ＩＳＳＮ　0386－5878
土木研究所資料第3963号

土木研究所資料

億首ダム水理模型実験報告書

－CSGダムへのラビリンス型洪水吐きの適用－

平成17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 © (2005) 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。

平成17年5月10日

億首ダム水理模型実験報告書[平成17年2月]　正誤表

ページ	該当箇所	誤	正
76	3行目	・・・(4.3.3)	・・・(4.3.4)
76	10行目	(4.3.2)式により	(4.3.4)式により
76	11行目	(4.3.3)式より	(4.3.4)式より
86	式(4.4.2)	$Q=CBb^{1.5}$	$Q=CBh^{1.5}$
277	最終行	最終行以降が抜けている	最終行以降、下文の下線部を追加
327	7行目	(4.3.3)	(4.3.4)
327	式(4.4.2)	$Q=CBb^{1.5}$	$Q=CBh^{1.5}$

P277　30行目から

(3)　送水管

計画最大放流量においては、河道比較形状１，２及び４のいずれにおいても放流水は送水管直下において桁下の余裕高0.6mを充分に確保して安定して流下する。

ダム設計洪水流量放流時では、水理実験を行った仮想堤防により堤内への越水がない場合においては、河道比較形状２及び４においては流水が送水管の上を断続的に越波していくが、河道比較形状１では道路橋直下流で射流となるため、越波する頻度が河道比較形状２及び４より少ない。ただし、堤防高が水位より低く堤内へ越水する場合は、流況が異なると思われる。

(4)　その他の施設

ダム直下流に、ダム設計洪水流量放流時においても水没を防ぐ必要のある施設を設置しなければならない場合は、ダム設計洪水流量時の水位を別途検討する必要がある。

ＩＳＳＮ 0386－5878
土木研究所資料
第3963号 2005年２月

億首ダム水理模型実験報告書

－CSGダムへのラビリンス型洪水吐きの適用－

水工研究グループダム水理チーム　上席研究員　柏井条介
主任研究員　結城和宏

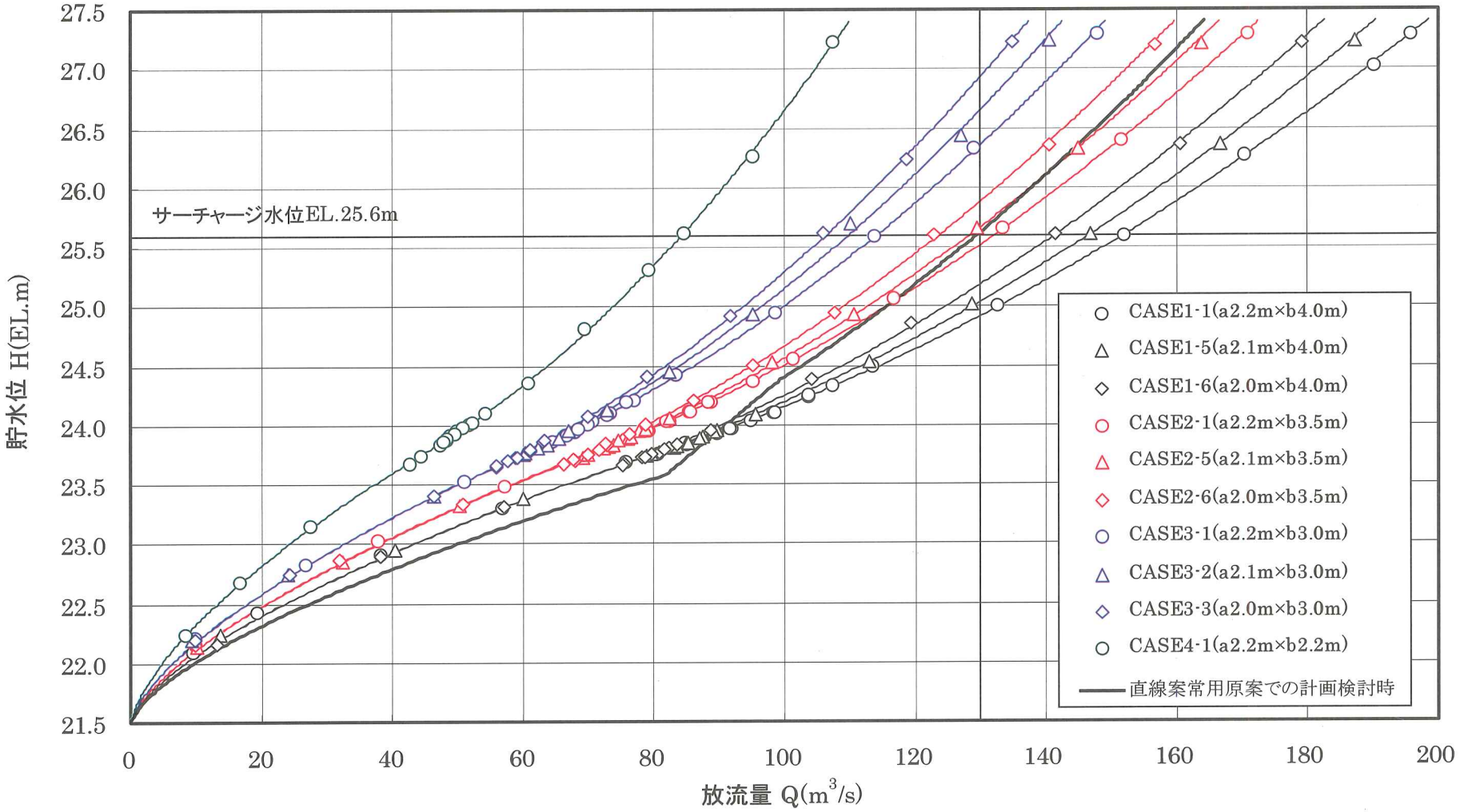
要　旨

本報告書は、平成14年度から16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億首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。

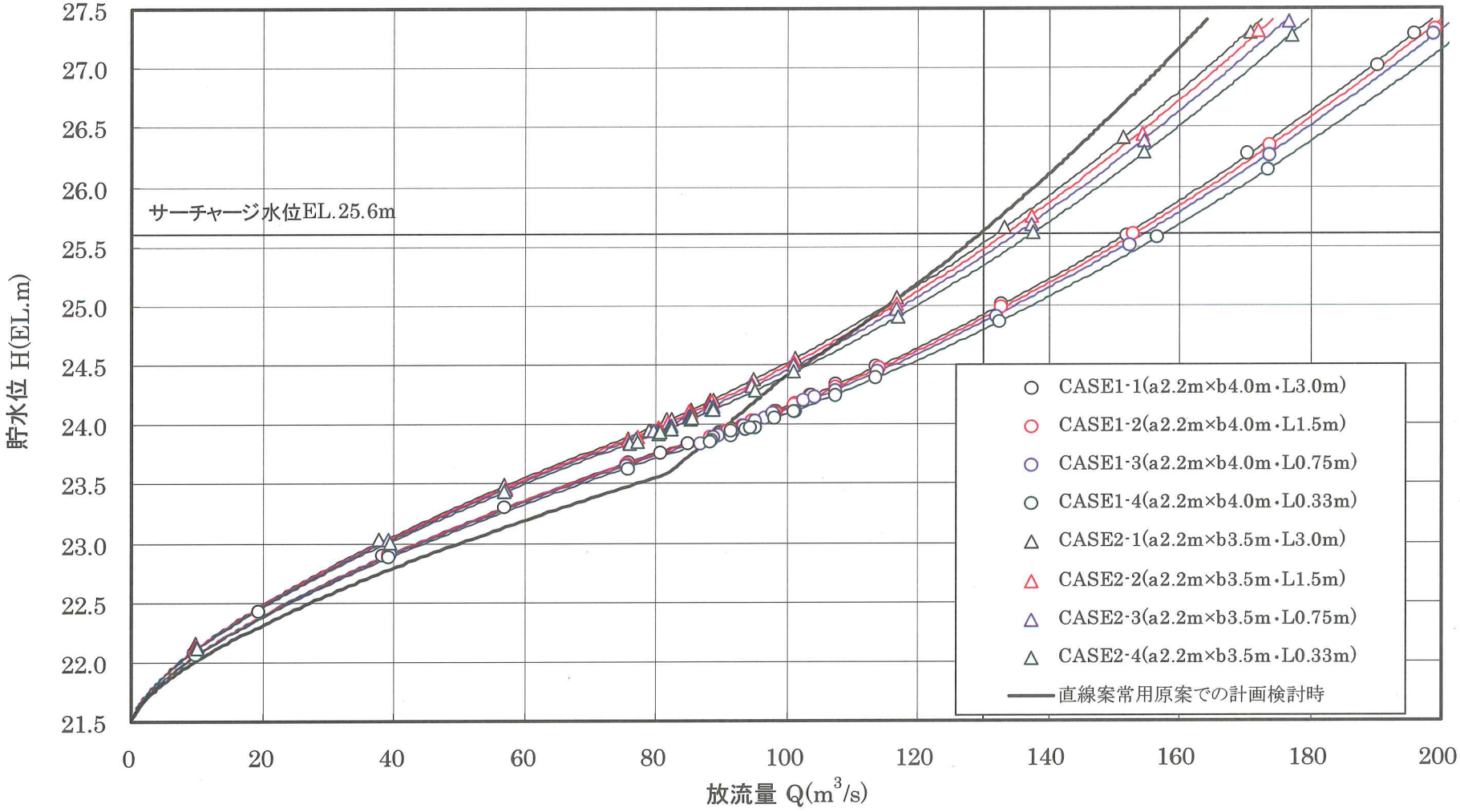
億首ダムは億首川水系億首川に建設が計画され、多目的の台形CSGダムとして設計が進められており、幅の広い堤頂を利用して洪水吐きをコンパクトに収めるラビリンス型越流頂の採用を検討し、所定の機能を満足する形状を得ている。また、常用オリフィスとして３方向のナイフエッジ式のオリフィスを適用している。

本水理模型実験では、上記特徴を持つ億首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。

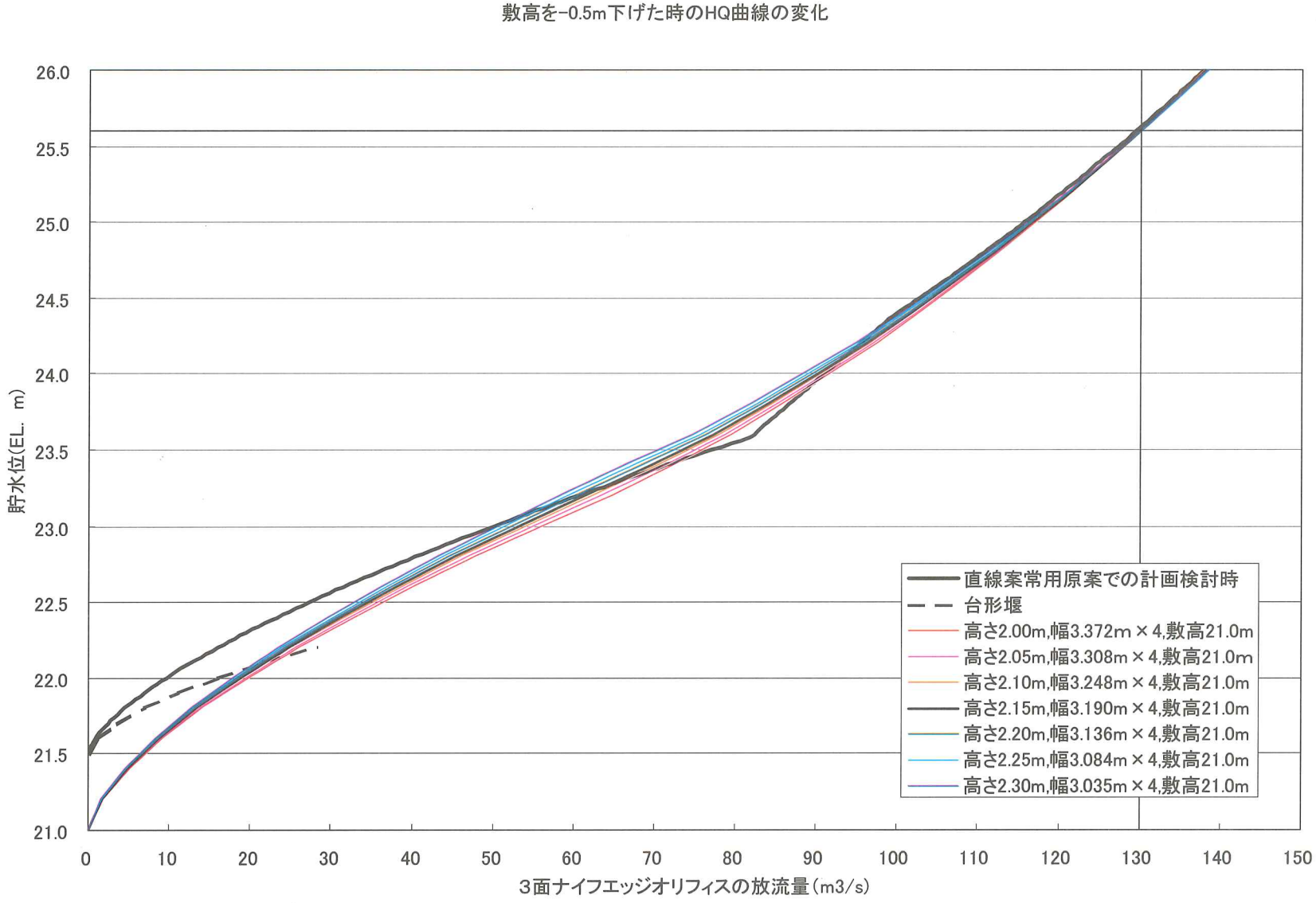
キーワード：水理模型実験、台形CSGダム、放流設備、ラビリンス型越流頂、
３方向ナイフエッジ式オリフィス、堤趾導流壁、減勢工



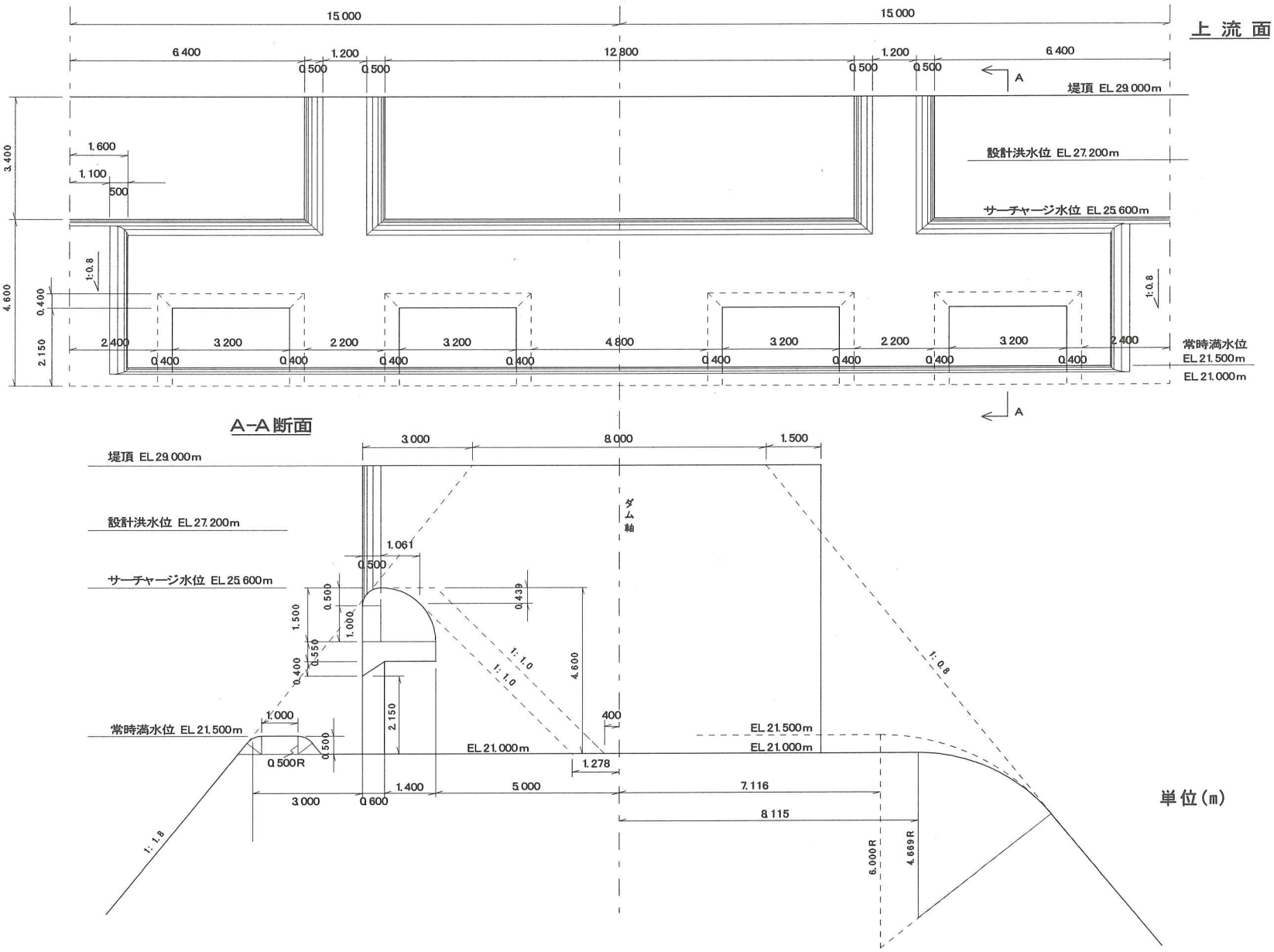
図－4.3.6　開口高・開口幅と放流量特性



図－4.3.7　オリフィス位置と放流量特性



図－4.3.10　サーチャージ水位で 130m³/s となる３方向ナイフエッジの貯水位と放流量の関係（台形堰あり）



図－4.3.11(1)　ラビリンス案常用洪水吐き修正案

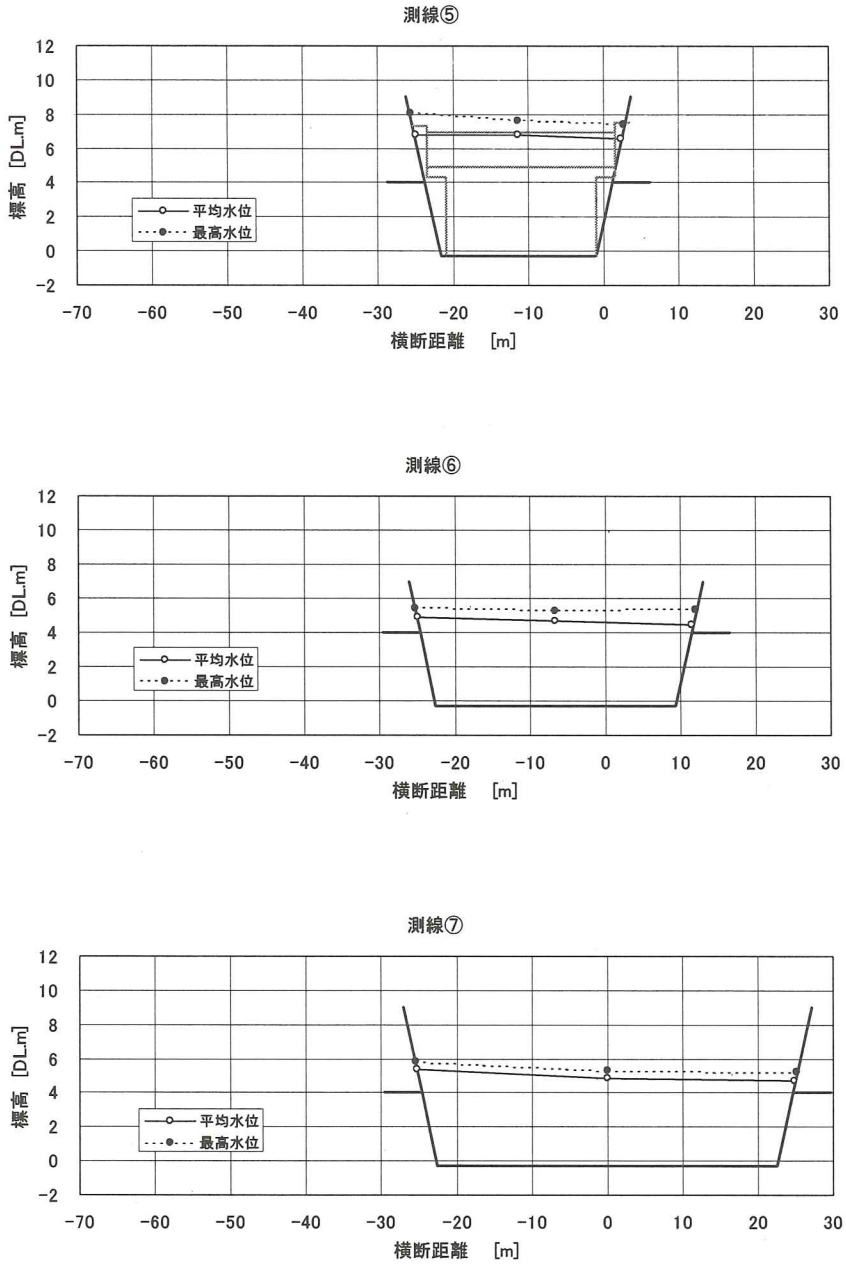


図-6.3.12(6) 河道比較形状４の水面形（ダム設計洪水流590㎥/s，測線⑤～⑦）





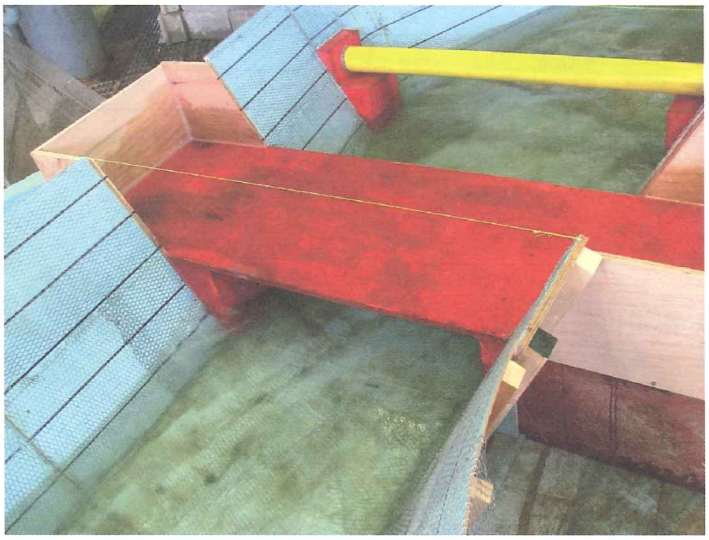


写真-6.3.1(1)　河道比較形状１の流況（計画最大放流量 130m³/s）

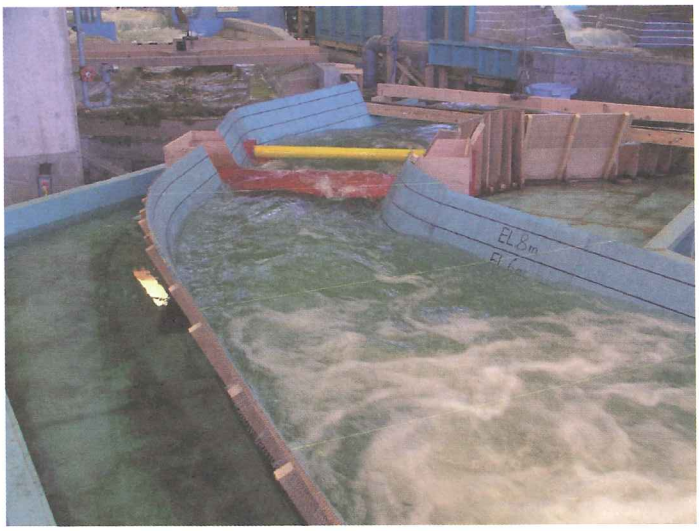






写真-6.3.1(2)　河道比較形状１の流況（400m³/s）





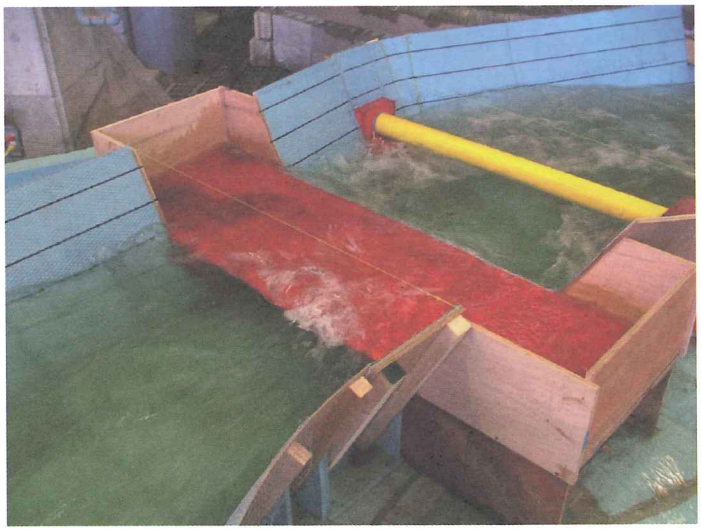
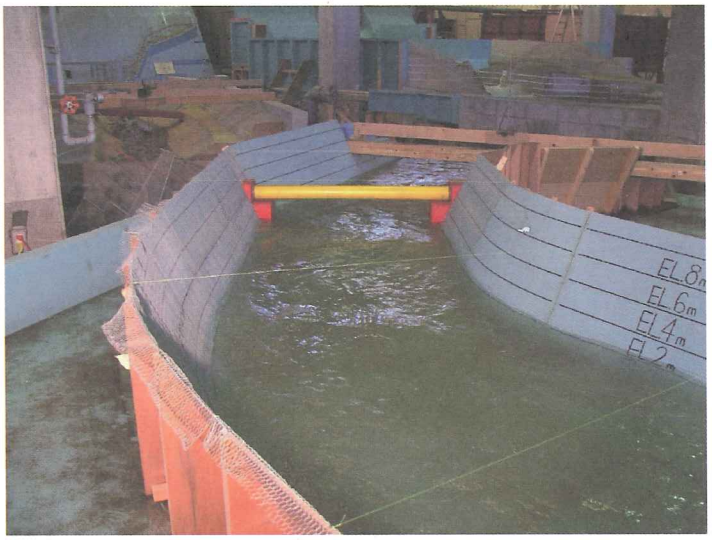


写真-6.3.1(3)　河道比較形状１の流況（ダム設計洪水流量 590m³/s）





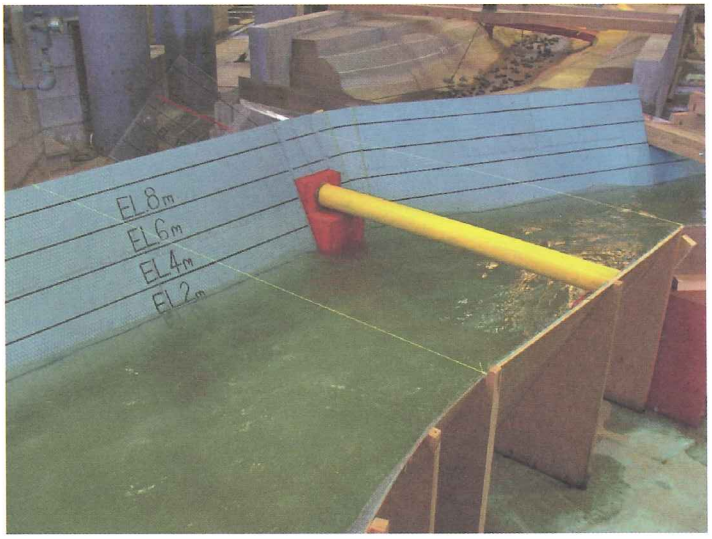


写真-6.3.2(1)　河道比較形状２の流況（計画最大放流量 130m³/s）



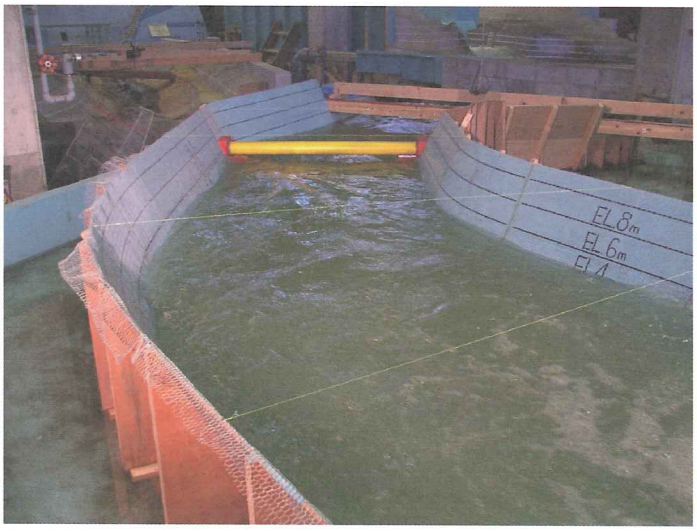




写真-6.3.2(2)　河道比較形状２の流況（400m³/s）







写真-6.3.2(3)　河道比較形状２の流況（ダム設計洪水流量 590m³/s）

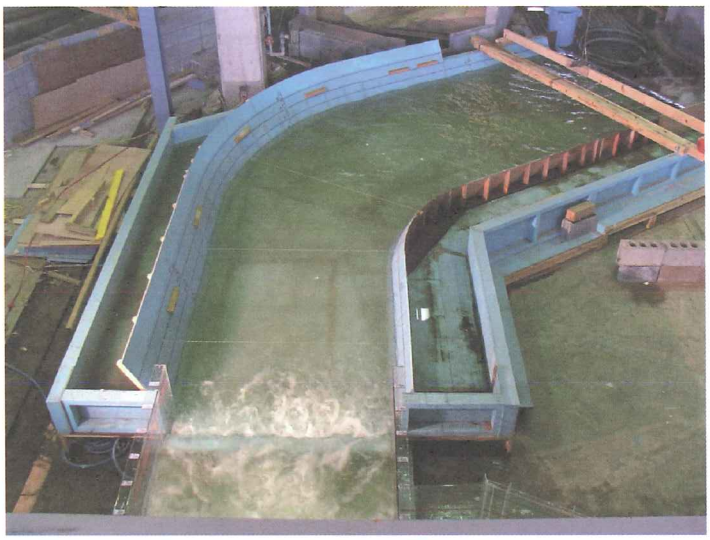


写真-6.3.3(1)　河道比較形状３の流況（計画最大放流量 130m³/s）



写真-6.3.3(2)　河道比較形状３の流況（400m³/s）



写真-6.3.3(3)　河道比較形状３の流況（ダム設計洪水流量 590m³/s）





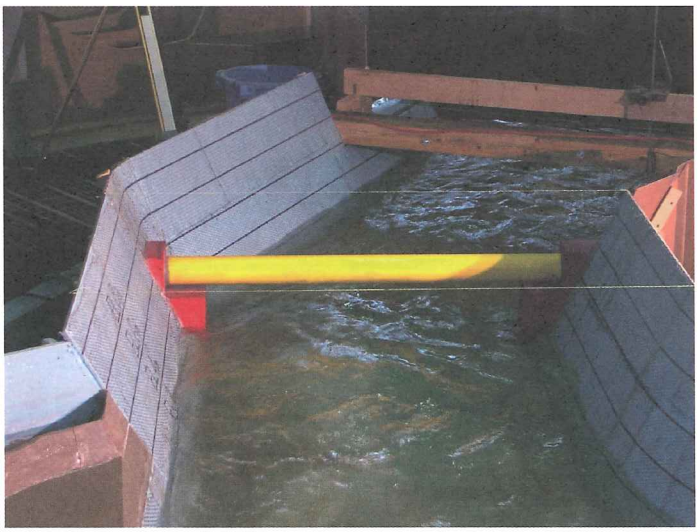


写真-6.3.4(1)　河道比較形状４の流況（計画最大放流量 130m³/s）







写真-6.3.4(2)　河道比較形状４の流況（400m³/s）



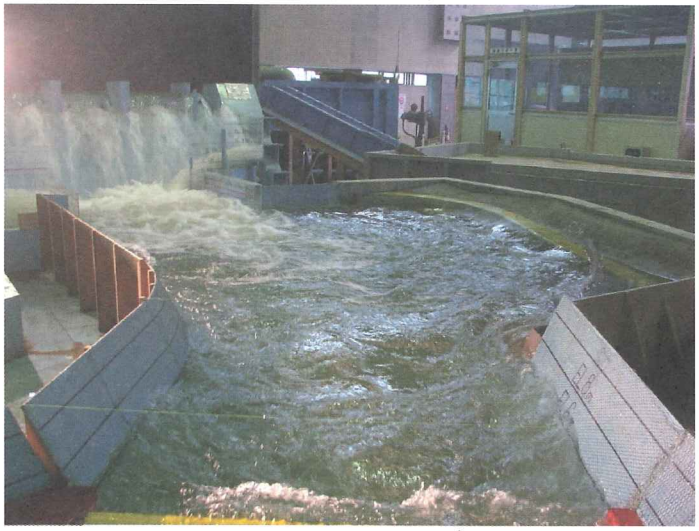




写真-6.3.4(3)　河道比較形状４の流況（ダム設計洪水流量 590m³/s）

目次

1．はじめに ……3

2．ダム計画の概要 ……5

2.1　ダム・流域の概要 ……7

2.2　ダム貯水池計画 ……10

2.2.1　貯水位 ……10

2.2.2　洪水調節方式 ……10

2.2.3　計画高水流量 ……10

2.2.4　計画最大放流量 ……10

2.2.5　ダム設計洪水流量 ……10

2.2.6　洪水調節容量 ……11

2.3　下流河道改修 ……18

3．直線案の検討 ……19

3.1　実験計画 ……21

3.1.1　設計趣旨 ……21

3.1.2　検討概要 ……21

3.1.3　抽出模型 ……22

3.2　常用洪水吐きの抽出模型実験 ……29

3.2.1　流量特性（原案形状） ……29

3.2.2　流況（原案形状） ……29

3.2.3　修正（最終案）形状 ……30

3.3　非常用洪水吐きの抽出模型実験 ……38

3.3.1　流量調査の結果（原案形状） ……38

3.3.2　流況調査の結果（原案形状） ……38

3.3.3　修正（最終）形状の検討 ……38

3.4　直線案・最終案 ……44

4．ラビリンス案 ……49

4.1　直線案の問題点と対応方針 ……51

4.2　ラビリンス案原案の作成 ……52

4.3　ラビリンス案常用洪水吐き（３方向ナイフエッジオリフィス）の検討 ……60

4.3.1　検討方法 ……60

4.3.2　３方向ナイフエッジオリフィスの適用性検討 ……68

4.3.3　修正案（最終案）の検討 ……75
4.4　ラビリンス案非常用洪水吐き１（常用洪水吐き設置ブロック上）の検討 ……82
4.4.1　検討方法 ……82
4.4.2　原案の水理特性 ……86
4.4.3　修正形状１の検討 ……94
4.4.4　修正形状２（非常用洪水吐き１最終案）の検討 ……103
4.5　非常用洪水吐き２（ラビリンス型越流頂）の検討 ……112
4.5.1　検討概要 ……112
4.5.2　原案形状の水理特性 ……115
4.5.3　水切り・橋脚の形状比較 ……122
4.5.4　越流頂の拡幅 ……132
4.5.5　ラビリンス型越流頂下流の床板高さの検討 ……138
4.5.6　常用洪水吐きブロック放流水脈との干渉 ……142
4.5.7　橋脚の形状比較２ ……153
4.5.8　ラビリンス型越流頂形状のまとめ ……163
4.6　ラビリンス案の最終形状と放流特性 ……164

５．堤趾導流部及び減勢工 ……173
5.1　実験計画 ……175
5.1.1　洪水吐き型式の選定と案の修正 ……175
5.1.2　検討内容 ……175
5.2　全体模型の放流特性 ……185
5.2.1　調査内容 ……185
5.3　堤趾導流部の形状の検討 ……186
5.3.1　実験内容 ……186
5.3.2　原案２形状の流況 ……187
5.3.3　左岸堤趾導流壁高の低減 ……187
5.3.4　右岸堤趾導流壁高の低減 ……188
5.3.5　減勢池内流況改善案 ……188
5.3.6　堤趾導流壁高の検討 ……188
5.3.7　右岸端の水脈拡幅対策 ……189
5.4　減勢池の検討 ……213
5.4.1　実験概要 ……213
5.4.2　減勢池原案形状の流況 ……213
5.4.3　減勢池形状の検討 ……214

5.4.4　減勢池最終形状の流況及び側壁高 ……215
5.4.5　整流壁・隔壁に作用する水圧 ……215
5.5　堤趾導流部及び減勢池の最終形状 ……261

6．下流河道形状の検討 ……265
6.1　実験概要 ……267
6.1.1　検討内容 ……267
6.1.2　河道比較形状 ……267
6.1.3　下流河道模型 ……267
6.1.4　調査内容 ……267
6.2　粗度係数の確認 ……273
6.2.1　測定方法 ……273
6.2.2　実験結果 ……273
6.2.3　実機での粗度係数 ……273
6.3　下流河道の流況調査結果 ……276
6.3.1　河道比較形状１ ……276
6.3.2　河道比較形状２ ……276
6.3.3　河道比較形状３ ……276
6.3.4　河道比較形状４ ……277
6.3.5　まとめ ……277

7．　検討結果 ……325
7.1　洪水吐き及び下流河道の最終形状 ……327
7.2　放流能力 ……327
7.2.1　台形堰付３方向ナイフエッジ式オリフィス ……327
7.2.2　直線型越流頂 ……327
7.2.3　ラビリンス型越流頂 ……327

8．おわりに ……339

表目次

＜２章＞
表-2.1.1　ダム及び貯水池主要諸元 ……8
表-2.2.1　流出計算結果 ……10
表-2.2.2　億首ダム洪水調節計算結果（B=4.8m×H=1.6m×２門） ……12
表-2.3.1　下流河道の水位 ……18
＜３章＞
表-3.1.1　直線案実験内容 ……22
表-3.2.1　オリフィスの放流能力（D1.6m×B8.0m、２門） ……29
表-3.2.2　オリフィスの放流能力（D1.6m×B8.4m、２門） ……30
表-3.3.1　径間長の修正に伴う直線案非常用洪水吐きの放流量……39
＜４章＞
表-4.3.1　調査をおこなった形状一覧 ……60
表-4.3.2　ラビリンス案常用洪水吐き実験内容……62
表-4.3.3　流量係数算出式一覧 ……69
表-4.3.4　サーチャージ水位時の放流量（４門あたり） ……69
表-4.3.5　修正形状の放流量等（台形堰付き３方向ナイフエッジ式オリフィスD2.15×B3.2m×４門） ……76
表-4.4.1　実験内容 ……83
表-4.4.2　設計洪水時の放流量（非常用洪水吐き１原案） ……87
表-4.4.3　越流頂の壁面作用圧力測定結果（設計洪水位） ……87
表-4.4.4　設計洪水位時の放流量（非常用洪水吐き１） ……94
表-4.4.5　越流頂の壁面作用圧力測定結果（非常用洪水吐き１修正形状１） ……95
表-4.4.6　設計洪水位時の放流量（非常用洪水吐き１修正案２） ……103
表-4.5.1　非常用洪水吐き２（ラビリンス型越流頂）の実験内容……113
表-4.5.2　原案形状の主な諸元（片側） ……115
表-4.5.3　設計洪水位の放流量（ラビリンス型越流頂原案形状） ……116
表-4.5.4　水切り・橋脚の比較検討ケース ……122
表-4.5.5　設計洪水位の放流量（比較形状１～３） ……123
表-4.5.6　比較形状４の主な諸元（２サイクル側） ……132
表-4.5.7　設計洪水位の放流量（比較形状４） ……133
表-4.5.8　設計洪水位の放流量（比較形状４，５） ……138
表-4.5.9　貯水位～放流量（比較形状４） ……142
表-4.5.10　貯水位～放流量測定結果と単独放流量合計量の差（比較形状５） ……143
表-4.5.11　原案形状の主な諸元（片側） ……153
表-4.5.12　設計洪水位時の放流量（比較形状６＋比較形状７） ……154
＜５章＞
表-5.2.1　サーチャージ水位・設計洪水位時の放流量……185
表-5.3.1　実験内容 ……186
表-5.4.1　実験内容 ……213
表-5.4.2　減勢池の比較形状 ……214
＜６章＞
表-6.1.1　河道比較形状の特徴 ……267
表-6.1.2　河道比較形状の調査内容 ……268
表-6.2.1　粗度係数 ……273
表-6.2.2　物理量の縮尺 ……273

図目次

＜２章＞
図-2.1.1　億首ダム流域図 ……9
図-2.2.1　河川横断位置図 ……13
図-2.2.2　不等流計算結果横断図 ……14
図-2.2.3　億首川の疎通能力横断図 ……15
図-2.2.4　放流工の形状及び放流特性 ……16
図-2.2.5　億首ダム洪水調節図及び計画高水流量配分図……17
＜３章＞
図-3.1.1　直線案常用洪水吐き原案形状 ……23
図-3.1.2　直線案非常用洪水吐き原案形状 ……24
図-3.1.3　直線案常用洪水吐き抽出模型概要（平面図、模型縮尺１：１０）……25
図-3.1.4　直線案常用洪水吐き抽出模型概要（縦断面図、模型縮尺１：１０）……26
図-3.1.5　直線案常用洪水吐き抽出模型（原案、平面図、模型縮尺１：１０）……27
図-3.1.6　直線案常用洪水吐き抽出模型（原案、縦断面図、模型縮尺１：１０）……28
図-3.2.1　貯水位～放流量の関係（直線常用洪水吐き原案）……31
図-3.2.2　直線常用洪水吐き　h/D～C の関係……32
図-3.2.3　直線常用洪水吐き　D/h～C^2の関係 ……32
図-3.2.4　直線案原案形状での洪水調節計算結果……33
図-3.2.5　直線案修正形状での洪水調節計算結果……34
図-3.3.1　直線案貯水位～放流量の関係（非常用洪水吐き原案）……40
図-3.3.2　直線案越流水深～流量係数の関係（非常用洪水吐き原案）……40
図-3.4.1　常用洪水吐き（直線案最終案形状）……45
図-3.4.2　非常用洪水吐き（直線案最終案形状）……46
図-3.4.3　洪水吐き全体図（直線案最終案形状）……47
＜４章＞
図-4.2.1　ラビリンス案洪水吐き原案概要図（１）……54
図-4.2.2　ラビリンス案洪水吐き原案概要図（２）……55
図-4.2.3　ラビリンス案常用及び直線非常用洪水吐き原案……56
図-4.2.4　ラビリンス案常用及び直線非常用洪水吐き原案……57
図-4.2.5　ラビリンス案非常用洪水吐き原案……58
図-4.2.6　ラビリンス案非常用洪水吐き原案……59
図-4.3.1　ラビリンス案常用洪水吐き実験形状（形状 1-1～形状 1-6）……63
図-4.3.2　ラビリンス案常用洪水吐き実験形状（形状 2-1～形状 2-6）……64
図-4.3.3　ラビリンス案常用洪水吐き実験形状（形状 3-1～形状 3-3）……65
図-4.3.4　ラビリンス案常用洪水吐き実験模型概要（平面図、模型縮尺 1:10）……66
図-4.3.5　ラビリンス案常用洪水吐き実験模型概要（横断面図、模型縮尺 1:10）……67
図-4.3.6　開口高・開口幅と放流量特性 ……71
図-4.3.7　オリフィス位置と放流量特性 ……72
図-4.3.8　係数α、β、ｒ　と呑口幅高さ比 b/a との関係……73
図-4.3.9　サーチャージ水位で 130m^3/s となる３方向ナイフエッジの蝶水位と放流量の関係 ……74
図-4.3.10　サーチャージ水位で 130m^3/s となる４方向ナイフエッジの蝶水位と放流量の関係（台形　あり）…77
図-4.3.11(1)、(2)　ラビリンス案常用洪水吐き修正案……78
図-4.3.12　ラビリンス案常用洪水吐き修正形状の貯水位～放流量の関係 ……80
図-4.3.13　ラビリンス案常用洪水吐き修正形状のｈ/D～C の関係……80
図-4.3.14　ラビリンス案常用洪水吐き修正形状の D/ｈ～C^2の関係 ……80
図-4.3.15　ラビリンス案常用洪水吐き修正形状の洪水調節計算 ……81
図-4.4.1(1)、(2)　ラビリンス案非常用洪水吐き１及び常用洪水吐き検討模型概要 ……84
図-4.4.2　非常用洪水吐き１の圧力測定位置原案……88

図-4.4.3　貯水位～放流量の関係　（常用洪水吐き＋非常用洪水吐き１）……89
図-4.4.4　貯水位～放流量の関係　（非常用洪水吐き１単独）……89
図-4.4.5　非常用洪水吐き１単独放流時の越流水頭～流量係数の関係……89
図-4.4.6　非常用洪水吐き案１（原案）の流況……90
図-4.4.7　非常用洪水吐き１修正形状１……96
図-4.4.8　非常用洪水吐き１修正形状１　圧力測定位置……97
図-4.4.9　貯水位～放流量の関係（非常用洪水吐き１修正形状１）……98
図-4.4.10　非常用洪水吐き１修正形状１の流況……99
図-4.4.11　非常用洪水吐き１修正形状２（最終案）……105
図-4.4.12　貯水位～放流量の関係（非常用洪水吐き１修正案２（最終案））……106
図-4.4.13　非常用洪水吐き１修正形状２（最終案）の流況……107
図-4.4.14　水切り沿いの水面形（設計洪水位時）……108
図-4.5.1　非常用洪水吐き２（ラビリンス型越流頂）模型概要（模型縮尺　１：１５）……114
図-4.5.2　ラビリンス型越流頂原案の放流特性……117
図-4.5.3　ラビリンス型越流頂原案の流況……118
図-4.5.4　水切り形状の変更……124
図-4.5.5　ピア両端形状の変更……124
図-4.5.6　ラビリンス型越流頂の放流特性（比較形状１）……125
図-4.5.7　ラビリンス型越流頂の放流特性（比較形状２）……126
図-4.5.8　ラビリンス型越流頂の放流特性（比較形状３）……127
図-4.5.9　ラビリンス型越流頂比較形状１，２の流況と原案の流況……128
図-4.5.10　ラビリンス型越流頂比較形状３の流況（ピアなし）……129
図-4.5.11　ラビリンス型越流頂比較形状４（２サイクル側）……134
図-4.5.12　ラビリンス型越流頂比較形状４（２サイクル側）の放流特性……135
図-4.5.13　ラビリンス型越流頂比較形状４（２サイクル側）の流況……136
図-4.5.14　ラビリンス型越流頂比較形状５（２サイクル側）……139
図-4.5.15　ラビリンス型越流頂比較形状５（２サイクル側）の放流特性……140
図-4.5.16　ラビリンス型越流頂比較形状５（２サイクル側）の流況……144
図-4.5.17　ラビリンス型越流頂と常用ブロック合流部の形状（常用ブロック：最終案）……145
図-4.5.18　ラビリンス型越流頂と常用洪水吐きブロック合流部の流況……146
図-4.5.19　ラビリンス型越流頂比較形状６，７（橋脚下流端台形形状）……155
図-4.5.20　ｈ～Ｑの関係（ラビリンス型越流頂、橋脚下流形状は矩形）……156
図-4.5.21　Ｃ’～ｈの関係（ラビリンス型越流頂、橋脚下流形状は矩形）……156
図-4.6.1(1)、(2)　ラビリンス案ｒ流入、導流部最終案……165
図-4.6.2(1)、(2)　ラビリンス案常用洪水吐き・非常用洪水吐き１詳細図……167
図-4.6.3(1)～(4)　ラビリンス案常用洪水吐き・非常用洪水吐き２詳細図……169
＜５章＞
図-5.1.1(1)～(3)　洪水吐き原案２形状……176
図-5.1.2(1)～(4)　洪水吐き原案２形状・非常用洪水吐き２詳細図……179
図-5.1.3(1)、(2)　洪水吐き全体模型概要図……183
図-5.3.1　堤体下流面及び堤趾導流壁沿いの水面形（原案２形状、ダム設計洪水流量 590m³/s）……190
図-5.3.2(1)、(2)　堤趾導流部の流況（原案２形状、ダム設計洪水流量 590m³/s）……191
図-5.3.3　シュートブロックの形状断面……193
図-5.3.4　左岸堤趾導流部修正形状（最終形状）……193
図-5.3.5　左岸堤趾導流部の流況（修正形状）……194
図-5.3.6　右岸堤趾導流部の修正形状(シュートブロック設置)……195
図-5.3.7　右岸堤趾導流壁沿いの水面形（シュートブロック設置、ダム設計洪水流量 590m³/s）……196
図-5.3.8　右岸堤趾導流部の流況（シュートブロック設置、ダム設計洪水流量 590m³/s）……196
図-5.3.9(1)、(2)　隔壁の比較形状……197
図-5.3.10(1)、(2)　隔壁の比較形状の流況……199

図-5.3.11　堤趾導流壁沿い波面計測定位置 ……201
図-5.3.12　堤趾導流壁沿いの水面形（最終形状）と提案壁高 ……202
図-5.3.13　堤体水平部の水脈拡散防止ブロック形状 ……203
図-5.3.14　堤体下流斜面の水脈拡がり幅（拡散防止フロック、ダム設計洪水流量 590m³/s） ……204
図-5.4.1(1)、(2)　減勢池原案形状の流況 ……216
図-5.4.2(1)～(3)　減勢池原案形状の水面形 ……218
図-5.4.3(1)、(2)　減勢池の比較形状 ……221
図-5.4.4(1)、(2)　減勢池比較形状の流況（放流量 100m³／ｓ） ……223
図-5.4.5　減勢池比較形状４（最終形状）の流況 ……225
図-5.4.6(1)～(3)　減勢池比較形状４（最終形状）の水面形 ……226
図-5.4.7(1)～(3)　整流壁等の圧力測定位置 ……229
図-5.4.8(1)～(8)　堤体水平部整流壁に作用する水圧 ……232
図-5.4.9(1)～(16)　右岸堤趾導流部隔壁に作用する水圧 ……236
図-5.4.10(1)～(8)　減勢池右岸側整流壁に作用する水圧 ……244
図-5.4.11(1)～(8)　減勢池左岸側整流壁に作用する水圧 ……248
図-5.5.1(1)～(3)　堤趾導流壁部及び減勢池の最終形状 ……262
＜６章＞
図-6.1.1(1)～(3)　河道比較形状１ ……269
図-6.2.1　粗度係数確認実験用水路 ……274
図-6.2.2　金網水路での水深の測定結果 ……275
図-6.3.1(1)～(3)　河道比較形状１の流況 ……278
図-6.3.2(1)～(3)　河道比較形状２の流況 ……281
図-6.3.3(1)～(3)　河道比較形状３の流況 ……284
図-6.3.4(1)～(3)　河道比較形状４の流況 ……287
図-6.3.5(1)～(3)　河道比較形状１の流速 ……290
図-6.3.6(1)～(3)　河道比較形状２の流速 ……293
図-6.3.7(1)～(3)　河道比較形状３の流速 ……296
図-6.3.8(1)～(3)　河道比較形状４の流速 ……299
図-6.3.9(1)～(3)　河道比較形状１の水面形 ……302
図-6.3.10(1)～(3)　河道比較形状２の水面形 ……304
図-6.3.11(1)～(3)　河道比較形状３の水面形 ……306
図-6.3.12(1)～(6)　河道比較形状４の水面形 ……308
＜７章＞
図-7.1.1　最終案形状・洪水吐き平面図 ……329
図-7.1.2　最終案形状・洪水吐き上流面図及び下流面図 ……330
図-7.1.3　最終案形状・降雨時吐き縦断面図 ……331
図-7.1.4　最終案形状・常用洪水吐き及び非常用洪水吐き１平面図 ……332
図-7.1.5　最終案形状・常用洪水吐き及び非常用洪水吐き１上流面図及び縦断面図 ……333
図-7.1.6　最終案形状・常用洪水吐き及び非常用洪水吐き２左岸部平面図 ……334
図-7.1.7　最終案形状・常用洪水吐き及び非常用洪水吐き２左岸部縦断面図 ……335
図-7.1.8　最終案形状・常用洪水吐き及び非常用洪水吐き３右岸部平面図 ……336
図-7.1.9　最終案形状・常用洪水吐き及び非常用洪水吐き３右岸部縦断面図 ……337
図-7.1.10　最終案形状・下流河道平面図 ……338

写真目次

＜３章＞
写真-3.2.1　直線案常用洪水吐き原案の流況（開水路流時、貯水位：EL23.000m）……35
写真-3.2.2　直線案常用洪水吐き原案の流況（サーチャージ水位時、貯水位：EL25.600m）……36
写真-3.2.3　直線案常用洪水吐き原案の流況（設計供水位時、貯水位：EL23.003m）……37
写真-3.3.1　直線案非常用洪水吐き原案の流況（貯水位：EL.26.100m、h=0.5m）……41
写真-3.3.2　直線案非常用洪水吐き原案の流況（貯水位：EL.26.600m、h=1.0m）……42
写真-3.3.3　直線案非常用洪水吐き原案の流況（貯水位：EL.27.200m、h=1.6m）……43
＜４章＞
写真-4.4.1　非常用洪水吐き１（原案）の流況（貯水位：EL26.100m、ｈ＝0.5m）……91
写真-4.4.2　非常用洪水吐き１（原案）の流況（貯水位：EL26.600m、ｈ＝1.0m）……92
写真-4.4.3　非常用洪水吐き１（原案）の流況（設計洪水位時：EL27.200m、ｈ＝1.6m）……93
写真-4.4.4　非常用洪水吐き１（原案）の流況（貯水位：EL26.100m、ｈ＝0.5m）……100
写真-4.4.5　非常用洪水吐き１（原案）の流況（貯水位：EL26.600m、ｈ＝1.0m）……101
写真-4.4.6　非常用洪水吐き１（原案）の流況（設計洪水位時：EL27.200m、ｈ＝1.6m）……102
写真-4.4.7　非常用洪水吐き１修正形状２（最終案）の流況（貯水位：EL26.100m、ｈ＝0.5m）……109
写真-4.4.8　非常用洪水吐き１修正形状２（最終案）の流況（貯水位：EL26.600m、ｈ＝1.0m）……110
写真-4.4.9　非常用洪水吐き１修正形状２（最終案）の流況（設計洪水位時：EL27.200m、ｈ＝1.6m）…111
写真-4.5.1(1)～(3)　ラビリンス型越流頂原案形状の流況……119
写真-4.5.2　ラビリンス型越流頂、比較形状１，２と原案の流況（設計洪水位時：EL.27.200m）……130
写真-4.5.3　ラビリンス型越流頂比較形状３の流況（設計洪水位時：EL.27.200m）……131
写真-4.5.4　ラビリンス型越流頂比較形状４（２サイクル側）の流況（設計洪水位時：EL.27.200m）……137
写真-4.5.5　ラビリンス型越流頂比較形状５（２サイクル側）の流況（設計洪水位時）……141
写真-4.5.6(1)～(3)　比較形状４の常用洪水吐きブロックとの合流状況……147
写真-4.5.7(1)～(3)　比較形状５の常用洪水吐きブロックとの合流状況……150
写真-4.5.8(1)～(3)　ラビリンス型越流頂比較形状６（台形形状、１サイクル半）の流況……157
写真-4.5.9(1)～(3)　ラビリンス型越流頂比較形状７（台形形状、２サイクル）の流況……160
＜５章＞
写真-5.3.1(1)～(3)　原案２形状の堤趾導流部の流況……205
写真-5.3.2　原案２形状の堤体下流斜面端部の流況（ダム設計洪水流量 590m³/s)……208
写真-5.3.3　左岸堤趾導流部最終形状の流況（ダム設計洪水流量 590m³/s)……209
写真-5.3.4　右岸堤趾導流部シュートブロック案の流況（ダム設計洪水流量 590m³/s)……210
写真-5.3.5　減勢壁比較形状の流況……211
写真-5.3.6　右岸端部水脈拡散防止ブロック形状……212
写真-5.3.7　右岸端部水脈の流況……212
写真-5.4.1(1)～(4)　減勢池原案形状の流況……252
写真-5.4.2(1)、(2)　減勢池比較形状の流況……256
写真-5.4.3(1)～(3)　減勢池比較形状４（最終形状）の流況……258
＜６章＞
写真-6.3.1(1)～(3)　河道比較形状１の流況……314
写真-6.3.2(1)～(3)　河道比較形状２の流況……317
写真-6.3.3(1)～(3)　河道比較形状３の流況……320
写真-6.3.4(1)～(3)　河道比較形状４の流況……321

付表目次

＜３章＞
付表１　貯水位～放流量の関係（直線案常用洪水吐き原案）……345
付表２(1)、(2)　貯水位変化（直線常用洪水吐き原案）……346
付表３(1)、(2)　貯水位変化（直線常用洪水吐き最終案）……348
付表４　貯水位～放流量の関係（直線案非常用洪水吐き原案）……350
＜４章＞
付表５(1)～(15)　貯水位～放流量の関係（ラビリンス案常用洪水吐き原案形状）……351
付表６　貯水位～放流量の関係（ラビリンス案常用洪水吐き修正案）……359
付表７(1)、(2)　貯水位変化（ラビリンス案常用洪水吐き修正案）……360
付表８　貯水位～放流量の関係（ラビリンス案非常用洪水吐き１原案）……362
付表９　貯水位～放流量の関係（ラビリンス案非常用洪水吐き１修正形状１）……362
付表 10　貯水位～放流量の関係（ラビリンス案非常用洪水吐き１修正形状２）……362
付表 11　作用圧力測定結果（ラビリンス非常用洪水吐き１原案）……363
付表 12　作用圧力測定結果（ラビリンス非常用洪水吐き１修正形状１）……363
付表 13　水切り沿いの水面……363
付表 14　貯水位～放流量の関係（ラビリンス案非常用洪水吐き２原案）……364
付表 15　貯水位～放流量の関係（ラビリンス案非常用洪水吐き３比較形状１）……364
付表 16　貯水位～放流量の関係（ラビリンス案非常用洪水吐き３比較形状２）……364
付表 17　貯水位～放流量の関係（ラビリンス案非常用洪水吐き３比較形状３）……365
付表 18　貯水位～放流量の関係（ラビリンス案非常用洪水吐き３比較形状４）……365
付表 19　貯水位～放流量の関係（ラビリンス案非常用洪水吐き３比較形状５）……365
付表 20　貯水位～放流量の関係（常用洪水吐き・非常用洪水吐き１ブロック）……366
付表 21　貯水位～放流量の関係（ラビリンス案非常用洪水吐き３比較形状６）……366
付表 22　貯水位～放流量の関係（ラビリンス案非常用洪水吐き３比較形状７）……366
＜５章＞
付表 23(1)～(4)　全体模型の貯水位から放流量の関係……367
付表 24(1)、(2)　堤趾導流壁沿いの水面形……369
付表 25(1)、(2)　最終案形状における堤趾導流壁沿いの水面形……370
付表 26(1)、(2)　堤体下流面の水位脈の拡幅……371
付表 27(1)～(3)　減勢池原案形状の水面形……372
付表 28(1)～(3)　減勢池最終案形状の水面形……373
付表 29(1)、(2)　堤体水平部整流壁の水圧……374
付表 30(1)～(4)　右岸堤趾導流部隔壁の水圧……376
付表 31(1)、(2)　減勢池右岸側整流壁の水圧……380
付表 32(1)、(2)　減勢池左岸側整流壁の水圧……382
＜６章＞
付表 33　河道比較形状１における河道横断水面形……384
付表 34(1)～(3)　河道比較形状１における流速測定結果……384
付表 35　河道比較形状２における河道横断水面形……385
付表 36(1)～(3)　河道比較形状２における流速測定結果……385
付表 37　河道比較形状３における河道横断水面形……386
付表 38(1)～(3)　河道比較形状３における流速測定結果……386
付表 39　河道比較形状４における河道横断水面形……387
付表 40(1)～(3)　河道比較形状４における流速測定結果……387

付図目次

＜４章＞

付図１(1)～(15)　ラビリンス案常用洪水吐きＨ－Ｑの関係 ……391
付図２(1)～(15)　ラビリンス案常用洪水吐きＣ～ｈ／Ｄの関係 ……399
付図 3(1)～(15)　ラビリンス案常用洪水吐きＣ^2～Ｄ／ｈの関係 ……407

付写真目次

＜４章＞

付写真１(1)～(15)　常用洪水吐き出口付近の流況 ……417

1．はじめに

1. はじめに

本報告書は、平成 14 年度から平成１７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億首ダム洪水吐きの水理模型実験結果を取りまとめたものである。

億首ダムは、億首川水系億首川に建設を計画されている台形 CSG 形式の多目的ダムであり、洪水調節は自然越流方式である。洪水調節用放流設備は、当初、上面ナイフエッジ型オリフィスの常用洪水吐きと直線型自由越流頂の非常用洪水吐き（以降「直線案」と言う。）により計画されていた。

本水理模型実験では直線案の合理的な修正形状を検討するとともに、台形 CSG ダムの特徴を生かした3面ナイフエッジ式オリフィスの常用洪水吐きとラビリンス型越流頂の非常用洪水吐きによる洪水調節用放流設備案（以降「ラビリンス案」と言う。）を新たに提案し、その合理的な修正形状を検討した。また、ラビリンス案に対して堤趾導流部と減勢工の合理的な形状を検討するとともに、下流河道形状の違いによる流況の比較を行った。本水理模型実験の担当者は次の通りである。

柏井条介：上席研究員（平成 14～16 年度）

小野雅人：主任研究員（平成 14 年度）

結城和宏：主任研究員（平成 15～16 年度）

本報告は結城が執筆した。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即により原型換算を行っており、報告書内では特にコメントしない限り換算した原型値により実験結果を記載した。また、本水理模型実験で用いた水理模型のうち全体模型（洪水吐き～下流河道）については、実験室内のスペースの関係から左右反転模型を製作し水理実験を行ったが、これに関する水理実験結果の図や写真は実機と同じように左右反転させた図や写真を記載した。

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： 1/10mm 読みポイントゲージ（貯水位）、波面計（堤趾導流壁最終形状の水面形）、
1mm 読みの鋼尺（粗度係数確認用水路の水面計）

水圧：ピエゾ管をビニールホースでマノメータに接続し、マノメータを鋼尺にて 1mm の精度で読みとった。

流速：電磁流速計

流況：写真撮影、スケッチ、ビデオ撮影

２．ダム計画の概要

2. ダム計画の概要

2.1 ダム・流域の概要

億首川は、沖縄本島の中央部の金武町及び恩納村に位置し、中央山岳にその源を発し、喜瀬武原の集落の中を南東に流下した後に太平洋に注ぐ流域面積 16.4km²、幹線流路延長 7.5km の２級河川である。

億首川流域は、亜熱帯海洋性気候帯に属し、降雨量は梅雨期の５，６月及び台風期の８，９月に集中しているため、豊水と渇水との差が著しく、その流況は非常に不安定である。特に台風期の豪雨により災害が多く発生している。

億首川の利水利用は古くから行われ、灌漑用水及び生活用水の水源として利用されている。集水面積 14.6km² 地点にある沖縄企業局管理の金武ダム（アースダム、ダム高 12.8m）は、沖縄本島の重要な水源の１つとなっている。また、下流平地部では、水芋、サトウキビ、水稲、野菜等の耕地が広がっている。

億首ダムは、沖縄東部河川総合開発事業の一環として億首川水系億首川（沖縄県国頭郡金武町）にある水道用水専用の金武ダム（県企業局管理）を再開発し、洪水調節・既得用水や河川維持用水の安定化等・水道用水及び灌漑用水の供給を目的とし、金武ダム下流約 100m の位置に計画されている多目的ダムであり、ダムの規模は堤高 39m、堤頂長 400m 総貯水容量 8,560,000m³ である。

億首ダムの主な目的を以下に示す。

・洪水調節

ダム地点の計画高水流量 300m³/s のうち、190m³/s の洪水調節を行い、億首川沿川地域の水害を防除する。

・流水の正常な機能の維持

億首ダム地点下流の億首川沿川の既得用水の補給を行う等、流水の正常な機能の維持と促進を図る。

・灌漑用水

億首川沿岸の武田原地区と中川地区の約 70ha の農地に対する灌漑用水として、新たに灌漑期に最大 0.085m³/s の取水を可能ならしめる。

・水道用水

沖縄本島地区に対し都市用水として新たに億首ダム地点で 10,300m³／日（0.119m³/s）の取水を可能ならしめる。

億首ダム及び貯水池の主要諸元を表-2.1.1 に、流域図を図-2.1.1 に示す。

表－2.1.1　ダム及び貯水池主要諸元

左岸位置　　：沖縄県国頭郡金武町字金武地先			
右岸位置　　：沖縄県国頭郡金武町字金武地先			
河川名	億首川水系億首川	堤頂標高	EL.29.0m
堤体形式	台形ＣＳＧダム	設計洪水位	EL.27.2m
堤高	39.0m	サーチャージ水位	EL.25.6m
堤頂長	400.0m	常時満水位	EL.21.5m
堤体積	339,000m^3	最低水位	EL.6.0m
秋水面積	14.6km^2	ダム設計洪水流量	590m^3/s
湛水面積	0.6km^2	計画高水流量	300m^3/s
総貯水容量	8,560,000m^3	計画最大放流量	130m^3/s
有効貯水容量	7,860,000m^3		



図-2.1.1　億首ダム流域図

2.2 ダム貯水池計画

2.2.1 貯水位

既設の金武ダム上流約 100m 付近を沖縄自動車道橋梁が横切っており、同橋の桁下高と貯水池水面のクリアランスを確保する必要があることから、サーチャージ水位 EL.25.6m 及び設計洪水位 EL.27.2m に制限される。

2.2.2 洪水調節方式

億首ダムは、流域面積が 14.6km² と 100km² 以下で洪水到達時間が短く、的確なゲート操作を行うことが困難である。このため、洪水調節方式はゲートを設けないオリフィス流による自然調節方式、非常用洪水吐きはゲートを設けない自由越流型とされた。

2.2.3 計画高水流量

洪水流量の分布は、億首側流域近傍の観測所で得られた豪雨時の実績時間分布を計画日雨量 360mm／日（1/50 確率）に引き伸ばした（実績日雨量が計画日雨量より大きいものは引き縮めた）降雨パターンから、貯留関数法により算出された。引き伸ばし後の降雨パターンのうち引き延ばし率が概ね 2.0 以下であり、かつ２時間雨量確率 1/500 以下の降雨パターンを除いた４パターンについて表-2.2.1 に示す。億首ダム計画高水流量は、流入量が最も大きい S.44.5.13 型降雨波形から、300m³/s とされている。

表-2.2.1　流出計算結果

降雨パターン		実績日雨量	引伸し率	ダム地点流入量	基準点流入量（調整前）
Ⅰ型降雨	S.44.10.7	458.0mm	0.786	225m³/s	245m³/s
Ⅲ型降雨	S.34.10.16	468.9mm	0.640	147m³/s	160m³/s
Ⅲ型降雨	S.44.5.13	190.5mm	2.061	302m³/s	325m³/s
Ⅲ型降雨	S.57.9.23	210.0mm	1.566	141m³/s	157m³/s

2.2.4 計画最大放流量

億首川下流の疎通能力は、ダム下流の 900m 区間はマングローブ等の繁茂により河積が小さく 50～90m³/s、No.10 地点より下流では 130m³/s 以上と評価されており、上下流での疎通能力の差が大きい。このため、ダムの建設にあたっては、No.10 地点より上流を河道改修するものとし、計画最大放流量は 130m³/s とされている。河川横断位置図を図-2.2.1、不等流計算結果縦断図を図-2.2.2、億首川の疎通能力横断図を図-2.2.3 に示す。

2.2.5 ダム設計洪水流量

ダム設計洪水流量は、以下に示す方法によって求めた洪水流量のうち、最も大きい流量である 590m3/s が採用された。

① ダム地点において超過確率で 200 年につき１回の割合で発生するものと予測される洪水流量（＝

200 年超過確率流量）

② ダム地点において発生した最大の洪水流量（＝既往最大流量）

③ ダム地点の流域と水象、または気象が類似する流域のそれぞれにおいて発生した最大の洪水に係る水象又は気象の観測に照らして、当該ダム地点に発生する恐れがあると認められる洪水の流量（＝地域別比流量図（クリーガー曲線）による流量）

(1) 200 年超過確率流量

200 年超過確率流量　Q_{200}＝370m³/s

(2)既往最大流量

本地点及び周辺には設計洪水流量の対象となる異常出水は見当たらず、対象から除外された。

(3) 地域別比流量図（クリーガー曲線）による流量

$Q=A\times q=A\times C\cdot A^{A^{(-0.05)-1}}=584.1 \fallingdotseq 590 m^3/s$

ここに、q：比流量(m³/s/km²)

C：地域係数（56：九州沖縄）

A:集水面積（=14.6km²）

2.2.6 洪水調節容量

表-2.2.2 に示す洪水調節必要容量は、放流工の放流特性を図-2.2.4 に示す放流特性として計算されたものである。計画高水流量は S.44.5.13 型ハイドログラフに決定されているが、洪水調節容量は、必要量が最も多い S.44.10.7 型ハイドログラフによって決定され、必要量 2,013×10³m³ に二割の余裕を加えた 2,500×10³m³ とされている。

図-2.2.5 に洪水調節図及び計画高水流量配分図を示す。

なお、本業務での抽出模型実験により放流特性が確認された常用洪水吐きについては、以下の条件により最大貯留量が上記の洪水調節必要量内に収まっているか確認を行う。

① 流入洪水位は S.44.10.7 型ハイドログラフを使用する。

② 貯水池の貯水位と貯水容量の関係はダム形式変更後の原石山掘削後の地形から算定されたものを使用する。

③ 常用洪水吐き以外からの放流量は 0m³/s とする。

④ 計算ステップは 10 分とする。

⑤ 各ステップ間の水収支は、流入量、放流量の平均流量を用いて計算する。

表-2.2.2 億首ダム洪水調節計算結果（B=4.8m×H=1.6m×2門）

降雨パターン		実績日雨量 (mm)	引き延ばし率	ダム地点 CA=14.6km²		基準点 CA=16.4km²		必要容量 (NET)
				流入量	放流量	調節前	調節後	(10^3 m^3)
Ⅰ型	S44.10.7	458.0	0.786	225	108 (117)	244	130	2,013
Ⅲ型降雨	S34.10.16	468.9	0.640	147	10 (77)	160	86	1,251
	S44.5.13	190.5	2.061	302	83 (107)	325	119	1,744
	S57.9.23	210.0	1.566	141	10 (87)	157	98	1,375

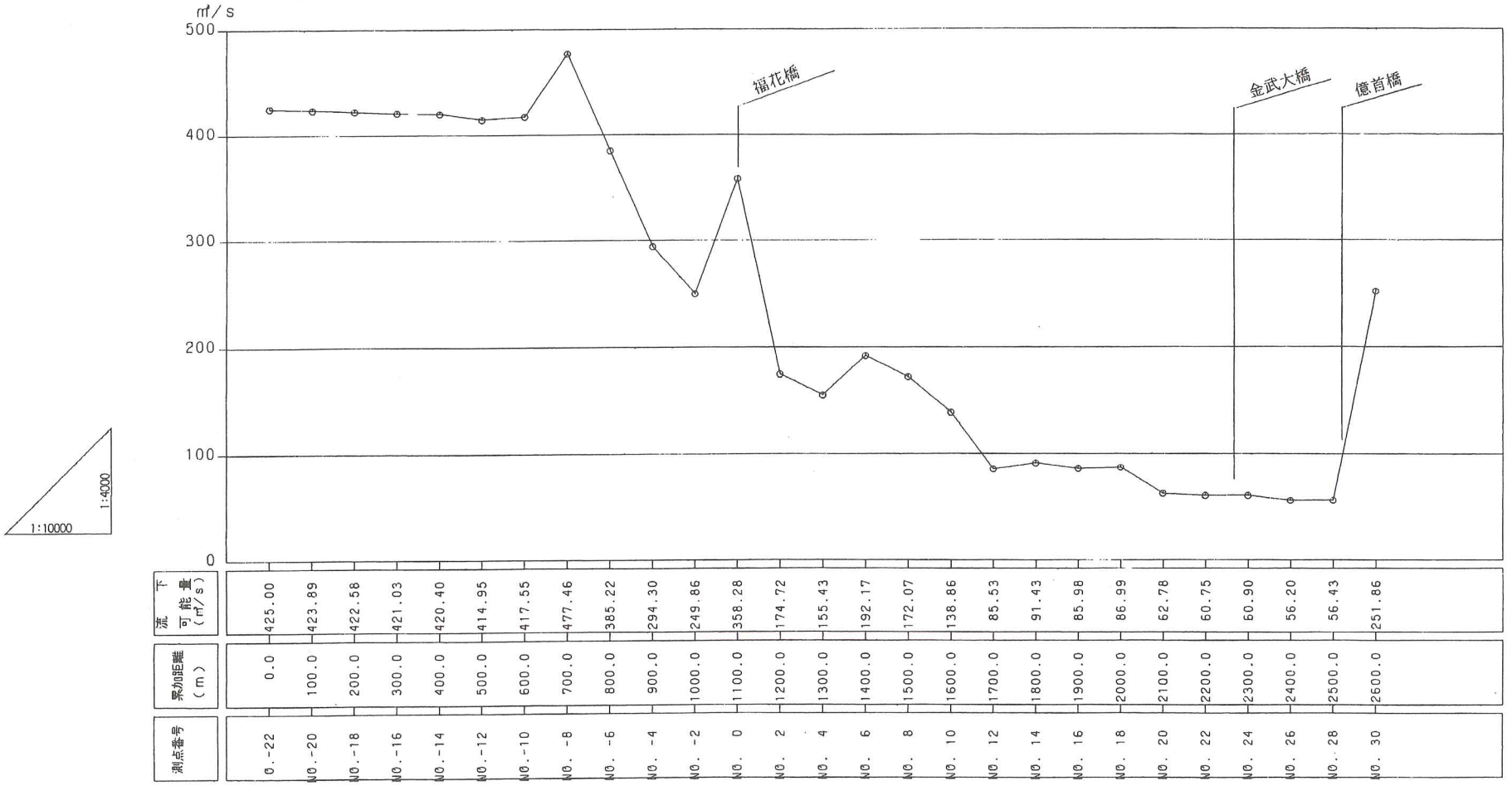
※ 洪水調節容量は必要量の２割の余裕をみて　　（ ）；計算最大値

2,013×1.2＝2,416 ≒2,500 千 m^3



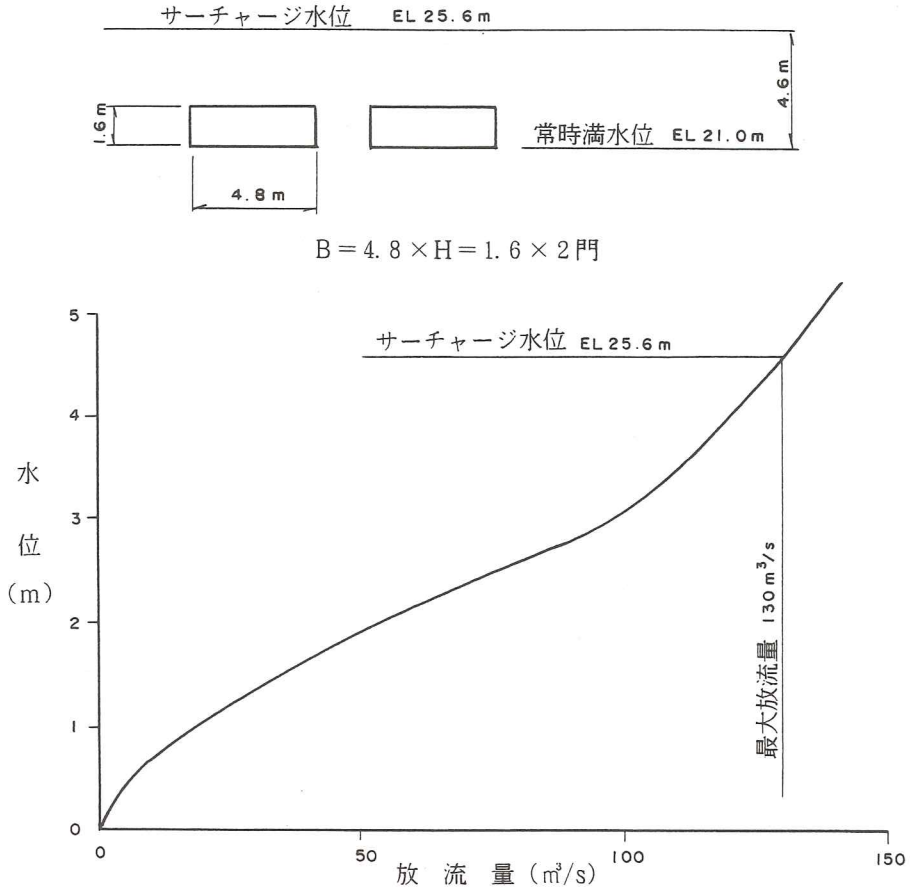
図-2.2.1　河川横断位置図

図-2.2.2　不等流計算結果横断図



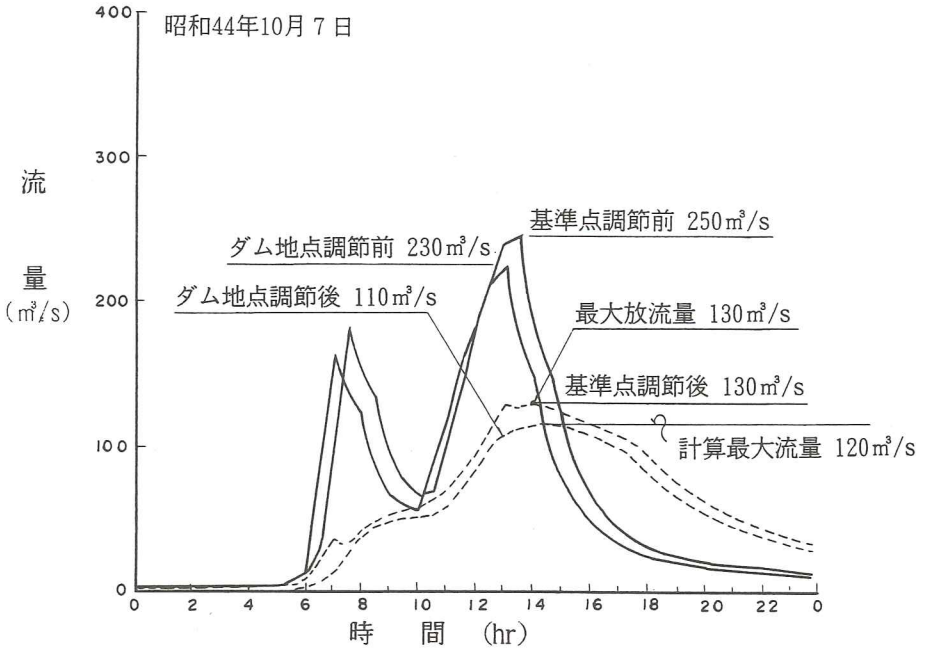
測点番号	累加距離（m）	流下可能量（㎥/s）
0.-22	0.0	425.00
NO.-20	100.0	423.89
NO.-18	200.0	422.58
NO.-16	300.0	421.03
NO.-14	400.0	420.40
NO.-12	500.0	414.95
NO.-10	600.0	417.55
NO. -8	700.0	477.46
NO. -6	800.0	385.22
NO. -4	900.0	294.30
NO. -2	1000.0	249.86
NO. 0	1100.0	358.28
NO. 2	1200.0	174.72
NO. 4	1300.0	155.43
NO. 6	1400.0	192.17
NO. 8	1500.0	172.07
NO. 10	1600.0	138.86
NO. 12	1700.0	85.53
NO. 14	1800.0	91.43
NO. 16	1900.0	85.98
NO. 18	2000.0	86.99
NO. 20	2100.0	62.78
NO. 22	2200.0	60.75
NO. 24	2300.0	60.90
NO. 26	2400.0	56.20
NO. 28	2500.0	56.43
NO. 30	2600.0	251.86

図-2.2.3　億首川の疎通能力横断図

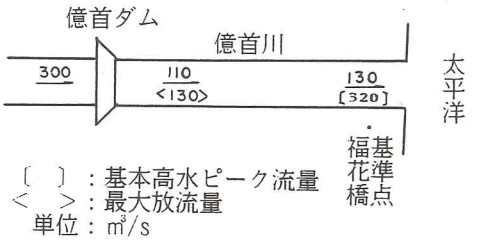


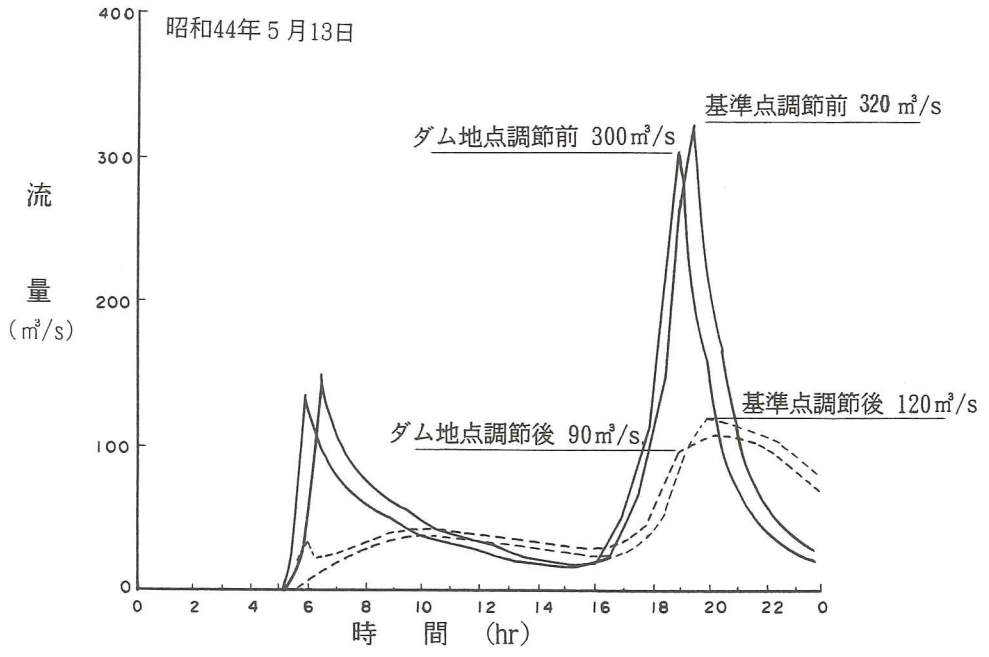
図－2.2.4　計算で用いられた常用オリフィス形状及び放流特性

洪水調節図



計画高水流量配分図





図－2.2.5　億首ダム洪水調節図及び計画高水流量配分図

2.3　下流河道改修

2.2.4 で既に記したとおり、億首ダムより下流の億首川は No.10 地点より上流での河道改修が計画されている。河道改修後の No.15+55 地点（図-6.3.1(1)の測線７）の水位は不等流計算により、表-2.3.1 が得られている。水位の計算条件は以下のとおりである。

①No.10 より上流は、護岸勾配 1:0.5、河床幅 45m の台形断面により改修

②河道粗度係数　n=0.025

③海面水位（No.-12）1.884m

表 2.3.1　下流河道の水位

流量	130m³/s	400m³/s	590m³/s
No.15+55 地点の水位	EL.2.421m	EL.4.001m	El.4.840m

3．直線案の検討

3. 直線案の検討

3.1 実験計画

3.1.1 設計趣旨

(1)常用洪水吐き

北部ダム事務所より提示された常用洪水吐きの原案形状を図-3.1.1 に示す。

常用洪水吐きのオリフィスの型式には、常用洪水吐きの利用水深が 10m 以下の低圧であることから、堤頂部にコンクリート構造物のカーテンウォールを設ける形式とし、「(上面) ナイフエッジ型」が選定された。

常用洪水吐きの形状は、洪水調節計画『2,500 千 m^3 の容量を用いて、億首ダム地点において、計画高水流量 300m^3/s のうち 190m^3/s を調節し、福花橋治水基準点においては、基本高水のピーク流量 330m^3/s を 130m^3/s に治める』を満足する放流能力を持つ形状を水理計算から求め、H1.6m×B8.0m×２門の配置とされた。

(2)非常用洪水吐き

北部ダム事務所より提示された非常用洪水吐きの原案形状を図-3.1.2 に示す。

非常用洪水吐きの自由越流頂の型式には、越流水深が 1.6m と小さいことから、施工性に優れる円弧付き台形越流頂が採用された。台形越流頂形状は、流量係数を極力大きくするため堰頂幅の狭いものを採用し、天端橋梁と水面とのクリアランス確保に有利な上流側に配置するものとされた。

非常用洪水吐きの設計対象流量は、ダム設計洪水流量 590m^3/s から常用洪水吐き放流量 160m^3/s を除いた 430m^3/s であり、この放流能力を満足するため、１経間 14m の円弧付き台形越流頂が８門配置されている。

3.1.2 検討概要

北部ダム事務所より提示された常用洪水吐き及び非常用洪水吐きの原案形状について、抽出模型での水理実験により、設計どおりの放流量を有しているか、また問題のある流況が発生していないか確認を行った。その結果流況については問題はないが、常用洪水吐きの放流能力が不足することが明らかになり、実験結果より得られた流量係数を用いて、必要な放流能力を有する常用洪水吐き形状を算定した。

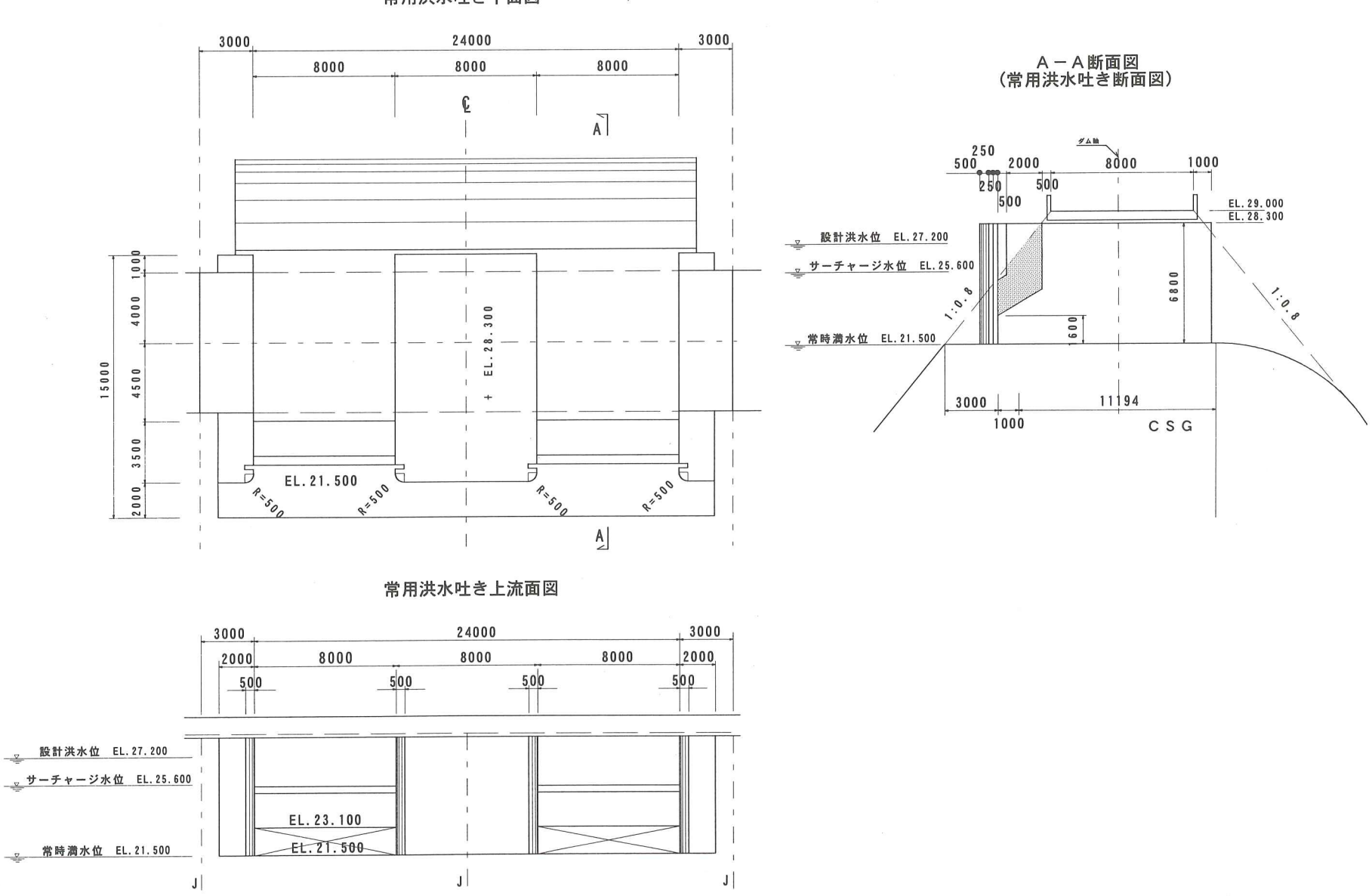
実験内容を表-3.1.1 に示す。

表-3.1.1　直線案実験内容

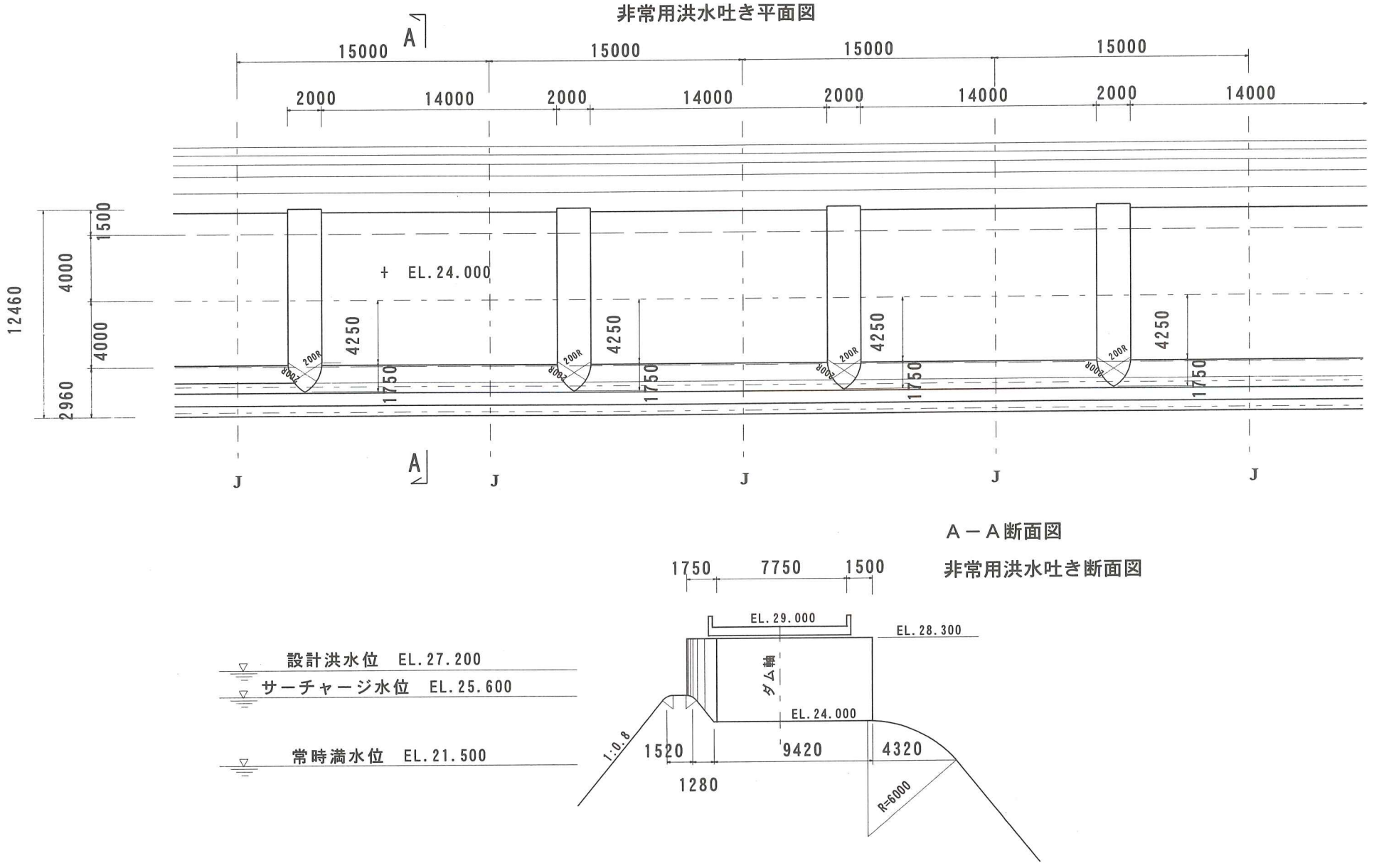
模型形状	測定項目	貯水位
常用洪水吐き原案形状 （縮尺 1/10）	流量調査	常時満水位～設計洪水位 水位上昇時　開水路流　10 流量 管路流　8 流量 水位低下時　管路流　2 流量 開水路流　1 流量
	流況調査	常時満水位～設計洪水位 開水路流時 ｻｰﾁｬｰｼﾞ水位時 設計洪水位時
非常用洪水吐き原案形状 （縮尺 1/10）	流量調査	ｻｰﾁｬｰｼﾞ水位～設計洪水位 15 流量
	流況調査	ｻｰﾁｬｰｼﾞ水位～設計洪水位 3 水位

3.1.3　抽出模型

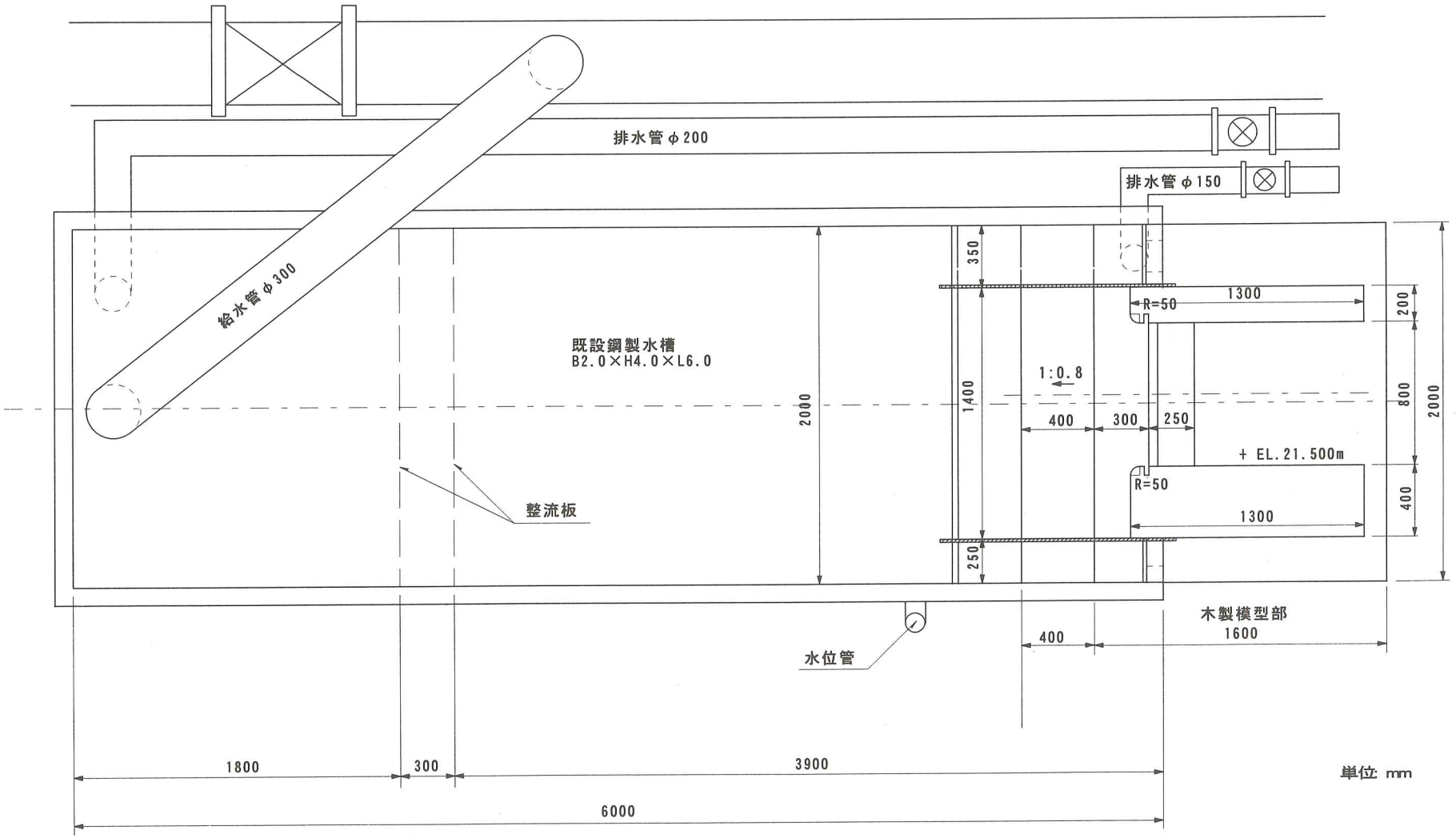
抽出模型は、常用洪水吐き、非常用洪水吐きともに縮尺 1/10 にて製作し、た。常用洪水吐き模型形状を図-3.1.3～3.1.4 に、非常用洪水吐きの抽出模型を図-3.1.5～3.1.6 に示す。



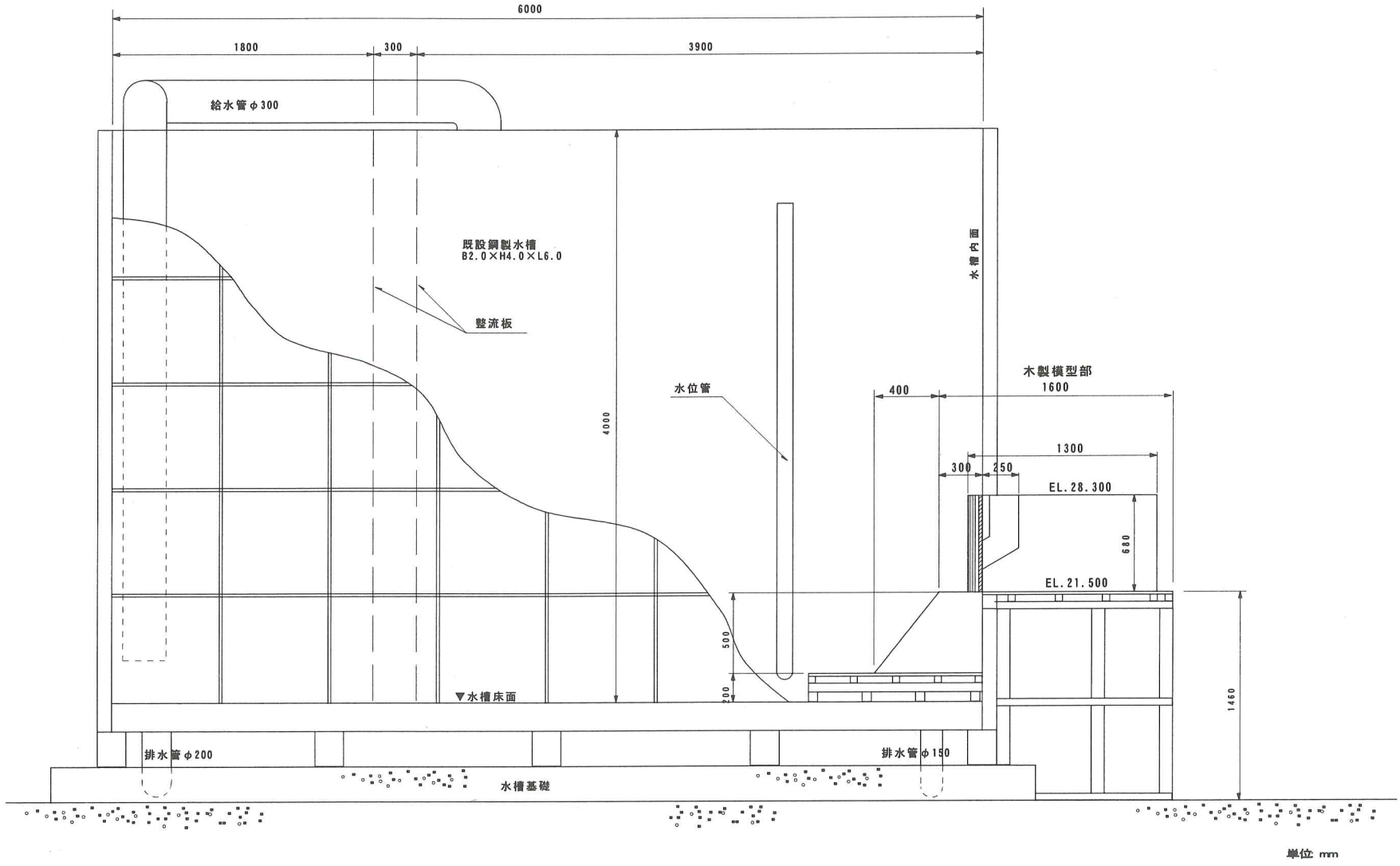
図－3.1.1　直線案常用洪水吐き原案形状



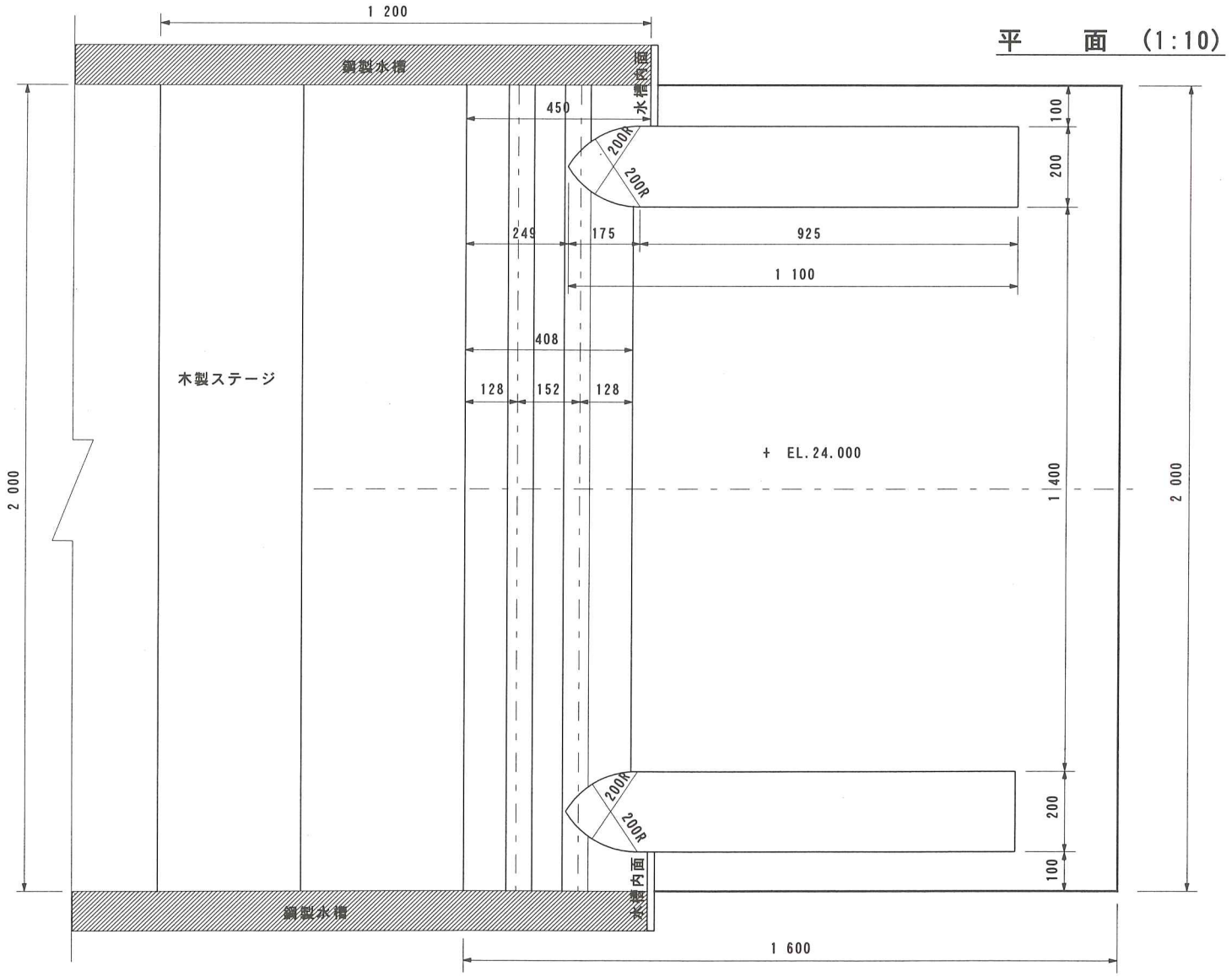
図－3.1.2　直線案非常用洪水吐き原案形状



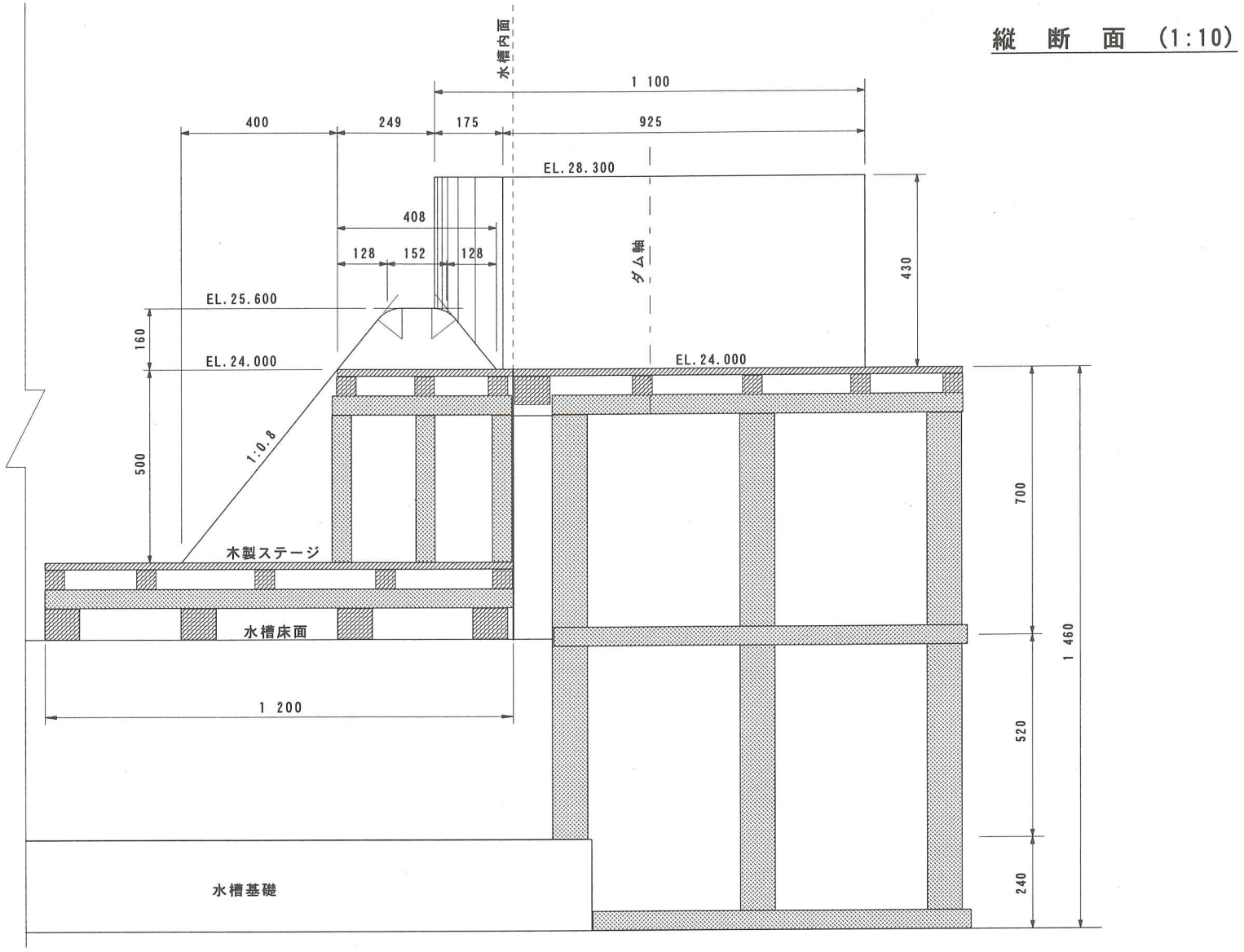
図－3.1.3　直線案常用洪水吐き抽出模型概要（平面図、模型縮尺 1:10）



図－3.1.4　直線案常用洪水吐き抽出模型概要（縦断面図、模型縮尺 1:10）



図－3.1.5　直線案非常用洪水吐き抽出模型（原案、平面図、模型縮尺 1:10）



図－3.1.6　直線案非常用洪水吐き抽出模型（原案、縦断面図、模型縮尺 1:10）

3.2　常用洪水吐きの抽出模型実験

3.2.1　流量特性（原案形状）

常用洪水吐き原案形状（開口高 1.6m×開口幅 8.0m の上面ナイフエッジ型オリフィス）について、貯水位～放流量の測定を実施した。放流特性は次式で近似することができる。

$$Q=nCBD\sqrt{2gh} \quad \cdots\cdots\cdots\

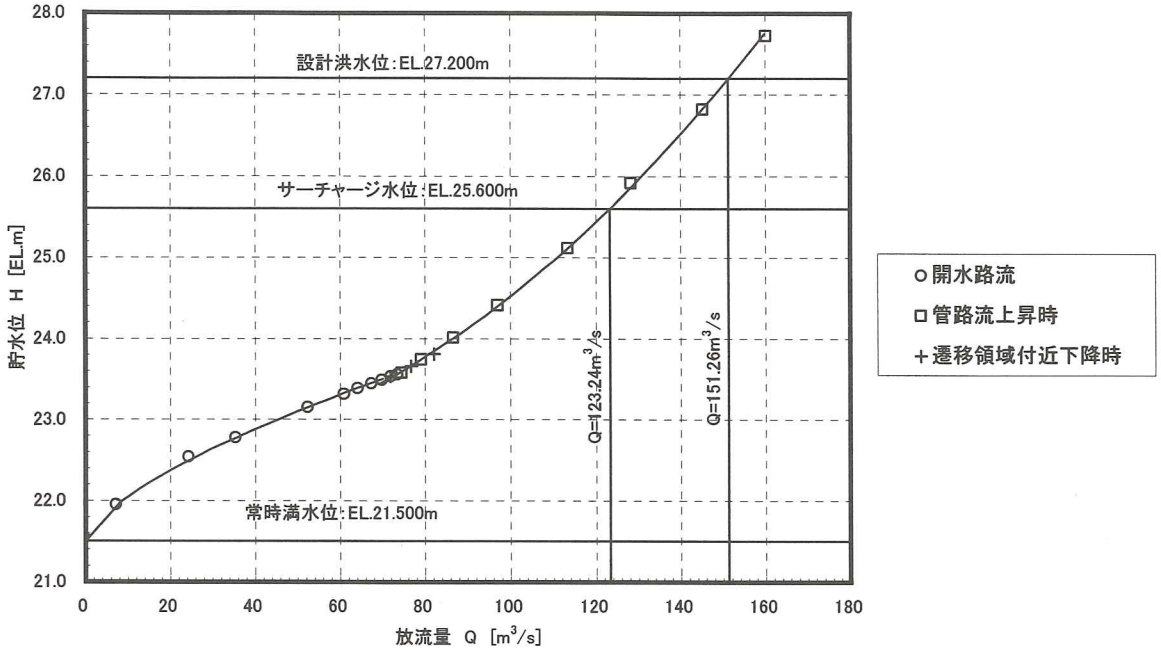
3.2.3 修正（最終案）形状

原案形状でのサーチャージ水位時放流量は計画最大放流量に対して 5.5%小さく、サーチャージ水位時の放流量を計画最大流量近くまで大きくすることにより所定の洪水調節が可能と考えられる。ここで上面ナイフエッジ式オリフィスの流水は入口の戸溝部を除き、ほぼ 2 次元流水と考えることができる。また問題となっている流量差は小さく、流量変化は幅に比例すると考えて問題ない。そこで、原案形状より開口幅を 5%拡幅させた開口高 1.6m×開口幅 8.4m の上面ナイフエッジ式オリフィスを修正形状としその放流能力を(3.2.2)式を用いて算定することとする。

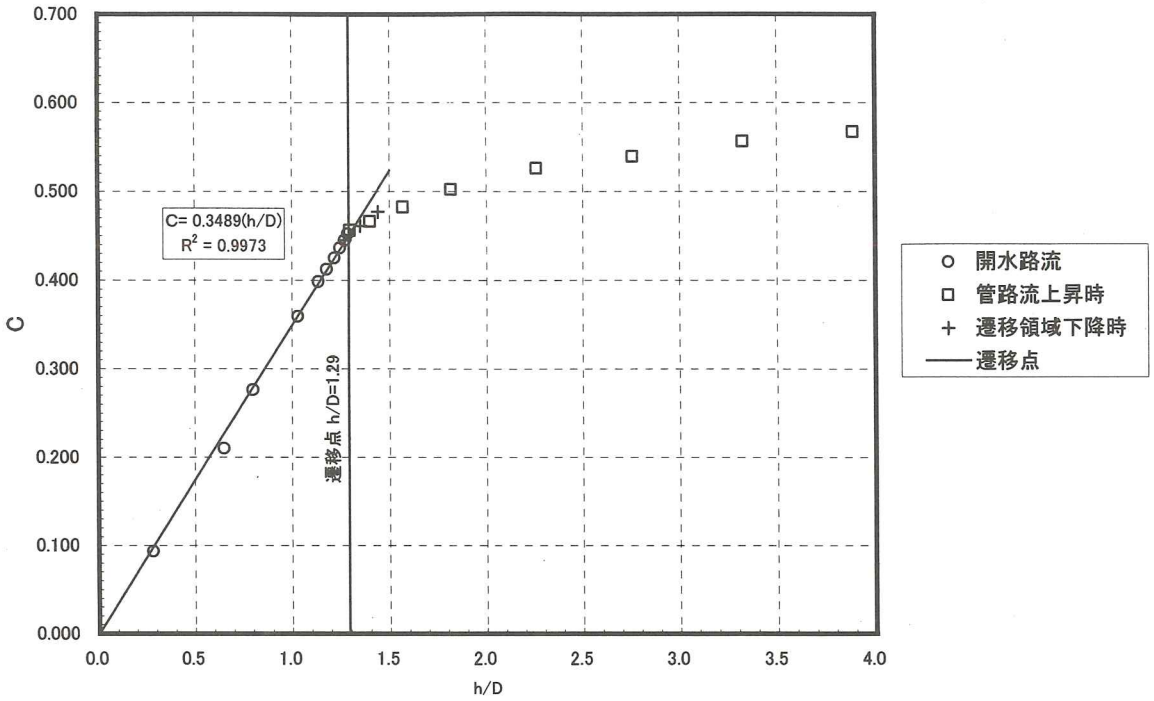
修正形状での常用洪水吐きの代表洪水（S44.10.7 型ハイドログラフ）が流入した場合の洪水調節計算の結果を図-3.2.5 に示す。修正形状の放流能力は表-3.2.2 のとおりであり、サーチャージ水位時の放流量及び最大貯留量のいずれも設計条件を満たしていることが確認できる。よって本修正形状を最終案形状とする。

表 3.2.2　オリフィスの放流能力（D1.6m×B8.4m、２門）

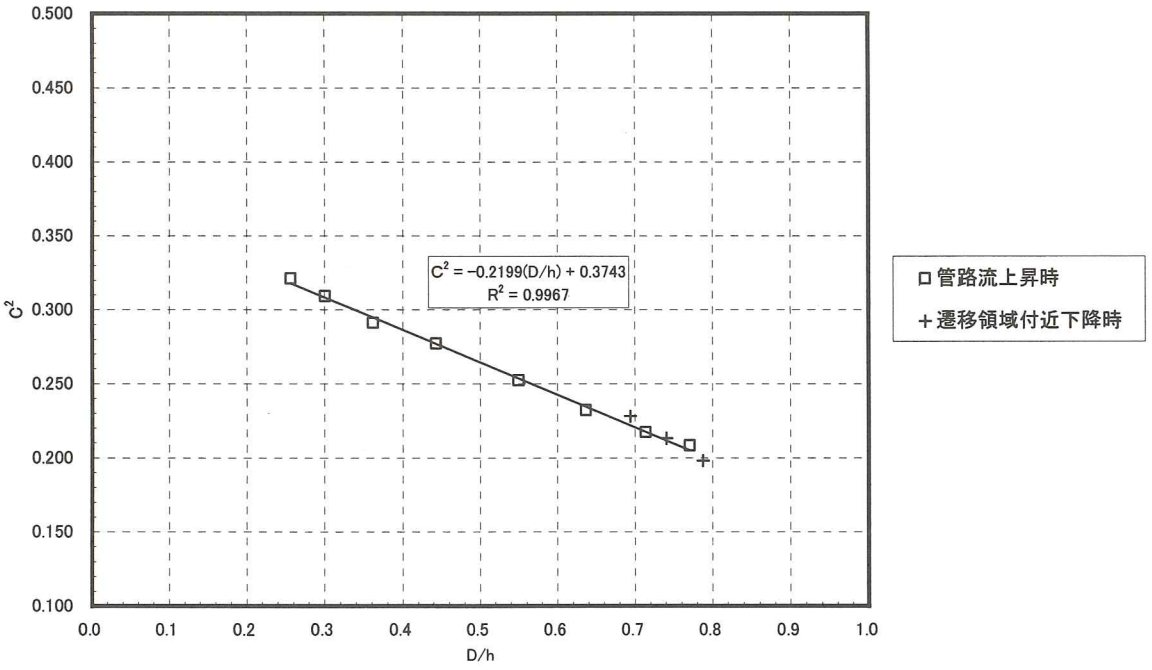
	放流能力等	設計値
ｻｰﾁｬｰｼﾞ水位(EL.25.6m)時の放流量	129.4 m^3/s	130m^3/s　（計画最大放流量）
設計洪水位（EL.27.2m）時の放流量	158.8 m^3/s	（590m^3/s（ダム設計洪水流量））
代表洪水時の最大貯留量 （S44.10.07 型波形の洪水）	2,047 千 m^3	2,095 千 m^3（洪水調節容量÷1.2）



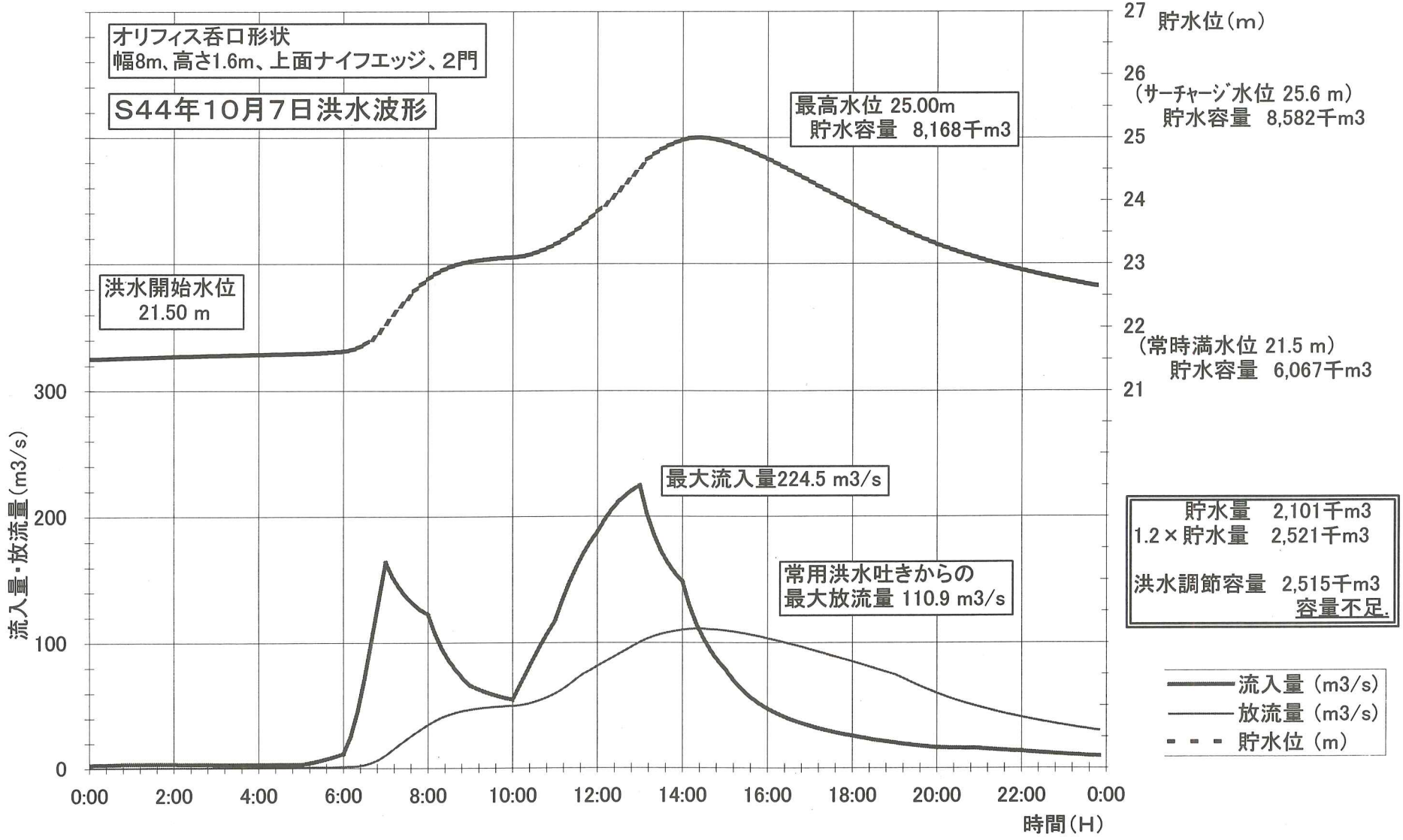
図－3.2.1　貯水位～放流量の関係（直線案常用洪水吐き原案）



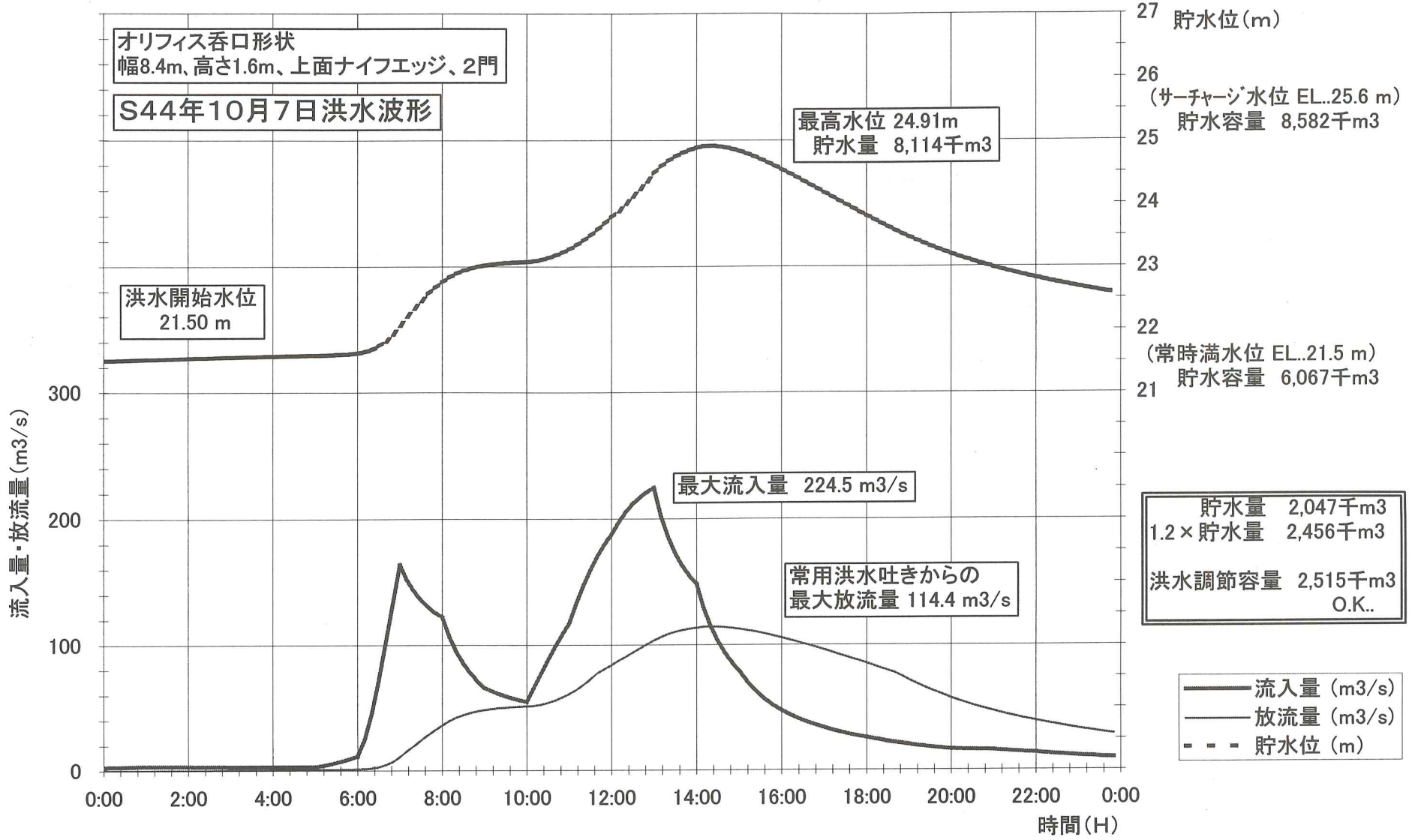
図－3.2.2　直線案常用洪水吐き　h/D～Cの関係



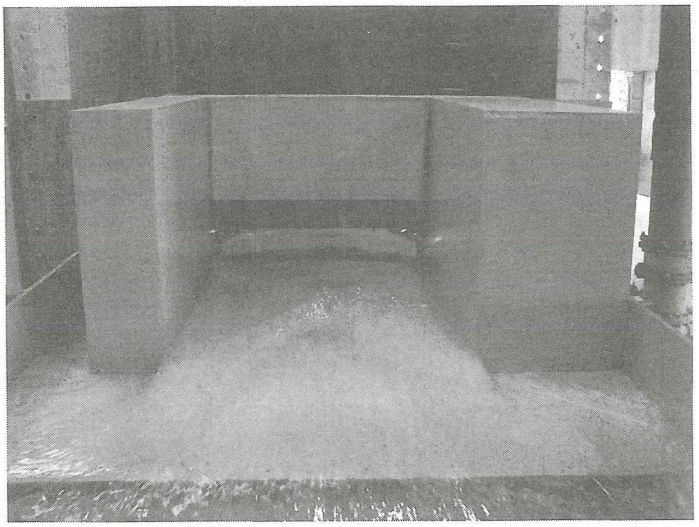
図－3.2.3　直線案常用洪水吐き　D/h～C²の関係

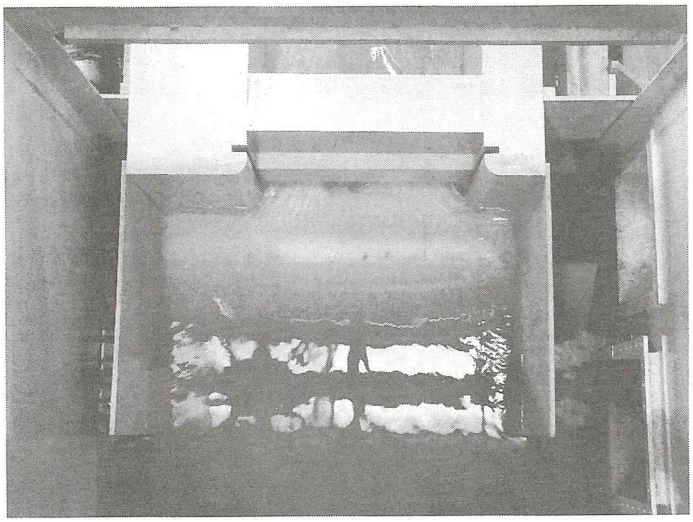


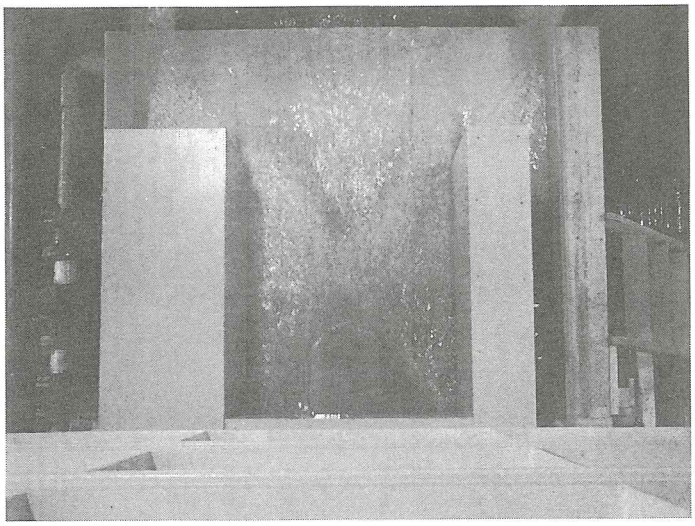
図－3.2.4　直線案原案形状での洪水調節計算結果



図－3.2.5　直線案修正形状での洪水調節計算結果

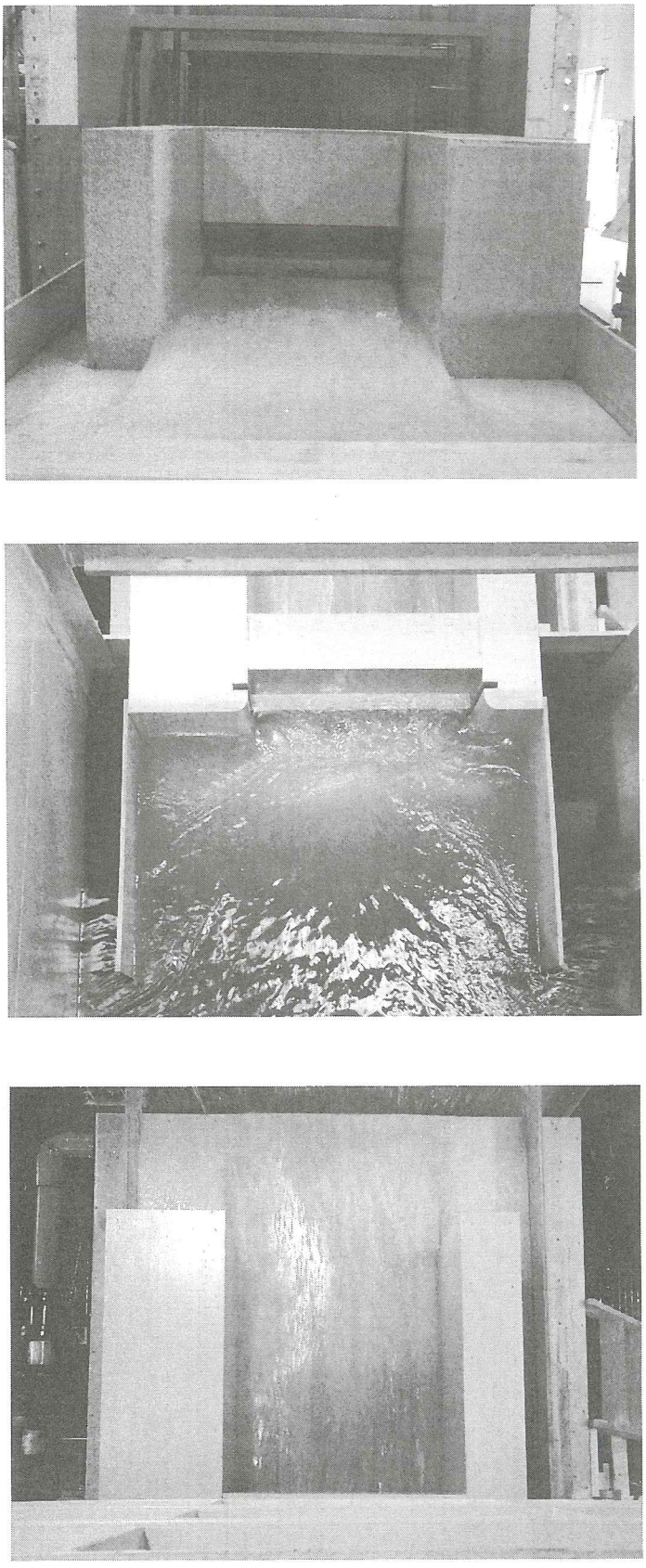






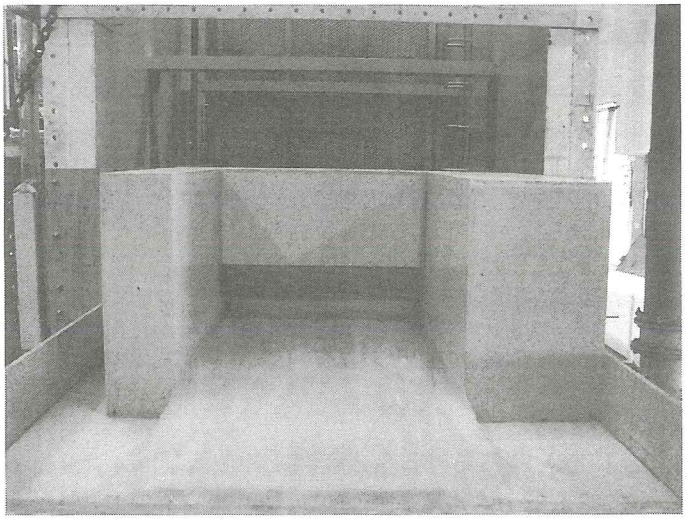
写真－3.2.1　直線案常用洪水吐き原案の流況

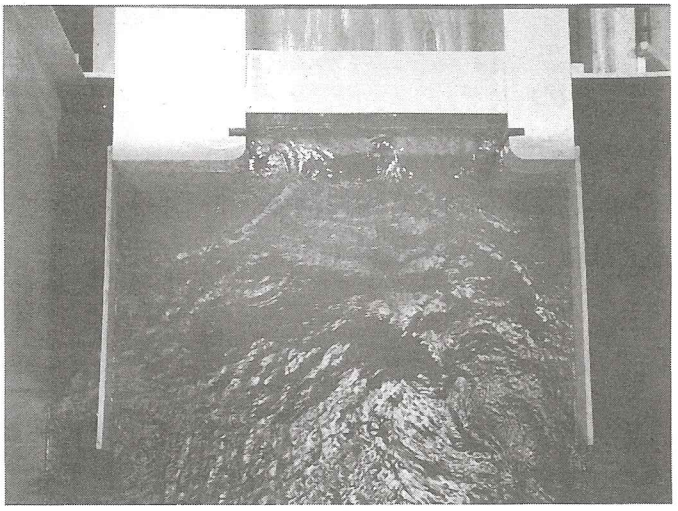
（開水路流時、貯水位：EL.23.000m）

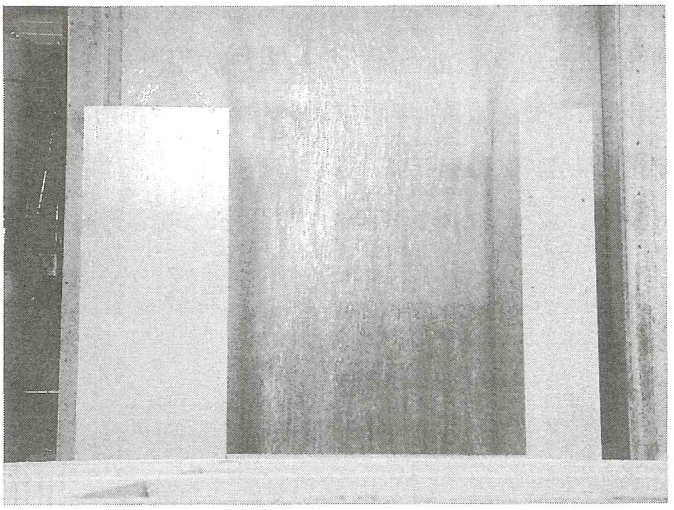


写真－3.2.2　直線案常用洪水吐き原案の流況

(ｻｰﾁｬｰｼﾞ水位時、貯水位：EL.25.600m)







写真－3.2.3　直線案常用洪水吐き原案の流況

（設計洪水位時、貯水位：EL.25.600m）

3.3　非常用洪水吐きの抽出模型実験

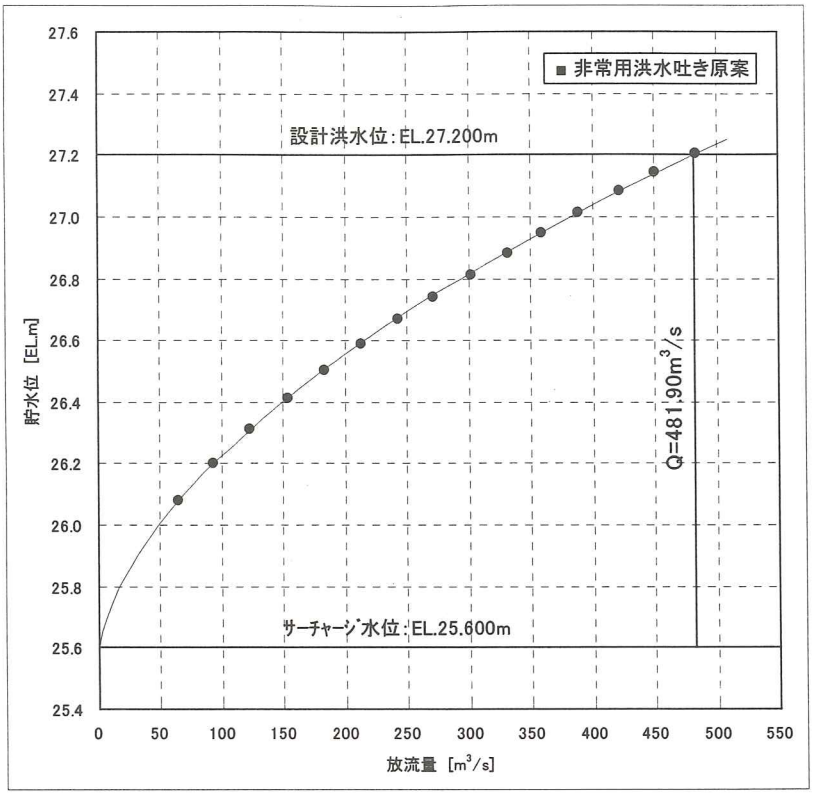
3.3.1　流量調査の結果（原案形状）

非常用洪水吐き原案形状（堰長 14mの円弧付き台形越流堰（上流側配置））の調査結果は、図-3.3.1～3.3.2 に示すとおりである。放流能力の調査結果より、放流能力は、以下に示す推定式で推定される。

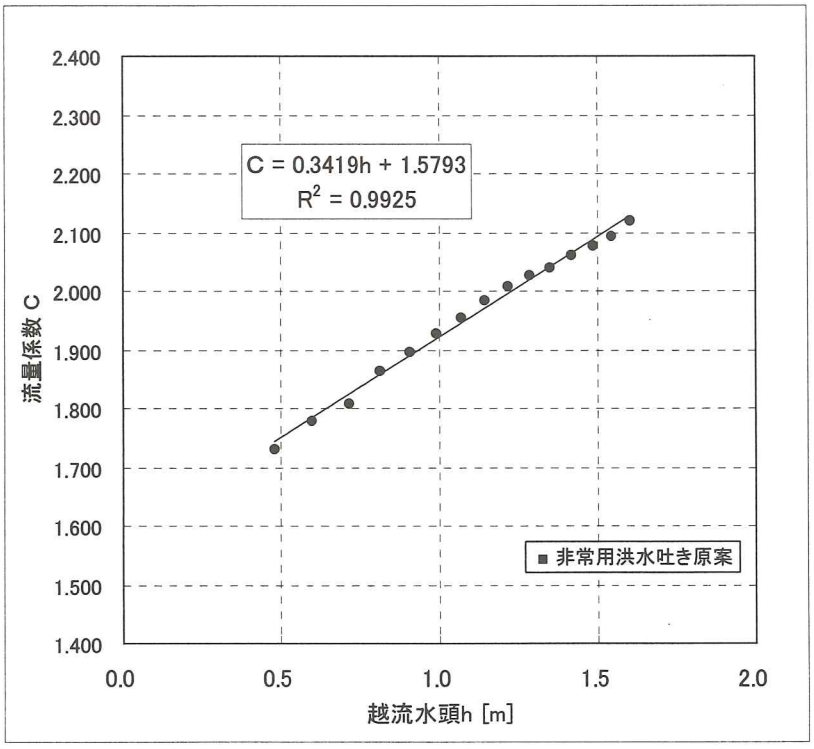
$$Q=nCBh^{1.5} \quad \cdots\cdots\cdots\

表-3.3.1　径間長の修正に伴う直線案非常用洪水吐きの放流量

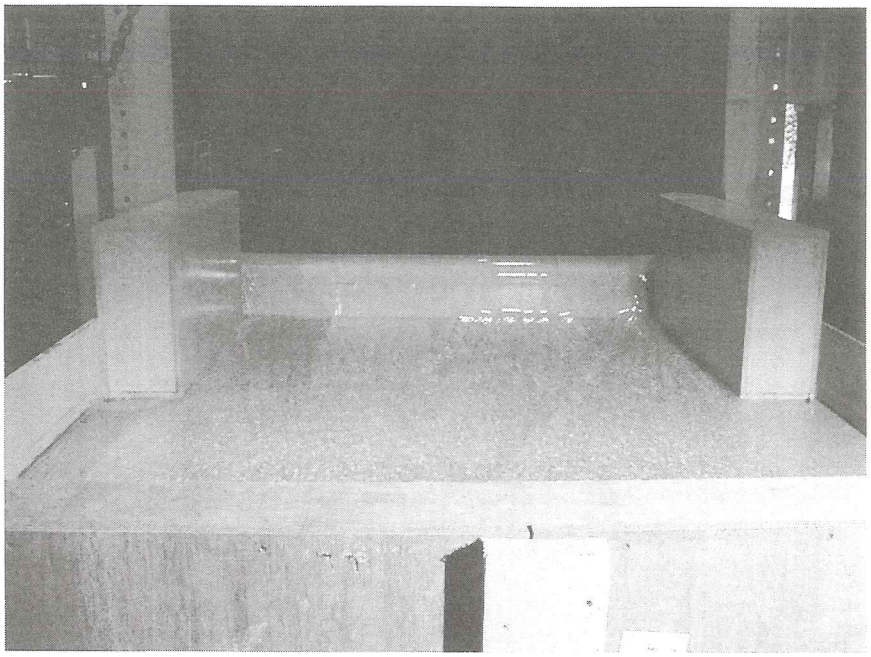
	原案形状	修正（最終）形状
径間長	16m （越流頂幅 14m＋橋脚幅 2m）	15m （越流頂幅 13m＋橋脚幅 2m）
設計洪水位時における非常用洪水吐きの放流負担量	431 m^3/s （＝ダム設計洪水流量 590m^3/s －常用洪水吐きからの放流量 158.8 m^3/s）	
設計洪水位時における1径間当たりの放流量	60.2 m^3/s	55.9 m^3/s
必要径間数（全体幅）	8 径間(128m) (431 m^3/s÷60.2 m^3/s＝7.2)	8 径間(120m) (431 m^3/s÷55.9 m^3/s＝7.7)
設計洪水位時における全径間での放流量	481.6m^3/s（＞431 m^3/s） （＝60.2 m^3/s×8 径間）	447.2m^3/s（＞431 m^3/s） （＝55.9 m^3/s×8 径間）

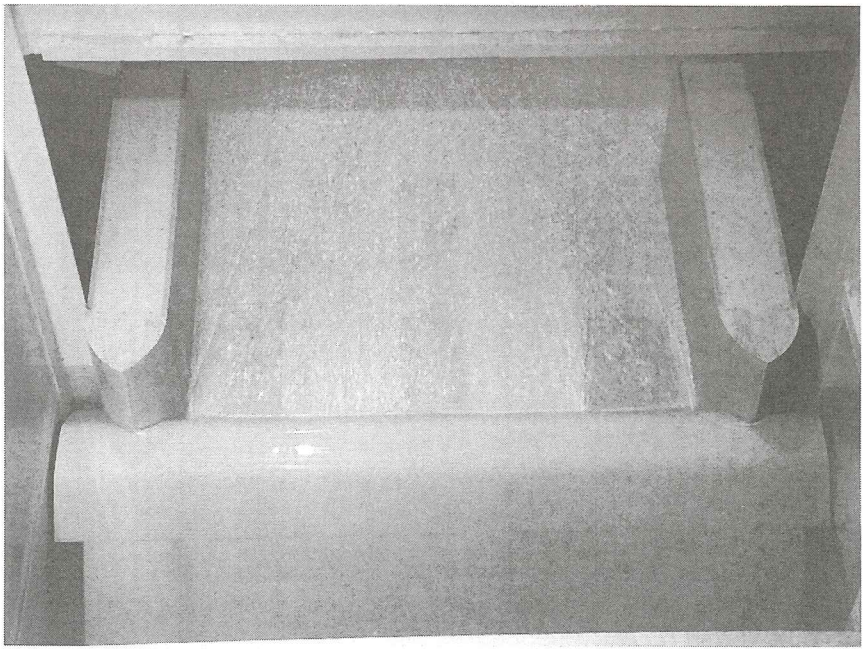


図－3.3.1　直線案貯水位～放流量の関係（非常用洪水吐き原案）



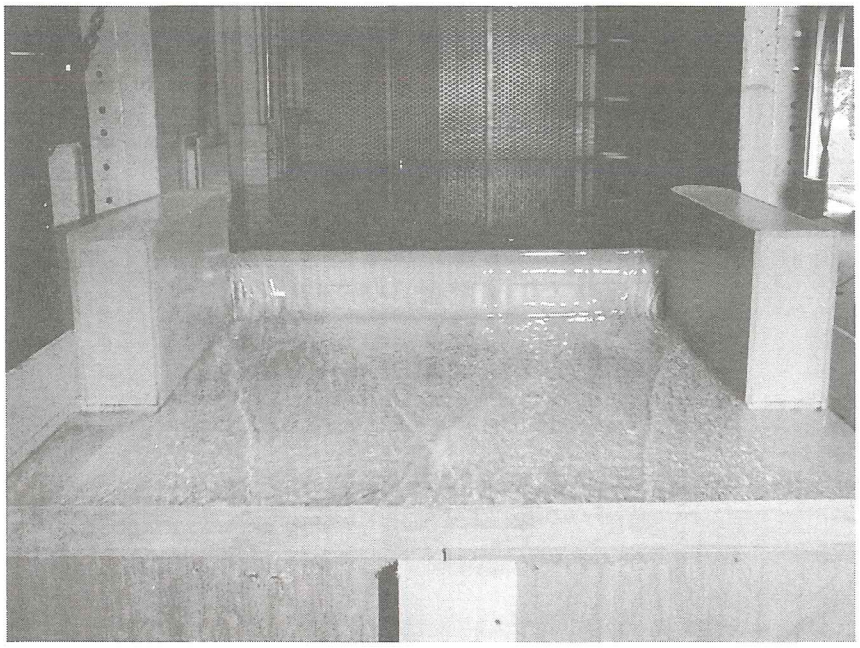
図－3.3.2　直線案越流水深～流量係数の関係（非常用洪水吐き原案）

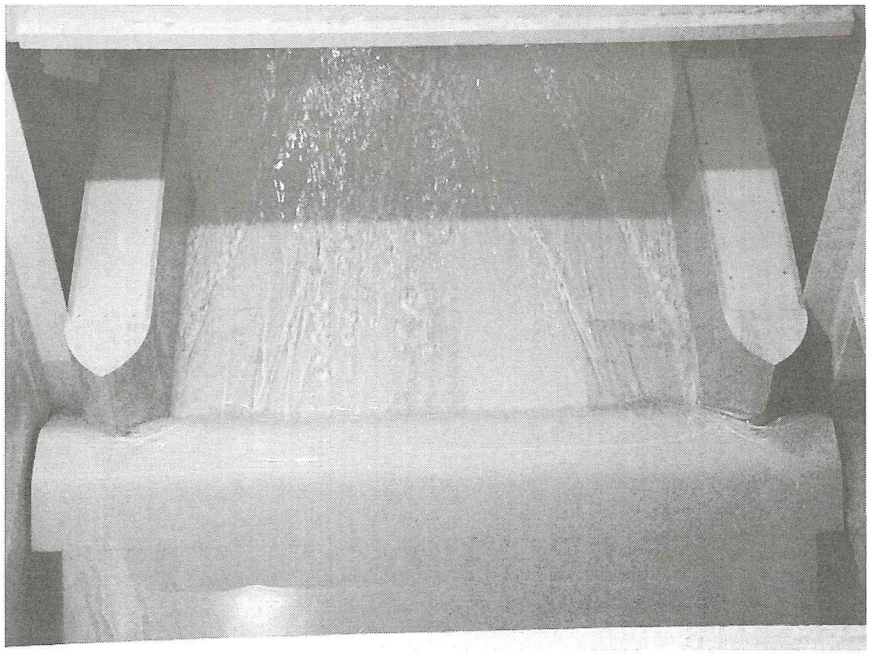




写真－3.3.1　直線案非常用洪水吐き原案の流況

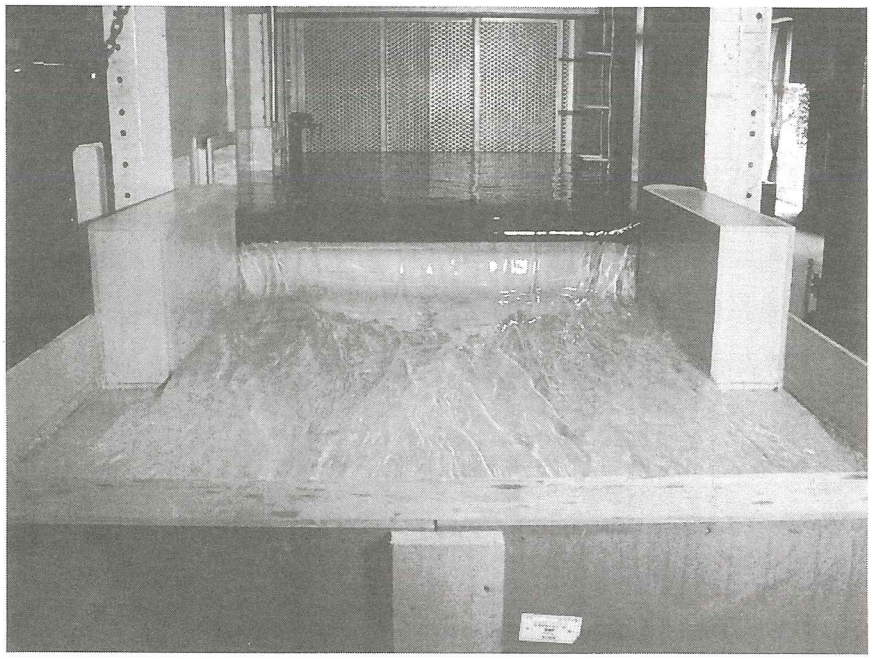
（貯水位：EL.26.100m、h=0.5m）

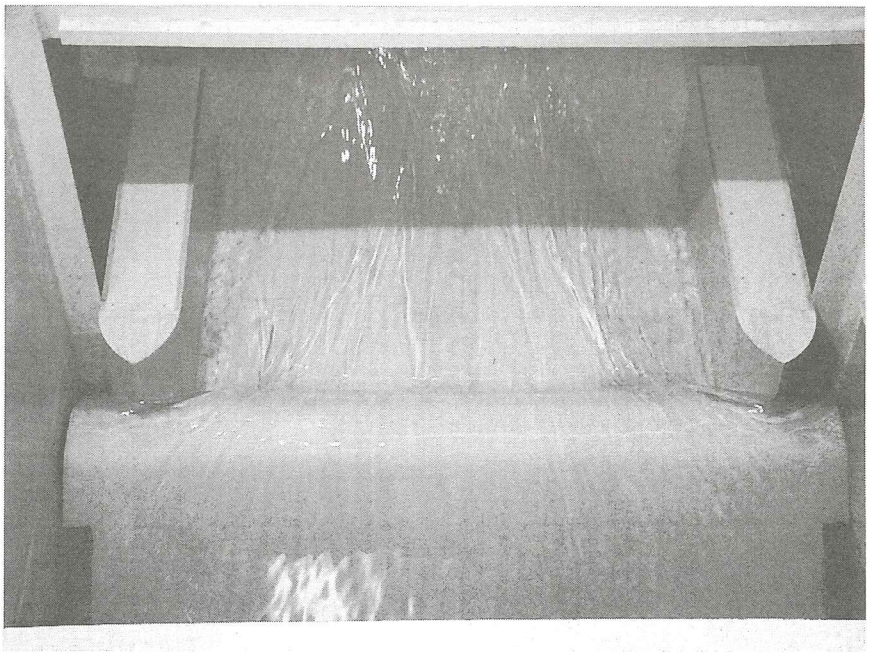




写真－3.3.2　直線案非常用洪水吐き原案の流況

（貯水位：EL.26.600m、h=1.0m）





写真－3.3.3　直線案非常用洪水吐き原案の流況

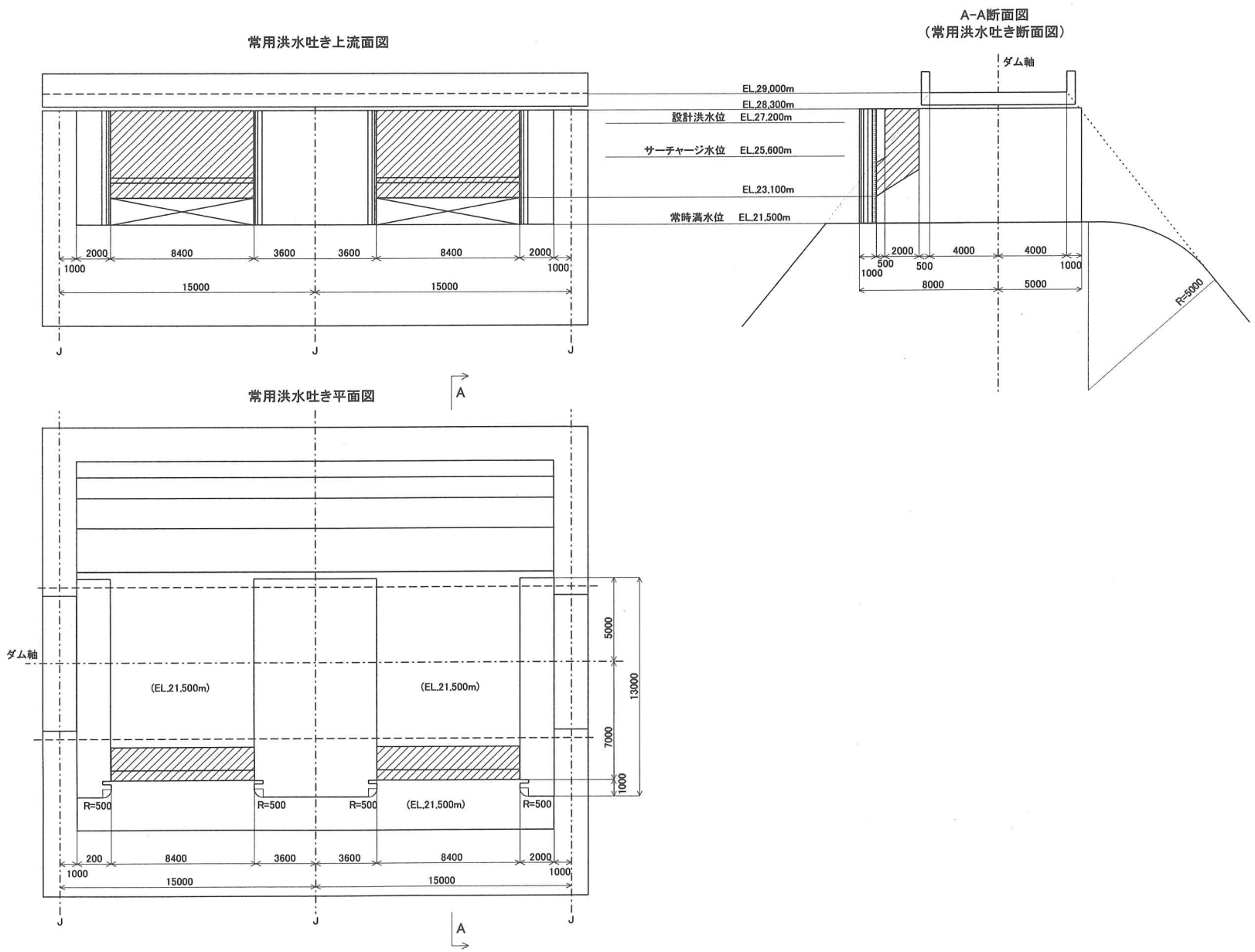
（設計洪水位時：EL.27.200m、h=1.6m）

3.4　直線案・最終案

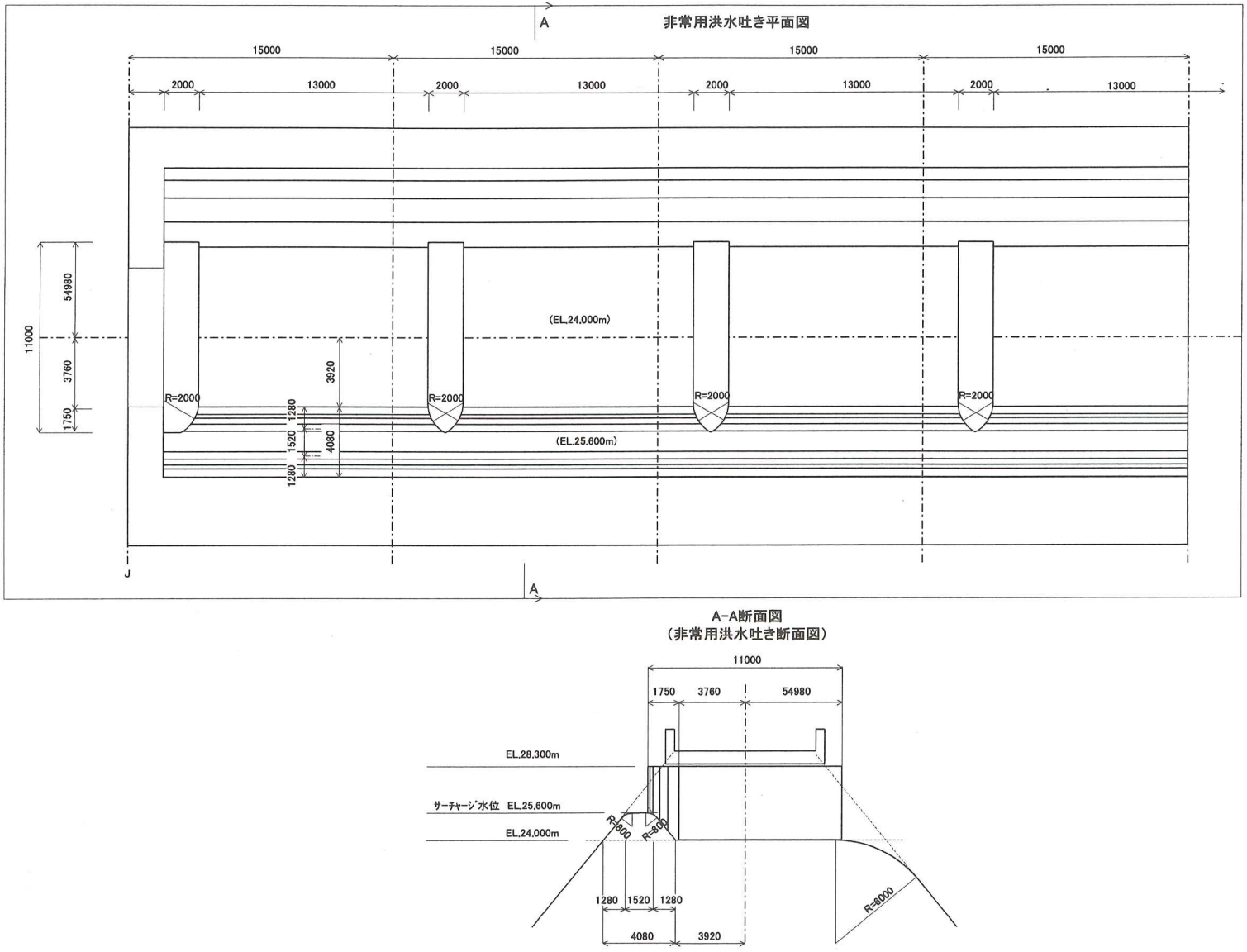
以上の検討により得られた直線案常用、非常用洪水吐きを図-3.4.1～3.4.3 に示す。各放流設備の貯水位～放流量の関係は、以下の近似式により計算することができる。

1) 常用洪水吐き

$$Q_1 = nCBD\sqrt{2gh}_1 \quad \cdots\cdots\cdots\

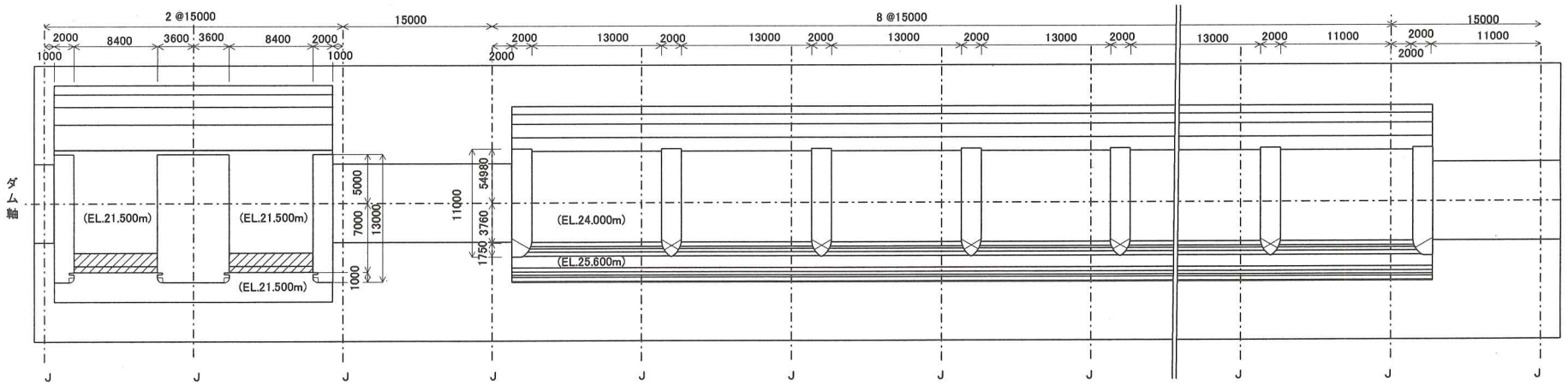


図－3.4.1　常用洪水吐き（直線案最終案形状）

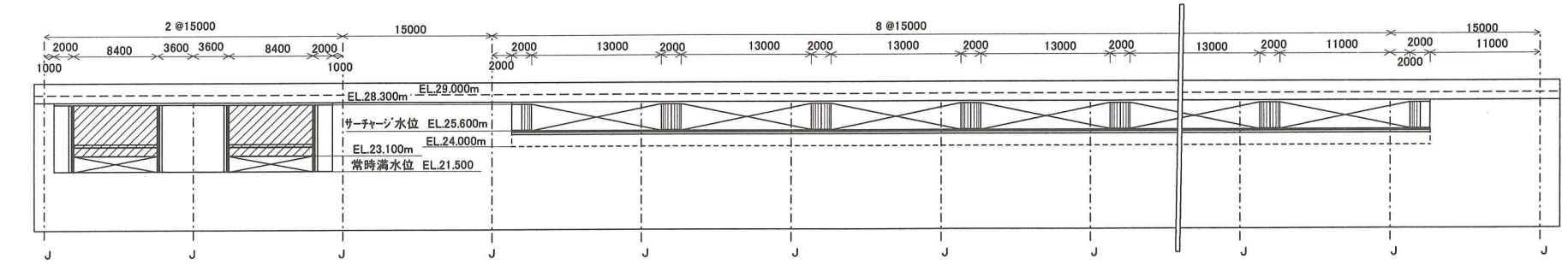


図－3.4.2　非常用洪水吐き（直線案最終案形状）

洪水吐き全体平面図



洪水吐き全体上流面図



図－3.4.3　洪水吐き全体図（直線案最終案形状）

4．ラビリンス案

4. ラビリンス案

4.1 直線案の問題点と対応方針

３章での検討により、直線案の原案形状は、常用洪水吐き幅を若干大きくすることにより設計条件の放流能力を確保できることが確認された。一方直線案では、次の点について改善、或いは改善のための検討を行う必要があるものと考え、比較案を検討するものとした。

1)常用洪水吐きの開口高さ 2m の確保

一般に 2m×2m 以下の断面開口部の場合にはスクリーンが必要とされている。長方形断面の場合の基準は必ずしも明確に記述されていないが、最小寸法が小さい場合には、基本的にスクリーンが必要になると考えられる。直線案では、張り出しのあるナイフエッジ式のオリフィスが考えられており、開口幅が広いことからかなり大きなスクリーン規模になるものと予想され、経済性・施工性から問題になる。

常用洪水吐きオリフィス高を 2m より大きくし、スクリーンの設置を必要なくするための方法として、簡単には、オリフィス高を高くとり、サーチャージ水位での放流量が計画最大放流量 130m³/s 以下になるようオリフィス幅を小さくとることが考えられる。しかし、このような変更では水流が低い場合の放流量が減少し、洪水時の貯留量が大きくなることが考えられる。直線案修正形状での洪水調節容量には余裕がほとんどなく、こうした修正では洪水調節容量に不足が生じるものと考えられる。

2)洪水吐き全体幅の短縮

億首ダムでは、CSG による合理化施工が考えられているが、直線案の洪水吐き延長は 11 ブロック (165m) に亘る非常に大きなものであり、上部施工での施工の合理化がほとんど図られていない。また、側水路形式の比較的高い導流壁が非常に長い延長が必要になり施工性・経済性からも問題になる。

上記の問題に対応するため次の方針にて比較案を作成することにした。

1)に対してはナイフエッジを上方とともに側方にも設けた３方向ナイフエッジの適用性を検討する。３方向ナイフエッジでは、上方のほか側方の水脈の縮流効果が生じるため、貯水位が高い場合の放流量増加の抑制が期待される。

2)に対しては、

① 常用洪水吐き設置ブロック上にも非常用洪水吐きを設置する。

② ダム軸に対し平面形をジグザグにして実質的な越流頂を大きくし、水路単位幅あたりの越流量を大きくするラビリンス型越流頂を適用する。ラビリンス型越流頂は、設置エリアが面的な拡がりを持つフィルダム洪水吐きとして考案されたものであり、広い設置場所を要する問題があるが、本ダムは台形 CSG ダムの構造上の要請から堤体幅が厚く、ラビリンス型越流頂の配置が容易と考えられる。

4.2 ラビリンス案原案の作成

上記の趣旨を鑑みて作成した洪水吐きの比較案の原案形状を図-4.2.1～4.2.6 に示す。本案の趣旨は以下の通りである。

1)常用洪水吐き（３方向ナイフエッジ式オリフィス）

常用洪水吐きはオフセット 0.4m の３方向ナイフエッジ式オリフィスとし、原案と同様に２ブロック内に配置する。上方を非常用洪水吐きにて越流させることとするが、非常用洪水吐きは桁構造となるので、構造的な負担を軽減するため常用洪水吐き４門配置とし、１門あたりの幅を小さくする。また、天端橋梁のための橋脚はブロック中央に配置するものとする。

オリフィス呑口の形状は、開口高 2.0m 以上で放流能力の必要条件を満たす形状を抽出模型実験により決定していく。

なお、常用洪水吐きの設計洪水位時の放流量を原案と同じ 160m³/s の放流量を期待し、非常用洪水吐きは設計洪水時の必要放流量が 430m³/s 以上になるよう設計を行う。

2) 非常用洪水吐き１（常用洪水吐き設置ブロック上）

常用洪水吐きの仕切り部分も基本的には越流させることとする。仕切り部は、鉄筋の負担を小さくするため、下流に１割勾配をもつ台形断面とする。

常用洪水吐きブロックに設置される直線部の放流量は、標準越流頂を近似した円弧で構成し、また、ラビリンスブロックとの接合部の仕切りについては、ラビリンス型越流頂との間の止水のため天端を水平にした。常用洪水吐き設置ブロック上の非常用洪水吐きの設計洪水水位時の放流量は、円弧部の流量係数を 2.0、水平部の流量係数を 1.7 とすると、102m³/s （ ＝ (2.0×22.4m＋1.7×3.2m)×1.6m$^{1.5}$ ）となる。

3)非常用洪水吐き２（ラビリンス型越流頂）

常用洪水吐きブロックの両側にラビリンス型越流頂を配置する。ラビリンス型越流頂は、越流頂断面に引っ張りが生じないよう、上流側の勾配を１割とし、水脈処理が容易なよう下流面を鉛直とする。また、底面標高を常用洪水吐き設置ブロックと同様の常時満水位 EL.21.5m とし、この標高で得られる平面上に越流頂を配置した。

ラビリンス型越流頂の設計洪水時の放流量能力は、ダム設計洪水流量 590m³/s から３方向ナイフエッジ式オリフィス及び常用洪水吐き設置ブロック上の非常用洪水吐きからの放流量を差し引いた 328m³/s 以上を必要とする。

以下の概算により、ラビリンス型越流頂１サイクルあたりの放流能力は 120m³/s であり、2.73 サイクル必要となる。このため、ラビリンス型越流頂は、常用洪水吐き設置ブロックの左右に１サイクル半ずつ配置した。

＜ラビリンス型越流部の放流能力の推定＞

ラビリンス型越流頂は、越流水深の増大とともに水路単位幅あたりの流量増加の効率が低下する。この流量増加割合の低下については、土木研究所での既往の実験成果（柏井条介、中西徹：ラビリンス型越流部の放流特性、土木技術資料、Vol.30,No.1,1988）から関係式(3.2.1)によりおおむね推定できる。

以下の想定によって計算すると、ラビリンス型越流頂の１サイクルあたりの放流能力は 120m³/s と推定できる。

（ｉ）橋脚の流況に対する影響は小さいと考え、橋脚の存在を無視する。

（ii）ラビリンス部の越流形状における流量係数を 2.0 とする。

$$Q／Q_N＝C_{r0}・L／B \quad \cdots\cdots(4.2.1)$$

$$C_{r0}＝1－a・(H_0／B)$$

ここに、Q：ラビリンス型越流頂の放流量

Q_N：越流頂がダム軸に平行な場合の放流量

Ｌ：ラビリンス型越流頂半サイクルの斜方向での越流幅

Ｂ：ラビリンス型越流頂半サイクルのダム軸に平行方向での越流幅

ａ：ａとＬ／Ｂとの関係図から求める定数（関係図の記載は省略する。）

H_0：越流水頭

（計算）

ａ＝0.65　（ａとＬ／Ｂとの関係図からの読みとり値）

$H_0／B＝1.6÷(14.0/2) ＝ 0.2285$

より、

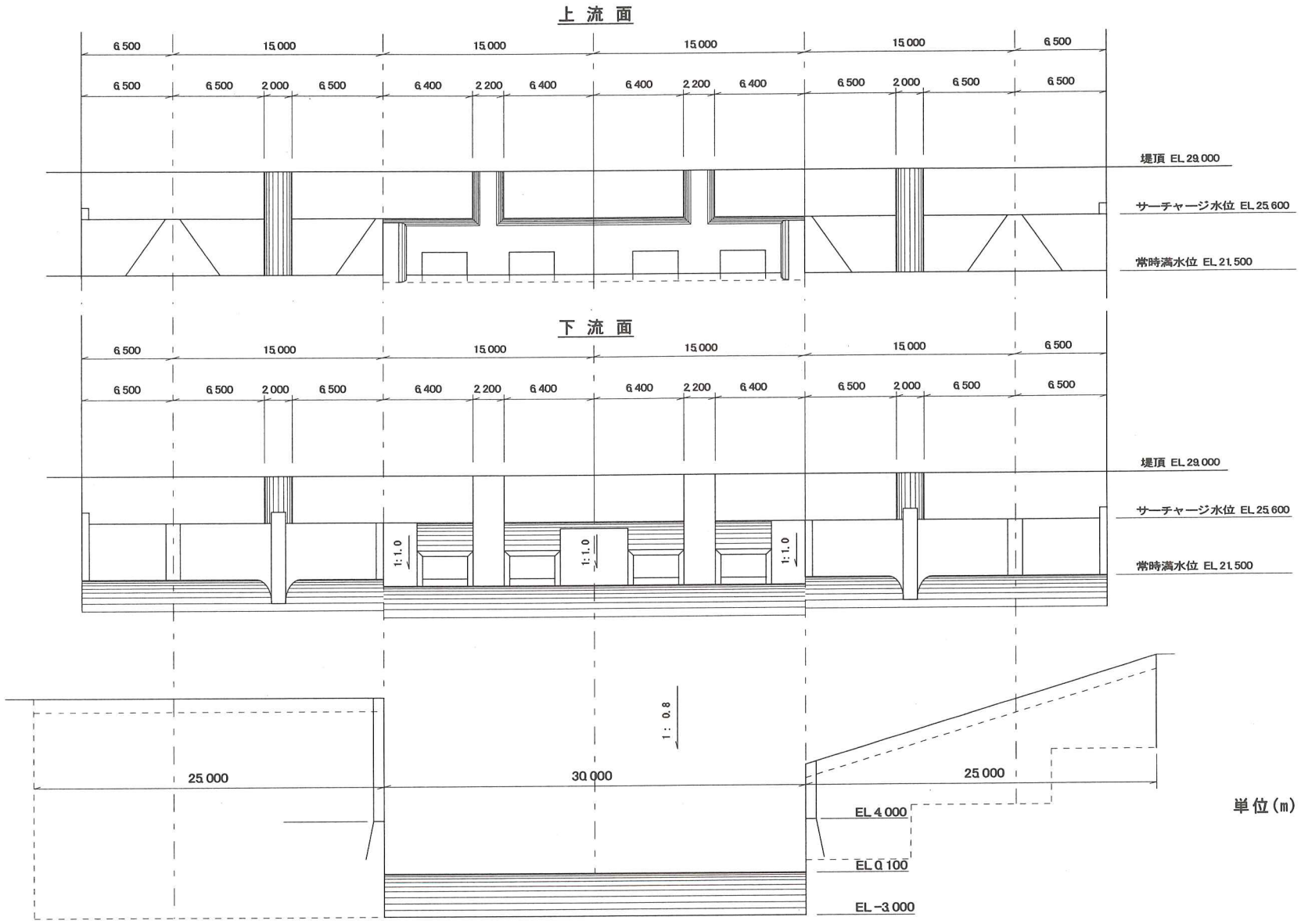
$C_{r0}＝1－a・(H_0／B) ＝1－0.65×0.2285 ＝ 0.8514$

$Q_N＝C・2B・H_0^{1.5}＝2.0×(15.0-1.0)×1.6^{1.5} ＝ 56.66\ m^3/s$

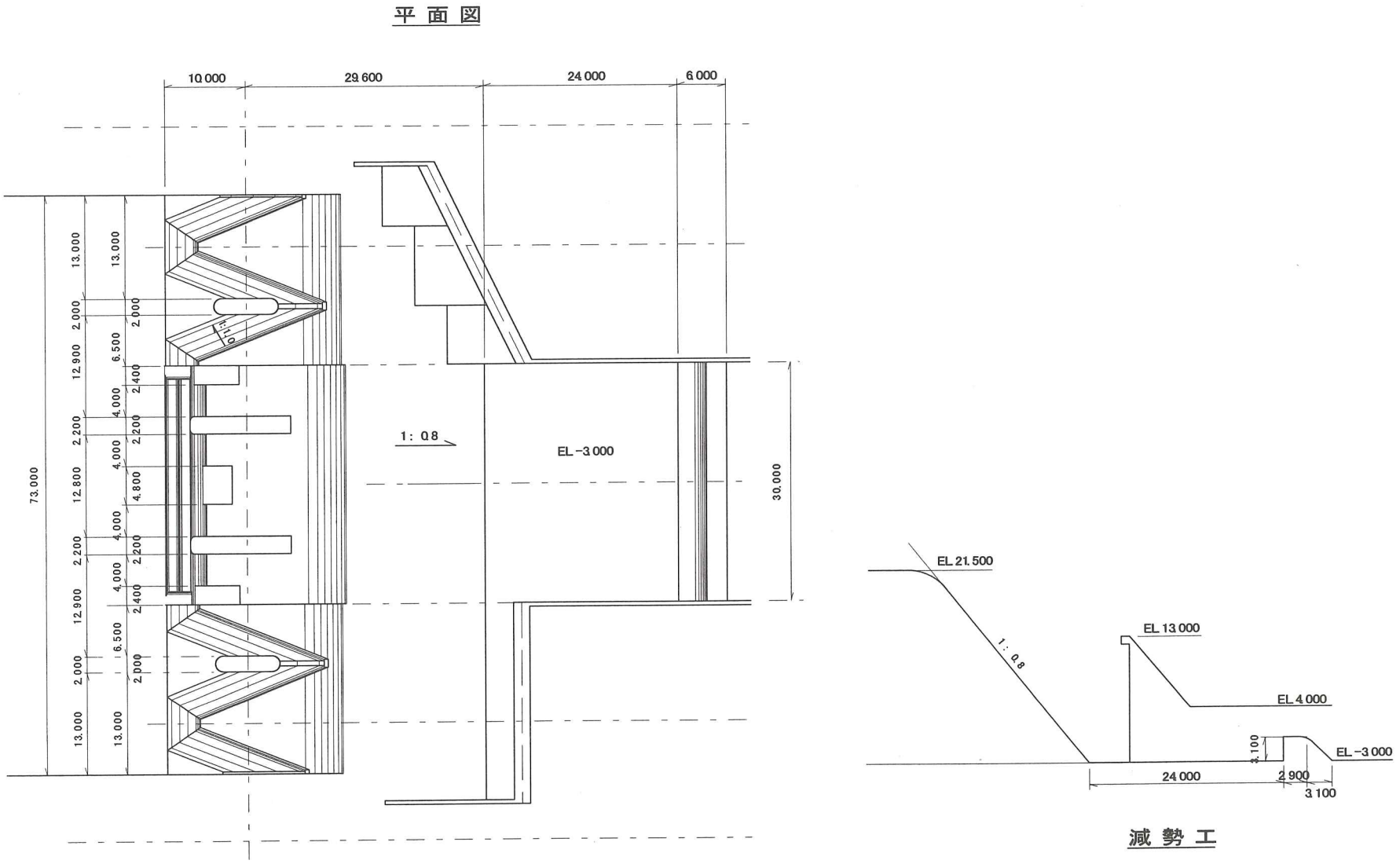
$L／B＝(16.98+0.5)÷(14.0/2) ＝ 2.497$

よって、

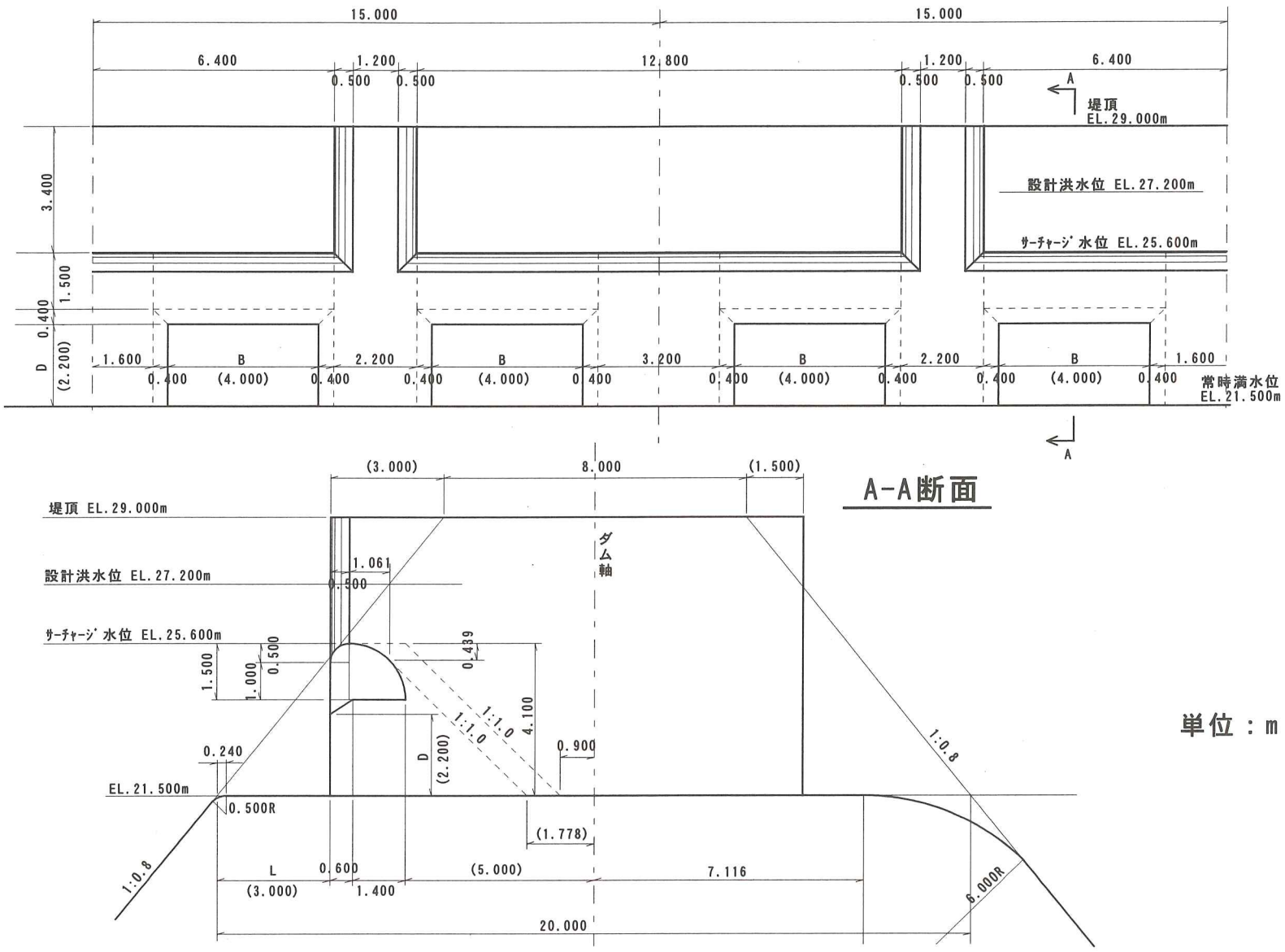
$Q＝C_{r0}・L／B・Q_N＝0.8514×2.497×56.66 ＝ 120.45\ m^3/s$



