



土 木 研 究 所 資 料

第 1025 号

川内川湯之尾地区模型実験報告書 (その2)

昭 和 50 年 3 月

建 設 省 土 木 研 究 所

土	屋	昭	彦
松	山	宣	信
藤	本	堯	成
須	賀		三
池	辺		豪

目 次

1. はじめに	1
2. 川内川の概要と問題点	1
1) 概 要	1
2) 改修の問題点	3
3. 模型実験の目的	4
4. 計算による水理的検討	7
1) 計算条件	7
2) 計算方法	7
2) - 1 計算の進め方	7
2) - 2 自然分流の場合の水理計算方法	8
3) 計算結果	10
4) 結 論	20
5. 模型実験による水理的検討	24
1) 模型および測定方法	24
2) 模型実験の相似律	24
3) 実験経過と実験ケース	30
4) 検証実験	32
6. 分水路案の実験と結果	35
1) 水門4門の場合	35
1) - 1 地建案について	35
1) - 2 分水路一部拡幅の場合	42
2) 水門2門の場合	43
3) 分水路案実験結果の要約	49
7. 捷水路案の実験と結果	53
1) 水門2門の場合	53
2) 彎曲部法線の検討	54
3) 流砂実験	56
4) 湯之尾本川流入口の検討	58
5) 捷水路案実験結果の要約	58
8. 結 論	59
9. あとがき	61

1. はじめに

川内川湯之尾地区の改修計画の検討は土木研究所が九州地方建設局より委託を受けて昭和48年度、昭和49年度にわたり実施した。本書はその実験結果の報告書である。

この湯之尾地区の検討はこれに先だち、すでに昭和40年度、昭和41年度、昭和42年度にわたり、計画洪水流量 $Q=1,800\text{m}^3/\text{s}$ により検討されている。この時の検討結果は「川内川(湯之尾地区)河道計画検討報告書(I)、(II)(土木研究所資料第267号、第363号)」にとりまとめているが検討結果の要旨は次のとおりである。

- (1) 河床高を2～5m切り下げ、河道幅を79Kmで80～100mとすることおよび滝をバイパスする河道を設けることによって計画高水を地盤高と同程度の高さの計画高水位内に収めることが出来る。
- (2) 湯之尾市街地を通過する河道内の流速緩和のため河幅約25mの放水路を設ける。
- (3) 温泉および農業用水の低水位を確保するため77.8Km附近に水門を設ける。

以上が骨子であるが、さらに細部検討として1)分水路(分水路拡幅、分流点流況の改善)、2)水門の検討(位置、諸元の検討、高水敷の取扱い)、3)河床変動問題、等について検討を行っている。

その後昭和48年に川内川流量改訂が行われ上流湯之尾地区の計画洪水流量が $Q=2,700\text{m}^3/\text{s}$ に引上げられ、これにともない河道計画も変更された。この計画河道に対する検討が必要となり今回再度実験検討を行うことになった。

この検討内容は、川内川河口より79.8Kmに位置する湯之尾市街地における分水路案と捷水路案、および78.0Kmに位置する湯之尾滝のバイパス河道とこの分派口に設置予定の水門の断面形状等の水理的検討を行ったものである。

2. 川内川の概要と問題点

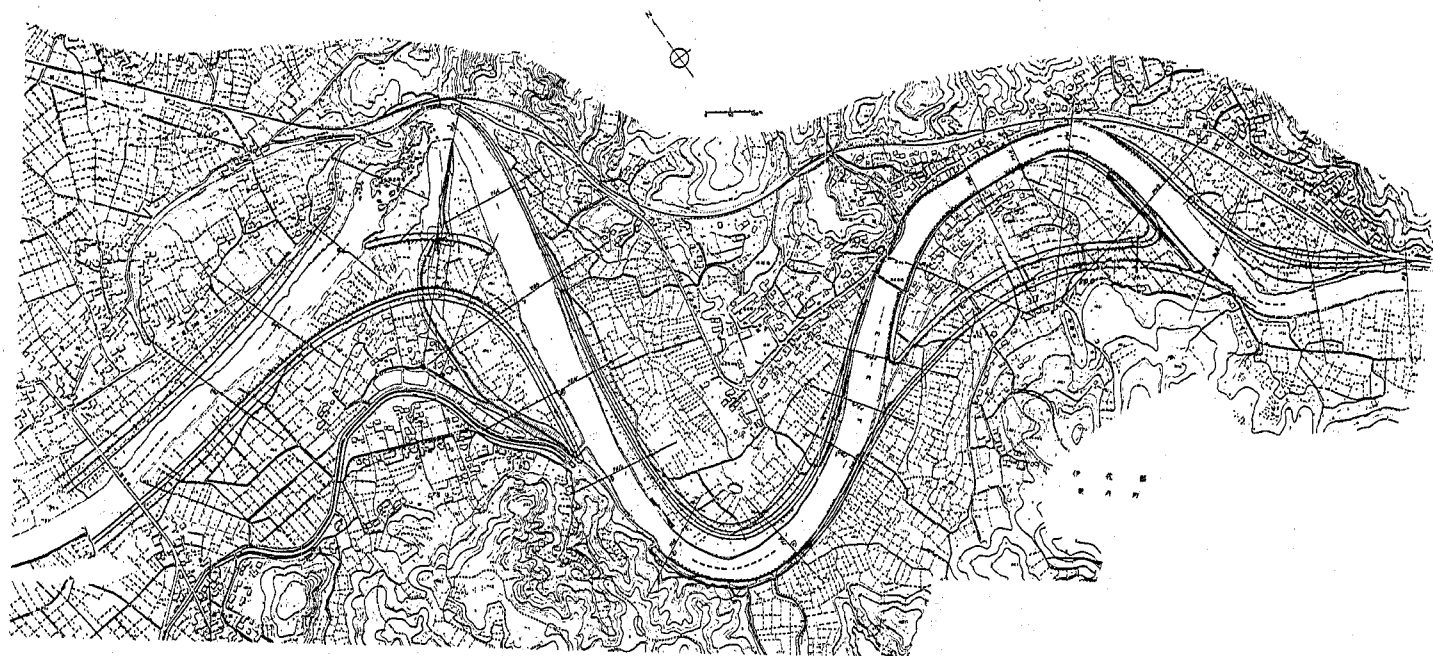
1) 概 要

川内川は、その源を熊本県球磨郡白髪に発し、南流して宮崎県西諸県盆地(加久藤平野)に出て長江川、二十里川、池島川等多くの支川を合わせ、西流して鹿児島県に入り、菱刈町湯之尾で高さ5mの段流(湯之尾滝)を作り、大口盆地に出て羽月川を合流し、高さ30mの曾木滝を作り、狭窄部を過ぎ樋脇川隈之城川等多くの支川を合わせ、川内平野を貫流し川内市において薩摩灘に注いでいる。その流域は鹿児島、宮崎、熊本の3県にまたがり、流域面積 $1,613\text{Km}^2$ 〔山地 $1,185\text{Km}^2$ (73.5%)、平地 428Km^2 (26.5%)〕、幹川流路延長137Kmの九州屈指の河川である。

図-2-1の平面図からわかる通り、川内川は湯之尾地区で77.6Km(湯之尾滝)、78.9Km附

図 2 - 1 川内川湯之尾地区平面図

太線の部分が河幅を拡張した所



近と80.0 Km 附近の3点で大きくわん曲している。湯之尾滝の下流は河床高が170 m 程度であるが湯之尾滝によって175 m 程度になっている。

湯之尾滝のすぐ下流(77.6 Km)附近には岩が露出しているが、湯之尾滝の一部はコンクリートで固めてあり、菱刈、太良両用水のために人工的に堰上げた面もあるものと思われる。

滝より上流湯之尾市街地附近(77.8~79.3 Km)までは無堤地帯であるが、低水路の河道幅が50 m~70 m 位、河床高は173~174.5 m 位となっている。洪水のうち低水路におさまるのは600 m³/s 位までで、これより大きくなると附近一帯に遊水することになる。低水時には滝によってせき上げられて水面はほとんど水平である。

79.4 Km から80.0 Km 位までは湯之尾の市街の中を流れており兩岸には温泉旅館が近接しており、河道幅が狭いうえに兩岸とも直立堤となっている。横断面から判断するとこの附近では400 m³/s 程度の小洪水でも水が氾濫しているものと思われる。多い年では年間に8回も浸水するといわれている。

これより上流は幅150 m の氾濫地域をとまなう無堤地帯が続いており81km 位までは人家、田も少ない。

2) 改修の問題点

今回の場合、問題となる点は次の3点と思われる。第一は農業用水の取水である。

77.7 Km (湯之尾滝上) 右岸より太良用水(かんがい面積296 ha) が約3 m³/s、78.5 Km 左岸より菱刈用水(かんがい面積288 ha) が約3 m³/s 程度取水しており、改修計画後もこの取水を維持できるように考えなくてはならない。

第二の問題は市街地附近の河道の拡幅の問題であって、このせまい狭窄部の河道の両側には鉄道、道路、温泉旅館等が近接しており、築堤や河道拡幅のための用地取得が困難である。また、この地点で放水路を考えるとすると、地盤高が高いため深さ15 m 位の掘削をすることになり、さらに水路幅よりかなり広い用地の取得が必要となる。

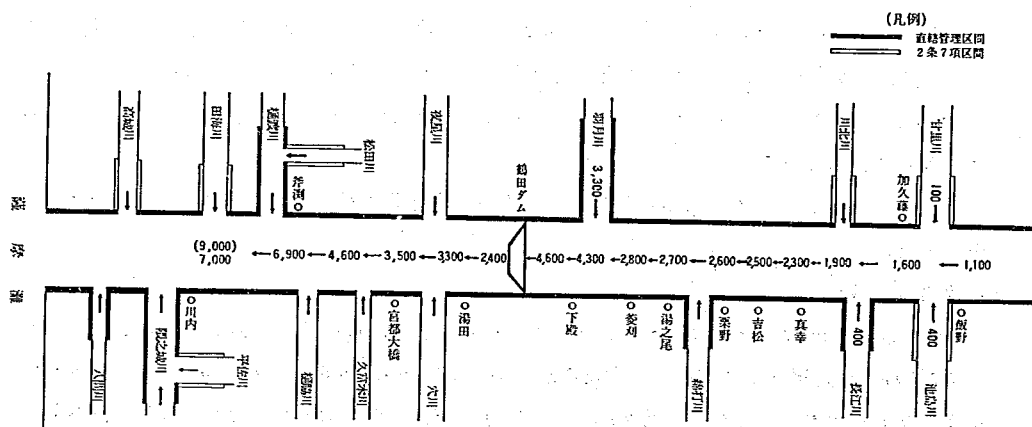
一方もし分水路も造成しなくて河道幅も現状のままとすれば洪水時に流速が大きくなることは避けられず、河床保護が非常に重要な問題となる。

第三にはこの市街地附近での温泉の泉源の問題であって、現在の河床高を切り下げたり、低水時の水位を下げた場合に湧水量に変化をもたらす事が心配されるのである。

今回の検討の主眼は77.4 Km より湯之尾市街地を経て81 Km 程度までの約3.5 Km の区間の河道につき洪水を安全に流下せしむることにある。現在湯之尾滝の天端高はその下流側の河床にくらべて5 m 位高いので、ここで洪水水位は堰上げられており、湯之尾滝の切下げ、またはショートカットによって洪水水位を下げるができる。また、この滝から市街地に至る約2 Km の河道はほとんど未改修の状態であるので、この区間を拡幅して河道損失を小さくすることができる。

市街地における水位および流速は、以上のように定められたエネルギー水頭とこの地点の河床高、河幅(放水路の有無)の両者から定められる。逆に言えば市街地地点において所定の水

図-4-1 計画高水流量図



改修計画第2案は、湯之尾滝附近の計画は第1案と同じであるが湯之尾市街地附近は分水路をさらに拡幅して洪水流量 $2,700 \text{ m}^3/\text{s}$ を流下させるような捷水路が計画された。したがってこれらの2案について、湯之尾の滝附近の分水路河道法線と分派口に設置する水門の位置と断面形状と滝下流の護床工等の検討、滝と市街地間の河道法線形状と、さらに市街地分水路法線形状と分流水点、合流点の法線形状、また捷水路の河道形状等の検討を行うものである。

表 - 4 - 1 水 理 計 算 条 件 一 覧 表

計 算 番 号	計 算 区 間 (Km)	下 流 水 位 Hs (m)	流 量 Q m ³ /s	粗 度 係 数 n	河 道 条 件 (第 1 案 - 分 水 路 計 画 第 2 案 - 捷 水 路 計 画)
1	7 6.8 - 8 1.0		2,700	0.033	第 1 案 全 区 間 計 画 河 道
2	7 9.2 - 8 1.0		2,700	0.033	〃 合 流 点 (7 9.2 Km 附 近) より 上 流 に お い て、湯 之 尾 本 川 の 河 床 高 を 0.5 m 切 り 下 げ、分 水 路 は 計 画 河 道 と し て 水 位 変 化 と 分 流 量 の 変 動 を 調 べ た。
3	7 9.2 - 8 1.0		2,700	0.033	〃 湯 之 尾 本 川 の 河 床 高 を 1.0 m 切 り 下 げ 他 条 件 は 計 算 2 と 同 じ。
4	7 9.2 - 8 1.0		〃	〃	〃 〃 1.5 0 m 〃
5	7 9.2 - 8 1.0		〃	〃	〃 〃 2.0 0 m 〃
6	7 9.2 - 8 1.0		〃	〃	〃 〃 3.0 0 m 〃
7	7 9.2 - 8 1.0		〃	〃	〃 〃 3.6 8 m 〃 この河床条件で分水路と本川はほぼ同じ高さである。
8	7 6.8 - 8 1.0		2,700	0.028	全 区 間 計 画 河 道 と し 下 流 水 位 を 数 種 類 変 化 さ せ た。ま た 同 じ 下 流 水 位 条 件 で 湯 之 尾 本 川 を 単 断 面 と し た。
9	〃 〃		〃	0.030	〃 〃
10	〃 〃		〃	0.033	〃 〃
11	〃 〃		〃	0.035	〃 〃
12	〃 〃		〃	0.038	〃 〃
13	7 9.2 - 8 0.4		2,700	0.033	合 流 点 より 上 流 で、湯 之 尾 市 街 地 本 川 は 計 画 河 道 と す る が 分 水 路 は 7 9.2 ~ № 11 間 を 4 0 ~ 3 0 ~ 1 5 m 位 拡 幅 す る。
14	7 6.8 - 8 1.0		2,700	0.033	湯 之 尾 滝 水 門 敷 高 を 0.6 m 切 り 下 げ、水 門 より 上 流 の 河 床 こ う 配 も 変 化 さ せ る。
15	〃 〃		〃	〃	〃 〃 1.2 0 m 〃
16	〃 〃		〃	〃	〃 〃 1.9 0 m 〃
17	〃 〃		〃	〃	〃 〃 2.6 0 m 〃

表-4-2 粗 度 係 数 計 算 表

位 置	洪 水 名	洪 水 位	河 積	① I=	② R=	③ d_m	④ $R^{\frac{1}{6}}$	⑤ $\frac{③}{①} \times ②$	⑥ (グラフから)	⑦ $\frac{④}{\sqrt{\tau}}$	⑧ $n=\frac{⑦}{⑥}$	摘 要
78/400	44. 7. 6	178.50	300	1/1,440	3.360	0.30	1.224	0.129	16.20	0.391	0.024	d_m はS49.8 調査による。
	46. 8. 5	179.90	413	1/1,320	4.490	"	1.284	0.088	—	—	—	
	47. 6.18	179.00	340	1/1,470	3.770	"	1.248	0.117	16.30	0.399	0.024	
	47. 7. 5	179.20	357	1/1,440	3.940	"	1.257	0.110	16.40	0.402	0.024	
79/600	44. 7. 6	179.50	380	1/1,440	3.810	2.40	1.250	0.907	13.20	0.399	0.030	
	46. 8. 5	180.80	497	1/1,320	4.850	"	1.301	0.653	13.90	0.416	0.030	
	47. 6.18	179.90	416	1/1,470	4.140	"	1.267	0.852	13.30	0.405	0.030	
	47. 7. 5	180.20	443	1/1,440	4.380	"	1.279	0.789	13.50	0.409	0.030	
80/200	44. 7. 6	180.00	320	1/1,440	3.520	6.50	1.233	2.659	10.30	0.394	0.038	
	46. 8. 5	181.30	424	1/1,320	4.530	"	1.286	1.894	11.40	0.411	0.036	
	47. 6.18	180.20	336	1/1,470	3.680	"	1.243	2.596	10.40	0.397	0.038	
	47. 7. 5	180.50	360	1/1,440	3.910	"	1.255	2.394	10.60	0.401	0.038	
80/600	44. 7. 6	180.30	340	1/1,440	3.840	7.00	1.251	2.625	10.39	0.400	0.038	
	46. 8. 5	181.60	439	1/1,320	4.810	"	1.299	1.921	11.25	0.415	0.037	
	47. 6.18	180.50	355	1/1,470	3.990	"	1.259	2.579	10.40	0.402	0.039	
	47. 7. 5	180.80	378	1/1,440	4.220	"	1.271	2.389	10.00	0.406	0.041	
81/000	44. 7. 6	180.60	440	1/1,440	4.100	0.50	1.265	0.176	15.85	0.404	0.025	
	46. 8. 5	182.00	574	1/1,320	5.220	"	1.317	0.126	16.20	0.421	0.026	
	47. 6.18	180.80	460	1/1,470	4.280	"	1.274	0.171	15.90	0.407	0.026	
	47. 7. 5	181.00	478	1/1,440	4.430	"	1.282	0.162	15.95	0.410	0.026	

4. 計算による水理的検討

湯之尾滝より上流湯之尾市街地分流点間の水面形を把握するために不等流計算を実施した。

1) 計算条件

地建より提示された平面図、横断図を基にして表 4-1 に示す水理、河道条件により計算を試みた。

粗度係数に対する本格的検討は行われていないが、昭和 49 年 8 月の河床材料調査資料から既往洪水における粗度係数の概略値を推定してみた。結果を表 4-2 に示す。

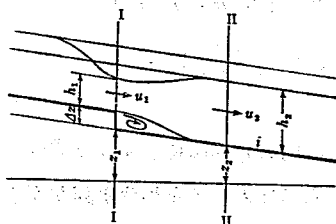
これらによると河床材料の平均粒径 $d_m = 2.4 \text{ mm}$ 以下の断面では $n = 0.03$ 以下であるが平均粒径 $d_m = 6.5 \text{ mm}$ 以上の断面では $n = 0.03$ より大きい。これらの粗度係数を算術平均すると $n = 0.032$ となる。なお湯之尾地区の計画粗度係数は $n = 0.033$ を採用している。

2) 計算方法

2) - 1 計算の進め方

下流の境界条件は地建案の計算値を採用し 7.68 Km で与えた。湯之尾滝附近の水門段落ち部の摩擦損失に関しては次に示す芦田博士の方法により近似的に求めた。

図-4-2 段落ち水流 (記号説明図)



h_l を断面 I、II 間の形状損失水頭とすれば、エネルギー方程式は、図-4-2 の記号を用いて

$$z_1 + \Delta z + h_1 + \frac{u_1^2}{2g} = z_2 + h_2 + \frac{u_2^2}{2g} + h_l \quad (4.1)$$

運動量方程式は

$$\frac{1}{2} w (h_1 + \Delta z)^2 \cdot b + \rho u_1^2 h_1 b = \frac{w}{2} h_2^2 b + \rho u_2^2 h_2 b - \frac{h_1 + \Delta z + h_2}{2} w (z_1 - z_2) b \quad (4.2)$$

であらわされる。

$$\text{ここで } \frac{h_1}{h_2} = \beta, \quad \frac{\Delta z}{h_2} = K \quad (4.3)$$

とおけば、(4.2)式は β に関する三次式となり

$$\left. \begin{aligned} a' &= 2K + \frac{z_1 - z_2}{h_2} \\ b' &= -\left\{1 - K^2 + 2F_2^2 - (1+K) \frac{z_1 - z_2}{h_2}\right\} \\ c' &= F_2^2 \\ p' &= -b' + \frac{a'^2}{3} \\ \pm q' &= \frac{2a'^3}{27} - \frac{a'b'}{3} + c' \end{aligned} \right\} \quad (4.4)$$

とおけば、この解は $(p'/3)^3 \geq (q'/2)^2$ に対して

$$\left. \begin{aligned} \beta_1 &= -\frac{a'}{3} \mp 2\sqrt{\frac{1}{3}p'} \cdot \cos \frac{\varphi}{3} \\ \beta_2 &= -\frac{a'}{3} \mp 2\sqrt{\frac{1}{3}p'} \cdot \cos \left(\frac{\varphi}{3} + 120^\circ\right) \\ \beta_3 &= -\frac{a'}{3} \mp 2\sqrt{\frac{1}{3}p'} \cdot \cos \left(\frac{\varphi}{3} + 240^\circ\right) \end{aligned} \right\} \quad (4.5)$$

となる。ただし

$$\cos \varphi = \frac{\frac{1}{2}q'}{\frac{1}{3}p'\sqrt{\frac{1}{3}p'}} \quad (4.6)$$

である。つぎに(4.1)式より、全損失水頭 h_l は

$$\frac{h_l}{h_2} = \left(K + \frac{z_1 - z_2}{h_2}\right) + \beta - 1 + \frac{F_2^2}{2} \left(\frac{1}{\beta^2} - 1\right) \quad (4.7)$$

で表わされる。水路幅拡大部の場合と同様に(4.5)式の正根中大きい方が常流に対する解であるから、これを(4.7)式に代入して全損失水頭を求めることができ、断面Iの水位 h_1 を求めることができる。

この式により水門直上流の水位を求めて上流へ不等流計算を進めて行く。またこの水門直上流で限界水深が生ずる場合はこの限界水深を使って上流へ進めていく。なお、芦田式による段落部の水理計算結果については後に実験結果により検討を行っている。

第2案の捷水路計画では1本の河道であるから水門直上流の水位を使って上流へ計算を進めていけばよいが、第1案の分水路計画では79.2 Km附近で合流し、80.4 Km附近で分流しているため分流量を仮定した分流と合流の計算をしなければならない。ここに自然分流の場合の水理計算の方法を示す。

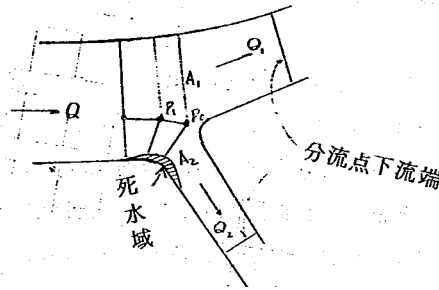
2) - 2 自然分流の場合の水理計算方法

自然分流、すなわち分流点に流量規制構造物を設けない場合には、分流量は分流点の平面および縦横断面形状のみによってきめられる。分流点においては、水流は三次元的な複雑な流

れになり、これを解析的に取扱う方法はまだ確立されていない。

しかしながら、分流点の形状が与えられ、しかも、その流況がある程度わかっている場合には、与えられた流量に対し、分流量および分流点の水位の概略を計算で求めることができる。

図 - 4 - 3



計算の順序は次の通りである。

- (1) 流れの分れる点 P_0 、死水域などを推定する。
- (2) P_0 点を取り、流線に垂直な断面 A_1 、 A_2 を考える。
- (3) 分流量 Q_1 、 Q_2 を仮定する。
- (4) 本川および派川について、それぞれ仮定した流量を用いて分流点下流端より不等流計算を行い、 A_1 、 A_2 断面の平均水位を求める。
- (5) それぞれの断面について P_0 点の水位を求める。 P_0 点の水位は、 A_1 あるいは A_2 断面の平均水位に流線の彎曲による水位上昇 Δh を加えたものとみなしうる。 Δh は流線の乱れや流速の不均一のために単純にはきめられないが、概略は流速を一定とみなし流線を同心円状と仮定して次の式で求められる。

$$\Delta h = \frac{v^2}{g} \left(1 - \frac{R_1}{R_2 - R_1} \log_e \frac{R_2}{R_1} \right) \quad (4.8)$$

ここに v : 断面の平均流速

g : 重力の加速度

R_1 : 内側流線の曲率半径

R_2 : 外側流線の曲率半径

- (6) 両方から求めた P_0 の水位が一致しなければ分流量を仮定しなおし、一致するまで計算をくり返す。こうして得られた分流量および水位が求めるものである。
- (7) P_0 点より上流の水位については、流れを流量 Q_1 および Q_2 の 2 つの流管と考えてその境界 P_1 を仮定し、 P_1 点の水位を求め、水位が両方で一致しなければ P_1 を仮定しなおして、一致するような P_1 点を見いだせばよい。流線がほぼ平行になれば、普通の不等流計算によって水位を追跡すればよい。

上に述べた計算方法では、P. o 点や死水域の推定、流線の乱れ、および分流によって生ずる渦によるエネルギー損失を考慮していないこと、などのために、多少の誤差はまぬがれえない。しかし、流れがゆるやかな場合は比較的実測値とよくあう結果が過去の計算例でみられる。

以上のような方法により今回の湯之尾市街地附近の分流点を 8.0.4 Km、合流点を 7.9.2 Km と仮定して水位が一致するまで計算をくり返した。

3) 計算結果

湯之尾滝の下流 7.6.8 Km で下流条件を与え表-4-3 に示す水理 および河道条件で不等流計算を行った結果を図-4-4-1、4-4-2、(一部のみ)、表-4-3 に示す。

これによると地建案による計画河道の場合(計算番号 1)では 7.6.8 ~ 7.7.2 Km 間では計画高水位(以下 P. H. W. L と記す)よりわずかに低い。水門設置予定地点のすぐ上流の 7.8.2 Km では P. H. W. L = 17.7.6.0 m に対し計算水位(以下 C. H. W. L と記す) = 17.5.7.2 m であり、上流合流点 7.9.2 Km では P. H. W. L = 17.8.6.8 m、C. H. W. L = 17.7.6.1 m となり、各々 C. H. W. L が低くかなり余裕がある。

合流点より上流湯之尾本川は 7.9.4 Km 附近で約 3.5 m の段落ち部がありこの影響で低下背水の様相をみせており、7.9.8 ~ 8.0.4 Km (分流点)間では 0.1 ~ 0.4 m ぐらい P. H. W. L より C. H. W. L が高い。分水路では №.6 より上流分流点間で C. H. W. L が 0.1 ~ 0.6 m ぐらい高くなっており、分流点より上流 8.1.0 Km 間でも C. H. W. L が 0.2 m ぐらい高い。

したがってこれらの水位を P. H. W. L 以下に収めるために、湯之尾市街地本川河床を計画河床高より各々 0.5、1.0、1.5、2.0、3.0、3.6.8 切り下げて水位計算を行った。これは合流点 7.9.2 Km で、計算 1 で求めた水位を使ったが結果を表-4-3 の計算 2-7、図-4-4-1、4-4-2 に示す。

P. H. W. L と比較すると湯之尾市街地本川を 2.0 m 切り下げた場合本川 8.0.2 Km で P. H. W. L ぎりぎりとなるが、分水路 №.11 では 0.4 m 高くなる。したがって P. H. W. L 以下に収めるためには図-4-4-1 より明らかなように本川と分水路の河床高を同じ高さにしなければならない。

しかしながら、この地区の温泉の泉源の問題があり、洪水処理上の観点のみで河床を切り下げることは現実的に非常な難点である。

さらにもう一つの方法として、分水路の河幅を拡げて洪水の大半を分水路へ流入させることである。この方法で試算したものが計算 13 である。この場合の河道法線は図-4-5 に示すが、この時の下流水位条件は実験水位(後述)を使った。これをみると P. H. W. L まで 1.0 ~ 1.2.0 m 位余裕があり、もう少し分水路幅を狭くしてもよいと思われる。しかし湯之尾本川の河道は複断面に近い計画河道で現況より河積がやや大きくなっているため、この本川を現況の河道のままで、改修しないとすれば分水路の河幅は図-4-5 に示したぐらいは必要と思われる。なお拡幅平面図を図-4-5 に示し、計算結果を表-4-4 に示す。

図-4-4-1 本川水位縦断面図(計算) $n=0.033$

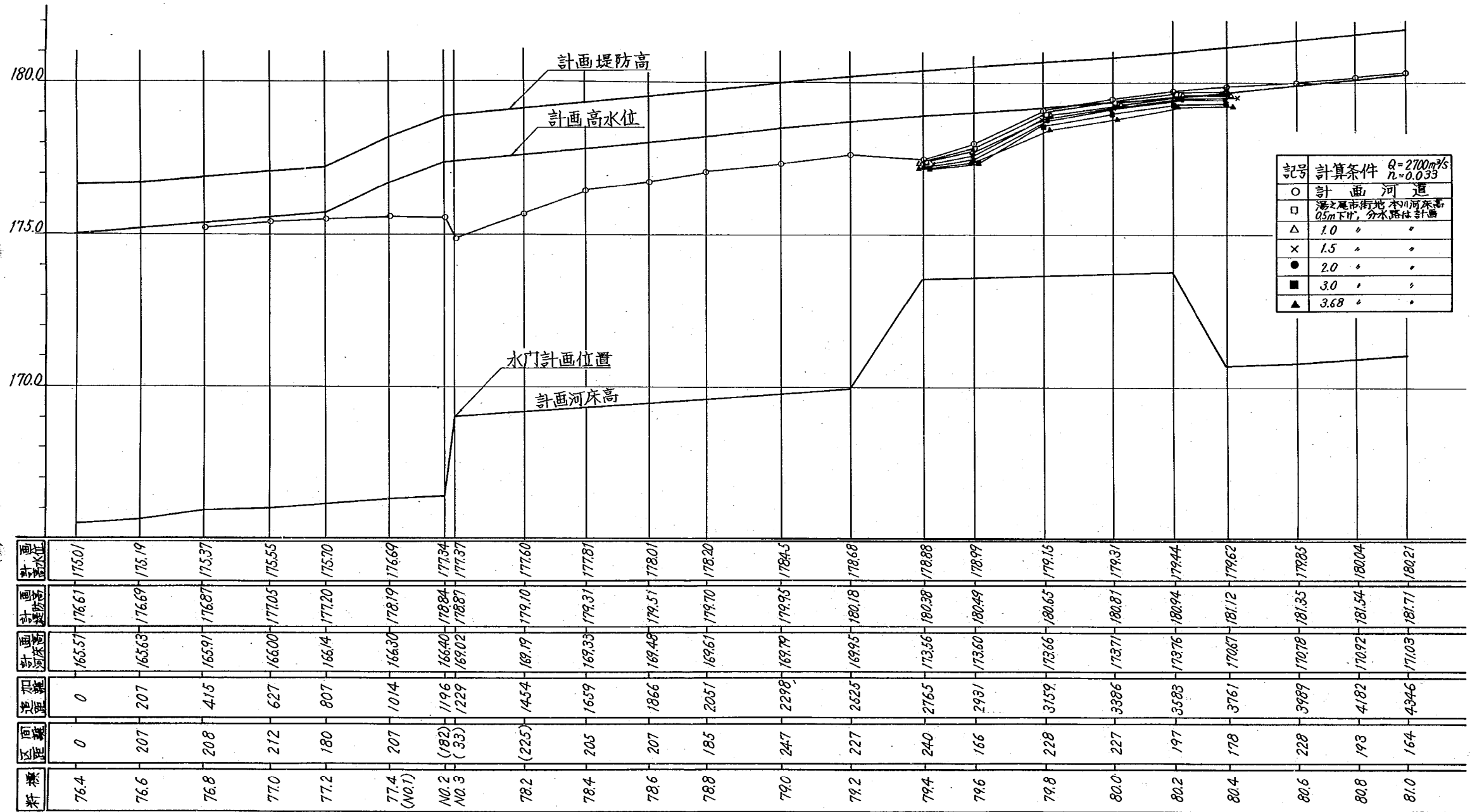


图-4-4-2 分水路水位纵断面图(计算)

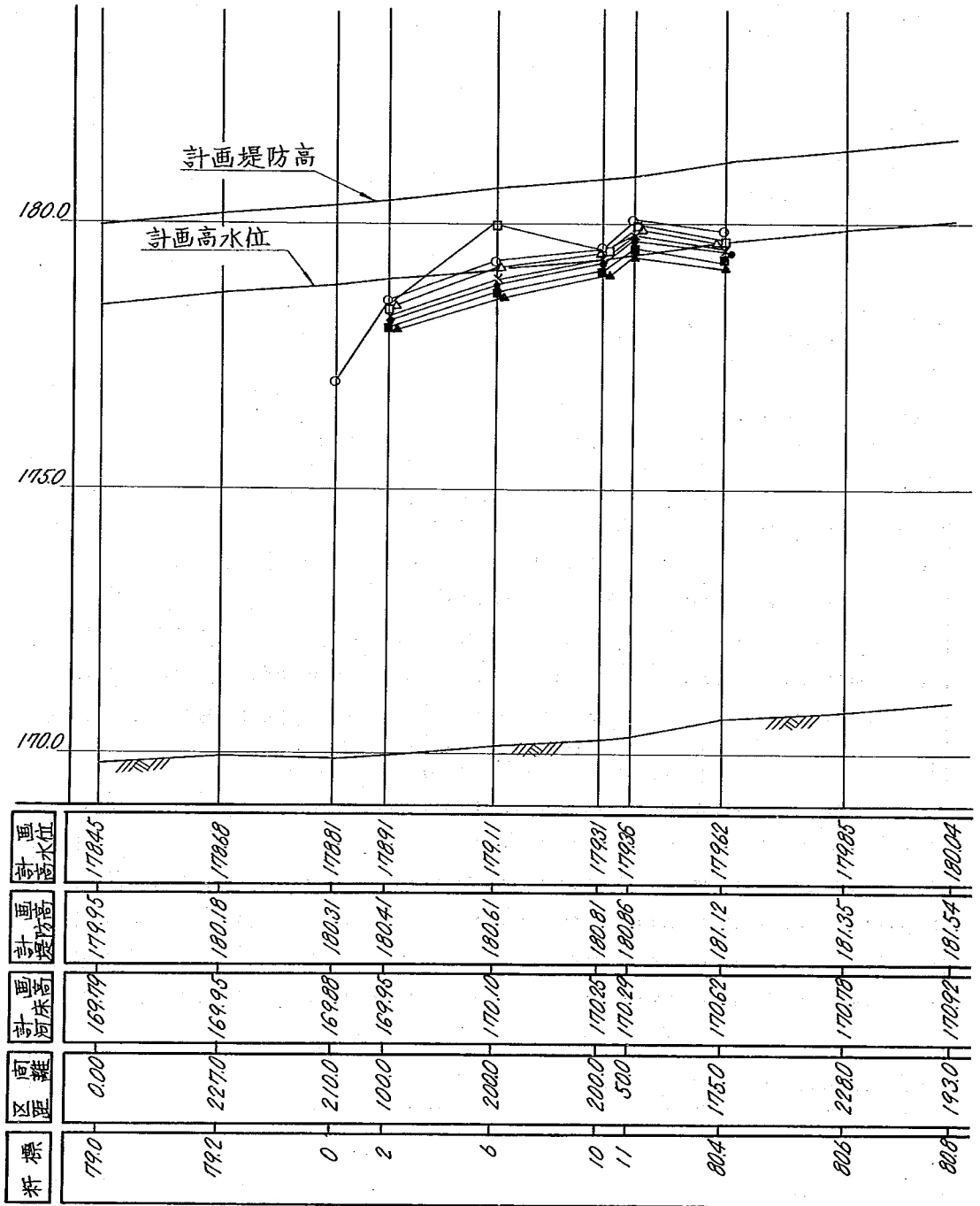


表 - 4 - 3 水 位

限界水深 3.745 水位 175.12

距離標	計 画 堤防高	計画高 水 位	計算 ¹ 水位	計算 ² 水位	計算 ³ 水位	計算 ⁴ 水位	計算 ⁵ 水位	計算 ⁶ 水位	計算 ⁷ 水位	計算 ⁸ 水位	計算 ⁹ 水位	計算 ¹⁰ 水位	計算 ¹¹ 水位
			$n=0.033$	"	"	"	"	"	"	$n=0.028$	$n=0.030$	0.033	0.035
76.800	176.87	175.37	175.22							174.50	174.50	174.50	174.50
77.000	177.05	175.55	175.42							174.72	174.74	174.77	174.80
77.200	177.20	175.70	175.50							174.79	174.83	174.89	174.93
No 1	178.19	176.69	175.59							174.83	174.89	174.99	175.06
No 2	178.84	177.34	175.54							174.79	174.87	174.99	175.07
No 3	178.87	177.37	175.12							173.74	173.75	173.89	174.07
78.100										175.50	175.60	175.57	175.50
78.200	179.10	177.60	175.72							175.24	175.85	175.86	175.84
78.400	179.31	177.81	176.47							176.36	176.48	176.56	176.59
78.600	179.51	178.01	176.74							176.56	176.70	176.82	176.88
78.800	179.70	178.20	177.08							176.86	177.00	177.15	177.23
79.000	179.95	178.45	177.33							177.02	177.20	177.40	177.50
79.200	180.18	178.68	177.61	177.61	177.61	177.61	177.61	177.61	177.61	177.30	177.47	177.66	177.77
分水路			計 画 河 床	計 画 河 床	計 画 河 床	計 画 河 床	計 画 河 床	計 画 河 床	計 画 河 床				
No 0	180.31	178.81	176.99							176.68 177.09	176.68 177.09	177.14 177.00	177.45 177.18
No 2	180.41	178.91	178.56	178.48	178.40	178.29	178.21	178.07	178.00	178.07 178.51	178.12 178.50	178.19 178.60	178.28 178.63
No 6	180.61	179.11	179.22	179.95	179.17	178.98	178.90	178.75	178.66	178.67 179.09	178.75 179.15	178.87 179.26	178.97 179.33
No 10			179.59	179.52	179.44	179.35	179.28	179.12	179.02	178.96 179.37	179.08 179.48	179.25 179.63	179.37 179.73
No 11	180.86	179.36	180.04	179.96	179.88	179.79	179.71	179.54	179.43	179.45 179.89	179.54 179.96	179.68 180.08	179.78 180.16
80.400	180.94	179.44	179.79	179.69	179.62	179.53	179.45	179.30	179.19	179.01 179.42	179.19 179.58	179.42 179.80	179.58 179.95
本 川			計 画 河 床	切り下げ 0.5 m	切り下げ 1.0 m	切り下げ 1.50 m	切り下げ 2.00 m	切り下げ 3.00 m	切り下げ 3.68 m				
78.400	180.30	178.80	177.43	177.41	177.38	177.37	177.35	177.32	177.29	177.10 176.75	177.34 177.21	177.59 177.50	177.73 177.65
79.600	180.37	178.87	178.01	177.89	177.77	177.64	177.47	177.38	177.35	177.27 177.20	177.51 177.27	177.77 177.97	177.93 178.15
79.800	180.50	179.00	179.12	179.04	178.95	178.86	178.78	178.59	178.46	177.98 178.84	178.17 179.08	178.41 179.06	178.56 179.17
80.000	180.62	179.12	179.49	179.40	179.31	179.22	179.13	178.94	178.81	178.34 179.09	178.54 179.35	178.79 179.42	178.96 179.56
80.200			179.76	179.68	179.60	179.51	179.42	179.25	179.13	178.66 179.31	178.86 179.37	179.12 179.69	179.30 179.84
80.400	180.94	179.44	179.77	179.69	179.62	179.53	179.45	179.30	179.19	179.01 179.42	179.19 179.58	179.42 179.80	179.58 179.95
			計 画 河 床										
80.400	180.94	179.44	179.77	179.69	177.62	179.53	179.45	179.30	179.19				
80.600	181.35	179.85	180.06	179.99	179.93	179.85	179.78	179.65	179.55				
80.800	181.54	180.04	180.21	180.14	180.08	180.01	179.94	179.83	179.74				
81.000	181.71	180.21	180.34	180.30	180.22	180.15	180.09	179.98	179.90				
分流量	本 川	Q ₁	598	636	674	711	749	836	897	732 516	748 542	768 582	781 594
	分水路	Q ₂	2102	2064	2026	1989	1951	1864	1803	1968 2184	1952 2158	1932 2118	1919 2106

計 算 表 (そ の 1)

計算 ¹² 水位	計算 ⁸ 水位	計算 ⁹ 水位	計算 ¹⁰ 水位	計算 ¹¹ 水位	計算 ¹² 水位	計算 ⁸ 水位	計算 ⁹ 水位	計算 ¹⁰ 水位	計算 ¹¹ 水位	計算 ¹² 水位	計算 ⁸ 水位	計算 ⁹ 水位	計算 ¹⁰ 水位	計算 ¹¹ 水位	計算 ¹² 水位
0.038	0.028	0.030	0.033	0.035	0.038	0.028	0.030	0.033	0.035	0.038	0.028	0.030	0.033	0.035	0.038
174.50	175.00	175.00	175.00	175.00	175.00	175.22	175.22	175.22	175.22	175.22	175.50	175.50	175.50	175.50	175.50
174.84	175.17	175.19	175.22	175.24	175.27	175.38	175.39	175.42	175.43	175.46	175.64	175.65	175.67	175.69	175.71
174.99	175.23	175.26	175.31	175.34	175.39	175.43	175.45	175.50	175.53	175.58	175.68	175.71	175.75	175.78	175.82
175.16	175.27	175.32	175.40	175.45	175.54	175.48	175.52	175.59	175.64	175.71	175.73	175.77	175.83	175.88	175.94
175.19	175.20	175.26	175.36	175.43	175.53	175.39	175.45	175.54	175.60	175.69	175.64	175.69	175.77	175.83	175.91
174.31	174.33	174.44	174.60	174.71	174.86	174.65	174.74	174.87	174.97	175.10	175.03	175.10	175.21	175.28	175.40
175.51	174.95	175.04	175.20	175.31	175.47	174.95	175.08	175.26	175.38	175.56	175.12	175.25	175.42	175.54	175.71
175.89	175.37	175.46	175.60	175.71	175.87	175.37	175.48	175.64	175.76	175.92	175.47	175.59	175.76	175.87	176.04
176.70	176.11	176.22	176.39	176.51	176.69	176.11	176.23	176.42	176.54	176.73	176.18	176.30	176.49	176.62	176.80
177.03	176.33	176.47	176.68	176.81	177.02	176.33	176.48	176.70	176.84	177.05	176.39	176.54	176.76	176.90	177.11
177.39	176.68	176.82	177.03	177.17	177.38	176.68	176.83	177.05	177.19	177.41	176.72	176.88	177.10	177.24	177.46
177.70	176.83	177.02	177.28	177.45	177.69	176.83	177.03	177.30	177.47	177.71	176.88	177.08	177.35	177.52	177.76
177.96	177.17	177.33	177.57	177.72	177.95	177.17	177.34	177.58	177.74	177.97	177.20	177.37	177.62	177.78	178.01
177.84	176.69	176.68	177.01	177.38	177.83	176.69	177.03	177.41	177.85	176.68	176.67	177.09	177.47	177.89	
177.77	177.14		177.03	177.09	177.76		176.98	177.13	177.78	177.09	177.03	176.98	177.19	177.83	
178.46	178.06	178.11	178.17	178.28	178.45	178.11	178.17	178.28	178.46	178.06	178.12	178.18	178.28	178.48	
178.65	178.50		178.59	178.64	178.65		178.60	178.63	178.65	178.51	178.54	178.60	178.63	178.66	
179.15	178.67	178.75	178.86	178.97	179.15	178.75	178.86	178.97	179.15	178.67	178.75	178.87	178.98	179.16	
179.43	179.08		179.25	179.33	179.43		179.26	179.33	179.43	179.09	179.15	179.26	179.33	179.43	
179.57	178.96	179.07	179.24	179.37	179.57	179.07	179.24	179.37	179.57	178.96	179.07	179.24	179.37	179.58	
179.88	179.37		179.62	179.73	179.88		179.63	179.73	179.88	179.37	179.47	179.63	179.73	179.89	
179.95	179.45	179.54	179.67	179.78	179.95	179.54	179.67	179.78	179.95	179.45	179.54	179.67	179.78	179.96	
180.30	179.89		180.07	180.17	180.30		180.08	180.17	180.30	179.89	179.95	180.08	180.16	180.30	
179.83	179.01	179.18	179.41	179.58	179.82	179.18	179.42	179.58	179.83	179.01	179.18	179.42	179.58	179.83	
180.15	179.42		179.80	179.95	180.15		179.80	179.95	180.15	179.42	179.57	179.80	179.95	180.15	
177.96	176.91	177.16	177.48	177.67	177.95	177.16	177.41	177.62	177.97	176.95	177.21	177.54	177.74	178.01	
177.89	176.75		177.40	177.60	177.88		177.41	177.62	177.91	176.75	176.89	177.46	177.66	177.95	
178.18	177.19	177.41	177.72	177.90	178.17	177.41	177.73	177.91	178.18	177.21	177.44	177.75	177.94	178.21	
178.38	177.20		177.98	178.15	178.37		177.98	178.15	178.38	177.20	177.64	177.97	178.15	178.39	
178.80	177.95	178.14	178.39	178.55	178.80	178.14	178.39	178.56	178.81	177.96	178.15	178.40	178.57	178.82	
179.35	178.84		179.06	179.17	179.35		179.06	179.17	179.36	178.84	178.91	179.06	179.17	179.36	
179.21	178.33	178.52	178.78	178.95	179.21	178.52	178.78	178.95	179.22	178.33	178.53	178.79	178.96	179.23	
179.77	179.09		179.42	179.57	179.77		179.42	179.56	179.77	179.09	179.21	179.42	179.56	179.77	
179.56	178.65	178.85	179.11	179.29	179.56	178.85	179.11	179.29	179.56	178.65	178.86	179.12	179.30	179.57	
180.04	179.31		179.69	179.84	180.04		179.69	179.84	180.04	179.31	179.46	179.69	179.84	180.05	
179.83	179.01	179.18	179.42	179.58	179.82	179.18	179.42	179.58	179.83	179.01	179.18	179.42	179.58	179.84	
180.15	179.42		179.80	179.95	180.15		179.80	179.95	180.15	179.42	179.57	179.80	179.95	180.15	
800 609	733 516	751	768 581	783 595	800 609	750	768 582	782 595	800 609	733 516	750 549	768 582	781 594	800 609	
1900 2091	1967 2184	1949	1932 2119	1917 2105	1900 2091	1950	1932 2118	1918 2105	1900 2091	1967 2184	1950 2151	1932 2118	1919 2106	1900 2091	

