

土 木 研 究 所 資 料

七ヶ宿ダム洪水吐水理模型実験報告書(2)

昭和 58 年 2 月

建設省土木研究所

ダム水工研究室

Copyright © 1982 fiscal year by P.W.R.I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor transland into a machine language without the written permission of the Director of P.W.R.I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。
したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複写は土木研究所長の承認を得ずしてこれを行ってはならない。

ま え が き

本報告書は東北地方建設局の依頼により、昭和54年度から昭和57年度まで土木研究所において実施した七ヶ宿ダム洪水吐きの水理設計ならびに水理模型実験の検討結果をとりまとめたものである。

同ダム洪水吐きおよびダム下流河道の流況に関する検討は、昭和49年度から実施され、昭和53年度までの検討結果として、土木研究所資料第1,427号の七ヶ宿ダム洪水吐き水理模型実験報告書に中間報告としてまとめられている。この中間報告の中では、ダムサイト下流に天然記念物（文化財保護指定の材木岩、虎岩）があるため、現状河道とダム建設後の河道の両模型によりこれらに対する影響調査、ダム洪水吐きの実施設計案に対する検討と資料収集および洪水吐き流入部の掘削案に対する検討が行われている。

以上の検討は、昭和53年度まで土木研究所篠崎試験所で実施し、昭和54年度からは筑波研究学園都市内の土木研究所ダム水理実験施設で実施したものである。

なお、同ダム洪水吐きの水理設計にもとづく模型製作、実験計測、資料解析の主たるものは、土木研究所の実施計画により株式会社建設技術研究所が行ったものである。本報告は中沢がとりまとめた。

昭和 58 年 2 月

建設省土木研究所 ダム 水 工 研 究 室

研究員 中 沢 顕 司

目 次

第1章 ダム計画の概要	1
第2章 洪水吐の原案設計	5
第1節 洪水吐の原案設計	5
第2節 洪水吐の設計経緯	5
2.1 上段オリフィス	9
2.2 下段オリフィス	9
2.3 非常用洪水吐き	9
2.4 合流部およびシュート部	10
2.5 減 勢 工	10
第3節 全体模型水理実験	10
3.1 模 型	10
3.2 実 験 内 容	10
3.3 実 験 結 果	11
3.4 ま と め	16
第3章 原案洪水吐の改良設計案 その1	19
第1節 改良設計形状	19
1.1 側溝水路部の改良形状	19
1.2 合流部の改良形状	19
1.3 シュート部デフレクター構造	22
第2節 水理模型実験	22
2.1 実 験 内 容	22
2.2 実 験 結 果	24
2.3 ま と め	30
第4章 原案洪水吐の改良設計案 その2	45
第1節 改良設計形状	45
第2節 水理模型実験	48
2.1 模型および相似律	48
2.2 実 験 内 容	48
2.3 実 験 結 果	49

2.3.1	放流能力の検討	49
2.3.2	流入部の検討	51
2.3.3	側溝水路の検討	52
2.3.4	合流部およびシュート部の検討	53
2.3.5	減勢工の検討	57
2.4	ま と め	63
第5章	洪水吐の変更設計1次案	95
第1節	洪水吐の変更設計1次案形状	95
第2節	水理模型実験	100
2.1	模 型	100
2.2	実 験 内 容	100
2.3	実 験 結 果	101
2.4	ま と め	106
第6章	洪水吐の変更設計2次案	115
第1節	予 備 実 験	115
1.1	模 型	115
1.2	実 験 内 容	115
1.3	実 験 結 果	117
第2節	洪水吐の変更設計2次案形状	118
2.1	設 計 条 件	118
2.2	設 計 形 状	118
第3節	水理模型実験	120
3.1	模 型	120
3.2	実 験 内 容	120
3.3	実 験 結 果	124
3.3.1	放 流 能 力	124
3.3.2	流入部形状の検討	125
3.3.3	合流部形状の検討	129
3.3.4	減勢工規模の検討	135
3.3.5	最終案の検討結果	135
3.4	ま と め	143
第4節	洪水吐の変更設計2次案の細部検討	143

4.1	全体模型による検討内容	143
4.2	実験結果	144
4.2.1	流入部の検討	144
4.2.2	放流能力調査	145
4.2.3	導流部（合流部・シュート部）の検討	148
4.2.4	減勢工の検討	152
4.2.5	減勢工下流河道の検討	156
4.2.6	副ダム減勢工に関する補足実験	156
第5節	オリフィス抽出模型実験	162
5.1	模 型	162
5.2	実験内容	163
5.3	実験結果	164
5.3.1	放流機能の検討	164
5.3.2	管路部の作用圧力	169
5.3.3	開水路部の作用圧力および水面形	170
5.3.4	呑口付近の流速分布	170
第7章	検 討 結 果	217

目 次

第 1 章

図 1. 阿武隈川計画高水流量図	1
図 2. 貯水池付近平面図	2
図 3. 貯水池容量配分及び貯水位容量曲線図	3

第 2 章

図 4. 洪水吐原案平面図	6
図 5. 洪水吐原案構造図その 1	7
図 6. 洪水吐原案構造図その 2	8
図 7. 貯水池水位と放流量の関係図	12

第 3 章

図 8. 側溝水路の改良形状図	20
図 9. 合流部の改良形状図	21
図 10. シュート部デフレター構造図	22
図 11. 流速測定位置図	23
図 12. 水面形測定位置図	24
図 13. 側溝水路形状 3 種の水面形比較図	31
図 14. 減勢工水面形状図	32

第 4 章

図 15a, 15b. 原案洪水吐の改良設計形状	46
図 16. 水位・流速測定位置図	50
図 17. 貯水池水位と放流量の関係	51
図 18a, 18b. 流入部の流速分布と流況図	64
図 19. 流入部渦流防止構造図	52
図 20a, 20b. 側溝水路部の流況および水位分布図	66
図 21a, 21b. 合流部およびシュート部の流況および水位縦断面図	68
図 22. 合流部改造 A 案形状	54
図 23. 合流部改造 B 案形状	55
図 24. 合流部水面変動比較図	70
図 25. 合流部最適形状図	56
図 26a, 26b. 側溝水路部の流況および水位分布図	71
図 27a, 27b. 合流部・シュート部の流況および水位縦断面図	73

図28a, 28b. 減勢工内の流況および水位分布図	75
図29. 減勢工規模の比較検討結果図	77
図30a, 30b. 減勢工最終案の流況および水位分布図	78
図31a, 31b. 洪水吐最終案形状図	61
図32. 下流河道の流況平面図	80
第5章	
図33a~d. 洪水吐の変更設計1次案形状	96
図34. 貯水池水位と放流量の関係(変更1次案)	101
図35. 側溝水路底面敷高の差による水位比較検討図	107
図36. 減勢工水位縦断面図	108
第6章	
図37. III案洪水吐合流部の流況図	172
図38a~c. 洪水吐の変更設計2次案形状	121
図39. 貯水池水位と放流量の関係(変更2次案)	124
図40. 流入部の流速および水面形測定位置図	125
図41. 流入部流速測定結果図	126
図42. 流入部遮水壁構造検討図	127
図43. 流入部流速測定結果図	128
図44. 越流部水面形状図	173
図45a~c. 流況観察結果	174
図46a~d. 合流部検討形状図	131
図47a~e. 導流部水面形測定結果図	175
図48a, 48b. 減勢工水面形測定結果図	178
図49a~d. 流況図(最終案)	180
図50a, 50b. 流入部流速測定結果(最終案)	182
図51. 導流部水面形測定結果図(最終案)	184
図52a~c. 減勢工水面形測定結果図(最終案)	185
図53. 流入水路敷高の違いによる流速分布	144
図54. 流入水路敷高の違いによる越流頂水面形状図	145
図55. 流入水路敷高の違いによるオリフィスの流量係数	146
図56. 貯水位 — 流量 — ゲート開度関係図(クレスト)	146
図57. Cと H_t/H_d との関係(自由越流時)	148
図58. 合流部中間導流壁検討形状図	149
図59. 合流部水面変動量比較図	148

図60. シュート部デフレクター検討図	151
図61. 副ダム形状検討図	152
図62. 減勢工水面形状図	188
図63. 減勢池内の水面変動	189
図64. 減勢池内の流速分布図	190
図65. 副ダム前面圧力分布図	190
図66a～c. 減勢池水面変動サイクル図	191
図67a～d. 副ダム減勢工による下流河道水位および流速分布図	194
図68. フィル堤体押え盛土形状図	157
図69. オリフィス模型の製作範囲	162
図70. オリフィスの圧力測定位置図	163
図71. オリフィスの圧力・水面形・流速測定位置図	164
図72. オリフィスの貯水位と放流量の関係	165
図73. オリフィスの C と H/D , H/G の関係	166
図74. オリフィスの C と H/D の関係(開水路流)	166
図75. オリフィスの C^2 と D/H , G/H の関係	167
図76. オリフィスの C^2 と D/H の関係(ゲート全開時管路流)	167
図77. $mG-G$ の関係	167
図78. オリフィスの放流能力曲線(1門当り)	168
図79. オリフィスの圧力分布および水面形状図	196
図80. C_d-X/D の関係(上面ベルマウス)	170
図81. オリフィス呑口付近の流速測定結果図	171

第7章

実施設計資料 1.1 洪水吐流入部形状図	219
実施設計資料 1.2 洪水吐全体形状図	220
実施設計資料 1.3 洪水吐合流部詳細図	221
実施設計資料 1.4 洪水吐各部詳細図	222

目 次

第1章	
表 1. ダム諸元	3
第2章	
表 2. 諸量の縮率	11
表 3. 貯水位と放流量の測定結果数値表	12
第3章	
表 4. 実験ケース一覧表	23
表 5a～c. 改良案検討結果	33
表 6a～g. 水面形測定結果数値表	36
表 7. 流速測定結果数値表	43
表 8. 合流部検討資料	43
第4章	
表 9. 実験番号表	50
表10. 貯水池水位と放流量の関係	81
表11. 放流能力	51
表12. 流入部の流速分布値	82
表13. 側溝水路部の水位測定値(原案)	83
表14a～c. 合流部およびシュート部の水位測定値(原案)	84
表15. 合流部およびシュート部の水位測定値(A案)	87
表16a～b. 合流部水位変化(B案)	88
表17. 測線B ₉ , B ₁₀ , C ₃ の水理比較表	55
表18a～d. 側溝水路・合流部・シュート部の水位測定値(最終案)	90
表19. 減勢工内の水位測定値(原案)	94
第5章	
表20. 実験内容一覧表	101
表21. 貯水池水位と放流量の関係(変更1次案)	109
表22a～b. 側溝水路およびシュート部水面形測定結果	110
表23. 側溝水路およびシュート部横断水面形測定結果	112
表24. 減勢工水面形測定結果	113
第6章	
表25. 事務所設計案一覧	116

表26. Ⅲ案タイプ実験内容一覧表	117
表27. Ⅲ案洪水吐合流部水面形測定結果	197
表28. 貯水池水位と放流量の測定結果	124
表29. 越流部水面形測定結果表	198
表30. 合流部改造検討一覧表	199
表31. 導流部水面形測定結果表	200
表32. 減勢部水面形測定結果表	201
表33. 最終案検討実験一覧表	136
表34a～b. 越流部水面形測定結果表(最終案)	202
表35a～c. 導流部水面形測定結果表(最終案)	204
表36a～c. 減勢部水面形測定結果表(最終案)	206
表37. 越流頂水面形測定結果表	208
表38. 貯水位と放流量の測定結果比較表	209
表39. 越流部の貯水位 — 流量 — ゲート開度の測定結果表	210
表40. H/H_d と C_0 の関係	147
表41. G と $\bar{C}_p$ の関係	147
表42. 合流部水位測定結果数値表	211
表43a～b. 減勢工および下流河道水位・流速測定結果数値表	212
表44. 減勢工下流河道の流速比較表	156
表45. 副ダム減勢工実験ケース一覧表	159
表46. オリフィス抽出実験内容一覧表	163
表47. オリフィスの貯水位 — 流量 — ゲート開度の測定結果	215
表48. 推定値と実験値の誤差	169
表49. オリフィスの管路および開水路底面の作用圧力	216

第1章 ダム計画の概要

七ヶ宿ダムは、図1に示すように阿武隈川の総合治水計画の一環として、阿武隈川水系白石川の七ヶ宿町渡瀬地点（図2参照）に建設省直轄事業として建設中の中央コア型のロックフィル型式の多目的ダムでその規模は高さ93m、堤体積約520万 m^3 、総貯水量約1億900万 m^3 の大ダムである。

七ヶ宿ダム事業は、昭和41年度から予備調査を開始し、48年度より実施計画調査に入り、51年度からダム工事が着手されている。

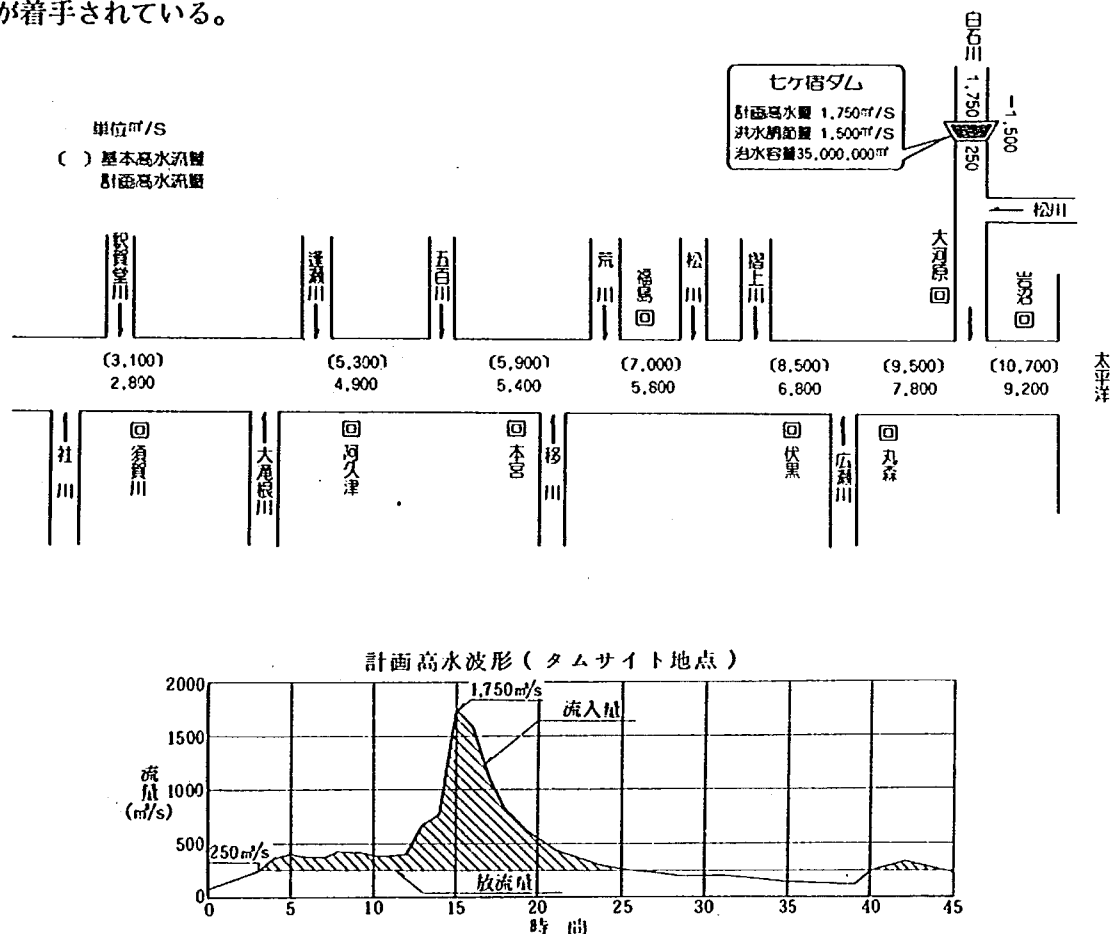
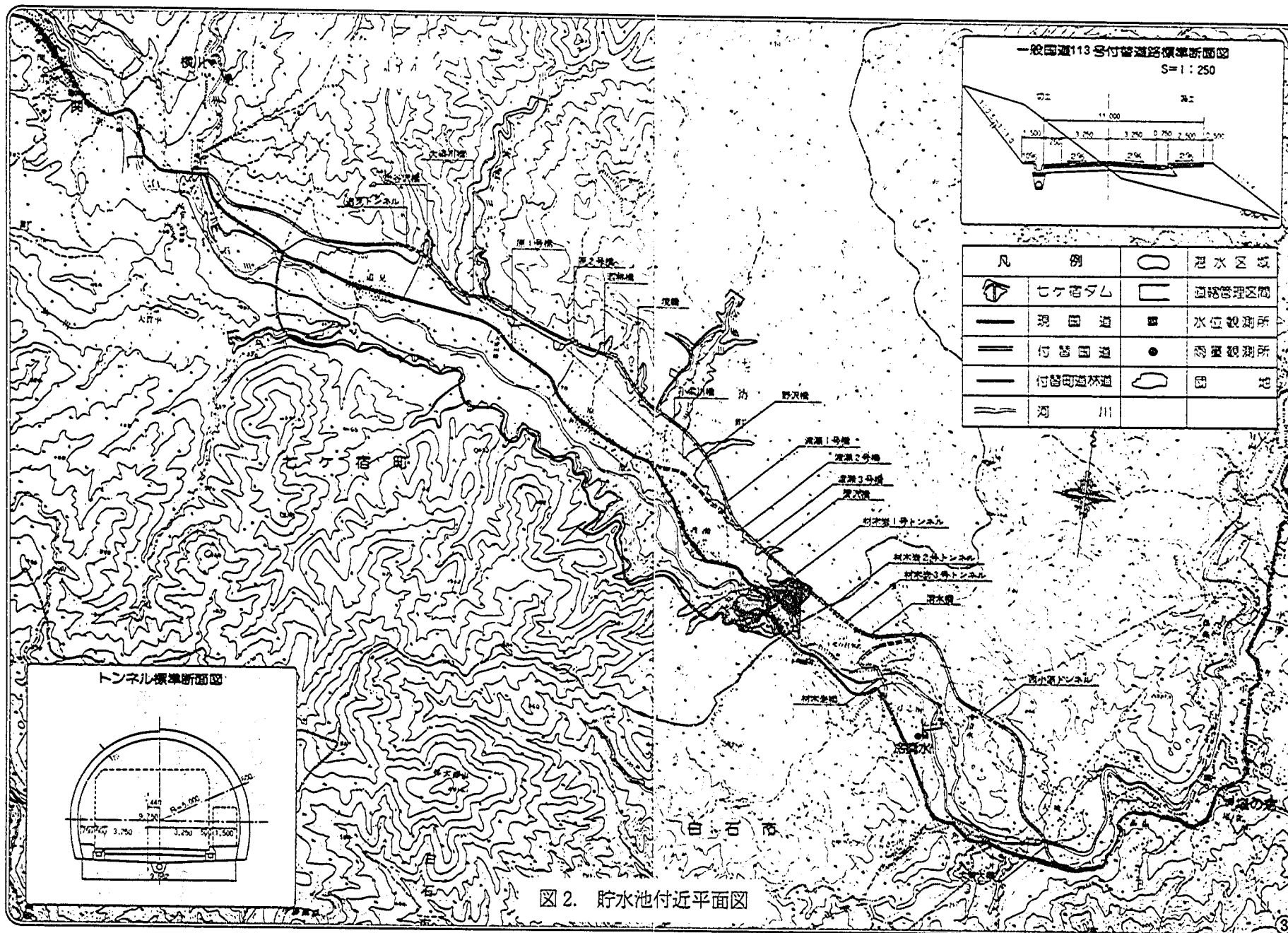


図1. 阿武隈川計画高水流量図

同ダムは、図1に示すようにダムサイトの計画高水量1,750 m^3/s のうち1,500 m^3/s の洪水調節を主目的とし、図3に示す貯水池の利水容量を使用して、下流既得用水の安定供給、仙南、仙塩地域の広域水道水の確保、仙南地区への工業用水の供給および白石川沿岸農地に対するかんがい用水の補給等を目的とする。

以上のダムおよび貯水池計画の詳細をまとめると表1に示す諸元のとおりである（七ヶ宿ダム概要資料による）。



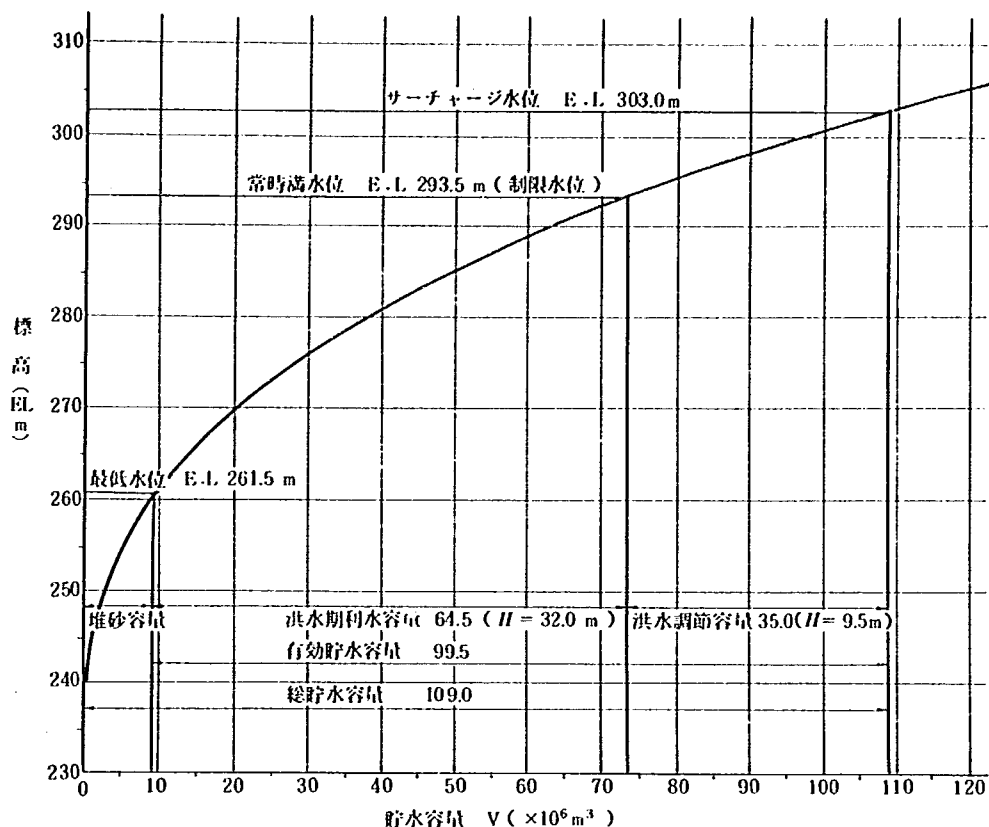


図3. 貯水池容量配分及び貯水位容量曲線図

表1. ダム及貯水池諸元

河 川 名	阿武隈川水系 白石川	ダ ム 名	七 ヶ 宿 ダ ム	位 置	宮城県刈田郡 七ヶ宿町渡瀬
流 域 面 積	236.6km ²	目 的	洪水調節, かんがい 水道用水, 工業用水		
貯 水 池		ダ ム		利 水	
湛 水 面 積	4.1km ²	型 式	中央コア型 ロックフィルダム	か ん が い	最大 3.379 m ³ /s
湛 水 延 長	6.0km	堤 頂 標 高	EL 308.000 m	水 道 用 水	595,900 m ³ /日
常 時 満 水 位	EL 293.500 m	堤 高	93 m	工 業 用 水	55,900 m ³ /日
サーチャージ水位	EL 303.000 m	堤 頂 長	565 m	水 没 補 償	
制 限 水 位	EL 293.500 m	堤 頂 幅	10 m	家 屋	158 戸
最 低 水 位	EL 261.500 m	堤 体 積	約5,200,000m ³ (フィル部) 約 220,000m ³ (コンクリート部)	宅 地	約 20 ha
洪水調節水深	9.5 m	堤 体 勾 配	上流面 1:2.8 下流面 1:2.0	田 地	約 67 ha
総 貯 水 容 量	109,000,000 m ³	越 流 設 備	クレストゲート 幅9.5m高11.0m 3門	畑 地	約 54 ha
有効貯水容量	99,500,000 m ³	放 流 設 備	オリフィスゲート 下段幅4.5×高4.5m 2門	山野・原野・ その他	約 255 ha
堆 砂 容 量	9,500,000 m ³	地 質	凝灰岩類 石英安山岩	道 路(国道)	道路6.8km橋梁15橋1.7 km, トンネル5ヶ所 1.3km
洪水調節容量	35,000,000 m ³	費 用 負 担 割 合		発 電 所	2 ヶ所
利 水 容 量	64,500,000 m ³	治 水	44.3%	公 民 館 局	3 ヶ所
計画高水流量	1,750 m ³ /s	水 道 用 水	47.7%	郵 便	1 ヶ所
計画放流量	250 m ³ /s	工 業 用 水	4.5%		
調節流量	1,500 m ³ /s	か ん が い 用 水	3.5%		

第2章 洪水吐きの原案設計

第1節 洪水吐きの設計経緯

七ヶ宿ダムの洪水吐きは、現地におけるダムサイトの地質、地形および掘削量等の調査結果から、岩質が良好な左岸山腹を掘削し、ロックフィル堤体に隣接した配置計画となった。この配置計画の中で山腹の掘削量と洪水吐きの種々の型式について比較検討がなされ、ダム本体がロックフィルであり洪水の越流に対する耐久性等を考慮し、非常用洪水吐きは横越流型式が選定された。横越流型式の大放流設備は七ヶ宿ダムが初めてでもあることから、洪水吐き全体の設計形状と山腹の掘削形状との関係等については先に述べたように予備実験を通して検討を加えてきた。

これらの検討結果を踏まえて、七ヶ宿ダム工事事務所より横越流型洪水吐きの設計原案として図4に示す形状が提案された。

第2節 洪水吐きの原案設計形状

洪水吐きの原案設計における機能設計はつぎに示す事項を勘案して選定されたものである。

- ① 常用洪水吐きは常時満水位（＝制限水位）EL. 293,500 mにおいて、計画放流量 250 m³/s以上の放流可能設備とする。
- ② 常時満水位維持および小洪水に対応できる放流設備を考慮する。
- ③ 常用洪水吐きはゲート修理および故障に備えてゲート門数は複数門とするのが望ましい。
- ④ 常用洪水吐きは将来流量改訂がなされた場合にも対応できるようにある程度の余裕を持たせる。
- ⑤ サーチャージ水位 EL. 303.000 mにおいて計画高水量 1,750 m³/sを超えない設備とする。
- ⑥ 設計洪水位 EL. 304.500 mにおいて、ダム設計洪水量 2,620 m³/sの放流能力を有する。
- ⑦ ダムからの無効放流設備には水温、水質等を考慮する。
- ⑧ ダムの点検、修理および貯水池の安全管理に使用可能な非常用放流設備を設ける。

以上により設計された洪水吐きは、常用洪水吐きとしてオリフィス3門、非常用洪水吐きとして越流式フラップゲート5門と自由越流堤によって構成され、非常用洪水吐きは横流入水路方式とし、常用洪水吐きは正面流入方式で設計された。これら洪水吐き各部の詳細は図5、図6に示すとおりである。

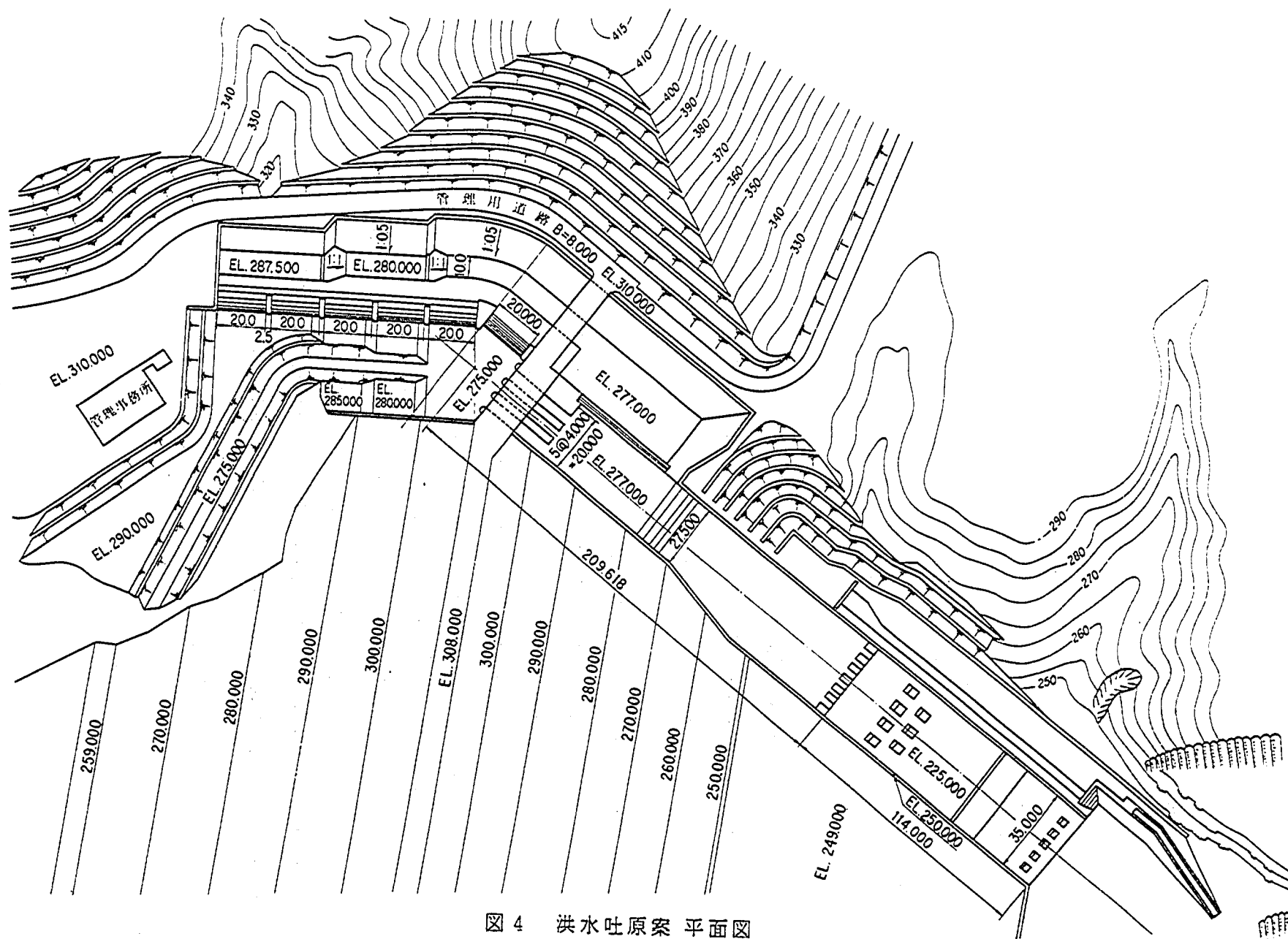


图 4 洪水吐原案 平面图

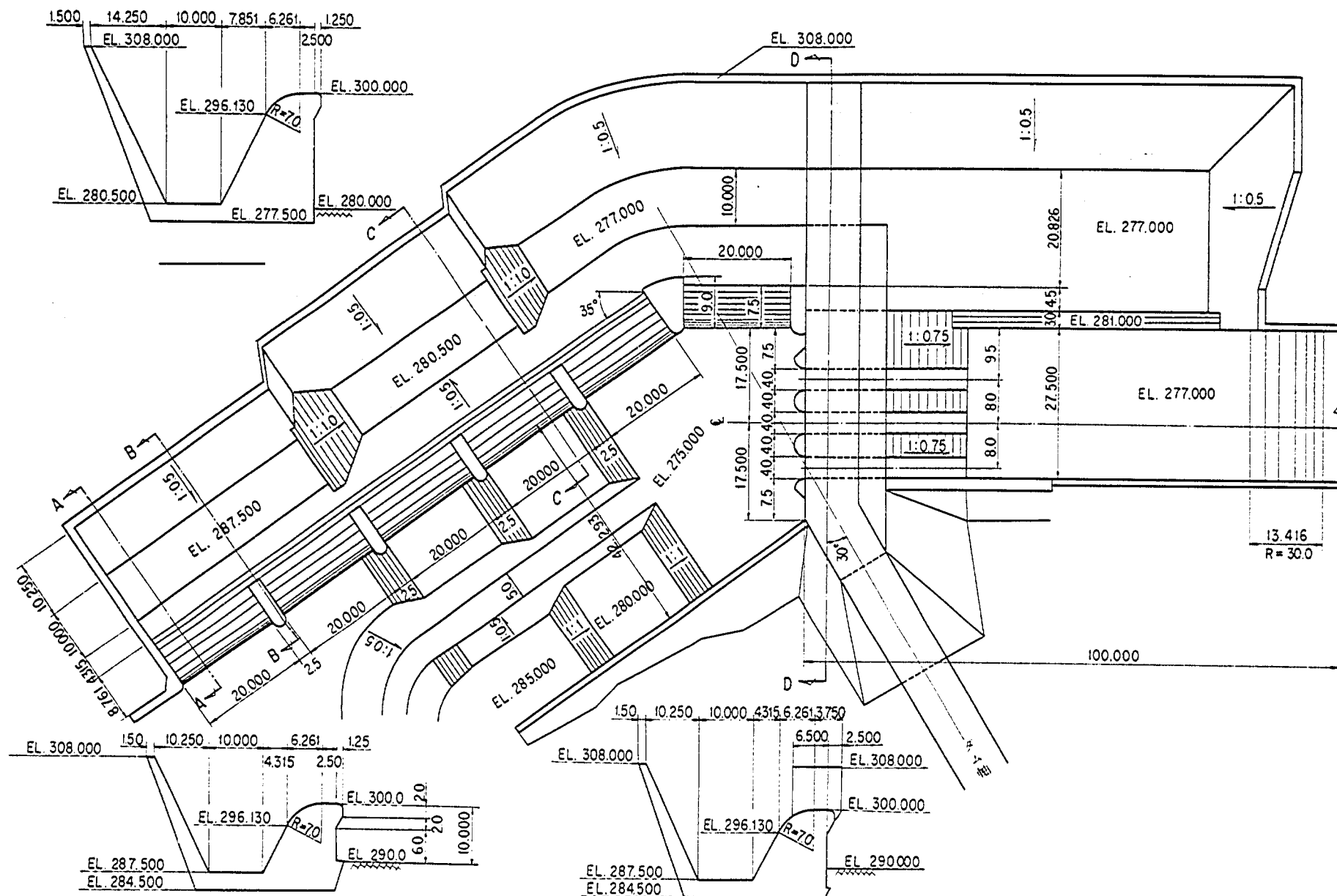


図 5 洪水吐原案構造図 その 1

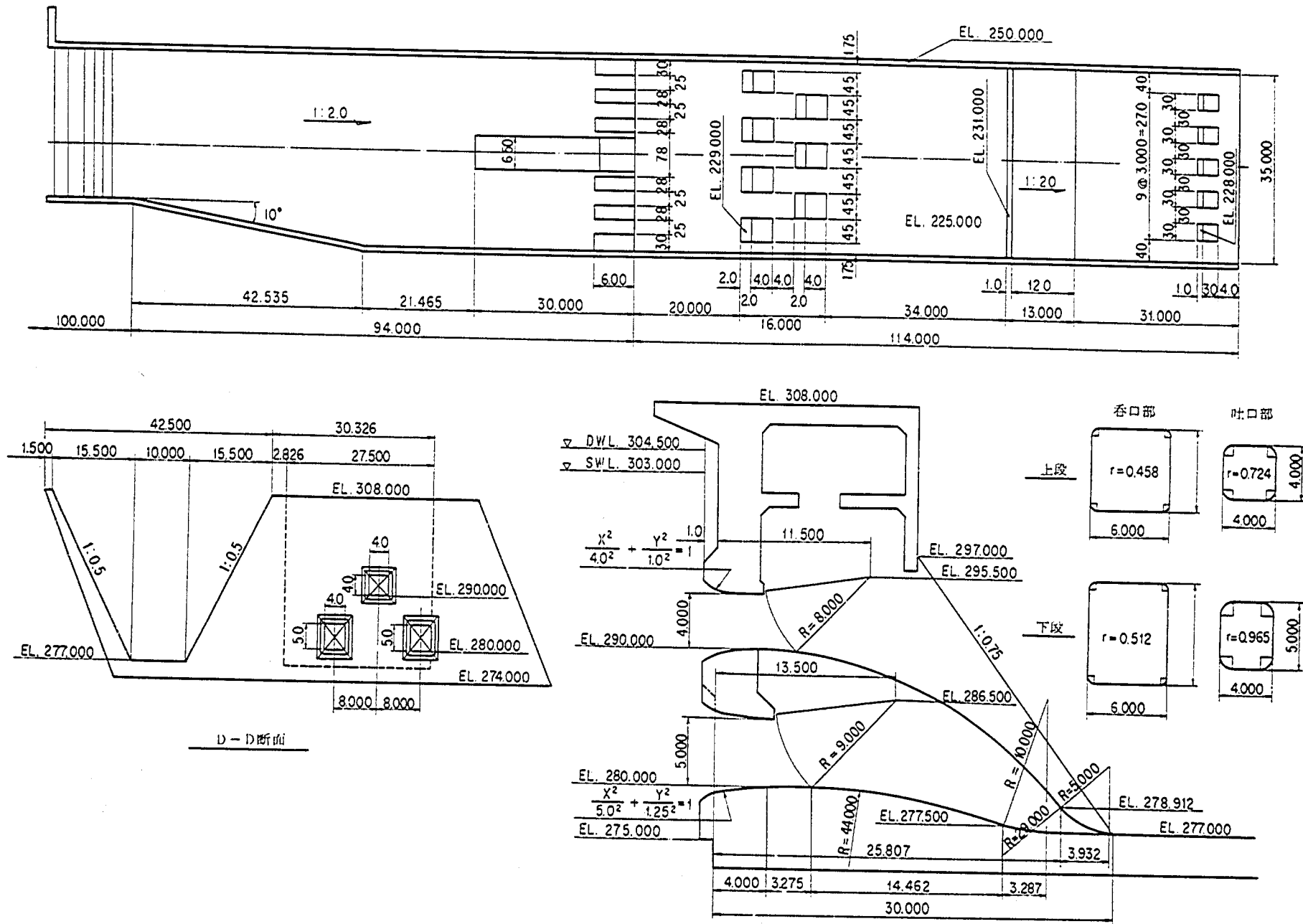


図 6 洪水吐原案構造図 その 2

2.1 上段オリフィス

上段オリフィスは常時満水位(=制限水位) EL.293.500mを維持する定水制御用として1/1年確率流量50 m³/s程度を制御する目的で設置された。

設計された上段オリフィスは敷高をEL. 290.0 m, 呑口断面6m×6m, 吐口断面4m×4m, ベルマウス形状 $=\frac{X^2}{4.00^2} + \frac{Y^2}{1.00^2} = 1$ の4面ベルマウスである。

この設計形状での50 m³/s放流時の流れの状態をチェックするため、オリフィスの開水路流れから管路流れに移行する遷移領域をさけ放流量の安定した管路流としてEL. 293.5mで50 m³/sを放流できるゲート開度を求めると、

$$\text{管路流の流量公式} \quad Q = CA_n \sqrt{2gH} \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここに、 Q :放流量(m³/sec), C :流量係数(管路流れの $\frac{H}{D} > 1.8$ なる条件を与えると $H = 293.5 - 290.0 = 3.5$ mからゲート開孔高 $D \leq 1.944$ mとなる。そこで $D = 1.9$ mとする), A_n =吐口断面積 $B \times D$ (m²), H はオリフィス下面敷高から貯水位までの標高差(m), g =重力加速度(=9.8 m/sec²), しかるに(1)式における C の値は管路の短い直管のものに対しては過去の実験値から $C = 0.94 \sim 0.98$ として設計されている。いま $C = 0.94$ として、 $H = 293.5 - 290.95 = 2.55$ mおよび $A_n = 4 \times 1.9 = 7.6$ m²を代入して Q を求めると50.5 m³/sである。したがって、ゲート開度1.9mにおいて計算値は設計条件を満足し、サーチャージ水位EL.303.0mにおける放流能力は $H = 303.0 - 292.0 = 11.0$ m, $A_n = 4 \times 4 = 16$ m², $C = 0.96$ から約225 m³/sである。

2.2 下段オリフィス

下段オリフィスは、洪水調節用の主放流設備で万一の故障や将来の流量改訂を考慮し、条数は2条とし1条において制限水位=(EL. 293.5m)時に管路流で計画最大放流量=(250 m³/s)の放流能力を持つよう設計された。

設計された下段オリフィスの形状は、敷高EL.280.000m, 呑口断面7.5m×6.0m, 吐口断面5.0m×4.0m, 上下面ベルマウス $=\frac{X^2}{5.000^2} + \frac{Y^2}{1.250^2} = 1$, 左右ベルマウス $=\frac{X^2}{4.000^2} + \frac{Y^2}{1.000^2} = 1$ の4面ベルマウスで、出口隅取りの絞り率は4%である。この放流能力を(1)式で試算すると、 $C = 0.94$ とし、 $H = 293.5 - 282.5 = 11$ mおよび $A_n = 5 \times 4 = 20$ m²×96% = 19.2 m²を代入すると $Q \div 265$ m³/sであり、原案設計では約6%の余裕を持っているものと思われる。

2.3 非常用洪水吐き

非常用洪水吐きは、サーチャージ水位(EL.303.000m)において、常用洪水吐きオリフィス3門の全門全開放流量と合わせて計画高水流量1,750 m³/sの放流能力を持たせる断面形状として設計された。

設計された非常用洪水吐きは、フラップゲート付きの越流頂形状で、敷高はフラップゲートの扉高(3m以下)を考慮して、サーチャージ水位より3m低いEL.300.000mで径間20mのフラップゲート5門と、敷高をサーチャージ水位EL.303.000mに合わせた自由越流頂20mの1径間である。

2.4 合流部およびシュート部

常用洪水吐きおよび非常用洪水吐きの合流部は敷高 EL.277.000mのフラット面とし、横流入水路と常用水叩き面との境界線に高さ4m×幅3m×長さ50mのシル(隔壁)を設け、このシルにより横流入水路内をせき上げることにより常流状態で合流させる形状とした。シュート部はダム軸下流87.248mを始端として、下流下りの $R = 30$ mの円弧によりシュート面勾配1:2.0にすりつけ、右岸導流壁はダム軸下流100mから堤体側に10°拡幅し、合流部水路幅27.5mに対し7.5m拡げた35m水路幅として設計された。

2.5 減勢工

減勢工は対象流量を1,750 m³/sとし、水平水叩き型跳水式として設計され、その規模は水平水叩き長70m、減勢工幅35m、副ダム高6.0mで、シュート部末端および減勢池内にシュートブロックとバップルピアを図6に示す各位置に配列した形状である。

第3節 全体模型水理実験

洪水吐きの原案設計形状における水理機能および放流能力等の検討は水理模型実験により行うものとし、実験は土木研究所のダム水理実験施設棟内(高さ10m×幅50m×長さ100m)で実施したものである。また、本実験は洪水吐きの放流能力および原案形状における流況観察を主体として行い、詳細についてはこれらの検討結果を踏まえて計画調査を実施するものとした。

3.1 模 型

実験模型の縮率は、模型の製作範囲、設置場所および実験流量等から実物の1/62.5とした。また、模型の製作範囲は貯水池流入部の掘削地形形状を含めダム軸より上流側は160m(実物値)、下流側は減勢工の下流河道地形形状を含めて約450m区間とした。

模型は、各部の製作方法や難易度によりラワン合板、杉正角およびラワン平割材を主材料とし、仕上げ精度を各断面幅に対して±1mm以内で仕上げ、油性オイルペイント2～3回塗装とした。

3.2 実験内容

実物と模型との力学的相似は慣性力と重力とが卓越した流れであるのでフルードの相似則に従うものとした。したがってその基本量の縮率は表2に示すとおりである。

表2 諸量の縮率

諸 量		次 元 ($L-F-T$)	縮 率	
			比	縮 尺
幾何学的な量	水 平 (x)	L	xr	1: 62.5
	鉛直 (水深, 標高) (h)	L	hr	1: 62.5
	勾 配 (h/x)	—	$hr \cdot xr^{-1}$	1: 1
	面 積 (A)	L^2	$hr \cdot xr$	1: 3906.25
	体 積 (V_m)	L^3	$hr \cdot xr^2$	1: 244140.62
流水に関する量	フ ル ー ド 数 (Fr)	—	1	1: 1
	流 速 (V)	$L T^{-1}$	$hr^{1/2}$	1: 7.90569
	流 量 (Q)	$L^3 T^{-1}$	$xr \cdot hr^{5/2}$	1: 30881.62
	時 間 (T)	T	$xr \cdot hr^{-1/2}$	1: 7.90569
	圧 力 の 強 さ (P)	FL^{-2}	hr	1: 62.5
	粗 度 係 数 (n)	$L^{-1/3} T$	$hr^{2/3} \cdot xr^{-1/2}$	1: 1.99211
	流 量 係 数 (C)	—	1	1: 1
	掃 流 力 (τ)	FL^{-2}	hr	1: 62.5
	エ ネ ルギ ー (E)	FL	hr^6	1: 15258788
	運 動 量 (mV)	FT	$hr^{7/2}$	1: 1930101

実験は原案に対する流況を把握するため各洪水吐きを全門全開とし、放流量を 300 m³/s から 300 m³/s ピッチで 3,000 m³/s までの 10 ケースについて流況観察を実施し、洪水吐きの放流能力調査は洪水吐き全体および各洪水吐き単独放流として、各ケースごとに放流量、貯水池水位、減勢池内の水面形および下流河道水位等を測定した。

各水理諸量の測定はつぎの方法で行ったものである。

- 1) 放流量は実験設備の流量制御システム中に組込まれた電磁流量計 (公称精度最大値に対して ± 1%) によって計測した。
- 2) 水位および水面形は 1/10 mm まで直読できるポイントゲージにより計測した。またシュート部および合流部等の比較的精度を要しない部分の水位は 1 mm 目盛のストレッチスケールで直読した。
- 3) 流況観察は、写真および目視による流況スケッチで表現した。

3.3 実験結果

1. 放流能力

洪水吐きの全体およびそれぞれの単独放流における貯水位と放流量の関係は表 3 および図 7 に示す結果が得られ、つぎに示すことが明らかとなった。

表3 H-Q 数 値 表

	貯水位 (E.L.m)	放流量 (m ³ /s)		貯水位 (E.L.m)	放流量 (m ³ /s)
全 門 全 開	305.71	3415.95	フ ラ ッ プ ゲ ー ト 単 独	306.26	2779.2
	305.14	2998.40		305.66	2432.1
	304.63	2698.29		305.34	2229.5
	304.03	2399.38		304.80	1815.7
	303.46	2093.66		304.34	1544.0
	302.84	1787.95		303.81	1238.3
	302.21	1506.90		303.19	926.4
	301.38	1242.61		302.52	620.7
	300.28	900.46	上 フ 段 オ リ 単 独	304.09	211.22
	294.45	615.54		299.74	164.28
	288.08	305.09		297.61	132.78
白 頂 山 越 単 独 流	302.70	370.56	下 フ 段 オ リ 単 独	305.56	798.55
	307.08	290.89		303.71	748.53
	306.75	353.22		297.16	612.66
	306.16	187.13		290.73	409.47

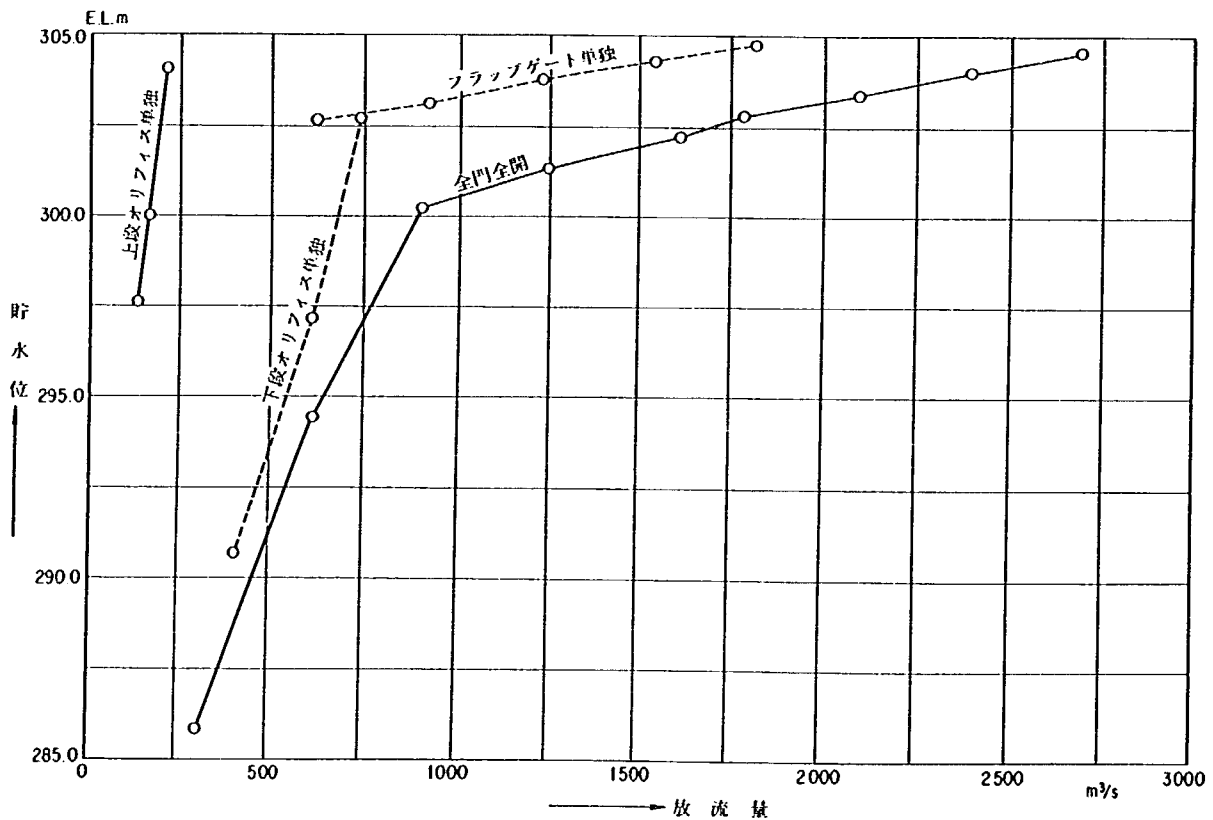


図7 貯水池水位と放流量の関係図

1) 上段オリフィスの貯水位がサーチャージ水位時の全開放流量は約 200 m³/s であり、設計計算値を約 12% 下廻る結果となっているが、流量係数 C の仮定値によるものか、あるいは模型での吐口断面が 6.4 cm × 6.4 cm という小さい値であり管路の材質による摩擦抵抗の相似性を無視した結果なのか、さらに拡大抽出模型による検討が必要と考える。

2) 下段オリフィス2条のゲート全開放流時において、貯水位が制限水位の場合の放流量は約503 m³/secであり設計値 500 m³/sを満足しているが上段オリフィスと同様に計算値を下廻っている。またサーチャージ水位での放流量は約750 m³/sであった。

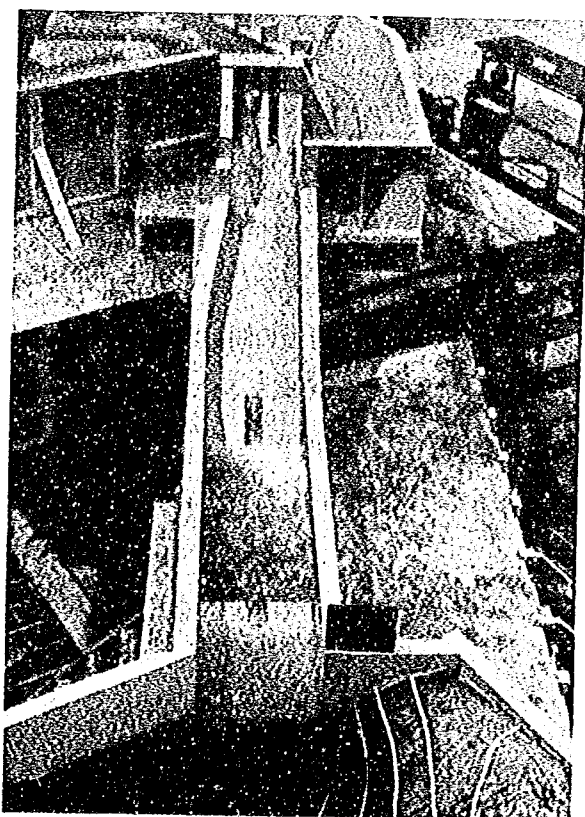
3) サーチャージ水位 EL.303.000mにおける上下オリフィス3条とフラップゲート5門全開での放流量は約1,820 m³/sとなり、設計条件の1,750 m³/sを若干上廻っているが、詳細については先に述べたようにオリフィスおよびクレストの抽出実験を行い検討する。

4) 設計洪水水位 EL.304.500mにおける全洪水吐きの全開放流量は約2,640 m³/sであり、ダム設計洪水量2,620 m³/sを満足している。

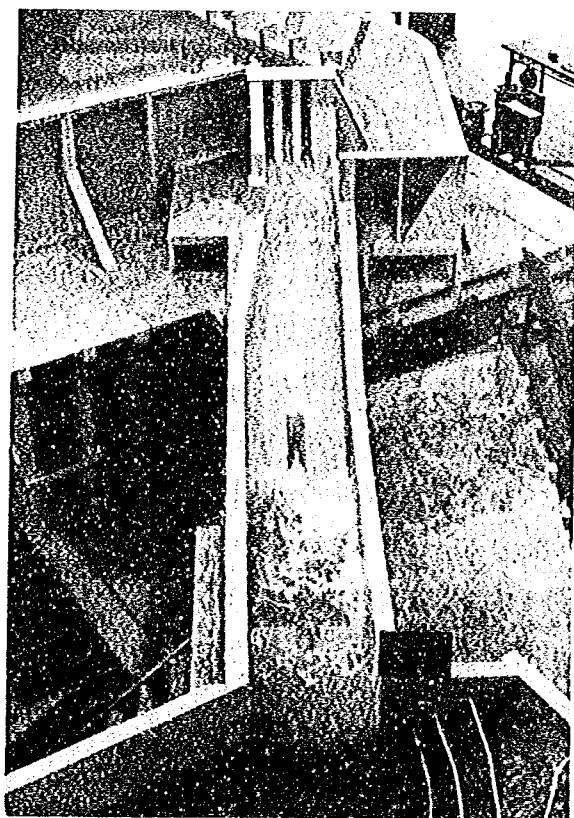
2. 流 況

洪水吐きの全門全開状態での300 m³/sから3,000 m³/sまでの流況観察結果から明らかになった点を列挙するとつぎのとおりである。

1) 300 m³/s放流では図4に示すように減勢工と合流部の中心線が一致していないため、下段オリフィスからの放流水がシュート部で左岸側に片寄り減勢工に対しても均一に流入していないが、渦の発生までには至らない流況である。(写真No1 参照)



写真No1 洪水吐原案 $Q=300 \text{ m}^3/\text{s}$



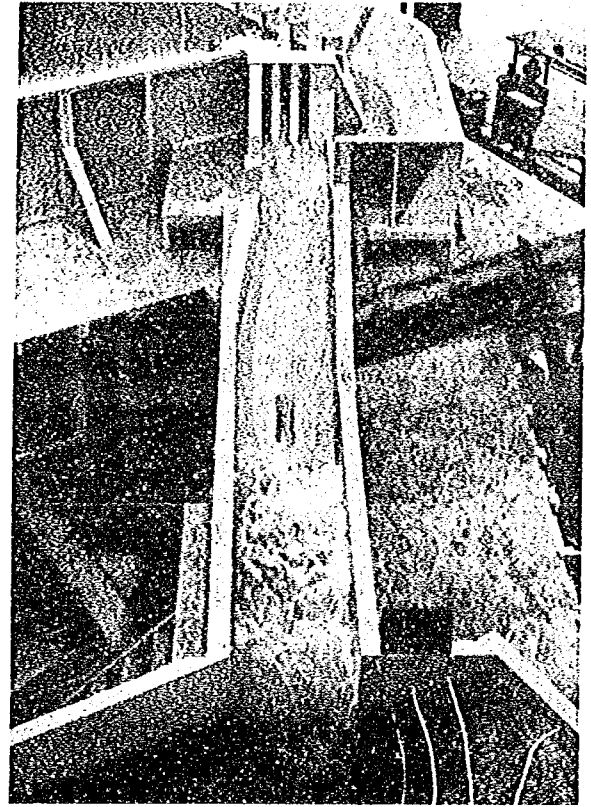
写真No2 洪水吐原案 $Q=600 \text{ m}^3/\text{s}$

2) 上、下段オリフィス3条のほぼ常時満水位における放流量600 m³/sでは300 m³/s放流時と同様に左

岸への片寄りがさらに顕著であり、減勢工の左岸側での水面変動が激しいがバップルピアでの減勢効果により河道への流出はおだやかな流れとなっている。(写真No2 参照)

3) 非常用洪水吐きからの流出が伴う $900 \text{ m}^3/\text{s}$ ～ $1,500 \text{ m}^3/\text{s}$ では、オリフィス単独放流時の左岸への拡散放流水が側溝水路からの合流水によって抑制されシュート部ではほぼ均等流れとなり、減勢工に対してもほぼ均等流となっている。(写真No3 参照)

4) ほぼサーチャージ水位における $1,800 \text{ m}^3/\text{s}$ 放流では、流入部の流速測定値は 1.0 m/s 以下であるが、オリフィス前面の平場で堤体部から落ち込む流れによってゆっくりした渦を発生させている。また、側溝水路内はセキを設けたことによりセキからの流水がクレスト越流水によって左岸斜面へのはい上がりを大きくし、水路内の流速は 5.5 m/s ～ 9.0 m/s である。合流部での流況はオリフィスからの流水の上に側溝水路からの流水がかぶる状態で合流し、合流部右岸導流壁沿いの水面が盛り上がる。

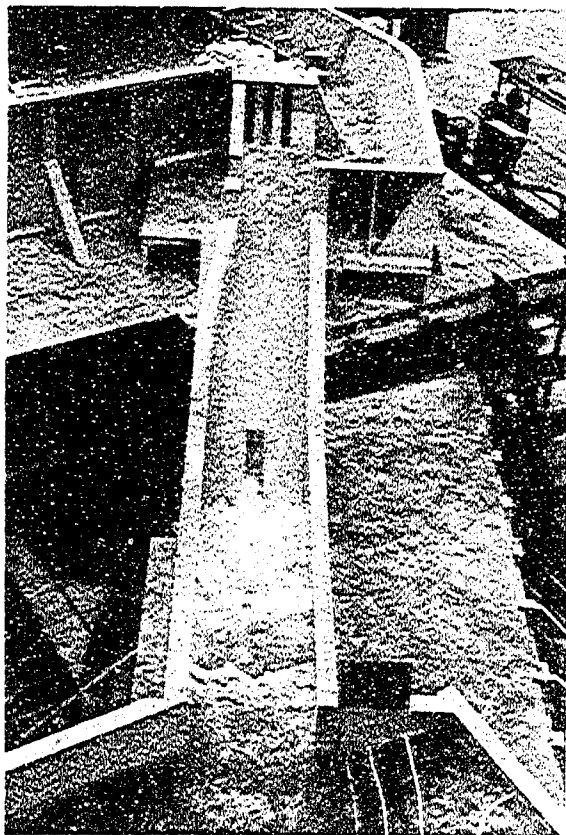


写真No3 洪水吐原案 $Q = 900 \text{ m}^3/\text{s}$

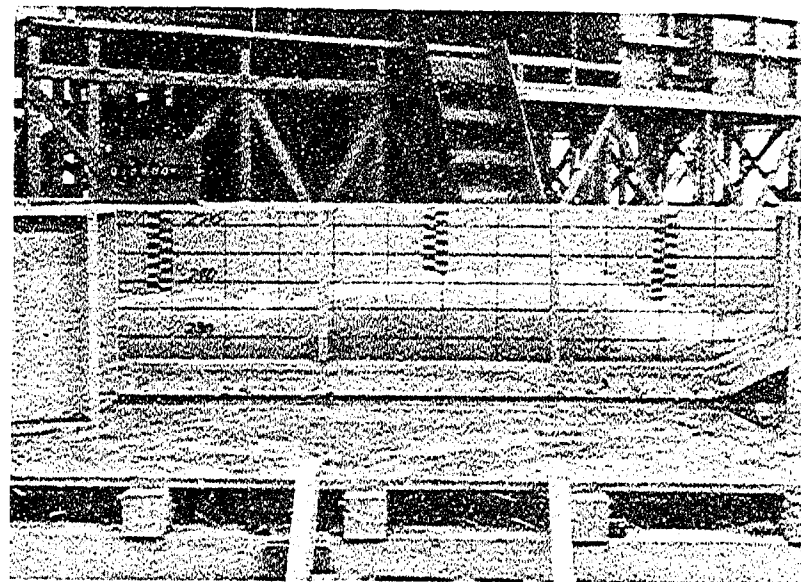
シュート部および減勢工までの流れは比較的均等流となっているが、減勢工では突入射流がバップルピアに直接あたり、飛散水脈の変動が激しく、最大水深がバップル上にあり、副ダムの圧力分布を測定していないがセキ上げ効果が少ないものと思われる。下流河道での流速の測定値は 6.5 m/s ～ 8.5 m/s で昭和50年度に実施した自然河道の同一流量時の測定値を約10%上廻っている。また、右岸国道は約1m冠水する流況である。(写真No4, No5, No6 参照)

5) 放流量 $2,100 \text{ m}^3/\text{s}$ ～ $3,000 \text{ m}^3/\text{s}$ では $1,800 \text{ m}^3/\text{s}$ 放流時での流況の悪い箇所が強調された流況となっている。さらに $2,700 \text{ m}^3/\text{s}$ 以上の放流時にはオリフィス下流の合流部での水面が EL. 290.0 m を超え、オリフィスが潜り流出となっている。

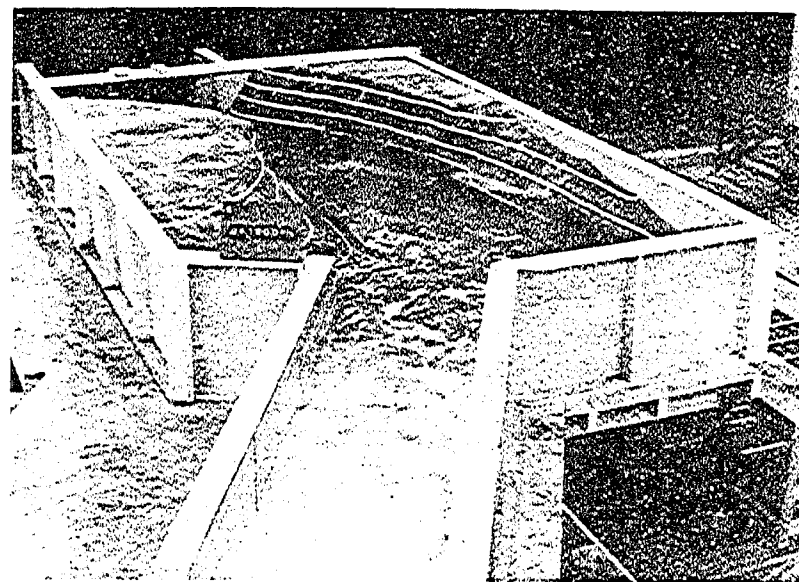
減勢工始端では露出射流となり、減勢工内の水面変動が激しく、その変動が下流河道に対しても影響し、右岸国道は約3m冠水している。(写真No7, No8 参照)



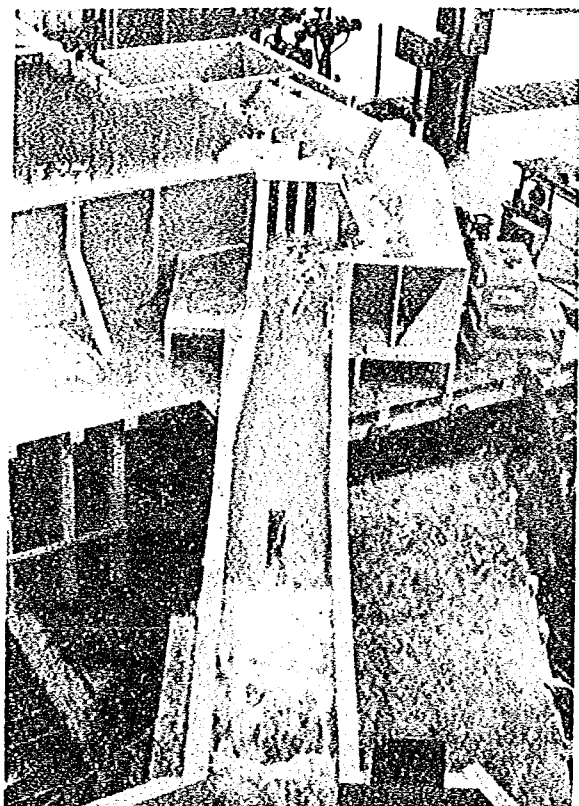
写真No.4 洪水吐原案 $Q = 1,800 \text{ m}^3/\text{s}$



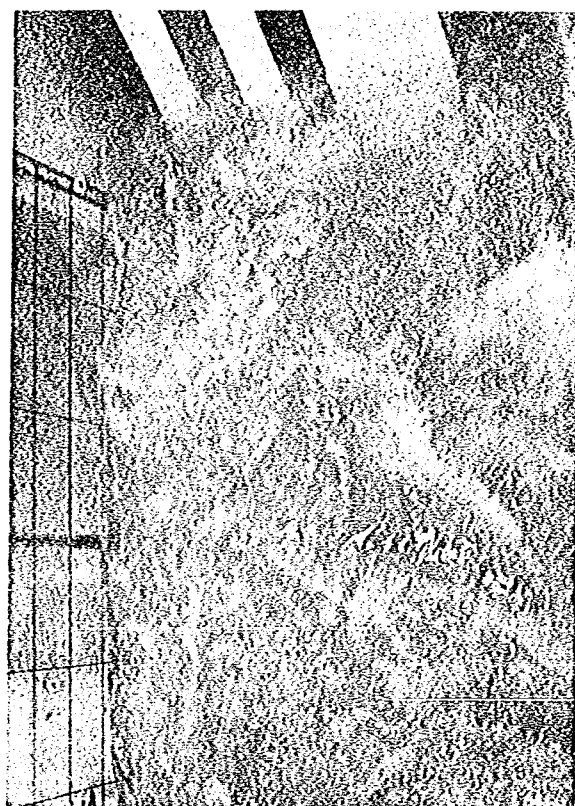
写真No.5 洪水吐原案 減勢工流況
 $Q = 1,800 \text{ m}^3/\text{s}$



写真No.6 洪水吐原案河道部流況
 $Q = 1,800 \text{ m}^3/\text{s}$



写真No7 洪水吐原案 $Q=2,700\text{m}^3/\text{s}$



写真No8 洪水吐原案 合流部流況
 $Q=2,700\text{m}^3/\text{s}$

3.4 ま と め

洪水吐きの原案設計形状に対する実験結果をまとめるとつぎのとおりである。

1. 放流能力について

1) 常用洪水吐きとしての下段オリフィスは原案設計形状で設計放流量を満足する結果となったがさらに詳細な検討を要する。

2) 上段オリフィスの放流能力は詳細実験により検討する必要がある。

3) サーチャージ水位および設計洪水位に対する全洪水吐きの放流量はほぼ設計値を満足している。

2. 流 入 部

流入部の掘削形状は原案形状で問題がないものと判断できる。しかし、フィル堤体盛立土留壁のオリフィス直上流形状については落差流れを除去できる形状が望ましい。

3. 越流部および側溝水路部

フラップゲート全開状態での越流部および自由越流部に関しては流況的には良好な結果が得られたものとする。しかし、さらにフラップゲート半開時に対する検討が必要である。また、越流部の側溝水路部については水路途中に設けたセキが流況を悪化させており、改良形状の検討が必要である。

4. 合 流 部

オリフィス単独放流の場合、原案形状は導流部に対して対称でないため流れが左岸に片寄る。また、側

溝水路末端の導流壁が流れ方向に対して 90 度の壁になっているため、流量によって流れが剥離するのと側溝水路からの合流量が多くなればなる程、合流部右岸側壁の水面上昇が大きくなる。したがって、合流部の線形と中間シルの位置に対する検討が必要である。

5. シュート部

合流部形状の改良によってシュート部での流況は当然改善されるものと考えられるが、シュート部末端が出口となる非常用放流工の出口上部にデフレクターを設置し、放流工出口に洪水吐きからの流水が直接落下させない工夫が必要である。

6. 減勢工

減勢工については設計対象流量についてさらに検討を要するが、原案形状で $1,750 \text{ m}^3/\text{s}$ 以上の放流量に対する、バッフルピアおよび副ダムの圧力についても検討を要する。

7. 下流河道

下流河道に対しては従前の機能維持という観点から、ダム築造前の自然河道での実験値と同程度以下となるよう検討する。

第3章 原案洪水吐きの改良設計案 その1

前章、第3節までの検討結果から原案洪水吐きに対して改良を要する部分は側溝水路形状、合流部形状およびシュート部であることが判明した。そこで、これら各部について改良設計を実施し、既設原案模型にフィードバックし、実験的検討を加えた。

第1節 改良設計形状

1.1 側溝水路部の改良形状

側溝水路の改良形状は図8に示すとおり、T-1, 2, 3の3種形状について検討を加えた。T-1形状は側溝水路敷高を上流端から下流まで EL. 277,000 m 一定の水平面とし、水路形状は底面幅を10 m とし両側面とも1:0.5の台形水路である。T-2形状は左岸山腹の掘削量を軽減するため、最上流端で5.25 m だけ越流部側に寄せ、水路底面を1:10.476の下流下りの勾配面とした。T-3形状はT-2形状と同型であるが図8の水路縦断面図に示すように水路底面を階段形状として水路内の減勢効果を期待する形状である。

1.2 合流部の改良形状

合流部の改良形状は図9に示すとおり、R-1~R-5の5種形状について検討を加えた。

R-1形状は原案合流部に設置したシルを左岸側下段オリフィスの開水路と一致する位置まで平行移動し、オリフィスからの放流水の左岸側への拡散を防ぎ、側溝水路末端のコーナに、 $R = 34.039$ m の円弧の垂直壁を設置し、合流をスムーズにさせる形状である。R-2形状はR-1と基本的には同様であるが、コナ円弧を $R = 28.5$ m とし、位置を上流側に寄せ側溝水路の流出断面をせばめることにより背水効果を期待し、水路内の流速を軽減する形状である。R-3形状はコナ円弧によりシュート部を左右対称形とした。R-4形状は、側溝水路からの流れの大部分をシュート部まで導流するためコナ円弧を下流に下げた形状である。R-5形状は合流した流れをシュート部で平行流とするための規制形状である。

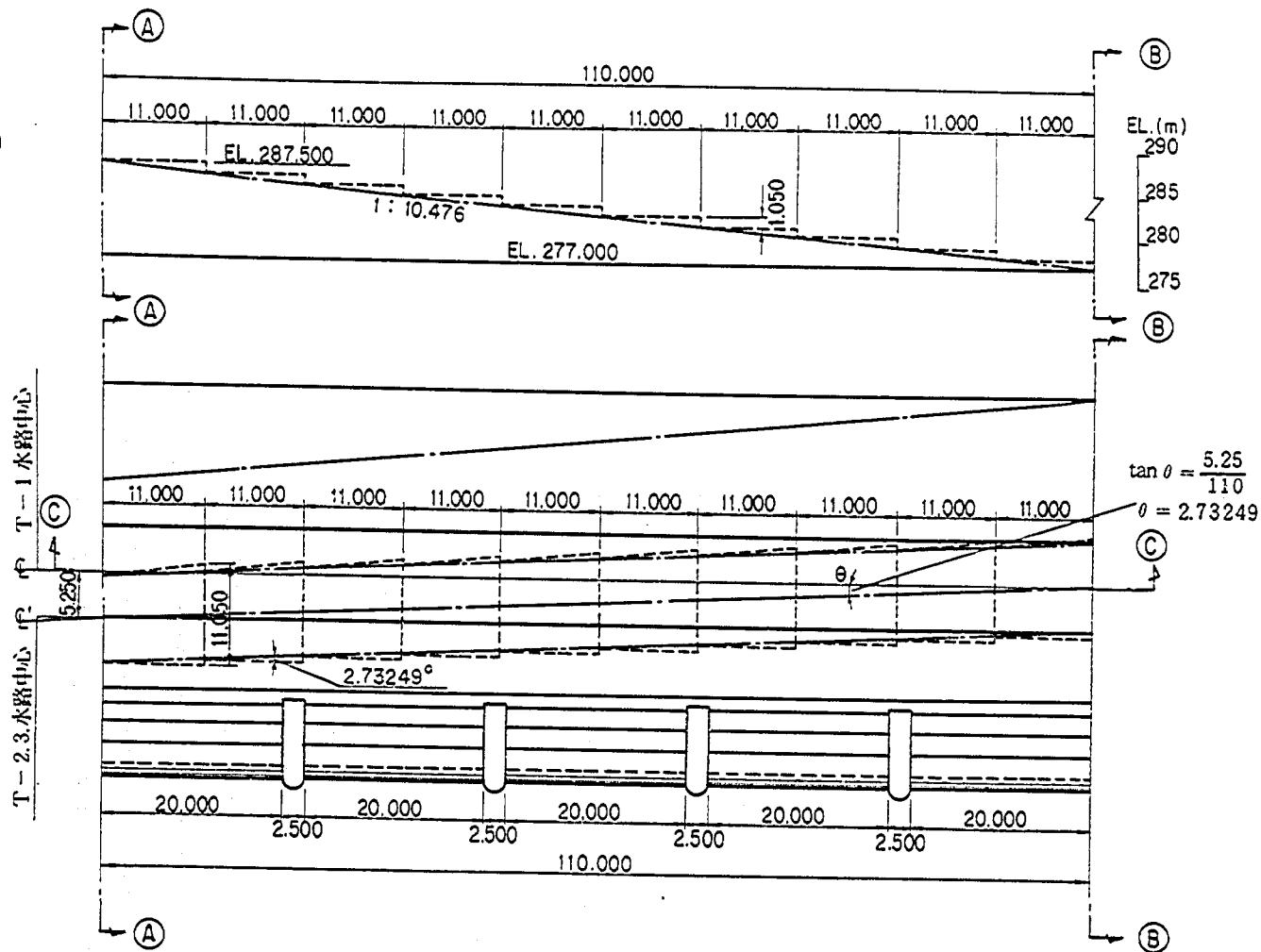
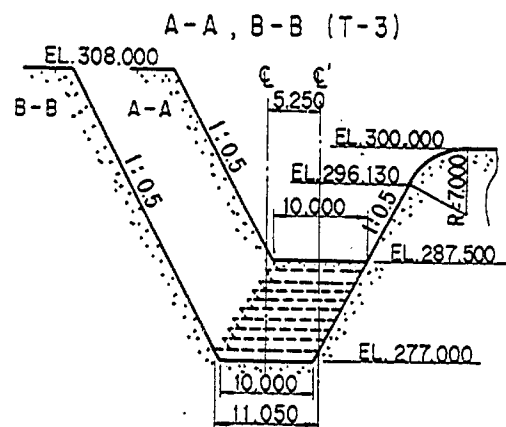
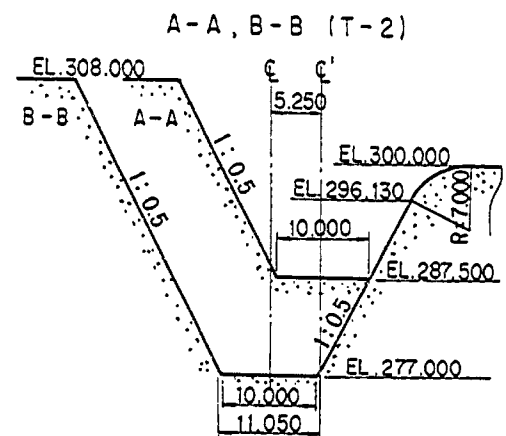
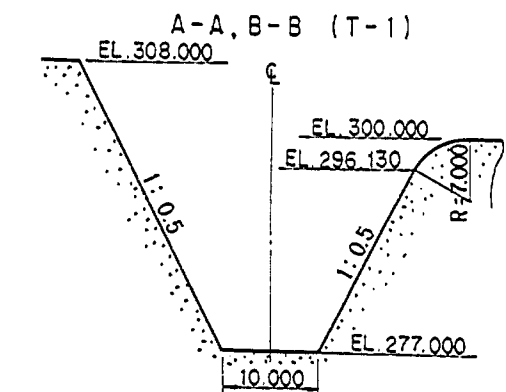


図8 側溝水路の改良形状図

凡 例	
测方水路形状	
T-1	————
T-2	——.——
T-3	-----

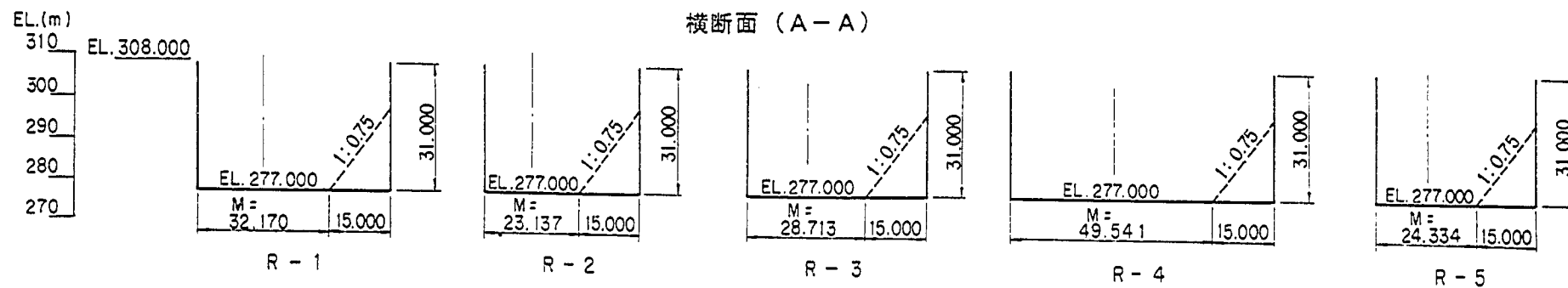
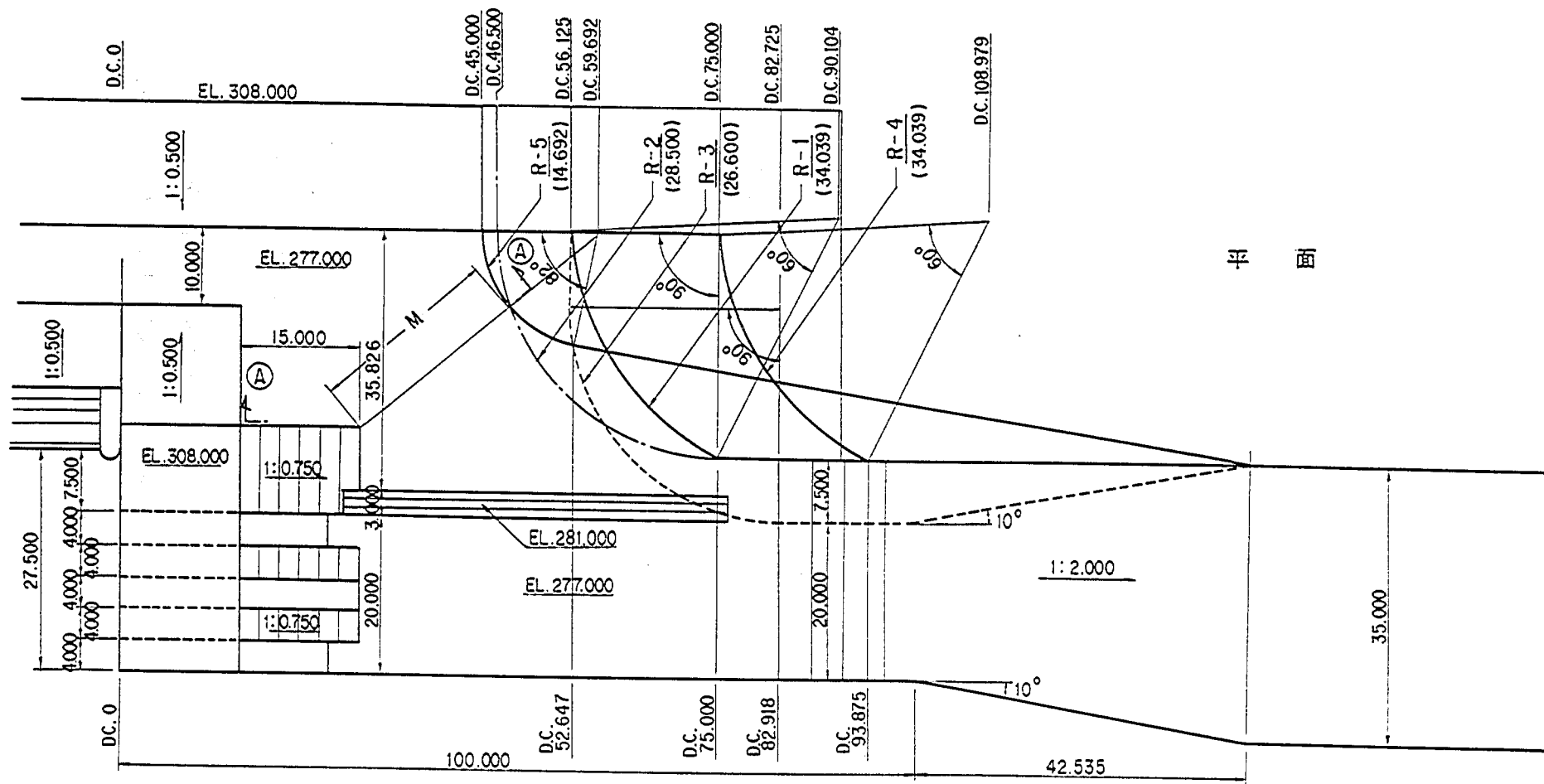


図 9 合流部の改良形状図

1.3 シュート部デフレクター形状

シュート部トンネル出口の上部に洪水吐きから流水を制御するデフレクター形状は図10に示すとおりである。

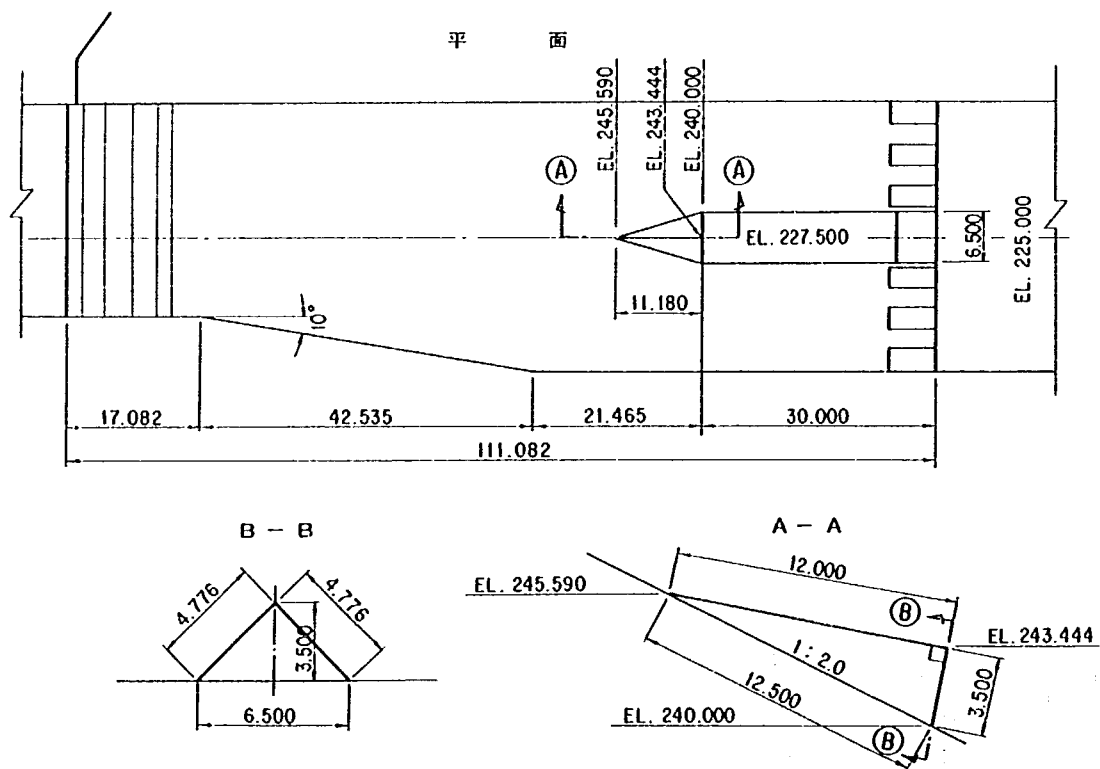


図10 シュート部ディフレクター構造図

第2節 水理模型実験

2.1 実験内容

本実験は第2章、第3節で述べた実験模型を改良して行ったものであり、実験方法および相似則等は第3節と同様である。

実験内容は前述の側溝水路形状3種と合流部形状5種を組み合わせた9ケースについて流況観察を主とし、水面形および流速測定を行った。この組み合わせ9ケースおよび測定項目は表4のケース一覧表に示すとおりである。なお、この表に示す実験番号は以後の実験資料および写真に使用される。実験の各ケースにおける検討対象流量は1,760 m³/s、2,100 m³/s および2,600 m³/s の3種の洪水吐き全門全開条件で行ったものである。また、各ケースにおける水面形および流速の測定位置は図11および図12に示す各位置で行った。

表 4 実験ケース一覧表

実験 番号	検 討 内 容	検 討 流 量 (m^3/s)	水 面 形			流況	備 考
			横越	合流	減勢		
1-1	側溝水路 T-1 合流部 R-1	550		○	○	○	合流部、減勢部 側壁をアクリライトに改 造 シュート部にデフレ設置
		1760	○		○	○	
		2100				○	
		2600	○		○	○	
1-2	側溝水路 T-1 合流部 R-2	1760	○		○	○	
		2100				○	
		2600	○		○	○	
1-3	側溝水路 T-1 合流部 R-2	1760	○		○	○	
		2100				○	
		2600	○		○	○	
2-1	側溝水路 T-2 合流部 R-1	1760	○			○	
		2100				○	
		2600	○			○	
2-2	側溝水路 T-2 合流部 R-4	1760	○			○	
		2100				○	
		2600	○			○	
2-3	側溝水路 T-2 合流部 R-5	1760	○			○	
		2100				○	
		2600	○			○	
3-1	側溝水路 T-3 合流部 R-1	1760	○			○	
		2100				○	
		2600	○			○	
3-2	側溝水路 T-3 合流部 R-4	1760	○			○	
		2100				○	
		2600	○			○	
3-3	側溝水路 T-3 合流部 R-5	1760	○			○	
		2100				○	
		2600	○			○	

凡 例

V_1 (m/s)	合 流 流 速
V_2 (m/s)	合 流 後 流 速
M (m)	合 流 幅
N (m)	合流部終端幅
R (m)	側 壁 半 径

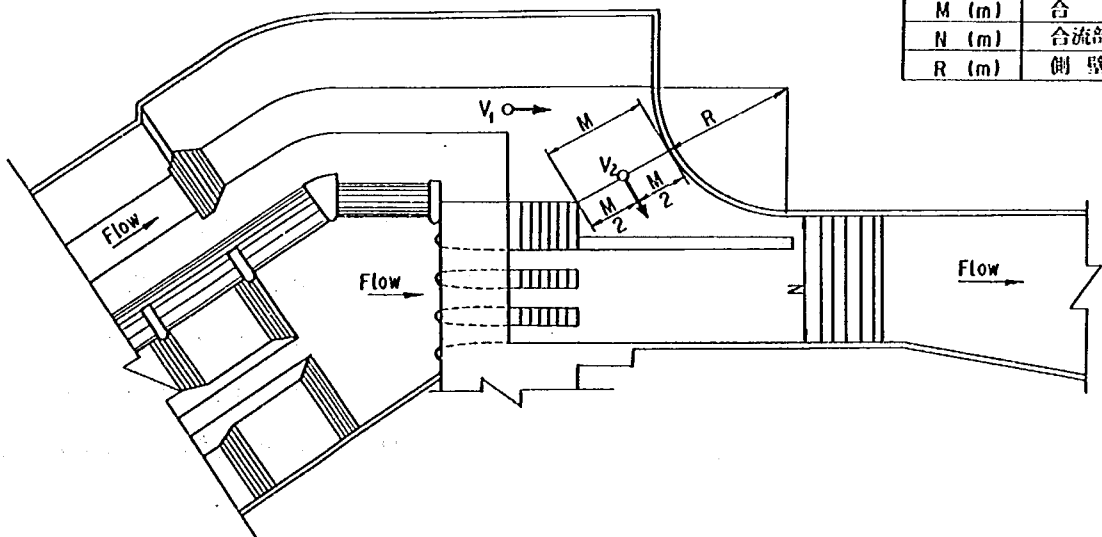


図 11 流速測定位置図

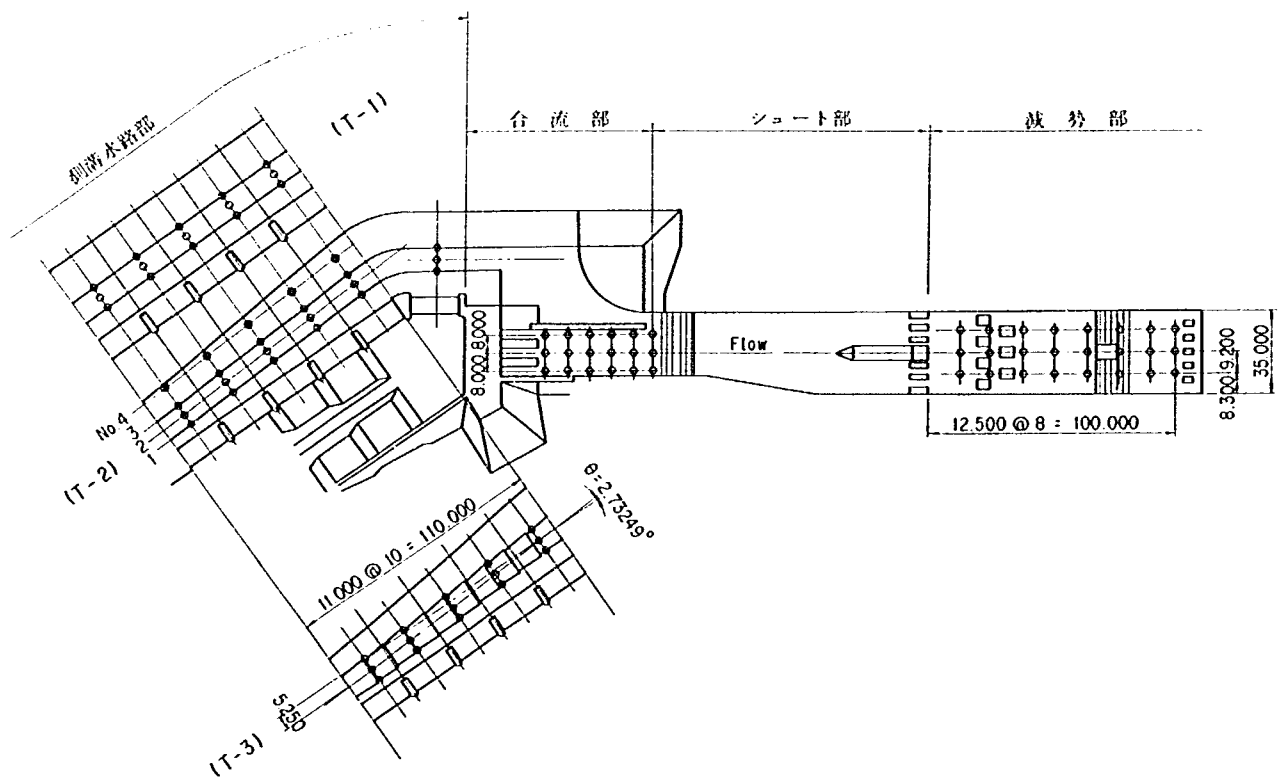


図 12 水面形測定位置図

2.2 実験結果

表 4 に示した各実験ケースでの形状の組み合わせおよび流況観察結果をとりまとめたのが表 5 a～c である。側溝水路内の水面形は組み合わせ 9 ケースについて各 2 放流条件 ($1,760 \text{ m}^3/\text{s}$ および $2,600 \text{ m}^3/\text{s}$) の 18 ケースについて実施し、これらの測定結果は表 6 に示すとおりである。合流部についてはオリフィス単独放流 $550 \text{ m}^3/\text{s}$ 1 ケースについて水面形測定を実施し、測定結果は表 6 に示す。減勢工については 3 ケース $\times$ 7 放流条件での水面形の測定結果を表 6 に示す。また、各ケースにおける流速の測定結果は表 7 および表 8 に示すとおりである。

以上の観察および測定結果から各部の検討結果としてつぎのことがいえるものとする。

1) 側溝水路形状について

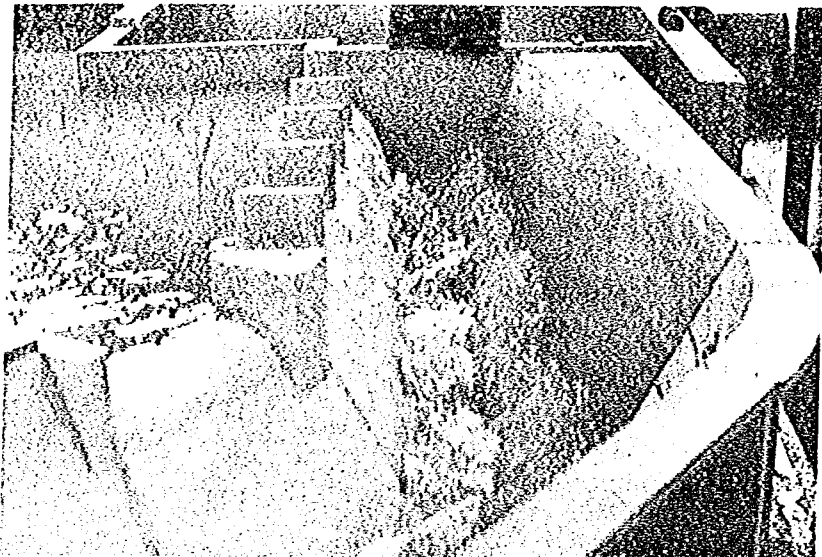
側溝水路の判定条件として同一横断面における水路内の水面が時間および空間的に変動が少ない形状とすれば $T-1+R-1$, $T-2+R-1$, $T-3+R-1$ の3ケース (実験番号では 1-1, 2-1 および 3-1 である。図13参照) について比較検討すると $T-1$ 形状が理想形に近いものと判断できる。しかし、 $T-1$ 形状は山腹の掘削量が増大することおよび側溝水路部末端での流速測定値 (表7参照) が3ケースでそれ程変わらないことと、左岸斜面での水脈が比較的安定している (写真Na9～Na13を参照) こと等から、側溝水路形状は施工性を考慮した $T-2$ 形状を推奨する。



写真Na 9
側水路 $T-1$ 形状
側溝水路部の流況
 $Q = 1,760 \text{ m}^3/\text{s}$



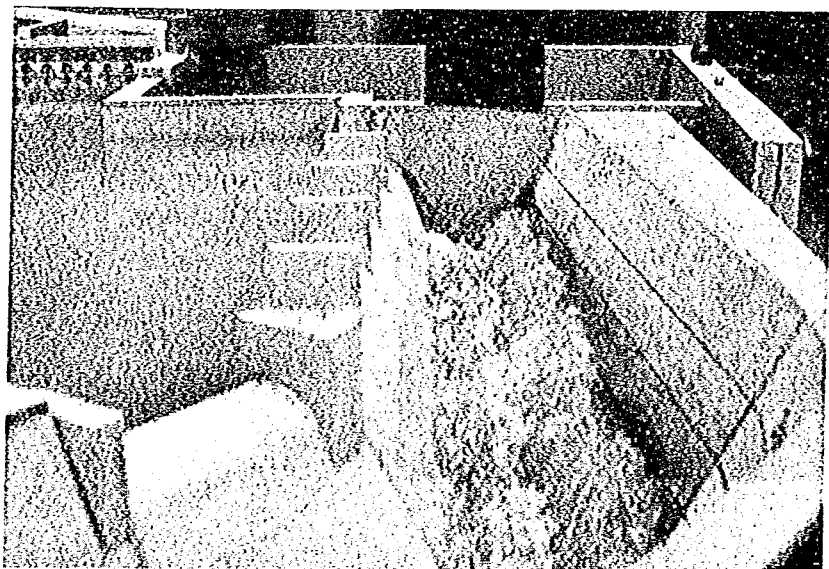
写真Na 10
 $T-1$ 形状
側溝水路部の流況
 $Q = 2,600 \text{ m}^3/\text{s}$



写真No11
T-2 形状
側溝水路部の流況
 $Q = 1,760 \text{ m}^3/\text{s}$



写真No12
T-2 形状
側溝水路部の流況
 $Q = 2,600 \text{ m}^3/\text{s}$

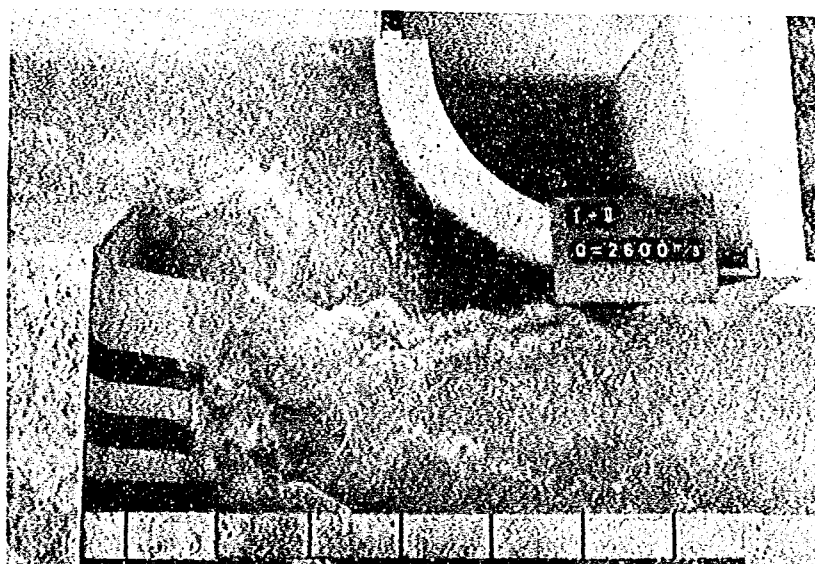
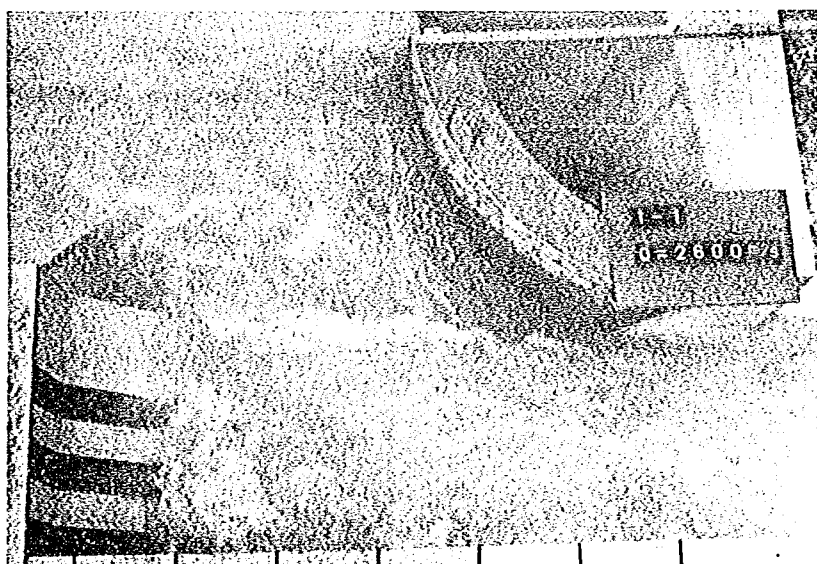


写真No13
T-3 形状
側溝水路部の流況
 $Q = 1,760 \text{ m}^3/\text{s}$

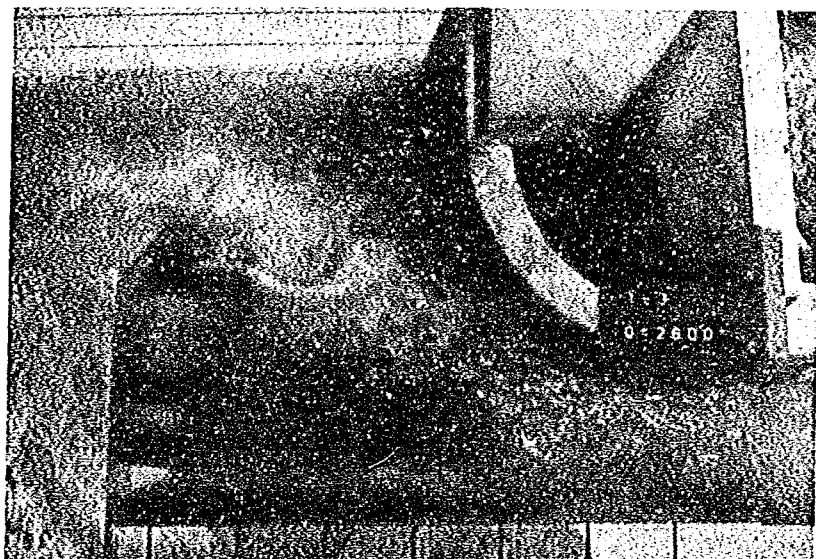
2) 合流部形状について

合流部5種形状での検討結果は表5 a～c に示した観察結果に要約したが、下段オリフィスが潜り状態かどうか、シュート部で均等流れかどうかの総合的判断から、R-1およびR-2形状が比較的良好であると判断できる。このことは流量比が2:1程度の場合、シュート幅(N)に対する合流幅(M)との比、 $M/N = 1.17 \div 1.2$ 倍程度が適当といえる。しかし、R-1は2,600 m³/sで、R-2は2,100 m³/sでそれぞれオリフィスが潜り流出となる。また、合流部のシル位置を移動した効果としては写真No 14～18に示すようにオリフィス下流水叩きで左右対称の流れとなり、減勢工への流入も均等流となった。

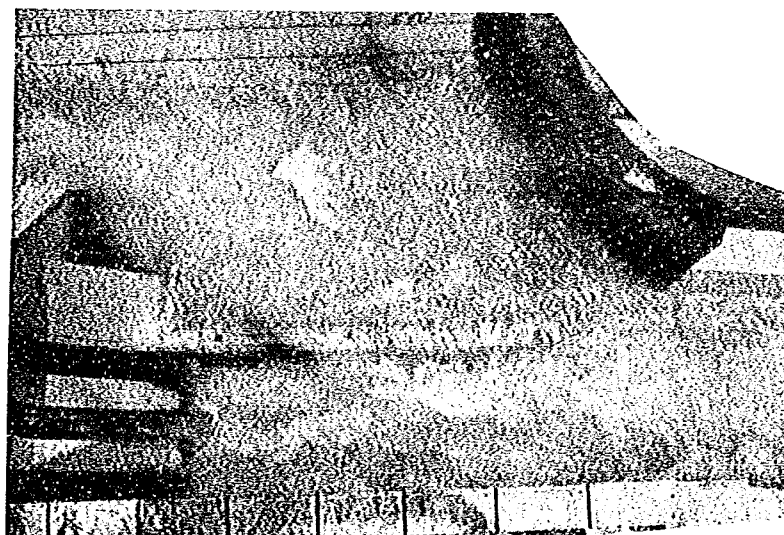
写真No 14
合流部形状 R-1



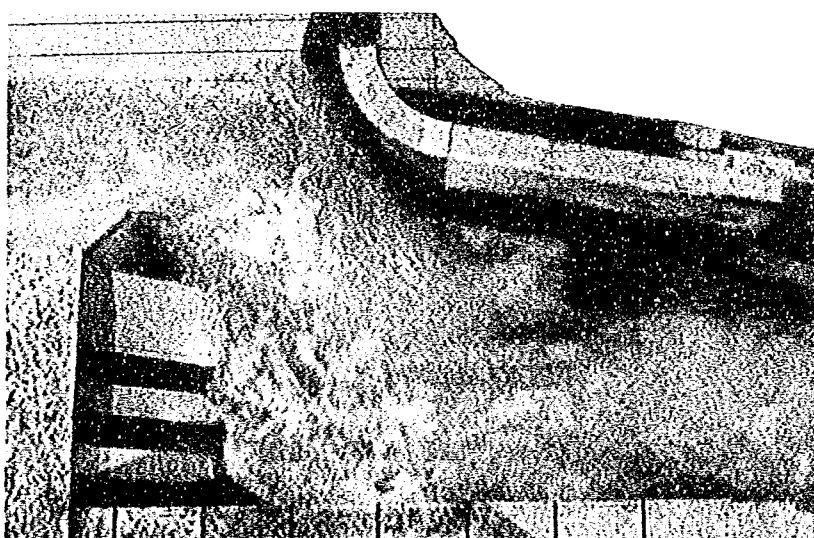
写真No 15
合流部形状 R-2



写真No. 16
合流部形状 R-3



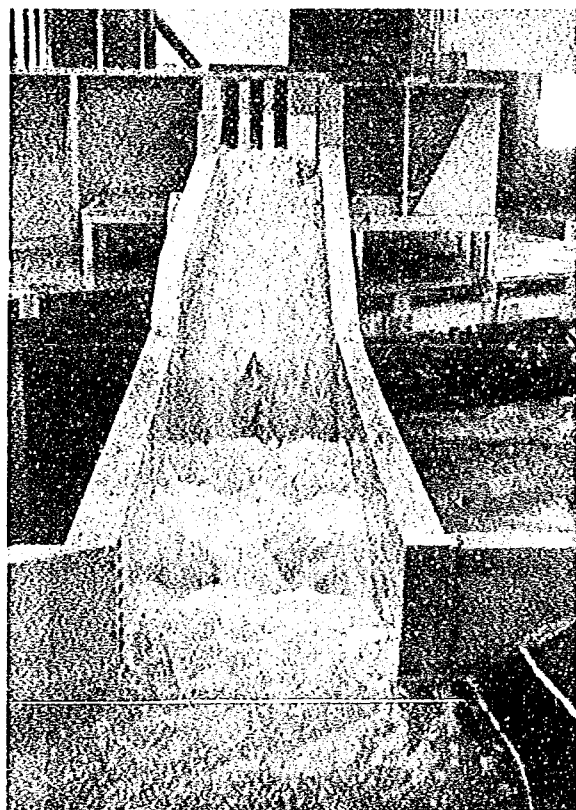
写真No. 17
合流部形状 R-4



写真No. 18
合流部形状 R-5

3) シュート部デフレクター形状

非常用放流工のトンネル出口の上部に図10に示したデフレクターを設置したことにより、シュートに流下する流水が直接放流工出口に落下せず、原案に見られた水脈の飛散状態はなくなったが、デフレクターにより拡散した水膜がトンネル出口を閉塞している。(写真No.19, No.20 参照)



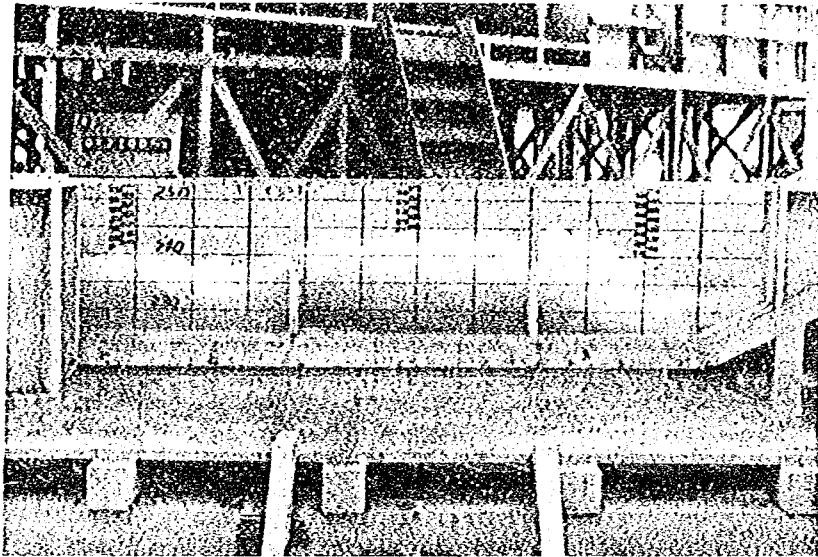
写真No.19



写真No.20

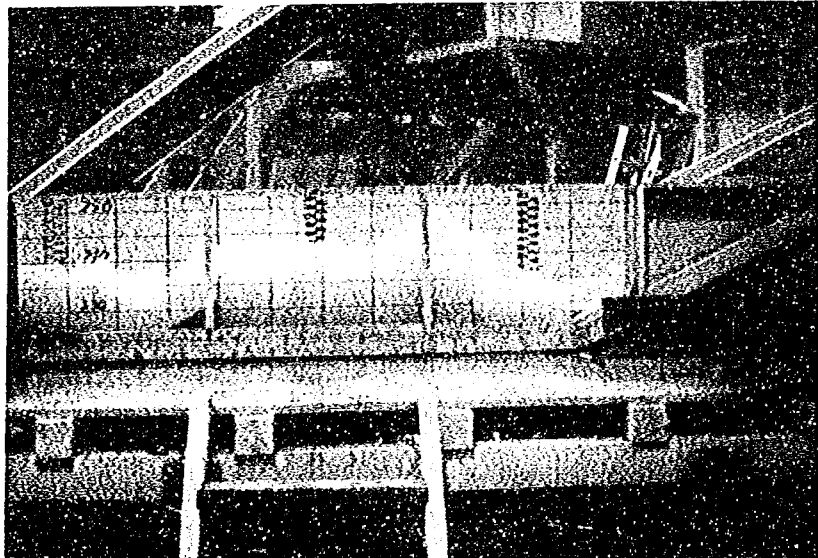
4) 減 勢 工

減勢工内の水面形の測定は実験番号1-1～1-3までについて実施し、それらの結果は表6に示すとおりであるが、改良案では側溝水路からの流線をシュート部に向け曲りの損失を少なくした効果が大きく、原案に比較してシュート部での流速が増し、減勢工内の水面変動も激しくなっていることが観察できる。(原案 2,700 m³/s と改良案 2,600 m³/s 放流時の減勢工内の流況写真No.21, No.22 および図14 参照), また表7に示したようにこれら3ケースでの合流後の流速の差は図14で明らかなように減勢効果にはほとんど影響を与えないものと思われる。