図－4.2.1　ラビリンス案洪水吐き原案概要図（1）

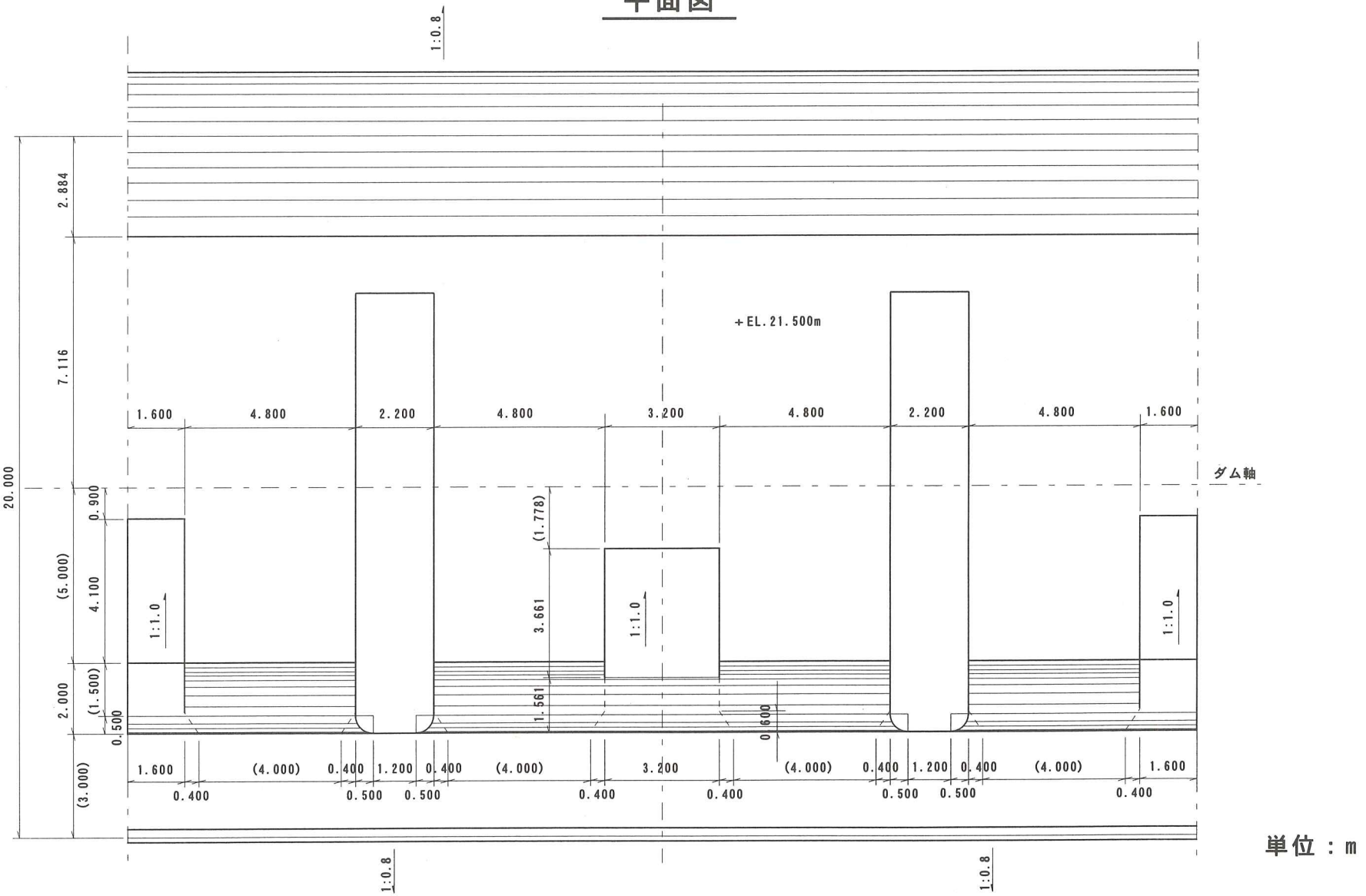


図－4.2.2　ラビリンス案洪水吐き原案概要図（2）

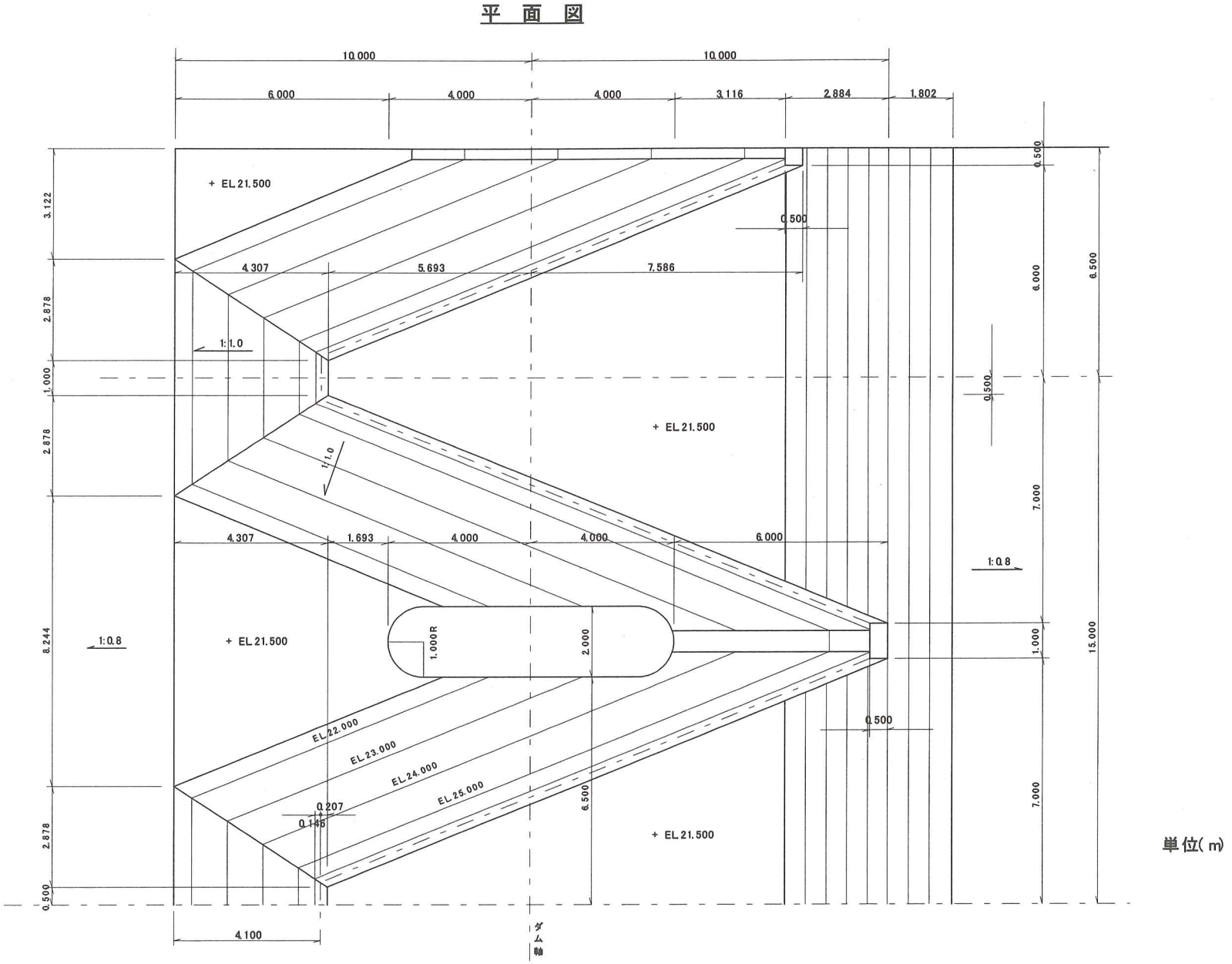


単位：m

図－4.2.3　ラビリンス案常用及び直線非常用洪水吐き原案

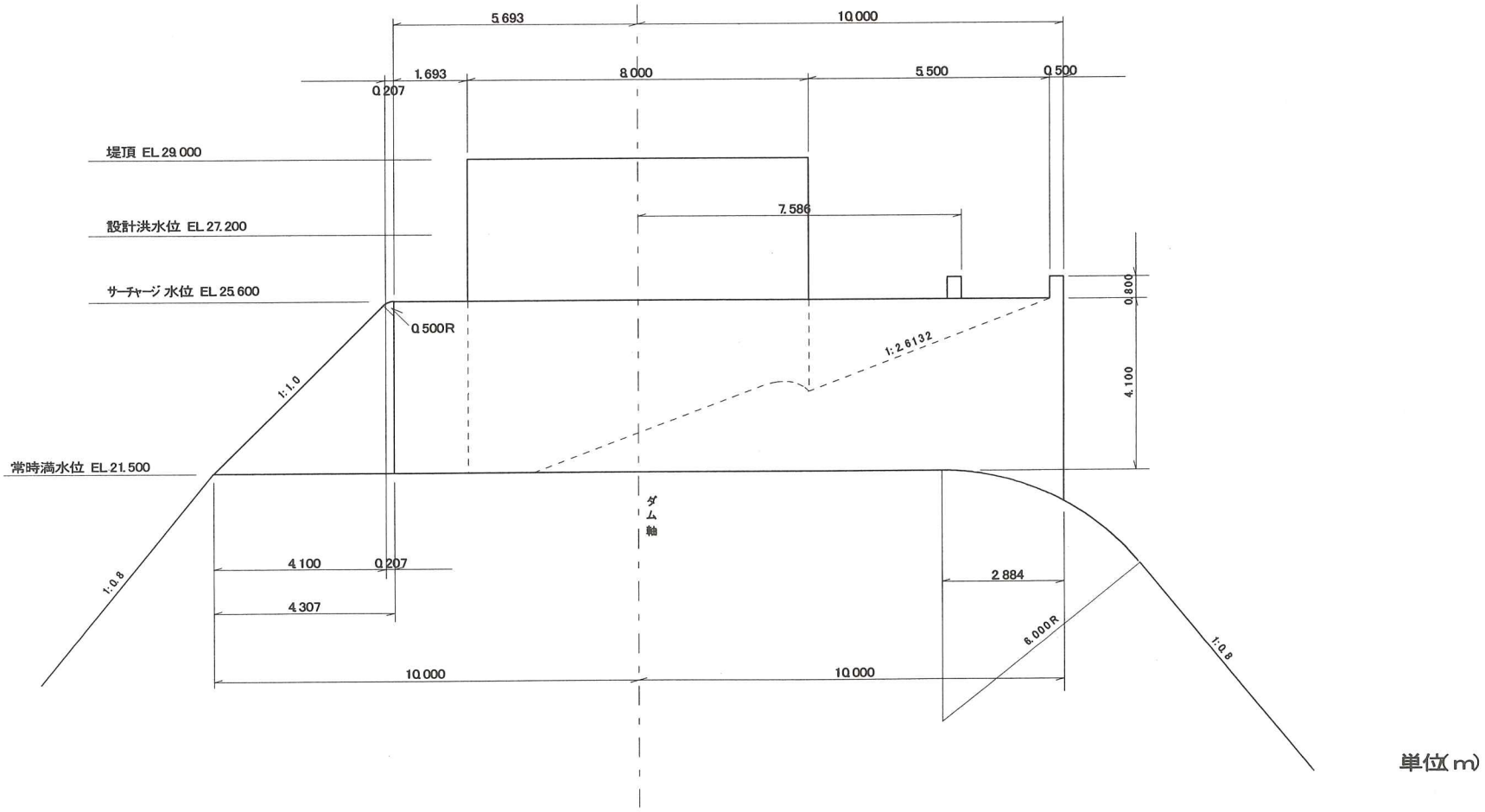


図－4.2.4　ラビリンス案常用及び直線非常用洪水吐き原案



図－4.2.5　ラビリンス案非常用洪水吐き原案

断　面　図



図－4.2.6　ラビリンス案非常用洪水吐き原案

4.3 ラビリンス案常用洪水吐き（3方向ナイフエッジオリフィス）の検討

4.3.1 検討方法

1) 検討概要

呑口の上方と側方の3方向をナイフエッジにしたオリフィスの水理設計は、以下の手順で実施した。

(1)呑口形状をパラメータにした放流特性の把握

原案形状に対して開口高、開口幅及び堤体上流斜面からの距離をパラメータとして変化させて放流量調査を行い、呑口の形状と放流能力との関係を把握した。調査形状の一覧を表-4.3.1 に、常用洪水吐き形状を図-4.3.1～4.3.3 に示す。

開口高はスクリーンを必要としない 2.0m、2.1m、2.2m の3ケース、開口幅は直線案最終案の半分以下となる 3.0m、3.5m、4.0m の3ケースについて調査した。また、オリフィス呑口の堤体上流斜面からの距離は、オーバーラップ部の非常用洪水吐きの位置が堤体の基本台形に対して収まりのよい 3.0m を基本とし、開口高 2.2m で開口幅 4.0m 及び 3.5m の場合を対象に、呑口を上流側へずらした 1.5m,0.75m,0.33m の3ケースの測定を行った。

表-4.3.1 調査を行った形状一覧

常用洪水吐き形状		堤体上流斜面からの距離			
開口幅	開口高	3.00m	1.50m	0.75m	0.33m
4.00m	2.20m	形状 1-1	形状 1-4	形状 1-5	形状 1-6
	2.10m	形状 1-2	－	－	－
	2.00m	形状 1-3	－	－	－
3.50m	2.20m	形状 2-1	形状 2-4	形状 2-5	形状 2-6
	2.10m	形状 2-2	－	－	－
	2.00m	形状 2-3	－	－	－
3.00m	2.20m	形状 3-1	－	－	－
	2.10m	形状 3-2	－	－	－
	2.00m	形状 3-3	－	－	－

(2)呑口寸法等の検討

(1)の実験結果から得られる呑口の形状と放流能力との関係から、以下の条件を満たす呑口の開口高、開口幅及び堤体上流斜面からの距離を検討した。

① 開口高さが 2m 以上

② サーチャージ水位時の放流量が計画最大放流量 130m³/s 以下

③ 計画洪水波形に対する最大貯留量の 2 割増し容量が洪水調節容量以下

検討の結果、3 方ナイフエッジにより、貯水位上昇による放流量増加は押さえることができるものの、上記条件を満足する形状が得られないことが示された。

(3)修正形状の検討

呑口底面の変化のみでは、①～③の条件を満足する形状が得られないことから、呑口の底面敷高を常時満水位より低くし、呑口の上流に常時満水位を天端高とする越流堰を設けた常用洪水吐きを想定し、(1)の実験結果から条件を満足する底面敷高、開口高、開口幅を算定した。

(4)修正形状の流量調査

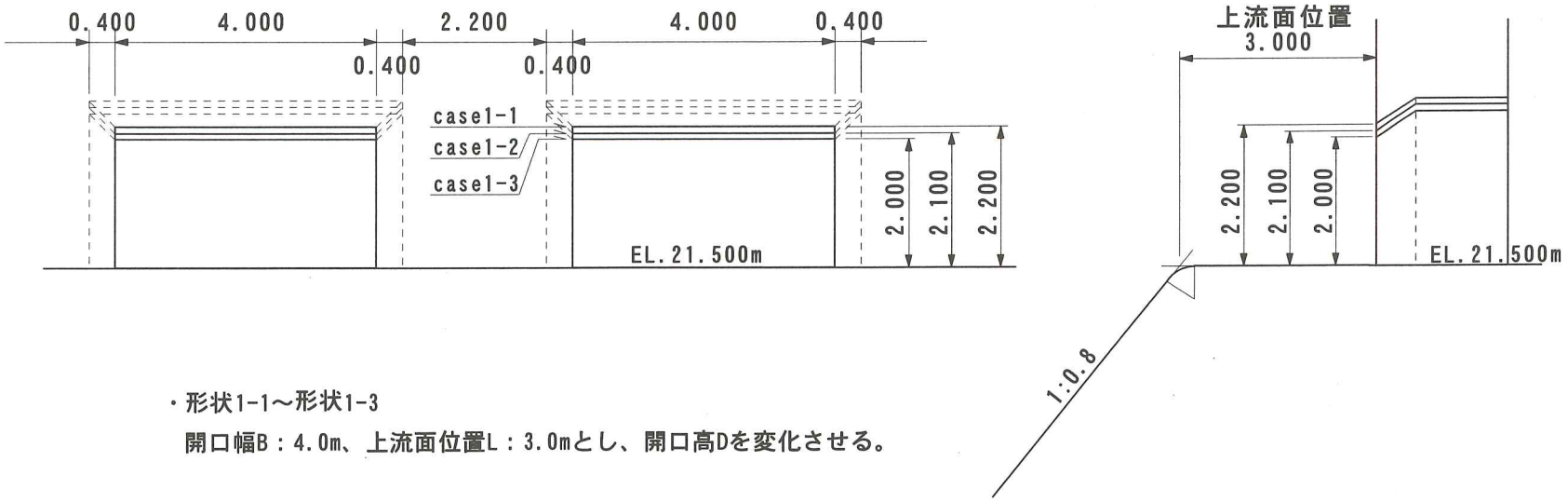
(3)で検討された常用洪水吐き修正形状での水理模型実験の結果より、放流能力と流況の確認を行い、条件を満足することを確認した。

2) 模型及び観測項目

パラメータを変化させての流量及び流況調査と修正形状での流量調査は、常用洪水吐き 4 門のうち 2 門分を抽出した縮尺 1/10 の幾何学的相似模型を用いて行った。実験内容を表-4.3.2 に、実験模型を図-4.3.4～4.3.5 に示す。測定データは、フルードの相似則を用いて実機値に換算してとりまとめた。

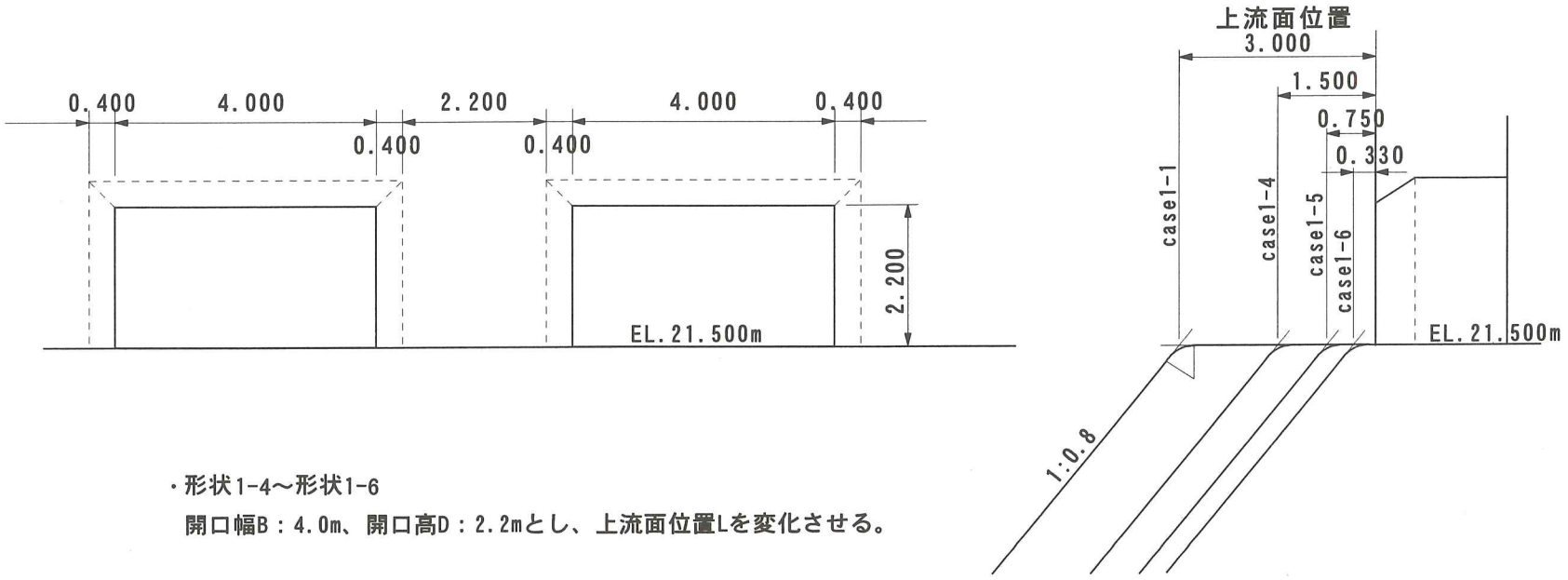
表-4.3.2　ラビリンス案常用洪水吐き実験内容

模型形状	測定項目	貯水位
流量特性把握実験 （１６形状、表-4.3.1） （縮尺 1/10）	流量調査	常時満水位～設計洪水位 水位上昇時　開水路流　4～ 7 流量 管路流　10～12 流量 水位低下時　管路流　4～ 5 流量 開水路流　1 流量
	流況調査	サーチャージ水位
修正形状実験 （縮尺 1/10）	流量調査	ｻｰﾁｬｰｼﾞ水位～設計洪水位 水位上昇時　開水路流　6 流量 管水路流　10 流量 水位低下時　管路流　4 流量 開水路流　1 流量



・形状1-1～形状1-3

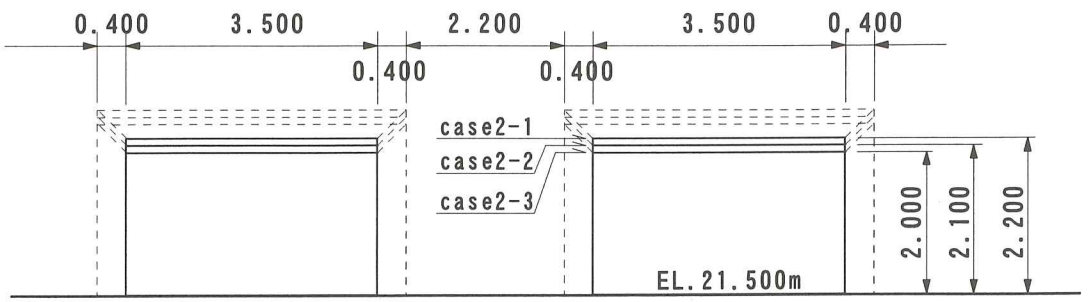
開口幅B：4.0m、上流面位置L：3.0mとし、開口高Dを変化させる。

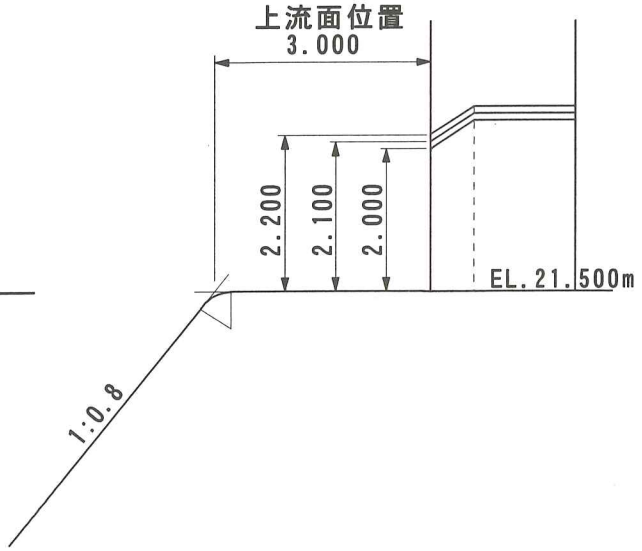


・形状1-4～形状1-6

開口幅B：4.0m、開口高D：2.2mとし、上流面位置Lを変化させる。

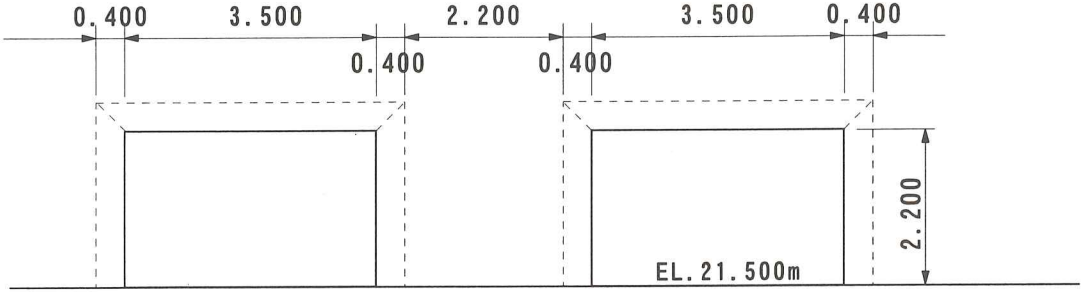
図－4.3.1　ラビリンス案常用洪水吐き実験形状（形状1-1～形状1-6）

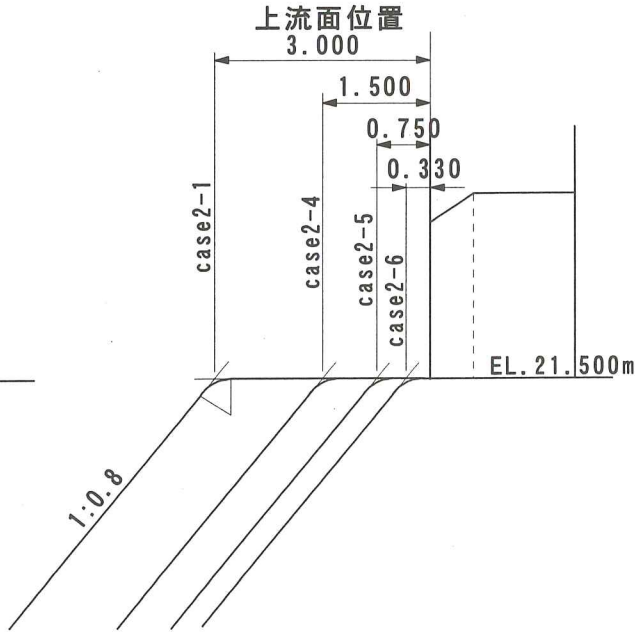




・形状2-1～形状2-3

開口幅B：3.5m、上流面位置L：3.0mとし、開口高Dを変化させる。

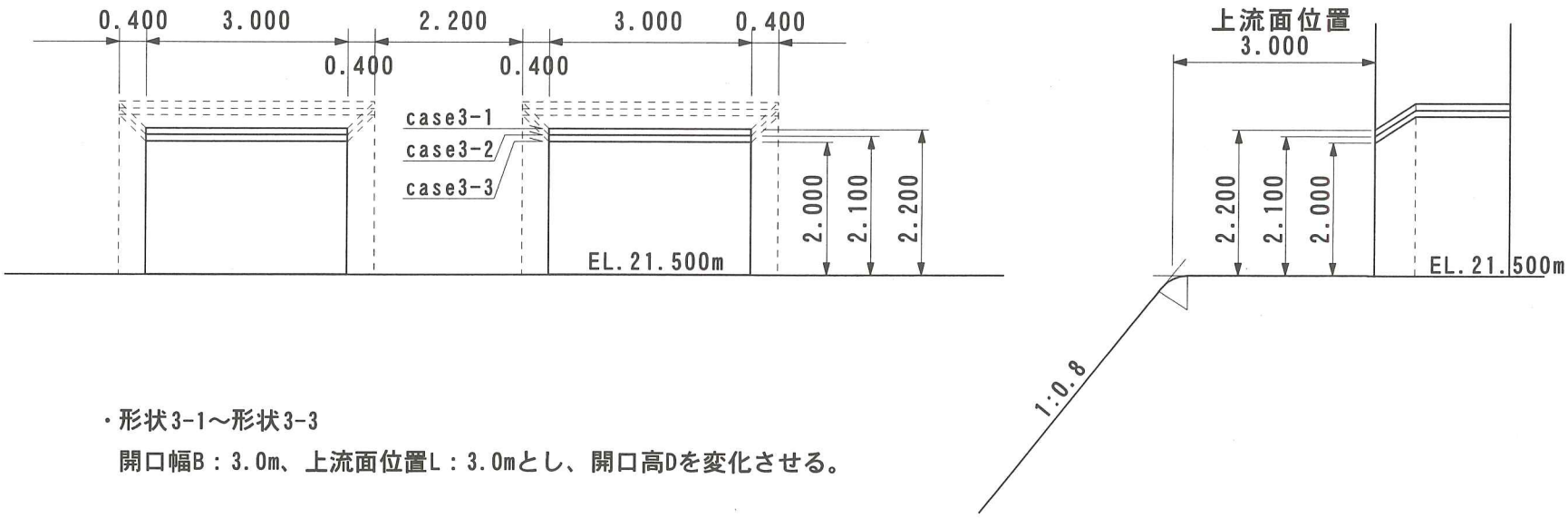




・形状2-4～形状2-6

開口幅B：3.5m、開口高D：2.2mとし、上流面位置Lを変化させる。

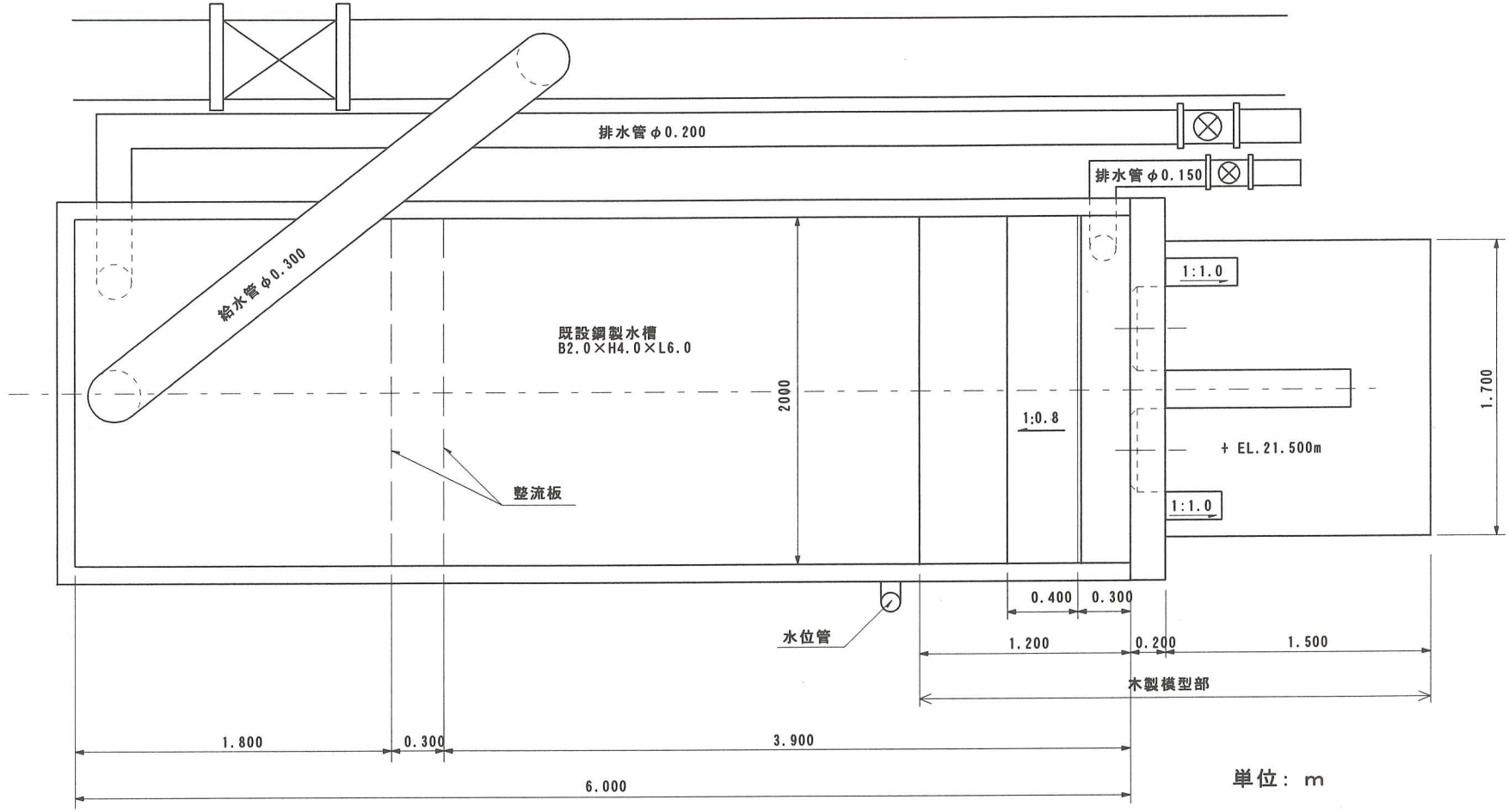
図－4.3.2　ラビリンス案常用洪水吐き実験形状（形状2-1～形状2-6）



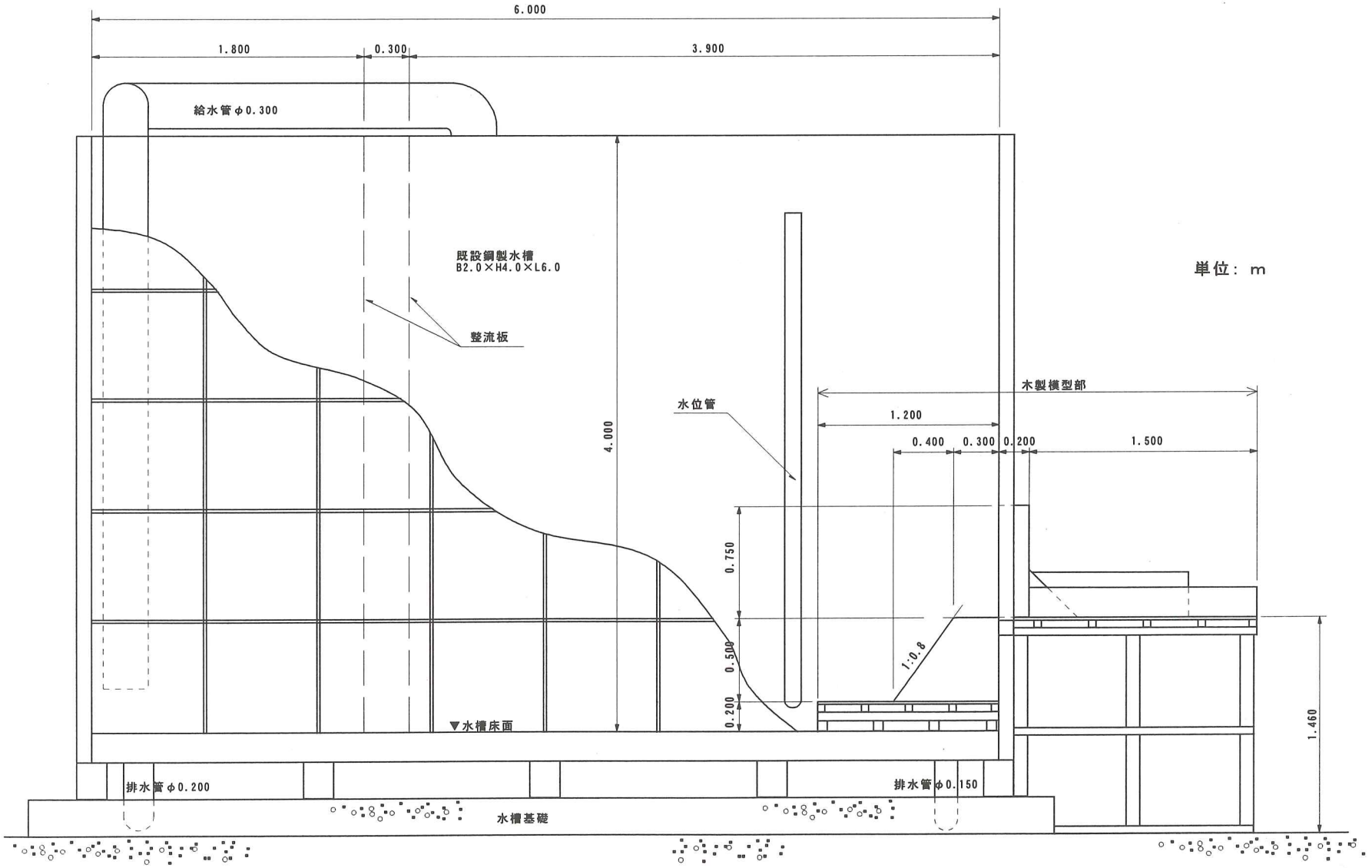
・形状3-1～形状3-3

開口幅B：3.0m、上流面位置L：3.0mとし、開口高Dを変化させる。

図－4.3.3　ラビリンス案常用洪水吐き実験形状（形状3-1～形状3-3）



図－4.3.4　ラビリンス案常用洪水吐き実験模型概要（平面図、模型縮尺 1:10）



図－4.3.5　ラビリンス案常用洪水吐き実験模型概要（縦断面図、模型縮尺 1:10）

4.3.2　3方向ナイフエッジオリフィスの適用性検討

1)　開口断面、オリフィス位置と放流特性の関係

貯水位～放流量測定結果について(4.3.1)式により整理した流量係数 C を表-4.3.3 に、サーチャージ水位時の４門からの放流量を表-4.3.4 に示す。

$$Q=nCab\sqrt{2gh} \quad \cdots\cdots\cdots\

表 4.3.3　流量係数算出式一覧

形状	開口幅 B[m]	開口高 D[m]	上流面位置 L[m]	流量係数算出式	
				開水路流(h/D<1.1)	管路流(D/h≦0.91)
1-1	4.0	2.2	3.00	C=0.3315(h/D)	C^2=0.3722-0.2615(D/h)
1-2	4.0	2.1	3.00	C=0.3300(h/D)	C^2=0.3700-0.2597(D/h)
1-3	4.0	2.0	3.00	C=0.3318(h/D)	C^2=0.3683-0.2570(D/h)
1-4	4.0	2.2	1.50	C=0.3338(h/D)	C^2=0.3784-0.2665(D/h)
1-5	4.0	2.2	0.75	C=0.3387(h/D)	C^2=0.3865-0.2730(D/h)
1-6	4.0	2.2	0.33	C=0.3429(h/D)	C^2=0.4022-0.2852(D/h)
2-1	3.5	2.2	3.00	C=0.3281(h/D)	C^2=0.3667-0.2577(D/h)
2-2	3.5	2.1	3.00	C=0.3311(h/D)	C^2=0.3693-0.2595(D/h)
2-3	3.5	2.0	3.00	C=0.3274(h/D)	C^2=0.3676-0.2574(D/h)
2-4	3.5	2.2	1.50	C=0.3342(h/D)	C^2=0.3763-0.2661(D/h)
2-5	3.5	2.2	0.75	C=0.3374(h/D)	C^2=0.3857-0.2734(D/h)
2-6	3.5	2.2	0.33	C=0.3426(h/D)	C^2=0.3997-0.2835(D/h)
3-1	3.0	2.2	3.00	C=0.3314(h/D)	C^2=0.3732-0.2625(D/h)
3-2	3.0	2.1	3.00	C=0.3308(h/D)	C^2=0.3676-0.2571(D/h)
3-3	3.0	2.0	3.00	C=0.3304(h/D)	C^2=0.3716-0.2621(D/h)

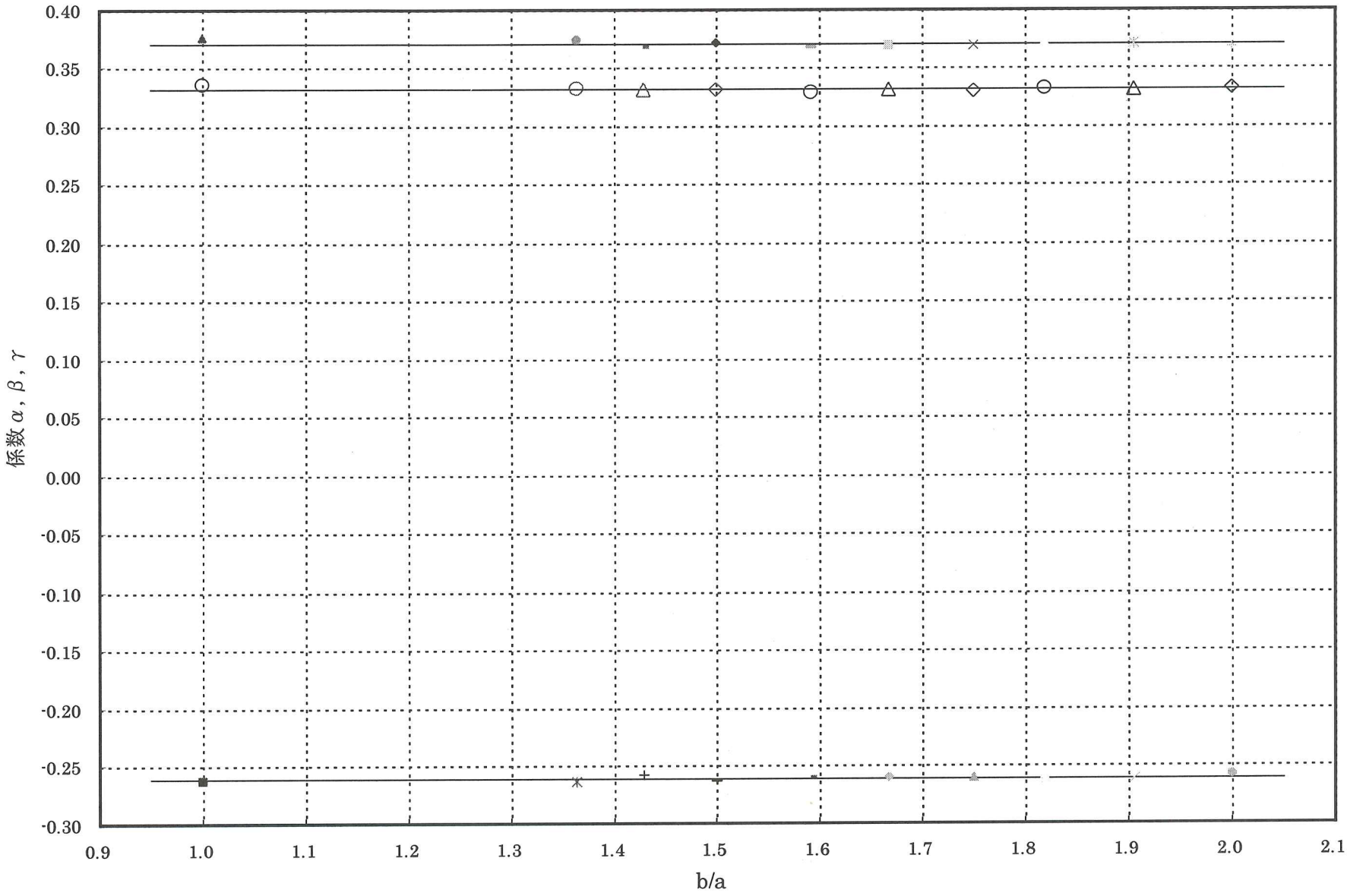
表 4.3.4　サーチャージ水位時の放流量（4門あたり）

常用洪水吐き形状		堤体上流斜面からの距離			
開口幅	開口高	3.00m	1.50m	0.75m	0.33m
4.00m	2.20m	151.94 m^3/s	153.10 m^3/s	154.58 m^3/s	157.50 m^3/s
	2.10m	146.62 m^3/s	−	−	−
	2.00m	141.38 m^3/s	−	−	−
3.50m	2.20m	131.96 m^3/s	133.42 m^3/s	134.98 m^3/s	137.38 m^3/s
	2.10m	128.14 m^3/s	−	−	−
	2.00m	123.48 m^3/s	−	−	−
3.00m	2.20m	114.08 m^3/s	−	−	−
	2.10m	109.72 m^3/s	−	−	−
	2.00m	106.22 m^3/s	−	−	−

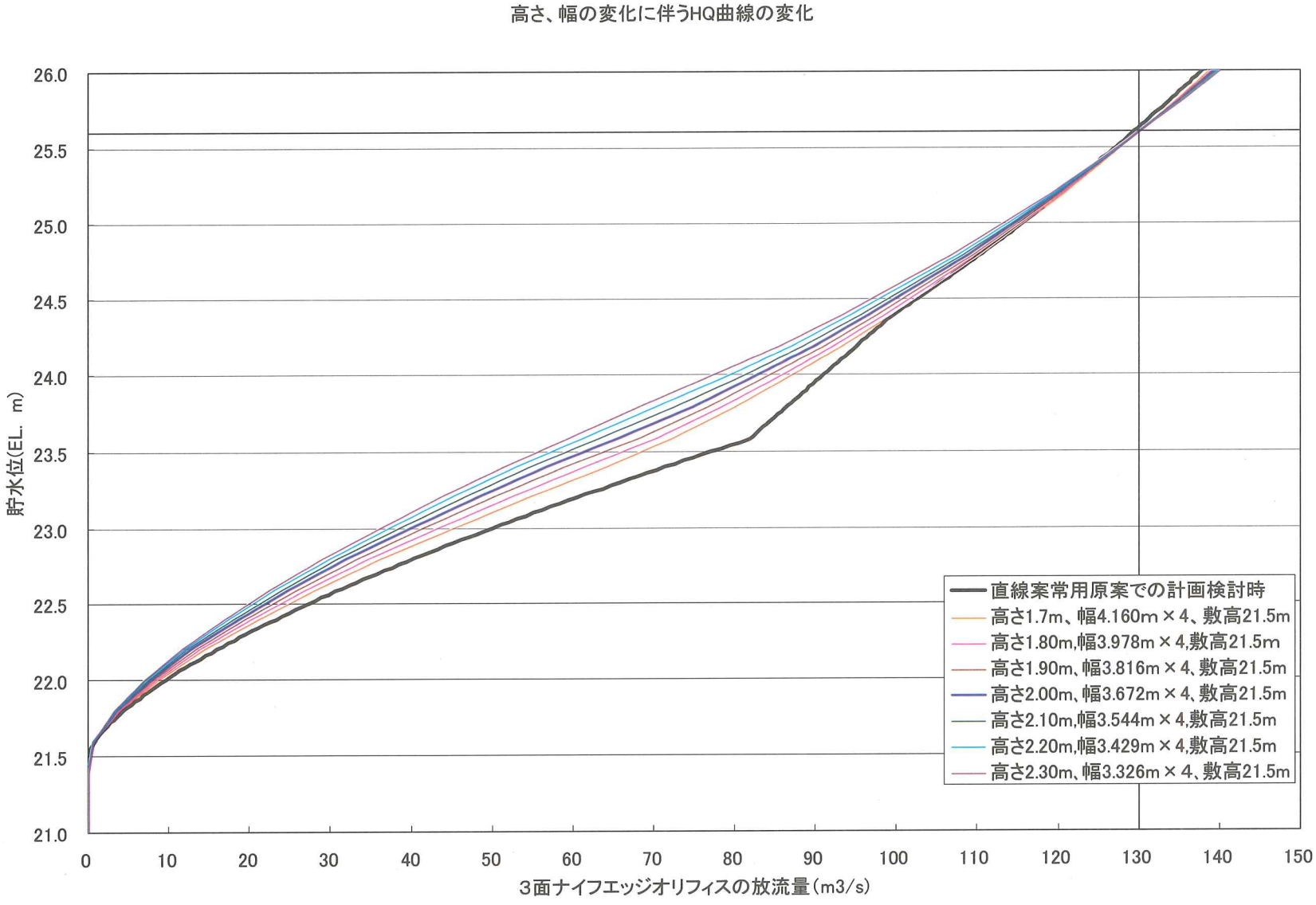
2) 適用性の検討

呑口の位置が堤体上流斜面からの距離が 3.0m のケースについて、(4.3.1)式の各係数α、β、γと呑口の幅高さ比 b/a との関係を図-4.3.8 に示す。各係数は呑口の幅高さ比にかかわらずほぼ一定の値を得ており、各係数の平均値は、α＝0.332、β＝-0.261、γ＝0.371 である。従って、3方向ナイフエッジ型オリフィスの放流量は、(4.3.1)式の各係数にこの値を用いた次式により推定することができる。

$$Q=nCab\sqrt{2gh} \quad \cdots\cdots\cdots\



図－4.3.8　係数α、β、γと呑口幅高さ比 b/a との関係



図－4.3.9　サーチャージ水位で 130m³/s となる３方向ナイフエッジの貯水位と放流量の関係

4.3.3 修正案（最終案）の検討

1) 検討方針と案の作成

原案のオリフィス形状ではスクリーンをなくす形状を得ることができなかった。そこで、中貯水位でのオリフィスからの放流量を大きくする方法として、以下の方法を考えることとした。

① オリフィスの設置位置を下げ、常時満水位に近い低貯水位から中貯水位における水頭を大きくする。

② オリフィスの上流に常時満水位が天端高になる越流堰を設け、貯水位が常時満水位を超えるまでオリフィスに貯留水が流入しないようにする。

ここでは、オリフィス呑口の敷高を常時満水位より 0.5m 下げた EL.21.0m にした場合について放流能力を検討する。図-4.3.10 に開口高を 2.0m から 2.3m まで変化させたときの貯水位と放流量の関係を示す。ここで、オリフィスの放流量は、式 (4.3.2)を用いて計算している。また、図中には直線案計画検討時の貯水位と放流量の関係及び台形堰（天端高 EL.21.5m,越流堤頂水平部長さ 1.0m,越流頂上下流面の延長面と越流堤頂の水平面との交線の間隔 1.8m）のそれも併せて示してある。

ここに、台形堰の越流量は次式で算定した。

$$Q = CBh^{3/2} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (4.3.3)$$

$$C = C_0(1+\alpha \cdot h/L)^{1/2}$$

$$C_0 = 1.59\text{-}0.19(L_0\text{-}L)$$

$$\alpha = 0.65+0.19(L_0\text{-}L)$$

ここに、 Q:越流量（m^3/s） B:越流幅(m)

h :越流堤頂を基準とした上流水路での全水頭(m)

C:流量係数（$m^{1/2}/s$） C_0:h=0 のときの流量係数($m^{1/2}/s$)

L:越流頂上下流面の延長面と越流頂の水平面との交線の間隔(m)

L_0:越流堤頂の水平部長さ(m)

実際の放流量は水位上昇に伴い台形堰からオリフィスの曲線へと移行するものと考えられる。直線案の貯水位と放流量の関係と比較すると、開口高さ 2.0m から 2.3m のいずれの場合においても、貯水位が EL.23.0m 付近までは直線案より放流量が大きくなっている。また、EL.23.0～23.5m 付近で一時的に放流量が小さくなるが、EL.23.5m 付近以降ではほぼ同じ放流量となり、全体的には直線案より放流量が大きいことが予想される。

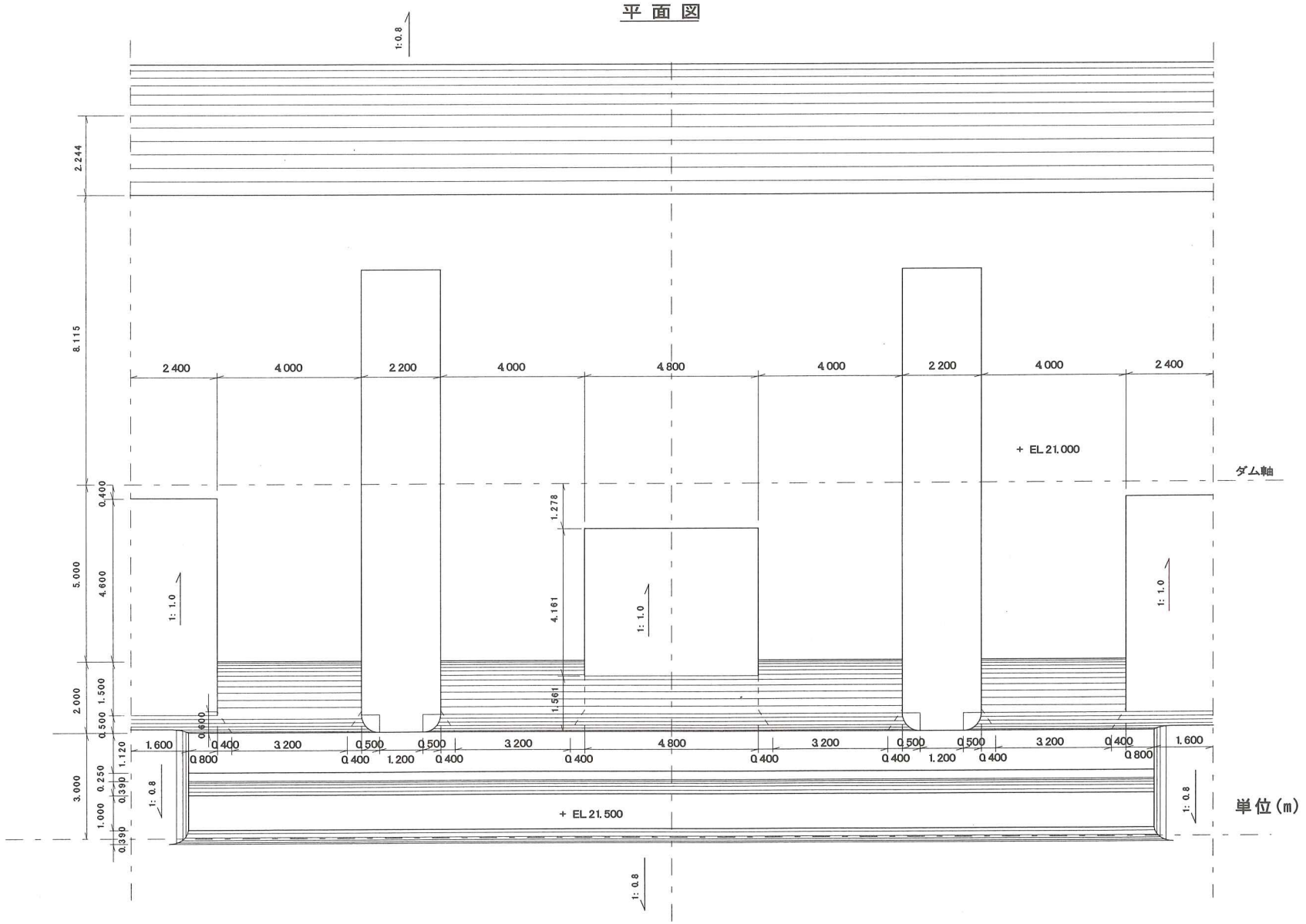
貯水位～放流量の関係は、開口高さが小さいほど中間貯水位での放流量が小さくなる傾向が見られるが、その変化は小さいようである。ここでは開口高 2m に若干の余裕をもたせた。

開口高 2.15m の形状をラビリンス案常用洪水吐き修正形状案とした。このときの開口幅は 3.2m であり、修正形状を図-4.3.11(1)～(2)に示す。

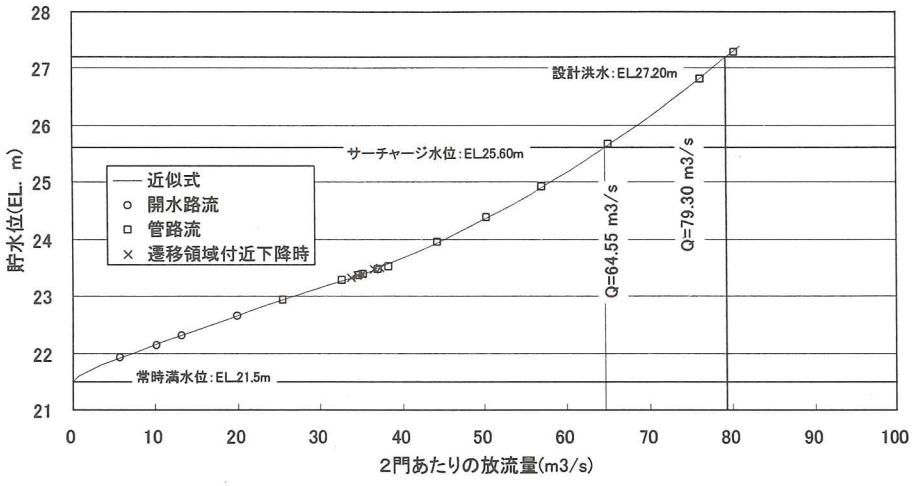
2) 修正形状（最終案）の検証

修正形状について、貯水位～放流量の測定を実施した。放流特性は次式で近似することができる。

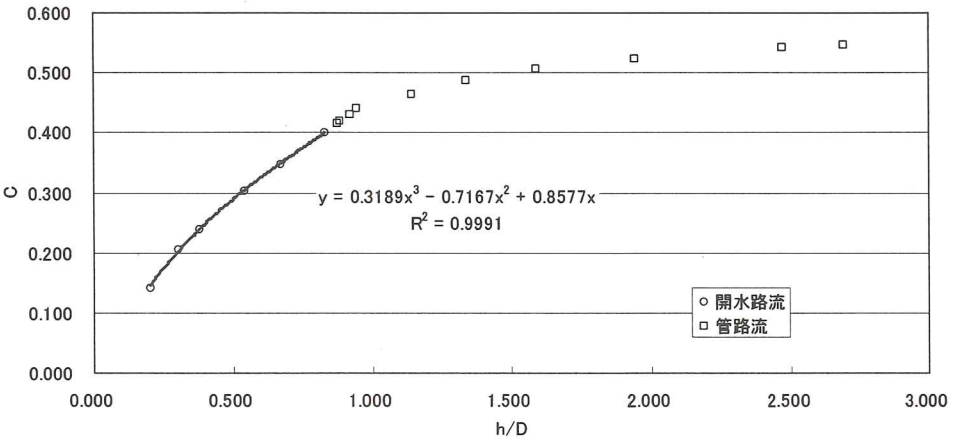
$$Q=nCab\sqrt{2gh} \quad \cdots\cdots\cdots\



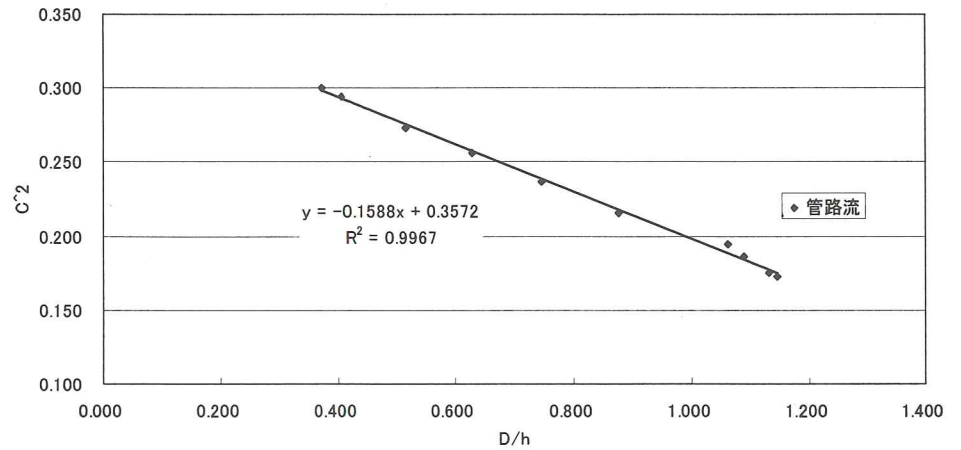
図－4.3.11(2)　ラビリンス案常用洪水吐き修正案



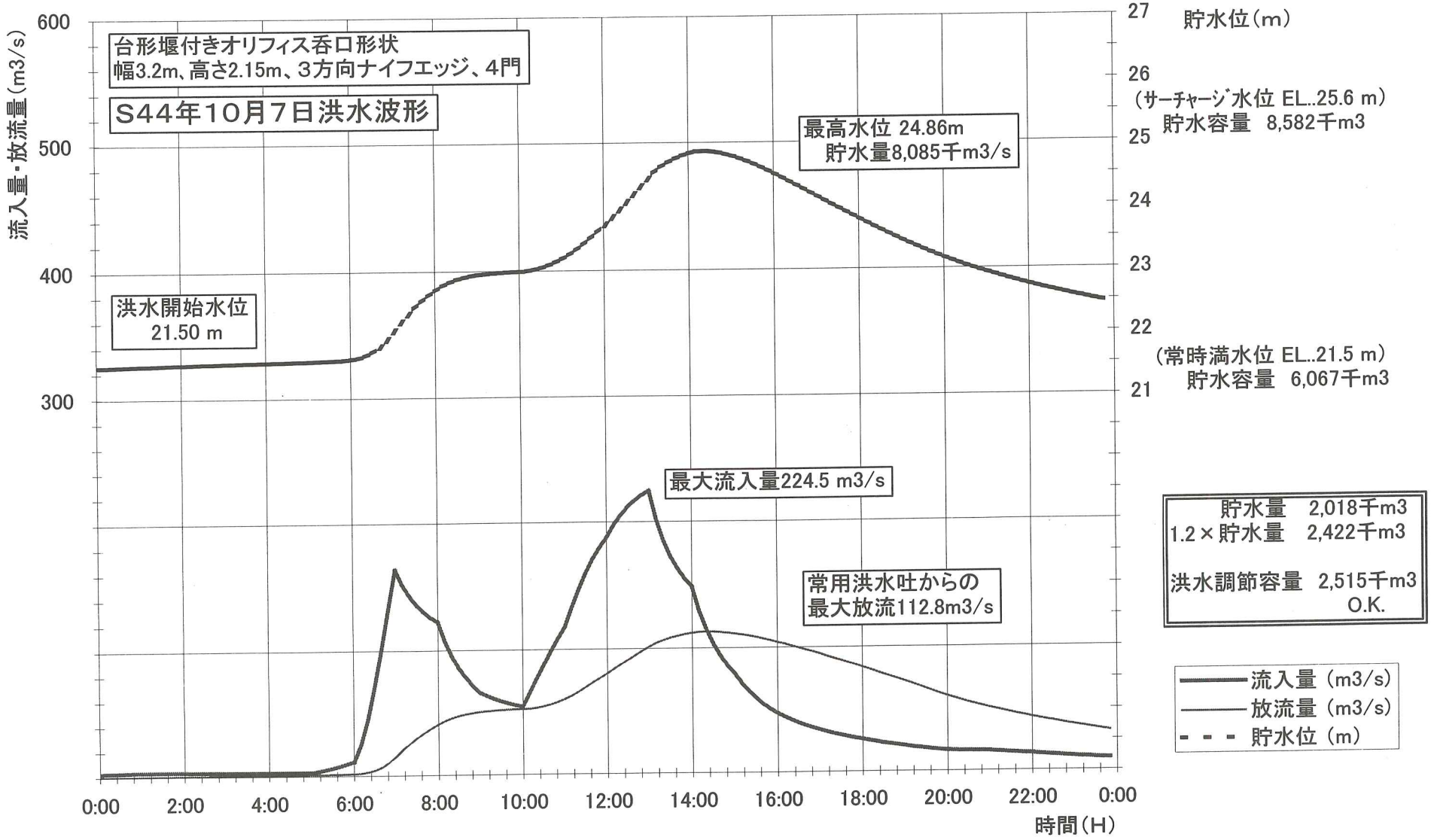
図－4.3.12　ラビリンス案常用洪水吐き修正形状の貯水位～放流量の関係



図－4.3.13　ラビリンス案常用洪水吐き修正形状の h/D ～ C の関係



図－4.3.14　ラビリンス案常用洪水吐き修正形状の D/h ～ C^2 の関係



図－4.3.15　ラビリンス案常用洪水吐き修正形状の洪水調節計算

4.4 ラビリンス案非常用洪水吐き１（常用洪水吐き設置ブロック上）の検討

4.4.1 検討方法

1) 検討概要

本章では、常用洪水吐き設置ブロック上に設置する非常用洪水吐きの適切な形状を検討する。形状の検討は、以下の項目に着目して実施した。

① ダム設計洪水位での放流量。特に常用洪水吐きと非常用洪水吐きからの放流水脈の干渉による影響

② 越流頂円弧部での有害な負圧の有無

③ 問題となるような流況の有無

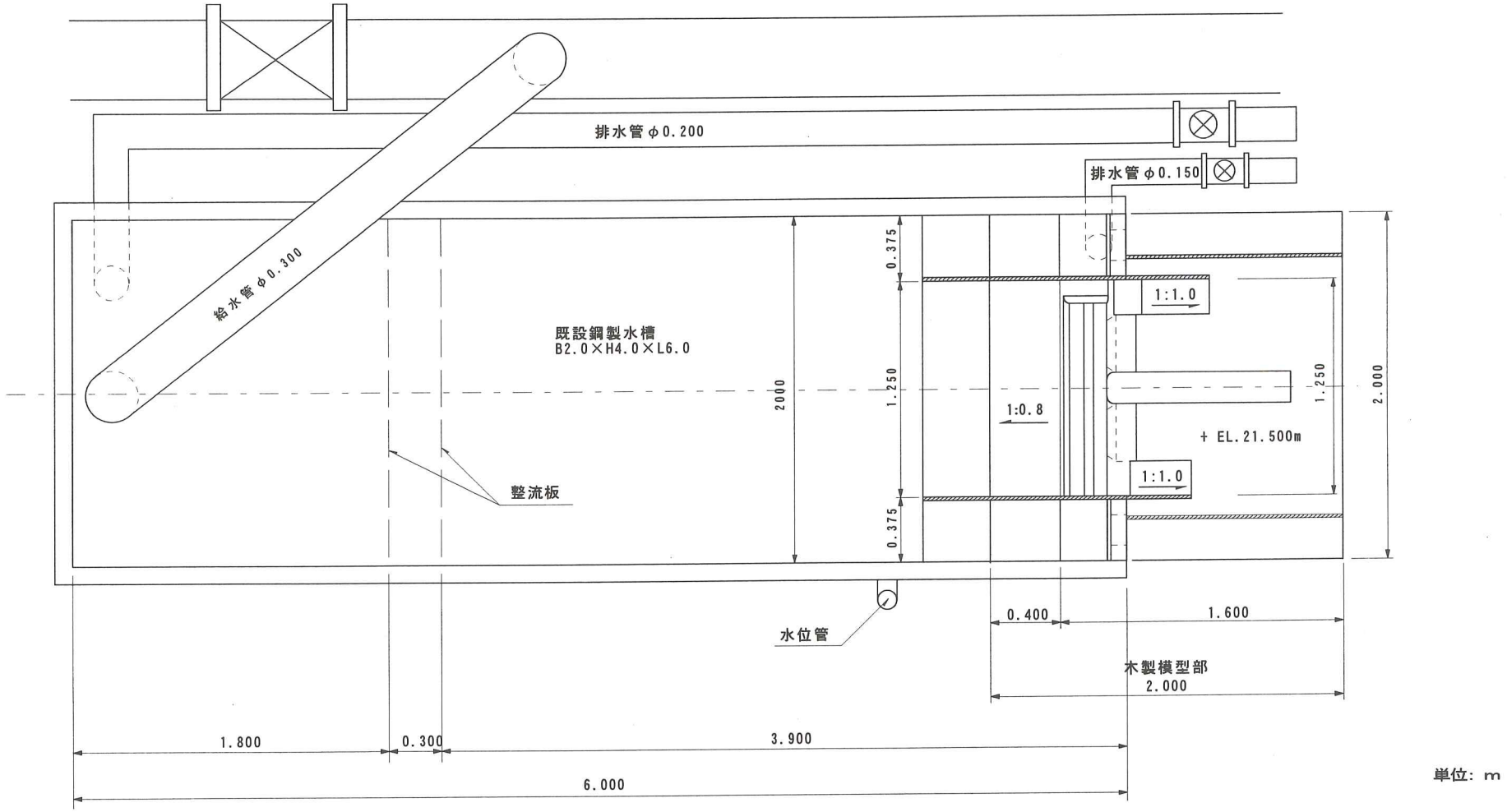
検討は、常用洪水吐き設置ブロックの左岸側１ブロックの常用洪水吐きと非常用洪水吐き１を抽出した模型縮尺 1/12 の水理模型を用いて実施した。この水理模型は、4.3 節で使用した水理模型と同じものであり、形状の変更にあわせて模型の改変を行った。常用洪水吐き設置ブロック上の非常用洪水吐き１の原案における水理模型の形状を、図-4.4.1～4.4.2 に示す。

ここに、原案非常用越流頂形状は、4.3 で示した常用洪水吐き形状の修正に応じ、4.2 で示した形状を若干修正したものである。以下では本形状を原案として説明を行う。

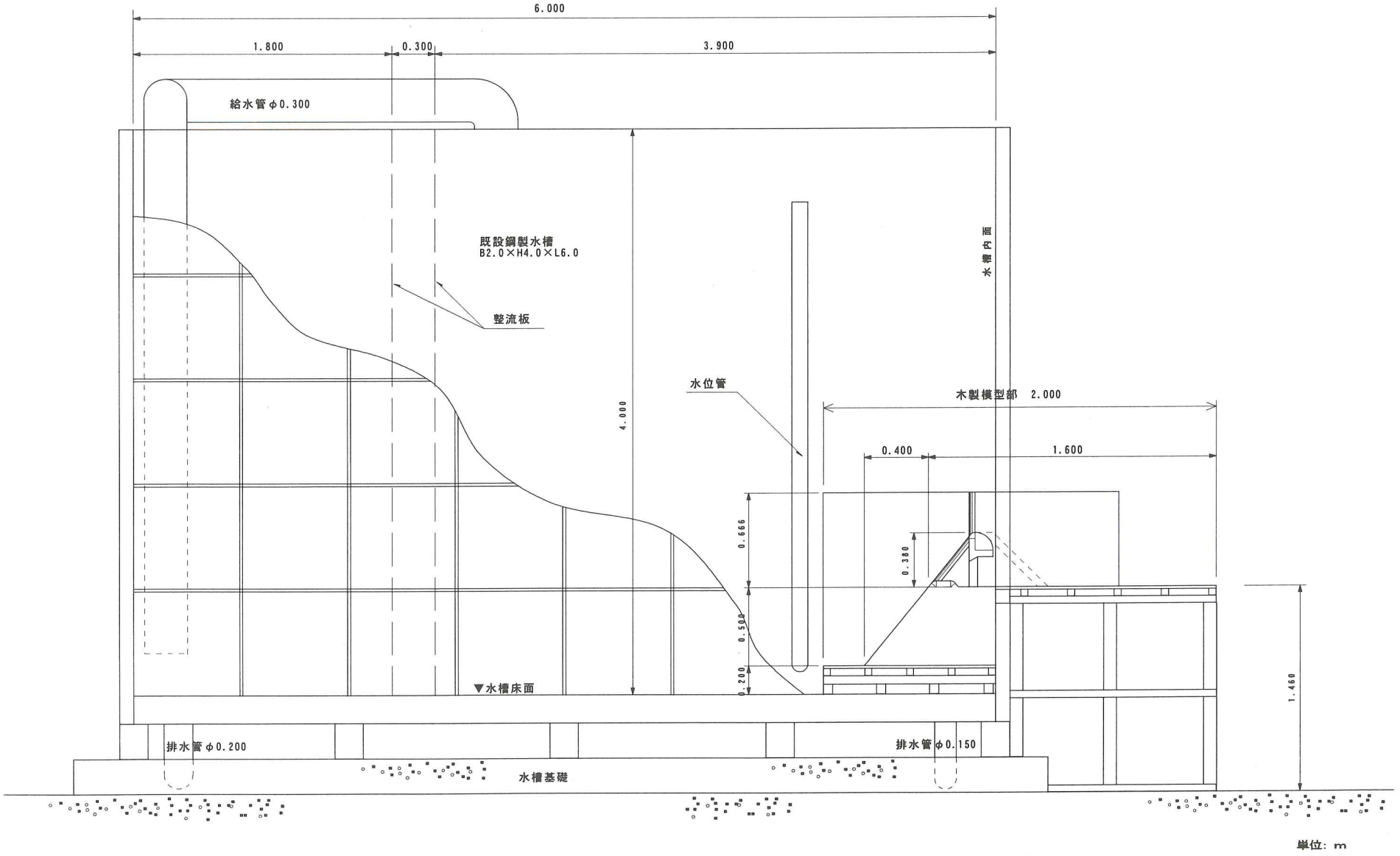
表-4.4.1 に本検討での実験内容を示す。原案の場合、越流頂からの放流水脈と常用洪水吐きの干渉の影響が大きく、設計洪水位付近での常用洪水吐きの放流量が大きく減少する結果となった。修正形状 1、2 は、常用洪水吐き放流量の低下を回避するため越流水脈落下位置を下流側に移動させることを目的に実施した比較案である。修正形状２にて、常用洪水吐き放流量の低減をなくすことができ、これを最終案としている。

表-4.4.1　実験内容

模型形状	測定項目	貯水位	測点数	備考
非常用洪水吐き1 原案 （縮尺 1/12）	流量調査 （ブロック全体）	常時満水位～設計洪水位 開水路流　4流量 管水路流　9流量 常用＋非常用　7流量 遷移領域　3流量		
	流量調査 (非常用洪水吐き単独)	ｻｰﾁｬｰｼﾞ水位～設計洪水位 5水位	－	－
	流況調査	ｻｰﾁｬｰｼﾞ水位～設計洪水位 3流量	－	－
	圧力調査（越流頂）	設計洪水位	7測点	
非常用洪水吐き1 修正形状1 （縮尺 1/12）	流量調査 （ブロック全体）	ｻｰﾁｬｰｼﾞ水位～設計洪水位 常用＋非常用　9流量	－	－
	流況調査	ｻｰﾁｬｰｼﾞ水位～設計洪水位 3流量	－	－
	圧力調査（越流頂）	設計洪水位	7測点	
非常用洪水吐き1 修正形状2 （縮尺 1/12）	流量調査 （ブロック全体）	常時満水位～設計洪水位 常用＋非常用　21流量	－	－
	流況調査	ｻｰﾁｬｰｼﾞ水位～設計洪水位 3流量	－	－
	水面形調査（水切り）	設計洪水位	4測点	



図－4.4.1(1)　ラビリンス案非常用洪水吐き１及び常用洪水吐き検討模型概要　（平面図、模型縮尺 1:12）



図－4.4.1(2)　ラビリンス案非常用洪水吐き１及び常用洪水吐き検討模型概要（縦断面図、模型縮尺 1:12）

4.4.2 原案の水理特性

1) 原案形状

本節では、4.3 で示した常用洪水吐きの最終形状に対し作成した越流頂の修正案（オリフィス敷高の変更により越流頂下流の鉛直面を下方に延長した）を原案とし、貯水位と放流量の関係、壁面作用圧力、流況を調査した。越流頂の圧力測定箇所を図-4.4.2 に示す。

2) 放流量

常用洪水吐き設置ブロック全体（常用洪水吐き＋非常用洪水吐き 1）の結果を図-4.4.3 に示す。非常用洪水吐き 1 の越流が開始するサーチャージ水位以上での貯水量～放流量の関係は(4.4.1)式で近似できる。

$$Q=16.4802h^2+34.5575h+129.08 \qquad (4.4.1)$$

ただし、Q：常用洪水吐き設置ブロック全体（2 ブロック分）の合計放流量[m^3/s]

h：越流頂(EL.25.6m)の越流水頭[m]

また、非常用洪水吐き 1 単独での実験結果を図-4.4.4～4.4.5 に示す。非常用洪水吐き 1 単独での貯水量～放流量の関係は(4.4.2)式で近似される。

$$Q=CBb^{1.5} \qquad (4.4.2)$$

$$C=-0.2475h^2+0.954h+1.1475$$

ただし、Q：非常用洪水吐き 1 の単独放流量[m^3/s]

C：流量係数

B：越流幅（25.6m）

h：越流頂(EL.25.6m)からの越流水頭[m]

表-4.4.2 は(4.4.1)式、(4.4.2)式及び(4.3.3)式から、それぞれ常用洪水吐きと非常用洪水吐き 1 の同時放流、非常用洪水吐き 1 単独放流、及び常用洪水吐き単独放流時の設計洪水位での放流量を示したものである。非常用洪水吐き 1 単独及び常用洪水吐き単独での設計洪水位 EL.27.2m での放流量は、4.1 に示した設計の目安とした放流量（非常用洪水吐き 1 の 102m^3/s と常用洪水吐きの 160m^3/s）をほぼ満足しており、それぞれの単独放流量を合計すると 264.35 m^3/s になる。一方、常用洪水吐き及び非常用洪水吐き 1 双方から放流した場合の設計洪水位の放流量は 226.56 m^3/s であり、単独放流量の合計と比較すると 38m^3/s 程度の放流量の低下が見られている。以下に示すように、この原因は越流頂と常用洪水吐きの放流水脈が干渉し、常用洪水吐きの放流量が減少していることにあり、常用洪水吐きブロックに越流頂を設置した効果を半減させている。従って、水脈干渉の低減方等を検討する必要があるものと考える。

表-4.4.2　設計洪水位時の放流量（非常用洪水吐き１原案）

対象とする洪水吐き	設計洪水位時の放流量 (EL.27.2m,h=1.6m)
常用洪水吐き設置ブロック全体の放流量	226.56 m³/s
常用洪水吐き及び非常用洪水吐き１の単独放流量の合計	264.35 m³/s
（非常用洪水吐き１の単独放流量）	(105.69 m³/s)
（常用洪水吐きの単独放流量）	(158.66 m³/s)

3)　流況

常用洪水吐き及び非常用洪水吐き１から放流した場合の流況図を図-4.4.6 に、流況写真を写真-4.4.１～4.4.３に示す。

非常用洪水吐きから越流水は越流頂の下流曲面もしくは斜面に沿って流下するが、常用洪水吐き直上の曲面を流下する越流水は、越流頂下流曲面のほぼ下流端の位置で、常用洪水吐きから流出する水脈上に落下する。越流水頭が 0.5m の場合、常用洪水吐きからの水脈上に落下した越流水は、そのまま水脈に乗って下流へ流され、水脈の乱れは小さい。一方、越流水頭が 1.0m になると、水脈上に落下した越流水の一部が、上流側へ逆流し、越流頂下のオリフィス直下流の水位を上昇させるようになる。越流水頭が 1.6m（設計洪水位）ではオリフィス直下流の水位は更に上昇し、満管状態に近づく。先に示した常用、非常用１の同時放流時の放流量の低下は、オリフィス直下流の水位上昇により、常用洪水吐き上下流間の水頭差が小さくなっていることに起因するものと考えられる。

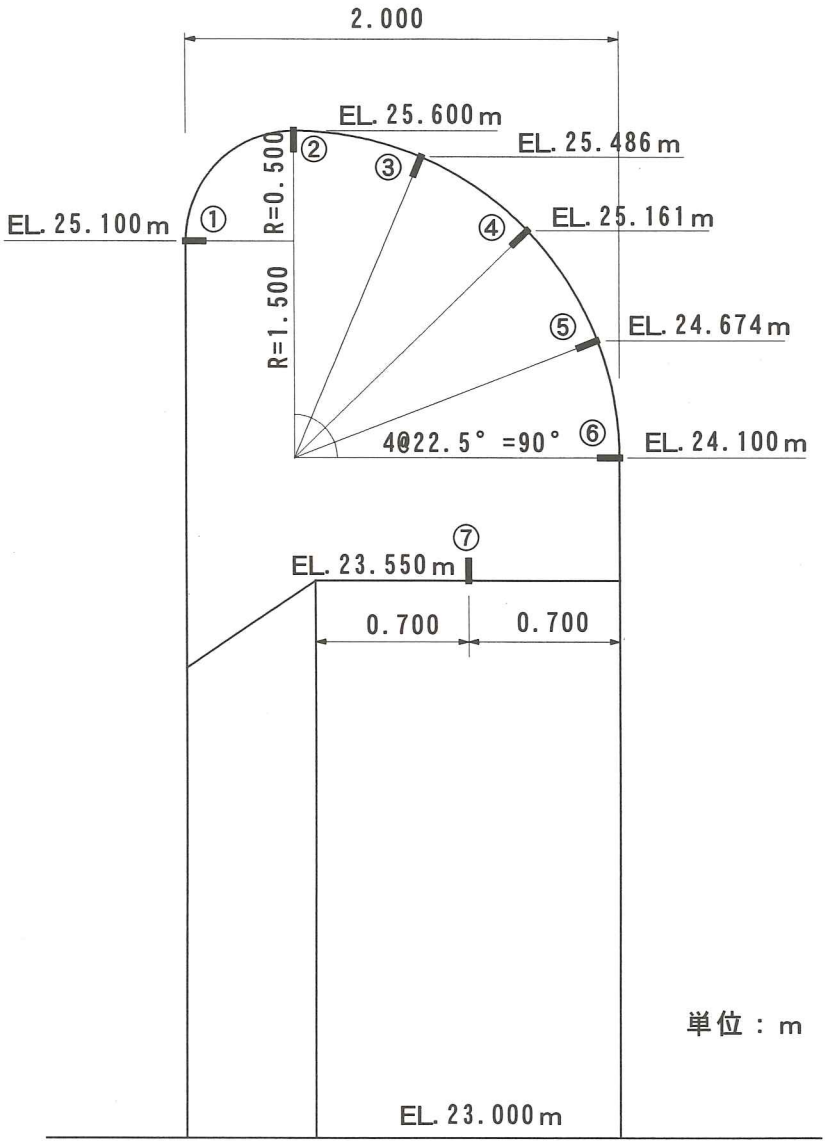
常用洪水吐き側方の斜面を流下する流水は、EL.21.0m の床板に達した後、しばらく露出流となって流れ、その後常用洪水吐きからの水脈との間で跳水を生じるが、問題となるような流況は見られない。

4)　壁面作用圧力

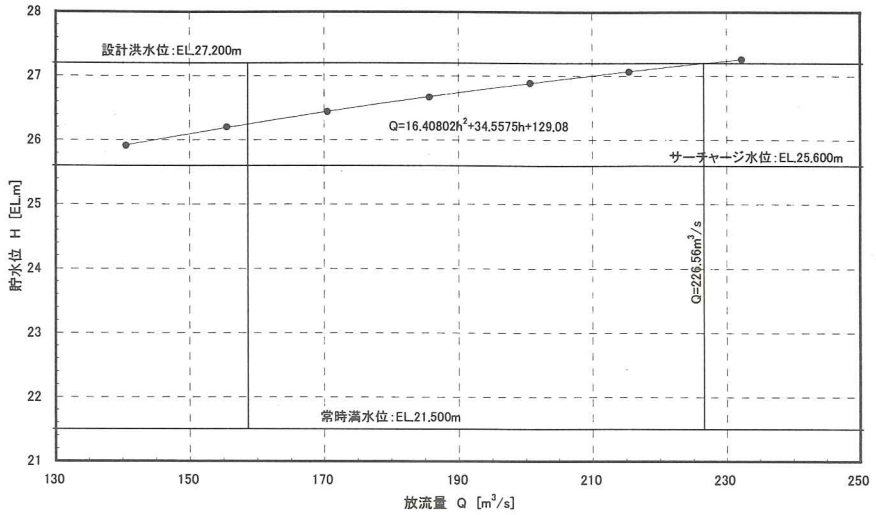
設計洪水位（EL.27.2m、h=1.6m）での越流頂の壁面作用圧力測定結果を表-4.4.3 に示す。いずれの測点においても、作用圧力は許容負圧-3.0[m 水柱]以内であり、作用圧力の観点からは越流頂の形状には問題はない。

表-4.4.3　越流頂の壁面作用圧力測定結果（設計洪水位）

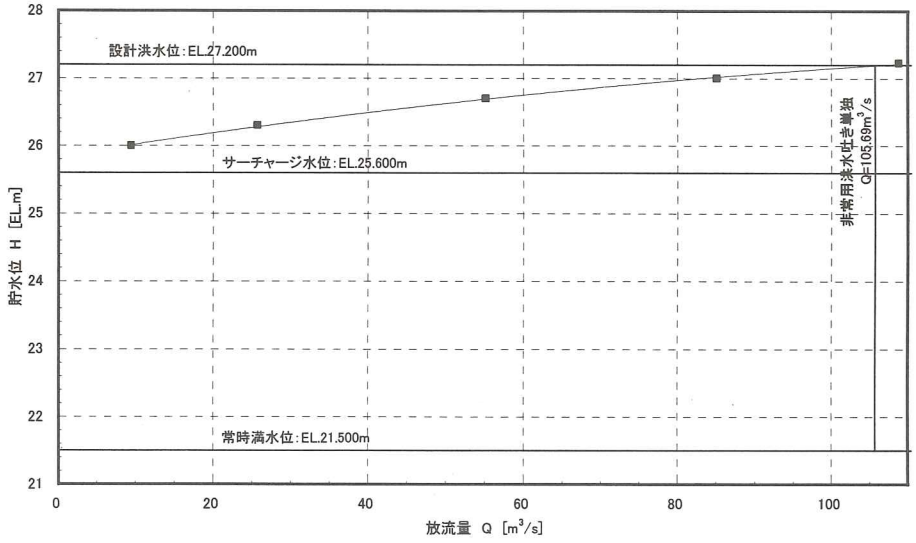
測定位置	上流面	越流頂下流円弧部					下面
	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7
圧力水頭[m 水柱]	1.760	0.000	-0.342	-1.121	-1.258	-0.708	1.042



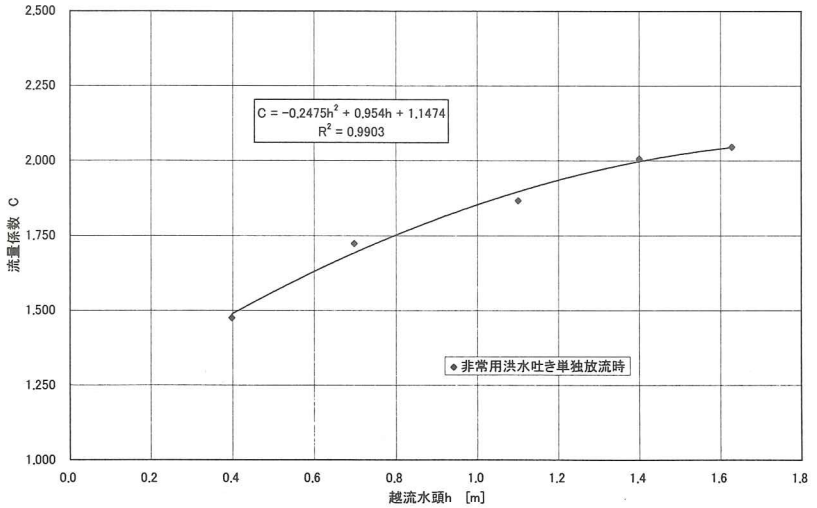
図－4.4.2　非常用洪水吐き１の圧力測定位置原案
（測線：オリフィス中央断面）



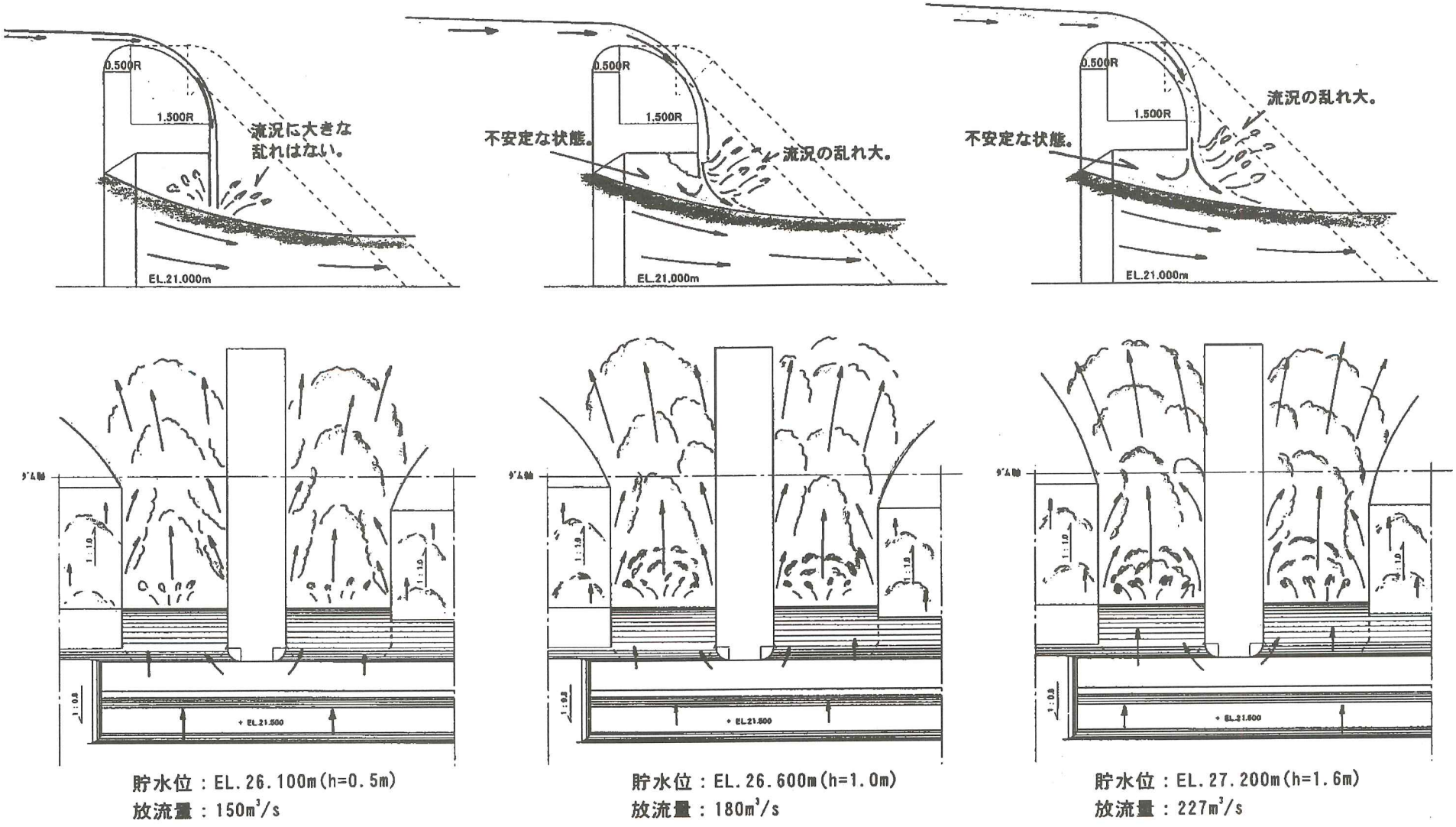
図－4.4.3　貯水位～放流量の関係（常用洪水吐き+非常用洪水吐き１）



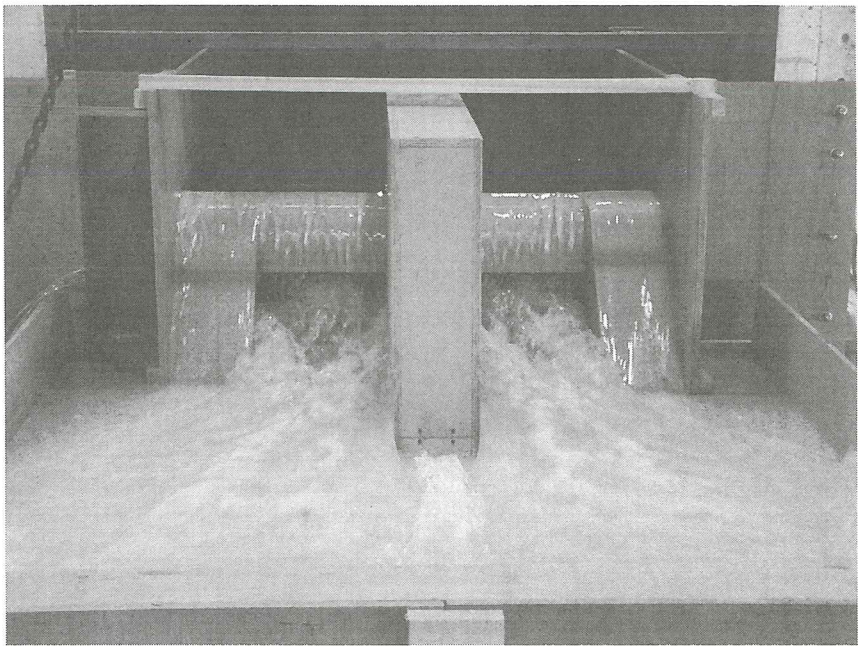
図－4.4.4　貯水位～放流量の関係（非常用洪水吐き１単独）

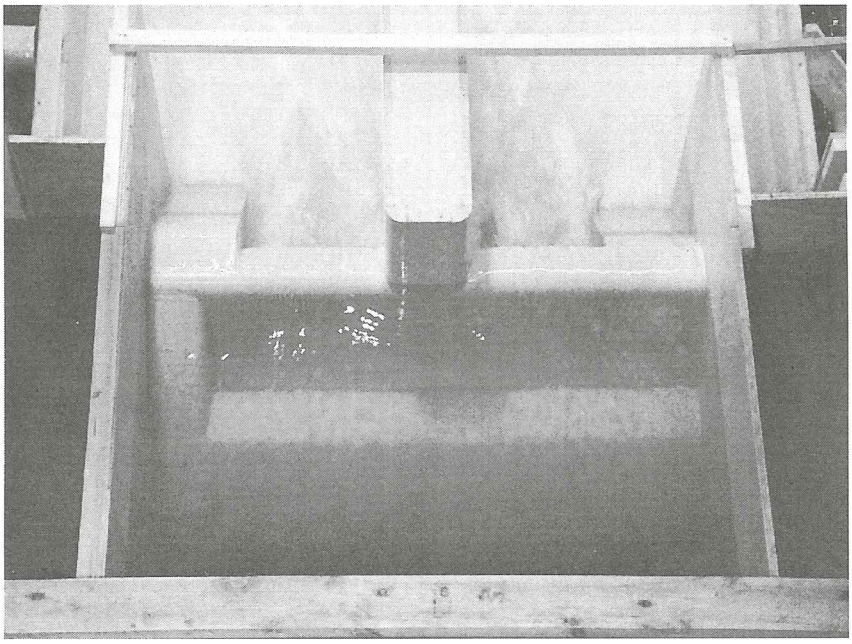


図－4.4.5　非常用洪水吐き１単独放流時の越流水頭～流量係数の関係



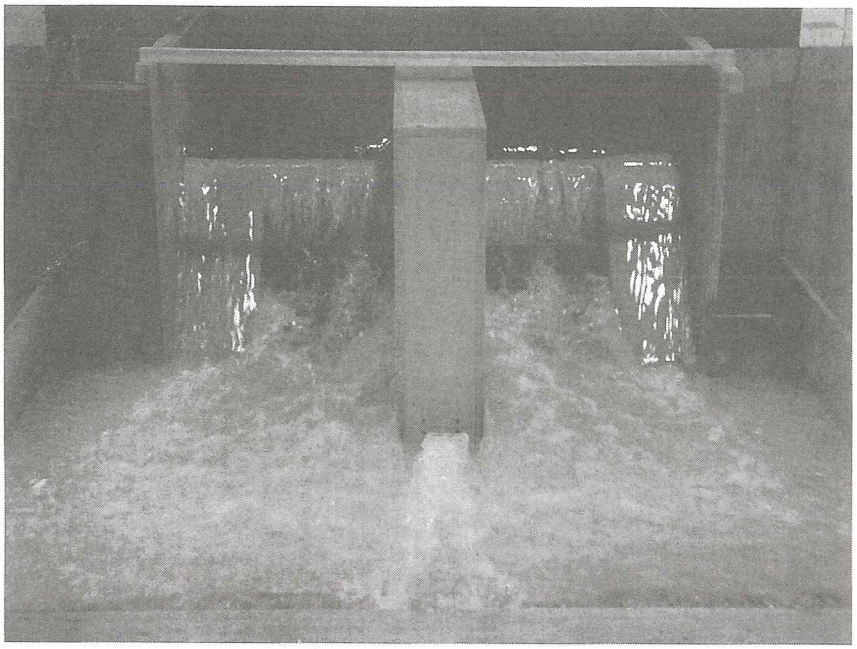
図－4.4.6　非常用洪水吐き案１（原案）の流況

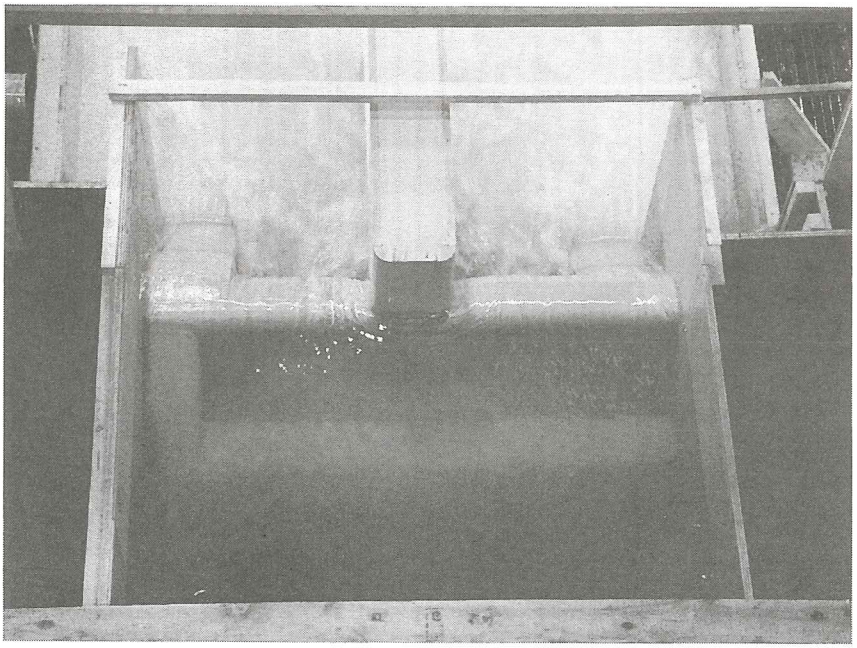




写真－4.4.1　非常用洪水吐き１（原案）の流況

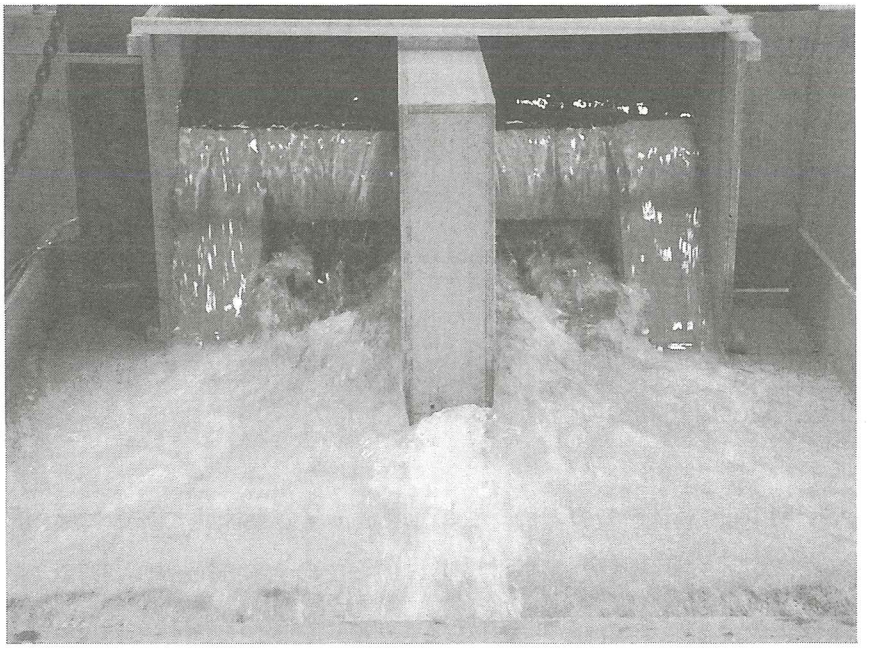
（貯水位：EL.26.100m、h=0.5m）

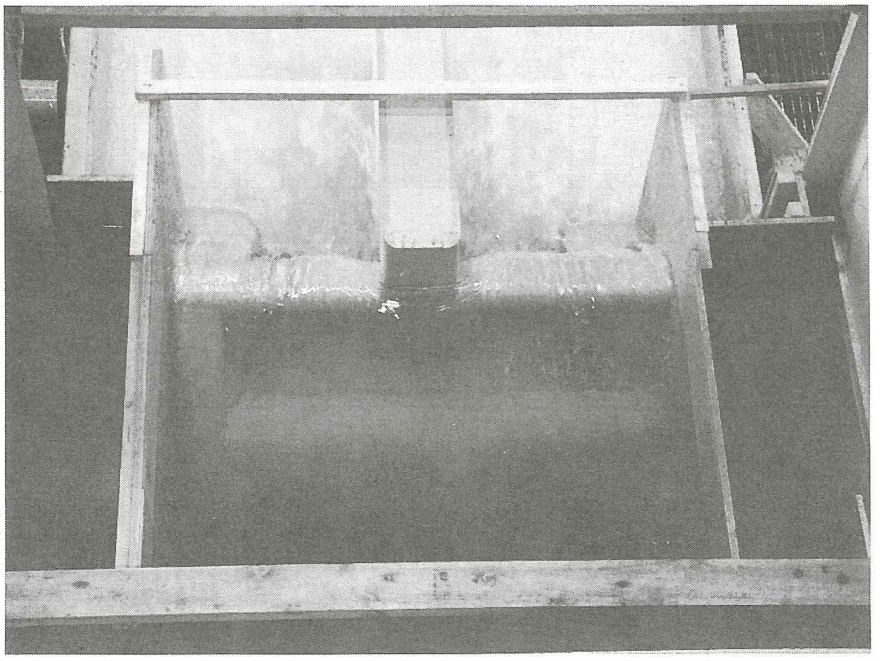




写真－4.4.2　非常用洪水吐き１（原案）の流況

（貯水位：EL.26.600m、h=1.0m）





写真－4.4.3　非常用洪水吐き１（原案）の流況

（設計洪水位時：EL.27.200m、h=1.6m）

4.4.3　修正形状１の検討

1)　修正形状１

オリフィス直下流の水位上昇を抑えるために、非常用洪水吐き越流水の落下位置を下流側へ移動させることを考え、このための越流頂形状として、越流頂下流円弧を勾配 1:0.8 の斜面にすりつけた修正形状１を作成した。形状を図-4.4.7 に、越流頂の圧力測定箇所を、図-4.4.8 に示す。

2)　放流量

常用洪水吐き設置ブロック全体（常用洪水吐き＋非常用洪水吐き）の実験結果を図-4.4.9 に示す。サーチャージ水位以上での貯水位～放流量の関係は(4.4.3)式で近似される。

$$Q=22.8417h^2+36.0217h+129.08 \qquad (4.4.3)$$

ただし、Q：常用洪水吐き設置ブロック全体（２ブロック分）の合計放流量[m^3/s]

h：越流頂(EL.25.6m)の越流水頭[m]

表-4.4.4 に常用、非常用同時放流時及びそれぞれの単独放流時の設計洪水位での放流量を示す。常用洪水吐き設置ブロック全体での放流量は 245.2 m^3/s であり、原案での 226.56 m^3/s よりは改善されているが、単独放流量の合計と比較するとまだ 19m^3/s 程度の放流量の低下が見られる。

表-4.4.4.　設計洪水位時の放流量

（非常用洪水吐き１）

対象とする洪水吐き	設計洪水位時(EL.27.2m,h=1.6m)の放流量
常用洪水吐き設置ブロック全体での放流量	245.2 m^3/s
常用洪水吐き及び非常用洪水吐き１の単独放流量の合計	264.35 m^3/s
（非常用洪水吐き１の単独放流量）	(105.69 m^3/s)
（常用洪水吐きの単独放流量）	(158.66 m^3/s)

3) 流況

常用洪水吐き及び非常用洪水吐き１の同時放流時の流況図を図-4.4.10 に、流況写真を写真-4.4.4～4.4.6 に示す。

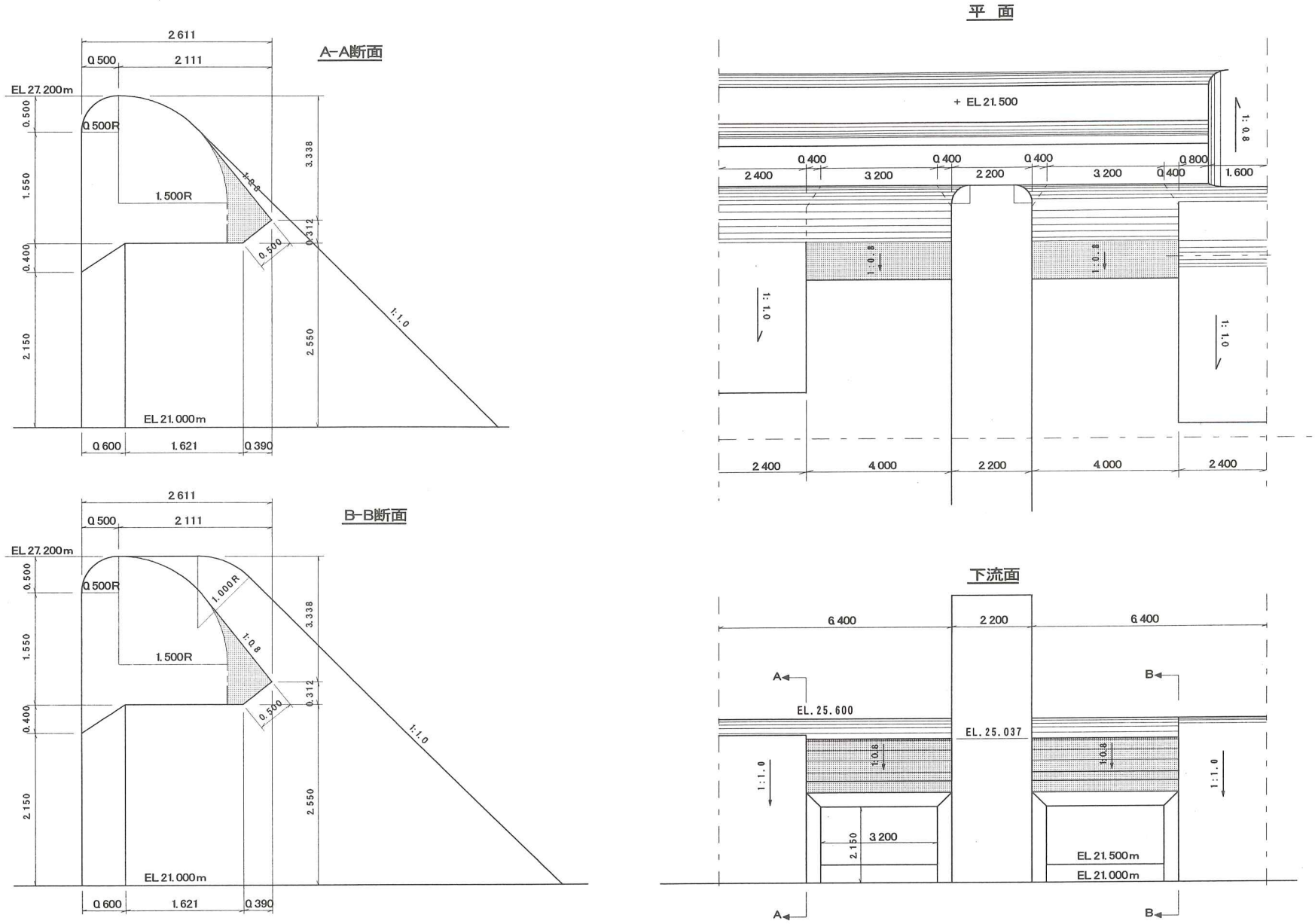
越流頂下流端を 1:0.8 勾配の斜面に改造したことにより、越流頂からの水流は原案と比較して下流に落下していが、越流水頭 1.0m ではオリフィス直下流に水位上昇がみられ、越流水頭 1.6m（設計洪水位）では原案と同様に満管状態近くまで水位が上昇している。従って、オリフィス直下点の水位上昇を抑えるには、越流水脈の合流位置をかなり下流にする必要があるものと考えられる。

4) 壁面作用圧力

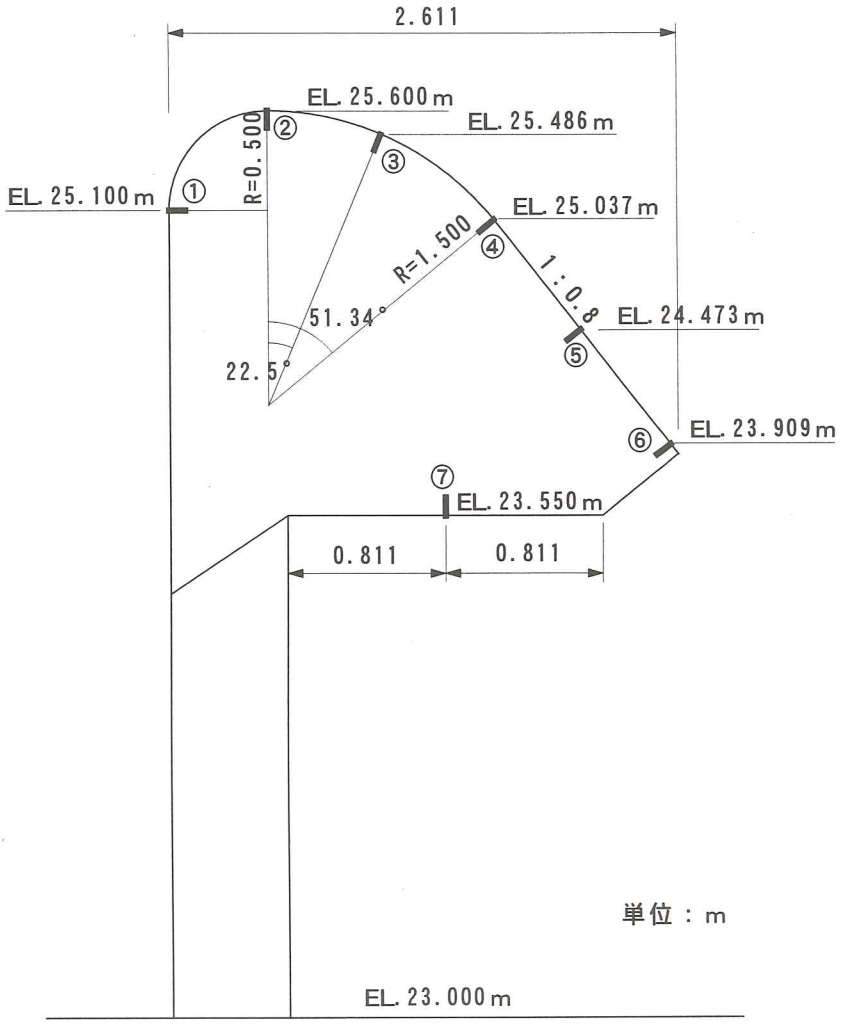
設計洪水位（EL.27.2m、h=1.6m）での越流頂の壁面作用圧力測定結果を表-4.4.5 に示す。原案と比較して斜面部の圧力が高くなっており問題ない。なお下面（越流頂直下のトンネル上面）の作用圧力が負圧を示しており、流況安定化のためオリフィス下流への給気を検討をする必要がある。

表-4.4.5　越流頂の壁面作用圧力測定結果（非常用洪水吐き１修正形状１）

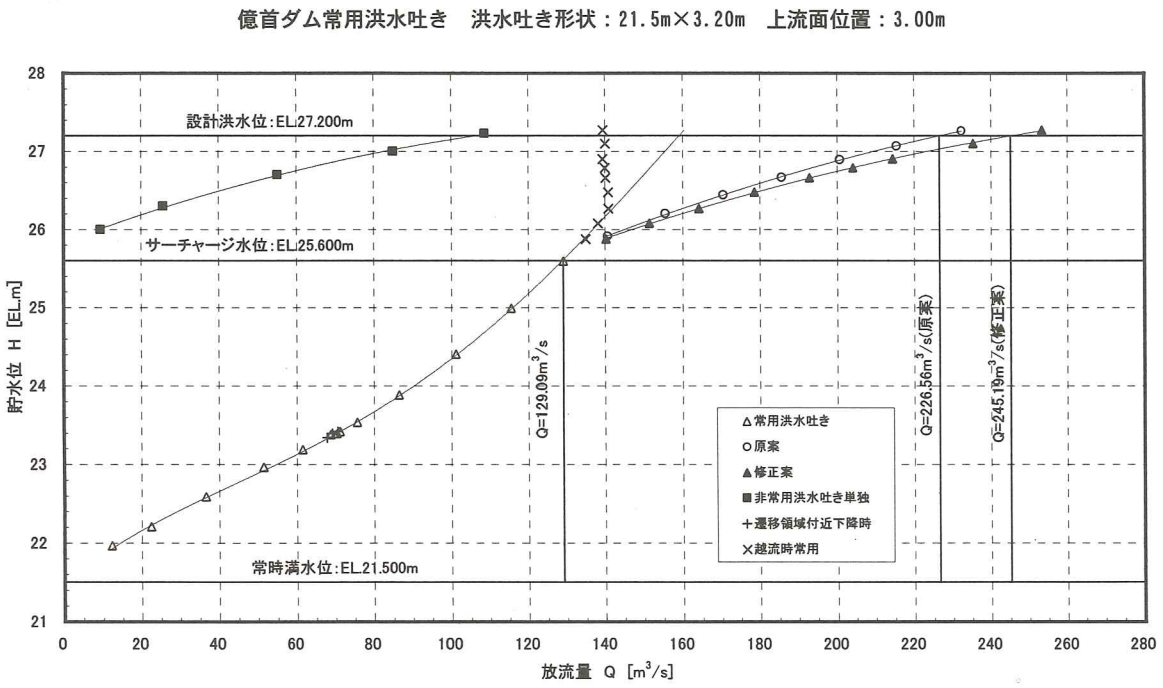
測定位置	上流面	円弧部		斜面部			下面
	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7
圧力水頭[m 水柱]	1.988	-0.024	-0.328	-0.325	0.348	0.251	-0.074



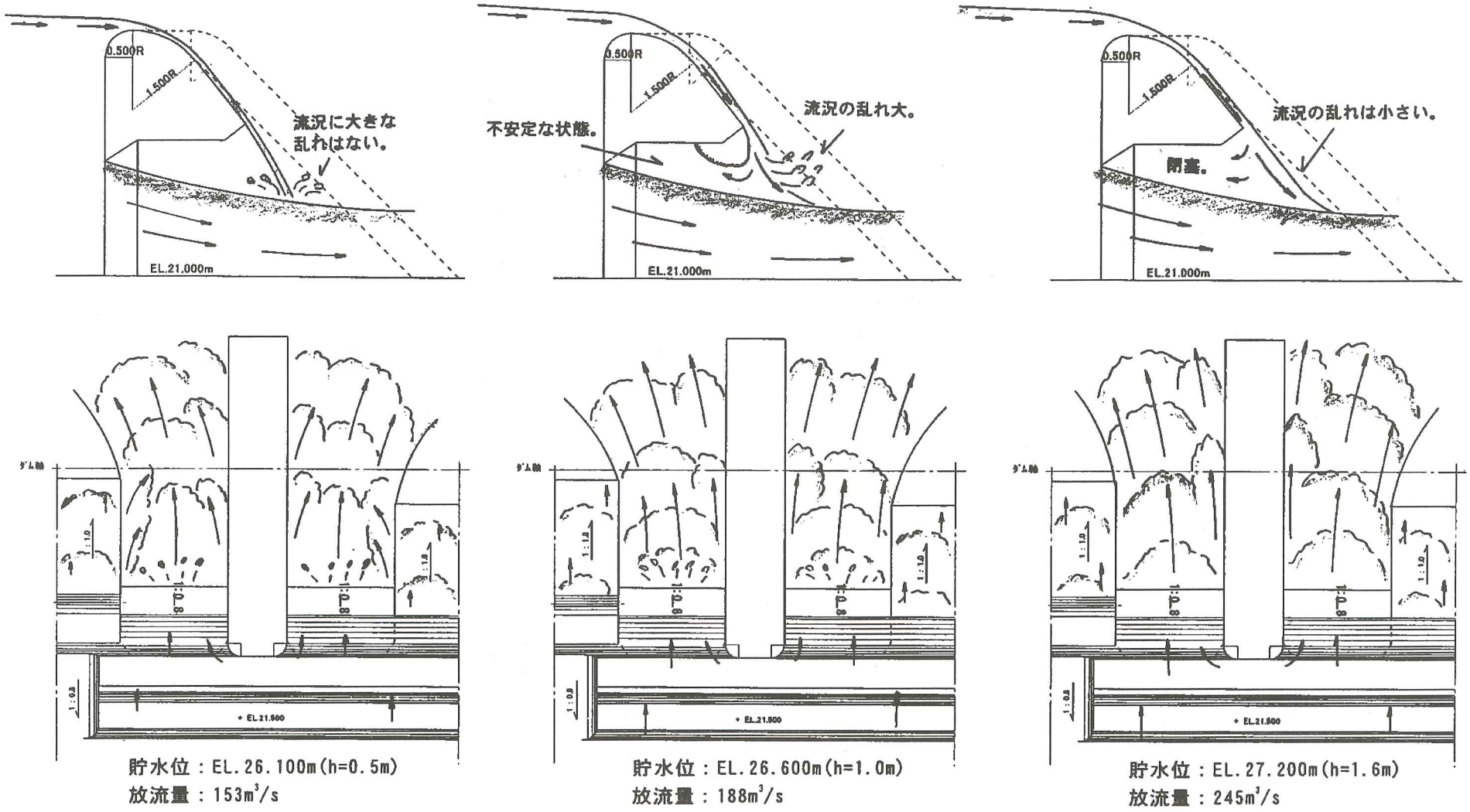
図－4.4.7　非常用洪水吐き１修正形状１



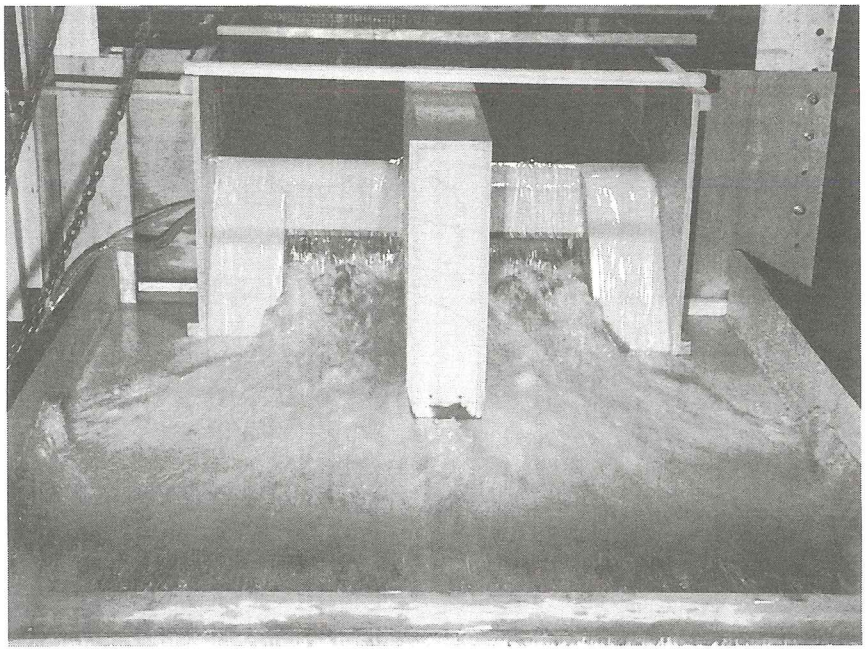
図－4.4.8　非常用洪水吐き１修正形状１　圧力測定位置
（測線：オリフィス中央断面）

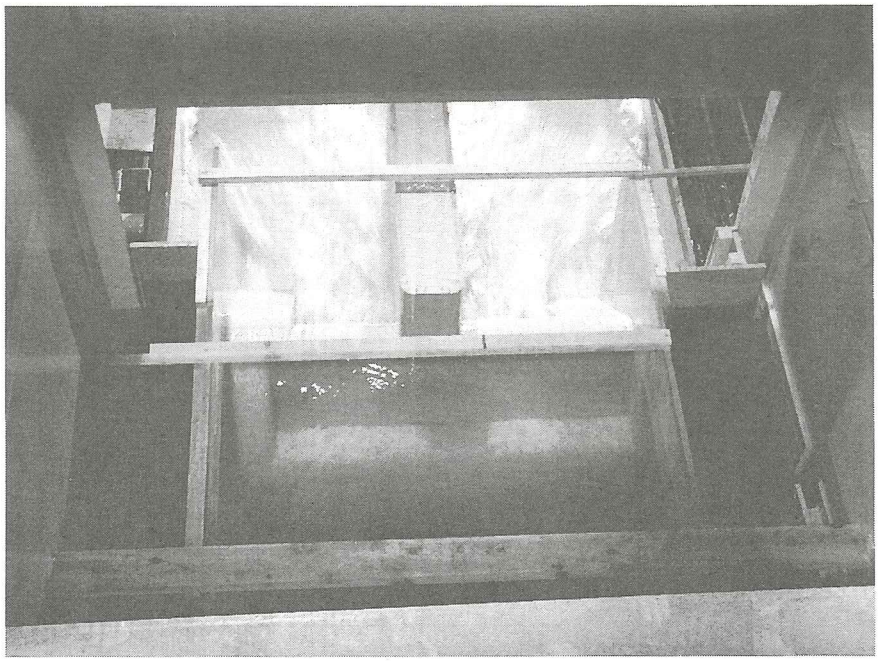


図－4.4.9　貯水位～放流量の関係（非常用洪水吐き１修正形状１）



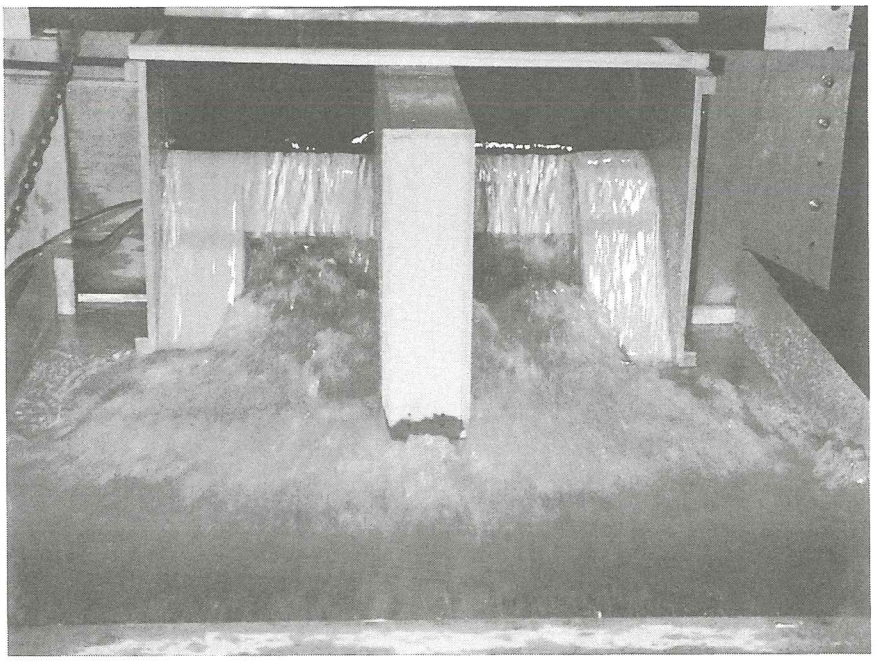
図－4.4.10　非常用洪水吐き１修正形状１の流況

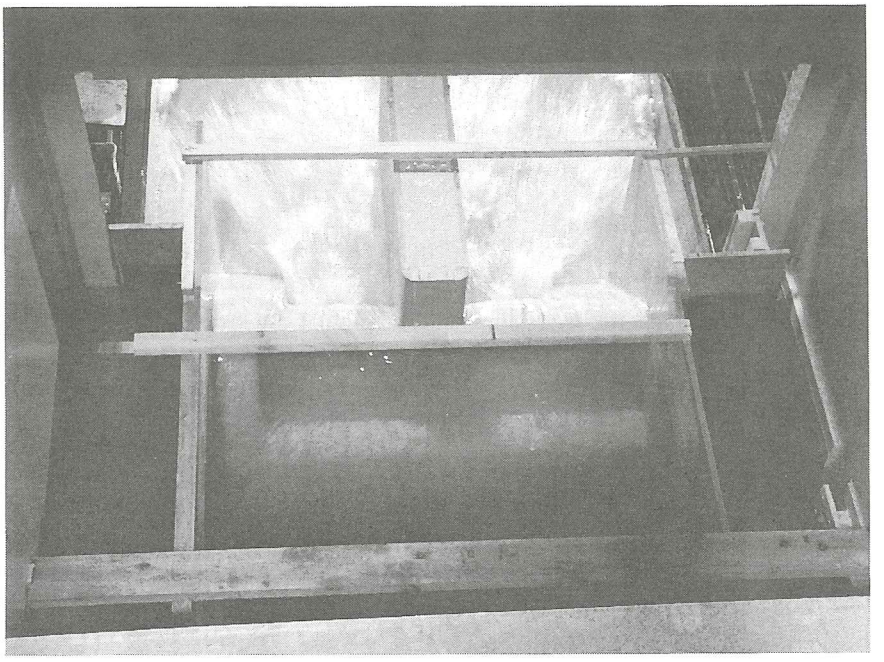




写真－4.4.4　非常用洪水吐き１修正形状１の流況

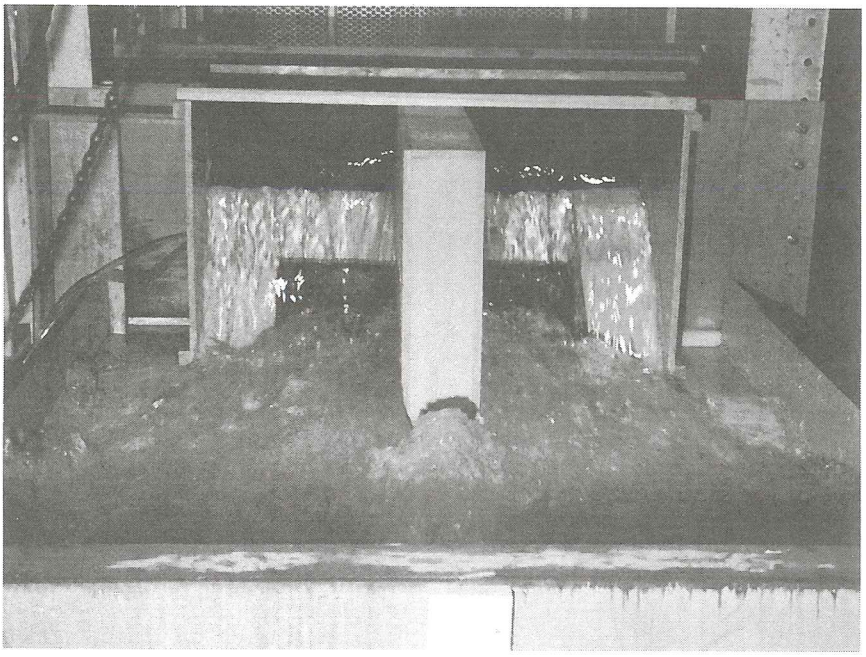
（貯水位：EL.26.100m、h=0.5m）

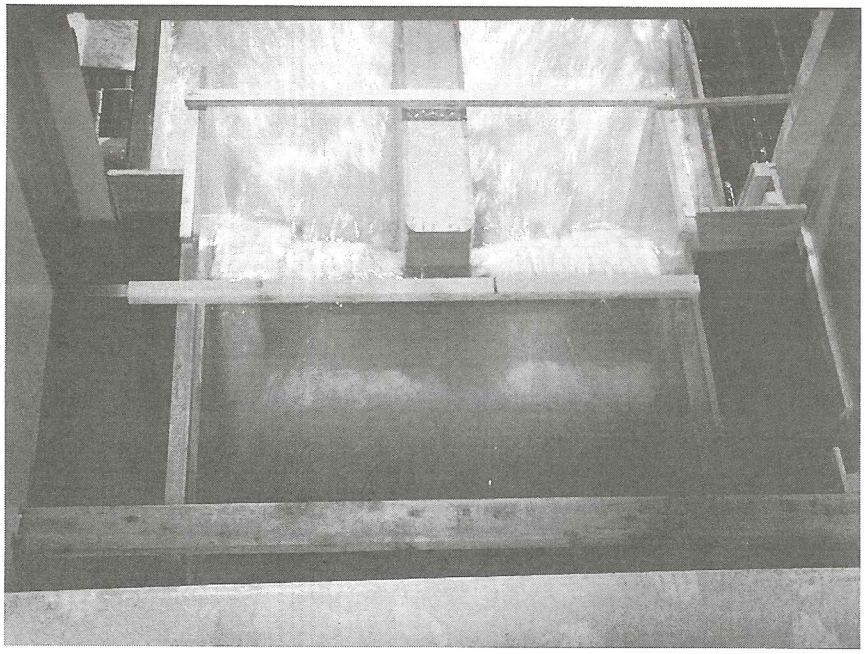




写真－4.4.5　非常用洪水吐き１修正形状１の流況

（貯水位：EL.26.600m、h=1.0m）





写真－4.4.6　非常用洪水吐き１修正形状１の流況

（設計洪水位時：EL.27.200m、h=1.6m）

4.4.4 修正形状２（非常用洪水吐き１最終案）の検討

1) 修正形状２

修正形状１の終案を受け作成した修正形状２を図-4.4.11 に示す。修正形状２は越流水脈を上り遠方に放流するため、越流頂斜面部下流端にジャンプ台として水平を設けたものである。また、オリフィス直下流への給気のための、越流頂下流部の橋脚側壁沿いに水切を設置した。

2) 放流量

常用洪水吐き設置ブロック全体（常用洪水吐き＋非常用洪水吐き１）の実験結果を図-4.4.12 に示す。サーチャージ水位以上での貯水位～放流量の関係は(4.4.4)式で近似される。

$$Q=29.2903h^2+37.5981h+129.08 \qquad (4.4.4)$$

ただし、Q：常用洪水吐き設置ブロック全体（２ブロック分）の合計放流量[m³/s]

h：越流頂(EL.25.6m)の越流水頭[m]

表-4.4.6 に常用、非常用同時放流時およびそれぞれ単独放流時の設計洪水位での放流量を示す。常用洪水吐き設置ブロック全体での放流量は 264.2m³/s であり、単独放流量の合計、即ち当初設計時の目安とほぼ一致しており、以降に示すように流況にも問題ないことから本案を非常用洪水吐き１の最終形状とする。

表-4.4.6 設計洪水位時の放流量（非常用洪水吐き１修正案２）

対象とする洪水吐き	設計洪水位時(EL.27.2m,h=1.6m)の放流量
常用洪水吐き設置ブロック全体での放流量	264.2 m³/s
常用洪水吐き及び非常用洪水吐き１の単独放流量の合計	264.35 m³/s
（非常用洪水吐き１の単独放流量）	(105.69 m³/s)
（常用洪水吐きの単独放流量）	(158.66 m³/s)

3) 流況

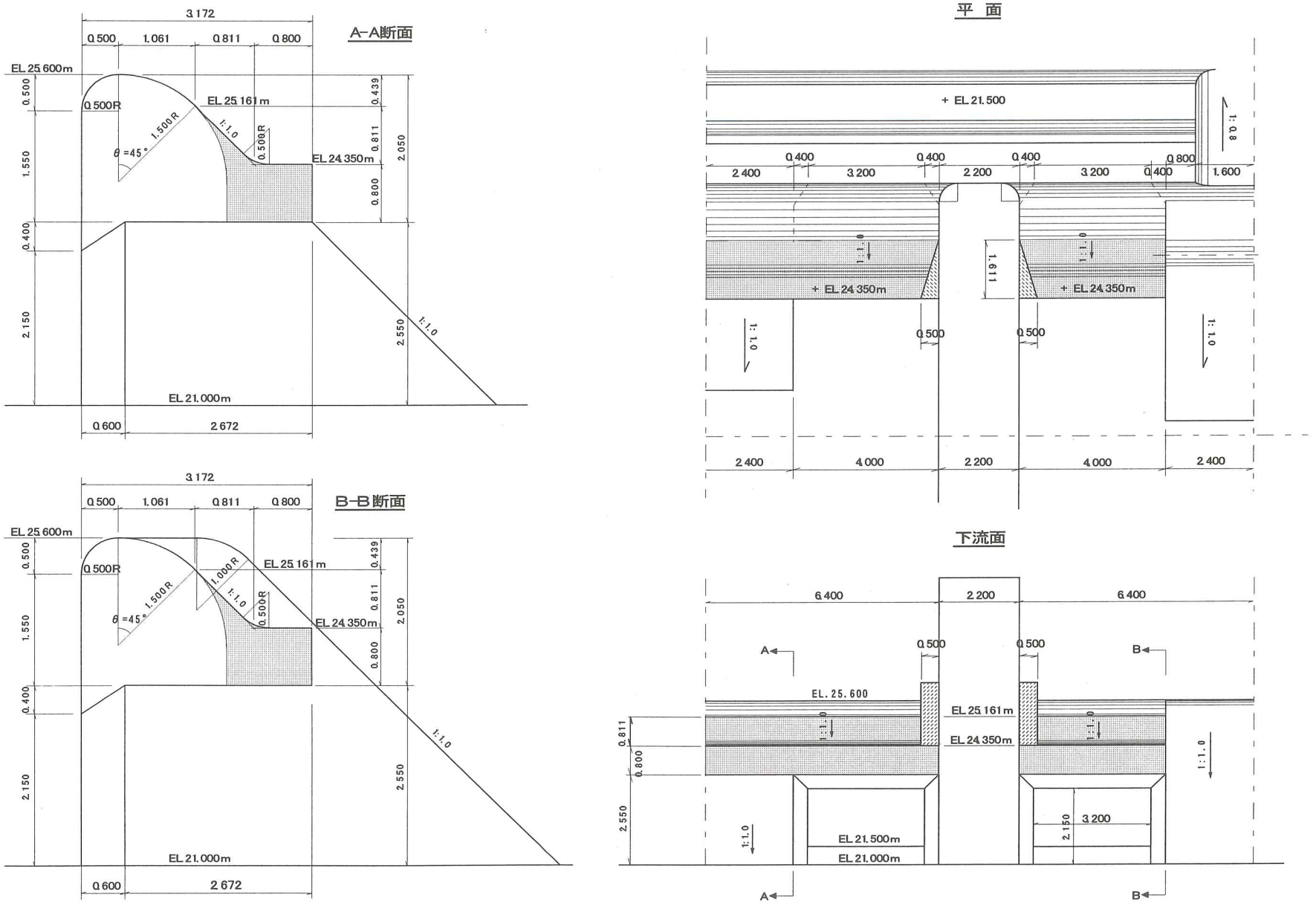
常用洪水吐き及び非常用洪水吐き双方から放流した場合の流況図を図-4.4.13 に、流況写真を写真-4.4.7～4.4.9 に示す。

越流頂下流にジャンプ台を増設したことにより、越流水脈は修正案１よりも更に下流に落下し、0.5m、1.0m、1.6m のいずれの越流水頂流においても、オリフィス直下流の水位上昇は認められない。また、流況は全体に安定しており問題ない。

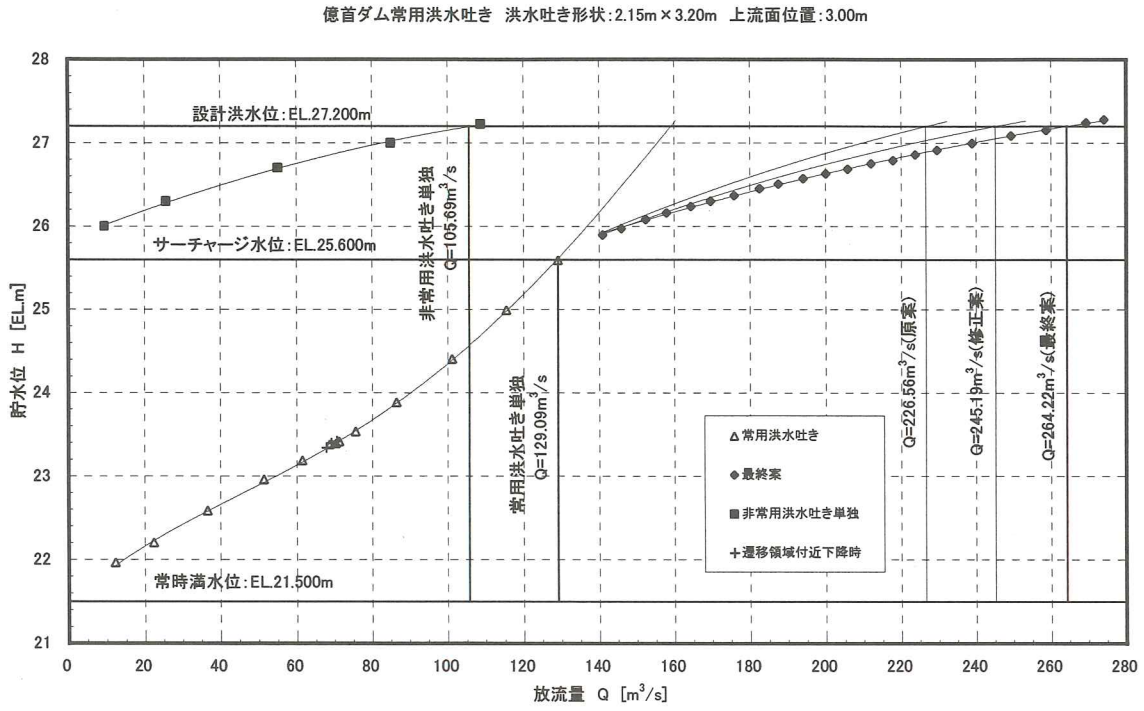
また、橋脚沿いに水切板を設けたことにより、オリフィス下流に給気するのに十分な広さの水膜の開口域ができている。

4)　水切沿いの水面形

本節において設置した水切の必要高さを把握するため、水切沿いの水面形の測定を行った。測定結果を図-4.4.14に示す。水切版沿いの水位は、水切の上流端で最も高くなっており、平均水位でEL.25.96m、最高水位でEL.26.06mである。水切はEL.26.1m以上あれば、機能を発揮する。

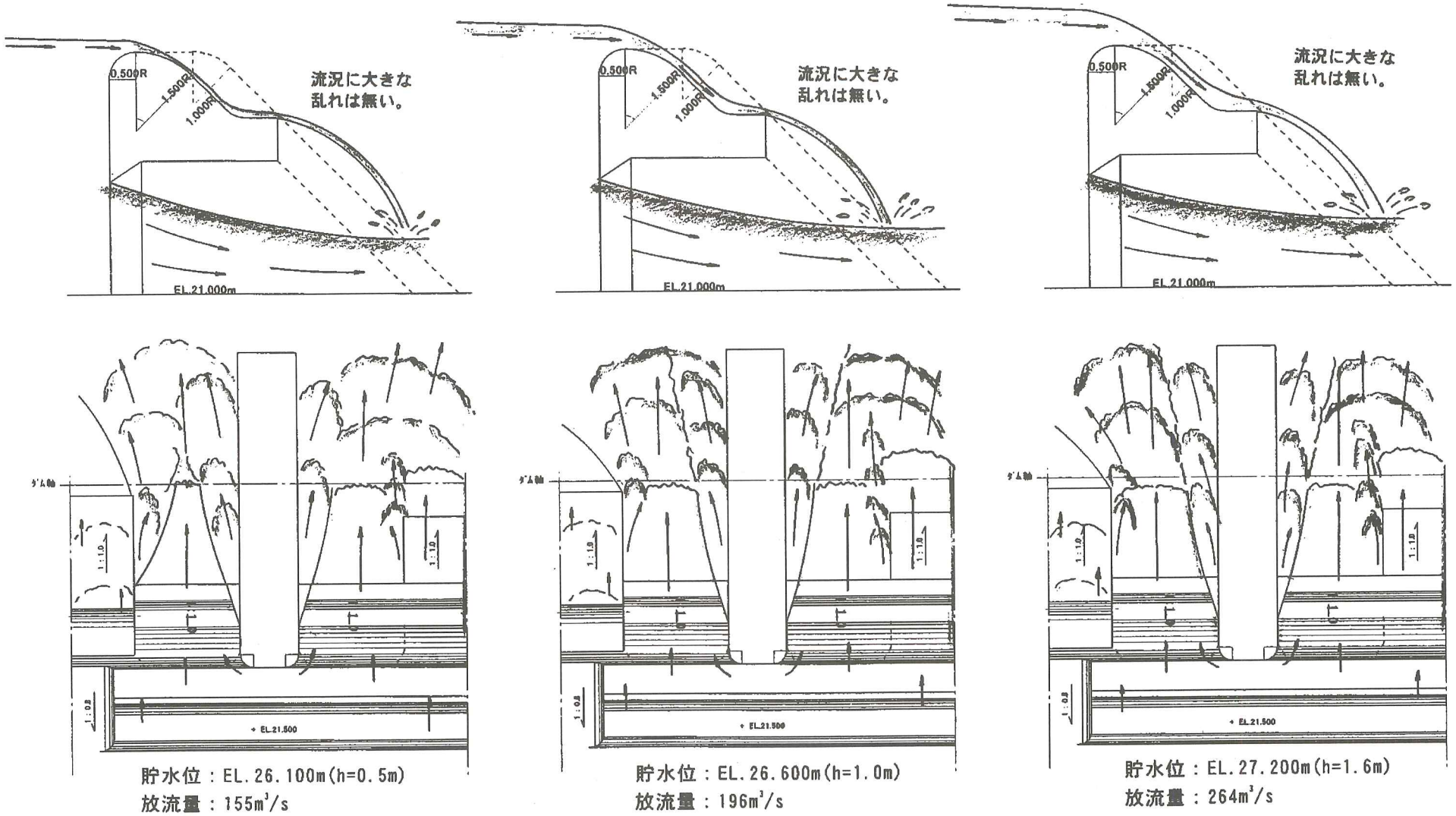


図－4.4.11　非常用洪水吐き１修正形状２（最終案）

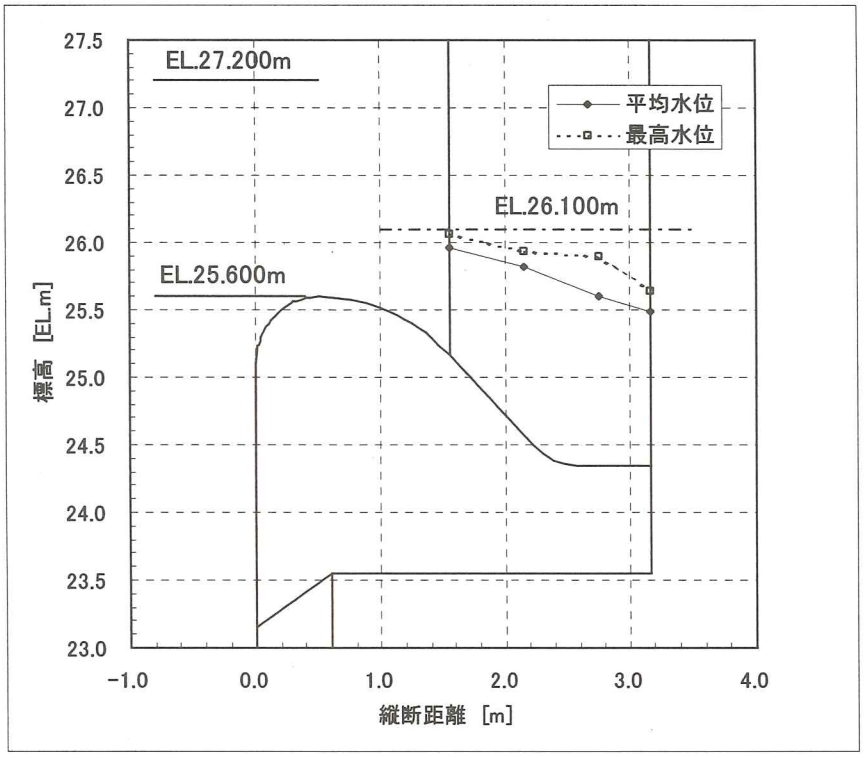


図－4.4.12　貯水位～放流量の関係

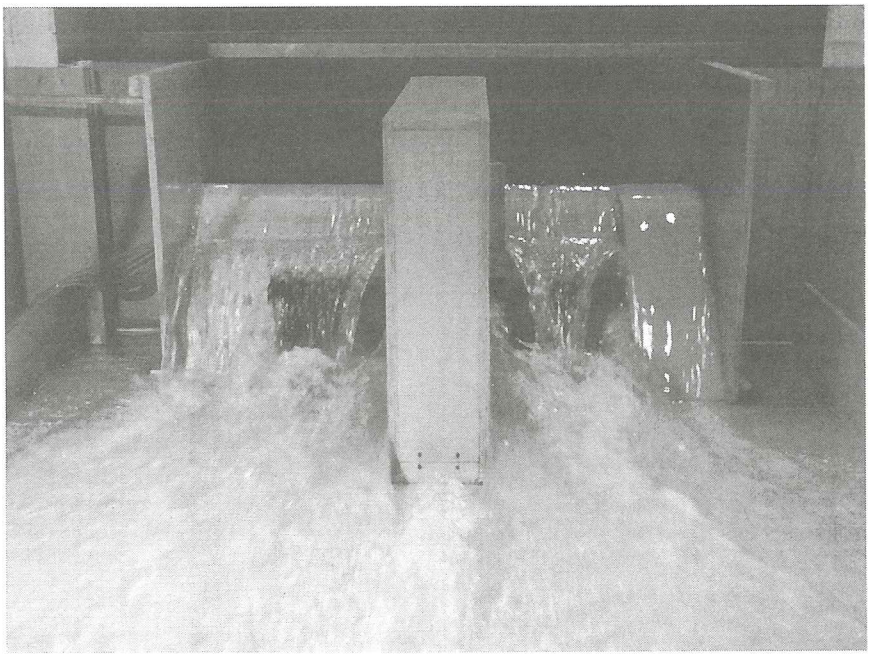
（非常用洪水吐き１修正案２（最終案））

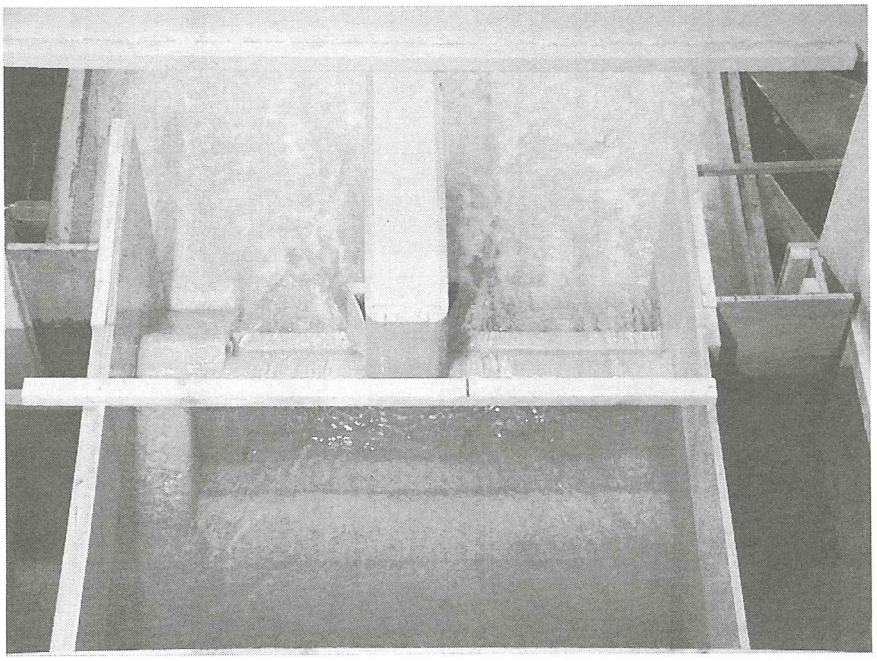


図－4.4.13　非常用洪水吐き１修正形状２（最終案）の流況



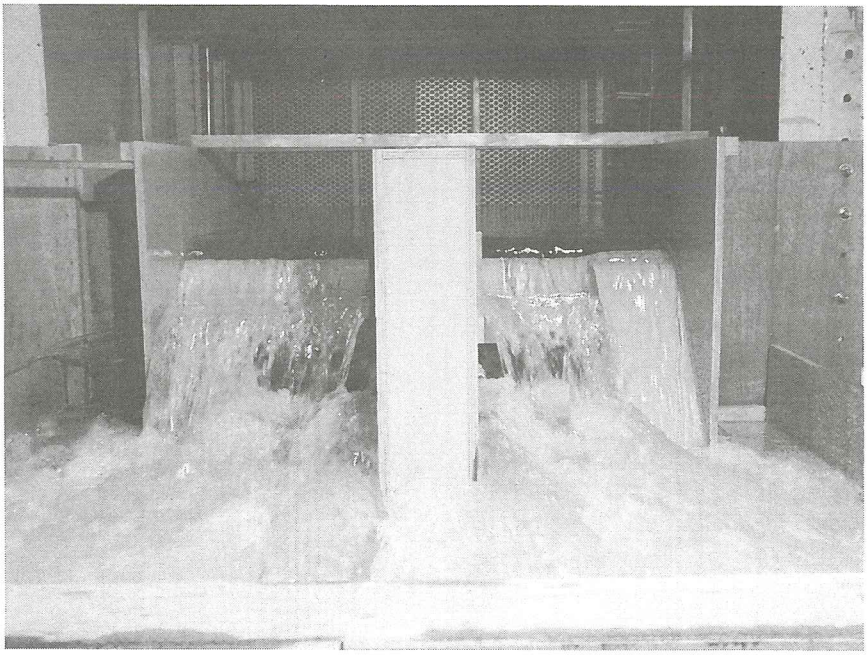
図－4.4.14　水切り沿いの水面形（設計洪水位時）

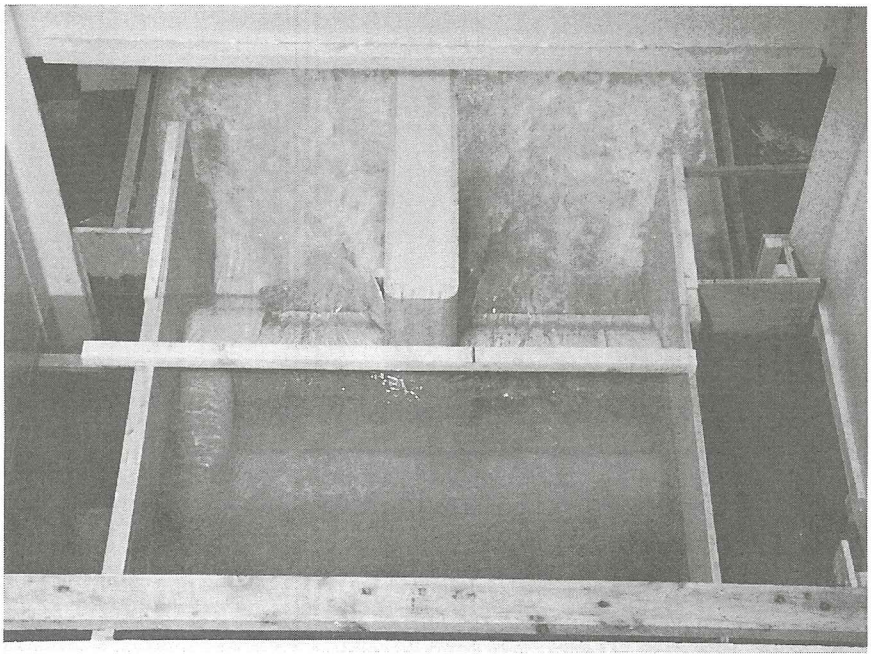




写真－4.4.7　非常用洪水吐き１修正形状２（最終案）の流況

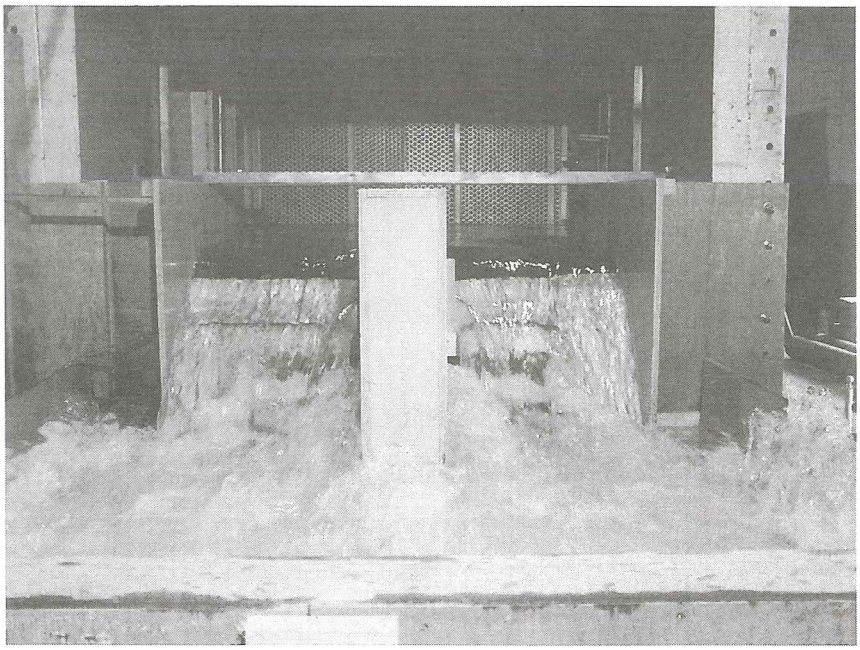
（貯水位：EL.26.100m、h=0.5m）

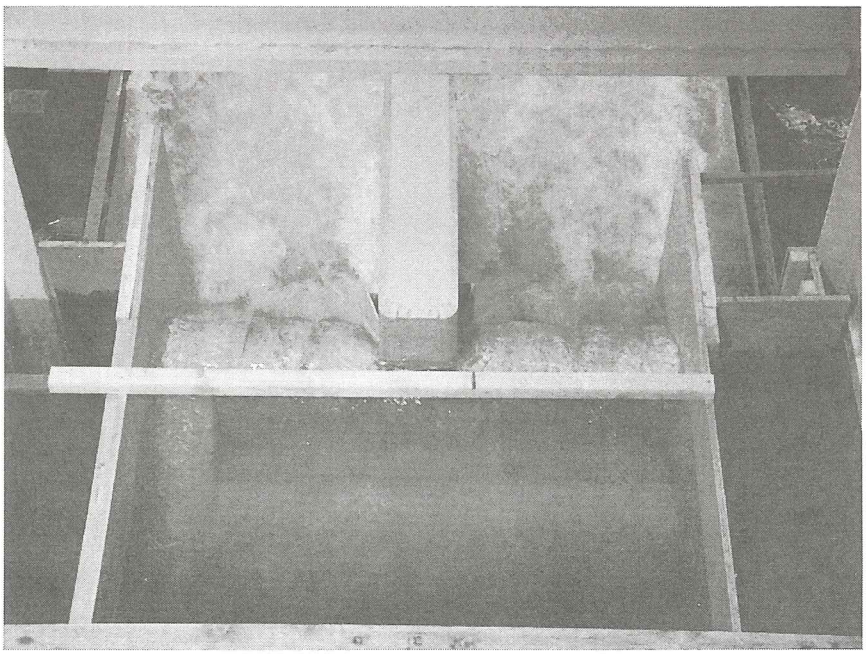




写真－4.4.8　非常用洪水吐き１修正形状２（最終案）の流況

（貯水位：EL.26.600m、h=1.0m）





写真－4.4.9　非常用洪水吐き１修正形状２（最終案）の流況

（設計洪水位時：EL.27.200m、h=1.6m）

4.5　非常用洪水吐き２（ラビリンス型越流頂）の検討

4.5.1　検討概要

前節までに得られた常用洪水吐きブロック形状の採用を前提に、ラビリンス型越流頂形状を水理模型実験により検討した。

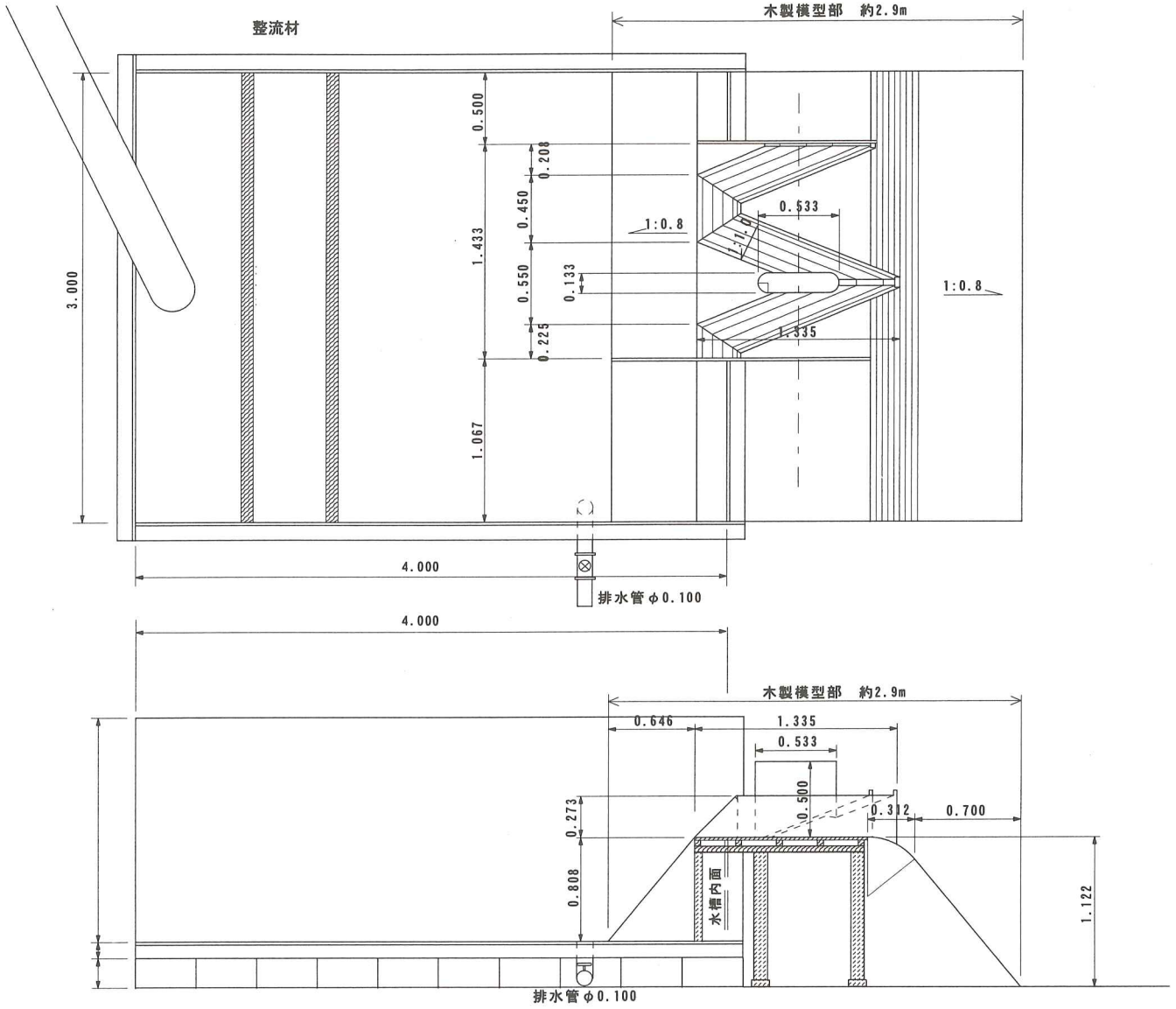
検討では、まず原案形状の放流量調査を行ったが、その結果越流量が不足することが明らかになった。原案での放流能力不足の原因として、「水切りによる流水の乱れの影響」、「橋脚による流水の乱れの影響」、「越流頂下流からの跳ね返り水脈による影響」が考えられ、これら影響を小さくする方法を検討したが、条件を満足する形状は得られなかった。このため残された不足分については、ラビリンス型越流頂の拡幅により補うものとした。

以下にその内容を述べる。なお、実験ではラビリンス型越流頂の越流水脈が、隣接する常用洪水吐きからの放流量に与える影響についても検討を行っており、これについても報告する。

実験は、ラビリンス型越流頂のうち、左岸側半分を抽出した模型縮尺 1/15 の水理模型を用いて実施した。模型形状を、図-4.5.1 に示す。また水理実験の内容を表-4.5.1 に示す。

表-4.5.1　非常用洪水吐き２（ラビリンス型越流頂）の実験内容

	模型形状	測定項目	貯水位
非常用洪水吐き2の形状検討	原案形状	流量調査 流況調査	ｻｰﾁｬｰｼﾞ水位～設計洪水位　7流量 越流水頭 0.5m、1.0m、1.6m（設計洪水位）
	比較形状１ （水切り形状変更）	流量調査 流況調査	ｻｰﾁｬｰｼﾞ水位～設計洪水位　4流量 設計洪水位
	比較形状２ （水切り・ピア形状変更）	流量調査 流況調査	ｻｰﾁｬｰｼﾞ水位～設計洪水位　4流量 設計洪水位
	比較形状３ （ピアなし）	流量調査 流況調査	ｻｰﾁｬｰｼﾞ水位～設計洪水位　5流量 設計洪水位
	比較形状４ （２サイクル） （堤体水平部の盤下げなし）	流量調査 流況調査	ｻｰﾁｬｰｼﾞ水位～設計洪水位　7流量 設計洪水位
	比較形状５ （２サイクル） （堤体水平部の盤下げ有り）	流量調査 流況調査	ｻｰﾁｬｰｼﾞ水位～設計洪水位　7流量 設計洪水位
常用洪水吐きとの干渉状況確認	比較形状４ ＋常用洪水吐き１条	流量調査 （常用ﾌﾞﾛｯｸ単独） 流量調査（全体） 流況調査	ｻｰﾁｬｰｼﾞ水位～設計洪水位　7流量 ｻｰﾁｬｰｼﾞ水位～設計洪水位　6流量 設計洪水位
	比較形状５ ＋常用洪水吐き１条	流量調査 流況調査	ｻｰﾁｬｰｼﾞ水位～設計洪水位　7流量 設計洪水位
非常用洪水吐き2の形状再検討	比較形状６（１サイクル半） （ピア下流端：台形形状） （盤下げ有り）	流量調査 流況調査	ｻｰﾁｬｰｼﾞ水位～設計洪水位　7流量 設計洪水位
	比較形状７（２サイクル） （ピア下流端：台形形状） （盤下げ有り）	流量調査 流況調査	ｻｰﾁｬｰｼﾞ水位～設計洪水位　9流量 設計洪水位



図－4.5.1　非常用洪水吐き２（ラビリンス型越流頂）模型概要（模型縮尺 1:15）

4.5.2　原案形状の水理特性

1)　原案形状

図－4.2.1～4.2.6 に示した原案形状ラビリンス越流頂部の主な諸元を表-4.5.2 に示す。

表-4.5.2　原案形状の主な諸元（片側）

ラビリンス型越流頂	ダム軸方向の越流幅	20.0m（橋脚幅を含む、水切り幅を除く）
	サイクル数	約１サイクル半
	越流頂天端高さ	EL.25.6m
	越流頂天端長さ	49.845m（橋脚幅を含む、水切り幅を除く）
堤体天端	上流側底面高さ	EL.21.5m
	下流側底面高さ	EL.21.5m
橋脚	橋脚本数	１本
	上下流長さ	8.0m
	ダム軸方向幅	2.0m
	上下流端形状	半円形(R=1.0m)
水切り	橋脚下流部	長方形：上下流長さ 0.5m、幅 1.0m
	端部	長方形：上下流長さ 0.5m、幅 0.5m

2)　放流量

実験結果を図-4.5.2 に示す。貯水量～放流量の関係は(4.5.1) 、(4.5.2)式で近似できる。

$$Q=C'Lh^{1.5} \qquad (4.5.1)$$

$$C'=-0.2640\,h+1.8367 \qquad (4.5.2)$$

ただし、Q：ラビリンス型越流頂片側の単独放流量[m^3/s]

C':流量係数

L：ラビリンス型越流頂片側の越流幅（斜長=49.845m）

h：越流頂(EL.25.6m)の越流水頭[m]

表-4.5.3 に(4.5.1)式から設計洪水位時の放流量を算出した結果と、4.3、4.4 で求めた常用洪水吐きブロック最終形状での放流量を示す。洪水吐き全体の放流量はダム設計洪水流量に対し 40.5m^3/s 不足しており、ラビリンス越流頂部からの放流量を 285.3m^3/s から 326.0m^3/s に、14.2%増加させる必要がある。

表-4.5.3　設計洪水位の放流量（ラビリンス型越流頂原案形状）

対象とする洪水吐き	設計洪水位(EL.27.2m,h=1.6m)の放流量
ラビリンス越流頂部の放流量（片側,L=49.845m）	142.65 m³/s
ラビリンス越流頂部の放流量（両岸）	285.29 m³/s
常用洪水吐き設置ブロック全体での放流量	264.20 m³/s
常用洪水吐き設置ブロック全体放流量＋ラビリンス越流頂部放流量	549.49 m³/s
ダム設計洪水流量	590.00 m³/s
不足放流量	40.51 m³/s

3)　流況

ラビリンス越流頂部の流況図を図-4.5.3に、流況写真を写真-4.5.1(1)～(3)に示す。流況は全体として安定しており、大きな問題はないが、設計洪水位(h=1.6m)の放流能力を低下させる要因として、以下の流況が考えられた。

①下流端水切り部の這い上がり

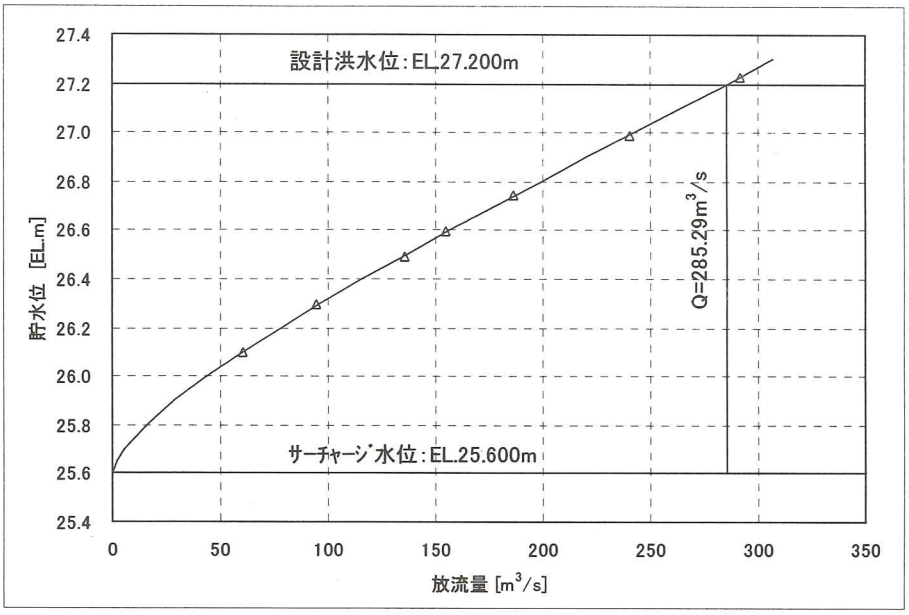
水切りに衝突した水脈が上方に這い上がり、周辺の水位を押し上げて、スムーズな流下を妨げている。

②橋脚の曳き波

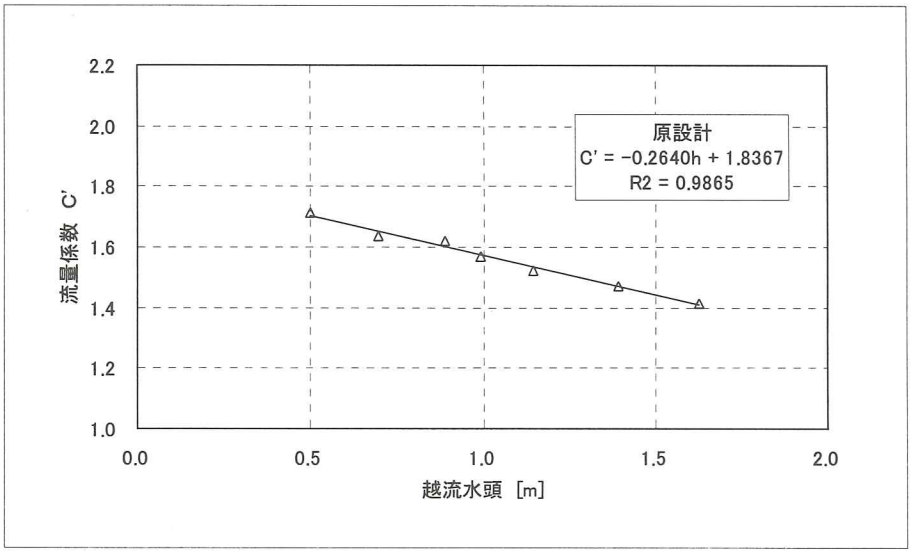
橋脚の上流端から左右下流方向に曳き波が発生しこれより下流で、水位が低下している。また、橋脚下流端からも左右下流方向に曳き波が発生し、その内側の水位が低く、表面水は曳き波の内側へ流れ落ちている。また、曳き波内側の中央部（橋脚下流端から水切板を結ぶ線上）において、湧き上がりが発生している。

③越流水脈の干渉

底面に衝突した越流水脈は、上下流に分流するが、このうち上流側に向かう流れはラビリンス壁を這い上がる。この這い上がり高さは上流側ほど高く、ラビリンス越流頂上流部では越流頂天端高に達して、越流水脈に干渉している。

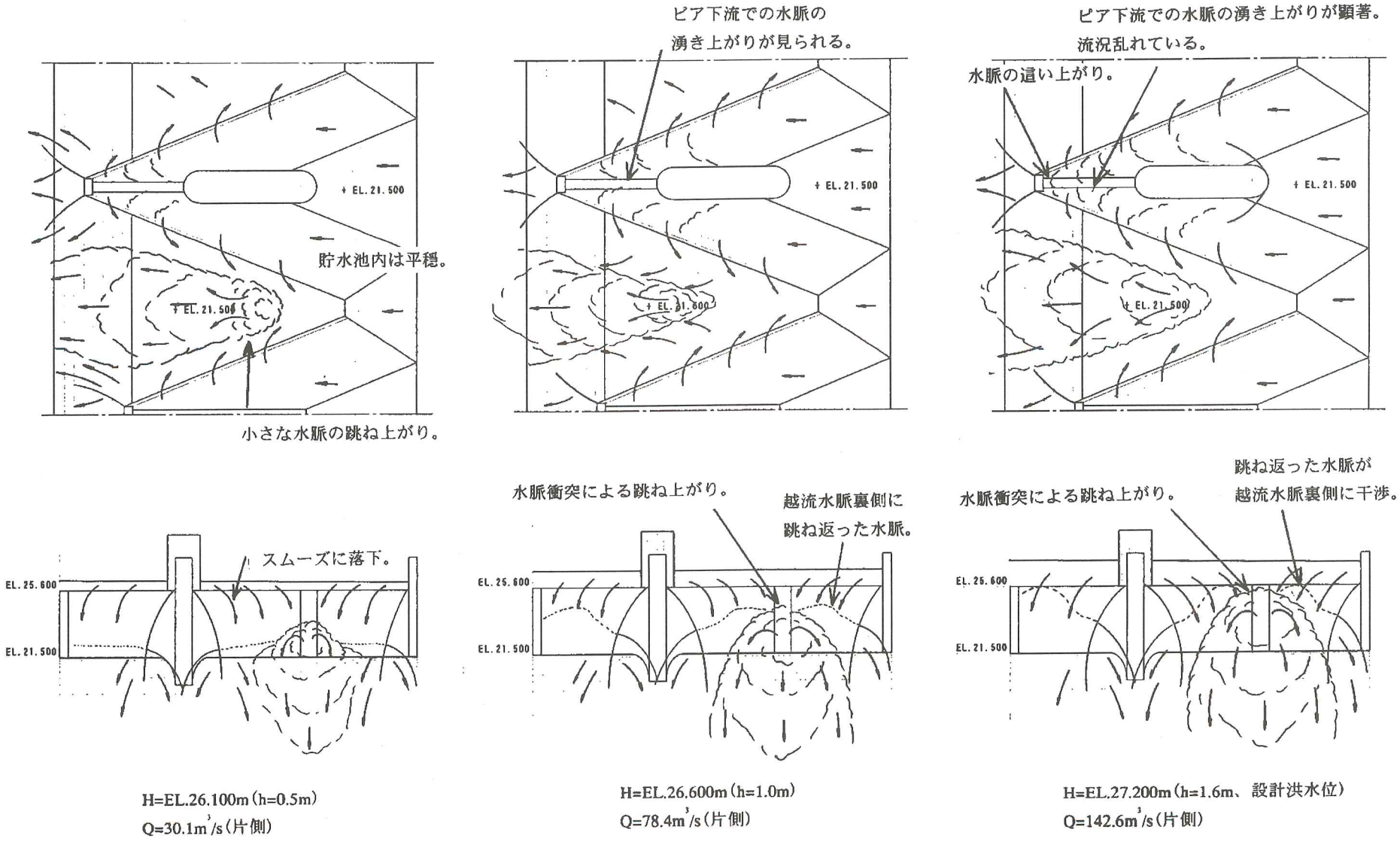


貯水位～放流量の関係（原案）

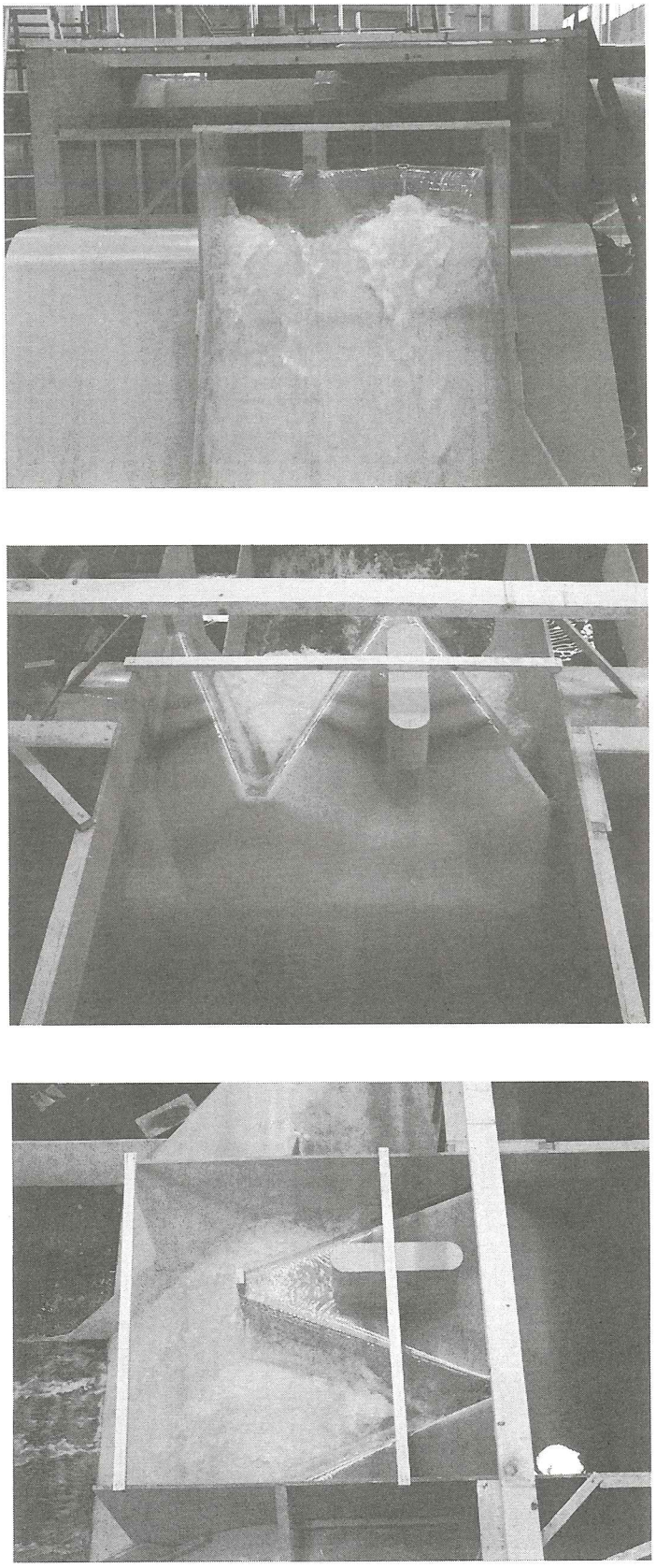


越流水頭～流量係数の関係（原案）

図－4.5.2　ラビリンス型越流頂原案の放流特性

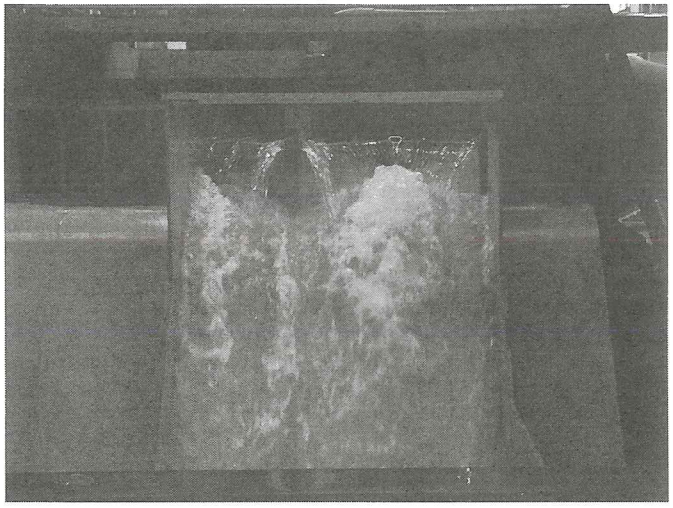


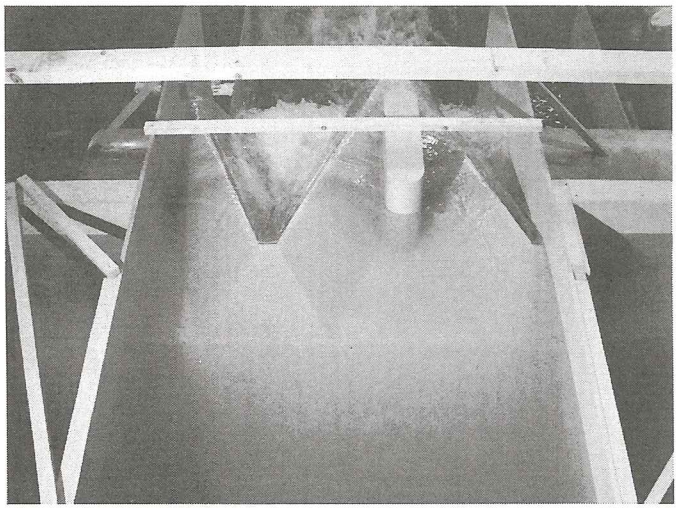
図－4.5.3　ラビリンス型越流頂原案の流況

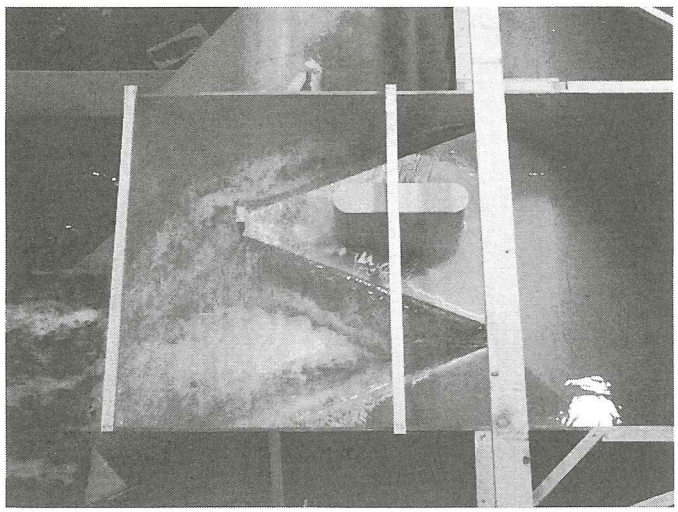


写真－4.5.1(1)　ラビリンス型越流頂原案形状の流況

(貯水位：EL.26.100m、h=0.5m)

