



ISSN 0386—5878
土研資料第2008号

土木研究所資料

大山川放水路水理模型実験報告書(その1)

昭和58年8月

建設省土木研究所
河川部都市河川研究室

Copyright ©1983 by P. W. R. I.

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

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

要

旨

木曽川導水事業は、木曽川水系木曽川の左岸犬山市地先から、庄内川水系庄内川派川堀川名古屋市北区辻町地先にいたる延長約 22.4 km の流況調整河川を建設し、沿川の抜本的な治水対策、流水の正常な機能の維持、および都市用水の需要に応えること、などを目的としている。さらに、かつての愛知用水建設の趣旨のなかに、「用水とともに文化を流す」という字句があったように、流況調整河川沿川において、近代的な河川の水環境と空間環境の創造という高い思想が盛り込まれている。

流況調整河川の細部にわたる調査研究は、中部地方建設局ならびに同庄内川工事々務所において、長時間を費して、慎重に実施されている。昭和 54 年、庄内川工事々務所から依頼があり、土木研究所も木曽川導水事業の試験調査の一部を担当することとなった。土木研究所では、都市河川研究室が主として担当することとなったが、その担当範囲は、大別すると、調整河川全体の施設の水力機能の実験的検討、ならびに人工河川・水路の有すべき水環境・空間環境が如何にあるべきかという、検討課題となっている。

流況調整河川全体の諸施設の水力実験による検討については、事務所との合意に基づく実験スケジュールが作成されており、本報告書はそのうちの第 1 番目にあたる実験である。

本報告書が水力実験で検討する対象は、大山川交差部ならびに西行堂川交差部とである。両交差部とも原計画では、大山川、西行堂川それぞれが流況調整河川と平面交差する形状となっており、その水力機能が原計画案を十分満足するかどうかを実験で確認する作業が主体となっている。本報告は、昭和 54 年度に、縮尺 1/20 の固定床模型を製作し、つづいて検証実験が行われ、さらに昭和 55 年度に実施された実験をとりまとめたものであり、その内容を簡明に記すと、つぎのようである。

- (i) 大山川交差部および西行堂川交差部の 2 ケ所の平面交差の、合流・分流機構の検討
 - (ii) 放水路固定堰の流量係数、および放水路可動堰の流出係数の検討
 - (iii) (i)を受けて、分合流の流量配分ならびに流況について、西行堂川流量の効果の検討
 - (iv) 放水路に生ずる水面波の実験的検討
 - (v) 大山川、西行堂川両川からの流出土砂の挙動と、砂止め工・沈砂地効果の検討
 - (vi) 西行堂川流出土砂により、西行堂川交差部が堆砂した場合の、分流量変化の検討
- などが主となっている。

実験結果は、おおむね原計画の水力機能の考え方が妥当なことを示しているが、細部については原計画の変更が求められるケ所もでてきている。

昭和 58 年 5 月

都市河川研究室 馬 場 洋 二
河 川 研究室 浅 野 富 夫

目 次

要 旨

1. 序 論	1
1.1 木曽川導水事業の概要	1
1.2 大山川交差部・西行堂川交差部の概要	3
2. 実験の概要	4
2.1 実験の目的	4
2.2 模型の設計	4
2.3 模型の範囲	5
2.4 相 似 率	9
2.5 実 験 準 備	10
2.6 検 証 実 験	11
3. 実験計画と実験ケース，ならびに実験結果の整理	14
3.1 概 要	14
3.2 実験シリーズA（放水路固定堰の越流開始流量の検討）	14
3.3 実験シリーズB（放水路固定堰の流量係数の検討）	14
3.4 実験シリーズC（大山・薬師・西行堂の各流入流量と放水路流下能力の検討）	15
3.5 実験シリーズD（放水路内に生ずる水面波動の実験的検討）	15
3.6 実験シリーズE（大山川・西行堂川各流出土砂形状に関する検討）	16
3.7 実験シリーズF（各交差部の河床上昇を想定した場合の分派量・流況の検討）	16
3.8 実験シリーズG（大山・薬師・西行堂の各流入流量と放水路流下能力の再検討）	16
3.9 そ の 他	16
4. 実験結果の検討	17
4.1 実験シリーズA	17
4.1.1 放水路固定堰からの越流開始流量の検討	17
4.1.2 固定堰の越流量が $100 \text{ m}^3/\text{s}$ になる時の流入合計流量の検討	18
4.2 実験シリーズB	18
4.2.1 固定堰流量係数に関する実験	18
4.2.2 可動堰流出係数に関する実験	19
4.3 実験シリーズC	20
4.3.1 流量配分による流況の変化の把握	21
4.3.2 計画流入量ならびに許容流入量の検討	21
4.3.3 西行堂川下流呑口高の検討	21
4.4 実験シリーズD	22
4.5 実験シリーズE	22

4.6	実験シリーズF	22
4.7	実験シリーズG	24
4.7.1	水位	26
4.7.2	流入合計量の最大値	26
4.7.3	補足実験	26
4.7.4	大山川放水路の下限流量	27
4.7.5	西行堂川交差部の流出係数とゲート開度（再検討）	27
5.	実験値と計画値の相違の原因の検討	37
5.1	h_a （大山川交差部水位）について	37
5.2	$h_a \sim h_b$ （放水路No.1 地点水位）について	37
5.3	h_b と h_c （放水路No.107+50 地点水位）について	41
5.4	h_c と h_d （西行堂川交差部水位）について	42
5.5	h_d （西行堂川交差部水位）について	43
6.	結 論	44

図 ・ 表 目 次

図-1	流域一覧図	2
図-2	縦断図	3
図-3	模型平面図	6
図-4	放水路縦断図	6
図-5-1	大山川交差部平面図	7
図-5-2	西行堂川交差部平面図	8
図-6	水位・エネルギー線図(検証実験)	12
図-7	西行堂川流量～合計流量相関図(シリーズA)	18
図-8	水位・流量曲線図(シリーズB)	19
図-9	水位・ゲート開度相関図(シリーズB, C)	19
図-10	西行堂川流量～合計流量相関図(シリーズC)	22
図-11	水位・時間変化図(シリーズD)	23
図-12-1,-2	$H_o \sim$ 流量相関図	28
図-12-3,-4	$H_s \sim$ 流量相関図	29
図-12-5,-6	No 108 + 60 地点水位～流量相関図	30
図-12-7	大山川下流流量 $Q_{02} \sim Q_y$ 相関図, および $Q_{02} \sim Q_{01}$ 相関図	31
図-12-8	$Q_{02} \sim Q_T$ 相関図, および $Q_{02} \sim Q_s$ 相関図	31
図-12-9	$Q_{s2} \sim Q_{01}$, $Q_{s2} \sim Q_y$	32
図-12-10	$Q_{s2} \sim Q_s$, $Q_{s2} \sim Q_T$	32
図-12-11	大山川放水路流出量 $Q_{03} \sim Q_{01}$, $Q_{03} \sim Q_y$	33
図-12-12	$Q_{03} \sim Q_s$, $Q_{03} \sim Q_T$	33
図-13	放水路下流下限流量～ Q_s , Q_y , Q_o 相関図(西行堂下流呑口固定堰有り)	34
図-14	放水路下流下限流量～ Q_T 相関図(呑口固定堰有り)	34
図-15	放水路下流下限流量～ Q_s , Q_y , Q_o 相関図(呑口固定堰無し)	35
図-16	放水路下流下限流量～ Q_T 相関図(呑口固定堰無し)	35
図-17	流出係数とゲート開度図(全ケース)	36
図-18	水位・ゲート開度相関図	36
図-19	水位上昇説明図	37
図-20	実験水位～計算水位(大山川交差部)	38
図-21	大山川交差部水位～大山川下流流量	38
図-22	大山川交差部(実験水位-計算水位)～放水路流量	39
図-23	大山川交差部(実験水位-計算水位)～大山川下流流量	39
図-24	放水路エネルギー水頭説明図	40
図-25	放水路水位差～放水路流量	40
図-26	(No 100 - No 101) 水位差～大山川下流流量	41

図-27	(No.101~No.107+50)間水位差~放水路流量	42
図-28	(No.107+50~西行堂川交差部)水位差	42
図-29	西行堂交差部水位~大山川下流流量	43
図-30	西行堂交差部(実験水位-計算水位)~大山川下流流量	43
付図-1~14	交差部流況図(シリーズA)	54
付図-15~36	" (シリーズC)	61
付図-37~47	" (シリーズE)	72
付図-48~49	" (シリーズF)	77
付図-50~57	" (シリーズG)	78
付図-58~71	大山川水位縦断図(シリーズA)	83
付図-72~94	" (シリーズC)	88
付図-95~105	" (シリーズE)	99
付図-106~107	" (シリーズF)	105
付図-108~115	" (シリーズG)	106
表-1	各物理量の縮率	10
表-2	大山川アクリル放水路粗度係数	12
表-3	放水路可動堰の越流開始流量の検討	17
表-4	実験シリーズCの実験ケース設計	20
表-5	実験条件流量一覧表(シリーズG)	25
表-6	実験シリーズGの説明	25
表-7	放水路流下能力とゲート開度	27
付表-1	実験条件一覧表(シリーズA, C, E, F)	47
付表-2	" (シリーズG)	48
付表-3-1	大山川シリーズA水位測定数値表	49
付表-3-2	" C "	49
付表-3-3	" " (つづき)	50
付表-3-4	" E, F水位測定数値表	50
付表-4	シリーズD測定数値表	51
付表-5	シリーズE流砂量配分表	51
付表-6-1	大山川シリーズG水位測定数値表	52
付表-6-2	" " (つづき)	52
付表-6-3	交差部水位一覧表(シリーズG)	53

1. 序 論

1.1 木曽川導水事業の概要

尾張平野の中心に位置する新川流域には、犬山市、小牧市、春日井市等があり、名古屋市を中心とした中京圏を形成している。この地域は近年急速に人口が伸びてきたところであるが、これら諸都市の市街化とともに、昭和49年7月、昭和50年7月、昭和51年9月とひきつづいて洪水被害が発生しており、抜本的な治水対策が強く要望されている。

一方、新川上流部の合瀬川、五条川、巾下川、薬師川、大山川、西行堂川、八田川、新地藏川および名古屋市内の堀川においては、流況および水質が悪化し、流水の正常な機能の維持と増進をもとめる要望が強い。

また、名古屋市を中心とする尾張地域の都市用水の需要は、新規需要のほか、地盤沈下対策としての地下水転換用水等の需要が加わり、新たな水源の開発が要望されている。

地域のこうした各種の強い要望に鑑みて、木曽川導水事業は、木曽川水系木曽川の左岸犬山市地先から庄内川水系庄内川派川堀川、名古屋市北区辻町地先に至る延長約22.4kmの流況調整河川を建設しようとするものである。流域を図-1に、流況調整河川の縦断計画を図-2に示す。

この流況調整河川により新川の洪水防御、庄内川・新川の流水の正常な機能の維持、および尾張地域の都市用水の取水を可能ならしめるものである。すなわち洪水防御に関しては、庄内川水系工事実施基本計画に基づく新川治水計画および、新川総合治水対策特定河川事業の一環として、新川上流の各河川を横断する木曽川から庄内川に至る河川を建設し、新川上流部の洪水最大 $100\text{m}^3/\text{s}$ を庄内川へ分流して新川下流部の水害を軽減するとともに、流況調整河川沿川の内水排除が行われる。

流水の正常な機能の維持に関しては、河川環境整備の一環として、合瀬川、五条川、巾下川、薬師川、大山川、西行堂川、八田川、新地藏川および堀川の正常な機能の維持と増進を図るための用水として、最大 $5.3\text{m}^3/\text{s}$ を木曽川の流水の正常な機能に支障をあたえない範囲内で導水する。

また都市用水に関しては、木曽川水系水資源開発基本計画において昭和60年での新規需要量（上水工水で約 $10.0\text{m}^3/\text{s}$ ）に対処するため、庄内川、新川および木曽川の三川の流況を調整することにより、庄内川枇杷島地点において、新たに最大 $1.5\text{m}^3/\text{s}$ の都市用水の取水を可能ならしめるとともに、木曽川の上流部で開発された都市用水のうち最大 $2.5\text{m}^3/\text{s}$ を導水し、尾張地域での取水を可能とするものである。

なお、この流況調整河川の建設により、沿川がグリーンベルト化し、散策、サイクリング等のレクリエーションの場を提供するなど、この事業が地域社会に果たす役割はきわめて大きい。

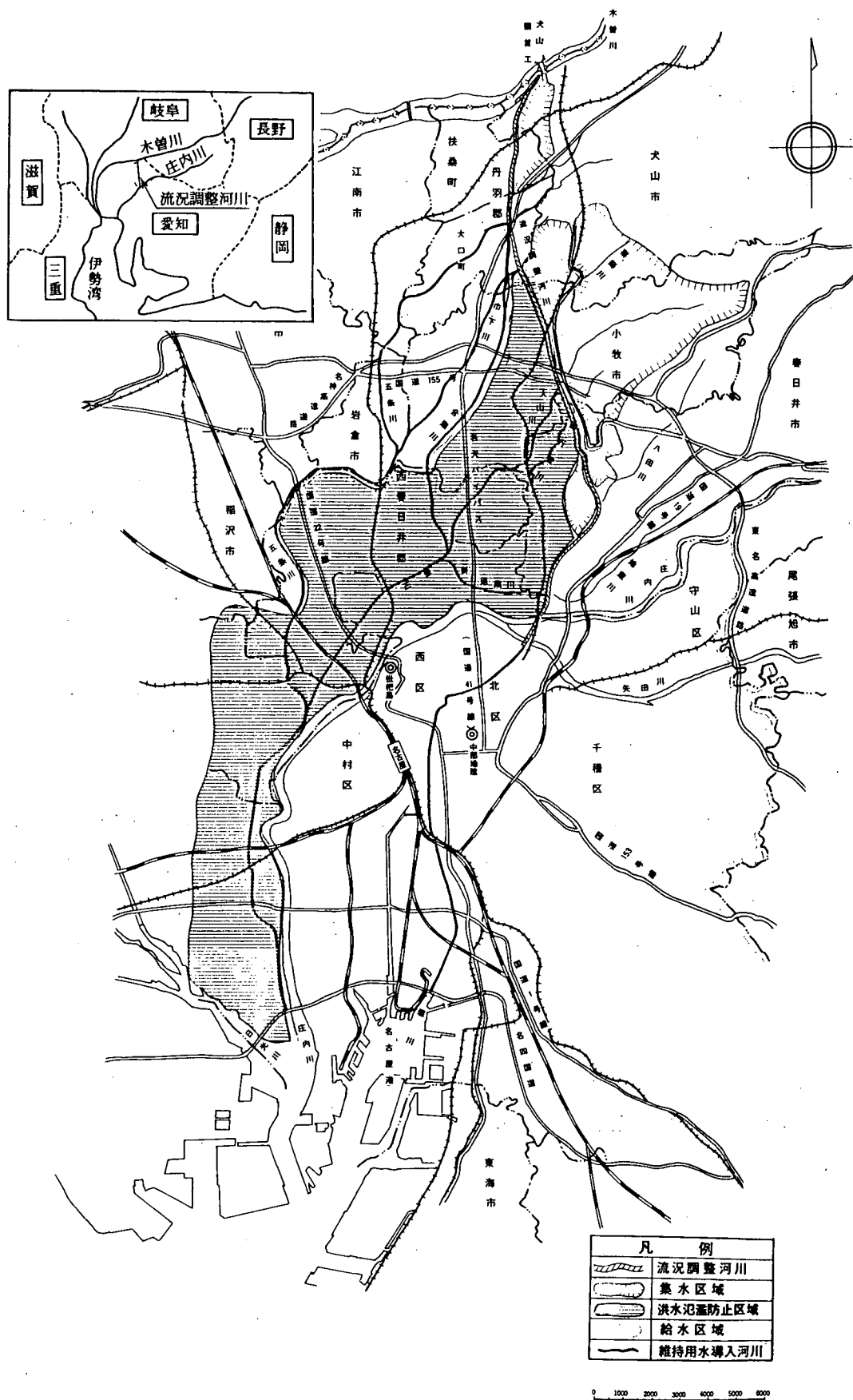


図-1 流域一覽図

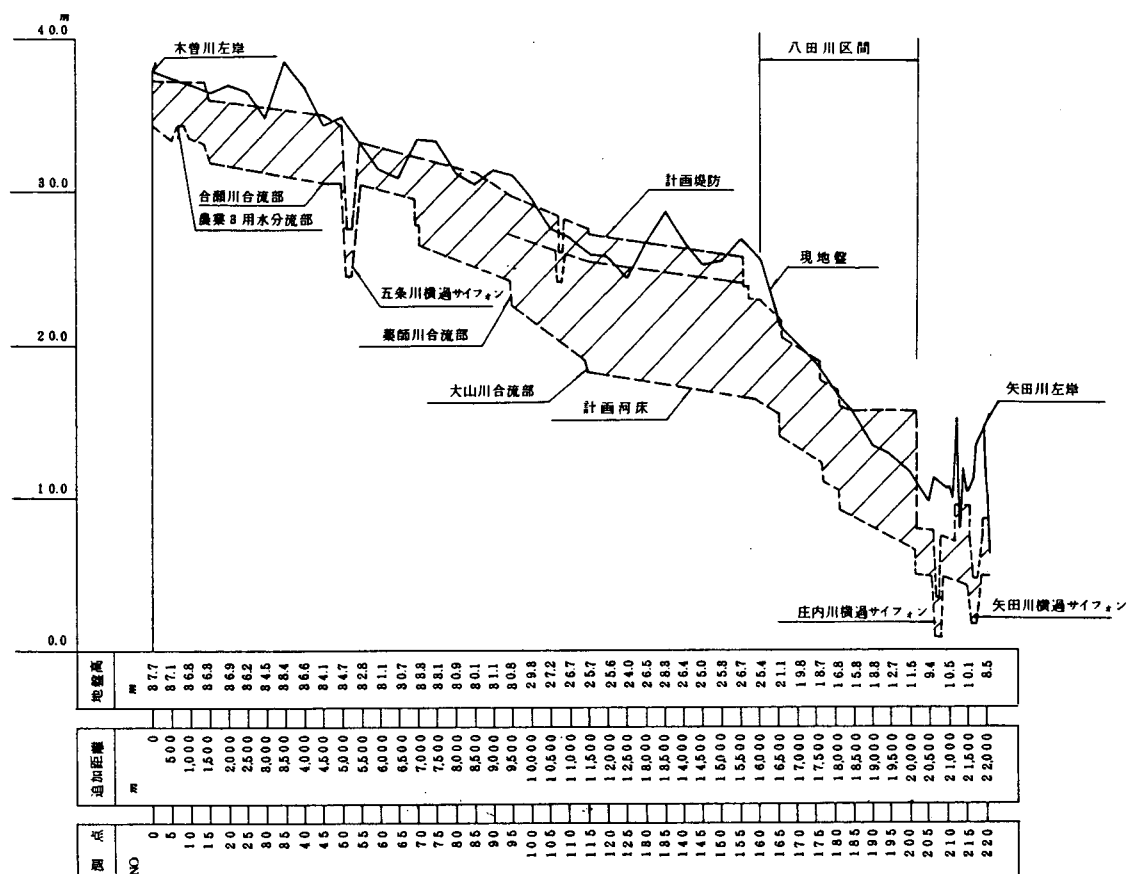


図 - 2 縦断図

1.2 大山川交差部・西行堂川交差部の概要

流況調整河川は、図 - 1 に示すように、在来の河川と交差する。今回の水理模型実験に取り込んだのは、大山川および西行堂川それぞれと流況調整河川との交差部である。2つの交差部での流量・流況が互いに影響をおよぼし合う可能性があるという観点から、両交差部を含む1つの模型が製作されている。

大山川交差部（大山川と流況調整河川との交差部）では、流況調整河川のルートとなる新木津用水路が現状では大山川直下をサイフォンで横過している。計画においては、流況調整河川の計画高水流量 $140 \text{ m}^3/\text{s}$ のうち $60 \text{ m}^3/\text{s}$ を大山川下流へ流下させるため、洪水流路部分は平面交差となっている。

西行堂川交差部は現状では、西行堂川が新木津用水直下をサイフォンで横過する構造となっているが、ここでも、流況調整河川の洪水流路部分と西行堂川とが平面交差するよう計画された。西行堂川交差部のみは、その後立体交差に計画変更されたが、今回報告する実験は平面交差に関するものである点に注意する必要がある。

それぞれの交差部における都市用水路、農水路は、ともに洪水流下に関係のない構造となっているので実験の対象とはされていない。また、洪水流路のそれぞれの交差部においては、合流・分流のために必要な施設が計画されているのはいうまでもない。

2. 実験の概要

2.1 実験の目的

前述の流況調整河川には、さまざまな目的で多くの分合流・取排水施設が計画されている。今回の実験を含む一連の実験においては、これらすべての諸施設の水利的検討、ならびに必要なものについては水利模型実験による検討が予定されている。本報告書で報告するのは、そのうちの大山川交差部ならびに西行堂川交差部に関するもので、両交差部における河川・放水路の平面交差にともなう分合流施設の水利機能、流況、分流量、分流点の水位、ブートなどの事項について、原案を水利実験によって検討することを目的とする。なお、両交差部においては維持用水、都市用水および農業水のそれぞれの水路ならびに施設は、特別の検討事項がないので、今回の水利実験の対象から除外する。したがって洪水の分合流・流下機能について、原案の施設計画を水利模型実験によって検討するのが今回の実験の目的である。

2.2 模型の設計

前述のように、今回の実験の対象は河川ならびに、流況調整河川のうちの洪水流路部分である。大山川交差部ならびに西行堂川交差部を含む流況調整河川の洪水流路部分は、原計画によると、水路巾の変化や水位調節構造物などがあるものの、基本的には長方形断面の三面コンクリート張りの人工水路である。場所によっては、見掛け上閉断面水路となっているが、HWLと余裕高とを有し、計画流量時でも実際には開水路流れである。さらに、洪水流路の側壁には今後種々の護岸が考えられると思われるが、流速等の検討には計画粗度係数 0.015、断面の大きさ等の検討には 0.023 が考えられており、トンネル河川と同様な粗度係数の考え方がとられている。大山川放水路の上流側に位置する薬師川も、その模型取り込み範囲においては、三面張り・長方形断面の人工水路であり、建設当初 0.015、その後は 0.025 が予定されている。また大山川放水路に合流しかつ分流する、大山川および西行堂川の計画粗度係数は 0.03 とされている。

現地粗度係数 0.015 を模型で再現できる模型製作材料と縮尺、とくに模型製作材料としては、入手の可能性と経済性の面から見て、アクリル樹脂しかないであろう。縮尺によっては、ペイント塗装の木製あるいは金属製が考えられるが、一般に模型が大きくなってしまい、経済性の面でアクリル樹脂に劣る。アクリル樹脂の欠点は、表面の傷によって、粗度係数が増加してしまうことであるが、これには実験中の配慮しか方法がない。

なめらかなアクリル樹脂の表面の粗度係数は 0.009 程度とされており、これをもとに模型の縮尺を検討する。

$$V_r = \frac{1}{n_r} h_r^{2/3} I_r^{1/2}$$

であるから（ここに、 h_r = 鉛直縮尺、 $I_r = h_r / x_r$ （水平縮尺）、 $V_r = V_p$ （現地流速）/ V_m （模型流速）、他も同様）、フルード則 $V_r = \sqrt{h_r}$ 、歪 $I_r = 1$ の関係を用いると

$$n_r = h_r^{1/6}$$

が得られる。さらに、 $n_r = 0.015 / 0.009$ であるから、結局 $h_r = 21.43$ となる。

したがって模型縮尺としては $x_r = h_r = 20$ を考えておけば良いこととなる。0.023 の現地粗度係数のアクリル樹脂製河道区間を実験する場合には、アクリル樹脂表面に適切な粗度を付与すればよく、これは容易である。0.025 の区間も同様である。また、0.03 の河道区間はペイント塗装の木製として、適切な粗度を付与すれば良い。なお全実験とも固定床模型とする。

2.3 模型の範囲

分合流の実験は基本的には水位の実験である。したがって大山川交差部の水位・流況は、西行堂川交差部の水位・流況に影響をおよぼし、またその逆も真である。したがって分合流の実験には、両交差部を同時に取り込んだ模型での実験が望ましい。さらに、両交差部に流入する薬師川、大山川および同下流部、西行堂川および同下流部、など交差部の水位・流況を基本的に左右する河道区間を検討の上、最終的に取り込んだ模型範囲はつぎのようである。

薬 師 川	Na 97 地点 ~ 大山川交差部 (約 270 m)
大 山 川	Na 0 地点 ~ Na 8 地点 (約 400 m)
大山川放水路	上 流 端 ~ Na 111 地点 (約 980 m)
西 行 堂 川	Na 1 地点 ~ Na 8 地点 (約 350 m)

である。図-3には模型全範囲と、後述の模型実験用の付帯施設とを、図-4には模型区間の縦断面図を示した。また図-5-1, および5-2には、大山川交差部ならびに西行堂川交差部のそれぞれの計画平面図を示した。

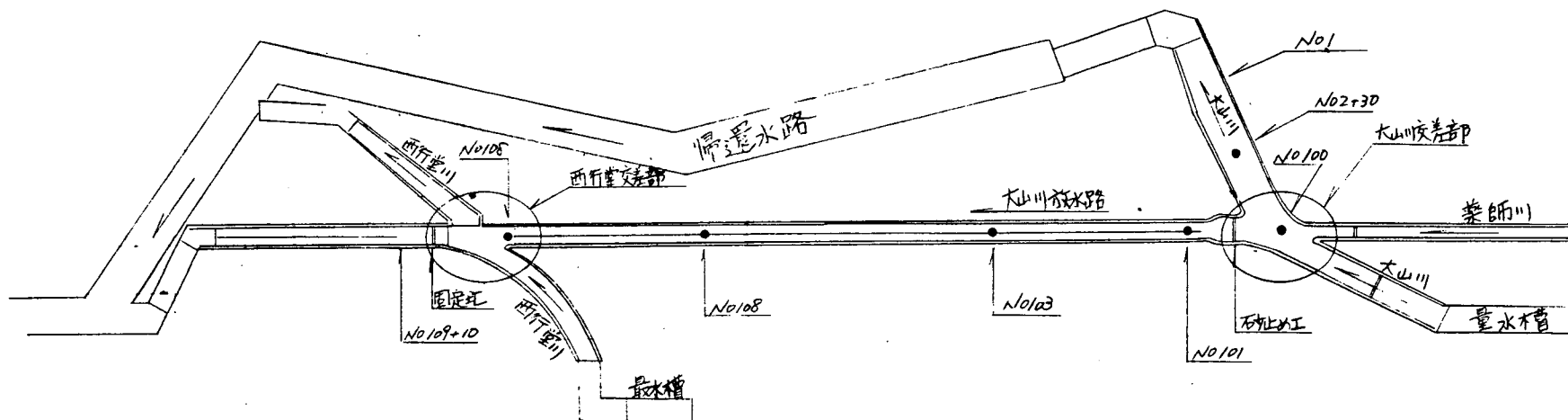


図 - 3 模型平面図

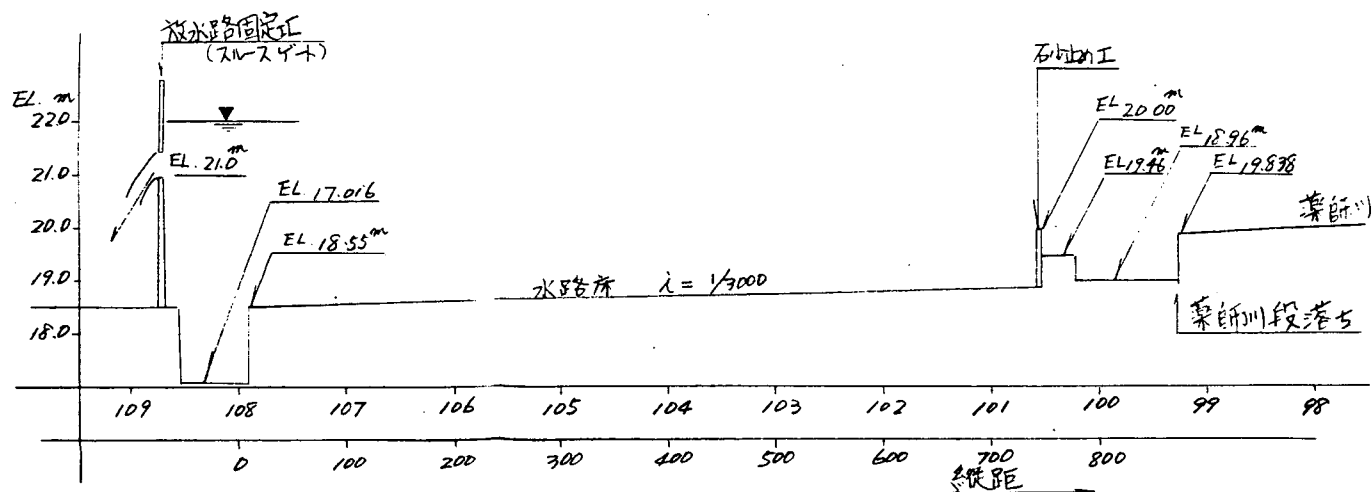
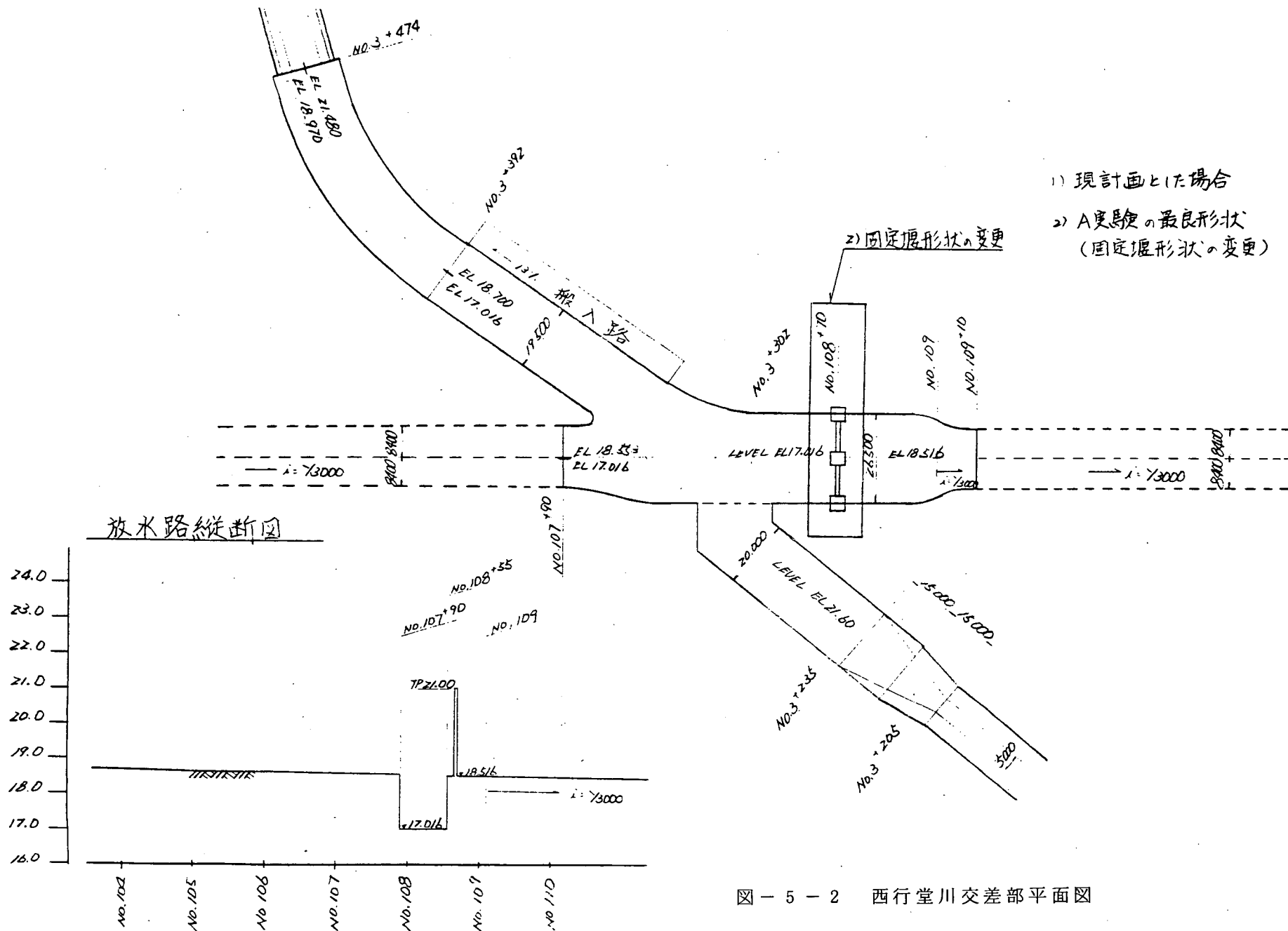


図 - 4 放水路縦断面図



2.4 相 似 律

現地の流れを支配している基礎方程式は一次元的な場合、一般に次のように書かれる。

$$\frac{1}{g} \frac{\partial V_p}{\partial t_p} + \frac{\partial h_p}{\partial x_p} - i_p + \frac{\partial}{\partial x_p} \left(\frac{V_p^2}{2g} \right) + \frac{n_p^2 \cdot V_p^2}{R_p^{4/3}} = 0 \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$\frac{\partial Q_p}{\partial x_p} + \frac{\partial A_p}{\partial t_p} = 0 \quad \dots\dots\dots(2)$$

(1)式が流れの運動方程式、(2)式は連続式である。幾何学的に相似に作られた模型の流れも同様に

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

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

ここで記号は慣用記号を使っているので説明を省略する。ただし、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(1), (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

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

ここで

$$\frac{V_p}{V_m} = V_r, \quad \frac{t_p}{t_m} = t_r, \quad \frac{h_p}{h_m} = h_r, \quad \frac{x_p}{x_m} = x_r, \quad \frac{n_p}{n_m} = n_r$$

などとおくと(5)式は

$$\frac{V_r}{t_r} = \frac{h_r}{x_r} = i_r = \frac{V_r^2}{x_r} = \frac{n_r^2 \cdot V_r^2}{h_r \cdot R_r^{4/3}} = \text{const} \quad \dots\dots\dots(6)$$

となり、各辺に x_r/h_r を乗ずると次のようになる。

$$\frac{V_r \cdot x_r}{t_r \cdot h_r} = 1 = \frac{i_r \cdot x_r}{h_r} = \frac{V_r^2}{h_r} = \frac{n_r^2 \cdot V_r^2 \cdot x_r}{h_r \cdot R_r^{4/3}} \quad \dots\dots\dots(7)$$

(7)式の第2項と第4項とよりフルード法則がでてくる。

$$F_{r^2} = \frac{V_r^2}{h_r} = 1 \quad \dots\dots\dots(8)$$

これより流速の縮尺は

$$V_r = \sqrt{h_r} \quad \dots\dots\dots(9)$$

で与えられ、さらに(7)式の(1)(2)項より水流に対する時間縮尺は

$$t_r = x_r \cdot V_r / h_r \quad \dots\dots\dots(10)$$

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。

$$n_r = \frac{\sqrt{h_r^{2/3}}}{V_r \sqrt{x_r}} = \frac{\sqrt{h_r^{2/3}}}{x_r} = \sqrt{\frac{h_r^{4/3}}{x_r}} \quad \dots\dots\dots (11)$$

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(7)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

$$A_r = x_r \cdot h_r \quad \dots\dots\dots (12)$$

$$Q_r = V_r \cdot A_r = x_r \cdot h_r^{3/2} \quad \dots\dots\dots (13)$$

以上、水平、鉛直縮尺 x_r, 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下の通りである。

$$A_r = x_r \cdot h_r \quad \dots\dots\dots (14)$$

$$Q_r = x_r \cdot h_r^{3/2} \quad \dots\dots\dots (15)$$

$$V_r = h_r^{1/2} \quad \dots\dots\dots (16)$$

$$t_r = x_r \cdot h_r^{-1/2} \quad \dots\dots\dots (17)$$

$$i_r = h_r \cdot x_r^{-1} \quad \dots\dots\dots (18)$$

$$n_r = h_r^{2/3} \cdot x_r^{-1/2} \quad \dots\dots\dots (19)$$

$x_r = h_r = 20$ である今回の固定床実験の各物理量の縮尺は下記の表-1のようにまとめられる。

表-1 各物理量の縮尺

物 理 量	縮 率	物 理 量	縮 率
水平方向 x_r	20	流 量 Q_r	1788.9
鉛直方向 h_r	20	時 間 t_r	4.472
面 積 A_r	400	粗度係数 n_r	1.6475
流 速 V_r	4.472	勾 配 i_r	1

2.5 実験準備

(1) 模型改造

西行堂川呑口の固定堰の高さは、計画流量の計画高水位以下で流せるように、高さを変えて検討し、改造する予定であった。その結果、縦断水位が計画高水位以下とはならなかったもので、取り除くこととした。また、後述の C-14 以降で、設置したり取り除いたり改造を行っている。

(2) 付帯構造物の製作ならびに据付

主要な付帯構造物は、大山川放水路固定堰の堰ならびに堰柱である。これらは図-3に示す位置に、正しく取り付け付けた。なお、固定堰の高さはE.L. 21.0 mで、流量はスルースゲートで調節するので、戸溝を側壁に切り込み、ゲートはアクリル樹脂板で製作した。

(3) 測定設備の設置

実験中の計器による測定は、水位・流速・流量である。水位については、水路内の7測点で測定するが、その位置に測定台を設置し、ポイントゲージをマウンドさせて水位を測定する。流速は、必要に応じて、プラペラ流速計を選択して測定する。流量は、上流側においては、大山川、薬師川、および西行堂川の3ヶ所、下流側においては、大山川、大山川放水路ならびに西行堂川下流の3ヶ所、合計6ヶ所の量水堰で測定する。量水堰水位はポイントゲージで測定する。(流況観察は、フルオレセン溶液や白色水性ペイントの希薄液を流して観測し、写真撮影から流況図にまとめる。)

実験シリーズDでは、ゲート操作により生ずる可能性のある段波やセイシュの観測を目的としているため、2台のサーボ式水位計を設置して測定する。

(4) その他

アクリル板接着部での漏水対策等を行っている。また、Gシリーズの実験に先立って、高水位での実験もできるよう、放水路部分の左右岸側壁を嵩上げしている。

2.6 検証実験

大山川放水路の人工水路部分は、前述のように、三面コンクリート張りとなり、その計画粗度供数は $n_p = 0.015$ であり、また経年変化による値としては0.023が考慮されている。薬師川区間については、計画で0.015、経年変化により0.025とされている。また大山川、西行堂川はともに0.03が計画されている。粗度係数が0.023、0.025および0.03の各河道区間は別途検討することとし、ここではアクリル樹脂製の水路部分が、現地の値で0.015を満足するかどうかを検討することを主にした。

そこで、放水路の直線部の二連水路部分の一方を締切り、他方に適当な流量を通水して、アクリル製水路の粗度係数を測定することとした。今後多数の実験が行われるであろう放水路水深は、HWLに相当する水深(模型で20 cm)での粗度係数を測定することを目標にして、少し大き目であるが、流量50 l/s(現地量では $50 \text{ l/s} \times 1788.9 = 89.4 \text{ m}^3/\text{s}$ 、片側水路流量)を通水した。

図-6には、縦断方向5点の水位・河床高測定結果、水面形およびエネルギー水頭線を記入してある。それより、粗度係数の計算手順と計算結果を示したのが表-2であり、模型の粗度係数として、 $n_m = 0.00955$ が得られた。当初予定の0.009より若干大きめであり、現地粗度係数に換算すると

$$n_p = n_r \cdot n_m = 1.6475 \times 0.00955 = 0.0157$$

となる。少し大きめに出た理由としては、

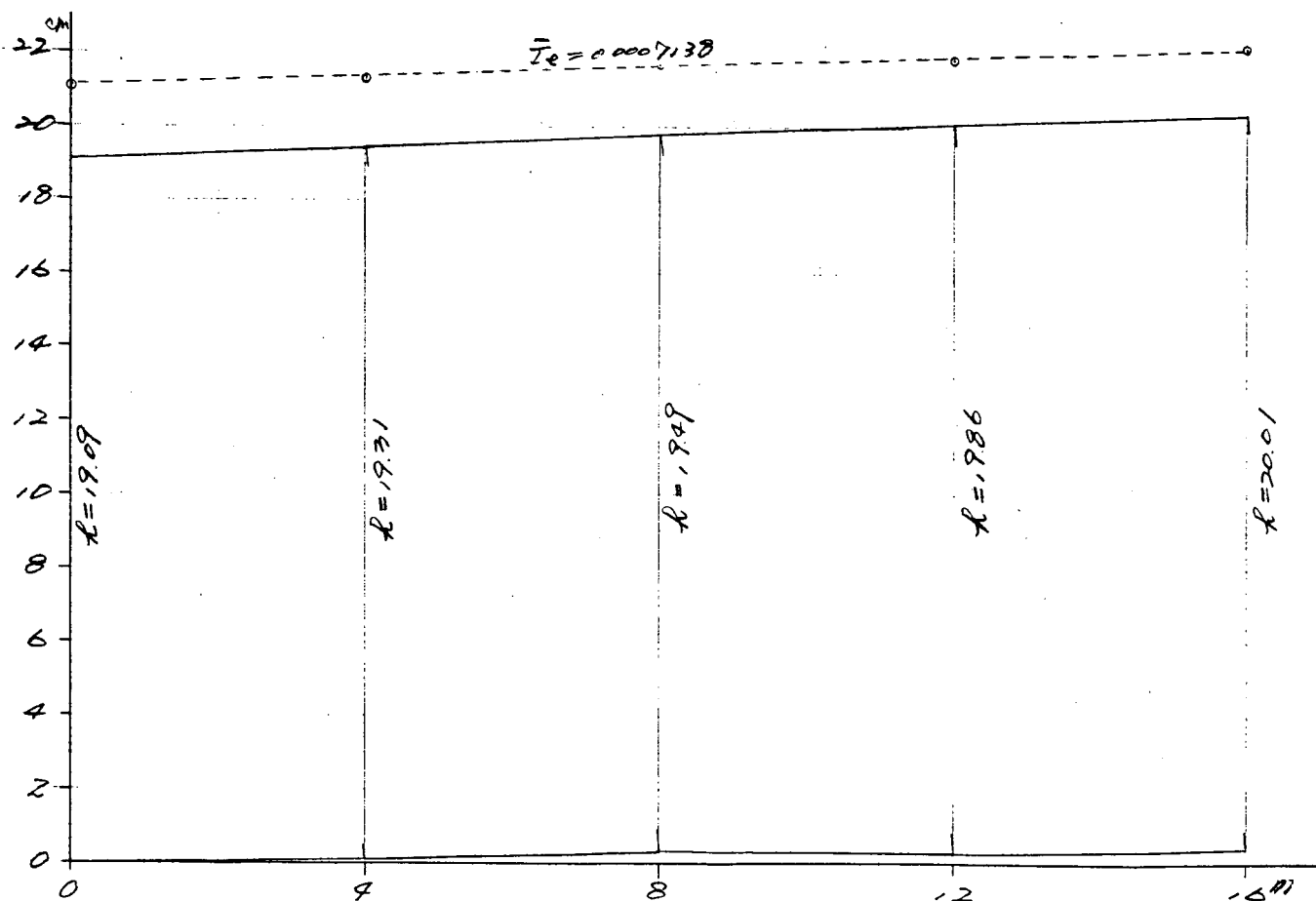


図-6 水位・エネルギー線図（検証実験）

表-2 大山川アクリル放水路粗度係数

$Q = 0.050 \text{ m}^3/\text{s}$

	水位	河床	水深	流速 V	$H + \frac{V^2}{2g}$	I_r	R	$R^{2/3}$	n
16m	0.2041	0.0040	0.2001	0.595	0.22216	0.0007325			
12m	0.2009	0.0023	0.1986	0.599	0.21923				
8m	0.1980	0.0031	0.1949	0.611	0.21704				
4m	0.1941	0.0010	0.1931	0.617	0.21349				
0m	0.1909	0.0000	0.1909	0.624	0.21074				
平均			0.1957	0.608		0.0007138	0.1013	0.2173	0.00955

(イ) 川巾・水深比 ($B/D = 840/400 = 2.1$) が比較的小さいため、側壁効果が現れた

(ロ) 計画流量の約2倍の流量を流したため、流速が約2倍の大きさとなり、粗度係数が効きすぎている。すなわち、実際の模型の粗度係数はいずれの流量を流しても0.00955であるが、

不等流状態の特性により、エネルギーこう配のより小さな流れ（水深をほぼ一定にして、同時に流量を半減すれば、現実の水路での等流状態はあり得ないことにより、結果的にエネルギーこう配が小さくならざるを得ない）での粗度係数の効き方が曖昧となる。すなわち、粗度係数の測定誤差が大きくなる。いいかえれば、0.00955 より小さな粗度でも、実験の水面形の説明が可能となる。ただし、定量的な判断はできない。

試みに、等流水路において $n_p = 0.015$ と 0.0157 との差でもたらされる各水理量の誤差率は、

$$V = \frac{1}{n} h^{2/3} I^{1/2} \quad \text{および} \quad q = h \cdot V \quad \dots\dots\dots (20)$$

より、

$$\frac{dV}{V} = -\frac{dn}{n} + \frac{2}{3} \frac{dh}{h} + \frac{1}{2} \frac{dI}{I}, \quad \frac{dq}{q} = \frac{dh}{h} + \frac{dV}{V} \quad \dots\dots\dots (21)$$

が得られる。 $dn/n = (0.0157 - 0.015) / 0.015 = 0.0467 = 4.67\%$ であるから、 Δn の影響は、

$$\frac{dq}{q} = -\frac{\Delta n}{n} = -4.67\% \quad (\text{単位巾流量})$$

$$\frac{dh}{h} = \frac{3}{5} \frac{\Delta n}{n} = 2.80\% \quad (\text{水深})$$

$$\frac{dI}{I} = 2 \frac{\Delta n}{n} = 9.34\% \quad (\text{こう配})$$

$$\frac{dV}{V} = -\frac{\Delta n}{n} = -4.67\% \quad (\text{流速})$$

のそれぞれの独立誤差と同程度と見積もられる。前述のように、 $Fr < 1$ なる堰上げ背水を主とした不等流状態では、上記の独立誤差はより小さくなり、また水位誤差は流下延長が小さいほど、誤差の効果はより小さくなる。

そこで、0.0157 の粗度係数が、それ（0.0157）以上の粗度効果を発揮し得る場合は、今回の実験条件の範囲内には存在し得ないと考え、アクリル樹脂模型区間の粗度調整はこれ以上行わないこととした。したがって、薬師川ならびに大山川放水路については、公称 0.0157 の形での粗度係数を設定することにする。

他方、大山川交差部ならびに西行堂川交差部の水位・流況には、薬師川・大山川放水路それぞれの水路の粗度係数として、計画の 0.015 の状態（0.023 ならび 0.025 ではなくて、という意味）での実験が適切であろうと考え、事務所とも打合わせの上、特別の粗度を付与しない（アクリル表面のまま）状態で、今後の実験を行うこととした。

また 0.03 の河道区間については、実験により粗度検証を行うには距離が短く、また模型区間が短いがために粗度係数の効果が無視できると考えて、特別の粗度をあたえずに（ペイント塗装の木製であるから、 $0.012 \times 1.6475 = 0.020$ 程度の大きさ）実験を行うこととした。

3. 実験計画と実験ケース，ならびに測定結果の整理

3.1 概 要

実験は，2つの交差部での分合流の調整等の水理機能を実験的に検討するものである。検討事項が多いので，それぞれの実験内容に応じてシリーズに分別した。

3.2 実験シリーズA

図-3に示す放水路固定堰の高さはEL. 21.0mである。この固定堰を越流開始する条件は，計画によれば，三川の流入量合計が $72\text{ m}^3/\text{s}$ の時となっている。さらに，最大の越流量は $100\text{ m}^3/\text{s}$ とされており， $100\text{ m}^3/\text{s}$ をこえる場合はゲートで絞って最大 $100\text{ m}^3/\text{s}$ となるよう調節される計画である。

そこで，実験シリーズAでは，計画通りか否かを確認することを実験の目的にした。A-1～A-8の実験ケース（計8ケース）においては，西行堂川，大山川および薬師川のそれぞれの流量合計が $72\text{ m}^3/\text{s}$ になるような適当な組み合わせを設定し，固定堰越流開始直前の状況となるか否かを検討しようとした。しかし，実験結果の検討のところで述べるように，西行堂川流量が大きな効果を果たすことが分かったため，途中で実験条件を設定し直し，あらためて，越流を開始する三川流量の組み合わせを求める実験へと変更した。さらに，A-9～A-14においては，固定堰の自然越流量が $100\text{ m}^3/\text{s}$ となるような，三川の流量組み合わせを検討した。

実験方法は，A-1～A-8の場合では，大山川と薬師川の合計流量と，西行堂川流量との大小関係により，越流開始の流況に違いが出てくるものと予想されたので，大略 $72\text{ m}^3/\text{s}$ を目安にして，西行堂川流量を0から $36\text{ m}^3/\text{s}$ まで変化させ，それに対して（大山川+薬師川）の流量を変化させ，三川合計で $72\text{ m}^3/\text{s}$ となるように操作した。この場合，大山川流量と薬師川流量との比が，計画流量の配分比と同じく，2：1となるよう操作した。合計流量の設定が実験主体ではあるけれども，条件が正しく設定された後には，流量のほか水位を測定し，また染料を投入して流況観察を行った。

A-9～A-14の場合も同様に，西行堂川の流量に応じて，放水路固定堰から $100\text{ m}^3/\text{s}$ 越流する時の合計流量の内容が変化するものと予想される（計算による目安の合計流量は $338\text{ m}^3/\text{s}$ である）。そこで，西行堂川流量を0，50，60，80，90，および $100\text{ m}^3/\text{s}$ と変化させ，放水路固定堰からの自然越流量が $100\text{ m}^3/\text{s}$ となる時の（大山川+薬師川）流量を求めることとした。

3.3 実験シリーズB

実験シリーズBは，放水路固定堰の流量係数を検討するものとした。固定堰の形状は指定されたもので，流量調節はスルースゲートタイプである。実験は計16ケース実施することとし，B-1～B-9（計9ケース）では，自由越流時の越流係数を求めるものである。B-10～B-16（計7ケース）では，ゲート上流側の水位を変化させ， $100\text{ m}^3/\text{s}$ を流出させるゲート開度を求めるゲートの流出係数を求める実験である。両者の実験とも，固定堰上流側の水位と越流量，およびゲート

開度を求めるだけである。そこで、西行堂川あるいは大山川から流量をあたえ、大山川下流ゲートを上げて条件の水位を設定し、前半（B-1～B-9）では固定堰上流の水位と放水路への流出量とを、後半では、固定堰上流側水位、ゲート開度（流出量は $100 \text{ m}^3/\text{s}$ ）とを求めた。