表 - 4 - 3 水 位

距 離 標	計算 ₈ 水位	計算 ₉ 水位	計算 ₁₀ 水位	計算 ₁₁ 水位	計算 ₁₂ 水位	計算 ₈ 水位	計算 ₉ 水位	計算 ₁₀ 水位	計算 ₁₁ 水位	計算 ₁₂ 水位	計算 ₈ 水位	計算 ₉ 水位
	0.028	0.030	0.033	0.035	0.038	0.028	0.030	0.033	0.035	0.038	0.028	0.030
76.800	176.00	176.00	176.00	176.00	176.00	176.50	176.50	176.50	176.50	176.50	177.00	177.00
77.000	176.11	176.13	176.14	176.16	176.18	176.60	176.60	176.62	176.63	176.65	177.08	177.09
77.200	176.15	176.17	176.21	176.23	176.26	176.63	176.65	176.67	176.69	176.72	177.11	177.12
№ 1	176.20	176.23	176.28	176.32	176.37	176.68	176.70	176.74	176.77	176.82	177.15	177.17
№ 2	176.11	176.15	176.21	176.26	176.33	176.59	176.62	176.67	176.71	176.77	177.07	177.10
№ 3	175.65	175.71	175.79	175.85	175.93	176.24	176.28	176.34	176.39	176.46	176.80	176.83
78.100	175.61	175.70	175.85	175.95	176.09	176.16	176.24	176.36	176.45	176.58	176.75	176.81
78.200	175.83	175.93	176.08	176.19	176.35	176.29	176.38	176.51	176.60	176.74	176.81	176.88
78.400	176.42	176.54	176.72	176.83	177.00	176.77	176.87	177.02	177.13	177.28	177.18	177.26
78.600	176.61	176.75	176.95	177.09	177.28	176.93	177.04	177.22	177.34	177.52	177.30	177.41
78.800	176.91	177.05	177.26	177.40	177.60	177.18	177.31	177.50	177.62	177.82	177.52	177.63
79.000	177.07	177.25	177.50	177.66	177.89	177.35	177.50	177.73	177.87	178.09	177.69	177.82
79.200	177.34	177.50	177.74	177.90	178.12	177.56	177.71	177.93	178.07	178.28	177.85	177.98
分 水 路												
№ 0	176.69 177.10	176.70 177.11	177.25 177.02	177.63 177.42	178.01 177.96	176.70 177.09	176.92 177.10	177.56 177.21	177.85 177.72	178.18 178.14	176.94 177.09	177.42
№ 2	178.07 178.51	178.12 178.56	178.22 178.59	178.32 178.59	178.54 178.69	178.08 178.51	178.10 178.56	178.25 178.57	178.40 178.57	178.64 178.76	178.07 178.51	178.17
№ 6	178.67 179.09	178.75 179.17	178.89 179.25	179.00 179.31	179.20 179.45	178.68 179.09	178.75 179.17	178.91 179.24	179.04 179.30	179.26 179.48	178.69 179.09	178.80
№ 10	178.96 179.37	179.08 179.49	179.26 179.62	179.39 179.72	179.61 179.90	178.97 179.37	179.08 179.50	179.28 179.62	179.42 179.71	179.66 179.92	178.98 179.37	179.12
№ 11	179.45 179.89	179.54 179.98	179.68 180.07	179.79 180.15	179.98 180.31	179.47 179.87	179.55 179.98	179.70 180.07	179.82 180.15	180.02 180.33	179.48 179.89	179.58
80.400	179.01 179.42	179.19 179.60	179.43 179.80	179.60 179.94	179.86 180.16	179.02 179.42	179.19 179.60	179.45 179.79	179.63 179.93	179.90 180.19	179.04 179.42	179.22
本 川												
79.400	177.15 176.75	177.37 177.28	177.68 177.59	177.87 177.80	178.13 178.06	177.43 177.34	177.62 177.55	177.89 177.81	178.05 177.98	178.29 178.23	177.77 177.70	177.93
79.600	177.30 177.21	177.53 177.24	177.82 177.97	178.02 178.16	178.29 178.43	177.47 177.16	177.67 177.24	177.96 178.00	178.15 178.21	178.41 178.50	177.73 177.16	177.91
79.800	177.98 178.84	178.18 179.02	178.43 179.06	178.60 179.16	178.87 179.37	178.05 178.84	178.22 179.02	178.49 179.05	178.67 179.16	178.94 179.40	178.15 178.85	178.34
80.000	178.35 179.09	178.54 179.28	178.81 179.42	178.99 179.55	179.26 179.78	178.38 179.09	178.57 179.28	178.85 179.41	179.04 179.55	179.32 179.81	178.44 179.09	178.64
80.200	178.67 179.31	178.86 179.50	179.14 179.69	179.32 179.83	179.60 180.06	178.69 179.31	178.88 179.50	179.17 179.68	179.36 179.82	179.64 180.08	178.72 179.31	178.93
80.400	179.01 179.42	179.19 179.60	179.43 179.80	179.60 179.94	179.86 180.16	179.02 179.42	179.19 179.60	179.45 179.79	179.63 179.93	179.90 180.19	179.04 179.42	179.23
分 本 川 Q ₁	731 516	747 532	768 581	780 592		725 516	740 532	763 580	779 589	801 613	711 516	732
水 量 分水路 Q ₂	1969 2184	1953 2168	1932 2119	1922 2108		1975 2184	1960 2168	1937 2120	1921 2111	1899 2087	1989 2184	1968

計 算 表 (そ の 2)

計算 ¹⁰ 水位	計算 ¹¹ 水位	計算 ¹² 水位	計算 ⁸ 水位	計算 ⁹ 水位	計算 ¹⁰ 水位	計算 ¹¹ 水位	計算 ¹² 水位	計算 ⁸ 水位	計算 ⁹ 水位	計算 ¹⁰ 水位	計算 ¹¹ 水位	計算 ¹² 水位	距離標
0.033	0.035	0.038	0.028	0.030	0.033	0.035	0.038	0.028	0.030	0.033	0.035	0.038	
177.00	177.09	177.00	177.50	177.50	177.50	177.50	177.50	178.00	178.00	178.00	178.00	178.00	76.800
177.10	177.11	177.12	177.57	177.57	177.58	177.59	177.60	178.06	178.06	178.07	178.08	178.09	77.000
177.14	177.16	177.19	177.59	177.60	177.62	177.63	177.65	178.08	178.08	178.10	178.11	178.13	77.200
177.21	177.23	177.27	177.63	177.65	177.68	177.70	177.73	178.11	178.13	178.15	178.17	178.19	№ 1
177.04	177.17	177.22	177.50	177.58	177.61	177.64	177.68	178.04	178.06	178.09	178.11	178.15	№ 2
176.88	176.91	176.97	177.34	177.36	177.40	177.43	177.47	177.86	177.88	177.92	177.94	177.97	水門位置 № 3
176.90	176.97	177.07	177.30	177.35	177.42	177.48	177.56	177.84	177.88	177.94	177.98	178.05	78.100
176.98	177.06	177.17	177.32	177.38	177.47	177.53	177.62	177.84	177.88	177.96	178.01	178.09	78.200
177.39	177.48	177.62	177.62	177.69	177.80	177.87	177.99	178.08	178.14	178.23	178.30	178.39	78.400
177.56	177.66	177.82	177.72	177.81	177.94	178.03	178.18	178.17	178.25	178.36	178.44	178.57	78.600
177.80	177.91	178.08	177.90	177.99	178.14	178.24	178.38	178.31	178.39	178.51	178.59	178.72	78.800
178.01	178.14	178.34	178.07	178.18	178.34	178.45	178.62	178.47	178.56	178.69	178.79	178.93	79.000
178.17	178.30	178.50	178.18	178.29	178.47	178.58	178.75	178.55	178.64	178.79	178.89	179.04	79.200
													分水路
177.89	178.12	178.42	177.63	177.92	178.25	178.43	178.68	178.18	178.36	178.61	178.76	178.97	№ 0
177.73	178.03	178.38	177.12	177.71	178.17	178.37	178.65	178.03	178.27	178.56	178.72	178.95	
178.38	178.54	178.79	178.18	178.94	178.60	178.76	178.99	178.48	178.64	178.87	179.02	179.23	№ 2
178.52	178.65	178.88	178.47	178.44	178.66	178.82	179.05	178.50	178.66	178.90	179.06	179.28	
178.99	179.13	179.36	178.77	178.90	179.13	179.27	179.49	178.96	179.10	179.32	179.46	179.67	№ 6
179.22	179.34	179.56	179.05	179.10	179.30	179.44	179.66	179.08	179.22	179.45	179.59	179.81	
179.33	179.49	179.73	179.05	179.20	179.45	179.60	179.84	179.21	179.36	179.60	179.76	179.99	№ 10
179.60	179.74	179.98	179.34	179.43	179.66	179.82	180.05	179.36	179.53	179.78	179.94	180.17	
179.75	179.88	180.09	179.54	179.65	179.84	179.97	180.18	179.67	179.88	180.00	180.20	180.30	№ 11
180.06	180.17	180.37	179.85	179.92	180.10	180.23	180.43	179.88	179.98	180.00	180.20	180.33	
179.50	179.69	179.97	179.10	179.30	179.60	179.79	180.06	179.25	179.46	179.75	179.93	180.19	80.400
179.78	179.96	180.23	179.38	179.54	179.83	180.02	180.30	179.41	179.63	179.94	180.13	180.40	
													本 川
178.14	178.29	178.52	178.14	178.26	178.46	178.58	178.77	178.53	178.63	178.79	178.90	179.07	
178.08	178.23	178.46	178.07	178.20	178.41	178.53	178.72	178.49	178.58	178.75	178.86	179.02	79.400
178.17	178.34	178.60	178.07	178.21	178.45	178.60	178.82	178.45	178.56	178.72	178.89	179.09	
178.14	178.35	178.64	177.81	178.09	178.40	178.58	178.84	178.35	178.49	178.76	178.87	179.09	79.600
178.61	178.80	179.06	178.36	178.53	178.80	178.97	179.22	178.66	178.81	179.04	179.20	179.43	
179.04	179.20	179.46	178.72	178.86	179.12	179.30	179.57	178.83	179.01	179.28	179.46	179.72	79.800
178.94	179.13	179.41	178.59	178.79	179.09	179.27	179.54	178.83	179.01	179.28	179.46	179.71	
179.40	179.58	179.86	179.02	179.17	179.47	179.66	179.93	179.08	179.29	179.59	179.79	180.05	80.000
179.23	179.43	179.73	178.83	179.04	179.36	179.55	179.84	179.31	179.52	179.84	179.93	180.03	
179.67	179.85	180.13	179.27	179.42	179.72	179.92	180.20	179.31	179.52	179.84	180.03	180.30	80.200
179.50	179.69	179.97	179.10	179.31	179.61	179.79	180.06	179.25	179.46	179.75	179.93	180.19	
179.78	179.96	180.23	179.38	179.54	179.83	180.02	180.30	179.41	179.63	179.94	180.13	180.40	80.400
													80.400
													80.600
													80.800
													81.000
760 575	779 592	802 618	692 532	722 547	759 578	779 597		517	547				
1940 2125	1921 2108	1898 2082	2008 2168	1978 2153	1941 2122	1921 2103		2183	2153				

图-4-5 湯之尾市街地分水路拡幅平面图

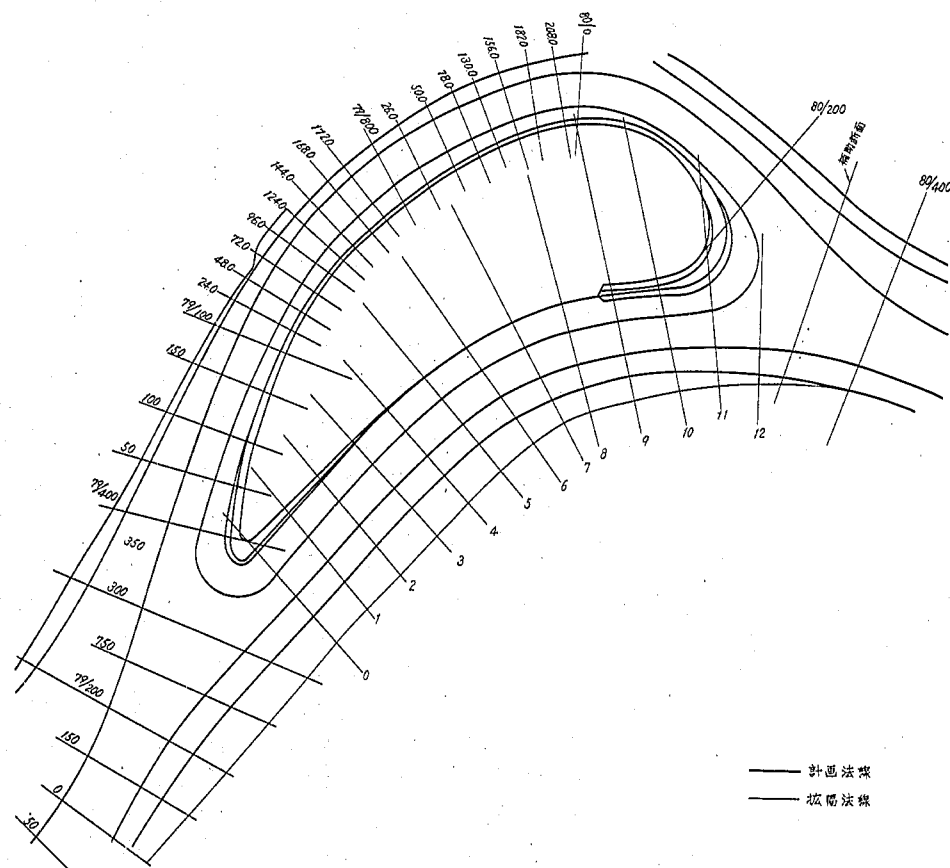


表-4-4 湯之尾市街地水位計算表(本川及び分水路)

分流量点79.2 Kmで実験水位(4ケース)を与えた。

距 離 本 川	計画高水位	計画堤防高	計画河道 よりの拡幅 (m)	水 位			
79.200	178.68	180.18		176.81	177.13	177.28	177.65
79.300				176.81	177.13	177.28	177.65
79.400	178.80			176.54	177.07	177.24	177.63
79.500				176.91	177.19	177.34	177.66
79.600	178.87			177.07	177.26	177.38	177.67
79.700				177.32	177.46	177.57	177.77
79.800	179.00			177.63	177.71	177.77	177.90
79.900				177.79	177.84	177.88	177.98
80.000	179.12			177.90	177.93	177.97	178.04
80.100				178.05	178.06	178.09	178.14
80.200				178.08	178.09	178.11	178.16
80.400	179.44	180.94		178.20	178.19	178.21	178.24
分 水 路							
79.200	178.68		40	176.81	177.13	177.28	177.65
79.300			40	177.11	177.40	177.53	177.84
No 0			37	176.77	177.11	177.24	177.60
No 2	178.91		37	177.07	177.34	177.47	177.79
No 4			37	177.34	177.58	177.69	177.97
No 6	179.11		30	177.34	177.57	177.68	177.95
No 8			25	177.39	177.61	177.70	177.97
No 10			20	177.46	177.66	177.74	177.99
No 11	179.36		15	177.94	178.11	178.19	178.37
80.400	179.44		0	178.20	178.20	178.21	178.24
分 流 量				271	259	255	236
				2424	2441	2445	2464

注：分水路河道を拡幅したもの。

計算番号 8 ～ 12 は、下流水位条件を変化させ種々の粗度係数の組合せで計算したものである。
表 - 4 - 3 中二段書上段は湯之尾本川を単断面とした場合である。

次に湯之尾滝バイパス水門の敷高を切り下げた場合の上流合流点附近の水位変化を調べてみた。これは水門敷高を T.P 168.40 m (0.6 m 下り)、T.P 167.80 m (1.20 m 下り)、T.P 167.10 m (1.90 m 下り)、T.P 166.4 m (2.60 m 下り、滝下流の河床高と同じ) の 4 通りに変化させて、上流への背水の影響を調べた。河床こう配の摺り付け方法は、湯之尾市街地上流の計画河床こう配の変化点 82.4 Km 地点を固定し、湯之尾滝の切り下げ高と 82.4 Km 地点を直線的に連ねた。河床縦断面図を図 - 4 - 6 に示し、計算結果を図 - 4 - 7 に示す。

結果をみると、水門敷高を 0.6 m (T.P 168.4 m) 切り下げた場合で湯之尾本川水位は計画洪水水位以下になるが、分水路側は水門敷高をフラットにしても №11 断面では計画洪水水位以下にならない。これは分水路 №0 断面で支配断面を生じているためであり、このため分水路河道法線をもう少し拡幅する必要がある。

图 4-6 湯之尾本川-分水路-本川水位縦断面図

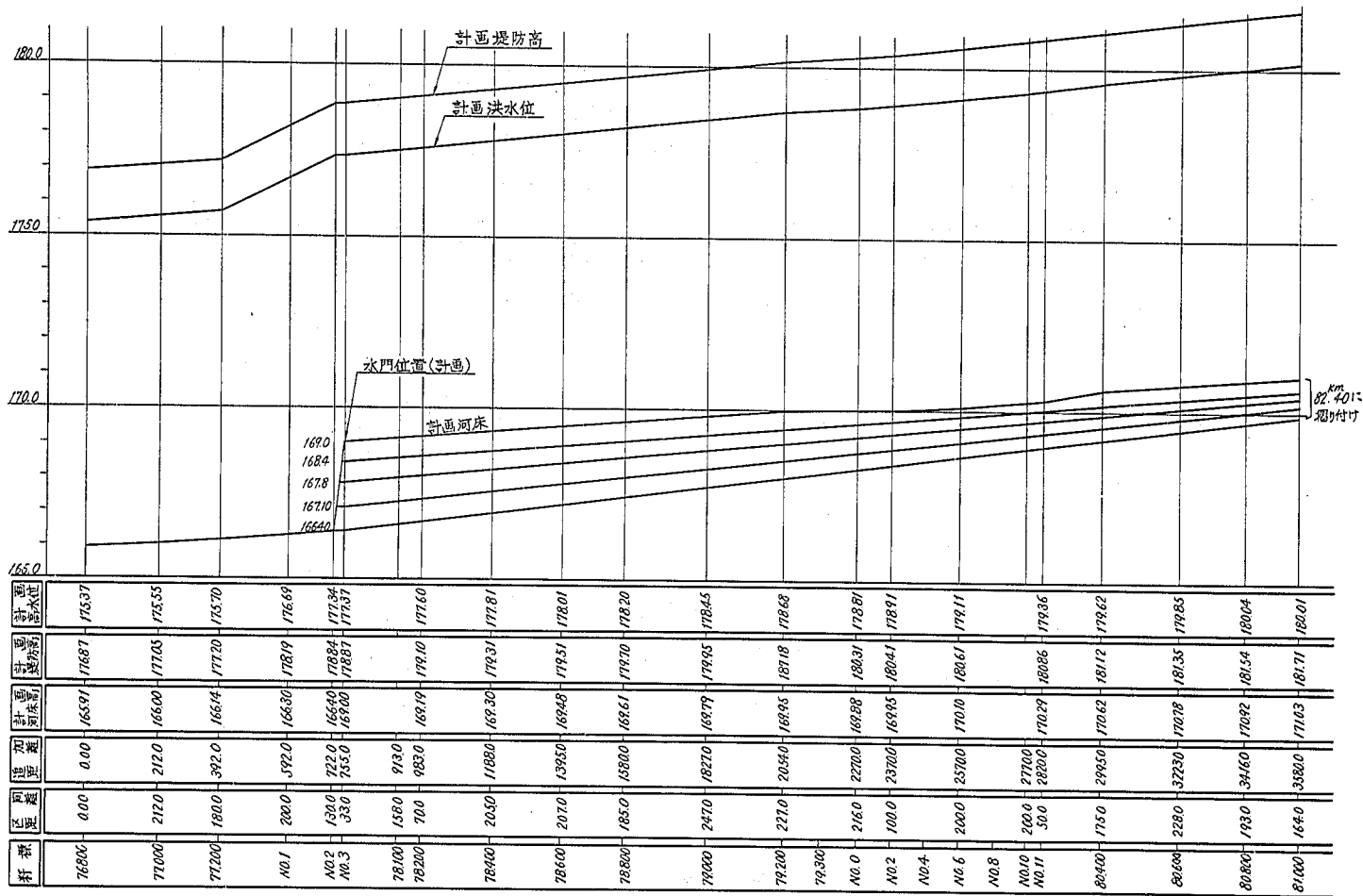


図 4 - 7 - 1 本川水位縦断面図

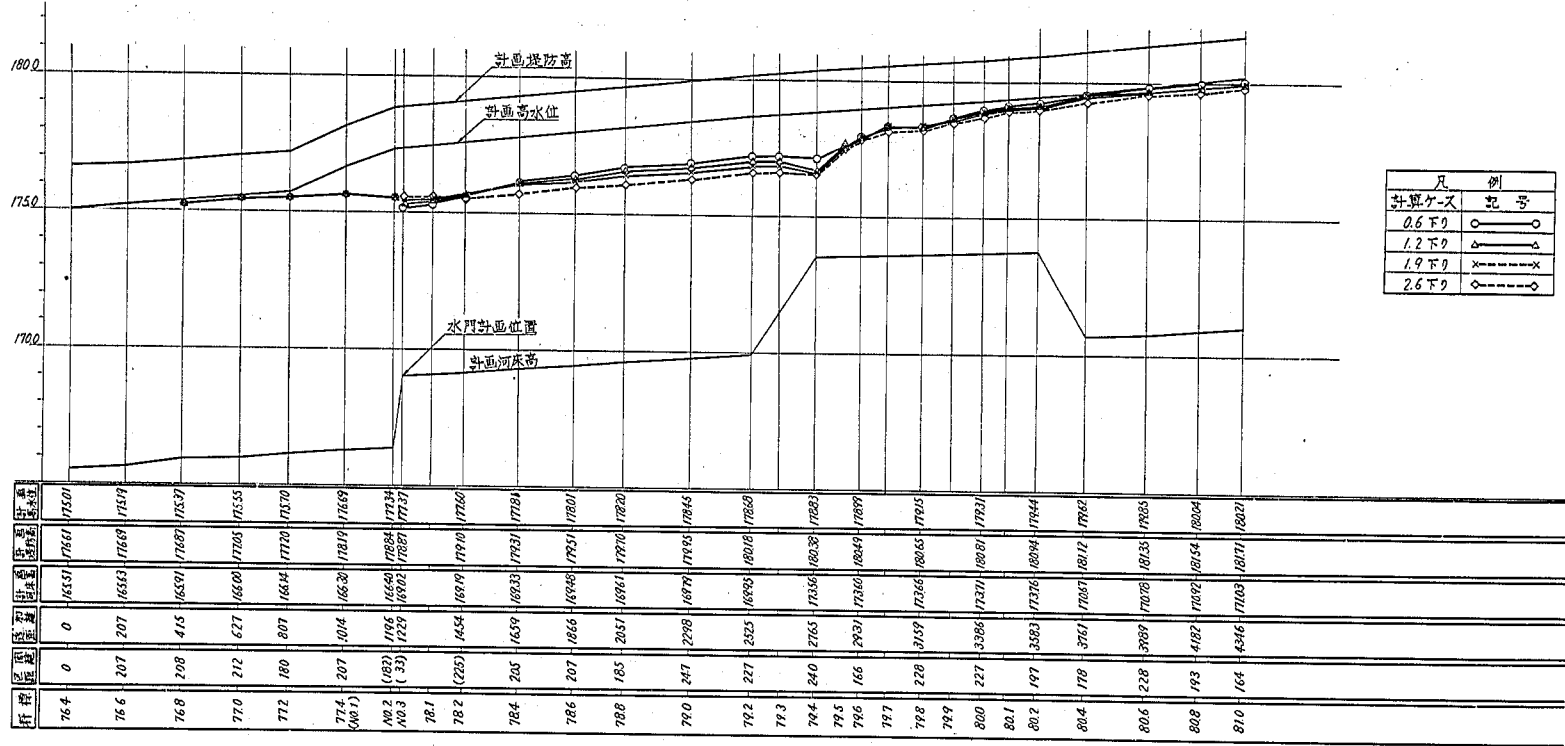
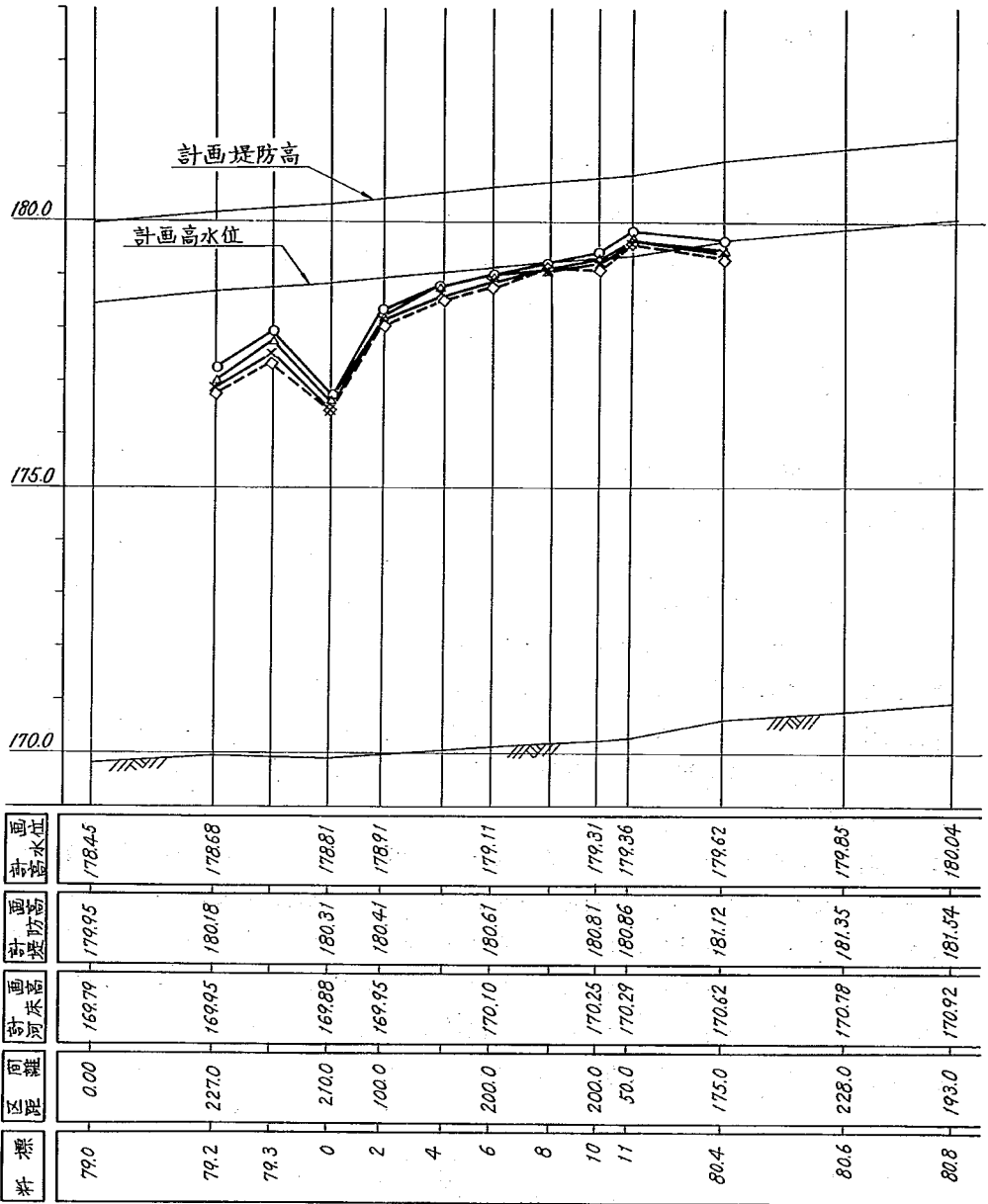


图 4-7-2 水路水位纵断面图



5. 模型実験による水理的検討

1) 模型および測定方法

模型は昭和48年11月に川内川工事事務所より提示された平面図、横断面図（いずれも計画河道）に基き固定床模型を製作した。模型平面図を図-5-1に示す。

なお水門断面形状については、昭和43年度検討の断面形状を踏襲し、水門附近の法線形状は地建案をやや修正した。図-5-2に水門断面図を示し、図-5-3に水門附近の平面図を示す。

模型縮尺：水平および鉛直とも実物の1/50

模型範囲：76.6 Km～81.0 Km

模型河床：固定床モルタル仕上げ

粗度係数：0.033

測定方法：流量は模型の流頭部の四角ぜきで測定し、水位はポイントゲージを使用した。

流速は光電管式流速計およびビト-管により測定した。なお湯之尾本川の流入量は、流速測定結果より計算により求めた。

水位調節：76.6 Km断面にせき上げ装置を設け、これにより調節した。

流況観察：予めモルタル河床に白ペンキで座標を記入しておき、上流より水性ペイントまたは過マンガン酸カリウムを投下して、座標を読みながら流況を観察した。

2) 模型実験の相似律

模型実験は、現象を支配している基礎方程式を模型で解くことによって、現地の現象を知ろうとするものである。したがって、現地の現象を支配している基礎方程式が、模型のそれと同一であるかどうかについて検討しなければならない。また、現地と模型の対応する基礎方程式が同じ値になるために諸物理量の縮尺については一定の条件が必要になる。本実験に関する相似則は、慣性力が支配力となるためフルードの法則に従うものとする。

現地の流れを支配している基礎方程式は、現象を一次元的なものとみなせば次のように表わされる。

$$\frac{1}{g} \frac{\partial V}{\partial t} + \frac{\partial h}{\partial x} - i + \frac{\partial}{\partial x} \frac{V^2}{2g} + \frac{n^2 V^2}{h^{4/3}} = 0 \quad (5-1)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = 0 \quad (5-2)$$

(5-1)式が流れの運動方程式、(5-2)式は連続式である。模型でも同様な式が成立する。つまり

图-5-1 模型平面图

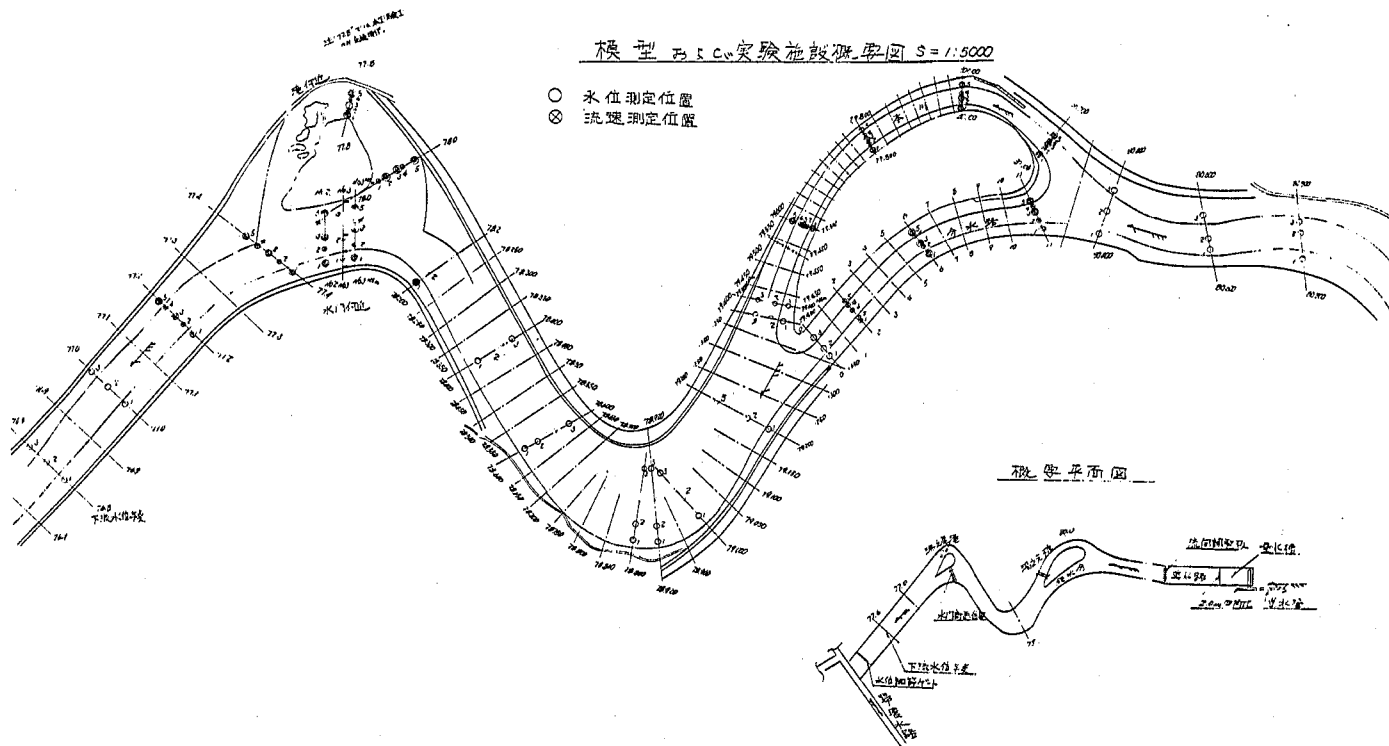


图 5 - 2 - 1 堰柱平面图

$s = 1 / 100$ 单位: m

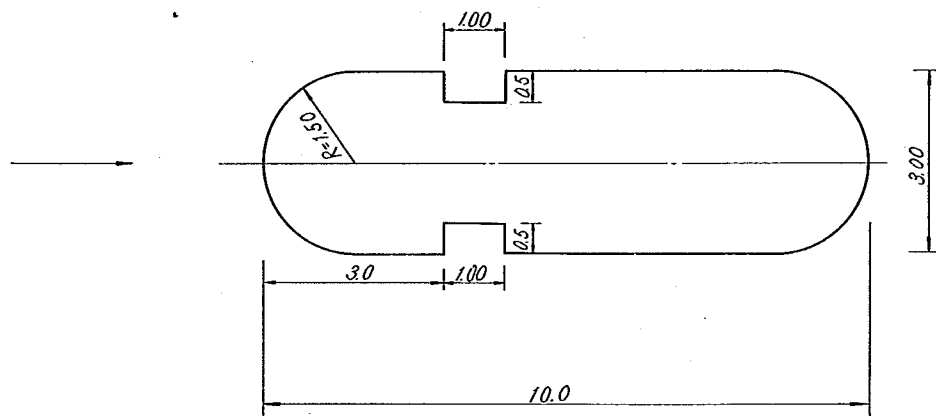


図 5 - 2 - 2 水門設置横断面図 (№ 3 付近)

S = H 1 : 500

V 1 : 100

堰柱幅 30^m

スパン 35^m × 4 門

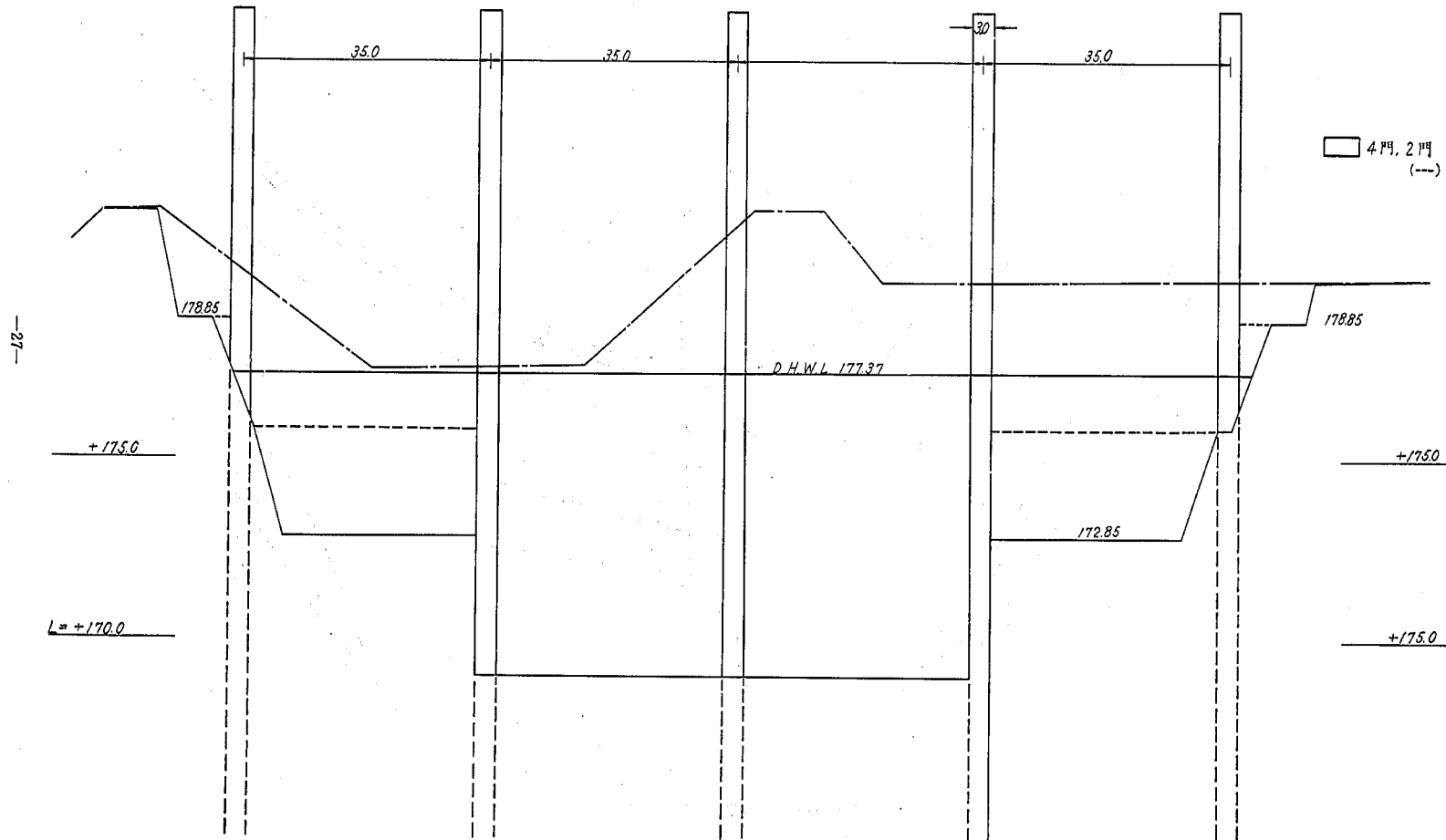
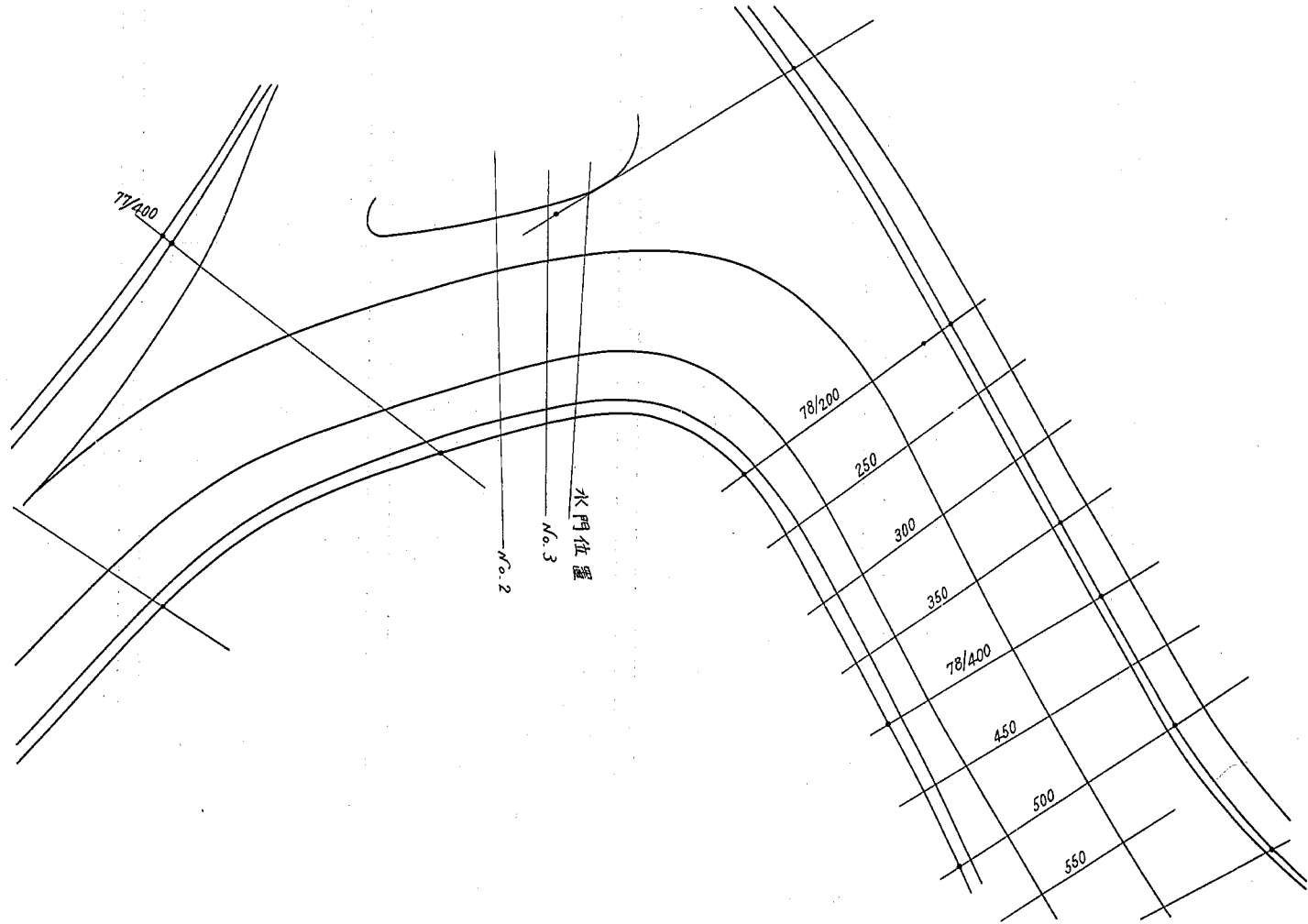


図 5 - 3 水門設置付近平面図



$$\frac{1}{g} \frac{\partial V_m}{\partial t_m} + \frac{\partial h_m}{\partial x_m} - i_m + \frac{\partial}{\partial x_m} \frac{V_m^2}{2g} + \frac{n_m^2 \cdot V_m^2}{h_m^{4/3}} = 0 \quad (5-3)$$

$$\frac{\partial Q_m}{\partial x_m} + \frac{\partial A_m}{\partial t_m} = 0 \quad (5-4)$$

ここで、記号は慣性記号を使っているので説明を省略する。添字の P は Prototype (現地)、m は model (模型) を示す。

現地の流れと模型の流れが相似であるためには、上式 (5-1)、(5-3) の対応する各項同志の比が一定でなければならない。すなわち

$$\frac{\frac{1}{g} \cdot \frac{\partial V_p}{\partial t_p}}{\frac{1}{g} \cdot \frac{\partial V_m}{\partial t_m}} = \frac{\frac{\partial h_p}{\partial x_p}}{\frac{\partial h_m}{\partial x_m}} = \frac{i_p}{i_m} = \frac{\frac{\partial}{\partial x_p} \left(\frac{V_p^2}{2g} \right)}{\frac{\partial}{\partial x_m} \left(\frac{V_m^2}{2g} \right)} = \frac{\frac{n_p^2 \cdot V_p^2}{R_p^{4/3}}}{\frac{n_m^2 \cdot V_m^2}{R_m^{4/3}}} = \text{const} \quad (5-5)$$

$$\text{ここで } \frac{V_p}{V_m} = V_r, \frac{t_p}{t_m} = t_r, \frac{h_p}{h_m} = h_r, \frac{X_p}{X_m} = X_r, \frac{n_p}{n_m} = n_r \quad (5-6)$$

などとおくと (5-5) 式は、

$$\frac{V_r}{t_r} = \frac{h_r}{X_r} = i_r = \frac{V_r^2}{X_r} = \frac{n_r^2 \cdot V_r^2}{h_r R_r^{4/3}} = \text{const} \quad (5-7)$$

となり、各辺に X_r/r を乗ずると次のようになる。

$$\frac{V_r \cdot X_r}{t_r \cdot h_r} = 1 = \frac{i_r \cdot X_r}{h_r} = \frac{V_r^2}{h_r} = \frac{h_r^2 \cdot V_r^2 X_r}{h_r \cdot R_r^{4/3}} \quad (5-8)$$

(5-8) 式の第 2 項と第 4 項とよりフルード法則がでてくる。

$$F_r^2 r = \frac{V_r^2}{h_r} = 1 \quad (5-9)$$

これより流速の縮尺は

$$V_r = \sqrt{h_r} \quad (5-10)$$

で与えられ、さらに (5-8) 式の (1) 項 (2) 項より水流に対する時間縮尺は

$$t_r = X_r \cdot V_r / h_r \quad (5-11)$$

で与えられる。つぎに径深 $R \div h$ と表わされるものとすれば第 2 項と第 5 項より、フルード則を用いて粗度縮尺が求まる。

$$n_r = \frac{\sqrt{h_r^{7/3}}}{V_r \sqrt{X_r}} = \frac{\sqrt{h_r^{4/3}}}{\sqrt{X_r}} = \sqrt{\frac{h_r^{4/3}}{X_r}} \quad (5-12)$$

これまでの誘導には X_r と h_r の比には何ら拘束条件はなかったので、歪み $\alpha = X_r/h_r$ は任意にとれることを意味する。また (5-5) 式の $const$ は $1/\alpha$ であることに注意を要する。

なお連続の方程式は自動的に満足されている。なお、断面積、流量の縮尺は

$$A_r = X_r \cdot h_r$$

$$Q_r = V_r \cdot A_r = X_r \cdot h_r^{3/2}$$

以上、水平、鉛直縮尺 $X_r \cdot h_r$ を知って、諸物理量の縮尺を求める式をまとめて記すと以上の通りである。

$$A_r = X_r \cdot h_r$$

$$Q_r = X_r \cdot h_r^{3/2}$$

$$V_r = h_r^{1/2}$$

$$t_r = X_r \cdot h_r^{-1/2}$$

$$i_r = h_r \cdot X_r^{-1}$$

$$n_r = h_r^{2/3} \cdot X_r^{-1/2}$$

以上の各式において川内川湯之尾地区模型の $X_r = h_r = 50$ を代入すれば、各縮尺の具体的な数値が得られる。

$$X_r = 50 \quad \text{水平縮尺}$$

$$h_r = 50 \quad \text{鉛直縮尺}$$

$$A_r = 2500 \quad \text{断面積縮尺}$$

$$I_r = 1/1 \quad \text{勾配縮尺}$$

$$V_r = 7.07 \quad \text{流速縮尺}$$

$$t_r = 7.07 \quad \text{流水の時間縮尺}$$

$$\alpha = 1 \quad \text{歪}$$

$$Q_r = 17,678 \quad \text{流量縮尺}$$

$$n_r = 1.9196 \quad \text{粗度縮尺}$$

3) 実験経過と実験ケース

実験は昭和 48 ～ 49 年度の 2 ケ年で行い、昭和 48 年度は模型製作および検証実験を行った。49 年度は水門 4 門の場合と 2 門の場合および捷水路案について各々検討を行った。これらの実験ケースを表 5-1 に示す。

実験 1 ～ 3 までは水門 4 門について、実験 4 ～ 8 までは水門 2 門について各々検討を行った。

実験 1 は、地建案について $Q_0 = 2,700 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $Q_0 = 1,800 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $Q_0 = 900 \text{ m}^3/\text{s}$ について水位測定、流速分布測定、流況観察等を行った。

実験 2 は、実験 1 の $Q = 2,700 \text{ m}^3/\text{s}$ における実験水位（後述）が計画洪水位を越えたため、この水位を計画洪水位以下に収めるために、分流点下流分水路側 No.11 附近を 2.5 m 位堤内地引堤したものである。