写真No.21
原案
減勢工内の流況
 $Q = 2,700 \text{ m}^3/\text{s}$

写真No.22
減勢工内の流況
 $Q = 2,600 \text{ m}^3/\text{s}$



2.3 ま と め

原案洪水吐きの側溝水路，合流部およびシュート部形状の改良実験の結果をまとめるとつぎのとおりである。

- 1) 側溝水路形状は掘削量が少ないT-2あるいはT-3形状が推奨できる。
- 2) 合流部形状は合流部での水面の偏りが少なく，シュート部から減勢工まで比較的均等流が得られるR-1形状とする。しかし，放流量 $2,600 \text{ m}^3/\text{s}$ では下段オリフィスが潜り流出となるのでオリフィスの敷高を含め何んらかの対策を要するものとする。
- 3) 非常用放流工トンネル出口上部にはデフレクターを設置することにより，トンネル内への水脈の落下は防止できるが，出口が拡散水膜により閉塞されるので対策を要する。
- 4) 減勢工規模は設計対象流量にもよるが原案ではバップルピアの比重が大きく，不安定であり，さら

に検討する必要がある。

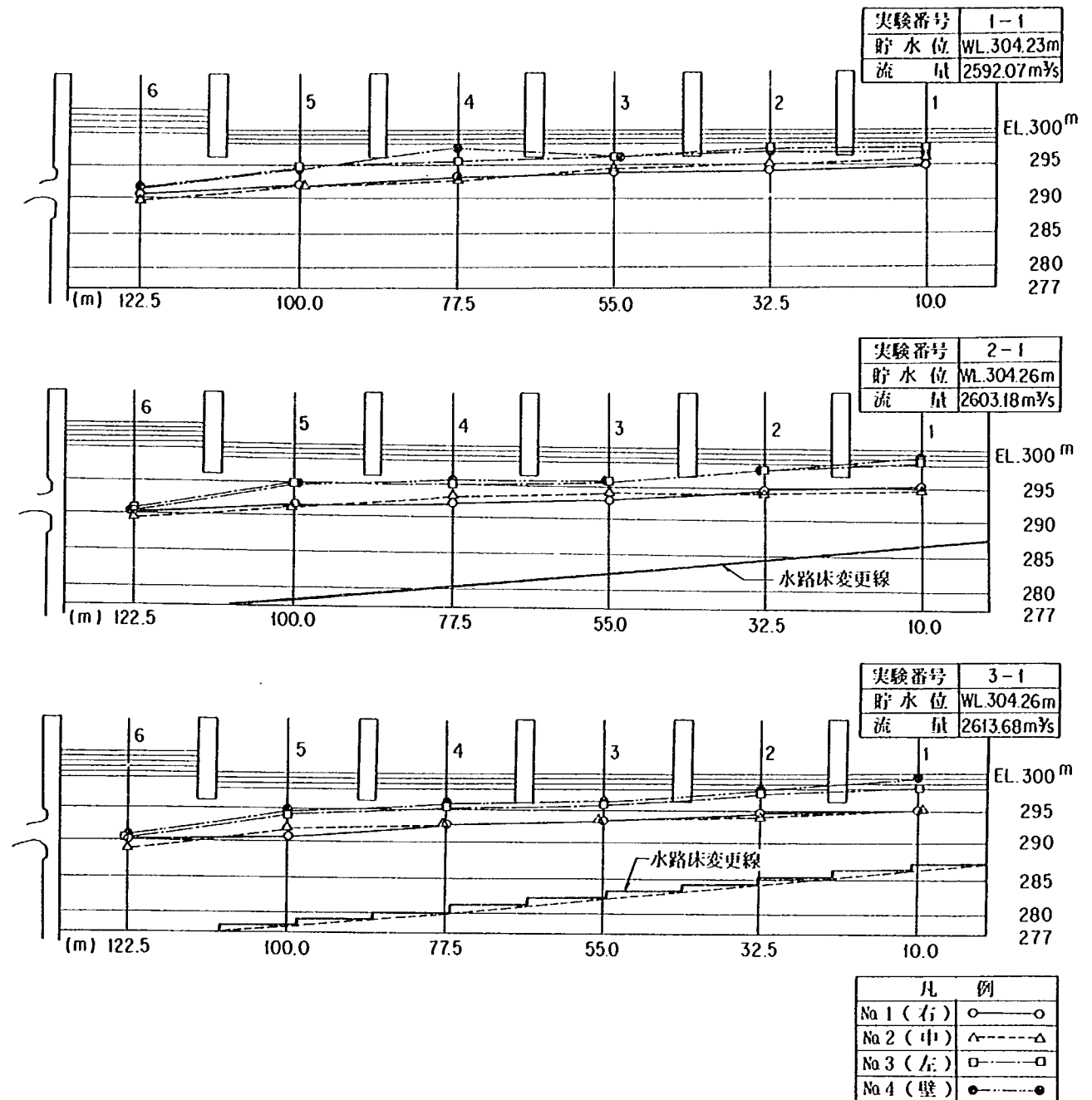
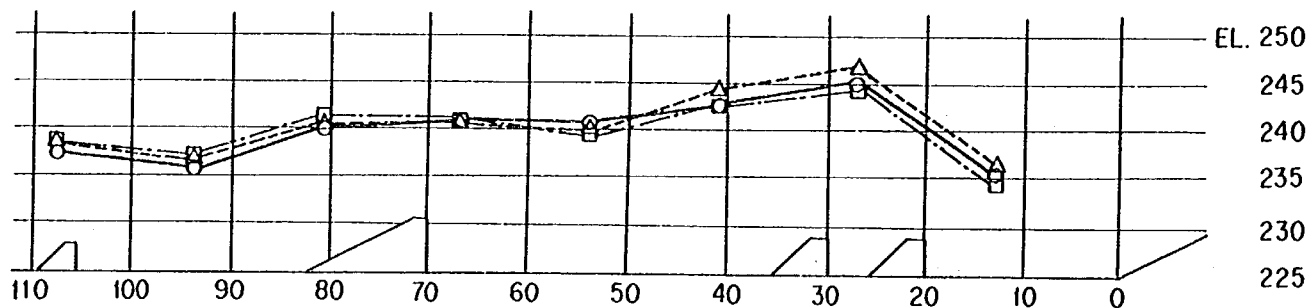


図13 側溝水路形状3種の水面形比較図

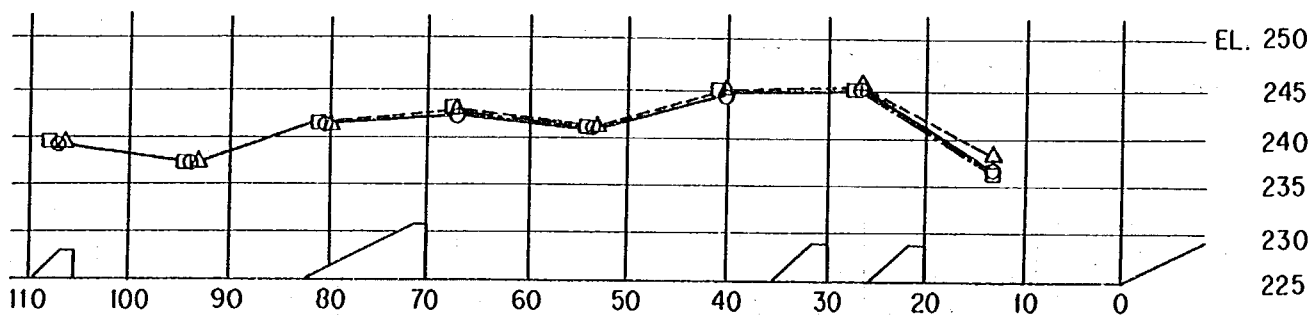
凡 例

NO. 1(右)	○—○
NO. 2(中)	△—△
NO. 3(左)	□—□

実験番号	1-1
貯水位	WL. 304.23 m
流 量	2597.07 m ³ /s



実験番号	1-2
貯水位	WL. 304.26 m
流 量	2597.01 m ³ /s



実験番号	1-3
貯水位	WL. 304.57 m
流 量	2651.36 m ³ /s

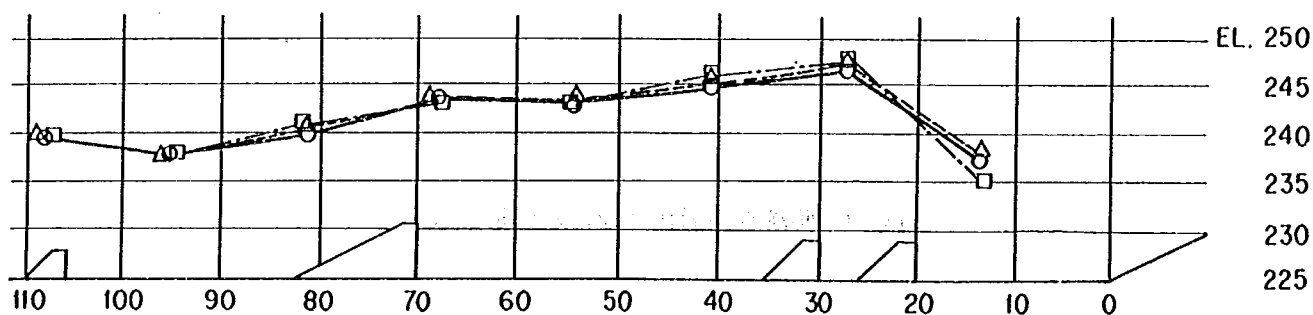


表 5 a 改良案検討結果

実験 番号	模 式 図		観 察 結 果	評 価
	T	R		
1-1 (T-1) (R-1)			- 側溝水路内の流況は安定している（時間的・空間的に水面の変動が小さいことを示す）。側溝水路の水面勾配は 3 / 100 程度であり、越流部は全門もぐりとはならない。 - 合流部内の流況は流量によって多少変化しており、$Q = 2100 \text{ m}^3/\text{s}$ ではもぐる。 - シュート部でのかたよりは小さく減勢作用に影響を与えるものではない。	側溝水路については問題はない。合流部については流量が大きい場合もぐりとなるが下段乙門の数高をあげる等をすればよいであろう。 総合評価…B
1-2 (T-1) (R-2)			- 側溝水路内の流況は 1-1 と変化はない。 - 合流部内の流況では $Q = 2100 \text{ m}^3/\text{s}$ 放流でオリフィス（下段乙門）がもぐりになる。	曲線部を上流にもってきたため側溝水路よりの流線がオリフィスよりとなり、オリフィスをもぐらせることになった。 総合評価…B
1-3 (T-1) (R-3)			- 側溝水路内の水面形が下流水位の影響をうけて 2 ~ 3 m 高くなった。 - オリフィス下段乙門は $Q = 1760 \text{ m}^3/\text{s}$ 放流時でももぐっている。 - シュート部では左右対称形となったためかたよりは全くない。	側溝水路、合流部ともに流況がおだやか（水面の変動が小さい）となるがオリフィス乙門が完全にもぐる。 総合評価…C

表5 b 改良案検討結果

実 験 番 号	模 式 図		観 察 結 果	評 価
	T	R		
2-1 (T-2) R-1			- 側溝水路内の流況はT-1と同様に安定している。側溝水路の水面勾配は7/100程度であり、全門もぐりとはならない。 - オリフィスは1-1と同じ状態であるが側水路よりの流水の合流速度が2割程度ふえたため、全体的に流水が右岸壁におしやられている。	側溝水路については越流部を全門全開とすれば問題はないが1門(上流側)のみを通水した場合射流となるであろう。 合流速度が大きくなった分だけ下流への影響は大きくなった(主流がシュート部で左になる)。
2-2 (T-2) R-4			- シュート部では右岸壁におしやられた流水がはねかえり若干左岸よりとなったが減勢作用に影は与えない。 - 側溝水路内の流況は2-1と変化はない - 合流巾(図ではMをさす)がひろくなったため側溝水路よりの流水の慣性力がふえるため、流水が全体的に右岸による。しかし、オリフィスはもぐりとはならない。	Mの値を小さくして側溝水路よりの流水の速度を規制した方がよい 総合評価…B
2-3 (T-2) R-5			- 側溝水路内の流況は2-1と変化はない - 合流部終端巾(図ではNをさす)がひろくなったため、オリフィス流は露出射流状態を呈している。しかしR-5により側溝水路よりの流水の偏向がのこったままシュート部にはいるため主流線が右→左→右と変化する。	合流部での流水の規制が充分でないため、下流へ影響がでてきている。 総合評価…D

表 6 a 水面形測定結果数値表 (側溝水路部)

実験番号		1 - 1				実験	貯水位	WL 302.78 m	
測定位置		側溝水路部				条件	流 量	1757.07 m ³ /s	
測定 番号	No 1 (E.L. m)		No 2 (E.L. m)		No 3 (E.L. m)		No 4 (E.L. m)		
	最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均	横 距	最 高	平 均
1	289.50	288.80	290.13	289.69	293.38	291.56	35.25	291.38	290.75
2	289.19	288.44	288.81	287.75	291.60	290.75	35.96	291.94	290.88
3	289.06	288.19	288.63	287.81	290.63	290.06	34.94	290.94	290.13
4	288.13	287.69	288.50	287.56	290.69	289.94	35.25	290.88	290.19
5	287.44	286.63	287.38	286.44	289.50	288.69	35.00	289.81	288.88
6	286.63	286.25	286.50	286.25	286.81	286.13	31.50	286.38	285.69

実験番号			1 - 1				実験 条件			貯水位 流 量	WL 1304.23 m 2592.07 m ³ /s
測定 番号	No 1 (EL.m)		No 2 (EL.m)		No 3 (EL.m)		No 4 (EL.m)				
	最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均	横 距	最 高	平 均		
1	294.88	293.69	295.88	295.13	297.56	296.63	37.44	296.69	296.50		
2	294.25	293.13	294.81	294.06	297.25	296.13	36.19	296.94	296.19		
3	294.00	293.06	294.50	293.50	296.13	295.00	36.50	296.19	297.25		
4	293.38	292.13	292.75	292.25	295.56	294.88	34.94	297.25	296.00		
5	291.94	290.75	291.94	290.75	294.81	294.00	36.19	294.50	293.63		
6	290.63	289.81	289.88	289.00	291.19	290.50	34.94	291.31	290.81		

実験番号		1 - 2					実験		貯水位	WL 302.83 m
							条件		流 量	1762.01 m ³ /s
測定 番号	No 1 (EL. m)		No 22 (EL. m)		No 3 (EL. m)		No 4 (EL. m)			
	最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均	横 距	最 高	平 均	
1	289.47	288.42	289.38	288.14	291.66	290.81	34.63	291.94	290.78	
2	289.12	288.22	288.54	287.51	291.65	290.49	34.63	292.21	291.40	
3	288.87	287.87	288.61	287.40	290.80	289.59	33.69	291.18	289.98	
4	288.40	287.40	288.15	287.06	290.53	289.59	33.69	290.96	290.09	
5	287.46	286.34	287.03	285.87	289.84	288.65	33.06	290.21	288.84	
6	286.84	285.84	286.61	285.78	286.78	285.65	32.13	286.62	285.31	

実験番号		1 - 2				実験	貯水位	WL 304.26 m	
						条件	流 量	2597.01 m ³ /s	
測定 番号	No 1 (EL.m)		No 2 (EL.m)		No 3 (EL.m)		No 4 (EL.m)		
	最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均	横 距	最 高	平 均
1	295.03	293.34	295.28	293.90	298.46	296.21	37.13	296.78	295.46
2	294.15	292.59	294.53	292.72	298.28	295.34	37.13	297.21	295.71
3	293.78	292.34	294.46	292.96	296.03	294.65	36.19	295.96	294.84
4	293.21	291.90	293.21	291.71	295.46	294.09	36.81	296.15	295.15
5	291.84	291.09	292.03	291.03	294.34	293.65	35.25	294.40	293.71
6	290.40	289.59	289.84	288.59	291.28	290.59	34.00	290.96	290.46

表 6 b 水面形測定結果数值表 (側溝水路部)

実験番号		1 - 3					実験条件	貯水位	WL 302.82 m
							流 量	1771.28 m ³ /s	
測定番号	No 1 (EL. m)		No 2 (EL. m)		No 3 (EL. m)		No 4 (EL. m)		
	最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均	横 距	最 高	平 均
1	290.44	289.56	290.23	289.57	292.38	291.68	35.56	292.53	291.72
2	290.09	289.06	289.53	288.91	291.41	291.59	35.56	292.58	291.81
3	289.94	289.09	289.72	289.03	291.75	290.91	35.56	291.78	291.16
4	289.69	288.81	289.53	288.81	291.63	290.03	35.25	291.78	291.09
5	288.88	288.22	288.84	287.72	290.84	289.94	34.00	290.90	290.28
6	288.59	288.09	288.59	287.88	288.72	288.09	32.13	288.59	287.84

実験番号		1 - 3					実験条件	貯水量	WL 304.57 m
							流 量	2651.36 m ³ /s	
測定番号	No 1 (EL. m)		No 2 (EL. m)		No 3 (EL. m)		No 4 (EL. m)		
	最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均	横 距	最 高	平 均
1	296.84	295.97	297.34	296.78	299.09	298.53	39.00	298.81	298.22
2	296.84	295.91	298.84	296.59	298.84	298.22	39.00	298.66	298.03
3	296.16	295.34	296.84	296.28	298.22	297.66	38.38	298.53	297.72
4	295.53	294.91	295.41	294.72	297.53	297.16	37.75	298.22	297.72
5	295.22	294.16	295.28	294.53	297.03	296.28	37.13	296.66	296.22
6	293.91	293.34	293.72	293.03	294.53	294.09	34.00	294.41	293.84

実験番号		2 - 1					実験条件	貯水位	WL 302.92 m
							流 量	1755.22 m ³ /s	
測定番号	No 1 (EL. m)		No 2 (EL. m)		No 3 (EL. m)		No 4 (EL. m)		
	最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均	横 距	最 高	平 均
1	290.71	290.03	290.78	290.03	293.46	293.09	27.13	294.84	294.15
2	290.03	289.65	289.21	288.28	292.40	291.71	28.69	293.28	292.53
3	288.46	288.15	288.40	287.59	290.34	289.90	29.31	290.40	299.96
4	287.90	287.34	287.84	287.28	289.53	288.96	30.88	289.53	288.96
5	285.15	284.84	286.28	285.09	289.08	288.09	32.44	288.78	288.21
6	286.96	286.76	286.09	285.71	286.15	285.78	31.19	285.90	285.46

実験番号		2 - 1					実験条件	貯水位	WL 304.26 m
							流 量	2063.18 m ³ /s	
測定番号	No 1 (EL. m)		No 2 (EL. m)		No 3 (EL. m)		No 4 (EL. m)		
	最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均	横 距	最 高	平 均
1	295.09	294.45	294.71	293.90	289.65	297.59	29.31	299.21	297.96
2	294.53	293.90	293.90	293.15	297.34	296.28	30.56	297.34	297.03
3	292.90	292.40	293.28	292.09	295.59	294.53	31.81	295.96	294.90
4	292.21	291.46	292.84	291.40	294.90	293.78	33.38	295.03	294.15
5	291.46	290.09	291.23	290.21	294.84	294.03	35.25	294.46	293.46
6	290.15	289.65	289.09	288.34	290.59	289.90	33.06	290.03	289.34

表 6 c 水面形測定結果数值 (側溝水路部)

実験番号		2 - 2					実験	貯水位	WL 302.85 m	
							条件	流 量	1757.07 m ³ /s	
測定 番号	No 1 (EL.m)		No 2 (EL.m)		No 3 (EL.m)		No 4 (EL.m)			
	最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均	横 距	最 高	平 均	
1	290.65	290.09	290.96	289.84	293.59	293.21	27.44	294.90	294.21	
2	290.09	289.59	289.29	288.46	292.46	291.84	28.69	293.46	292.59	
3	288.53	288.21	288.59	287.71	290.40	289.78	29.63	290.46	290.09	
4	287.96	287.40	287.96	287.46	289.71	289.78	30.56	289.65	289.03	
5	285.26	284.96	286.34	284.96	289.21	288.96	32.44	288.84	288.34	
6	286.59	285.84	285.65	285.34	285.71	285.40	31.19	285.65	285.28	

実験番号		2 - 2					実験	貯水位	WL 304.33 m	
							条件	流 量	2635.30 m ³ /s	
測定 番号	No 1 (EL.m)		No 2 (EL.m)		No 3 (EL.m)		No 4 (EL.m)			
	最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均	横 距	最 高	平 均	
1	295.15	294.46	294.59	294.09	298.84	297.71	29.00	299.28	298.03	
2	294.59	294.21	294.09	293.21	297.21	296.34	30.56	297.46	297.09	
3	292.78	292.34	293.34	292.03	295.53	294.71	31.50	295.90	295.03	
4	292.21	291.34	292.78	291.59	294.84	293.59	33.38	294.96	294.21	
5	291.40	290.03	291.28	290.15	294.71	294.21	35.56	294.53	293.34	
6	290.09	289.53	288.78	288.03	290.53	289.84	33.38	290.15	285.28	

実験番号		2 - 3					実験	貯水位	WL 302.81 m	
							条件	流 量	1757.69 m ³ /s	
測定 番号	No 1 (EL.m)		No 2 (EL.m)		No 3 (EL.m)		No 4 (EL.m)			
	最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均	横 距	最 高	平 均	
1	290.59	290.03	291.09	289.84	293.65	293.21	27.75	294.96	294.21	
2	290.21	289.53	289.34	288.53	292.59	291.90	28.38	293.34	29 46	
3	288.46	288.09	288.65	287.78	290.46	289.84	29.94	290.59	290.21	
4	288.03	287.46	288.09	287.46	289.71	289.15	30.56	289.65	289.09	
5	285.28	285.09	286.34	285.03	289.28	288.96	33.06	289.03	288.40	
6	285.65	285.40	285.40	285.96	285.84	285.46	31.81	285.90	285.34	

実験番号		2 - 3					実験	貯水位	WL 304.41 m	
							条件	流 量	2642.09 m ³ /s	
測定 番号	No 1 (EL.m)		No 2 (EL.m)		No 3 (EL.m)		No 4 (EL.m)			
	最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平均均	横 距	最 高	平 均	
1	295.34	294.59	294.59	294.15	298.90	297.65	29.31	299.40	297.96	
2	294.71	294.15	294.21	293.21	297.15	296.15	30.56	297.50	297.15	
3	292.65	292.40	293.28	292.21	295.59	294.78	31.81	296.09	295.09	
4	292.28	291.46	292.96	291.46	294.65	293.53	33.69	295.15	294.28	
5	291.46	289.96	291.34	290.15	294.84	294.28	35.25	294.71	293.46	
6	290.03	289.65	288.65	287.96	290.09	289.84	33.69	290.21	289.53	

表 6 d 水面形測定結果数值表 (側溝水路部)

実験番号		3 - 1				実験	貯水位	WL 302.92 m	
						条件	流 量	1768.19 m ³ /s	
測定 番号	No 1 (EL.m)		No 2 (EL.m)		No 3 (EL.m)		No 4 (EL.m)		
	最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均	横 距	最 高	平 均
1	291.15	290.59	291.78	291.03	294.09	293.53	27.75	294.59	294.03
2	290.65	290.34	289.96	289.40	293.46	292.59	29.00	293.84	293.15
3	289.34	289.03	289.40	288.71	291.09	290.72	29.94	291.34	290.78
4	288.21	287.84	288.28	287.65	289.90	289.46	31.50	290.03	289.21
5	285.71	285.15	286.21	285.53	288.59	287.90	33.06	289.09	288.40
6	285.34	285.15	284.84	284.53	284.53	284.71	30.88	284.90	284.46

実験番号		3 - 1				実験	貯水位	WL 304.26 m		
						条件	流 量	2613.68 m ³ /s		
測定 番号	No 1 (EL.m)		No 2 (EL.m)		No 3 (EL.m)		No 4 (EL.m)			
	最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均	横 距	最 高	平 均	
	1	295.21	294.96	295.09	294.40	298.65	297.96	29.31	300.40	299.21
	2	294.71	294.34	294.28	293.21	297.53	296.84	30.56	298.09	297.53
	3	293.46	293.03	293.53	292.96	295.71	295.28	31.81	296.09	295.09
	4	292.84	291.90	292.78	291.65	295.09	294.65	34.00	295.78	295.03
	5	290.65	289.90	291.71	290.34	294.09	293.15	35.25	294.15	293.59
6	290.21	289.96	288.78	288.21	290.21	289.84	33.38	290.28	289.40	

実験番号			3 - 2				実験貯水位WL 302. 89 m		
							条件流量1764. 48 m ³ /s		
測定 番号	No 1 (EL. m)		No 2 (EL. m)		No 3 (EL. m)		No 4 (EL. m)		
	最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均	横 距	最 高	平 均
1	291. 21	290. 59	291. 65	290. 90	293. 96	293. 40	28. 06	294. 78	294. 21
2	290. 53	290. 21	289. 84	289. 34	293. 59	292. 71	29. 00	293. 71	293. 15
3	289. 46	288. 90	289. 46	288. 59	291. 21	291. 21	30. 25	291. 40	291. 21
4	288. 34	287. 96	288. 15	287. 71	290. 03	289. 59	31. 50	289. 96	289. 28
5	285. 59	285. 40	286. 28	285. 65	288. 21	287. 46	31. 19	288. 90	288. 21
6	285. 09	284. 78	284. 59	284. 28	284. 90	284. 65	30. 88	284. 46	284. 15

実験番号		3 - 2					実験	貯水位	WL 304.41 m	
							条件	流 量	2651.36 m³/s	
測定 番号	No 1 (EL.m)		No 2 (EL.m)		No 3 (EL.m)		No 4 (EL.m)			
	最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均	横 距	最 高	平 均	
1	295.09	294.84	295.21	294.53	298.59	298.09	29.31	300.53	299.09	
2	294.59	294.46	294.34	293.28	297.53	296.78	30.56	297.96	297.59	
3	293.59	292.84	293.59	293.90	295.78	295.46	31.81	296.09	295.21	
4	292.78	292.09	292.78	291.71	295.03	294.59	35.25	295.84	295.03	
5	290.71	289.84	290.65	289.90	294.65	293.78	34.00	294.71	293.90	
6	290.40	289.71	288.71	287.90	290.40	289.40	33.38	290.34	289.65	

表 6. c 水面形測定結果数值表 (合流部)

実験番号		3 - 3		実験条件		貯水位	WL 302.84 m		
						流量	1760.16 m ³ /s		
測定 番号	No 1 (EL.m)		No 2 (EL.m)		No 3 (EL.m)		No 4 (EL.m)		
	最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均	横 距	最 高	平 均
1	291.28	290.53	291.71	290.96	294.21	293.46	27.75	294.84	294.28
2	290.53	290.15	289.90	289.40	293.65	292.84	29.31	293.84	293.21
3	289.59	289.03	289.53	288.65	290.96	297.09	30.88	291.59	291.21
4	285.65	285.46	286.34	285.65	288.15	287.53	31.81	288.96	288.15
5	288.28	288.03	288.21	287.71	290.09	289.65	30.88	289.90	289.34
6	285.15	284.84	284.53	284.34	284.84	284.71	30.56	284.53	284.21

実験番号		3 - 3				実験		貯水位	WL 304.18 m
						条件		流 量	2599.48 m ³ /s
測定 番号	No 1 (EL.m)		No 2 (EL.m)		No 3 (EL.m)		No 4 (EL.m)		
	最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均	横 距	最 高	平 均
1	295.21	295.09	295.15	294.59	298.65	298.15	29.00	300.40	299.21
2	294.71	294.40	294.34	294.34	297.59	296.78	30.88	298.15	297.65
3	293.53	292.96	293.65	292.96	295.84	295.15	31.81	296.09	295.28
4	292.84	292.03	292.84	291.90	295.03	294.46	34.32	295.96	295.09
5	290.84	289.90	290.71	289.96	294.90	293.84	35.88	294.84	293.84
6	290.46	289.78	288.78	287.96	290.46	289.46	33.69	290.46	289.78

実験番号		1 - 1		実験条件		貯水位	WL 293.26 m		
						流量	543.49 m ³ /s		
測定 番号	No 1 (EL. m)		No 2 (EL. m)		No 3 (EL. m)		No 4 (EL. m)		
	最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均	横 距	最 高	平 均
1	280.75		277.89		280.88				
2	279.31		281.31		279.50				
3	278.44		281.75		278.50				
4	278.00		281.06		278.19				
5	278.44		279.81		278.88				
6	279.00		278.75		279.13				

表 6 f 水面形測定結果数值表 (減勢部)

実験番号 1 - 1					実験 条件	貯水位 流 量	WL 293.26 m 543.49 m ³ /s
測定 番号	No 1 (E.L. m)		No 2 (E.L. m)		No 3 (E.L. m)		
	最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均	
1	234.43	234.00	234.25	233.63	235.00	233.44	
2	234.56	234.31	235.00	234.44	235.38	235.06	
3	234.88	234.25	234.81	234.25	234.50	234.06	
4	234.94	234.38	234.69	234.31	234.69	234.31	
5	234.94	234.50	234.75	234.31	234.69	234.44	
6	230.94		231.88		231.13		
7	231.63	231.19	231.81	231.25	231.69	231.19	
8	232.31	232.06	232.31	232.00	232.38	232.00	

実験番号 1 - 1					実験 条件	貯水位 流 量	WL 302.78 m 1757.07 m ³ /s
測定 番号	No 1 (E.L. m)		No 2 (E.L. m)		No 3 (E.L. m)		
	最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均	
1	235.75	233.75	235.81	234.38	235.81	233.69	
2	242.75	241.44	242.31	240.38	241.69	239.94	
3	241.94	239.50	240.44	238.56	240.50	238.38	
4	238.88	237.50	240.00	238.94	240.19	238.94	
5	240.50	239.50	238.75	239.75	240.50	239.25	
6	237.56	236.75	237.50	236.56	237.44	236.50	
7	235.63	234.50	236.19	234.63	236.13	234.50	
8	237.13	236.06	237.38	236.25	236.88	236.19	

実験番号 1 - 1					実験 条件	貯水位 流 量	WL 304.23 m 2592.07 m ³ /s
測定 番号	No 1 (E.L. m)		No 2 (E.L. m)		No 3 (E.L. m)		
	最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均	
1	235.81	233.88	236.63	233.94	234.75	233.38	
2	245.19	242.25	247.13	243.31	244.75	242.63	
3	243.38	241.88	244.75	242.13	244.75	241.88	
4	240.81	239.50	239.94	239.19	239.81	238.75	
5	241.25	240.00	241.69	240.38	241.69	239.94	
6	240.44	239.63	240.94	239.81	241.75	240.50	
7	235.81	236.81	236.81	235.75	237.38	235.75	
8	237.75	237.75	238.94	237.88	238.88	237.88	

実験番号 1 - 2					実験 条件	貯水位 流 量	WL 302.83 m 1762.01 m ³ /s
測定 番号	No 1 (E.L. m)		No 2 (E.L. m)		No 3 (E.L. m)		
	最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均	
1	236.75	234.94	237.44	235.00	235.69	233.69	
2	241.75	240.44	242.50	240.81	243.19	240.50	
3	240.25	239.31	240.88	238.88	241.44	240.00	
4	240.38	238.94	240.44	239.00	238.69	237.81	
5	239.75	238.94	240.75	239.56	241.25	240.06	
6	238.31	237.13	237.75	236.88	237.69	236.88	
7	236.29	235.00	236.19	234.88	236.13	234.63	
8	237.50	236.69	237.50	236.63	237.56	236.56	

表 6 g 水面形測定結果数值表 (減勢部)

実験番号 1 - 2					実験 条件	貯水位 流 量	WL 304.26 m 2597.01 m ³ /s
測定 番号	No 1 (E.L. m)		No 2 (E.L. m)		No 3 (E.L. m)		
	最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均	
1	236.63	234.69	237.31	235.50	236.44	234.63	
2	245.31	243.44	245.81	243.69	245.13	243.00	
3	244.75	242.94	245.06	243.56	244.94	243.31	
4	241.00	240.00	241.06	239.69	241.06	239.69	
5	242.19	240.94	242.81	241.06	242.69	240.81	
6	241.44	240.38	241.73	240.06	241.81	240.44	
7	237.06	235.63	237.02	235.75	237.00	235.50	
8	239.18	238.13	239.38	238.00	239.31	237.94	

実験番号 1 - 3					実験 条件	貯水位 流 量	WL 302.25 m 1771.28 m ³ /s
測定 番号	No 1 (E.L. m)		No 2 (E.L. m)		No 3 (E.L. m)		
	最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均	
1	236.69	235.00	237.50	236.13	236.63	235.06	
2	243.31	242.13	242.72	241.25	242.82	241.50	
3	240.84	239.50	240.47	239.13	241.06	239.25	
4	240.38	239.44	240.78	239.63	240.31	239.13	
5	240.25	239.06	240.38	239.22	240.44	239.22	
6	238.06	237.00	238.31	237.34	237.94	236.81	
7	236.50	235.19	236.25	235.00	236.31	234.69	
8	237.56	236.50	237.72	236.69	237.63	236.69	

実験番号 1 - 3					実験 条件	貯水位 流 量	WL 304.57 m 2651.36 m ³ /s
測定 番号	No 1 (E.L. m)		No 2 (E.L. m)		No 3 (E.L. m)		
	最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均	
1	237.44	235.00	238.00	235.44	235.63	233.88	
2	246.56	244.56	247.00	245.56	247.56	245.00	
3	244.50	242.69	245.31	243.31	245.75	243.75	
4	242.94	241.50	243.63	241.06	242.06	241.06	
5	243.75	242.31	243.81	242.63	243.25	241.88	
6	239.80	238.63	240.25	239.38	240.81	240.19	
7	237.50	236.06	237.00	235.88	237.06	235.56	
8	239.50	238.69	239.63	238.44	239.50	238.19	

表7 流速測定結果数値表

測定結果 (m/s)												
実験番号	1760 m ³ /s				2100 m ³ /s				2600 m ³ /s			
	横越部 (V ₁)	合流部		二次減 勢下流	横越部 (V ₁)	合流部		二次減 勢下流	横越部 (V ₁)	合流部		二次減 勢下流
		1 (V ₂)	2 (V ₃)			1 (V ₂)	2 (V ₃)			1 (V ₂)	2 (V ₃)	
1 - 1	7.14	5.47	9.30	4.82	—	—	—	—	9.28	6.39	10.95	6.07
1 - 2	6.82	7.04	11.44	5.34	—	—	—	—	9.41	7.57	9.77	6.01
1 - 3	4.20	3.19	9.95	5.74	4.00	2.34	9.37	6.10	3.90	3.75	12.79	6.15
2 - 1	7.80	7.28	10.33	—	8.81	7.74	—	—	9.47	8.00	10.49	—
2 - 2	9.68	4.97	—	2.93	10.64	7.81	—	4.87	12.59	5.73	—	5.99
2 - 3	8.97	9.67	—	3.43	10.40	10.42	—	—	11.36	7.53	—	4.37
3 - 1	7.80	7.76	10.82	—	8.84	7.85	—	13.26	9.64	8.14	14.77	—
3 - 2	9.36	8.42	13.71	5.02	11.13	6.12	11.60	3.99	12.42	8.48	12.40	5.73
3 - 3	8.83	9.78	—	—	10.86	10.32	—	—	11.61	11.67	—	—

表8 合流部検討資料

実験番号	Q = 1760 m ³ /s			Q = 2100 m ³ /s			Q = 2600 m ³ /s			M/N
	合流流速 V ₁ (m/s)	合流後速 V ₂ (m/s)	減勢率 V ₂ /V ₁	合流流速 V ₁ (m/s)	合流後速 V ₂ (m/s)	減勢率 V ₂ /V ₁	合流流速 V ₁ (m/s)	合流後速 V ₂ (m/s)	減勢率 V ₂ /V ₁	
1 - 1	7.14	5.47	0.766	—	—	—	9.28	6.39	0.689	1.170
1 - 2	6.82	7.04	1.032	—	—	—	9.41	7.57	0.804	0.841
1 - 3	4.20	3.19	0.760	4.00	2.34	0.585	3.90	3.75	0.962	1.436
2 - 1	7.80	7.28	0.933	8.81	7.74	0.879	9.47	8.00	0.845	1.170
2 - 2	9.68	4.97	0.513	10.64	7.81	0.734	12.59	5.73	0.455	1.801
2 - 3	8.97	9.67	1.708	10.40	10.42	1.002	11.36	7.53	0.663	0.655
3 - 1	7.80	7.76	0.995	8.84	7.85	0.888	9.64	8.14	0.844	1.170
3 - 2	9.36	8.42	0.900	11.73	6.12	0.522	12.42	8.48	0.683	1.801
3 - 3	8.83	9.78	1.108	10.86	10.32	0.950	11.61	11.67	1.005	0.655

第4章 原案洪水吐きの改良設計案その2

本設計案は基本的には第3章の改良設計案その1と同形状であるが、前章での検討結果からつぎに示す設計主旨に基づいて設計したものである。

1. 流入部の貯水池内の導水路掘削形状は原案と同形状とし、フラップゲート1門の径間幅は門扉の設計構造、設計荷重および放流量等を考慮した設計とする。
2. 側溝水路形状は掘削量を考慮した前章でのT-2形状およびR-1形状を基本とする。
3. 常用洪水吐きは設計水頭が25m未満であることから設計構造の簡単な一面ベルマウス形状とする。
4. 合流部からシュート部へのすりつけ円弧は流速を考慮し滑らかにする。
5. 減勢工形状はシュートブロック、バップルピアおよび副ダムの併用方式をやめ副ダム方式とし、規模について検討する。

第1節 改良設計形状

本章で述べた設計主旨を盛り込んだ洪水吐きの改良設計形状は図15a～15bに示すとおりであるが、これら各部の概要はつぎのとおりである。

1. 非常用洪水吐きとしてのフラップゲート付き越流部の総越流幅は原案と同じ長さとし、フラップゲート1門の径間幅は油圧シリンダーおよび1門当たりの放流量を考慮して14m径間×7門とした。また、フラップゲート設置形状は上流側を $R=1.0$ mの単一円弧とし、維持管理および構造的な引張応力を考慮して、2.0mの水平部を設け、スキンプレート形状は基礎実験から流量係数およびスキンプレート面の圧力が負圧にならない形状を考慮した放物線越流頂 $y=0.08x^2$ とした。

2. 常用洪水吐きとしてのオリフィス（低圧型管路）の上面ベルマウス形状は管内圧力および流量係数を考慮して、それぞれ次式で与えた。

1) オリフィスの上面ベルマウス形状は、

$$\frac{Y}{D} = \frac{1}{4} \sqrt{1 - \left(1 - \frac{X}{D}\right)^2} + \tan \theta \frac{X}{D} \quad \dots\dots\dots (2)$$

ここに、 θ は上面の傾斜角で $\tan \theta = 0.25$ 、 D は出口高で、上段=4.0m、下段=5.0mから、

$$Y = \frac{1}{4} (8X - X^2)^{1/2} + 0.25X \quad \dots\dots\dots (0 \leq X \leq 4.0) \quad \dots\dots\dots (\text{上段オリフィス})$$

$$Y = \frac{1}{4} (10X - X^2)^{1/2} + 0.25X \quad \dots\dots\dots (0 \leq X \leq 5.0) \quad \dots\dots\dots (\text{下段オリフィス})$$

とした。また管長 L はいずれも $2D$ である。

2) オリフィスの下面は上下段とも水平面とし、ラジアルゲートの水密を考慮し水平長はダム軸より、それぞれ10mおよび10.5mとした。

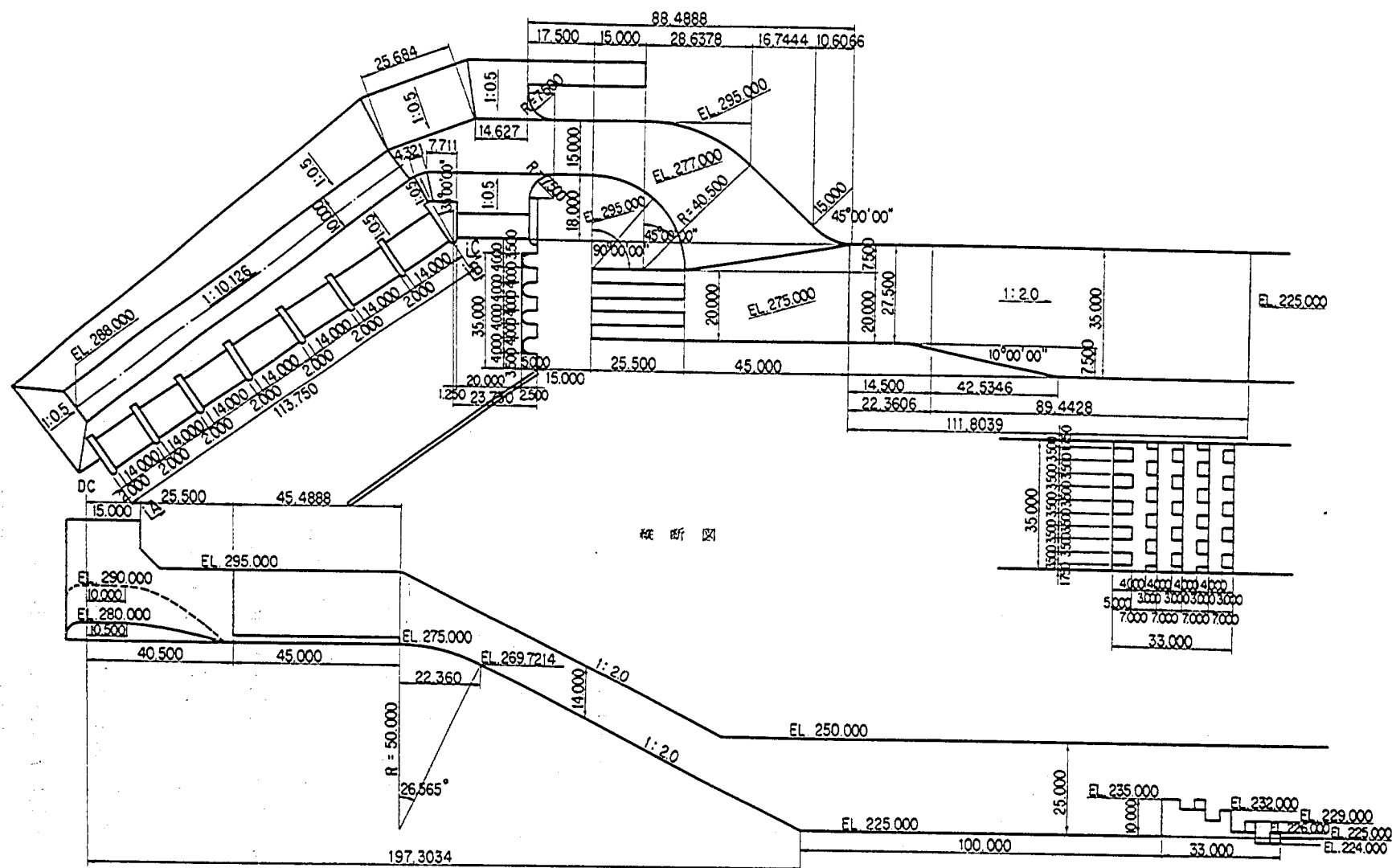


図15 a. 原案洪水吐の改良設計形状その1

図15 b. 原案洪水吐の改良設計形状その2

3) オリフィスの下流面形状は $v = \sqrt{2gH}$ (ただし $H = 304.5 - 292 = 12.5 \text{ m}$ or $H = 304.5 - 282.5 = 22.0 \text{ m}$) を $2v^2 Y/g = X^2$ に代入して求まる $50Y = X^2$ ($y = 0.02x^2$) および $88Y = X^2$ ($y = 0.01x^2$) として与えた。

3. 側溝水路形状は図15 aに示すとおり、前章でのT-2形状を基本とし、水路の上流は上流端標高をE.L.288.0mとした1:10.126勾配の底幅が10mの台形水路で下流はE.L.277.0mの水平勾配で底幅を15mに拡幅し、流れの曲り損失を少なくするための複合円弧を取り入れた彎曲水路形状とした。

4. 合流部での改良点は下段オリフィスの潜り流出による放流能力の減少をさけるため、下流水叩き面を原案より2m下げたE.L.275.0mとした。このため、水叩きとシュート部のすりつけ円弧は $R = 50.0 \text{ m}$ となった。

5. 減勢工形状は原案のシュートブロックおよびバップルピアを除き、副ダム式の水平水叩き型とし、改良設計案その1のシュート末端での平均水位を用いて、つぎの岩崎式よりおおよその減勢工規模を求めた。

$$\frac{h_2}{h_1} = \frac{1}{2} \left(\sqrt{1 + 8F_r^2} - 1 \right) \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$F_r = \frac{Q}{B h_1 \sqrt{g h_1}} \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$L = 4.5 h_2 \quad \dots\dots\dots (5)$$

ここに、 h_1 、 h_2 は跳水前後の水深(m)、 B は減勢工幅(m)、 F_r は跳水始端でのフルード数、 Q は放流量(m^3/s)、 L は水平必要長さ(m)。

(4)式に実験値 $h_1 = 2.5 \text{ m}$ 、 $Q = 2,600 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $B = 35 \text{ m}$ を代入して求まる F_r から h_2 を求めると約 20.0 m 、したがって $L = 90 \text{ m}$ 程度が必要となる。そこで減勢工の規模は幅 35.0 m 、水平水叩き長 100.0 m および副ダム高 10.0 m とした。また副ダム形状は下流河床の洗掘を考慮して階段式のブロック配置形状とした。

第2節 水理模型実験

2.1 模型および相似律

実験模型は既設模型の堤体上流面、流入部掘削地形および減勢工下流河道を除いて図15 a～15 b に示した洪水吐きの改良設計案形状を新たに製作し既設の貯水池模型と河道地形模型間に据付けた(写真No23,24参照)。

模型の製作縮率はこれまで通り $1/62.5$ であり、合流部右岸および減勢工左岸導流壁は流況を可視化できるように透明アクリル板とし、その他はすべて木製加工である。

本実験での相似則はフルードの相似律に従うものとし、実物と模型との水理諸量の関係は第2章の表2に示したとおりである。

2.2 実験内容

本実験での検討項目および内容はつぎのとおりである。

1) 改良された各洪水吐きおよび全洪水吐きにおけるゲート全開時の貯水位と放流量の関係調査

- 2) 流入部の流況と流速分布調査および形状検討
- 3) 側溝水路部の流況および水面変動調査
- 4) 合流部の流況と水位分布の調査および細部形状の検討
- 5) シュート部の流況と水位分布の調査およびトンネル出口のデフレクター形状の検討
- 6) 減勢工の流況、水位分布、規模および副ダムの圧力等の調査

以上の実験項目における水理諸量のうち、流量、水位および圧力はこれまでと同様の計測方法であり、流速はプロベラ流速計の10秒間の平均値として計測した。これらの各水理諸量の測定位置は図16に示すとおりである。

2.3 実験結果

実験結果は実験順序および実験条件ごとに表9に示すように整理番号により資料を整理した。

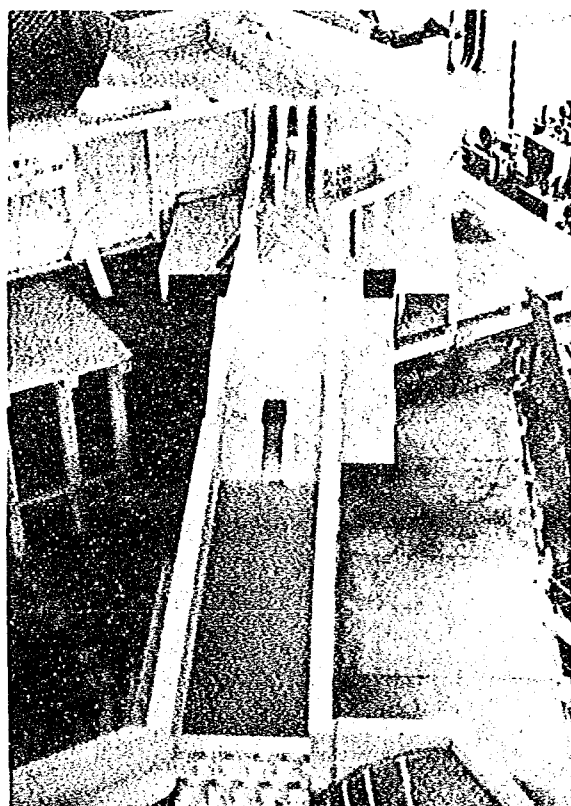
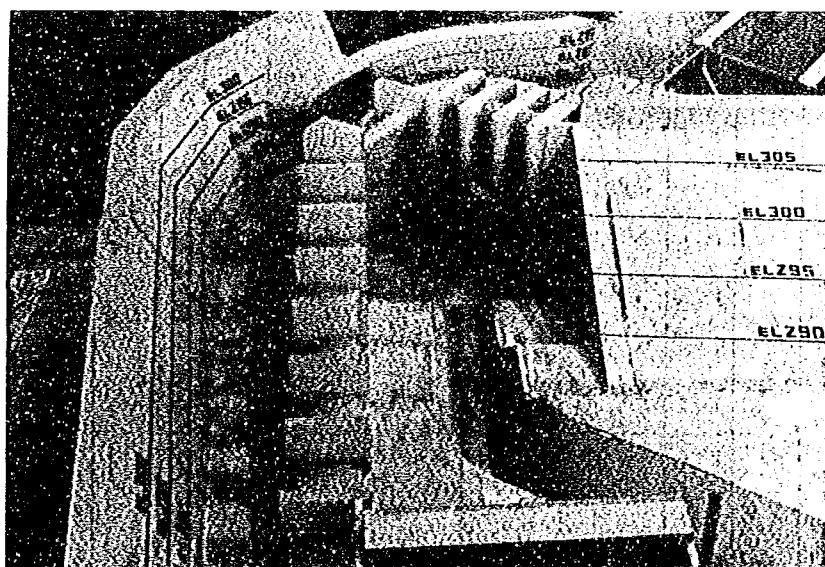


写真 No23

2.3.1 放流能力の検討

図15 a, 15bに示した洪水吐き改良案における各放流設備の放流能力の概略値を全体模型により求めた結果は表10および図17に示すとおりであり、これらの結果から実験値と計画値における貯水位と放流量の関係を整理したのが表11である。但し、上段オリフィスの放流量はオリフィス3門の放流量から下段オリフィス2門の放流量を差引いて求めた値である。



写真No24 改良設計案(模型写真)

この結果、各貯水位での計画放流量に対して実験値はわずかに不足しているが、模型精度および模型縮率に対する摩擦損失の相似律等を考慮すれば放流能力はほぼ満足されていると見なすことができる。しかし、各洪水吐きのさらに詳細な放流能力についてはゲート開度条件も含めて抽出拡大模型によって検討する。

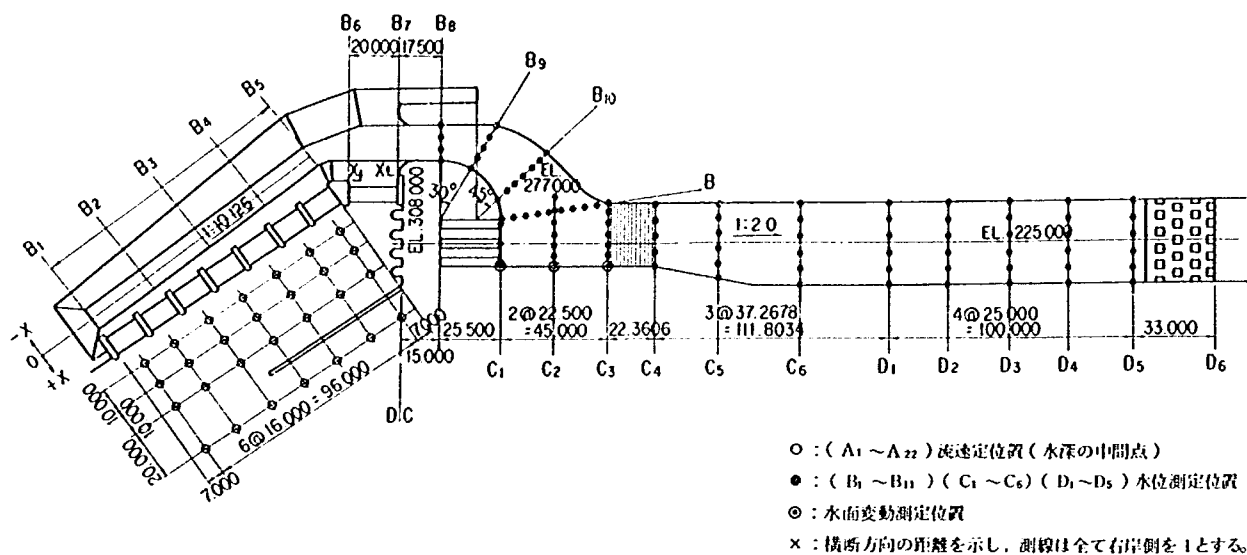


図16. 水位・流速測定位置図

表9. 実験番号表

注 貯水位と放流量は計画上の諸元である。

条件	種別	実験番号	放流状態	貯水位	放流量	備考	条件	種別	実験番号	放流状態	貯水位	放流量	備考
合流部平面線形を変えない場合	原案	0-1	全門全開	EL. m 304,500	Qm m ³ /s 2,620		合流部平面線形を変えた場合	原案			EL. m	Qm m ³ /s	
		0-2	全門全開	303,000	1,750								
		0-3	オリフィス3門全開 フラップ全開	303,000	900								
		0-4	オリフィス全開	293,500	500								
		0-5	下段放流管1門	293,500	250								
	A案	1-1	全門全開	304,500	2,620			A案	1-5	全門全開	304,500	2,620	
		1-2	オリフィス3門全開 フラップ全開	303,000	900				1-6	全門全開	304,500	2,620	
		1-3	全門全開	304,500	2,620			B案	2-7	全門全開	305,000	3,000	
		1-4	オリフィス3門全開 フラップ全開	303,000	900				2-8	全門全開	304,500	2,620	
	B案 (デフレクター案)	2-0	全門全開	304,500	2,620				2-9	全門全開	303,000	1,750	
		2-1		"	"				2-10	全門全開	302,600	1,500	
		2-2		"	"				2-11	オリフィス3門全開 フラップ全開	303,000	900	
		2-3		"	"				2-12	オリフィス全開	293,500	500	
		2-4		"	"				2-13	オリフィス3門全開 フラップ全開	293,500	250	
		2-5		"	"								
		2-6		"	"								

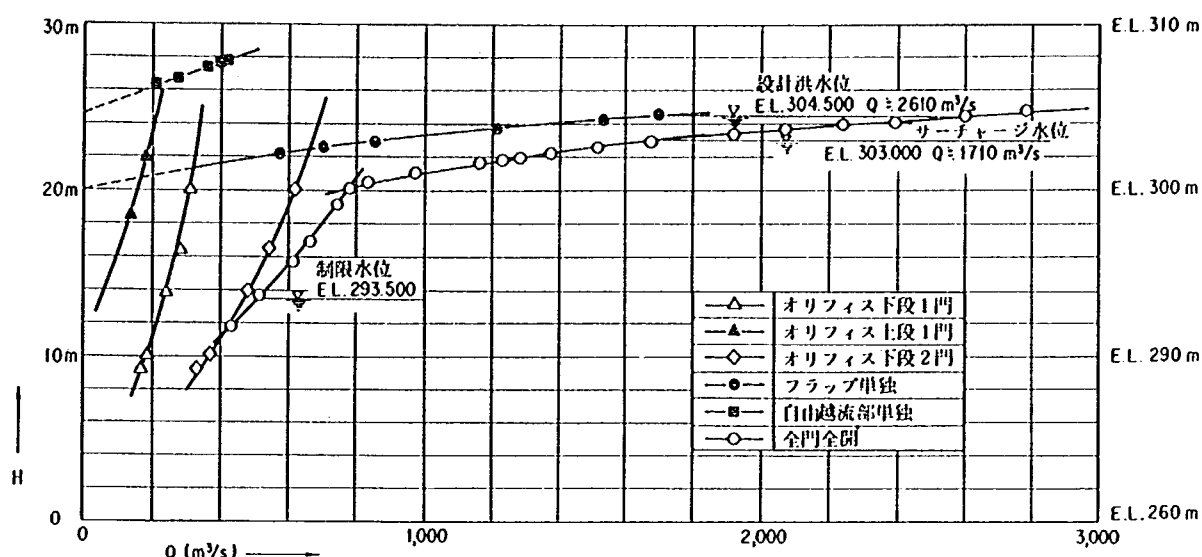


図17. 貯水池水位と放流量の関係図(N-A-0-1~0-5)

表11. 放 流 能 力

貯水池水位 (E.L.)	洪水吐	放流量 (m³/s)	計画放流量 (m³/s)
制限水位 E.L. 293.50	上段オリフィス全開	*1 50 m³/s	50 m³/s
	下段オリフィス 1 門全開	*2 230 m³/s	250 m³/s
	オリフィス 3 門全開	*3 510 m³/s	500 m³/s
サーチャージ水位 E.L. 303.00	オリフィス 3 門全開, フラップ全	860 m³/s	900 m³/s
	全 門 全 開	1,710 m³/s	1,750 m³/s
設計洪水水位 E.L. 304.50	全 門 全 開	2,610 m³/s	2,620 m³/s

但し、*1 は、*3 から *2 の 2 門放流量 (460 m³/s) を差引いて求めた値である。

2.3.2 流入部の検討

非常用洪水吐きの径間幅を変更したことによる流入部に対する影響を調査するため、前回実験と同様に貯水池内の流速測定と流況観察により検討を加えた。この場合の流速値は各測点における水深のほぼ中間点で計測したものである。

実験ケースは表 9 に示す 0-1~0-5 の 5 ケースについて実施し、それらの結果は表12および図18 a, 18b に示すとおりである。制限水位 E.L. 293.50 m 付近での放流では、ほぼ流入掘削水路に沿った流れとなり、貯水池水面での乱れもごくわずかである。また、流速の最大値も 1.8 m/s 程度であり、掘削水路形状に問題はないものと判断できる。実験ケース 0-3 になると、フィル堤体上からの流入が卓越し非常用洪水吐き前面に大きな右巻き渦が発生する。また、流速の最大値は堤体上で 1.3 m/s 程度である。実験ケース 0-2 および 0-1 では 0-3 での流れの状態がさらに顕著となり、特に上段オリフィス直上流で流入渦が最大となり、流

速の最大値は堤体上で2.4 m/sである(写真 No25 参照)。

また、フラップゲートの上流側2門は掘削との関連から流入流線に対して死角となり、側溝水路内の水位も高いこと等から通気性がなく正常な越流ナップが得られない(写真No26参照)。他の3門目から7門目に対しては表層の流れの流線が斜め方向となり、ピアによる縮流もすべて右側が顕著となっている。流入部の底層から中層での流れも同様に斜め方向となり、非常用洪水吐きの堤体に沿った流れがオリフィス前面に達し、表面にわきあがりフィル堤体側からの流れと合流するため 渦を発生させている。そこで、この渦流を防止できる補助構造物について実験を行ったところ、図19に示す位置に厚み5.5m、高さ200m、長さ25.0mのブロックにより整流すれば流入渦は大幅に緩和されることが確かめられた(写真No27参照)。

2.3.3 側溝水路部の検討

側溝水路部の検討資料としては

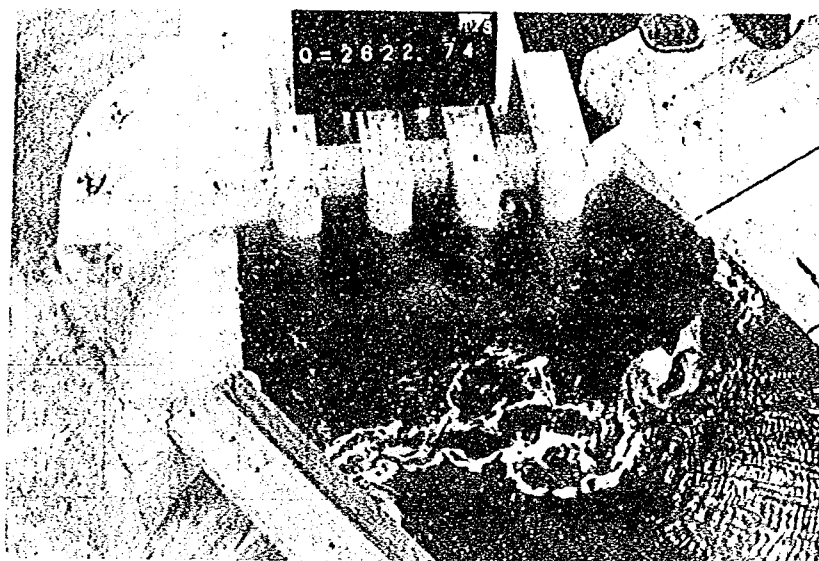


写真 No25

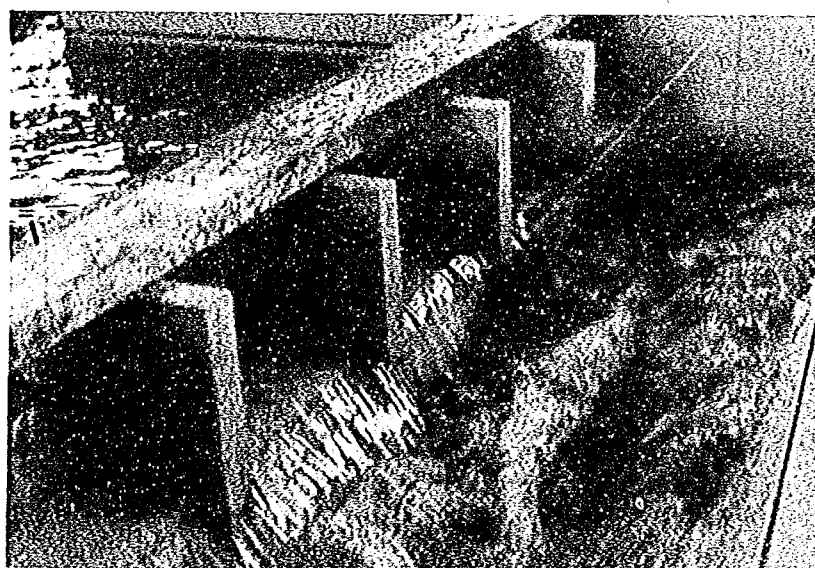


写真 No26

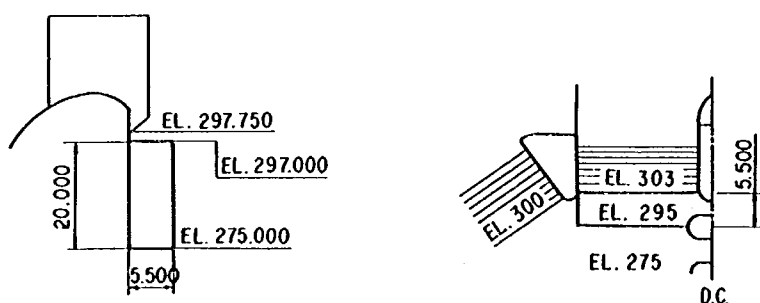


図19. 流入部渦流防止構造図

実験ケース0-1および0-2について、水位測線B₁~B₈の平均水位およびB₁~B₃の最高水位点の水面変動を測定した。これらの結果は表13および図20a, 20bに示すとおりである。この結果と流況観察との検討結果をまとめると次のとおりである。放流量1,750m³/sでの水位縦断勾配はほぼ水路底面勾配と同じであるが、2,620m³/s放流時には水路底面勾配より緩やかになっている。このことはB₇に位置する兩岸のピアによる堰上げ背水効果が

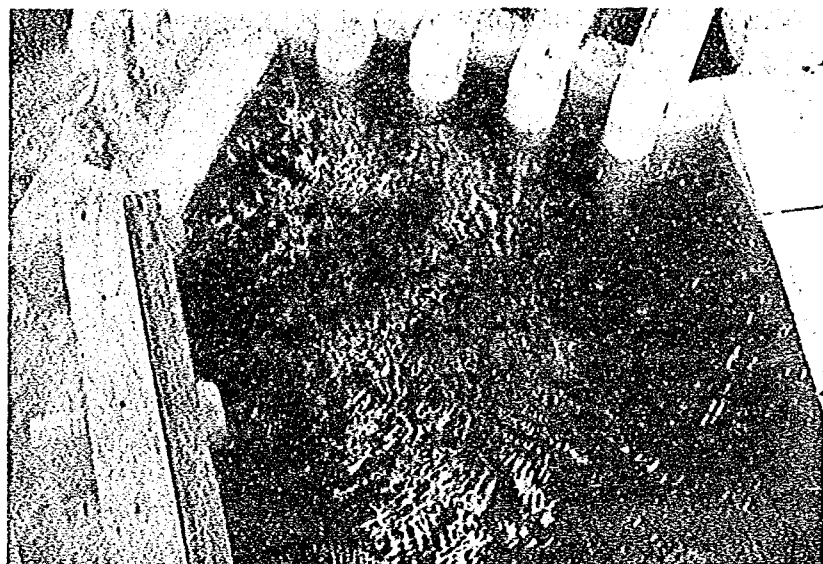


写真 No27

高く、流況を安定させている。しかし、前述のフラップゲート上流側2門に対しては水位が高過ぎ、この水面変動の影響を受け越流ナップが形成されない結果となっている。

この緩和方法としてはつぎのことが考えられる。

- 1) 水路敷高を下げる。
- 2) 水路内の水面高を支配しているB₇のピアを下流側に変更する。
- 3) 流入側上流地形の掘削法線を変更する。
- 4) フラップゲートおよび越流部の縦断面形状を変更する。

このうち、1)と3)については現地での掘削量の増大が明らかであり、2)および4)の方法が妥当と思われる。

2.3.4 合流部およびシュート部の検討

検討資料としては表9に示した0-1~0-4の4ケースでの流況観察および水位測定を図16に示したB₉~₁₀, C₁~C₆までの区間で実施した。結果は、表14a~cおよび図21a, 21bに示すとおりである。

オリフィス3門単独放流時には左右オリフィスからの放流水が広がり、合流部中央(ピア下流約18m)で干渉して、ひれ状の水脈を発生する。この水脈は実験ケース0-3で最大となり、測線C₂の中央では水深8.5mに達し、合流部終端まで飛散している(写真No28参照)。

また、左岸オリフィス測線C₃で20mから27.5mに水路幅を拡幅したことにより放流水脈はほぼ均等に広がり、C₃付近の左岸側導流壁に当たる。右岸オリフィスの放流水脈は右岸側を導流壁で規制しているため、中央寄りに広がる。このためシュート部の流れは左岸に片寄りの流れが減勢工まで持続され、減勢池内は右巻きの渦流が発生する。実験ケース0-2ではオリフィス3門および非常用洪水吐き7門からの放流量はそれぞれ約Q₁=850m³/s, Q₂=860m³/sの計1,710m³/sである。このように、合流部における流量比はほぼ1:1であるが、側溝水路敷高E.L. 277.0mに対してオリフィス下流敷高がE.L. 275.0mと2mの段差があるた

め、側溝水路からの流れがオリフィスの流れの上を乗り越えて、右岸側導流壁の測線C₂～C₃付近を直撃している。実験ケース0-1では同様に放流量は $Q_1=910\text{ m}^3/\text{s}$, $Q_2=1,710\text{ m}^3/\text{s}$ で流量比1:1.9程度となり、さらに右岸導流壁での水面変動が激しく、その値は3.0m～3.7mの変動となっている。また、側溝水路では測線B₇でせき上げられた流水が低下し、加速されて合流部付近では、左岸導流壁沿いを流下



写真 No28

し、B₉, B₁₀付近での左右岸の水位差は6m～7mに達している。

以上の実験結果から合流部およびシュート部での問題をまとめるとつぎのとおりである。

1. オリフィス単独3門全開放流時には左右オリフィスからの流れの干渉波が発生し、合流後の流れは左岸に片寄りシュート部始端で均等流が得られない。

2. 側溝水路からの流れは流速水頭が大きく左岸に片寄った流れとなり、合流部では右岸導流壁を直撃するため水面変動が大きい。

これらの流況改善手段を試行錯誤的に追求した結果について以後に述べるものとする。

3. 改造A案形状

改造形状は図22に示すように、オリフィスピア下流に高さ2.0m、幅4.0mの中間導流壁を設け、オリフィス単独放流時の流れの片寄りの解消を狙ったものである。結果は、表15に示すとおりで、サーチャージ水位でのオリフィス単独放流約880 m³/sでは左右オリフィスからの干渉波もなく、流れはストレートにシュート部に向かうが、シュート形状が非対称であるため減勢工内の渦流を消すことはできない。また、設計洪水水位での洪水吐き全体放流約2,600 m³/sでは、オリフィス流れの拡散を規制した水脈の厚みが側溝水路からの水脈と合流部で干渉するため、右岸導流壁に対する影響は幾分緩和された。

4. 改造B案形状

改造形状は図23に示すように、下段オリフィスに対しては $\theta=45^\circ$ のデフレクター、上段オリフィスに対しては水平デフレクターをそれぞれ設け、オリフィスのエネルギーを殺さず飛散させ、この飛散水脈の下に側溝水路からの流れを合流させる。この場合、デフレクターおよび

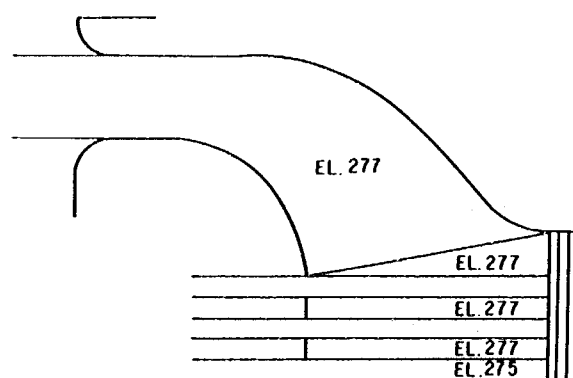


図22. 合流部改造A案形状

下流敷高の組み合わせは次の6ケースで、デフレクター高=2mおよび3m, それぞれに対し, 下流敷高=EL.275.0m, 277.0mおよび278.0mとした。これら6ケースでの検討対象流量は2,600m³/sである。結果は, 表16a, 16bに示す。これらの資料から, 合流部測線C₁, C₂, C₃での各ケースの水面変動高の比較図としてまとめたのが図24である。

これらの結果から, デフレクター下流敷高の増加に伴い, 合流部測線C₁, C₂, C₃および側溝水路測線B₉, B₁₀の水位が上昇し, 流況, 水面の変動高も改善されている。

これらの測定結果を用いてB₉, B₁₀およびC₃での平均水深, 平均流速水頭, 平均水深と平均流速水頭の比および比エネルギーを求めたのが表17である。これは開水路流れの状態を知るには比エネルギーに占める水深の割合が目安となるため次式によって求めたものである。

$$H_0 = \frac{\alpha v^2}{2g} + \lambda h \cos \theta = \alpha \frac{Q^2}{2gA^2} + \lambda h \cos \theta \quad \dots\dots\dots (6)$$

ここに, H_0 は比エネルギー高(m), v は平均流速(m/s), h は平均水深(m), A は流積(m²), Q は流量(m³/s), α および λ はそれぞれエネルギー係数およびイエガの圧力分布補正係数であるが, ここでは $\alpha=\lambda=1$ とし, Q は水平水路であるから $\cos \theta=1$ である。

表17および流況観察結果からB案形状についてはつぎのことがいえるものとする。

① C₃断面では原案およびA案に比べて h が低下して, 流速水頭が増大している。また, C₃断面で同一条件での限界水深(h_c)を求めて見ると $h_c=9.7$ mであることから改造B案では, すべて $h < h_c$ となり射流状

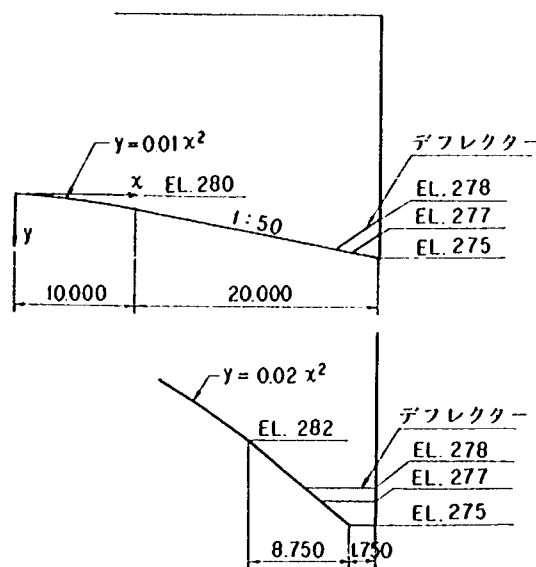


図23. 合流部改造B案形状

表17. 測線B₉, B₁₀, C₃の水理量比較表

諸 量			B ₉				B ₁₀				C ₃			
			h_9	$\frac{Q_9^2}{2gA^2}$	$h_9/Q_9^2 / \frac{1}{2gA^2}$	E_9	h_{10}	$\frac{Q_{10}^2}{2gA^2}$	$h_{10}/Q_{10}^2 / \frac{1}{2gA^2}$	E_{10}	h_3	$\frac{Q_3^2}{2gA}$	$h_3/Q_3^2 / \frac{1}{2gA^2}$	E_3
原 案			6.98	6.77	1.03	290.75	6.83	4.10	1.57	287.93	9.47	5.16	1.84	289.63
A 案			7.48	5.90	1.27	290.38	9.53	2.11	4.52	288.64	10.84	4.91	2.21	290.75
B 案	デフレクター 2m	下流端敷高	7.24	6.67	1.09	290.91	7.34	3.76	1.95	288.10	8.93	5.81	1.54	289.74
		EL. 275	8.38	4.98	1.68	290.36	10.54	1.83	5.76	289.37	9.04	6.16	1.47	292.20
		EL. 277	9.00	4.31	2.10	290.31	10.98	1.68	6.54	289.66	8.51	6.39	1.33	292.90
	デフレクター 3m	EL. 275	7.00	7.13	0.98	291.13	6.99	4.40	1.54	288.19	9.01	5.70	1.58	289.71
		EL. 277	7.75	5.82	1.33	290.57	10.62	1.80	5.90	289.42	8.43	6.52	1.29	291.95
		EL. 278	8.35	5.01	1.67	290.36	10.93	1.70	6.43	289.63	8.48	6.44	1.32	292.92

態である。

(2) B₉およびB₁₀断面ではデフレクター2mで下流敷高EL. 275.0mおよびデフレクター3mで、下流敷高 EL 275.0m の2ケース以外はいずれも原案、A案に比べて h が増加し、流速水頭も小さくなり、常流で合流している。また、流況的にもこれら4ケースの常流での合流状態が穏やかで特にデフレクター2mでEL. 277.0mとデフレクター3mでEL. 278.0mの2ケースが妥当な組み合わせであった。しかし、この2ケースにおいても、オリフィス下流敷高を上げたことにより、オリフィス出口で堰上げ背水による跳水が生じ、この水面変動が下段オリフィスを潜り流出に近い状態としている。

5. 改造C案形状

これまでの検討形状ではB₇断面による堰上げ背水位が高いためフラップゲート付越流部での通気性に悪影響があるのとB₇断面下流での流速も大きくなっている。また、B案でのデフレクター案は合流に対して効果的であることは判明したが、構造的には耐久性や安定性に問題があるものと思われる。したがって、このC案ではB₇断面の左岸鉛直ピアの最適位置とデフレクター案と同様効果が得られる合流形状について検討を行った。

種々の検討結果から最終的に最も安定した流況の得られる形状はつぎのとおりである。

① 左岸鉛直ピアの最適位置はB₇断面より約30 m下流である。

② デフレクターに変わる合流部形状は図25に示す形状を最適形状として推奨する。

図25に示した最終案形状により表9に示した実験条件での測定結果は、表18a～18bおよび図26a, 26b～27a, 27b, 28a～dに示す。これらの検討結果をまとめるとつぎのとおりである。

(1) 側溝水路部の流況

サーチャージ水位での全門全開放流では断面B₆付近から水位が急激に低下するがB₅断面より上流では原案とほとんど変わらない。同様に設計洪水水位では原案に比べB₁～B₇間では1m～5m程度の水位低下となるが、上流部ではフラップゲート部のピアと堤体下流での交点EL. 293.5mより水位が高いため通気性が改善されていない。したがって、上流側越流部でのナップ裏側に通気性をもたせるにはピアをカットするかフラップゲートのスキンプレート形状を変える事が考えられる(写真No29参照)。

(2) 合流部およびシュート部の流況

オリフィスの1門放流では、左岸側オリフィスについては放流水脈が均等に広がり減勢工での渦流も発生しないが、右岸オリフィスはシュート部の非対称線形と放流水脈の広がり逆になるため、渦流が発生する。したがって、オリフィス1門放流では左岸を優先するのが望ましい。制限水位からサーチャージ水

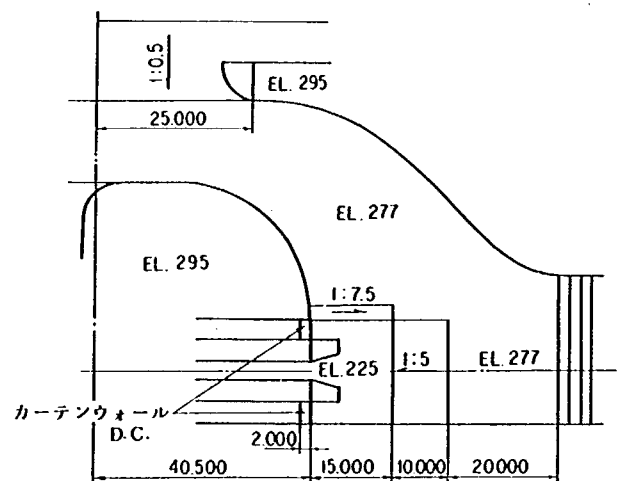


図25. 合流部最適形状図

位までのオリフィス3門放流ではピア下流に設けたデフレクターにより合流時のひれ状の水脈はほぼ消すことができる。また、シュート部から減勢工までの水脈の広がりもほぼ均等になり、減勢工内で渦流の発生はない(写真Na30参照)。

側溝水路からの合流が開始され、 $1,100 \text{ m}^3/\text{s}$ 付近までは合流部で跳水は生じないが流れはオリフィス3門放流時と同様である。さらに流量が増加し、 $1,200 \text{ m}^3/\text{s}$ 付近になると合流部での跳水現象が始まり、 $1,700 \text{ m}^3/\text{s}$ 付近で完全な跳水状態となる。この過渡的な状態である $1,500 \text{ m}^3/\text{s}$ 付近では側溝水路からの流水がオリフィス流を乗り越え右岸導流壁にあたるため水脈の乱れが激しい(写真Na31, Na32, Na33参照)。

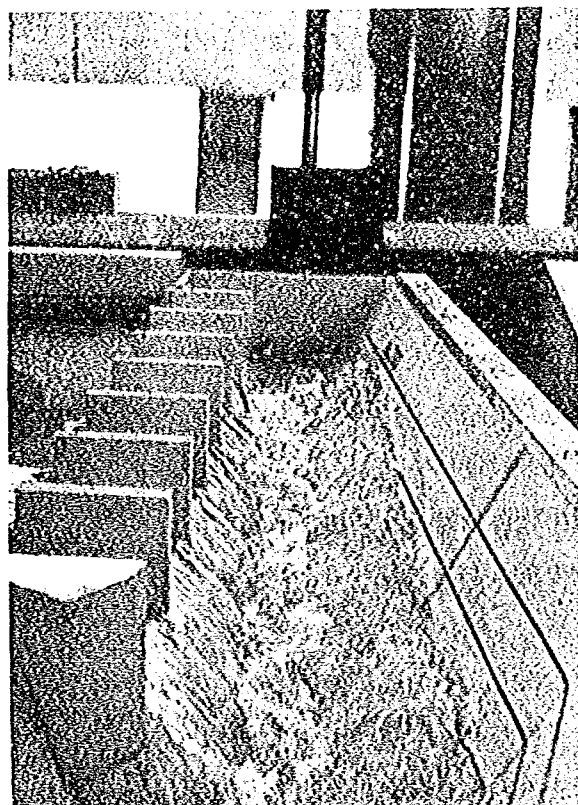
放流量が $2,600 \text{ m}^3/\text{s}$ に達すると合流部での流況は左右の水位差も小さく、C₃断面での平均水面高も原案より低いEL.287.0m程度で流下する(写真Na34参照)。ただこの場合、左右オリフィス内へ跳水現象による不安定な逆流水が前後するため、ピア下流端のEL.282.5m～EL.290.m間にカーテンウォールを設けた。

シュート部末端のトンネル出口への落下水脈を防ぐためのデフレクター形状は高さ2.5m、幅4.0mの三角錐形状によって効果的に水脈を飛散できる。しかし、放流量が $1,000 \text{ m}^3/\text{s}$ 以上ではデフレクター飛散水脈が水膜状となり、トンネル出口を完全に閉塞している。

2.3.5 減勢工の検討

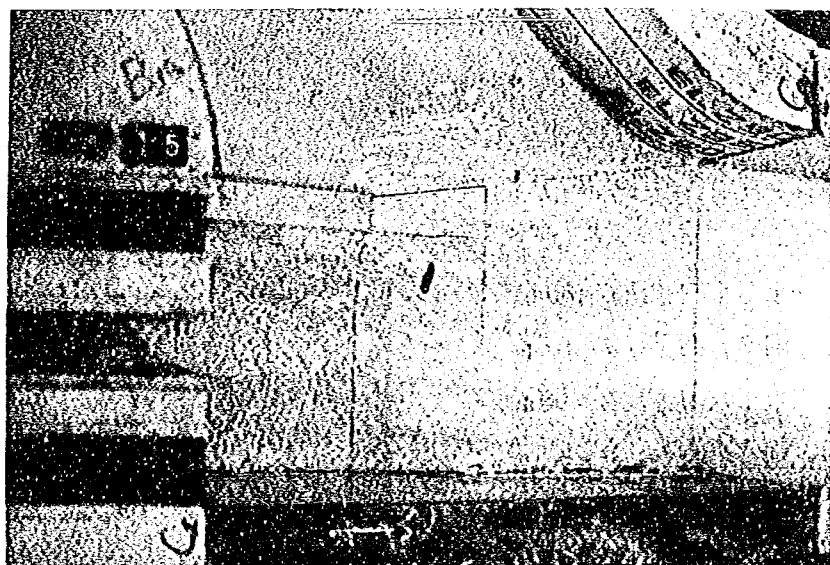
1) 原案形状

原案での減勢工規模、水平水叩き長100m、幅35m、副ダム高10mおよび副ダム形状階段式バップルブロック型による水面形の測定結果は表19および図28a～28bに示すとおりである。また、流況観測によるとオリフィス単独放流では合流部で左岸に広がった水脈がシュートで



写真Na29 側溝水路部の流況(最終案線状)

$Q=2,600.10 \text{ m}^3/\text{s}$, EL.=304.20m



写真Na30 合流部の流況

(最終案, オリフィス左岸1門放流, $Q=248.58 \text{ m}^3/\text{s}$, EL.293.49m)

も右岸に戻らないため、減勢池内に渦流が発生する。しかし、側溝水路からの流入が始まる $800\text{ m}^3/\text{s}$ ～ $1,750\text{ m}^3/\text{s}$ 程度までは比較的合流状態がスムーズなため良好な減勢状態が得られている。さらに流量が増加すると側溝水路からの合流量が卓越するため、オリフィス単独とは逆にシュート部の流れが右岸側に片寄り、減勢池内も右岸側の乱れが大きくなる。

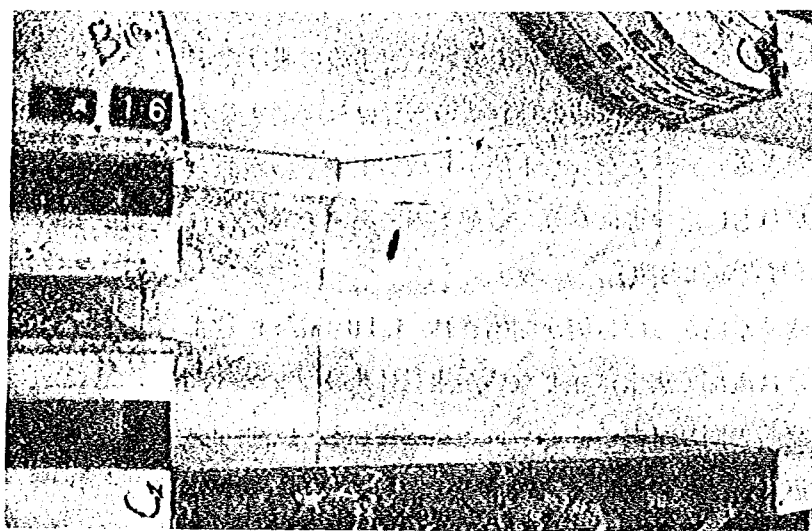
減勢工原案規模での設計洪水流量 $2,620\text{ m}^3/\text{s}$ 放流時では副ダムの背水位が高く、減勢工始端で露出射流の発生もなく規模的に多少余裕があると判定できる(写真No.35～37参照)。

2) 最終案形状

これまで述べてきた流入部、側溝水路部、合流部を改良した形状における減勢工規模を決定するため、つぎの3種形状について検討した。

- ①水平水叩き長 $L=80\text{ m}$,
副ダム高 $d=8.5\text{ m}$
- ②水平水叩き長 $L=90\text{ m}$,
副ダム高 $d=8.5\text{ m}$
- ③水平水叩き長 $L=90\text{ m}$,
副ダム高 $d=10.0\text{ m}$

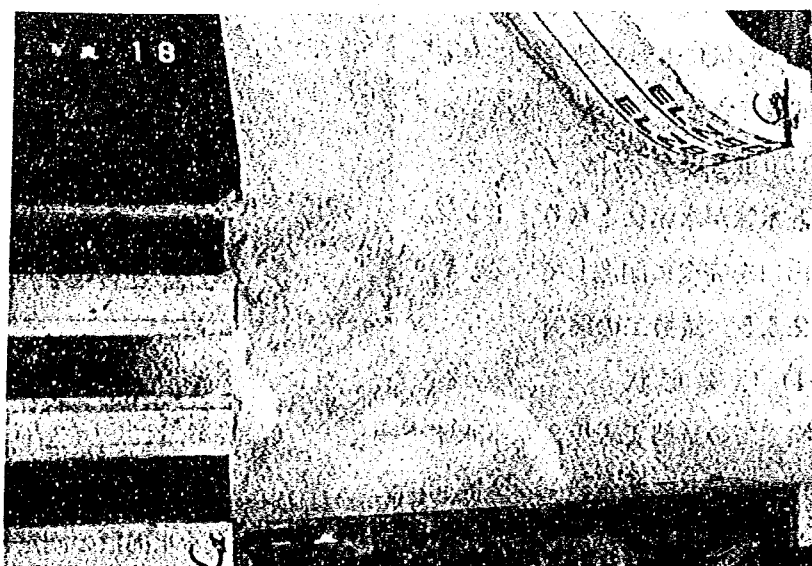
検討内容は対象流量 $1,750\text{ m}^3/\text{s}$ および $2,620\text{ m}^3/\text{s}$ 放流時の減勢工内の水面形と副ダム圧力を測定した。これらの測定結果は図29に示すとおりである。3形状とも $1,750$



写真No31 合流部の流況(最終案, オリフィス3門放流, $Q= 515.70\text{ m}^3/\text{s}$, EL.293.50m)



写真No32 合流部の流況(最終案, 全門全開放放流, $Q=1,497.68\text{ m}^3/\text{s}$, EL.302.53m)



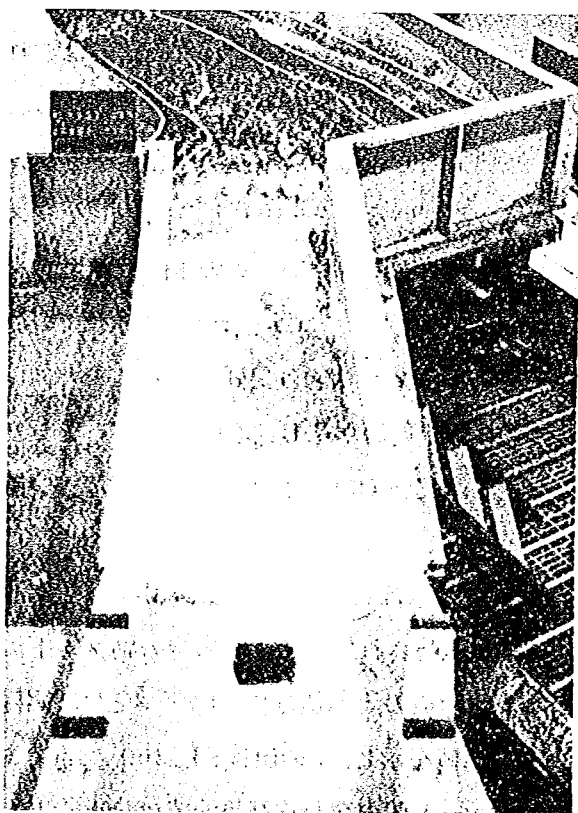
写真No33 合流部の流況(最終案, 全門全開放放流, $Q=1,732.37\text{ m}^3/\text{s}$, EL.303.05m)

m^3/s 放流の場合は安定した跳水状態であるが、 $2,620\text{m}^3/\text{s}$ になると①および②形状では減勢工始端下流にそれぞれ17m、24m程度の露出射流を発生する。③形状では跳水始端が順傾斜面に生じ、ほぼ減勢した流況を呈している。

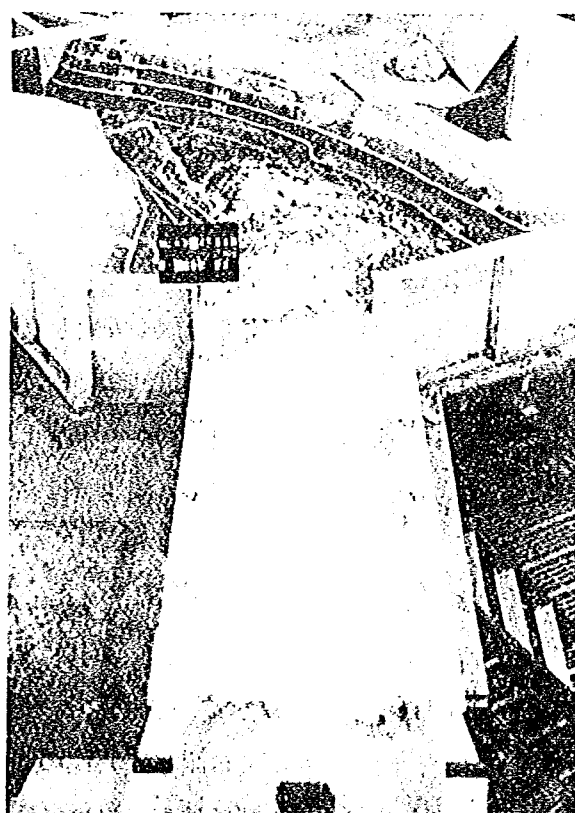
副ダムにかかる圧力分布から①および②形状では右岸側C測線の圧力が高く動水圧が働いていることがわかる。③形状では副ダムにかかる圧力がほぼ均等であり、その圧力値もほぼ静水圧となっている。



写真No34 合流部の流況(最終案, 全門全開放流, $Q=2,600.10\text{m}^3/\text{s}$, EL.304.20m)



写真No35 減勢工内の流況
(原案, オリフィス3門放流, $Q=880.13\text{m}^3/\text{s}$, EL.303.04m)



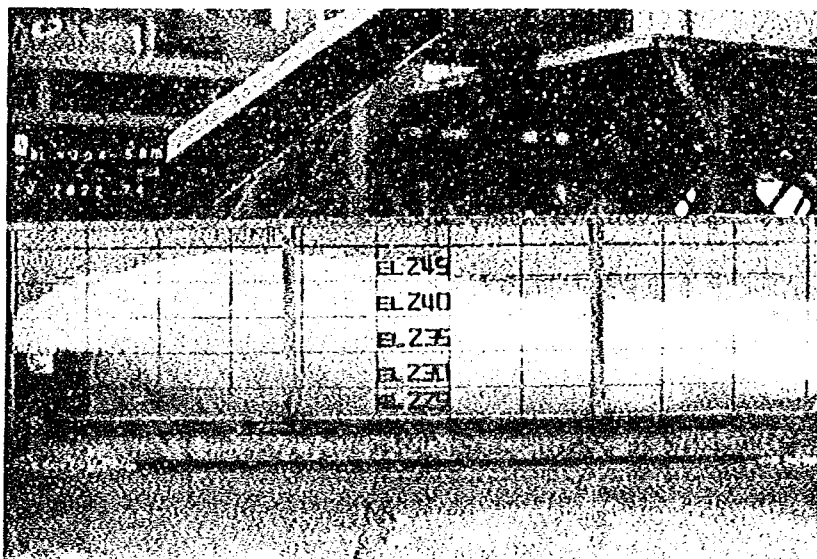
写真No36 減勢工内の流況(原案, 全門全開)
 $Q=2,622.74\text{m}^3/\text{s}$, EL.304.58m

以上から、 $L=90\text{m}$ 、 $d=10\text{m}$ 程度が妥当な規模と考えられる。そこで、減勢工の最終形状は図30に示すように水平水叩長90m、副ダム高10mで副ダム下流の2次減勢を考慮した階段式バッフルブロック型幅ダム形状とした。

また、図30a, 30bは最終案形状での減勢池内の流況および水位分布図である。この図の縦断測線は図16に示した右岸をNo.1とし最左岸はNo.6である。この結果、放流量が $2,620\text{m}^3/\text{s}$ では測線D₃での横断水面からも明らかなように流れが右岸寄りとなっているが縦断分布からは減勢されている。

6. 最終案形状での検討

洪水吐きの最終案形状としてはこれまでの部分的改良点を集約した図31a, 31bに示す形状を選定した。この最終案形状によって、先



写真No.37 減勢工内の流況（原案。全門全開）

$Q=2,622.74\text{m}^3/\text{s}$, EL.304.58m

の表9に示した実験条件7ケースについて、流況観察および水面形等を測定した。これらの結果はこれまで述べてきた通りであるが全体的に各ケース毎に要約するとつぎの通りである。実験ケース2-13の右岸オリフィス1門放流ではシュート部の水脈が右岸に片寄り、減勢工内でゆるやかな渦流が発生するが、左岸オリフィス1門放流では比較的均等な流れとなり、充分減勢されている。2-12および2-11ケースは流況的に安定しており減勢効果も充分である。2-10ケースは合流部右岸導流壁沿いの水面変動が大きい、減勢池内での流れの片寄りは無く安定した跳水状態である。2-9ケースはサーチャージ水位での放流可能流量を放流した場合であるが、減勢池内で露出射流の発生もなく減勢状態は良好である。また、副ダム下流の流れは図32に示すように副ダム末端より下流15m区間に露出射流が生じ、右岸国道はときおり洗われている。この時の下流河道での流速値はダム築造前の現況河道実験での流速値に比べ若干大きい値となった。

2-8ケースは、設計洪水水位での放流量 $2,620\text{m}^3/\text{s}$ 流下時であり、流水は若干右岸寄りに集中し、減勢池内の水面変動は激しいが、副ダム前面では水平水面区間がありほぼ減勢されている。この時の副ダム下流河道の流況は図32に示すとおりで、右岸国道は冠水しているが下流河道の流速値は2-9ケースとほぼ同程度である。また、側溝水路部では測線B₁とB₂の中間左岸沿いが最高値を示し、その値はEL.300.23mであった。合流部およびシュート部では右岸沿いが最高となるが、シュート部末端から減勢池ではほとんど左右岸での水位差は見られない。

2-7ケースでは減勢工始端で約15m（左岸側）～25m（右岸側）間に露出射流が発生し、流水の右岸への片寄りも大きく副ダム上の流れも飛散している。

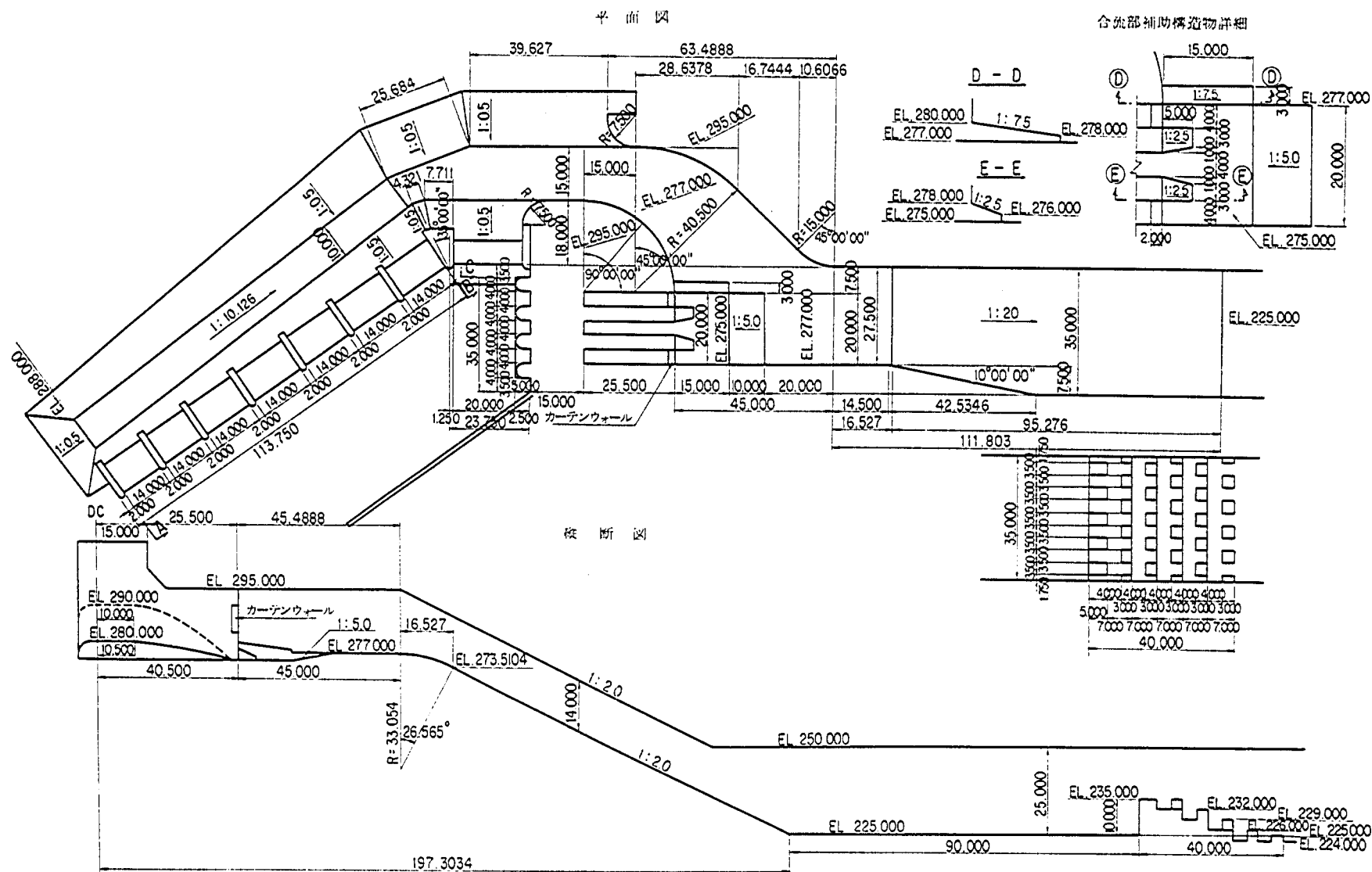


図31a. 洪水吐最終案形状図(1)

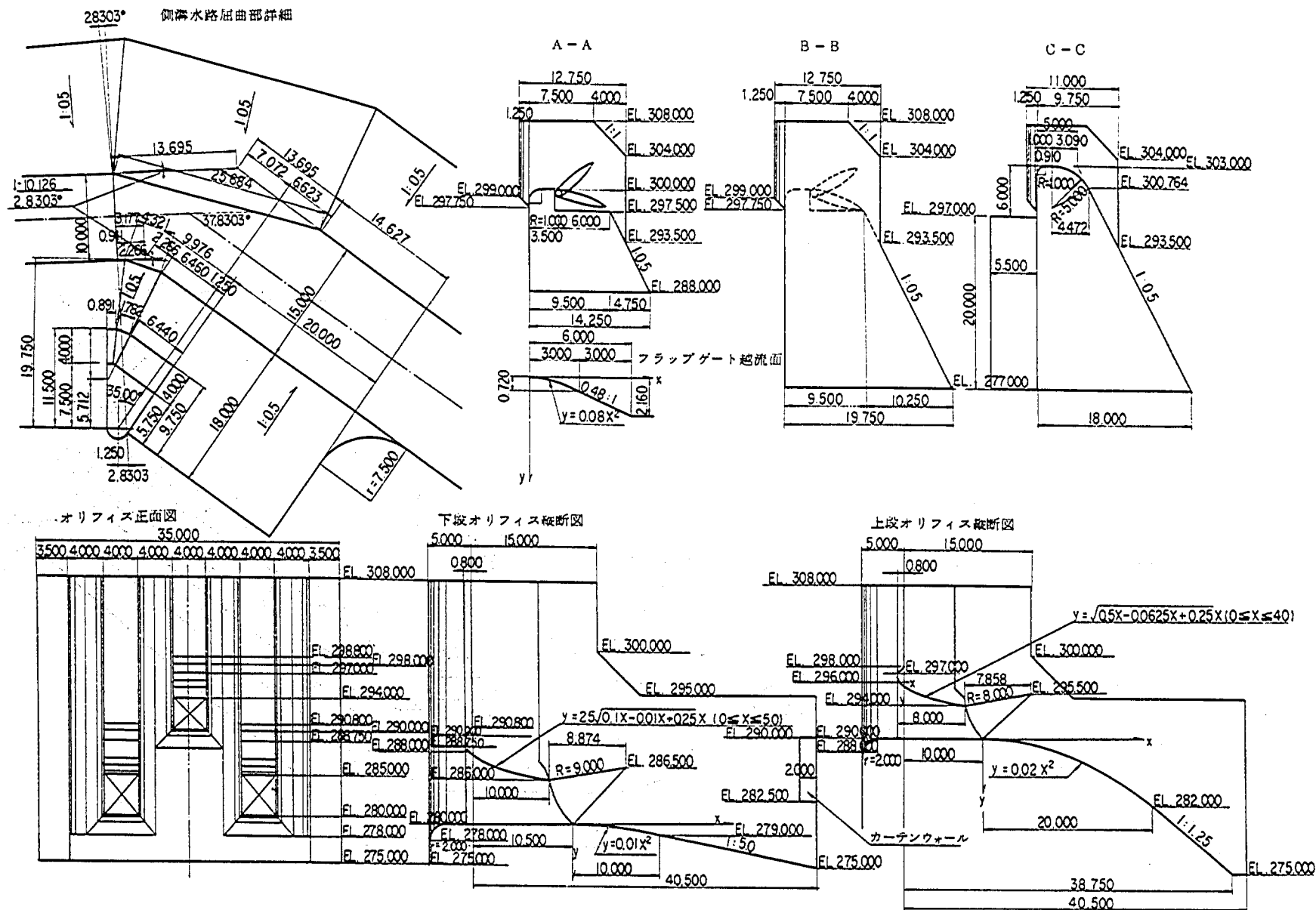


図31b. 洪水吐最終案形状図(2)

2.4 ま と め

これまで述べてきた水理模型実験での検討結果をまとめるとつぎのとおりである。

1. 洪水吐きの最終案形状としては図31a, 31bに示す形状とすれば設計条件はほぼ満足される。ただし機能的には各部で詳細な検討を要する。

2. 各洪水吐きの放流能力は表10および図17に示すとおり、ほぼ計画能力に近い値となっているが、詳細については各部の拡大抽出模型による検討が必要である。

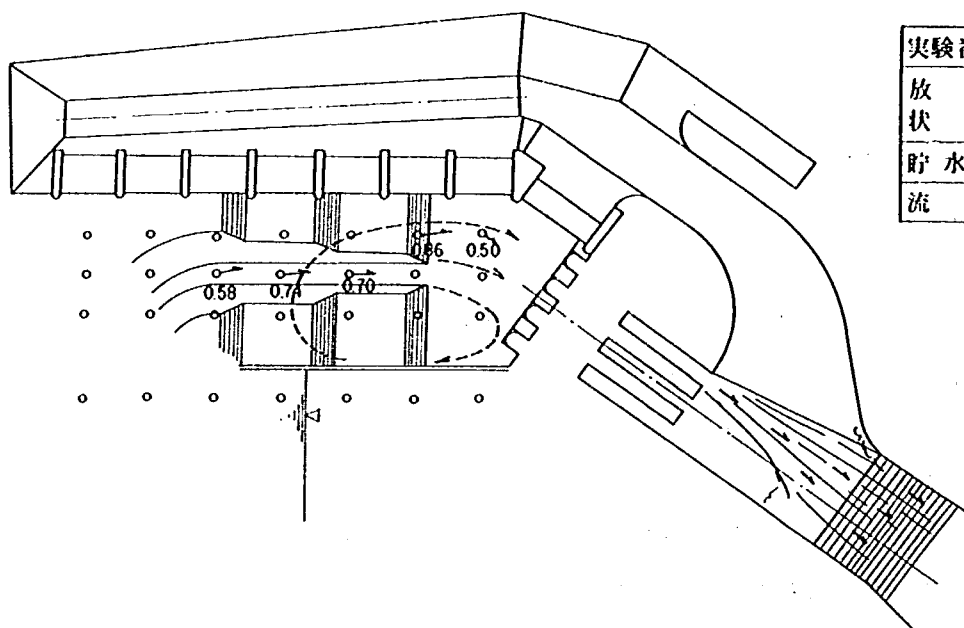
3. 流入部は洪水吐きの配置計画上、流入流線に対して一致させることは無理なため、オリフィス直上流付近に吸い込み以外の渦が発生する。この渦流は図19に示した張り出しブロックによってかなり緩和できる。また、フラップゲート7門のうち上流側2門については左岸掘削形状と流線の関係から死水域となることと側溝水路の下流水位が高いため、越流ナップ裏側に通気が無くナップがきれない。したがって、この2門では越流ナップが不安定となり、放流量の不安定、ゲート振動等の悪影響が考えられるので何らかの対策が必要と思われる。

4. 側溝水路部は前述のごとく上流側での水位が高くフラップゲート2門に対する影響は残されているが、潜り流出とはならないので最終案形状を採用する。また、フラップゲート7門の優先順位は左岸側壁へのはい上がりが大きいのので下流側ゲートから逐次上流側へ操作するのが望ましい。

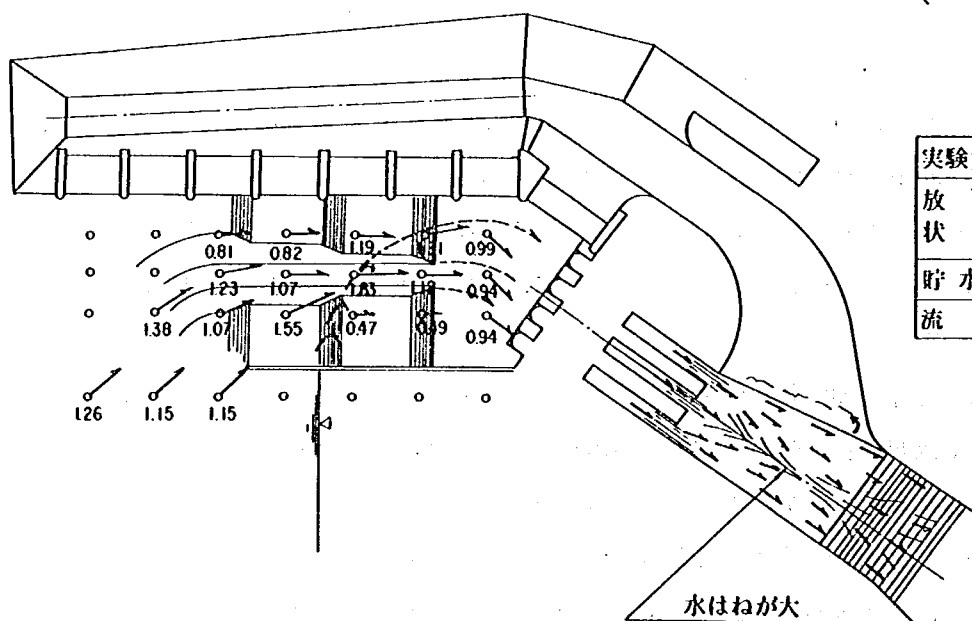
5. 最終案形状の合流部は側溝水路からの流速を緩和し、オリフィス流を卓越させる方向で改良したものである。しかし、オリフィス敷高とオリフィス下流水叩き敷高の標高差は掘削量との関係で大きくとれないため、合流量が約 $2,000\text{ m}^3/\text{s}$ 以上になると下段オリフィスが潜り流出となっている。シュート部の平面線形は合流を考慮し非対称形状であるが、洪水吐きの放流操作でオリフィス右岸1門単独放流を除けばほぼ均等流となる。また、合流部およびシュート部導流壁の必要高は合流部でEL.291.0m程度、シュート部で鉛直高14m程度である。