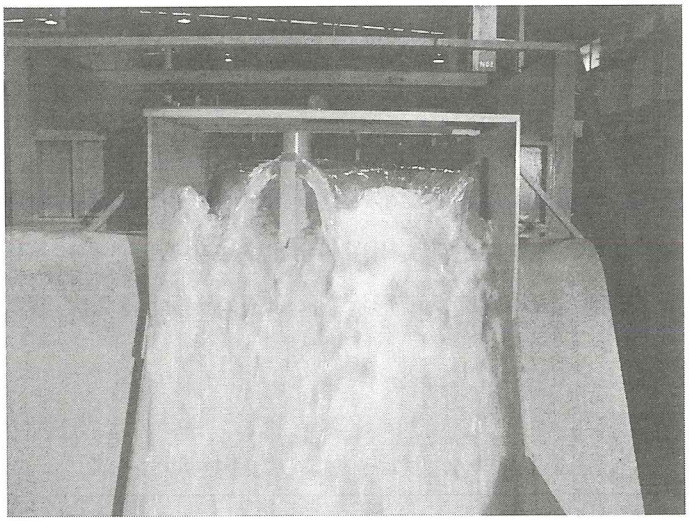


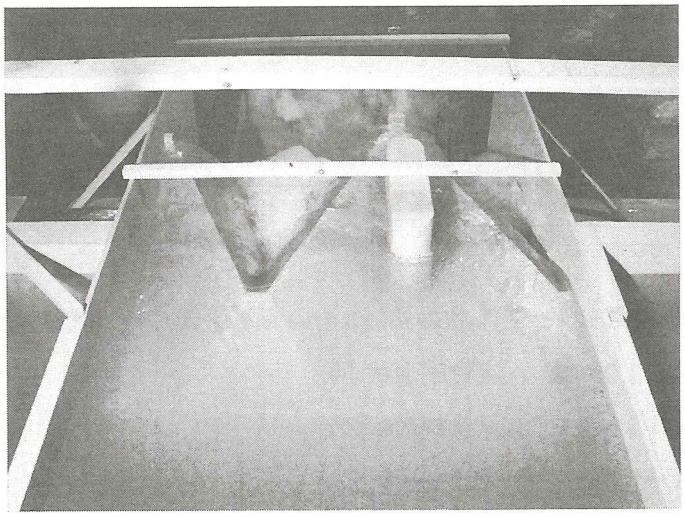


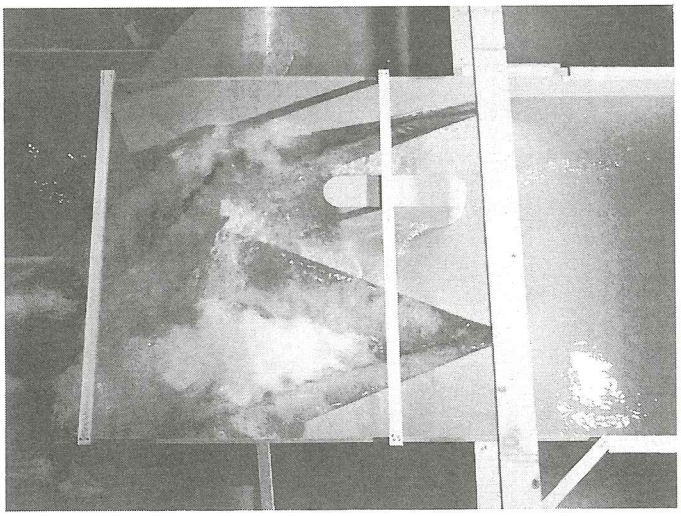


写真－4.5.1(2)　ラビリンス型越流頂原案形状の流況

（貯水位：EL.26.600m、h=1.0m）







写真－4.5.1(3)　ラビリンス型越流頂原案形状の流況

（設計洪水位時：EL.27.200m、h=1.6m）

4.5.3　水切り・橋脚の比較形状

1)　比較形状１～３

本節では、ラビリンス型越流頂のサイクル数を増やさず、放流量低下の原因と思われた水切りや橋脚の形状の変更による放流量増大の可能性を検討した。

水切り形状は、上流側の分流を滑らかにするため、上流側を頂点とした正三角形（一辺 1.0m）とした。また、橋脚上下流端の形状は、より流線型に近い尖円形(R=2.0m)にするとともに、橋脚を無くしたケースについても比較した。水切り及び橋脚上下流端の比較形状を図-4.5.4～4.5.5 に、検討ケースの一覧を表-4.5.4 に示す。

表-4.5.4　水切り・橋脚の比較検討ケース

ケース	水切りの形状	橋脚上下流端の形状
（原案形状）	長方形(上下流長さ 0.5m、幅 1.0m)	半円形(R=1.0m)
比較形状１	正三角形（一辺 1.0m)	半円形
比較形状２	正三角形（一辺 1.0m)	尖円形(R=2.0m)
比較形状３	正三角形（一辺 1.0m)	橋脚なし

2)　放流量

実験結果を図-4.5.6～4.5.8 に示す。各形状の式(4.5.1)の流量係数 C'は、式(4.5.3)～(4.5.5)で近似される。

$C'=-0.3028h+1.9054$　（比較形状１）　(4.5.3)

$C'=-0.3046h+1.9071$　（比較形状２）　(4.5.4)

$C'=-0.2962h+2.0331$　（比較形状３）　(4.5.5)

表-4.5.5 に、各形状の設計洪水位の放流量を原案と比較して示す。

水切りの形状を三角形に変更することで（比較形状１）放流量が 0.5%増加することが分かる。また、橋脚上下流端の形状を尖円形にしても放流量は変わらず（比較形状２）、形状３の放流量の比較により橋脚をなくすことにより、放流量が約 10%増大することが分かる（比較形状３）。

なお、最も放流量が増大した比較形状３においても、ラビリンス型越流頂で必要な放流量 325.8m³/s に対して 3.5%程度不足している。

表-4.5.5　設計洪水位の放流量（比較形状１～３）

ケース	片側(L=49.845m)	全体	原案形状に対する放流量増加率
原案形状	142.65 m³/s	285.29 m³/s	－
比較形状１	143.35 m³/s	286.70 m³/s	＋0.5%
比較形状２	143.25 m³/s	286.50 m³/s	＋0.4%
比較形状３（橋脚無し）	157.27 m³/s	314.54 m³/s	+10.3%

3)　流況

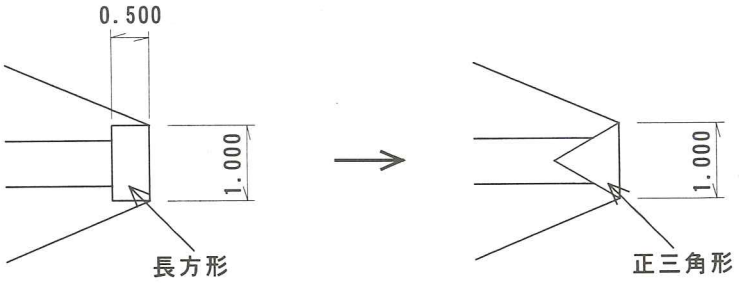
比較形状１・２の流況図を原案と比較して図-4.5.9 に、比較形状３の流況図を図-4.5.10 に示す。また、比較形状１・２の流況写真を原案と比較して写真-4.5.2 に、比較形状３の流況写真を写真-4.5.3 に示す。

①水切り周りの流況

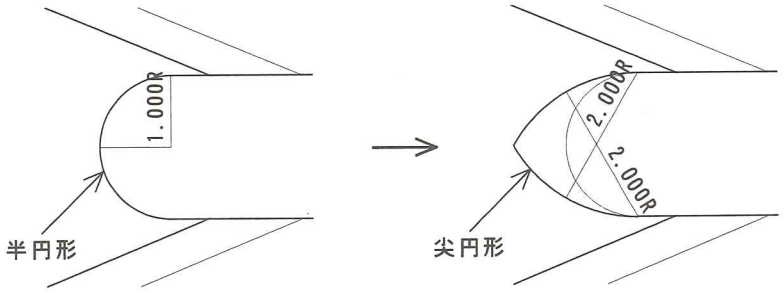
水切りの断面形状を三角形にした比較形状１及び比較形状２では、水脈が三角形の頂点で滑らかに左右に分流され、水切り前面での這い上がりは原案形状の長方形断面より低く、上流側への影響範囲も小さくなっている。比較形状１の水切り沿いの水脈の這い上がり高さは、設計洪水位(EL.27.2m)において最高水位がEL.26.95m、平均水位がEL.26.8m であった。

②橋脚周りの流況

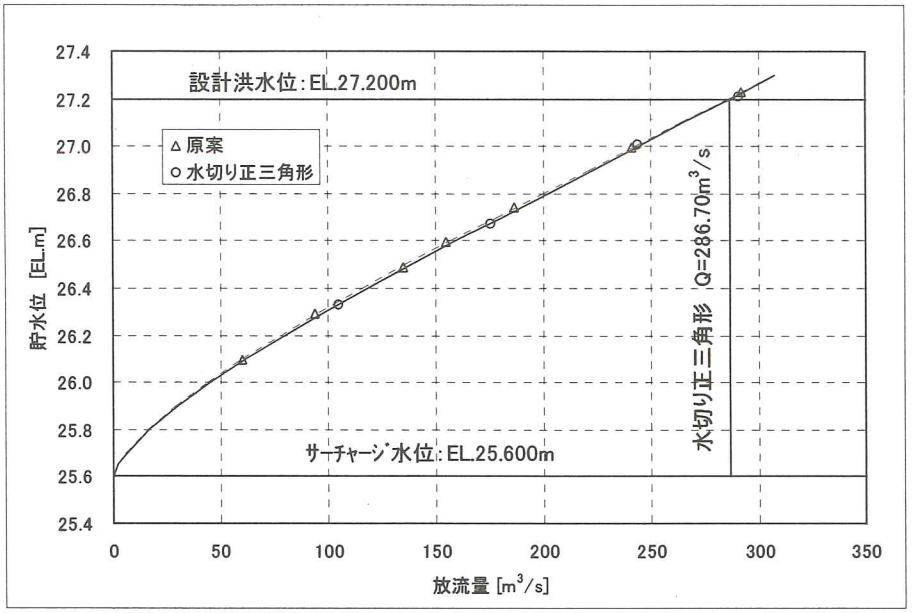
橋脚上下流端の形状を尖円形にした比較形状２の流況は、比較形状１と変化なく、流況の改善は見られない。一方、橋脚を無くした比較形状３では、ラビリンス型越流頂の上流端から水切りまでの全体において、越流水面が滑らかである。



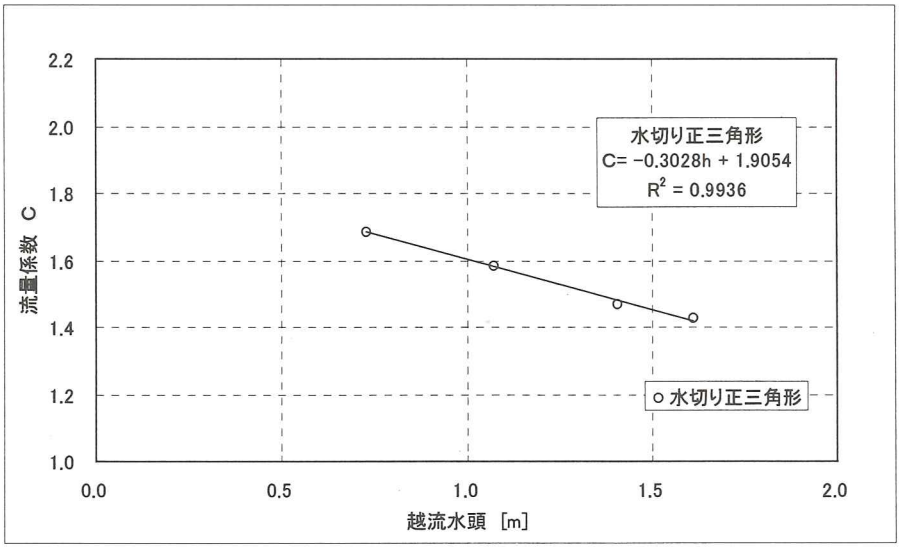
図－4.5.4　水切り形状の変更



図－4.5.5　ピア両端形状の変更

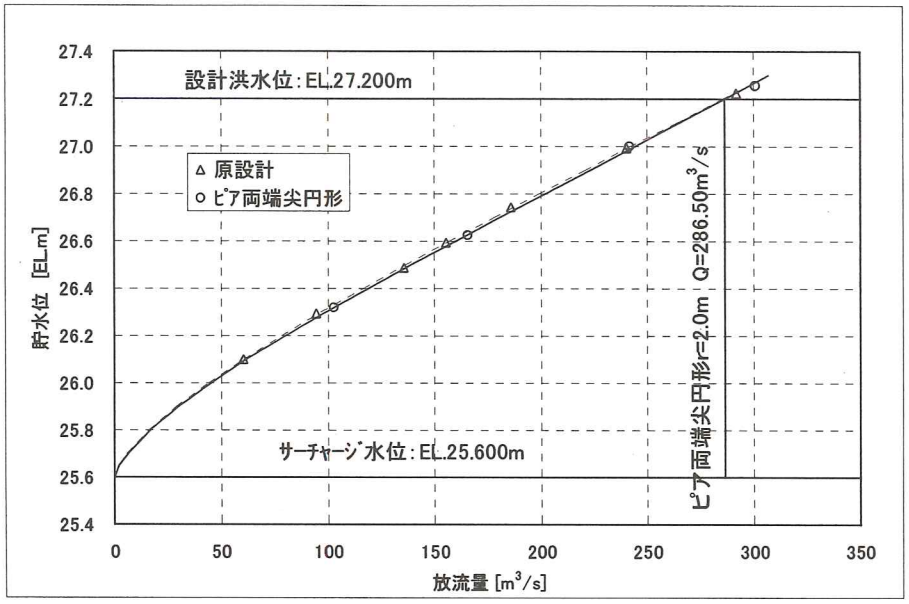


貯水位～放流量の関係

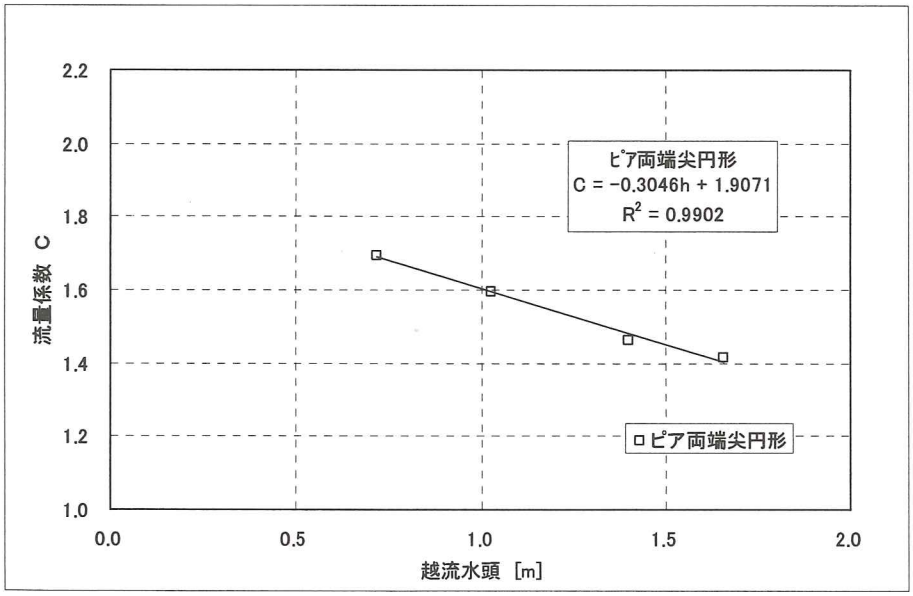


越流水頭～流量係数の関係

図－4.5.6　ラビリンス型越流頂の放流特性（比較形状１）

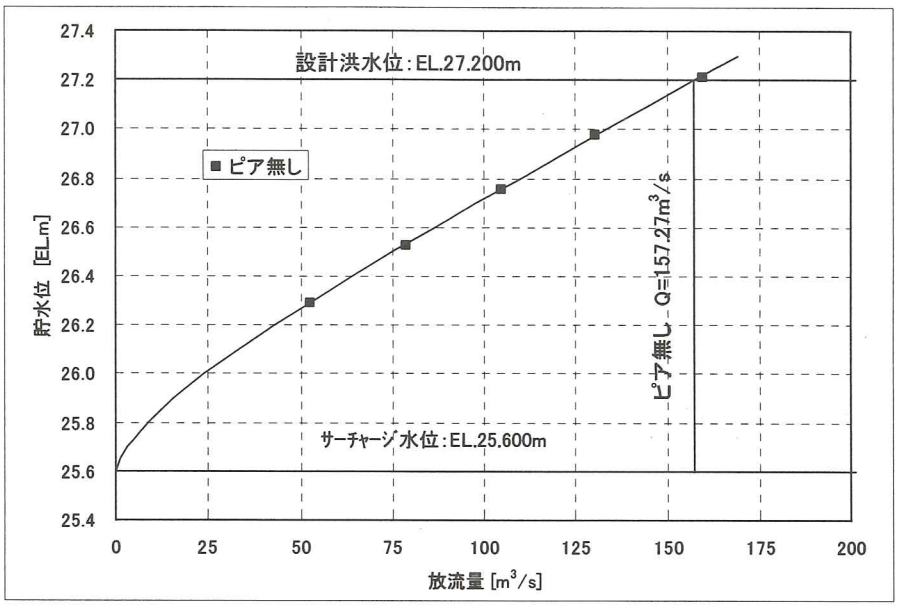


貯水位～放流量の関係

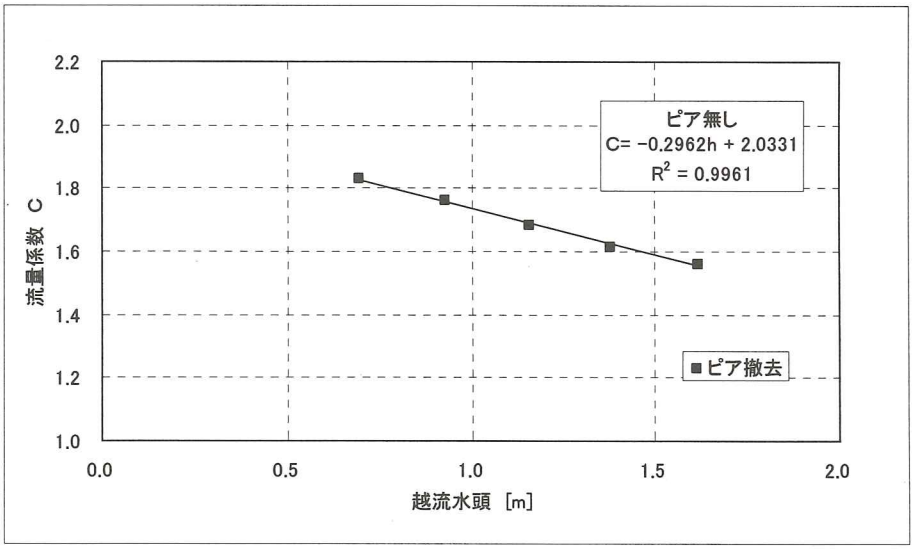


越流水頭～流量係数の関係

図－4.5.7　ラビリンス型越流頂の放流特性（比較形状２）



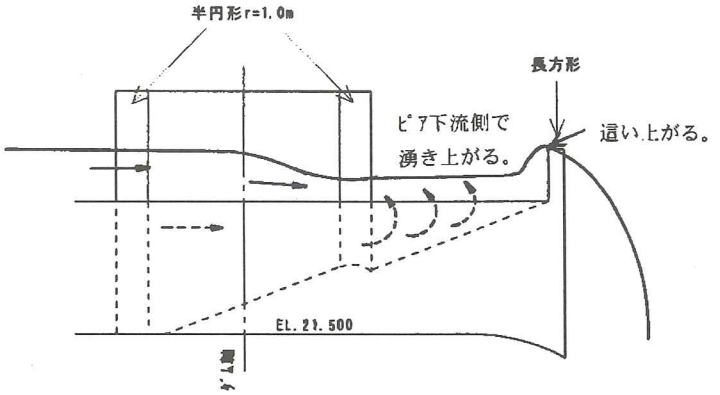
貯水位～放流量の関係



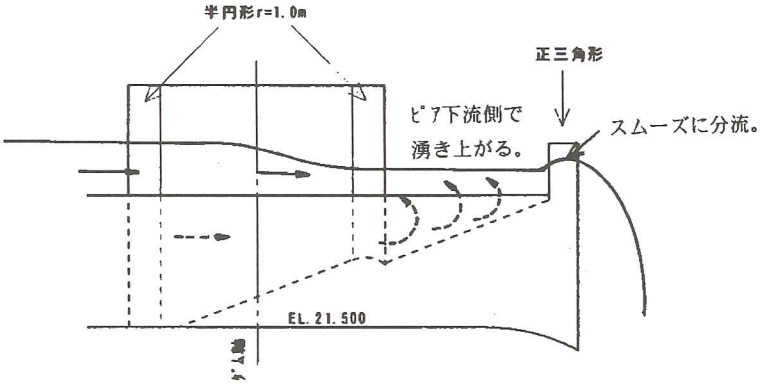
越流水頭～流量係数の関係

図－4.5.8　ラビリンス型越流頂の放流特性（比較形状３）

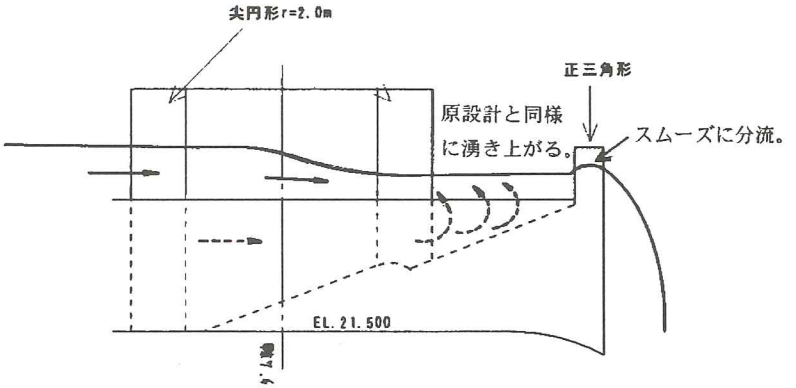
原設計（水切り長方形、ピア両端半円形）



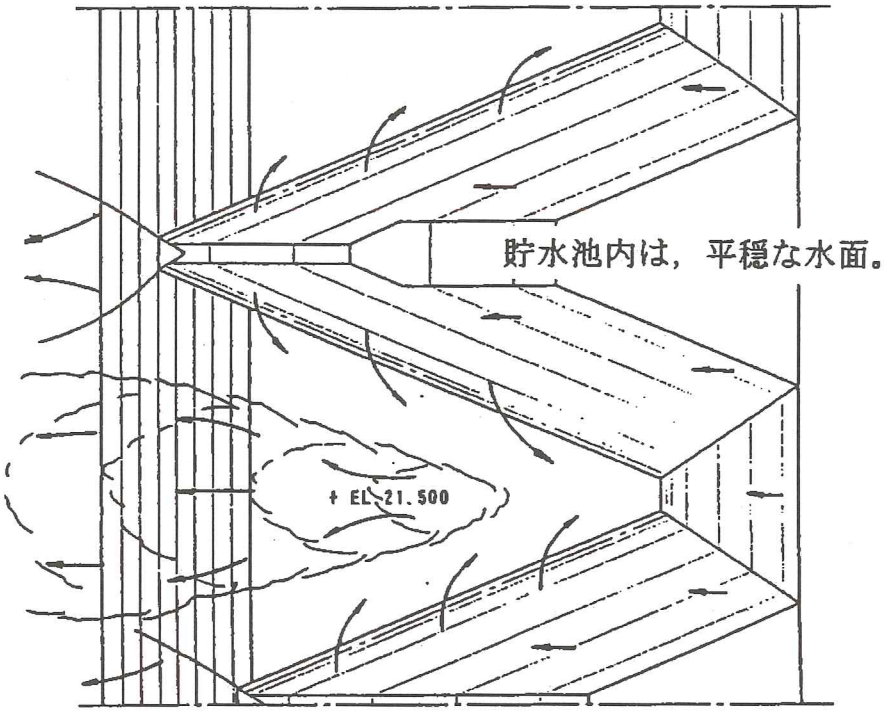
比較形状１（水切り正三角形、ピア両端半円形）

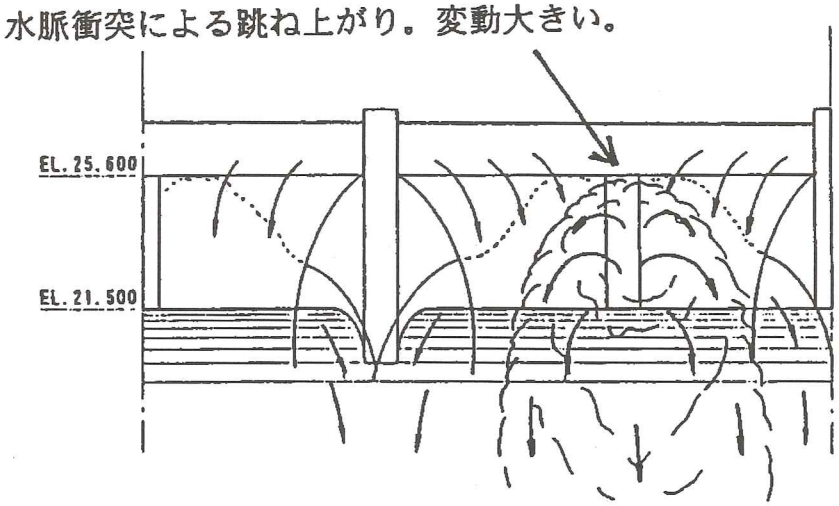


比較形状２（水切り正三角形、ピア両端尖円形）



図－4.5.9　ラビリンス型越流頂比較形状１、２の流況と原案の流況

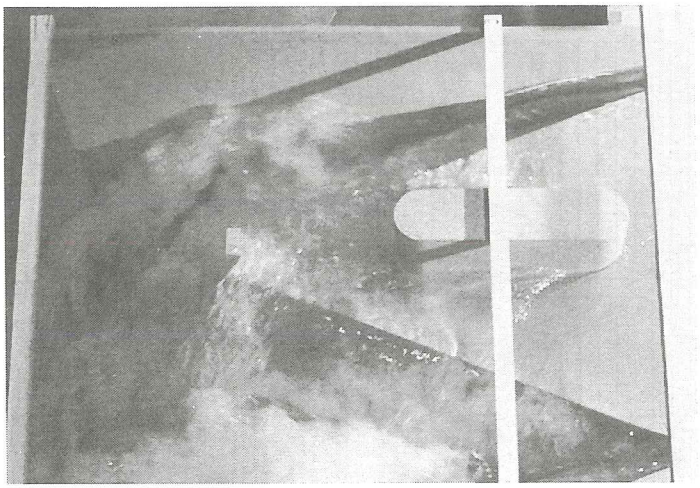




H=EL. 27.200m（h=1.6m、設計洪水位）

Q=157.3m³/s（片側）

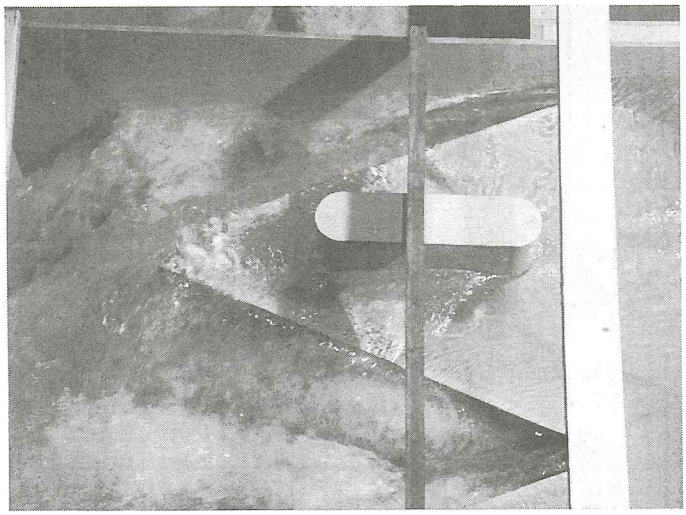
図－4.5.10　ラビリンス型越流頂比較形状３の流況（ピアなし）



原案形状

水切り：
長方形

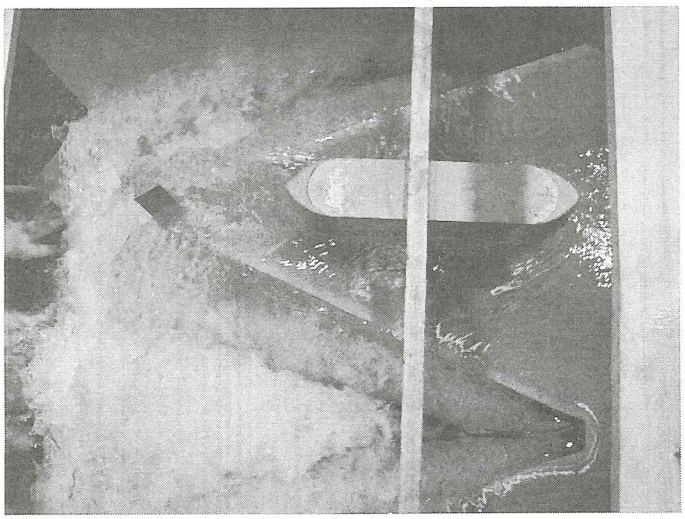
ピア両端：
半円形



比較形状１
の流況

水切り：
正三角形

ピア両端：
半円形



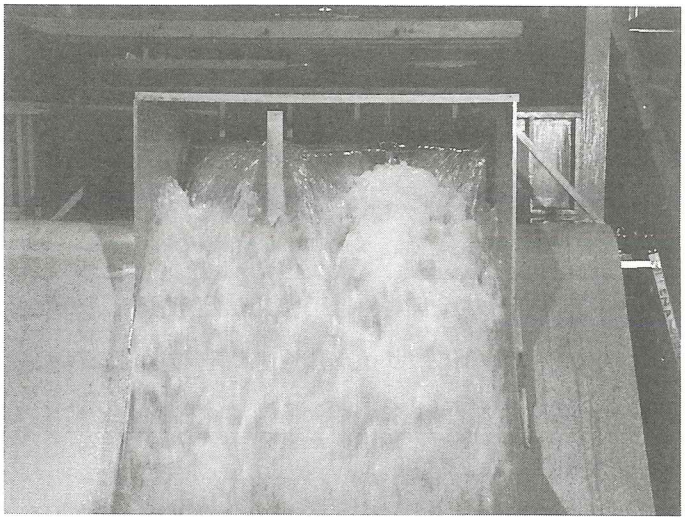
比較形状２
の流況

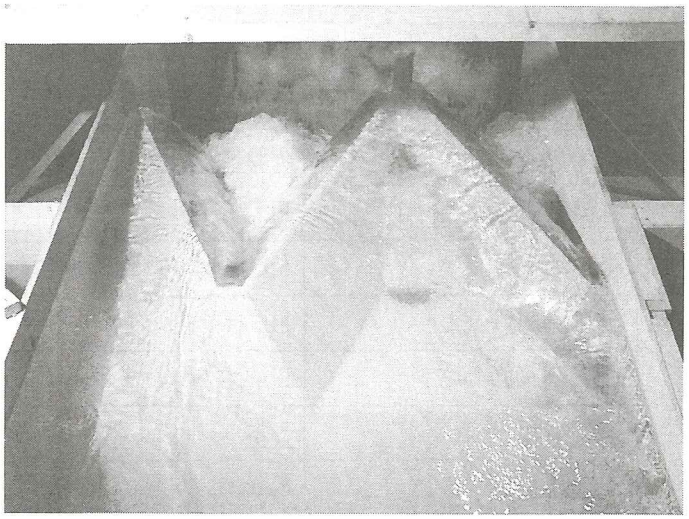
水切り：
正三角形

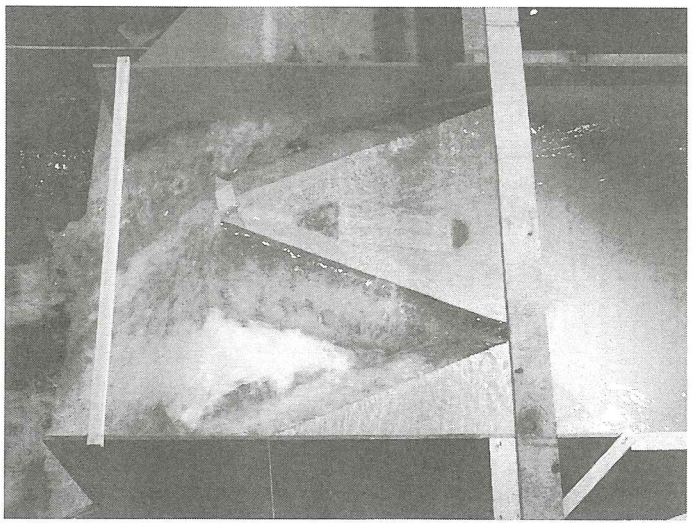
ピア両端：
尖円形

写真－4.5.2　ラビリンス型越流頂、比較形状１、２と原案の流況

（設計洪水位時：EL.27.200m）







写真－4.5.3　ラビリンス型越流頂比較形状３の流況

（設計洪水位時：EL.27.200m）

4.5.4　越流幅の拡幅

1)　比較形状４

4.3.4 より原案形状における放流能力の低下の主たる原因は橋脚の存在であることが示されたが、橋脚を無くすことは橋の径間が大きくなり上部構造物への費用的負担が大きくなる。そこで橋脚はそのままで越流幅を大きくすることとした。なお、橋脚上下流端形状は、原案形状と同じ半円形（比較形状１）、水切り形状は、三角形とした。

ラビリンス型越流頂はその形状から半サイクル単位で幅を決定することが景観上好ましい。原案形状では、左右岸合わせて約３サイクルであり、これに半サイクルを拡幅すると 16.7%の拡幅になり、放流量の不足分14.2%を上回る。従って、左右岸のいずれかのラビリンス型越流頂幅を２サイクルとすることを想定し２サイクルの場合の放流量、流況を確認した。

２サイクルの場合の形状（比較形状４）を図-4.5.11 に、主な諸元を表 4.5.6 に示す。

表-4.5.6　比較形状４の主な諸元（２サイクル側）

ラビリンス型越流頂	ダム軸方向の越流幅	28.0m（橋脚幅を含む、水切り幅を除く）
	サイクル数	２サイクル
	越流頂天端高さ	EL.25.6m
	越流頂天端長さ	69.944m（橋脚幅を含む、水切り幅を除く）
堤体天端	上流側底面高さ	EL.21.5m
	下流側底面高さ	EL.21.5m
橋脚	橋脚本数	２本
	上下流長さ	8.0m
	ダム軸方向幅	2.0m
	上下流端形状	半円形(R=1.0m)
水切り	橋脚下流部	正三角形(１辺 1.0m)
	端部	正三角形(１辺 1.0m)

2) 放流量

実験結果を図-4.5.12 に示す。式(4.5.1)の流量係数 C' を式(4.5.6)に示す。なお、式(4.5.1)の L は本形状では L=69.944m である。

$$C' = -0.3475\,h + 1.9118 \qquad (4.5.6)$$

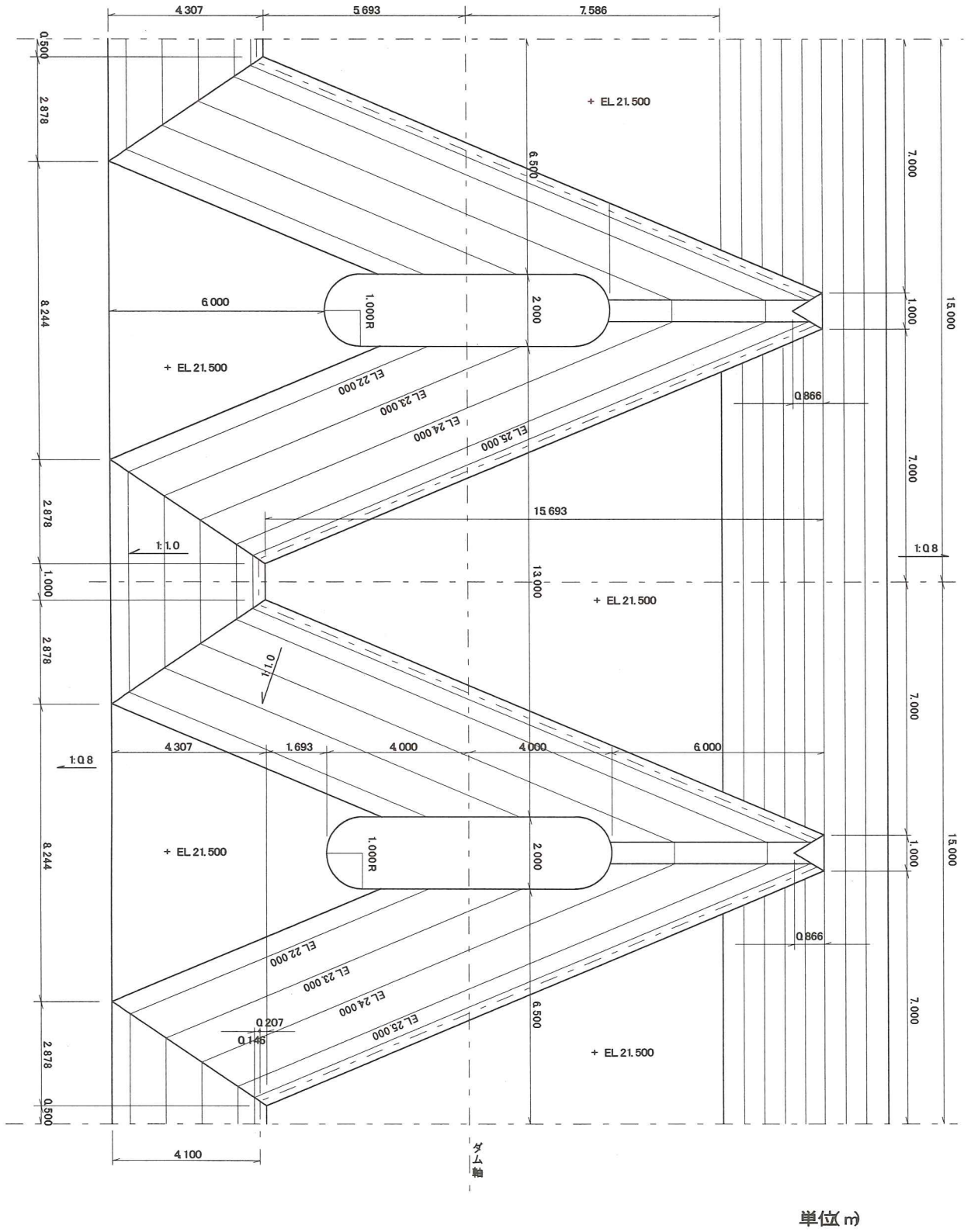
表-4.5.7 に (4.5.6)式から算出した設計洪水位の放流量を比較形状 1 と比較して示す。設計洪水位(EL27.2m)時の 1 サイクル半と 2 サイクルのラビリンス型越流頂からの放流量の合計は、335.25m³/s であり必要放流量 325.80m³/s を過不足なく確保している。

表-4.5.7 設計洪水位の放流量（比較形状４）

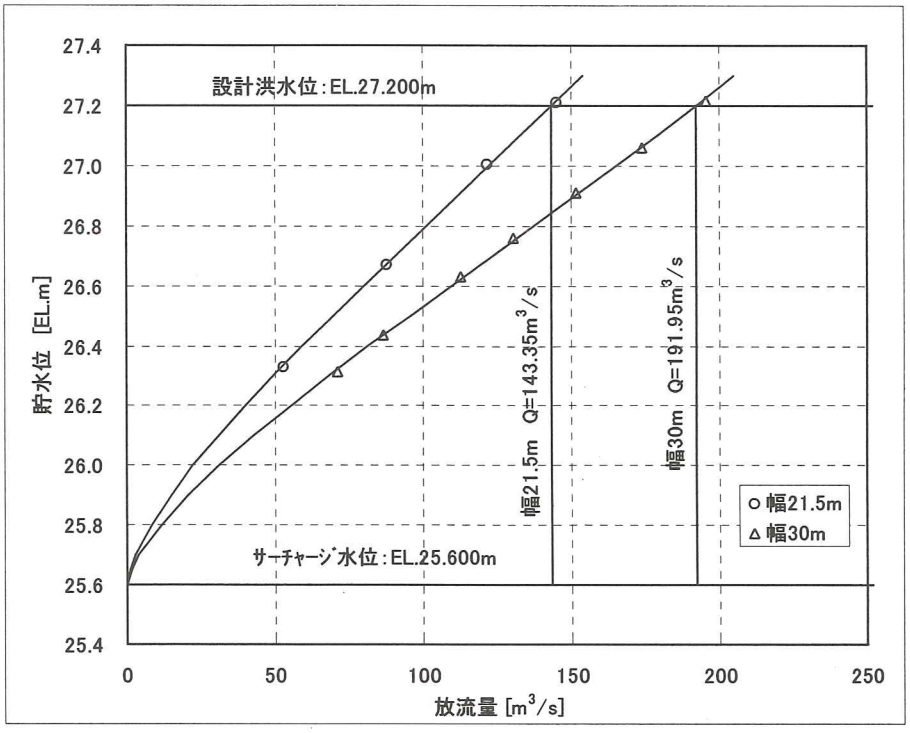
ラビリンス越流頂のサイクル数	越流頂斜長	放流量
1サイクル半（比較形状１）	L=49.845m	143.35 m³/s
2サイクル	L=69.944m	191.95 m³/s
合計	L=119.789 m	335.25 m³/s

3) 流況

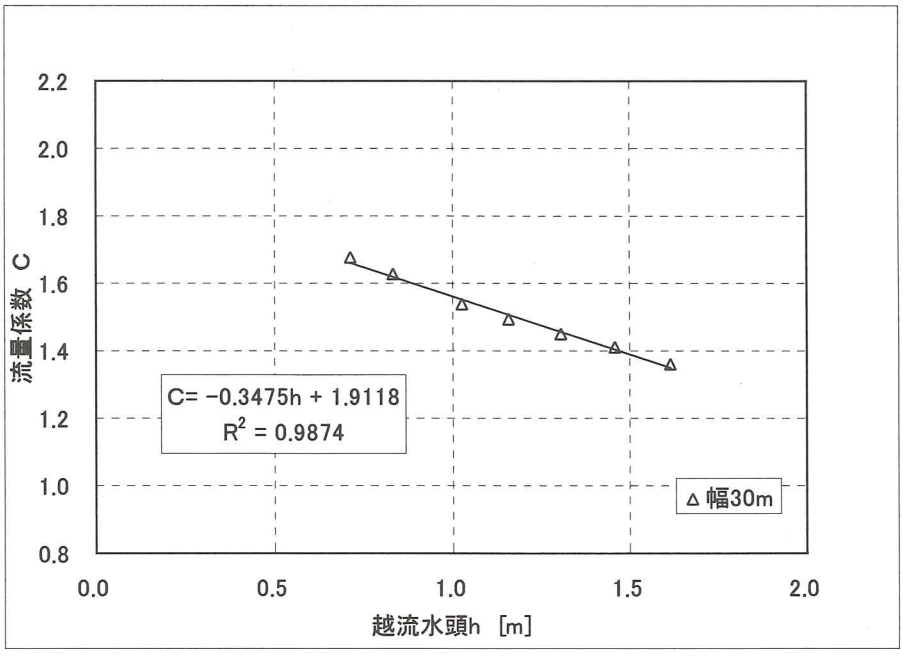
流況図を図-4.5.13 に、流況写真を写真-4.5.4 に示すが、特に問題となるような流況はみられていない。



図－4.5.11　ラビリンス型越流頂比較形状４（２サイクル側）

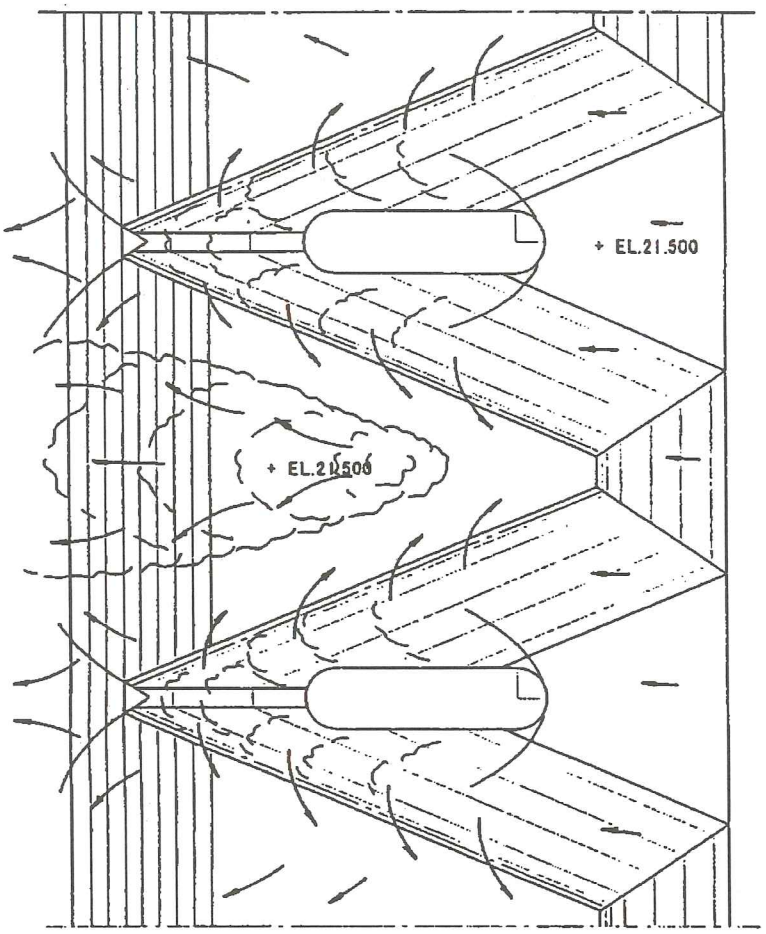


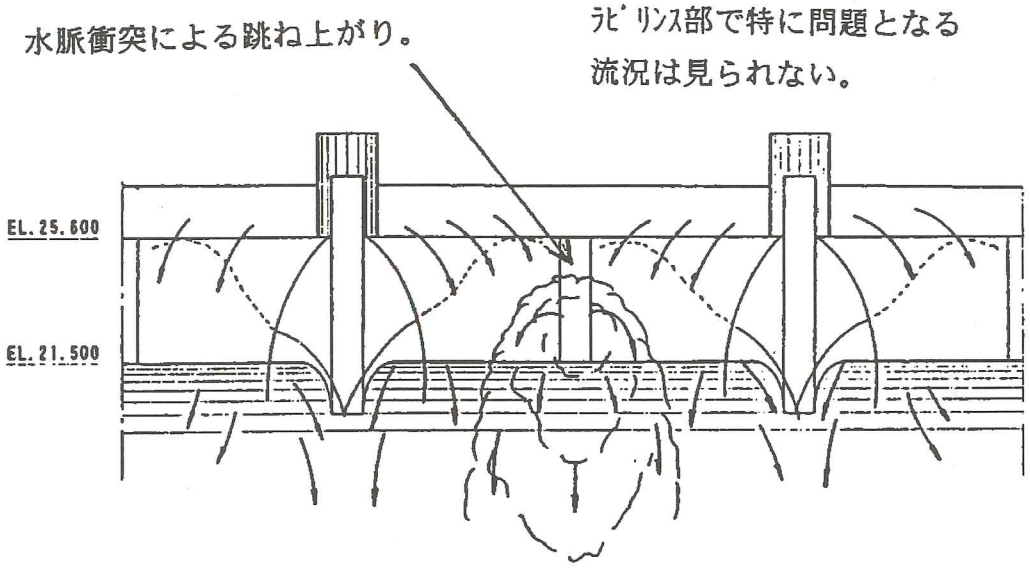
貯水位～放流量の関係



越流水頭～流量係数の関係

図－4.5.12　ラビリンス型越流頂比較形状４（２サイクル側）の放流特性

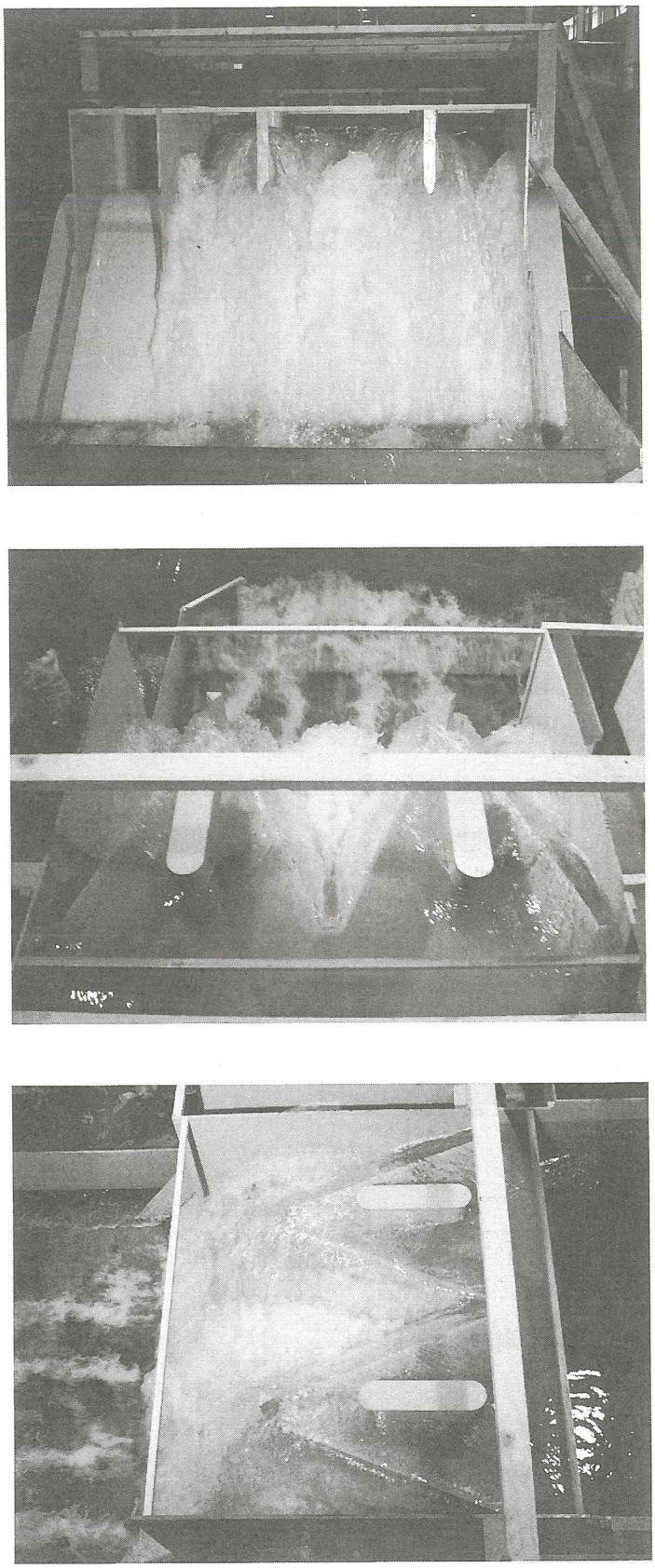




H=EL.27.200m（h=1.6m、設計洪水位）

Q=192m³/s（片側）

図－4.5.13　ラビリンス型越流頂比較形状４（２サイクル側）の流況



写真－4.5.4　ラビリンス型越流頂比較形状４（２サイクル側）の流況

（設計洪水位時：EL.27.200m）

4.5.5　ラビリンス型越流頂下流の床板高さの検討

1)　比較形状５

比較形状４により放流条件を満足するラビリンス型越流頂を得たが、原案で示したように越流水脈落下後の跳ね上がり水脈が越流水脈に干渉する状況は、解消されていない。本節では、下流床板の高さを原案形状より 0.5m に下げた形状を比較形状５とし、水脈干渉の影響を調査する。下流床板は、0.5m 低くすることにより常用洪水吐き最終案の床板高さと同じ EL.21.0m となり、常用洪水吐き設置ブロックとの間の段差を解消することができる。

比較形状５の２サイクル形状を図-4.5.14 に示す。

2)　放流量

実験結果を図-4.5.15 に示す。式(4.5.1)の流量係数 C' は

$$C'=-0.3495h+1.9138 \qquad (4.5.7)$$

となる。但し、比較形状４と同様に式(4.5.1)の L=69.944m である。

表-4.5.8 に (4.5.7)式から算出した設計洪水位の放流量を比較形状４と比較して示す。表より、比較形状４と比較形状５の放流量の違いは0.15%しかなく、跳ね上がり水脈が放流量に与える影響がほとんどないことが分かる。

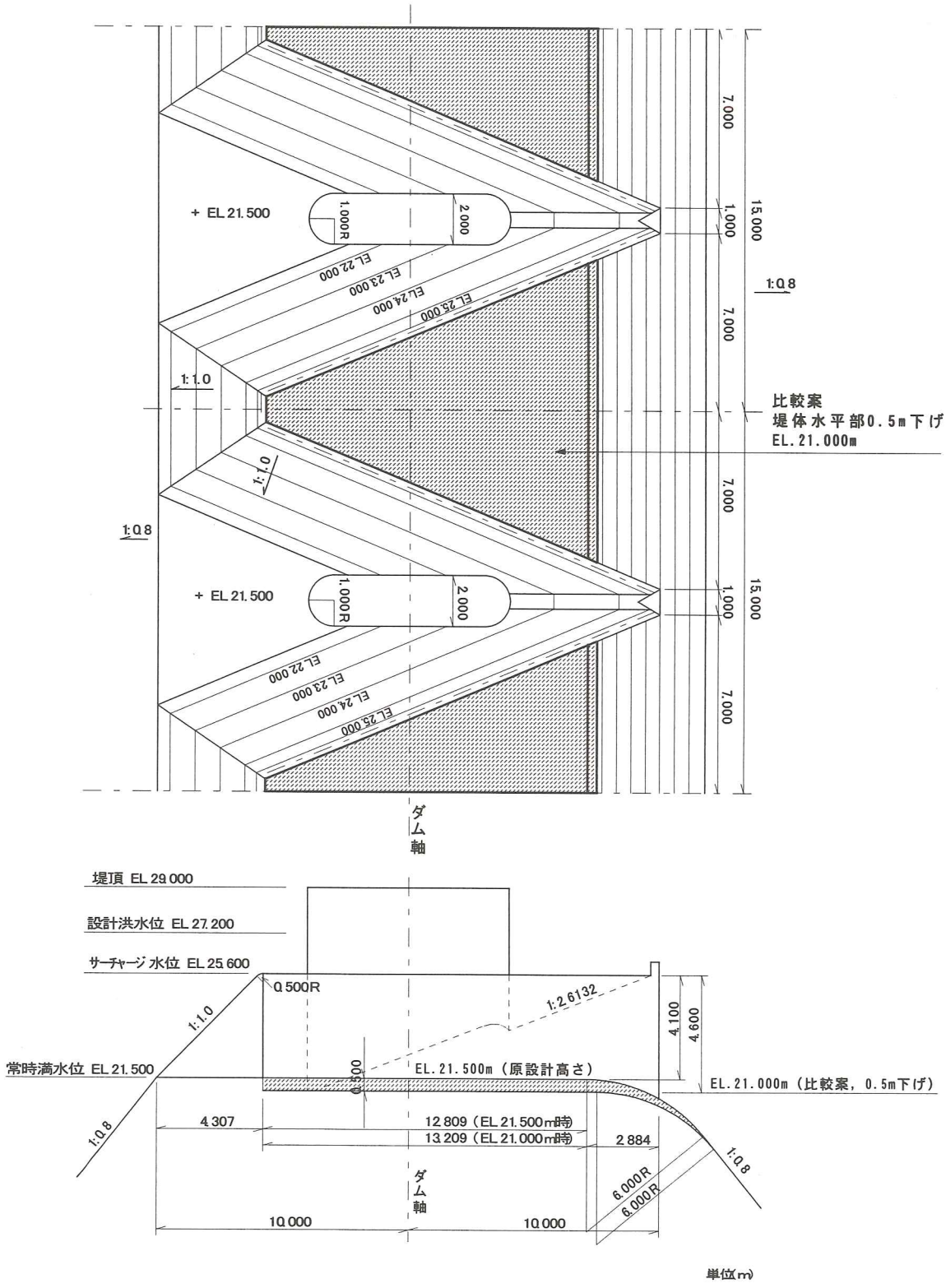
表-4.5.8　設計洪水位の放流量（比較形状４、５）

	流量係数 C	放流量（２サイクル、L=69.944m）
比較形状４（EL.21.5m）	1.356	191.95 m³/s
比較形状５（EL.21.0m）	1.354	191.67 m³/s

3)　流況

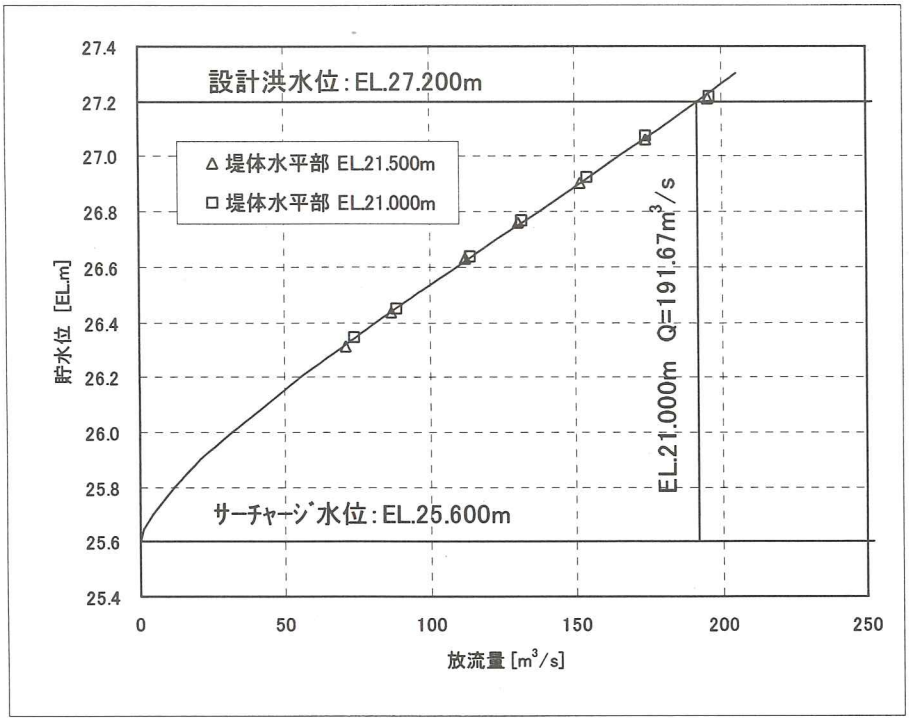
比較形状５の設計洪水位の流況図を図-4.5.16 に、流況写真を写真-4.5.5 に示す。

下流床盤から越流頂までの高さが高くなったことにより、跳ね上がり水脈は最上流部においても越流水脈には達しておらず、本形状では、越流水脈干渉は生じていない。流況は比較形状４と同様であり、問題のない流況である。

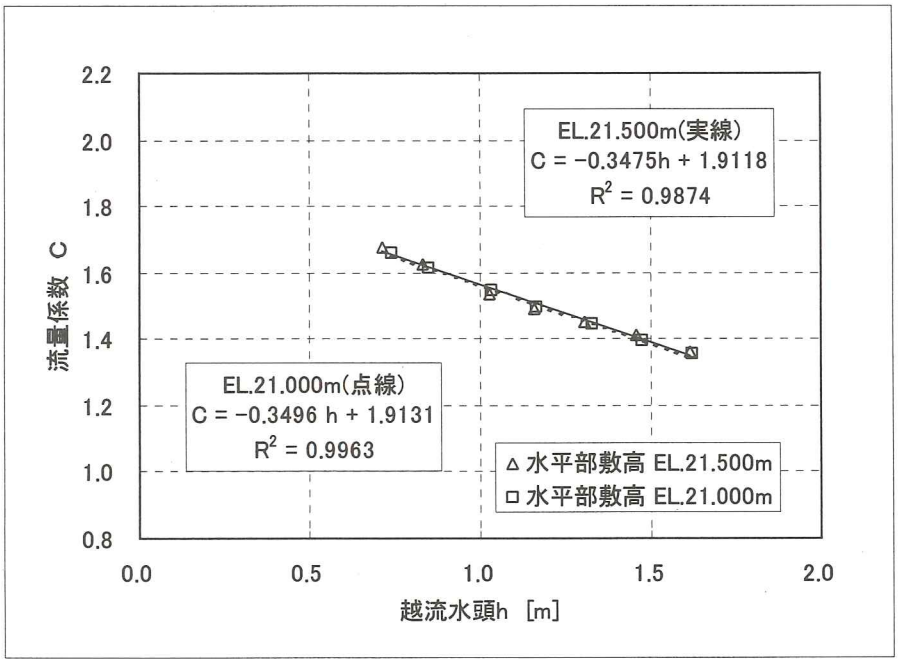


図－4.5.14　ラビリンス型越流頂比較形状５（２サイクル側）

（下流原盤 0.5m 下げ：EL.21.000m）

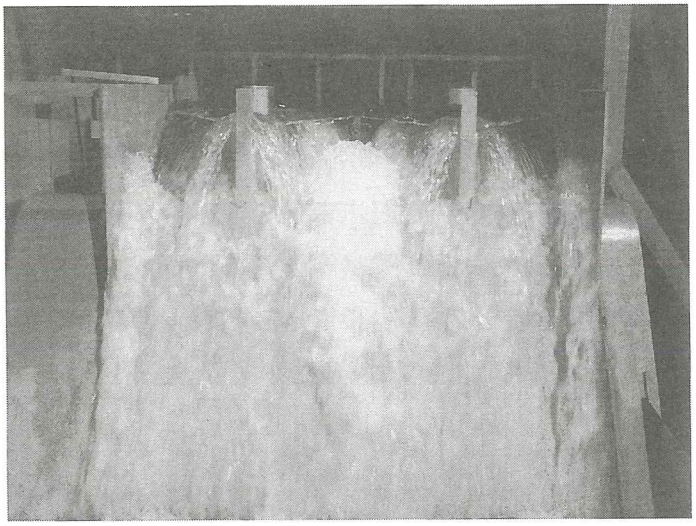


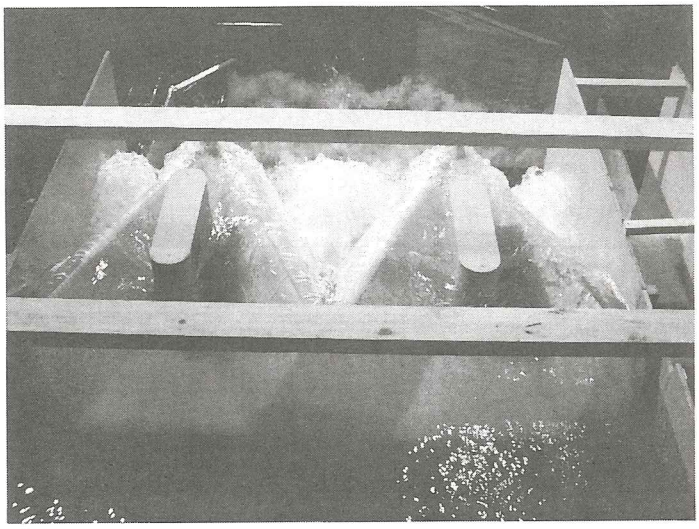
貯水位～放流量の関係

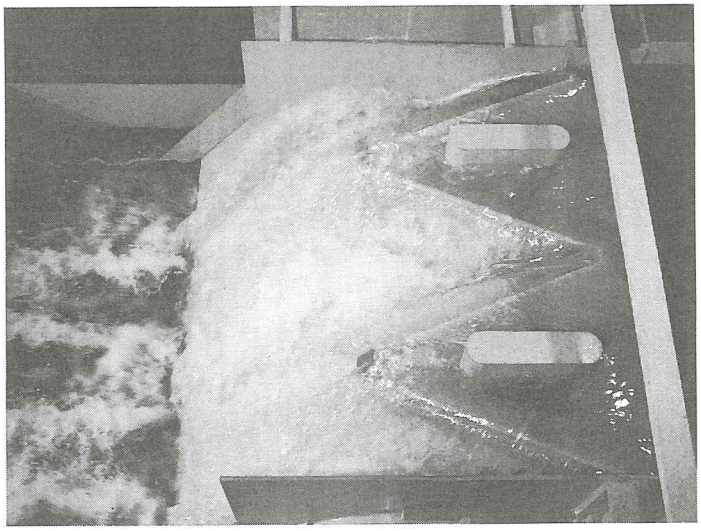


越流水頭～流量係数の関係

図－4.5.15　ラビリンス型越流頂比較形状５（２サイクル側）の放流特性







写真－4.5.5　ラビリンス型越流頂比較形状５（２サイクル側）の流況

（設計洪水位時）

4.5.6　常用洪水吐きブロック放流水脈との干渉

1)　検討趣旨

比較形状４、５により、放流能力条件を満足する非常用洪水吐き２（ラビリンス型越流頂）形状が得られたが、これまでの検討は、常用洪水吐きブロックと非常用洪水吐きブロックをそれぞれ分離して行っている。実際には両者は壁で仕切られている訳ではなく連続して接続されており、ラビリンス型越流頂の３次元的な流れの影響や、各放流水脈の下流床板上での相互干渉が懸念される。そこで、ここでは比較形状４、５の２サイクル側それぞれについて常用洪水吐きブロックの半分を接続し、放流量、流況を調査した。

ラビリンス型越流頂ブロックと常用洪水吐きブロックとの接合形状を図-4.5.17 に示す。

2)　放流量の影響

表-4.5.9～4.5.10 に、それぞれ比較形状４、５の常用洪水吐きブロック同時放流時の測定結果と単独放流時測定結果との差を示す。ここに、単独放流時放流量は各形状及び常用洪水吐きブロックで得られた近似式を用いて計算している。表より同時放流時放流量と単独放流時放流量の和との差はほとんどなく、同時放流時の放流量が単独放流時に得られた近似式の合計で表されることが確認される。

表-4.5.9　貯水位～放流量（比較形状４）

直線部(0.5ﾌﾞﾛｯｸ) ＋ ﾗﾋﾞﾘﾝｽ部(越流幅30m)			ﾗﾋﾞﾘﾝｽ部単独 堤体水平部EL.21.5m		直線部 単独	差
貯水位 H [EL.m]	越流水深 h [m]	放流量 Q_1 [m^3/s]	流量係数 C	放流量Q_2 [m^3/s]	放流量 Q_3 [m^3/s]	$Q_1-Q_2-Q_3$ [m^3/s]
26.305	0.705	112.413	1.667	69.019	42.851	0.540
26.449	0.849	134.896	1.617	88.475	45.830	0.595
26.599	0.999	158.599	1.565	109.298	49.228	0.074
26.799	1.199	190.841	1.495	137.198	54.214	-0.572
26.986	1.386	221.690	1.430	163.204	59.384	-0.898
27.207	1.607	258.028	1.354	192.837	66.067	-0.874

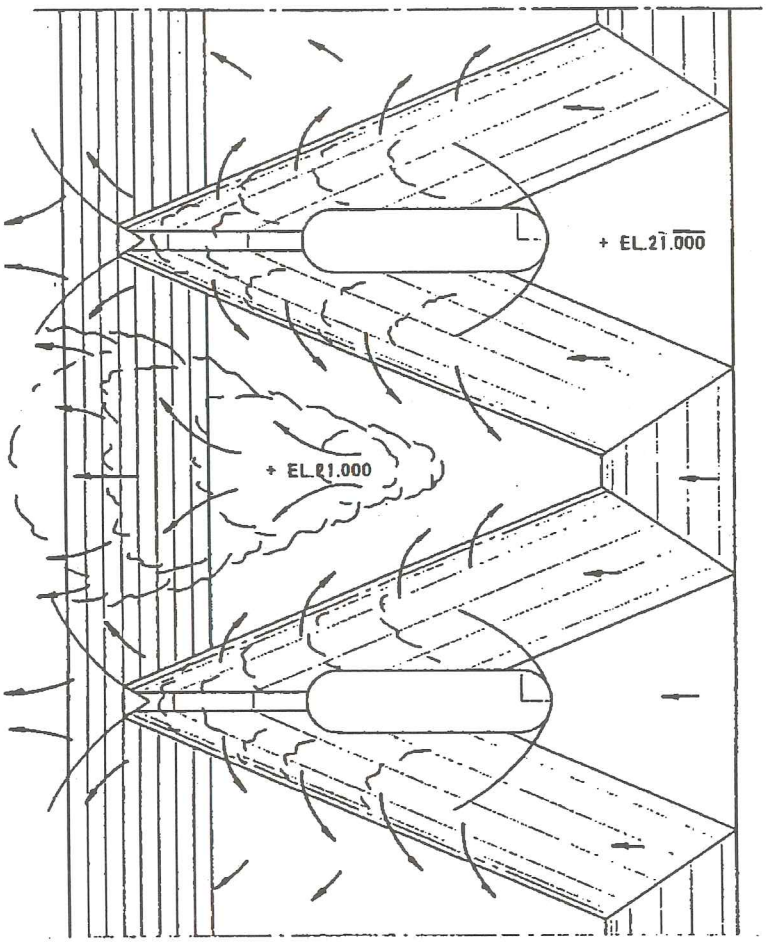
表-4.5.10　貯水位～放流量測定結果と単独放流合計流量の差（比較形状５）

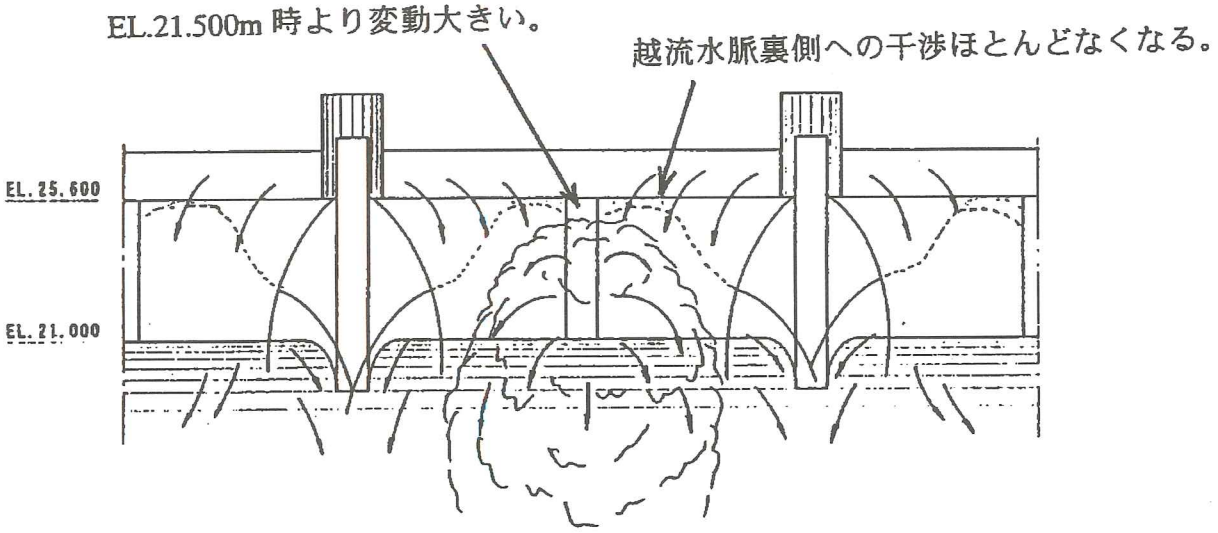
直線部(0.5ﾌﾞﾛｯｸ) + ﾗﾋﾞﾘﾝｽ部(越流幅30m)			ﾗﾋﾞﾘﾝｽ部単独 堤体水平部EL.21.0m		直線部 単独	差
貯水位 H [EL.m]	越流水深 h [m]	放流量 Q_1 [m^3/s]	流量係数 C	放流量Q_2 [m^3/s]	放流量 Q_3 [m^3/s]	$Q_1-Q_2-Q_3$ [m^3/s]
26.301	0.701	111.542	1.668	68.400	42.763	0.377
26.446	0.846	134.112	1.617	88.007	45.765	0.338
26.593	0.993	158.337	1.566	108.384	49.086	0.870
26.799	1.199	192.148	1.494	137.107	54.214	-0.171
27.000	1.400	223.955	1.424	164.900	59.775	-0.715
27.217	1.617	259.684	1.348	193.868	66.401	-0.586

3)　流況

比較形状４（段差あり）、比較形状５（段差なし）の常用洪水吐き同時放流時の流況図を図-4.5.18に、流況写真を写真-4.5.6(1)～(3)及び写真-4.5.7(1)～(3)に示す。

両ブロック間では、段差の有無及び貯水位にかかわらず、ラビリンス型越流頂からの露出射流が常用洪水吐きブロック側の流水と衝突し跳水・跳ね上がりが生じる。貯水位EL.26.6m（ラビリンス型越流頂からの越流水深1.0m）においては、段差がない方が跳ね上がりがやや大きく水飛沫の飛散が顕著であるが、設計洪水位付近では両者大きな違いはない。また、跳水・跳ね上がりの発生箇所はラビリンス型越流頂ブロック側に押し込まれており、その傾向は段差のない形状の方がやや顕著であるが、比較形状４、５の流況に大きな差はみられず、ともに採用可能である。

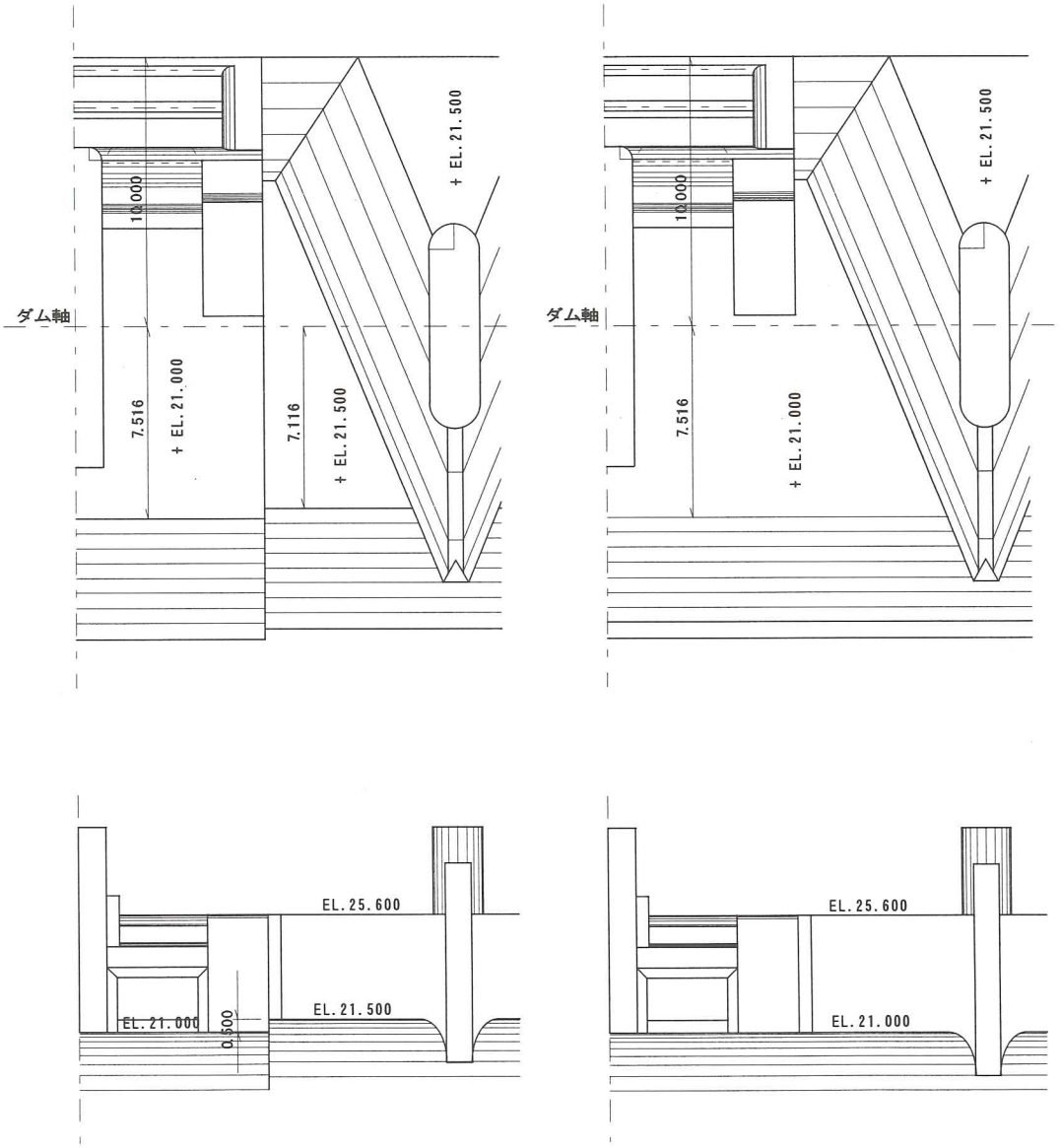




H=EL.27.200m（h=1.6m、設計洪水位）

Q=191.7m³/s（片側）

図－4.5.16　ラビリンス型越流頂比較形状５　（２サイクル側）の流況

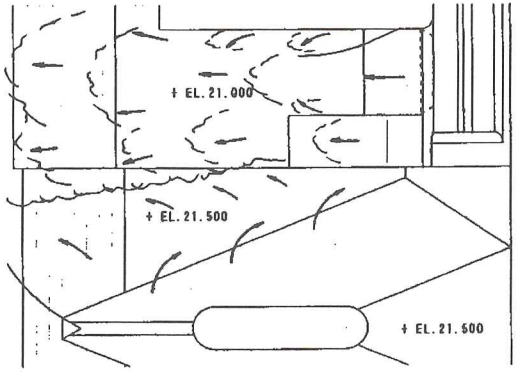


ラビリンス型越流頂比較形状４
（接合部段差有り）

ラビリンス型越流頂比較形状５
（接合部段差無し）

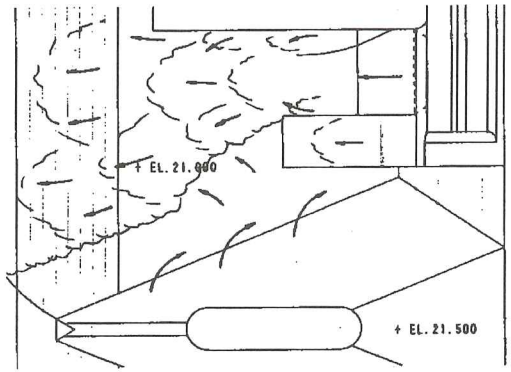
図－4.5.17　ラビリンス型越流頂と常用ブロック合流部の形状
（常用ブロック：最終案）

段差あり



大きな流況の乱れはない。

段差無し

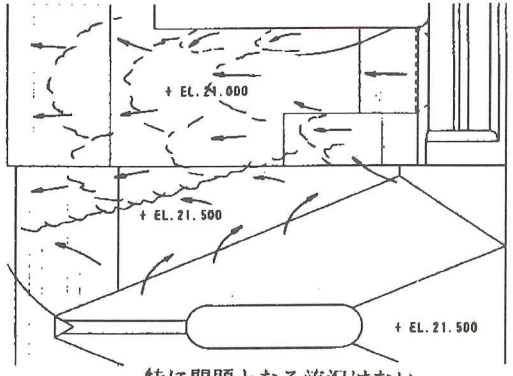


大きな流況の乱れはない。

H=EL.26.100m（h=0.5m）

Q=82.1m^3/s（直線部：39.1m^3/s ＋ﾗﾋﾞﾘﾝｽ部：43m^3/s）

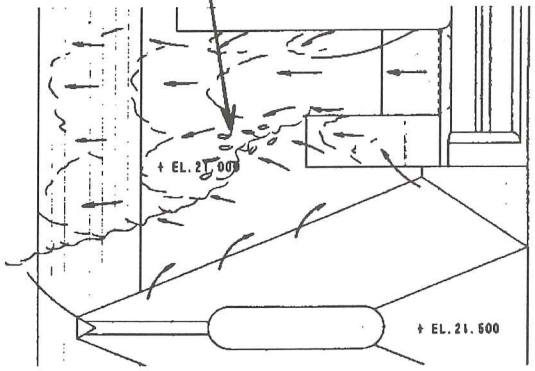
段差あり



特に問題となる流況はない。

段差無し

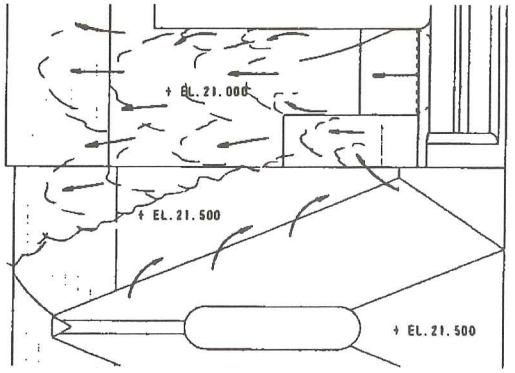
段差が有る場合より水飛沫の飛散が顕著。



H=EL.26.600m（h=1.0m）

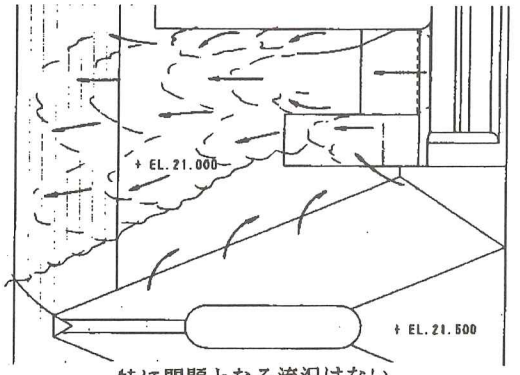
Q=158.6m^3/s（直線部：49.3m^3/s ＋ﾗﾋﾞﾘﾝｽ部：109.3m^3/s）

段差あり



特に問題となる流況はない。

段差無し

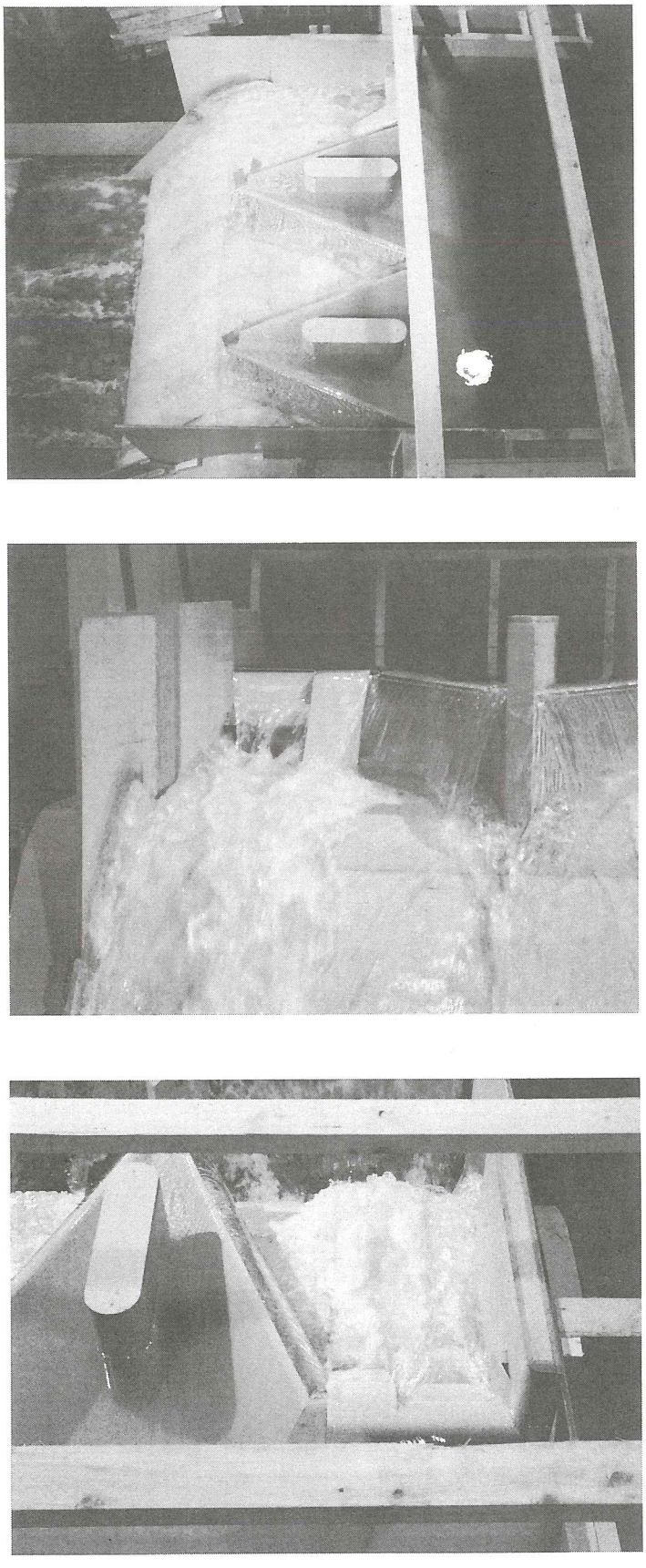


特に問題となる流況はない。

H=EL.27.200m（h=1.6m、設計洪水位）

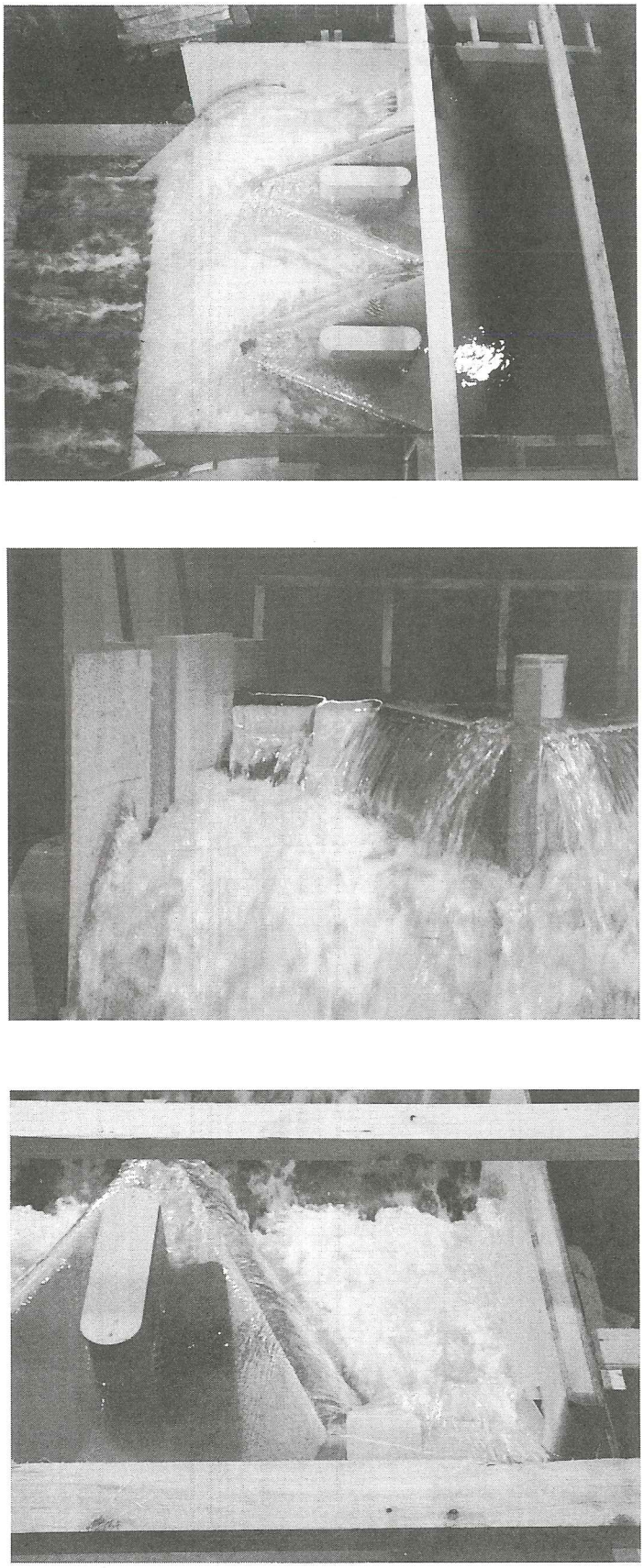
Q=257.8m^3/s（直線部：65.9m^3/s ＋ﾗﾋﾞﾘﾝｽ部：191.9m^3/s）

図－4.5.18　ラビリンス型越流頂と常用洪水吐きブロック合流部の流況



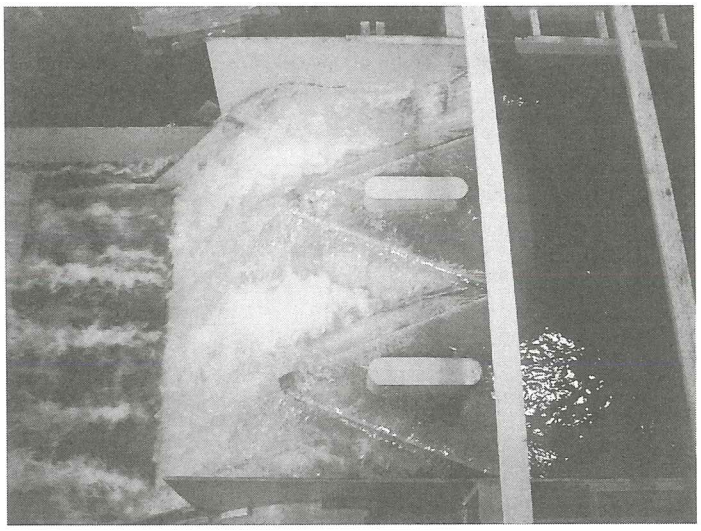
写真－4.5.6(1)　比較形状４の常用洪水吐きブロックとの合流状況

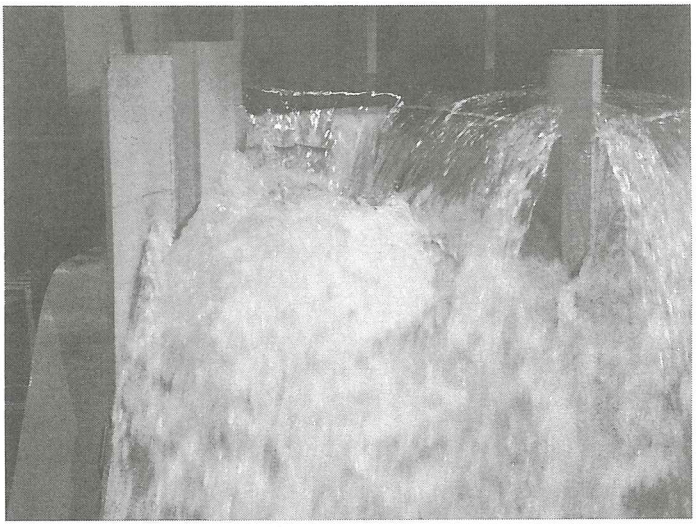
（貯水位：EL.26.100m、h=0.5m）

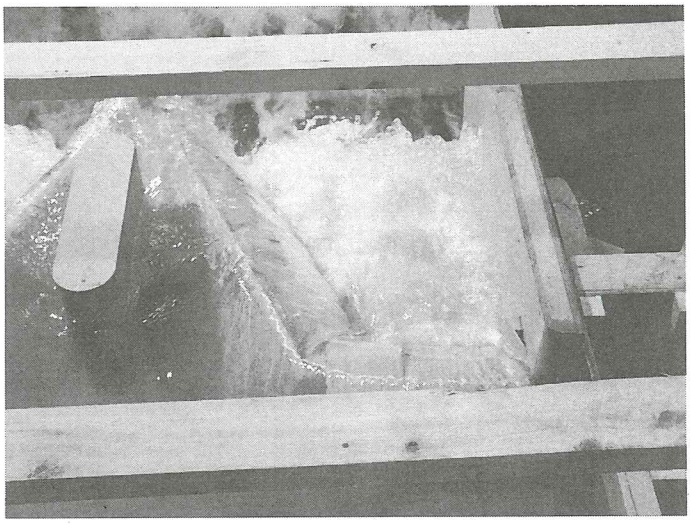


写真－4.5.6(2)　比較形状４の常用洪水吐きブロックとの合流状況

(貯水位：EL.26.600m、h=1.0m)

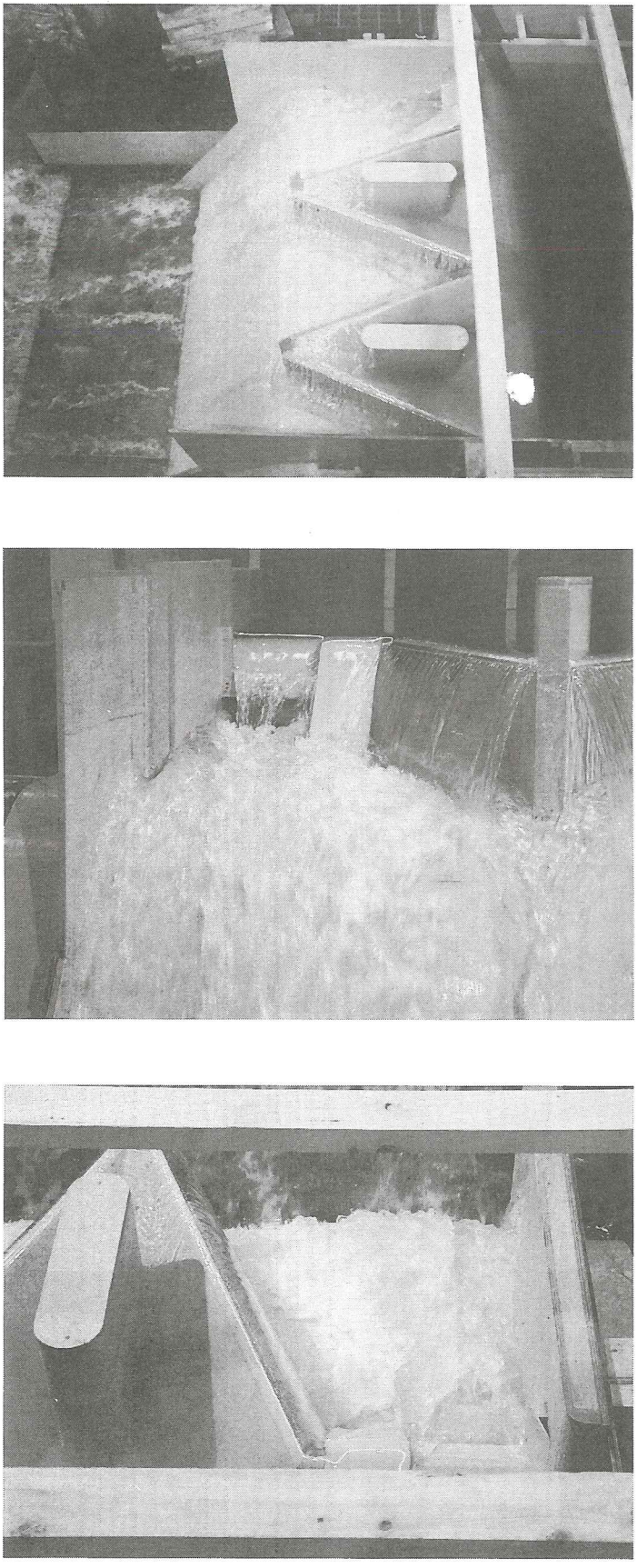






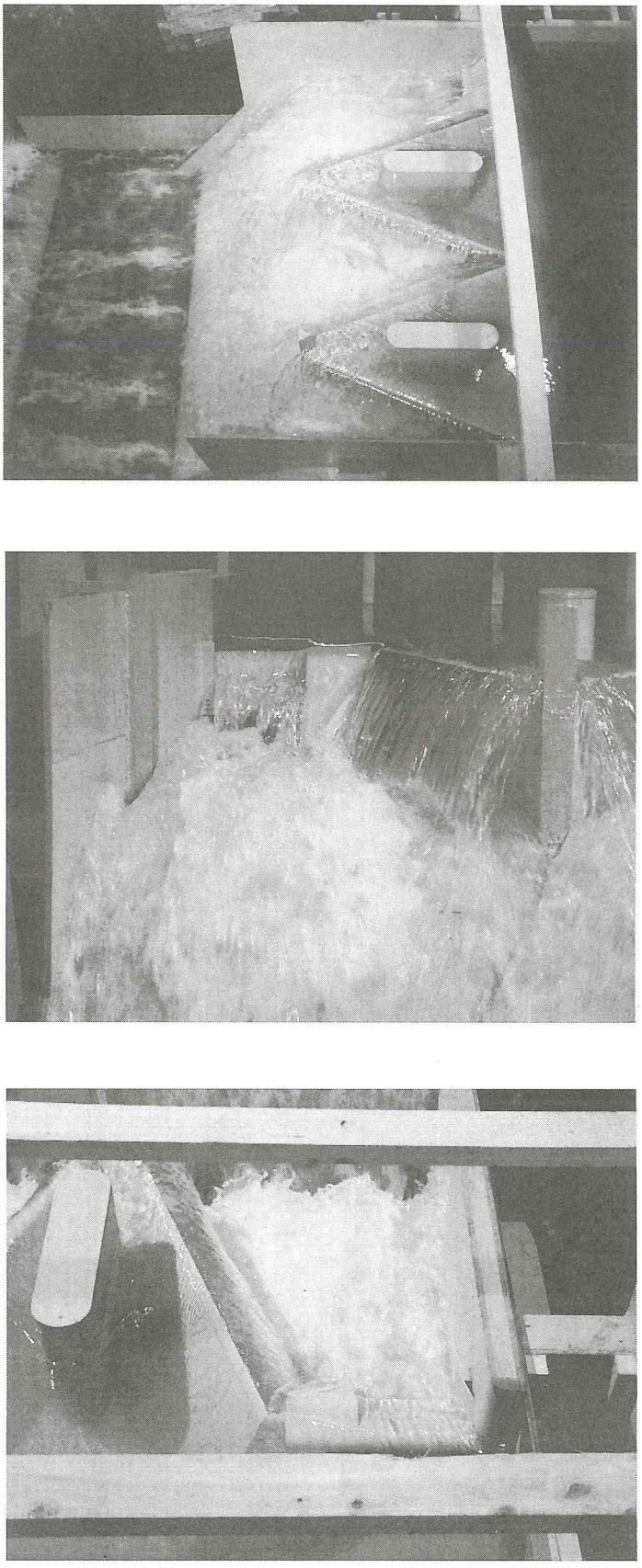
写真－4.5.6(3)　比較形状４の常用洪水吐きブロックとの合流状況

（設計洪水位時：EL.27.200m、h=1.6m）



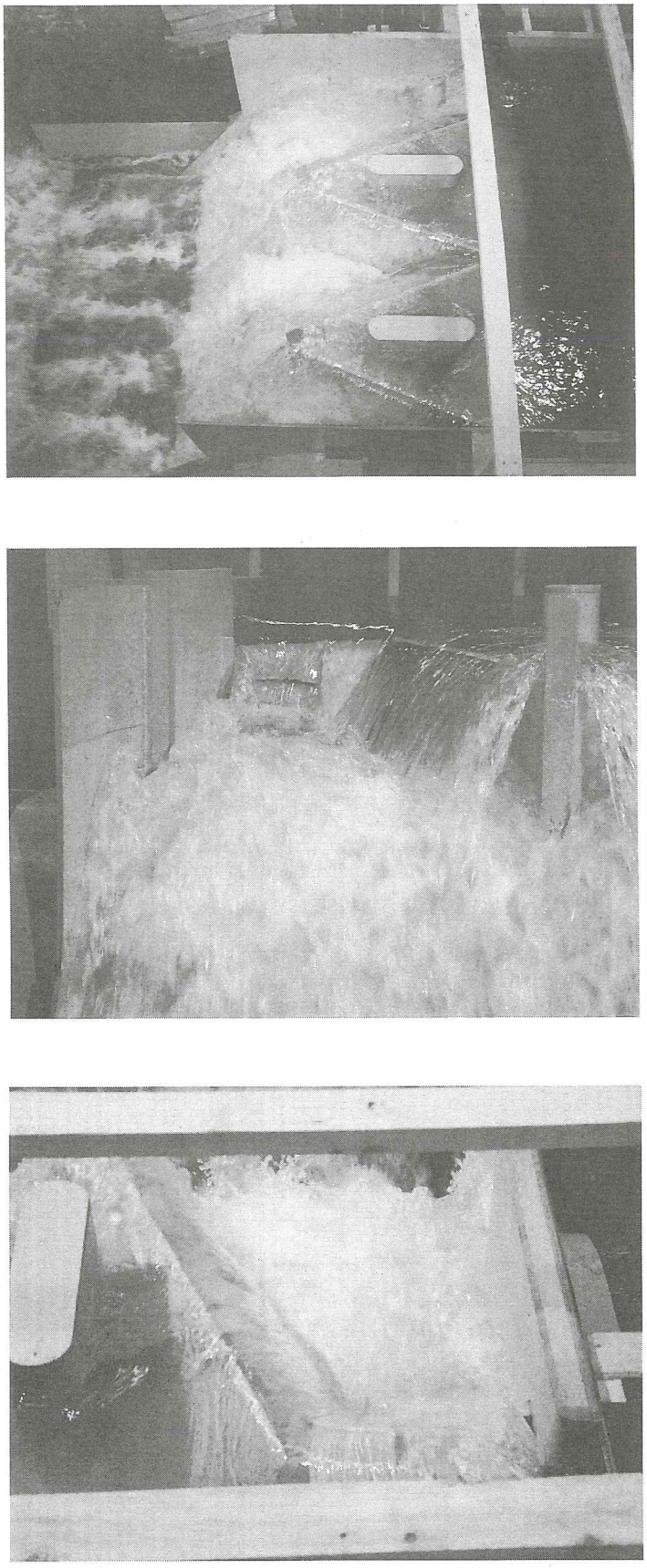
写真－4.5.7(1)　比較形状５の常用洪水吐きブロックとの合流状況

（貯水位：EL.26.100m、h=0.5m）



写真－4.5.7(2)　比較形状５の常用洪水吐きブロックとの合流状況

（貯水位：EL.26.600m、h=1.0m）



写真－4.5.7(3)　比較形状５の常用洪水吐きブロックとの合流状況

（設計洪水位時：EL.27.200m、h=1.6m）

4.5.7　橋脚の形状比較２

1)　比較形状６、７

4.5.6 までの検討が終了した時点で、北部ダム事務所より施工性の観点から橋脚下流部の形状を半円形からラビリンス型越流頂の上流側斜面形状に合わせた台形形状への変更について提案が出された。このため、図-4.5.19 に示す比較形状６及び比較形状７での流量調査と流況調査を行った。比較形状６及び比較形状７の主な諸元を表-4.5.11 に示す。

表-4.5.11　比較形状６、７の主な諸元（片側）

		比較形状６	比較形状７
ラビリンス型越流頂	サイクル数	１サイクル半	２サイクル
	ダム軸方向の越流幅（橋脚幅を含む、水切り幅を除く）	20.0m	28.0m
	越流頂天端長さ（橋脚幅を含む、水切り幅を除く）	49.845m	69.944m
	越流頂天端高さ	EL.25.6m	
堤体天端	上流側底面高さ	EL.21.5m	
	下流側底面高さ	EL.21.0m	
橋脚	橋脚本数	１本	２本
	上下流長さ	10.69m	
	ダム軸方向幅	2.0m	
	上流端形状	半円形(R=1.0m)	
	下流端形状	台形形状	
水切り	橋脚下流部	正三角形（１辺 1.0m）	
	端部	正三角形(1 辺 1.0m)の半分	－

2) 放流量

ラビリンス部の流量調査の結果を、図-4.5.20～4.5.21 に示す。調査結果より、越流水頭～放流量の関係は、(4.5.8)式で近似できる。

$$Q=C'Lh^{1.5} \qquad (4.5.8)$$

C'=－0.4483 h ＋2.094　　（１サイクル半、L=49.845m）

C'=－0.3999 h ＋1.9704　　（２サイクル、L=69.944m）

ただし、Q：常用洪水吐きブロック内（２ブロック）の非常用洪水吐き単独放流量[m^3/s]

C':流量係数

L：ラビリンス型越流頂半サイクルの斜方向での越流幅

h：越流頂(EL.25.6m)からの越流水深[m]

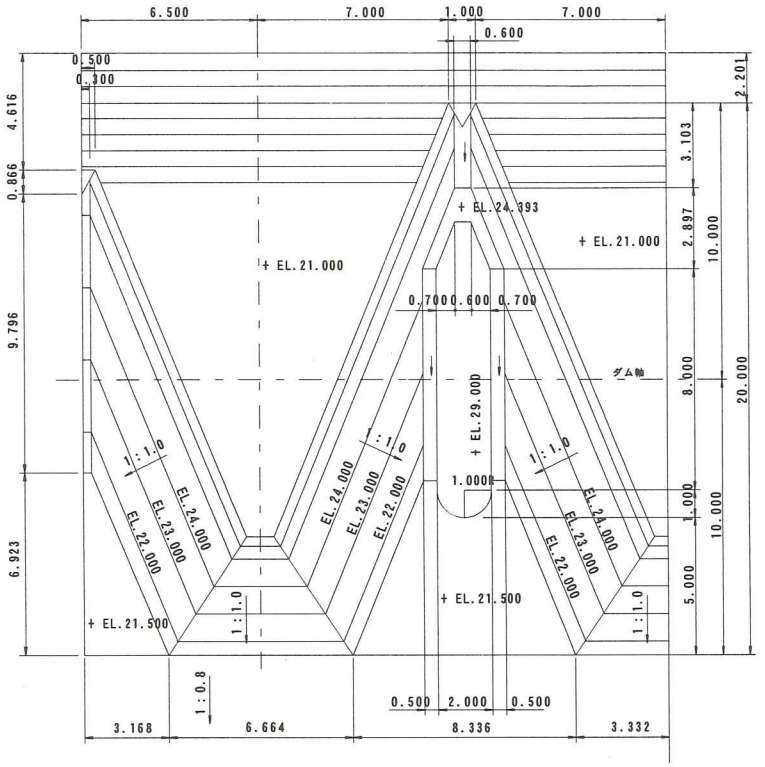
設計洪水位（EL.27.2m,h^2=1.6m)時の放流量を表-4.5.12 に示す。橋脚下流側の形状を円形から台形に変更することによりラビリンス型越流頂部での流量はわずかに減少するが、設計洪水位時の洪水吐き全体での放流量はダム設計洪水流量 590m^3/s に対して過不足なく確保している。

表-4.5.12　設計洪水位時の放流量（比較形状６＋比較形状７）

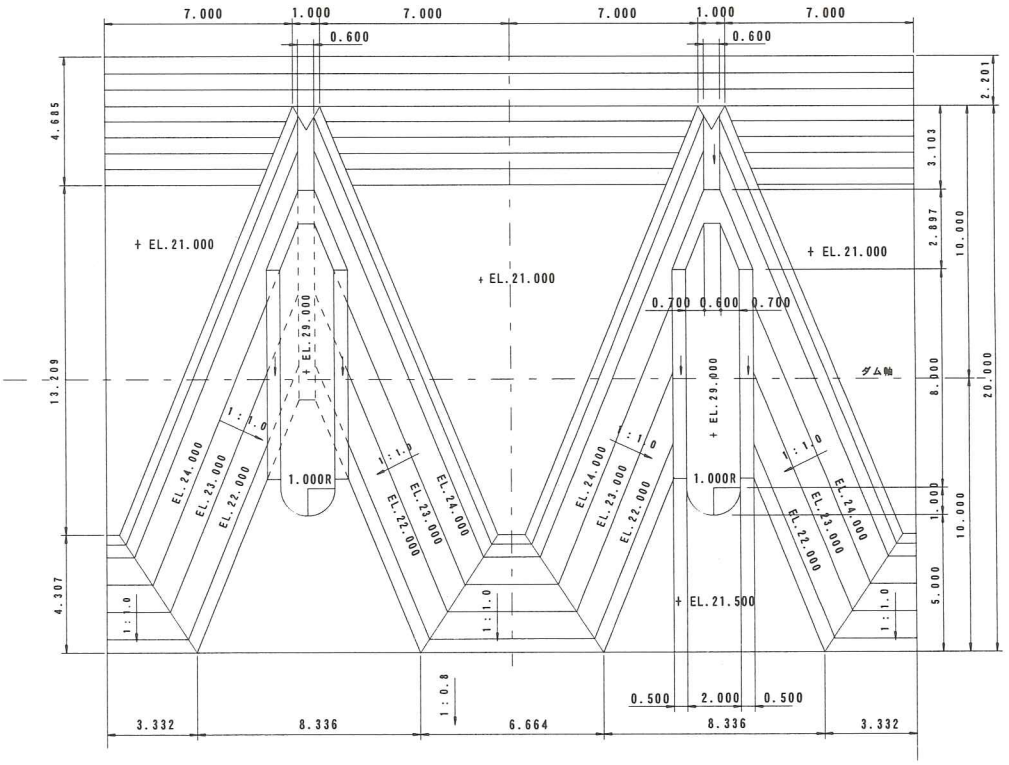
洪水吐き	設計洪水位時の放流量
常用洪水吐き＋非常用洪水吐き１（直線型越流頂）(図-4.4.12)	264.22 m^3/s
非常用洪水吐き２（ラビリンス型越流頂１サイクル半）	138.91 m^3/s
非常用洪水吐き２（ラビリンス型越流頂２サイクル）	188.41 m^3/s
合計	591.54 m^3/s

3) 流況

ラビリンス式越流頂部の流況写真を写真-4.5.8(1)～(3)及び写真-4.5.9(1)～(3)に示す。流況は全体として安定している。形状が変更された橋脚下流端においては、半円形状の比較形状１及び比較形状４の場合と同様に、橋脚下流端から左右方向に曳き波が発生し、その内側の水位が低く、表面水は曳き波の内側へ流れ落ちている。また、曳き波内側中央部において湧き上がりが発生しているが問題ない。



比較形状６（１サイクル半）



比較形状７（２サイクル）

図-4.5.19　ラビリンス型越流頂比較形状６、７（橋脚下流端台形形状）

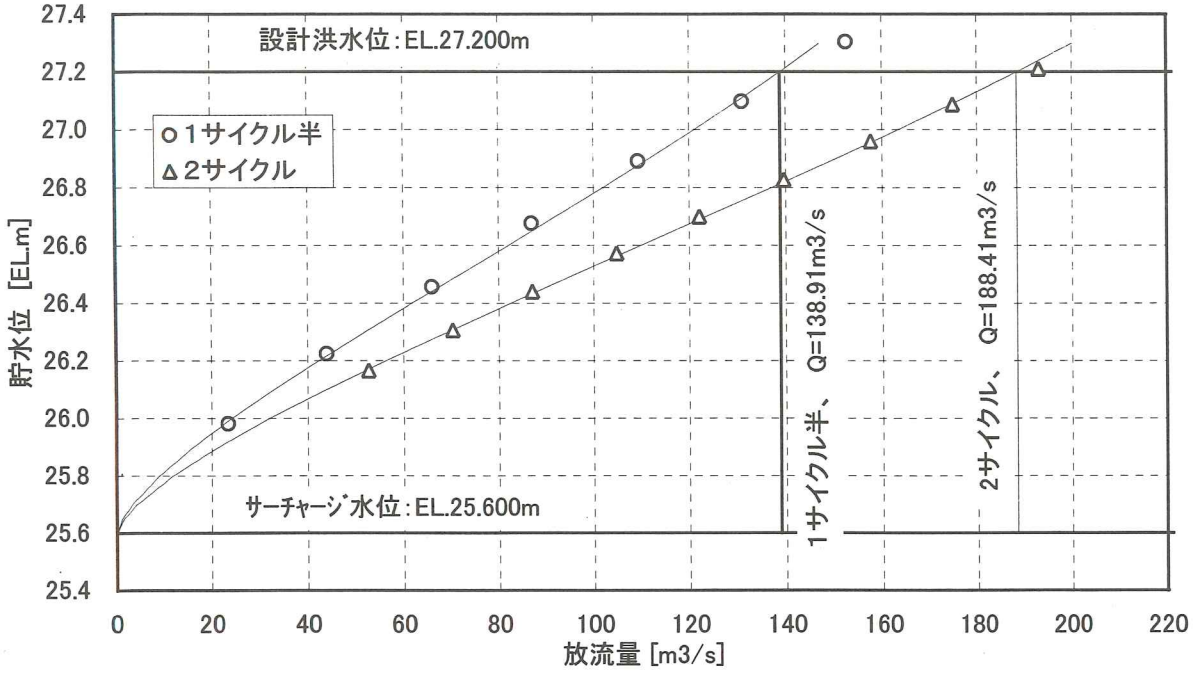


図-4.5.20　h～Q の関係（ラビリンス型越流頂、橋脚下流形状は台形）

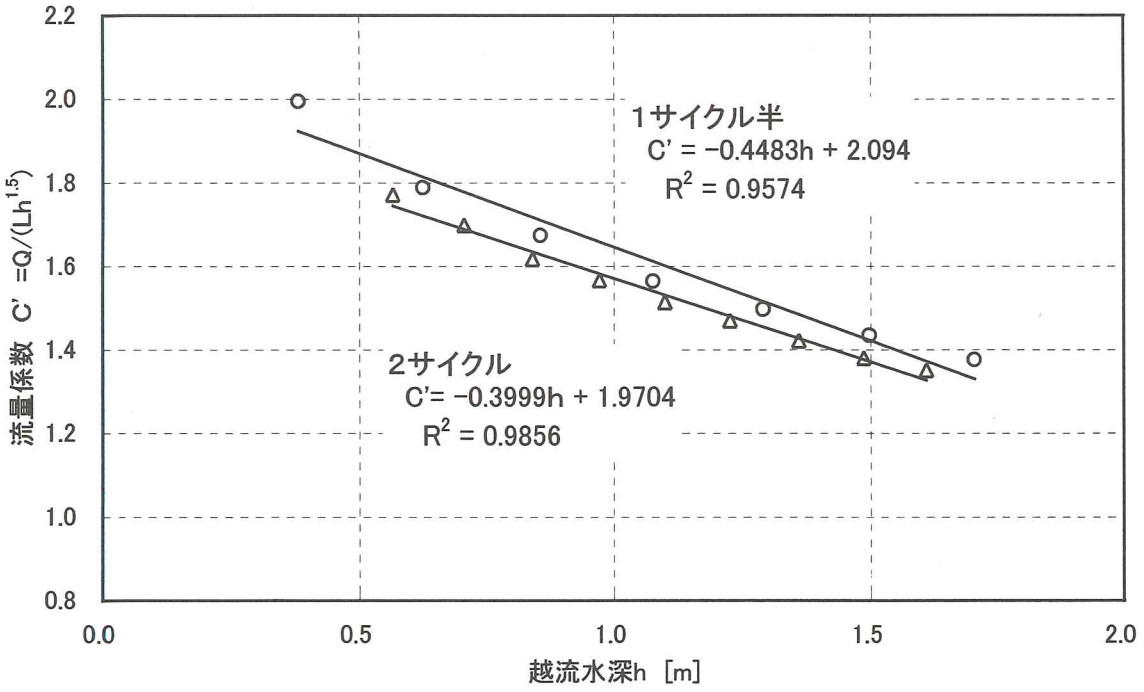


図-4.5.21　C'～h の関係（ラビリンス型越流頂、橋脚下流形状は台形）

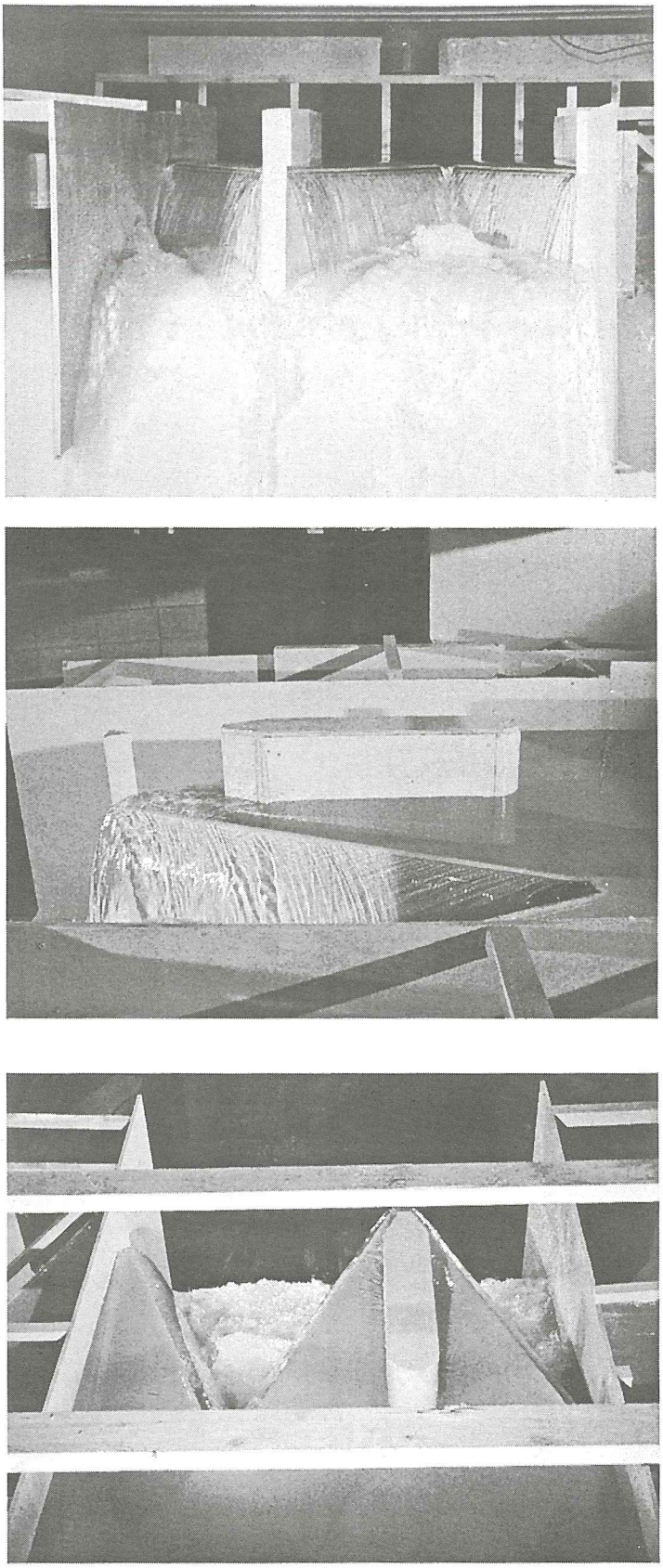


写真 4.5.8(1)　ラビリンス型越流頂比較形状６（台形形状、１サイクル半）の流況
（貯水位：EL.26.100m、h=0.5m）

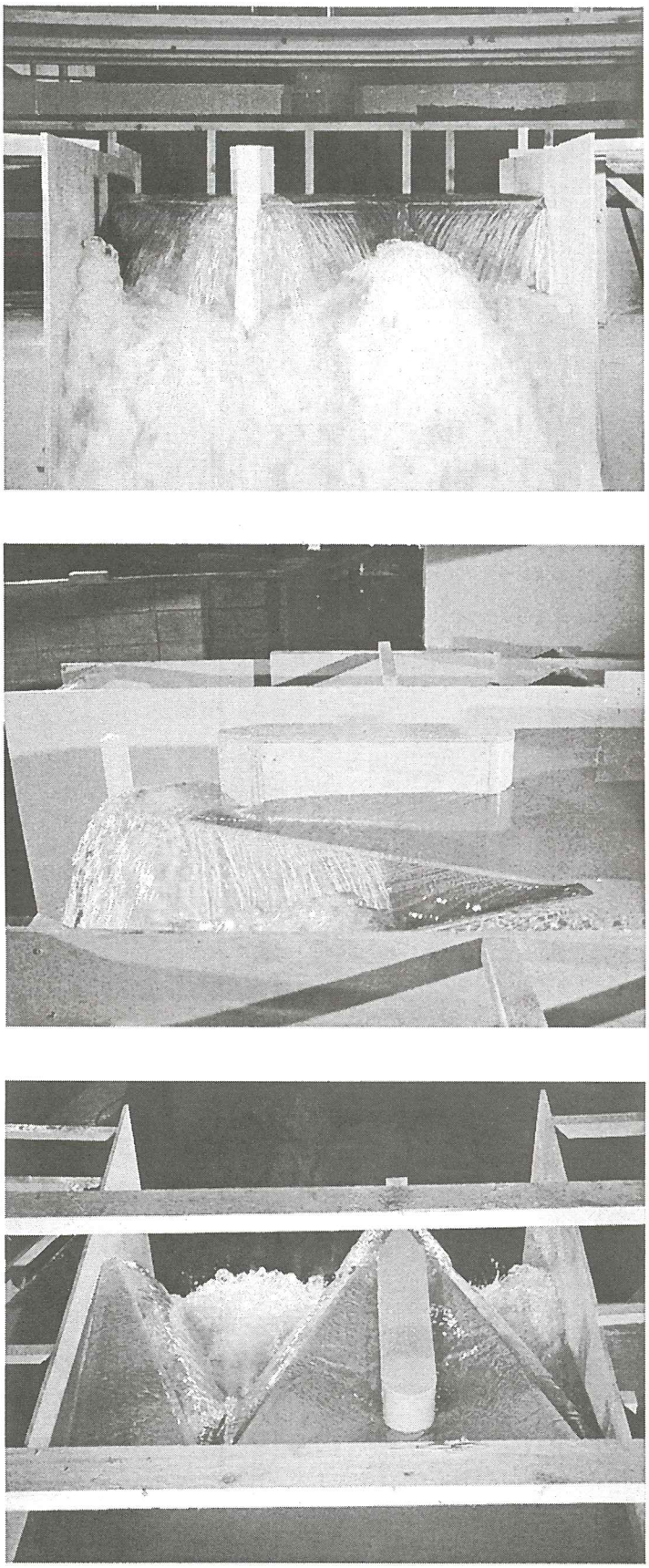


写真 4.5.8(2)　ラビリンス型越流頂比較形状 6 （台形形状、 1 サイクル半）の流況
（貯水位：EL.26.600m、 h=1.0m）

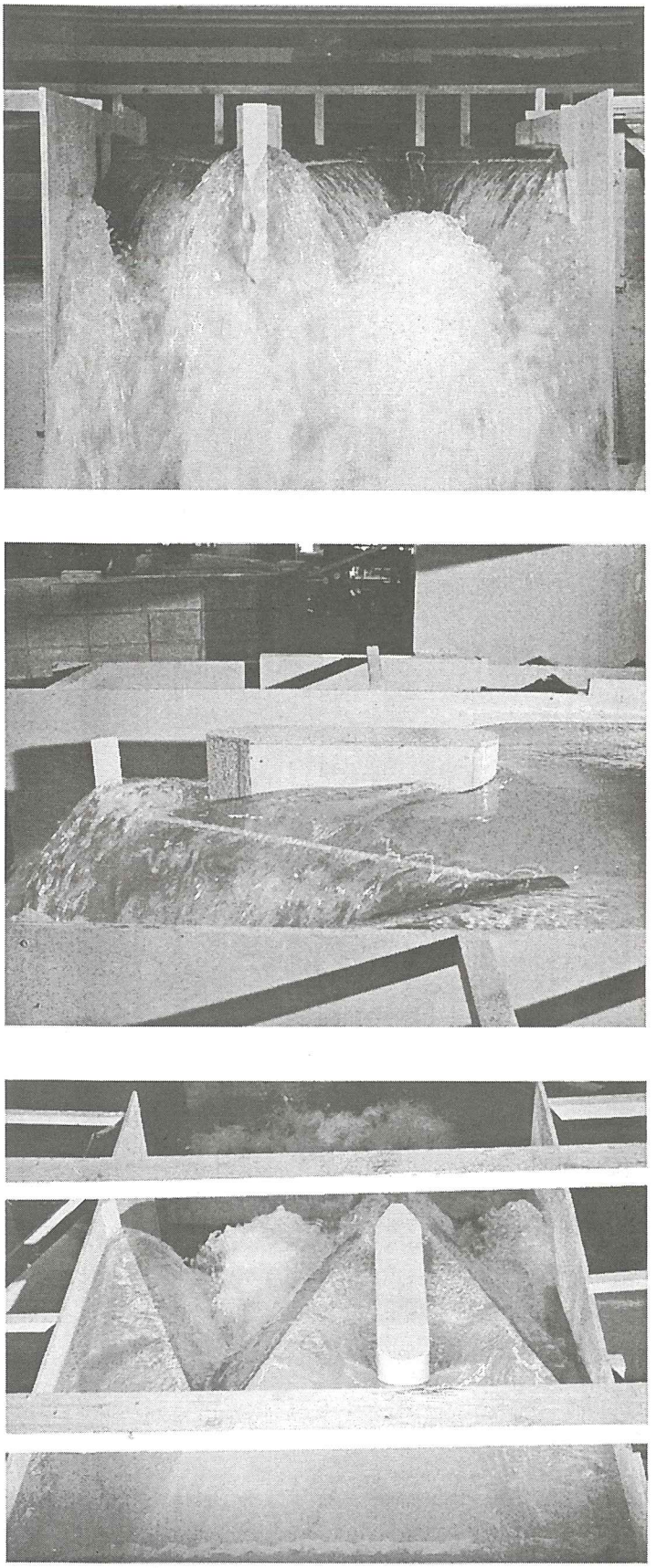


写真 4.5.8(3)　ラビリンス型越流頂比較形状６（台形形状、１サイクル半）の流況

（貯水位：EL.27.200m、h=1.6m）

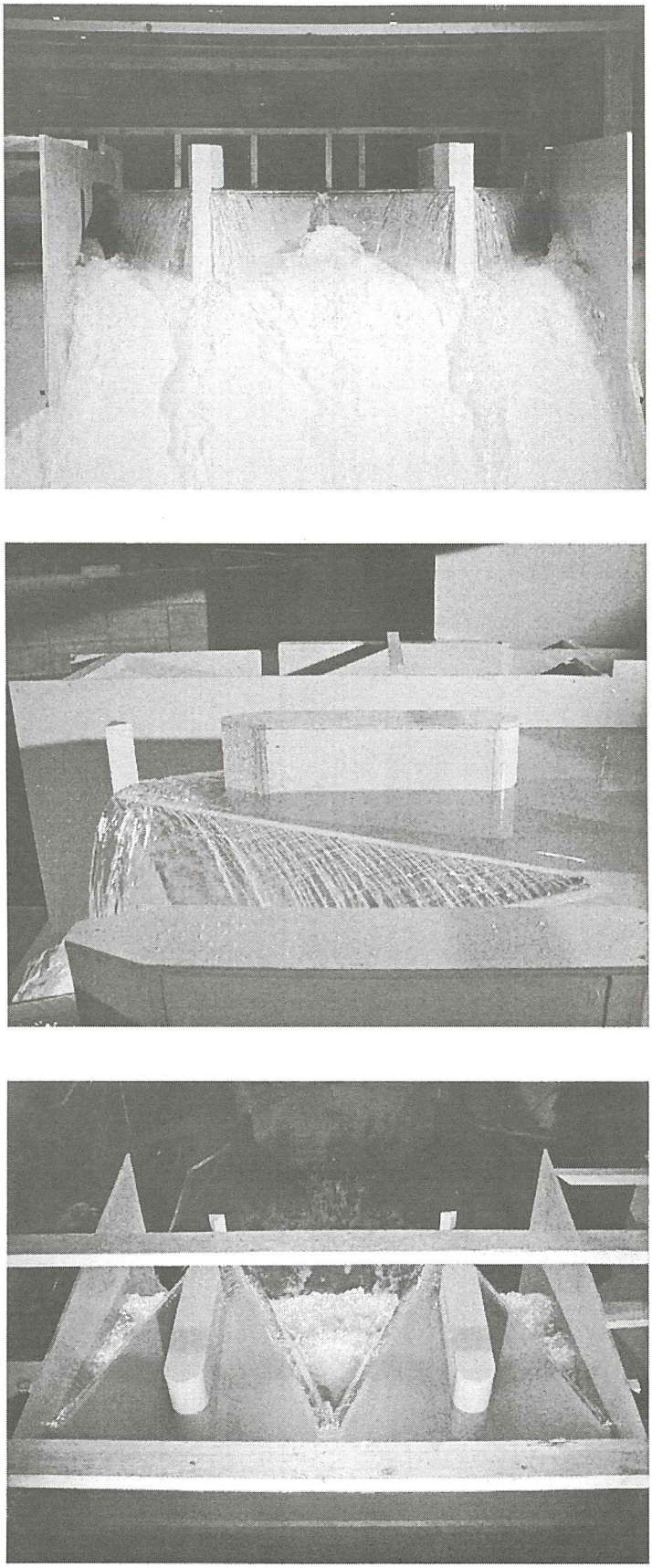
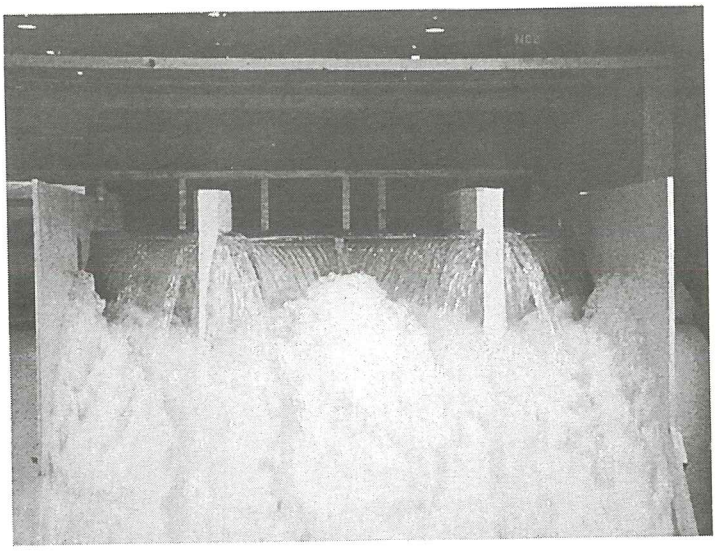
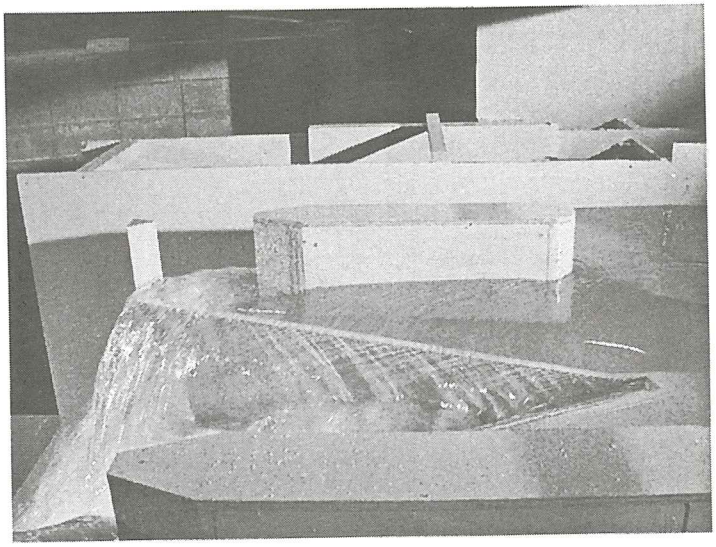


写真 4.5.9(1)　ラビリンス型越流頂比較形状７（台形形状、２サイクル）の流況
（貯水位：EL.26.100m、h=0.5m）





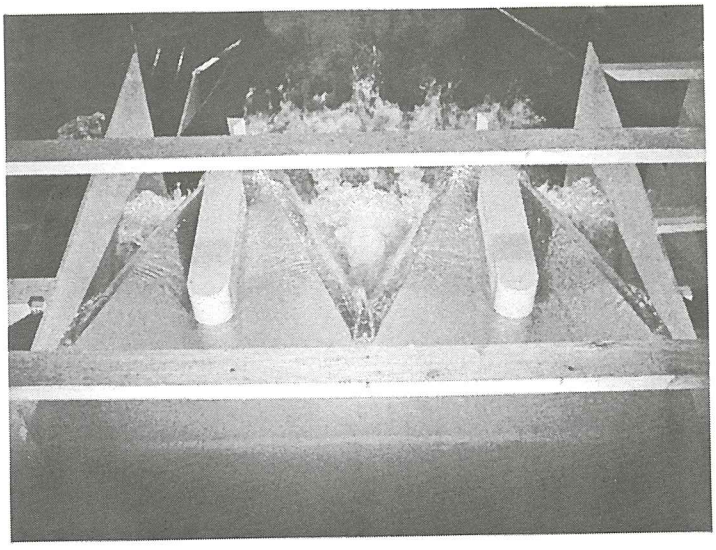
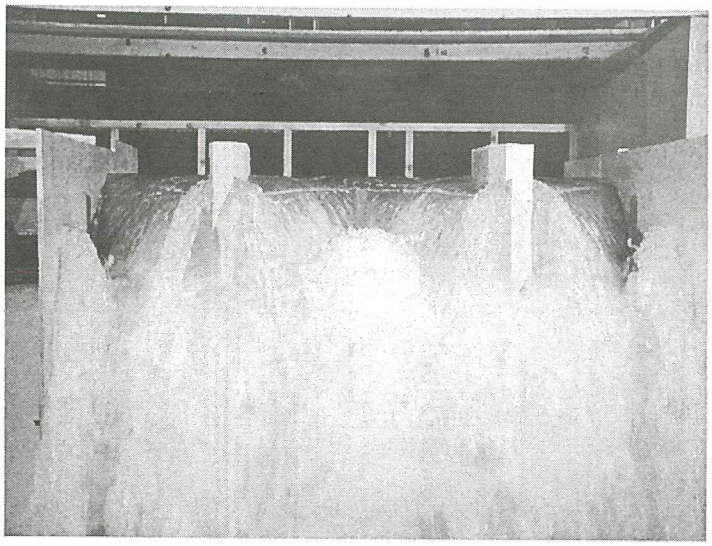
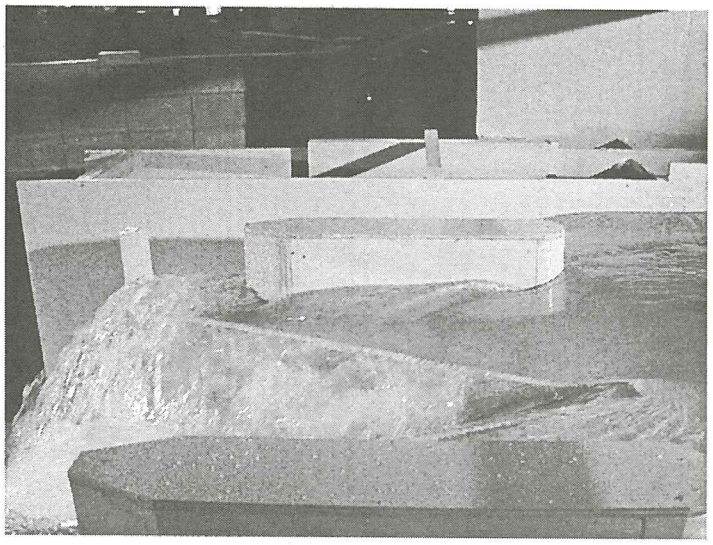


写真 4.5.9(2)　ラビリンス型越流頂比較形状７（台形形状、２サイクル）の流況
（貯水位：EL.26.600m、h=1.0m）





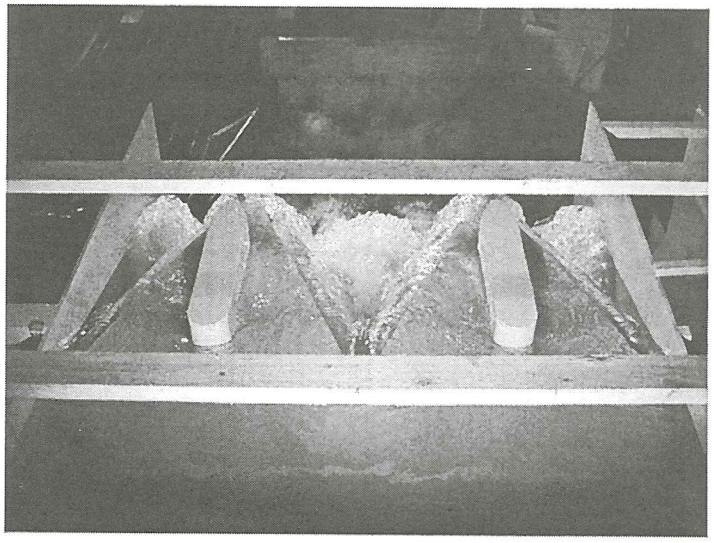


写真 4.5.9(3)　ラビリンス型越流頂比較形状 7 （台形形状、２サイクル）の流況
（貯水位：EL.27.200m、h=1.6m）

4.5.8 ラビリンス型越流頂形状のまとめ

以上の実験結果から、放流条件を満足するラビリンス型越流頂原案形状に対する修正部分は以下の通りである。

① 水切り

ラビリンス型越流頂の下流側角に設置する水切りの断面形状は、水脈を滑らかに分流して流下させることができる正三角形にする。

② 越流幅

常用洪水吐きブロックの左右のいずれかのラビリンス型越流頂を2サイクルとする。

③ ラビリンス型越流頂下流の堤体水平部標高

ラビリンス型越流頂下流の堤体水平部標高はEL.21.0mとEL.21.5mで洪水放流設備の放流能力特性に大きな違いはないため、いずれも採用可能として両者を最終形状とする。なお、4.6に示すラビリンス最終案形状にはEL.21.0mでの形状を示している。

④ 橋脚の形状

比較検討を行った橋脚の上下流端の形状の違いによる放流能力特性に大きな違いは無いため、施工性を考慮し、上流端を半円形形状、下流端を台形形状にする。

4.6 ラビリンス案の最終形状と放流特性

以上の検討より得られたラビリンス案洪水放流設備を図-4.6.1、図 4.6.2(1)～(2)、図-4.6.3(1)～(4)に示す。本図にはラビリンス型越流頂下流の床板標高を EL.21.0m として常用洪水吐きブロックとの間に段差を無くした形状を示しているが、床板標高を EL.21.5m として常用洪水吐きブロックとの間に 0.5m の段差がある形状も採用可能である。またラビリンス型越流頂の左右岸配置を逆にすることも可能である。

各放流設備の貯水位～放流量の関係は、以下の近似式により計算することができる。

1) 常用洪水吐きブロック（常用洪水吐き＋非常用洪水吐き１）

①常時満水位～サーチャージ水位

$$Q_1 = nCab\sqrt{2gh_1} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (4.6.1)$$

$C = 0.3189(h_1/a)^3 - 0.7167(h_1/a)^2 + 0.8577(h_1/a)$（ 開水路流$(h_1/a < 0.857)$ ） (4.6.2)

$C^2 = -0.1588\ (a/h_1) + 0.3572$ （ 管路流 $(h_1/a \geqq 0.857)$ ） (4.6.3)

ここに、 Q_1:流量（m^3/s） n:オリフィス条数 C:流量係数

b:開口幅(m) a:開口高(m) g:重力加速度（$=9.8m/s^2$）

h_1:常時満水位（EL.21.5m）を基準とした水頭(m)

②サーチャージ水位～設計洪水位

$$Q_2 = 29.2903h_2^2 + 37.5981h_2 + 129.08 \quad (4.6.4)$$

ただし、Q_2：常用洪水吐き設置ブロック全体（２ブロック分）の合計放流量[m^3/s]

h_2：越流頂(EL.25.6m)からの越流水頭[m]

2) ラビリンス型越流頂（サーチャージ水位～設計洪水位）

$$Q_3 = C'Lh_2^{1.5} \quad (4.6.5)$$

$C' = -0.3195h_2 + 1.4923$ （１サイクル半、L=49.845m） (4.6.6)

$C' = -0.3999h_2 + 1.9704$ （２サイクル、 L=69.944m） (4.6.7)

ただし、Q_3：片岸のラビリンス型越流頂の放流量[m^3/s]

C':流量係数

L：ラビリンス型越流頂半サイクルの斜方向での越流幅

h_2：越流頂(EL.25.6m)からの越流水深[m]

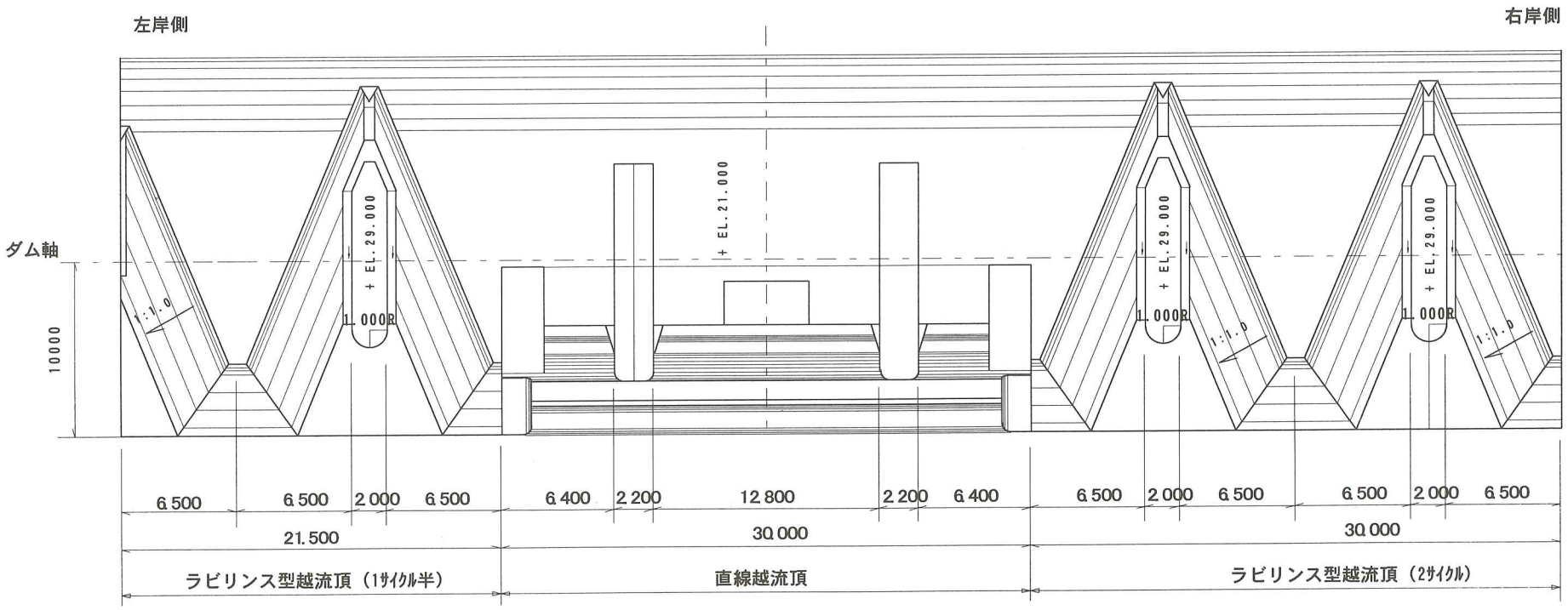


図-4.6.1(1)　ラビリンス案流入、導流部最終案　（平面図）

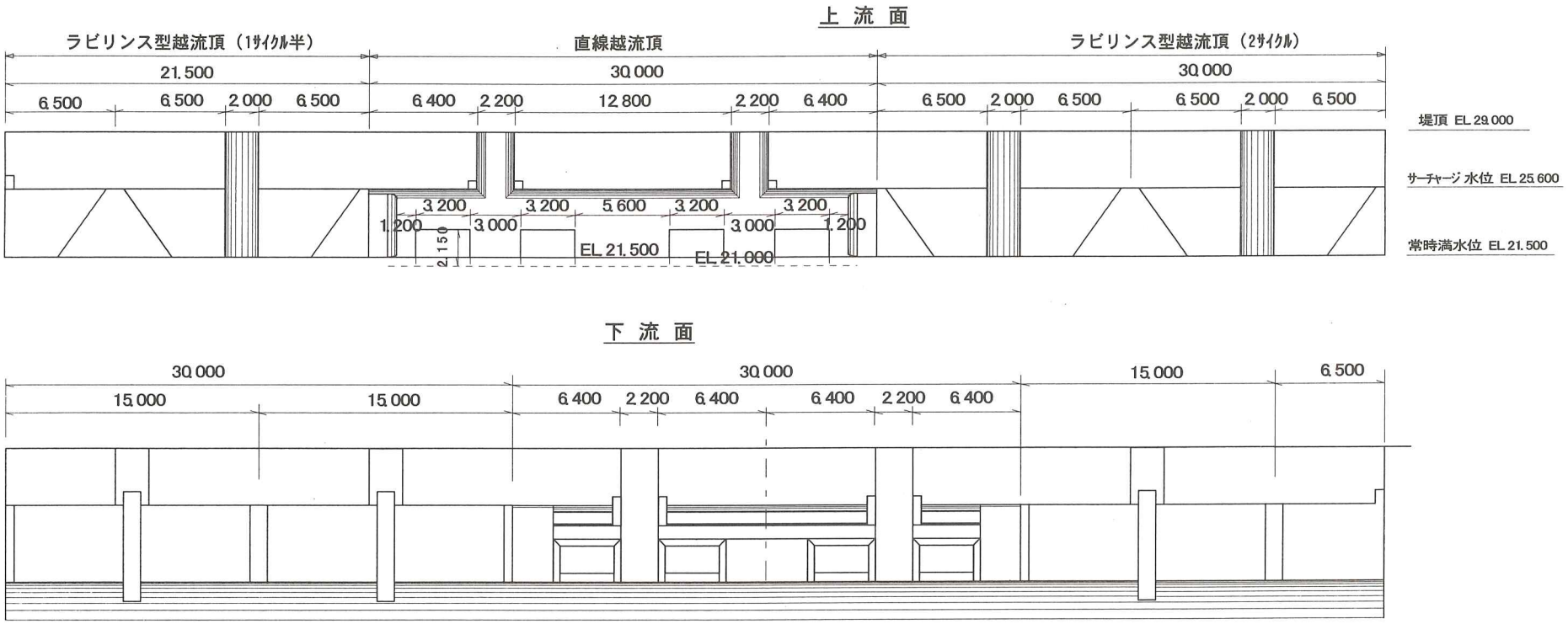


図-4.6.1(2)　ラビリンス案流入、導流部最終案　（上下流面図）

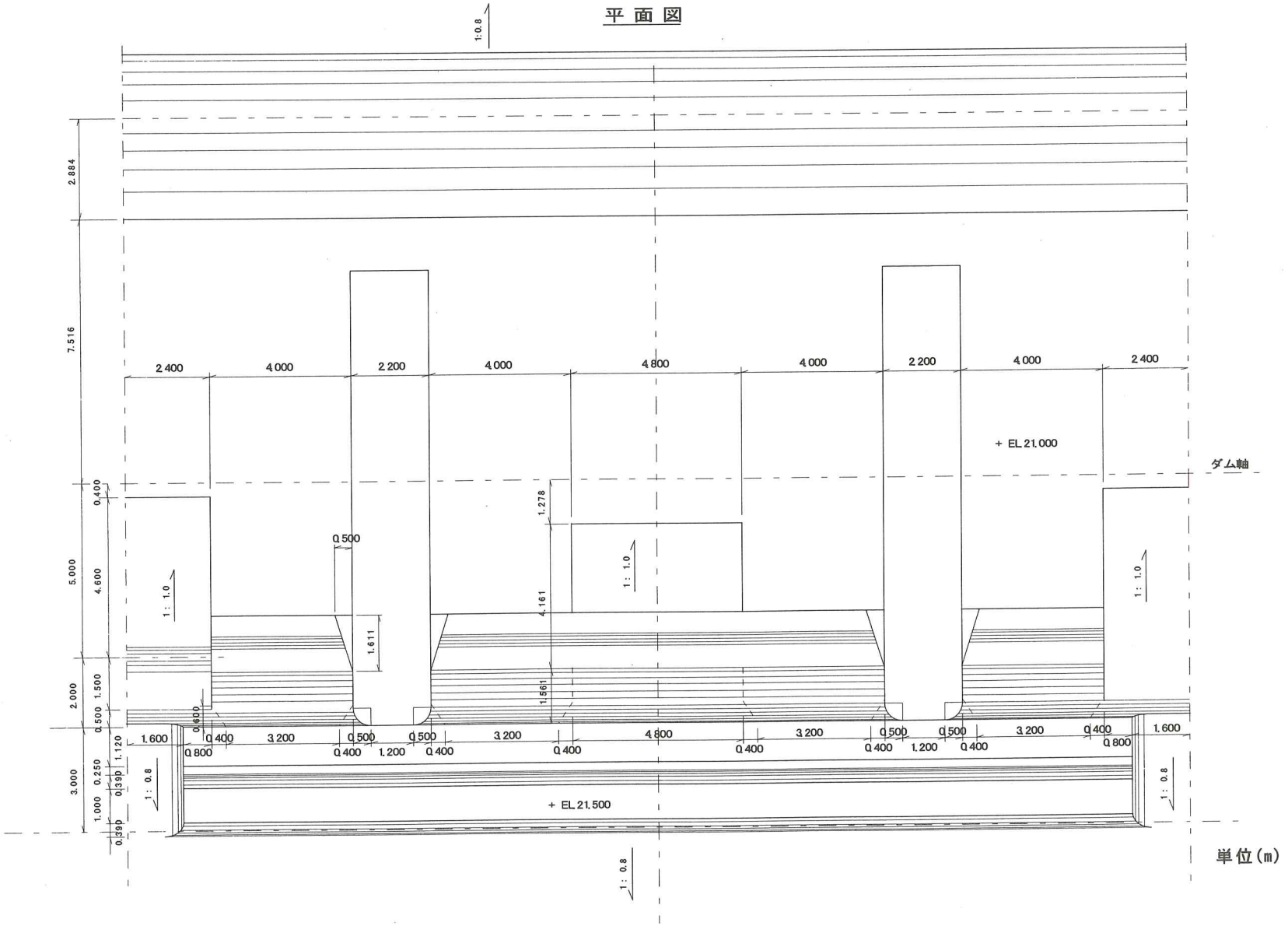


図-4.6.2(1)　ラビリンス案常用洪水吐き・非常用洪水吐き１詳細図（平面図）

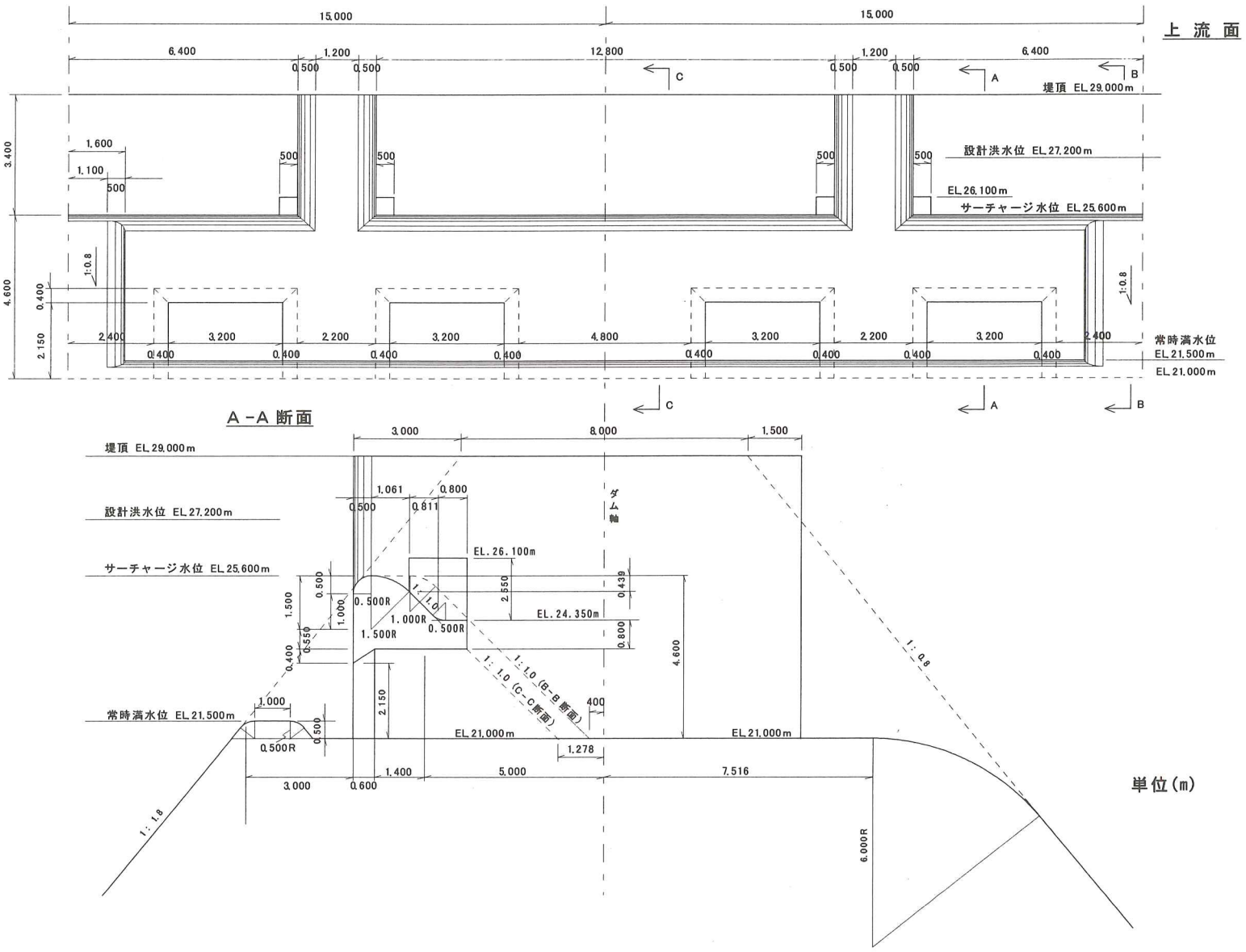


図-4.6.2(2)　ラビリンス案常用洪水吐き・非常用洪水吐き１詳細図（上流面図、断面図）

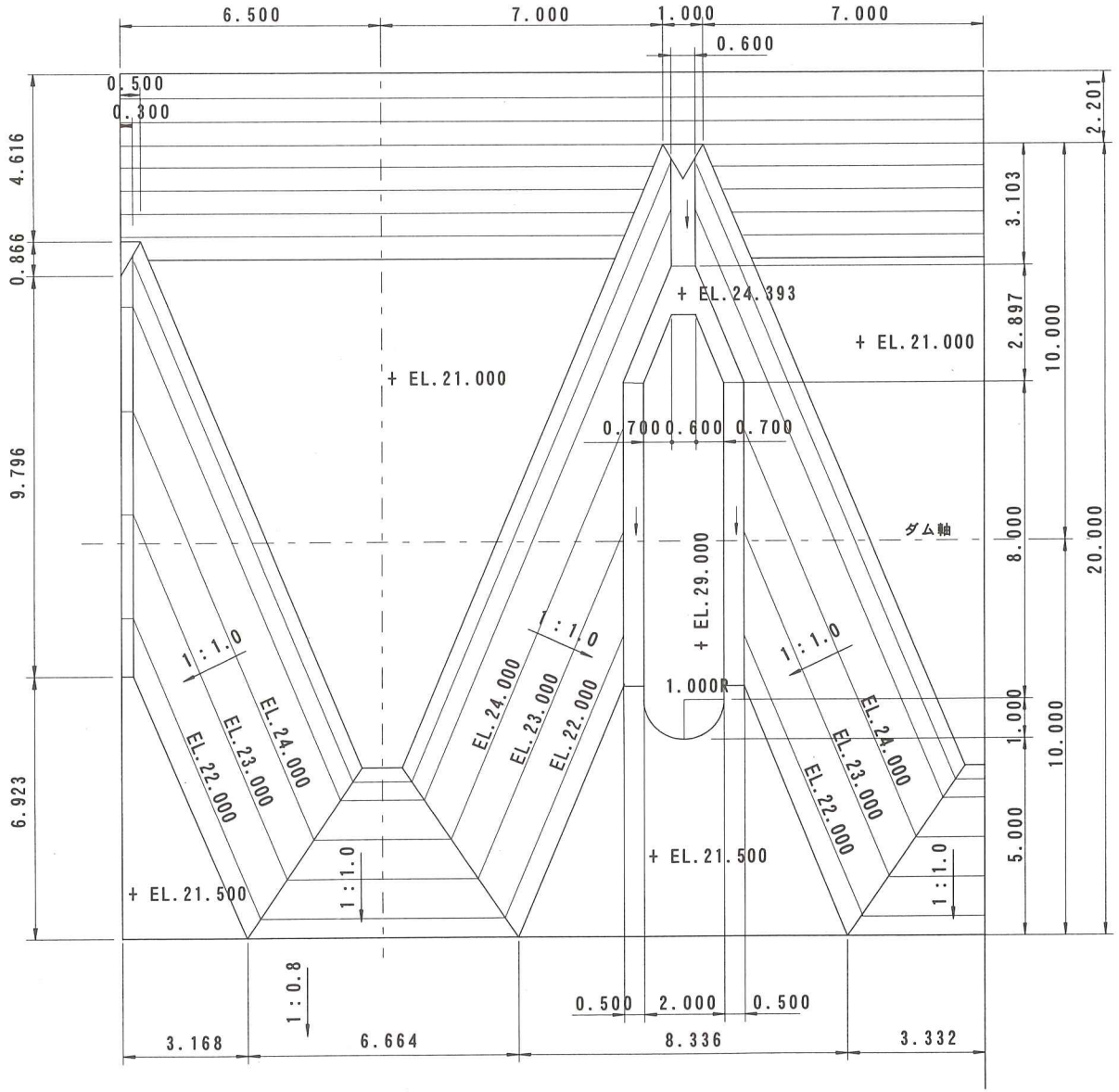


図-4.6.3(1)　ラビリンス案非常用洪水吐き２詳細図（左岸部、平面図）

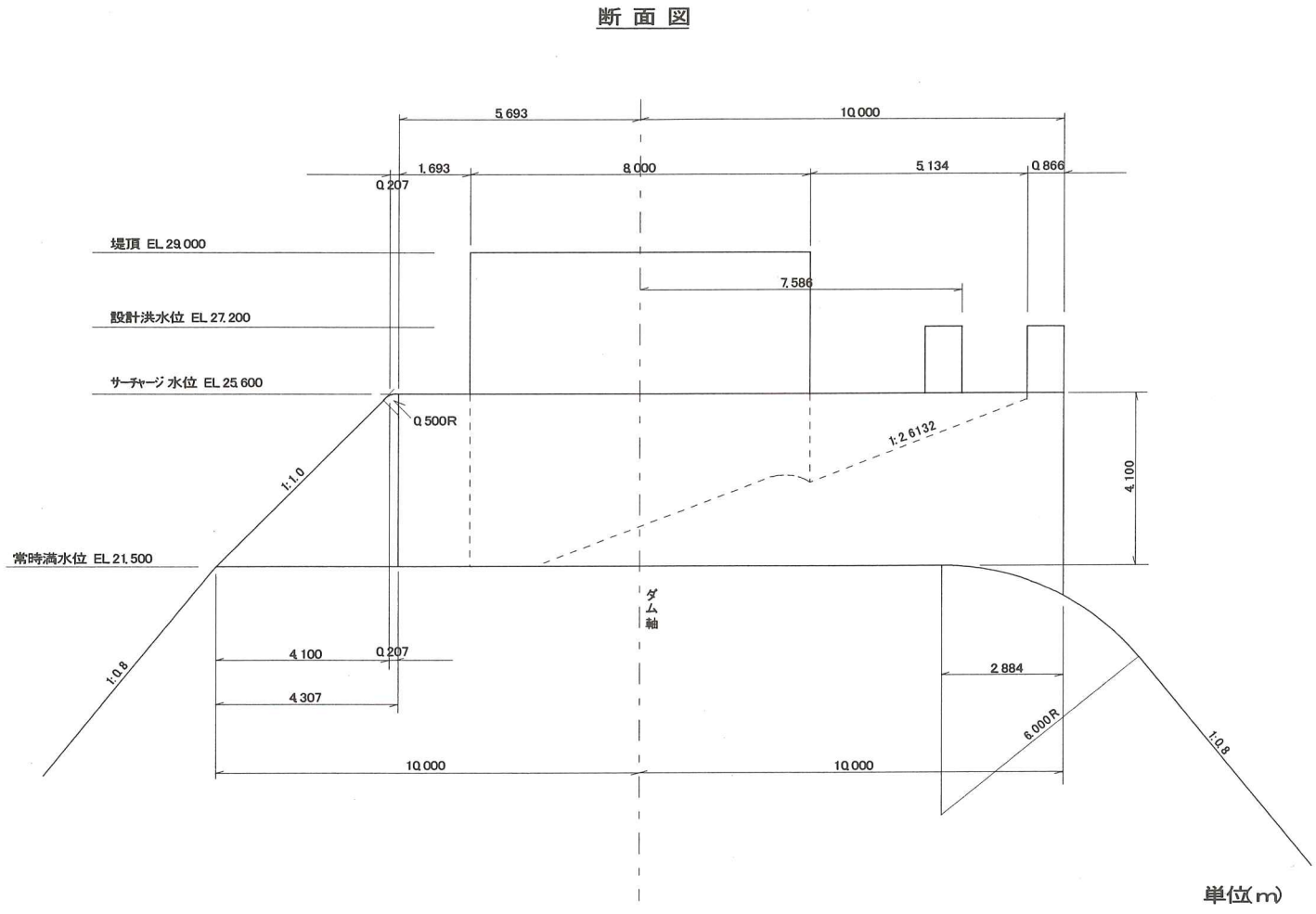


図-4.6.3(2)　ラビリンス案非常用洪水吐き 2 詳細図（左岸部、断面図）

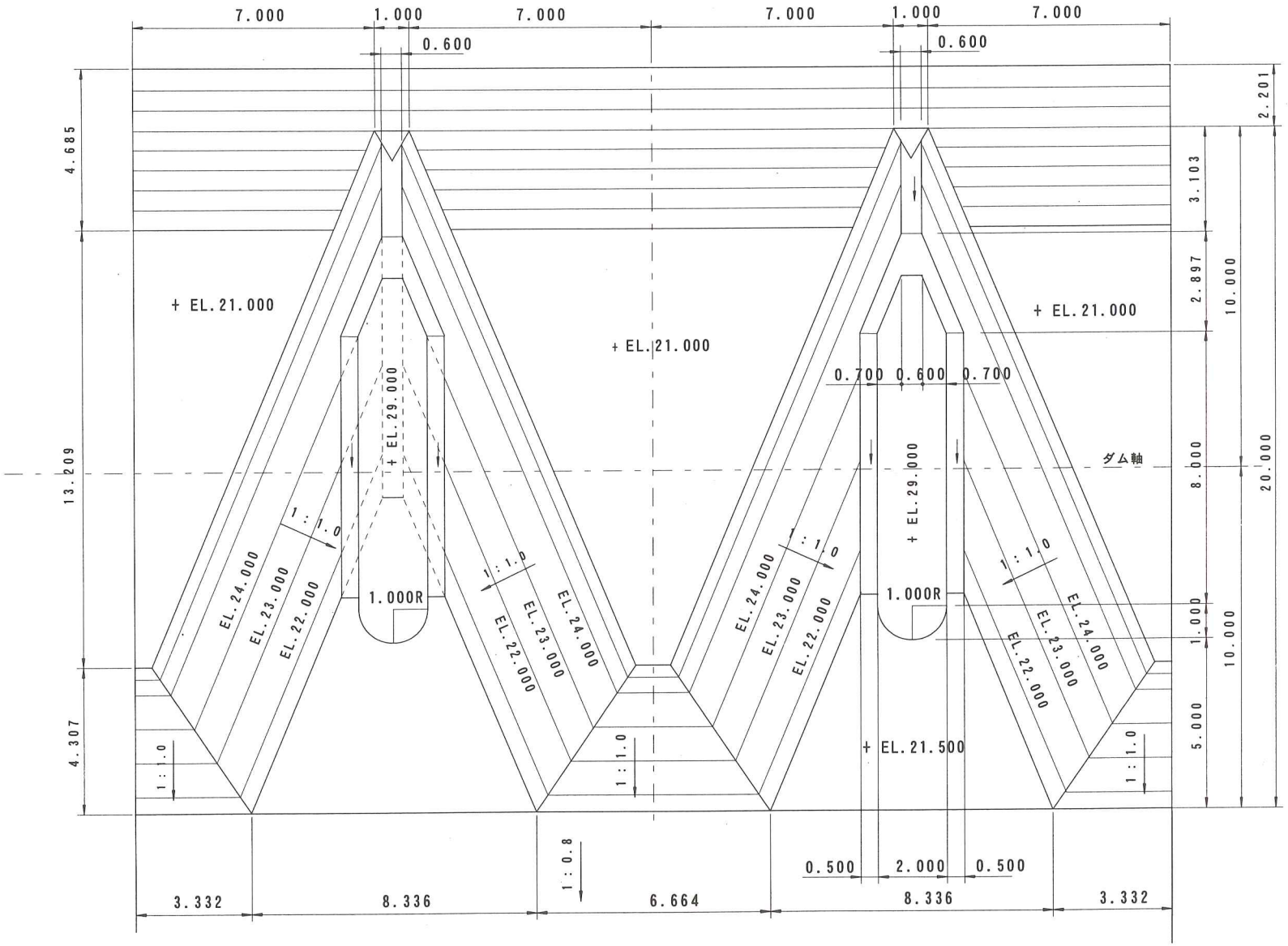


図-4.6.3(3)　ラビリンス案非常用洪水吐き２詳細図（右岸部、平面図）

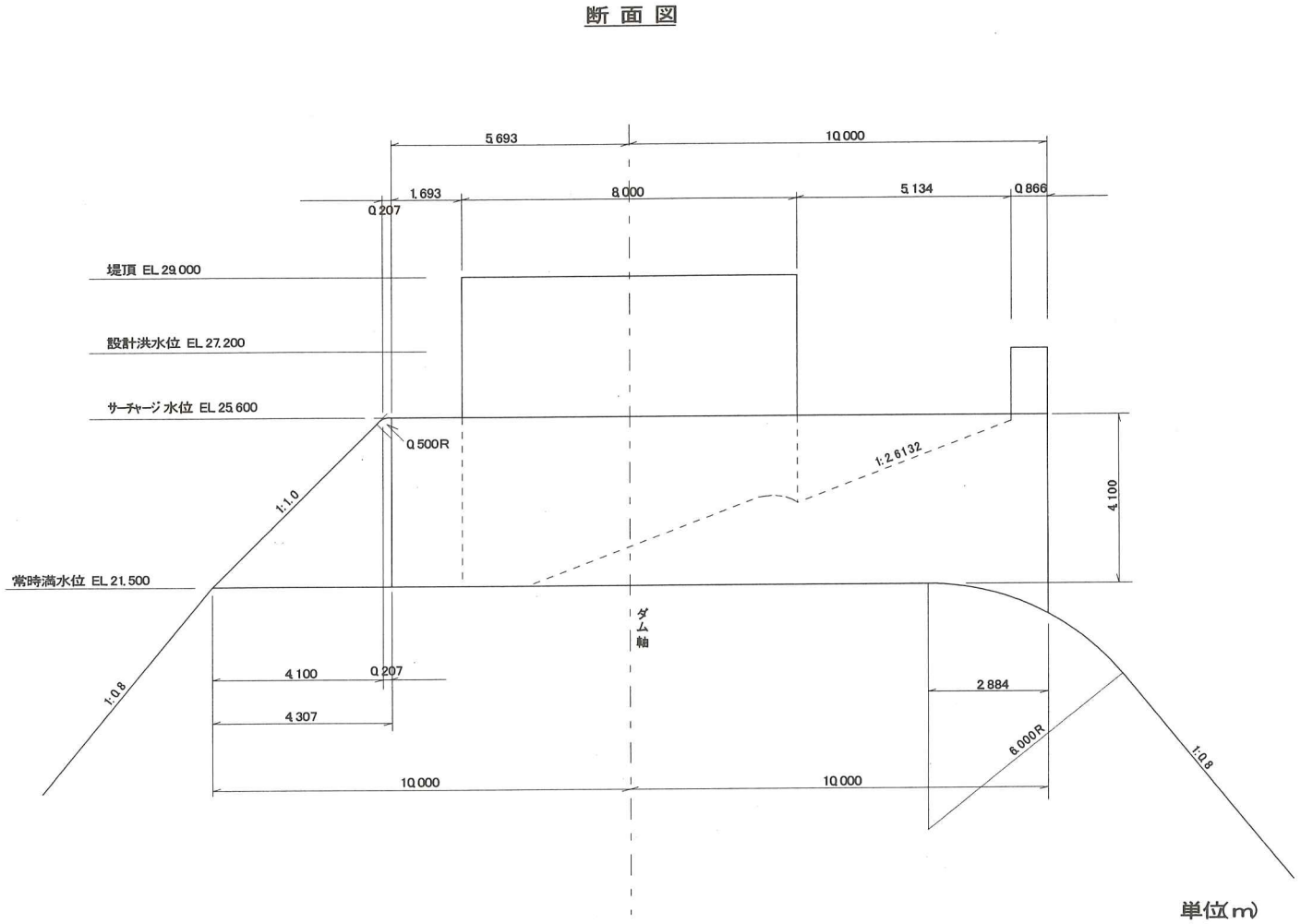


図-4.6.3(4)　ラビリンス案非常用洪水吐き 2 詳細図（右岸部、断面図）

5．堤趾導流部及び減勢工

5　堤趾導流部及び減勢工

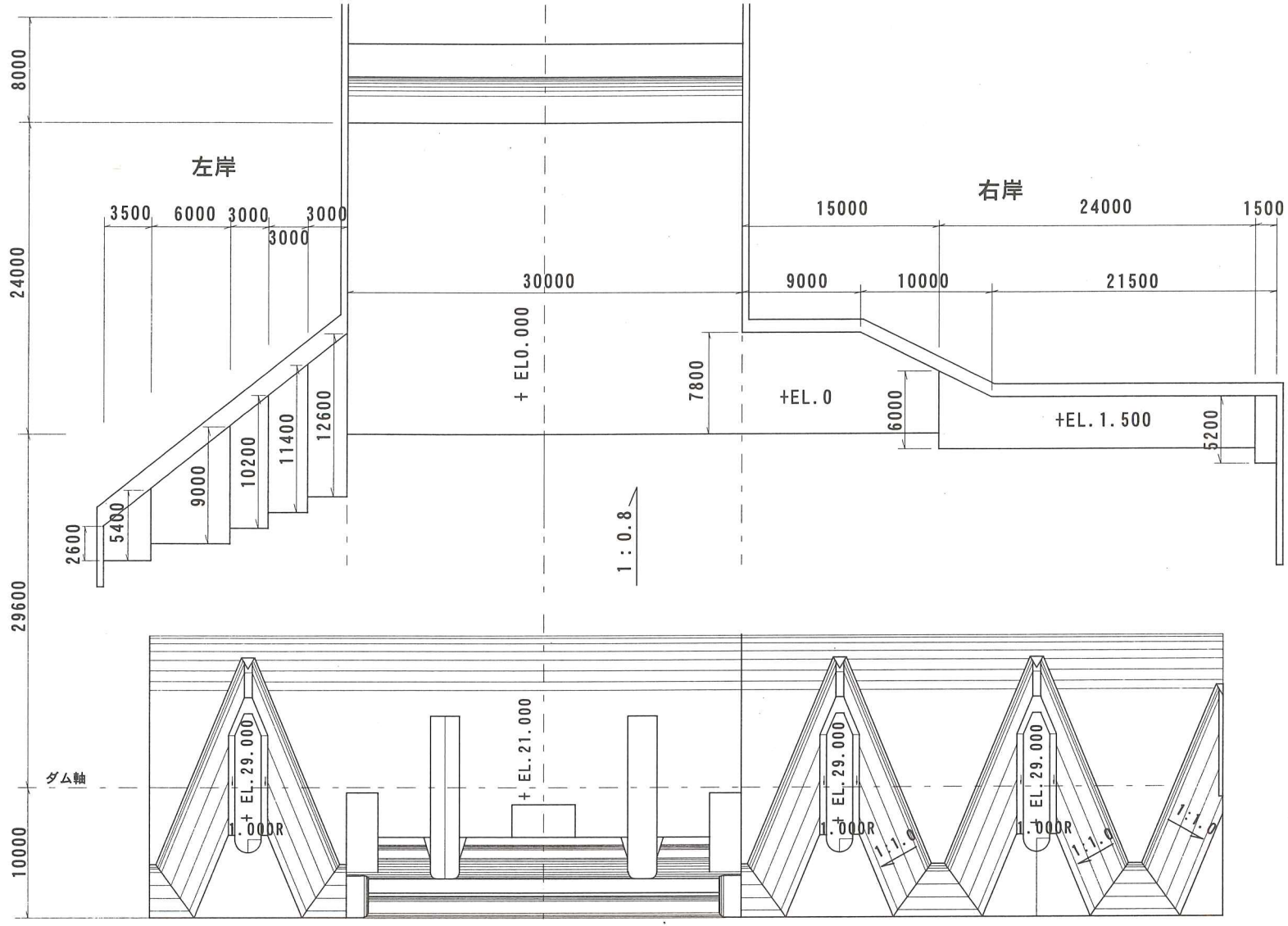
5.1　実験概要

5.1.1　洪水吐き型式の選定と案の修正

３章、４章で検討した直線案及びラビリンス案の最終形状の検討の後、両案について北部ダム事務所で比較検討がなされ、ラビリンス案が施工性・経済性に優れるとの結論を得、以降の検討をラビリンス案で進めることとした。その際、ダム基礎岩盤地形に対する他のダム関連施設の配置とのかねあいから、ラビリンス型越流頂は、右岸側に２サイクル半、左岸側に１サイクルに分割するものとされ、また堤趾導流形状についても原案に修正が加えられた。図-5.1.1(1)～(3)に以上の修正形状を示し、以下ではこれを原案２形状とする。

5.1.2　検討内容

本章では、図-5.1.1(1)～5.1.2(4)を原案とする洪水吐き形状について、適切な堤趾導流部と減勢地の形状を　図-5.1.3(1)～(2)に示す縮尺 1/20 の全体模型を用いた水理模型実験により検討した。検討ではまず、ラビリンス型越流頂からの越流水脈に対する合理的な堤趾導流部の形状を定め、その後減勢工内の流況の改善方法を検討した。



単位：mm

図-5.1.1(1)　洪水吐き原案２形状(平面図)

