾導流式が採用されるようなダムの越流水深は 1～4m程度であり、H=0.1mでは 1/10～1/40 程度の模型縮尺が考えられる。したがって、フルード則が成立するものとすると、単位幅当たり流量の原型での倍率は 32～250 となり、模型での 1×10^{-5}m^3/(m·s)は原型の 0.3～2.5 l/(m·s)に相当することになる。これは、かなり小さい値であり仮に越流幅が 100mあったとしても 30～250 l 程度の越水量にしかならないことになる。導流壁外側で排水対応が可能な流量はダム毎に異なるが、**図－18** 程度の水量であれば、かなりの程度対応が可能であろう。したがって、**図－18** に示した結果のみからは、壁高をかなり小さくすることも可能と考えられるが、先にも触れた相似則の問題がある。

図－19 に H=0.1mと H=0.2mの越水量の関係を示す。図中の直線は、フルード則が成立している場合の両者の関係であるが、図から分かるように側水路式では、直線と同等もしくは H=0.2mでの値が小さくなっているのに対し、階段式では、H=0.2mでの値が直線よりかなり上方にあり、フルード則で得られる越水量の 2～5 倍の越水量となっている。側水路式と階段式で傾向の異なる理由として、側水路式に対し、階段式では空気混入による水面の乱れが大きいことが挙げられ、空気混入の影響が大きい場合には、$h_{x\%}$が同じでも流れの状態は模型規模によりかなり異なることが考えられる。したがって、模型で得られる越水量の評価は、使用した模型規模を念頭の上、十分な安全性をもって行なう必要がある。ちなみに、H=0.1m で差の大きかった階段式と側水路式の越水量は、H=0.2m では同程度の値となっている。

なお、**図－19** のデータのばらつきが大きいが、導流壁高はそれぞれの模型での $h_{x\%}$に対し設定しており、導流壁線形が相似にはなっていないこと、計測している流量は非常に小さいものであり、比較的長時間に亘り貯水した水量を計測したが、貯水時間が十分でなかったことなどが原因として考えられる。

4．まとめ

水理模型実験で得られる堤趾導流壁沿い水面形の評価方法について、実験的検討を実施した。主な実験結果は以下のとおりである。

1）導流壁沿い水面形

①目視により計測される平均水深、最大水深は、波面計で計測される $h_{2\%}$、$h_{50\%}$とそれぞれよい相関を持っている。

②目視による平均水深と $h_{2\%}$の差、最大水深と $h_{50\%}$の差は $h_{2\%}-h_{50\%}$が大きくなるに従って大きくなる。

③目視計測の個人差は、水面の定義を同じにすることで小さくすることができる。現実には、水理模型実験担当者の水面の定義は統一されておらず、統一する必要がある。

④H=0.1mの水深を 1 とした各 H での水深比 $r_{x\%}$と H の関係は、階段式では、測点ごとに異なる傾向を示すが、側水路式では測点による差が小さい。

⑤$r_{x\%}$の測点全体の統計量と H の関係は、階段式では Z/H によらず同様の傾向を示す。階段式の $r_{x\%}$の

平均値は H が大きくなるに従い大きくなる傾向を示すが、H=0.05m～0.1m 間での増加割合が大きく、H=0.1m以上での増加割合が小さい。また、H=0.15m と H=0.2mではほぼ同じ値となる。側水路式での $r_{x\%}$ の H による変化は、階段式と比較して小さいが、Z/H が大きくなるに従って H による増加が明確になる傾向があり、原型での空気混入状況によっては、より大きな増加が生じる可能性がある。

2）導流壁高と越水量

⑥$h_{10\%}$～$h_{30\%}$を壁高とした H=0.1m での単位幅当たり越流量は、階段式で 0～4×10^{-5}m^3/(m･s)、側水路式で 1～7×10^{-5}m^3/(m･s)程度であり、導流壁高が小さい程大きく、Z/H が大きい程小さくなる傾向がある。

⑦H=0.2mの越水量は、側水路式では H=0.1m の結果からフルード則を用いて得られる値と同程度かそれ以下となる。一方、階段式ではかなり大きな値となる。

今後は、シュートブロックなど壁高低減策を講じた場合の模型規模の影響などについて検討を行なう予定である。また、これら実験結果を踏まえた導流壁高設定方法についても検討を実施したいと考えている。

参考文献

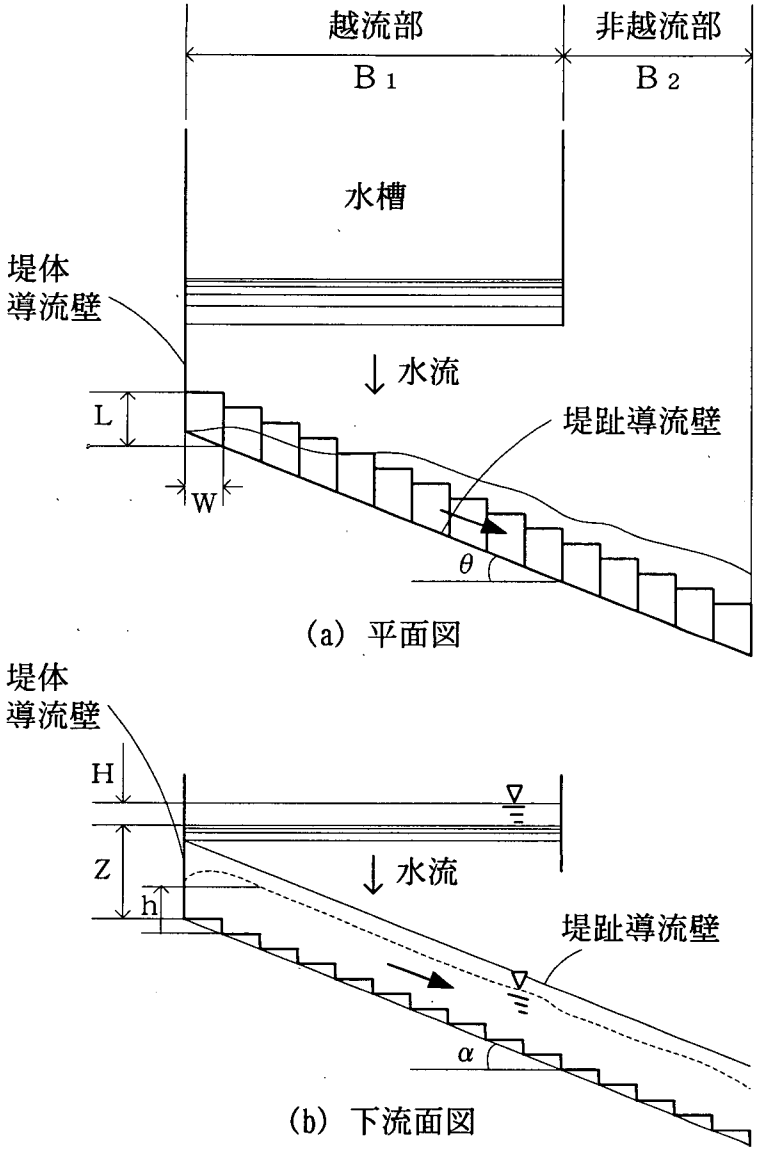
1）柏井条介、漆山敬二：ダム堤趾導流部の水理模型実験における縮尺効果、第 31 回水理講演会論文集、1987

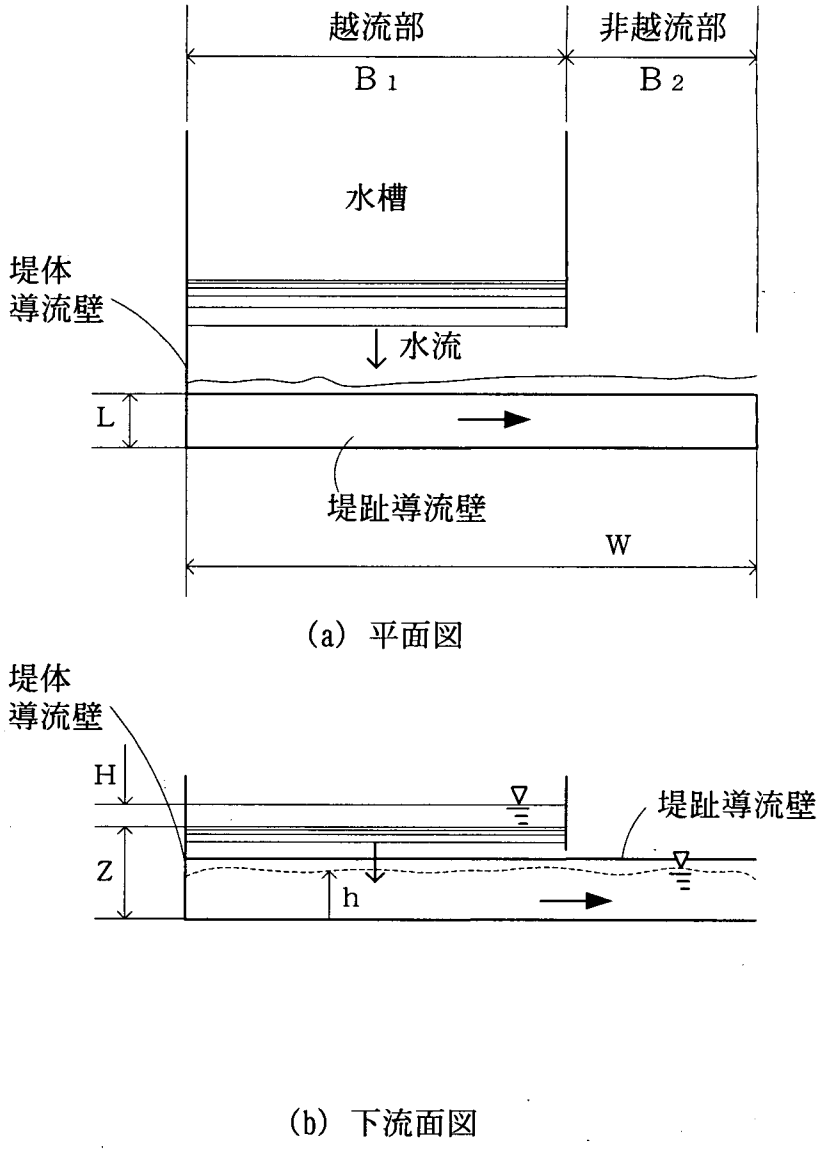
2）柏井条介、中西徹：ダム堤趾導流部の壁高低減策－デフレクタによる場合－、土木技術資料、No.30、Vol.8、pp.36～43、1988

3）野口澄彦、中西徹：ダム堤趾導流部の流れと導流壁高の設計法、土木技術資料、Vol.32、No.3、pp.45～51、1990

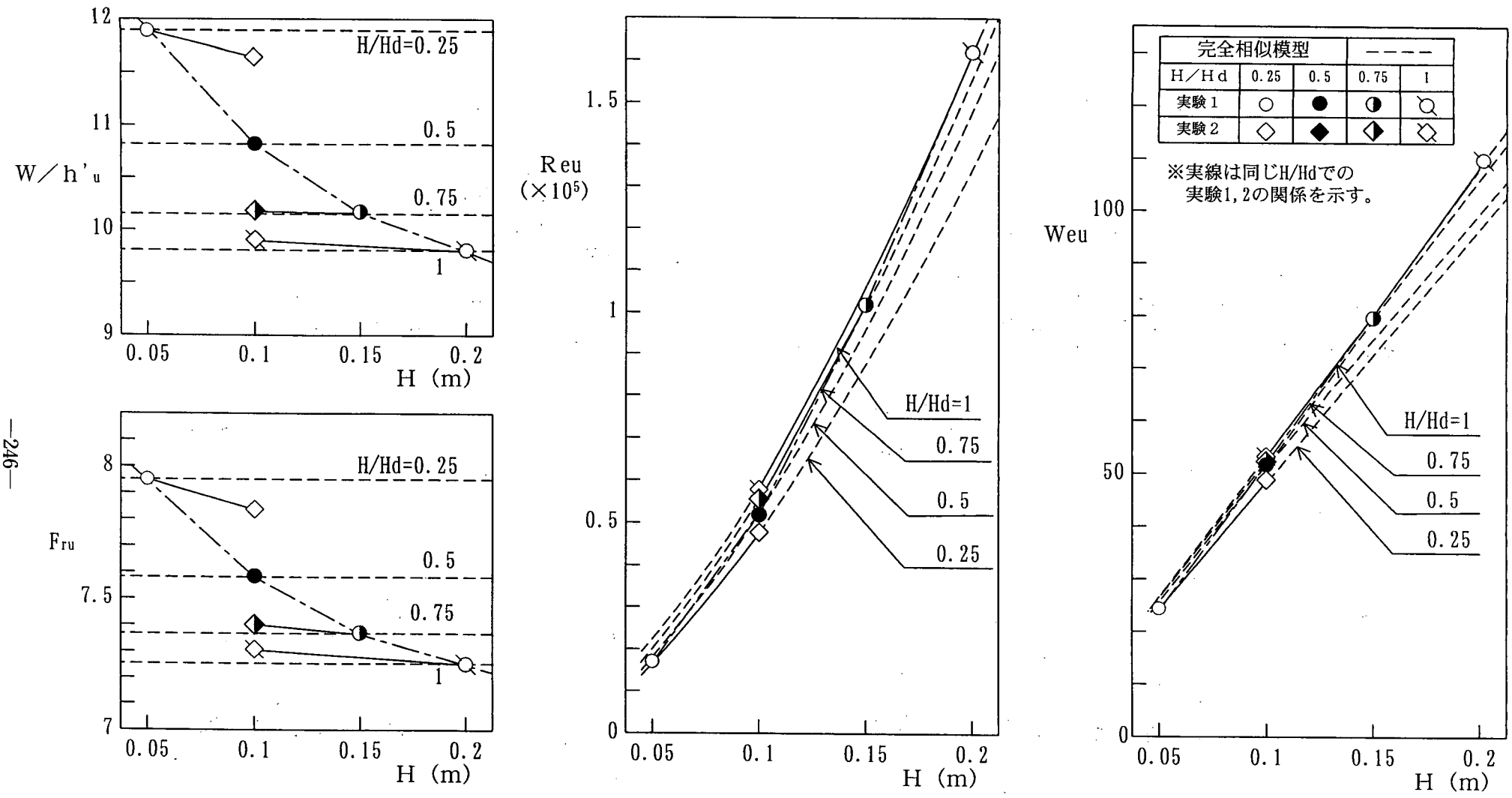
4）中西徹、柏井条介：シュートブロックによるダム堤趾導流壁高の低減、土木学会第 43 回年次学術講演会講演概要集、1988

5）高須修二：側水路型減勢工の設計法、土木技術資料、Vol.23、No.9、pp.27～32、1981

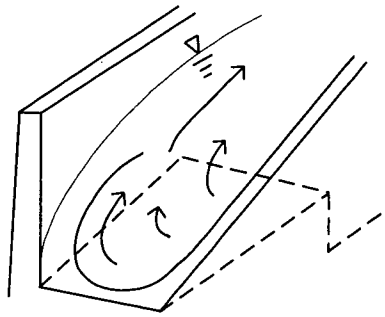

越流部
非越流部
B 1
B 2
水槽
堤体
導流壁
水流
L
W
堤趾導流壁
θ
(a) 平面図
堤体
導流壁
H
Z
h
水流
堤趾導流壁
α
(b) 下流面図
階段式