6. 減勢工形状は流入始端は跳水の巻き込みによってエアレーション効果が期待できるので、順傾斜面とし、幅35.0m、水平水叩き長さ90m、副ダム高10m、導流壁高はEL.250.0m+余裕高(1~2m程度)の規模が必要である。副ダム前面にかかる設計水圧は水面形から求まる静水圧分布と考えて問題がない。また、副ダム形状については従来の設計形状との比較検討を含めてさらに検討する。

7. 下流河道部については前述の副ダム形状と合わせ、ダム築造前の機能と同程度となる保護工等を検討する。



実験番号	0-5
放流状態	下段オリフィス 左岸1門
貯水位	EL. 292.40 m
流量	226.97 m ³ /s



実験番号	0-4
放流状態	オリフィス 全開
貯水位	EL. 293.27 m
流量	509.52 m ³ /s

図18a. 流入部の流速分布と流況図

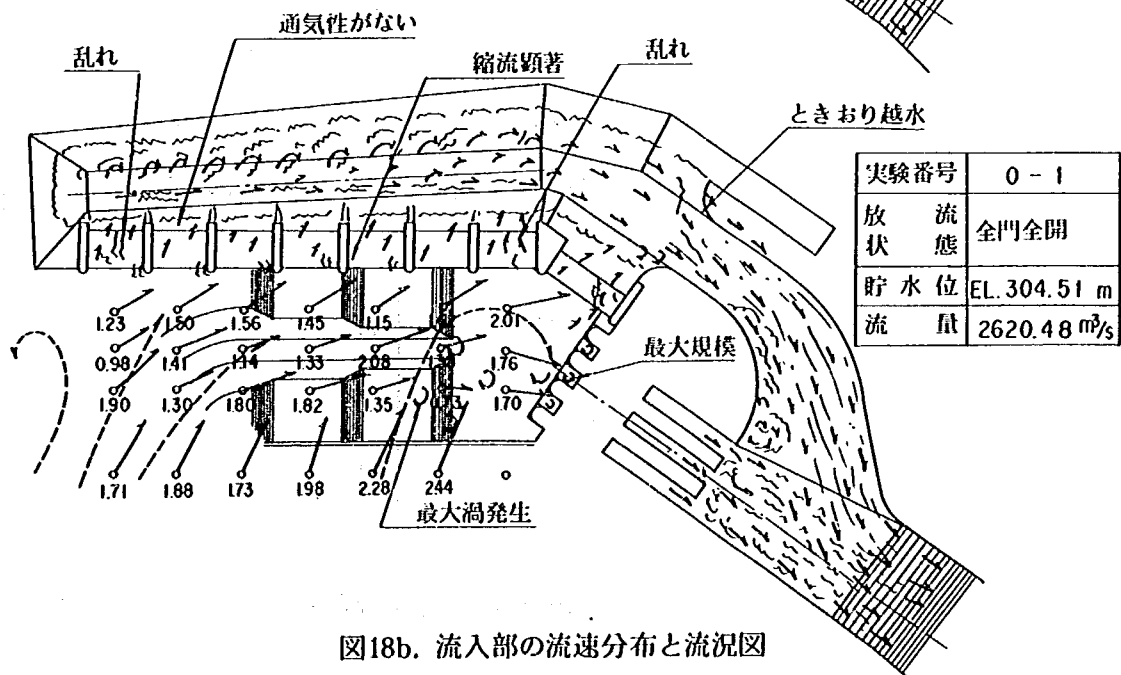
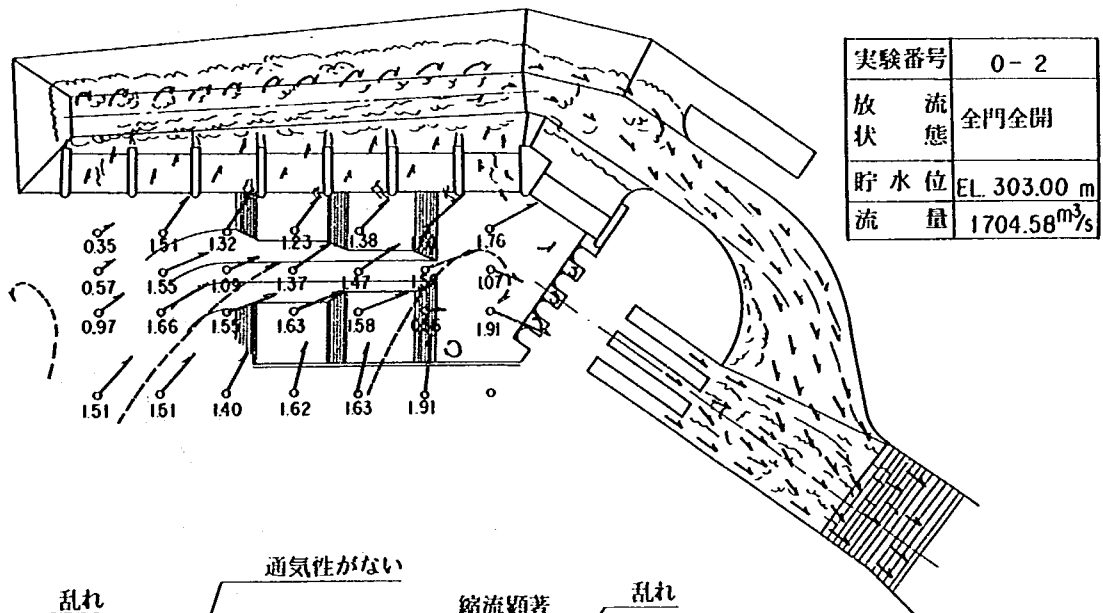
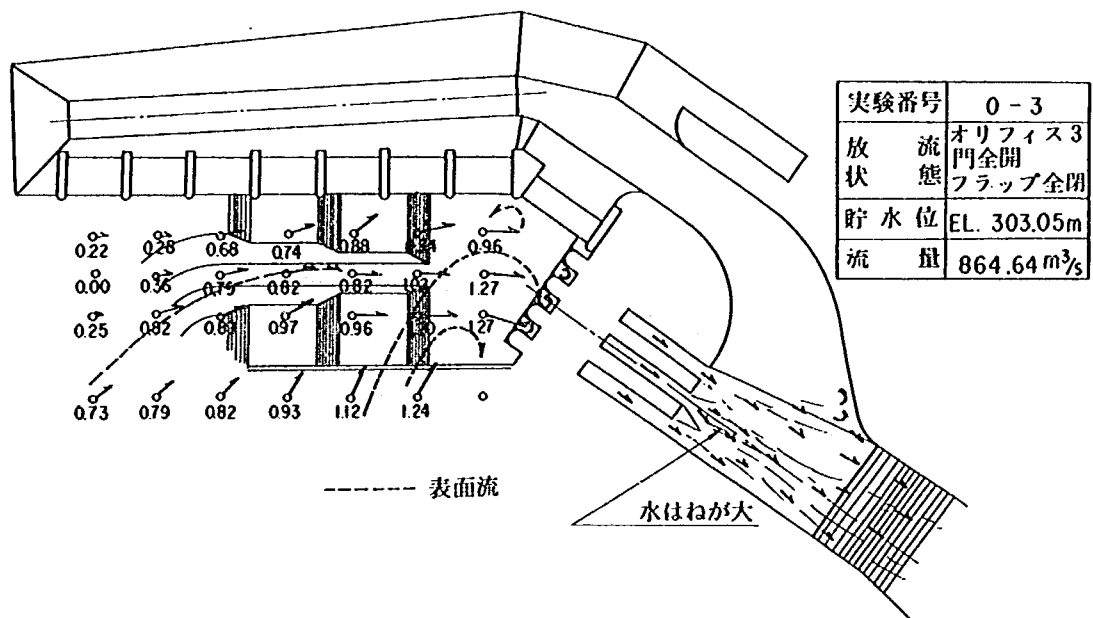


図18b. 流入部の流速分布と流況図

実験番号	0 - 2
放流状態	全門全開
貯水位	EL. = 303.03 m
流量	$Q = 1,717.55 \text{ m}^3/\text{s}$

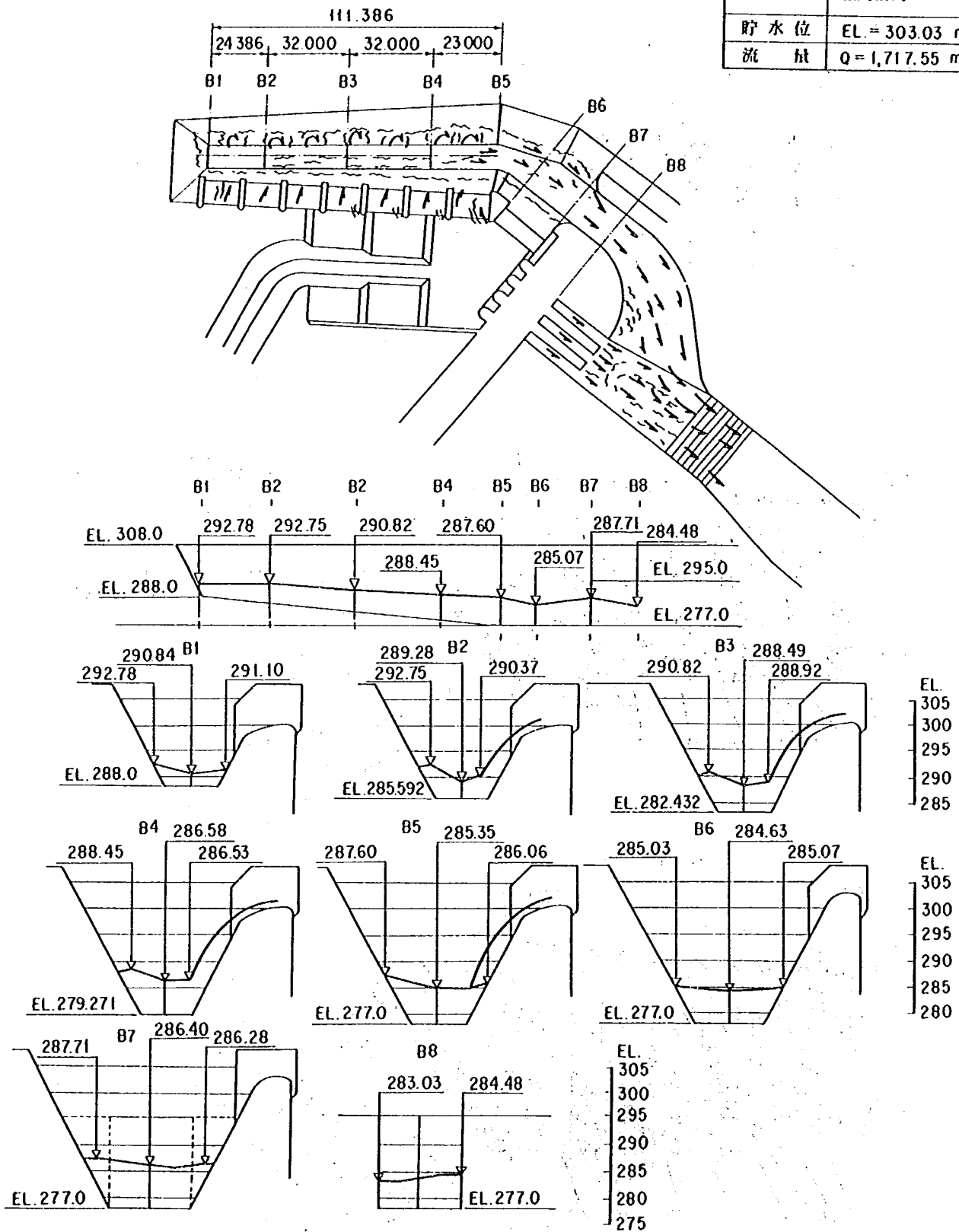


図20a. 側溝水路部の流況および水位分布図

111.386

24.386 32.000 32.000 23.000

通気性がない

乱れ

乱れ

縮流顕著

ときおり越水

逆流

オリフィス流の上を大きく湾曲して流れる。左右岸の水位差が大きい。

B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8

EL. 308.0 298.14 299.00 295.47 294.19 295.49 289.08

EL. 288.0 296.58 295.03 295.0

EL. 277.0

B1 295.81 295.99

298.14

EL. 288.0

B2 294.86 295.55

299.00

EL. 285.592

B3 293.79 294.35

296.58

EL. 282.432

B4 292.43 293.45

295.47

EL. 279.271

B5 292.58 291.21

295.03

EL. 277.0

B6 294.19 291.31 291.58

EL. 277.0

B7 292.09 293.56

295.49

EL. 277.0

B8 287.59 289.08

EL. 277.0

EL. 305 300 295 290 285 280 275

— 67 —

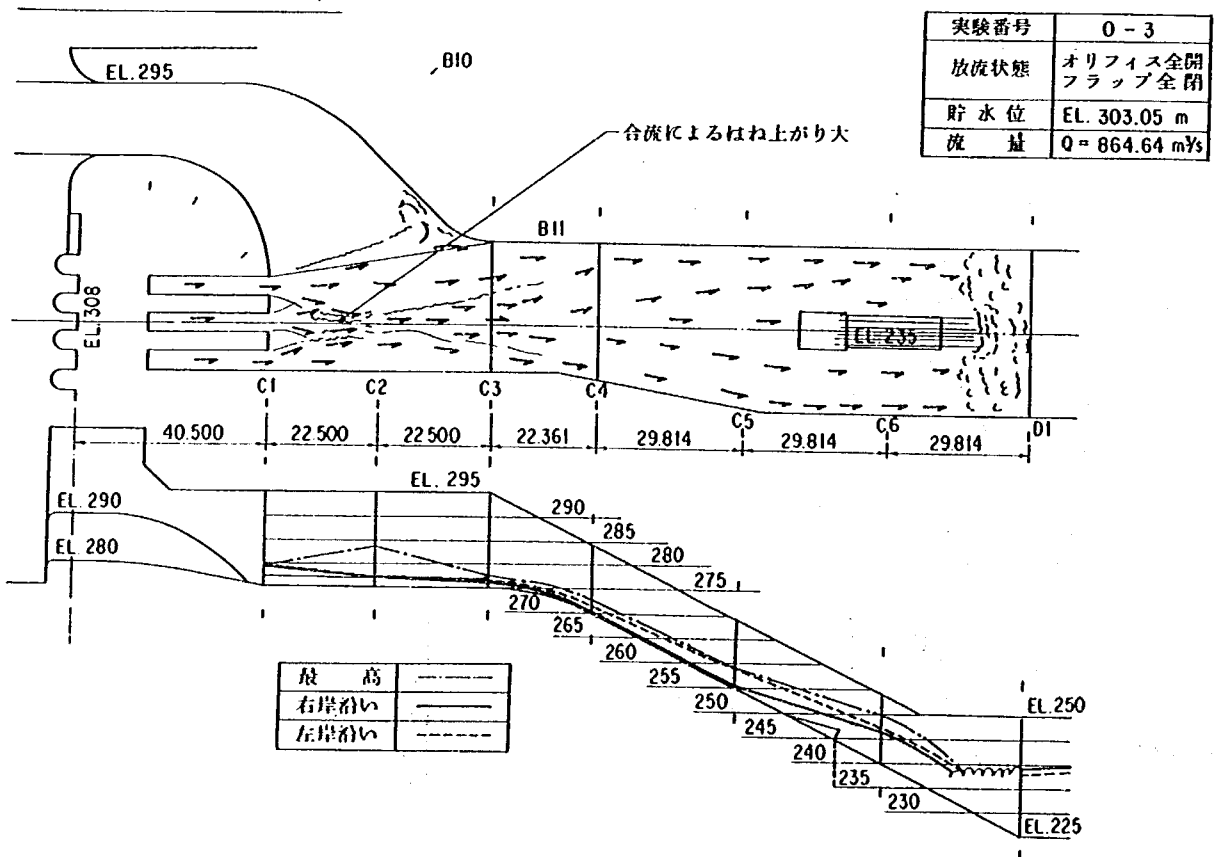
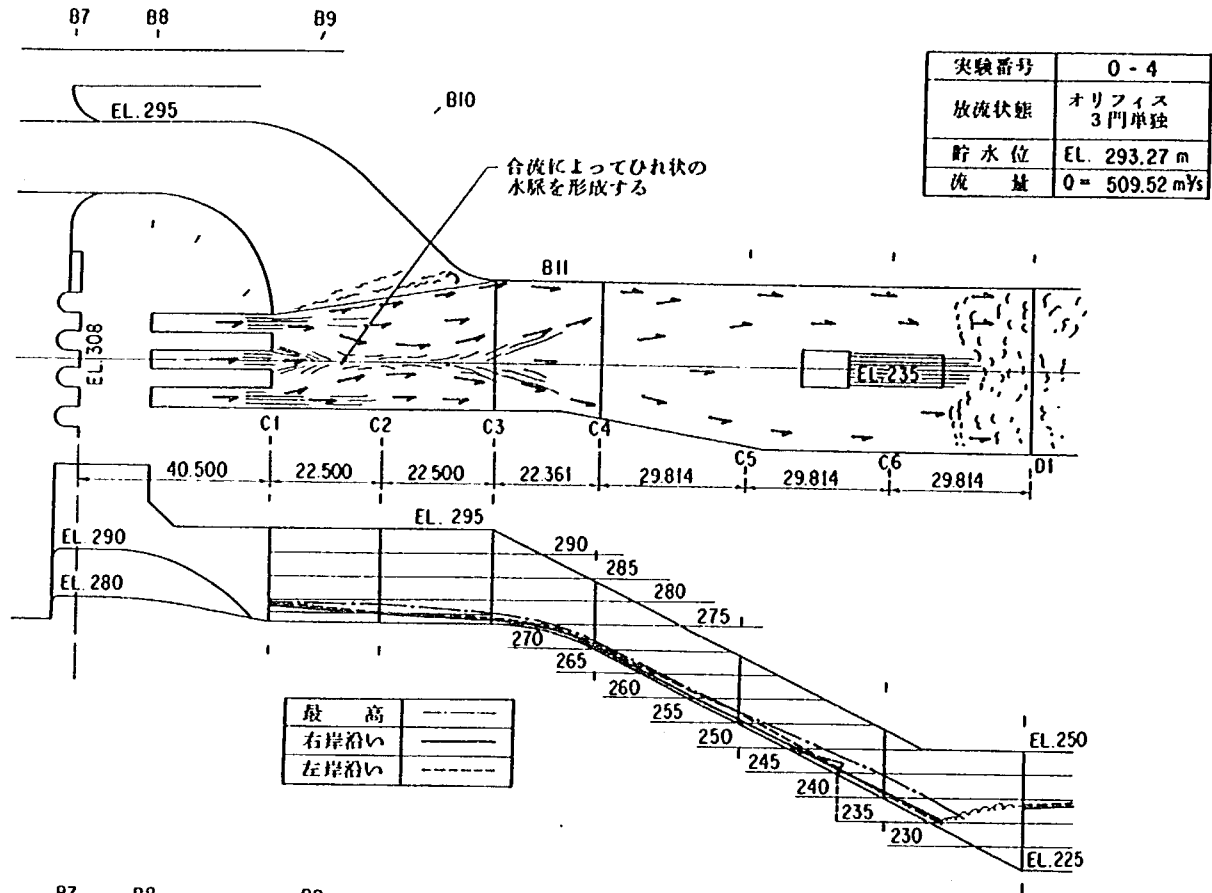


図21a. 合流部およびシュート部の流況および水位縦断面図

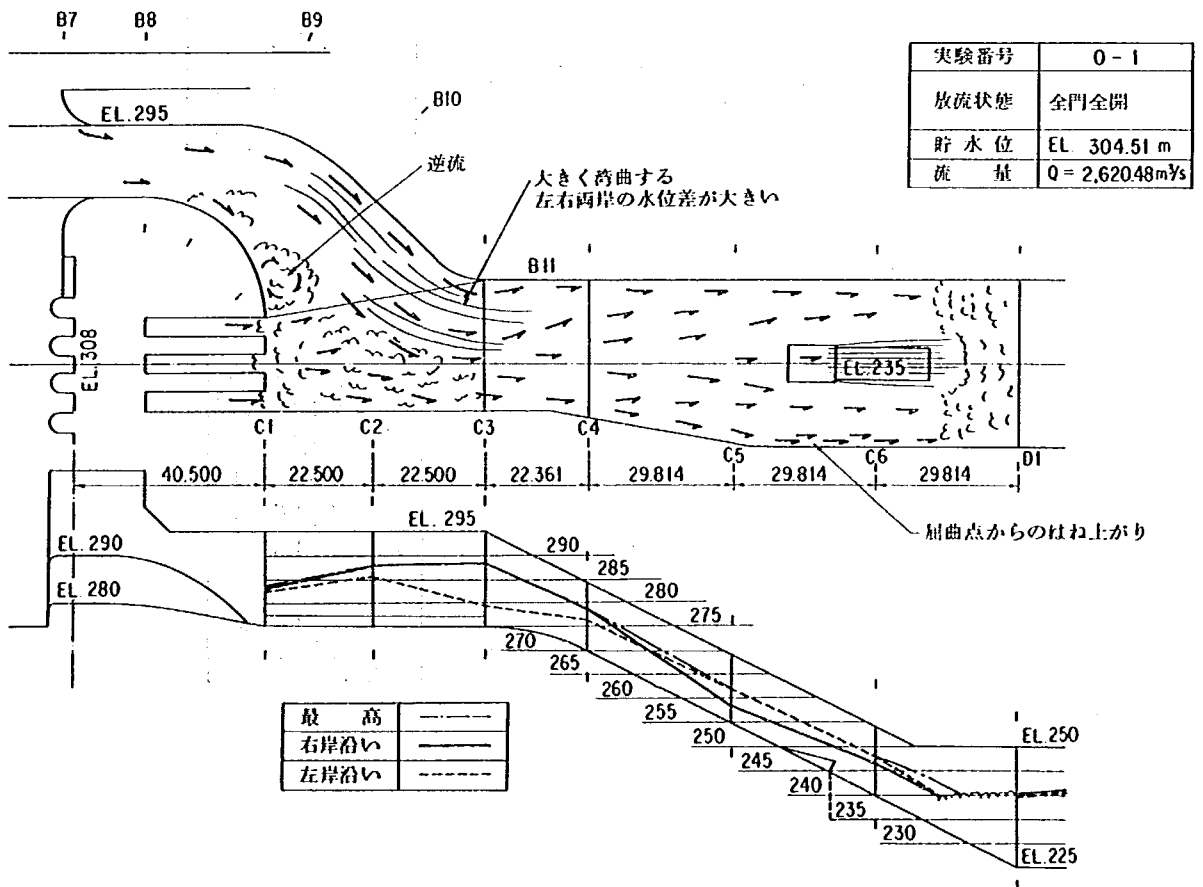
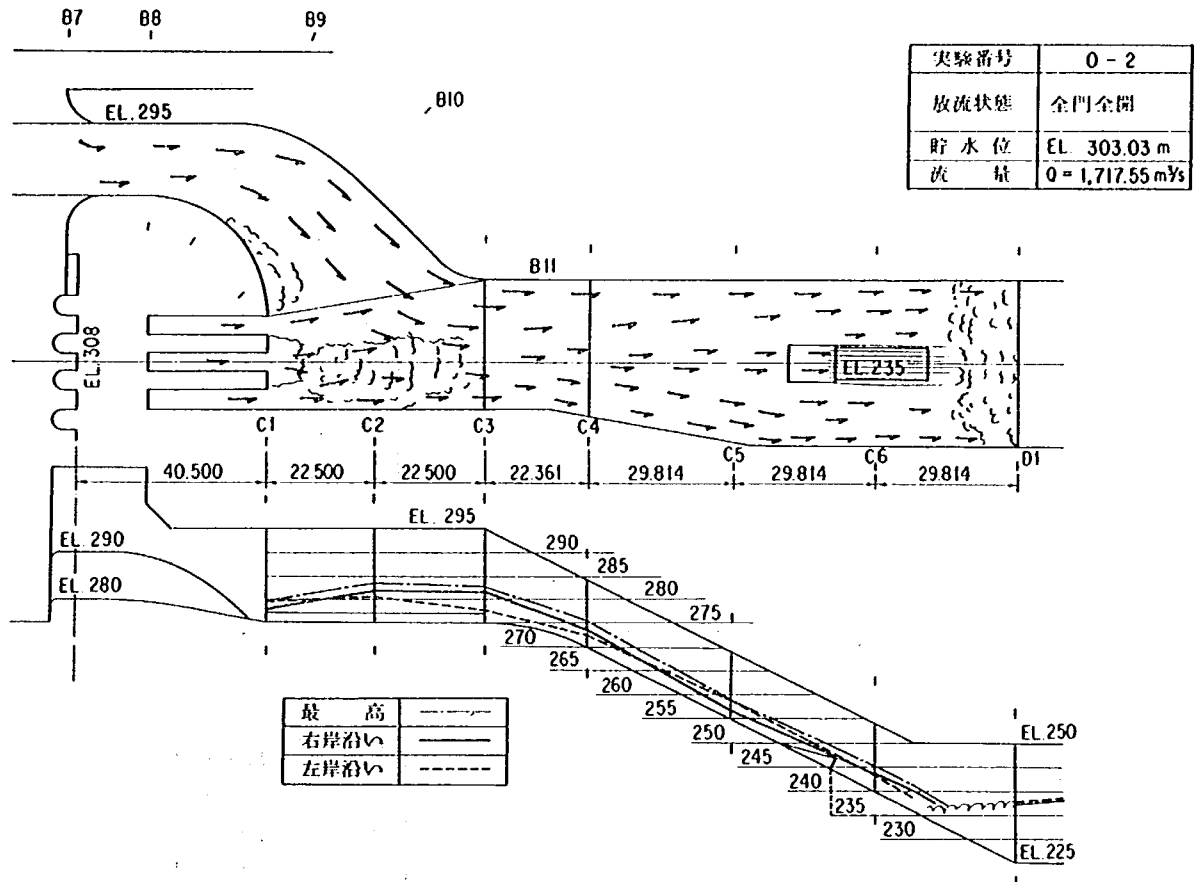


図21b. 合流部およびシュート部の流況および水位縦断面図

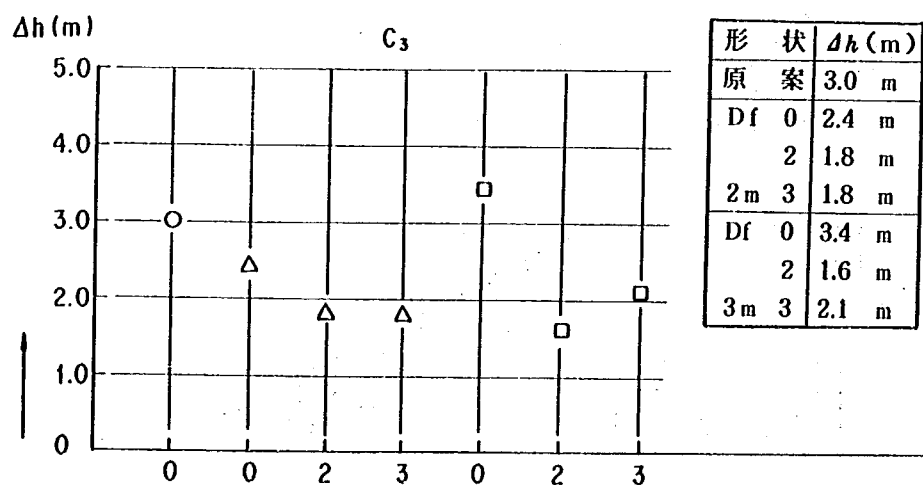
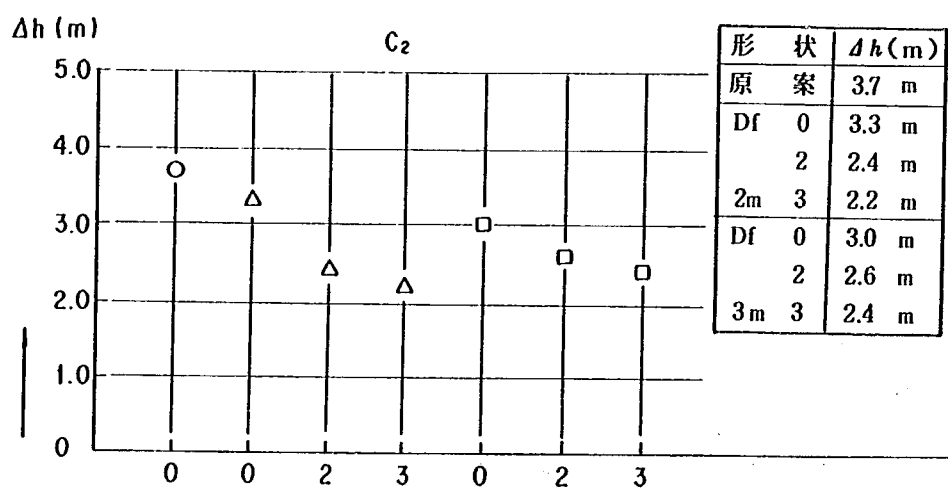
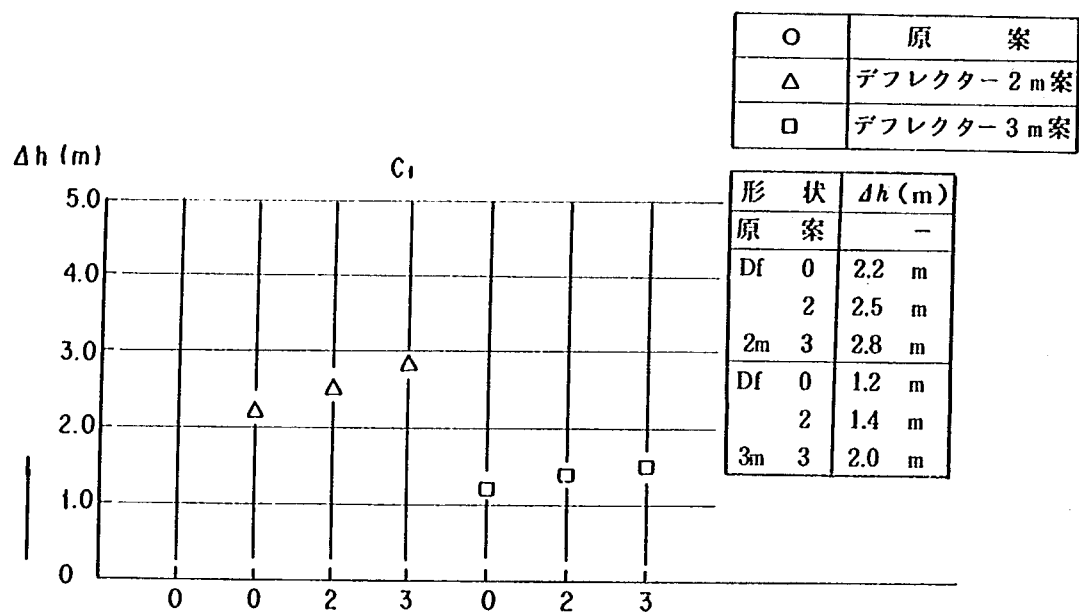


図24. 合流部水面変動比較図

実験番号	2-8
放流状態	全門全開
貯水量	EL. = 304.20 m
流量	Q = 2,600.10 m ³ /s

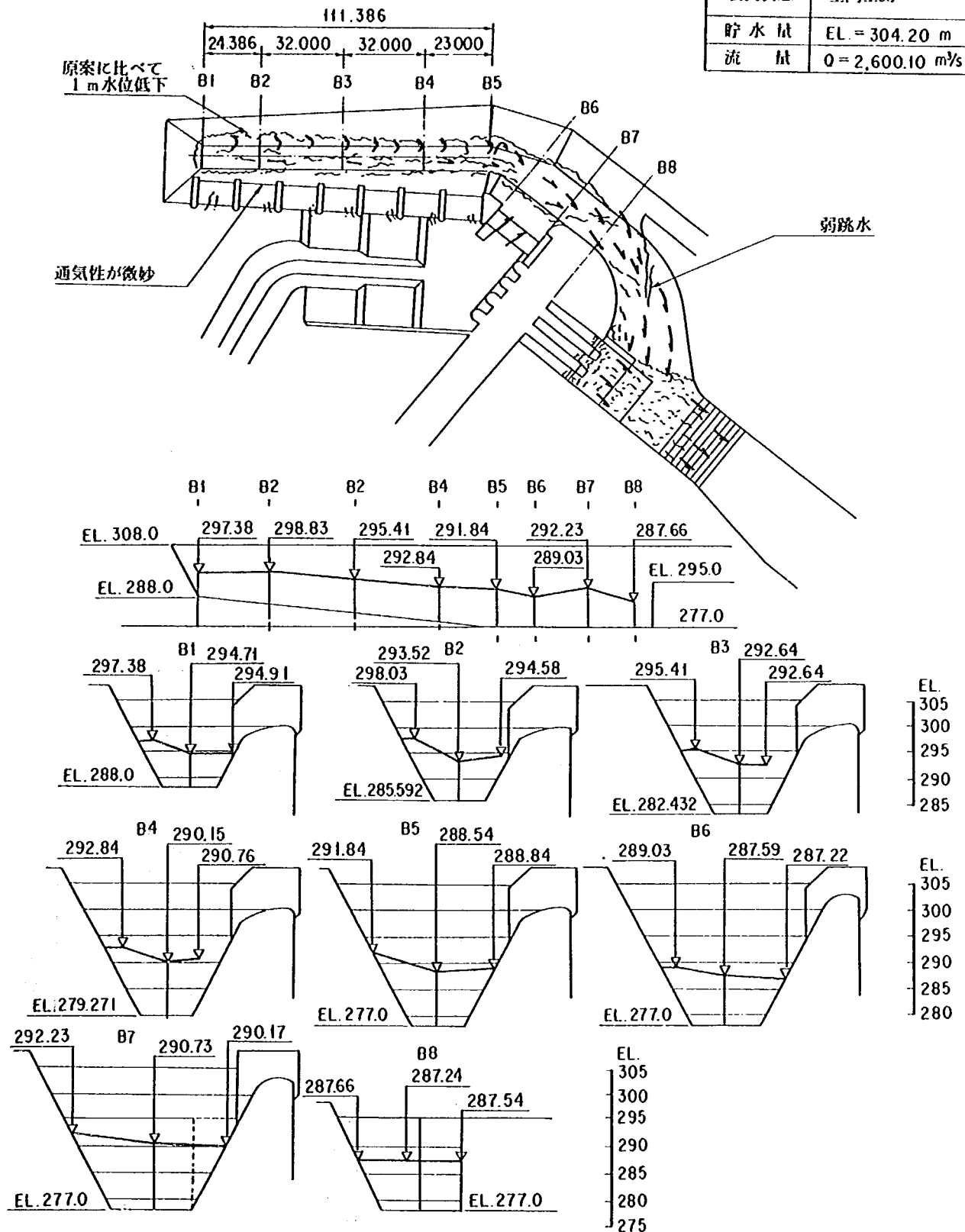


図26a. 側溝水路部の流況および水位分布図(最終案)

実験番号	2 - 9
放流状態	全門全開
貯水位	EL. = 303.05 m
流量	Q = 1,732.37 m ³ /s

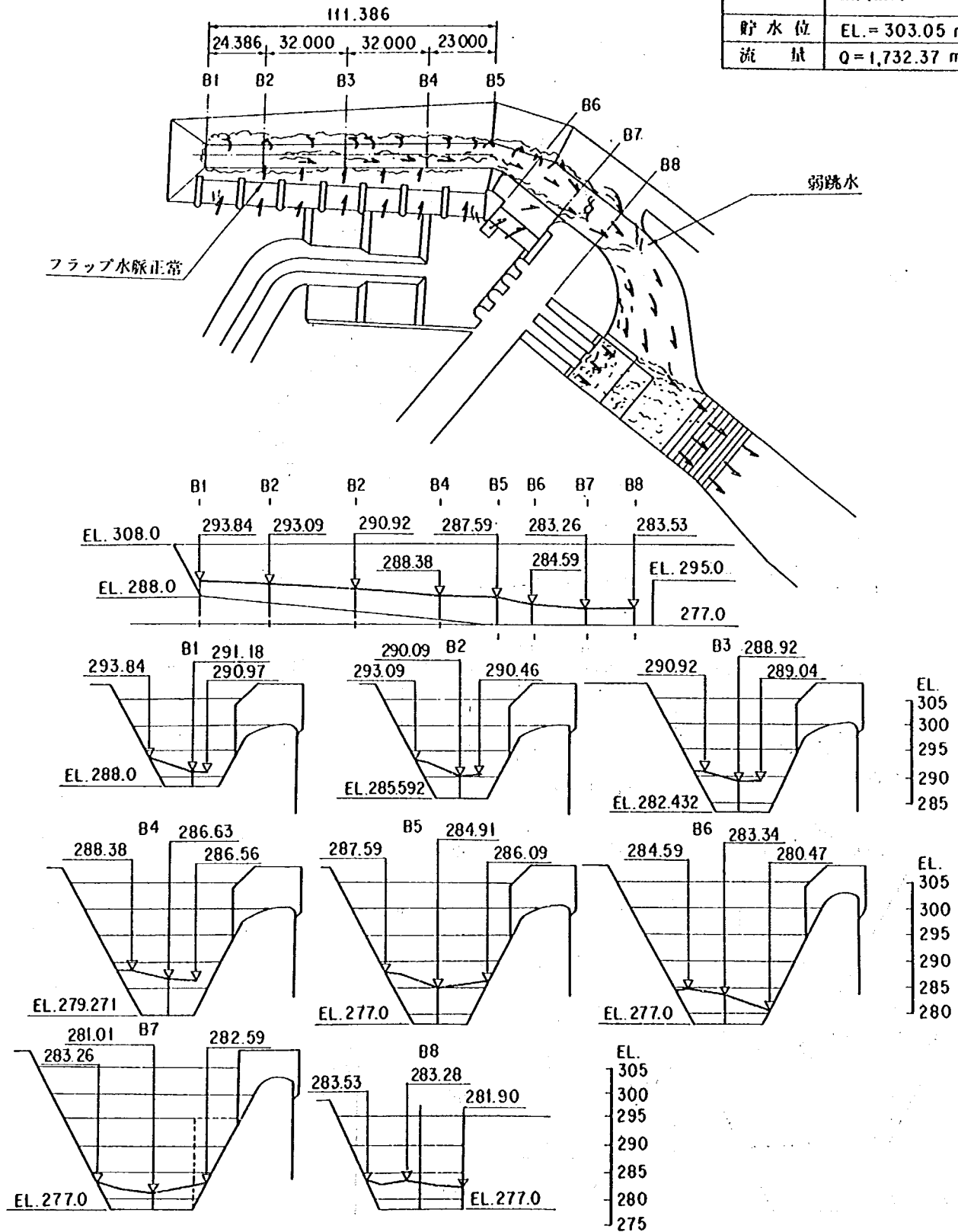


図26b. 側溝水路部の流況および水位分布図(最終案)

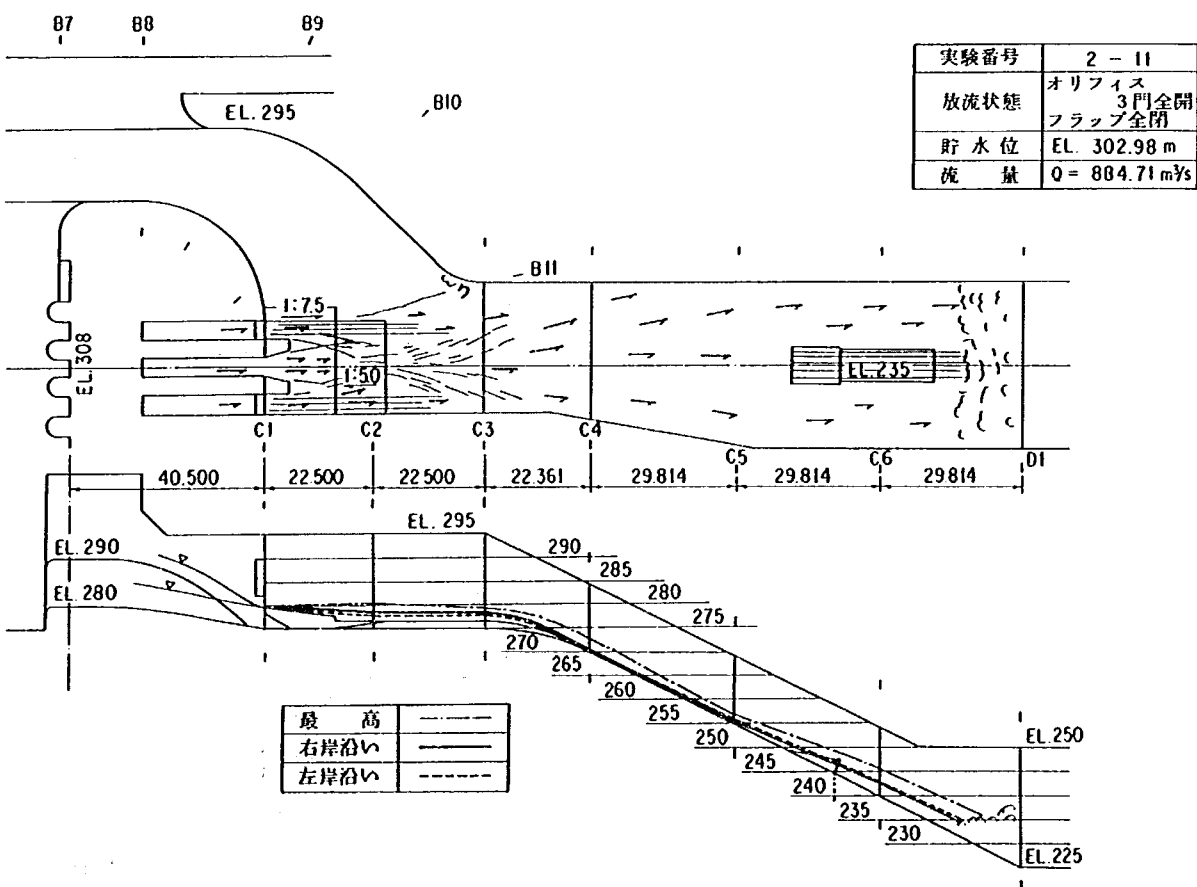
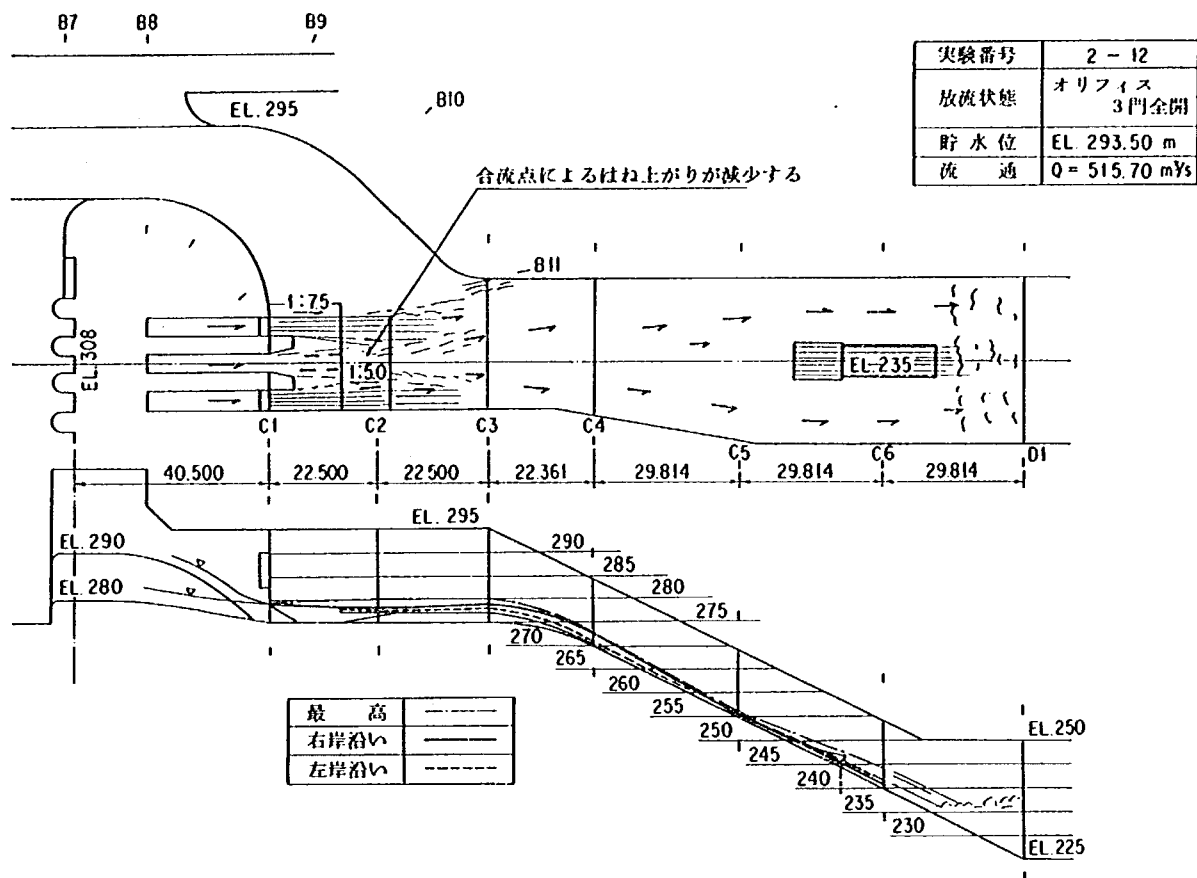


図27a 合流部およびシュート部の水位縦断と流況(最終案)

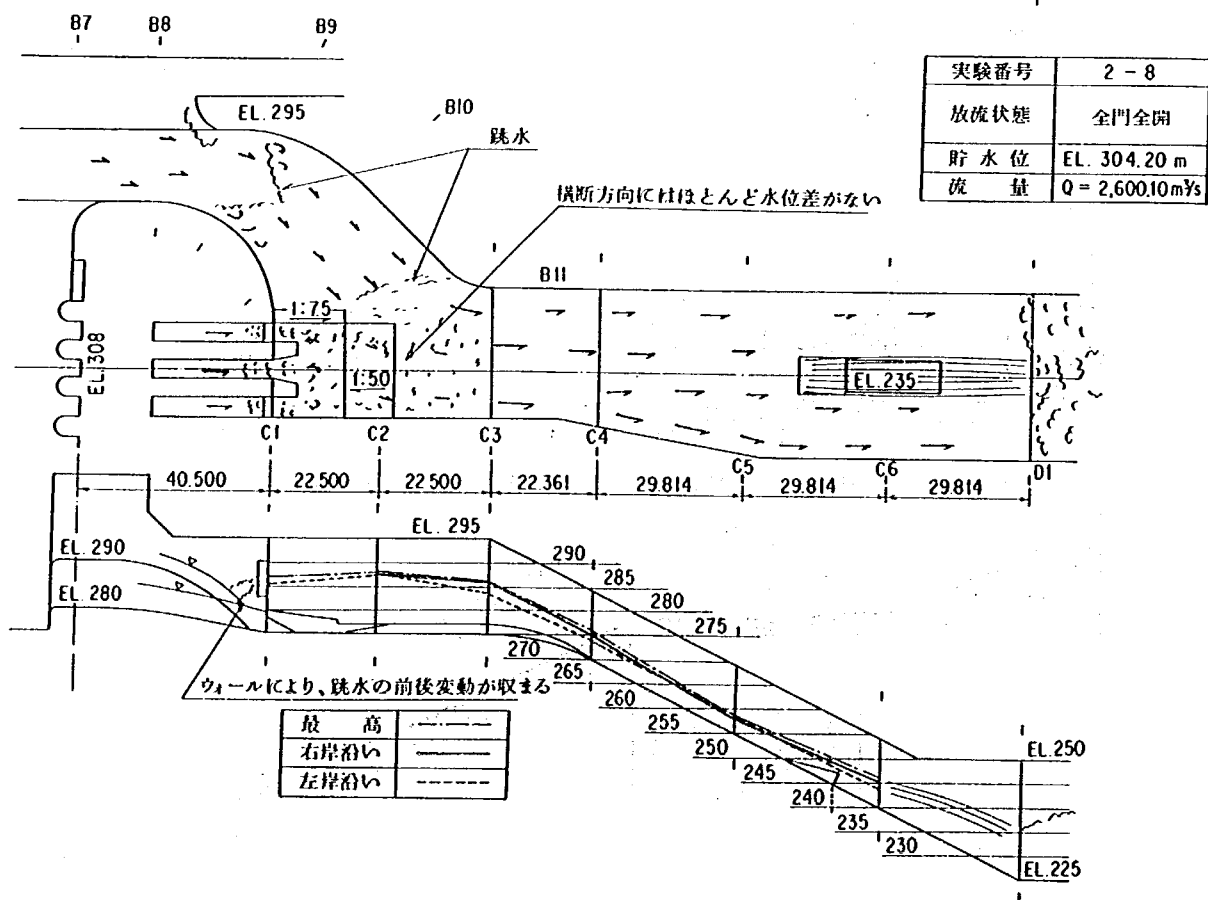
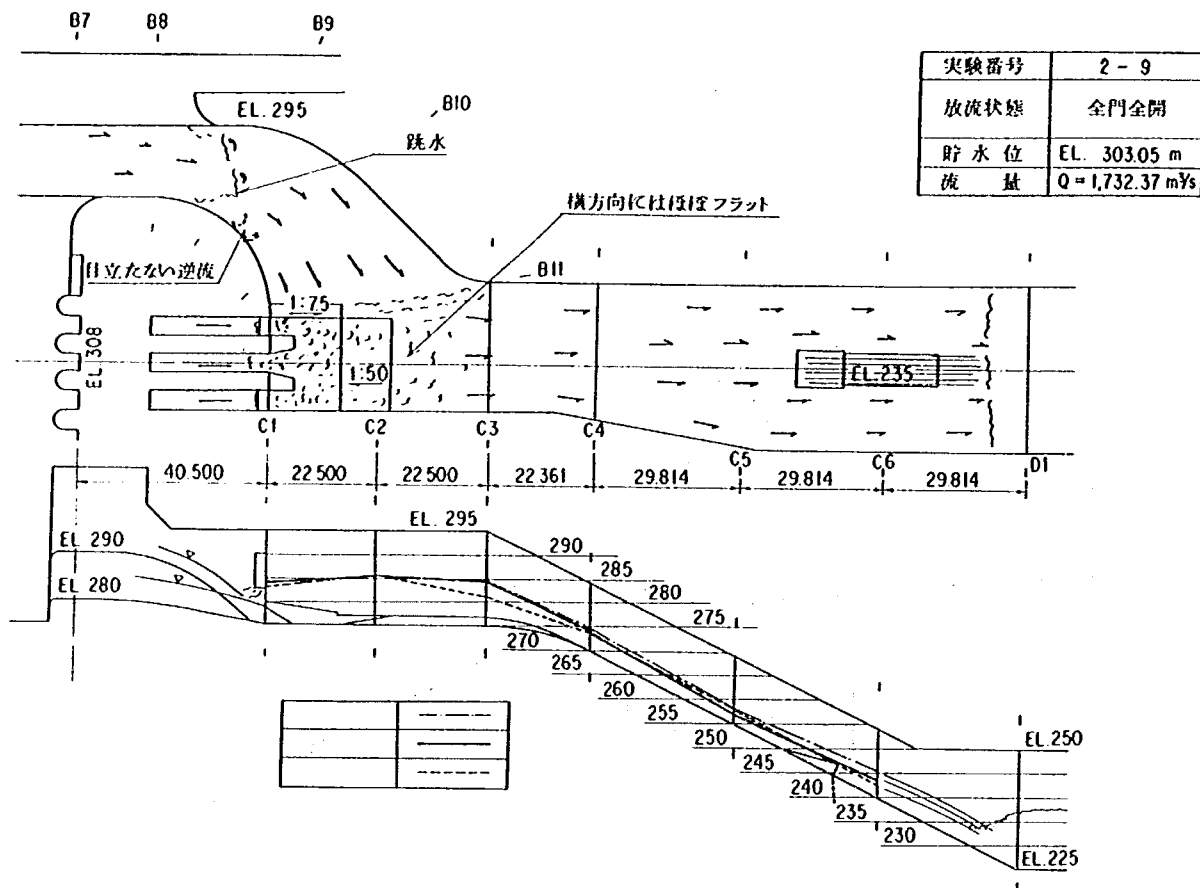


図27b. 合流部およびシュート部の水位縦断と流況(最終案)

実験番号	0-2
放流状態	全門全開
貯水位	EL. = 303.03 m
流量	Q = 1,717.55 m ³ /s

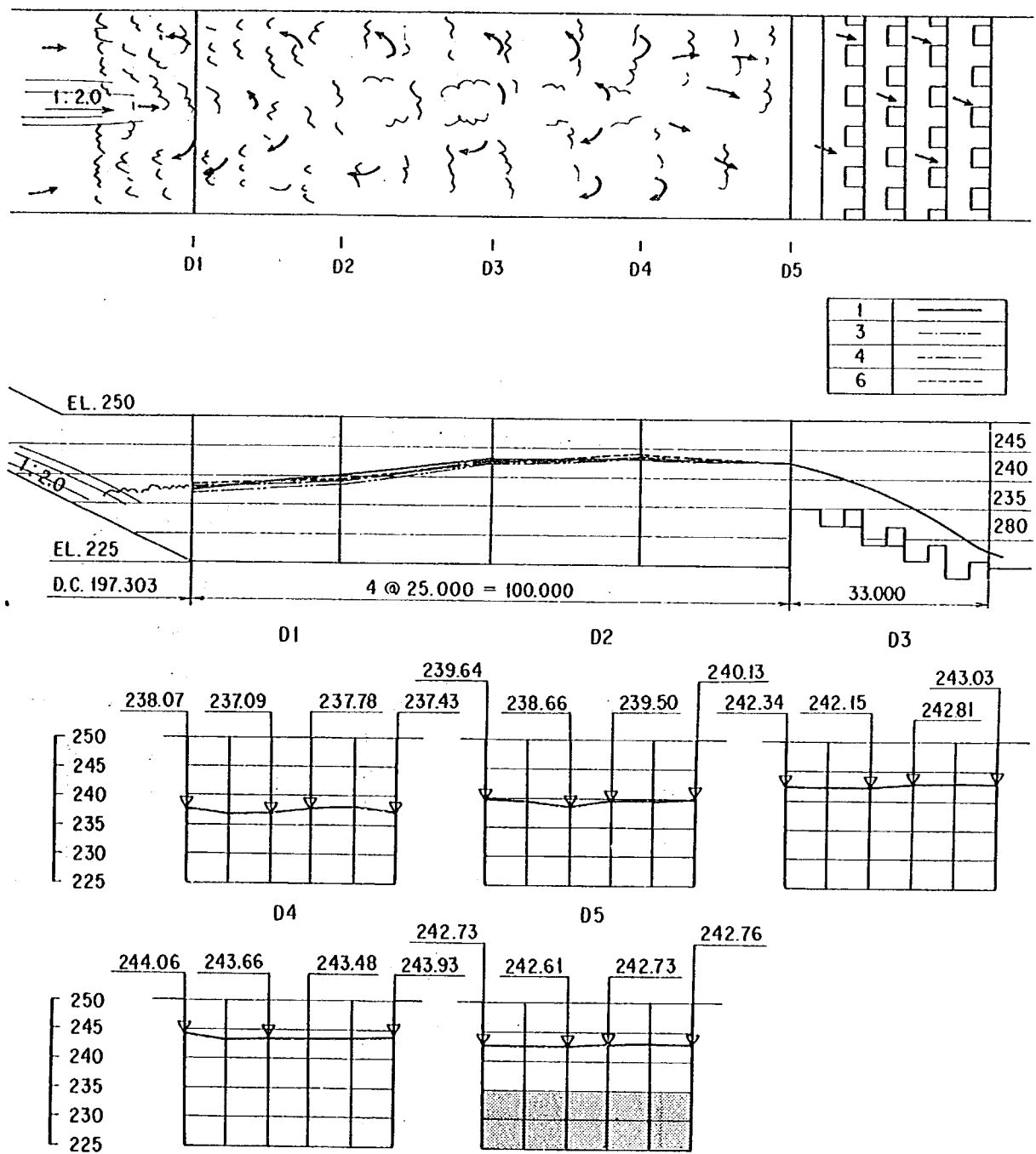
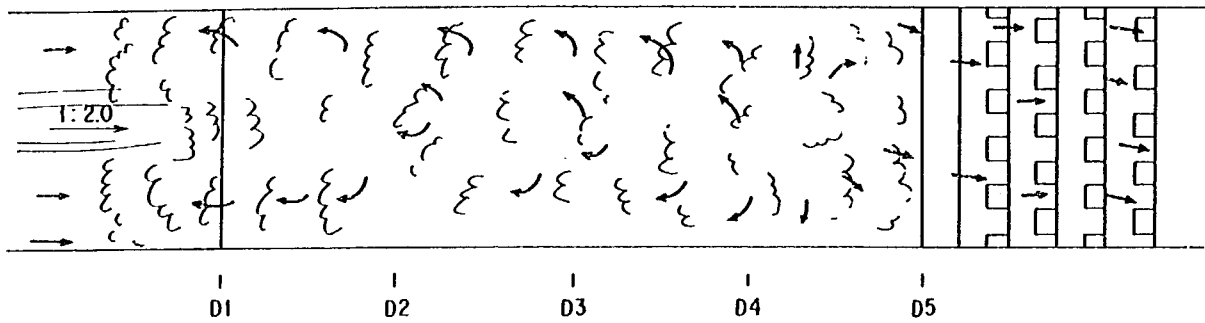


図28a. 減勢工内の流況および水位分布図(原案)

実験番号	0 - 1
放流状態	全門全開
貯水位	EL. = 304.51 m
流量	Q = 2,620.48 m ³ /s



1	——
3	----
4	----
6	----

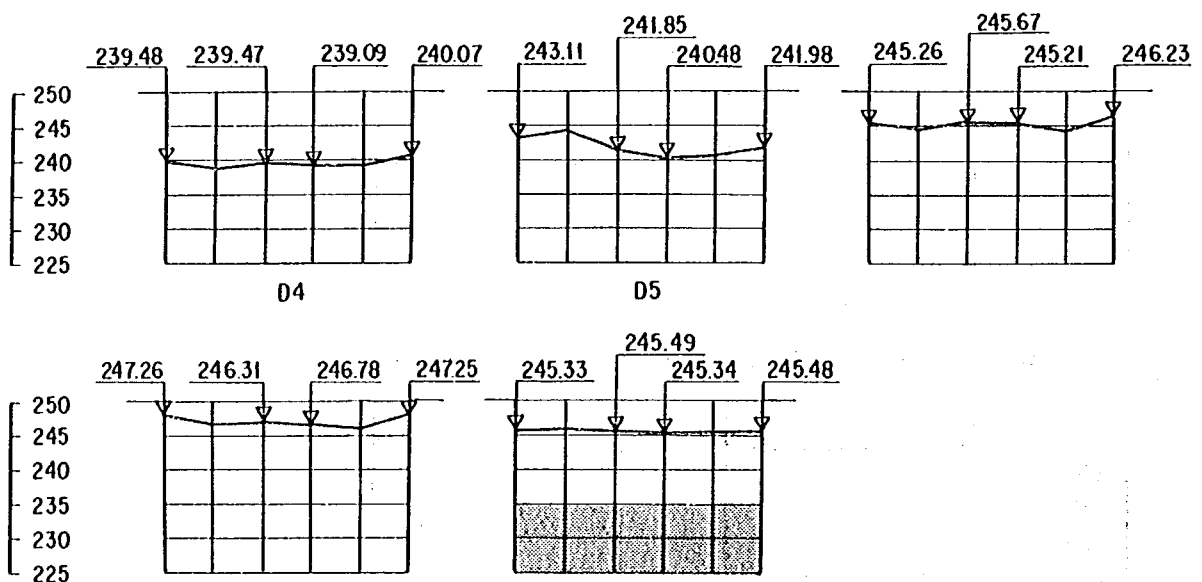
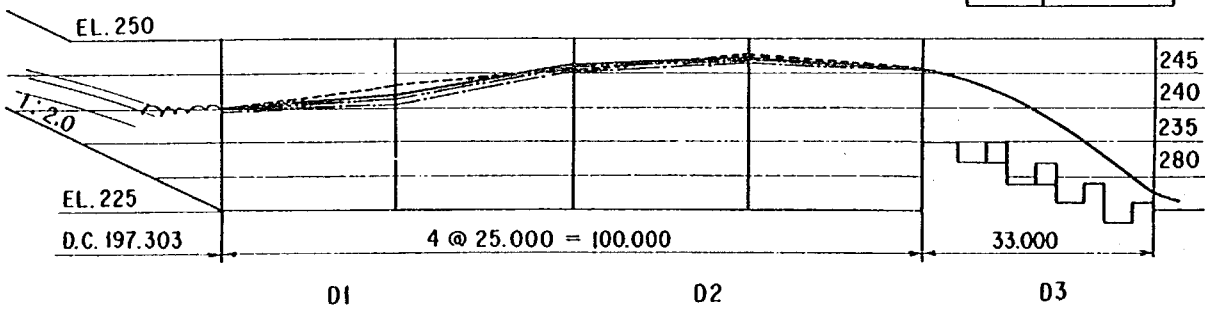


図28b. 減勢工内の流況および水位分布図(原案)

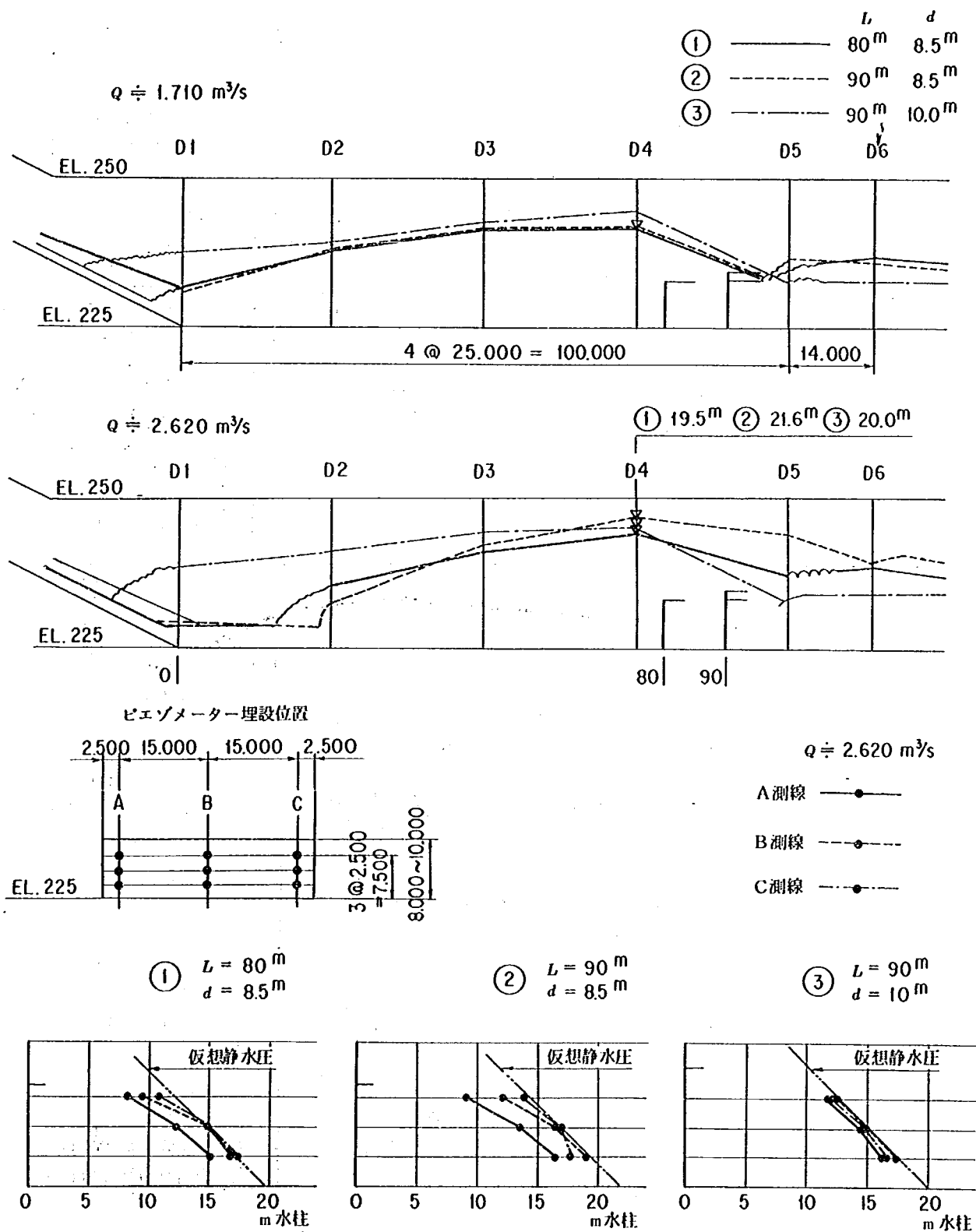


図29. 減勢工規模の比較検討結果図

— 78 —

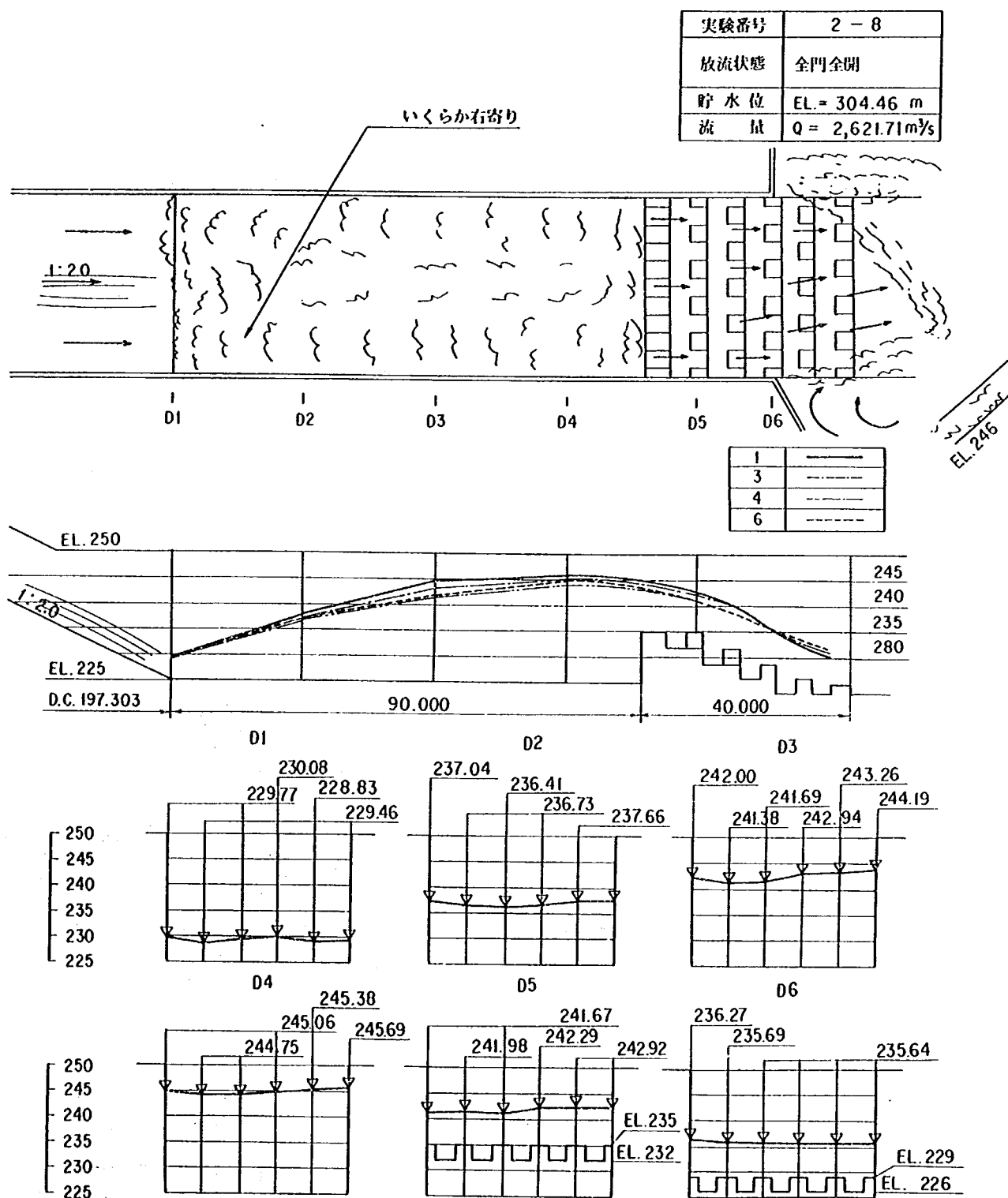
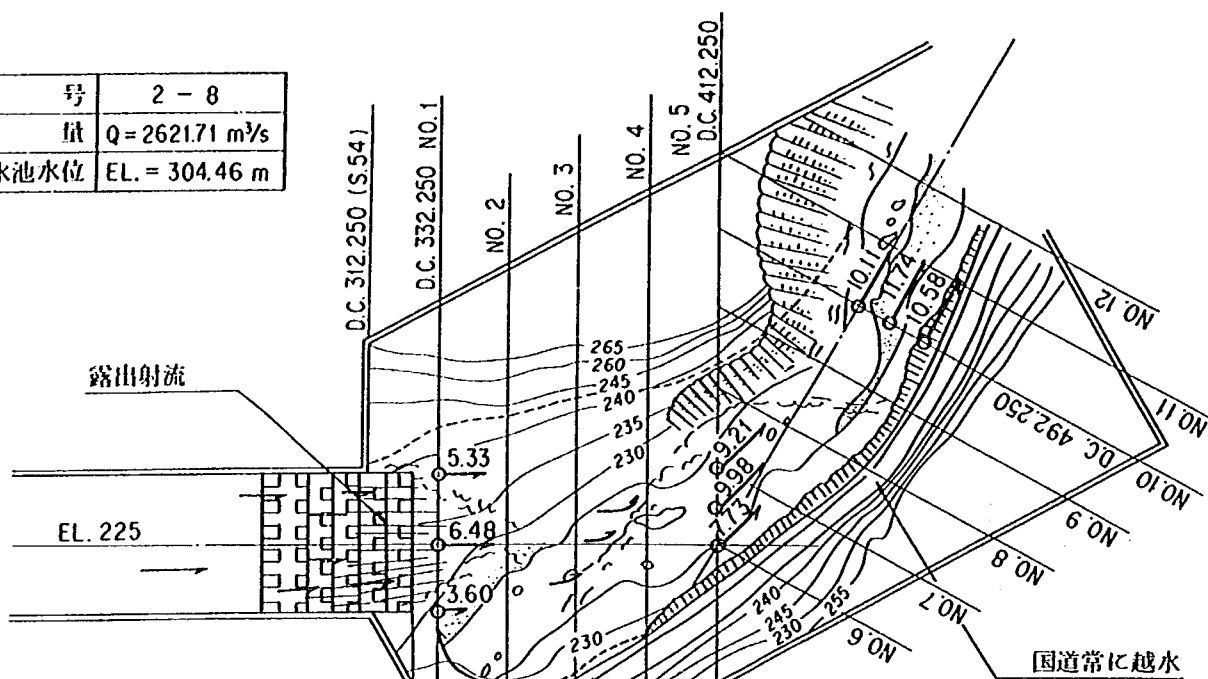


図30b. 減勢工最終案の流況および水位分布図

実 号	2 - 8
流 量	$Q = 2621.71 \text{ m}^3/\text{s}$
貯水池水位	EL. = 304.46 m



実験番号	2 - 9
流 量	$Q = 1741.63 \text{ m}^3/\text{s}$
貯水池水位	EL. = 303.04 m

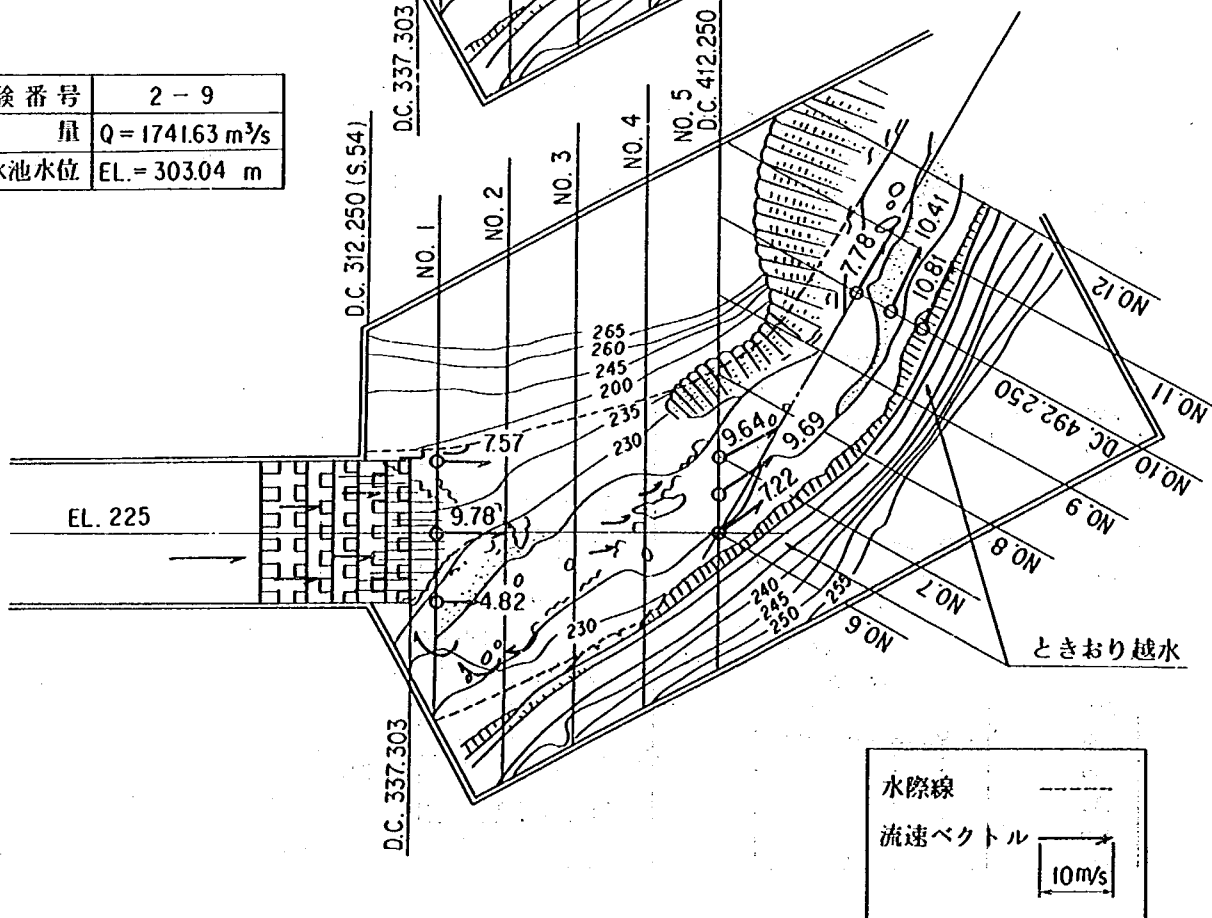


図32. 下流河道の流況平面図

表10. 貯水池水位と放流量の関係

貯水池水位 EL (m)	放流量 Q (m ³ /s)	貯水池水位 EL (m)	放流量 Q (m ³ /s)
オリフィス下段1門		全 門 全 開	
289.29	165.68	291.81	432.34
290.60	188.38	293.64	516.65
293.94	241.34	295.68	611.46
296.49	273.77	296.94	663.95
300.02	311.91	299.15	746.41
オリフィス上段1門		300.16	781.30
298.50	134.33	300.47	833.80
301.88	179.10	301.04	971.84
		301.68	1163.21
		301.84	1230.11
		301.98	1282.61
オリフィス下段2門		302.24	1374.23
289.29	331.36	302.57	1518.45
290.60	376.76	302.93	1676.87
293.94	482.68	303.42	1920.84
296.49	547.53	303.68	2069.07
300.02	623.81	303.95	2241.08
フラップ単独		304.21	2390.24
302.29	570.38	304.57	2605.48
302.63	706.26	304.79	2782.43
302.98	856.35		
303.72	1218.90		
304.30	1535.74		
304.61	1704.67		
自由越流部単独			
306.48	210.00		
306.77	275.77		
307.48	366.56		
307.68	395.28		
307.88	424.00		

表12. 流入部の流速分布値

貯水位 流量 No		EL. 292.40 ^m	EL. 293.27 ^m	EL. 303.05 ^m	EL. 303.00 ^m	EL. 304.55 ^m
		Q=226.97 ^{m³/s}	Q=509.52 ^{m³/s}	Q=864.64 ^{m³/s}	Q=1,704.58 ^{m³/s}	Q=2,606.58 ^{m³/s}
1		—	—	0.2 2	0.3 5	1.2 3
2		—	—	0.2 8	1.5 1	1.5 0
3		—	0.8 1	0.5 8	1.3 2	1.5 6
4		—	0.8 2	0.7 4	1.2 3	1.4 5
5		—	1.1 9	0.8 8	1.3 8	1.1 5
6		0.8 6	1.3 1	0.9 4	1.5 9	1.6 2
7		0.5 0	0.9 9	0.9 6	1.7 6	2.0 1
8		—	—	0.0 0	0.5 7	0.9 8
9		—	—	0.3 6	1.5 5	1.4 1
10		0.5 8	1.2 3	0.7 9	1.0 9	1.1 4
11		0.7 4	1.0 7	0.8 2	1.3 7	1.3 3
12		0.7 0	1.8 3	0.8 2	1.4 7	2.0 8
13		—	1.1 2	1.0 2	1.5 8	1.3 8
14		—	0.9 4	1.2 7	1.0 7	1.7 6
15		—	—	0.2 5	0.9 7	1.9 0
16		—	1.3 8	0.8 2	1.6 6	1.3 0
17		—	1.0 7	0.8 9	1.5 5	1.8 0
18		—	1.5 5	0.9 7	1.6 3	1.8 2
19		—	0.4 7	0.9 6	1.5 8	1.3 5
20		—	0.4 9	1.2 0	0.5 6	0.7 3
21		—	0.9 4	1.2 7	1.9 1	1.2 0
22		—	1.2 6	0.7 3	1.5 1	1.7 1
23		—	1.1 5	0.7 9	1.5 1	1.8 8
24		—	1.1 5	0.8 2	1.4 0	1.7 3
25		—	—	0.9 3	1.6 2	1.9 8
26		—	—	1.1 2	1.6 3	2.2 8
27		—	—	1.2 4	1.9 1	2.4 4
28		—	—	—	—	—

表13 側溝水路部の水位測定値（原案）

貯水位	E L 303.03 m			E L 304.51 m		
流量	1,717.55 m ³ /s			2,620.48 m ³ /s		
測線No	X(m)	H(m)	E L(m)	X(m)	H(m)	E L(m)
B 1	0	2.84	290.84	0	7.81	295.81
	- 6.88	4.78	292.78	- 9.06	9.89	297.89
	6.25	3.10	291.10	5.94	7.99	295.99
B 2	0	3.69	289.28	0	9.27	294.86
	- 5.75	7.16	292.75	- 5.00	12.69	298.28
	3.44	4.78	290.37	1.25	8.91	294.50
				6.25	9.96	295.55
B 3	0	6.06	288.49	0	11.36	293.79
	- 6.25	8.39	290.82	- 10.94	13.44	295.87
	4.06	6.49	288.92	1.25	11.28	293.71
				5.31	11.92	294.35
B 4	0	7.31	286.58	0	13.16	292.43
	- 6.25	9.18	288.45	- 12.50	15.58	294.85
	4.38	7.26	286.53	1.56	13.26	292.53
				6.88	14.18	293.45
B 5	0	8.35	285.35	0	15.58	292.58
	- 10.00	10.60	287.60	1.25	15.19	292.19
	5.31	7.98	284.98	7.81	14.46	291.46
	9.06	9.06	286.06	11.88	14.21	291.21
				13.75	18.03	295.03
B 6 *1	15.00	7.63	284.63	0	14.58	291.58
	4.75	8.07	285.07	13.44	14.31	291.31
	25.00	8.03	285.03	29.38	16.52	293.52
B 7 *2	15.00	9.40	286.40	0	16.43	293.43
	10.00	8.93	285.93	5.00	16.56	293.56
	5.00	9.28	286.28	10.00	16.24	293.24
	20.00	9.71	286.71	15.00	15.09	292.09
	25.00	10.71	287.71	20.00	16.41	293.41
				25.00	17.74	294.74
				30.00	18.49	295.49
B 8 *2	5.00	7.08	284.08	0	12.08	289.08
	0	7.48	284.48	5.00	11.02	288.02
	10.00	6.08	283.08	10.00	10.54	287.54
	15.00	6.03	283.03	15.00	10.59	287.59

注) *1のXは、ピア下流端からの距離。

*2のXは、右岸壁を基準とする距離。

B 1～B 6のXは、水路中心線を基準とし、右岸側を正、左岸側を負で表わす。

表14 a 合流部およびシュート部の水位測定値 (原案)

貯 水 位		E L 303.03 m		E L 304.51 m	
流 量		1,717.55 m ³ /s		2,620.48 m ³ /s	
Na	X(m)	H(m)	EL(m)	H(m)	EL(m)
B 9		2.16	279.16	3.57	280.57
	5.00	3.34	280.34	5.36	282.36
	10.00	4.39	281.39	6.89	283.89
	15.00	5.19	282.19	8.70	285.70
	21.265	6.30	283.30	10.38	287.38
B 10	0	0.16	277.16	4.66	281.66
	5.00	0.65	277.65	4.50	281.50
	10.00	1.56	278.56	4.76	281.76
	15.00	3.26	280.26	5.41	282.41
	20.00	5.32	282.32	7.52	284.52
	25.00	6.56	283.56	10.20	287.20
	27.917	6.56	283.56	10.73	287.73
B 11	0	0.14	277.14	5.74	282.74
	5.00	0.72	277.72	6.00	283.00
	10.00	1.46	278.46	6.66	283.66
	15.00	1.30	278.30	8.73	285.73
	20.00	3.40	280.40	9.29	286.29
	25.00	3.40	280.40	8.51	285.51
	30.00	3.24	280.24	7.22	284.22
	35.00	3.09	280.09	5.79	282.79
	40.00	2.23	279.23	4.76	281.76
	45.621	0.49	277.49	2.12	279.12

表14b. 合流部およびシュート部の水位測定値(原案) (N-A-0-1~0-2)

(2)

貯水位						EL 293.27 ^m		EL 303.05 ^m		EL 303.03 ^m		EL 304.51 ^m	
流量						509.52 ^{m³/s}		864.64 ^{m³/s}		1,717.55 ^{m³/s}		2,620.48 ^{m³/s}	
No	X(m)	H(m)	EL(m)	H(m)	EL(m)	H(m)	EL(m)	H(m)	EL(m)	H(m)	EL(m)	H(m)	EL(m)
C ₁	0					4.13	293.13	4.69	279.69	2.84	277.84	7.76	282.76
	5.00					3.96	278.96	4.66	279.66	2.78	277.78	7.64	282.64
	10.00					0.66	275.66	2.82	277.82	3.34	278.34	8.43	283.43
	15.00					4.02	279.02	4.54	279.54	4.74	279.74	6.64	281.64
	20.00					4.15	279.15	4.78	279.78	4.97	279.97	7.02	282.02
C ₂	0					1.71	276.71	2.31	277.31	6.83	281.83	12.39	287.39
	5.00					1.25	276.25	1.55	276.55	6.04	281.04	11.83	286.83
	10.00					3.96	278.96	8.21	283.21	8.78	283.78	10.91	285.91
	15.00					1.36	276.36	1.30	276.30	6.13	281.13	12.24	287.24
	20.00					0.97	275.97	1.27	276.27	5.34	280.34	11.54	286.54
	25.00					2.17	277.17	2.10	277.10	5.74	280.74	8.42	285.42
C ₃	0					0.88	275.88	1.38	276.38	6.64	281.64	13.05	288.05
	10.00					2.21	277.21	1.98	276.98	6.36	281.36	10.81	285.81
	15.00					1.99	276.99	2.38	277.38	6.28	281.28	11.31	286.31
	20.00					1.82	276.82	2.25	277.25	7.50	282.50	10.80	285.80
	25.00					0.84	275.84	0.82	275.82	2.98	277.98	6.63	281.63
	27.50					1.02	276.02	1.21	276.21	2.62	277.62	4.24	279.24

表14c. 合流部およびシュート部の水位測定値(原案) (N-A-0-1~0-2)

(3)

貯 水 位						EL 293.27 ^m		EL 303.05 ^m		EL 303.03 ^m		EL 304.51 ^m	
流 量						509.52 ^{m³/s}		864.64 ^{m³/s}		1,717.55 ^{m³/s}		2,620.48 ^{m³/s}	
№	X(m)	H(m)	EL(m)	H(m)	EL(m)	H(m)	EL(m)	H(m)	EL(m)	H(m)	EL(m)	H(m)	EL(m)
C ₄	0					0.56	270.28	0.36	270.08	4.23	273.95	8.70	278.42
	7.00					1.50	271.22	1.61	271.33	5.10	274.82	7.57	277.29
	14.00					1.03	270.75	1.84	271.56	6.09	275.81	8.52	278.24
	21.00					1.53	271.25	2.90	272.62	5.75	275.47	5.34	275.06
	28.886					0.84	270.56	1.48	271.20	3.75	273.47	6.48	276.20
										2.77	272.49		
C ₅	0					0.53	255.34	0.24	255.06	1.93	256.74	3.43	258.24
	7.00					0.59	255.40	0.58	255.39	2.06	256.87	3.43	258.24
	14.00					0.78	255.59	1.36	256.17	2.54	257.35	3.49	258.30
	21.00					0.74	255.55	1.18	255.99	2.59	257.40	4.07	258.88
	28.00					0.96	255.77	1.77	256.58	2.64	257.45	4.79	259.60
	34.143					2.08	256.89	3.80	258.61	4.06	258.87	6.93	261.74
C ₆	0					1.39	241.30	6.39	246.29	4.09	243.99	6.81	246.72
	7.00					0.62	240.53	5.23	245.13	1.49	241.40	4.38	244.29
	14.00					4.24	244.15	9.83	249.74	5.24	245.15	6.81	246.72
	21.00					4.63	244.54	9.84	249.74	5.27	245.18	6.88	246.79
	28.00					0.80	240.71	5.96	245.87	2.94	242.85	5.48	245.39
	35.00					0.86	240.77	6.74	246.64	3.49	243.40	7.57	247.48

表15. 合流部およびシュート部の水位測定値(A案)

貯 水 位		EL 303.04 ^m		貯 水 位		EL 303.04 ^m		EL 303.04 ^m	
流 量		2,618.62 ^{m³/s}		流 量		880.13 ^{m³/s}		2,618.62 ^{m³/s}	
№	X(m)	H(m)	EL(m)	№	X(m)	H(m)	EL(m)	H(m)	EL(m)
B ₇	0	16.42	293.42	C ₁	0	4.82	279.82	11.63	286.63
	5.00	16.22	293.22		5.00	4.74	279.74	10.31	285.31
	10.00	16.04	293.04		10.00	2.89	277.89	11.31	286.31
	15.00	14.80	291.80		15.00	4.76	279.76	10.56	285.56
	20.00	14.90	291.90		20.00	5.04	280.04	10.13	285.13
	25.00	17.72	294.72	C ₂	0	3.33	278.33	14.46	289.46
	30.00	18.11	295.11		5.00	2.72	277.72	13.43	288.43
B ₈	0	12.36	289.36		10.00	4.06	279.06	12.68	287.68
	5.00	11.49	288.49		15.00	3.31	278.31	13.15	288.15
	10.00	10.52	287.52		20.00	2.84	277.84	12.53	287.53
	15.00	10.49	287.49		25.00	3.44	278.44	11.59	286.59
B ₉	0	4.23	281.23	C ₃	0	2.93	277.93	13.63	288.63
	5.00	5.67	282.67		10.00	2.89	277.89	11.19	286.19
	10.00	7.58	284.58		15.00	3.63	278.63	11.75	286.75
	15.00	9.23	286.23		20.00	2.70	277.70	11.81	286.81
	21.265	10.70	287.70		25.00	2.64	277.64	9.63	284.63
B ₁₀	0	7.38	284.38		27.50	4.08	279.08	7.00	282.00
	5.00	6.97	283.97	C ₄	0	0.81	270.53	7.85	277.57
	10.00	8.81	285.81		7.00	2.47	272.19	7.57	277.29
	15.00	9.91	286.91		14.00	1.93	271.65	7.26	276.98
	20.00	10.16	287.16		21.00	1.28	271.00	5.63	275.35
	25.00	11.47	288.47		28.886	3.02	272.74	5.13	274.85
	27.917	12.03	289.03	C ₅	0	0.58	255.39	3.38	258.19
B ₁₁	0	8.19	285.19		7.00	0.82	255.63	3.31	258.12
	5.00	8.00	285.00		14.00	1.46	256.27	4.47	259.28
	10.00	8.88	285.88		21.00	1.45	256.26	4.09	258.90
	15.00	10.00	287.00		28.00	1.21	256.02	4.16	258.97
	20.00	9.84	286.84		34.143	2.31	257.12	4.53	259.34
	25.00	9.50	286.50	C ₆	0	0.60	240.51	5.69	245.60
	30.00	9.00	286.00		7.00	0.29	240.21	2.06	241.97
	35.00	8.00	285.00		14.00	4.53	244.40	5.19	245.10
	40.00	7.75	284.75		21.00	5.32	245.23	5.75	245.66
	45.621	5.31	282.31		28.00	0.98	240.89	2.88	242.79
					35.00	1.11	241.02	4.56	244.47

表16a. 合流部水位変化 (B 案)
(全門全開放流 . 水位EL304.47m, 流量2,606.27 m³/s)

デフレクター2m案

デフレクター		2 7 7 m		2 7 7 m		2 7 7 m	
下 流 端 敷 高		E L 2 7 5 m		E L 2 7 7 m		E L 2 7 7 m	
No	X (m)	H (m)	EL (m)	H (m)	EL (m)	H (m)	EL (m)
B ₉	0	4.3 4	2 8 1.3 4	6.2 7	2 8 3.2 7	7.4 7	2 8 4.4 7
	5.0 0	5.5 6	2 8 2.5 6	6.9 5	2 8 3.9 5	8.2 5	2 8 5.2 5
	10.0 0	7.3 2	2 8 4.3 2	7.9 4	2 8 4.9 4	8.2 2	2 8 5.2 2
	15.0 0	8.6 2	2 8 5.6 2	9.4 2	2 8 6.4 2	9.7 8	2 8 6.7 8
	2 1.2 6 5	10.3 4	2 8 7.3 4	11.3 3	2 8 8.3 3	11.2 8	2 8 8.2 8
B ₁₀	0	5.7 5	2 8 2.7 5	8.7 0	2 8 5.7 0	9.3 1	2 8 6.3 1
	5.0 0	5.2 1	2 8 2.2 1	8.4 4	2 8 5.4 4	9.0 9	2 8 6.3 1
	10.0 0	5.2 4	2 8 2.2 4	8.4 4	2 8 5.4 4	9.3 8	2 8 6.3 8
	15.0 0	6.0 6	2 8 3.0 6	10.8 4	2 8 7.8 4	10.7 5	2 8 7.7 5
	20.0 0	8.0 8	2 8 5.0 8	11.8 8	2 8 8.8 8	12.1 3	2 8 9.1 3
	25.0 0	10.3 8	2 8 7.3 8	12.5 3	2 8 9.5 3	13.0 0	2 9 0.0 0
	27.9 1 7	10.8 6	2 8 7.8 6	12.9 4	2 8 9.9 4	13.1 9	2 9 0.1 9
C ₁	0	6.8 7	2 8 1.8 7	10.9 3	2 8 5.9 3	11.9 4	2 8 6.9 4
	5.0 0	6.7 3	2 8 1.7 3	10.6 6	2 8 5.6 6	11.7 8	2 8 6.7 8
	10.0 0	7.5 1	2 8 2.5 1	10.9 1	2 8 5.9 1	11.9 4	2 8 6.9 4
	15.0 0	7.1 4	2 8 2.1 4	10.6 6	2 8 5.6 6	11.2 8	2 8 6.2 8
	20.0 0	7.2 3	2 8 2.2 3	11.3 4	2 8 6.3 4	11.6 3	2 8 6.6 3
C ₂	0	13.8 8	2 8 8.8 8	15.1 9	2 9 0.1 9	15.4 1	2 9 0.4 1
	5.0 0	12.8 8	2 8 7.8 8	14.6 6	2 8 9.6 6	14.8 8	2 8 9.8 8
	10.0 0	12.1 9	2 8 7.1 9	14.2 7	2 8 9.2 7	14.7 8	2 8 9.7 8
	15.0 0	12.4 4	2 8 7.4 4	14.5 6	2 8 9.5 6	14.8 8	2 8 9.8 8
	20.0 0	12.7 6	2 8 7.7 6	14.2 5	2 8 9.2 5	14.7 8	2 8 9.7 8
	25.0 0	10.8 2	2 8 5.8 2	12.8 8	2 8 7.8 8	13.7 5	2 8 8.7 5
	30.0 0	10.9 1	2 8 5.9 1	11.4 4	2 8 6.4 4	12.2 0	2 8 7.2 0
	35.0 0						
C ₃	0	12.3 2	2 8 7.3 2	12.5 1	2 8 7.5 1	12.8 4	2 8 7.8 4
	5.0 0	11.7 4	2 8 6.7 4	12.4 1	2 8 7.4 1	12.5 9	2 8 7.5 9
	10.0 0	11.2 6	2 8 6.2 6	12.1 6	2 8 7.1 6	12.3 1	2 8 7.3 1
	15.0 0	10.2 9	2 8 5.2 9	11.8 4	2 8 6.8 4	12.0 3	2 8 7.0 3
	20.0 0	7.4 3	2 8 2.4 3	10.8 8	2 8 5.8 8	11.5 9	2 8 6.5 9
	25.0 0	5.4 2	2 8 0.4 2	9.4 7	2 8 4.4 7	10.3 1	2 8 5.3 1
	27.5 0	4.0 6	2 7 9.0 6	8.0 0	2 8 3.0 0	8.9 1	2 8 3.9 1

表16b. 合流部水位変化 (B 案)
(全門全開放流 . 水位EL 304.47m, 流量2,606.27 m³/s)

デフレクター 3m案

デフレクター		2 7 8 m		2 7 8 m		2 7 8 m	
下 流 端 改 高		E L 2 7 5 m		E L 2 7 7 m		E L 2 7 8 m	
No	X(m)	H(m)	EL(m)	H(m)	EL(m)	H(m)	EL(m)
B ₉	0	4.01	281.01	5.85	282.85	6.62	283.62
	5.00	5.18	282.18	5.62	282.62	6.63	283.63
	10.00	7.24	284.24	7.38	284.38	7.69	284.69
	15.00	8.66	285.66	9.26	286.26	9.51	286.51
	21.265	9.93	286.93	10.66	287.66	11.29	288.29
B ₁₀	0	5.18	282.18	8.26	285.26	9.13	286.13
	5.00	4.09	281.09	7.75	284.75	9.06	286.06
	10.00	4.43	281.43	10.83	287.83	9.00	286.00
	15.00	5.55	282.55	10.81	287.81	11.19	288.19
	20.00	7.38	284.38	11.43	288.43	11.99	288.99
	25.00	10.14	287.14	12.62	289.62	13.00	290.00
	27.917	10.78	287.78	12.63	289.63	13.13	290.13
C ₁	0	8.24	283.24	10.49	285.49	10.92	285.92
	5.00	7.60	282.60	9.31	284.31	10.98	285.98
	10.00	6.92	281.92	10.50	285.50	11.18	286.18
	15.00	7.86	282.86	10.23	285.23	10.79	285.79
	20.00	8.29	283.29	10.69	285.69	11.29	286.29
C ₂	0	11.36	286.36	14.94	289.94	15.07	290.07
	5.00	11.63	286.63	13.95	288.95	13.94	288.94
	10.00	11.69	286.69	13.82	288.82	13.65	288.65
	15.00	12.51	287.51	13.94	288.94	14.57	289.57
	20.00	12.60	287.60	13.94	288.94	14.44	289.44
	25.00	10.76	285.76	13.10	288.10	13.26	288.26
	30.00	9.63	284.63	11.54	286.54	11.60	286.60
	35.00	9.41	284.41	12.03	287.03	12.51	287.51
C ₃	0	12.46	287.46	12.38	287.38	13.21	288.21
	5.00	11.61	286.61	11.80	286.80	12.64	287.64
	10.00	11.26	286.26	11.24	286.24	12.58	287.58
	15.00	10.88	285.88	10.84	285.84	11.91	286.91
	20.00	8.33	283.33	10.19	285.19	11.43	286.43
	25.00	4.83	279.83	9.00	284.00	9.99	284.99
	27.50	3.70	278.70	7.58	282.58	8.58	283.58

表18 a 側溝水路部の水位測定値（最終案）

(1)

貯 水 位	EL 303.05 m			EL 304.20 m		
流 量	$Q = 1,732.37 \text{ m}^3/\text{s}$			$Q = 2,600.10 \text{ m}^3/\text{s}$		
No	X (m)	H (m)	EL (m)	X (m)	H (m)	EL (m)
B 1	5.00	2.97	290.97	0	6.91	294.91
	7.75	3.16	291.16	7.75	6.71	294.71
	14.06	5.41	293.41	15.00	9.38	297.38
	15.63	5.84	293.84	17.50	8.90	296.90
B 2	5.31	4.87	290.46	1.25	8.99	294.58
	8.95	4.49	290.09	8.95	7.93	293.52
	15.00	7.12	292.71	17.19	12.44	298.03
	17.81	7.49	293.09	20.00	12.06	297.65
B 3	6.25	6.61	289.04	5.31	10.21	292.64
	10.53	6.49	288.92	10.53	10.21	292.64
	16.88	8.49	290.92	18.75	12.98	295.41
	19.69	8.43	290.86	21.88	12.59	295.03
B 4	7.19	7.29	286.56	6.25	11.49	290.76
	12.11	7.36	286.63	12.11	10.88	290.15
	18.75	9.11	288.38	20.31	13.57	292.84
	21.25	8.98	288.25	23.75	13.47	292.74
B 5	3.75	9.09	286.09	2.19	11.84	288.84
	13.25	7.91	284.91	13.25	11.54	288.54
	20.63	10.41	287.41	21.88	14.06	291.06
	23.13	10.59	287.59	25.00	14.84	291.84
B 6	6.88	3.47	280.47	3.75	10.22	287.22
	15.00	6.34	283.34	15.00	10.59	287.59
	21.56	7.59	284.59	24.38	12.03	289.03
	24.06	7.03	284.03	27.19	11.91	288.91
B 7	5.00	5.69	282.69	1.88	13.17	290.17
	10.00	5.13	282.13	5.00	13.04	290.04
	15.00	4.01	281.01	10.00	13.04	290.04
	20.00	4.57	281.57	15.00	13.73	290.73
	25.00	6.26	283.26	20.00	14.11	291.11
				25.00	14.98	291.98
B 8				30.00	15.23	292.23
	0	4.90	281.90	0	10.54	287.54
	5.00	5.53	282.53	5.00	10.39	287.39
	10.00	6.28	283.28	10.00	10.24	287.24
	15.00	5.78	282.78	15.00	10.66	287.66
	18.44	6.53	283.53	20.63	10.66	287.66

表18b 合流部およびシュート部の水位測定値 (最終案)

貯 水 位		E L 303. 05 m		E L 304. 20 m	
流 量		$Q = 1, 732. 37 \text{ m}^3/\text{s}$		$Q = 2, 600. 10 \text{ m}^3/\text{s}$	
No	X(m)	H(m)	E L(m)	H(m)	E L(m)
B 9	0	5. 78	282. 78	7. 59	284. 59
	5. 00	6. 21	283. 21	7. 53	284. 53
	10. 00	6. 59	283. 59	8. 90	285. 90
	15. 00	6. 40	283. 40	8. 46	285. 46
	21. 265	7. 15	284. 15	8. 53	285. 53
B 10	0	6. 37	283. 37	8. 96	285. 96
	5. 00	6. 24	283. 24	9. 15	286. 15
	10. 00	6. 68	283. 68	9. 53	286. 53
	15. 00	7. 31	284. 31	9. 99	286. 99
	20. 00	7. 93	284. 93	10. 53	287. 53
	25. 00	8. 37	285. 37	11. 13	288. 13
	27. 917	8. 56	285. 56	11. 21	288. 21
B 11	0	6. 76	283. 76	9. 36	286. 36
	5. 00	6. 89	283. 89	9. 51	286. 51
	10. 00	7. 95	284. 95	10. 20	287. 20
	15. 00	8. 26	285. 26	10. 89	287. 89
	20. 00	8. 58	285. 58	11. 51	288. 51
	25. 00	8. 83	285. 83	11. 51	288. 51
	30. 00	8. 89	285. 89	11. 51	288. 51
	35. 00	8. 26	285. 26	11. 33	288. 33
	40. 00	7. 08	284. 08	10. 14	287. 14
	45. 621	4. 95	281. 95	7. 14	284. 14

表18c. 合流部およびシュート部の水位測定値(最終案)

(2)

貯 水 位				E L 293.49 ^m		E L 293.50 ^m		E L 302.98 ^m		E L 303.05 ^m		E L 304.20 ^m	
流 量				Q = 248.58 ^{m³/s}		Q = 515.70 ^{m³/s}		Q = 884.71 ^{m³/s}		Q = 1,732.37 ^{m³/s}		Q = 2,600.10 ^{m³/s}	
No.	X (m)	H (m)	EL (m)	H (m)	EL (m)	H (m)	EL (m)	H (m)	EL (m)	H (m)	EL (m)	H (m)	EL (m)
C ₁	0			1.51	276.51	4.09	279.09	4.77	279.77	8.89	283.89	11.89	286.89
	2.00			1.51	276.51	3.97	278.97	4.66	279.66	8.33	283.33	11.01	286.01
	10.00			1.20	276.20	0.65	275.65	2.90	277.90	8.20	283.20	10.89	285.89
	18.00			4.18	279.18	4.19	279.19	4.80	279.80	7.39	282.39	10.20	285.20
	20.00			4.53	279.53	4.38	279.38	5.07	280.07	8.01	283.01	10.58	285.58
C ₂	0			0.86	277.36	1.65	278.15	2.14	278.64	8.93	285.43	10.93	287.43
	5.00			0.17	276.67	0.83	277.33	1.18	277.68	8.18	284.68	11.11	287.61
	10.00			0.29	276.79	3.67	280.17	4.04	280.54	8.36	284.86	10.55	287.05
	15.00			0.78	277.28	0.81	277.31	1.63	278.13	8.24	284.74	10.55	287.05
	20.00			1.06	277.56	0.86	277.36	1.42	277.92	8.18	284.68	10.61	287.11
	25.00			0.43	277.43	0.40	277.40	0.79	277.79	8.43	285.43	11.05	288.05
	30.00			0.41	277.41	0.40	277.40	0.79	277.79	7.30	284.30	9.75	286.75
	35.00							0.79	277.79	6.68	283.68	9.43	286.43
	40.00									6.93	283.93	9.48	286.48
	45.00									7.49	284.49	9.98	286.98
C ₃	0			2.86	279.86	1.30	278.30	1.49	278.49	7.51	284.51	9.07	286.07
	5.00			0.80	277.80	2.36	279.36	2.43	279.43	7.01	284.01	8.57	285.57
	10.00			0.81	277.81	3.05	280.05	1.74	278.74	7.01	284.01	8.44	285.44
	15.00			0.78	277.78	1.93	278.93	0.80	277.80	6.82	283.82	8.51	285.51
	20.00			0.58	277.58	0.49	277.49	0.93	277.93	6.26	283.26	7.49	284.49
	25.00			0.49	277.49	0.56	277.56	-	-	4.94	281.94	6.89	283.89
	27.50			1.18	278.18	1.05	278.05	1.18	278.18	4.19	281.19	6.40	283.40

表18d. 合流部およびシュート部の水位測定値(最終案)

(3)

貯 水 位				E L 293.49 ^m		E L 293.50 ^m		E L 302.98 ^m		E L 303.05 ^m		E L 304.20 ^m	
流 量				$Q = 248.58 \text{ m}^3/\text{s}$		$Q = 515.70 \text{ m}^3/\text{s}$		$Q = 884.71 \text{ m}^3/\text{s}$		$Q = 1,732.37 \text{ m}^3/\text{s}$		$Q = 2,600.10 \text{ m}^3/\text{s}$	
区	X(m)	H(m)	EL(m)	H(m)	EL(m)	H(m)	EL(m)	H(m)	EL(m)	H(m)	EL(m)	H(m)	EL(m)
C ₄	0			0.99	270.71	2.68	272.40	0.93	270.65	4.21	273.93	5.02	274.74
	7.00			0.74	270.46	0.93	270.65	3.36	273.08	5.14	274.86	6.30	276.02
	14.00			0.31	270.03	0.80	270.52	1.86	271.58	4.83	274.55	5.83	275.55
	21.00			0.14	269.86	1.11	270.83	1.80	271.52	3.89	273.61	4.39	274.11
	28.886			0.30	270.02	0.30	270.02	0.74	270.46	3.96	273.68	4.08	273.80
C ₅	0			0.33	255.15	0.52	255.33	0.64	255.46	2.05	256.86	2.74	257.55
	7.00			0.52	255.33	0.71	255.52	0.89	255.71	2.11	256.93	2.36	257.18
	14.00			0.71	255.52	0.77	255.58	1.21	256.02	2.49	257.30	3.11	257.93
	21.00			0.20	255.01	0.58	255.40	1.46	256.27	2.55	257.36	3.30	258.11
	28.00			0.29	255.11	0.52	255.33	0.89	255.71	2.99	257.80	3.36	258.18
	34.143			0.26	255.08	1.83	256.65	1.02	255.83	3.05	257.86	3.68	258.49
C ₆	0			1.15	241.06	1.46	241.37	2.84	242.75	3.71	243.62	4.78	244.69
	7.00			0.47	240.38	0.65	240.56	0.71	240.62	1.28	241.19	1.78	241.69
	14.00			3.85	243.76	0.65	240.56	4.65	244.56	4.71	244.62	4.97	244.88
	17.50			4.47	244.38	4.90	244.81	5.53	245.44	-	-	6.28	246.19
	21.00			4.10	244.01	3.96	243.87	5.21	245.12	5.53	245.44	6.16	246.06
	28.00			0.20	240.11	0.40	240.31	0.71	240.62	2.34	242.25	3.16	243.06
	35.00			0.02	239.93	0.90	240.81	2.71	242.62	2.59	242.50	3.53	243.44

表19. 減勢工内の水位測定値（原案）

貯水位						EL 293.27 ^m		EL 303.05 ^m		EL 303.03 ^m		EL 304.51 ^m	
流量						$Q=509.52\text{m}^3/\text{s}$		$Q=864.64\text{m}^3/\text{s}$		$Q=1,717.55\text{m}^3/\text{s}$		$Q=2,620.48\text{m}^3/\text{s}$	
X	$X(\text{m})$	$H(\text{m})$	EL(m)	$H(\text{m})$	EL(m)	$H(\text{m})$	EL(m)	$H(\text{m})$	EL(m)	$H(\text{m})$	EL(m)	$H(\text{m})$	EL(m)
D ₁	0					13.36	238.36	14.01	239.01	12.43	237.43	15.07	240.07
	7.0					13.04	238.04	13.68	238.68	12.86	237.86	14.13	239.13
	14.0					12.92	237.92	13.29	238.29	12.78	237.78	14.09	239.09
	21.0					12.67	237.67	13.29	238.29	12.09	237.09	14.47	239.47
	28.0					13.23	238.23	13.72	237.72	12.14	237.14	13.91	238.91
	35.0					13.79	238.79	13.34	238.34	13.07	238.07	14.48	239.48
D ₂	0					13.80	238.80	15.06	240.06	15.13	240.13	16.98	241.98
	7.0					13.68	238.68	14.42	239.42	14.59	239.59	15.98	240.98
	14.0					13.55	238.55	14.02	239.02	14.50	239.50	15.48	240.48
	21.0					13.68	238.68	14.62	239.62	13.66	238.66	16.85	241.85
	28.0					13.80	238.80	14.11	239.11	14.47	239.47	19.23	244.23
	35.0					14.43	239.43	14.06	239.06	14.64	239.64	18.11	243.11
D ₃	0					14.09	239.09	15.24	240.24	18.03	243.03	21.23	246.23
	7.0					14.03	239.03	14.77	239.77	18.11	243.11	19.93	244.93
	14.0					13.90	238.90	14.08	239.08	17.81	242.81	20.21	245.21
	21.0					14.03	239.03	14.40	239.40	17.15	242.15	20.67	245.67
	28.0					14.21	239.21	14.38	239.38	17.66	242.66	19.63	244.63
	35.0					14.28	239.28	14.34	239.34	17.34	242.34	20.26	245.26
D ₄	0					14.14	239.14	14.88	239.88	18.93	243.93	22.25	247.25
	7.0					14.21	239.21	14.77	239.77	18.88	243.88	22.12	247.12
	14.0					14.08	239.08	14.57	239.57	18.48	243.48	21.78	246.78
	21.0					14.14	239.14	14.61	239.61	18.66	243.66	21.31	246.31
	28.0					14.33	239.33	14.51	239.51	18.61	243.61	21.48	246.48
	35.0					14.27	239.27	14.78	239.78	19.09	244.09	22.26	247.26
D ₅	0					14.34	239.34	15.29	230.29	17.76	242.76	20.48	245.48
	7.0					13.91	238.91	15.25	230.25	17.94	242.94	20.31	245.31
	14.0					14.13	239.13	15.27	230.27	17.73	242.73	20.34	245.34
	21.0					14.04	239.04	15.06	230.06	17.61	242.61	20.49	245.49
	28.0					14.14	239.14	14.38	229.38	17.81	242.81	20.77	245.77
	35.0					14.19	239.19	15.16	230.16	17.73	242.73	20.33	245.33