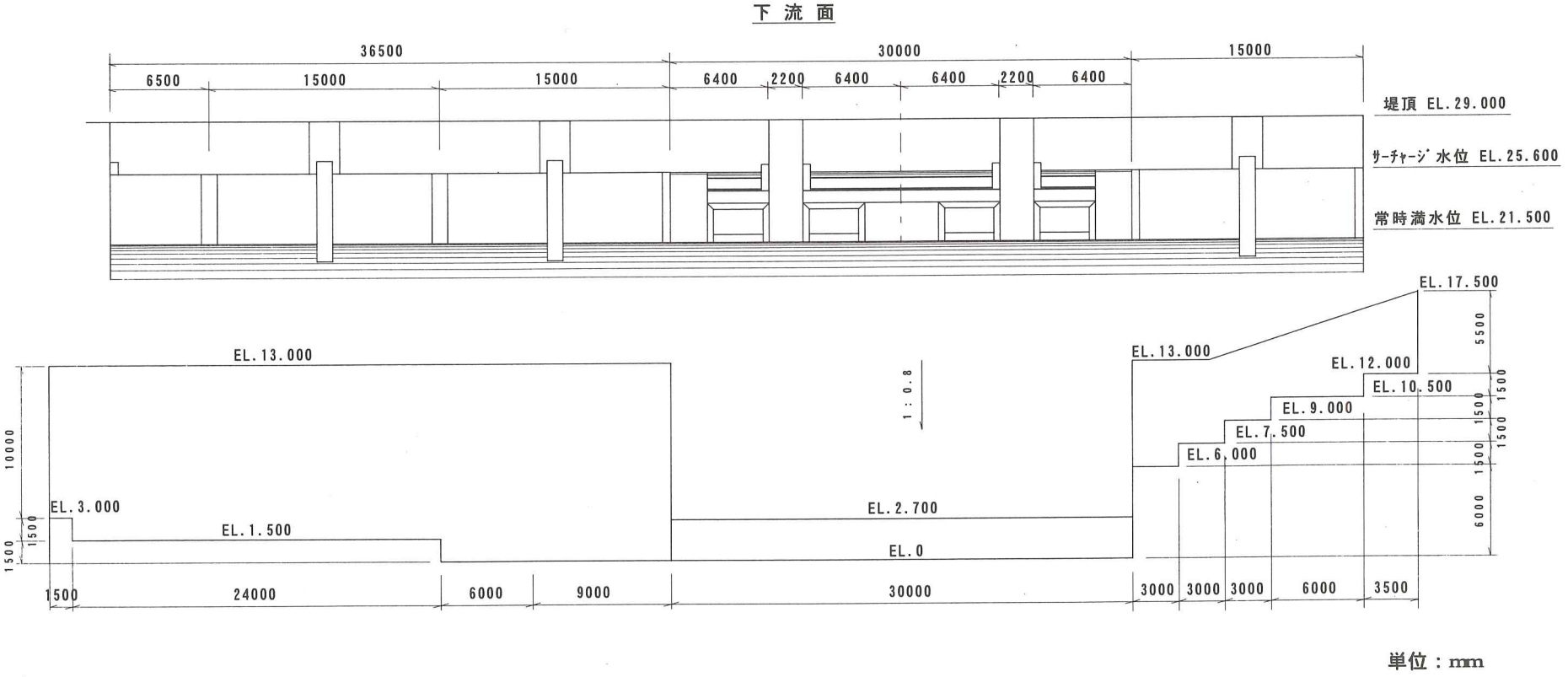


図-5.1.1(2)　洪水吐き原案２形状（下流面図）

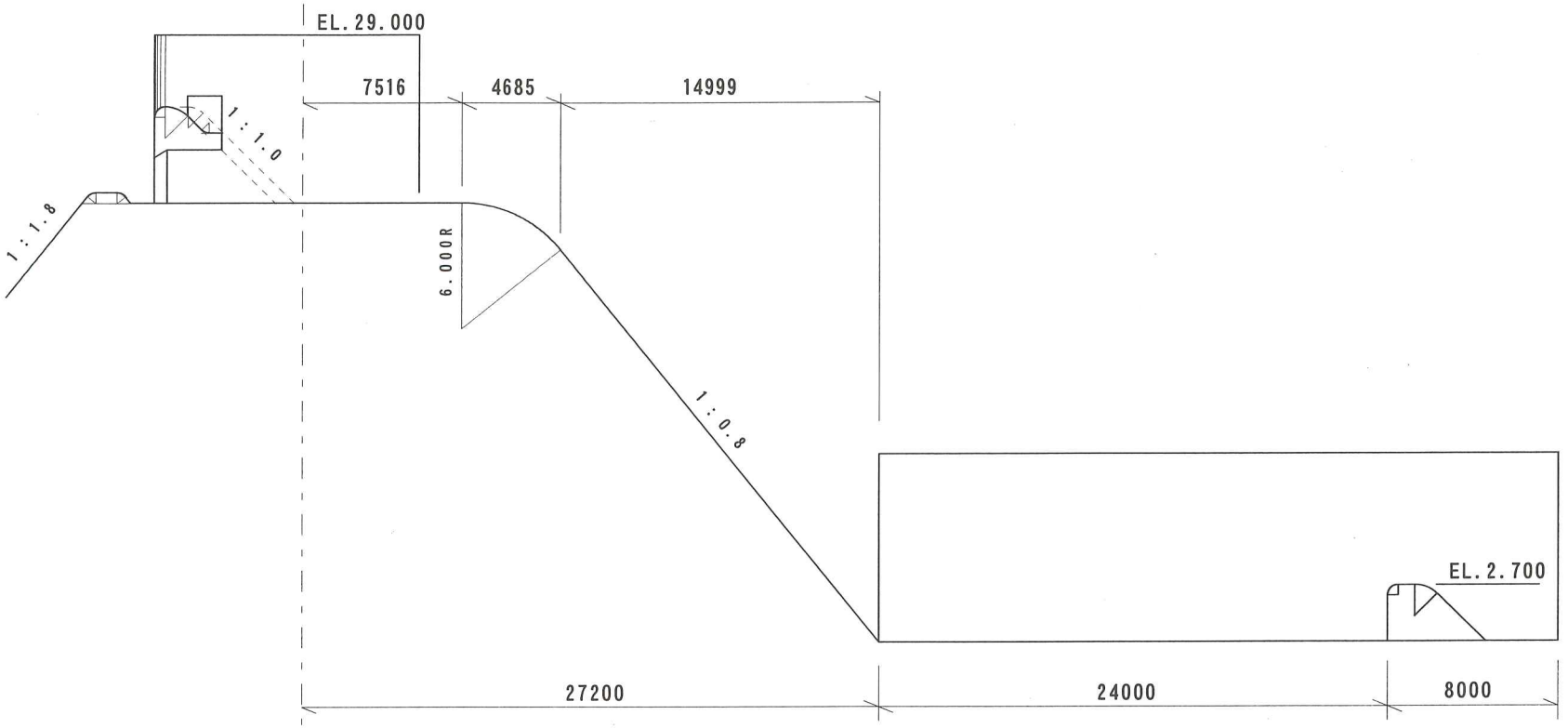


図-5.1.1(3)　洪水吐き原案２形状（中央縦段面図）

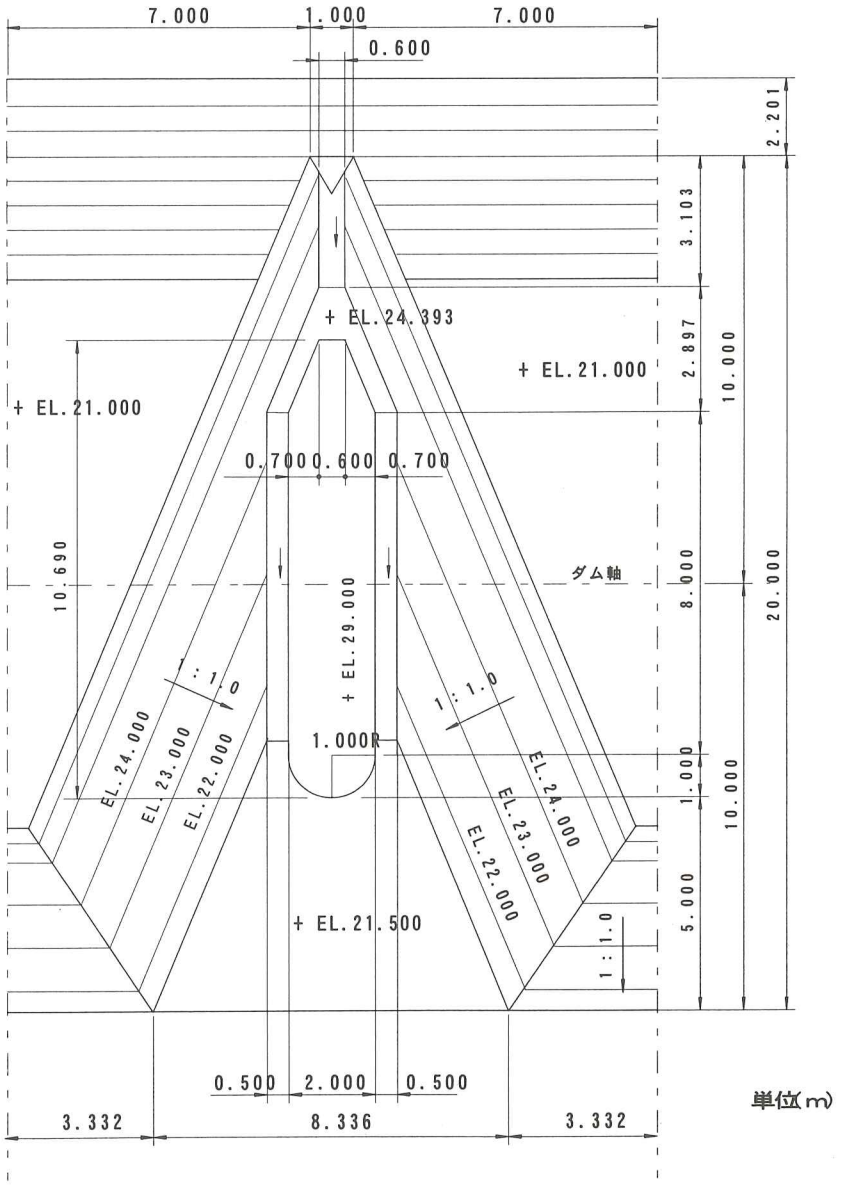


図-5.1.2(1)　洪水吐き原案２形状・非常用洪水吐き２詳細図（左岸部平面図）

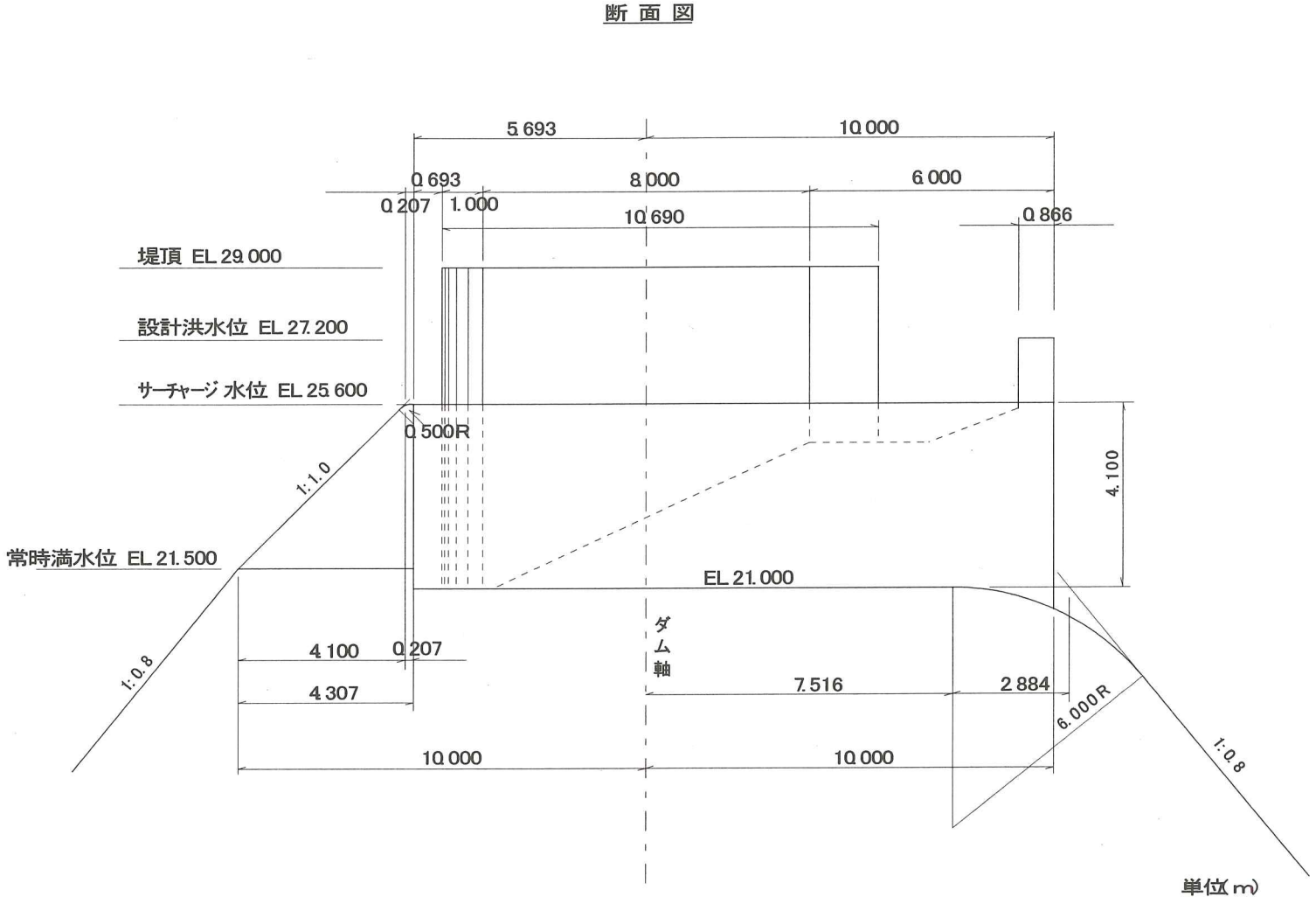


図-5.1.2(2)　洪水吐き原案２形状・非常用洪水吐き２詳細図（左岸部縦断図）

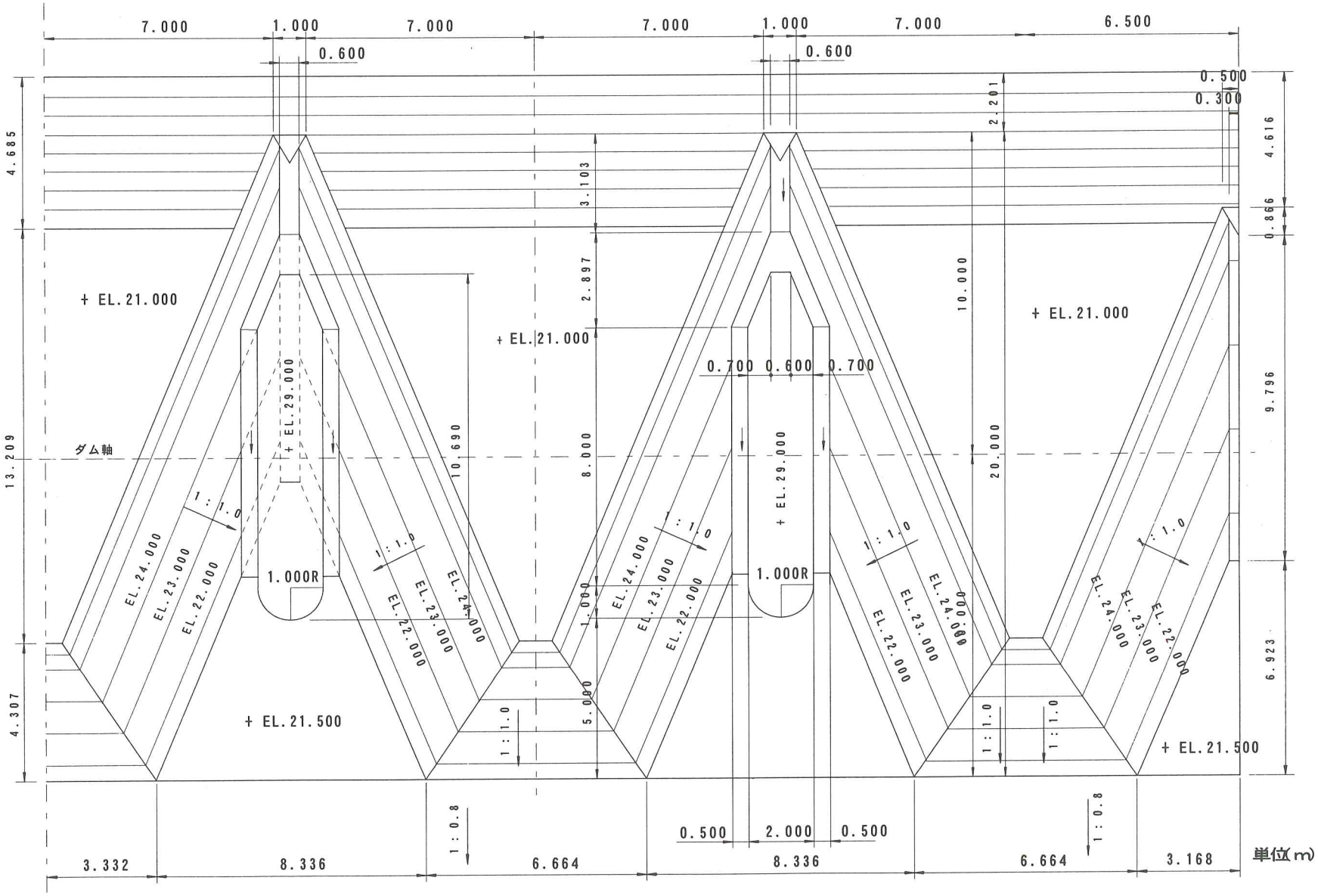


図-5.1.2(3)　洪水吐き原案２形状・非常用洪水吐き２詳細図（右岸部平面図）

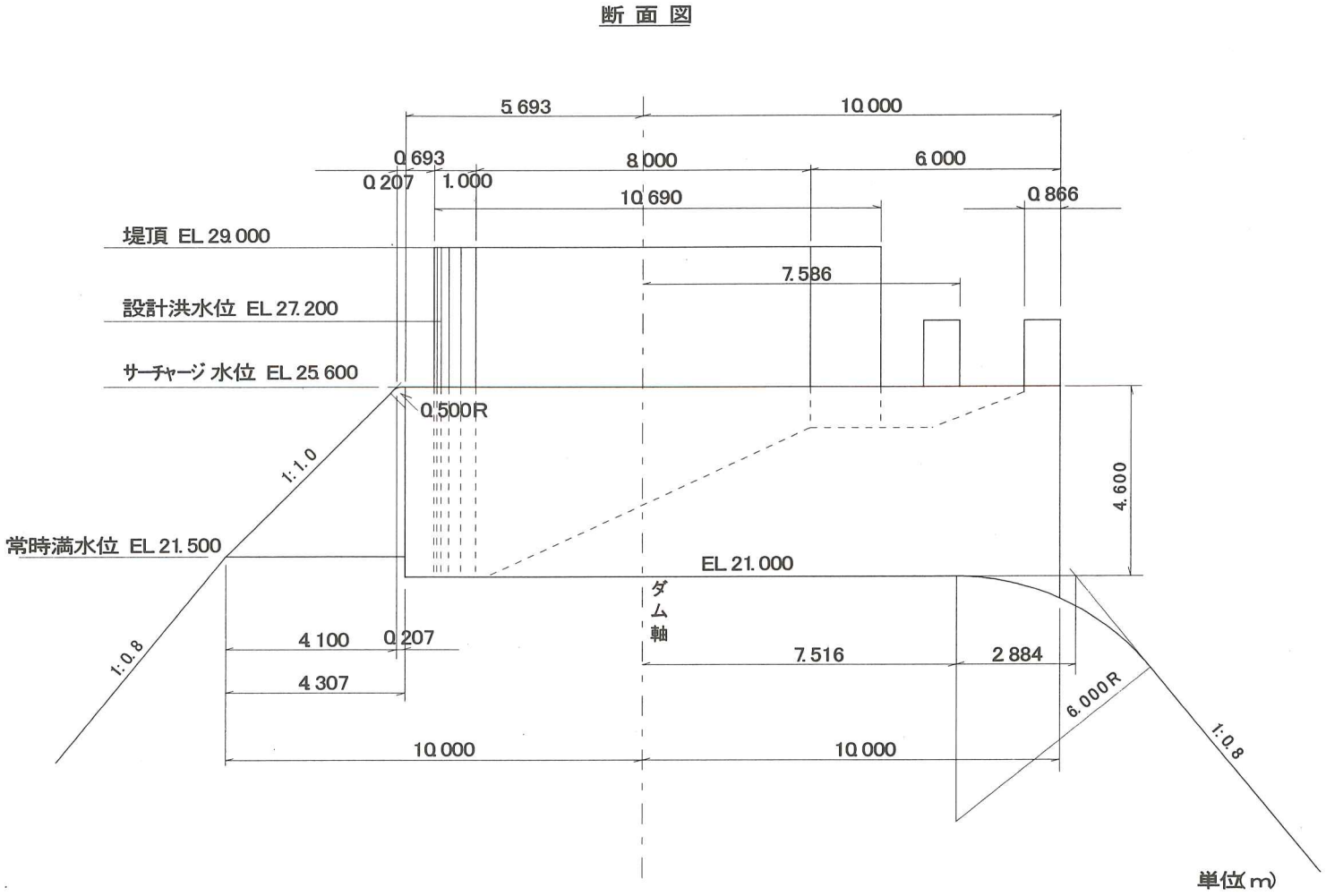


図-5.1.2(4)　洪水吐き原案２形状・非常用洪水吐き２詳細図（右岸部縦断図）

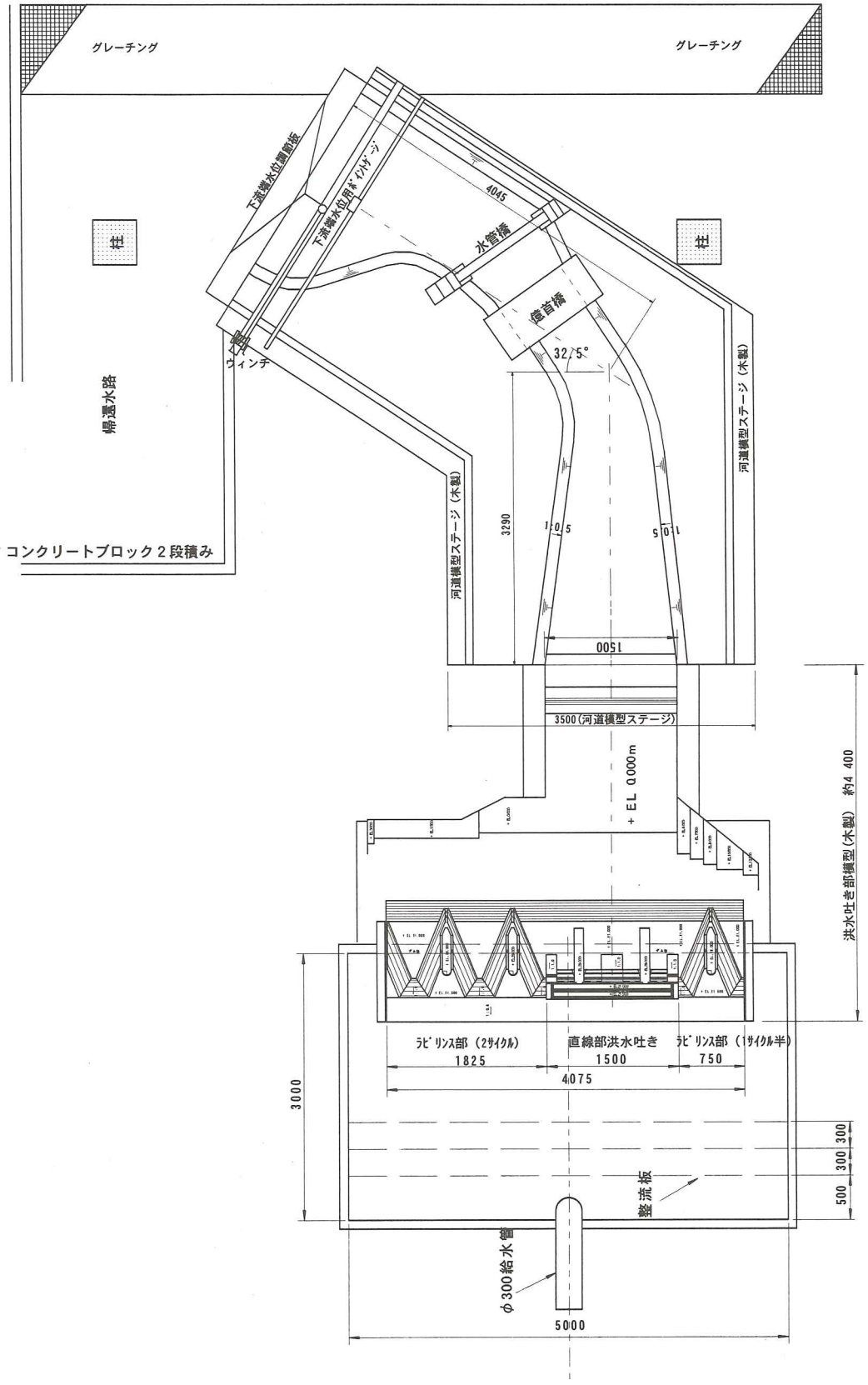


図-5.1.3(1)　洪水吐き全体模型概要（平面図）

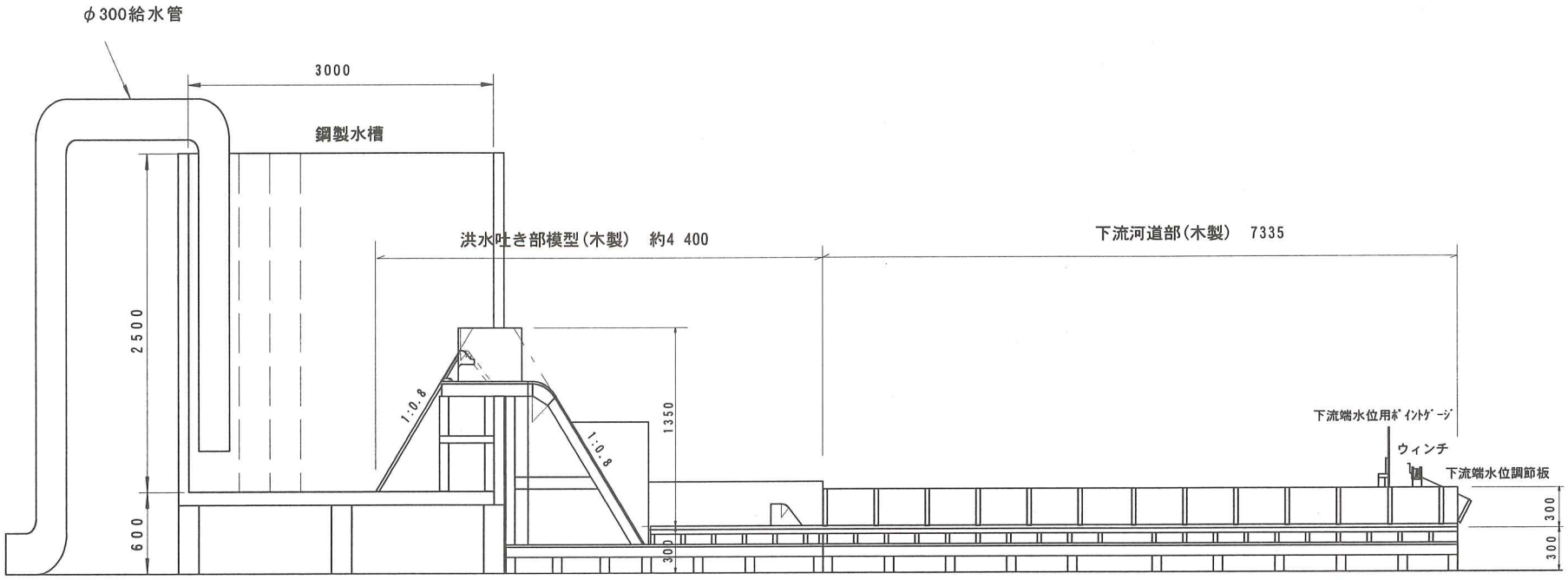


図-5.1.3(2)　洪水吐き全体模型概要（縦断図）

5.2　全体模型の放流特性

5.2.1　調査内容

堤趾導流部及び減勢工の流況調査に先立ち、全体模型の各洪水吐きのサーチャージ水位時及び設計洪水位時の放流量の確認を行った。表-5.2.1 に各洪水吐きの放流量を示す。サーチャージ水位時及び設計洪水位時の放流量は計画最大放流量（130m³/s）及びダム設計洪水流量（590m³/s）にほぼ等しい。

表-5.2.1　サーチャージ水位・設計洪水位時の放流量

貯水位	放流量
サーチャージ水位（常用洪水吐き）	129.3 m³/s
設計洪水位（各洪水吐きからの放流量の単純合計）	593.0 m³/s
同　（常用洪水吐き単独）	158.9 m³/s
同　（非常用洪水吐き 1(直線部)単独）	106.0 m³/s
同　（非常用洪水吐き 2 (ﾗﾋﾞﾘﾝｽ)単独）	328.1 m³/s

5.3　堤趾導流部の形状の検討

5.3.1　実験内容

ダム設計洪水流量を対象に適切な堤趾導流部の形状を検討した。ここでは堤趾導流部への流入水脈であるラビリンス型越流頂からの越流水脈は、越流頂直下の堤体水平部に一度落ち再び堤体下流斜面で落下するため、一般的な直線型越流頂から直接流下する水脈と比べて乱れが著しい。また、この洪水吐きの配置・堤趾導流部形状は減勢池を挟んで左右に非対称なため、堤趾導流部から減勢池へ流出する水量・流勢も左右で大きく異なる。これらを考慮し、堤趾越流部の形状の検討は、以下の項目に着目して実施した。

①　ラビリンス型越流頂の乱流に対する堤趾導流壁の平面配置

②　減勢池に対する影響の軽減

③　堤趾導流壁高の低減

なお、③は通常の堤趾導流部検討で考慮すべき事項である。

形状検討で、まず、原案２形状に対して堤趾導流部周辺での流況の確認を行い、堤趾導流壁内の流況を改善して壁高低減を図るため、シュートブロックと堤趾導流壁の平面配置の検討を行った。また、減勢地内の流況を改善するため、右岸堤趾導流部と減勢池管に設置する隔壁の検討を行った。実験内容の一覧を表-5.3.1に示す。

表-5.3.1　実験内容

模型形状	測定項目	流量	測点数
原案形状	壁沿い水面形調査 流況調査	ダム設計洪水流量	左岸 10 測点 右岸 21 測点
左岸堤趾導流部の修正形状 （導流壁の平面配置の修正） （シュートブロックの設置）	壁面の平面配置の検討 壁沿い水面形調査 流況調査		－
右岸堤趾導流部の修正形状 （シュートブロックの設置）	流況調査		－
右岸堤趾導流部の比較形状１～４ （隔壁形状の比較）			
堤趾導流部の最終案 （洪水吐き　　：原案形状） （左岸堤趾導流部：修正形状） （右岸堤趾導流部：比較形状２）	波面計による 壁沿い水面形調査		左岸７測点 右岸 14 測点

5.3.2　原案２形状の流況

本節では、5.1.2 で示した洪水吐きを堤趾導流部の原案形状とし、ダム設計洪水流量における堤趾導流壁沿いの最高・平均水位、流況を調査した。堤体下流斜面及び堤趾導流壁沿いの水面形を図-5.3.1 に、流況を図-5.3.2(1),(2)、写真-5.3.1(1)～(3)及び写真-5.3.2 に示す。

1)堤体下流斜面の流況

ラビリンス型越流頂から越流した水脈は、EL.21.0m の堤体水平部に着床の後上流向きと下流向きの２つの流れに分かれる。上流向きの水脈は越流頂の下流面壁にぶつかり、越流頂下流面の壁を這い上がりながらこれに沿って流下し、ラビリンス型の三角形状の下流端頂点に集中した後、堤体下流斜面に沿って堤趾導流部へ流れ落ちていく。一方、下流向き水脈は対面のラビリンス型越流頂からの水脈とほぼ中央で衝突し、湧き上がるようにして下流方向へ流下し、堤体下流斜面上を堤趾導流部へ落ちていく。以上のように、堤趾導流部に流下してくる水脈はラビリンス型越流頂の凸と凹部の位置で厚くなり水脈厚は一様ではない。

また、ラビリンス型越流頂の左右岸端部からの水脈は、堤体下流斜面の流下により外側に拡幅している。特に右岸端の水脈の拡幅は大きく、堤趾導流壁高によっては側方へ越流することが懸念される。

2)右岸導流部の流況

右岸導流部の流況は側水路式導流部で一般にみられる流況であり、堤体下流斜面を流下した水脈は、堤趾導流壁で水位を上昇させた後堤体下流面側へ向かうらせん流を形成している。流入水脈厚の違いにより、堤趾導流壁沿いの水深は場所によって大きく変化している。

3)左岸導流部の流況

右岸導流部の流況は堤趾導流部上流端付近で一般にみられる流況であり、堤体下流斜面を流下水脈は、堤趾導流壁に衝突した後、減勢池側へ壁に沿って這い上がる。堤体下流斜面からの水脈は、フーチング上で露出射流になっている。

4)減勢池の流況

左右の堤趾導流壁から中央の減勢池へ流入した水脈は、流量、水勢、流入位置が異なることから十分には減勢せず、減勢池内の流況を乱している。

5.3.3　左岸堤趾導流壁高の低減

左岸堤趾導流壁沿い水位の低下策としてシュートブロックを設置した。シュートブロックの形状は、フーチングの段差に対して同じ高さで収まりの良い形状として、図-5.3.3 に示す形状とした。また、原案２形状での堤趾導流壁の平面形状では、シュートブロックでジャンプした水脈が堤趾導流壁まで届かずシュートブロックの効果が発揮されないため、堤趾導流部の幅を狭めるように導流壁の位置を変更した。

堤趾導流壁の変更位置は、シュートブロックからの水脈が直接堤趾導流壁にあたり、導流壁高が最も低下するよう思考錯誤により求めた。

修正後の左岸堤趾導流部の形状(最終形状)を図-5.3.4 に示す。ダム設計洪水流量における流況を図-5.3.5、写真-5.3.3 に示す。修正後の導流壁形状では、堤趾導流壁で這い上がった水脈は堤体下流斜面側に落下するようになっており、左岸堤趾導流部全体に亘って安定した流況が得られている。

5.3.4　右岸堤趾導流壁高の低減

右岸堤趾導流壁沿い水位の低下策として、左岸側と同様のシュートブロックの設置を試みた。堤趾導流部の形状を図-5.3.6 に示す。堤趾導流壁の平面配置は原案形状と同じである。

ダム設計洪水流量における右岸導流壁沿いの水面形を図-5.3.7 に、流況を図-5.3.8、写真-5.3.4 に示す。シュートブロックの設置により、堤趾導流壁沿いの這い上がりは、1～2m 低減されている。

5.3.5　減勢池内流況改善案

減勢池に流れ込む堤趾導流部からの水脈は、右岸側からの流入量が左岸側からの流入量に対して大きい。一方、右岸側からの流れは側水路内でかなり減勢されており、両者の水勢が異なる。こうした左右からの流入水脈の非平衡のため右からの水脈の干渉が減勢池内の流況を乱している。流況から判断して右岸側からの流量が大きい影響が大きいと思われ、右岸側からの勢いを更に弱めるため、右岸堤趾導流壁と減勢池の間に隔壁を設けて、左岸側からの水脈とバランスさせることを試みた。

設置する隔壁の高さを決定するため、h=1.5～2.5m の高さの異なる隔壁について減勢池の流況を比較した。また、隔壁の設置により右岸堤趾導流部の下段部は水位が高くなるため、この位置におけるシュートブロックの必要性を確認するため、下段部のシュートブロックを除いた形状での流況も比較した。隔壁の比較形状を図-5.3.9(1)～(2)に示す。

ダム設計洪水流量時の流況を図-5.3.10(1)～(2)に、写真-5.3.5 に示す。隔壁高を変化させた比較形状１～３の中では、隔壁高が 2.0m の比較形状２が減勢池内の流況の乱れが一番小さい。隔壁高が 2.5m の比較形状３は、隔壁からの落差により水勢が大きくなり却って減勢池の流況を乱している。また、比較形状２に対して下段部のシュートブロックを外した比較形状４は、下段部の堤趾導流壁沿い水位の変動が比較形状２より大きくなっている。

よって、右岸堤趾導流部の隔壁の壁高を 2.0m とし、シュートブロックはそのままとした。

5.3.6　堤趾導流壁高の検討

堤趾導流壁の必要高さを確認するため、波面計により堤趾導流壁沿いの水位を測定した。堤趾導流部の形状及び波面計による測定位置を図-5.3.11 に示す。波面計による水位の測定は、波面計測定位置において標高 0.2m 間隔（模型寸法で 1cm 間隔）水面存在率を測定し、直線補間により求めた水面存在率 2%及び 50%の水位に堤趾導流壁沿い水位の模型規模による補正[1)] を行い、補正最高水位、補正平均水位とした。堤趾導流壁沿いの水面形と提案壁高を図-5.3.12 に示す。なお、本計測における減勢池形状は後に示す最終形状としている。

一般に、堤趾導流壁は河道に対し上位標高に位置しており、堤趾導流壁からの越水はその落差からダム堤趾周辺基礎の洗掘が懸念される。このため、堤趾導流壁は最高水位に対して決定する必要がある。一方、右岸の堤趾導流部は減勢池とほぼ同標高と低く、減勢池と同様に越水を許容することが可能である。従って、堤趾導流壁高は、標高の高い左岸側は補正最高水位を、標高の低い右岸側は補正平均水位を基準に決定する

ことを提案する。

なお、模型規模による補正[1)]は、模型規模を代表する長さとして、EL.21.0mにおける堤体水平部での越流水頭を測定することができないため、模型規模による補正はラビリンス型越流頂での越流水頭の模型値0.08mを用いて、1.248とした。補正量は、導流部流況の乱れが大きく、模型での補正値が小さくなることが予測され、本ダムでは流入水脈の乱れが大きいことから、上記設定で安全な壁高が得られるものと考える

5.3.7　右岸端の水脈拡幅対策

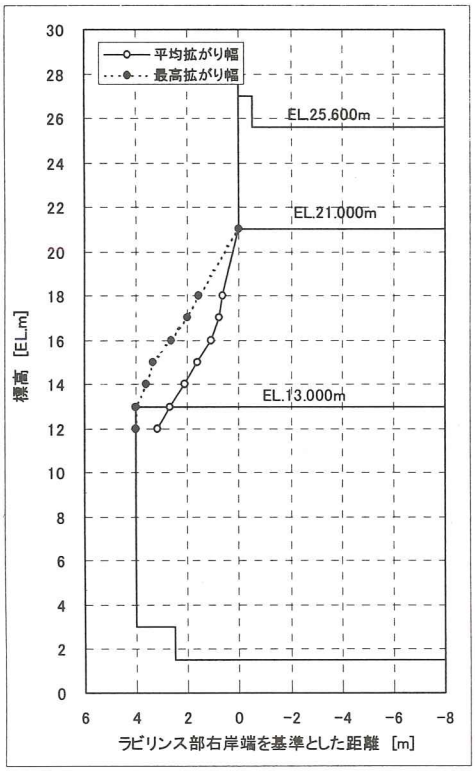
右岸端の越流水脈の拡幅は大きく、右岸堤趾導流壁を越えて拡がっている。このため、堤体上に導流壁を設けるか、拡幅を低減する方法を検討する必要があり、景観及び施工性を考慮し、ここでは拡幅低減策を検討するものとした。拡幅低減策として、堤体水平部の右岸端にダム軸に垂直なブロックの設置を検討した。ブロックの形状は、ブロックを設置したときの流況を確認しながら、以下の事項に適合するよう修正を重ねた。

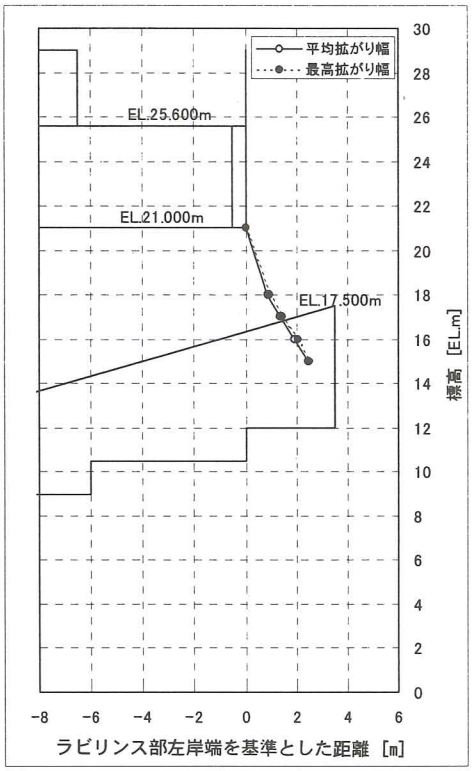
・端部水脈の拡がりを左岸部程度に抑える。
・ラビリンス型越流頂からの放流水が直接ブロックに衝突しない。
・ラビリンス型越流頂の水切り機能を保持する。
・ブロックを堤体の基本台形断面内に収める。

拡幅防止用ブロックの最終形状を図-5.3.13、写真-5.3.6に、端部水脈の拡がり幅を図-5.3.14、写真-5.3.7に示す。ブロックの設置により越流水脈は堤趾導流壁内に流下することが確認される。

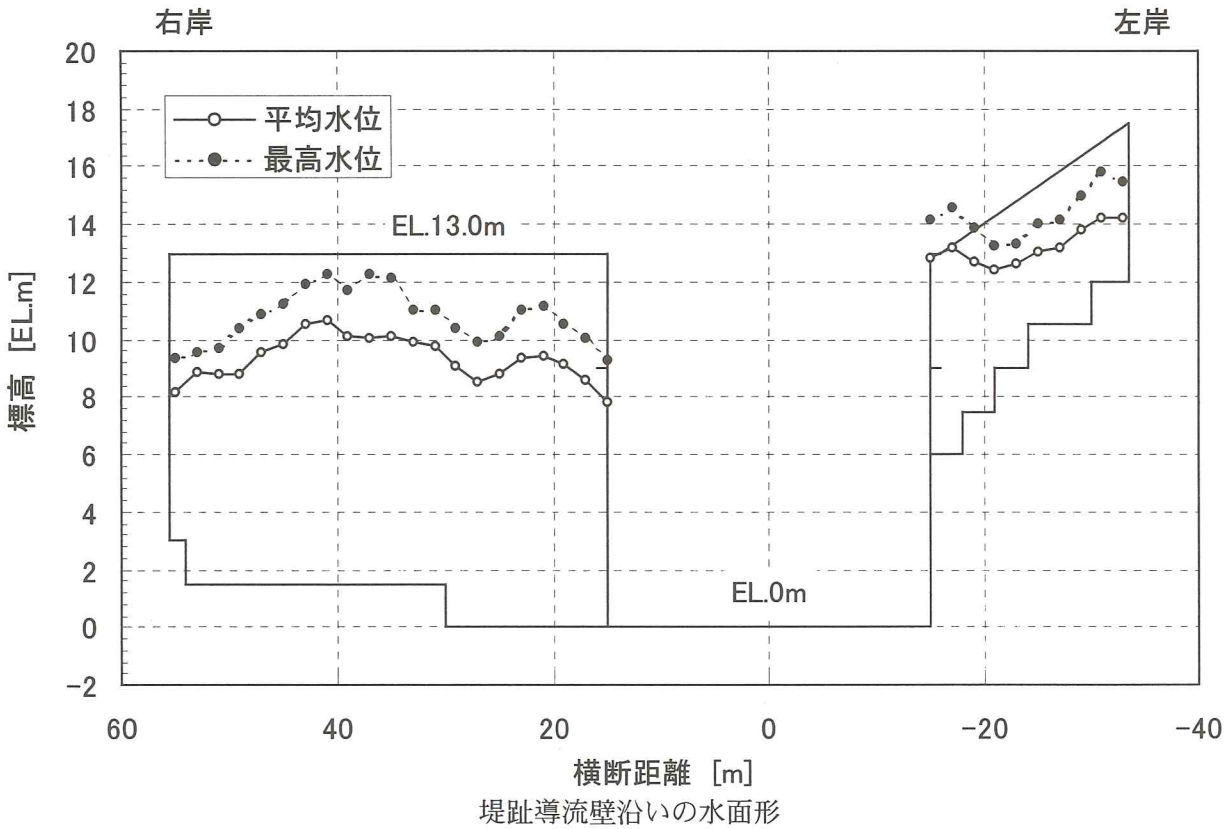
参考文献

1）柏井条介・大黒真希：デフレクターのない堤趾導流部の壁高設定方法、ダム技術 No.218、2004





堤体下流斜面の水脈拡がり幅



堤趾導流壁沿いの水面形

図-5.3.1　堤体下流面及び堤趾導流壁沿いの水面形（原案２形状、ダム設計洪水流量 590m³/s）

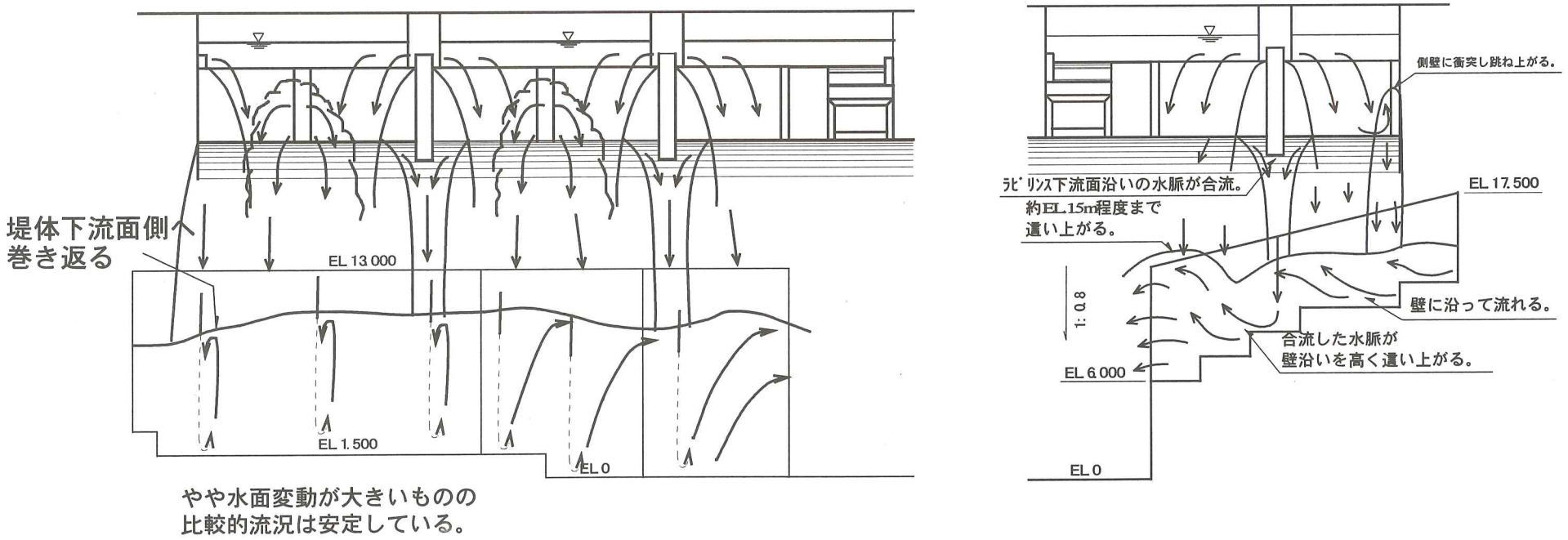


図-5.3.2(1)　堤趾導流部の流況（原案２形状、ダム設計洪水流量 590m³/s）

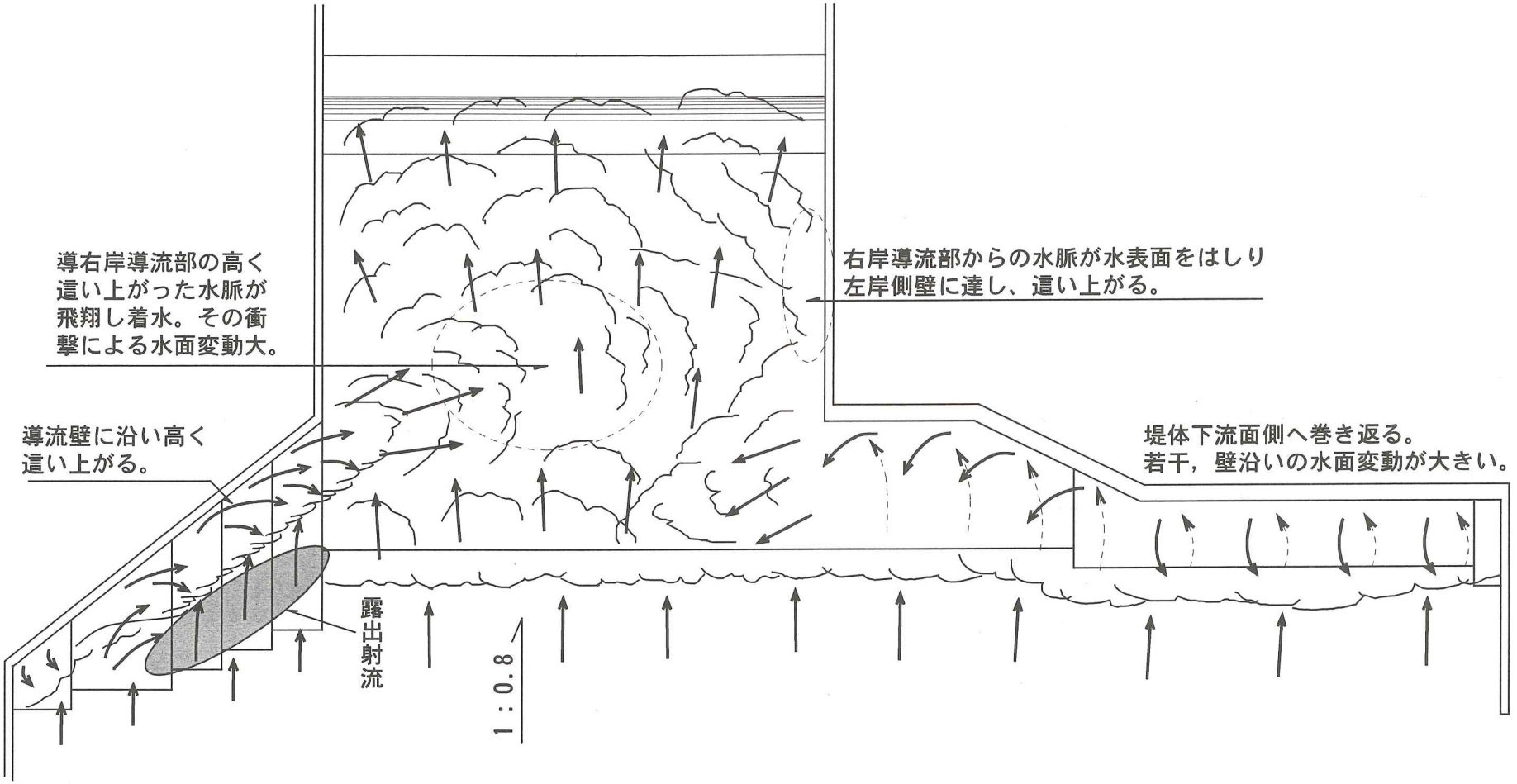


図-5.3.2(2)　堤趾導流部の流況（原案２形状、ダム設計洪水流量 590m³/s）

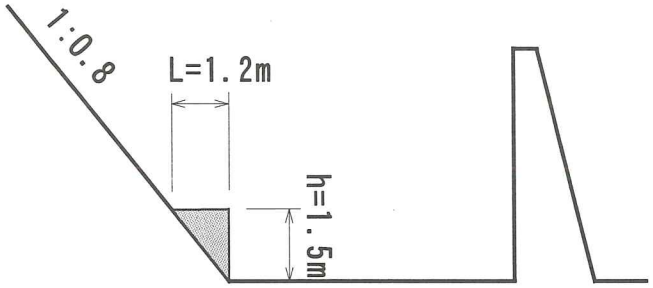


図-5.3.3　シュートブロックの形状断面

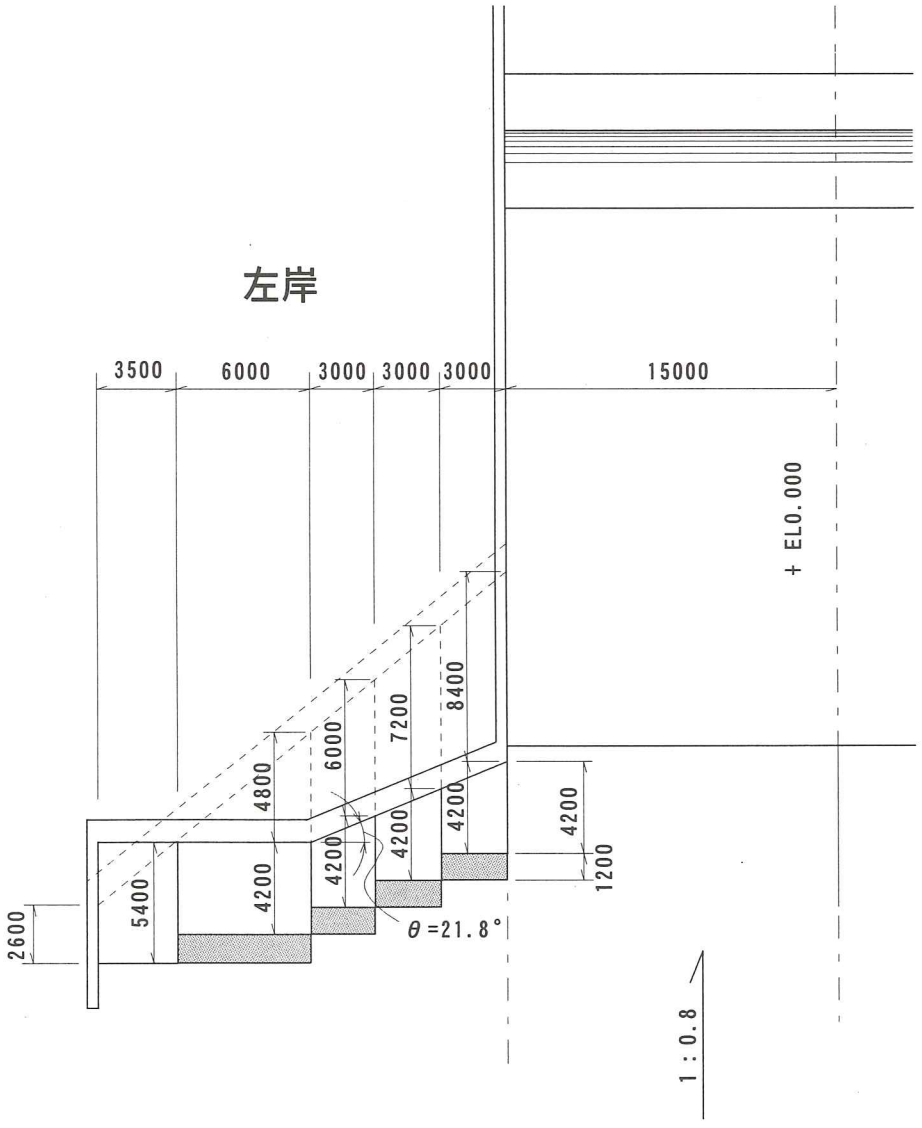


図-5.3.4　左岸堤趾導流部修正形状（最終形状）

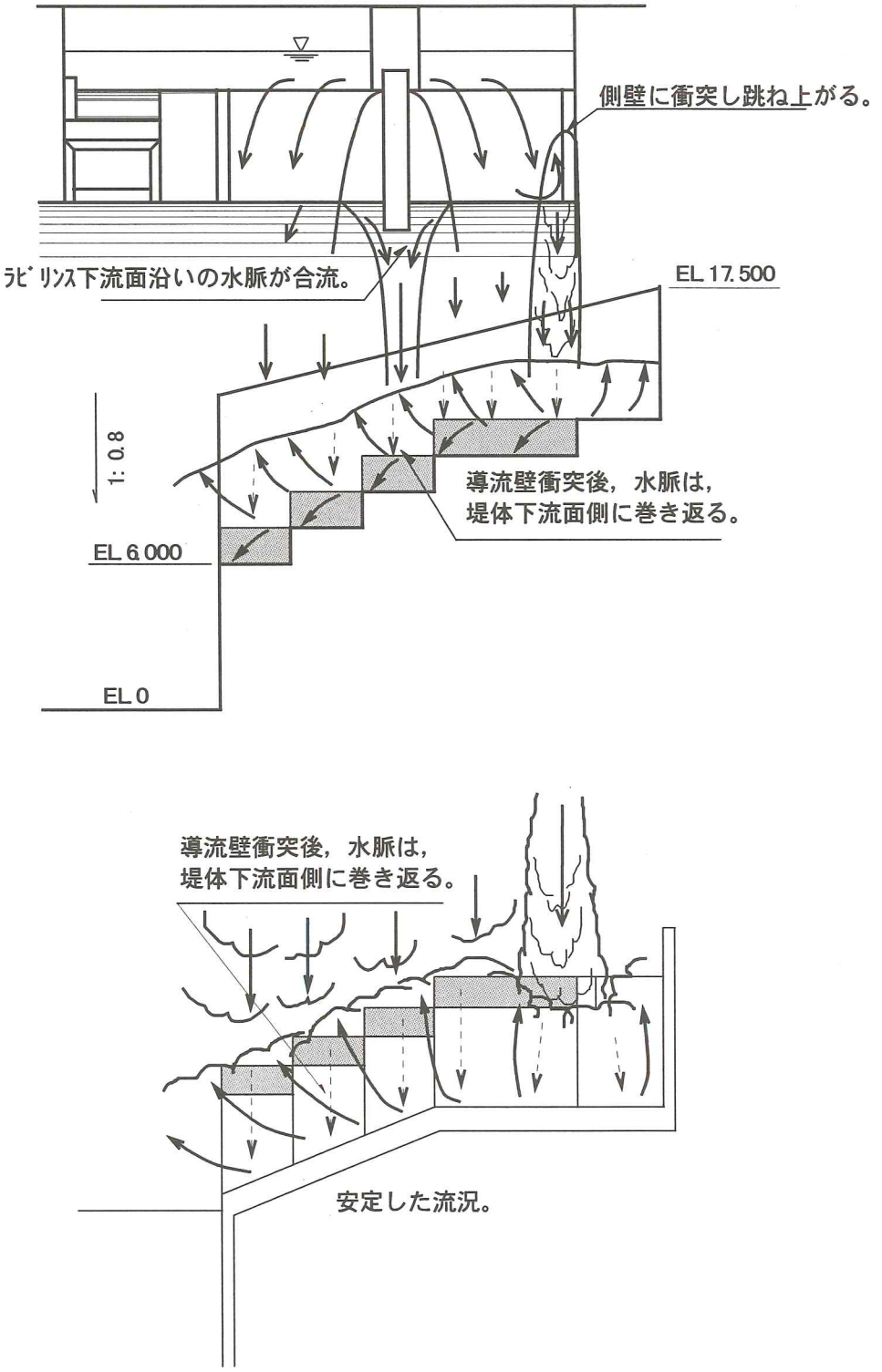


図-5.3.5　左岸堤趾導流部の流況（最終形状、ダム設計洪水流量 590m³/s）

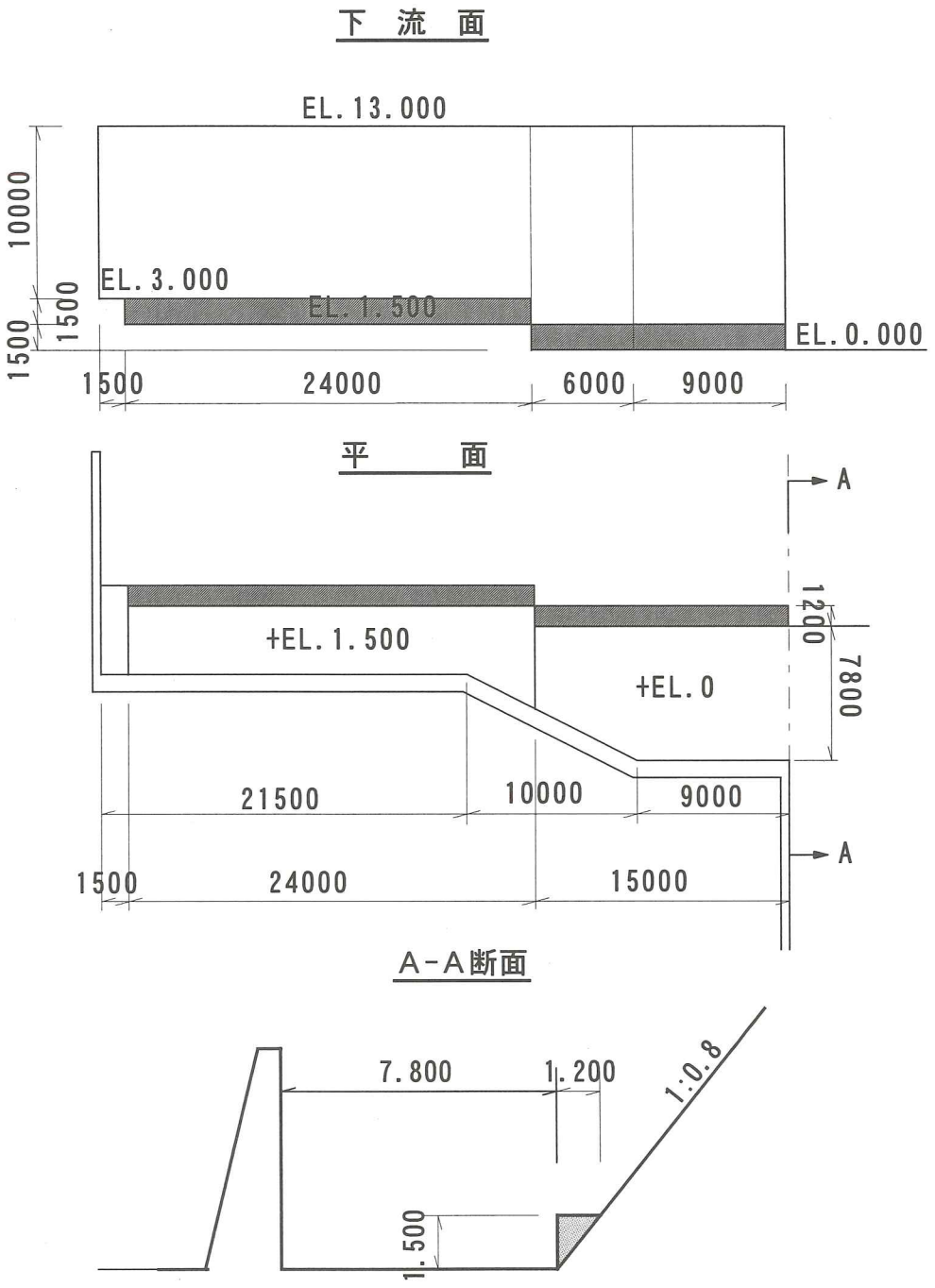


図-5.3.6　右岸堤趾導流部の修正形状（シュートブロック設置）

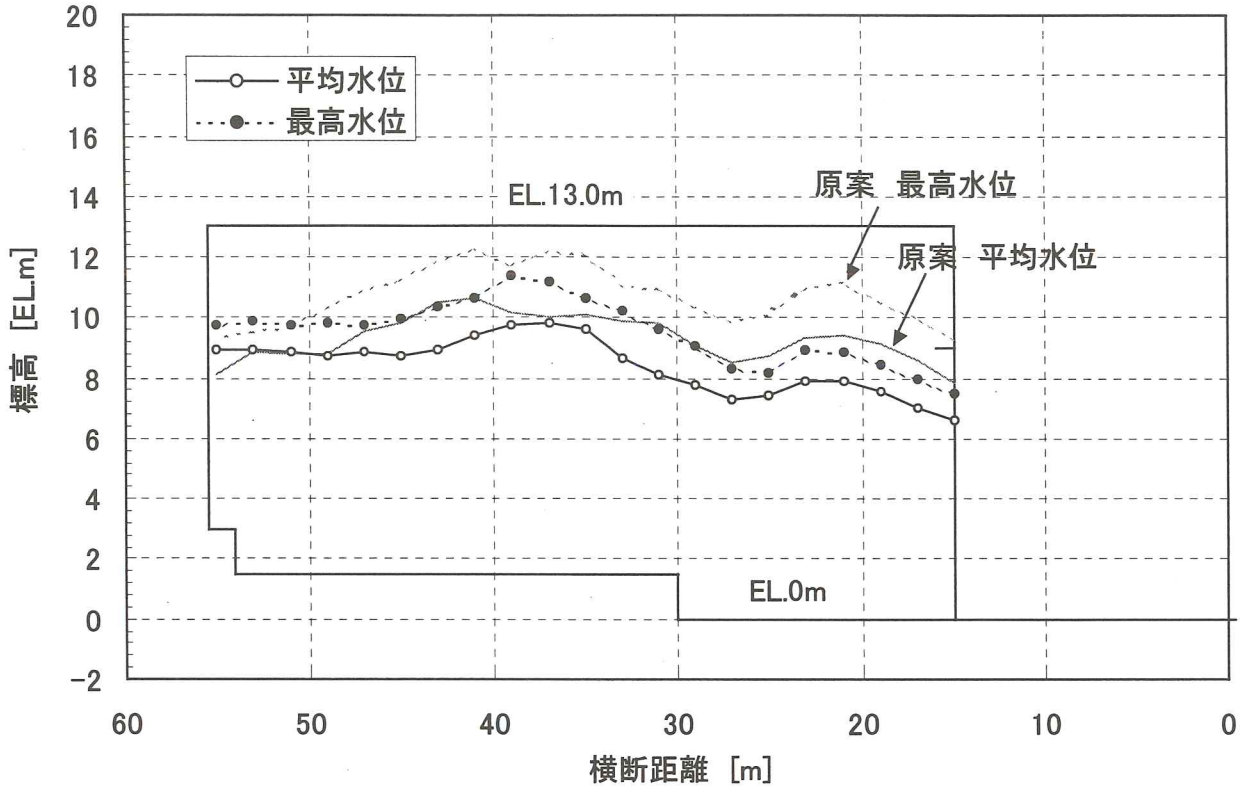


図-5.3.7　右岸堤趾導流壁沿いの水面形（シュートブロック設置、ダム設計洪水流量 590m³/s）

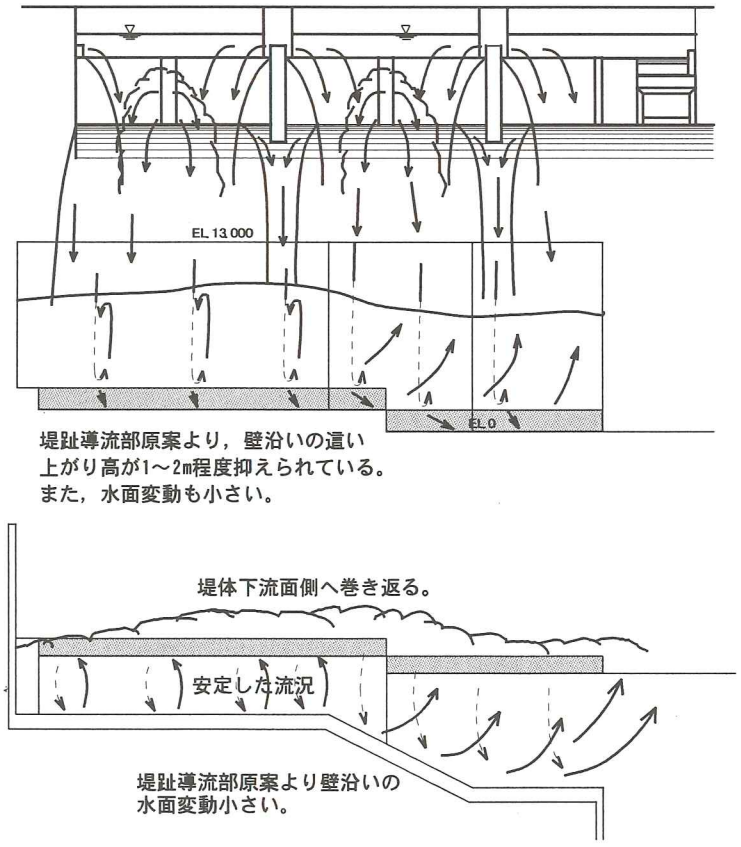
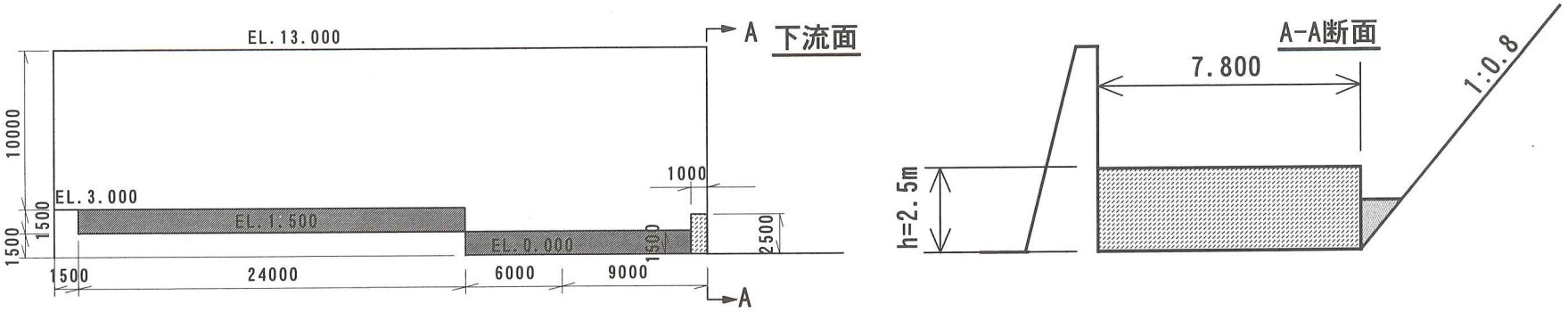
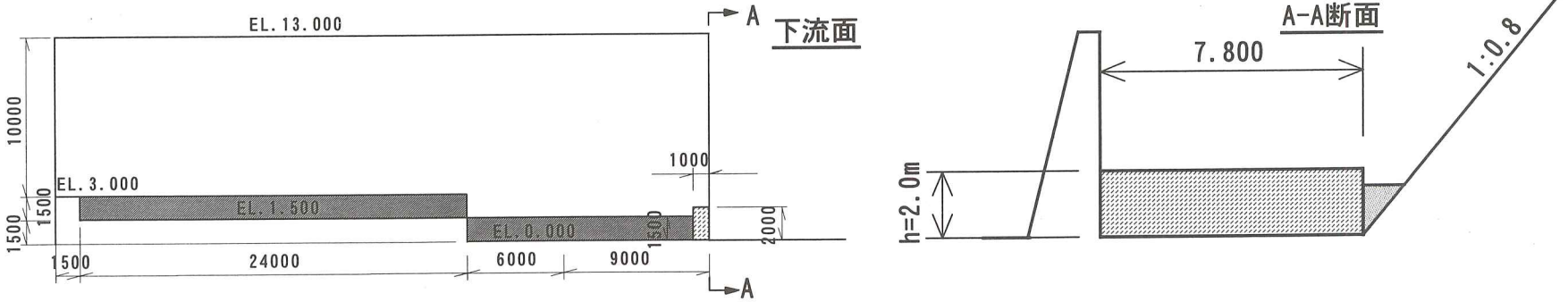


図-5.3.8　右岸堤趾導流部の流況（シュートブロック設置、ダム設計洪水流量 590m³/s）

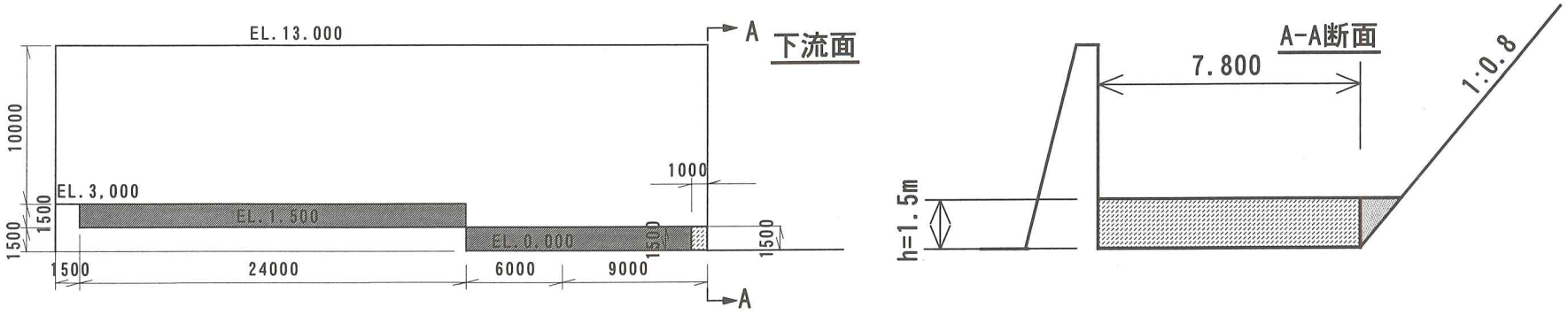


比較形状１

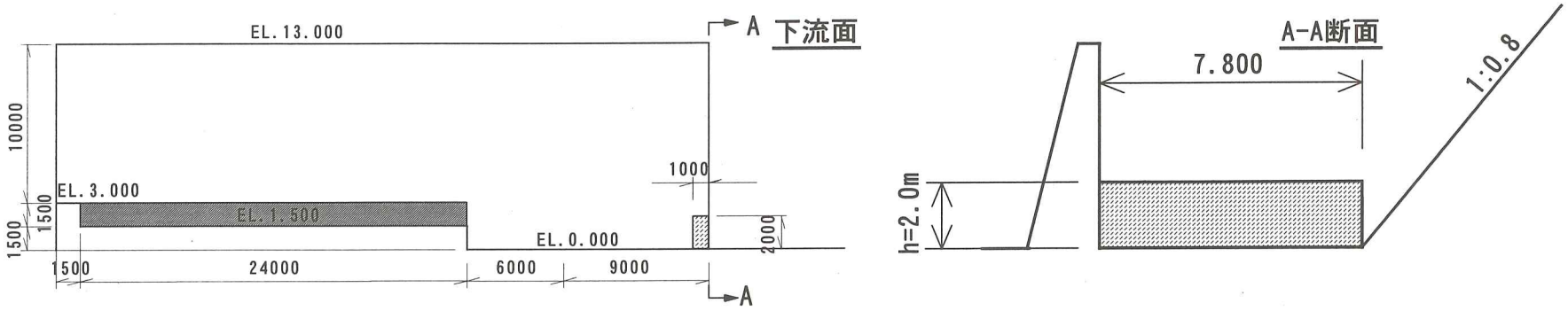


比較形状２（最終形状）

図-5.3.9(1)　隔壁の比較形状

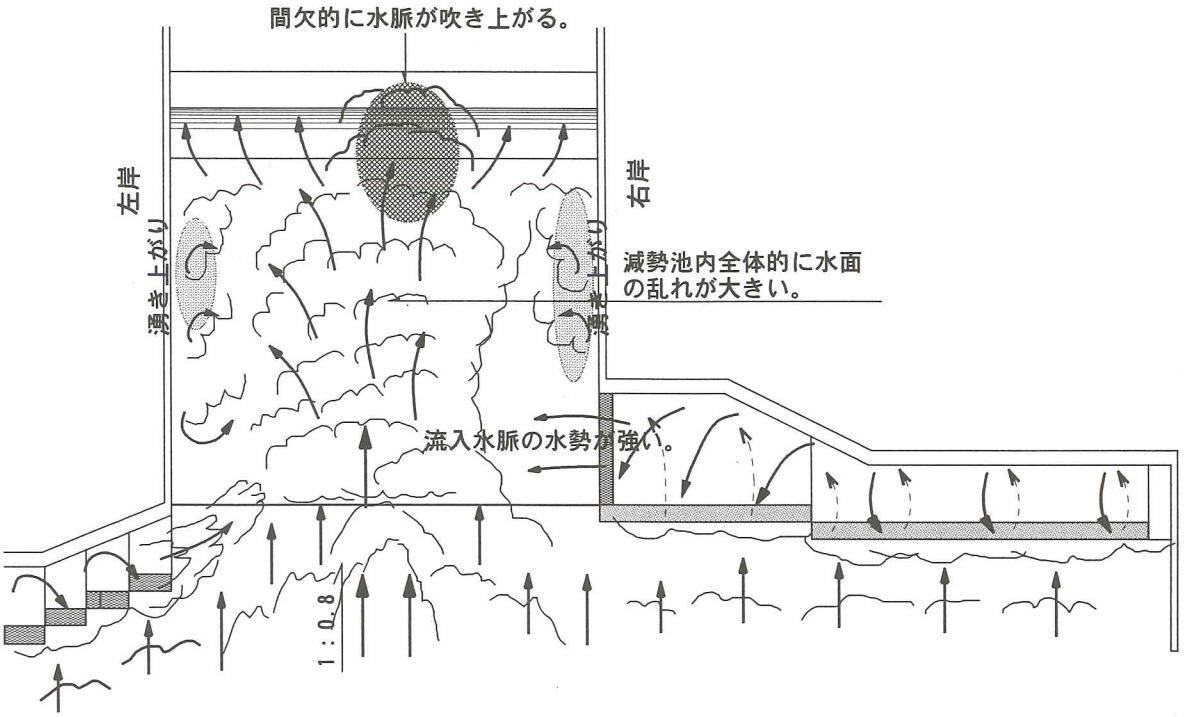


比較形状３

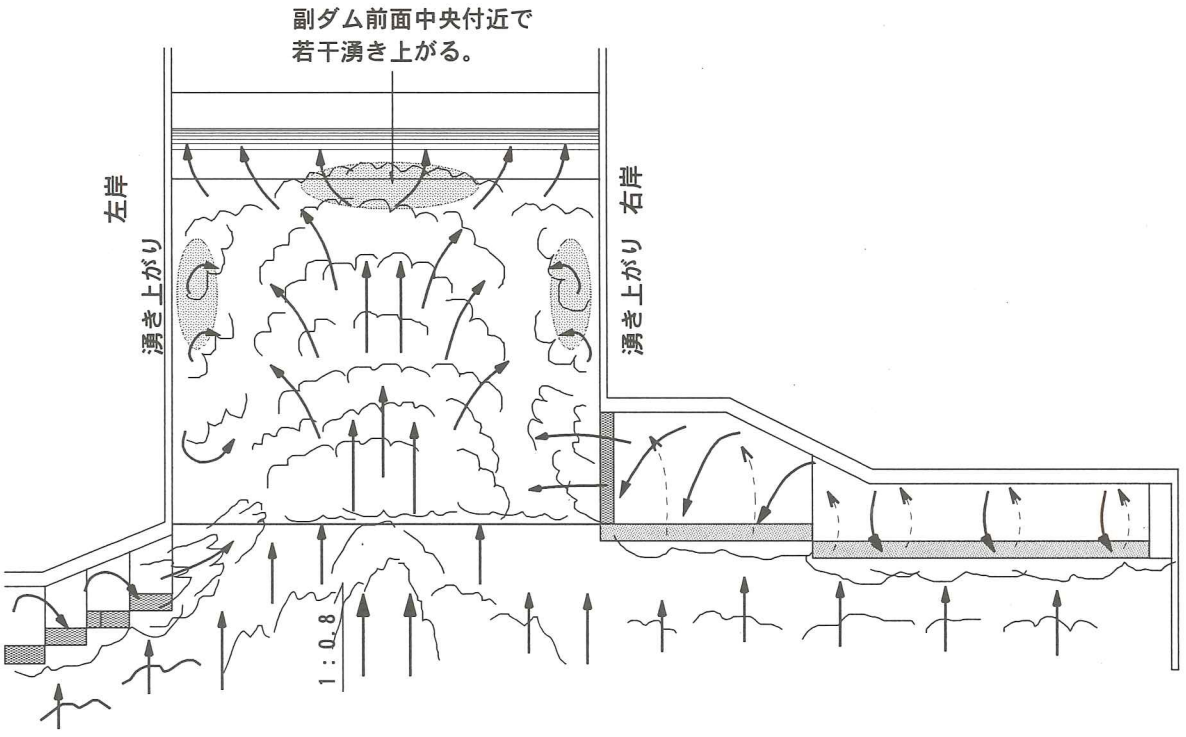


比較形状４

図-5.3.9(2)　隔壁の比較形状

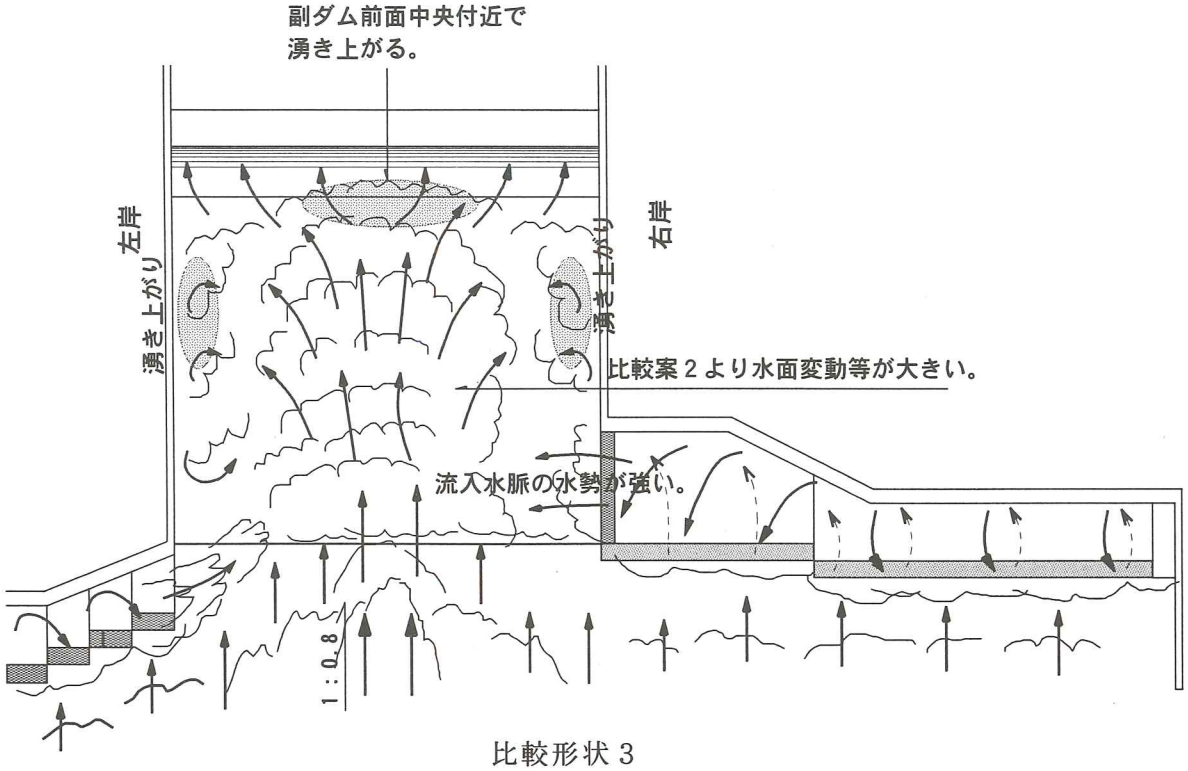


比較形状１

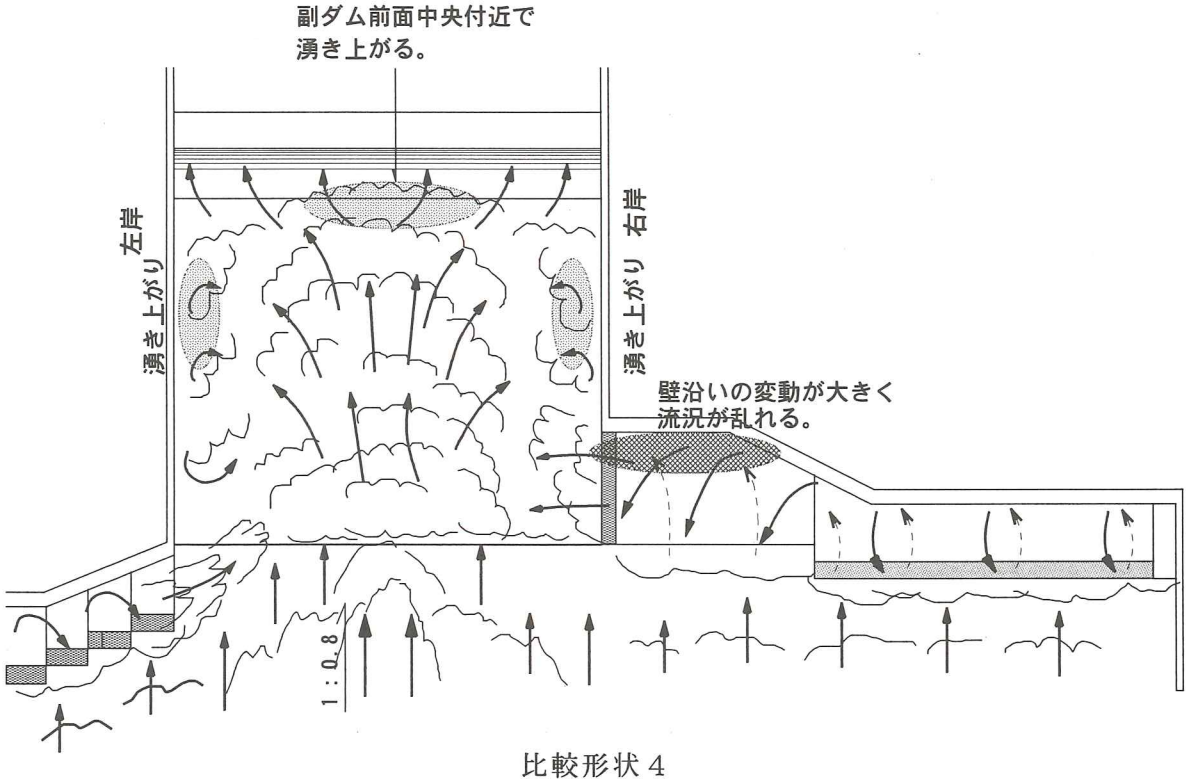


比較形状２（最終形状）

図-5.3.10(1)　隔壁比較形状の流況（ダム設計洪水流量 590m³/s）



比較形状３



比較形状４

図-5.3.10(2)　隔壁比較形状の流況（ダム設計洪水流量 590m³/s）

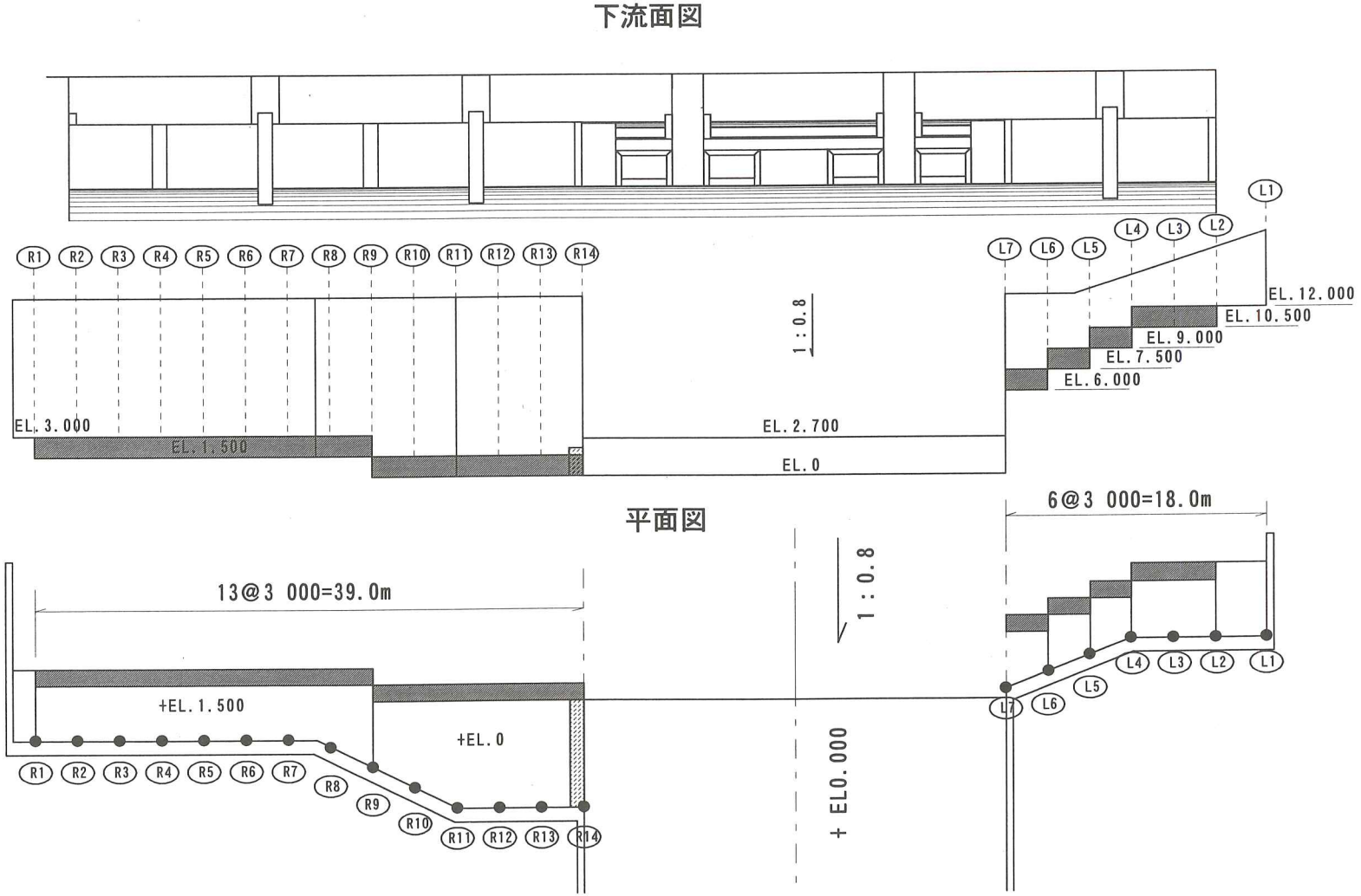


図-5.3.11　堤趾導流壁沿い波面計測定位置

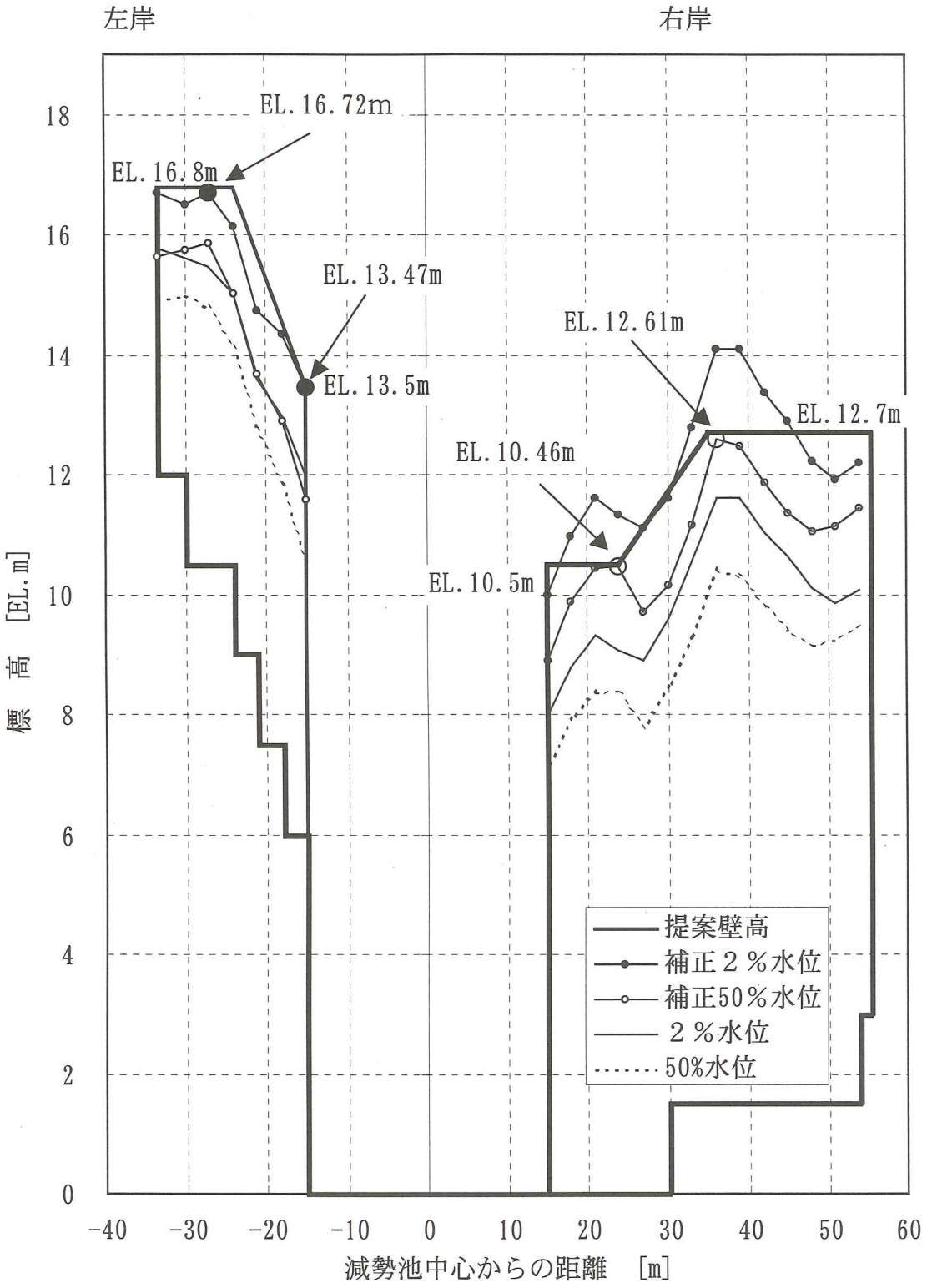
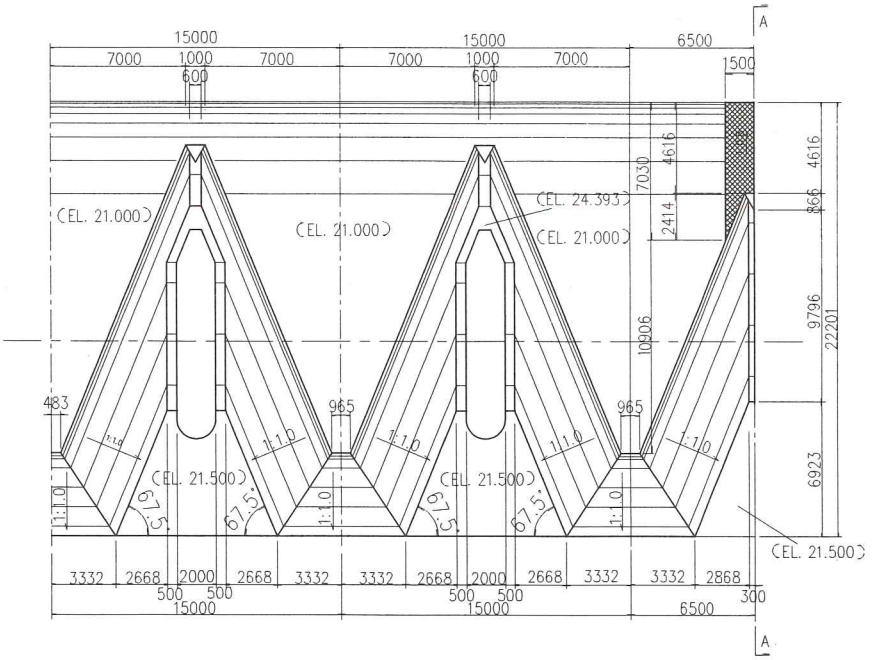
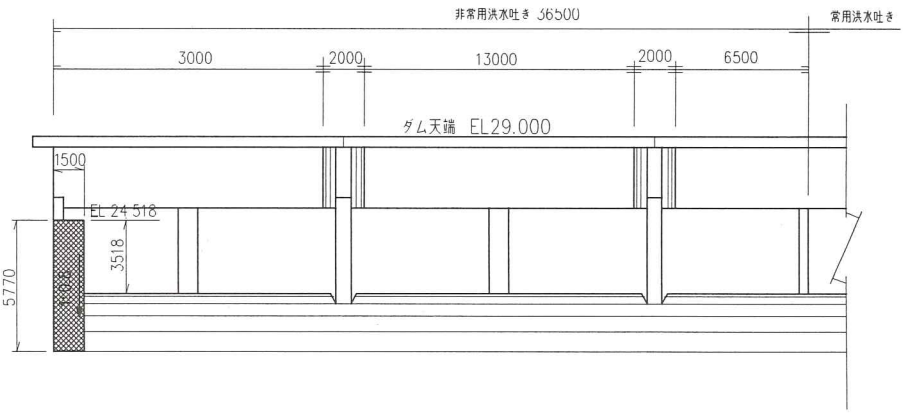


図-5.3.12　堤趾導流壁沿いの水面形（最終形状、ダム設計洪水流量 590m³/s）と提案壁高

平　面



下流面



A－A断面

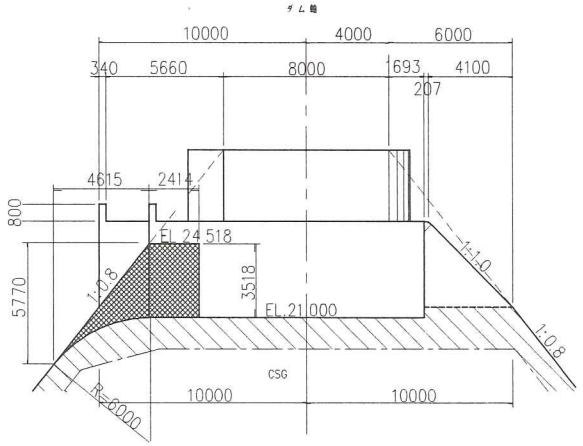


図-5.3.13　堤体水平部の水脈拡散防止ブロック形状

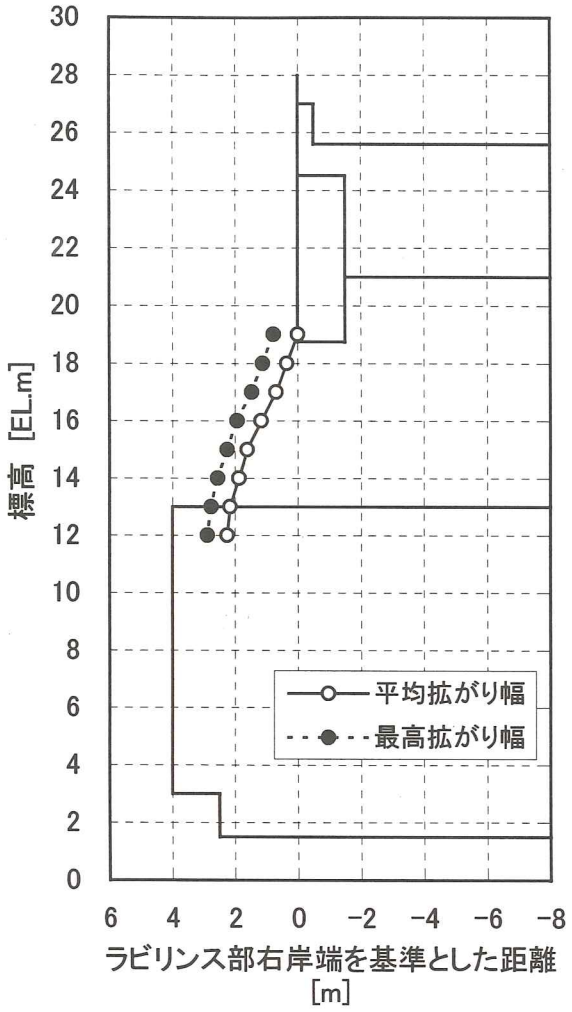


図-5.3.14　堤体下流斜面の水脈拡がり幅
（拡散防止フロック、ダム設計洪水流量 590m³/s）

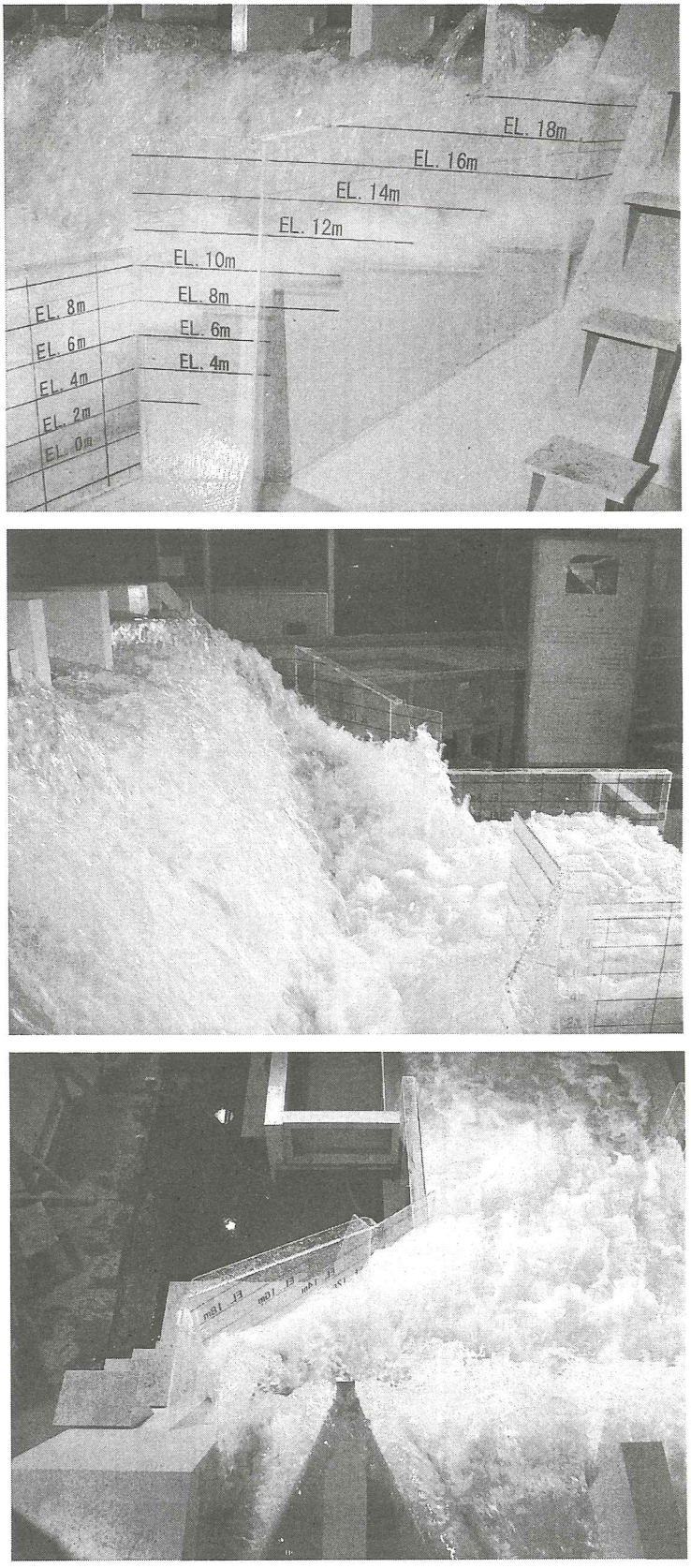


写真-5.3.1(1)　原案２形状の堤趾導流部の流況（左岸、ダム設計洪水流量 590m³/s）

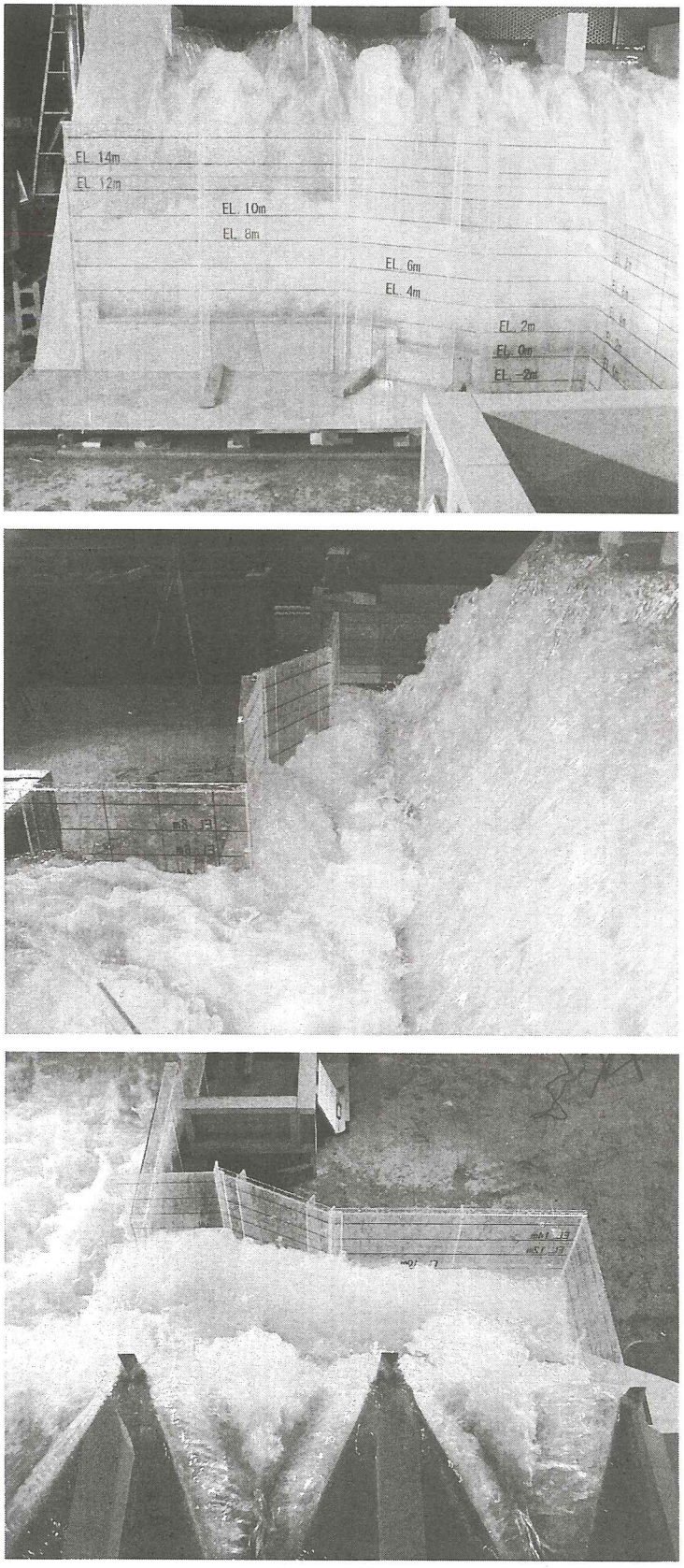
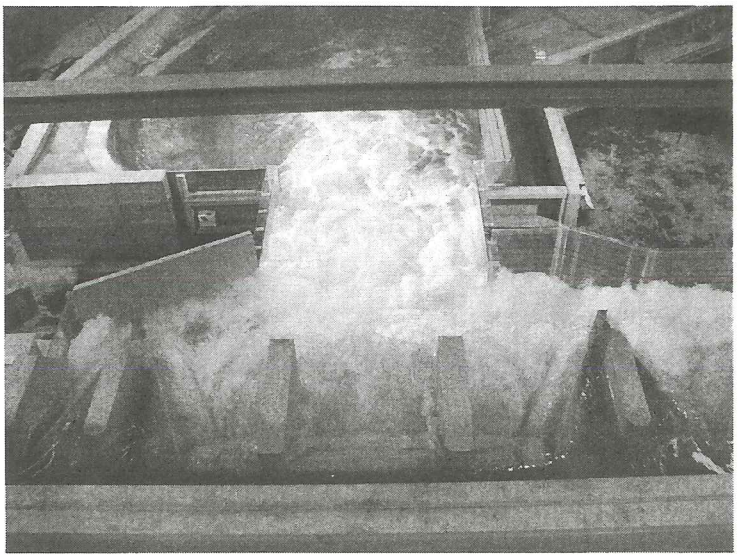
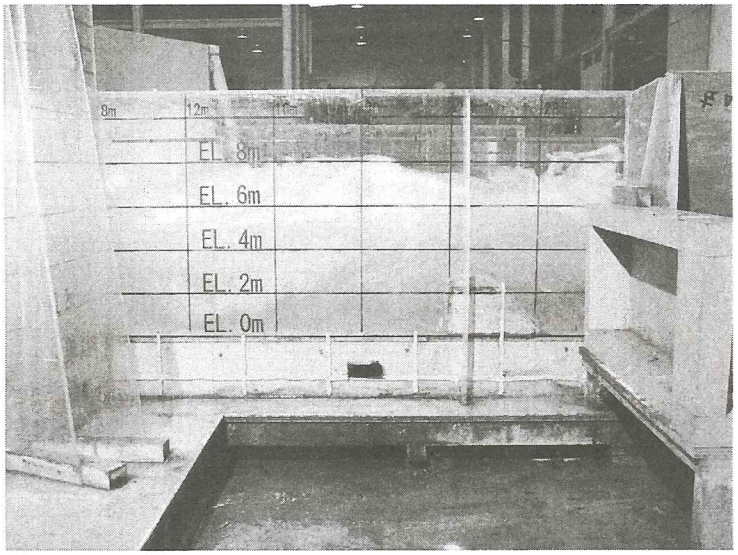


写真-5.3.1(2)　原案２形状の堤趾導流部の流況（右岸、ダム設計洪水流量 590m³/s）





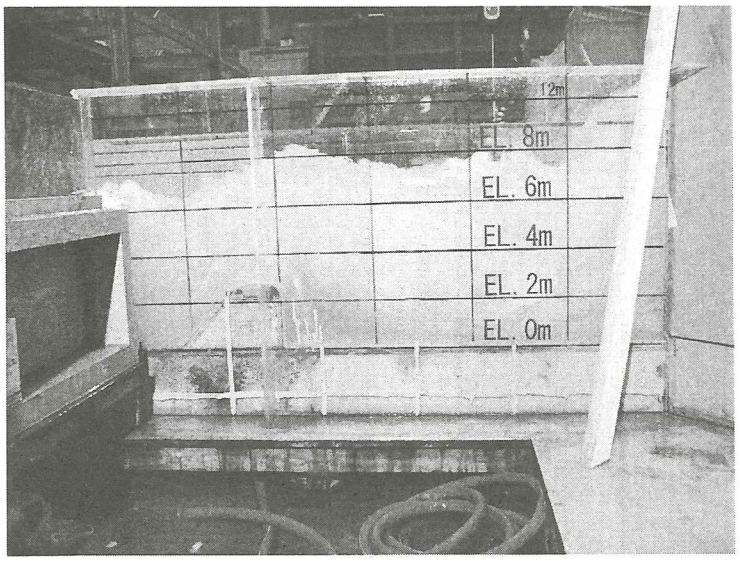
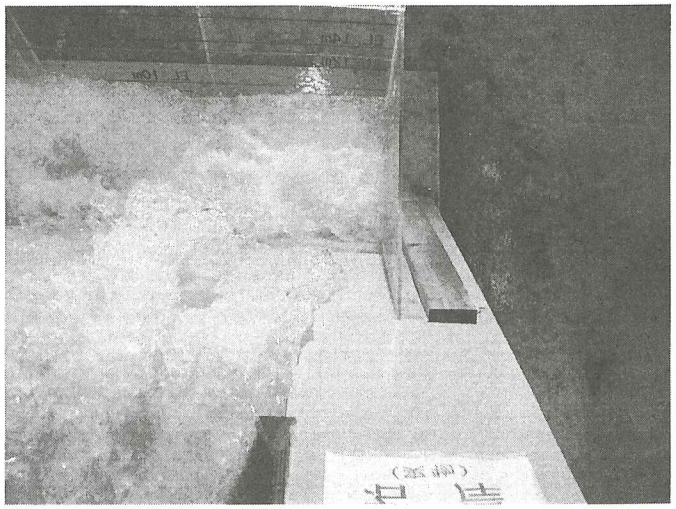
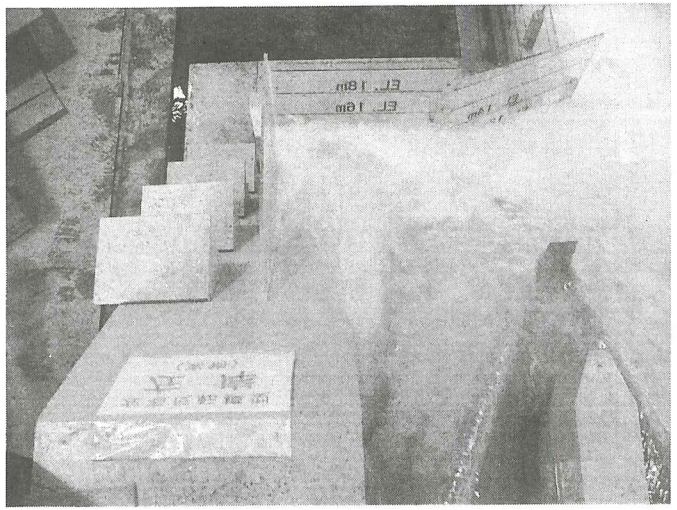


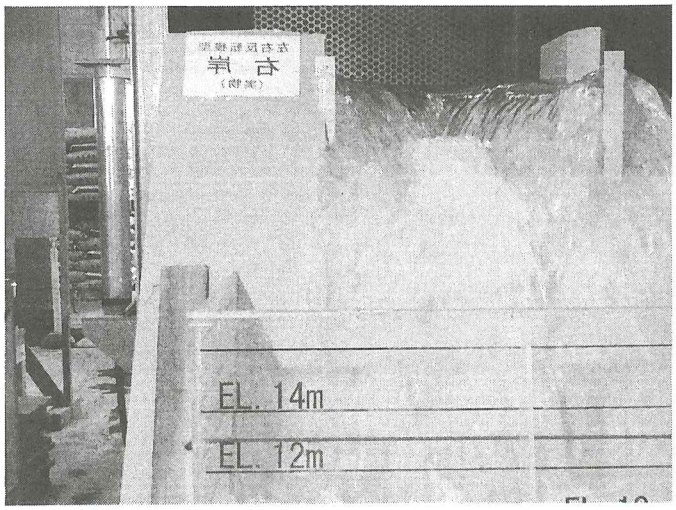
写真-5.3.1(3)　原案２形状の堤趾導流部の流況（減勢池、ダム設計洪水流量 590m³/s）



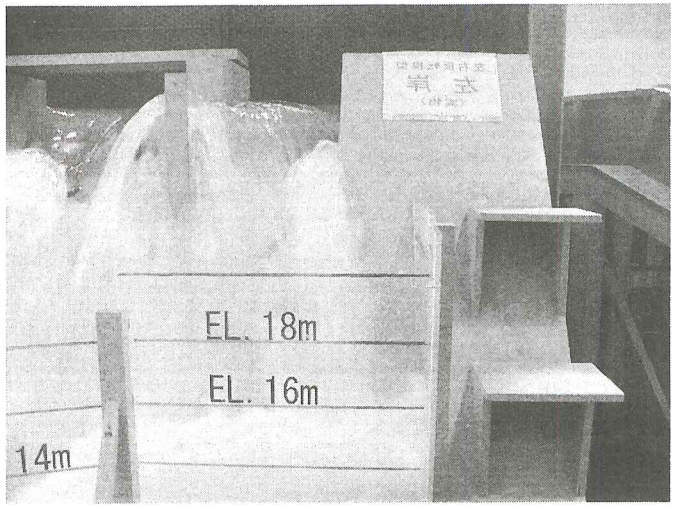
右岸端部（上方から）



左岸端部（上方から）

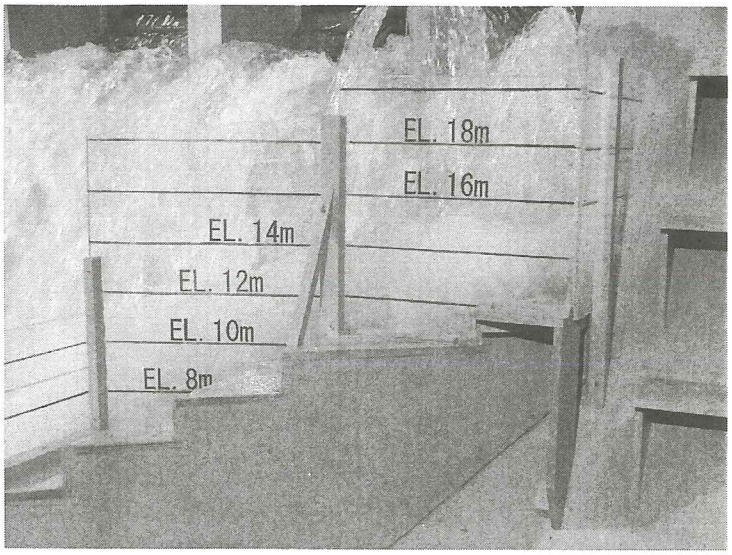


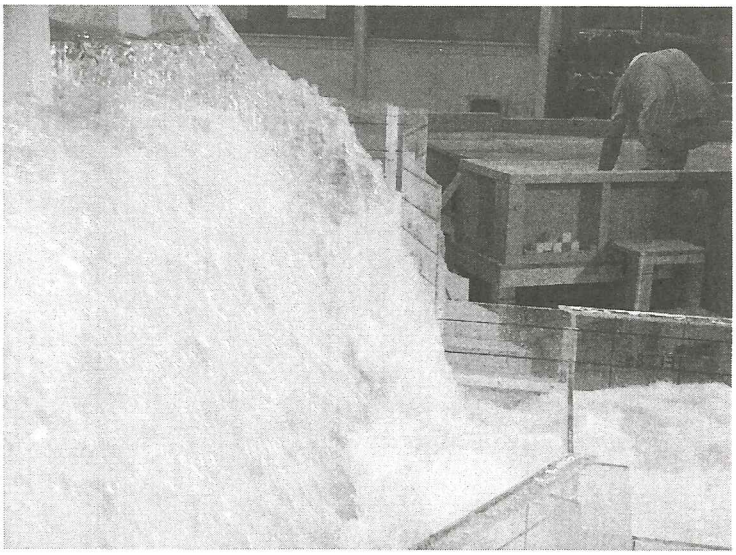
右岸端部（下流から）



左岸端部（下流から）

写真-5.3.2　原案２形状の堤体下流斜面端部の流況（ダム設計洪水流量 590m³/s）





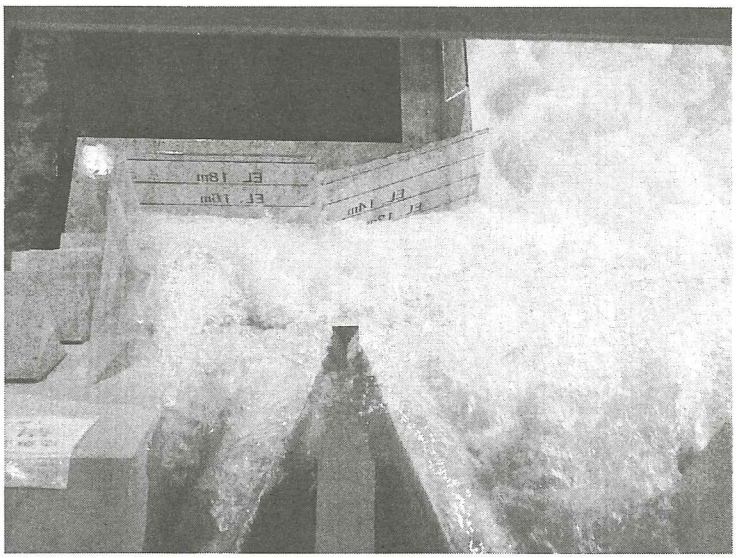


写真-5.3.3　左岸堤趾導流部最終形状の流況（ダム設計洪水流量 590m³/s）

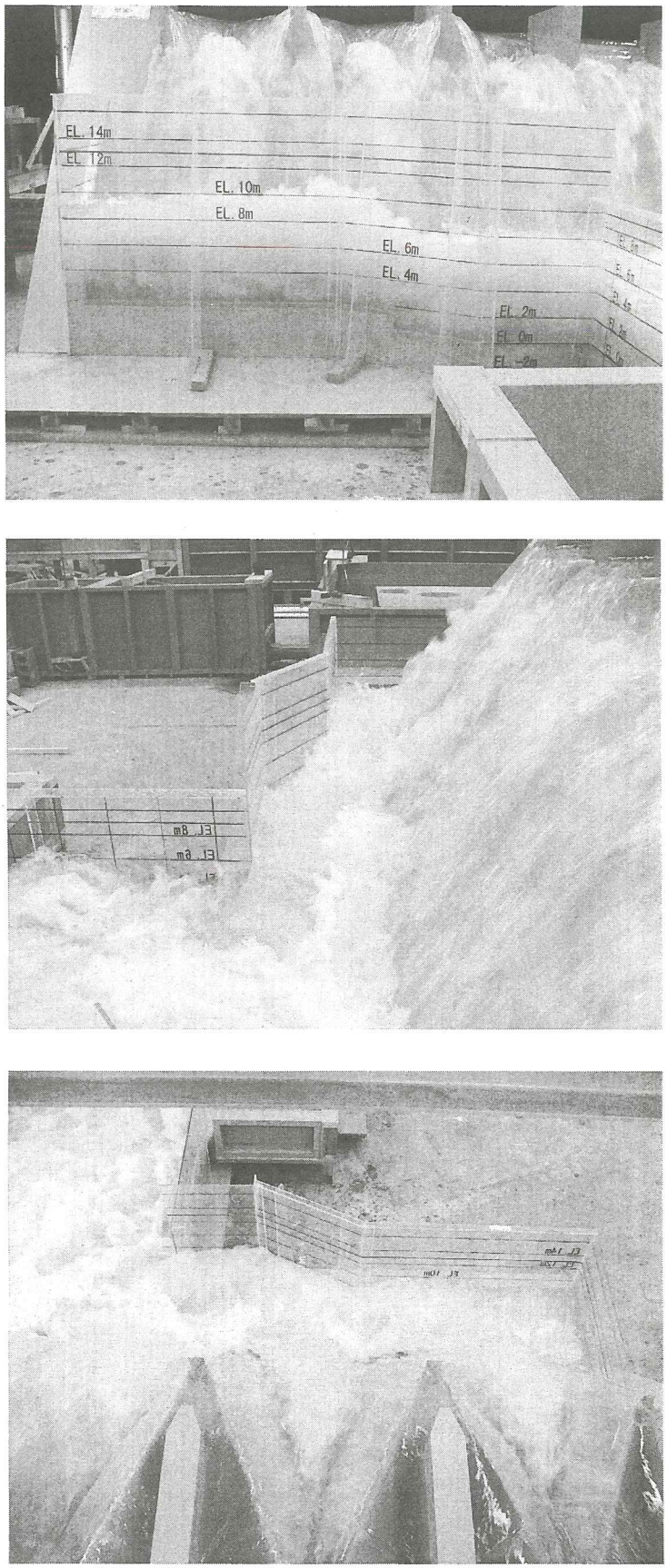
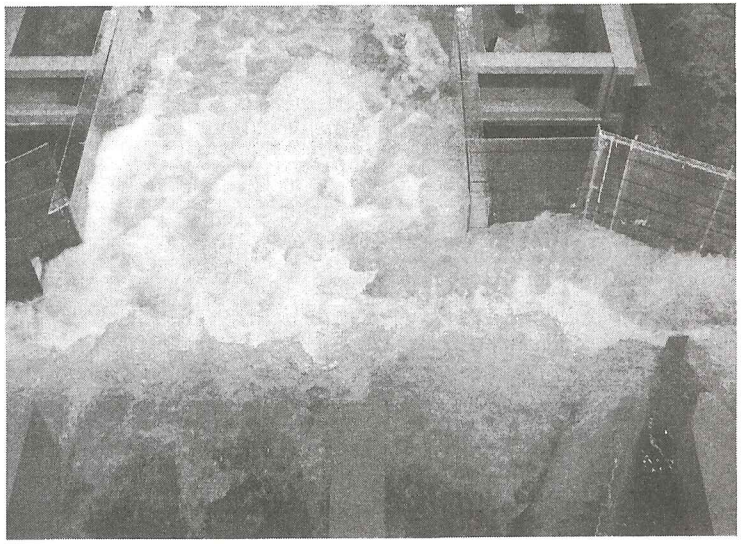
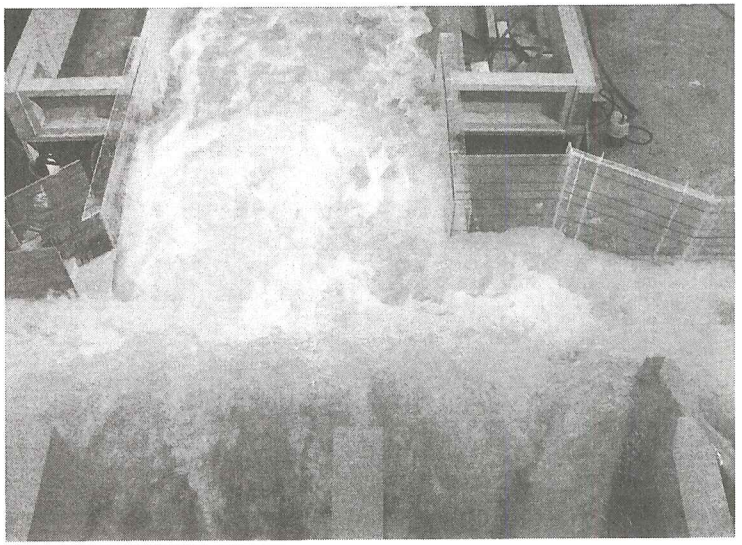


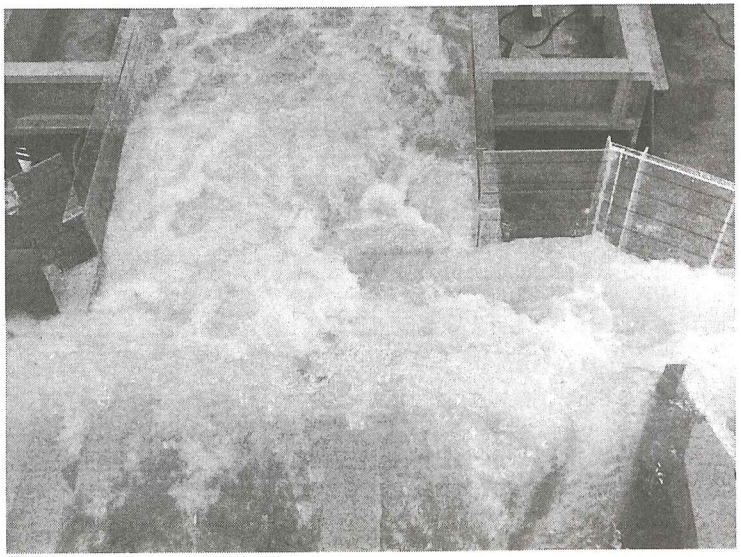
写真-5.3.4　右岸堤趾導流部シュートブロック案の流況（ダム設計洪水流量 590m³/s）



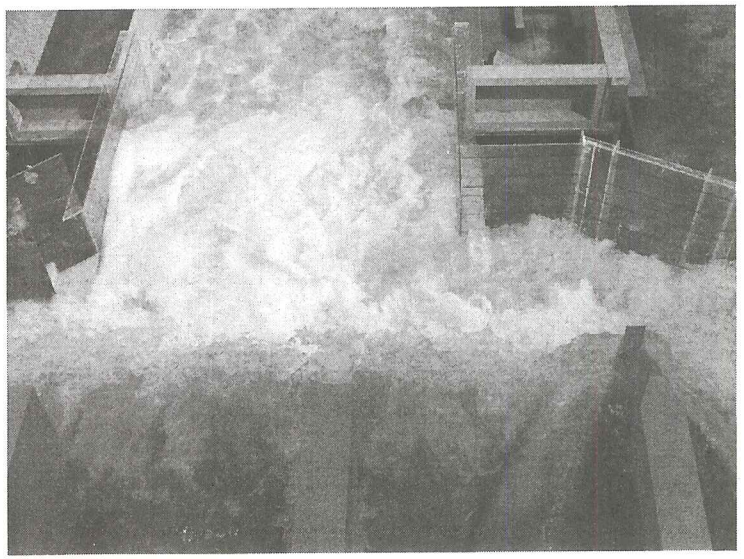
比較形状１



比較形状２（最終形状）



比較形状３



比較形状４

写真-5.3.5　隔壁比較形状の流況（ダム設計洪水流量 590m³/s）

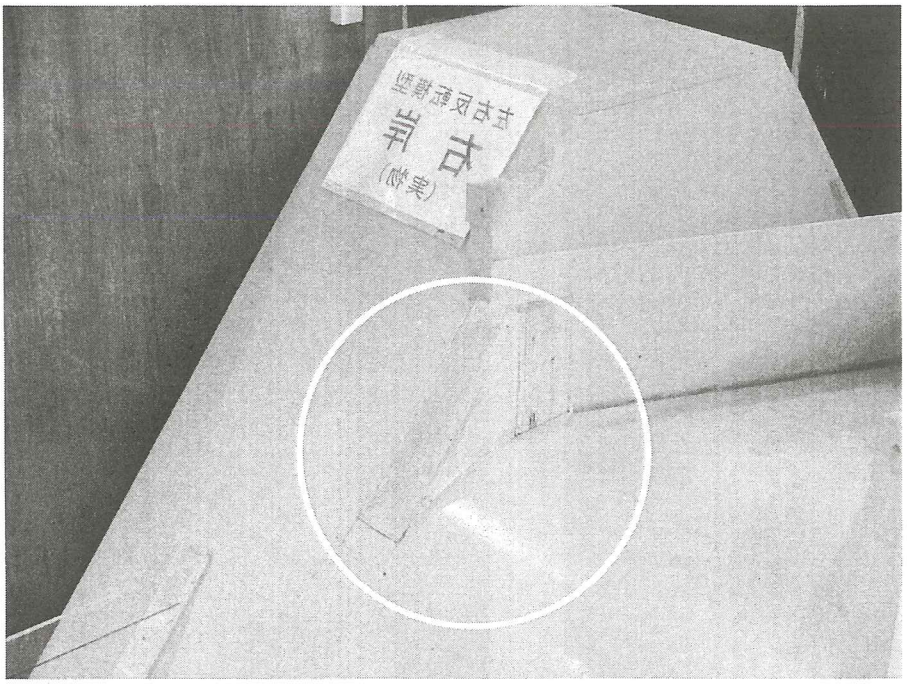


写真-5.3.6　右岸端部水脈拡幅防止ブロック形状

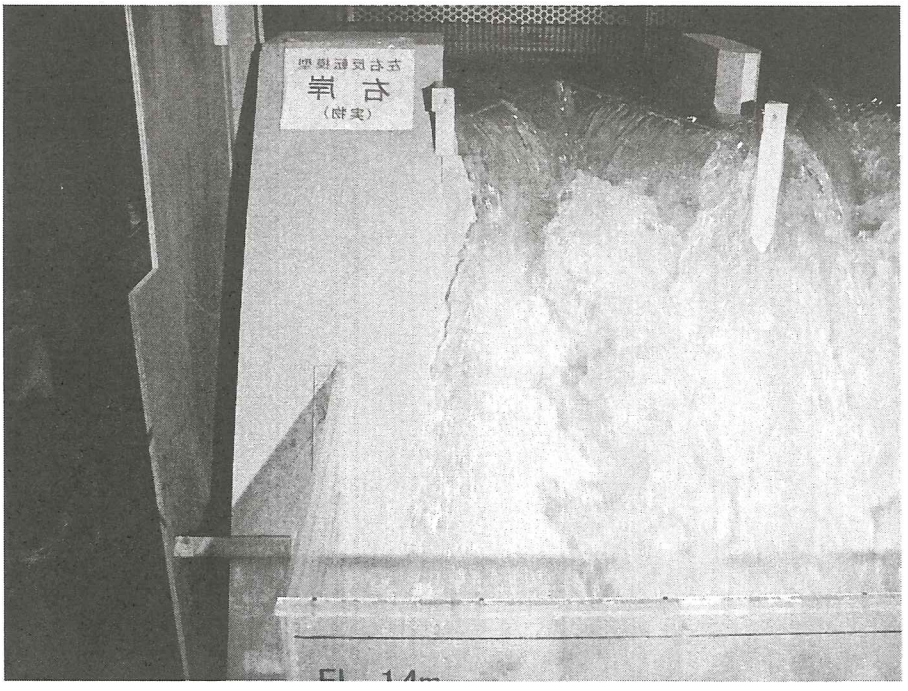


写真-5.3.7　右岸端部水脈の流況（ダム設計洪水流量 590m³/s）

5.4 減勢池の検討

5.4.1 実験概要

本章では、5.3 節で検討した堤趾導流部の最終案に対して適切な減勢池形状を検討するとともに、流況を安定させるために設置する整流壁及び右岸堤趾導流部の隔壁にかかる水圧の測定を行った。実験内容の一覧を表 5.4.1 に示す。

表-5.4.1　実験内容

模型形状	測定項目	放流量	測点数
減勢池の原案形状 （洪水吐き　：原案２形状） （堤趾導流部：最終案） （減勢池　　：原案２形状）	流況調査	100m³/s 130m³/s 400m³/s 590m³/s	－
	水面形調査	130m³/s 400m³/s 590m³/s	17 測点×3 側線
比較形状（平面渦防止策）１～４	流況調査	100m³/s	－
最終案形状（比較形状４）	流況調査	130m³/s 400m³/s 590m³/s	－
	水面形調査	130m³/s 400m³/s 590m³/s	17 測点×3 側線
	水圧調査	130m³/s 590m³/s	堤体水平部の整流壁 8 測点 右岸堤趾導流部の隔壁 16 測点 減勢池内の右岸側整流壁 8 測点 減勢池内の左岸側整流壁 8 測点

5.4.2 減勢池原案形状の流況

図-5.1.1(1),(2)の原案２の堤趾導流部と 5.3 節の堤趾導流部最終案とした場合の放流量 100m³/s、130m³/s（計画放流量）、400m³/s、590m³/s（ダム設計洪水流量）での流況を図-5.4.1(1)～(2)、写真-5.4.1(1)～(4)に、130m³/s（計画放流量）、400m³/s、590m³/s（ダム設計洪水流量）での減勢池内の水面形を図-5.4.2(1)～(3)に示す。ダム設計洪水流量での減勢池内の流況は常用洪水吐き及び非常用洪水吐き１（直線型越流頂）からの水脈が減勢池の中央に集まって副ダムに向かって流下する傾向が見られるが、副ダムからは減勢された

水脈がほぼ均等に下流河道へ越流しており、減勢池全体としては流況に問題ない。計画放流量からダム設計洪水流量間においても、同様の流況であり問題ない。しかし、放流量が 100m³/s においては、減勢池の左右側壁付近では上流に向かう流れが形成され、減勢池内に顕著な平面渦が２つ形成される。この平面渦により、副ダムから越流する水脈は均等にならずに下流河道の流況を乱している。また、平面渦は不安定であり、流量を小さくして確認した結果、減勢池内の水脈方向が間欠的に大きく振れる。こうした流況は 50～100m³/s に置いて顕著であった。

放流量 50～100m³/s において減勢池内に大きな平面渦が発生する要因として以下の事項が考えられる。

①４門の常用洪水吐きのうち、中央の２門からの水脈が中央で合流し勢いのある水脈を形成し、そのまま堤体下流斜面を流下して減勢池中央部に流れ込む。

②両外の２門の常用洪水吐きから放流される水脈は、水平部から堤体下流斜面を流下する間に拡幅してその水脈の半分近くが堤趾導流壁に衝突し減勢され、減勢池の側壁付近は中央に比べて勢いのある水脈が流れ込まない。

③常用洪水吐き中央２門からの水脈は副ダムにぶつかると左右２つの水脈に分かれる。各々の別れた水脈の一部は副ダムを越流して下流河道へ流下するが、多くはそのまま側壁方向へ向かい、側壁沿いの③の流れに抗して堤体側へ流れる。

5.4.3　減勢池形状の検討

放流量 50～100m³/s 時の流況を改善する方法として、平面渦を抑えるための減勢池形状を検討した。図-5.4.3(1)～(2)に減勢池の比較形状を表-5.4.2 に各比較形状の選定理由を示す。

表-5.4.2　減勢池の比較形状

	平面渦抑制の考えかた	形状の決定方法
比較形状１	副ダムから垂直に整流壁を設置し、中央の水脈が副ダム衝突後に左右に分かれて側壁方向へ流れる勢いを弱める。	副ダム付近で左右の流れの強い位置に設置
比較形状２	側壁から垂直に整流壁を設置し、側壁沿いに逆流する水脈の勢いを弱める。	側壁沿いで左右の流れの強い位置に設置
比較形状３	堤体下流斜面の中央下端に水脈を分散させるブロックを設置し、減勢池中央を貫く水脈を左右に分散させる。	ブロックの形状、設置位置を変えながら、水脈を分散できる形状を選定
比較形状４（最終形状）	常用洪水吐き直下流の両脇に導流壁を設置し、堤趾導流壁に衝突する水脈を減少させる。	ダム設計洪水流量時に放流水の流下の妨げにならないよう比較形状２と組み合わせた。

各比較形状での流量 100m³/s 時の流況を図-5.4.4(1)～(2)、写真 5.4.2(1)～(2)に示す。比較形状１～３では、原案形状よりは平面渦が弱くなっているが、側壁沿いの上流へ向かう流れは残っている。形状４では、常用洪水吐き両端のオリフィスからの水脈が堤体平場部に設置した導流壁によりほとんど拡幅せず、ほぼ減勢池幅内に導流されている。これにより、側壁沿いの流れは下流から周り込む流れを押し返し、原案形状で発生していた大きな平面渦は解消している。副ダムからの越流水脈は中央部分で若干の盛り上がりはあるが、ほぼ均一に下流河道へ流下しており、下流河道の流況は安定している。

5.4.4　減勢池最終形状の流況及び側壁高

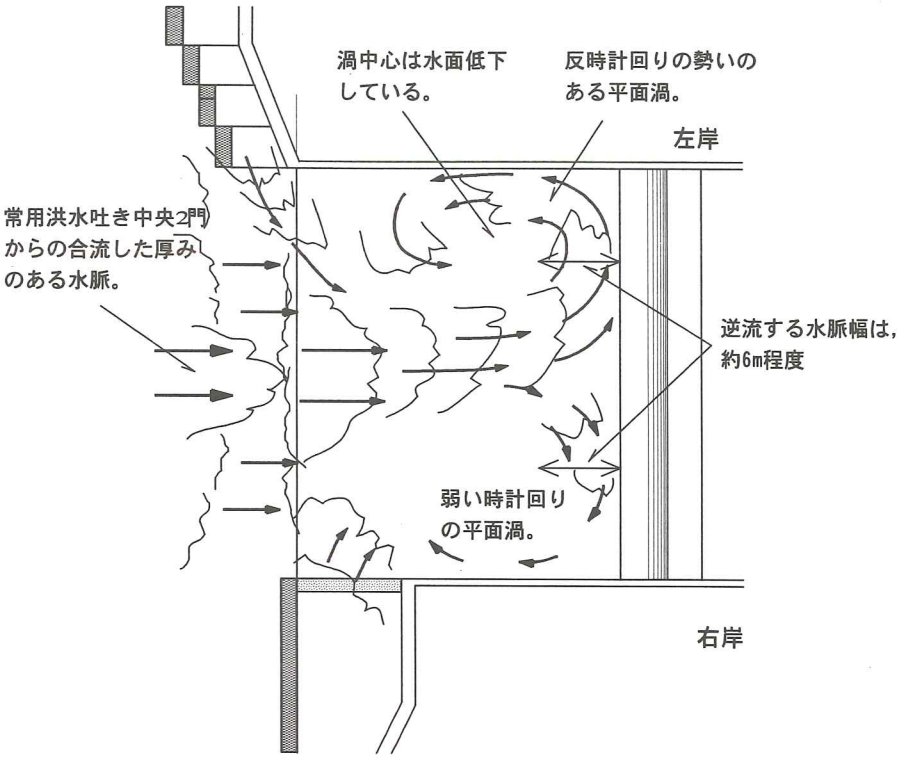
減勢池の比較形状４における、130m³/s(計画最大放流量)、400m³/s、590m³/s（ダム設計洪水流量）時の流況を図-5.4.5、写真-5.4.3(1)～(3)に示す。計画最大放流量からダム設計洪水流量において、減勢池の流況は原案形状での流況とほぼ同じように安定しており、比較形状４を最終形状とする。

ダム設計洪水流量時の減勢池内の水面形を図-5.4.6(1)～(3)に示す。減勢池側壁高は、ダム設計洪水流量下時の波浪による越水を許容し、平均水位の最高池を対象に決められるのが一般的である。ダム設計洪水流量における平均水位は右岸側壁 8m の位置で EL.6.9m になるが、この周辺は天端標高 EL.10.5m の右岸堤趾導流壁との形状の擦り付けにより十分確保するものとする。減勢池側壁高は他の区間での最も高い平均水位 EL.6.26m を包括できる EL.6.30m 以上とする。

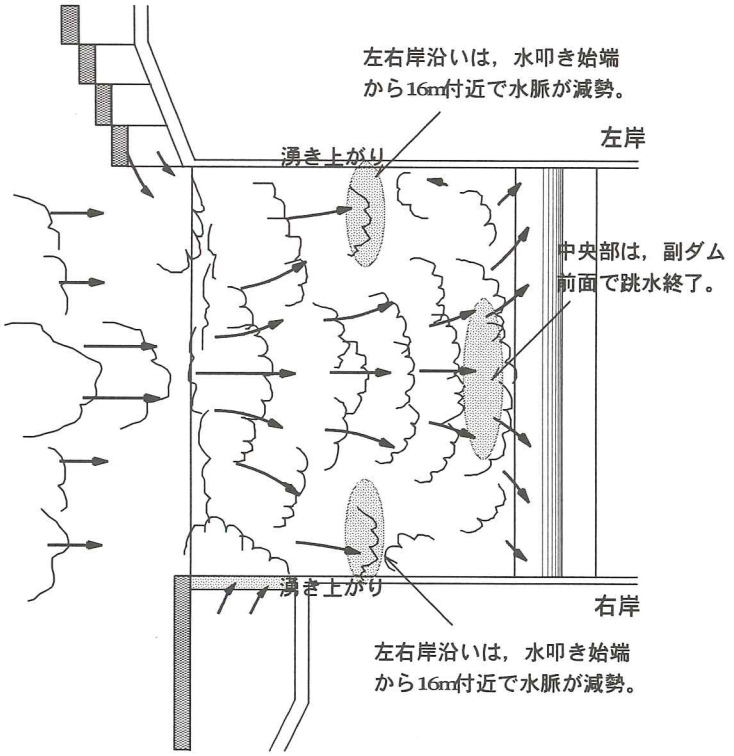
なお、側壁外側に漏水が特に問題となる重要施設がある場合には、最高水位を対象としたより高い側壁高を考える必要がある。

5.4.5　整流壁・隔壁に作用する水圧

減勢池内の流況を安定させるために設置する隔壁や整流壁は、その役割を果たすためダム放流時には大きな水圧の作用を受ける。本項では、隔壁や整流壁の合理的な構造設計を行う際の資料となるよう、ダム放流時に隔壁や整流壁が受ける水圧の測定を行った。構造設計のための資料としては、壁の前面と背面に作用する水圧の差が必要となるため、測定箇所は前背面がセットになるようにした。図-5.4.7(1)～(3)に堤体水平部整流壁、右岸堤趾動流部隔壁、減勢池整流壁の水圧測定箇所を示す。また、整流壁等に作用する水圧は、激しく変化しているため、圧力の測定はピエゾ管に圧力計測器を接続して 0.1 秒間隔（模型値）で 600 回測定した。圧力変動の分布を図-5.4.8(1)～5.4.11(8)に示す。

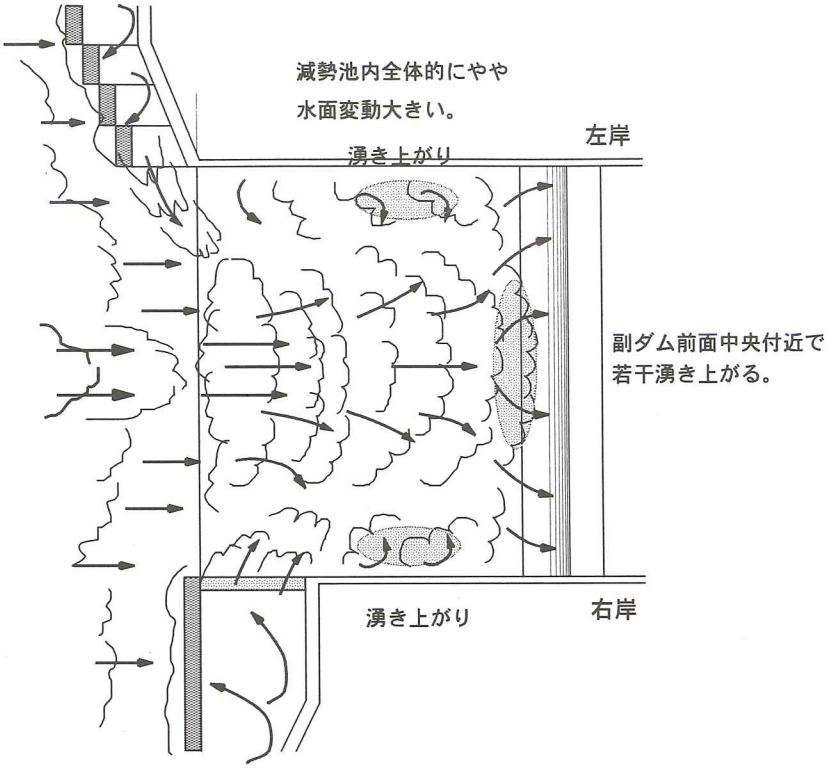


放流量 100m³/s

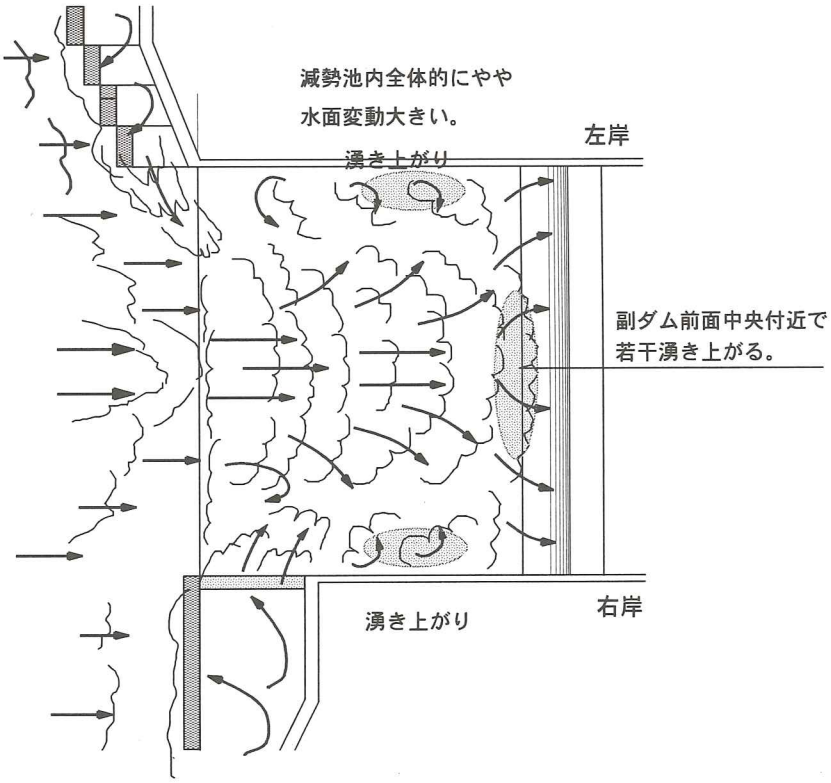


放流量 130m³/s

図-5.4.1(1)　減勢池原案形状の流況

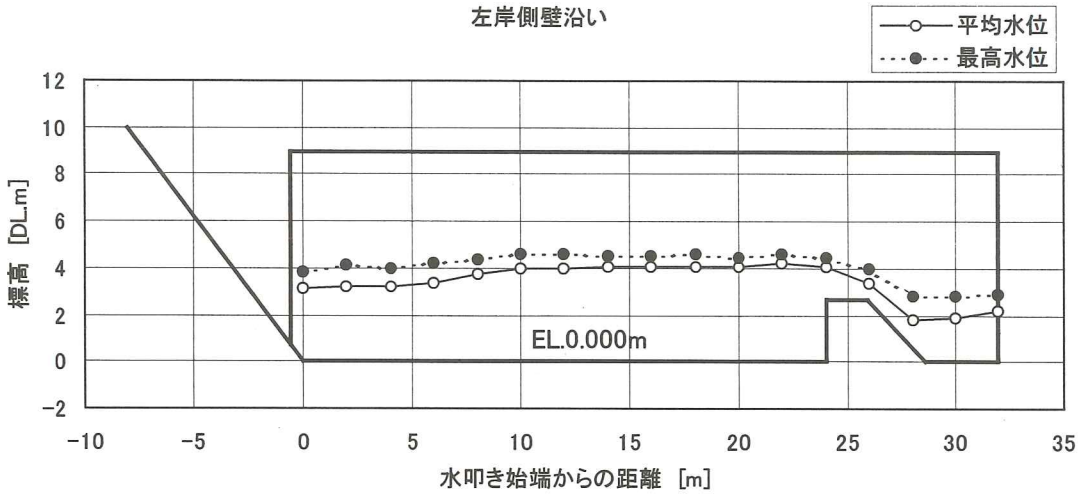


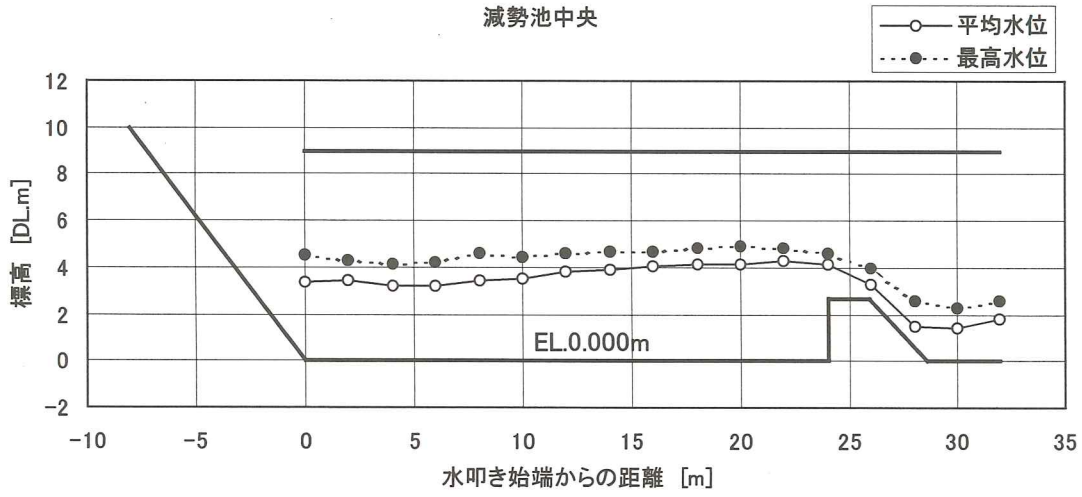
放流量 400m³/s



放流量 500m³/s

図-5.4.1(2)　減勢池原案形状の流況





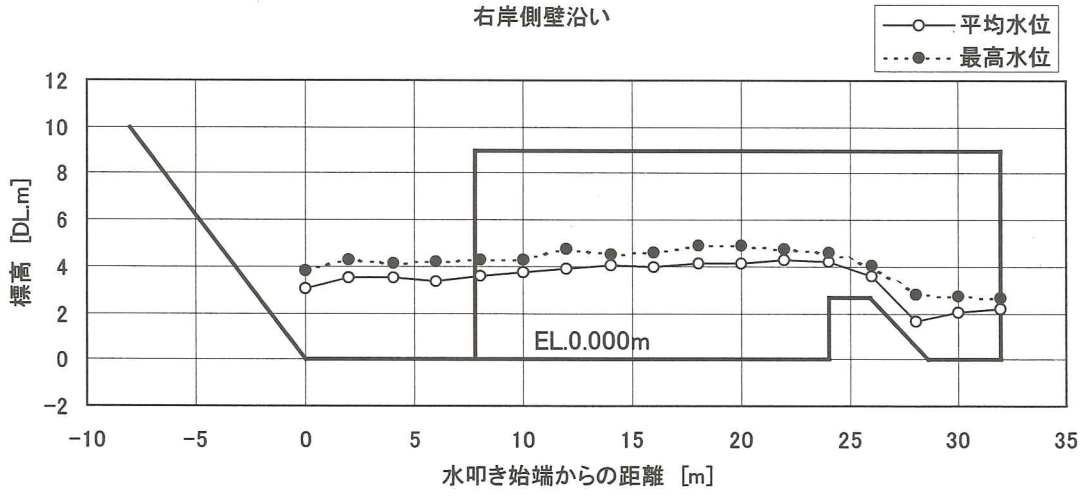
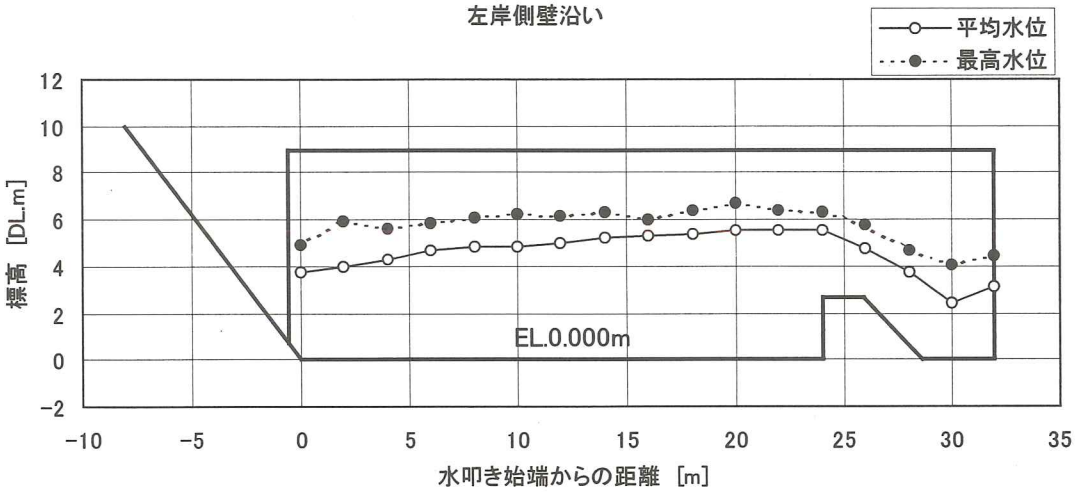
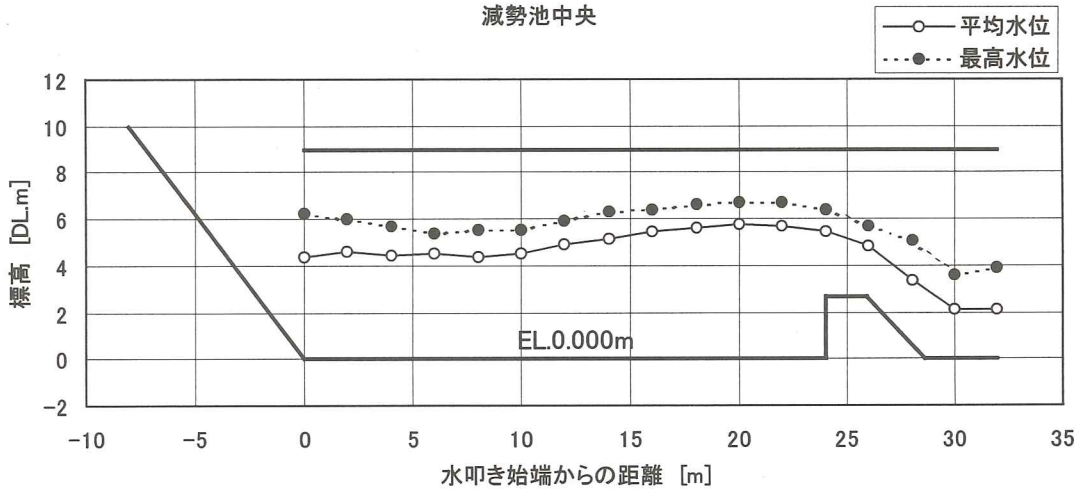


図-5.4.2(1)　減勢池原案形状の水面形　（計画最大放流量 130m³/s）





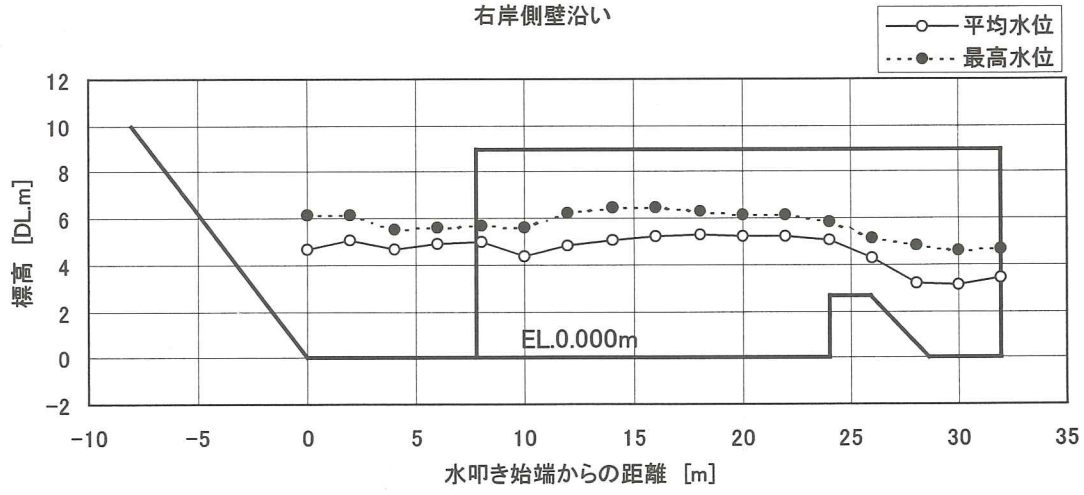
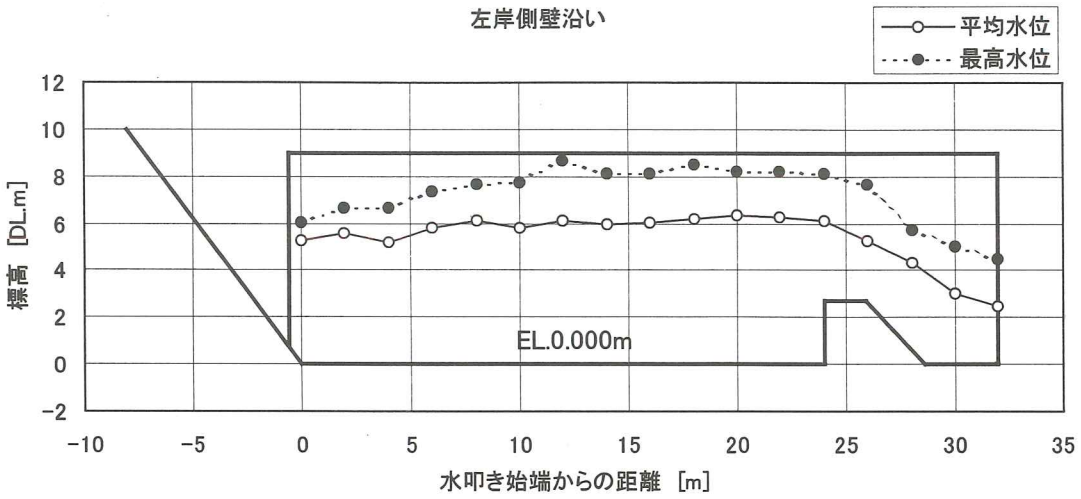
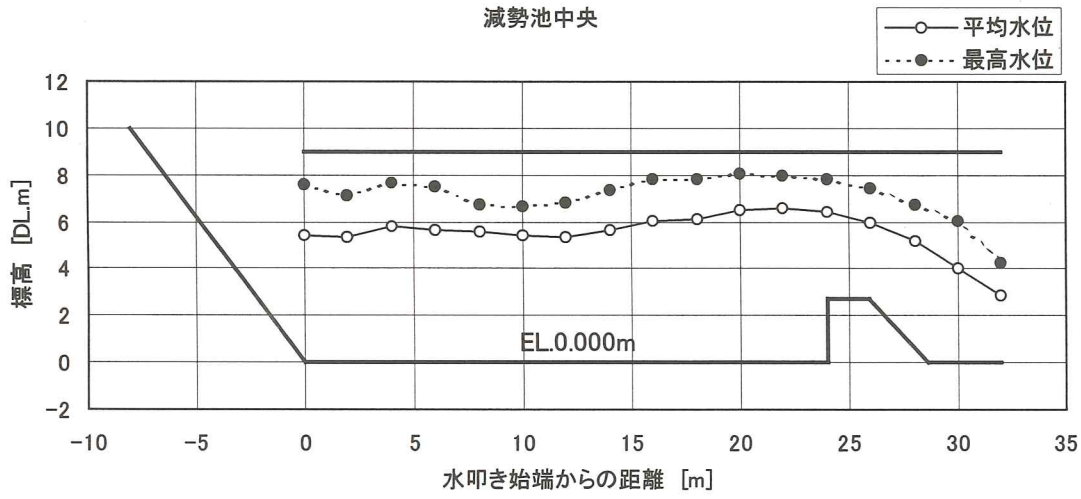


図-5.4.2(2)　減勢池原案形状の水面形　(400m³/s)





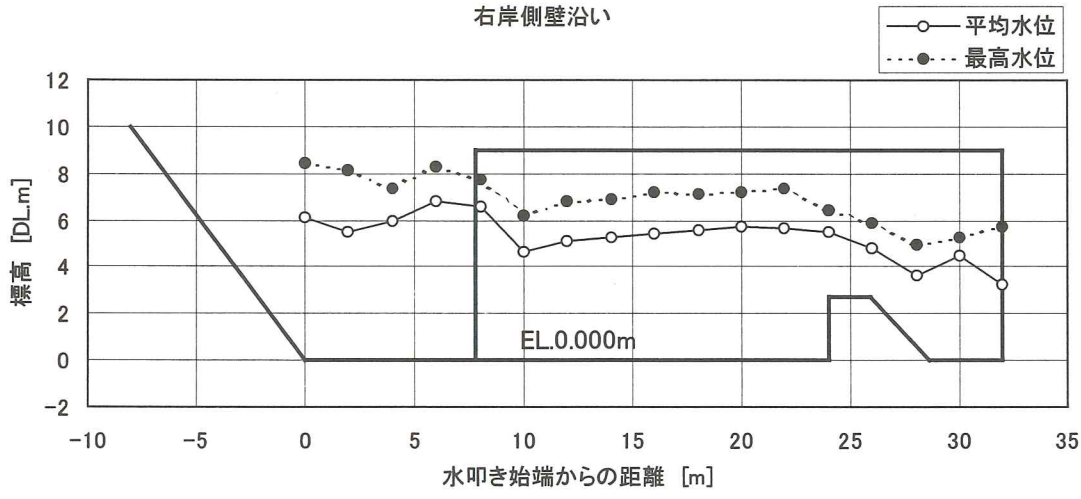
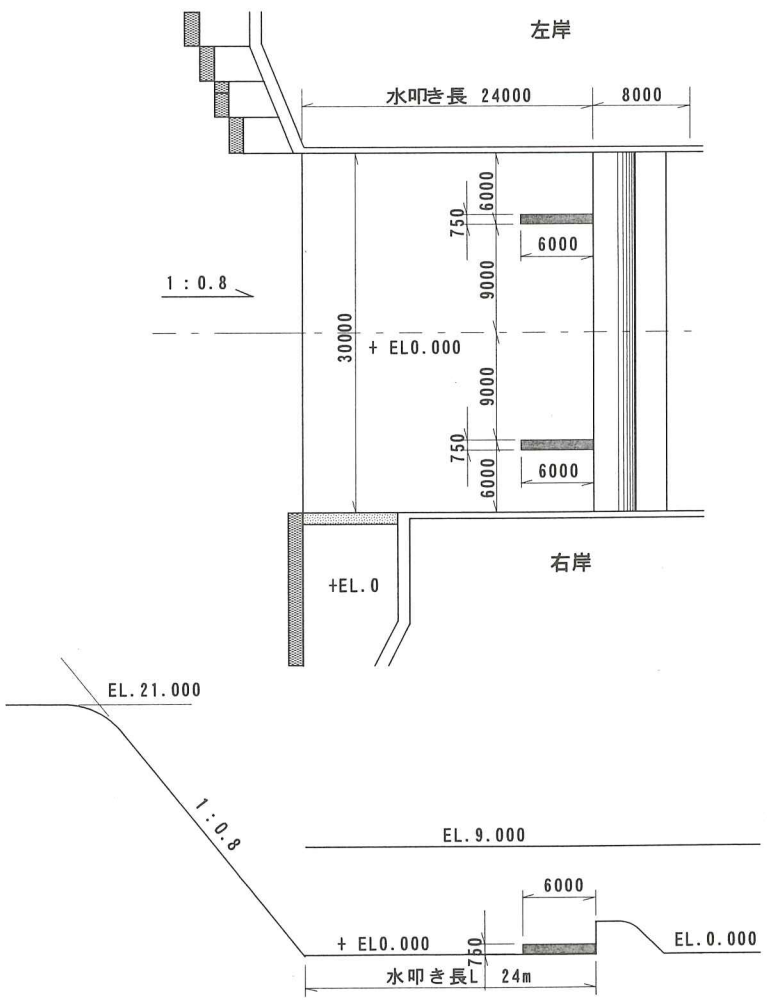
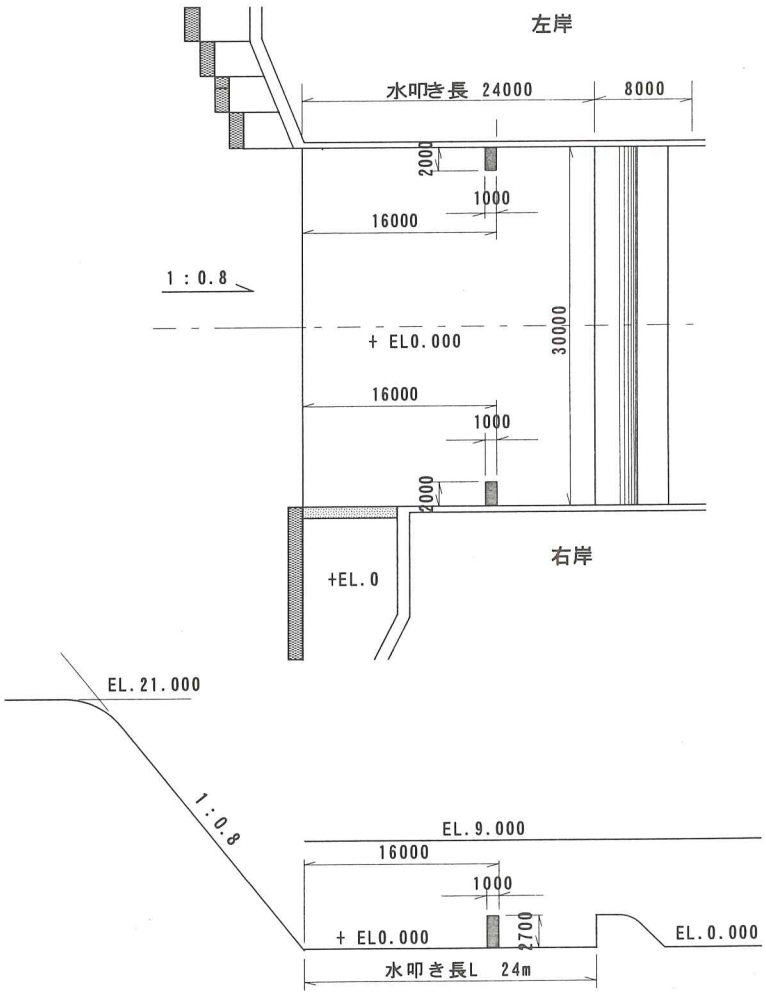


図-5.4.2(3)　減勢池原案形状の水面形（ダム設計洪水流量 590m³/s）

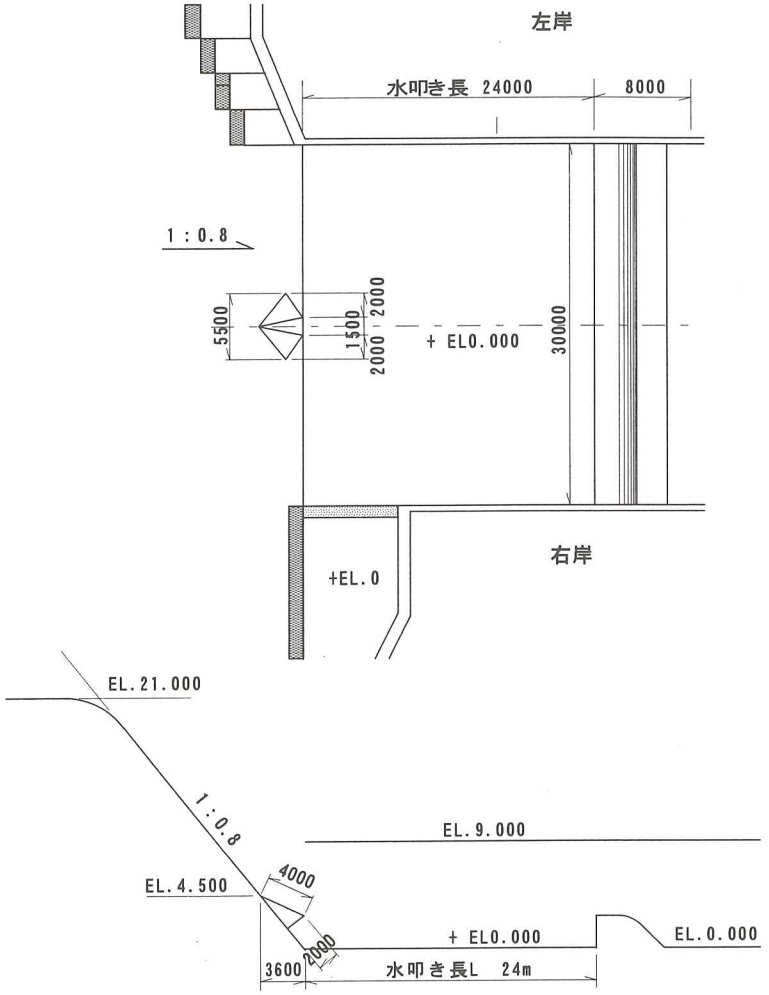


比較形状１（副ダムに垂直に整流壁を設置）

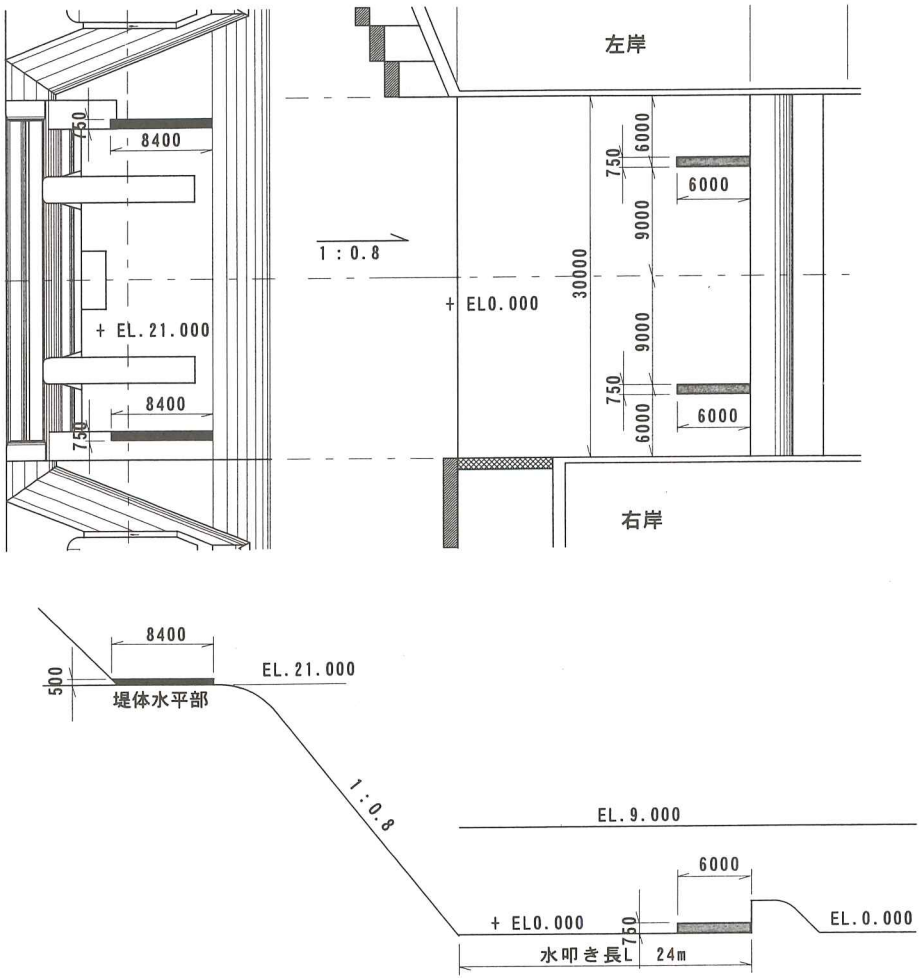


比較形状２（側壁に垂直に整流壁を設置）

図-5.4.3(1)　減勢池の比較形状

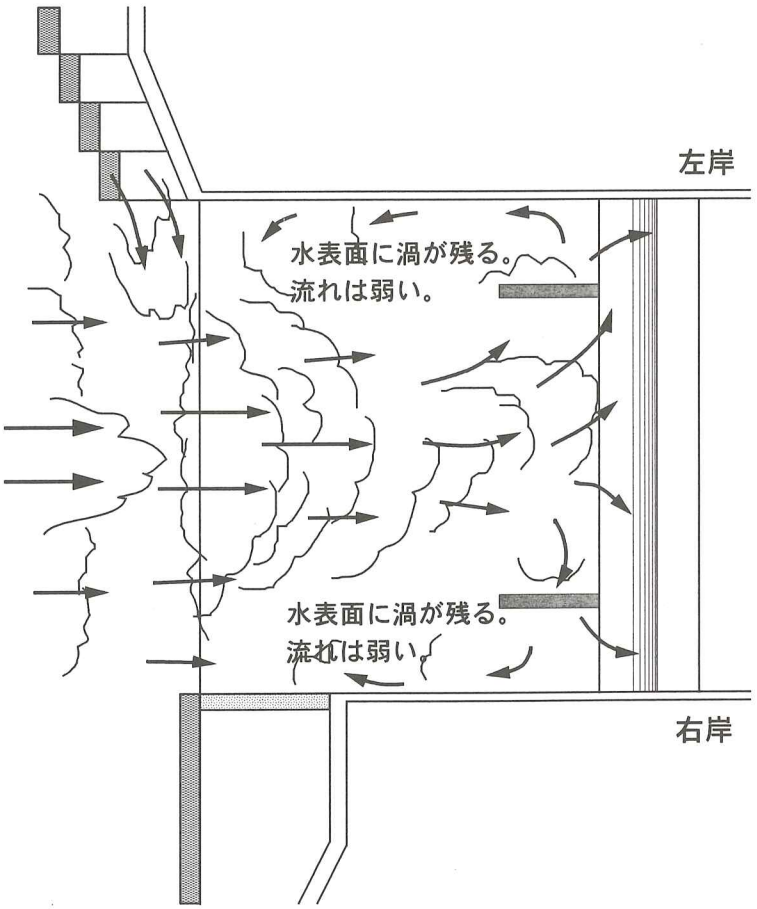


比較形状３（堤体下流斜面に拡散ブロックを設置）

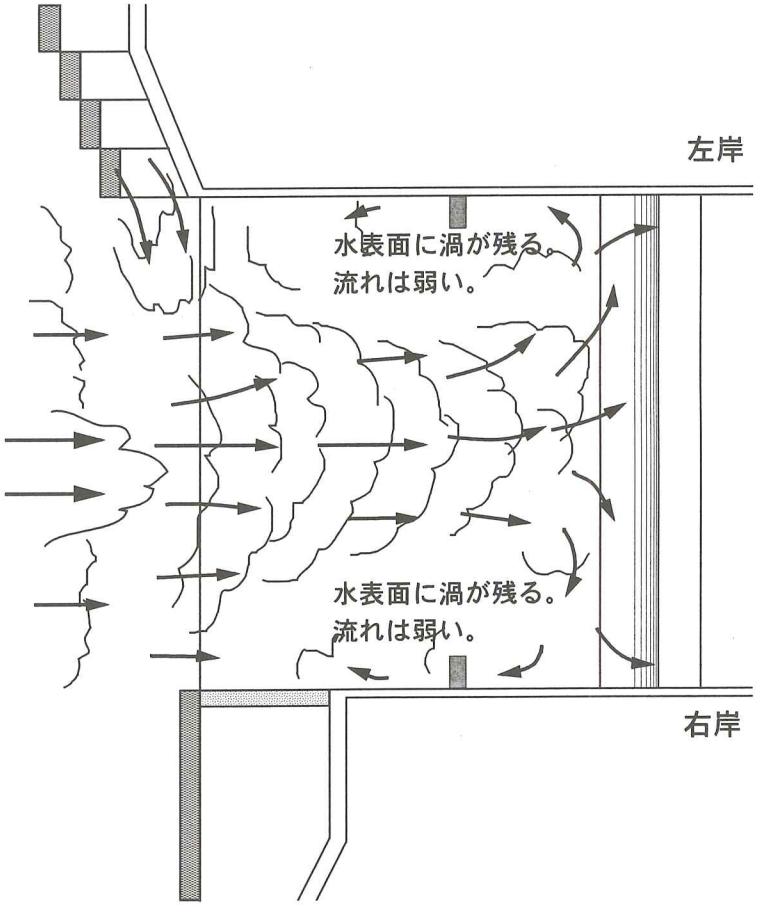


比較形状４（比較形状２＋堤体水平部に整流壁を設置）

図-5.4.3(2)　減勢池の比較形状

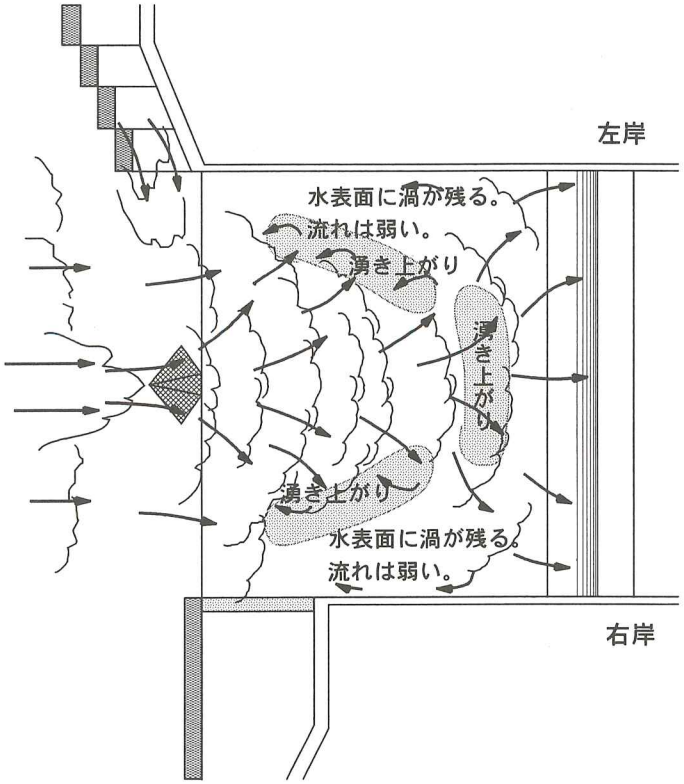


比較形状３（堤体下流斜面に拡散ブロック）

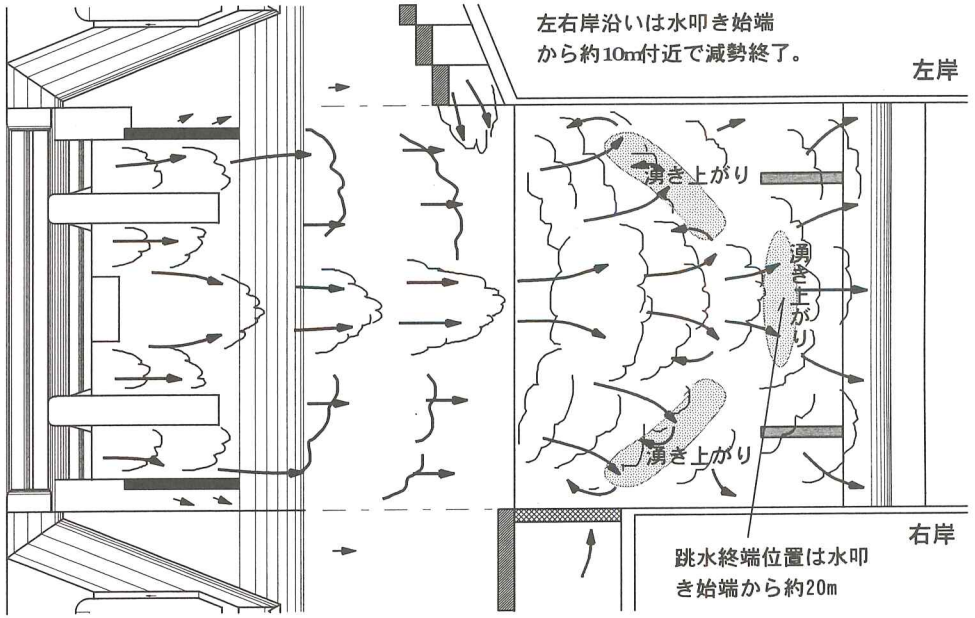


比較形状４（側壁に垂直に整流壁を設置）

図-5.4.4(1)　減勢池比較形状の流況（放流量 100m³/s）

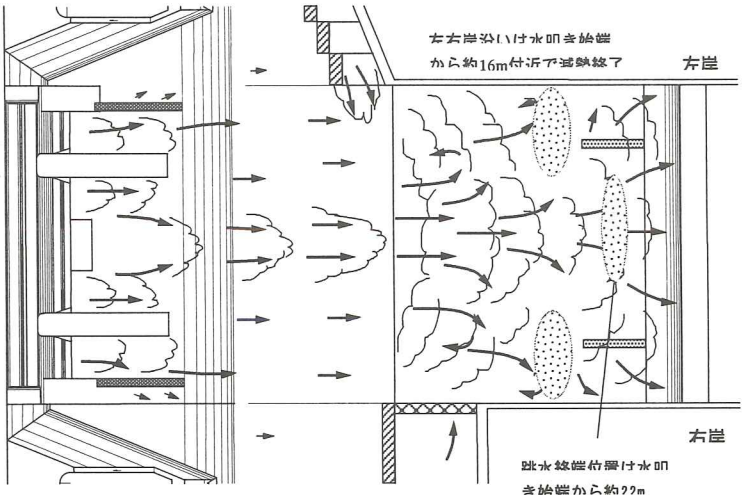


比較形状３（副ダムに垂直に整流壁を設置）

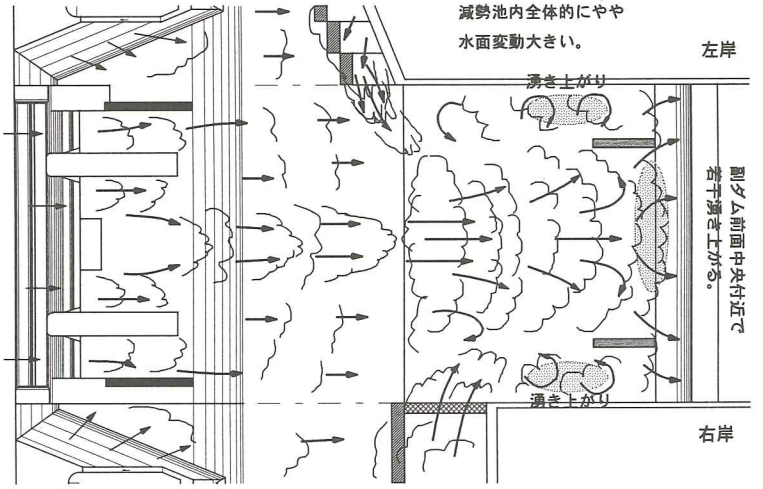


比較形状４（比較形状２＋堤体水平部に整流壁を設置）（最終形状）

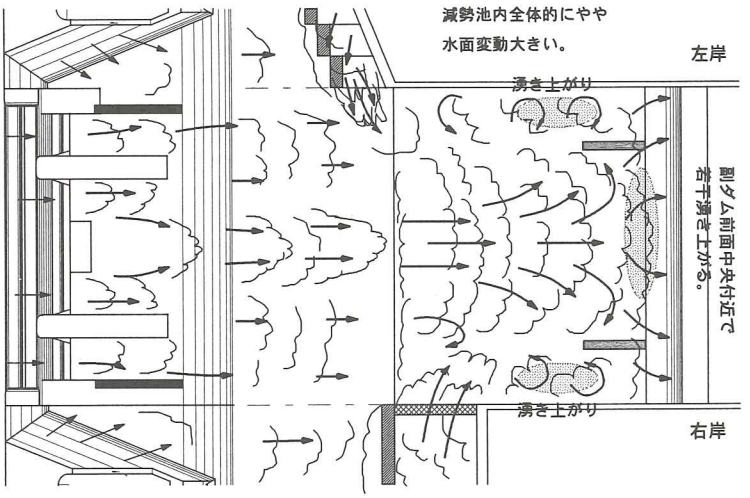
図-5.4.4(2)　減勢池比較形状の流況（放流量 100m³/s）



放流量 130m3/s

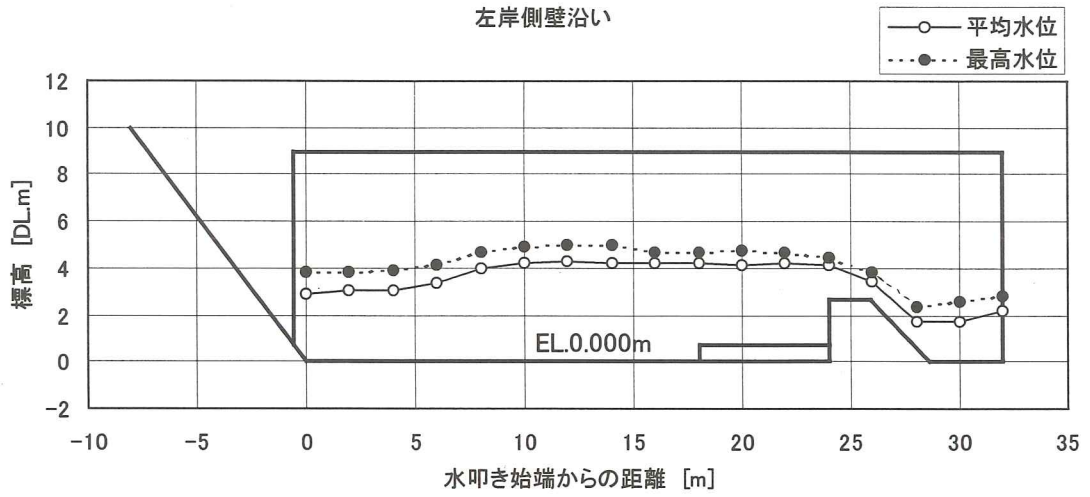


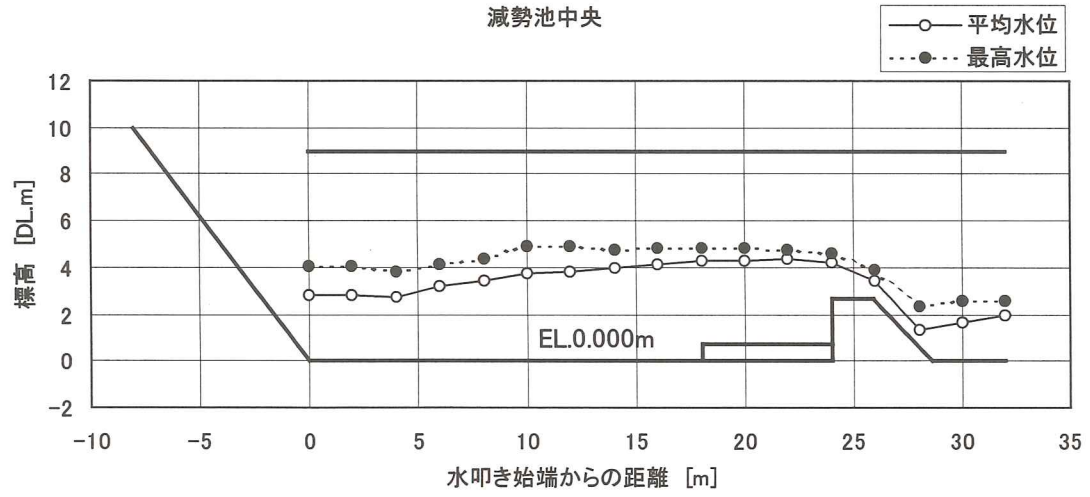
放流量 400m3/s



放流量 590m³/s

図-5.4.5　減勢池比較形状４（最終形状）の流況





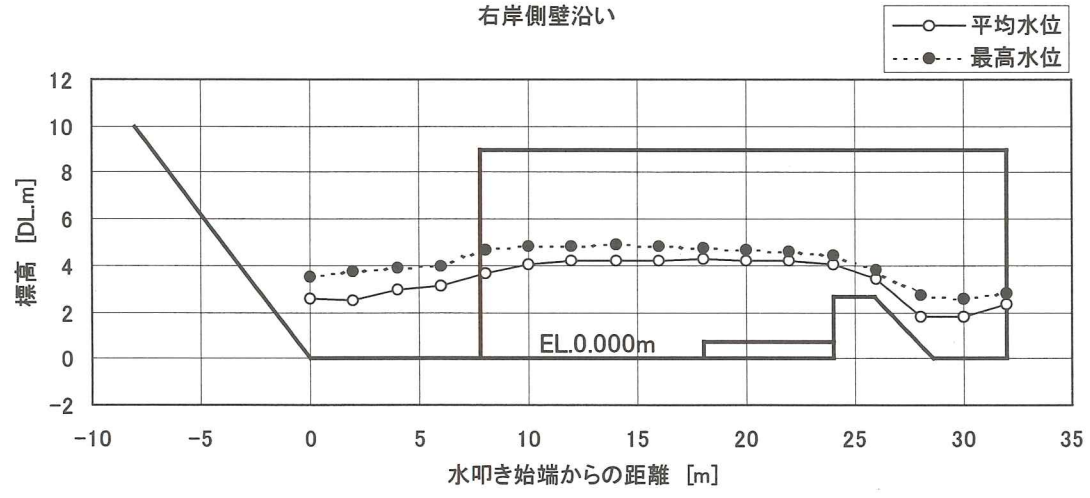
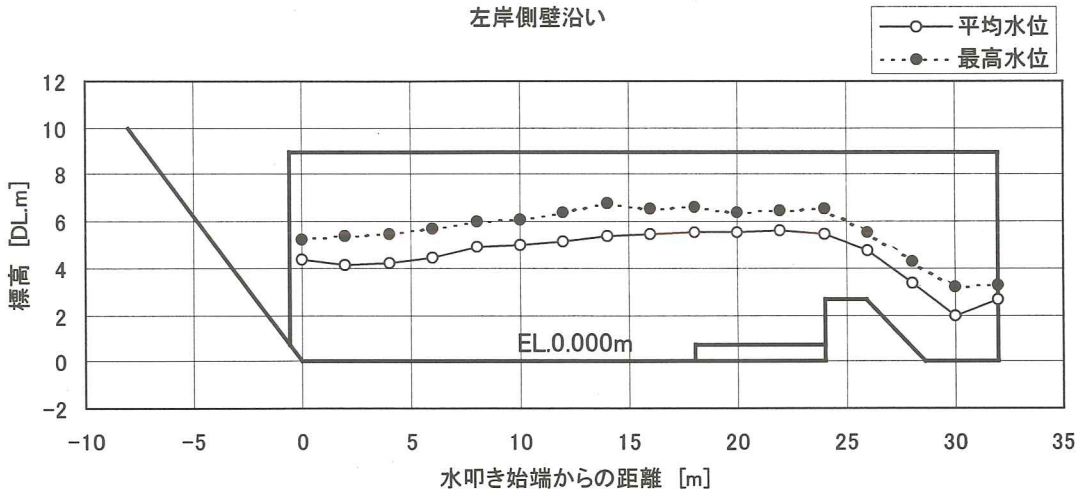
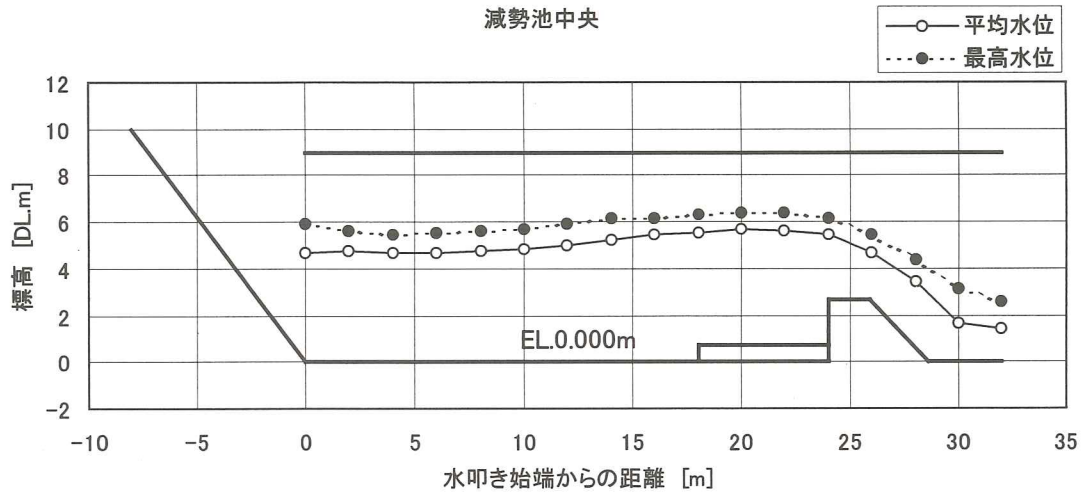