実験 3 は、実験 2 と同じく分水路側 No.11 附近を 15.0 m 位引堤したものである。

表-5-1 実験ケース一覧表

実験番号	河 道 条 件	実 験 条 件 及 び 測 定 事 項				備 考
		流 量	水 位	流 速 分 布	流 況 観 察 (写真撮影含む)	
1-1	水門4門 地建分水路案	m^3/S 2,700	全 川 測 定	滝および水門 上下流、湯之尾市 街地本川、分水路	全 川 観 察	
2	"	1,800	"	—	"	
3	"	900	—	—	"	
2	分水路No11 附付右岸河 道法線を堤内地へ引堤	2,700	全 川 測 定	—	分 水 路 の み	No4~No11 間平均 2.5 m 引堤
3	"	2,700	"	—	全 川 観 察	" 15.0 m "
4-1	水門2門 78.2~81.0 Km間は実験 3の河道条件と同じ	2,700	"	滝および彎曲部水 門上下流	"	水門附近堤防法線一部改造
2	"	1,800	"	"	"	
3	"	900	彎曲部より下流	—	"	
4	"	H-Qは14種類 Hcは2,700 1,800、900	H-Qは78.2、 79.1、80.4 Km Hcは水門上下流	—	—	水門直上流のH~Q関係作成 限界水位Hcを測定
5-1	水門2門 地建捷水路案	2,700	全 川 測 定	滝および水門上下 流、湯之尾市街地 本川、分水路	全 川 観 察	
2	"	1,800	"			
3	"	900	"			
4	"	2,700	彎曲部のみ	彎曲部のみ	彎局部のみ	主に78.9 Km彎曲部高水敷の検 討
5	"	2,700	—	—	全 川 観 察	流 砂 実 験

実験4は、湯之尾滝水門を2門に改造して実験3の河道条件で実験1と同様な実験を行った。

そしてこの河道条件で、水門上流78.2 Kmの水位と流量の関係を求め、さらに水門地点における限界水位を見出すために流量一定で下流水位を変化させて実験を行った。

実験5は、捷水路案の河道について水位測定、流速分布測定、流況観察等を行い、78.9 Km附近の彎曲部高水敷と湯之尾本川への流入流出口等の検討を行った。

さらに80.8 Km地点より河床材料を投下して、河床の洗掘、堆積傾向を把握するために流砂実験を行った。

4) 検証実験

河川模型実験は、現地河川の既往の、あるいは将来発生可能と思われる水理現象を人工的に作り出し、それらの問題を研究しようとするものである。すなわち、実験から得られた知識あるいは成果を現地河川に還元して適用することが必要であるが、それには実験で起こる現象と現地の現象との間に相似の関係がなければならない。

これには模型と現地との粗度を合せることによって、流量、流速、水位等の縮尺が満足され、発生する水理現象が相似することになる。

粗度を合せる場合には、①、現地での痕跡水位資料に基いて行う方法、②、流量観測によって粗度係数を算出して使用する方法、③、計画粗度を用いて行う方法、などの手法がとられる。

本実験では、③の方法によって、模型粗度係数が計画粗度係数 $n = 0.033$ になるよう2種類の流量に対して模型粗度を調整しながら合せた。その結果は表-5-2に示すように $Q = 2,700 \text{ m}^3/\text{s}$ の場合 $n = 0.0333 \sim 0.0347$ (湯之尾市街地本川と分水路は含まず) の範囲にあり計画粗度よりやや大きい。

$Q = 1,800 \text{ m}^3/\text{s}$ の場合には、 $n = 0.031 \sim 0.0338$ の範囲にありほぼ満足している。

湯之尾市街地本川と分水路は各々別々に流量を流して粗度調整を行ったが、 $n = 0.0333 \sim 0.034$ の範囲でやや大きい。全川的にみるとやや大きい、近似的にはほぼ満足していると判断してこれ以上の調整は行わなかった。

表-5-2-1 粗度係数測定値表

河川名	流量 (m^3/s)	断面 番号	平均水位	断面積	径深	平均流速	粗度係数	摘要
			(H) m	(A) m^2	(R) m	(V)	(n)	
川内川(本川)	$\Sigma Q = 2,700 m^3/s$	80.8	180.590	1197.650	9.666	2.254		計算式 $n = \frac{\Delta h + 0.056(V_2^2 - V_1^2)}{\sqrt{\left(\frac{V_1^2}{R_1^{4/3}} + \frac{V_2^2}{R_2^{4/3}}\right) \frac{L}{2}}}$ 但し Δh その区間の水位差 $0.056 \dots \frac{\alpha}{2g}$ (但し $\alpha = \frac{10}{9}$) V_2 上流断面の平均流速 V_1 下流 " R_2 上流の径深 R_1 下流の " L その区間距離
							0.0342	
		80.6	180.493	1127.100	9.450	2.395		
							0.0333	
		80.4	180.425	1131.657	9.825	2.385		
		79.2	179.390	1180.105	9.716	2.287		
							0.0347	
		79.0	179.331	1230.615	9.801	2.253		
							0.0339	
		78.8	179.257	1188.337	9.803	2.272		
							0.0338	
		78.6	179.010	935.143	9.691	2.887		
							0.0338	
		78.4	178.966	985.139	9.816	2.740		
							0.0336	
		78.2	178.965	1085.216	9.921	2.488		
		77.4	175.391	1050.706	8.291	2.569		
							0.0346	
		77.2	175.241	979.149	9.291	2.757		
							0.0347	
		77.0	175.128	950.342	9.328	2.841		
							0.0342	
		76.8	175.050	972.654	9.470	2.776		

表-5-2-2 粗度係数測定値表

河川名	流量 (m^3/s)	断面番号	平均水位	断面積	径深	平均流速	粗度係数	摘要
			(H) m	(A) m^2	(R) m	(V)	(n)	
川内川(本川)	$\Sigma Q = 1,800 \frac{m^3}{s}$	80.8	179.113	845.719	8.113	2.128		計算式
							0.0328	$n = \sqrt{\frac{\Delta h + 0.056(V_2^2 - V_1^2)}{\left(\frac{V_1^2}{R_1^{4/3}} + \frac{V_2^2}{R_2^{4/3}}\right) \frac{L}{2}}}$
		80.6	179.036	818.998	8.016	2.197		
							0.0338	
		80.4	178.936	789.413	8.386	2.280		但し
		79.2	177.974	745.125	8.274	2.415		Δh その区間の水位差
							0.0323	$0.056 \dots \frac{\alpha}{2g}$ (但し $\alpha = \frac{10}{9}$)
		79.0	177.968	840.490	8.418	2.141		
							0.0310	V_2 上流断面の平均流速
		78.8	177.937	890.305	8.580	2.021		V_1 下流 "
							0.0320	R_2 上流の径深
		78.6	177.790	773.801	8.510	2.326		R_1 下流の "
							0.0345	L その区間距離
		78.4	177.733	796.753	8.601	2.259		
							0.0325	
		78.2	177.680	830.523	8.718	2.167		
		77.4	174.275	815.430	7.183	2.207		
							0.0337	
		77.2	174.196	810.543	8.241	2.220		
							0.0325	
		77.0	174.175	857.924	8.375	2.098		
							0.0328	
		76.8	174.066	788.882	8.466	2.081		

表-5-2-3 粗度係数測定値表

河川名	流量 (m^3/s)	断面番号	平均水位	断面積	径深	平均流速	粗度係数	摘要
			(H) m	(A) m^2	(R) m	(V)	(n)	
湯之尾市街本川	$\Sigma Q = 900$ m^3/s	80.2	180.742	412.225	6.950	2.183	0.0333	計算式 $n = \frac{\Delta h + 0.056(V_2^2 - V_1^2)}{\sqrt{\left(\frac{V_1^2}{R_1^4} + \frac{V_2^2}{R_2^4}\right)} \frac{L}{2}}$ 但し Δh その区間の水位差 $0.056 \dots \frac{\alpha}{2g}$ (但し $\alpha = \frac{10}{9}$) V_2 上流断面の平均流速 V_1 下流 " R_2 上流の径深 R_1 下流の " L その区間距離
		80.1	180.290	268.527	6.590	3.351	0.0338	
		80.0	180.283	295.411	6.583	3.046	0.0333	
		79.852	180.113	285.077	6.433	3.157	0.0338	
		79.744	179.755	247.350	6.075	3.638		
湯之尾市街分水路	$\Sigma Q = 1,800$ m^3/s	80.10	179.228	475.507	9.125	3.785	0.0340	
		80.6	179.046	473.164	8.916	3.804	0.0339	
		80.4	178.968	476.671	8.825	3.776	0.0339	
		80.0	178.490	414.521	8.500	4.342		

6. 分水路案の実験と結果

1) 水門4門案の場合

1)-1 地建案について-実験-1

この実験は地建の提示した計画河道について、滝のバイパス河道水門4門の場合について検討したものである。まず水位について述べる。

① 水位について

水位測定は $Q_0 = 2,700 m^3/s$ 、 $1,800 m^3/s$ について行い、結果を図-6-1~6-2 表-6-1~6-2に示す。(巻末へ添付)

$Q_0 = 2,700 m^3/s$ の場合、計算値と比較すると湯之尾市街地合流点 79.4 Kmより下流は、78.2 Km~水門附近を除き実験値が低い。78.8~79.4 Kmで計算値と実験値の差が大きいが、これはこの間で河道が大きく彎曲して河幅が広がっているため右岸側に死水域が発生し、主流が低水路左岸側に寄っているためと思われる。

計算水位はこれらの影響を考慮できないため、実験値より高くなるものと思われる。

湯之尾市街地本川側 79.4 ~ 79.6 Km 間で水位が急低下するが、これは本川側河床が分水路河床より 3.5 m 位高く、79.6 Km 附近で低下背水状態で分水路に合流して流れを速くしているためと思われる。

計画洪水位と比較すると、79.2 ~ 76.6 Km 間は計画洪水位以下であるが、78.2 ~ 79.2 Km 間はかなり余裕がある。しかし合流点より上流湯之尾本川 79.8 ~ 80.4 Km 間および分水路 78.4 ~ 80.4 Km 間は計画洪水位を 0.1 ~ 0.7 m 位越えており、分流点より上流 80.4 ~ 81.0 Km 間も約 0.20 m 位越えている。本川側上流の水位が計画洪水位よりとくに高いのは、分流点右岸側の法線形と分水路よりも約 3.5 m 位高いことにより、流れのエネルギーが減殺されて死水域が生じるためと思われる。

分水路水位は、流れが流頭部に当り左岸側高水敷に沿って流速が遅くなり、測点 76 附近で左岸側と右岸側とでは彎曲の影響により水位差が 0.35 m ぐらいあり、これより上流へせき上げの状態となり計画洪水位よりも高くなる。

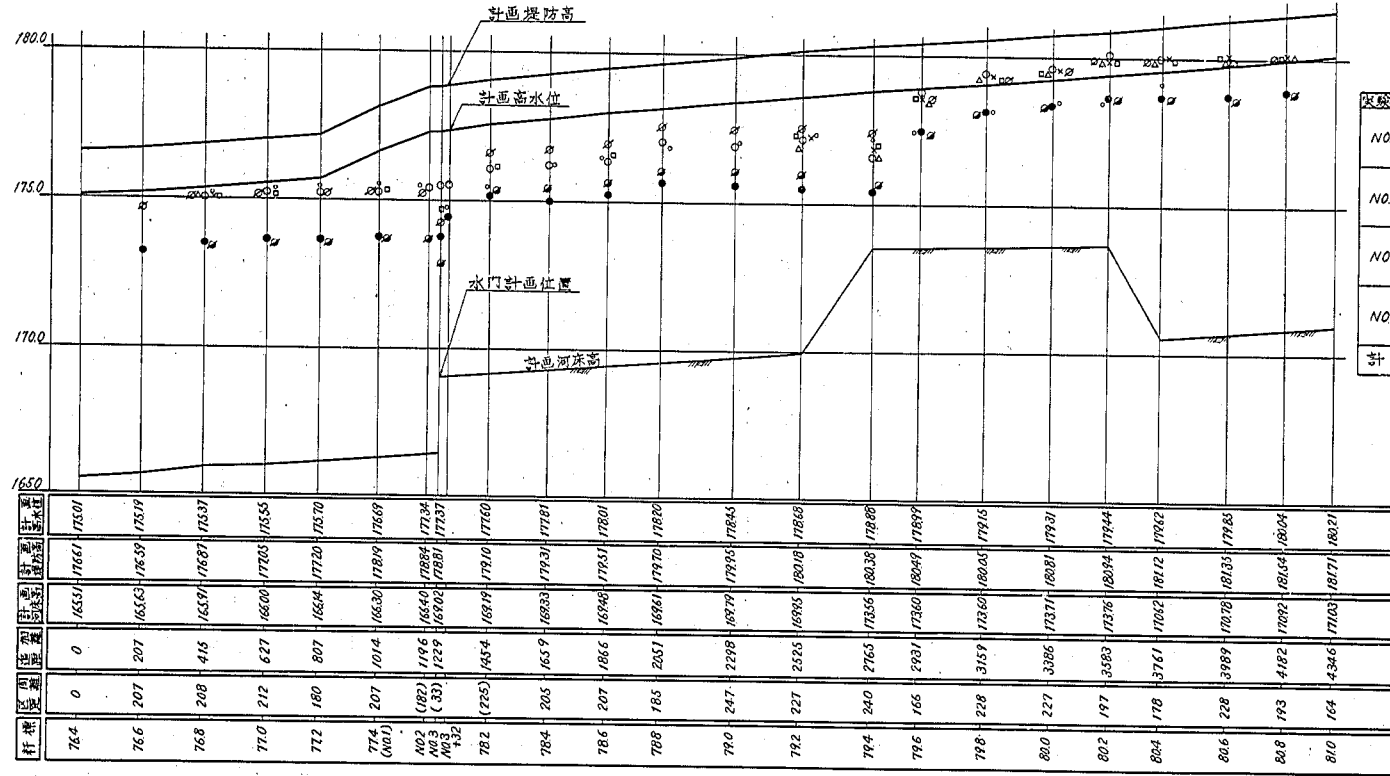
$Q_0 = 1,800 \text{ m}^3/\text{s}$ では、 $Q_0 = 2,700 \text{ m}^3/\text{s}$ とほぼ同様な水面形を示している。

以上の結果をみると湯之尾市街本川 79.8 Km より上流と分水路 78.4 附近より上流 87.0 Km 間は計画高水位を越えている。したがって計画洪水位以下に収めるためには、分水路河道の拡幅と本川側の河床掘削等の対策を考えなければならない。

表-6-1-1-0 水位測定結果(平均)一覽表

	断面	流量 実験 ‰	m^3/s 2,700	m^3/s 1,800	m^3/s 2,700	m^3/s 2,700	m^3/s 2,700	1,800	900
		1-1	1-2	4-2	5-3	4-1	4-2	4-3	
本 川	K								
	80.8	180.19	178.92	180.07	180.08	180.08	178.83	—	
	80.6	180.13	178.77	179.92	180.02	179.96	178.66	—	
	80.4	179.99	178.72	179.86	179.92	179.89	178.63	—	
	80.2	180.12	178.72	179.82	179.88	179.94	178.63	—	
	80.0	179.67	178.39	179.49	179.51	179.58	178.31	—	
	79.8	179.40	178.14	179.25	179.27	179.25	178.07	—	
	79.6	178.80	177.50	178.47	178.57	178.58	177.32	—	
79.4+35	177.60	176.28	177.36	177.34	177.50	176.44	—		
79.4	176.58	175.45	176.51	176.98	177.40	175.65	—		
分 水 路	‰11	179.55	178.23	179.64	179.96	179.85	178.50	—	
	‰6	178.93	177.56	178.69	179.40	179.32	178.03	—	
	‰2	178.33	—	178.02	178.51	178.32	177.09	—	
	‰0	176.96	175.69	176.71	177.15	177.27	175.92	—	
本 川	79.2	177.13	175.51	176.81	177.28	177.65	175.97	—	
	79.0	176.90	175.55	—	—	177.44	176.04	—	
	78.92	177.02	175.68	—	177.21	177.53	176.09	—	
	78.8	177.01	175.67	—	—	177.52	176.03	—	
	78.6	176.37	175.27	—	176.56	176.97	175.63	173.51	
	78.4	176.22	175.04	—	—	176.73	175.43	173.34	
	78.2	176.08	175.17	—	176.19	176.59	175.34	173.24	
	78.0	176.37	—	—	—	—	—	—	
77.8	176.10	175.06	—	176.06	176.48	175.48	—		
水 門 附 近	‰3+25	175.50	174.46	—	175.57	175.74	174.53	172.67	
	‰3	—	173.77	—	174.70	174.21	172.87	171.35	
	‰2	175.44	—	—	—	175.25	173.70	171.66	
本 川	77.4	175.27	173.76	—	175.33	175.30	173.69	171.57	
	77.2	175.25	173.68	—	—	175.21	173.53	171.33	
	77.0	175.21	173.66	—	175.17	175.18	173.48	—	
	76.8	175.04	173.50	175.07	175.04	175.06	173.40	171.25	
	76.6	—	173.20	—	—	174.70	—	—	

图6-1 本川水位縦断面图



図表番号 (7-2) 例			
NO. 1	1	2700	○
	2	1800	○
NO. 2	1	2700	△
NO. 3	1	2700	□
NO. 4	1	2700	◇
	2	1800	◇
計算水位		2700	*

圖-6-2 分水路水位縱断面

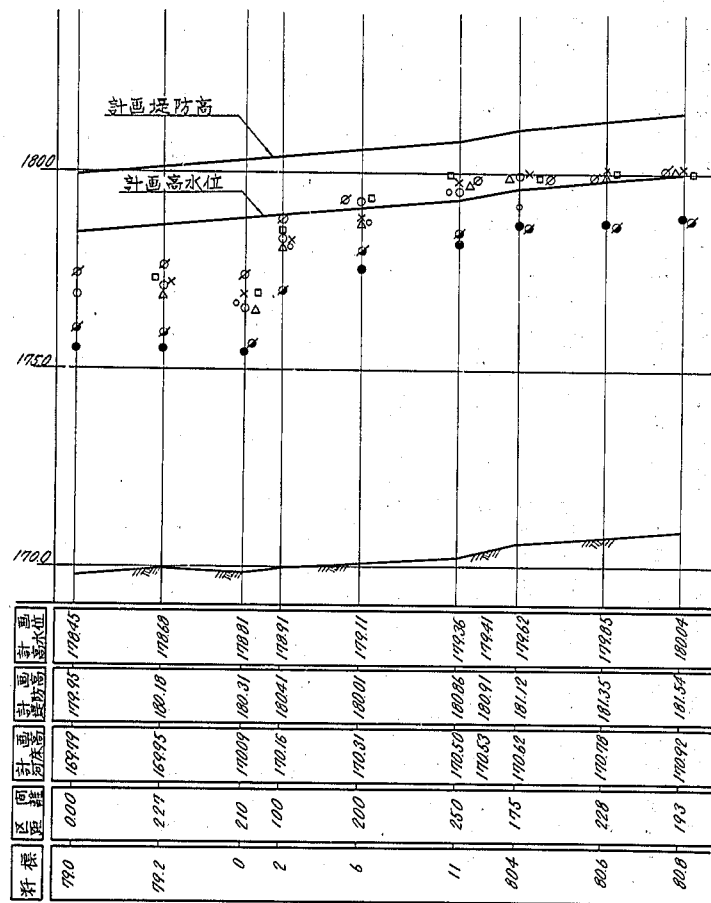
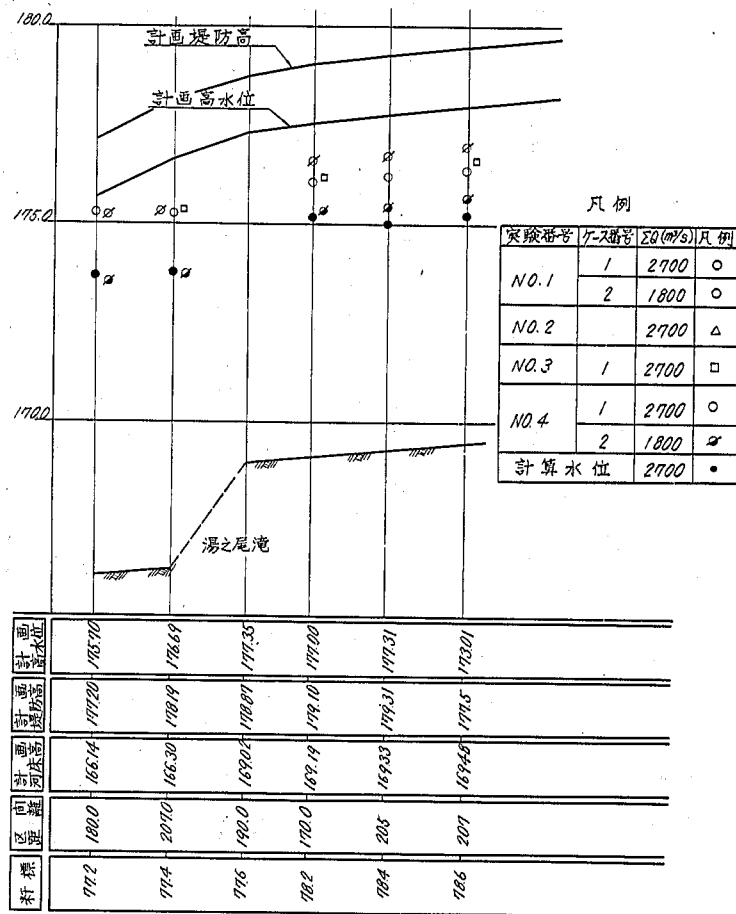


圖-6-2 湯之尾滝付近水位縱断面



② 流速分布について

流速分布は $Q_0 = 2,700 \text{ m}^3/\text{s}$ のみ測定し、図-5-1に示す位置で各断面平均3測点、鉛直方向に5~6点測定した。結果を図-6-3-1~6-3-2に示すが、図中の数値はその点における流速を示す。(巻末へ添付)

図-6-3-2をみると、湯之尾市街地80.4 Km附付は右岸側に死水域が生じ、兩岸の高水敷上の流れは上層で $V = 2.62 \text{ m/s}$ 、流心部の上層は $V = 3.56 \sim 3.35 \text{ m/s}$ となっている。

本川側へ分流すると80.2 Kmでは死水域の影響で右岸寄りの流れが遅くなり、左岸寄り主流が寄るため上層よりやや深い所で約 $V = 3.0 \text{ m/s}$ で流心よりやや速い流れである。80.0 Kmより下流79.8 Km、79.6 Kmと下流に行くほど全体的に速くなっており、とくに79.6 Km右岸寄り上層は $V = 5.0 \text{ m/s}$ である。

分水路側では、 $\#11$ で右岸寄りの流れが流頭部より高水敷に沿って速く流れており $V = 4.2 \sim 4.9 \text{ m/s}$ となっている。

$\#6$ では流心部で $V = 5.3 \text{ m/s}$ の流れで、兩岸は上層を除きほぼ同じ流速である。 $\#2$ 附近は上流の彎曲の影響で左岸側が遅くなっている。

湯之尾滝バイパス河道直上流78.2 Kmでは、左岸寄り上層で $V = 6.39 \text{ m/s}$ で最も速く、右岸に寄る程流速が遅くなる。これらは左岸側は水門に近く、右岸側は湯之尾滝へ流れており死水状態となるためである。

滝側は78.2 Km-310 m断面で、左岸側は $V = 1.2 \sim 1.3 \text{ m/s}$ であるが流心部および右岸側はほとんど $V = 1.0 \text{ m}$ 以下である。77.8 Km断面は水深は浅く $V = 1.2 \sim 1.8 \text{ m/s}$ である。

水門直上流 $\#3 + 25 \text{ m}$ 断面では、流心部上層で $V = 6.2 \sim 6.5 \text{ m/s}$ 、左岸寄り $V = 2.6 \sim 4.1 \text{ m/s}$ 、右岸側は $V = 3.2 \sim 4.8 \text{ m/s}$ 、水門直下流 $\#2$ 断面では流心附近上層で $V = 4.9 \text{ m/s}$ 、 $\#1$ 断面上層で $V = 4.5 \text{ m/s}$ となっており、下流ほど流速がやや遅くなっている。

以上の流速分布測定値より湯之尾市街地本川と湯之尾滝への分流量を推算したものを流速分布図(図-6-3)とともに示すが、表-6-2に一覧表として示す。

湯之尾本川への分流量は80.2 Kmで $Q_1(\text{本川}) = 724 \text{ m}^3/\text{s}$ 、80.0 Kmで $Q_1 = 667 \text{ m}^3/\text{s}$ 、79.8 Kmで $Q_1 = 677 \text{ m}^3/\text{s}$ 、79.6 Kmで $Q_1 = 721 \text{ m}^3/\text{s}$ となり平均で $Q_1 = 697 \text{ m}^3/\text{s}$ となる。

分水路は $\#11$ で $Q_2 = 2189 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $\#6$ で $Q_2 = 1999 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $\#2$ で $Q_2 = 2078 \text{ m}^3/\text{s}$ となり、平均すると $Q_1 = 2088 \text{ m}^3/\text{s}$ である。

したがって $Q_1 + Q_2 = 2785 \text{ m}^3/\text{s}$ となり、計画洪水流量 $Q_0 = 2700 \text{ m}^3/\text{s}$ に対し約3.1%多く流入している。

しかし80.4 Km断面では、流速分布測定値より分流前の総流量を推算すると $Q_0 = 2587 \text{ m}^3/\text{s}$

表-6-2 分流量測定結果一覧表

区分	実験 河道条件 測定断面	分 流 量			
		1	5	6	7
		計画河道地建案 2700m ³ /s	分水路河道 拡幅(15m) 2700m ³ /s	水門2門 2700m ³ /s	" 1800m ³ /s
本 川	80.4	2547	—	—	—
	80.2	724	751	—	—
	80.0	667	—	—	—
	79.8	677	632	—	—
	79.6	721	—	—	—
分 水 路	№11	2189	—	—	—
	№6	1999	1993	—	—
	№2	2029	—	—	—
本 川 滝 附 近	78.2	2641	—	—	—
	78.0	94	—	—	—
	77.8	105	—	242	84
	77.4	2794	—	—	—
水 附 門 近	№3+25	2765	—	2744	1712
	№2	2746 (ピトー管使用)	— (ピトー管使用)	2748	1719

であり、本川と分水路の合計流量より 238 m³/s 少なく、計画洪水流量 Q₀ = 2700 m³/s に対し 5.7 % の測定誤差を含んでいる。

湯之尾滝への流入量は、78.2 Km - 310 m で Q₁ = 94 m³/s、77.8 Km で Q₁ = 105 m³/s であり平均すると Q₁ = 100 m³/s の流入量である。

水門バイパス河道へは、水門直上流 №3 + 25 m 断面で Q₂ = 2765 m³/s、水門直下流 №2 で Q₂ = 2745 m³/s、№1 (77.4 Km) で Q₂ = 2794 m³/s となり平均すると Q₂ = 2768 m³/s である。

滝と水門バイパスの分派点上流の 78.2 Km 断面では Q₀ = 2640 m³/s 流下しているが、滝と水門への流入量を合計すると Q₀ = 2868 m³/s であり、計画洪水量 Q₀ = 2700 m³/s に対し 6.2 % ほど多くなっている。

③ 流況観察について

流況観察は Q₀ = 2700、1800、900 m³/s の 3 流量について行い、結果を図-6-4-1～図-6-4-3 に示す。(巻末へ添付)

まず Q₀ = 2700 m³/s (実験 1-1) について述べると、図-6-4-1 にみられるように上流では 80.4 ~ 80.2 Km 間右岸側に逆流域または死水域が発生している。また 79.3 Km

合流点附近では本川河床と分水路の高低差が約 3.5 m あるために、流心附近で小さい跳水現象を起し流れを速くしており、この附近は計算でも速い流れを示している個所でもある。合流点右岸側は高水敷が徐々に広がっているためこの附近で逆流域が発生している。

合流点より滝に至る区間の彎曲部右岸高水敷上右岸寄りの流れは死水状態または遅い流れとなっており、左岸 78.5 ~ 水門取付附近までの高水敷には冠水しない。

滝附近では、右岸寄りほとんど死水状態であり、水門附近では両袖の水門の小段からの流下はあまりなく、ほとんど中央の 2 門から流下している。

特に水門左岸寄りの 1 門は、図-6-4-1 の流況図からわかるように遅い流れで流下し、この下流では逆流域も生じている。これは水門直上流の左岸高水敷法線形状があまりよくないためと思われる。右岸寄りの 1 門についても流れはあまり速くなく、分流点の流頭部に当って水門へ流れ込んでいるにすぎない。したがって主流が中央 2 門に集中して流れているため、水門の有効断面積はほぼ 2 門の河積があれば、水理的には十分と思われる。なお 2 門の場合の検討は今後の実験によるものとする。

流量 $Q_0 = 1800$ 、 $900 \text{ m}^3/\text{s}$ の流況を図-6-4-2、図-6-4-3 に示す。

80.4 ~ 80.2 Km 右岸側の逆流域は流量が少なくなってもそれほど小さくはならない。分水路 6 附近から合流点までの兩岸の高水敷は $Q_0 = 1800 \text{ m}^3/\text{s}$ 以下では冠水しない。合流点附近は流況がわるく、合流点より下流 79.2 ~ 78.2 Km 間の兩岸の高水敷には冠水せず流れはほとんど低水路のみ流下する。

湯之尾滝附近では、 $Q_0 = 900 \text{ m}^3/\text{s}$ で水門中央の 2 門のみから流下し滝へは全く流れなく滝の直上下滝は渇水状態となる。 $Q_0 = 1800 \text{ m}^3/\text{s}$ でも滝の上下流は死水状態となり水門からの流れも中央 2 門からほとんど流下し両袖の 2 門からはわずかに流下しているにすぎない。

1)-2 分水路一部拡幅の場合 (実験-2・3)

地建案の水位測定結果より湯之尾市街地本川 79.8 Km より、また分水路 6 断面よりそれぞれ上流は実験値が計画洪水位を越えている事は先に述べた。したがって計画洪水位以下に収めるために分水路右岸法線を堤内地へ引堤した。これは 10 断面堤防法線を堤内地へ 2.5 m 引堤し、また流頭部も堤内地へ引堤し本川 80.2 Km に摺り付け、下流は 4 断面に摺り付けた。(実験-2)

なお改造法線は図-6-8 に示す。

流況は分流点附近のみ測定したがほとんど地建案と同様な流れである。(図-6-8 参照)

水位は湯之尾市街地本川側 80.2 Km で 0.3 m 低下したが、他個所では地建案と同様計画洪水位を越えている。

分水路側は 6 附近で 0.1 m 低下しているが、11 では 0.3 m 上昇している。(図-6-1 ~ 6-2 参照)

したがってこれらを見ると引堤した効果はほとんどないと思われる。

さらに実験-2の堤防法線より堤内地へ引堤したのが実験-3である。改造法線は図-6-8に示すように、分水路左岸側を $\Delta 11$ 断面で15 m位引堤し、下流は $\Delta 3$ 断面に、上流は80.8 Kmにそれぞれ摺り付けた。

実験結果は図-6-7、図-6-1~6-2に示すが、流況および水位は実験-2とほとんど同じであり、分水路を大幅に拡幅しないかぎり計画洪水水位以下に収めるのは困難のようである。

2) 水門2門案の場合-実験-4

地建案の水門4門については先に述べたように両袖の水門からの流出量が少ない。したがって水門を2門に改造し、水門附近の流況と、水門より上流の背水の影響を調べ比較検討したものが実験-4-1~4-4である。

なお改造断面は図-5-2、平面図は図-6-5に示す。

2)-1 水位について

水位縦断を図-6-1、図-6-2に示す。

$Q_0 = 2700 \text{ m}^3/\text{s}$ について4門案と比較すると、水門直上流78.2 Kmで0.5 m、合流点79.2 Kmで0.6 m位それぞれ水位が上昇するが、この区間は水位が上昇しても計画洪水水位を越すことはなくあまり問題はないが、かえって合流点附近(79.2 Km)の流況に好影響を与えるものと思われる。

湯之尾市街地本川側は79.4~80.4 Km間では、地建案水位より0.8 m上昇するが、この附近より上流は地建案水位よりもやや低下している。

分水路側 $\Delta 1 \sim 80.4$ Km附近までは実験-2の水位とほぼ同様な水面形であるが、地建案水位よりは0.2~0.5 mぐらい高くなる。

次に湯之尾市街地本川と分水路の分合流点附近で、両川の水位が一樣になる点を見い出すために、この附近の水位測定を密にした。これは両川の水位が一樣になる断面を分合流点と判断し、この断面を計算によって、本川と分水路の水位を追跡する場合の始点と終点とする。

分流点は80.4 Kmで左右岸水位が一樣になり、合流点は79.2 Kmで一樣になる。結果を表-6-3に示す。

図-6-12は水門直上流78.2、79.1、80.4 Km断面の水位と流量の関係を示したものである。なお下流端条件は76.8 Kmで各流量に対する計算水位を与えた。

図-6-13は水門上下流において、下流水位が上流水位に与える影響を調べたものである。流量は $Q_0 = 900, 1800, 2700 \text{ m}^3/\text{s}$ の3種類について測定し、下流 $H_1 = 76.8 \text{ Km}$ で計算水位を与え、水門上流は $H_2 = 78.2 \text{ Km}$ で測定した。

$Q_0 = 900 \text{ m}^3/\text{s}$ の場合は $H_1 = 172.10 \text{ m}$ までは上流水位には影響を与えない。 $Q_0 = 1800 \text{ m}^3/\text{s}$ は $H_1 = 174.10 \text{ m}$ 、 $Q_0 = 2700 \text{ m}^3/\text{s}$ で $H_1 = 175.0 \text{ m}$ とそれぞれ上流水位には影響がない。

表-6-3 水位測定数值表

(実験4-1)

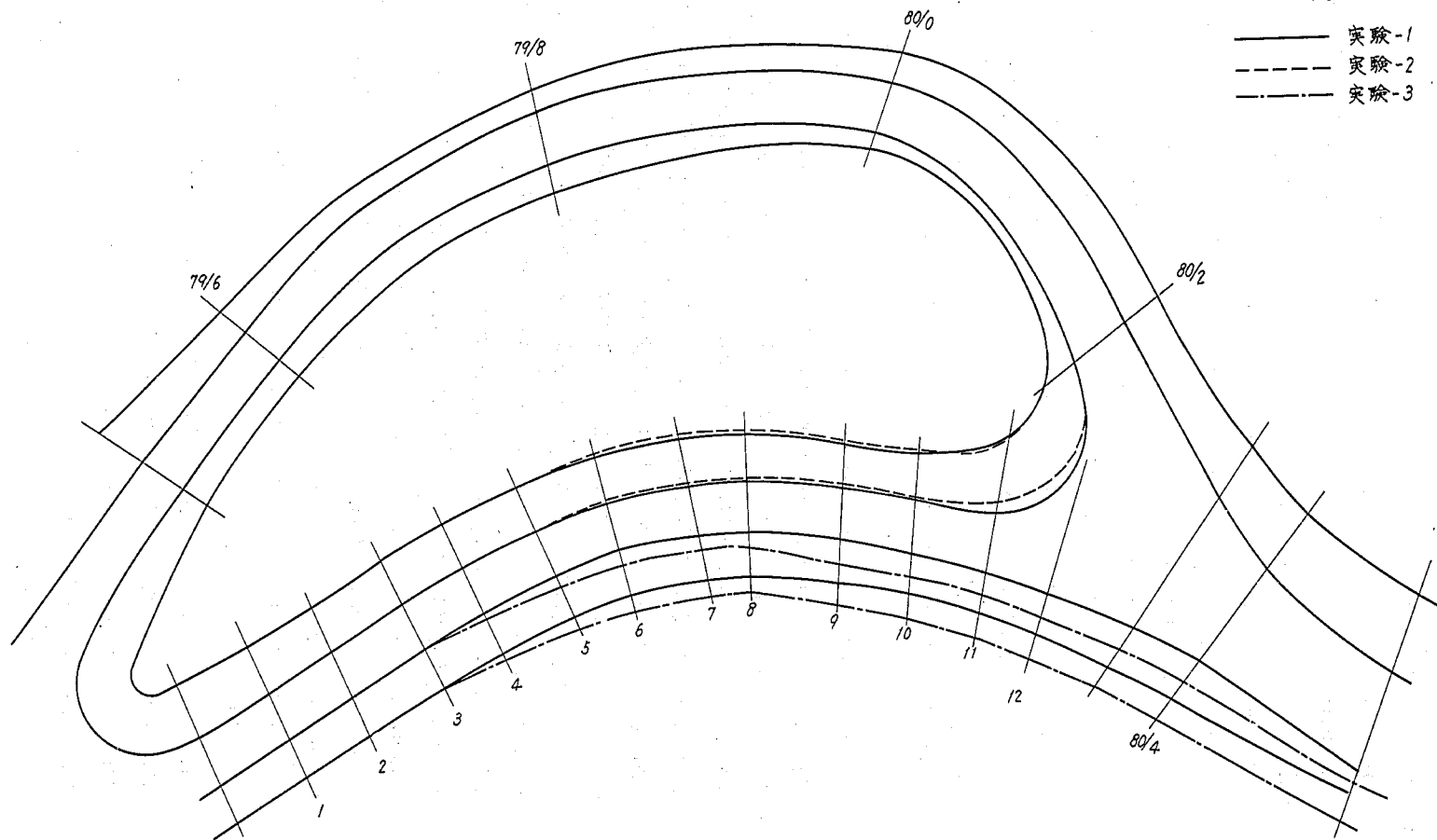
河川名	分断 流量	実験条件 断面点	$\Sigma Q = 2,700 \text{ m}^3/\text{s}$ $H_{76.3 \text{ k}} = T \cdot P + 175.250 \text{ m}$					平均水位
			1	2	3	4	5	
本 川		80.8						TP+m
		80.6						
		80.4	180.050	179.950	180.025	180.000	180.075	180.020
		80.4 $\begin{matrix} L-130\text{m} \\ R-45\text{m} \end{matrix}$	179.900	180.060	180.200	179.950	180.025	180.027
		80.3 $\begin{matrix} L-95\text{m} \\ R-185\text{m} \end{matrix}$	179.950	179.950	180.350	180.050	180.050	180.070
		80.3	179.975	180.100	180.050	180.000	180.100	180.056
現 河 道		80.2	179.975	180.100	180.100			180.058
		80.0	—	—	—	—	—	—
		79.8	—	—	—	—	—	—
		79.6	—	—	—	—	—	—
		79.5	177.475	177.425	177.725	—	—	177.541
		79.4 + 35 m	—	—	—	—	—	—
		79.4	177.575	177.125	177.125	—	—	177.442
分 水 路		No 11	—	—	—	—	—	—
		No 6	—	—	—	—	—	—
		No 2	—	—	—	—	—	—
		No 0	177.425	177.425	177.425	—	—	177.425
本 川		79.3	177.625	177.675	177.450	177.450	177.375	177.515
		79.2	177.725	177.825	177.650	177.725	177.975	177.780
		79.1	177.800	177.825	177.675	177.675	177.625	177.720
		79.0	177.675	177.875	177.375	177.200	177.130	177.441
		78.92	177.875	177.950	177.600	177.375	177.225	177.605
		78.8	177.875	177.765	177.275	177.275	177.175	177.475
		78.7	177.615	177.425	177.225	177.150	177.275	177.338
		78.6	177.100	177.125	177.100	177.150	177.225	177.140
		78.4	—	—	—	—	—	—
		78.2	—	—	—	—	—	—
滝 附		78.0	—	—	—	—	—	—
		77.8	—	—	—	—	—	—
水 附 門 近		No 3 + 35 m	—	—	—	—	—	—
		No 3	—	—	—	—	—	—
		No 2	—	—	—	—	—	—
本 川		77.4	—	—	—	—	—	—
		77.2	—	—	—	—	—	—
		77.0	—	—	—	—	—	—
		76.8	下	流	水	位	—	175.250

图 6-5 改造平面图 (湯之尾市街地)

$s = 1 / 2500$

凡例

- 实验-1
- - - 实验-2
- · — 实验-3



2)-2 流速分布について

$Q_0 = 2700 \text{ m}^3/\text{s}$ について水門附近と彎曲部について述べる。

水門附近の $\#3+25 \text{ m}$ 断面では、地建案(4門)の中央2門附近の流速分布と比較すると、上層では $V = 6.5 \sim 4.7 \text{ m/s}$ あり地建案とほぼ同じ流速を示すが、河床附近はやや遅くなる。結果を図-6-11-1、図-6-11-2に示す。

$\#2$ 断面(水門直下流)では、上層で $V = 4.4 \text{ m/s}$ であり、地建案より10%ぐらい速くなっている。河床附近は平均で $V = 3.73 \text{ m/s}$ で地建案とほぼ同じ流速である。滝側は分流量も増加し、流速は地建案よりも1.5~2倍ぐらい速くなっている。

分流量をこれらの流速分布図より推算してみると、水門からの流下量は平均で $Q_2 = 2746 \text{ m}^3/\text{s}$ で地建案の平均分流量 $2768 \text{ m}^3/\text{s}$ とあまり変化はない。

しかし滝への分流量は $Q_1 = 242 \text{ m}^3/\text{s}$ であり、地建案の平均分流量 $Q_1 = 100 \text{ m}^3/\text{s}$ に対し2.4倍ぐらい多く流入している。

上流からの流下量 $Q_0 = 2700 \text{ m}^3/\text{s}$ に対し $Q_1 + Q_2 = 2988 \text{ m}^3/\text{s}$ あり約10%の差異を生ずる。

次に彎曲部の79.2~78.2 Km間について述べる。

彎曲部右岸側は、地建案によるとかなり広い高水敷を造成しており、実験-1-1(図-6-4-1)にみられるとおり右岸寄り高水敷上には死水域を生じ流れの遅い流況を呈している。したがって有効的な河積のみを考えるならばあまり広い高水敷は必要ないと思われる。よってこの附近の高水敷をどの程度狭くすることができるか(具体的には低水路を広げるか堤防法線を流心側へ張り出す)を実験的に検討を行った。結果を図-6-11-3に流速分布を示し、表-6-4に流速分布図より推定した高水敷上の流量を示す。

これらによると合流点の79.2 Kmでは、流心部の速い所で $V = 6.18 \text{ m/s}$ あり右岸側の低水路肩で $V_{\max} = 2.3 \text{ m/s}$ ある。やや下流の79.10 Kmでは流心部の流速は $V_{\max} = 6.1 \text{ m/s}$ あり上流79.2 Kmとあまり変化はないが、高水敷79.10 Kmから下流は広がっているがこの附近の流れは、低水路肩で $V_{\max} = 2.97 \text{ m/s}$ 、堤防法尻 $V_{\max} = 1.8 \text{ m/s}$ となっている。

78.92 Kmおよび78.7 Kmでは流心部でいずれも $V_{\max} = 4.9 \text{ m/s}$ で上流よりやや遅くなっている。とくに78.9 Kmでは河幅が広がっており、左右岸の水位差が大きく、高水敷上の水深は約0.6 mであり、 $V_{\max} = 2.8 \text{ m/s}$ のところもある。

また78.7 Kmでは河幅が狭くなり、78.92 Kmより低水路の流れは平均的に速くなり、高水敷上の流れはかなり遅くなる。

表-6-4は流速分布より高水敷と低水路の流量を推定したものを示しているが、79.2 Kmでは高水敷上に逆流域を生じ順流による流量はない。79.1 Kmで $Q = 181.5 \text{ m}^3/\text{s}$ 、78.92 Kmで $Q = 153.5 \text{ m}^3/\text{s}$ となり、高水敷上の流量は全流量の各々0.06、0.05%の比である。さらに78.7 Kmでは高水敷上の流量は $Q = 38.2 \text{ m}^3/\text{s}$ で全体の0.01%である。

したがって、この彎曲部右岸側の高水敷は計画断面より小さくしても流れに対してあまり

表-6-4 彎曲部の高水敷と低水路の流量比

79.2 秆断面

	低 水 路						備 考
測 点	1	2	3	4	5	6	右岸高水敷上は逆流となっている。 $Q = 2700 \text{ m}^3/\text{s}$ に対し、 $-31.76 \text{ m}^3/\text{s}$
$q \text{ m}^3/\text{s}$	469.87	711.05	438.72	483.84	470.58	94.19	
$\Sigma q \text{ m}^3/\text{s}$	2668.24						
$Q \text{ m}^3/\text{s}$	2668.24						

79.1 秆断面

	低 水 路				高 水 敷（右岸）			備 考
測 点	1	2	3	4	5	6	7	左岸側に逆流域がある。 $Q=2700\text{ m}^3/\text{s}$ に 対し+173.0 $\text{ m}^3/\text{s}$
$q\text{ m}^3/\text{s}$	529.44	1139.23	828.92	193.88	66.06	53.73	61.74	
$\Sigma q\text{ m}^3/\text{s}$	2691.47				181.53			
$Q\text{ m}^3/\text{s}$	2873.0							

78.92 秆断面

	低 水 路				高 水 敷（右岸）			備 考
測 点	1	2	3	4	5	6	7	左岸側高水敷上は 逆流となっている。 $Q=2700\text{ m}^3/\text{s}$ に 対し、 $+255.95\text{ m}^3/\text{s}$
$q\text{ m}^3/\text{s}$	738.16	1104.77	928.43	31.05	43.82	45.27	64.45	
$\Sigma q\text{ m}^3/\text{s}$	2802.41				153.54			
$Q\text{ m}^3/\text{s}$	2955.95							

78.7 秆断面

	低 水 路				高 水 敷 (右 岸)			備 考
側 点	1	2	3	4	5	6	7	Q = 2700 m ³ /s に 対し、-20.90 m ³ /s
q m ³ /s	946. 81	1057. 34	562. 74	73. 99	19. 34	10. 48	8. 40	
Σ q m ³ /s	2640. 88				38. 22			
Q m ³ /s	2679. 10							

影響はないと思われるが、高水敷上で速い流れを生じせしむることは護岸の決壊や高水敷の維持管理の面からも好ましくないので、詳細については今後の検討を待つものとする。

2) 3 流況観察について

結果を図-6-9～6-10に示す。 $Q_0 = 2700 \text{ m}^3/\text{s}$ (実験4-1)の場合、湯之尾市街地上流80.4 Km右岸側の逆流、死水状態は地建案(実験-1)と変らない。これは背水の影響80.4 Kmの分流点までは波及しないためである。本川と分水路の合流点79.3 Km附近では本川の段落ち部附近の跳水現象はみられないが、右岸寄りにやや逆流域が生ずる。また流頭部にわずかに死水域を生ずる。

79.2～78.2 Km間は、地建案より水位が上昇したために死水域の生じる箇所はなくなり左右岸の高水敷は冠水する。滝への分派口では逆流状態となり、一部死水域も生ずるが滝への分流量は地建案に比較してかなり増加している。(流速分布測定結果より明らかとなっている。)