但し、Xは、右岸を基準とする横断距離である。

第5章 洪水吐きの変更設計1次案

第4章までに検討を加えてきた洪水吐き形状は、技術検討会における配置計画と掘削計画との見直しの中で、左岸山腹掘削量と法面長をさらに大幅に軽減を図る必要があるとの結論に達した。この検討結果を踏まえて、変更設計1次案では洪水吐きの基本的な組み合わせ形状は変えずに洪水吐き全体を最大限にフィル堤体側に寄せ、シュート部および減勢工の中心軸についても原案より3.5m谷側とし、掘削量の軽減を図った配置形状である。

第1節 洪水吐きの変更設計1次案形状

洪水吐きの変更設計1次案形状の決定には、ダム現場の施工工程およびこれまでの水理設計形状の活用等を考慮して図33a～33dに示す形状を選定した。すなわち、常用洪水吐きは第4章での最終形状と全く同様とし、設置位置を最上流側に変更した。非常用洪水吐きについても前章の設計形状と同様にフラップゲート付横越流型式とした。ただし、サーチャージ水位を超えると横越流頂からの放流量が卓越し、下段オリフィスは潜り流出となり放流量の低下が予想できるので、この低下分をカバーするためフラップゲートは9径間とした。

側水路は左岸斜面1:0.6、右岸堤体斜面1:0.5、底幅10mの台形水路で、オリフィス出口幅20mから水路底10mまでは1:50の傾斜絞り面とし、絞り面末端からシュート部までは水平で底面敷高はEL.265.0mである。また、水路の平面形はオリフィス出口から下流174m区間は直線とし、シュート部との接続はR=100mの彎曲水路である。シュート部は中心軸に対して左右対称形状で始端左右にR=11.25mの円柱により断面を絞り、側水路とシュート部の接続は下面にR=30.0mの円弧を入れ、幅20mの直線区間を介して減勢工幅35mに左右で拡幅し、シュート勾配1:3.303の開水路形である。

減勢工は前章での最終案と同様に水平水叩き長さ90m、副ダム高10m、幅35mの規模で、副ダム形状は階段式バッフルブロック付きとした。

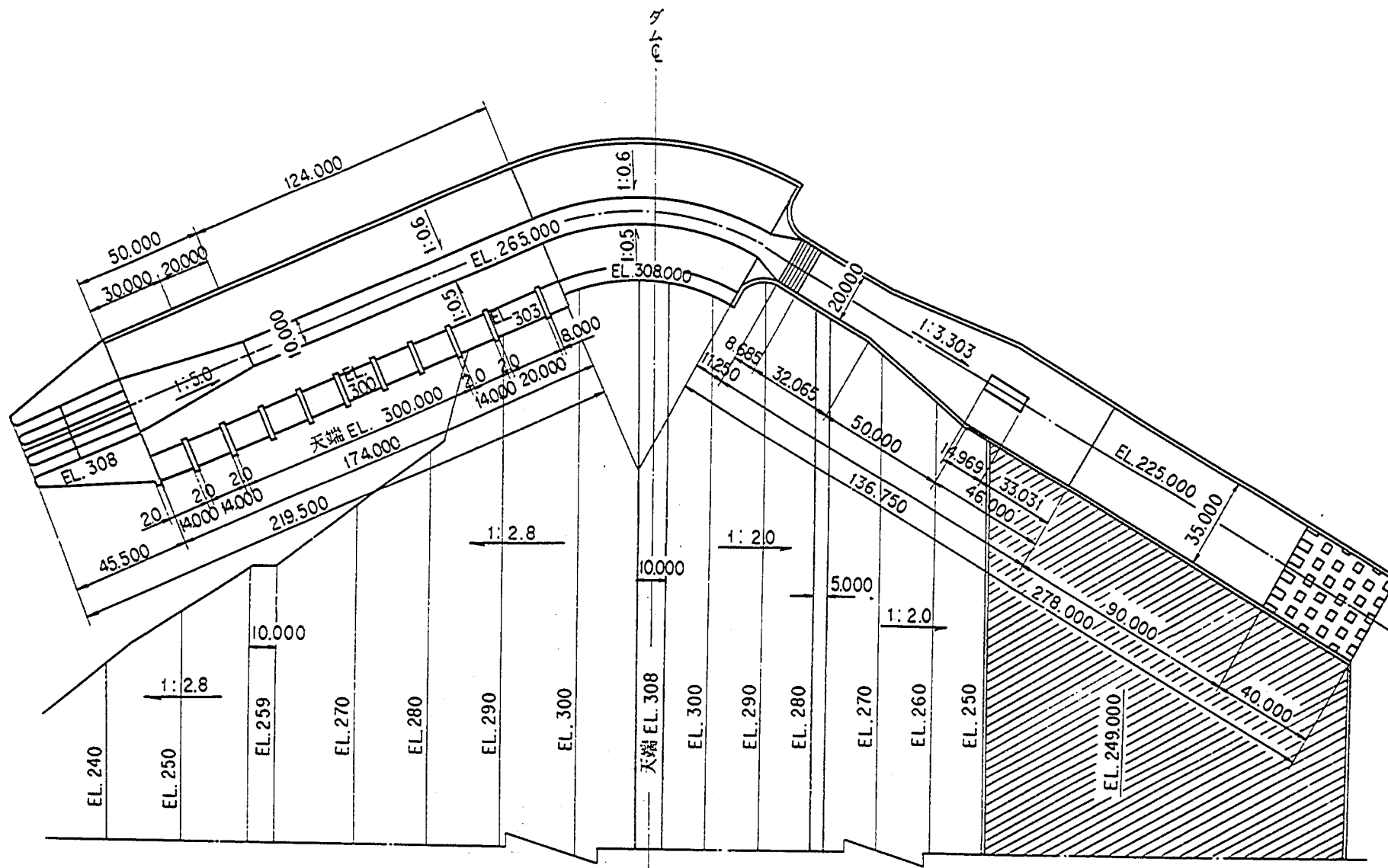


図 33 a 洪水吐きの変更設計 1 次案形状図

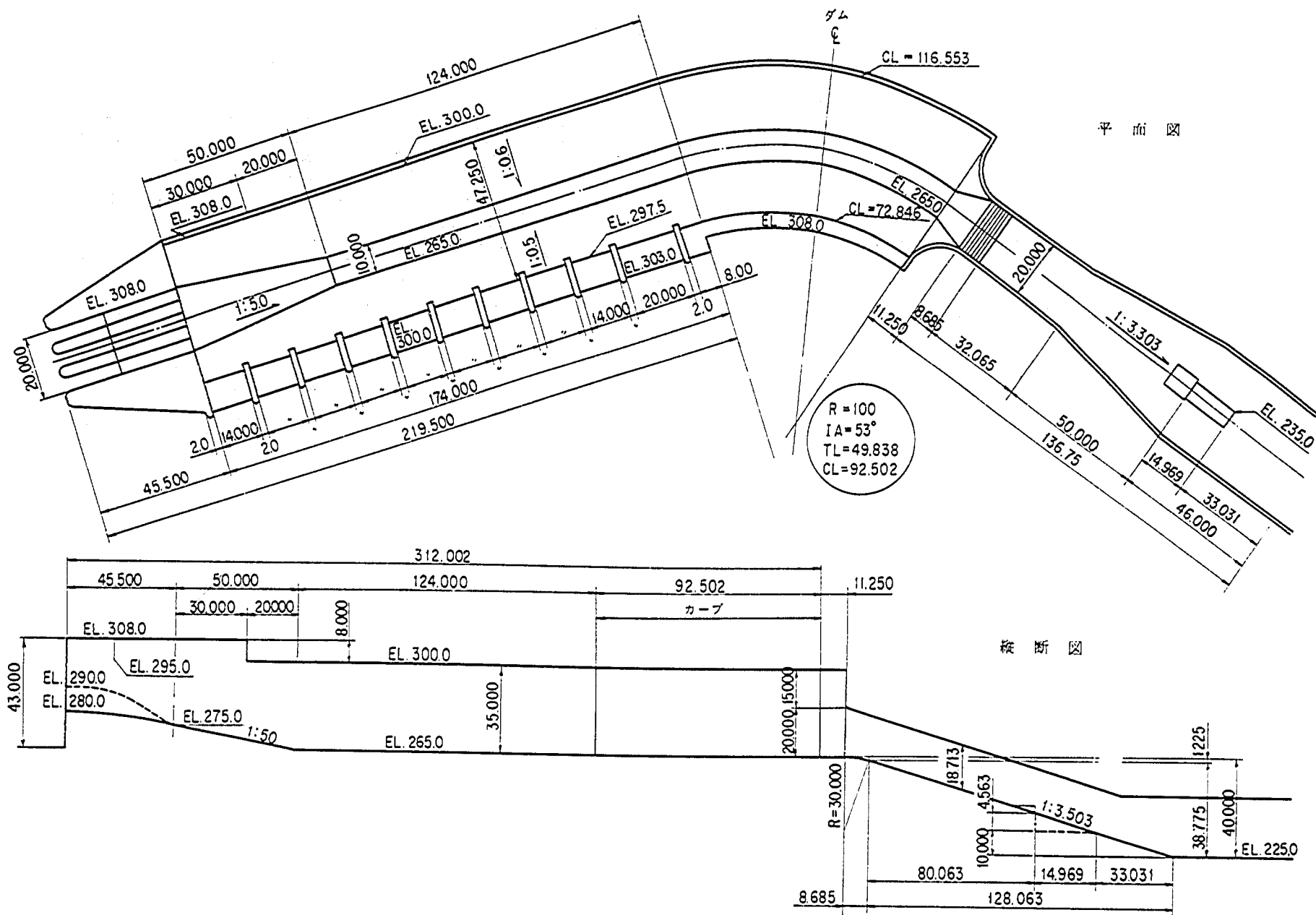


図 33b 洪水吐きの変更設計 1 次案形状図

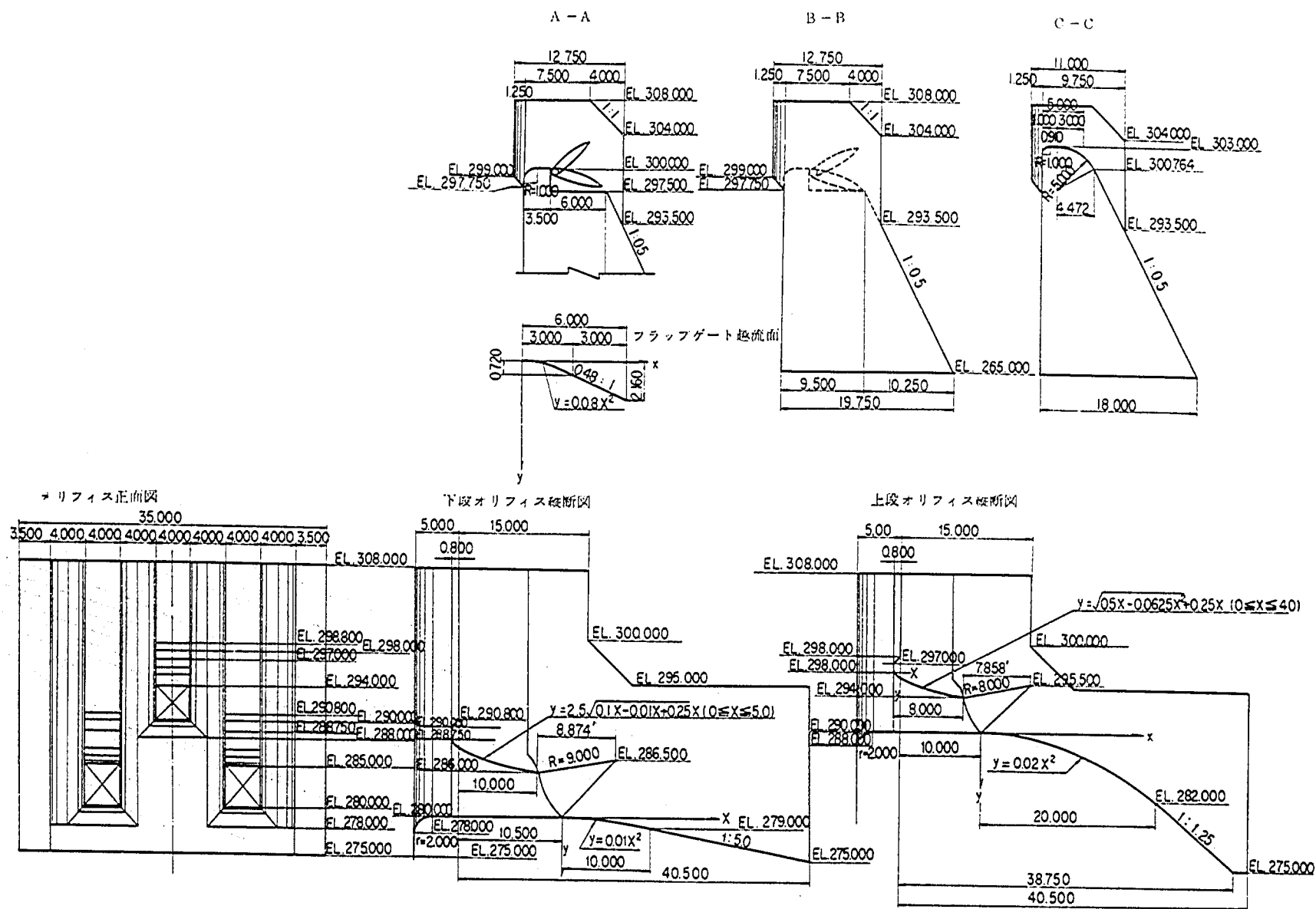


図33c 洪水吐きの変更設計1次案形状図

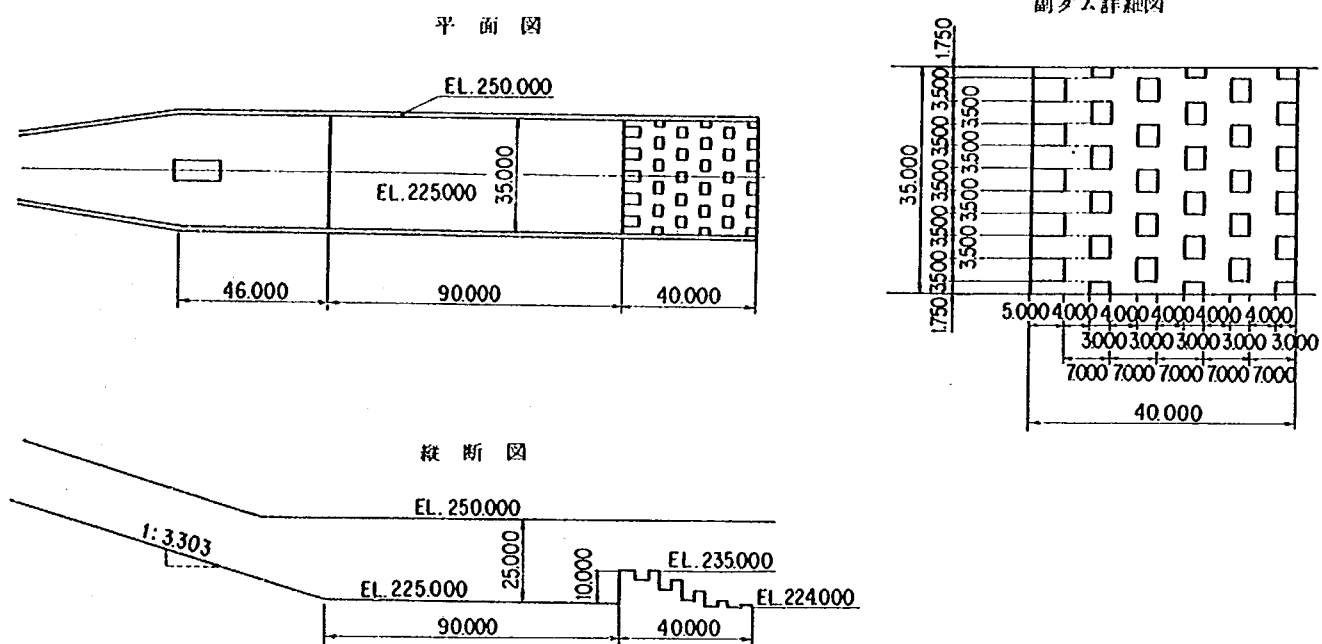
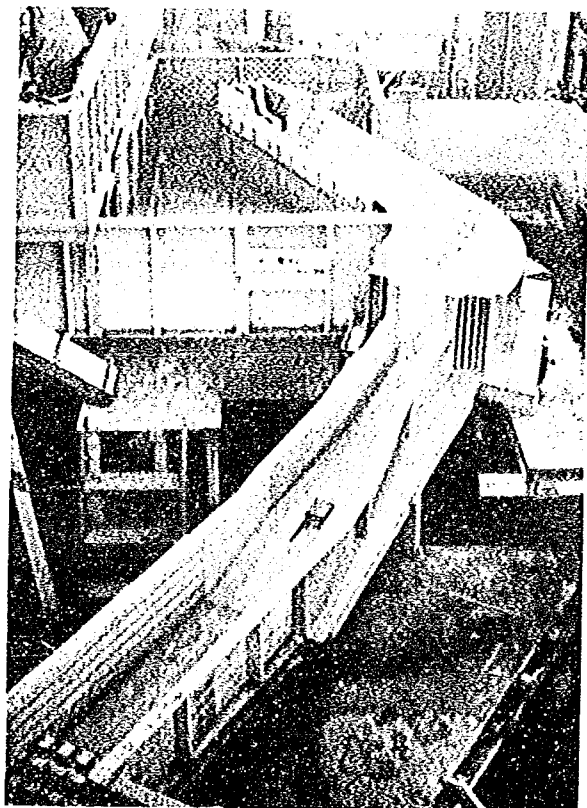


図33d 洪水吐の変更設計1次案形状図

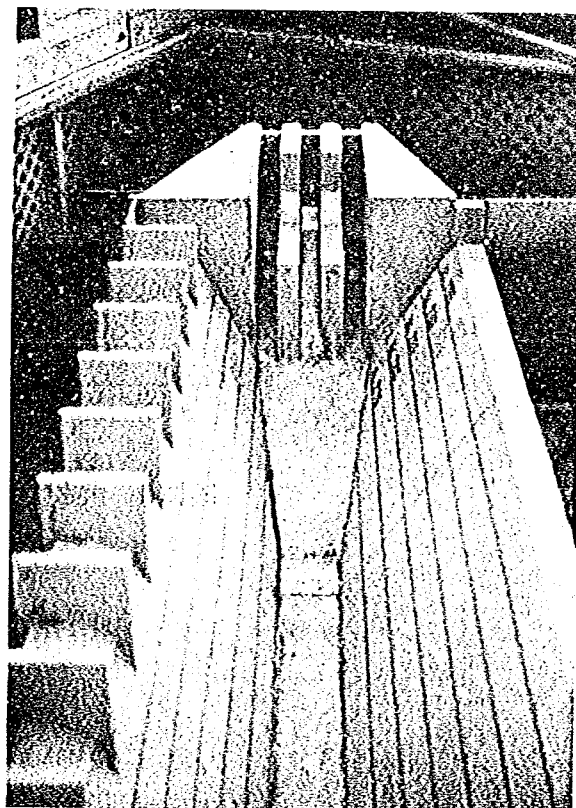
第2節 水理模型実験

2.1 模 型

図33a～33dに示した変更設計1次案の模型は前章の減勢工下流の河道地形模型にすりつける形で製作設置した。したがって、模型の縮率は1/62.5で製作方法はこれまでと同様に木製加工のペイント仕上げである。(写真No.38, No.39参照)



写真No.38
変更設計1次案形状模型全景



写真No.39
変更設計1次案形状洪水吐き模型

2.2 実験内容

本実験の内容はつぎに示す項目順に最適形状を求め洪水吐き形状を選定する。

- 1) 変更案洪水吐きの放流能力および非常用洪水吐きの必要門数の検討
- 2) 側溝水路の底面敷高および側壁高に対する検討
- 3) シュート部および減勢工部に対する検討

以上の実験における実物と模型との水理諸量の換算はフルードの相似則に従い、水理量の計測方法はこれまでの実験と同様な方法で行った。また、実験ケースおよび実験内容は表20の一覧表に示すとおりである。

表 20 実験内容一覧表

実験ケース	水路敷高 EL(m)	水路終端敷高 EL(m)	流 量 Q (m³/s)	備 考
1	265	265	250 500 860 1710 2610	原 案
2	265	270	1710 2610	水路終端敷高 のみ上げた場合
3	265	272		
4	265	275		
5	275	275		
6	272	272	2610	水路敷高を上げ た場合
7	265	265	250 500 860 1710 2610	最 終 案 (原案と同じ)

但し、フラップゲートは、上流端 1 門を締め切って実験を行った。

2.3 実験結果

1) 放流能力、非常用洪水吐きの必要門数の検討結果

各洪水吐きの全開放流時の放流能力は表21および図34に示す結果が得られた。

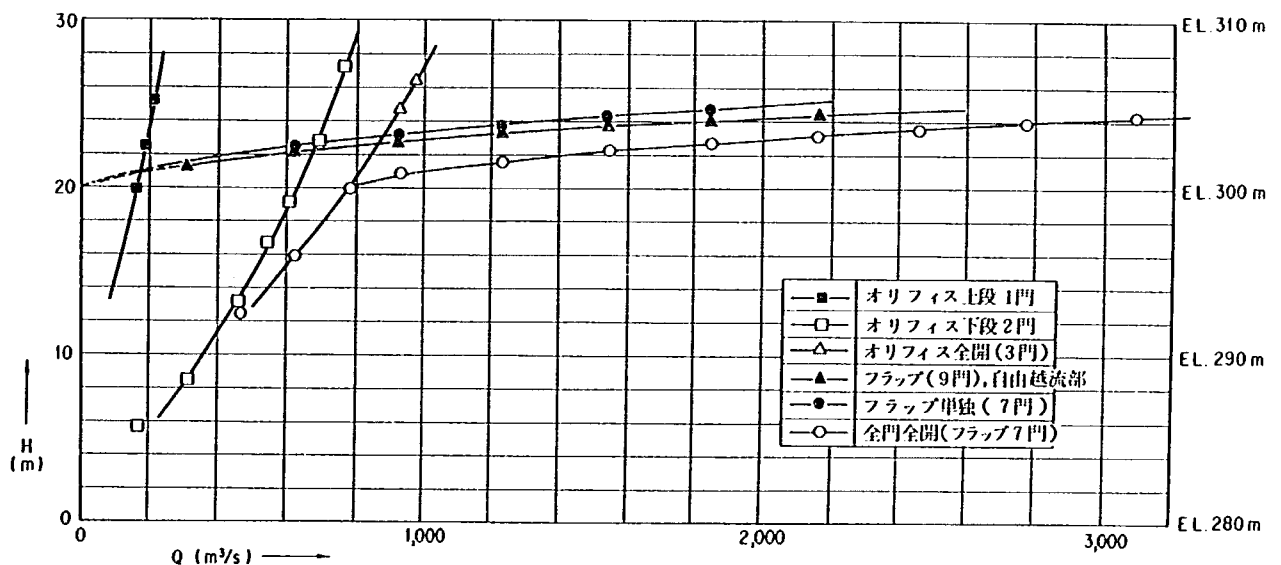


図34 貯水池水位と放流量の関係(変更1次案)

この結果、常用洪水吐きとしてのオリフィスは前章の設計形状と全く同一形状であるが、実験ケース 1～4 では前回の放流量に対し、2%程度の増加となった。この増加量の原因としては常用洪水吐きの配置位置を変更したことにより、前回発生したオリフィス直上流での渦流が今回は小さくなっていることから流入部形状による損失が軽減されたものと考えられる。また、非常用洪水吐きの必要門数はフラップゲート 7 門、オリフィス 3 門、自由越流部それぞれの放流量の検討結果から、トータル量はサーチャージ水位で $860 \text{ m}^3/\text{s} + 880 \text{ m}^3/\text{s} + 0 = 1,740 \text{ m}^3/\text{s}$ 、設計洪水位で $925 \text{ m}^3/\text{s} + 1,660 \text{ m}^3/\text{s} + 45 \text{ m}^3/\text{s} = 2,630 \text{ m}^3/\text{s}$ となるこ

とから、7門でその機能を満足する。ただし、側溝水路底面敷高はEL. 265.0mである。そこで、この7門の配置位置を検討したところ、放流量が2,000 m³/s程度まではオリフィス下流の水叩き面が漸縮勾配面であることから、左右下段オリフィスからの流水は両側斜面をはい上り、最上流側フラップゲート部からの越流水と干渉し、流れを乱す原因となっている。(写真No.40参照)

したがって、非常用洪水吐きの最上流には越流水深の小さい自由越流堤を配置し、その下流にフラップゲート7門を配置するのが妥当と考える。この配置により、洪水吐き全体を約32.0m下流側へ配置可能となるが、それでも当初案に比べ変更案はオリフィス分だけ上流側に配置されているため、現在計画されている選択取水設備の斜長多段ゲートの配置計画の変更が必要となる。

2) 側溝水路底面敷高の検討

側溝水路底面敷高は事務所案ではEL. 275.0mであったが、水理計算結果では下段オリフィスが潜り流出となる可能性が強く、EL. 265.0mに変更したものである。しかし、底面敷高を下げると掘削量および非常用洪水吐きの堤体コンクリート量が増大するため得策とならない。そこで下段オリフィスの流出に影響の無い底面敷高の限界高を求めるため、表20に示した実験ケースで検討を行った。

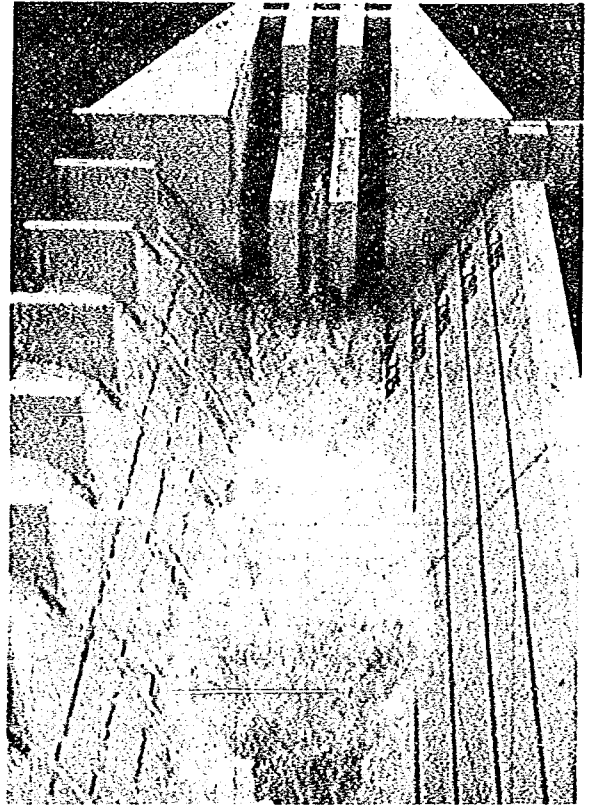
各実験ケースにおける側溝水路内の水位縦断の測定結果は表22a、22bおよび図35に示すとおりである。

この中で表20に示した実験ケース7の放流量が860 m³/s、1,710 m³/sおよび2,610 m³/sの3種については測定断面の横断方向についても水面形を測定した。この3種以外は測定断面中央での平均水位を測定したのである。これらの結果からつぎのことが明らかとなった。

① 側溝水路底面敷高 EL. 265.0 m の場合

放流量 $Q = 1,710 \text{ m}^3/\text{s}$ ではオリフィスとフラップゲート部との流出量の比がほぼ1:1となり、オリフィスからの流速が卓越しているため側溝水路内の合流量は射流で流下している。

放流量 $Q = 2,610 \text{ m}^3/\text{s}$ では流出量の比がほぼ1:2となり、横流入量が増えるため、水路内では合流によってエネルギーが消散され下流水位が上昇するが、オリフィスピア末端水位はEL. 280.45m程度でオリフィスの放流水は完全跳水状態で潜り流出の危険はない。次に側溝水路内の横断方向での水位分布の測定結果は表23に示すようにオリフィスピア末端から下流100m区間は左右斜面勾配が非対称であるのと非常用洪水吐きからの合流の影響により左岸沿いの水位が高くなるが、その下流から彎曲部までの区間はほぼ均等



写真No.40 洪水吐き合流部の流況
 $Q = 1,710 \text{ m}^3/\text{s}$

流れに戻り、再び彎曲部で遠心力により左岸に片寄った流れとなる。しかし、シュート部始端から減勢工にかけてはほぼ均等流れとなっており、減勢池内でも渦流は発生していない。(写真No41参照)

② 側溝水路底面敷高 EL. 270.0m の場合

放流量 $Q = 1,714 \text{ m}^3/\text{s}$ および $Q = 2,611 \text{ m}^3/\text{s}$ いずれも流況的には①と同様でオリフィスピア終端水位は EL. 282.4m であるが潜り流出ではない。ただし、水路敷高を①のケースよりそのまま 5 m 嵩上げた形状で水路の底面幅が 10.55 m となり、流積断面が増大していることを考慮しなければならない。したがって、底面幅を 10 m 一定とした場合にはピア末端での水位上昇がさらに見込まれる。

③ 側溝水路底面敷高 EL. 275.0m の場合

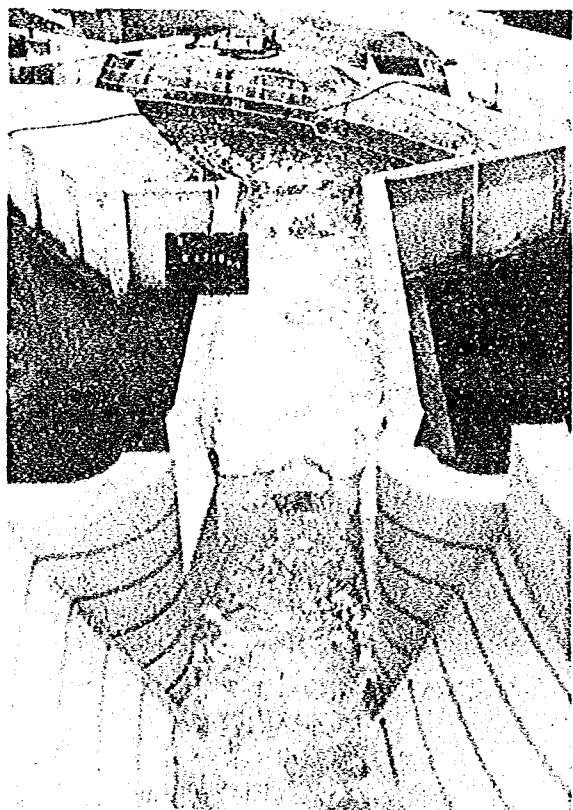
放流量 $Q = 2,611 \text{ m}^3/\text{s}$ で、水路末端に 10 m のシルを設置した場合と水路底面全体を EL. 275.0 m とした場合の水位は図35に示すように後者が上流側で高く、下流側で低くなっている。これは水路底面付近の流速が異なり、後者では段落ち流れの影響が効いているものと考えられる。しかし、両者ともオリフィスピア末端での水位が EL. 286.6～288.7 m 付近にあり、オリフィス敷高より 6 m～9 m 程度も下流水位が高くオリフィスは潜り流出となっている。(写真No42, No43 参照)

④ 側溝水路底面敷高 EL. 272.0m の場合

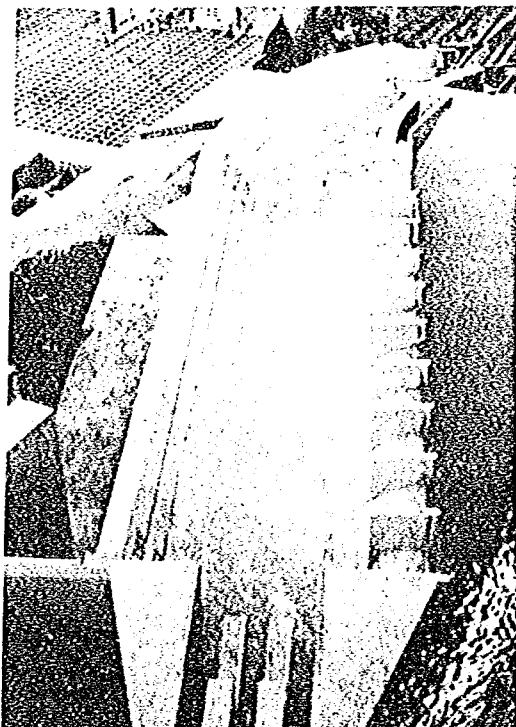
放流量 $Q = 2,611 \text{ m}^3/\text{s}$ で③と同様にシルと底面全体を嵩上げた場合の水位は図35に示すように、水位縦断の傾向は③と同様で、オリフィスピア末端での水位は EL. 283.6～284.0 m 付近にありオリフィスはやや潜り流出となっている。(写真No44, No45 参照)

また、③と④のケースについても前述のごとく底面幅を 10 m の水路形状にした場合には上流側水位の上昇が大幅に見込まれ、オリフィスは完全に潜り流出となり放流能力の低下が予想される。

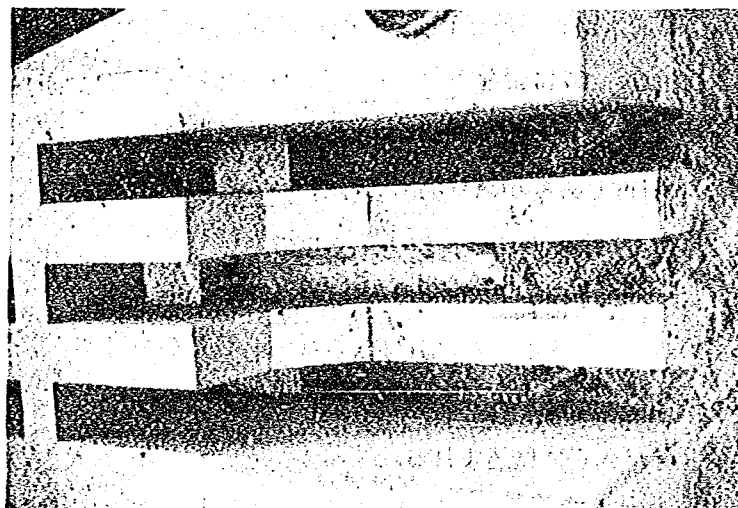
以上の検討結果から、オリフィスの設計条件を変更しないとすれば側溝水路の底面敷高は EL. 265.0 m 程度が必要と判断できる。



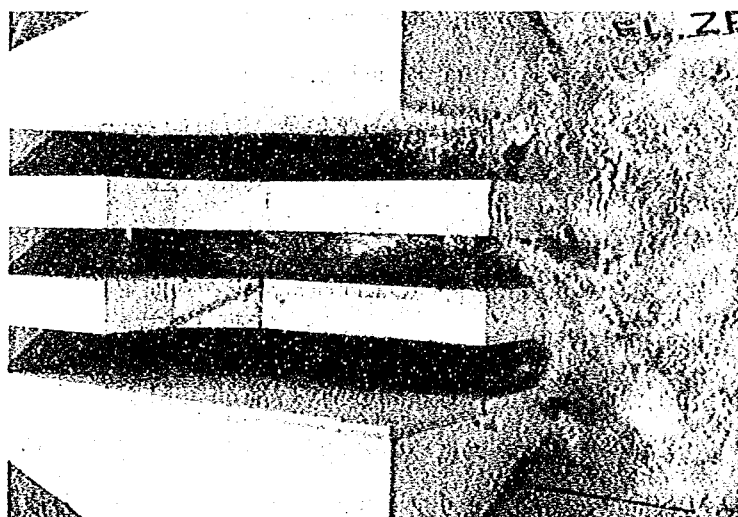
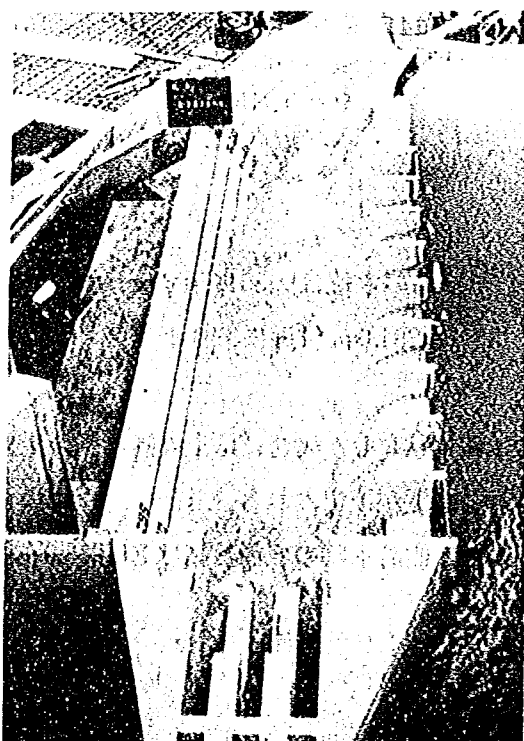
写真No41 変更設計1次案形状
減勢池内の流況
 $Q = 1,710 \text{ m}^3/\text{s}$
水路敷高 EL. 265.0m



写真No.42 変更設計1次案形状
側溝水路内の流況
 $Q = 2,610 \text{ m}^3/\text{s}$
水路敷高 EL 275.0 m



写真No.43 変更設計1次案形状
オリフィス流況
 $Q = 2,610 \text{ m}^3/\text{s}$
水路敷高 EL 275.0 m



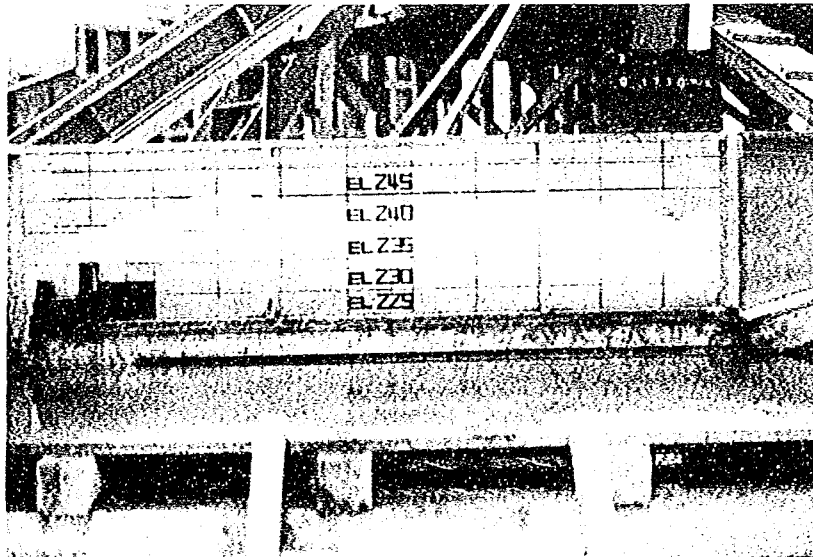
写真No.45 変更設計1次案形状
オリフィス流況
 $Q = 2,610 \text{ m}^3/\text{s}$
水路敷高 EL. 272.0 m

写真No.44 変更設計1次案形状
側溝水路内の流況
 $Q = 2,610 \text{ m}^3/\text{s}$
水路敷高 EL. 272.0 m

3) 減勢工の検討

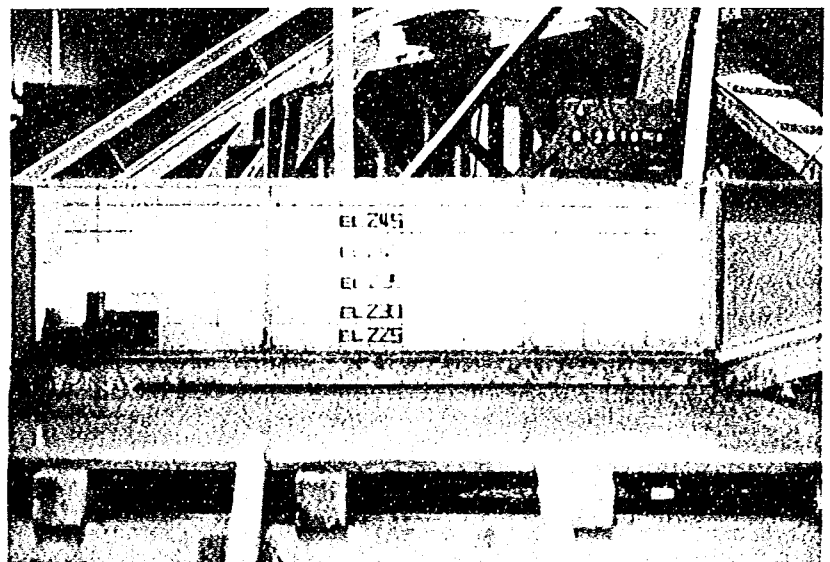
減勢工部の検討は上流側条件として、これまでの検討結果からフラップゲート7門、側溝水路底面敷高をEL.265.0mとし、減勢池内の流況および水面形を測定した。測定結果は表24および図36に示すとおりである。また、図36には比較の意味で原案洪水吐きの改良設計形状(第4章参照)でのほぼ同一流量時の水面形も載せてある。

これらの結果から、オリフィスによる放流量が250 m³/s および 500 m³/s では減勢池内の流れは多少右岸に片寄り、860 m³/s では逆にわずかに左岸に片寄るが渦流は発生していない。また、オリフィス下段1門放流では右岸1門放流の方が均等な流況を示す。放流量が1,710 m³/s および 2,610 m³/s の常用および非常用洪水吐きの合流量の流下時は減勢池内の流況は原案に比べかなり良好であり、減勢効果も十分期待できる。また、水面の変動を考慮すると減勢工導流壁の必要高さはEL. 250.0m程度が妥当と考えられる。(写真No. 46, No.47参照)



写真No.46
変更設計1次案形状
減勢池内の流況
 $Q = 1,710 \text{ m}^3/\text{s}$
水路敷高 EL. 265.0 m

写真No.47
変更設計1次案形状
減勢池内の流況
 $Q = 2,610 \text{ m}^3/\text{s}$
水路敷高 EL. 265.0 m



2.4 ま と め

洪水吐きの変更設計1次案形状における検討結果をまとめるとつぎのとおりである。

1) 設計条件下での放流能力を満足するには図33a～33dに示した洪水吐きおよび減勢工形状が推奨できる。ただし、制限水位において下段オリフィス1門の放流量が計画放流量 250 m³/s に対して 約 6 % の不足となっているが、模型の縮率および製作精度等を考慮すると明確なことはいえない。したがって、詳細については拡大抽出模型による検討が必要である。

2) 非常用洪水吐きの配置は最上流側を自由越流堤とし、その下流にフラップゲート7門を配列する形状とすれば安定した流況となる。

3) 側溝水路底面敷高はオリフィスの設計条件を変更しないものとすれば EL. 265.0 m 程度が妥当である。また、水路形状はオリフィス単独および洪水吐き全体放流時にも比較的安定した流況が得られたが、原案より 32 m 水路区間を短くした場合についての検討が必要である。

4) シュート部末端付近のトンネル出口の上部はトンネル内に水脈の落下を防止できるデフレクターの設置が必要である。

5) 減勢工の必要規模は幅 35 m、水平水叩き長 90 m、副ダム高 10 m、導流壁高 25 m 程度が妥当である。ただし、下流河道に対する 2 次減勢方法等については、さらに検討が必要である。

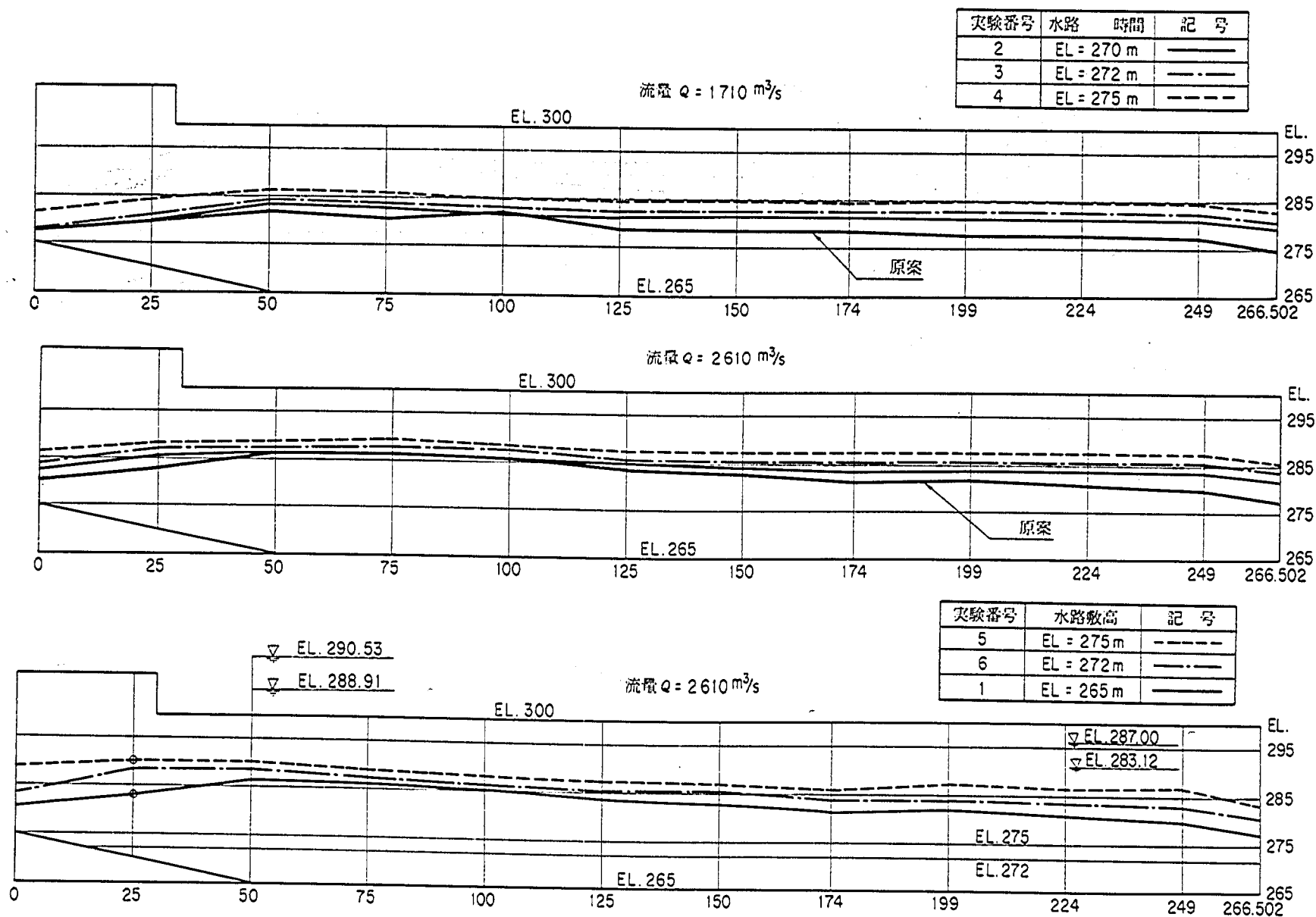
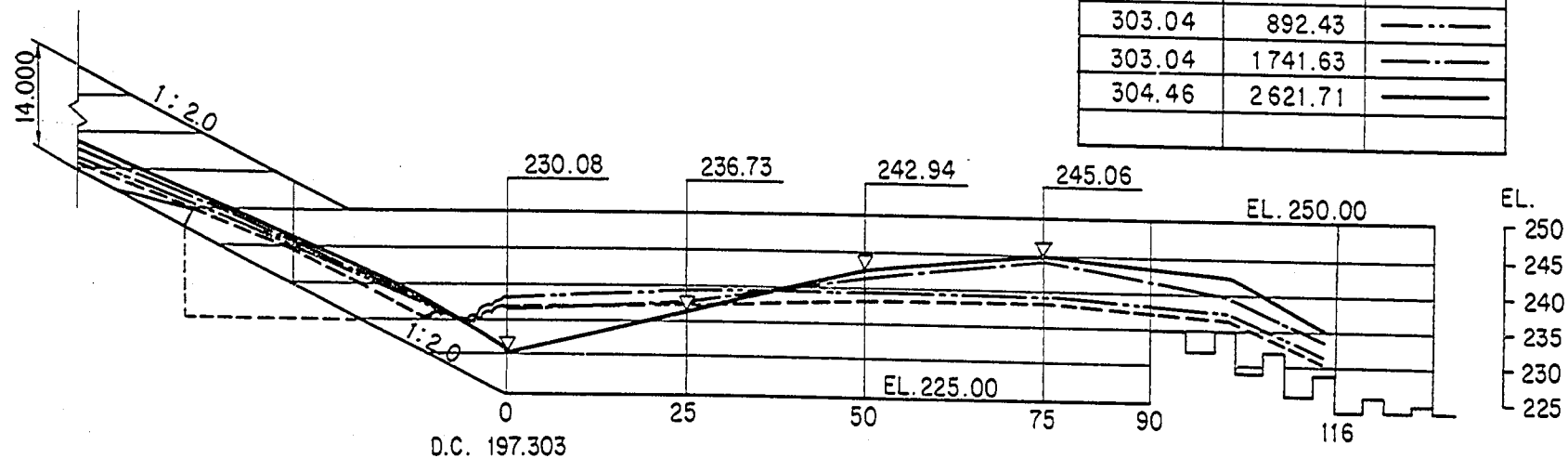


図 35 側溝水路底面敷高の差による水位比較検討図

水理設計その 3

EL (m)	Q (m ³ /s)	凡 例
293.51	515.70	----
303.04	892.43	-----
303.04	1741.63	-----
304.46	2621.71	-----



水理設計その 4

EL (m)	Q (m ³ /s)	凡 例
290.75	499.66	----
302.41	852.96	-----
302.95	1712.38	-----
304.34	2611.04	-----

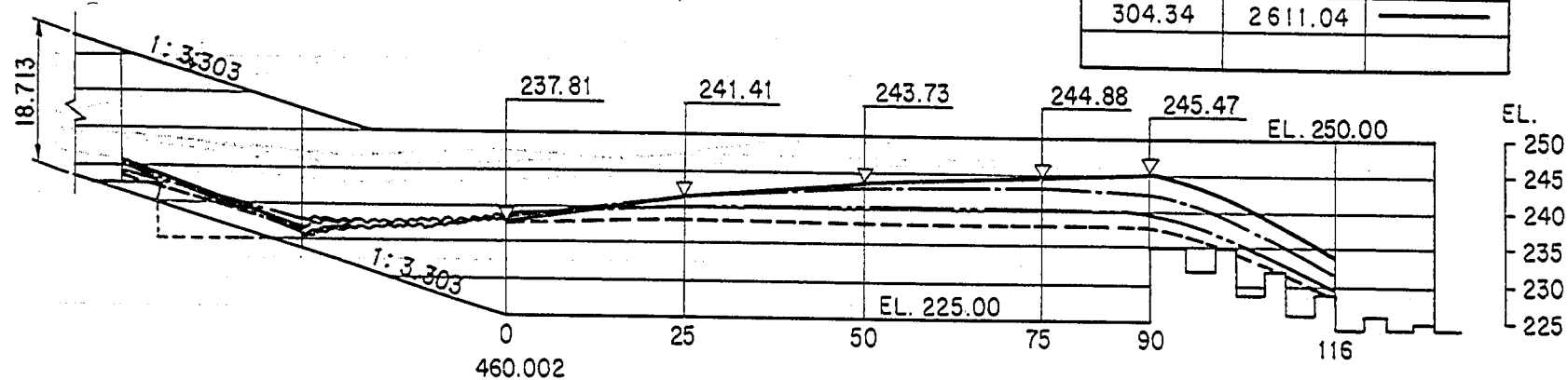


図 36 減勢工水位縦断面図

表21 貯水池水位と放流量の関係 (変更1次案)

貯水池水位 E L(m)	放流量 Q (m ³ /s)	貯水池水位 E L(m)	放流量 Q (m ³ /s)
オリフィス上段1門		フラップ(9門), 自由越流部	
299. 93	162. 13	301. 33	307. 27
302. 53	189. 92	302. 11	619. 18
305. 25	217. 72	302. 66	923. 36
オリフィス下段2門		303. 19	1, 230. 63
258. 69	168. 30	303. 64	1, 542. 53
288. 47	310. 36	304. 04	1, 851. 35
293. 12	463. 22	304. 31	2, 146. 27
296. 73	541. 97	全門全開	
299. 13	614. 54	281. 41	307. 28
302. 72	694. 83	292. 46	464. 77
307. 11	768. 95	295. 89	625. 35
オリフィス3門全開		299. 96	781. 30
295. 80	617. 63	300. 77	931. 08
299. 80	773. 58	301. 59	1, 236. 81
304. 71	929. 54	302. 21	1, 548. 71
306. 41	971. 23	302. 75	1, 852. 89
フラップ単独(9門)		303. 10	2, 157. 08
303. 20	1, 236. 81	303. 51	2, 459. 72
303. 67	1, 545. 62	303. 91	2, 773. 17
304. 11	1, 851. 35	304. 28	3, 092. 79
304. 42	2, 161. 71		
フラップ単独(7門)			
302. 47	625. 35		
303. 15	924. 90		
303. 73	1, 232. 17		
304. 31	1, 540. 99		
304. 81	1, 849. 81		

表22a 側溝水路およびシュート部水面形測定結果

実験番号	1
------	---

貯 水 位		290. 75(m)		302. 41(m)		302. 95(m)		304. 34(m)		
流 量		499. 66 (m ³ /s)		856. 96 (m ³ /s)		1712. 38 (m ³ /s)		2611. 04 (m ³ /s)		
	X(m)	H(m)	E L(m)	H(m)	E L(m)	H(m)	E L(m)	H(m)	E L(m)	E L(m)
	0			2. 89	277. 89	2. 73	277. 73	5. 45	280. 45	275. 00
	25							13. 71	283. 71	270. 00
	50	3. 53	268. 53	4. 59	269. 59	16. 99	281. 99	21. 34	286. 34	265. 00
	75	2. 04	267. 04	3. 84	268. 84	15. 43	280. 43	21. 13	286. 13	265. 00
	100	4. 18	269. 18	4. 42	269. 42	17. 23	282. 23	20. 36	285. 36	265. 00
	125	2. 30	267. 30	4. 69	269. 69	13. 68	278. 68	18. 44	283. 44	265. 00
	150	3. 48	268. 48	3. 40	268. 48	13. 47	278. 47	17. 66	282. 66	265. 00
	174	2. 64	267. 64	4. 23	269. 23	13. 41	278. 41	15. 89	280. 89	265. 00
	199	2. 62	267. 62	3. 84	268. 84	12. 66	277. 66	16. 99	281. 99	265. 00
	244	3. 04	268. 04	2. 76	267. 76	12. 81	277. 81	15. 50	280. 50	265. 00
	249	3. 62	268. 62	4. 24	269. 24	12. 25	277. 25	14. 62	279. 62	265. 00
	266. 502	3. 08	268. 08	4. 08	269. 08	9. 88	274. 88	12. 39	277. 39	265. 00
	0	1. 81	265. 58	3. 58	267. 35	6. 08	269. 85	8. 71	272. 48	263. 77
	25	1. 14	257. 34	1. 82	258. 02	4. 59	260. 79	6. 71	262. 91	256. 20
	50	1. 26	249. 89	1. 98	250. 61	4. 75	253. 38	6. 01	254. 64	248. 63
	75	0. 89		1. 53		2. 38		2. 96		241. 07
	100	2. 92	236. 42	4. 81 4. 06	238. 31 237. 96	2. 23 4. 19	235. 73 237. 69	3. 13 3. 31	236. 63 236. 81	233. 50
	128. 065	12. 74	237. 74	13. 75	238. 75	13. 06	238. 06	12. 81	237. 81	225. 00

表 22 b 側溝水路水面形測定結果

実験番号		2				3				4				5		6		1	
貯水位		302.95(m)		304.29(m)		302.96(m)		304.31(m)		302.96(m)		304.31(m)							
流量		1713.93 (m ³ /s)		2611.04 (m ³ /s)		1712.38 (m ³ /s)		2600.23 (m ³ /s)		1710.84 (m ³ /s)		2611.04 (m ³ /s)							
側溝水路	X(m)	H(m)	EL(m)	H(m)	EL(m)	H(m)	EL(m)	H(m)	EL(m)	H(m)	EL(m)	H(m)	EL(m)	H(m)	EL(m)	H(m)	EL(m)	H(m)	EL(m)
	0	2.66	277.66	7.41	282.41	2.68	277.68	9.02	284.02	6.41	281.64	11.64	286.64	13.69	288.69	11.55	283.55	5.45	280.45
	25	10.01	280.01	15.97	285.97	11.17	281.17	17.10	287.10	14.49	284.49	18.76	288.76	15.79	290.79	16.64	288.64	13.71	283.71
	50	18.66	283.66	21.63	286.63	19.44	284.44	22.65	287.65	21.25	286.25	23.93	288.93	15.53	290.53	16.91	288.91	21.34	286.34
	75	12.95	282.95	21.90	286.90	18.92	283.92	22.96	287.96	20.97	285.97	24.45	289.45	13.69	288.69	15.75	287.75	21.13	286.13
	100	16.30	281.84	20.50	285.50	18.12	283.12	22.57	287.57	19.97	284.97	23.42	288.42	13.13	288.13	14.26	286.26	20.36	285.36
	125	16.30	281.30	19.82	284.82	17.40	282.40	20.84	285.84	19.46	284.46	22.63	287.63	12.79	287.29	13.16	285.16	18.44	283.44
	150	16.69	281.69	19.36	284.36	17.76	282.76	20.66	285.66	19.75	284.75	22.56	287.56	11.95	286.95	13.52	285.52	17.66	282.66
	174	16.38	281.38	18.44	283.44	17.73	282.73	20.36	285.36	19.61	284.61	225.57	287.57	17.44	285.84	11.71	283.71	15.89	280.89
	199	16.38	281.38	18.84	283.84	17.81	282.81	20.19	285.19	19.99	284.99	22.33	287.33	11.96	286.96	11.98	283.98	16.94	281.99
	224	16.23	281.23	18.78	283.78	17.92	282.92	20.32	285.27	19.96	284.96	22.26	287.26	11.83	286.83	11.41	283.41	15.50	280.50
	249	16.13	281.13	18.41	283.41	17.59	282.59	20.19	285.19	19.94	284.94	22.39	287.39	19.49	287.00	11.12	283.12	14.62	279.62
	266.502	14.74	279.74	17.13	282.13	15.93	280.93	18.81	283.81	18.14	283.19	20.69	285.69	8.19	283.19	8.66	280.66	12.39	277.39

表23 側溝水路およびシュート部横断水面形測定結果 (実験ケース7)

横距とは中心線からの距離(m)

貯水位 流量			302.41(m) 856.96 (m ³ /s)								
測線			左 岸			中 央			右 岸		
X(m)	敷 高		横 距	H(m)	E.L.(m)	横 距	H(m)	E.L.(m)	横 距	H(m)	E.L.(m)
0	275.00		13.67	4.45	279.47		2.89	277.89	12.19	4.38	279.38
25	270.00		14.62	11.03	281.03				10.06	5.12	275.12
50	265.00		6.77	2.95	267.95		4.59	269.59	6.06	2.11	267.11
75	265.00		7.51	4.19	269.19		3.84	268.84	7.67	5.33	270.33
100	265.00		7.53	4.21	269.21		4.42	269.42	7.01	4.01	269.01
125	265.00		7.11	3.51	268.51		4.69	269.00	6.80	3.60	268.00
150	265.00		8.13	5.21	270.21		3.40	268.48	7.08	4.16	269.60
174	265.00		7.17	3.61	268.61		4.23	269.23	7.05	4.10	269.10
199	265.00		9.52	7.53	272.53		3.84	268.84	5.95	1.89	266.89
224	265.00		10.57	9.29	274.29		2.76	267.76	5.72	1.43	266.43
249	265.00		8.67	6.11	271.11		4.21	269.24	6.47	2.94	267.94
266.502	265.00		8.14	5.24	270.24		4.08	269.08	7.77	5.54	270.54
0	263.77			6.17	269.94		3.58	267.35		5.39	269.16
25	256.20			3.47	259.67		1.82	258.02		2.58	258.78
50	248.63			1.83	250.46		1.98	250.61		1.24	249.87
75	241.07			1.23	242.30		1.53	242.60		0.64	241.71
100	233.50			3.05	236.55		4.81	238.31		2.83	236.33
128.065	225.00			13.49	238.49		4.46	237.96			
							13.75	238.75		13.32	233.32
貯水位 流量			302.95(m) 1712.38 (m ³ /s)								
測線			左 岸			中 央			右 岸		
X(m)	敷 高		横 距	H(m)	E.L.(m)	横 距	H(m)	E.L.(m)	横 距	H(m)	E.L.(m)
0	275.00		13.74	4.56	279.56		2.73	277.73	12.30	4.59	279.59
25	270.00		14.40	10.66	280.66				10.50	5.99	275.99
50	265.00		16.66	19.44	284.44		16.99	281.99	12.51	15.01	280.01
75	265.00		15.58	17.63	282.63		15.43	280.43	13.44	16.83	281.88
100	265.00		15.85	18.09	283.09		17.23	282.23	13.37	16.74	281.74
125	265.00		14.57	15.95	280.95		13.68	278.68	11.96	13.92	278.92
150	265.00		13.44	14.07	279.07		13.47	278.47	12.41	14.81	279.81
174	265.00		13.45	14.08	279.08		13.41	278.41	12.04	14.08	279.08
199	265.00		13.41	14.01	279.01		12.66	277.66	12.01	14.01	279.01
224	265.00		13.15	13.59	278.59		12.81	277.81	16.80	13.59	278.59
249	265.00		12.87	13.11	278.11		12.25	277.25	11.27	12.54	277.54
266.502	265.00		11.74	11.23	276.23		9.88	274.88	9.96	9.92	274.92
0	263.77			7.83	271.60		6.08	269.85		8.06	271.83
25	256.20			4.91	261.11		4.59	260.79		5.20	261.40
50	248.63			2.53	251.16		4.75	253.38		2.36	250.99
75	241.07			1.72	242.79		2.38	243.45		1.84	242.91
100	233.50			4.27	237.77		2.23	235.73		4.33	237.83
128.065	225.00			14.03	239.03		4.19	237.69			
							13.06	238.06		14.01	239.01
貯水位 流量			304.34(m) 2611.01 (m ³ /s)								
測線			左 岸			中 央			右 岸		
X(m)	敷 高		横 距	H(m)	E.L.(m)	横 距	H(m)	E.L.(m)	横 距	H(m)	E.L.(m)
0	275.00		16.50	9.16	284.16		5.45	280.45	14.06	8.11	283.11
25	270.00		16.87	14.79	284.79		13.71	283.71	14.74	14.48	284.48
50	265.00		19.11	23.51	288.51		21.34	286.34	16.79	23.57	288.57
75	265.00		18.92	23.20	288.20		21.13	286.13	15.75	21.49	286.49
100	265.00		18.07	21.78	286.78		20.36	285.36	14.90	19.79	284.79
125	265.00		17.49	20.81	285.81		18.44	283.44	14.24	18.48	283.43
150	265.00		16.41	19.01	284.02		17.66	282.66	14.06	18.11	283.11
174	265.00		14.98	16.63	281.63		15.89	280.89	13.69	17.38	282.38
199	265.00		15.18	16.96	281.96		16.99	281.99	12.65	15.29	280.29
224	265.00		14.98	16.64	281.64		15.50	280.50	12.78	15.55	280.55
249	265.00		14.67	16.11	281.11		14.62	279.62	11.57	13.14	278.14
266.502	265.00		13.25	13.75	278.75		12.39	277.39	10.98	11.95	276.95
0	263.77			9.78	273.55		8.71	272.48		8.90	272.67
25	256.20			7.00	263.20		6.71	262.91		8.82	265.02
50	248.63			3.47	252.10		6.01	254.64		4.28	252.91
75	241.07			2.86	243.93		2.96	244.03		2.82	243.89
100	233.50			6.16	239.66		3.13	236.63		5.34	238.84
128.065	225.00			11.49	236.49		3.31	236.81			
							12.81	237.81		11.35	236.35

表 24 減勢工水面形測定結果

実験番号	7
------	---

貯水位		(m)		290.75 (m)		302.41 (m)		302.95 (m)		304.34 (m)	
流量		(m ³ /s)		499.66 (m ³ /s)		852.96 (m ³ /s)		1712.38 (m ³ /s)		2611.04 (m ³ /s)	
	X(m)	H(m)	E L(m)	H(m)	E L(m)	H(m)	E L(m)	H(m)	E L(m)	H(m)	E L(m)
右岸沿い	0					13.32	238.32	14.01	239.01	11.35	236.35
	25					15.04	240.04	16.86	241.86	17.01	242.01
	50					15.25	240.25	18.28	243.28	19.23	244.23
	75					15.20	240.20	18.46	243.46	20.35	245.35
	90					14.76	239.76	18.04	243.04	20.36	245.36
	116					5.33	229.33	7.79	231.79	10.08	234.08
中 央	0	11.69	236.56	12.74	237.74	13.75	238.75	13.06	238.06	12.81	237.81
	25	11.56	236.56	13.19	238.19	15.28	240.28	16.05	241.50	16.41	241.41
	50	11.46	236.46	12.96	237.96	15.11	240.11	17.73	242.73	18.73	243.73
	75	11.66	236.66	12.96	237.96	15.05	240.05	18.19	243.19	19.88	244.88
	90	11.54	236.54	12.83	237.83	14.76	239.76	17.61	242.61	20.47	245.47
	116	3.22	227.22	4.09	228.09	5.55	229.55	7.82	231.82	9.64	233.64
左岸沿い	0					13.49	238.49	14.03	239.03	11.49	236.49
	25					15.02	240.02	17.54	242.54	15.83	240.83
	50					15.10	240.10	17.99	242.99	18.89	243.89
	75					15.21	240.21	17.90	242.90	20.74	245.74
	90					14.75	239.75	17.97	242.97	20.36	245.36
	116					5.62	229.62	7.88	231.88	00 00	234.08

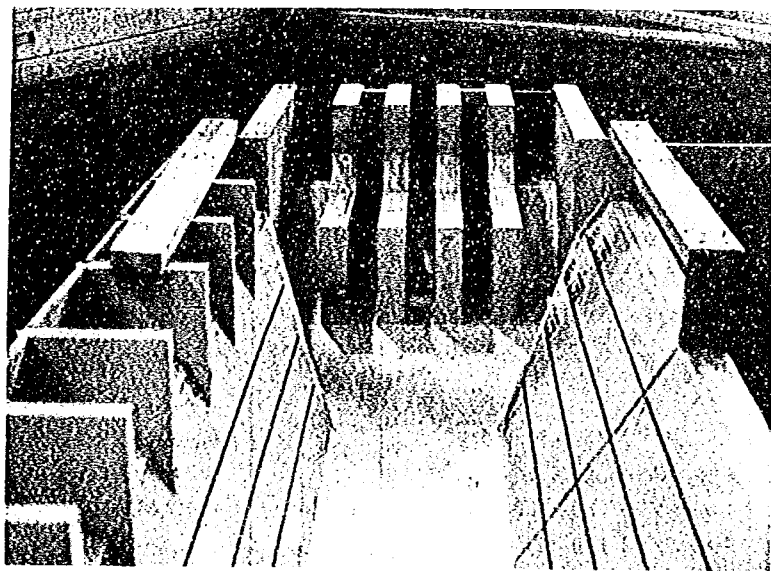
第6章 洪水吐きの変更設計2次案

第5章での洪水吐き変更設計1次案形状について、七ヶ宿ダム基本設計会議の中で掘削量、工事費、施工工程等の詳細な検討がなされ、さらに、これらを軽減する方向が確認された。そこで、工事事務所より表25に示すⅡ案、Ⅲ案およびⅣ案の3形状が提案された。この3案について掘削量、工事費および水理機能等の総合的な判断をすると、まずⅡ案は原案であるⅠ案の工事費の削減につながらず、水理的にも合流部および導流部の設計が難しい。Ⅳ案は掘削量およびコンクリート量も軽減され、最も経済性の高い形状であるが、クレストからの放流量が大きく、ゲートの操作管理に比重がかかるのと合流部の設計が難しい。Ⅲ案は経済性およびゲート操作管理において原案とⅣ案との中間的な性格であるが、正面越流幅が広くシュート部区間までの導流部の設計に難点がある。したがって、今後は経済性および施工性を重視してⅣ案形状について検討を加えるものとするが、Ⅲ案については前章での変更設計1次案形状の簡単な改造で済むことから、Ⅳ案との比較の意味を含め、予備実験的に検討することとした。

第1節 予備実験

1.1 模 型

Ⅲ案形状での流況および放流特性等の調査を主目的としたため、模型は図37および写真No.48に示すように、左右兩岸の越流部だけを新しく製作し、残りはすべて既設模型を使用することとした。すなわち、下段オリフィス2条は先の図33Cに示した1面ベルマウス形状で敷高だけをE L 285.0mに合わせ、中央クレスト部は同図の上段オリフィスのカーテンウォールを外し越流部とした。したがって、左右クレスト幅は7.0mであるが中央クレスト幅は4.0mである。また、横越流部は既設ピアを移動し、傾斜水叩き面末端から下流に14m径間のフラップゲート2門を設置した。また、側溝水路形状は底面敷高E L 275.0mで底面幅25.0mの台形である。



写真No.48 模型(Ⅲ案タイプ)

また、横越流部は既設ピアを移動し、傾斜水叩き面末端から下流に14m径間のフラップゲート2門を設置した。また、側溝水路形状は底面敷高E L 275.0mで底面幅25.0mの台形である。

1.2 実験内容

実験は正面越流部と横越流部との合流状態の把握が主であるので、表26に示す5ケースについて放流量を設定し、流況観察および水面形の測定を実施した。

表25 事務所設計案一覧

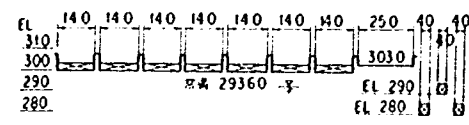
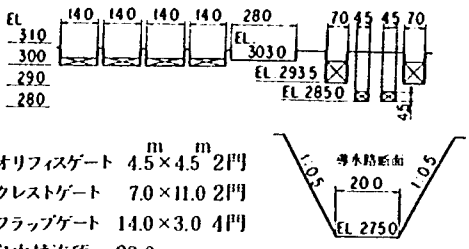
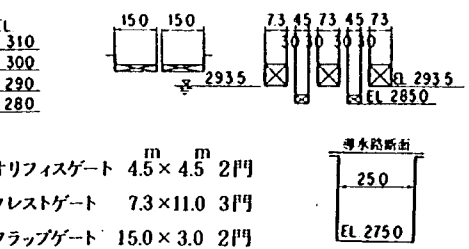
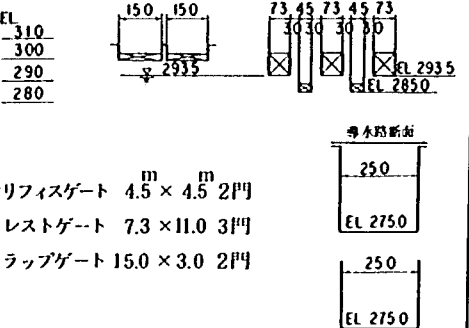
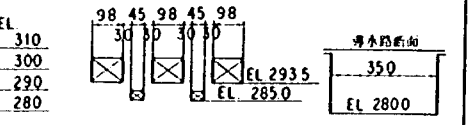
	概 要	放流能力 (m ³ /sec)	数 量		評 価
		設計洪水位(EL.304.500)	掘 削 量	コンクリート量	
A タイプ (在来計画)	 オリフィスゲート 上段 4.0m × 4.0m 1門 下段 4.0 × 5.0 2門 フラップゲート 14.0 × 3.0 7門 自由越流頂 25.0m	上段オリフィス 220 m ³ /門 下段オリフィス 360 m ³ /門 フラップ 227 m ³ /門 自由越流頂 92 m ³ /門 $\Sigma Q = 220 + 360 \times 2 + 227 \times 7 + 92 = 2,621 \text{ m}^3/\text{s} > 2,620$	2,000,000 m ³ (土砂34%, 岩64%)	240,000 m ³	掘削量及び法面長が過大である。 工費的にも検討Ⅱ案とほぼ同類である。
B タイプ (比較検討ベース)	 オリフィスゲート 4.5m × 4.5m 2門 クレストゲート 7.0 × 11.0 2門 フラップゲート 14.0 × 3.0 4門 自由越流頂 28.0m	オリフィス 323 m ³ /門 クレスト 482 m ³ /門 フラップ 227 m ³ /門 自由越流頂 103 m ³ /門 $\Sigma Q = 323 \times 2 + 482 \times 2 + 227 \times 4 + 103 = 2,627 \text{ m}^3/\text{s} > 2,620$	1,550,000 m ³ (土砂48%, 岩52%)	282,000 m ³	工費的に一番高い。
C タイプ (自由放流軽減案)	 オリフィスゲート 4.5m × 4.5m 2門 クレストゲート 7.3 × 11.0 3門 フラップゲート 15.0 × 3.0 2門	オリフィス 323 m ³ /門 クレスト 506 m ³ /門 フラップ 243 m ³ /門 $\Sigma Q = 323 \times 2 + 506 \times 3 + 243 \times 2 = 2,650 \text{ m}^3/\text{s} > 2,620$	14,200,000 m ³ (土砂48%, 岩52%)	220,000 m ³	水理的には、やや良好と思われるがカーテングラウトの取りあいについて検討が必要である。フラップゲートの設備を条件とした場合は本案になる。検討Ⅱ案に比較して約21.7億円安い。
C タイプ (セパレートウォール移動案)	 オリフィスゲート 4.5m × 4.5m 2門 クレストゲート 7.3 × 11.0 3門 フラップゲート 15.0 × 3.0 2門	オリフィス 323 m ³ /門 クレスト 506 m ³ /門 フラップ 243 m ³ /門 $\Sigma Q = 323 \times 2 + 506 \times 3 + 243 \times 2 = 2,650 \text{ m}^3/\text{s} > 2,620$	1,450,000 m ³ (土砂45%, 岩55%)	230,000 m ³	導水路の交角が大きいため、水理的にやや難がある。また減勢工と河道との取付角度もきつい難点がある。ダム軸の下流への移動は背後地形から見て限界である。検討はⅡ案に比較し約18.6億円安い。
D タイプ (自由放流設備なし)	 オリフィスゲート 4.5m × 4.5m 2門 クレストゲート 9.8 × 11.0 3門	オリフィス 323 m ³ /門 クレスト 679 m ³ /門 $\Sigma Q = 323 \times 2 + 679 \times 3 = 2,683 \text{ m}^3/\text{s} > 2,620$	1,200,000 m ³ (土砂35%, 岩65%)	200,000 m ³	水理的には最も問題が少ないと考えられる。又洪水吐とカーテン位置と取りあいも一番良い。 検討はⅡ案に対し約32億円安い。 総合評価は本案が妥当である。

表 27 Ⅲ案タイプ実験内容一覧表

放 流 条 件		実験番号	検討項目結果	備 考
設定流量	放流様式			
200 m ³ /s	左オリフィス1門	C-1	図5	写真は実験番号と同じとする
640 m ³ /s	オリフィス2門	C-2	図5	"
250 m ³ /s	クレスト3門	C-3	図5	
1,750 m ³ /s	オリフィス2門 クレスト3門	C-4	図5 図16 表7	写真は実験番号と同じとする
2,620 m ³ /s	全 門 全 開	C-5	図5 図16 表7	"

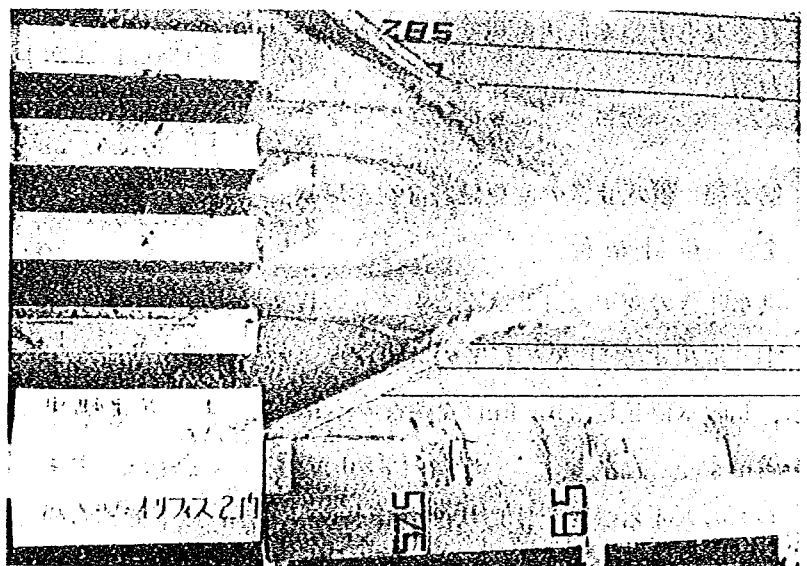
1.3 実験結果

実験での流況観察結果は図37,水面形の測定結果は表27に示すとおりである。実験ケース1のオリフィス1門の単独放流では導流ピア終端より拡散され,衝撃波が発生し,この衝撃波は側溝水路内では消滅せずシュート部から減勢工にまで達している。

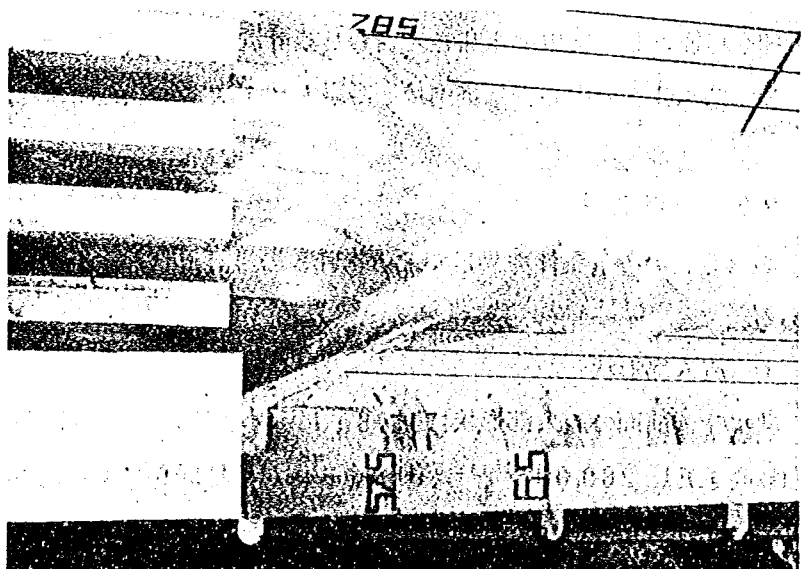
実験ケース2のオリフィス2門の同時放流では左右オリフィスの合流付近で流れの中央部にひれ状の水脈が発生するが合流後の流れはほぼ均等流となる。(写真No 49 参照)

実験ケース3のクレスト3門の同時放流では側溝水路上流で左右クレストからの合流による水脈の水はね現象が生じるが,シュート部始端ではほぼ均等流となっている。

実験ケース4の計画高水流量 1,750 m³/s では,正面クレスト3門とオリフィス2門放流時と同様に水路上流で水脈の水はね現象が生じる。この水脈の水はね現象は激しくシュート部まで残留している。(写真No 50 参照)



写真No 49 Ⅲ案洪水吐合流部流況 $Q = 636 \text{ m}^3/\text{s}$



写真No 50 Ⅲ案洪水吐合流部流況 $Q = 1,750 \text{ m}^3/\text{s}$

実験ケース 5 の設計洪水流量 $2,620 \text{ m}^3/\text{s}$ ではクレスト 3 門, オリフィス 2 門, フラップゲート 2 門の全門全開放流では合流部で跳水現象が生じ, 合流後の流れは常流状態で比較的穏やかである。(写真 Na 51 参照)

以上の実験結果から, III 案形状では正面越流部からの合流処理がかなり困難なことが明らかであるが, 側溝水路からシュート部までの導水区間距離がある程度とれるなら実施案形状も可能なものと思われる。

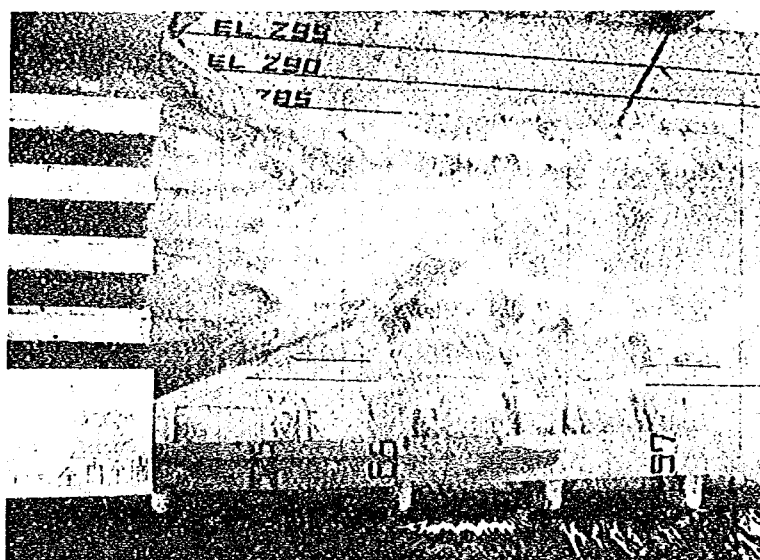


写真 Na 51 III 案洪水吐合流部流況 $Q = 2,614 \text{ m}^3/\text{s}$

第 2 節 洪水吐きの変更設計 2 次案形状

2.1 設計条件

洪水吐きの変更設計 2 次案として先の IV 案形状を採用する場合の設計条件はつぎのとおりである。

- 1) 常用洪水吐きとしてのオリフィス敷高は貯水池流入部の地形掘削量との関係で $\text{EL.}285.0\text{m}$ とし, 制限水位 $\text{EL.}293.5\text{m}$ で満管流 ($H/D > 1.8$) となる断面およびダムの計画最大放流量 $250 \text{ m}^3/\text{s}$ を満足する。ただし, この場合の $250 \text{ m}^3/\text{s}$ には貯水位低下用の緊急放流設備の放流量 $70 \sim 90 \text{ m}^3/\text{s}$ を含むものとする。また, 形状は設計水頭が 25m 以下であるので製作が簡単な 1 面ベルマウス型式のオリフィスとする。
- 2) 非常用洪水吐きとしてのクレスト敷高は常時満水位 $\text{EL.}293.500\text{m}$ に合わせ非洪水期の融雪出水処理を可能とし, 常用洪水吐きと合わせ設計洪水位 $\text{EL.}304.50\text{m}$ で $2,620 \text{ m}^3/\text{s}$ の放流可能断面とする。
- 3) 洪水吐きの中心線は掘削量を考慮して 1 次案より谷側に 3.5m 平行移動させる。

2.2 設計形状

それぞれの設計条件を満足する洪水吐きの設計形状および所要断面は以下の方法で推定を行ったものである。

1) 流入部形状

洪水吐き前面の流入部形状は図 38 a に示すように 地形掘削量および流入流速等を考慮して流入水路底面敷高を $\text{EL.}280.00\text{m}$ とし, 洪水吐きに対しては 90° より鋭角の彎曲形状である。

2) オリフィス形状

オリフィスの必要断面は次式により決定した。

$$Q = CA\sqrt{2gH} \dots\dots\dots (7)$$

ここに、 Q は放流量 ($=170 \text{ m}^3/\text{s}$)、 C は流量係数で過去の実験値を使用 ($C=0.65$)、 A はオリフィス出口断面 (m^2)、 H はオリフィス下面を基準とする全水頭 (m)。

(7)式に $Q=170 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $C=0.65$ 、 $H=293.5-285.0=8.5 \text{ m}$ を代入し $A=20.263 \text{ m}^2$ となる。したがって、オリフィスの吐口必要断面は $B \times D = A$ から $B=4.5 \text{ m}$ 、 $D=4.5 \text{ m}$ とした。

オリフィス形状は過去の実験資料から管内圧力および流量係数等を考慮してつぎの形状を選定した。

上面ベルマウス形状は

$$\frac{Y}{D} = \frac{1}{3} \sqrt{1 - \left(1 - \frac{X}{D}\right)^2} + \tan \theta \frac{X}{D} \quad \dots\dots\dots (8)$$

ここに、 $\theta = 10^\circ$ 、 $D=4.5 \text{ m}$ とすれば、

$$Y = \frac{1}{3} (9X - X^2)^{1/2} + 0.176327 X \quad (\text{ただし、} 0 \leq X \leq 4.5) \quad \dots\dots\dots (9)$$

オリフィスの下流面は設計水頭に対する自由落下曲線に沿わせるため、吐口の平均流速、 $V = \sqrt{2gH}$ (ここに $H=304.5-287.25=17.25 \text{ m}$ 、 $g=9.8 \text{ m/sec}^2$) から求まる V を $2V^2y/g = X^2$ に代入して $y=0.015x^2$ (ただし $0 \leq X \leq 10.0$) の放物線形状とした。また放物線下流はほぼ接線に近い 1:3.058 勾配直線である。オリフィスのラジアルゲートピンの位置は吐口上端標高 E.L. 289.50m より 1m 高い E.L. 290.50m とし、ゲート半径を $R=7.00 \text{ m}$ とすれば、ベルマウス上面始端からの座標は $Y=2.087$ 、 $X=15.928$ である。また、オリフィス下面とラジアルゲートの接点は $(x-15.928)^2 + (y-2.087)^2 = 7^2$ および $y=7.587$ から $x=11.598 \text{ m}$ である。

3) クレスト形状

クレストは、ハロルドの標準越流頂形状とし、必要断面幅 B は設計洪水水位 E.L. 304.50m で $2,620 \text{ m}^3/\text{s}$ からオリフィスの放流量 $620 \text{ m}^3/\text{s}$ を差引いた $2,000 \text{ m}^3/\text{s}$ の放流能力を持たせるとすれば次式から

$$Q = nCBH_d^{3/2} \quad \dots\dots\dots (10)$$

ここに n はクレストの門数、 C は流量係数、 B はクレスト径間幅 (m)、 H_d は設計水頭 (m) で、 $n=3$ 、 $C=2.0$ 、 $H_d=304.5-293.5=11.0 \text{ m}$ および $Q=2,000 \text{ m}^3/\text{s}$ をそれぞれ代入すれば B の概略値は 9.14 m となる。したがって、ここでは $B=9.50 \text{ m}$ とした。

クレストの下流面形状は、 $H_d=11.00 \text{ m}$ を次式のハロルド曲線に代入して求めた。

$$\frac{Y}{H_d} = 0.53 \left(\frac{X}{H_d} \right)^{1.80} \quad \dots\dots\dots (11)$$

$$\text{したがって、} Y = 0.0778326 X^{1.80} \quad \dots\dots\dots (12)$$

ただし、曲線の範囲は下流斜面勾配 1:1.25 と接する $0 \leq X \leq 8.8$ とした。

また、上流面は複合円弧形状で $R_1=0.5H_d=5.50 \text{ m}$ 、 $R_2=0.2H_d=2.20 \text{ m}$ である。クレストのラジアルゲートは半径 $R=10.50 \text{ m}$ とし、ゲートピンの位置は下面接点および θ を考慮してダム軸下流 12.852 m 、E.L. 299.500m とした。ここに、 θ はゲート接点の接線角である。

4) 合流部およびシュート部形状

オリフィス下流の底面敷高は、オリフィス下面敷高および基礎岩盤の掘削量を考慮してEL.280.0mとし、クレスト下流敷高はクレストからの流出水脈をオリフィス流の上に合流させることからEL.286.00mとした。また、合流部両側の導流壁は越流部総幅49.50mからシュート幅25.0mに直線で絞った形状とした。合流部からシュート部への接続は $R = 50\text{m}$ の円弧を挿入し、シュート勾配は1:2.4である。

5) 減勢工形状

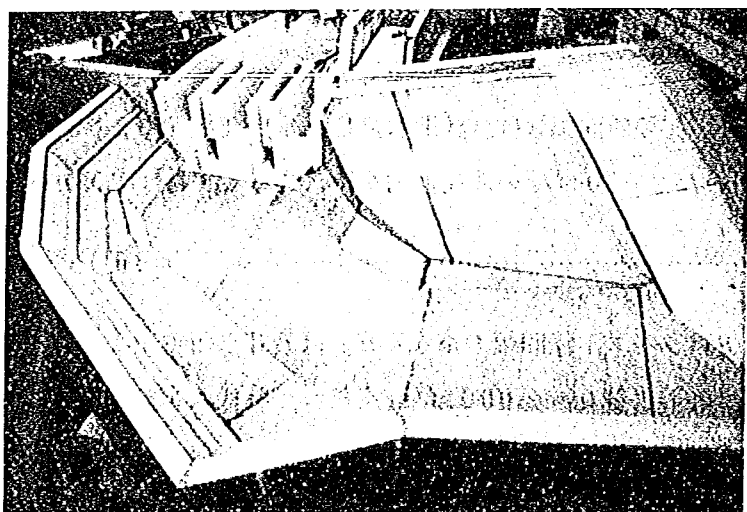
減勢工の規模は、これまでの実験結果から幅35.0m、水平水叩き長さ90.0m、副ダム高10.0mとした。また、副ダム形状はここでは下流河床の洗掘を考慮して階段式バップルブロック形状を採用している。

以上の設計形状は図38a～38cに示すとおりである。

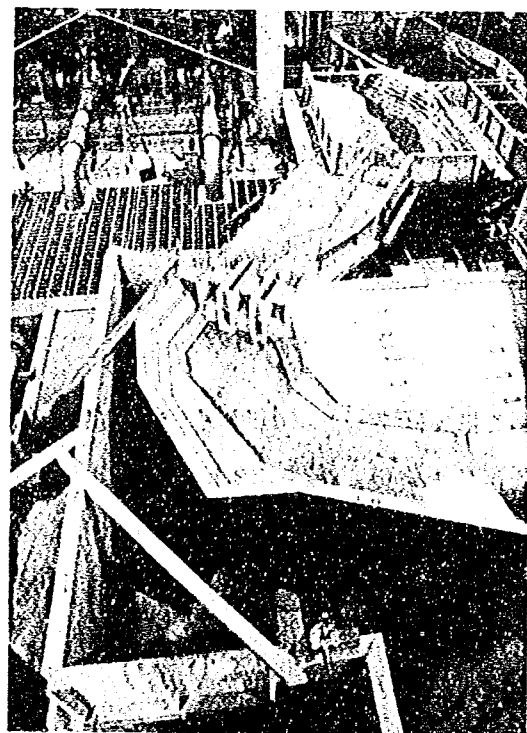
第3節 水理模型実験

3.1 模 型

模型は前節で求めた洪水吐きの全体形状(図38a～38c)(以後、原案と呼称する)を実物との縮率を $1/62.5$ とした幾可学的相似模型を木製加工により製作し、流水表面は油性ペイント仕上げを施したものである。(写真No 52, 53 参照)



写真No 52 IV案洪水吐流入部模型



写真No 53 IV案洪水吐模型全景

また、減勢工下流の河道地形模型は先年度の模型をそのまま使用した。

3.2 実験内容

実験は、これまでと同様にフルードの相似則に基づき水理諸量を計測し、それらの解析結果を判断資料

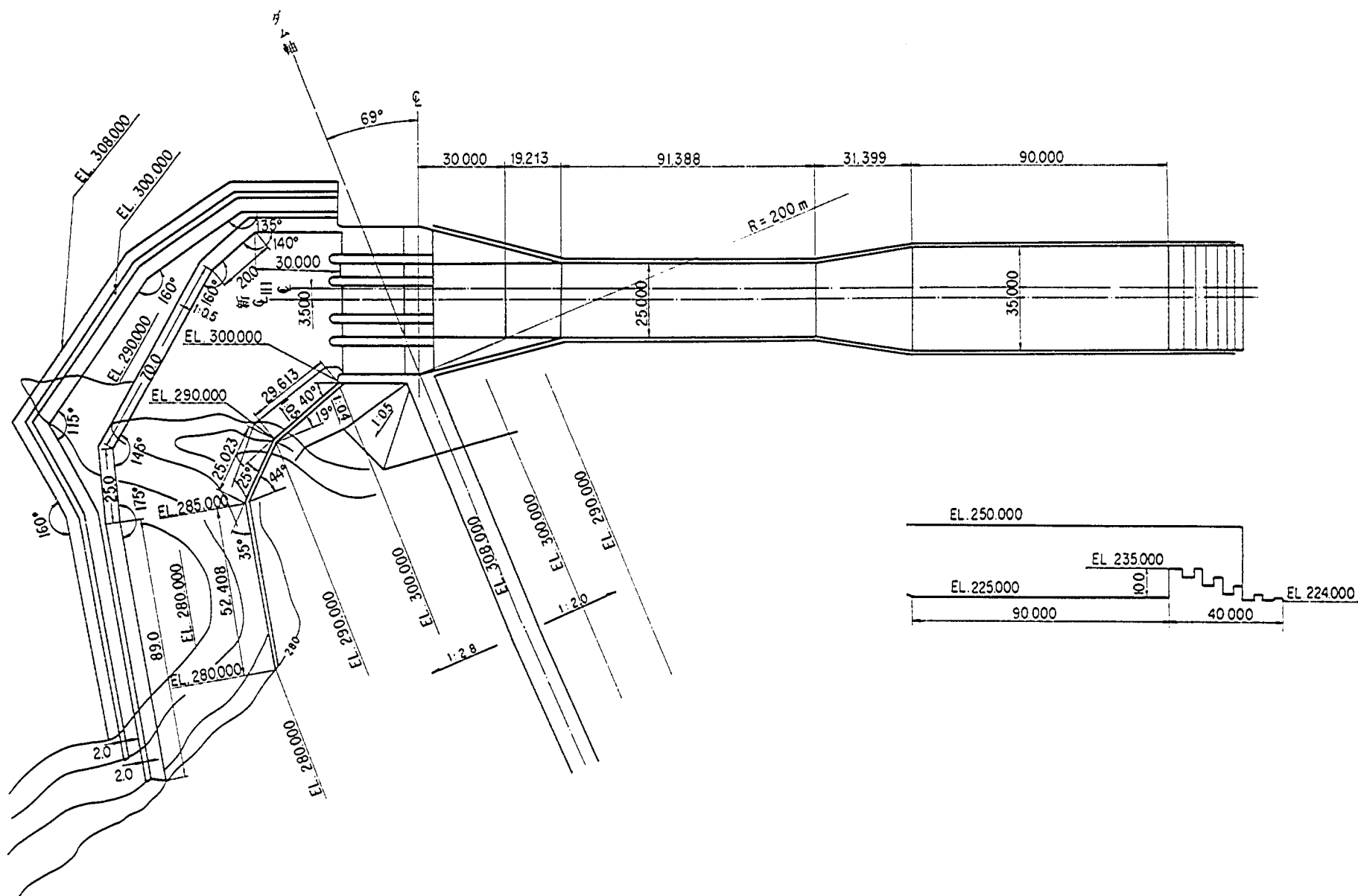


図 38 a 洪水吐きの変更設計 2 次案形状 (平面図)

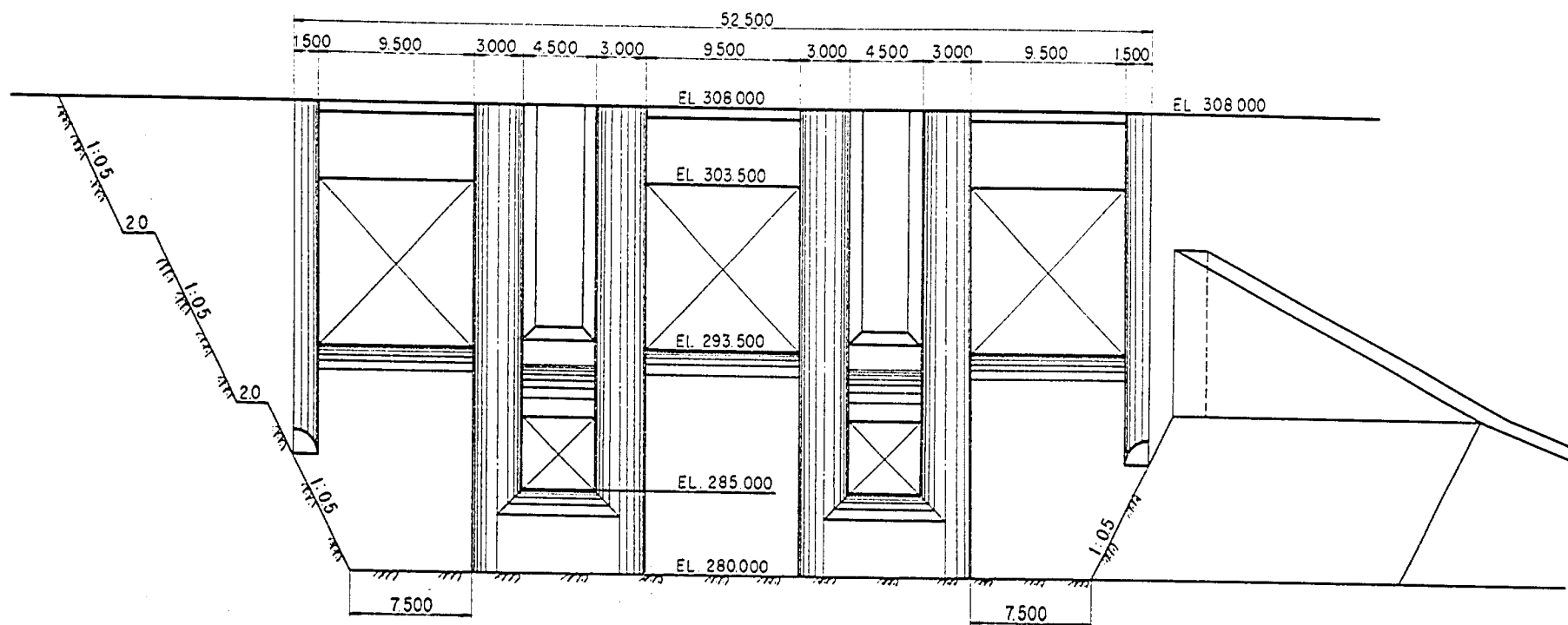


図 38 b 洪水吐きの変更設計 2 次案形状 (洪水吐き上流面図)

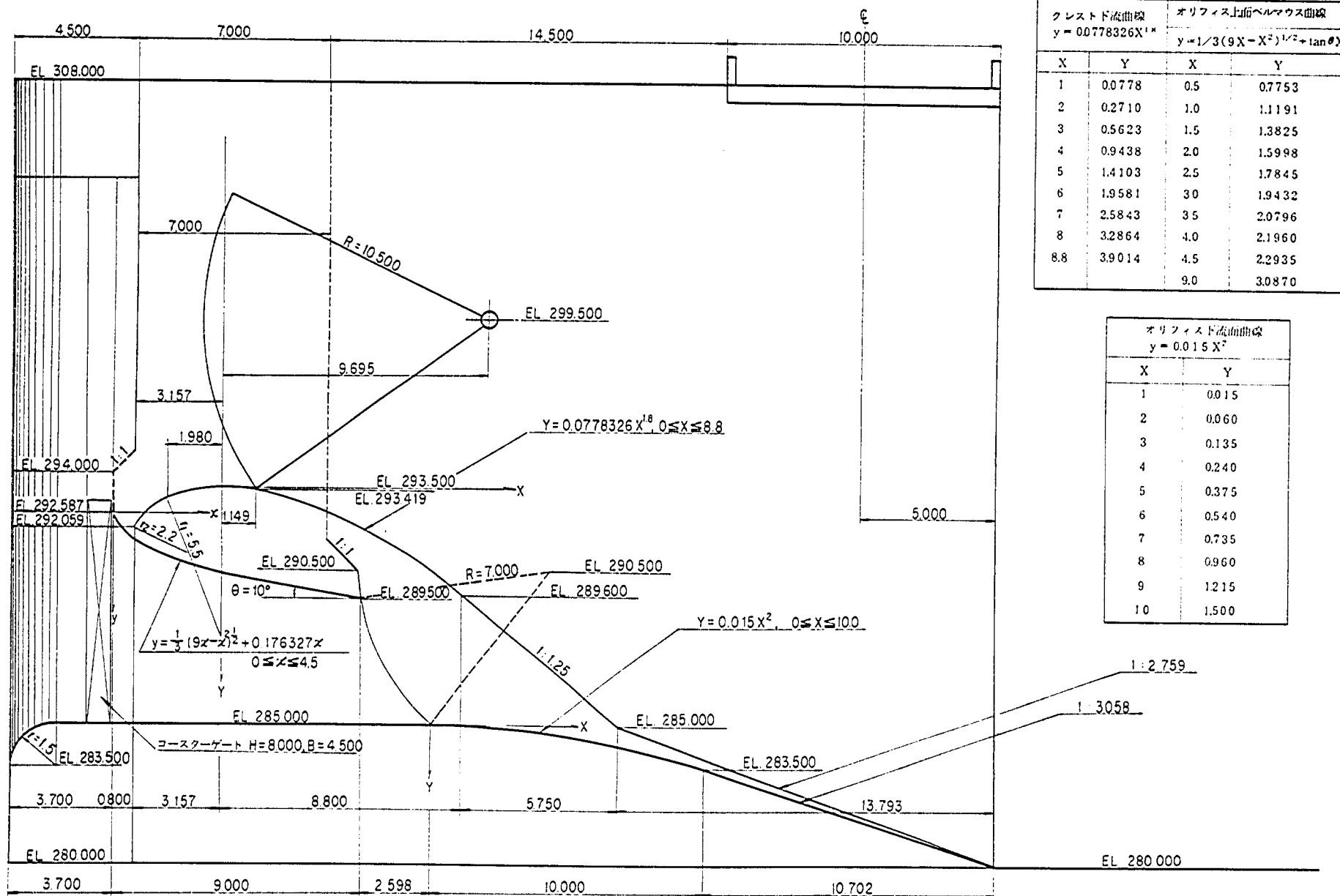


図 38c 洪水吐きの変更設計 2 次案形状 (オリフィス, 中央越流部標準断面図)

とした。実験内容は原案に対する放流能力および放流機能の調査，流入部，合流部，シュート部，減勢工部の各部について検討を加え，改善を要する部分については改造検討を行い最適形状を選定する。

3.3 実験結果

3.3.1 放流能力

設計原案での各洪水吐きの放流能力の実験結果は表 28 および図 39 のとおりである。

表 28 貯水池水位と放流量の測定結果

流量条件	貯水位 E.L. (m)	放流量 Q (m³/s)	流量係数 c	流量条件	貯水位 E.L. (m)	放流量 Q (m³/s)	流量係数 c
オリ フィス 2門全開	293.51	337.23	0.645	全 全 門 開	292.95	313.14	
	303.16	609.60	0.798		291.63	243.96	
全 門 全 開	304.76	2,796.02		ク レ ス ト 3 門 全 開	304.86	2,209.89	2.026
	303.77	2,482.26			306.48	2,741.67	2.057
	302.78	2,177.77			303.26	1,745.43	2.008
	301.59	1,849.81			301.45	1,313.70	2.055
	300.31	1,549.64			300.00	949.92	2.011
	299.03	1,234.65			297.99	524.99	1.938
	297.63	927.68			296.28	247.05	1.866
	295.93	620.72			295.76	177.26	1.835

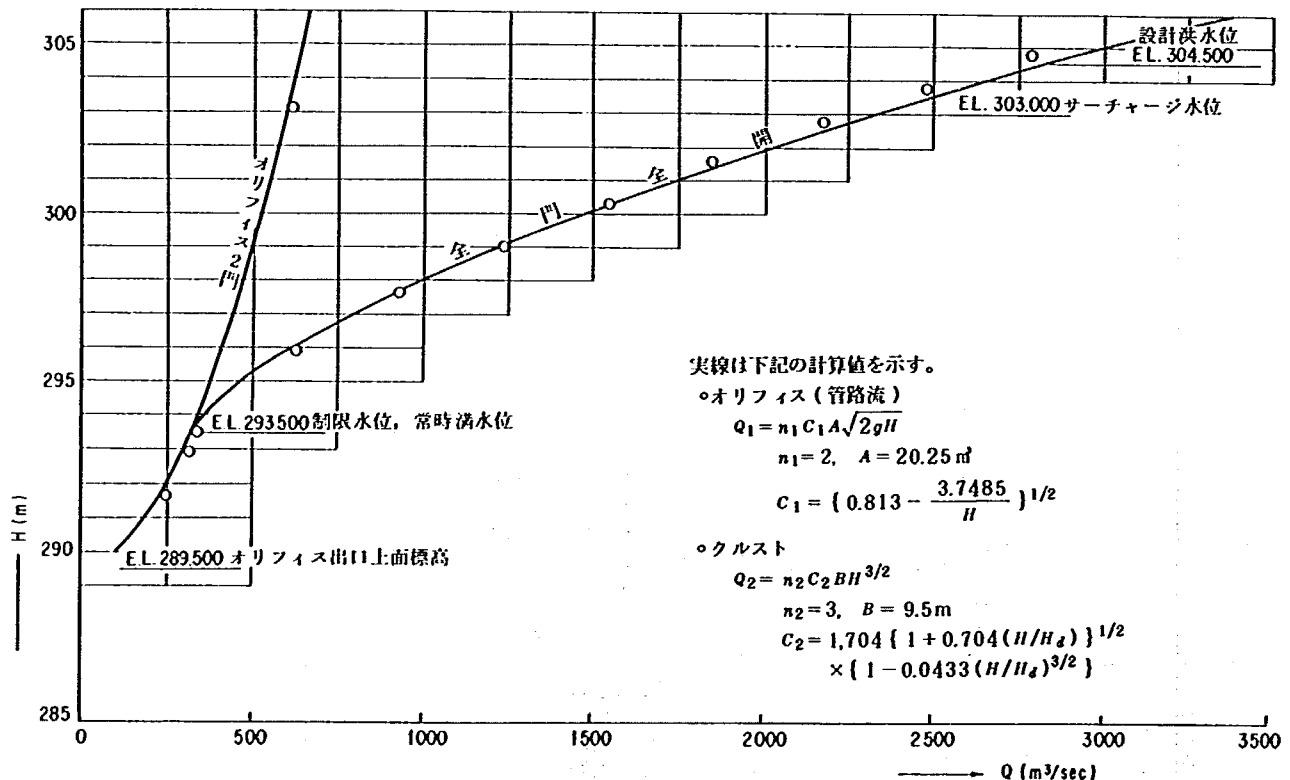


図 39 貯水池水位と放流量の関係（変更 2 次案）

この結果、制限水位EL.293.50m でオリフィス2門のゲート全開放流量は約340 m³/s、サーチャージ水位EL.303.0mでオリフィス2門、クレスト3門の全開放流量は約2,280 m³/s、設計洪水水位EL.304.5mで同様に約2,760 m³/sとなった。したがって、制限水位におけるオリフィス1門の能力は約170 m³/s程度であるが図39 から明らかなようにサーチャージ水位では250 m³/s以上の能力を持っており、ほぼ設計条件は満足されている。また、設計洪水水位に対しては計画放流量の約5%の余裕を持っている。

3.3.2 流入部形状の検討

流入部の検討は流入部付近の流況観察および図40 に示す流入部各位置で測定した流速分布に基づいて行った。これらの結果から流入部原案形状での問題点を列挙するとつぎのとおりである。