越流部
非越流部
B 1
B 2
水槽
堤体
導流壁
水流
L
堤趾導流壁
W
(a) 平面図
堤体
導流壁
H
Z
h
堤趾導流壁
(b) 下流面図
側水路式

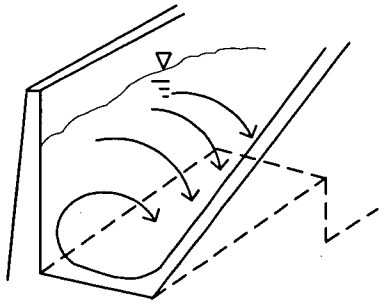
図－1　模型概要図



図－2　水脈突入条件の相似性（Z／H＝5）

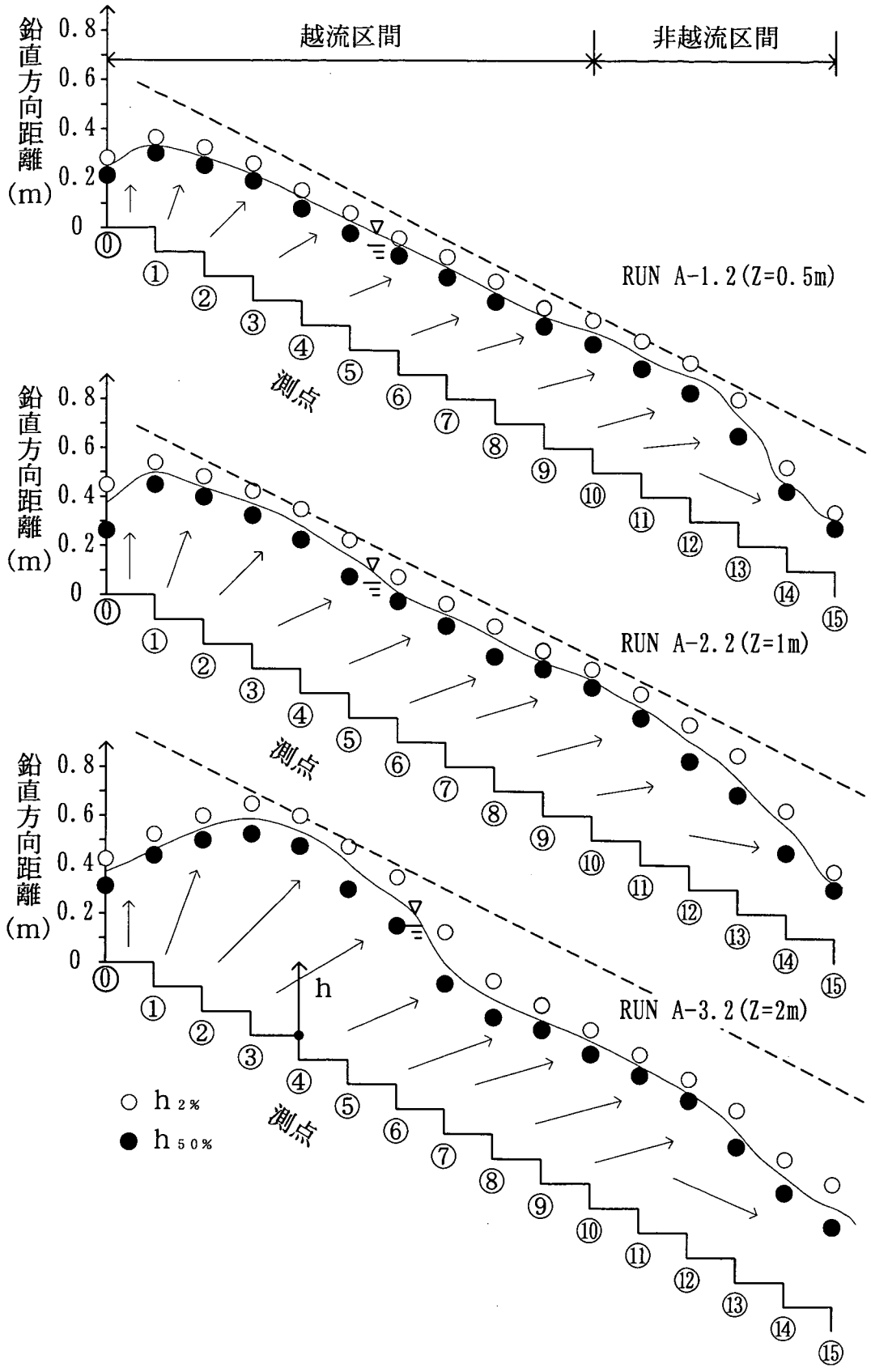


流況 I

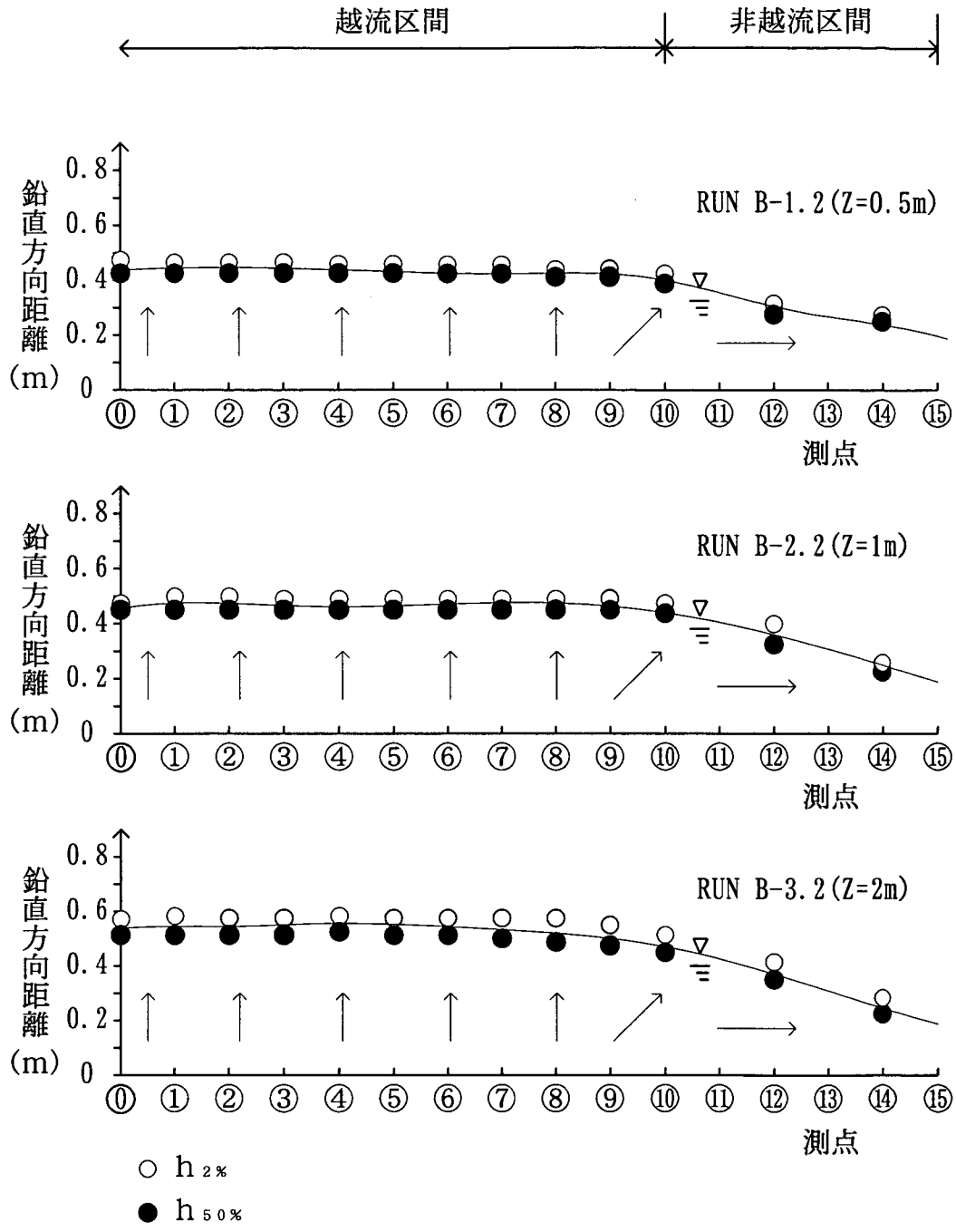


流況 II

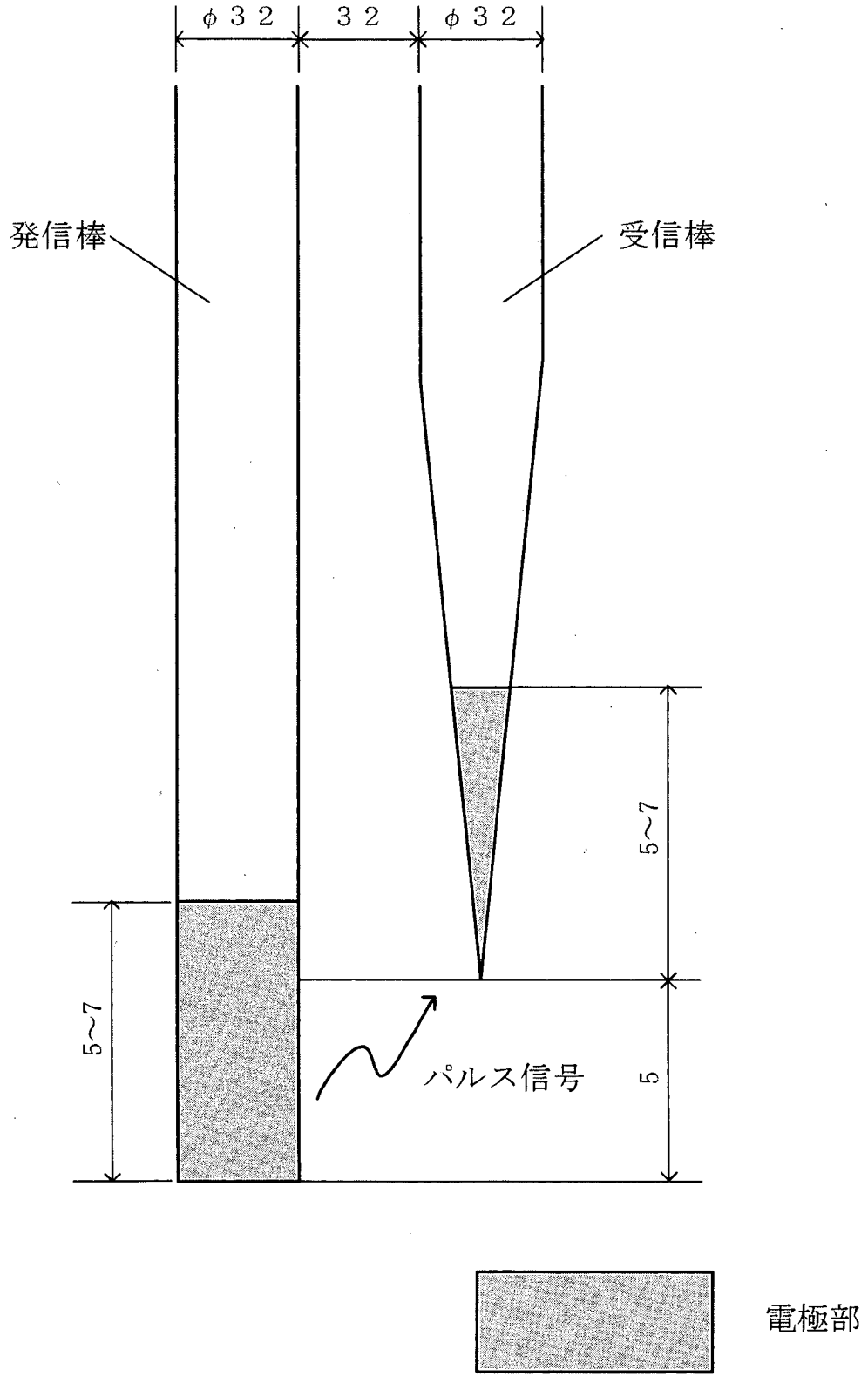
図－3　上流端階段部での流況



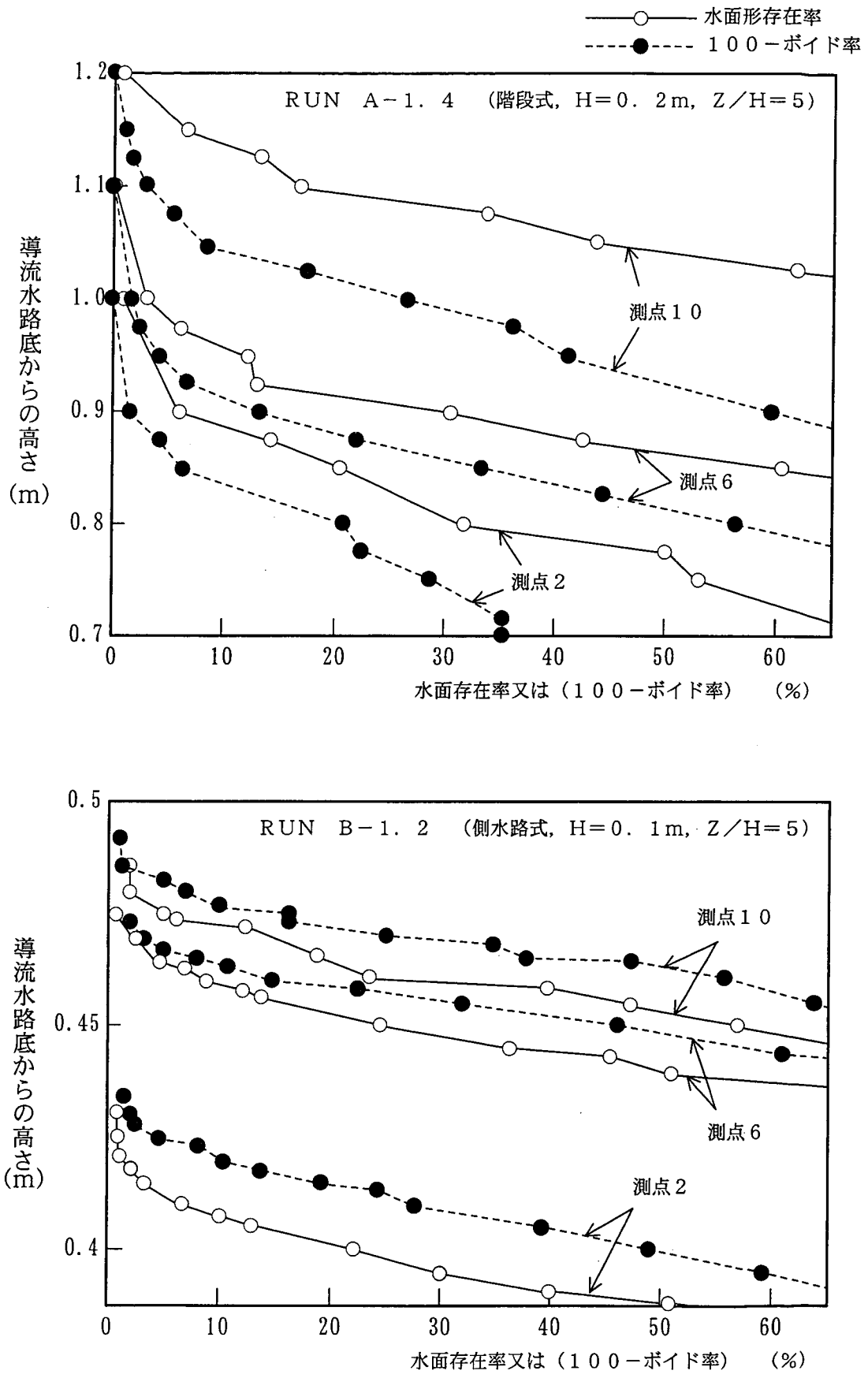
図－4　導流壁沿いの流れと水面形例（階段式，H＝0.1m）



図－5　導流壁沿いの流れと水面形例（側水路式，H＝0.1m）

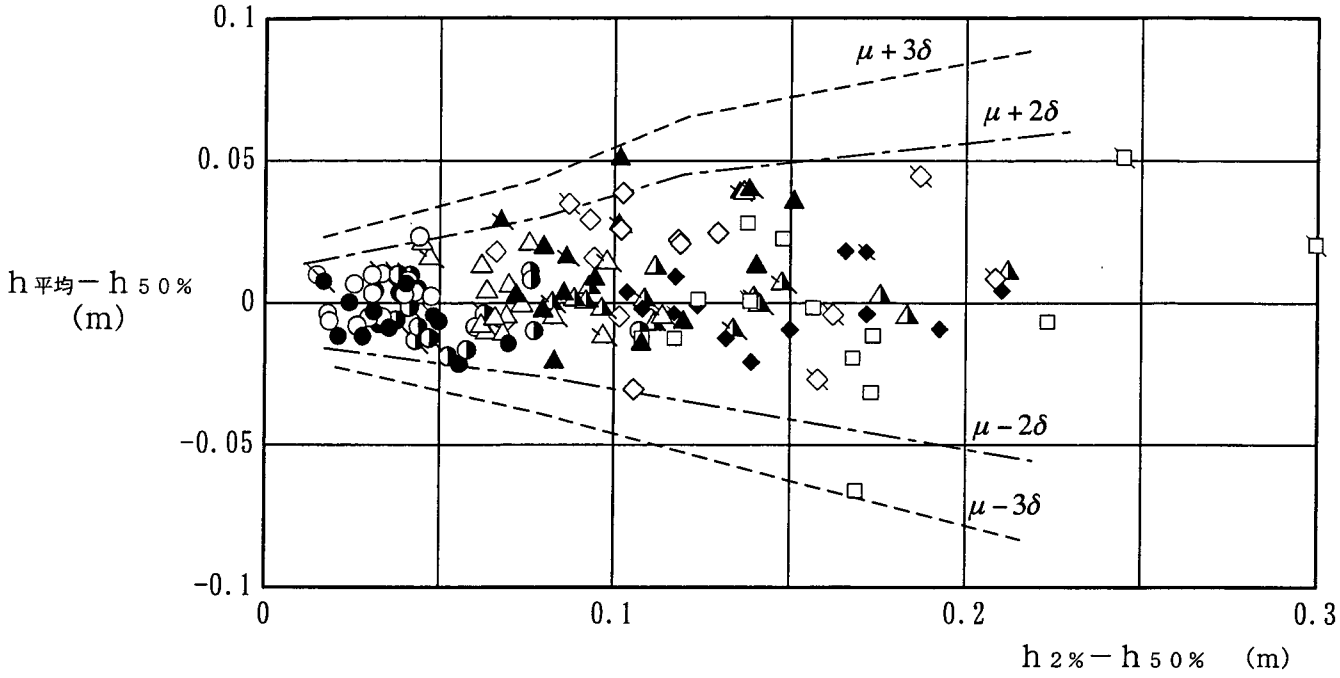


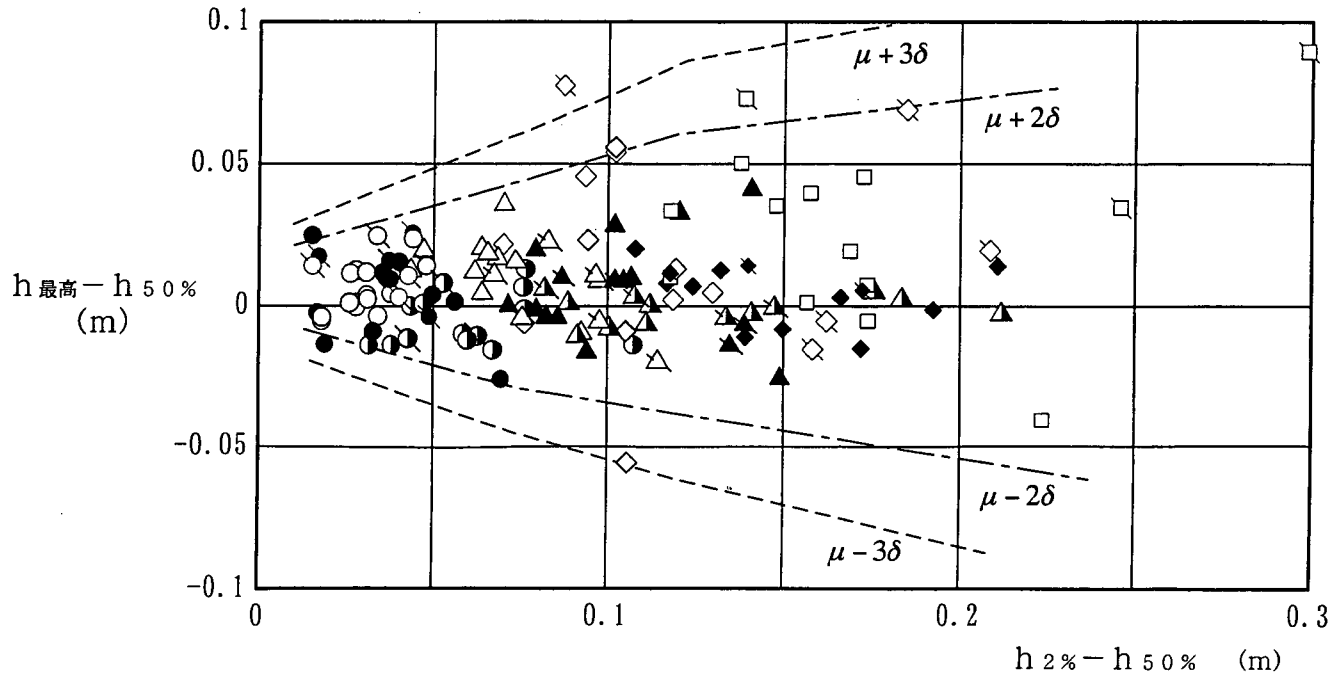
図－6　波面形センサー部



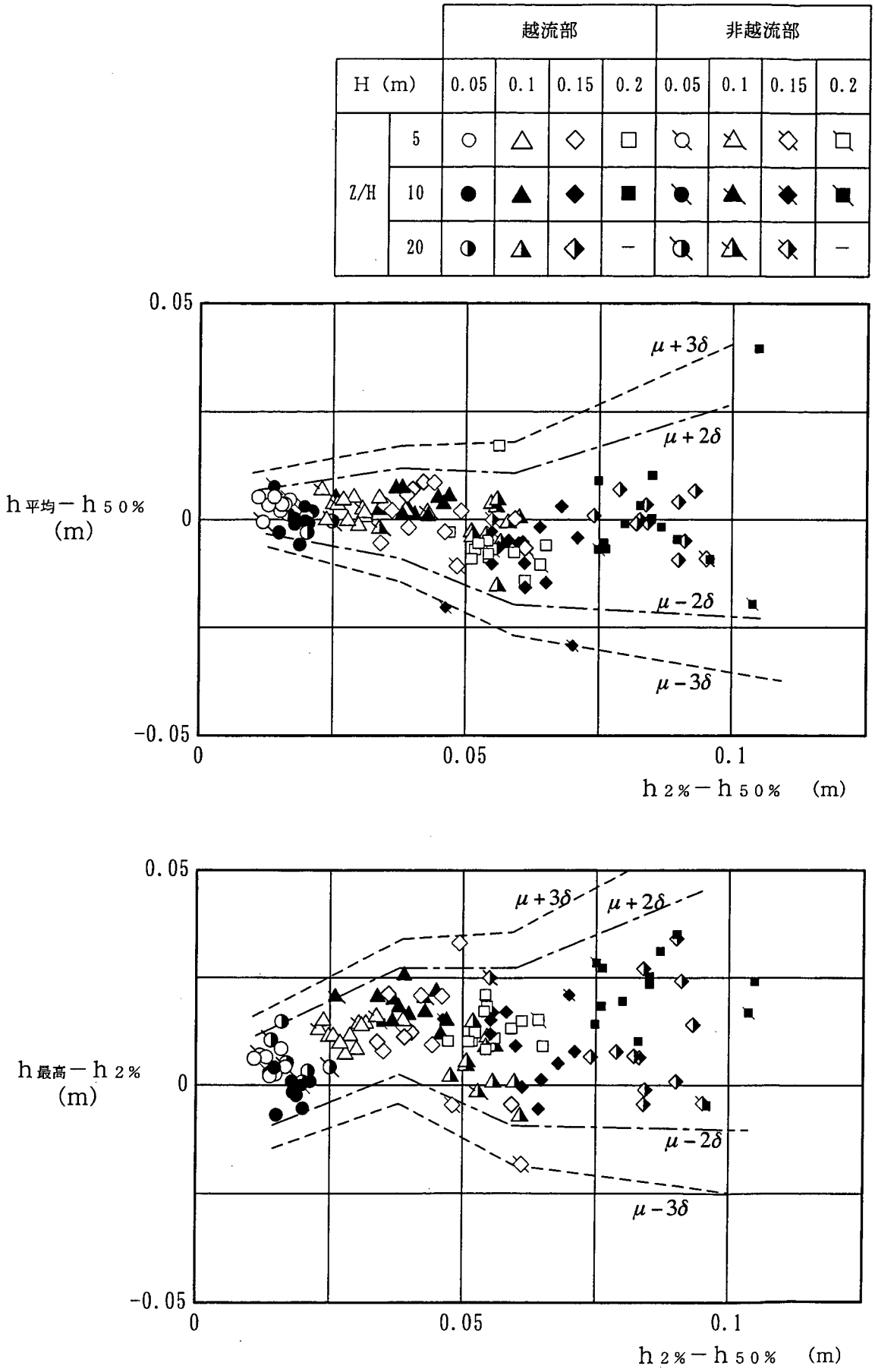
図－7　波面形とボイド計の計測値の比較

		越流部				非越流部			
H (m)		0.05	0.1	0.15	0.2	0.05	0.1	0.15	0.2
Z/H	5	○	△	◇	□	○	△	◇	□
	10	●	▲	◆	−	●	▲	◆	−
	20	◑	◭	−	−	◑	◭	−	−