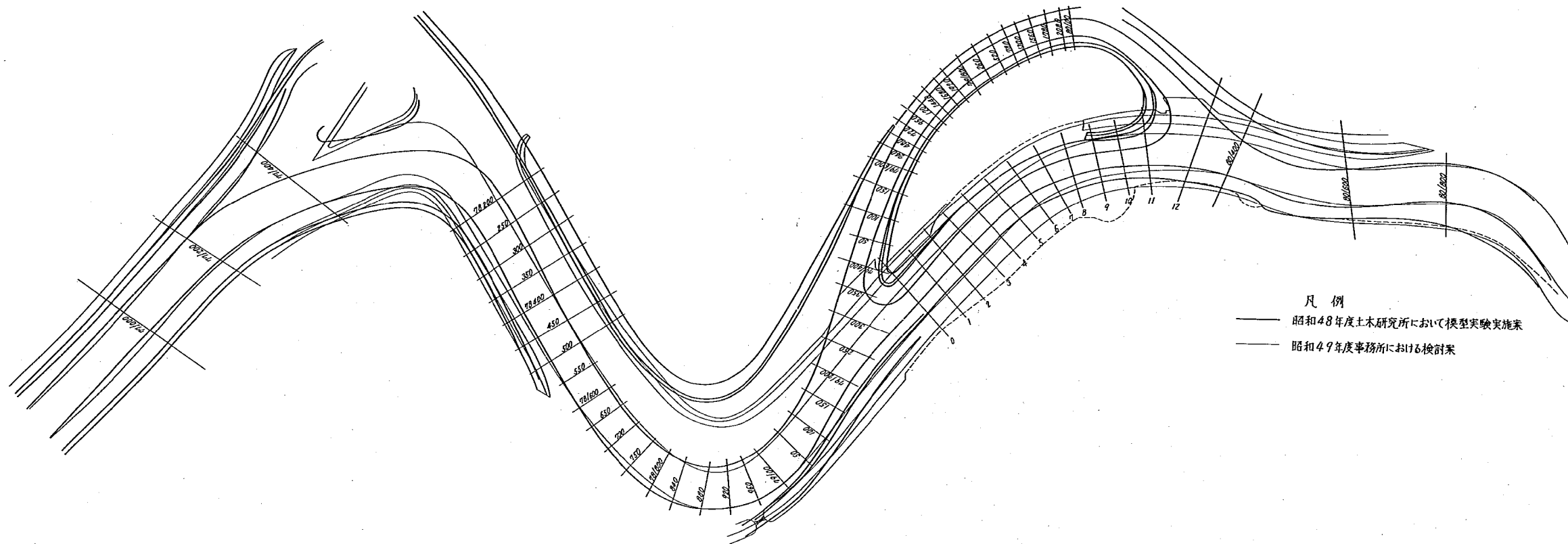
水門からの流下状況は4門に比較してかなりよくなり、水門左岸肩は冠水しないが、右岸側は流頭部に当たった流勢のため肩ぎりぎりまで水位が上昇する。

3. 分水路案実験結果の要約

今までに述べた分水路案の計算および実験結果を要約すれば次の通りである。

- 1) 水理上の分流点および合流点は、平面図を参考にして2) - 2に述べた方法により各々 80.4 km、79.2 kmを推定した。これらを模型実験により分流点および合流点附近の水位を測定し、水位が横断的に一樣になる断面を求めたが、ほぼ計算上の分合流点 80.4 km、79.2 km断面とほぼ一致した。
- 2) 水門位置の段落ち部の水位について、計算では芦田の式で求めた水門直上流の水位は、 $H = 174.87 \text{ m}$ (4門の場合)、実験値は実験1-1で $H = 174.70 \text{ m}$ であり、実験値が0.17 m低くなっており、計算値にほぼ近い値を示している。なお、計算には、水門上下流の死水域や逆流域の範囲を除いている。
- 3) 湯之尾市街地本川 79.8 km ~ 分流点 80.4 km および分水路 № 11 ~ 分流点 80.4 km 間の水位は、水門4門および2門の場合でも計画洪水位を各々 0.1 ~ 0.6 m、0.1 ~ 0.4 m 越えるので、これらを計画洪水位以下にするためには本川側河床を切り下げるか分水路河道を大幅に拡幅せねばならない。
- 4) 本川と分水路の合流点 79.2 km 附近の流況は、水門4門の場合では跳水現象が生じこの附近の河床洗掘が予想される。2門の場合は水門のせき上げによりこの附近の流況はかなりよくなっているが、流速は 79.1 km 断面で $V_{max} = 6.1 \text{ m/s}$ あり、(4門は測定していない)、4門の場合と同様に洗掘が予想される。
- 5) 彎曲部 78.6 ~ 79.2 km 間においては、水位的に計画洪水位に対し地建案(実験1-1 水門4門)で約 1.2 m 低く、水門2門の場合でも約 0.7 m 低い。とくに 78.8 km 右岸側の高水敷堤防寄りには流速が遅く、死水域および逆流域の箇所もあり、高水敷断面と堤防法線の再検討が必要である。
- 6) 水門規模については、4門の場合では中央の2門からほとんど流下している。2門の場合では計画洪水流量 $Q_0 = 2,700 \text{ m}^3/\text{s}$ に対し、疏通能力は水理的には十分である。
- 7) 水門直下流の河床および護岸については、№ 2 断面右岸寄りで流速が $V_{max} = 4.94 \text{ m/s}$ で小段上でも $V_{max} = 3.73 \text{ m/s}$ あり、水門下流 130 m ぐらいまで兩岸とも低水および高水護岸を施工する必要がある。また、77.4 km 右岸寄り流速は $V_{max} = 4.5 \text{ m/s}$ で河床附近でも $V = 3.3 \text{ m/s}$ ある。したがって護床工は最低限水門下流 200 m 77.4 km 附近までは施工する必要がある。護床工の長さを短縮するためには、小規模の副堰堤状の構造物を検討することが望ましい。

図-7-1 捷水路平面図



7 捷水路案の実験と結果

今までに分水路案について検討してきたが、湯之尾市街地における本川と分水路の水位が計画洪水位を越えることは先に述べた。その後地建と協議した結果図-7-1に示すような捷水路案が計画された。

湯之尾市街地本川は、兩岸に民家や温泉旅館等が密集し、本川の河道拡幅は用地確保や家屋の移転等に多額の費用が必要であり河道改修はきわめて困難である。したがって分水路側を大幅に拡幅した捷水路案を樹立した。本川への流入、流出口には樋門、樋管等を設けて低水流量のみを本川へ流入させる。さらに本川の流入、流出口を締切った場合はポンプアップにより内水排除、浄化作用等を促進させる計画である。(この区間の本川は現況河道)、なお、滝付近の水門位置は分水路より、左岸は4 m上流へ、右岸は6 m下流へ各々変更した。

1) 水門2門の場合

1)-1 水位について

結果を図-7-2に示す。これによると $Q_0 = 2700 \text{ m}^3/\text{s}$ の場合実験4-1の水位と比較すると78.2 ~ 78.6 kmは0.1 ~ 0.5 mぐらい上昇するが、78.8 kmではほとんど変動はない。

78.8 ~ 79.2 kmは0.4 m位上昇し、No.0点附近で0.9 m位上昇する。前の実験でNo.6地点より上流の計画洪水位を越える区間については0.7 ~ 0.9 mぐらい低くなり、計画洪水位よりも約0.6 mぐらい低い。

分水路案の合流点附近の低下背水は、捷水路案では合流量がなく河幅も広がっているため生じないが、彎曲区間の終端78.8 ~ 78.6 kmはやや低下背水を起している。

これは上流からの流れが78.8 km左岸に当り水衝部を生じまた右岸側には死水域を生じているために、この附近で水位を高めているものと思われる。図-7-2-2、図-7-2-3は水門上流のH ~ Qの関係と下流水位の影響を調べた。

1)-2 流速分布について

流速分布測定は78.7 ~ 79.2 kmの彎曲部について行ったが、結果を図-7-3-1 ~ 図-7-3-2に示す。

これらを実験4-1の流速分布と比較すると、合流点79.2 kmでは低水路で実験5-1の速い流速は4.4 m/sで約30 %ぐらい遅くなっているが、右岸側の低水路の肩や高水敷上がかなり速くなっている。

79.100 kmでも低水路で約30 %ぐらい遅くなっているが、高水敷上は30 ~ 40 %ぐらい速くなっている。78.920 kmでは低水路は上流側と同様速くなっているが、とくに河床附近右岸寄りで速くなっている。

78.7 kmでは、低水路では左岸寄りあまり変らないが、低水路肩および高水敷上は2 ~ 5倍ぐらい速くなっており高水敷上の流れは $V = 2.9 \text{ m/s}$ ある。

1)-3 流況観察について

流況観察は流量 $Q_0 = 2700, 1800, 900 \text{ m}^3/\text{s}$ の3種について行った。図-7-4-1 ~ 図-7-4-3 に流況図を示す。

$Q_0 = 2700 \text{ m}^3/\text{s}$ の場合、左岸No. 8 ~ No. 4 にかけて流れの遅い所があり、さらに 79.10 ~ 78.88 km 間左岸にも遅い流れがある。右岸側は彎曲部 78.88 ~ 78.4 km 間は死水状態に近い流れになっている。湯之尾滝附近の分派口はほとんど死水状態になっており、わずかに流頭部に当る流れが滝へ流れ込んでいるにすぎない。

彎曲部附近の右岸高水敷上の流れは速く、とくに 78.92 km では $V = 3 \text{ m/s}$ 以上ありもっとも速い所で $V_{max} = 4.86 \text{ m/s}$ ある。78.92 ~ 78.88 附近は高水敷上から低水路へ落ち込むように流れが速くなっている。このため護岸や高水敷の維持管理上、このような速い流速を生じせしむることはあまり好ましくない。よってこの部分は詳細に検討する予定である。

(後述)

$Q_0 = 1800 \text{ m}^3/\text{s}$ では 79.2 km より上流は高水敷上も流下するが、これより下流はほとんど低水路を流下する。

$Q_0 = 900 \text{ m}^3/\text{s}$ では低水路のみを流下し、湯之尾滝への流入量は全くなく、したがって滝の上下流は死水状態となっている。

2) 彎曲部法線の検討

彎曲部については、分水路案では右岸側の高水敷上の流れは遅くまた高水敷上を流れる流量も全体の数%にしかすぎなく、右岸堤防寄りには死水状態の箇所もある。

捷水路案では、高水敷から低水路へ落ち込むような流れとなるため低水路肩附近の流速がかなり速くなっている。また高水敷上の流れも 78.92 km で $V_{max} = 3.9 \text{ m/s}$ のところもあり、高水敷の維持管理がきわめてむづかしい。

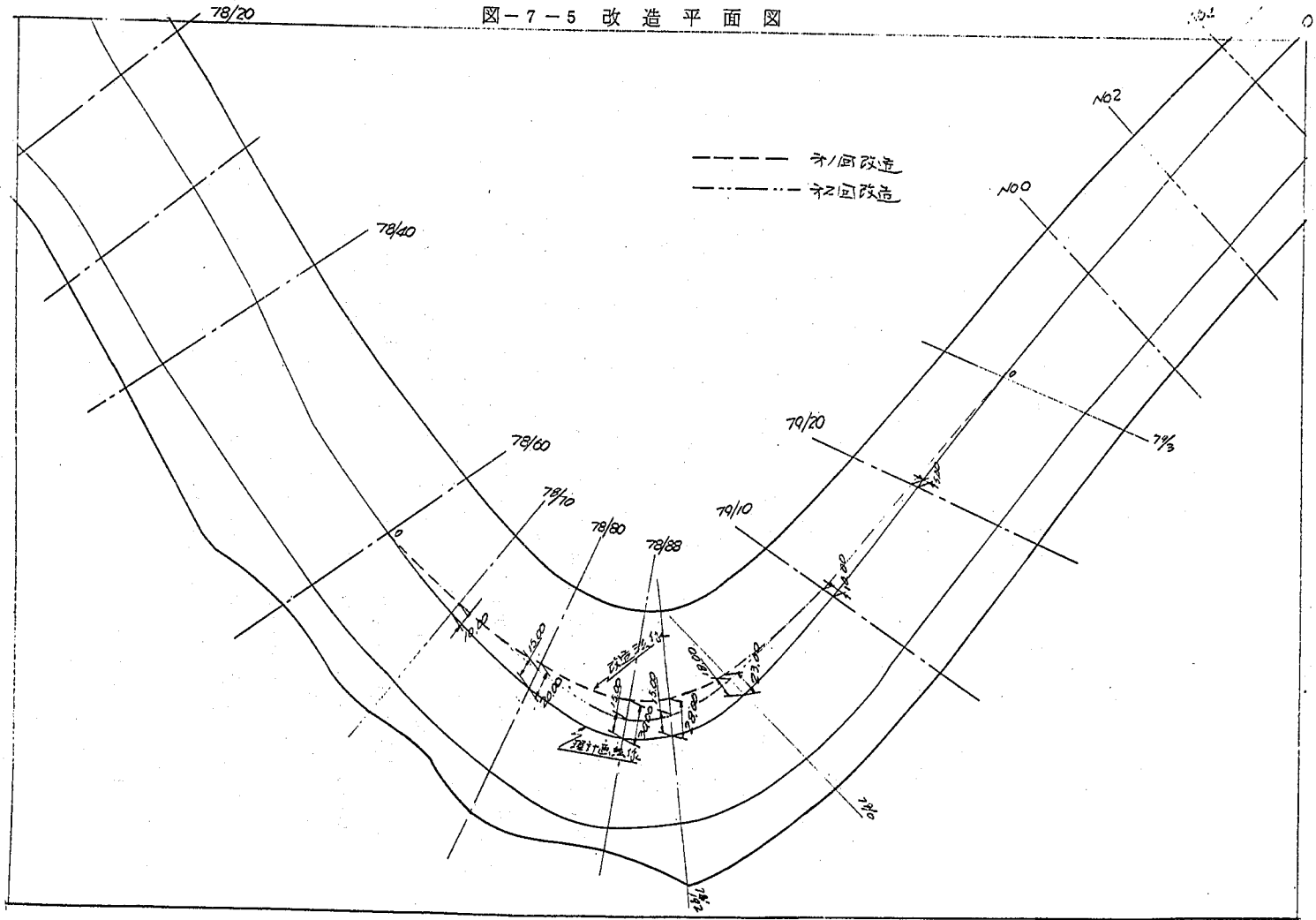
したがって高水敷上の流れを小さくして高水敷の安全を計り、また死水域、逆流域をなくして有効疏通断面を求めて低水路および堤防法線を決定するために、彎曲部の高水敷を改造して検討を行った。改造平面図を図-7-5 に示すが改造法線の決定方法は実験 5-1 の流況図 (図-7-4-1) および流速分布図 (図-7-3-1) 等より求めた。

2)-1 改造-1、実験 5-4

流速分布については、79.2 km 右岸側低水路肩で平均流速は約 10 % 程度改造前より遅くなっているが、右岸堤防寄りにはほとんど改造前と変わらない。79.10 km 低水路肩で約 8 % 改造前より遅くなっており、堤防寄りにはほとんど変わらない。78.92 km ~ 78.7 km 間は低水路肩附近で 50 % 程度、また右岸堤防寄りも 50 % 程度それぞれ改造前より遅くなっている。流速分布を図-7-6-1、図-7-6-2 に示す。

流況は図-7-7 に示すように、彎曲部左右岸には死水域または逆流域が生ずる。高水敷上 78.8 km 附近より 78.7 km 間には遅い流れがあり、低水路右岸肩附近には逆流または渦を生じる。

图-7-5 改造平面图



水位は図-7-8、表-7-1に示す。水門より上流においてNo.6~79.2 km 間は実験5-1の水位よりも0.2 m程度低下するがその他の箇所もわずかに低くなる程度である。

2)-2 改造-2、実験5-4

改造-2では、改造-1の実験結果より判断して図-7-5に示すような法線を決定した。これは改造-1では低水路右岸肩で逆流や小さな渦を生じているため、低水路をやや上げすぎたように思われた。したがって改造-2では、計画案と改造-1の中間ぐらいな低水路法線をセットした。

まず流速分布から述べると、結果を図-7-9-1、図-7-9-2に示すが79.2 km ~ 79.1 km 間の低水路肩より右岸寄り、改造-1よりやや遅くなっているが78.920 km より下流は低水路肩で20~30% ぐらい速くなるが高水敷上はあまり速い流れはみられない。

流況は $Q_0 = 2,700 \text{ m}^3/\text{s}$ の場合図-7-10に示すように、右岸側の死水域はみられなくなり低水路肩附近の逆流またはうずの現象もなくなった。

水位は図-7-8に示すように改造-1とほとんど変動はない。

なお、水位については、水門位置で限界水深の発生する場合上流域の水位と水門敷高をT.P. 172.50 m に嵩上げした場合の背水の影響を調べた。結果を図-7-8-1、図-7-8-2、表-7-2、表-7-4に示す。水門で限界水深を与えた場合の水位は図-7-8に示すように実験5-1とほとんど同じ水面形を示す。水門敷高をT.P. 172.50 m に嵩上げた場合は、80.40 km 附近より上流では計画洪水位以下になり、計画洪水位の水面こう配 $i = \frac{1}{1,460}$ よりゆるく $i = \frac{1}{1,527}$ とややゆるくなり水位的に一番上昇するのは水門位置で230 m ぐらいで、計画堤防高まであと0.5 m の余裕がある。

さらに水門敷高をT.P. 172.50 m 一定として、流量を2,700、2,300、1,800、1,300、900、500 m^3/s の6種類に変化させて、水門敷上、水門+50 m、78.200 km の3地点での水位変化を調べた。図-7-8-2と表-7-4に示すように水門位置No.3の水位はどの流量に対しても上流よりは高くはならない。水門位置No.3とNo.3+50 m 断面の水位を比較すれば、流量が減少するにつれて水面こう配がゆるやかになる傾向にある。またNo.3+50 m と78.20 km と比較すれば流量が2,700 m^3/s 、1,800 m^3/s では水面こう配がゆるくなるが $Q_0 = 2,300 \text{ m}^3/\text{s}$ は逆こう配となるが、流量が1,300 m^3/s 、900 m^3/s 、500 m^3/s と減少するほど水面こう配が急になる傾向になる。

表-7-2は改造-1における高水敷上の流量を流速分布より推定したものであるが、最も多く流れているところでは $Q_1 = 443 \sim 523 \text{ m}^3/\text{s}$ である。

3) 流砂実験 実験5-5

固定床実験は、流れの場が固定された状態において流況を把握する上ですぐれているが、実際河川では河床が変動し、その流れの場は時々刻々と変化するはずである。

一般的に分流点や合流点附近は土砂の移動により、洗掘や堆積の現象が生じ、計画の分流量が得られず、また合流点の調整が困難な場合がある。さらに彎曲部附近水衝部の深掘れと対岸

の土砂堆積等の現象はよく見かける。

川内川湯之尾地区改修計画の分水路案では、分流や合流または彎曲部などがある。捷水路案についても彎曲部や水門附近の分流がある。したがってこれらの問題は、土砂の動きを考慮する移動床模型によって解決を試みるのが最も望ましい。

しかし、種々の流量と河道法線の組合せの問題をはじめとして、分水路案や捷水路についてすべて移動床によって究明することは時間的にも、経済的にも大変である。そこで今回は、完全な移動床模型とはせずに、固定床実験でしぼられてきた捷水路案（改造-2）について河床の洗掘、堆積傾向のみを推定する方法として流砂実験を行った。

実験方法は、80.6 km断面で規定粒径の河床材料を投下し、補給砂は下流の土砂輸送状態を見ながら行った。

実験流量は $Q_0 = 2700 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $1800 \text{ m}^3/\text{s}$ として各々3時間通水した。結果を図-7-12、図-7-13に示すが図中の数字は河床からの高さである。（現地換算値）

なお、河床材料の選定には、現地と模型との掃流力と限界掃流力の比が等しくなるような河床材料を求めた。現地の河床材料の平均粒径 $d_m = 10.95 \text{ mm}$ を用いて $1/50$ 模型での粒径を算定すると模型粒径は約 0.31 mm となるが、材料入手の関係から実際に使用したものは $d_m \div 0.40 \text{ mm}$ である。

$Q_0 = 2700 \text{ m}^3/\text{s}$ の場合、80.4 ~ №.0 間左岸寄りでは $2.0 \sim 2.50 \text{ m}$ ぐらい堆積しており、落筋は右岸寄りに発生する。彎曲部79.10 km附近は河幅全体にわたり $0.1 \sim 0.5 \text{ m}$ ぐらい堆積しており深掘れの箇所はみられないが、78.88 ~ 78.80 km間ではこの附近が水衝部になるため左岸寄りにはかなりの深掘れが発生すると思われる。対岸の右岸側では約 3.0 m ぐらいではば高水敷の高さまで堆積している。高水敷上低水護岸肩附近は $1.0 \sim 2.50 \text{ m}$ 程度堆積しており、この附近の洗掘の兆候は全くみられない。

78.8 kmより下流78.2 kmまでの低水路右岸寄りではほとんど 1.0 m 以下の堆積量を示している。

滝への流入口ではせいぜい 0.2 m ぐらいしか堆積していないが、この附近は死水状態となっているためほとんど土砂の移動はないと思われる。

水門下流77.4 km左岸低水護岸法尻附近では $0.5 \sim 0.75 \text{ m}$ 程度堆積しており、この附近の洗掘のおそれはあまりないと思われる。右岸側は浮遊による堆積と思われるものがわずかにあるのみである。

水門下流の護床工は図-7-1から判断すれば77.4 km附近までは必要と思われる。

全川のみにみれば上流からの主流が№.6右岸側に当り、これよりまっすぐ流下して78.88 km左岸側に当り水衝部をつくっている。これより下流は左岸沿いに流れている。

したがって堆積の傾向としては、彎曲部までは左岸側に、彎曲部より下流は右岸側にそれぞれ堆積する。

$Q_0 = 1800 \text{ m}^3/\text{s}$ の場合では、80.4 ~ №.10 km左岸側で $0.7 \sim 1.5 \text{ m}$ 程度堆積しており、 $Q_0 =$

2700 m^3/s の場合より 20 ~ 30 % 低くなっている。No. 7 ~ No. 4 km 間は 2.5 m ぐらいの堆積高があり、これは $Q_0 = 2700 m^3/s$ の場合でも最も堆積したところでもある。最も彎曲している 78.92 km の兩岸には流砂の堆積はほとんどみられなく、78.88 km より下流では右岸低水路肩沿いに堆積している。

4) 湯之尾本川流入口の検討

捷水路案では湯之尾本川への流入は、原則として洪水時は流入させないという方針である。しかし、本川への流入流出口を締切ったとしても旧川の内水排除や浄化については、何らかの方法で対策を講じなければならない。

よって実験的には流入、流出口を適当な断面に仮定して旧川への流入量を推定してみた。

断面は図-7-11 に示すように流入、流出口と同じとした。結果は表-7-3、図-7-11 に示すが、流入口で約 $82 m^3/s$ である。旧川内の流れはほとんど $V = 1.0 m/s$ 以下であるが、旧川の水位が 79.8 Km 附近でわずかに越える。したがって旧川の水位を下げるには流出口の断面を大きくすればよい。ちなみに旧川の 79.4 Km の水位は T.P 178.70 m、下流本川 79.34 m 附近の水位は T.P 178.0 m ぐらいである。

さらに分派口（流入口）の流入幅を 20 m の矩形断面とし、下流合流点（流出口）は自然合流とした場合と流入流出口を自然分合流させた場合とについて旧本川の水位と流速、流況の検討を行った。結果を図-7-15 ~ 図-7-17、表-7-4 ~ 表-7-6 に示し、改造図は 7-14 に示す。

両ケースの場合とも水位的にはどの個所でも現況堤防高よりも低く、最も条件の悪い 80.0 Km 断面でも現況堤防まで約 0.2 m ぐらい余裕がある。また流入口を幅 20 m の矩形断面で規制した場合には流入口前後で約 0.3 m の水位差が生ずるが、全然規制しない場合では、流入口前面よりも旧本川へ流入した 80.2 Km 断面で 0.15 m 上昇する。

流入口附近の流況は図-7-14 に示すように、主流は流入口に規制物がある場合には流入口の左岸側に当り、流入口-15 m 断面左岸沿いに流下し、80.2 Km 附近で右岸に当る。さらにこれより下流 50 m 附近でまた左岸側に当る。

流入口直下流兩岸附近には死水域が発生する。規制物がない場合の主流は流入口左岸沿いに流下して 80.10 Km 附近まで流下する。80.400 Km 右岸寄りには死水状態となる。

流速分布をみると、流入流出口を規制しない場合、流入口より 80.2 Km 附近までの左岸寄りに速い流れがみられ、流入口左岸寄りでは $V_{max} = 3.5 m/s$ の流れがある。

また流入口を規制した場合、幅 20 m の矩形断面内では $V_{max} = 3.4 m/s$ 流入口より 15 m 下流では $V_{max} = 3.6 m/s$ 、さらに 80.2 Km では $V_{max} = 2.9 m/s$ ぐらいになりやや減勢される。

これらの流速分布より旧本川への分流量を推定すると、流入流出口に規制物を設けない自然分流の場合では $Q_0 = 523 m^3/s$ で計画断面 $Q_0 = 697 m^3/s$ より $17 m^3/s$ 少い。また流入口のみ幅 20 m の矩形断面の規制物を設けた場合は $Q_0 = 215 m^3/s$ 分流する。

5) 捷水路案実験結果の要約

捷水路案における実験結果を要約すれば次の通りである。

- 1) 彎曲部の低水路法線は改造-2 (実験5-4) の法線形状が望ましい。
- 2) 彎曲部の水衝部 (左岸側) の河床はかなり洗掘されるおそれがある。内側は約 3.0 m 程度堆積しており洗掘のおそれはない。したがって彎曲部外側は 78.92 Km より 78.8 Km に亘っては、低水護岸の根入れは十分に施工し、さらに高水護岸も施工する必要がある。
- 3) 滯筋の発生は、彎曲部を境にして上流側は右岸沿いに、下流は左岸沿いに発達する。
- 4) 湯之尾滝流入口 (右岸側) では土砂の移動はほとんどないと思われるので、滝への導水路を残し、他箇所は埋立てても水理的にはあまり影響はないと思われる。
- 5) 水門直下流の河床はかなり洗掘が予想されるので河床の保護は堅固にする必要がある。

8 結 論

川内川湯之尾地区模型実験について、計算による検討および固定床模型で分水路案と捷水路案等について検討を行った。これらの検討の結果、次のようなことが明らかにされた。

- 1) 水理上の分流点および合流点の求め方は、平面図を参考にして 2)-2 で述べた方法により、各々 80.4、79.2 Km 断面を推定した。

またこれらを模型実験により検証する方法としては、分流点および合流点附近の水位と流速分布を測定し、横断的に水位またはエネルギー水頭が一樣になる断面を分合流点とする方法である。ここでは横断的に水位が一樣になる断面を分合流点として各々 80.4 Km、79.2 Km 断面が選ばれたが、80.4 Km の横断的な水位差は 0.125 m、79.2 Km で 0.3 m である。

また、流況図より分流境界を推定して流速分布図より分流量を推定すると、分流点 80.4 Km 断面で $747 \text{ m}^3/\text{s}$ 、合流点 79.2 Km 断面で $564 \text{ m}^3/\text{s}$ それぞれ旧本川へ流入するが、両者の間にはかなりの差がある。これは分流境界を正確に判定しにくいのと流速測定間隔の密度によるものと思われる。

また計算による分流量は湯之尾市街地本川へ $Q_1 = 598 \text{ m}^3/\text{s}$ 、分水路へは $Q_2 = 2,102 \text{ m}^3/\text{s}$ それぞれ流下している。

実験値は平均値で $Q_1 = 697 \text{ m}^3/\text{s}$ 、分水路 $Q_2 = 2,088 \text{ m}^3/\text{s}$ であり合計流量は $2785 \text{ m}^3/\text{s}$ となった。計算では分流点位置やエネルギー高および流速分布、あるいは局所的なエネルギー損失などを正確に考慮することが困難であり、実験では粗度係数、断面形、流量、下流端水位などの与え方による誤差および測定誤差などが入る。実験総流量 $2785 \text{ m}^3/\text{s}$ は $2700 \text{ m}^3/\text{s}$ に対し、約 3% の誤差である。これを補正すると、流量はそれぞれ $675 \text{ m}^3/\text{s}$ 、および $2025 \text{ m}^3/\text{s}$ 程度となる。

- 2) 分水路案において、湯之尾市街地本川 79.8 Km ~ 分流点 80.4 Km および分水路 No. 11 ~ 分流点 80.4 Km 間の水位は、水門 4 門および 2 門の場合でも計画洪水位を各々 0.1 ~ 0.6 m、0.1 ~ 0.4 m 越えるので、これらを計画洪水位以下にするためには湯之尾市街地本川側河床を切り下

げるかまたは分水路河道を大幅に拡幅しなければならない。

- 3) 分水路案において、合流点 79.2 Km 附近の流況は水門 4 門の場合では跳水現象が生じこの附近の河床洗掘が予想される。これは湯之尾本川側と分水路側との河床の高低差が約 3.5 m で本川側の河床が高く本川側から低下背水の水面形で流下しているためと思われる。

また 2 門の場合は水門のせき上げにより分流点附近の水位が約 0.5 m 程度上昇するため、この附近の流況はかなりよくなっているが、流速は 79.1 Km 断面で $V_{max} = 6.1 \text{ m/s}$ (4 門は測定していない)、4 門の場合と同様に洗掘が予想される。

- 4) 水門規模については、4 門の場合では $Q_0 = 2,700 \text{ m}^3/\text{s}$ 両端の 2 門からの流下は少なく中央の 2 門からほとんど流下している。2 門の場合では計画洪水流量 $Q_0 = 2,700 \text{ m}^3/\text{s}$ で兩岸高水敷肩 (T.P 175.85 m) まで水位 ($H = 175.74 \text{ m}$) が上昇するが、疏通能力は 2 門でも十分である。

位置については、流況より判断して捷水路案に示す図 7-4-1 の位置が望ましい。これは左岸側堰柱は固定して右岸側堰柱を上流側へ 4 m 移動したものである。

- 5) 彎曲部附近 78.6 ~ 79.2 Km 間において、水位的に計画洪水位対して、地建案 (実験 1-1 水門 4 門) で約 1.20 m 低く、水門 2 門の場合でも約 0.7 m 低い。とくに 78.8 Km 右岸側の高水敷堤防寄りには流速が遅く、死水域および逆流域の箇所もある。したがってこの附近の水理的に最も有利な低水路法線および堤防法線は実験 5-4 (改造-2) の法線とすることが望ましい。

(図-7-5 参照)

- 6) 分水路案については湯之尾市街地本川側の用地確保や家屋の移転等に多額の費用を要する。捷水路案では用地や家屋の移転問題等は比較的スムーズに解決できると思われ、水理的にも捷水路案が難点が少ない。

- 7) 分水路案の場合には、分流点附近には土砂堆積の懸念もあり、合流点附近本川側 79.4 km 直下流では流れがかなり速く、河床洗掘が十分に予想されるのでこの附近の護床工は堅固に施工しなければならない。

- 8) 彎曲部の水衝部 (左岸側) の河床はかなり洗掘されるおそれがあり、内側は約 3.0 m 程度堆積しており洗掘のおそれはない。したがって彎曲部外側 78.92 km ~ 78.8 km にわたっては、低水護岸の根入れは十分に施工し、さらに高水護岸も施工する必要がある。また短い透過水制工を設置して土砂の堆積を促進させるのも一方法であろう。

- 9) 落筋の発生は、彎曲部を境にして上流側は右岸沿いに、下流は左岸沿いに発達するであろう。

- 10) 水門下流 130 m 附近までの高水敷上には $V_{max} = 3.70 \text{ m/s}$ ぐらいの速い流れがみられるため、兩岸ともこの附近までは低水および高水護岸を施工する必要がある。またこれより下流右岸については 77.2 km 附近で $V_{max} = 3.05 \text{ m/s}$ ありかなり速い流れがわたるので約 77.0 km 附近まで十分な護岸を考えておく必要がある。

さらに護床工は落差工構造とし、3.0 m ぐらいは堅固なエプロンが必要である。しかしその下流も無保護では大きな局所洗掘が予想されるのでかなりの区間にわたって保護をしなければならない。また、水門敷高を上げる場合には射流の発生がみられるようになるので短い区間で跳

水を起させる構造とする必要があろう。

- 11) 捷水路案の場合、湯之尾市街地旧本川との分合流点（流入流出口）の形態を3ケースについて検討を行い次のようなことがわかった。（なお旧本川は現況河道で、対象流量は計画洪水流量 $Q_0 = 2,700 \text{ m}^3/\text{s}$ である。）

まず流入流出口を底辺13.0m法こう配1:0.5の台形断面を仮定した場合、計画洪水流量 $Q_0 = 2,700 \text{ m}^3/\text{s}$ に対し約 $82 \text{ m}^3/\text{s}$ 流入し、旧本川内の流れは $V = 1.0 \text{ m/s}$ 以下であるが水位的には79.8km附近でわずかに現況堤防高を越えている。これは流出口を規制しているため、この規制物のせき上げで水位が高くなるものと思われる。

次に分派口（流入口）の流入幅を20mの矩形断面とし下流合流点（流出口）は自然合流とした場合と流入流出口を自然分合流させた場合とでは、両ケースの場合とも水位的には現況堤防高を越えることはない。また流入口のみを幅20mの矩形断面で規制した場合には流入口前後で約0.3mの水位差を生ずるが、流入流出口を全然規制しない場合では流入口前面よりも旧本川へ流入した80.2km断面で0.15m上昇する。流出口旧本川79.4kmと本川79.2kmとの水位差は両ケースの場合とも約0.4mあり、旧本川流出口は下流本川の水位の影響は受けない。

また流入口では、規制物がある場合とない場合とも左岸側に速い流れがみられる。規制物がある場合直下流15m附近で $V_{max} = 3.6 \text{ m/s}$ 、80.2kmでは $V_{max} = 2.9 \text{ m/s}$ ぐらいやや減勢され、この附近までは護床工を設け、とくに左岸側の護岸は堅固に施工する必要がある。なお分流量は、流入幅20mの矩形断面を設けた場合は $Q_1 = 215 \text{ m}^3/\text{s}$ 、流入流出口を自然状態にした場合は $Q_1 = 523 \text{ m}^3/\text{s}$ それぞれ分流する。

- 12) 水門敷高は河床より多少突出させることはできる。また土砂の堆砂、フラッシュ等は計算により予想することができ、実験は不必要であらう。

あとがき

この報告書は昭和48、49年度の2ケ年間に土木研究所篠崎試験所において実施された、川内川湯之尾地区の滝バイパス河道に設置する水門の位置と断面形状および湯之尾市街地の分流路と捷水路等に関する実験結果をとりまとめ報告したものである。

なお現地調査および資料の提供は、九州地方建設局川内川工事事務所調査課長秦技官、計画係長上杉技官、村松技官（現九州地建企画課企画係長）、重松技官（現九州地建筑後川工事事務所）の多大な功献があった。

実験の計画、実験指導および解析には下記のものが当り、実験実施は建設技術研究所が行った。

（文責 池辺）

河川部長	土 屋 昭 彦
河川研究室室長	須 賀 堯 三
篠崎試験所前所長	松 山 宣 信
篠崎試験所所長	藤 本 成
河川研究室	池 辺 豪

図-7-2-1 水位縦断図(実験値)

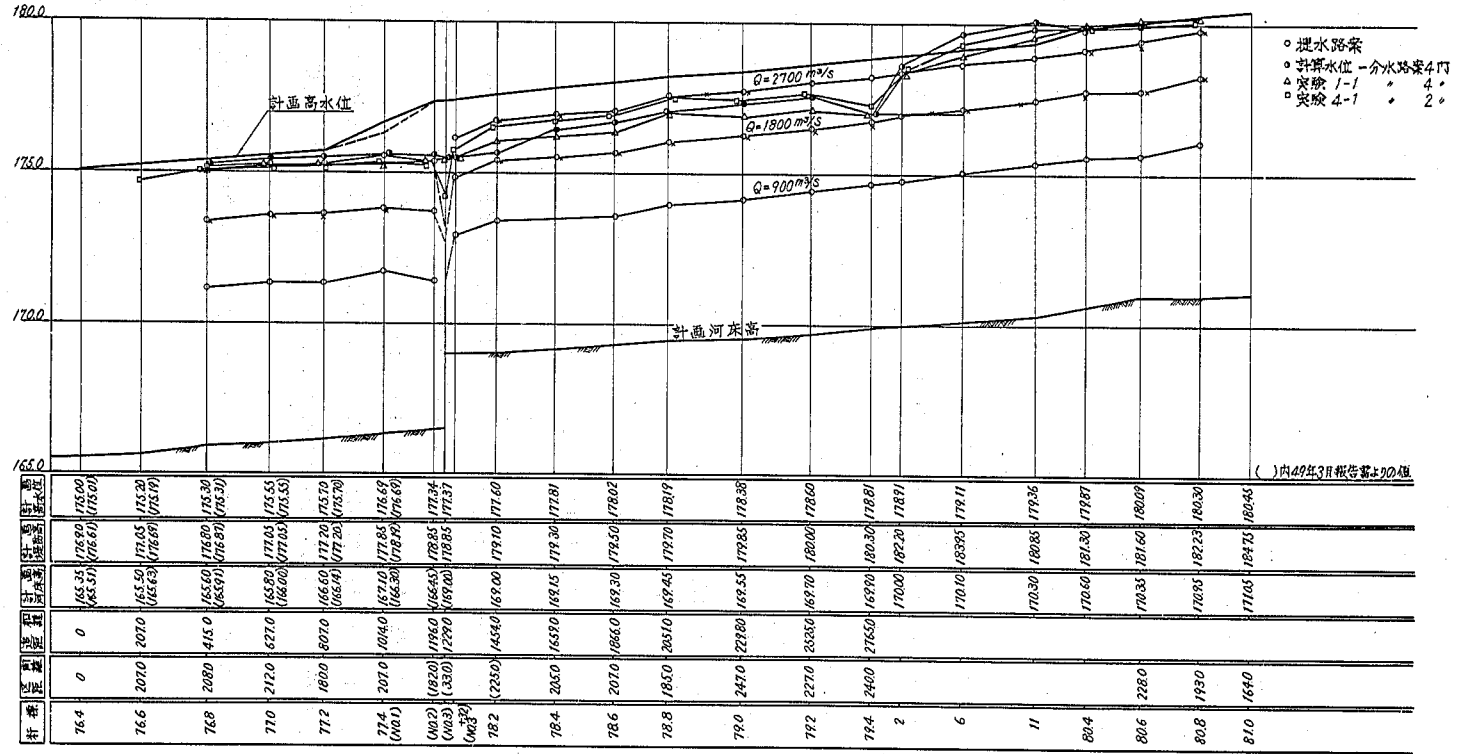
[illegible]

図-7-2-2 H~Q 曲線図

実験 NO.1

注) $H_1: 782^{\text{K}}$ (左岸 100m, 右岸 102.5m)

$H_2: 791^{\text{K}}$

$H_3: 804^{\text{K}}$

H_1, H_2, H_3 とし低水路
ヤルで測定

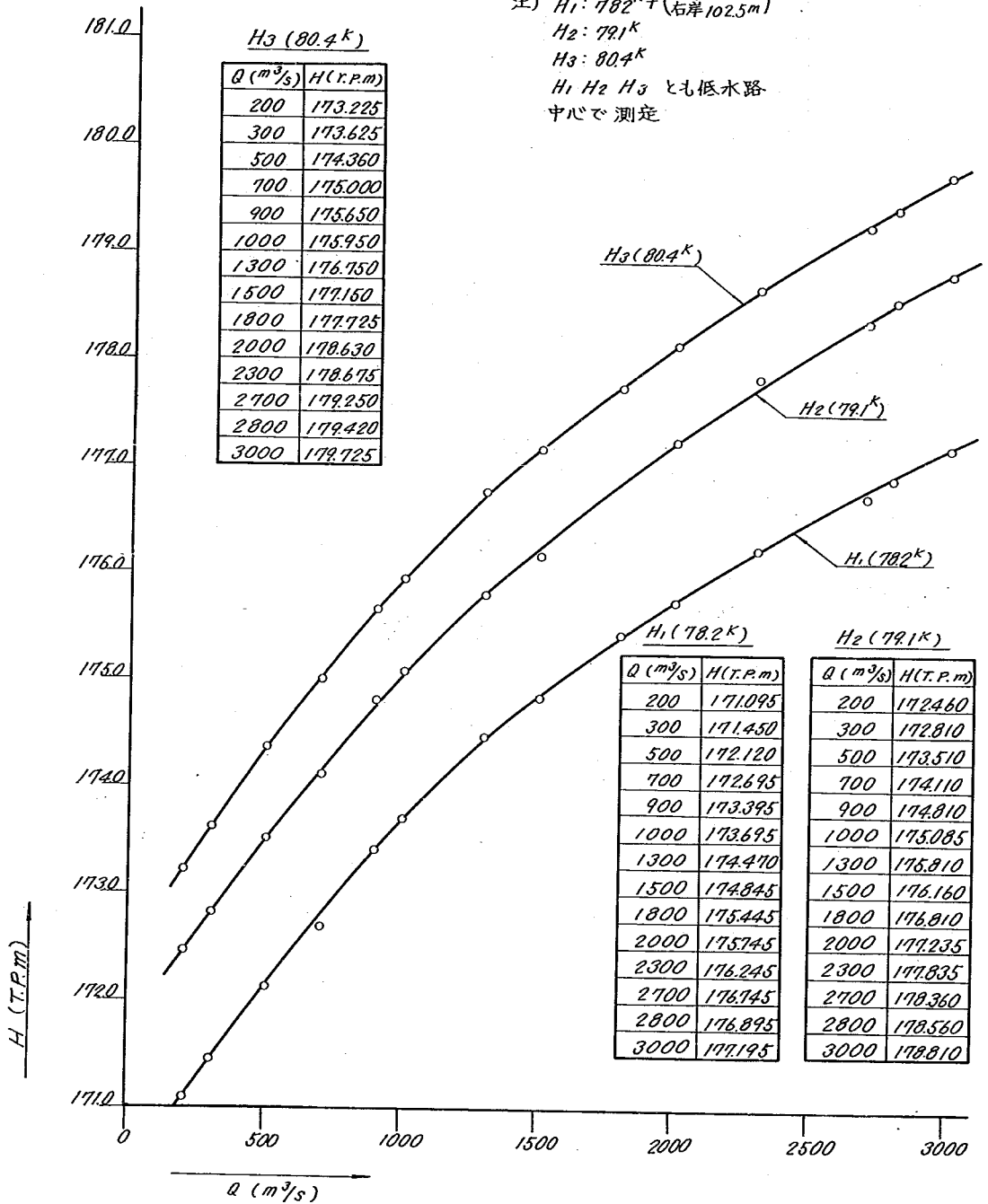


図-4-7-3 合流点付近の水位計算結果

実験 NO.2

注) H_2 は 782 $^{\circ}$ 上流 (左岸 100m, 右岸 107.5m)

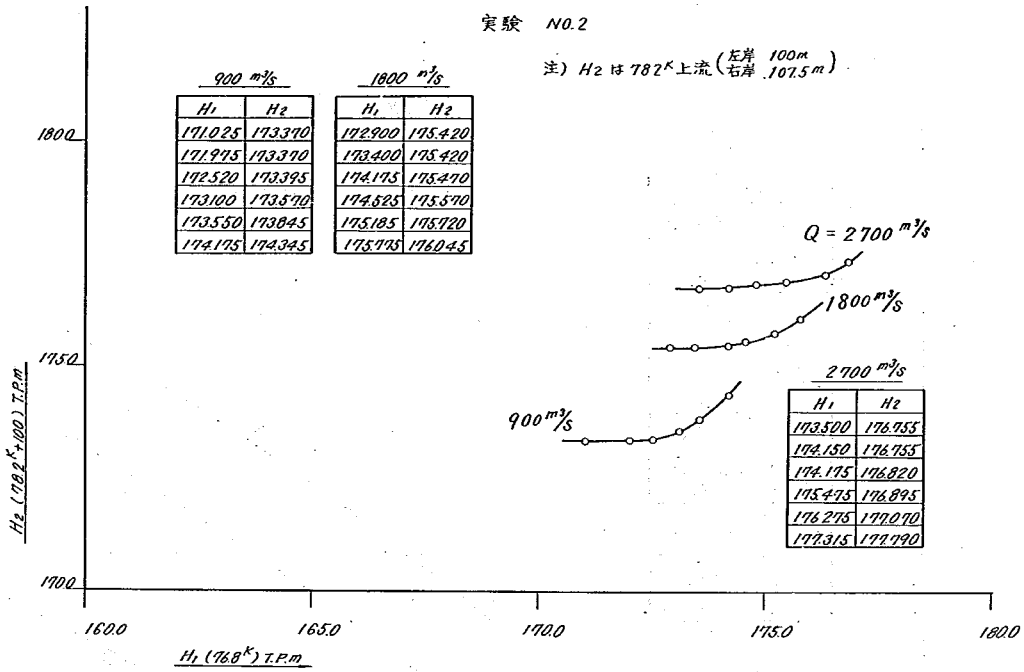


図-7-8-1 水位縦断面図

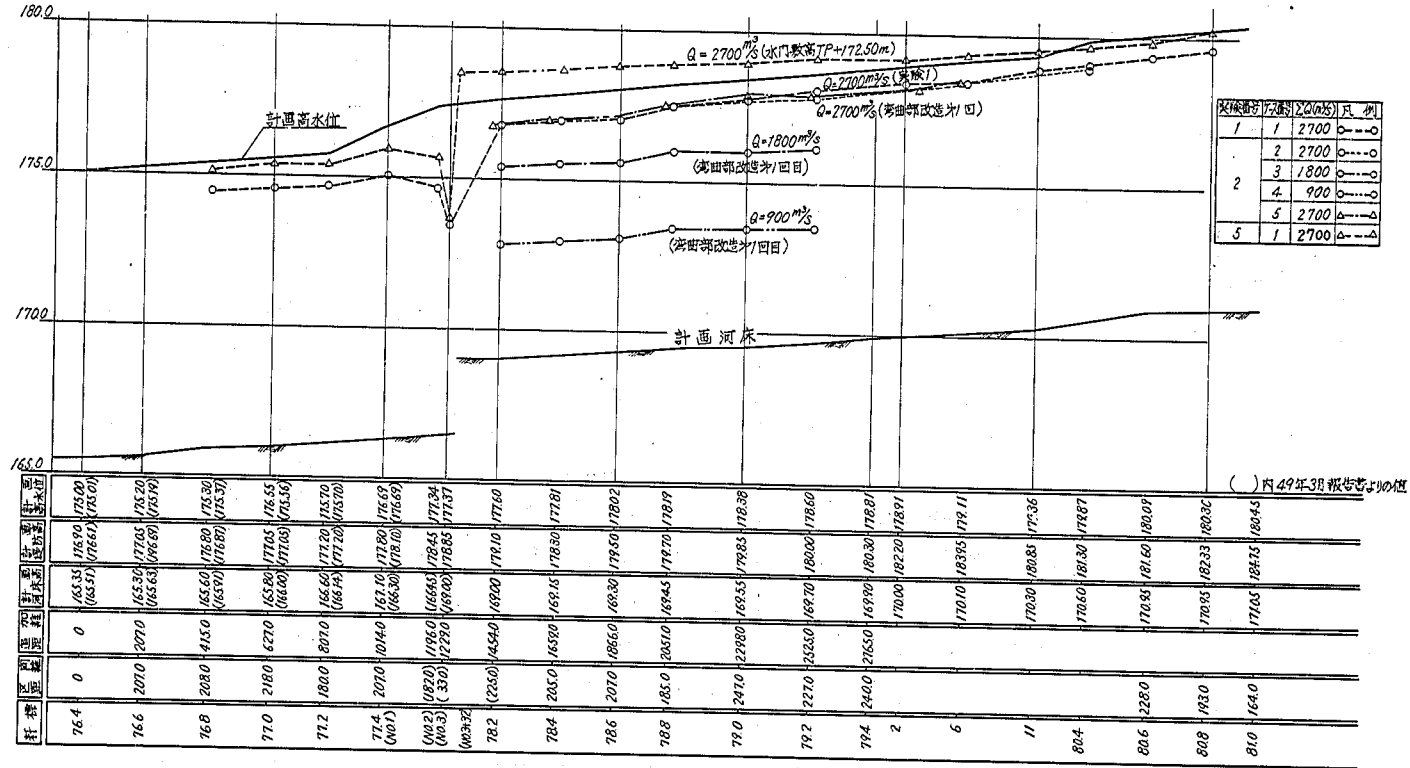
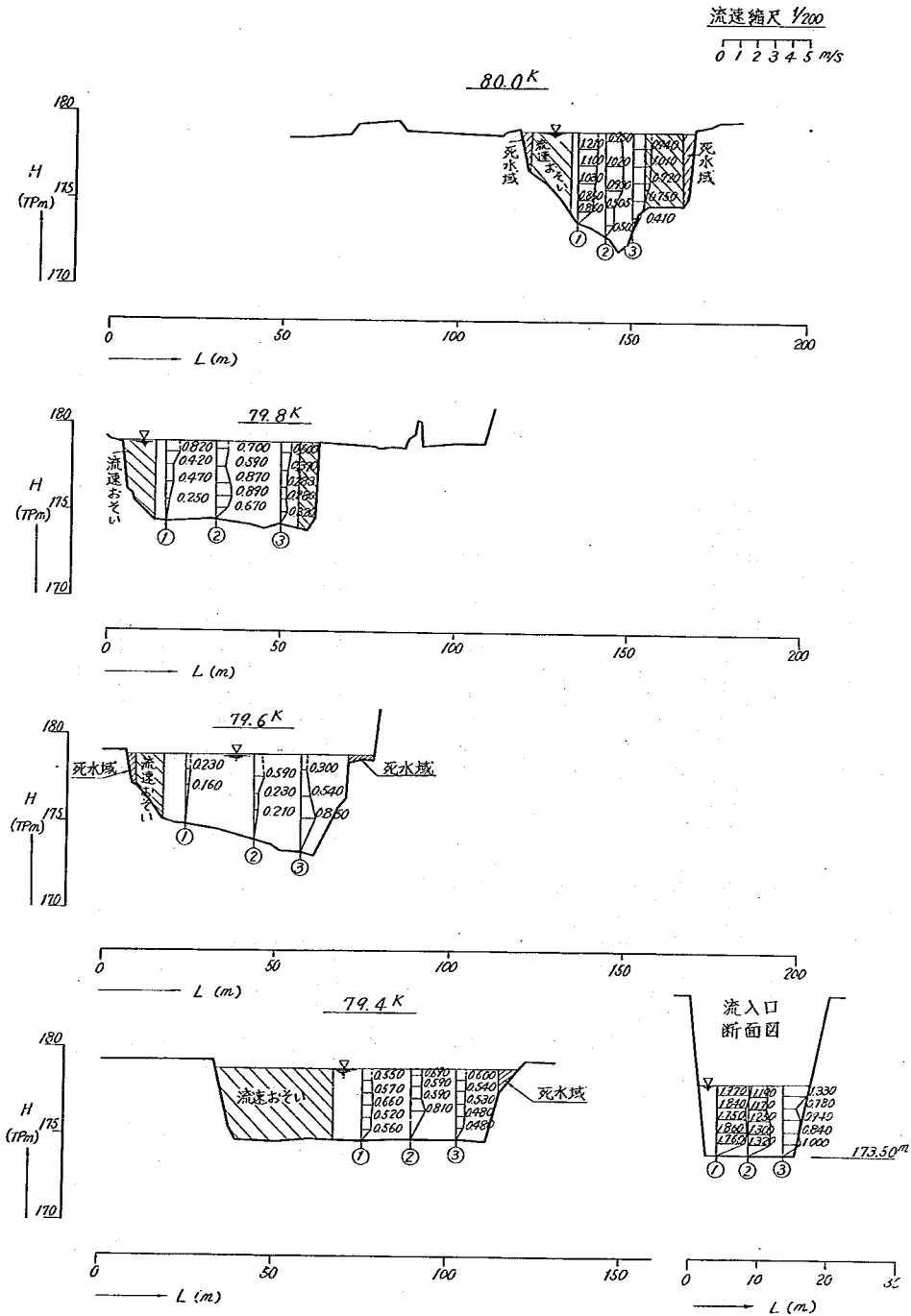