3.4 実験シリーズC

実験シリーズCにおいては、放水路へ流入する三川のうち、二川を計画流量とし、残り一川の流量を変化させて、分合流の流量配分と流況とを検討する予定であった。しかし、シリーズAの実験によって、西行堂川流量が放水路水位にあたえる影響が予想以上に大きいことが判明し、放水路の計画流量の流下能力に疑問が生じた。それで、最初、計画に近い流量を流し、現計画の妥当性について検討したところ、計画の合計流入量（ $490 \text{ m}^3/\text{s}$ ）より $30 \text{ m}^3/\text{s}$ 少ない合計流量（ $460 \text{ m}^3/\text{s}$ ）の時に、放水路内は一部HWL以上の水位となり、模型の水路側壁天端（トンネル区間はその天井高と同じ高さ）を一部越えるところが生じた。それで、実験計画の一部を手直しした。そして実験シリーズCの目標をつぎのように設定した。

- (i) 大山川、薬師川のそれぞれの流量が、大山川交差部の水位・流況などにあたえる影響の検討
- (ii) 西行堂川流入量が、西行堂交差部の水位・流況にあたえる影響の検討
- (iii) 三川合計で計画流入量としたとき、西行堂川交差部水位がHWLとなる西行堂川下流呑口部の高さの検討。なお原計画では、西行堂川下流へは洪水流量を流さないとしていたが、計画の三川合計流量時に放水路内水位がHWLを越えて上昇することが判明したので、事務所とも打合せの上、原計画を変更し、呑口部高さの調節という方法により、西行堂川下流へも洪水流量の一部を流下させるものとする。
- (iv) 原計画の西行堂川呑口高で、呑口高を水位が越えることのない三川合計流量の最大値を求めること。
- (v) (iii)により呑口高を下げた場合、その呑口高を水位が越えることのない三川合計流量の最大値を求めること。

測定項目は、合計流量の配分量、水位、流況である。

3.5 実験シリーズD

実験シリーズDでは、放水路可動堰の堰操作の際に、放水路内に有害な波動が生じないかどうかを検討するものである。ゲート操作速度（引き上げ、および引き下げ）は一般に、 $30 \text{ cm}/\text{min}$ 程度であり、模型に換算すると約 $0.1 \text{ cm}/\text{sec}$ である。およそこの速度となるように、ゲート操作を人力で行った。

実験の方法は、各河川から適当な流量を流し、ゲートからの流出量が $100 \text{ m}^3/\text{s}$ となるようにゲート開度を調節しておき、さらに水位関係も計画条件に一致するよう設定する。それから、可動堰を急に全開して、放水路内No.6 + 6.2 mおよびNo.7 + 2.2 mの両点において、全開直後の水位時

間変化を測定する。水位時間変化の測定にはサーボ式水位計 2 台とマルチコーダとを使用した。さらに、ゲート全開の状態水路内を平衡安全状態にした後、ゲートをおよそ 0.1 cm/sec (模型値) の速度で下げて行き、ゲートからの流出量が $100 \text{ m}^3/\text{s}$ に低下するまでつづけた。こうしてゲートを下げてゆく間、前記の 2 点において、再び水位時間変化を測定した。

3.6 実験シリーズ E

実験シリーズ E は、大山川上流および西行堂川上流からの流出土砂を想定し、大山川交差部ならびに西行堂川交差部のそれぞれにおける沈砂効果と堆砂形状とを調査し、分合流に影響をおよぼすような堆砂との関連を調査しようとしたものである。実験には、それぞれ 10ℓ (容積) ほどの砂を、大山川と西行堂川とから流し、交差部へ達した土砂の堆砂形状と、土砂の配分量とを求めたものである。使用した砂の粒径は、現地とはほぼ相似な $d_m = 0.45 \text{ mm}$ (現地は $d_m = 9 \text{ mm}$ 程度) である。

3.7 実験シリーズ F

実験シリーズ F は、西行堂川交差部が流出土砂により埋まって、河床上昇した場合を想定し、分派量や流況の変化を検討したものである。想定した上昇河床高は、 $EL\ 17.77 \text{ m}$ および 18.52 m (それぞれ 0.75 m および 1.5 m の上昇高に相当する) としている。測定は、水位、流量および流況の観察である。

3.8 実験シリーズ G

実験シリーズ A および C の実験結果によると、大山川、薬師川、および西行堂川からそれぞれ計画流量を通過した際に、それぞれの交差部水位が、 HWL より高くなっていたことに関連して、つぎのような実験目標を設定している。

- (i) 計画流量が流入する時の各交差部水位
- (ii) それぞれ計画流量以下の流入量で、西行堂川交差部水位が(i)と同じ水位となるように、放水路下流ゲートを調節した場合、流量とゲート開度、ならびに各点水位を求める。
- (iii) 放水路下流ゲート操作の相違による開度変化の有無と、放水路の流下能力の検討。

実験に先き立って、放水路トンネル部分の側壁を約 100 mm (模型値) 嵩上げした。なお、従来の模型側壁は、トンネル天井面高と同一であった。

3.9 その他

各実験ケースの測定数値表は、まとめて、付表-1～付表-6に示した。

4. 実験結果の検討

4.1 実験シリーズA

シリーズAは、交差部へ流入する河川の流量（流入量）、とくに西行堂川からの流入量の大小により、どの程度放水路可動堰からの越流開始流量や、可動堰の越流量が $100\text{ m}^3/\text{s}$ となる時の流入合計量に相違があるものかを検討したものである。

測定ないし観察された結果は、前半について、図-7 西行堂川流量～合計流量相関図、に西行堂川流量の変化による越流開始の流入量合計の変化、を示した。水位測定結果は、付表-3-1 大山川Aシリーズ水位測定数値表に示し、その表より、付図-58～付図-65 大山川水位縦断図を作成した。写真撮影をもとに、付図-1～付図-8には、交差部の流況図を作成して示した。

後半の実験については、付表-3-1に水位測定値を示し、さらに同表をもとに、付図-66～付図-71 大山川水位縦断図を作成した。流況観察結果は付図-9～付図-14に示した。

4.1.1 放水路固定堰からの流域開始流量の検討

ケースA-1～A-8は、放水路可動堰からの域流開始流量について検討した実験であって、その主要点を表示すると、下表のようになる。

表-3 放水路可動堰の越流開始流量の検討

実験ケース	西行堂川流量	大山川流量	薬師川流量	越流開始流量
A-1	0	72	0	72
A-2	0	0	72	72
A-3	9	32	21	62
A-4	0	43	24	67
A-5	18	25	18	61
A-6	36	19	0	55
A-7	35	0	18	54
A-8	36	0	0	36

大山川交差部から分派する放水路入口には、放水路へ流入する土砂を阻止するための砂止め工が設置されており、放水路可動堰は西行堂川交差部より下流に設置されているため、西行堂川流量の大小が、越流開始流量にあたえる影響が大きいと思われた。当初の予備設計の段階では $72\text{ m}^3/\text{s}$ が越流開始流量とされている。実験の結果、図-7 および上表に示すように、西行堂川の流量により、越流開始流量が異なってくる。また、西行堂川からだけの場合、約 $36\text{ m}^3/\text{s}$ の流入量により越流開始となり西行堂川が0の場合は、約 $72\text{ m}^3/\text{s}$ の合計流量により越流開始となっていた。なお砂止め工はE.L 20.0 m と可動堰頂より1 m 低いだけであるため、水位が堰上げられ、西行堂川から交差部へ流入があった場合、越流開始流量が小さくなるものと考えられる。なおケースA-1およびA

ー 2 では、砂止工の位置が支配断面となり、大山川交差部に跳水現象が見られる。

4.1.2 固定堰の越流量が $100 \text{ m}^3/\text{s}$ になる時の流入合計流量の検討

放水路可動堰からの自然越流量が $100 \text{ m}^3/\text{s}$ になる時の流入合計流量も、前記のように、西行堂川流入量の大小に影響がある。すなわち、西行堂川流量が 0 の場合、計算値 ($338 \text{ m}^3/\text{s}$) とほぼ一致するが、西行堂川流量の増加とともに若干減少し、西行堂川流量が計画値 ($80 \text{ m}^3/\text{s}$) の場合には $305 \text{ m}^3/\text{s}$ 前後で条件を満たすことになる。図-7 に示すように、西行堂川流量の増加にしたがって、流入合計流量は減少した。なお同図で、A-13 は、A-12 および A-14 から見て、流入合計流量がやや大き目の値を示している。水路内には、交差部での合流による波で、波高 $20 \sim 30 \text{ cm}$ の波動が生じており、その影響により大き目の値を示したものと予想される。

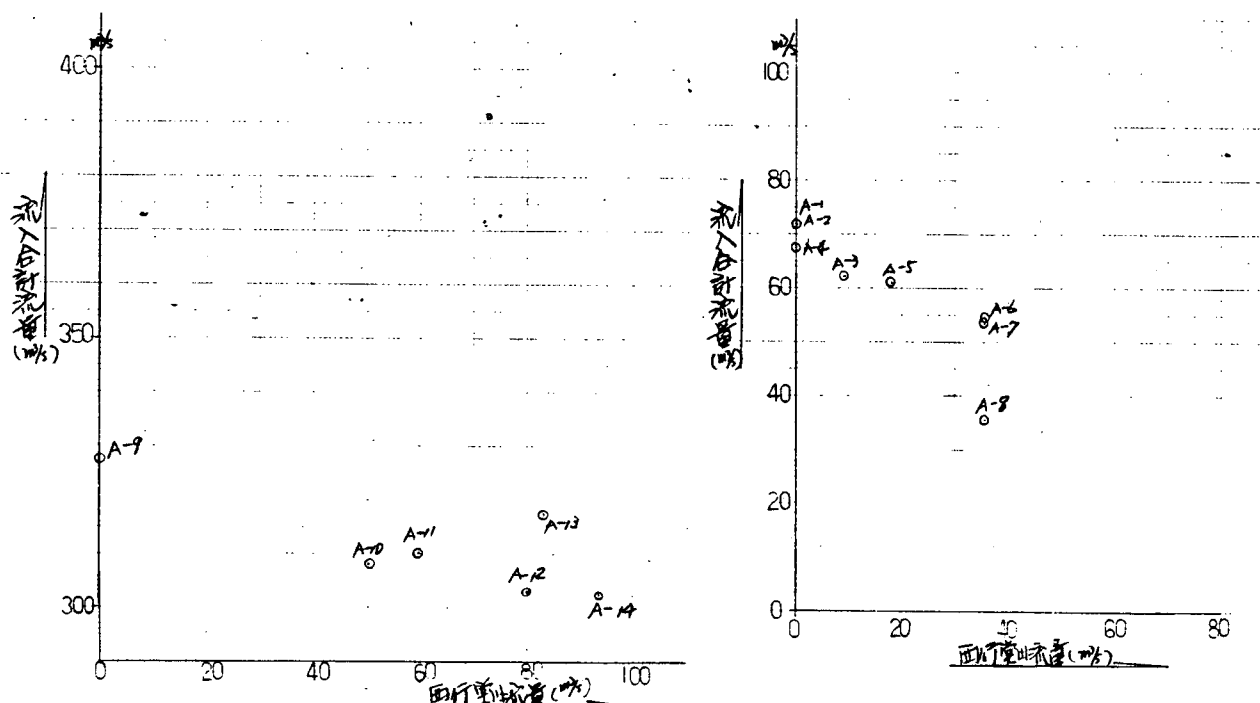


図-7 西行堂川流量～合計流量相関図

(実験 A シリーズ)

4.2 実験シリーズ B

シリーズ B は、固定堰上流の水位を変えて越流係数を求める実験 (B-1～B-9) とゲートの流出係数 (B-10～B-16) を求める実験である。測定結果は、図-8 水位流量曲線図、図-9 水位ゲート開度相関図を示してある。

4.2.1 固定堰越流係数に関する実験 (B-1～B-9)

可動堰上流側の水位を上げ、ゲートを全開にして越流係数を求めた。その結果は図-2-1 に示されている。計算に用いた越流係数の定義は、

$$Q = C B h^{\frac{3}{2}}$$

図-8 の中に示す表の水位は、NO.108+60 地点 (固定堰上流 10 m の位置での、左右岸水位 2

点測定値の平均値)の水位であり、その水位から固定堰天端高EL.21.0 m を差し引いて、 h が求められている。 B は 25 m、 Q は全巾流量である。

4.2.2 可動堰流出係数に関する実験 (B-10 ~ B-17)

ゲートを下げて、可動堰からの流出量を $100 \text{ m}^3/\text{s}$ と一定に保たせ、ゲート開度と堰上流側の水位から、流出係数を求めたものである。流出係数はつぎの定義によっている。

$$Q = C a B \sqrt{2gh_1}$$

において、 $Q = 100 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $B = 25 \text{ m}$ 、 $g = 9.8 \text{ m/sec}^2$ であり、可動堰上流の水位は、NO.108+60 地点での測定値を使用している。

その結果を、図-9 に示した。同図には、C-7 ~ C-12 の結果をも合わせてプロットしてある。

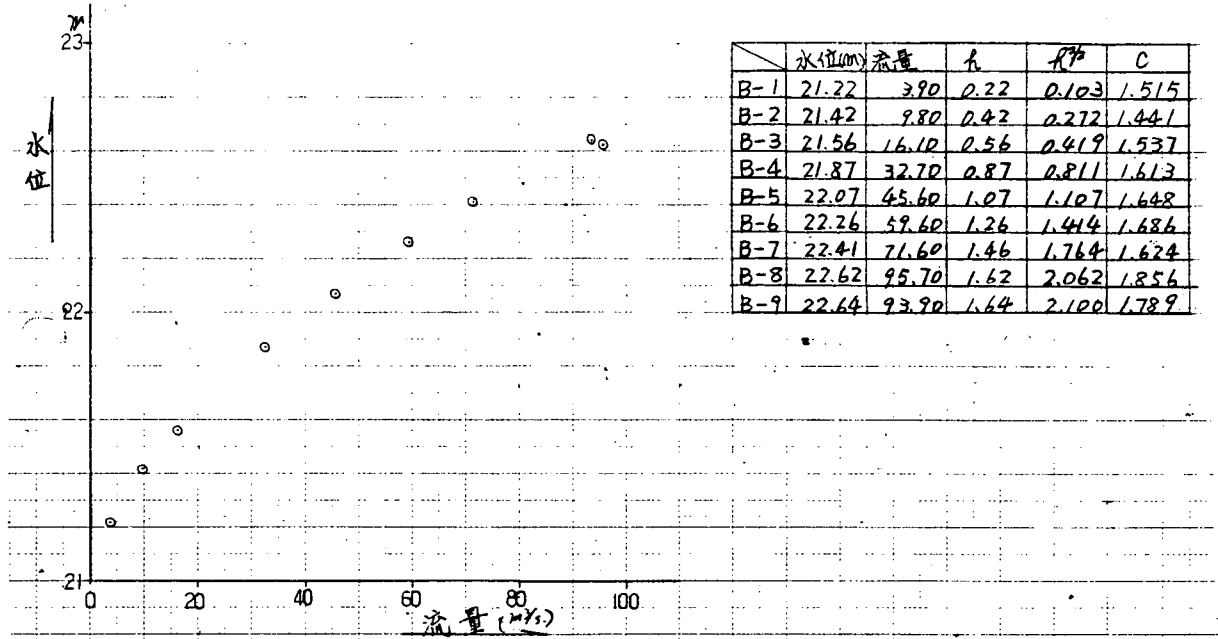


図-8 水位・流量曲線図 (実験 B シリーズ)

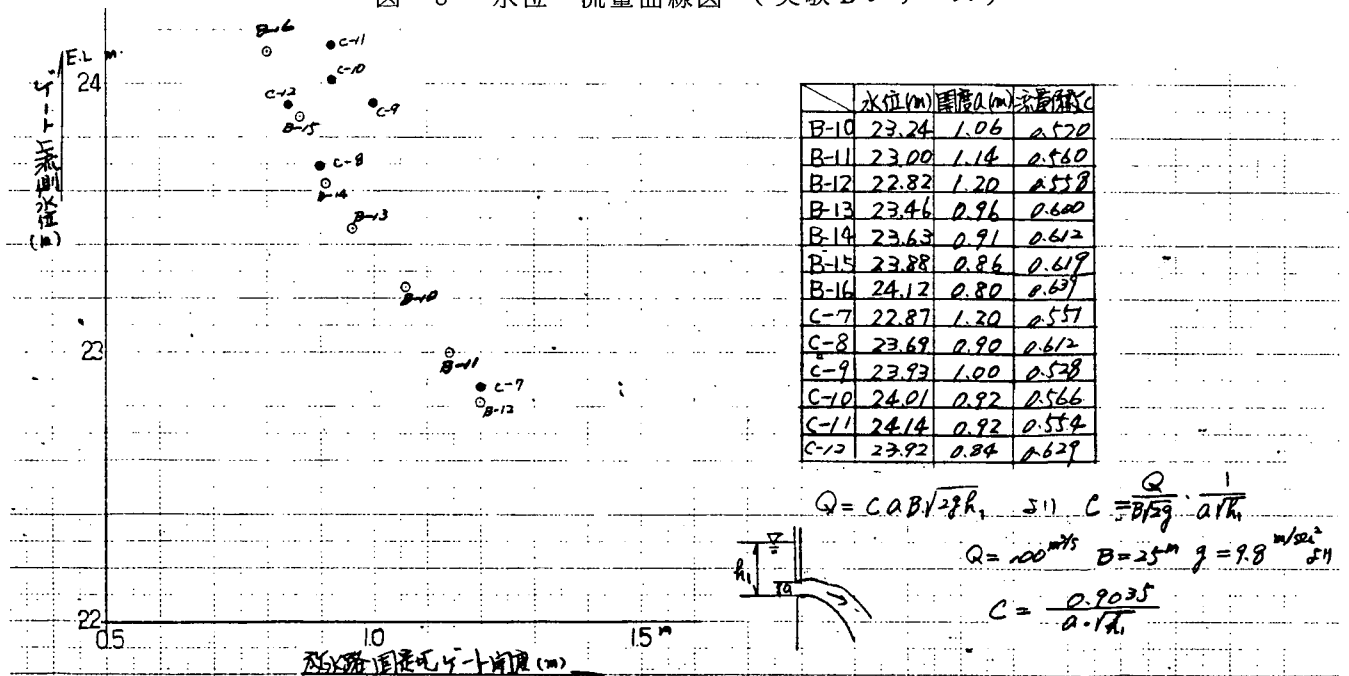


図-9 水位・ゲート開度相関図 (実験 B・C シリーズ)

可動堰上流の水位の上昇につれて、ゲート開度にバラッキが見られ、流出係数を水位のみから推定することはできないようである。付図－１以降の流況図を参照してもらえばよいが、交差部で大きな渦が生じ、そのため、放水路内に約20～30 cm の波動が生じ、可動堰上流の水位にも同程度の上下の水面変動が発生している。流量が大きくなるとその渦は強くなり、したがって、水位が高いほど波高が大きいようである。その結果、図－９の高い水位の時、ゲート開度にバラッキが生ずるものと考えられる。なお、流出係数は大略0.5～0.6の値を示している。

4.3 実験シリーズC

実験シリーズCは、流量配分による流況の変化、計画流入量の流下能力の検討と流下させるための対策、許容流入量の検討、西行堂川下流呑口高の検討などを目的としている。測定結果のうち水位および流量については、付表－３－２～付表－３－３大山川Cシリーズ水位測定数値表に示した。また同表より、付図－72～付図－94大山川水位縦断図を作成した。さらに、付図－15～付図－36には、交差部流況図を示した。

実験ケースの基本的設計は、下の二表のようである。

表－４－１

西行堂川流量 大山川流量+薬師川流量	0	50 $1/5$	60 $1/10$	80 $1/30$	90 $1/50$	100 $1/100$
0				⑭ 80		
270(180+90, $1/10 + 1/5$)				⑮ 350		
350(240+110, $1/30 + 1/10$)				⑯ 430		
410(270+140, $1/50 + 1/30$)	⑰ 410	⑱ 460	⑲	⑩	⑳	㉑
470(310+160, $1/100 + 1/50$)				㉒		
490(310+180, $1/100 + 1/100$)				㉓		

たとえば⑰₄₁₀はケースC－17の流入合計流量410m³/sを表わす。

表－４－２

薬師川流量 大山川流量	0	90 $1/5$	110 $1/10$	140 $1/30$	160 $1/50$	180 $1/100$
0				② ₂₂₀ △ ₁₄₀		
150 ($1/5$)				③ 290		
180 ($1/10$)				④ 320		
240 ($1/30$)				⑤ 380		
270 ($1/50$)	⑦ ₃₅₀ △ ₂₇₀	⑧ 360	⑨		⑪	⑫
310 ($1/100$)				⑬		

記号は上表と同じである。ただし○印のケースでは西行堂川流量80m³/s, △印のケースでは西行堂川0m³/sである。

また検討の目標を

- (i) 計画流入量に対して、放水路内水位がHWLとなるような西行堂川下流呑口高をさがす。
- (ii) (i)のとき、流入可能な最大値をさがす。西行堂川流量を Q_S 、大山川流量を Q_O 、および薬師川流量を Q_Y と表現すると、 $Q_S = 80$ 、 $Q_O = 270$ のとき、 Q_Y はいくらになるか。
- (iii) (i)のとき、流入可能な最大値をさがす。 $Q_S = 80$ 、 $Q_Y = 140$ のときの Q_O はいくらか？
- (iv) (i)のとき、流入可能な最大値をさがす。 $Q_O = 270$ 、 $Q_Y = 140$ のとき、 Q_S はいくらか？
- (v) 計画流入量に対して、西行堂川下流流量が $60 \text{ m}^3/\text{s}$ となるような西行堂川呑口高をさがす。
- (vi) (v)のとき、流入可能な最大値をさがす。 Q_Y 、 Q_O 、および Q_S のそれぞれの最大値はいくらか？

4.3.1 流量配分による流況の変化の把握

西行堂川流量を一定として、大山川と薬師川との流量比の相違による大山川交差部の流況の変化（C-1～C-8）と、（大山川+薬師川）と西行堂川との流量比による流況の変化（C-14～C-18）とが考えられる。

大山川交差部では、大山川にはほぼ直角に近い角度で薬師川が合流しており、そのため薬師川出口右岸にはく離域が生じている。大山川の流心は放水路呑口右岸へ当たるため、放水路入口付近では左回りの流れが生ずる。なお、大山川交差部に入る直前に薬師川の段落ちがあるため交差部へは高速流で流入し、交差部の流況を悪くしている。

つぎに西行堂川からの流入量の影響については、（大山川+薬師川）の合計流量が小さい場合には、西行堂川流量の一部は放水路固定堰から流出し、他は放水路を逆流して、大山川交差部方向へ向かう。しかし、 $80 \text{ m}^3/\text{s}$ 以上の流量が放水路固定堰から流出している場合となると、西行堂川流量は、その全量が放水路固定堰から流出するようになる。

4.3.2 計画流入量ならびに許容流入量の検討

計画流入量は、大山川が $270 \text{ m}^3/\text{s}$ 、薬師川 $140 \text{ m}^3/\text{s}$ 、西行堂川 $80 \text{ m}^3/\text{s}$ 、合計 $490 \text{ m}^3/\text{s}$ である。当初の計画では放水路固定堰から $100 \text{ m}^3/\text{s}$ 流出させ、大山川下流から残りの $390 \text{ m}^3/\text{s}$ を流出させるものであった。しかし実験によると、合計流入量 $460 \text{ m}^3/\text{s}$ で、西行堂川交差部のHWLを越え、水路天端より越水した。したがって原計画のままでは流下能力が十分でないと考えられる。その原因として、西行堂川交差部の流況が、設計時より思わしくないのであろうと考えられる。それ故計画の流入合計量が可能となるように、西行堂川呑口固定堰を撤去し、西行堂川下流からも流出させてみた。その結果、西行堂川下流からの流出量が約 $52 \text{ m}^3/\text{s}$ で、ほぼHWLとなるようであった。

4.3.3 西行堂川下流呑口高の検討

C-9～C-13で計画流入合計流量の検討を行なったが、その結果、西行堂川呑口の固定堰を撤去しなければ、計画流入合計流量の流下は不可能であった。それで、C-20～C-23は、流量配分の相違による西行堂川下流へ流出しはじめる流入合計流量を検討することとした。その結果を図-10に示したが、西行堂川流量の増加により、流入合計流量は減少するという結果を得た。

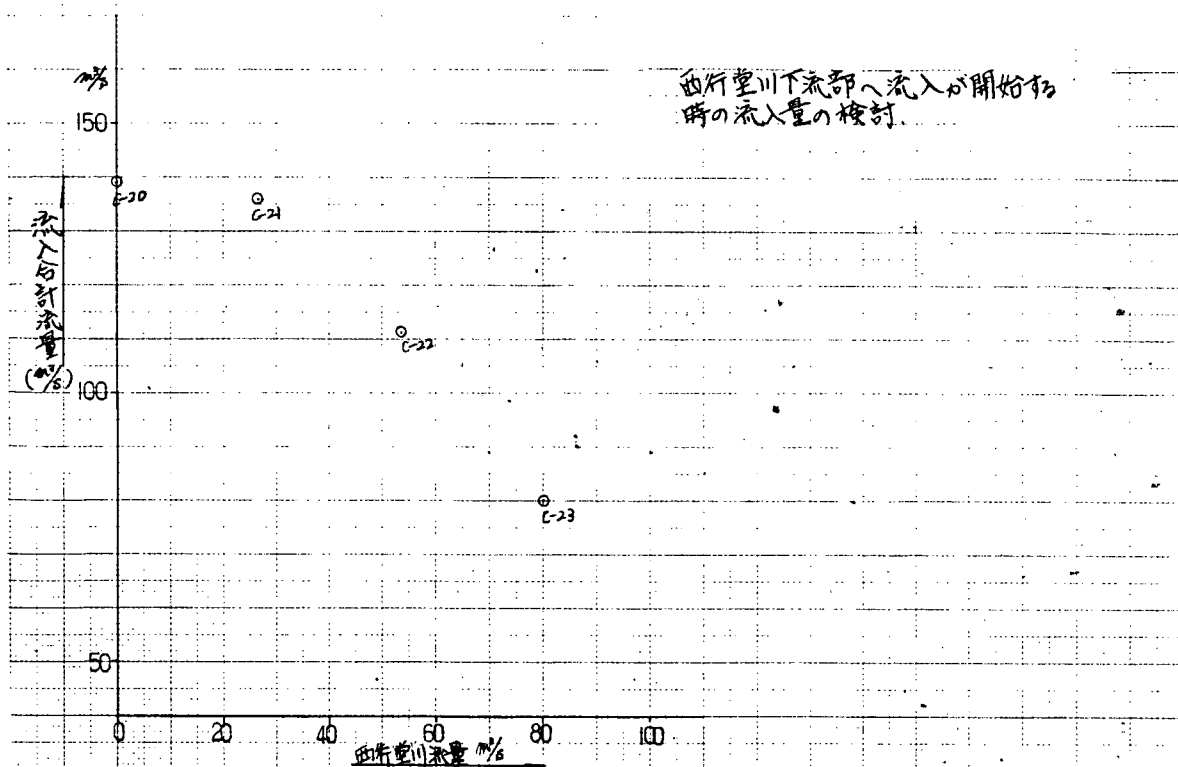


図-10 西行堂川流量～合計流量相関図（実験Cシリーズ）

4.4 実験シリーズD

実験シリーズDは、堰操作などによって、水路内に段波などの波動が生じないかどうかを検討する実験である。測定結果は、付表-4 実験シリーズD測定数値表、図-11-1～図-11-3 水位時間変化図を作成した。

操作速度が30 cm/分程度ならば、放水路内の段波は顕著ではない。ただし、放水路内の水面には、堰操作に関係なく、うねりが生じているので、注意を要する。

4.5 実験シリーズE

実験シリーズEは、大山川と西行堂川からそれぞれ砂を流し、交差部での砂の堆積状況を検討した実験である。

砂の回収結果は、付表-5 シリーズE流砂量配分表に表示し、その堆積分布形状を付図-37～付図-47 交差部流況図に示してある。その他、水位測定と流況観察を行なっているが、水位は付表-3-4 大山川シリーズE、下水位測定数値表に示し、付図-95～付図-105 には大山川水位縦断図を示した。付図-37～付図-47 には、流況図を示した。

西行堂川から流した砂はほとんど交差部に堆積するようである。しかし、大山川からの流出土砂は、粒径の大きいものは交差部内に堆積したが、小粒径の砂は交差部の渦で巻き上げられ、一部は放水路内へ流入するようである。

4.6 実験シリーズF

実験シリーズFは、西行堂川交差部の沈砂池に土砂が堆積した場合における分流量や、流況の変

化を検討したものでもものである。水位、流量の測定結果は付表-3-4 大山川シリーズF, 下水位測定数値表に示し、付図-106 ~ 付図-107 には大山川水位縦断図を作成した。また付図-48 ~ 付図-49 には交差部流況図を示した。

しかし、設定した沈砂池の河床高の条件では、分流量や流況には変化はなかった。

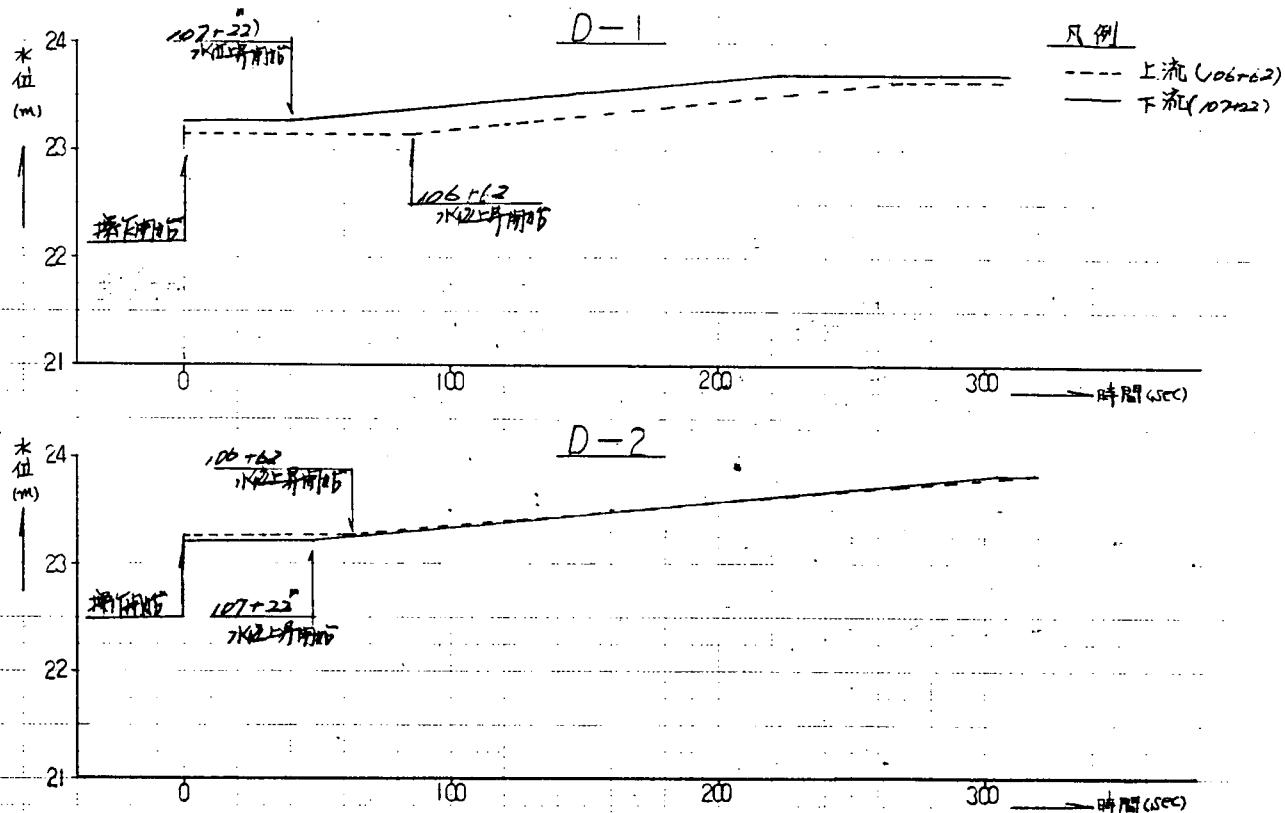


図-11-1 水位・時間変化図 (Dシリーズ)

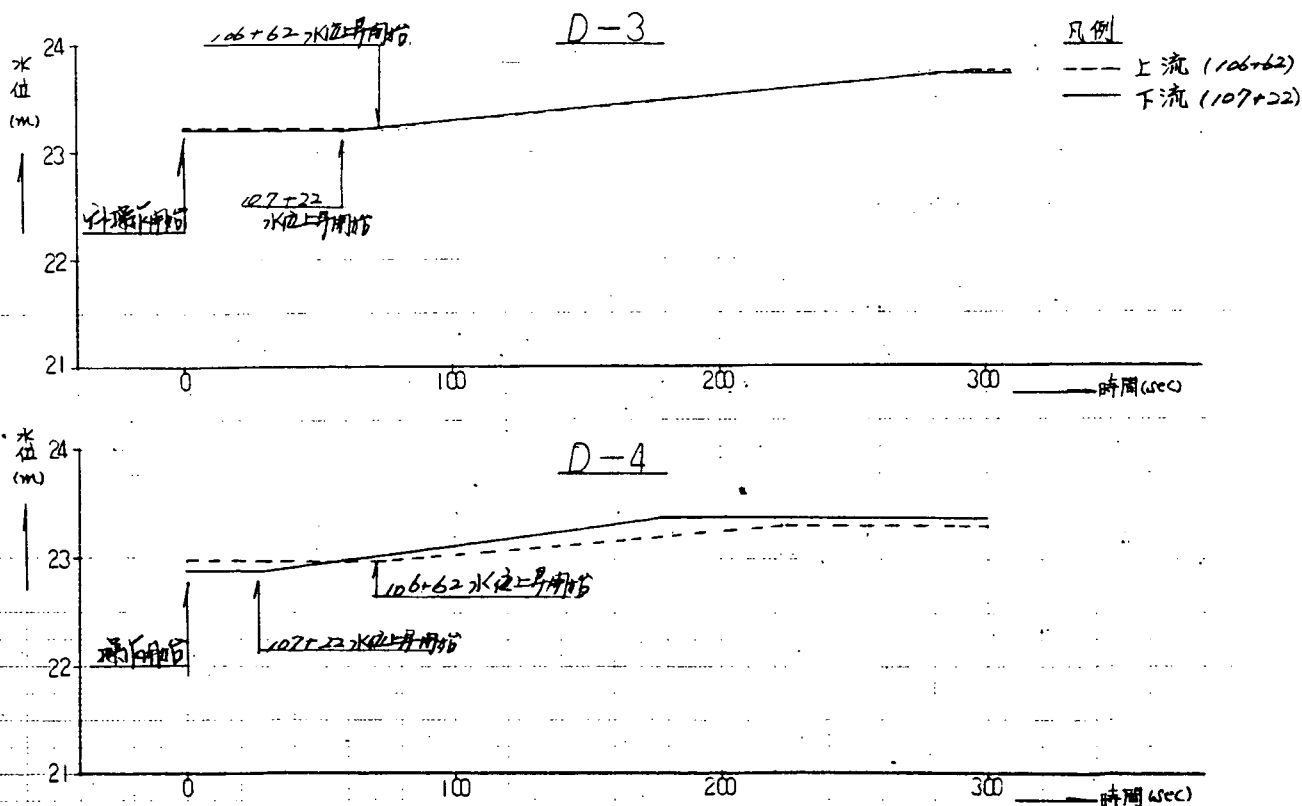


図-11-2 水位・時間変化図 (Dシリーズ)

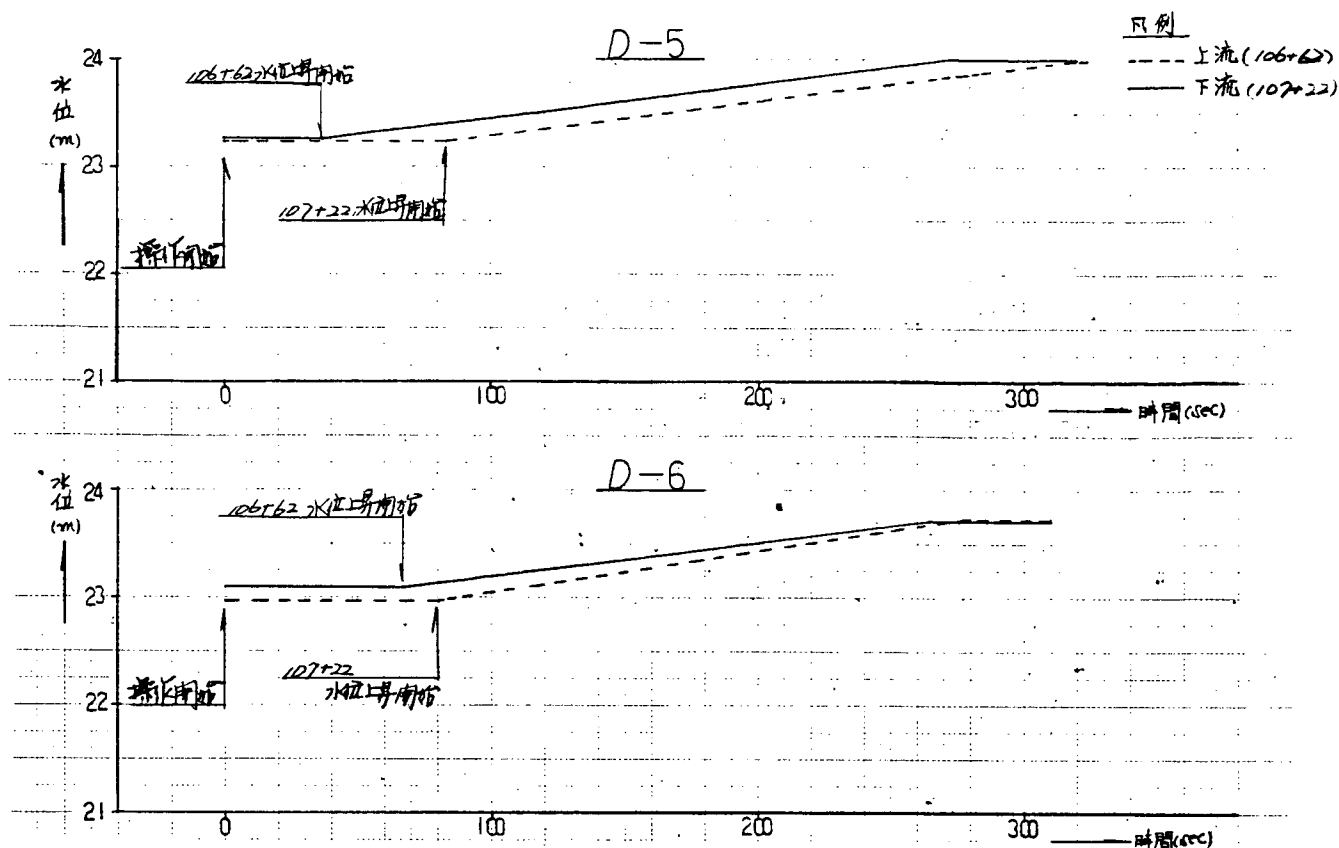


図-11-3 水位・時間変化図 (Dシリーズ)

4.7 実験シリーズG

実験は付表-1に記した条件の流入量をあたえ、各交差部の水位と放水路の水位を測定した。また実験条件の設定方法を詳述すると、つぎのようになる。

(i) ケースG-1-1では、三川からそれぞれ計画流量を流した後、放水路からの流出量が $100 \text{ m}^3/\text{s}$ となるよう、ゲート開度を調節して、各測点の水位を測定した。なお、この時西行堂川交差部よりやや下流のゲート前方の測点NO.108+60の地点水位を H_{S1} とする。

(ii) ケースG-1-1では西行堂川下流への呑口部堰高をE.L.23.9mとしたが、実験G-1-3では堰を撤去したE.L.21.6m (河床高と同じ)とし、西行堂川への流下を可能とした。そこへ計画流入合計流量を流し、放水路ゲートからの流出量を $100 \text{ m}^3/\text{s}$ として、NO.108+70の地点の水位を求める。この水位を H_{S1} とする。この段階では、 $H_{S1} > H_{S1}$ ，ゲートの開度では $a_1 < a_2$ である。(なおケースG-1-2はない)

(iii) ケースG-2以降においては、④西行堂川呑口固定堰 (E.L.23.9m) を設置し、放水路から $100 \text{ m}^3/\text{s}$ 流出させたときの各地の水位と流況の把握、⑤西行堂川呑口固定堰はそのままに放水路ゲート開度を小さくして、NO.108+60地点の水位が H_{S1} と等しくなるようにゲート開度を調節し、放水路からの流出量、ゲート開度、ならびに西行堂川交差部の水位とを求める。⑥西行堂川呑口固定堰を撤去し、NO.108+60の水位が H_{S1} となるようなゲート開度、各分流量とを調査する。

少し複雑であるので具体的な実験ケースで明記すると、

表－５ 実験条件流量一覧表（シリーズG）

実験番号	大 山 川	薬 師 川	西行堂川	備 考
G－１	270 ^{m³/s}	140 ^{m³/s}	80 ^{m³/s}	計画流入量
G－２	〃	〃	60	西行堂川流量を変える。
G－３	〃	〃	50	G－１とG－２，G－３との比較実験
G－４	〃	110	80	薬師川流量を変える。
G－５	〃	90	〃	G－１とG－４，G－５との比較実験
G－６	240	140	〃	大山川流量を変える。
G－７	180	〃	〃	G－１とG－６，G－７，G－８との比較実験
G－８	150	〃	〃	

表 － ６

実験ケース名	呑口固定堰	流入合計流量	NO.108+60水位	放水路流出量	西行堂川 下流流量
G－１－１	有り E.L.23.9 ^m	計画 (490 ^{m³/s})	H _{S1}	100 m³/s	有り 8 m³/s
G－１－２	無し E.L.21.6 ^m	計 画	H _{S2}	100	有 57 m³/s
G－２－１ ３－１ ４－１ ⋮ ８－１	有り E.L.23.9 ^m	<計画		100	有
G－２－２ ３－２ ４－２ ⋮ ８－２	有り E.L.23.9 ^m	<計画	G－１－１の水位 H _{S1} と一致す るようにゲー トをしぼる	ゲートをしぼ った結果 <100	有
G－２－３ ３－３ ４－３ ⋮ ８－３	無し E.L.21.6 ^m	<計画	G－１－２の水位 H _{S2} と一致す るようにゲー トをしぼる	<100	有

なお、上流流量の設定に際し、大山川、薬師川、西行堂川それぞれの量水槽のうち、どれを最初に設定するというような優先順位を設けずに、ほぼ3ヶ所同時に流量を調節した後、放水路のゲートを調節して放水路固定堰流出量と西行堂川下流の流量とを測定した。そして最後に、合計流入量－（放水路下流流量＋西行堂川下流流量）より大山川下流の流量を求め、それに対する下流水位を設定した。さらに大山川下流水位調節ゲートの操作により、放水路固定堰流出量に変化が生じていないことを確認の上、各測点の水位を測定した。放水路ゲートの操作については、あらかじめ0.8 m～1.0 mの開度をもたせておき、まず100 m³/sの流出量となるようゲート操作したのち、NO.108+60地点の水位を測定してH_{S1}か、あるいはH_{S2}と比較することにした。

測定結果は、水位については付表－６－１～付表－６－２大山川シリーズG水位測定数値表、付図－108～付図－115大山川水位縦断図、おたび付図－50～付図－57に流況図を示した。

4.7.1 水 位

西行堂川下流呑口固定堰 (E.L.23.9m) が有る場合、西行堂川流量の大小にかかわらず、合計流入量が $440 \text{ m}^3/\text{s}$ 以上であると、放水路トンネル内の水位は E.L.24.0m のほぼ水平な水面形となっていた (付図-108 ~ 付図-113)。

しかし、西行堂川交差部ならびに NO.108+60 地点のそれぞれの水位は、合計流入量が $440 \text{ m}^3/\text{s}$ より大きい流量で、かつ西行堂川流量分が小さい場合には、トンネル末端の NO.108 の水位はほぼ E.L.24.0m であるものの、それ (E.L.24.0m) より低い水位となっている。

すなわち、図-12-4 および図-12-6 に示すように、西行堂川交差部水位は、合計流入量 $440 \text{ m}^3/\text{s}$ をほぼ境界として、合計流入量の減少とともに交差部水位も低下する。 $440 \text{ m}^3/\text{s}$ より増大すると、交差部水位が西行堂川呑口固定堰 (E.L.23.9m) より高くて西行堂川下流へ越流するため、それほどの水位上昇が見られないものと考えられる。

4.7.2 流入合計量の最大値

G-1-1 で、 $100 \text{ m}^3/\text{s}$ 流出させている条件で、西行堂川交差部水位を求めた。G-2-1 以降では、G-1-1 の水位となるようにゲートをしぼった。その結果、図-4-4、図-4-6 で分かるように、合計流入量が $400 \text{ m}^3/\text{s}$ 以下になると、ゲートを全閉しても、西行堂川と大山川のそれぞれへ流下する流量が存在するため、G-1-1 の水位にまで引き上げることはできなかった。呑口固定堰を撤去した場合の G-1-3、G-2-2 においてもほぼ同様であった。

補足実験 G-3-4 で、合計流入量 $390 \text{ m}^3/\text{s}$ (大山川+薬師川) で放水路ゲートを全閉にして、大山川下流へ流下させた場合、大山川交差部の水位がケース G-1-1 とほぼ等しい値を示した。G-1-1 では、大山川下流への流出量が $382 \text{ m}^3/\text{s}$ となっており、G-3-4 ($390 \text{ m}^3/\text{s}$) とほぼ同じ流量であった。

したがって、放水路ゲートを全閉した状態で、しかも G-1-1 (呑口固定堰有り) および G-1-3 (呑口固定堰無し) のそれぞれの水位にまで上昇する合計流入量は、ともに約 $390 \text{ m}^3/\text{s}$ と考えられる。なお、合計流入量が $490 \text{ m}^3/\text{s}$ の場合の西行堂川水位は、呑口固定堰が有る場合には 0.53 m (G-1-1)、無しの場合 0.17 m (G-1-2) それぞれ HWL より高くなっていた。

4.7.3 補足実験

(i) 同一の $100 \text{ m}^3/\text{s}$ を流出させる場合、ゲート全開の状態からゲートを下げて行った場合と、全閉から上げていった場合の開度の検討を行ってみた。

実験から見ると、表-3-3 に示すように、ゲート開度に変化はなく、また交差部水位にも変化は見られなかった。ただしこの場合、固定堰自然越流流量が $100 \text{ m}^3/\text{s}$ を少し上まわる付近の水位は除いた方が良く考えられる。

(ii) 河川ごとの流量設定の順序を変えた場合、ゲート開度に相違が生ずるか否かを検討した。しかし、表-3-3 に示すように、交差部の水位、ゲート開度ともに変化はなかった。

(iii) 放水路トンネル部の流下能力を検討してみた。実験条件は

流入量	大山川	260 m ³ /s	流出量	大山川	290 m ³ /s
	薬師川	130 m ³ /s		放水路	100 m ³ /s
	西行堂川			西行堂川	0

とした。その結果、水位とゲート開度とを調べると、下表のようになる。

表-7 放水路流下能力とゲート開度

水路(左)	水路(右)	大山川交差部水位	西行堂川交差部水位	No.108+60 水位	ゲート開度
○	○	23.54 m	23.63 m	23.71 m	0.93 m
×	○	23.54	22.92	23.07	1.10
○	×	23.54	22.82	23.02	1.14

このように、水路2連のうち片側を締め切っても十分に100m³/sを流下させることができる。しかし、水路の片側1本に通水すると、西行堂川交差部水位が低下し、ゲート開度が大きくなることが分かる。

4.7.4 大山川放水路の下限流量

西行堂川交差部の水位を一定(計画の流入合計量が流入している場合の水位)にたもったまま、大山川放水路の下流流量をどこまで小さくできるか、について実験的に検討してみた。図-13および14は、西行堂川下流呑口固定堰有り(E.L.23.9m)の場合であり、図-15および16は、呑口固定堰無し(E.L.21.6m)の場合である。

図-14ないし、図-16が分かりやすいが、放水路下流流出量を減らしてゆくと、流入合計量は、ほぼ一次の関係で減少させなければならないことを示している。その流入合計量の区間の490m³/sから400m³/sの範囲である。流入合計量が400m³/sを割ると、図-14の場合には大山川下流の流下能力の影響を受けて、また図-16の場合には、大山川下流と西行堂川下流の両方の流下能力の影響を受けているようである。

また490m³/s~400m³/sの流入合計量区間においても、一次関係から外れるところがあり、呑口固定堰無しの方が、一次関係からより大きく外れている。この偏移は、各河川の流入状況が放水路水位にあたえる影響の度合いを示している。

4.7.5 西行堂川交差部の流出係数とゲート開度(再検討)

流出係数とゲート開度との関係は、すでに実験結果の検討 4.2 シリーズBで検討したところである。しかし、その後、シリーズGによってケース数が豊富になったので、合わせて、再検討することとする。

流出係数は、図-17に示すように、水平水路床のスルースゲート(Henry)と、ダム堤頂のスルースゲート(小だ円リップ)との間にあり、実験結果として適当なものと考えられる。なお、計算では水平水路床の値を使用しているが、実際にはこれよりも少し大きな値となろう。