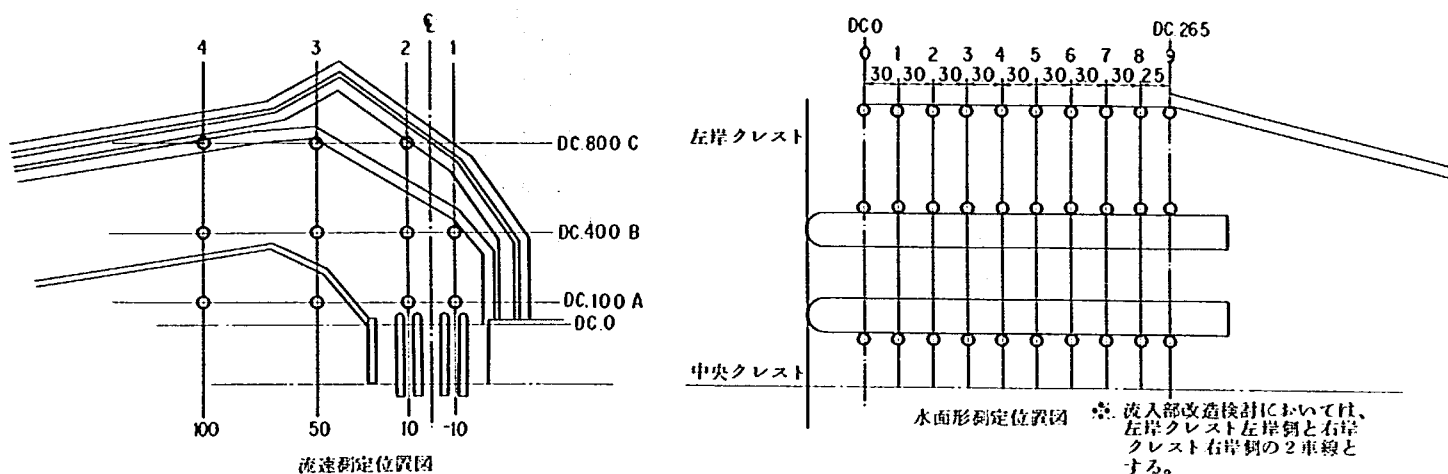
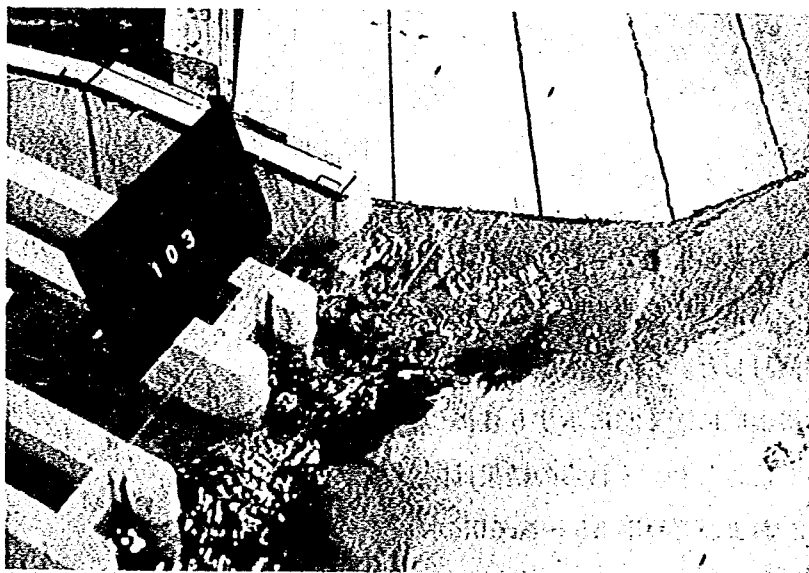


図40 流入部の流速および水面形測定位置

1) 堤体土留壁付近は流入水の巻き込みによる堤体上流面上の流速増と縦渦が生じ、特に右岸クレストの越流水面の乱れが激しい。(写真No 54 参照)したがって、設計洪水量流入時の流速の最大値は堤体面でその値は3 m～3.5 m/sである。

2) 彎曲形状の影響は図41の流速測定結果からも明らかなように流入水路の堤体側の流入流速が大きく、左岸山腹側は放流条件によ



写真No 54 洪水吐き設計Ⅳ案流入部の流況 $Q \approx 2,600 \text{ m}^3/\text{s}$

っては死水域状態となる。また、左右での流速の差は1 m程度で最大値は4 m/sec以内に収まっている。

以上から、ロックフィル堤体上流面と右岸クレストのラジアルゲートおよび放流能力に対して悪影響が

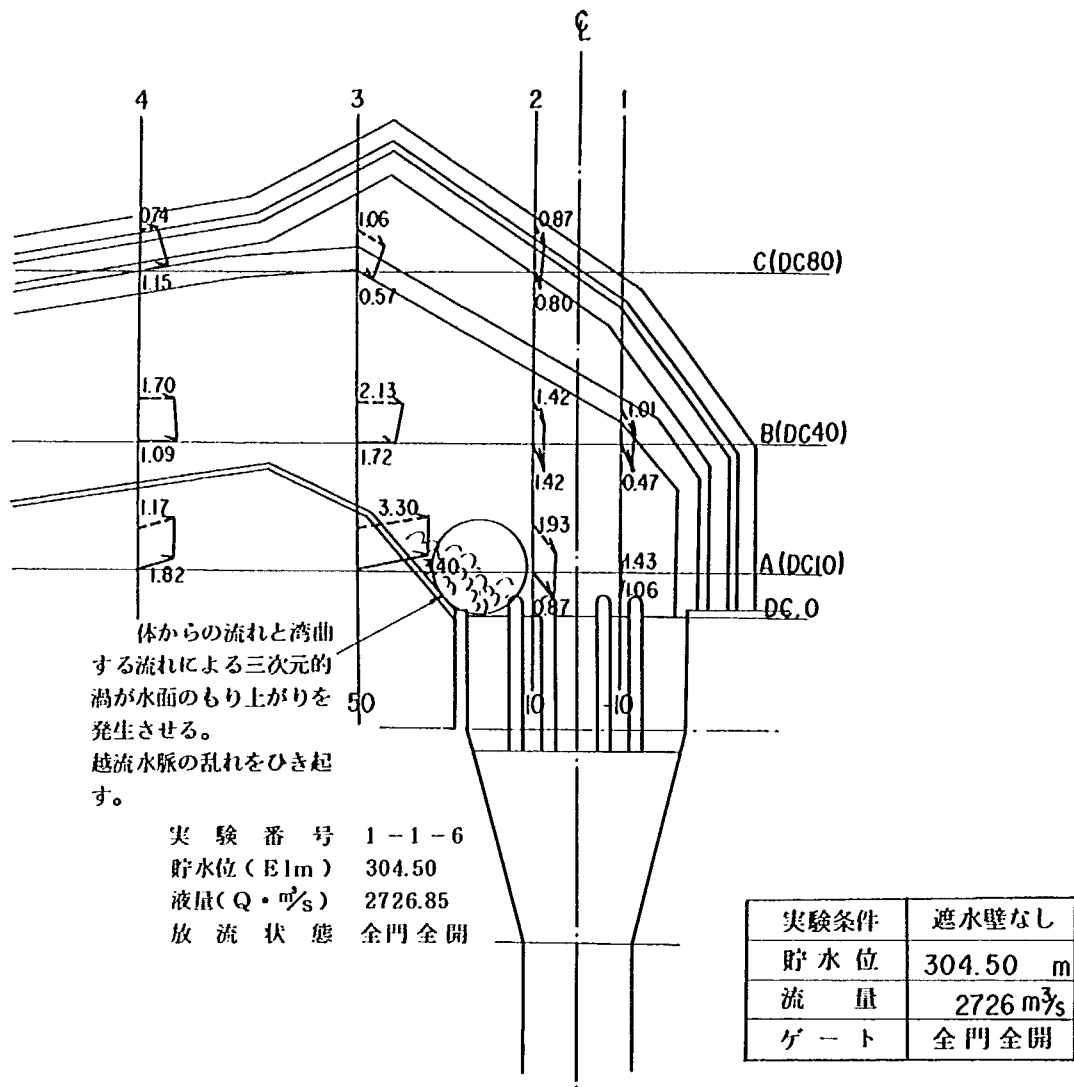


図 41 流入部流速測定結果

およぼものと考えられるので土留壁を嵩上げした遮水壁構造について検討した。この遮水壁構造は試行錯誤的に図 42 に示す 6 種について検討した。それらの結果は図 42 および写真 Na 55 ~ Na 59 に示すとおりで最も流況が改善される形状は右岸クレスト直上流土留壁の第 1 屈折点までの約 29.6m 区間を E.L.305.0m まで鉛直に嵩上げた直線遮水壁形状 F 案と判断

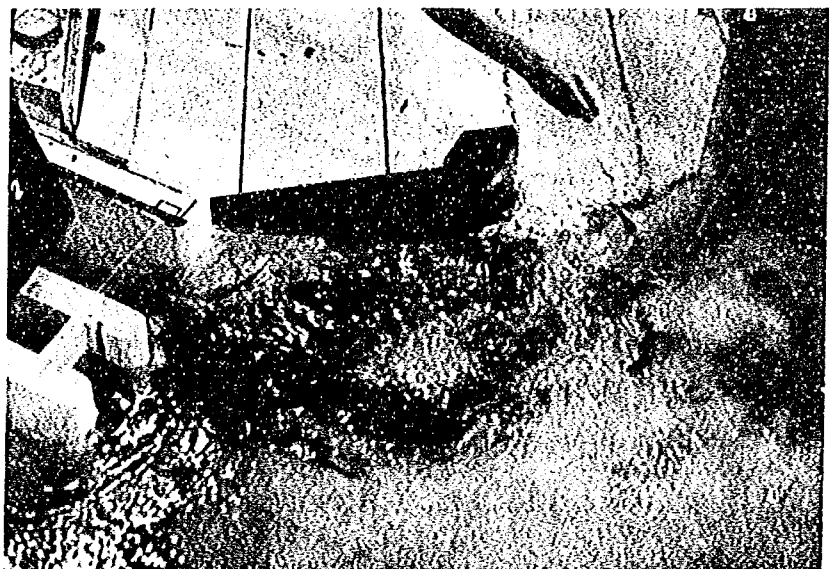


写真 Na 55 遮水壁 A 案 $Q \approx 2,600 \text{ m}^3/\text{s}$

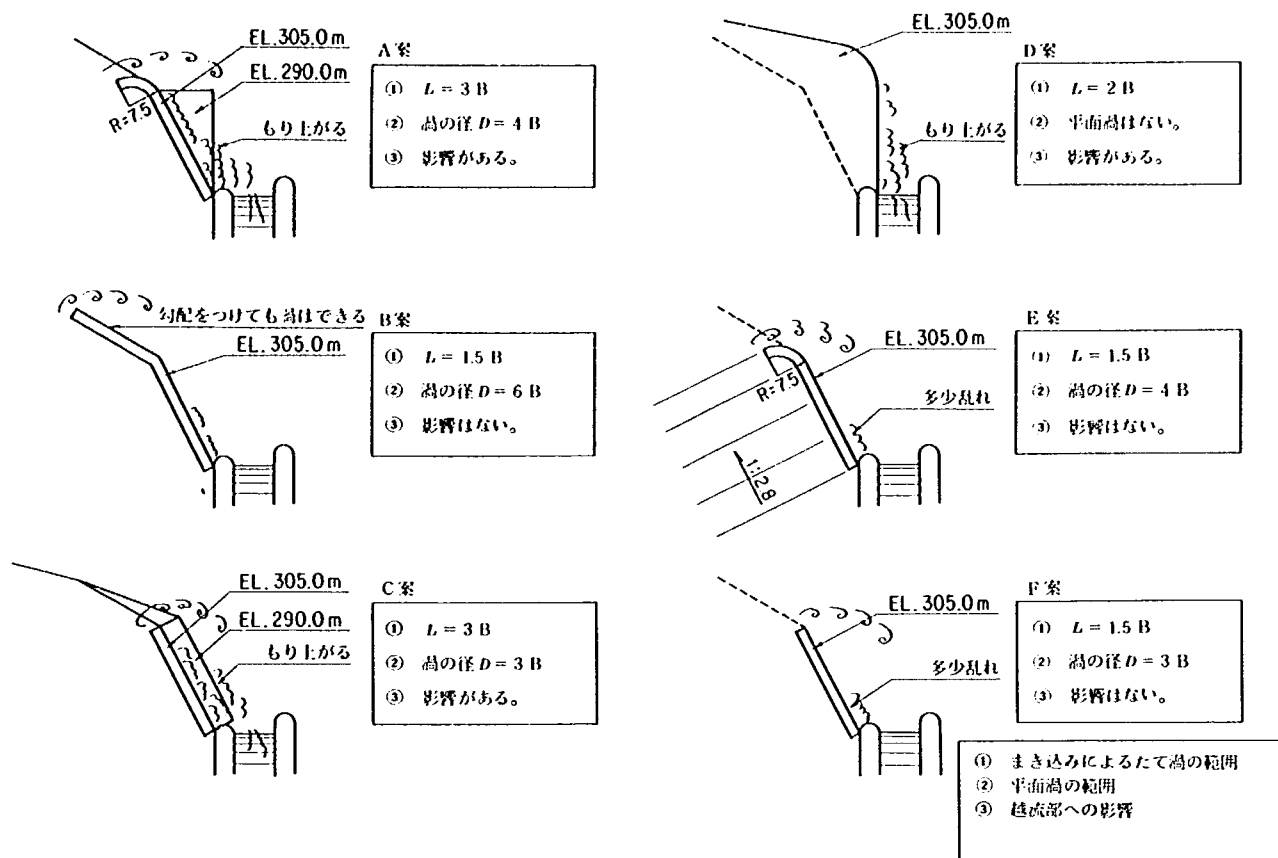
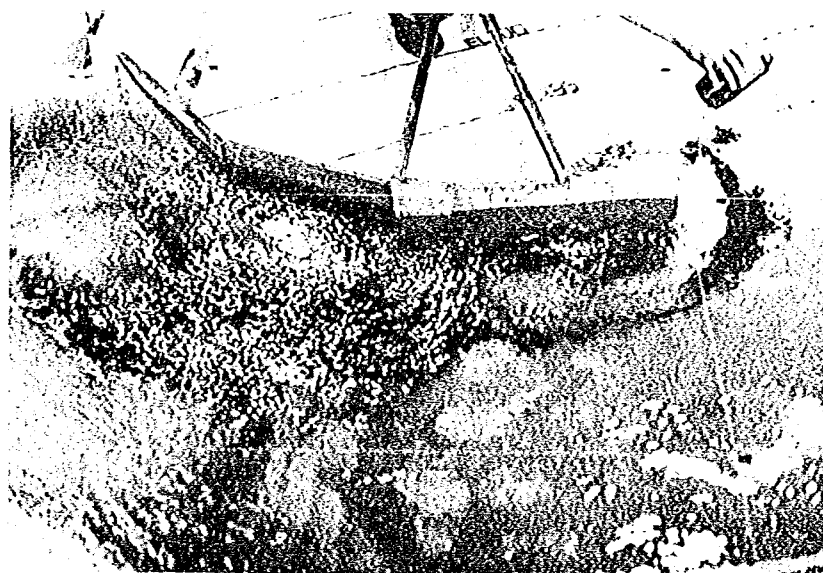


図42 流入部遮水壁構造検討図

した。

原案とF案（図41と図43）との流速分布から、フィル堤体上の流速は原案に比べ約半分となっている。



写真No 56 遮水壁B案 $Q \approx 2,600 \text{ m}^3/\text{s}$

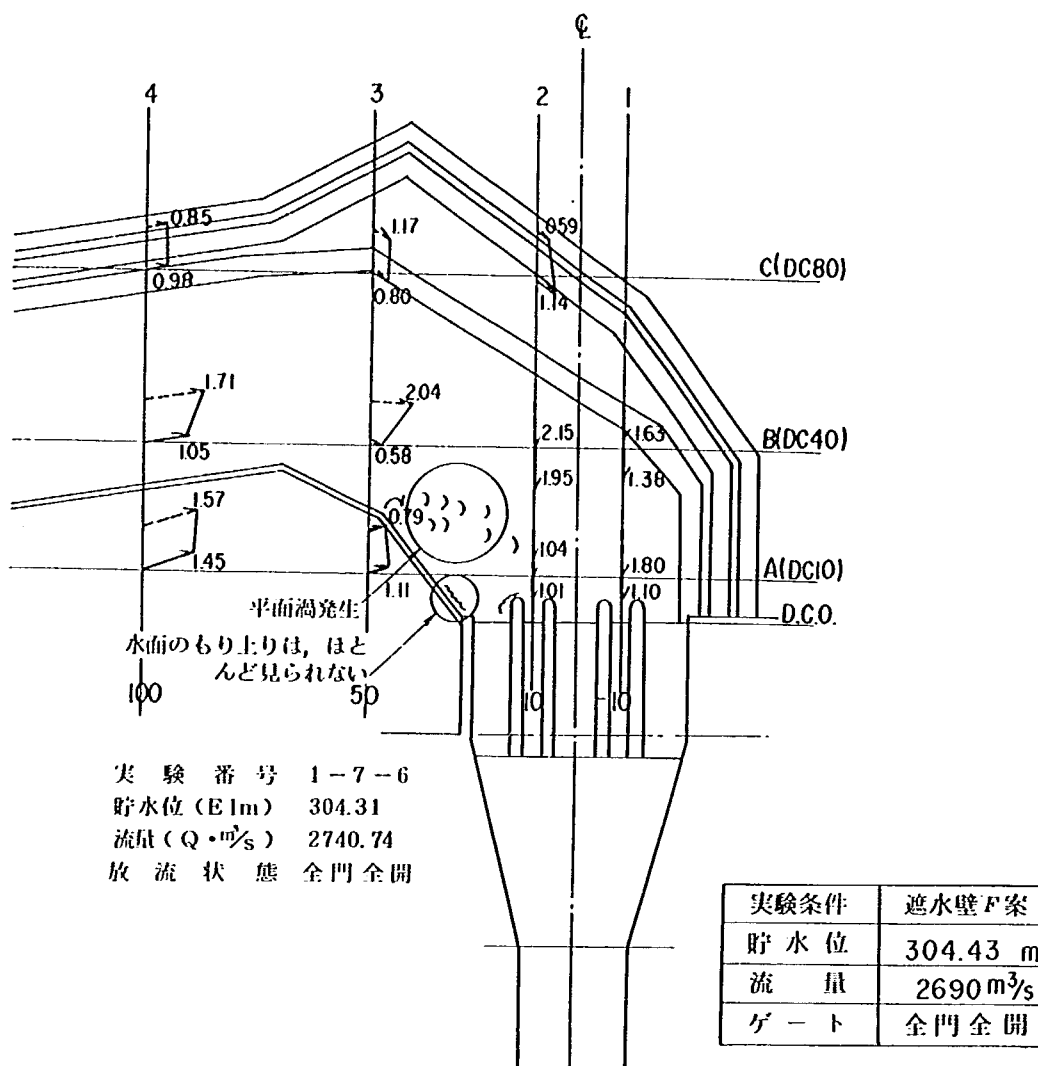


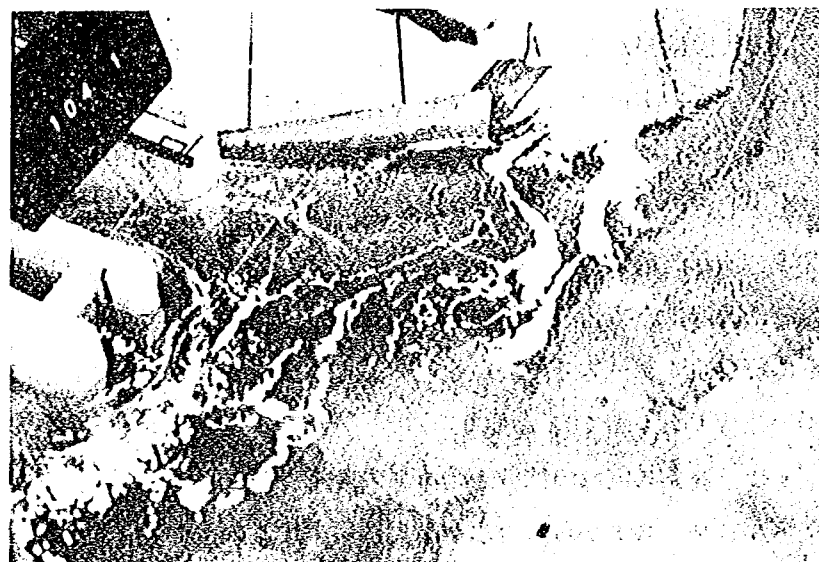
図43 流入部流速測定結果



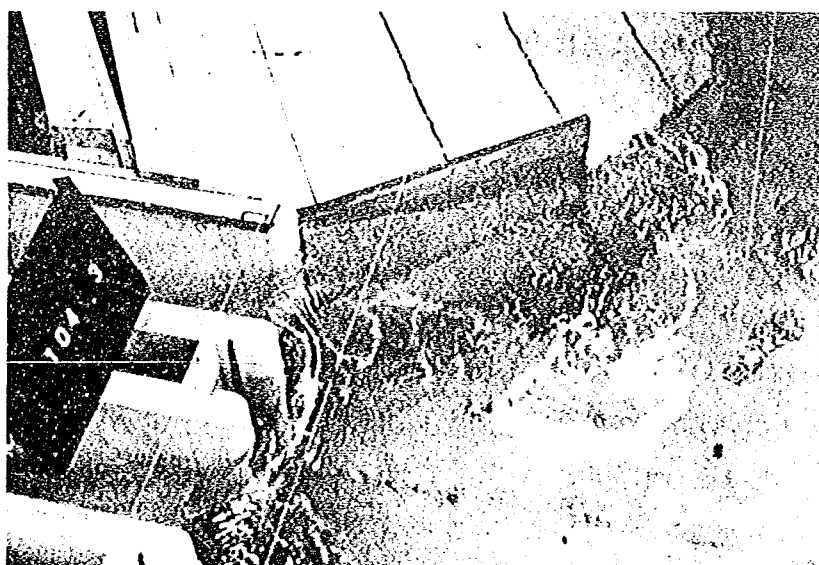
写真No 57 遮水壁C案 $Q \approx 2,600 \text{ m}^3/\text{s}$

(3) 越流部は流入流線に対して大きく彎曲しているため、クレストゲート全開放流では特に右岸クレストは流線が左側ピアに集中し縮流の影響が大きく、ラジアルゲートのトラニオンピンの位置が問題と思われる。そこで、流入部の原案および直線遮水壁F案で放流条件を設計洪水位、洪水吐き全門全開とした越流頂付近の水面形を測定した。測定結果は表29および図44に示すとおりである。

図から原案では右岸クレストの左岸側ピア沿いおよび左岸クレストの右岸ピア沿いの水面の最大値はゲートピン位置に対して約1mまで接近している。それに対し、直線遮水壁F案では約1.5mである。また、表29から直線遮水壁F案は原案に比べて左右クレストの水面形が平均化されていることがわかる。



写真No 58 遮水壁E案 $Q \approx 2,600 \text{ m}^3/\text{s}$



写真No 59 遮水壁F案 $Q \approx 2,600 \text{ m}^3/\text{s}$

3.3.3 合流部形状の検討

1) 原案合流部

原案合流部形状での各々の放流条件における流況観察結果は図45a～45cに示すとおりである。これらの結果から原案形状での問題点および改良点としてつぎのことがいえる。

オリフィス単独の1門放流では導流ピア末端で流水断面がどちらか一方に急拡することにより、流れも一方向に拡散し衝撃波となって流下するため、減勢工内でも片寄り流れの平面渦が発生する。

オリフィス2門放流では合流部中央に左右オリフィスの合流によって生じる水脈の盛り上がりが見られ、シュート部から減勢工までの流れは中央に集中している。また、左右導流壁沿いには衝撃波が発生する。

設計洪水位での全門全開放流では左右クレストの漸縮導流壁沿いの流れに絞り角度が急なため曲りきれずに遠心力による水位上昇(7.5m～9.5m)が生じ、導流壁末端では水脈が剥離している。また、合流部中央での水脈の盛り上がりが大きく乱れが激しい。さらに、合流によるエネルギー損失がほとんどないため減勢工始端では露出射流となり、減勢効果が少なく下流河道への影響が心配される流況である。

以上の実験結果から、原案での合流部形状は合流区間が短かく、しかもクレスト単位幅流量が $70 \text{ m}^3/\text{s}$ 以上と大きい上に両側で絞っているためかなり無理があると判断できる。

したがって、この合流部全体の平面形状を変えずに平面内部を改造することによって最適形状を見い出すこととした。

2) 合流部改造案

合流部改造は原案合流部での実験結果および前述の改造主旨にそってつぎの4ケースについて実施した。以下にこれら4ケースでの要点を述べるとつぎのとおりである。

(1) 改造1案(図46a 参照)

- オリフィス流れの拡散を合流部より下流のシュート部とし、拡散による衝撃波を軽減する。
- 左右クレストからの流水が中央に集中するのを押さえる。
- 漸縮導流壁終端で流れの剥離をなくす。

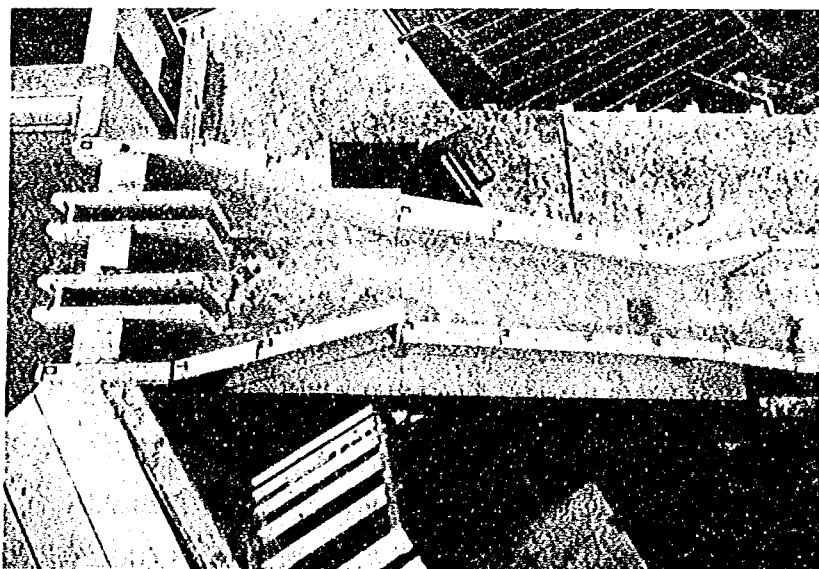
<改造内容>

図46aに示すように中央クレストの放流庭敷高を $\text{E.L.}285.0\text{m}$ (原案の左右と同じ高さ)にし、中間導流壁を設置、左右の漸縮導流壁終端は $R = 99.037\text{m}$ の円弧形状とする。

<実験結果>

- オリフィス1門の単独放流では拡散がシュート部の下面円弧終端より始まり、原案に比べて衝撃波は小さく減勢工へほぼ均等に流入している。
- オリフィス2門放流では合流地点がシュート部となり合流による乱れがなくなり、スムーズに流下している。
- 設計洪水位での全門全開放流では左右クレストからの放流水がオリフィスの導水路内に落ち飛散状態となり不安定な流況を呈している。また、漸縮部末端では流れの剥離が消え導流壁沿いの水位上昇が無くなっている(写真

Na 60, Na 61 参照)



写真Na 60 合流部原案 $Q \approx 2,600 \text{ m}^3/\text{s}$

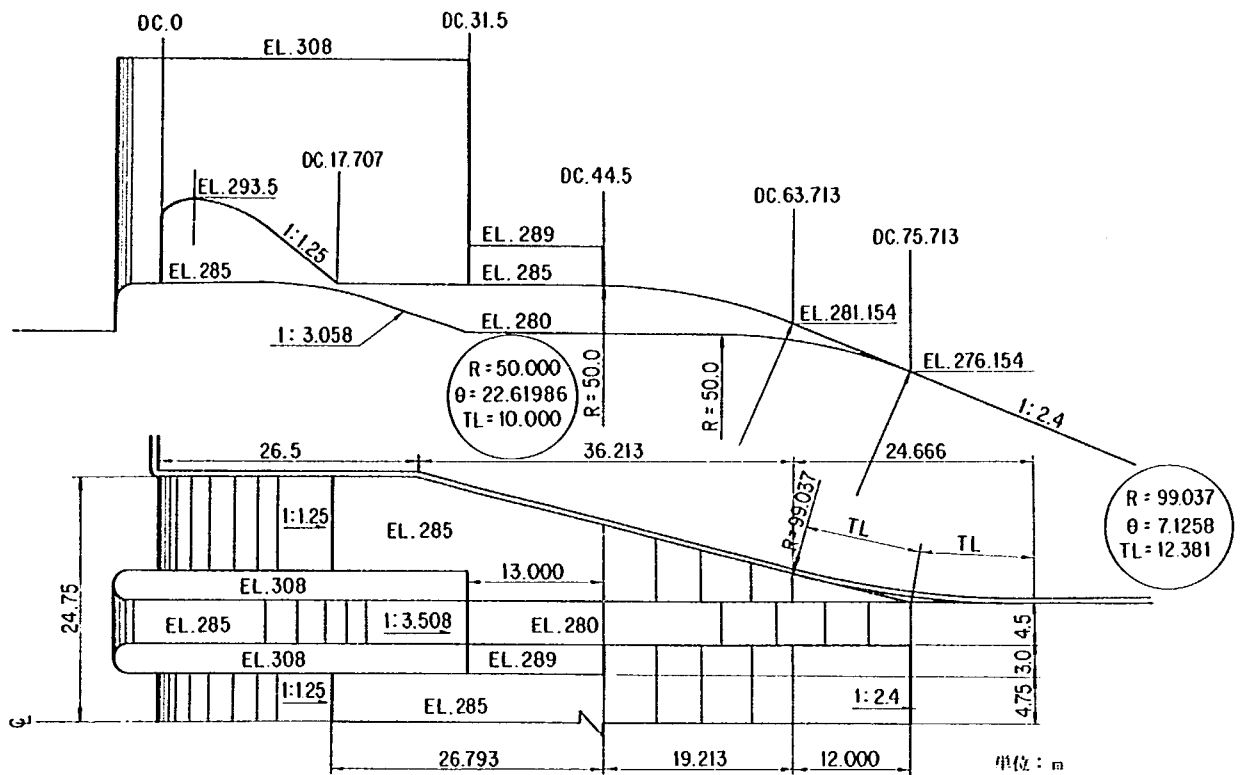


図 46 a 合流部検討形状図 (改造 I 案)

(2) 改造 II 案 (図 46 b 参照)

<改造目的>

- I 案で左右クレストからの合流水が飛散するのを中央クレストで押さえる。

<改造内容>

- 図 46 b に示したように中央クレスト縦断を順傾斜と円弧で嵩上げし、中間導流壁を延長した。

<実験結果>

- オリフィス放流は I 案では

ば満足のいく結果が得られたので、設計洪水位での検討を行った。この結果、左右クレストからの流水が延長した中間導流壁にあたり、I 案よりさらに飛散状態が大きくなった。(写真 Na 62 参照)

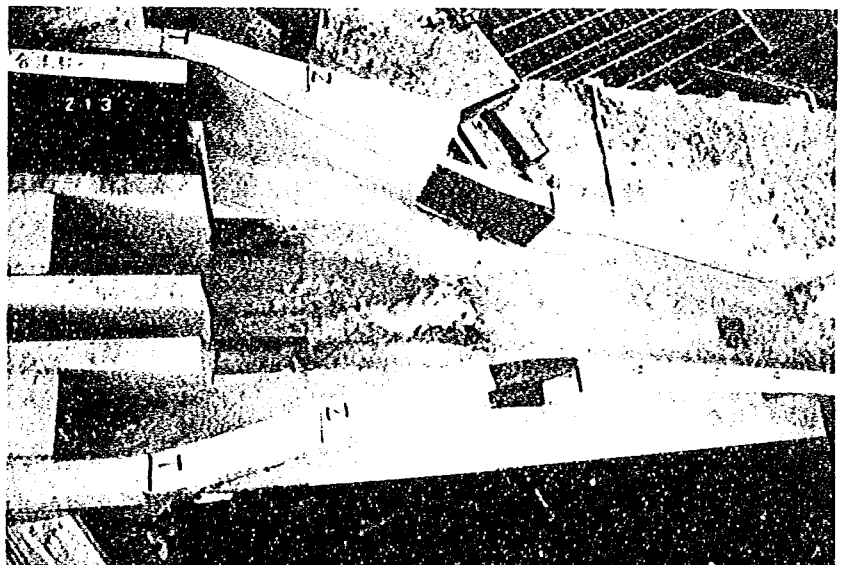


写真 Na 61 合流部改造 I 案 $Q \approx 2,600 \text{ m}^3/\text{s}$

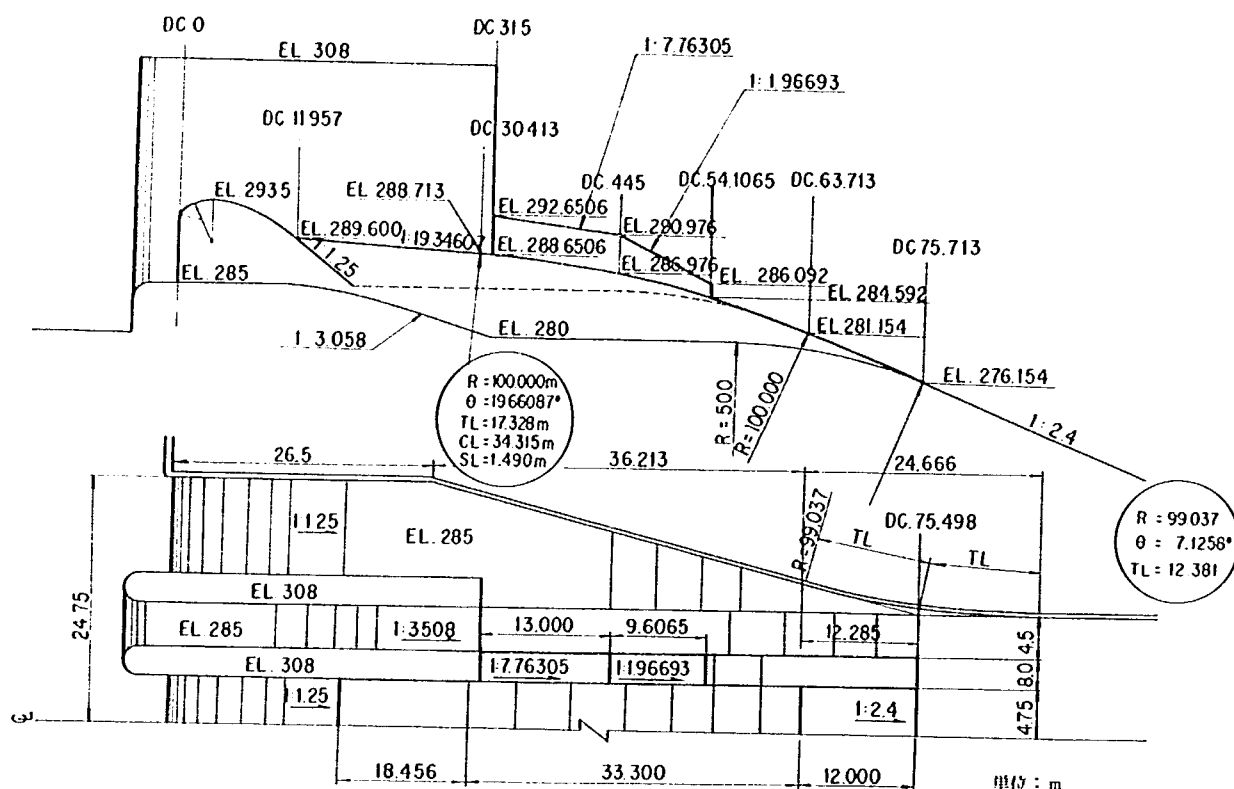


図 46 b 合流部検討形状図 (改造Ⅱ案)

(3) 改造Ⅲ案 (図 46 c 参照)

<改造目的>

- 左右クレストからの放流水を中央クレストからの放流水にかぶせる。

<改造内容>

- 図 46 c に示したようにクレストの放流庭敷高全体を EL.286.0m に嵩上げしてシュートにすりつけ、中央クレストの中間導流壁を撤去し、左右クレストに新たに中間導流壁を設置した。

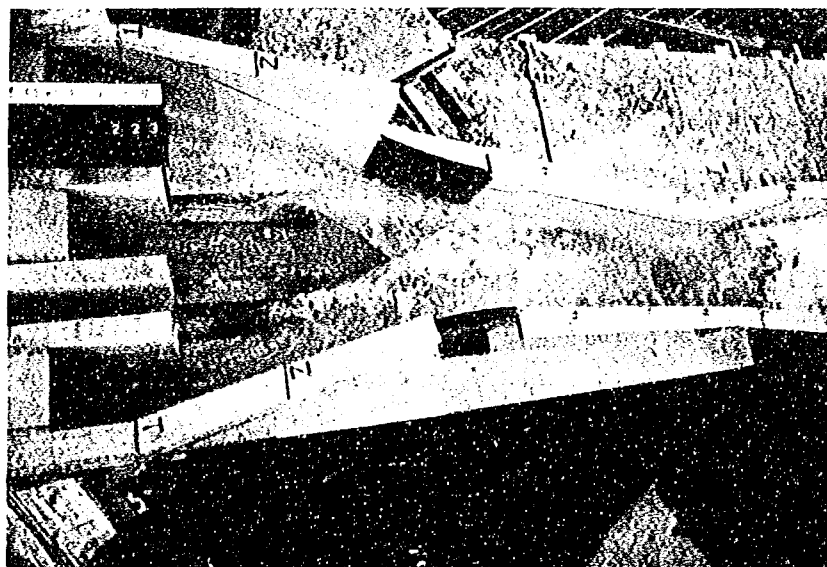


写真 Na 62 合流部改造Ⅱ案 $Q \approx 2,600 \text{ m}^3/\text{s}$

<実験結果>

- 設計洪水位での全門全開放流では、中央クレストの流れが拡散され、新たに設置した中間導流壁にあたり飛散する。しかし、この中間流壁を設置した効果としては左右クレストからの流れの拡散が

下流に下がり、中央クレスト流れにかぶさるように合流し、Ⅱ案に比べ合流時の水脈の飛散状態がおだやかとなった。ただし、左右クレストからの合流量が中央に集中している。（写真Na 63 参照）

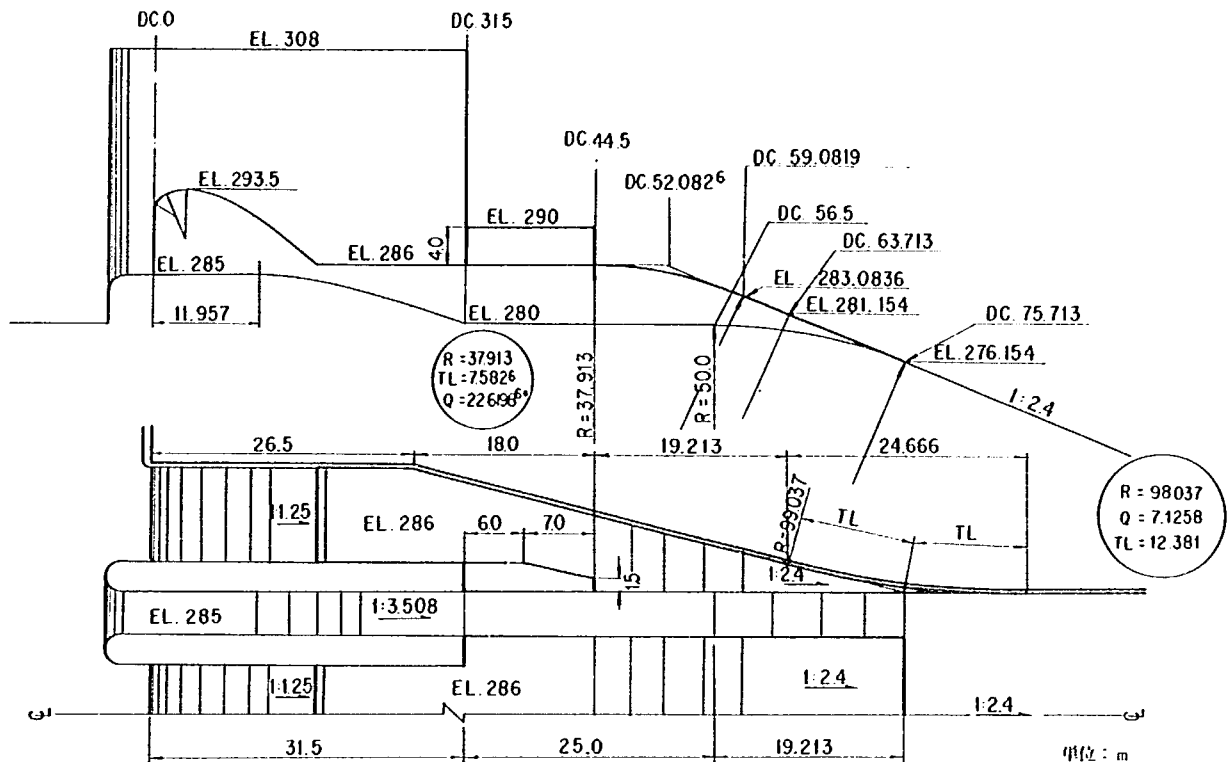


図 46 c 合流部検討形状図（改造Ⅲ案）

(4) 改造Ⅳ案（図 46 d 参照）

＜改造目的＞

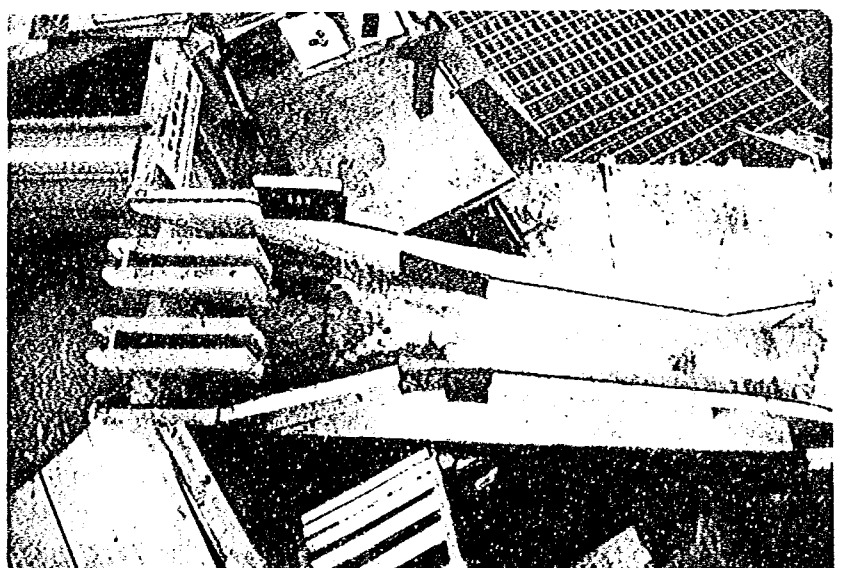
- 合流時の水脈の飛散を小さくし、流水が集中するのを防ぐ。

＜改造内容＞

- 図 46 d に示したようにⅣ案ではⅢ案形状にさらにⅡ案と同様に中央クレストに中間導流壁を追加した。

＜実験結果＞

- 中央クレストの中間導流壁により拡散距離を規制した



写真Na 63 合流部改造Ⅲ案 $Q \approx 2,600 \text{ m}^3/\text{s}$

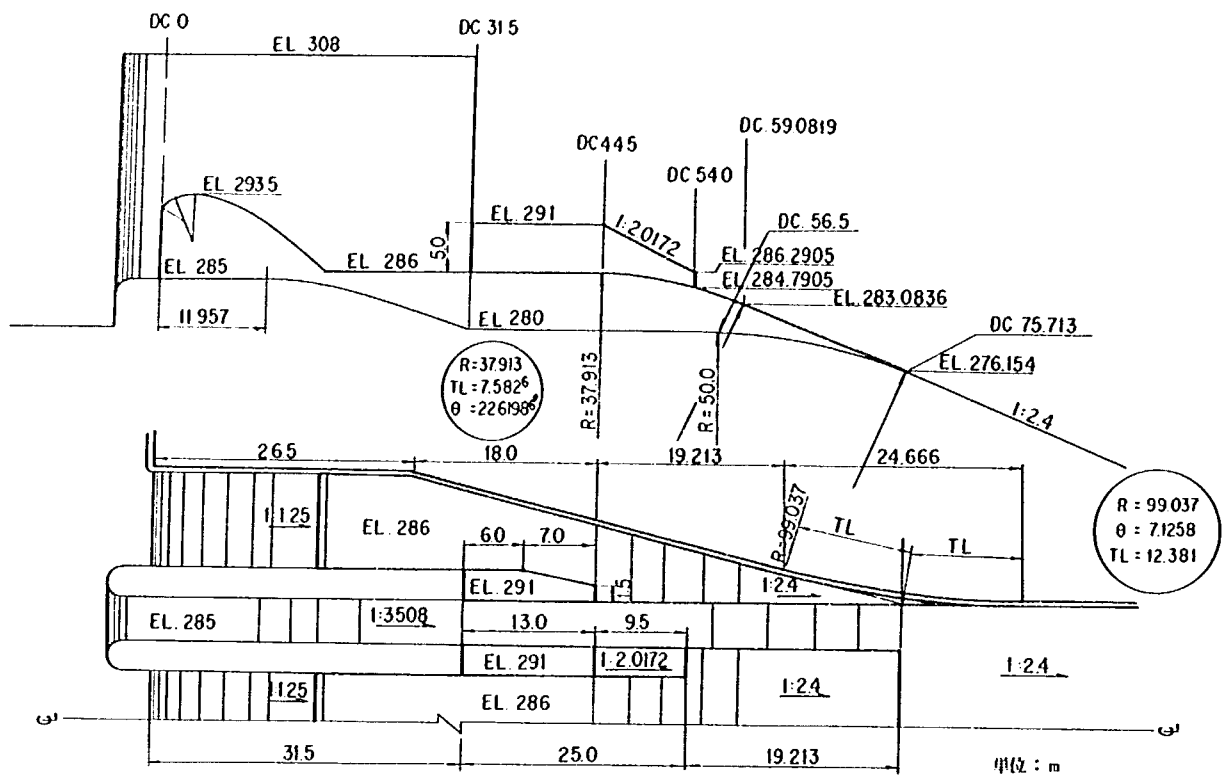
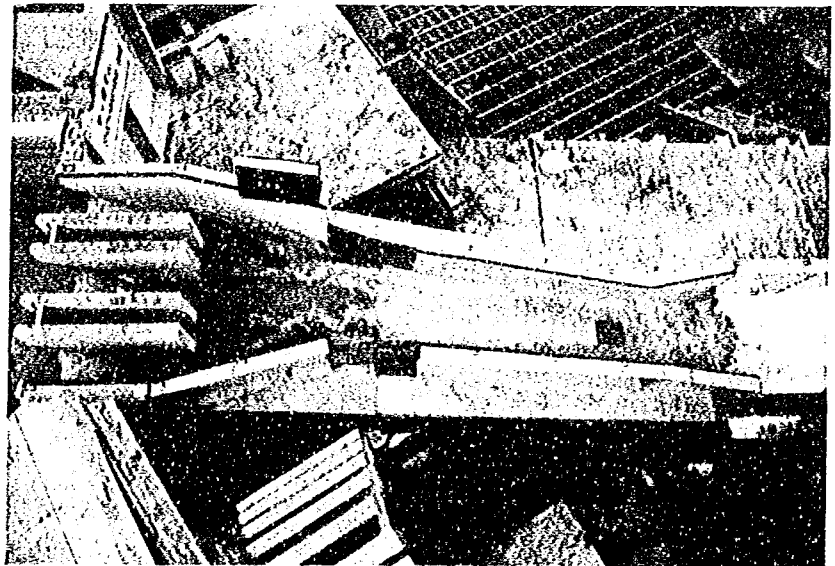


図 46 d 合流部検討形状図（改造Ⅳ案）

ことにより、左右クレストからの流れと比較的スムーズに合流し、飛散水脈も小さくなっている。また、流水の集中が無くなりほぼ均等した流れとなっている。（写真№ 64 参照）

以上、4 ケースの改造案と原案について導流部の左右岸沿いの縦断水面形の測定結果は表 31 および図 47 a ～ 47 b に示すとおりである。この結果、原案では流入部形状が



写真№ 64 合流部改造Ⅳ案 $Q \approx 2,600 \text{ m}^3/\text{s}$

彎曲しているため右岸側クレスト上の流速が大きく、前述のごとく漸縮部での流れが乱れ、この乱れの影響がシュート部まで残存し、シュート部中央で計画導流壁 14 m を越波している。しかし、改造 4 ケースではいずれも越波することはないが、左右岸沿い水面差が全般的に良好なのはⅢおよびⅣである。

以上の実験結果を総括的にまとめたのが表 30 の一覧表であり、これらの結果から合流部はⅣ案形状を実施設計形状として採用する。

3.3.4 減勢工規模の検討

減勢工規模については流入部および合流部を最良案形状とし、つぎの 2 ケースについて検討を行った。

① 水平水叩き長さ $L = 90\text{m}$ ，副ダム高 $H = 10\text{m}$ ，天端ブロック = 切欠き有

② 水平水叩き長さ $L = 90\text{m}$ ，副ダム高 $H = 10\text{m}$ ，天端ブロック = 切欠き無

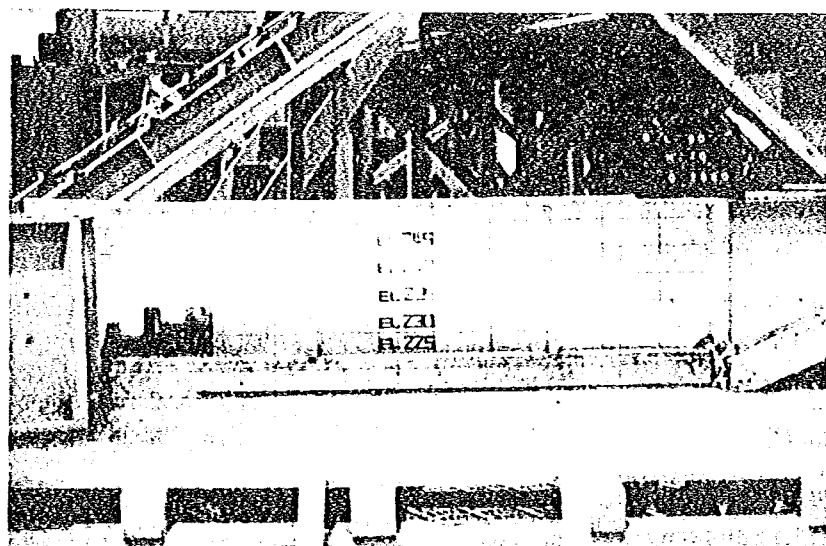
検討での対象流量は計画高水流量 $1,750\text{m}^3/\text{s}$ とダム設計洪水流量 $2,620\text{m}^3/\text{s}$ の 2 流量について行ったものである。2 放流量での減勢工内の縦断水面形および流況観察結果は表 32a, 32b, 図 48a, 48b, 写真 Na 65, Na 66 に示すとおりである。

この結果、放流量 $1,750\text{m}^3/\text{s}$ に対しては①および②ケースとも完全減勢状態であり安定した流況を呈している。放流量 $2,620\text{m}^3/\text{s}$ では①ケースでは跳水始端が水平水叩き始端となり、減勢池内の水面変動が激しく、計画導流壁高 EL. 250m の天端を周期的に越波する。また、同流量の②ケースでは跳水始端がシュート部末端の傾斜面となり、水面変動も①に比べおだやかで越波量も少なくなっている。

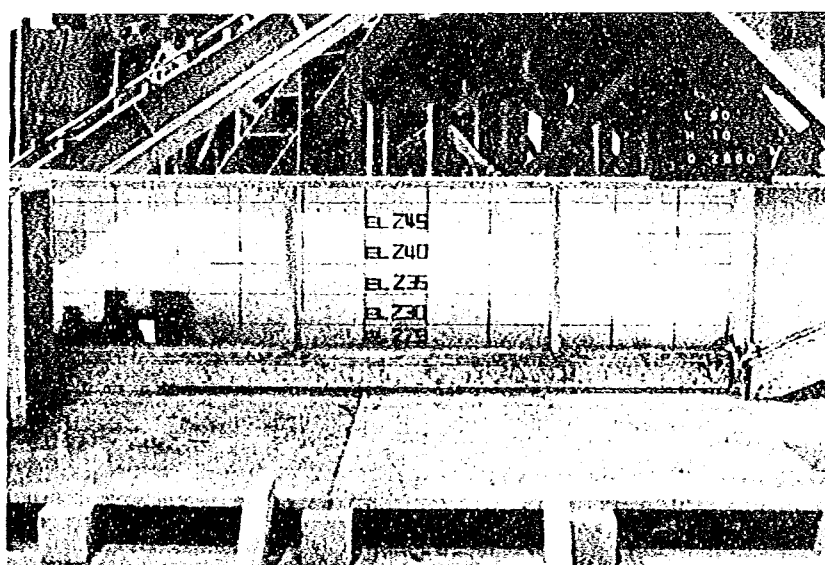
以上から、減勢工規模としては、 $W = 35.0\text{m}$ ， $L = 90\text{m}$ ， $H = 10\text{m}$ 副ダム天端形状 = 切欠き無し，導流壁高 = $\text{EL. 250.0} + \text{余裕高 (1} \sim 2\text{m)}$ 程度が必要である。ただし、副ダム下流では残存エネルギーが大きく、下流河道に対して 2 次減勢工等の検討が必要である。

3.3.5 最終案の検討結果

前項まで検討を加えてきた洪水吐き各部を最良案形状とし、これらの組合せを洪水吐きの最終案と見な



写真Na 65 天端ブロック切欠き有 $Q = 2,600\text{m}^3/\text{s}$



写真Na 66 天端ブロック切欠き無 $Q = 2,600\text{m}^3/\text{s}$

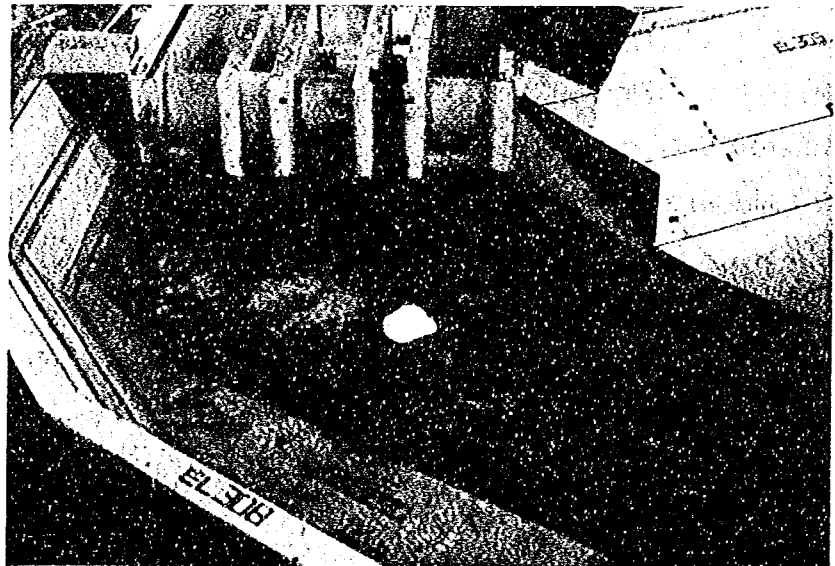
し、表33に示す6放流条件について流速、水面形、流況等の測定を実施し、検討を加えた。以後は実験順序に従って、測定結果および問題点等について述べることとする。

表33 最終案検討実験一覧表

放 流 条 件		実験番号	検 討 結 果 項 目	備 考
設 定 水 位	放 流 様 式			
常 時 満 水 位 (EL.293.5m)	オリフィス1門	D-1	表23-1, 表24-1, 表25-1, 図42-1, 図44-1, 図45-1	
常 時 満 水 位 (EL.293.5m)	オリフィス2門	D-2	表23-1, 表24-2, 表25-2, 図42-2, 図45-2	
サーチャージ水位 (EL.303.0m)	中央クレスト1門 オリフィス2門	D-3	表23-1, 表24-3, 表25-3, 図42-3, 図44-1, 図44-2, 図45-3	
サーチャージ水位 (EL.303.0m)	クレスト3門	D-4	表23-1, 表24-4, 表25-4, 図42-4, 図43-2, 図45-4	
サーチャージ水位 (EL.303.0m)	全 門 全 開	D-5	表23-2, 表24-5, 表25-5, 図42-5, 図43-3, 図44-4, 図45-5	
設 計 洪 水 位 (EL.304.5m)	全 門 全 開	D-6	表23-2, 表24-6, 表25-6, 図42-6, 図43-4, 図45-6	

① 実験ケースD-1

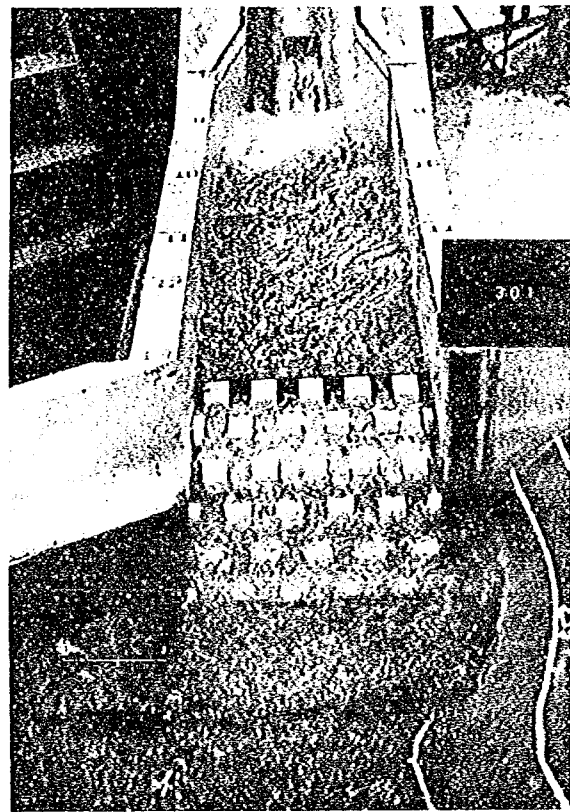
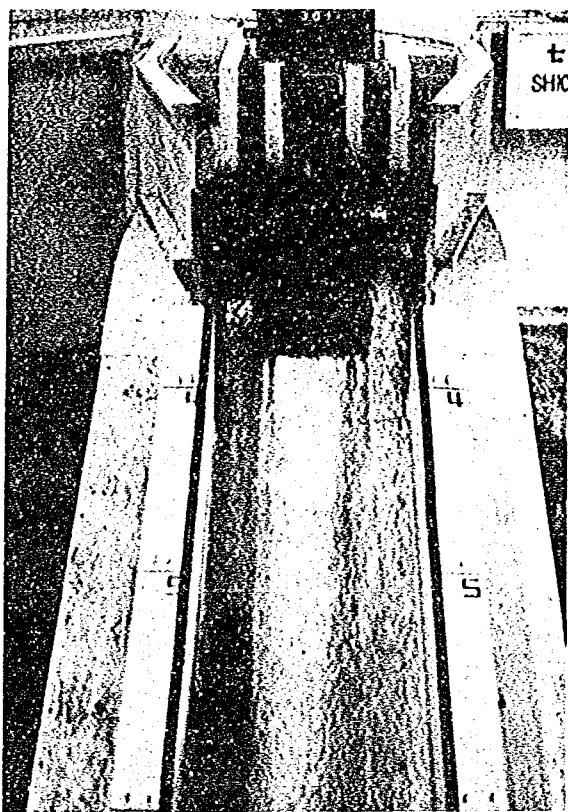
(設定水位=常時満水位EL. 293.5m, 放流条件=オリフィス1門全開放流, 放流量 $\approx 170 \text{ m}^3/\text{s}$)
 流入口付近には巻き込みによる渦が発生している。シュート部導水路内は流水の拡散による衝撃波が発生し、減勢池内に平面渦が形成されるがその規模は小さい。副ダムのバップルブロックによる減勢効果は非常に良好である。(写真No 67～No 69 および図52a 参照)



写真No 67 洪水吐き最終案流入部の流況 $Q = 170 \text{ m}^3/\text{s}$

② 実験ケースD-2

(設定水位=常時満水位EL. 293.5m, 放流条件=オリフィス2門全開放流, 放流量 $\approx 340 \text{ m}^3/\text{s}$)
 流入水路内の流況はD-1ケースと同様な状態である。シュート部の中央に合流による水脈の盛り上が

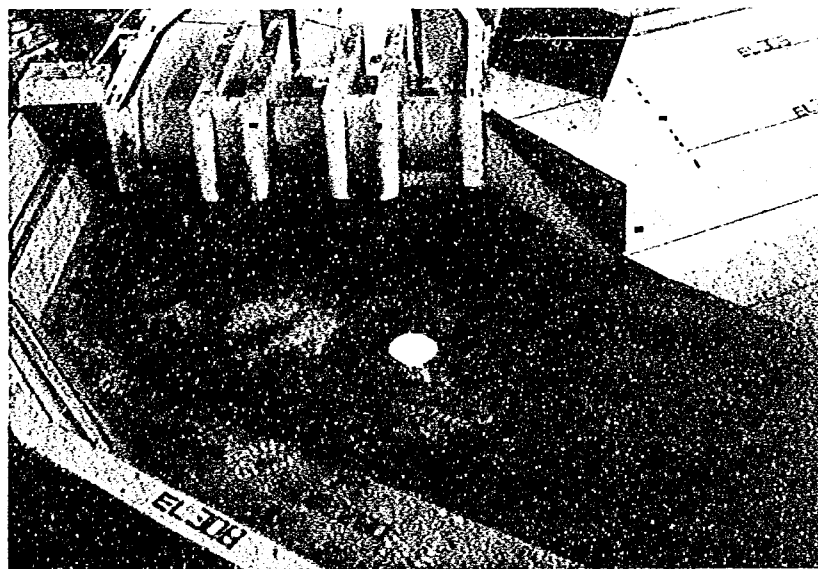


写真Na 68 洪水吐き最終案導入部の流況 $Q=170\text{ m}^3/\text{s}$ 写真Na 69 洪水吐き最終案減勢工の流況 $Q=170\text{ m}^3/\text{s}$

りが生じるが規模は小さい。減勢池内は流入水のバランスがとれており、平面渦も見られず、完全減勢状態である。副ダムのバップルブロックによる減勢効果は非常に良好である。（写真Na 70～Na 72 および図 52a 参照）

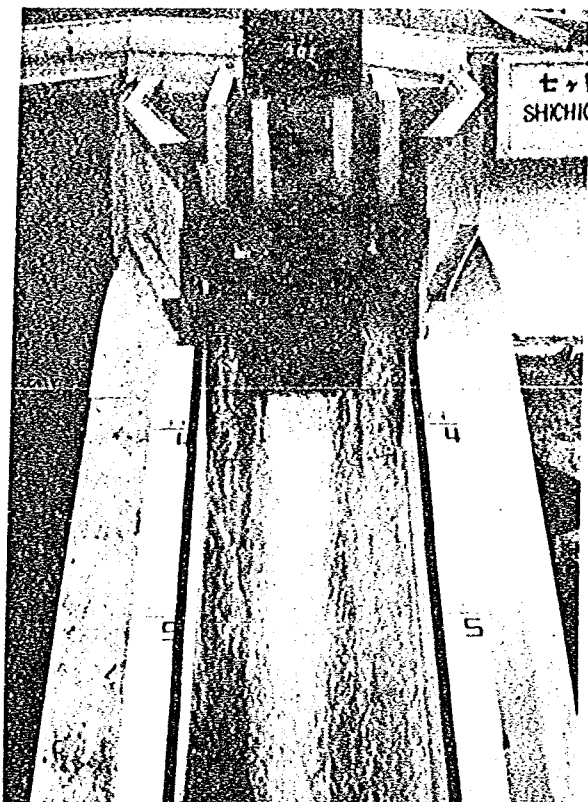
③ 実験ケース D-3

（設定水位＝サーチャージ水位
EL. 303.0m，放流条件＝中央
クレスト1門，オリフィス2門全
開同時放流，放流量＝1,180 $\text{ m}^3/\text{s}$ ）

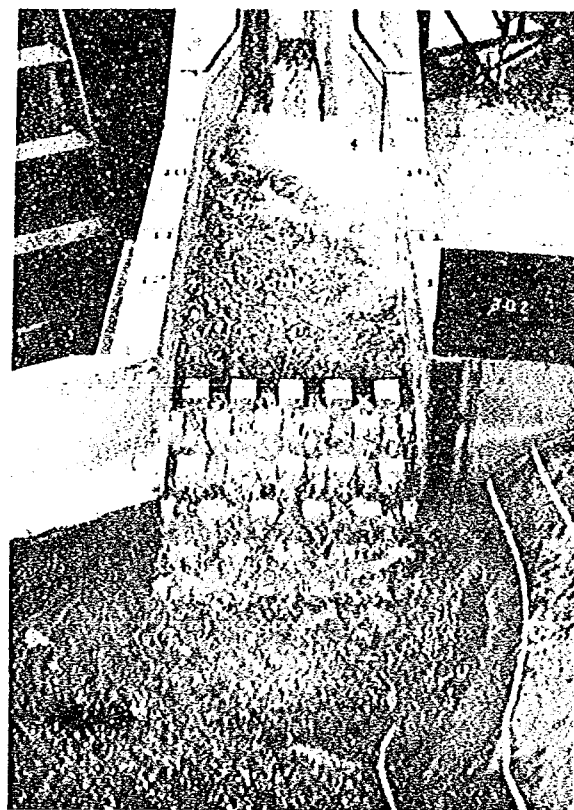


写真Na 70 洪水吐き最終案流入部の流況 $Q=340\text{ m}^3/\text{s}$

流入水路内土留壁付近に平面渦はみられるがその規模は小さく中央クレストの越流水面に対する影響はない。クレストおよびオリフィスからの合流はスムーズであり、シュート部の流れも安定しており減勢池内は完全減勢状態である。ただ、このくらいの放流量になると副ダムバップルブロックによる減勢効果が少なく下流で跳水が生じている。（写真Na 73～75，図 49a，図 50a，図 52a 参照）



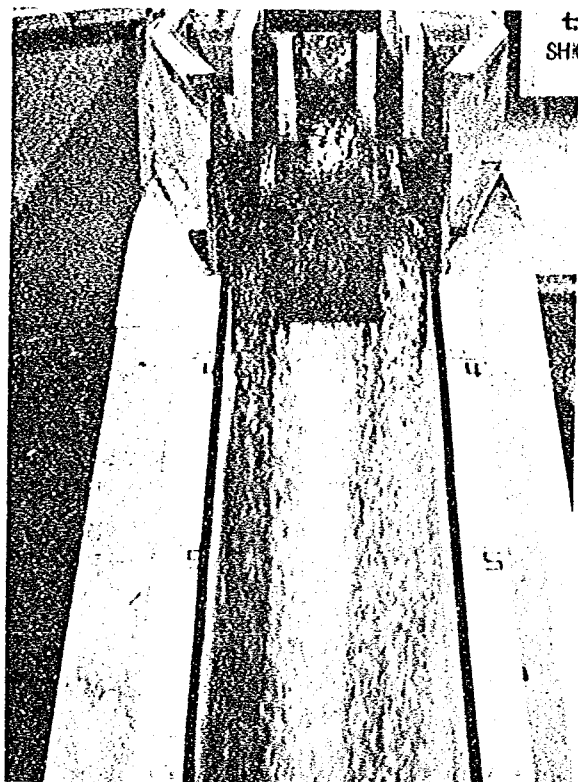
写真No 71 洪水吐き最終案導流部の流況 $Q = 340 \text{ m}^3/\text{s}$



写真No 72 洪水吐き最終案減勢工の流況 $Q = 340 \text{ m}^3/\text{s}$



写真No 73 洪水吐き最終案流入部の流況 $Q = 1,180 \text{ m}^3/\text{s}$



写真Na 74 洪水吐き最終案導流部の流況 $Q = 1,180 \text{ m}^3/\text{s}$



写真Na 75 洪水吐き最終案減勢工の流況 $Q = 1,180 \text{ m}^3/\text{s}$

④ 実験ケース D-4

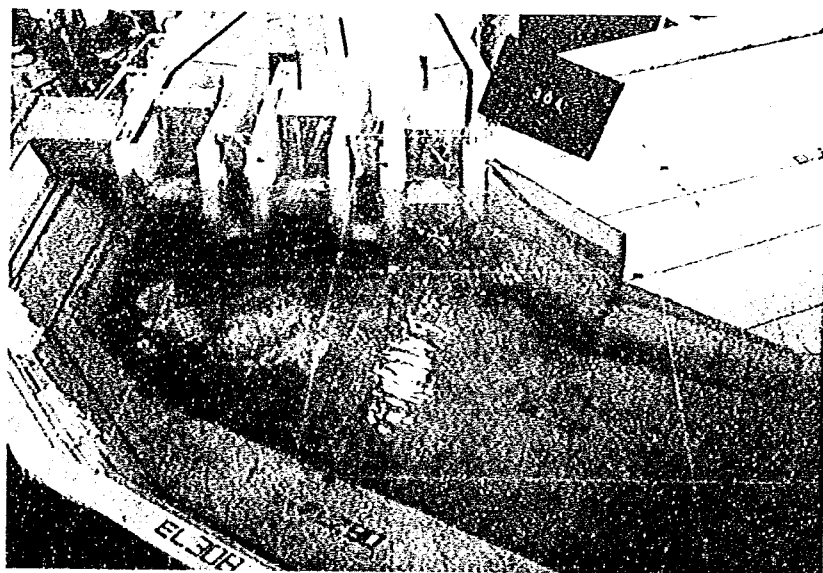
(設定水位=サーチャージ水位 E.L. 303.0m, 放流条件=中央クレスト3門全開放流, 放流量=1,700 m^3/s)

流入水路内土留壁付近に平面渦がケース D-3 より発達するが, クレスト流入部に対する影響はない。また, 流入流速の最大値は嵩上げ土留壁終端付近で, その値は 2.5 m/s 程度である。

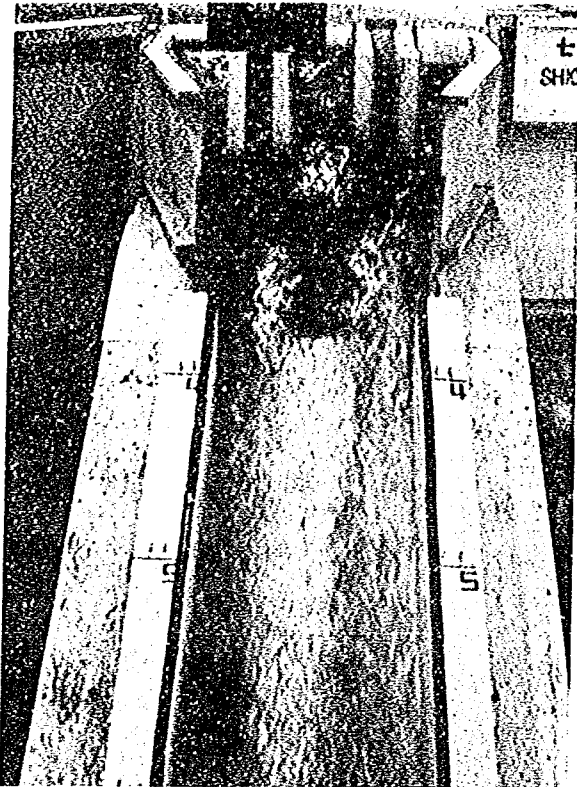
合流部ではクレスト3門の合流による相互干渉により放流水脈の乱れと中央部の水面の盛り上がりが見られるが, 減勢状態も良好である。しかし, 副ダムバップルブロックの減勢効果はほとんど期待できず, 射流状態で流下している。(写真Na 76~Na 78, 図 49b, 図 50a, 図 52b 参照)

⑤ 実験ケース D-5

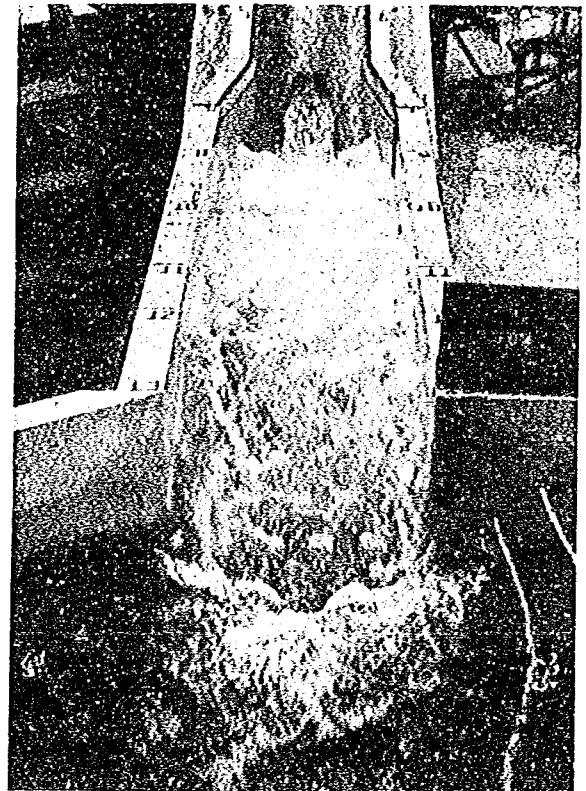
(設定水位=サーチャージ水位 E.L. 303.0m, 放流条件=全門全



写真Na 76 洪水吐き最終案流入部の流況 $Q = 1,700 \text{ m}^3/\text{s}$



写真No 77 洪水吐き最終案導流部の流況 $Q = 1,700 \text{ m}^3/\text{s}$



写真No 78 洪水吐き最終案減勢工の流況 $Q = 1,700 \text{ m}^3/\text{s}$

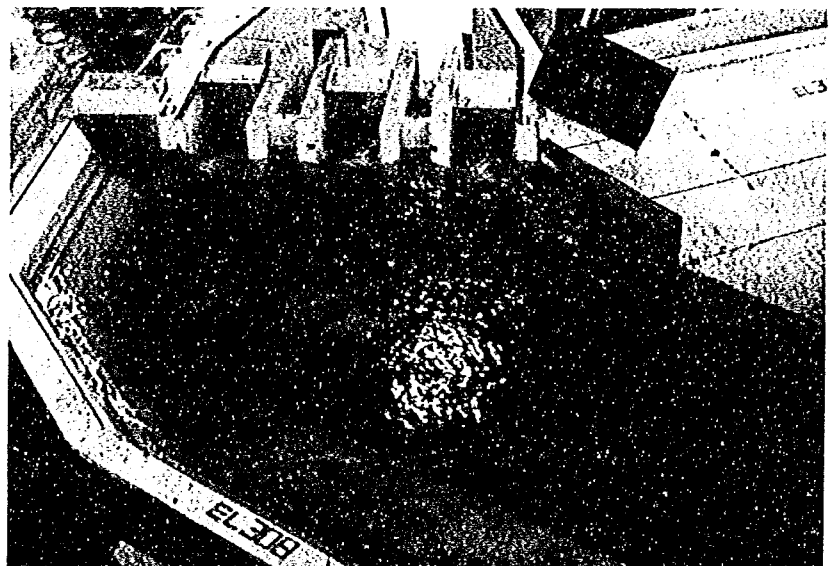
開放流，放流量 $\approx 2,300 \text{ m}^3/\text{s}$)

流入水路内の主流線は水路の右岸側に寄り，そこでの流速の最大値は 3 m/s 程度である。嵩上げ土留壁付近にかなり大きな平面渦が形成され右岸クレスト流入部まで消滅せず残存している。合流部ではケースD-4に比較して，オリフィス流れが加わった分だけ合流による水脈の乱れが大きくなっている。しかし，この水脈の乱れもシュート部では消え，減勢池内の流況は安定しており，減勢状態は良好である。副ダムより下流の流れはケースD-4と同様である。（写真No 79～81，図49c，図50b，図52c 参照）

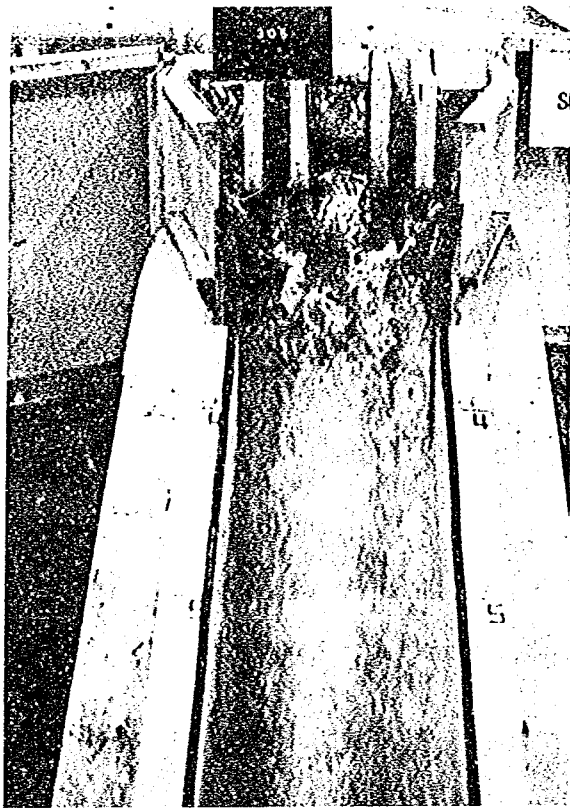
⑥ 実験ケースD-6

（設定水位 $\approx$ 設計洪水水位EL. 304.5 m，放流条件 $\approx$ 全門全開放流，放流量 $\approx 2,700 \text{ m}^3/\text{s}$ ）

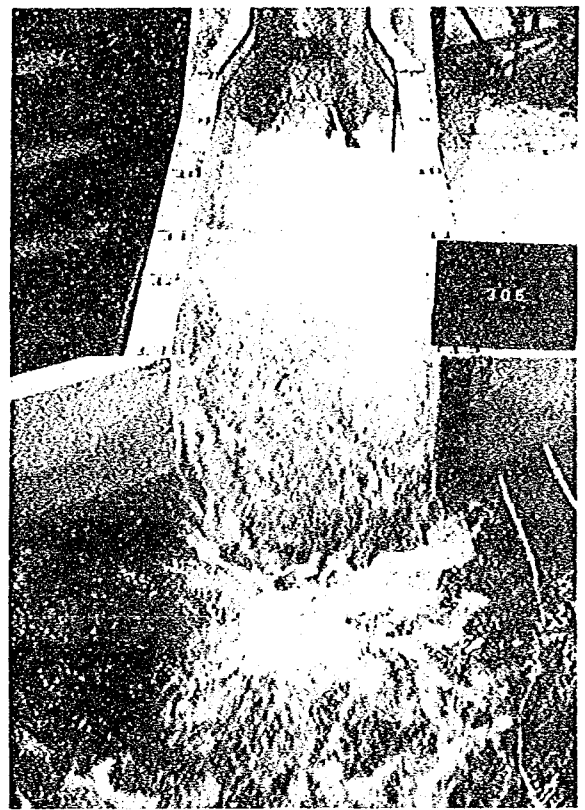
流入水路内の主流線はほぼ水路の中央付近で，最大流速は中央付近で 3.2 m/s 程度である。合流部ではケースD-5に比べ，合流による水脈の乱れはさらに大きな



写真No 79 洪水吐き最終案流入部の流況 $Q = 2,300 \text{ m}^3/\text{s}$

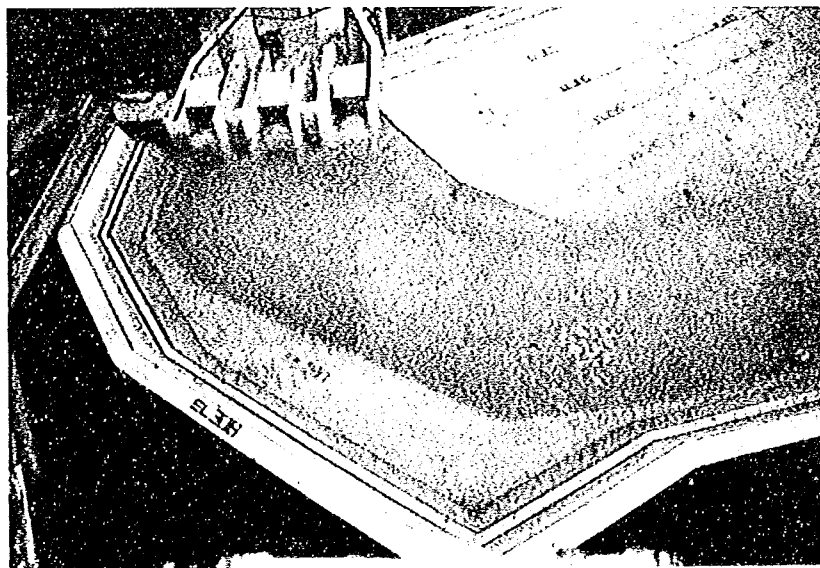


写真Na 80 洪水吐き最終案導流部の流況 $Q = 2,300 \text{ m}^3/\text{s}$

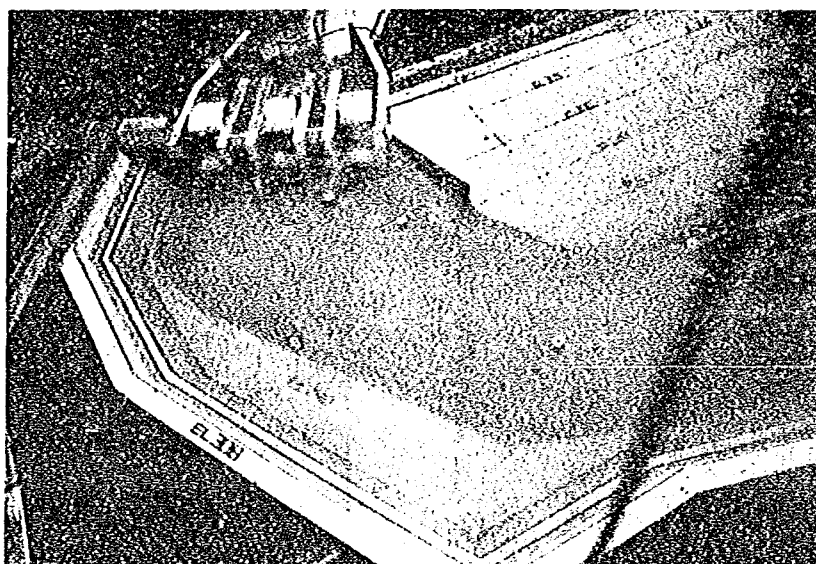


写真Na 81 洪水吐き最終案減勢工の流況 $Q = 2,300 \text{ m}^3/\text{s}$

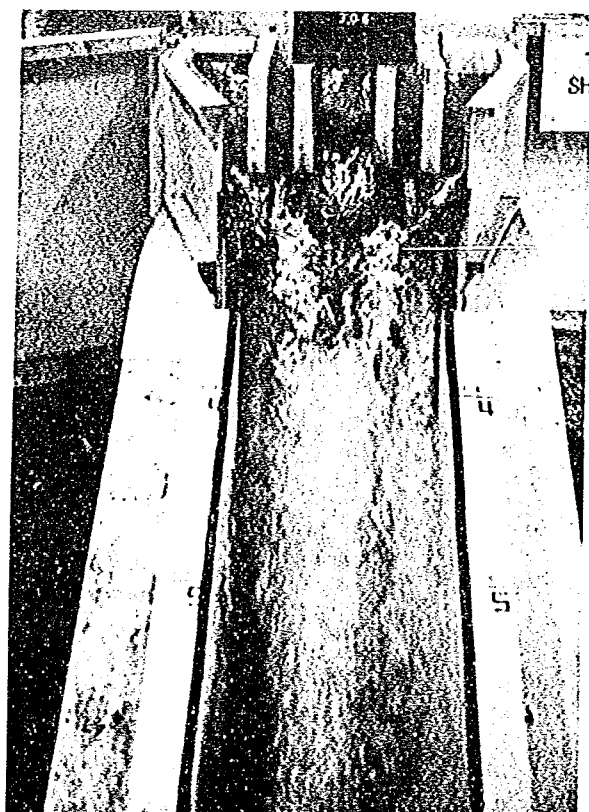
っている。減勢池内は高速潜流が副ダム前面まで達しており、水面変動は3～4 m程度となっている。副ダム上の流れは射流で流下し、主流は彎曲河道右岸を直撃している。（写真Na 82～Na 85, 図49d, 図50b, 図51, 図52c 参照）



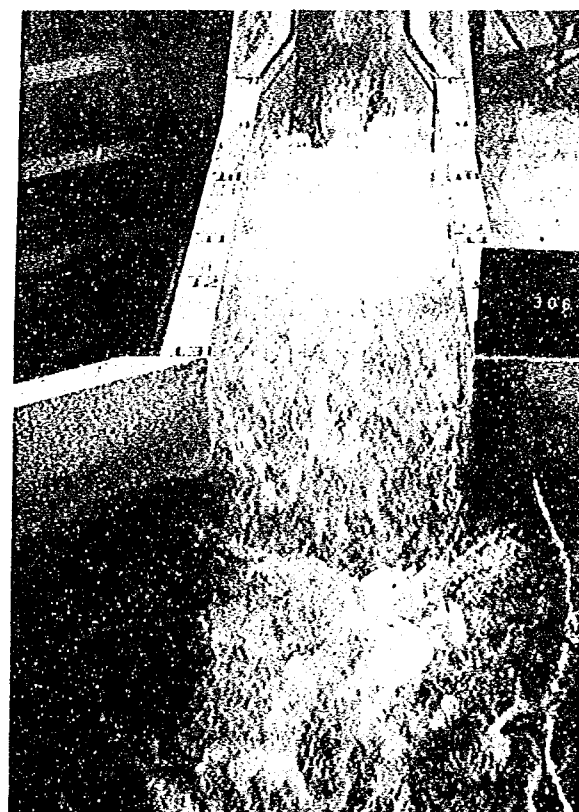
写真Na 82 洪水吐き原案流入部の流況 $Q = 2,700 \text{ m}^3/\text{s}$



写真No 83 洪水吐き最終案流入部の流況 $Q = 2,700 \text{ m}^3/\text{s}$



写真No 84 洪水吐き最終案導流部の流況 $Q = 2,700 \text{ m}^3/\text{s}$



写真No 85 洪水吐き最終案減勢工の流況 $Q = 2,700 \text{ m}^3/\text{s}$

3.4 ま と め

これまで検討を加えてきた洪水吐きの変更設計2次案での検討結果をまとめると次のとおりである。

1. オリフィスの放流能力は制限水位 E.L.293.5m で 1 門当たり約 170 m³/s, サーチャージ水位 E.L.303.0 m で約 300 m³/s である。
2. 洪水吐き全体の放流能力はサーチャージ水位で約 2,300 m³/s で, 設計洪水位 E.L.304.5m では約 2,760 m³/s である。したがって, ダム設計洪水流量 2,620 m³/s に対して約 5 % の余裕を持っている。
3. 流入部は地形掘削量との関係で流入水路形状が大きく彎曲しているため, ロック堤体に沿う流れが速く, 土留壁付近に巻き込みによる渦流が発達し, 右岸側クレスト呑口付近の水面乱れの原因となっている。この解決策としては土留壁の一部を天端高 E.L.305.0m まで嵩上げ構造とし, ロック堤体上の流れを抑制する。
4. 合流部は単位幅当り流量の大きいクレストからの放流水を短区間で絞って合流させるため, 水脈の衝突によって飛散状態となる。合流部の平面線形を変えずに合流による悪影響を軽減できる形状としては図 46 d に示す合流部形状を推奨する。
5. 減勢工の規模は, 対象流量 2,620 m³/s に対して減勢池幅 35m 水平水叩き長さ 90m, 副ダム高 10 m, 必要導流壁高 E.L.250m + 余裕高程度が妥当である。また副ダム形状は階段式バップルブロック型とした場合, 放流量が 600 m³/s 程度まではバップルブロックによる減勢効果は非常に良好である。しかし, このバップルブロックによる減勢効果を期待できるのは放流量が約 1,000 m³/s 程度までで, それ以上の放流量に対してはほとんど期待できない。したがって, 副ダム下流に 2 次減勢工を設ける必要がある。

第 4 節 洪水吐きの変更設計 2 次案の細部検討

前節までの検討結果を踏まえて, ここでは流入部削量をさらに軽減するため流入水路底面敷高の水理的許容限界高の検討, 導流部の最適形状の検討, 減勢工副ダム形状の比較検討, クレストゲート半開操作時の放流能力調査, およびオリフィスの抽出模型実験による細部検討を実施した。

4.1 全体模型による検討内容

洪水吐きの変更設計 2 次案の最適形状およびダム管理資料を得るために洪水吐き全体模型 (縮率 = 1 / 62.5) を使用して, 以下の内容について実験的検討を加えた。

1) 流入部

- ・掘削量の軽減を目的とした流入水路敷高変更による水理量の調査および原案との比較検討: この場合, 変更敷高はオリフィス敷高を考慮して過去の実験から許容される $W/H > \frac{1}{5}$ {ここに W はオリフィス敷高と水路敷高との標高差 (m), H は制限水位と水路敷高との標高差 (m)} なる関係から E.L.283.0 m を選定した。
- ・越流部水面形とゲートピンおよびゲート巻き上げ高との関係

2) 放流機能

- ・流入水路底面敷高変更によるオリフィスおよび洪水吐き全門全開時の放流能力調査。
- ・クレストラジアルゲートの開度別の貯水位と放流量との関係調査: この場合, ゲートは 3 門等高操

作とし、ゲート開度は1m開度から1mピッチで7m開度までと全開、貯水位はEL.293.5mからEL.305.0m 程度の範囲で数点とした。

3) 導 流 部

- 導流部漸縮始端よりシュート部に至る区間での流況改善。
- シュート部末端の非常用放流工出口部のデフレクター形状の検討。

4) 減 勢 工

- 副ダムの規模・形状の検討。
- 副ダム減勢工の規模・形状の検討。

5) 下 流 河 道

- 決定された減勢工に対する下流河道への影響調査。

4.2 実験結果

4.2.1 流入部の検討

流入水路底面敷高をEL.283.0mとし、流入水路内の流速分布および越流部の水面形の調査結果は図53, 54, 表37 にまとめた。これらの図には前節で調査した水路底面敷高EL.280.0mの結果も比較する意味で記載している。調査結果ならびに比較検討結果から次の点が明らかとなった。

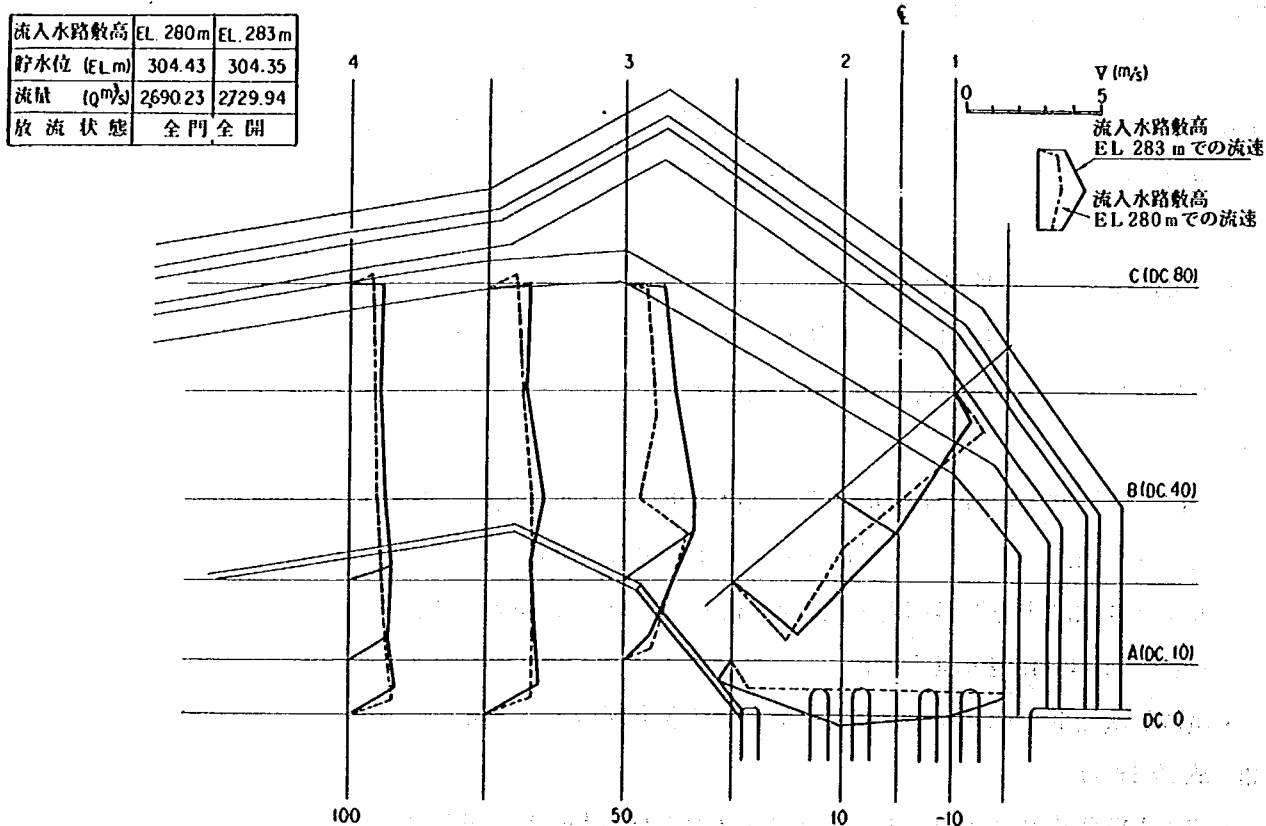


図53 流入水路敷標高の違いによる流速分布

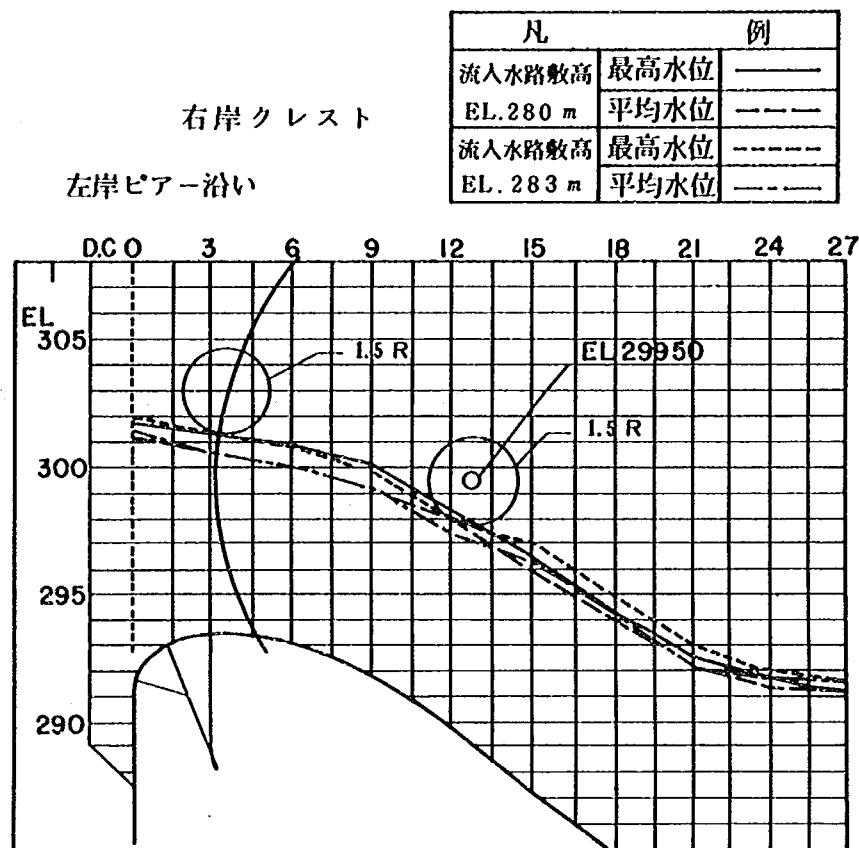


図-54 流入水路敷高の違いによる越流頂水水面形状図

1) 流入水路底面敷高を上げたことによる流入水路内の流速値は図53に示すとおり原案に比べ1割程度増加されているが、最大流速は表面で3 m強、底面で2.8 mであることから、充分許容できるものと考ええる。また、横断面の分布特性も特に変わっていないことが確かめられた。

2) 前節の実験では越流頂水面形の中で、ラジアルゲートピンに最も接近する測線は右岸側クレストの左岸ピア沿いの水面形で、2,620 m³/s 放流時の最高水位で約1.3 mであったが、今回の結果(図54)ではゲートピンに対して同様条件で約1.7 mである。このことは流入水路敷高を上げたことにより、図53からも明らかなように越流部唇口付近の流速が増加し水面勾配が下がったためと考える。したがって、ラジアルゲートピンの位置は原案位置で問題がないものと判断する。またゲートの巻き上げ位置は図54の最高水面から1.5 m以上の余裕を取った位置がゲート下端となる高さである。

4.2.2 放流能力調査

1) 流入部での流速増から当然洪水吐きの放流能力についても影響を受けるものと考えられる。そこで、敷高変更後のオリフィス2門放流および全門全開放流時の放流能力の調査結果を表38に示す。また図55は敷高変更によるオリフィスの流量係数をまとめたものである。これらの比較検討から敷高を変えたことにより、オリフィスの全開放流における貯水位が常時満水位以下で放流量が1%程度増加している。しかし、それ以外の放流条件では敷高変更の影響をほとんど受けていないことが確かめられた。以上の検討結果が

ら流入水路底面敷高は、原案の
EL. 280.0m から EL. 283.0m
に変更可能と判断できる。した
がって以後の検討は流入水路底
面敷高を EL. 283.0m として行
った。

2) クレストゲート 3 門等高
操作時の貯水位—放流量—ゲー
ト開度の調査結果は図 56 およ
び表 39 に示すとおりである。

ただし、クレスト形状は設計水
頭 $H_d = 11\text{m}$ としたハロルドの

標準越流頂形状でゲートは半径 = 10.5m のラジアルゲートである。(図 38 参照) 表 39 に示す流量係
数は次式により求めた。

ゲート全開時 $C_0 = Q/BH^{3/2}$ (13)

ゲート半開時 $C_p = Q/B \{ H_1^{3/2} - (H_2 - G)^{3/2} \}$ (14)

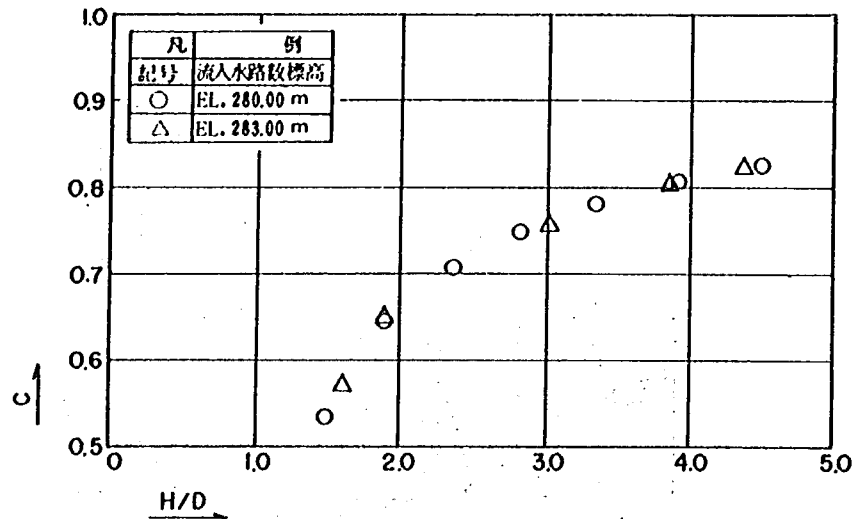


図 55 流入水路敷高の違いによるオリフィス
(ゲート全開)の流量係数

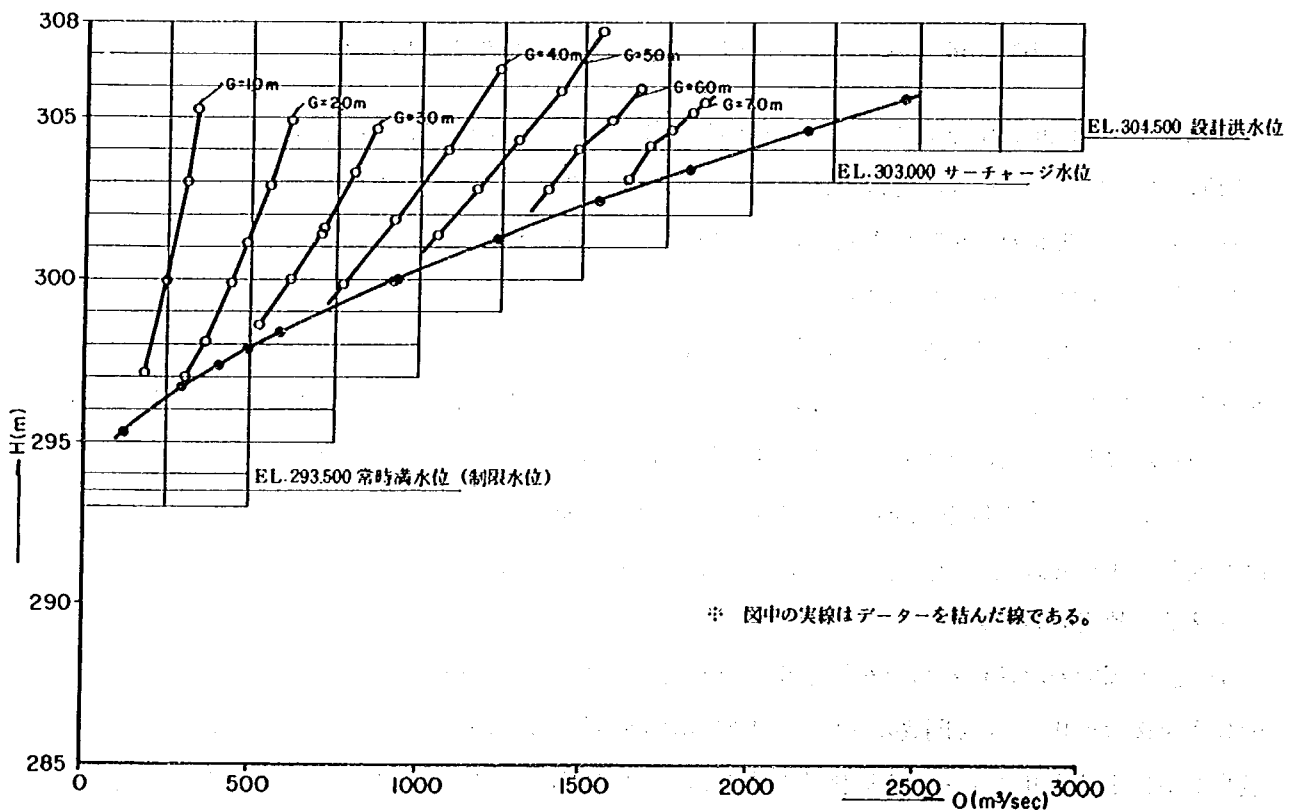


図 56 貯水位—流量—ゲート開度関係図 (ゲート 3 門合計)
(クレスト・ゲート全開・部分開放)

ここに、 Q は3門合計放流量 (m^3/s)、 H は貯水位 - 293.500 (m)、 H_1 は貯水位 - 293.419 (EL.m) (ただし、 $H_1 > 0.081$)、 H_2 は貯水位 (EL.m)、 B は3門合計の径間幅 (m) で $9.5 \times 3 = 28.5\text{m}$ 、 G は各ゲート開度時のゲート下端標高 (EL.293.419 + ゲート開度高) (EL.m)。

(13)および(14)式で求めた各開度ごとの流量係数を表39に示す。

この結果から明らかなように、ゲート全開時は貯水位に比例して C_0 も増加しているが、ゲート半開時では各ゲート開度ごとに見れば貯水位に無関係に C_p はほぼ一定値と見なすことができる。

そこで、全開時の H/H_d と C_0 との関係は表40に示すとおりである。この結果から、 H/H_d と新たな C_1 との関係を最小2乗法によって求めると、

$$Q = C_1 B H^{3/2} \dots\dots\dots (15)$$

ただし、 $C_1 = 1.8346 + 0.5022(H/H_d)^2 - 0.3003(H/H_d)^4$ となる。

この(15)式から求めた C_1 と実験値から求めた C_0 との関係は図57に、推定放流量を表39に示した。これらの結果から、放流量の実験値との最大誤差は1.4%以内に収まることから、実用上(15)式は採用できるものと判断できる。ただし、 H がごく小さい場合の実験資料は得られないが少なくとも5%程度(15)式で求めた流量の方が大きくなると思われる。

次に、ゲート半開時は、表39に示すように各ゲート開度ごとには C_p はほぼ一定値であるから、各ゲート開度ごとの C_p の平均値($\bar{C}_p$)とゲート開度(G)との関係を表41に示す。この表から、1m開度を除き、それ以上のゲート開度ごとの $\bar{C}_p$ もほぼ一定値と見なせる。

ゲート開度1mでは C_p の値は次の理由で他の開度の平均値より大きくなる。すなわち、各ゲート開度での越流曲面とゲート下端との最短距離の関係はゲート先端が円軌跡を描くため、開度が小さければ小さいほど(14)式の G の開度長さと最短距離の差が大きくなる。したがって、(14)式の分母が小さくなり、結果として C_p の値は大きくなる。

そこで、中位開度での放流量が大きい場合の実物操作での過大放流をさける意味から、ここでは表41に示す1m開度の $\bar{C}_p$ の値を除いた平均値である $\bar{C}_p = 2.169$ と決定した。したがって、クレストラジアルゲートの半開操作時の流量式は、

$$Q = n \cdot \bar{C}_p \cdot B \{ H_1^{3/2} - (H_2 - G)^{3/2} \} \dots\dots\dots (16)$$

ここに、 n は門数、 $\bar{C}_p = 2.169$ 、 $B = 9.5\text{m}$ で、 $H/G > 1.6$ の範囲で適用できる。

表40 H/H_d と C_0 の関係

自由越流時	
H/H_d	C_0
0.293	1.849
0.351	1.892
0.396	1.921
0.442	1.927
0.586	1.994
0.704	2.011
0.815	2.020
0.904	2.029
1.013	2.047

表41 G と $\bar{C}_p$ の関係

ゲート半開操作時	
ゲート開度 G (m)	C_p の平均値 $\bar{C}_p$
1.0	2.391
2.0	2.217
3.0	2.161
4.0	2.174
5.0	2.128
6.0	2.161
7.0	2.170

この(16)式に今回の実験値を用いて、放流量を求め、表39に示す。この結果、ゲート開度2m以上に対しては実験値と(16)式で求めた推定値での誤差は3.3%以内に収まるが、ゲート1m開度では約13%の誤差となる。

しかし、ゲートが小開度では放流量の絶対値も小さいことから、(16)式は実用上支障がないものと判断できる。ただし、小開度放流で放流量の精度を高めるには、各ゲート開度ごとの C_p の平均値を使用されることを推奨する。

また、ゲート開度7m以上は全開状態と同じ取扱いとなる。

4.2.3 導流部（合流部+シュート部）

前節で検討された合流部の最終案形状は変更1次案

に比べ大巾に流況が改善されたが、クレスト放流水の合流による水はねと衝撃波が若干残っている。そこで、これらをさらに軽減できる中間導流壁形状について検討を加えた。また、シュート部末端の非常用放流工出口部のデフレクター形状に対しても検討を加えた。

1) 合流部中間導流壁の検討を実施した形状は図58に示す4形状で、放流条件はいずれも洪水吐き全門全開で2,620 m³/s 放流である。この結果、流況的に好ましい形状1, 3, 4について、合流部での縦断水面形および各測点での水面変動量を測定した結果を表42および図59に示す。この図に示す水面変動量は各測点での最高水位と平均水位の差を2倍して求めた値である。これらの測定結果から次のことがいえる。

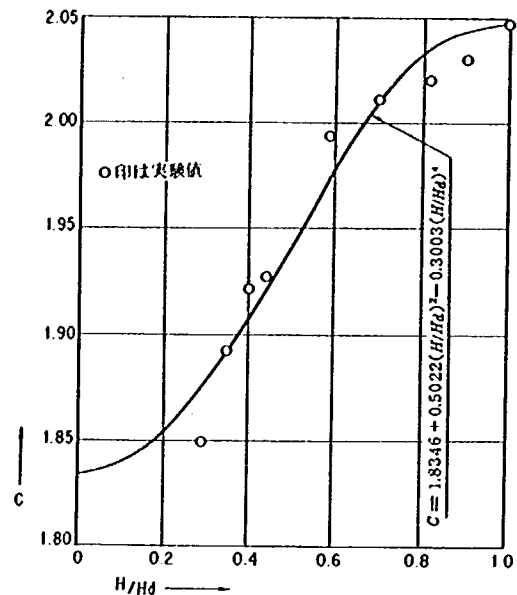


図57 C と H/H_d との関係（自由越流時）

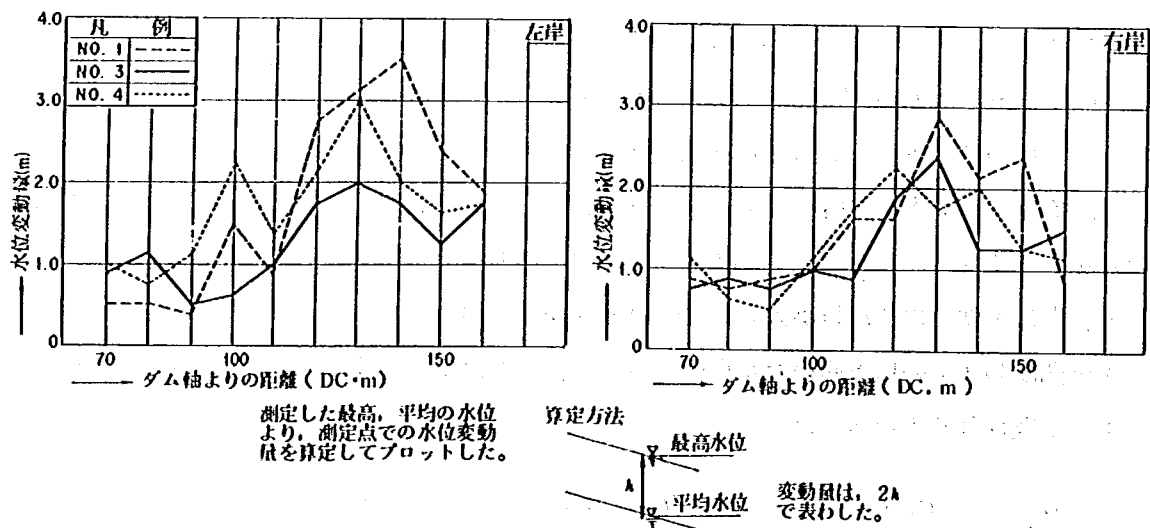


図59 合流部水面変動量比較図

以上の考察から、合流部の中間導流壁形状は総合的には中位の評価となるが、施工性等を考え形状4を採用案とする。(写真No 86 参照)