図-7-11-2 本川流速測定図



表, 図 面 集

4 門

○水 位 表

○流速分布図

○流 況 図

表-6-1-1-1 水位測定値表

実験番号 Ⅱ 1 ケース 1

河川名	実験条件		$\Sigma Q = 2700 \text{ m}^3/\text{s}$ $H_{76.8k} = T.P. + 175.041 \text{ m}$					
	分流量	断面点	1	2	3	4	5	平均水位
本川		80.8	—	—	—	—	—	—
		80.6	—	—	—	—	—	—
		80.4	180.050	180.050	179.875	—	—	179.992
現河道		80.2	180.100	180.095	180.150	—	—	180.115
		80.0	179.600	179.650	179.760	—	—	179.670
		79.8	179.375	179.425	179.400	—	—	179.400
		79.6	178.900	178.840	178.650	—	—	178.797
		79.4+35m	177.640	177.500	177.660	—	—	177.600
		79.4	177.070	175.650	177.040	—	—	176.580
分水路		Ⅱ 11	179.560	179.550	179.550	—	—	179.553
		Ⅱ 6	178.800	178.825	179.150	—	—	178.925
		Ⅱ 2	178.275	178.250	178.455	—	—	178.327
		Ⅱ 0	176.960	176.850	177.075	—	—	176.962
本川		79.2	177.200	177.050	177.125	—	—	177.125
		79.0	177.150	176.900	176.650	—	—	176.900
		78.92	177.525	176.875	176.650	—	—	177.016
		78.8	177.475	176.875	176.675	—	—	177.008
		78.6	176.300	176.400	176.400	—	—	176.366
		78.4	176.200	176.200	176.250	—	—	176.216
		78.2	175.850	176.200	176.200	—	—	176.083
附滝近		78.0	176.390	176.400	176.315	—	—	176.368
		77.8	176.075	176.075	176.150	—	—	176.100
水附門近		Ⅱ 3+25m	175.370	175.480	175.653	—	—	175.501
		Ⅱ 3	175.340	175.500	175.590	—	—	175.476
		Ⅱ 2	175.250	175.475	175.600	—	—	175.441
本川		77.4	175.175	175.325	175.300	—	—	175.266
		77.2	175.225	175.250	175.275	—	—	175.250
		77.0	175.150	175.250	175.225	—	—	175.208
		76.8	175.000	175.075	175.050	—	—	175.041
		76.6	174.700	174.710	174.725	—	—	174.711

表-6-1-1-2 水位測定値表

実験番号 No. 1 ケース 2

河川名	実験条件		$\Sigma Q = 1800 \text{ m}^3/\text{s}$ $H_{76.8k} = T.P. + 173.500 \text{ m}$ 上流分流量点改造					
	分流量	断面点	1	2	3	4	5	平均水位
本川		8 0.8	178.850	178.900	179.000	—	—	178.916
		8 0.6	178.810	178.800	178.700	—	—	178.770
		8 0.4	178.725	178.710	178.725	—	—	178.720
現河道		8 0.2	178.660	178.750	178.750	—	—	178.720
		8 0.0	178.300	178.400	178.400	—	—	178.386
		7 9.8	178.100	178.150	178.175	—	—	178.141
		7 9.6	177.550	177.450	—	—	—	177.500
		7 9.4 + 35 m	176.325	176.225	—	—	—	176.275
		7 9.4	175.450	175.450	—	—	—	175.450
分水路		No. 11	178.300	178.300	178.100	—	—	178.233
		No. 6	177.375	177.525	177.790	—	—	177.563
		No. 2	—	—	—	—	—	—
		No. 0	175.760	175.650	175.650	—	—	175.686
本川		7 9.2	175.600	175.420	175.500	—	—	175.513
		7 9.0	175.750	175.675	175.285	—	—	175.553
		7 8.9.2	175.975	175.725	175.400	—	—	175.683
		7 8.8	175.915	175.680	175.430	—	—	175.675
		7 8.6	175.270	175.325	175.240	—	—	175.270
		7 8.4	175.025	175.025	175.075	—	—	175.041
		7 8.2	174.725	175.000	175.100	—	—	175.174
附滝近		7 8.0	—	—	—	—	—	—
		7 7.8	175.000	175.125	175.050	—	—	175.058
水門附近		No. 3 + 25 m	174.425	174.450	174.525	—	—	174.466
		No. 3	173.685	173.275	174.350	—	—	173.770
		No. 2	—	—	—	—	—	—
本川		7 7.4	173.685	173.675	173.915	—	—	173.758
		7 7.2	173.650	173.655	173.725	—	—	173.676
		7 7.0	173.625	173.625	173.715	—	—	173.655
		7 6.8	173.500	173.500	—	—	—	173.500
		7 6.6	173.175	173.175	173.275	—	—	173.200

表-6-1-1-3 水位測定値表

実験番号 2

河川名	実験条件		$\Sigma Q = 2700 \text{ m}^3/\text{s}$ $H_{76.8k} = T.P. + 175.066 \text{ m}$					
	分流量	断面点	1	2	3	4	5	平均水位
本川		80.8	180.025	180.075	180.125	—	—	180.075
		80.6	179.925	179.925	179.900	—	—	179.916
		80.4	179.850	179.825	179.900	—	—	179.858
現河道		80.2	179.825	179.730	179.900	—	—	179.818
		80.0	179.425	179.525	179.530	—	—	179.493
		79.8	179.200	179.225	179.325	—	—	179.250
		79.6	178.350	178.430	178.625	—	—	178.468
		79.4+35m	177.275	177.325	177.475	—	—	177.358
		79.4	176.525	176.525	176.475	—	—	176.508
分水路		No. 11	179.625	179.625	179.675	—	—	179.641
		No. 6	178.450	178.700	178.925	—	—	178.691
		No. 2	178.075	177.975	178.000	—	—	178.016
		No. 0	176.675	176.725	176.735	—	—	176.711
本川		79.2	176.875	176.600	176.950	—	—	176.808
		79.0	—	—	—	—	—	—
		78.92	—	—	—	—	—	—
		78.8	—	—	—	—	—	—
		78.6	—	—	—	—	—	—
		78.4	—	—	—	—	—	—
		78.2	—	—	—	—	—	—
附滝近		78.0	—	—	—	—	—	—
		77.8	—	—	—	—	—	—
水門附近		No. 3+25m	—	—	—	—	—	—
		No. 3	—	—	—	—	—	—
		No. 2	—	—	—	—	—	—
本川		77.4	—	—	—	—	—	—
		77.2	—	—	—	—	—	—
		77.0	—	—	—	—	—	—
		76.8	175.075	175.025	175.100	下流水位		175.066
		76.6	—	—	—	—	—	—

表-6-1-1-4 水位測定値表

実験番号 3

河川名	断面 流量	実験条件 測点	$\Sigma Q = 2700 \text{ m}^3/\text{s}$ $H_{76.8k} = T.P. + 175.040 \text{ m}$					
			1	2	3	4	5	平均水位
本川		80.8	180.050	180.050	180.150	—	—	180.080
		80.6	180.100	180.000	179.950	—	—	180.020
		80.4	179.900	179.950	179.900	—	—	179.920
現河道		80.2	179.850	179.820	179.960	—	—	179.880
		80.0	179.410	179.470	179.650	—	—	179.510
		79.8	179.200	179.300	179.320	—	—	179.270
		79.6	178.350	178.570	178.800	—	—	178.570
		79.4+35m	177.200	177.350	177.470	—	—	177.340
		79.4	177.200	176.650	177.100	—	—	176.980
分水路		No 11	179.950	179.890	180.050	—	—	179.960
		No 6	179.250	179.410	179.550	—	—	179.400
		No 2	178.550	178.420	178.550	—	—	178.510
		No 0	177.200	177.140	177.100	—	—	177.150
本川		79.2	177.300	177.300	177.250	—	—	177.280
		79.0	—	—	—	—	—	—
		78.92	177.590	177.090	176.960	—	—	177.210
		78.8	—	—	—	—	—	—
		78.6	176.510	176.590	176.590	—	—	176.560
		78.4	—	—	—	—	—	—
		78.2	176.040	176.190	176.340	—	—	176.190
附滝近		78.0	—	—	—	—	—	—
		77.8	176.090	175.990	176.100	—	—	176.060
水門附近		No 3+25m	175.340	175.690	175.690	—	—	175.570
		No 3	174.540	174.160	175.390	—	—	174.700
		No 2	—	—	—	—	—	—
本川		77.4	175.275	175.295	175.425	—	—	175.330
		77.2	—	—	—	—	—	—
		77.0	175.175	175.175	175.165	—	—	175.170
		76.8	174.975	175.025	175.125	—	—	175.040
		76.6	—	—	—	—	—	—

図-6-3-2-1 80.2K及びびん11断面流速分布図

実験番号 3 (上流側断面)

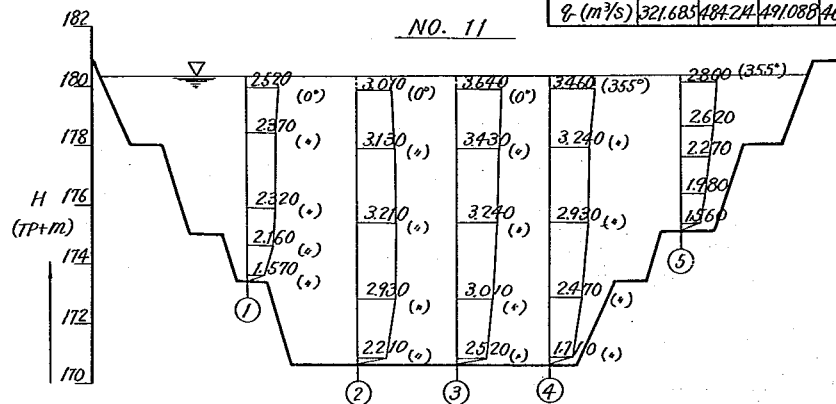
0 5 10 (m/s)

実験条件

$$\Sigma Q = 2700 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$H_{76.8K} = TP + 175.042 \text{ m}$$

測点	1	2	3	4	5	Σ
h (m)	6.950	9.750	9.750	9.750	5.250	
A (m ²)	189.775	165.600	156.000	165.600	136.350	793.315
v (m/s)	1.895	2.924	3.148	2.780	2.251	
q (m ³ /s)	321.685	484.244	491.088	460.368	306.923	2064.218



測点	1	2	3	4	5	Σ
h (m)	3.400	6.400	6.400	6.400	3.350	
A (m ²)	67.665	77.875	53.975	86.400	100.537	386.452
v (m/s)	3.224	2.218	2.471	1.857	0.660	
q (m ³ /s)	218.152	172.726	133.372	160.444	66.354	751.048

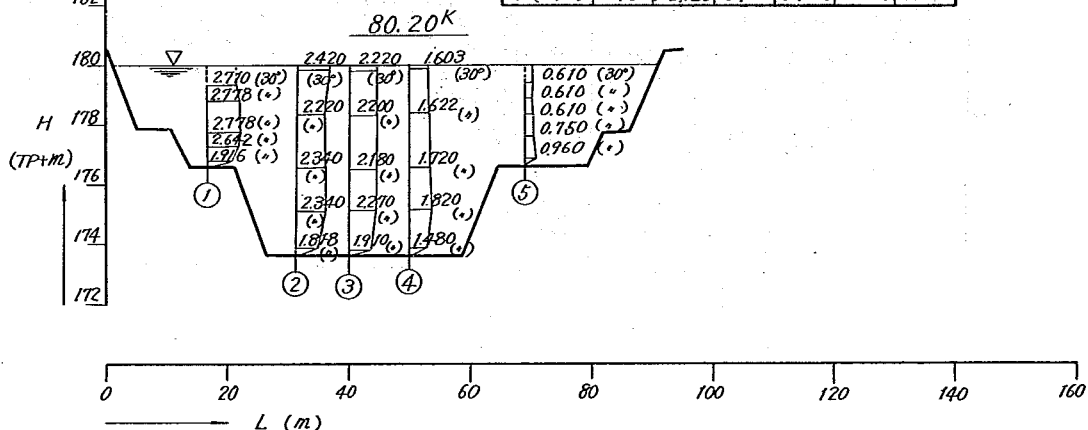


図-6-3-2-2 79.80K及びNo.6断面流速分布図

実験番号 3

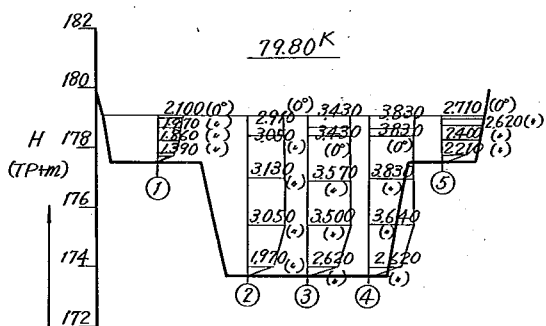
実験条件

$$ZQ = 2700 \text{ m}^3/\text{s}$$

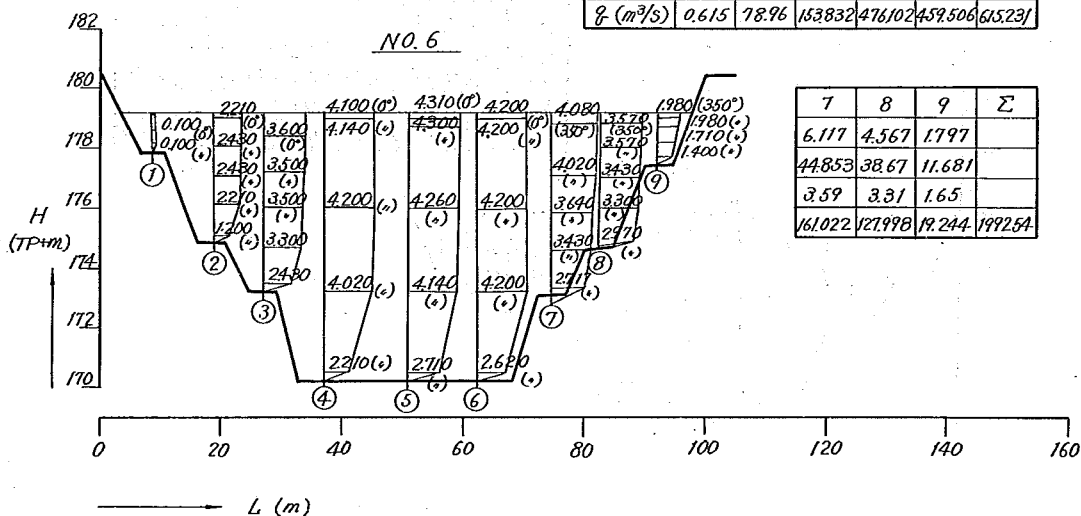
$$H76.8^k = TP + 175.070 \text{ m}$$

流速縮尺 1/500

0 5 10 (m/s)



測点	1	2	3	4	5	Σ
h (m)	1.644	5.444	5.444	5.444	1.644	
A (m ²)	25.893	60.450	54.440	55.575	19.4814	215.8394
v (m/s)	1.68	2.82	3.28	3.50	2.28	
q (m ³ /s)	43.500	170.469	178.563	194.513	44.418	634.463



測点	1	2	3	4	5	6
h (m)	1.367	4.367	6.017	9.017	9.011	9.017
A (m ²)	6.835	3.760	46.90	127.30	117.221	132.45
v (m/s)	0.09	2.10	3.28	3.74	3.92	3.89
q (m ³ /s)	0.615	78.96	153.832	476.102	459.506	615.231

7	8	9	Σ
6.117	4.567	1.797	
44.853	38.67	11.681	
3.59	3.31	1.65	
161.022	127.998	19.244	199.254

表-6-2 分流量測定結果一覧表

区分	測定断面	実験 河道条件 実験流量 No	分 流 量			
			1	5	6	7
			計画河道地建案	分水路河道拡幅 (15m)	水門2門	水門2門
			m^3/s 2,700	m^3/s 2,700	m^3/s 2,700	m^3/s 1,800
本 川	80.4	2,547	—	—	—	—
	80.2	724	751	—	—	—
	80.0	667	—	—	—	—
	79.8	677	632	—	—	—
	79.6	721	—	—	—	—
分 水 路	No 11	2,189	—	—	—	—
	No 6	1,999	1,993	—	—	—
	No 2	2,029	—	—	—	—
本 川 滝 附 近	78.2	2,641	—	—	—	—
	78.0	94	—	—	—	—
	77.8	105	—	242	84	—
	77.4	2,794	—	—	—	—
水 門 附 近	No 3 + 25	2,765	—	2,744	1,712	—
	No 2	2,746	—	2,748	1,719	—
		(ビート管使用)	(ビート管使用)			

图-6-3-1-1 横断流速分布图

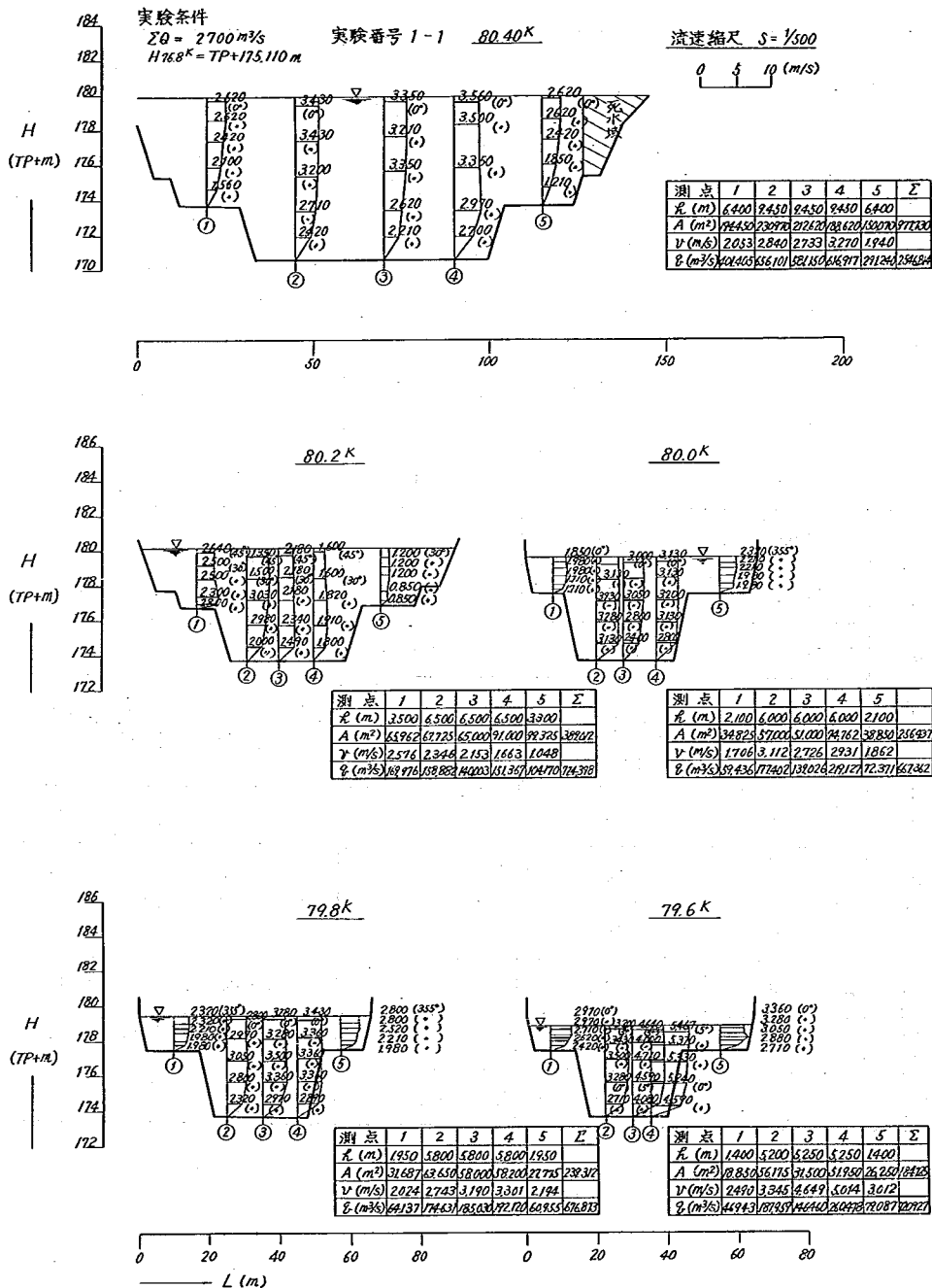


图-6-3-1-2 分水路横断流速分布图

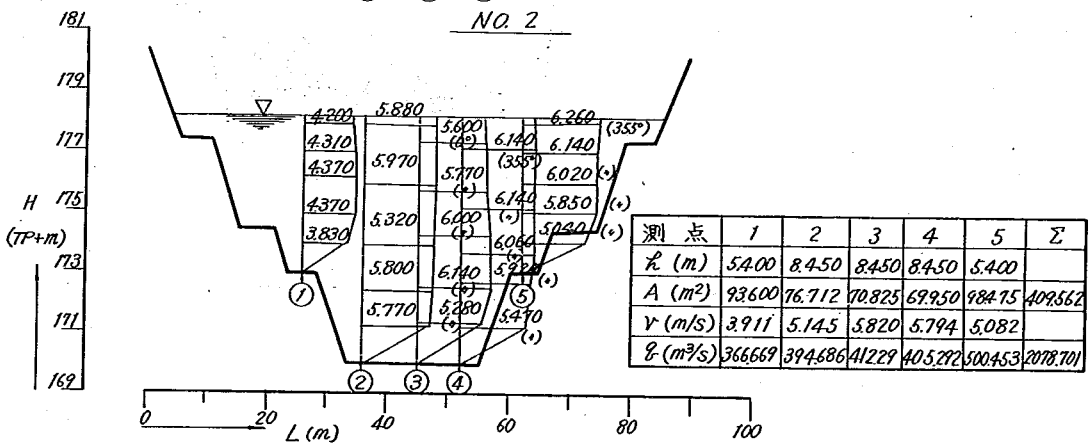
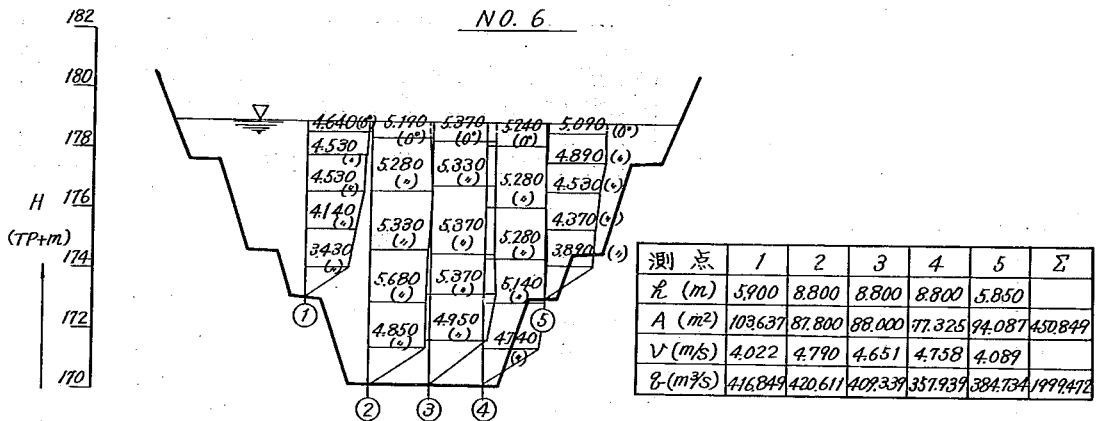
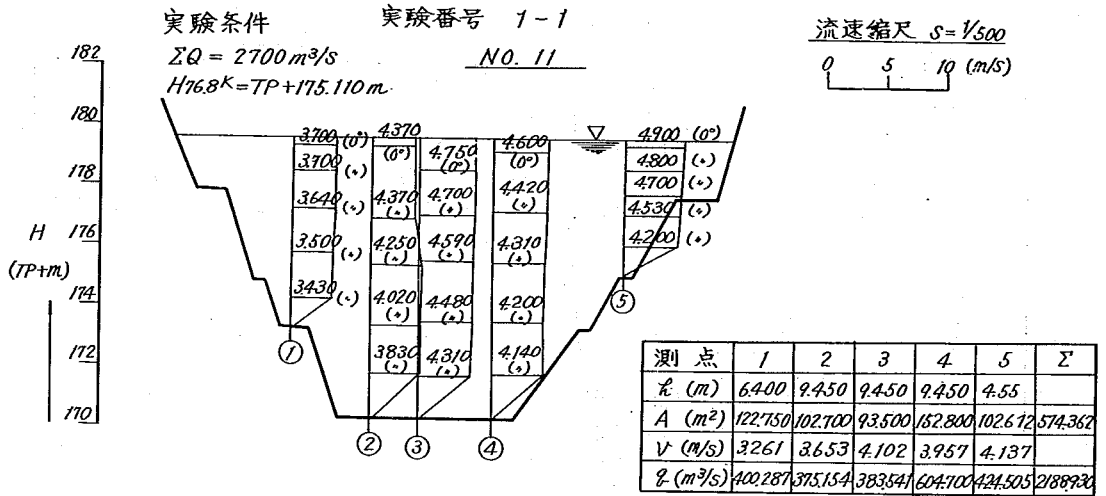


图-6-3-1-3 滝附近流速分布图

実験条件

$$\Sigma Q = 2700 \text{ m}^3/\text{s}$$

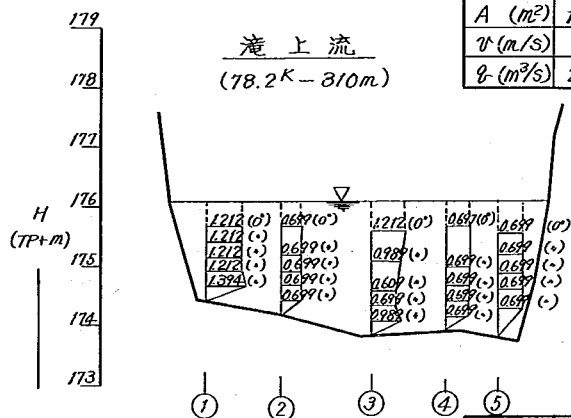
$$H_{76.8K} = TP + 175.030 \text{ m}$$

実験番号 1-1

流速縮尺 ($S=1/100$)

$$Q \quad 1 \quad 2 \quad (\text{m}^3/\text{s})$$

測点	1	2	3	4	5	Σ
R (m)	1.650	1.900	2.150	2.150	2.300	
A (m ²)	19.237	26.950	28.600	23.000	25.450	123.237
V (m/s)	1.172	0.669	0.930	0.493	0.622	
Q (m ³ /s)	22.545	18.042	26.598	11.339	15.829	94.353



測点	1	2	3	4	5	Σ
R (m)	1.600	2.300	1.350	1.350		
A (m ²)	16.075	25.150	18.437	23.200		82.862
V (m/s)	1.188	1.210	2.014	0.785		
Q (m ³ /s)	19.105	30.447	37.133	18.216		104.901

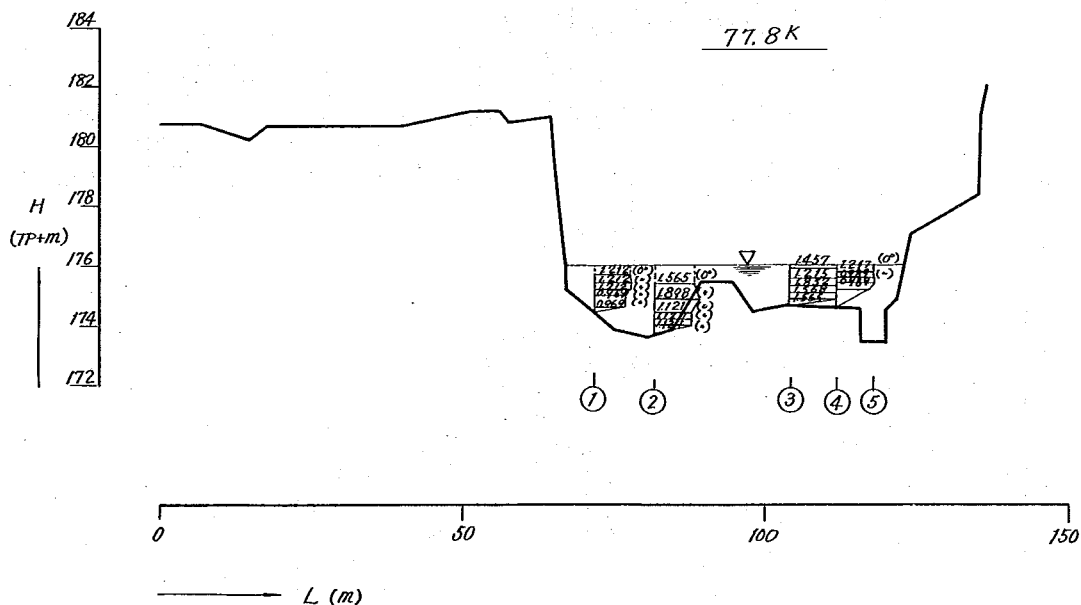
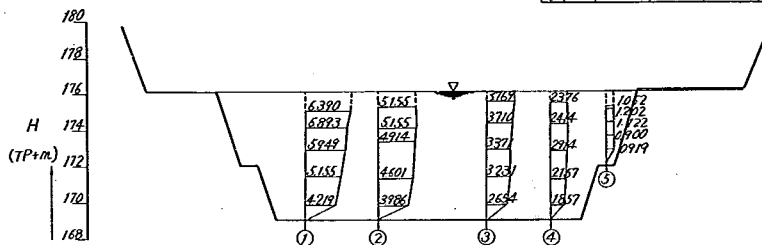


図-6-3-1-4 78.2K及び滝附近流速分布図

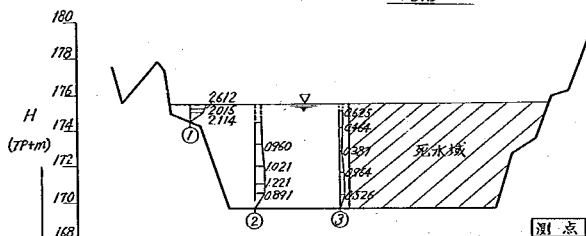
流速縮尺 $S=1/500$
 $0 \ 2 \ 4 \ 6 \ 8 \ 10 \ (m/s)$

実験番号 1-1
 実験条件
 $\Sigma Q = 2700 m^3/s$
 $H_{76.8K} = TP + 175.041 m$
 78.2K

測点	1	2	3	4	5	Σ
$X(m)$	2.150	7.150	7.150	7.150	4.050	
$A(m^2)$	191.65	178.75	171.60	117.98	47.15	707.130
$V(m/s)$	5.250	4.480	3.150	2.120	0.910	
$Q(m^3/s)$	1006.20	800.80	540.50	250.10	42.90	2640.50

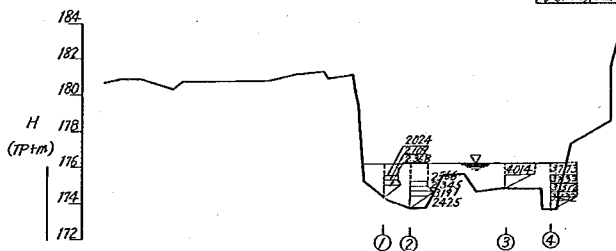


78.0K



測点	1	2	3	4	5	Σ
$X(m)$	1.000	5.900	5.900			
$A(m^2)$	37.40	112.10	147.50			897.00
$V(m/s)$	1.887	0.920	0.453			
$Q(m^3/s)$	70.574	103.132	66.818			240.524

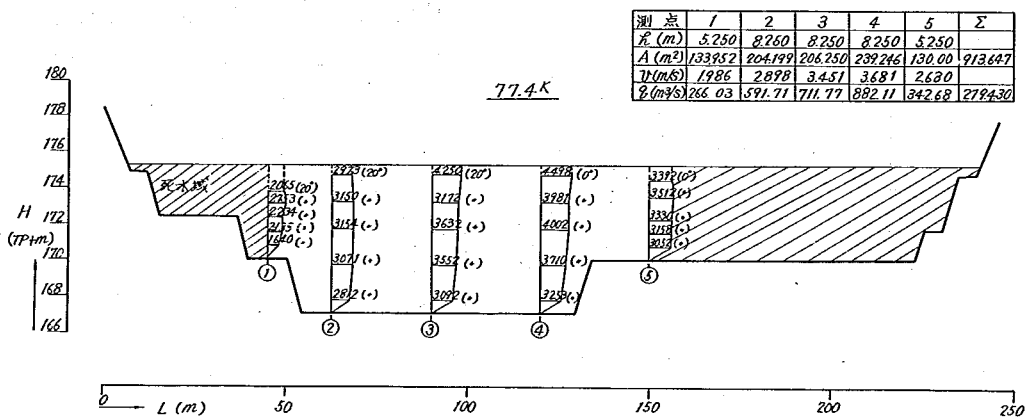
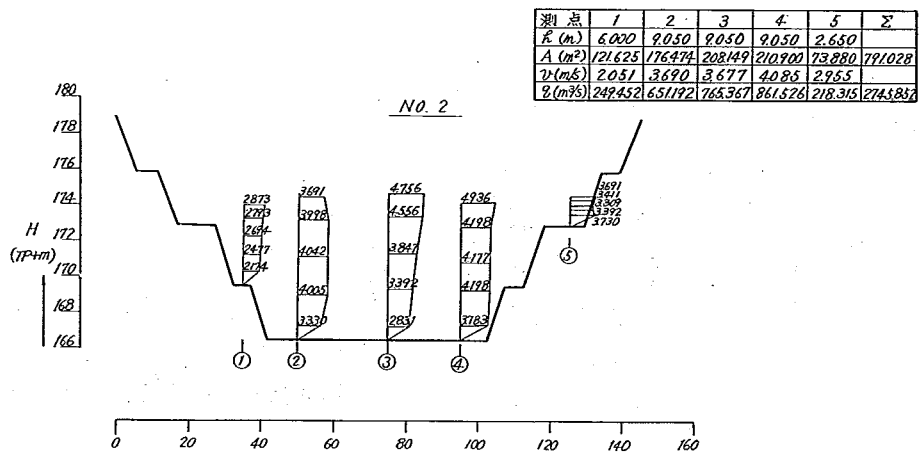
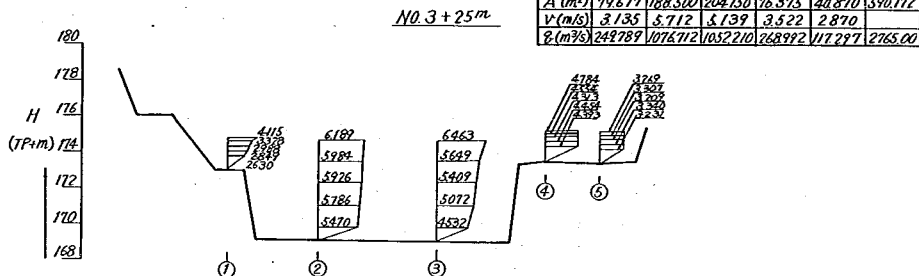
77.8K



測点	1	2	3	4	5	Σ
$X(m)$	1.900	2.400	1.350	2.700		
$A(m^2)$	19.10	28.90	23.01	18.440		90.450
$V(m/s)$	1.710	2.230	3.000	3.440		
$Q(m^3/s)$	32.66	60.68	69.03	63.43		231.800

図-6-3-1-5 水門バイパス (No. 3.2) 及び 77.4K 流速分布図

流速縮尺 $S=1/300$ 実験番号 1-1
 $\Sigma Q = 2700 \text{ m}^3/\text{s}$
 $H_{76.8} = TP + 175.04/\text{m}$



實驗條件



图-6-4-1 川内川流向图 $S=1/2500$

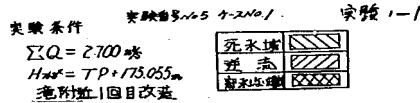


图-6-4-2 川内川流向图 $S=1/2500$

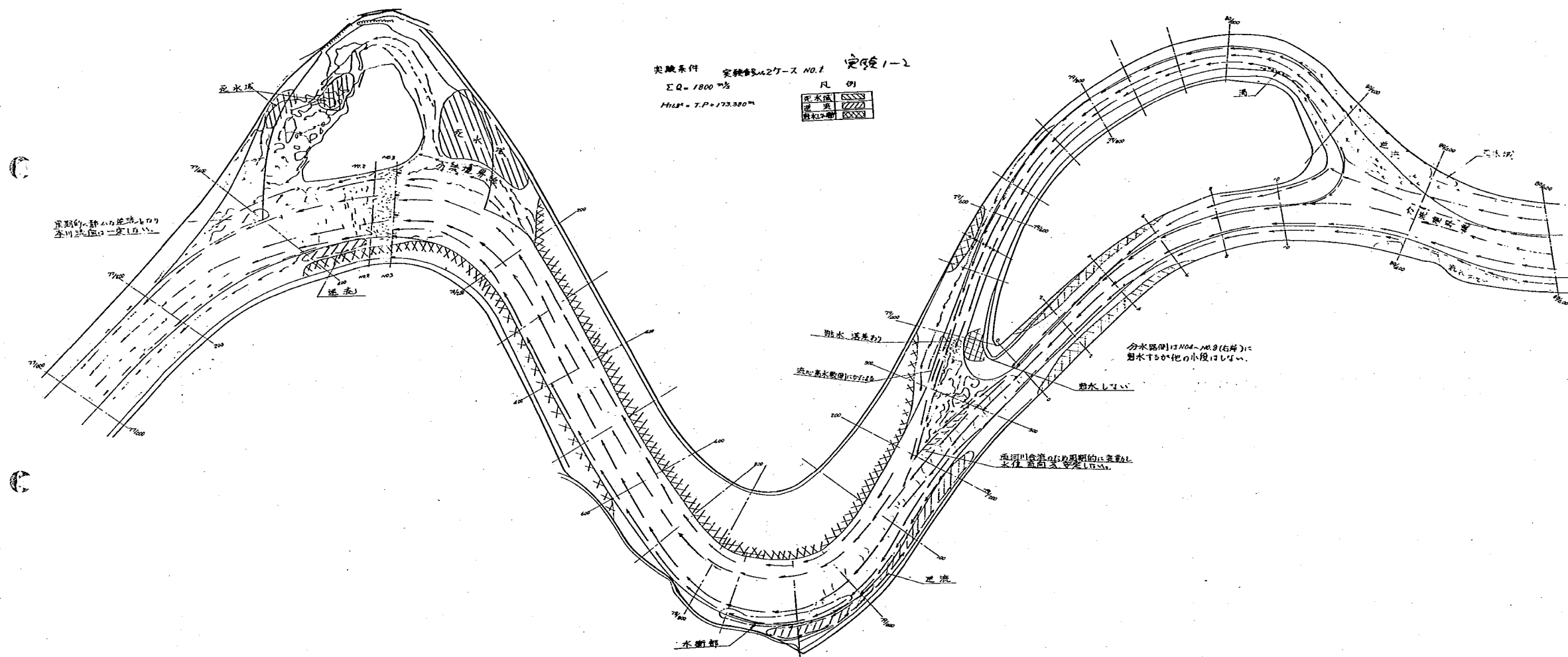
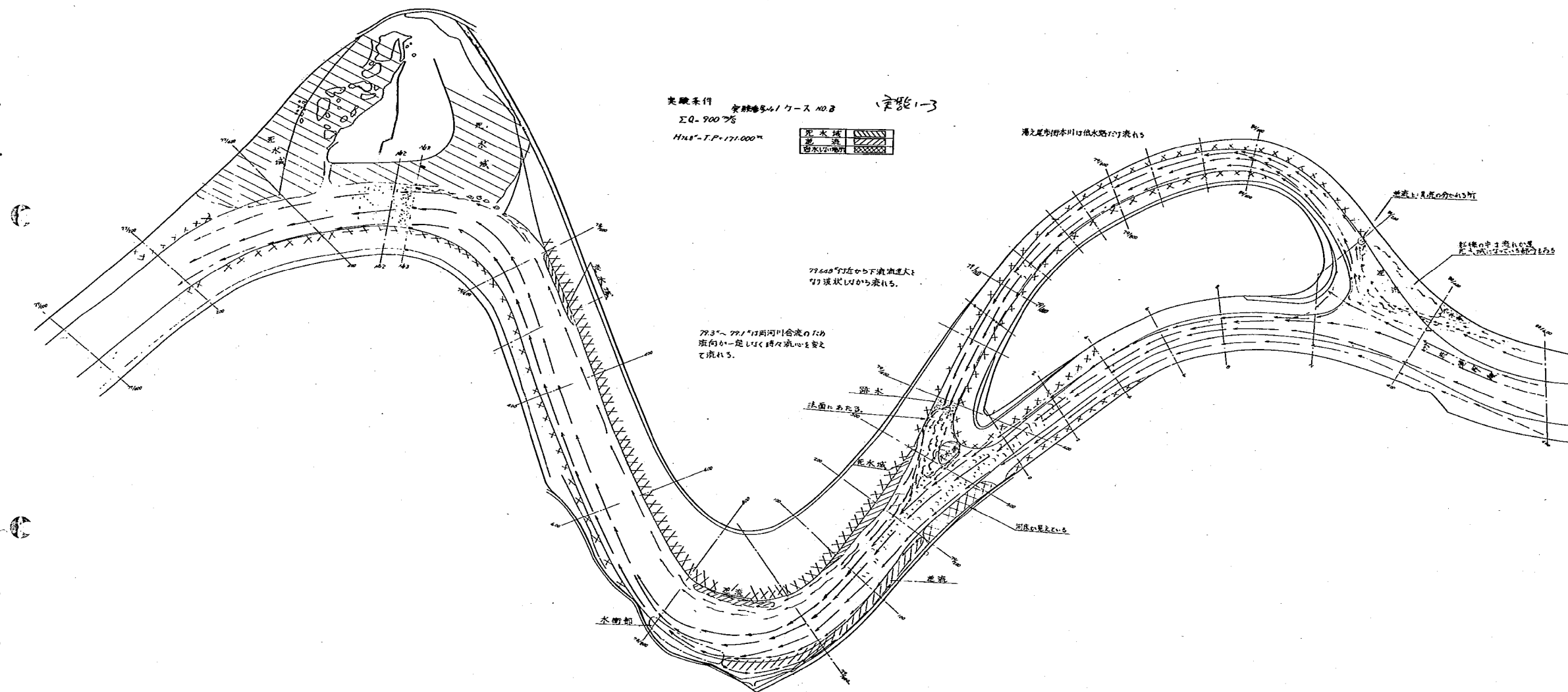