図-5.4.6(1)　減勢池比較形状４（最終形状）の水面形　（計画最大放流量 130m³/s）





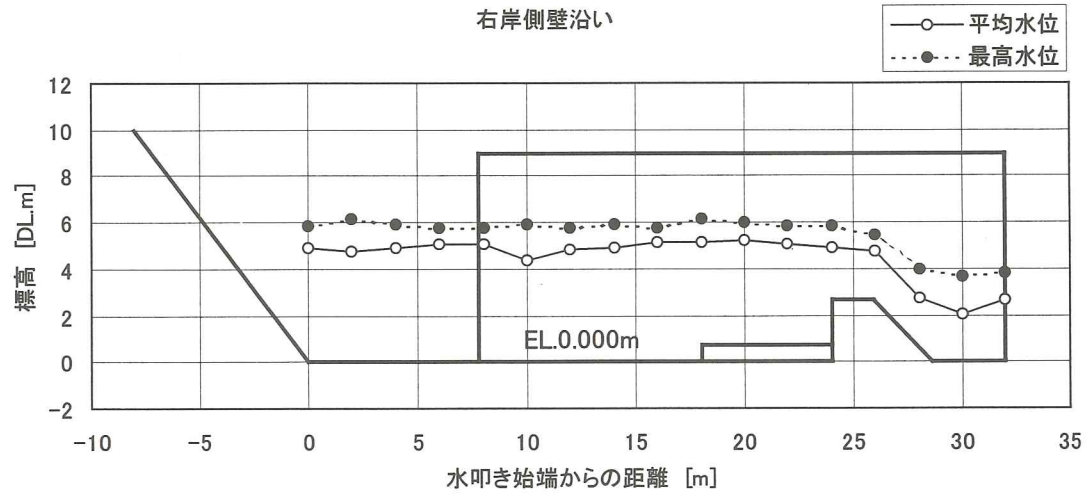
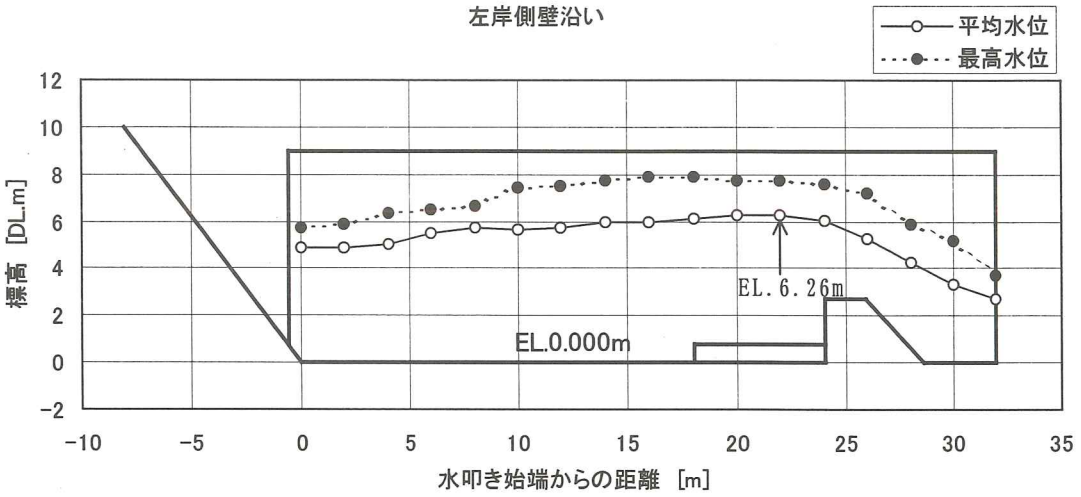
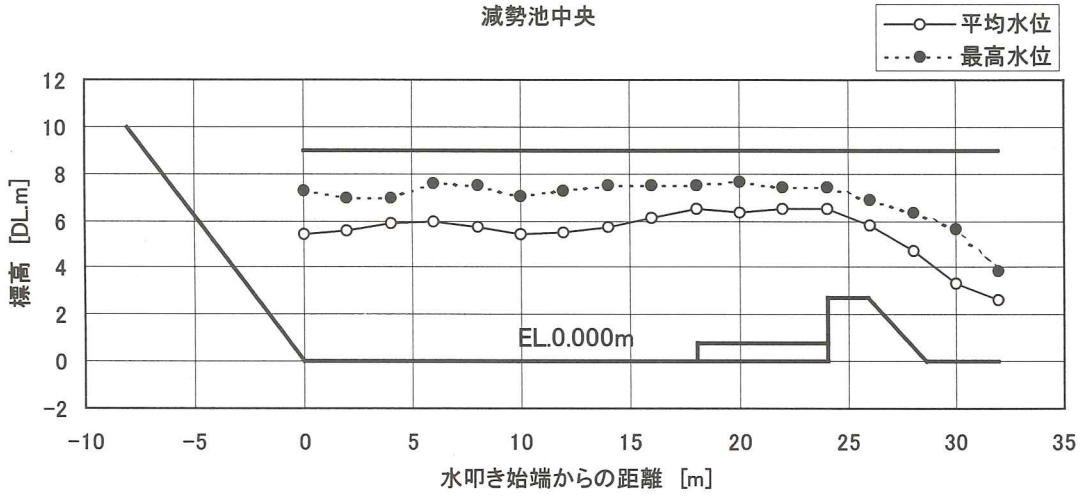


図-5.4.6(2)　減勢池比較形状４（最終形状）の水面形　（400m³/s）





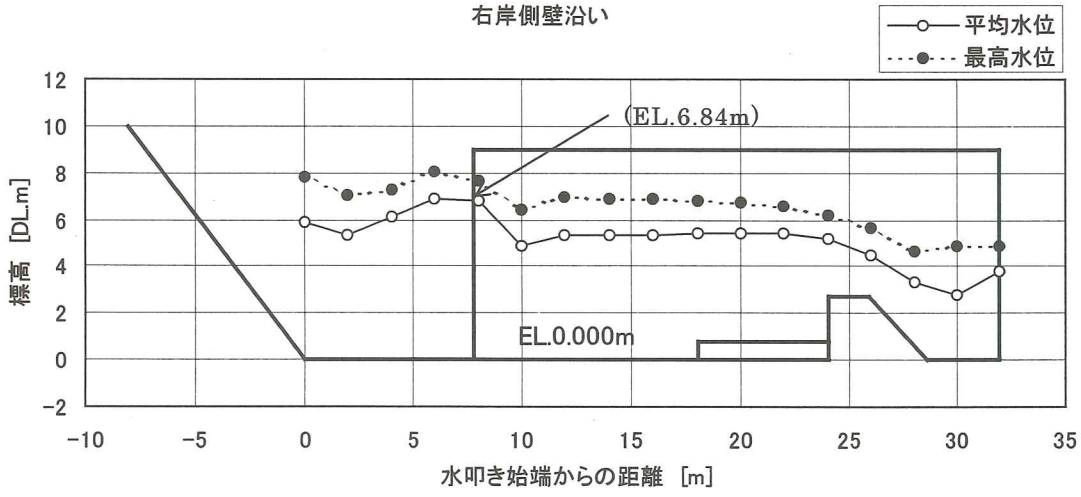


図-5.4.6(3)　減勢池比較形状４（最終形状）の水面形　（ダム設計洪水流量 590m³/s）

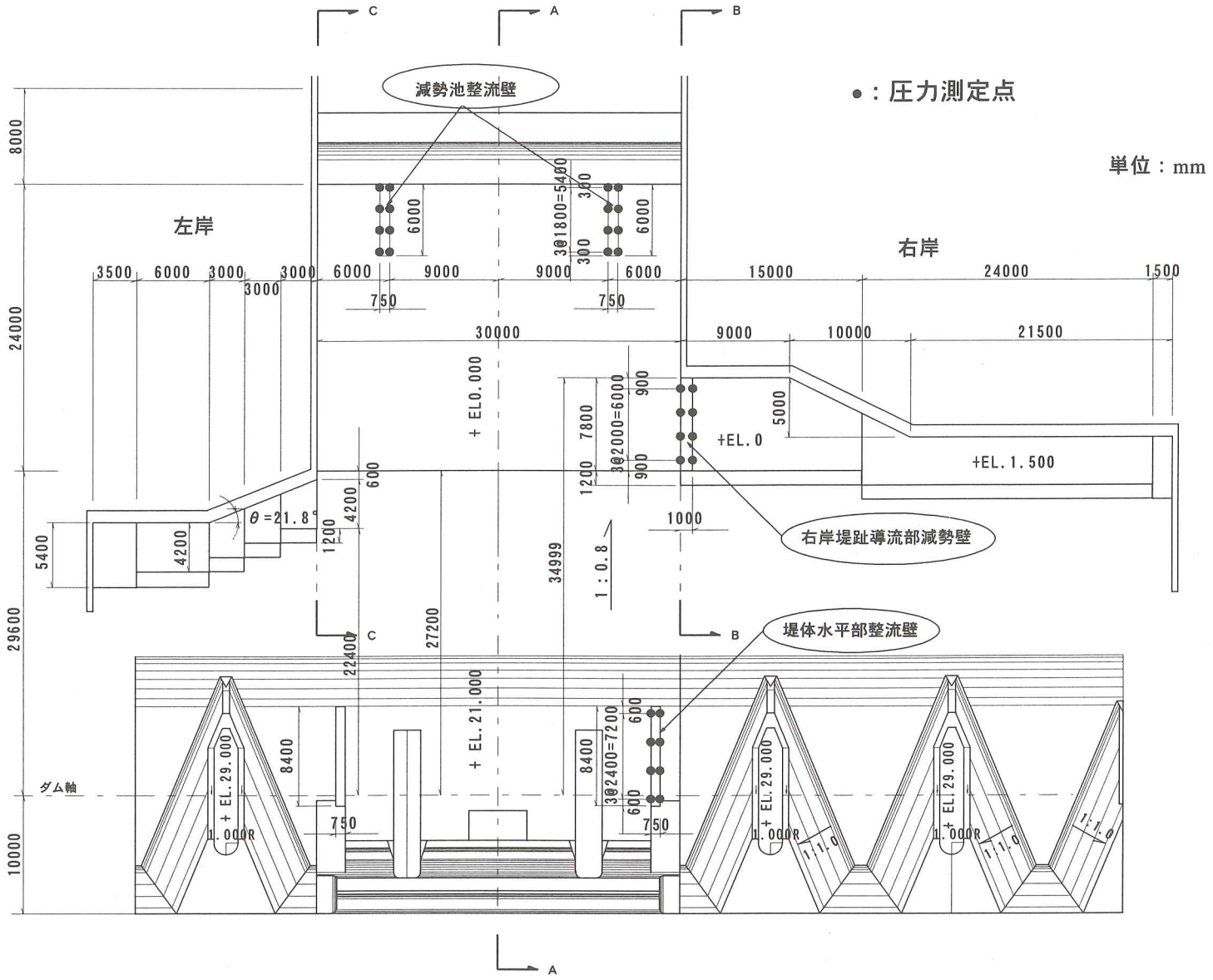


図-5.4.7 (1)　整流壁等の圧力測定位置（平面図）

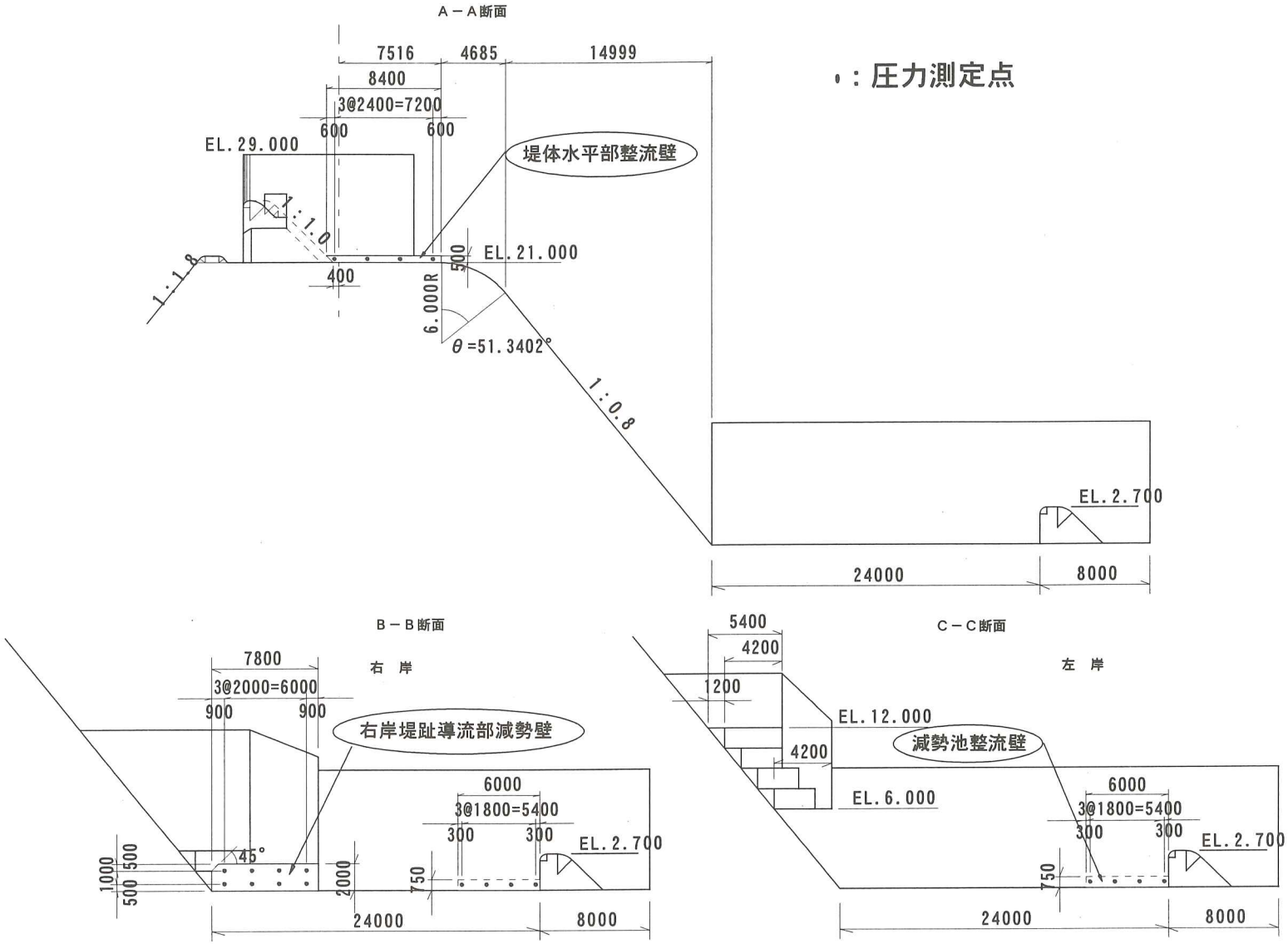
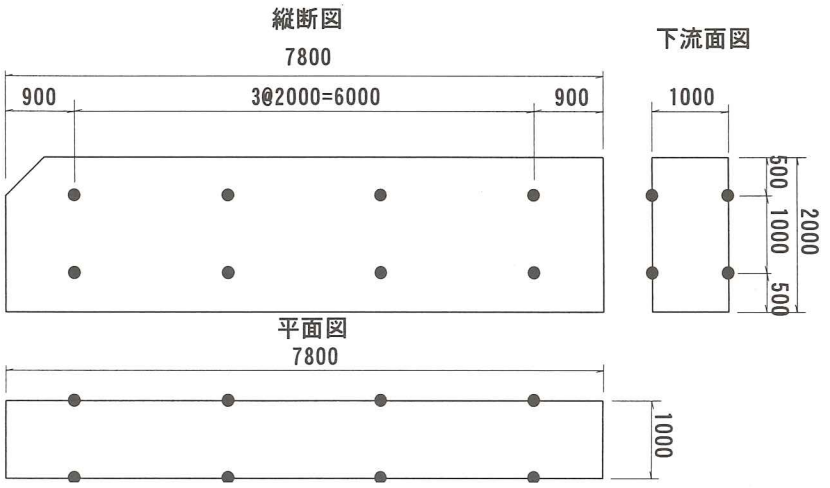


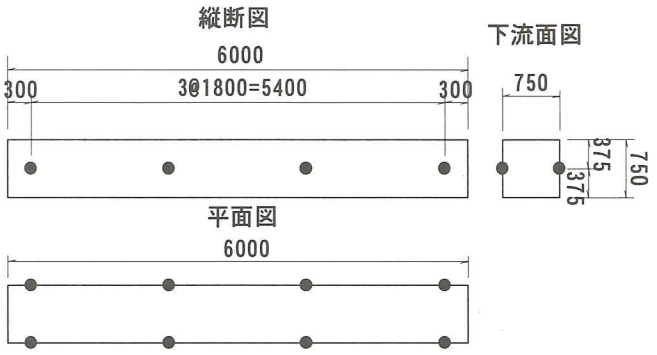
図-5.4.7 (2)　整流壁等の圧力測定位置（断面図）



堤体水平部整流板（右岸側）



右岸堤趾導流部隔壁



減勢池内整流壁（右岸側及び左岸側）

図-5.4.7 (3)　整流壁等の圧力測定位置（詳細図）

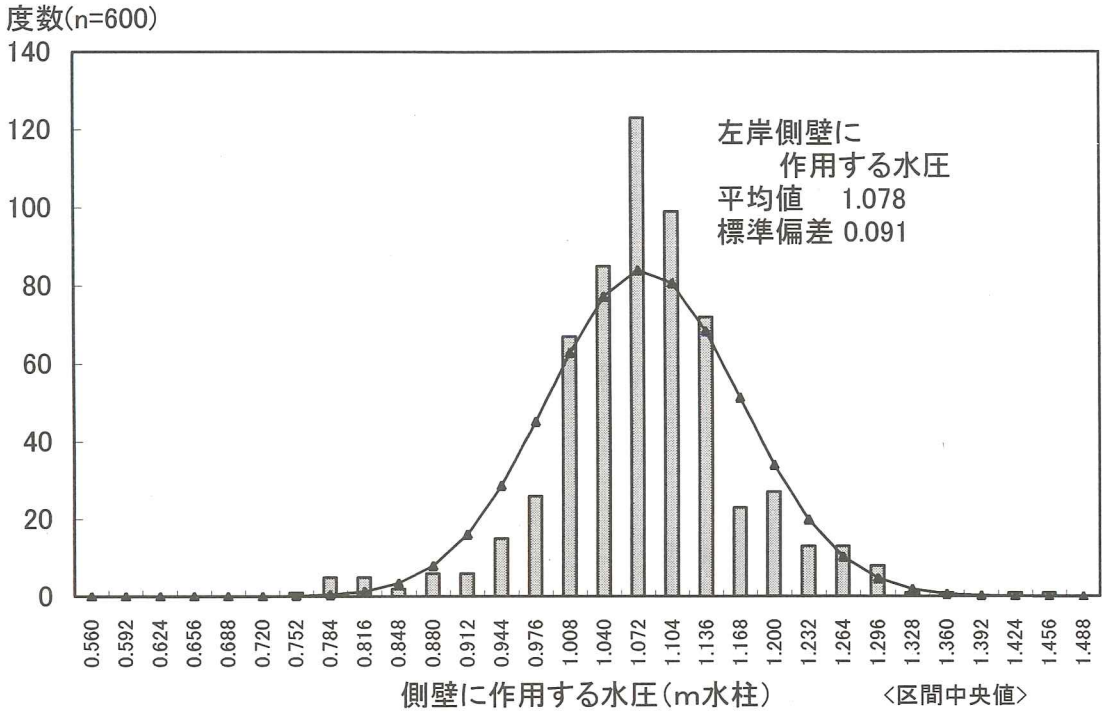


図-5.4.8(1)　堤体水平部整流壁に作用する水圧(130m3/s、上流端から0.6m)

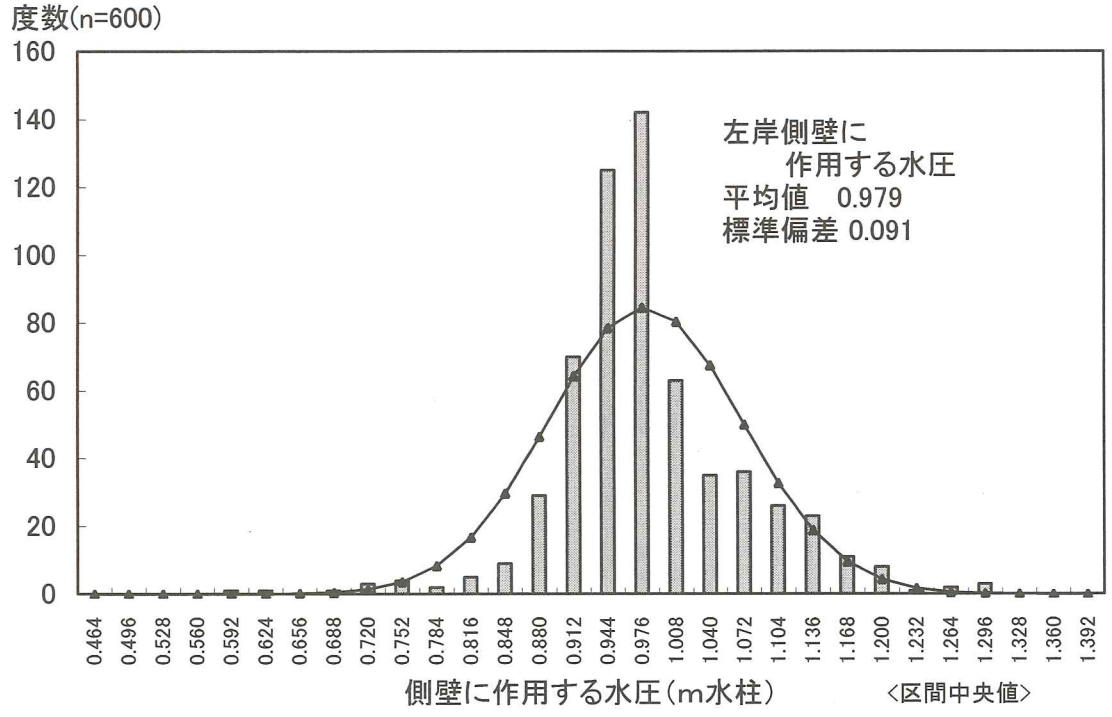


図-5.4.8(2)　堤体水平部整流壁に作用する水圧(130m3/s、上流端から3.0m)

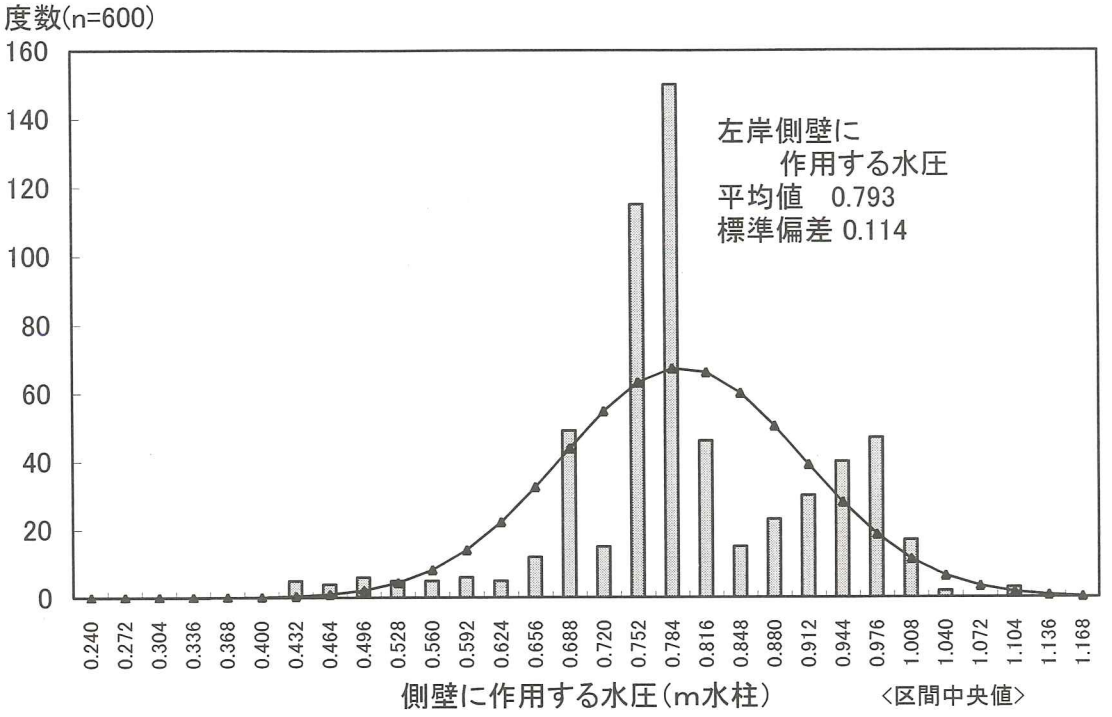


図-5.4.8(3)　堤体水平部整流壁に作用する水圧(130m3/s、上流端から5.4m)

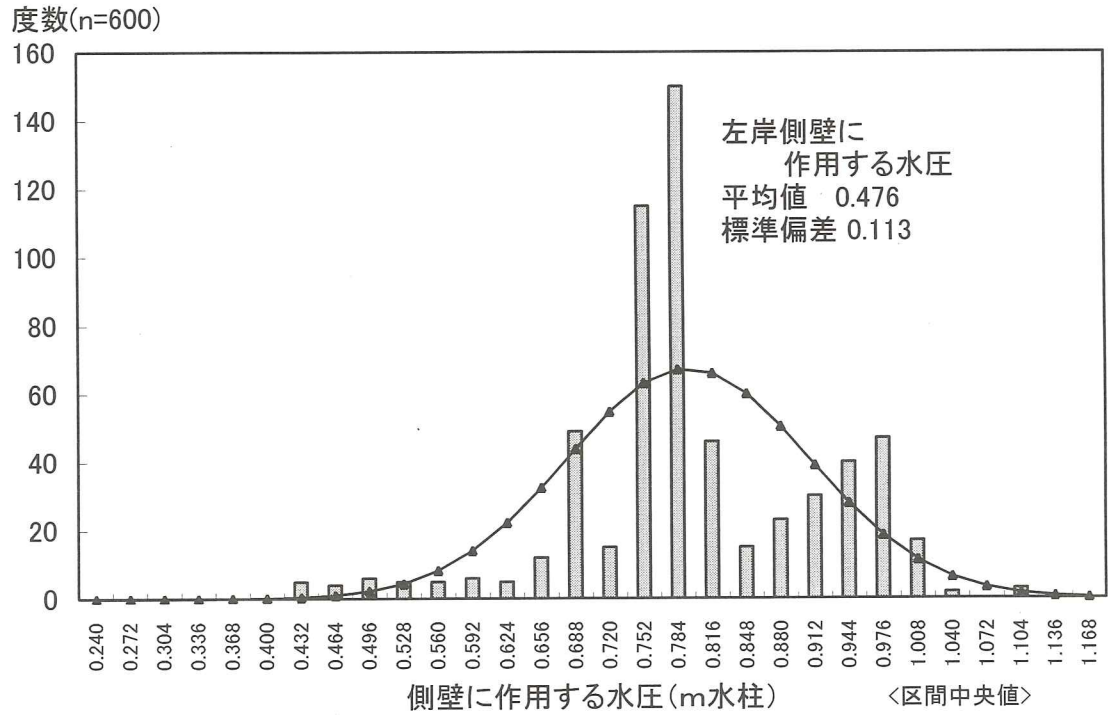


図-5.4.8(4)　堤体水平部整流壁に作用する水圧(130m3/s、上流端から7.8m)

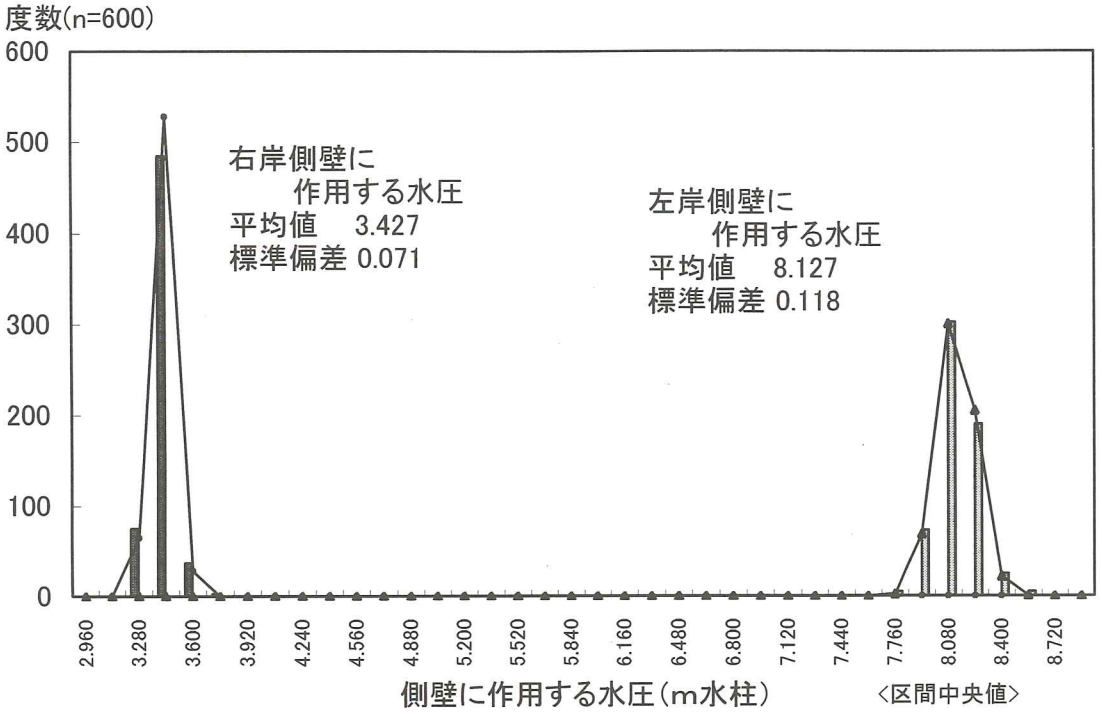


図-5.4.8(5)　堤体水平部整流壁に作用する水圧(590m3/s、上流端から0.6m)

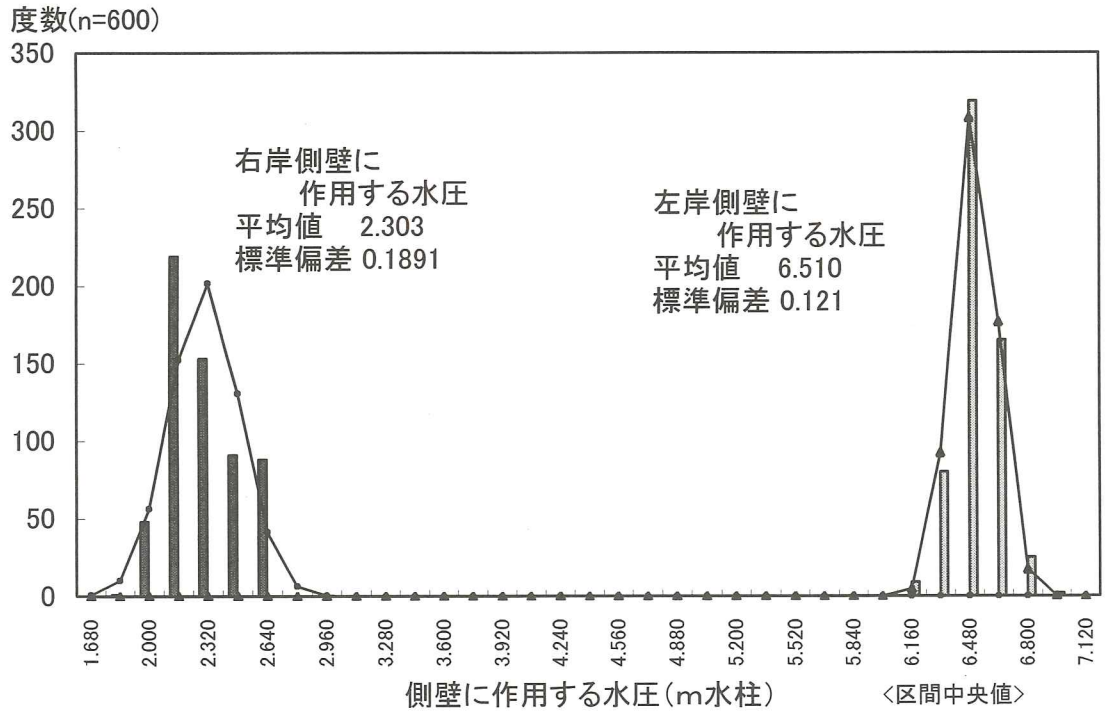


図-5.4.8(6)　堤体水平部整流壁に作用する水圧(590m3/s、上流端から3.0m)

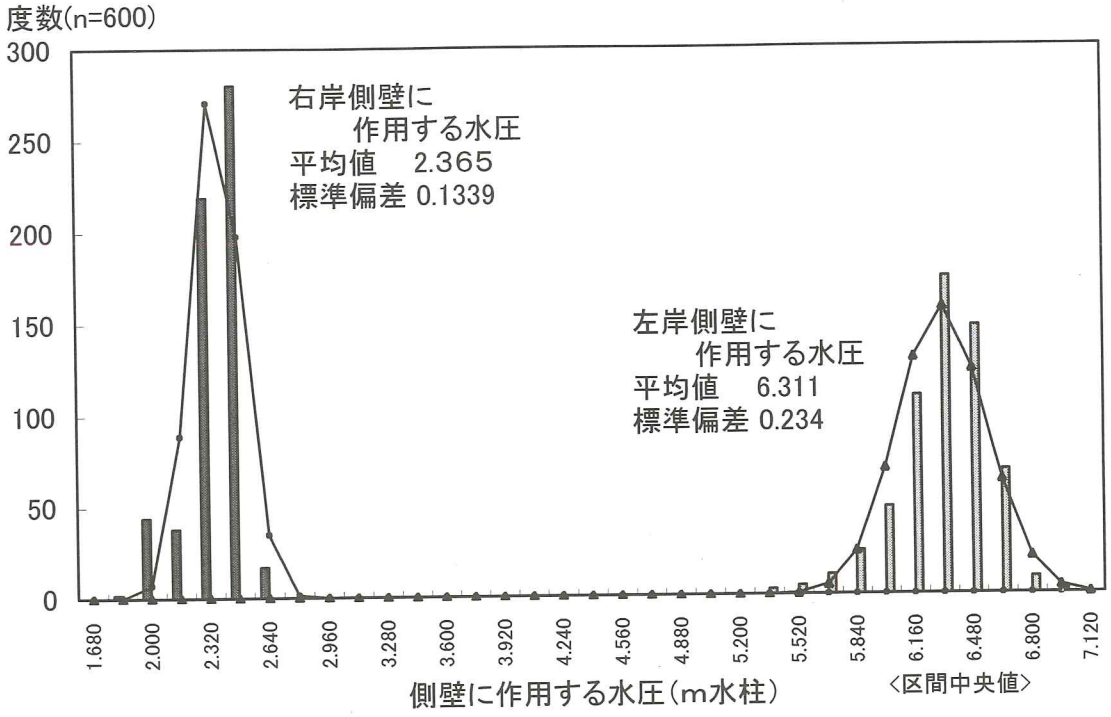


図-5.4.8(7)　堤体水平部整流壁に作用する水圧(590m3/s、上流端から5.4m)

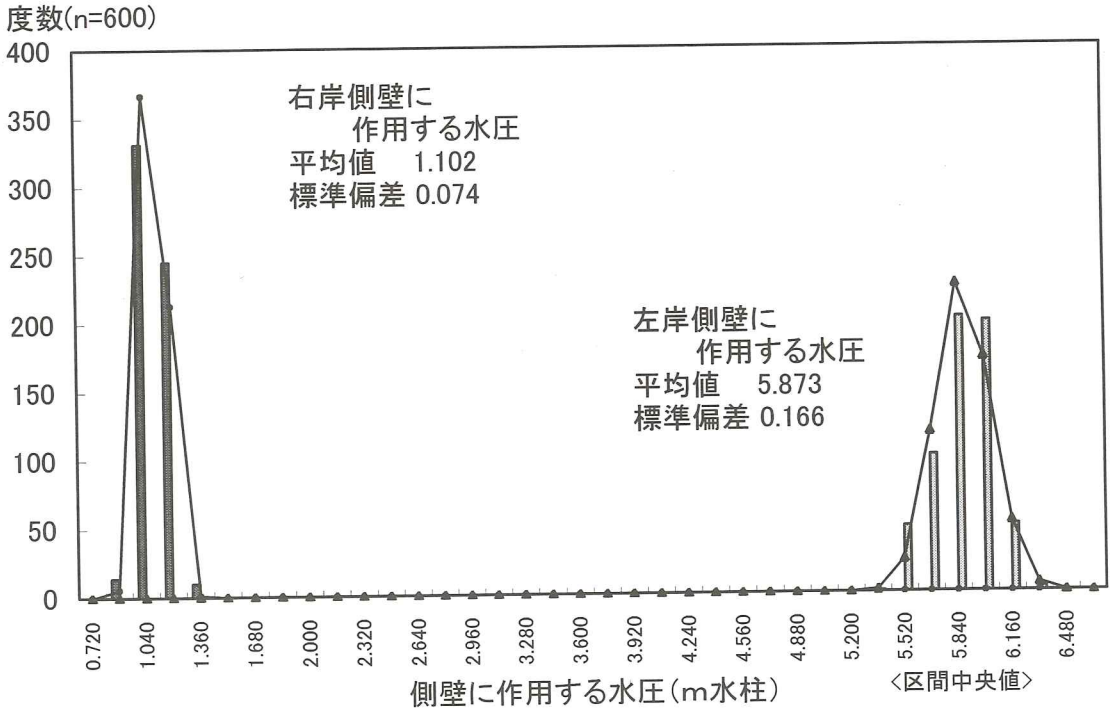


図-5.4.8(8)　堤体水平部整流壁に作用する水圧(590m3/s、上流端から7.8m)

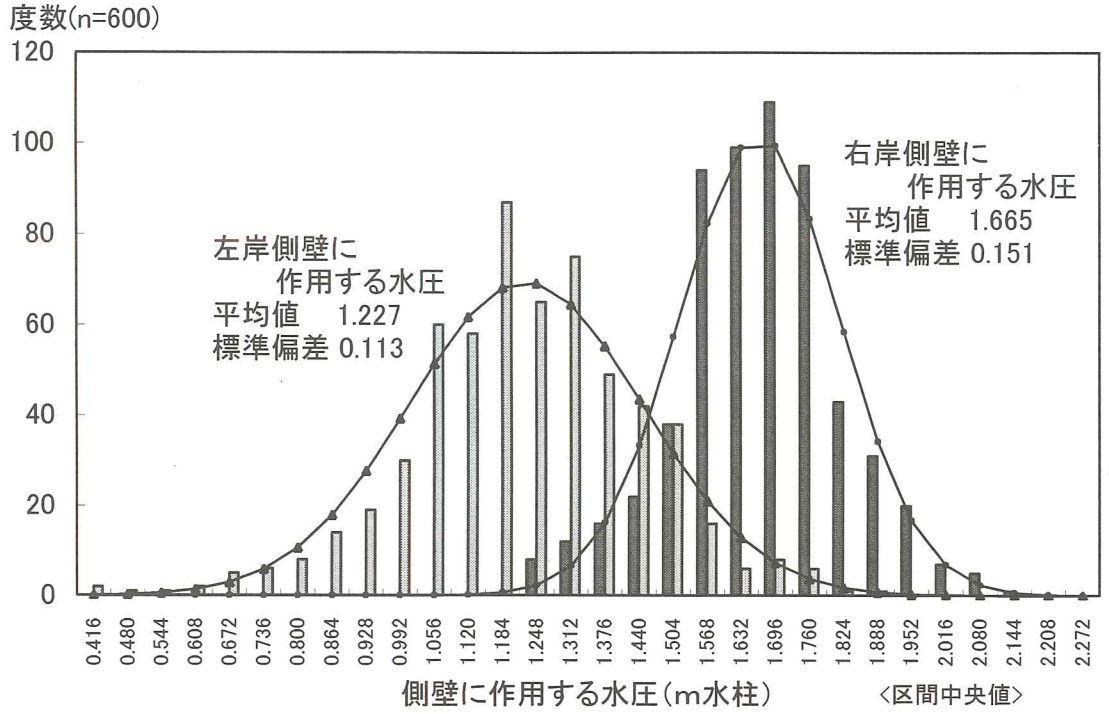


図-5.4.9(1)　右岸堤趾導流部隔壁に作用する水圧(130m3/s、上段、上流端から0.9m)

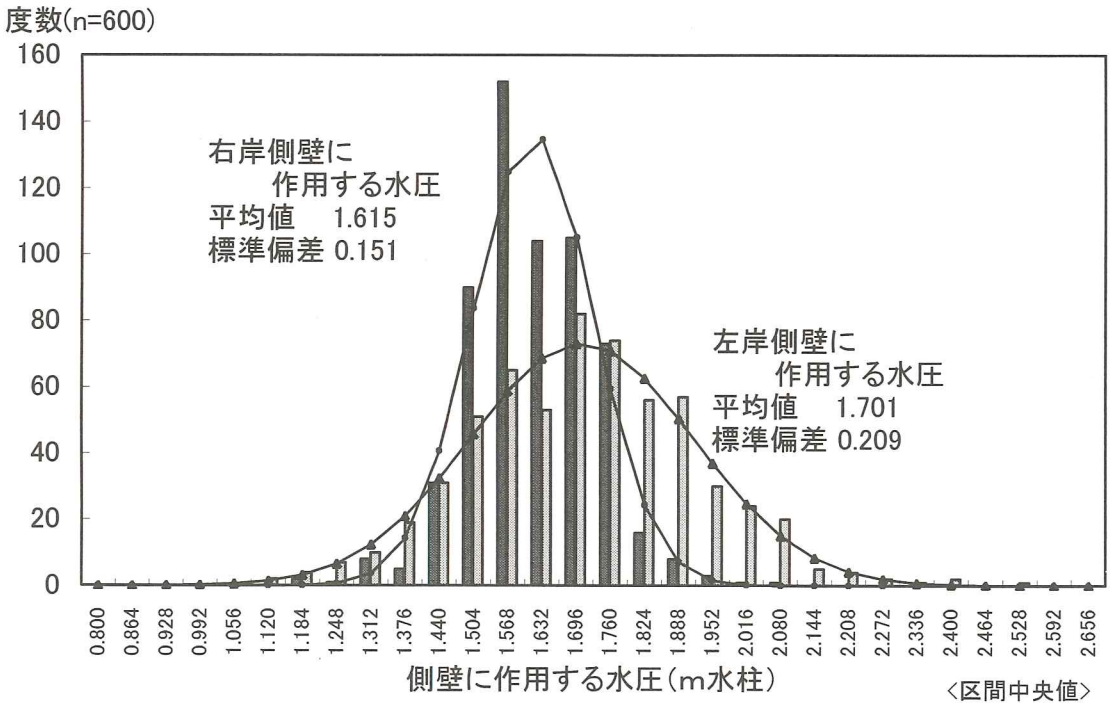


図-5.4.9(2)　右岸堤趾導流部隔壁に作用する水圧(130m3/s、上段、上流端から2.9m)

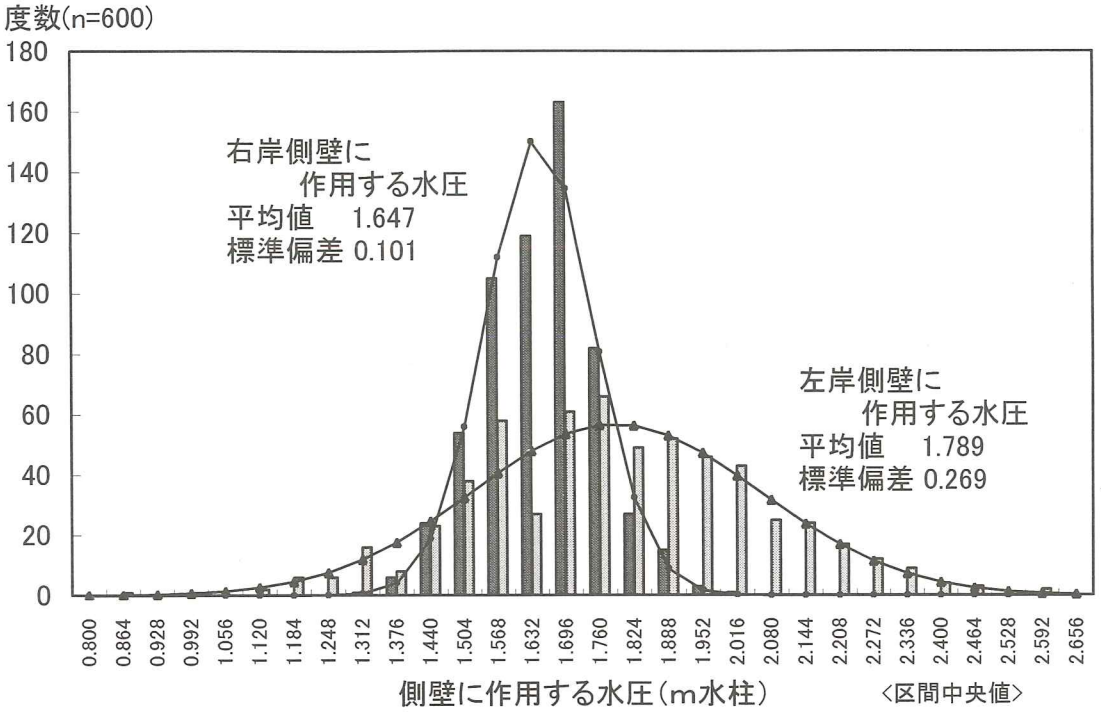


図-5.4.9(3) 右岸堤趾導流部隔壁に作用する水圧(130m3/s、上段、上流端から4.9m)

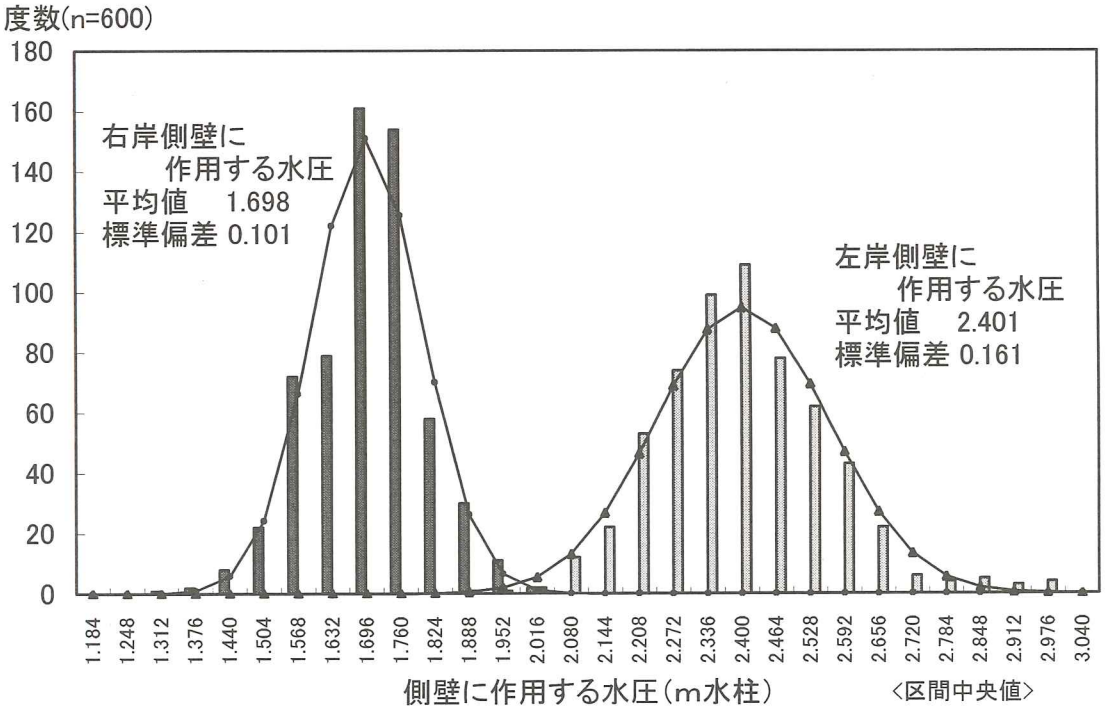


図-5.4.9(4) 右岸堤趾導流部隔壁に作用する水圧(130m3/s、上段、上流端から6.9m)

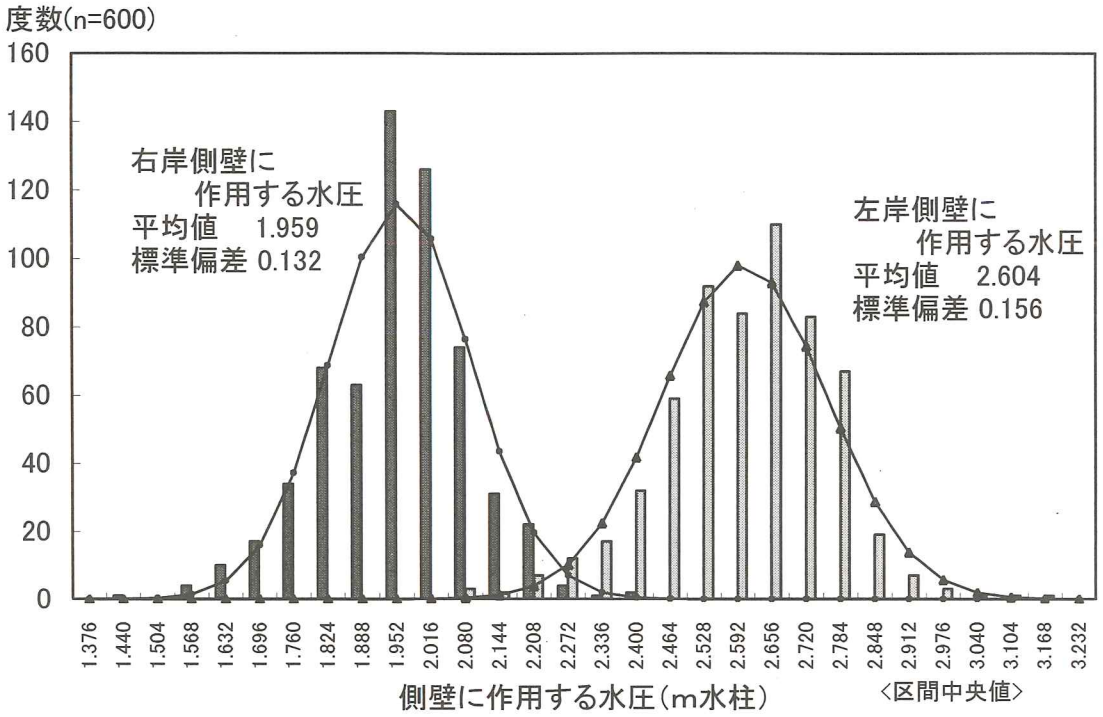


図-5.4.9(5)　右岸堤趾導流部隔壁に作用する水圧(130m3/s、下段、上流端から0.9m)

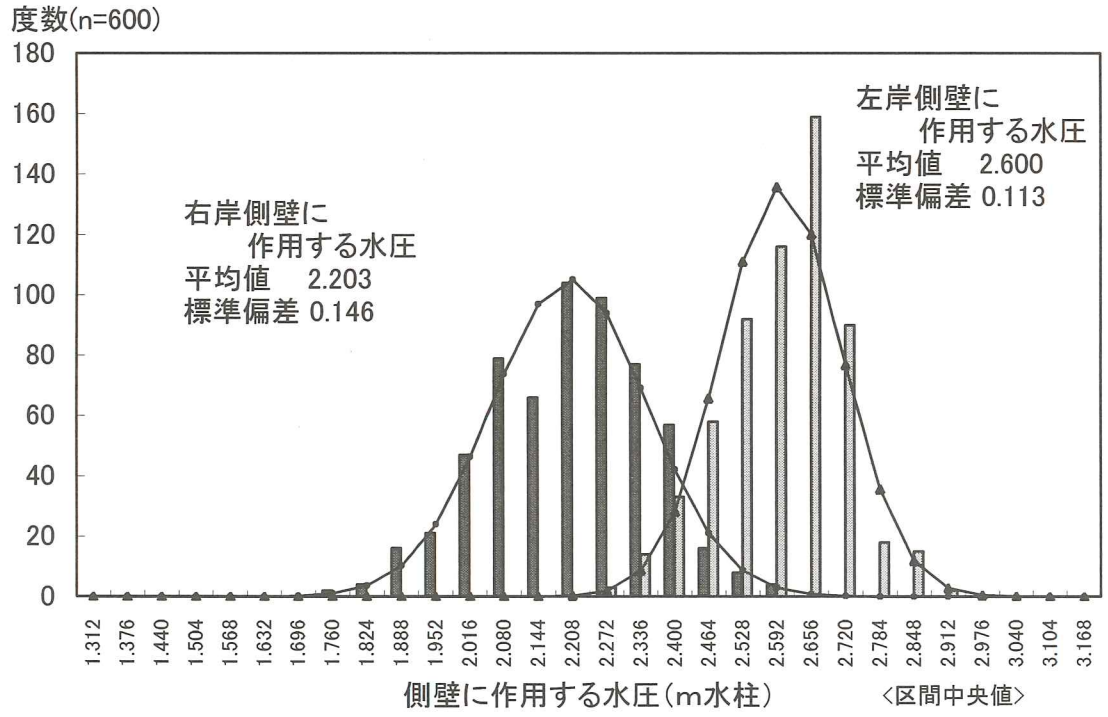


図-5.4.9(6)　右岸堤趾導流部隔壁に作用する水圧(130m3/s、下段、上流端から2.9m)

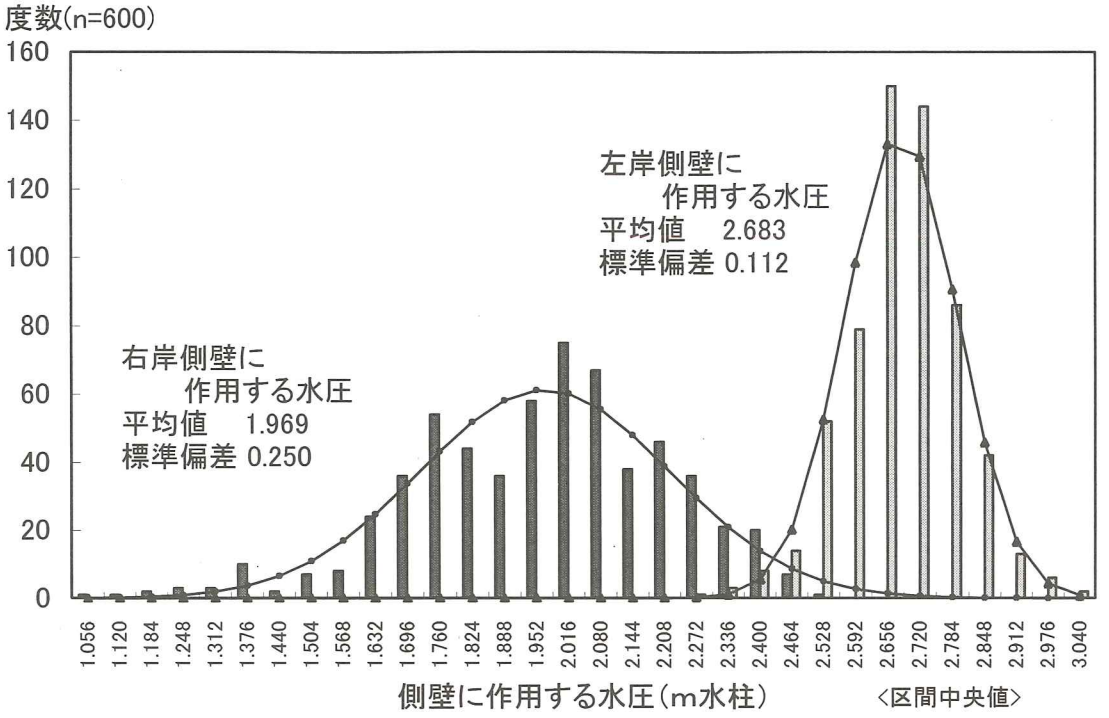


図-5.4.9(7)　右岸堤趾導流部隔壁に作用する水圧(130m3/s、下段、上流端から4.9m)

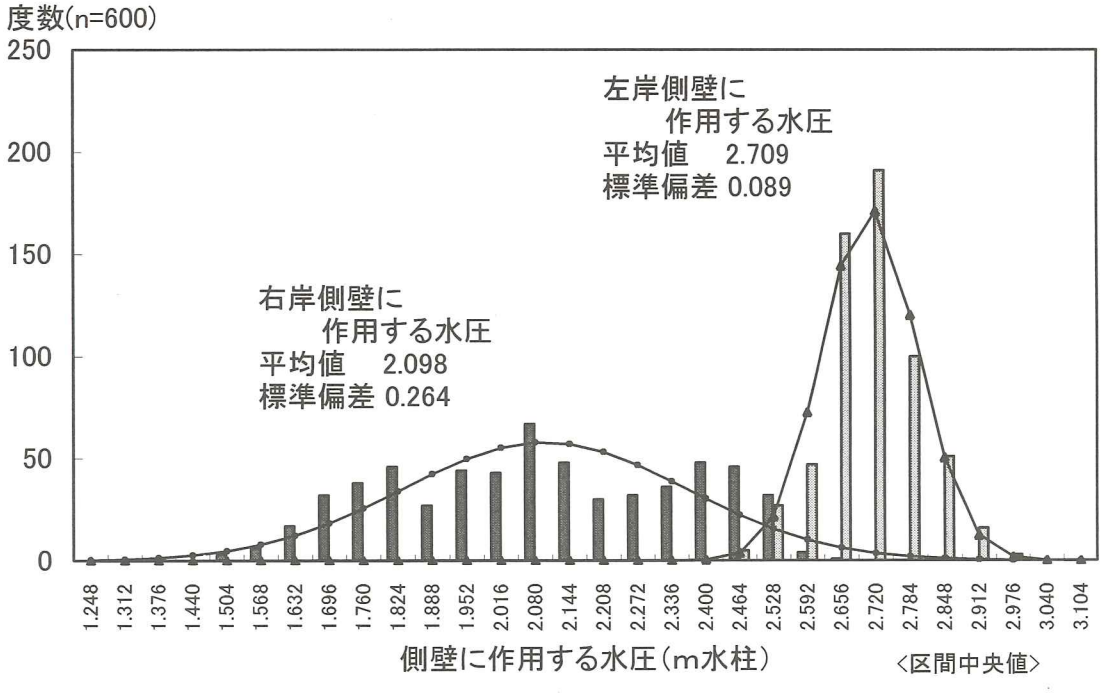


図-5.4.9(8)　右岸堤趾導流部隔壁に作用する水圧(130m3/s、下段、上流端から6.9m)

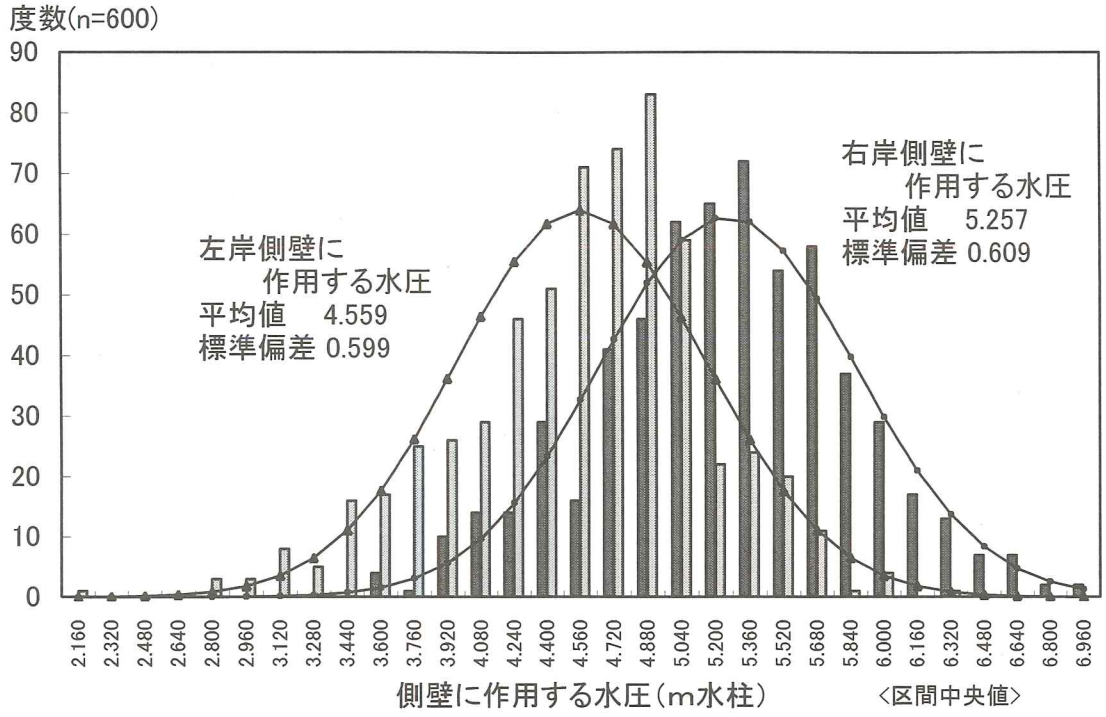


図-5.4.9(9)　右岸堤趾導流部隔壁に作用する水圧(590m3/s、上段、上流端から0.9m)

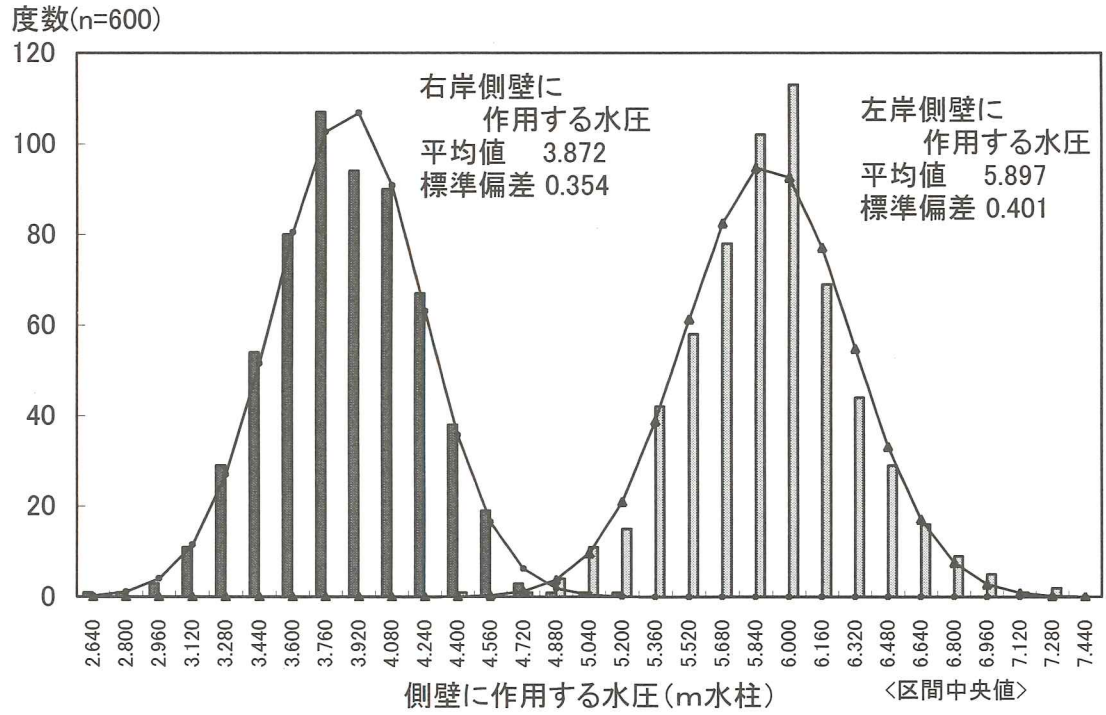


図-5.4.9(10)　右岸堤趾導流部隔壁に作用する水圧(590m3/s、上段、上流端から2.9m)

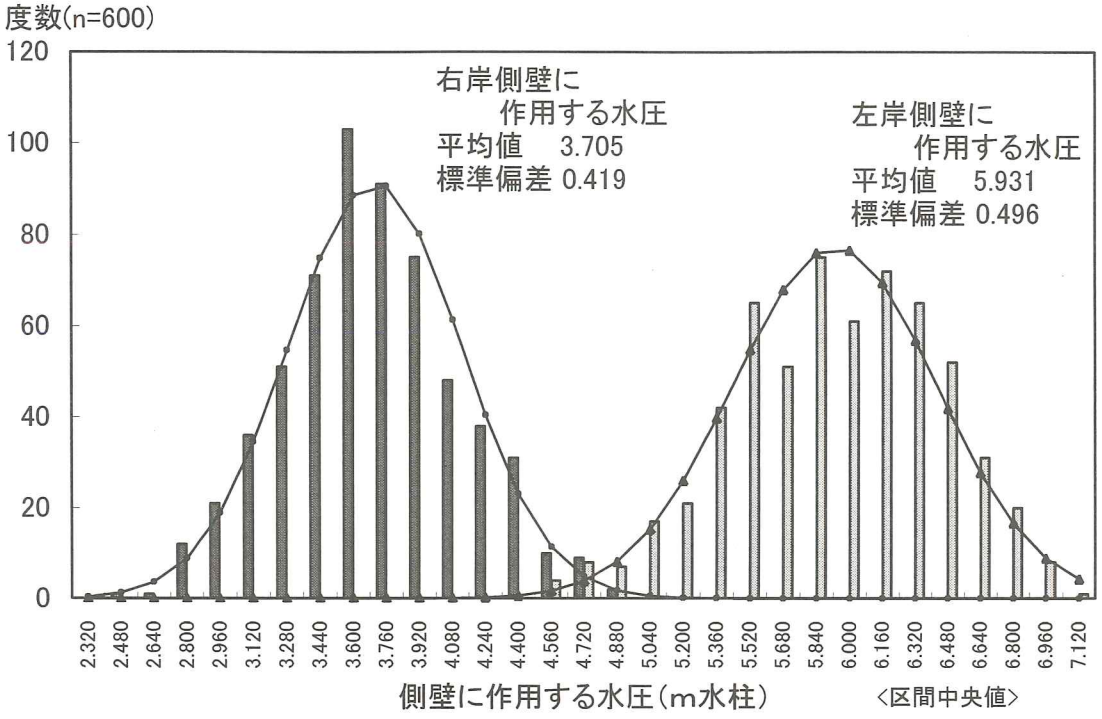


図-5.4.9(11)　右岸堤趾導流部隔壁に作用する水圧(590m3/s、上段、上流端から4.9m

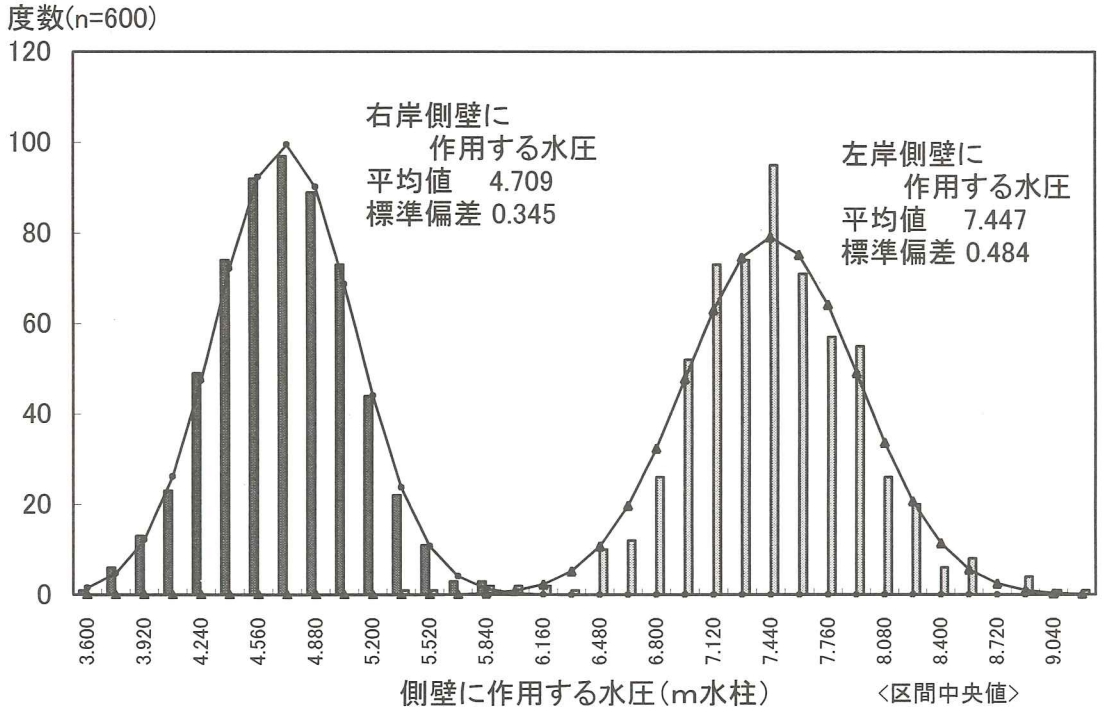


図-5.4.9(12)　右岸堤趾導流部隔壁に作用する水圧(590m3/s、上段、上流端から6.9m

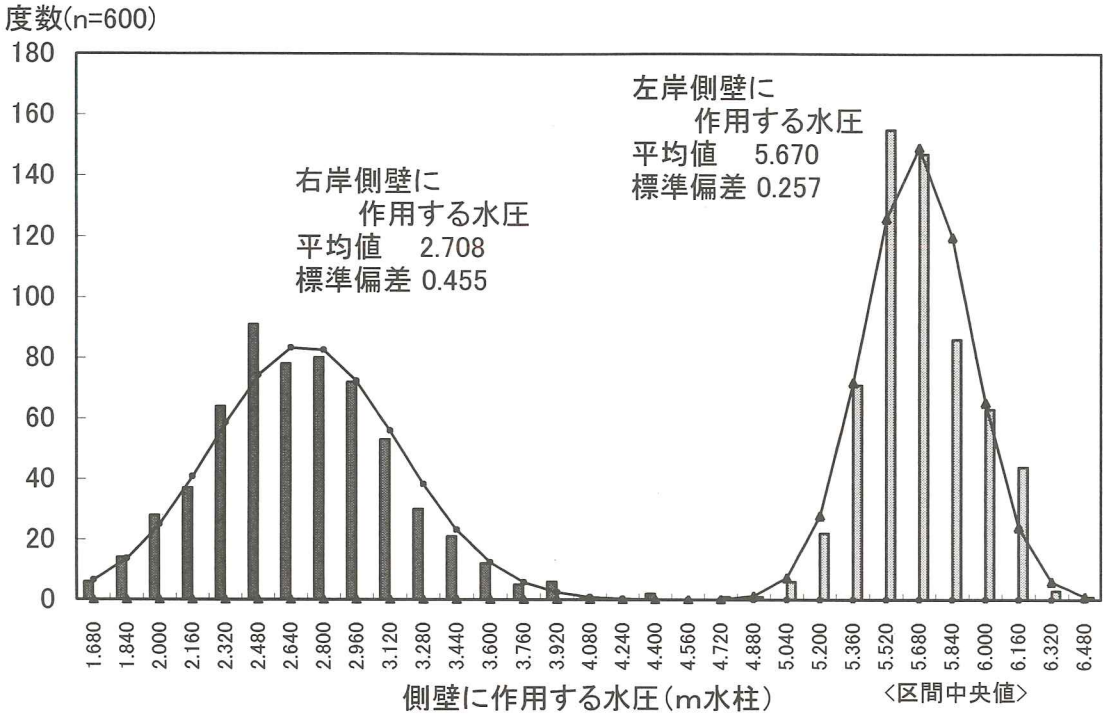


図-5.4.9(13)　右岸堤趾導流部隔壁に作用する水圧(590m3/s、下段、上流端から0.9m)

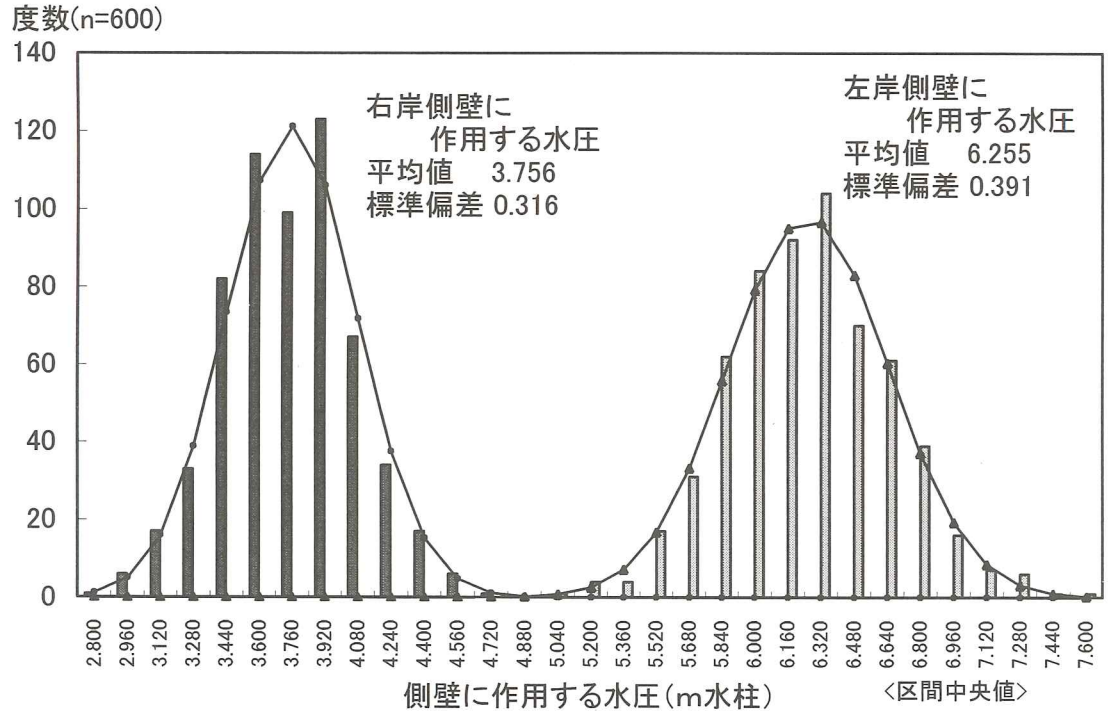


図-5.4.9(14)　右岸堤趾導流部隔壁に作用する水圧(590m3/s、下段、上流端から2.9m)

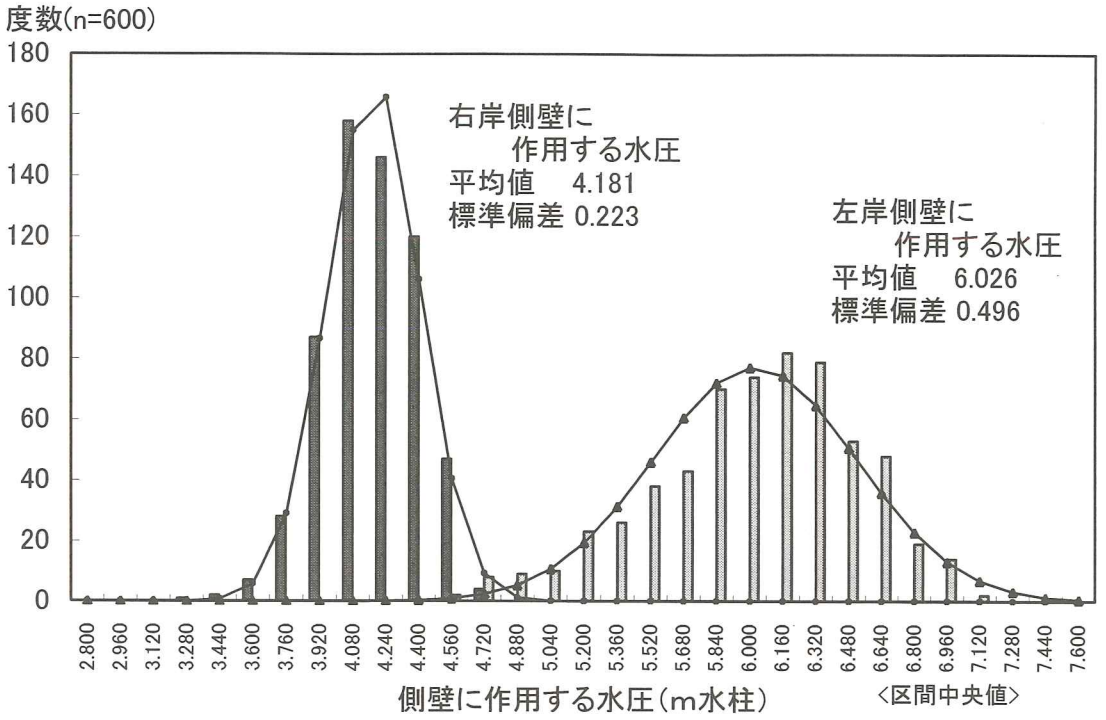


図-5.4.9(15)　右岸堤趾導流部隔壁に作用する水圧(590m3/s、下段、上流端から4.9m

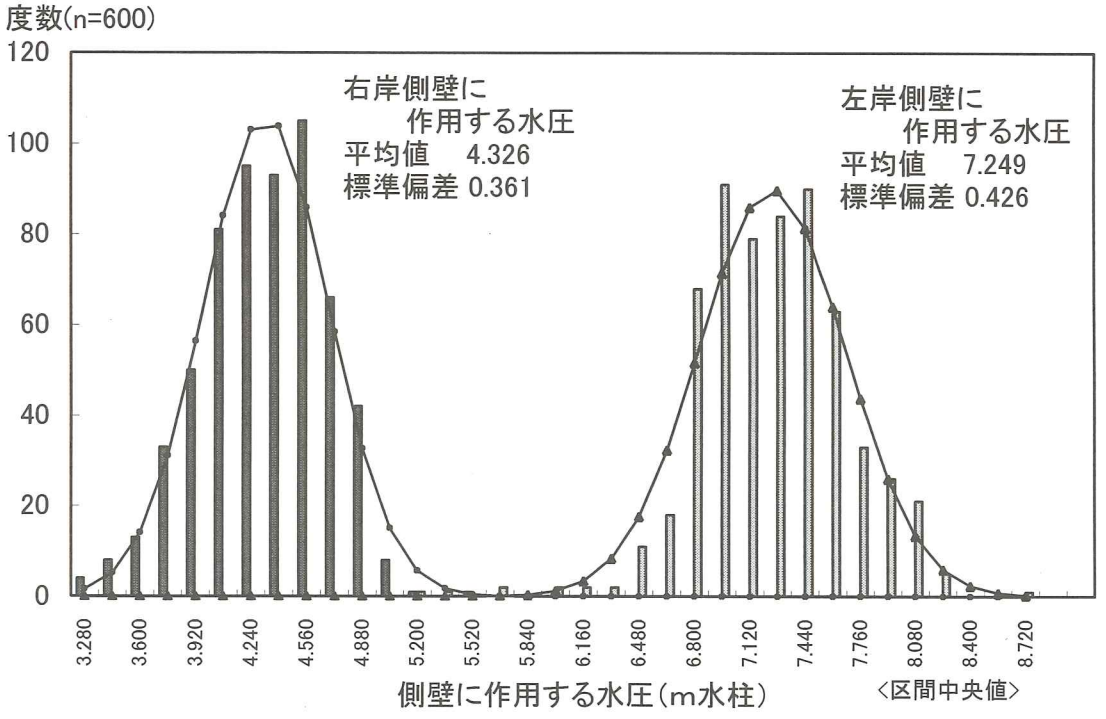


図-5.4.9(16)　右岸堤趾導流部隔壁に作用する水圧(590m3/s、下段、上流端から6.9m

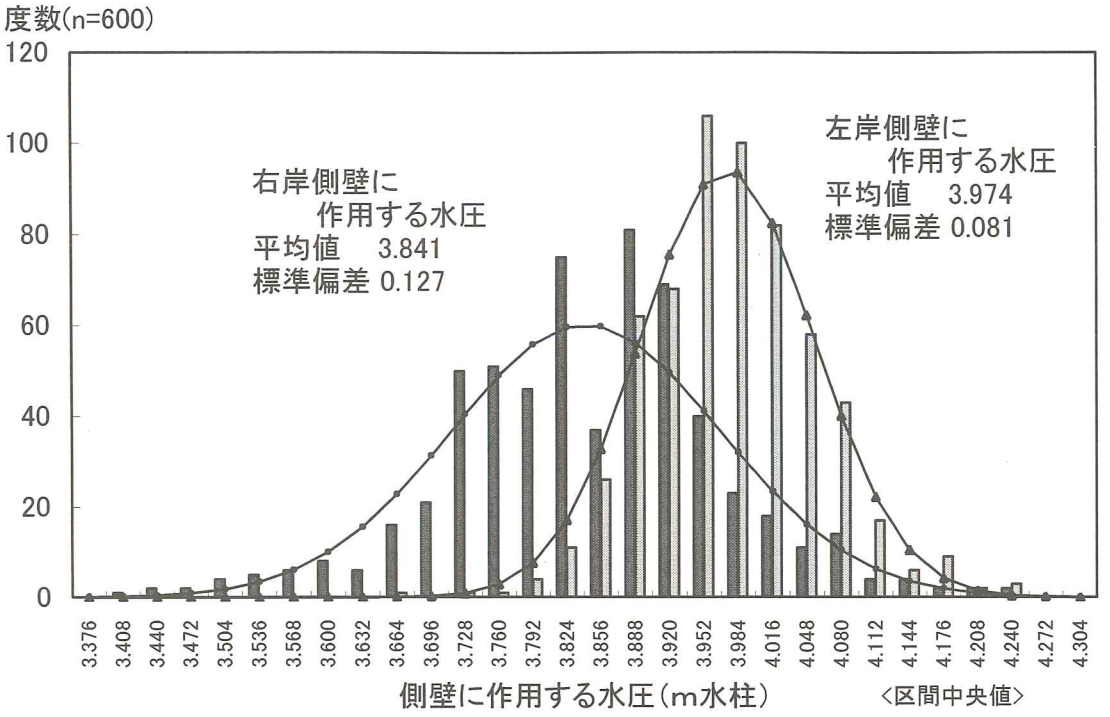


図-5.4.10(1)　減勢池右岸側整流壁に作用する水圧(130m3/s、上流端から0.3m)

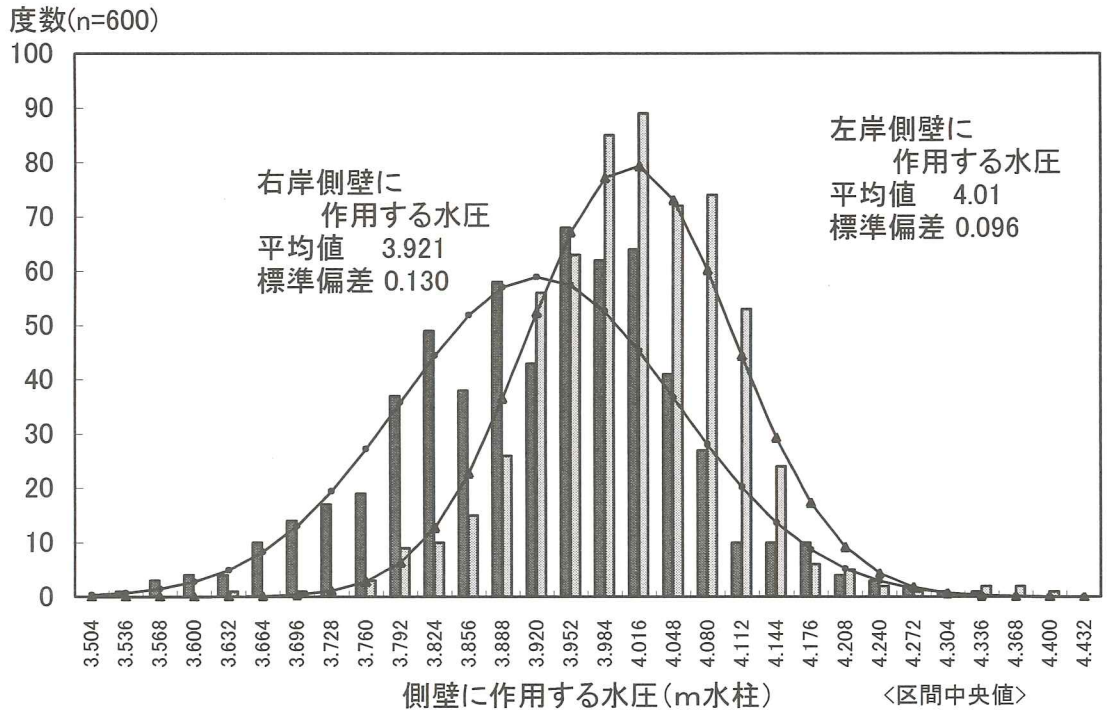


図-5.4.10(2)　減勢池右岸側整流壁に作用する水圧(130m3/s、上流端から2.1m)

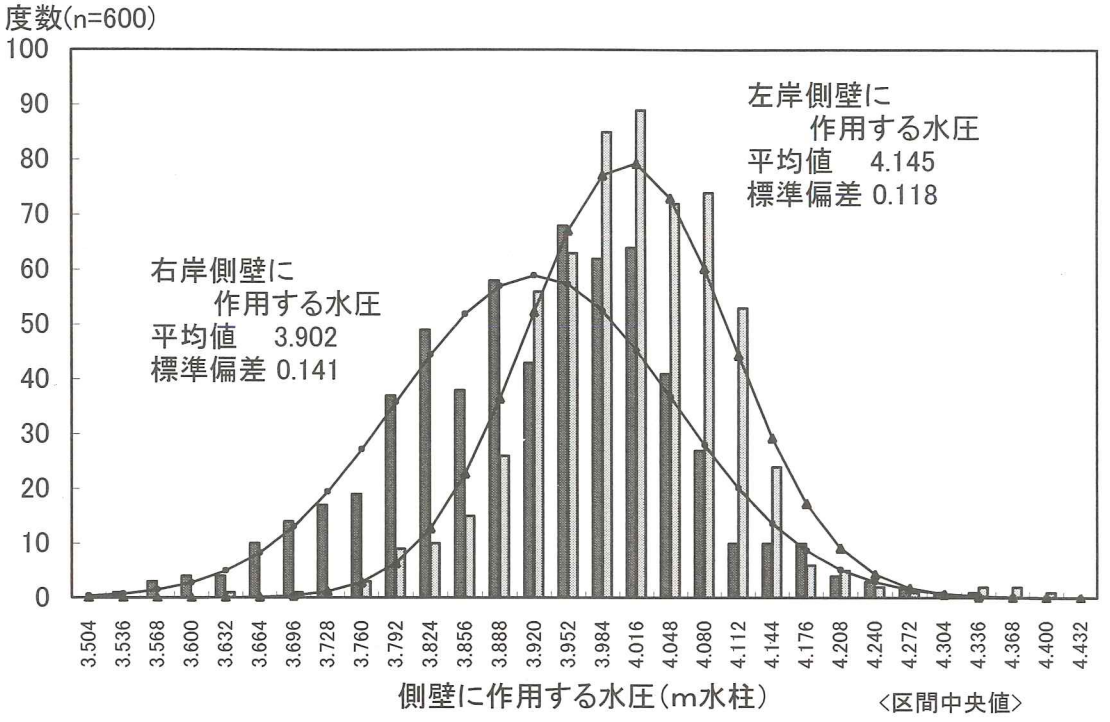


図-5.4.10(3)　減勢池右岸側整流壁に作用する水圧(130m3/s、上流端から3.9m)

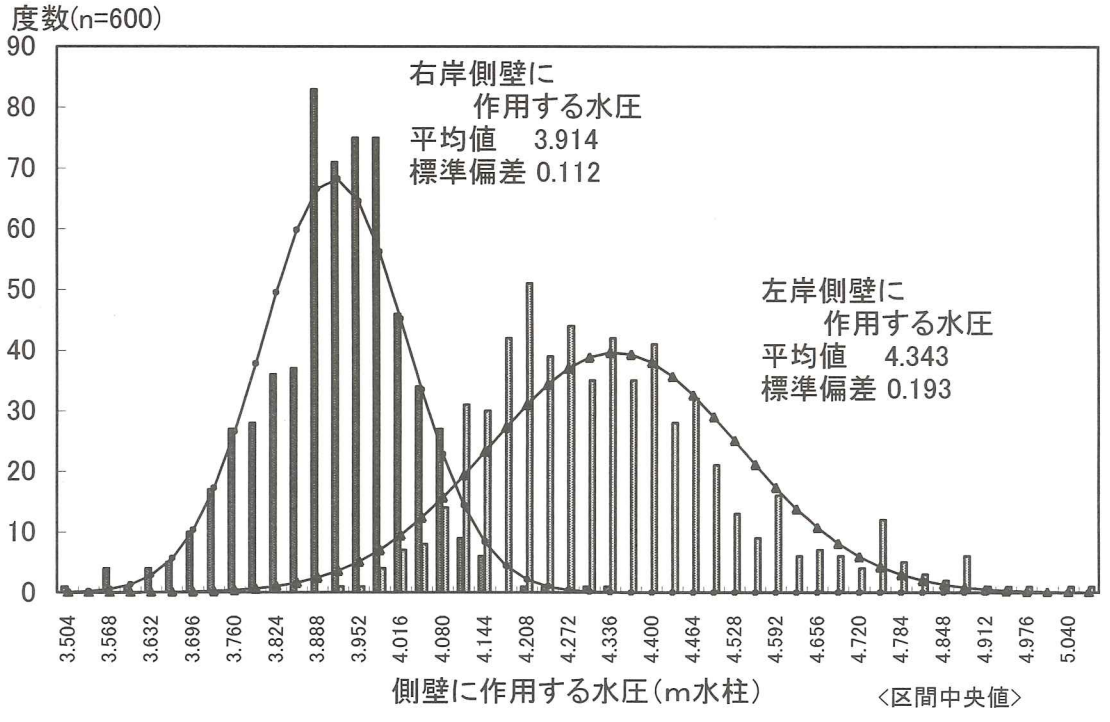


図-5.4.10(4)　減勢池右岸側整流壁に作用する水圧(130m3/s、上流端から5.7m)

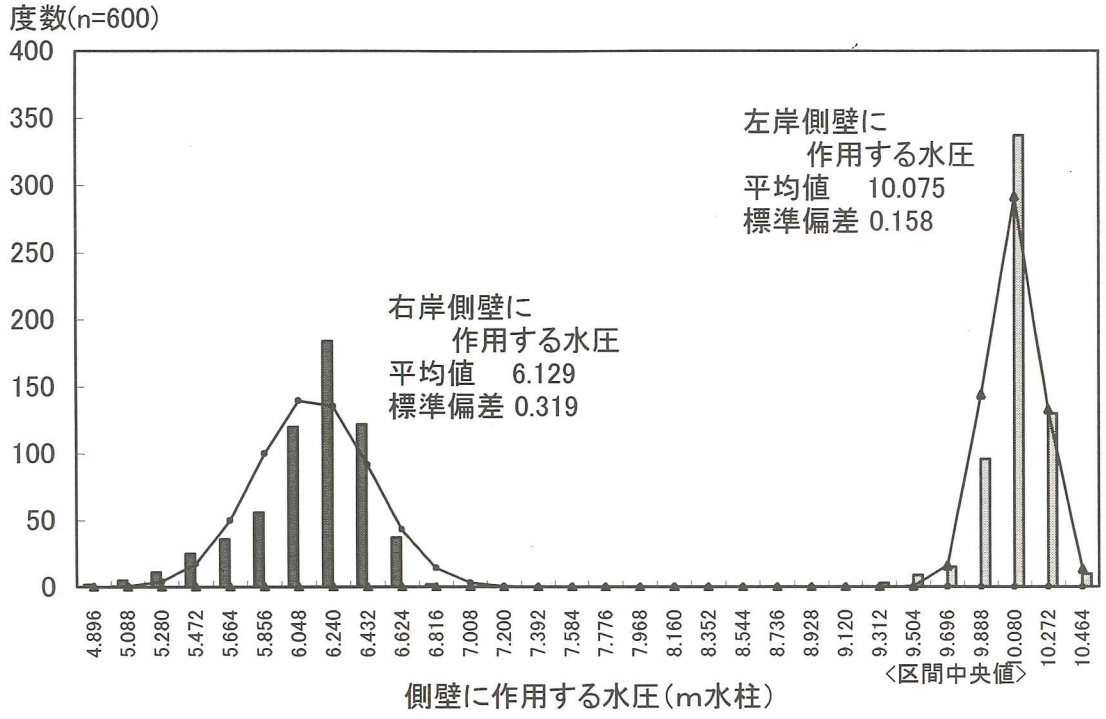


図-5.4.10(5)　減勢池右岸側整流壁に作用する水圧(590m3/s、上流端から0.3m)

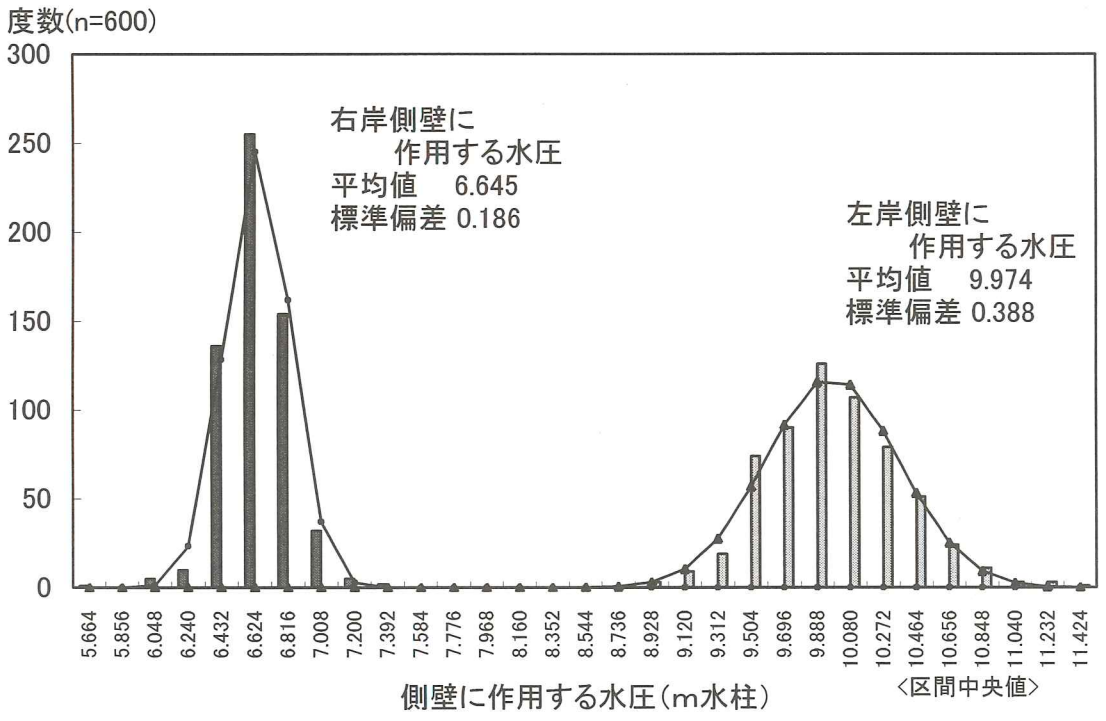


図-5.4.10(6)　減勢池右岸側整流壁に作用する水圧(590m3/s、上流端から2.1m)

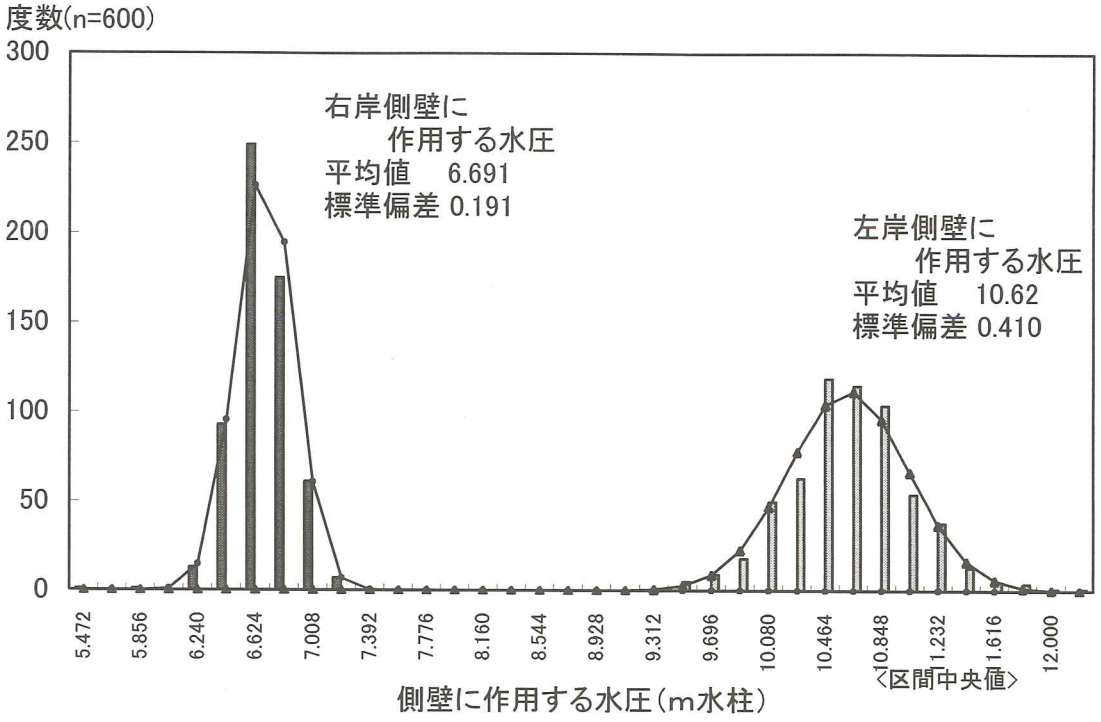


図-5.4.10(7)　減勢池右岸側整流壁に作用する水圧(590m3/s、上流端から3.9m)

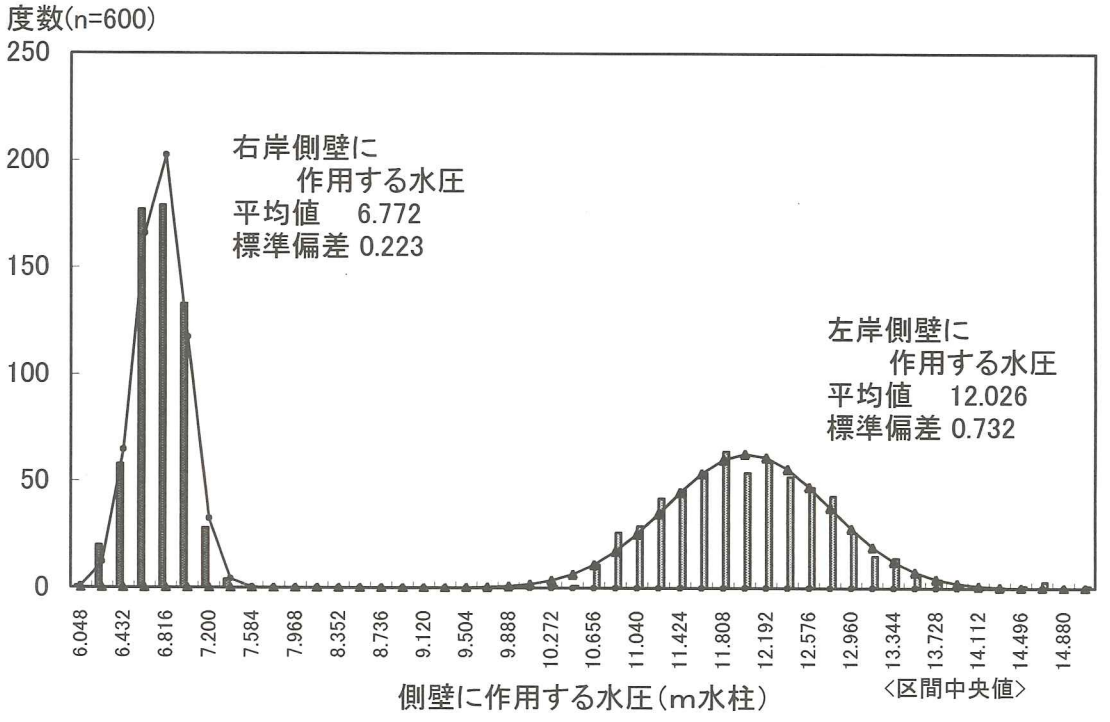


図-5.4.10(8)　減勢池右岸側整流壁に作用する水圧(590m3/s、上流端から5.7m)

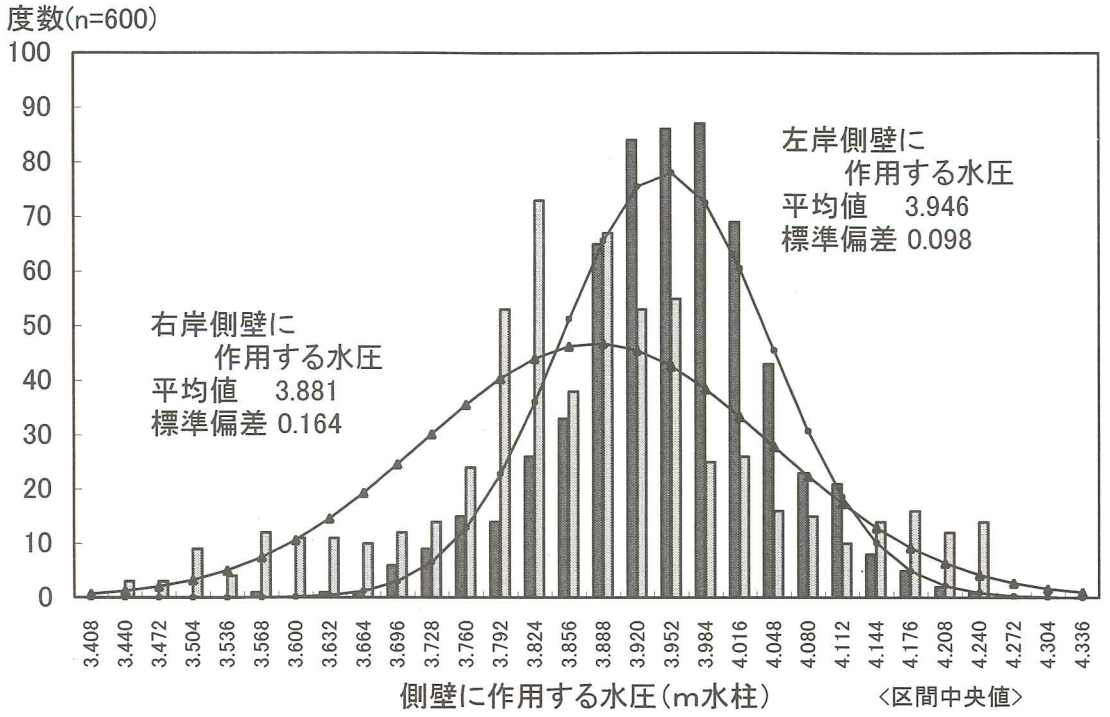


図-5.4.11(1)　減勢池左岸側整流壁作用する水圧(130m3/s、上流端から0.3m)

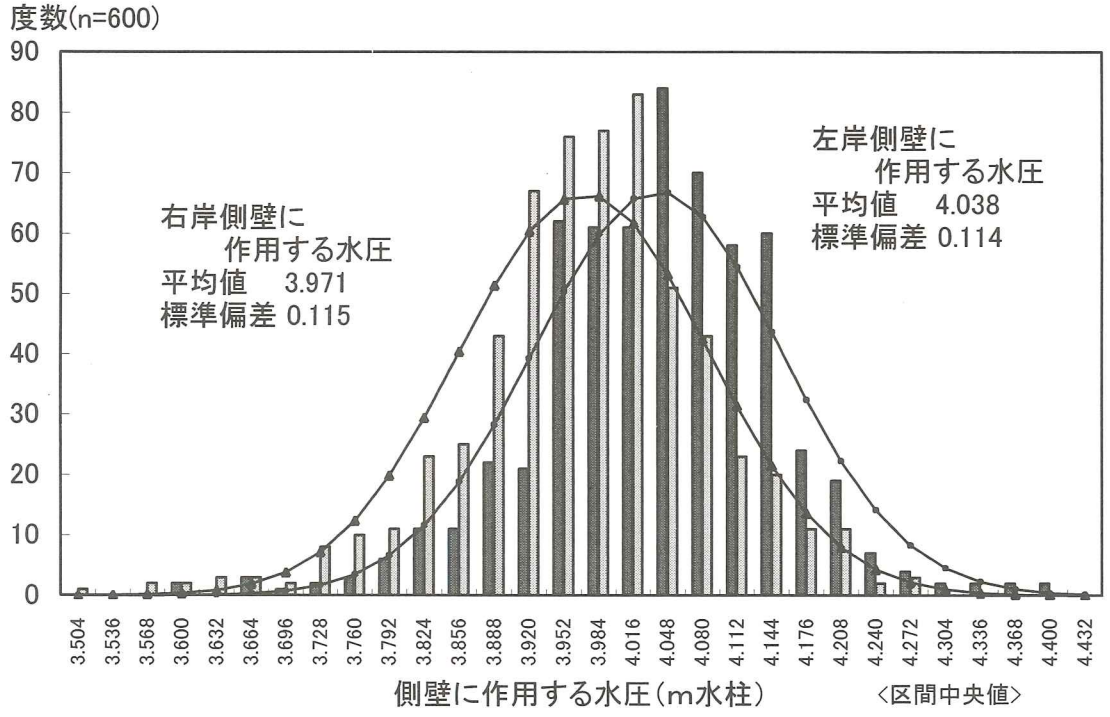


図-5.4.11(2)　減勢池左岸側整流壁作用する水圧(130m3/s、上流端から2.1m)

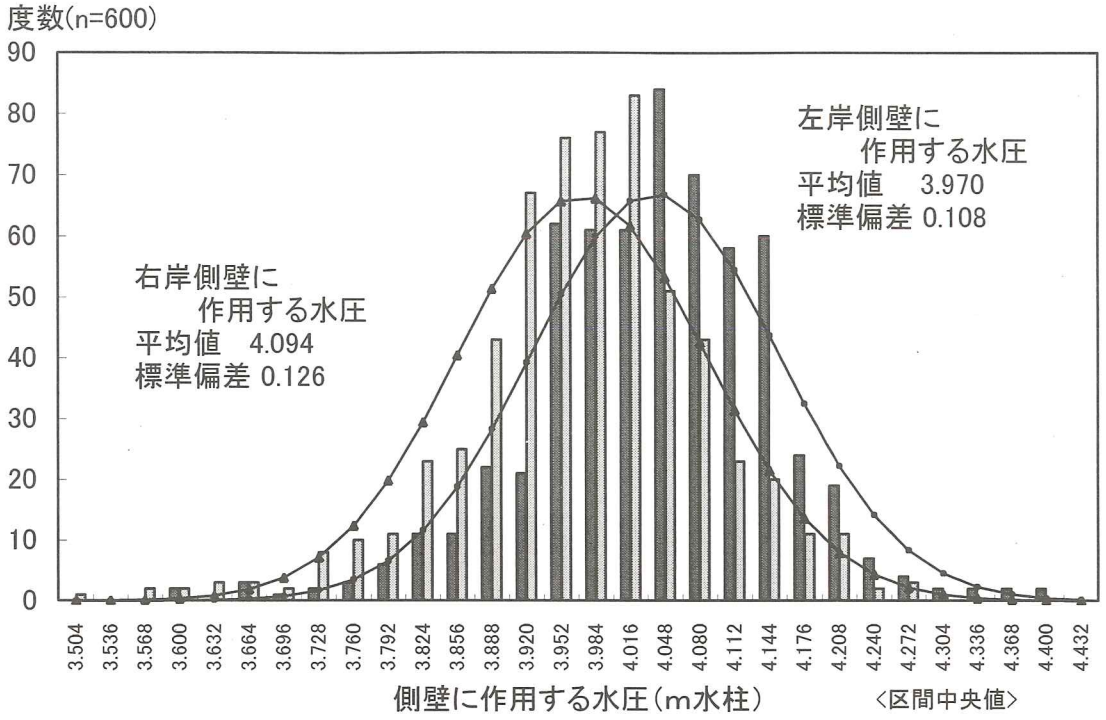


図-5.4.11(3)　減勢池左岸側整流壁作用する水圧(130m3/s、上流端から3.9m)

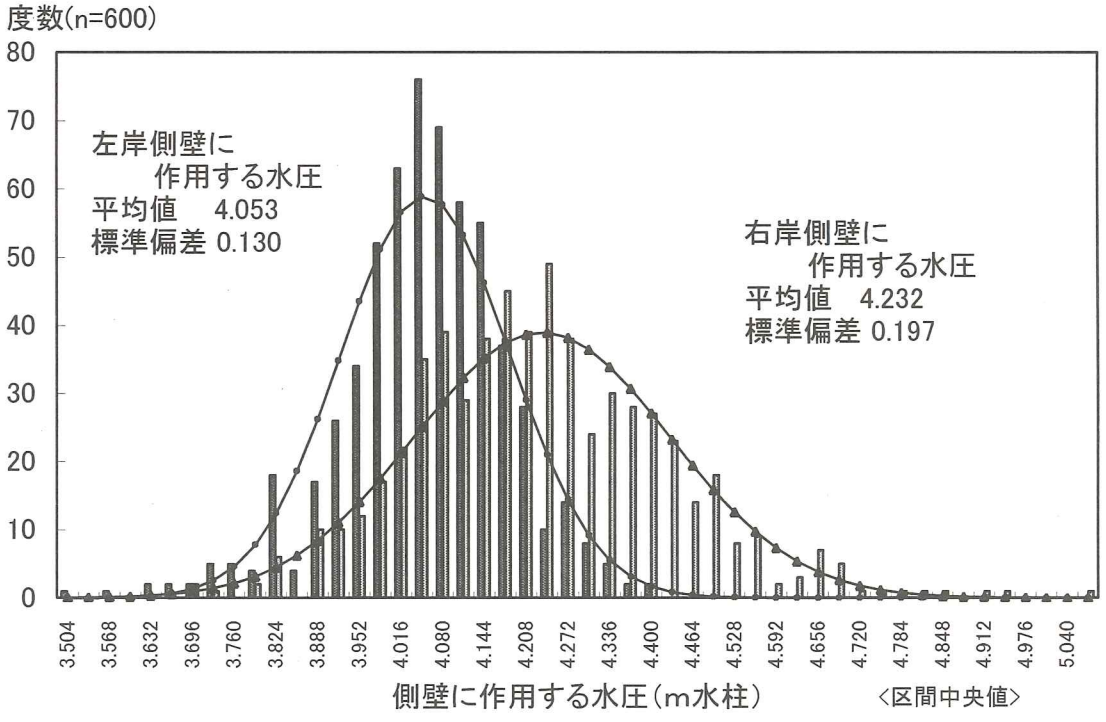


図-5.4.11(4)　減勢池左岸側整流壁作用する水圧(130m3/s、上流端から5.7m)

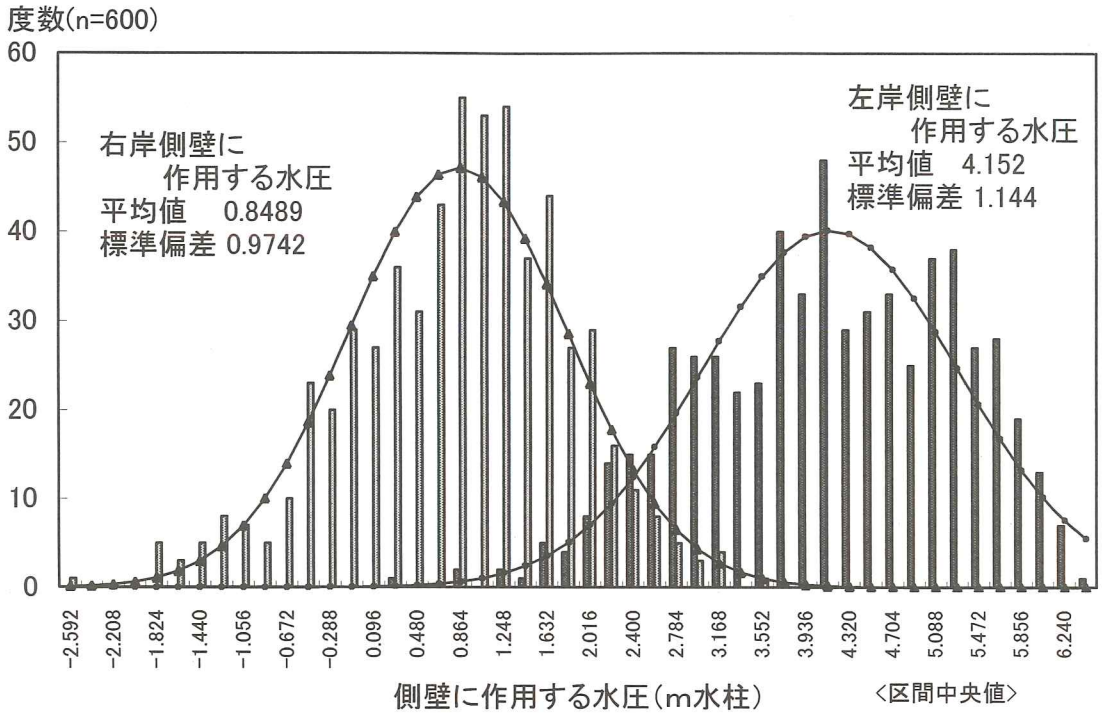


図-5.4.11(5)　減勢池左岸側整流壁に作用する水圧(590m^3/s、上流端から0.3m)

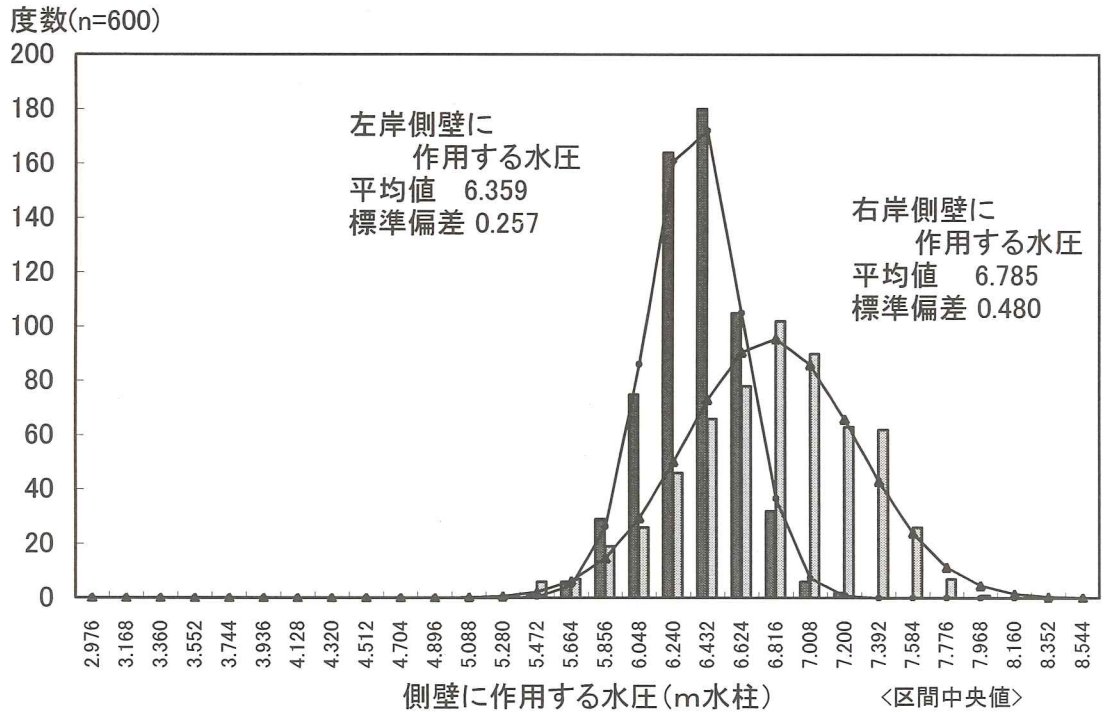


図-5.4.11(6)　減勢池左岸側整流壁に作用する水圧(590m^3/s、上流端から2.1m)

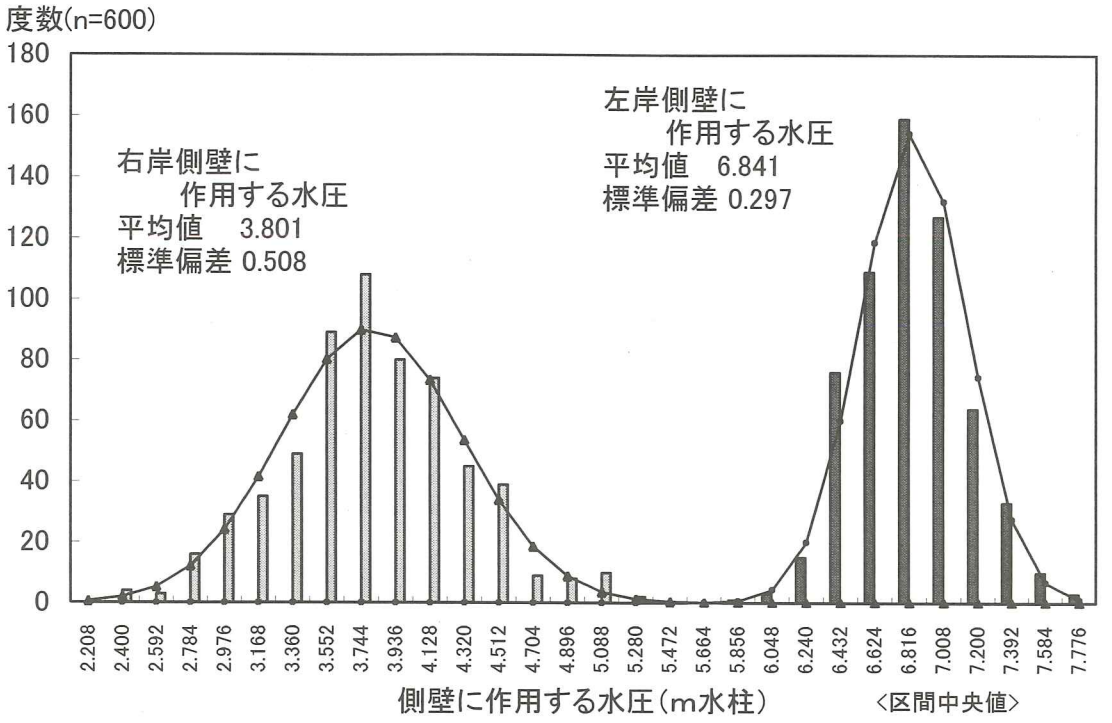


図-5.4.11(7)　減勢池左岸側整流壁に作用する水圧(590m^3/s、上流端から3.9m)

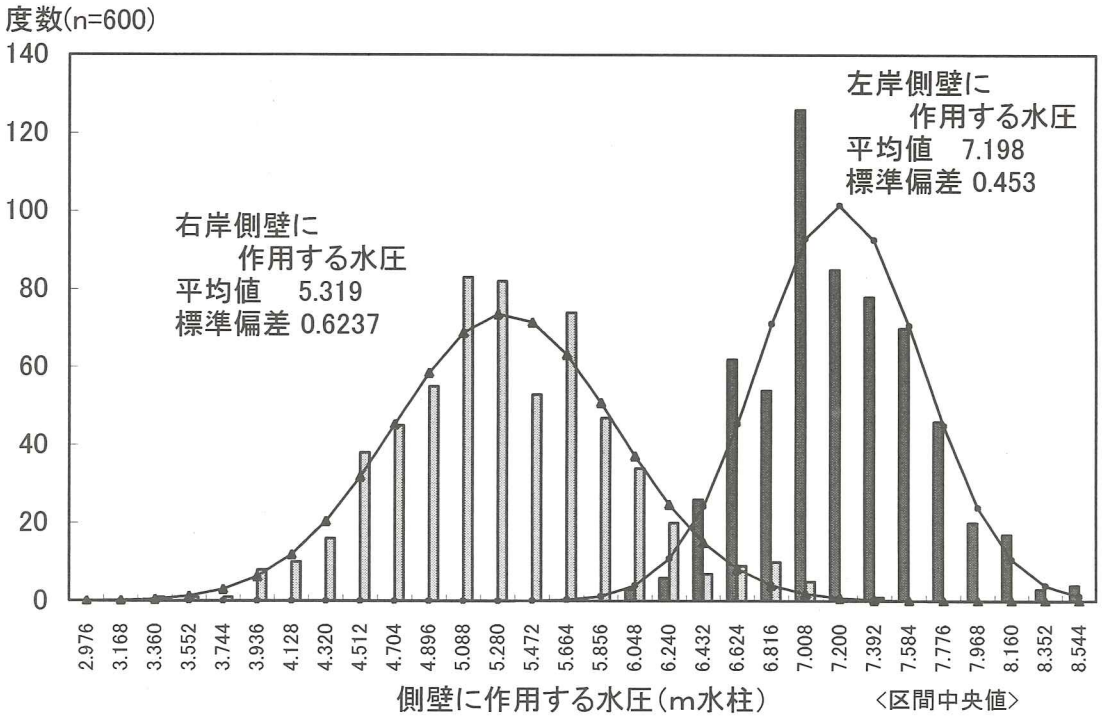
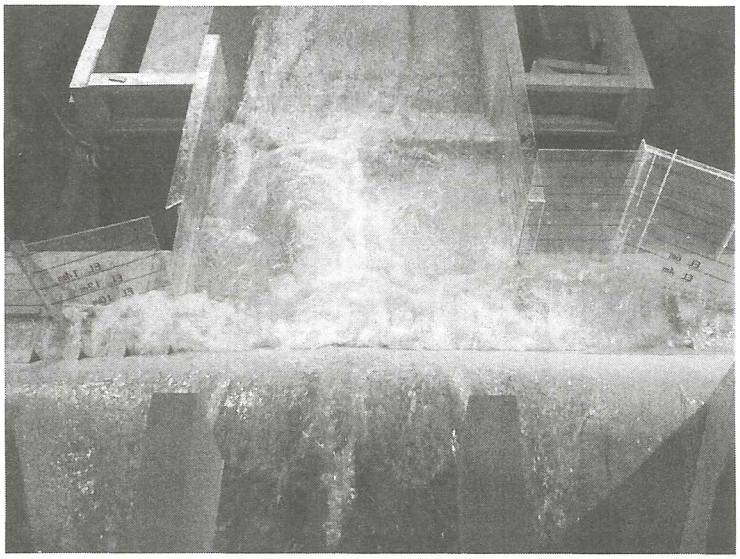
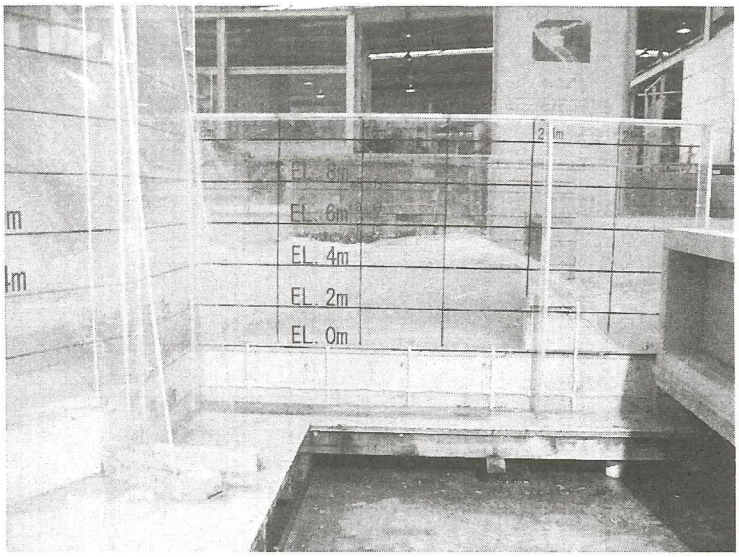


図-5.4.11(8)　減勢池左岸側整流壁に作用する水圧(590m^3/s、上流端から5.7m)





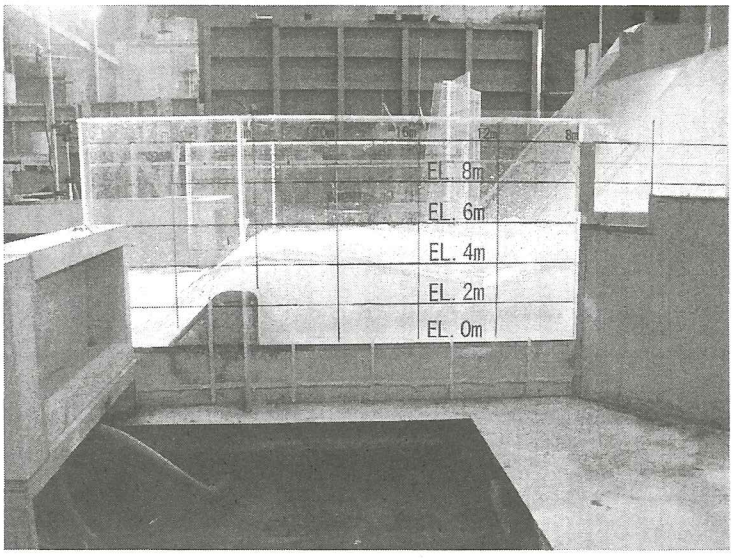
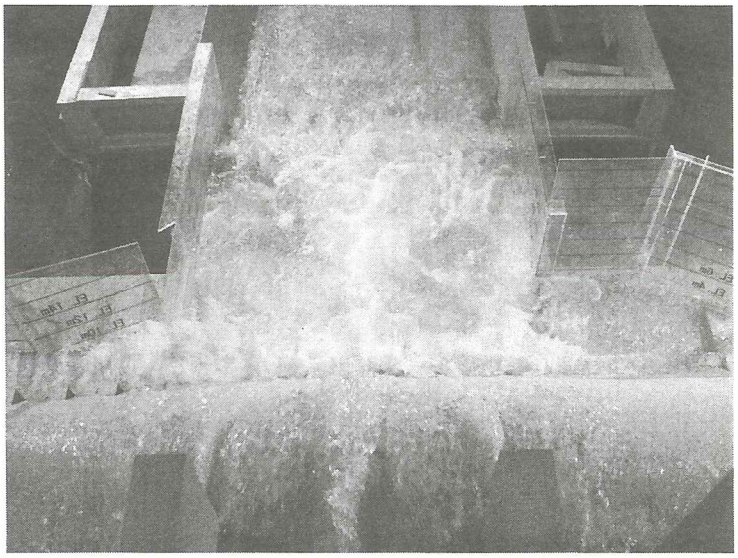
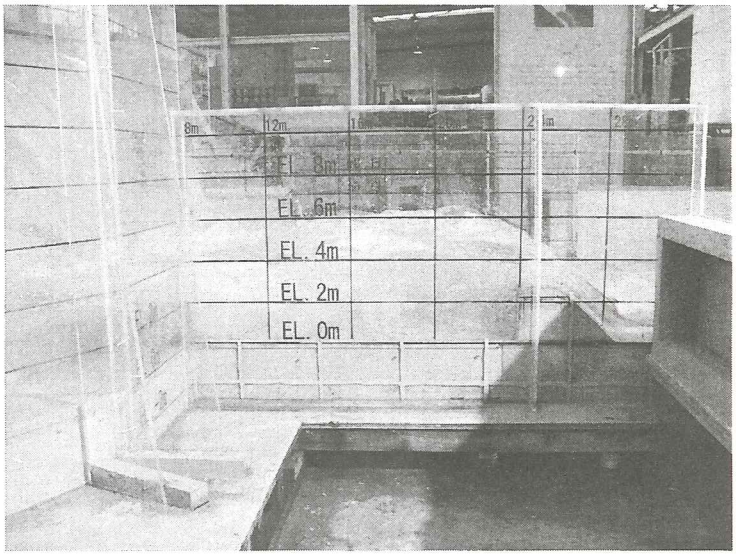


写真-5.4.1(1)　減勢池原案形状の流況（100m³/s）





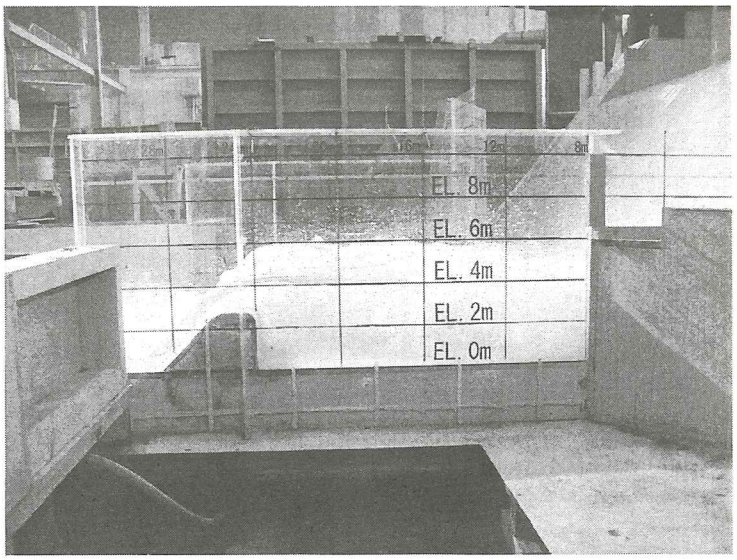
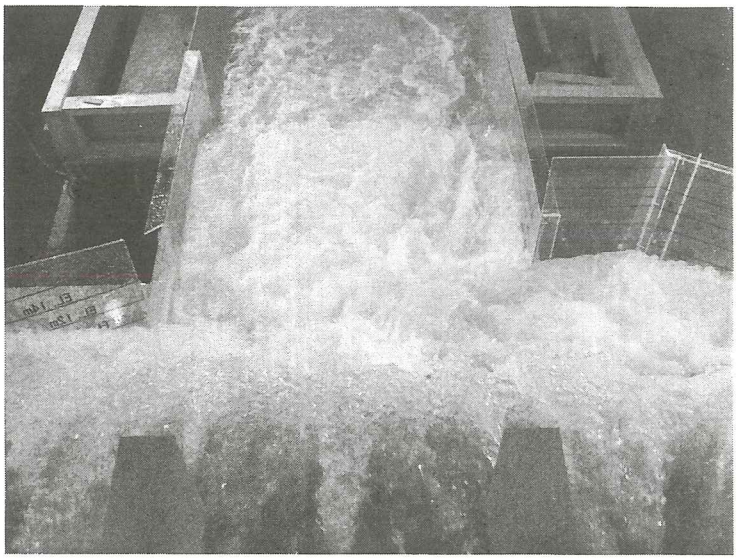
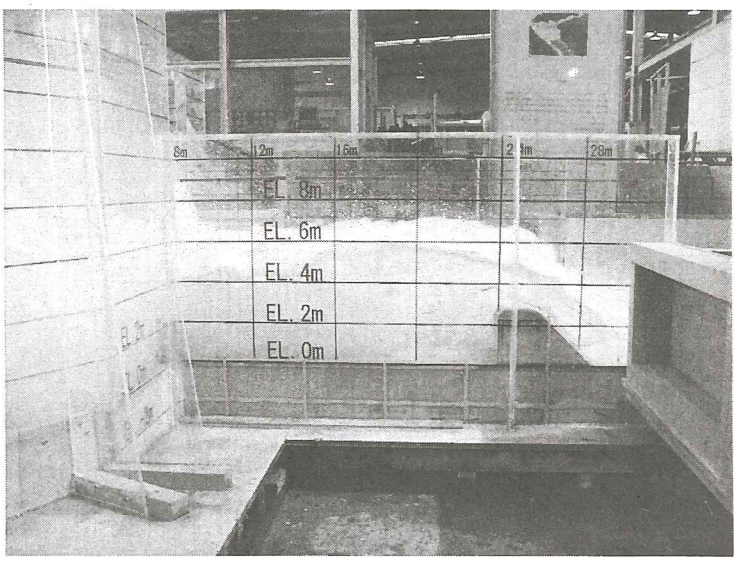


写真-5.4.1(2)　減勢池原案形状の流況（計画最大放流量 130m³/s）





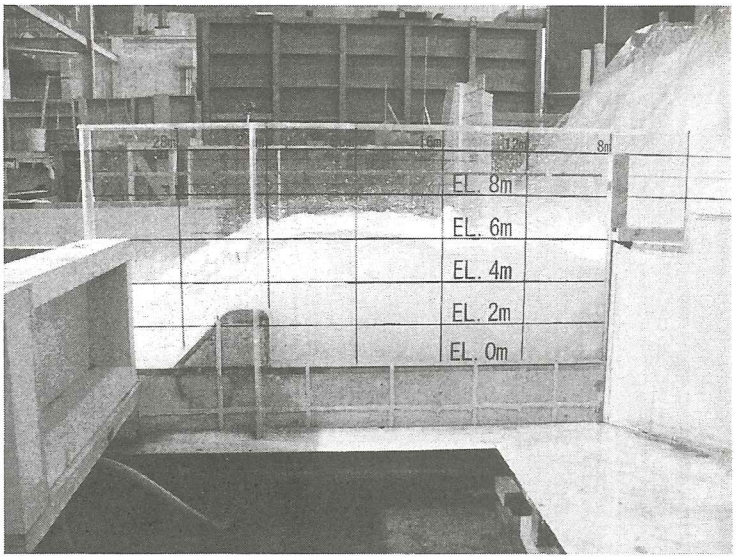
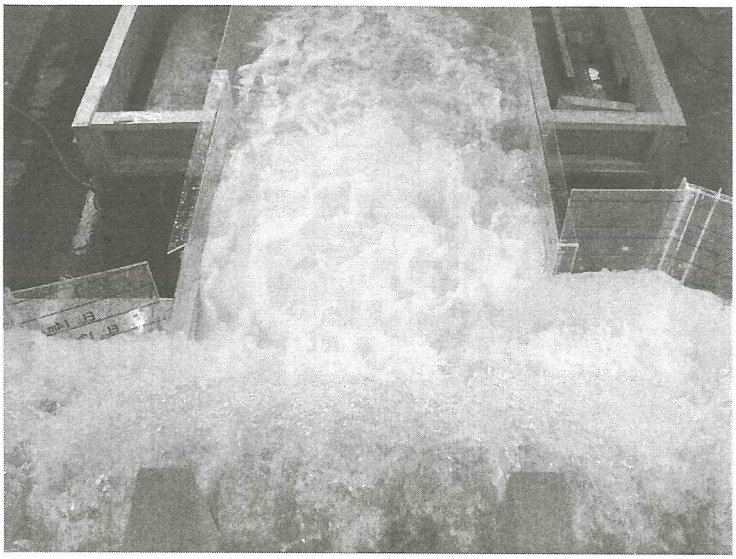
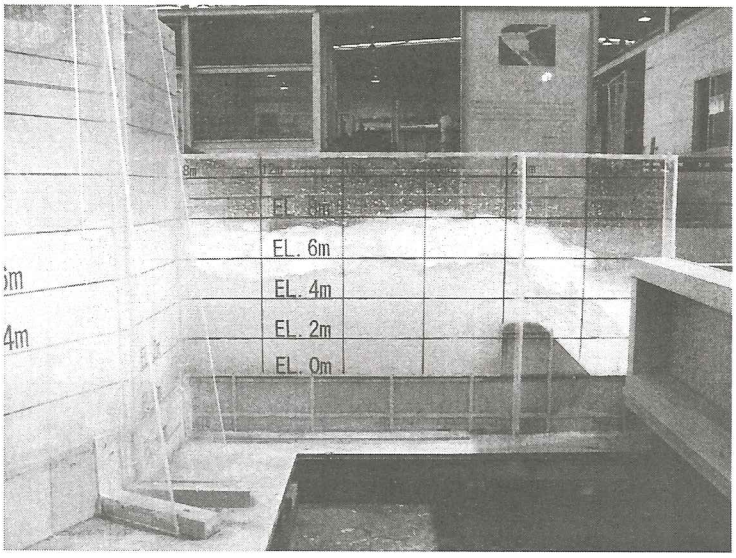


写真-5.4.1(3)　減勢池原案形状の流況（400m³/s）





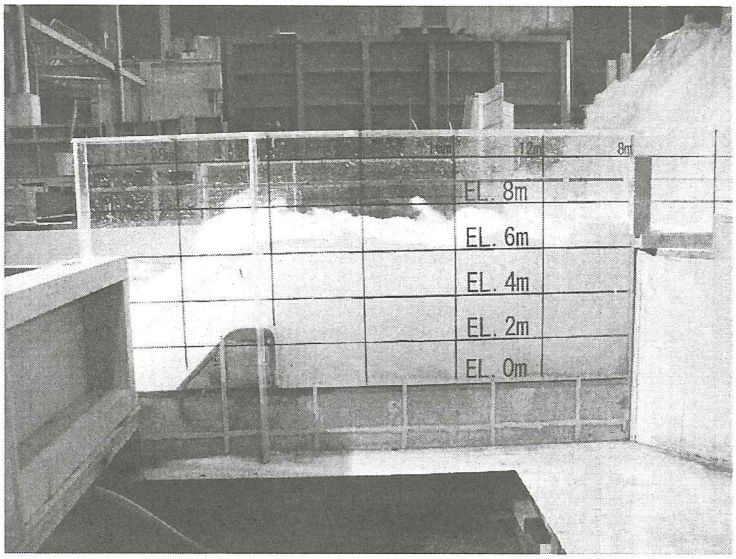
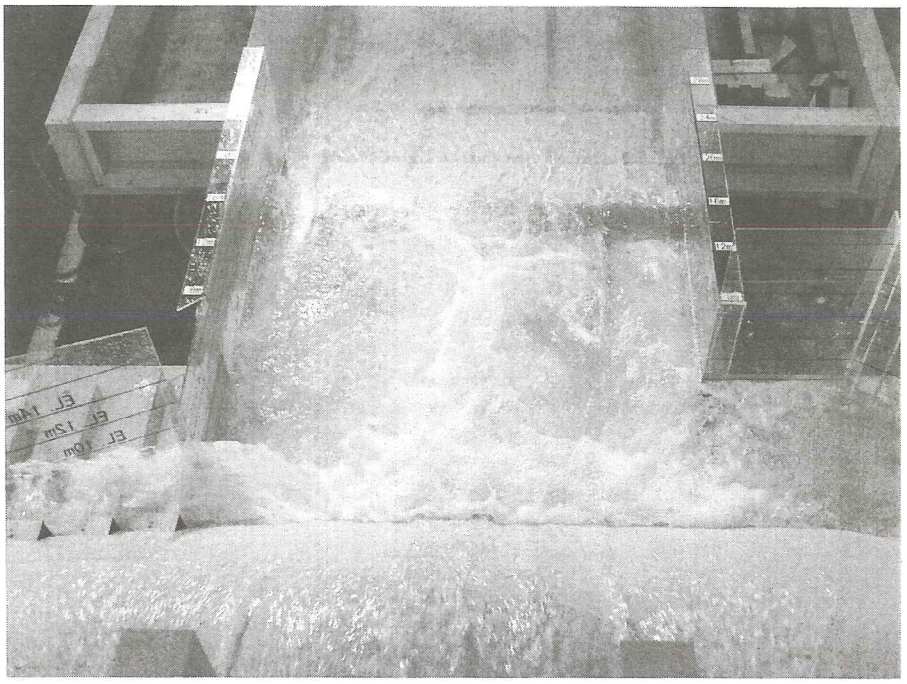
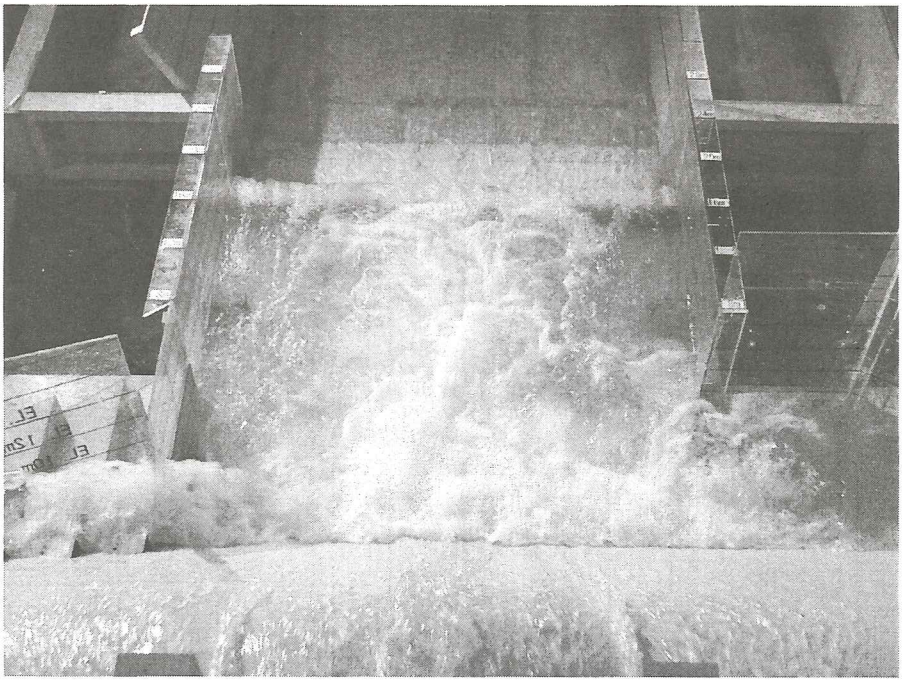


写真-5.4.1(4)　減勢池原案形状の流況（ダム設計洪水流量 590m³/s）

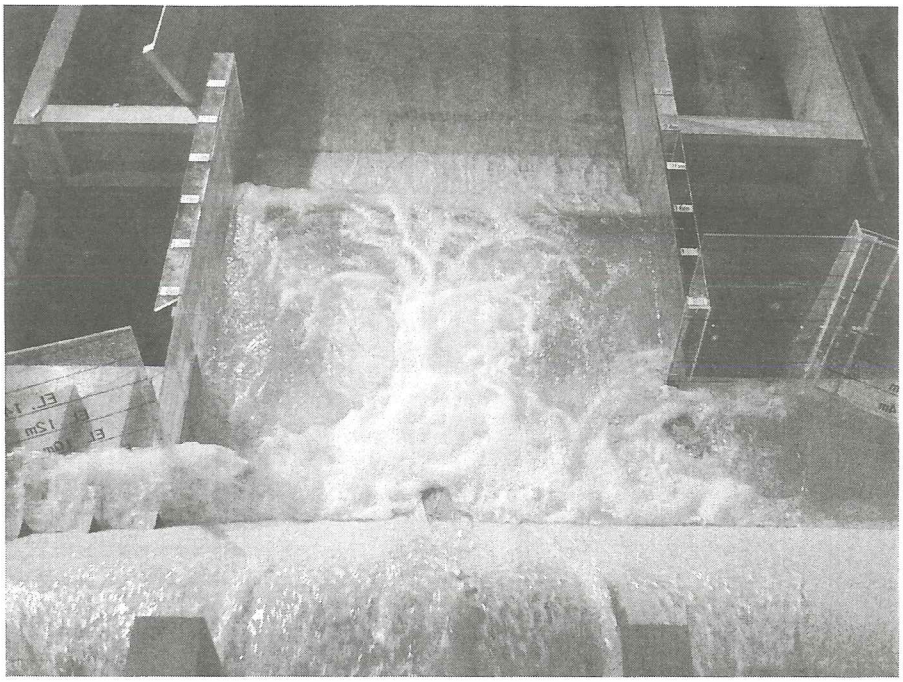


比較形状１



比較形状２

図-5.4.2(1)　減勢池比較形状での流況（100m³/s）

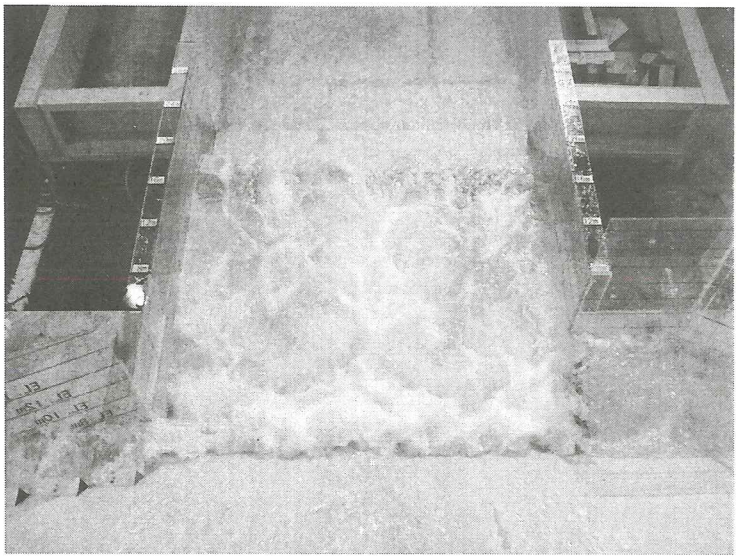


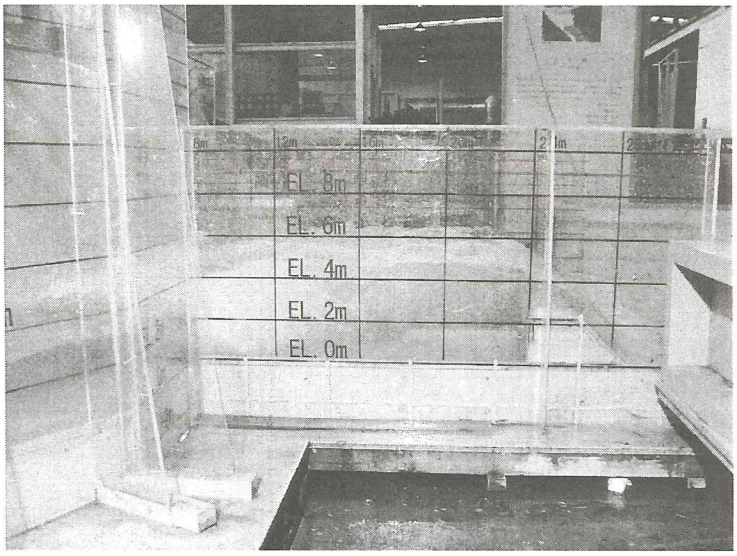
比較形状３



比較形状４（最終形状）

図-5.4.2(2)　減勢池比較形状での流況（100m³/s）





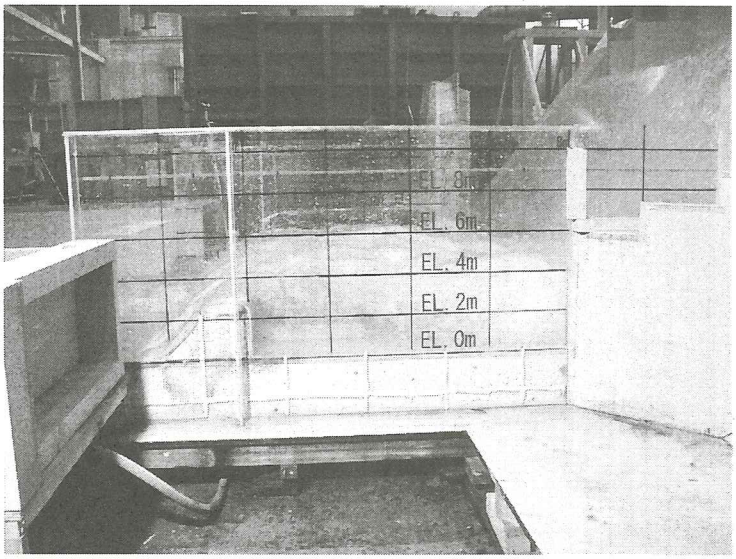
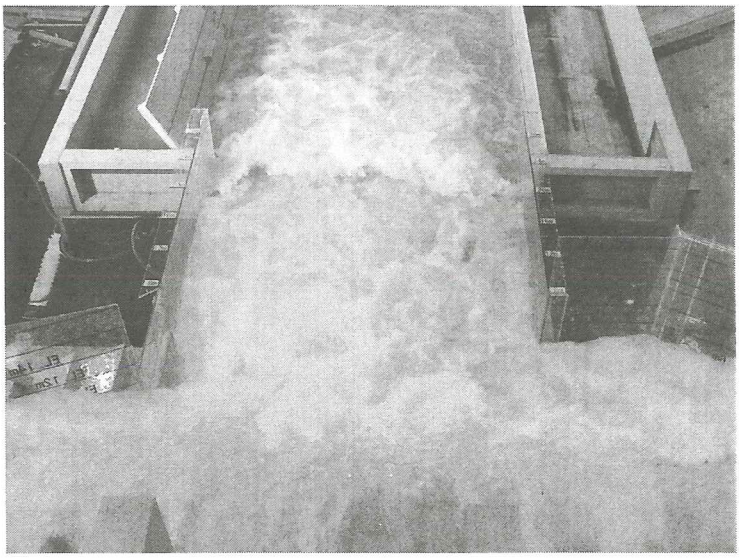
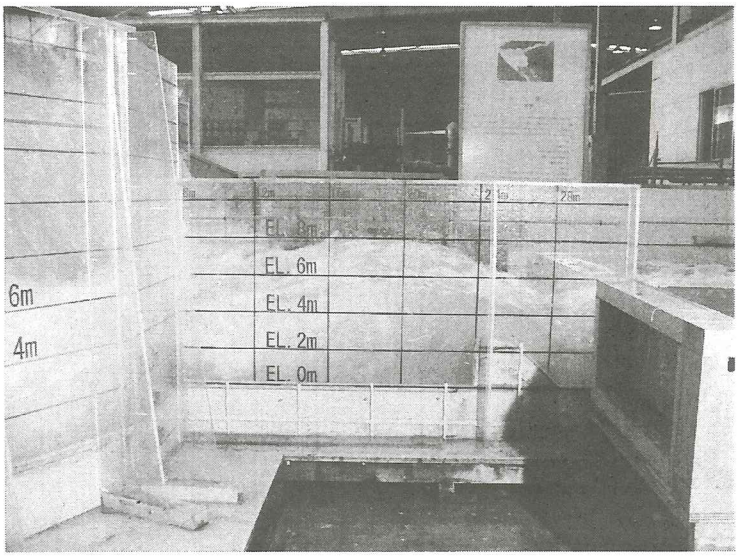


図-5.4.3(1)　減勢池比較形状４（最終形状）の流況（計画最大放流量 130m³/s）





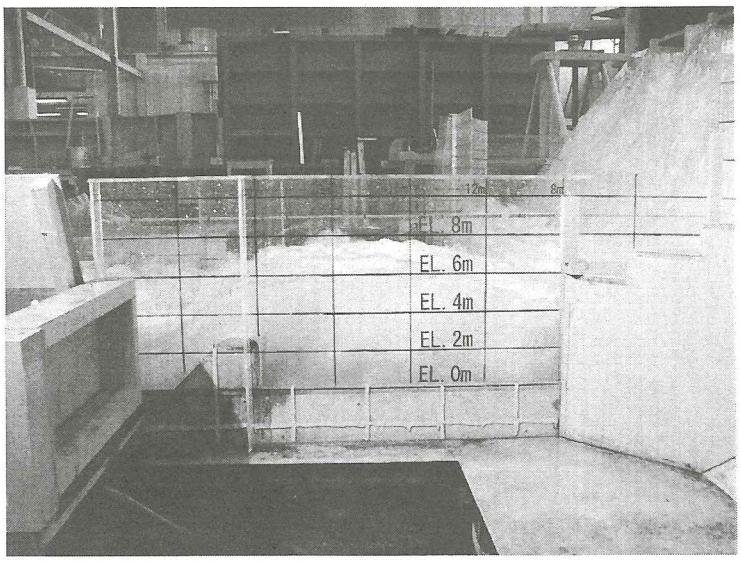
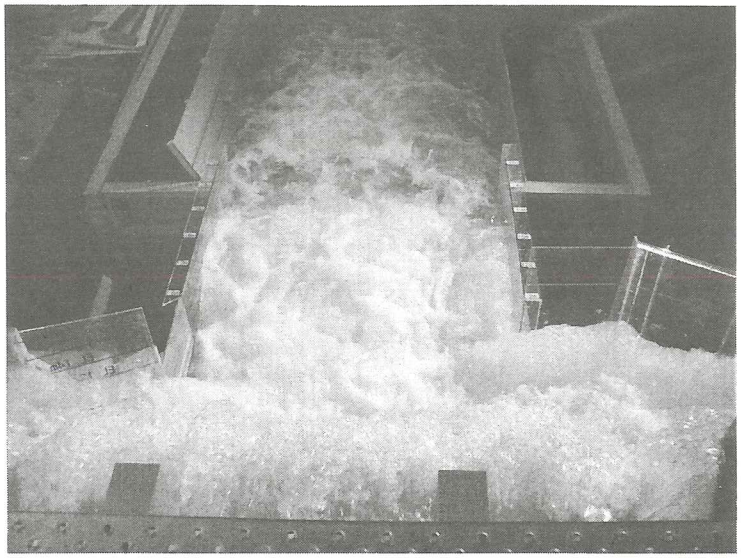
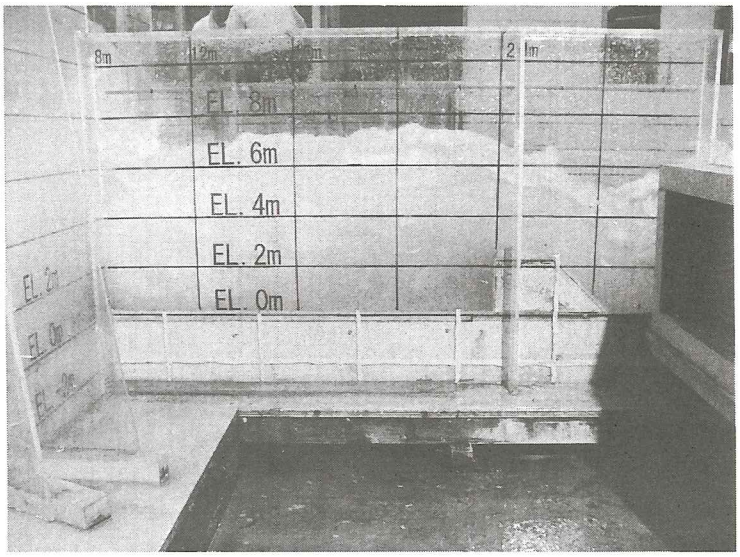


図-5.4.3(2)　減勢池比較形状４（最終形状）の流況（400m³/s）





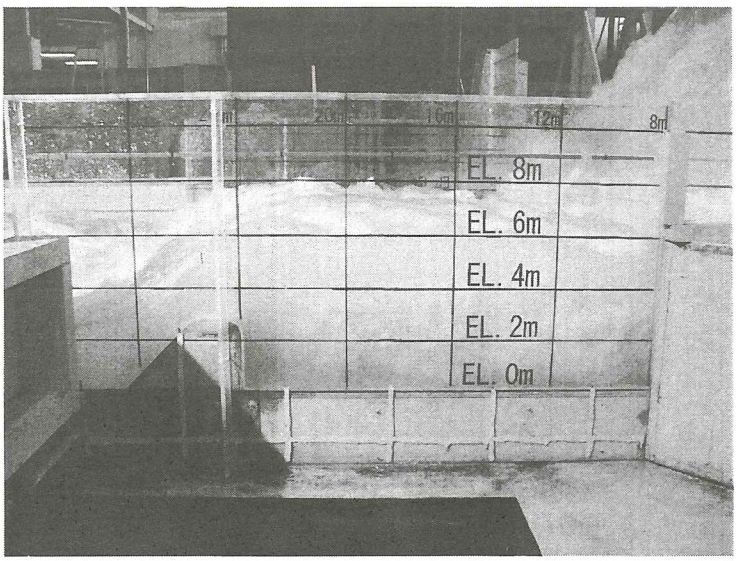


図-5.4.3(3)　減勢池比較形状４（最終形状）の流況（ダム設計洪水流量 590m³/s）

5.5　堤趾導流部及び減勢池の最終形状

堤趾導流部及び減勢池の最終形状を図-5.5.1(1)～(3)に示す。

なお、重要構造物が付近にある場合は、右岸堤趾導流壁及び減勢池側壁高の最高水位を包括する高さに修正する。また、右岸堤趾導流部減勢壁、堤体水平部整流壁、減勢池整流壁の構造は、5.4.5 で測定された水圧を参考に設計する必要がある。

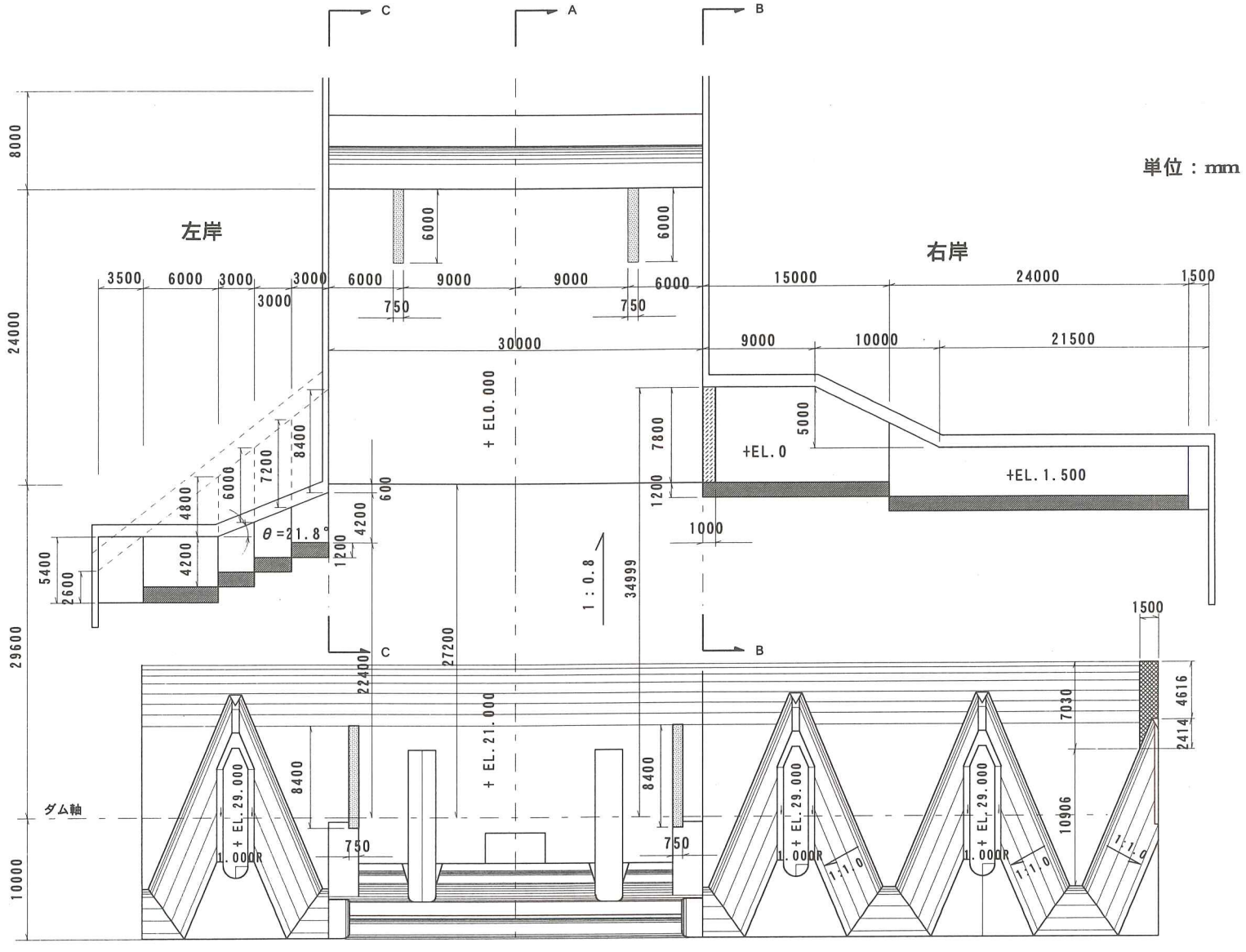
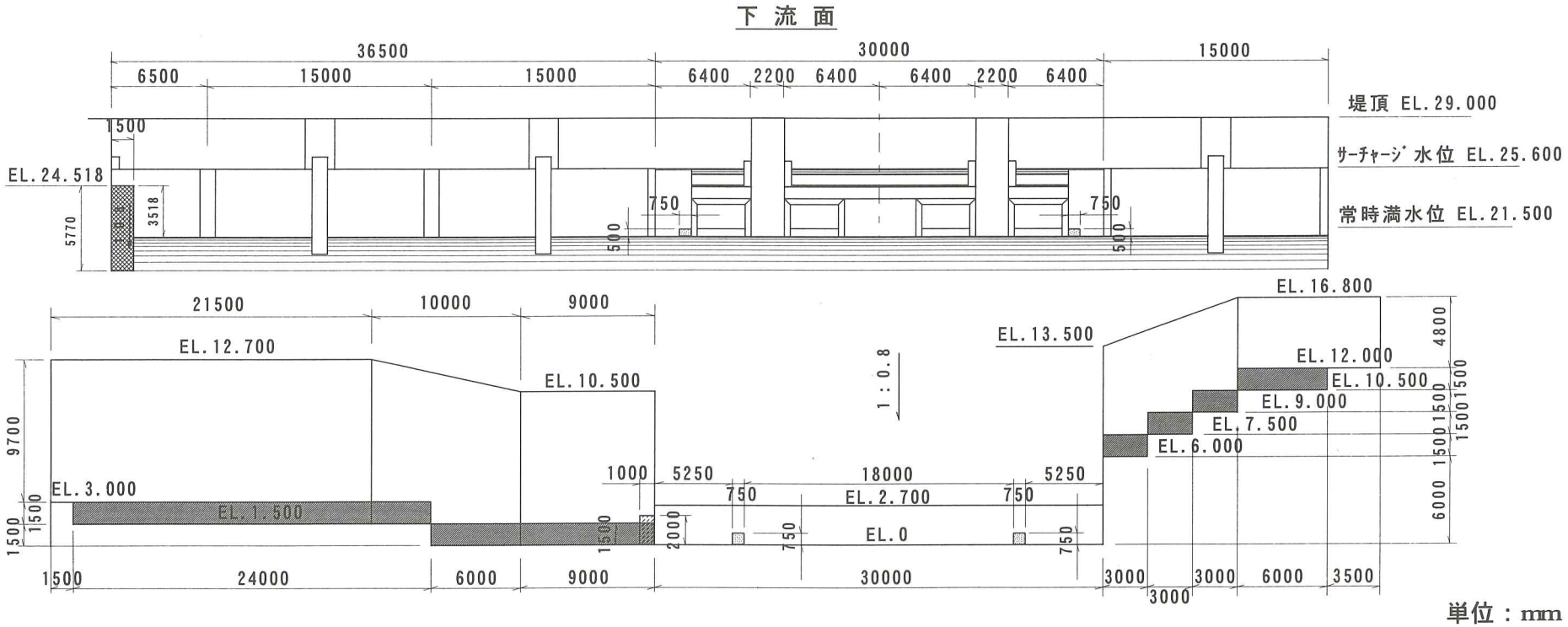


図-5.5.1 (1) 堤趾導流壁部及び減勢池の最終形状（平面図）



単位：mm

図-5.5.1 (2) 堤趾導流壁部及び減勢池の最終形状（下流面図）

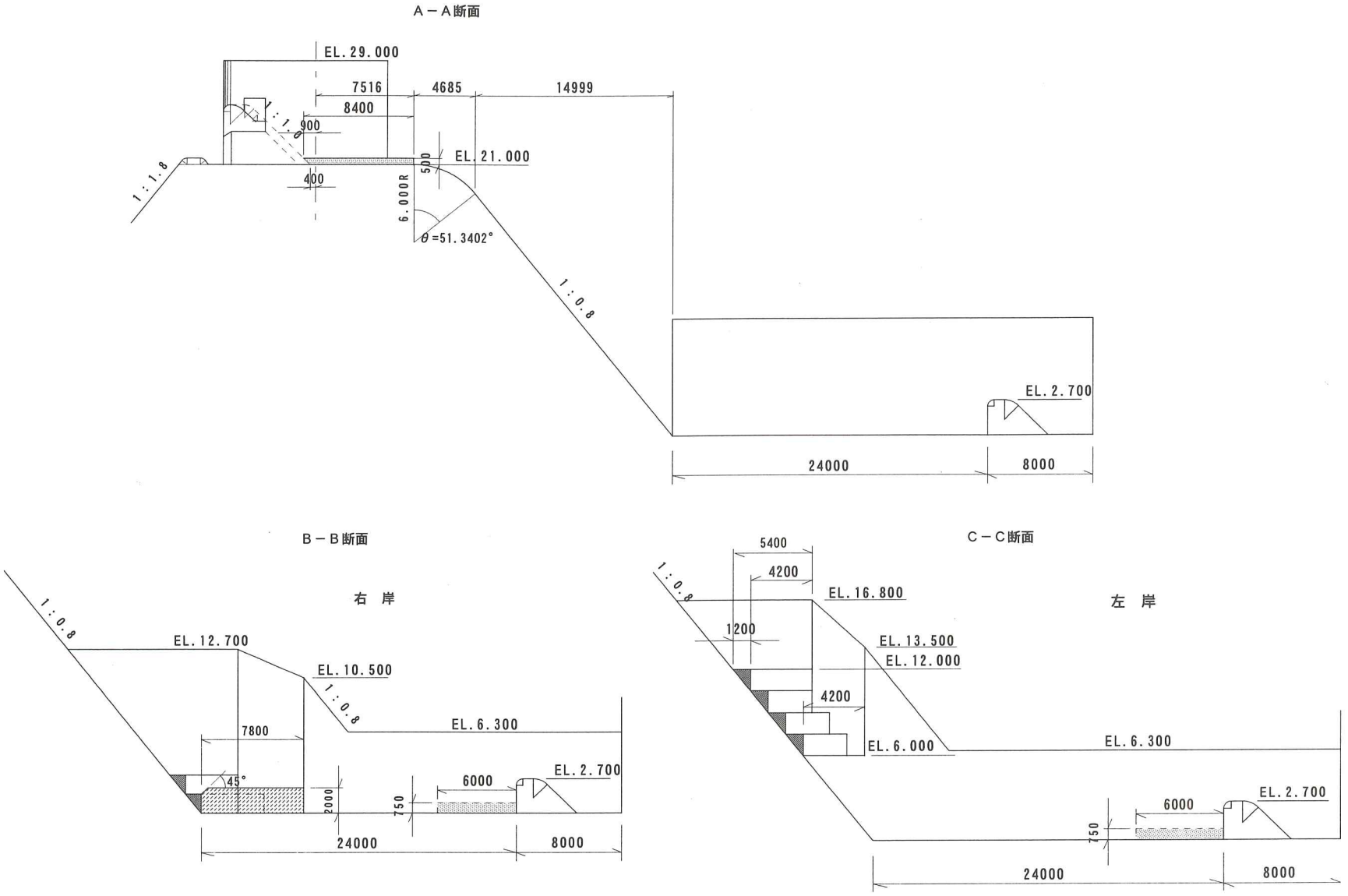


図-5.5.1 (3) 堤趾導流壁部及び減勢池の最終形状（縦断面図）

6．下流河道形状の検討

6．下流河道形状の検討

6.1　実験概要

6.1.1　検討内容

億首ダムの建設に伴い、ダムより下流の億首川は流下能力を最大放流量130m3/sまで引き上げるための河道改修が計画されており、この計画のままでは、億首ダム減勢工下流端より下流約100mに位置する送水管と道路橋を付け替える必要がある。しかし、この送水管は人口の集中する沖縄本島南部送水するものであり、送水管の付け替えに伴う断水を極力無くすことが求められているため、送水管を存置したまま実施可能な河道改修方法がないか検討を行った。

6.1.2 河道比較形状

流況調査等を行った河道比較形状の特徴を表-6.1.1に示す。河道比較形状１～３は、送水管を存置することによる下流河道への影響を確認するため、北部ダム事務所より提示された河道形状である。比較形状４は河道比較形状１～３の流況調査の結果一番合理的な形状と判断した比較形状２に対して、自然地形条件も考慮した修正案である。河道比較形状を図-6.1.1(1)～(4)に示す。

表-6.1.1　河道比較形状の特徴

形状	特徴
河道比較形状１	道路橋及び送水管橋を存置する河道形状案
河道比較形状２	送水管橋を存置し、道路橋を付け替える河道形状案
河道比較形状３	道路橋及び送水管橋の双方を付け替える河道形状案。
河道比較形状４	河道形状２に対して既存の地形を生かした河道形状案

6.1.3　下流河道模型

各河道比較形状の流況調査は、５章で検討した全体模型の減勢工下流端から下流に約150mの地点までの縮尺1/20の河道模型を用いて行った。各河道比較形状での堤防高は減勢工直下流においてEL.4.0mで計画されているが、各河道模型では堤防堤外のり面に擦り付けた十分な高さの仮想堤防を構築し、ダム設計洪水流量においても越水しないようにした。河道模型の材料は、河道比較形状１～３のほぼ全域が台形断面であるため、簡易に各河道比較形状の変換ができるよう、表面にφ10mm程度の金網を張った木製枠とした。金網付き木製模型の粗度係数は、6.2節で確認した。なお、河道比較形状４の既存護岸部は地形が複雑なためモルタル製とし、EL8.0mの等高線に沿って堤外側勾配1:0.5の仮想堤防を構築した。

億首ダムより下流では億首川の河床勾配が小さいく、流況が下流水位の影響を大きく受けるため、河道模型下流端にある水位調節板により表-2.3.1に示す水位にあわせた。

6.1.4　調査内容

河道比較形状１～４に対する調査内容を表-6.1.2に示す。

ダム下流河道は、計画最大放流量130m³/sに対して流下能力を有する必要があるため、放流量130m3/sに

対しては、減勢工下流端と道路橋間の３側線、道路橋上流面、送水管上流面、送水管下流２側線のあわせて７側線で水位と流速を測定した。また、放流量 400m³/s とダム設計洪水流量 590m³/s に対しては、減勢工下流端と道路橋間の１側線、道路橋上流面、送水管上流面の３側線について水位と流速を測定した。

表-6.1.2　河道比較形状の調査内容

模型形状	放流量	調査内容	測点数
河道比較形状１ 河道比較形状２ 河道比較形状３ 河道比較形状４ （縮尺 1/20）	130m³/s （計画最大放流量）	河道水面形 流速 流況	７測線×３測点 ７測線×３測点×２水深 －
	400m³/s	河道水面形 流速 流況	３測線×３測点 ３測線×３測点×２水深 －
	590m³/s （ダム設計洪水流量）	河道水面形 流速 流況	３測線×３測点 ７測線×３測点×２水深 －

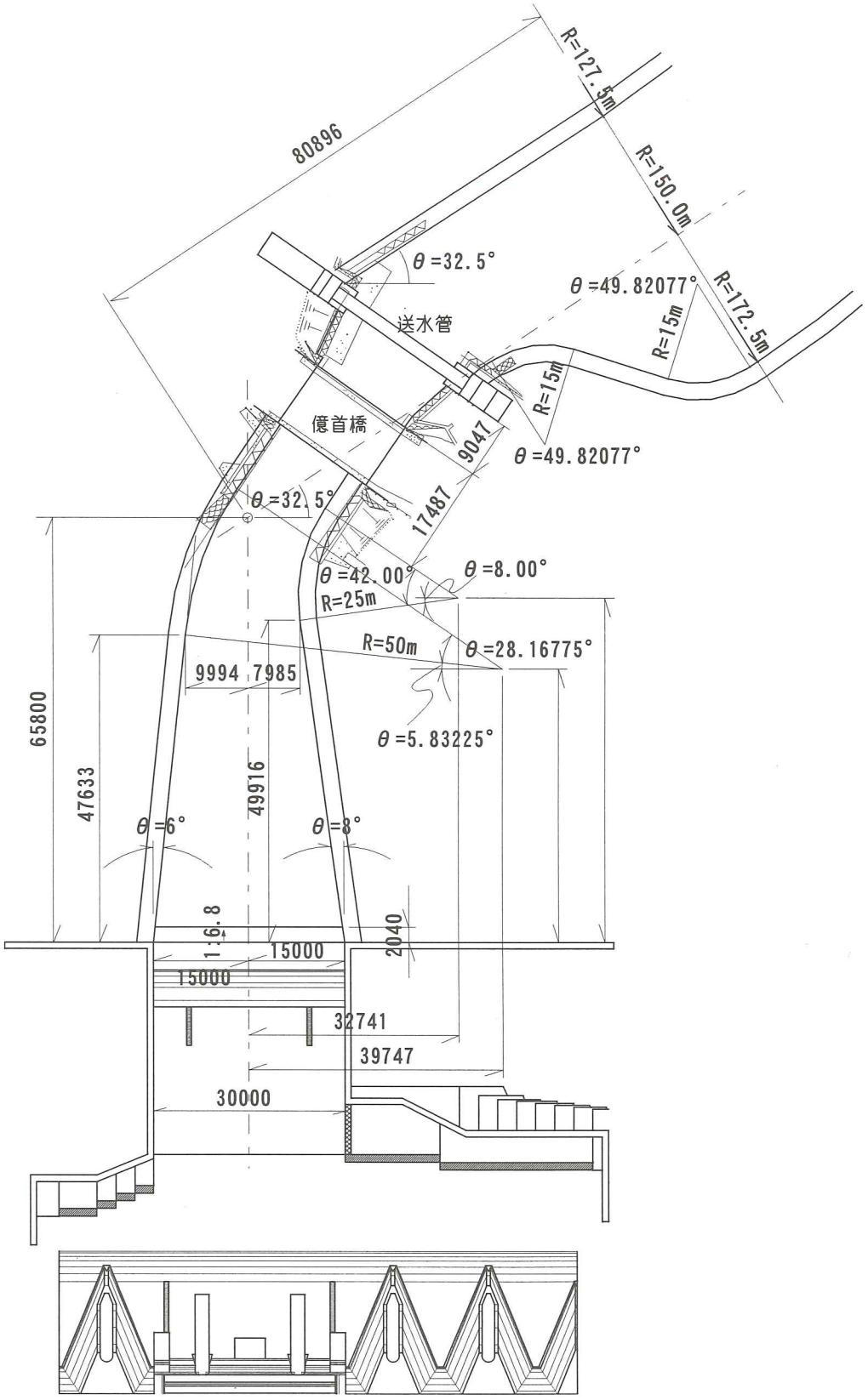


図-6.1.1(1)　河道比較形状 1

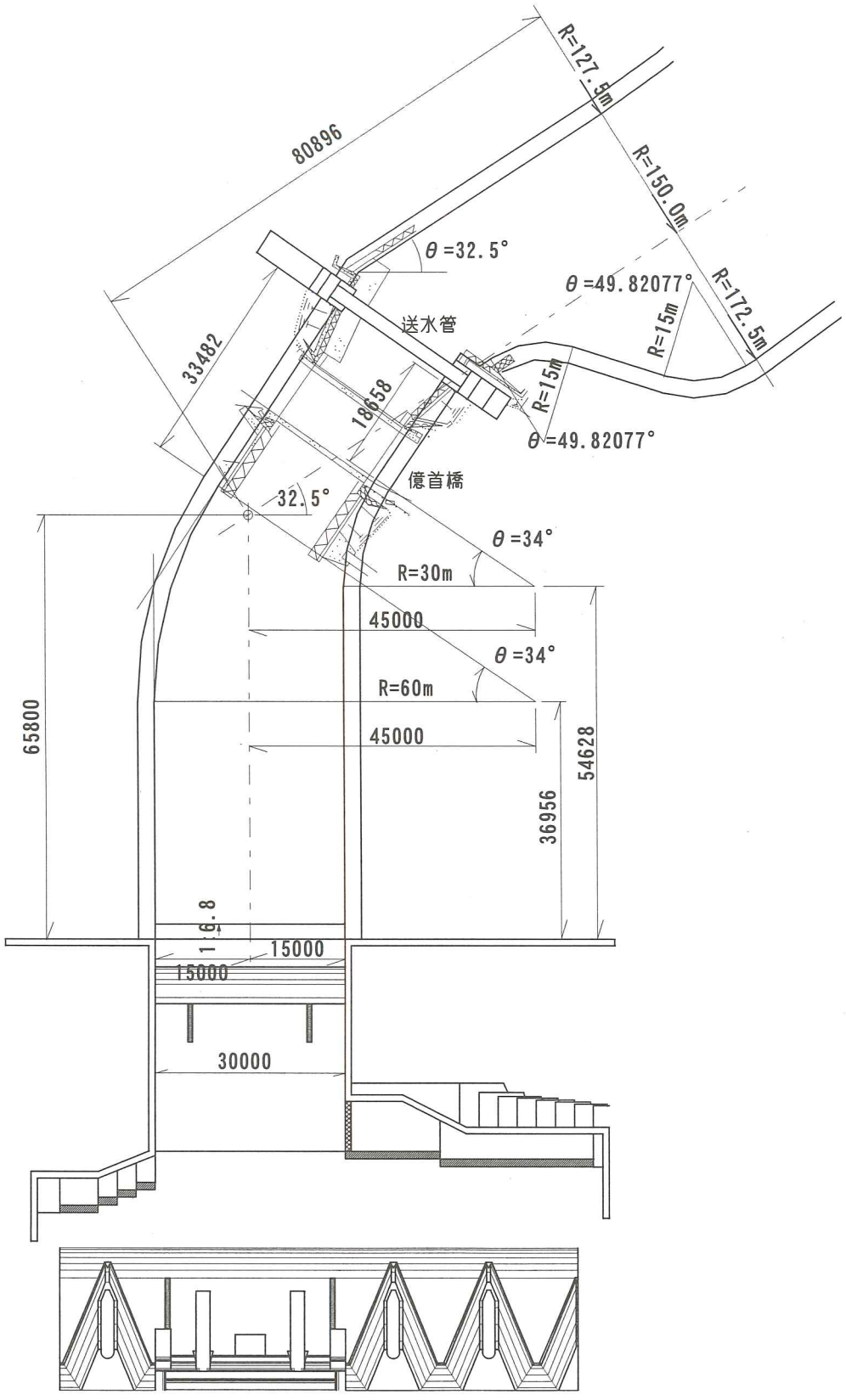


図-6.1.1(2)　河道比較形状２

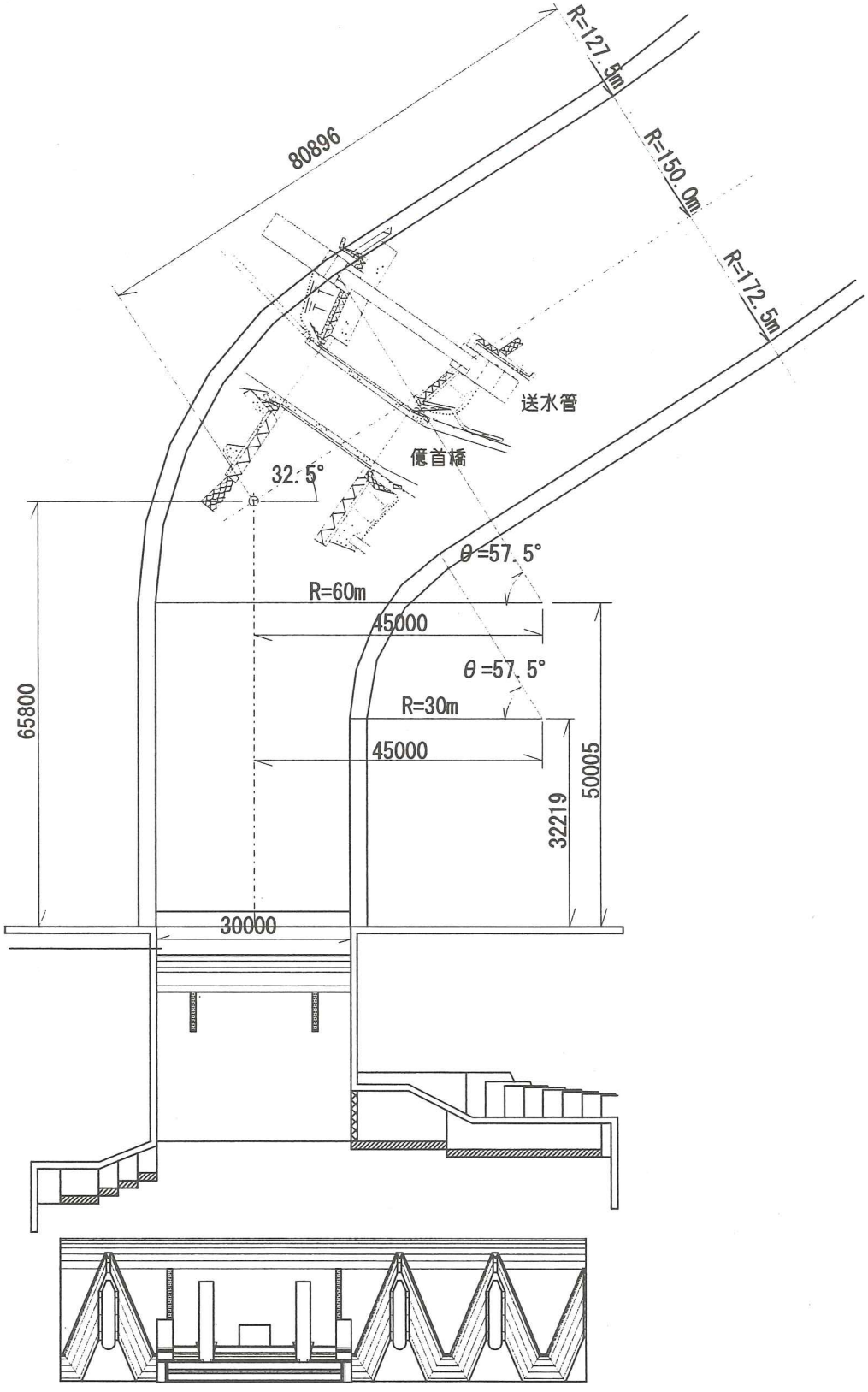


図-6.1.1(3)　河道比較形状 3

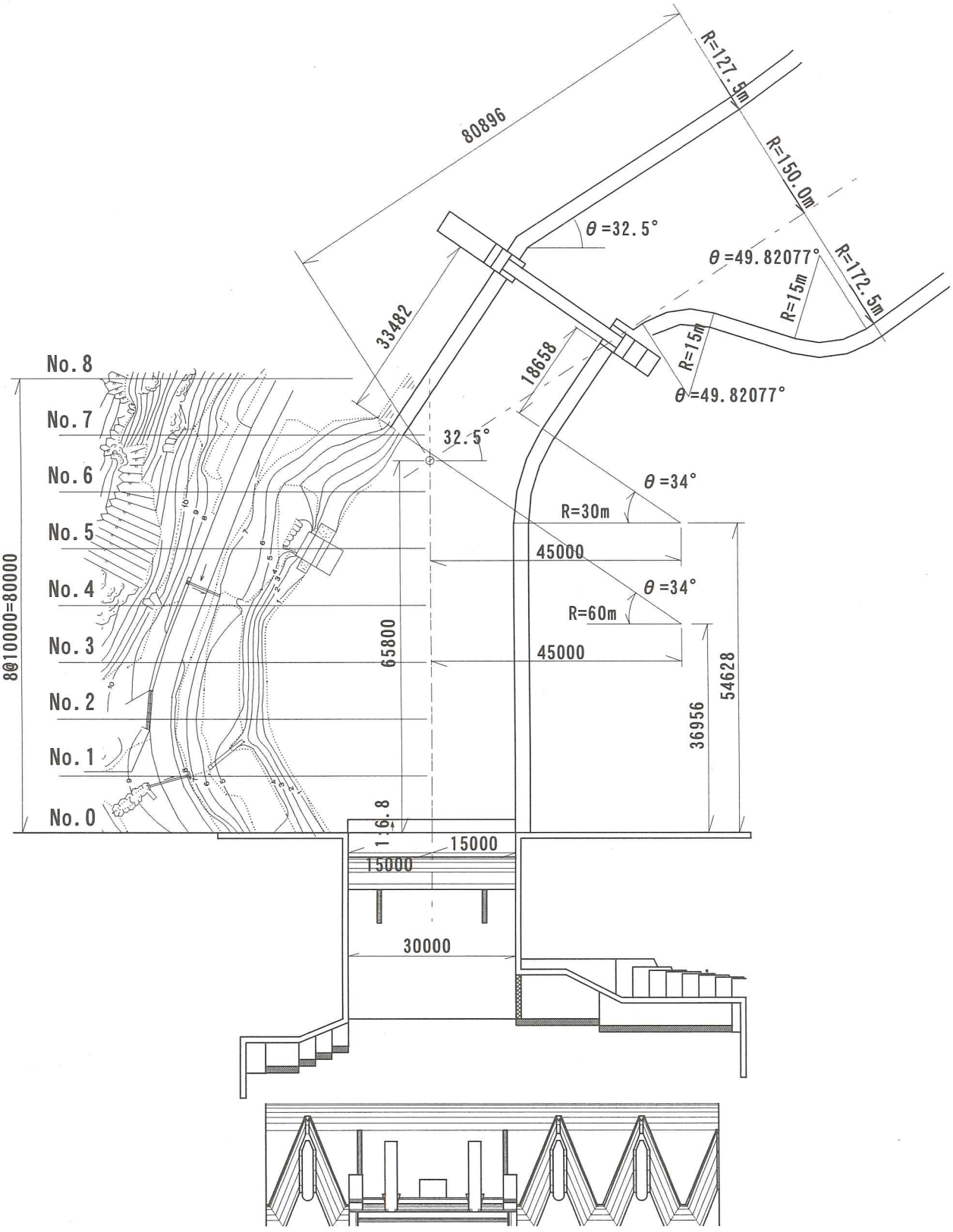


図-6.1.1(4)　河道比較形状４

6.2　粗度係数の確認

6.2.1　測定方法

本章では、表面に金網を張った木製水路の粗度係数を測定した。測定は、図-6.2.1に示す長さ7m、幅0.376m、水路勾配1/50の木製水路に下流河道模型に用いるものと同じ金網を水路内側に張り、0.5m置きに平均水位の測定を行い、流況が安定している区間に置いて粗度係数を算定した。粗度係数の算定には(6.2.1)式を用いた。

$$n = (1/V)\, R^{(2/3)} I^{(1/2)} \qquad (6.2.1)$$

$$V = Q/(B \times h)$$

$$R = (B \times h)/(B + 2h)$$

但し、n：粗度係数　　V:流速(m/s)　　R：径深(m)