西行堂川下流への流量Q_{sd}流下の程度によって、流出係数は変化し、Q_{sd}が大きくなるほど、Cは小さくなるようである。

流出係数は、図-17に示すように、実験上の計測誤差によって、かなり大きく変化するため、Cの決定にあたっては、抽出実験による詳細な検討が適当であろう。

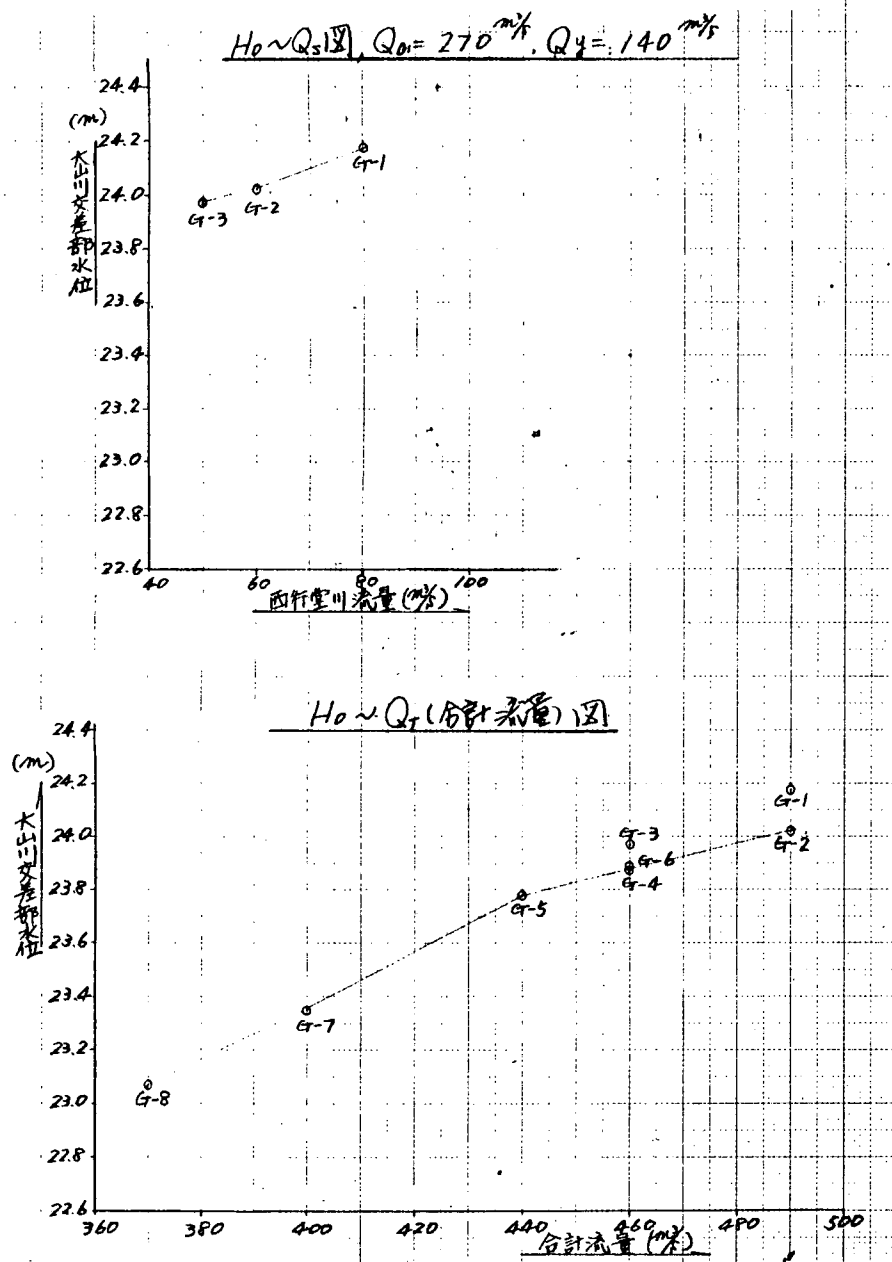


図-12-2 $H_0 \sim$ 流量相関図

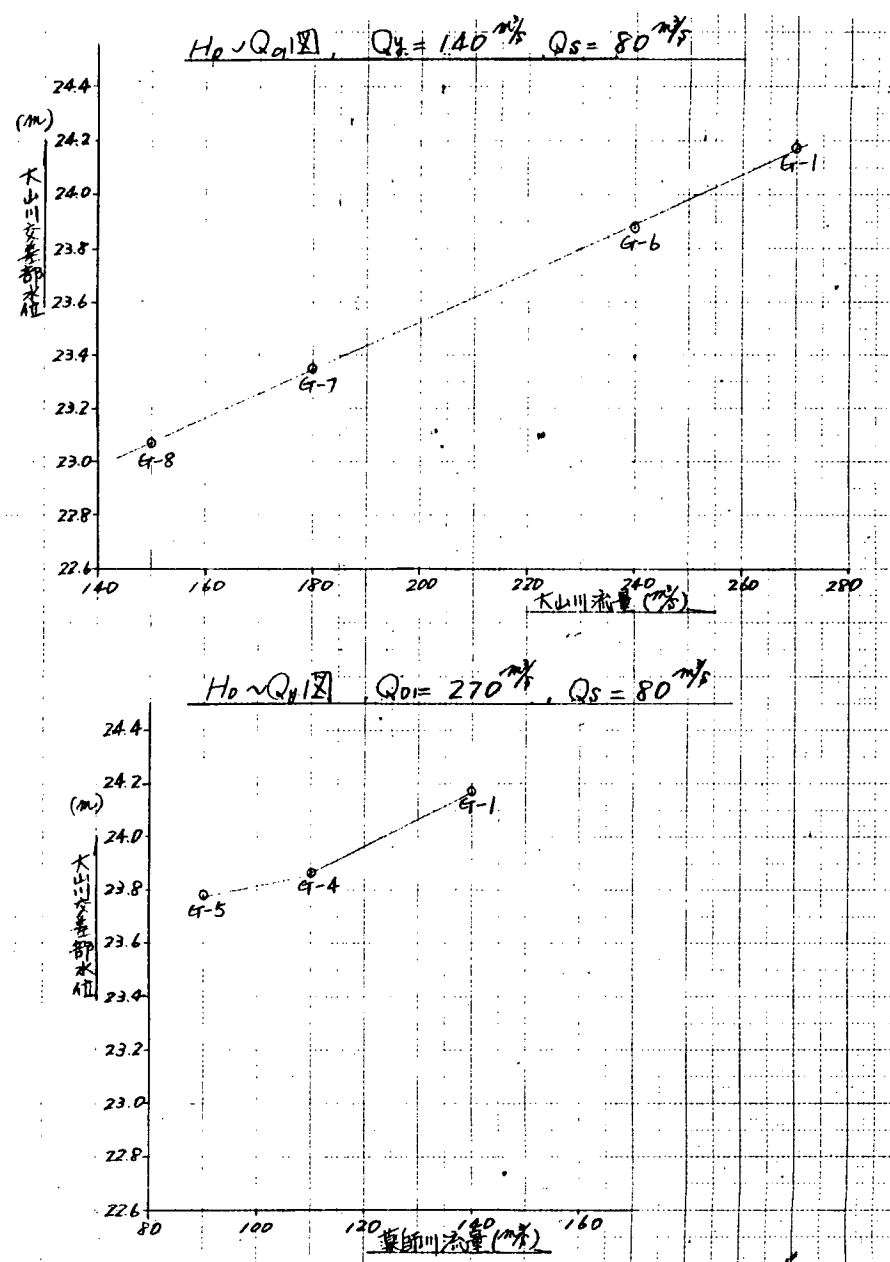


図-12-1 $H_0 \sim$ 流量相関図

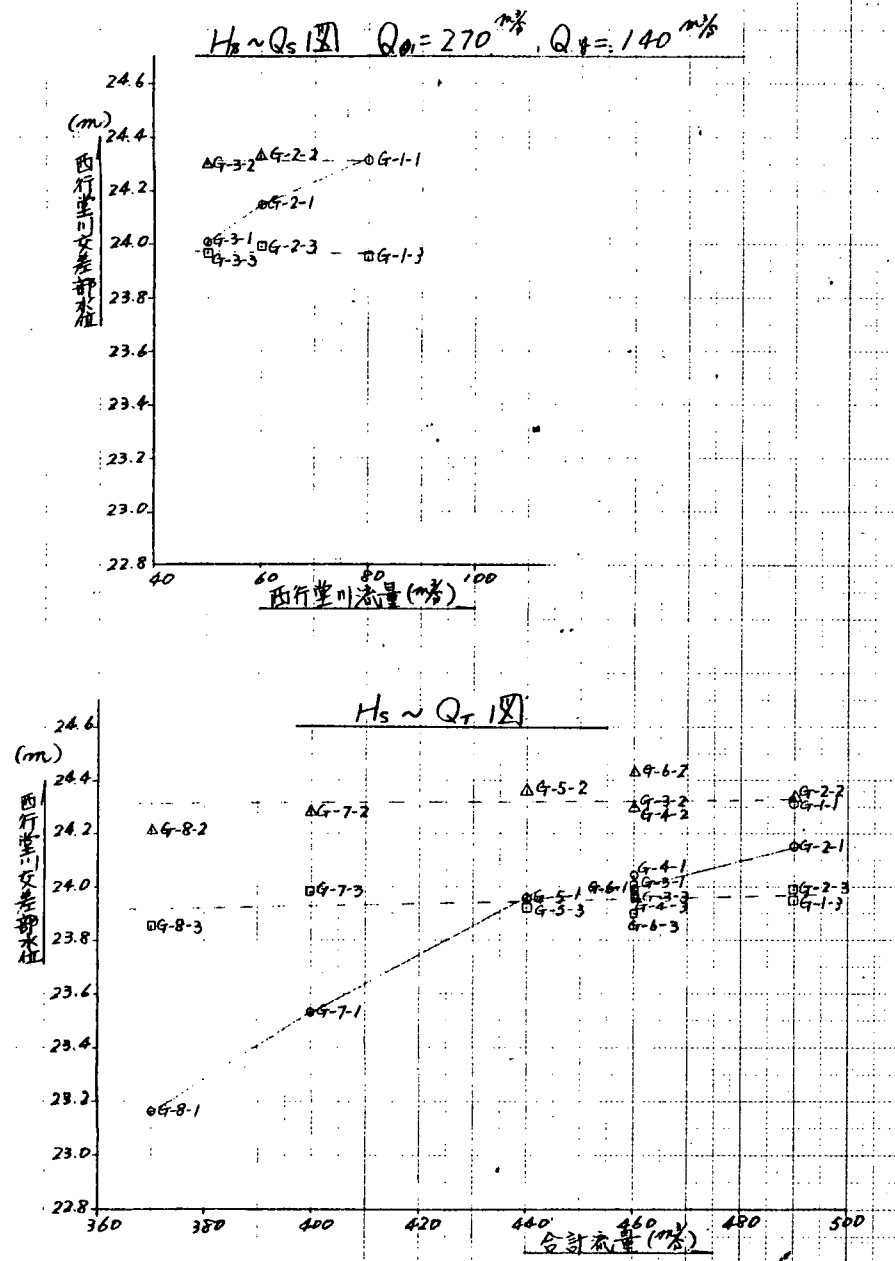


図 - 12 - 4 $H_s \sim$ 流量相関図

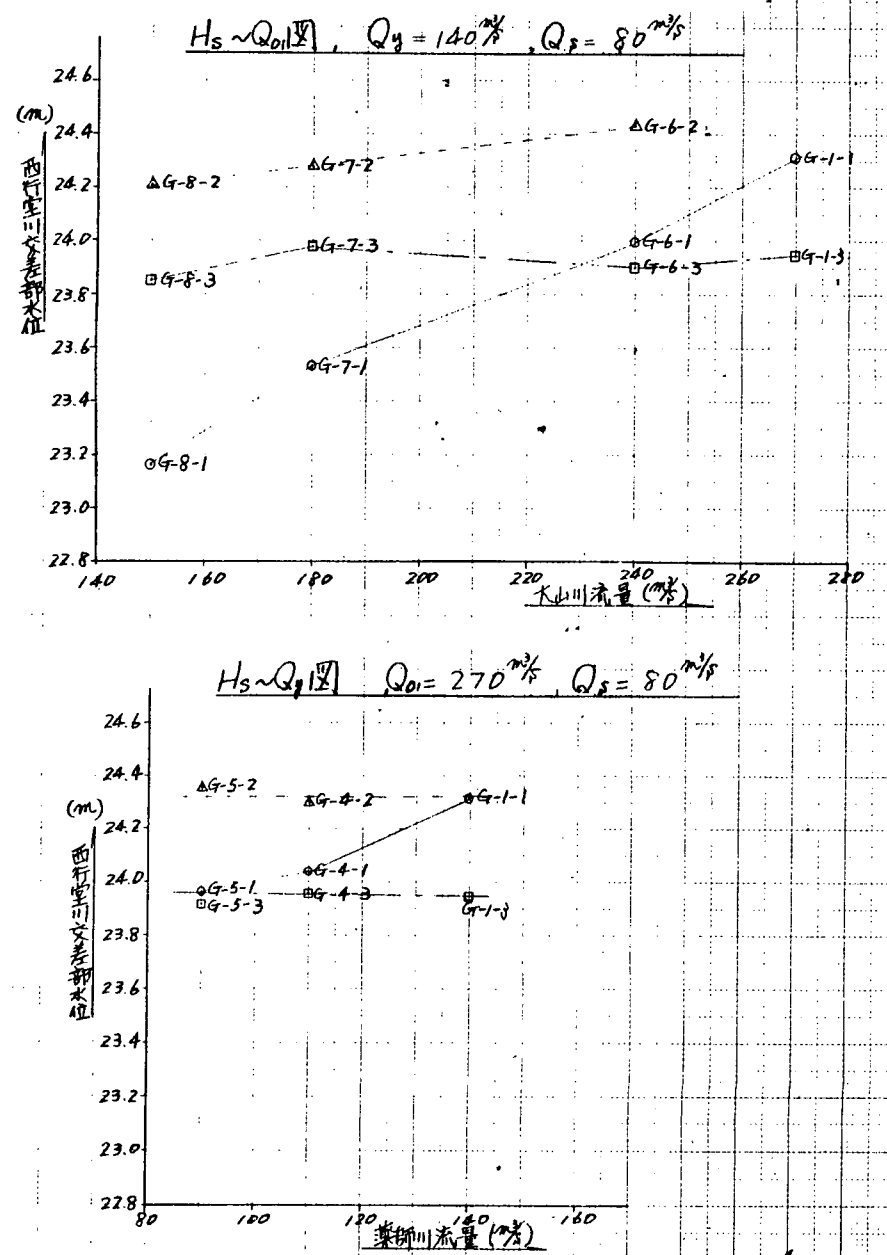


図 - 12 - 3 $H_s \sim$ 流量相関図

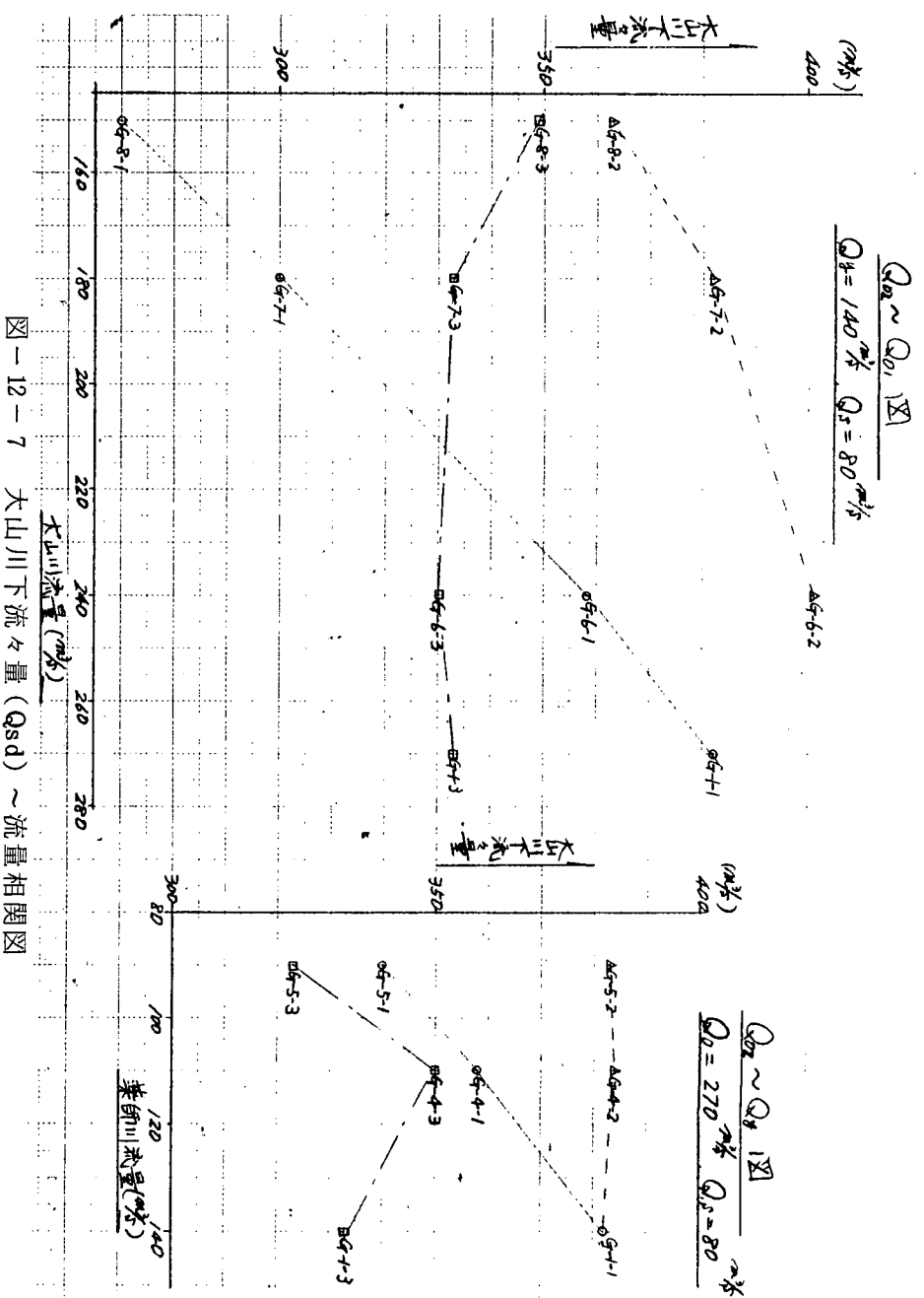


图-12-7 大山川下流々量 (Qsd) ~ 流量相関图

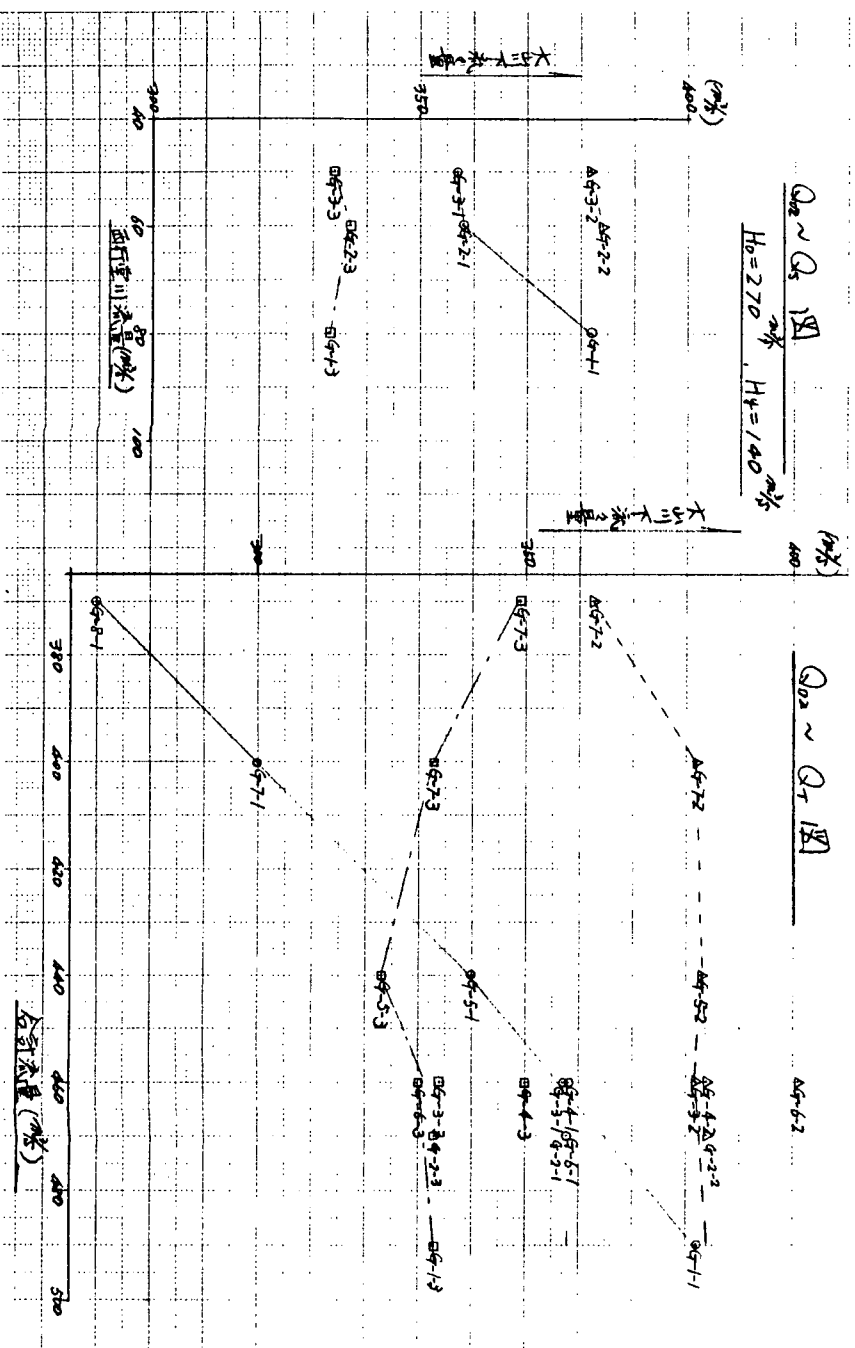


图-12-8 大山川下流々量 (Qsd) ~ 流量相関图

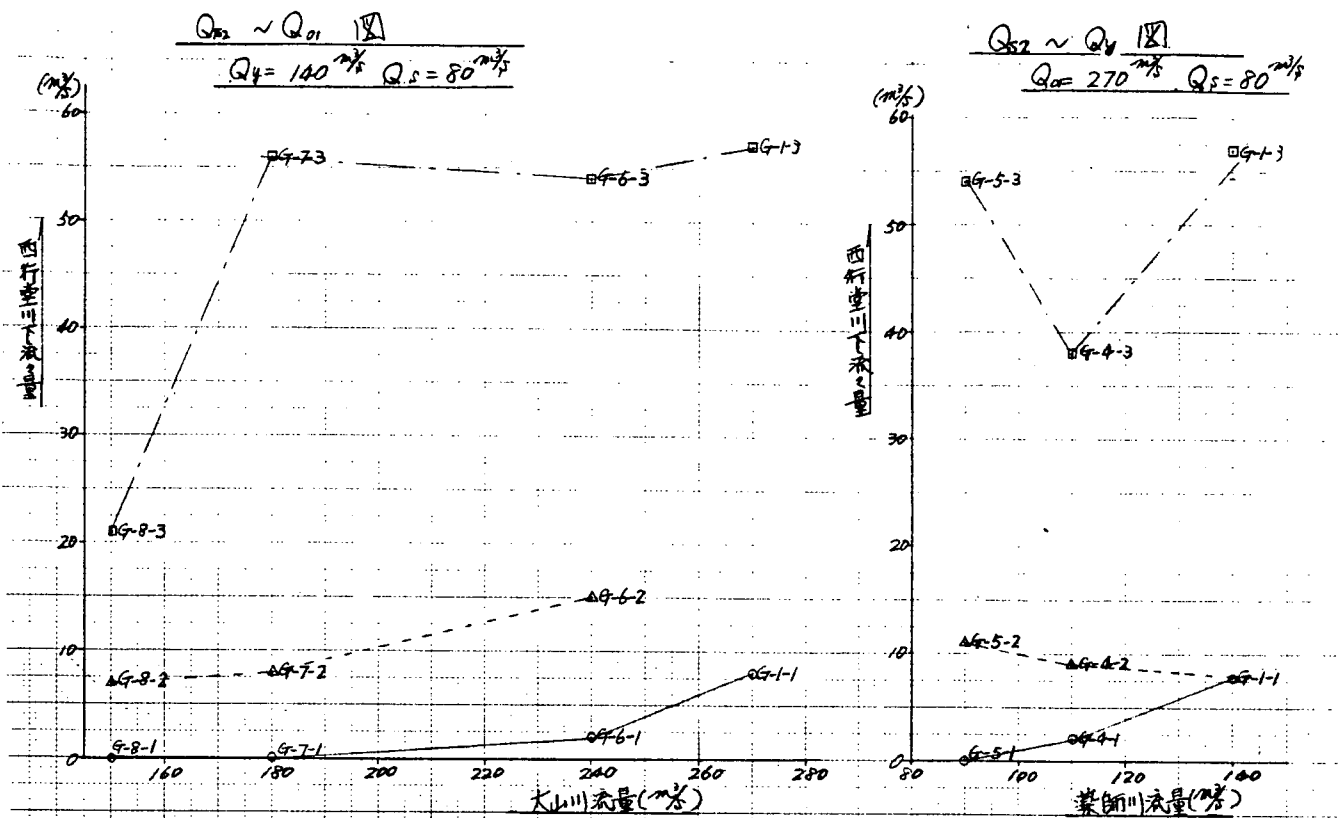


図-12-9 西行堂川下流々量 (Q_{sd}) ~ 流量相関図

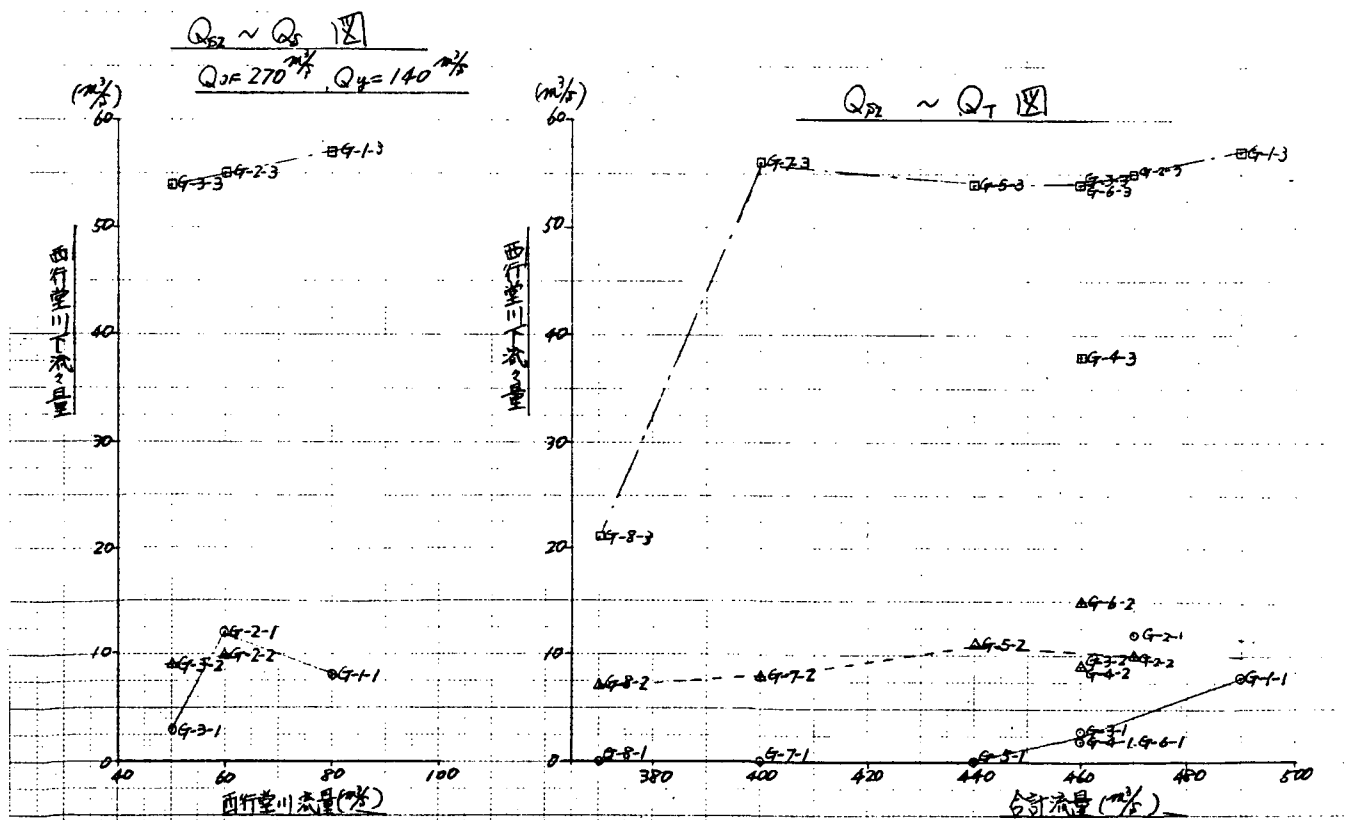


図-12-10 西行堂川下流々量 (Q_{sd}) ~ 流量相関図

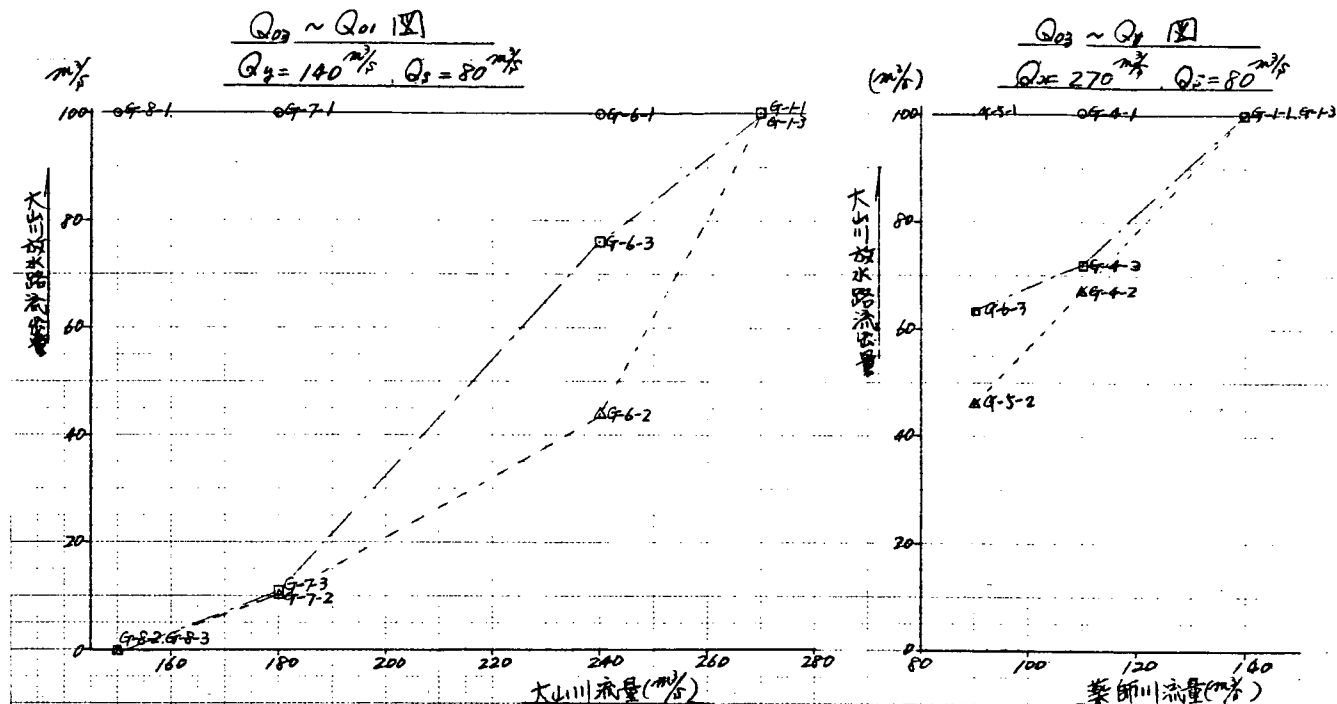


図-12-11 大山川放水路流出量 (Q_{od}) ~ 流量相関図

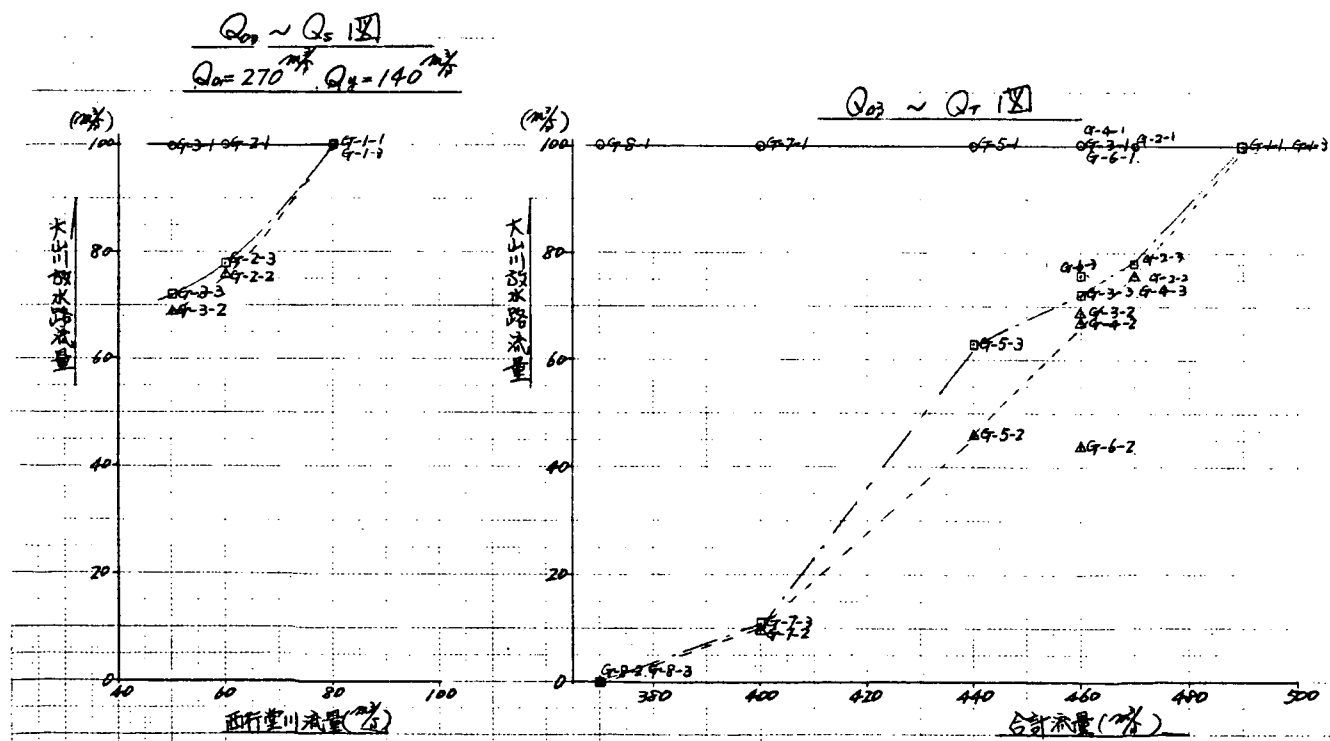


図-12-12 大山川放水路流出量 (Q_{od}) ~ 流量相関図

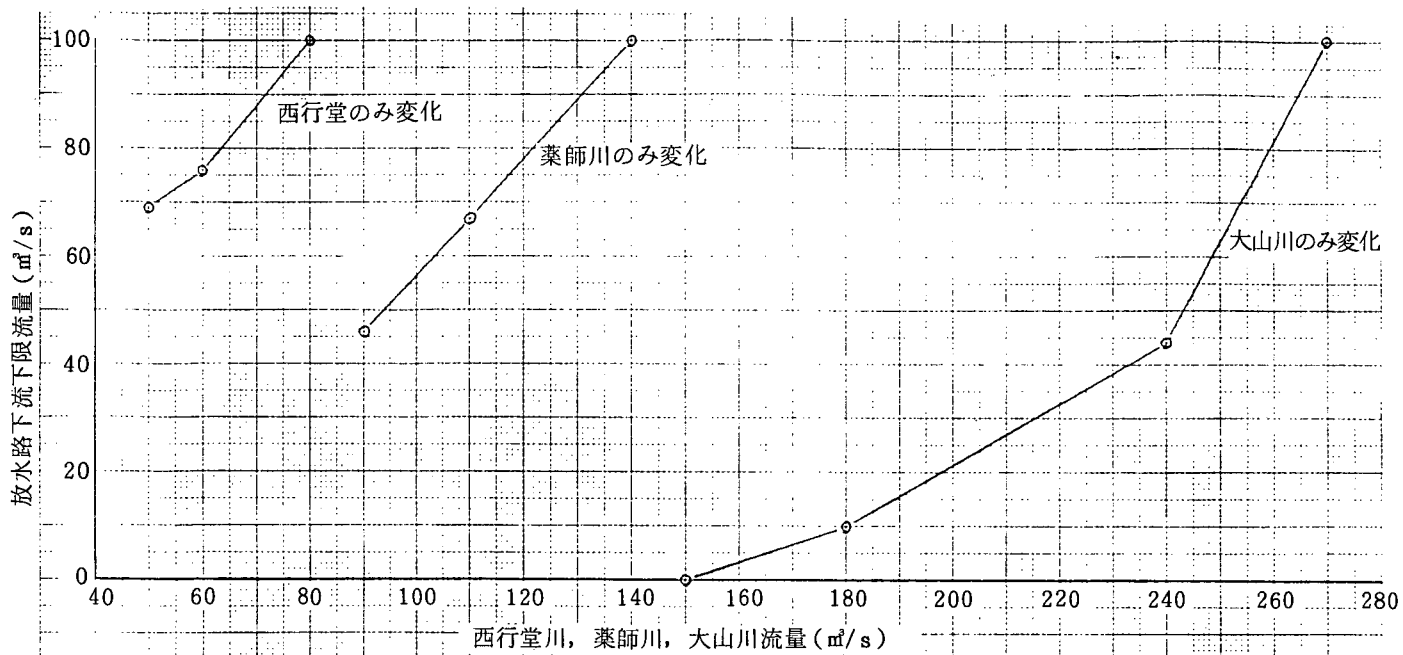


図-13 西行堂川下流呑口固定堰 有 (西行堂交差部水位 № 108+60 で 24.33m)) + 0.55m
(H.W.L. 23.78m)

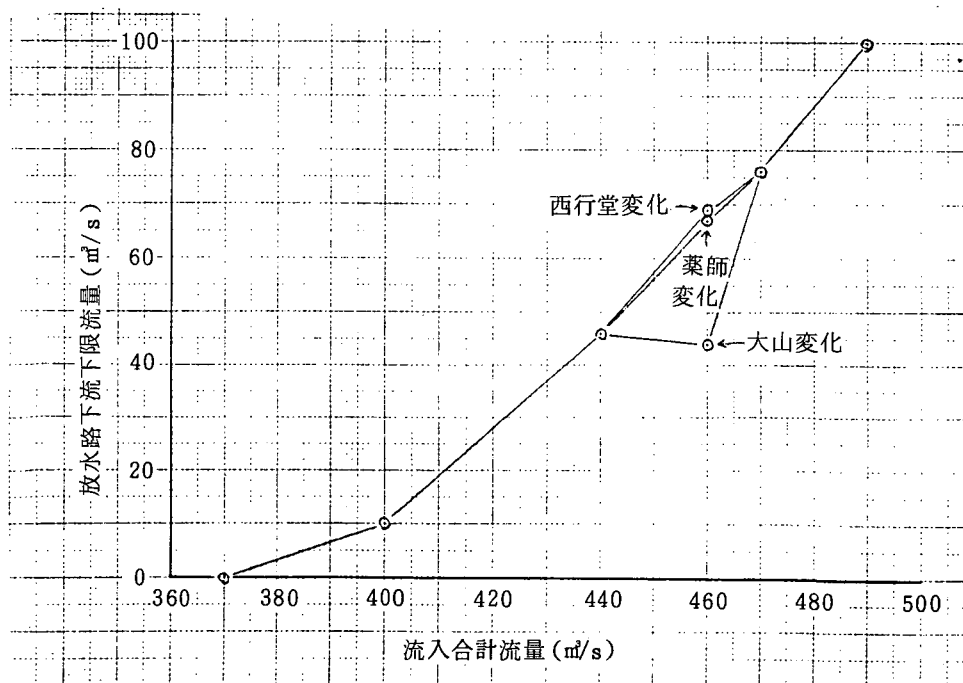


図-14 西行堂川下流呑口固定堰 有 (西行堂交差部水位 № 108+60 で 24.33m)) + 0.55m
(H.W.L. 23.78m)

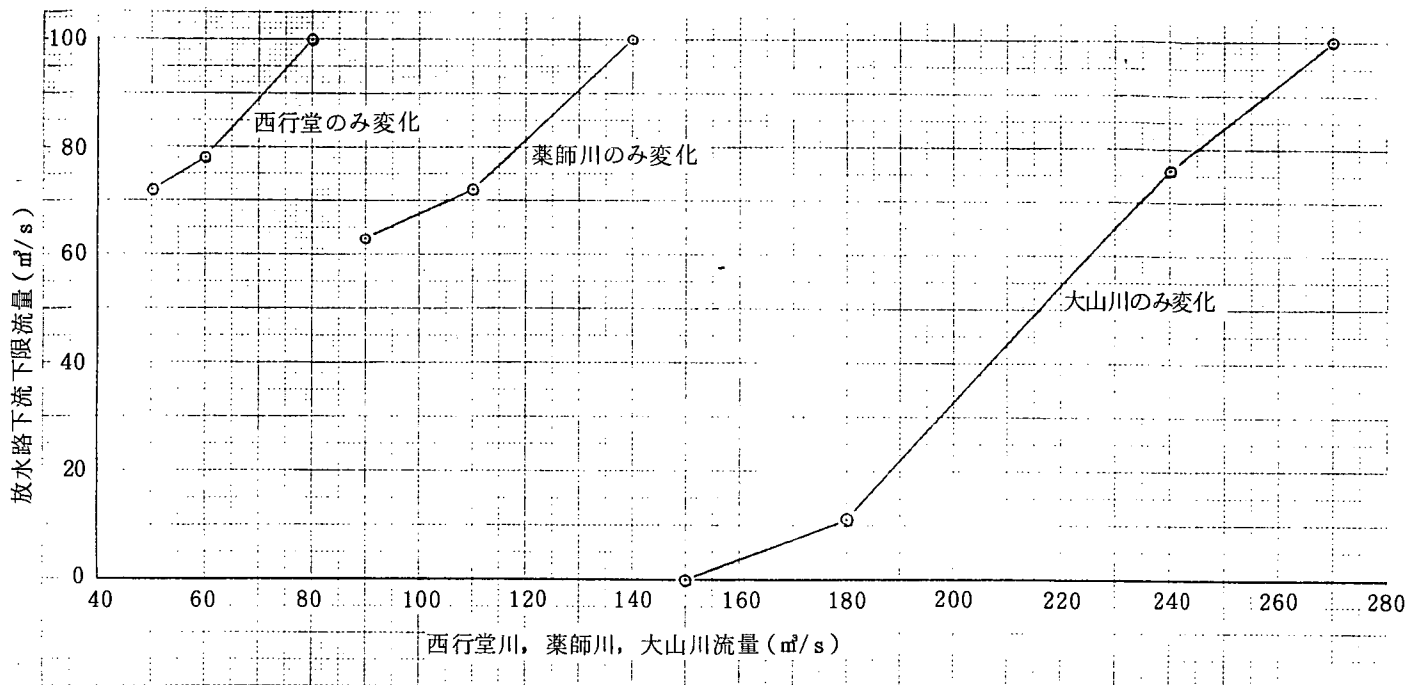


図-15 西行堂川下流呑口固定堰 無 (西行堂交差部水位 № 108+60 で 23.97m)) +0.19m
(H.W.L. 23.78m)

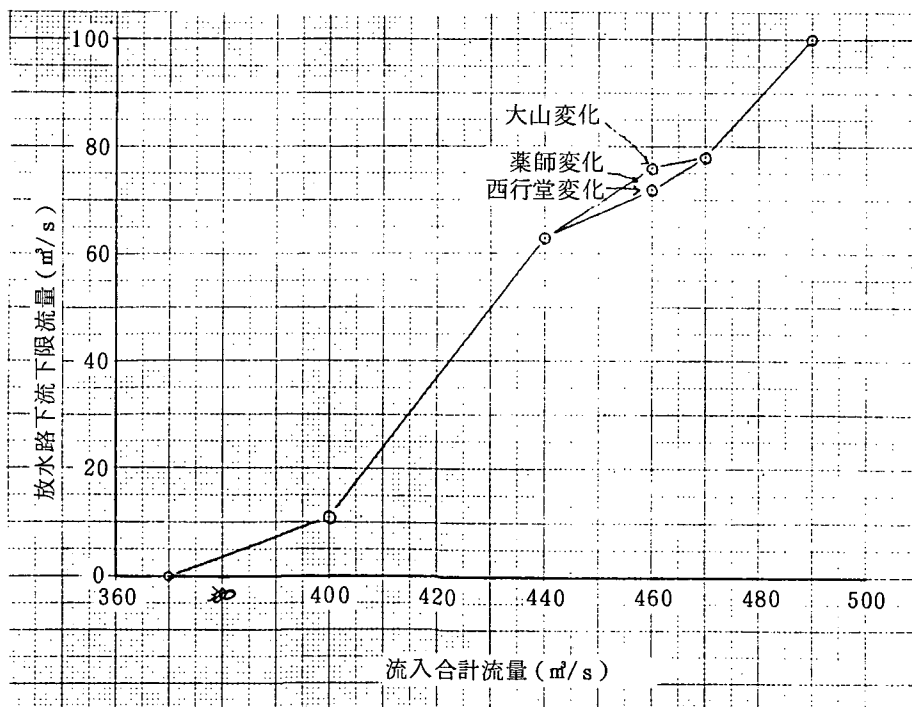


図-16 西行堂川下流呑口固定堰 無 (西行堂交差部水位 № 108+60 で 23.97m)) +0.19m
(H.W.L. 23.78m)

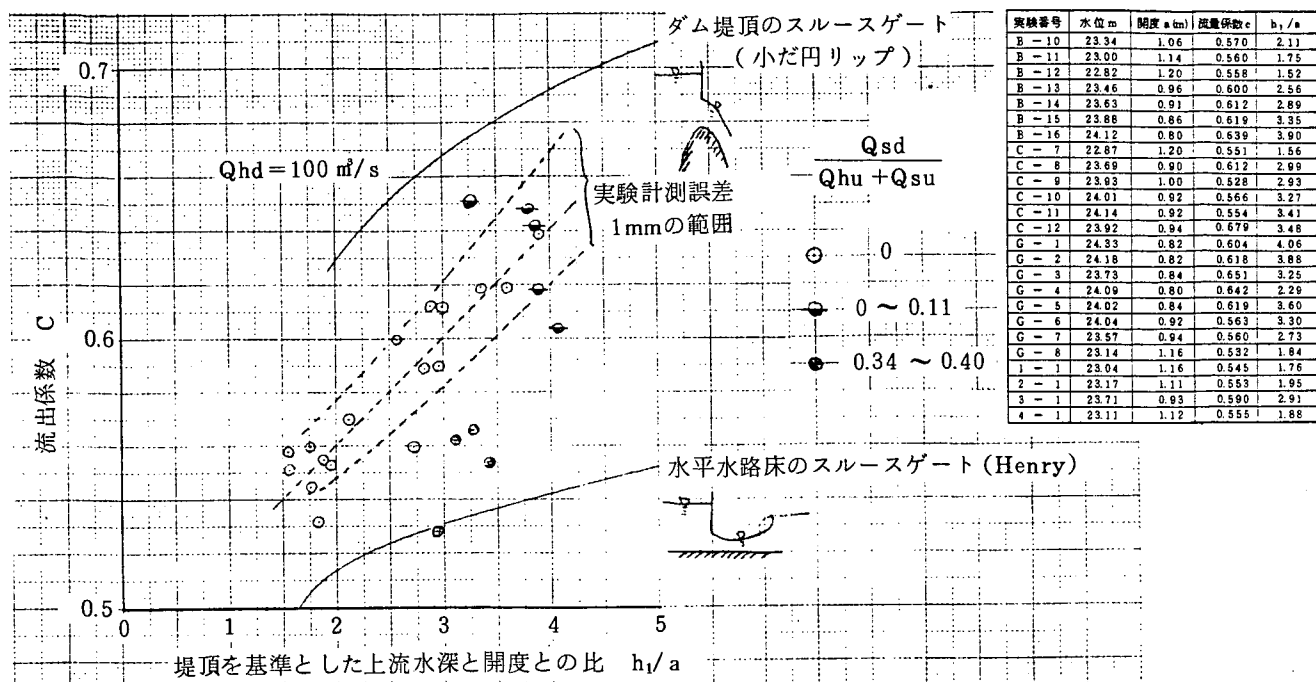


図-17 流出係数とゲート開度図

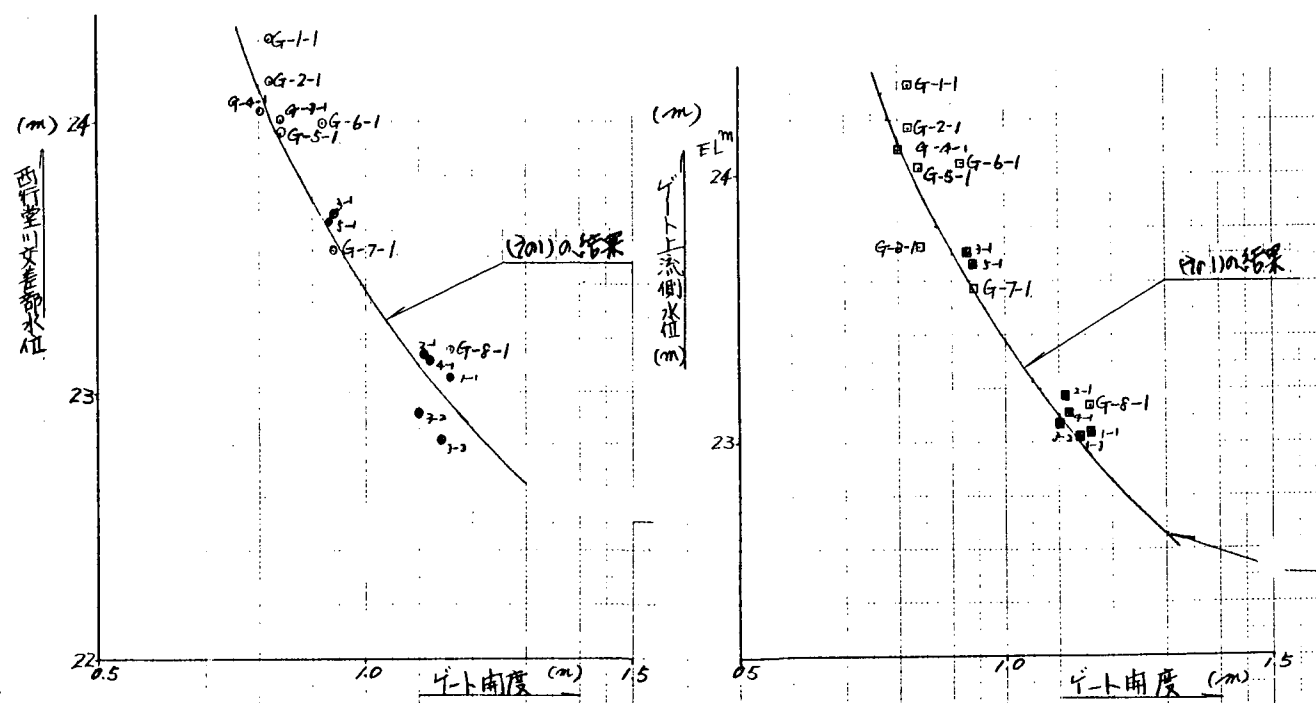


図-18 水位，ゲート開度相関図

5. 実験値と計画値の相違の原因の検討

以下、つぎの記号を使用して検討する。

h_a : 大山川交差部 (No 100) 水位

h_b : 放水路 (No 101) 水位

h_c : 放水路 (No 107+50) 水位

h_d : 西行堂川交差部 (No 108+35)

5.1 h_a について (図-20, 21, 22, 23)

図-20を見ると分かるように、実験水位は計算水位より大きくなっている。この原因は図-19のように、大山川下流部の断面変化に帰せられるのではないかと考えられ、大山川・薬師川合流の影響ではないようである。その1つの事実として、図-21に示すように、大山川下流部の不等流計算の計算区間長 Δx の取り方によって、交差部水位の計算値が違ってきており、 Δx が小さいほど、実験水位に近づいている。