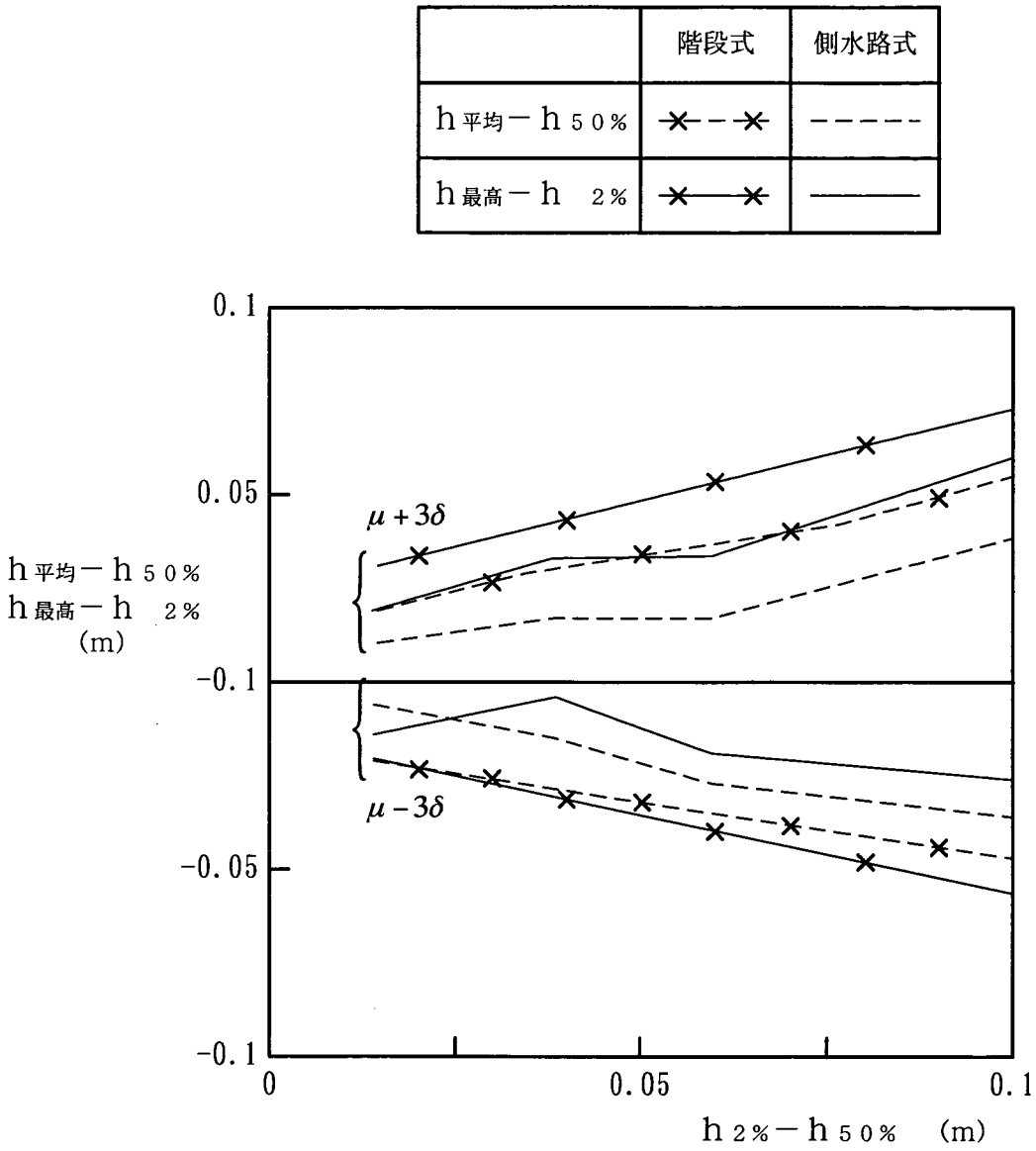




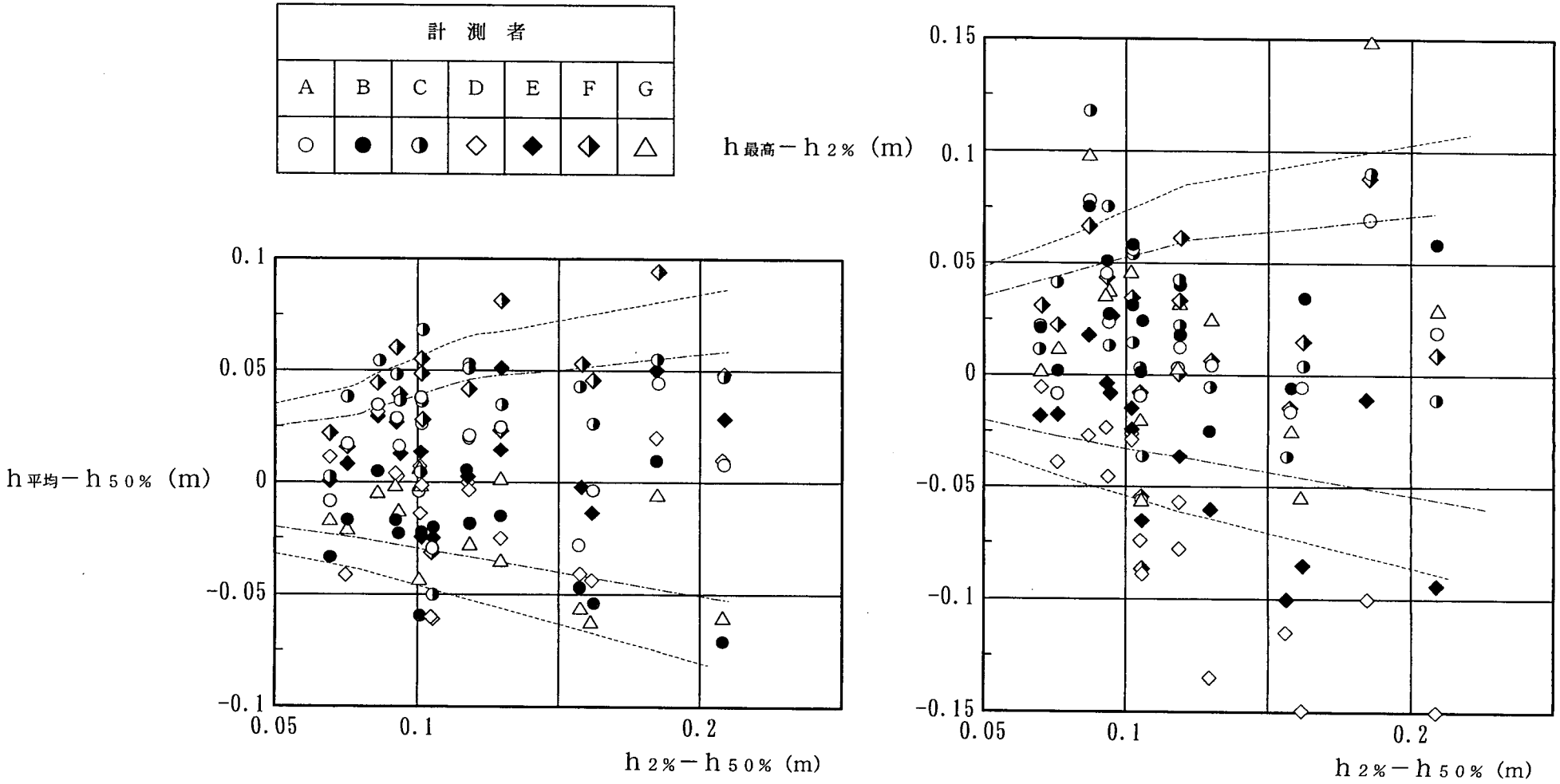
図－8　目視計測と波面形計測の差（階段式，実験１）



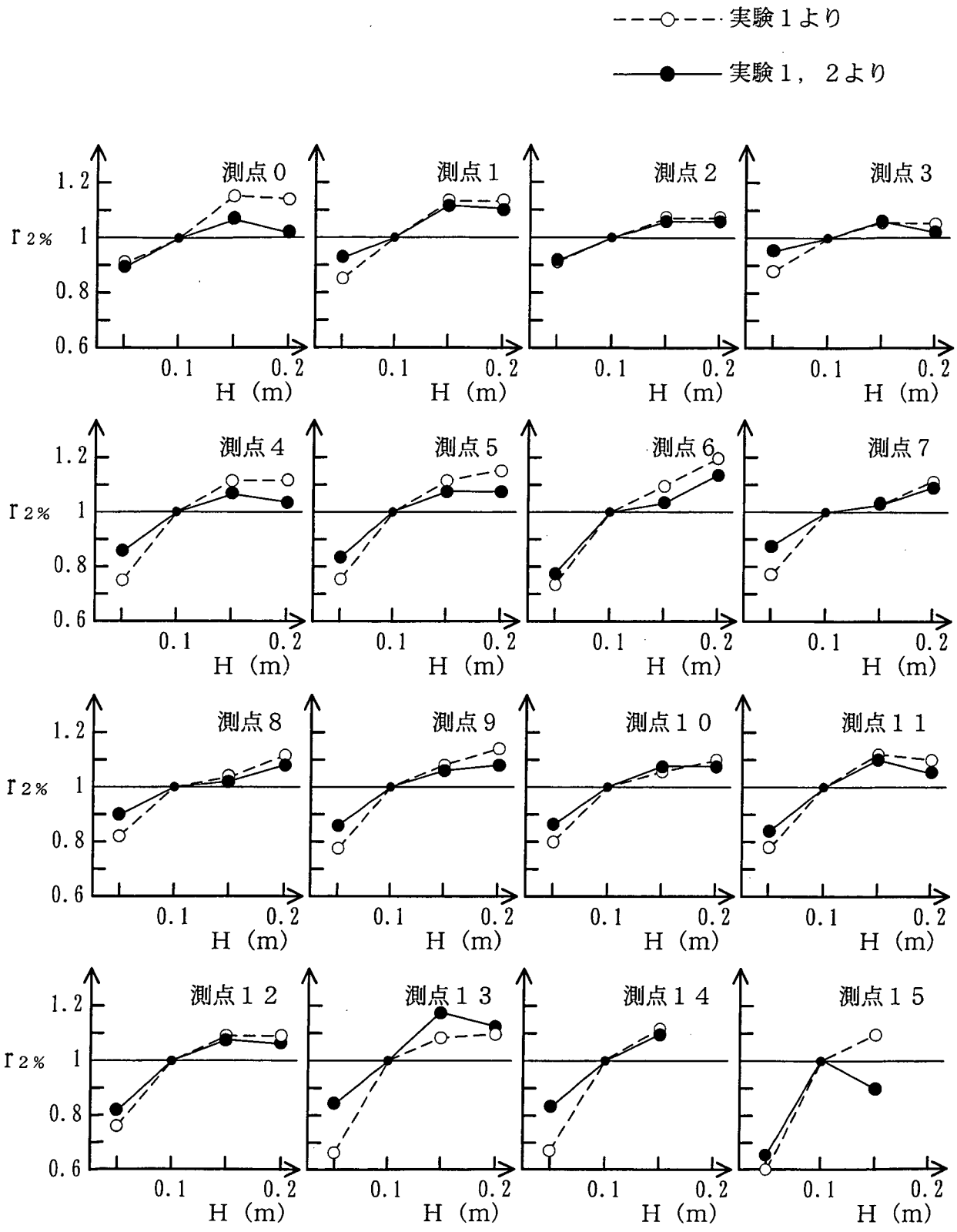
図－9　目視計測と波面形計測の差（側水路式，実験１）



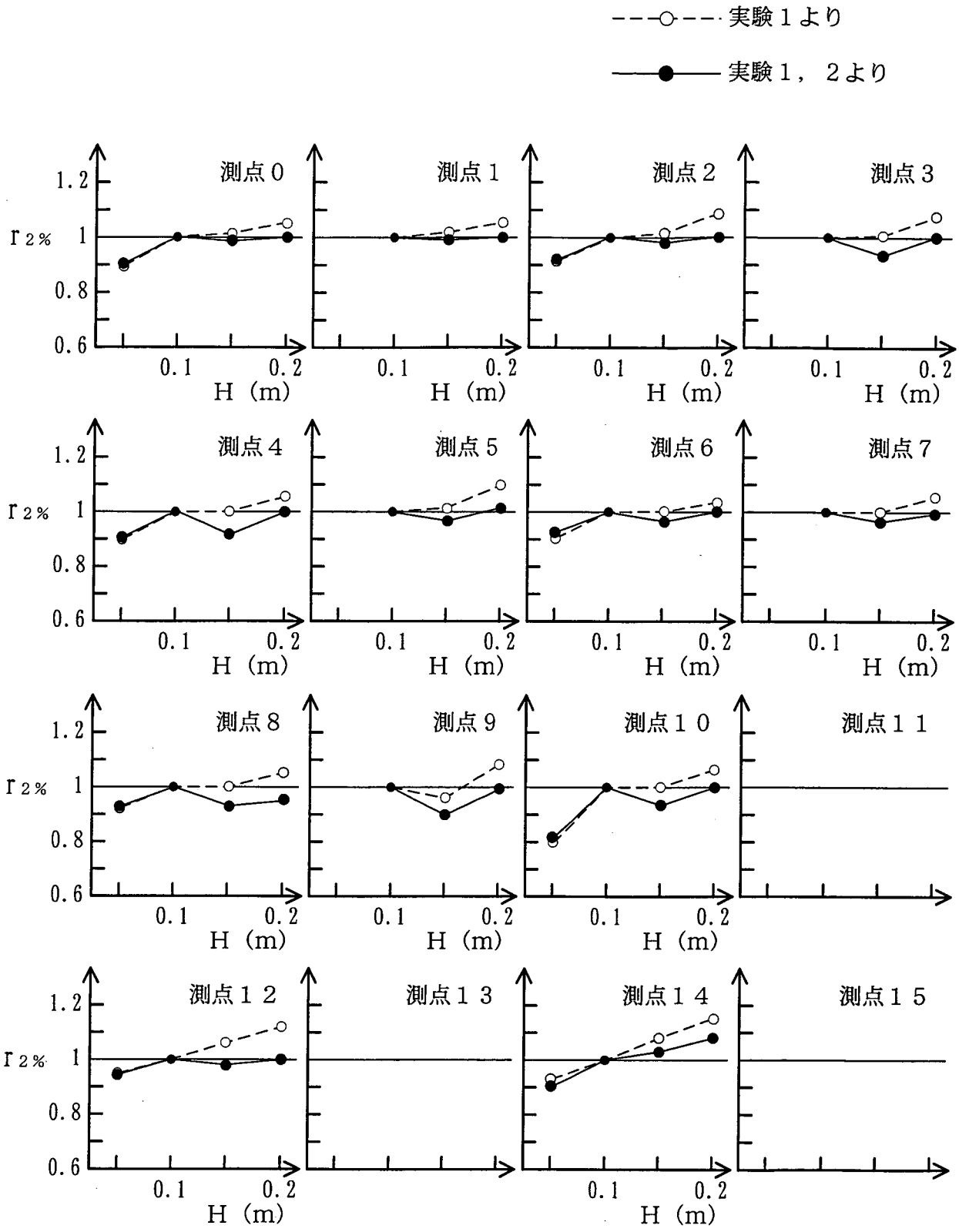
図－10　階段式及び側水路式の $\mu \pm 3\delta$ （実験１）



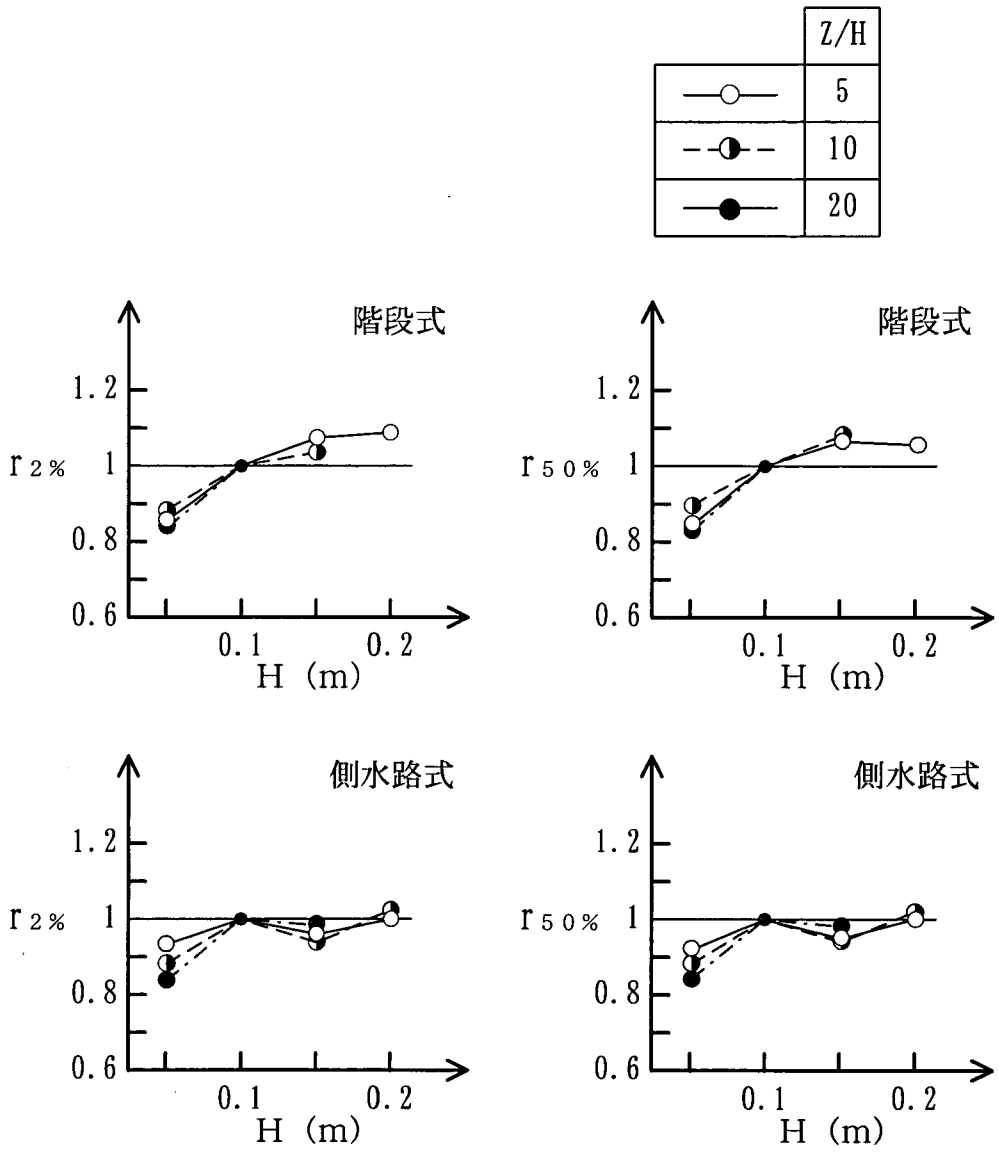
図－11　計測者による目視水面形のばらつき（階段式，実験１，H＝0.15m，Z/H＝5）