图-6-4-3 川内川流向图 S=1/2500



表, 図 面 集

2 門

○水 位 表

○流速分布図

○流 況 図

表-6-1-2-1 水位測定値表

実験番号 4-1

河川名	実験条件		$\Sigma Q = 2700 \text{ m}^3/\text{s}$ $H 76.8\text{k} = TP + 175.055$					
	分流量	断面測点	滝附近 1 回改造					
			1	2	3	4	5	平均水位
本川	㊤	8 0.8	179.950	180.050	180.250	—	—	180.083
		8 0.6	180.000	179.975	179.900	—	—	179.958
		8 0.4	179.905	179.900	179.850	—	—	179.885
現河 道	㊤	8 0.2	179.875	179.950	180.000	—	—	179.942
		8 0.0	179.400	179.650	179.700	—	—	179.583
		7 9.8	179.200	179.250	179.300	—	—	179.250
		7 9.6	178.565	178.625	178.575	—	—	178.588
		7 9.4 + 3 5 m	177.350	177.650	177.500	—	—	177.500
		7 9.4	177.450	177.300	177.450	—	—	177.400
分水 路	㊤ ㊤	No 1 1	179.800	179.900	179.855	—	—	179.852
		No 6	179.160	179.310	179.500	—	—	179.323
		No 2	178.350	178.300	178.305	—	—	178.318
		No 0	177.400	177.300	177.125	—	—	177.275
本川		7 9.2	177.675	177.550	177.725	—	—	177.650
		7 9.0	177.830	177.350	177.150	—	—	177.443
		7 8.9 2	177.925	177.470	177.190	—	—	177.528
		7 8.8	177.600	177.275	177.200	—	—	177.517
		7 8.6	177.000	176.975	176.925	—	—	176.967
		7 8.4	176.725	176.745	176.725	—	—	176.732
		7 8.2	176.445	176.575	176.760	—	—	176.593
滝 附 近		7 8.0	—	—	—	—	—	—
		7 7.8	176.375	176.480	176.600	—	—	176.485
水 門 附 近		No 3 + 2 5 m	175.575	175.800	175.850	—	—	175.74
		No 3	174.125	174.400	174.125	—	—	174.217
		No 2	175.250	175.250	175.250	—	—	175.250
本川		7 7.4	175.155	175.250	175.500	—	—	175.302
		7 7.2	175.200	175.200	175.225	—	—	175.208
		7 7.0	175.200	175.200	175.155	—	—	175.185
		7 6.8	175.020	175.090	下流水位	—	—	175.055
		7 6.6	174.675	174.675	174.750	—	—	174.700

表-6-1-2-2 水位測定値表

実験番号 4-2

河川名	分水量	断面 測点	$\Sigma Q = 1800 \text{ m}^3/\text{s}$ $H 76.8 \text{ k} = \text{TP} + 173.400 \text{ m}$ 滝附近 1 回目改造					
			1	2	3	4	5	平均水位
本川		8 0.8	178.750	178.800	178.925	—	—	178.825
		8 0.6	178.700	178.650	178.625	—	—	178.658
		8 0.4	178.625	178.625	178.650	—	—	178.633
現河 道		8 0.2	178.600	178.650	178.650	—	—	178.633
		8 0.0	178.250	172.275	178.400	—	—	178.308
		7 9.8	178.050	178.050	178.100	—	—	178.066
		7 9.6	177.375	177.300	177.275	—	—	177.316
		7 9.4 + 3 5 m	176.400	176.350	176.575	—	—	176.442
		7 9.4	175.560	175.750	175.650	—	—	175.653
分水 路		No 1 1	178.455	178.540	178.500	—	—	178.498
		No 6	177.925	178.000	178.150	—	—	178.025
		No 2	177.050	177.175	177.050	—	—	177.092
		No 0	175.960	175.960	175.850	—	—	175.923
本川		7 9.2	175.950	175.960	176.000	—	—	175.970
		7 9.0	176.225	176.150	175.750	—	—	176.042
		7 8.9 2	176.400	176.125	175.750	—	—	176.092
		7 8.8	176.250	176.050	175.800	—	—	176.033
		7 8.6	175.625	175.625	175.625	—	—	175.625
		7 8.4	175.410	175.440	175.425	—	—	175.425
		7 8.2	175.200	175.355	175.475	—	—	175.343
滝 附 近		7 8.0	—	—	—	—	—	—
		7 7.8	175.500	175.450	175.500	—	—	175.483
水 門 附 近		No 3 + 2 5 m	174.425	174.600	174.550	—	—	174.525
		No 3	173.050	172.700	172.850	—	—	172.866
		No 2	173.600	173.750	173.750	—	—	173.700
本川		7 7.4	173.625	173.650	173.800	—	—	173.692
		7 7.2	173.485	173.530	173.575	—	—	173.530
		7 7.0	173.475	173.475	173.500	—	—	173.483
		7 6.8	173.375	173.400	173.425	下 流 水 位		173.400
		7 6.6	—	—	—			—

表-6-1-2-3 水位測定値表

実験番号 4-3

河川名	分流量	断面 測点	実験条件 $\Sigma Q = 900 \text{ m}^3/\text{s}$ $H 76.8\text{k} = \text{TP} + 171.245 \text{ m}$ 滝附近 1 回目改造					
			1	2	3	4	5	平均水位
本川		8 0.8	—	—	—	—	—	—
		8 0.6	—	—	—	—	—	—
		8 0.4	—	—	—	—	—	—
現河道		8 0.2	—	—	—	—	—	—
		8 0.0	—	—	—	—	—	—
		7 9.8	—	—	—	—	—	—
		7 9.6	—	—	—	—	—	—
		7 9.4 + 3 5 m	—	—	—	—	—	—
		7 9.4	—	—	—	—	—	—
分水路		No 1 1	—	—	—	—	—	—
		No 6	—	—	—	—	—	—
		No 2	—	—	—	—	—	—
		No 0	—	—	—	—	—	—
本川		7 9.2	—	—	—	—	—	—
		7 9.0	—	—	—	—	—	—
		7 8.9 2	—	—	—	—	—	—
		7 8.8	—	—	—	—	—	—
		7 8.6	173.525	173.485	175.325	—	—	173.511
		7 8.4	173.350	173.325	173.350	—	—	173.342
		7 8.2	173.175	173.225	173.325	—	—	173.242
滝附近		7 8.0	—	—	—	—	—	—
		7 7.8	—	—	—	—	—	—
水門附近		No 3 + 2 5 m	172.625	172.725	172.650	—	—	172.666
		No 3	171.350	171.175	171.525	—	—	171.350
		No 2	171.575	171.675	171.725	—	—	171.658
本川		7 7.4	171.490	171.500	171.715	—	—	171.568
		7 7.2	171.365	171.315	171.315	—	—	171.332
		7 7.0	—	—	—	—	—	—
		7 6.8	171.265	171.225	下 流	水 位	—	171.245
		7 6.6	—	—	—	—	—	—

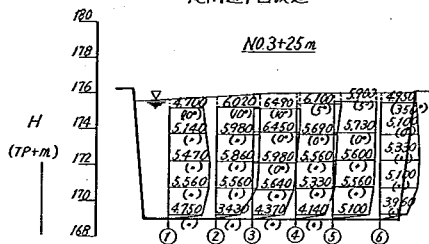
图-6-11-1-1 滝附近流速分布图

实验条件 实验番号 4-1

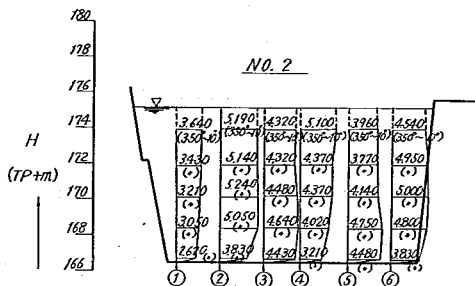
$$\Sigma Q = 2700 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$H_{768}^k = TP + 175.055 \text{ m}$$

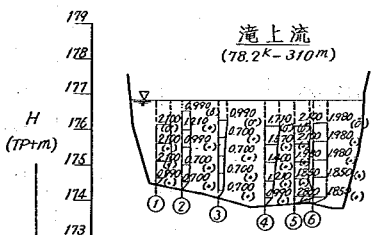
滝附近/回改造



測点	1	2	3	4	5	6	Σ
K (m)	6700	6870	7030	7100	7080	7100	
A (m ²)	77150	82440	77330	78100	84760	95850	515,830
V (m/s)	3.680	5.440	5.810	6.390	5.460	4.880	
Q (m ³ /s)	28357	44842	44978	49835	46380	46748	2743872



測点	1	2	3	4	5	6	Σ
K (m)	8750	8750	8750	8750	8750	8750	
A (m ²)	115725	100625	100425	87250	109375	131250	653,850
V (m/s)	3.175	4.885	4.316	4.256	4.027	4.597	
Q (m ³ /s)	36742	49255	43427	36960	44055	60335	2747,732



測点	1	2	3	4	5	6	Σ
K (m)	2400	2550	2800	2980	2920	2920	
A (m ²)	20310	21850	32300	31080	19070	167160	
V (m/s)	1.870	0.890	0.750	1.390	2.050	1.860	
Q (m ³ /s)	38964	19447	24240	43201	38971	79217	242,040

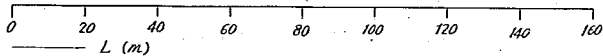


图-6-11-1-2 横断流速分布图

実験番号 4-1

流速縮尺 $S=1/500$

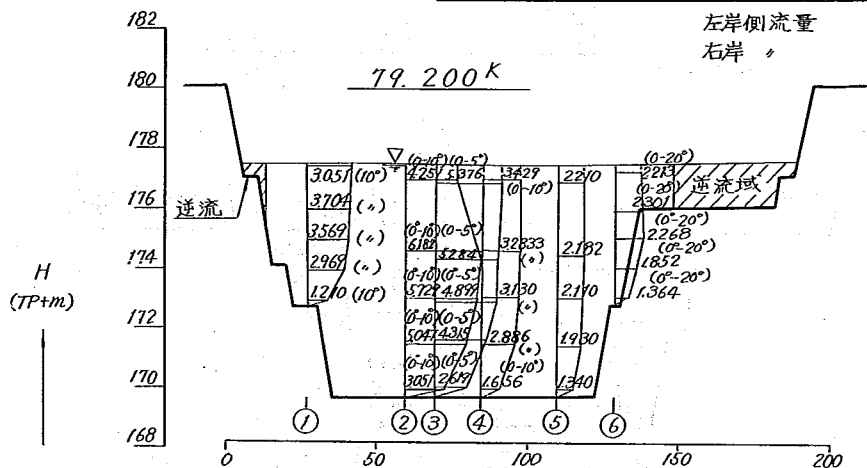
實驗條件

$$\Sigma Q = 2700 \text{ m}^3/\text{s}$$
$$H_{76.8}^K = TP + 175.02m$$

0 5 10 (m/s)

测 点	1	2	3	4	5	6	7	Σ
h (m)	4.85	7.85	7.85	7.85	7.85	4.70		
A (m ²)	153.25	168.78	98.13	164.85	235.50	47.05		867.56
v (m/s)	3.066	4.213	4.471	2.935	1.998	2.002		
Q (m ³ /s)	469.87	711.05	438.72	483.84	470.58	94.19		2668.24

左岸側流量 1619.64 m³/s

右岸 $1048.61 \text{ m}^3/\text{s}$ 

测 点	1	2	3	4	5	6	7	Σ
h (m)	1.75	1.70	1.85	5.00	1.60	1.60	1.60	
A (m ²)	182.13	215.60	188.40	71.016	31.00	33.75	42.88	764.77
v (m/s)	2.907	5.284	4.428	2.730	2.131	1.592	1.440	
q (m ³ /s)	529.44	1139.23	828.92	193.88	66.06	53.73	61.74	2873.00

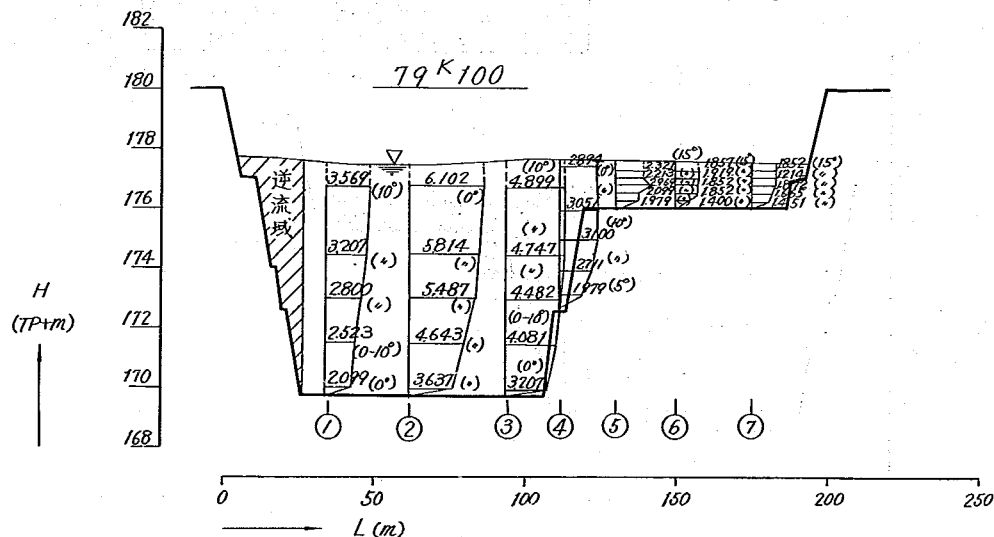
高水敷流量 $181.53 \text{ m}^3/\text{s}$ 

图-6-11-1-3 横断流速分布图

实验条件

$$\Sigma Q = 2700 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$H_{768}^K = TP + 175.02 \text{ m}$$

实验番号 4-1

流速缩尺 $S=1/500$

0 5 10 (m/s)

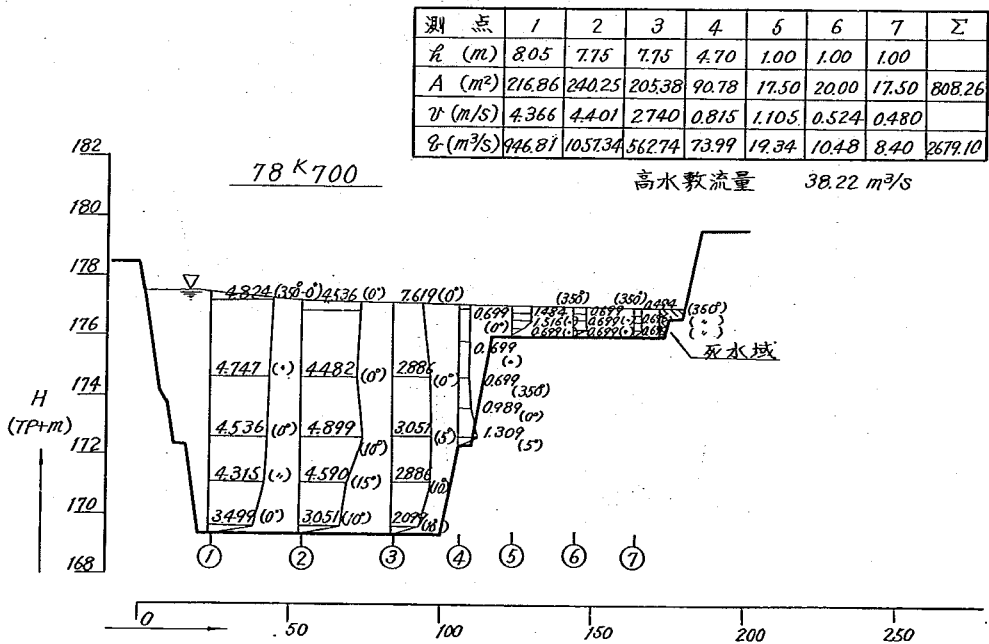
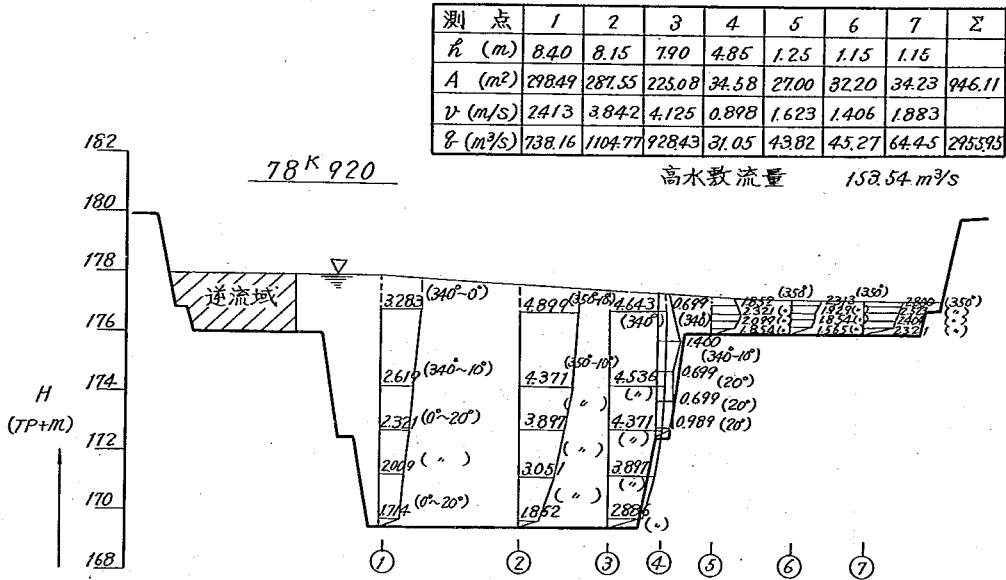


图-6-11-2 滝附近流速分布图

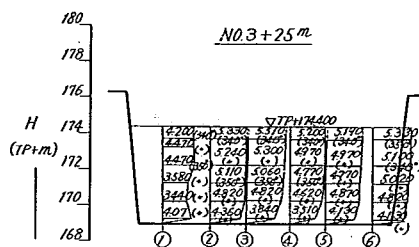
実験条件

実験番号 4-2

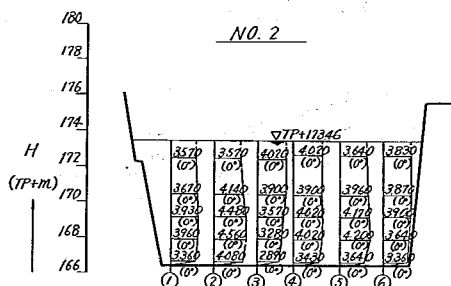
$$\Sigma Q = 1800 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$H_{76.8K} = TP + 173.400 \text{ m}$$

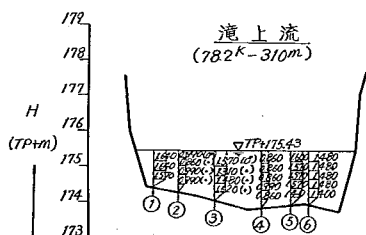
滝附近1回改造



測点	1	2	3	4	5	6	Σ
$\bar{h}$ (m)	5.440	5.400	5.400	5.400	5.400	5.400	
A (m ²)	92625	92100	91400	91400	92100	92175	
$\bar{v}$ (m/s)	3.265	4.499	4.653	4.802	4.433	4.527	
Q (m ³ /s)	30240	41773	42388	43858	40970	41931	172931



測点	1	2	3	4	5	6	Σ
$\bar{h}$ (m)	6.950	6.950	6.950	6.950	6.950	6.950	
A (m ²)	93195	94875	95200	95200	94250	94250	570620
$\bar{v}$ (m/s)	3.225	3.640	3.185	3.110	3.357	3.273	
Q (m ³ /s)	30350	34522	30335	29856	31406	31194	1719453



測点	1	2	3	4	5	6	Σ
$\bar{h}$ (m)	1.000	1.100	1.350	1.600	1.500	1.500	
A (m ²)	7.550	9.888	13.00	19.31	22.5	19.40	78.998
$\bar{v}$ (m/s)	1.417	0.848	1.369	0.813	1.419	0.603	
Q (m ³ /s)	10.698	8.470	17.771	15.699	11.167	20.003	83.836

L (m)

図-6-7 (実験-3)

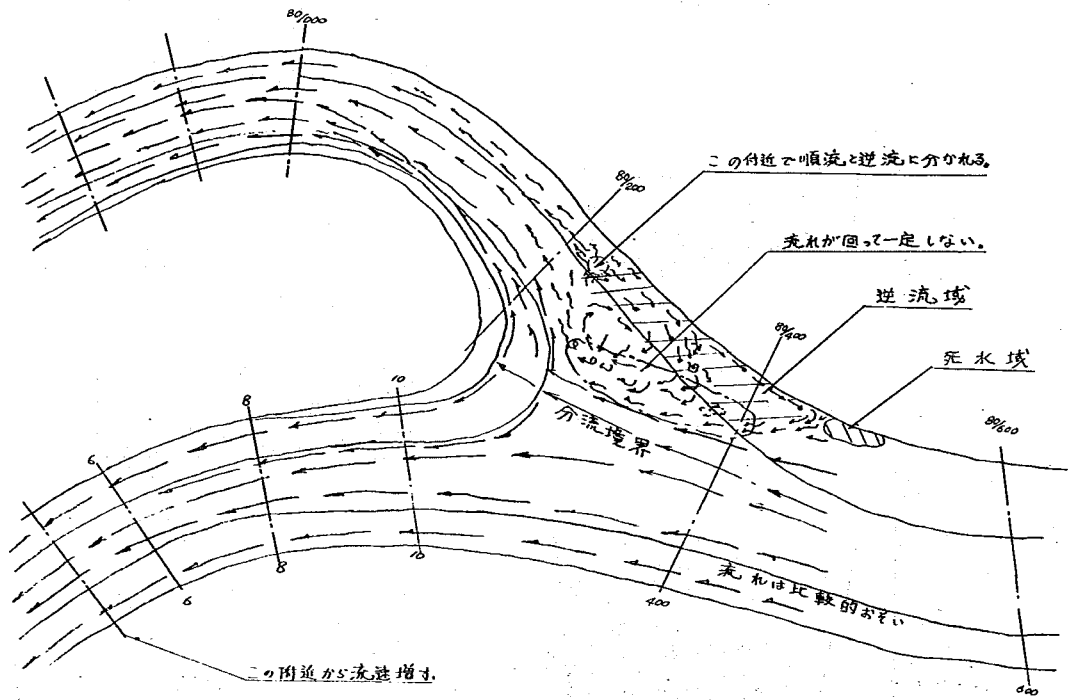


图-6-8 第4次改造平面图

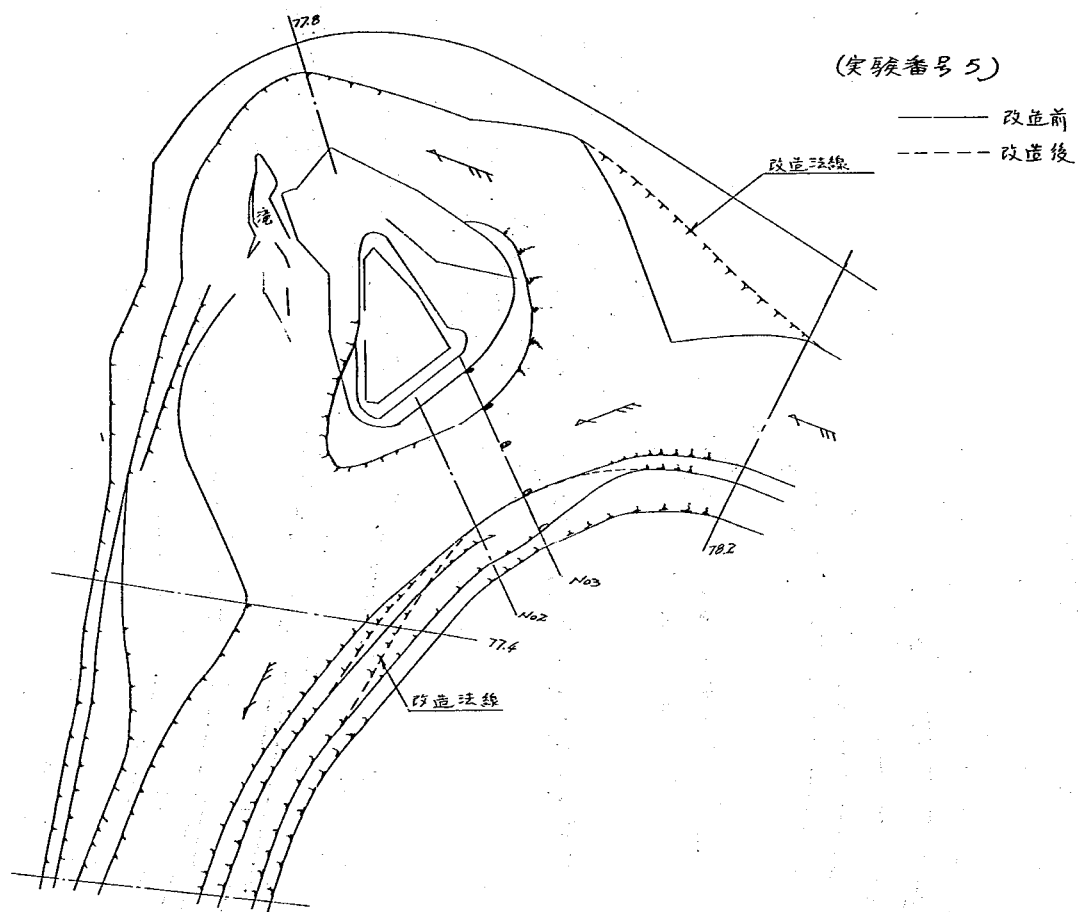


図-6-6 分流点附近流況図

実験番号 No3 4-2 No.1
実験条件

$$\Sigma Q = 2700 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$H_{76.8} = TP + 175.162 \text{ m}$$

$$S = 1/2500$$

800 $^\circ$

$$S = 1/2500$$

逆流の中は死水域と
同じくふいおき流れ

周期的に流れがゆれ一定しない。

逆流と順流に分れる点

小さな渦

分流境界線

死水域

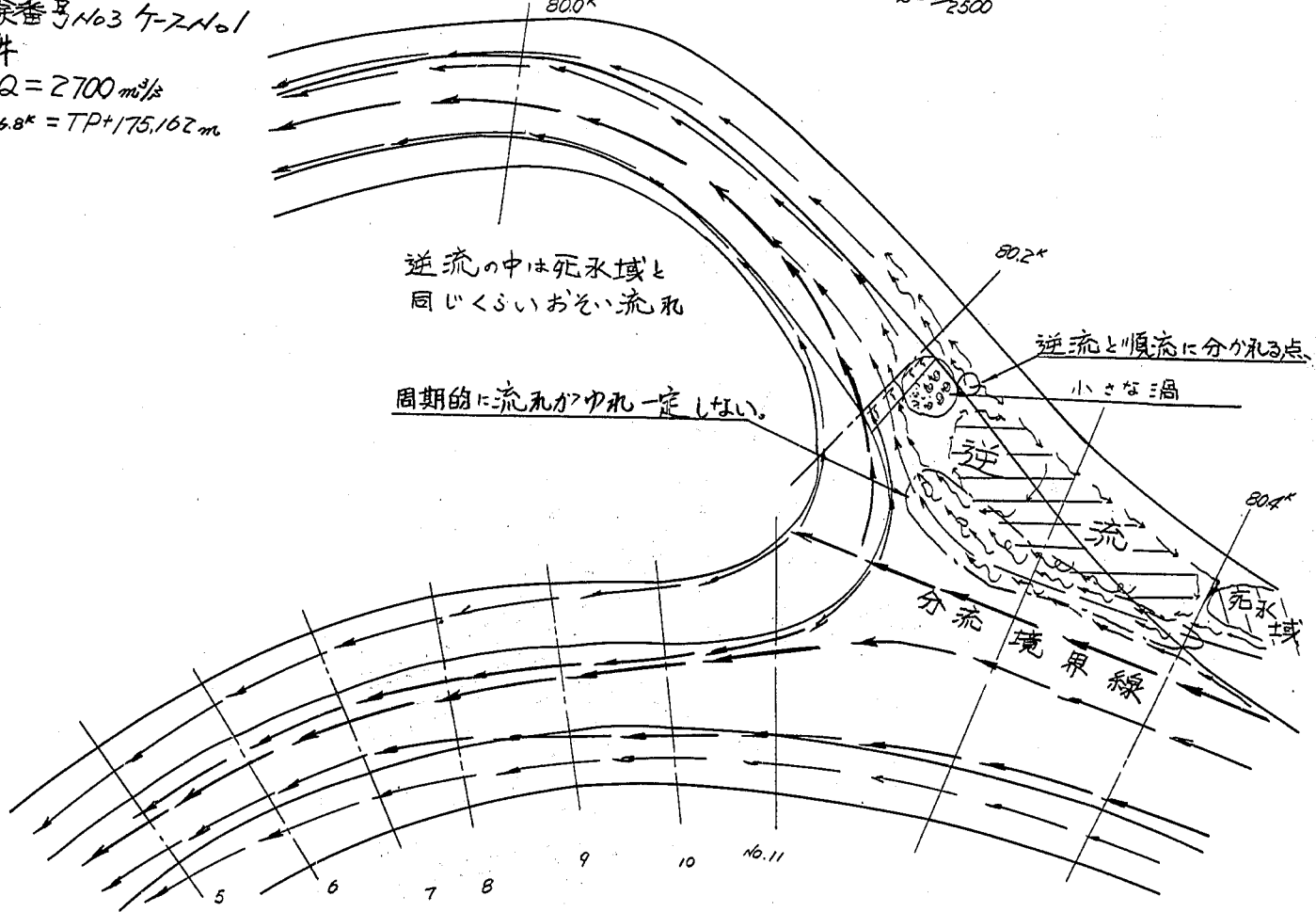


図-6-9 川内川流向図

S = 1 / 2500

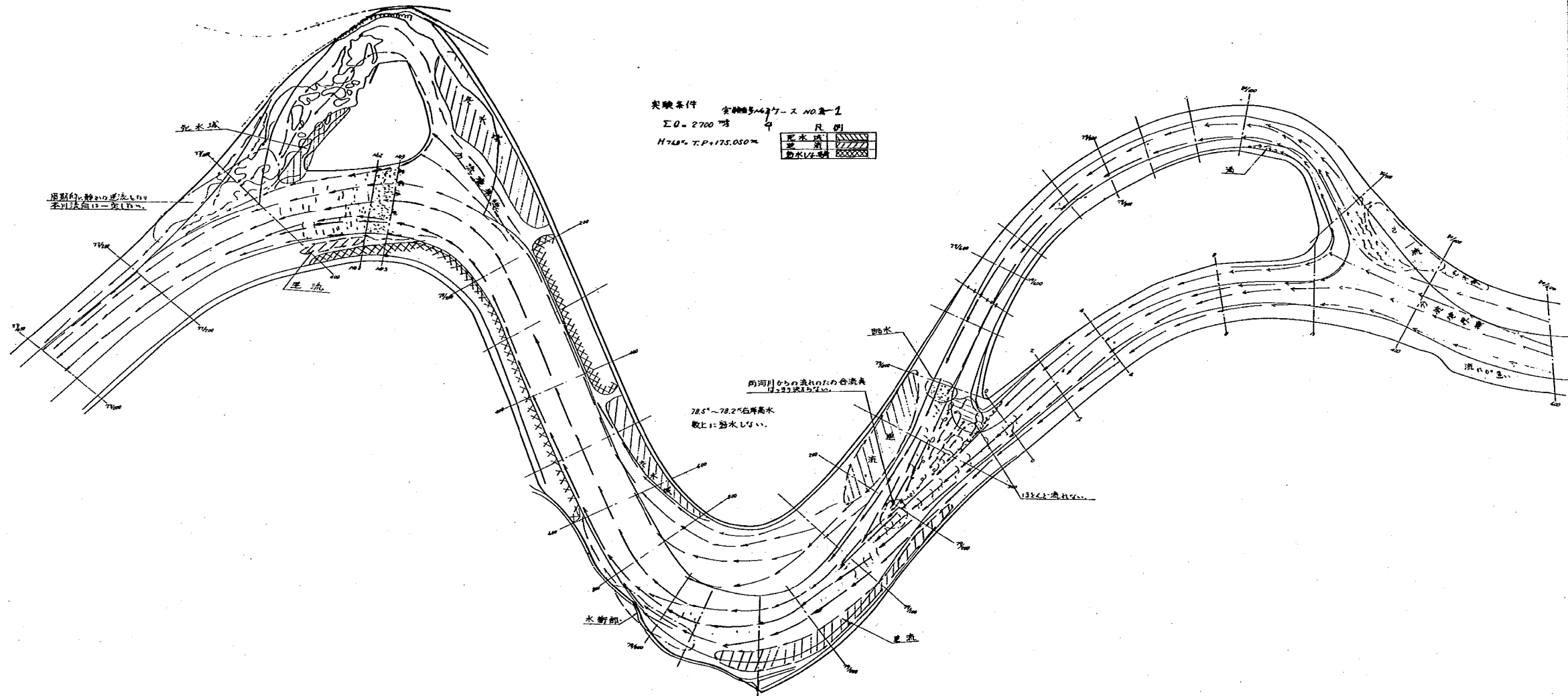


図 5 - 12 H ~ Q 曲線 (実験 4 - 4)

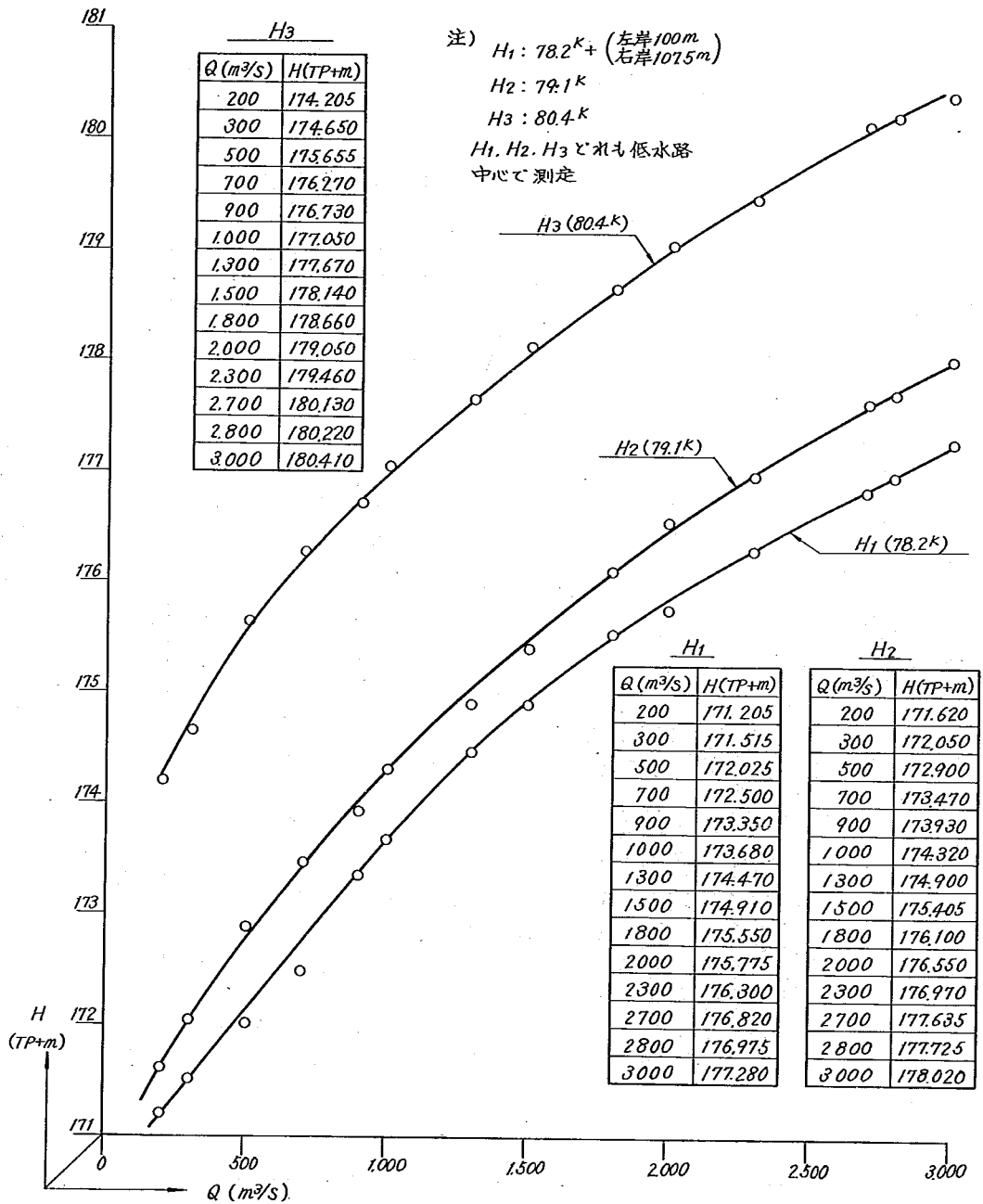


図-6-13-1 H_1 (76.8k) ~ H_2 関係図 (実験4-4)

注 H_2 は 78.2 上流 (左岸 100m
右岸 107.5m)

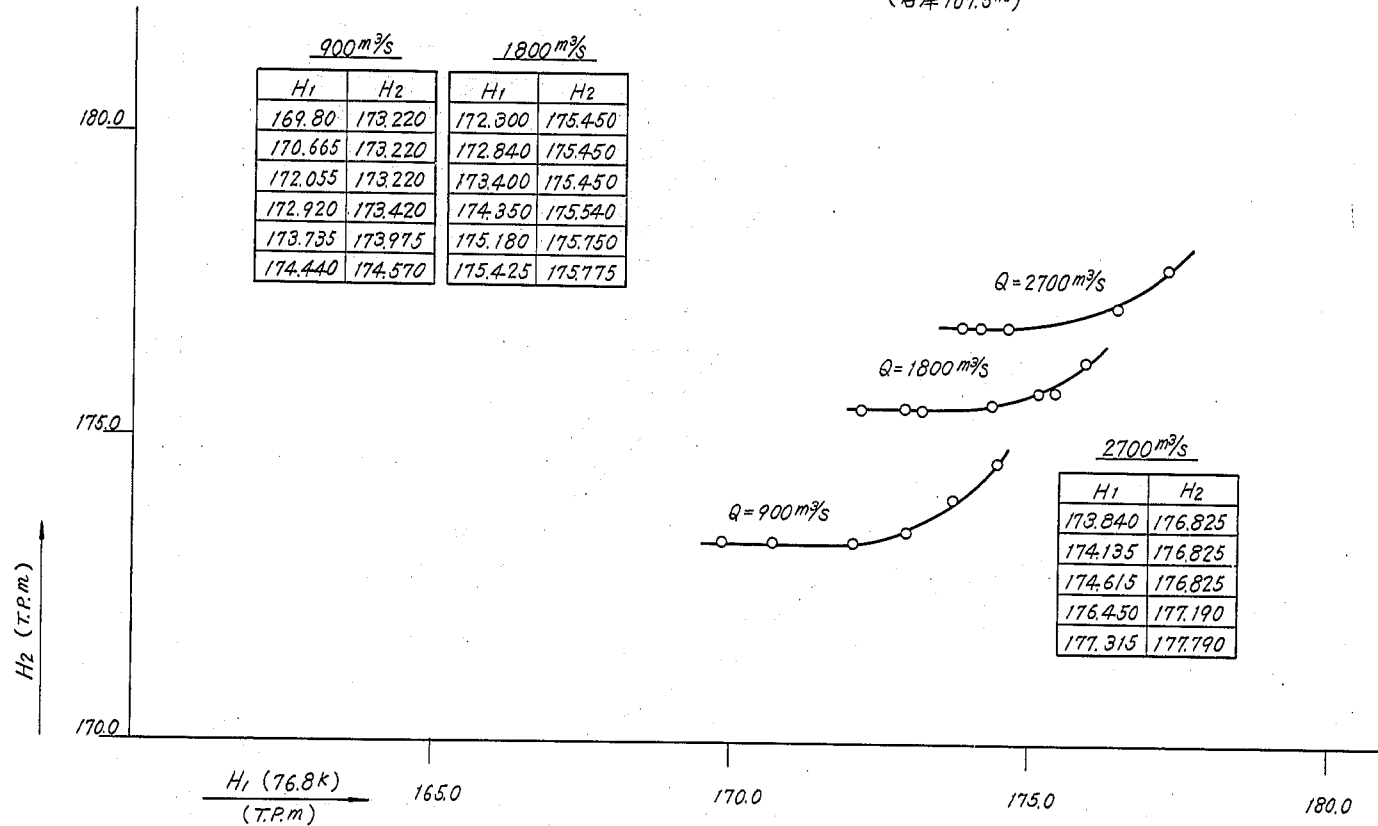
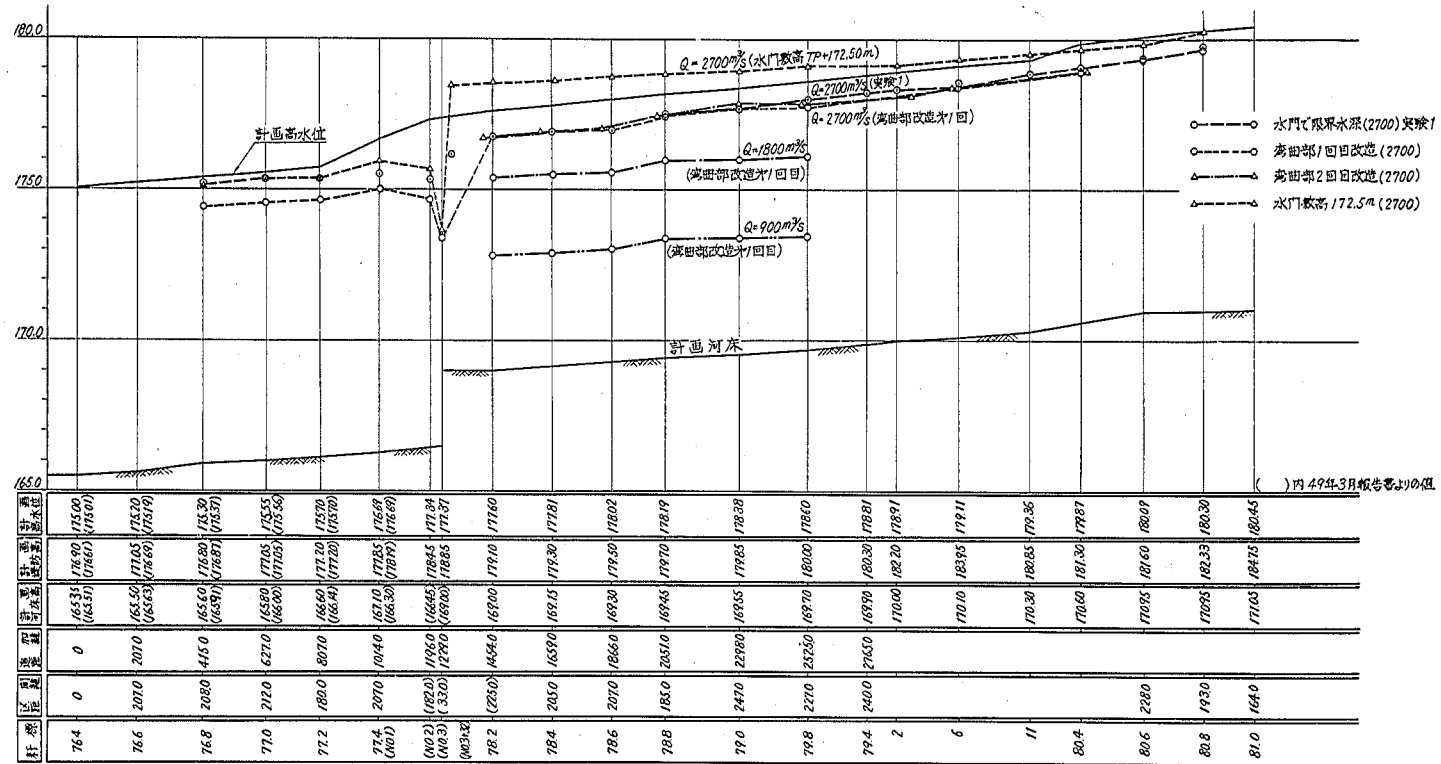


図 6-13-2 水位縦断面図



()内49年3月報告書の数値

捷水路案(水門2門)

および捷水路案流砂実験

表 7 - 1 - 1 水位測定結果 (平均) 一覧表

(捷水路案)

断面	流量 実験 No.	2700	1800	900	水門でhc を与えた 2700	彎局部 改造 (1) 2700	彎局部 改造 1800	彎局部 改造 900	彎局部 改造 (2) 2700	水門敷高 172.5m 2700	旧本川 現況断面
		5-1	5-2	5-3	5-4	5-4	5-4	5-4	5-4	5	
本 川	k										
	8 0.8	179.79	178.25	176.08	179.667	—	—	—	—	180.233	—
	8 0.6	179.42	177.75	175.69	179.300	—	—	—	—	179.878	—
	8 0.4	179.15	177.63	175.56	179.067	178.933	—	—	178.975	179.666	—
	8 0.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	8 0.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	178.903
	7 9.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	178.900
	7 9.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	178.876
	7 9.4 + 3 5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
分 水 路	7 9.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	178.800
	No 1 1	178.90	177.42	175.33	178.861	—	—	—	—	179.533	—
	No 6	176.61	177.16	175.04	178.491	178.425	—	—	178.425	179.362	—
	No 2	178.35	176.90	174.79	178.370	—	—	—	178.136	179.141	—
本 川	No 0	178.18	176.72	174.65	178.208	177.891	176.220	174.115	177.936	179.113	—
	7 9.2	178.06	176.50	174.44	178.048	177.800	176.113	173.952	177.836	179.133	—
	7 9.0	177.80	176.26	174.16	177.815	177.650	176.018	173.951	177.901	178.966	—
	7 8.9 2	177.60	176.06	173.98	177.786	177.608	176.045	173.935	177.568	178.942	—
	7 8.8	177.56	176.03	174.60	177.465	177.558	176.028	173.935	177.493	178.856	—
	7 8.6	177.03	175.67	173.59	177.030	177.000	175.553	173.563	177.028	178.783	—
	7 8.4	176.95	175.59	173.48	176.923	176.950	175.521	173.413	176.926	178.635	—
	7 8.2	176.75	175.49	173.40	176.731	176.801	175.395	173.310	176.721	178.508	—
滝 付 近	7 8.0	176.95	175.68	—	176.900	—	—	—	—	178.575	—
	7 7.8	176.60	175.56	—	176.500	—	—	—	—	177.666	—
水 門 付 近	No 3 + 2 5	176.16	174.80	172.92	175.991	—	—	—	—	178.450	—
	No 3	173.37	172.85	171.45	173.375	—	—	—	—	173.612	—
	No 2	175.39	173.71	171.40	174.686	—	176.561	174.468	—	175.680	—
本 川	7 7.4	175.52	173.82	171.71	175.025	—	—	—	—	175.939	—
	7 7.7	175.30	173.64	171.38	174.638	—	—	—	—	175.367	—
	7 7.0	175.24	173.60	171.34	174.575	—	—	—	—	175.350	—
	7 6.8	175.10	173.40	171.14	174.400	—	—	—	—	175.112	—
	7 6.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