I：水路勾配(1/50)　B：水路幅(0.376m)　h：水深(m)

6.2.2　実験結果

水路に流量12.1L/s、20L/s、55.1L/sを流したときの水深を図-6.2.1に示す。水路入り口部及び出口部周辺は流況が安定しないため、粗度係数を算定するための水深hは、水路中央部の2.0mから5.0m間の水位の平均値を用いた。各流量毎に計算した粗度係数を表6.2.1に示す。

表-6.2.1　粗度係数

流量 [m^3/s]	平均水深h [m]	断面積A [m2]	径深R [m]	流速V [m/s]	粗度係数n
0.0121	0.0589	0.0221	0.0448	0.5475	0.0188
0.0200	0.0747	0.0281	0.0535	0.7117	0.0163
0.0551	0.1556	0.0585	0.0851	0.9419	0.0168

6.2.3　実機での粗度係数

下流河道模型の縮尺は1/20の幾何学模型であり、フルードの相似則に対する粗度係数の物理量の縮尺は、表-6.2.2の通りである。従って、表-6.2.1の粗度係数は実機で0.0269～0.0310となり、2.3節で想定している河道の粗度係数0.025に近い値になっている。模型の粗度係数の方が実河道の想定値より若干高めであるが、これは水理模型実験結果において水位が少し高めに算定されることになる。

表-6.2.2　物理量の縮尺

物理量	次元	縮尺式	模型縮尺
距離・高さ（L）	L	$1/K$	1／20
粗度係数（n）	$L^{-1}T^{5/3}$	$1/K^{1/6}$	1／1．6475

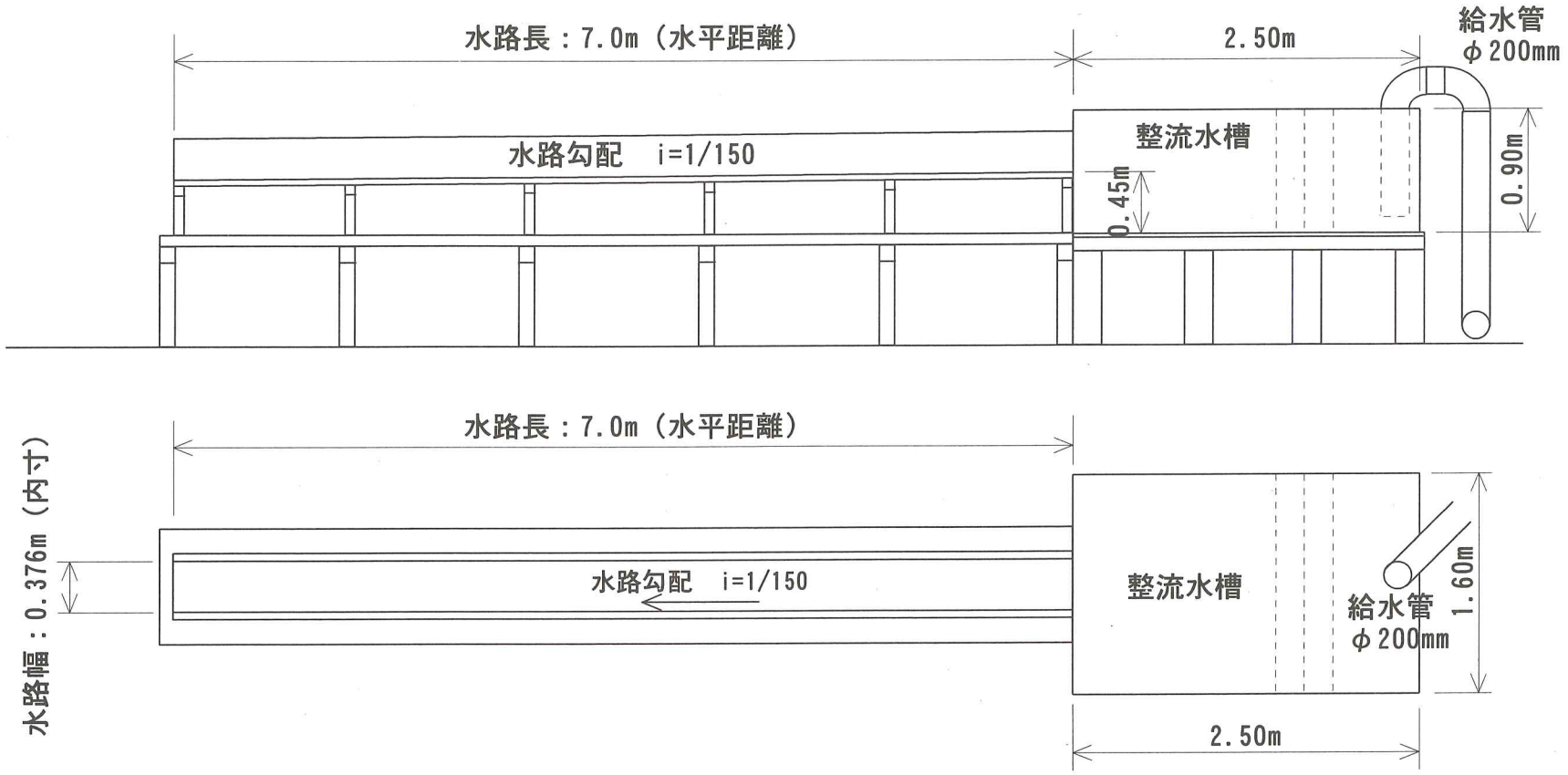


図-6.2.1　粗度係数確認実験用水路

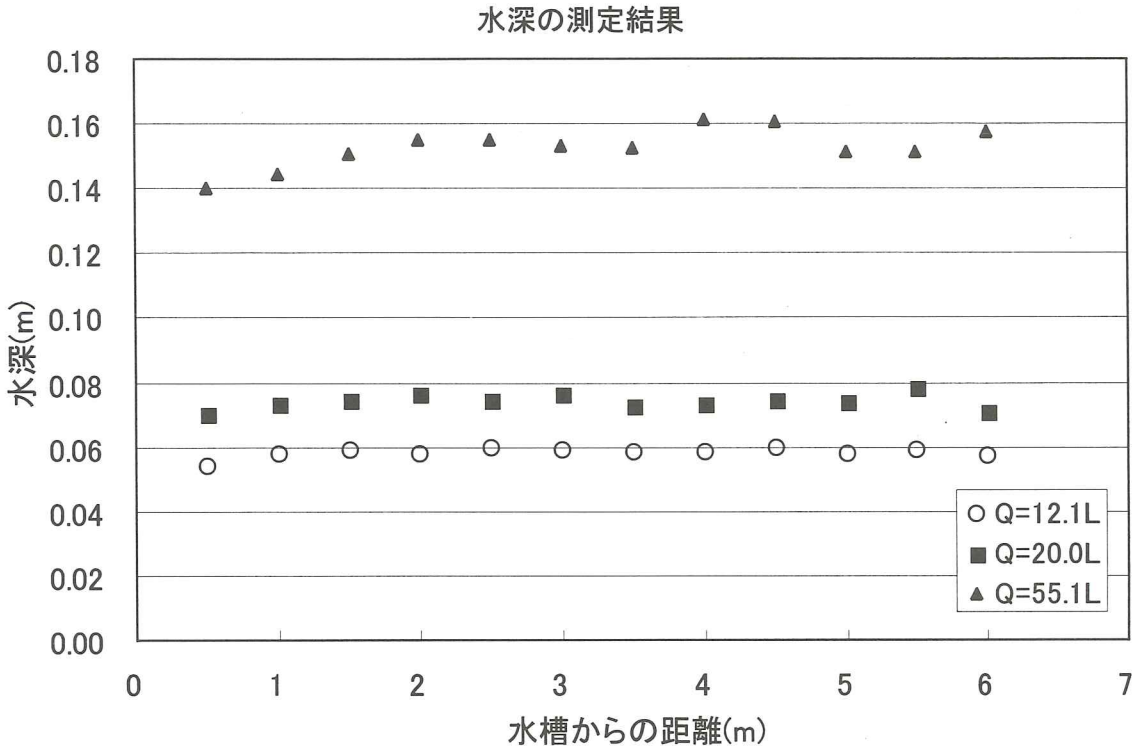


図-6.2.2　金網水路での水深の測定結果

6.3　下流河道の流況調査結果

放流量 130m³/s、400m³/s、590m³/s における河道比較形状１～４の流況を図-6.3.1(1)～6.3.4.(3)、写真-6.3.1(1)～6.3.4.(3)、流速を図-6.3.5(1)～6.3.8(3)、水面形を図-6.3.9(1)～6.3.12(6)に示す。以下に各形状での流況を概観する。

6.3.1　河道比較形状１

河道比較形状１は、下流の道路橋及び送水管橋の双方を存置させるため、減勢工から道路橋に向かって河道幅を漸縮させた形状である。

計画最大放流量（130m³/s）では、道路橋・送水管橋とも 0.6m の桁下余裕高を確保して流下させることができる。しかし、副ダム直下流における最高水位が 3.5m であり、計画堤防高 EL.4.0m に対して、堤防余裕高 0.6m を確保できない。

放流量 400m³/s では、副ダム・道路橋間の最高水位は EL.7.1m に達し、道路橋、送水管橋ともに断続的に越波し、道路橋の使用はできなくなる。

ダム設計洪水流量（590m³/s）では、副ダム・道路橋間の最高水位は EL.8.6m に達し、道路橋には常に路面上を水流が走り、送水管の桁下も常に水面に浸かる。

6.3.2　河道比較形状２

河道比較形状２は、下流の道路橋のみを付け替えるものとし、送水管橋を存置させるため減勢工から送水管橋に向かって河道幅を漸縮させた形状である。

計画最大放流量（130m³/s）では、送水管橋は 0.6m の桁下余裕高を確保して流下させることができる。また、副ダムから道路橋間の水位についても堤防余裕高 0.6m を確保している。

放流量 400m³/s では、副ダム・送水管橋間の最高水位で EL.6.4m に達し、越波が断続的に送水管橋に達している。

ダム設計洪水流量（590m³/s）では、最高水位は EL.8.1m に達し、送水管橋の上を常に水脈が通過する。

6.3.3　河道比較形状３

河道形状３は、道路橋及び送水管橋の双方を付け替えるものとし、不等流解析の結果に基づき計算された河道形状である。

計画最大放流量（130m³/s）では、流況は安定し、水位も減勢工直下流での EL.3.2m が最高であり、天端高 EL.4.0m の堤防に対して堤防余裕高 0.6m を確保している。

放流量 400m³/s、ダム設計洪水流量（590m³/s）でも流況は安定しているが、水位は既存道路橋・送水管のある左岸湾曲部終端付近で、放流量 400m³/s 時に EL.5.2m、ダム設計洪水流量（590m³/s）時に EL.6.3m になる。

6.3.4　河道比較形状４

河道形状１～３を施工するには、右岸側の小尾根を EL.-0.3m まで掘削して水路とし、左岸側は現河道の中央に築堤し、堤外側を堤防高まで埋め戻すことになる。しかし、左岸側については、現河道内での築堤をやめ、現河道の左岸護岸の補強にとどめれば、築堤・埋め戻し作業が無くなり、コストの縮減につながると思われる。このため、河道形状２に対して、左岸側護岸を現況河道形状とした河道形状４について流況調査をおこなった。

計画最大放流量（130m³/s）では、送水管橋は 0.6m の桁下余裕高を確保して流下させることができる。副ダムから道路橋間の右岸側最高水位は EL.3.8m に達し、計画堤防天端高 EL.4.0m に対して余裕高 0.6m を確保できていない。

放流量 400m³/s では、副ダムから道路橋間の右岸側最高水位が EL.6.8m、左岸側最高水位が 6.3m である。送水管位置では、流水の水面と EL.4.9m の桁下標高との間にほとんど隙間がない状態で流れており、管下端部に水面が時々触れる。両岸では流水がアバットにあたるため左岸側で最高水位が EL.5.9m になる。

ダム設計洪水流量（590m³/s）では、最高水位が右岸側で EL.8.6m、左岸側で EL.8.2m になる。送水管位置では、流水が送水管の上を断続的に越波する。左岸のアバット部での最高水位は EL.8.1m である。

6.3.5　まとめ

(1)　堤防

計画最大放流量における河道比較形状２及び３での水位では、計画堤防高 EL.4.0m に対して堤防の余裕高 0.6m を残しているが、河道比較形状１及び４での水位では堤防の余裕高 0.6m を確保できていない。このため、河道比較形状１若しくは４を採用する場合には、堤防の余裕高を確保できるよう堤防高を当初計画より高くする必要がある。

ダム設計洪水流量放流時においては、いずれの河道比較形状においても水位は計画堤防高を上回り、ダム放流水は堤内に越水する。この場合の水位は遊水池と化す堤内地の形状によって異なるため、水理実験で測定したダム設計洪水流量放流時の水位と異なる。

(2)　道路橋

道路橋を存置する河道比較形状１において、計画最大放流量での放流水は道路橋直下を桁下の余裕高 0.6m を充分に確保して安定して流下する。ダム設計洪水流量放流時においては、道路橋は水没し運用はできない。

堤防から越水している状態での正確な河道水位は本水理実験からは求まらないため、河道比較形状２、３若しくは４においてダム設計洪水流量に対して付替え道路橋を設計する場合は、越水時の水位を別途検討する必要がある。

(3)　送水管

計画最大放流量においては、河道比較形状１，２及び４のいずれにおいても放流水は送水管直下において桁下の余裕高 0.6m を充分に確保して安定して流下する。

ダム設計洪水流量放流時では、水理実験を行った仮想堤防により堤内への越水がない場合においては、河道比較形状２及び４においては流水が送水管の上を断続的に越波していくが、河道比較形状１では道路橋直

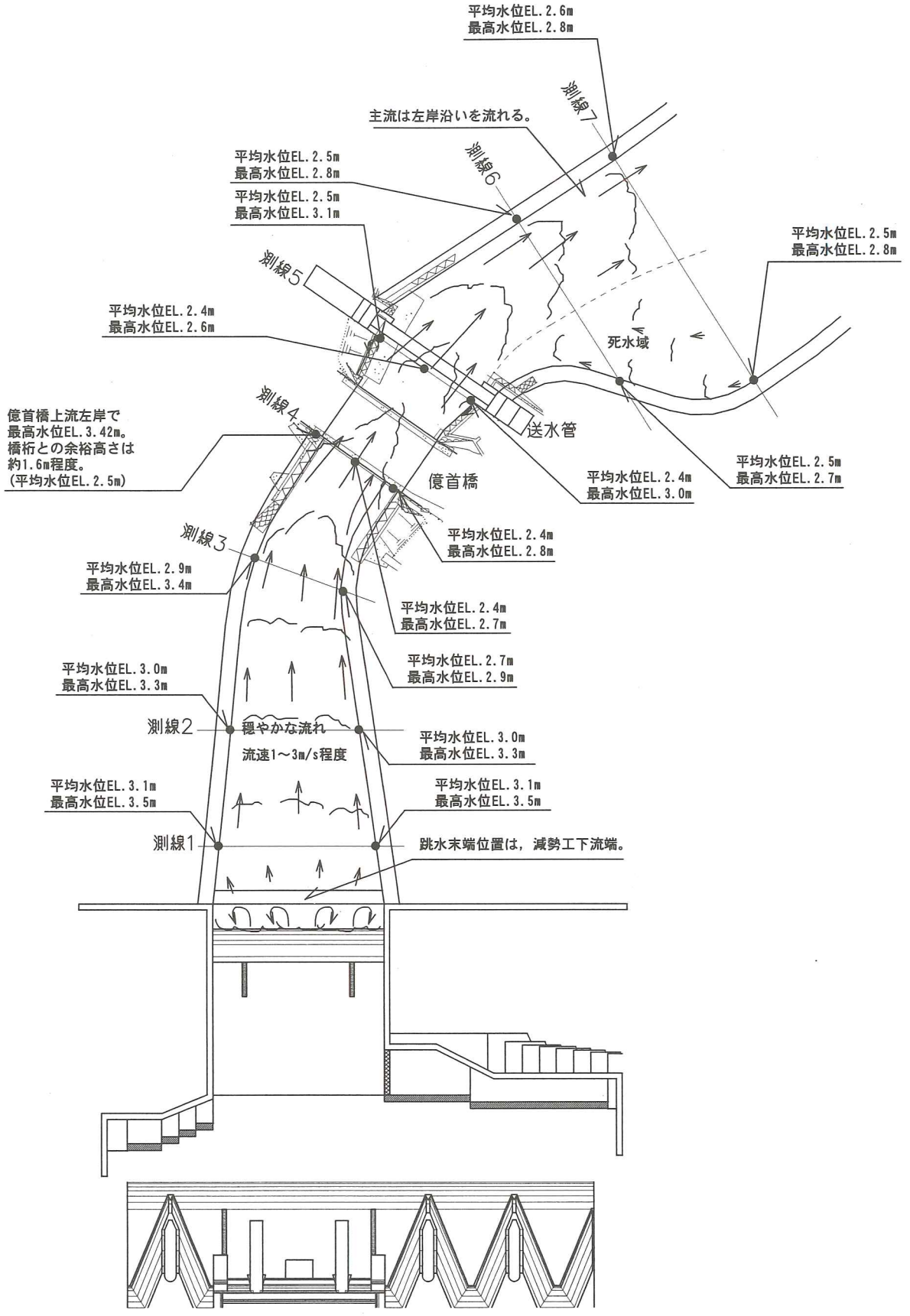


図-6.3.1(1)　河道比較形状１の流況（計画最大放流量 130m³/s）

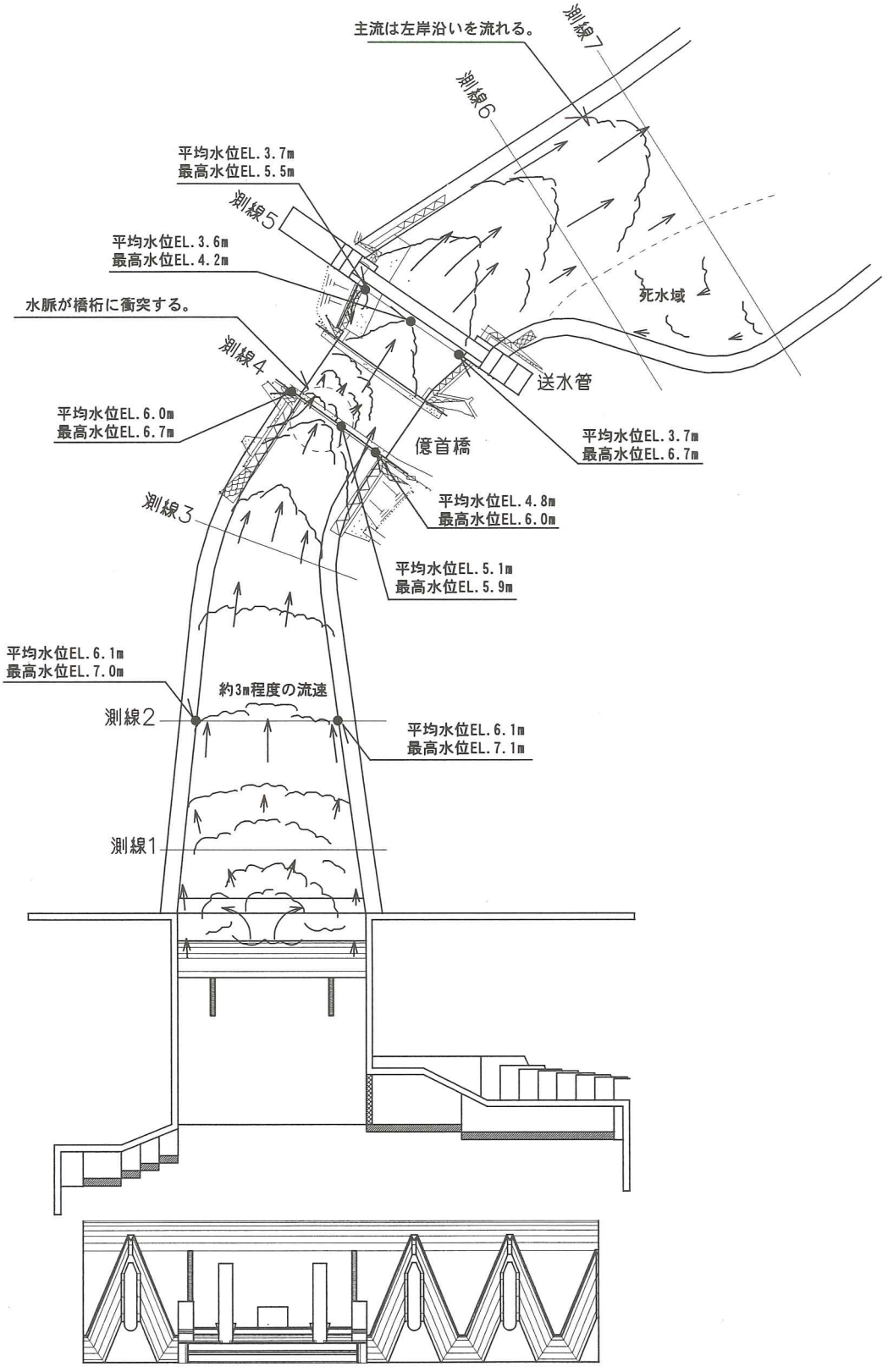


図-6.3.1(2)　河道比較形状１の流況（400m³/s）

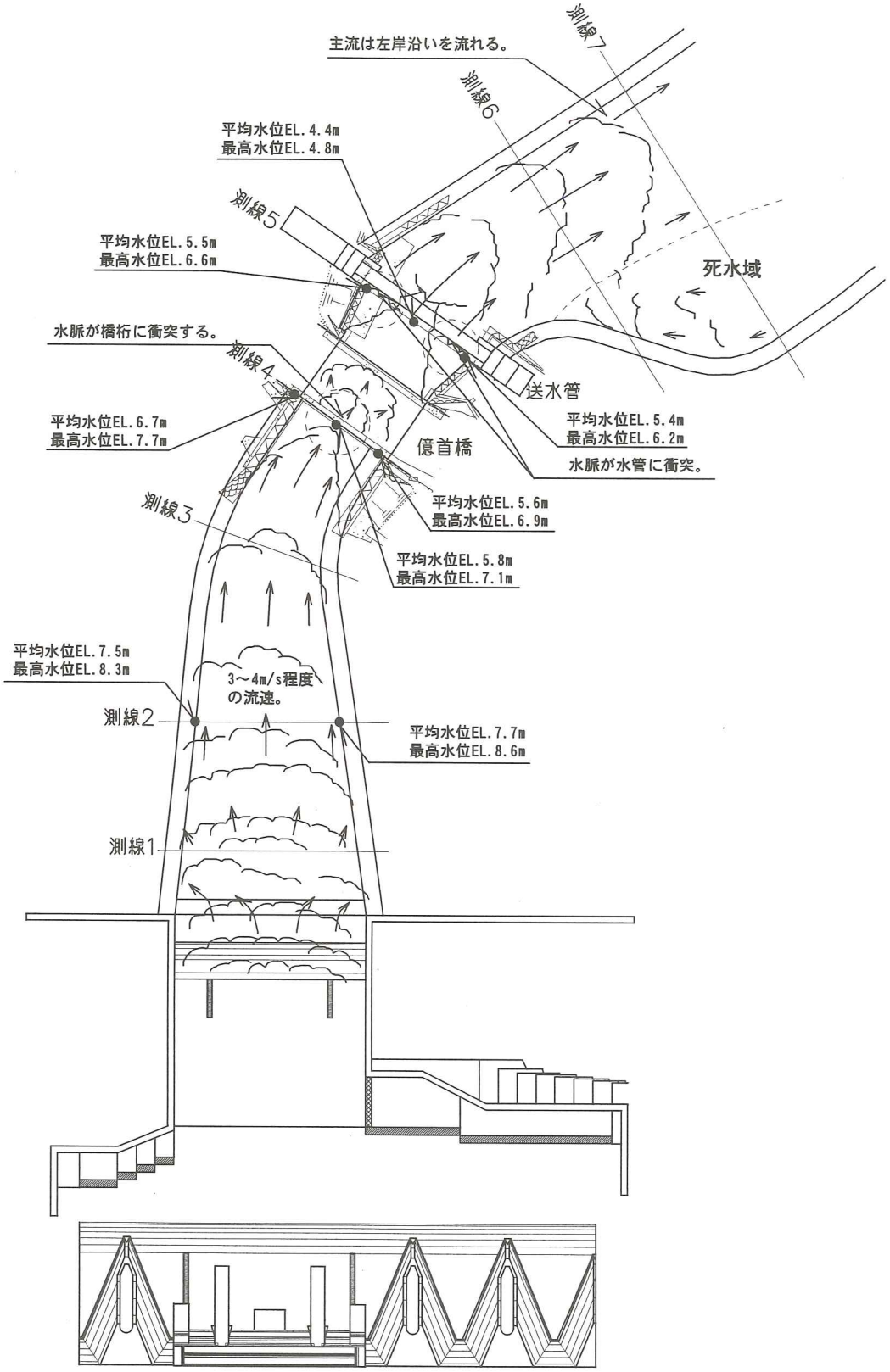


図-6.3.1(3)　河道比較形状１の流況（ダム設計洪水流量 590m³/s）

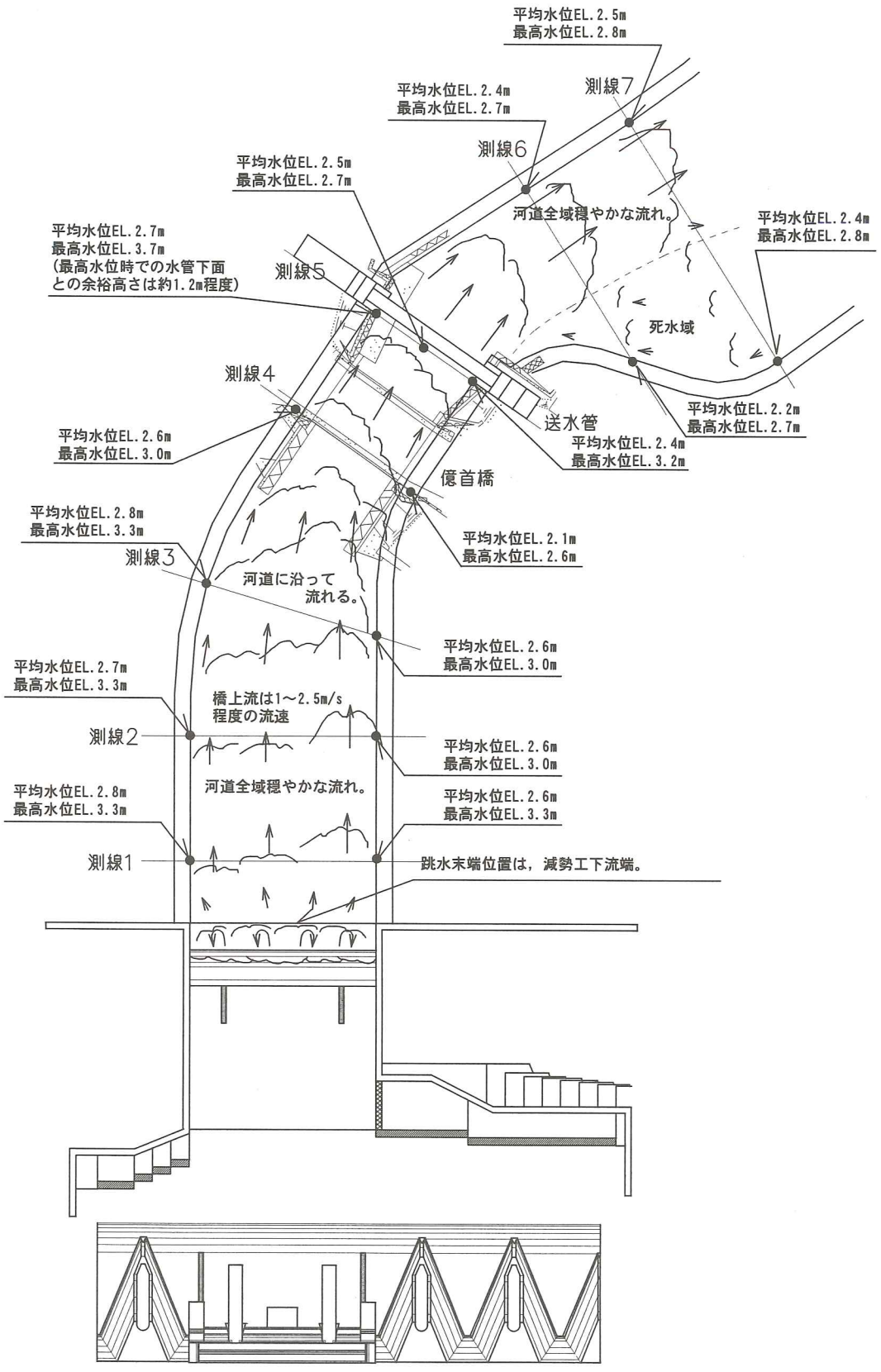


図-6.3.2(1)　河道比較形状２の流況（計画最大放流量 130m³/s）

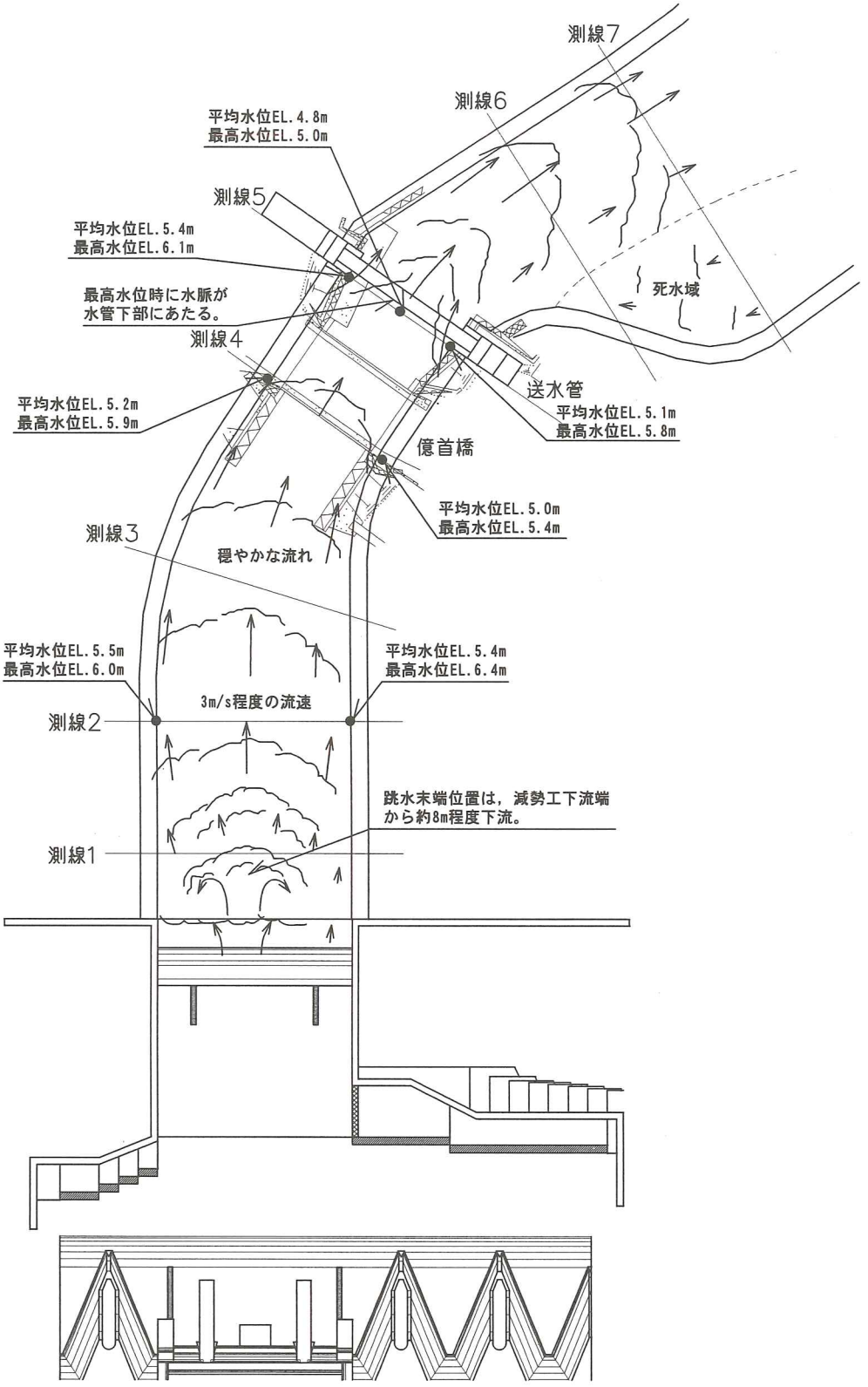


図-6.3.2(2)　河道比較形状２の流況（400m³/s）

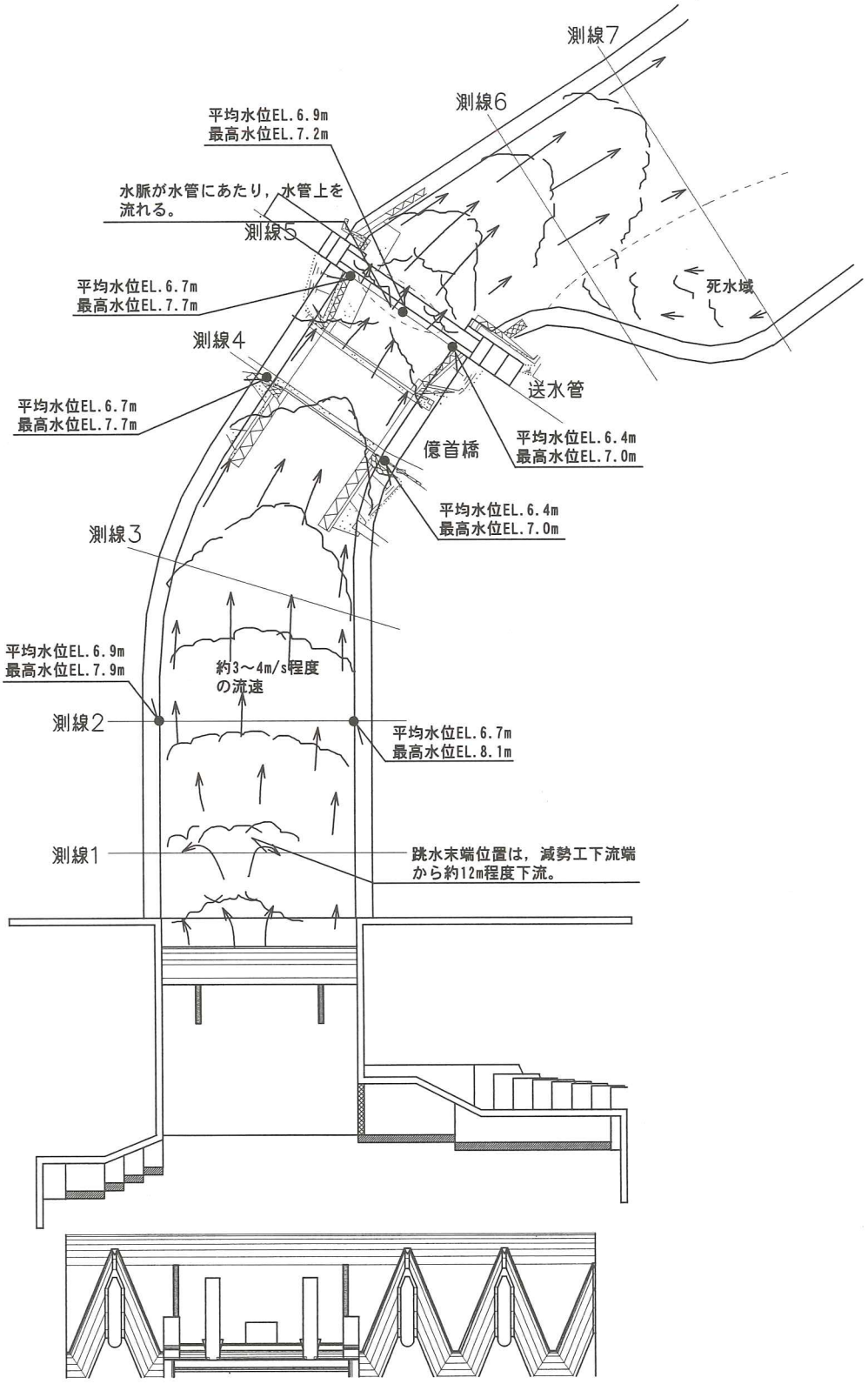


図-6.3.2(3)　河道比較形状２の流況（ダム設計洪水流量 590m³/s）

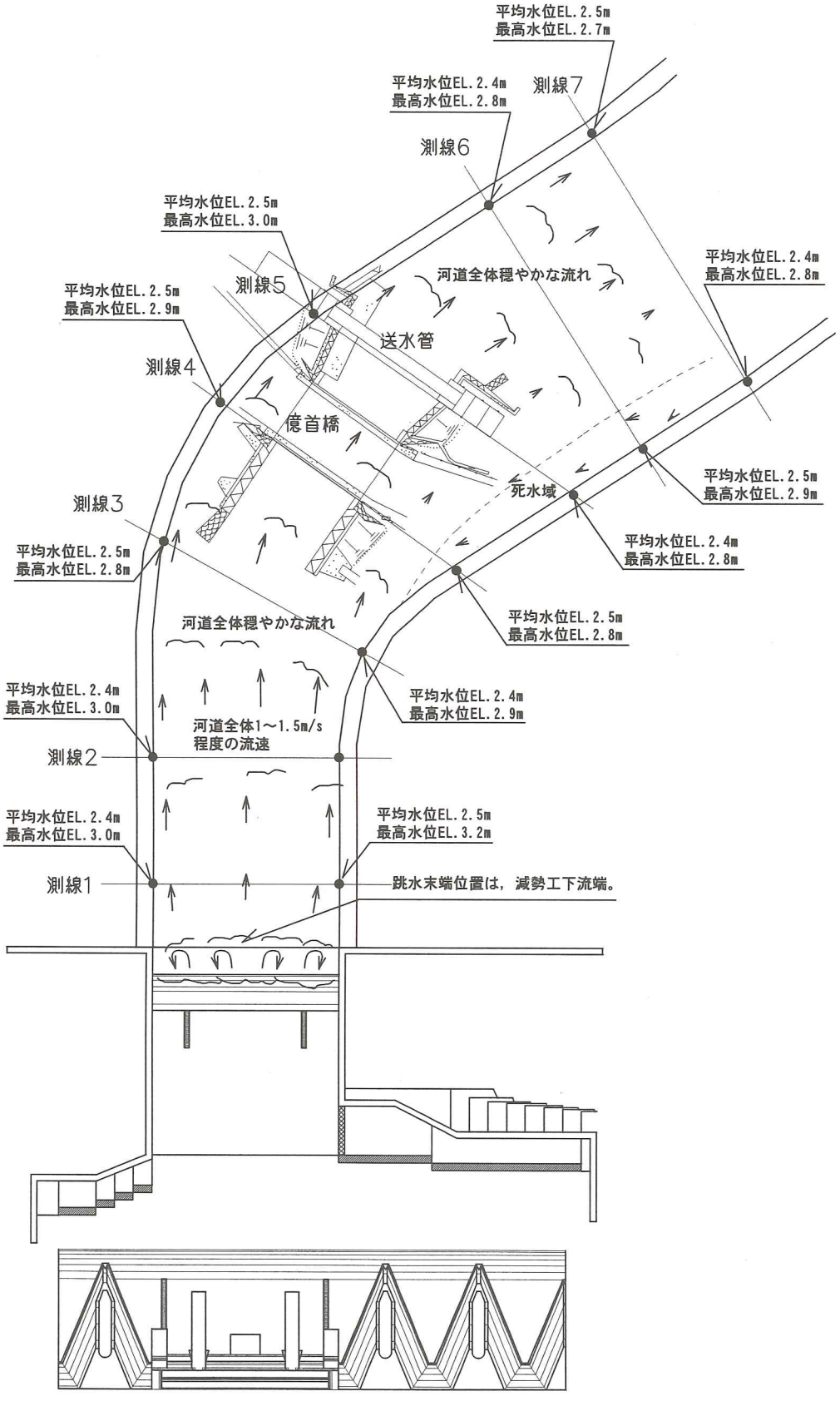


図-6.3.3(1)　河道比較形状３の流況（計画最大放流量 130m³/s）

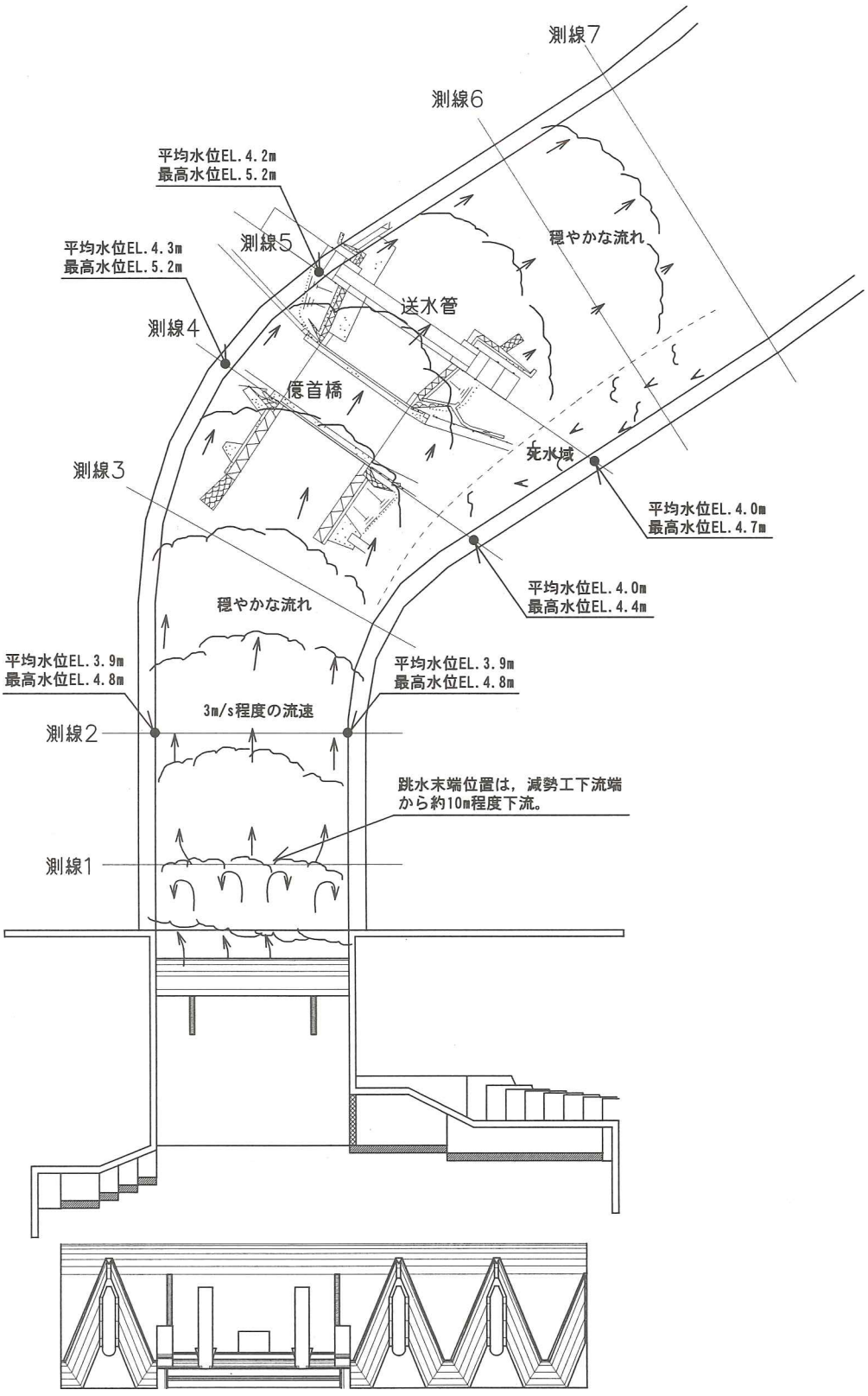


図-6.3.3(2)　河道比較形状３の流況（400m³/s）

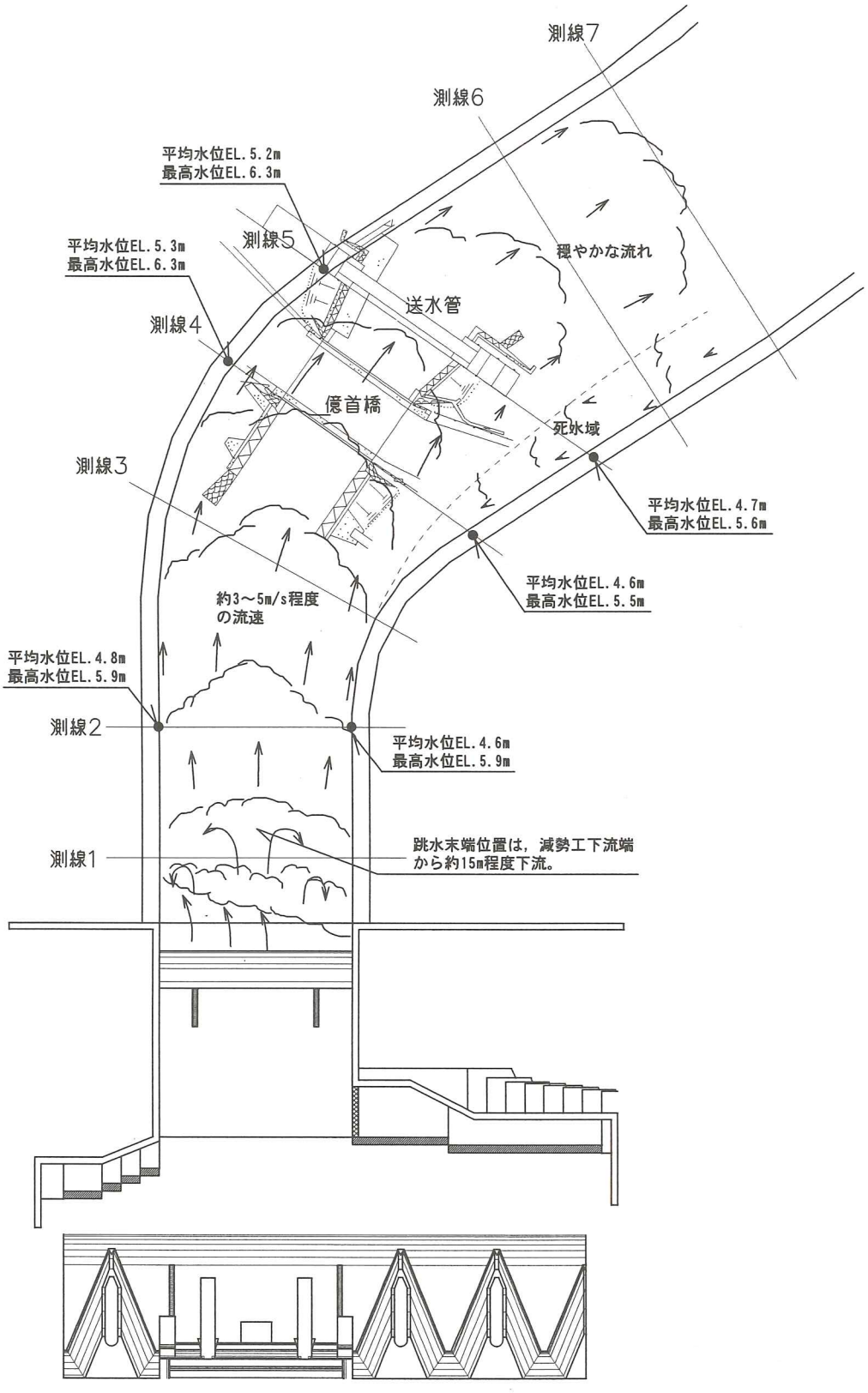


図-6.3.3(3)　河道比較形状３の流況（ダム設計洪水流量 590m³/s）

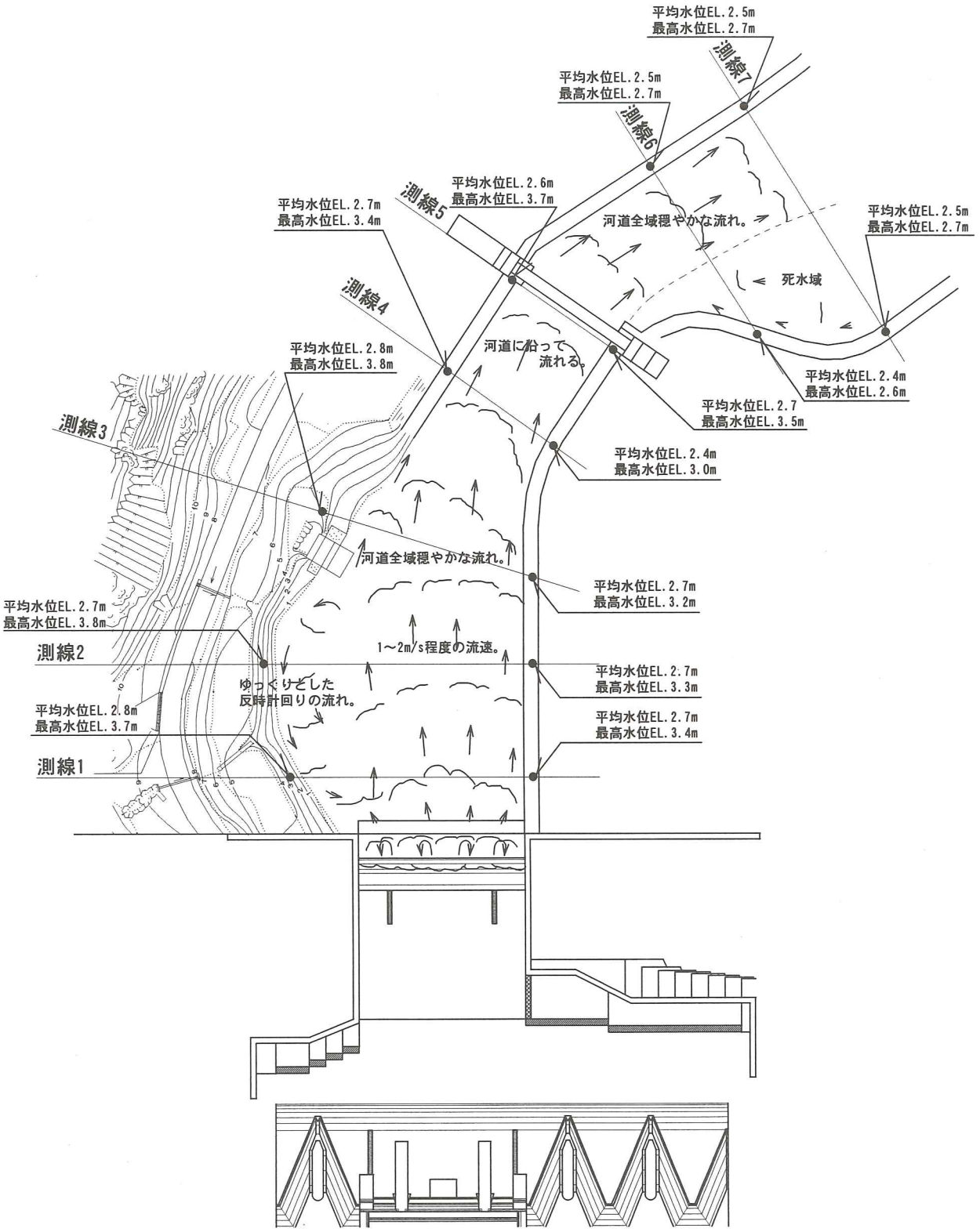


図-6.3.4(1)　河道比較形状４の流況（計画最大放流量 130m³/s）

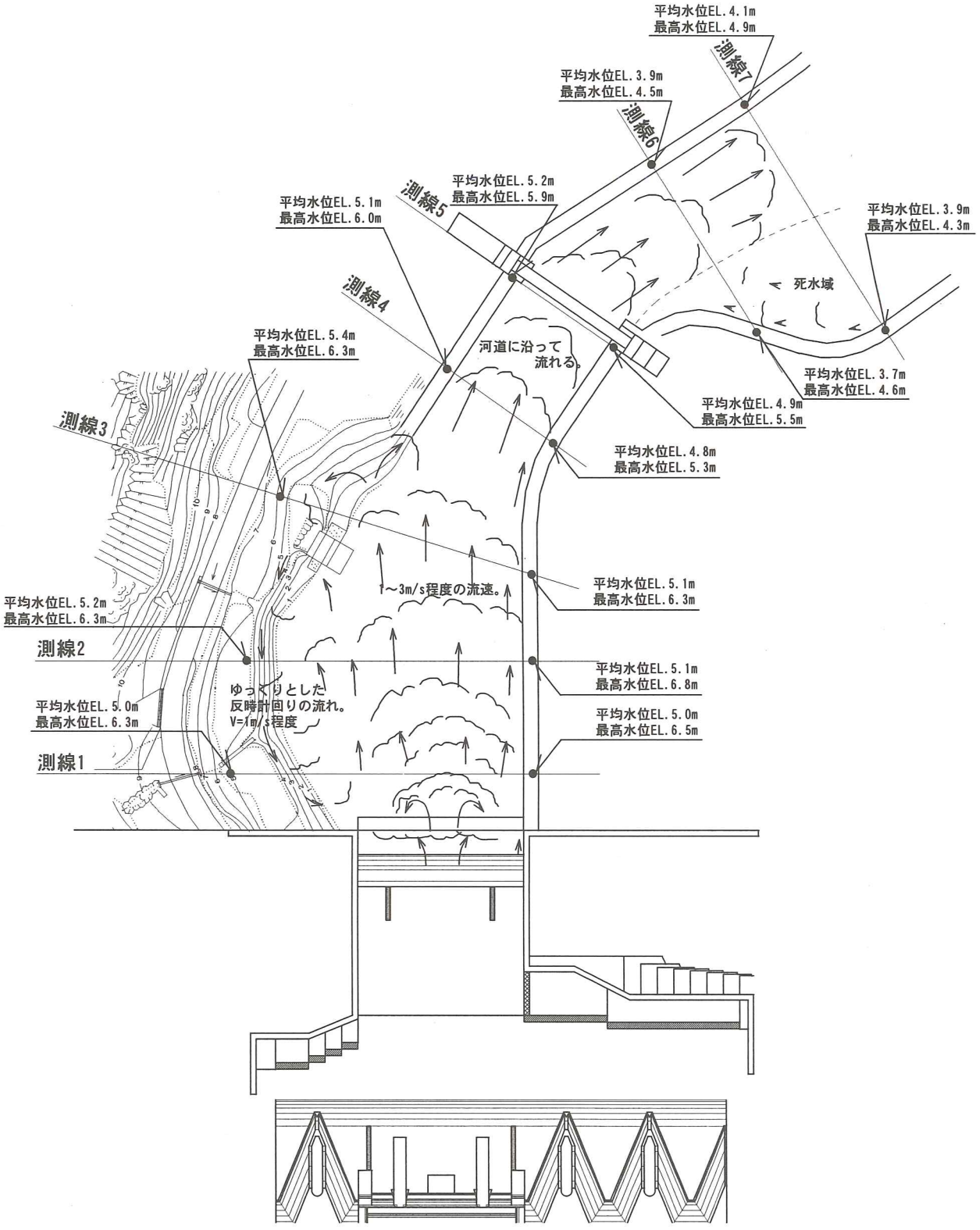


図-6.3.4(2)　河道比較形状４の流況（400m³/s）

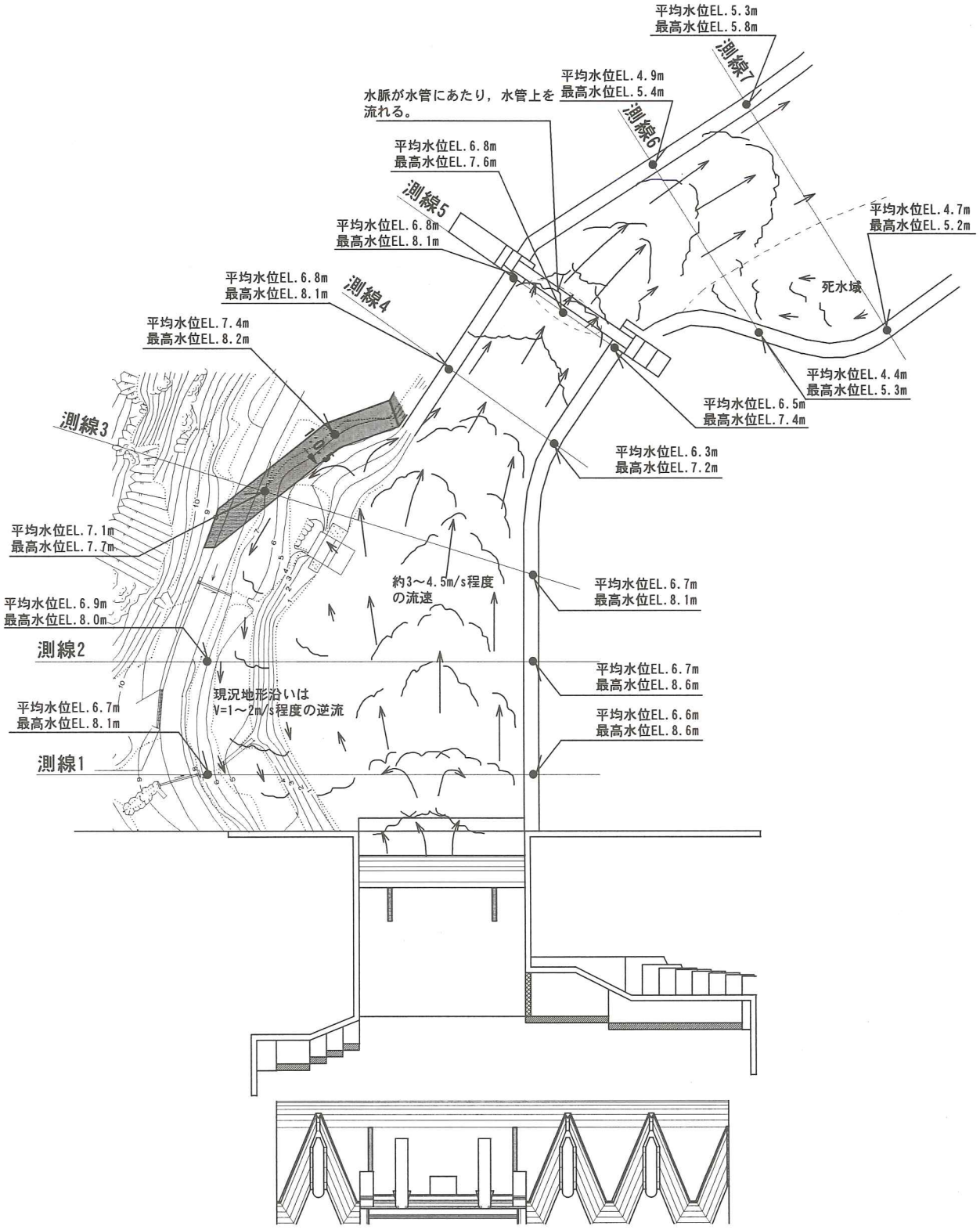


図-6.3.4(3)　河道比較形状４の流況（ダム設計洪水流量 590m³/s）

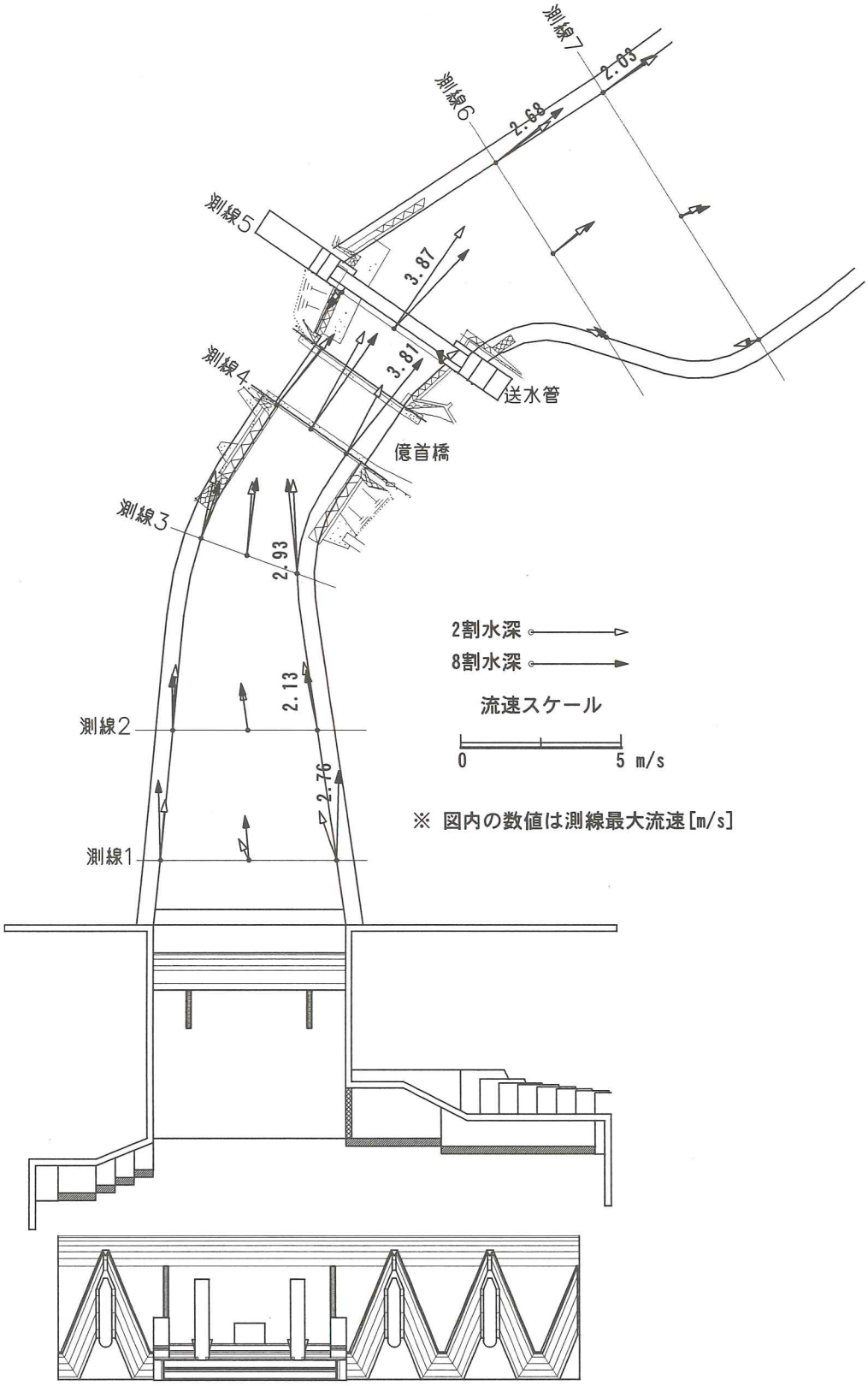


図-6.3.5(1)　河道比較形状１の流速（計画最大放流量 130m³/s）

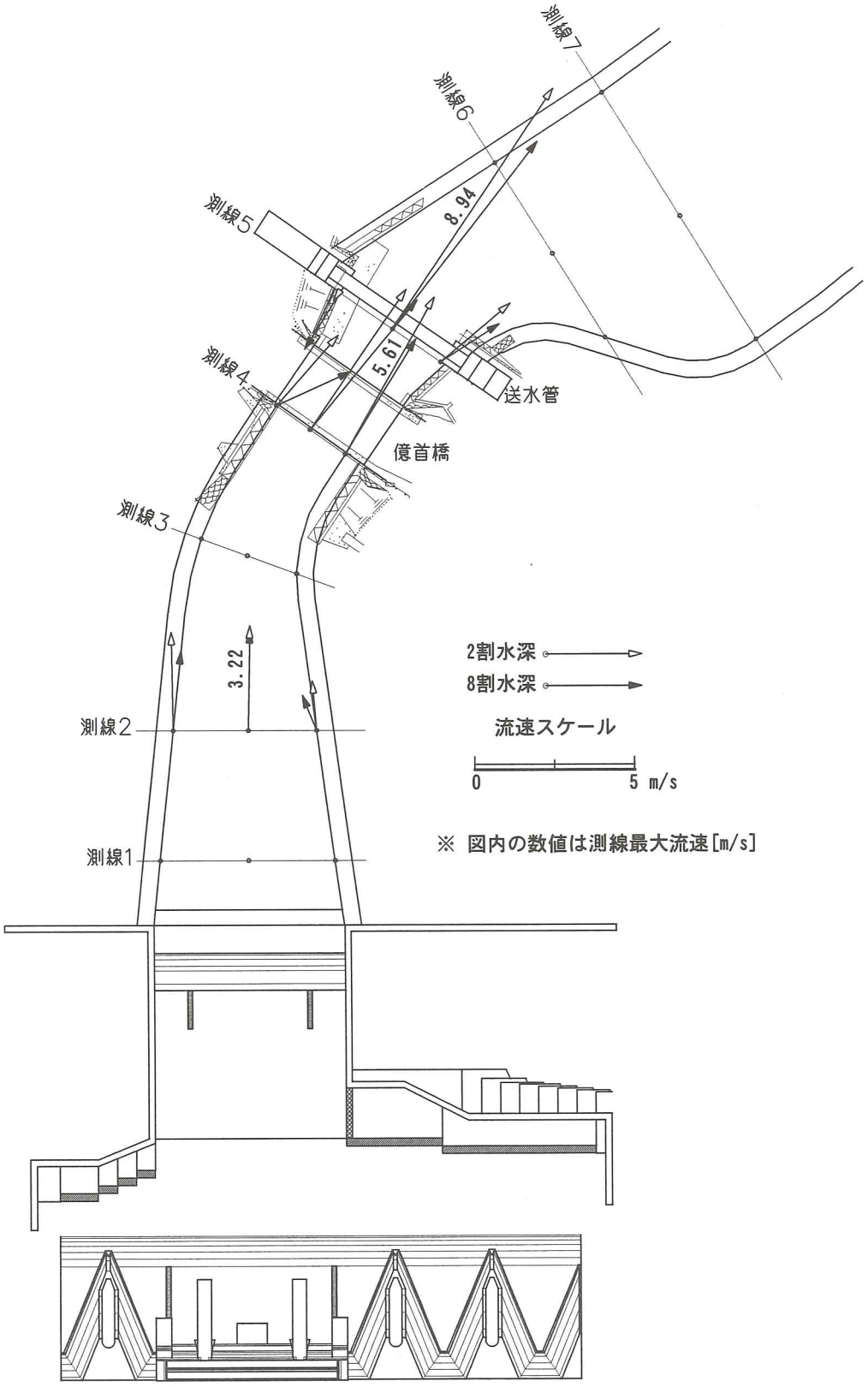


図-6.3.5(2)　河道比較形状１の流速（400m³/s）

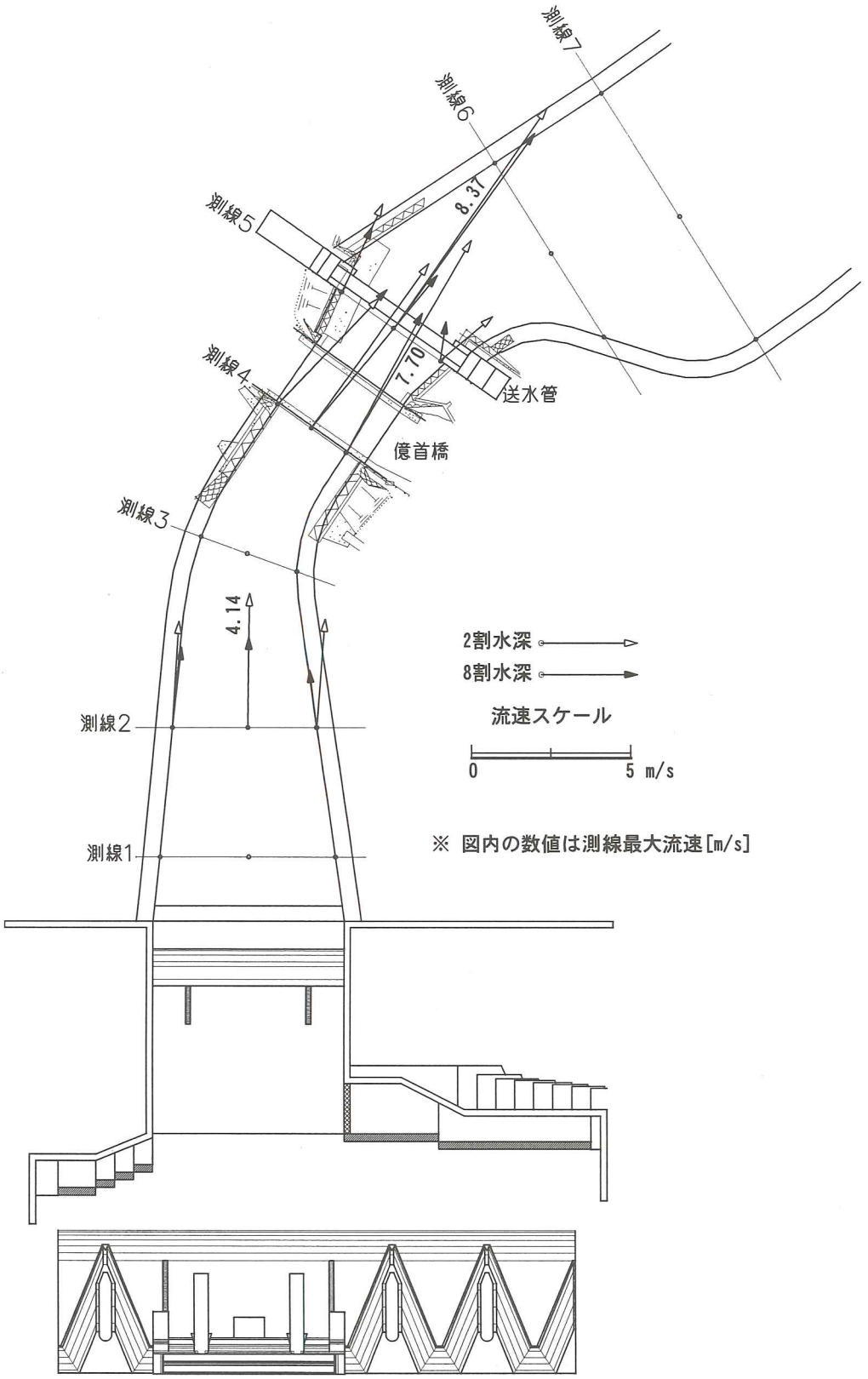


図-6.3.5(3)　河道比較形状１の流速（ダム設計洪水流量 590m³/s）

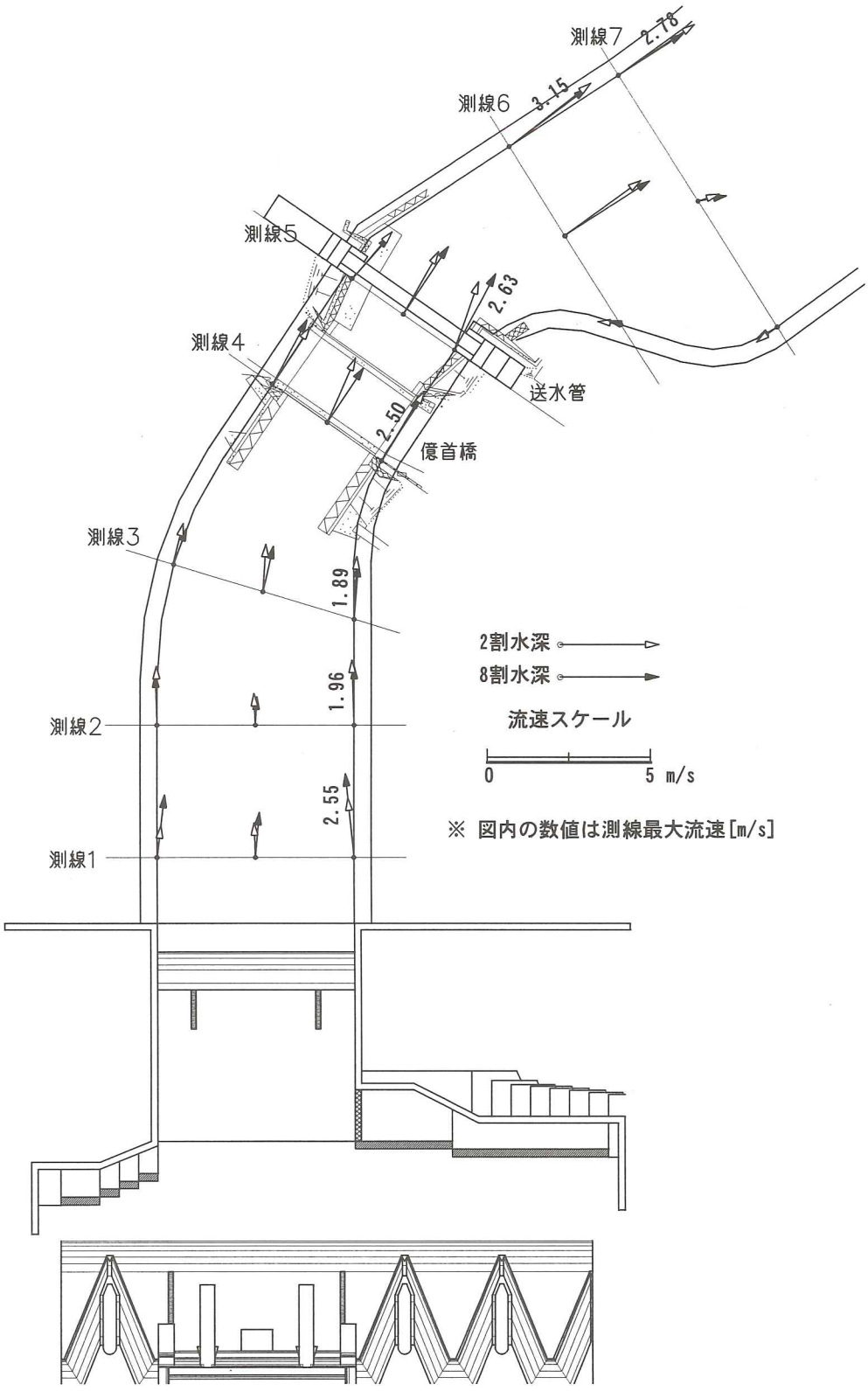


図-6.3.6(1)　河道比較形状 2 の流速（計画最大放流量 130m³/s）

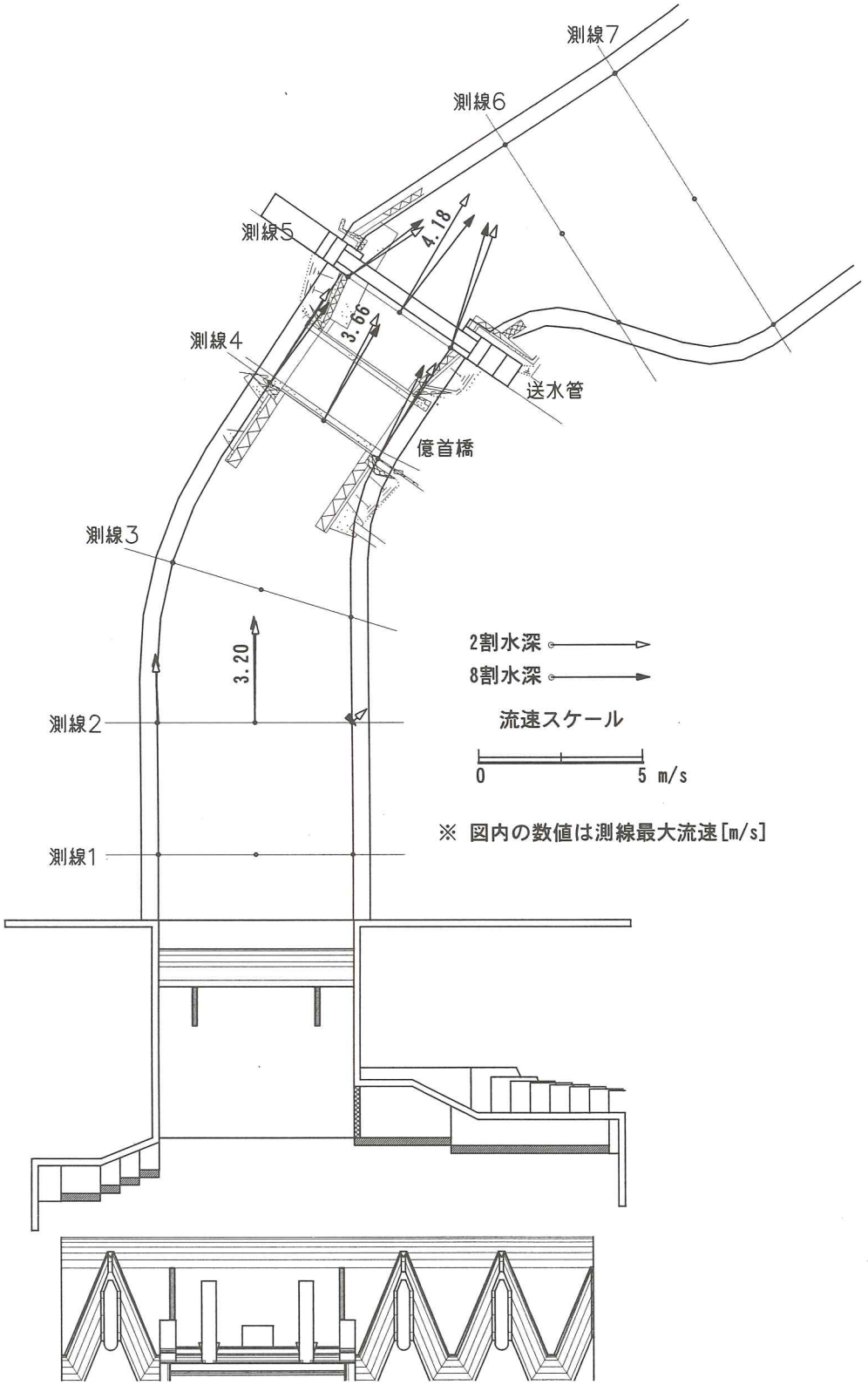


図-6.3.6(2)　河道比較形状 2 の流速（400m³/s）

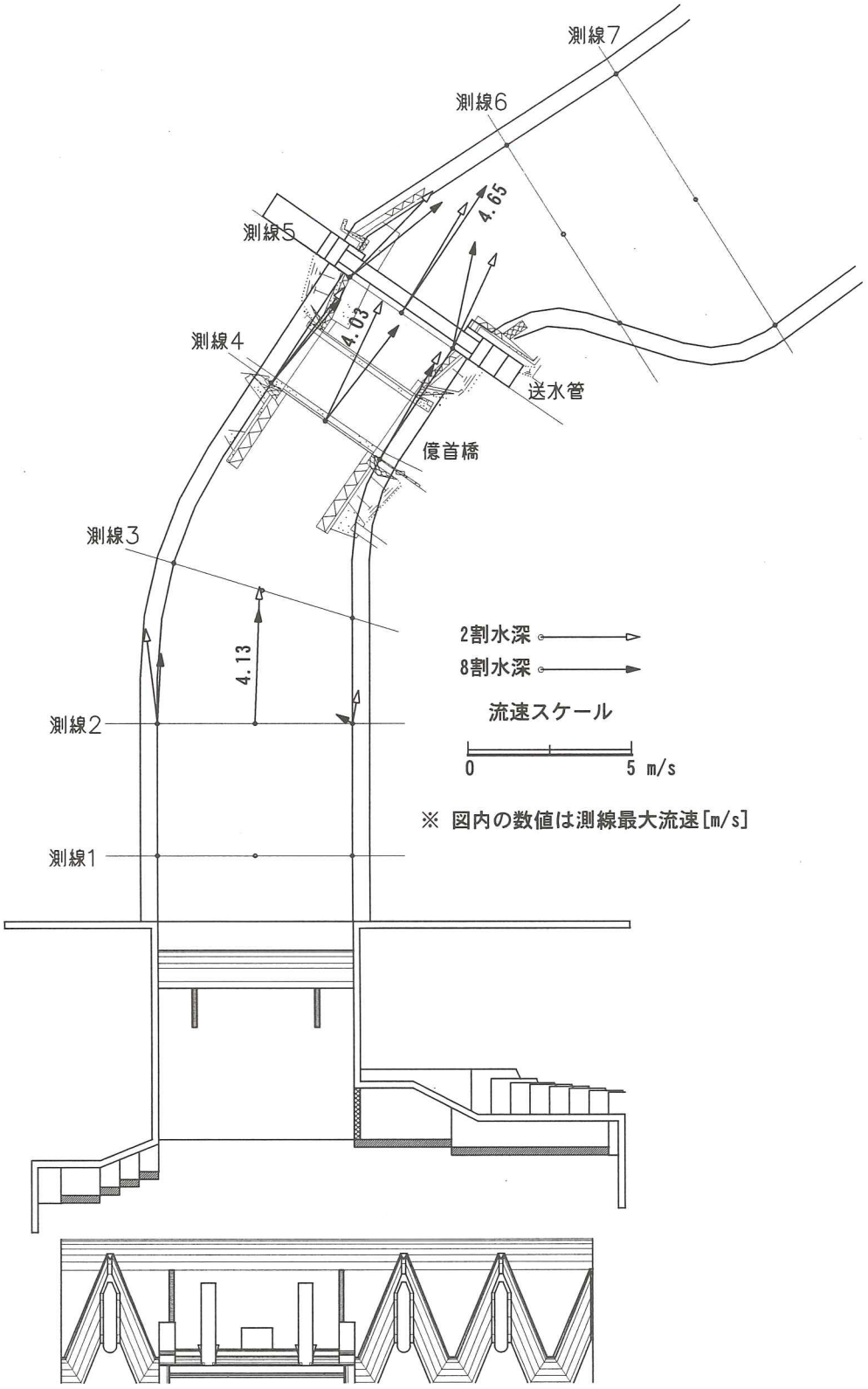


図-6.3.6(3)　河道比較形状 2 の流速（ダム設計洪水流量 590m³/s）

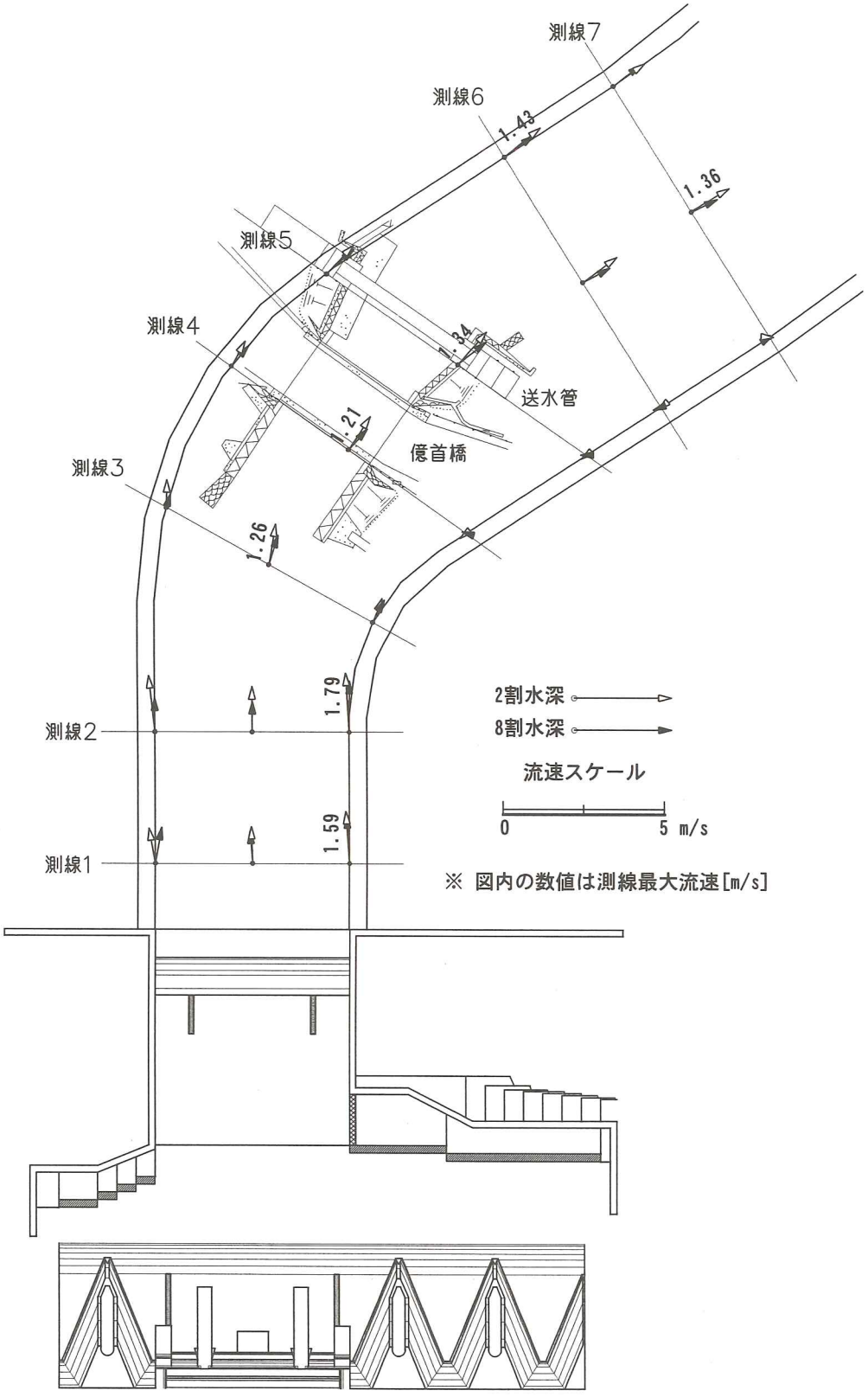


図-6.3.7(1)　河道比較形状３の流速（計画最大放流量 130m³/s）

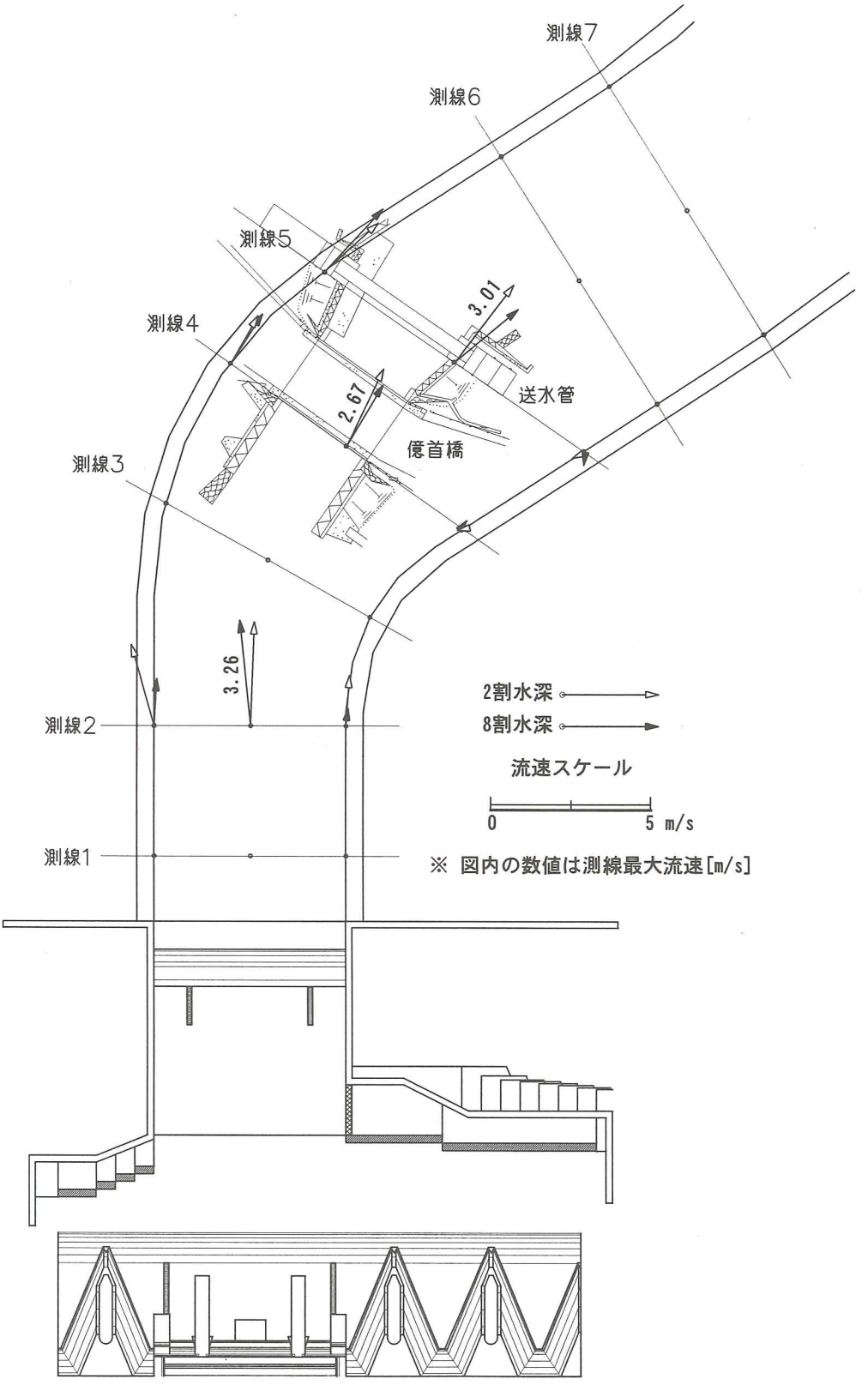


図-6.3.7(2)　河道比較形状３の流速（400m³/s）

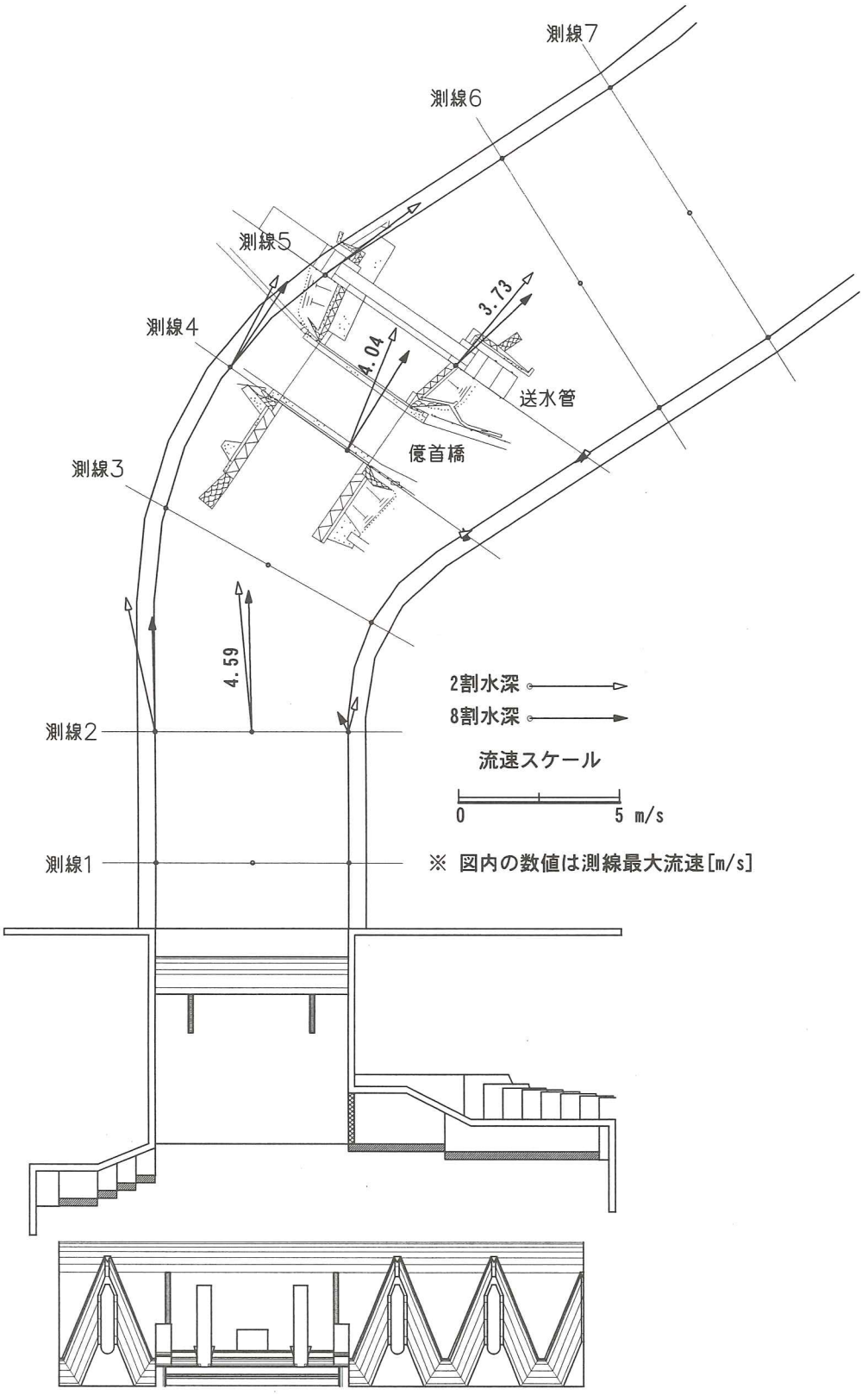


図-6.3.7(3)　河道比較形状３の流速（ダム設計洪水流量 590m³/s）

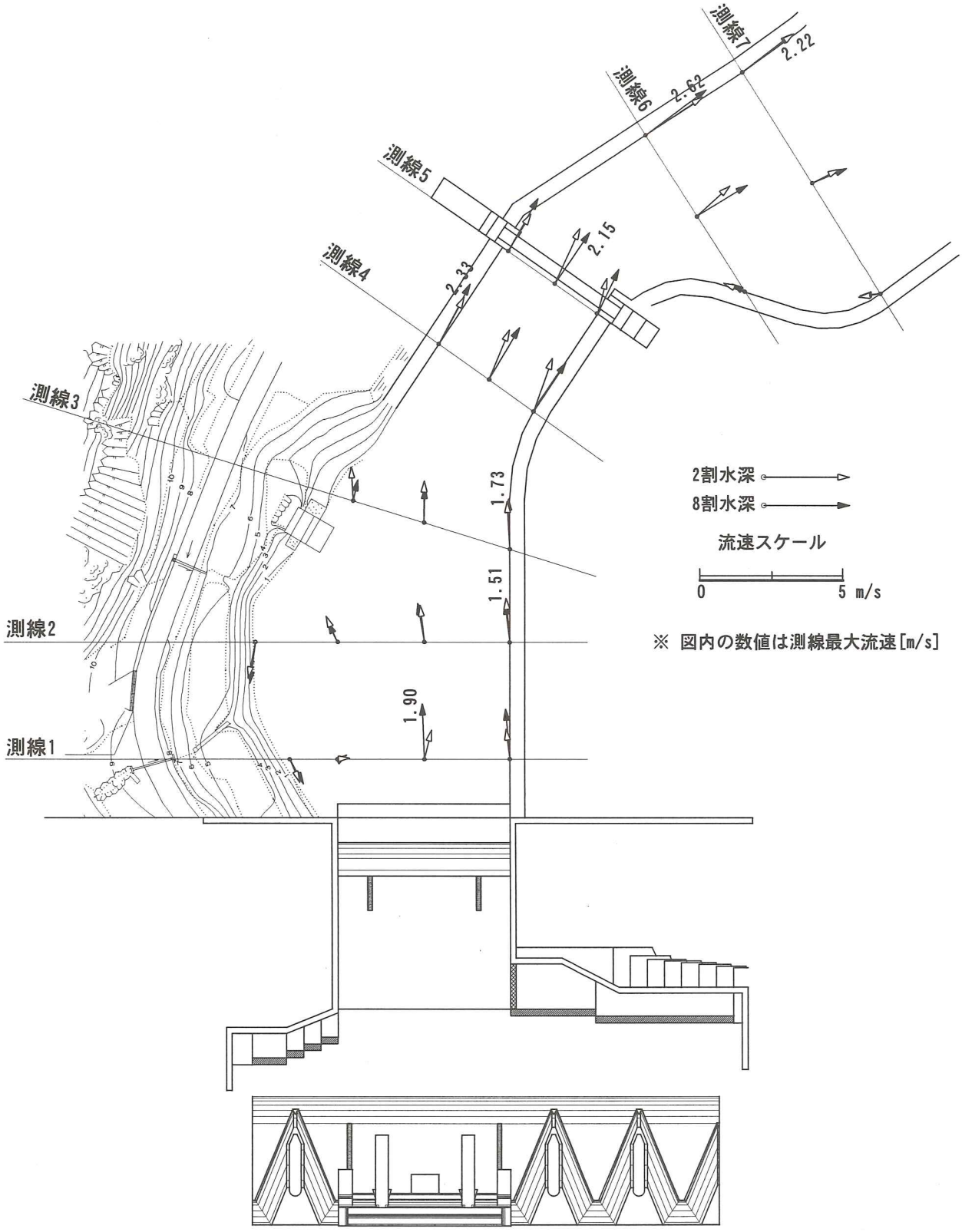


図-6.3.8(1)　河道比較形状４の流速（計画最大放流量 130m³/s）

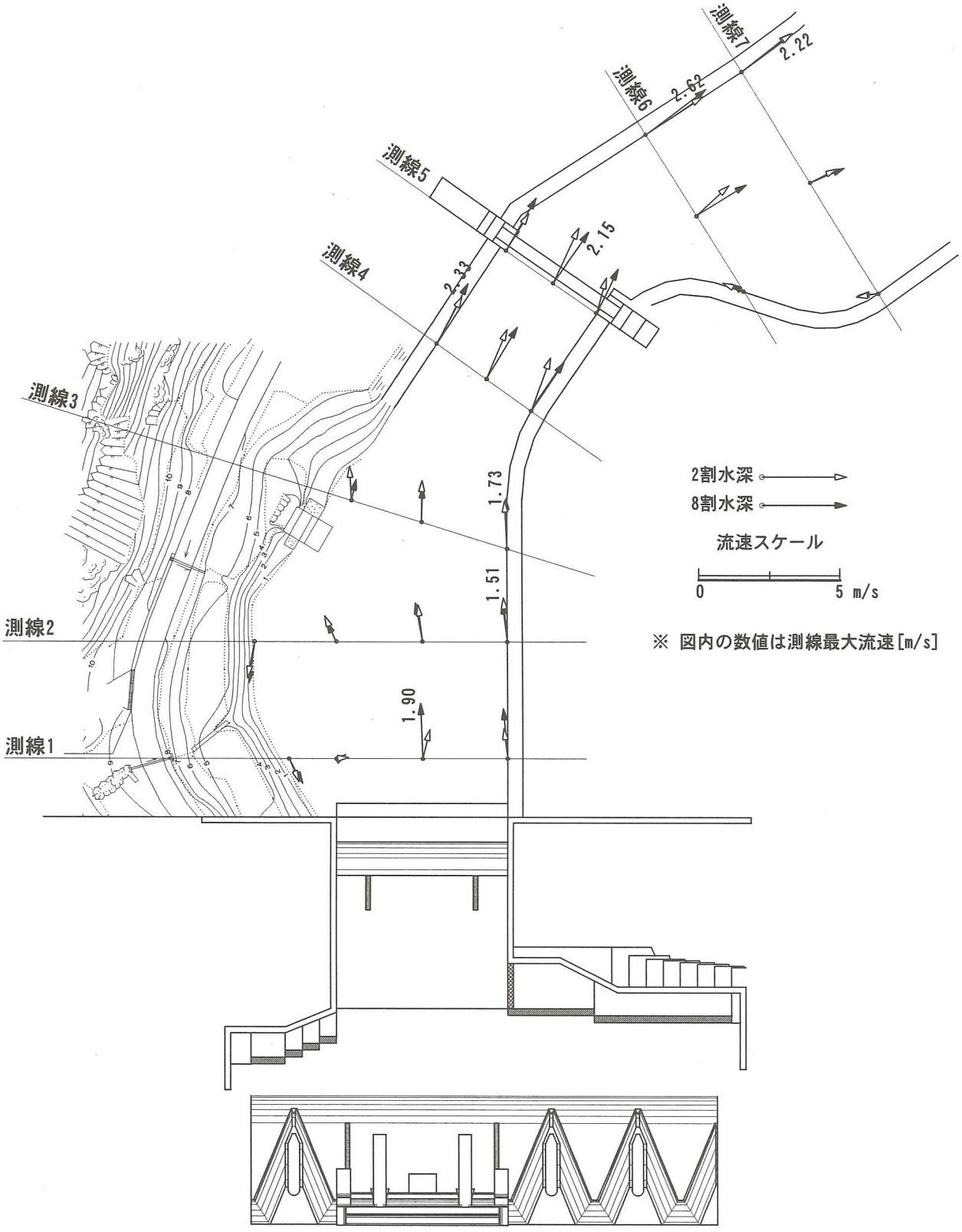


図-6.3.8(2)　河道比較形状４の流速（400m³/s）

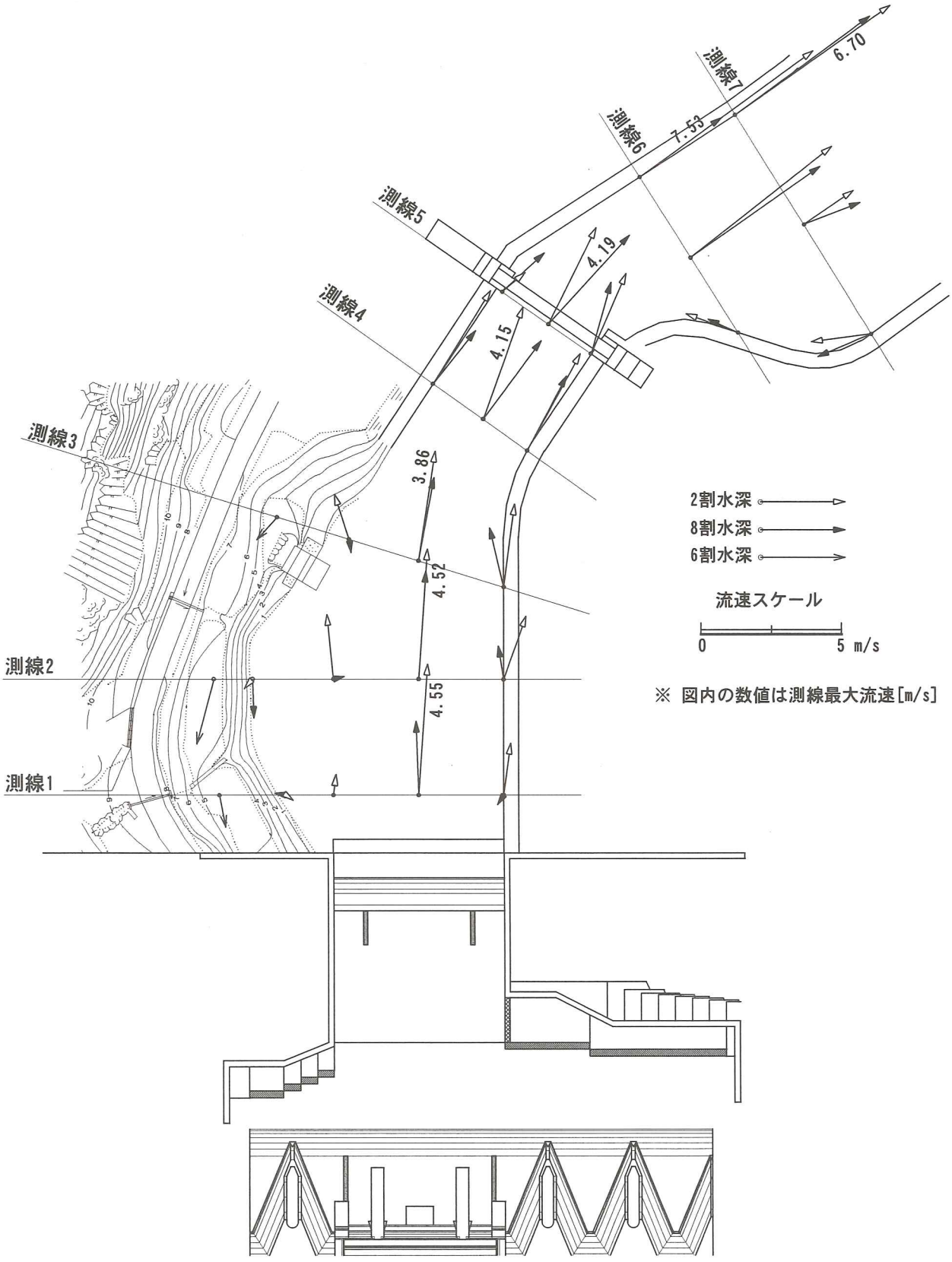


図-6.3.8(3)　河道比較形状４の流速（ダム設計洪水流量 590m³/s）

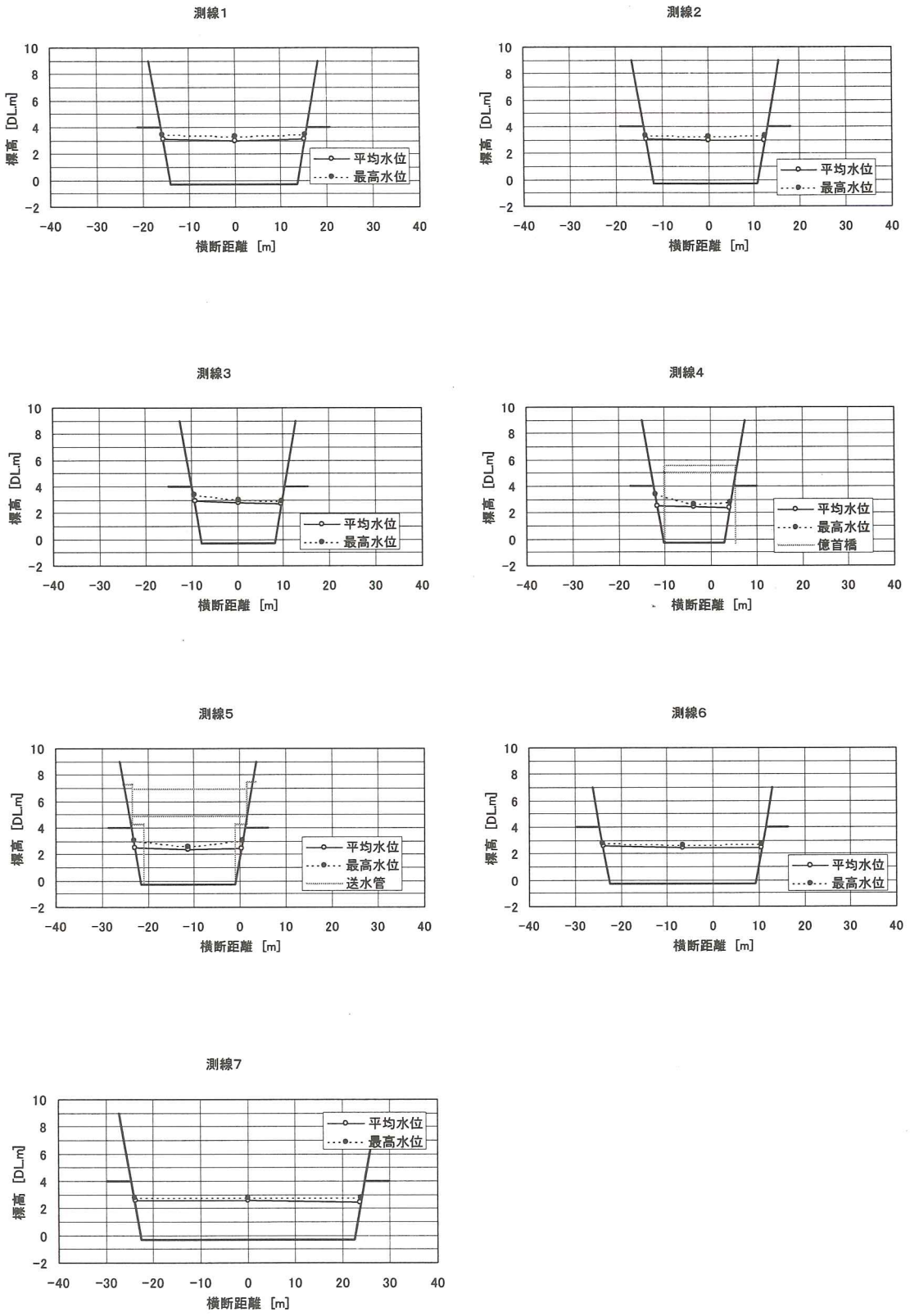


図-6.3.9(1) 河道比較形状１の水面形（計画最大放流量130㎥/s）

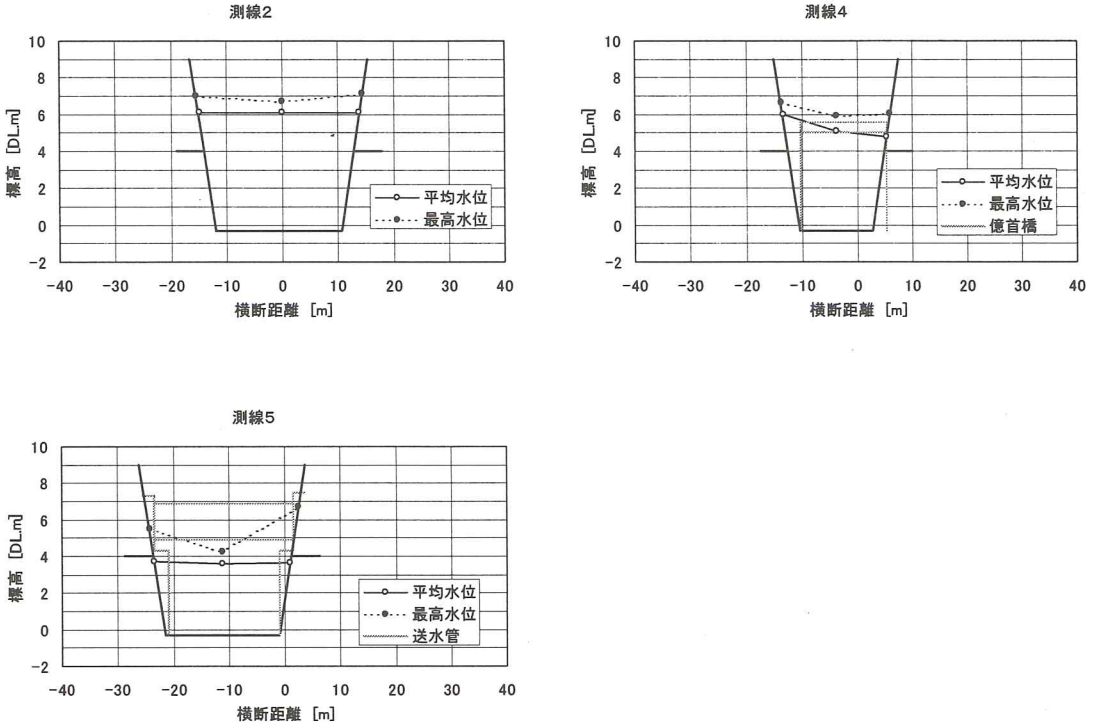


図-6.3.9(2) 河道比較形状１の水面形　(400m³/s)

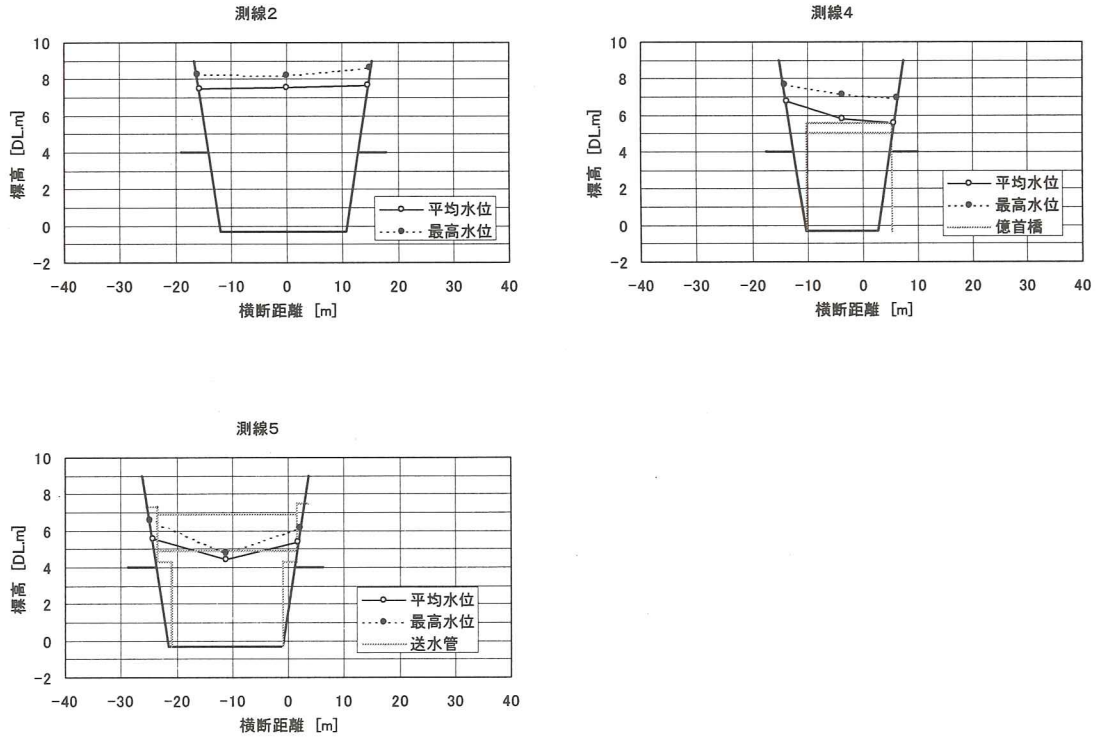


図-6.3.9(3) 河道比較形状１の水面形（ダム設計洪水流量590m³/s）

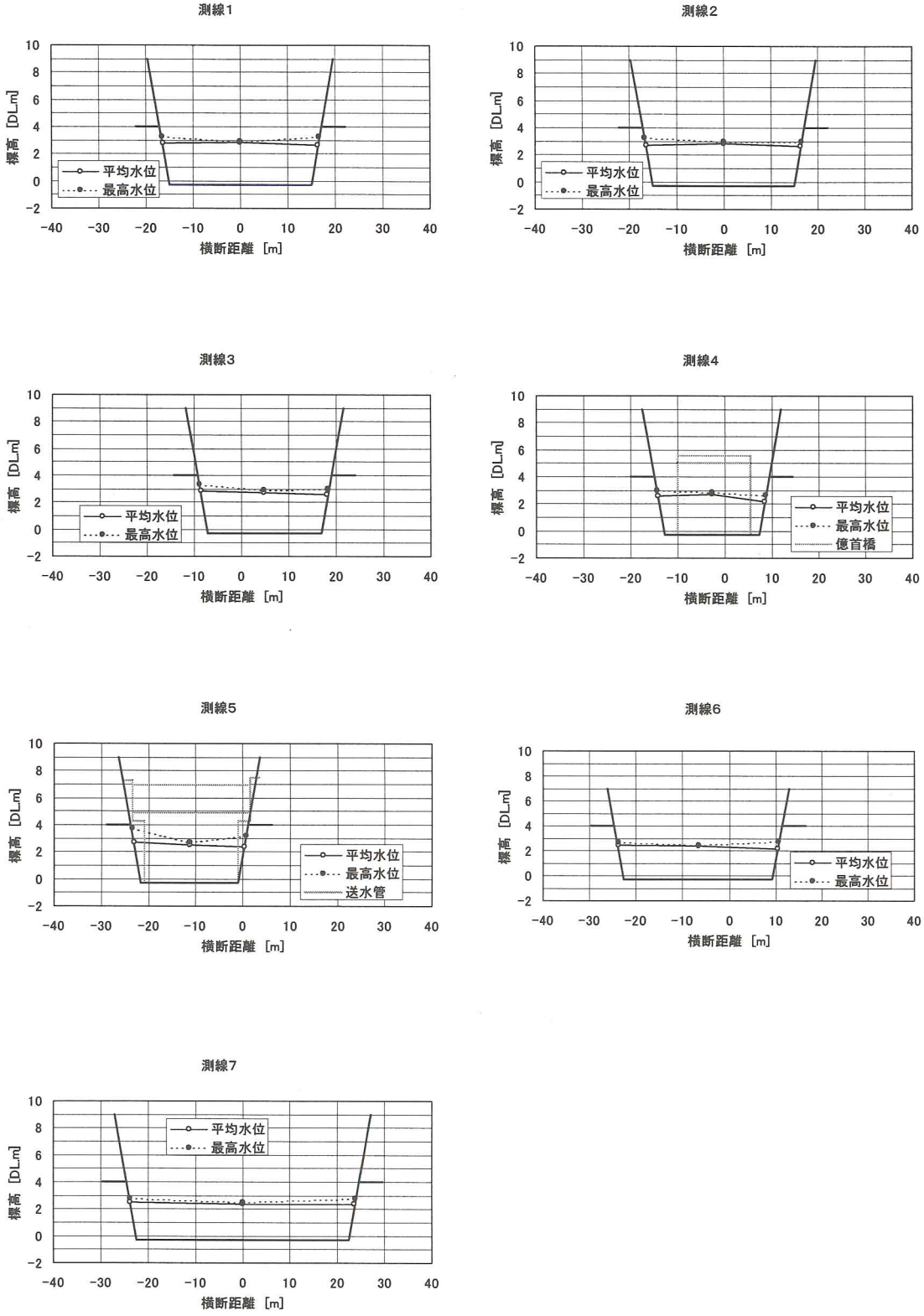


図-6.3.10(1) 河道比較形状２の水面形（計画最大放流量130㎥/s）

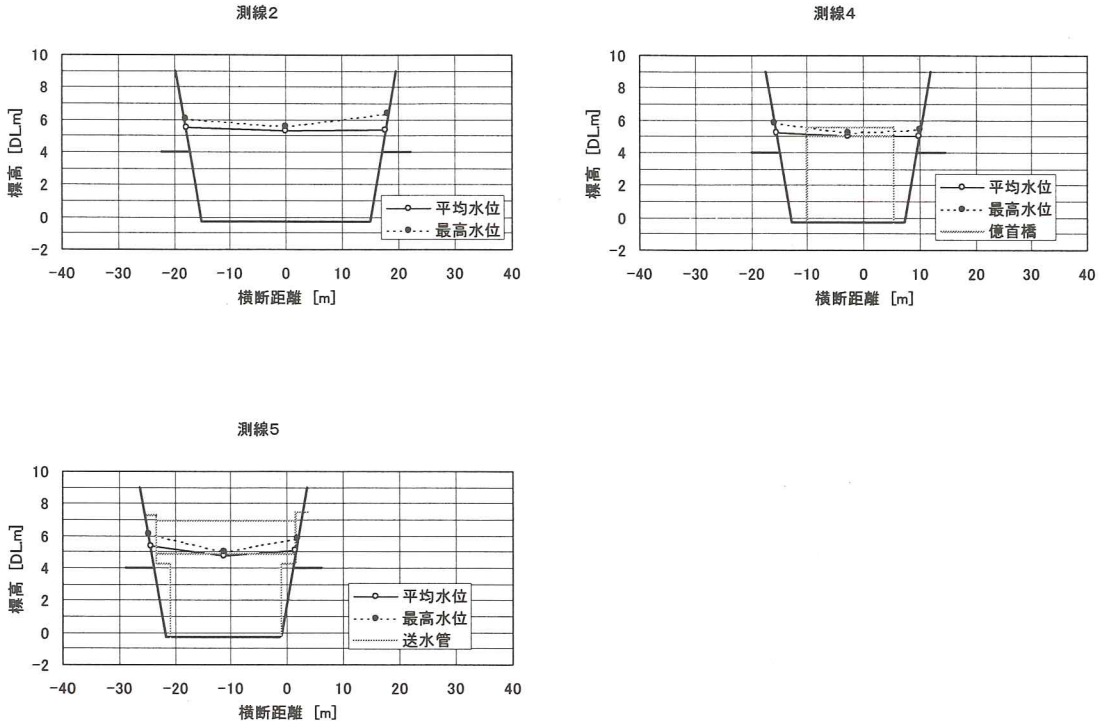


図-6.3.10(2) 河道比較形状２の水面形（400m³/s）

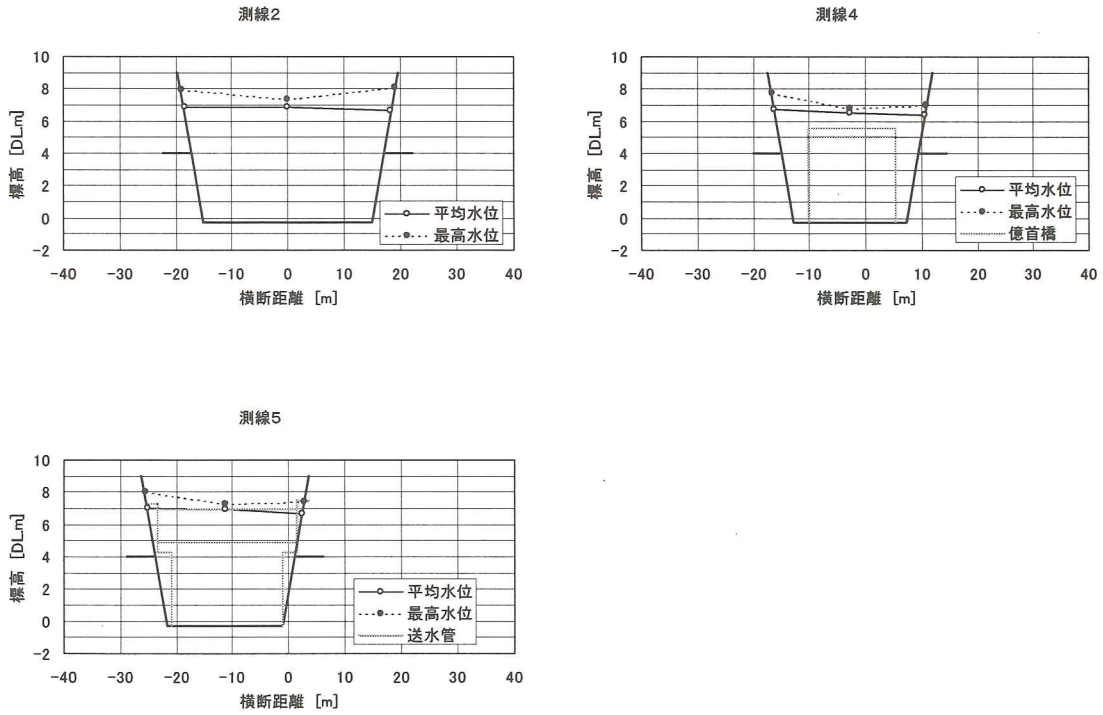


図-6.3.10(3) 河道比較形状２の水面形（ダム設計洪水流量590m³/s）

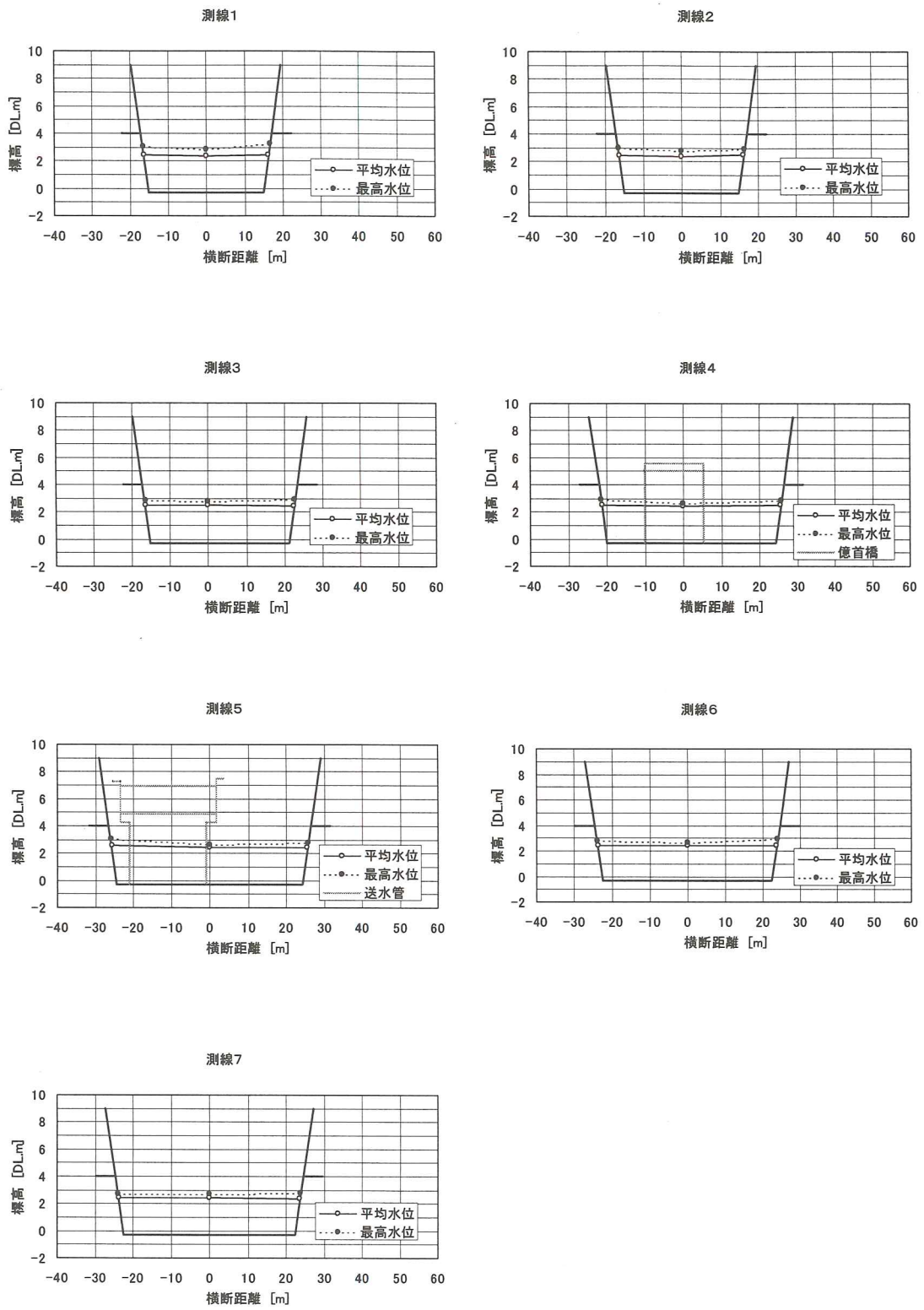


図-6.3.11(1) 河道比較形状３の水面形（計画最大放流量130㎥/s）

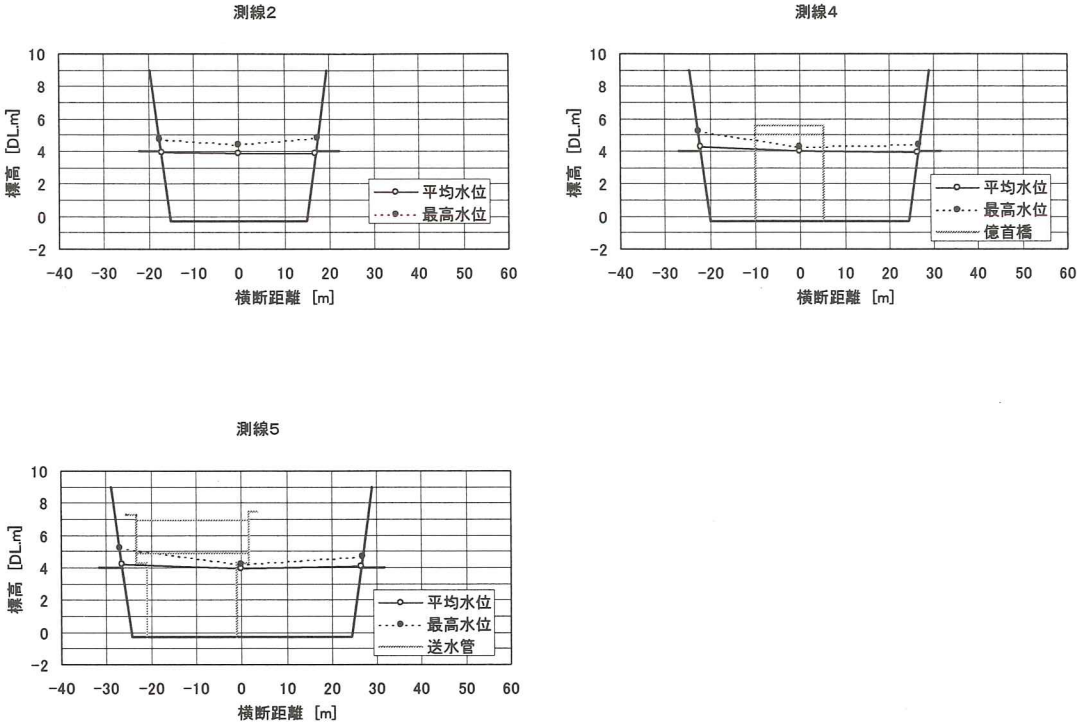


図-6.3.11(2) 河道比較形状３の水面形（400m³/s）

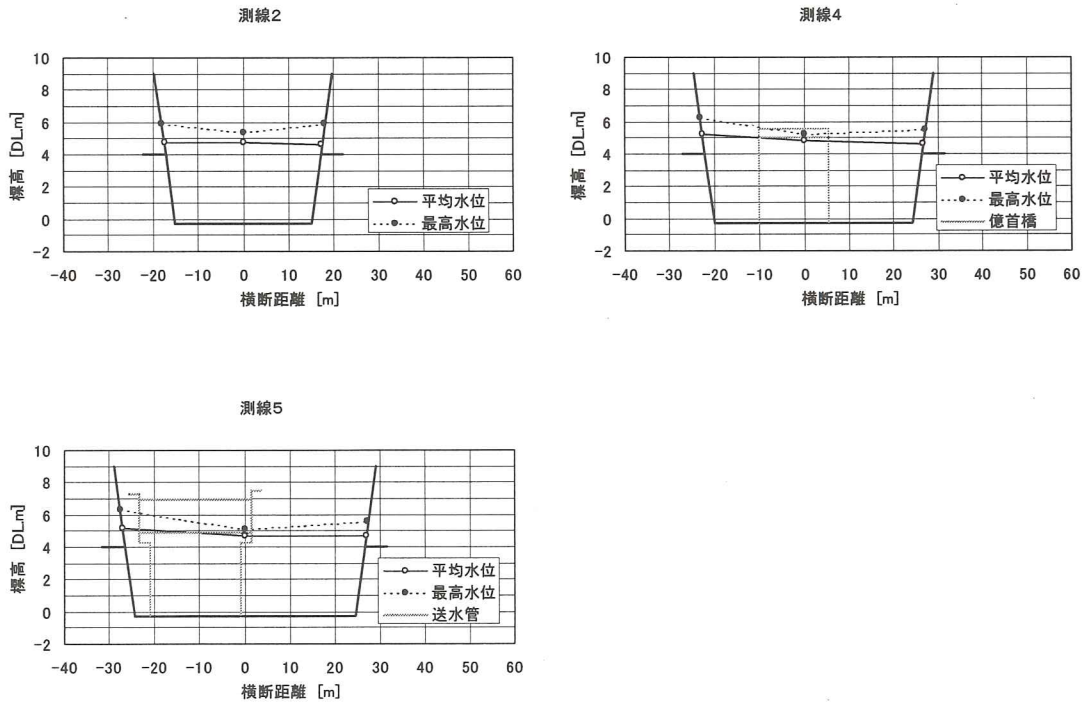


図-6.3.11(3) 河道比較形状３の水面形（ダム設計洪水流況590m³/s）

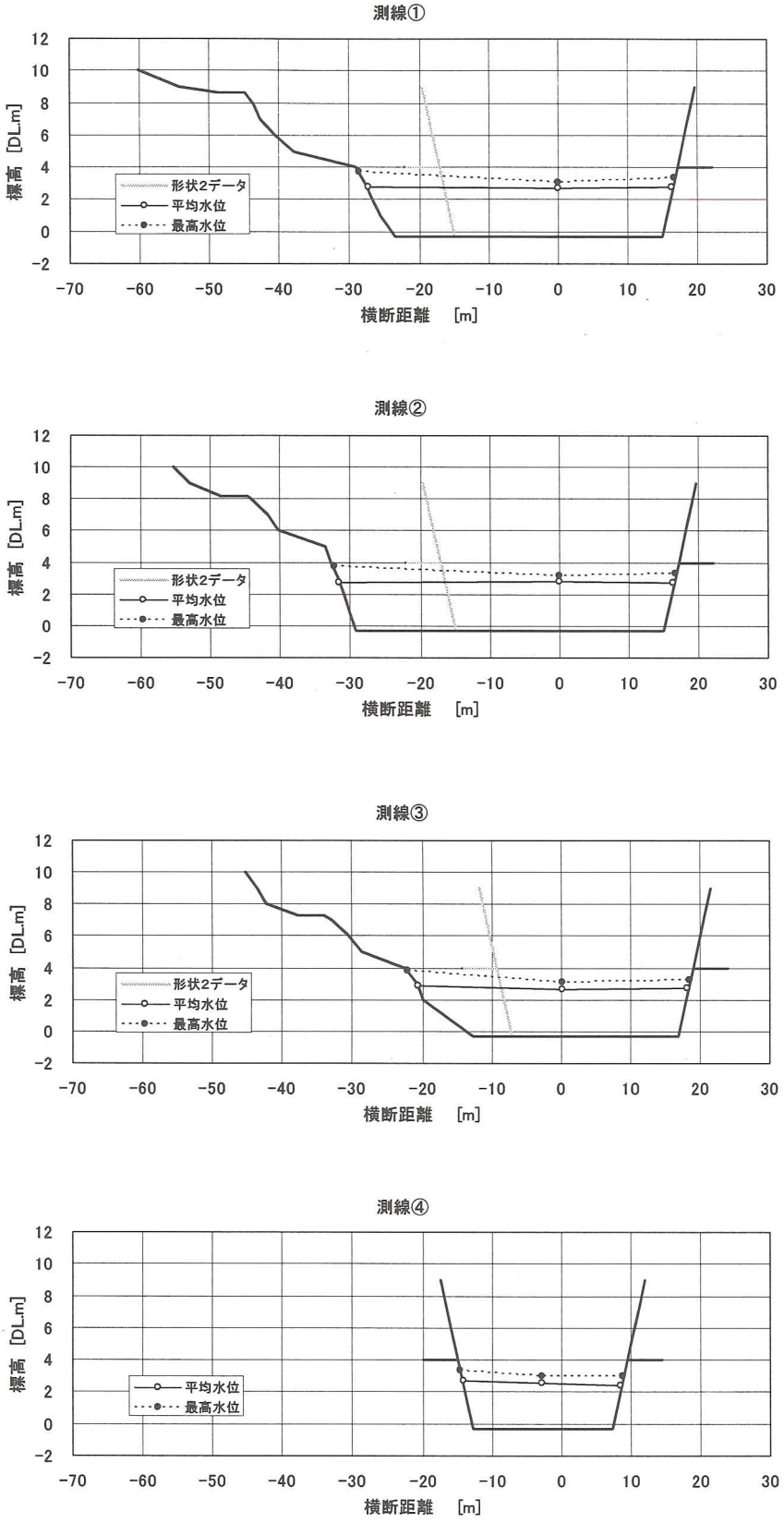
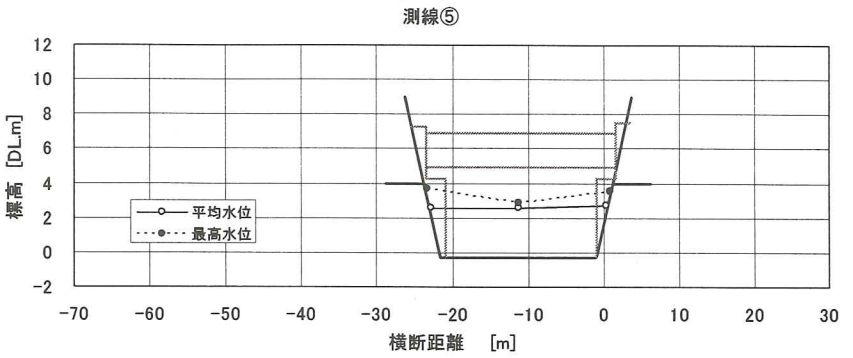
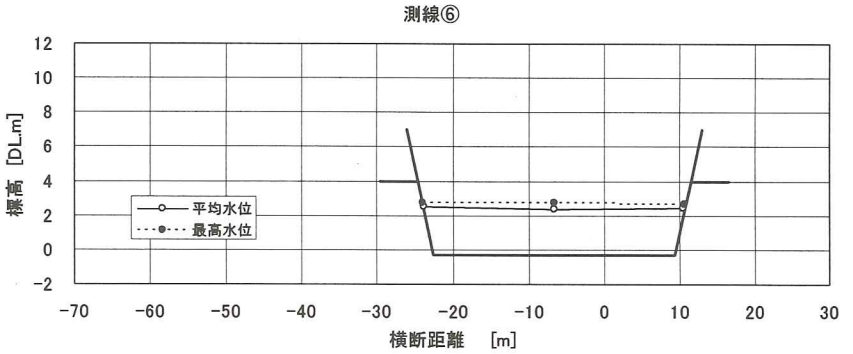


図-6.3.12(1) 河道比較形状４の水面形（計画最大放流量130㎥/s，測線①～④）





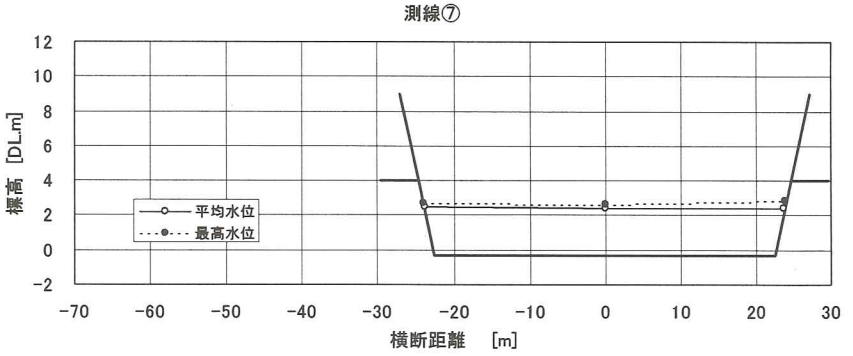


図-6.3.12(2) 河道比較形状４の水面形（計画最大放流量130m³/s，測線⑤～⑦）

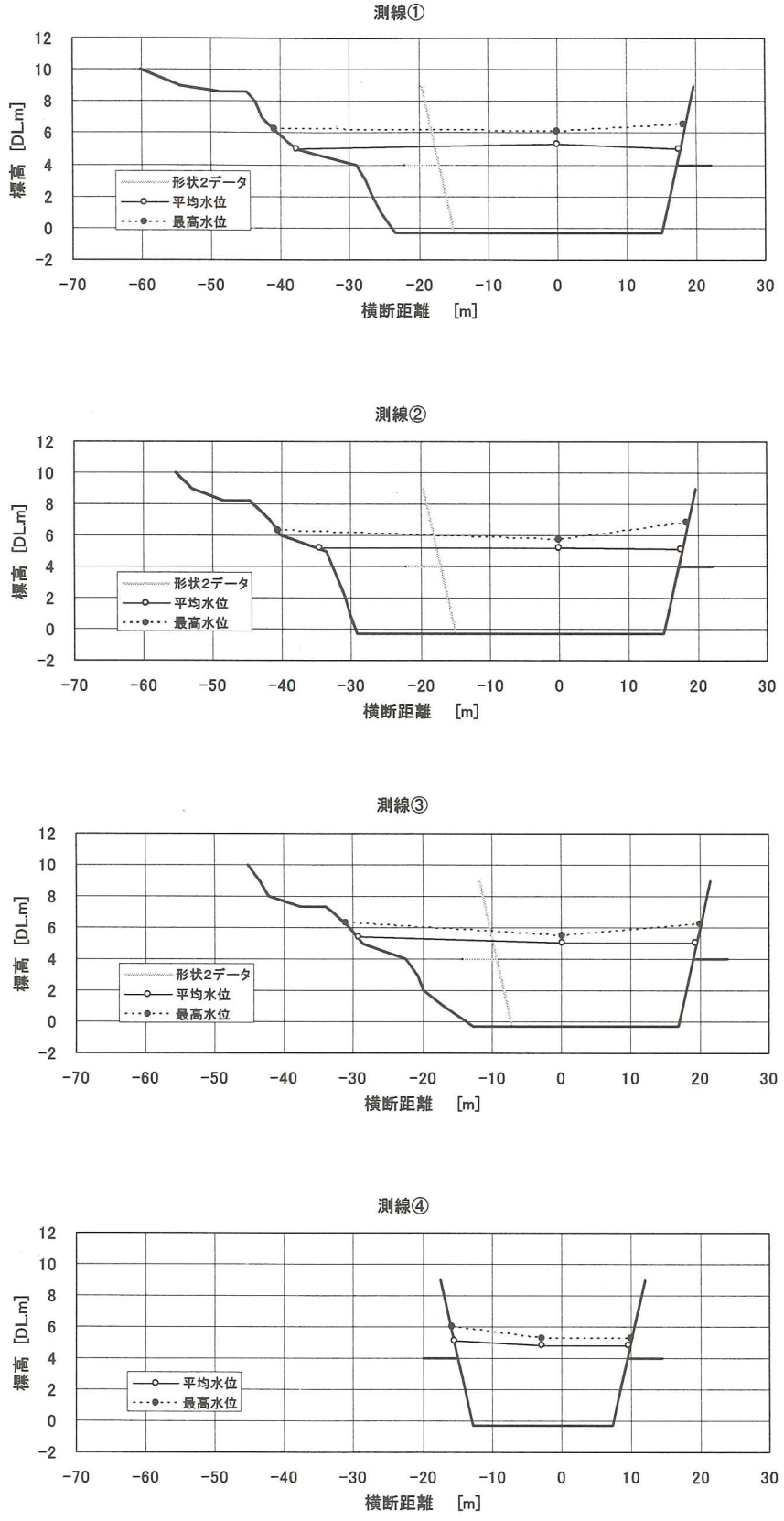


図-6.3.12(3) 河道比較形状４の水面形（400m³/s，測線①～④）

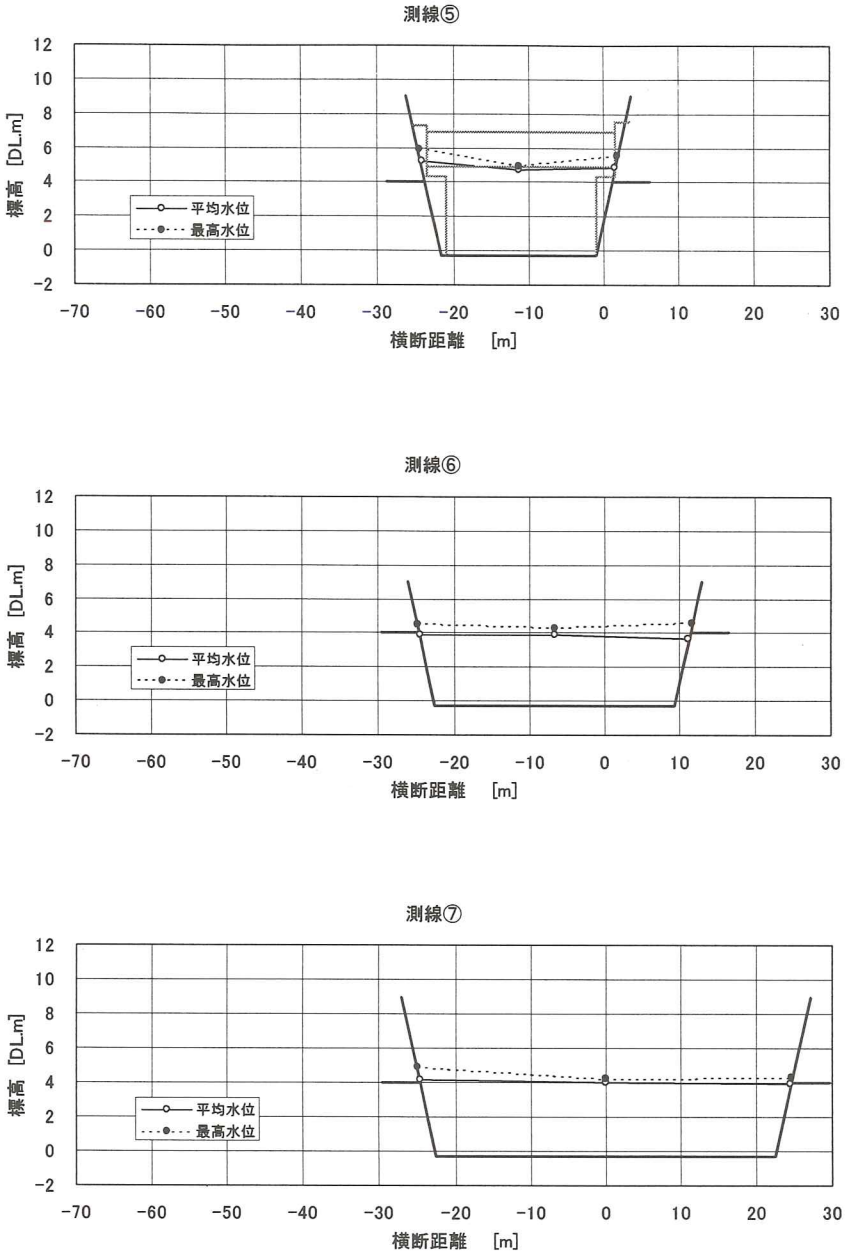
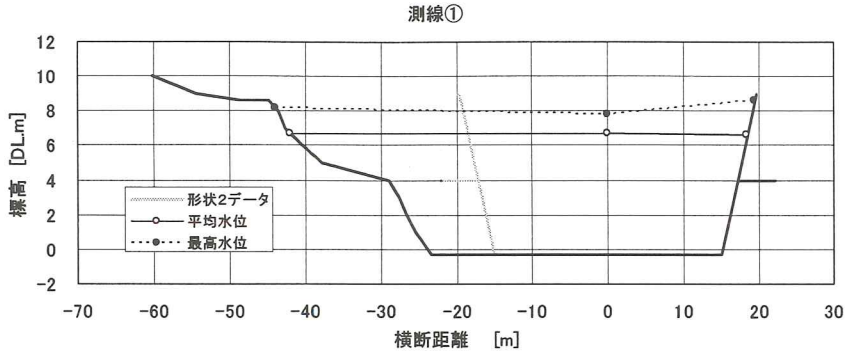
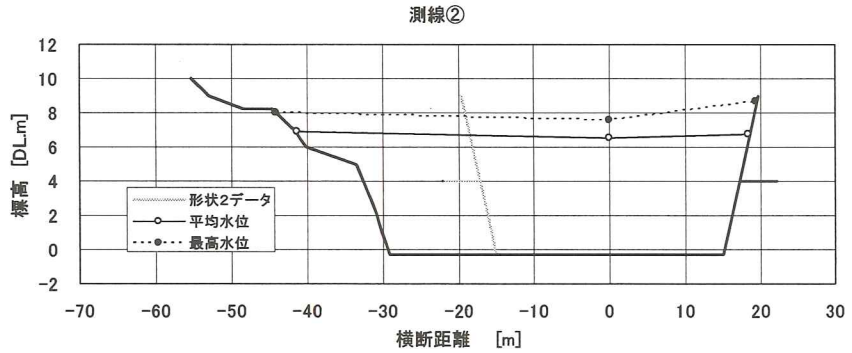
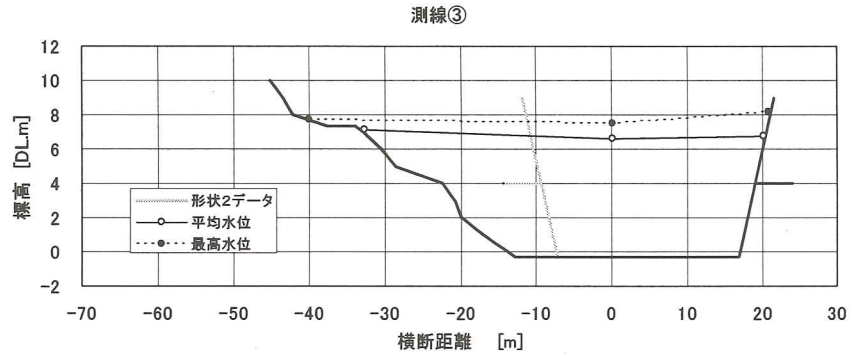


図-6.3.12(4) 河道比較形状４の水面形（400㎥/s，測線⑤～⑦）







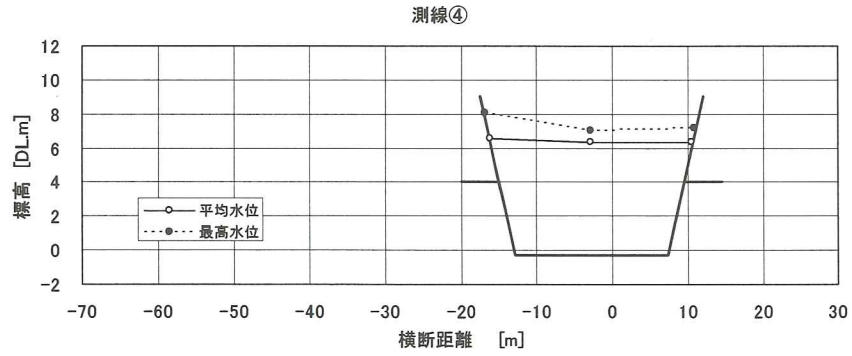


図-6.3.12(5) 河道比較形状４の水面形（ダム設計洪水流量590m³/s，測線①～④）

7. 検討結果

7．検討結果

7.1 洪水吐き及び下流河道の最終形状

本水理模型実験により得られた洪水吐き形状及び下流河道形状を図-7.1.1～7.1.10 に示す。

7.2 放流能力

7.2.1 台形堰付３方向ナイフエッジオリフィス

$$Q=nCab\sqrt{2gh} \qquad (4.3.3)$$

C =0.3189(h/a)^3－0.7167(h/a)^2+0.8577(h/a)　（ 開水路流(h/a≦1.084) ）

C^2＝－0.1588（a/h）＋0.3572　　（ 管路流 (h/a≧1.105) ）

ここに、Q:オリフィスからの単独放流量（m^3/s）

n：オリフィス条数(4 条)

C：流量係数

a：開口高(2.15m)

b：開口幅(3.2m)

g：重力加速度（=9.8m/s^2）

h：常時満水位（EL.21.5m）を基準とした貯水池水頭(m)

7.2.2 直線型越流頂

$$Q=CBb^{1.5} \qquad (4.4.2)$$

C=－0.2475 h^2＋0.954 h ＋1.1475

ここに、Q：直線型越流頂からの単独放流量[m^3/s]

C：流量係数

B：越流幅（25.6m）

h：越流頂(EL.25.6m)からの越流水頭[m]

7.2.3 ラビリンス型越流頂

$$Q=C'Lh^{1.5} \qquad (7.2.3)$$

C'=－0.3999 h ＋1.9704　　（１サイクル、 L=34.972m）

C'=－0.4283 h ＋2.0430　　（２サイクル半、L=84.817m）

ここに、Q：ラビリンス型越流頂からの単独放流量[m^3/s]

C'：流量係数

L：ラビリンス型越流頂の斜方向での越流幅(m)

h：越流頂(EL.25.6m)からの越流水頭[m]

なお、１サイクル及び２サイクル半の放流能力式は式(4.5.8)を基に以下のようにして求めた。

$$Q=C'Lh^{1.5} \qquad (4.5.8)$$

$C'=-0.3999h+1.9704$　　（２サイクル、L=69.944m）

$C'=-0.4483h+2.0940$　　（１サイクル半、L=49.845m）

（１サイクル）

4.5.7 項で放流能力の調査をおこなった非常用洪水吐き２の２サイクルの形状は、最終案の１サイクルを単純に２つ並べた形状であるため、斜方向での越流幅 L は２サイクルの半分の 34.972m、流量係数 C'は２サイクルと同じであると考えられる。

（２サイクル半）

最終形状の非常用洪水吐き２の２サイクル半の形状は、4.5.7 項で放流能力の調査をおこなった非常用洪水吐き２の１サイクル半の形状と最終形状の１サイクルの形状を２つ並べた形状であるため、２サイクル半の放流量は１サイクル半単独での放流量と１サイクル単独での放流量の和に等しいと考えられる。

$$C'L=(-0.3999h+1.9704)\times 34.972+(-0.4483h+2.0940)\times 49.845$$

$$=-36.3308h+173.2842$$

$$=(-0.4483h+2.0940)\times 84.817$$

$$\therefore\ C'=-0.4283h+2.0430$$

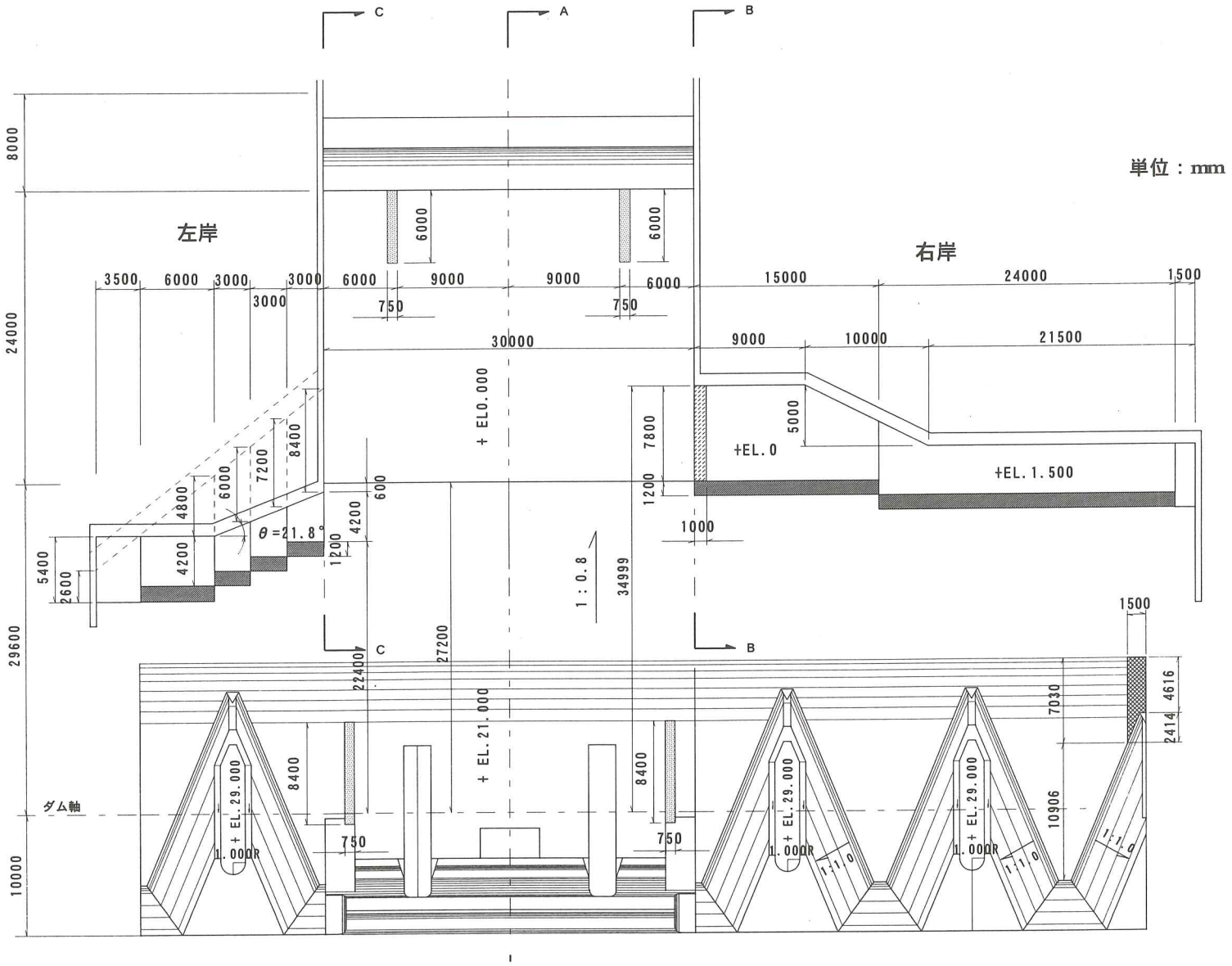


図-7.1.1 最終案形状・洪水吐き平面図

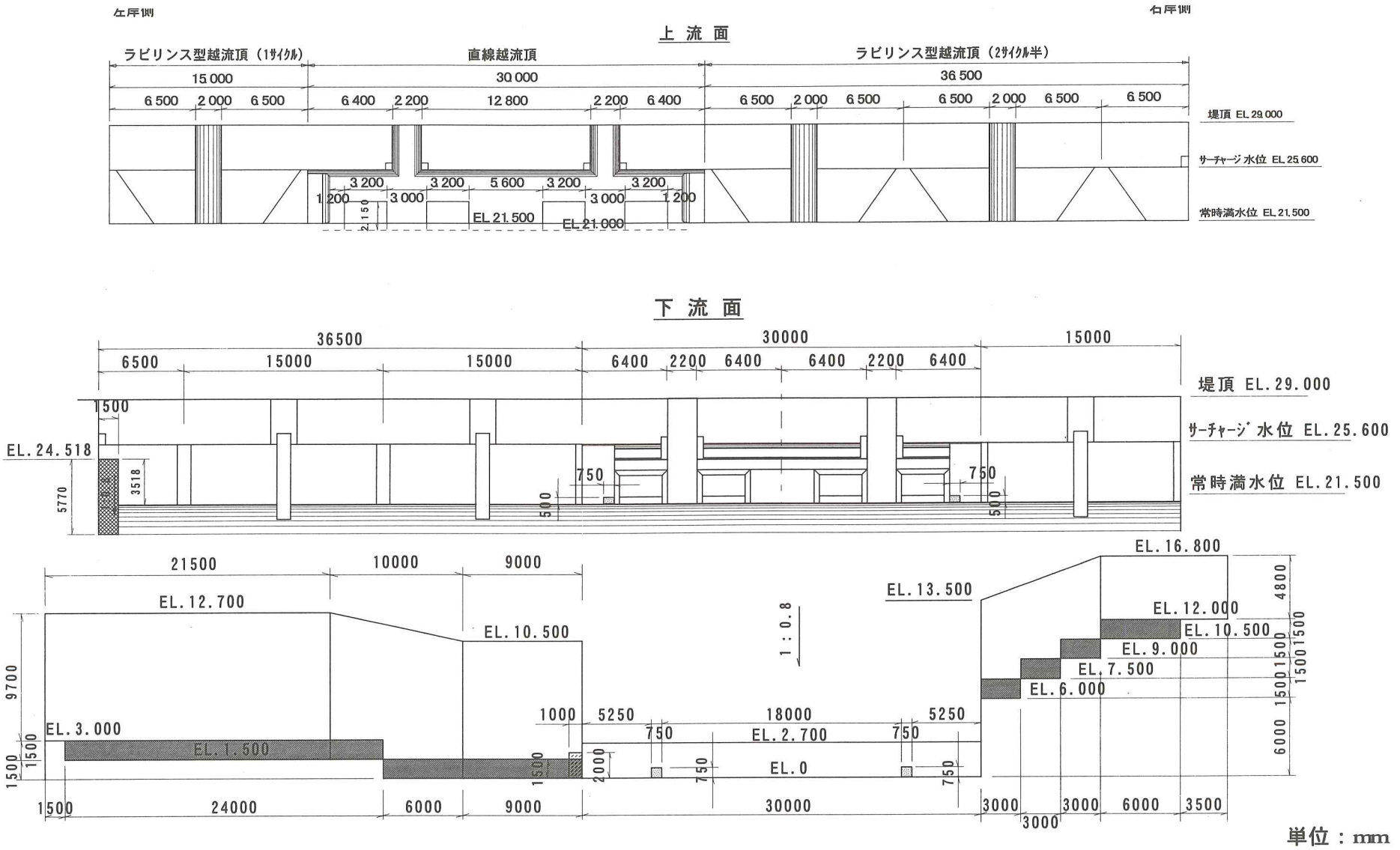


図-7.1.2 最終案形状・洪水吐き上流面図 及び 下流面図

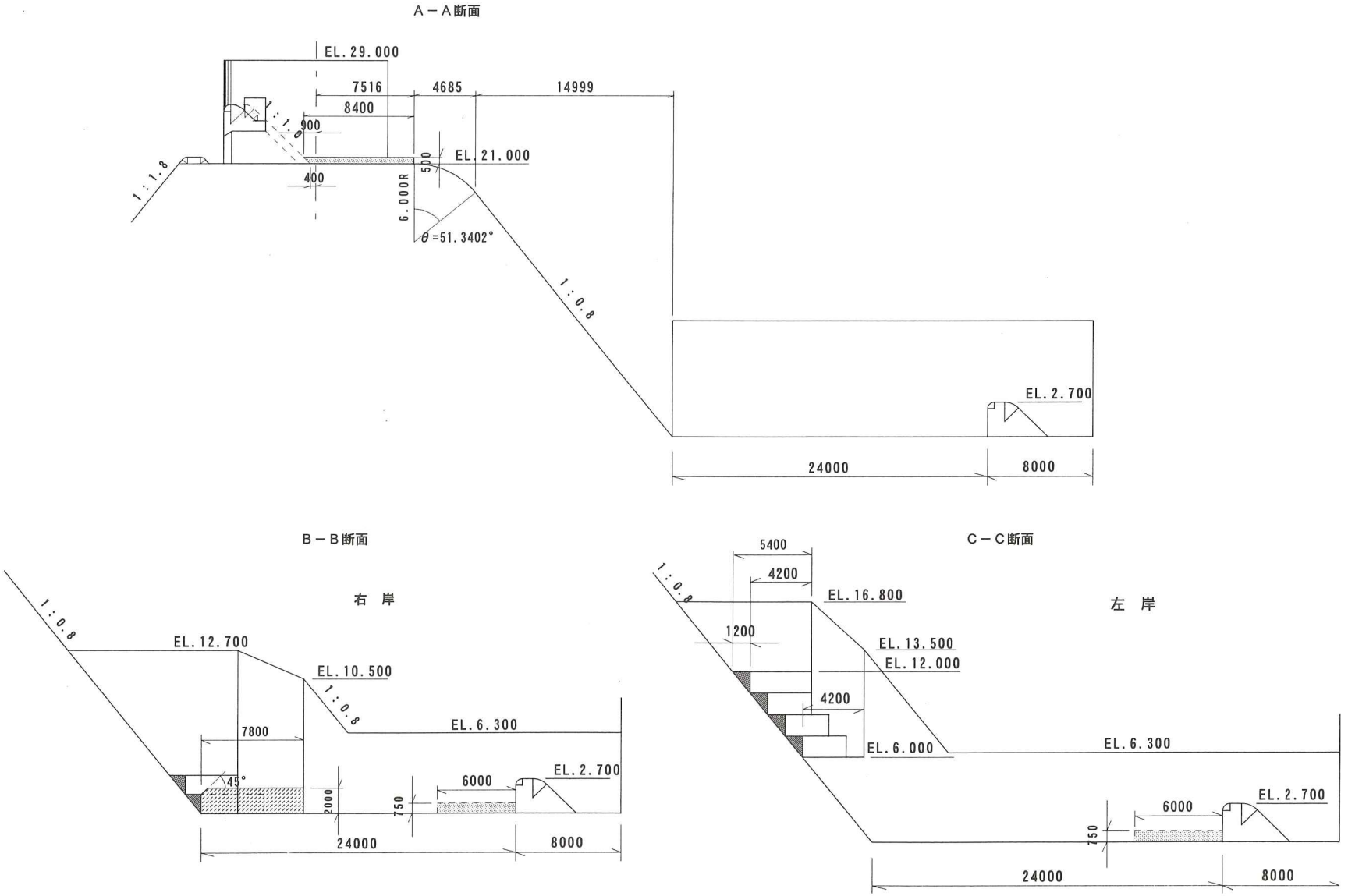


図-7.1.3　最終案形状・洪水吐き縦断面図

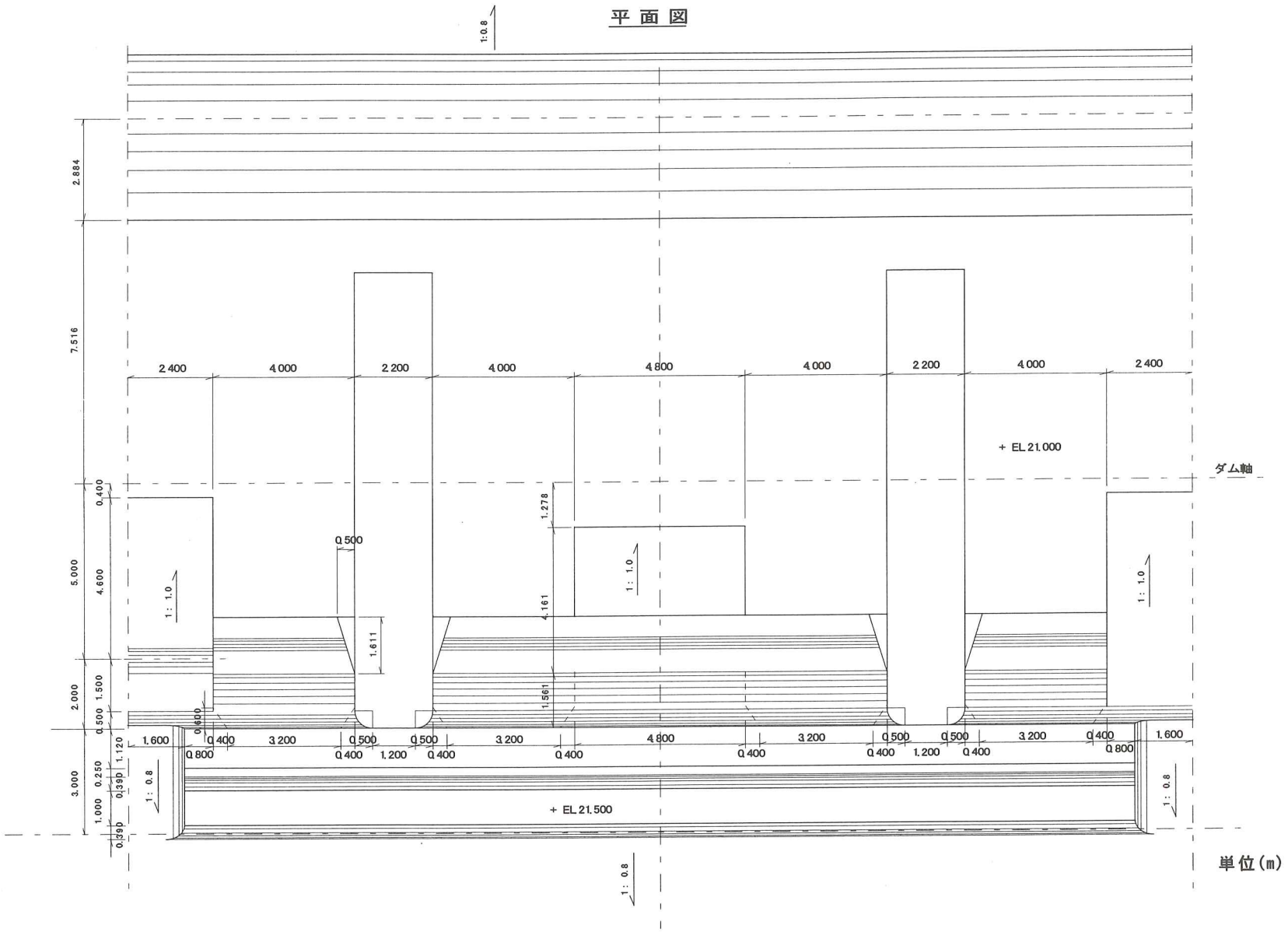


図-7.1.4　最終案形状・常用洪水吐き及び非常用洪水吐き１平面図

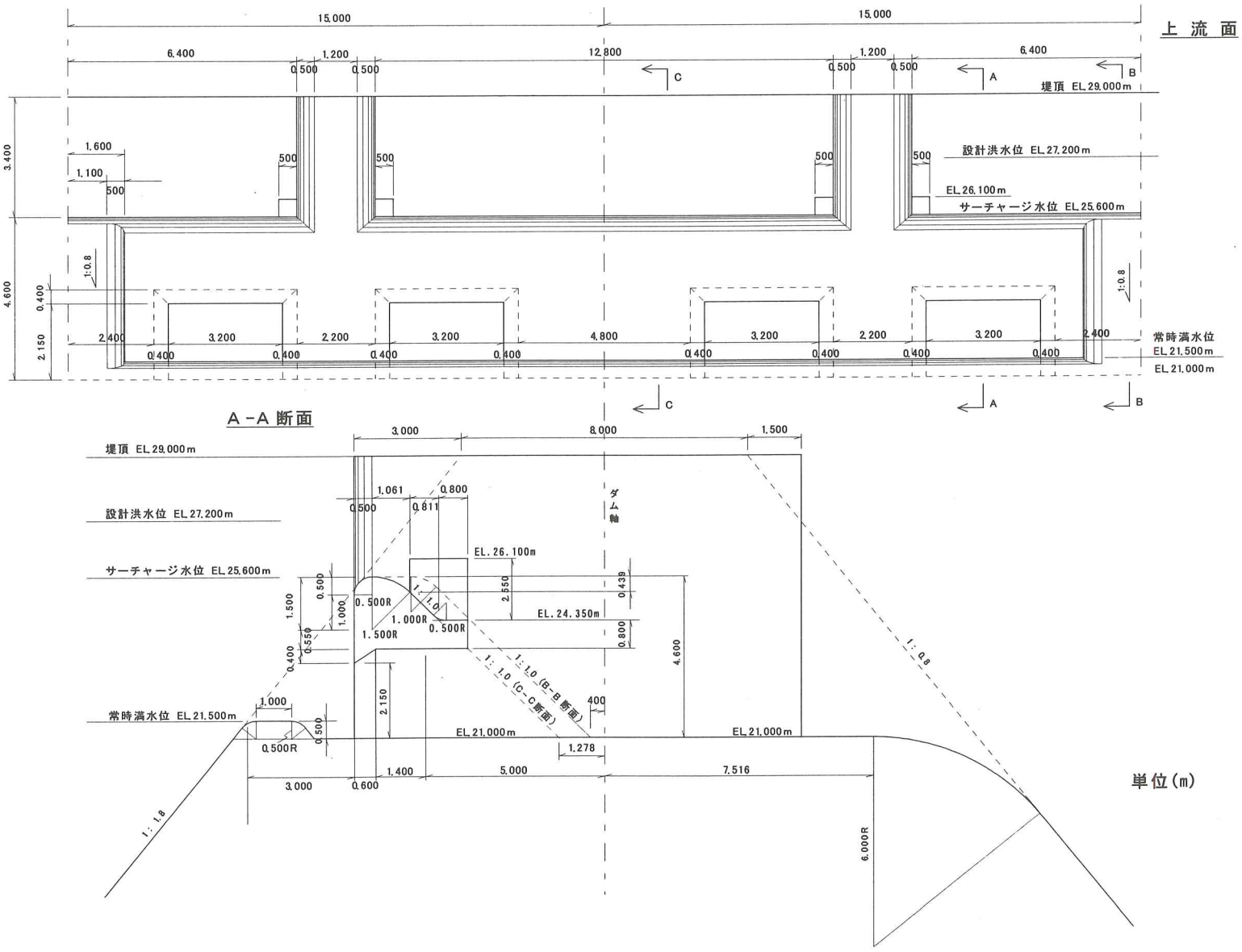


図-7.1.5　最終案形状・常用洪水吐き･非常用洪水吐き１　上流面図及び縦断面図

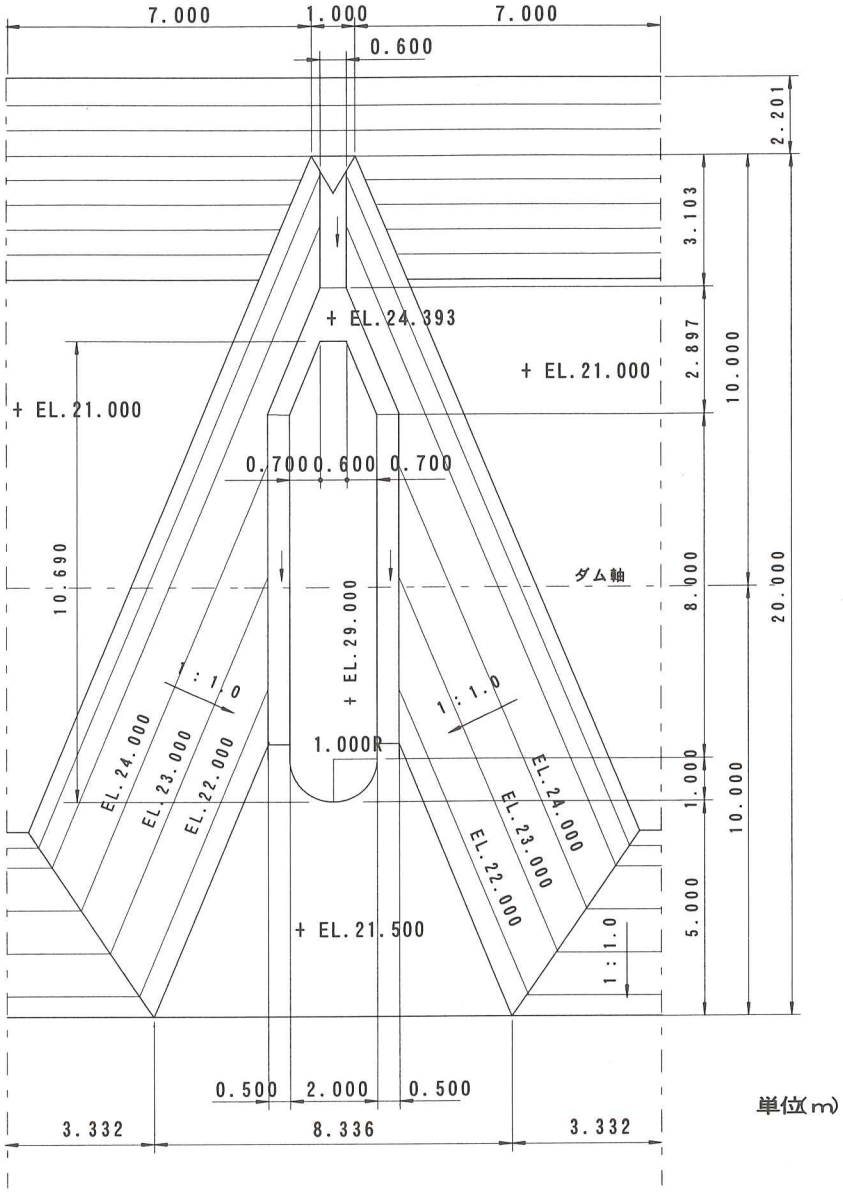


図-7.1.6　最終案形状・非常用洪水吐き２左岸部 平面図

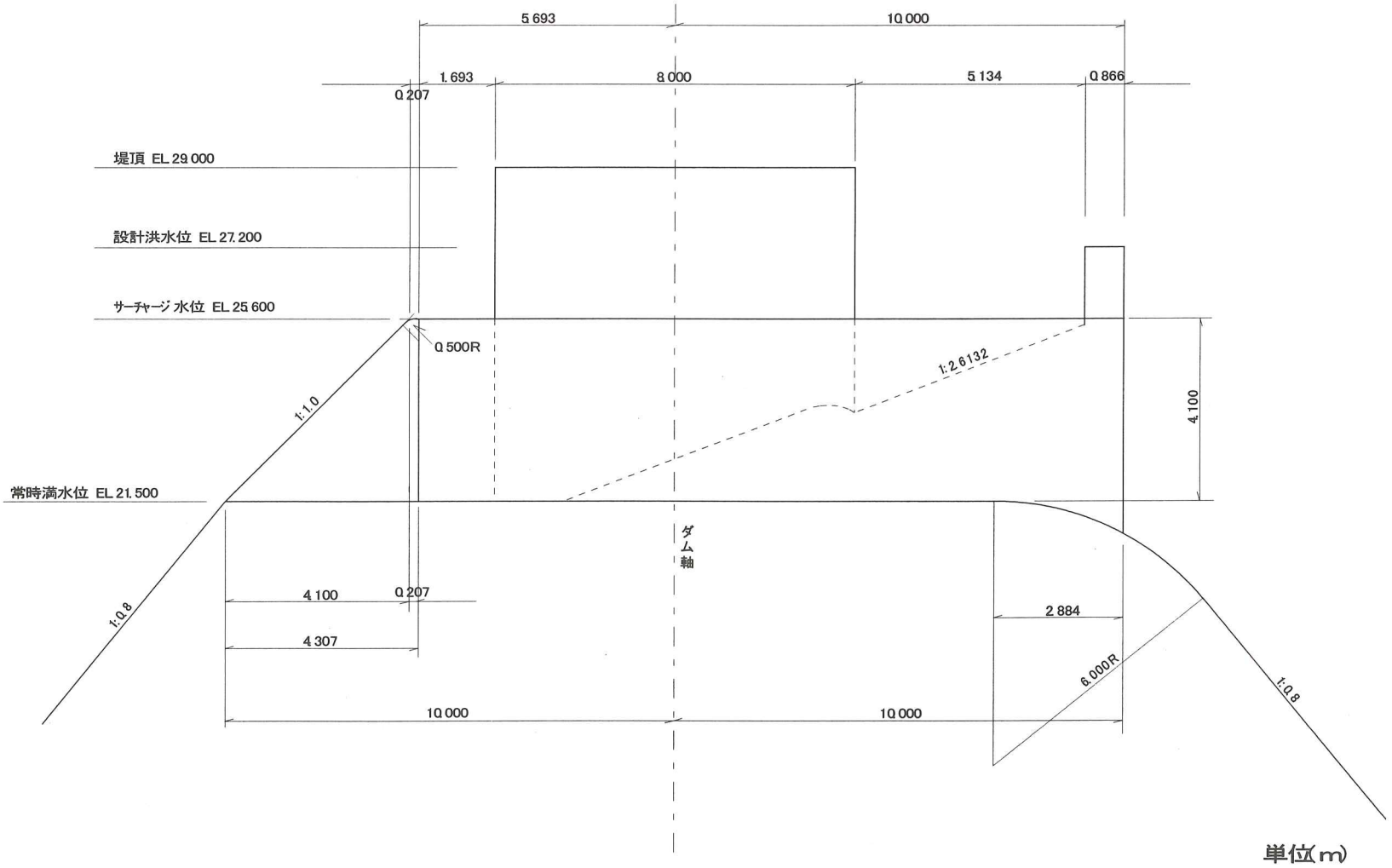


図-7.1.7　最終案形状・非常用洪水吐き２左岸部 縦断面図

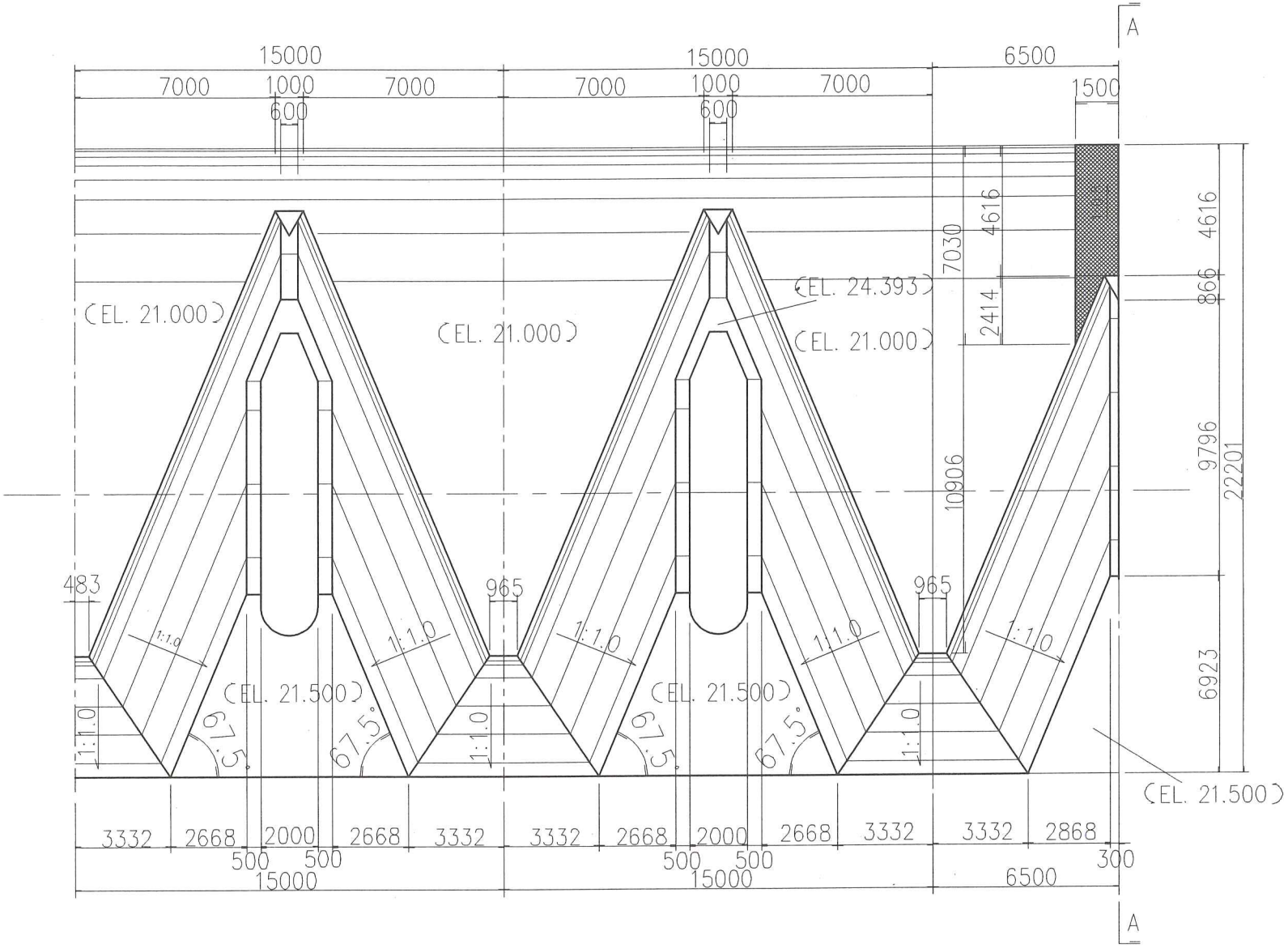


図-7.1.8　最終案形状・非常用洪水吐き２右岸部 平面図

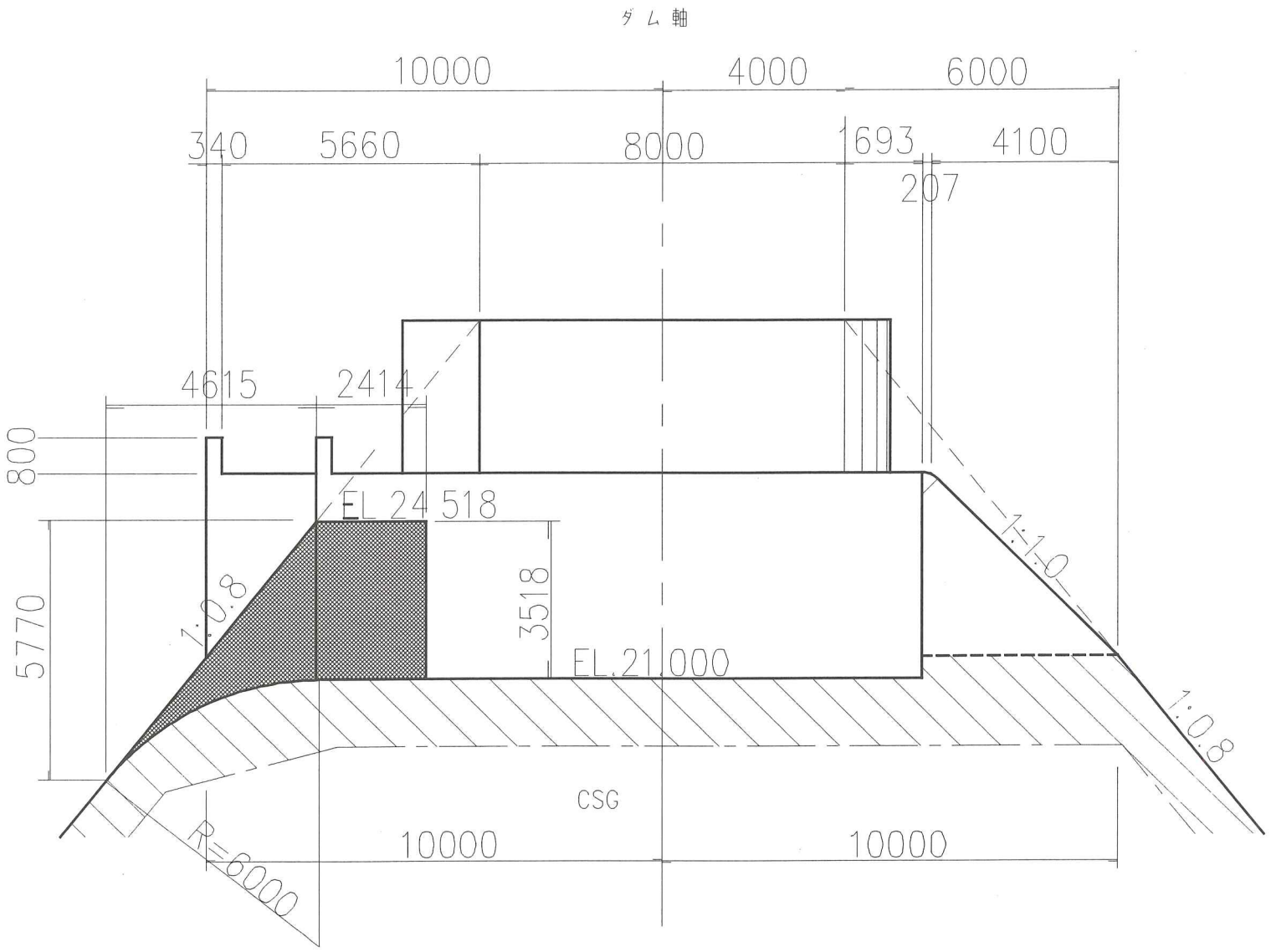


図-7.1.9　最終案形状・非常用洪水吐き 2 右岸部 縦断面図

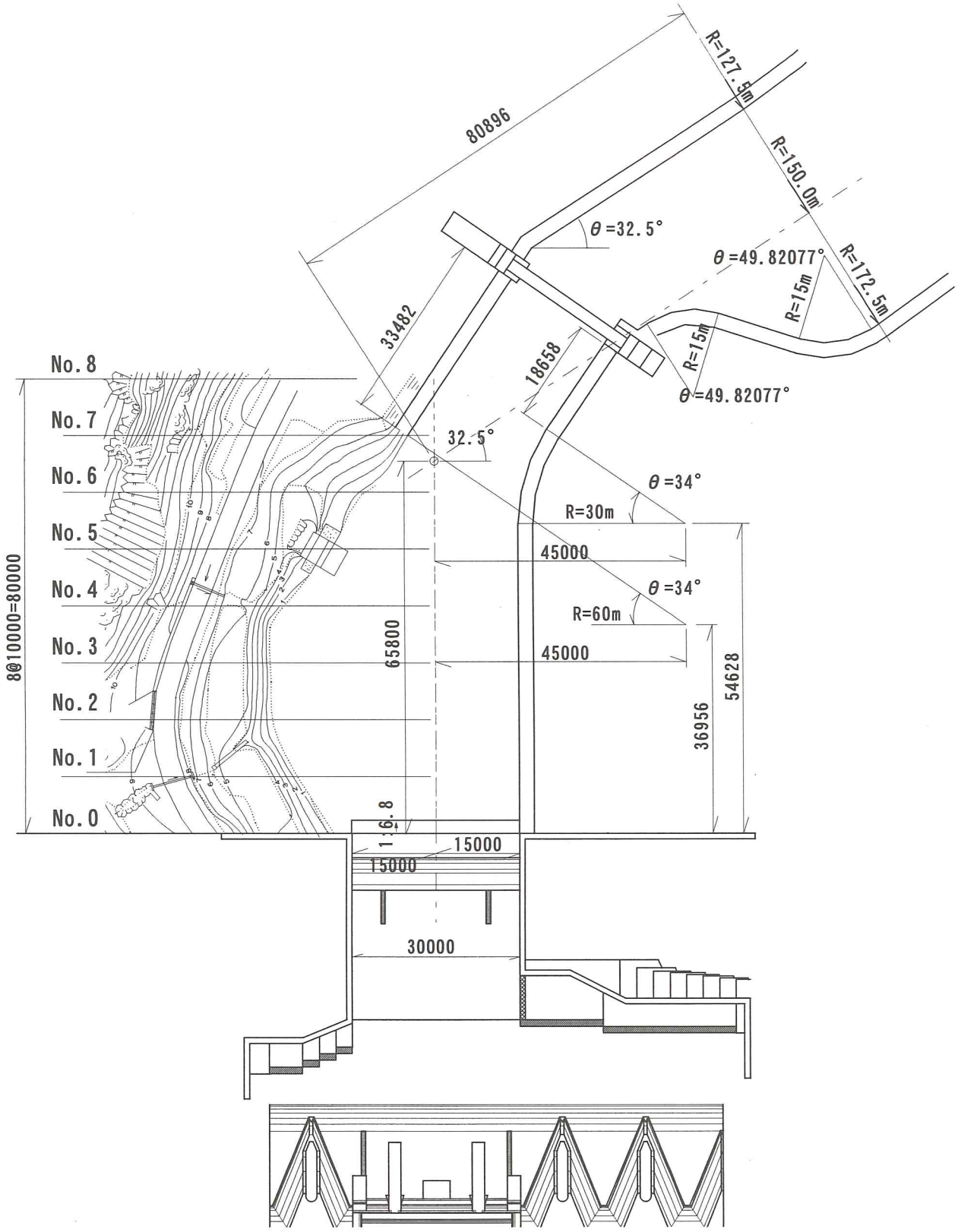


図-7.1.10　最終案形状・下流河道平面図

8．おわりに

8．おわりに

平成１４年度から本年度まで実施した億首ダム洪水吐きの水理模型実験結果を取りまとめた。億首ダム洪水吐き検討では、多くのアイデアを取り入れている。常用洪水吐きにおいてはスクリーンを不要とする呑口寸法を確保するため、３面ナイフエッジオリフィスを採用し、さらに上流堰設置によりオリフィスの敷高標高を常時満水位より低くした。また、非常用洪水吐きにおいては洪水吐き全体幅の短縮のため、常用洪水吐きとオーバーラップする配置とし、さらにラビリンス型越流頂を取り入れた。これらの検討に続いて、堤趾導流部と減勢池の検討を行い、洪水吐き最終案を得た。