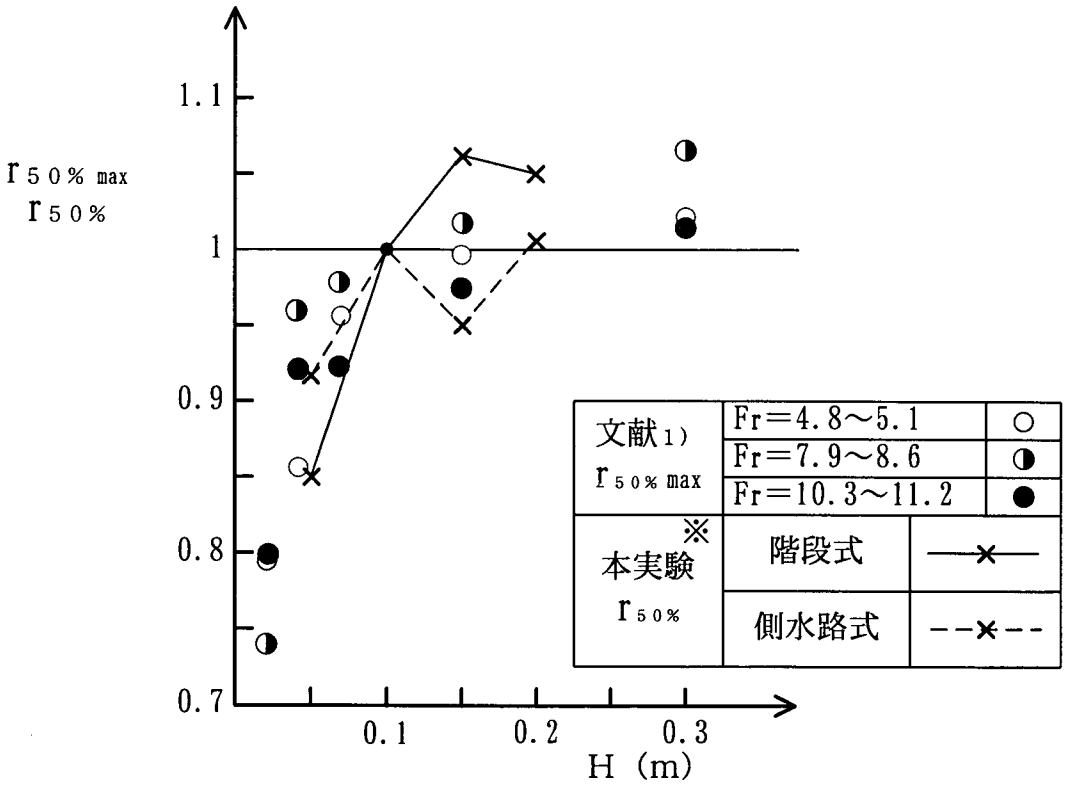
図－12　H＝0.1mを基準としたｈ2%の相似性（階段式，Z／H＝5）



図－13　H＝0.1mを基準としたｈ2%の相似性（側水路式，Z／H＝5）

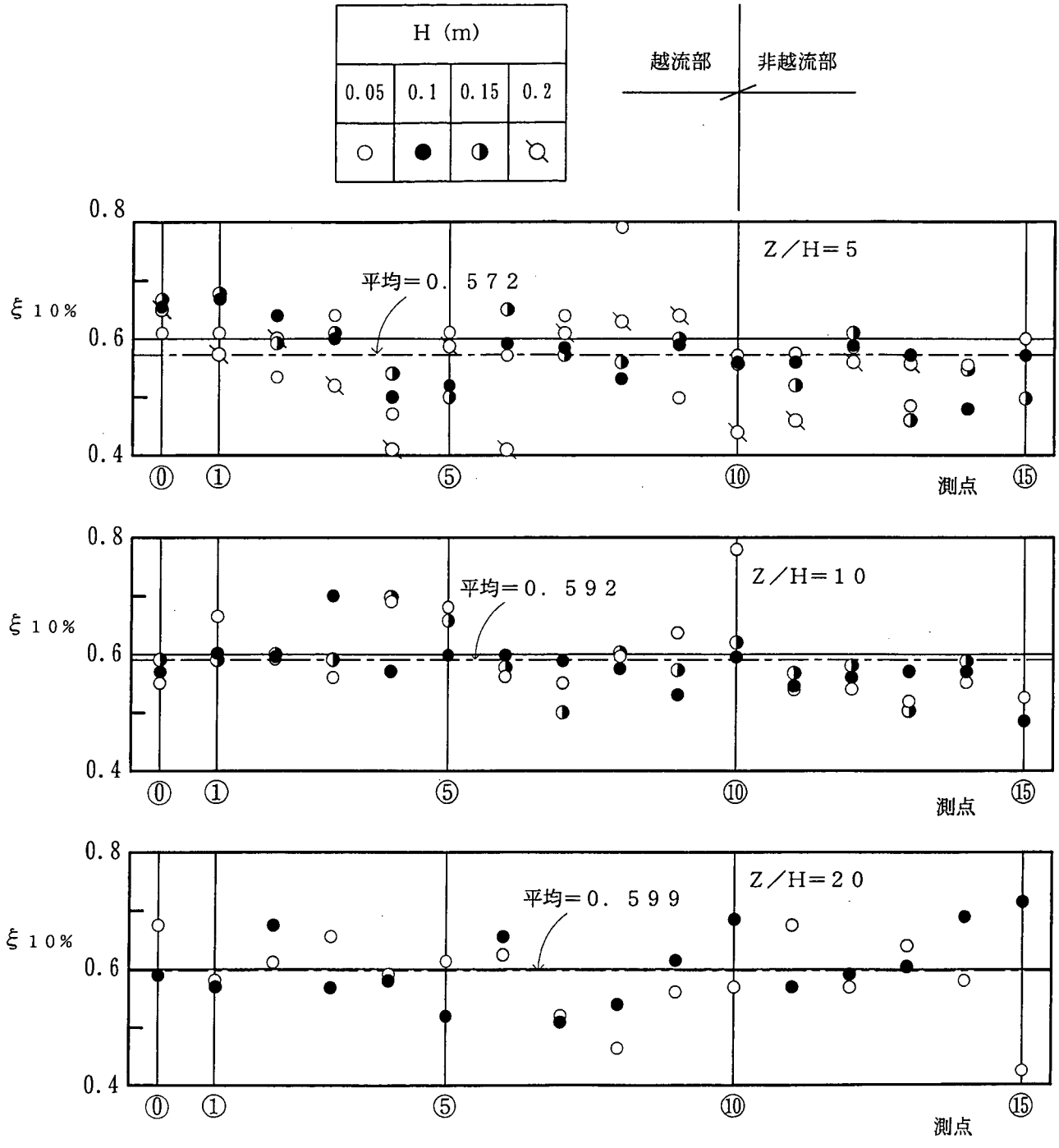


図－14　測点平均の$r_{2\%}$，$r_{50\%}$とH，Z／Hの関係

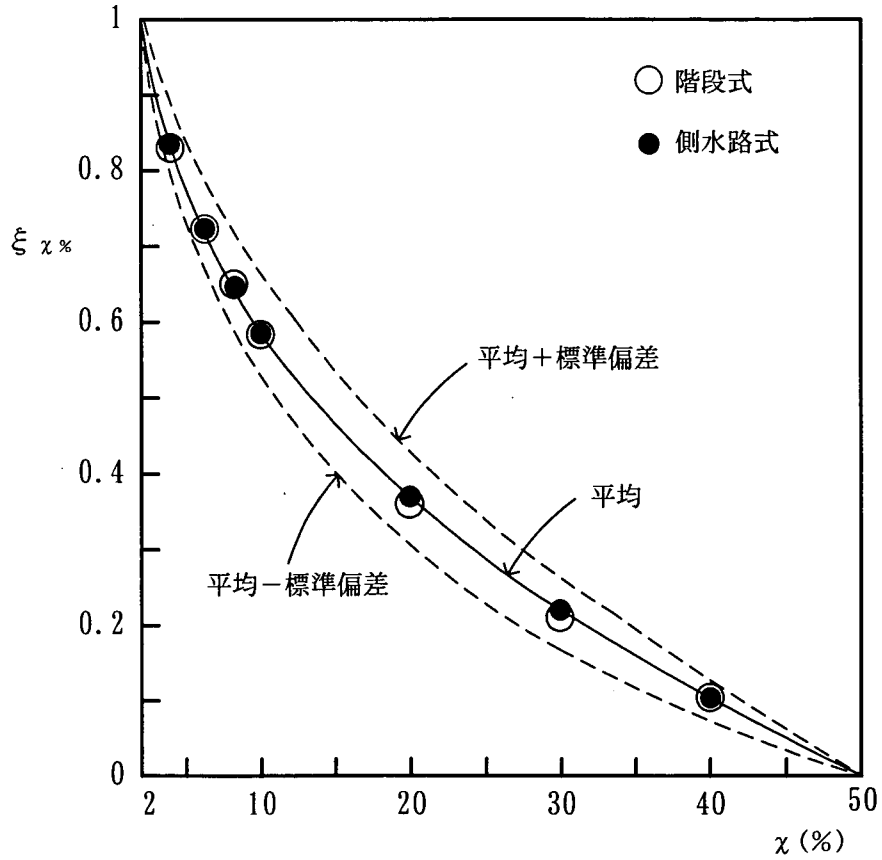


※本実験のプロットはZ/H=5の測点全体の平均を示した。

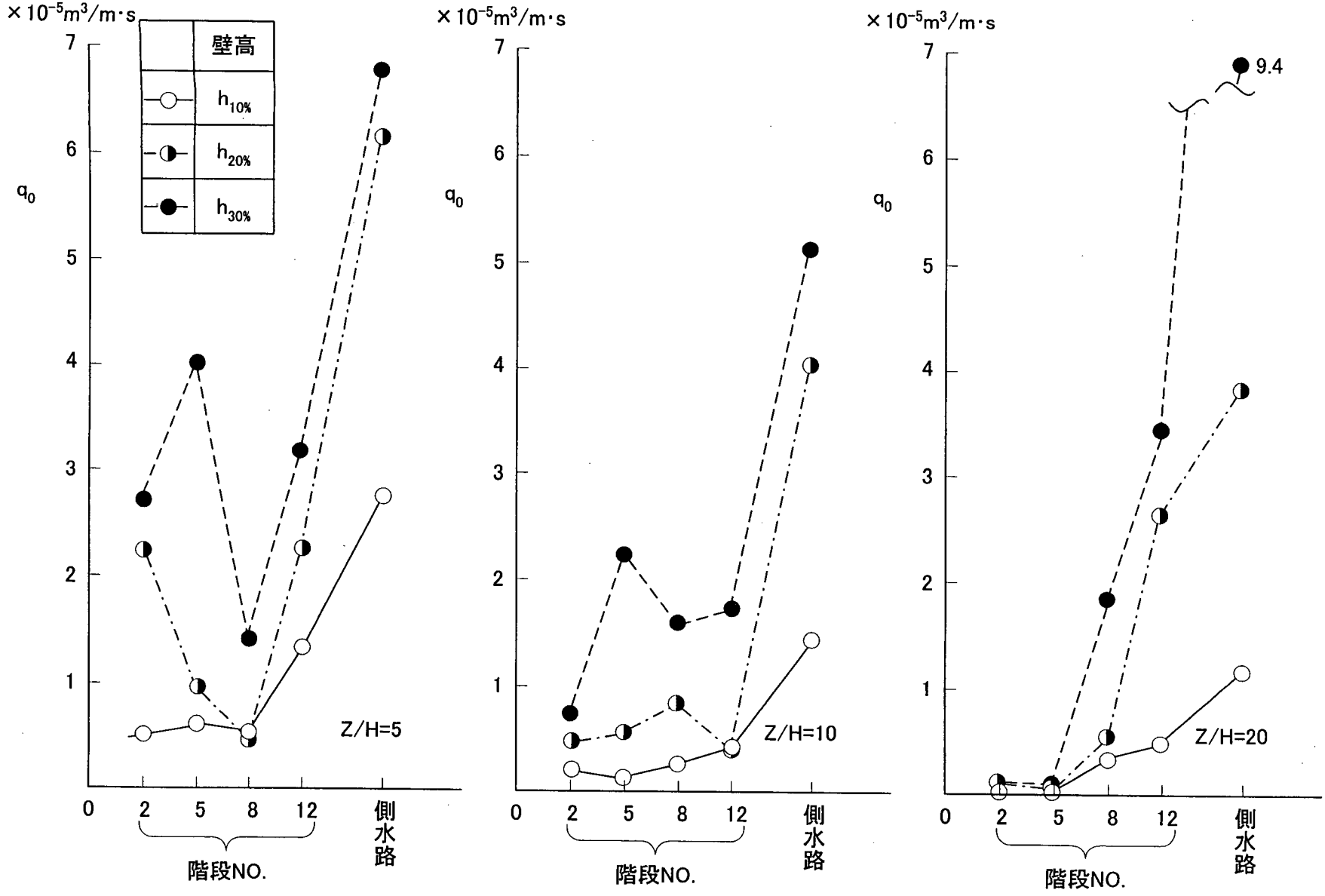
図－15　$r_{50\%}$の文献１）の結果と本実験との比較



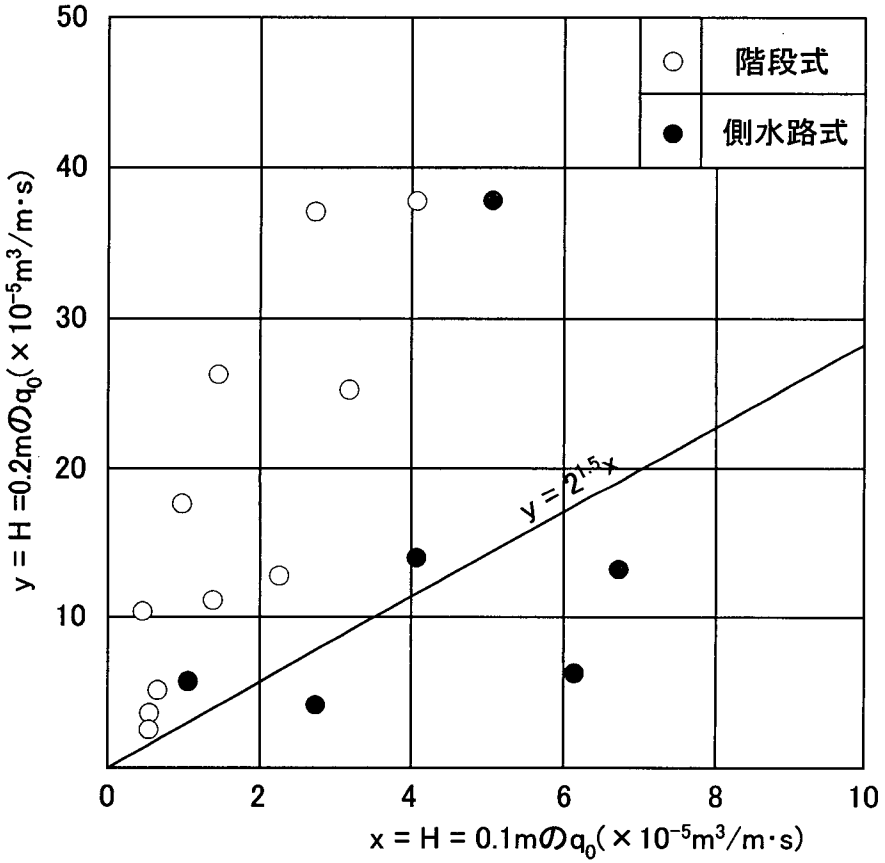
図－16　各測点の$\xi_{10\%}$（階段式，実験１）



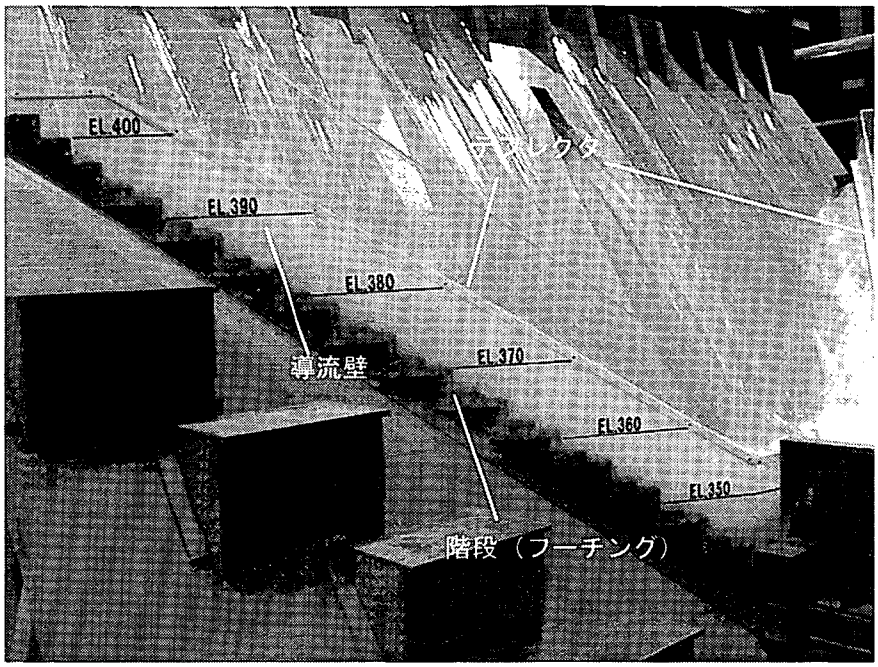
図－17　ξχ%とχの関係



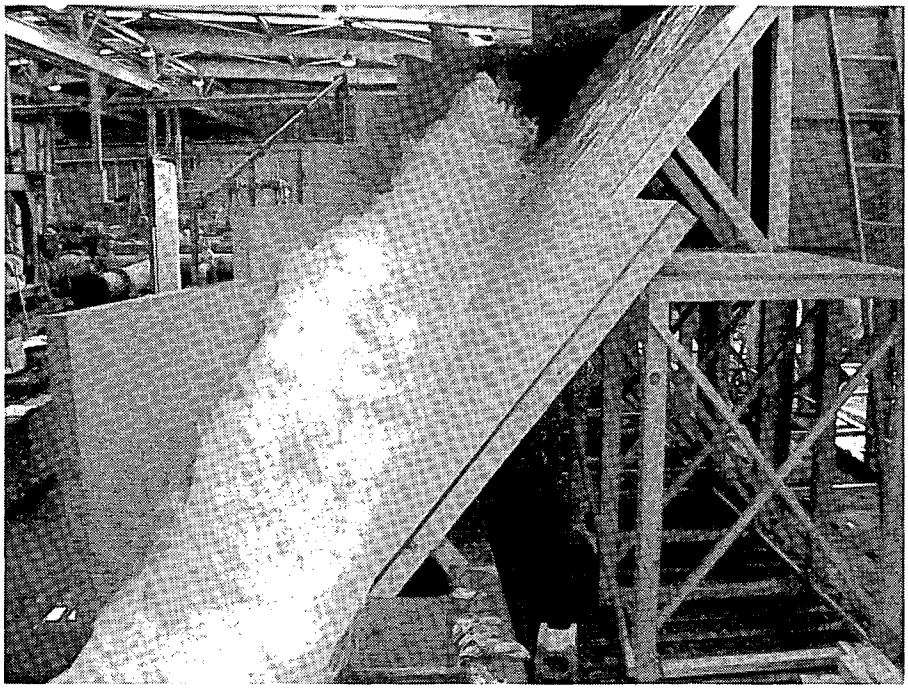
図－18　単位幅当り越水量q_0と計測位置Z/Hの関係（実験１，H=0.1m）



図－19　H = 0.1mと0.2mのq_0の比較

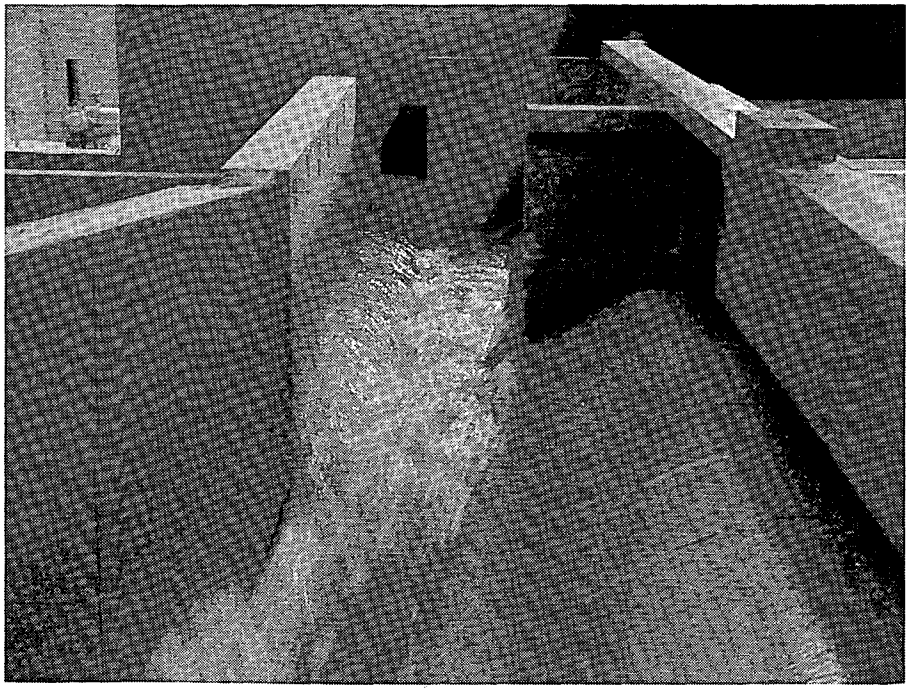


写真－1　堤趾導流式の洪水吐き（模型実験）



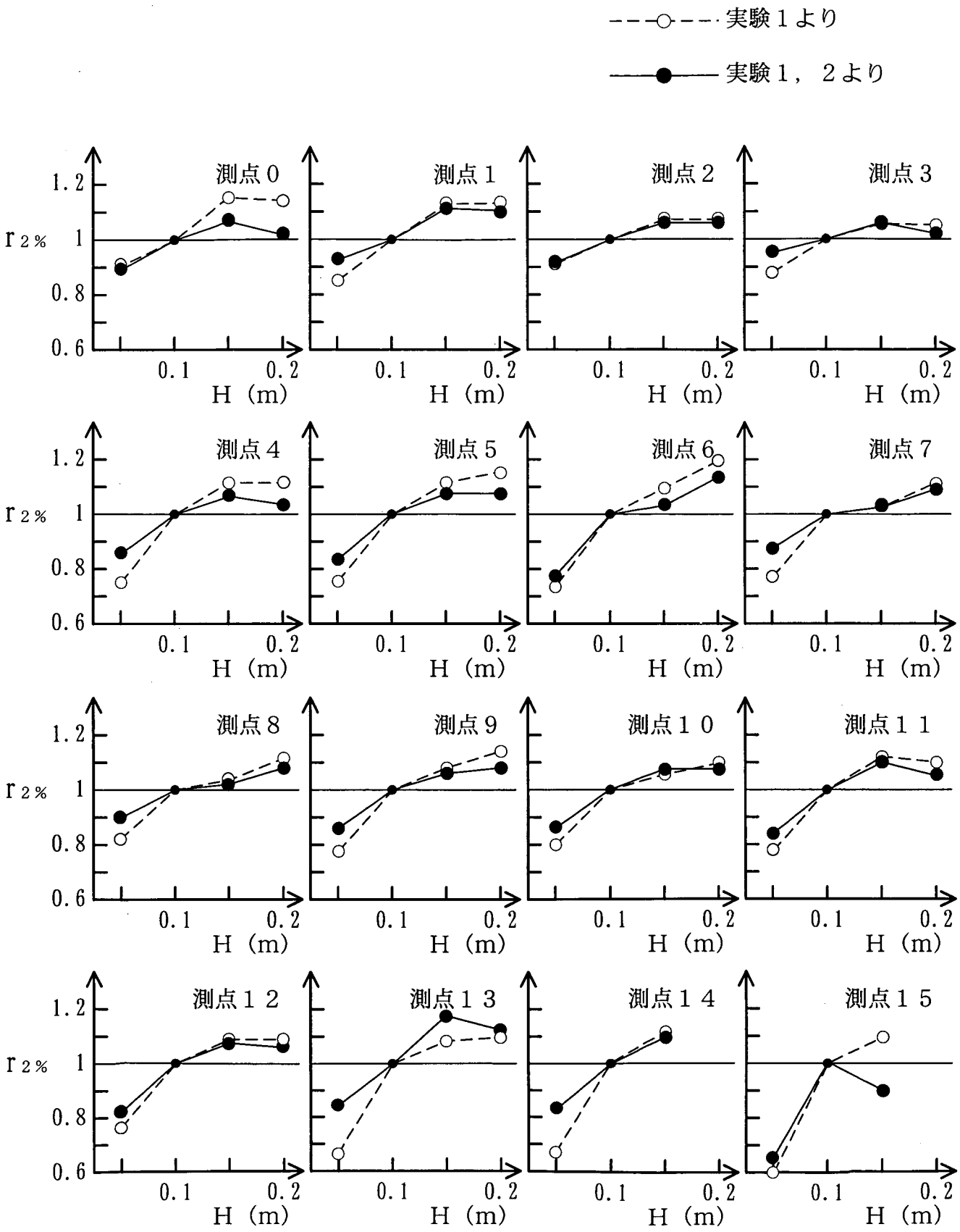
階段式（H=0.20m、Z/H=5）

写真－2（その1）　空気混入状況例

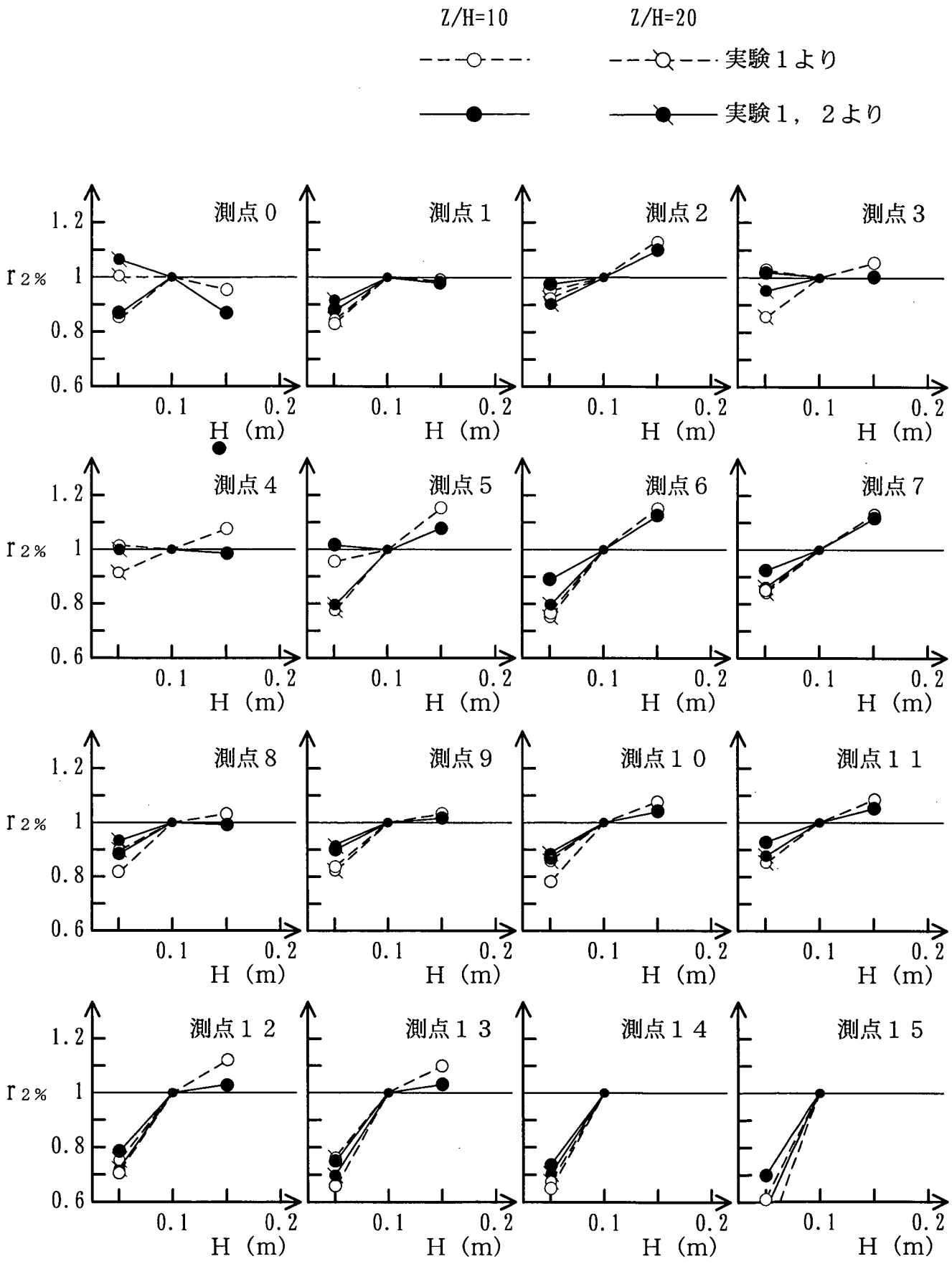


側水路式（H=0.05m、Z/H=5）

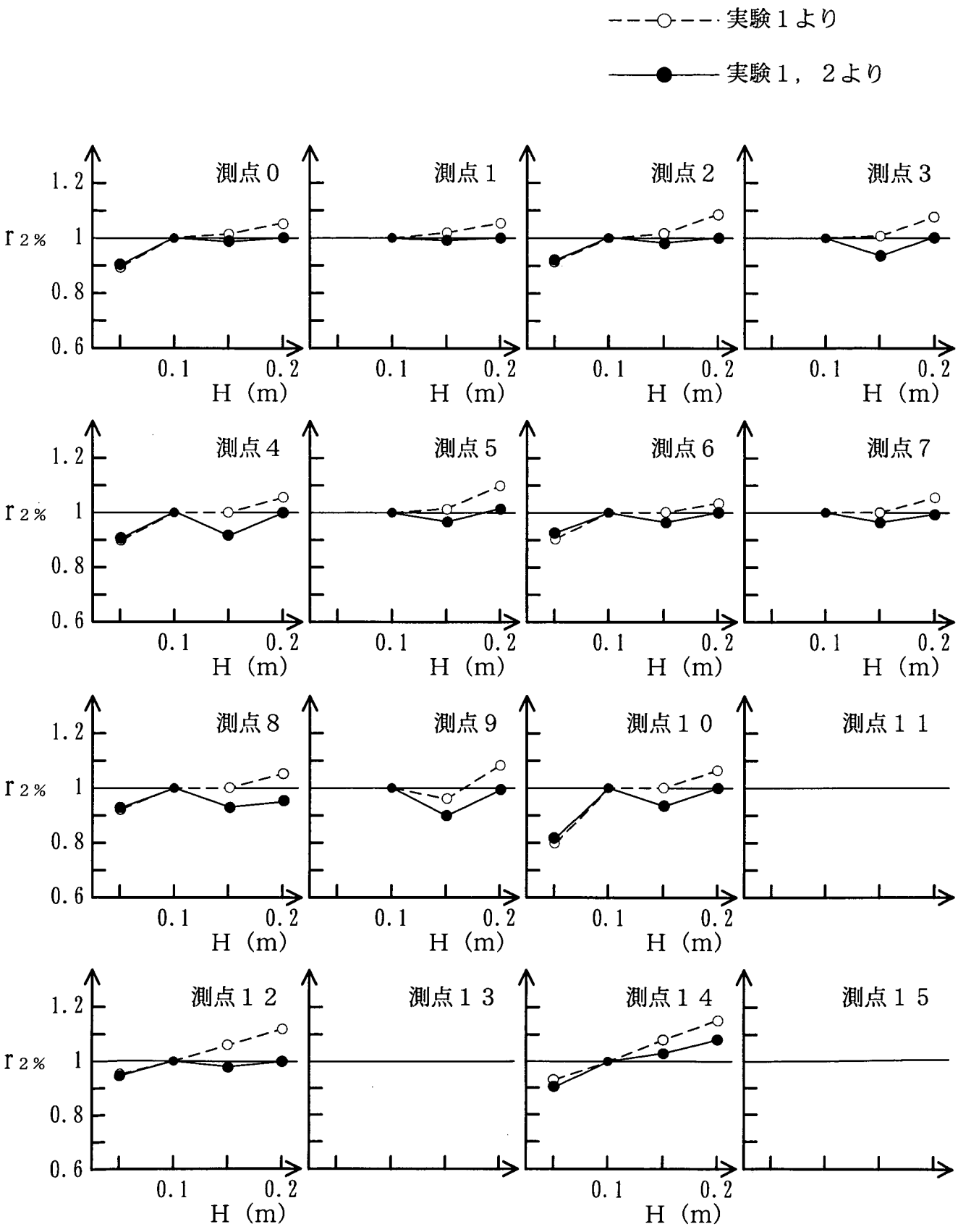
写真－2（その2）　空気混入状況例



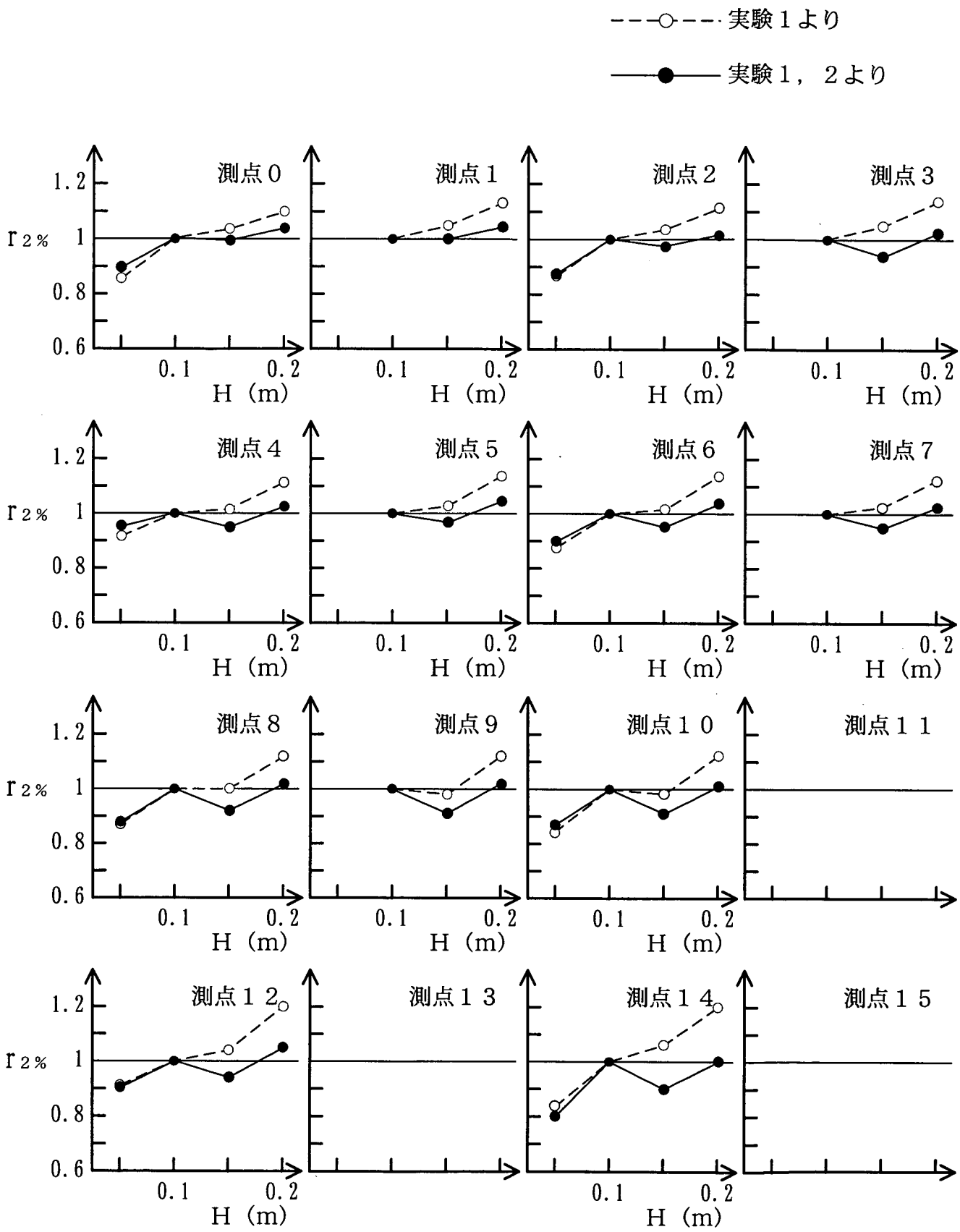
別添図－1　H＝0.1mを基準としたｈ2%の相似性（階段式，Z／H＝5）



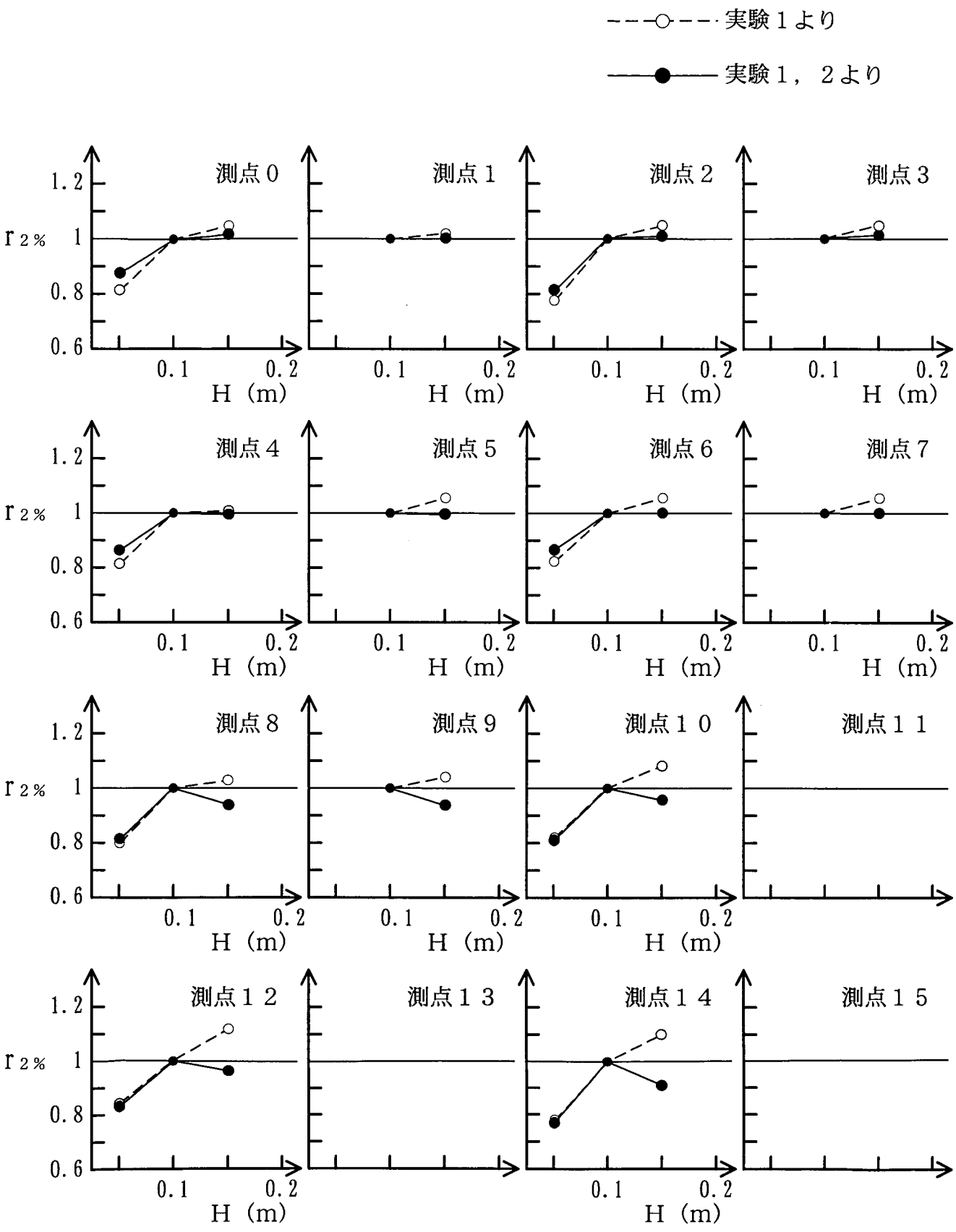
別添図－2　H＝0.1mを基準としたh2%の相似性（階段式，Z／H＝10及び20）