2) 非常用放流工出口部のデフレクター形状は次の設計条件により検討を加えた。

i) 洪水吐きからの放流量が $250 \text{ m}^3/\text{s}$ 以上の流量に対してデフレクターにより飛ばされた流水がトンネル放流口底面を直撃せずに減勢池内に落下すること。

ii) i)の放流時にデフレクターにより飛散する水脈が水幕状となり、トンネル出口の閉塞を防止できる形状とする。

検討は図 60 に示すデフレクター形状 6 種について実施した。形状 1～5 までは洪水吐きからの流水をデフレクターにより切ることを主体としたが、デフレクターの高さを 7 m としても、放流量が大きくなれば流水を切ることはできなかった。したがって、デフレクター位置での流速が 20 m/s を越えるような高速流を分割するには大々的な構造物となり設計が困難である。そこで、非常用放流工放流時の高速流に連行される空気量を補給するには給気管の設置が必要と考えられる。また、i)の条件はいずれの形状でも満足されることから、施工が簡単な形状 6 が優れていると考える。

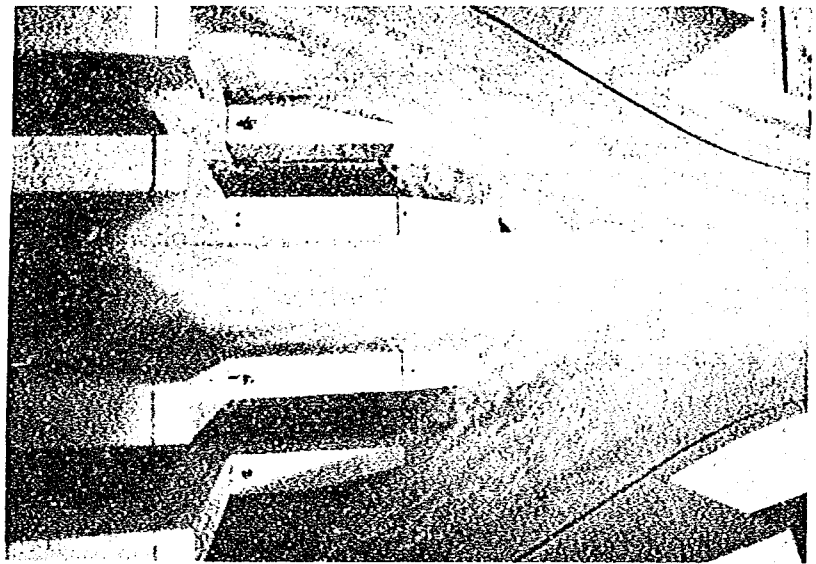
しかし、ii)の条件を放棄した場合にはかならずしも形状 6 が最適とは思われないため、形状 6 の高さ (3.0 m) を 2.5 m および 2.0 m とした相似形での検討結果を述べる。

放流量が $250 \text{ m}^3/\text{s}$ の場合、いずれの高さでもデフレクターによって飛散した水脈がトンネル出口底面に直接落下しない。高さが 3.0 m および 2.5 m での落下位置は水平水叩き始端より上流側 16.3 m 付近で、高さ 2.0 m では同じく 17.5 m 付近で若干手前に落下している。また、落下地点の水脈の拡がり幅も高さに比例して小さくなり、高さ 3.0 m では拡散幅約 13.8 m に対し、高さ 2.0 m では拡散幅約 12.5 m となる。

さらに、この落下水脈による減勢池内の波面変動の伝播距離も高さに比例し、3.0 m では始端から約 60 m 下流、2.0 m では同じく約 50 m 下流まで変動波が伝わっている。

放流量が $2,620 \text{ m}^3/\text{s}$ の場合、高さ 3.0 m のデフレクターからの飛散水脈は跳水により生じたローリング渦に直接突入し、減勢効果を妨げている。これに対し、高さ 2.0 m では飛散水脈がローリング渦におよぼす影響が小さく、減勢効果を損なわない安定した流況といえる。

以上の検討結果から、シュート部、トンネル出口上部のデフレクター形状は高さ 2.0 m、幅 7.5 m、水平長さ 4.8 m の三角錐形状を採用する。



写真No 86 中間導流壁形状 4 $Q = 2,600 \text{ m}^3/\text{s}$

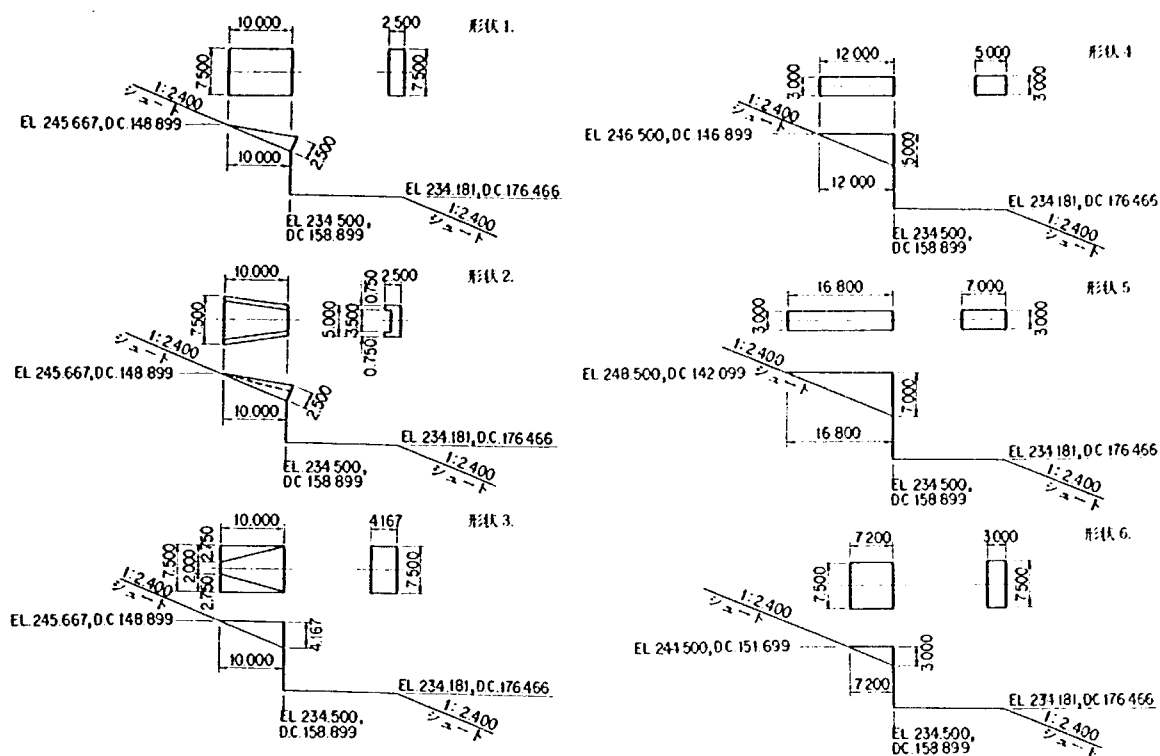
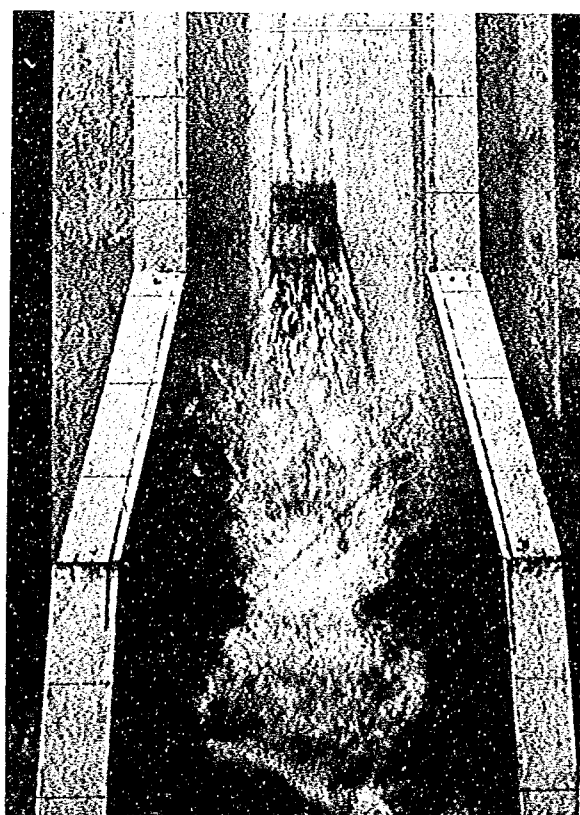


図 60 シュート部デフレクター検討図



写真No 87 デフレクター高さ 2.0 m $Q=250 \text{ m}^3/\text{s}$



写真No 88 デフレクター高さ 2.0 m $Q=2,600 \text{ m}^3/\text{s}$

4.2.4 減 勢 工

前節での検討結果から、減勢工の規模は対象流量 $2,620 \text{ m}^3/\text{s}$ に対して減勢工幅 35.0 m 、水平水叩き長さ 90 m 、水平水叩き標高 $\text{EL. } 225.0 \text{ m}$ 、副ダム高 10 m 、導流壁高 $\text{EL. } 250.0 \text{ m} + \text{余裕高程度}$ が必要となることが判った。この規模の実験結果から、副ダム上のエネルギー水頭は放流量が $1,750 \text{ m}^3/\text{s}$ では 19 m 水柱、放流量が $2,620 \text{ m}^3/\text{s}$ では 23 m 水柱程度のエネルギーを持つことが認められた。したがって、下流河道に対しては、この高エネルギーを減勢できる副ダム減勢工が必要と考えられる。そこで、図 61 に示す 3 種の副ダム形状による減勢効果と下流河道への影響を調査した。調査の対象流量は計画最大放流量 $= 250 \text{ m}^3/\text{s}$ 、計画高水流量 $= 1,750 \text{ m}^3/\text{s}$ 、ダム設計洪水流量 $= 2,620 \text{ m}^3/\text{s}$ の 3 ケースとし、調査項目は減勢工および下流河道での流況、水面形、流速分布、圧力分布等である。なお、この場合の流入部および導流部の各部の形状は、前述の検討結果に示したそれぞれの形状を採用した。これらの結果について、各形状および対象流量ごとにまとめると次のとおりである。

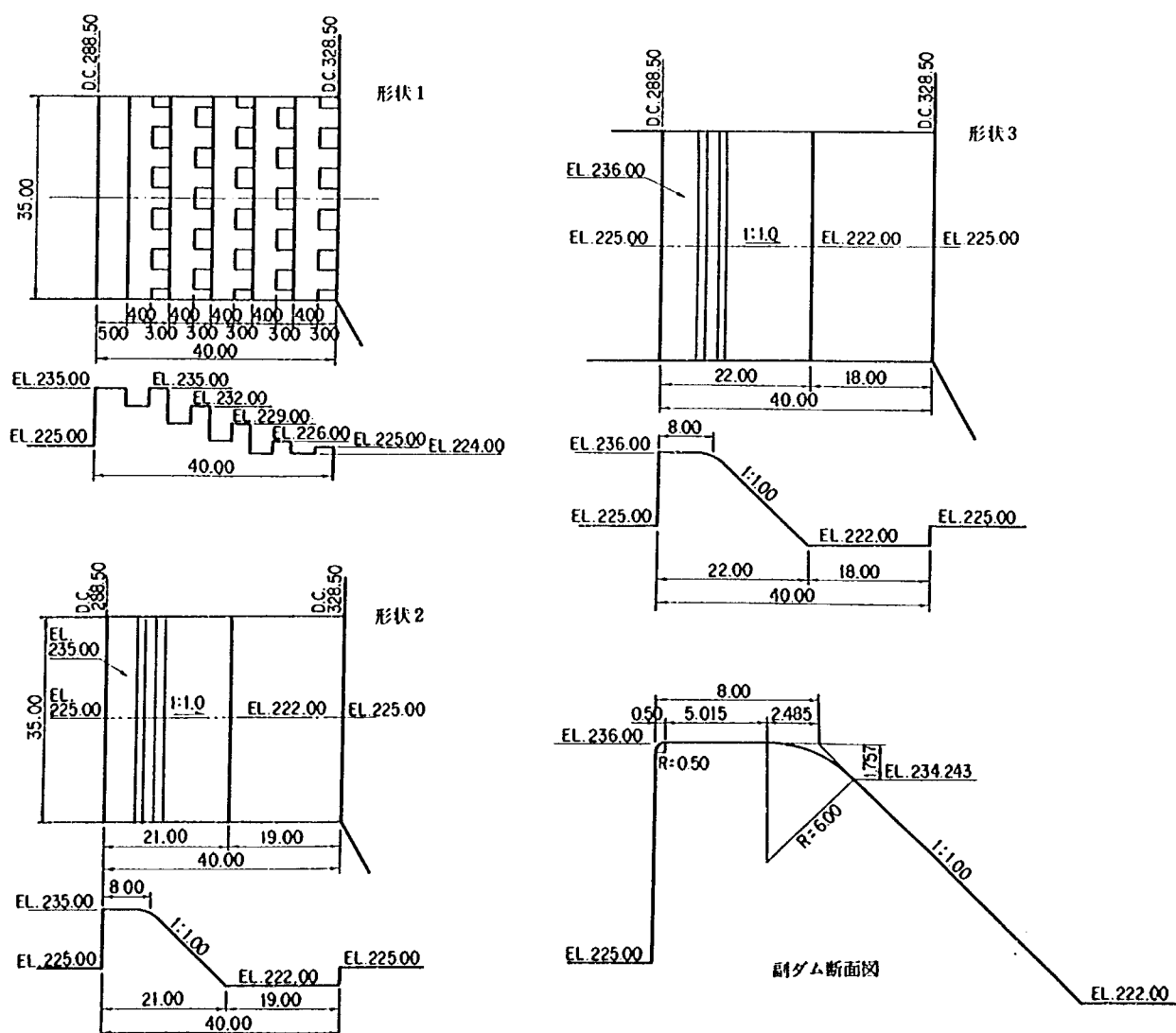


図 61 副ダム検討形状図

1) 階段型バッフルブロック式

副ダム高 10.0m

測定項目 流況観測, 減勢池内の縦断水面形, 副ダム下流の縦断水面形, 下流河道横断の流速分布

イ) 減勢池内の流況

① 対象流量に対しては, いずれの流量でも水平水叩き内に跳水は発生し, 放流量が $250 \text{ m}^3/\text{s}$ および $1,750 \text{ m}^3/\text{s}$ では図62の水面形状から明らかなように副ダム上流側に水平水面区間があり完全減勢状態である。

② $2,620 \text{ m}^3/\text{s}$ 放流時では, クレストからの合流による衝撃波の影響により, 減勢池内への流入水の変動が見られ, 減勢池内でも左右の流れが周期的に強弱を持った不安定な流れとなっている。この変動水面の変化量を測定し, 図化したのが図63である。その変動量の最大値は右岸で 5.3 m , 左岸で 4.8 m 程度であり, 計画導流壁高 $\text{EL. } 250.0 \text{ m}$ を時々越波している。

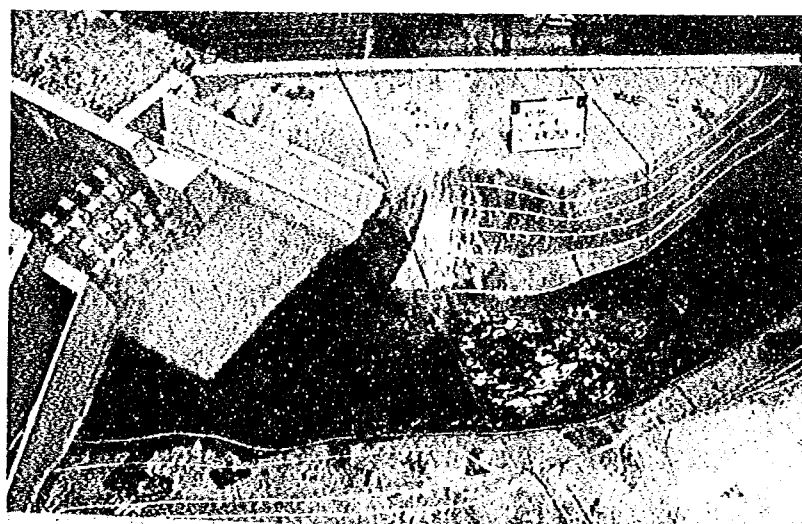
③ 非常用放流工出口上部に設置したデフレクターによる水脈の飛散状況はいずれの流量でも良好である。

ロ) 減勢池下流の流況

① 放流量が $250 \text{ m}^3/\text{s}$ の場合

(図62, 表43a 参照)

副ダム天端上の越流水深は, 約 2.5 m で副ダム下流面に千鳥に配列したバッフルブロックの減勢効果は十分で, 副ダム終端での流速は 1.5 m/s 程度になり, 河道内の流況も非常におだやかで安定している。(写真Na 89 参照)

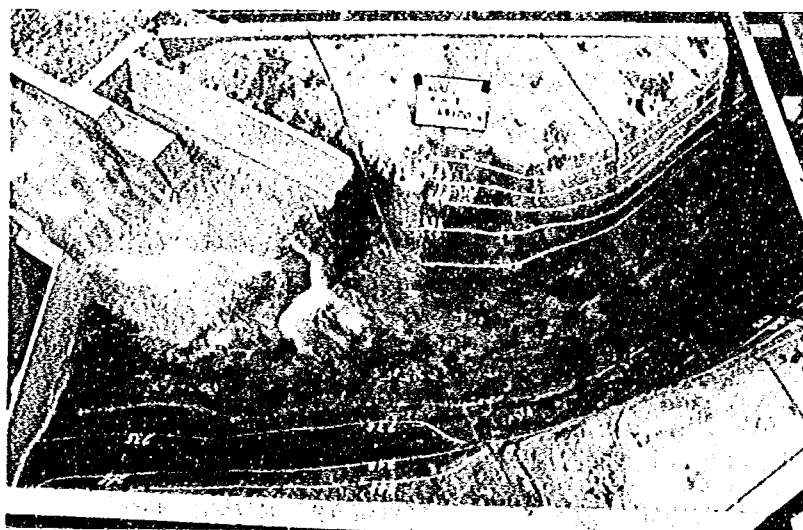


写真Na 89 副ダムバッフルブロック式 $Q=250 \text{ m}^3/\text{s}$

② 放流量が $1,750 \text{ m}^3/\text{s}$ の場合

(図62, 表43a参照)

副ダム天端上の越流水深は約 9 m となり, バッフルブロックを包みこむように流下するため, ブロックによる減勢はほとんど期待できず, 射流状態で河道内に流れこみ波状跳水を繰り返している。(写真Na 90 参照)



写真Na 90 副ダムバッフルブロック式 $Q=1,750 \text{ m}^3/\text{s}$

(3) 放流量が $2,620 \text{ m}^3/\text{s}$ の場合 (図 62, 表 43a 参照)

副ダム天端上の越流水深は前述のごとく変動しているが平均的には約 12 m で、副ダム下流面上の流れは $1,750 \text{ m}^3/\text{s}$ の場合と同様に減勢されず、副ダム終端から下流約 50 m は露出射流となり、波状跳水を繰り返している。(写真 No 91 参照)

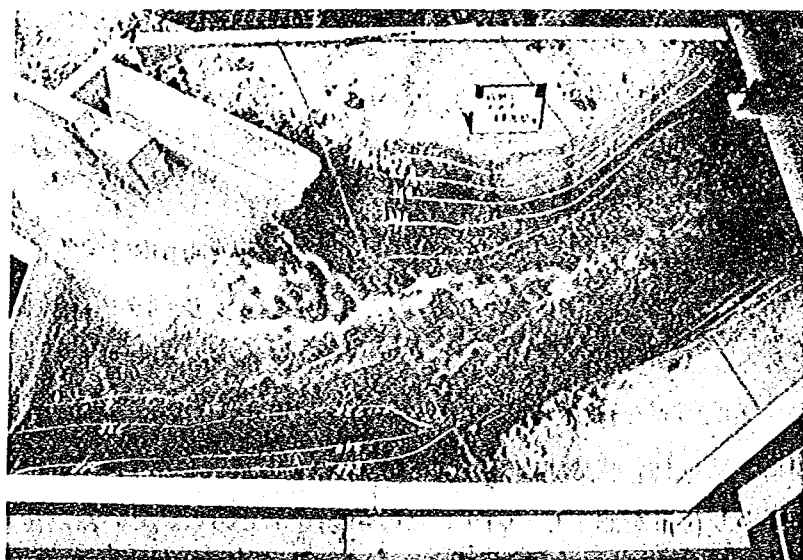


写真 No 91 副ダムバツフルブロック式 $Q=2,620 \text{ m}^3/\text{s}$

2) 台形掘り込み型

副ダム高 11 m

測定項目 流況観測, 減勢池内の縦断水面形, 流速および圧力分布, 下流河道横断の流速分布

台形掘り込み型で副ダム高 10 m の図 63 に示した副ダム減勢工形状 2 については, $2,620 \text{ m}^3/\text{s}$ 放流時に水平水叩き始端より約 20 m 区間が露出射流となり, 副ダム上の流れも飛散状態に近く, 減勢機能としては不十分である。これは副ダム高は階段と同じであるが, 台形型では上流面に 0.5 m の隅取り円弧を付けたことと副ダム下流面勾配の差によって堰上げ効果が低下したためである。したがって, 台形型掘り込み式については副ダム高を 11 m として詳細な検討を行った。

4) 減勢池内の流況

① 検討流量範囲では水平水叩き内は露出射流とならず跳水が発生し, 放流量 $250 \text{ m}^3/\text{s}$ および $1,750 \text{ m}^3/\text{s}$ では完全減勢状態で $2,620 \text{ m}^3/\text{s}$ に対してもほぼ減勢されている。このことは, 図 62, 表 43 b に示す減勢池内の水面形および流速分布 (図 64) と副ダム前面の圧力分布図 (図 65) から容易に判断できる。すなわち, 減勢池始端付近では流入流速が 20 m/s を大きく上廻っているが, 跳水後の副ダム前面約 10 m 付近では約 5 m/s 程度となり, 副ダム前面での圧力分布もほぼ静水圧分布に近い値を示している。

② $2,620 \text{ m}^3/\text{s}$ 放流時は階段型でも述べたように合流時の影響により, 減勢池内の水面変動は大きい。この水面変動を容量式波高計によって連続測定した結果は図 66 a ~ 66 c に示すとおりである。ただし図の横軸は 1 目盛が 1 秒であるが模型での測定であり, 実物時間は 7.9 倍となる。この結果, 最高水位は D.C. 260 m 測線の左岸側と D.C. 280 m 測線の右岸側で E.L. 251.7 m となり水位変動量は約 8 m 近くあることが判る。また, このような減勢池内の水面変動は導流壁天端から減勢池内に張り出した波返し構造を設置することによって, 越波を防止できないことが実験で確かめられた。したがって, 導流壁を越波させないための高さは E.L. 252.0 m が必要と判断できる。

ロ) 副ダム下流の流況

① $250 \text{ m}^3/\text{s}$ 放流の場合 (写真 No 92, 表 43 b 参照)

副ダムを越流する流水は安定しているが, 副ダムを流下した射流は掘り込み池内へ突込み水はねと水

面変動を起こすが、下流河道へは水面変動が伝播されていない。

② 1,750 m³/s の場合 (表 43b 参照)

副ダム減勢池内は跳水の不安定性のため 2～4 m 程度の水面変動があるが、減勢工末端から 50m～70m 下流の河道測線 Na 3 および Na 4 での流速値は階段型形状に比べ約半分の 2～4 m/s 程度に軽減されている。(図 67a と図 67c を参照)ただ、この流量で形状 1 と形状 3 での下流河道の流況の大きな違いは、写真 Na 90 と写真 Na 93 で明らかのように前者は主流が射流状態で河道のほぼ中心付近を流下するもので河道右岸に対する影響が少ないが、後者では副ダムから流下し減勢池内で拡散した流れの一部が右岸死水域にも向うため、死水域内は全体的な水位上昇と水面変動が生じ、右岸へのはい上り水位は E.L.236m 程度が観察される。

③ 2,620 m³/s 放流の場合 (表 43b 参照)

流況的には 1,750 m³/s の場合と同様に跳水内の水面変動が 4～7 m 程度となり、下流河道における右岸へのはい上がりは E.L.245m 程度まで観察された。(写真 Na 94 参照) また 1,750 m³/s の場合と同様に測線 Na 3,

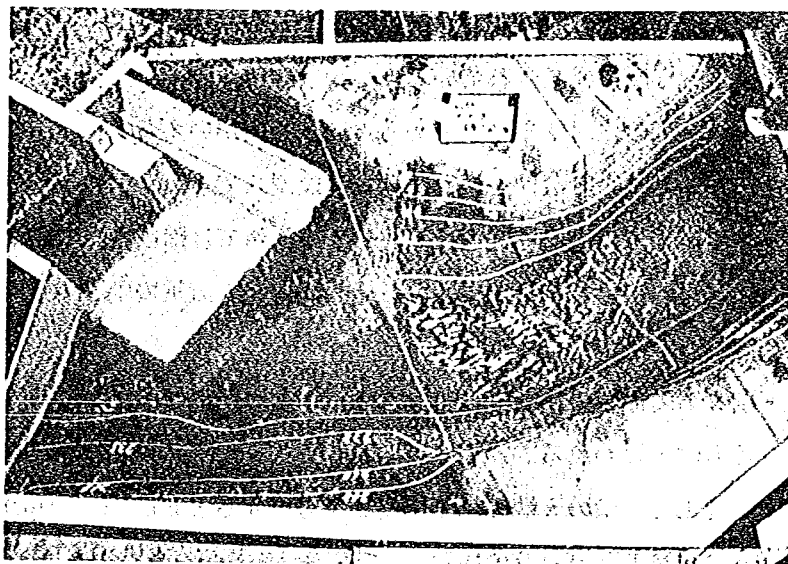


写真 Na 92 副ダム掘り込み式 $Q = 250 \text{ m}^3/\text{s}$

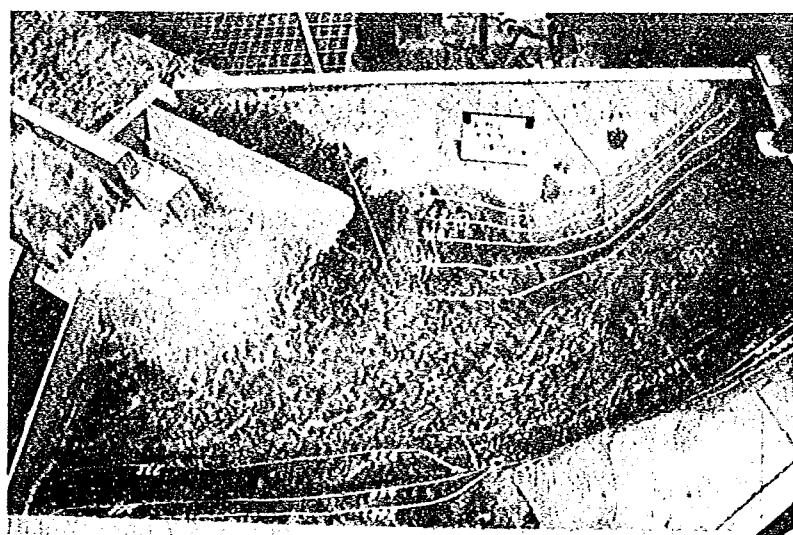


写真 Na 93 副ダム掘り込み式 $Q = 1,750 \text{ m}^3/\text{s}$

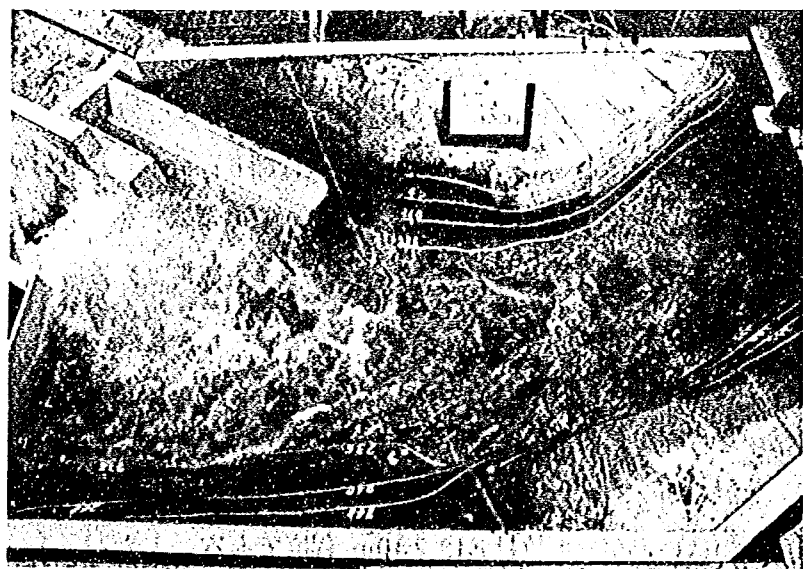


写真 Na 94 副ダム掘り込み式 $Q = 2,620 \text{ m}^3/\text{s}$

Na 4 付近の流速値は 5 m/s 以内（図 67d）に収まっており，図 67b の階段型形状の場合に比べやはり流速が半分程度に軽減されている。

以上，減勢工の検討結果をまとめると次のことがいえる。

- 副ダム高は設計条件を満たすには階段型式で 10m，台形型式では 11m が必要である。
- 副ダム下流の減勢機能を比較すると小流量では階段型式が優れており，大流量では台形掘り込み型式が優れている結果が得られた。しかし，大流量の副ダム上流の減勢池内における水面変動は台形式の方が多少大きくなる。
- 副ダム両形状の比較ではコンクリート量と築造後の維持管理を考えると台形型式の方が有利性があるものと思われる。
- 減勢工導流壁の天端高は水面変動を考慮すると EL.252.0mが必要と考える。

4.2.5 減勢工下流河道の検討

前項での検討結果から，副ダム形状は図 61 に示した台形型掘り込み式の形状 3 を採用できる。この形状を採用すれば図 67c ～ 67d に示すように，下流河道での流速は，表 44 の比較表で明らかなように自然河道状態の同一測点における実験流速値を大幅に下廻ることができる。

しかし，前述のごとく，この形状の大流量では副ダム下流で流れの拡散により水位が上昇し，右岸死水域で水面変動が生じ，その波動が河道彎曲部より手前の右岸道路およびフィル堤体押え盛土壁に打ち寄せる。

表 44 減勢工下流河道の流速比較表（但し，河道中心付近）

放 流 量	$Q = 250 \text{ m}^3/\text{sec}$		$Q = 1,750 \text{ m}^3/\text{sec}$		$Q = 2,600 \text{ m}^3/\text{sec}$	
測 定 河 道 断 面	Na I	Na II	Na I	Na II	Na I	Na II
自然河道流下時	7.17 m/s	5.80 m/s	7.75 m/s	9.09 m/s	8.47 m/s	9.13 m/s
副ダム形状 3 流下時	3.49 m/s	5.15 m/s	3.74 m/s	7.28 m/s	6.04 m/s	6.61 m/s

4.2.6 副ダム減勢工に関する補足実験

前項での実験結果から，副ダム減勢工形状は図 61 に示した台形型掘り込み式の形状 3 が採択された。しかし，前述のごとく，河道内で心配な点も残されている。そこで図 68 に示すように，ダム現地でのフィル堤体押え盛土工の施工形状を模型に採り入れ（写真 Na 95 参照），盛土保護工の範囲および副ダム減勢工形状の検討を行った。

実験ケースおよび検討内容は表 45 の一覧表に示すとおりである。これらの実験結果での問題点および検討結果をつぎに述べることとする。

1) 放流量が $250 \text{ m}^3/\text{s}$ の場合は，いずれのケースでも副ダム減勢工下流の流況は安定しており，盛土工斜面へのはい上がり水位は EL. 230m 程度である。したがって，以後は各ケースにおける $1,750 \text{ m}^3/\text{s}$ および $2,620 \text{ m}^3/\text{s}$ 放流での検討結果を述べる。

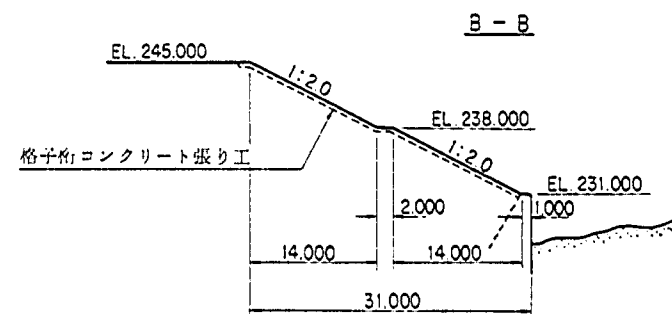
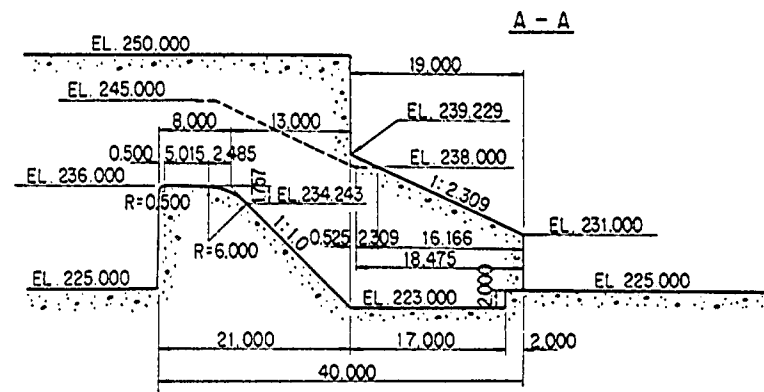
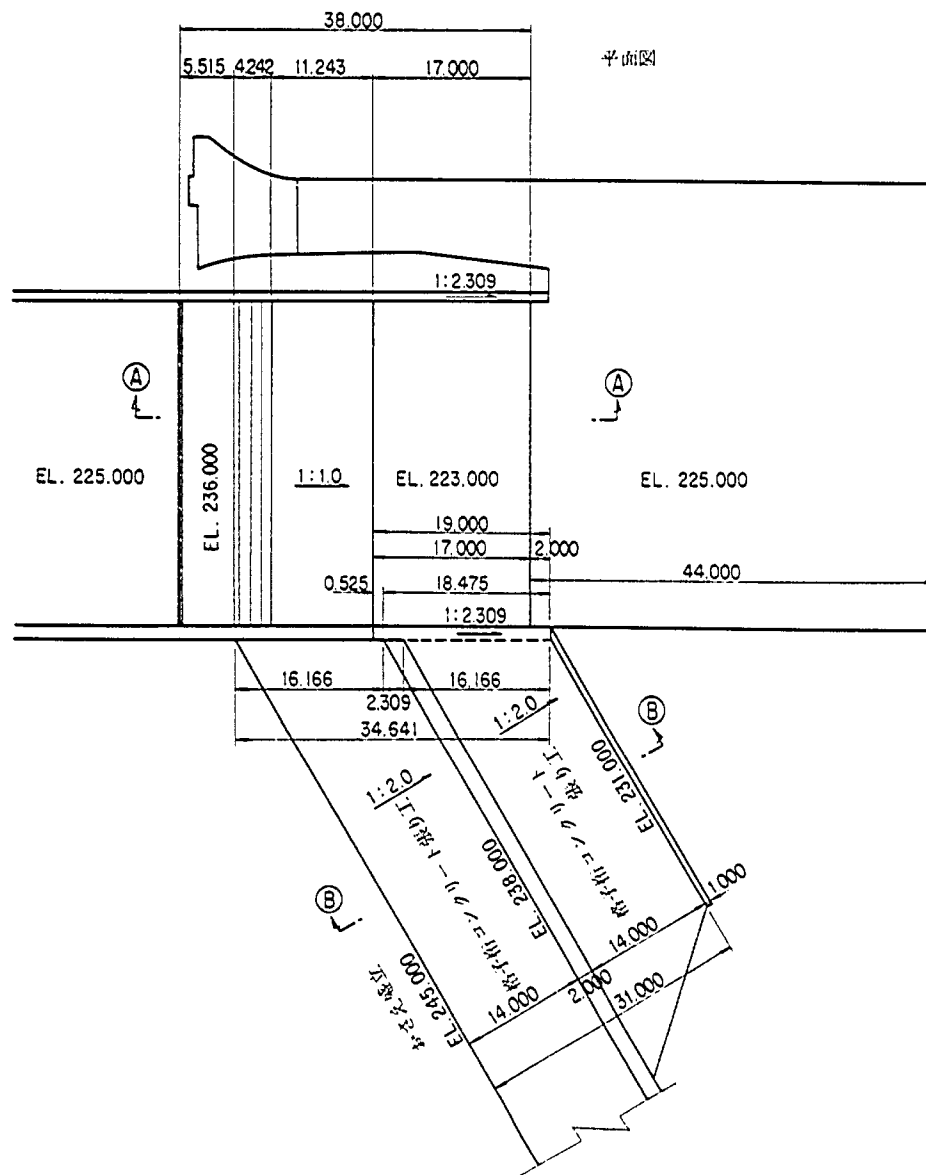


図 68 フィル堤体押え盛土形状図

2) 実験ケース 1.

ケース 1 は、前項までの検討結果である掘り込み敷高 E.L.222.0m, 掘り込み底面水平長 18.0m に対して、盛土工斜面形状を右岸導流壁にすりつけ、副ダム下流の左岸導流壁も右岸と対称形状とした。

1,750 m³/s 放流では副ダム下流で流れを規制していた導流壁がカットされたため、減勢された流れは放射状に拡散し、右岸逆流域で水面変動が生じ、その変動波が盛土工斜面 E.L.234m ~ E.L.238m 付近までを洗っている。また、副ダム下流終端の流速 11m/s に対し、副ダム減勢池末端から下流 20m 付近の流速は、3.7 m/s に減勢されている。

2,620 m³/s では、1,750 m³/s 放流時と同様な流況を呈し、盛土工斜面へのはい上がりは E.L.236m ~ E.L.240m 範囲である。流速は 1,750 m³/s と同位置で 11m/s から 5.6 m/s に減勢されている。

さらに、左岸導流壁の有無について検討を加えた結果、左岸導流壁を掘り込み終端より短かくすると、左岸側の逆流を促進し、副ダム減勢工内にその逆流が流れ、跳水現象を乱す原因となる。

3) 実験ケース 2.

ケース 2 はケース 1 より掘り込み敷高を 1m 嵩上げ E.L.223.0m とし、水平長を 1m 伸ばした形状である。

1,750 m³/s 放流では副ダム減勢池内で跳水が発生しているが、不安定で直進性が強い流れとなり、右岸側の逆流はケース 1 に比べ激しくなっている。ケース 1 と同位置での流速は 12.6m/s から 8.3m/s である。

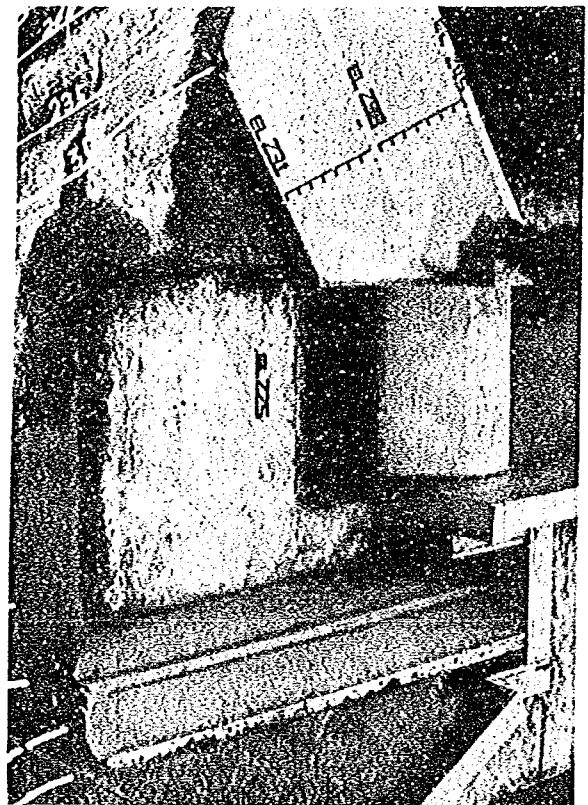
2,620 m³/s では 1,750 m³/s よりさらに直進性が増している。流速は 13m/s から 9.5 m である。

また、盛土工斜面へのはい上がり高はケース 1 と同程度であるが、斜面を洗う廻転流れが速くなっている。

4) 実験ケース 3.

ケース 3 は、ケース 2 では掘り込みの深さを浅くし、水平長を長くしたため、副ダムからの突入射流が掘り込み池末端の壁に 1 部分しかあたらず飛散状態であることから、ケース 2 の水平長を 2m 短かくした形状である。

1,750 m³/s 放流では、ケース 2 で見られた飛散状態が消え、副ダム減勢工下流でケース 1 と同様に拡散し流速は 13.2m/s から 6.2m に減少している。



写真Na 95 フィル堤体盛土工

表 45 副ダム減勢工実験ケース一覧表

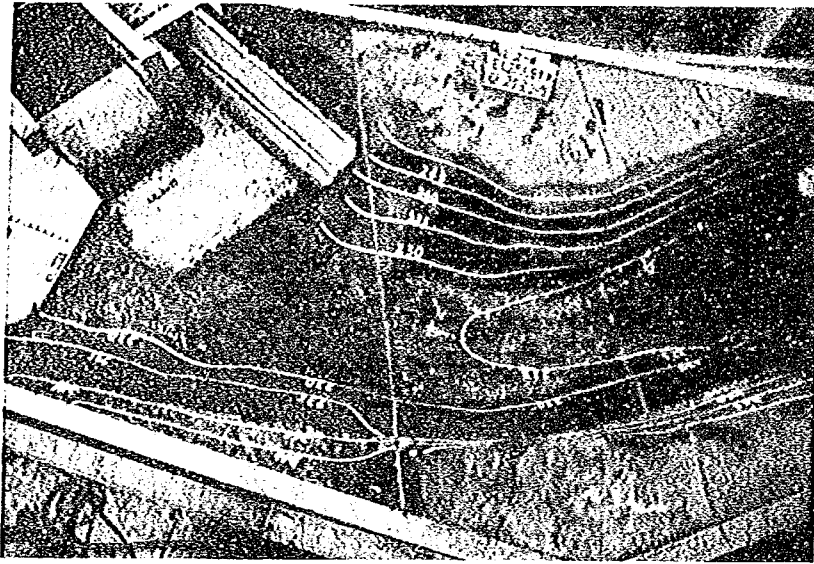
CASE No	形 状	設 定 条 件		実 測 条 件		下 流 水 位 EL. (m)
		貯水池水位 E.L. (m)	放 流 量 Q (m ³ /s)	貯水池水位 EL. (m)	放 流 量 Q (m ³ /s)	
1		293.50	250.00	291.83	250.76	226.20
		303.00	1,750.00	301.33	1,759.22	231.40
		304.50	2,620.00	304.28	2,598.17	234.00
2		293.50	250.00	291.88	250.14	226.20
		303.00	1,750.00	301.22	1,737.60	231.40
		304.50	2,620.00	304.33	2,616.70	234.00
3		293.50	250.00	291.89	253.23	226.20
		303.00	1,750.00	301.28	1,755.10	231.40
		304.50	2,620.00	304.27	2,623.91	234.00
		304.50	2,620.00	304.27	2,623.91	234.00
4		293.50	250.00	291.81	248.08	226.20
		303.00	1,750.00	301.33	1,772.60	231.40
		304.50	2,620.00	304.33	2,619.79	234.00
5		—	—	—	—	—
		—	—	—	—	—
		304.50	2,620.00	304.24	2,612.58	234.00

2,620 m³/s では流況的には 1,750 m³/s と同様であるが、流速値は 12.1 m/s から 8.1 m/s となり、減勢効果がケース 1 に比べてうすれている。

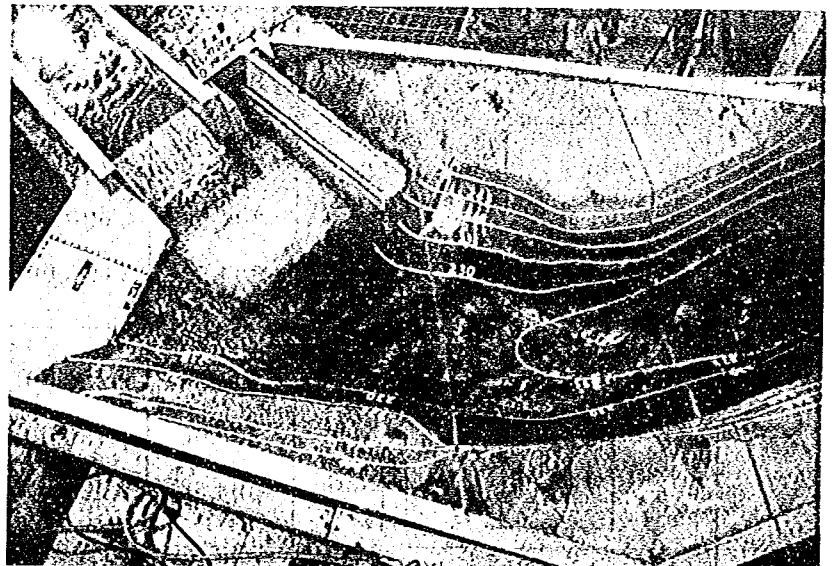
5) 実験ケース 4.

ケース 4 はケース 3 での 2,620 m³/s 放流での減勢効果を高めるため、水平長を 19m とし、その末端に高さ 1.5 m の台形シルを設けた形状である。

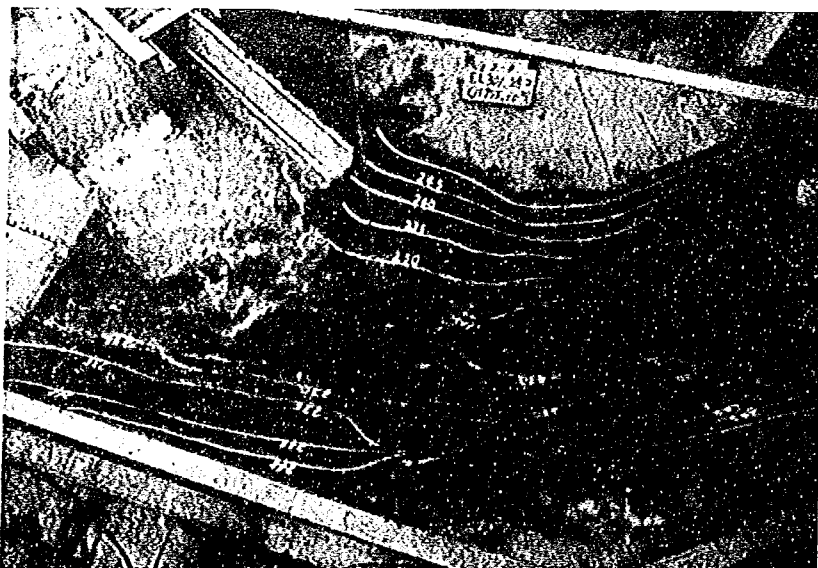
1,750 m³/s ではシルの効果が無く、ケース 2 と同様に飛散状態となる 2,620 m³/s でもさらに飛散流域が拡大し、減勢効果が期待できない。またこの他にシル位置を前に出す案とシル形状を変えた場合について検討したが、シルを設置することにより、シル上の水位が上昇し、下流保護工（敷高 EL.225.0m）での



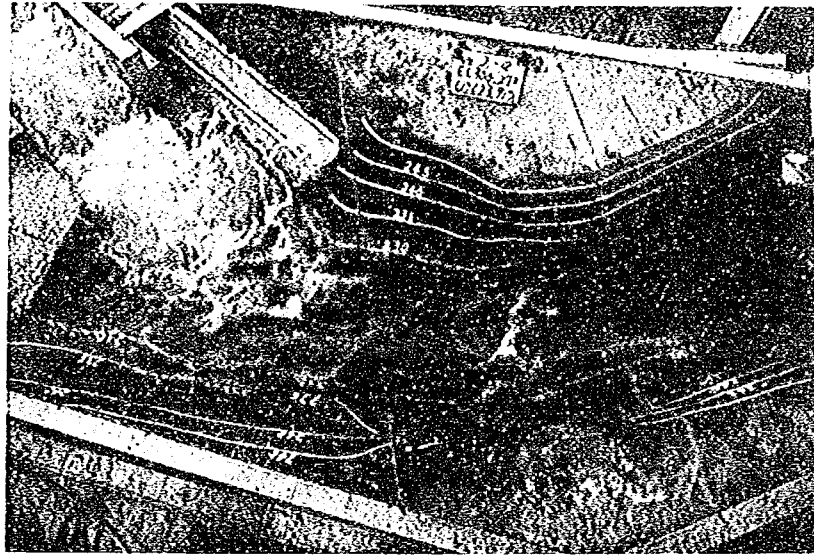
写真No 97 ケース 3 副ダム下流
の流況 $Q \approx 250 \text{ m}^3/\text{s}$



写真No 98 ケース 3 副ダム下流
の流況 $Q \approx 800 \text{ m}^3/\text{s}$



写真No 99 ケース 3 副ダム下流
の流況 $Q \approx 1,750 \text{ m}^3/\text{s}$



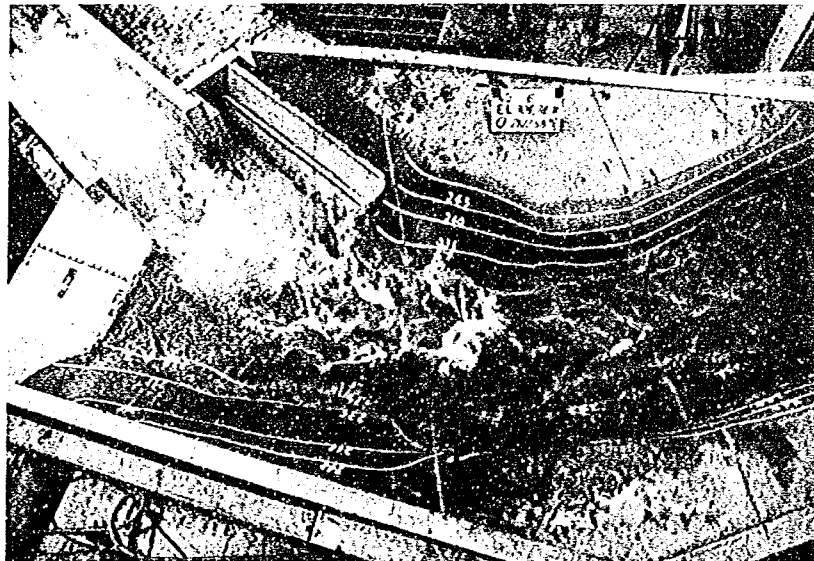
写真No 100 ケース3 副ダム下流の流況 $Q \approx 2,620 \text{ m}^3/\text{s}$

流速増につながる事が明らかとなった。

6) 実験ケース5.

ケース5は掘り込み池を設けずに副ダム下流水叩きを保護工と同一標高とし、放流量による下流水位の背水により自然跳水による減勢を期待した形状である。

このケースの $2,620 \text{ m}^3/\text{s}$ で副ダム下流は跳水を起こさず、副ダムからの流水は高エネルギーを持ったままの射流状態で河道を流下する（写真No 96 参照）



写真No 96 ケース5 副ダム下流の流況 $Q \approx 2,620 \text{ m}^3/\text{s}$

以上の実験は全て、各放流量での不等流計算に基づく、下流水位条件を与えて検討を行ったものである。これらの検討結果から、副ダム減勢工形状はケース1が最適形状と思われるが、盛土工斜面への影響と減勢工規模を考慮し、ここではケース3形状を採用することとする。ただし、ケース3では表44に示し

た副ダム形状3と同位置での流速は2割程度増加するが、自然流下時に対しては下廻っている。

このケース3における各放流量に対する流況は写真No 97～No 100に示すとおりである。

第5節 オリフィス抽出模型実験

洪水吐きの変更設計2次案において常用洪水吐きとしては1面ベルマウス型式のオリフィス2門(第6章第2節参照)を設計した。これらのオリフィスは洪水調節の主要放流設備であることから、本節ではオリフィス1門を抽出した拡大模型(縮率=1/20)を製作し、詳細な設計およびダム管理資料を得るための水理実験を実施した。

5.1 模 型

オリフィスの抽出拡大模型は本章第2節で設計されたオリフィス形状(図36および図38c)を実物の1/20の幾何学的相似模型を木製加工により製作し、流水面は合成樹脂塗料で仕上げた。

模型の加工仕上げ精度は各断面幅に対して±1mm以内である。模型の製作範囲は図69に示すとおりでオリフィス片側は流況を可視できるように透明アクリル板とした。図70に示すようにオリフィス管内および下流面の5測線の各位置に圧力測定用ピエゾ管を埋設した。

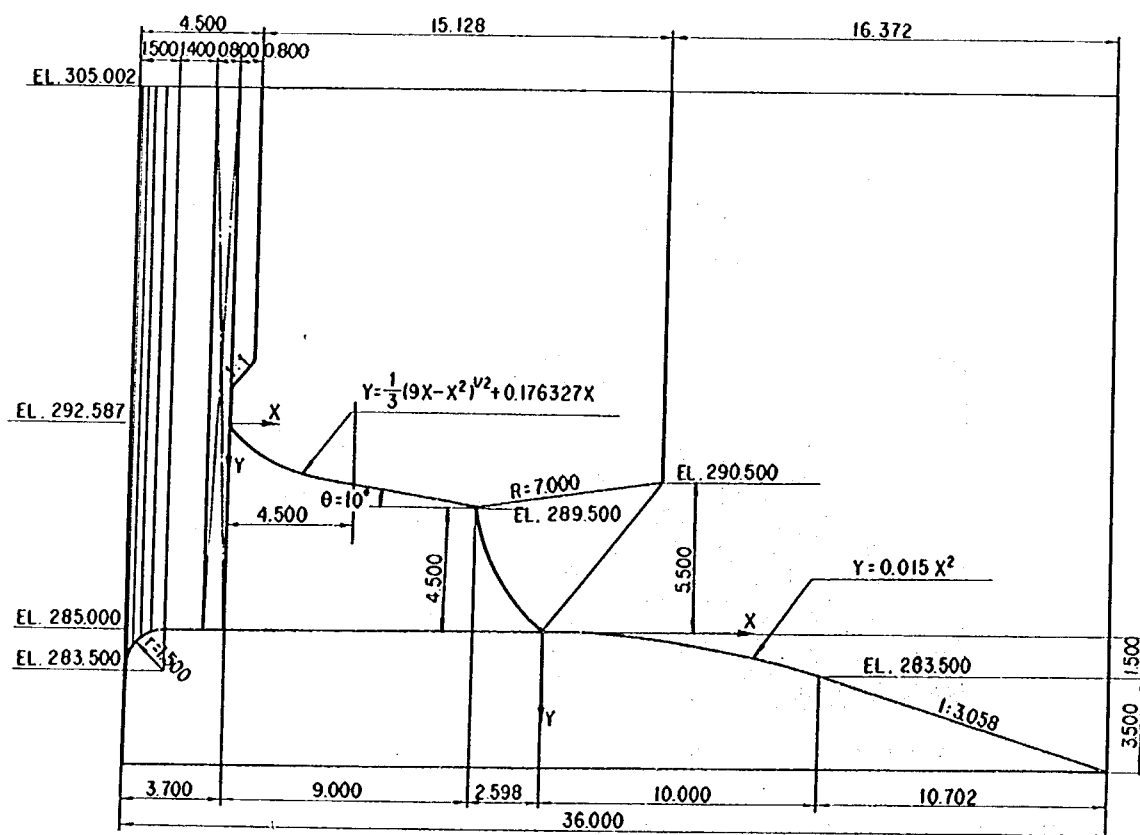


図69 オリフィス模型の製作範囲

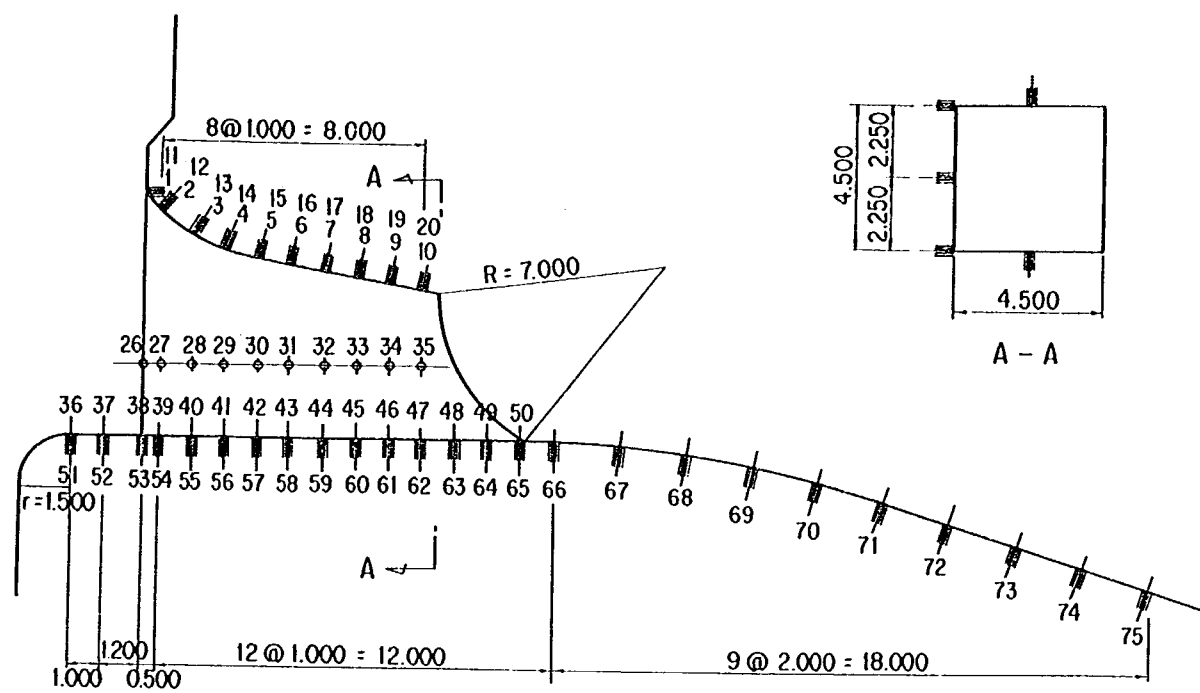


図70 オリフィスの圧力測定位置図

断面

5.2 実験内容

オリフィス抽出模型による実験内容は放流能力、作用圧力、水面形、呑口付近のゲート開度毎の貯水位と放流量の関係流速分布および流況調査であり、これらの詳細は表46に示す各ケースについて実施した。各ケースにおける圧力、水面形および流速の測定は図71に示す各位置で行ったものである。ただし、呑口流速は水深方向に2cm(模型値)ピッチで、ピトー管から傾斜マノメータに導き、その水柱差より流速に換算した。また、実験は幅1m、深さ2m、長さ30mの片面ガラス張りの鋼製開水路内に模型を設置して行った。

表46 オリフィス抽出実験内容一覧表

項 目		ゲートの状態	貯 水 位
放 流 能 力		全 開 (4.5 m)	EL. 285.0 m (オリフィス底面) EL. 304.5 m (設計洪水位)
		ゲート開度 $G = 1.0$ m	
		2.0 m	
		3.0 m	
作用 圧 力	管路部および 開水路部底面	全 開 (4.5 m)	EL. 304.5 m (設計洪水位)
	管路部底面および 開水路部底面	$G = 1.0$ m	EL. 304.5 m (設計洪水位)
開水路部の水面形		全 開	EL. 304.5 m (設計洪水位)
流入口付近の流速分布		全 開	EL. 304.5 m (設計洪水位)

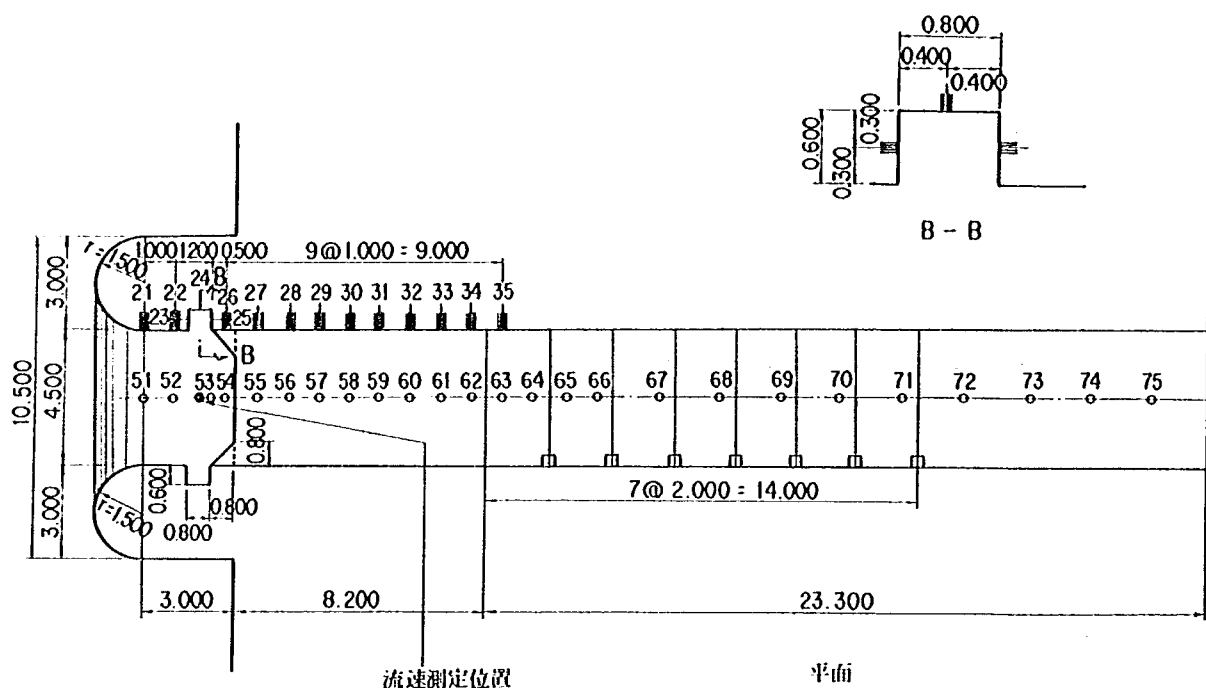


図 71 オリフィスの圧力、水面形、流速測定位置図

● 流速測定
□ 水面形測定

5.3 実験結果

5.3.1 放流能力

1. 放流機能の検討

オリフィス抽出実験におけるゲート開度毎の貯水位と放流量の関係は図 72 および表 47 に示す結果が得られた。これらの結果から放流能力を示す一般式を推定するための流量係数は次式によって算出し、表 46 に記載してある。

$$C = Q / A \sqrt{2 g H} \quad \dots\dots\dots (17)$$

ここに、 C ：流量係数

Q ：放流量（ m^3/sec ）（1門あたり）

H ：オリフィス敷高（EL. 285.000m）から貯水位までの総水頭（m）

A ：吐口断面積 { ゲート全開時： $A = B \times D$ （ m^2 ），ゲート半開時： $A = B \times G$ （ m^2 ） }

B ：オリフィス吐口幅（ $B = 4.500\text{m}$ ）

G ：ゲート下端とゲート敷高との標高差（m）

D ：オリフィス吐口の鉛直高（ $D = 4.500\text{m}$ ）

g ：重力加速度（ 9.8 m/sec^2 ）

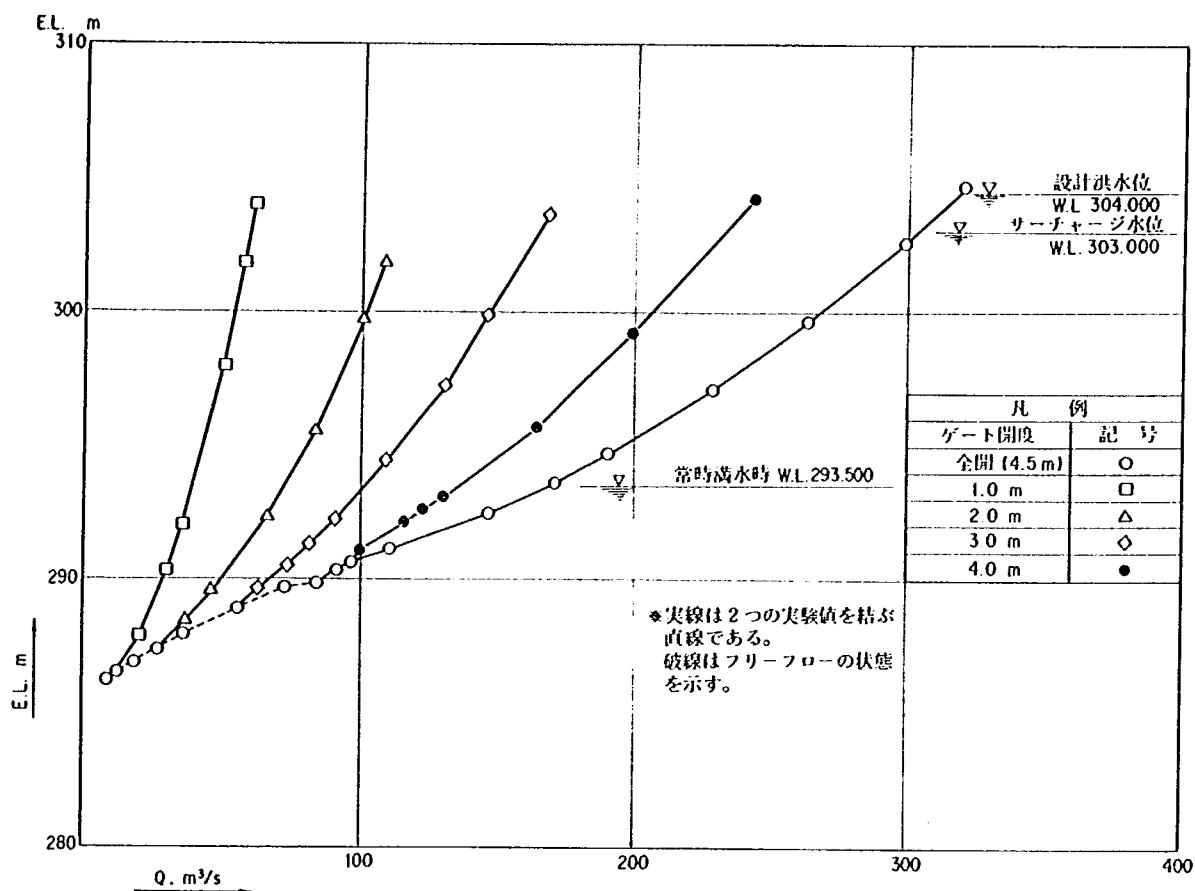


図 72 オリフィスの貯水位と放流量の関係

2. 放流機能曲線の作成

表 47 に示した流量係数がゲート開度と H/D あるいは H/G との関係で表わすことができれば放流機能曲線式が作成でき、ダムの洪水調節管理が容易となる。

そこで、ゲート開度毎の C と H/D , H/G との関係を図化すると図 73 に示すとおりである。この図から、全開放流時には C が 0.6 程度までは H/D と C との関係はほぼ直線変化を示すいわゆる自由越流状態であるものと推測できる。また、かなり大胆ではあるが全開時を除くゲート半開時には C が 0.6 以上では C と H/D との関係はほぼ一定とみなされる。したがって、放流機能曲線は C が 0.6 以下の自由越流域、全開時の管路流域およびゲート半開時の管路流域それぞれの C として求めるのが妥当と思われる。

1) ゲート全開時の自由越流域の放流能力曲線

表 47 に示すゲート全開時の C が 0.6 以下の C と H/D の実験値から最小自乗法によって求めると前項 (17) 式の C の値は次式となる。

$$C = 0.367 (H/D) \quad \dots\dots\dots (18)$$

ただし、適用範囲 $H/D < 1.6$

(18) 式で求めた C と (17) 式で算出された C との関係は図 74 に示す。この図の実線は (18) 式で、実験値は丸印で示され

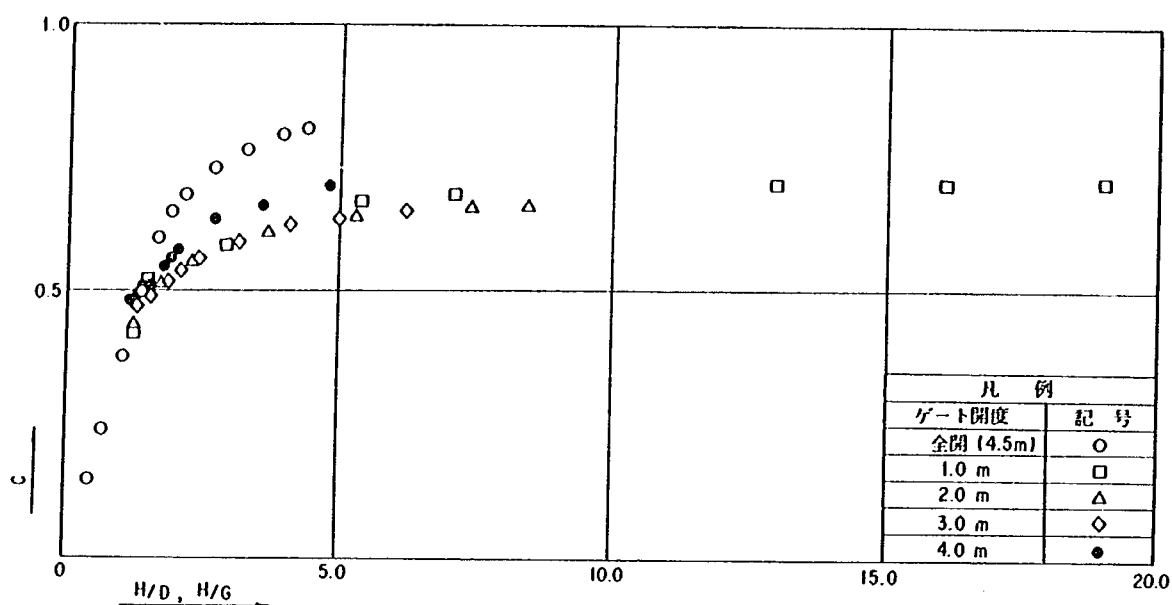


図 73 オリフィスの C と H/D , H/G の関係

ている。この推定値と実験値の誤差は測定範囲で H が小さい程大きくなるが $H = 1$ m の場合で約 3 % 程度であることから、実用的には十分適用できるものと判断する。

2) ゲート全開管路流域の放流能力曲線

表 47 に示した C^2 と D/H , G/H との関係を図化したのが図 75 である。この図から C^2 と D/H の関係は 1 次式で表わせるものとし、最小自乗法により求めた C と D/H との関係は次式が得られた。

$$C = \{ -0.774 (D/H) + 0.824 \}^{1/2} \quad \dots\dots\dots (19)$$

ただし、適用範囲 $H/D \geq 1.8$

(19) 式の関係を用いて求めた放流量の推定値を図 76 の実線で示す。図中の実験値と推定値の誤差は最大 0.3 % である。

3) ゲート半開管路流域の放流能力曲線

ゲート半開時の図 75 に示した C^2 と G/H の関係からおおよそ $G/H < 0.56$ ($H/G \geq 1.8$) の範囲で C^2 と G/H の関係はほぼ直線とみなし、 $G/H = 1.0$ 付近で C^2 はほぼ一定値となるものと仮定し、次の順序で近似式を求めた。

- ① 各ゲート開度毎に C^2 と G/H の関係を ($G/H < 0.56$) 最小自乗法により 1 次式として求める。

$$(C^2 = m (G/H) + n)$$

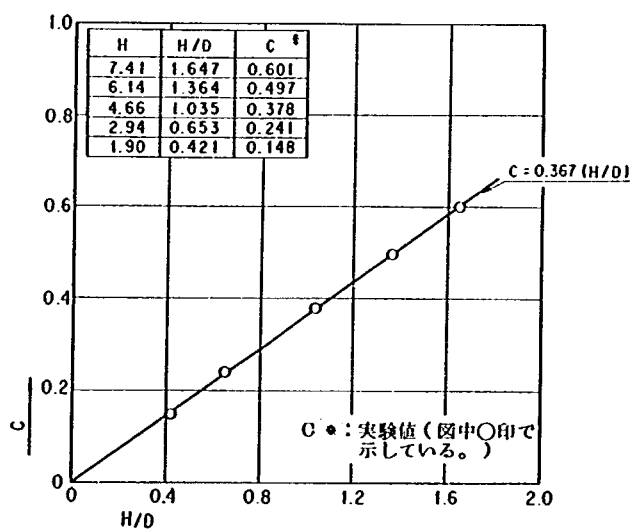


図 74 オリフィスの $C - H/D$ の関係 (開水路流)

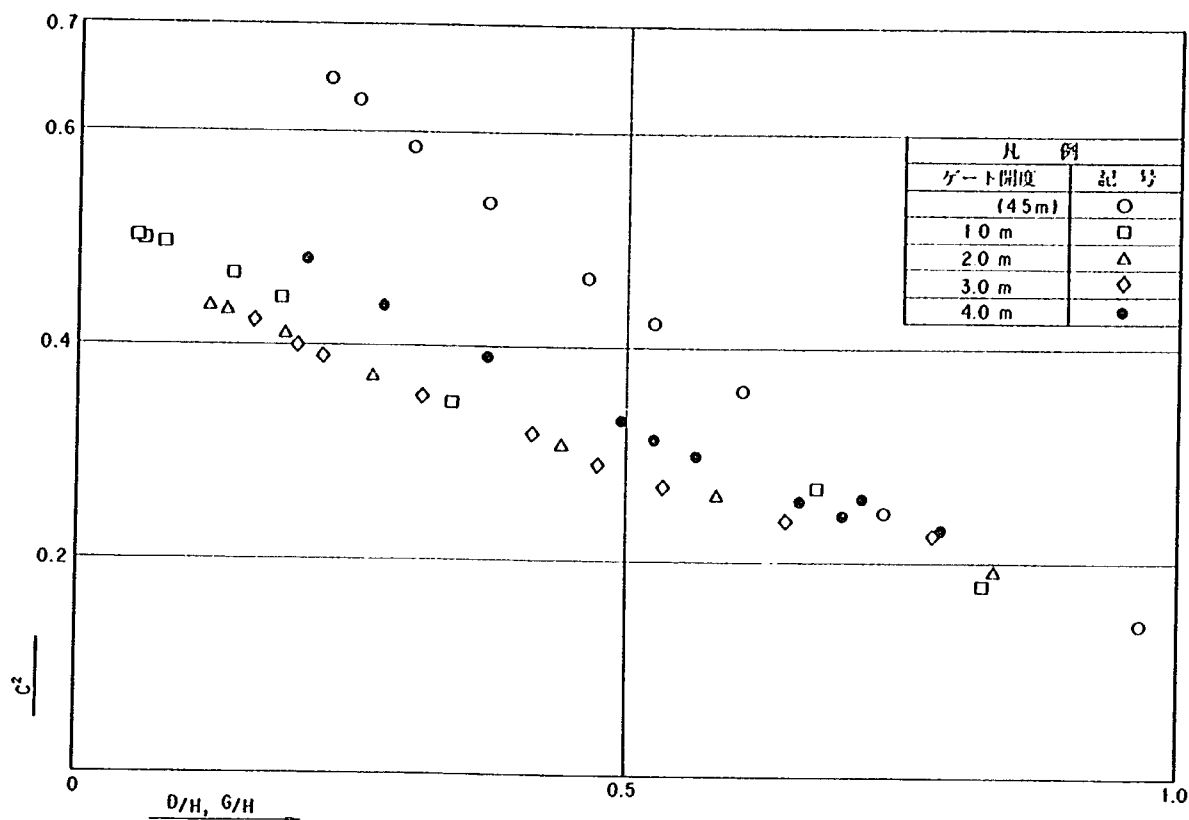


図75 オリフィスの C^2 と D/H , G/H の関係

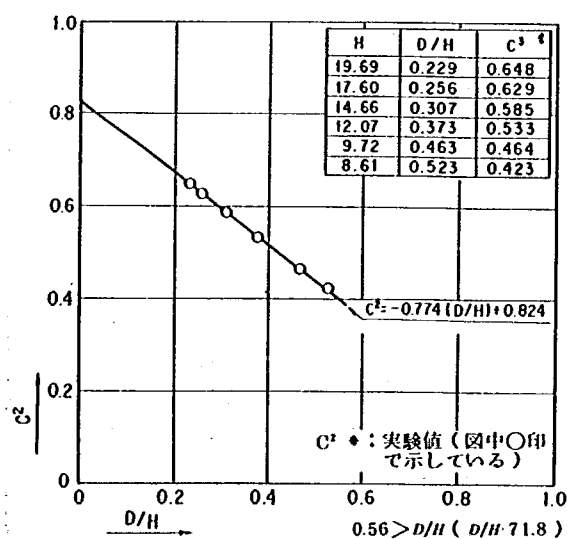
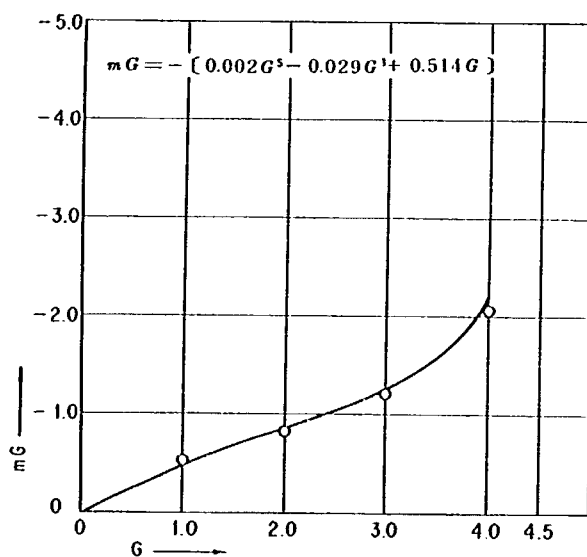


図76 オリフィスの C^2 と D/H の関係 (ゲート全開時管路流)



G	m(傾き)	mG *	mG **
4.0	-0.515	-2.060	-2.248
3.0	-0.404	-1.212	-1.245
2.0	-0.406	-0.812	-0.860
1.0	-0.525	-0.525	-0.487

*実験値, **推定値

図77 $mG-G$ の関係

- ② 各ゲート開度における $G/H = 1.0$ での C^2 の値を求め n' とし、 n' の平均値 $\bar{n}'$ を求める。
- ③ 図 75 における座標原点 $(G/H, C^2) = (0, 0)$ を新たに $(G/H, C^2) = (1.0, 0)$ に移す。
- ④ 新座標における各ゲート開度毎の C^2 と G/H の 1 次式として求める。

$$C^2 = m(G/H) + \bar{n}'$$

- ⑤ ④における直線式の傾き m はゲート開度 G によって変化するから $m = f(G)$ である。
 - ⑥ m と G の関係は図 77 に示す。これらから最小自乗法により $mG = aG^5 + bG^3 + cG$ の解を求める。
 - ⑦ 流量係数 C と G の関係を $C^2 = (aG^4 + bG^2 + c) \times (G/H) = \bar{n}'$ として求める。
- 以上から C と G との関係は、

$$C = \{ (0.002G^4 - 0.029G^2 + 0.514)(1 - G/H) + 0.061 \}^{1/2} \quad \dots\dots (20)$$

ただし、適用範囲 $H/G \geq 1.8$

が得られた。

(20) 式の関係を (17) 式に代入して求めたゲート半開時の放流量の推定値は図 78 の実線で示すとおりであり、各ゲート開度毎の推定値と実験値の誤差の最大値は表 48 に示す結果となった。

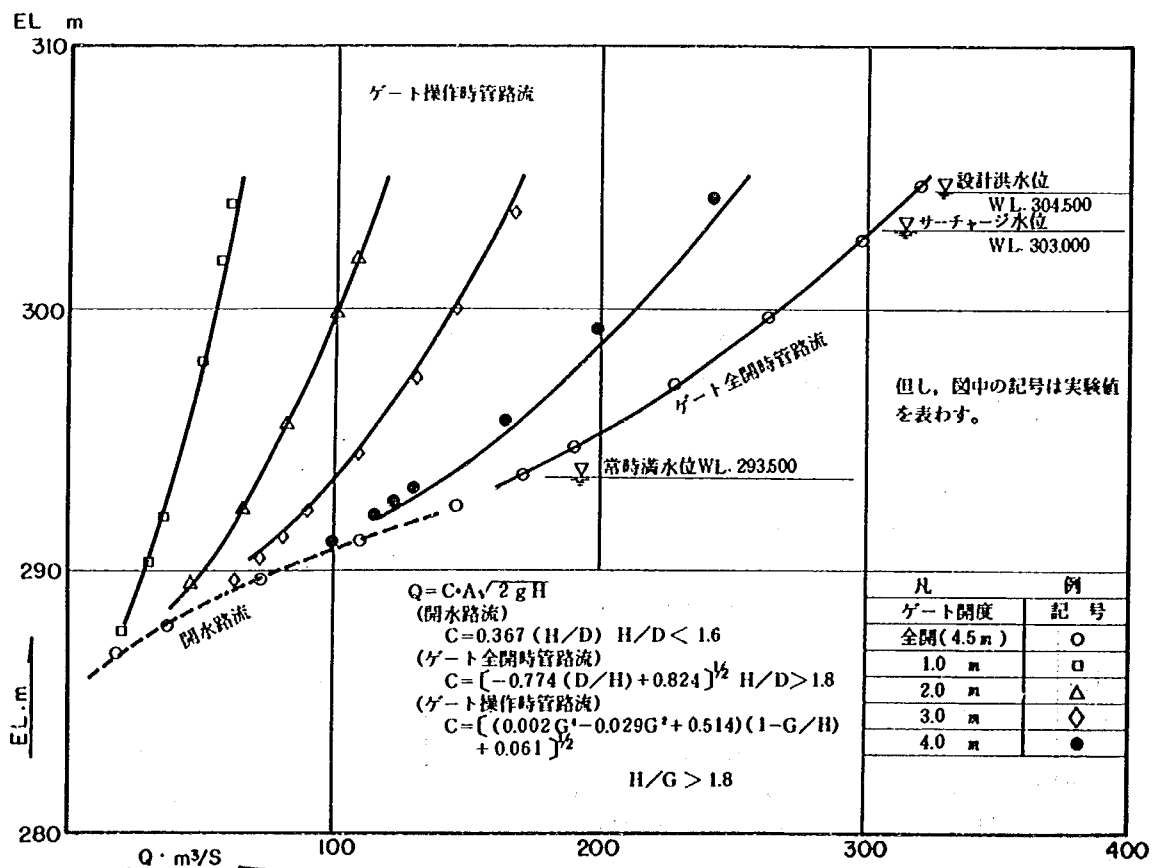


図-78 オリフィスの放流能力曲線 (1 門当り)

表 48 推定値と実験値の誤差

ゲート開度 G (m)	貯 水 位 E.L. (m)	H (m) *	実 験 値 Q_0 (m ³ /s)	推 定 値 Q (m ³ /s)	$\frac{Q - Q_0}{Q_0} \times 100$ (%)
1.0	304.01	19.01	61.54	62.78	+ 2.0
2.0	301.87	16.87	108.05	108.56	+ 1.1
3.0	303.65	18.65	167.97	165.12	- 2.2
4.0	304.21	19.21	242.30	248.44	+ 3.2

* H は E.L. 285.000 m から貯水位までの水頭 (m)

したがって、実験結果より求めた貯水位と放流量の関係および(9)式と(10)式によりダムのゲート操作管理を行った場合、放流量の誤差は約3%以内に収まるものと判断できることから、実用上はこれらの式を適用できると考える。ただし、両式の適用範囲外の $1.6 < H/D$, $H/G < 1.8$ はいわゆる遷移区間と呼ばれる貯水位と放流量の関係が明確でない範囲なので、できるだけ使用を避ける操作管理面での工夫が必要と考える。

5.3.2 管路部の作用圧力

先に述べたオリフィス管内の上面中央、上面隅角、側面中央、底面隅角、底面中央およびオリフィス下流の底面中央側線での圧力分布の調査結果は図79a～79bおよび表49に示すとおりである。

管路内の圧力を評価するための圧力降下係数は実験結果を用いて次式により算出し、表49に示す。

$$C_d = \frac{H_T - H_P}{\frac{v^2}{2g}}$$

ここに、 C_d : 圧力降下係数

H_T : オリフィス敷高から貯水位までの総水頭 (m)

H_P : 各測点でのピエゾ水頭 (m)

v : 吐口での平均流速

$$v = Q/A \{ Q : \text{流量 (m}^3/\text{sec)}, A : \text{吐口断面積 (m}^2) \}$$

この C_d とオリフィス呑口から各測点までの距離 X を吐口断面高 D で除した X/D との関係として図80に示した。

これらの検討結果より、オリフィス管内の圧力はすべて正圧であり、圧力降下も異常な個所が見られないことから、オリフィス形状には問題がないものと判断できる。

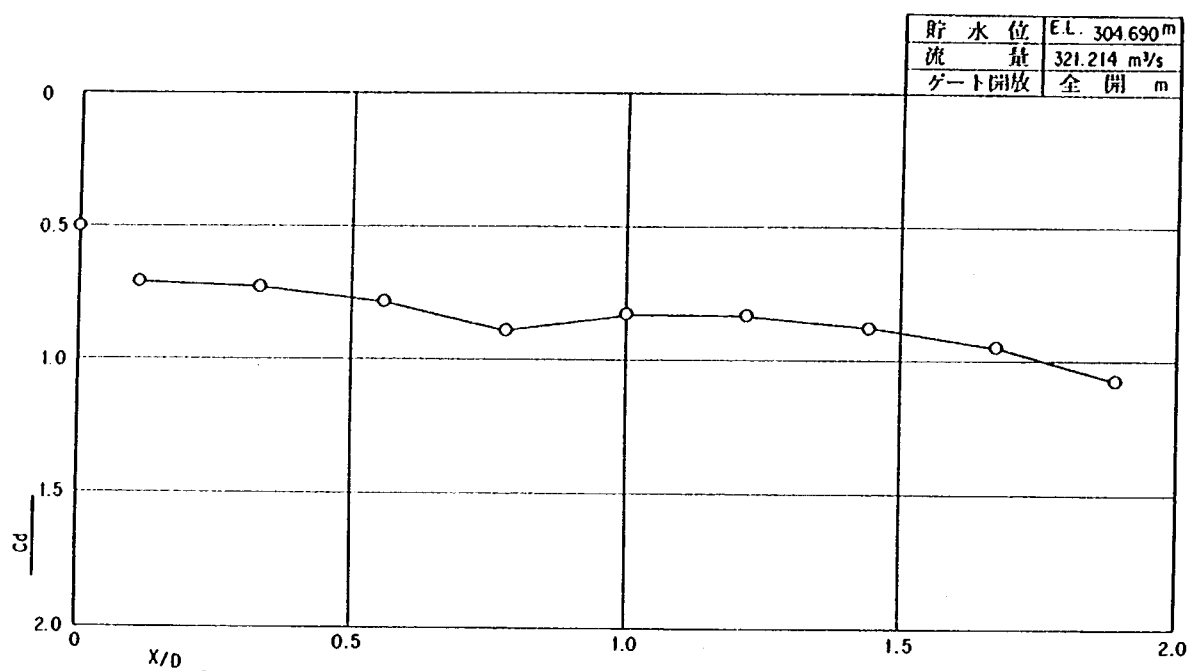


図 80 $C_d - X/D$ の関係 (上面ベルマウス)

5.3.3 開水路部の作用圧力および水面形

開水路部の底面の圧力および側壁沿いの水面形の測定結果は図 79 a ~ 79 b および表 49 のとおりである。

これらの結果、底面圧力はゲート開度 1.0 m 時に測定区間末端付近で - 0.2 m 水柱の負圧が生じる以外はすべて正圧となった。しかし、模型では開水路部を途中までしか製作していない関係で放流水は開水路末端で自由落下状態であり、末端付近の水面低下を考えれば、前述の負圧は実際には生じないものと思われる。また、実際に負圧が生じたとしても、その値は小さく、キャビテーションによる損傷までには至らないと考えられる。

水面形の測定結果から、ゲートピンとの余裕は 1.5 m 程度であり、水面形状も安定していることから、主ゲートの位置は本案で問題がないものとする。また、貯水位とゲート開度との関連では巻き込み渦が発生するが、放流後の水面形を著しく乱すものではない。

5.3.4 呑口付近の流速分布

コースター・ゲートの戸溝でのオフセットの必要性を検討するため、設計洪水位 (主ゲート全開) における呑口付近の水深方向での流速分布の測定結果は図 81 に示すとおりである。

この結果、流速の最大値は 11.3 m/sec であり、オフセットを必要とする流速 (15 m/sec 以上 USBR の実験値) より小さいことから、特にオフセットの必要はないものと判断できる。また、流速分布は水深方向に対してほぼ一定値となっているが、呑口上面での流向ベクトルを考えた場合はむしろ上面付近の流速が底面付近の流速を上廻っているものと考えられる。したがって、1 面ベルマウスでは 4 面ベルマウスに比べコースター・ゲートの巻上げ位置によっては流入損失が大幅に大きくなるものと思われる。

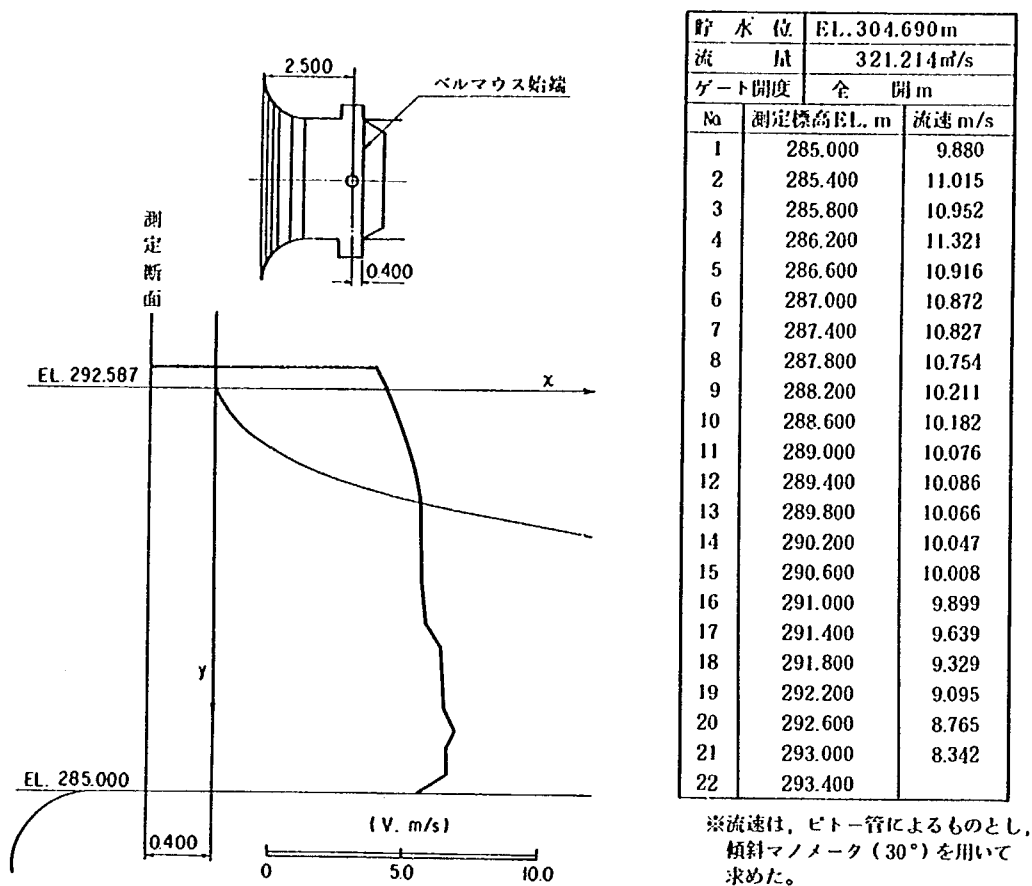


図 81 オリフィス呑口付近の流速測定結果図

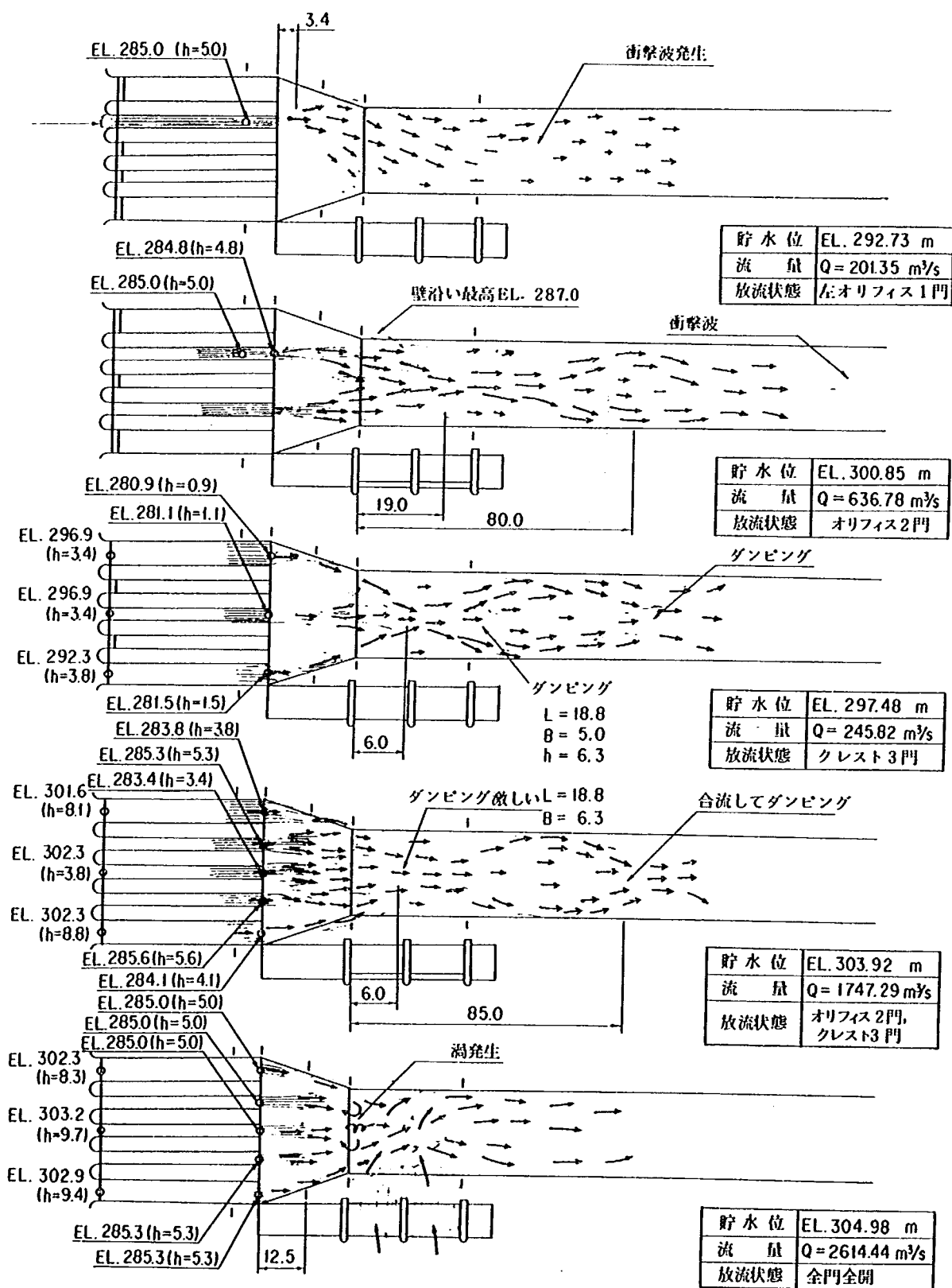


図37 Ⅲ案洪水吐合流部の流況図

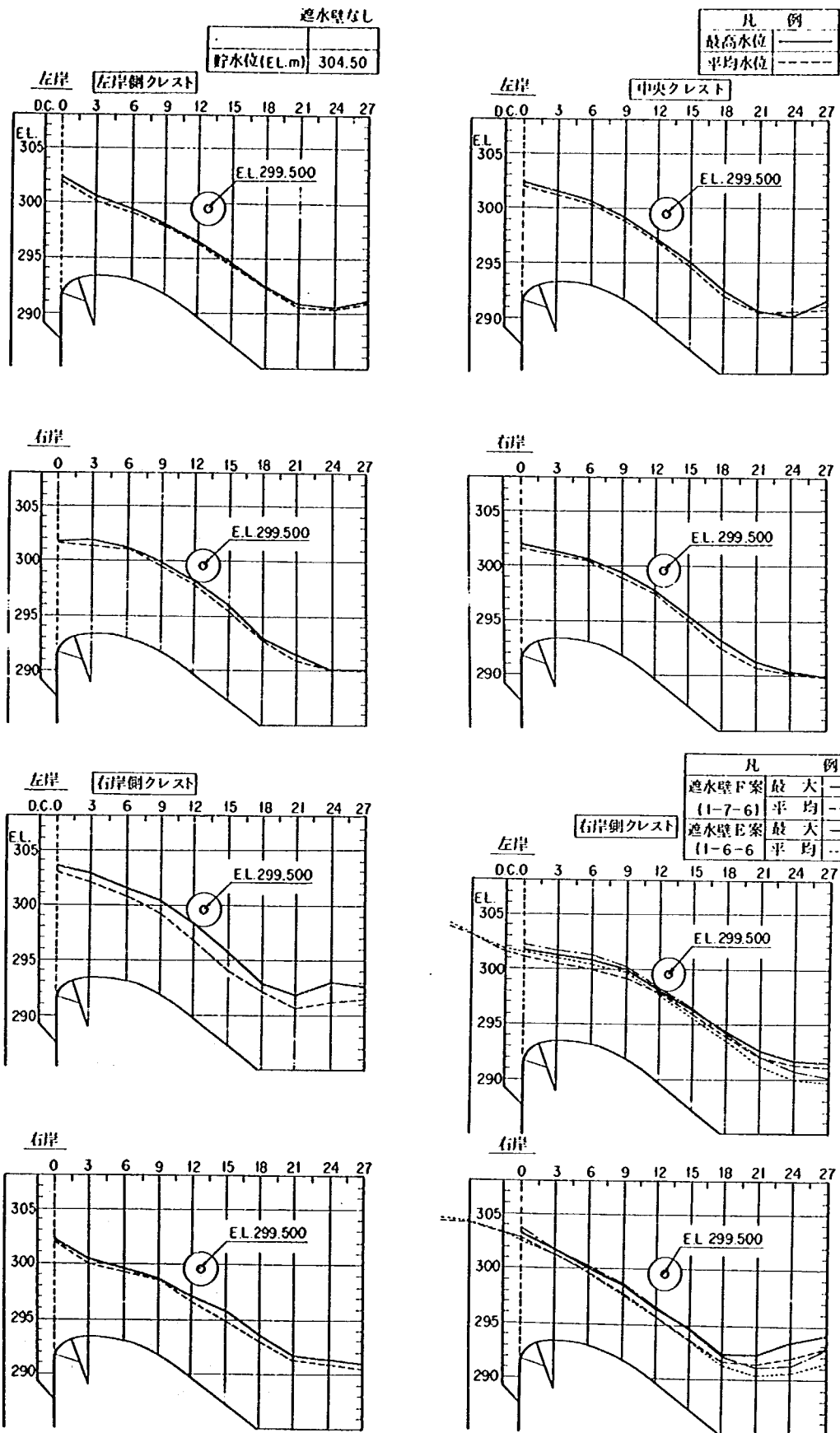
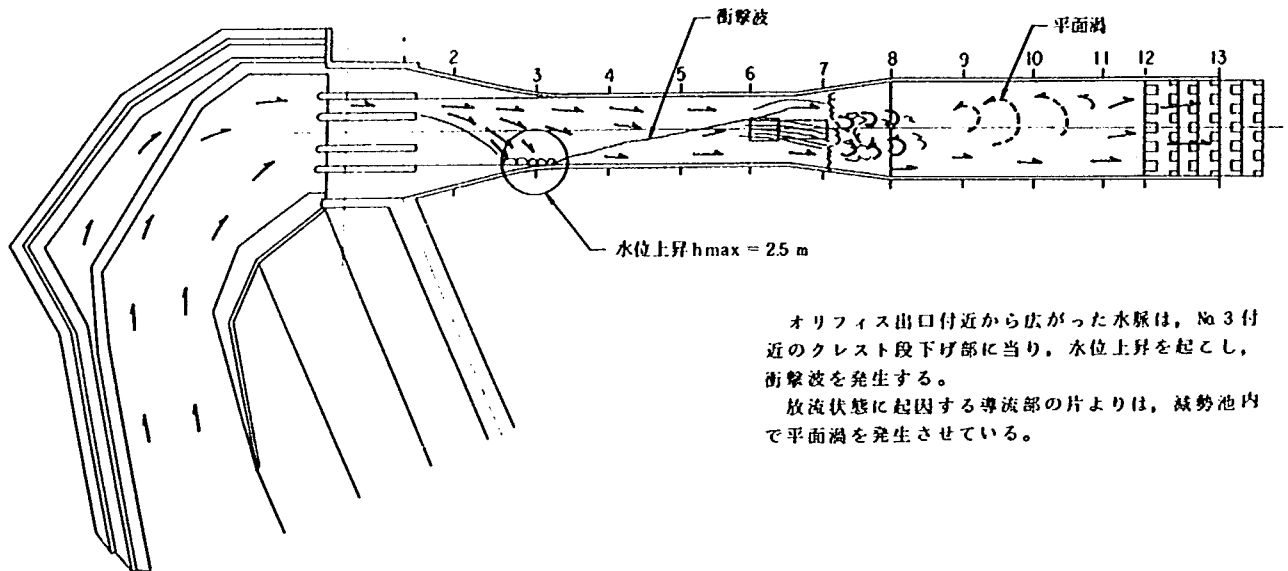


図 44 越流部水面形状

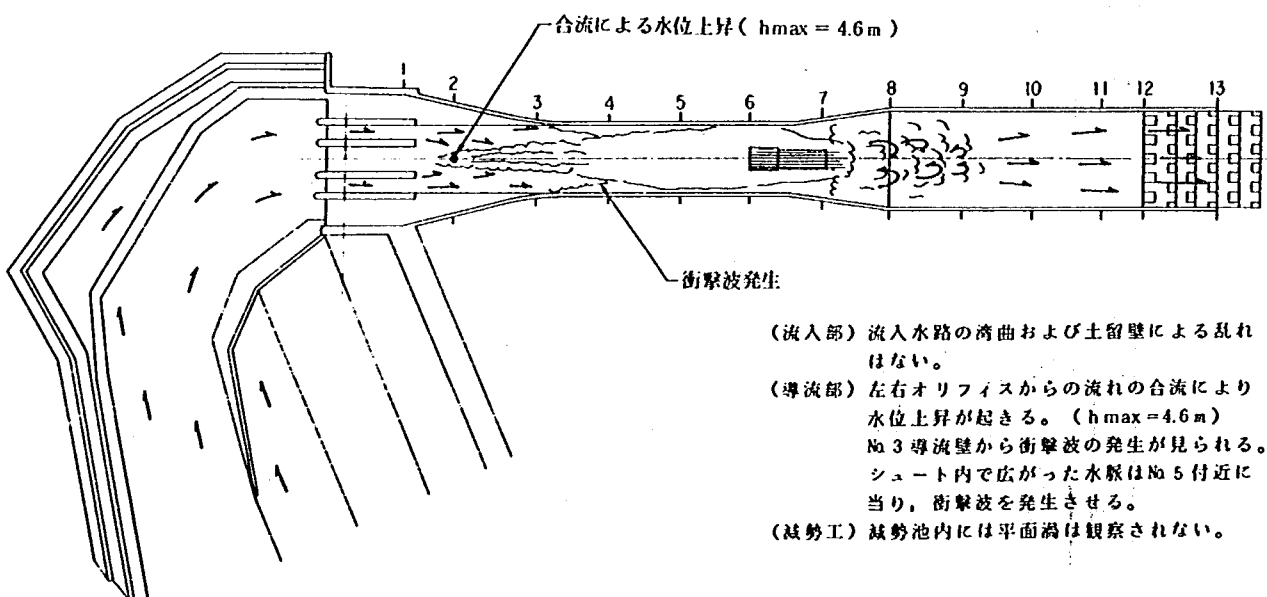
実験番号	2-1-1
貯水位	EL. 293.51 m
流量	168.62 m ³ /s
放流状態	オリフィス左1門



オリフィス出口付近から広がった水脈は、No 3 付近のクレスト段下げ部に当り、水位上昇を起こし、衝撃波を発生する。
放流状態に起因する導流部の片よりは、減勢池内で平面渦を発生させている。

図45a 流況図(原案)

実験番号	2-1-2
貯水位	EL. 293.51 m
流量	337.23 m ³ /s
放流状態	オリフィス2門



(流入部) 流入水路の湾曲および土留壁による乱れはない。
(導流部) 左右オリフィスからの流れの合流により水位上昇が起きる。($h_{\max} = 4.6 \text{ m}$)
No 3 導流壁から衝撃波の発生が見られる。シュート内で広がった水脈はNo 5 付近に当り、衝撃波を発生させる。
(減勢工) 減勢池内には平面渦は観察されない。

図45b 流況図(原案)

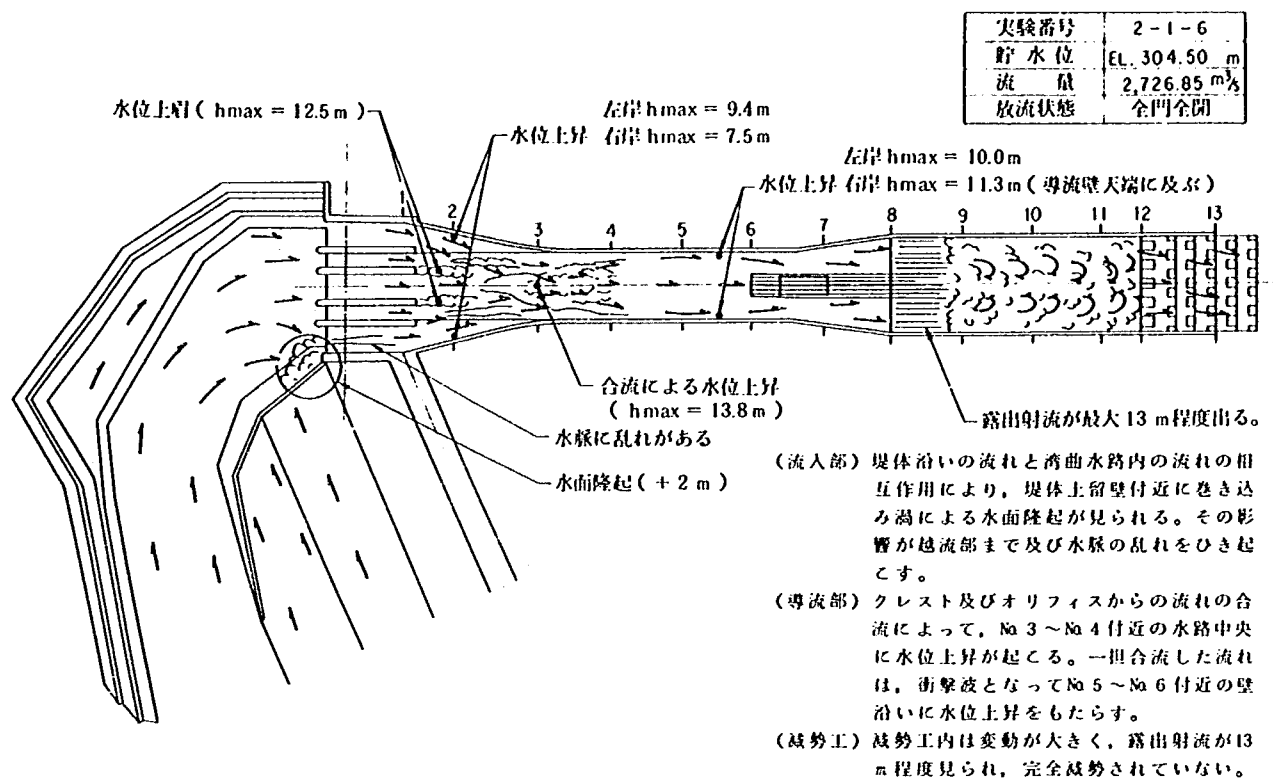


図 45 c 流況図 (原案)