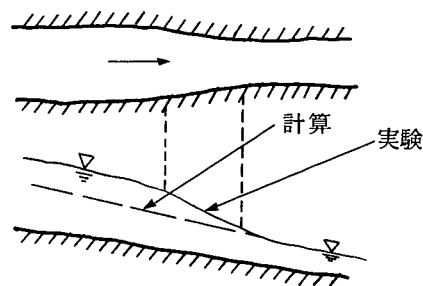


図-19 水位上昇説明図

さらに、実験値と計算値との水位差は、図-22に示すように、両交差部間の放水路流量によっては、傾向的な変化は見られない。

また、実験値と計算値との水位差は、図-23に示すように、大山川下流流量が大きくなるほど、大きくなる傾向を示している。図-21とも合わせて考えると、 h_a に関する実験値は、実験上の誤差（模型、粗度係数、流量測定、水位測定がき）のみに起因するものではないと考えられる。むしろ前述のように、大山川下流部の断面変化（漸縮区間）を考慮した Δx を選定することによって、実験値に近い計算値が得られるものと考えられる。

5.2 $h_a \sim h_b$ について

No 100とNo 101との水位を比較すると、上流のNo 100の方が0.1 m～0.3 m低い。ただし、エネルギー水頭で比較すると、上流のNo 100の方が0.2 m程度高い。No 100とNo 101との間の摩擦損失は、0.03 m程度であるから、エネルギー水頭差が0.03 m以上ある限り、実験に問題があったとはいえない。そこで大山川交差部のエネルギー水頭を計算し、またNo 101地点の速度水位を無視したエネルギー水頭を計算（水位そのもの）し、両者の差を各実験ケースごとに示したのが図-24である。これによれば、大山川交差部のエネルギー水頭はNo 101地点のそれより、常に0.3 m程度高い。したがって、下流側水位の方が高いという1つの疑問は水解する。一方、 $0.2 \text{ m} - 0.03 \text{ m} = 0.17 \text{ m}$ は、エネルギー水頭損失となるが砂止め工あるいは漸縮など形状抵抗にともなうエネルギー損失としては、過大すぎるようである。これはつぎのように説明される。

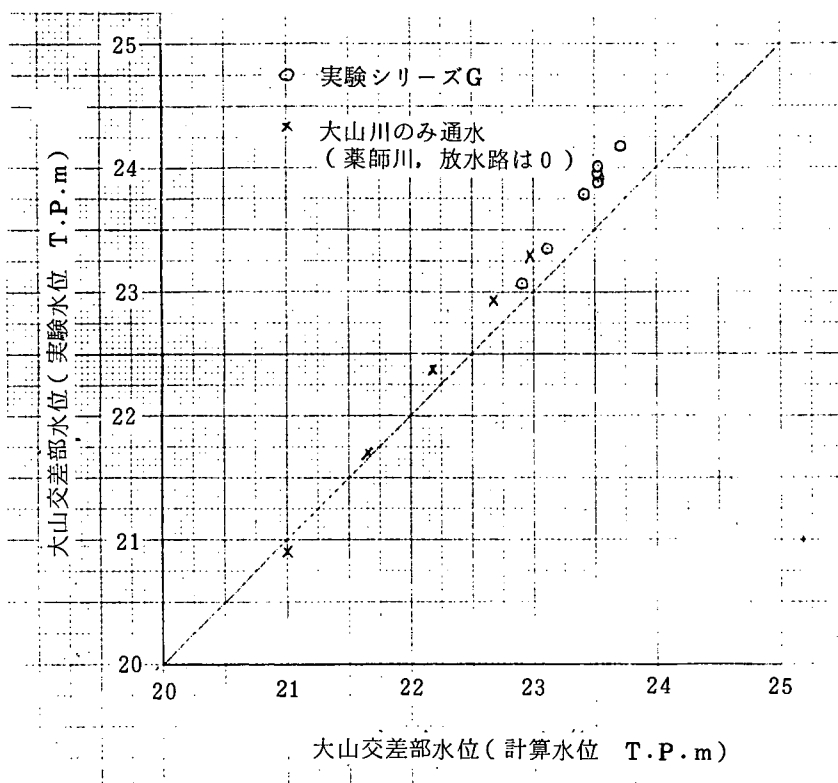


図-20 実験水位～計算水位 (大山河交差部)

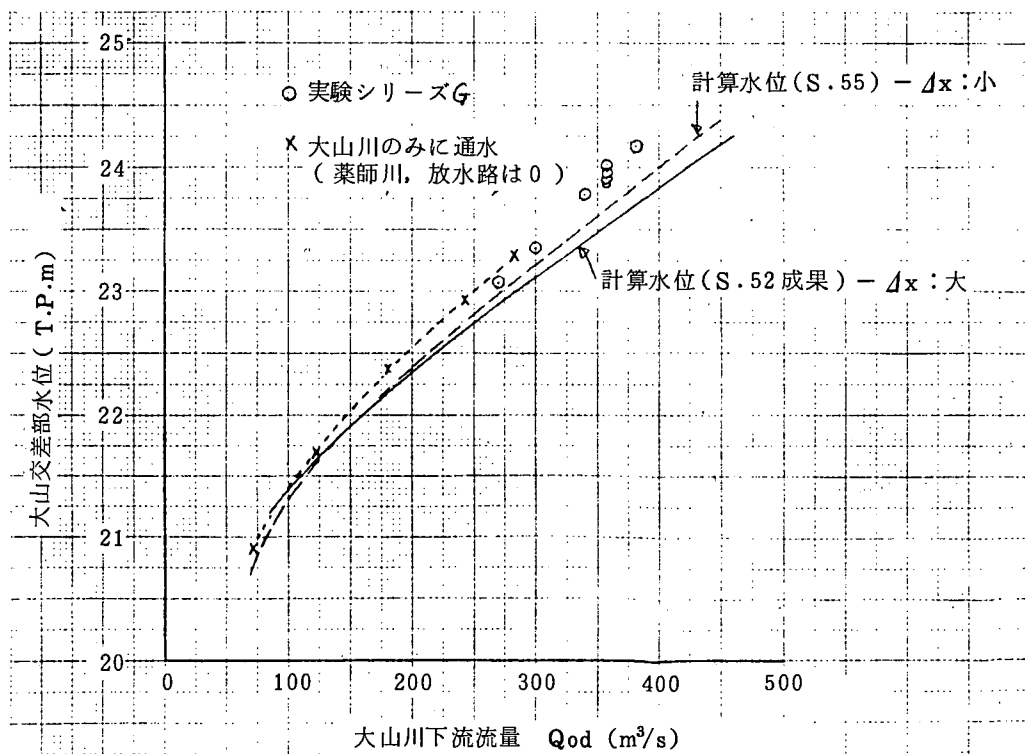


図-21 大山河交差部水位～大山河下流流量

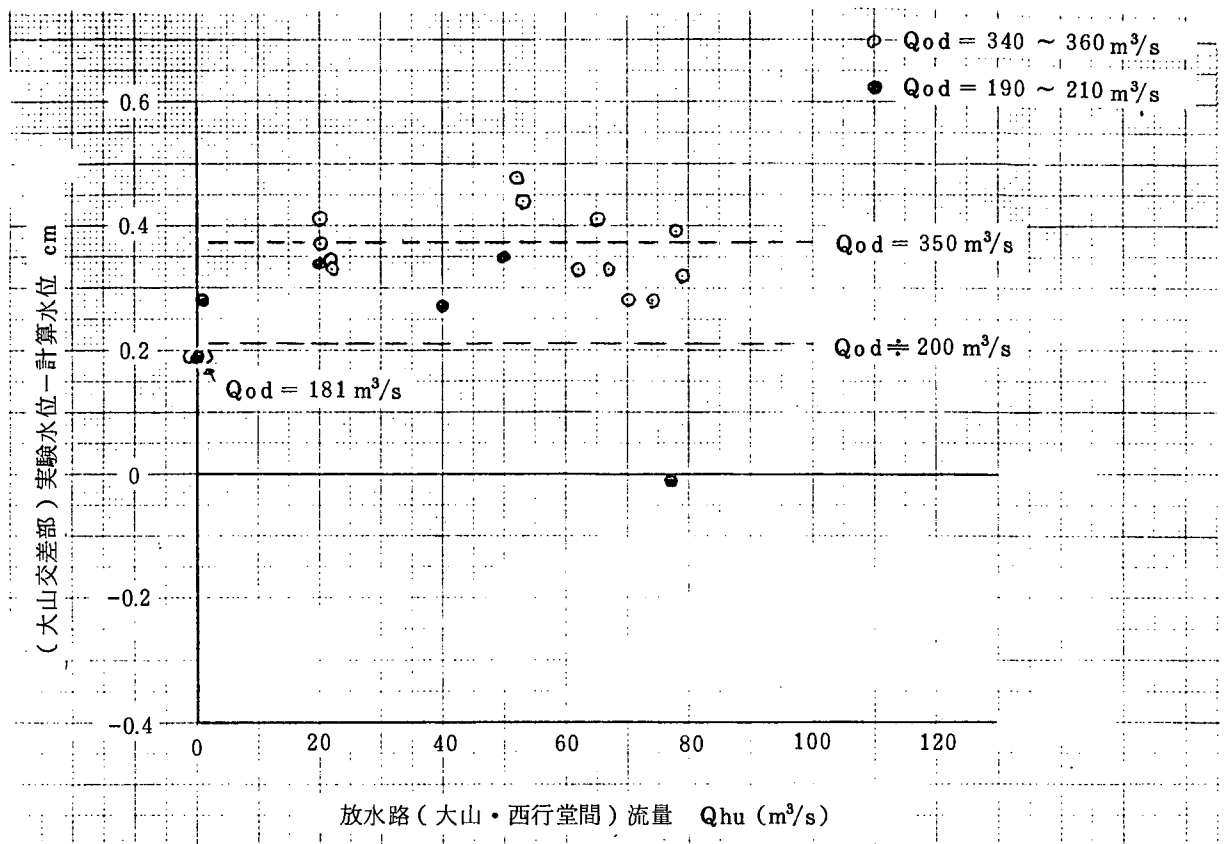


図-22 大山川交差部（実験水位－計算水位）～放水路流量

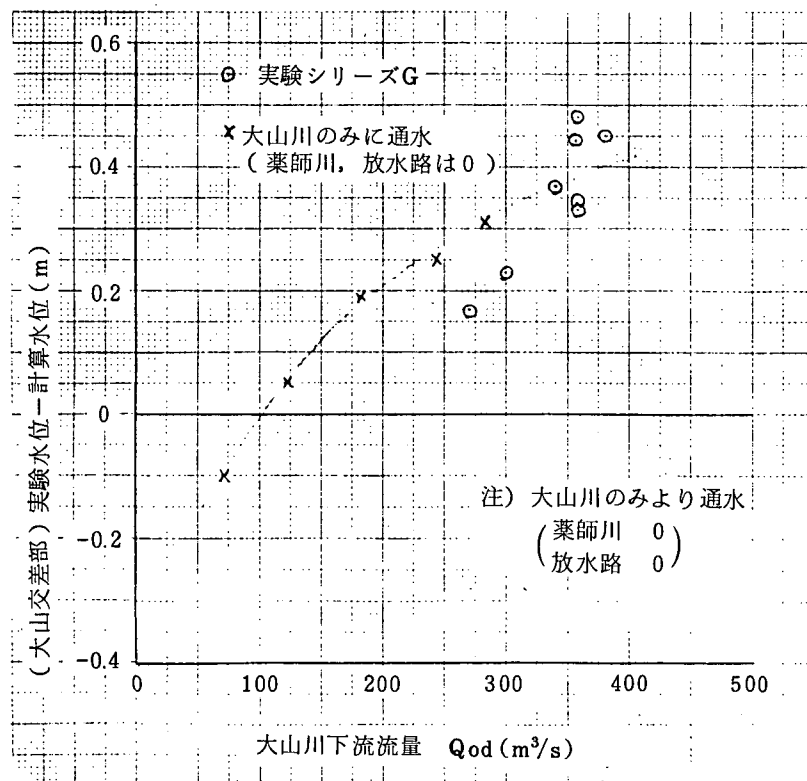


図-23 大山川交差部（実験水位－計算水位）～大山川下流流量

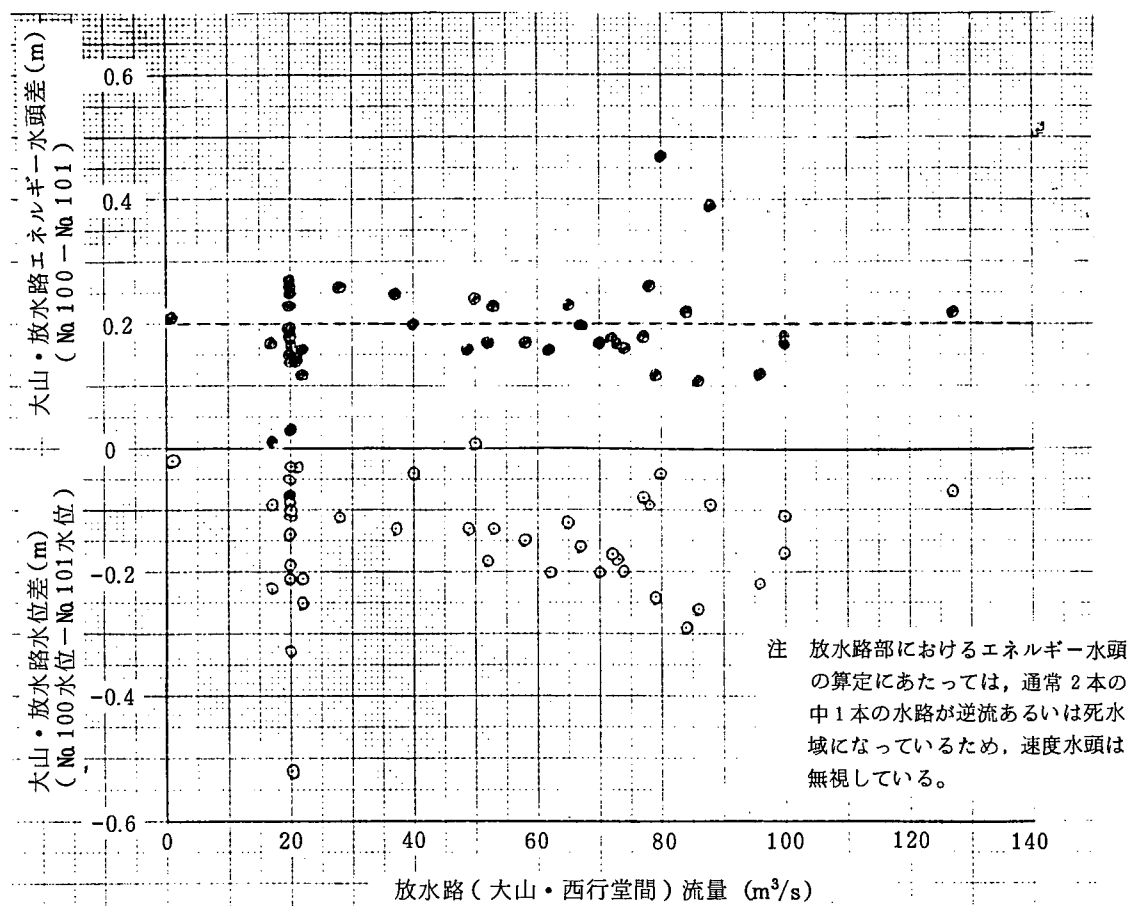


図 - 24 放水路エネルギー水頭説明図

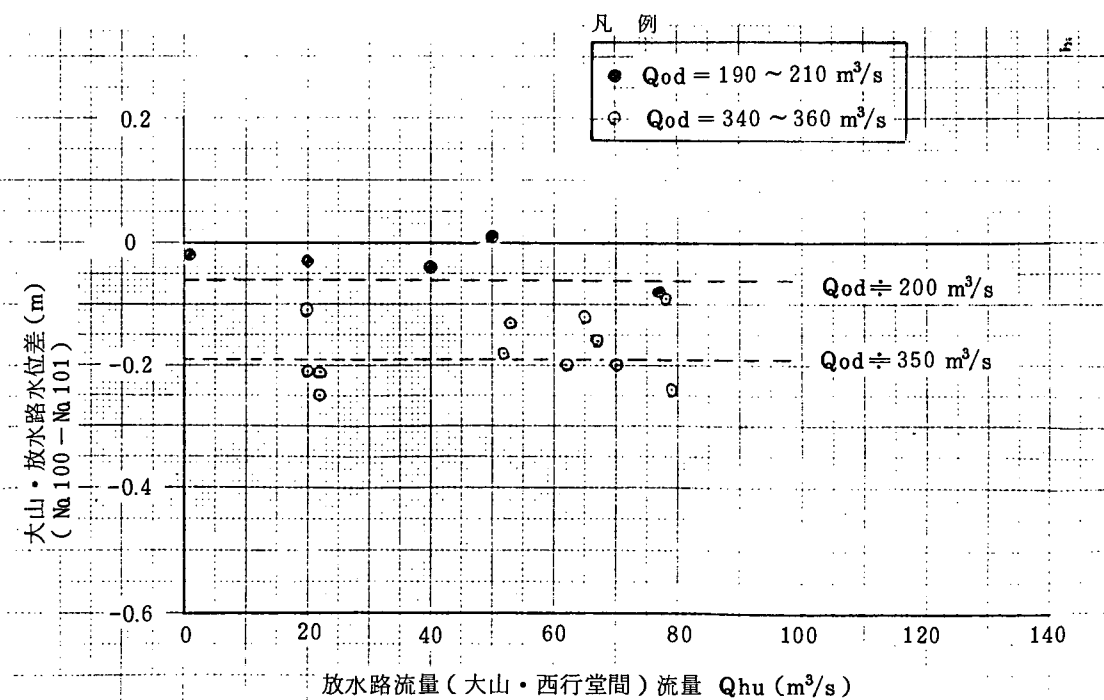


図 - 25 放水路水位差～放水路流量

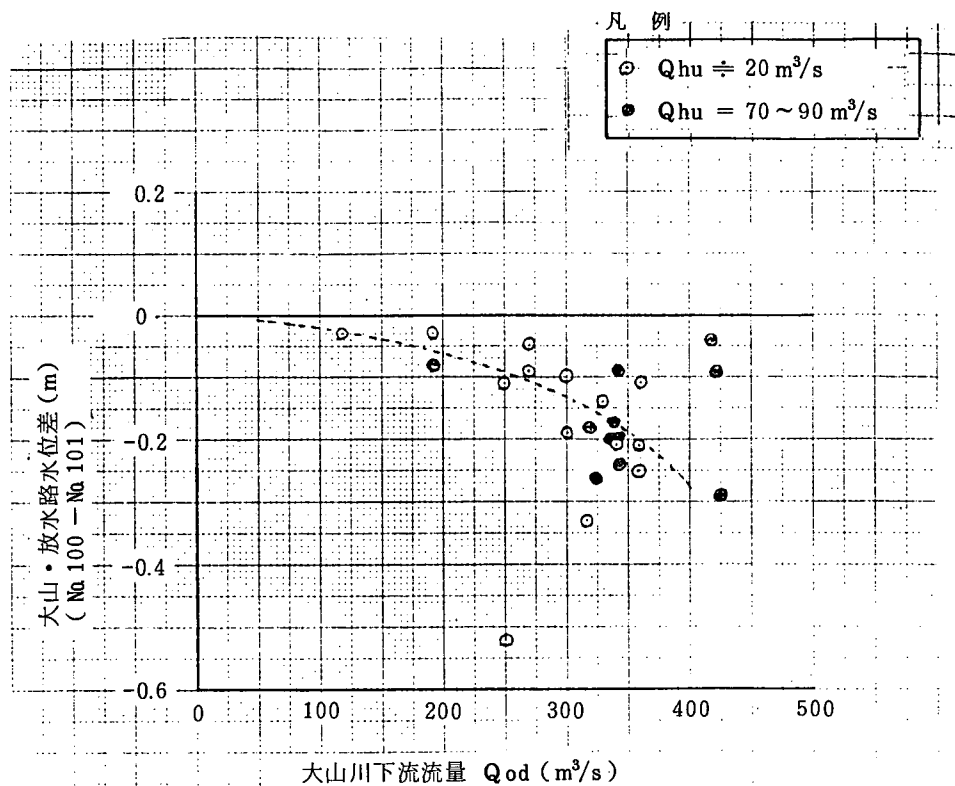


図-26 (Na 100 - Na 101) 水位差～大山川下流流量

すなわち、図-25より見ると、 h_a と h_b との水位差は、放水路流量の大きさによっては、ほとんど変わらない。さらに図-26によれば、 h_a と h_b との差は大山川下流流量ときわめて密接な関係がある。すなわち、大山川下流流量が増加するにつれて、 h_a が h_b に対して相対的な水位低下を起こす。しかし図-21により、大山川下流流量が増加するにつれて h_a は増加するのであるから、絶対的にいえば、大山川下流流量が増加するにつれて h_a が増加し、また h_b は、 h_a の増加分よりさらに大きく、増加するということになる。このことは、大山川交差部において、大山川下流方向へ向かう流量（大山川流量の一部+薬師川流量の一部）の、とくに運動エネルギーの一部が放水路下流側へ作用し、この作用力の大きさは、大山川下流流量が大きくなるにつれて、大きくなることを意味している。 h_a と h_b との関係は、このように説明できるであろう。

このように考えると、0.2 mのエネルギー水頭差は、そのすべてが、放水路内において失なわれていると考えるべきではなく、放水路に作用する平均的な運動エネルギーは、0.2 mよりはるかに小さいものと考えられ、その多くは、砂止め工や漸縮などの形状抵抗のほか、側壁との衝突や平面滑の形成に費されていると見るべきである。

5.3 h_b と h_c について

図-27より見ると、Na 101とNa 107+50との水位差は、0～0.1 m程度であって、実験値と計算値とはほぼ等しいものと見なされる。

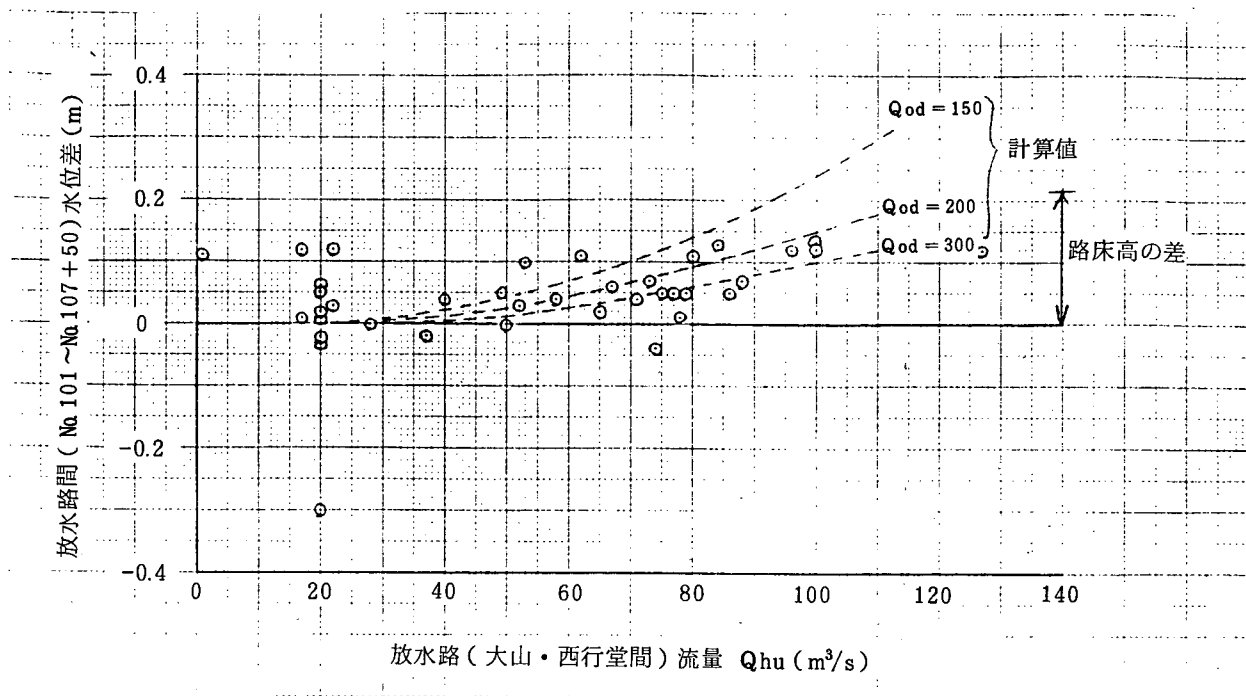


図 - 27 (Na 101 ~ Na 107 + 50) 間水位差 ~ 放水路流量

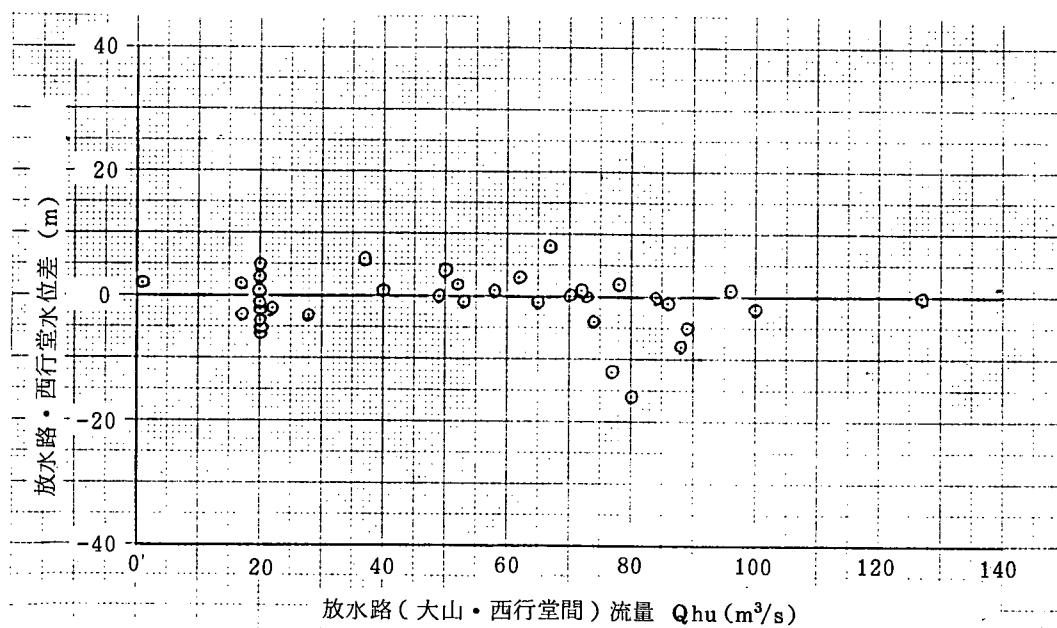


図 - 28 (Na 107 + 50 ~ 西行堂川交差部) 水位差

5.4 h_c と h_d について

放水路 Na 107 + 50 と西行堂川交差部との水位差はほぼ 0 である。

5.5 h_d について

図-29の整理をしてみると、西行堂交差部の実験水位は、計算水位よりも高い。さらに、実験水位と計算水位との差は、図-30に示されるように、大山川下流流量と密接な関係にある。図-30内の破線が、図-23ならびに図-26のそれぞれの破線の大きさの和によって求められ、それが西行堂川交差部の実験と計算との水位差をよく表現できるものとなっている。したがって、実験と計算とにおける h_d の差は、大山川交差部水位の推定誤差、ならびに、放水路流入端における運動エネルギー効果、との和によって生ずるものと、説明できるであろう。

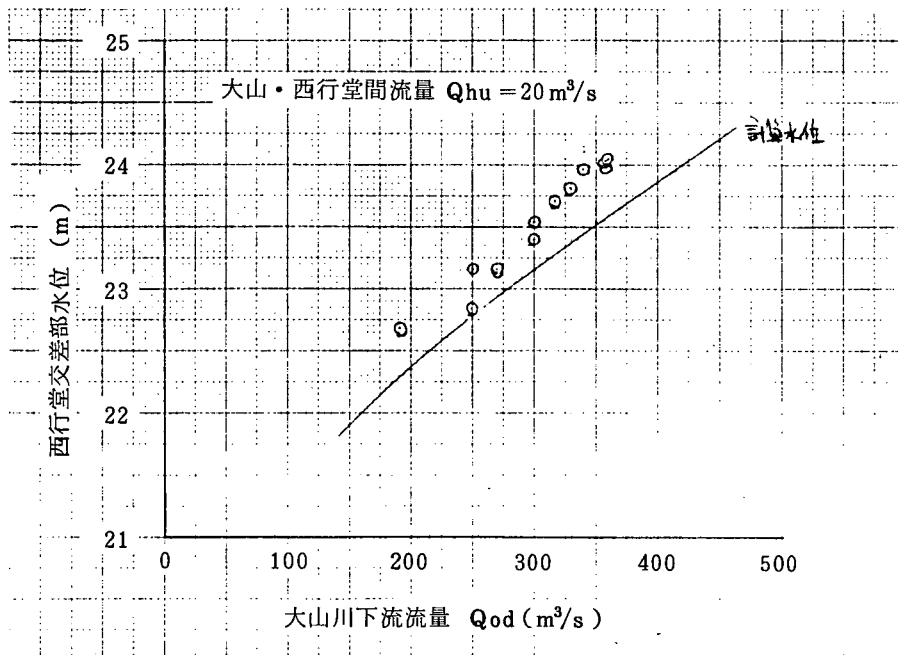


図-29 西行堂交差部水位～大山川下流流量

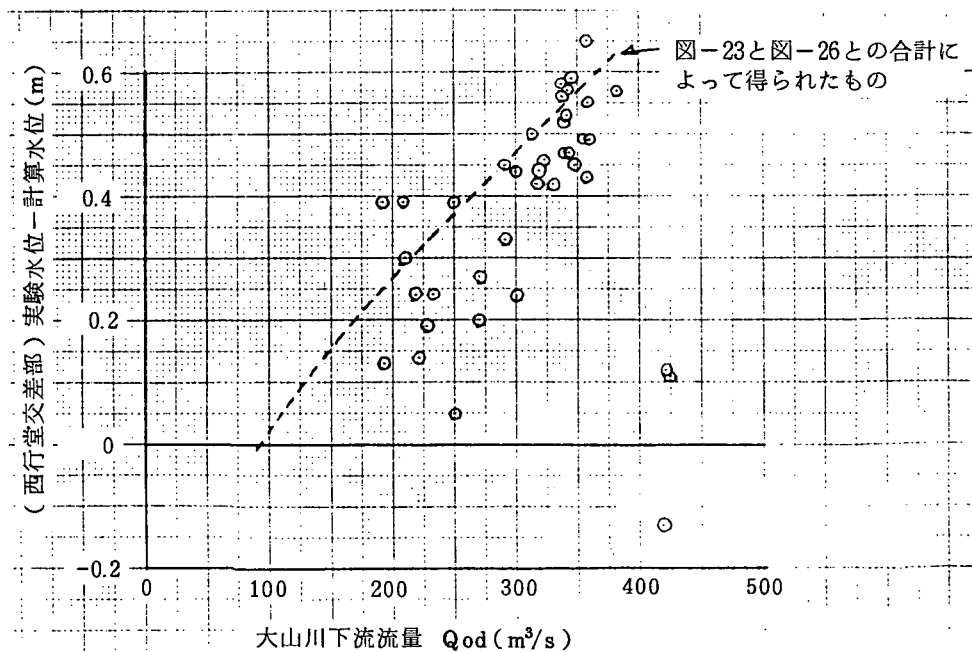


図-30 西行堂交差部(実験水位-計算水位)～大山川下流流量

6. 結 論

縮尺 1/20, 人工水路部分はアクリル樹脂製の固定床模型を用いて, 大山川交差部と西行堂交差部(いずれも平面交差)の原計画に対する水理実験による検討を行って, つぎの結論を得た。

- (i) アクリル樹脂製の模型部分の粗度係数として, $n_p = 0.0157$ が得られた。これは, 流速などを検討する $n_p = 0.015$ より 4.67% 大きい値である。しかし, 後の実験(すなわち, 放水路内の流況や水位縦断などの測定)から分かるように, 放水路内の流速はきわめて遅く, また不等流状態のはなはだしい流況となっているので, 水位におよぼす誤差は無視できよう。
- (ii) 放水路固定堰が越流開始するときの流入合計流量については, 西行堂川流入量が 0 の場合には, 原計画通り, 流入合計流量が $72 \text{ m}^3/\text{s}$ で越流開始する。しかし, 西行堂川流入量の影響—効果—は大きく。その半分の $36 \text{ m}^3/\text{s}$ で越流開始することもある。
- (iii) 固定堰の自然越流量が $100 \text{ m}^3/\text{s}$ になる時の流入合計流量を実験的に調べたところ, やはり西行堂川流入量の影響が大きく, 西行堂川流入量が 0 の場合は原計画通りの越流となるが, 西行堂川流入量の増加とともに, より小さい流入合計流量で, $100 \text{ m}^3/\text{s}$ の自然越流となる。この場合, 放水路内に発生する波高 20~30 cm の波動により, 越流流量がより増加するようである。
- (iv) 大山川交差部では, 薬師川の高速流での流入により, はく離域の生ずる流況となる。また西行堂川の合流により, 西行堂川の流量と固定堰越流量との関係によっては, 放水路 2 連のうち右岸側一連は逆流することもある。
- (v) 計画流入合計量 $490 \text{ m}^3/\text{s}$ では, 放水路沿いで HWL を越える。西行堂川下流から, 約 $52 \text{ m}^3/\text{s}$ を流出させれば, HWL 内で流下させることができる。
- (vi) ゲート開閉の操作速度が 30 cm/分程度であれば, 放水路に顕著な段波は生じない。ただし放水路内には, 堰操作に関係なく, 常時うねりが生じている。
- (vii) 西行堂川から流出する土砂は, その多くが交差部に堆積する。しかし大山川からの土砂は, 粒径の大きいものは交差部内に堆積するが, 小粒径のものは一部放水路内に持ちこまれる。
- (viii) 沈砂池河床高を, 土砂堆積を想定して, 原計画よりかなり上昇させても, 分流量や流況には大した変化は見られない。
- (ix) 西行堂川交差部の流出係数とゲート開度とについては, 実験結果として妥当なものが得られた(図-17)。
- (x) 大山川交差部実験水位(Na 100 地点)が常に計算水位より大きい原因は, 実験誤差ではなく, 大山川下流部漸縮区間に由来する当然高だと考えられる。
- (xi) Na 100(上流)と Na 101(下流)の両地点の水位について, 下流側が常に高いのは, エネルギー水頭から見てほぼ妥当であり, これは, 大山川下流方向へ向かう流れのエネルギーの一部が放水路方向へ作用するからと考えられる。
- (xii) 西行堂川交差部における実験水位と計算水位との差違は, 大山川交差部水位の推定誤差, および放水路流入端における運動エネルギーの効果と, 説明することができよう。

付 表 及 び 付 図

付表-1-1 実験条件一覧表

シリーズ	実験番号	上流流量 (m³/s)			下流流量 (m³/s)			大山川(m)	備考
		大山川	薬師川	西行堂川	大山川	大山川放水路	西行堂川	下流水位	
Aシリーズ	A-1	71.9	0	0	71.9	0	—	20.55	放水路固定堰越流開始流量を見出す実験
	A-2	0	71.9	0	71.9	0	—	20.55	
	A-3	32.2	20.9	9.1	62.2	0	—	20.42	
	A-4	43.3	24.0	0	67.3	0	—	20.47	
	A-5	25.0	18.0	18.0	61.0	0	—	20.38	
	A-6	18.9	0	35.8	54.7	0	—	20.28	
	A-7	0	18.2	35.4	53.6	0	—	20.26	
	A-8	0	0	35.8	35.8	0	—	19.92	
	A-9	214.7	112.7	0	227.4	100	—	20.10	固定堰越流量が100 m³/sとなる流量
	A-10	161.9	96.1	50.1	208.1	100	—	21.95	
	A-11	157.4	93.0	59.9	210.3	100	—	21.97	
	A-12	136.8	86.1	80	202.9	100	—	21.83	
	A-13	151.3	83.0	83.2	217.5	100	—	22.03	
	A-14	124.3	79.1	93.3	202.7	100	—	21.90	
Cシリーズ	C-1	0	140	0	123	17	—	21.18	流量配分比の相違による流況の検討実験
	C-2	0	140	80	179	41	—	21.70	
	C-3	150	140	80	270	100	—	22.45	
	C-4	180	140	80	300	100	—	22.68	
	C-5	240	140	80	360	100	—	23.13	
	C-6	270	0	0	193	77	—	21.82	
	C-7	270	0	80	250	100	—	22.30	
	C-8	248	90	80	317	100	—	22.50	
	C-9	270	140	80	338.1	100	51.9	22.95	
	C-10	270	140	93	344.9	100	58.1	23.01	
	C-11	270	239.3	80	421.3	100	68	23.55	
	C-12	280	140.1	80	341.1	100	59	22.97	
	C-13	270	229	80	419	100	60	23.53	
	C-14	0	0	80	36	44	—	19.93	
	C-15	180	90	80	250	100	—	22.07	
	C-16	240	110	80	330	100	—	22.78	
	C-17	251	140	0	291	100	—	22.62	
	C-18	251	140	27	318	100	—	22.58	
	C-19	260	130	0	390	0	—	23.07	
	C-20	93	46	0	118.4	20.6	—	21.13	
	C-21	73.3	35.8	26.8	114.4	21.5	—	21.08	
	C-22	39.4	17.9	53.7	93.8	17.2	—	20.83	
	C-23	0	0	80	62.1	17.9	—	20.40	

付表-1-2 実験条件一覧表

シリーズ	実験番号	上 流 流 量 (m³/s)			上 流 流 量 (m³/s)			大山川(m)	備 考
		大山川	薬 師 川	西行堂川	大山川	大山川 放水路	西行堂川	下流水位	
E シ リ ー ズ	E- 1	0	0	80	63.0	17	0	20.40	流砂実験…大山川と 西行堂川上流より砂 を流す。
	E- 2	180	90	50	220.7	86.4	12.9	22.08	
	E- 3	180	90	80	232.6	100.0	17.4	22.13	
	E- 4	240	110	80	292.4	100.0	37.6	22.65	
	E- 5	270	140	0	283.0	100.0	27.0	22.58	
	E- 6	270	140	50	314.4	100.0	45.6	22.78	
	E- 7	270	140	60	324.0	100.0	46.0	22.80	
	E- 8	270	140	80	336.3	100.0	53.7	22.93	
	E- 9	280	140	80	341.9	100.0	58.1	22.97	
	E-10	270	239.3	80	424.9	100.0	64.4	23.57	
	E-11	270	140	93	348.1	100.0	54.9	23.03	
F シ リ ー ズ	F- 1	270	140	80	343	100.0	47.0	22.98	
		西行堂交差部沈砂池をEL 17.80 mまで埋めた時							
	F- 2	270	140	80	340	100.0	50.0	22.96	
西行堂交差部沈砂池をEL 18.50 mまで埋めた時									

付表-2 実験条件一覧表

シリーズ	実験番号	上流流量 (m³/s)			下流流量 (m³/s)			大山川(m) 下流水位	ゲート 開度
		大山川	薬師川	西行堂川	大山川	大山川放水路	西行堂川		
実験Gシリーズ	1-1	270	140	80	382	100	8	23.27	0.82
	1-3	270	140	80	333	100	57	22.92	0.90
	2-1	270	140	60	358	100	12	23.12	0.82
	2-2	270	140	60	384	76	10	23.28	0.60
	2-3	270	140	60	337	78	55	22.94	0.62
	3-1	270	140	50	357	100	3	23.12	0.84
	3-2	270	140	50	382	69	9	23.28	0.54
	3-3	270	140	50	334	72	54	22.92	0.60
	4-1	270	110	80	358	100	2	23.12	0.80
	4-2	270	110	80	384	67	9	23.28	0.50
	4-3	270	110	80	350	72	38	23.05	0.60
	5-1	270	90	80	340	100	0	22.96	0.84
	5-2	270	90	80	383	46	11	23.28	0.32
	5-3	270	90	80	323	63	54	22.87	0.50
	6-1	240	140	80	358	100	2	23.12	0.92
	6-2	240	140	80	401	44	15	23.40	0.38
	6-3	240	140	80	330	76	54	22.90	0.60
	7-1	180	140	80	300	100	0	22.70	0.94
	7-2	180	140	80	382	10	8	23.27	0.04
	7-3	180	140	80	333	11	56	22.91	0.02
	8-1	150	140	80	270	100	0	22.45	1.16
	8-2	150	140	80	363	0	7	23.15	0
	8-3	150	140	80	349	0	21	23.05	0

付表-3-1 大山川Aシリーズ水位測定数値表(単位, 流量 m^3/s , 水位 m)

実験番号	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-6	A-7	A-8	A-9	A-10	A-11	A-12	A-13	A-14
大山川流量	71.9	0	32.2	43.3	25.0	18.9	0	0	214.7	161.9	157.4	126.1	151.3	124.3
薬師川流量	0	71.9	20.9	24.0	18.0	0	18.2	0	112.7	96.1	93.0	86.1	83	79.1
西行堂川流量	0	0	9.1	0	18.0	35.8	35.4	35.8	0	50.1	59.9	80	83.2	99.3
大山川下流流量	71.9	71.9	62.2	67.3	61.0	54.7	53.6	35.8	227.4	208.1	210.3	192.2	217.5	202.7
大山川放水路流量	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100
大山川下流水位	20.55	20.55	20.42	20.47	20.38	20.28	20.26	19.92	22.10	21.95	21.97	21.83	22.03	21.90
大山川落差工上	23.00	—	22.26	22.26	22.08	21.97	—	—	22.97	22.87	22.80	22.72	22.56	22.60
大山川 Na 6 + 30	20.82	—	20.39	—	—	—	—	—	22.67	22.63	22.51	22.48	22.50	22.35
薬師川落差工上	—	21.84	20.83	20.84	20.71	—	20.74	20.45	22.40	22.21	22.20	22.30	22.31	22.26
Na 100 (大山川交差部)	20.75	20.92	21.46	20.96	20.95	20.78	20.88	20.45	22.63	22.76	22.70	22.63	22.66	22.65
Na 100 + 50	20.92	20.80	21.06	21.02	20.96	20.66	20.61	20.81	22.85	22.76	22.76	22.68	22.71	22.74
	20.93	20.86	20.96	21.00	20.93	20.87	20.88	19.81	22.77	22.79	22.76	22.68	22.72	22.70
Na 101	左	20.94	20.88	20.88	20.98	20.92	20.86	20.86	20.77	22.71	22.75	22.74	22.65	22.75
	右	20.97	20.92	20.83	21.01	20.93	20.86	20.86	20.81	22.77	22.75	22.74	22.66	22.75
Na 103	左	20.94	20.88	20.88	21.00	20.94	20.92	20.92	20.84	22.71	22.69	22.68	22.64	22.69
	右	20.95	20.88	20.90	21.03	20.95	20.94	20.90	20.87	22.70	22.68	22.66	22.72	22.68
Na 106	左	20.96	21.04	20.79	21.00	20.92	20.87	20.95	20.90	22.68	22.76	22.65	22.68	22.63
	右	20.90	20.98	20.87	21.00	20.91	20.93	20.96	20.86	22.66	22.72	22.65	22.65	22.69
Na 107 + 50	左	20.93	20.93	20.82	—	20.97	20.97	20.95	20.90	22.62	22.76	22.71	22.65	22.74
	右	20.87	20.94	20.88	—	20.98	20.97	20.97	20.94	22.63	22.74	22.69	22.72	22.73
Na 108	20.89	20.98	20.84	20.96	20.99	20.98	21.05	20.94	22.63	22.68	22.70	22.69	22.72	22.56
Na 108+35 (西行堂交差部)	20.93	20.96	20.90	—	21.01	21.21	21.04	—	22.64	22.71	22.69	22.67	22.72	22.54
Na 108 + 60	20.95	20.98	20.88	—	21.00	21.02	—	—	22.61	22.66	22.63	22.65	22.68	22.40
西行堂落差工上	—	—	21.70	—	—	—	22.34	22.32	22.70	23.01	23.07	23.15	23.11	22.96
西行堂 Na 7 + 15	—	—	20.86	—	—	—	20.49	—	—	22.46	22.67	22.53	22.50	22.32

付表-3-2 大山川Cシリーズ水位測定数値表(単位, 流量 m^3/s , 水位 m)

実験番号	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6	C-7	C-8	C-9	C-10	C-11	C-12	C-13
大山川流量	0	0	150	180	240	270	270	247	270	270	270	280	270
薬師川流量	140	140	140	140	140	0	0	90	140	140	239.3	140.1	229
西行堂川流量	0	80	80	80	80	0	80	80	80	93	80	80	80
大山川下流流量	123	179	270	300	360	193	50	317	338.1	344.9	421.3	341.1	419
大山川放水路流量	17	41	100	100	100	77	100	100	100	100	100	100	100
大山川下流水位	21.18	21.70	22.45	22.68	23.13	21.82	22.30	22.50	22.95	22.01	23.55	22.97	23.53
大山川落差工上	—	—	22.57	22.76	22.88	22.89	23.16	22.83	23.19	23.10	23.05	22.99	23.07
大山川 Na 6 + 30	—	—	22.71	22.69	23.43	20.08	20.32	22.69	21.55	21.94	23.42	21.53	21.83
大山川 Na 6	—	—	22.99	23.19	23.91	—	20.28	23.49	23.39	23.33	23.84	23.45	23.53
薬師川落差工上	22.66	22.75	22.85	22.66	23.46	21.55	22.56	23.31	23.21	23.32	23.75	23.26	23.64
Na 100 (大山川交差部)	21.37	21.15	23.09	23.28	23.97	22.29	22.30	23.43	23.77	23.86	24.03	23.74	23.87
Na 100 + 50	21.46	21.45	23.09	23.38	24.09	22.34	22.70	23.72	23.96	23.95	24.18	24.01	23.98
	21.49	21.43	23.09	23.53	24.09	22.36	22.74	23.73	23.95	23.96	24.20	24.01	24.01
Na 101	左	21.61	21.85	23.14	23.39	24.09	22.36	22.82	23.77	23.95	23.98	24.10	23.85
	右	21.59	21.90	23.13	23.38	24.06	22.38	22.82	23.75	23.93	23.98	24.13	23.94
Na 103	左	21.52	21.79	23.11	23.34	24.03	22.34	22.94	23.68	23.89	23.96	24.09	23.96
	右	21.53	21.75	23.11	23.34	24.01	22.38	22.82	23.65	23.88	23.94	24.08	23.94
Na 106	左	21.51	21.82	23.17	23.39	24.06	22.42	22.71	23.66	23.91	23.84	24.11	23.93
	右	21.50	21.85	23.14	23.38	24.06	22.39	22.73	23.65	23.87	23.84	24.09	23.92
Na 107 + 50	左	21.48	21.86	23.18	23.39	24.07	22.33	22.74	23.65	23.89	23.97	24.00	23.93
	右	21.48	21.86	23.16	23.37	24.04	22.32	22.87	23.66	23.90	23.96	24.10	23.93
Na 108	21.50	21.94	23.17	23.49	24.03	22.39	22.90	23.70	23.91	23.97	24.10	23.93	23.98
Na 108+35 (西行堂交差部)	21.51	21.99	23.16	23.40	24.05	22.44	22.84	23.71	23.89	23.97	24.13	23.98	23.96
Na 108 + 60	21.51	—	23.20	23.37	—	22.38	22.87	23.69	23.93	24.01	24.14	23.92	24.07
西行堂落差工上	—	22.88	23.10	23.13	23.71	22.40	23.05	23.38	23.80	23.70	23.97	23.46	23.70
西行堂 Na 7 + 15	—	21.48	22.76	23.11	23.91	—	22.47	23.53	23.63	23.75	23.66	23.86	—
大山川 Na 2 + 30	—	—	23.14	23.37	—	21.88	22.03	23.29	23.72	23.83	24.16	23.74	24.05
西行堂川下流流量										51.90	58.10	68.00	60.00

付表-3-3 大山川Cシリーズ水位測定数値表(単位, 流量 m^3/s , 水位 m)

実験番号		C-14	C-15	C-16	C-17	C-18	C-19	C-20	C-21	C-22	C-23
大山川流量		0	180	240	251	251	260	93	73.3	39.4	0
薬師川流量		0	90	110	140	140	130	46	35.8	17.9	0
西行堂川流量		80	80	80	0	27	0	0	26.8	53.7	80
大山川下流流量		36	250	330	291	318	390	118.4	114.4	93.8	62.1
大山川放水路流量		44	100	100	100	100	0	20.6	21.5	17.2	17.9
大山川下流水位		19.93	22.07	22.78	22.62	22.58	23.07	21.13	21.08	20.83	20.40
大山川落差工上		21.94	22.69	22.68	23.13	23.05	23.17	22.57	22.60	22.16	—
大山川 Na 6 + 30		—	22.46	22.59	23.15	21.35	22.38	20.11	20.80	21.25	20.97
大山川 Na 6		—	22.99	23.40	23.10	23.27	24.04	21.41	21.34	21.27	20.99
薬師川落差工上		21.94	22.73	23.10	22.77	22.85	23.86	21.27	21.39	21.38	21.00
Na 100 (大山川交差部)		21.93	23.04	23.32	23.23	23.53	24.12	21.63	21.63	21.40	20.96
Na 100 + 50		21.92	23.18	23.52	23.43	23.71	24.26	21.64	21.59	21.37	20.66
		21.94	23.17	23.53	23.29	23.69	24.36	21.65	21.65	21.40	21.14
Na 101	左	21.90	23.15	23.46	23.40	23.71	—	21.66	21.64	21.42	21.17
	右	21.92	23.15	23.46	23.40	23.71	—	21.66	21.63	21.40	21.18
Na 103	左	21.95	23.17	23.46	23.34	23.65	—	21.65	21.54	21.49	21.12
	右	21.94	23.13	23.46	23.39	23.61	—	21.63	21.65	21.47	21.10
Na 106	左	21.94	23.16	23.88	23.29	23.60	—	21.65	21.67	21.42	21.27
	右	21.94	23.16	23.87	23.31	23.60	—	21.62	21.67	21.50	21.36
Na 107 + 50	左	21.98	23.15	23.77	23.27	23.64	—	21.66	21.69	21.55	21.36
	右	21.98	23.13	23.76	23.27	23.64	—	21.64	21.68	21.56	21.37
Na 108		21.96	23.12	23.82	23.32	23.64	—	21.63	21.65	21.53	21.27
Na 108 + 35 (西行堂交差部)		22.04	23.17	23.82	23.29	23.64	—	21.66	21.67	21.54	21.50
Na 108 + 60		22.02	23.12	23.76	23.35	23.53	—	21.60	21.66	21.56	21.48
西行堂落差工上		23.01	23.08	23.53	23.29	23.54	—	21.66	22.35	21.06	22.90
西行堂 Na 7 + 15		21.74	22.88	23.56	—	23.64	—	21.66	21.49	21.41	21.16
大山川 Na 2 + 30		22.60	22.89	23.22	23.23	23.48	23.97	21.53	21.52	21.29	20.72

付表-3-4 大山川EFシリーズ水位測定数値表(単位, 流量 m^3/s , 水位 m)