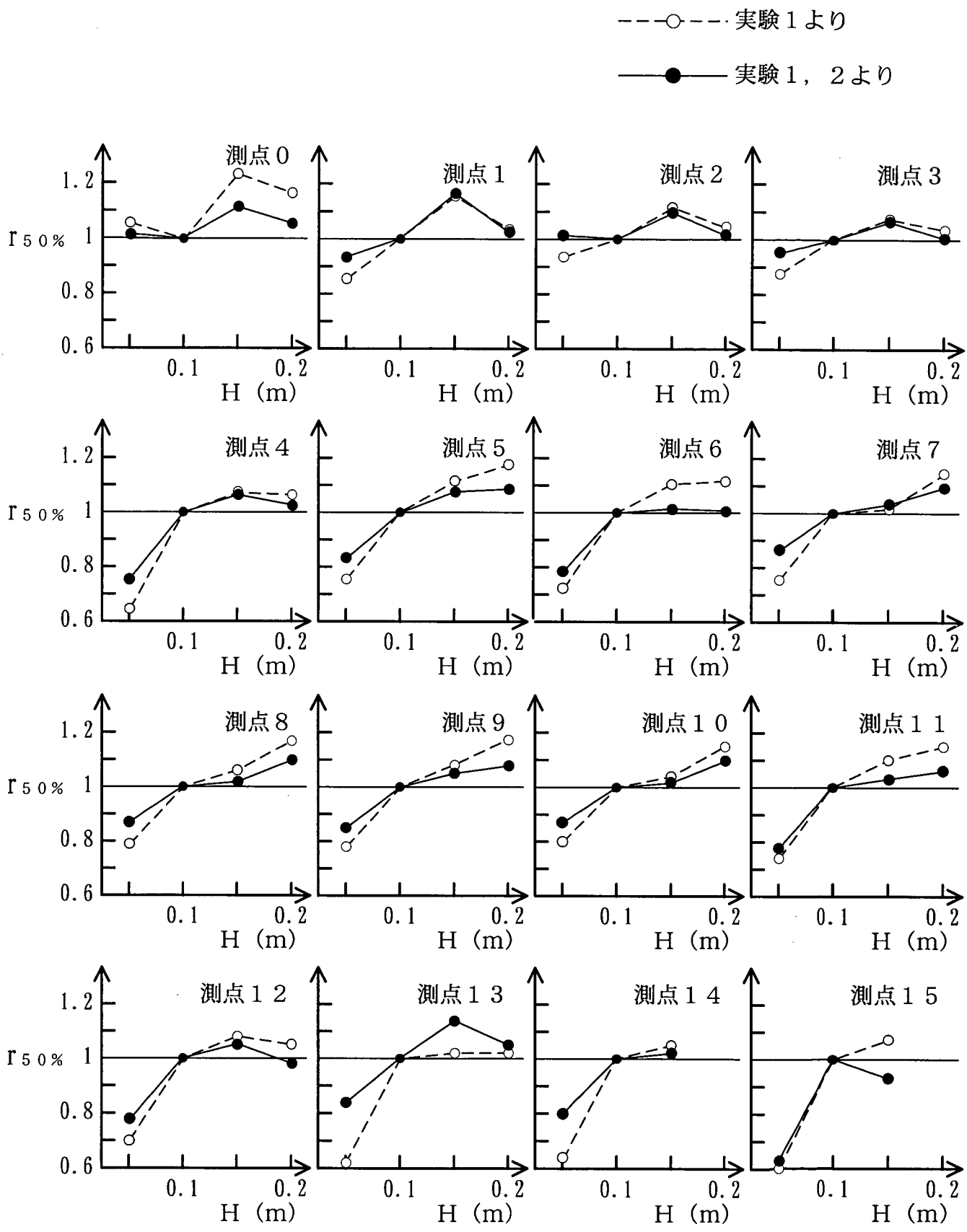
別添図－3　H＝0.1mを基準としたｈ2%の相似性（側水路式，Z／H＝5）



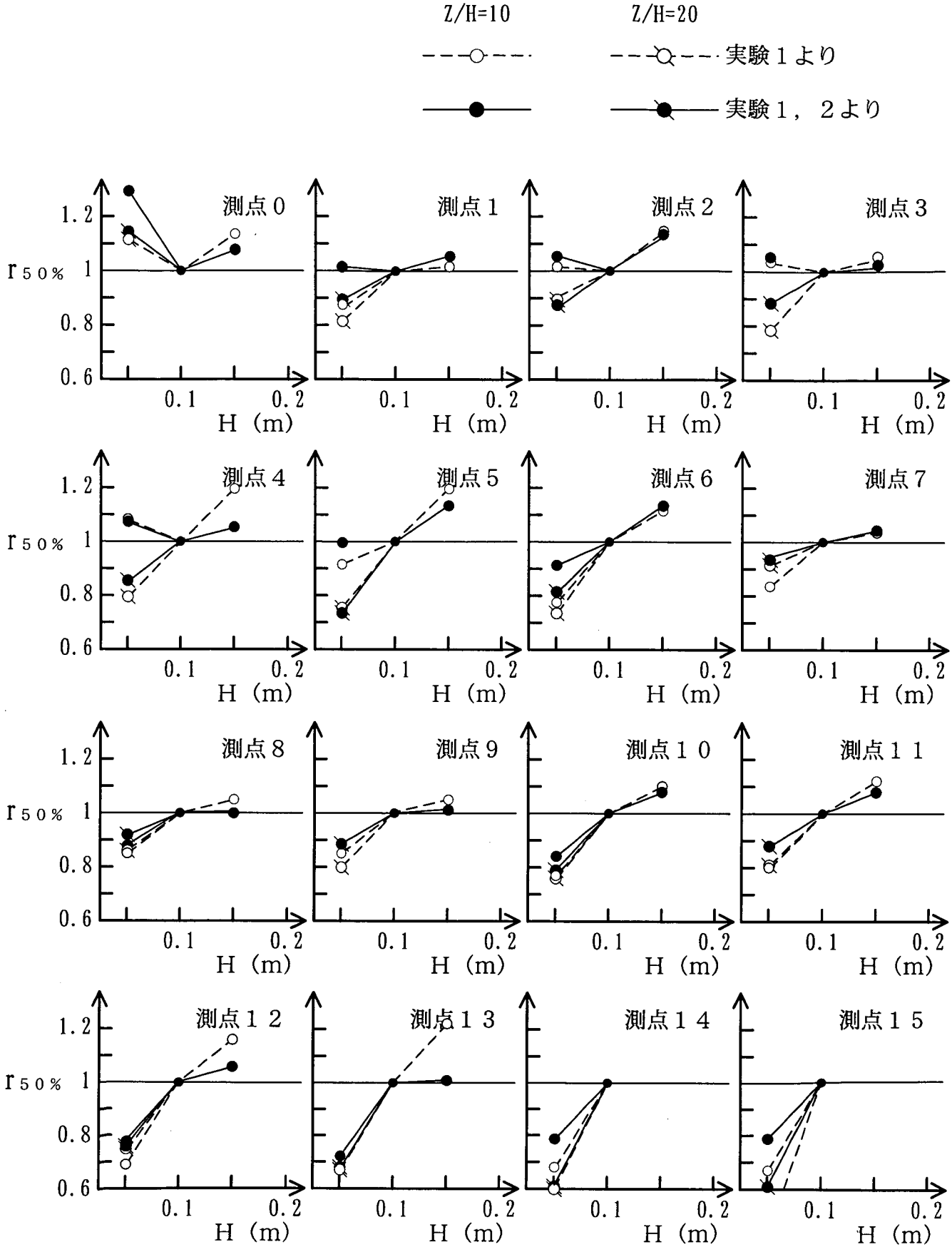
別添図－4　H＝0.1mを基準としたh2%の相似性（側水路式，Z／H＝10）



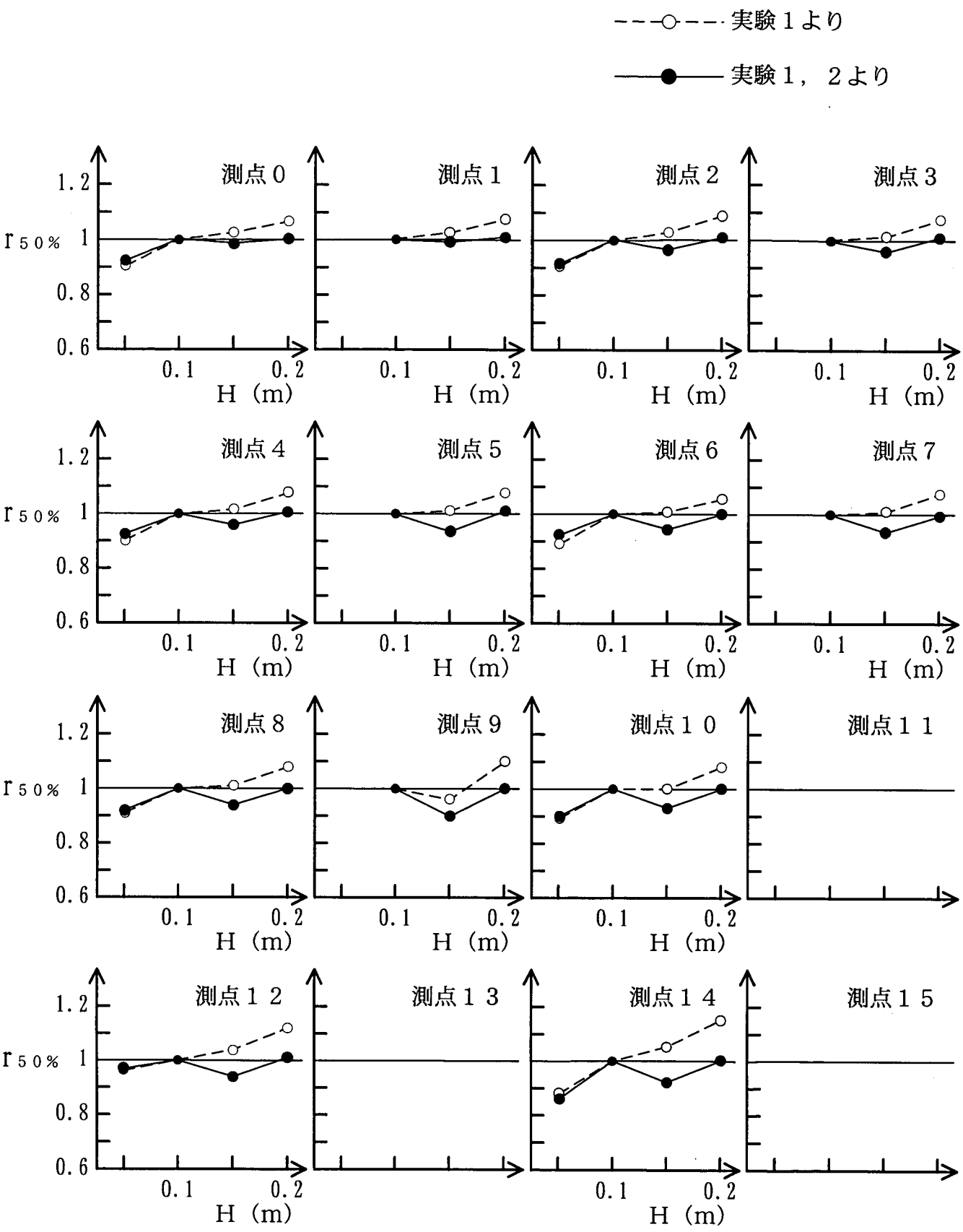
別添図－5　H＝0.1mを基準としたｈ2%の相似性（側水路式，Z／H＝20）



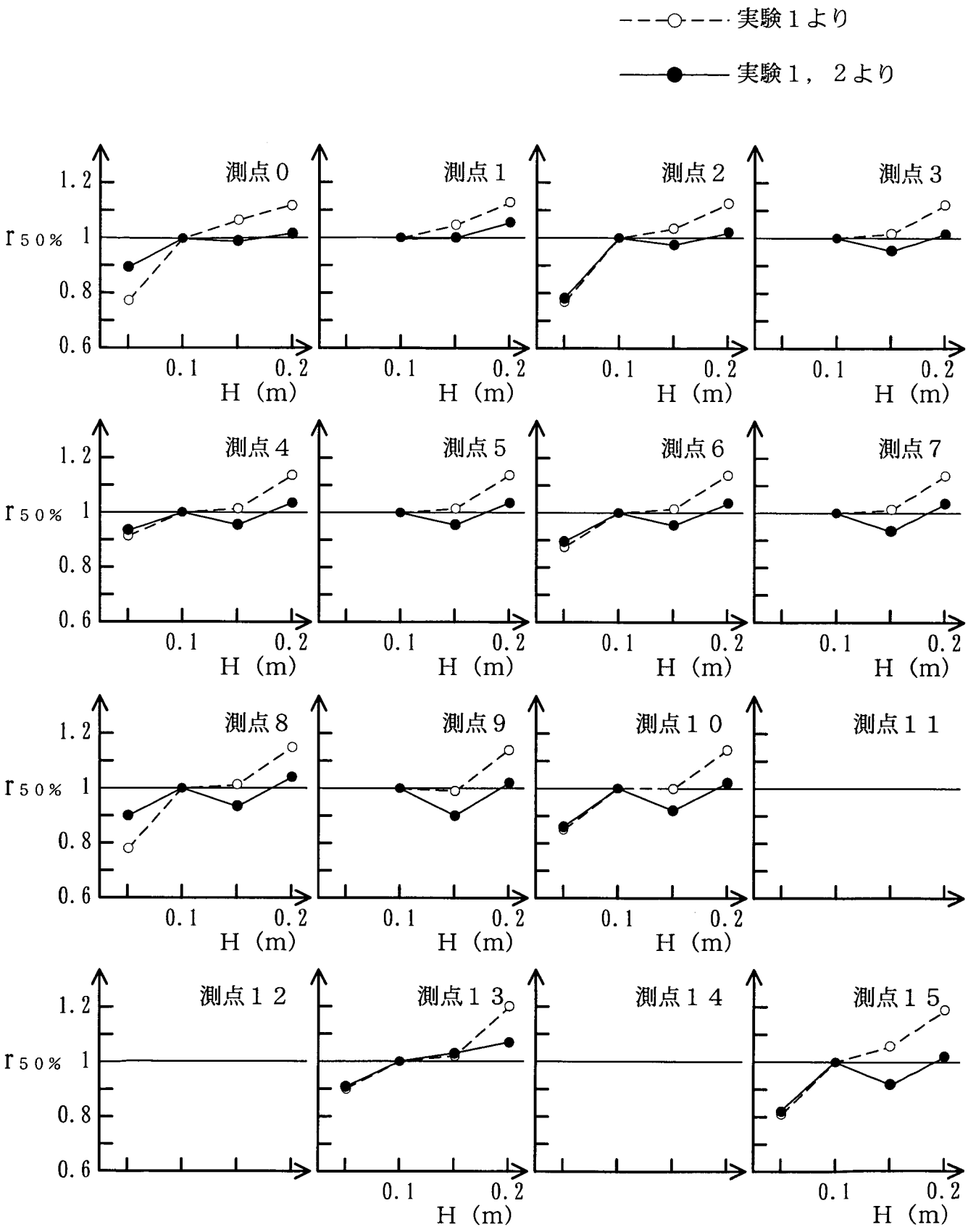
別添図－6　H＝0.1mを基準としたh50%の相似性（階段式，Z／H＝5）



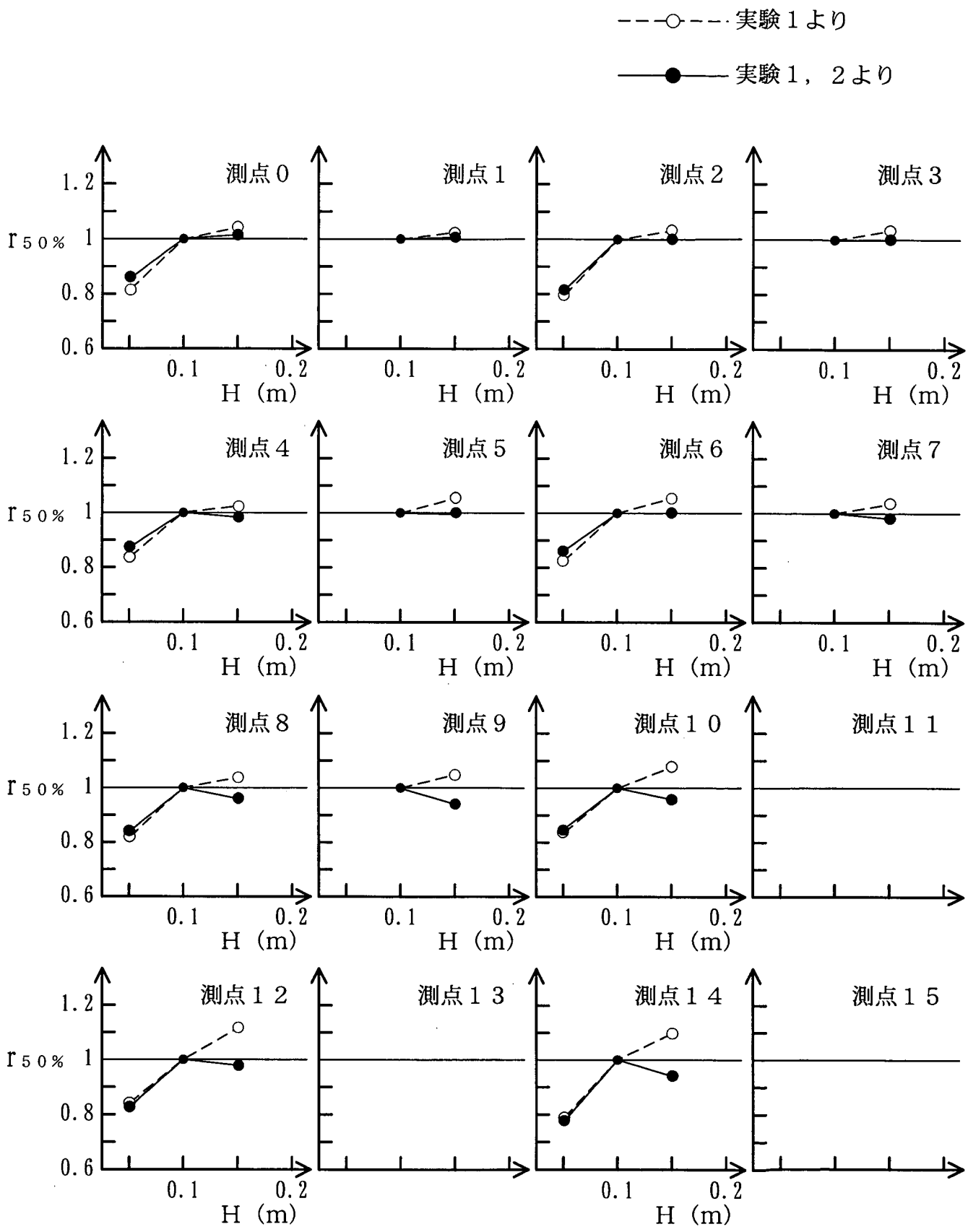
別添図－7　H＝0.1mを基準としたｈ50%の相似性（階段式，Z／H＝10及び20）



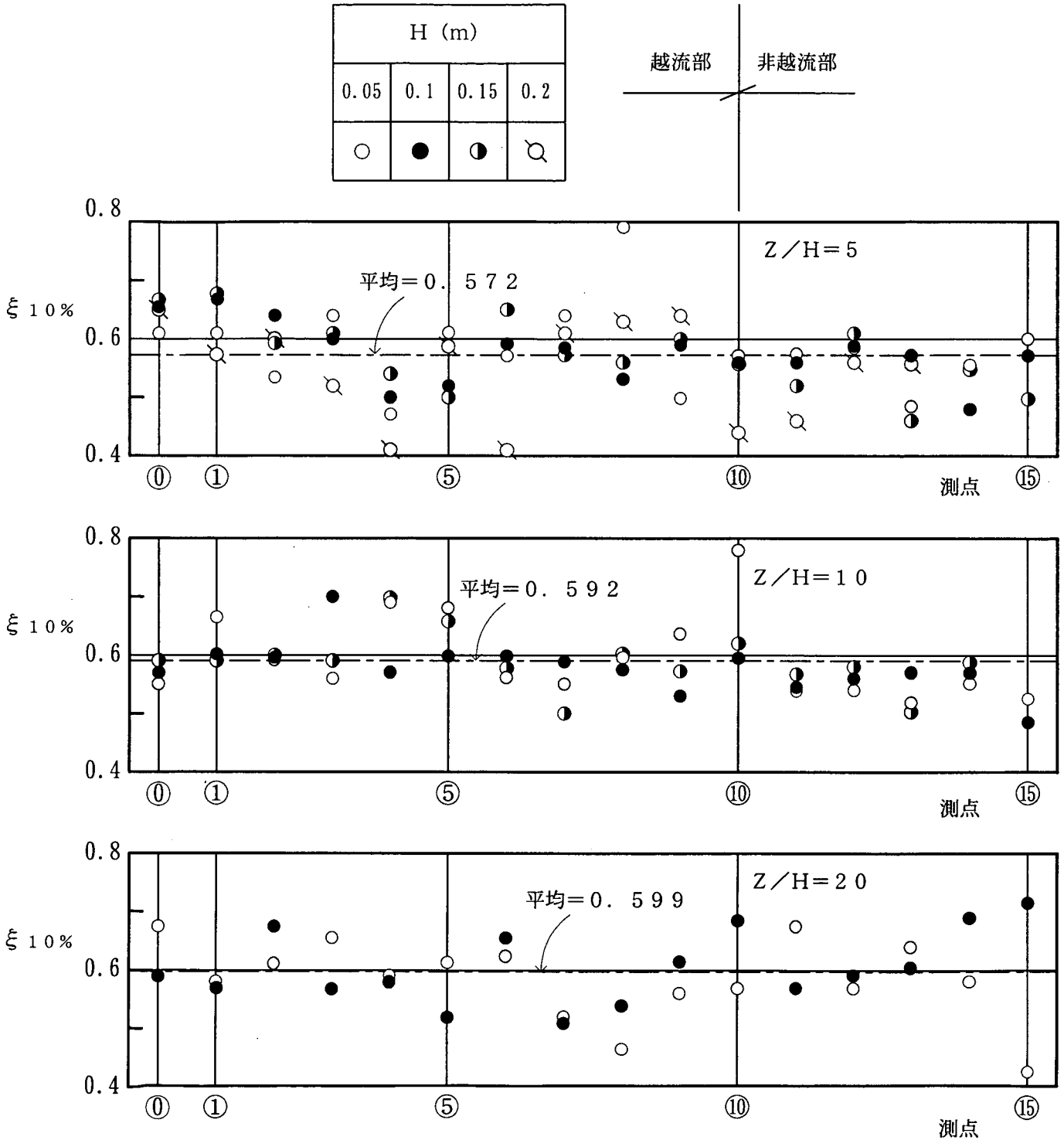
別添図－8　H＝0.1mを基準としたh50%の相似性（側水路式，Z／H＝5）



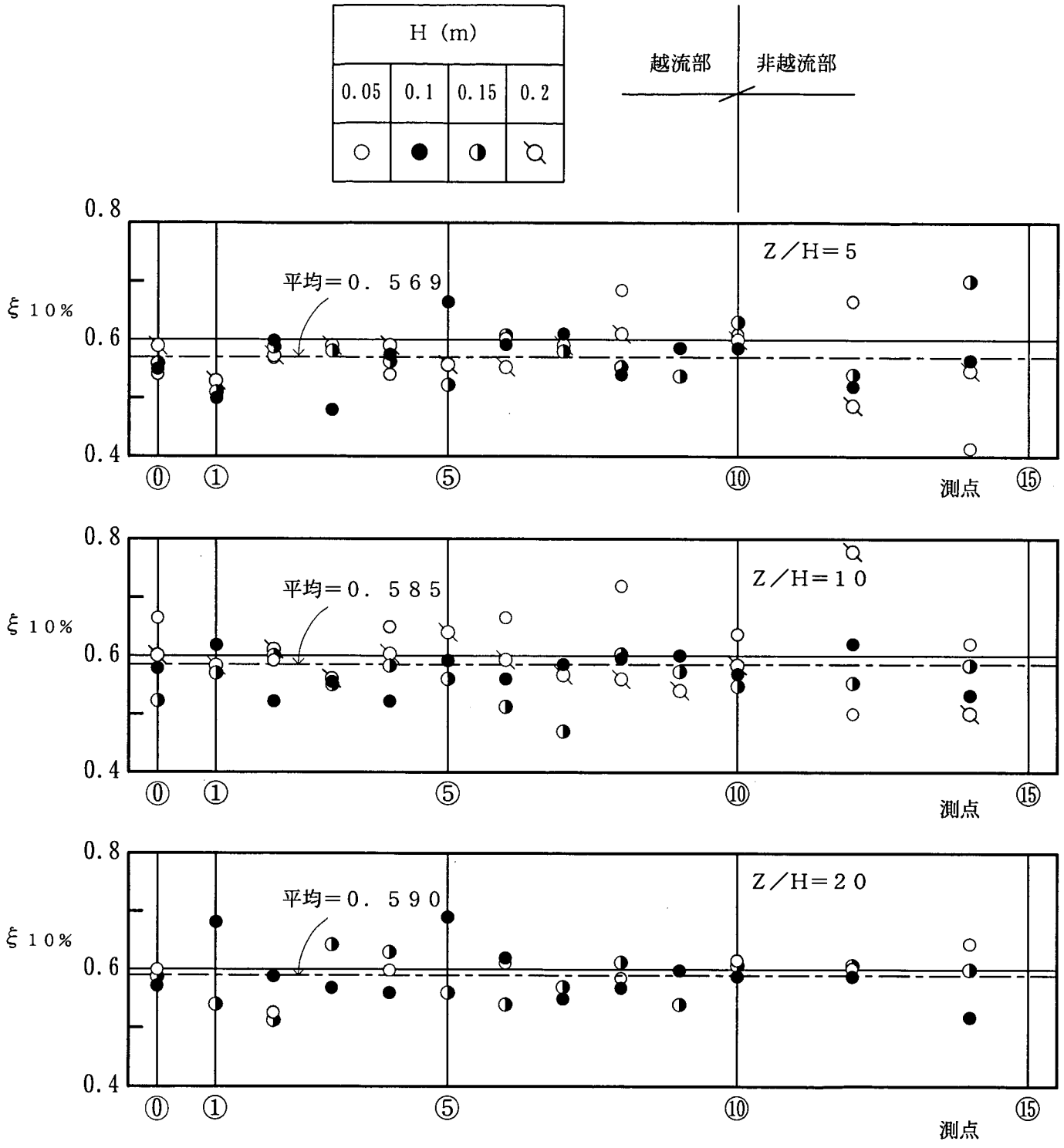
別添図－9　H＝0.1mを基準としたh50%の相似性（側水路式，Z／H＝10）



別添図－10　H＝0.1mを基準としたh 50%の相似性（側水路式，Z／H＝20）



別添図－11　各測点の$\xi_{10\%}$（階段式，実験１）



別添図－12　各測点の$\xi_{10\%}$（側水路式，実験１）

別添表－1(1)　水面形計測結果(階段式、実験1)

水深(cm)

A-1.1	最高	平均	最高－平均	2%水深	4%	6%	8%	10%	20%	30%	40%	50%	2－50%
測点0	13.0	11.0	2.0	13.5	13.2	13.0	12.9	12.8	12.5	12.1	11.9	11.7	1.8
測点1	14.5	13.0	1.5	15.1	14.8	14.6	14.5	14.4	14.1	13.7	13.5	13.3	1.8
測点2	19.0	15.5	3.5	18.9	18.3	18.1	17.9	17.7	17.2	17.0	16.5	16.3	2.6
測点3	19.0	16.0	3.0	18.8	18.4	18.1	17.9	17.7	17.3	17.0	16.3	15.7	3.1
測点4	18.5	14.0	4.5	16.1	15.2	14.6	13.9	13.8	12.9	12.4	12.0	11.7	4.4
測点5	17.0	13.5	3.5	15.6	15.2	14.9	14.6	14.4	13.7	13.5	12.9	12.5	3.1
測点6	16.5	13.5	3.0	15.4	14.7	14.5	14.4	14.3	13.7	13.3	12.9	12.8	2.6
側点7	16.5	14.0	2.5	16.7	16.3	16.1	15.9	15.7	14.9	14.4	14.1	13.9	2.8
測点8	18.0	14.5	3.5	18.4	18.2	18.0	17.8	17.7	16.4	16.0	15.3	15.0	3.4
測点9	19.0	15.5	3.5	17.8	17.3	17.1	16.6	16.4	16.0	15.6	15.3	15.0	2.8
測点10	19.5	15.5	4.0	19.1	18.4	18.2	18.0	17.8	17.2	16.7	16.6	16.1	3.0
測点11	19.5	15.5	4.0	19.2	18.3	17.9	17.7	17.5	16.6	15.9	15.5	15.2	4.0
測点12	20.0	14.0	6.0	18.6	17.8	17.2	16.9	16.6	15.4	14.8	14.3	13.8	4.8
測点13	15.5	10.5	5.0	14.4	13.7	12.9	12.6	12.2	11.5	10.9	10.6	10.1	4.3
測点14	12.5	7.5	5.0	10.0	9.5	9.2	9.0	8.5	7.7	7.3	6.9	6.6	3.4
測点15	7.5	5.5	2.0	6.0	5.8	5.6	5.5	5.4	5.1	4.9	4.7	4.5	1.5
A-1.2	最高	平均	最高－平均	2%水深	4%	6%	8%	10%	20%	30%	40%	50%	2－50%
測点0	29.0	24.0	5.0	29.4	28.3	27.9	27.2	26.8	25.5	23.4	22.5	21.8	7.6
測点1	37.0	33.0	4.0	35.3	34.7	34.4	34.1	33.8	32.3	31.9	31.3	30.8	4.5
測点2	42.0	36.0	6.0	40.8	39.8	39.4	39.0	38.6	36.8	35.9	35.0	34.6	6.2
測点3	46.0	36.0	10.0	42.3	41.0	40.3	39.8	39.5	38.1	37.1	36.4	35.3	7.0
測点4	44.0	35.0	9.0	42.1	40.7	39.9	39.3	38.8	37.3	36.4	35.9	35.5	6.6
測点5	42.0	33.0	9.0	40.4	38.6	38.0	37.2	36.8	35.7	34.7	33.7	33.0	7.4
測点6	43.0	34.0	9.0	41.8	40.4	39.9	39.4	39.0	37.4	36.4	35.7	35.0	6.8
側点7	44.0	36.0	8.0	43.0	42.2	41.4	40.8	40.4	39.3	37.9	37.4	36.8	6.2
測点8	45.0	37.0	8.0	44.5	43.2	42.4	41.9	41.5	40.2	39.4	38.5	38.1	6.4
測点9	47.0	39.0	8.0	44.9	43.7	42.9	42.7	42.3	40.6	39.6	39.1	38.5	6.4
測点10	49.0	40.0	9.0	47.3	46.3	45.7	44.8	44.3	42.7	41.8	41.1	40.4	6.9
測点11	51.0	40.0	11.0	48.7	47.3	46.3	45.6	45.1	42.9	41.7	40.8	40.4	8.3
測点12	50.0	38.0	12.0	48.8	47.6	46.6	45.8	44.8	42.7	40.9	39.7	39.1	9.7
測点13	42.0	32.0	10.0	43.8	42.0	41.2	40.0	38.9	36.3	34.5	33.2	32.4	11.4
測点14	30.0	22.0	8.0	30.5	28.0	27.2	25.8	25.4	23.4	22.4	21.4	20.7	9.8
測点15	22.0	17.0	5.0	20.0	18.7	18.4	18.2	18.0	17.0	16.3	15.8	15.3	4.7
A-1.3	最高	平均	最高－平均	2%水深	4%	6%	8%	10%	20%	30%	40%	50%	2－50%
測点0	46.0	38.0	8.0	51.6	50.3	48.9	48.4	48.0	45.5	44.1	43.1	41.0	10.6
測点1	63.0	53.0	10.0	60.8	60.0	59.5	59.0	58.5	57.0	55.8	54.9	53.8	7.0
測点2	65.0	60.0	5.0	65.8	64.7	63.7	63.2	62.7	61.2	59.8	59.0	58.2	7.6
測点3	73.0	61.0	12.0	67.4	65.3	63.9	63.7	63.4	61.2	59.4	58.1	57.2	10.2
測点4	71.0	60.0	11.0	70.5	68.6	66	65.1	64.6	61.8	59.7	58.7	57.5	13.0
測点5	69.0	58.0	11.0	67.7	65.0	62.9	62.7	61.8	59.5	58.2	57.0	55.8	11.9
測点6	68.0	58.0	10.0	68.9	67.5	66.6	65.8	65.2	62.5	60.5	59.4	58.4	10.5
側点7	71.0	60.0	11.0	66.4	64.3	63.6	63.1	62.5	60.8	59.2	57.9	57.1	9.3
測点8	72.0	62.0	10.0	69.7	68.0	67.0	66.3	65.6	63.4	62.1	61.0	60.3	9.4
測点9	78.0	65.0	13.0	72.6	70.8	70.0	69.0	68.6	66.4	64.6	63.4	62.4	10.2
測点10	75.0	65.0	10.0	74.8	72.5	70.7	69.9	69.5	67.1	65.4	64.2	62.9	11.9
測点11	81.0	64.0	17.0	82.5	76.7	75.8	75.4	75.0	71.6	70.0	68.2	66.7	15.8
測点12	79.0	63.0	16.0	79.5	76.7	75.8	73.8	73.2	69.3	66.8	64.9	63.3	16.2
測点13	73.0	51.0	22.0	71.0	66.7	63.8	61.1	59.7	55.8	54.4	52.4	50.1	20.9
測点14	58.0	37.0	21.0	51.0	46.7	44.3	43.3	42.5	38.3	35.6	33.7	32.5	18.5
測点15	41.0	28.0	13.0	33.2	31.3	29.8	29.1	28.8	26.9	26.3	25.3	24.5	8.7