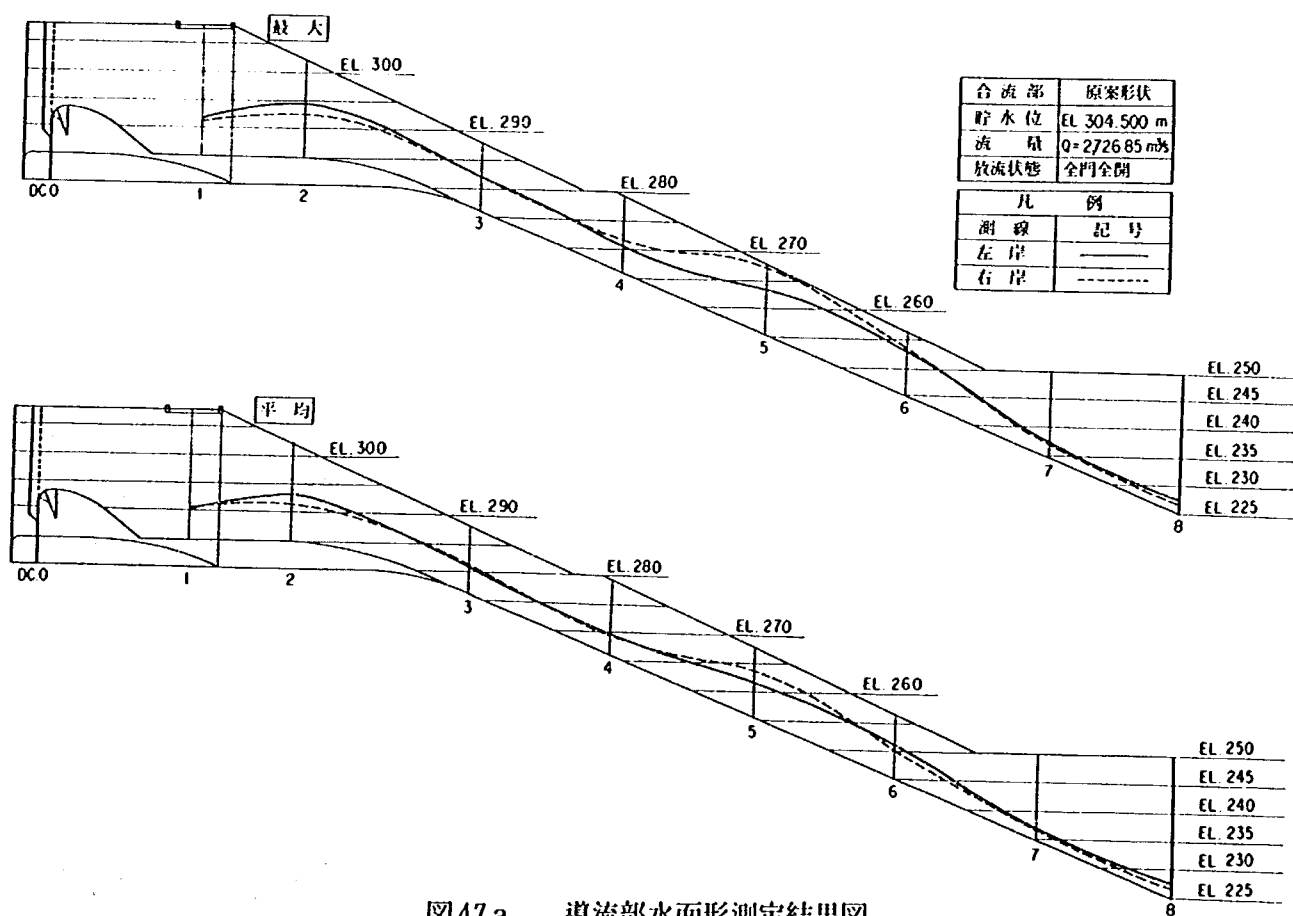


図 47 a 導流部水面形測定結果図

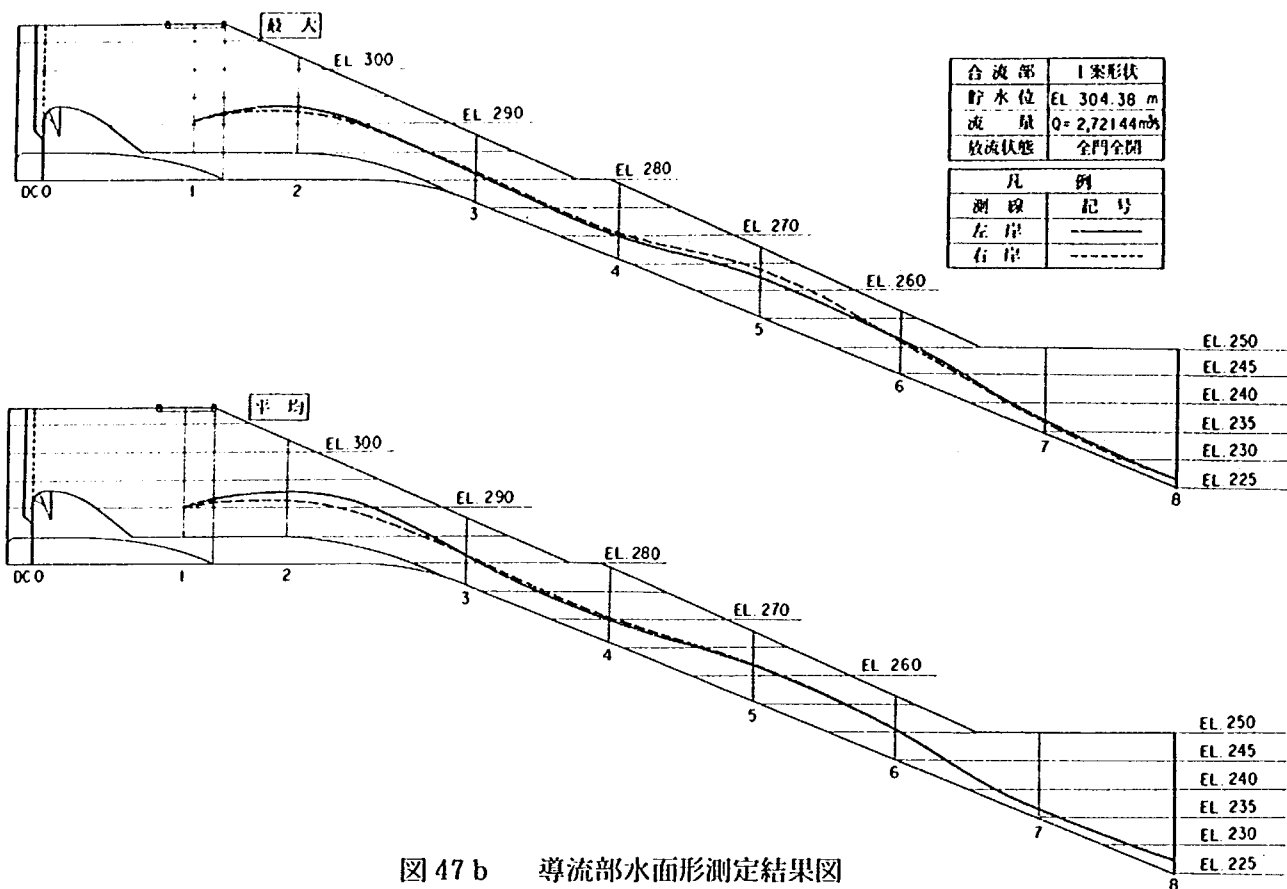


図 47 b 導流部水面形測定結果図

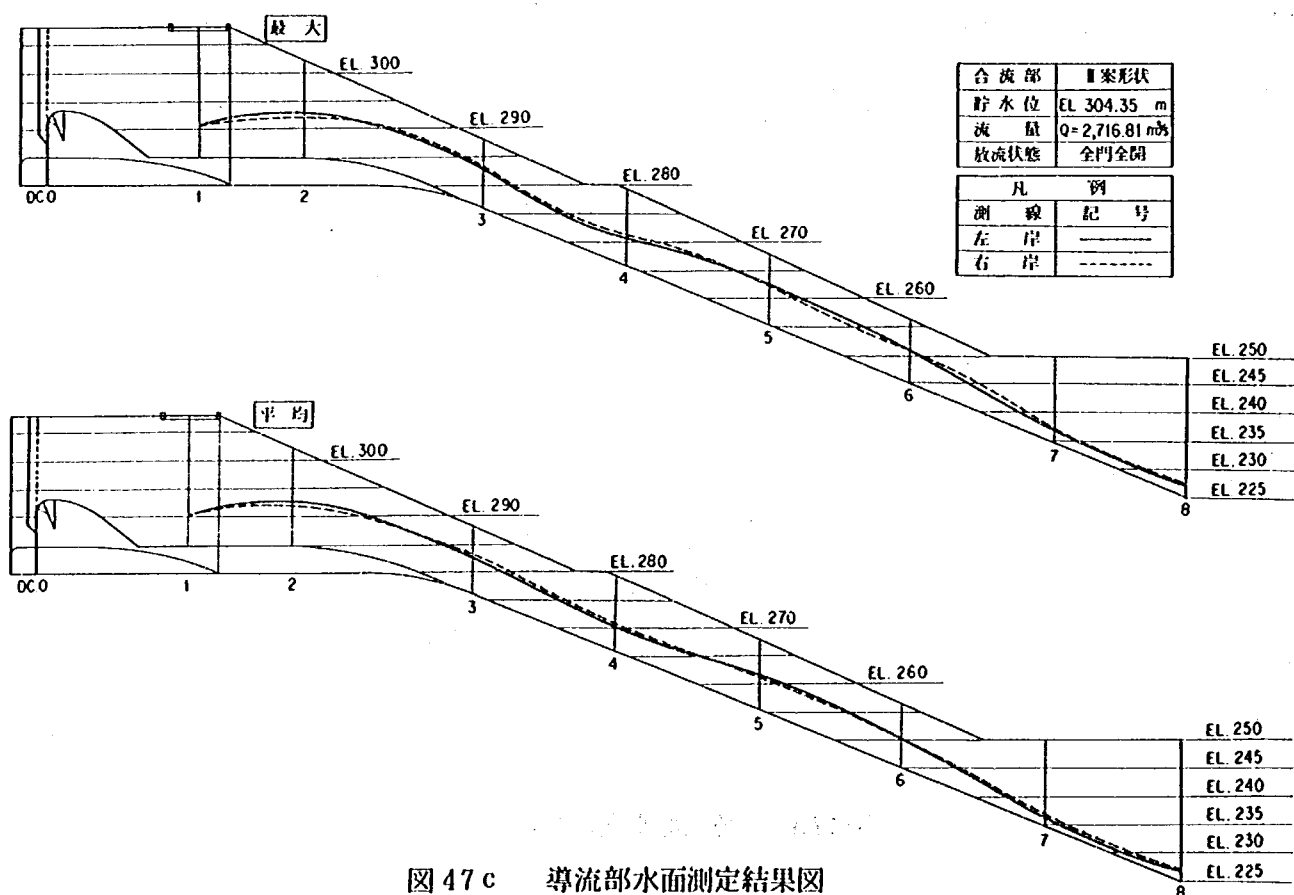


図 47 c 導流部水面形測定結果図

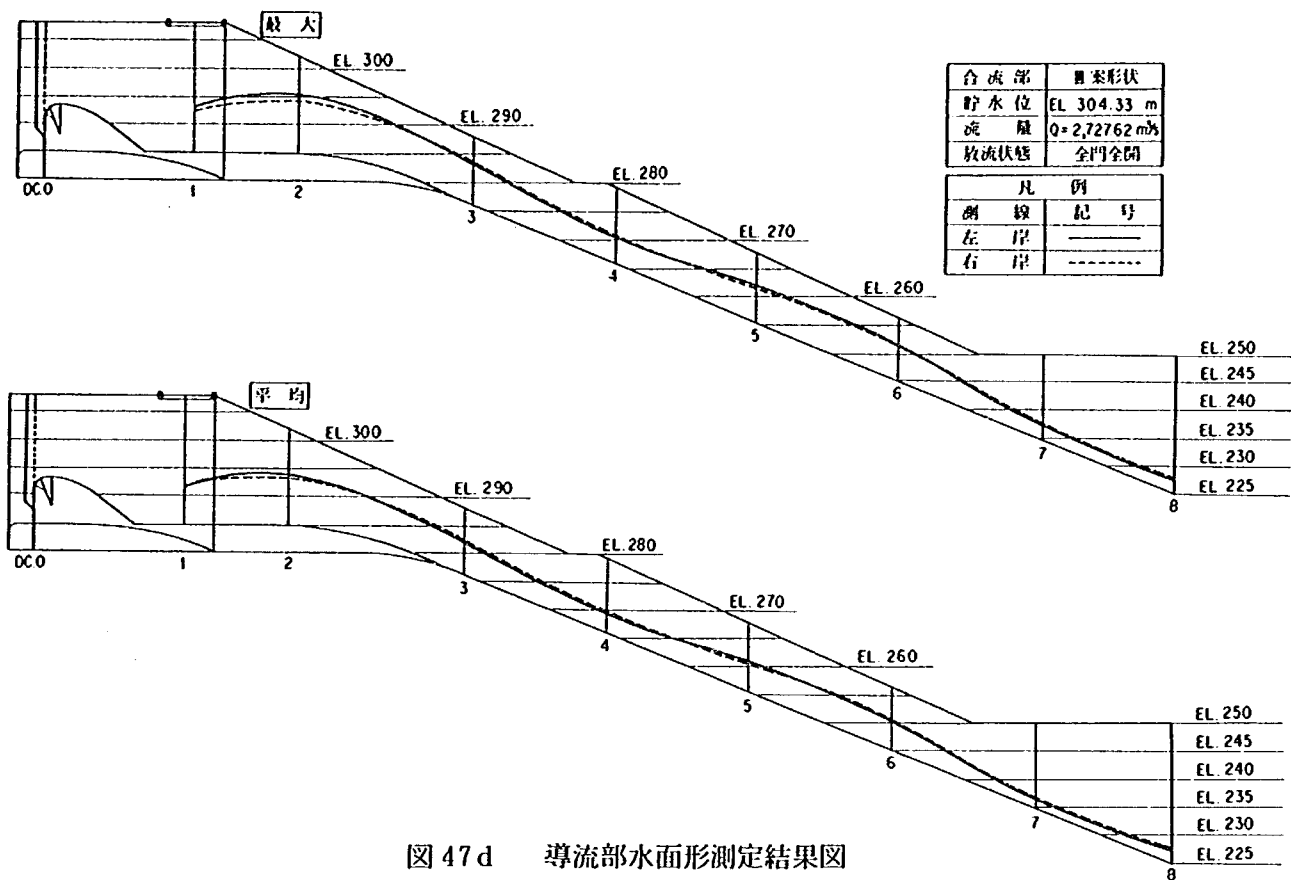


図 47 d 導流部水面形測定結果図

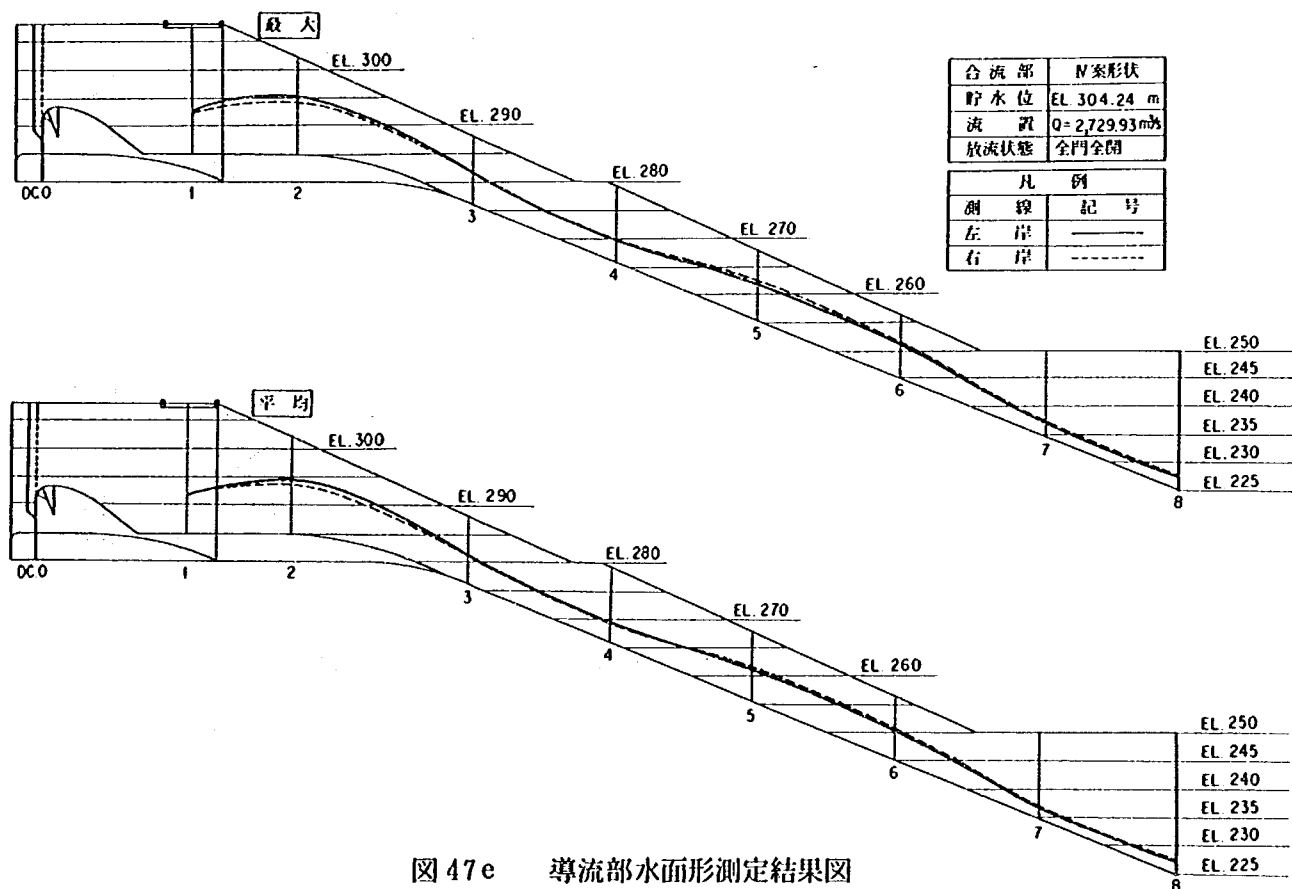


図 47 e 導流部水面形測定結果図

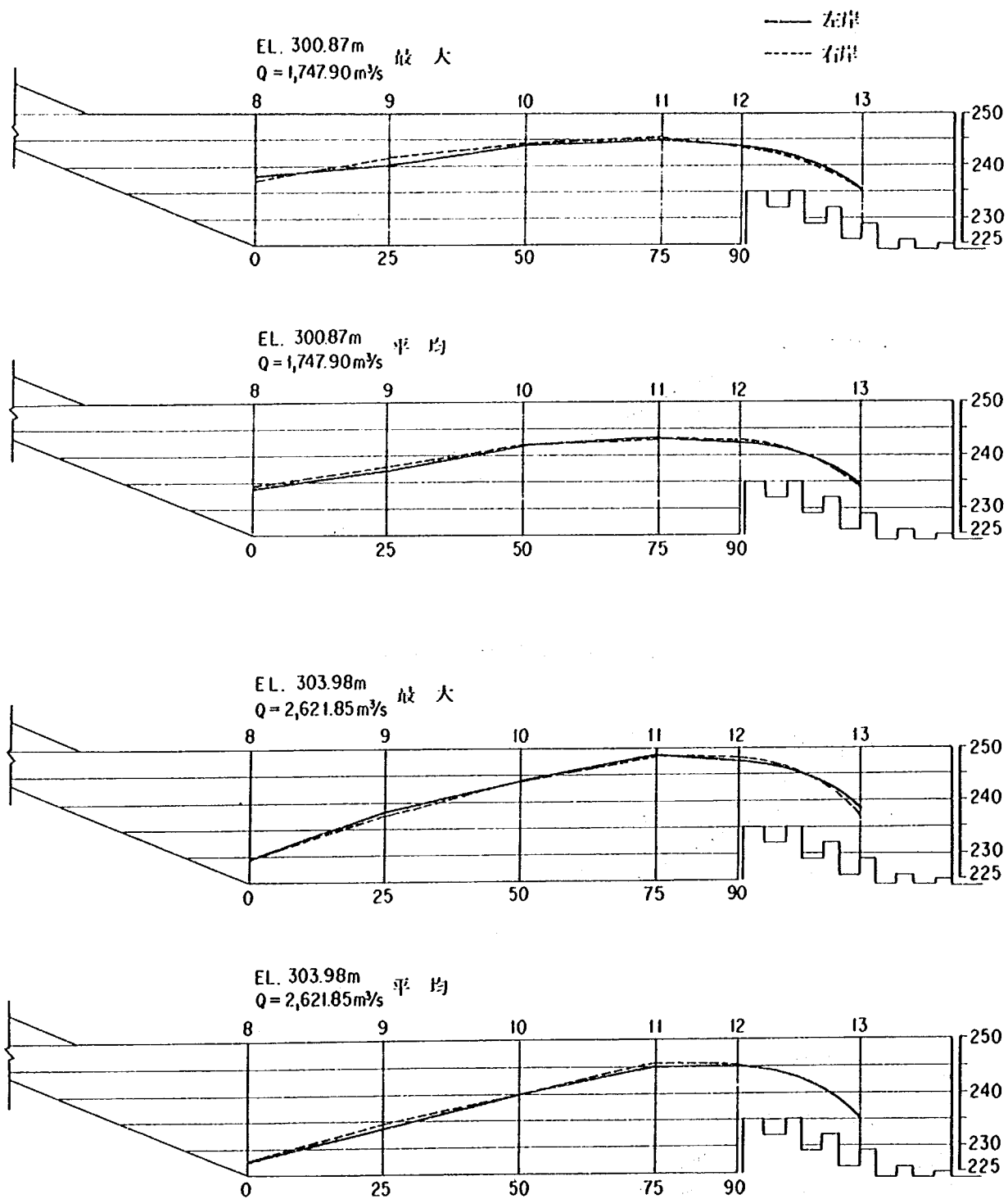


図 48 a 減勢工水面形測定結果図(天端ブロック, 切欠き有)

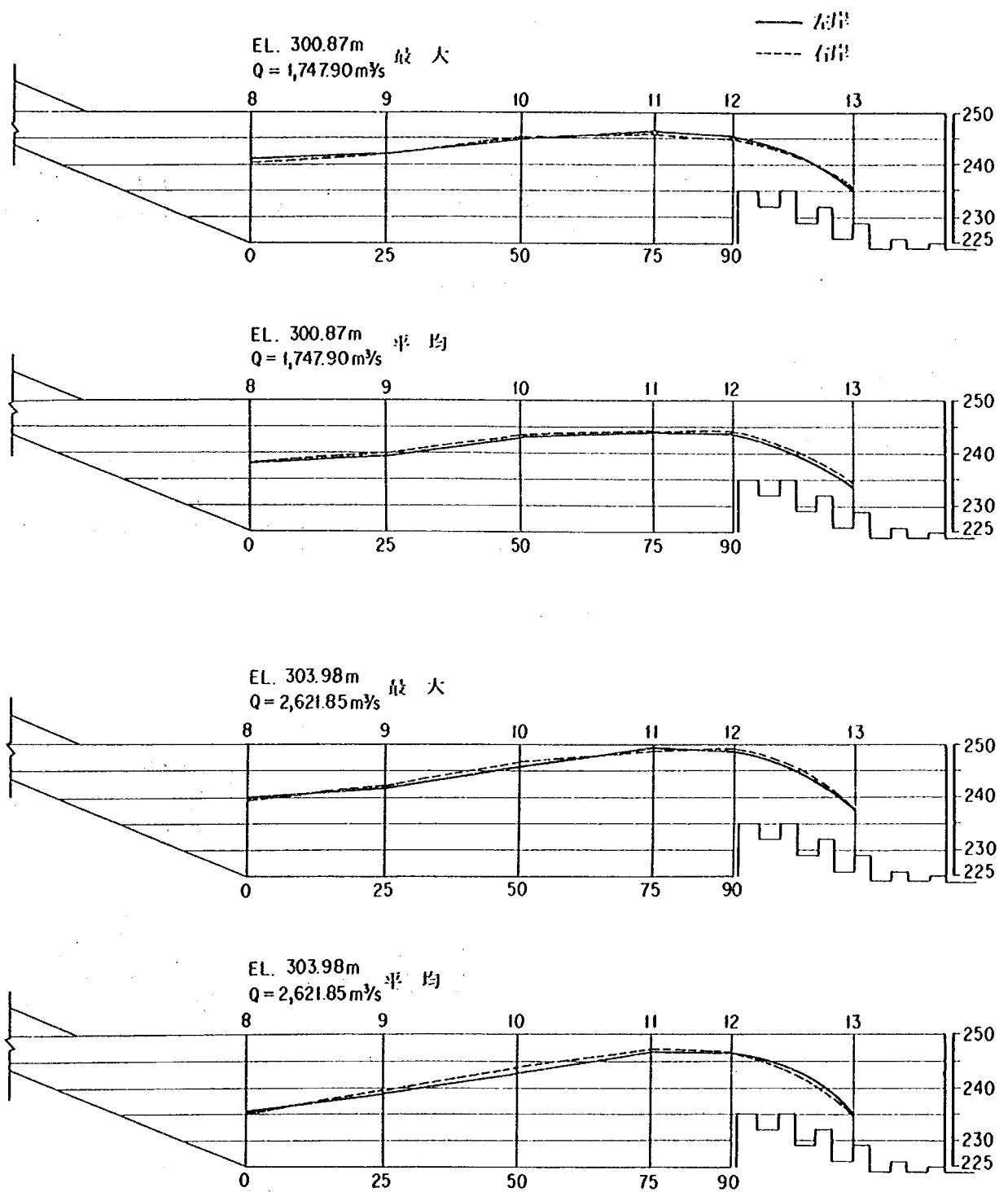


図 48 b 減勢工水面形測定結果図 (天端ブロック, 切欠き無)

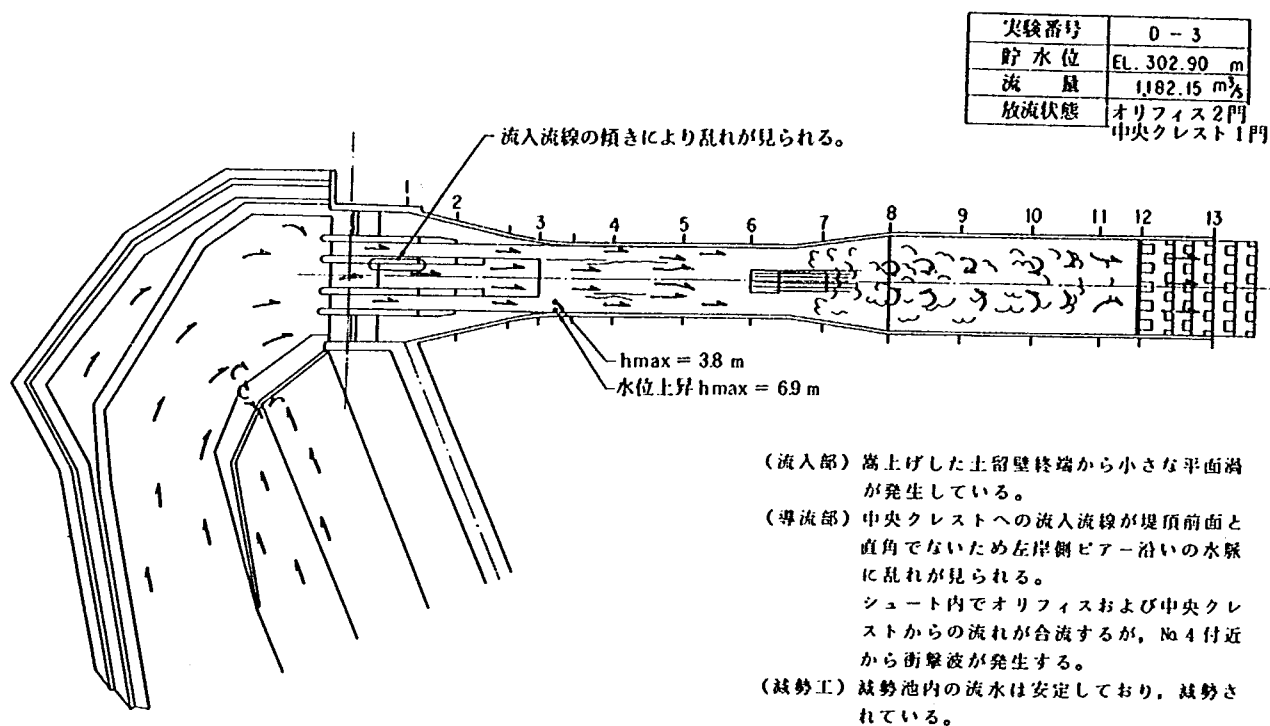


図 49 a 流況図 (最終案)

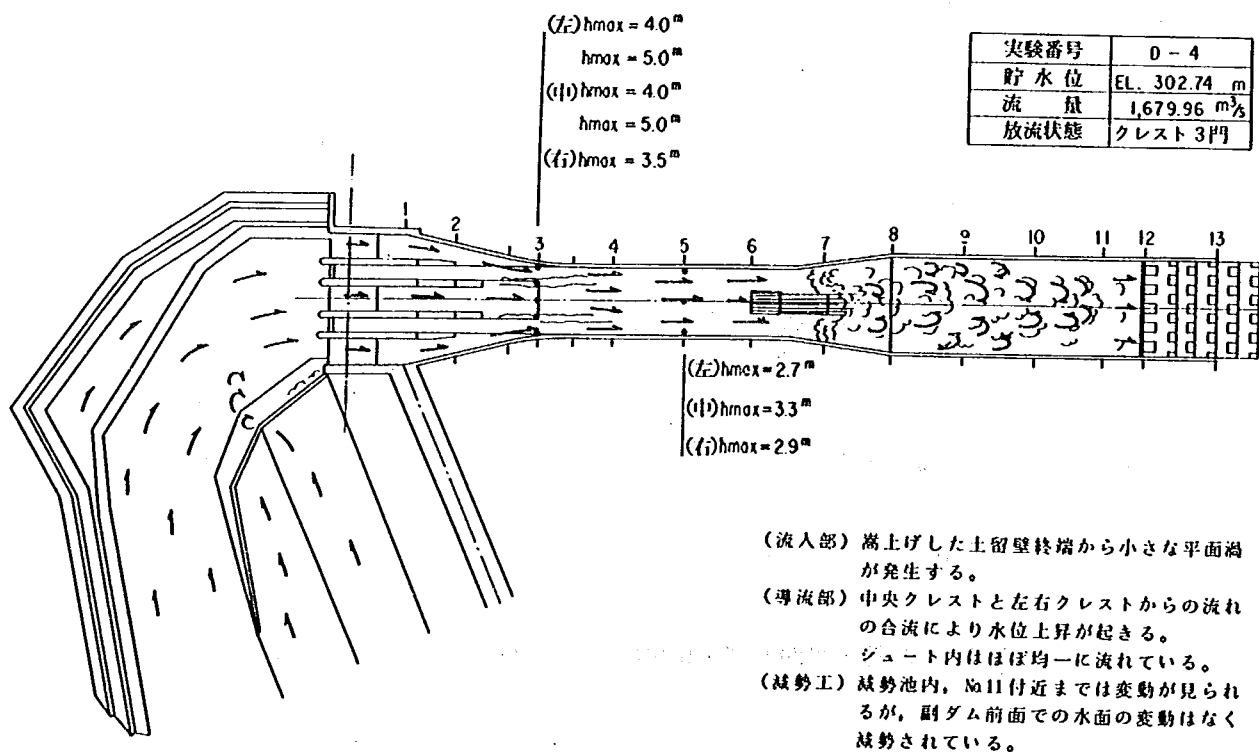


図 49 b 流況図 (最終案)

実験番号	0-5
貯水位	EL. 302.96 m
流量	2,320.44 m ³ /s
放流状態	全門全開

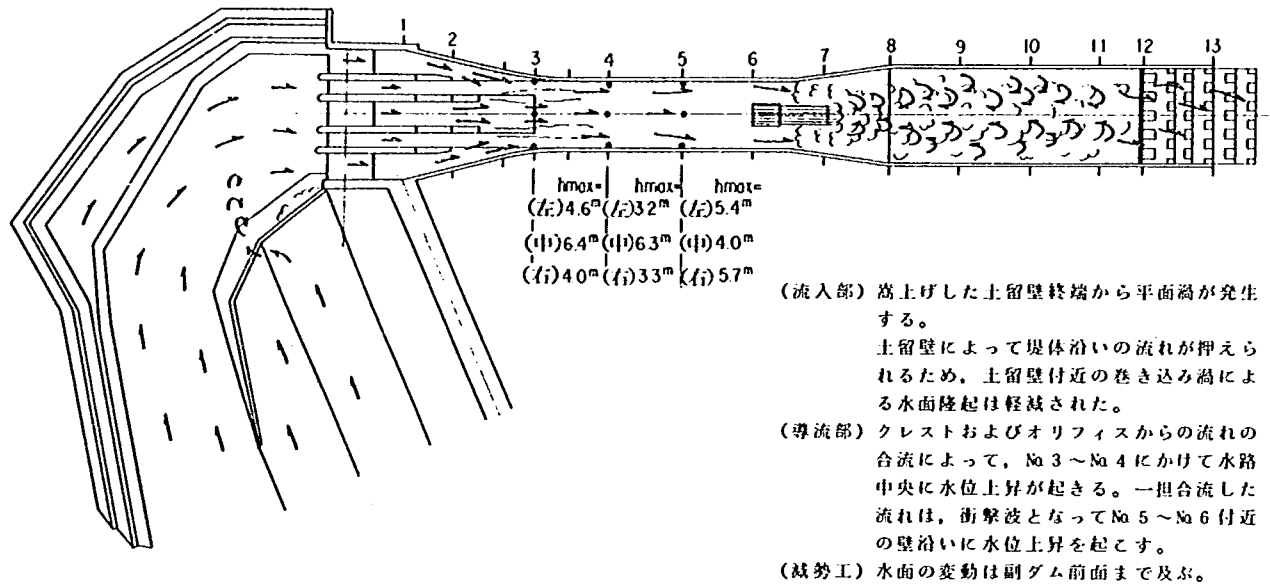


図49c 流況図(最終案)

実験番号	0-6
貯水位	EL. 304.26 m
流量	2,703.38 m ³ /s
放流状態	全門全開

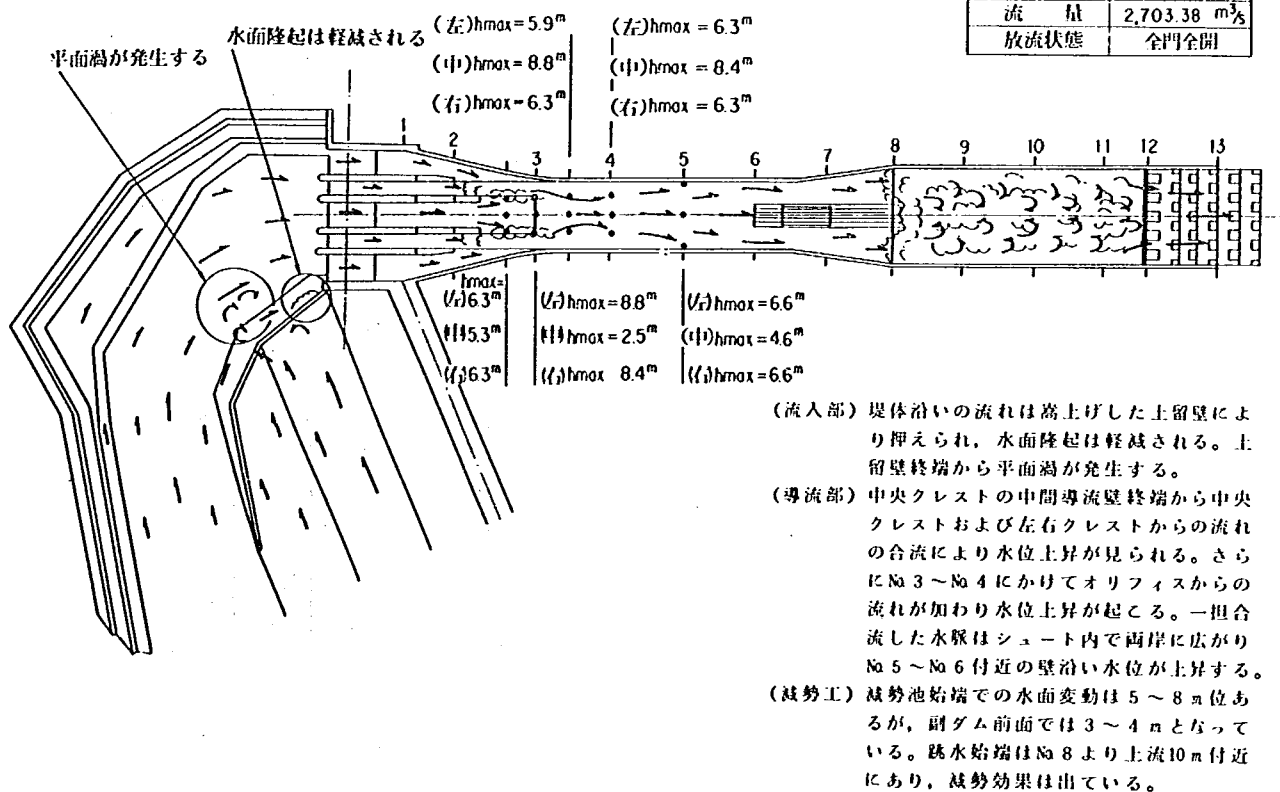


図49d 流況図(最終案)

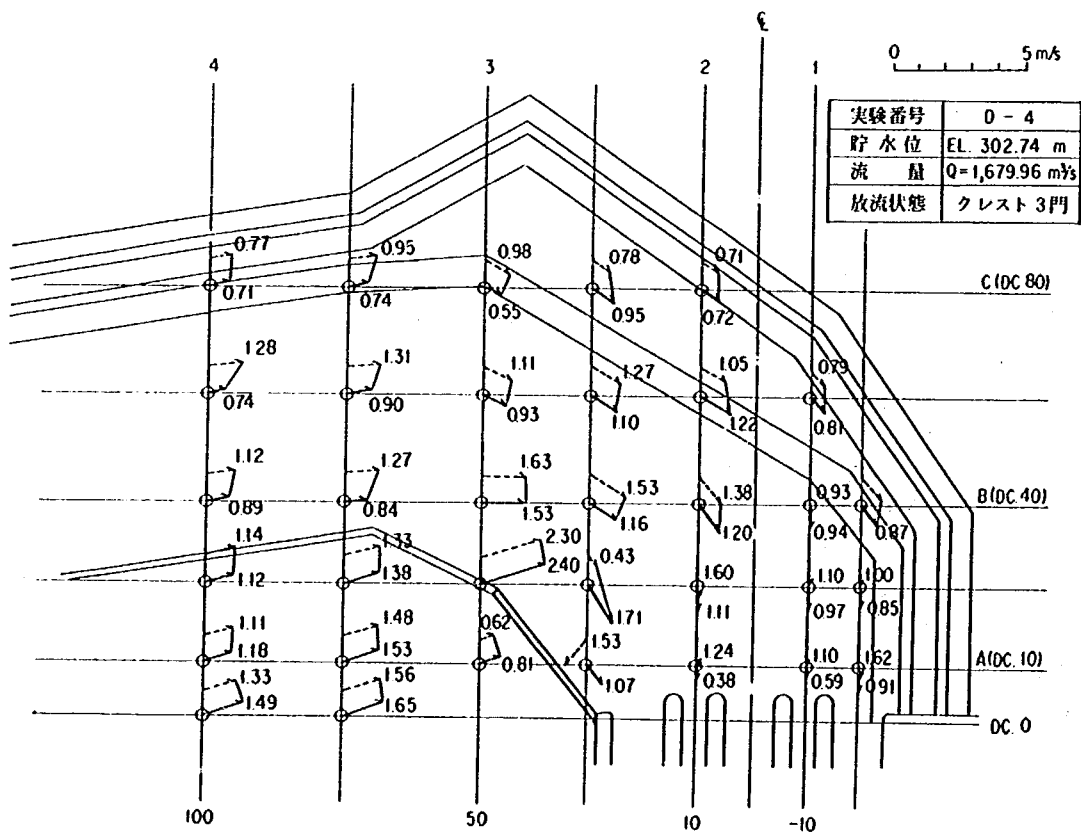
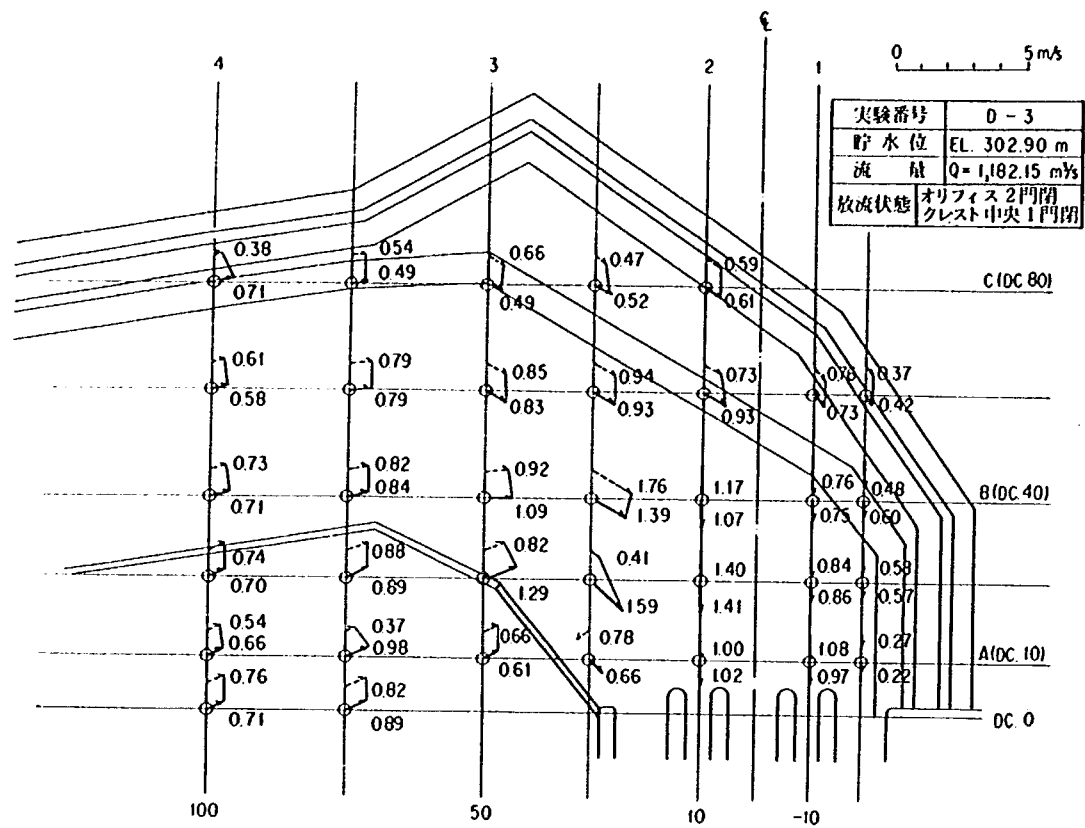


図 50 a 流入部流速測定結果 (最終案)

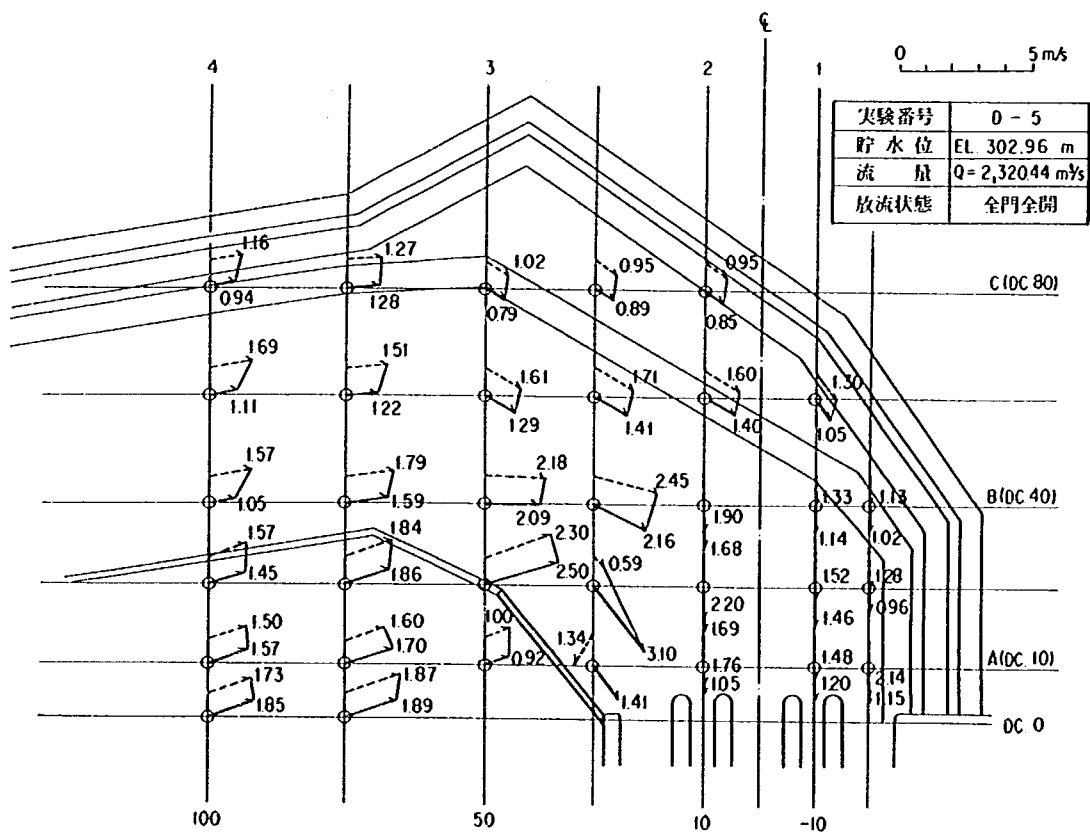
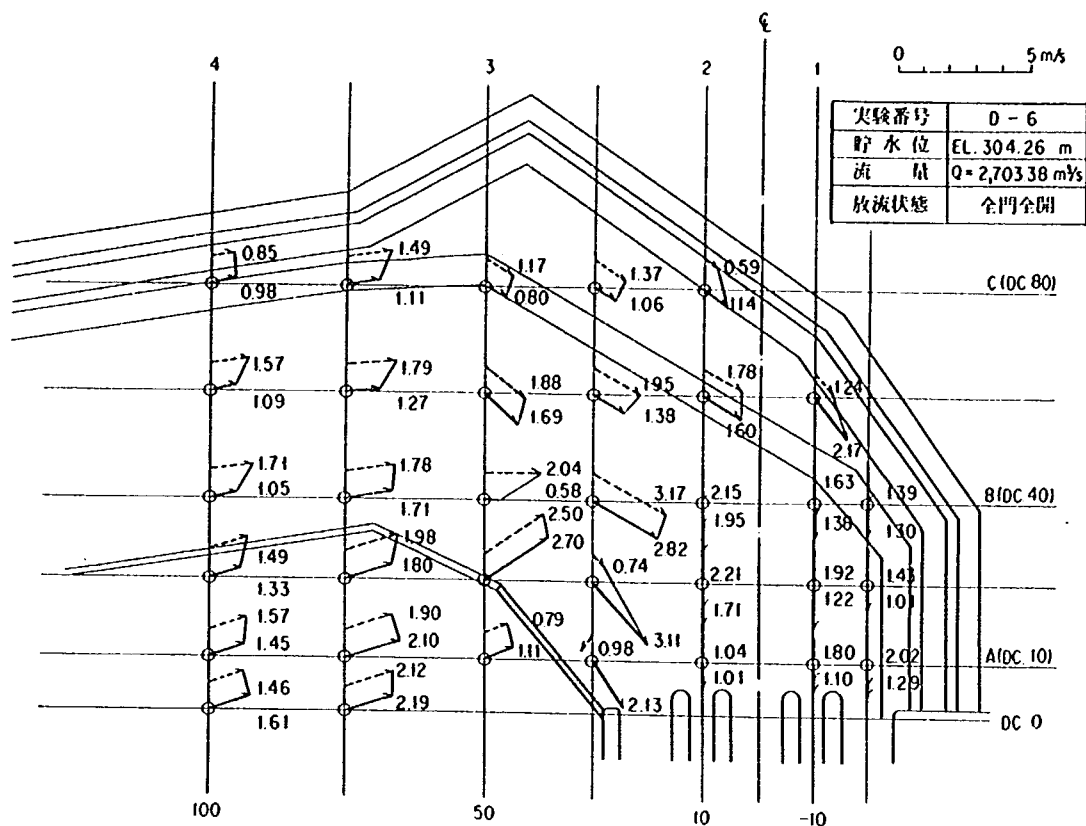


図 50 b 流入部流速測定結果 (最終案)

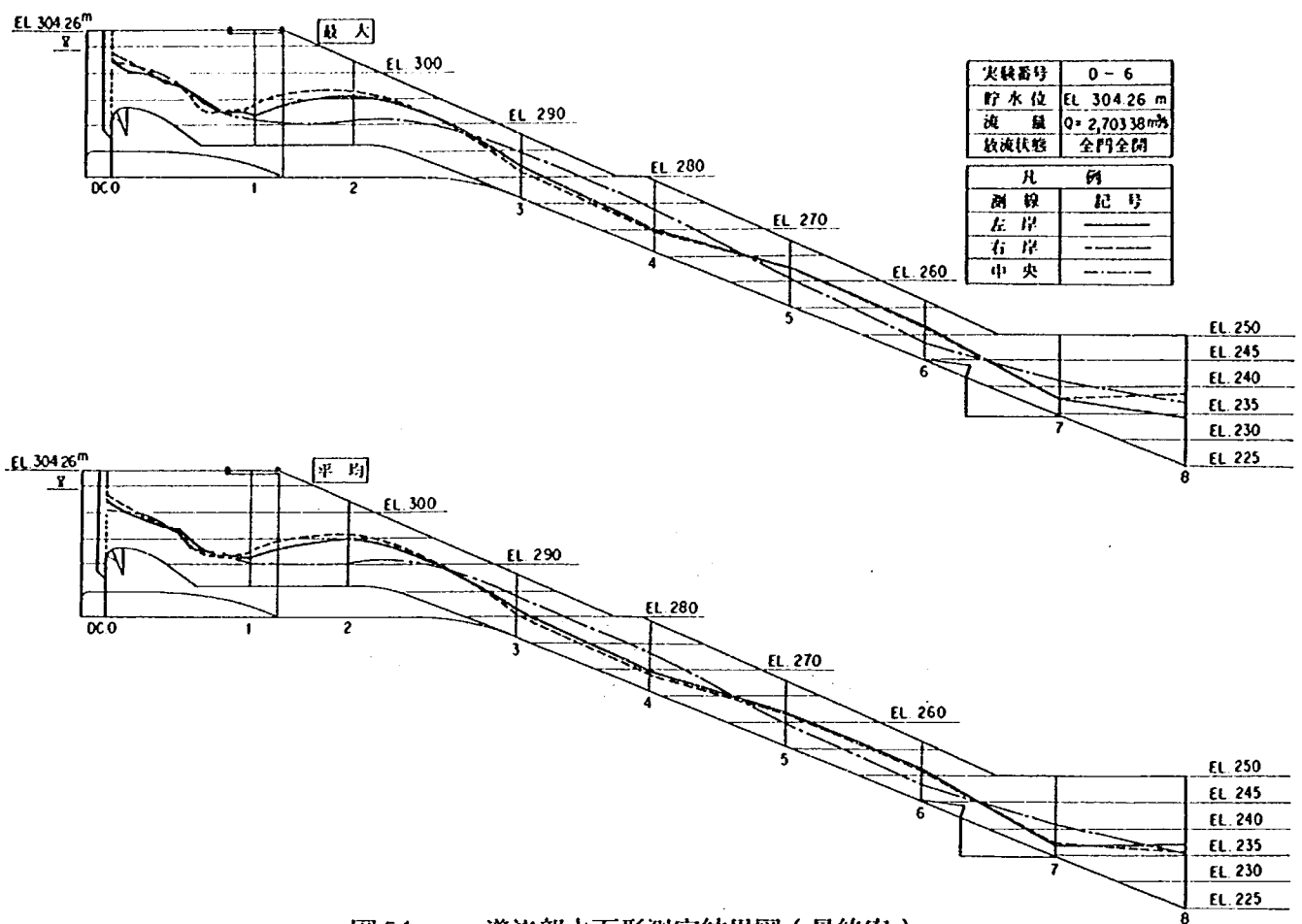
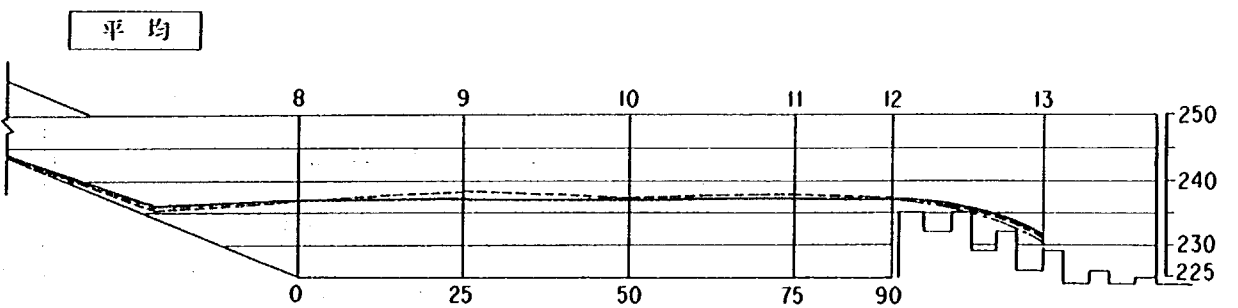
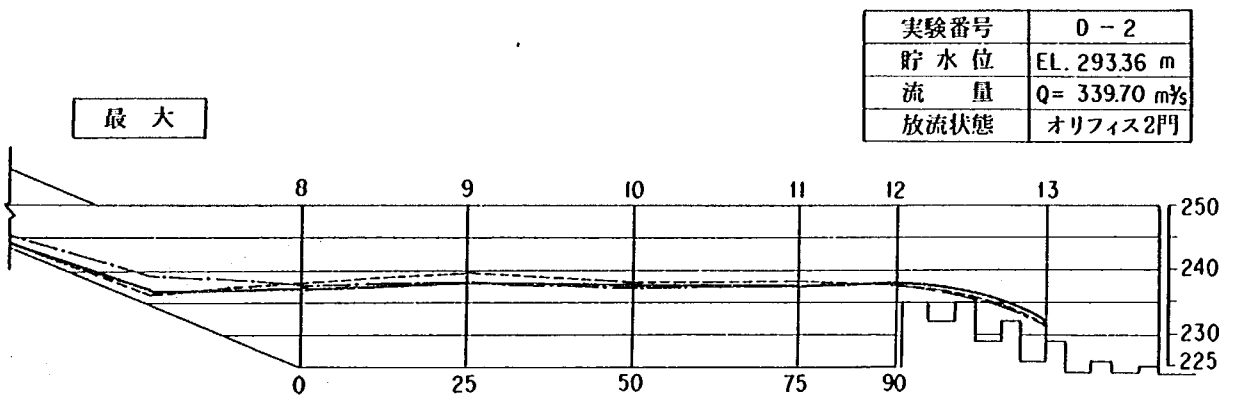
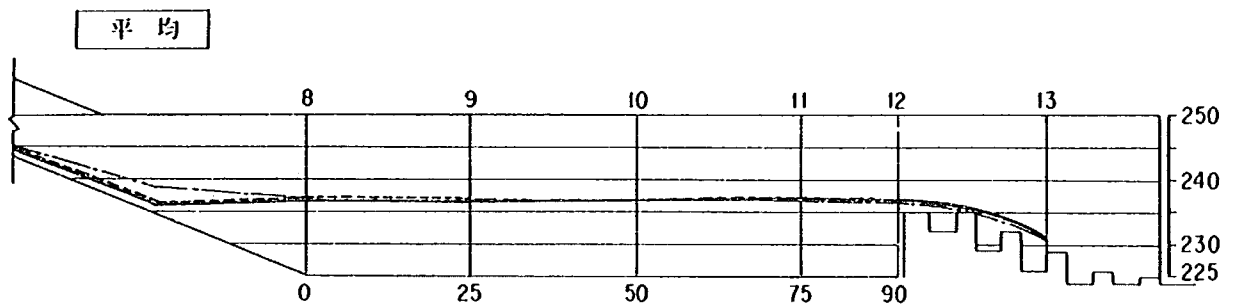
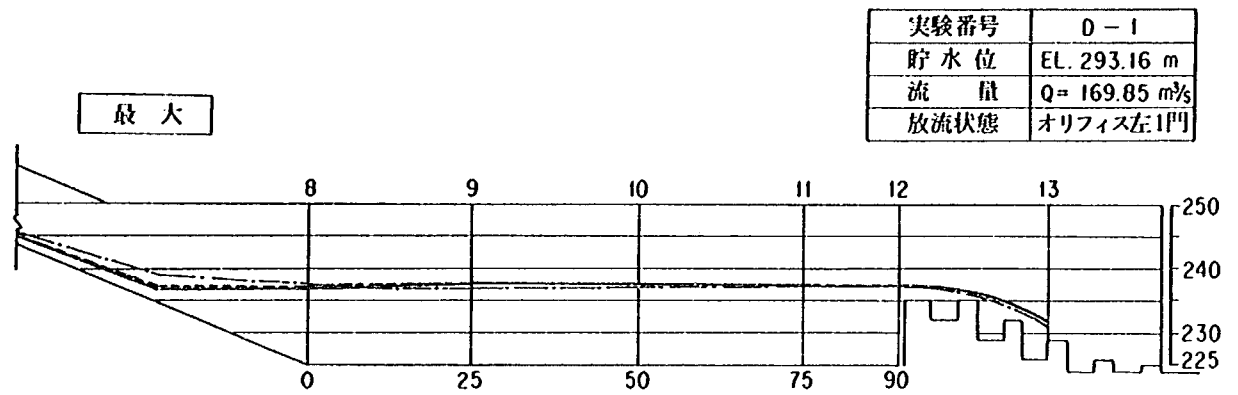


図 51 導流部水面形測定結果図 (最終案)



凡 例	
測 線	記 号
左 岸	——
中 央	- - - -
右 岸	· · · ·

図 52 a 減勢工水面形測定結果図 (最終案)

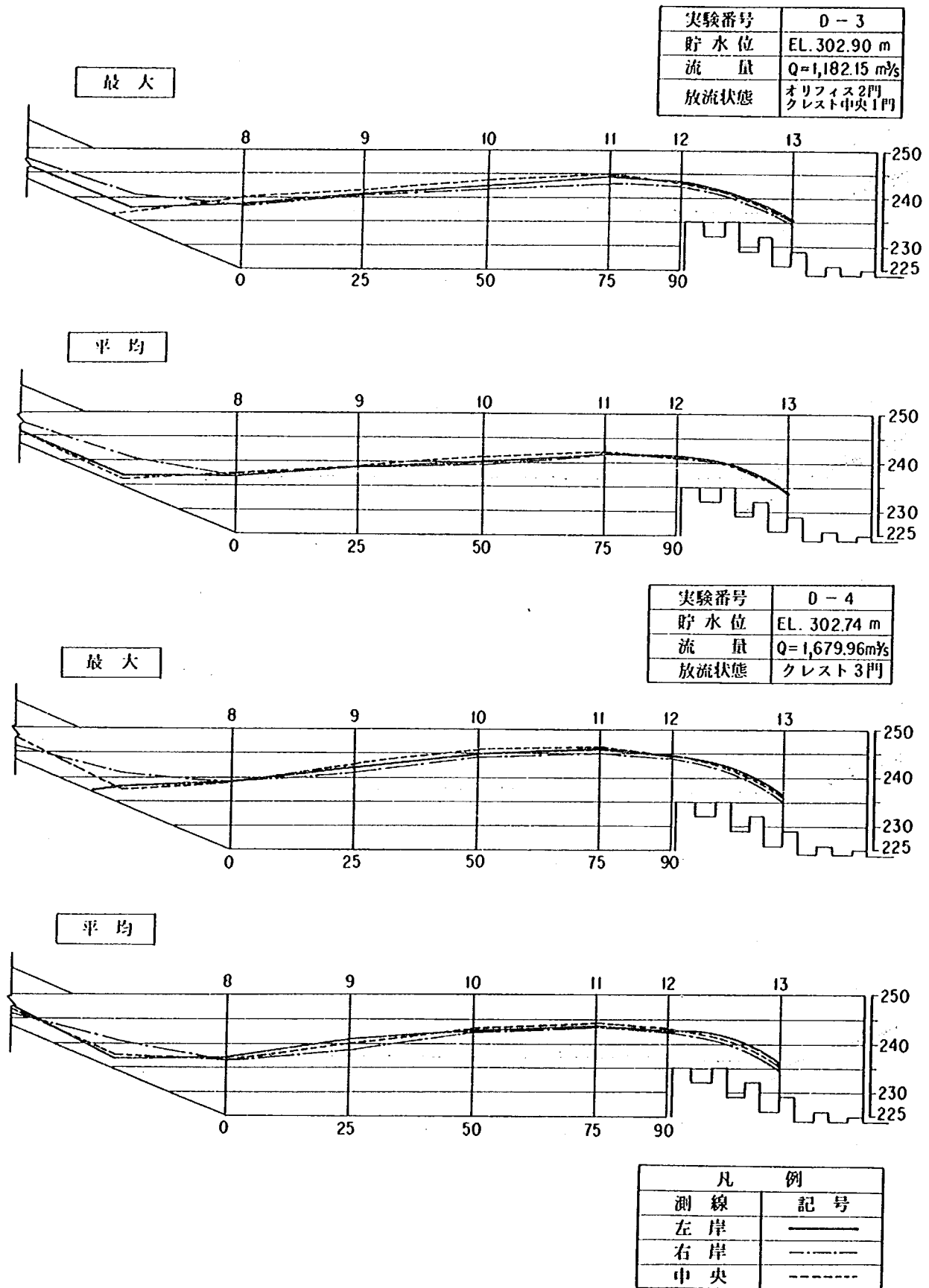


図 52 b 減勢工水面形測定結果図 (最終案)

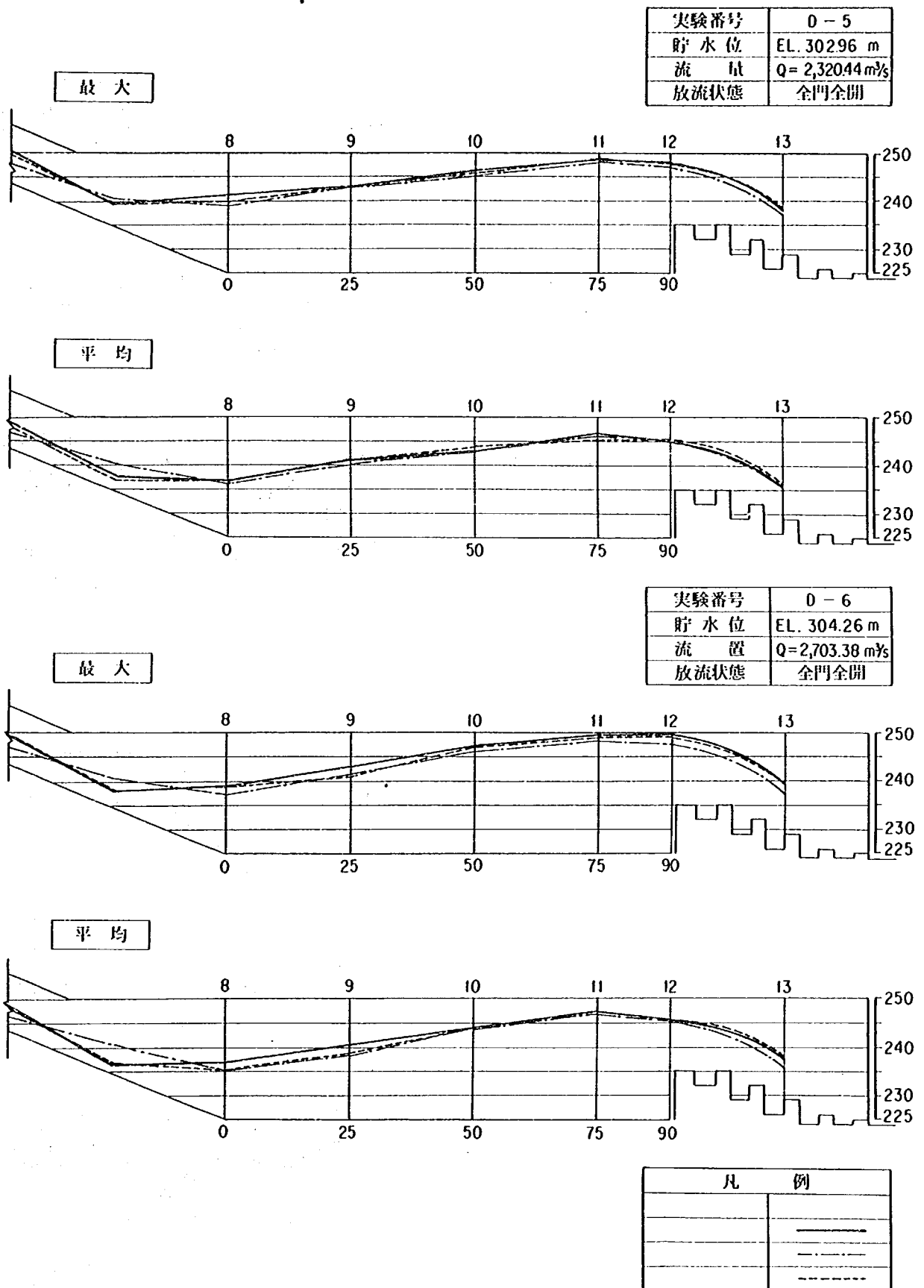
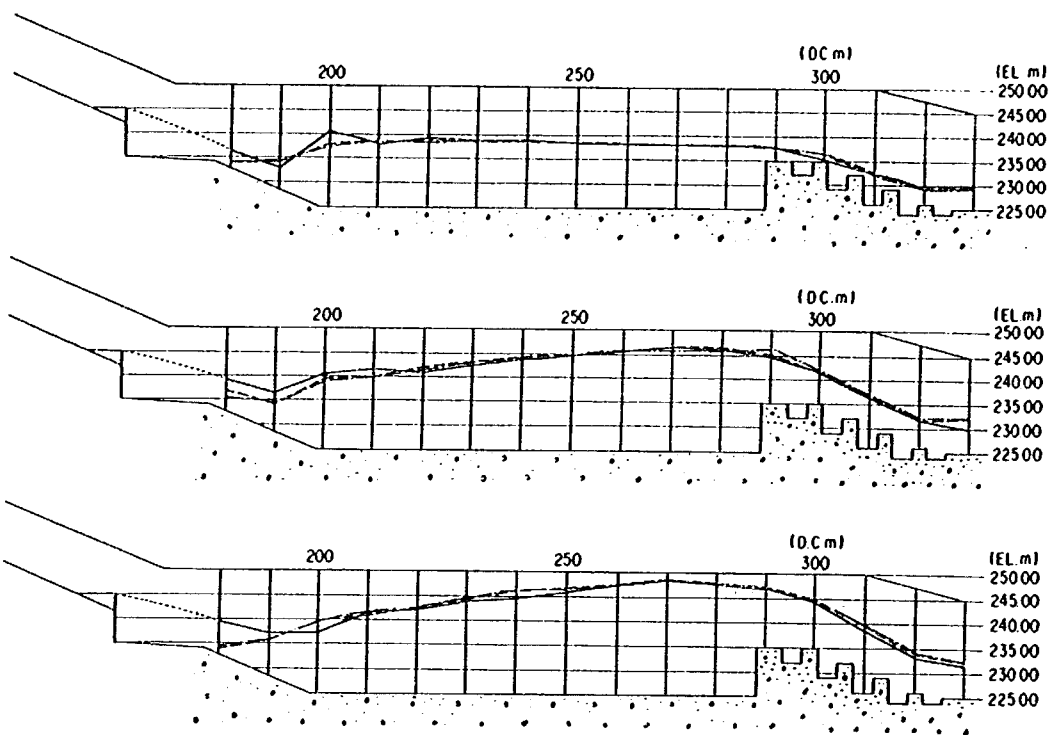


図 52 c 減勢工水面形測定結果 (最終案)



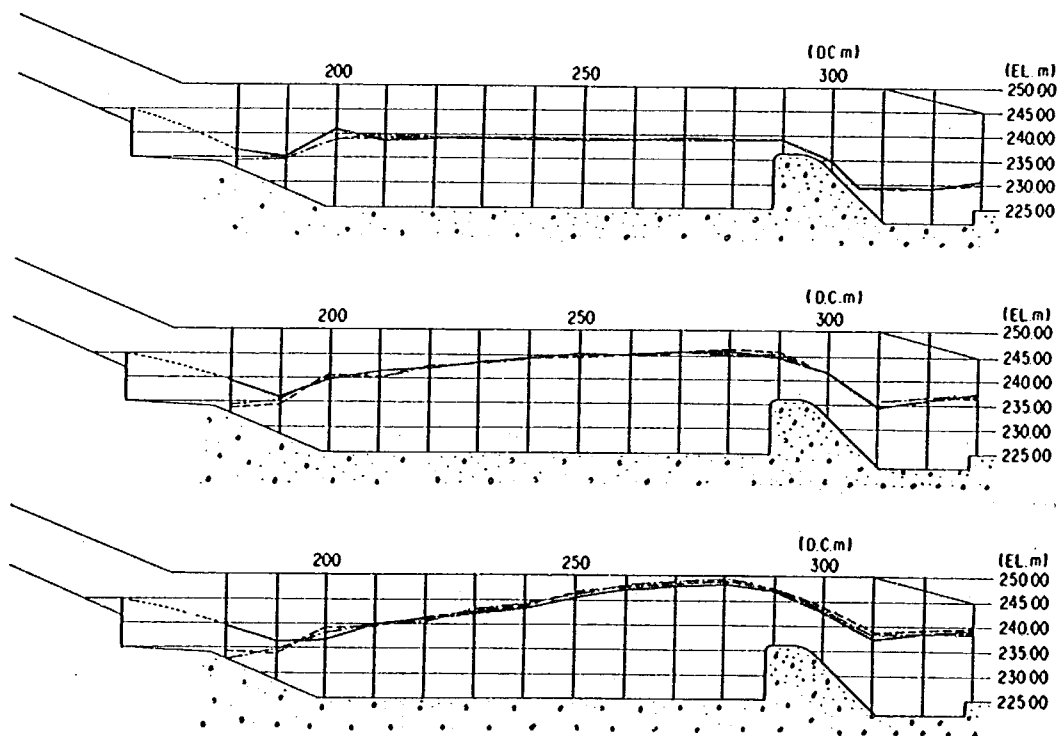
減勢工形状	1. 斜ダム高10m パツパツブロック型
貯水位	EL 291.04 m
流量	250.14 m ³ /s

減勢工形状	1. 斜ダム高10m パツパツブロック型
貯水位	EL 300.94 m
流量	1,751.91 m ³ /s

減勢工形状	1. 斜ダム高10m パツパツブロック型
貯水位	EL 303.73 m
流量	2,600.23 m ³ /s

凡 例	
-----	左 岸
-----	中 央
-----	右 岸

図 62 減勢工水面形状図 (1)



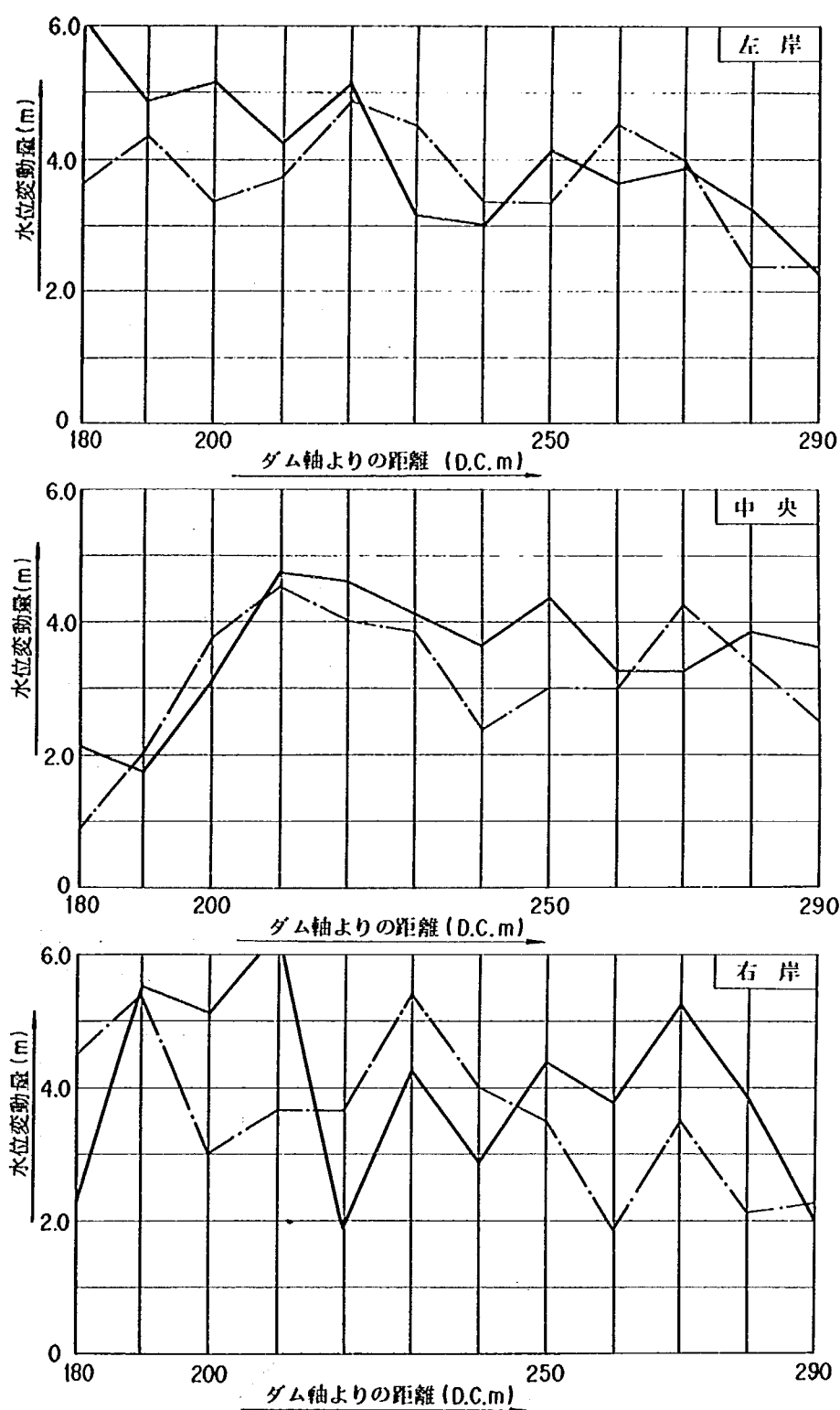
減勢工形状	3. 斜ダム高11m 層込り型
貯水位	EL 291.41 m
流量	245.82 m ³ /s

減勢工形状	3. 斜ダム高11m 層込り型
貯水位	EL 300.83 m
流量	1,749.13 m ³ /s

減勢工形状	3. 斜ダム高11m 層込り型
貯水位	EL 303.92 m
流量	2,623.08 m ³ /s

凡 例	
-----	左 岸
-----	中 央
-----	右 岸

図 62 減勢工水面形状図 (2)



凡	例
減勢工形状	記号
1. 副ダム高10m バップルブロック付	-----
3. 副ダム高11m フランジプール付	————

※対象計量は、
ダム設計洪水流量
(2,620 m³/s)
としている。

〔水位変動量〕
計測した最高、平均水位より、
測定点での変動量を次式で求
める。
変動量 = (最高水位 - 平均水位)
× 2

図 63 減勢池内の水位変動

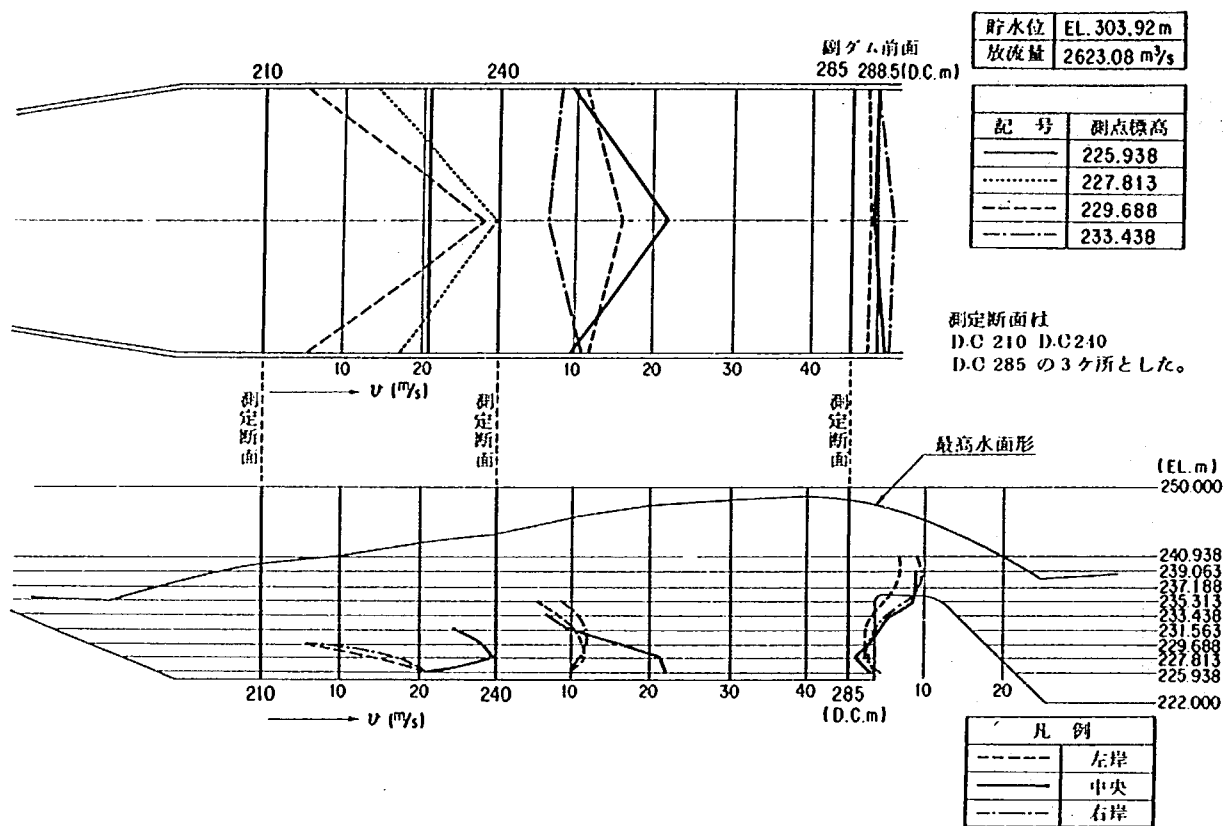


図 64 減勢池内流速分布図

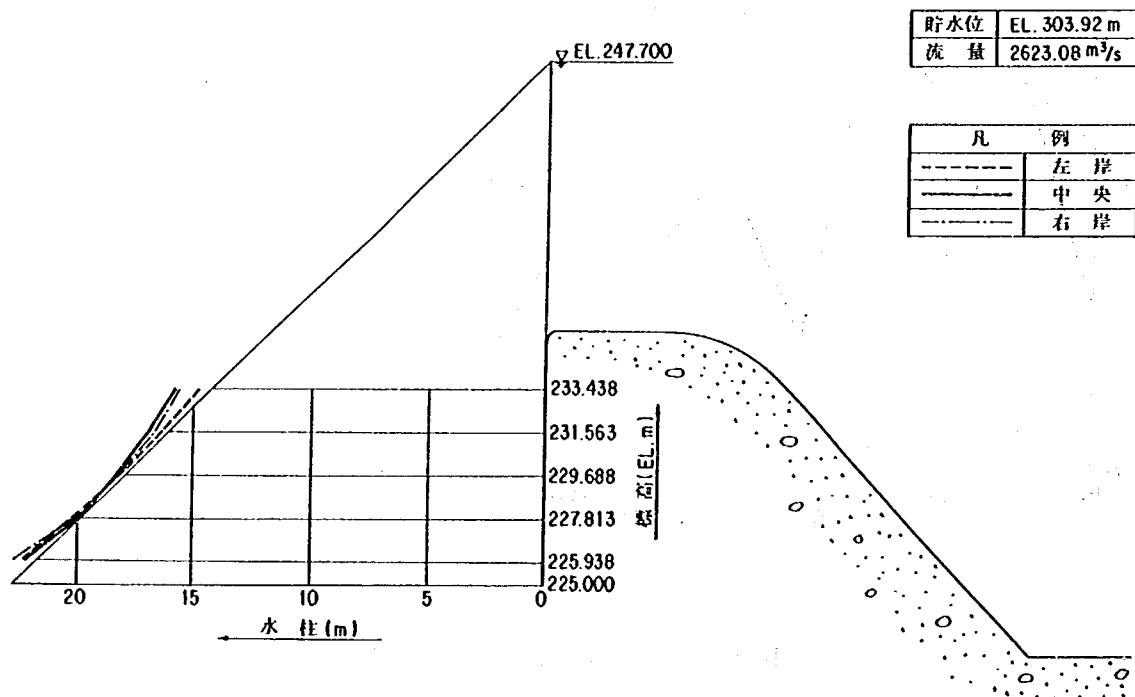
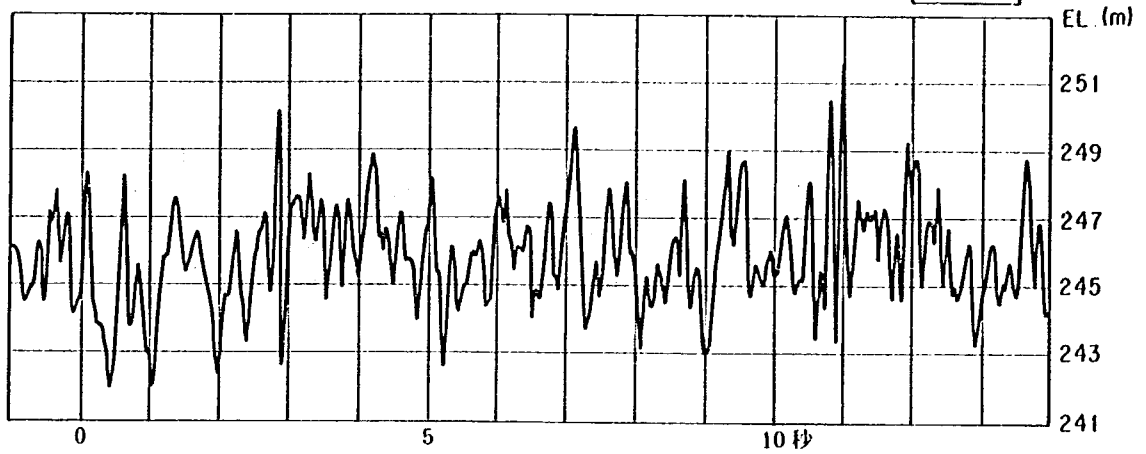


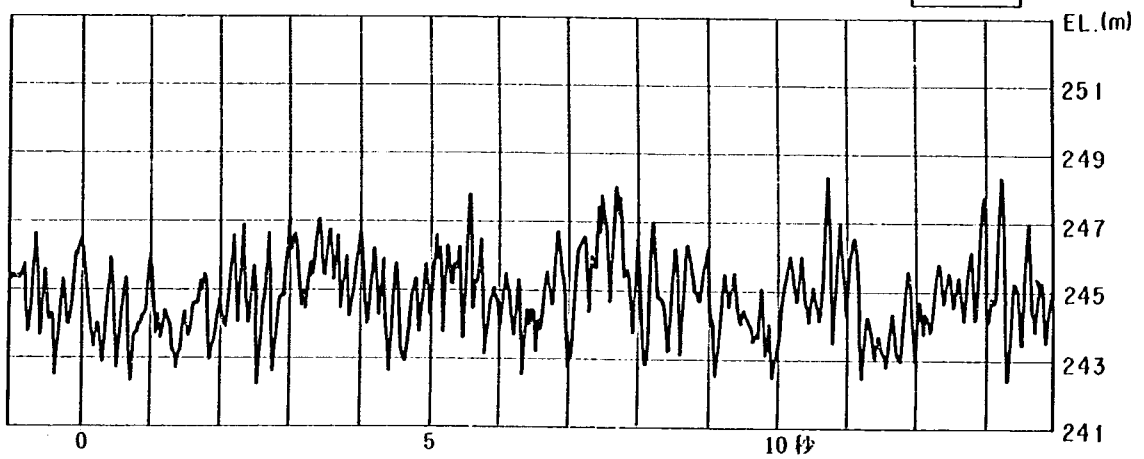
図 65 副ダム前面圧力分布図

流 量	2623.77m ³ /s
計測位置	D.C. 260

左岸



中央



右岸

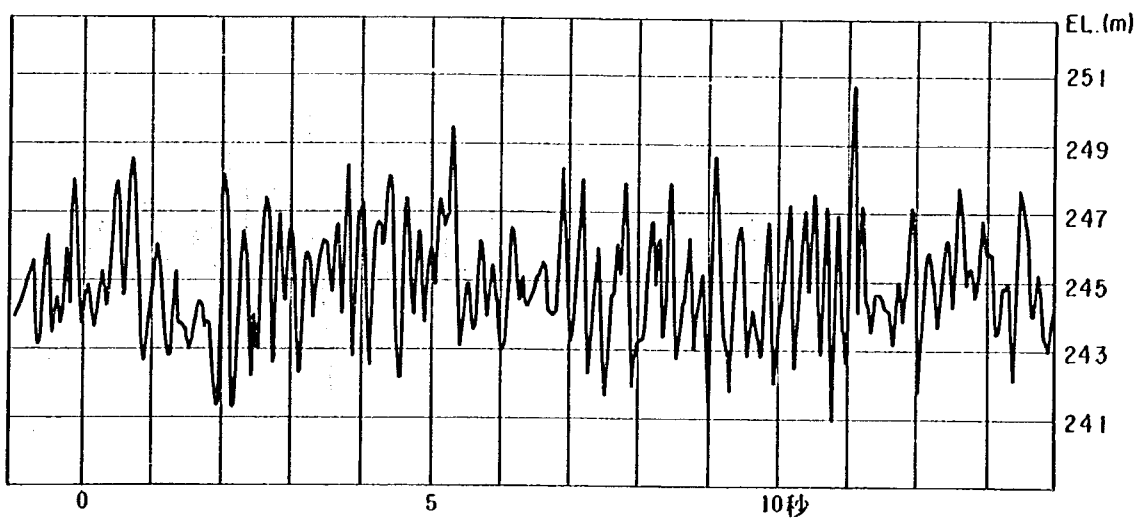
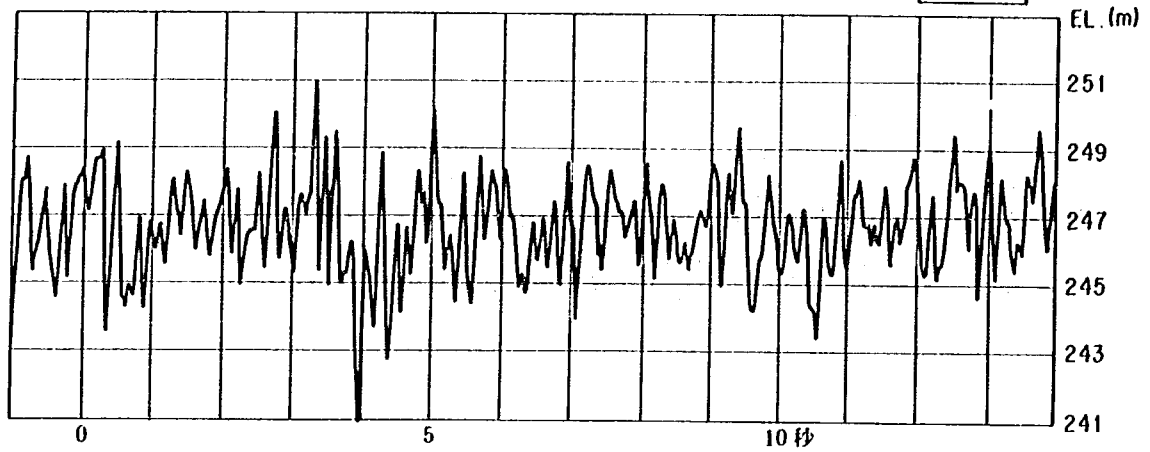


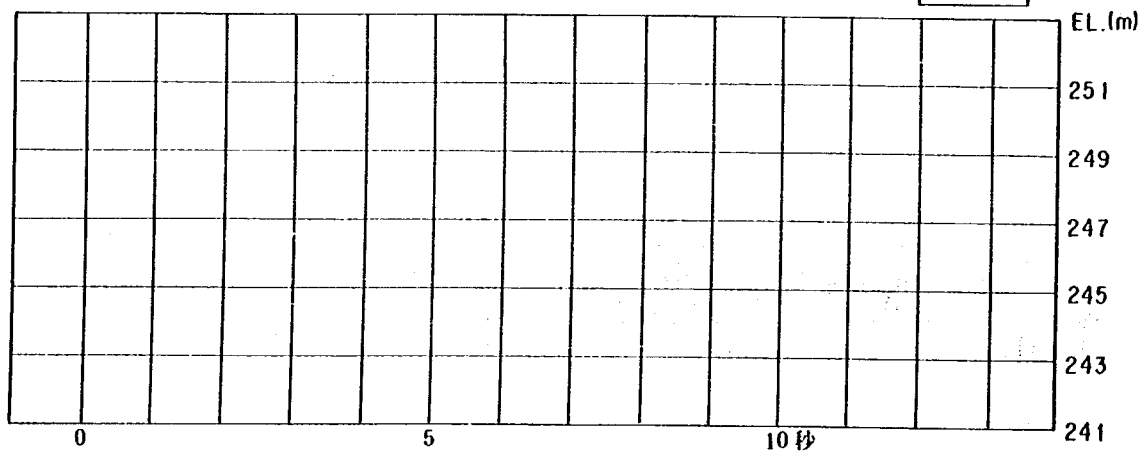
図 66 a 減勢池水面変動サイクル図

流 量	2623.77m ³ /s
計測位置	D.C. 270

左岸



中央



右岸

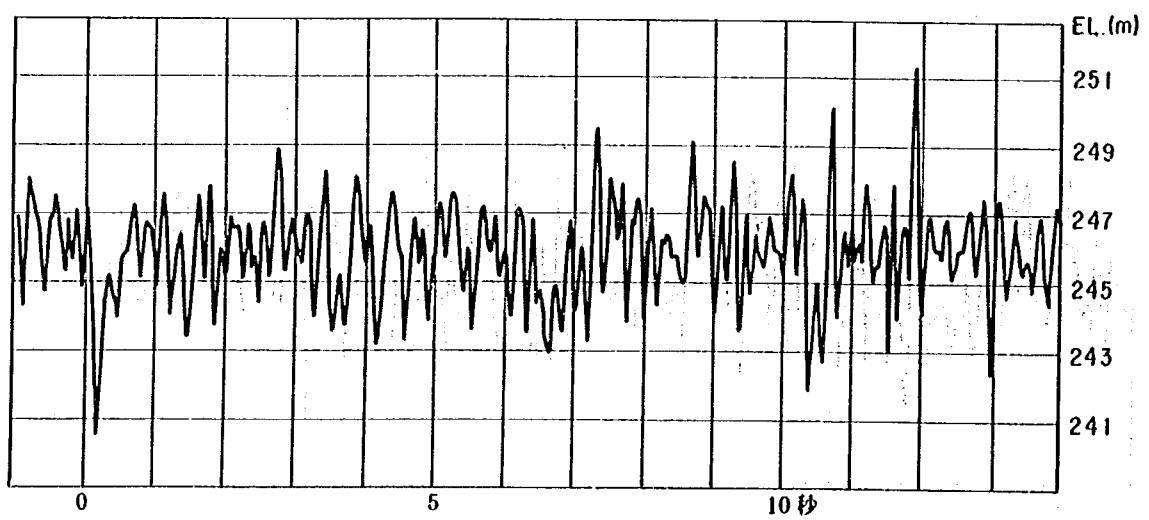
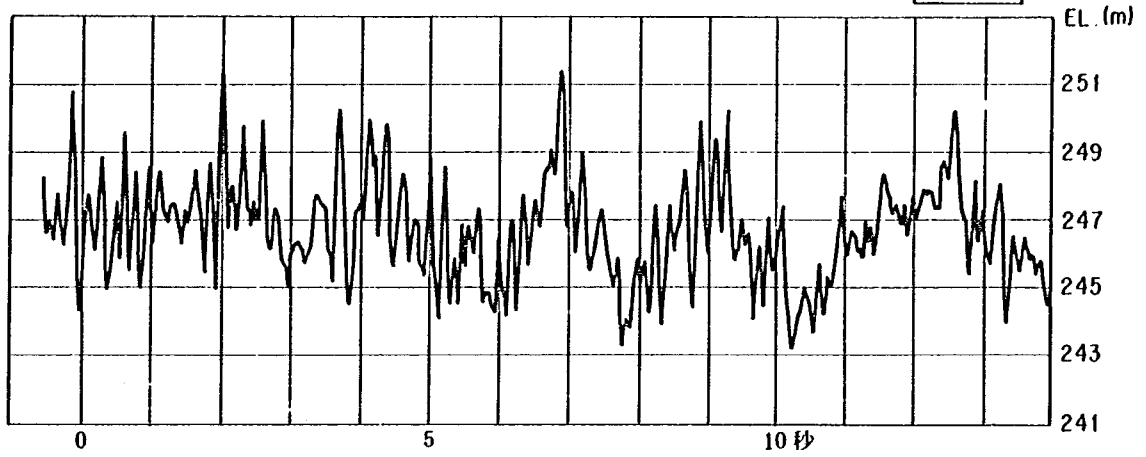


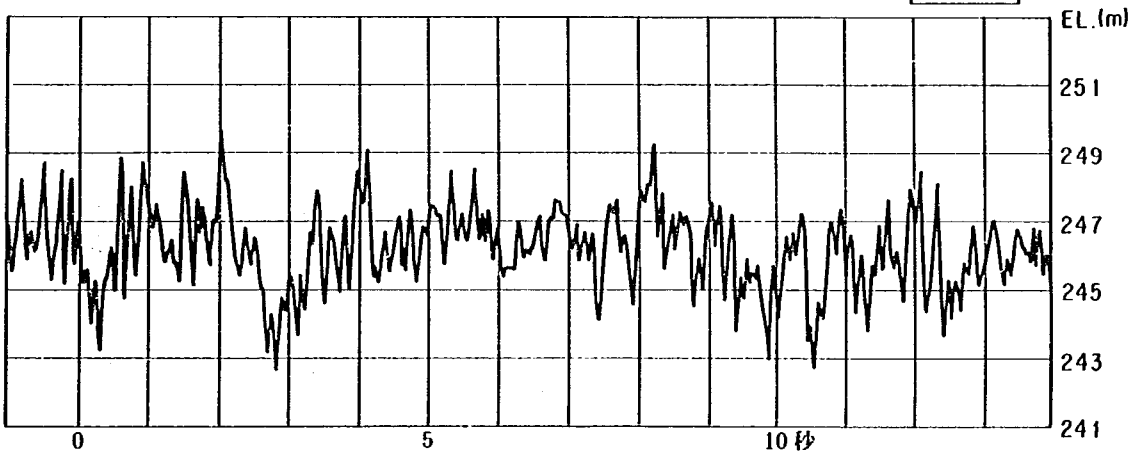
図 66 b 水面変動状態図

流 量	2623.77m ³ /s
計測位置	D.C. 280

左岸



中央



右岸

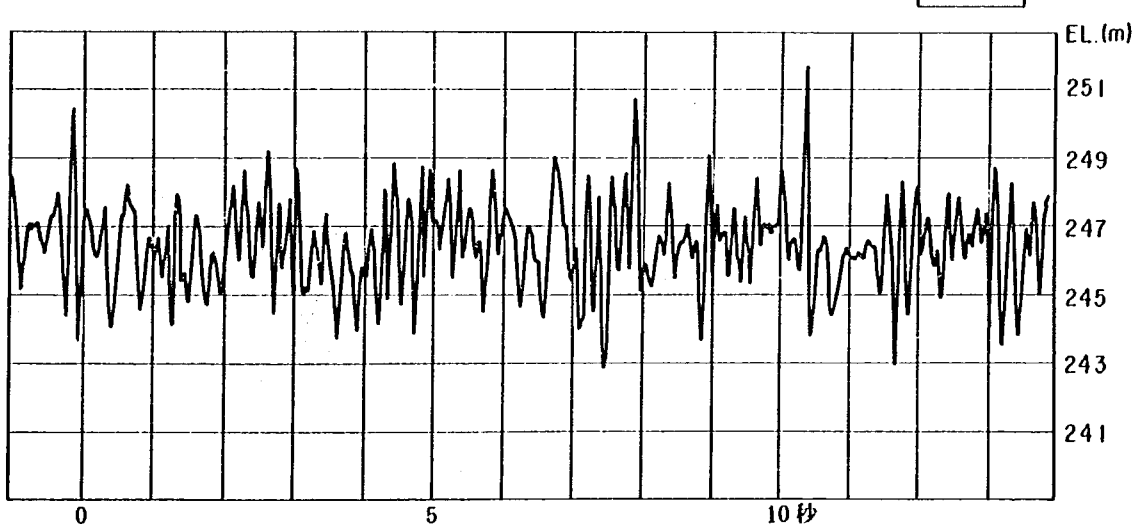


図 66 c 水面変動状態図

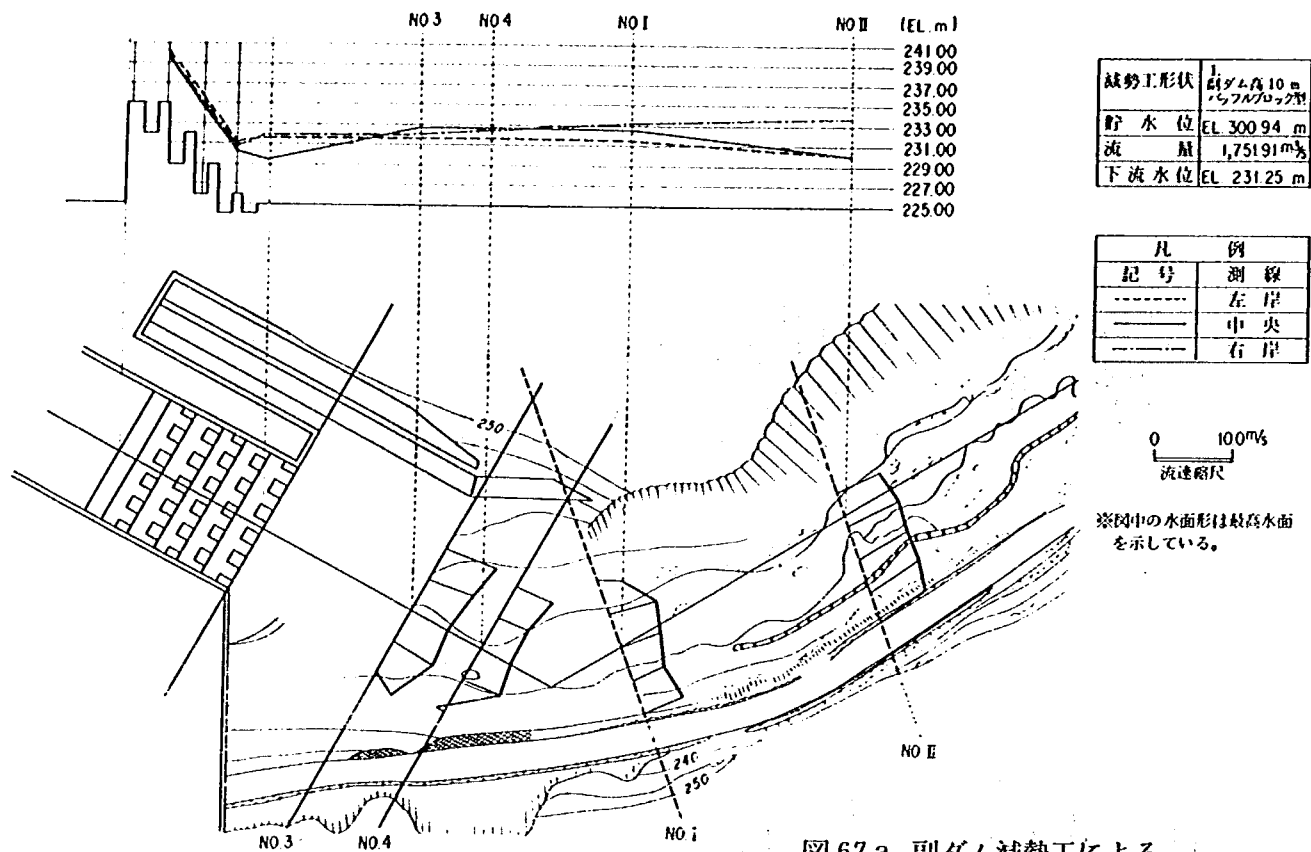


図 67 a 副ダム減勢工による
下流河道水位および流速分布図

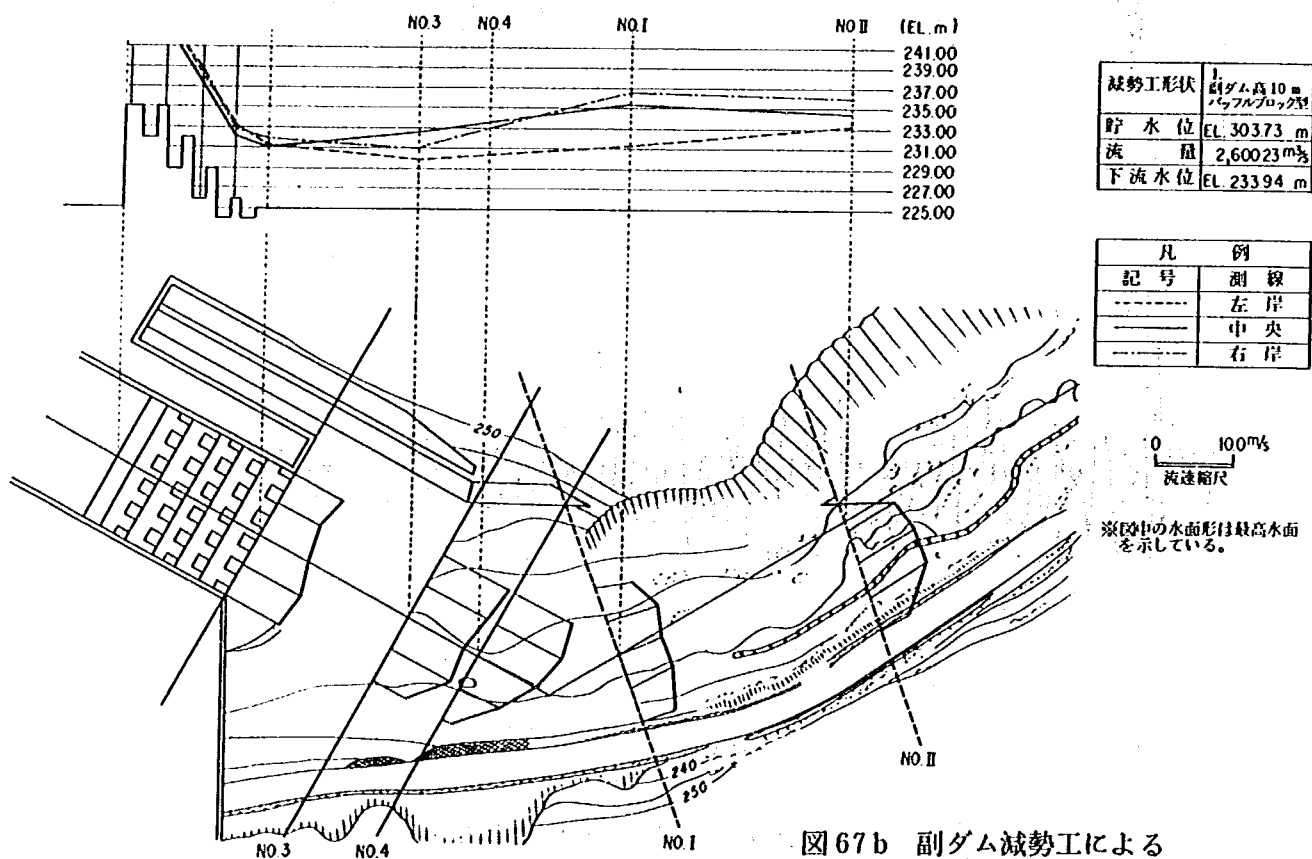


図 67 b 副ダム減勢工による
下流河道水位および流速分布図

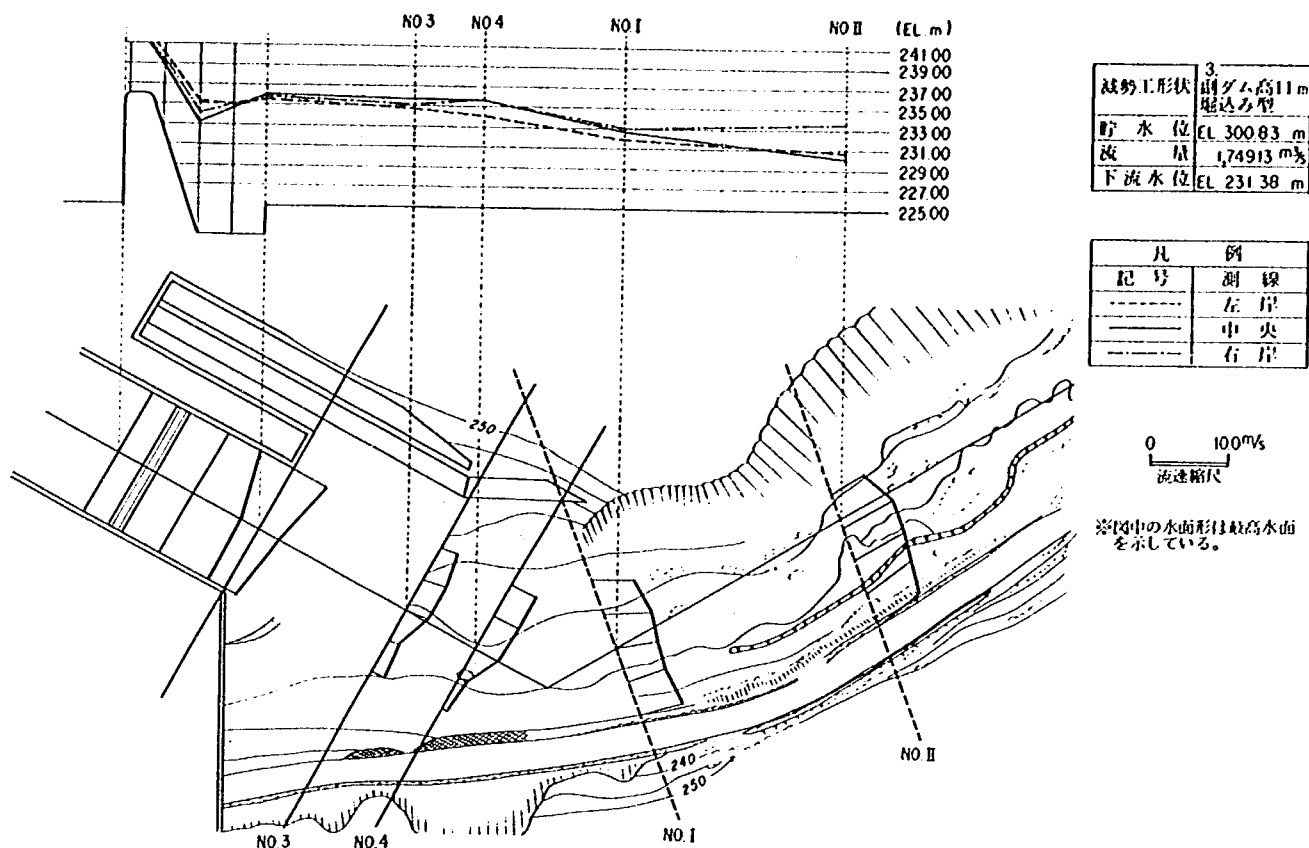


図 67 c 副ダム減勢工による
下流河道水位および流速分布図

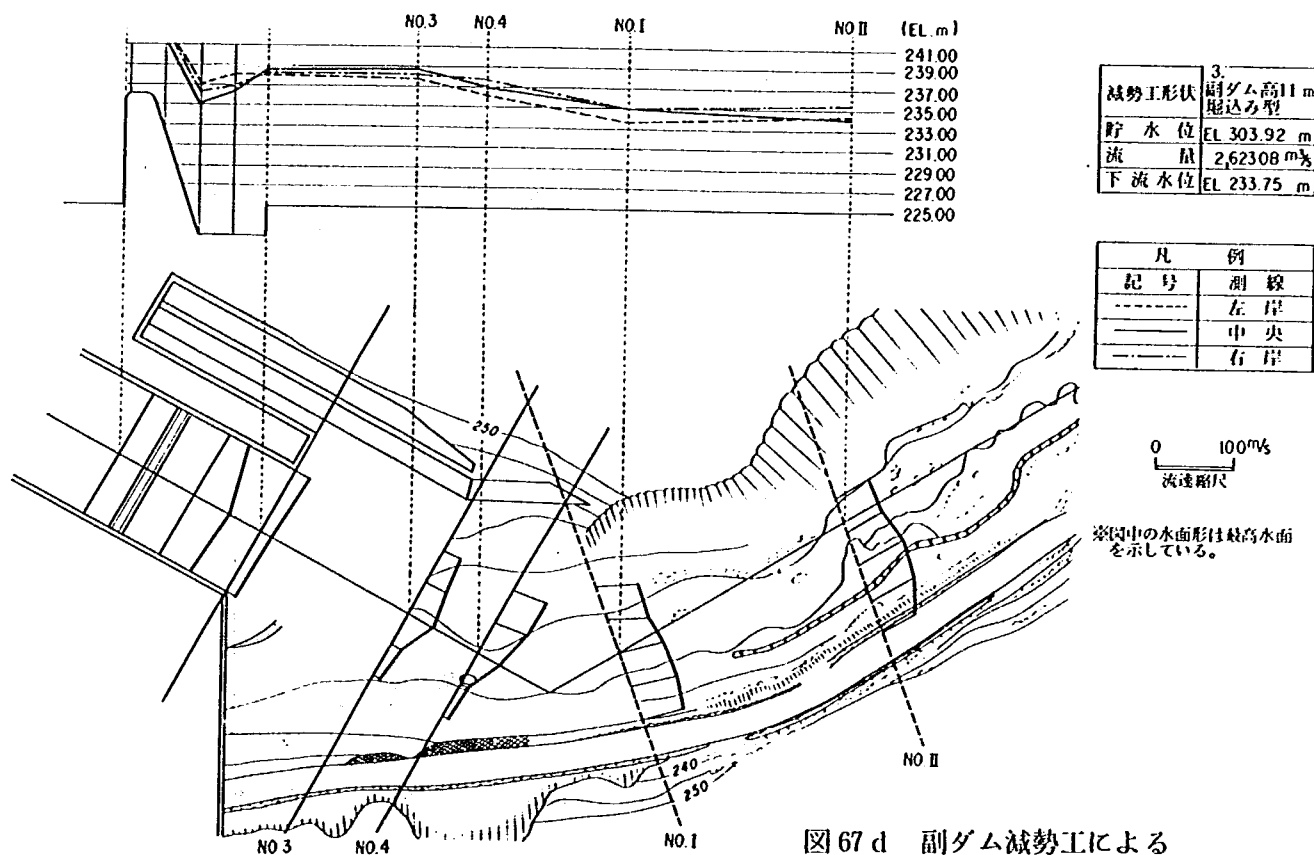


図 67 d 副ダム減勢工による
下流河道水位および流速分布図

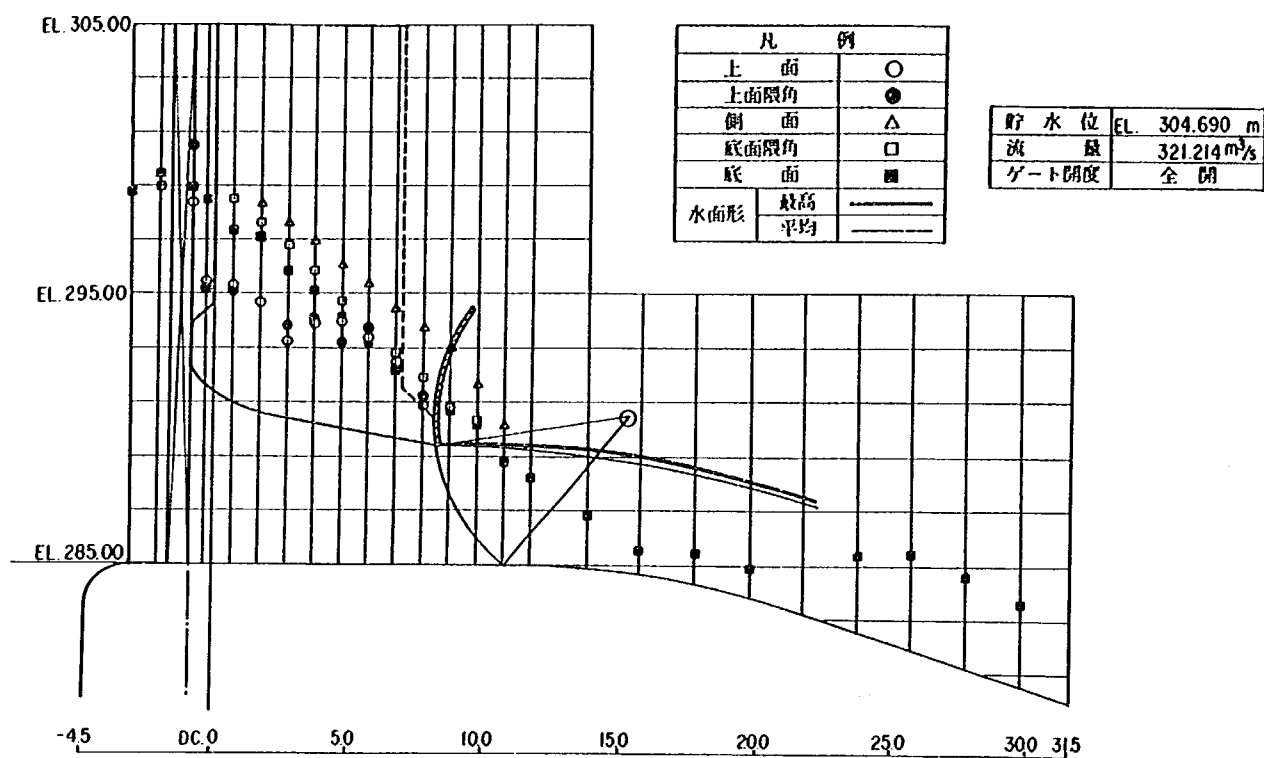


図 79 オリフィスの圧力分布および水面形状図 (1)