実験番号		E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6	E-7	E-8	E-9	E-10	E-11	F-1	F-2
大山川流量		0	180	180	240	270	270	270	270	280	270	270	270	270
薬師川流量		0	90	90	110	140	140	140	140	140	239.3	140	140	140
西行堂川流量		80	50	80	80	0	50	60	80	80	80	93	80	80
大山川下流流量		63	220.7	232.6	292.4	283	314.4	324	336.3	341.9	424.9	348.1	343	340
大山川放水路流量		17	86.4	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
大山川下流水位		20.40	22.08	22.13	22.65	22.58	22.78	22.80	22.93	22.97	23.57	23.03	22.98	22.96
大山川落差工上		—	23.38	22.78	23.07	23.01	23.01	23.12	23.17	23.17	23.51	23.11	23.06	23.02
大山川 Na 6 + 30		21.78	20.38	21.06	20.75	20.19	20.88	21.16	21.44	21.42	21.70	21.39	21.58	21.32
大山川 Na 6		20.98	22.50	22.65	23.12	23.33	23.31	23.28	23.39	23.57	21.74	23.50	23.72	23.53
薬師川落差工上		21.07	22.11	22.31	22.86	22.79	22.76	22.94	23.20	23.25	23.83	23.30	23.16	23.10
Na 100 (大山川交差部)		21.05	22.54	22.77	23.36	23.41	23.52	23.48	23.66	23.82	23.92	23.80	23.76	23.69
Na 100 + 50		20.78	22.70	22.85	23.52	23.61	23.71	23.75	23.88	24.00	24.22	23.98	23.93	23.90
		21.17	22.67	22.85	23.47	23.58	23.73	23.77	23.88	23.91	24.12	23.94	23.90	23.86
Na 101	左	21.60	22.67	22.80	23.51	23.48	23.74	23.74	23.86	23.91	24.21	23.90	23.92	23.89
	右	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Na 103	左	21.23	22.68	22.84	23.44	23.39	23.67	23.66	23.88	23.85	24.11	23.90	23.86	23.83
	右	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Na 106	左	21.33	22.58	22.82	23.41	23.32	23.63	23.65	23.91	23.92	24.15	23.96	23.82	23.77
	右	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Na 107 + 50	左	21.38	22.62	22.82	23.47	23.36	23.62	23.69	23.90	23.90	24.08	23.89	23.86	23.84
	右	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Na 108		21.49	22.65	22.86	23.51	23.35	21.64	23.70	23.80	23.95	24.05	23.94	23.78	23.73
Na 108 + 35 (西行堂交差部)		21.47	22.62	22.76	23.46	23.36	23.61	23.70	23.94	23.88	24.08	23.86	23.78	23.84
Na 108 + 60		21.52	22.52	22.79	23.46	23.33	23.63	23.70	23.81	23.85	24.01	23.89	23.88	23.78
西行堂落差工上		23.12	22.95	23.20	23.22	23.38	23.69	23.67	23.76	23.73	23.92	23.63	23.64	23.41
西行堂 Na 7 + 15		20.92	22.25	22.74	23.33	23.38	23.55	23.61	23.75	23.75	24.01	23.75	23.55	23.64
大山川 Na 2 + 30		20.54	22.53	22.73	23.26	23.43	23.55	23.56	23.54	23.60	24.20	23.74	23.58	23.62
西行堂川下流流量		0	12.9	17.4	37.6	27.0	45.6	46.0	53.7	58.1	64.4	54.9	47.0	50.0

付表-4 実験Dシリーズ測定数値表

実験番号		D-1	D-2	D-3	D-4	D-5	D-6
大山川流量		270	270	270	270	270	270
薬師川流量		140	140	140	140	140	140
西行堂川流量		80	60	50	0	50	0
放水ゲート 水路 固定 操作 堰前	大山川下流々量	278.4	308.1	266.3	230.6	282.9	254
	西行堂川下流	35.4	33.10	31.80	23.80	0	0
	放水路下流々量	176.2	128.80	161.90	155.60	170.80	156.00
	106+62	23.15	23.27	23.23	22.97	23.24	22.97
	107+22	23.26	23.21	23.21	22.89	23.26	23.10
放水ゲート 水路 固定 操作 堰後	大山川下流々量	336.3	324.0	308.5	273.7	360	360
	西行堂川下流	53.7	46.0	51.50	36.30	0	0
	放水路下流々量	100	100	100	100	100	100
	106+62	23.64	23.84	23.75	23.31	23.99	23.74
	107+22	23.70	23.82	23.73	23.39	24.00	23.71
上位上昇開始時間	106+62	86.00	63.00	72.00	71.55	83.18	80.50
	107+62	40.00	48.30	59.03	26.83	37.56	67.97
操作所要時間		183.00	256.70	223.60	151.15	236.12	196.77
伝播速度		19.7	14.0	16.1	23.8	15.2	18.3

- 注 i) 水位上昇開始時間；放水路固定堰ゲート操作後堰上げ背水の到達時間を示す。
 ii) 操作所要時間；放水路からの流出量が $100 \text{ m}^3/\text{s}$ になるように操作するに要する時間
 iii) 伝播速度 (m/min)；水位上昇速度 $(\text{No.7} + 22) - (\text{No.6} + 62) / \text{操作所要時間}$

付表-5 Eシリーズ流砂量配分表

実験 ケース	上流流量			大山川土砂堆積配分量				西行堂川堆積配分量	
	大山川 m^3/s	薬師川 m^3/s	西行堂川 m^3/s	給砂量	沈砂池内	放水路内	流出土砂	給砂量	沈砂池内
E-1	0	0	80	0	0	0	0	$\frac{5.098}{100} \%$	
E-2	180	90	50	$\frac{9.352}{100} \%$	$\frac{8.682}{92.8} \%$	0	$\frac{0.670}{7.2} \%$	$\frac{9.958}{100} \%$	$\frac{8.958}{90} \%$
E-3	180	110	80	$\frac{9.352}{100} \%$	$\frac{8.419}{90} \%$	0	$\frac{0.933}{10} \%$	$\frac{9.958}{100} \%$	$\frac{9.742}{97.8} \%$
E-4	240	140	80	$\frac{12.174}{100} \%$	$\frac{9.170}{75.3} \%$	$\frac{0.075}{0.6} \%$	$\frac{2.929}{24.1} \%$	$\frac{12.596}{100} \%$	$\frac{11.44}{90.8} \%$
E-5	270	140	0	$\frac{11.072}{100} \%$	$\frac{7.601}{68.7} \%$	$\frac{0.084}{0.8} \%$	$\frac{3.387}{30.5} \%$	0	0
E-6	270	140	50	$\frac{22.683}{100} \%$	$\frac{16.034}{70.7} \%$	$\frac{0.543}{2.4} \%$	$\frac{6.106}{26.9} \%$	$\frac{22.595}{100} \%$	$\frac{22.6}{100} \%$
E-7	270	140	60	$\frac{22.552}{100} \%$	$\frac{17.160}{76.1} \%$	$\frac{0.453}{2.0} \%$	$\frac{4.939}{21.9} \%$	$\frac{11.332}{100} \%$	$\frac{11.33}{100} \%$
E-8	270	140	80	$\frac{22.42}{100} \%$	$\frac{16.525}{73.7} \%$	$\frac{0.22}{1.0} \%$	$\frac{5.625}{25.3} \%$	$\frac{10.495}{100} \%$	$\frac{10.345}{98.5} \%$
E-9	280	140	80	$\frac{23.355}{100} \%$	$\frac{14.381}{61.6} \%$	$\frac{0.381}{1.6} \%$	$\frac{8.593}{36.8} \%$	$\frac{11.370}{100} \%$	$\frac{11.094}{97.6} \%$
E-10	270	139.3	80	$\frac{24.382}{100} \%$	$\frac{19.773}{81.1} \%$	$\frac{0.118}{0.5} \%$	$\frac{4.491}{18.4} \%$	$\frac{11.819}{100} \%$	$\frac{11.820}{100} \%$
E-11	270	140	93	$\frac{23.351}{100} \%$				$\frac{12.143}{100} \%$	

付表-6-1 大山川Gシリーズ水位測定数値表(単位, 流量 m^3/s , 水位 m)

実 験 番 号	G - 1		G - 2			G - 3			G - 4		
大山川流量	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270
薬師川流量	140	140	140	140	140	140	140	140	110	110	110
西行堂川流量	80	80	60	60	60	50	50	50	80	80	80
大山川下流々量	382	333	358	384	337	357	382	334	358	384	350
大山川放水路流量	100	100	100	76	78	100	69	72	100	67	72
西行堂川下流々量	8	57	12	10	55	3	9	54	2	9	38
大山川下流水位	23.27	22.92	23.12	23.28	22.94	23.12	23.28	22.92	23.12	23.28	23.05
大山川落差工上	23.19	—	23.13	—	—	23.09	—	—	23.12	—	—
大山川 Na 6 + 30	22.06	—	22.16	—	—	22.08	—	—	21.94	—	—
大山川 Na 6	23.95	—	23.54	—	—	23.74	—	—	23.68	—	—
Na 100 大山川交差部	24.17	—	24.02	—	—	23.97	—	—	23.87	—	—
大山川 Na 2 + 30	24.03	—	23.96	—	—	23.84	—	—	23.77	—	—
薬師川落差工上	23.82	—	23.74	—	—	23.42	—	—	23.75	—	—
薬師川 4 m 下流	23.57	—	23.38	—	—	23.37	—	—	23.86	—	—
薬師川 8 m 下流	24.10	—	24.12	—	—	23.97	—	—	23.78	—	—
Na 100 + 50	上	24.34	—	24.14	—	24.16	—	—	24.17	—	—
	下	24.35	—	24.14	—	24.16	—	—	24.10	—	—
Na 101	左	24.27	—	24.20	—	24.11	—	—	24.12	—	—
	右	24.29	—	24.19	—	24.10	—	—	24.12	—	—
Na 103	左	24.28	—	24.18	—	24.01	—	—	24.02	—	—
	右	24.28	—	24.17	—	24.04	—	—	24.02	—	—
Na 106	左	24.30	—	24.20	—	24.05	—	—	24.12	—	—
	右	24.28	—	24.17	—	24.03	—	—	24.11	—	—
Na 107 + 50	左	24.27	—	24.17	—	24.00	—	—	24.06	—	—
	右	24.30	—	24.17	—	24.00	—	—	24.12	—	—
Na 108	24.27	23.97	24.19	24.32	23.92	24.38	24.32	23.96	24.05	24.39	23.94
Na 108+35 (西行堂交差部)	24.31	23.95	24.15	24.33	23.99	24.01	24.30	23.97	24.04	24.30	23.96
Na 108 + 60	24.33	23.97	24.18	24.33	23.97	23.73	24.33	23.96	24.09	24.33	23.97
西行堂落差工上	24.11	—	24.13	—	—	23.88	—	—	23.19	—	—
西行堂 Na 7.5	24.16	—	24.13	—	—	23.85	—	—	23.82	—	—
西行堂 Na 7	24.27	23.85	24.18	24.34	23.93	23.79	24.30	23.91	24.01	24.23	23.96
西行堂 Na 3.5	22.40	23.73	22.20	22.51	23.77	21.91	22.40	23.75	21.90	22.38	23.74

付表-6-2 大山川Gシリーズ水位測定数値表(単位, 流量 m^3/s , 水位 m)

実 験 番 号	G - 5			G - 6			G - 7			G - 8		
大山川流量	270	270	270	240	240	240	180	180	180	150	150	150
薬師川流量	90	90	90	140	140	140	140	140	140	140	140	140
西行堂川流量	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
大山川下流々量	340	383	323	358	401	330	300	382	333	270	363	349
大山川放水路流量	100	46	63	100	44	76	100	10	11	100	0	0
西行堂川下流々量	0	11	54	2	15	54	0	8	56	0	7	21
大山川下流水位	22.96	23.28	22.87	23.12	23.40	22.90	22.70	23.27	22.91	22.45	23.15	23.05
大山川落差工上	23.10	—	—	23.13	—	—	22.87	—	—	22.77	—	—
大山川 Na 6 + 30	21.98	—	—	22.15	—	—	21.60	—	—	21.84	—	—
大山川 Na 6	23.65	—	—	23.76	—	—	23.15	—	—	22.92	—	—
Na 100 大山川交差部	23.78	—	—	23.88	—	—	23.35	—	—	23.07	—	—
大山川 Na 2 + 30	23.74	—	—	23.90	—	—	23.39	—	—	23.04	—	—
薬師川落差工上	23.65	—	—	23.49	—	—	22.76	—	—	22.82	—	—
薬師川 4 m 下流	23.64	—	—	23.46	—	—	21.98	—	—	21.53	—	—
薬師川 8 m 下流	23.71	—	—	24.09	—	—	23.22	—	—	23.19	(落差工 30m 下流)	
Na 100 + 50	上	23.93	—	24.10	—	—	23.58	—	—	23.20	—	—
	下	23.98	—	24.07	—	—	23.51	—	—	23.17	—	—
Na 101	左	24.00	—	24.11	—	—	23.54	—	—	23.15	—	—
	右	23.98	—	24.07	—	—	23.53	—	—	23.16	—	—
Na 103	左	23.95	—	24.12	—	—	23.56	—	—	23.09	—	—
	右	23.97	—	24.10	—	—	23.54	—	—	23.12	—	—
Na 106	左	24.01	—	24.05	—	—	23.52	—	—	23.12	—	—
	右	23.99	—	24.02	—	—	23.52	—	—	23.12	—	—
Na 107 + 50	左	23.94	—	23.96	—	—	23.56	—	—	23.10	—	—
	右	23.94	—	23.98	—	—	23.56	—	—	23.09	—	—
Na 108	23.94	24.30	23.91	24.04	24.01	23.92	23.59	24.24	23.93	23.12	24.03	23.77
Na 108+35 (西行堂交差部)	23.96	24.36	23.92	23.99	24.43	23.90	23.53	24.28	23.98	23.16	24.21	23.85
Na 108 + 60	24.02	24.33	23.97	24.04	24.33	23.97	23.57	24.33	23.97	23.14	24.29	23.89
西行堂落差工上	23.89	—	—	23.62	—	—	23.26	—	—	23.24	—	—
西行堂 Na 7.5	23.86	—	—	23.98	—	—	23.33	—	—	22.85	—	—
西行堂 Na 7	23.94	24.34	23.88	24.00	24.36	23.84	23.31	24.20	23.83	22.75	24.18	23.73
西行堂 Na 3.5	21.65	22.44	23.73	21.80	22.68	23.73		22.37	23.72		22.23	23.62

付表-6-3 交差部水位一覧表

実験 番号	上流々量 (m³/s)			下流々量 (m³/s)		水位 (m)				ゲート 開度	備考
	大山川	薬師川	西行堂 川	大山川	大山川 放水路	大山川 下流	大山川 交差部	西行堂 交差部	Na 108 + 60		
1-1	270	0	80	250	100	22.28	22.53	23.06	23.04	1.16	上 → 下
1-2	270	0	80	250	100	22.28	22.53	23.06	23.04	1.14	下 → 上
2-1	180	90	80	250	100	22.28	23.08	23.14	23.17	1.11	上 → 下
2-2	180	90	80	250	100	22.28	23.08	23.14	23.17	1.12	下 → 上
3-1	260	130	0	290	100	22.63	23.54	23.63	23.71	0.93	水路2連
3-2	260	130	0	290	100	22.63	23.54	22.92	23.07	1.10	右一連
3-3	260	130	0	290	100	22.63	23.54	22.82	23.02	1.14	左一連
4-1	180	90	80	250	100	22.28	23.04	23.12	23.11	1.12	西 → 大山 薬師
4-2	180	90	80	250	100	22.28	23.04	23.10	23.12	1.12	大山 薬師 → 西
3-4	260	130	0	390	0	23.33	24.12	—	—	0	
5-1	0	25	86	11	100	—	23.64	23.66	23.66	0.94	

(注) 上 → 下 ; 放水路ゲートを全開から下げて操作

下 → 上 ; 放水路ゲートを全閉から上げて操作

西 → 大山 ; 最初に西行堂流量を合わせ、その後大山薬師川を合わせる

大山
薬師 → 西 ; 上記の逆

付図-1 交差部流況図

(實驗 A-1.)

A7~A8 日 越前川沿道
植物集録

山川文苑部

榮錦川 (Q-0²14)

大田放水路
(10%)

ANONYMOUS SOURCE

1/1000

0 10 20 30

西丁劉友差部

10108

Konstante
($Q = 0$ m³)

放水路固定化からの
越流量無し

起流量無し

~~SECRET~~

付図-2 交差部流況図

(實驗 A-2.)

山川文差部

榮錦川 (Q-7.5^{km})

大山川板水路
(.0%)

NUMBER 50 B7D I

1/1000

0 10 20 30

西丁劉友差部

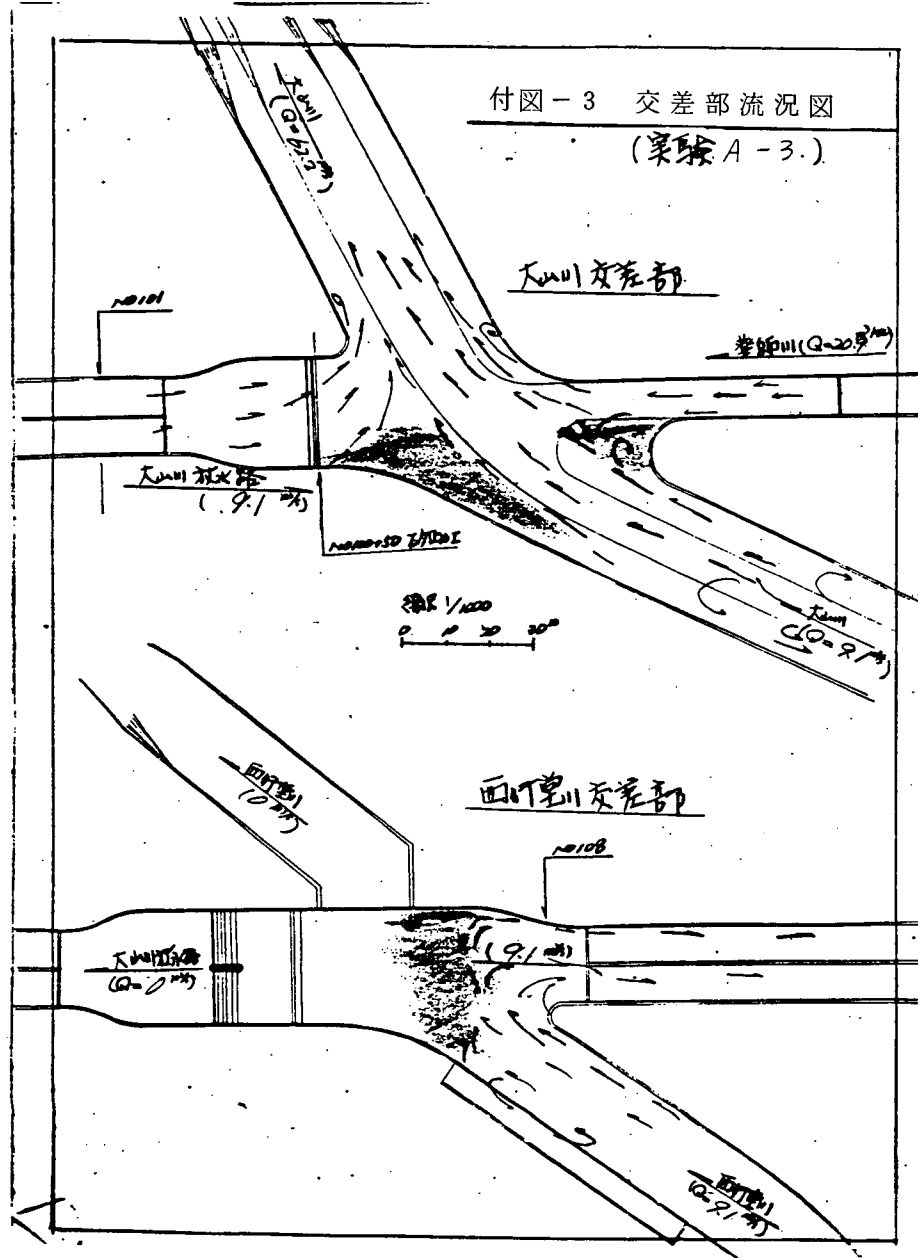
10108

Kohlendioxid
(CO₂)

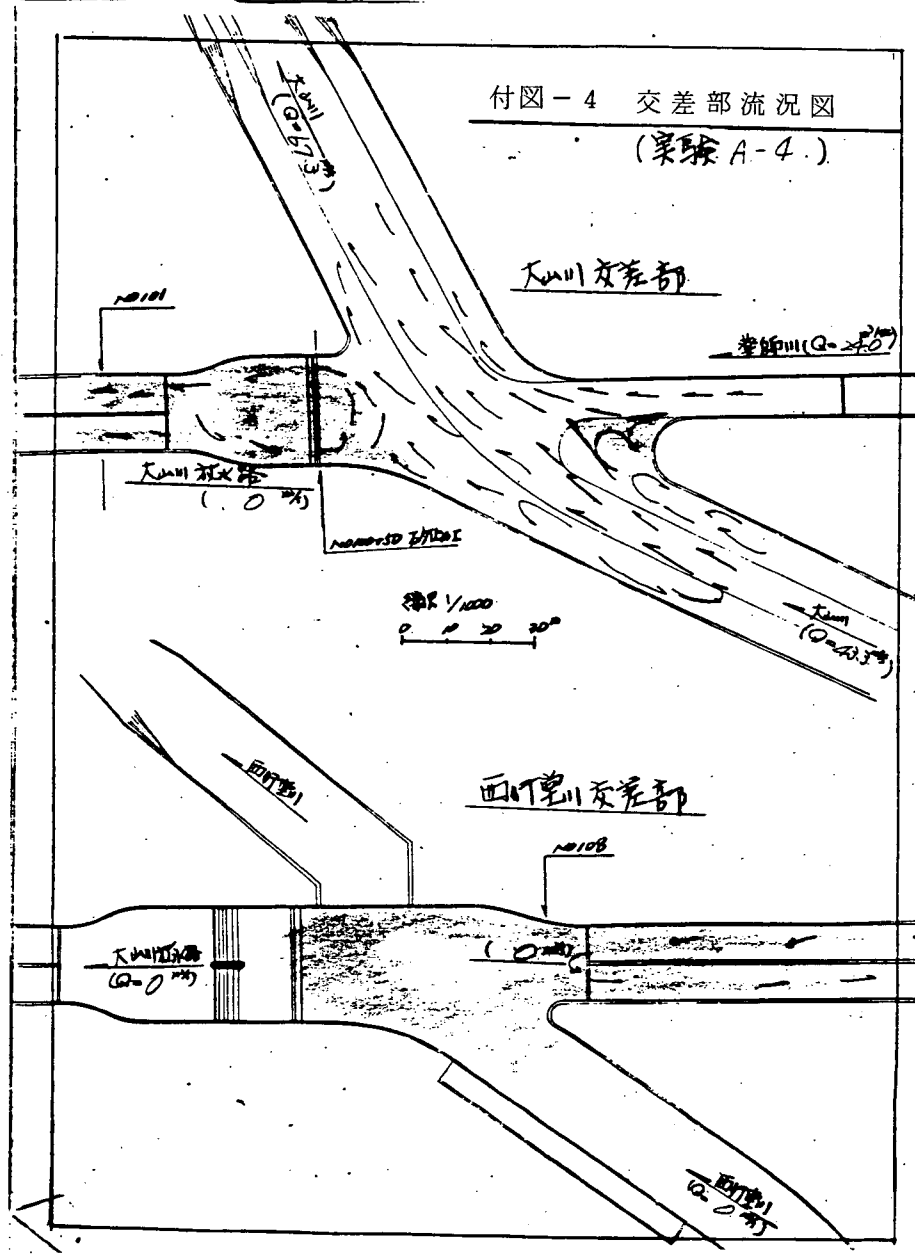
A-1 同様

Q. 0 0 0

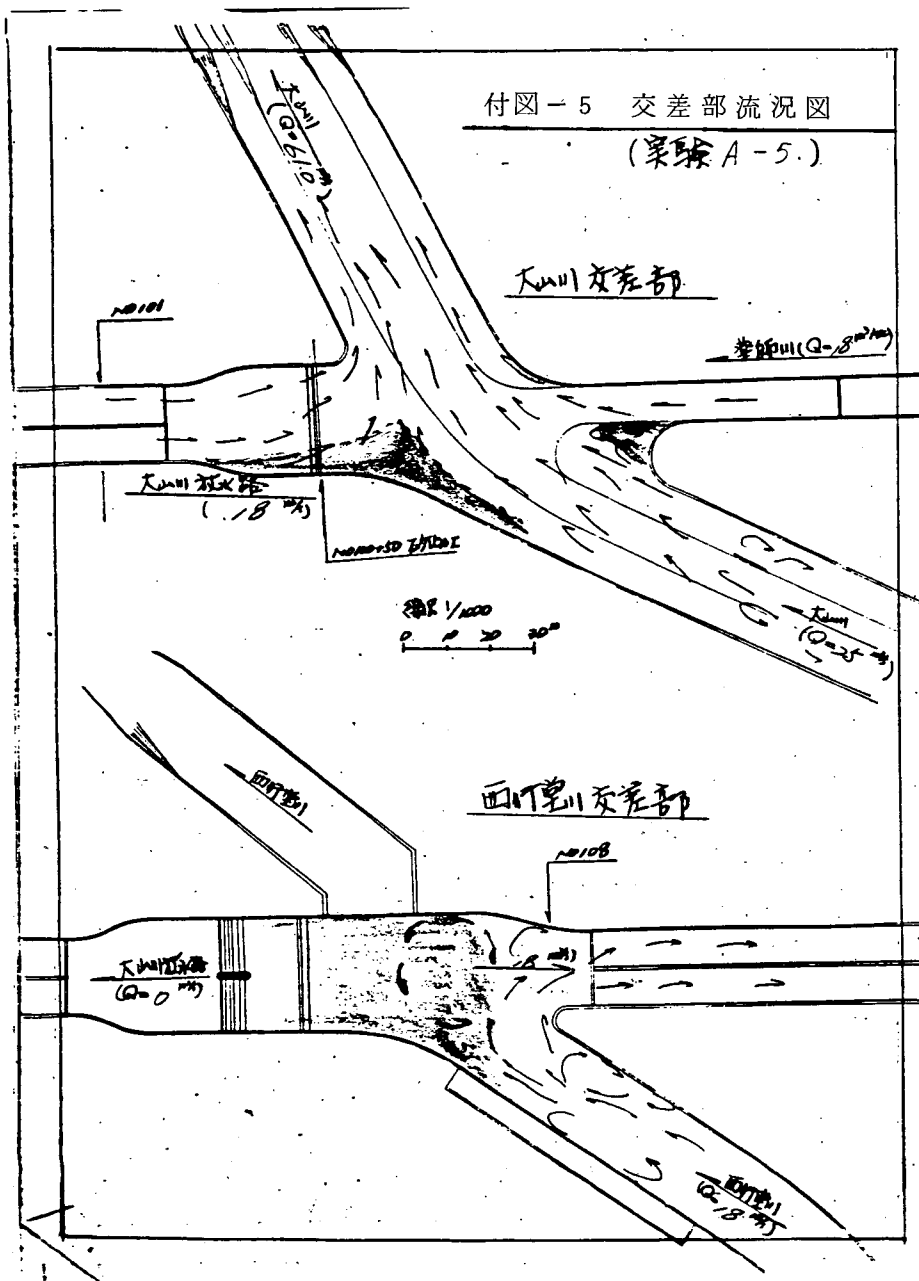
付図-3 交差部流況図
(実験 A-3.)



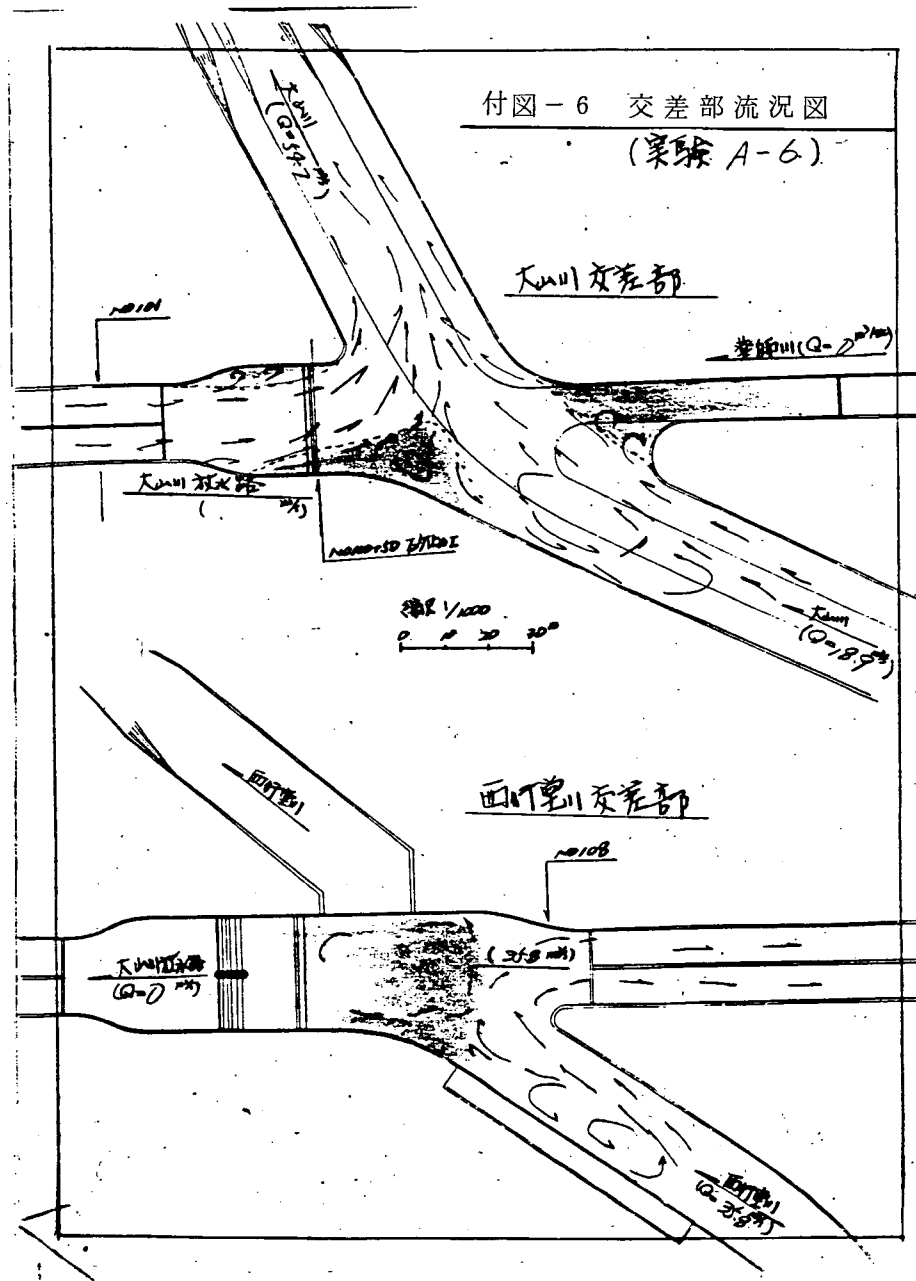
付図-4 交差部流況図
(実験 A-4.)



付図-5 交差部流況図
(実験 A-5.)



付図-6 交差部流況図
(実験 A-6.)

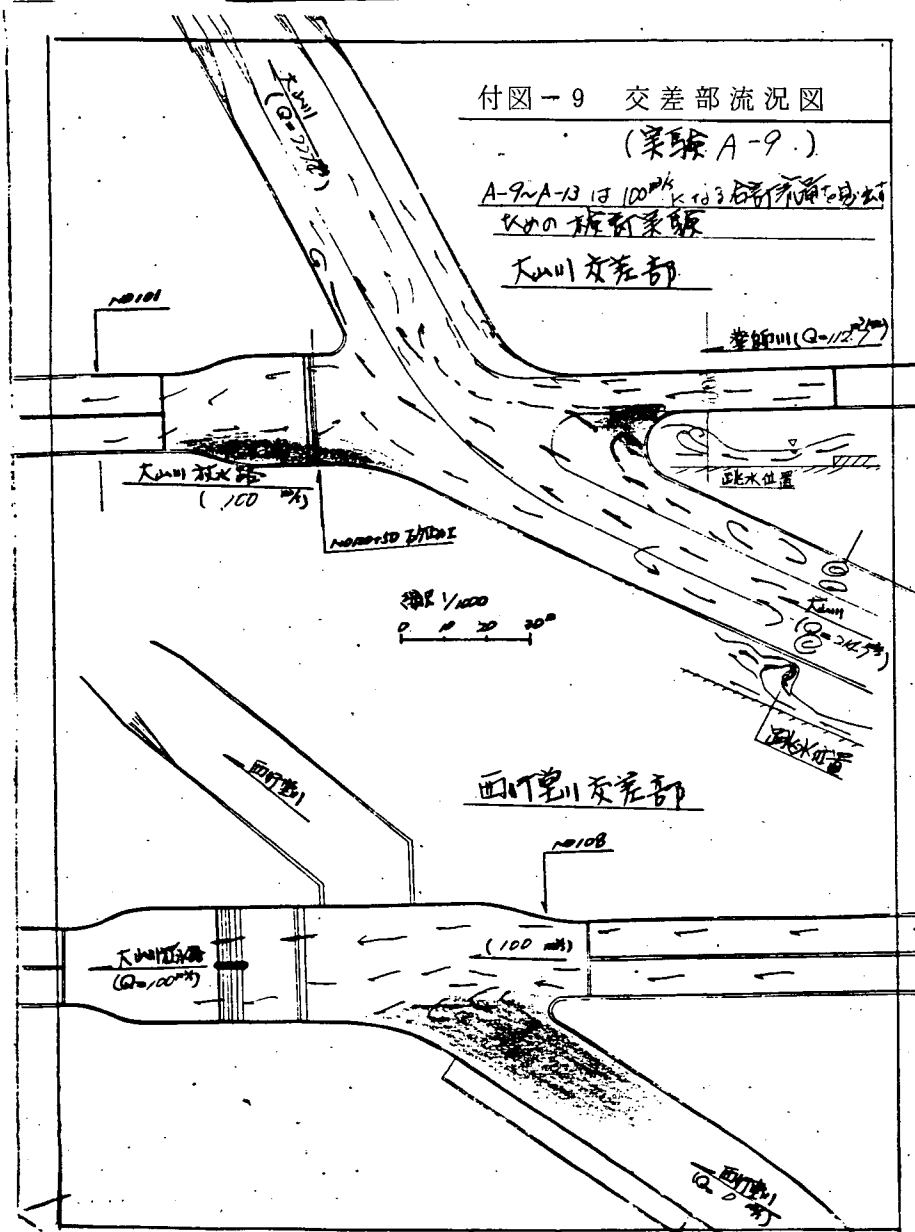


付図-9 交差部流況図

(実験 A-9.)

A-9~A-13 は 100% 水位 3 倍前後の急激な
水位の急激な変動

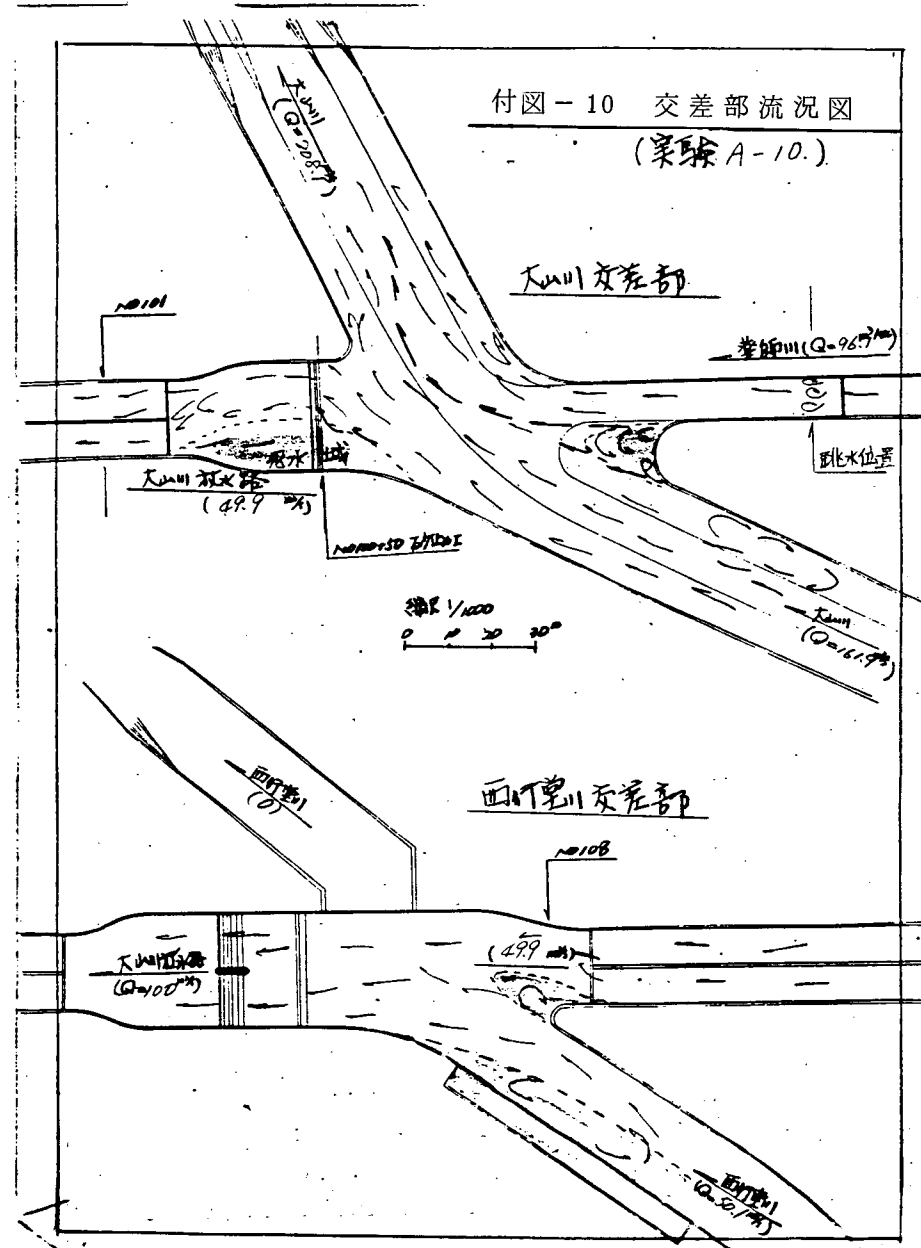
大川交差部



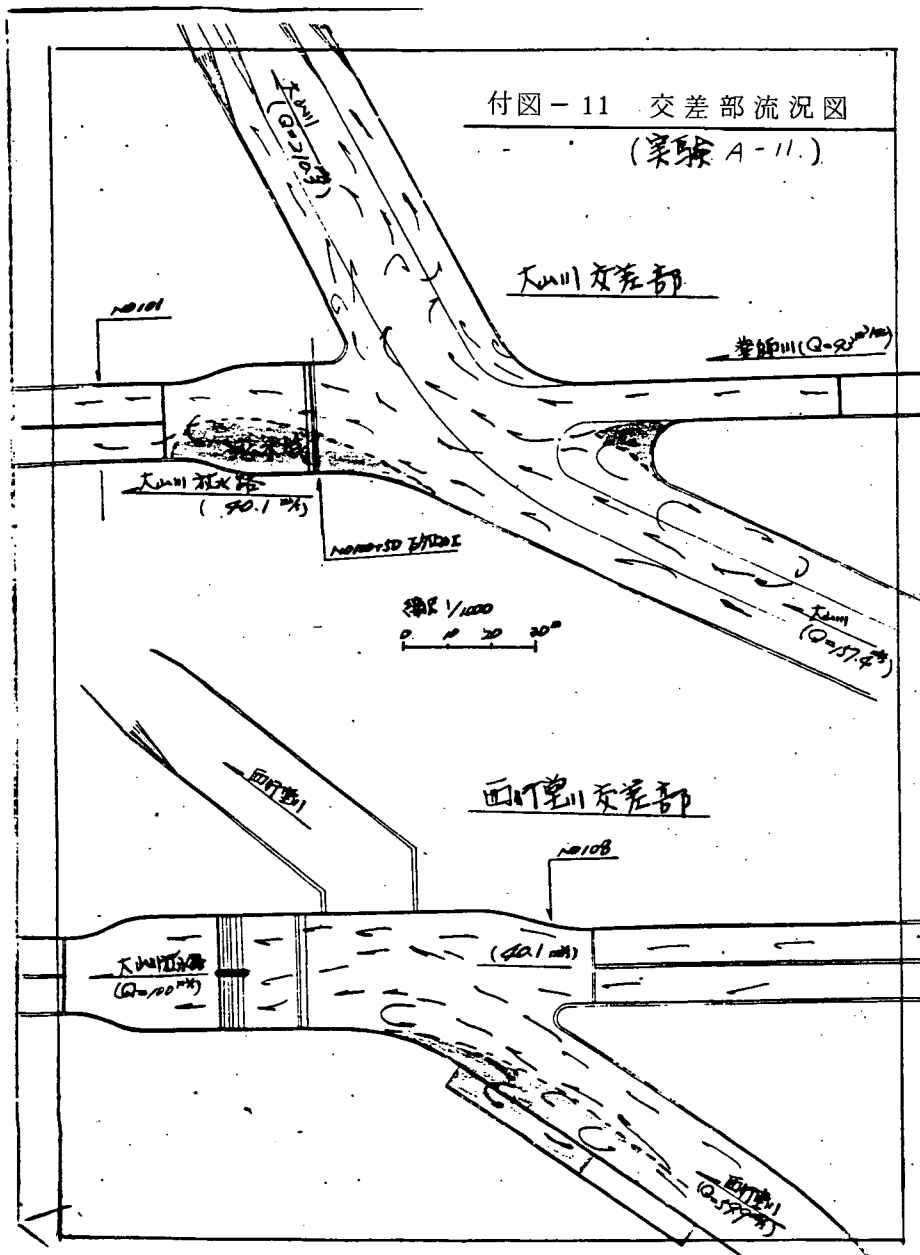
付図-10 交差部流況図

(実験 A-10.)

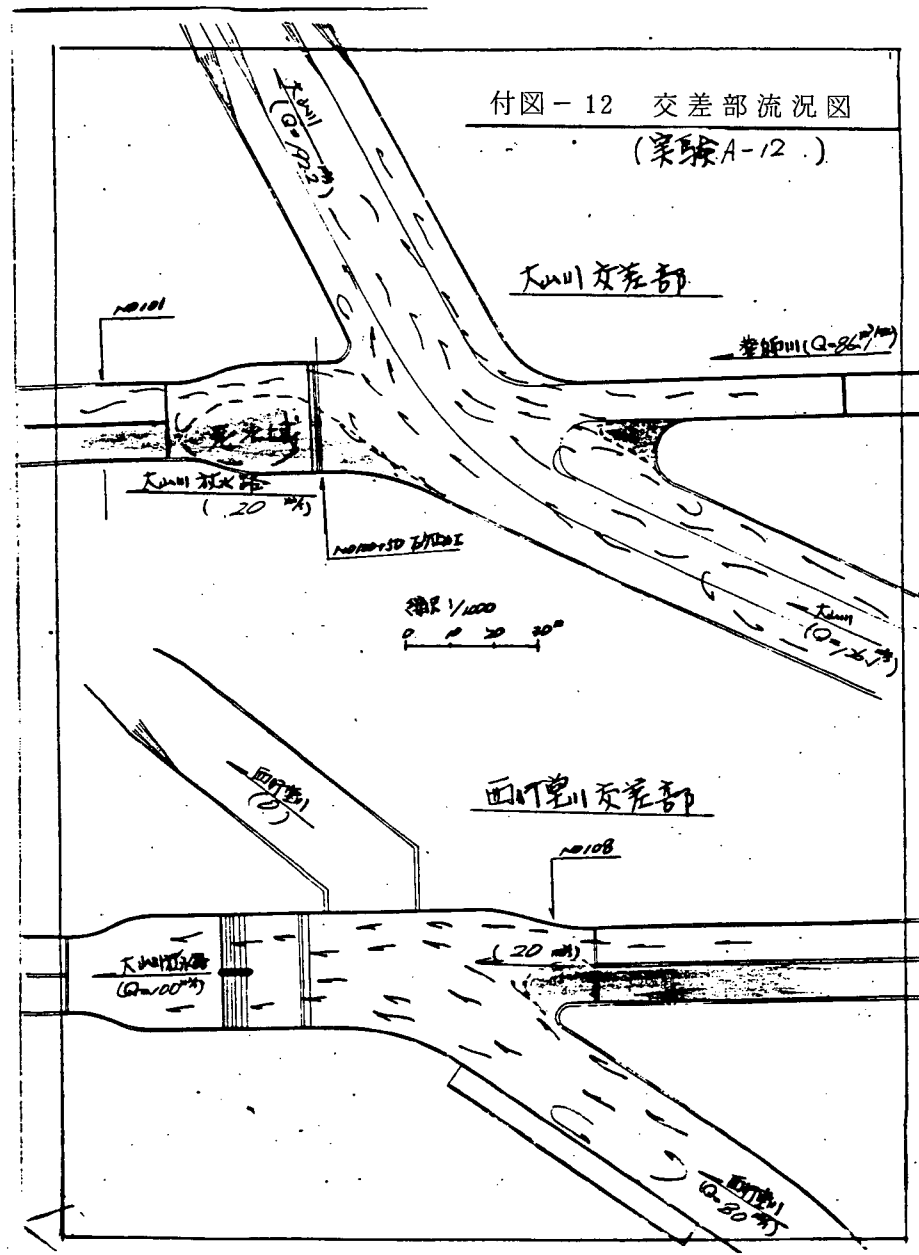
大川交差部



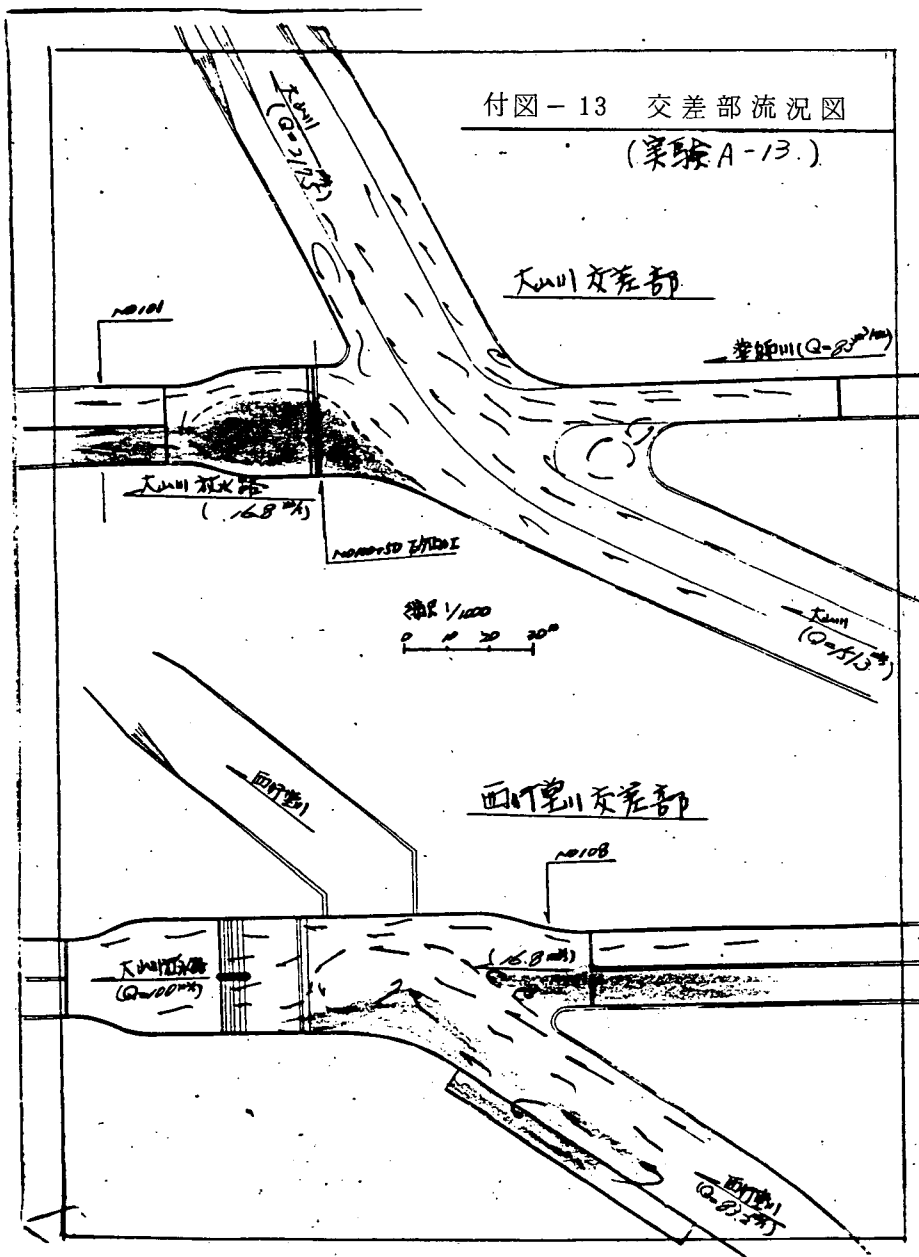
付図 - 11 交差部流況図
(実験 A-11.)



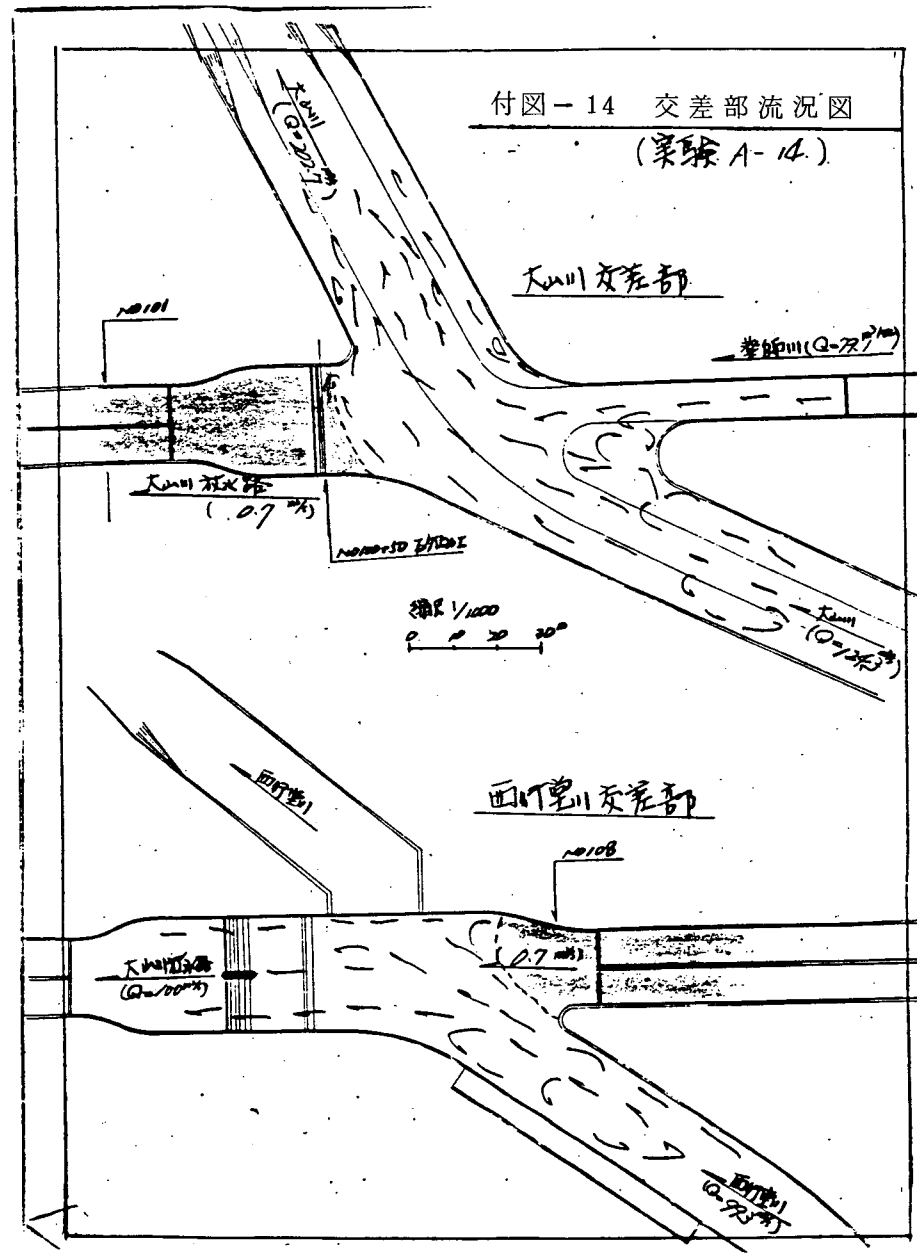
付図 - 12 交差部流況図
(実験 A-12.)