別添表－1(2)　水面形計測結果(階段式、実験1)

水深(cm)

A-1.4	最高	平均	最高－平均	2%水深	4%	6%	8%	10%	20%	30%	40%	50%	2－50%
測点0	73.0	48.0	25.0	68.4	66.3	64.7	63.4	62.3	58.8	56.1	53.5	51.1	17.3
測点1	81.0	58.0	23.0	81.5	79.9	78.4	76.4	74.3	69.4	67.0	65.9	64.6	16.9
測点2	91.0	75.0	16.0	87.4	85.9	84.4	82.7	81.4	78.1	75.5	73.9	72.6	14.8
測点3	93.0	77.0	16.0	88.0	85.1	82.7	82.0	81.4	78.6	75.8	75.5	74.2	13.8
測点4	93.0	75.0	18.0	93.5	86.9	85.0	84.1	83.2	80.7	78.7	77.1	76.1	17.4
測点5	94.0	78.0	16.0	93.9	91.7	90.1	88.7	87.4	84.1	81.7	79.7	78.2	15.7
測点6	97.0	78.0	19.0	101.0	97.0	94.0	90.9	87.8	84.0	81.9	79.9	78.6	22.4
側点7	100.0	83.0	17.0	96.7	95.3	94.0	92.6	92.1	89.6	86.9	85.9	84.9	11.8
測点8	104.0	88.0	16.0	100.0	99.1	98.2	97.3	96.0	93.9	92.3	90.8	89.2	10.8
測点9	103.0	90.0	13.0	102.2	100.8	99.6	98.7	97.8	94.4	92.7	91.3	89.8	12.4
測点10	106.0	92.0	14.0	105.0	103.1	100.7	99.4	98.5	96.7	95.6	94.5	93.2	11.8
測点11	114.0	93.0	21.0	106.7	104.2	102.9	100.0	99.2	95.6	94.4	93.6	92.8	13.9
測点12	110.0	87.0	23.0	106.4	102.4	99.4	97.1	96.0	91.4	86.9	84.5	81.8	24.6
測点13	105.0	68.0	37.0	95.8	87.9	85.2	83.9	82.6	72.4	70.4	68.1	65.8	30.0
測点14													
測点15													
A-2.1	最高	平均	最高－平均	2%水深	4%	6%	8%	10%	20%	30%	40%	50%	2－50%
測点0	17.0	14.0	3.0	18.3	17.6	17.4	17.2	17.0	16.6	16.0	15.7	15.4	2.9
測点1	22.0	19.0	3.0	22.3	21.7	21.7	21.7	21.6	20.9	20.7	20.4	20.2	2.1
測点2	30.5	25.5	5.0	28.0	27.7	27.4	27.1	27.0	26.6	26.2	25.9	25.5	2.5
測点3	32.5	26.5	6.0	32.1	31.4	30.8	30.3	29.9	29.1	28.2	27.5	27.1	5.0
測点4	32.0	24.0	8.0	31.8	31.0	30.7	30.4	30.1	29.0	27.6	27.0	26.2	5.6
測点5	26.0	20.0	6.0	28.4	27.6	27.0	26.6	26.2	24.4	23.2	21.9	21.4	7.0
測点6	23.0	18.0	5.0	21.5	20.7	20.2	20.0	19.7	18.6	18.1	17.8	17.4	4.1
側点7	23.0	17.5	5.5	21.9	21.5	20.9	20.6	20.3	19.6	19.0	18.7	18.3	3.6
測点8	22.5	18.0	4.5	21.5	21.0	20.6	20.1	20.0	19.1	18.4	18.0	17.7	3.8
測点9	21.5	18.5	3.0	22.4	22.2	22.0	21.4	21.2	20.5	20.0	19.4	19.1	3.3
測点10	22.0	18.0	4.0	21.4	21.2	21.1	21.0	20.7	19.9	19.1	18.7	18.2	3.2
測点11	23.0	18.0	5.0	23.3	22.8	21.8	21.4	21.0	19.9	19.3	18.9	18.4	4.9
測点12	20.0	15.5	4.5	18.8	17.8	17.4	17.1	16.9	15.9	15.5	14.9	14.6	4.2
測点13	18.5	12.0	6.5	16.0	15.3	14.9	14.5	13.9	13.0	12.4	12.0	11.6	4.4
測点14	14.0	9.0	5.0	12.4	11.6	11.2	10.9	10.7	9.9	9.3	8.9	8.6	3.8
測点15	9.0	6.5	2.5	7.4	7.0	6.7	6.7	6.6	6.2	6.0	5.8	5.7	1.7
A-2.2	最高	平均	最高－平均	2%水深	4%	6%	8%	10%	20%	30%	40%	50%	2－50%
測点0	40.0	31.0	9.0	42.5	37.9	37.0	36.3	36.0	34.0	31.6	29.6	27.4	15.1
測点1	53.0	45.0	8.0	53.3	52.2	51.2	50.4	49.9	48.4	47.5	46.1	44.7	8.6
測点2	60.0	52.0	8.0	58.0	57.0	56.3	55.5	54.7	52.7	51.5	50.7	50.0	8.0
測点3	65.0	57.0	8.0	62.1	61.0	60.5	60.1	59.6	56.6	54.9	53.1	51.9	10.2
測点4	66.0	49.0	17.0	61.8	58.9	57.2	56.4	55.8	52.7	50.5	49.2	47.7	14.1
測点5	62.0	46.0	16.0	58.7	55.8	55.3	54.7	54.0	51.0	48.9	47.7	46.7	12.0
測点6	56.0	43.0	13.0	55.0	53.3	52.1	51.4	50.7	48.1	46.5	45.3	44.3	10.7
側点7	51.0	41.0	10.0	51.4	50.1	49.3	48.7	48.0	46.1	44.8	43.9	43.1	8.3
測点8	50.0	43.0	7.0	51.6	50.0	48.7	48.2	47.6	45.2	43.8	42.9	42.1	9.5
測点9	53.0	45.0	8.0	53.2	52.4	50.4	49.9	49.5	48.1	47.0	45.9	45.2	8.0
測点10	54.0	47.0	7.0	53.9	52.8	52.1	51.5	51.0	49.6	48.8	47.7	46.7	7.2
測点11	55.0	47.0	8.0	54.0	52.1	51.1	50.5	50.0	48.4	47.1	46.1	45.3	8.7
測点12	53.0	46.0	7.0	52.0	49.0	48.9	48.1	47.6	45.4	43.7	42.7	41.8	10.2
測点13	48.0	39.0	9.0	48.7	46.7	44.0	43.2	42.8	39.9	37.8	36.3	34.8	13.9
測点14	37.0	29.0	8.0	38.3	37.1	35.8	34.0	32.5	30.3	28.0	26.3	24.8	13.5
測点15	25.0	20.0	5.0	23.8	21.9	21.3	20.8	20.3	19.0	18.1	17.5	17.0	6.8

別添表－1(3) 水面形計測結果(階段式、実験1)

水深(cm)

A-2.3	最高	平均	最高－平均	2%水深	4%	6%	8%	10%	20%	30%	40%	50%	2－50%
測点0	59.0	45.0	14.0	61.0	58.6	57.0	55.9	55.4	52.2	49.9	48.7	47.1	13.9
測点1	80.0	69.0	11.0	79.0	77.9	76.8	76.0	74.8	72.7	70.8	69.9	68.6	10.4
測点2	100.0	87.0	13.0	99.3	97.8	96.8	96.1	94.5	92.0	90.4	88.3	86.9	12.4
測点3	100.0	85.0	15.0	99.7	96.8	96.2	93.9	92.9	88.9	86.6	85.0	83.1	16.6
測点4	100.0	85.0	15.0	100.8	99.8	97.9	96.7	96.2	93.1	90.3	88.1	85.8	15.0
測点5	100.0	84.0	16.0	101.5	99.9	98.1	96.9	95.6	90.9	88.3	86.5	84.3	17.2
測点6	97.0	75.0	22.0	95.6	93.2	91.0	88.2	86.7	82.2	78.6	76.2	74.5	21.1
側点7	87.0	67.0	20.0	87.1	81.5	79.6	78.2	77.6	73.7	71.3	69.1	67.8	19.3
測点8	81.0	65.0	16.0	79.4	76.7	75.8	75.2	74.3	71.0	68.5	67.3	66.2	13.2
測点9	85.0	73.0	12.0	83.8	81.9	80.8	80.0	78.7	76.0	74.7	73.1	72.0	11.8
測点10	90.0	77.0	13.0	88.0	87.0	86.7	86.1	83.9	80.7	79.2	78.2	77.2	10.8
測点11	89.0	76.0	13.0	88.1	86.2	85.2	84.5	83.0	80.9	78.8	77.6	76.4	11.7
測点12	89.0	74.0	15.0	87.6	84.8	83.8	83.1	81.9	78.9	77.1	75.3	73.6	14.0
測点13	82.0	66.0	16.0	81.3	78.3	75.5	74.1	72.8	69.0	68.1	66.3	64.1	17.2
測点14													
測点15													
A-3.1	最高	平均	最高－平均	2%水深	4%	6%	8%	10%	20%	30%	40%	50%	2－50%
測点0	19.0	18.0	1.0	20.3	19.8	19.5	19.4	19.3	18.6	18.1	17.6	17.2	3.1
測点1	21.0	18.0	3.0	22.4	21.8	21.1	20.9	20.8	19.9	19.4	19.0	18.6	3.8
測点2	31.5	25.5	6.0	31.4	30.7	30.3	29.9	29.6	28.6	27.8	27.2	26.7	4.7
測点3	36.5	29.0	7.5	35.8	34.5	33.9	33.6	33.2	31.6	30.3	29.1	28.2	7.6
測点4	39.5	29.0	10.5	40.8	39.0	38.1	37.5	36.4	34.0	32.1	31.1	30.1	10.7
測点5	32.5	26.0	6.5	32.6	31.3	30.6	29.9	29.7	28.5	27.2	26.2	25.0	7.6
測点6	32.0	22.0	10.0	30.7	29.4	28.7	28.2	27.8	25.9	25.0	24.0	23.0	7.7
側点7	27.0	21.0	6.0	28.5	27.3	27.0	25.9	25.3	24.0	22.9	22.5	21.7	6.8
測点8	24.0	18.5	5.5	25.2	24.0	23.0	22.6	22.0	21.0	20.3	19.8	19.2	6.0
測点9	24.0	18.5	5.5	24.0	23.3	22.6	22.3	22.1	20.9	20.4	20.0	19.6	4.4
測点10	24.0	19.5	4.5	24.9	24.5	23.7	23.5	23.3	22.4	21.8	21.4	21.1	3.8
測点11	24.0	19.5	4.5	25.1	24.6	24.3	24.1	23.7	22.5	21.6	21.2	20.8	4.3
測点12	23.5	17.5	6.0	21.9	20.9	20.7	20.5	20.1	19.3	18.7	18.0	17.7	4.2
測点13	21.0	13.0	8.0	20.1	19.4	18.9	18.6	18.2	17.1	16.3	15.6	14.8	5.3
測点14	15.5	10.0	5.5	16.6	16.1	14.8	14.4	14.0	12.6	11.5	10.9	10.3	6.3
測点15	11.0	7.5	3.5	10.4	9.4	9.0	8.4	8.2	7.7	7.3	6.9	6.6	3.8
A-3.2	最高	平均	最高－平均	2%水深	4%	6%	8%	10%	20%	30%	40%	50%	2－50%
測点0	40.0	30.0	10.0	40.7	38.8	37.6	37.2	36.6	34.4	32.8	31.6	30.7	10.0
測点1	52.0	44.0	8.0	52.5	50.9	50.4	49.7	49.1	47.4	46.5	45.6	44.6	7.9
測点2	68.0	59.0	9.0	67.8	66.8	66.2	65.6	65.0	63.2	62.0	60.1	58.9	8.9
測点3	82.0	71.0	11.0	82.6	80.8	79.4	78.5	77.9	75.8	74.5	72.6	71.5	11.1
測点4	89.0	75.0	14.0	89.1	87.3	85.4	84.3	83.2	80.4	78.2	76.9	75.0	14.1
測点5	84.0	66.0	18.0	83.3	80.2	77.4	76.6	75.0	71.5	68.8	67.4	65.7	17.6
測点6	81.0	62.0	19.0	80.7	78.8	77.1	75.5	74.4	71.2	68.2	65.0	62.3	18.4
側点7	68.0	48.0	20.0	68.1	62.0	60.9	59.8	58.0	53.1	50.3	48.2	46.9	21.2
測点8	56.0	46.0	10.0	55.8	53.7	52.5	51.3	50.7	48.5	47.1	45.6	44.6	11.2
測点9	57.0	49.0	8.0	58.0	55.9	55.5	55.1	54.5	52.3	51.1	49.8	48.8	9.2
測点10	57.0	49.0	8.0	57.8	56.9	55.6	55.7	54.9	51.8	50.1	49.3	48.5	9.3
測点11	59.0	50.0	9.0	58.4	56.8	56.2	55.2	54.9	53.0	52.0	51.0	50.2	8.2
測点12	58.0	47.0	11.0	57.7	55.7	54.6	54.2	53.3	51.4	49.4	48.2	46.9	10.8
測点13	55.0	44.0	11.0	53.8	53.1	51.3	50.7	50.0	47.8	46.1	45.3	44.1	9.7
測点14	49.0	35.0	14.0	49.0	48.1	46.8	45.6	44.5	39.7	37.4	35.6	34.2	14.8
測点15	45.0	31.0	14.0	45.3	45.0	42.9	42.1	41.5	35.7	34.1	33.1	31.9	13.4

別添表－2(1)　水面形計測結果(階段式、実験2)

水深(cm)

A'－1.1	最高	平均	最高－平均	2%水深	4%	6%	8%	10%	20%	30%	40%	50%	2－50%
測点0	30.0	23.0	7.0	30.0	28.9	28.3	27.8	27.5	25.8	24.6	23.8	22.8	7.2
測点1	33.0	29.0	4.0	32.9	32.4	32.1	31.4	31.2	29.8	29.3	28.9	28.3	4.6
測点2	40.0	32.5	7.5	40.1	38.4	37.8	37.3	36.7	35.2	34.5	33.2	32.1	8.0
測点3	41.0	33.0	8.0	39.4	38.8	37.7	37.0	36.7	35.5	34.2	33.6	32.7	6.7
測点4	39.0	30.0	9.0	37.8	37.3	36.7	35.5	35.3	33.5	33.1	31.9	30.9	6.9
測点5	38.0	29.0	9.0	37.0	35.6	35.0	34.3	33.9	32.3	31.3	30.6	29.8	7.2
測点6	40.0	32.0	8.0	39.3	38.4	37.3	37.1	37.0	35.0	34.5	33.7	32.5	6.8
側点7	39.0	32.0	7.0	38.3	37.5	36.9	36.4	35.9	34.6	33.7	32.8	32.1	6.2
測点8	42.0	33.5	8.5	41.2	39.9	39.4	39.1	38.3	37.0	36.1	35.3	34.5	6.7
測点9	42.0	35.0	7.0	41.7	40.3	39.7	39.2	38.8	37.2	36.5	35.7	35.2	6.5
測点10	43.0	37.0	6.0	43.8	43.2	42.5	42.2	41.9	39.8	38.8	37.9	37.1	6.7
測点11	45.0	38.0	7.0	45.9	45.5	44.2	43.4	43.1	41.2	40.1	39.4	38.8	7.1
測点12	44.0	35.0	9.0	44.9	43.6	42.4	41.8	41.1	39.4	38.1	36.7	35.4	9.5
測点13	35.0	24.0	11.0	34.4	32.3	31.1	30.3	30.0	27.4	26.6	25.4	24.1	10.3
測点14	25.0	17.0	8.0	24.7	23.3	22.1	21.3	20.9	19.1	17.9	17.0	16.6	8.1
測点15	18.0	14.0	4.0	18.6	18.1	17.7	16.9	16.6	15.7	15.0	14.7	14.3	4.3
A'－1.3	最高	平均	最高－平均	2%水深	4%	6%	8%	10%	20%	30%	40%	50%	2－50%
測点0	32.0	25.0	7.0	32.3	30.9	30.2	29.4	29.2	27.4	26.6	25.3	24.3	8.0
測点1	38.0	30.0	8.0	36.1	35.1	34.7	34.4	34.0	32.7	31.9	31.5	30.7	5.4
測点2	41.0	34.0	7.0	41.5	40.9	40.0	39.6	39.1	37.6	37.0	36.1	34.8	6.7
測点3	43.0	35.0	8.0	41.9	41.0	40.3	40.1	39.4	38.2	36.8	36.3	35.4	6.5
測点4	43.0	36.0	7.0	43.7	42.1	41.3	41.0	40.4	38.8	37.7	37.2	35.9	7.8
測点5	43.0	35.0	8.0	41.9	40.4	39.3	38.6	37.9	36.7	35.6	34.8	34.2	7.7
測点6	43.0	37.0	6.0	44.0	43.1	42.7	42.6	42.5	40.7	39.5	38.5	37.9	6.1
側点7	44.0	37.0	7.0	42.8	41.7	40.8	40.5	40.1	38.5	37.9	37.2	36.5	6.3
測点8	46.0	40.0	6.0	44.9	44.1	43.7	43.3	42.9	41.4	40.8	40.1	39.6	5.3
測点9	46.0	40.0	6.0	45.5	45.0	44.0	43.0	43.4	42.1	41.2	40.4	39.8	5.7
測点10	47.0	40.0	7.0	46.6	46.0	45.0	44.8	44.6	43.0	42.0	41.5	41.0	5.6
測点11	50.0	42.0	8.0	49.2	48.0	47.8	47.2	46.8	45.1	43.9	43.6	42.7	6.5
測点12	48.0	40.0	8.0	48.5	48.1	46.6	45.9	45.6	44.1	42.5	41.4	40.2	8.3
測点13	43.0	30.0	13.0	40.3	38.6	37.0	36.3	35.8	33.3	32.0	30.4	29.4	10.9
測点14	33.0	22.0	11.0	30.6	28.9	27.8	27.1	25.9	23.9	22.7	21.7	21.2	9.4
測点15	24.0	18.0	6.0	24.3	23.4	22.6	21.4	21.0	19.6	18.6	18.1	17.6	6.7
A'－1.4	最高	平均	最高－平均	2%水深	4%	6%	8%	10%	20%	30%	40%	50%	2－50%
測点0	32.0	24.0	8.0	33.3	32.2	30.9	30.1	29.8	27.7	26.8	25.5	24.1	9.2
測点1	38.0	30.0	8.0	36.7	36.1	35.4	35.1	34.8	33.6	33.0	32.0	31.1	5.6
測点2	42.0	35.0	7.0	41.4	41.1	40.3	39.5	39.3	38.0	36.6	36.1	35.4	6.0
測点3	44.0	36.0	8.0	43.1	42.0	41.1	40.2	40.0	38.8	37.7	37.2	36.6	6.5
測点4	45.0	36.5	8.5	44.6	42.9	42.0	41.5	40.9	39.5	38.6	37.6	37.0	7.6
測点5	44.0	36.0	8.0	43.4	42.4	41.1	40.6	40.2	38.6	37.3	36.4	35.8	7.6
測点6	43.0	38.0	5.0	44.3	43.7	43.3	42.9	42.4	40.9	40.1	39.5	38.9	5.4
側点7	46.0	39.0	7.0	44.5	43.4	43.1	42.7	42.5	41.1	40.3	39.5	39.0	5.5
測点8	47.0	40.0	7.0	45.8	44.6	44.2	43.8	43.4	42.3	41.5	40.8	40.2	5.6
測点9	47.0	41.0	6.0	47.0	46.2	45.4	44.9	44.6	43.4	42.3	41.6	41.1	5.9
測点10	49.0	42.0	7.0	48.4	47.0	46.7	46.4	45.8	44.6	43.8	43.0	42.5	5.9
測点11	50.0	44.0	6.0	51.0	50.1	48.7	48.4	48.1	46.2	45.0	44.2	43.7	7.3
測点12	50.0	41.0	9.0	50.3	48.4	47.8	47.2	46.7	45.1	43.5	42.7	41.8	8.5
測点13	43.0	32.0	11.0	42.8	40.4	39.5	38.2	37.6	35.3	33.8	32.3	31.2	11.6
測点14	36.0	24.0	12.0	33.8	31.7	30.1	29.3	29.0	26.7	25.4	24.3	23.6	10.2
測点15	26.0	18.0	8.0	23.7	22.2	21.3	20.9	20.5	19.4	18.6	18.1	17.4	6.3

別添表－2(2)　水面形計測結果(階段式、実験2)

水深(cm)

A'-2.1	最高	平均	最高－平均	2%水深	4%	6%	8%	10%	20%	30%	40%	50%	2－50%
測点0	42.0	24.0	18.0	42.0	39.5	38.0	37.0	35.9	33.5	28.1	25.9	23.7	18.3
測点1	53.0	39.0	14.0	49.4	47.9	47.3	46.8	46.3	44.5	42.8	40.9	40.1	9.3
測点2	57.0	48.0	9.0	57.1	56.0	55.7	55.2	54.7	52.2	50.7	49.7	48.7	8.4
測点3	66.0	51.0	15.0	62.9	62.0	60.7	60.0	59.0	56.7	54.3	52.7	50.5	12.4
測点4	69.0	48.0	21.0	64.3	62.8	61.7	61.3	60.1	56.1	54.0	51.1	47.5	16.8
測点5	60.0	42.0	18.0	55.9	53.5	52.7	51.6	50.5	47.8	46.1	44.0	42.9	13.0
測点6	50.0	38.0	12.0	48.5	46.7	45.6	44.8	43.9	41.3	39.8	38.8	37.7	10.8
側点7	52.0	38.0	14.0	47.0	45.2	44.2	43.4	43.1	41.2	40.3	39.2	38.4	8.6
測点8	53.0	40.0	13.0	48.3	47.3	46.2	45.7	45.3	43.2	41.9	41.1	40.2	8.1
測点9	49.0	43.0	6.0	50.0	49.1	48.0	47.6	46.9	45.4	44.4	43.7	42.8	7.2
測点10	50.0	43.0	7.0	49.0	48.5	47.8	47.4	47.0	45.5	44.4	43.8	42.9	6.1
測点11	53.0	41.0	12.0	50.1	48.4	47.9	47.5	46.1	44.3	42.8	41.7	41.2	8.9
測点12	50.0	37.0	13.0	47.6	46.5	44.9	44.3	43.8	41.6	39.9	38.7	37.5	10.1
測点13	45.0	31.0	14.0	42.8	42.0	40.8	39.6	38.7	36.2	34.6	32.9	31.6	11.2
測点14	35.0	22.0	13.0	33.6	31.8	31.2	30.3	29.3	26.4	24.1	22.6	21.7	11.9
測点15	22.0	15.0	7.0	20.9	19.1	18.3	17.7	17.4	16.3	15.4	14.9	14.4	6.5
A'-2.3	最高	平均	最高－平均	2%水深	4%	6%	8%	10%	20%	30%	40%	50%	2－50%
測点0	47.0	28.0	19.0	47.0	43.8	43.2	41.8	41.0	36.4	32.4	29.9	29.0	18.0
測点1	56.0	43.0	13.0	53.8	52.8	51.4	50.9	49.8	47.7	46.3	44.3	43.2	10.6
測点2	59.0	50.0	9.0	59.1	58.3	57.3	57.1	56.8	54.6	52.8	51.2	50.4	8.7
測点3	65.0	55.0	10.0	66.6	64.8	63.8	63.3	62.3	59.2	56.5	56.3	53.7	12.9
測点4	71.0	55.0	16.0	68.9	67.9	66.7	65.1	64.2	60.8	58.3	57.0	54.2	14.7
測点5	70.0	50.0	20.0	62.6	60.5	59.5	58.5	57.6	54.6	52.3	51.2	49.4	13.2
測点6	63.0	46.0	17.0	56.5	53.8	52.4	51.4	50.2	47.7	46.1	44.6	43.4	13.1
側点7	60.0	44.0	16.0	52.0	50.5	49.4	48.5	48.1	46.1	44.7	43.7	42.7	9.3
測点8	56.0	45.0	11.0	53.3	51.7	50.6	49.9	49.6	47.6	45.9	44.7	43.7	9.6
測点9	60.0	47.0	13.0	54.5	53.5	52.7	52.4	52.3	50.3	49.1	47.9	47.1	7.4
測点10	59.0	48.0	11.0	55.8	54.3	53.4	52.7	52.3	50.8	49.5	48.7	48.0	7.8
測点11	58.0	49.0	9.0	55.9	54.8	54.1	53.0	52.5	50.7	49.3	48.6	47.4	8.5
測点12	60.0	47.0	13.0	55.9	55.5	54.0	53.1	52.6	50.2	48.6	47.4	46.2	9.7
測点13	56.0	44.0	12.0	52.0	51.5	50.1	49.0	48.3	46.4	43.6	43.1	42.3	9.7
測点14	51.0	36.0	15.0	46.0	45.4	44.3	43.7	42.9	40.3	36.5	35.0	33.1	12.9
測点15	40.0	23.0	17.0	34.7	31.8	30.3	29.2	28.4	25.4	23.6	22.3	20.9	13.8
A'-3.1	最高	平均	最高－平均	2%水深	4%	6%	8%	10%	20%	30%	40%	50%	2－50%
測点0	38.0	30.0	8.0	37.8	37.0	36.2	35.4	35.1	33.6	31.5	30.8	29.9	7.9
測点1	50.0	41.0	9.0	48.5	48.1	46.5	46.1	45.4	43.6	42.2	41.4	40.7	7.8
測点2	67.0	59.0	8.0	69.7	68.9	67.2	66.7	65.8	63.7	62.5	60.9	59.7	10.0
測点3	75.0	64.0	11.0	74.3	72.4	71.2	70.3	69.7	67.7	65.8	64.7	63.4	10.9
測点4	80.0	69.0	11.0	80.7	79.2	78.4	76.5	76.2	73.9	72.1	71.1	69.6	11.1
測点5	85.0	67.0	18.0	82.0	79.2	77.9	76.5	76.0	72.2	69.8	68.0	66.3	15.7
測点6	82.0	55.0	27.0	76.1	73.9	72.0	69.8	67.7	62.6	59.9	57.1	54.6	21.5
側点7	70.0	45.0	25.0	65.5	61.7	59.7	57.7	56.2	51.8	49.2	48.0	46.3	19.2
測点8	63.0	40.0	23.0	53.6	50.3	48.8	48.0	46.9	44.3	43.1	41.8	41.2	12.4
測点9	55.0	43.0	12.0	52.9	52.1	51.3	50.6	49.8	47.9	46.0	44.8	43.9	9.0
測点10	62.0	46.0	16.0	56.0	54.6	53.5	52.7	52.2	50.2	48.8	47.6	46.7	9.3
測点11	61.0	48.0	13.0	56.5	55.4	54.6	53.8	53.3	51.1	49.9	48.3	47.2	9.3
測点12	62.0	47.0	15.0	59.0	56.9	56.1	54.9	54.3	51.6	50.6	48.5	47.2	11.8
測点13	58.0	43.0	15.0	57.0	54.8	53.3	52.7	51.9	48.3	47.2	46.2	43.9	13.1
測点14	51.0	33.0	18.0	49.8	47.2	45.8	44.3	43.2	37.7	36.3	35.1	33.8	16.0
測点15	40.0	22.0	18.0	36.2	34.0	32.6	30.7	30.1	26.7	24.7	23.1	21.4	14.8