また、減勢池からの水脈の下流河道への影響を確認するとともに、ダム下流にある道路橋・送水管の取り扱いを検討すべく河道形状の違いによる流況の比較を行い、必要なデータを得ている。

最後に、本水理模型実験を進めるにあたり北部ダム事務所をはじめとする多くの方々の協力を得た。ここに記して謝意を表します。

平成17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

執筆担当　　結城　和宏

付　表　集

付表1　貯水位～放流量の関係（直線案常用洪水吐き原案）

貯水位 H:[EL.m]	越流水深 h:[m]	放流量 1門 Q:[m3/s]	放流量 全門 Q:[m3/s]	流量係数 C	h/D	D/h	C^2	状　態
								（水位上昇時）
21.950	0.450	3.54	7.08	0.093	0.281	3.556	0.009	開水路流
22.540	1.040	12.11	24.22	0.210	0.650	1.538	0.044	〃
22.780	1.280	17.68	35.36	0.276	0.800	1.250	0.076	〃
23.150	1.650	26.15	52.30	0.359	1.031	0.970	0.129	〃
23.315	1.815	30.42	60.84	0.398	1.134	0.882	0.158	〃
23.385	1.885	32.03	64.06	0.412	1.178	0.849	0.170	〃
23.445	1.945	33.62	67.24	0.425	1.216	0.823	0.181	〃
23.490	1.990	34.88	69.76	0.436	1.244	0.804	0.190	〃
23.530	2.030	35.89	71.78	0.445	1.269	0.788	0.198	〃
23.555	2.055	36.68	73.36	0.452	1.284	0.779	0.204	〃
23.575	2.075	37.22	74.44	0.456	1.297	0.771	0.208	管路流
23.740	2.240	39.53	79.06	0.466	1.400	0.714	0.217	〃
24.010	2.510	43.31	86.62	0.482	1.569	0.637	0.232	〃
24.410	2.910	48.53	97.06	0.502	1.819	0.550	0.252	〃
25.115	3.615	56.70	113.40	0.526	2.259	0.443	0.277	〃
25.915	4.415	64.16	128.32	0.539	2.759	0.362	0.291	〃
26.820	5.320	72.64	145.28	0.556	3.325	0.301	0.309	〃
27.720	6.220	80.07	160.14	0.567	3.888	0.257	0.321	〃
								（水位降下時）
23.660	2.160	38.36	76.72	0.461	1.350	0.741	0.213	管路流
23.805	2.305	41.05	82.10	0.477	1.441	0.694	0.228	〃
23.530	2.030	35.89	71.78	0.445	1.269	0.788	0.198	開水路流

付表2（1） 貯水位変化（直線案常用洪水吐き原案）

流入洪水	開始水位	最高水位
S441007波形	21.50	25.00

オリフィス呑口形状
幅8m、高さ1.6m、上面ナイフエッジ、2門

貯水量 (m3)	時刻 (時間)	流入量 (m3/s)	1時間水位変動 (m/h)	貯水位 (m)	利水放流量 (m3/s)	洪水吐放流量 (m3/s)	総放流量 (m3/s)
6,067,000	0:00	2.671	-	21.50	0.00	0.00	0.00
6,068,639	0:10	2.797	0.02	21.5027	0.00	0.00	0.00
6,070,352	0:20	2.925	0.02	21.5056	0.00	0.01	0.01
6,072,137	0:30	3.057	0.02	21.5086	0.00	0.02	0.02
6,073,997	0:40	3.191	0.02	21.5116	0.00	0.03	0.03
6,075,930	0:50	3.328	0.02	21.5149	0.00	0.04	0.04
6,077,936	1:00	3.467	0.02	21.5182	0.00	0.06	0.06
6,079,968	1:10	3.443	0.02	21.5216	0.00	0.08	0.08
6,081,974	1:20	3.420	0.02	21.5249	0.00	0.10	0.10
6,083,955	1:30	3.397	0.02	21.5282	0.00	0.12	0.12
6,085,910	1:40	3.375	0.02	21.5315	0.00	0.14	0.14
6,087,839	1:50	3.353	0.02	21.5347	0.00	0.16	0.16
6,089,742	2:00	3.332	0.02	21.5378	0.00	0.18	0.18
6,091,613	2:10	3.291	0.02	21.5410	0.00	0.20	0.20
6,093,445	2:20	3.251	0.02	21.5440	0.00	0.23	0.23
6,095,240	2:30	3.212	0.02	21.5470	0.00	0.25	0.25
6,096,998	2:40	3.175	0.02	21.5499	0.00	0.28	0.28
6,098,719	2:50	3.138	0.02	21.5528	0.00	0.30	0.30
6,100,404	3:00	3.101	0.02	21.5556	0.00	0.32	0.32
6,102,058	3:10	3.085	0.02	21.5583	0.00	0.35	0.35
6,103,688	3:20	3.068	0.02	21.5611	0.00	0.37	0.37
6,105,293	3:30	3.052	0.02	21.5637	0.00	0.40	0.40
6,106,873	3:40	3.036	0.02	21.5664	0.00	0.42	0.42
6,108,429	3:50	3.020	0.02	21.5689	0.00	0.45	0.45
6,109,960	4:00	3.005	0.02	21.5715	0.00	0.47	0.47
6,111,473	4:10	3.008	0.02	21.5740	0.00	0.50	0.50
6,112,973	4:20	3.011	0.01	21.5765	0.00	0.52	0.52
6,114,459	4:30	3.014	0.01	21.5790	0.00	0.55	0.55
6,115,931	4:40	3.018	0.01	21.5814	0.00	0.57	0.57
6,117,391	4:50	3.021	0.01	21.5839	0.00	0.60	0.60
6,118,836	5:00	3.023	0.01	21.5863	0.00	0.63	0.63
6,120,548	5:10	3.968	0.02	21.5891	0.00	0.66	0.66
6,122,862	5:20	5.102	0.02	21.5930	0.00	0.70	0.70
6,125,884	5:30	6.433	0.03	21.5980	0.00	0.76	0.76
6,129,725	5:40	7.960	0.04	21.6044	0.00	0.83	0.83
6,134,487	5:50	9.678	0.05	21.6123	0.00	0.93	0.93
6,140,268	6:00	11.576	0.06	21.6219	0.00	1.05	1.05
6,150,592	6:10	25.171	0.10	21.6391	0.00	1.28	1.28
6,170,840	6:20	45.381	0.20	21.6728	0.00	1.78	1.78
6,204,558	6:30	71.494	0.34	21.7289	0.00	2.71	2.71
6,254,393	6:40	101.636	0.50	21.8119	0.00	4.30	4.30
6,321,536	6:50	133.291	0.67	21.9236	0.00	6.81	6.81
6,405,544	7:00	164.004	0.84	22.0634	0.00	10.45	10.45
6,492,814	7:10	152.092	0.87	22.2087	0.00	14.74	14.74
6,571,199	7:20	142.936	0.78	22.3391	0.00	19.00	19.00
6,642,182	7:30	135.818	0.71	22.4573	0.00	23.15	23.15
6,706,909	7:40	130.249	0.65	22.5650	0.00	27.16	27.16
6,766,292	7:50	125.888	0.59	22.6638	0.00	31.03	31.03
6,821,071	8:00	122.488	0.55	22.7550	0.00	34.75	34.75
6,868,083	8:10	107.012	0.47	22.8332	0.00	38.05	38.05
6,905,057	8:20	94.992	0.37	22.8948	0.00	40.71	40.71
6,934,120	8:30	85.444	0.29	22.9431	0.00	42.85	42.85
6,956,851	8:40	77.717	0.23	22.9810	0.00	44.54	44.54
6,974,451	8:50	71.364	0.18	23.0103	0.00	45.87	45.87
6,987,854	9:00	66.072	0.13	23.0326	0.00	46.89	46.89
6,998,339	9:10	63.463	0.10	23.0500	0.00	47.69	47.69
7,006,930	9:20	61.224	0.09	23.0643	0.00	48.36	48.36
7,013,910	9:30	59.294	0.07	23.0759	0.00	48.90	48.90
7,019,518	9:40	57.623	0.06	23.0853	0.00	49.33	49.33
7,023,955	9:50	56.173	0.04	23.0926	0.00	49.68	49.68
7,027,394	10:00	54.909	0.03	23.0984	0.00	49.94	49.94
7,033,533	10:10	65.921	0.06	23.1086	0.00	50.42	50.42
7,045,882	10:20	77.055	0.12	23.1291	0.00	51.39	51.39
7,064,129	10:30	87.997	0.18	23.1595	0.00	52.84	52.84
7,087,803	10:40	98.482	0.24	23.1989	0.00	54.73	54.73
7,116,309	10:50	108.304	0.28	23.2464	0.00	57.04	57.04
7,148,969	11:00	117.321	0.33	23.3007	0.00	59.72	59.72
7,187,247	11:10	132.911	0.38	23.3644	0.00	62.92	62.92
7,232,353	11:20	147.115	0.45	23.4395	0.00	66.76	66.76
7,283,028	11:30	159.716	0.51	23.5238	0.00	71.16	71.16
7,338,234	11:40	170.646	0.55	23.6157	0.00	75.19	75.19
7,397,375	11:50	179.949	0.59	23.7141	0.00	78.27	78.27

付表2（2） 貯水位変化（直線案常用洪水吐き原案）

貯水量 (m3)	時刻 (時間)	流入量 (m3/s)	1時間水位変動 (m/h)	貯水位 (m)	利水放流量 (m3/s)	洪水吐放流量 (m3/s)	総放流量 (m3/s)
7,594,648	12:20	205.341	0.69	24.0424	0.00	87.78	87.78
7,666,165	12:30	211.806	0.71	24.1615	0.00	90.98	90.98
7,739,274	12:40	217.012	0.73	24.2831	0.00	94.14	94.14
7,813,316	12:50	221.169	0.74	24.4064	0.00	97.24	97.24
7,887,760	13:00	224.468	0.74	24.5303	0.00	100.25	100.25
7,954,785	13:10	202.092	0.67	24.6418	0.00	102.89	102.89
8,008,679	13:20	185.415	0.54	24.7315	0.00	104.97	104.97
8,052,628	13:30	172.679	0.44	24.8047	0.00	106.63	106.63
8,088,877	13:40	162.762	0.36	24.8650	0.00	107.98	107.98
8,119,059	13:50	154.921	0.30	24.9152	0.00	109.09	109.09
8,144,395	14:00	148.643	0.25	24.9574	0.00	110.02	110.02
8,161,623	14:10	129.450	0.17	24.9861	0.00	110.64	110.64
8,168,385	14:20	114.619	0.07	24.9973	0.00	110.89	110.89
8,167,116	14:30	102.884	−0.01	24.9952	0.00	110.84	110.84
8,159,583	14:40	93.417	−0.08	24.9827	0.00	110.57	110.57
8,147,097	14:50	85.652	−0.12	24.9619	0.00	110.12	110.12
8,130,661	15:00	79.196	−0.16	24.9345	0.00	109.52	109.52
8,110,386	15:10	71.514	−0.20	24.9008	0.00	108.78	108.78
8,086,370	15:20	65.098	−0.24	24.8608	0.00	107.89	107.89
8,059,371	15:30	59.675	−0.27	24.8159	0.00	106.88	106.88
8,029,988	15:40	55.043	−0.29	24.7670	0.00	105.78	105.78
7,998,707	15:50	51.049	−0.31	24.7149	0.00	104.59	104.59
7,965,921	16:00	47.577	−0.33	24.6604	0.00	103.32	103.32
7,931,958	16:10	44.537	−0.34	24.6038	0.00	102.00	102.00
7,897,088	16:20	41.857	−0.35	24.5458	0.00	100.62	100.62
7,861,542	16:30	39.480	−0.35	24.4866	0.00	99.20	99.20
7,825,513	16:40	37.361	−0.36	24.4267	0.00	97.74	97.74
7,789,168	16:50	35.463	−0.36	24.3662	0.00	96.24	96.24
7,752,651	17:00	33.755	−0.36	24.3054	0.00	94.71	94.71
7,716,053	17:10	32.108	−0.37	24.2445	0.00	93.15	93.15
7,679,458	17:20	30.618	−0.37	24.1836	0.00	91.56	91.56
7,642,968	17:30	29.264	−0.36	24.1229	0.00	89.95	89.95
7,606,672	17:40	28.029	−0.36	24.0625	0.00	88.32	88.32
7,570,650	17:50	26.899	−0.36	24.0025	0.00	86.68	86.68
7,534,971	18:00	25.862	−0.36	23.9431	0.00	85.01	85.01
7,499,646	18:10	24.737	−0.35	23.8843	0.00	83.34	83.34
7,464,686	18:20	23.703	−0.35	23.8262	0.00	81.64	81.64
7,430,151	18:30	22.751	−0.34	23.7687	0.00	79.93	79.93
7,396,098	18:40	21.872	−0.34	23.7120	0.00	78.21	78.21
7,362,574	18:50	21.059	−0.33	23.6562	0.00	76.47	76.47
7,329,624	19:00	20.305	−0.33	23.6014	0.00	74.73	74.73
7,297,428	19:10	19.530	−0.32	23.5478	0.00	72.42	72.42
7,266,295	19:20	18.810	−0.31	23.4960	0.00	69.69	69.69
7,236,342	19:30	18.140	−0.30	23.4461	0.00	67.10	67.10
7,207,519	19:40	17.514	−0.29	23.3982	0.00	64.63	64.63
7,179,775	19:50	16.930	−0.28	23.3520	0.00	62.29	62.29
7,153,064	20:00	16.382	−0.27	23.3075	0.00	60.06	60.06
7,127,453	20:10	16.255	−0.26	23.2649	0.00	57.95	57.95
7,102,998	20:20	16.133	−0.24	23.2242	0.00	55.96	55.96
7,079,634	20:30	16.016	−0.23	23.1853	0.00	54.07	54.07
7,057,301	20:40	15.905	−0.22	23.1481	0.00	52.29	52.29
7,035,940	20:50	15.799	−0.21	23.1126	0.00	50.61	50.61
7,015,500	21:00	15.698	−0.20	23.0786	0.00	49.02	49.02
6,995,840	21:10	15.288	−0.20	23.0459	0.00	47.50	47.50
6,976,831	21:20	14.901	−0.19	23.0142	0.00	46.05	46.05
6,958,447	21:30	14.535	−0.18	22.9836	0.00	44.66	44.66
6,940,666	21:40	14.189	−0.18	22.9540	0.00	43.33	43.33
6,923,463	21:50	13.862	−0.17	22.9254	0.00	42.06	42.06
6,906,817	22:00	13.551	−0.17	22.8977	0.00	40.84	40.84
6,890,657	22:10	13.087	−0.16	22.8708	0.00	39.67	39.67
6,874,918	22:20	12.651	−0.16	22.8446	0.00	38.53	38.53
6,859,591	22:30	12.239	−0.15	22.8191	0.00	37.44	37.44
6,844,668	22:40	11.850	−0.15	22.7943	0.00	36.39	36.39
6,830,137	22:50	11.482	−0.15	22.7701	0.00	35.38	35.38
6,815,990	23:00	11.134	−0.14	22.7465	0.00	34.40	34.40
6,802,217	23:10	10.803	−0.14	22.7236	0.00	33.45	33.45
6,788,807	23:20	10.490	−0.13	22.7013	0.00	32.54	32.54
6,775,750	23:30	10.192	−0.13	22.6796	0.00	31.66	31.66
6,763,037	23:40	9.908	−0.13	22.6584	0.00	30.81	30.81
6,750,658	23:50	9.638	−0.12	22.6378	0.00	30.00	30.00

付表3（1） 貯水位変化（直線案常用洪水吐き最終案）

流入洪水	開始水位	最高水位
S441007波形	21.50	24.91

オリフィス呑口形状
幅8.4m、高さ1,6m、上面ナイフエッジ、2門

貯水量 (m3)	時刻 (時間)	流入量 (m3/s)	1時間水位変動 (m/h)	貯水位 (m)	利水放流量 (m3/s)	洪水吐放流量 (m3/s)	総放流量 (m3/s)
6,067,000	0:00	2.671	—	21.50	0.00	0.00	0.00
6,068,639	0:10	2.797	0.02	21.5027	0.00	0.00	0.00
6,070,352	0:20	2.925	0.02	21.5056	0.00	0.01	0.01
6,072,137	0:30	3.057	0.02	21.5085	0.00	0.02	0.02
6,073,995	0:40	3.191	0.02	21.5116	0.00	0.03	0.03
6,075,927	0:50	3.328	0.02	21.5149	0.00	0.05	0.05
6,077,932	1:00	3.467	0.02	21.5182	0.00	0.06	0.06
6,079,962	1:10	3.443	0.02	21.5216	0.00	0.08	0.08
6,081,965	1:20	3.420	0.02	21.5249	0.00	0.10	0.10
6,083,943	1:30	3.397	0.02	21.5282	0.00	0.12	0.12
6,085,894	1:40	3.375	0.02	21.5314	0.00	0.14	0.14
6,087,819	1:50	3.353	0.02	21.5346	0.00	0.17	0.17
6,089,717	2:00	3.332	0.02	21.5378	0.00	0.19	0.19
6,091,582	2:10	3.291	0.02	21.5409	0.00	0.21	0.21
6,093,409	2:20	3.251	0.02	21.5440	0.00	0.24	0.24
6,095,197	2:30	3.212	0.02	21.5469	0.00	0.26	0.26
6,096,947	2:40	3.175	0.02	21.5498	0.00	0.29	0.29
6,098,660	2:50	3.138	0.02	21.5527	0.00	0.31	0.31
6,100,336	3:00	3.101	0.02	21.5555	0.00	0.34	0.34
6,101,981	3:10	3.085	0.02	21.5582	0.00	0.36	0.36
6,103,600	3:20	3.068	0.02	21.5609	0.00	0.39	0.39
6,105,194	3:30	3.052	0.02	21.5636	0.00	0.42	0.42
6,106,764	3:40	3.036	0.02	21.5662	0.00	0.44	0.44
6,108,307	3:50	3.020	0.02	21.5687	0.00	0.47	0.47
6,109,827	4:00	3.005	0.02	21.5713	0.00	0.49	0.49
6,111,326	4:10	3.008	0.01	21.5738	0.00	0.52	0.52
6,112,812	4:20	3.011	0.01	21.5762	0.00	0.55	0.55
6,114,284	4:30	3.014	0.01	21.5787	0.00	0.57	0.57
6,115,742	4:40	3.018	0.01	21.5811	0.00	0.60	0.60
6,117,186	4:50	3.021	0.01	21.5835	0.00	0.63	0.63
6,118,615	5:00	3.023	0.01	21.5859	0.00	0.65	0.65
6,120,311	5:10	3.968	0.02	21.5887	0.00	0.69	0.69
6,122,607	5:20	5.102	0.02	21.5925	0.00	0.73	0.73
6,125,611	5:30	6.433	0.03	21.5975	0.00	0.79	0.79
6,129,431	5:40	7.960	0.04	21.6039	0.00	0.87	0.87
6,134,171	5:50	9.678	0.05	21.6118	0.00	0.97	0.97
6,139,927	6:00	11.576	0.06	21.6214	0.00	1.10	1.10
6,150,220	6:10	25.171	0.10	21.6385	0.00	1.34	1.34
6,170,429	6:20	45.381	0.20	21.6721	0.00	1.85	1.85
6,204,087	6:30	71.494	0.34	21.7282	0.00	2.83	2.83
6,253,828	6:40	101.636	0.50	21.8109	0.00	4.50	4.50
6,320,819	6:50	133.291	0.67	21.9224	0.00	7.12	7.12
6,404,591	7:00	164.004	0.84	22.0618	0.00	10.93	10.93
6,491,519	7:10	152.092	0.87	22.2065	0.00	15.41	15.41
6,569,451	7:20	142.936	0.78	22.3362	0.00	19.84	19.84
6,639,877	7:30	135.818	0.70	22.4534	0.00	24.16	24.16
6,703,953	7:40	130.249	0.64	22.5601	0.00	28.32	28.32
6,762,601	7:50	125.888	0.59	22.6577	0.00	32.32	32.32
6,816,570	8:00	122.488	0.54	22.7475	0.00	36.16	36.16
6,862,709	8:10	107.012	0.46	22.8243	0.00	39.55	39.55
6,898,768	8:20	94.992	0.36	22.8843	0.00	42.26	42.26
6,926,892	8:30	85.444	0.28	22.9311	0.00	44.43	44.43
6,948,675	8:40	77.717	0.22	22.9674	0.00	46.12	46.12
6,965,331	8:50	71.364	0.17	22.9951	0.00	47.44	47.44
6,977,802	9:00	66.072	0.12	23.0158	0.00	48.43	48.43
6,987,376	9:10	63.463	0.10	23.0318	0.00	49.19	49.19
6,995,079	9:20	61.224	0.08	23.0446	0.00	49.81	49.81
7,001,199	9:30	59.294	0.06	23.0548	0.00	50.31	50.31
7,005,974	9:40	57.623	0.05	23.0627	0.00	50.69	50.69
7,009,609	9:50	56.173	0.04	23.0688	0.00	50.99	50.99
7,012,276	10:00	54.909	0.03	23.0732	0.00	51.20	51.20
7,017,671	10:10	65.921	0.05	23.0822	0.00	51.64	51.64
7,029,293	10:20	77.055	0.12	23.1015	0.00	52.59	52.59
7,046,820	10:30	87.997	0.18	23.1307	0.00	54.04	54.04
7,069,769	10:40	98.482	0.23	23.1689	0.00	55.95	55.95
7,097,535	10:50	108.304	0.28	23.2151	0.00	58.29	58.29
7,129,433	11:00	117.321	0.32	23.2682	0.00	61.01	61.01
7,166,918	11:10	132.911	0.37	23.3306	0.00	64.27	64.27
7,211,189	11:20	147.115	0.44	23.4043	0.00	68.19	68.19
7,260,975	11:30	159.716	0.50	23.4871	0.00	72.69	72.69
7,314,988	11:40	170.646	0.54	23.5770	0.00	77.63	77.63
7,372,625	11:50	179.949	0.58	23.6729	0.00	80.84	80.84

付表3（2） 貯水位変化（直線案常用洪水吐き最終案）

貯水量 (m3)	時刻 (時間)	流入量 (m3/s)	1時間水位変動 (m/h)	貯水位 (m)	利水放流量 (m3/s)	洪水吐放流量 (m3/s)	総放流量 (m3/s)
7,433,452	12:00	187.743	0.61	23.7742	0.00	84.09	84.09
7,497,547	12:10	197.392	0.64	23.8808	0.00	87.39	87.39
7,564,931	12:20	205.341	0.67	23.9930	0.00	90.73	90.73
7,634,640	12:30	211.806	0.70	24.1090	0.00	94.06	94.06
7,705,867	12:40	217.012	0.71	24.2275	0.00	97.34	97.34
7,777,954	12:50	221.169	0.72	24.3475	0.00	100.55	100.55
7,850,375	13:00	224.468	0.72	24.4681	0.00	103.68	103.68
7,915,317	13:10	202.092	0.65	24.5761	0.00	106.41	106.41
7,967,087	13:20	185.415	0.52	24.6623	0.00	108.53	108.53
8,008,890	13:30	172.679	0.42	24.7319	0.00	110.22	110.22
8,042,985	13:40	162.762	0.34	24.7886	0.00	111.57	111.57
8,071,015	13:50	154.921	0.28	24.8353	0.00	112.68	112.68
8,094,207	14:00	148.643	0.23	24.8739	0.00	113.58	113.58
8,109,311	14:10	129.450	0.15	24.8990	0.00	114.17	114.17
8,113,978	14:20	114.619	0.05	24.9068	0.00	114.35	114.35
8,110,660	14:30	102.884	−0.03	24.9012	0.00	114.22	114.22
8,101,130	14:40	93.417	−0.10	24.8854	0.00	113.85	113.85
8,086,709	14:50	85.652	−0.14	24.8614	0.00	113.29	113.29
8,068,404	15:00	79.196	−0.18	24.8309	0.00	112.57	112.57
8,046,333	15:10	71.514	−0.22	24.7942	0.00	111.71	111.71
8,020,599	15:20	65.098	−0.26	24.7514	0.00	110.69	110.69
7,991,964	15:30	59.675	−0.29	24.7037	0.00	109.54	109.54
7,961,032	15:40	55.043	−0.31	24.6522	0.00	108.29	108.29
7,928,291	15:50	51.049	−0.33	24.5977	0.00	106.94	106.94
7,894,138	16:00	47.577	−0.34	24.5409	0.00	105.53	105.53
7,858,901	16:10	44.537	−0.35	24.4822	0.00	104.04	104.04
7,822,856	16:20	41.857	−0.36	24.4223	0.00	102.50	102.50
7,786,232	16:30	39.480	−0.37	24.3613	0.00	100.91	100.91
7,749,224	16:40	37.361	−0.37	24.2997	0.00	99.28	99.28
7,712,001	16:50	35.463	−0.37	24.2378	0.00	97.62	97.62
7,674,707	17:00	33.755	−0.37	24.1757	0.00	95.92	95.92
7,637,435	17:10	32.108	−0.37	24.1137	0.00	94.19	94.19
7,600,267	17:20	30.618	−0.37	24.0518	0.00	92.43	92.43
7,563,308	17:30	29.264	−0.37	23.9903	0.00	90.65	90.65
7,526,647	17:40	28.029	−0.37	23.9293	0.00	88.85	88.85
7,490,363	17:50	26.899	−0.36	23.8689	0.00	87.03	87.03
7,454,525	18:00	25.862	−0.36	23.8092	0.00	85.19	85.19
7,419,146	18:10	24.737	−0.35	23.7504	0.00	83.34	83.34
7,384,234	18:20	23.703	−0.35	23.6923	0.00	81.47	81.47
7,349,852	18:30	22.751	−0.34	23.6350	0.00	79.59	79.59
7,316,055	18:40	21.872	−0.34	23.5788	0.00	77.69	77.69
7,283,209	18:50	21.059	−0.33	23.5241	0.00	74.73	74.73
7,251,648	19:00	20.305	−0.32	23.4716	0.00	71.84	71.84
7,221,319	19:10	19.530	−0.30	23.4211	0.00	69.10	69.10
7,192,144	19:20	18.810	−0.29	23.3726	0.00	66.49	66.49
7,164,075	19:30	18.140	−0.28	23.3258	0.00	64.02	64.02
7,137,063	19:40	17.514	−0.27	23.2809	0.00	61.67	61.67
7,111,064	19:50	16.930	−0.26	23.2376	0.00	59.44	59.44
7,086,033	20:00	16.382	−0.25	23.1960	0.00	57.31	57.31
7,062,040	20:10	16.255	−0.24	23.1560	0.00	55.30	55.30
7,039,146	20:20	16.133	−0.23	23.1179	0.00	53.40	53.40
7,017,286	20:30	16.016	−0.22	23.0816	0.00	51.61	51.61
6,996,403	20:40	15.905	−0.21	23.0468	0.00	49.92	49.92
6,976,442	20:50	15.799	−0.20	23.0136	0.00	48.32	48.32
6,957,353	21:00	15.698	−0.19	22.9818	0.00	46.81	46.81
6,938,997	21:10	15.288	−0.18	22.9513	0.00	45.37	45.37
6,921,247	21:20	14.901	−0.18	22.9217	0.00	43.99	43.99
6,904,080	21:30	14.535	−0.17	22.8931	0.00	42.67	42.67
6,887,475	21:40	14.189	−0.17	22.8655	0.00	41.41	41.41
6,871,410	21:50	13.862	−0.16	22.8388	0.00	40.20	40.20
6,855,864	22:00	13.551	−0.16	22.8129	0.00	39.04	39.04
6,840,768	22:10	13.087	−0.15	22.7878	0.00	37.92	37.92
6,826,059	22:20	12.651	−0.15	22.7633	0.00	36.85	36.85
6,811,731	22:30	12.239	−0.14	22.7394	0.00	35.81	35.81
6,797,774	22:40	11.850	−0.14	22.7162	0.00	34.80	34.80
6,784,181	22:50	11.482	−0.14	22.6936	0.00	33.84	33.84
6,770,942	23:00	11.134	−0.13	22.6716	0.00	32.91	32.91
6,758,050	23:10	10.803	−0.13	22.6501	0.00	32.01	32.01
6,745,495	23:20	10.490	−0.13	22.6292	0.00	31.14	31.14
6,733,268	23:30	10.192	−0.12	22.6089	0.00	30.30	30.30
6,721,361	23:40	9.908	−0.12	22.5890	0.00	29.49	29.49
6,709,764	23:50	9.638	−0.12	22.5697	0.00	28.71	28.71

付表4　貯水位～放流量の関係
（直線案非常用洪水吐き原案）

貯水位 H:[EL.m]	越流水深 h:[m]	放流量(1門) Q:[m^3/s]	放流量(全門) Q:[m^3/s]	流量係数 C	状　態
26.080	0.480	8.06	64.48	1.731	
26.200	0.600	11.57	92.56	1.778	
26.315	0.715	15.31	122.48	1.809	
26.415	0.815	19.20	153.60	1.864	
26.505	0.905	22.86	182.88	1.897	
26.590	0.990	26.59	212.72	1.928	
26.670	1.070	30.29	242.32	1.955	
26.740	1.140	33.80	270.40	1.983	
26.815	1.215	37.63	301.04	2.007	
26.885	1.285	41.33	330.64	2.027	
26.950	1.350	44.81	358.48	2.041	
27.015	1.415	48.54	388.32	2.060	
27.085	1.485	52.62	420.96	2.077	
27.145	1.545	56.26	450.08	2.093	
27.205	1.605	60.34	482.72	2.120	

付表5（1）貯水位～放流量の関係
（ラビリンス案常用洪水吐き原案形状1－1、D2,2m×B4.0m、上流面位置:3.0m）

貯水位 H:[EL.m]	越流水深 h:[m]	放流量(1門) Q:[m3/s]	流量係数 C	h/D	D/h	C^2	状 態
							(水位上昇時)
22.085	0.585	4.81	0.081	0.266	3.761	0.007	開水路流
22.425	0.925	9.74	0.130	0.420	2.378	0.017	〃
22.905	1.405	19.10	0.207	0.639	1.566	0.043	〃
23.305	1.805	28.49	0.272	0.820	1.219	0.074	〃
23.685	2.185	37.92	0.329	0.993	1.007	0.108	〃
23.755	2.255	40.32	0.345	1.025	0.976	0.119	〃
23.840	2.340	42.47	0.356	1.064	0.940	0.127	〃
23.930	2.430	44.87	0.369	1.105	0.905	0.136	管路流
23.965	2.465	45.95	0.376	1.120	0.892	0.141	〃
24.035	2.535	47.37	0.382	1.152	0.868	0.146	〃
24.110	2.610	49.11	0.390	1.186	0.843	0.152	〃
24.240	2.740	51.83	0.402	1.245	0.803	0.161	〃
24.335	2.835	53.73	0.410	1.289	0.776	0.168	〃
24.490	2.990	56.79	0.422	1.359	0.736	0.178	〃
25.010	3.510	66.34	0.454	1.595	0.627	0.207	〃
25.595	4.095	75.96	0.482	1.861	0.537	0.232	〃
26.270	4.770	85.16	0.500	2.168	0.461	0.250	〃
27.020	5.520	95.12	0.520	2.509	0.399	0.270	〃
27.280	5.780	97.97	0.523	2.627	0.381	0.273	〃
							(水位低下時)
24.245	2.745	51.86	0.402	1.248	0.801	0.161	管路流
24.110	2.610	49.21	0.391	1.186	0.843	0.153	〃
24.035	2.535	47.37	0.382	1.152	0.868	0.146	〃
23.965	2.465	45.82	0.375	1.120	0.892	0.140	〃
23.925	2.425	44.84	0.370	1.102	0.907	0.137	〃
23.845	2.345	42.44	0.356	1.066	0.938	0.126	開水路流

付表5（2）貯水位～放流量の関係
（ラビリンス案常用洪水吐き原案形状1－2、D2,1m×B4.0m、上流面位置:3.0m）

貯水位 H:[EL.m]	越流水深 h:[m]	放流量(1門) Q:[m3/s]	流量係数 C	h/D	D/h	C^2	状 態
							(水位上昇時)
22.235	0.735	6.89	0.108	0.350	2.857	0.012	開水路流
22.950	1.450	20.18	0.225	0.690	1.448	0.051	〃
23.375	1.875	30.04	0.295	0.893	1.120	0.087	〃
23.735	2.235	39.47	0.355	1.064	0.940	0.126	〃
23.810	2.310	41.52	0.367	1.100	0.909	0.135	管路流
23.850	2.350	42.53	0.373	1.119	0.894	0.139	〃
23.905	2.405	43.73	0.379	1.145	0.873	0.144	〃
23.960	2.460	44.81	0.384	1.171	0.854	0.148	〃
24.090	2.590	47.75	0.399	1.233	0.811	0.159	〃
24.535	3.035	56.45	0.436	1.445	0.692	0.190	〃
25.015	3.515	64.32	0.461	1.674	0.597	0.213	〃
25.610	4.110	73.36	0.487	1.957	0.511	0.237	〃
26.360	4.860	83.33	0.508	2.314	0.432	0.258	〃
27.225	5.725	93.57	0.526	2.726	0.367	0.276	〃
							(水位低下時)
23.945	2.445	44.59	0.383	1.164	0.859	0.147	管路流
23.895	2.395	43.51	0.378	1.140	0.877	0.143	〃
23.855	2.355	42.69	0.374	1.121	0.892	0.140	〃
23.820	2.320	41.81	0.369	1.105	0.905	0.136	〃
23.750	2.250	39.81	0.357	1.071	0.933	0.127	開水路流

付表5（3） 貯水位～放流量の関係
（ラビリンス案常用洪水吐き原案形状1－3、D2,0m×B4.0m、上流面位置:3.0m）

貯水位 H:[EL.m]	越流水深 h:[m]	放流量(1門) Q:[m3/s]	流量係数 C	h/D	D/h	C^2	状 態
							（水位上昇時）
22.155	0.655	6.58	0.115	0.328	3.053	0.013	開水路流
22.895	1.395	19.10	0.228	0.698	1.434	0.052	〃
23.310	1.810	28.52	0.299	0.905	1.105	0.090	〃
23.675	2.175	37.79	0.362	1.088	0.920	0.131	〃
23.725	2.225	39.05	0.370	1.113	0.899	0.137	管路流
23.740	2.240	39.75	0.375	1.120	0.893	0.141	〃
23.775	2.275	40.41	0.378	1.138	0.879	0.143	〃
23.805	2.305	41.17	0.383	1.153	0.868	0.147	〃
23.960	2.460	44.30	0.399	1.230	0.813	0.159	〃
24.380	2.880	52.05	0.433	1.440	0.694	0.187	〃
24.850	3.350	59.64	0.460	1.675	0.597	0.212	〃
25.605	4.105	70.71	0.493	2.053	0.487	0.243	〃
26.360	4.860	80.29	0.514	2.430	0.412	0.264	〃
27.215	5.715	89.52	0.529	2.858	0.350	0.279	〃
							（水位低下時）
23.840	2.340	41.74	0.385	1.170	0.855	0.148	管路流
23.790	2.290	40.76	0.380	1.145	0.873	0.145	〃
23.750	2.250	39.88	0.375	1.125	0.889	0.141	〃
23.725	2.225	39.37	0.373	1.113	0.899	0.139	〃
23.665	2.165	37.57	0.360	1.083	0.924	0.130	開水路流

付表5（4） 貯水位～放流量の関係
（ラビリンス案常用洪水吐き原案形状1－4、D2,2m×B4.0m、上流面位置:1.5m）

貯水位 H:[EL.m]	越流水深 h:[m]	放流量(1門) Q:[m3/s]	流量係数 C	h/D	D/h	C^2	状 態
							（水位上昇時）
22.085	0.585	4.96	0.083	0.266	3.761	0.007	開水路流
22.910	1.410	19.64	0.212	0.641	1.560	0.045	〃
23.665	2.165	37.79	0.330	0.984	1.016	0.109	〃
23.900	2.400	44.11	0.365	1.091	0.917	0.134	〃
23.940	2.440	45.63	0.375	1.109	0.902	0.141	管路流
23.995	2.495	46.71	0.379	1.134	0.882	0.144	〃
24.020	2.520	47.47	0.384	1.145	0.873	0.147	〃
24.100	2.600	49.05	0.390	1.182	0.846	0.152	〃
24.175	2.675	50.63	0.397	1.216	0.822	0.158	〃
24.315	2.815	53.70	0.411	1.280	0.782	0.169	〃
24.470	2.970	57.02	0.425	1.350	0.741	0.180	〃
24.980	3.480	66.41	0.457	1.582	0.632	0.209	〃
25.605	4.105	76.46	0.484	1.866	0.536	0.235	〃
26.340	4.840	86.93	0.507	2.200	0.455	0.257	〃
27.320	5.820	99.45	0.529	2.645	0.378	0.280	〃
							（水位低下時）
24.170	2.670	50.50	0.397	1.214	0.824	0.157	管路流
24.100	2.600	49.14	0.391	1.182	0.846	0.153	〃
24.035	2.535	47.40	0.382	1.152	0.868	0.146	〃
23.990	2.490	46.68	0.380	1.132	0.884	0.144	〃
23.945	2.445	45.51	0.373	1.111	0.900	0.139	
23.900	2.400	44.21	0.366	1.091	0.917	0.134	開水路流

付表5 (5) 貯水位～放流量の関係
(ラビリンス案常用洪水吐き原案形状1－5、D2,2m×B4.0m、上流面位置:0.75m)

貯水位 H:[EL.m]	越流水深 h:[m]	放流量(1門) Q:[m3/s]	流量係数 C	h/D	D/h	C^2	状 態
							(水位上昇時)
22.085	0.585	4.84	0.081	0.266	3.761	0.007	開水路流
22.910	1.410	19.80	0.214	0.641	1.560	0.046	〃
23.650	2.150	37.85	0.331	0.977	1.023	0.110	〃
23.845	2.345	43.42	0.364	1.066	0.938	0.132	〃
23.905	2.405	44.84	0.371	1.093	0.915	0.138	〃
23.935	2.435	45.88	0.377	1.107	0.903	0.142	管路流
23.985	2.485	46.77	0.381	1.130	0.885	0.145	〃
24.005	2.505	47.50	0.385	1.139	0.878	0.148	〃
24.060	2.560	48.32	0.388	1.164	0.859	0.150	〃
24.080	2.580	49.11	0.392	1.173	0.853	0.154	〃
24.200	2.700	51.26	0.400	1.227	0.815	0.160	〃
24.290	2.790	53.76	0.413	1.268	0.789	0.171	〃
24.440	2.940	56.92	0.426	1.336	0.748	0.182	〃
24.905	3.405	66.03	0.459	1.548	0.646	0.211	〃
25.510	4.010	76.24	0.489	1.823	0.549	0.239	〃
26.265	4.765	86.84	0.511	2.166	0.462	0.261	〃
27.280	5.780	99.42	0.531	2.627	0.381	0.282	〃
							(水位低下時)
24.235	2.735	52.11	0.404	1.243	0.804	0.164	管路流
24.090	2.590	48.95	0.390	1.177	0.849	0.152	〃
24.030	2.530	47.56	0.384	1.150	0.870	0.147	〃
23.950	2.450	45.79	0.375	1.114	0.898	0.141	〃
23.900	2.400	44.37	0.368	1.091	0.917	0.135	開水路流

付表5 (6) 貯水位～放流量の関係
(ラビリンス案常用洪水吐き原案形状1－6、D2,2m×B4.0m、上流面位置:0.33m)

貯水位 H:[EL.m]	越流水深 h:[m]	放流量(1門) Q:[m3/s]	流量係数 C	h/D	D/h	C^2	状 態
							(水位上昇時)
22.065	0.565	4.90	0.084	0.257	3.894	0.007	開水路流
22.885	1.385	19.61	0.214	0.630	1.588	0.046	〃
23.625	2.125	37.95	0.334	0.966	1.035	0.112	〃
23.870	2.370	44.27	0.369	1.077	0.928	0.136	〃
23.910	2.410	45.73	0.378	1.095	0.913	0.143	管路流
23.960	2.460	46.83	0.383	1.118	0.894	0.147	〃
23.975	2.475	47.59	0.388	1.125	0.889	0.151	〃
24.050	2.550	49.05	0.394	1.159	0.863	0.155	〃
24.110	2.610	50.69	0.403	1.186	0.843	0.162	〃
24.250	2.750	53.79	0.416	1.250	0.800	0.173	〃
24.390	2.890	56.79	0.429	1.314	0.761	0.184	〃
24.865	3.365	66.25	0.464	1.530	0.654	0.215	〃
25.570	4.070	78.23	0.498	1.850	0.541	0.248	〃
26.140	4.640	86.77	0.517	2.109	0.474	0.267	〃
27.220	5.720	100.97	0.542	2.600	0.385	0.294	〃
							(水位低下時)
24.110	2.610	50.53	0.401	1.186	0.843	0.161	管路流
24.055	2.555	49.08	0.394	1.161	0.861	0.155	〃
23.980	2.480	47.24	0.385	1.127	0.887	0.148	〃
23.950	2.450	45.79	0.375	1.114	0.898	0.141	〃
23.860	2.360	44.15	0.369	1.073	0.932	0.136	開水路流

付表5 (7) 貯水位～放流量の関係
(ラビリンス案常用洪水吐き原案形状2－1、D2,2m×B3.5m、上流面位置:3.0m)

貯水位 H:[EL.m]	越流水深 h:[m]	放流量(1門) Q:[m3/s]	流量係数 C	h/D	D/h	C^2	状 態
							(水位上昇時)
22.155	0.655	4.90	0.089	0.298	3.359	0.008	開水路流
23.030	1.530	18.91	0.224	0.695	1.438	0.050	〃
23.485	1.985	28.52	0.297	0.902	1.108	0.088	〃
23.885	2.385	37.88	0.360	1.084	0.922	0.129	〃
23.955	2.455	39.62	0.371	1.116	0.896	0.138	管路流
24.040	2.540	41.24	0.380	1.155	0.866	0.144	〃
24.120	2.620	42.69	0.387	1.191	0.840	0.150	〃
24.200	2.700	44.37	0.396	1.227	0.815	0.157	〃
24.375	2.875	47.53	0.411	1.307	0.765	0.169	〃
24.555	3.055	50.63	0.425	1.389	0.720	0.180	〃
25.065	3.565	58.38	0.453	1.620	0.617	0.206	〃
25.660	4.160	66.66	0.479	1.891	0.529	0.230	〃
26.405	4.905	75.70	0.501	2.230	0.449	0.251	〃
27.300	5.800	85.41	0.520	2.636	0.379	0.271	〃
							(水位低下時)
24.200	2.700	44.18	0.394	1.227	0.815	0.156	管路流
24.115	2.615	42.75	0.388	1.189	0.841	0.150	〃
24.040	2.540	40.92	0.377	1.155	0.866	0.142	〃
23.955	2.455	39.50	0.370	1.116	0.896	0.137	〃
23.885	2.385	37.88	0.360	1.084	0.922	0.129	開水路流

付表5 (8) 貯水位～放流量の関係
(ラビリンス案常用洪水吐き原案形状2－2、D2,1m×B3.5m、上流面位置:3.0m)

貯水位 H:[EL.m]	越流水深 h:[m]	放流量(1門) Q:[m3/s]	流量係数 C	h/D	D/h	C^2	状 態
							(水位上昇時)
22.150	0.650	4.96	0.095	0.310	3.231	0.009	開水路流
22.855	1.355	16.22	0.214	0.645	1.550	0.046	〃
23.325	1.825	25.11	0.286	0.869	1.151	0.082	〃
23.730	2.230	34.53	0.355	1.062	0.942	0.126	〃
23.820	2.320	36.49	0.368	1.105	0.905	0.136	管路流
23.835	2.335	36.94	0.371	1.112	0.899	0.138	〃
23.890	2.390	37.98	0.377	1.138	0.879	0.142	〃
23.950	2.450	38.83	0.381	1.167	0.857	0.145	〃
24.065	2.565	41.17	0.395	1.221	0.819	0.156	〃
24.530	3.030	49.02	0.433	1.443	0.693	0.187	〃
24.940	3.440	55.28	0.458	1.638	0.610	0.210	〃
25.655	4.155	64.67	0.487	1.979	0.505	0.238	〃
26.335	4.835	72.42	0.506	2.302	0.434	0.256	〃
27.215	5.715	81.81	0.526	2.721	0.367	0.276	〃
							(水位低下時)
23.970	2.470	39.34	0.385	1.176	0.850	0.148	管路流
23.905	2.405	38.30	0.379	1.145	0.873	0.144	〃
23.870	2.370	37.28	0.372	1.129	0.886	0.138	〃
23.815	2.315	36.21	0.366	1.102	0.907	0.134	〃
23.750	2.250	34.91	0.358	1.071	0.933	0.128	開水路流

付表5 (9) 貯水位～放流量の関係
(ラビリンス案常用洪水吐き原案形状2－3、D2,0m×B3.5m、上流面位置:3.0m)

貯水位 H:[EL.m]	越流水深 h:[m]	放流量(1門) Q:[m3/s]	流量係数 C	h/D	D/h	C^2	状 態
							(水位上昇時)
22.155	0.655	4.93	0.098	0.328	3.053	0.010	開水路流
22.865	1.365	15.87	0.219	0.683	1.465	0.048	〃
23.340	1.840	25.36	0.302	0.920	1.087	0.091	〃
23.680	2.180	33.11	0.362	1.090	0.917	0.131	〃
23.705	2.205	33.93	0.369	1.103	0.907	0.136	管路流
23.760	2.260	34.94	0.375	1.130	0.885	0.141	〃
23.800	2.300	35.77	0.380	1.150	0.870	0.145	〃
23.840	2.340	36.40	0.384	1.170	0.855	0.147	〃
24.015	2.515	39.34	0.400	1.258	0.795	0.160	〃
24.205	2.705	42.98	0.422	1.353	0.739	0.178	〃
24.510	3.010	47.50	0.442	1.505	0.664	0.195	〃
24.955	3.455	53.79	0.467	1.728	0.579	0.218	〃
25.605	4.105	61.41	0.489	2.053	0.487	0.239	〃
26.365	4.865	70.17	0.513	2.433	0.411	0.263	〃
27.210	5.710	78.30	0.529	2.855	0.350	0.279	〃
							(水位低下時)
23.935	2.435	38.07	0.394	1.218	0.821	0.155	管路流
23.845	2.345	36.33	0.383	1.173	0.853	0.147	〃
23.760	2.260	34.97	0.375	1.130	0.885	0.141	〃
23.715	2.215	33.87	0.367	1.108	0.903	0.135	〃
23.675	2.175	33.11	0.362	1.088	0.920	0.131	開水路流

付表5 (10) 貯水位～放流量の関係
(ラビリンス案常用洪水吐き原案形状2－4、D2,2m×B3.5m、上流面位置:1.5m)

貯水位 H:[EL.m]	越流水深 h:[m]	放流量(1門) Q:[m3/s]	流量係数 C	h/D	D/h	C^2	状 態
							(水位上昇時)
22.135	0.635	4.96	0.091	0.289	3.465	0.008	開水路流
23.040	1.540	19.67	0.232	0.700	1.429	0.054	〃
23.465	1.965	28.65	0.300	0.893	1.120	0.090	〃
23.870	2.370	37.92	0.361	1.077	0.928	0.130	〃
23.965	2.465	40.38	0.377	1.120	0.892	0.142	管路流
24.020	2.520	41.01	0.379	1.145	0.873	0.144	〃
24.105	2.605	42.53	0.387	1.184	0.845	0.149	〃
24.175	2.675	44.18	0.396	1.216	0.822	0.157	〃
24.340	2.840	47.31	0.412	1.291	0.775	0.170	〃
24.525	3.025	50.60	0.427	1.375	0.727	0.182	〃
25.015	3.515	58.44	0.457	1.598	0.626	0.209	〃
25.750	4.250	68.72	0.489	1.932	0.518	0.239	〃
26.435	4.935	77.16	0.509	2.243	0.446	0.260	〃
27.305	5.805	86.05	0.524	2.639	0.379	0.274	〃
							(水位低下時)
24.185	2.685	44.27	0.396	1.220	0.819	0.157	管路流
24.100	2.600	42.66	0.388	1.182	0.846	0.151	〃
24.020	2.520	41.01	0.379	1.145	0.873	0.144	〃
23.970	2.470	40.26	0.376	1.123	0.891	0.141	〃
23.895	2.395	38.64	0.366	1.089	0.919	0.134	開水路流

付表5（11）貯水位～放流量の関係
（ラビリンス案常用洪水吐き原案形状2－5、D2,2m×B3.5m、上流面位置:0.75m）

貯水位 H:[EL.m]	越流水深 h:[m]	放流量(1門) Q:[m3/s]	流量係数 C	h/D	D/h	C^2	状 態
							(水位上昇時)
22.130	0.630	5.03	0.093	0.286	3.492	0.009	開水路流
23.030	1.530	19.57	0.232	0.695	1.438	0.054	〃
23.450	1.950	28.56	0.300	0.886	1.128	0.090	〃
23.855	2.355	37.98	0.363	1.070	0.934	0.132	〃
23.945	2.445	40.22	0.377	1.111	0.900	0.142	管路流
23.990	2.490	41.11	0.382	1.132	0.884	0.146	〃
24.075	2.575	42.60	0.389	1.170	0.854	0.152	〃
24.155	2.655	44.18	0.398	1.207	0.829	0.158	〃
24.320	2.820	47.34	0.413	1.282	0.780	0.171	〃
24.495	2.995	50.53	0.428	1.361	0.735	0.183	〃
24.975	3.475	58.34	0.459	1.580	0.633	0.211	〃
25.685	4.185	68.68	0.492	1.902	0.526	0.243	〃
26.385	4.885	77.25	0.513	2.220	0.450	0.263	〃
27.395	5.895	88.39	0.534	2.680	0.373	0.285	〃
							(水位低下時)
24.150	2.650	44.37	0.400	1.205	0.830	0.160	管路流
24.075	2.575	42.75	0.391	1.170	0.854	0.153	〃
23.990	2.490	41.17	0.383	1.132	0.884	0.146	〃
23.950	2.450	39.88	0.374	1.114	0.898	0.140	〃
23.875	2.375	38.52	0.367	1.080	0.926	0.134	開水路流

付表5（12）貯水位～放流量の関係
（ラビリンス案常用洪水吐き原案形状2－6、D2,2m×B3.5m、上流面位置:0.33m）

貯水位 H:[EL.m]	越流水深 h:[m]	放流量(1門) Q:[m3/s]	流量係数 C	h/D	D/h	C^2	状 態
							(水位上昇時)
22.120	0.620	5.09	0.095	0.282	3.548	0.009	開水路流
23.010	1.510	19.70	0.235	0.686	1.457	0.055	〃
23.440	1.940	28.52	0.300	0.882	1.134	0.090	〃
23.835	2.335	38.07	0.365	1.061	0.942	0.134	〃
23.920	2.420	40.29	0.380	1.100	0.909	0.144	管路流
23.965	2.465	41.05	0.383	1.120	0.892	0.147	〃
24.045	2.545	42.75	0.393	1.157	0.864	0.155	〃
24.120	2.620	44.34	0.402	1.191	0.840	0.161	〃
24.285	2.785	47.56	0.418	1.266	0.790	0.175	〃
24.450	2.950	50.60	0.432	1.341	0.746	0.187	〃
24.905	3.405	58.50	0.465	1.548	0.646	0.216	〃
25.610	4.110	68.84	0.498	1.868	0.535	0.248	〃
26.285	4.785	77.35	0.519	2.175	0.460	0.269	〃
27.265	5.765	88.58	0.541	2.620	0.382	0.293	〃
							(水位低下時)
24.130	2.630	44.40	0.402	1.195	0.837	0.161	管路流
24.055	2.555	42.79	0.393	1.161	0.861	0.154	〃
23.965	2.465	41.17	0.385	1.120	0.892	0.148	〃
23.935	2.435	40.41	0.380	1.107	0.903	0.144	〃
23.860	2.360	38.67	0.369	1.073	0.932	0.136	開水路流

付表5（13）貯水位～放流量の関係
（ラビリンス案常用洪水吐き原案形状3－1、D2,2m×B3.0m、上流面位置:3.0m）

貯水位 H:[EL.m]	越流水深 h:[m]	放流量(1門) Q:[m3/s]	流量係数 C	h/D	D/h	C^2	状 態
							（水位上昇時）
22.215	0.715	4.90	0.099	0.325	3.077	0.010	開水路流
22.830	1.330	13.41	0.199	0.605	1.654	0.040	〃
23.525	2.025	25.46	0.306	0.920	1.086	0.094	〃
23.855	2.355	32.03	0.357	1.070	0.934	0.128	〃
23.920	2.420	33.20	0.365	1.100	0.909	0.133	管路流
23.945	2.445	33.96	0.372	1.111	0.900	0.138	〃
24.035	2.535	35.35	0.380	1.152	0.868	0.144	〃
24.100	2.600	36.68	0.389	1.182	0.846	0.152	〃
24.210	2.710	38.45	0.400	1.232	0.812	0.160	〃
24.420	2.920	41.65	0.417	1.327	0.753	0.174	〃
24.945	3.445	49.21	0.454	1.566	0.639	0.206	〃
25.590	4.090	56.89	0.481	1.859	0.538	0.232	〃
26.330	4.830	64.51	0.502	2.195	0.455	0.252	〃
27.300	5.800	73.87	0.525	2.636	0.379	0.275	〃
							（水位低下時）
24.195	2.695	37.85	0.395	1.225	0.816	0.156	管路流
24.095	2.595	36.40	0.387	1.180	0.848	0.149	〃
24.010	2.510	34.88	0.377	1.141	0.876	0.142	〃
23.965	2.465	34.18	0.373	1.120	0.892	0.139	〃
23.915	2.415	33.39	0.368	1.098	0.911	0.135	〃
23.865	2.365	32.26	0.359	1.075	0.930	0.129	開水路流

付表5（14）貯水位～放流量の関係
（ラビリンス案常用洪水吐き原案形状3－2、D2,2m×B3.0m、上流面位置:3.0m）

貯水位 H:[EL.m]	越流水深 h:[m]	放流量(1門) Q:[m3/s]	流量係数 C	h/D	D/h	C^2	状 態
							（水位上昇時）
22.195	0.695	4.71	0.101	0.331	3.022	0.010	開水路流
22.750	1.250	12.02	0.193	0.595	1.680	0.037	〃
23.405	1.905	23.21	0.301	0.907	1.102	0.091	〃
23.755	2.255	30.07	0.359	1.074	0.931	0.129	〃
23.810	2.310	31.09	0.367	1.100	0.909	0.134	管路流
23.840	2.340	31.53	0.369	1.114	0.897	0.137	〃
23.895	2.395	32.73	0.379	1.140	0.877	0.144	〃
23.950	2.450	33.49	0.384	1.167	0.857	0.147	〃
24.130	2.630	36.43	0.403	1.252	0.798	0.162	〃
24.455	2.955	41.14	0.429	1.407	0.711	0.184	〃
24.935	3.435	47.53	0.460	1.636	0.611	0.211	〃
25.700	4.200	54.99	0.481	2.000	0.500	0.231	〃
26.445	4.945	63.47	0.512	2.355	0.425	0.262	〃
27.240	5.740	70.20	0.525	2.733	0.366	0.276	〃
							（水位低下時）
23.960	2.460	33.43	0.382	1.171	0.854	0.146	管路流
23.895	2.395	32.76	0.379	1.140	0.877	0.144	〃
23.840	2.340	31.81	0.373	1.114	0.897	0.139	〃
23.810	2.310	31.09	0.367	1.100	0.909	0.134	〃
23.770	2.270	30.10	0.358	1.081	0.925	0.128	開水路流

付表5（15）貯水位～放流量の関係
（ラビリンス案常用洪水吐き原案形状3－3、D2,0m×B3.0m、上流面位置:3.0m）

貯水位 H:[EL.m]	越流水深 h:[m]	放流量（1門） Q:[m3/s]	流量係数 C	h/D	D/h	C^2	状 態
							（水位上昇時）
22.195	0.695	4.87	0.110	0.348	2.878	0.012	開水路流
22.755	1.255	12.14	0.204	0.628	1.594	0.042	〃
23.410	1.910	23.21	0.316	0.955	1.047	0.100	〃
23.650	2.150	27.89	0.358	1.075	0.930	0.128	〃
23.700	2.200	28.78	0.365	1.100	0.909	0.133	管路流
23.730	2.230	29.44	0.371	1.115	0.897	0.138	〃
23.785	2.285	30.52	0.380	1.143	0.875	0.144	〃
23.865	2.365	31.53	0.386	1.183	0.846	0.149	〃
24.075	2.575	34.88	0.409	1.288	0.777	0.167	〃
24.410	2.910	39.40	0.435	1.455	0.687	0.189	〃
24.925	3.425	45.88	0.467	1.713	0.584	0.218	〃
25.615	4.115	53.00	0.492	2.058	0.486	0.242	〃
26.235	4.735	59.26	0.513	2.368	0.422	0.263	〃
27.225	5.725	67.45	0.531	2.863	0.349	0.282	〃
							（水位低下時）
23.870	2.370	31.59	0.386	1.185	0.844	0.149	管路流
23.790	2.290	30.48	0.379	1.145	0.873	0.144	〃
23.730	2.230	29.54	0.372	1.115	0.897	0.139	〃
23.695	2.195	28.84	0.366	1.098	0.911	0.134	〃
23.655	2.155	27.99	0.359	1.078	0.928	0.129	開水路流

付表6　貯水位～放流量の関係
(ラビリンス案常用洪水吐き修正案)

貯水位 H:[EL.m]	越流水深 h:[m]	2門 Q:[m^3/s]	全門(4門) Q:[m^3/s]	流量係数 C	h/D	D/h	C^2	状 態
21.935	0.935	5.72	11.44	0.097	0.435	2.299	0.009	開水路流
22.150	1.150	10.12	20.24	0.155	0.535	1.870	0.024	〃
22.310	1.310	13.19	26.38	0.189	0.609	1.641	0.036	〃
22.660	1.660	19.83	39.66	0.253	0.772	1.295	0.064	〃
22.940	1.940	25.49	50.98	0.300	0.902	1.108	0.090	〃
23.285	2.285	32.63	65.26	0.354	1.063	0.941	0.125	〃
23.375	2.375	34.66	69.32	0.369	1.105	0.905	0.136	管路流
23.400	2.400	35.16	70.32	0.373	1.116	0.896	0.139	〃
23.475	2.475	36.94	73.88	0.385	1.151	0.869	0.148	〃
23.525	2.525	38.26	76.52	0.395	1.174	0.851	0.156	〃
23.955	2.955	44.37	88.74	0.424	1.374	0.728	0.180	〃
24.380	3.380	50.31	100.62	0.449	1.572	0.636	0.202	〃
24.915	3.915	56.95	113.90	0.472	1.821	0.549	0.223	〃
25.670	4.670	65.05	130.10	0.494	2.172	0.460	0.244	〃
26.805	5.805	76.12	152.24	0.519	2.700	0.370	0.269	〃
27.280	6.280	80.20	160.40	0.525	2.921	0.342	0.276	〃
								(水位低下時)
23.505	2.505	37.31	74.62	0.387	1.165	0.858	0.150	管路流
23.470	2.470	36.52	73.04	0.381	1.149	0.870	0.145	〃
23.395	2.395	35.13	70.26	0.373	1.114	0.898	0.139	〃
23.365	2.365	34.44	68.88	0.368	1.100	0.909	0.135	〃
23.330	2.330	33.71	67.42	0.363	1.084	0.923	0.132	開水路流

付表7（1） 貯水位変化（ラビリンス案常用洪水吐き修正案）

流入洪水	開始水位	最高水位
S441007波形	21.50	24.86

台形堰付きオリフィス呑口形状
幅3.5m、高さ2.1m、3方向ナイフエッジ、4門

貯水量 (m3)	時刻 (時間)	流入量 (m3/s)	1時間水位変動 (m/h)	貯水位 (m)	利水放流量 (m3/s)	洪水吐放流量 (m3/s)	総放流量 (m3/s)
6,067,000	0:00	2.671	**********	21.50	0.00	0.00	0.00
6,068,638	0:10	2.797	0.02	21.5027	0.00	0.01	0.01
6,070,347	0:20	2.925	0.02	21.5056	0.00	0.02	0.02
6,072,124	0:30	3.057	0.02	21.5085	0.00	0.04	0.04
6,073,969	0:40	3.191	0.02	21.5116	0.00	0.06	0.06
6,075,880	0:50	3.328	0.02	21.5148	0.00	0.09	0.09
6,077,857	1:00	3.467	0.02	21.5181	0.00	0.12	0.12
6,079,850	1:10	3.443	0.02	21.5214	0.00	0.15	0.15
6,081,807	1:20	3.420	0.02	21.5246	0.00	0.19	0.19
6,083,729	1:30	3.397	0.02	21.5278	0.00	0.22	0.22
6,085,615	1:40	3.375	0.02	21.5310	0.00	0.26	0.26
6,087,464	1:50	3.353	0.02	21.5341	0.00	0.30	0.30
6,089,276	2:00	3.332	0.02	21.5371	0.00	0.34	0.34
6,091,045	2:10	3.291	0.02	21.5400	0.00	0.38	0.38
6,092,765	2:20	3.251	0.02	21.5429	0.00	0.43	0.43
6,094,436	2:30	3.212	0.02	21.5457	0.00	0.47	0.47
6,096,060	2:40	3.175	0.02	21.5484	0.00	0.51	0.51
6,097,636	2:50	3.138	0.02	21.5510	0.00	0.55	0.55
6,099,166	3:00	3.101	0.02	21.5535	0.00	0.59	0.59
6,100,655	3:10	3.085	0.01	21.5560	0.00	0.63	0.63
6,102,109	3:20	3.068	0.01	21.5584	0.00	0.67	0.67
6,103,530	3:30	3.052	0.01	21.5608	0.00	0.71	0.71
6,104,916	3:40	3.036	0.01	21.5631	0.00	0.75	0.75
6,106,269	3:50	3.020	0.01	21.5654	0.00	0.79	0.79
6,107,589	4:00	3.005	0.01	21.5676	0.00	0.83	0.83
6,108,881	4:10	3.008	0.01	21.5697	0.00	0.87	0.87
6,110,152	4:20	3.011	0.01	21.5718	0.00	0.91	0.91
6,111,401	4:30	3.014	0.01	21.5739	0.00	0.95	0.95
6,112,628	4:40	3.018	0.01	21.5759	0.00	0.99	0.99
6,113,835	4:50	3.021	0.01	21.5779	0.00	1.03	1.03
6,115,020	5:00	3.023	0.01	21.5799	0.00	1.07	1.07
6,116,463	5:10	3.968	0.01	21.5823	0.00	1.11	1.11
6,118,495	5:20	5.102	0.02	21.5857	0.00	1.18	1.18
6,121,219	5:30	6.433	0.03	21.5902	0.00	1.27	1.27
6,124,735	5:40	7.960	0.04	21.5961	0.00	1.40	1.40
6,129,141	5:50	9.678	0.04	21.6034	0.00	1.56	1.56
6,134,523	6:00	11.576	0.05	21.6124	0.00	1.76	1.76
6,144,379	6:10	25.171	0.10	21.6288	0.00	2.14	2.14
6,164,012	6:20	45.381	0.20	21.6615	0.00	2.97	2.97
6,196,836	6:30	71.494	0.33	21.7161	0.00	4.50	4.50
6,245,321	6:40	101.636	0.48	21.7968	0.00	7.02	7.02
6,310,473	6:50	133.291	0.65	21.9052	0.00	10.74	10.74
6,391,726	7:00	164.004	0.81	22.0404	0.00	15.72	15.72
6,475,521	7:10	152.092	0.84	22.1799	0.00	21.07	21.07
6,549,939	7:20	142.936	0.74	22.3038	0.00	25.90	25.90
6,616,714	7:30	135.818	0.67	22.4149	0.00	30.27	30.27
6,677,184	7:40	130.249	0.60	22.5155	0.00	34.23	34.23
6,732,403	7:50	125.888	0.55	22.6074	0.00	37.85	37.85
6,783,209	8:00	122.488	0.51	22.6920	0.00	41.18	41.18
6,826,500	8:10	107.012	0.43	22.7640	0.00	44.02	44.02
6,860,028	8:20	94.992	0.33	22.8198	0.00	46.23	46.23
6,885,910	8:30	85.444	0.26	22.8629	0.00	47.94	47.94
6,905,702	8:40	77.717	0.20	22.8958	0.00	49.25	49.25
6,920,580	8:50	71.364	0.15	22.9206	0.00	50.24	50.24
6,931,450	9:00	66.072	0.11	22.9387	0.00	50.96	50.96
6,939,570	9:10	63.463	0.08	22.9522	0.00	51.51	51.51
6,945,945	9:20	61.224	0.06	22.9628	0.00	51.93	51.93
6,950,842	9:30	59.294	0.05	22.9710	0.00	52.26	52.26
6,954,488	9:40	57.623	0.04	22.9770	0.00	52.50	52.50
6,957,071	9:50	56.173	0.03	22.9813	0.00	52.68	52.68
6,958,755	10:00	54.909	0.02	22.9841	0.00	52.79	52.79
6,963,239	10:10	65.921	0.04	22.9916	0.00	53.09	53.09
6,974,057	10:20	77.055	0.11	23.0096	0.00	53.82	53.82
6,990,938	10:30	87.997	0.17	23.0377	0.00	54.96	54.96
7,013,444	10:40	98.482	0.22	23.0752	0.00	56.49	56.49
7,041,016	10:50	108.304	0.28	23.1210	0.00	58.39	58.39
7,073,005	11:00	117.321	0.32	23.1743	0.00	60.61	60.61
7,110,906	11:10	132.911	0.38	23.2374	0.00	63.29	63.29
7,155,967	11:20	147.115	0.45	23.3124	0.00	66.54	66.54
7,207,016	11:30	159.716	0.51	23.3973	0.00	70.13	70.13
7,263,007	11:40	170.646	0.56	23.4905	0.00	73.59	73.59
7,322,968	11:50	179.949	0.60	23.5903	0.00	77.13	77.13
7,385,932	12:00	187.743	0.63	23.6951	0.00	80.68	80.68
7,451,995	12:10	197.392	0.66	23.8050	0.00	84.24	84.24

付表7（2） 貯水位変化（ラビリンス案常用洪水吐き修正案）

貯水量 (m3)	時刻 (時間)	流入量 (m3/s)	1時間水位変動 (m/h)	貯水位 (m)	利水放流量 (m3/s)	洪水吐放流量 (m3/s)	総放流量 (m3/s)
7,521,196	12:20	205.341	0.69	23.9202	0.00	87.82	87.82
7,592,584	12:30	211.806	0.71	24.0390	0.00	91.36	91.36
7,665,368	12:40	217.012	0.73	24.1601	0.00	94.84	94.84
7,738,902	12:50	221.169	0.73	24.2825	0.00	98.23	98.23
7,812,671	13:00	224.468	0.74	24.4053	0.00	101.51	101.51
7,878,873	13:10	202.092	0.66	24.5155	0.00	104.37	104.37
7,931,831	13:20	185.415	0.53	24.6036	0.00	106.61	106.61
7,974,763	13:30	172.679	0.43	24.6751	0.00	108.38	108.38
8,009,936	13:40	162.762	0.35	24.7336	0.00	109.82	109.82
8,039,001	13:50	154.921	0.29	24.7820	0.00	110.99	110.99
8,063,189	14:00	148.643	0.24	24.8222	0.00	111.95	111.95
8,079,255	14:10	129.450	0.16	24.8490	0.00	112.59	112.59
8,084,856	14:20	114.619	0.06	24.8583	0.00	112.81	112.81
8,082,451	14:30	102.884	−0.02	24.8543	0.00	112.71	112.71
8,073,815	14:40	93.417	−0.09	24.8399	0.00	112.37	112.37
8,060,273	14:50	85.652	−0.14	24.8174	0.00	111.84	111.84
8,042,835	15:00	79.196	−0.17	24.7884	0.00	111.14	111.14
8,021,620	15:10	71.514	−0.21	24.7531	0.00	110.29	110.29
7,996,733	15:20	65.098	−0.25	24.7116	0.00	109.28	109.28
7,968,938	15:30	59.675	−0.28	24.6654	0.00	108.14	108.14
7,938,842	15:40	55.043	−0.30	24.6153	0.00	106.90	106.90
7,906,932	15:50	51.049	−0.32	24.5622	0.00	105.56	105.56
7,873,606	16:00	47.577	−0.33	24.5067	0.00	104.15	104.15
7,839,195	16:10	44.537	−0.34	24.4494	0.00	102.67	102.67
7,803,974	16:20	41.857	−0.35	24.3908	0.00	101.13	101.13
7,768,172	16:30	39.480	−0.36	24.3312	0.00	99.54	99.54
7,731,986	16:40	37.361	−0.36	24.2710	0.00	97.91	97.91
7,695,585	16:50	35.463	−0.36	24.2104	0.00	96.25	96.25
7,659,112	17:00	33.755	−0.36	24.1497	0.00	94.55	94.55
7,622,662	17:10	32.108	−0.36	24.0891	0.00	92.82	92.82
7,586,317	17:20	30.618	−0.36	24.0286	0.00	91.06	91.06
7,550,181	17:30	29.264	−0.36	23.9684	0.00	89.28	89.28
7,514,344	17:40	28.029	−0.36	23.9088	0.00	87.47	87.47
7,478,886	17:50	26.899	−0.35	23.8498	0.00	85.65	85.65
7,443,874	18:00	25.862	−0.35	23.7915	0.00	83.81	83.81
7,409,322	18:10	24.737	−0.35	23.7340	0.00	81.96	81.96
7,375,239	18:20	23.703	−0.34	23.6773	0.00	80.09	80.09
7,341,688	18:30	22.751	−0.34	23.6214	0.00	78.20	78.20
7,308,721	18:40	21.872	−0.33	23.5666	0.00	76.31	76.31
7,276,389	18:50	21.059	−0.32	23.5128	0.00	74.40	74.40
7,244,735	19:00	20.305	−0.32	23.4601	0.00	72.48	72.48
7,213,774	19:10	19.530	−0.31	23.4086	0.00	70.56	70.56
7,183,522	19:20	18.810	−0.30	23.3582	0.00	68.62	68.62
7,154,100	19:30	18.140	−0.29	23.3092	0.00	66.40	66.40
7,125,575	19:40	17.514	−0.28	23.2618	0.00	64.34	64.34
7,097,899	19:50	16.930	−0.28	23.2157	0.00	62.36	62.36
7,071,043	20:00	16.382	−0.27	23.1710	0.00	60.47	60.47
7,045,092	20:10	16.255	−0.26	23.1278	0.00	58.67	58.67
7,020,123	20:20	16.133	−0.25	23.0863	0.00	56.95	56.95
6,996,088	20:30	16.016	−0.24	23.0463	0.00	55.31	55.31
6,972,947	20:40	15.905	−0.23	23.0078	0.00	53.75	53.75
6,950,660	20:50	15.799	−0.22	22.9707	0.00	52.25	52.25
6,929,191	21:00	15.698	−0.21	22.9349	0.00	50.81	50.81
6,908,414	21:10	15.288	−0.21	22.9004	0.00	49.43	49.43
6,888,215	21:20	14.901	−0.20	22.8667	0.00	48.09	48.09
6,868,581	21:30	14.535	−0.20	22.8341	0.00	46.79	46.79
6,849,501	21:40	14.189	−0.19	22.8023	0.00	45.53	45.53
6,830,963	21:50	13.862	−0.19	22.7715	0.00	44.31	44.31
6,812,955	22:00	13.551	−0.18	22.7415	0.00	43.13	43.13
6,795,415	22:10	13.087	−0.18	22.7123	0.00	41.98	41.98
6,778,287	22:20	12.651	−0.17	22.6838	0.00	40.85	40.85
6,761,571	22:30	12.239	−0.17	22.6560	0.00	39.76	39.76
6,745,264	22:40	11.850	−0.16	22.6288	0.00	38.69	38.69
6,729,363	22:50	11.482	−0.16	22.6024	0.00	37.65	37.65
6,713,864	23:00	11.134	−0.15	22.5766	0.00	36.63	36.63
6,698,763	23:10	10.803	−0.15	22.5514	0.00	35.64	35.64
6,684,054	23:20	10.490	−0.15	22.5270	0.00	34.68	34.68
6,669,732	23:30	10.192	−0.14	22.5031	0.00	33.74	33.74
6,655,792	23:40	9.908	−0.14	22.4799	0.00	32.83	32.83
6,642,225	23:50	9.638	−0.14	22.4573	0.00	31.94	31.94

付表8　貯水位～放流量の関係
（ラビリンス案非常用洪水吐き1原案）

貯水位 H:[EL.m]	越流水深 h:[m]	放流量 1ブロック Q:[m3/s]	放流量 全体(2ブロック) Q:[m3/s]	流量係数 C	状　態
					（非常用洪水吐き1＋常用洪水吐き）
25.914	4.914	70.29	140.58		
26.202	5.202	77.77	155.54		
26.442	5.442	85.25	170.50		
26.670	5.670	92.83	185.66		
26.892	5.892	100.36	200.72		
27.072	6.072	107.75	215.50		
27.264	6.264	116.13	232.26		
					（非常用洪水吐き1単独）
25.998	0.398	4.74	9.48	1.475	
26.298	0.698	12.87	25.74	1.724	
26.700	1.100	27.59	55.18	1.868	
27.000	1.400	42.55	85.10	2.007	
27.228	1.628	54.40	108.80	2.046	

付表9　貯水位～放流量の関係
（ラビリンス案非常用洪水吐き1修正形状1）

貯水位 H:[EL.m]	越流水深 h:[m]	放流量 1ブロック Q:[m3/s]	放流量 全体(2ブロック) Q:[m3/s]	状　態
				（非常用洪水吐き1＋常用洪水吐き）
25.878	4.878	70.09	140.18	
26.082	5.082	75.72	151.44	
26.268	5.268	82.11	164.22	
26.478	5.478	89.29	178.58	
26.664	5.664	96.47	192.94	
26.790	5.790	102.06	204.12	
26.904	5.904	107.25	214.50	
27.102	6.102	117.67	235.34	
27.276	6.276	126.70	253.40	

付表10　貯水位～放流量の関係
（ラビリンス案非常用洪水吐き1修正形状2）

貯水位 H:[EL.m]	越流水深 h:[m]	放流量 1ブロック Q:[m3/s]	放流量 全体(2ブロック) Q:[m3/s]	状　態
				（非常用洪水吐き1＋常用洪水吐き）
25.896	4.896	70.48	140.96	
25.974	4.974	72.98	145.96	
26.082	5.082	76.22	152.44	
26.160	5.160	78.96	157.92	
26.238	5.238	82.21	164.42	
26.303	5.303	84.80	169.60	
26.370	5.370	87.94	175.88	
26.454	5.454	91.29	182.58	
26.508	5.508	93.78	187.56	
26.574	5.574	97.02	194.04	
26.634	5.634	100.02	200.04	
26.688	5.688	102.91	205.82	
26.754	5.754	106.00	212.00	
26.796	5.796	108.94	217.88	
26.862	5.862	111.89	223.78	
26.916	5.916	114.78	229.56	
27.000	6.000	119.52	239.04	
27.090	6.090	124.71	249.42	
27.156	6.156	129.40	258.80	
27.246	6.246	134.68	269.36	
27.282	6.282	137.08	274.16	

付表11　　作用圧力測定結果
(ラビリンス案非常用洪水吐き1原案)

実験条件　貯水位: EL.27.210 m
流　量:　226.97 m^3/s

測点番号	測点距離	ﾋﾟｴｿﾞ標高 [EL.m]	ﾋﾟｴｿﾞ水頭 [EL.m]	圧力水頭 [m水柱]	備考
①	0.000	25.100	26.860	1.760	
②	0.500	25.600	25.600	0.000	
③	1.074	25.486	25.144	-0.342	
④	1.561	25.161	24.040	-1.121	
⑤	1.886	24.674	23.416	-1.258	
⑥	2.000	24.100	23.392	-0.708	
⑦	1.300	23.550	24.592	1.042	

付表12　　作用圧力測定結果
(ラビリンス案非常用洪水吐き1修正形状1)

実験条件　貯水位: EL.27.276 m
流　量:　253.40 m^3/s

測点番号	測点距離	ﾋﾟｴｿﾞ標高 [EL.m]	ﾋﾟｴｿﾞ水頭 [EL.m]	圧力水頭 [m水柱]	備考
①	0.000	25.100	27.088	1.988	
②	0.500	25.600	25.576	-0.024	
③	1.074	25.486	25.168	-0.318	
④	1.671	25.037	24.712	-0.325	
⑤	2.161	24.424	24.772	0.348	
⑥	2.573	23.909	24.160	0.251	
⑦	1.411	23.550	23.476	-0.074	

付表13　水切り沿いの水面形
(ラビリンス案非常用洪水吐き1修正形状2)

(設計洪水位時)

縦断距離※ [m]	平均水位 [EL. m]	最高水位 [EL. m]
1.561	26.804	26.804
1.561	26.804	26.804
1.561	26.804	26.804
1.561	26.804	26.804

縦断距離は、越流部上流面を基準とした距離。

付表14　貯水位～放流量の関係（ラビリンス案非常用洪水吐き2原案）

原設計
ﾗﾋﾞﾘﾝｽ数　1ｻｲｸﾙ半
ﾋﾟｱ両端形状　半円形
水切り形状　長方形
越流頂幅 L　49.845m（片側）

流量係数～越流水深の近似式
$Q = C \cdot L \cdot h^{1.5}$
$C = -0.2640\ h + 1.8367$
$R^2 = 0.9865$

貯水位 H:[EL.m]	越流水頭 h:[m]	ﾗﾋﾞﾘﾝｽ部流量 Q:[m^3/s] 片側	全体	流量係数 $C=Q/(L*h^{1.5})$
（測定結果）				
26.098	0.498	30.06	60.12	1.716
26.295	0.695	47.23	94.46	1.637
26.490	0.890	67.71	135.42	1.619
26.595	0.995	77.47	154.94	1.567
26.745	1.145	92.98	185.96	1.524
26.992	1.392	120.34	240.68	1.470
27.226	1.626	146.05	292.10	1.413
（近似式からの算定）				
27.2	1.6	142.64	285.29	1.414

付表15　貯水位～放流量の関係（ラビリンス案非常用洪水吐き2比較形状1）

水切り正三角形
ﾗﾋﾞﾘﾝｽ数　1ｻｲｸﾙ半
ﾋﾟｱ両端形状　半円形
水切り形状　正三角形
越流頂幅 L　49.845m（片側）

流量係数～越流水深の近似式
$Q = C \cdot L \cdot h^{1.5}$
$C = -0.3028\ h + 1.9054$
$R^2 = 0.9936$

貯水位 H:[EL.m]	越流水頭 h:[m]	ﾗﾋﾞﾘﾝｽ部流量 Q:[m^3/s] 片側	全体	流量係数 $C=Q/(L*h^{1.5})$
（測定結果）				
26.332	0.732	52.63	105.26	1.686
26.673	1.073	87.58	175.16	1.582
27.006	1.406	121.82	243.64	1.467
27.208	1.608	145.18	290.36	1.428
（近似式からの算定）				
27.2	1.6	143.35	286.70	1.421

付表16　貯水位～放流量の関係（ラビリンス案非常用洪水吐き2比較形状2）

ピア両側尖円形状 r=2.0m
ﾗﾋﾞﾘﾝｽ数　1ｻｲｸﾙ半
ﾋﾟｱ両端形状　尖円形
水切り形状　正三角形
越流頂幅 L　49.845m（片側）

流量係数～越流水深の近似式
$Q = C \cdot L \cdot h^{1.5}$
$C = -0.3046\ h + 1.9071$
$R^2 = 0.9902$

貯水位 H:[EL.m]	越流水頭 h:[m]	ﾗﾋﾞﾘﾝｽ部流量 Q:[m^3/s] 片側	全体	流量係数 $C=Q/(L*h^{1.5})$
（測定結果）				
26.317	0.717	51.24	102.48	1.693
26.626	1.026	82.61	165.22	1.595
27.001	1.401	120.95	241.90	1.463
27.256	1.656	150.32	300.64	1.415
（近似式からの算定）				
27.2	1.6	143.25	286.50	1.420

付表17　貯水位～放流量の関係（ラビリンス案非常用洪水吐き2比較形状3）

ピア無し
ﾗﾋﾞﾘﾝｽ数　1ｻｲｸﾙ半
水切り形状　正三角形
越流頂幅 L　49.845m（片側）

流量係数～越流水深の近似式
Q= C･L･$h^{1.5}$
C= −0.2962 h + 2.0331
R^2= 0.9961

貯水位 H:[EL.m]	越流水頭 h:[m]	ﾗﾋﾞﾘﾝｽ部流量 Q:[m^3/s] 片側	全体	流量係数 C=Q/(L*$h^{1.5}$)
（測定結果）				
26.293	0.693	52.63	105.26	1.830
26.529	0.929	78.60	157.20	1.762
26.758	1.158	104.57	209.14	1.684
26.979	1.379	130.45	260.90	1.617
27.214	1.614	159.73	319.46	1.563
（近似式からの算定）				
27.2	1.6	157.27	314.54	1.559

付表18　貯水位～放流量の関係（ラビリンス案非常用洪水吐き2比較形状4）

ﾀﾞﾑ軸方向の越流幅30m
ﾗﾋﾞﾘﾝｽ数　2ｻｲｸﾙ
ﾋﾟｱ両端形状　半円形
水切り形状　正三角形
越流頂幅 L　69.944m（片側）

流量係数～越流水深の近似式
Q= C･L･$h^{1.5}$
C= −0.3475 h + 1.9118
R^2= 0.9874

貯水位 H:[EL.m]	越流水頭 h:[m]	ﾗﾋﾞﾘﾝｽ部流量 Q:[m^3/s] 片側	全体	流量係数 C=Q/(L*$h^{1.5}$)
（測定結果）				
26.314	0.714	70.85	141.70	1.679
26.436	0.836	86.88	173.76	1.626
26.631	1.031	112.50	225.00	1.538
26.761	1.161	130.54	261.08	1.492
26.908	1.308	151.80	303.60	1.451
27.060	1.460	174.11	348.22	1.412
27.214	1.614	195.37	390.74	1.362
（近似式からの算定）				
27.2	1.6	191.95	383.90	1.356

付表19　貯水位～放流量の関係（ラビリンス案非常用洪水吐き2比較形状5）

ﾀﾞﾑ軸方向の越流幅30m
ﾗﾋﾞﾘﾝｽ数　2ｻｲｸﾙ
ﾋﾟｱ両端形状　半円形
水切り形状　正三角形
越流頂幅 L　69.944m（片側）
堤体水平部標高 EL.21.0m

流量係数～越流水深の近似式
Q= C･L･$h^{1.5}$
C= −0.3496 h + 1.9131
R^2= 0.9963

貯水位 H:[EL.m]	越流水頭 h:[m]	ﾗﾋﾞﾘﾝｽ部流量 Q:[m^3/s] 片側	全体	流量係数 C=Q/(L*$h^{1.5}$)
（測定結果）				
26.343	0.743	74.33	148.66	1.661
26.449	0.849	88.45	176.90	1.617
26.635	1.035	113.98	227.96	1.548
26.766	1.166	131.93	263.86	1.499
26.926	1.326	154.24	308.48	1.444
27.073	1.473	174.37	348.74	1.394
27.220	1.620	195.81	391.62	1.358
（近似式からの算定）				
27.2	1.6	191.67	383.34	1.354

付表20　貯水位～放流量の関係（常用洪水吐き・非常用洪水吐き1ブロック）

常用洪水吐きブロック段差あり
ﾗﾋﾞﾘﾝｽ数　2ｻｲｸﾙ
ﾋﾟｱ両端形状　半円形
水切り形状　正三角形
越流頂幅 L　69.944m（片側）
常用・非常用1　半ブロック

流量係数～越流水深の近似式
$Q=5.2351h^2+13.74h+30.385$
$R^2=$　0.9995

貯水位 H:[EL.m]	越流水頭 h:[m]	流量 Q:[m^3/s] 半ブロック
（常用・非常用1半ブロックの測定結果）		
26.229	0.629	41.22
26.385	0.785	44.01
26.520	0.920	47.75
25.709	0.109	51.68
26.823	1.223	54.99
27.094	1.494	62.48
27.241	1.641	67.10

比較形状4・5との合算流量の調査結果は本文中に示した。

付表21　貯水位～放流量の関係（ラビリンス案非常用洪水吐き2比較形状6）

台形ビア形状 1サイクル半
ﾗﾋﾞﾘﾝｽ数　1ｻｲｸﾙ半
ﾋﾟｱ両端形状　台形
水切り形状　正三角形
越流頂幅 L　49.845m（片側）

流量係数～越流水深の近似式
$Q= C \cdot L \cdot h^{1.5}$
$C= -0.3195\ h + 1.4923$
$R^2=$　0.9874

貯水位 H:[EL.m]	越流水頭 h:[m]	ﾗﾋﾞﾘﾝｽ部流量 Q:[m^3/s] 片側	流量係数 $C=Q/(L*h^{1.5})$
（測定結果）			
25.981	0.381	23.39	1.995
26.224	0.624	43.94	1.788
26.455	0.855	65.98	1.674
26.676	1.076	86.93	1.564
26.890	1.290	109.33	1.497
27.097	1.497	130.99	1.435
27.304	1.704	152.60	1.376
（近似式からの算定）			
27.2	1.6	138.91	1.377

付表22　貯水位～放流量の関係（ラビリンス案非常用洪水吐き2比較形状7）

台形ビア形状 2サイクル
ﾗﾋﾞﾘﾝｽ数　2ｻｲｸﾙ
ﾋﾟｱ両端形状　台形
水切り形状　正三角形
越流頂幅 L　69.944m（片側）

流量係数～越流水深の近似式
$Q= C \cdot L \cdot h^{1.5}$
$C= -0.3999\ h + 1.9704$
$R^2=$　0.9963

貯水位 H:[EL.m]	越流水頭 h:[m]	ﾗﾋﾞﾘﾝｽ部流量 Q:[m^3/s] 片側	流量係数 $C=Q/(L*h^{1.5})$
（測定結果）			
26.166	0.566	52.67	1.771
26.305	0.705	70.32	1.698
26.440	0.840	87.09	1.617
26.571	0.971	104.81	1.566
26.700	1.100	122.10	1.514
26.826	1.226	139.62	1.470
26.960	1.360	157.74	1.422
27.1	1.5	174.95	1.380
27.2	1.6	193.02	1.351
（近似式からの算定）			
27.2	1.6	188.41	1.331

付表23(1)　全体模型の貯水位～放流量の関係（全体）

貯水位 H:[EL.m]	越流水頭 h:[m]	放流量 Q:[m^3/s]
（計測結果）		
25.928	0.328	180.14
26.196	0.596	250.80
26.478	0.878	338.09
26.636	1.036	389.97
26.758	1.158	430.40
27.022	1.422	523.06
27.164	1.564	581.02
27.228	1.628	605.35
（近似式からの算定値）		
27.200	1.600	596.52

放流量～越流水頭の近似式

$Q=80.6558h^2+162.9343h+129.3450$

ここに、　h:越流頂標高(EL.25.6m)からの越流水頭(m)

付表23(2)　全体模型の貯水位～放流量の関係（常用洪水吐き単独）

貯水位 H:[EL.m]	水頭※ h:[m]	放流量 Q:[m^3/s]	流量係数 C	h/D	D/h	C^2	状態
（測定結果）							（水位上昇時）
22.590	1.590	36.85	0.240	0.740	1.352	0.058	開水路流
22.914	1.914	49.01	0.291	0.890	1.123	0.085	〃
23.198	2.198	62.97	0.349	1.022	0.978	0.122	〃
23.480	2.480	73.88	0.385	1.153	0.867	0.148	管路流
23.648	2.648	79.78	0.402	1.232	0.812	0.162	〃
24.046	3.046	91.41	0.430	1.417	0.706	0.185	〃
24.502	3.502	104.29	0.457	1.629	0.614	0.209	〃
25.018	4.018	116.63	0.478	1.869	0.535	0.228	〃
25.634	4.634	129.51	0.494	2.155	0.464	0.244	〃
25.828	4.828	133.45	0.498	2.246	0.445	0.248	〃
26.276	5.276	142.57	0.509	2.454	0.408	0.259	〃
26.606	5.606	148.83	0.516	2.607	0.384	0.266	〃
26.980	5.980	155.63	0.522	2.781	0.360	0.272	〃
27.336	6.336	161.71	0.527	2.947	0.339	0.278	〃
（近似式からの算定値）							
25.600	4.600	129.28	0.495		0.467	0.245	
27.200	6.200	158.85	0.524		0.347	0.274	

※常用洪水吐き底面(EL.21.0m)からの水頭

流量係数～水頭の近似式

$Q=CBD(2gh)^{1/2}$

$C^2=-0.2440(D/h)+0.3588$　　（管路流 $h/D \geqq 1.153$）

ここに、　n:常用洪水吐き条数　4　条

B:開口幅合計　　12.8 m

D:開口高　　2.15m

h:常用洪水吐き底面(EL.21.0m)からの水頭(m)

付表23(3)　全体模型の貯水位～放流量の関係（非常用洪水吐き1単独）

貯水位 H:[EL.m]	越流水頭 h:[m]	放流量 Q:[m^3/s]	流量係数 C
（測定結果）			
26.174	0.574	17.35	1.330
26.440	0.840	33.63	1.456
26.688	1.088	54.02	1.587
26.896	1.296	73.34	1.657
27.070	1.470	91.59	1.713
27.198	1.598	105.72	1.744
27.270	1.670	114.13	1.763
26.464	0.864	35.96	1.493
26.694	1.094	54.20	1.579
（近似式からの算定値）			
27.200	1.600	106.02	2.046

流量係数～越流水頭の近似式

$Q=CBh^{1.5}$

$C=-0.1902h^2+0.8908h+1.108$

ここに、　B:越流幅　25.6m

h:越流頂標高(EL.25.6m)からの越流水頭(m)

付表23(4)　全体模型の貯水位～放流量の関係（非常用洪水吐き2単独）

貯水位 H:[EL.m]	越流水頭 h:[m]	放流量 Q:[m^3/s]	流量係数 C
（測定結果）			
26.10	0.50	69.23	1.634
26.28	0.68	105.54	1.571
26.46	0.86	145.61	1.524
26.63	1.03	185.15	1.478
26.80	1.20	225.04	1.429
26.99	1.39	273.69	1.394
27.17	1.57	320.20	1.359
27.25	1.65	341.31	1.344
（近似式からの算定値）			
27.200	1.600	328.0624	1.353068

流量係数～越流水頭の近似式

$Q=CLh^{1.5}$

$C=0.0753h^2-0.4125h+1.8203$

ここに、　L:斜方向越流幅　119.80m　（左岸:34.98m　右岸:84.82）

h:越流頂標高(EL.25.6m)からの越流水頭(m)

付表24(1)　堤趾導流壁沿いの水面形（原設計）

右岸側			左岸側		
ダム中心からの横断距離(m)	平均水位 [EL .m]	最高水位 [EL .m]	ダム中心からの横断距離(m)	平均水位 [EL .m]	最高水位 [EL .m]
15	7.82	9.26	−15	12.86	14.12
17	8.60	10.04	−17	13.16	14.60
19	9.16	10.50	−19	12.68	13.88
21	9.40	11.16	−21	12.44	13.22
23	9.36	11.00	−23	12.62	13.34
25	8.76	10.10	−25	13.02	14.00
27	8.52	9.88	−27	13.20	14.16
29	9.04	10.36	−29	13.80	15.00
31	9.80	11.00	−31	14.20	15.84
33	9.92	11.02	−33	14.20	15.44
35	10.12	12.10			
37	10.04	12.24			
39	10.14	11.70			
41	10.66	12.30			
43	10.50	11.90			
45	9.84	11.24			
47	9.56	10.88			
49	8.82	10.40			
51	8.80	9.68			
53	8.88	9.56			
55	8.14	9.36			

付表24(2)　堤趾導流壁沿いの水面形（ｼｭｰﾄﾌﾞﾛｯｸ設置）

右岸側			左岸側		
ダム中心からの横断距離(m)	平均水位 [EL .m]	最高水位 [EL .m]	ダム中心からの横断距離(m)	平均水位 [EL .m]	最高水位 [EL .m]
15	6.64	7.52	−15	9.36	10.40
17	7.04	8.00	−17	10.54	12.12
19	7.54	8.48	−19	11.84	12.74
21	7.90	8.86	−21	12.52	13.86
23	7.90	8.94	−23	13.30	15.02
25	7.40	8.20	−25	13.82	14.90
27	7.32	8.34	−27	13.20	14.16
29	7.78	9.10	−29	13.80	15.00
31	8.12	9.64	−31	14.20	15.84
33	8.66	10.22	−33	14.20	15.44
35	9.64	10.66			
37	9.84	11.20			
39	9.78	11.40			
41	9.44	10.64			
43	8.92	10.40			
45	8.76	9.96			
47	8.84	9.78			
49	8.72	9.80			
51	8.86	9.72			
53	8.92	9.90			
55	8.90	9.74			

※右岸：最上段以外の2段設置
※左岸：上段2段以外の3段設置

付表25(1)　最終案形状における堤趾導流壁沿いの水面形（右岸）

測点位置		R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14
	減勢池中心からの距離 (m)	54.00	51.00	48.00	45.00	42.00	39.00	36.00	33.00	30.00	27.00	24.00	21.00	18.00	15.00
フルード相似測による補正	堤趾標高 (EL. m)	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2%水深 (m)	8.58	8.35	8.60	9.13	9.52	10.10	10.11	9.04	8.11	8.90	9.07	9.31	8.80	8.00
	10%水深 (m)	8.40	8.08	8.17	8.67	9.12	9.54	9.65	8.46	7.66	8.40	8.78	8.84	8.46	7.67
	20%水深 (m)	8.26	7.93	8.04	8.30	8.82	9.31	9.31	8.24	7.39	8.20	8.64	8.63	8.24	7.46
	30%水深 (m)	8.15	7.82	7.79	8.10	8.63	9.14	9.14	8.05	7.28	8.01	8.54	8.53	8.11	7.33
	40%水深 (m)	8.06	7.74	7.72	7.97	8.46	8.93	9.01	7.88	7.14	7.88	8.46	8.45	8.00	7.22
	50%水深 (m)	7.98	7.67	7.64	7.91	8.30	8.79	8.90	7.75	6.94	7.78	8.38	8.37	7.91	7.13
	2%水位 (EL.m)	10.08	9.85	10.10	10.63	11.02	11.60	11.61	10.54	9.61	8.90	9.07	9.31	8.80	8.00
	10%水位 (EL.m)	9.90	9.58	9.67	10.17	10.62	11.04	11.15	9.96	9.16	8.40	8.78	8.84	8.46	7.67
	20%水位 (EL.m)	9.76	9.43	9.54	9.80	10.32	10.81	10.81	9.74	8.89	8.20	8.64	8.63	8.24	7.46
	30%水位 (EL.m)	9.65	9.32	9.29	9.60	10.13	10.64	10.64	9.55	8.78	8.01	8.54	8.53	8.11	7.33
	40%水位 (EL.m)	9.56	9.24	9.22	9.47	9.96	10.43	10.51	9.38	8.64	7.88	8.46	8.45	8.00	7.22
	50%水位 (EL.m)	9.48	9.17	9.14	9.41	9.80	10.29	10.40	9.25	8.44	7.78	8.38	8.37	7.91	7.13
空気混入に対する補正	2%水深×1.248 (m)	10.71	10.42	10.73	11.39	11.88	12.60	12.61	11.28	10.12	11.10	11.32	11.62	10.98	9.98
	50%水深×1.248 (m)	9.95	9.57	9.54	9.87	10.36	10.97	11.11	9.68	8.67	9.71	10.46	10.45	9.87	8.89
	補正2%水位 (EL. m)	12.21	11.92	12.23	12.89	13.38	14.10	14.11	12.78	11.62	11.10	11.32	11.62	10.98	9.98
	補正50%水位(EL. m)	11.45	11.07	11.04	11.37	11.86	12.47	12.61	11.18	10.17	9.71	10.46	10.45	9.87	8.89

付表25(2)　最終案形状における堤趾導流壁沿いの水面形（左岸）

測点位置		L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7
	減勢池中心からの距離 (m)	-33.50	-30.00	-27.00	-24.00	-21.00	-18.00	-15.00
フルード相似測による補正	堤趾標高 (EL. m)	12.0	12.0	10.5	10.5	9.0	7.5	6.0
	2%水深 (m)	3.77	3.62	4.98	4.52	4.60	5.49	5.99
	10%水深 (m)	3.33	3.36	4.56	4.12	4.19	5.03	5.29
	20%水深 (m)	3.19	3.24	4.42	3.96	4.00	4.70	5.07
	30%水深 (m)	3.08	3.15	4.37	3.82	3.91	4.54	4.85
	40%水深 (m)	2.98	3.07	4.34	3.72	3.82	4.44	4.59
	50%水深 (m)	2.92	3.00	4.31	3.64	3.75	4.32	4.47
	2%水位 (EL.m)	15.77	15.62	15.48	15.02	13.60	12.99	11.99
	10%水位 (EL.m)	15.33	15.36	15.06	14.62	13.19	12.53	11.29
	20%水位 (EL.m)	15.19	15.24	14.92	14.46	13.00	12.20	11.07
	30%水位 (EL.m)	15.08	15.15	14.87	14.32	12.91	12.04	10.85
	40%水位 (EL.m)	14.98	15.07	14.84	14.22	12.82	11.94	10.59
	50%水位 (EL.m)	14.92	15.00	14.81	14.14	12.75	11.82	10.47
空気混入に対する補正	2%水深×1.248 (m)	4.71	4.52	6.22	5.64	5.74	6.85	7.47
	50%水深×1.248 (m)	3.63	3.73	5.36	4.53	4.67	5.38	5.57
	補正2%水位 (EL. m)	16.71	16.52	16.72	16.14	14.74	14.35	13.47
	補正50%水位(EL. m)	15.63	15.73	15.86	15.03	13.67	12.88	11.57

付表26(1)　堤体下流面の水脈の拡幅
（原設計，設計洪水位時）

右岸側			左岸側		
測定標高 [EL.m]	平均値 [m]	最高値 [m]	測定標高 [EL.m]	平均値 [m]	最高値 [m]
18	0.64	1.56	18	0.86	0.96
17	0.76	2.00	17	1.36	1.44
16	1.10	2.64	16	1.94	2.06
15	1.62	3.36	15	2.46	2.52
14	2.10	3.60			
13	2.66	4.00			
12	3.16	4.00			

※拡がり幅値は，左右岸でそれぞれ洪水吐き両端を基準とした距離

付表26(2)　堤体下流面の水脈の拡幅
（整流ブロック設置，設計洪水位時）

右岸側		
測定標高 [EL.m]	平均値 [m]	最高値 [m]
19	0.00	0.78
18	0.36	1.12
17	0.70	1.48
16	1.18	1.94
15	1.62	2.26
14	1.88	2.56
13	2.16	2.76
12	2.26	2.88

※拡がり幅値は，左右岸でそれぞれ洪水吐き両端を基準とした距離

付表27(1)　減勢池原案形状の水面形(Q=130m3/s)

距離※ [m]	左岸		中央		右岸	
	平均水位 [DL.m]	最高水位 [DL.m]	平均水位 [DL.m]	最高水位 [DL.m]	平均水位 [DL.m]	最高水位 [DL.m]
0	3.13	3.85	3.33	4.57	3.07	3.87
2	3.21	4.13	3.41	4.31	3.53	4.27
4	3.19	3.97	3.23	4.17	3.53	4.15
6	3.33	4.23	3.19	4.19	3.37	4.19
8	3.75	4.41	3.41	4.59	3.63	4.27
10	3.95	4.61	3.53	4.49	3.75	4.33
12	3.97	4.63	3.81	4.59	3.91	4.75
14	4.05	4.53	3.91	4.67	4.03	4.57
16	4.09	4.51	4.07	4.69	4.01	4.63
18	4.07	4.63	4.13	4.87	4.17	4.95
20	4.05	4.43	4.17	4.89	4.17	4.93
22	4.21	4.63	4.27	4.85	4.29	4.79
24	4.09	4.47	4.11	4.63	4.21	4.63
26	3.39	3.99	3.29	3.97	3.57	4.03
28	1.81	2.79	1.49	2.55	1.67	2.81
30	1.91	2.85	1.39	2.27	2.03	2.73
32	2.19	2.91	1.83	2.61	2.17	2.65

※距離は，減勢池水叩き始端から縦断距離

付表27(2)　減勢池原案形状の水面形(Q=400m3/s)

距離※ [m]	左岸		中央		右岸	
	平均水位 [DL.m]	最高水位 [DL.m]	平均水位 [DL.m]	最高水位 [DL.m]	平均水位 [DL.m]	最高水位 [DL.m]
0	3.79	4.89	4.41	6.21	4.69	6.15
2	3.95	5.91	4.59	5.99	5.09	6.19
4	4.33	5.63	4.43	5.73	4.65	5.53
6	4.69	5.83	4.53	5.39	4.89	5.61
8	4.83	6.07	4.35	5.51	5.01	5.67
10	4.83	6.25	4.51	5.55	4.41	5.63
12	5.03	6.19	4.89	5.95	4.87	6.23
14	5.27	6.33	5.15	6.29	5.11	6.47
16	5.31	6.03	5.45	6.37	5.21	6.45
18	5.35	6.37	5.63	6.67	5.31	6.29
20	5.57	6.69	5.75	6.69	5.21	6.13
22	5.57	6.43	5.73	6.69	5.27	6.19
24	5.51	6.29	5.45	6.43	5.07	5.83
26	4.75	5.79	4.83	5.73	4.31	5.19
28	3.75	4.71	3.35	5.05	3.23	4.85
30	2.43	4.05	2.09	3.59	3.15	4.63
32	3.17	4.49	2.09	3.93	3.47	4.69

※距離は，減勢池水叩き始端から縦断距離

付表27(3)　減勢池原案形状の水面形(Q=590m3/s)

距離※ [m]	左岸		中央		右岸	
	平均水位 [DL.m]	最高水位 [DL.m]	平均水位 [DL.m]	最高水位 [DL.m]	平均水位 [DL.m]	最高水位 [DL.m]
0	5.29	6.03	5.43	7.61	6.13	8.41
2	5.59	6.63	5.31	7.11	5.49	8.13
4	5.21	6.65	5.83	7.67	5.99	7.39
6	5.83	7.37	5.65	7.49	6.81	8.25
8	6.09	7.67	5.55	6.71	6.55	7.75
10	5.79	7.75	5.45	6.67	4.67	6.21
12	6.13	8.65	5.35	6.85	5.11	6.79
14	5.99	8.11	5.67	7.33	5.29	6.89
16	6.01	8.13	6.03	7.79	5.41	7.17
18	6.19	8.49	6.13	7.79	5.55	7.09
20	6.37	8.21	6.51	8.03	5.73	7.17
22	6.27	8.19	6.57	7.99	5.65	7.37
24	6.15	8.13	6.41	7.79	5.53	6.43
26	5.29	7.69	5.95	7.43	4.79	5.87
28	4.33	5.73	5.17	6.75	3.63	4.95
30	3.03	5.05	4.03	6.07	4.53	5.29
32	2.47	4.51	2.91	4.27	3.27	5.71

※距離は，減勢池水叩き始端から縦断距離

付表28(1)　減勢池最終案形状の水面形（Q=130m3/s）

距離※ [m]	左岸		中央		右岸	
	平均水位 [DL.m]	最高水位 [DL.m]	平均水位 [DL.m]	最高水位 [DL.m]	平均水位 [DL.m]	最高水位 [DL.m]
0	2.88	3.82	2.86	4.06	2.62	3.56
2	3.06	3.82	2.86	4.10	2.54	3.78
4	3.08	3.92	2.76	3.84	2.98	3.88
6	3.40	4.16	3.20	4.12	3.10	4.02
8	4.00	4.72	3.48	4.36	3.66	4.70
10	4.22	4.90	3.74	4.92	4.10	4.88
12	4.30	4.98	3.86	4.90	4.22	4.82
14	4.26	5.02	4.00	4.76	4.26	4.94
16	4.24	4.68	4.18	4.86	4.20	4.82
18	4.26	4.66	4.32	4.86	4.30	4.74
20	4.16	4.74	4.32	4.82	4.26	4.70
22	4.22	4.68	4.38	4.74	4.20	4.62
24	4.16	4.48	4.22	4.60	4.06	4.48
26	3.48	3.84	3.46	3.92	3.48	3.86
28	1.74	2.32	1.34	2.32	1.82	2.72
30	1.74	2.60	1.64	2.60	1.80	2.62
32	2.18	2.84	1.96	2.62	2.32	2.84

※距離は，減勢池水叩き始端から縦断距離

付表28(2)　減勢池最終案形状の水面形（Q=400m3/s）

距離※ [m]	左岸		中央		右岸	
	平均水位 [DL.m]	最高水位 [DL.m]	平均水位 [DL.m]	最高水位 [DL.m]	平均水位 [DL.m]	最高水位 [DL.m]
0	4.40	5.20	4.70	5.94	4.94	5.86
2	4.18	5.40	4.80	5.66	4.74	6.16
4	4.26	5.46	4.72	5.48	4.92	5.90
6	4.42	5.70	4.68	5.58	5.08	5.80
8	4.92	6.00	4.80	5.64	5.10	5.80
10	4.98	6.10	4.82	5.72	4.36	5.96
12	5.16	6.40	5.02	5.92	4.88	5.76
14	5.38	6.78	5.20	6.20	4.94	5.92
16	5.48	6.56	5.46	6.16	5.18	5.78
18	5.56	6.62	5.58	6.34	5.14	6.14
20	5.56	6.40	5.72	6.40	5.22	6.04
22	5.60	6.48	5.66	6.38	5.10	5.82
24	5.50	6.58	5.48	6.16	4.94	5.82
26	4.78	5.58	4.68	5.50	4.80	5.44
28	3.36	4.32	3.46	4.40	2.72	4.02
30	2.00	3.22	1.66	3.12	2.02	3.66
32	2.66	3.30	1.40	2.62	2.68	3.82

※距離は，減勢池水叩き始端から縦断距離

付表28(3)　減勢池最終案形状の水面形（Q=590m3/s）

距離※ [m]	左岸		中央		右岸	
	平均水位 [DL.m]	最高水位 [DL.m]	平均水位 [DL.m]	最高水位 [DL.m]	平均水位 [DL.m]	最高水位 [DL.m]
0	4.92	5.76	5.40	7.32	5.88	7.80
2	4.92	5.92	5.58	6.98	5.32	7.08
4	5.00	6.34	5.86	7.00	6.12	7.30
6	5.48	6.48	5.94	7.58	6.86	8.02
8	5.74	6.70	5.74	7.52	6.84	7.70
10	5.64	7.42	5.40	7.08	4.92	6.42
12	5.76	7.52	5.54	7.32	5.34	6.94
14	5.96	7.74	5.74	7.50	5.32	6.92
16	6.00	7.92	6.12	7.54	5.34	6.90
18	6.12	7.90	6.48	7.48	5.40	6.84
20	6.26	7.76	6.32	7.66	5.46	6.72
22	6.26	7.76	6.52	7.40	5.44	6.56
24	6.08	7.62	6.54	7.46	5.16	6.22
26	5.26	7.22	5.80	6.92	4.52	5.62
28	4.24	5.88	4.72	6.36	3.30	4.64
30	3.30	5.16	3.36	5.62	2.82	4.88
32	2.68	3.72	2.66	3.90	3.80	4.88

※距離は，減勢池水叩き始端から縦断距離

付表29(1)　堤体水平部右岸側整流壁の水圧(130m3/s)

基盤からの高さ(m)			0.25							
側壁			右岸側壁(外側)				左岸側壁(内側)			
上流端からの距離(m)			0.60	3.00	5.40	7.80	0.60	3.00	5.40	7.80
最小値(水柱m)							0.7362	0.6063	0.4277	0.0704
最大値(水柱m)							1.4508	1.3046	1.1098	0.8662
平均値(水柱m)							1.0775	0.9791	0.7933	0.4762
標準偏差(水柱m)							0.0910	0.0905	0.1138	0.1130
階級単位(水柱m)		(中央値)	度数							
-0.032	～ 0.000	-0.016					0	0	0	0
0.000	～ 0.032	0.016					0	0	0	0
0.032	～ 0.064	0.048					0	0	0	0
0.064	～ 0.096	0.080					0	0	0	1
0.096	～ 0.128	0.112					0	0	0	0
0.128	～ 0.160	0.144					0	0	0	6
0.160	～ 0.192	0.176					0	0	0	6
0.192	～ 0.224	0.208					0	0	0	4
0.224	～ 0.256	0.240					0	0	0	8
0.256	～ 0.288	0.272					0	0	0	7
0.288	～ 0.320	0.304					0	0	0	18
0.320	～ 0.352	0.336					0	0	0	19
0.352	～ 0.384	0.368					0	0	0	28
0.384	～ 0.416	0.400					0	0	0	54
0.416	～ 0.448	0.432					0	0	5	98
0.448	～ 0.480	0.464					0	0	4	99
0.480	～ 0.512	0.496					0	0	6	56
0.512	～ 0.544	0.528					0	0	5	61
0.544	～ 0.576	0.560					0	0	5	37
0.576	～ 0.608	0.592					0	1	6	32
0.608	～ 0.640	0.624					0	1	5	19
0.640	～ 0.672	0.656					0	0	12	20
0.672	～ 0.704	0.688					0	1	49	15
0.704	～ 0.736	0.720					0	3	15	5
0.736	～ 0.768	0.752					1	4	115	3
0.768	～ 0.800	0.784					5	2	150	1
0.800	～ 0.832	0.816					5	5	46	2
0.832	～ 0.864	0.848					2	9	15	0
0.864	～ 0.896	0.880					6	29	23	1
0.896	～ 0.928	0.912					6	70	30	0
0.928	～ 0.960	0.944					15	125	40	0
0.960	～ 0.992	0.976					26	142	47	0
0.992	～ 1.024	1.008					67	63	17	0
1.024	～ 1.056	1.040					85	35	2	0
1.056	～ 1.088	1.072					123	36	0	0
1.088	～ 1.120	1.104					99	26	3	0
1.120	～ 1.152	1.136					72	23	0	0
1.152	～ 1.184	1.168					23	11	0	0
1.184	～ 1.216	1.200					27	8	0	0
1.216	～ 1.248	1.232					13	1	0	0
1.248	～ 1.280	1.264					13	2	0	0
1.280	～ 1.312	1.296					8	3	0	0
1.312	～ 1.344	1.328					1	0	0	0
1.344	～ 1.376	1.360					1	0	0	0
1.376	～ 1.408	1.392					0	0	0	0
1.408	～ 1.440	1.424					1	0	0	0
1.440	～ 1.472	1.456					1	0	0	0
1.472	～ 1.504	1.488					0	0	0	0

付表29(2)　堤体水平部右岸側整流壁の水圧(590m^3/s)

基盤からの高さ(m)			0.25							
側壁			右岸側壁(外側)				左岸側壁(内側)			
上流端からの距離(m)			0.60	3.00	5.40	7.80	0.60	3.00	5.40	7.80
最小値(水柱m)			3.2176	1.9154	1.8519	0.8673	7.6957	6.1236	5.2820	5.3296
最大値(水柱m)			3.7257	2.7094	2.7094	1.3755	8.5532	6.9176	6.9017	6.2983
平均値(水柱m)			3.4267	2.3030	2.3650	1.1016	8.1272	6.5095	6.3108	5.8731
標準偏差(水柱m)			0.0713	0.1891	0.1339	0.0736	0.1175	0.1206	0.2428	0.1664
階級単位(水柱m)		(中央値)	度数							
0.480	～ 0.640	0.560	0	0	0	0	0	0	0	0
0.640	～ 0.800	0.720	0	0	0	0	0	0	0	0
0.800	～ 0.960	0.880	0	0	0	14	0	0	0	0
0.960	～ 1.120	1.040	0	0	0	331	0	0	0	0
1.120	～ 1.280	1.200	0	0	0	245	0	0	0	0
1.280	～ 1.440	1.360	0	0	0	10	0	0	0	0
1.440	～ 1.600	1.520	0	0	0	0	0	0	0	0
1.600	～ 1.760	1.680	0	0	0	0	0	0	0	0
1.760	～ 1.920	1.840	0	1	2	0	0	0	0	0
1.920	～ 2.080	2.000	0	48	44	0	0	0	0	0
2.080	～ 2.240	2.160	0	219	38	0	0	0	0	0
2.240	～ 2.400	2.320	0	153	219	0	0	0	0	0
2.400	～ 2.560	2.480	0	91	280	0	0	0	0	0
2.560	～ 2.720	2.640	0	88	17	0	0	0	0	0
2.720	～ 2.880	2.800	0	0	0	0	0	0	0	0
2.880	～ 3.040	2.960	0	0	0	0	0	0	0	0
3.040	～ 3.200	3.120	0	0	0	0	0	0	0	0
3.200	～ 3.360	3.280	75	0	0	0	0	0	0	0
3.360	～ 3.520	3.440	485	0	0	0	0	0	0	0
3.520	～ 3.680	3.600	37	0	0	0	0	0	0	0
3.680	～ 3.840	3.760	3	0	0	0	0	0	0	0
3.840	～ 4.000	3.920	0	0	0	0	0	0	0	0
4.000	～ 4.160	4.080	0	0	0	0	0	0	0	0
4.160	～ 4.320	4.240	0	0	0	0	0	0	0	0
4.320	～ 4.480	4.400	0	0	0	0	0	0	0	0
4.480	～ 4.640	4.560	0	0	0	0	0	0	0	0
4.640	～ 4.800	4.720	0	0	0	0	0	0	0	0
4.800	～ 4.960	4.880	0	0	0	0	0	0	0	0
4.960	～ 5.120	5.040	0	0	0	0	0	0	0	0
5.120	～ 5.280	5.200	0	0	0	0	0	0	0	0
5.280	～ 5.440	5.360	0	0	0	0	0	0	3	1
5.440	～ 5.600	5.520	0	0	0	0	0	0	5	48
5.600	～ 5.760	5.680	0	0	0	0	0	0	11	100
5.760	～ 5.920	5.840	0	0	0	0	0	0	24	201
5.920	～ 6.080	6.000	0	0	0	0	0	0	48	198
6.080	～ 6.240	6.160	0	0	0	0	0	9	109	49
6.240	～ 6.400	6.320	0	0	0	0	0	80	174	3
6.400	～ 6.560	6.480	0	0	0	0	0	319	147	0
6.560	～ 6.720	6.640	0	0	0	0	0	165	68	0
6.720	～ 6.880	6.800	0	0	0	0	0	25	9	0
6.880	～ 7.040	6.960	0	0	0	0	0	2	2	0
7.040	～ 7.200	7.120	0	0	0	0	0	0	0	0
7.200	～ 7.360	7.280	0	0	0	0	0	0	0	0
7.360	～ 7.520	7.440	0	0	0	0	0	0	0	0
7.520	～ 7.680	7.600	0	0	0	0	0	0	0	0
7.680	～ 7.840	7.760	0	0	0	0	5	0	0	0
7.840	～ 8.000	7.920	0	0	0	0	73	0	0	0
8.000	～ 8.160	8.080	0	0	0	0	302	0	0	0
8.160	～ 8.320	8.240	0	0	0	0	190	0	0	0
8.320	～ 8.480	8.400	0	0	0	0	25	0	0	0
8.480	～ 8.640	8.560	0	0	0	0	5	0	0	0
8.64	～ 8.800	8.720	0	0	0	0	0	0	0	0

付表30(1)　右岸堤趾導流部隔壁の水圧（上段、130m3/s）

基盤からの高さ(m)			1.50							
側壁			右岸側壁（外側）				左岸側壁（内側）			
上流端からの距離(m)			0.90	2.90	4.90	6.90	0.90	2.90	4.90	6.90
最小値（水柱m）			1.2256	1.1931	1.3230	1.3230	0.3974	1.1119	0.8846	1.8914
最大値（水柱m）			2.1188	2.0863	2.0051	2.0051	1.8914	2.5410	2.8009	2.9795
平均値（水柱m）			1.6654	1.6150	1.6466	1.6983	1.2272	1.7071	1.7886	2.4009
標準偏差（水柱m）			0.1511	0.1125	0.1010	0.1014	0.2207	0.2094	0.2694	0.1614
階級単位（水柱m）		（中央値）	度数							
0.320	～ 0.384	0.352	0	0	0	0	0	0	0	0
0.384	～ 0.448	0.416	0	0	0	0	2	0	0	0
0.448	～ 0.512	0.480	0	0	0	0	1	0	0	0
0.512	～ 0.576	0.544	0	0	0	0	1	0	0	0
0.576	～ 0.640	0.608	0	0	0	0	2	0	0	0
0.640	～ 0.704	0.672	0	0	0	0	5	0	0	0
0.704	～ 0.768	0.736	0	0	0	0	6	0	0	0
0.768	～ 0.832	0.800	0	0	0	0	8	0	0	0
0.832	～ 0.896	0.864	0	0	0	0	14	0	1	0
0.896	～ 0.960	0.928	0	0	0	0	19	0	0	0
0.960	～ 1.024	0.992	0	0	0	0	30	0	1	0
1.024	～ 1.088	1.056	0	0	0	0	60	0	0	0
1.088	～ 1.152	1.120	0	0	0	0	58	2	2	0
1.152	～ 1.216	1.184	0	2	0	0	87	4	6	0
1.216	～ 1.280	1.248	8	1	0	0	65	7	6	0
1.280	～ 1.344	1.312	12	8	1	1	75	10	16	0
1.344	～ 1.408	1.376	16	5	6	2	49	19	8	0
1.408	～ 1.472	1.440	22	31	24	8	42	31	23	0
1.472	～ 1.536	1.504	38	90	54	22	38	51	38	0
1.536	～ 1.600	1.568	94	152	105	72	16	65	58	0
1.600	～ 1.664	1.632	99	104	119	79	6	53	27	0
1.664	～ 1.728	1.696	109	105	163	161	8	82	61	0
1.728	～ 1.792	1.760	95	73	82	154	6	74	66	0
1.792	～ 1.856	1.824	43	16	27	58	1	56	49	0
1.856	～ 1.920	1.888	31	8	15	30	1	57	52	1
1.920	～ 1.984	1.952	20	3	3	11	0	30	46	1
1.984	～ 2.048	2.016	7	1	1	2	0	24	43	2
2.048	～ 2.112	2.080	5	1	0	0	0	20	25	12
2.112	～ 2.176	2.144	1	0	0	0	0	5	24	22
2.176	～ 2.240	2.208	0	0	0	0	0	4	17	53
2.240	～ 2.304	2.272	0	0	0	0	0	2	12	74
2.304	～ 2.368	2.336	0	0	0	0	0	1	9	99
2.368	～ 2.432	2.400	0	0	0	0	0	2	4	109
2.432	～ 2.496	2.464	0	0	0	0	0	0	3	78
2.496	～ 2.560	2.528	0	0	0	0	0	1	0	62
2.560	～ 2.624	2.592	0	0	0	0	0	0	2	43
2.624	～ 2.688	2.656	0	0	0	0	0	0	0	22
2.688	～ 2.752	2.720	0	0	0	0	0	0	0	6
2.752	～ 2.816	2.784	0	0	0	0	0	0	1	4
2.816	～ 2.880	2.848	0	0	0	0	0	0	0	5
2.880	～ 2.944	2.912	0	0	0	0	0	0	0	3
2.944	～ 3.008	2.976	0	0	0	0	0	0	0	4
3.008	～ 3.072	3.040	0	0	0	0	0	0	0	0

付表30(2)　右岸堤趾導流部隔壁の水圧（下段、130m3/s）

基盤からの高さ(m)			0.50							
側壁			右岸側壁（外側）				左岸側壁（内側）			
上流端からの距離(m)			0.90	2.90	4.90	6.90	0.90	2.90	4.90	6.90
最小値（水柱m）			1.4623	1.7871	1.0726	1.5110	2.0632	2.2418	2.2906	2.4530
最大値（水柱m）			2.4205	2.5829	2.5017	2.6478	3.1513	2.9239	3.0538	2.9726
平均値（水柱m）			1.9591	2.2027	1.9693	2.0981	2.6036	2.5997	2.6826	2.7087
標準偏差（水柱m）			0.1319	0.1457	0.2501	0.2644	0.1557	0.1125	0.1119	0.0888
階級単位（水柱m）		（中央値）	度数							
0.960	～ 1.024	0.992	0	0	0	0	0	0	0	0
1.024	～ 1.088	1.056	0	0	1	0	0	0	0	0
1.088	～ 1.152	1.120	0	0	1	0	0	0	0	0
1.152	～ 1.216	1.184	0	0	2	0	0	0	0	0
1.216	～ 1.280	1.248	0	0	3	0	0	0	0	0
1.280	～ 1.344	1.312	0	0	3	0	0	0	0	0
1.344	～ 1.408	1.376	0	0	10	0	0	0	0	0
1.408	～ 1.472	1.440	1	0	2	0	0	0	0	0
1.472	～ 1.536	1.504	0	0	7	3	0	0	0	0
1.536	～ 1.600	1.568	4	0	8	6	0	0	0	0
1.600	～ 1.664	1.632	10	0	24	17	0	0	0	0
1.664	～ 1.728	1.696	17	0	36	32	0	0	0	0
1.728	～ 1.792	1.760	34	2	54	38	0	0	0	0
1.792	～ 1.856	1.824	68	4	44	46	0	0	0	0
1.856	～ 1.920	1.888	63	16	36	27	0	0	0	0
1.920	～ 1.984	1.952	143	21	58	44	0	0	0	0
1.984	～ 2.048	2.016	126	47	75	43	0	0	0	0
2.048	～ 2.112	2.080	74	79	67	67	3	0	0	0
2.112	～ 2.176	2.144	31	66	38	48	2	0	0	0
2.176	～ 2.240	2.208	22	104	46	30	7	0	0	0
2.240	～ 2.304	2.272	4	99	36	32	12	3	1	0
2.304	～ 2.368	2.336	1	77	21	36	17	14	3	0
2.368	～ 2.432	2.400	2	57	20	48	32	33	8	0
2.432	～ 2.496	2.464	0	16	7	46	59	58	14	5
2.496	～ 2.560	2.528	0	8	1	32	92	92	52	27
2.560	～ 2.624	2.592	0	4	0	4	84	116	79	47
2.624	～ 2.688	2.656	0	0	0	1	110	159	150	160
2.688	～ 2.752	2.720	0	0	0	0	83	90	144	191
2.752	～ 2.816	2.784	0	0	0	0	67	18	86	100
2.816	～ 2.880	2.848	0	0	0	0	19	15	42	51
2.880	～ 2.944	2.912	0	0	0	0	7	2	13	16
2.944	～ 3.008	2.976	0	0	0	0	3	0	6	3
3.008	～ 3.072	3.040	0	0	0	0	1	0	2	0
3.072	～ 3.136	3.104	0	0	0	0	1	0	0	0
3.136	～ 3.200	3.168	0	0	0	0	1	0	0	0
3.200	～ 3.264	3.232	0	0	0	0	0	0	0	0

付表30(3)　右岸堤趾導流部隔壁の水圧（上段、590m3/s）

基盤からの高さ(m)			1.50							
側壁			右岸側壁（外側）				左岸側壁（内側）			
上流端からの距離(m)			0.90	2.90	4.90	6.90	0.90	2.90	4.90	6.90
最小値（水柱m）			3.5304	2.7047	2.5300	3.6416	2.2124	4.3721	4.5785	5.3408
最大値（水柱m）			7.0399	5.2296	4.9120	5.9124	6.3888	7.2464	7.1352	9.1361
平均値（水柱m）			5.2567	3.8718	3.7051	4.7088	4.5592	5.8974	5.9313	7.4468
標準偏差（水柱m）			0.6090	0.3554	0.4192	0.3846	0.5986	0.4005	0.4955	0.4840
階級単位（水柱m）		（中央値）	度数							
1.920	～ 2.080	2.000	0	0	0	0	0	0	0	0
2.080	～ 2.240	2.160	0	0	0	0	1	0	0	0
2.240	～ 2.400	2.320	0	0	0	0	0	0	0	0
2.400	～ 2.560	2.480	0	0	1	0	0	0	0	0
2.560	～ 2.720	2.640	0	1	1	0	0	0	0	0
2.720	～ 2.880	2.800	0	1	12	0	3	0	0	0
2.880	～ 3.040	2.960	0	3	21	0	3	0	0	0
3.040	～ 3.200	3.120	0	11	36	0	8	0	0	0
3.200	～ 3.360	3.280	0	29	51	0	5	0	0	0
3.360	～ 3.520	3.440	0	54	71	0	16	0	0	0
3.520	～ 3.680	3.600	4	80	103	1	17	0	0	0
3.680	～ 3.840	3.760	1	107	91	6	25	0	0	0
3.840	～ 4.000	3.920	10	94	75	13	26	0	0	0
4.000	～ 4.160	4.080	14	90	48	23	29	0	0	0
4.160	～ 4.320	4.240	14	67	38	49	46	0	0	0
4.320	～ 4.480	4.400	29	38	31	74	51	1	0	0
4.480	～ 4.640	4.560	16	19	10	92	71	0	4	0
4.640	～ 4.800	4.720	41	3	9	97	74	1	8	0
4.800	～ 4.960	4.880	46	1	2	89	83	4	7	0
4.960	～ 5.120	5.040	62	1	0	73	59	11	17	0
5.120	～ 5.280	5.200	65	1	0	44	22	15	21	0
5.280	～ 5.440	5.360	72	0	0	22	24	42	42	1
5.440	～ 5.600	5.520	54	0	0	11	20	58	65	1
5.600	～ 5.760	5.680	58	0	0	3	11	78	51	0
5.760	～ 5.920	5.840	37	0	0	3	1	102	75	2
5.920	～ 6.080	6.000	29	0	0	0	4	113	61	2
6.080	～ 6.240	6.160	17	0	0	0	0	69	72	2
6.240	～ 6.400	6.320	13	0	0	0	1	44	65	1
6.400	～ 6.560	6.480	7	0	0	0	0	29	52	10
6.560	～ 6.720	6.640	7	0	0	0	0	16	31	12
6.720	～ 6.880	6.800	2	0	0	0	0	9	20	26
6.880	～ 7.040	6.960	2	0	0	0	0	5	8	52
7.040	～ 7.200	7.120	0	0	0	0	0	1	1	73
7.200	～ 7.360	7.280	0	0	0	0	0	2	0	74
7.360	～ 7.520	7.440	0	0	0	0	0	0	0	95
7.520	～ 7.680	7.600	0	0	0	0	0	0	0	71
7.680	～ 7.840	7.760	0	0	0	0	0	0	0	57
7.840	～ 8.000	7.920	0	0	0	0	0	0	0	55
8.000	～ 8.160	8.080	0	0	0	0	0	0	0	26
8.160	～ 8.320	8.240	0	0	0	0	0	0	0	20
8.320	～ 8.480	8.400	0	0	0	0	0	0	0	6
8.480	～ 8.640	8.560	0	0	0	0	0	0	0	8
8.640	～ 8.800	8.720	0	0	0	0	0	0	0	0
8.800	～ 8.960	8.880	0	0	0	0	0	0	0	4
8.960	～ 9.120	9.040	0	0	0	0	0	0	0	1
9.120	～ 9.280	9.200	0	0	0	0	0	0	0	1
9.280	～ 9.440	9.360	0	0	0	0	0	0	0	0
9.440	～ 9.600	9.520	0	0	0	0	0	0	0	0

付表30(4)　右岸堤趾導流部隔壁の水圧（下段、590m3/s）

基盤からの高さ(m)			0.50							
側壁			右岸側壁（外側）				左岸側壁（内側）			
上流端からの距離(m)			0.90	2.90	4.90	6.90	0.90	2.90	4.90	6.90
最小値（水柱m）			1.6897	2.7615	3.3462	3.2162	4.7590	5.1163	4.5804	5.2462
最大値（水柱m）			4.4505	4.7753	4.7428	5.4898	6.5130	7.6010	7.0976	8.6729
平均値（水柱m）			2.7081	3.7564	4.1810	4.3259	5.6698	6.2551	6.0257	7.2487
標準偏差（水柱m）			0.4547	0.3161	0.2231	0.3613	0.2566	0.3912	0.4956	0.4256
階級単位（水柱m）		（中央値）	度数							
1.440	～ 1.600	1.520	0	0	0	0	0	0	0	0
1.600	～ 1.760	1.680	6	0	0	0	0	0	0	0
1.760	～ 1.920	1.840	14	0	0	0	0	0	0	0
1.920	～ 2.080	2.000	28	0	0	0	0	0	0	0
2.080	～ 2.240	2.160	37	0	0	0	0	0	0	0
2.240	～ 2.400	2.320	64	0	0	0	0	0	0	0
2.400	～ 2.560	2.480	91	0	0	0	0	0	0	0
2.560	～ 2.720	2.640	78	0	0	0	0	0	0	0
2.720	～ 2.880	2.800	80	1	0	0	0	0	0	0
2.880	～ 3.040	2.960	72	6	0	0	0	0	0	0
3.040	～ 3.200	3.120	53	17	0	0	0	0	0	0
3.200	～ 3.360	3.280	30	33	1	4	0	0	0	0
3.360	～ 3.520	3.440	21	82	2	8	0	0	0	0
3.520	～ 3.680	3.600	12	114	7	13	0	0	0	0
3.680	～ 3.840	3.760	5	99	28	33	0	0	0	0
3.840	～ 4.000	3.920	6	123	87	50	0	0	0	0
4.000	～ 4.160	4.080	1	67	158	81	0	0	0	0
4.160	～ 4.320	4.240	0	34	146	95	0	0	0	0
4.320	～ 4.480	4.400	2	17	120	93	0	0	0	0
4.480	～ 4.640	4.560	0	6	47	105	0	0	2	0
4.640	～ 4.800	4.720	0	1	4	66	1	0	8	0
4.800	～ 4.960	4.880	0	0	0	42	1	0	9	0
4.960	～ 5.120	5.040	0	0	0	8	6	1	10	0
5.120	～ 5.280	5.200	0	0	0	1	22	4	23	1
5.280	～ 5.440	5.360	0	0	0	0	71	4	26	1
5.440	～ 5.600	5.520	0	0	0	1	155	17	38	0
5.600	～ 5.760	5.680	0	0	0	0	147	31	43	2
5.760	～ 5.920	5.840	0	0	0	0	86	62	70	0
5.920	～ 6.080	6.000	0	0	0	0	63	84	74	2
6.080	～ 6.240	6.160	0	0	0	0	44	92	82	2
6.240	～ 6.400	6.320	0	0	0	0	3	104	79	2
6.400	～ 6.560	6.480	0	0	0	0	1	70	53	11
6.560	～ 6.720	6.640	0	0	0	0	0	61	48	18
6.720	～ 6.880	6.800	0	0	0	0	0	39	19	68
6.880	～ 7.040	6.960	0	0	0	0	0	16	14	91
7.040	～ 7.200	7.120	0	0	0	0	0	7	2	79
7.200	～ 7.360	7.280	0	0	0	0	0	6	0	84
7.360	～ 7.520	7.440	0	0	0	0	0	1	0	90
7.520	～ 7.680	7.600	0	0	0	0	0	1	0	63
7.680	～ 7.840	7.760	0	0	0	0	0	0	0	33
7.840	～ 8.000	7.920	0	0	0	0	0	0	0	26
8.000	～ 8.160	8.080	0	0	0	0	0	0	0	21
8.160	～ 8.320	8.240	0	0	0	0	0	0	0	5
8.320	～ 8.480	8.400	0	0	0	0	0	0	0	0
8.480	～ 8.640	8.560	0	0	0	0	0	0	0	0
8.640	～ 8.800	8.720	0	0	0	0	0	0	0	1
8.800	～ 8.960	8.880	0	0	0	0	0	0	0	0
8.960	～ 9.120	9.040	0	0	0	0	0	0	0	0

付表31(1)　減勢池右岸側整流壁の水圧(130m^3/s)

基盤からの高さ(m)		0.25							
側壁		右岸側壁(外側)				左岸側壁(内側)			
上流端からの距離(m)		0.30	2.10	3.90	5.70	0.30	2.10	3.90	5.70
最小値(水柱m)		3.4224	3.5361	3.4712	3.5199	3.6498	3.6173	3.6985	3.9096
最大値(水柱m)		4.2344	4.3319	4.3319	4.3319	4.2507	4.4131	4.7866	5.0627
平均値(水柱m)		3.8412	3.9217	3.9015	3.9141	3.9740	4.0081	4.1446	4.3432
標準偏差(水柱m)		0.1273	0.1300	0.1406	0.1120	0.0812	0.0962	0.1179	0.1933
階級単位(水柱m)	(中央値)	度数							
3.328 ～ 3.360	3.344	0	0	0	0	0	0	0	0
3.360 ～ 3.392	3.376	0	0	0	0	0	0	0	0
3.392 ～ 3.424	3.408	1	0	0	0	0	0	0	0
3.424 ～ 3.456	3.440	2	0	0	0	0	0	0	0
3.456 ～ 3.488	3.472	2	0	2	0	0	0	0	0
3.488 ～ 3.520	3.504	4	0	3	1	0	0	0	0
3.520 ～ 3.552	3.536	5	1	0	0	0	0	0	0
3.552 ～ 3.584	3.568	6	3	2	4	0	0	0	0
3.584 ～ 3.616	3.600	8	4	7	1	0	0	0	0
3.616 ～ 3.648	3.632	6	4	11	4	0	1	0	0
3.648 ～ 3.680	3.664	16	10	11	5	1	0	0	0
3.680 ～ 3.712	3.696	21	14	22	10	0	1	1	0
3.712 ～ 3.744	3.728	50	17	19	17	1	0	0	0
3.744 ～ 3.776	3.760	51	19	26	27	1	3	0	0
3.776 ～ 3.808	3.792	46	37	47	28	4	9	2	0
3.808 ～ 3.840	3.824	75	49	45	36	11	10	0	0
3.840 ～ 3.872	3.856	37	38	36	37	26	15	4	0
3.872 ～ 3.904	3.888	81	58	50	83	62	26	1	0
3.904 ～ 3.936	3.920	69	43	67	71	68	56	7	1
3.936 ～ 3.968	3.952	40	68	46	75	106	63	9	1
3.968 ～ 4.000	3.984	23	62	50	75	100	85	24	4
4.000 ～ 4.032	4.016	18	64	40	46	82	89	32	7
4.032 ～ 4.064	4.048	11	41	53	34	58	72	57	8
4.064 ～ 4.096	4.080	14	27	26	27	43	74	78	14
4.096 ～ 4.128	4.112	4	10	13	9	17	53	67	31
4.128 ～ 4.160	4.144	4	10	7	6	6	24	73	30
4.160 ～ 4.192	4.176	2	10	6	0	9	6	77	42
4.192 ～ 4.224	4.208	2	4	6	1	2	5	51	51
4.224 ～ 4.256	4.240	2	3	4	1	3	2	34	39
4.256 ～ 4.288	4.272	0	2	0	0	0	1	31	44
4.288 ～ 4.320	4.304	0	1	0	1	0	0	9	35
4.320 ～ 4.352	4.336	0	1	1	1	0	2	10	42
4.352 ～ 4.384	4.368	0	0	0	0	0	2	10	35
4.384 ～ 4.416	4.400	0	0	0	0	0	1	11	41
4.416 ～ 4.448	4.432	0	0	0	0	0	0	3	28
4.448 ～ 4.480	4.464	0	0	0	0	0	0	4	32
4.480 ～ 4.512	4.496	0	0	0	0	0	0	3	21
4.512 ～ 4.544	4.528	0	0	0	0	0	0	1	13
4.544 ～ 4.576	4.560	0	0	0	0	0	0	0	9
4.576 ～ 4.608	4.592	0	0	0	0	0	0	0	16
4.608 ～ 4.640	4.624	0	0	0	0	0	0	0	6
4.640 ～ 4.672	4.656	0	0	0	0	0	0	0	7
4.672 ～ 4.704	4.688	0	0	0	0	0	0	0	6
4.704 ～ 4.736	4.720	0	0	0	0	0	0	0	4
4.736 ～ 4.768	4.752	0	0	0	0	0	0	0	12
4.768 ～ 4.800	4.784	0	0	0	0	0	0	1	5
4.800 ～ 4.832	4.816	0	0	0	0	0	0	0	3
4.832 ～ 4.864	4.848	0	0	0	0	0	0	0	2
4.864 ～ 4.896	4.880	0	0	0	0	0	0	0	6
4.896 ～ 4.928	4.912	0	0	0	0	0	0	0	1
4.928 ～ 4.960	4.944	0	0	0	0	0	0	0	1
4.960 ～ 4.992	4.976	0	0	0	0	0	0	0	1
4.992 ～ 5.024	5.008	0	0	0	0	0	0	0	0
5.024 ～ 5.056	5.040	0	0	0	0	0	0	0	1
5.056 ～ 5.088	5.072	0	0	0	0	0	0	0	1
5.088 ～ 5.120	5.104	0	0	0	0	0	0	0	0
5.120 ～ 5.152	5.136	0	0	0	0	0	0	0	0

付表31(2)　減勢池右岸側整流壁の水圧(590m^3/s)

基盤からの高さ(m)			0.25							
側壁			右岸側壁(外側)				左岸側壁(内側)			
上流端からの距離(m)			0.30	2.10	3.90	5.70	0.30	2.10	3.90	5.70
最小値(水柱m)			4.9413	5.6559	5.5288	5.9894	9.2606	8.8478	9.3877	10.3087
最大値(水柱m)			6.8310	7.3550	7.2915	7.3709	10.5310	11.3409	12.1190	15.0727
平均値(水柱m)			6.1287	6.6450	6.6914	6.7715	10.0748	9.9739	10.6207	12.0264
標準偏差(水柱m)			0.3193	0.1863	0.1908	0.2227	0.1575	0.3876	0.4100	0.7321
階級単位(水柱m)		(中央値)	度数							
4.416	～ 4.608	4.512	0	0	0	0	0	0	0	0
4.608	～ 4.800	4.704	0	0	0	0	0	0	0	0
4.800	～ 4.992	4.896	2	0	0	0	0	0	0	0
4.992	～ 5.184	5.088	5	0	0	0	0	0	0	0
5.184	～ 5.376	5.280	11	0	0	0	0	0	0	0
5.376	～ 5.568	5.472	25	0	1	0	0	0	0	0
5.568	～ 5.760	5.664	36	1	0	0	0	0	0	0
5.760	～ 5.952	5.856	56	0	1	0	0	0	0	0
5.952	～ 6.144	6.048	120	5	0	1	0	0	0	0
6.144	～ 6.336	6.240	184	10	13	20	0	0	0	0
6.336	～ 6.528	6.432	122	136	93	58	0	0	0	0
6.528	～ 6.720	6.624	37	255	249	177	0	0	0	0
6.720	～ 6.912	6.816	2	154	175	179	0	0	0	0
6.912	～ 7.104	7.008	0	32	61	133	0	0	0	0
7.104	～ 7.296	7.200	0	5	7	28	0	0	0	0
7.296	～ 7.488	7.392	0	2	0	4	0	0	0	0
7.488	～ 7.680	7.584	0	0	0	0	0	0	0	0
7.680	～ 7.872	7.776	0	0	0	0	0	0	0	0
7.872	～ 8.064	7.968	0	0	0	0	0	0	0	0
8.064	～ 8.256	8.160	0	0	0	0	0	0	0	0
8.256	～ 8.448	8.352	0	0	0	0	0	0	0	0
8.448	～ 8.640	8.544	0	0	0	0	0	0	0	0
8.640	～ 8.832	8.736	0	0	0	0	0	0	0	0
8.832	～ 9.024	8.928	0	0	0	0	0	3	0	0
9.024	～ 9.216	9.120	0	0	0	0	0	9	0	0
9.216	～ 9.408	9.312	0	0	0	0	3	19	1	0
9.408	～ 9.600	9.504	0	0	0	0	9	74	5	0
9.600	～ 9.792	9.696	0	0	0	0	15	90	9	0
9.792	～ 9.984	9.888	0	0	0	0	96	126	18	0
9.984	～ 10.176	10.080	0	0	0	0	337	107	50	0
10.176	～ 10.368	10.272	0	0	0	0	130	79	63	1
10.368	～ 10.560	10.464	0	0	0	0	10	51	119	1
10.560	～ 10.752	10.656	0	0	0	0	0	24	115	11
10.752	～ 10.944	10.848	0	0	0	0	0	11	104	26
10.944	～ 11.136	11.040	0	0	0	0	0	3	54	29
11.136	～ 11.328	11.232	0	0	0	0	0	3	38	42
11.328	～ 11.520	11.424	0	0	0	0	0	1	13	46
11.520	～ 11.712	11.616	0	0	0	0	0	0	5	54
11.712	～ 11.904	11.808	0	0	0	0	0	0	4	64
11.904	～ 12.096	12.000	0	0	0	0	0	0	1	54
12.096	～ 12.288	12.192	0	0	0	0	0	0	1	59
12.288	～ 12.480	12.384	0	0	0	0	0	0	0	52
12.480	～ 12.672	12.576	0	0	0	0	0	0	0	47
12.672	～ 12.864	12.768	0	0	0	0	0	0	0	43
12.864	～ 13.056	12.960	0	0	0	0	0	0	0	26
13.056	～ 13.248	13.152	0	0	0	0	0	0	0	15
13.248	～ 13.440	13.344	0	0	0	0	0	0	0	14
13.440	～ 13.632	13.536	0	0	0	0	0	0	0	6
13.632	～ 13.824	13.728	0	0	0	0	0	0	0	4
13.824	～ 14.016	13.920	0	0	0	0	0	0	0	1
14.016	～ 14.208	14.112	0	0	0	0	0	0	0	0
14.208	～ 14.400	14.304	0	0	0	0	0	0	0	0
14.400	～ 14.592	14.496	0	0	0	0	0	0	0	1
14.592	～ 14.784	14.688	0	0	0	0	0	0	0	3
14.784	～ 14.976	14.880	0	0	0	0	0	0	0	0
14.976	～ 15.168	15.072	0	0	0	0	0	0	0	1
15.168	～ 15.360	15.264	0	0	0	0	0	0	0	0
15.360	～ 15.552	15.456	0	0	0	0	0	0	0	0

付表32(1)　減勢池左岸側整流壁の水圧(130m^3/s)

基盤からの高さ(m)			0.25							
側壁			左岸側壁(外側)				右岸側壁(内側)			
上流端からの距離(m)			0.30	2.10	3.90	5.70	0.30	2.10	3.90	5.70
最小値(水柱m)			3.5524	3.6011	3.5686	3.5036	3.4549	3.5199	3.7310	3.6985
最大値(水柱m)			4.2507	4.3968	4.3156	4.3968	4.2507	4.2832	4.5430	5.0627
平均値(水柱m)			3.9460	4.0383	3.9700	4.0534	3.8814	3.9709	4.0936	4.2324
標準偏差(水柱m)			0.0980	0.1144	0.1083	0.1300	0.1636	0.1150	0.1262	0.1966
階級単位(水柱m)		(中央値)	度数							
3.360	～ 3.392	3.376	0	0	0	0	0	0	0	0
3.392	～ 3.424	3.408	0	0	0	0	0	0	0	0
3.424	～ 3.456	3.440	0	0	0	0	3	0	0	0
3.456	～ 3.488	3.472	0	0	0	0	3	0	0	0
3.488	～ 3.520	3.504	0	0	0	1	9	1	0	0
3.520	～ 3.552	3.536	0	0	0	0	4	0	0	0
3.552	～ 3.584	3.568	1	0	1	1	12	2	0	0
3.584	～ 3.616	3.600	0	2	0	0	11	2	0	0
3.616	～ 3.648	3.632	1	0	1	2	11	3	0	0
3.648	～ 3.680	3.664	1	3	2	2	10	3	0	0
3.680	～ 3.712	3.696	6	1	4	2	12	2	0	2
3.712	～ 3.744	3.728	9	2	9	5	14	8	6	1
3.744	～ 3.776	3.760	15	3	7	5	24	10	5	0
3.776	～ 3.808	3.792	14	6	18	4	53	11	6	2
3.808	～ 3.840	3.824	26	11	19	18	73	23	7	6
3.840	～ 3.872	3.856	33	11	24	4	38	25	5	0
3.872	～ 3.904	3.888	65	22	51	17	67	43	10	10
3.904	～ 3.936	3.920	84	21	67	26	53	67	13	10
3.936	～ 3.968	3.952	86	62	70	34	55	76	20	12
3.968	～ 4.000	3.984	87	61	93	52	25	77	29	17
4.000	～ 4.032	4.016	69	61	81	63	26	83	47	22
4.032	～ 4.064	4.048	43	84	50	76	16	51	81	35
4.064	～ 4.096	4.080	23	70	42	69	15	43	84	39
4.096	～ 4.128	4.112	21	58	24	58	10	23	72	29
4.128	～ 4.160	4.144	8	60	10	55	14	20	66	38
4.160	～ 4.192	4.176	5	24	9	37	16	11	50	45
4.192	～ 4.224	4.208	2	19	8	28	12	11	31	39
4.224	～ 4.256	4.240	1	7	5	10	14	2	19	49
4.256	～ 4.288	4.272	0	4	4	14	0	3	17	38
4.288	～ 4.320	4.304	0	2	1	8	0	0	10	24
4.320	～ 4.352	4.336	0	2	0	5	0	0	8	30
4.352	～ 4.384	4.368	0	2	0	2	0	0	4	28
4.384	～ 4.416	4.400	0	2	0	2	0	0	1	27
4.416	～ 4.448	4.432	0	0	0	0	0	0	4	23
4.448	～ 4.480	4.464	0	0	0	0	0	0	2	14
4.480	～ 4.512	4.496	0	0	0	0	0	0	2	18
4.512	～ 4.544	4.528	0	0	0	0	0	0	1	8
4.544	～ 4.576	4.560	0	0	0	0	0	0	0	9
4.576	～ 4.608	4.592	0	0	0	0	0	0	0	2
4.608	～ 4.640	4.624	0	0	0	0	0	0	0	3
4.640	～ 4.672	4.656	0	0	0	0	0	0	0	7
4.672	～ 4.704	4.688	0	0	0	0	0	0	0	5
4.704	～ 4.736	4.720	0	0	0	0	0	0	0	1
4.736	～ 4.768	4.752	0	0	0	0	0	0	0	1
4.768	～ 4.800	4.784	0	0	0	0	0	0	0	1
4.800	～ 4.832	4.816	0	0	0	0	0	0	0	1
4.832	～ 4.864	4.848	0	0	0	0	0	0	0	1
4.864	～ 4.896	4.880	0	0	0	0	0	0	0	0
4.896	～ 4.928	4.912	0	0	0	0	0	0	0	1
4.928	～ 4.960	4.944	0	0	0	0	0	0	0	1
4.960	～ 4.992	4.976	0	0	0	0	0	0	0	0
4.992	～ 5.024	5.008	0	0	0	0	0	0	0	0
5.024	～ 5.056	5.040	0	0	0	0	0	0	0	0
5.056	～ 5.088	5.072	0	0	0	0	0	0	0	1
5.088	～ 5.120	5.104	0	0	0	0	0	0	0	0
5.120	～ 5.152	5.136	0	0	0	0	0	0	0	0

付表32(2)　減勢池左岸側整流壁の水圧(590m^3/s)

基盤からの高さ(m)		1.50							
側壁		左岸岸側壁(外側)				右岸側壁(内側)			
上流端からの距離(m)		0.30	2.10	3.90	5.70	0.30	2.10	3.90	5.70
最小値(水柱m)		1.8129	9.6576	10.0229	10.1976	1.7970	9.5624	6.7516	7.6409
最大値(水柱m)		7.5456	11.4044	11.9285	12.7066	7.8156	12.1032	9.5465	11.5156
平均値(水柱m)		5.4544	10.5915	11.0627	11.4121	5.2037	11.0079	8.0903	9.5750
標準偏差(水柱m)		0.9160	0.2509	0.2903	0.4427	0.9526	0.4692	0.4967	0.6099
階級単位(水柱m)	(中央値)	度数							
1.664 ～ 1.872	1.768	1	0	0	0	1	0	0	0
1.872 ～ 2.080	1.976	0	0	0	0	0	0	0	0
2.080 ～ 2.288	2.184	0	0	0	0	0	0	0	0
2.288 ～ 2.496	2.392	0	0	0	0	0	0	0	0
2.496 ～ 2.704	2.600	2	0	0	0	5	0	0	0
2.704 ～ 2.912	2.808	1	0	0	0	5	0	0	0
2.912 ～ 3.120	3.016	5	0	0	0	5	0	0	0
3.120 ～ 3.328	3.224	5	0	0	0	9	0	0	0
3.328 ～ 3.536	3.432	4	0	0	0	6	0	0	0
3.536 ～ 3.744	3.640	9	0	0	0	9	0	0	0
3.744 ～ 3.952	3.848	12	0	0	0	19	0	0	0
3.952 ～ 4.160	4.056	15	0	0	0	26	0	0	0
4.160 ～ 4.368	4.264	20	0	0	0	26	0	0	0
4.368 ～ 4.576	4.472	24	0	0	0	32	0	0	0
4.576 ～ 4.784	4.680	30	0	0	0	44	0	0	0
4.784 ～ 4.992	4.888	44	0	0	0	41	0	0	0
4.992 ～ 5.200	5.096	40	0	0	0	51	0	0	0
5.200 ～ 5.408	5.304	46	0	0	0	50	0	0	0
5.408 ～ 5.616	5.512	63	0	0	0	62	0	0	0
5.616 ～ 5.824	5.720	68	0	0	0	54	0	0	0
5.824 ～ 6.032	5.928	46	0	0	0	42	0	0	0
6.032 ～ 6.240	6.136	39	0	0	0	35	0	0	0
6.240 ～ 6.448	6.344	44	0	0	0	30	0	0	0
6.448 ～ 6.656	6.552	31	0	0	0	17	0	0	0
6.656 ～ 6.864	6.760	24	0	0	0	15	0	4	0
6.864 ～ 7.072	6.968	15	0	0	0	4	0	8	0
7.072 ～ 7.280	7.176	7	0	0	0	7	0	23	0
7.280 ～ 7.488	7.384	4	0	0	0	3	0	37	0
7.488 ～ 7.696	7.592	1	0	0	0	1	0	46	1
7.696 ～ 7.904	7.800	0	0	0	0	1	0	87	0
7.904 ～ 8.112	8.008	0	0	0	0	0	0	113	2
8.112 ～ 8.320	8.216	0	0	0	0	0	0	95	8
8.320 ～ 8.528	8.424	0	0	0	0	0	0	75	13
8.528 ～ 8.736	8.632	0	0	0	0	0	0	55	20
8.736 ～ 8.944	8.840	0	0	0	0	0	0	33	46
8.944 ～ 9.152	9.048	0	0	0	0	0	0	10	56
9.152 ～ 9.360	9.256	0	0	0	0	0	0	8	71
9.360 ～ 9.568	9.464	0	0	0	0	0	1	6	92
9.568 ～ 9.776	9.672	0	1	0	0	0	2	0	71
9.776 ～ 9.984	9.880	0	6	0	0	0	11	0	83
9.984 ～ 10.192	10.088	0	29	1	0	0	19	0	51
10.192 ～ 10.400	10.296	0	86	4	4	0	30	0	38
10.400 ～ 10.608	10.504	0	188	20	7	0	49	0	17
10.608 ～ 10.816	10.712	0	176	100	35	0	78	0	7
10.816 ～ 11.024	10.920	0	95	156	68	0	108	0	14
11.024 ～ 11.232	11.128	0	16	170	115	0	112	0	7
11.232 ～ 11.440	11.336	0	3	91	112	0	77	0	2
11.44 ～ 11.648	11.544	0	0	41	82	0	69	0	1
11.648 ～ 11.856	11.752	0	0	12	74	0	34	0	0
11.856 ～ 12.064	11.960	0	0	5	59	0	9	0	0
12.064 ～ 12.272	12.168	0	0	0	23	0	1	0	0
12.272 ～ 12.480	12.376	0	0	0	16	0	0	0	0
12.48 ～ 12.688	12.584	0	0	0	4	0	0	0	0
12.688 ～ 12.896	12.792	0	0	0	1	0	0	0	0
12.896 ～ 13.104	13.000	0	0	0	0	0	0	0	0

付表33　河道比較形状1における河道横断水面形

測線No.	水位	Q=130m³/s 水面形 [EL.m]			Q=400m³/s 水面形 [EL.m]			Q=590m³/s 水面形 [EL.m]		
		左岸	中央	右岸	左岸	中央	右岸	左岸	中央	右岸
1	平均水位	3.12	2.98	3.14						
	最高水位	3.48	3.32	3.48						
2	平均水位	3.04	3.00	3.00	6.12	6.08	6.10	7.48	7.56	7.66
	最高水位	3.34	3.28	3.32	7.02	6.68	7.14	8.28	8.18	8.62
3	平均水位	2.90	2.78	2.68						
	最高水位	3.36	3.00	2.94						
4	平均水位	2.52	2.40	2.38	5.96	5.06	4.78	6.74	5.78	5.58
	最高水位	3.42	2.66	2.76	6.66	5.94	6.04	7.68	7.14	6.92
5	平均水位	2.48	2.36	2.40	3.72	3.58	3.66	5.54	4.44	5.40
	最高水位	3.06	2.58	3.02	5.50	4.22	6.72	6.60	4.76	6.18
6	平均水位	2.54	2.40	2.46						
	最高水位	2.80	2.62	2.70						
7	平均水位	2.58	2.58	2.46						
	最高水位	2.80	2.76	2.76						

付表34(1)　河道比較形状1における流速測定結果(130m³/s)

測線No.	測定水深	左岸 流速 [m/s]	左岸 流向 [°]	中央 流速 [m/s]	中央 流向 [°]	右岸 流速 [m/s]	右岸 流向 [°]
1	2割	1.88	−5.3	0.74	26.4	1.61	19.3
	8割	2.47	1.4	1.39	5.1	2.76	−2.0
2	2割	2.02	−3.2	1.32	8.2	2.13	10.5
	8割	1.71	0.0	1.46	7.7	1.88	9.9
3	2割	2.14	7.2	2.28	15.3	2.90	22.1
	8割	1.86	1.2	2.41	11.8	2.93	25.0
4	2割	2.67	−2.5	3.46	5.7	2.43	7.3
	8割	2.85	−4.0	3.64	0.4	3.81	−3.5
5	2割	0.53	160.9	3.87	−0.7	0.67	−22.7
	8割	0.69	174.0	3.40	−9.7	0.05	−142.1
6	2割	2.13	3.9	1.39	7.7	0.68	125.2
	8割	2.68	6.4	1.60	4.8	0.51	107.9
7	2割	2.03	1.3	0.73	−4.2	0.80	161.8
	8割	1.92	4.0	0.95	−12.6	0.68	158.9

付表34(2)　河道比較形状1における流速測定結果(400m³/s)

測線No.	測定水深	左岸 流速 [m/s]	左岸 流向 [°]	中央 流速 [m/s]	中央 流向 [°]	右岸 流速 [m/s]	右岸 流向 [°]
2	2割	3.02	0.8	3.22	−0.5	1.53	5.2
	8割	2.45	−5.6	3.07	−1.0	1.16	23.0
4	2割	2.93	−6.9	5.28	0.0	5.61	4.8
	8割	2.56	−31.3	5.24	−5.2	4.21	2.8
5	2割	0.10	−180.0	8.94	0.0	2.83	−16.1
	8割	2.08	−177.7	7.33	−3.9	2.18	−23.0

付表34(3)　河道比較形状1における流速測定結果(590m³/s)

測線No.	測定水深	左岸 流速 [m/s]	左岸 流向 [°]	中央 流速 [m/s]	中央 流向 [°]	右岸 流速 [m/s]	右岸 流向 [°]
2	2割	3.29	−4.2	4.14	−19.1	3.36	−5.1
	8割	2.50	−6.5	2.79	−0.8	1.79	7.4
4	2割	4.61	−8.5	6.31	−1.1	7.70	3.5
	8割	4.96	−8.9	6.19	−4.6	4.97	5.5
5	2割	3.01	8.8	8.37	−0.8	2.15	−15.6
	8割	2.23	9.3	7.51	−1.7	1.23	26.0

付表35　河道比較形状2 における河道横断水面形

測線No.	水位	Q=130m³/s 水面形 [EL.m]			Q=400m³/s 水面形 [EL.m]			Q=590m³/s 水面形 [EL.m]		
		左岸	中央	右岸	左岸	中央	右岸	左岸	中央	右岸
1	平均水位	2.76	2.84	2.62						
	最高水位	3.26	2.94	3.26						
2	平均水位	2.70	2.84	2.64	5.52	5.30	5.38	6.88	6.86	6.68
	最高水位	3.28	2.98	3.00	6.04	5.60	6.38	7.94	7.34	8.08
3	平均水位	2.84	2.70	2.56						
	最高水位	3.34	2.90	2.96						
4	平均水位	2.58	2.68	2.14	5.20	5.04	5.00	6.74	6.52	6.42
	最高水位	3.00	2.84	2.64	5.86	5.22	5.42	7.72	6.82	7.02
5	平均水位	2.70	2.48	2.38	5.36	4.78	5.08	7.02	6.94	6.68
	最高水位	3.70	2.68	3.18	6.12	5.00	5.82	8.00	7.24	7.42
6	平均水位	2.44	2.36	2.16						
	最高水位	2.68	2.48	2.74						
7	平均水位	2.50	2.36	2.38						
	最高水位	2.78	2.48	2.76						

付表36(1)　河道比較形状2 における流速測定結果(130m³/s)

測線No.	測定水深	左岸 流速 [m/s]	左岸 流向 [°]	中央 流速 [m/s]	中央 流向 [°]	右岸 流速 [m/s]	右岸 流向 [°]
1	2割	0.97	−6.6	1.05	2.0	1.81	5.5
	8割	1.90	−6.9	1.37	−4.9	2.55	6.0
2	2割	1.77	1.1	0.96	2.9	1.96	2.1
	8割	1.52	1.6	0.86	−3.2	1.78	0.4
3	2割	1.30	1.6	1.43	13.0	1.89	14.0
	8割	1.16	−3.5	1.41	2.5	1.67	12.2
4	2割	2.08	1.1	2.13	9.5	2.50	2.0
	8割	2.23	6.1	1.99	0.4	2.29	2.8
5	2割	1.88	−7.4	2.19	4.2	2.20	13.8
	8割	1.74	−8.1	2.48	−0.4	2.63	5.1
6	2割	3.15	5.1	2.85	2.5	0.71	141.7
	8割	2.96	3.8	3.06	0.3	0.30	131.9
7	2割	2.78	1.1	0.67	−13.7	0.79	−176.1
	8割	2.34	0.0	0.88	−22.4	0.75	176.6

付表36(2)　河道比較形状2 における流速測定結果(400m³/s)

測線No.	測定水深	左岸 流速 [m/s]	左岸 流向 [°]	中央 流速 [m/s]	中央 流向 [°]	右岸 流速 [m/s]	右岸 流向 [°]
2	2割	1.91	1.8	3.06	−1.4	0.61	−48.1
	8割	2.07	0.7	3.20	−0.4	0.21	−136.8
4	2割	3.39	2.0	3.66	7.4	3.42	3.0
	8割	3.05	−2.3	3.40	4.1	3.17	7.7
5	2割	2.78	−22.6	4.18	3.2	3.98	13.0
	8割	2.89	−18.9	3.76	−4.2	3.95	17.2

付表36(3)　河道比較形状2 における流速測定結果(590m³/s)

測線No.	測定水深	左岸 流速 [m/s]	左岸 流向 [°]	中央 流速 [m/s]	中央 流向 [°]	右岸 流速 [m/s]	右岸 流向 [°]
2	2割	2.88	6.5	4.13	−2.4	1.02	−9.7
	8割	2.12	−3.0	3.44	−2.1	0.56	61.3
4	2割	3.67	−2.8	4.03	8.8	3.77	4.8
	8割	3.32	−4.8	3.68	−2.9	3.35	5.1
5	2割	3.64	−10.4	3.90	3.2	3.17	9.2
	8割	3.62	−16.8	4.65	0.4	3.29	21.5

付表37　河道比較形状3 における河道横断水面形

測線No.	水位	Q=130m³/s 水面形 [EL.m]			Q=400m³/s 水面形 [EL.m]			Q=590m³/s 水面形 [EL.m]		
		左岸	中央	右岸	左岸	中央	右岸	左岸	中央	右岸
1	平均水位	2.40	2.34	2.46						
	最高水位	3.04	2.84	3.24						
2	平均水位	2.44	2.38	2.50	3.90	3.88	3.88	4.76	4.72	4.62
	最高水位	2.98	2.78	2.90	4.78	4.40	4.80	5.90	5.34	5.92
3	平均水位	2.50	2.48	2.44						
	最高水位	2.82	2.76	2.90						
4	平均水位	2.48	2.44	2.52	4.30	4.02	3.96	5.26	4.80	4.62
	最高水位	2.92	2.66	2.82	5.20	4.30	4.40	6.26	5.24	5.50
5	平均水位	2.54	2.42	2.40	4.18	3.92	4.04	5.18	4.68	4.70
	最高水位	3.04	2.62	2.80	5.24	4.22	4.66	6.32	5.06	5.58
6	平均水位	2.40	2.44	2.46						
	最高水位	2.78	2.64	2.92						
7	平均水位	2.46	2.42	2.38						
	最高水位	2.72	2.70	2.78						

付表38(1)　河道比較形状3 における流速測定結果(130m³/s)

測線No.	測定水深	左岸 流速 [m/s]	左岸 流向 [°]	中央 流速 [m/s]	中央 流向 [°]	右岸 流速 [m/s]	右岸 流向 [°]
1	2割	1.09	9.9	1.13	2.3	1.59	0.4
	8割	1.11	−9.5	0.99	5.1	1.46	2.8
2	2割	1.71	6.3	1.37	0.0	1.79	2.8
	8割	1.02	0.0	0.92	−1.1	1.55	2.5
3	2割	0.84	28.3	1.26	18.8	0.79	7.4
	8割	0.46	13.6	0.99	11.0	0.77	1.0
4	2割	0.88	6.4	1.21	2.3	0.25	163.0
	8割	0.82	−5.3	0.86	−6.5	0.14	108.4
5	2割	1.20	−10.2	1.34	−7.9	0.20	161.6
	8割	1.10	−15.4	1.12	−18.4	0.18	125.4
6	2割	1.43	6.0	1.31	3.5	0.13	−171.6
	8割	1.13	2.5	0.96	−4.5	0.25	167.7
7	2割	1.20	3.2	1.36	−2.1	0.13	−36.5
	8割	1.07	5.0	0.89	−6.6	0.10	0.0

付表38(2)　河道比較形状3 における流速測定結果(400m³/s)

測線No.	測定水深	左岸 流速 [m/s]	左岸 流向 [°]	中央 流速 [m/s]	中央 流向 [°]	右岸 流速 [m/s]	右岸 流向 [°]
2	2割	2.58	15.7	3.19	−2.3	1.56	−3.9
	8割	1.44	−2.5	3.26	5.5	0.55	−6.5
4	2割	1.71	5.1	2.67	8.6	0.06	135.0
	8割	1.83	2.1	2.22	3.7	0.19	−3.9
5	2割	2.27	−14.2	3.01	−3.4	0.45	147.9
	8割	2.67	−8.8	2.56	−16.1	0.11	−155.6

付表38(3)　河道比較形状3 における流速測定結果(400m³/s)

測線No.	測定水深	左岸 流速 [m/s]	左岸 流向 [°]	中央 流速 [m/s]	中央 流向 [°]	右岸 流速 [m/s]	右岸 流向 [°]
2	2割	4.18	12.4	4.59	4.8	1.09	−16.3
	8割	3.49	0.6	4.31	0.7	0.68	27.9
4	2割	3.18	7.0	4.04	12.5	0.24	−33.0
	8割	3.18	1.0	3.60	2.8	0.17	51.6
5	2割	3.68	−19.2	3.73	−6.0	0.25	−177.0
	8割	3.66	−18.7	3.22	−13.2	0.38	158.5

付表39　河道比較形状4 における河道横断水面形

測線No.	水位	Q=130m³/s 水面形 [EL.m]			Q=400m³/s 水面形 [EL.m]			Q=590m³/s 水面形 [EL.m]		
		左岸	中央	右岸	左岸	中央	右岸	左岸	中央	右岸
1	平均水位	2.75	2.71	2.73	5.00	5.26	4.99	6.70	6.70	6.64
	最高水位	3.73	3.04	3.38	6.25	6.10	6.53	8.14	7.82	8.64
2	平均水位	2.71	2.78	2.72	5.18	5.20	5.09	6.86	6.54	6.72
	最高水位	3.75	3.15	3.29	6.28	5.68	6.79	8.02	7.56	8.64
3	平均水位	2.83	2.67	2.73	5.39	5.04	5.05	7.10	6.62	6.72
	最高水位	3.81	3.10	3.21	6.27	5.48	6.25	7.72	7.46	8.14
4	平均水位	2.69	2.56	2.39	5.13	4.80	4.83	6.58	6.34	6.32
	最高水位	3.38	2.96	3.01	6.00	5.29	5.25	8.02	7.02	7.16
5	平均水位	2.59	2.55	2.69	5.19	4.70	4.87	6.76	6.80	6.54
	最高水位	3.70	2.87	3.49	5.86	4.93	5.51	8.06	7.58	7.38
6	平均水位	2.53	2.32	2.43	3.89	3.86	3.69	4.88	4.68	4.42
	最高水位	2.73	2.74	2.63	4.47	4.24	4.55	5.42	5.28	5.30
7	平均水位	2.47	2.42	2.37	4.13	3.98	3.89	5.34	4.82	4.68
	最高水位	2.69	2.60	2.81	4.91	4.24	4.30	5.80	5.28	5.24

付表40(1)　河道比較形状4 における流速測定結果(130m³/s)

測線No.	測定水深	左岸② 流速 [m/s]	左岸② 流向 [°]	左岸① 流速 [m/s]	左岸① 流向 [°]	中央 流速 [m/s]	中央 流向 [°]	右岸 流速 [m/s]	右岸 流向 [°]
1	2割	0.86	−156.6	0.42	−84.5	1.03	−13.7	1.05	7.4
	8割	0.96	−150.5	0.30	−54.8	1.90	2.4	1.73	5.1
2	2割	1.26	168.2	0.97	23.5	1.28	6.9	1.51	5.4
	8割	1.42	172.3	0.75	25.9	1.35	9.7	1.41	6.9
3	2割	1.17	19.8			1.43	15.8	1.66	19.7
	8割	0.75	3.1			1.21	14.7	1.73	17.9
4	2割	1.84	5.7			1.86	11.5	1.96	14.8
	8割	2.33	6.9			2.09	4.4	2.03	1.4
5	2割	1.50	1.8			2.09	8.8	1.27	19.3
	8割	2.09	3.9			2.15	−1.4	1.70	8.1
6	2割	2.38	1.3			1.54	9.8	0.82	126.1
	8割	2.62	3.8			2.04	−1.2	0.55	117.0
7	2割	2.22	3.5			1.07	−5.7	0.78	157.3
	8割	2.16	4.6			1.32	−9.6	0.72	153.6