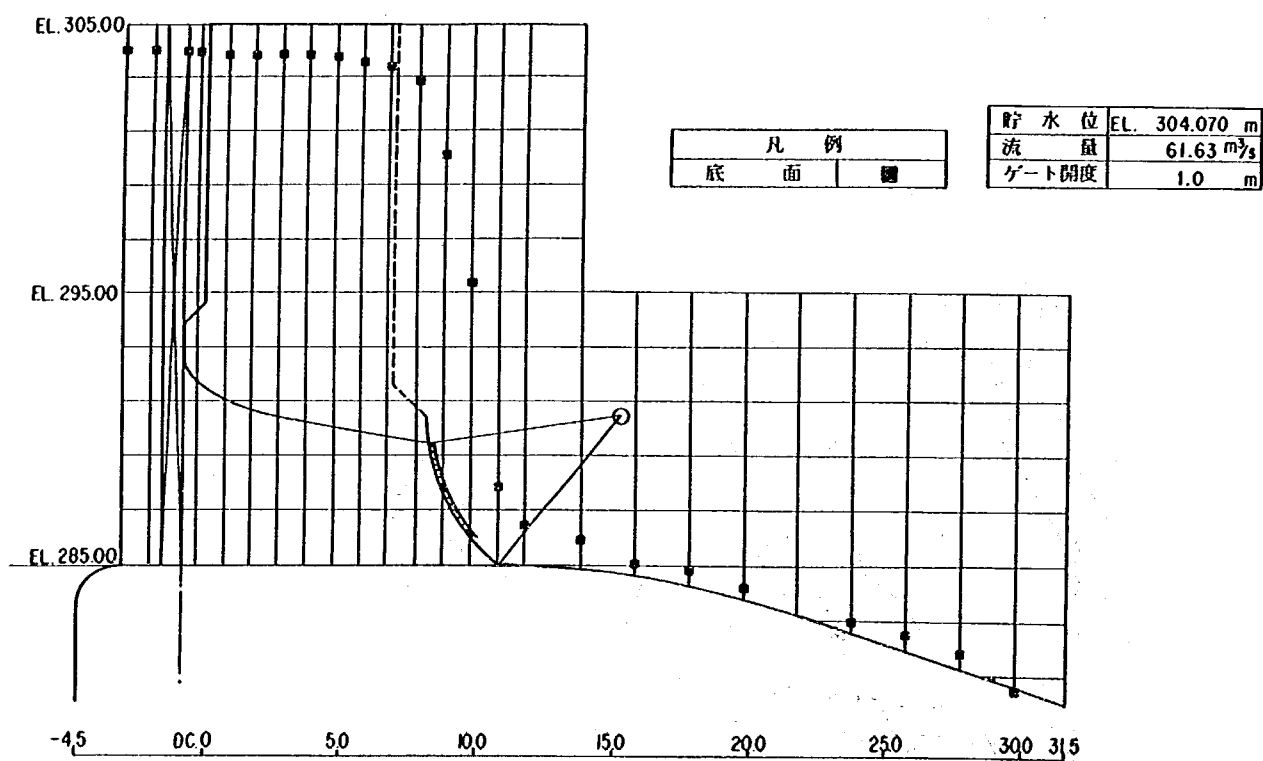


図 79 オリフィスの圧力分布および水面形状図 (2)

表27 Ⅲ案洪水吐合流部水面形測定結果

実験条件 縦項目 (m)	実験番号	1		貯水位 EL 303.92 m			実験番号	1		貯水位 EL 304.98 m		
	放流状態	オリフィス2門, クレスト3門		流 量 $Q = 1747.29 \text{ m}^3/\text{s}$			放流状態	全門全開		流 量 $Q = 2614.44 \text{ m}^3/\text{s}$		
	横 距 (m)	最大水深 (m)	最大水深 (m)	平均水位 (m)	平均水位 (m)	敷 高 EL (m)	横 距 (m)	最大水深 (m)	最大水深 (m)	平均水深 (m)	平均水深 (m)	敷 高 EL (m)
D.C.31.75	0	—	—	5.55	285.55	280.00		—	—	6.66	286.66	280.00
	左 8.00	—	—	5.08	285.05		左 8.00	—	—	4.91	284.91	
	左17.50	—	—	3.04	283.04		左17.50	—	—	3.63	283.63	
	右 8.00	—	—	4.93	284.93		右 8.00	—	—	4.88	284.88	
	右17.50	—	—	3.18	283.18		右17.50	—	—	4.24	284.24	
D.C.40.00	0	—	—	3.83	283.83	280.00	0	—	—	3.63	283.63	280.00
	左 8.00	—	—	5.30	285.30		左 8.00	—	—	5.01	285.01	
	左17.50	—	—	4.31	284.31		左17.50	—	—	3.65	283.65	
	右 8.00	—	—	5.26	285.26		右 8.00	—	—	4.76	284.76	
	右17.50	—	—	4.27	284.27		右17.50	—	—	3.94	283.94	
D.C.52.50	0	—	—	3.07	280.57	277.50	0	6.28	283.78	4.99	282.49	277.50
	左 7.50	—	—	4.64	282.14		左 8.13	—	—	4.94	282.44	
	左13.75	—	—	3.52	281.02		左11.56	5.38	282.88	4.48	281.98	
	左15.63	—	—	11.13	288.63		左16.25	12.36	289.86	11.12	288.62	
	右 8.13	—	—	4.50	282.00		右 8.13	—	—	4.89	282.39	
	右11.25	—	—	3.68	281.18		右11.25	6.01	283.51	4.53	282.03	
	右14.69	—	—	9.97	287.47		右15.63	11.14	288.64	10.57	288.01	
D.C.65.00	0	2.76	277.76	1.82	276.82	275.00	0	11.10	286.10	10.22	285.22	275.00
	左 3.75	6.78	281.78	5.71	280.71		左 5.63	11.23	286.23	9.06	284.06	
	左10.63	11.44	286.44	9.28	284.28		左 8.75	11.81	286.81	10.29	285.29	
	左12.50	—	—	3.03	278.03		左13.75	11.02	286.02	9.41	284.41	
	右 5.00	3.49	278.49	1.88	276.88		右 6.25	9.62	284.62	8.16	283.16	
	右10.63	—	—	10.25	285.25		右12.50	11.70	286.70	10.70	285.70	
	右11.88	—	—	2.94	277.94		右16.88	9.30	284.30	8.64	283.64	
D.C.97.00	0	11.03	286.03	9.03	284.03	275.00	0	14.44	289.44	13.90	288.90	
	左11.88	4.21	279.21	3.58	278.58		左15.63	14.63	289.63	13.64	288.64	
	右12.50	4.09	279.09	3.10	278.10		右12.50	12.50	287.50	11.38	286.38	
							右23.13	—	—	24.19	299.19	

表29 越流部水面形測定結果表

左岸側クレスト		実験条件		遮水壁なし	
		貯水位		EL. 304.50 m	
		流量		$Q = 2726.6 \text{ m}^3/\text{s}$	
		放流状態		全門全開	
D C (m)	左岸沿い		右岸沿い		
	平均水位 EL(m)	最高水位 EL(m)	平均水位 EL(m)	最高水位 EL(m)	
0	302.06	302.41	301.50	301.72	
3	300.22	300.68	301.38	301.88	
6	299.19	299.53	301.00	301.28	
9	298.00	298.19	299.72	299.88	
13.188	295.69	295.88	297.94	298.44	
15	294.50	294.94	295.41	296.00	
18	292.31	292.47	292.69	292.88	
21	290.56	290.88	290.88	291.50	
24	290.38	290.50	289.91	290.16	
265	290.81	291.06	289.91	290.13	

右岸側クレスト		実験条件		遮水壁なし	
		貯水位		EL. 304.50 m	
		流量		$Q = 2726.84 \text{ m}^3/\text{s}$	
		放流状態		全門全開	
D C (m)	左岸沿い		右岸沿い		
	平均水位 EL(m)	最高水位 EL(m)	平均水位 EL(m)	最高水位 EL(m)	
0	303.00	303.56	302.09	302.28	
3	302.22	302.88	300.13	300.41	
6	300.78	301.44	299.44	299.81	
9	299.25	300.50	298.63	298.88	
13.188	296.84	298.50	296.13	296.63	
15	294.13	295.81	294.97	295.81	
18	292.13	292.84	293.06	293.47	
21	290.81	291.94	291.47	291.91	
24	291.25	293.00	290.88	291.53	
265	291.44	292.75	290.69	291.13	

右岸側クレスト		実験条件		遮水壁E案	
		貯水位		EL. 304.43 m	
		流量		$Q = 0000000 \text{ m}^3/\text{s}$	
		放流状態		全門全開	
D C (m)	左岸沿い		右岸沿い		
	平均水位 EL(m)	最高水位 EL(m)	平均水位 EL(m)	最高水位 EL(m)	
0	301.56	302.06	302.69	303.63	
3	301.03	301.66	301.16	301.63	
6	300.50	301.19	299.81	300.31	
9	299.44	300.09	297.91	298.81	
13.188	297.94	298.31	295.78	296.72	
15	295.63	296.03	293.50	294.50	
18	293.47	294.09	291.44	292.00	
21	291.25	292.00	290.50	291.22	
24	290.25	290.69	290.56	291.38	
265	289.94	290.31	291.63	292.75	

右岸側クレスト		実験条件		遮水壁F案	
		貯水位		EL. 304.31 m	
		流量		$Q = 2748.74 \text{ m}^3/\text{s}$	
		放流状態		全門全開	
D C (m)	左岸沿い		右岸沿い		
	平均水位 EL(m)	最高水位 EL(m)	平均水位 EL(m)	最高水位 EL(m)	
0	301.13	301.75	302.88	303.34	
3	300.56	301.25	301.25	301.84	
6	299.97	300.91	299.75	300.13	
9	299.19	300.09	298.00	298.63	
13.188	297.91	298.19	295.75	296.53	
15	295.91	296.44	293.53	294.94	
18	293.88	294.25	291.78	292.34	
21	292.06	292.50	291.50	292.44	
24	291.25	291.75	292.06	293.47	
265	291.19	291.59	293.00	294.38	

表30 合流部改造検討一覧表

形 状 図	改 造 点	放 流 状 態	合 流 部 流 況	評 価	シ ュ ー ト 部 流 況	評 価	総 合 評 価
	1. オリフィス単独時の合流による水位上昇をなくし、計画高水流位以上に対して中央クレストからの流れを卓越させるために、合流部中央の敷高を5.0m上げた。 2. さらに、クレストからの流れの合流による飛散を軽減するために中間導流壁(高さ4.0m、長さ13.0m)を設けた。	常時満水位 オリフィス1門 常時満水位 オリフィス1門 サーチャージ水位オリフィス2門、クレスト1門 サーチャージ水位クレスト3門 サーチャージ水位、全門全開 設計洪水水位全門全開	合流部終端に設けた円弧での水はね以外は問題はない。 "	B B	円弧から衝撃波が発生するが、別に問題はない。 "	B B	B'
	1. Iの考え方をさらに進めたもので、計画高水流位以上に対し、中央クレストからの流れの位置エネルギーを大きくし、円弧を大きくとるために、順傾斜を入れた。 ($R=100\text{m}$) 2. 両サイドクレストからの流れと中央クレストからの流れを徐々に合流させるために、勾配のついた中間導流壁(高さ4.0~1.5m、長さ22.6m)を設けた。	常時満水位 オリフィス1門 常時満水位 オリフィス2門 サーチャージ水位オリフィス2門、クレスト1門 サーチャージ水位、クレスト3門 サーチャージ水位、全門全開 設計洪水水位全門全開	Iと同じ。 "	B B	Iと同じ。 "	B B	B'
	1. 両サイドクレストからの流れを中央部に当てることなく、合流点での水位を等しくするために、両サイドの敷高をEL.286にした。合わせて中央部の敷高も、EL.286にした。 2. 合流点を下流に下げるために、両サイドに中間導流壁(13.0m)を設けた。	常時満水位 オリフィス1門 常時満水位 オリフィス2門 サーチャージ水位オリフィス2門、クレスト1門 サーチャージ水位クレスト3門 サーチャージ水位、全門全開 設計洪水水位全門全開	円弧での水はね ($H_{\max}=4.1\text{m}$) " ($H_{\max}=3.1\text{m}$) 中央オリフィスからの流れが両サイドに当たる。円弧での水はねがある。 円弧始端から合流による水はね ($H_{\max}=6.9\text{m}$) が起きる。 No.2付近から、中央クレスト、両サイドクレストからの合流による水はね。 両サイドからの流れは、中央クレストからの流れを巻き込みながら、その上を飛散する。	B B C C C B	円弧からの衝撃波発生 "	B B C C C B	B'
	1. 中央クレストからの流れを規制し、両サイドクレストからの流れとの合流を徐々に設けた。	常時満水位 オリフィス1門 常時満水位 オリフィス2門 サーチャージ水位オリフィス2門、クレスト1門 サーチャージ水位クレスト3門 サーチャージ水位、全門全開 設計洪水水位全門全開	円弧での水はね ($H_{\max}=4.1\text{m}$) 円弧での水はね ($H_{\max}=3.1\text{m}$) 円弧での水はね ($H_{\max}=6.9\text{m}$) 両サイドクレストからの流れと中央クレストからの流れとの合流による水はね。 "	B B B C B B	円弧から衝撃波発生する。 "	B B B B B B	B

表31 導流部水面形測定結果表

合流部	原案形状	貯水位	EL. 304.500 m
放流状態	全門全開	流量	Q = 2726.85 m ³ /s

左岸

縦距 m	最大水深	最大水位EL	平均水深	平均水位EL	数高EL
DC 26.500	6.11	291.64	4.98	290.41	285.000
44.500	8.72	294.48	7.48	293.13	285.000
75.713	5.45	282.07	4.29	280.81	276.154
100.713	4.31	270.43	3.30	269.34	265.745
125.713	7.38	263.35	5.74	261.57	255.328
150.713	7.70	253.28	5.84	251.26	244.911
175.713	2.72	237.46	1.92	236.56	234.495
198.500	2.36	227.57	2.15	227.34	225.000

右岸

縦距 m	最大水深	最大水位EL	平均水深	平均水位EL	数高EL
DC 26.500	5.44	290.91	5.07	290.51	285.000
44.500	6.68	292.26	5.64	291.13	285.000
75.713	5.37	281.90	4.61	281.16	276.154
100.713	5.25	271.46	2.99	269.00	265.745
125.713	11.47	267.80	7.74	263.74	255.328
150.713	8.26	253.89	5.04	250.39	244.911
175.713	2.36	237.06	1.60	236.24	234.495
198.500	1.65	226.79	1.34	226.46	225.000

合流部	I案形状	貯水位	EL. 304.38 m
放流状態	全門全開	流量	Q = 2721.44 m ³ /s

左岸

縦距 m	最大水深	最大水位EL	平均水深	平均水位EL	数高EL
DC 26.500	5.10	290.54	4.92	290.35	285.000
44.500	7.69	293.36	7.20	292.83	285.000
75.713	4.89	281.47	4.37	280.90	276.154
100.713	3.83	269.90	3.28	269.30	265.745
125.713	6.38	262.27	5.80	261.63	255.328
150.713	5.83	251.25	5.14	250.50	244.911
175.713	2.26	236.95	1.73	236.37	234.495
198.500	1.90	227.06	1.90	227.06	225.000

右岸

縦距 m	最大水深	最大水位EL	平均水深	平均水位EL	数高EL
DC 26.500	5.28	290.74	4.94	290.37	285.000
44.500	6.80	292.39	6.80	291.26	285.000
75.713	5.18	281.78	4.77	281.34	276.154
100.713	4.22	270.33	3.64	269.70	265.745
125.713	7.83	263.84	5.81	261.64	255.328
150.713	5.67	251.07	4.94	250.28	244.911
175.713	2.16	236.84	1.80	236.45	234.495
198.500	1.90	227.06	1.90	227.06	225.000

合流部	II案形状	貯水位	EL. 304.35 m
放流状態	全門全開	流量	Q = 2716.81 m ³ /s

左岸

縦距 m	最大水深	最大水位EL	平均水深	平均水位EL	数高EL
DC 265.00	5.68	291.17	4.79	290.21	285.000
44.500	7.66	293.33	7.10	292.72	285.000
75.713	6.61	283.34	5.75	282.40	276.154
100.713	4.30	270.41	3.62	269.68	265.745
125.713	6.70	262.60	5.81	261.65	255.328
150.713	5.74	251.15	4.80	250.13	244.911
175.713	2.18	236.86	1.73	236.30	234.495
198.500	2.08	227.26	1.96	227.13	225.000

右岸

縦距 m	最大水深	最大水位EL	平均水深	平均水位EL	数高EL
DC 26.500	5.52	291.00	4.95	290.38	285.000
44.500	6.54	292.11	6.02	291.54	285.000
75.713	6.90	283.65	6.33	283.03	276.154
100.713	4.89	271.05	4.16	270.26	265.745
125.713	6.15	262.02	5.21	260.99	255.328
150.713	5.35	250.72	4.91	250.25	244.911
175.713	2.42	237.12	2.06	236.73	234.495
198.500	2.20	227.39	2.39	227.60	225.000

合流部	III案形状	貯水位	EL. 304.33 m
放流状態	全門全開	流量	Q = 2727.62 m ³ /s

左岸

縦距 m	最大水深	最大水位EL	平均水深	平均水位EL	数高EL
DC 265.00	6.32	292.87	5.43	291.96	285.000
44.500	8.59	295.34	7.44	294.09	285.000
75.713	6.33	283.03	5.75	282.40	276.154
100.713	3.85	269.93	3.39	269.42	265.745
125.713	5.69	261.52	5.03	260.80	255.328
150.713	5.81	251.23	5.22	250.58	244.911
175.713	2.24	236.92	1.92	236.59	234.495
198.500	2.26	227.46	2.20	227.39	225.000

右岸

縦距 m	最大水深	最大水位EL	平均水深	平均水位EL	数高EL
DC 26.500	5.71	292.21	5.60	292.09	285.000
44.500	7.42	294.06	6.82	293.41	285.000
75.713	6.61	283.34	5.93	282.60	276.154
100.713	3.97	270.06	3.51	269.55	265.745
125.713	5.35	261.15	4.85	260.60	255.328
150.713	5.74	251.15	5.24	250.61	244.911
175.713	2.71	237.44	2.16	236.84	234.495
198.500	2.44	227.65	2.34	227.54	225.000

合流部	IV案形状	貯水位	EL. 304.24 m
放流状態	全門全開	流量	Q = 2729.93 m ³ /s

左岸

縦距 m	最大水深	最大水位EL	平均水深	平均水位EL	数高EL
DC 265.00	5.96	292.48	5.16	291.61	285.000
44.500	8.55	295.29	7.90	294.59	285.000
75.713	4.89	281.47	4.60	281.15	276.154
100.713	3.46	269.50	3.24	269.26	265.745
125.713	6.03	261.88	5.41	261.21	255.328
150.713	5.62	251.02	5.07	250.42	244.911
175.713	2.22	236.90	1.92	236.58	234.495
198.500	2.19	227.38	2.10	227.28	225.000

右岸

縦距 m	最大水深	最大水位EL	平均水深	平均水位EL	数高EL
DC 26.500	5.55	292.03	5.23	291.69	285.000
44.500	7.29	293.92	6.92	293.52	285.000
75.713	5.18	281.78	5.18	281.78	276.154
100.713	3.54	269.59	3.12	269.13	265.745
125.713	6.50	262.40	5.81	261.65	255.328
150.713	6.02	251.45	5.14	250.50	244.911
175.713	2.36	237.05	2.09	236.76	234.495
198.500	2.24	227.44	2.13	227.31	225.000

表32 減勢部水面形測定結果表

天端ブロック	切欠き有	貯水位	EL 300.87 m
放流状態	全門全開	流量	$Q = 1747.90 \text{ m}^3/\text{s}$

天端ブロック	切欠き有	貯水位	EL 300.87 m
放流状態	全門全開	流量	$Q = 1747.90 \text{ m}^3/\text{s}$

左岸

右岸

縦距 m	最大水深	最大水位 EL	平均水深	平均水位 EL	敷高 EL	縦距 m	最大水深	最大水位 EL	平均水深	平均水位 EL	敷高 EL
DC 199.500	12.53	237.53	8.78	233.78		DC 198.500	11.91	236.91	8.78	233.78	
223.500	15.34	240.34	12.22	237.22		223.500	16.28	241.28	12.84	237.84	
248.500	18.91	243.91	16.97	241.97		248.500	19.03	244.03	17.03	242.03	
273.500	20.03	245.03	18.28	243.28		273.500	20.16	245.16	18.28	243.28	
288.500	18.81	243.81	17.81	242.81		288.500	18.88	243.88	17.96	242.96	
314.500	9.26	235.26	8.38	234.38		314.500	9.07	235.07	8.15	234.15	

天端ブロック	切欠き無	貯水位	EL 300.87 m
放流状態	全門全開	流量	$Q = 1747.90 \text{ m}^3/\text{s}$

天端ブロック	切欠き無	貯水位	EL 300.87 m
放流状態	全門全開	流量	$Q = 1747.90 \text{ m}^3/\text{s}$

左岸

右岸

縦距 m	最大水深	最大水位 EL	平均水深	平均水位 EL	敷高 EL	縦距 m	最大水深	最大水位 EL	平均水深	平均水位 EL	敷高 EL
DC 198.500	15.66	240.66	12.84	237.84		DC 198.500	15.03	240.03	12.53	237.53	
223.500	16.59	241.59	14.41	239.41		223.500	16.59	241.59	14.72	239.72	
248.500	20.03	245.03	18.16	243.16		248.500	20.34	245.34	18.16	243.16	
273.500	21.28	246.28	19.09	244.09		273.500	20.97	245.97	19.09	244.09	
288.500	20.34	245.24	18.47	243.47		288.500	20.03	245.03	18.78	243.78	
314.500	8.94	234.94	7.79	233.79		314.500	9.11	235.11	8.23	234.23	

天端ブロック	切欠き有	貯水位	EL 303.98 m
放流状態	全門全開	流量	$Q = 2621.85 \text{ m}^3/\text{s}$

天端ブロック	切欠き有	貯水位	EL 303.98 m
放流状態	全門全開	流量	$Q = 2621.85 \text{ m}^3/\text{s}$

左岸

右岸

縦距 m	最大水深	最大水位 EL	平均水深	平均水位 EL	敷高 EL	縦距 m	最大水深	最大水位 EL	平均水深	平均水位 EL	敷高 EL
DC 198.500	4.41	229.41	2.84	227.84		DC 198.500	4.41	229.41	2.84	227.84	
223.500	13.16	238.16	9.09	234.09		223.500	12.84	237.84	9.41	234.41	
248.500	19.09	244.09	14.72	239.72		248.500	19.09	244.09	15.03	240.03	
273.500	23.78	248.78	20.34	245.34		273.500	23.47	248.47	20.66	245.66	
288.500	22.84	247.84	20.34	245.34		288.500	23.16	248.16	20.34	245.34	
314.500	12.47	238.47	10.16	236.16		314.500	12.16	238.16	10.16	236.16	

天端ブロック	切欠き無	貯水位	EL 303.98 m
放流状態	全門全開	流量	$Q = 2621.85 \text{ m}^3/\text{s}$

天端ブロック	切欠き無	貯水位	EL 303.98 m
放流状態	全門全開	流量	$Q = 2621.85 \text{ m}^3/\text{s}$

左岸

右岸

縦距 m	最大水深	最大水位 EL	平均水深	平均水位 EL	敷高 EL	縦距 m	最大水深	最大水位 EL	平均水深	平均水位 EL	敷高 EL
DC 198.500	15.03	240.03	10.66	235.66		DC 198.500	14.41	239.41	10.03	235.03	
223.500	16.91	241.91	14.09	239.09		223.500	17.22	242.22	14.72	239.72	
248.500	21.69	246.69	18.16	243.16		248.500	21.91	246.91	18.78	243.78	
273.500	24.41	249.41	22.22	247.22		273.500	24.09	249.09	22.53	247.53	
288.500	23.78	248.78	21.91	246.91		288.500	24.41	249.41	21.91	246.91	
314.500	11.66	237.66	10.16	236.16		314.500	11.09	237.09	9.78	235.78	

表34 a 越流部水面形測定結果表 (最終案)

実験番号	D-1
貯水位	EL. 292.16 m
流量	Q=169.85 m ³ /s
放流状態	オリフィス左1門

D C (m)	左岸沿い		右岸沿い		敷高 EL(m)
	平均水位 EL(m)	最高水位 EL(m)	平均水位 EL(m)	最高水位 EL(m)	
0	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
9	289.44	289.44	-	-	285.0000
13.188	289.11	289.12	-	-	284.9773
15	288.70	288.75	-	-	284.8611
18	288.12	288.13	-	-	284.4522
21	287.35	287.36	-	-	283.7733
24	286.24	286.26	-	-	282.8314
265	285.32	285.34	-	-	282.0144

実験番号	D-2
貯水位	EL. 293.36 m
流量	Q=339.70 m ³ /s
放流状態	オリフィス2門

D C (m)	左岸沿い		右岸沿い		敷高 EL(m)
	平均水位 EL(m)	最高水位 EL(m)	平均水位 EL(m)	最高水位 EL(m)	
0	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
9	289.39	289.42	289.43	289.45	285.0000
13.188	289.09	289.15	289.08	289.09	284.9773
15	288.64	288.73	288.69	288.71	284.8611
18	288.04	288.08	288.13	288.18	284.4522
21	287.28	287.36	287.30	287.39	283.7733
24	286.24	286.27	286.24	286.30	282.8314
265	285.15	285.19	285.19	285.24	282.0144

実験番号	D-3
貯水位	EL. 302.90 m
流量	Q=1182.15 m ³ /s
放流状態	

D C (m)	左岸沿い		右岸沿い		敷高 (m)
	平均水位 EL(m)	最高水位 EL(m)	平均水位 EL(m)	最高水位 EL(m)	
0	300.69	300.88	300.63	300.75	292.0590
3	300.19	300.38	300.13	300.31	293.4978
6	299.81	300.00	299.50	299.69	292.9895
9	298.31	298.50	298.06	298.19	291.6332
13.188	296.75	296.94	296.38	296.50	289.5656
15	294.13	294.38	293.75	293.88	287.1656
18	291.75	291.94	291.56	291.75	286.0000
21	290.50	290.81	290.38	290.56	286.0000
24	290.25	290.44	290.13	290.38	286.0000
265	290.19	290.31	290.19	290.31	286.0000

実験番号	D-4
貯水位	EL. 303.74 m
流量	Q=1679.96 m ³ /s
放流状態	クレスト3門

D C (m)	左岸沿い		右岸沿い		敷高 (m)
	平均水位 EL(m)	最高水位 EL(m)	平均水位 EL(m)	最高水位 EL(m)	
0	300.72	300.88	300.78	300.63	292.0590
3	299.19	299.28	300.66	300.81	293.4978
6	298.44	298.56	300.06	300.38	292.9895
9	297.13	297.28	298.16	298.22	291.6332
13.188	295.59	295.66	296.25	296.47	289.5656
15	293.13	293.66	293.38	293.56	287.1656
18	291.50	291.75	291.56	291.97	286.0000
21	290.56	290.59	290.41	290.47	286.0000
24	290.34	290.50	290.09	290.19	286.0000
265	290.81	291.09	290.16	290.31	286.0000

実験番号	D-4
貯水位	EL. 302.74 m
流量	Q=1679.96 m ³ /s
放流状態	クレスト3門

D C (m)	左岸沿い		右岸沿い		敷高 EL(m)
	平均水位 EL(m)	最高水位 EL(m)	平均水位 EL(m)	最高水位 EL(m)	
0	300.66	300.78	300.25	300.47	292.0590
3	300.34	300.44	300.13	300.34	293.4978
6	299.56	299.75	299.66	299.84	292.9895
9	297.94	298.16	298.09	298.44	291.6332
13.188	296.19	296.25	296.22	296.50	289.5656
15	293.75	294.13	293.72	294.00	287.1656
18	291.50	291.78	291.59	291.75	286.0000
21	290.31	290.53	290.59	290.88	286.0000
24	290.31	290.38	290.16	290.25	286.0000
265	290.01	290.63	290.06	290.25	286.0000

実験番号	D-1
貯水位	EL. 302.74 m
流量	Q=1679.96 m ³ /s
放流状態	クレスト3門

D C (m)	左岸沿い		右岸沿い		敷高 EL(m)
	平均水位 EL(m)	最高水位 EL(m)	平均水位 EL(m)	最高水位 EL(m)	
0	300.34	300.63	301.41	301.66	292.0590
3	300.34	300.63	299.94	300.16	293.4978
6	299.91	300.16	298.60	298.88	292.9895
9	298.50	298.75	297.06	297.34	291.6332
13.188	295.81	296.06	294.25	294.84	289.5656
15	294.06	294.38	292.69	293.50	287.1656
18	291.94	292.38	291.00	291.25	286.0000
21	290.59	291.03	290.69	291.06	286.0000
24	290.16	290.28	291.09	291.72	286.0000
265	290.06	290.28	291.75	293.13	286.0000

表 34 b 越流部水面形測定結果表 (最終案)

実験番号 D-5					
貯水位 EL 302.96 m					
流量 $Q = 2320.44 \text{ m}^3/\text{s}$					
放流状態 全門全開					
D C (m)	左岸 沿い		右岸 沿い		敷 高 EL(m)
	平均水位 EL(m)	最高水位 EL(m)	平均水位 EL(m)	最高水位 EL(m)	
0	303.41	300.50	300.66	300.78	292.0590
3	298.83	299.13	300.47	300.63	293.4978
6	298.22	298.34	299.53	299.69	292.9895
9	296.81	297.06	297.04	298.19	291.6332
13.188	295.41	295.53	296.19	296.00	299.5656
15	293.16	293.31	293.19	293.50	287.1656
18	291.19	291.25	291.44	291.50	286.0000
21	290.22	290.34	290.00	290.25	286.0000
24	290.06	290.19	289.84	289.91	286.0000
265	290.44	290.56	289.81	289.91	286.0000

実験番号 D-5					
貯水位 EL 302.96 m					
流量 $Q = 2320.44 \text{ m}^3/\text{s}$					
放流状態 全門全開					
D C (m)	左岸 沿い		右岸 沿い		敷 高 EL(m)
	平均水位 EL(m)	最高水位 EL(m)	平均水位 EL(m)	最高水位 EL(m)	
0	300.50	300.81	299.88	300.31	292.0590
3	300.06	300.31	299.56	300.00	293.4978
6	299.25	299.56	299.06	299.38	292.9895
9	297.88	297.31	297.75	298.06	291.6332
13.188	295.38	295.94	295.98	296.31	289.5656
15	293.56	293.13	293.06	293.69	287.1656
18	291.69	291.44	290.75	291.63	286.0000
21	289.81	290.31	290.00	290.13	286.0000
24	289.88	290.06	289.69	289.94	286.0000
265	289.88	290.13	289.63	290.96	286.0000

実験番号 D-5					
貯水位 EL 302.96 m					
流量 $Q = 2320.44 \text{ m}^3/\text{s}$					
放流状態 全門全開					
D C EL(m)	左岸 沿い		右岸 沿い		敷 高 EL(m)
	平均水位 EL(m)	最高水位 EL(m)	平均水位 EL(m)	最高水位 EL(m)	
0	299.44	300.50	301.06	301.38	292.0590
3	299.38	300.00	299.13	299.94	293.4978
6	299.13	300.00	297.88	298.56	292.9895
9	298.06	298.31	296.25	296.25	291.6332
13.188	296.06	296.94	294.38	295.25	289.5656
15	293.25	294.19	291.25	292.00	287.1656
18	291.63	292.44	289.88	290.50	286.0000
21	290.25	290.69	290.06	291.44	286.0000
24	289.94	290.25	290.50	292.00	286.0000
265	289.63	289.75	291.44	293.00	286.0000

実験番号 D-6					
貯水位 EL 304.26 m					
流量 $Q = 2703.38 \text{ m}^3/\text{s}$					
放流状態 全門全開					
D C (m)	左岸 沿い		右岸 沿い		敷 高 EL(m)
	平均水位 EL(m)	最高水位 EL(m)	平均水位 EL(m)	最高水位 EL(m)	
0	302.19	302.25	302.00	302.25	292.0590
3	300.13	300.19	301.75	302.00	293.4978
5	299.25	299.56	301.13	301.44	292.9895
9	298.06	298.19	299.88	300.00	291.6332
13.188	296.75	297.00	298.13	298.38	289.5656
15	294.75	294.94	295.63	296.00	287.1656
18	292.56	292.88	292.63	293.00	286.0000
21	291.50	291.94	291.75	291.94	286.0000
24	291.56	292.25	290.88	291.13	286.0000
265	291.44	291.63	290.81	290.88	286.0000

実験番号 D-6					
貯水位 EL 204.26 m					
流量 $Q = 2703.38 \text{ m}^3/\text{s}$					
放流状態 全門全開					
D C (m)	左岸 沿い		右岸 沿い		敷 高 EL(m)
	平均水位 EL(m)	最高水位 EL(m)	平均水位 EL(m)	最高水位 EL(m)	
0	301.75	302.19	301.38	301.81	292.0590
3	301.19	301.44	300.69	301.13	293.4978
6	300.38	300.81	300.31	300.69	292.9895
9	298.94	299.44	299.13	299.44	291.6332
13.188	297.44	297.69	297.69	298.13	289.5656
15	295.13	295.31	294.75	295.38	287.1656
18	292.69	293.31	293.19	293.56	286.0000
21	291.63	291.88	291.56	291.94	286.0000
24	291.31	291.50	291.19	291.31	286.0000
265	291.13	291.19	290.88	290.94	286.0000

実験番号 D-6					
貯水位 EL 304.26 m					
流量 $Q = 2703.38 \text{ m}^3/\text{s}$					
放流状態 全門全開					
D C (m)	左岸 沿い		右岸 沿い		敷 高 EL(m)
	平均水位 EL(m)	最高水位 EL(m)	平均水位 EL(m)	最高水位 EL(m)	
0	301.19	301.88	302.94	303.44	292.0590
3	300.56	300.94	301.25	301.81	293.4978
6	300.13	300.81	299.50	300.06	292.9895
9	299.25	299.63	297.56	298.31	291.6332
13.188	297.56	298.31	296.13	296.38	289.5656
15	295.88	296.56	293.31	293.88	287.1656
18	293.81	294.31	291.63	292.13	286.0000
21	292.19	292.69	291.75	292.38	286.0000
24	290.88	291.44	292.06	292.75	286.0000
265	291.13	291.50	293.13	294.25	286.0000

表35a
導流部水面形測定結果表（最終案）

実験 番号	D-1	貯水位	E.L. 293.16 m
放流 状態	オリフィス左1門	流量	Q = 169.85 m ³ /s

左岸

観測 点	観測 点	最大 水深	最大水 位 E.L.	平均 水深	平均水 位 E.L.	数高 E.L.
DC 26.500		—	—	—	—	286.000
44.500	2.91	282.91	2.88	282.88	280.000	
75.713	2.59	278.97	2.36	278.72	276.154	
100.713	0.96	266.78	0.73	266.53	265.745	
125.713	0.78	256.18	0.71	256.10	255.328	
150.713	0.51	245.46	0.44	245.39	244.911	
175.713	1.78	236.42	1.49	236.11	234.495	
198.500	11.78	236.78	11.41	236.41	225.000	

中央

観測 点	観測 点	最大 水深	最大水 位 E.L.	平均 水深	平均水 位 E.L.	数高 E.L.
DC 26.500		—	—	—	—	286.000
44.500	—	—	—	—	—	290.000
75.713	—	—	—	—	—	281.164
100.713	0.27	266.04	0.26	266.02	265.745	
125.713	0.39	255.75	0.36	255.72	255.328	
150.713	0.81	245.79	0.77	245.74	244.911	
175.713	3.78	238.58	3.66	238.46	234.495	
198.500	11.72	236.72	11.47	236.47	235.000	

右岸

観測 点	観測 点	最大 水深	最大水 位 E.L.	平均 水深	平均水 位 E.L.	数高 E.L.
DC 26.500		—	—	—	—	286.
44.500	—	—	—	—	—	280.000
75.713	—	—	—	—	—	274.154
100.713	—	—	—	—	—	265.745
125.713	0.12	255.46	0.12	255.46	255.328	
150.713	0.62	245.58	0.54	245.51	244.911	
175.713	2.01	236.67	1.61	236.23	234.495	
198.500	12.16	237.16	11.84	236.84	225.000	

表35b
導流部水面形測定結果表（最終案）

実験 番号	D-3	貯水位	E.L. 302.90 m
放流 状態	オリフィス2門閉 クレスト中央1門閉	流量	Q = 1,182.15 m ³ /s

左岸

観測 点	観測 点	最大 水深	最大水 位 E.L.	平均 水深	平均水 位 E.L.	数高 E.L.
DC 26.500		—	—	—	—	286.000
44.500	4.00	284.00	3.81	283.81	280.000	
75.713	3.46	279.90	3.18	279.59	276.154	
100.713	3.15	269.15	2.51	268.46	265.745	
125.713	2.20	257.71	1.91	257.40	255.328	
150.713	1.99	247.07	1.70	246.76	244.011	
175.713	3.05	237.80	1.78	236.42	234.495	
198.500	13.72	238.72	11.84	236.84	225.000	

中央

観測 点	観測 点	最大 水深	最大水 位 E.L.	平均 水深	平均水 位 E.L.	数高 E.L.
DC 26.500		—	—	—	—	286.000
44.500	7.81	289.81	9.75	289.75	280.000	
75.713	3.06	279.47	2.89	279.28	276.154	
100.713	0.95	266.78	0.84	266.65	265.745	
125.713	2.55	258.08	2.20	257.71	255.328	
150.713	3.43	248.63	3.15	248.32	244.911	
175.713	5.82	240.80	5.70	240.67	234.495	
198.500	13.09	238.09	11.59	236.59	225.000	

右岸

観測 点	観測 点	最大 水深	最大水 位 E.L.	平均 水深	平均水 位 E.L.	数高 E.L.
DC 26.500		—	—	—	—	286.
44.500	3.69	283.69	3.50	283.50	280.000	
75.713	2.89	279.28	2.31	278.65	276.1	
100.713	3.03	269.03	2.74	268.71	265.74	
125.713	2.20	257.71	1.97	257.46	255.308	
150.713	1.87	246.94	1.76	246.82	244.911	
175.713	2.07	236.73	1.02	235.61	234.95	
198.500	15.16	240.16	12.09	237.09	225.00	

表35b

導流部水面形測結果表(最終案)

実験 番号	D-4	貯水位	EL 302.74 m
放流 状態	クレスト3門	流量	Q = 1679.96 m ³ /s

左岸

縦距 m	最大水深	最大水位 EL	平均水深	平均水位 EL	数高 EL
DC 26.500	—	—	—	—	286.000
44.503	13.44	293.44	3.27	293.27	280.000
75.713	5.04	280.53	3.64	280.09	276.154
100.713	1.82	267.71	1.58	267.45	265.745
125.713	2.72	258.28	2.35	257.88	255.328
150.713	5.22	250.57	4.23	249.49	244.911
105.713	3.52	238.30	2.35	237.05	234.495
198.500	14.47	239.41	11.59	236.59	225.000

中央

縦距 m	最大水深	最大水位 EL	平均水深	平均水位 EL	数高 EL
DC 26.500	10.36	296.36	10.14	296.14	286.000
44.500	9.91	293.44	9.79	293.27	280.000
75.713	4.04	280.53	3.75	280.21	286.154
100.713	5.95	272.20	5.55	271.76	265.745
125.713	3.26	258.86	3.07	258.66	255.328
150.713	2.07	247.15	1.97	247.04	244.911
185.713	5.99	240.99	5.57	240.53	234.495
198.500	13.78	238.78	11.28	236.28	225.000

右岸

縦距 m	最大水深	最大水位 EL	平均水深	平均水位 EL	数高 EL
DC 26.500	—	—	—	—	280.
44.500	14.14	294.14	13.60	293.16	280.000
75.713	3.46	279.90	3.12	279.53	271.154
100.713	1.90	267.81	1.62	267.51	265.74
125.713	2.89	258.46	2.34	257.86	255.3
150.713	4.48	249.76	3.67	248.89	244.911
175.713	2.94	237.68	2.64	237.36	234.495
198.500	14.41	239.41	11.59	236.59	225.00

表35c

導流部水面形測定結果表(最終案)

実験 番号	D-5	貯水位	EL 302.96 m
放流 状態	全門全開	流量	Q = 2320.44 m ³ /s

左岸

縦距 m	最大水深	最大水位 EL	平均水深	平均水位 EL	数高 EL
DC 26.500	—	—	—	—	286.000
44.500	13.50	293.50	13.19	293.19	280.000
75.713	4.62	281.15	4.33	280.84	276.154
100.713	3.20	269.22	2.95	268.84	265.745
125.713	5.37	261.15	4.96	260.59	255.328
150.713	6.03	251.44	5.22	250.57	244.011
175.713	4.14	238.99	2.70	237.43	234.495
198.500	15.91	240.91	11.66	236.66	225.000

中央

縦距 m	最大水深	最大水位 EL	平均水深	平均水位 EL	数高 EL
DC 26.500	—	—	—	—	286.000
44.500	10.06	290.06	9.69	289.69	280.000
75.713	6.35	283.03	6.06	282.71	226.154
100.713	6.31	272.59	6.03	272.28	265.745
125.713	4.04	259.71	3.76	259.40	255.328
150.713	2.97	248.13	2.74	247.88	244.911
175.713	5.30	240.24	5.12	240.05	234.495
198.500	13.59	238.59	10.00	235.84	225.000

右岸

縦距 m	最大水深	最大水位 EL	平均水深	平均水位 EL	数高 EL
DC 26.500	—	—	—	—	286.
44.500	14.44	294.44	13.38	293.88	280.000
75.713	4.04	280.53	3.46	279.90	276.
100.713	3.31	269.34	2.62	268.59	265.74
125.713	5.66	261.46	5.02	260.77	255.
150.713	5.46	250.82	4.76	250.07	244.911
175.713	4.14	238.99	2.07	236.74	234.495
198.500	14.53	239.53	11.72	236.72	22 000

左岸

縦距 m	最大水深	最大水位 EL	平均水深	最大水位 EL	数高 EL
DC 26.500	—	—	—	—	286.000
44.500	15.50	295.50	15.00	295.00	280.000
75.713	5.20	281.78	4.91	281.47	276.154
100.713	3.66	269.71	3.26	269.28	265.745
125.713	6.58	262.46	5.89	261.71	255.328
150.713	6.15	251.57	5.69	251.07	244.011
175.713	3.22	237.98	2.07	236.73	234.495
198.500	14.28	239.28	12.09	237.09	225.000

中央

縦距 m	最大水深	最大水位 EL	平均水深	平均水位 EL	数高 EL
DC 26.500	—	—	—	—	286.000
44.500	10.50	290.50	10.25	290.25	280.000
75.713	7.50	284.28	6.92	283.65	276.154
100.713	7.30	273.65	6.73	273.03	265.745
125.713	4.62	260.33	4.22	259.90	255.328
150.713	3.26	248.44	3.03	248.19	244.911
175.713	6.06	241.05	5.65	240.61	234.495
198.500	12.34	237.34	10.34	235.34	225.000

右岸

縦距 m	最大水深	最大水位 EL	平均水深	平均水位 EL	数高 EL
DC 26.500	—	—	—	—	286.000
44.500	15.88	295.88	15.69	295.69	280.000
75.713	4.33	280.84	4.04	280.53	271.154
100.713	3.38	269.40	2.97	268.96	265.775
125.713	6.64	262.52	5.94	261.77	255.328
150.713	6.03	251.44	5.39	250.75	244.911
175.713	3.17	237.92	2.47	237.17	234.495
198.500	13.91	238.91	10.59	235.59	225.000

表36a
減勢部水面形測定結果（最終案）

実験 番号 放流 状態	D-1	貯水位	EL 293.16 m
	オリフィス左1門	流量	$Q = 169.85 \text{ m}^3/\text{s}$

左岸

縦距 m	最大水深	最大水位 EL	平均水深	平均水位 EL	敷高 EL
DC 198.500	11.78	236.78	11.41	236.41	225.00
223.500	11.93	236.93	11.64	236.64	
248.500	12.17	237.17	11.84	236.84	
273.500	12.19	237.19	11.94	236.94	
288.500	11.94	236.94	11.83	236.83	
314.500	6.34	231.34	6.16	231.16	

中央

縦距 m	最大水深	最大水位 EL	平均水深	平均水位 EL	敷高 EL
DC 198.500	11.72	236.22	11.47	236.47	225.00
223.500	11.76	236.76	11.59	236.59	
248.500	11.92	236.92	11.83	236.83	
273.500	11.96	236.96	11.86	236.86	
288.500	11.89	236.89	11.76	236.76	
314.500	5.91	230.91	5.72	230.72	

右岸

縦距 m	最大水深	最大水位 EL	平均水深	平均水位 EL	敷高 EL
DC 198.500	12.16	237.16	11.84	236.84	225.00
223.500	12.06	237.06	11.76	236.76	
248.500	12.00	237.00	11.86	236.86	
273.500	12.11	237.11	11.96	236.96	
288.500	11.83	238.83	11.76	236.76	
314.500	6.22	231.22	5.97	230.97	

表36b
減勢部水面形測定結果（最終案）

実験 番号 放流 状態	D-2	貯水位	EL 293.36 m
	オリフィス2門	流量	$Q = 339.70 \text{ m}^3/\text{s}$

左岸

縦距 m	最大水深	平均水位 EL	平均水深	平均水位 EL	敷高 EL
DC 198.500	12.41	237.41	11.91	236.91	225.00
223.500	13.21	238.28	12.28	237.28	
248.500	13.21	238.28	12.41	237.41	
273.500	13.25	238.25	12.79	237.79	
288.500	12.94	237.94	12.68	237.68	
314.500	7.01	232.01	6.73	231.73	

中央

縦距 m	最大水深	最大水位 EL	平均水深	平均水位 EL	敷高 EL
DC 198.500	13.03	238.93	12.09	237.09	225.00
223.500	12.97	237.97	12.16	237.16	
248.500	12.59	237.59	12.34	237.34	
273.500	13.01	238.01	12.76	237.76	
288.500	12.86	237.86	12.63	237.63	
314.500	6.37	231.37	6.05	231.05	

右岸

縦距 m	最大水深	最大水位 EL	平均水深	平均水位 EL	敷高 EL
DC 198.500	13.22	238.22	12.16	237.16	225.00
223.500	14.78	239.78	13.47	238.47	
248.500	13.34	238.34	12.84	237.84	
273.500	13.32	238.32	13.00	238.00	
288.500	12.86	237.86	12.51	237.51	
314.500	6.61	231.61	6.34	231.34	

表36b
減勢部水面形測結果（最終案）

実験 番号	D-4	貯水位	EL 302.74 m
放流 状態	クレスト3門	流量	Q = 1679.96 m ³ /s

表36c
減勢部水面形測定結果（最終案）

実験 番号	D-5	貯水位	EL 302.96 m
放流 状態	全門全開	流量	Q = 2320.44 m ³ /s

実験 番号	D-6	貯水位	EL 304.26 m
放流 状態	全門全開	流量	Q = 2703.38 m ³ /s

左岸

縦距 m	最大水深	最大水位 EL	平均水深	平均水位 EL	敷高 EL
DC 198.500	14.41	239.41	11.59	236.59	225.00
223.500	17.22	242.22	15.34	240.34	
248.500	20.03	245.03	17.84	242.84	
273.500	20.97	245.97	18.78	243.78	
288.500	19.41	244.41	18.16	243.16	
314.500	11.47	236.47	10.06	236.06	

左岸

縦距 m	最大水深	最大水位 EL	平均水深	平均水位 EL	敷高 EL
DC 198.500	15.91	240.61	11.66	236.66	225.00
223.500	17.72	247.72	15.47	240.47	
248.500	20.91	245.91	17.53	242.53	
273.500	23.22	248.22	21.34	246.34	
288.500	22.53	247.53	20.09	245.09	
314.500	13.09	238.09	11.59	236.59	

左岸

縦距 m	最大水深	最大水位 EL	平均水深	平均水位 EL	敷高 EL
DC 198.500	15.28	239.28	12.09	237.09	225.00
223.500	17.91	242.91	15.34	240.84	
248.500	22.28	247.28	19.41	244.41	
273.500	24.41	249.41	22.47	247.47	
288.500	24.72	249.72	20.91	245.91	
314.500	14.34	239.34	12.09	237.09	

中央

縦距 m	最大水深	最大水位 EL	平均水深	平均水位 EL	敷高 EL
DC 198.500	13.78	238.78	11.28	236.28	225.00
223.500	16.28	241.28	13.78	238.78	
248.500	19.09	244.09	17.53	242.53	
273.500	20.03	245.03	18.47	243.47	
288.500	19.28	244.28	17.66	242.66	
314.500	10.03	235.03	9.34	234.34	

中央

縦距 m	最大水深	最大水位 EL	平均水深	平均水位 EL	敷高 EL
DC 198.500	13.59	238.59	10.84	235.84	225.00
223.500	17.59	242.59	14.91	239.91	
248.500	19.91	244.91	17.84	242.84	
273.500	22.22	247.22	20.72	245.72	
288.500	21.41	246.41	20.09	245.09	
314.500	11.47	236.47	10.28	235.28	

中央

縦距 m	最大水深	最大水位 EL	平均水深	平均水位 EL	敷高 EL
DC 198.500	12.34	237.34	10.34	235.34	225.00
223.500	16.34	241.34	13.66	238.66	
248.500	21.16	246.16	19.03	244.03	
273.500	23.22	248.22	21.91	246.91	
288.500	22.72	247.72	20.47	245.47	
314.500	12.34	237.34	10.78	235.78	

右岸

縦距 m	最大水深	最大水位 EL	平均水深	平均水位 EL	敷高 EL
DC 198.500	14.41	239.41	11.59	236.59	225.00
223.500	17.84	242.84	15.03	240.03	
248.500	20.66	245.66	18.16	243.16	
273.500	21.28	246.28	19.09	244.09	
288.500	19.66	244.66	18.03	243.03	
314.500	10.91	235.91	10.19	235.19	

右岸

縦距 m	最大水深	最大水位 EL	平均水深	平均水位 EL	敷高 EL
DC 198.500	14.53	239.53	11.72	236.72	225.00
223.500	17.34	242.34	14.91	239.91	
248.500	20.53	245.53	18.59	243.59	
273.500	23.34	248.34	20.22	245.22	
288.500	22.34	247.34	20.34	245.34	
314.500	13.09	238.09	11.47	236.47	

右岸

縦距 m	最大水深	最大水位 EL	平均水深	平均水位 EL	敷高 EL
DC 198.500	13.91	238.91	10.59	235.59	225.00
223.500	16.22	241.22	13.91	238.91	
248.500	21.59	246.59	19.22	244.22	
273.500	24.16	249.16	21.91	246.91	
288.500	24.09	249.09	21.28	246.28	
314.500	14.16	239.16	12.53	237.53	

表37 越流頂水面形測定結果数値表

右岸クレスト

左岸クレスト

中央クレスト

流入水路敷高	E L. 283 m	貯水位 E L. m	304. 42	流入水路敷高	E L. 283 m	貯水位 E L. m	304. 2	流入水路敷高	E L. 283 m	貯水位 E L. m	304. 42
放 流 状 態	全 門 全 開	流量 $Q = \text{m}^3/\text{s}$	2766. 99	放 流 状 態	全 門 全 開	流量 $Q = \text{m}^3/\text{s}$	2766. 99	放 流 状 態	全 門 全 開	流量 $Q = \text{m}^3/\text{s}$	2766. 99
D. C m	左 岸 ピ ア ー 沿 い		D. C m	左 岸 ピ ア ー 沿 い		D. C m	左 岸 ピ ア ー 沿 い		D. C m	左 岸 ピ ア ー 沿 い	
	平均水位 E L. m	最高水位 E L. m		平均水位 E L. m	最高水位 E L. m		平均水位 E L. m	最高水位 E L. m		平均水位 E L. m	最高水位 E L. m
0	301. 44	302. 00	0	301. 50	302. 25	0	301. 50	301. 94			
3	300. 63	301. 38	3	301. 97	302. 25	3	300. 91	301. 19			
6	300. 00	300. 75	6	301. 34	301. 69	6	300. 38	300. 63			
9	299. 16	299. 88	9	300. 13	300. 53	9	299. 44	299. 75			
13. 188	297. 38	297. 94	13. 188	296. 88	297. 53	13. 188	296. 81	297. 25			
15	296. 19	297. 00	15	295. 47	295. 66	15	295. 56	295. 97			
18	294. 09	294. 81	18	293. 13	294. 00	18	293. 44	293. 81			
21	292. 13	292. 94	21	291. 66	292. 38	21	291. 91	292. 25			
24	291. 63	291. 88	24	291. 38	291. 66	24	291. 13	291. 25			
26. 5	291. 13	291. 63	26. 5	291. 00	291. 13	26.	290. 94	291. 16			

表 38 貯水位と放流量の測定結果比較表

放 流 状 態	全 門 全 開	流 入 水 路 敷 高	E L 280.00 m		
№	H_m (cm)	Q_m (l/s)	E L (m)	Q_p (m ³ /s)	
1	48.97	20.30	295.98	626.90	
2	53.885	40.30	299.05	1244.53	
3	55.83	50.02	300.27	1544.70	
4	59.525	70.64	302.58	2181.48	
5	61.15	80.38	303.59	2482.26	
6	63.62	96.42	305.14	2977.61	
放 流 状 態	全 門 全 開	流 入 水 路 敷 高	E L 283.00 m		
№	H_m (cm)	Q_m (l/s)	E L (m)	Q_p (m ³ /s)	
1	47.91	17.05	295.32	403.20	
2	50.47	25.60	296.92	790.57	
3	54.51	43.30	299.44	1337.17	
4	57.12	56.60	301.08	1747.90	
5	58.41	63.40	301.88	1957.89	
6	60.45	75.30	303.16	2325.39	
7	62.56	88.70	304.48	2739.20	
放 流 状 態	オ リ フ ィ ス 2 門	流 入 水 路 敷 高	E L 280.00 m		
№	H_m (cm)	Q_m (l/s)	E L (m)	Q_p (m ³ /s)	C *
1	42.04	8.00	291.65	247.05	0.534
2	44.945	10.88	293.47	335.99	0.644
3	48.305	13.30	295.57	410.73	0.705
4	51.64	15.38	297.65	474.96	0.745
5	55.50	17.50	300.06	540.43	0.777
6	59.60	19.54	302.63	603.43	0.802
7	63.765	21.42	305.23	601.48	0.820
放 流 状 態	オ リ フ ィ ス 2 門	流 入 水 路 敷 高	E L 283.00 m		
№	H_m (cm)	Q_m (l/s)	E L (m)	Q_p (m ³ /s)	C *
1	42.88	8.90	292.18	274.85	0.572
2	45.015	11.00	293.51	339.70	0.649
3	53.06	16.10	298.54	497.19	0.754
4	59.335	19.40	302.46	599.10	0.800
5	63.10	21.15	304.81	653.15	0.818

*オリフィスの流量の算定は次式によって求めた。

表 39 越流部の貯水位—流量—ゲート開度の測定結果表

ゲート 開度	貯 水 位 E L. (m)	流 量 Q (m ³ /s)	流量係数 (14)式による C _p	(16) 式による 流量 Q m ³ /s	ゲート 開度	貯 水 位 E L. (m)	流 量 Q (m ³ /s)	流量係数 C _p	(16) 式による 流量 Q m ³ /s	
1. 0	m 295. 31	123. 53	2. 464	108. 8	6. 0	m 300. 78	1202. 32	2. 295	1136. 4	
	297. 13	183. 23	2. 394	166. 0		302. 81	1389. 67	2. 164	1393. 0	
	299. 82	247. 05	2. 380	225. 2		304. 06	1485. 41	2. 109	1527. 7	
	303. 02	307. 79	2. 387	279. 7		304. 94	1582. 17	2. 124	1615. 4	
	305. 26	335. 58	2. 331	312. 2		305. 94	1664. 52	2. 112	1709. 4	
2. 0	m 297. 05	308. 82	2. 241	298. 9	7. 0	m 300. 51	1138. 50	2. 119	1165. 6	
	298. 11	363. 37	2. 220	355. 2		301. 07	1265. 12	2. 151	1275. 8	
	299. 90	441. 61	2. 210	433. 6		301. 56	1391. 73	2. 219	1360. 6	
	301. 16	487. 93	2. 200	481. 0		302. 01	1504. 96	2. 279	1425. 7	
	302. 96	552. 78	2. 213	541. 7		303. 13	1633. 64	2. 222	1594. 8	
3. 0	m 298. 58	523. 96	2. 151	528. 4	ゲート 開度	304. 13	1698. 49	2. 136	1725. 0	
	299. 92	616. 60	2. 158	619. 7		304. 63	1759. 22	2. 136	1786. 3	
	301. 42	708. 22	2. 171	707. 7		305. 21	1824. 07	2. 133	1854. 6	
	301. 56	710. 28	2. 154	715. 3		305. 51	1855. 99	2. 131	1888. 9	
	303. 32	802. 92	2. 163	805. 2						
4. 0	304. 63	864. 69	2. 166	866. 0	(13) 式	貯 水 位	流 量	流量係数	(15) 式に よる流量 Q m ³ /s	
	m 298. 19	617. 60	2. 224	602. 3		全開	E L. (m)	Q (m ³ /s)	C _p	
	299. 84	772. 04	2. 167	772. 9		296. 72	304. 48	1. 849	308. 93	
	301. 82	926. 45	2. 150	934. 5		297. 36	408. 85	1. 892	408. 92	
	304. 06	1081. 89	2. 157	1087. 8		297. 86	498. 40	1. 921	494. 54	
5. 0	306. 55	1237. 32	2. 172	1235. 8		298. 36	588. 57	1. 927	586. 58	
	m 299. 88	927. 48	2. 220	906. 0		299. 95	930. 72	1. 944	920. 64	
	301. 39	1051. 00	2. 121	1074. 6		301. 24	1234. 69	2. 011	1233. 54	
	302. 81	1172. 47	2. 101	1210. 2		302. 46	1544. 00	2. 020	1556. 27	
	304. 32	1297. 03	2. 101	1338. 7		303. 44	1812. 04	2. 029	1826. 03	
	305. 88	1420. 55	2. 111	1459. 4	304. 64	2169. 01	2. 027	2155. 12		
	307. 69	1547. 17	2. 113	1587. 6						

表42 合流部水位測定結果数値表

中間導流壁形状	№ 1
貯 水 位	E L. 304.5 m
流 量	2,620 m ³ /s

ダム軸より の距離	左 岸		中 央		右 岸	
	最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均
DC m						
70	284.16	283.91	285.47	284.77	284.16	283.72
80	278.74	278.49	283.68	282.93	278.37	277.99
90	273.08	272.89	279.51	278.83	273.08	272.64
100	269.41	268.66	274.47	273.78	269.85	269.35
110	266.31	265.87	268.37	267.99	267.18	266.37
120	264.33	262.95	262.95	262.58	264.26	263.45
130	261.85	260.28	257.60	257.28	261.53	260.10
140	258.49	256.74	252.99	252.62	257.12	256.06
150	253.30	252.20	248.51	248.33	252.64	251.45
160	247.78	246.85	247.16	247.03	246.91	246.47

中間導流壁形状	№ 4
貯 水 位	E L. 304.5 m
流 量	2,620 m ³ /s

ダム軸より の距離	左 岸		中 央		右 岸	
	最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均
DC m						
70	284.53	284.03	287.35	285.85	284.78	284.22
80	279.06	278.68	283.99	283.06	279.06	278.74
90	273.83	273.26	279.20	278.51	273.64	273.39
100	271.03	269.91	273.85	273.28	269.91	269.35
110	267.12	266.43	268.49	267.93	267.93	267.06
120	264.64	263.58	263.14	262.64	265.14	264.01
130	261.53	260.03	257.85	257.53	261.03	260.16
140	257.18	256.18	252.93	252.62	256.56	255.56
150	252.26	251.45	248.64	248.39	251.45	250.83
160	247.03	246.16	247.60	247.35	246.60	246.03

中間導流壁形状	№ 3
貯 水 位	E L. 304.5 m
流 量	2,620 m ³ /s

ダム軸より の距離	左 岸		中 央		右 岸	
	最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均
DC m						
0	302.25		302.00		301.81	
10	297.13		296.69		296.33	
20	291.44		291.19		290.94	
30	292.63		290.31		294.38	
40	294.81		290.06		295.88	
50	292.74		289.50		293.38	
60	289.06		287.56		289.25	
70	284.91	284.47	287.22	286.35	284.91	214.53
80	279.74	279.18	283.93	282.62	279.68	289.24
90	273.76	273.51	279.08	278.39	273.89	273.51
100	270.03	269.72	273.47	272.66	270.41	269.91
110	267.06	266.56	267.99	267.31	267.31	266.87
120	264.20	263.33	262.83	262.14	264.39	263.45
130	260.28	259.28	257.66	257.35	260.72	259.53
140	255.99	255.12	252.99	252.56	255.74	255.12
150	251.20	250.58	248.58	248.45	251.39	250.76
160	246.66	245.78	247.85	247.53	246.53	245.78
170	240.99	240.56	246.62	246.12	240.99	240.68
180	237.64	234.83	244.08	243.45	240.39	235.01

表中の数値は、E L. m 表示である。

表 43 a 減勢工および下流河道水位・流速測定結果数値表

測 定 位 置			左 岸 ←		→ 中 央 ←		→ 右 岸		減勢工	副ダム高 10m
			最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均	形 状	バツフルブロック型
減勢工	D.C 180 m		233.69	233.38		236.13	236.13		233.75	233.31
	190		233.94	233.63		233.00	232.19		233.94	233.56
	200		237.88	237.45		240.31	239.50		237.56	237.26
	210		238.13	237.74		238.00	237.38		238.31	237.88
	220		238.25	237.94		238.94	238.06		238.19	237.81
	230		238.25	237.81		238.44	237.81		238.25	237.88
	240		238.25	237.81		238.38	237.69		238.38	237.94
	250		238.25	237.75		238.19	237.75		238.19	237.94
	260		—	—		—	—		—	—
	270		238.19	237.94		238.13	237.88		238.19	237.94
	280		—	—		—	—		—	—
	290		237.63			237.56			237.56	
	300		236.38			234.81			236.25	
	310		232.13			232.31			232.00	
	320		229.19			229.56			229.25	
	330		229.63			229.56			229.50	
下流河道	断面No 3	水位		229.56		229.25			229.44	
		流速		1.59		1.32			0.56	
	4	水位								
		流速		2.56	2.13	2.02	1.72		1.34	
	I	水位		228.31		228.44			228.31	
		流速		2.92	3.05	3.13	3.17		3.11	
	II	水位		227.00		226.94			227.19	
		流速		0.23	1.25	4.01	4.19		3.54	

水位 (E.L. m)

流速 (m/s)

* 流速値の○は、逆流方向とする。

** 下流水位は、模型終端での水位とし、断面No 3に該当している。

*** 下流河道測定位置は図-67を参照。

測 定 位 置			左 岸 ←		→ 中 央 ←		→ 右 岸		減勢工	副ダム高 10m
			最 高	平 均	最 高	平 均	最 高	平 均	形 状	バツフルブロック型
減勢工	D.C 180 m		236.81	234.38		239.13	238.63		235.50	232.81
	190		234.00	232.25		236.56	235.81		234.81	233.06
	200		239.38	237.88		240.31	238.25		239.06	237.81
	210		239.88	238.56		241.25	239.25		239.81	238.38
	220		241.88	240.06		241.06	239.63		241.50	240.44
	230		242.94	241.19		242.63	240.69		242.94	241.06
	240		244.13	242.31		243.88	242.13		243.56	242.00
	250		244.38	242.94		244.50	242.81		244.69	242.81
	260		245.50	243.88		245.44	243.69		245.56	242.94
	270		246.38	244.19		246.38	243.81		245.75	243.88
	280		246.25	244.81		246.06	244.19		245.75	243.75
	290		244.94	243.44		244.63	243.25		246.00	242.81
	300		241.38	240.25		241.38	239.81		241.88	239.88
	310		236.81	235.63		236.25	234.88		236.69	235.31
	320		231.88	231.13		231.75	230.31		232.00	230.81
	330		232.00	231.44		229.94	229.31		232.19	231.75
下流河道	断面No 3	水位		231.63		232.50			231.94	
		流速		6.97	6.59	5.82	6.25		3.83	
	4	水位								
		流速		5.22	4.18	4.28	5.05		-0.98	
	I	水位		231.50		232.63			233.19	
		流速		3.47	6.56	5.76	4.73		5.62	
	II	水位		230.13		230.06			233.75	
		流速		6.06	7.27	7.13	7.61		7.39	

水位 (E.L. m)

流速 (m/s)

* 流速値の○は、逆流方向とする。

** 下流水位は、模型終端での水位とし、断面No 3に該当している。

*** 下流河道測定位置は、図-67を参照。

表 43 a 減勢工および下流河道水位・流速測定結果数値表

測 定 位 置			左 岸 ←		→ 中 央 ←		→ 右 岸		減勢工 副ダム高 10m 形状 バツフルブロック型			
			最 高	平 均		最 高	平 均			最 高	平 均	
減勢工	D. C	180 m	234.88	233.06		239.69	239.25		234.00	231.75	流 量	2600.23 m/s
		190	235.81	233.63		237.00	236.00		235.81	233.13		
	勢	200	239.94	238.25		237.31	235.44		239.44	237.94	下 流	E L.
		210	240.75	238.88		241.75	239.50		241.63	239.81		
		220	242.38	239.94		242.13	240.13		242.44	240.63	水 位	233.94 m
		230	244.06	241.81		243.94	242.00		244.50	241.81		
		240	245.88	244.19		244.63	243.44		246.06	244.06	水位 (E L. m) 流速 (m/s)	
		250	247.19	245.31		246.00	244.50		246.75	245.00		
		260	248.00	245.75		247.25	245.75		247.31	246.38	* 流速値の○は、逆流 方向とする。 * * 下流水位は模型終 端での水位とし、断面No 3 に該当している。 *** 下流河道測定位置は、 図-67を参照。	
		270	248.69	246.69		248.69	246.56		248.56	246.81		
		280	248.06	246.88		248.00	246.31		247.94	246.88		
		290	247.19	246.00		247.00	245.75		247.31	246.19		
		300	245.13	243.75		244.50	242.63		244.81	243.00		
		310	239.81	237.88		238.88	237.38		239.81	238.50		
		320	233.88	233.19		233.25	232.06		234.06	232.88		
		330	231.75	231.25		231.69	231.00		232.50	231.80		
下流河道	断面No 3	水位	231.44	229.81		233.81	232.63		232.00	230.94		
		流速		9.81	9.40		8.28	9.03		5.36		
	4	水位										
		流速		8.84	9.57		8.84	6.08		1.39		
	I	水位	232.56	231.31		236.00	235.31		237.25	236.53		
		流速		4.74	6.80		6.38	6.51		4.37		
	II	水位	234.22	233.25		235.38	234.56		236.75	236.00		
		流速		- 2.28	6.91		8.30	8.24		4.09		

表 43 b 減勢工および下流河道水位・流速測定結果数値表

測 定 位 置			← 左 岸		→ 中 央		→ 右 岸		減勢工	副ダム高 11 m			
			最 高	平 均		最 高	平 均		最 高	平 均	形 状	掘込み型	
減勢工	D.C	180 m		234. 31			236. 31.			234. 31	流 量	245. 82 m/s	
		190		234. 69			235. 06	234. 25					234. 69
		200	238. 44	237. 94			240. 75	240. 13	238. 56	238. 06			下 流
		210	239. 50	239. 00			238. 88	238. 44	239. 19	238. 69	水 位	226. 06 m	
		220	—	—			—	—	—	—			
		230	239. 06	238. 56			239. 19	238. 56	239. 25	239. 00			
		240	—	—			—	—	—	—			
		250		238. 88				238. 81		238. 94			
		260	—	—			—	—	—	—			
		270		238. 94				238. 94		238. 88			
		280	—	—			—	—	—	—			
		290		238. 75				238. 56		238. 56			
		300		234. 63				234. 63		234. 63			
		310		229. 06				229. 19		229. 06			
		320		229. 06				229. 06		229. 06			
		330		230. 13				230. 44		230. 31			
下流河道	断面No 3	水位		229. 59			229. 50			229. 47	* 流速値の○は逆流方向とする。 ** 下流水位は、模型終端での水位とし、断面No 3に該当している。 *** 下流河道測定位置は、図-67を参照。		
		流速		1. 07	1. 45		1. 32	1. 08		0. 97			
	4	水位		229. 09			229. 34			229. 53			
		流速		2. 88	2. 37		2. 08	1. 55		1. 20			
	I	水位		228. 47			228. 59			228. 41			
		流速		2. 26	3. 17	7. 17	3. 49	3. 61		3. 40			
	II	水位		226. 91			226. 47			227. 22			
		流速		- 0. 37	3. 17	5. 80	5. 15	4. 36		4. 47			

表 43 b 減勢工および下流河道水位・流速測定結果数値表

測 定 位 置			左 岸 ←		→ 中 央 ←		→ 右 岸		減勢工 形 状	3. 副 ダ ム 型 型			
			最 高	平 均		最 高	平 均			最 高	平 均	流 量	水 位
減 勢 工	D. C	180 m	233.94	233.00		239.44	238.94		234.66	233.31	流 量	1749.13 m ³ /s	
		190	234.69	233.94		236.25	235.56		235.69	234.06			
		200	240.69	239.63		239.50	237.19		240.19	238.44	下 流 水 位	E L. 231.38 m	
		210	240.13	238.56		241.38	239.69		240.25	238.56			
		220	242.63	241.44		242.00	240.63		242.38	241.06	水位 (E L. m) 流速 (m/s) * 流速値の○は、逆流 方向とする。 ** 下流水位は、模型終 端での水位とし、断面No 3 に該当している。 *** 下流河道測定位置は、 図-67 を参照。		
		230	243.13	241.81		243.31	242.00		242.94	241.88			
		240	244.25	242.69		244.06	242.38		244.13	242.69			
		250	244.63	243.25		245.13	243.56		244.50	242.94			
		260	245.06	243.50		244.94	243.25		244.94	244.38			
		270	245.56	244.00		245.25	243.81		245.75	243.94			
		280	246.00	244.50	*	245.75	244.19		245.06	243.94			
		290	245.75	244.19		244.50	243.25		245.31	243.25			
300	240.75	239.63		241.38	238.88		240.88	239.50					
310	235.81	235.13		234.50	233.19		235.75	234.19					
320	236.56	235.00		235.94	234.88		236.88	235.00					
330	236.56	235.63		237.13	236.06		237.19	235.88					
下 流 河 道	断面 No 3	水位		234.78			235.72			235.16			
		流速	2.22		3.11	3.16		1.79	1.91				
	4	水位		234.16			235.78			235.78			
		流速	3.69		3.86	3.74		1.35	0.77				
	I	水位		231.91			232.84			233.03			
		流速	5.12		6.16	7.75		5.68	5.37	5.72			
	II	水位		230.75			230.28			233.66			
		流速	4.76		6.91	9.09		7.28	7.02	6.80			

表 43 b 減勢工および河流通道水位・流速測定結果数値表

測 定 位 置			左 岸 ←		→ 中 央 ←		→ 右 岸		減勢工 形 状	3. 副ダム高 11m 掘 込 み 型			
			最 高	平 均		最 高	平 均				最 高	平 均	
減 勢 工	D. C	180 m	234.13	231.56		239.56	238.50		232.75	231.63	流 量	2623.08 m ³ /s	
		190	234.19	231.75		236.63	235.75		234.88	232.13			
		200	239.38	236.81		237.00	235.44		238.25	235.69	下 流 水 位	E L. 233.75 m	
		210	239.75	237.63		240.31	237.94		240.06	236.88			
		220	241.38	238.81		241.69	239.38		240.69	239.75	水位 (E L. m) 流速 (m/s) * 流速値の○は、逆流 方向とする。 * * 下流水位は、模型終 端での水位とし、断面No 3 に該当している。 *** 下流河道測定位置は、 図-67 を参照。		
		230	242.88	241.31		242.44	240.38		243.13	241.00			
		240	243.94	242.44		243.38	241.56		244.19	242.75			
		250	246.50	244.44		245.75	243.56		246.63	244.44			
		260	247.94	246.13		247.50	245.88		247.94	246.06			
		270	248.81	246.88		248.00	246.38		248.88	246.25			
		280	248.94	247.31		* 248.50	246.56		249.25	247.31			
		290	247.56	246.44		247.25	245.44		247.63	246.63			
		300	243.88	242.56		242.94	241.38		243.56	242.19			
310	238.88	237.00		237.31	235.13		238.56	236.38					
320	239.38	237.81		238.44	236.38		238.44	236.88					
330	239.69	237.81		239.06	238.44		238.75	238.00					
下 流 河 道	断面 No 3	水位		237.72			238.66			238.28			
		流速	2.59		3.18	3.82		1.73	5.14				
	4	水位	236.91	236.28		241.59	236.91		238.06	237.72			
		流速	4.52		4.44	3.43		1.28	0.81				
	I	水位	234.91	233.66		235.97	235.09		235.78	234.91			
		流速	8.21	4.74	5.77	8.47	6.04	6.00	8.57	5.78			
	II	水位	235.03	234.41		234.72	234.16		236.47	235.63			
		流速	4.70		5.38	9.13	6.61	6.49	4.91				

表47 オリフィスの貯水位一流量一ゲート開度の測定結果表

ゲート開度	H (m)	E L (m)	Q (m ³ / s)	H / DH / G	C	D / HG / H	C ²
3.0 m	18.65	303.65	167.97	6.217	0.651	0.161	0.423
	14.92	299.92	146.15	4.973	0.633	0.201	0.401
	12.27	297.27	130.85	4.090	0.625	0.244	0.391
	9.46	294.46	109.39	3.152	0.595	0.317	0.354
	7.24	292.24	90.69	2.412	0.564	0.415	0.318
	6.34	291.34	81.30	2.114	0.540	0.473	0.292
	5.58	290.58	73.52	1.860	0.521	0.538	0.271
	4.65	289.65	63.33	1.550	0.491	0.645	0.241
	※ 3.85	288.85	55.72	1.283	0.475	0.779	0.226
2.0 m	16.87	301.87	108.05	8.437	0.660	0.119	0.436
	14.78	299.78	100.80	7.390	0.658	0.135	0.433
	10.58	295.58	83.09	5.292	0.641	0.189	0.411
	7.37	292.37	66.01	3.687	0.610	0.271	0.372
	4.54	289.54	47.14	2.269	0.555	0.441	0.308
	3.43	288.43	37.83	1.716	0.513	0.583	0.263
	※ 2.40	287.40	27.10	1.201	0.439	0.833	0.193
1.0 m	19.01	304.01	61.54	19.009	0.708	0.053	0.502
	16.84	301.84	57.60	16.838	0.705	0.059	0.496
	12.99	297.99	50.54	12.987	0.704	0.077	0.495
	7.05	292.05	36.13	7.047	0.683	0.142	0.467
	5.37	290.37	30.95	5.374	0.670	0.186	0.449
	2.91	287.91	20.04	2.914	0.589	0.343	0.347
	※ 1.49	286.49	12.61	1.486	0.519	0.673	0.270
	※ 1.21	286.21	9.30	1.214	0.424	0.824	0.180
全 開 (4.5 m)	19.69	304.69	320.38	4.375	0.805	0.229	0.648
	17.60	302.60	298.20	3.910	0.793	0.256	0.629
	14.66	299.66	262.60	3.258	0.765	0.307	0.585
	12.07	297.07	227.45	2.682	0.730	0.373	0.533
	9.72	294.72	190.33	2.161	0.681	0.463	0.464
	8.61	293.61	170.93	1.914	0.650	0.523	0.423
	※ 7.41	292.41	146.60	1.647	0.601	0.607	0.361
	※ 6.14	291.14	110.46	1.364	0.497	0.733	0.247
	※ 4.66	289.66	73.07	1.035	0.378	0.966	0.143
	※ 2.94	287.94	37.03	0.653	0.241	1.531	0.058
	※ 1.90	286.90	18.25	0.421	0.148	2.368	0.022
4.0 m	19.21	304.21	242.30	4.803	0.694	0.208	0.481
	14.25	299.25	198.92	3.563	0.661	0.281	0.437
	10.69	295.69	162.70	2.673	0.624	0.374	0.390
	8.08	293.08	130.50	2.019	0.576	0.495	0.332
	7.61	292.61	123.25	1.902	0.561	0.526	0.314
	7.11	292.11	116.19	1.778	0.547	0.563	0.299
	6.09	291.09	99.64	1.522	0.507	0.657	0.257
	※ 5.60	290.60	96.42	1.400	0.511	0.714	0.261
	※ 5.36	290.36	991.14	1.341	0.494	0.746	0.244
	※ 4.79	289.79	84.08	1.198	0.482	0.835	0.232

※は、フリーフローを表わす。

表49 オリフィスの管路および開水路底面の作用圧力

貯水位	EL 304.690 m
流量	321.214 m ³ /s
ゲート開度	全開

	No	ピエゾ標高 (E.L. m)	ピエゾ水頭 (E.L. m)	圧力水頭 (m)	圧力降下 係数 (C _d)		No	ピエゾ標高 (E.L. m)	ピエゾ水頭 (E.L. m)	圧力水頭 (m)	圧力降下 係数 (C _d)
上 面	1	292.587	298.400	5.813	0.490	底 面 隅 角	39	285.000	—	—	—
	2	291.812	295.500	3.688	0.716		40	285.000	298.600	13.600	0.474
	3	291.468	295.300	3.832	0.731		41	285.000	297.700	12.700	0.544
	4	290.803	294.640	3.838	0.783		42	285.000	296.880	11.880	0.608
	5	290.507	293.240	2.733	0.892		43	285.000	295.880	10.880	0.686
	6	290.294	294.000	3.707	0.833		44	285.000	294.780	9.780	0.772
	7	290.117	294.000	3.883	0.833		45	285.000	293.680	8.680	0.858
	8	289.941	293.460	3.519	0.875		46	285.000	292.920	7.920	0.917
	9	289.765	292.520	2.756	0.948		47	285.000	291.940	6.940	0.993
	10	289.582	290.960	1.378	1.070		48	285.000	290.920	5.920	1.073
上 面 隅 角	11	292.587	300.560	7.973	0.322	底 面	49	285.000	290.480	5.480	1.107
	12	291.812	295.240	3.428	0.736		50	285.000	—	—	—
	13	291.468	295.200	3.732	0.739		51	285.000	298.820	13.820	0.457
	14	290.803	294.600	3.798	0.786		52	285.000	299.480	14.480	0.406
	15	290.507	293.860	3.353	0.844		53	285.000	298.980	13.980	0.445
	16	290.294	294.160	3.867	0.820		54	285.000	298.600	13.000	0.474
	17	290.117	293.260	3.143	0.890		55	285.000	297.400	12.400	0.568
	18	289.941	293.740	3.799	0.853		56	285.000	297.100	12.100	0.591
	19	289.765	292.200	2.436	0.973		57	285.000	296.000	11.000	0.677
側 面	20	289.582	291.220	1.638	1.049		58	285.000	295.180	10.180	0.741
	21	287.250	—	—	—		59	285.000	294.260	9.260	0.812
	22	287.250	299.500	12.250	0.404		60	285.000	293.320	8.320	0.886
	23	287.250	—	—	—		61	285.000	292.500	7.500	0.950
	24	287.250	—	—	—		62	285.000	291.940	6.940	0.993
	25	287.250	—	—	—		63	285.000	290.780	5.780	1.084
	26	287.250	298.380	11.130	0.492		64	285.000	290.180	5.180	1.130
	27	287.250	297.700	10.450	0.544		65	285.000	288.840	3.840	1.235
	28	287.250	296.940	9.690	0.604		66	285.000	288.320	3.320	1.275
	29	287.250	296.020	8.770	0.675		67	284.940	286.880	1.940	1.387
	30	287.250	295.400	8.150	0.724		68	284.760	285.660	0.900	1.482
	31	287.250	294.500	7.250	0.794		69	284.460	285.580	1.120	1.489
	32	287.250	293.800	6.550	0.848		70	284.040	284.980	0.940	1.535
	33	287.250	292.860	5.610	0.922		71	283.500	—	—	—
	34	287.250	291.640	4.390	1.017		72	282.846	285.460	2.614	1.498
	35	287.250	290.180	2.930	1.130		73	282.190	285.400	3.208	1.503
底 面 隅 角	36	285.000	—	—	—		74	281.538	284.700	3.162	1.557
	37	285.000	299.060	14.060	0.439		75	280.884	283.620	2.736	1.641
	38	285.000	—	—	—						

第7章 検討結果

昭和54年度から57年度に亘って検討してきた七ヶ宿ダム洪水吐きの形状および規模は、検討結果として第6章の詳細検討結果から得られ、この章の実施設計資料図に示す形状で経済性、施工性、およびダムの設計条件を満たすことができる。ただし、副ダム形状の詳細は157ページの図68に示すとおりである。

また、第1章から第4章まで検討してきた横越流型式の洪水吐き形状は水理機能および管理等を考えれば十分実用化できるものであるから、今後、フィルダムの洪水吐きの設計資料として活用されれば幸いである。

実施設計資料に示すクレストおよびオリフィスのダム管理資料としては、次に示すそれぞれの実験式によって求まる貯水位と放流量とゲート開度との関係を使用できる。

1. オリフィスの放流量式

1) ゲート全開時の自由流出域の放流量は次式による。

$$Q_0 = n \cdot C_0 \cdot A \cdot \sqrt{2gH} \quad \dots\dots\dots (1K)$$

$$C_0 = 0.367 (H/D) \text{ (ただし、適用範囲 } H/D < 1.6) \quad \dots\dots\dots (2K)$$

ここに、 Q_0 ：オリフィスの放流量 (m^3/s)

n ：オリフィスの条数 ($n=1.2$)

C_0 ：オリフィスの流量係数 (2K式によって求まる無次元量)

A ：オリフィスの吐口断面積 ($A=B \times D = 4.5 \times 4.5 = 20.25 \text{ m}^2$)

g ：重力加速度 ($=9.8 \text{ m/s}^2$)

H ：オリフィス敷高 (EL. 285,000 m) から貯水位までの総水頭 (m)

2) ゲート全開時の管路流域の放流量は(1K)式での流量係数を次式で与えるものとする。

$$C_0 = \{0.824 - 0.774 (D/H)\}^{\frac{1}{2}} \quad \dots\dots\dots (3K)$$

ただし、適用範囲は $H/D \geq 1.8$, よって $D/H < 0.556$

ここに D ：オリフィスの吐口の鉛直高 ($D=4,500 \text{ m}$)

したがって、貯水位が EL. 293,100 m 未満から EL. 292,200 m の間 (放流量が約 $160 \text{ m}^3/\text{s} \sim 141 \text{ m}^3/\text{s}$) は前述した遷移区間であり厳密な放流量が求められない範囲であるが、七ヶ宿ダムの場合は制限水位が、EL. 293,500 m であることから、貯水位が極端に下がっていなければこの範囲の使用は考えられない。ただ、穴あきの場合には $160 \text{ m}^3/\text{s} \sim 141 \text{ m}^3/\text{s}$ の間で不安定となり放流量が連続変化でなく変動するものと考えられる。

3) ゲート半開時の管路流域の放流量は(1K)式での流量係数を次式で与えるものとする。

$$C_0 = \{(0.002G^4 - 0.029G^2 + 0.514)(1 - G/H) + 0.061\}^{\frac{1}{2}} \quad \dots\dots\dots (4K)$$

ただし、適用範囲は $H/G \geq 1.8$, よって $G/H < 0.556$

ここに、 G ：ゲートの鉛直開度高 (m)

2) 項で述べたように、ゲート半開時の各々のゲート開度でも H/G が 1.6 から 1.8 の間は遷移区間となる。

2. クレストの放流量式

1) ゲート全開時の自由越流域の放流量は次式による。

$$Q_c = n \cdot C_c \cdot B \cdot H^{\frac{3}{2}} \quad \dots\dots\dots (5K)$$

$$C_c = 1.8346 + 0.5022 (H/H_d)^2 - 0.3003 (H/H_d)^4 \quad \dots\dots\dots (6K)$$

ここに、 Q_c ：クレストの放流量 (m^3/s)

n ：クレストの門数 ($n = 1, 2, 3$)

C_c ：クレストの流量係数

B ：クレストの径間幅 ($B = 9.5 \text{ m}$)

H ：クレスト敷高 (EL. 293, 500 m) から貯水位までの総水頭 (m)

H_d ：クレストの設計水頭 ($H_d = 11, 000 \text{ m}$)

2) ゲート半開時の放流量は次式による

$$Q_c = n \cdot C_P \cdot B \{ H_1^{\frac{3}{2}} - (H_2 - G)^{\frac{3}{2}} \} \quad \dots\dots\dots (7K)$$

$$C_P = 2, 169 \quad \dots\dots\dots (8K)$$

ここに、 C_P ：クレストゲート半開時の流量係数

H_1 ：ゲート敷高 (EL. 293, 419 m) から貯水位までの総水頭 (m)

ただし、 $H_1 > 0.081 \text{ m}$ である。

H_2 ：貯水位 (EL. m)

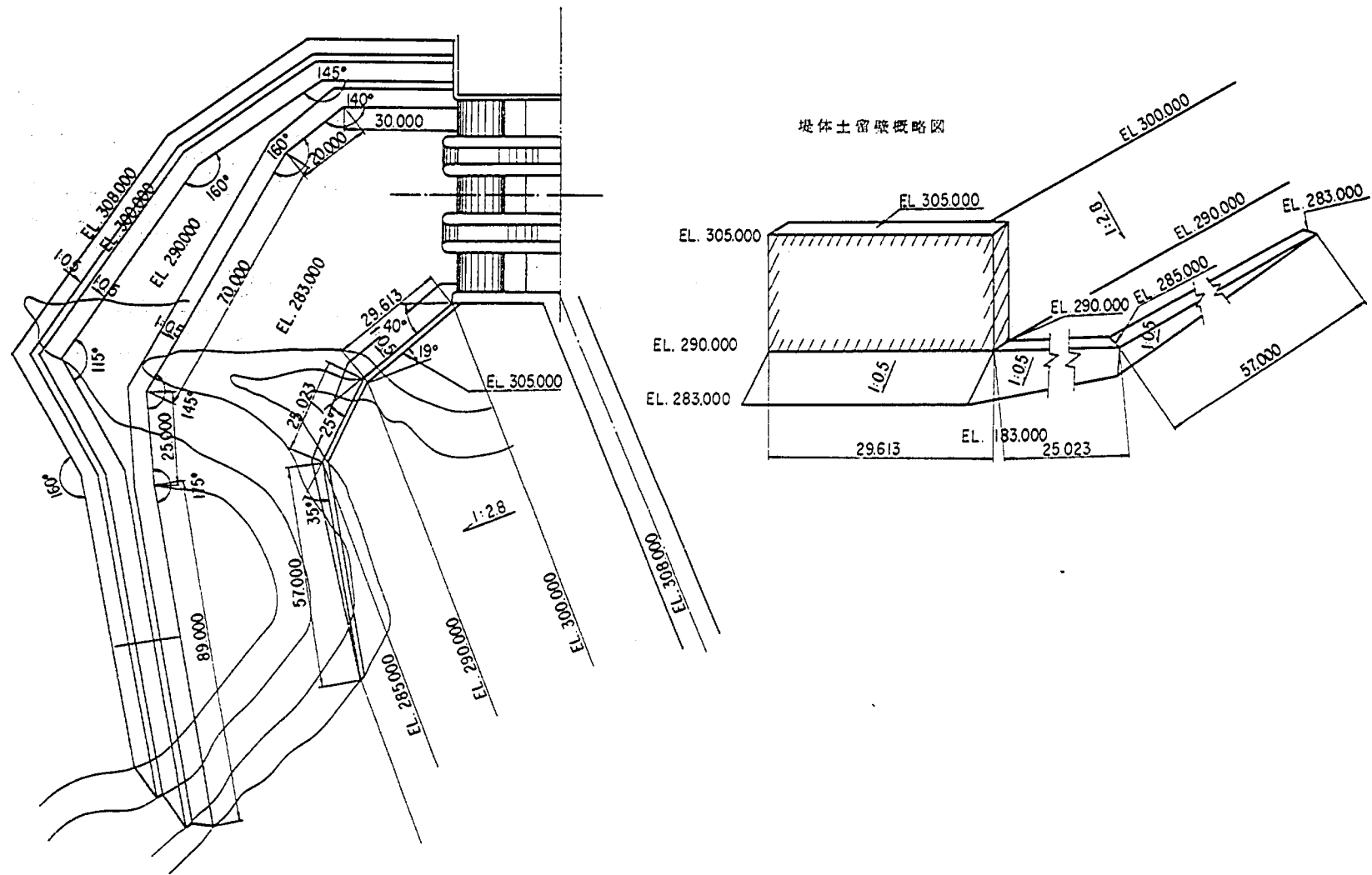
G ：ゲート開度高 (EL. 293, 419 m + 鉛直開度高)

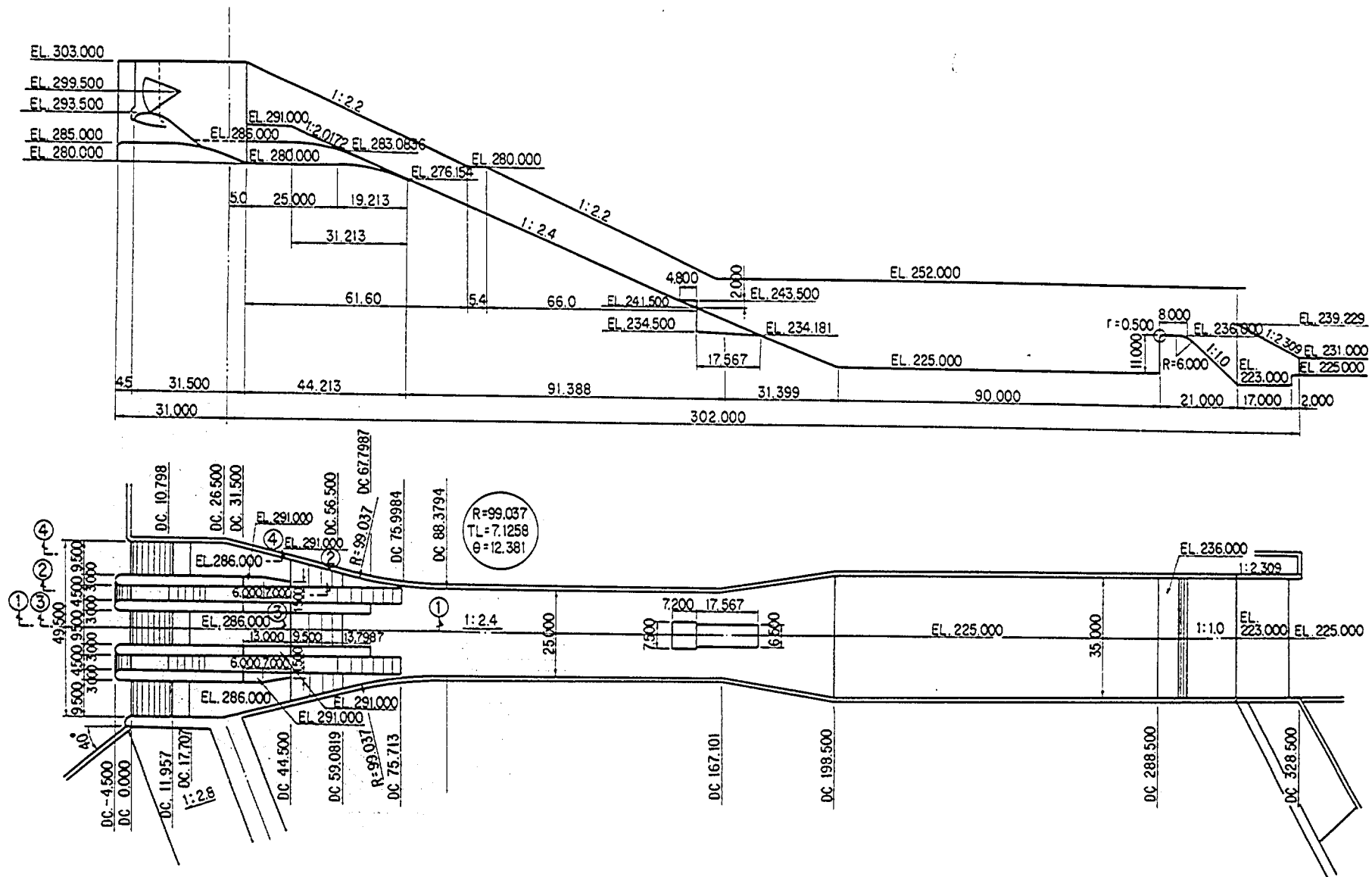
ただし、この両式の適用範囲は $H/G' > 1.6$ である。

{ G' はゲートの鉛直開度距離 (m) }

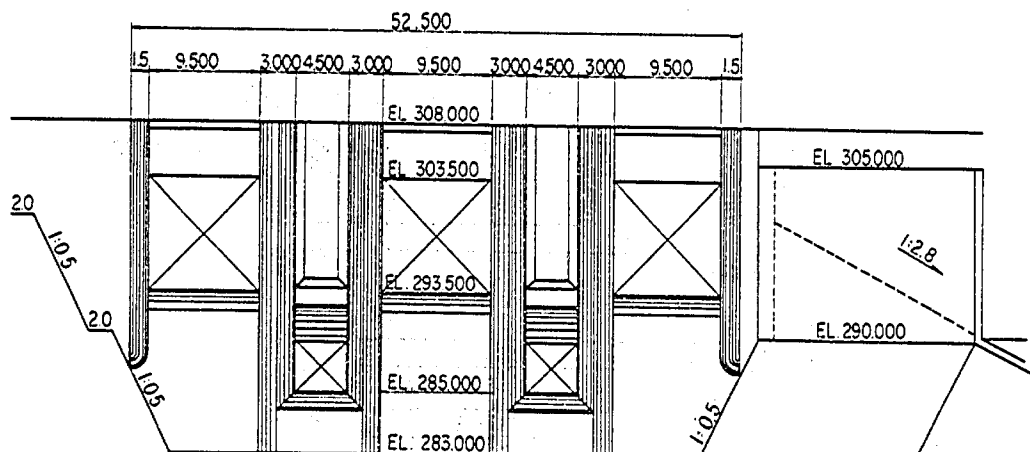
おわりに

最後に、本報告書が完成するまでの水理設計、模型製作資料、水理模型実験、報告書作成等にあたって数多くの方々の御指導および御協力を賜ったことに対し、ここに深く感謝の意を表わすものである。

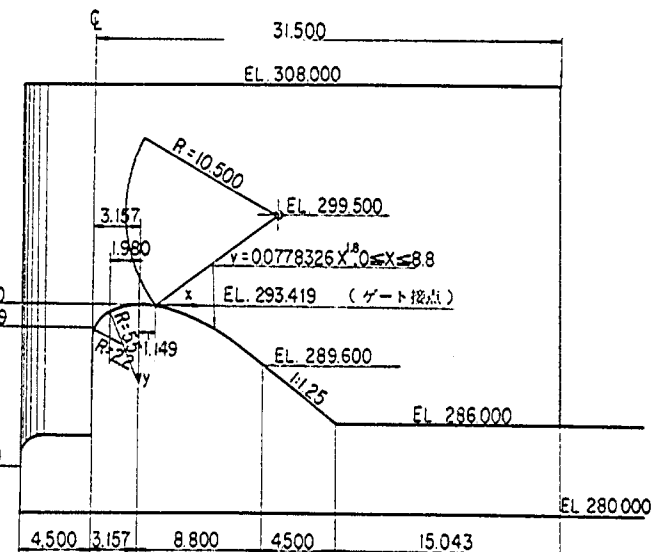




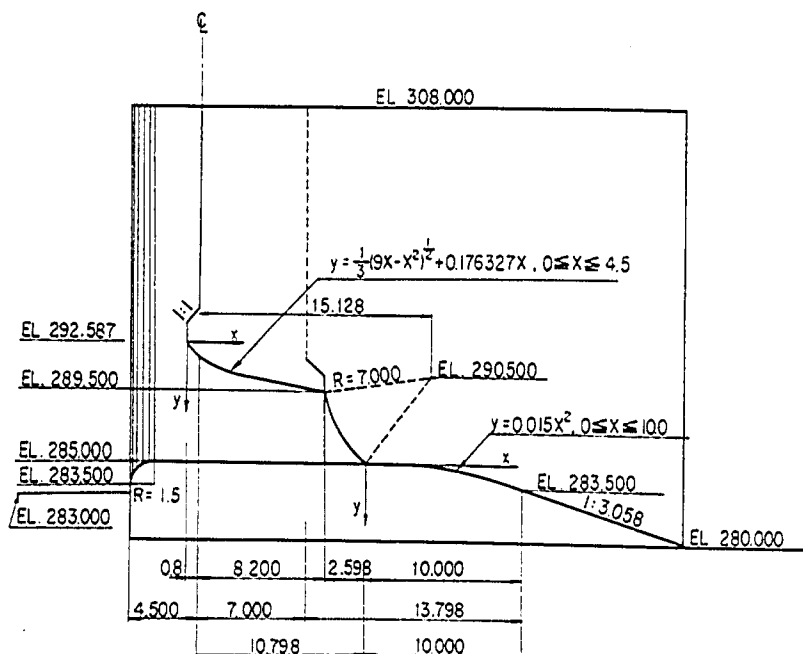
実施設計資料 1.2 洪水吐全体形状図



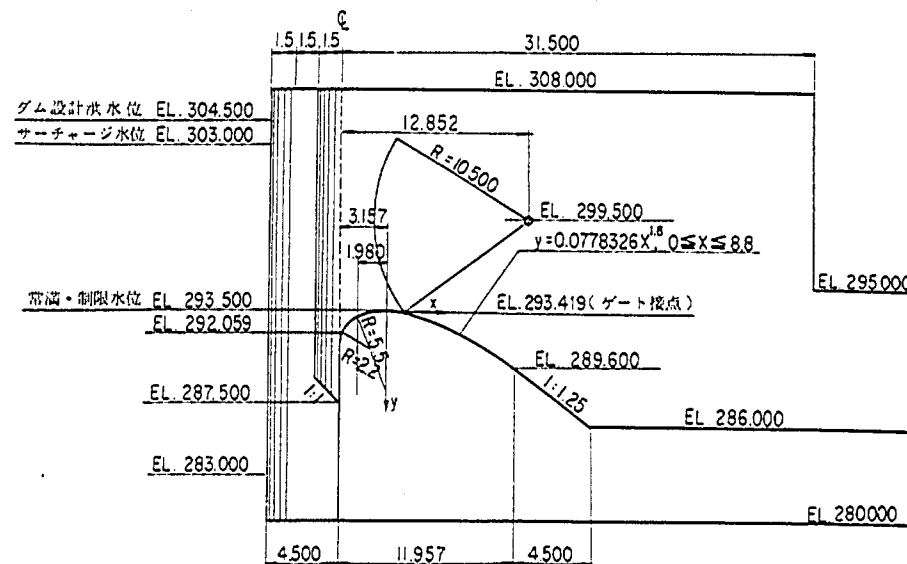
上流面図



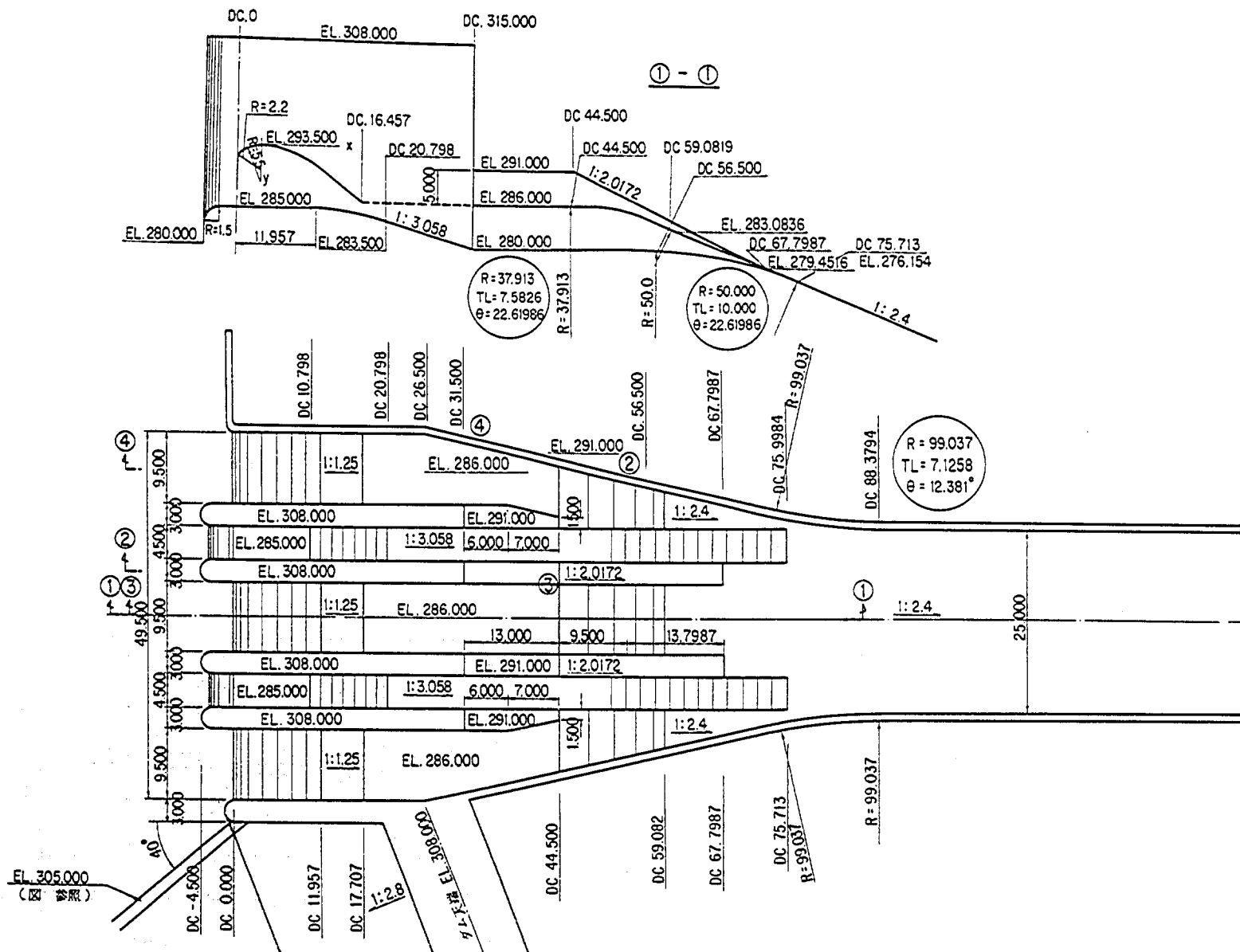
中央越流頂断面図



オリフィス断面図



左右越流頂断面図



実施設計資料 1.4 洪水吐各部詳細図

七ヶ宿ダム洪水吐
水理模型実験報告書(2)

ISSN 0386-5878
土研資料第1903号
昭和58年2月(1983年)

建設省土木研究所ダム水工研究室

キーワード

要 旨

七ヶ宿ダム洪水吐の水理機能



郵便はがき

40円切手
をはいて
下さい

3 0 5 - □ □

建設省土木研究所

ダム水工研究室 御中

茨城県筑波郡豊里町大字旭一番地

No. _____

No. _____

配布先氏名

配布先住所





土木研究所資料第 1903 号 部

上記のとおり受領しました。

所 属（住所）

氏 名 印