表-7-1-2 水位測定値表

実験番号 5

河川名	実験条件		Q=2700 m ³ /s 水門で限界水深を与えた。					
	分流量	断面	1	2	3	4	6	平均水位
本川		8 0.8	179.400	179.800	179.800	—	—	179.667
		8 0.6	179.400	179.300	179.200	—	—	179.300
		8 0.4	179.050	179.000	179.150	—	—	179.067
現河道		8 0.2	—	—	—	—	—	—
		8 0.0	—	—	—	—	—	—
		7 9.8	—	—	—	—	—	—
		7 9.6	—	—	—	—	—	—
		7 9.4 + 3 5 m	—	—	—	—	—	—
		7 9.4	—	—	—	—	—	—
分水路		No 1 1	178.850	178.825	178.910	—	—	178.861
		No 6	178.350	178.425	178.700	—	—	178.491
		No 2	178.400	178.350	178.360	—	—	178.370
		No 0	178.190	178.190	178.245	—	—	178.208
本川		7 9.2	178.040	178.040	178.065	—	—	178.048
		7 9.0	177.890	177.815	177.740	—	—	177.815
		7 8.9 2	177.990	177.830	177.540	—	—	177.786
		7 8.8	177.765	177.390	177.240	—	—	177.465
		7 8.6	177.050	177.050	176.990	—	—	177.030
		7 8.4	176.990	176.915	176.865	—	—	176.923
		7 8.2	176.515	176.740	176.940	—	—	176.731
滝附近		7 8.0	176.925	176.800	176.975	—	—	176.900
		7 7.8	176.475	176.275	176.750	—	—	176.500
水門附近		No 3 + 2 5 m	175.775	176.125	176.075	—	—	175.991
		No 3	173.475	173.075	173.575	—	—	173.375
		No 2	174.535	174.675	174.850	—	—	174.686
本川		7 7.4	174.975	174.975	175.125	—	—	175.025
		7 7.2	174.565	174.650	174.700	—	—	174.638
		7 7.0	174.600	174.525	174.600	—	—	174.575
		7 6.8	174.325	174.475	—	—	—	174.400
		7 6.6	—	—	—	—	—	—

表-7-1-3 水位測定値表

実験番号 5-4

河川名	分流量	断面 測点	実験条件 $Q = 2700 \text{ m}^3/\text{s}$ 弯曲部1回目改造					平均水位
			1	2	3	4	5	
本川		8 0.8	—	—	—	—	—	—
		8 0.6	—	—	—	—	—	—
		8 0.4	178.950	178.925	178.925	—	—	178.933
現河 道		8 0.2	—	—	—	—	—	—
		8 0.0	—	—	—	—	—	—
		7 9.8	—	—	—	—	—	—
		7 9.6	—	—	—	—	—	—
		7 9.4 + 3 5 m	—	—	—	—	—	—
		7 9.4	—	—	—	—	—	—
分水 路		No. 1 1	—	—	—	—	—	—
		No. 6	178.175	178.525	178.575	—	—	178.425
		No. 2	—	—	—	—	—	—
		No. 0	177.900	177.900	177.875	—	—	177.891
本川		7 9.2	177.825	177.825	177.750	—	—	177.800
		7 9.0	177.850	177.700	177.400	—	—	177.650
		7 8.9 2	177.950	177.700	177.175	—	—	177.608
		7 8.8	177.900	177.550	177.225	—	—	177.558
		7 8.6	177.055	177.100	177.000	—	—	177.000
		7 8.4	176.955	176.975	176.920	—	—	176.950
		7 8.2	176.600	176.845	176.960	—	—	176.801
滝 附 近		7 8.0	—	—	—	—	—	—
		7 7.8	—	—	—	—	—	—
水門 附 近		No. 3 + 2 5 m	—	—	—	—	—	—
		No. 3	—	—	—	—	—	—
		No. 2	—	—	—	—	—	—
本川		7 7.4	—	—	—	—	—	—
		7 7.2	—	—	—	—	—	—
		7 7.0	—	—	—	—	—	—
		7 6.8	—	—	—	—	—	—
		7 6.6	—	—	—	—	—	—

表-7-1-4 水位測定値表

実験番号 5-4

河川名	分流量	実験条件 断面 測点	Q=1800 m ³ /s 彎曲部1回目改造					
			1	2	3	4	5	平均水位
本川		8 0.8	—	—	—	—	—	—
		8 0.6	—	—	—	—	—	—
		8 0.4	—	—	—	—	—	—
現河道		8 0.2	—	—	—	—	—	—
		8 0.0	—	—	—	—	—	—
		7 9.8	—	—	—	—	—	—
		7 9.6	—	—	—	—	—	—
		7 9.4 + 3 5 m	—	—	—	—	—	—
		7 9.4	—	—	—	—	—	—
分水路		No 1 1	—	—	—	—	—	—
		No 6	—	—	—	—	—	—
		No 2	—	—	—	—	—	—
		No 0	176.220	176.170	176.270	—	—	176.220
本川		7 9.2	176.170	176.070	176.100	—	—	176.113
		7 9.0	176.220	176.065	175.770	—	—	176.018
		7 8.9 2	176.245	176.120	175.770	—	—	176.045
		7 8.8	176.345	175.920	175.820	—	—	176.028
		7 8.6	175.470	175.570	175.620	—	—	175.553
		7 8.4	175.530	175.510	175.525	—	—	175.521
		7 8.2	175.220	175.395	175.570	—	—	175.395
滝付近		7 8.0	—	—	—	—	—	—
		7 7.8	—	—	—	—	—	—
水門付近		No 3 + 2 5 m	—	—	—	—	—	—
		No 3	—	—	—	—	—	—
		No 2	176.495	176.545	176.645	—	—	176.561
本川		7 7.4	—	—	—	—	—	—
		7 7.2	—	—	—	—	—	—
		7 7.0	—	—	—	—	—	—
		7 6.8	—	—	—	—	—	—
		7 6.6	—	—	—	—	—	—

表-7-1-5 水位測定値表

実験番号 5-4

河川名	実験条件		Q = 900 m ³ /s 彎曲部 1 回目改造					
	分流量	断面点	1	2	3	4	5	平均水位
本川		8 0.8	—	—	—	—	—	—
		8 0.6	—	—	—	—	—	—
		8 0.4	—	—	—	—	—	—
現河 道		8 0.2	—	—	—	—	—	—
		8 0.0	—	—	—	—	—	—
		7 9.8	—	—	—	—	—	—
		7 9.6	—	—	—	—	—	—
		7 9.4 + 3 5 m	—	—	—	—	—	—
		7 9.4	—	—	—	—	—	—
分水 路		No 1 1	—	—	—	—	—	—
		No 6	—	—	—	—	—	—
		No 2	—	—	—	—	—	—
		No 0	174.135	174.110	174.100	—	—	174.115
本川		7 9.2	173.985	173.960	173.910	—	—	173.952
		7 9.0	174.060	173.985	173.810	—	—	173.951
		7 8.9 2	174.085	173.960	173.760	—	—	173.935
		7 8.8	174.085	173.910	173.810	—	—	173.935
		7 8.6	173.510	173.560	173.620	—	—	173.563
		7 8.4	173.410	173.420	173.410	—	—	173.413
		7 8.2	173.235	173.360	173.335	—	—	173.310
滝付 近		7 8.0	—	—	—	—	—	—
		7 7.8	—	—	—	—	—	—
水門 付 近		No 3 + 2 5 m	—	—	—	—	—	—
		No 3	—	—	—	—	—	—
		No 2	174.410	174.500	174.495	—	—	174.468
本川		7 7.4	—	—	—	—	—	—
		7 7.2	—	—	—	—	—	—
		7 7.0	—	—	—	—	—	—
		7 6.8	—	—	—	—	—	—
		7 6.6	—	—	—	—	—	—

表-7-1-6 水位測定値表

実験番号 5-4

河川名	分流量	実験条件 断面測点	Q=2700 m ³ /s 彎曲部第2回目改造					
			1	2	3	4	5	平均水位
本川		80.8	—	—	—	—	—	—
		80.6	—	—	—	—	—	—
		80.4	178.875	179.000	179.050	—	—	178.975
現河 道		80.2	—	—	—	—	—	—
		80.0	—	—	—	—	—	—
		79.8	—	—	—	—	—	—
		79.6	—	—	—	—	—	—
		79.4+3.5m	—	—	—	—	—	—
		79.4	—	—	—	—	—	—
分水 路		No. 1	—	—	—	—	—	—
		No. 6	178.125	178.500	178.650	—	—	178.425
		No. 2	178.085	178.100	178.225	—	—	178.136
		No. 0	177.945	177.985	177.880	—	—	177.936
本川		79.2	177.885	177.840	177.785	—	—	177.836
		79.0	178.060	177.910	177.735	—	—	177.901
		78.92	177.985	177.685	177.035	—	—	177.568
		78.8	177.885	177.410	177.185	—	—	177.493
		78.6	177.040	177.060	176.985	—	—	177.028
		78.4	176.935	176.910	176.935	—	—	176.926
		78.2	176.395	176.835	176.935	—	—	176.721
滝付 近		78.0	—	—	—	—	—	—
		77.8	—	—	—	—	—	—
水門 付 近		No. 3+2.5m	—	—	—	—	—	—
		No. 3	—	—	—	—	—	—
		No. 2	—	—	—	—	—	—
本川		77.4	—	—	—	—	—	—
		77.2	—	—	—	—	—	—
		77.0	—	—	—	—	—	—
		76.8	—	—	—	—	—	—
		76.6	—	—	—	—	—	—

表-7-1-7 水位測定値表

実験番号 5

河川名	実験条件		$Q = 2700 \text{ m}^3/\text{s}$ 彎曲部2回目改造 水門數高T.P. 17250m					
	分流量	断面点	1	2	3	4	5	平均水位
本川		8 0.8	180.025	180.300	180.375	—	—	180.233
		8 0.6	180.000	179.860	179.775	—	—	179.878
		8 0.4	179.550	179.700	179.750	—	—	179.666
現河 道		8 0.2	—	—	—	—	—	—
		8 0.0	—	—	—	—	—	—
		7 9.8	—	—	—	—	—	—
		7 9.6	—	—	—	—	—	—
		7 9.4 + 3 5 m	—	—	—	—	—	—
		7 9.4	—	—	—	—	—	—
分水 路		No 1 1	179.500	179.600	179.500	—	—	179.533
		No 6	179.200	179.325	179.560	—	—	179.362
		No 2	179.090	179.145	179.190	—	—	179.141
		No 0	179.090	179.050	179.200	—	—	179.113
本川		7 9.2	179.150	179.150	179.100	—	—	179.133
		7 9.0	179.100	179.025	178.775	—	—	178.966
		7 8.9 2	179.125	179.050	178.650	—	—	178.942
		7 8.8	179.150	178.875	178.545	—	—	178.856
		7 8.6	179.110	178.645	178.595	—	—	178.783
		7 8.4	178.705	178.590	178.610	—	—	178.635
		7 8.2	178.350	178.600	178.575	—	—	178.508
滝付 近		7 8.0	178.525	178.525	178.675	—	—	178.575
		7 7.8	177.250	177.675	178.075	—	—	177.666
水門 付近		No 3 + 2 5 m	178.300	178.575	178.475	177.575	—	178.450
		No 3	177.625	173.575	173.650	176.825	—	173.612
		No 2	176.775	175.725	175.635	176.425	—	175.680
本川		7 7.4	176.430	175.675	175.675	175.975	—	175.939
		7 7.2	175.250	175.350	175.500	—	—	175.367
		7 7.0	175.275	175.350	175.425	—	—	175.350
		7 6.8	175.100	下 流	175.125	水 位	—	175.112
		7 6.6	—	—	—	—	—	—

表 7-1-8 水位測定値表

実 験 5

河 川 名	実験条件							
	分 流 量	断 面 点	1	2	3	4	5	平均水位
本 川		8 0.8	—	—	—	—	—	—
		8 0.6	—	—	—	—	—	—
		8 0.4	—	—	—	—	—	—
現 河 道		8 0.2	—	—	—	—	—	—
		8 0.0	178.900	178.910	178.900	—	—	178.903
		7 9.8	178.900	178.900	178.900	—	—	178.900
		7 9.6	178.875	178.870	178.885	—	—	178.876
		7 9.4 + 3 5 m	—	—	—	—	—	—
		7 9.4	178.800	178.795	178.805	—	—	178.800
分 水 路		No 1 1	—	—	—	—	—	—
		No 6	—	—	—	—	—	—
		No 2	—	—	—	—	—	—
		No 0	—	—	—	—	—	—
本 川		7 9.2	—	—	—	—	—	—
		7 9.0	—	—	—	—	—	—
		7 8.9 2	—	—	—	—	—	—
		7 8.8	—	—	—	—	—	—
		7 8.6	—	—	—	—	—	—
		7 8.4	—	—	—	—	—	—
		7 8.2	—	—	—	—	—	—
滝 付 近		7 8.0	—	—	—	—	—	—
		7 7.8	—	—	—	—	—	—
水 門 付 近		No 3 + 2 5 m	—	—	—	—	—	—
		No 3	—	—	—	—	—	—
		No 2	—	—	—	—	—	—
本 川		7 7.4	—	—	—	—	—	—
		7 7.2	—	—	—	—	—	—
		7 7.0	—	—	—	—	—	—
		7 6.8	—	—	—	—	—	—
		7 6.6	—	—	—	—	—	—

表-7-2 各横断流量計算表(実験5-4改造1)

断面	測点 項目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	ΣA ΣQ	備 考
79.2	h	2.65	5.55	8.55	8.55	8.55	5.30	2.15	2.15				左岸高水敷流量 275.45 m^3/s
	A	33.94	91.50	171.00	179.55	183.83	91.50	34.40	43.00			828.72	右岸高水敷流量 443.12 m^3/s
	v	1.43	2.48	3.09	3.67	4.05	3.37	1.88	1.63				低水路流量 193.184 m^3/s
	q	48.53	226.92	528.39	658.94	744.51	308.36	64.67	70.09			2650.41	
79.1	h	2.20	5.60	8.50	8.50	8.50	5.60	2.40	2.40				左岸高水敷流量 145.35 m^3/s
	A	11.00	72.23	178.50	170.00	178.50	73.57	48.00	52.80			784.60	右岸高水敷流量 523.02 m^3/s
	v	1.00	1.86	3.00	3.93	4.21	3.82	2.27	2.33				低水路流量 195.508 m^3/s
	q	11.00	134.35	535.50	668.10	751.48	281.04	108.96	133.02			2623.45	
78.92	h	3.20	5.45	8.45	8.45	8.45	5.50	3.20	3.20	3.20			左岸高水敷流量 373.32 m^3/s
	A	24.00	110.68	169.00	194.35	156.33	78.64	56.00	64.00	96.00		951.91	右岸高水敷流量 (1064.49 m^3/s)
	v	0.89	3.18	3.48	4.49	4.52	3.76	4.46	3.52	3.06			低水路流量 (2167.36 m^3/s)
	q	21.36	351.96	588.12	872.63	706.61	295.69	(249.76)	(225.28)	(293.76)		(3605.17)	
78.8	h	5.20	8.40	8.40	8.40	5.15	1.65	1.65	1.65				左岸高水敷流量 215.44 m^3/s
	A	65.65	159.60	168.00	193.20	72.86	26.40	33.00	24.75			743.46	右岸高水敷流量 334.44 m^3/s
	v	3.28	3.91	4.09	3.09	2.54	1.74	1.86	1.71				低水路流量 1909.58 m^3/s
	q	215.44	624.45	688.11	597.01	184.94	45.96	61.27	42.27			2459.46	
78.7	h	5.15	8.10	8.10	8.10	5.20	1.70	1.70	1.70				左岸高水敷流量 373.34 m^3/s
	A	81.00	186.30	162.00	153.90	68.60	28.05	30.60	20.40			730.85	右岸高水敷流量 368.65 m^3/s
	v	4.61	4.50	3.87	3.53	3.27	1.67	1.79	2.07				低水路流量 2008.73 m^3/s
	q	373.34	838.66	626.73	543.34	224.69	46.89	54.77	42.30			2750.72	

表-7-3 旧本川流量計算表

断	測 項 面	点 目	1	2	3	ΣA ΣQ	備 考
流入 口	h		4.10	4.15	4.10		
	A		19.47	19.27	21.73	60.47	
	v		1.81	1.29	1.14		
	q		35.25	24.86	24.77	81.88	
80	h		5.35	6.10	5.85		
	A		28.05	45.12	39.67	112.84	
	v		0.97	0.75	0.74		
	q		27.35	33.84	29.35	90.54	
79.8	h		4.65	4.50	4.75		
	A		48.95	80.12	60.00	189.00	
	v		0.39	0.70	0.36		
	q		19.18	56.08	21.60	96.86	
79.6	h		4.10	5.00	5.75		
	A		92.96	75.17	91.95	260.08	
	v		0.17	0.30	0.45		
	q		15.80	23.00	41.37	80.18	
79.4	h		4.25	4.15	4.15		
	A		60.21	57.10	64.46	181.77	
	v		0.55	0.62	0.51		
	q		33.00	34.83	30.73	98.56	

表-7-4 流量と水門上流の水位変化表

	Q = 2700	2300	1800	1300	900	500
(水 門)						
左	177950	177600	177075	176600	175825	175100
右	178025	177725	177000	176550	175850	175100
左 小 段	178050	177625	177150	176450	—	—
平 均	17801	177650	177075	176533	175838	175100
(水門+ 50m)						
左 1	178275	177975	177400	176800	—	—
左 1	178600	178150	177600	176875	176200	175375
中	178700	178325	177675	176925	176250	175400
右	178900	178400	177750	177000	176300	175475
平 均	178619	178213	177606	176900	17625	175417
(78.2)						
左 岸 より 1	178500	178025	177525	176800	—	—
2	178550	178150	177575	176925	176250	175450
3	178650	178250	177600	176925	176250	175500
4	178675	178275	177650	177000	176325	175550
5	178700	178225	177650	177025	176350	175625
6	178750	178275	177600	176975	—	—
平 均	178683	17820	177600	176942	176294	175531

表-7-5 水位測定結果

断面	実験 条件 測点 №	$Q_0 = 2,700 \text{ m}^3/\text{s}$ 旧本川上下流開口の場合								備考
		1	2	3	4	5	6	7	平均水位	
本 川	80.4	178.625	178.625	178.625	178.675	178.775			178.665	
	80.260	178.875	178.825	178.80	178.825	178.750			178.815	旧本川のみ 口下流 15 m
	80.2	178.835	178.85	178.825					178.8367	
	80.0	178.755	178.69	178.675					178.7067	
	79.85	178.675	178.67	178.67					178.6717	
	79.65	178.525	178.505	178.475					178.502	
	79.4 + 35									
	79.4	178.815	178.78	178.685					178.76	
分 水 路	№ 12 + 60	178.735	178.825	178.825	178.650	178.775			178.762	旧本川のみ 口前面
	№ 6									
	№ 2									
	№ 0	178.585	178.585	178.58	178.575	178.62			178.589	
本 川	79.2	178.425	178.32	178.325	178.325	178.175	177.915	178.025	178.2157	
	79.0									
	78.92									
	78.8									
	78.6									
	78.4									
	78.2									
滝 付 近	78.0									
	77.8									
水 門 付 近	№ 3 + 25									
	№ 3									
	№ 2									
本 川	77.4									
	77.7									
	77.0									
	76.8									
	76.6									

表-7-6 水位測定結果一覧表

断面	実験 条件 測点No	Q = 2,700 m ³ /s 旧本川下流のみ開口の場合							
		1	2	3	4	5	6	7	平均水位 備考
本 川	80.8 k								
	80.6								
	80.4	178.25	178.80	178.80	178.90	178.85			178.72
	80.260	178.435	178.45	178.40	178.425	178.45			178.432 旧本川のみ 口下流 15 m
	80.0	178.810	178.795	178.805					178.8033
	79.85	178.650	178.65	178.585					178.628
	79.65	178.65	178.65	178.585					178.6283
	79.4 + 35								
	79.4	178.55	178.525	178.50					178.525
分 水 路	No. 11								
	No. 6								
	No. 2								
	No. 0	178.49	178.49	178.49	178.54	178.59			178.52
本 川	79.2	178.20	178.225	178.18	178.15	178.105	177.935	177.975	178.11
	79.0								
	78.92								
	78.8								
	78.6								
	78.4								
	78.2								
滝 付 近	78.0								
	77.8								
水 門 付 近	No. 3 + 25								
	No. 3								
	No. 2								
本 川	77.4								
	77.7								
	77.0								
	76.8								
	76.6								

図-7-11-1 湯之尾市街地模型改造平面図
(実験番号4 ケースⅡ9)

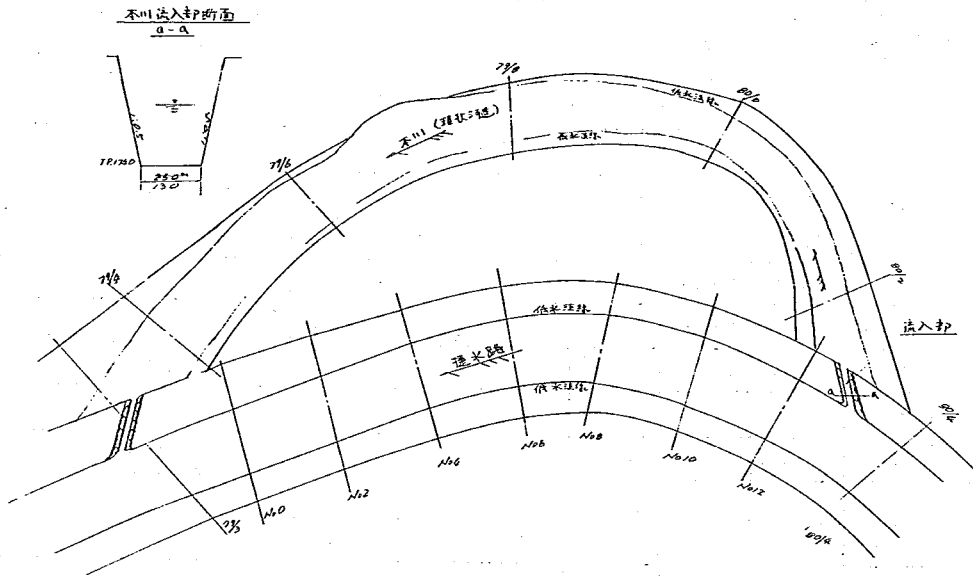


図-7-11-3 本川水位縦断面図
実験番号4 ケースⅡ9

$\Sigma Q = 2700 \text{ m}^3/\text{S}$ 湯之尾市街地本川上下流
に水門設置

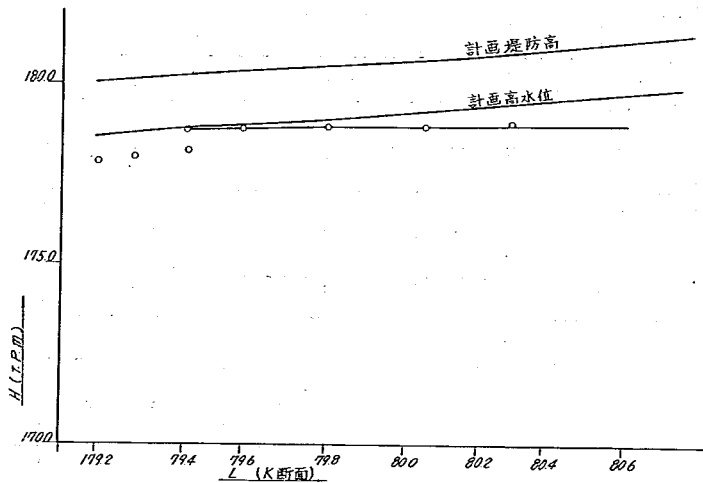


图-7-6-1 流速分布图

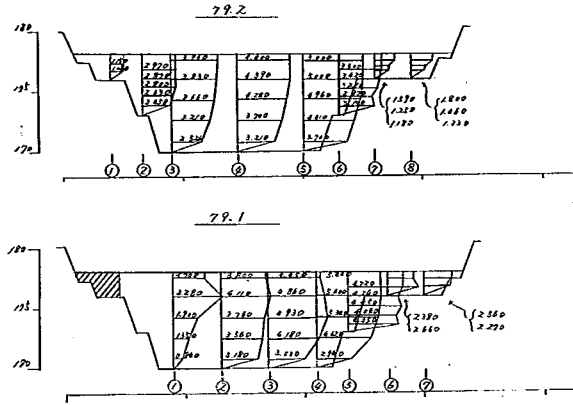


图-7-6-2 流速分布图

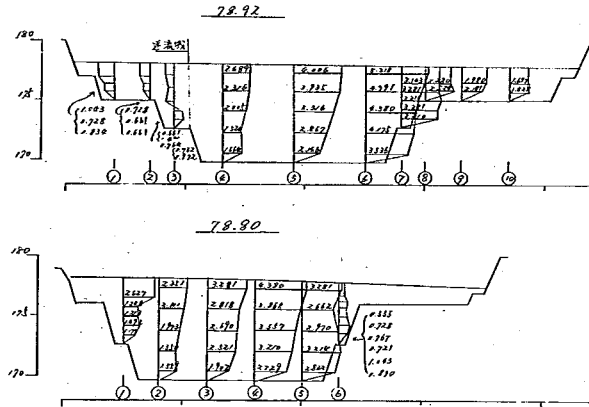
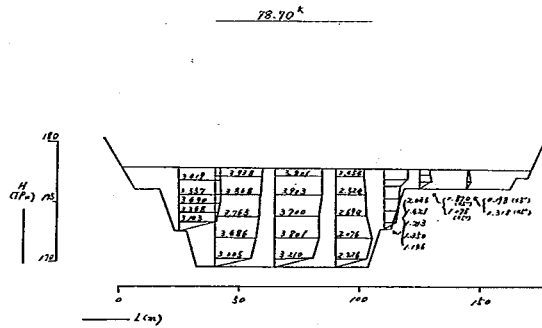


图-7-6-3 流速分布图



実験番号 2 ケース 2



图-7-3-1 流速分布图

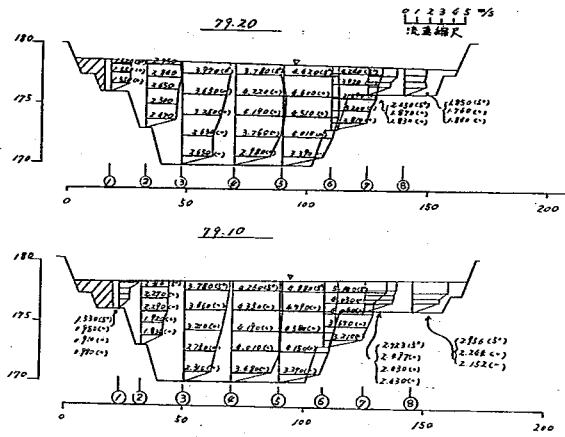


图-7-3-2 流速分布图

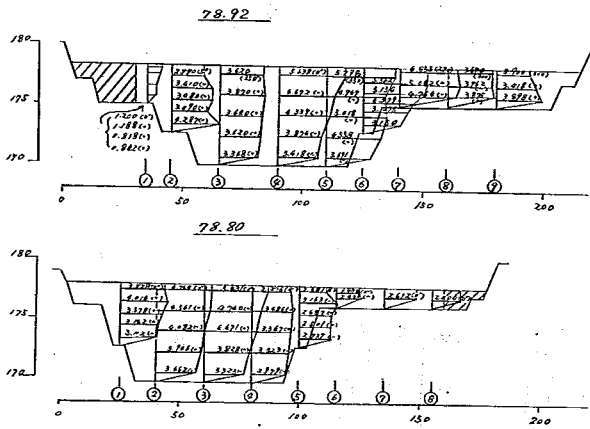


图-7-3-3 流速分布图

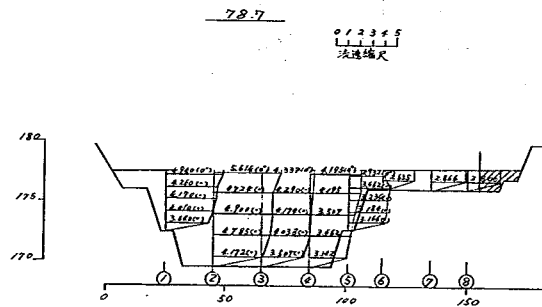
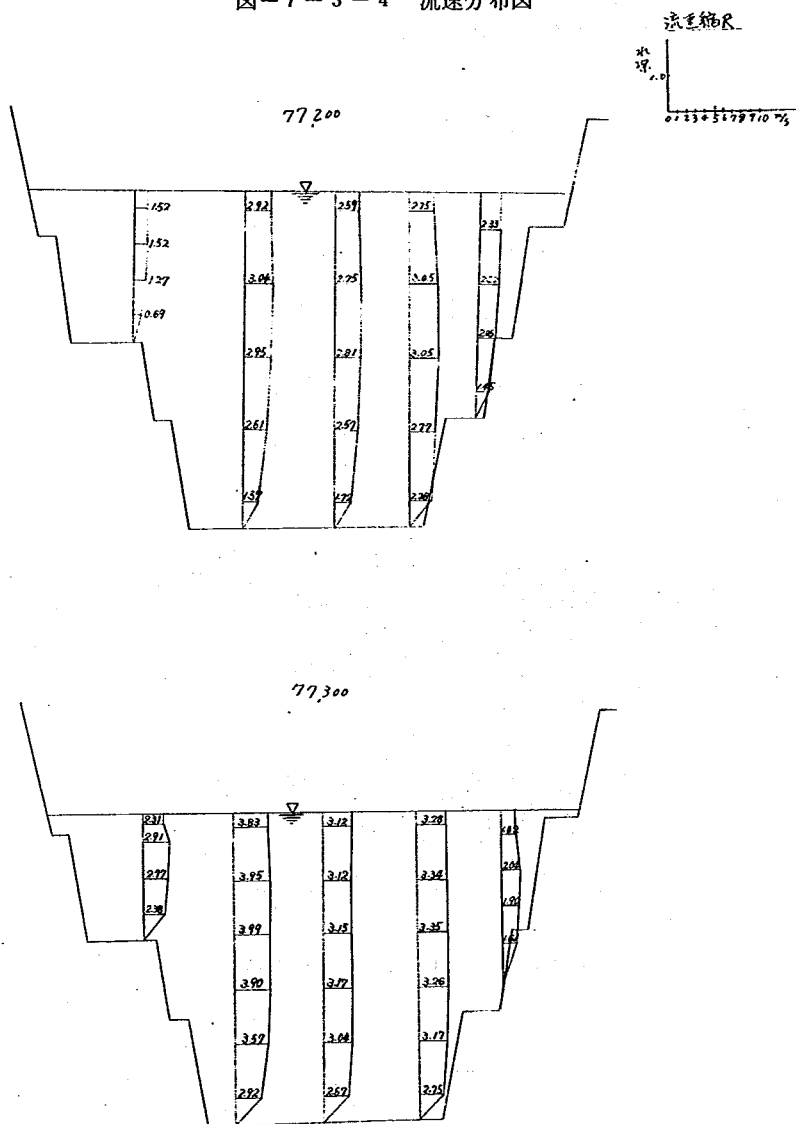


图-7-3-4 流速分布图

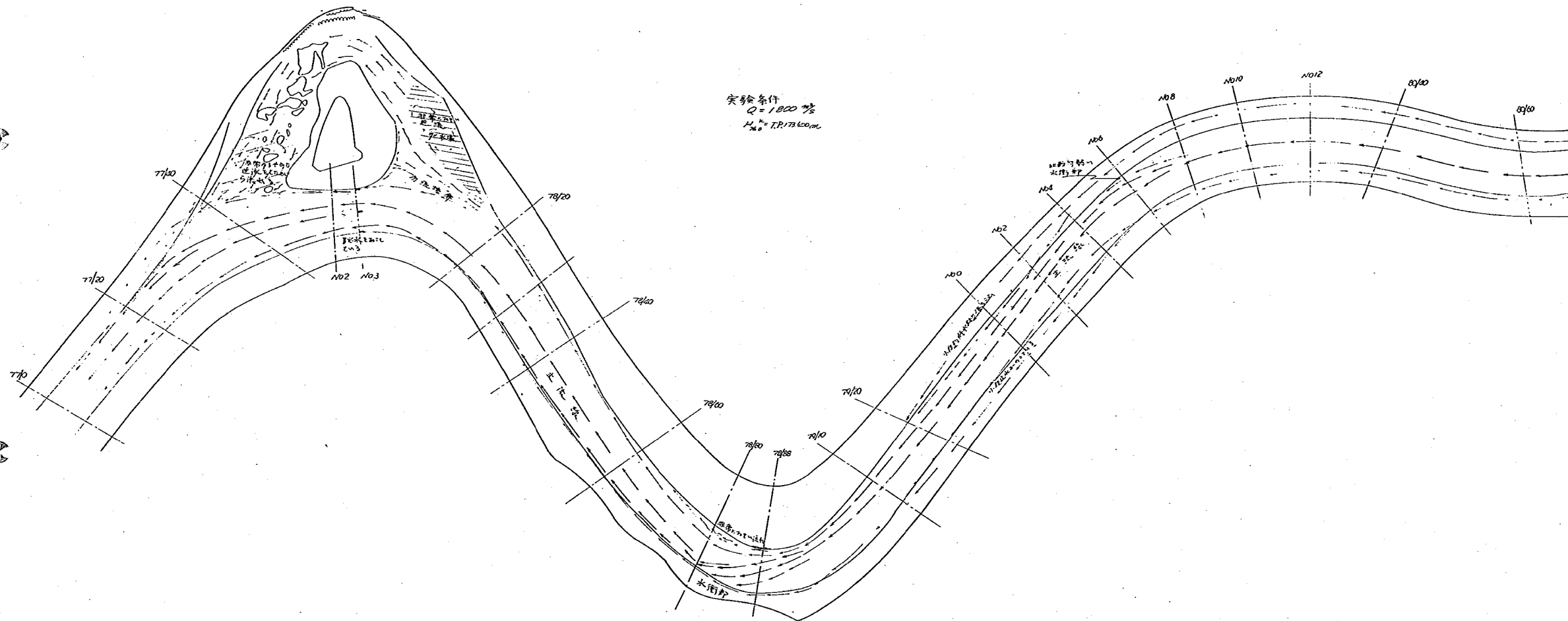


実験番号 5 ケース版 1



図-7-4-2 川内川流向平面図

実験番号5 ケースⅡ2



実験番号 5 ケース Ⅲ 3



図-7-8-2 流量と水門上流の水位変化

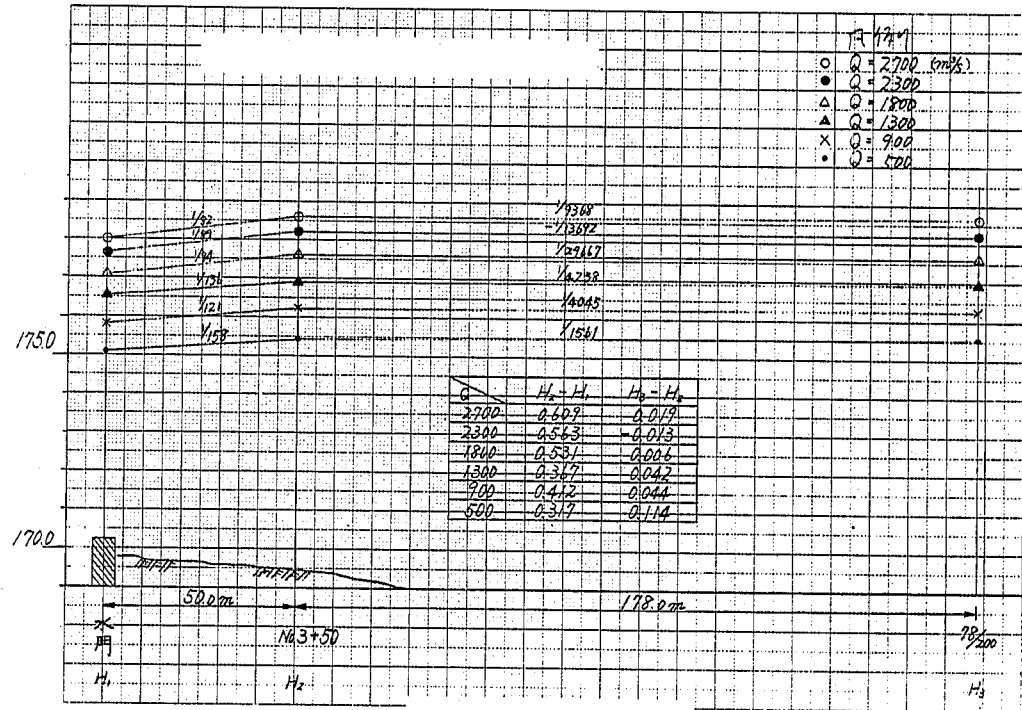


图-7-9-1 流速分布图

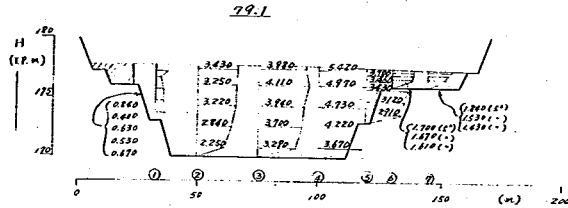
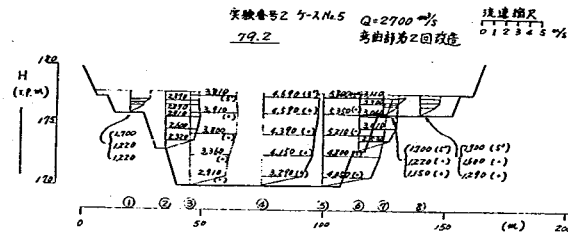


图-7-9-2

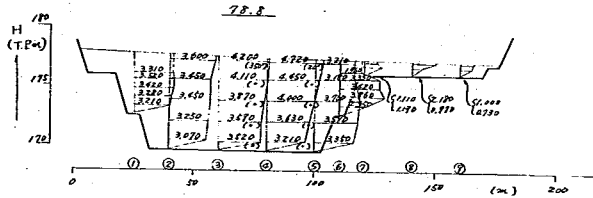
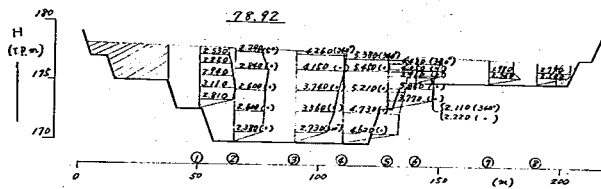
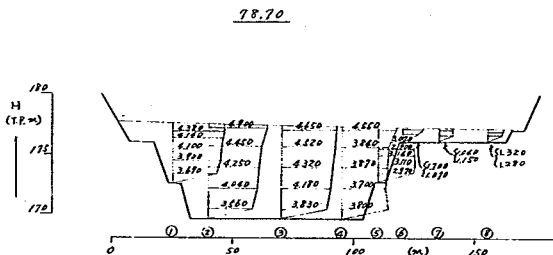


图-7-9-3



実験番号 2 ケース 版 5

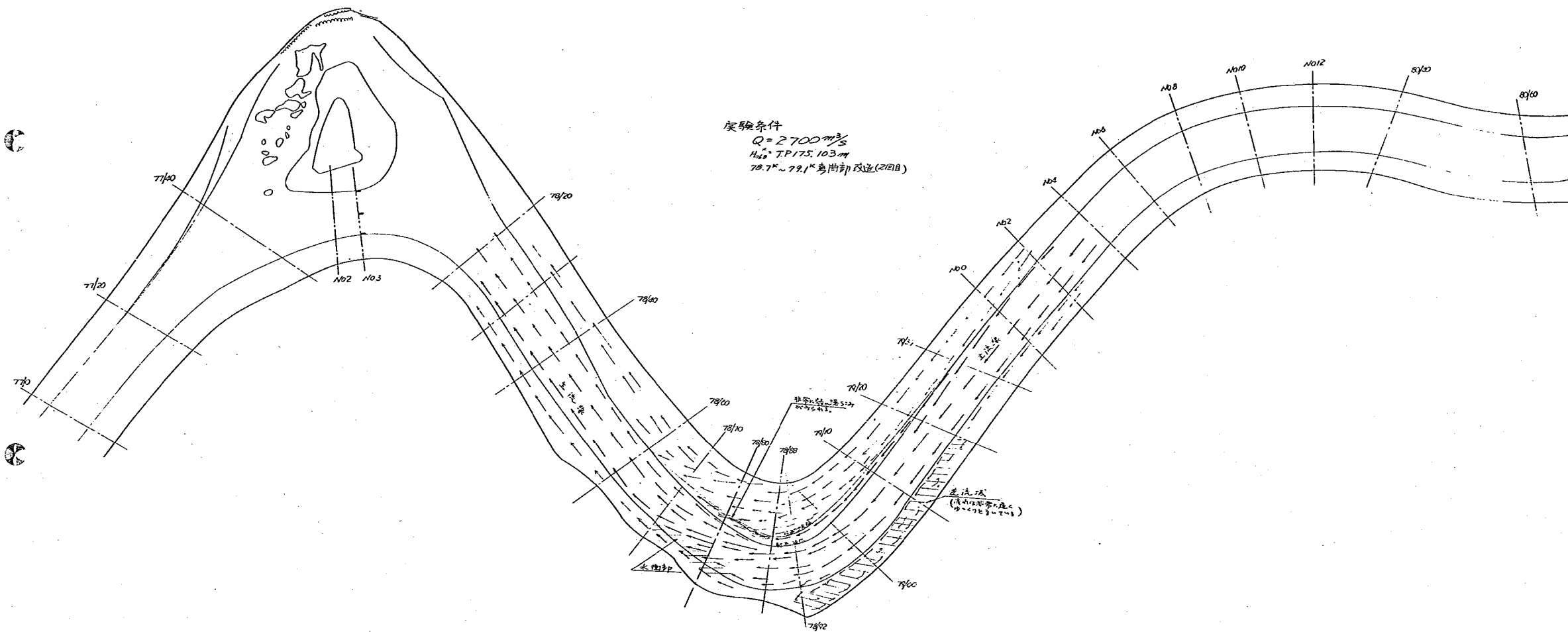
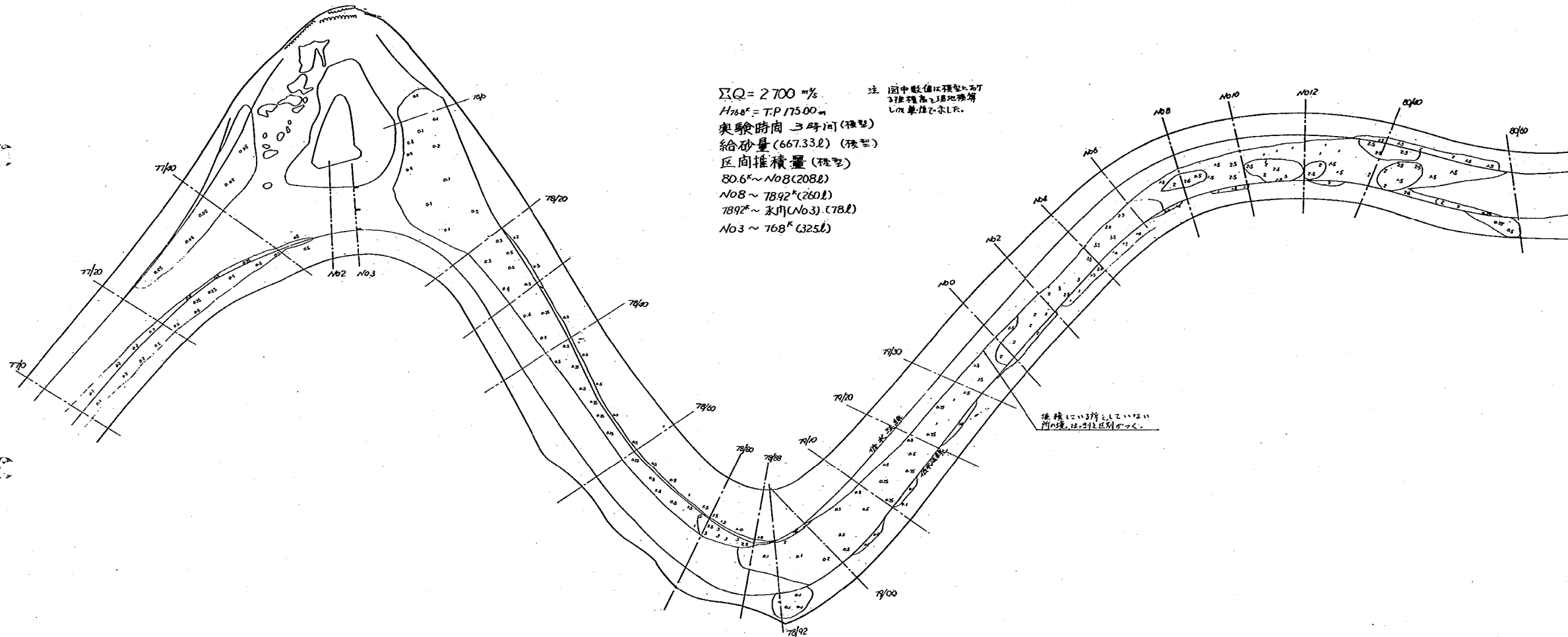