付図-13 交差部流況図
(実験 A-13.)

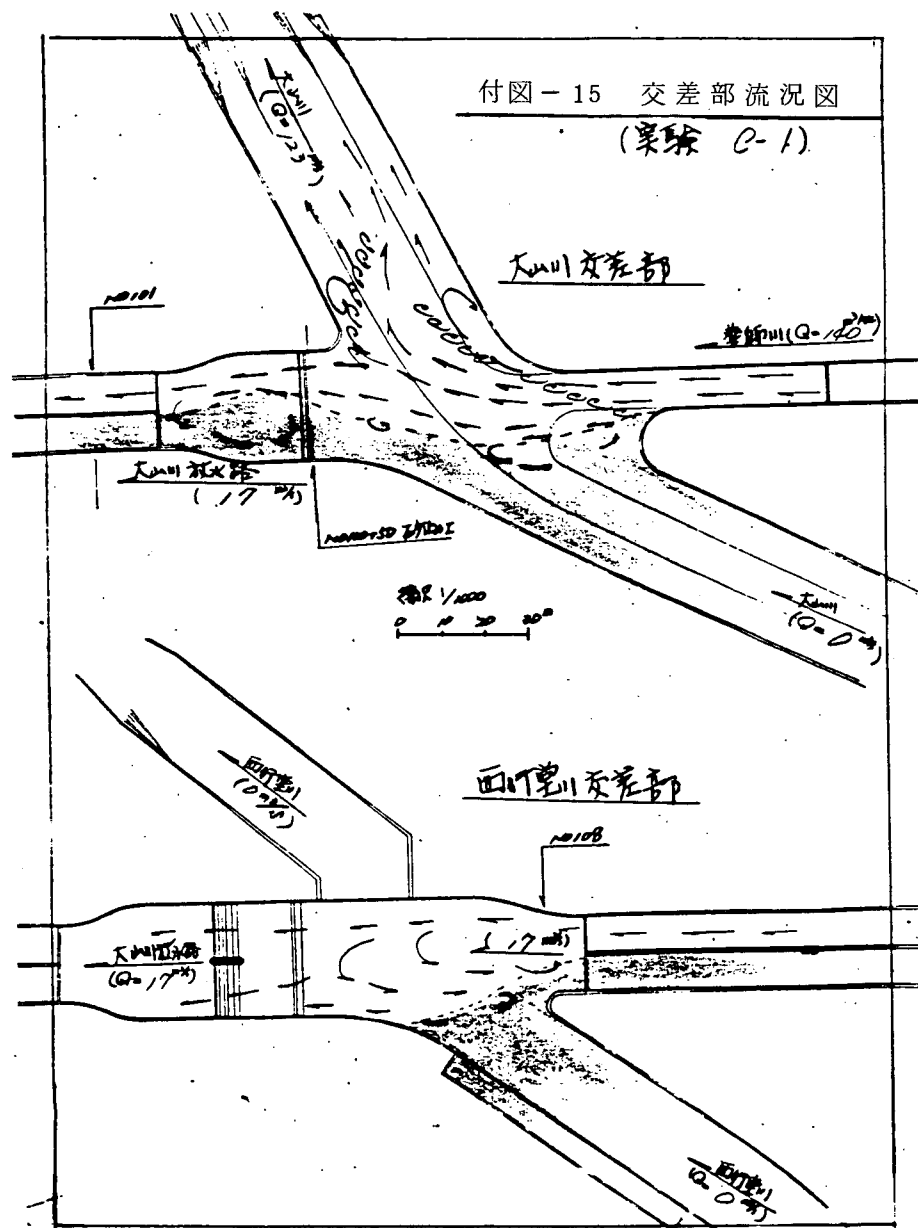


付図-14 交差部流況図
(実験 A-14.)



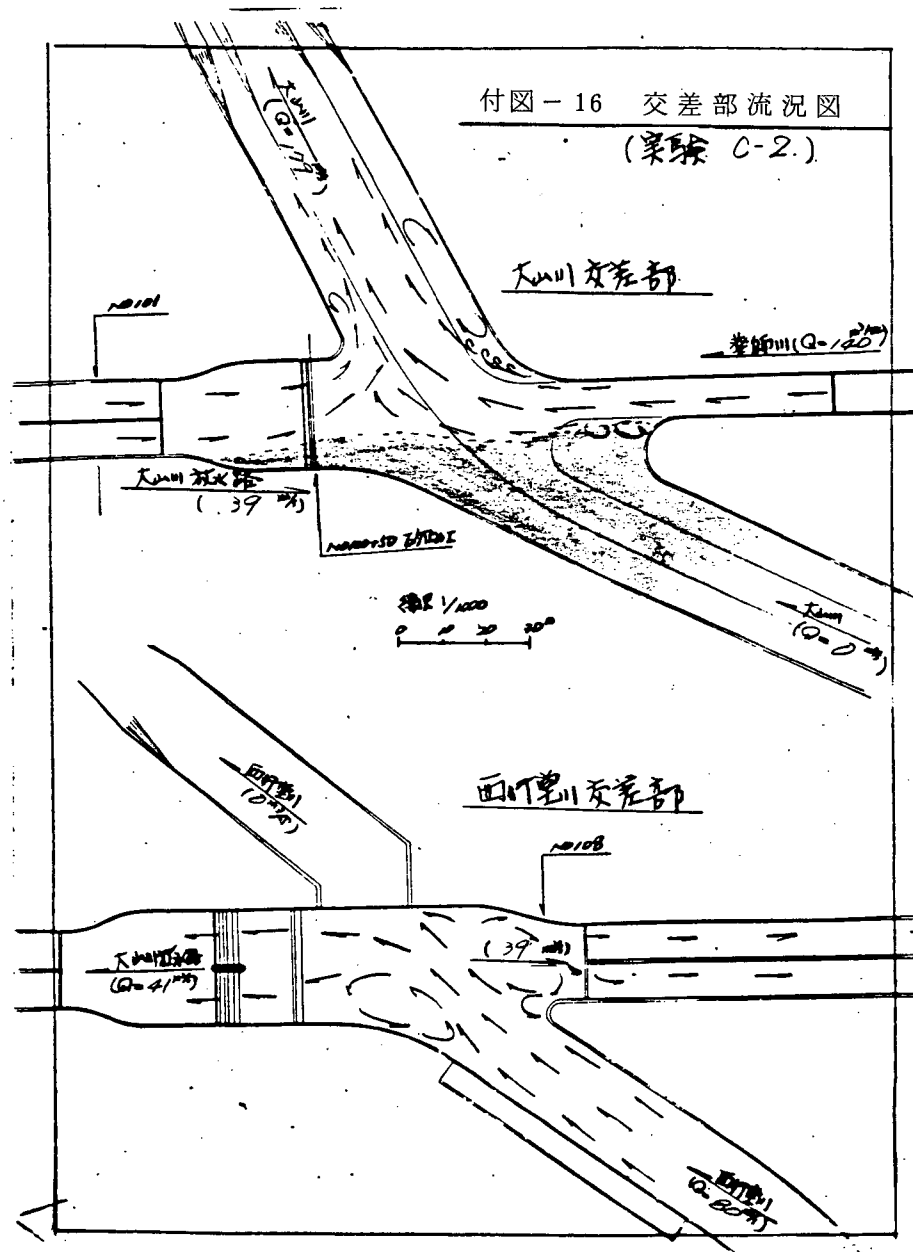
付図-15 交差部流況図

(実験 C-1)

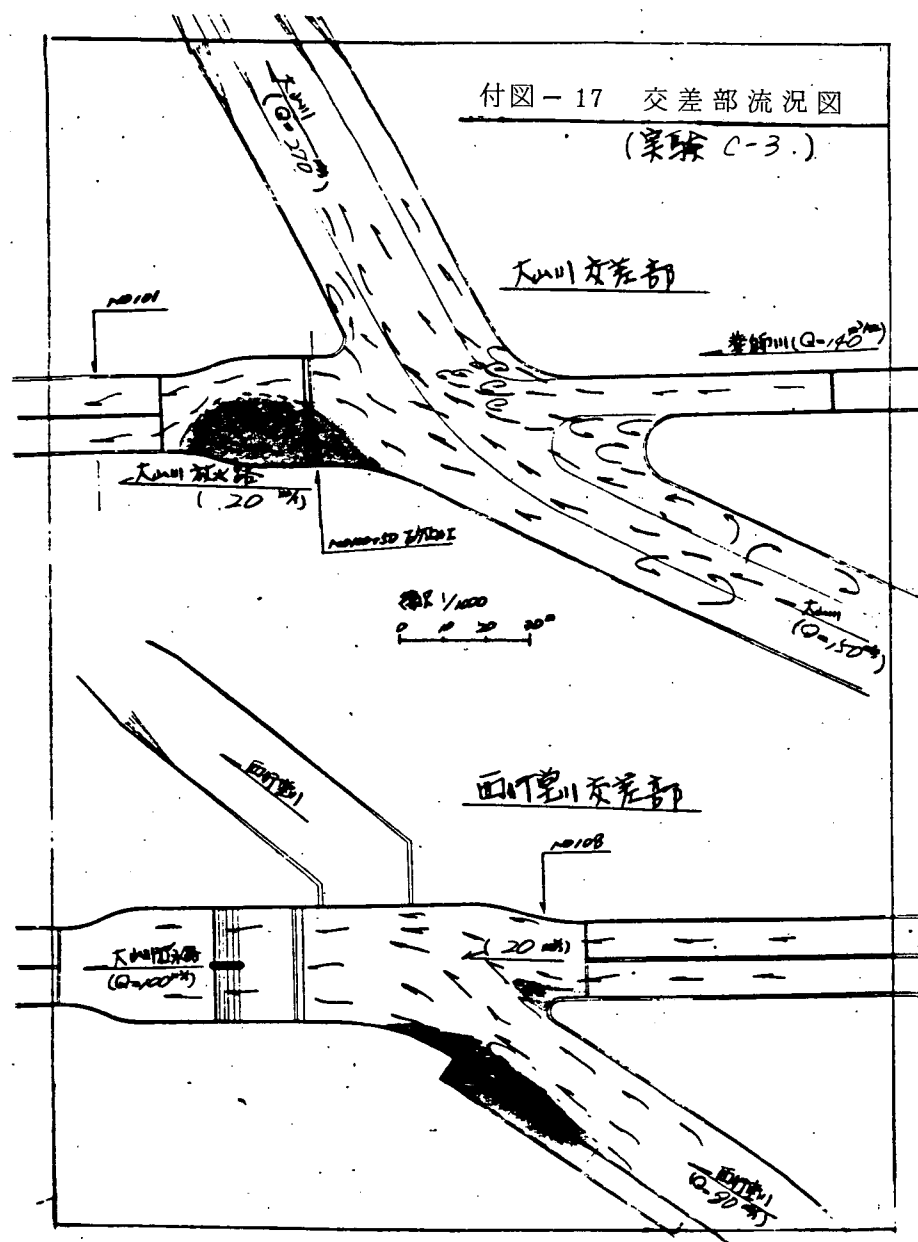


付図-16 交差部流況図

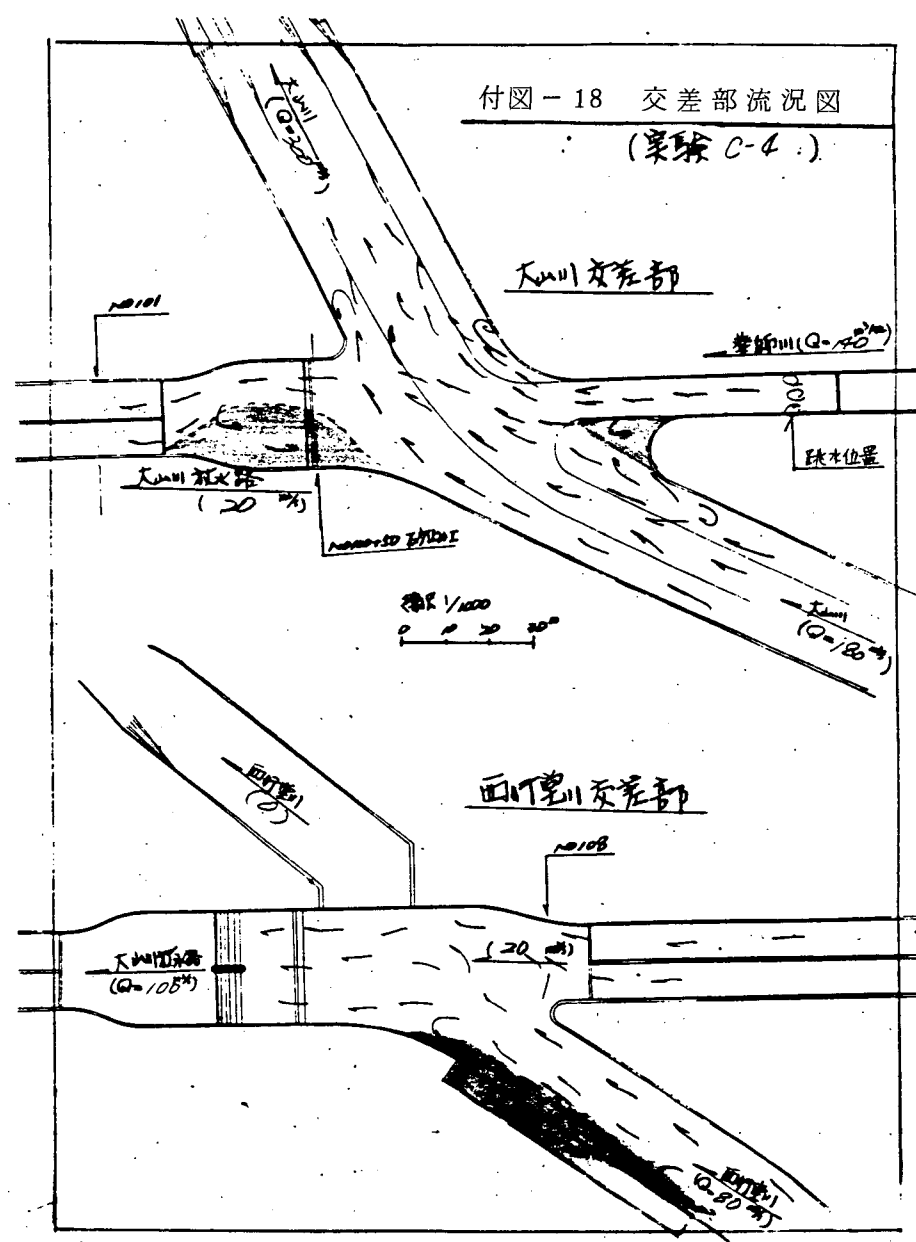
(実験 C-2)



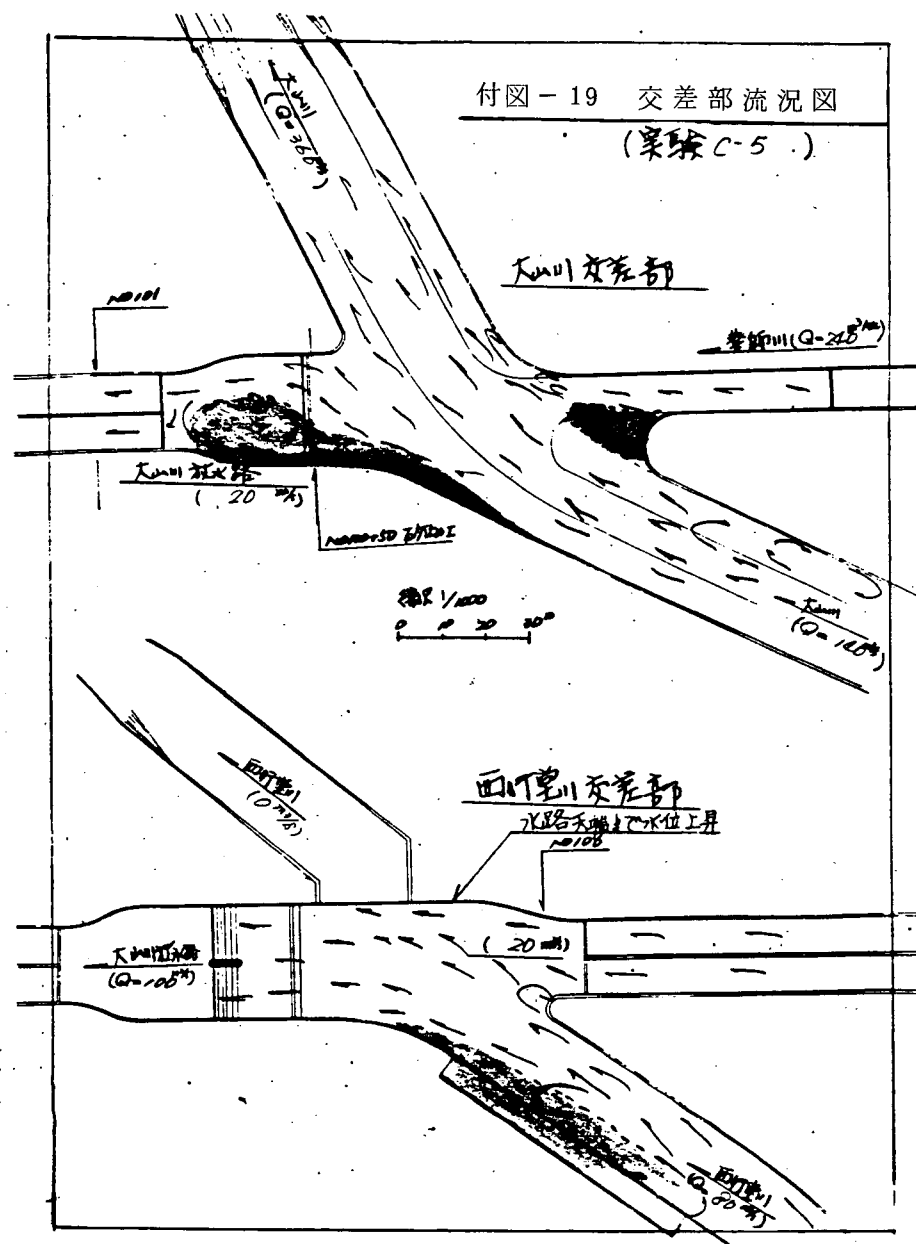
付図-17 交差部流況図
(実験 C-3.)



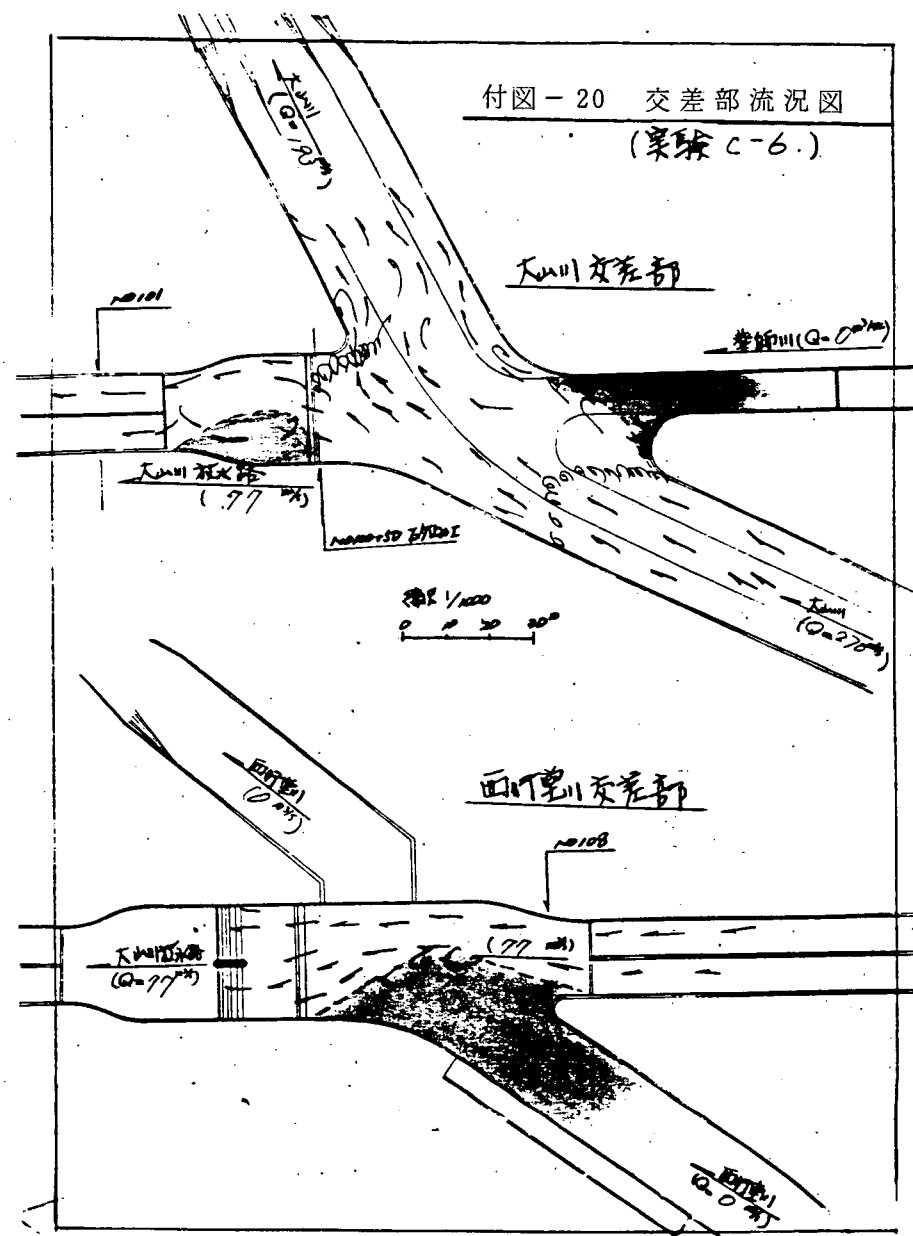
付図-18 交差部流況図
(実験 C-4.)



付図-19 交差部流況図
(実験 C-5.)

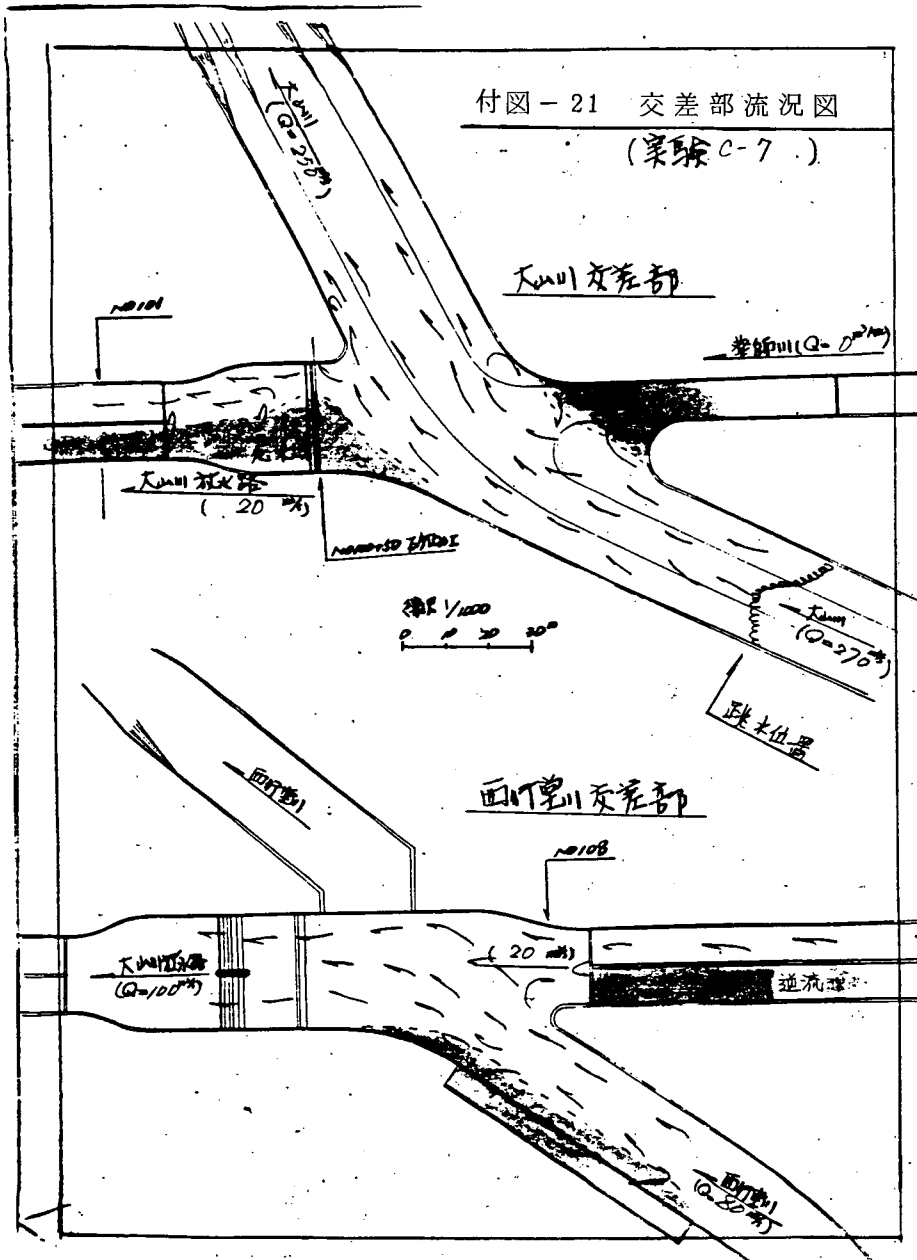


付図-20 交差部流況図
(実験 C-6.)



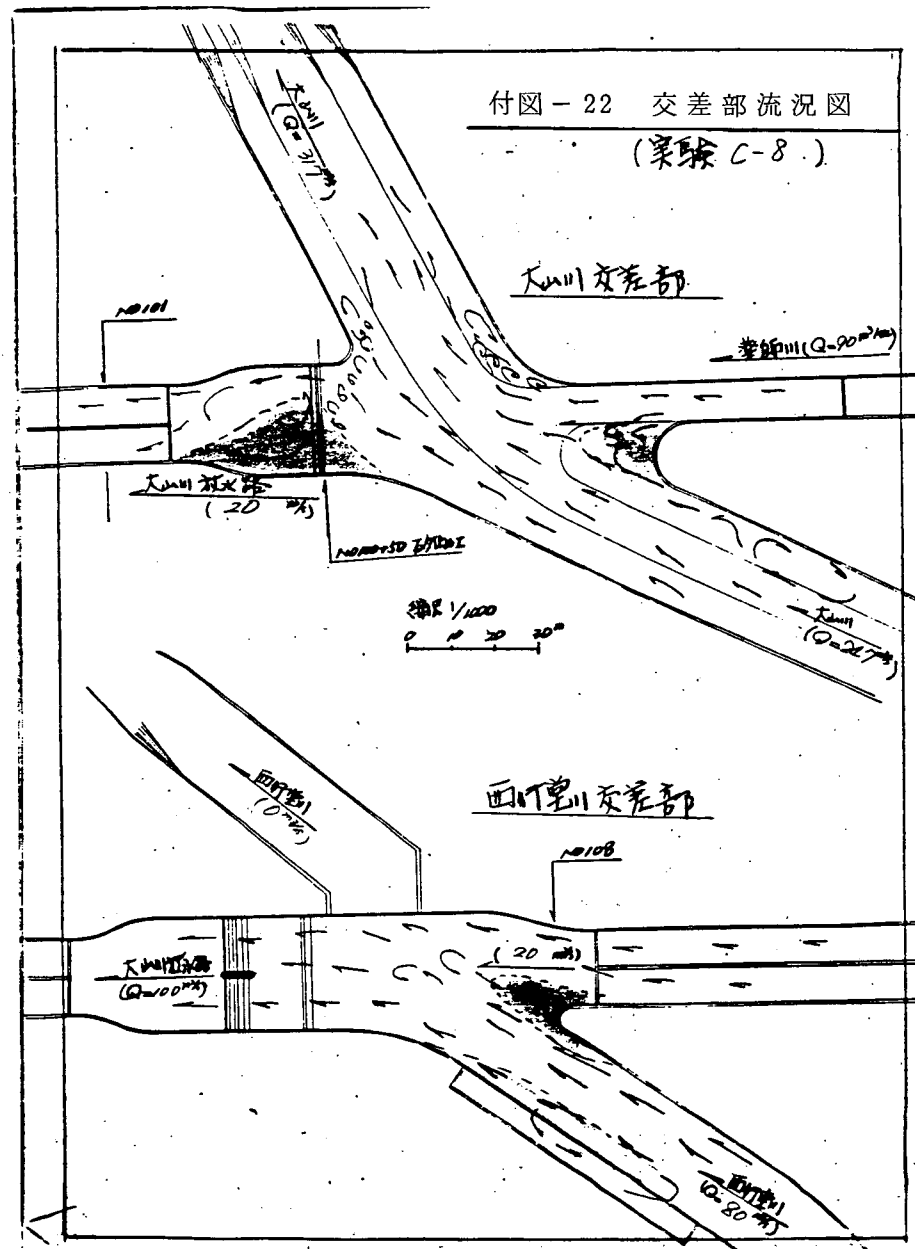
付図-21 交差点部流況図

(実験 C-7.)



付図-22 交差点部流況図

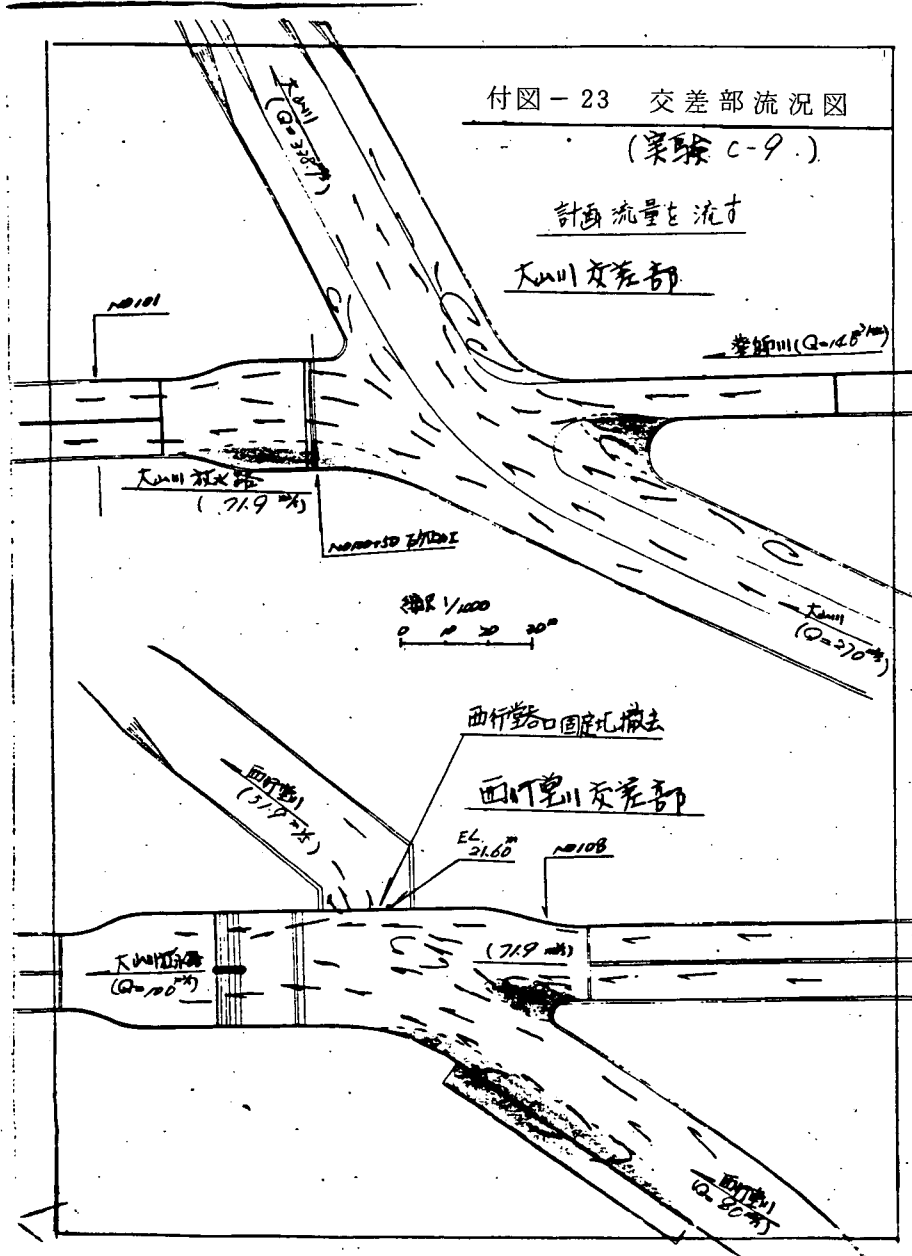
(実験 C-8.)



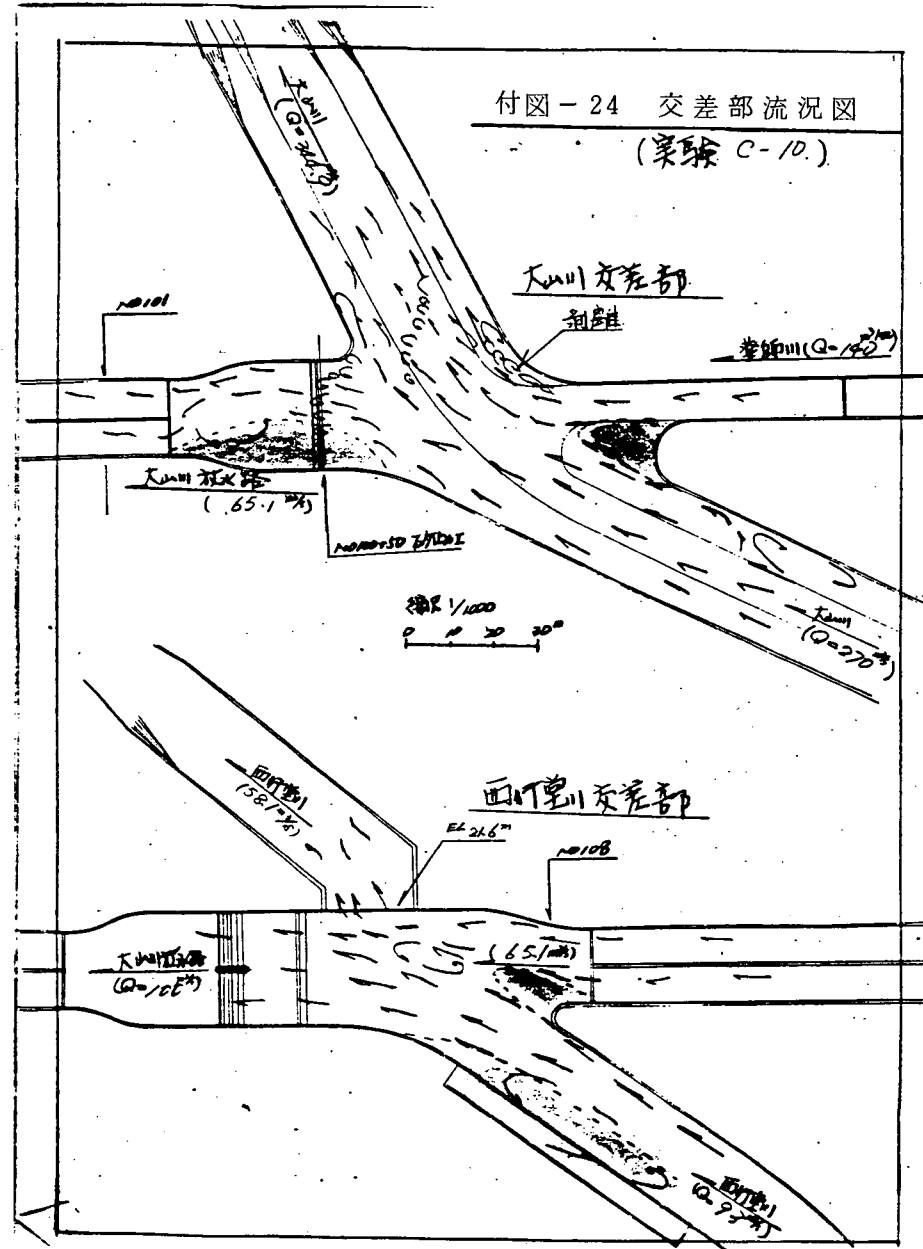
付図-23 交差部流況図
(実験 C-9.)

計画流量と流寸

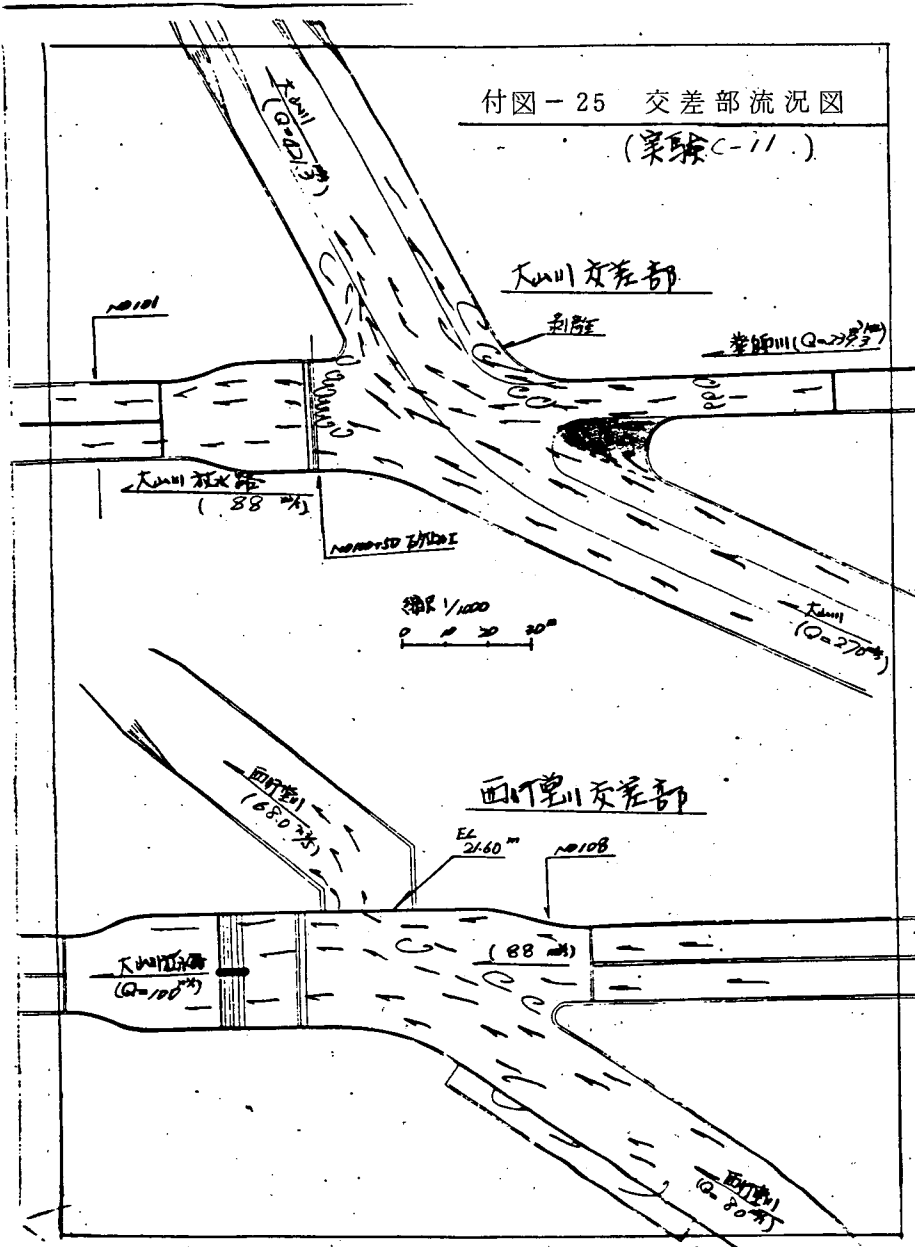
大川交差部



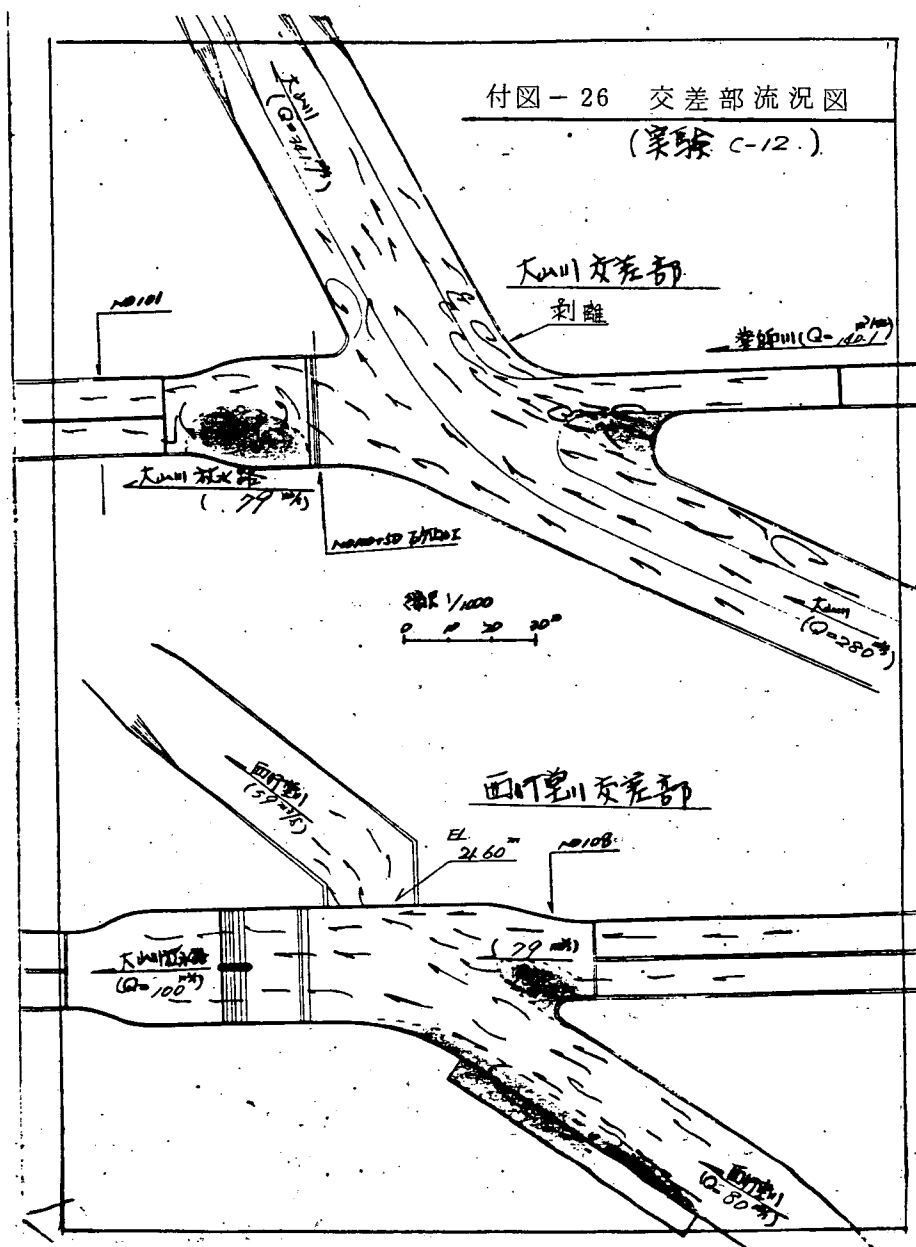
付図-24 交差部流況図
(実験 C-10.)



付図-25 交差部流況図
(実験 C-11.)

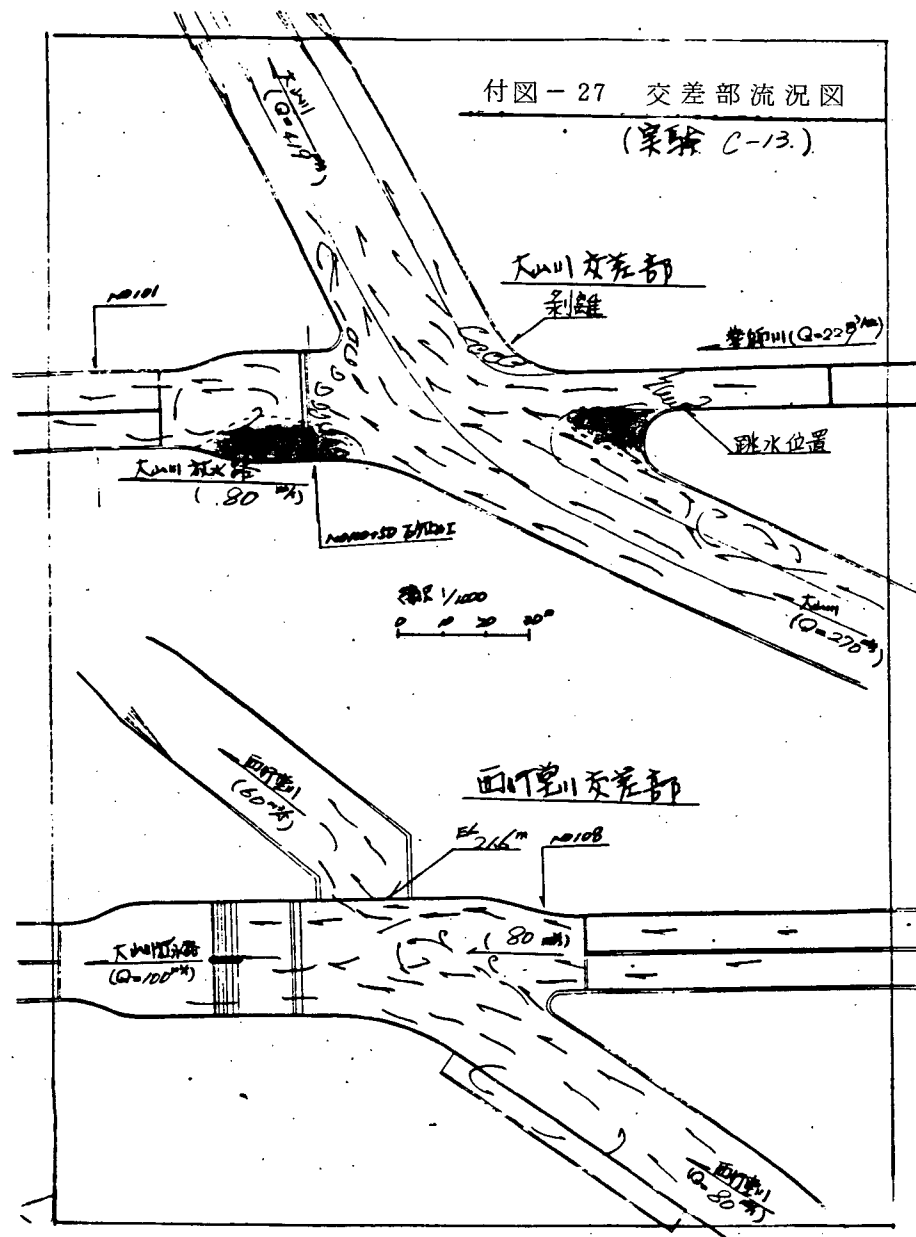


付図-26 交差部流況図
(実験 C-12.)



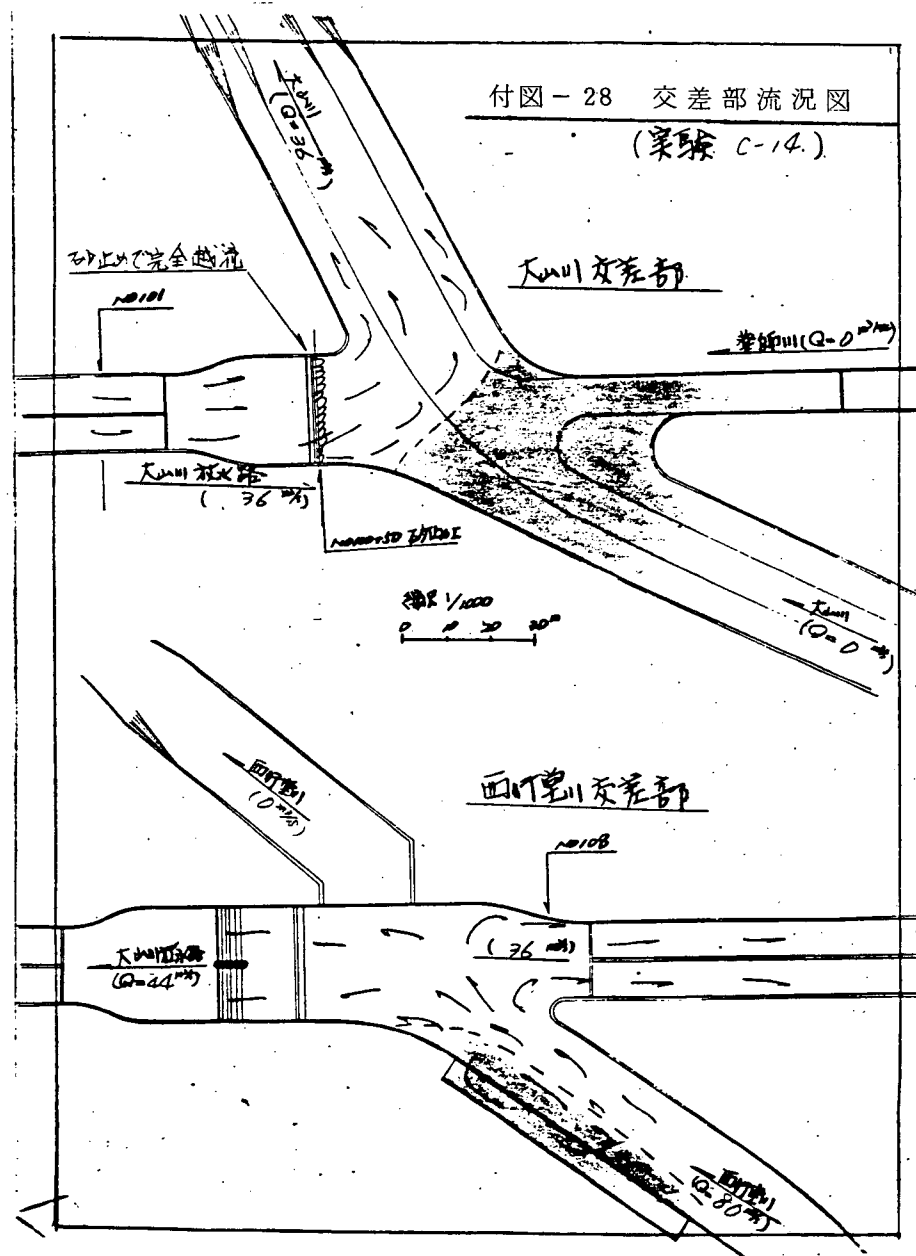
付図-27 交差部流況図

(実験 C-13.)