別添表－3(1)　水面形計測結果(側水路式、実験1)

水深(cm)

B=1.1	最高	平均	最高－平均	2%水深	4%	6%	8%	10%	20%	30%	40%	50%	2－50%
測点0	21.0	19.8	1.2	20.4	20.2	20.1	20.0	19.9	19.7	19.5	19.4	19.3	1.1
測点1	21.0	19.9	1.1										
測点2	21.0	19.9	1.1	20.8	20.5	20.4	20.3	20.2	19.9	19.8	19.6	19.4	1.4
測点3	21.0	19.5	1.5										
測点4	21.0	19.5	1.5	20.5	20.3	20.1	20.0	19.9	19.6	19.4	19.3	19.2	1.3
測点5	21.0	19.5	1.5										
測点6	20.5	19.2	1.3	20.3	20.0	19.9	19.8	19.7	19.4	19.1	18.9	18.8	1.5
側点7	20.5	18.7	1.8										
測点8	20.4	18.4	2.0	19.6	19.4	19.2	19.2	19.1	18.7	18.5	18.2	18.0	1.6
測点9	19.8	17.6	2.2										
測点10	18.0	16.5	1.5	17.7	17.5	17.2	17.1	17.1	16.8	16.5	16.3	16.2	1.5
測点11	17.1	15.5	1.6										
測点12	15.9	14.0	1.9	15.3	15.1	15.0	14.9	14.9	14.5	14.4	14.2	14.1	1.2
測点13	13.6	11.5	2.1										
測点14	12.2	10.5	1.7	11.8	11.2	11.0	10.9	10.8	10.6	10.4	10.3	10.1	1.7
測点15	10.2	8.5	1.7										
B=1.2	最高	平均	最高－平均	2%水深	4%	6%	8%	10%	20%	30%	40%	50%	2－50%
測点0	46.1	42.8	3.3	45.1	44.6	44.2	44.1	43.9	43.3	42.9	42.7	42.4	2.7
測点1	46.1	42.7	3.4	45.0	44.6	44.0	43.8	43.7	43.3	42.9	42.6	42.4	2.6
測点2	46.0	42.7	3.3	44.9	44.4	44.2	44.0	43.9	43.3	43.0	42.7	42.4	2.5
測点3	46.0	42.6	3.4	45.0	44.4	44.0	43.7	43.5	43.0	42.7	42.4	42.1	2.9
測点4	45.5	42.0	3.5	44.8	44.2	44.1	43.8	43.6	42.9	42.6	42.3	42.0	2.8
測点5	45.5	41.6	3.9	44.0	43.8	43.6	43.4	43.2	42.5	42.2	41.9	41.6	2.4
測点6	45.4	41.3	4.1	44.6	44.2	44.0	43.5	43.4	42.7	42.3	41.9	41.6	3.0
側点7	44.8	40.6	4.2	43.4	42.9	42.6	42.4	42.2	41.4	41.0	40.7	40.3	3.1
測点8	43.7	39.3	4.4	42.3	41.3	41.1	41.0	40.8	40.1	39.6	39.3	39.1	3.2
測点9	42.5	38.0	4.5	40.9	40.2	40.0	39.8	39.5	38.8	38.3	37.8	37.5	3.4
測点10	41.0	35.8	5.2	39.5	38.7	38.2	38.1	37.9	37.1	36.5	36.0	35.6	3.9
測点11	37.6	32.7	4.9										
測点12	33.6	29.5	4.1	32.3	31.8	31.4	31.1	30.8	30.2	29.7	29.6	29.2	3.1
測点13	31.2	26.3	4.9										
測点14	26.6	23.7	2.9	25.3	24.9	24.6	24.4	24.3	23.9	23.6	23.3	23.0	2.3
測点15	23.0	18.7	4.3										
B=1.3	最高	平均	最高－平均	2%水深	4%	6%	8%	10%	20%	30%	40%	50%	2－50%
測点0	70.0	65.0	5.0	69.0	68.7	68.5	67.7	67.5	66.9	66.4	66.0	65.6	3.4
測点1	71.0	65.5	5.5	69.6	68.9	68.5	68.0	67.7	67.1	66.5	66.1	65.7	3.9
測点2	70.5	66.0	4.5	69.4	69.0	68.4	67.9	67.8	66.8	66.3	65.9	65.5	3.9
測点3	70.0	64.5	5.5	67.9	67.3	67.0	66.6	66.4	65.8	65.3	64.8	64.3	3.6
測点4	69.0	65.0	4.0	68.2	67.4	67.1	66.9	66.7	66.1	65.5	64.9	64.7	3.5
測点5	68.5	64.0	4.5	67.6	66.6	66.2	65.8	65.5	64.7	64.0	63.6	63.2	4.4
測点6	68.0	63.5	4.5	66.8	66.2	65.5	65.3	65.2	64.3	63.6	63.1	62.8	4.0
側点7	68.0	61.0	7.0	65.9	65.3	64.6	64.3	64.0	63.0	62.3	61.8	61.3	4.6
測点8	66.0	60.5	5.5	63.9	63.5	62.9	62.6	62.0	61.2	60.7	60.3	59.7	4.2
測点9	63.0	55.0	8.0	59.7	58.9	57.8	57.6	57.4	56.5	55.8	55.4	54.8	4.9
測点10	59.0	53.5	5.5	59.4	58.7	57.8	57.4	57.2	55.7	54.8	54.2	53.5	5.9
測点11	57.0	50.0	7.0										
測点12	50.0	45.0	5.0	51.8	50.7	50.1	49.3	49.0	48.1	47.0	46.2	45.7	6.1
測点13	46.0	40.0	6.0										
測点14	40.5	35.0	5.5	40.9	40.4	39.8	39.6	39.5	38.2	37.6	36.6	36.1	4.8
測点15	34.0	28.0	6.0										

別添表－3(2)　水面形計測結果(側水路式、実験1)

水深(cm)

B-1.4	最高	平均	最高－平均	2%水深	4%	6%	8%	10%	20%	30%	40%	50%	2－50%
測点0	97.0	90.0	7.0	96.2	95.1	94.3	94.1	94.0	92.6	92.0	91.3	90.8	5.4
測点1	97.0	91.0	6.0	96.0	95.0	94.7	94.2	93.8	92.9	92.4	91.8	91.3	4.7
測点2	99.0	94.0	5.0	97.9	97.2	96.5	95.9	95.5	94.5	93.5	93.1	92.3	5.6
測点3	98.0	91.0	7.0	97.0	95.8	95.4	95.3	94.9	93.6	92.9	92.4	91.9	5.1
測点4	97.0	90.0	7.0	95.8	95.2	94.6	94.1	93.7	92.4	91.6	91.1	90.6	5.2
測点5	98.0	90.0	8.0	96.7	95.5	95.2	94.4	94.1	92.9	92.0	91.5	90.8	5.9
測点6	96.0	88.0	8.0	93.9	93.0	92.5	92.0	91.5	90.5	89.5	88.9	88.5	5.4
側点7	94.0	86.0	8.0	92.3	90.9	90.7	90.4	90.1	88.7	88.0	87.5	86.9	5.4
測点8	91.0	84.0	7.0	89.9	89.1	88.4	88.1	87.9	86.5	85.8	85.2	84.7	5.2
測点9	90.0	81.0	9.0	88.5	86.6	86.0	85.3	84.9	84.2	83.5	82.8	82.4	6.1
測点10	85.0	77.0	8.0	84.1	82.9	82.3	81.8	81.6	80.2	78.9	78.5	77.6	6.5
測点11	79.0	70.0	9.0										
測点12	74.0	65.0	9.0	72.5	71.0	70.6	69.7	69.2	68.3	67.3	66.7	66.1	6.4
測点13	66.0	59.0	7.0										
測点14	60.0	52.0	8.0	58.2	57.1	56.4	56.0	55.7	54.5	53.9	53.3	52.7	5.5
測点15	50.0	43.0	7.0										
B-2.1	最高	平均	最高－平均	2%水深	4%	6%	8%	10%	20%	30%	40%	50%	2－50%
測点0	21.0	19.9	1.1	21.7	21.5	21.4	21.3	21.2	20.8	20.5	20.4	20.2	1.5
測点1	22.1	20.5	1.6										
測点2	22.2	20.5	1.7	21.8	21.6	21.4	21.3	21.2	20.9	20.7	20.5	20.3	1.5
測点3	23.1	21.6	1.5										
測点4	22.5	21.1	1.4	23.1	22.9	22.7	22.5	22.4	22.0	21.6	21.4	21.1	2.0
測点5	22.6	20.6	2.0										
測点6	21.7	20.0	1.7	21.9	21.6	21.5	21.4	21.3	20.8	20.4	20.2	20.1	1.8
側点7	21.4	19.8	1.6										
測点8	21.2	19.3	1.9	21.1	20.9	20.8	20.7	20.6	20.1	19.8	19.5	19.3	1.8
測点9	20.2	18.0	2.2										
測点10	19.2	17.0	2.2	19.5	19.3	19.0	18.9	18.8	18.3	18.0	17.8	17.6	1.9
測点11	18.2	16.2	2.0										
測点12	17.2	15.5	1.7	17.2	16.7	16.6	16.4	16.2	15.9	15.5	15.3	15.2	2.0
測点13	15.2	12.8	2.4										
測点14	11.5	10.2	1.3	10.9	10.6	10.5	10.4	10.3	10.1	9.9	9.7	9.5	1.4
測点15	9.6	8.2	1.4										
B-2.2	最高	平均	最高－平均	2%水深	4%	6%	8%	10%	20%	30%	40%	50%	2－50%
測点0	51.5	46.0	5.5	49.7	49.0	48.6	48.2	48.1	47.4	46.9	46.5	45.9	3.8
測点1	51.5	47.0	4.5	50.0	49.7	49.0	48.8	48.6	47.9	47.4	46.8	46.3	3.7
測点2	51.5	47.0	4.5	50.1	49.6	48.8	48.5	48.3	47.5	47.0	46.6	46.3	3.8
測点3	51.2	46.0	5.2	49.2	48.7	48.3	47.9	47.7	47.1	46.5	46.1	45.8	3.4
測点4	51.5	46.0	5.5	49.9	49.0	48.4	48.2	48.0	47.3	46.7	46.3	45.9	4.0
測点5	51.5	46.0	5.5	49.6	49.2	48.8	48.2	48.1	47.2	46.6	46.3	45.9	3.7
測点6	51.5	45.6	5.9	49.8	48.9	48.4	48.1	47.9	47.3	46.6	46.1	45.5	4.3
側点7	51.2	45.0	6.2	48.6	47.9	47.7	47.4	47.0	46.0	45.6	45.0	44.7	3.9
測点8	50.2	44.0	6.2	48.0	47.3	46.8	46.5	46.2	45.0	44.4	43.9	43.5	4.5
測点9	48.5	43.0	5.5	47.3	46.5	46.1	45.8	45.5	44.5	43.8	43.2	42.7	4.6
測点10	47.2	41.5	5.7	45.7	44.8	44.5	44.2	43.7	42.8	41.9	41.6	41.0	4.7
測点11	44.5	38.0	6.5										
測点12	39.5	33.7	5.8	37.9	37.4	36.9	36.6	36.3	35.1	34.6	34.1	33.6	4.3
測点13	33.5	29.5	4.0										
測点14	28.2	24.0	4.2	26.1	25.6	25.4	25.3	24.9	24.5	24.0	23.8	23.5	2.6
測点15	23.2	19.0	4.2										

別添表－3(3)　水面形計測結果(側水路式、実験1)

水深(cm)

B-2.3	最高	平均	最高－平均	2%水深	4%	6%	8%	10%	20%	30%	40%	50%	2－50%
測点0	79.0	71.0	8.0	77.5	77.1	76.2	75.4	74.9	73.7	73.1	72.5	72.0	5.5
測点1	79.0	72.0	7.0	79.1	78.2	77.5	76.8	76.5	75.2	74.2	73.6	73.0	6.1
測点2	79.0	72.0	7.0	77.8	76.9	76.3	75.9	75.6	74.4	73.4	72.7	72.3	5.5
測点3	79.0	71.0	8.0	77.3	76.2	75.7	74.9	74.7	73.8	72.7	72.2	71.5	5.8
測点4	78.0	70.0	8.0	76.3	75.4	74.8	74.2	74.0	72.7	72.0	71.4	70.7	5.6
測点5	77.0	69.5	7.5	77.0	75.8	74.9	74.5	74.3	72.9	72.3	71.4	70.9	6.1
測点6	77.0	69.5	7.5	76.1	74.9	74.2	73.6	73.2	72.2	71.5	70.9	70.1	6.0
側点7	76.0	68.5	7.5	75.2	73.8	72.8	72.2	71.5	70.5	69.7	68.7	68.1	7.1
測点8	72.0	66.0	6.0	72.6	71.3	70.8	70.5	70.1	68.7	67.7	66.9	66.2	6.4
測点9	71.0	64.0	7.0	70.5	69.8	69.1	67.9	67.6	66.0	65.1	64.3	63.7	6.8
測点10	68.0	60.0	8.0	67.9	67.5	66.3	65.6	64.9	63.9	62.8	61.9	61.4	6.5
測点11	66.0	56.0	10.0										
測点12	61.0	49.0	12.0	58.9	57.7	56.8	56.3	55.8	54.3	53.2	52.6	51.9	7.0
測点13	53.0	43.0	10.0										
測点14	43.0	35.0	8.0	41.5	40.9	40.0	39.7	39.6	38.7	37.8	37.3	36.9	4.6
測点15	33.0	27.0	6.0										
B-2.4	最高	平均	最高－平均	2%水深	4%	6%	8%	10%	20%	30%	40%	50%	2－50%
測点0	112.0	104.0	8.0	110.6	109.6	109.0	108.5	107.6	106.0	104.9	103.7	103.1	7.5
測点1	115.0	105.0	10.0	113.1	111.8	110.8	110.5	109.8	108.2	106.8	106.1	105.1	8.0
測点2	114.0	104.0	10.0	112.2	111.2	110.5	110.0	109.3	107.2	106.1	105.6	104.6	7.6
測点3	115.0	104.0	11.0	112.5	111.2	110.0	109.4	108.7	107.1	105.8	105.0	104.0	8.5
測点4	114.0	103.0	11.0	111.3	110.4	109.3	108.8	108.3	106.0	105.2	104.5	103.7	7.6
測点5	114.0	105.0	9.0	113.0	111.5	111.1	110.5	110.0	108.0	106.7	105.6	104.7	8.3
測点6	113.0	103.0	10.0	113.5	111.2	110.3	109.8	109.6	107.1	106.0	104.6	103.9	9.6
側点7	113.0	103.0	10.0	110.5	109.2	108.3	107.0	106.8	105.0	103.7	102.7	102.0	8.5
測点8	112.0	100.0	12.0	108.9	107.1	106.0	105.5	105.0	103.2	102.1	101.0	100.2	8.7
測点9	110.0	97.0	13.0	106.5	104.5	103.7	103.1	102.3	100.7	99.5	98.2	97.5	9.0
測点10	106.0	97.0	9.0	103.6	101.7	100.8	99.8	99.3	97.0	95.5	94.4	93.1	10.5
測点11	101.0	87.0	14.0										
測点12	93.0	79.0	14.0	91.3	90.4	90.1	89.5	89.0	85.3	83.4	81.8	80.9	10.4
測点13	80.0	68.0	12.0										
測点14	66.0	55.0	11.0	63.2	61.4	60.6	60.1	59.5	58.7	57.4	56.6	55.7	7.5
測点15	53.0	46.0	7.0										
B-3.1	最高	平均	最高－平均	2%水深	4%	6%	8%	10%	20%	30%	40%	50%	2－50%
測点0	23.2	20.8	2.4	23.2	23.0	22.7	22.5	22.4	22.1	21.7	21.5	21.2	2.0
測点1	24.6	21.0	3.6										
測点2	24.0	21.0	3.0	22.5	22.2	22.1	21.9	21.7	21.4	21.1	20.9	20.8	1.7
測点3	24.3	21.5	2.8										
測点4	24.0	22.1	1.9	24.2	23.9	23.7	23.5	23.4	22.9	22.7	22.5	22.2	2.0
測点5	23.8	22.0	1.8										
測点6	23.8	21.6	2.2	23.5	23.2	22.9	22.8	22.7	22.3	22.0	21.8	21.4	2.1
側点7	23.3	21.1	2.2										
測点8	22.9	21.0	1.9	22.4	22.3	22.0	21.9	21.7	21.4	21.1	20.9	20.7	1.7
測点9	22.8	20.6	2.2										
測点10	21.5	19.5	2.0	21.4	21.2	20.7	20.7	20.6	20.1	19.8	19.5	19.3	2.1
測点11	21.4	17.0	4.4										
測点12	18.2	15.3	2.9	17.8	17.2	17.1	17.0	16.8	16.3	15.9	15.6	15.3	2.5
測点13	15.5	12.0	3.5										
測点14	12.0	10.0	2.0	10.9	10.7	10.6	10.5	10.4	10.0	9.8	9.6	9.5	1.4
測点15	11.0	8.6	2.4										

別添表－3(4) 水面形計測結果(側水路式、実験1)

水深(cm)

B-3.2	最高	平均	最高－平均	2%水深	4%	6%	8%	10%	20%	30%	40%	50%	2－50%
測点0	58.0	51.0	7.0	56.5	55.5	55.2	54.6	54.3	53.6	52.8	52.0	51.4	5.1
測点1	59.0	53.0	6.0	58.1	57.5	56.9	56.7	56.3	55.1	54.0	53.5	52.5	5.6
測点2	58.0	52.0	6.0	57.4	56.7	55.8	55.0	55.3	53.9	53.4	52.0	52.3	5.1
測点3	58.0	52.0	6.0	57.5	56.6	56.2	55.8	55.3	54.3	53.7	53.2	52.4	5.1
測点4	58.0	52.0	6.0	58.7	57.9	57.1	56.5	56.0	54.7	53.9	53.3	52.6	6.1
測点5	58.0	52.0	6.0	57.1	56.7	56.2	55.7	55.4	54.3	53.2	52.3	51.6	5.5
測点6	57.0	51.0	6.0	56.3	55.3	54.8	54.4	54.2	52.8	51.7	51.2	50.7	5.6
側点7	57.0	50.0	7.0	55.9	55.0	54.7	54.1	53.5	52.3	51.6	51.0	50.5	5.4
測点8	56.0	50.0	6.0	55.8	54.0	53.8	53.6	53.3	52.0	51.2	50.4	50.0	5.8
測点9	54.0	48.0	6.0	53.9	52.9	52.3	51.7	51.5	50.2	49.2	48.4	47.9	6.0
測点10	52.0	45.0	7.0	51.8	51.1	50.4	49.9	49.5	48.2	47.6	46.7	46.2	5.6
測点11	48.0	40.0	8.0										
測点12	42.0	36.0	6.0	42.3	41.0	40.5	40.2	40.0	38.7	37.7	37.1	36.6	5.7
測点13	36.0	29.0	7.0										
測点14	29.0	24.0	5.0	27.6	27.0	26.6	26.3	26.0	25.4	24.9	24.6	24.2	3.4
測点15	23.0	19.0	4.0										
B-3.3	最高	平均	最高－平均	2%水深	4%	6%	8%	10%	20%	30%	40%	50%	2－50%
測点0	90.0	82.0	8.0	89.2	87.8	86.5	86.2	85.9	84.0	83.3	82.3	81.3	7.9
測点1	90.0	82.0	8.0	89.3	88.0	87.1	86.4	85.9	84.5	83.3	82.6	81.9	7.4
測点2	90.0	82.0	8.0	90.1	88.8	88.0	87.0	86.1	84.7	83.5	82.6	81.7	8.4
測点3	91.0	82.0	9.0	90.3	89.6	88.5	88.1	87.4	85.2	83.7	82.9	82.1	8.2
測点4	90.0	81.0	9.0	89.3	88.1	87.5	86.8	86.2	84.5	83.1	82.0	81.0	8.3
測点5	90.0	82.0	8.0	90.4	89.1	88.0	87.4	86.7	84.6	83.7	83.0	82.0	8.4
測点6	90.0	80.0	10.0	89.9	88.7	87.3	86.4	85.8	83.8	82.8	81.8	80.9	9.0
側点7	90.0	80.0	10.0	88.6	87.2	85.9	85.1	84.6	83.1	81.2	80.3	79.3	9.3
測点8	89.0	78.0	11.0	86.3	84.8	83.9	83.4	83.1	80.7	79.3	78.6	77.9	8.4
測点9	88.0	76.0	12.0	84.6	82.9	82.5	81.0	80.5	78.8	77.4	76.6	75.6	9.0
測点10	86.0	74.0	12.0	83.6	81.9	81.6	80.4	80.0	77.9	76.4	75.6	74.5	9.1
測点11	81.0	68.0	13.0										
測点12	71.0	61.0	10.0	71.4	69.8	68.8	68.1	67.6	65.8	64.2	63.0	61.9	9.5
測点13	62.0	51.0	11.0										
測点14	48.0	40.0	8.0	45.5	44.7	44.2	43.8	43.3	42.2	41.2	40.5	40.0	5.5
測点15	39.0	30.0	9.0										

別添表－4(1)　水面形測定結果(側水路式、実験2)

水深(cm)