図-7-12 流実験平面図

実験番号5 ケースⅡ5



実験番号 5 ケース版 5

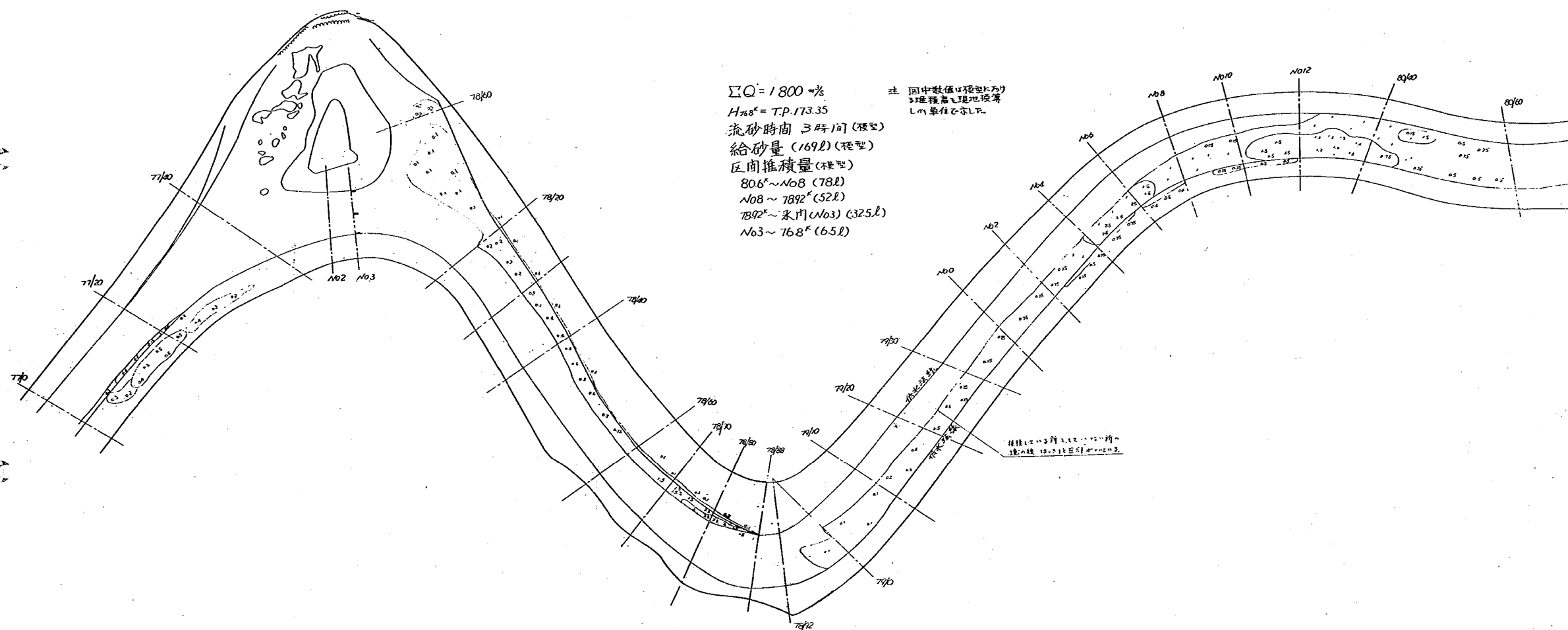


图-7-14 流入流出口断面图

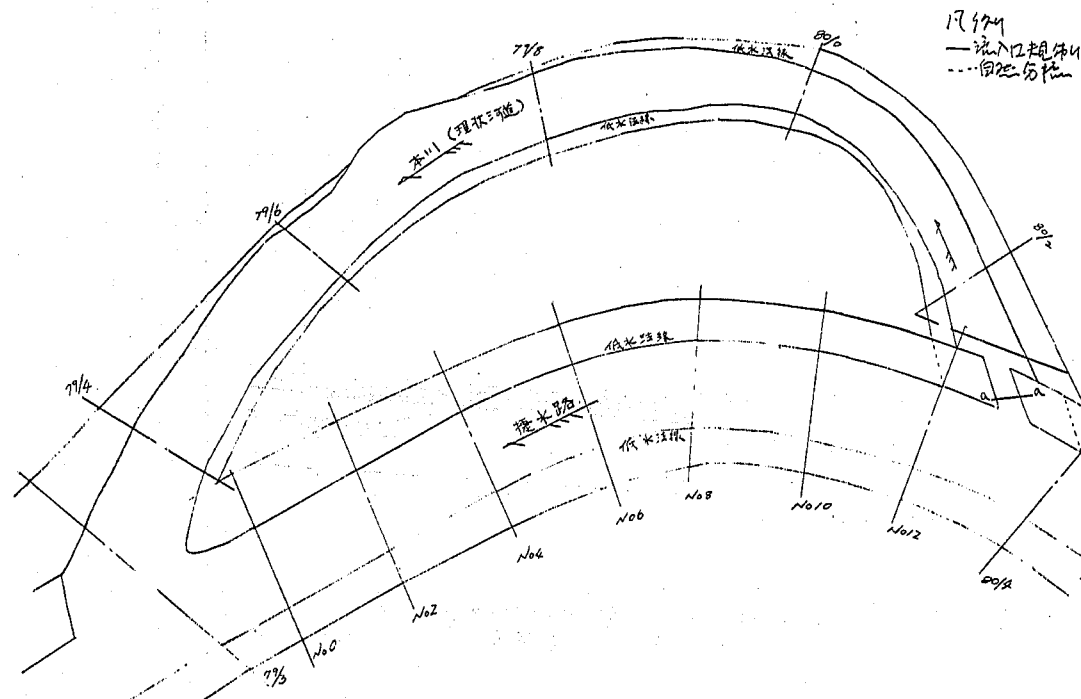


图-7-15 本川水位縦断面図

実験番号 47-2409
 至 2700 m/s 湯之尾市街地本川上下流水門設置

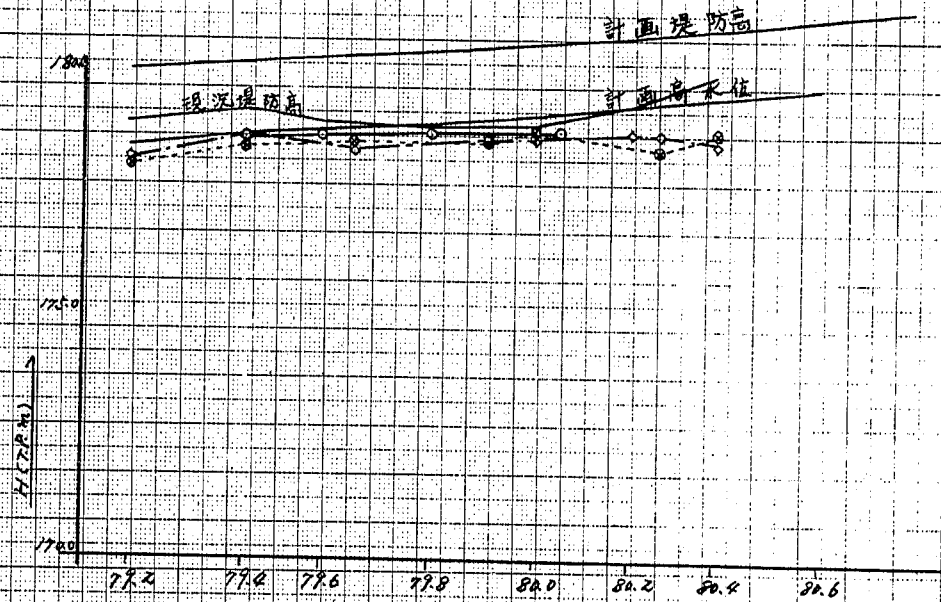


图-7-16 流入口附近流速图

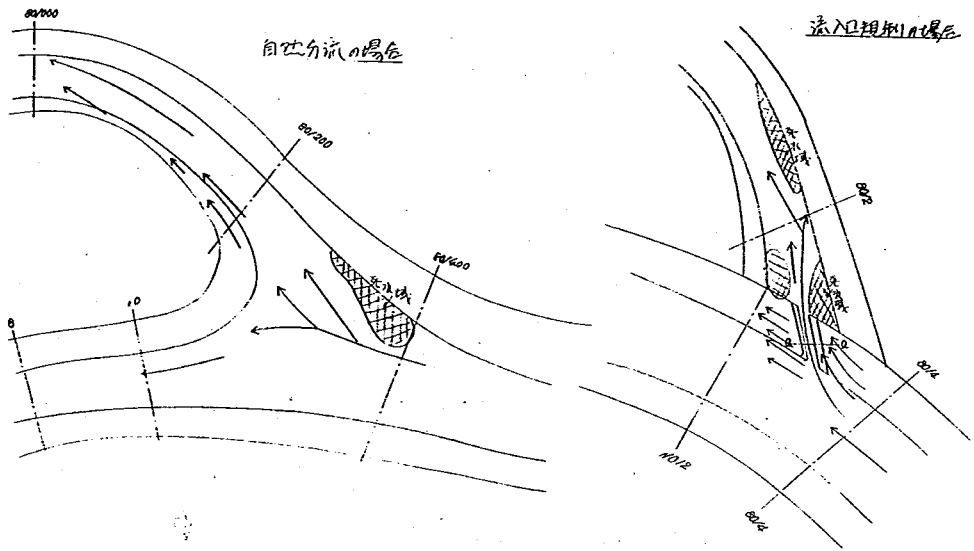


図-7-17-1 流速分布図(旧本川、上、下流端開口)

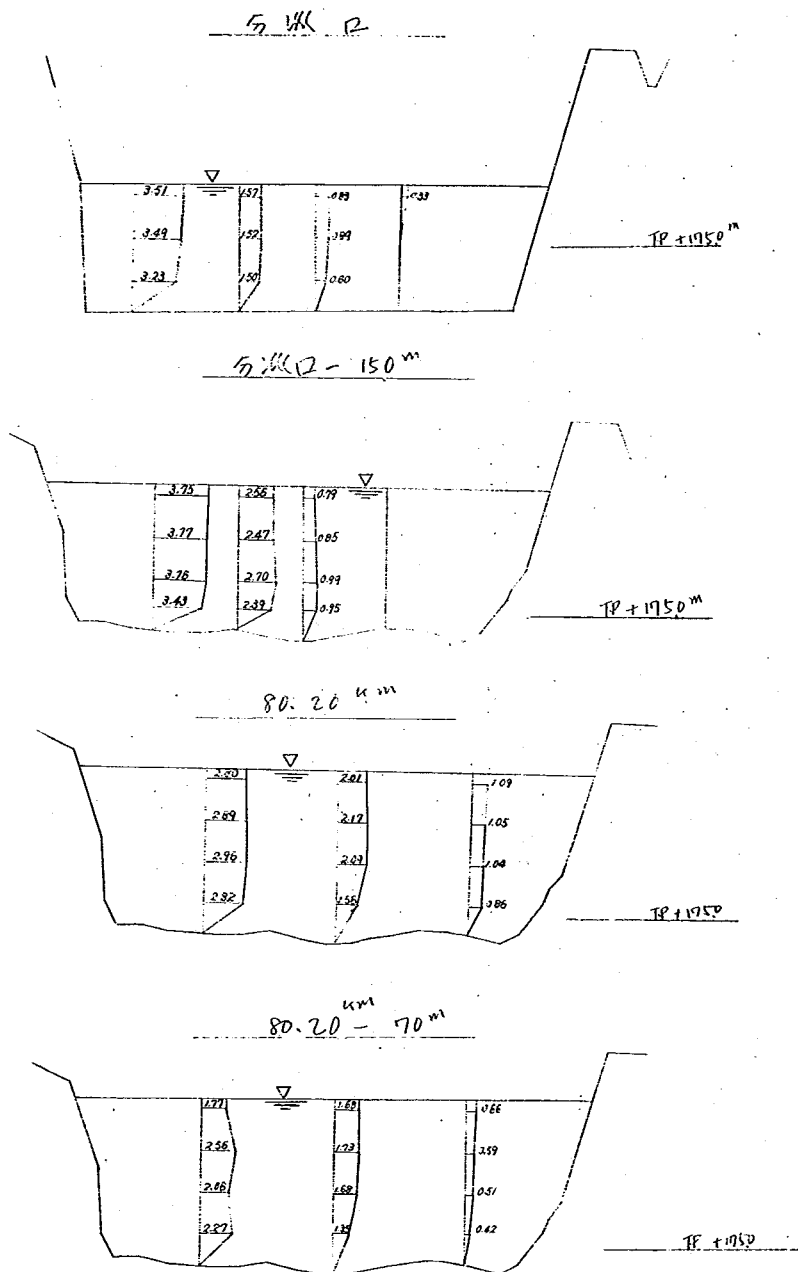
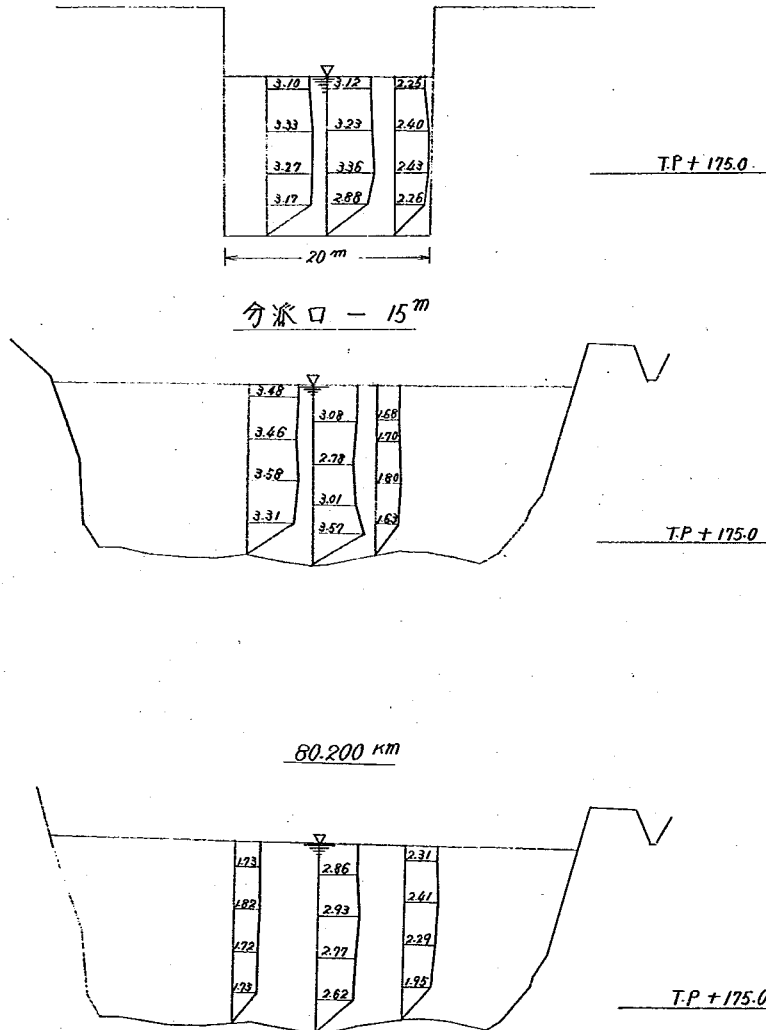
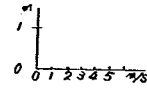


図-7-17-2 流速分布図(下流のみ開口)

流速縮尺

分派口



写 真 集

写真番号 1 ~15—分水路案水門 4 門

“ 16~22— “ 2 門

“ 23~52—捷 水 路 案 2 門

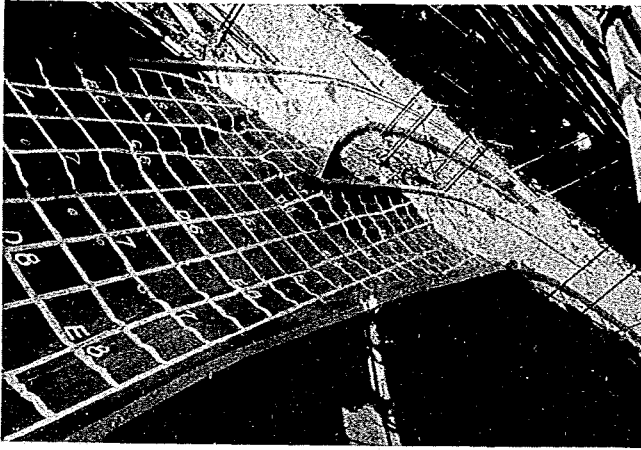


写真 1

湯之尾市街地附近合流
点を望む（下流側から）。

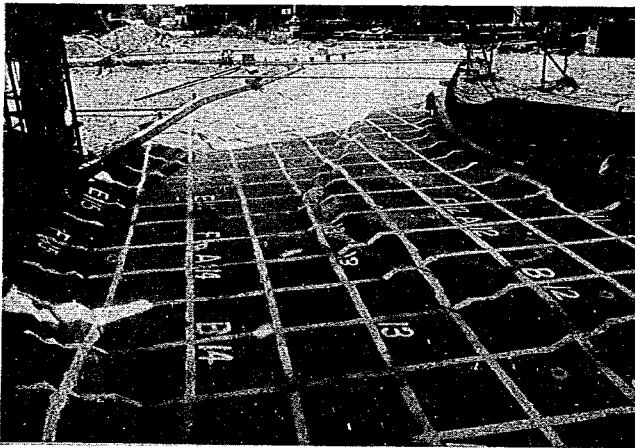


写真 2

7 8.8 Km 彎曲部より下
流側をみる。

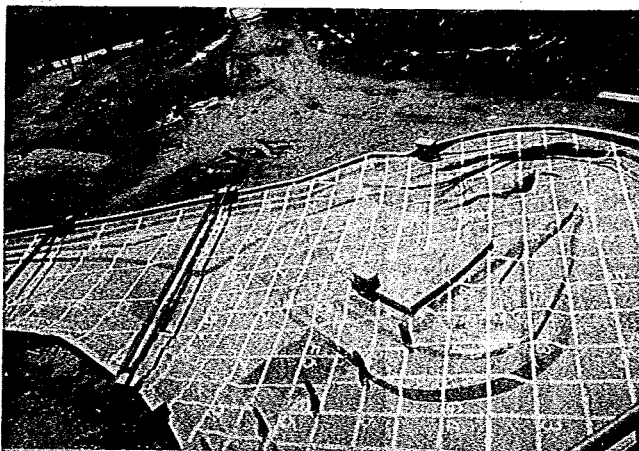


写真 3

湯之尾滝附近
水門 4 門

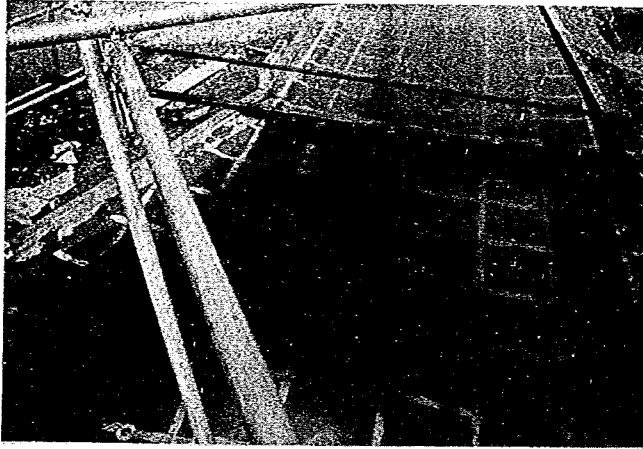


写真4 実験1-1
 $Q_0 = 2,700 \text{ m}^3/\text{s}$
 上流分流点附近
 (80.400Km)

写真5 実験1-1
 $Q_0 = 2,700 \text{ m}^3/\text{s}$
 分流点下流本川側
 (80.4 Km)



写真6 実験1-1
 $Q_0 = 2,700 \text{ m}^3/\text{s}$
 分流点下流水路側
 (80.4 Km)





写真 7 実験 1-1

$$Q_0 = 2,700 \text{ m}^3/\text{s}$$

合流点 79.2 Kmより下流
をみる。

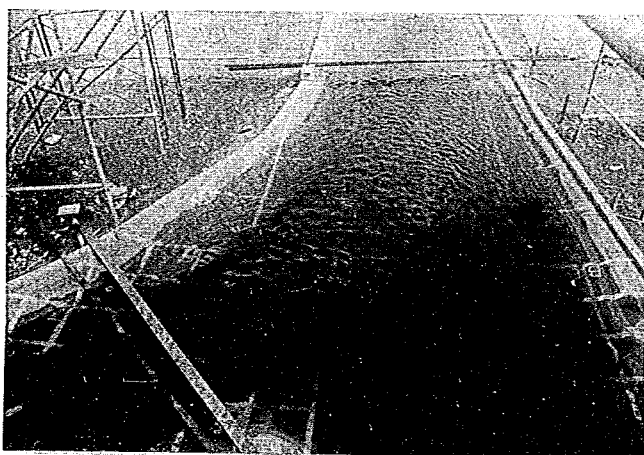


写真 8 実験 1-1

$$Q_0 = 2,700 \text{ m}^3/\text{s}$$

湯之尾滝下流

水門

合流点より下流をみる。



写真 9 実験 1-1

$$Q_0 = 2,700 \text{ m}^3/\text{s}$$

水門および湯之尾滝附近

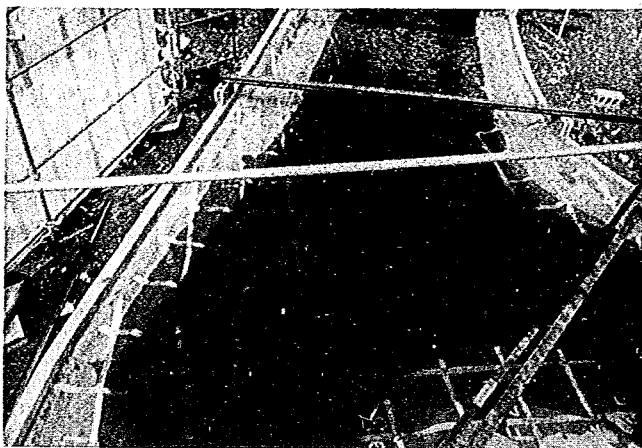


写真 10

実験 1-2

$$Q_0 = 1,800 \text{ m}^3/\text{s}$$

湯之尾滝および水門より
上流をみる。

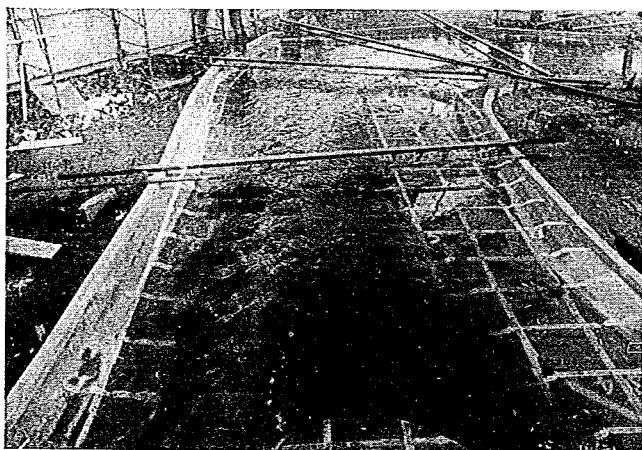


写真 11

実験 1-2

$$Q_0 = 1,800 \text{ m}^3/\text{s}$$

合流点 7.9.2 Km より彎曲部
をみる。

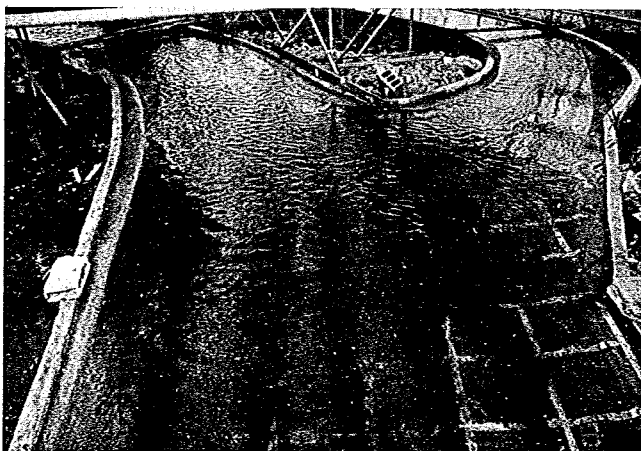


写真 12

実験 3

$$Q_0 = 2,700 \text{ m}^3/\text{s}$$

8.0.4 Km 分流点より本川,
分水路をみる。

写真 13

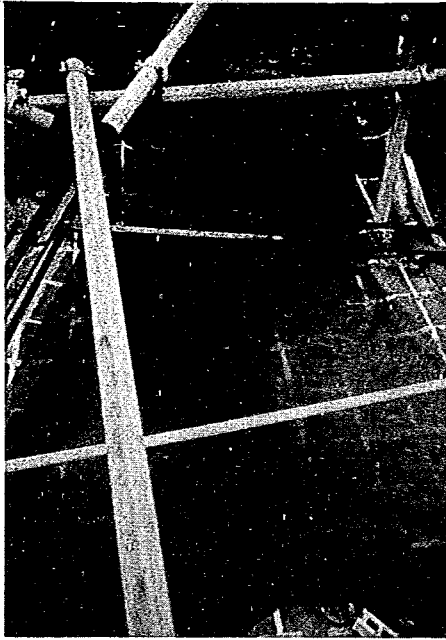


写真13 実験3

$Q_0 = 2,700 \text{ m}^3/\text{s}$

左側-湯之尾滝

右側-水門

写真14 実験3

$Q_0 = 2,700 \text{ m}^3/\text{s}$

78.8 Km附近彎曲部より下流をみる。

写真15 実験

$Q_0 = 2,700 \text{ m}^3/\text{s}$

水門附近の流下状況

写真 14

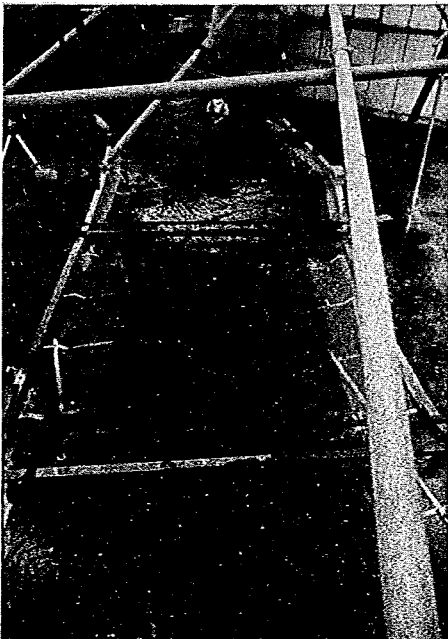
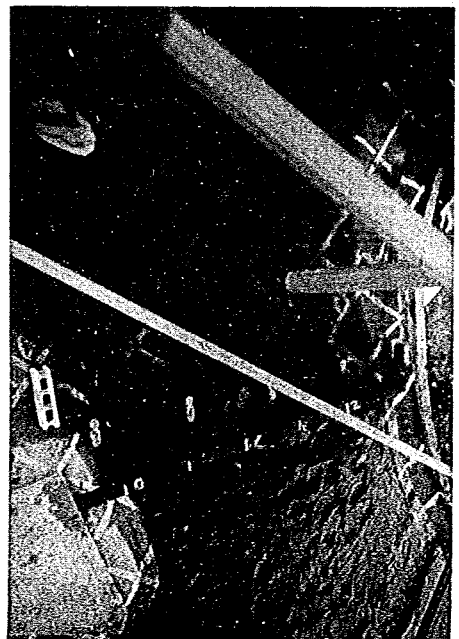


写真 15.



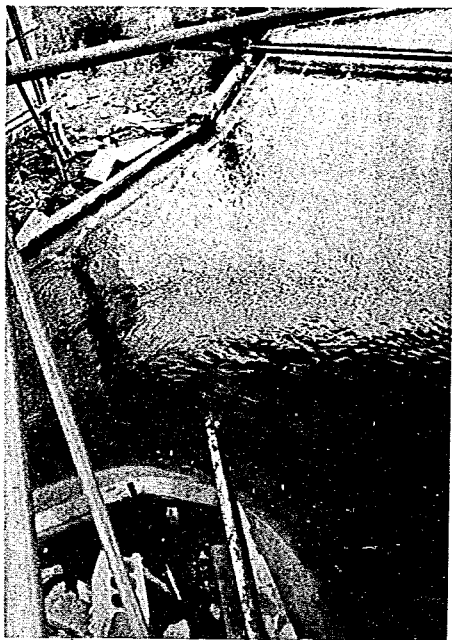


写真16 実験4-1

$$Q_0 = 2,700 \text{ m}^3/\text{s}$$

分流点80.4km附近から上流をみる。

手前下側が本川

右へ流れているのが分水路



写真17 実験4-1

$$Q_0 = 2,700 \text{ m}^3/\text{s}$$

合流点79.2km附近より下流をみる。

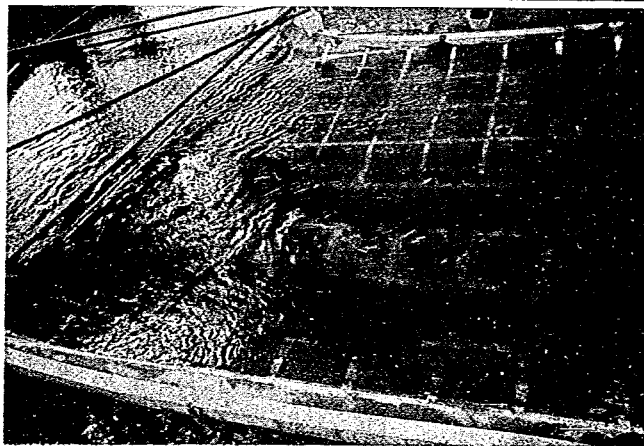


写真18 実験4-1

$$Q_0 = 2,700 \text{ m}^3/\text{s}$$

合流点79.2kmより下流の彎曲部附近



写真19 実験4

$Q_0 = 2,700 \text{ m}^3/\text{s}$

水門分流点附近

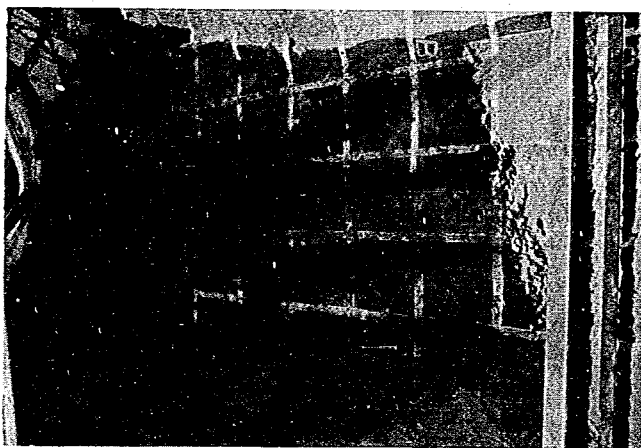


写真20 実験4-3

$Q_0 = 900 \text{ m}^3/\text{s}$

80.4 Kmより下流をみる。

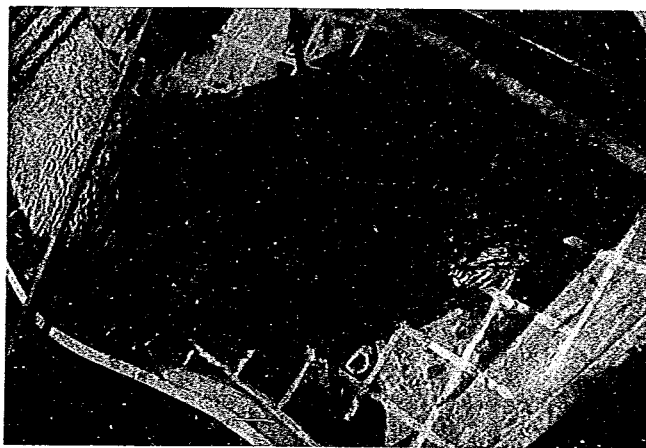


写真21 実験4-3

$Q_0 = 900 \text{ m}^3/\text{s}$

上流より彎曲部附近をみる。



写真 2 2 実験 4 - 3

$Q_0 = 900 \text{ m}^3/\text{s}$

7.9.2 Km 合流点附近をみる。

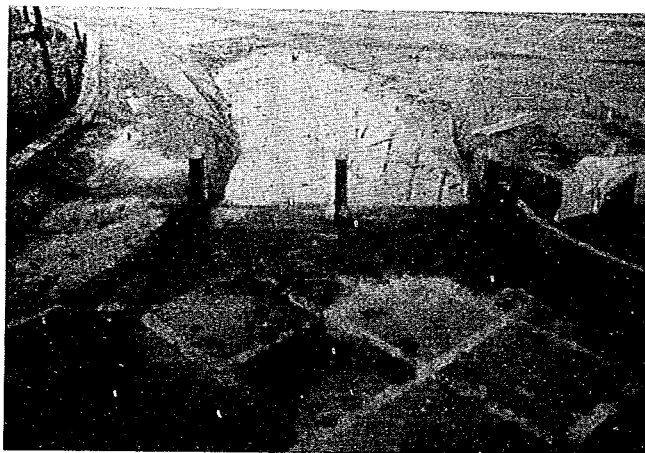


写真 2 3

捷水路案

模型改造状態

水門 (No. 3) 附近を流線に
対して一直線になるよう
に取り付けた Span 間隔な
どは前回実験と変っていな
い。



写真 2 4

捷水路案

模型改造状態

78.88 k ~ 78.2 k

上流より下流方向に見る。



写真 25

捷水路案

模型改造

㈬10~78.7k

上流より下流方向に見る。

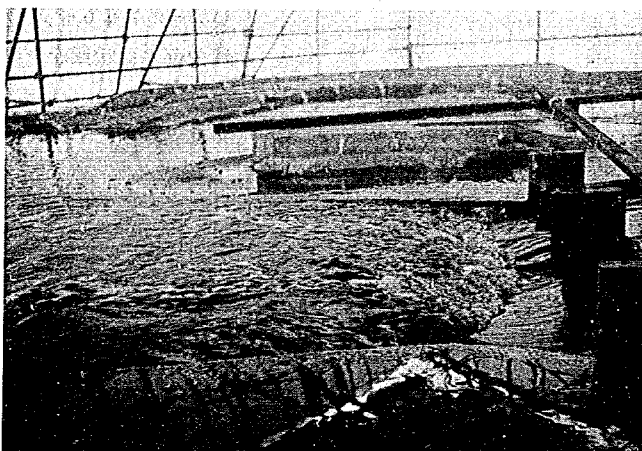


写真26 実験5-1

$Q_0 = 2,700 \text{ m}^3/\text{s}$

水門(㈬3)を横方向に見る。

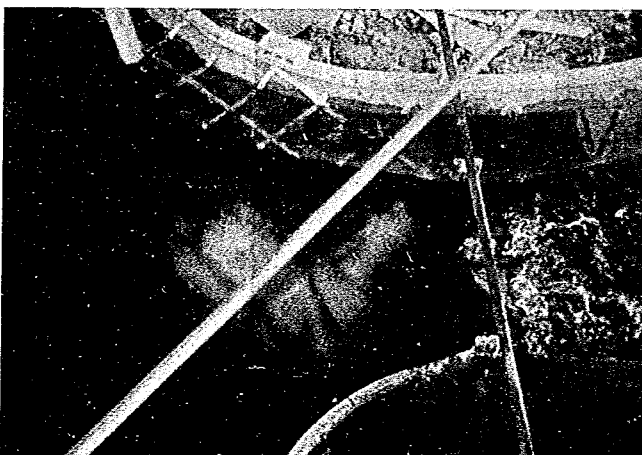


写真27 実験5-1

$Q_0 = 2,700 \text{ m}^3/\text{s}$

78.2k~㈬2流況を

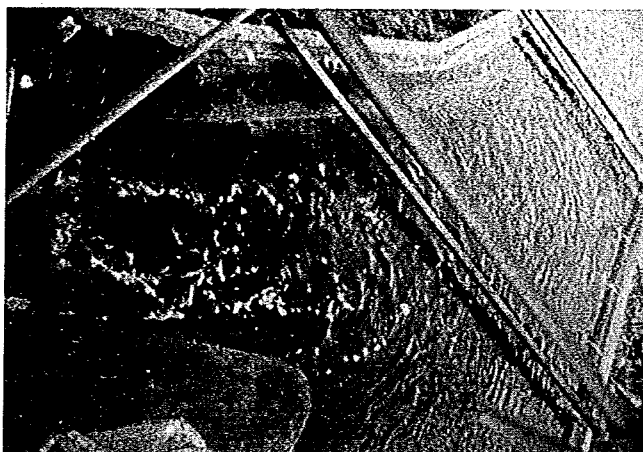


写真28 実験5-1

$Q_0 = 2,700 \text{ m}^3/\text{s}$

78.3 (水門) ~ 79.2 k を
下流方向に見る。

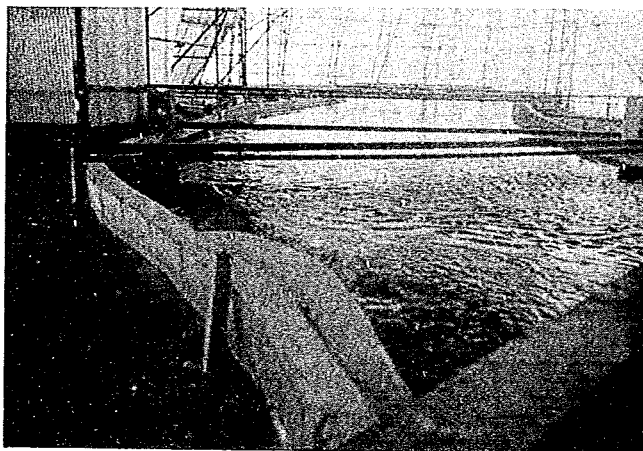


写真29 実験5-1

$Q_0 = 2,700 \text{ m}^3/\text{s}$

彎曲部水面状態を下流方向
に見る。

78.92 k ~ 78.2 k

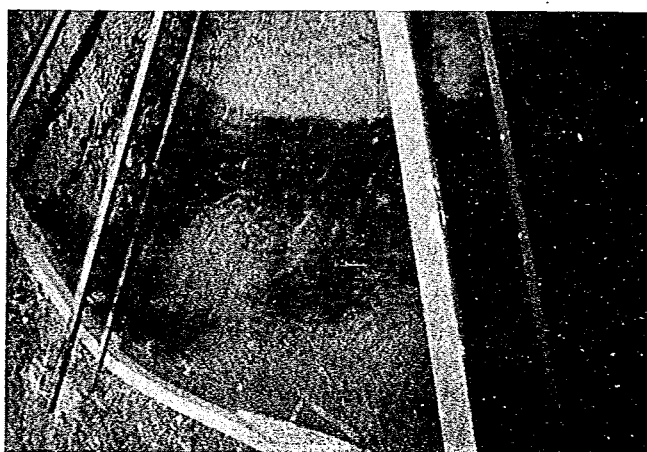


写真30 実験5-1

$Q_0 = 2,700 \text{ m}^3/\text{s}$

彎曲部 (78.92 k ~
78.6 k) を上流より下流
方向に見る。

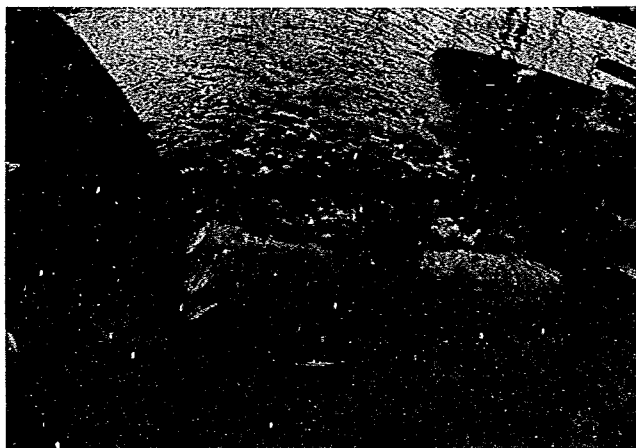


写真31 実験5-2

$Q_0 = 1,800 \text{ m}^3/\text{s}$

水門附近を上流より下流方向に見る。



写真32 実験5-2

$Q_0 = 1,800 \text{ m}^3/\text{s}$

断面10～断面6

水面状態を断面6右岸より上流方向に見る。



写真33 実験5-3

$Q_0 = 900 \text{ m}^3/\text{s}$

断面3 (水門) ～断面2

横方向から見る。



写真34 実験5-3

捷水路案

$$Q_0 = 900 \text{ m}^3/\text{s}$$

$\alpha_6 \sim \alpha_0$

上流より見る

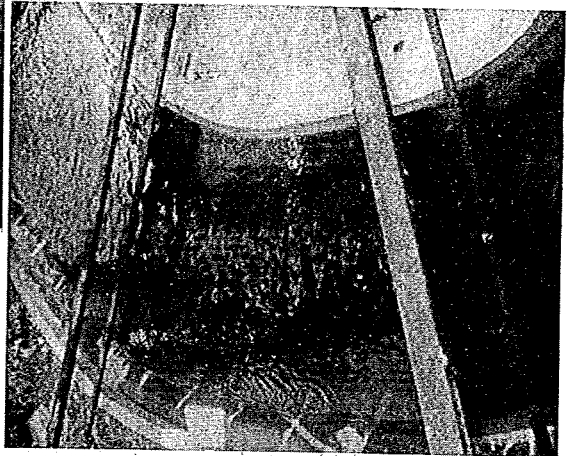


写真35 実験5-3

捷水路案

$$Q_0 = 900 \text{ m}^3/\text{s}$$

彎曲部を

78.92 k ~ 78.6 k



写真36 実験5-3

$$Q_0 = 900 \text{ m}^3/\text{s}$$

彎曲部

78.92 k ~ 77.4 k

水面状態を

77.4 kより上流方向に

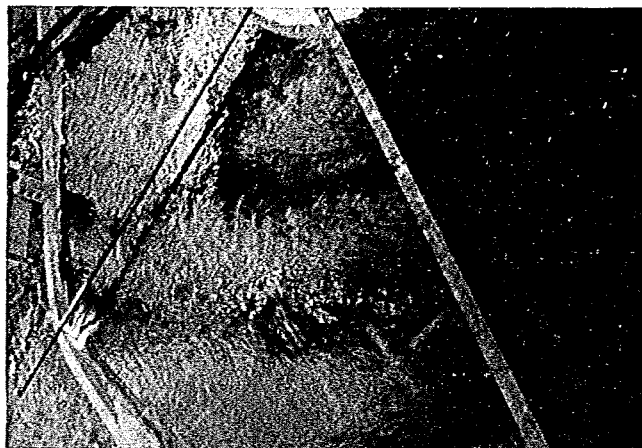


写真37 実験5-4

$$\Sigma Q = 2,700 \text{ m}^3/\text{s}$$

彎曲部1回目改造

7.9.0 ~ 7.8.7 kを下流方向に見る。



写真38 実験5-4

彎曲部1回目改造

$$\Sigma Q = 1,800 \text{ m}^3/\text{s}$$

7.9.0 k ~ 7.8.7 kを下流方向に見る。



写真-39 実験5-4

彎曲部2回目改造

$$\Sigma Q = 2,700 \text{ m}^3/\text{s}$$

7.8.2 k ~ 水門 (№3)

滝方向流況を



写真40 実験5-4

$$\Sigma Q = 2,700 \text{ m}^3/\text{s}$$

彎曲部2回目改造

水門(No.3)~7.7.2 kを
下流方向に見る。



写真41 実験5-4

$$\Sigma Q = 2,700 \text{ m}^3/\text{s}$$

彎曲部2回目改造

No.0~7.9.2 k

下流方向に見る。



写真42 実験5-4

彎曲部2回目改造

$$\Sigma Q = 2,700 \text{ m}^3/\text{s}$$

7.8.92~7.8.7 kを下流
方向に見る。



写真43 実験5-5

$$\Sigma Q = 2,700 \text{ m}^3/\text{s}$$

彎曲部2回目改造

780 ~ 789.2 k

水面状態を下流方向に見る。

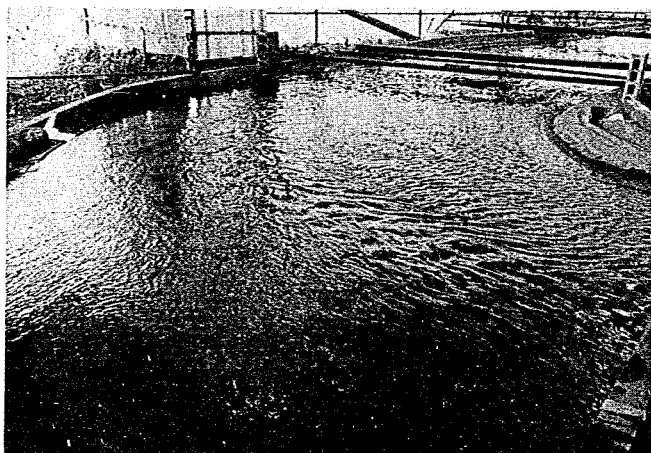


写真44 実験5-5

$$\Sigma Q = 2,700 \text{ m}^3/\text{s}$$

彎曲部2回目改造

彎曲部附近

(790 k ~ 787 k)

下流方向に見る。

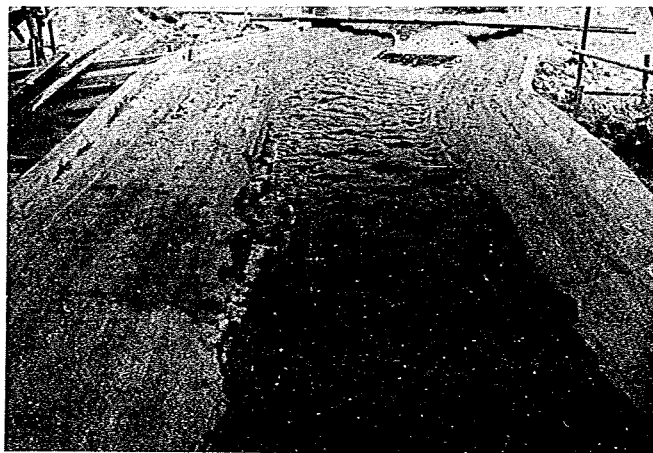


写真45 実験5-5

流砂実験

$$\Sigma Q = 2,700 \text{ m}^3/\text{s}$$

7810 ~ 806 kを上流方

向に見る。



写真46 実験5-5

流砂実験

$$\Sigma Q = 2,700 \text{ m}^3/\text{s}$$

断面5～断面11を上流方向に見る。

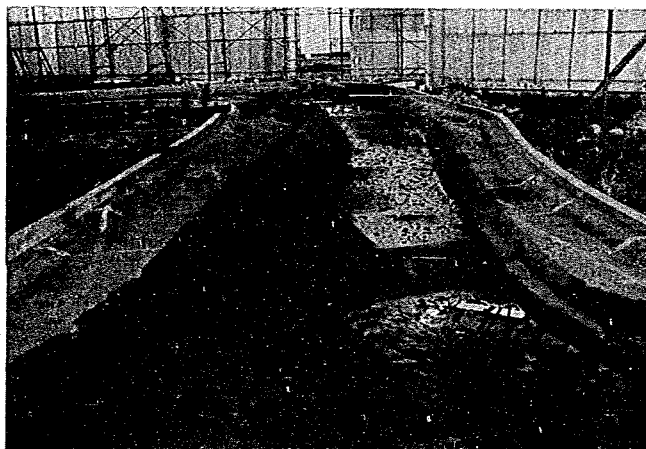


写真47 実験5-5

流砂実験

$$\Sigma Q = 2,700 \text{ m}^3/\text{s}$$

79.1k～断面4

上流方向に見る。



写真48 実験5-5

流砂実験

$$\Sigma Q = 2,700 \text{ m}^3/\text{s}$$

79.0k～断面0

上流方向に見る。



写真 49 実験 5-5

流砂実験

$$Q_0 = 2,700 \text{ m}^3/\text{s}$$

78.2 k ~ 78.92 k を上
流方向に見る。



写真 50 実験 5-5

流砂実験

$$Q_0 = 2,700 \text{ m}^3/\text{s}$$

76.7 k ~ 77.3 k を下流
側より上流方向に見る。



写真 51 実験 5-5

流砂実験

$$Q_0 = 2,700 \text{ m}^3/\text{s}$$

水門、滝附近

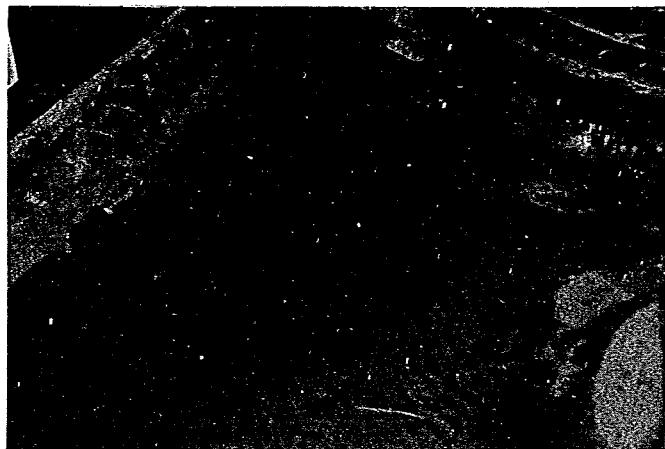


写真 5 2 実験 5 - 5

$$\Sigma Q = 2,700 \text{ m}^3/\text{s}$$

7 8.0 k ~ 7 8.3 を上流方向に見る。