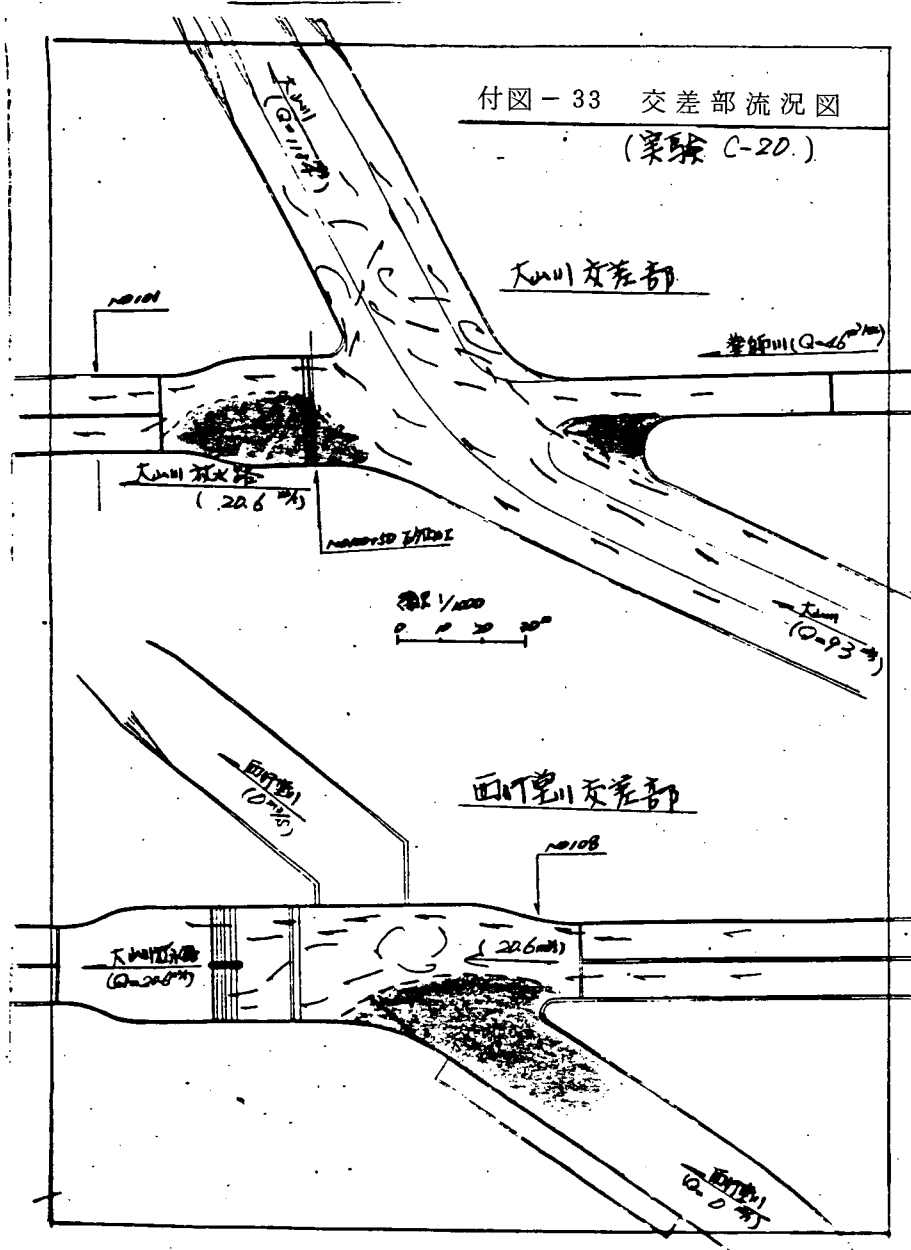


付図-28 交差部流況図

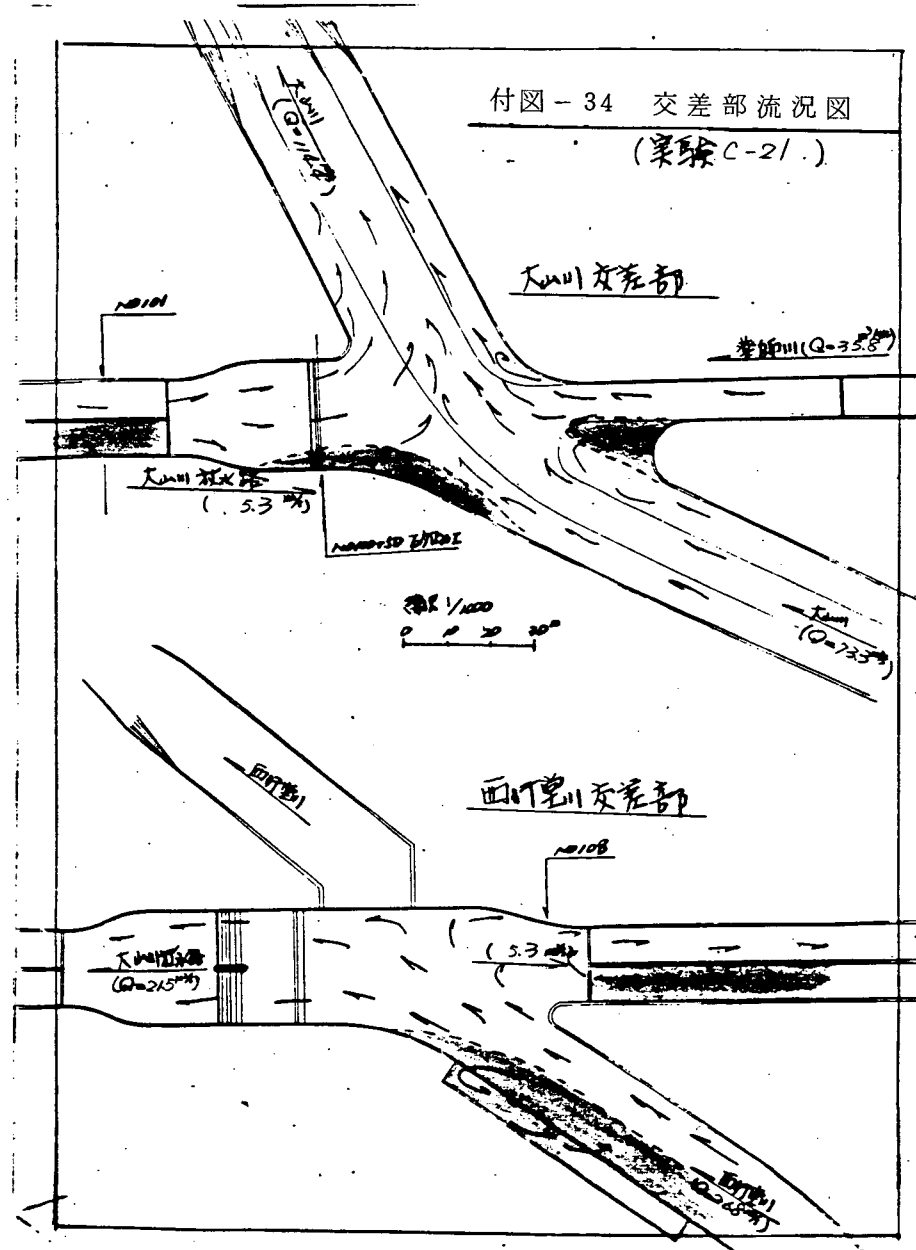
(実験 C-14.)



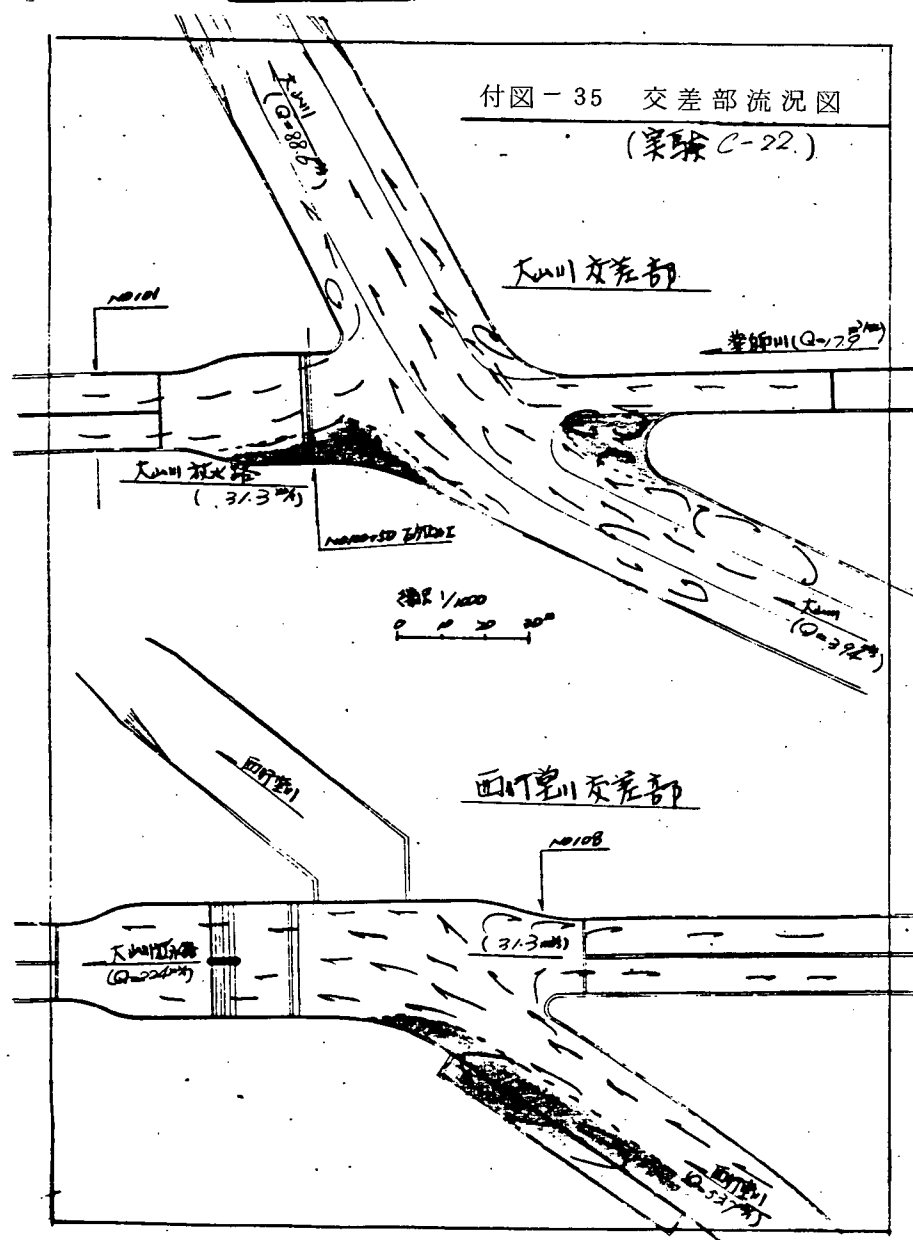
付図-33 交差部流況図
(実験 C-20.)



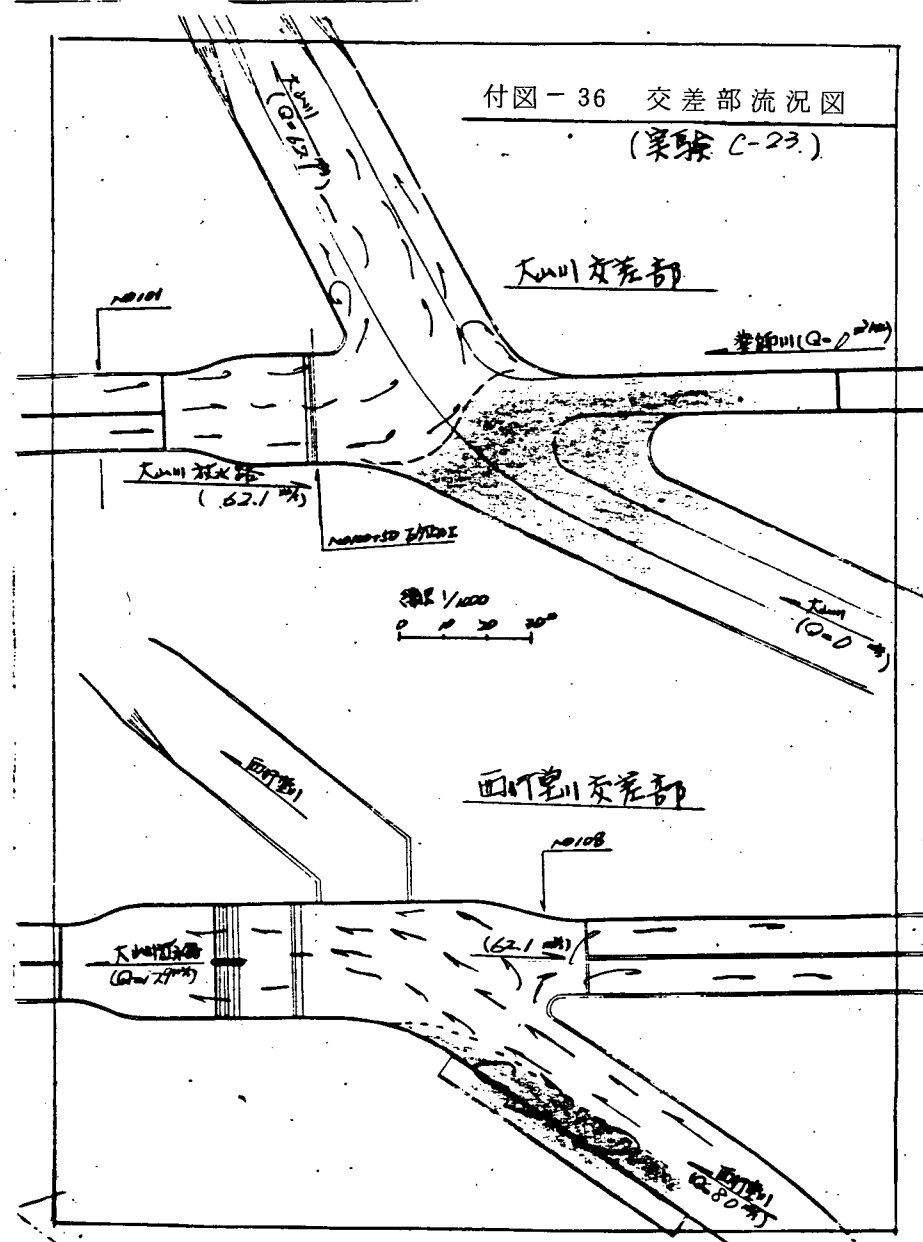
付図-34 交差部流況図
(実験 C-21.)



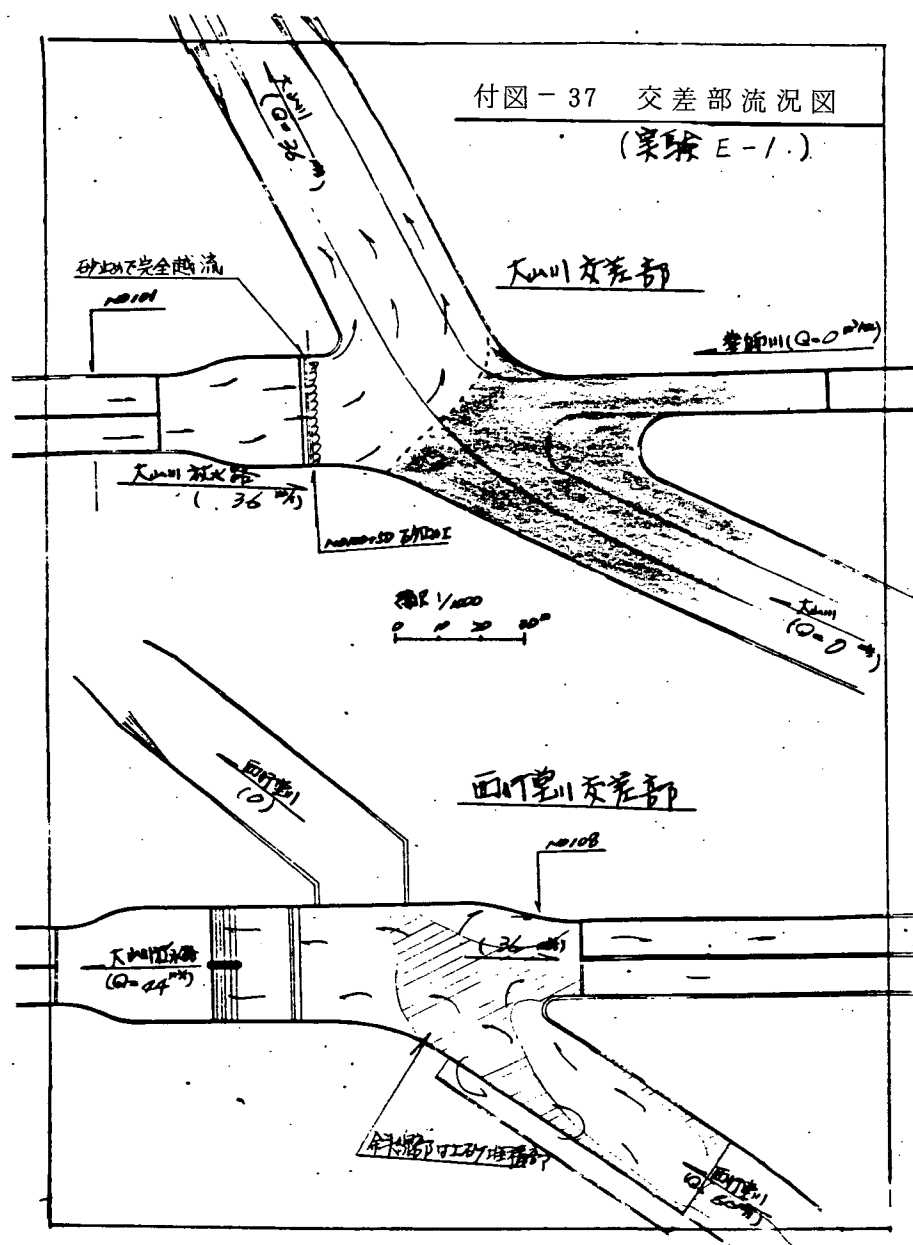
付図 - 35 交差部流況図
(実験 C-22.)



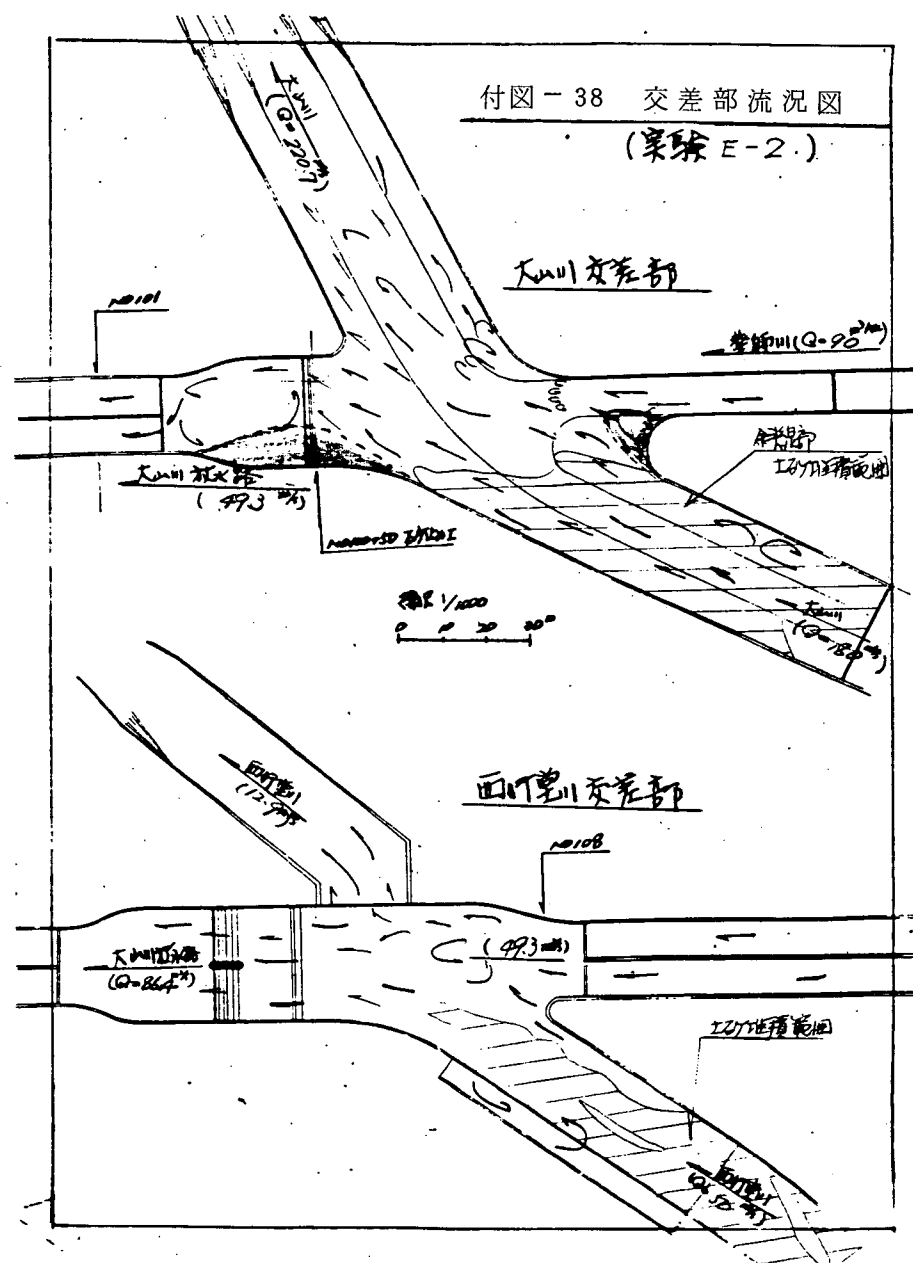
付図 - 36 交差部流況図
(実験 C-23.)



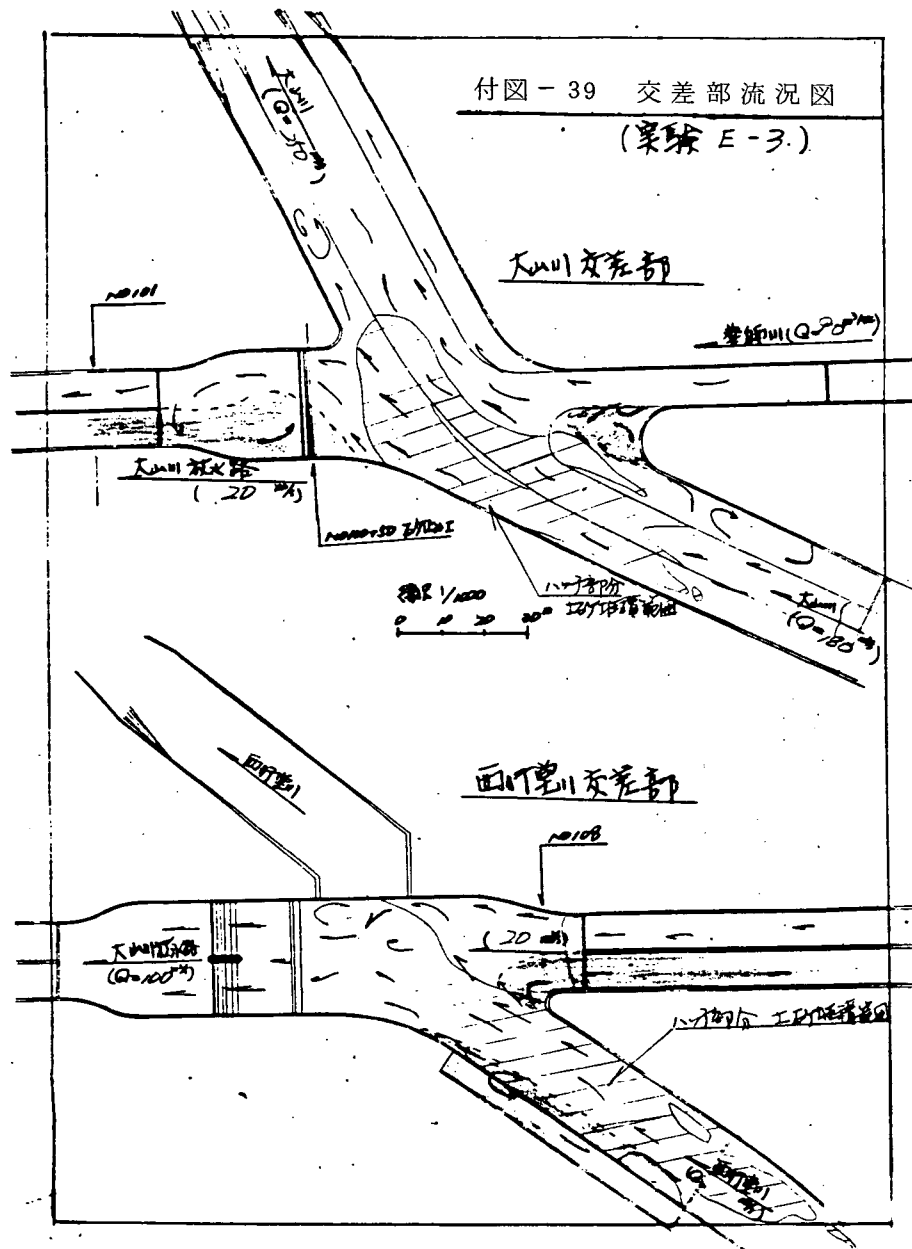
付図-37 交差部流況図
(実験 E-1.)



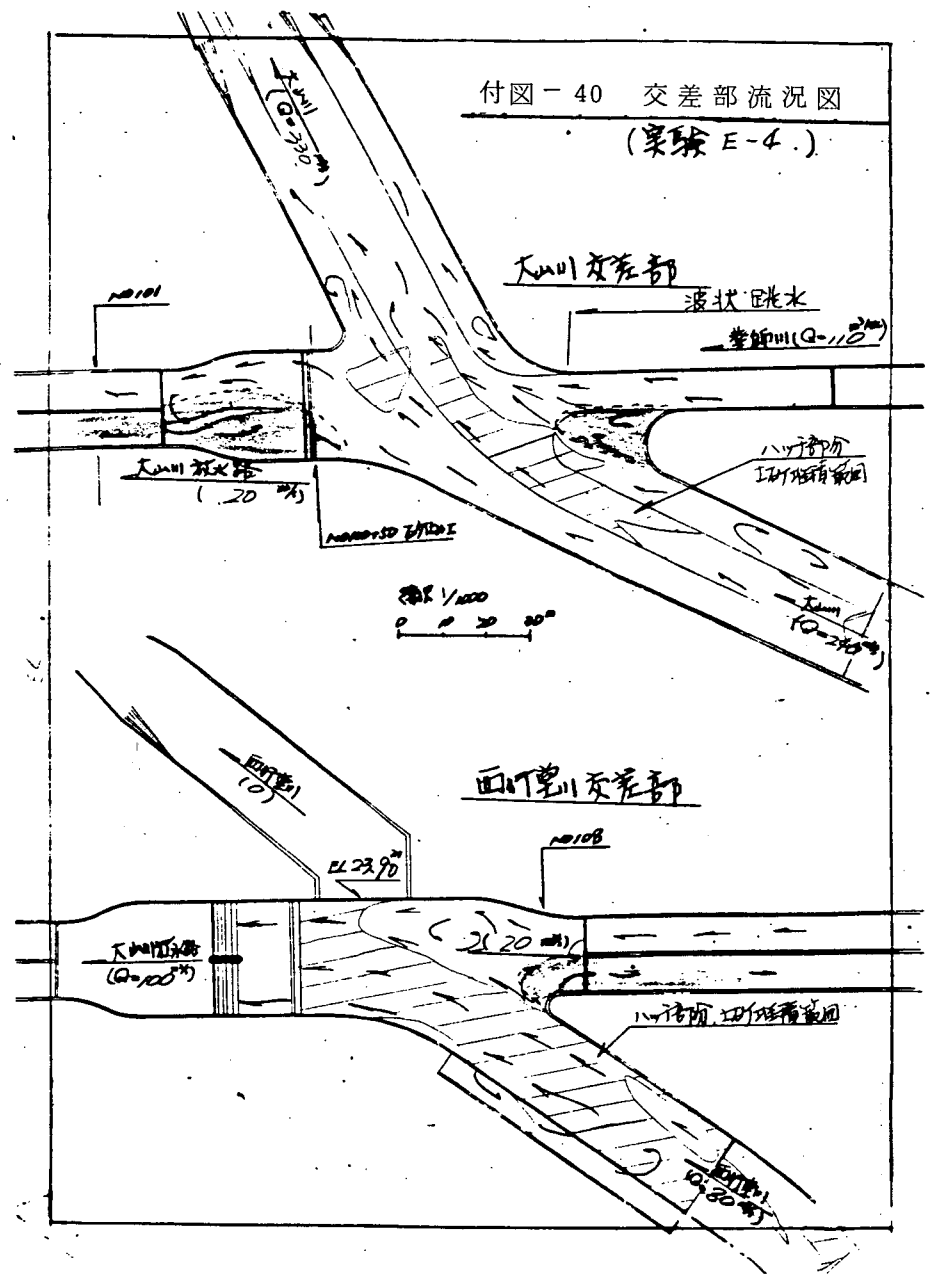
付図-38 交差部流況図
(実験 E-2.)



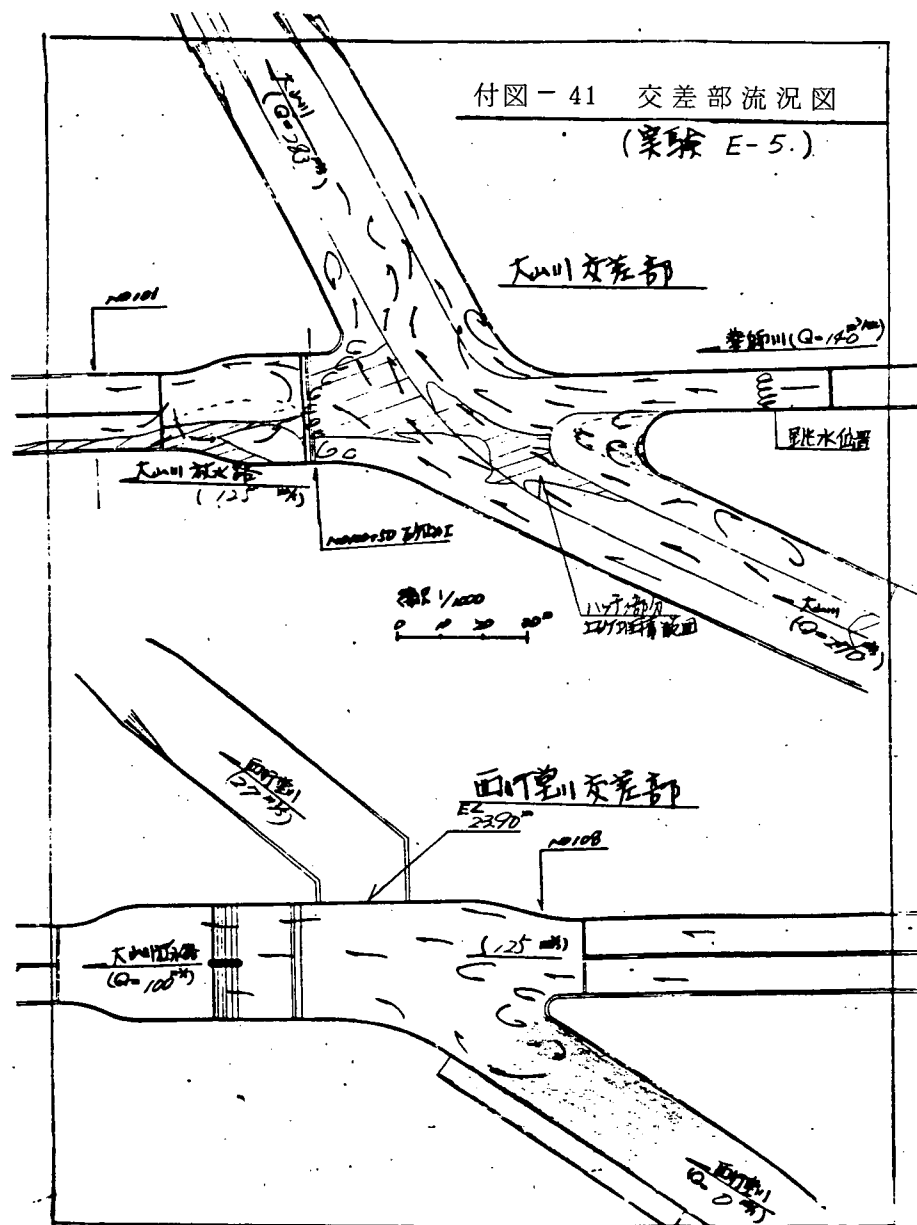
付図 - 39 交差部流況図
(実験 E-3.)



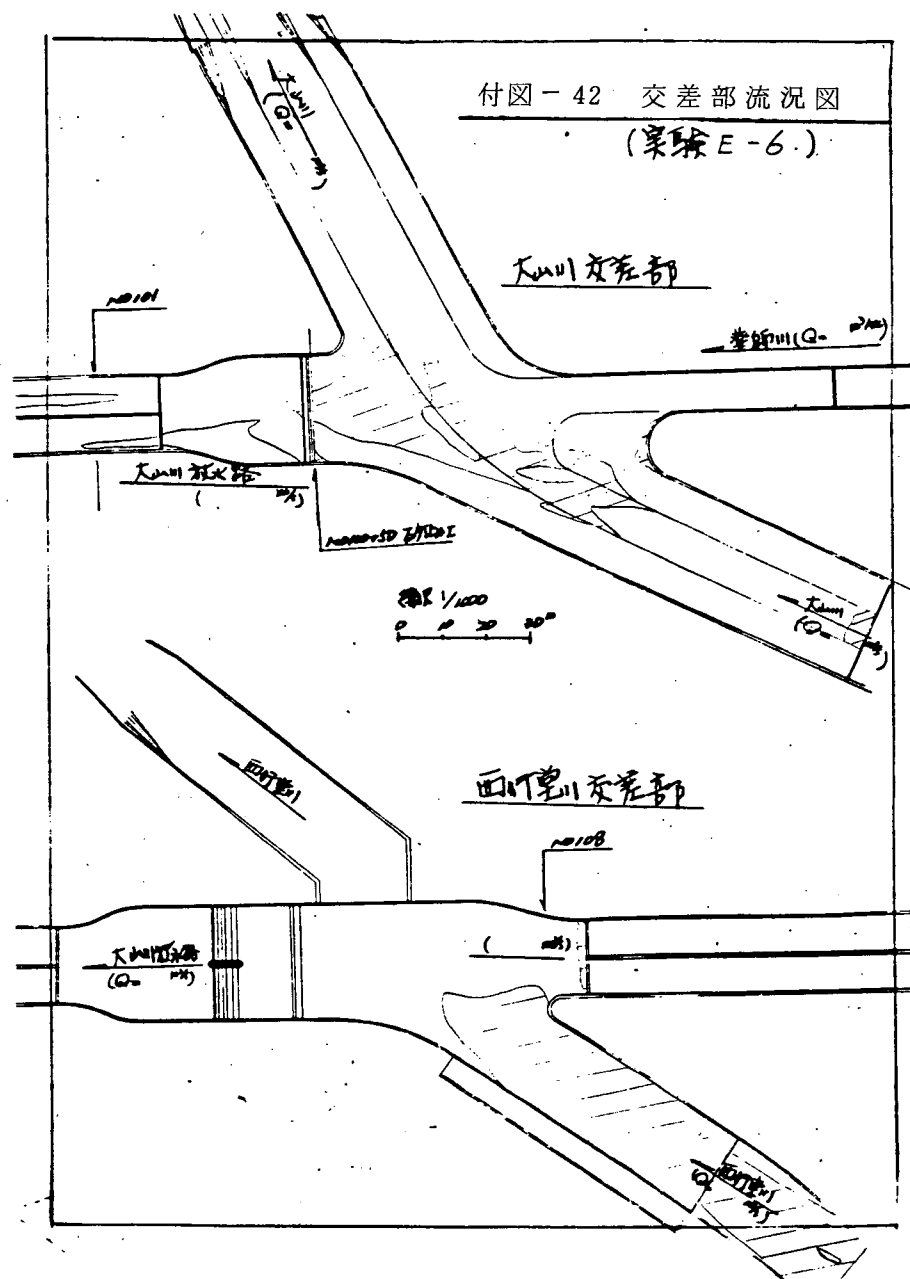
付図 - 40 交差部流況図
(実験 E-4.)



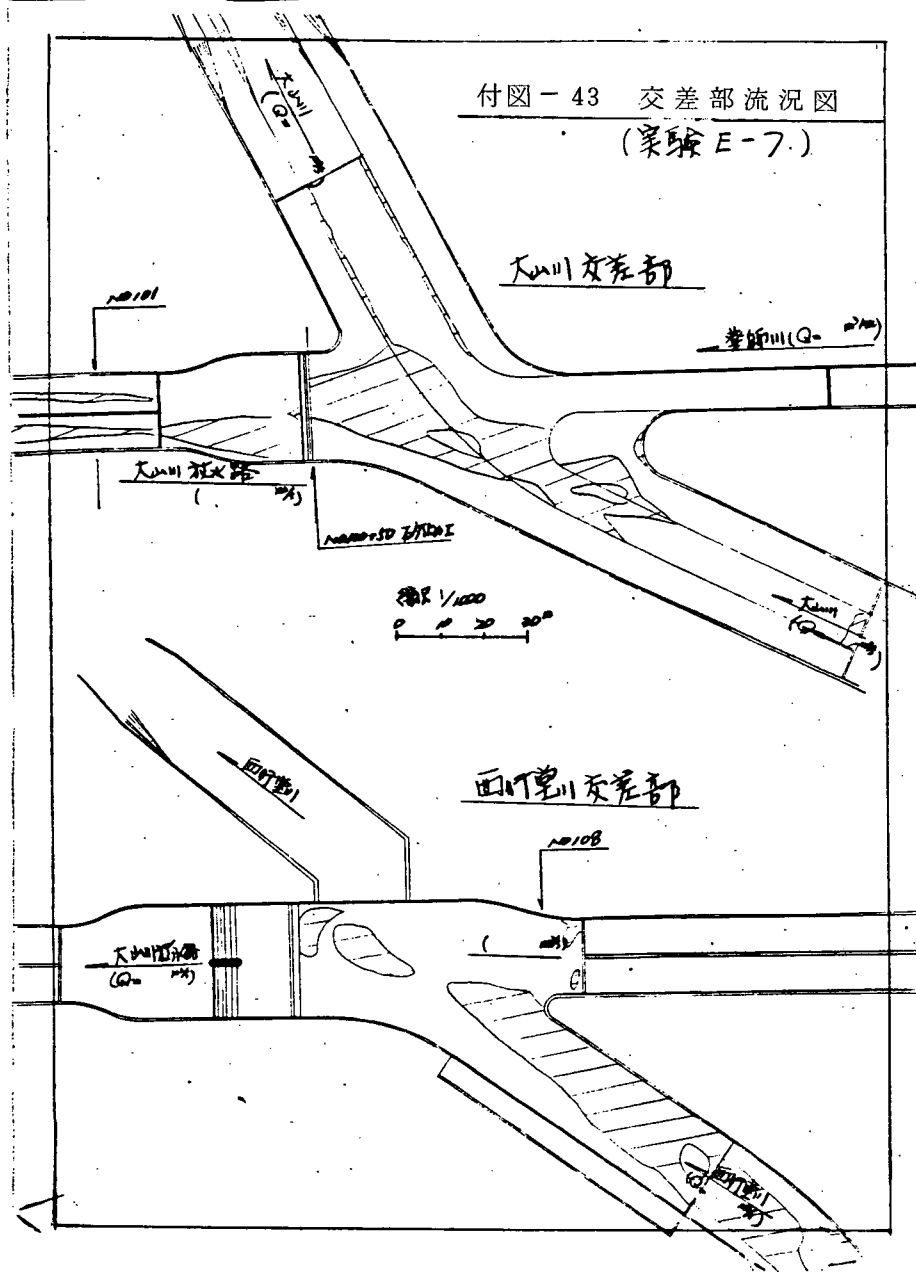
付図-41 交差部流況図
(実験 E-5.)



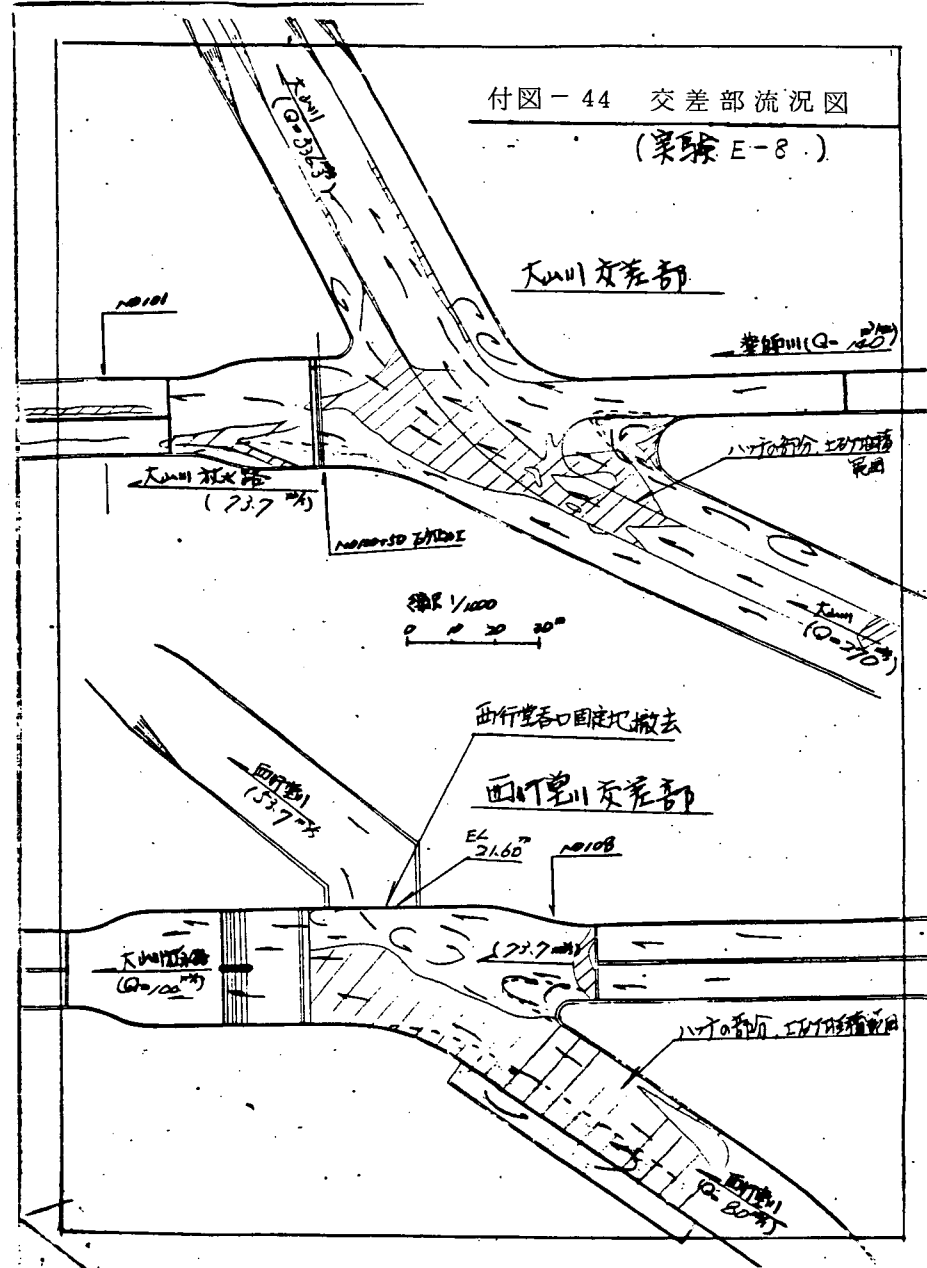
付図-42 交差部流況図
(実験 E-6.)



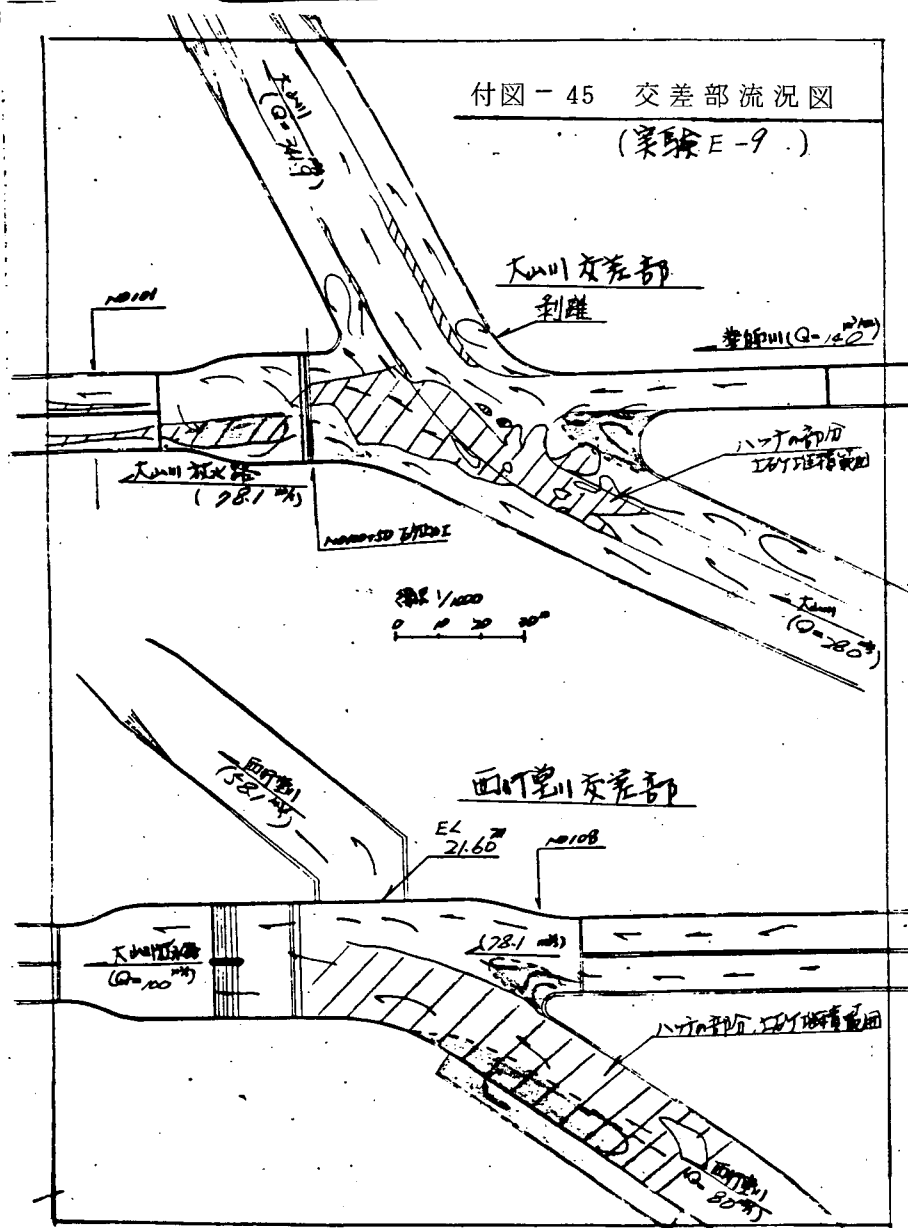
付図-43 交差点流況図
(実験 E-7.)



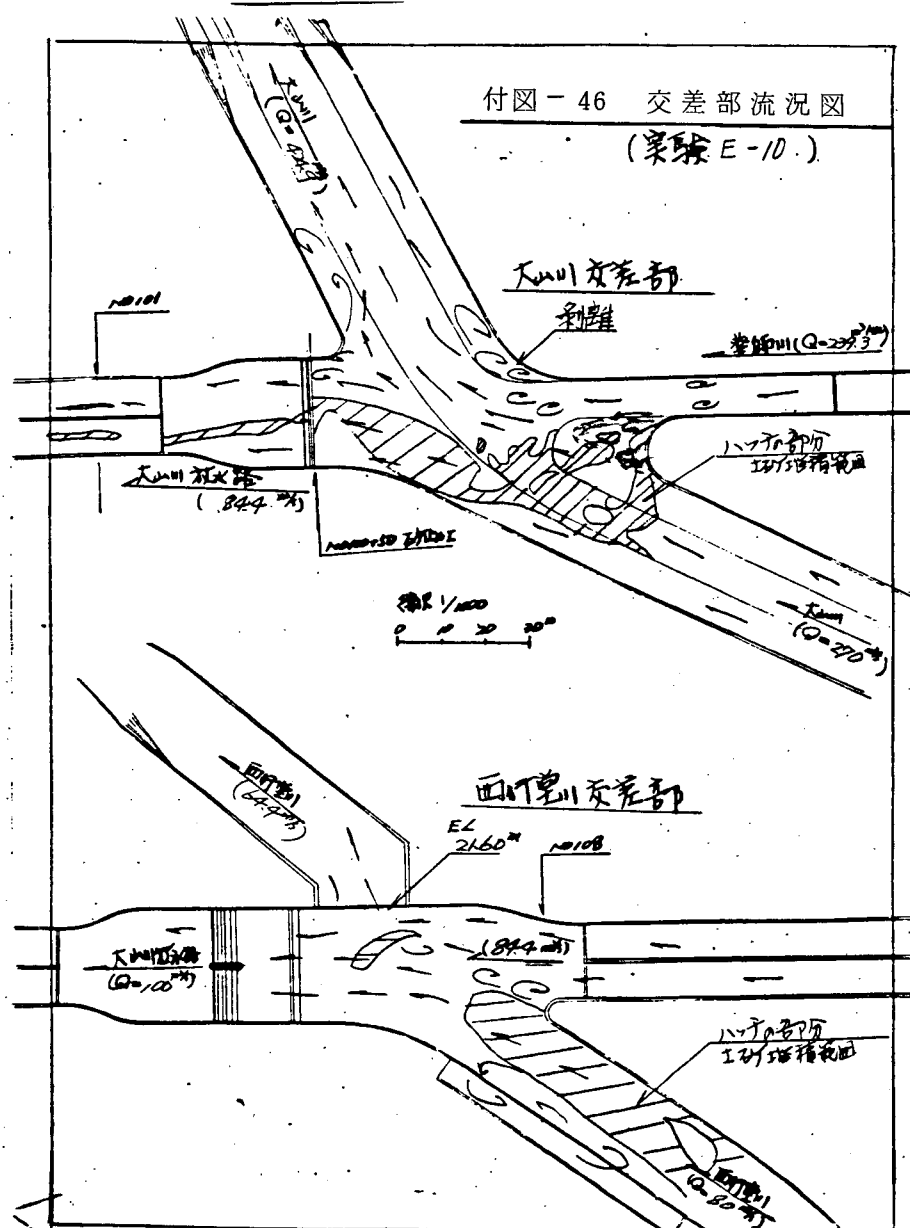
付図-44 交差点流況図
(実験 E-8.)