付表40(2)　河道比較形状4 における流速測定結果(400m³/s)

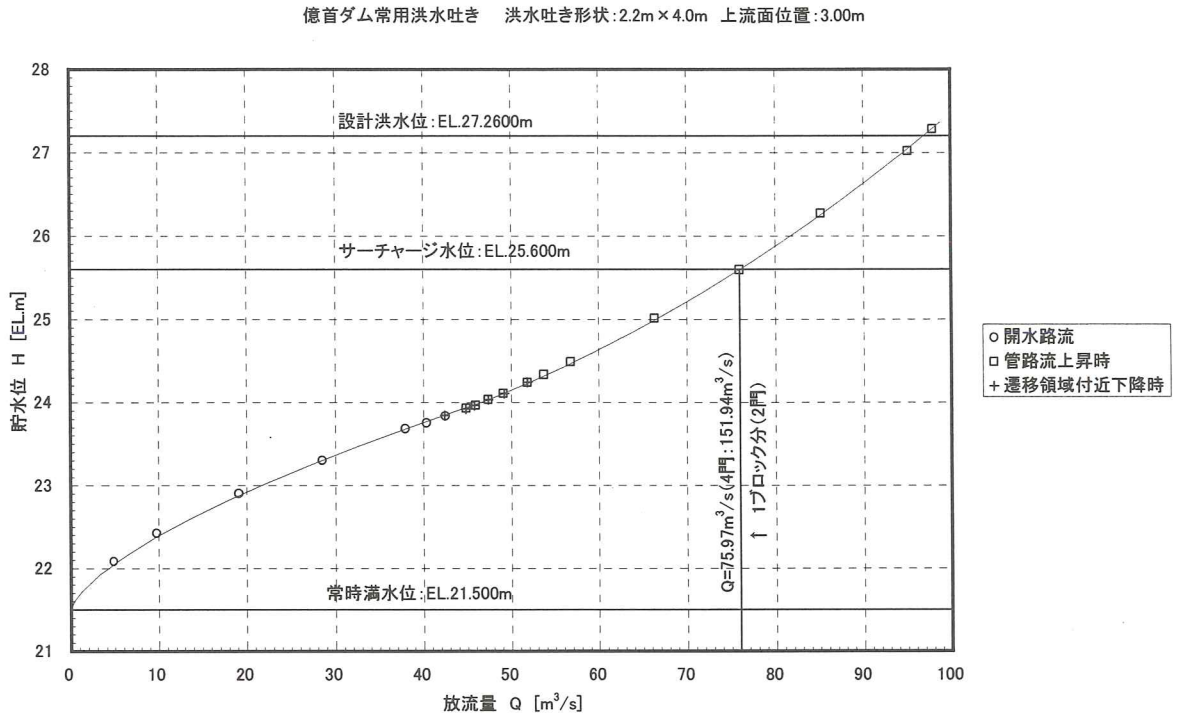
測線No.	測定水深	左岸② 流速 [m/s]	左岸② 流向 [°]	左岸① 流速 [m/s]	左岸① 流向 [°]	中央 流速 [m/s]	中央 流向 [°]	右岸 流速 [m/s]	右岸 流向 [°]
1	2割	0.79	−145.6	1.51	14.7	2.41	2.8	0.93	10.1
	8割	0.65	−144.7	0.60	−10.2	3.00	3.3	0.49	26.0
2	2割	0.77	157.9	1.81	14.8	2.80	−0.8	1.82	−2.5
	8割	1.31	166.0	0.54	16.1	2.50	3.7	1.17	6.5
3	2割	1.79	−30.3			2.86	15.6	2.17	3.5
	8割	0.60	−11.6			2.51	9.7	1.93	−8.2
4	2割	3.56	3.9			3.77	8.1	3.06	6.0
	8割	3.14	0.0			3.38	0.7	2.58	4.2
5	2割	2.57	−14.9			4.07	1.3	2.50	6.2
	8割	3.06	−4.4			3.62	−3.7	2.65	8.7
6	2割	5.94	4.3			3.97	8.8	1.51	129.8
	8割	5.21	−3.9			3.84	3.7	1.20	120.5
7	2割	5.03	3.7			1.72	−7.4	1.88	165.8
	8割	4.59	0.9			2.23	−8.8	1.64	163.5

付表40(3)　河道比較形状4 における流速測定結果（590m^3/s）

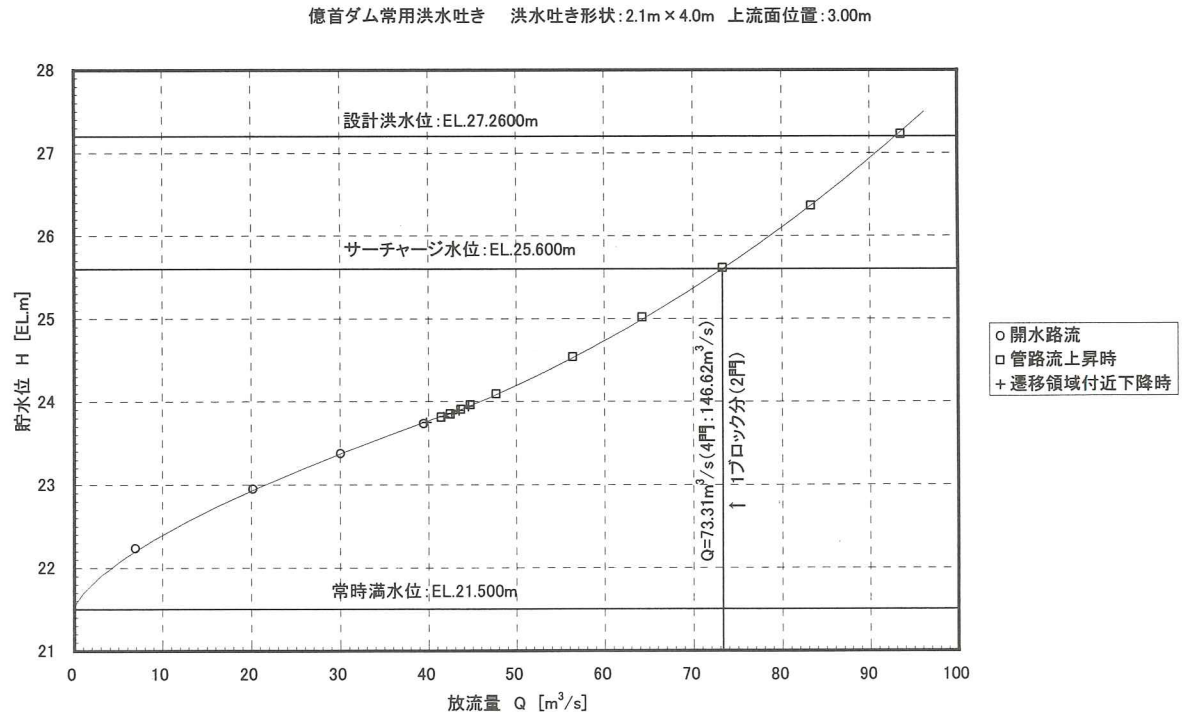
測線No.	測定水深	左 岸③		測定水深	左 岸②		左 岸①		中 央		右 岸	
		流速 [m/s]	流向 [°]		流速 [m/s]	流向 [°]	流速 [m/s]	流向 [°]	流速 [m/s]	流向 [°]	流速 [m/s]	流向 [°]
1	6割	1.13	−168.8	2割	0.31	−125.9	0.72	−6.5	4.55	−3.5	1.82	−8.1
				8割	0.09	81.9	0.71	−5.8	2.56	2.3	0.27	145.8
2	6割	2.30	165.1	2割	0.43	138.1	2.25	5.8	4.52	−4.3	2.33	−19.8
				8割	1.33	−177.5	0.21	−75.6	3.75	−3.9	1.17	9.3
3	6割	1.06	155.0	2割	1.64	35.3			3.86	8.3	2.92	8.8
				8割	0.47	−155.5			2.95	6.3	2.12	29.8
4				2割	3.82	1.6			4.15	13.5	3.88	4.7
				8割	2.38	−4.8			3.43	−2.7	2.95	6.0
5				2割	1.05	−17.2			3.73	6.7	3.05	9.7
				8割	2.00	−13.5			4.19	−8.6	2.58	18.1
6				2割	7.53	2.8			6.31	5.1	1.94	127.7
				8割	3.54	3.2			5.57	2.3	1.15	124.3
7				2割	6.70	2.2			2.16	1.3	2.16	155.4
				8割	5.89	3.0			2.13	−11.6	2.08	169.5

※左岸①：減勢池左岸側壁の延長線上
　左岸②：河床EL.−0.3mと現況河道とのすり付け部
　左岸③：現況河道の地形上（水深が小さいため6割水深のみ計測）

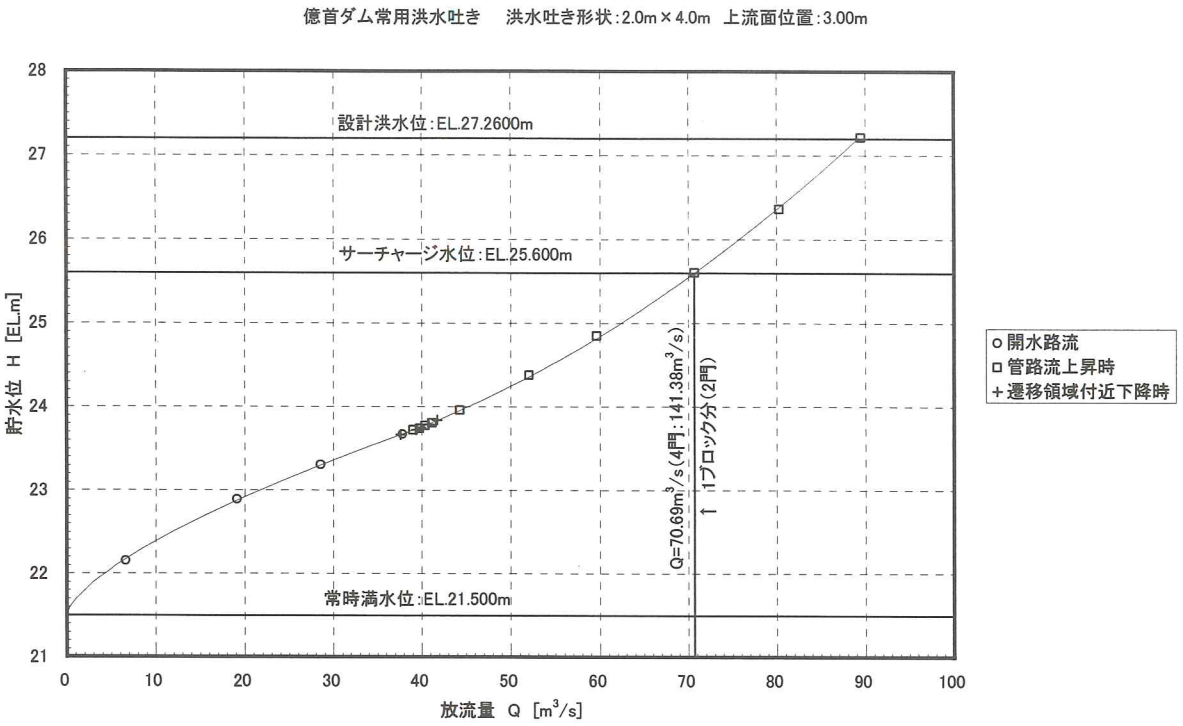
付　図　集



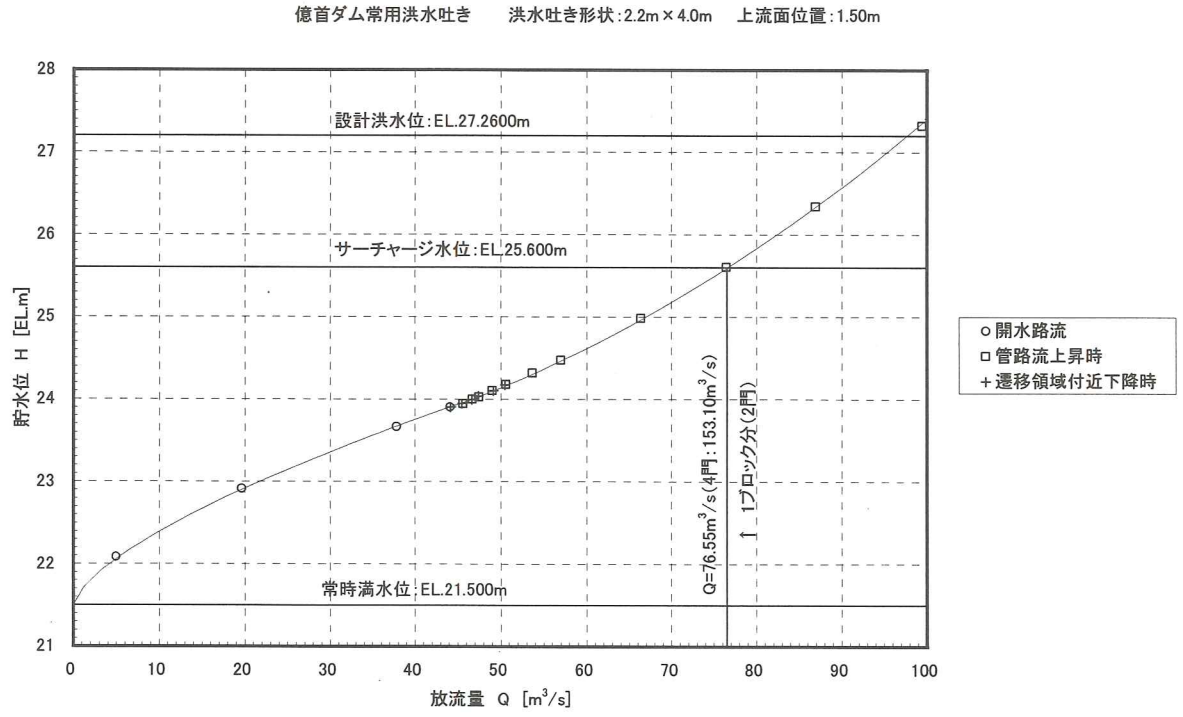
付図１(1)　ラビリンス案常用洪水吐きH～Qの関係（原案形状１－１）



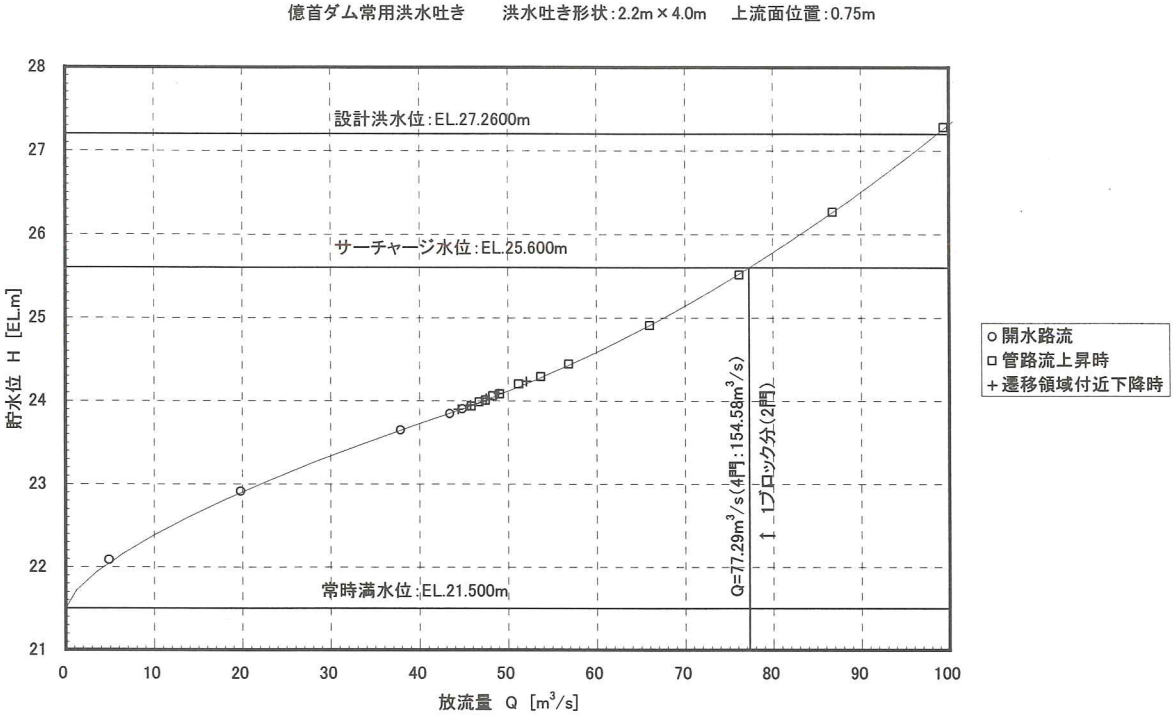
付図１(2)　ラビリンス案常用洪水吐きH～Qの関係（原案形状１－２）



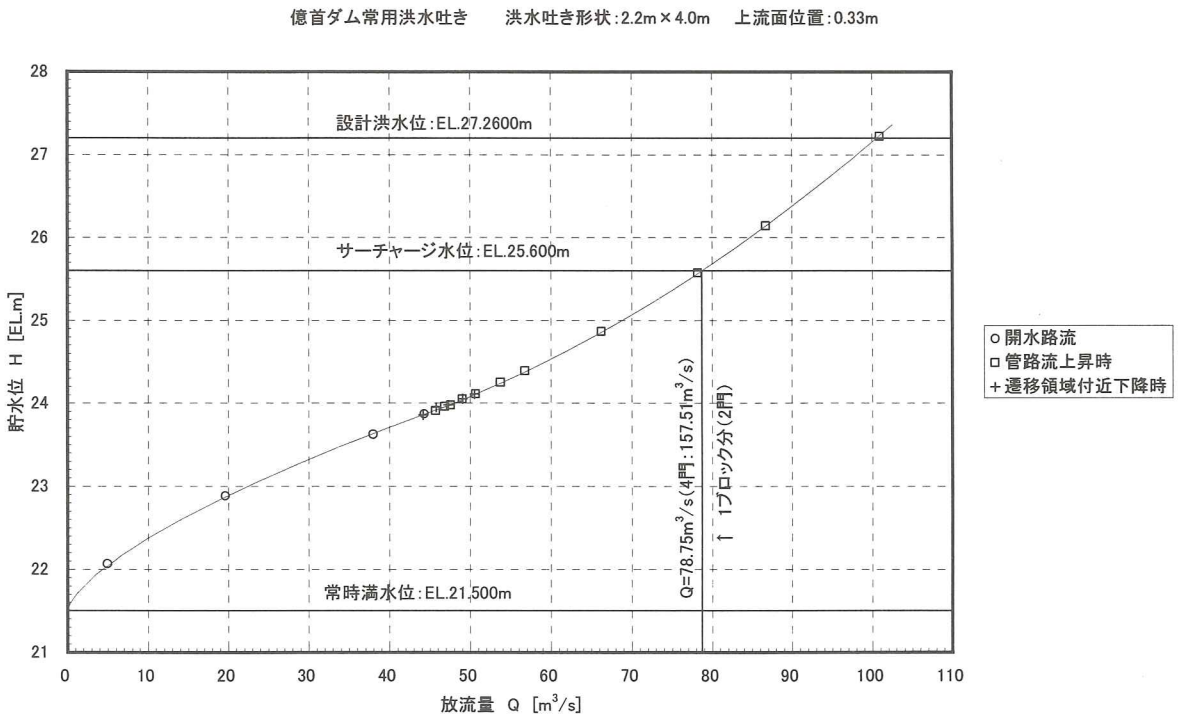
付図１(3)　ラビリンス案常用洪水吐きH～Qの関係（原案形状１－３）



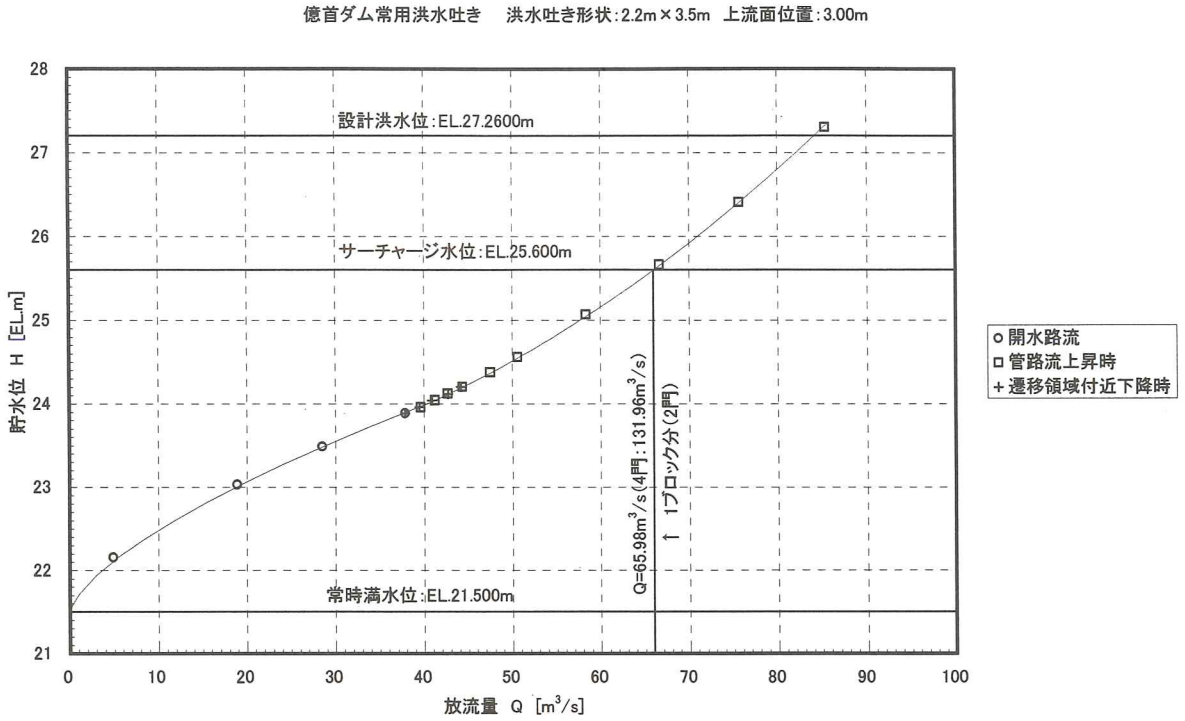
付図１(4)　ラビリンス案常用洪水吐きH～Qの関係（原案形状１－４）



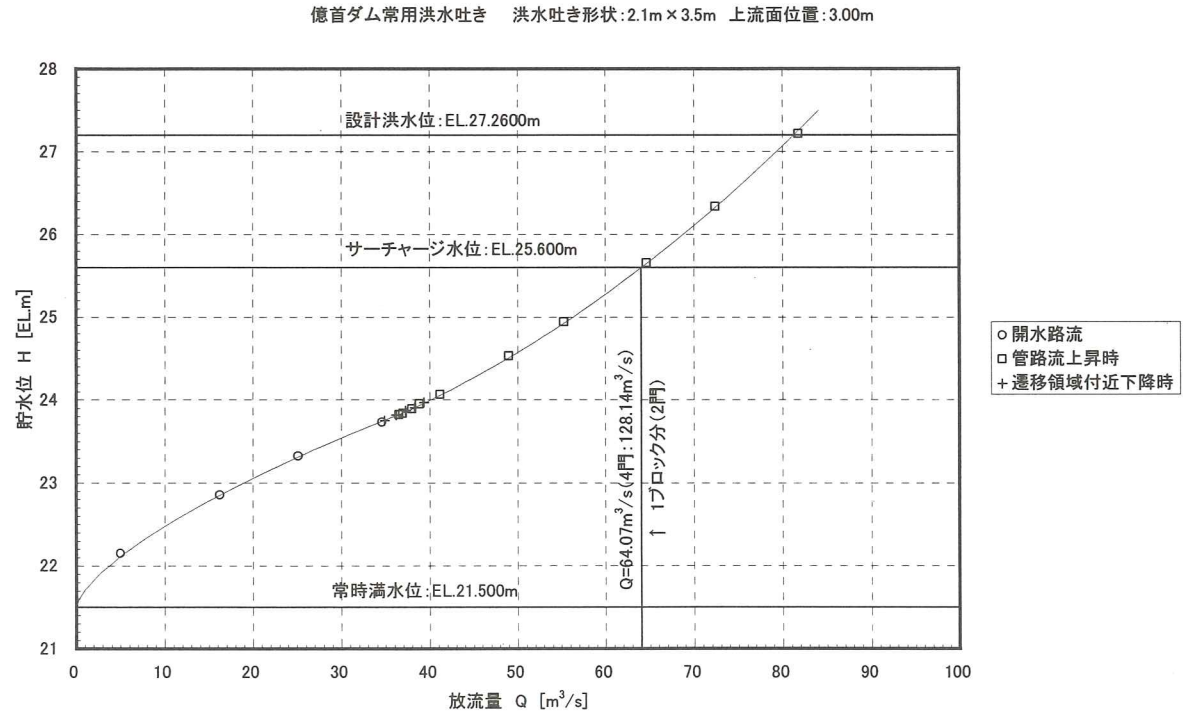
付図１(5)　ラビリンス案常用洪水吐きH～Qの関係（原案形状１－５）



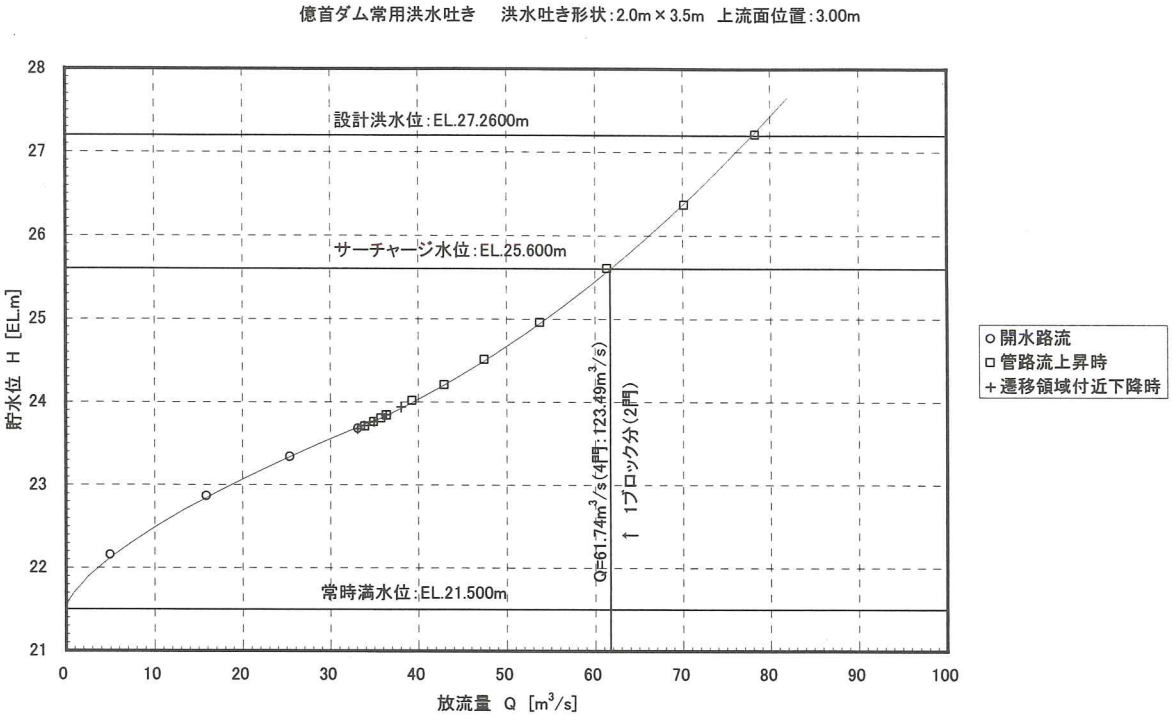
付図１(6)　ラビリンス案常用洪水吐きH～Qの関係（原案形状１－６）



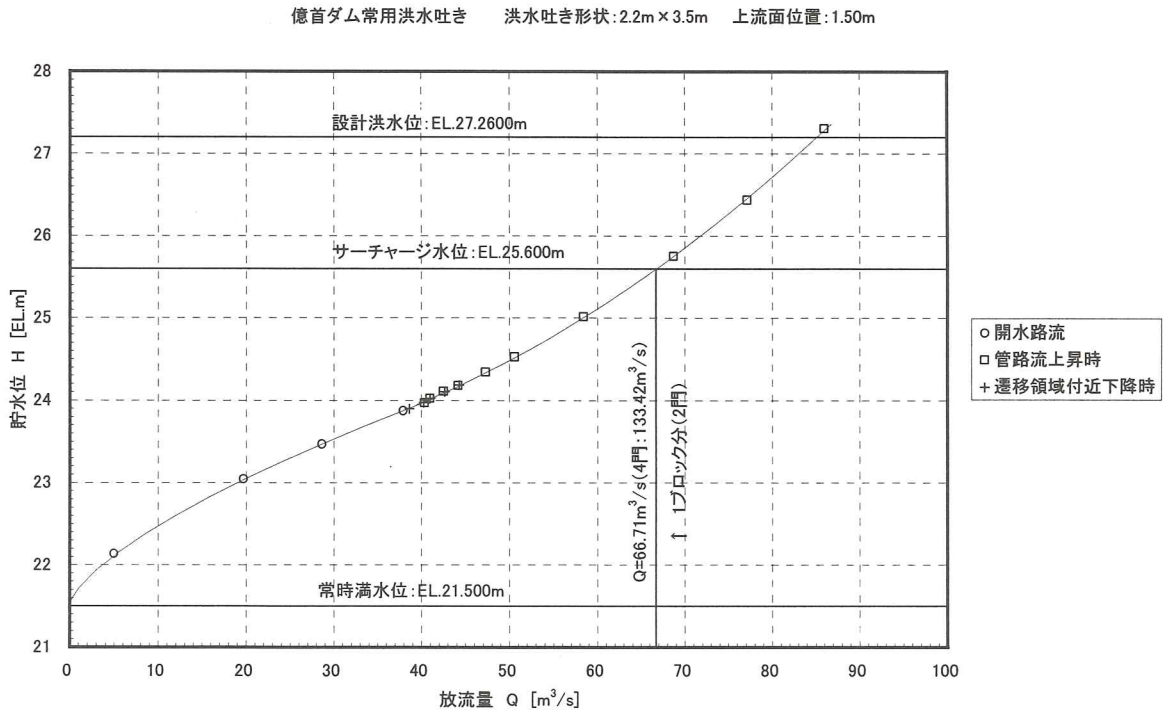
付図１(7)　ラビリンス案常用洪水吐きH～Qの関係（原案形状２－１）



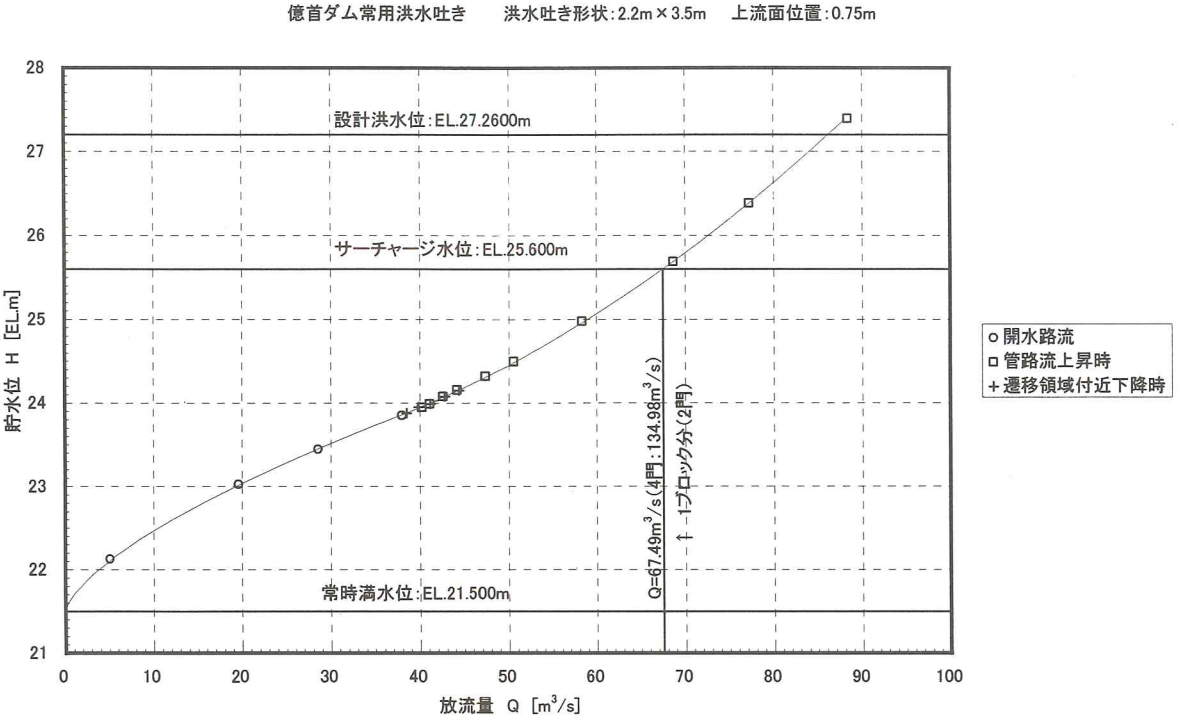
付図１(8)　ラビリンス案常用洪水吐きH～Qの関係（原案形状２－２）



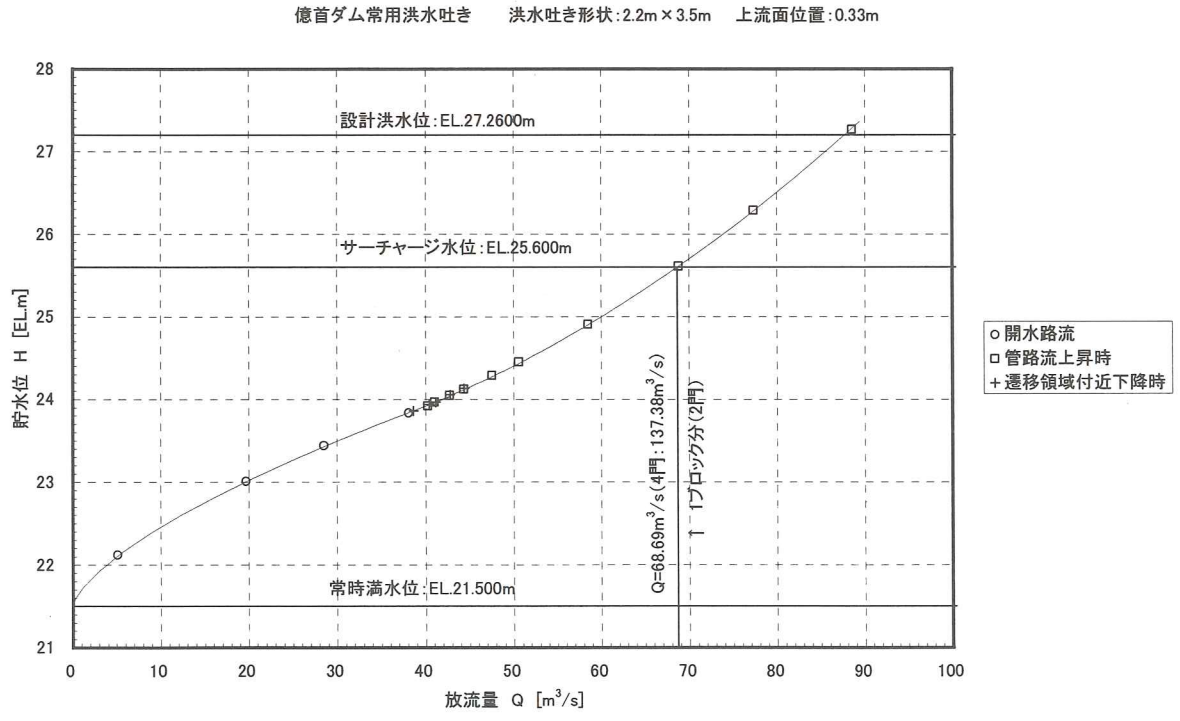
付図１(9)　ラビリンス案常用洪水吐きH～Qの関係（原案形状２－３）



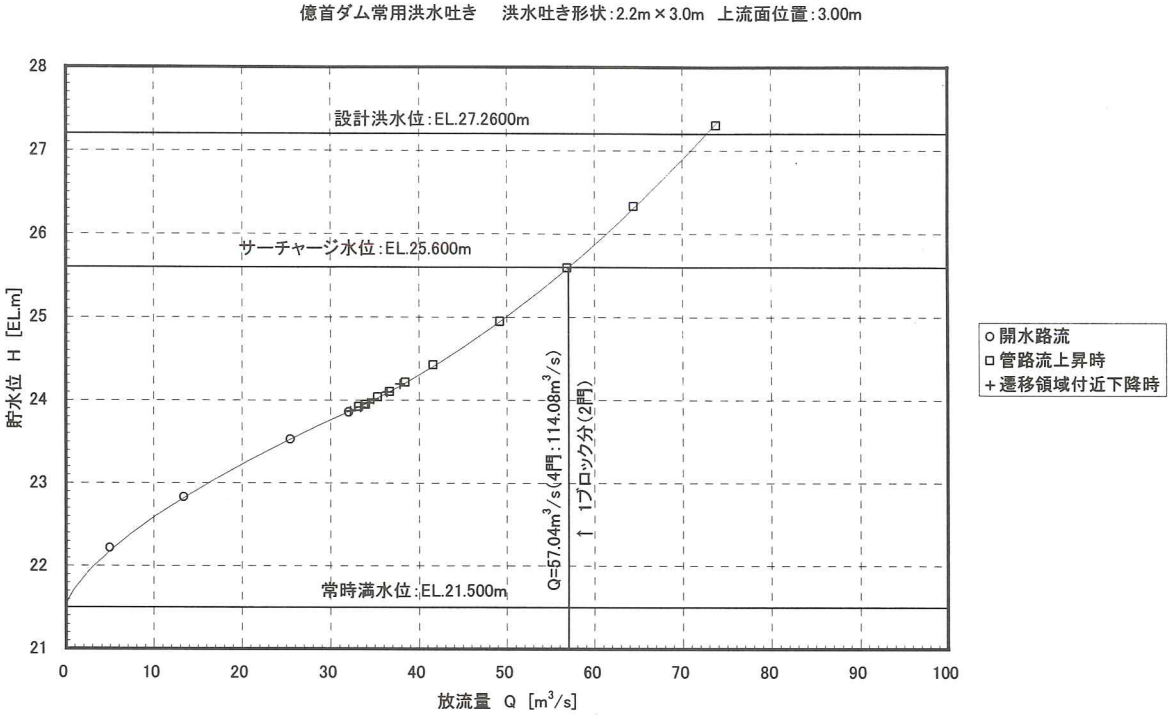
付図１(10)　ラビリンス案常用洪水吐きH～Qの関係（原案形状２－４）



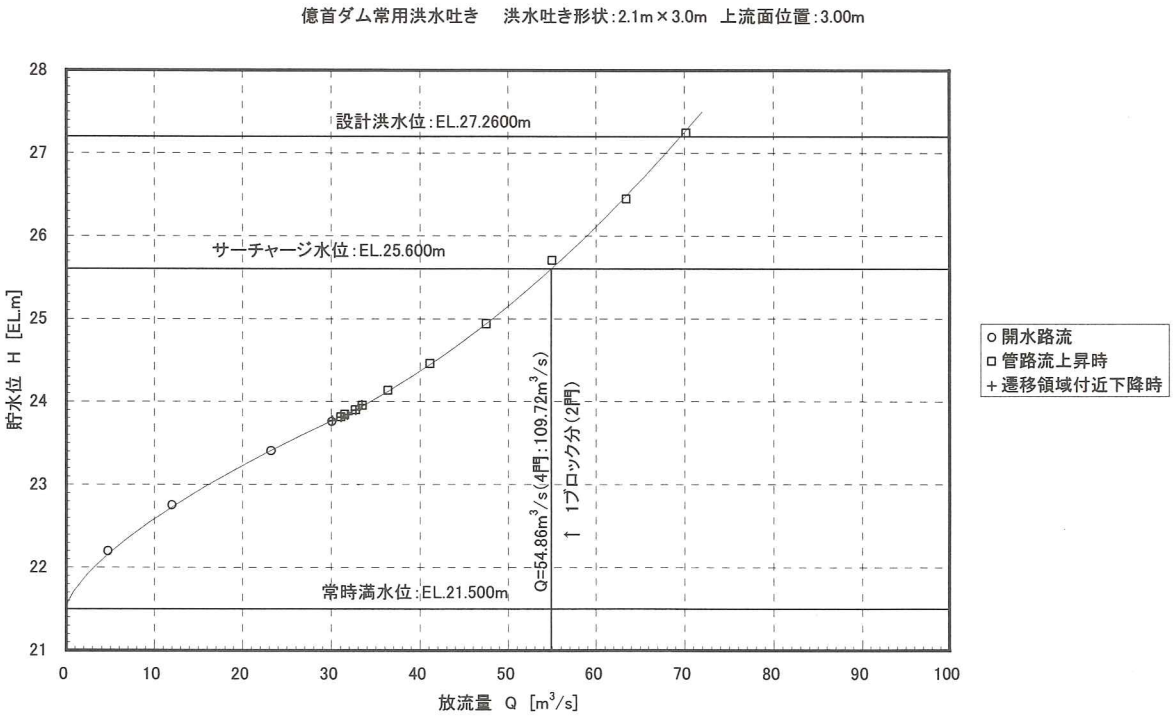
付図１(11)　ラビリンス案常用洪水吐きH～Qの関係（原案形状２－５）



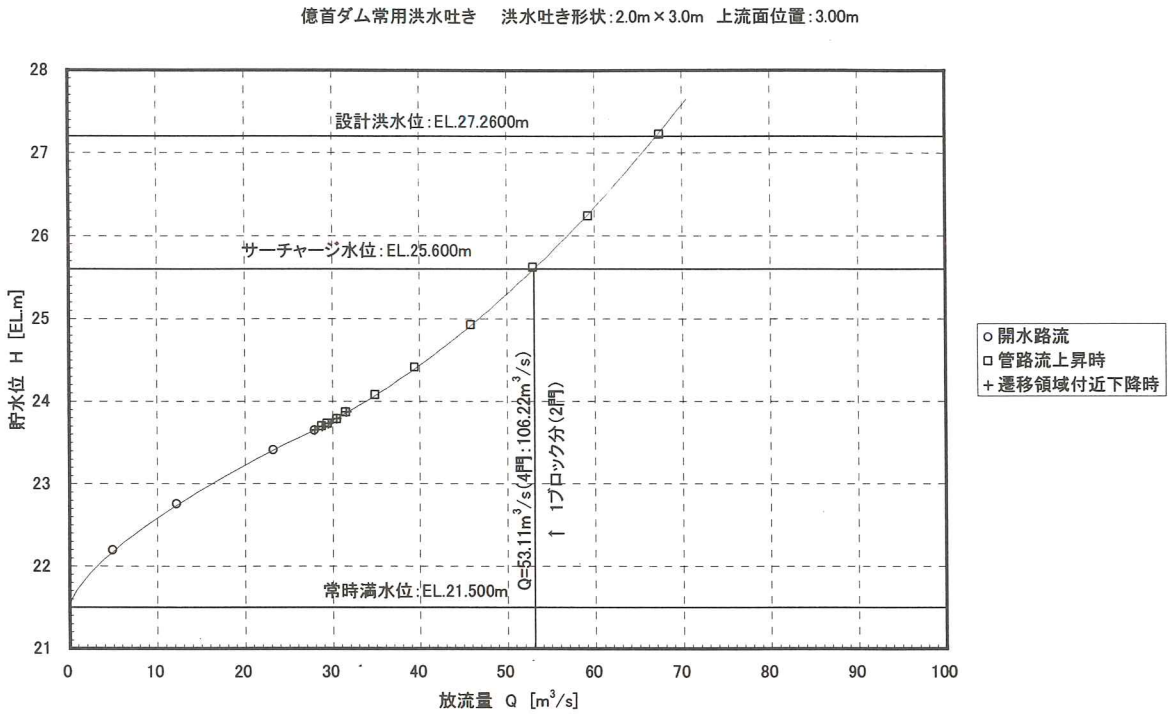
付図１(12)　ラビリンス案常用洪水吐きH～Qの関係（原案形状２－６）



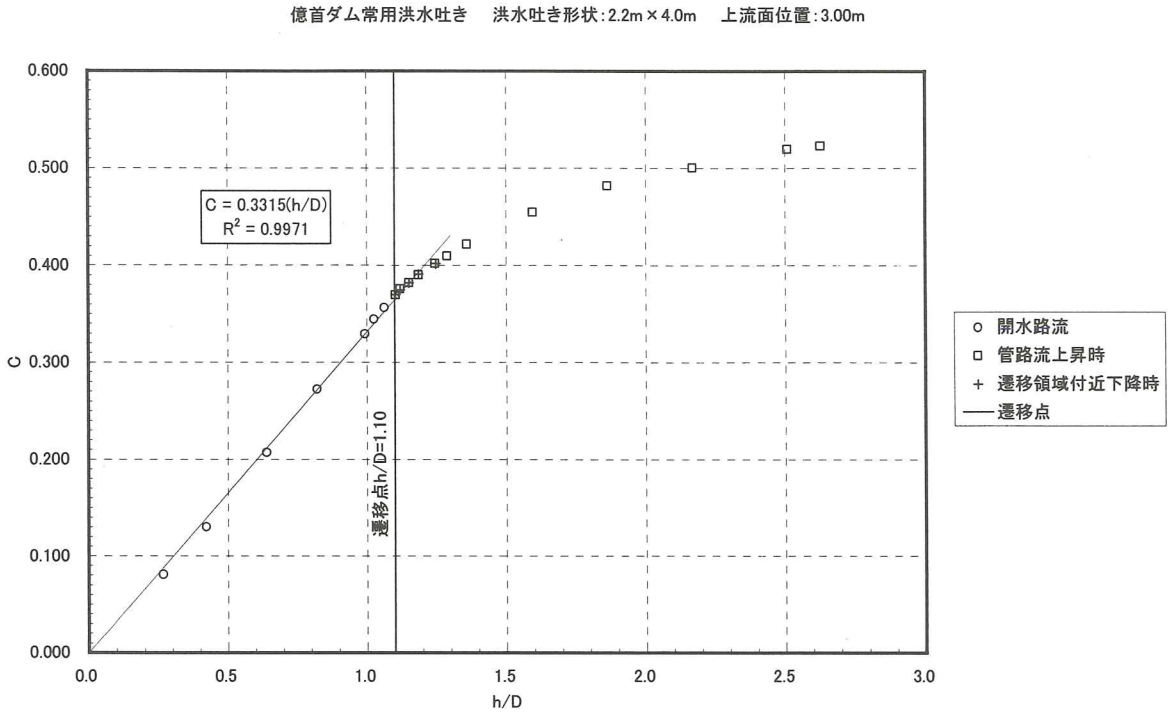
付図１(13) 3　ラビリンス案常用洪水吐きH～Qの関係（原案形状３－１）



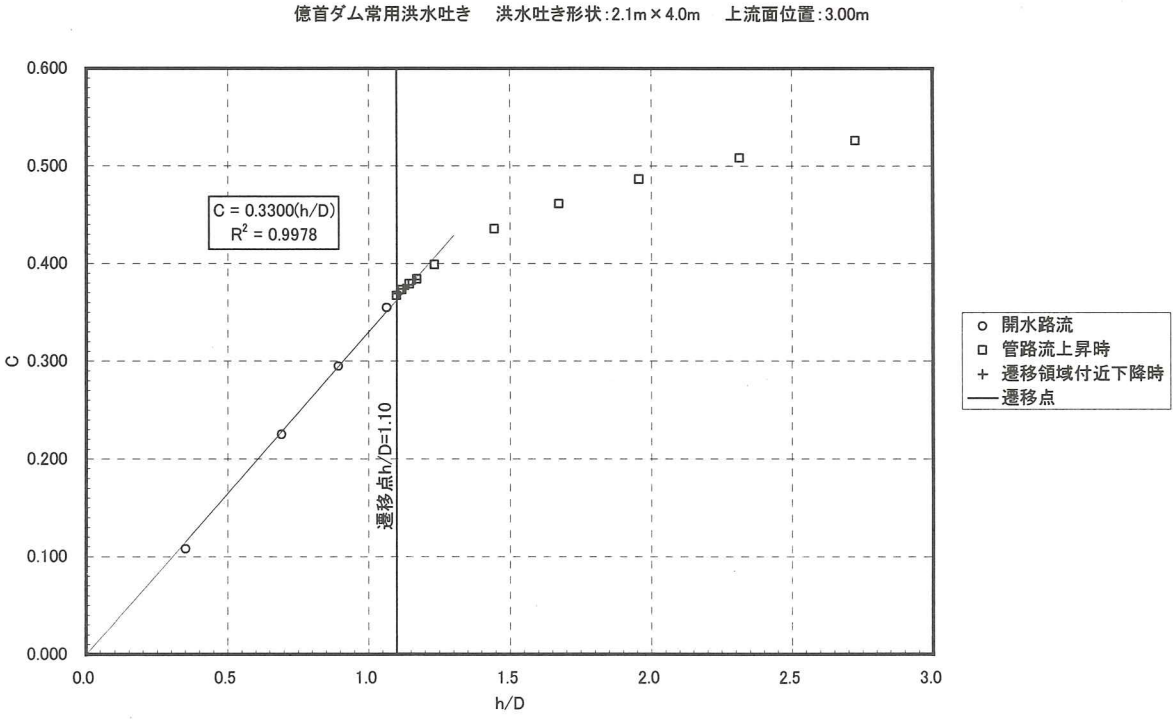
付図１(14)　ラビリンス案常用洪水吐きH～Qの関係（原案形状３－２）



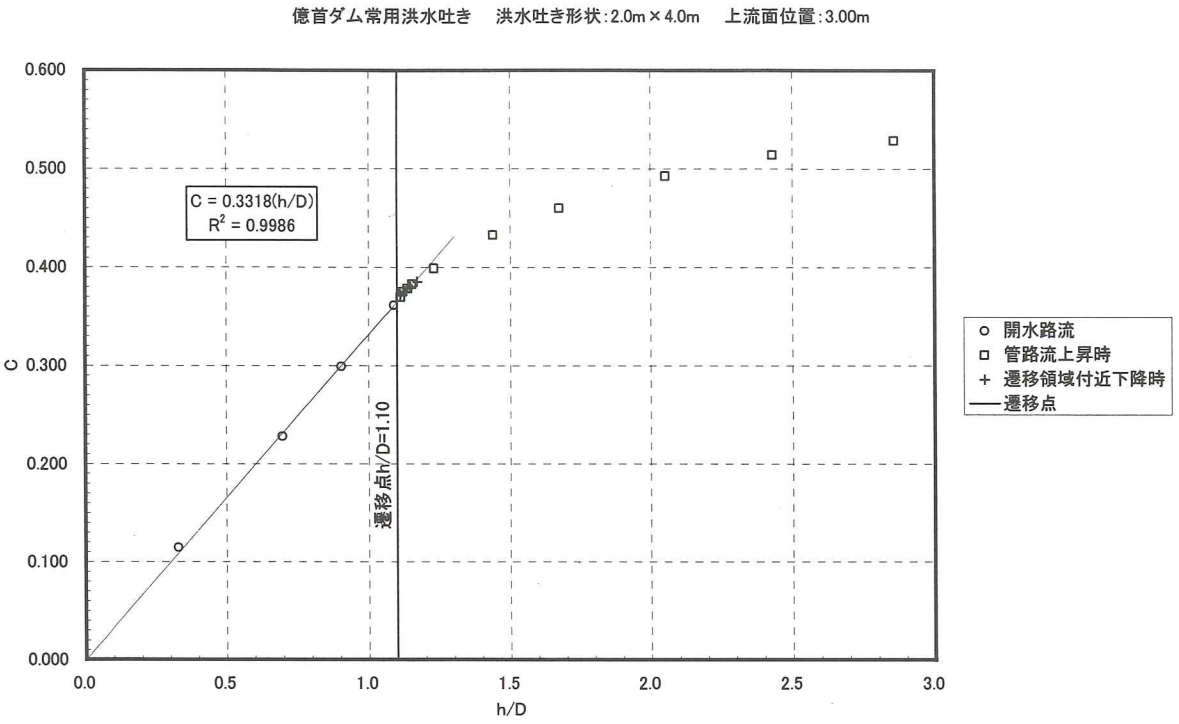
付図１(15)　ラビリンス案常用洪水吐きＨ～Ｑの関係（原案形状３－３）



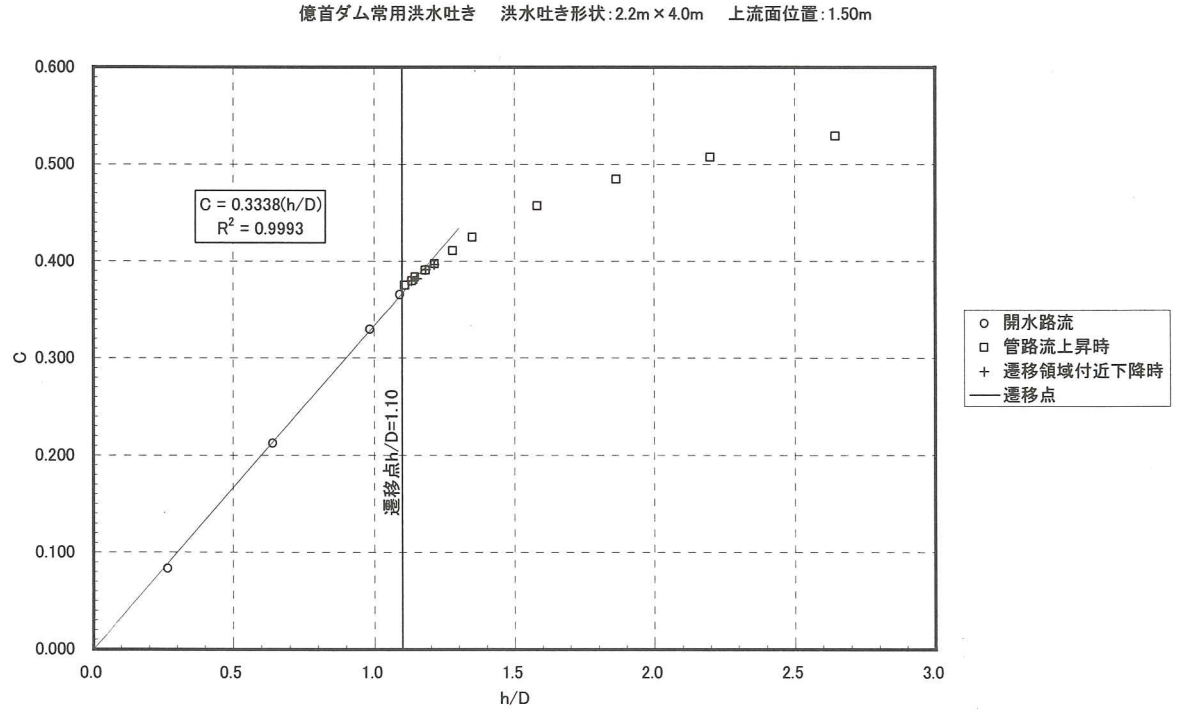
付図２(1)　ラビリンス案常用洪水吐きＣ～h/Ｄの関係（原案形状１－１）



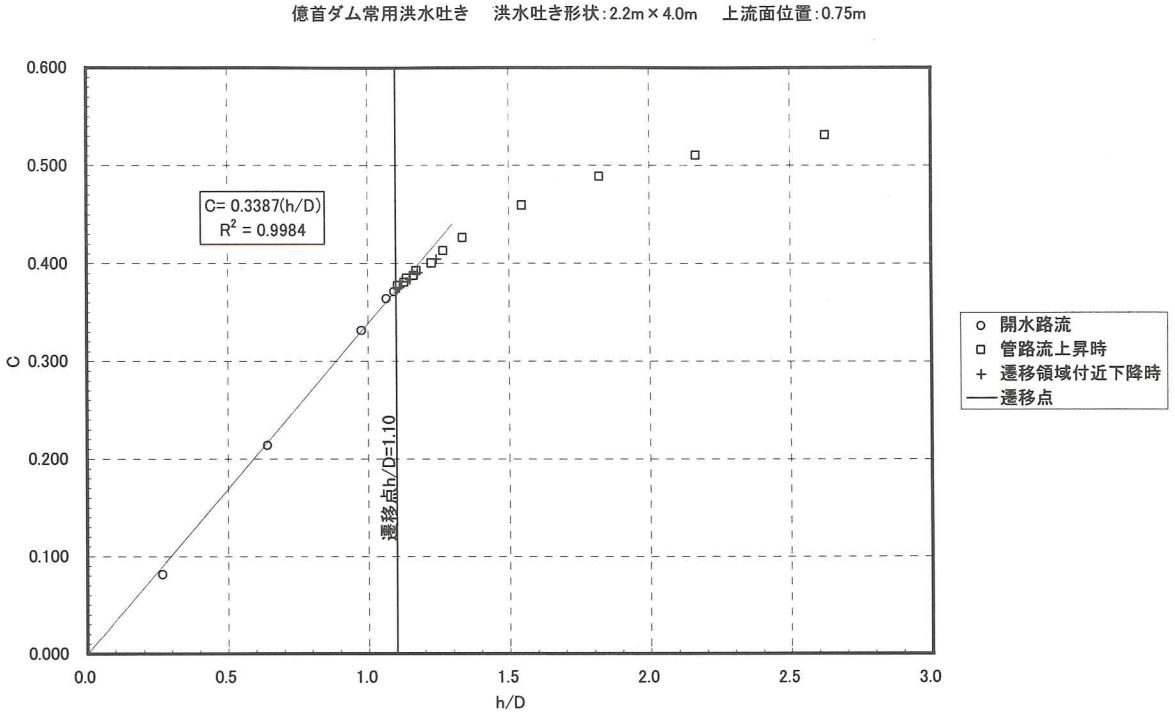
付図２(2)　ラビリンス案常用洪水吐きＣ～h/Ｄの関係（原案形状１－２）



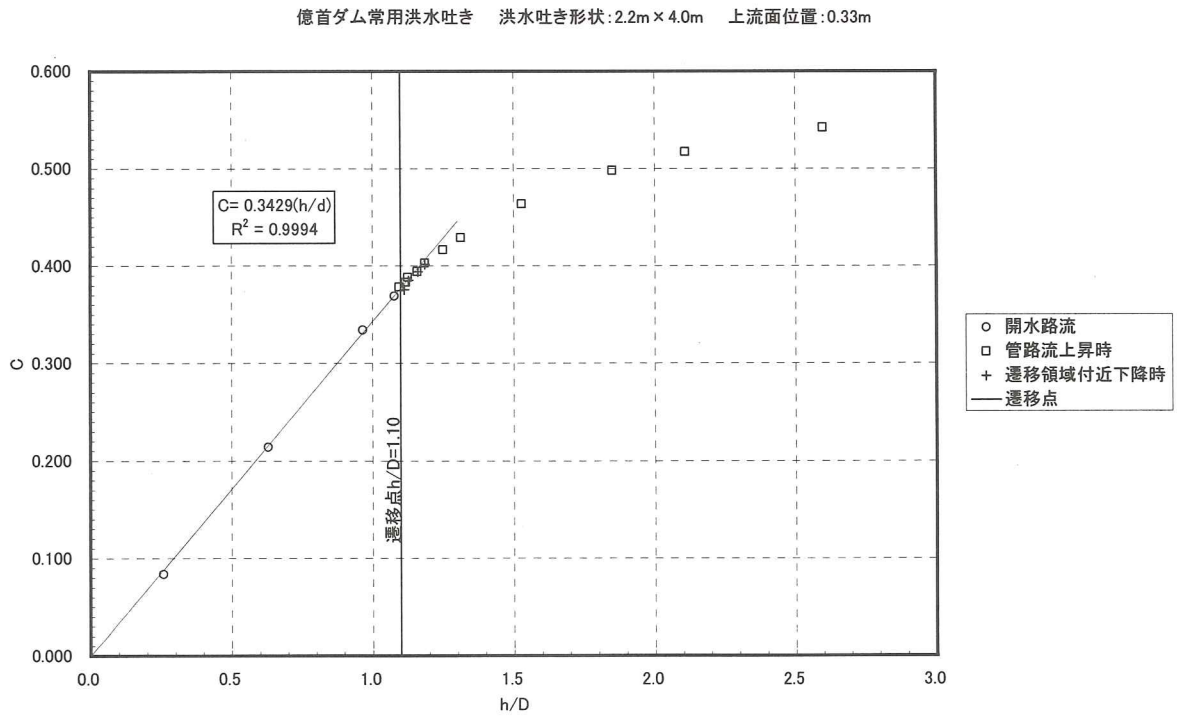
付図２(3)　ラビリンス案常用洪水吐きＣ～h/Ｄの関係（原案形状１－３）



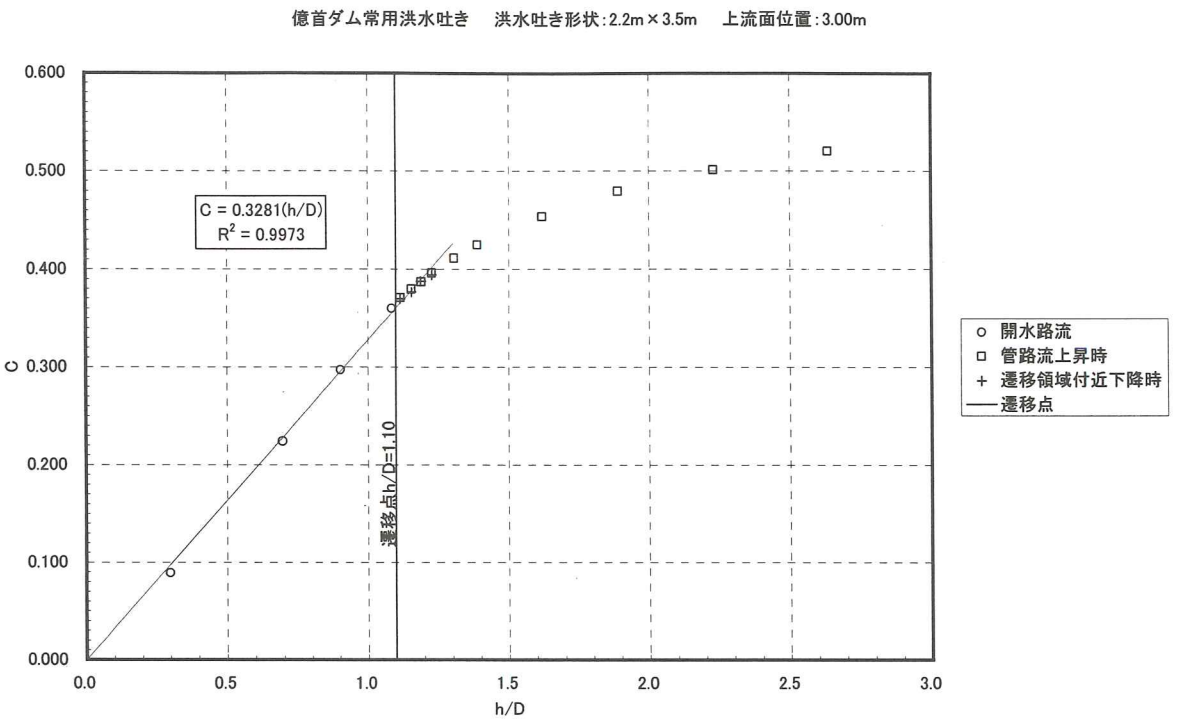
付図２(4)　ラビリンス案常用洪水吐きＣ～h/Ｄの関係（原案形状１－４）



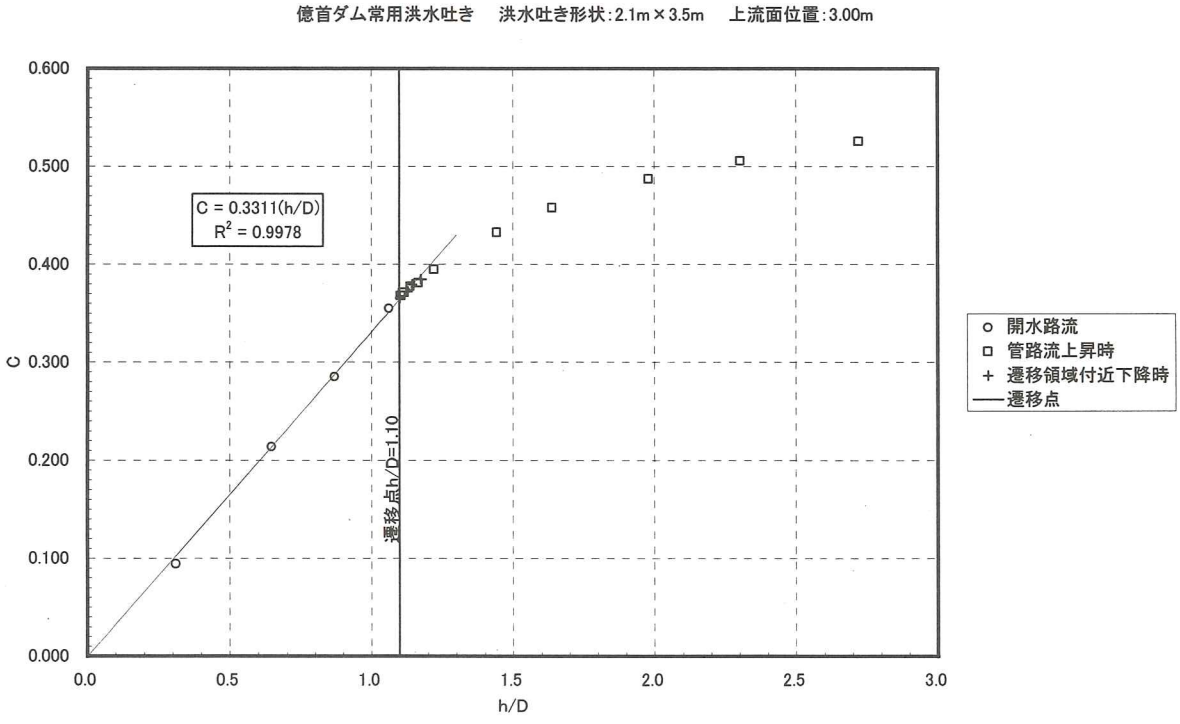
付図２(5)　ラビリンス案常用洪水吐きＣ～h/Ｄの関係（原案形状１－５）



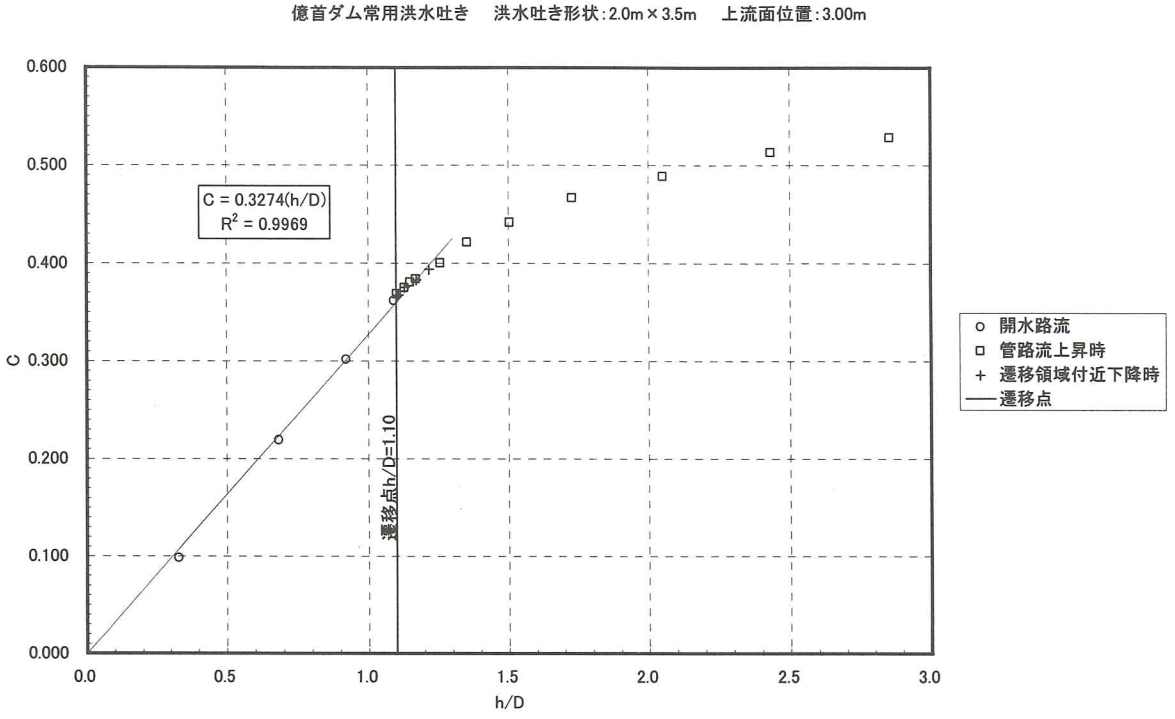
付図２(6)　ラビリンス案常用洪水吐きＣ～h/Ｄの関係（原案形状１－６）



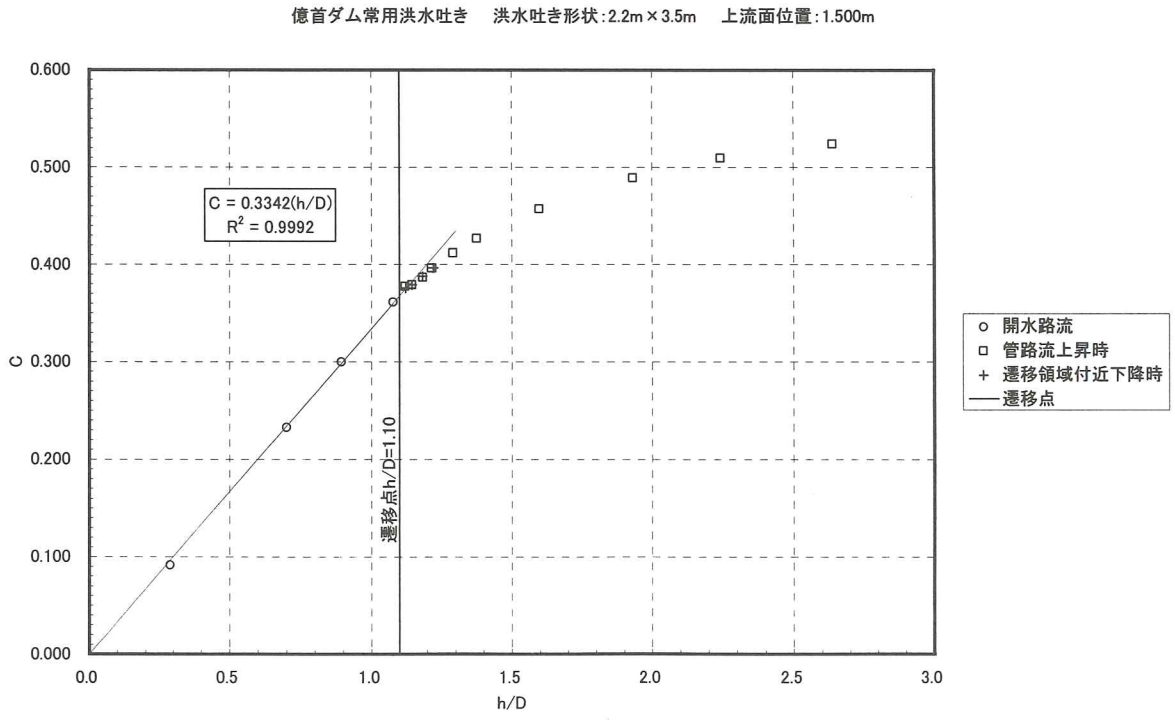
付図２(7)　ラビリンス案常用洪水吐きＣ～h/Ｄの関係（原案形状２－１）



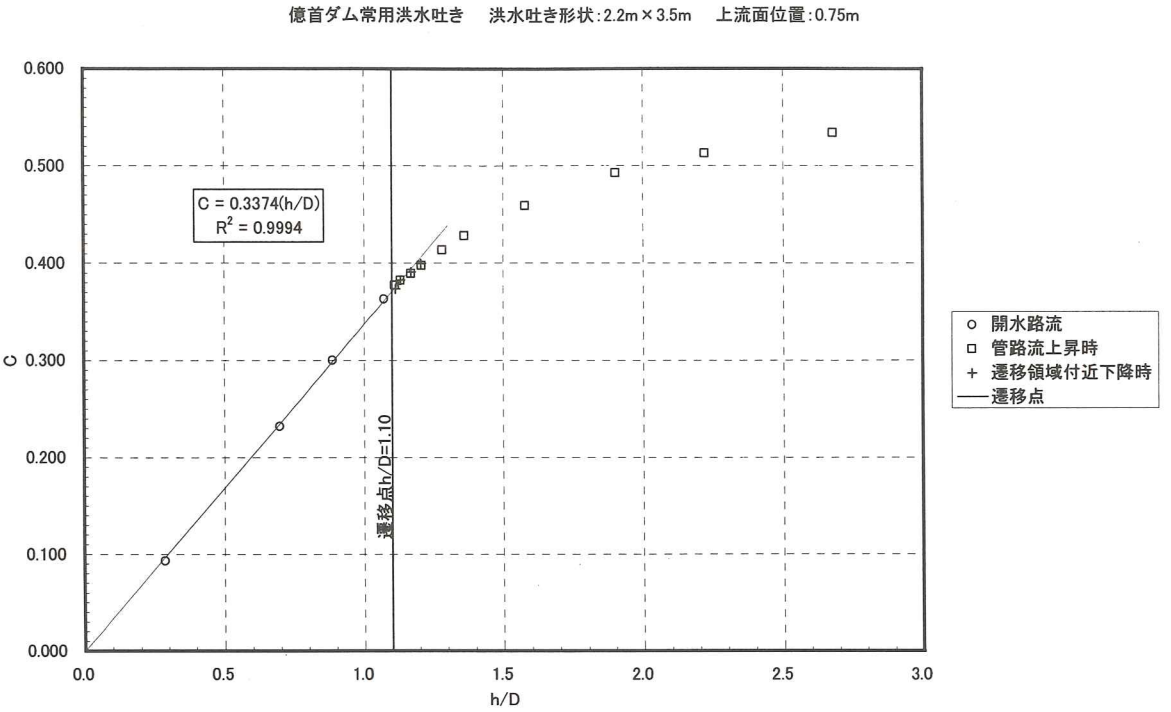
付図２(8)　ラビリンス案常用洪水吐きＣ～h/Ｄの関係（原案形状２－２）



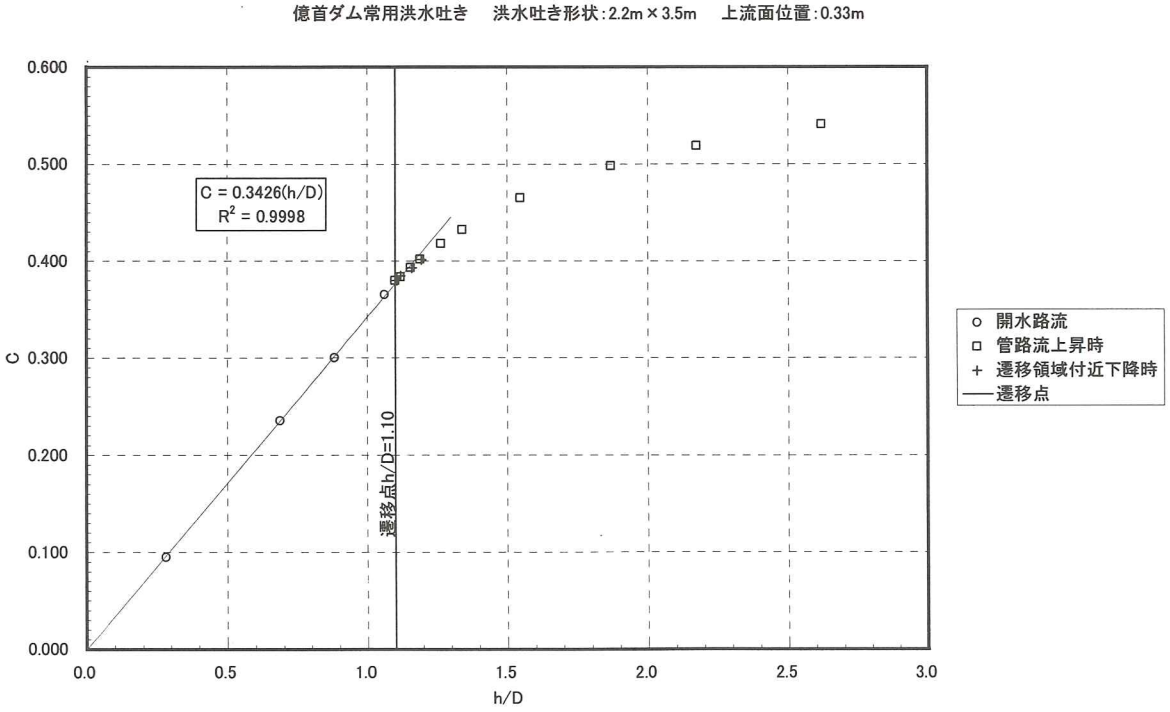
付図２(9)　ラビリンス案常用洪水吐きＣ～h/Ｄの関係（原案形状２－３）



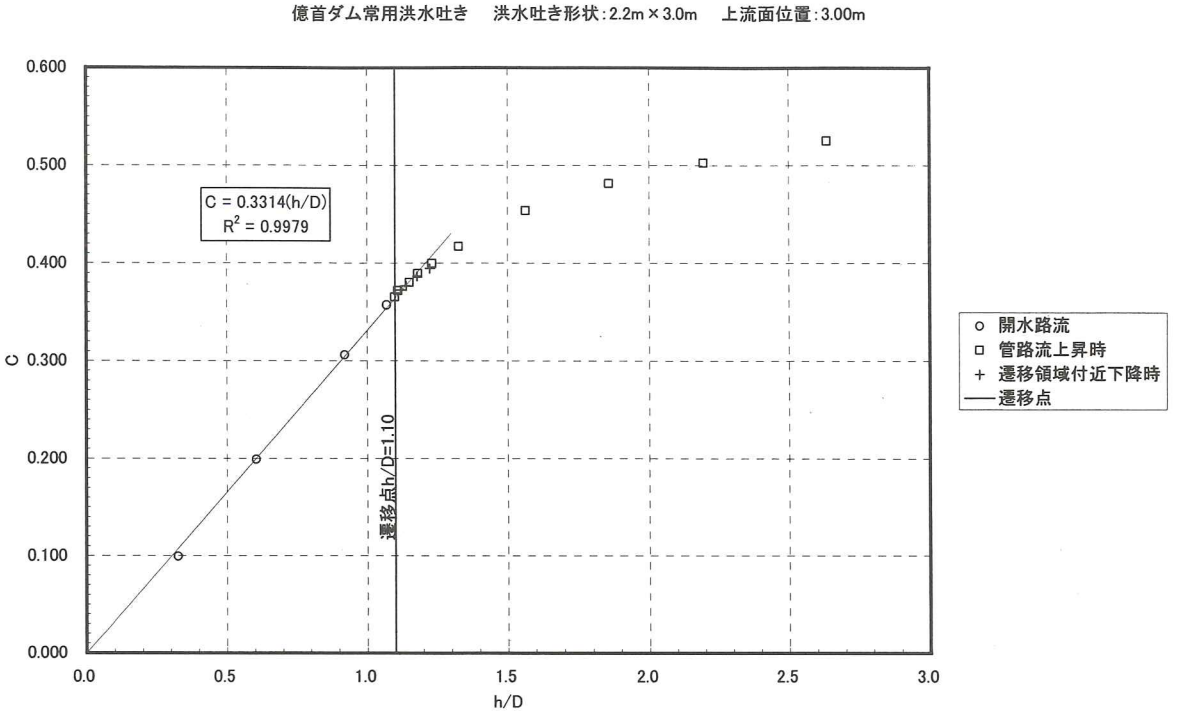
付図２(10)　ラビリンス案常用洪水吐きＣ～h/Ｄの関係（原案形状２－４）



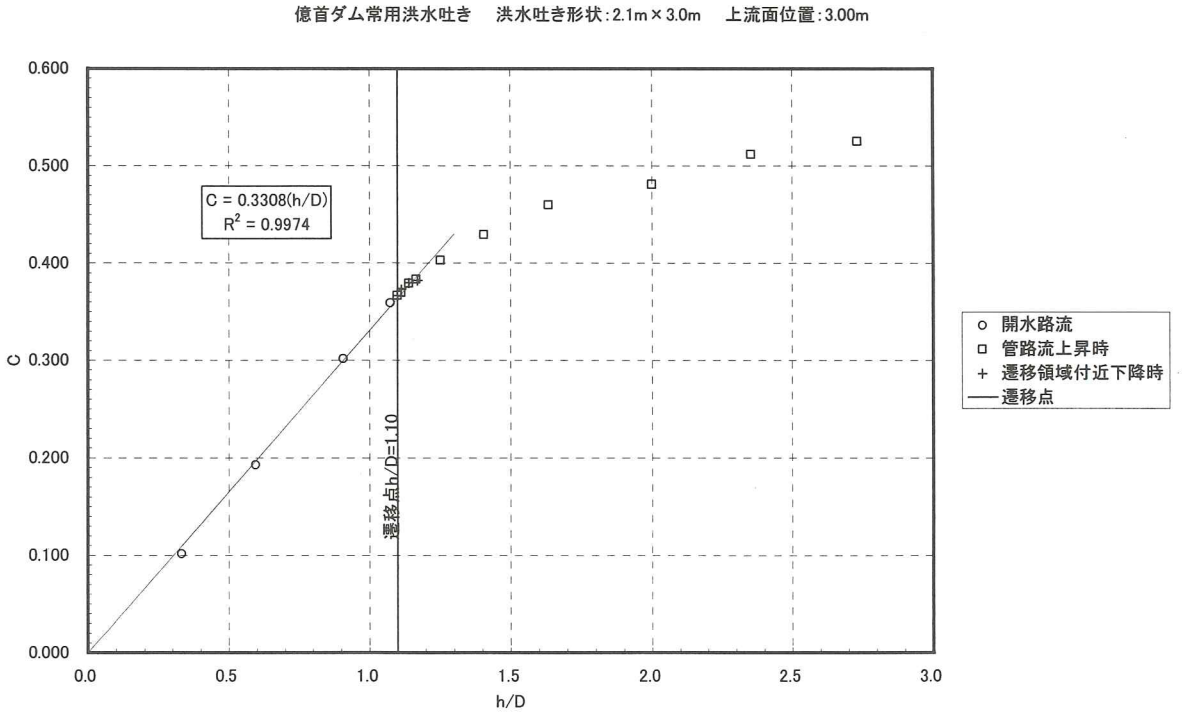
付図２(11)　ラビリンス案常用洪水吐きＣ～h/Ｄの関係（原案形状２－５）



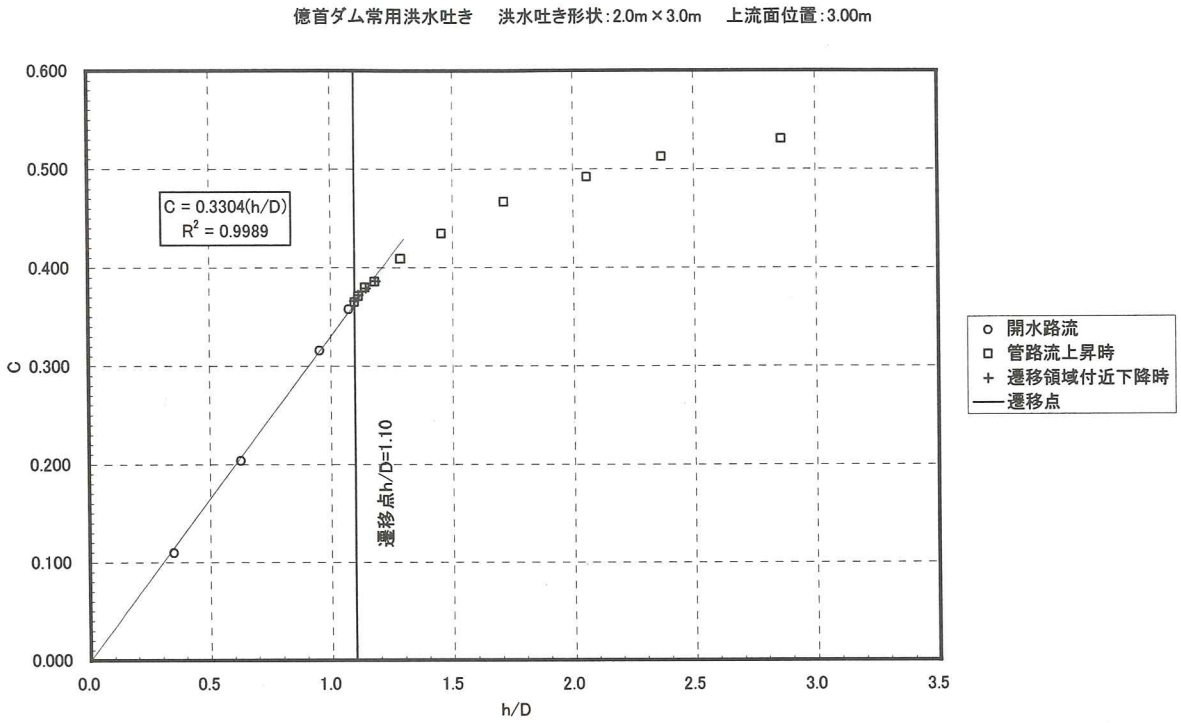
付図２(12)　ラビリンス案常用洪水吐きＣ～h/Ｄの関係（原案形状２－６）



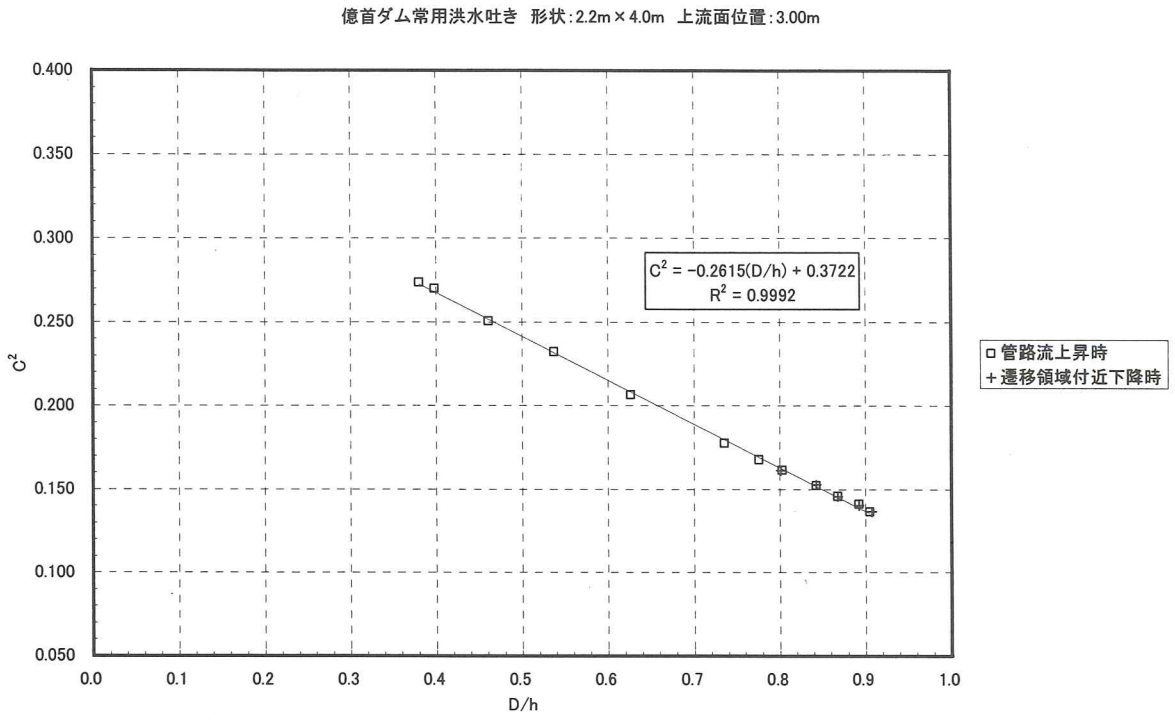
付図２(13)　ラビリンス案常用洪水吐きＣ～h/Ｄの関係（原案形状３－１）



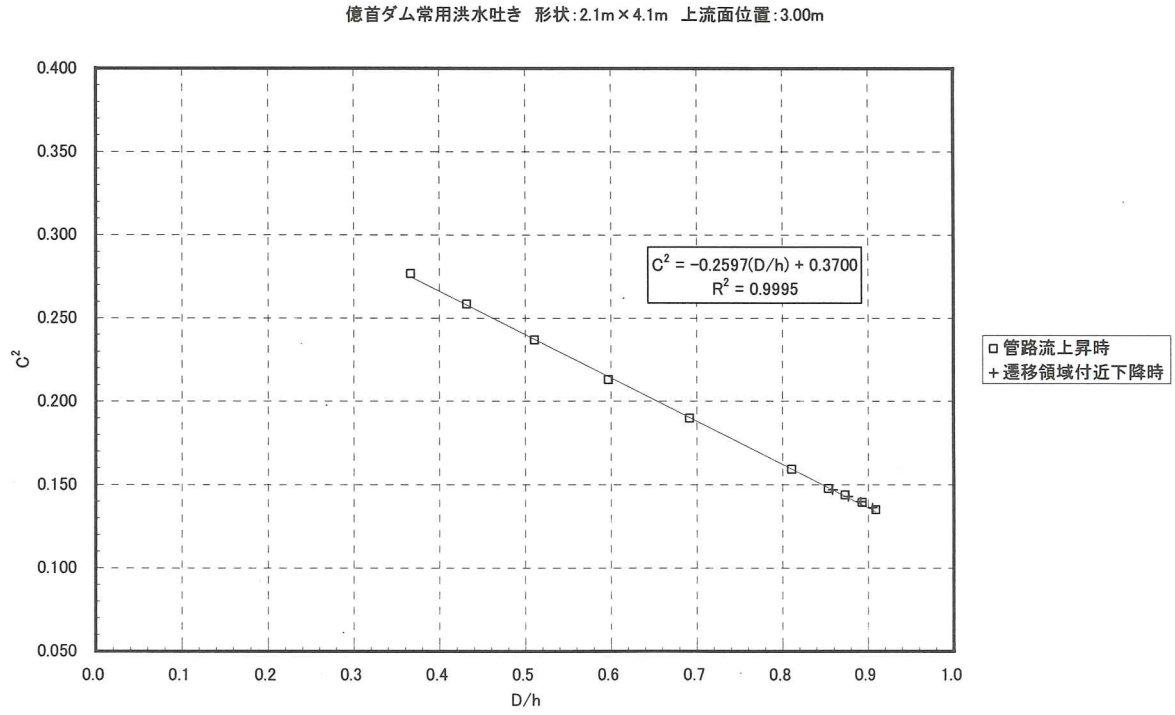
付図２(14)　ラビリンス案常用洪水吐きＣ～h/Ｄの関係（原案形状３－２）



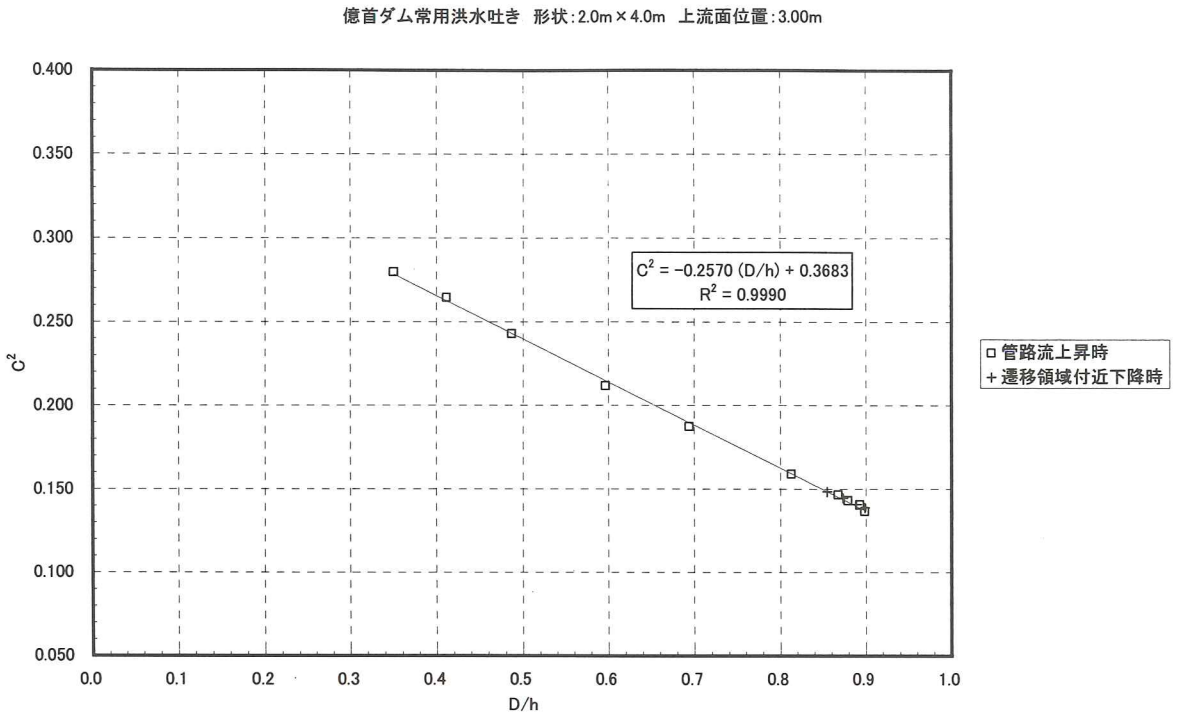
付図２(15)　ラビリンス案常用洪水吐きＣ～h/Ｄの関係（原案形状３－３）



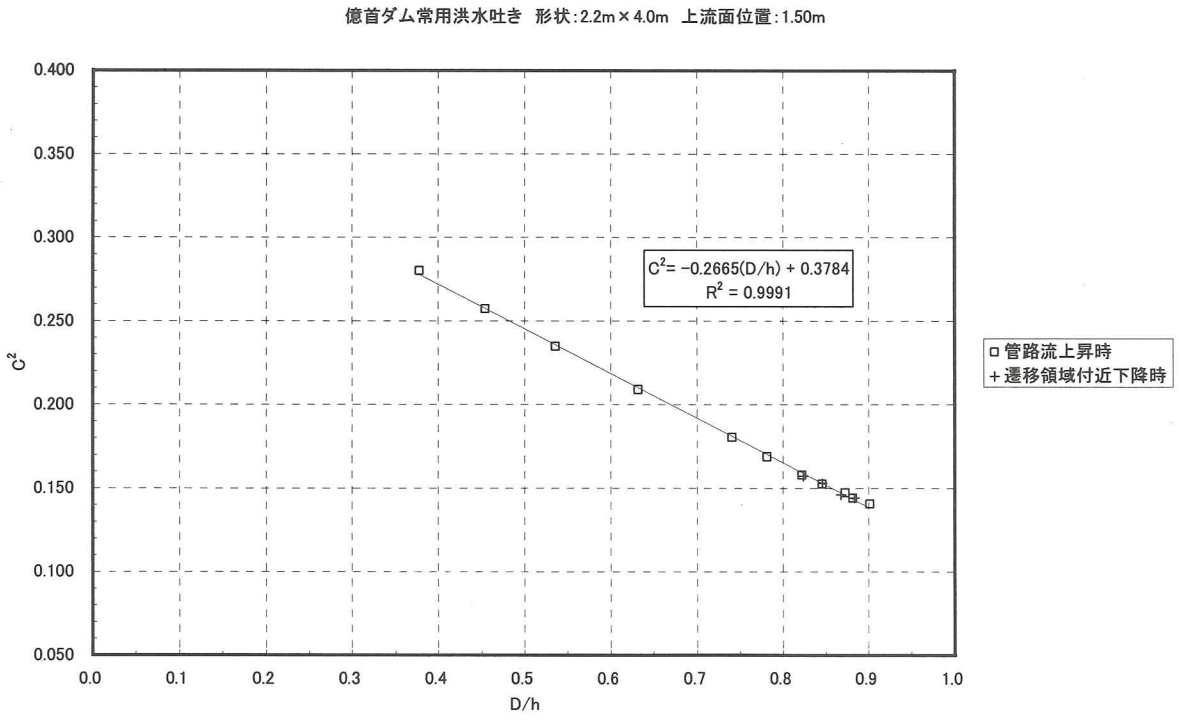
付図３(1)　ラビリンス案常用洪水吐きC²～D/hの関係（原案形状１－１）



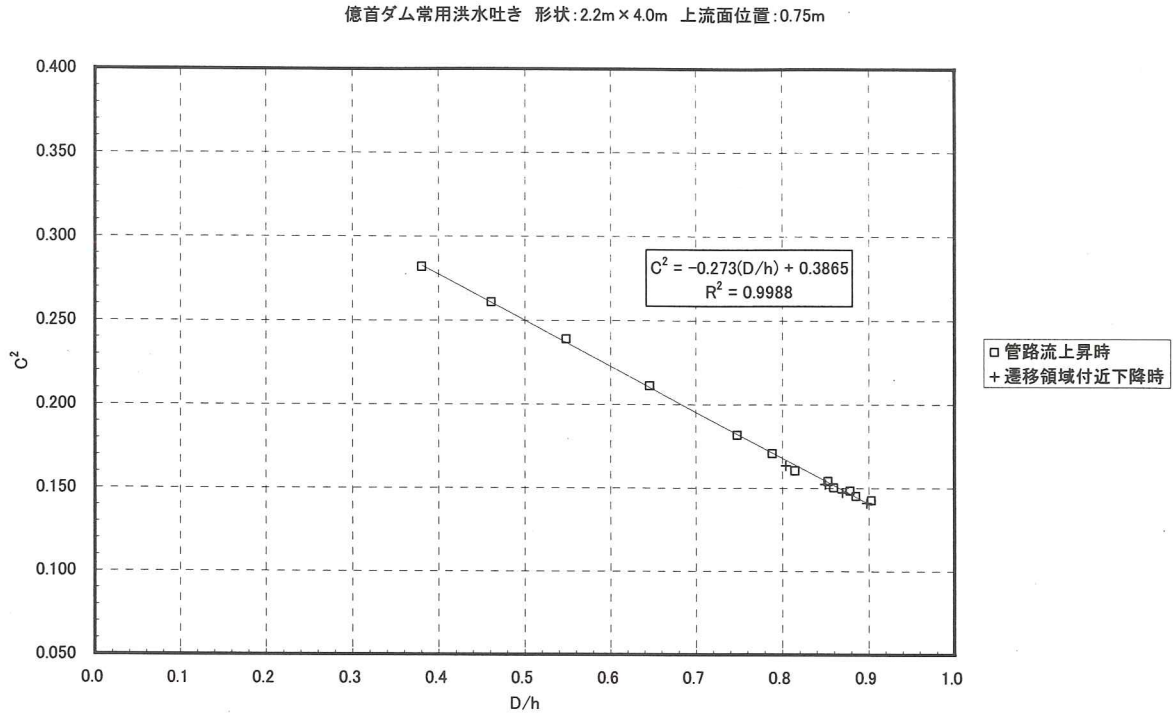
付図３(2)　ラビリンス案常用洪水吐きC²～D/hの関係（原案形状１－２）



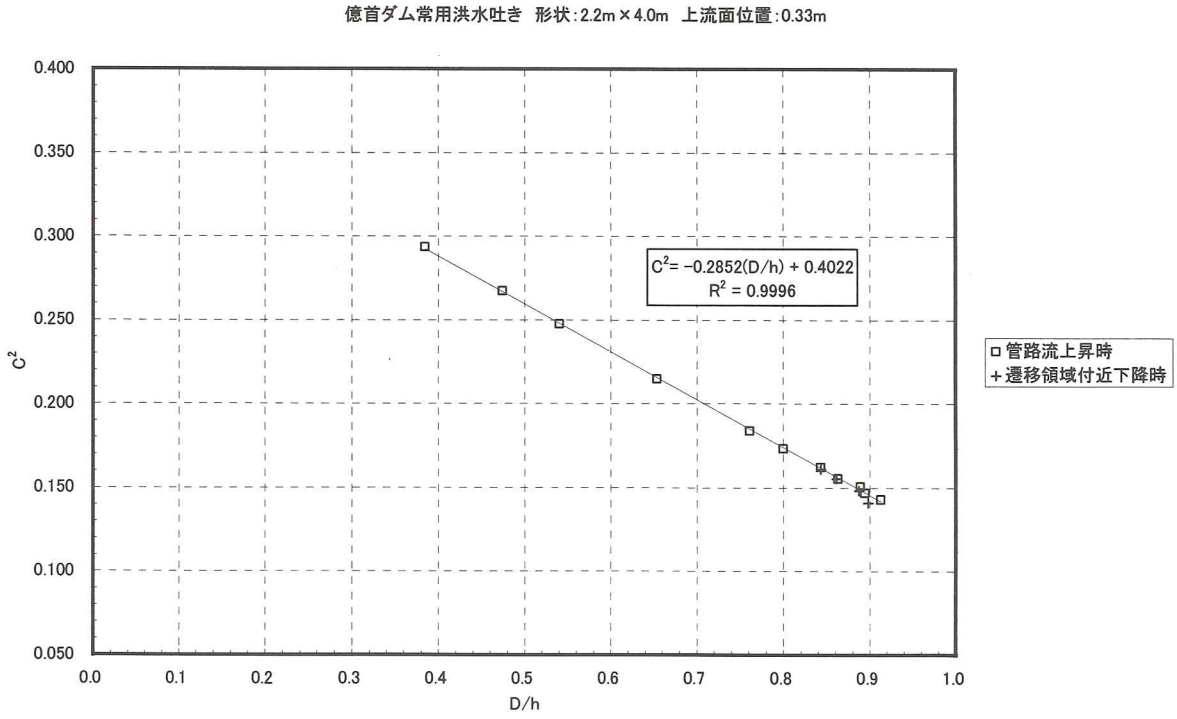
付図３(3)　ラビリンス案常用洪水吐きC²～D/hの関係（原案形状１－３）



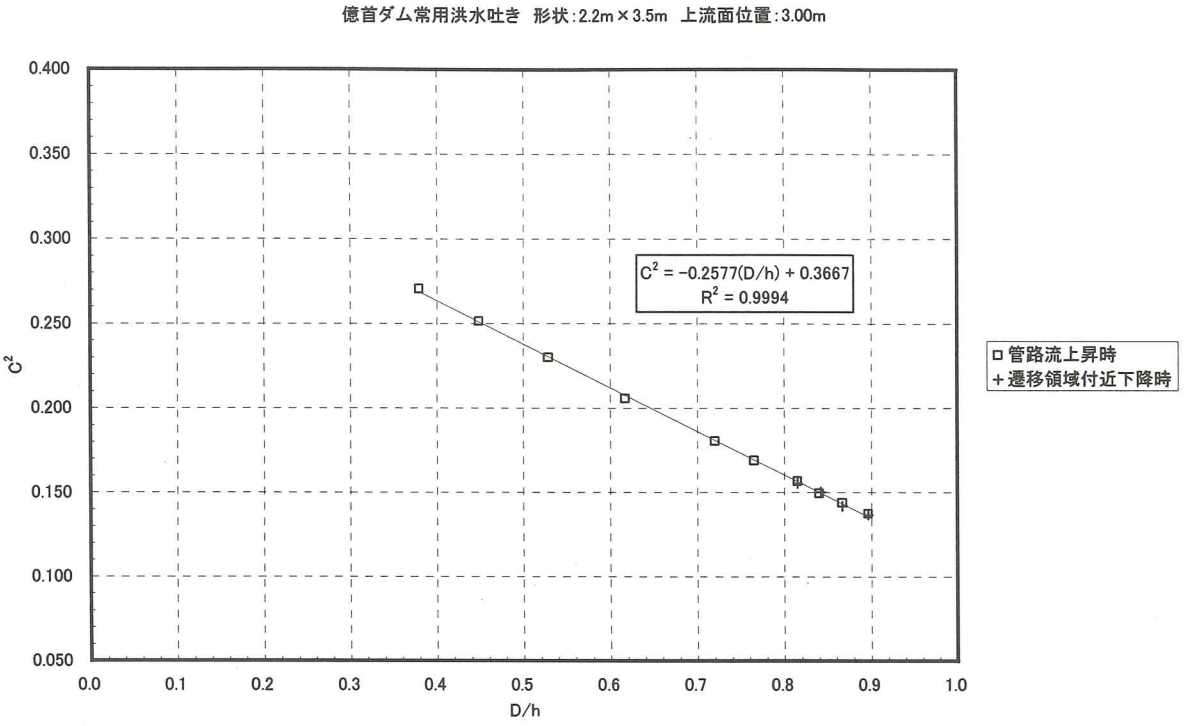
付図３(4)　ラビリンス案常用洪水吐きC²～D/hの関係（原案形状１－４）



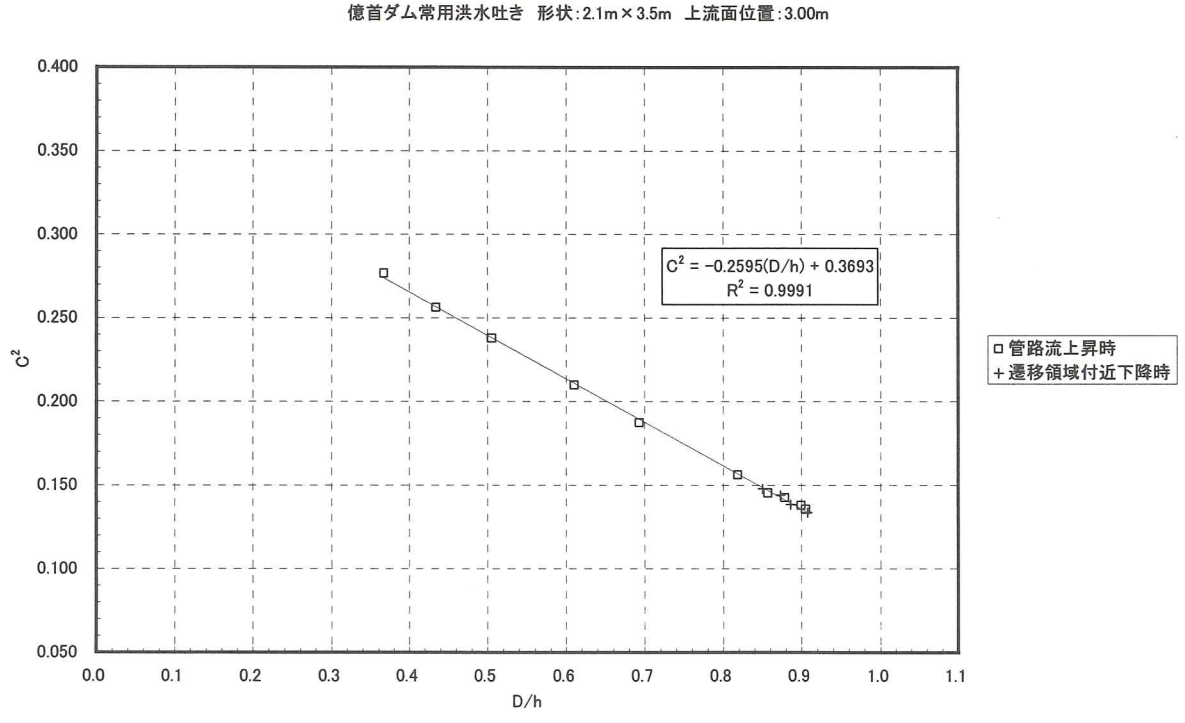
付図３(5)　ラビリンス案常用洪水吐きC²～D/hの関係（原案形状１－５）



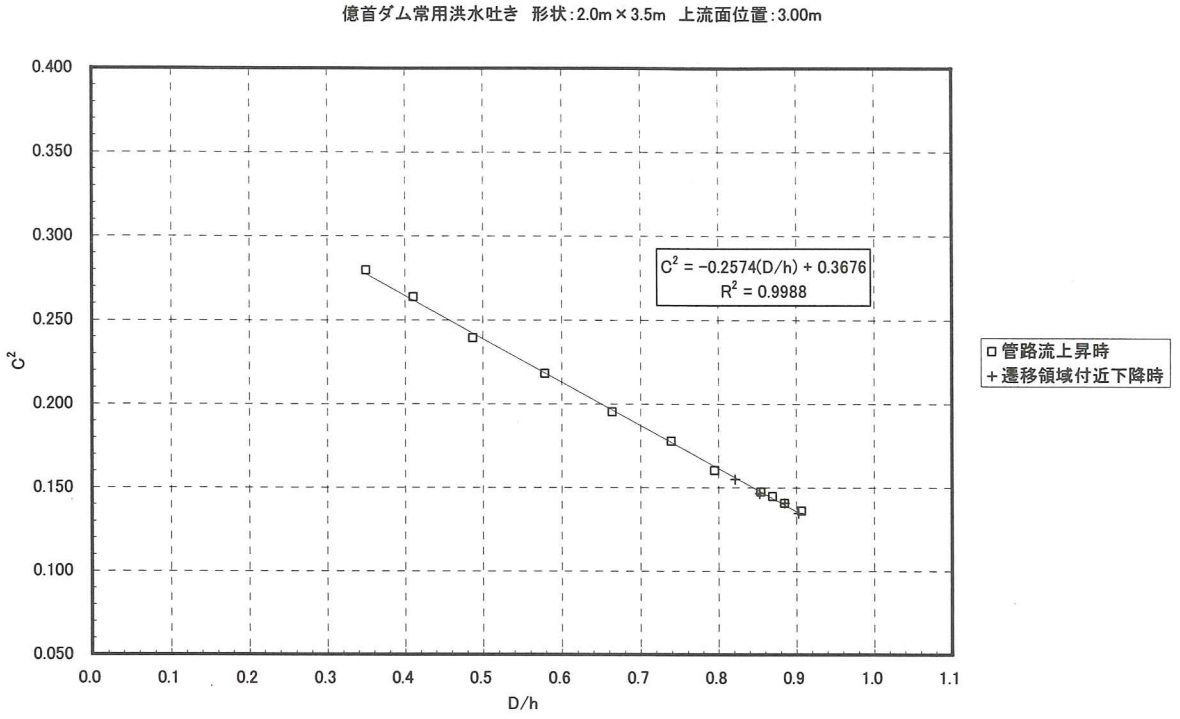
付図３(6)　ラビリンス案常用洪水吐きC²～D/hの関係（原案形状１－６）



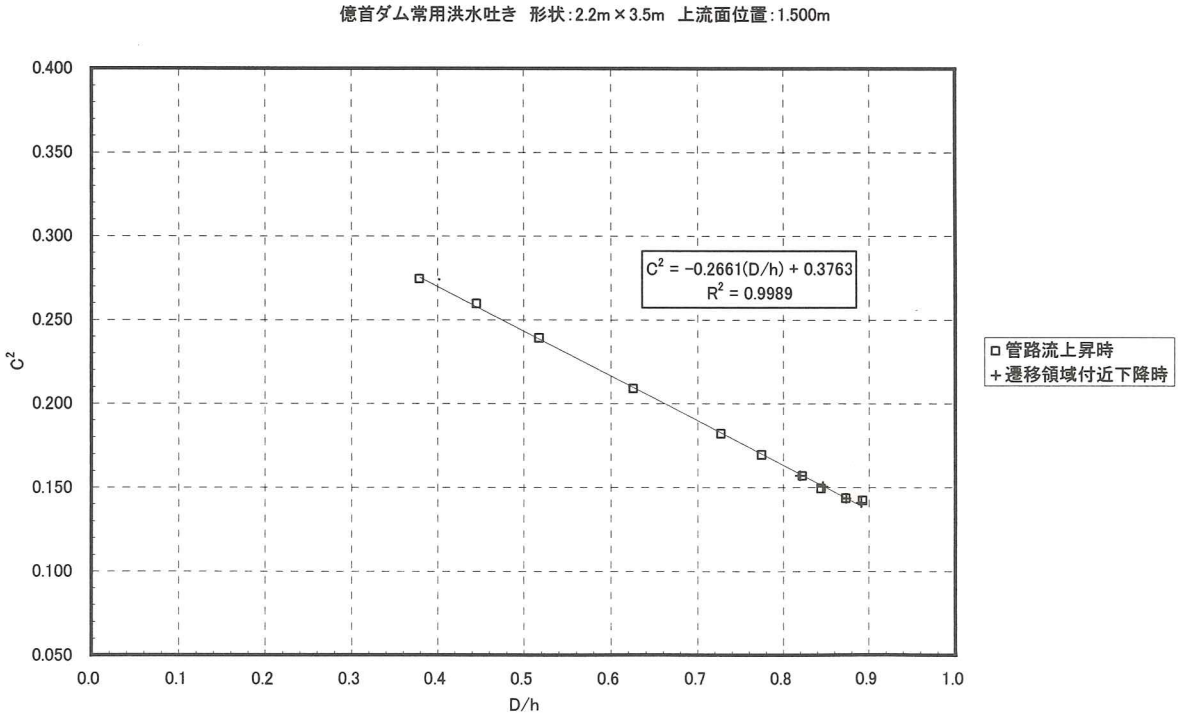
付図３(7)　ラビリンス案常用洪水吐きC²～D/hの関係（原案形状２－１）



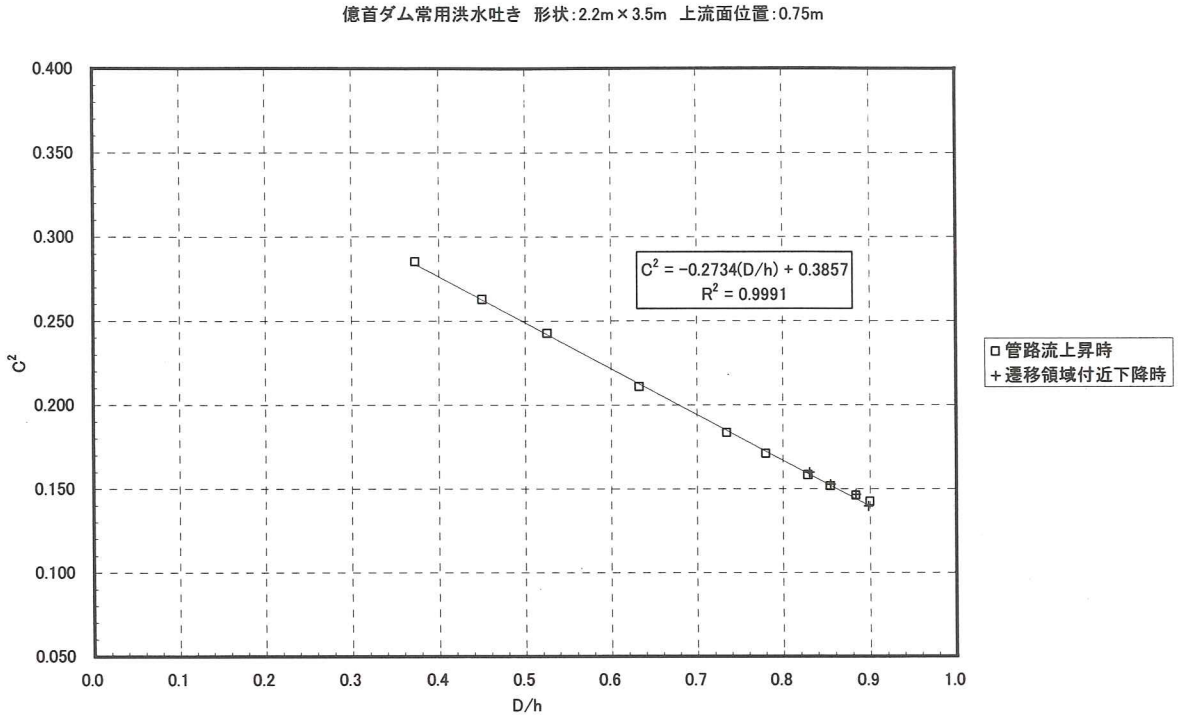
付図３(8)　ラビリンス案常用洪水吐きC²～D/hの関係（原案形状２－２）



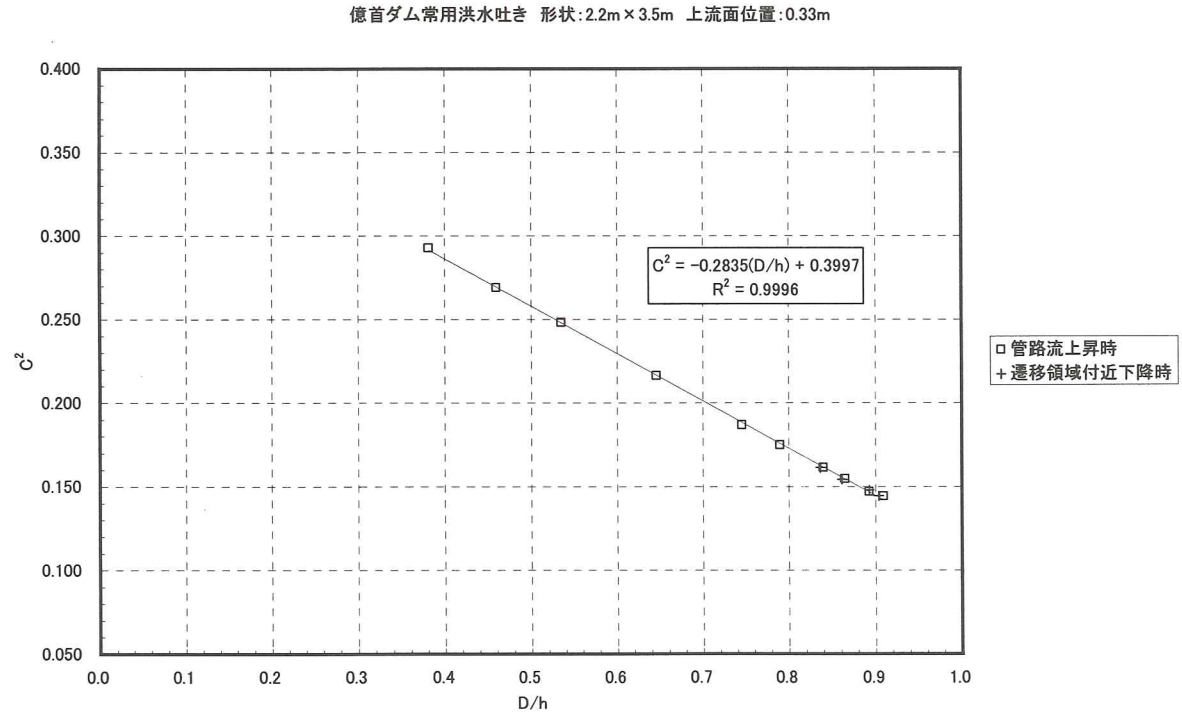
付図３(9)　ラビリンス案常用洪水吐きC²～D/hの関係（原案形状２－３）



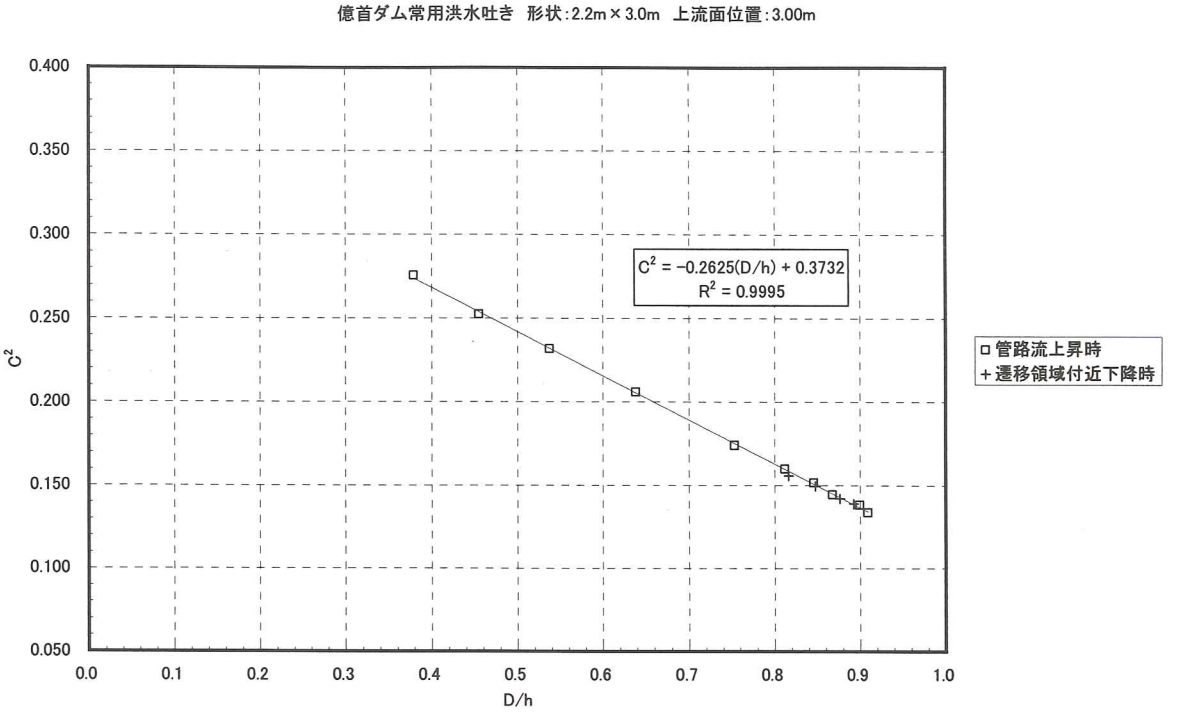
付図３(10)　ラビリンス案常用洪水吐きC²～D/hの関係（原案形状２－４）



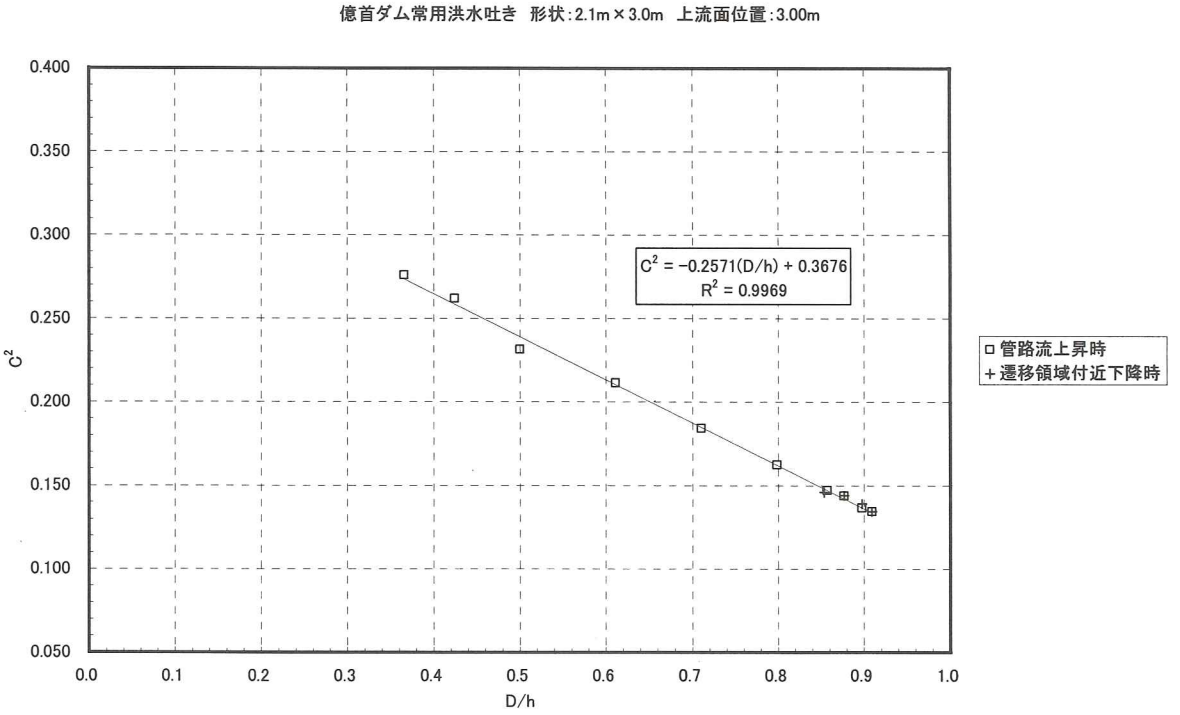
付図３(11)　ラビリンス案常用洪水吐きC²～D/hの関係（原案形状２－５）



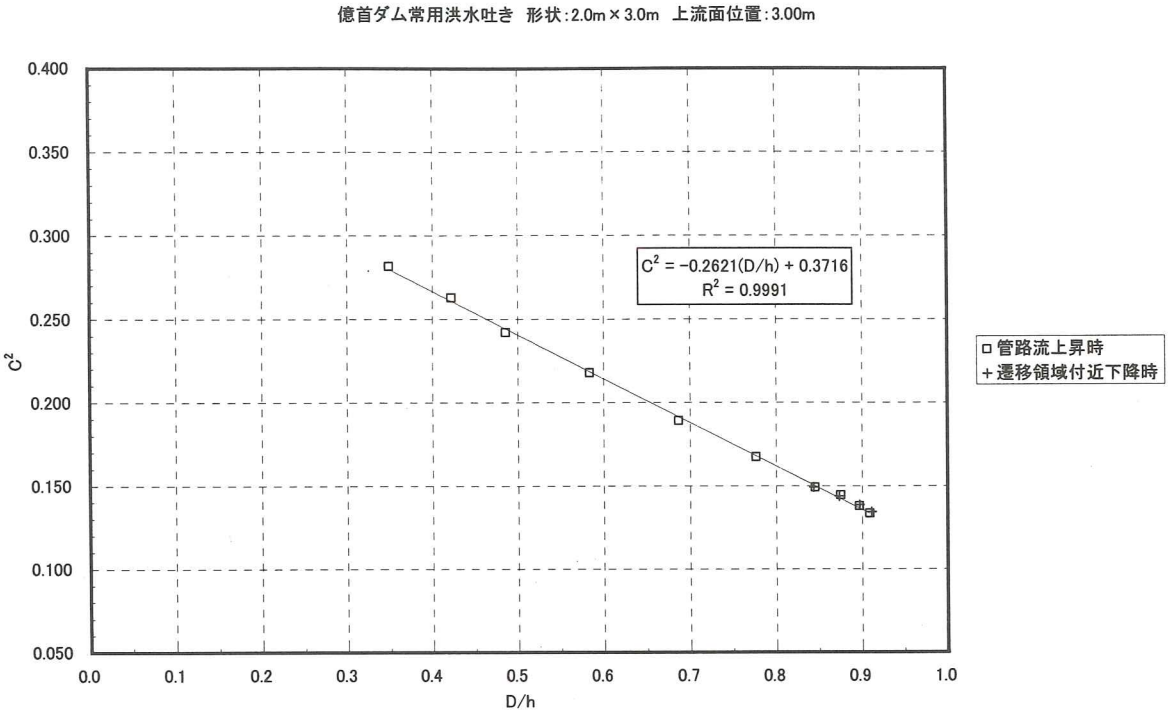
付図３(12)　ラビリンス案常用洪水吐きC²～D/hの関係（原案形状２－６）



付図３(13)　ラビリンス案常用洪水吐きC²～D/hの関係（原案形状３－１）

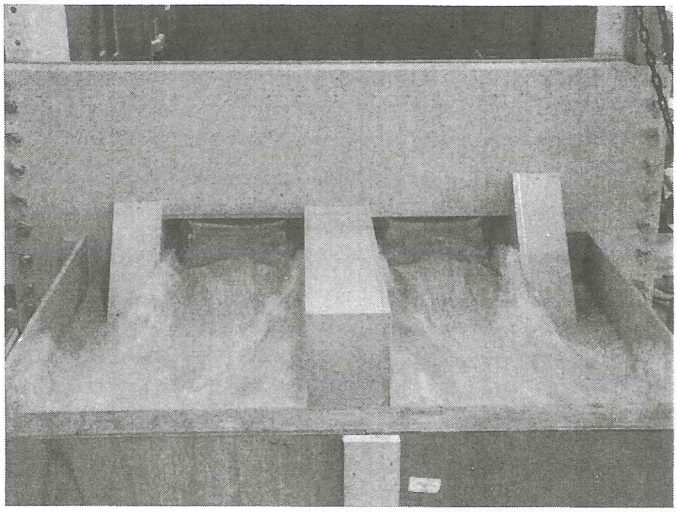


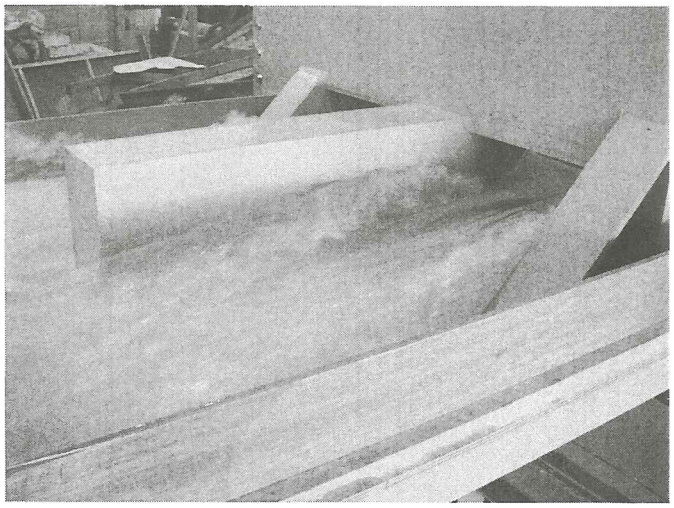
付図３(14)　ラビリンス案常用洪水吐きC²～D/hの関係（原案形状３－２）

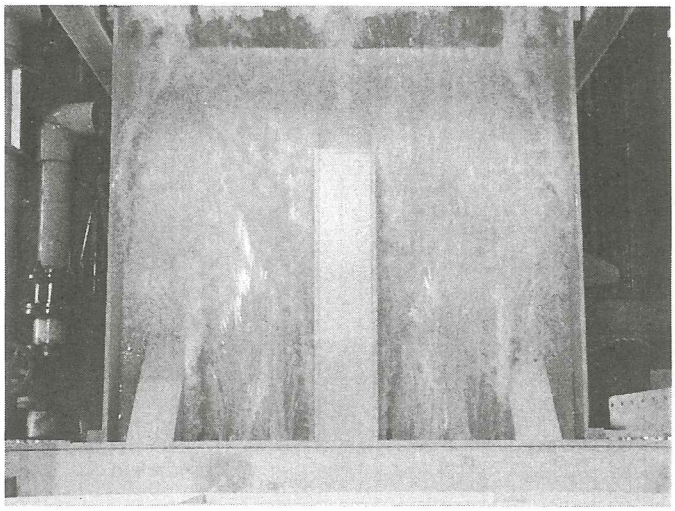


付図３(14)　ラビリンス案常用洪水吐きC²～D/hの関係（原案形状３－３）

付写真集





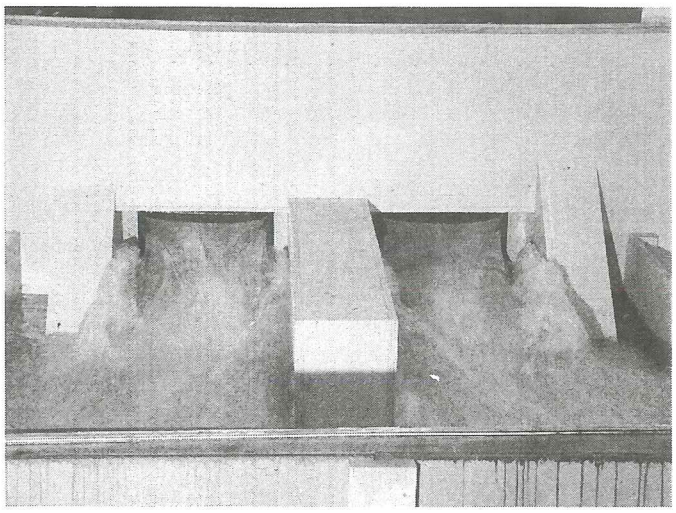


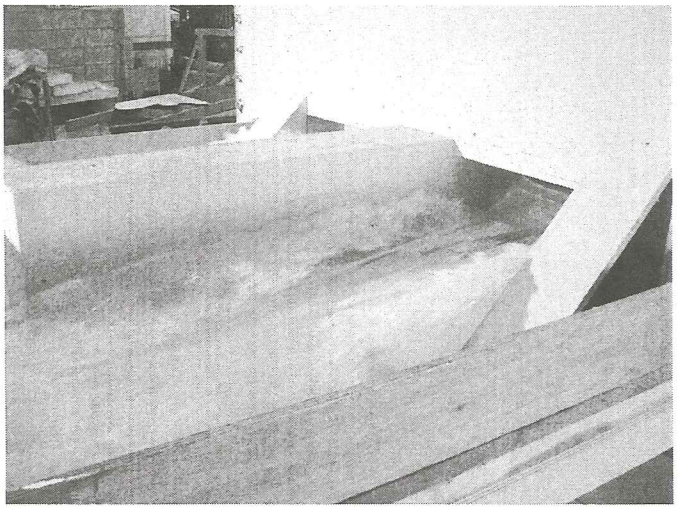
付写真１(1)　常用洪水吐き出口付近の流況

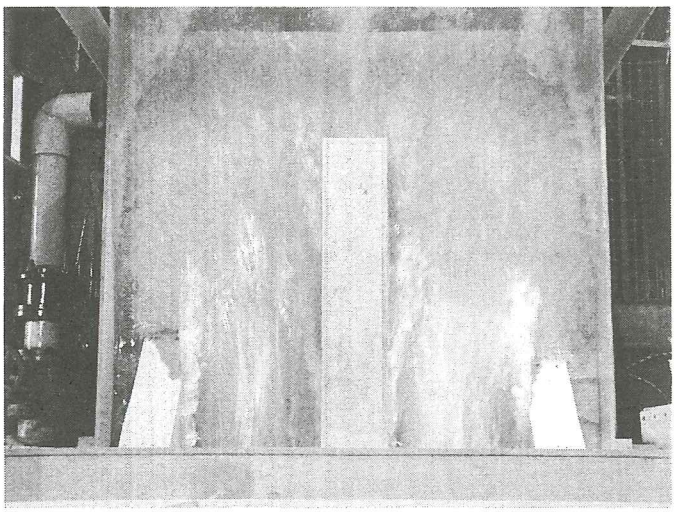
（ラビリンス案常用洪水吐き原案形状１－１）

（D2.2m × B4.0m、L=3.00m）

貯水位：EL.25.595m、放流量（全門）：151.92m³/s





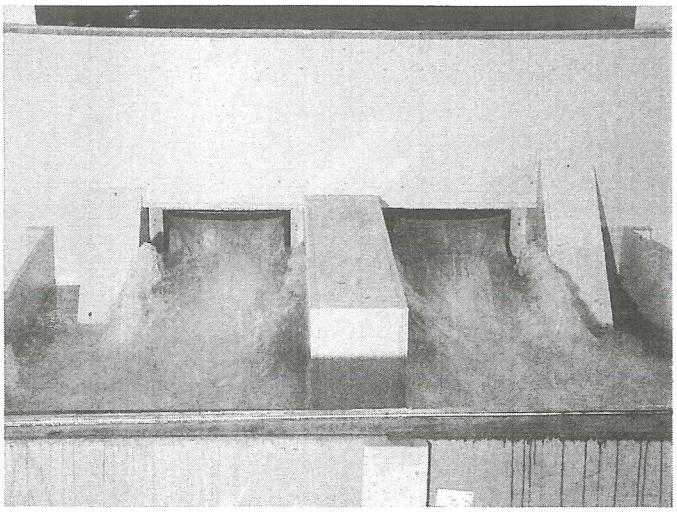


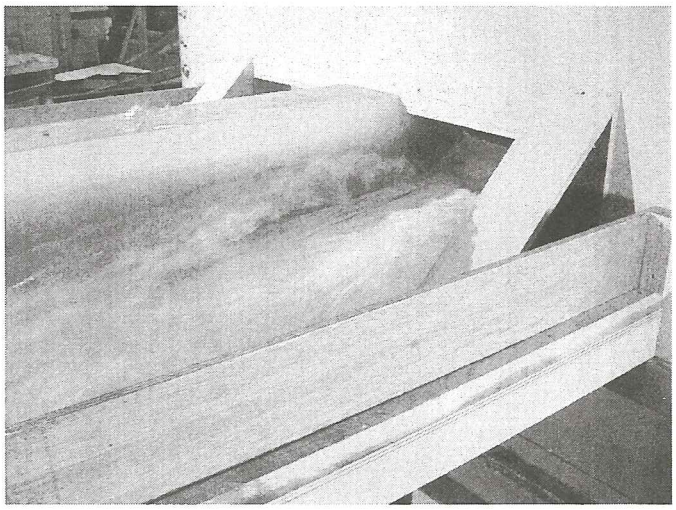
付写真１(2)　常用洪水吐き出口付近の流況

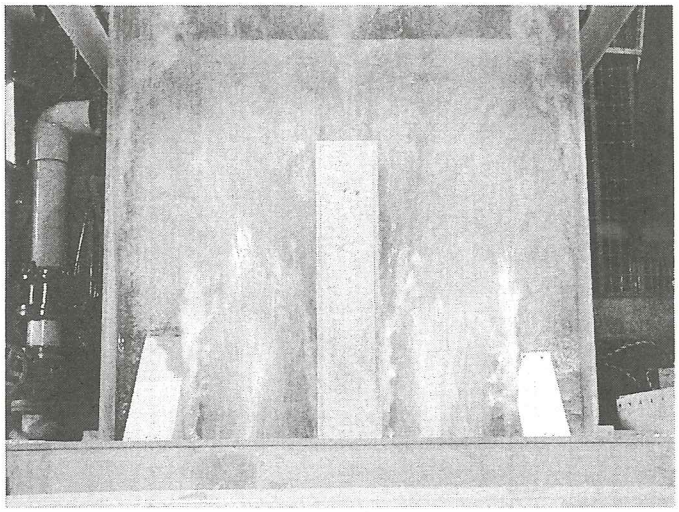
（ラビリンス案常用洪水吐き原案形状１－２）

（D2.1m × B4.0m、L=3.00m）

貯水位：EL.25.610m、放流量（全門）：146.72m³/s





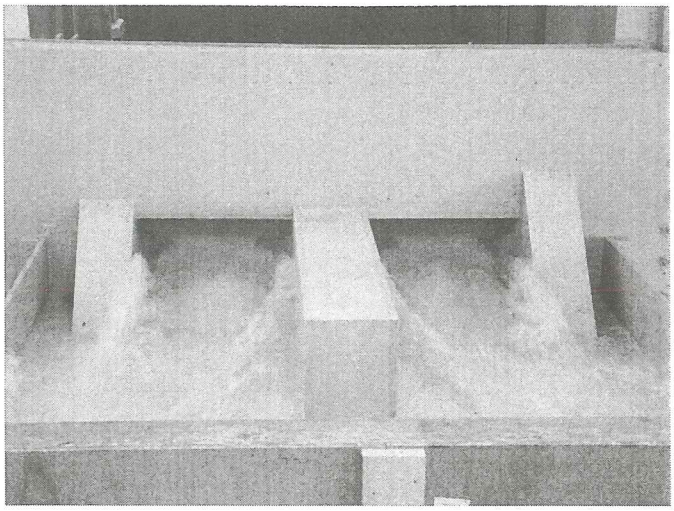


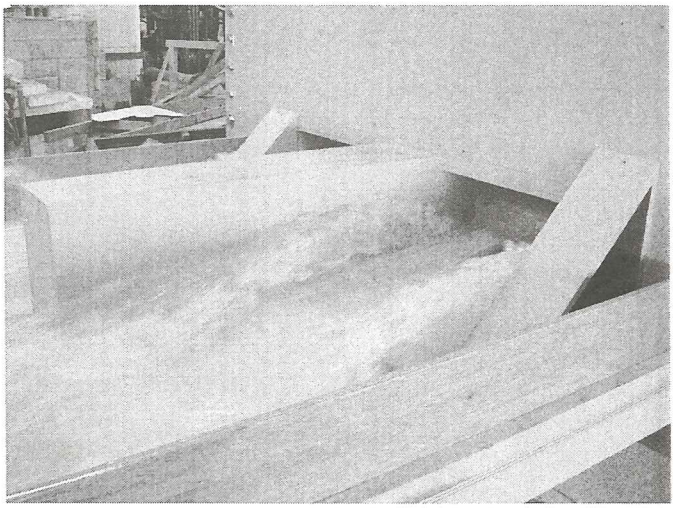
付写真１(3)　常用洪水吐き出口付近の流況

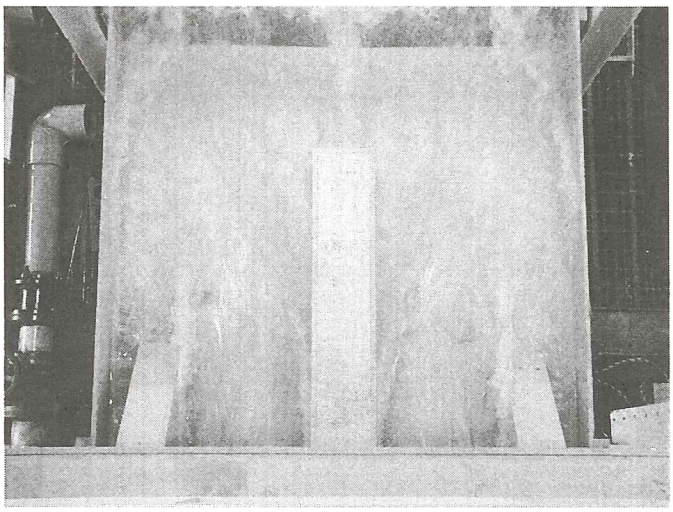
（ラビリンス案常用洪水吐き原案形状１－３）

（D2.0m × B4.0m、L=3.00m）

貯水位：EL.25.605m、放流量（全門）：141.42m³/s





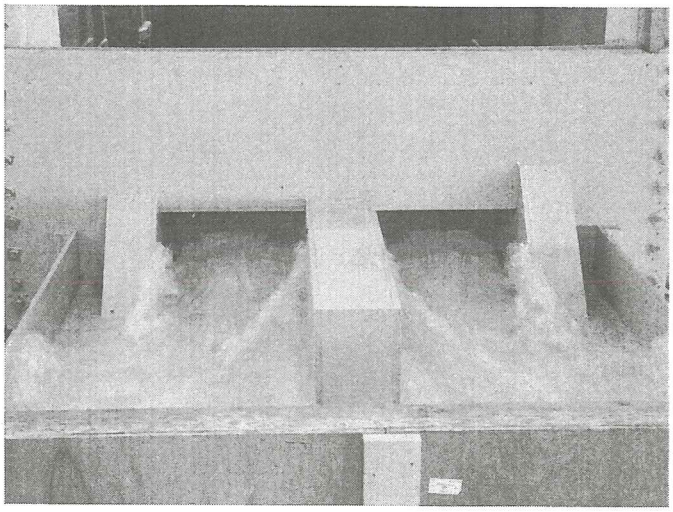


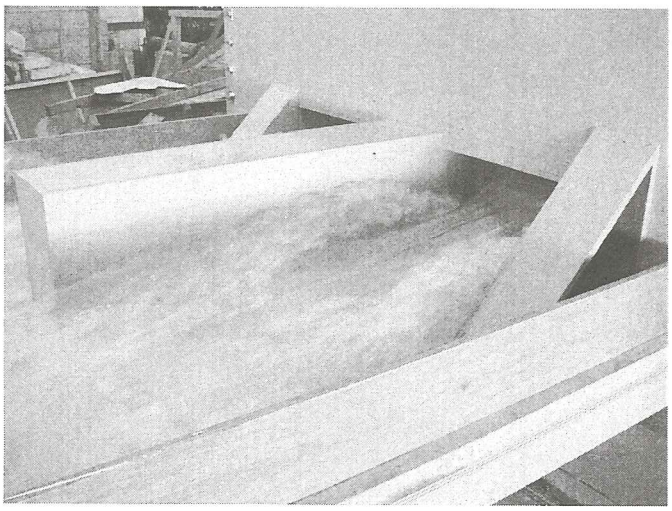
付写真１(4)　常用洪水吐き出口付近の流況

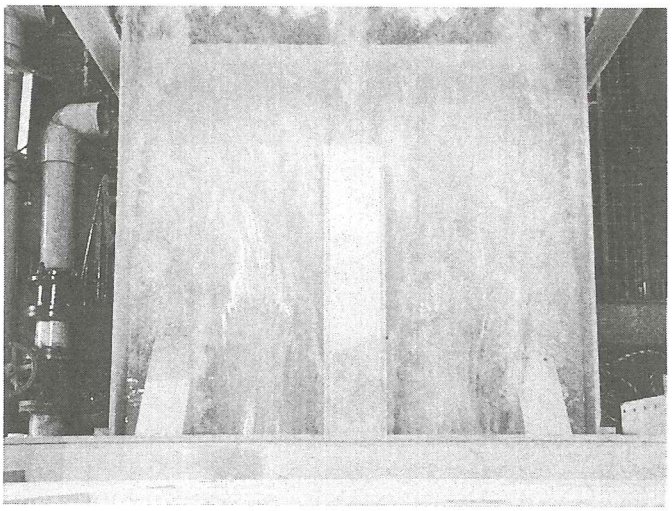
（ラビリンス案常用洪水吐き原案形状１－４）

（D2.2m × B4.0m、L=1.50m）

貯水位：EL.25.605m、放流量（全門）：152.92m³/s





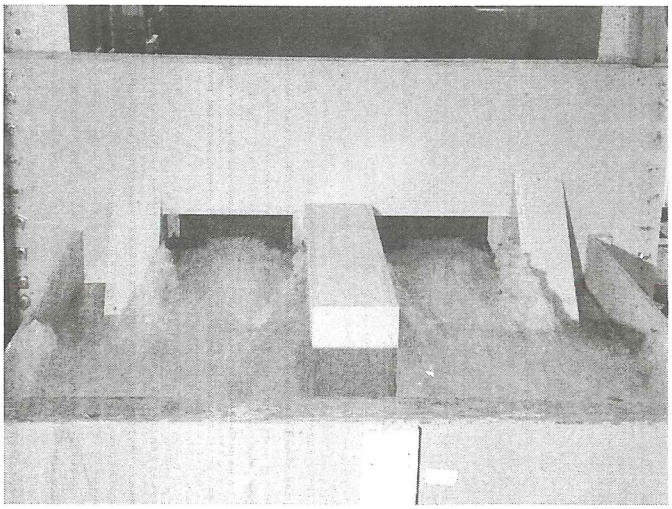


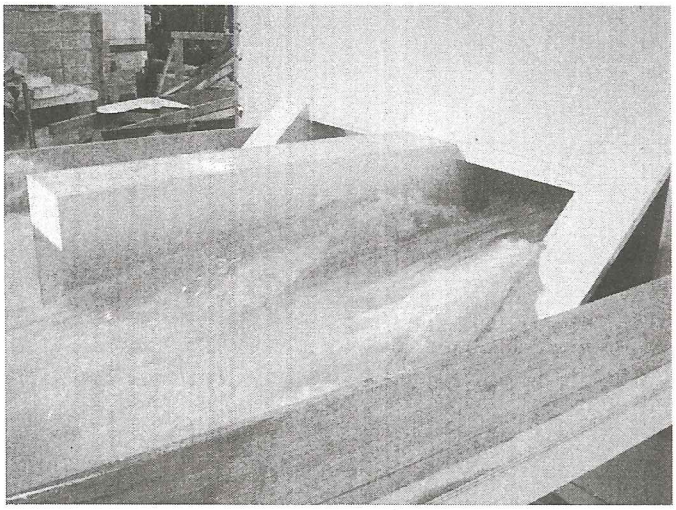
付写真１(5)　常用洪水吐き出口付近の流況

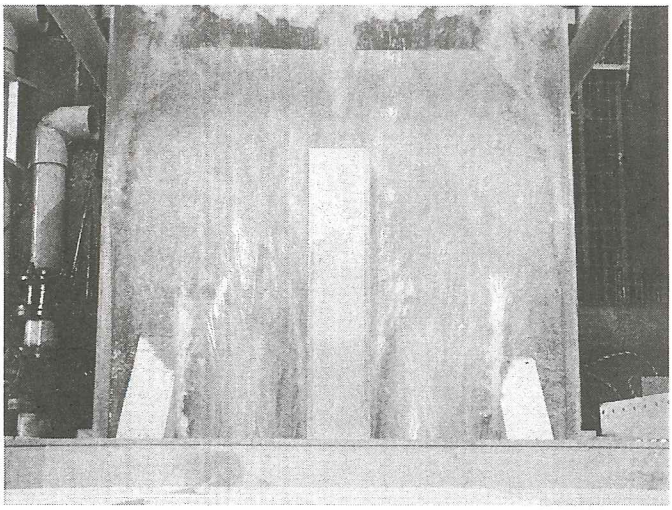
（ラビリンス案常用洪水吐き原案形状１－５）

（D2.2m × B4.0m、L=0.75m）

貯水位：EL.25.510m、放流量（全門）：152.48m³/s





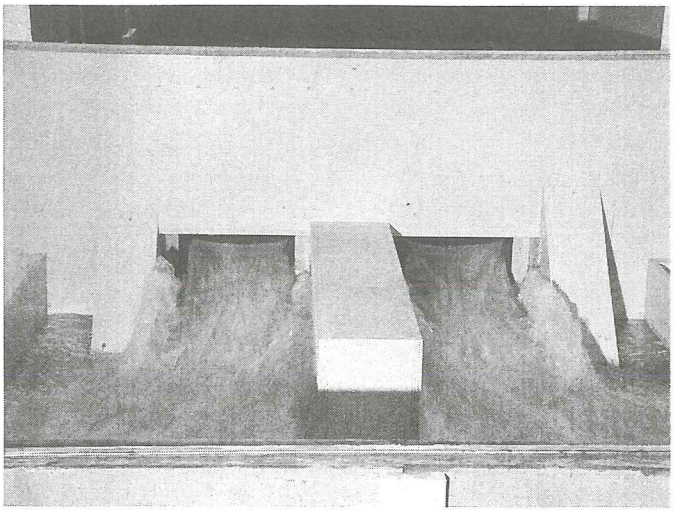


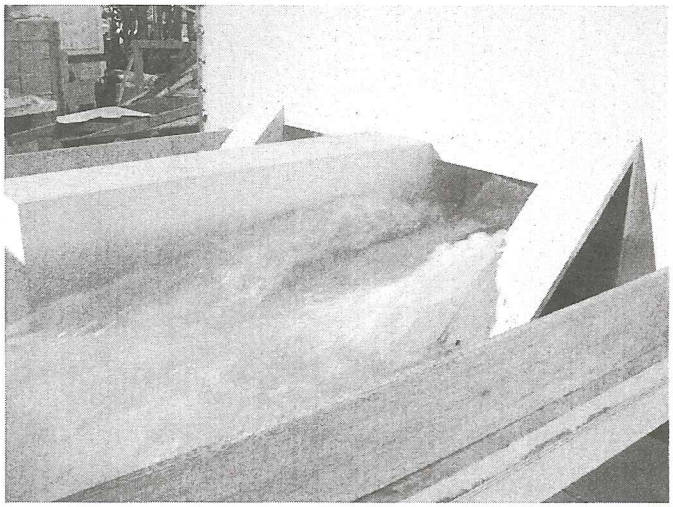
付写真１(6)　常用洪水吐き出口付近の流況

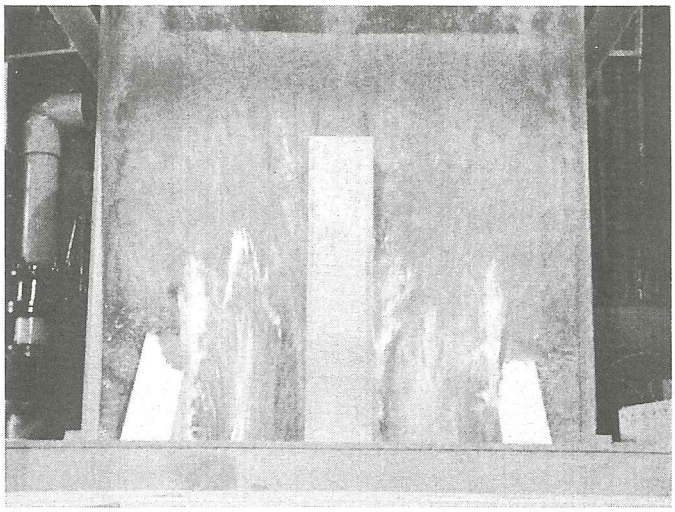
（ラビリンス案常用洪水吐き原案形状１－６）

（D2.2m × B4.0m、L=0.33m）

貯水位：EL.25.570m、放流量（全門）：156.46m³/s





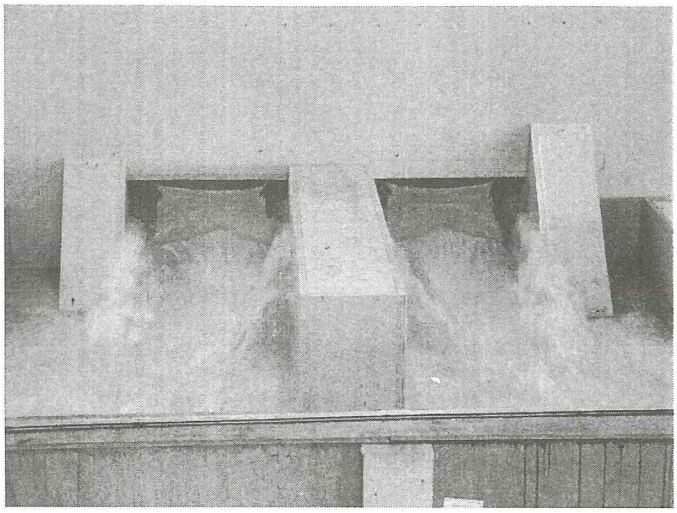


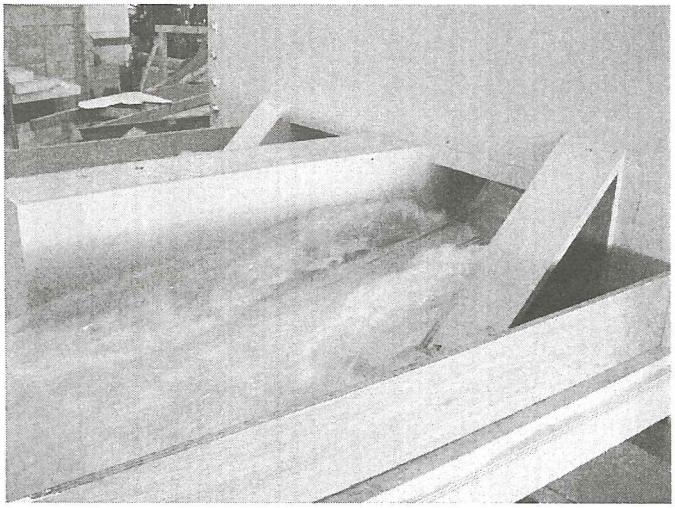
付写真１(7)　常用洪水吐き出口付近の流況

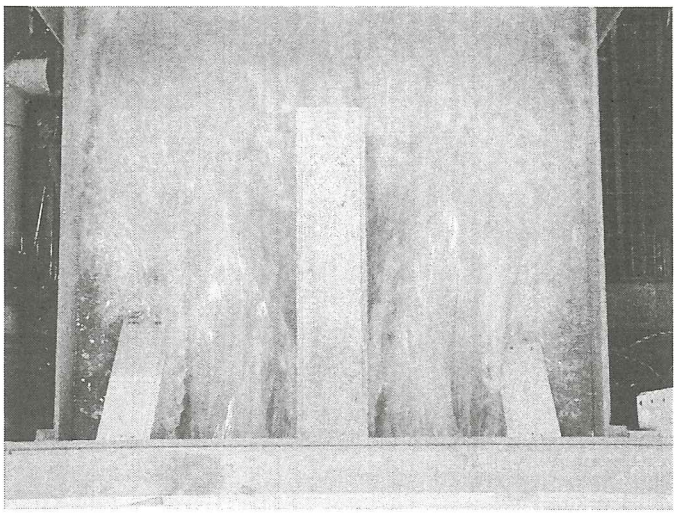
（ラビリンス案常用洪水吐き原案形状２－１）

（D2.2m × B3.5m、L=3.00m）

貯水位：EL.25.660m、放流量（全門）：133.32m³/s





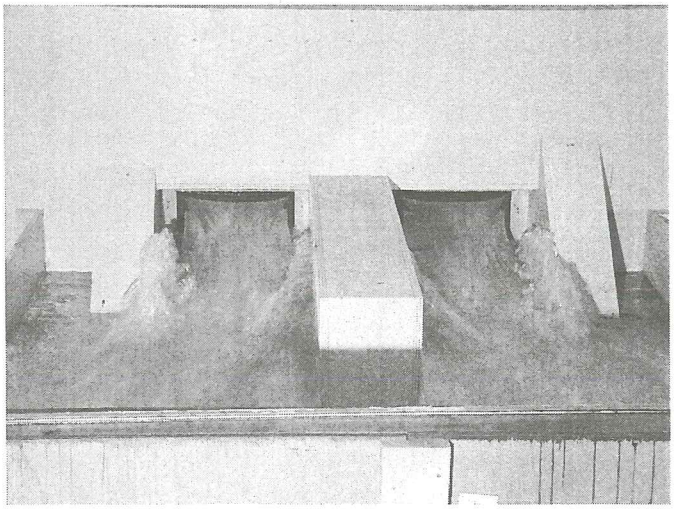


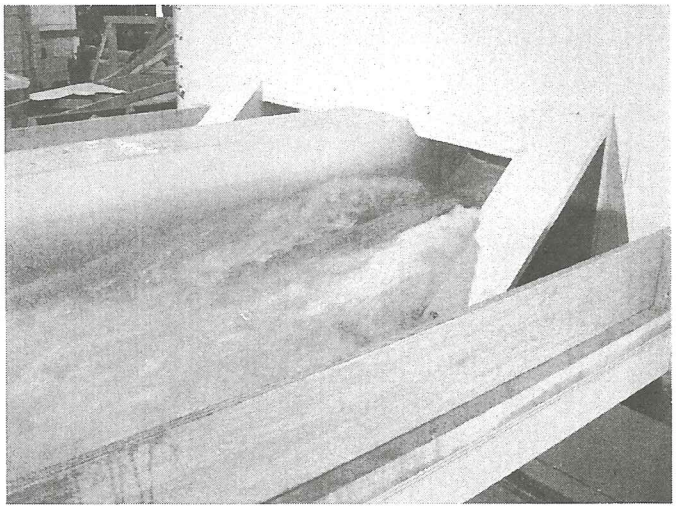
付写真１(8)　常用洪水吐き出口付近の流況

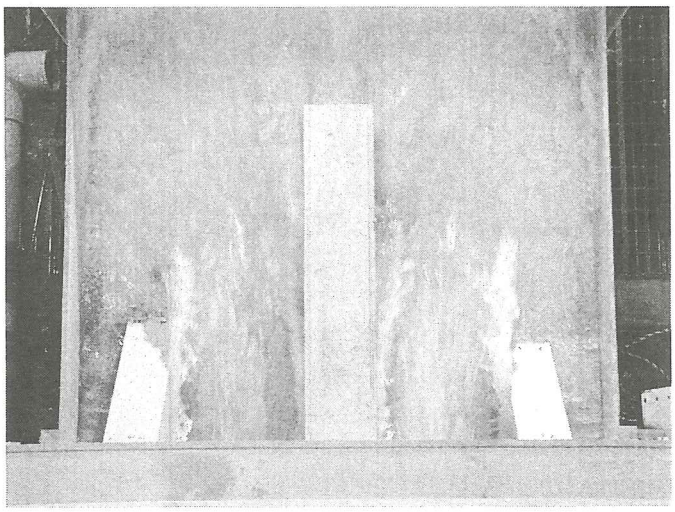
（ラビリンス案常用洪水吐き原案形状２－２）

（D2.1m × B3.5m、L=3.00m）

貯水位：EL.25.655m、放流量（全門）：123.34m³/s





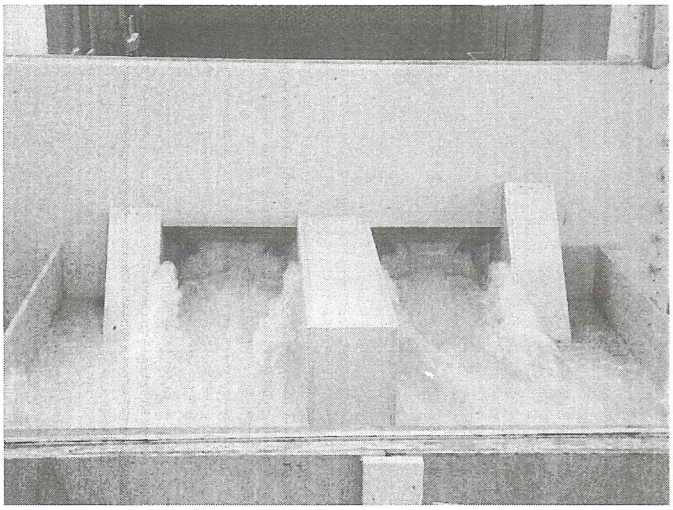


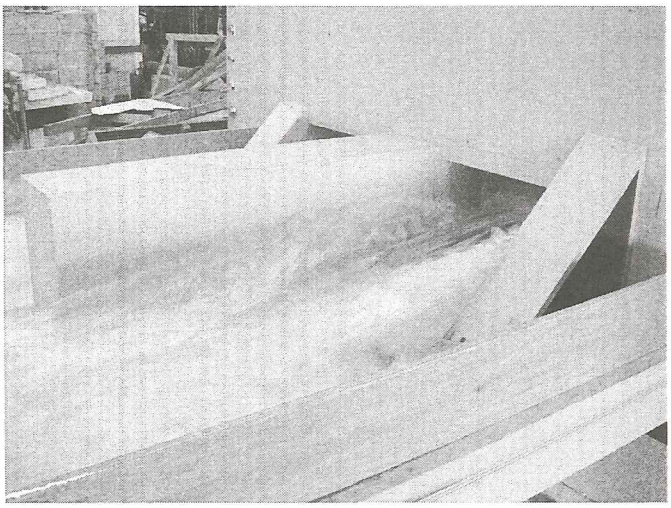
付写真１(9)　常用洪水吐き出口付近の流況

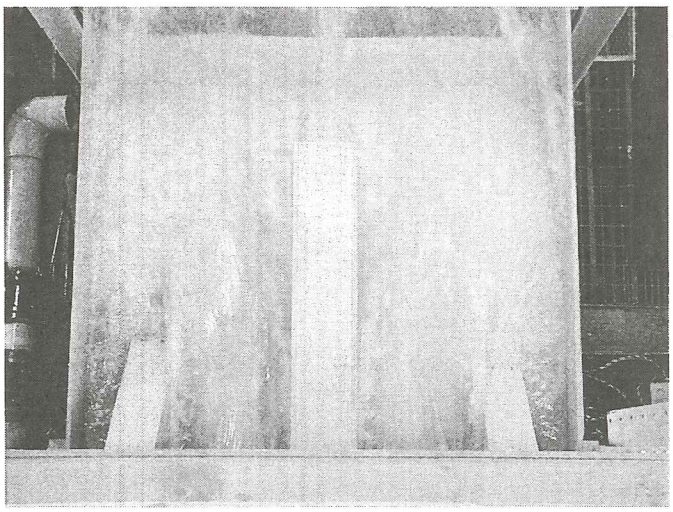
（ラビリンス案常用洪水吐き原案形状２－３）

（D2.0m × B3.5m、L=3.00m）

貯水位：EL.25.605m、放流量（全門）：122.82m³/s





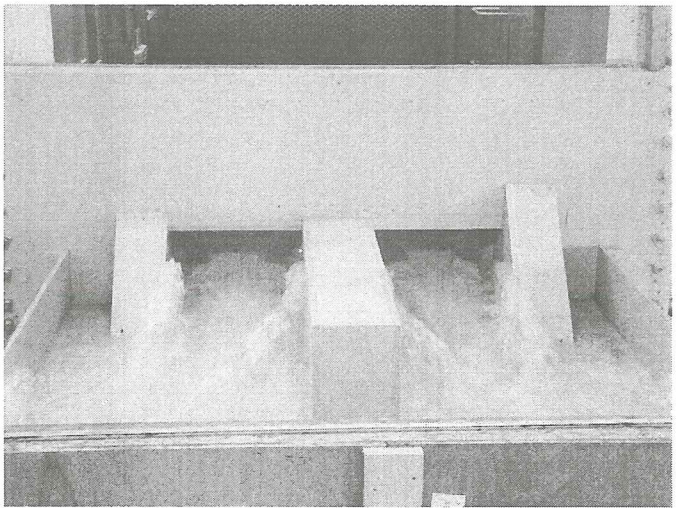


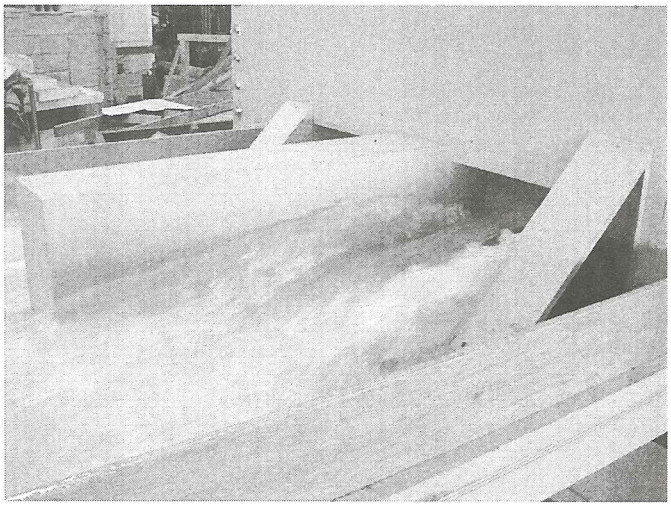
付写真１(10)　常用洪水吐き出口付近の流況

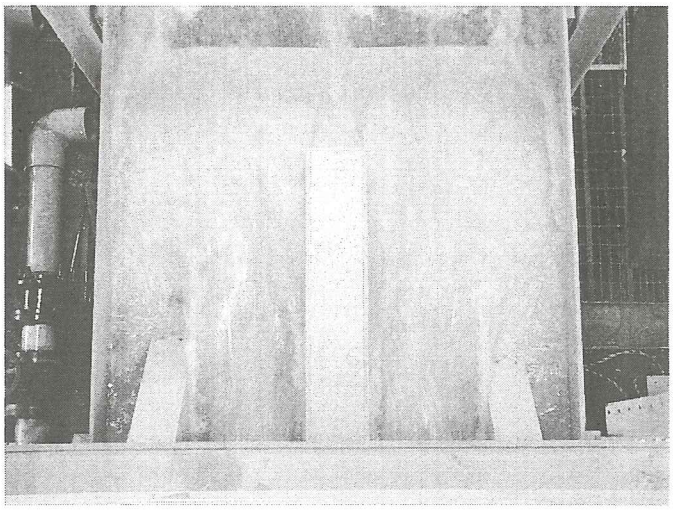
（ラビリンス案常用洪水吐き原案形状２－４）

（D2.2m × B3.5m、L=1.50m）

貯水位：EL.25.750m、放流量（全門）：137.44m³/s





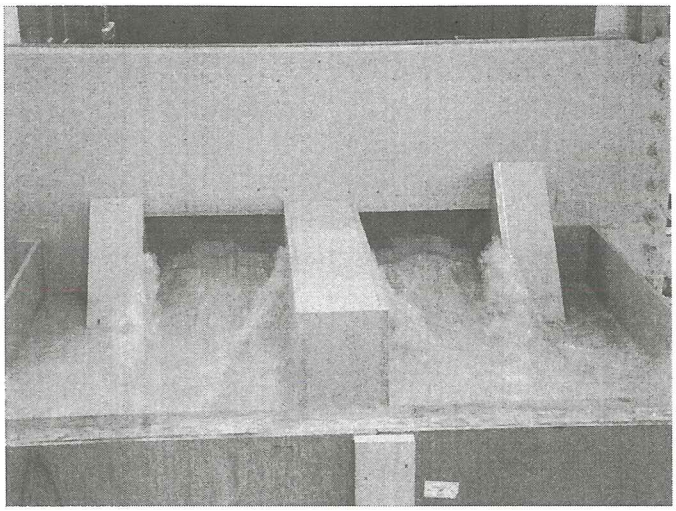


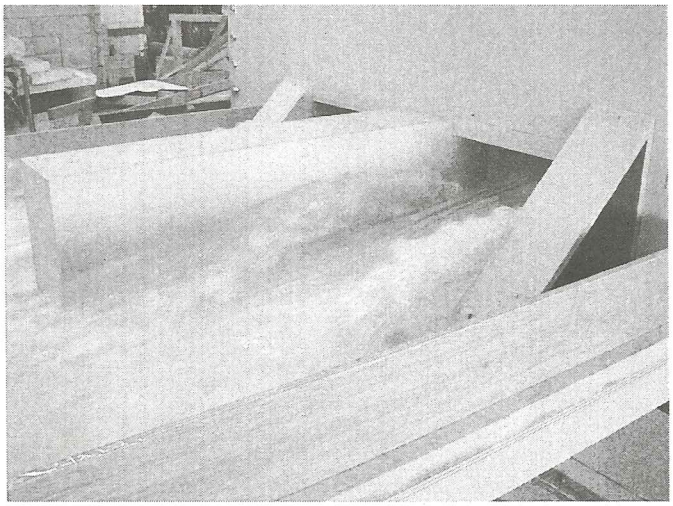
付写真１(11)　常用洪水吐き出口付近の流況

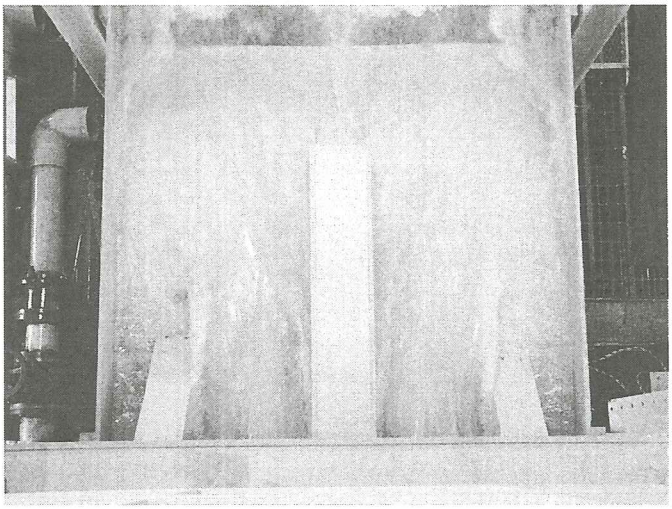
（ラビリンス案常用洪水吐き原案形状２－５）

（D2.2m × B3.5m、L=0.75m）

貯水位：EL.25.685m、放流量（全門）：137.36m³/s





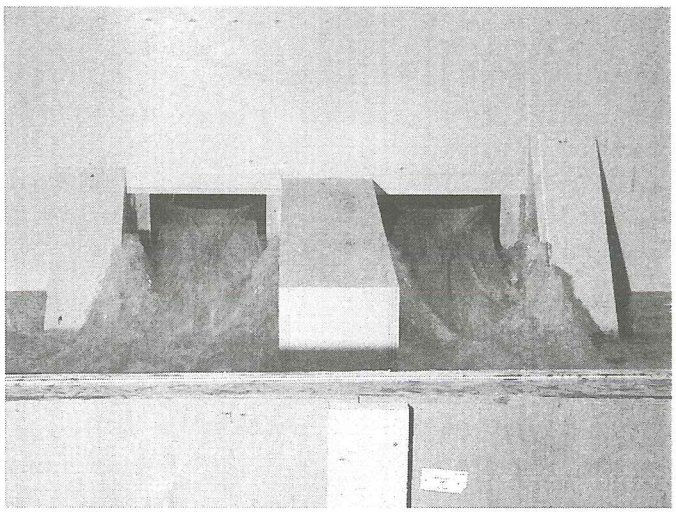


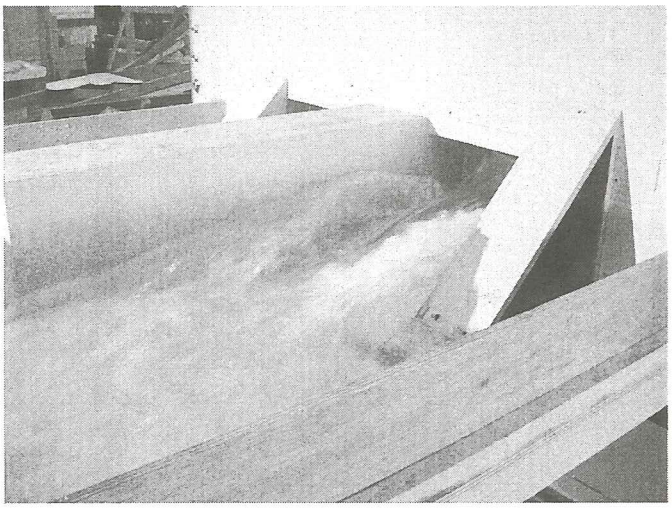
付写真１(12)　常用洪水吐き出口付近の流況

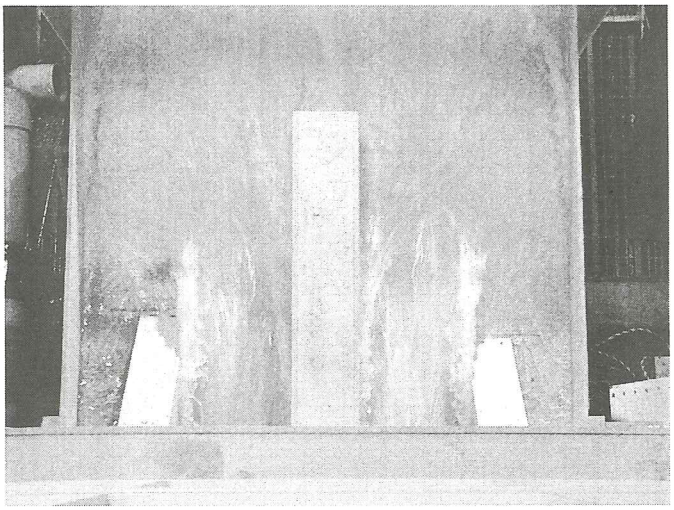
（ラビリンス案常用洪水吐き原案形状２－６）

（Ｄ2.2m ×　Ｂ3.5m、Ｌ=0.33m）

貯水位：EL.25.610m、放流量（全門）：137.68m³/s





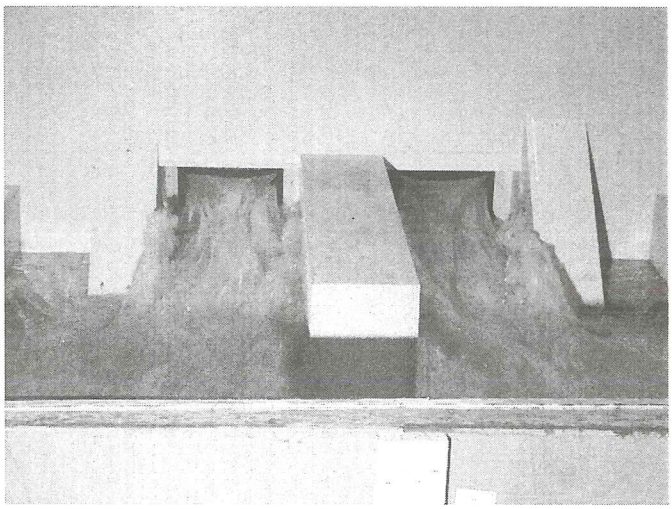


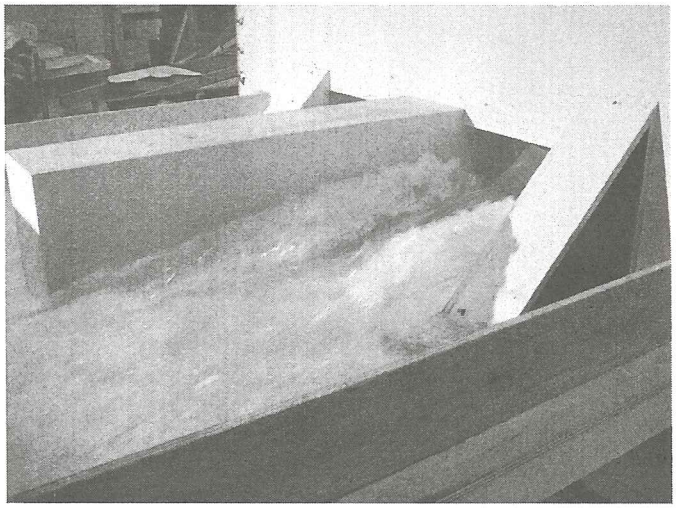
付写真１(13)　常用洪水吐き出口付近の流況

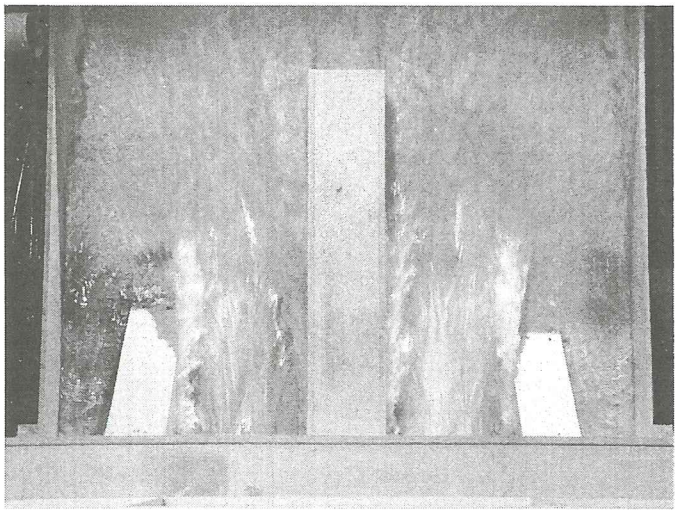
（ラビリンス案常用洪水吐き原案形状３－１）

（D2.2m × B3.0m、L=3.00m）

貯水位：EL.25.590m、放流量（全門）：113.78m³/s





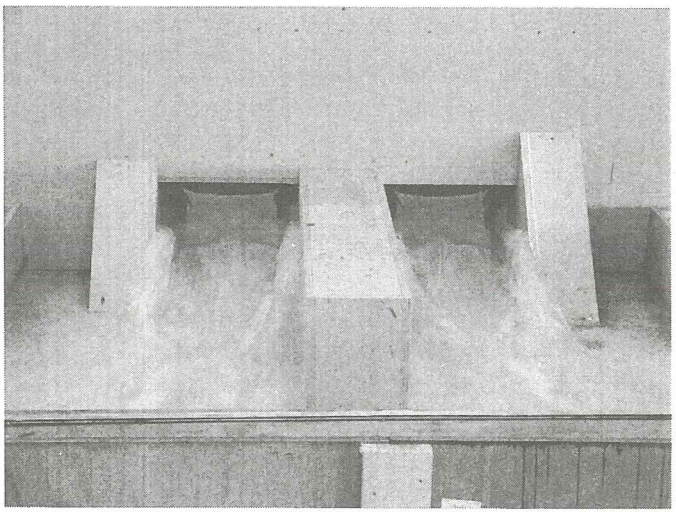


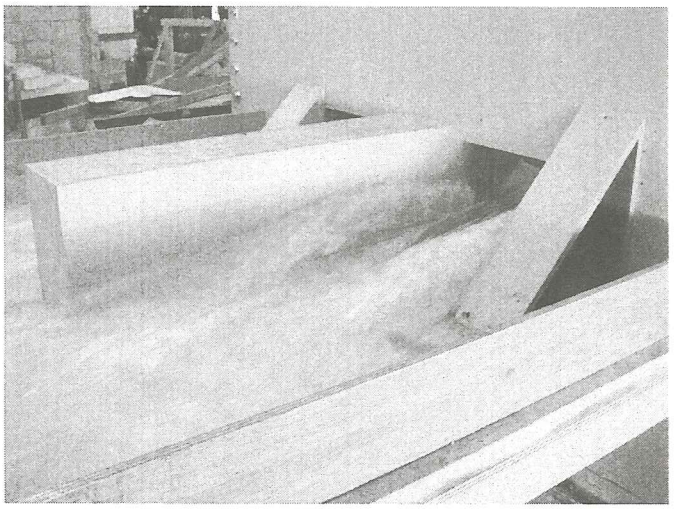
付写真１(14)　常用洪水吐き出口付近の流況

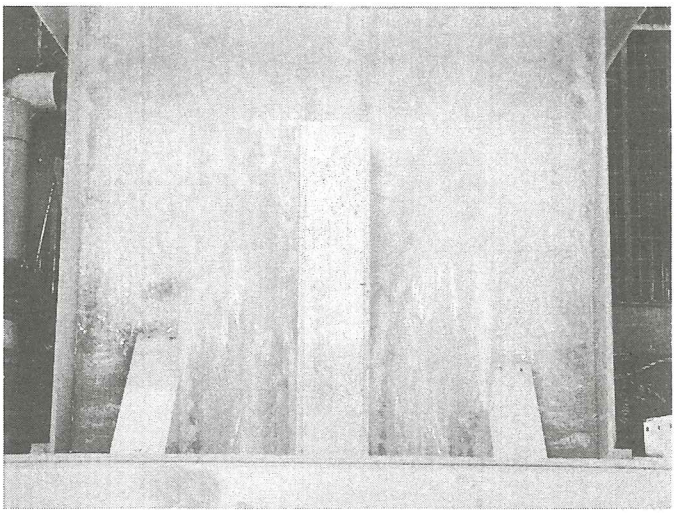
（ラビリンス案常用洪水吐き原案形状３－２）

（Ｄ2.1m ×　Ｂ3.0m、Ｌ=3.00m）

貯水位：EL.25.700m、放流量（全門）：109.98m³/s







付写真１(15)　常用洪水吐き出口付近の流況

（ラビリンス案常用洪水吐き原案形状３－３）

（Ｄ2.0m ×　Ｂ3.0m、Ｌ=3.00m）

貯水位：EL.25.615m、放流量（全門）：106.00m³/s