B'－1.1	最高	平均	最高－平均	2%水深	4%	6%	8%	10%	20%	30%	40%	50%	2－50%
測点0	45.0	42.0	3.0	44.2	43.8	43.4	43.2	43.0	42.7	42.4	42.0	41.6	2.6
測点1	45.0	42.0	3.0	44.3	43.8	43.4	43.0	42.9	42.6	42.3	41.9	41.7	2.6
測点2	45.0	42.0	3.0	44.8	44.3	44.0	43.8	43.6	43.0	42.6	42.3	42.0	2.8
測点3	45.0	42.0	3.0	44.5	44.2	43.7	43.6	43.5	42.8	42.3	42.0	41.8	2.7
測点4	45.0	42.0	3.0	44.2	43.5	43.3	43.0	42.9	42.4	42.1	41.8	41.5	2.7
測点5	45.0	42.0	3.0	44.0	43.6	43.3	43.1	42.9	42.2	41.8	41.5	41.2	2.8
測点6	45.0	42.0	3.0	43.2	42.7	42.3	42.0	41.9	41.5	41.2	40.9	40.6	2.6
側点7	44.0	41.0	3.0	42.5	42.2	41.9	41.6	41.4	40.9	40.5	40.3	39.9	2.6
測点8	43.0	39.0	4.0	42.3	41.7	41.5	41.2	40.9	40.2	39.8	39.3	39.1	3.2
測点9	42.0	38.0	4.0	40.9	40.4	40.2	39.9	39.8	39.0	38.4	37.9	37.6	3.3
測点10	41.0	36.0	5.0	38.5	38.2	37.9	37.5	37.4	36.6	36.0	35.7	35.5	3.0
測点11	38.0	34.0	4.0										0.0
測点12	34.0	30.0	4.0	32.4	31.9	31.6	31.3	31.0	30.2	29.8	29.4	29.1	3.3
測点13	31.0	27.0	4.0										0.0
測点14	27.0	23.0	4.0	26.1	25.7	25.4	25.2	25.0	24.4	23.9	23.5	23.3	2.8
測点15	23.0	19.0	4.0										0.0
B'－1.3	最高	平均	最高－平均	2%水深	4%	6%	8%	10%	20%	30%	40%	50%	2－50%
測点0	48.0	45.0	3.0	46.9	46.7	46.6	46.4	46.1	45.6	45.3	45.0	44.7	2.2
測点1	48.0	45.0	3.0	46.9	46.4	46.3	46.1	45.9	45.6	45.2	44.9	44.8	2.1
測点2	48.0	45.0	3.0	47.6	47.0	46.9	46.7	46.5	46.0	45.4	45.1	44.8	2.8
測点3	48.0	45.0	3.0	47.6	46.9	46.7	46.5	46.3	45.8	45.3	45.0	44.7	2.9
測点4	48.0	45.0	3.0	46.9	46.6	46.3	46.0	45.9	45.3	45.0	44.6	44.3	2.6
測点5	48.0	45.0	3.0	47.0	46.3	45.9	45.8	45.7	45.1	44.7	44.4	44.2	2.8
測点6	48.0	44.0	4.0	46.2	45.8	45.3	45.1	45.0	44.4	43.9	43.7	43.4	2.8
側点7	48.0	44.0	4.0	45.7	45.2	44.8	44.5	44.3	43.8	43.4	43.2	42.9	2.8
測点8	47.0	43.0	4.0	45.2	44.4	44.2	44.0	43.8	43.2	42.6	42.2	41.9	3.3
測点9	45.0	41.0	4.0	43.8	43.1	42.8	42.6	42.4	41.6	41.1	40.7	40.2	3.6
測点10	43.0	39.0	4.0	41.4	41.0	40.6	40.2	40.1	39.4	38.8	38.4	38.0	3.4
測点11	41.0	37.0	4.0										0.0
測点12	37.0	33.0	4.0	35.3	34.5	34.2	33.9	33.8	32.9	32.6	32.2	32.0	3.3
測点13	34.0	30.0	4.0										0.0
測点14	31.0	26.0	5.0	28.9	28.6	28.1	27.9	27.8	27.1	26.7	26.2	25.8	3.1
測点15	26.0	21.0	5.0										0.0
B'－1.4	最高	平均	最高－平均	2%水深	4%	6%	8%	10%	20%	30%	40%	50%	2－50%
測点0	49.0	46.0	3.0	47.7	47.4	47.4	47.3	47.1	46.4	46.1	45.7	45.4	2.3
測点1	49.0	46.0	3.0	47.5	47.3	46.9	46.8	46.7	46.2	45.8	45.6	45.4	2.1
測点2	49.0	46.0	3.0	48.5	48.0	47.5	47.4	47.2	46.7	46.3	46.0	45.6	2.9
測点3	49.0	46.0	3.0	48.2	47.7	47.3	47.1	46.9	46.5	46.0	45.6	45.3	2.9
測点4	49.0	45.0	4.0	47.8	47.4	47.1	46.7	46.4	45.9	45.6	45.3	45.0	2.8
測点5	49.0	46.0	3.0	47.4	46.9	46.7	46.4	46.2	45.6	45.3	45.0	44.7	2.7
測点6	49.0	45.0	4.0	46.8	46.4	46.1	45.8	45.7	45.1	44.7	44.4	44.2	2.6
側点7	49.0	45.0	4.0	46.4	45.8	45.4	45.0	44.9	44.3	43.9	43.7	43.4	3.0
測点8	48.0	44.0	4.0	45.7	45.3	45.1	44.7	44.6	43.8	43.2	42.9	42.4	3.3
測点9	45.0	41.0	4.0	44.4	43.6	43.3	43.1	42.9	42.2	41.5	41.1	40.8	3.6
測点10	45.0	39.0	6.0	41.9	41.5	41.2	41.1	41.0	40.1	39.5	39.1	38.7	3.2
測点11	42.0	37.0	5.0										0.0
測点12	39.0	33.0	6.0	35.8	35.1	34.9	34.7	34.4	33.6	33.3	32.8	32.5	3.3
測点13	35.0	31.0	4.0										0.0
測点14	31.0	27.0	4.0	29.6	29.1	28.7	28.4	28.2	27.4	27.0	26.7	26.3	3.3
測点15	27.0	23.0	4.0										0.0

別添表－4（2） 水面形測定結果（側水路式、実験2）

水深（cm）

B'-2.1	最高	平均	最高－平均	2%水深	4%	6%	8%	10%	20%	30%	40%	50%	2－50%
測点0	49.0	45.0	4.0	48.2	47.7	47.4	47.0	46.8	46.2	45.5	45.1	44.8	3.4
測点1	49.0	45.0	4.0	48.6	48.2	47.7	47.3	47.1	46.4	45.9	45.4	45.0	3.6
測点2	50.0	46.0	4.0	49.4	49.0	48.6	48.3	48.0	47.2	46.6	46.2	45.8	3.6
測点3	50.0	46.0	4.0	49.8	49.4	48.8	48.2	48.1	47.4	46.7	46.3	45.8	4.0
測点4	50.0	45.0	5.0	48.0	47.8	47.5	47.2	47.0	46.4	45.9	45.4	45.1	2.9
測点5	50.0	45.0	5.0	49.0	48.3	47.7	47.5	47.4	46.7	46.1	45.8	45.3	3.7
測点6	50.0	45.0	5.0	48.4	48.1	47.5	47.2	47.0	46.1	45.6	45.1	44.7	3.7
側点7	50.0	44.0	6.0	47.9	47.3	47.0	46.5	46.2	45.4	44.9	44.4	43.9	4.0
測点8	48.0	43.0	5.0	48.1	47.3	46.8	46.4	46.1	45.1	44.5	44.0	43.5	4.6
測点9	48.0	42.0	6.0	46.8	46.3	45.9	45.6	45.0	44.0	43.5	42.8	42.4	4.4
測点10	47.0	40.0	7.0	44.9	44.5	43.7	43.4	43.3	42.1	41.5	41.0	40.3	4.6
測点11	44.0	38.0	6.0										0.0
測点12	39.0	34.0	5.0	38.2	37.3	37.0	36.7	36.4	35.1	34.4	33.8	33.3	4.9
測点13	35.0	28.0	7.0										0.0
測点14	29.0	24.0	5.0	26.6	25.7	25.6	25.4	25.3	24.5	24.1	23.8	23.4	3.2
測点15	24.0	18.0	6.0										0.0
B'-2.3	最高	平均	最高－平均	2%水深	4%	6%	8%	10%	20%	30%	40%	50%	2－50%
測点0	53.0	49.0	4.0	52.1	51.7	51.5	50.9	50.8	50.2	49.7	49.1	48.7	3.4
測点1	53.0	50.0	3.0	52.8	51.8	51.4	51.2	50.9	50.1	49.7	49.2	48.8	4.0
測点2	53.0	50.0	3.0	53.5	53.1	52.7	52.5	52.2	51.2	50.7	50.2	49.8	3.7
測点3	54.0	50.0	4.0	54.4	53.5	52.9	52.8	52.6	51.4	50.8	50.3	49.8	4.6
測点4	54.0	50.0	4.0	52.9	51.9	51.8	51.5	51.3	50.7	50.1	49.6	49.2	3.7
測点5	54.0	50.0	4.0	53.6	52.7	52.2	51.8	51.5	50.9	50.3	49.8	49.3	4.3
測点6	54.0	49.0	5.0	52.9	52.4	52.1	51.7	51.4	50.3	49.9	49.4	48.8	4.1
側点7	54.0	48.0	6.0	52.5	51.5	51.0	50.7	50.6	49.6	49.1	48.6	48.0	4.5
測点8	54.0	47.0	7.0	52.3	51.4	50.9	50.6	50.5	49.3	48.5	47.9	47.5	4.8
測点9	51.0	45.0	6.0	51.3	50.5	50.0	49.7	49.5	48.3	47.6	46.9	46.5	4.8
測点10	50.0	44.0	6.0	49.3	48.3	48.0	47.6	47.2	46.1	45.5	44.8	44.3	5.0
測点11	49.0	42.0	7.0										0.0
測点12	45.0	37.0	8.0	41.9	41.2	40.4	40.1	39.9	38.9	38.0	37.4	37.0	4.9
測点13	37.0	32.0	5.0										0.0
測点14	31.0	27.0	4.0	30.4	29.9	29.3	28.9	28.8	28.0	27.5	27.0	26.7	3.7
測点15	26.0	21.0	5.0										0.0
B'-2.4	最高	平均	最高－平均	2%水深	4%	6%	8%	10%	20%	30%	40%	50%	2－50%
測点0	54.0	50.0	4.0	53.2	52.7	52.3	51.9	51.7	51.1	50.6	50.1	49.5	3.7
測点1	54.0	50.0	4.0	53.6	52.8	52.2	52.0	51.9	51.0	50.4	50.1	49.7	3.9
測点2	54.0	50.0	4.0	54.9	54.3	53.5	53.2	53.0	52.2	51.5	51.0	50.6	4.3
測点3	55.0	50.0	5.0	54.8	54.5	54.0	53.7	53.6	52.6	51.9	51.3	50.7	4.1
測点4	55.0	50.0	5.0	53.8	53.2	52.8	52.5	52.3	51.5	51.0	50.6	50.2	3.6
測点5	55.0	50.0	5.0	54.0	53.4	53.1	52.9	52.7	51.7	51.1	50.6	50.3	3.7
測点6	55.0	50.0	5.0	54.0	53.6	52.8	52.6	52.4	51.4	50.8	50.3	49.8	4.2
側点7	55.0	49.0	6.0	53.4	52.8	52.3	51.7	51.3	50.4	49.9	49.4	48.9	4.5
測点8	54.0	48.0	6.0	53.3	52.7	52.2	51.7	51.4	50.3	49.7	49.0	48.4	4.9
測点9	52.0	47.0	5.0	52.4	51.6	50.8	50.5	50.2	49.3	48.4	48.0	47.3	5.1
測点10	52.0	45.0	7.0	50.6	49.0	48.6	48.4	48.2	47.0	46.3	45.8	45.2	5.4
測点11	52.0	43.0	9.0										0.0
測点12	45.0	38.0	7.0	42.9	42.1	41.2	41.1	40.9	39.8	38.9	38.5	37.8	5.1
測点13	40.0	33.0	7.0										0.0
測点14	33.0	27.0	6.0	31.3	30.7	30.3	29.9	29.7	28.8	28.3	27.7	27.3	4.0
測点15	27.0	23.0	4.0										0.0

別添表－4(3)　水面形測定結果(側水路式、実験2)

水深(cm)

B'-3.1	最高	平均	最高－平均	2%水深	4%	6%	8%	10%	20%	30%	40%	50%	2－50%
測点0	63.0	53.0	10.0	52.9	52.4	52.0	51.3	51.1	50.0	49.4	49.0	48.5	4.4
測点1	61.0	54.0	7.0	54.4	53.6	53.0	52.6	52.3	51.3	50.5	50.0	49.5	4.9
測点2	61.0	54.0	7.0	54.7	54.1	53.7	52.9	52.8	51.6	51.1	50.5	50.2	4.5
測点3	62.0	54.0	8.0	54.2	53.6	53.0	52.5	52.2	51.3	50.6	50.2	49.8	4.4
測点4	62.0	54.0	8.0	55.7	54.7	53.9	53.5	53.2	51.7	51.1	50.6	50.2	5.5
測点5	62.0	55.0	7.0	55.5	54.4	53.7	53.3	53.0	52.1	50.9	50.4	50.0	5.5
測点6	61.0	54.0	7.0	54.3	53.6	53.1	52.6	52.3	50.8	50.1	49.4	49.2	5.1
側点7	61.0	53.0	8.0	54.3	53.2	52.8	52.5	51.9	50.9	50.2	49.4	48.8	5.5
測点8	61.0	54.0	7.0	54.7	54.1	52.9	52.6	52.3	50.8	50.0	49.5	48.8	5.9
測点9	61.0	53.0	8.0	53.9	53.1	52.4	52.1	51.7	50.6	49.5	49.1	48.2	5.7
測点10	60.0	52.0	8.0	52.5	51.3	50.7	50.2	49.8	48.6	47.9	46.9	46.2	6.3
測点11	57.0	48.0	9.0										0.0
測点12	51.0	43.0	8.0	42.9	42.0	41.4	41.1	40.8	39.2	38.2	37.6	36.9	6.0
測点13	44.0	35.0	9.0										0.0
測点14	36.0	28.0	8.0	27.9	27.5	27.0	26.8	26.5	25.8	25.3	24.8	24.3	3.6
測点15	27.0	21.0	6.0										0.0
B'-3.3	最高	平均	最高－平均	2%水深	4%	6%	8%	10%	20%	30%	40%	50%	2－50%
測点0	63.0	53.0	10.0	58.0	57.4	56.9	56.6	56.4	55.1	54.4	53.8	53.4	4.6
測点1	61.0	54.0	7.0	59.4	58.6	58.1	57.2	57.1	55.7	55.3	54.8	54.2	5.2
測点2	61.0	54.0	7.0	59.7	58.8	58.3	57.9	57.6	56.5	55.8	55.2	54.6	5.1
測点3	62.0	54.0	8.0	59.3	58.8	58.3	57.8	57.4	56.1	55.5	55.0	54.5	4.8
測点4	62.0	54.0	8.0	60.3	59.6	59.3	59.0	58.6	57.0	56.3	55.5	54.8	5.5
測点5	62.0	55.0	7.0	60.6	60.0	59.5	59.1	58.2	56.9	56.2	55.5	55.1	5.5
測点6	61.0	54.0	7.0	59.7	58.4	58.1	57.7	57.0	56.0	55.2	54.7	54.1	5.6
側点7	61.0	53.0	8.0	59.0	58.3	57.7	57.0	56.8	55.4	54.8	54.2	53.8	5.2
測点8	61.0	54.0	7.0	60.4	59.4	59.1	58.4	58.1	57.2	56.0	55.2	53.9	6.5
測点9	61.0	53.0	8.0	59.4	59.0	58.0	57.6	56.8	55.5	55.0	54.2	53.4	6.0
測点10	60.0	52.0	8.0	58.3	57.1	56.3	55.8	55.5	54.1	53.1	52.5	51.7	6.6
測点11	57.0	48.0	9.0										0.0
測点12	51.0	43.0	8.0	49.1	47.7	47.3	46.8	45.8	44.6	43.8	43.0	42.2	6.9
測点13	44.0	35.0	9.0										0.0
測点14	36.0	28.0	8.0	33.0	32.0	31.5	31.2	31.0	30.1	29.2	28.7	28.3	4.7
測点15	27.0	21.0	6.0										0.0

別添表－5　水面形計測の個人差(RUN　A-1.3)

	最高水位(cm)hm							最高	平均水位(cm)ha							平均
測点	観測者A	観測者B	観測者C	観測者D	観測者E	観測者F	観測者G	水位平均	観測者A	観測者B	観測者C	観測者D	観測者E	観測者F	観測者G	水位平均
0	46.0	54.0	48.0	42.7	45.0	43.0	46.0	46.39	38.0	39.0	36.0	34.8	38.5	38.0	36.0	37.19
1	63.0	63.0	62.0	60.2	59.0	64.0	61.0	61.74	53.0	50.5	54.0	55.0	54.0	56.0	52.0	53.50
2	65.0	66.0	70.0	62.0	64.0	68.0	67.0	66.00	60.0	56.5	62.0	56.0	59.0	60.0	56.0	58.50
3	73.0	70.5	73.0	64.5	65.0	71.0	72.0	69.86	61.0	55.0	64.0	57.0	58.5	62.0	57.0	59.21
4	71.0	68.0	70.0	57.0	64.5	71.0	73.0	67.79	60.0	56.0	61.0	55.0	59.0	60.0	54.0	57.86
5	69.0	69.5	72.0	62.0	64.0	71.0	68.0	67.93	58.0	54.0	61.0	55.5	56.0	60.0	53.0	56.79
6	68.0	69.0	71.0	61.5	63.4	68.0	67.0	66.84	58.0	52.5	59.0	57.0	56.0	61.0	54.0	56.79
7	71.0	71.5	74.0	62.0	66.0	71.0	70.0	69.36	60.0	55.5	62.0	57.5	60.0	63.0	57.0	59.29
8	72.0	72.5	71.0	65.0	69.0	72.0	74.0	70.79	62.0	58.0	64.0	60.5	61.5	64.0	59.0	61.29
9	78.0	78.5	74.0	70.0	71.0	78.0	78.0	75.36	65.0	62.5	66.0	63.0	64.5	68.0	63.0	64.57
10	75.0	79.0	77.0	67.0	75.0	81.0	78.0	76.00	65.0	63.5	68.0	63.0	68.0	71.0	63.0	65.93
11	81.0	82.0	79.0	70.0	72.5	81.0	80.0	77.93	64.0	62.0	71.0	62.5	66.5	72.0	61.0	65.57
12	79.0	83.0	80.0	64.5	71.0	81.0	74.0	76.07	63.0	58.0	66.0	59.0	62.0	68.0	57.0	61.86
13	73.0	77.0	70.0	56.0	61.5	72.0	74.0	69.07	51.0	43.0	55.0	51.0	53.0	55.0	44.0	50.29
14	58.0	67.0	60.0	41.0	50.0	60.0	66.0	57.43	37.0	33.5	38.0	34.5	37.5	42.0	32.0	36.36
15	41.0	41.0	45.0	30.5	35.0	40.0	43.0	39.36	28.0	25.0	30.0	28.0	28.0	29.0	24.0	27.43

別添表－6　波面計とボイド計の比較

RUN　A-1.4　　壁から15cm内側での値

測点2			測点6			測点10		
グからの高さ(cm)	水面率(%)	ボイド率(%)	グからの高さ(cm)	水面率(%)	ボイド率(%)	グからの高さ(cm)	水面率(%)	ボイド率(%)
100.0	0.2	100.0	110.0	0.0	100.0	120.0	0.7	100.0
90.0	6.1	98.6	100.0	3.3	98.8	115.0	6.7	99.4
87.5	14.0	95.6	97.5	6.4	97.7	112.5	13.2	98.4
85.0	20.5	87.5	95.0	12.0	95.6	110.0	17.8	97.4
80.0	31.7	79.4	92.5	12.9	93.2	107.5	33.6	94.6
77.5	50.0	77.7	90.0	30.4	86.8	105.0	43.8	91.6
75.0	53.3	71.5	87.5	42.5	78.0	102.5	61.6	82.4
72.5	65.2	64.5	85.0	60.6	66.5	100.0	74.7	73.2
70.0	72.1	64.5	82.5	81.7	55.3	97.5	84.4	63.8
60.0	76.0	69.3	80.0	87.0	43.4	95.0	93.5	59.0
50.0	86.0	68.1	70.0	99.3	23.5	90.0	98.6	40.2
40.0	94.4	40.6	60.0	99.6	39.9	80.0	99.9	19.7
30.0	61.7	59.5	50.0	98.4	42.7	70.0	100.0	24.8
20.0	62.5	69.3	40.0	97.5	27.0	60.0	99.8	31.7
10.0	75.8	61.6	30.0	97.8	34.3	50.0	99.6	37.2
0.0	85.2	—	20.0	96.9	39.4	40.0	99.6	40.1
			10.0	98.8	26.0	30.0	98.7	41.4
			0.0	99.8	—	20.0	96.9	42.0
						10.0	95.7	38.7
						0.0	99.7	—

RUN　B-1.2　　壁から7.5cm内側での値

測点2			測点6			測点10		
グからの高さ(cm)	水面率(%)	ボイド率(%)	グからの高さ(cm)	水面率(%)	ボイド率(%)	グからの高さ(cm)	水面率(%)	ボイド率(%)
49.0	—	99.4	47.5	0.4	—	43.3	—	98.7
48.5	1.9	99.0	47.3	—	98.2	43.0	0.5	98.0
48.3	—	95.1	47.0	2.6	96.8	42.8	—	97.6
48.0	1.9	93.5	46.8	—	95.2	42.5	0.5	95.4
47.8	—	90.0	46.5	4.4	92.0	42.3	—	92.0
47.5	4.9	83.8	46.3	6.7	89.5	42.0	0.8	89.6
47.3	6.0	83.8	46.0	8.8	85.2	41.8	2.2	86.1
47.0	12.1	74.8	45.8	12.1	77.7	41.5	3.3	80.8
46.8	—	65.3	45.5	13.9	68.4	41.3	—	75.5
46.5	18.4	62.1	45.3	—	61.6	41.0	6.6	72.4
46.3	—	53.0	45.0	24.4	54.0	40.8	9.9	—
46.0	23.0	44.7	44.5	36.5	39.0	40.5	12.9	60.5
45.8	39.8	—	44.3	45.4	28.3	40.0	21.9	51.0
45.5	46.7	36.1	44.0	51.0	28.3	39.5	30.1	40.3
45.0	56.4	26.5	43.5	67.8	—	39.0	39.9	32.3
44.5	69.2	—	43.0	78.5	—	38.8	51.0	—
44.0	83.7	—				38.5	56.1	27.7
						38.0	69.6	—

別添表－7　$\xi_{10\%}$とH及びZ/Hの関係(測点平均値、実験1)

階段式

Z/H	平均した測点	H(m) 0.05	0.1	0.15	0.2	平均
5	全体	0.586	0.576	0.573	0.548	0.571
	越流部	0.597	0.586	0.596	0.552	0.583
	非越流部	0.561	0.556	0.524	0.533	0.544
10	全体	0.599	0.584	0.593	—	0.592
	越流部	0.627	0.600	0.603	—	0.610
	非越流部	0.537	0.548	0.554	—	0.546
20	全体	0.588	0.609	—	—	0.599
	越流部	0.591	0.597	—	—	0.594
	非越流部	0.579	0.637	—	—	0.608

側水路式

Z/H	平均した測点	H(m) 0.05	0.1	0.15	0.2	平均
5	全体	0.578	0.568	0.575	0.558	0.570
	越流部	0.590	0.573	0.566	0.566	0.574
	非越流部	0.539	0.541	0.625	0.515	0.555
10	全体	0.626	0.577	0.558	0.594	0.589
	越流部	0.656	0.576	0.556	0.585	0.593
	非越流部	0.536	0.583	0.572	0.643	0.584
20	全体	0.600	0.594	0.582	—	0.592
	越流部	0.593	0.599	0.578	—	0.590
	非越流部	0.621	0.563	0.6	—	0.595

別添表－8 越水量

越水量(l/s)

RUN	計測階段	壁高(水面)	0～h区間	h～2h区間	2h～4h区間	合計	RUN	計測階段	壁高(水面)	0～h区間	h～2h区間	2h～4h区間	合計	RUN	計測階段	壁高(水面)	0～h区間	h～2h区間	2h～4h区間	合計
A-1.2	No.2	10%	0.00106		0.00000	0.00106	A-2.2	No.2	10%	0.00042		0.00000	0.00042	A-3.2	No.2	10%	0.00007	0.00000	0.00000	0.00007
		20%	0.00449		0.00001	0.00450			20%	0.00092		0.00002	0.00094			20%	0.00023	0.00001	0.00000	0.00024
		30%	0.00538		0.00002	0.00540			30%	0.00142		0.00001	0.00143			30%	0.00029	0.00001	0.00000	0.00030
	No.5	10%	0.00119		0.00002	0.00121		No.5	10%	0.00020		0.00002	0.00022		No.5	10%	0.00004	0.00001	0.00000	0.00005
		20%	0.00181		0.00013	0.00194			20%	0.00086		0.00025	0.00111			20%	0.00010	0.00003	0.00000	0.00013
		30%	0.00774		0.00029	0.00803			30%	0.00423		0.00020	0.00443			30%	0.00021	0.00006	0.00001	0.00028
	No.8	10%	0.00096		0.00005	0.00101		No.8	10%	0.00025		0.00026	0.00051		No.8	10%	0.00058	0.00008	0.00002	0.00068
		20%	0.00086		0.00006	0.00092			20%	0.00093		0.00073	0.00166			20%	0.00081	0.00018	0.00005	0.00104
		30%	0.00268		0.00017	0.00285			30%	0.00242		0.00075	0.00317			30%	0.00306	0.00045	0.00014	0.00365
	No.12	10%	0.00269		0.00010	0.00279		No.12	10%	0.00083		0.00005	0.00088		No.12	10%	0.00055	0.00027	0.00009	0.00091
		20%	0.00420		0.00033	0.00453			20%	0.00058		0.00023	0.00081			20%	0.00398	0.00104	0.00023	0.00525
		30%	0.00584		0.00052	0.00636			30%	0.00318		0.00026	0.00344			30%	0.00459	0.00175	0.00053	0.00687
RUN	計測階段	壁高(水面)	0～h区間	h～2h区間	2h～4h区間	合計														
A-1.4	No.2	10%	0.00737	0.00273	0.00008	0.01018														
		20%	0.02188	0.02499	0.00421	0.05108														
		30%	0.05163	0.07747	0.01927	0.14837														
	No.5	10%	0.01789	0.00271	0.00012	0.02072														
		20%	0.05146	0.01800	0.00120	0.07066														
		30%	0.07186	0.06910	0.01068	0.15164														
	No.8	10%	0.00940	0.00491	0.00027	0.01458														
		20%	0.02242	0.01853	0.00131	0.04226														
		30%	0.05946	0.04078	0.00560	0.10584														
	No.12	10%	0.01504	0.00355	0.00040	0.01899														
		20%	0.03242	0.01129	0.00108	0.04479														
		30%	0.07634	0.02385	0.00197	0.10216														
RUN		壁高(水面)	0～h区間	h～2h区間	2h～4h区間	合計	RUN		壁高(水面)	0～h区間	h～2h区間	2h～4h区間	合計	RUN		壁高(水面)	0～h区間	h～2h区間	2h～4h区間	合計
		10%	0.05515		0.00012	0.05527	B-2.2		10%	0.02469		0.00401	0.02870	B-3.2		10%	0.01317		0.00982	0.02299
		20%	0.12284		0.00038	0.12322			20%	0.07858		0.00197	0.08055			20%	0.04586		0.03072	0.07658
B-1.2		30%	0.13486		0.00038	0.13524			30%	0.08928		0.01330	0.10258			30%	0.11370		0.07376	0.18746
RUN		壁高(水面)	0～h区間	h～2h区間	2h～4h区間	合計	RUN		壁高(水面)	0～h区間	h～2h区間	2h～4h区間	合計							
		10%	0.07694	0.09180	0.00168	0.17042	B-2.4		10%	0.05638	0.17751	0.00544	0.23933							
		20%	0.09240	0.15586	0.00259	0.25085			20%	0.12355	0.42854	0.01038	0.56247							
B-1.4		30%	0.16477	0.35600	0.00344	0.52421			30%	0.27680	1.22996	0.01915	1.52591							