付図 - 45 交差点部流況図
(実験 E-9.)

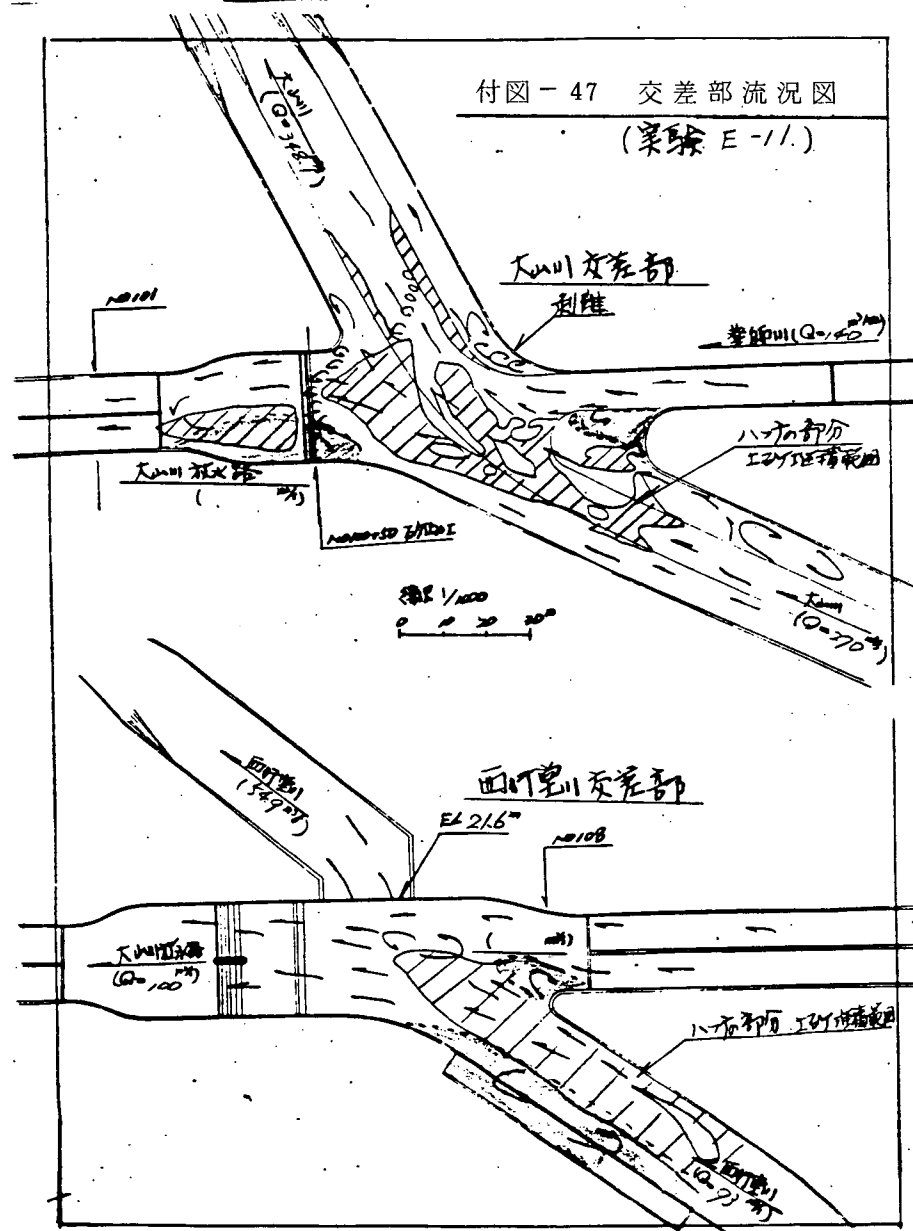


付図 - 46 交差点部流況図
(実験 E-10.)



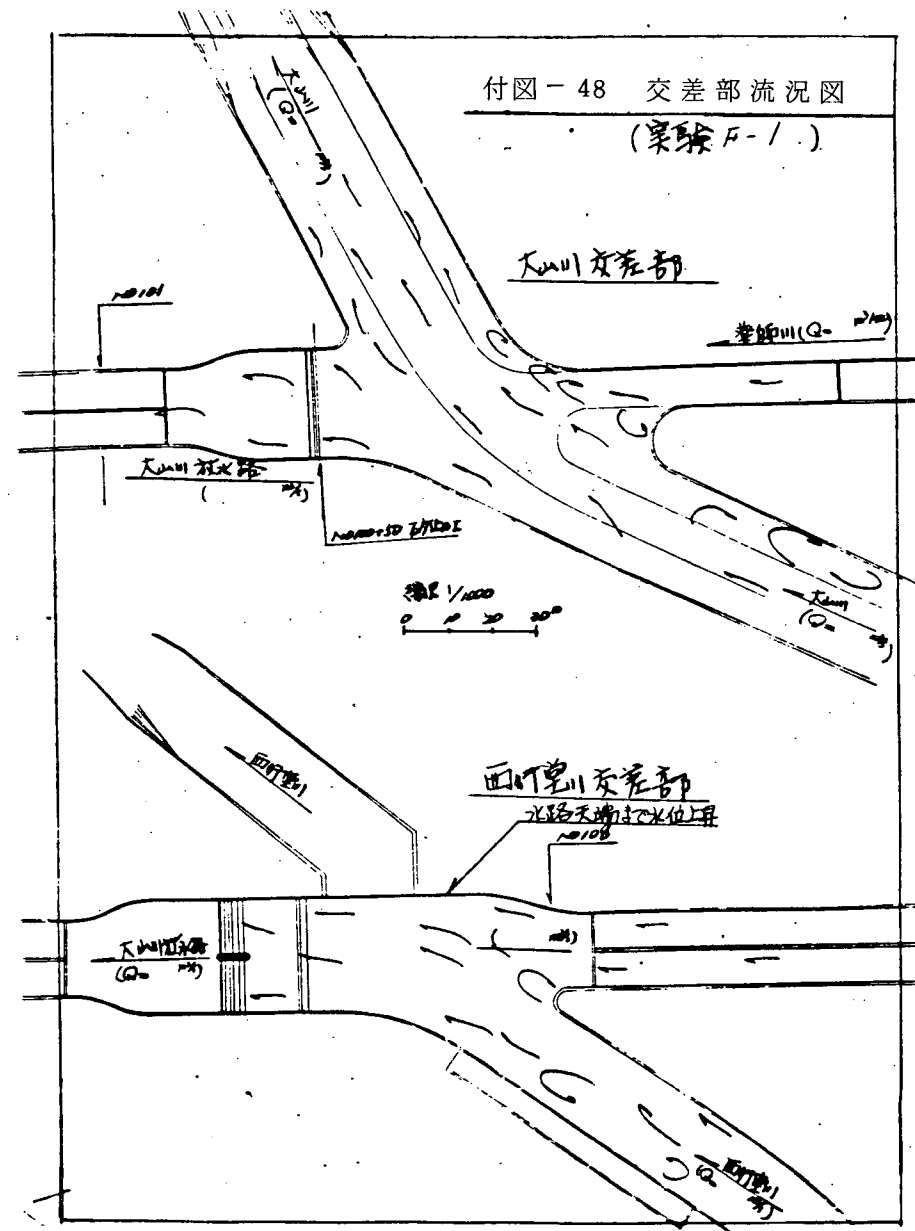
付図-47 交差部流況図

(実験 E-11.)

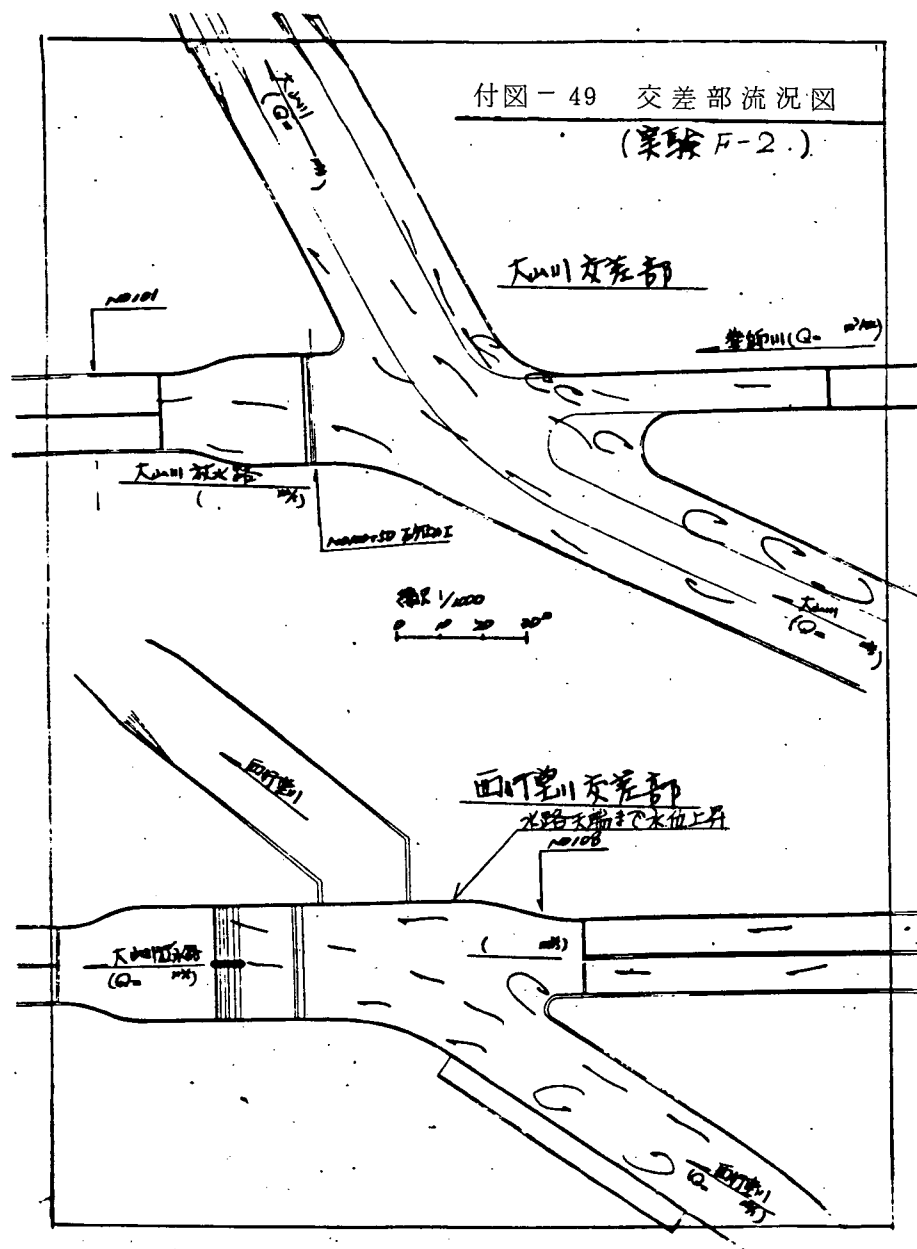


付図-48 交差部流況図

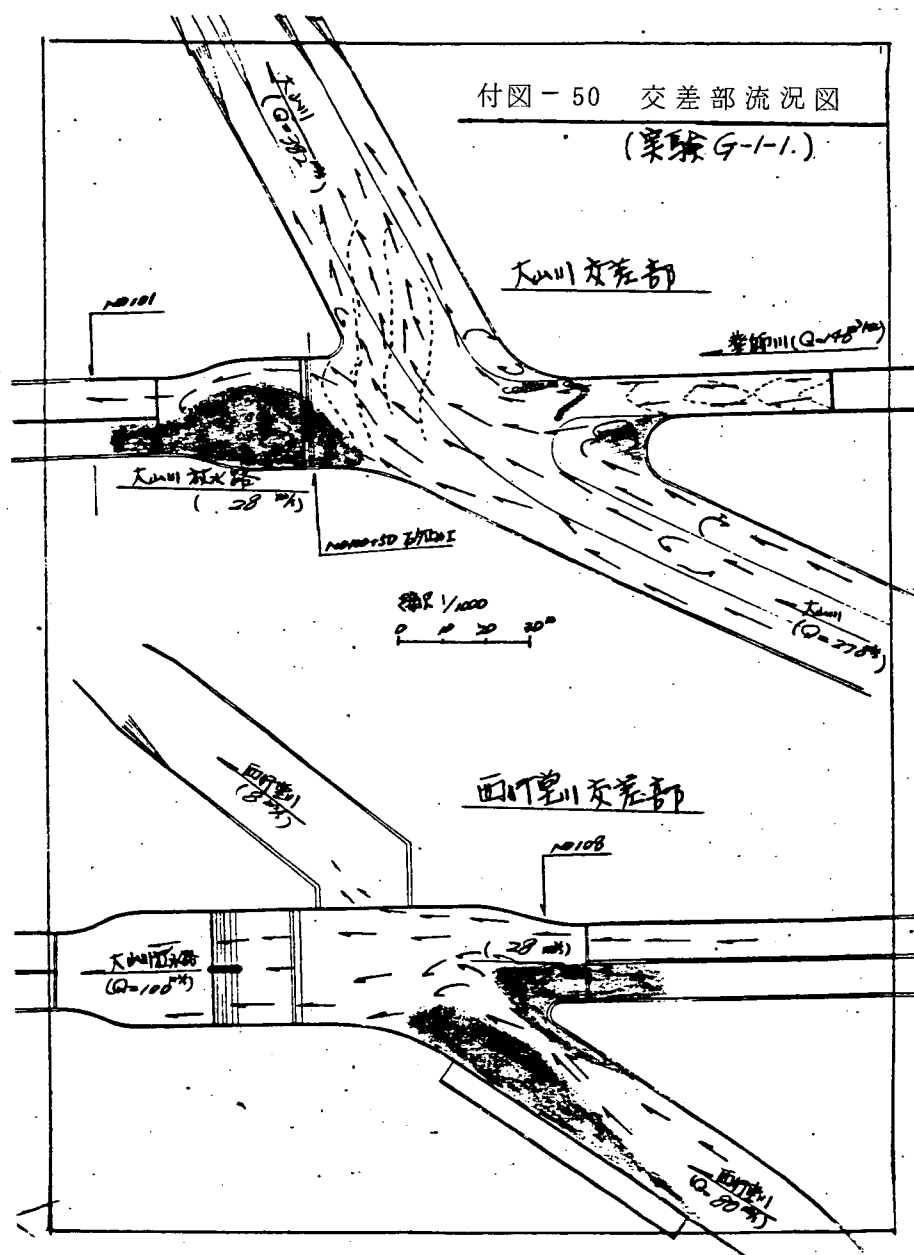
(実験 F-1.)



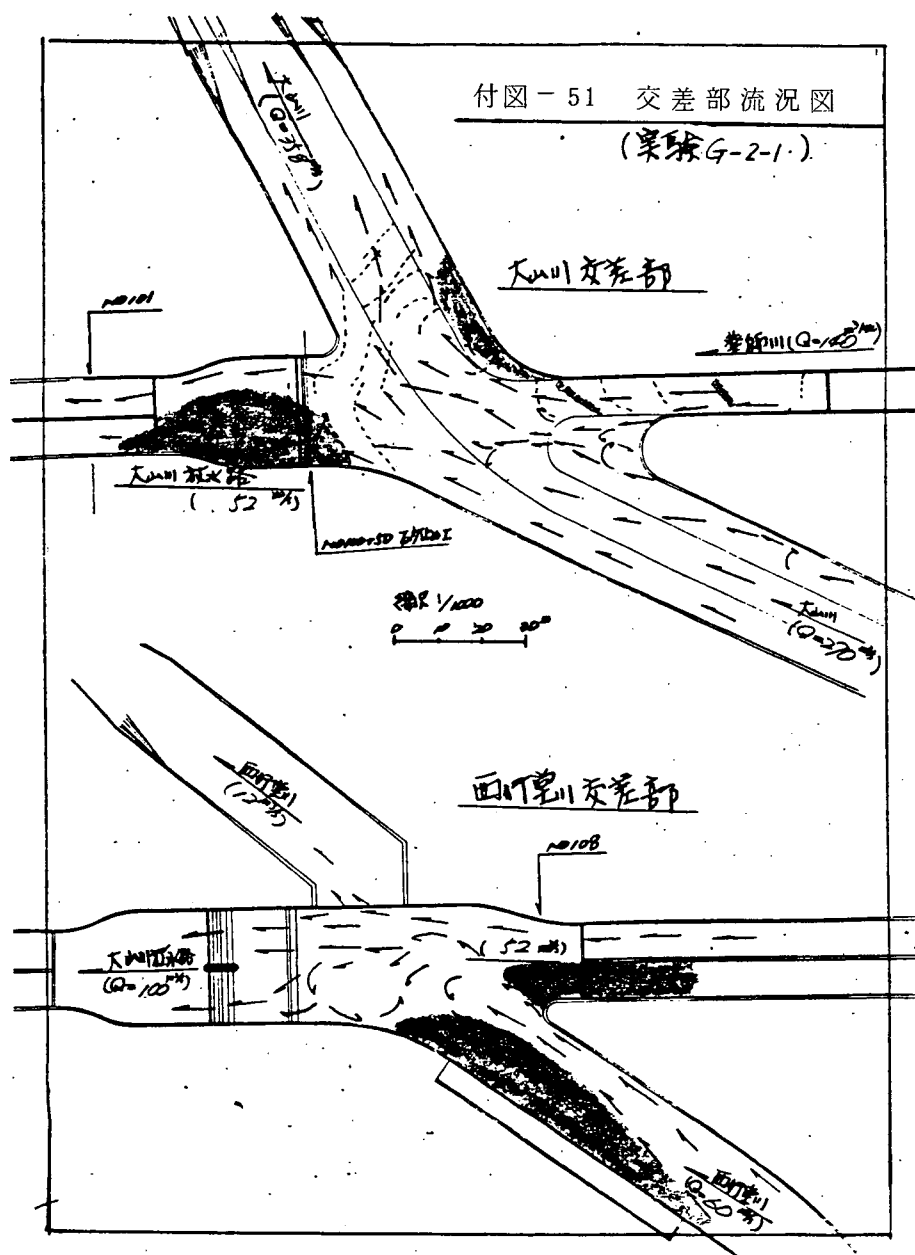
付図-49 交差部流況図
(実験 F-2.)



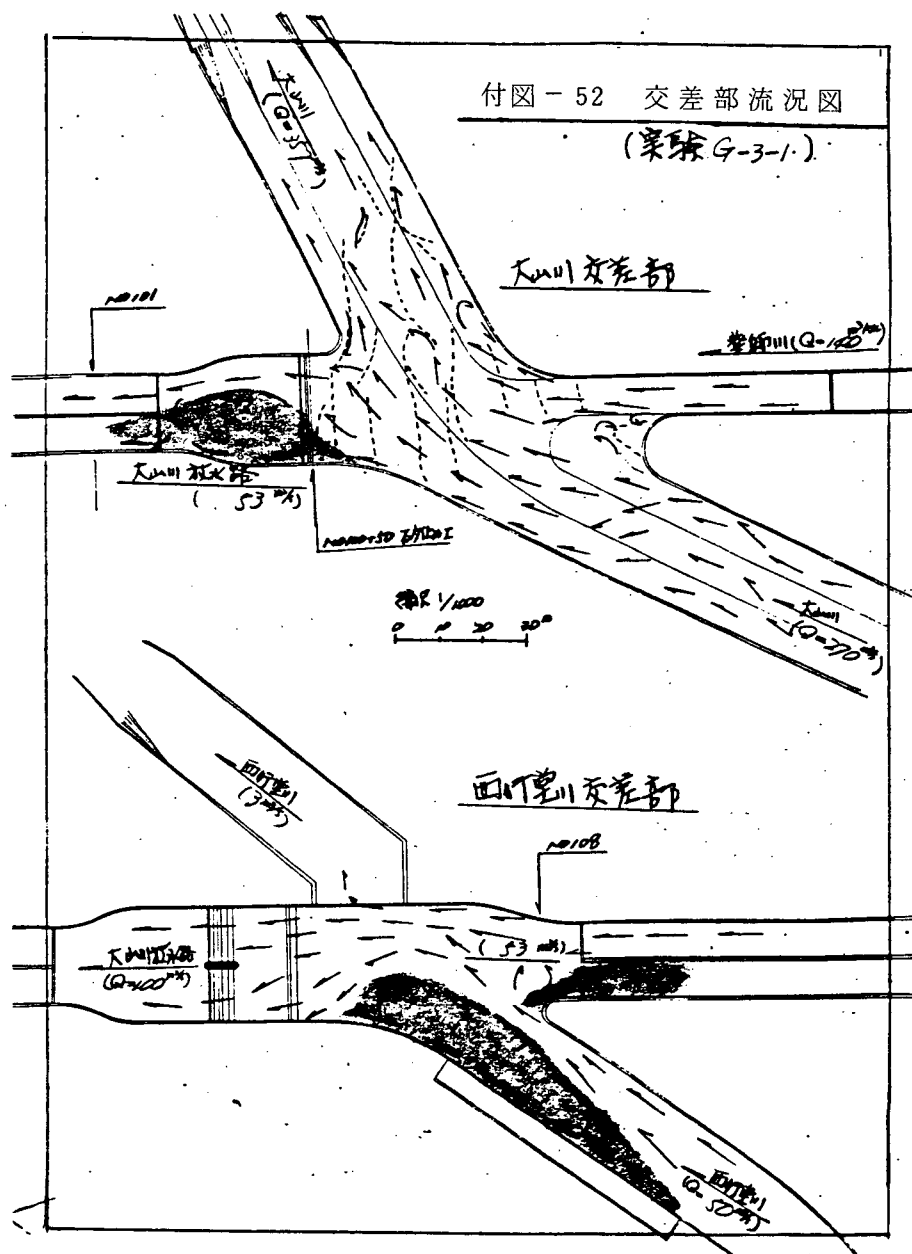
付図-50 交差部流況図
(実験 G-1-1.)



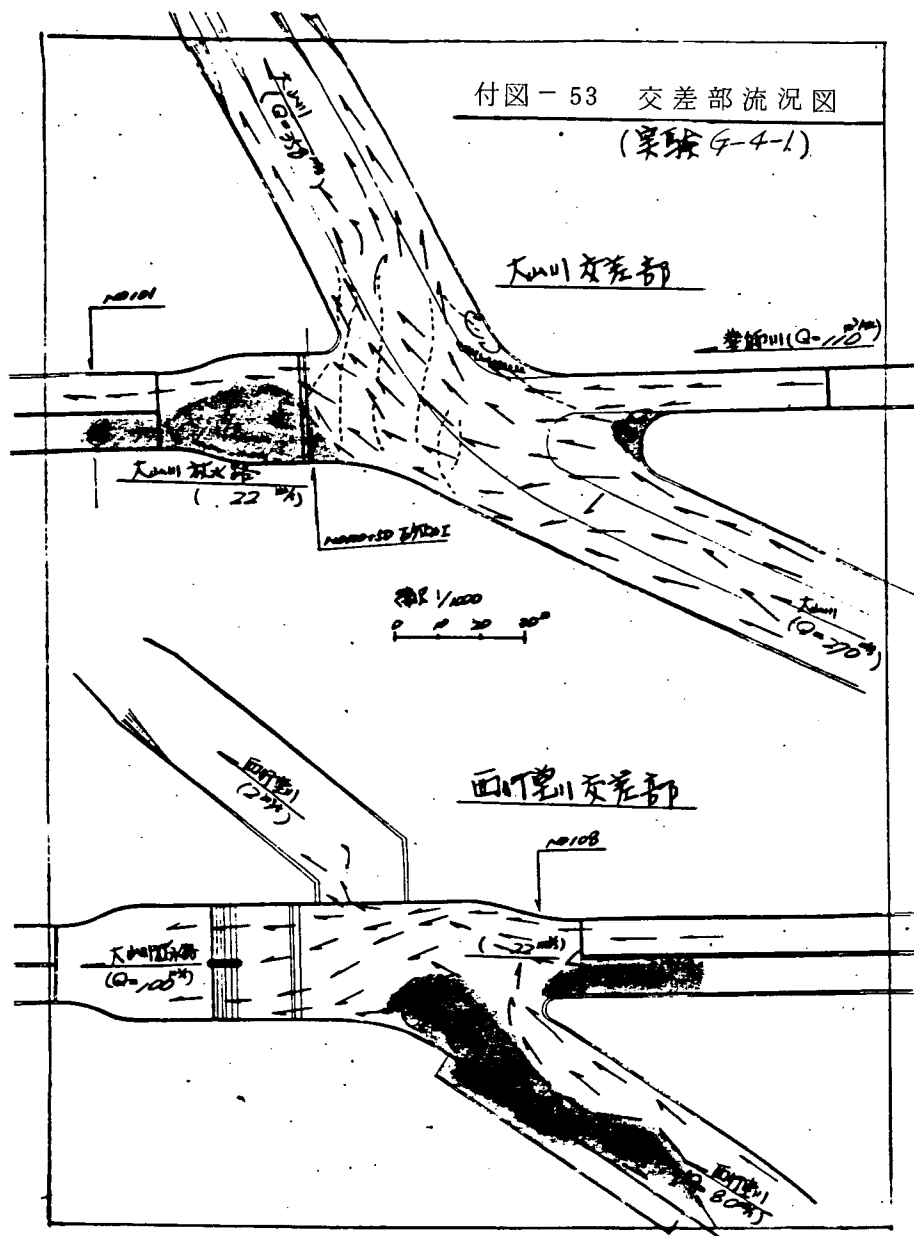
付図-51 交差部流況図
(実験G-2-1.)



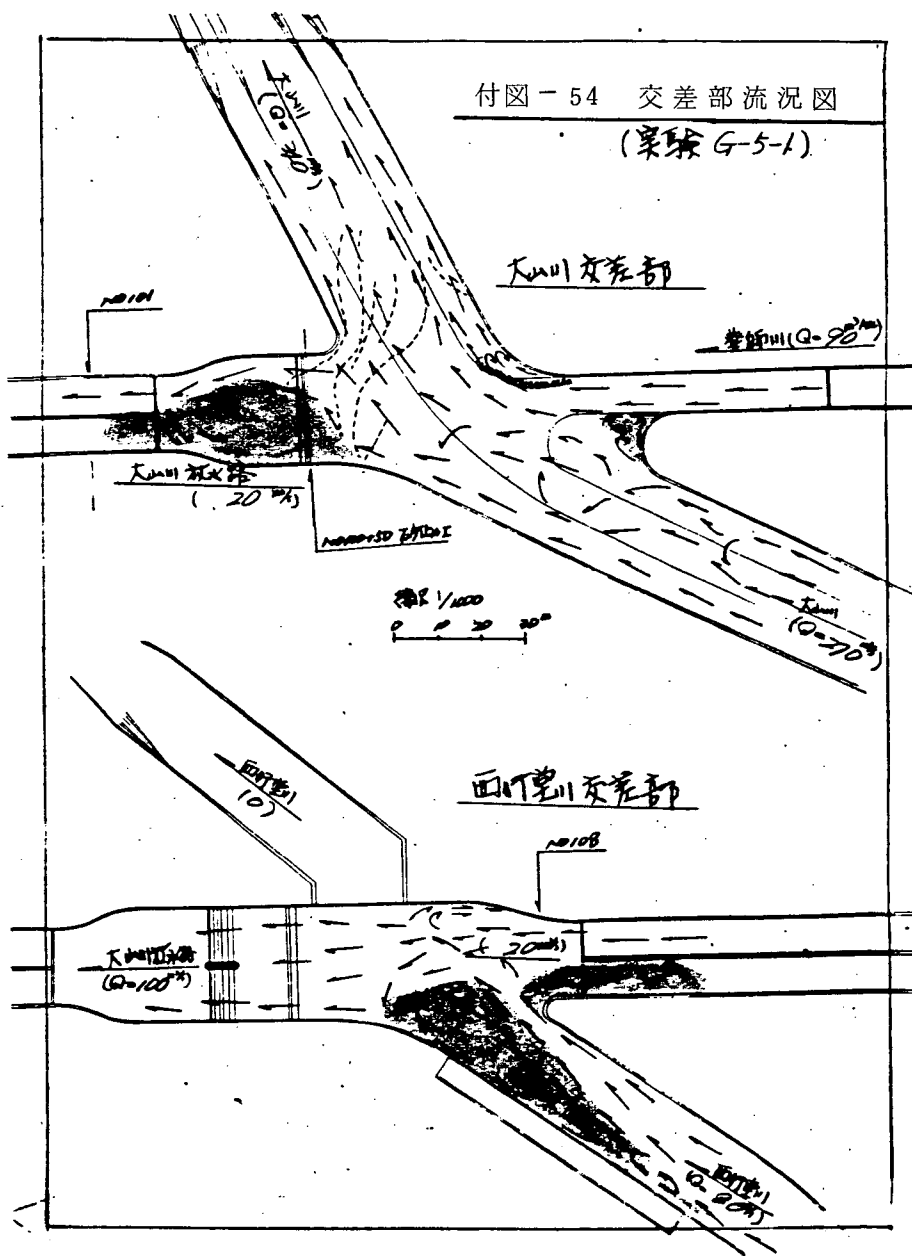
付図-52 交差部流況図
(実験G-3-1.)



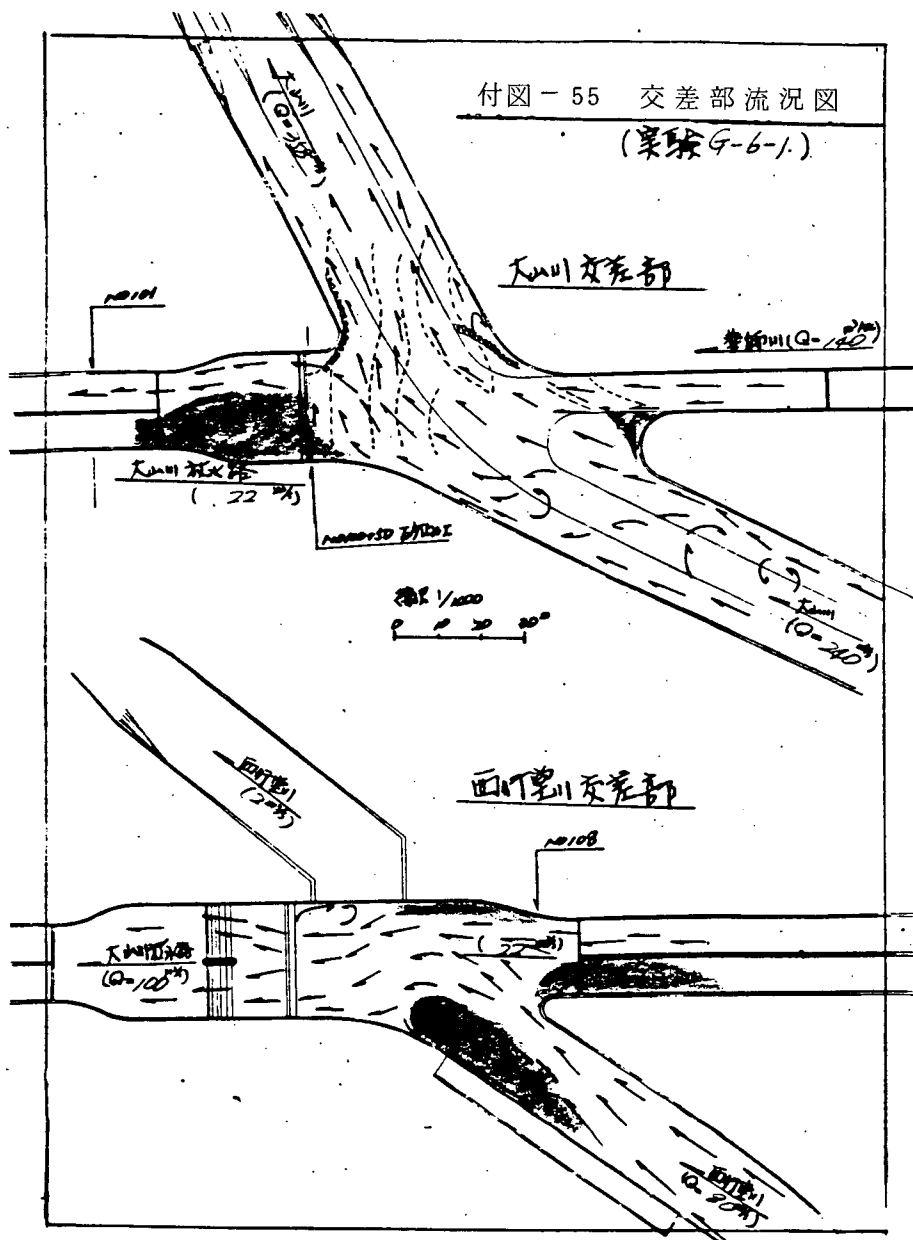
付図 - 53 交差部流況図
(案第 G-4-1)



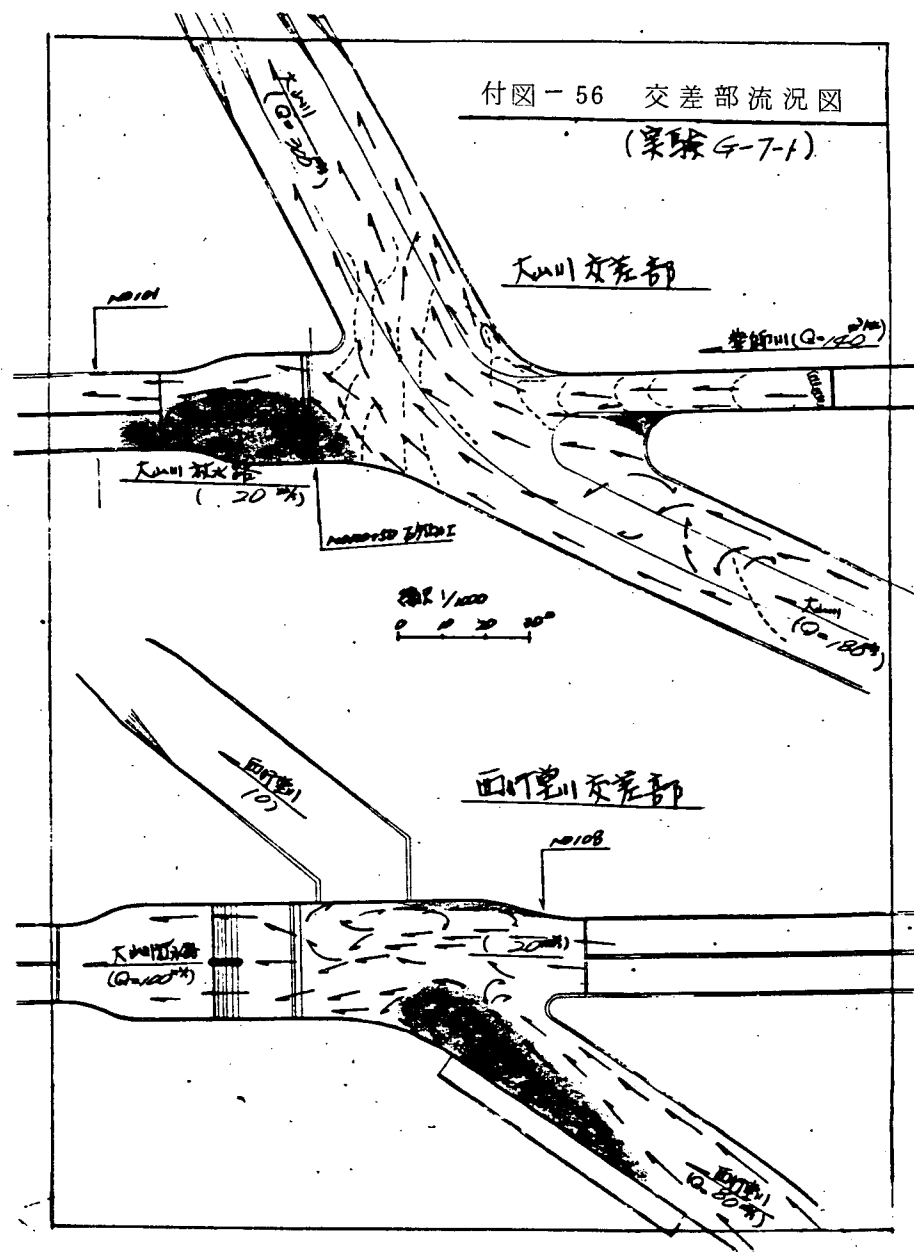
付図 - 54 交差部流況図
(案第 G-5-1)

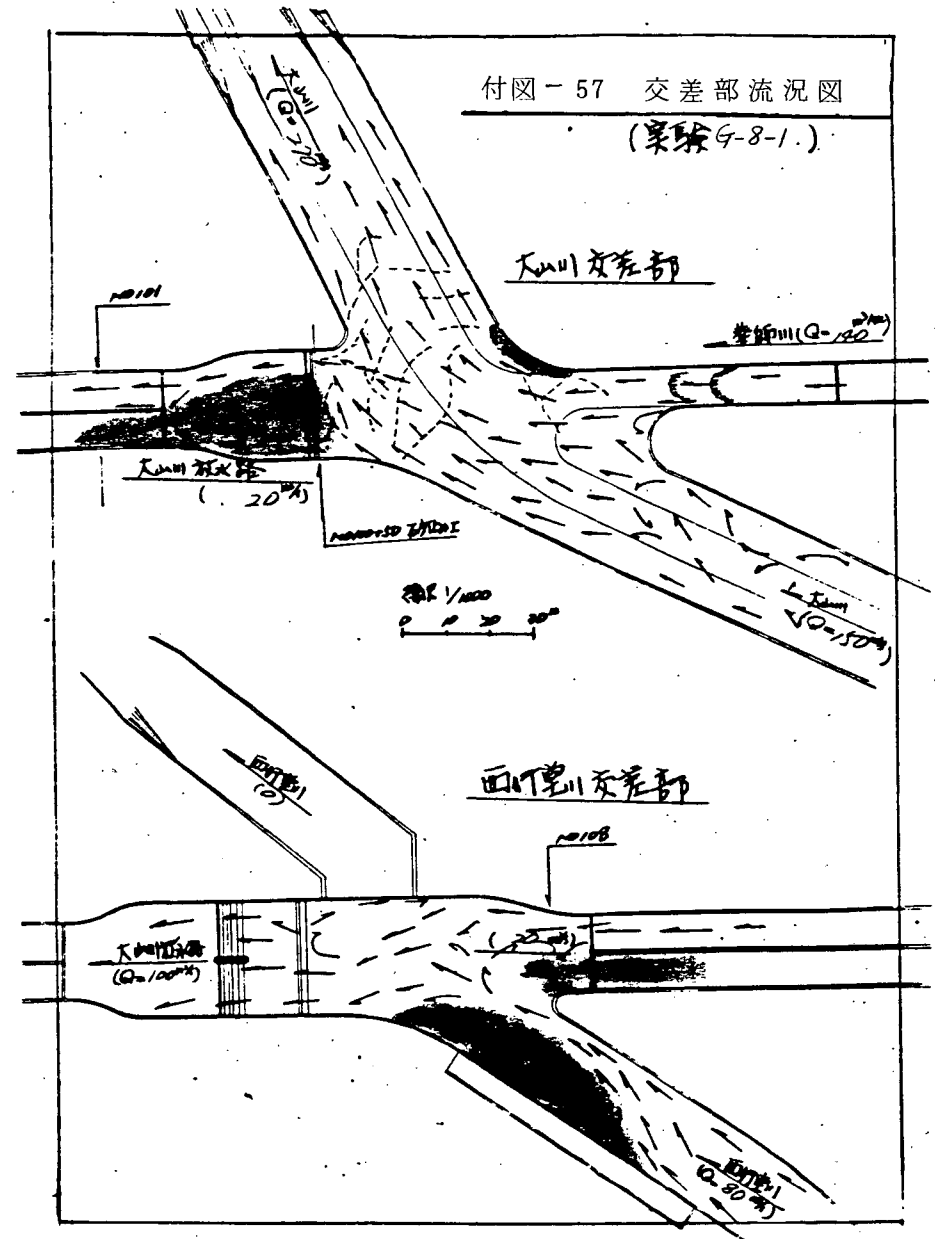


付図-55 交差部流況図
(実験 G-6-1.)

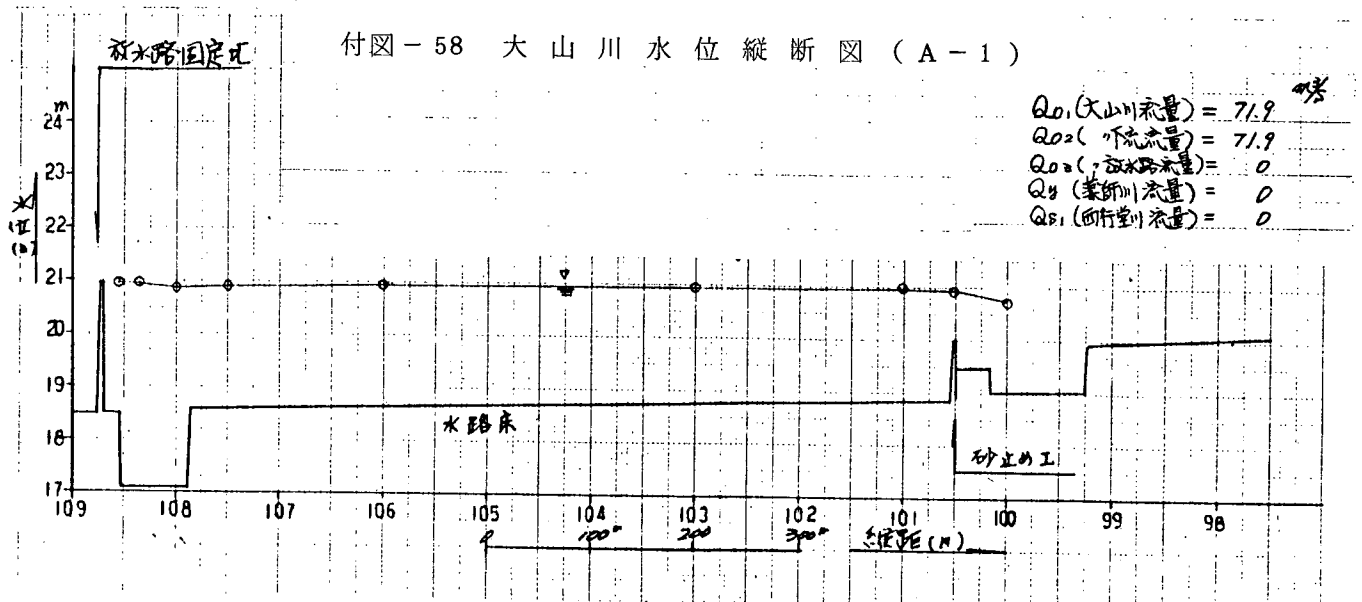


付図-56 交差部流況図
(実験 G-7-1.)

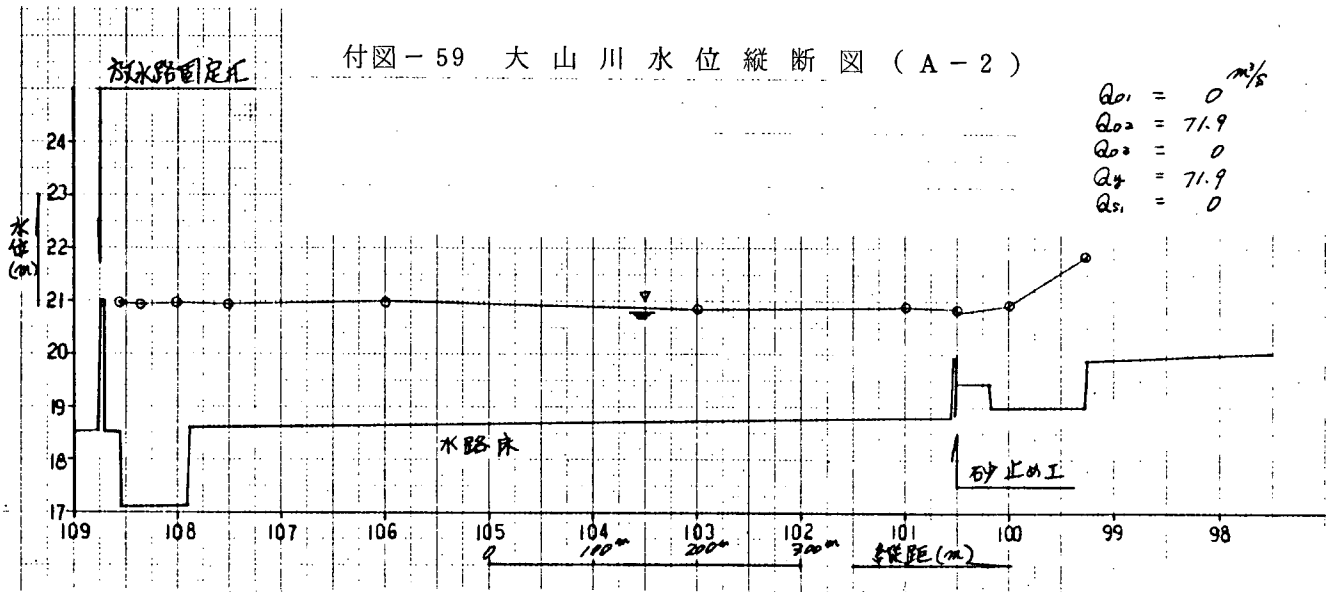




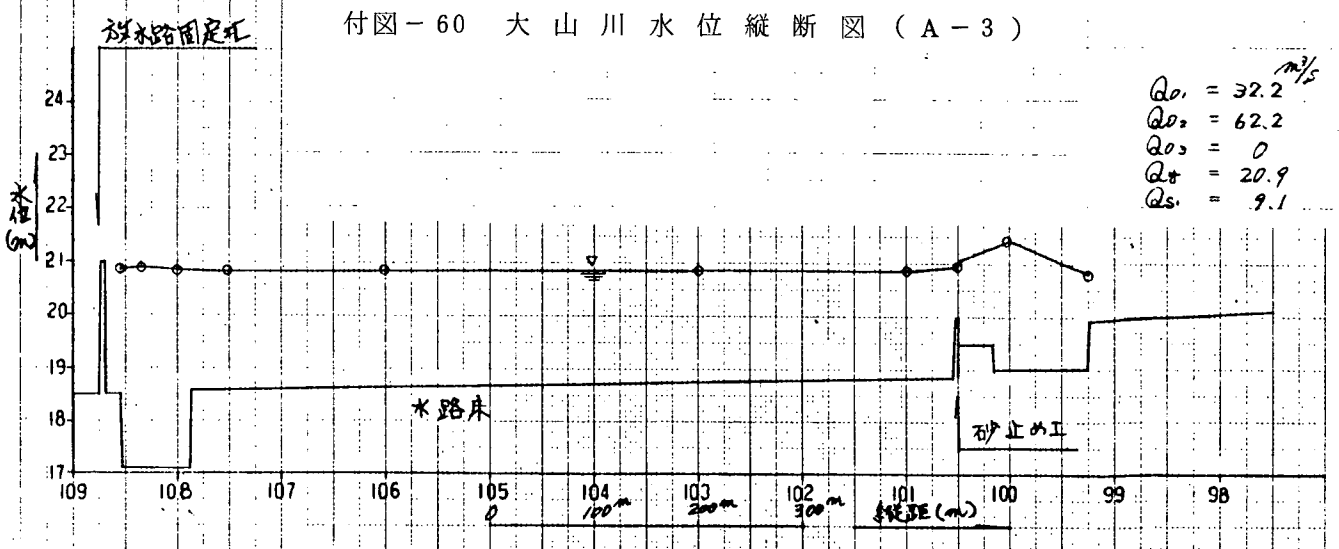
付図-58 大山川水位縦断図 (A-1)

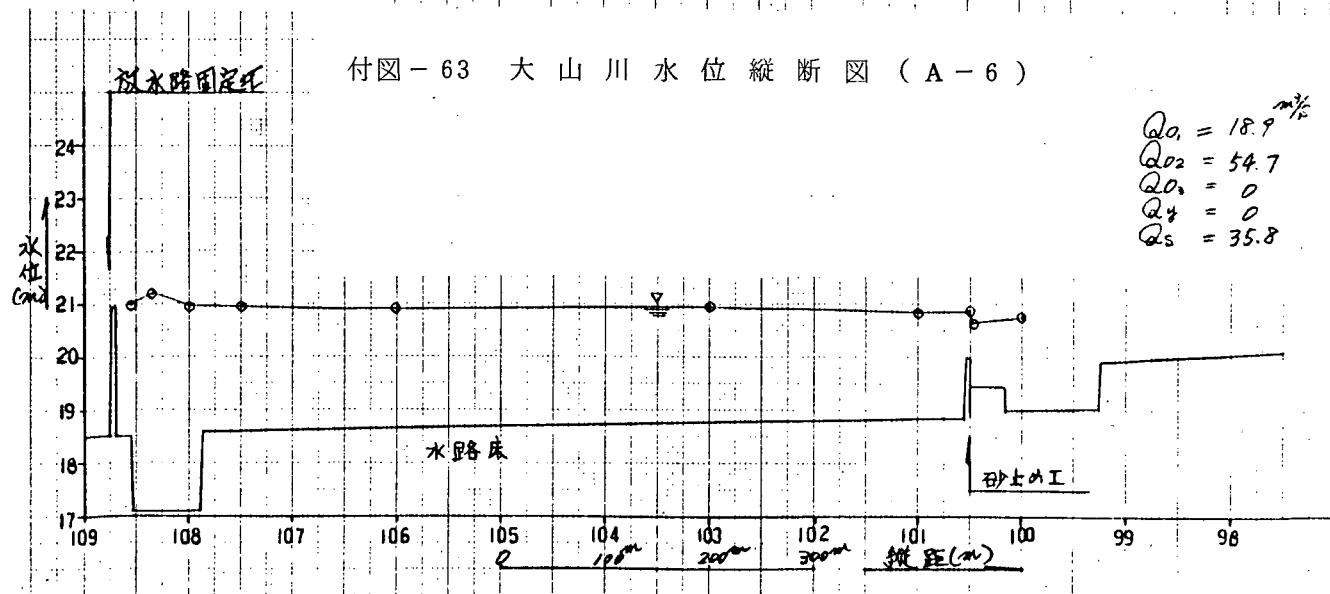
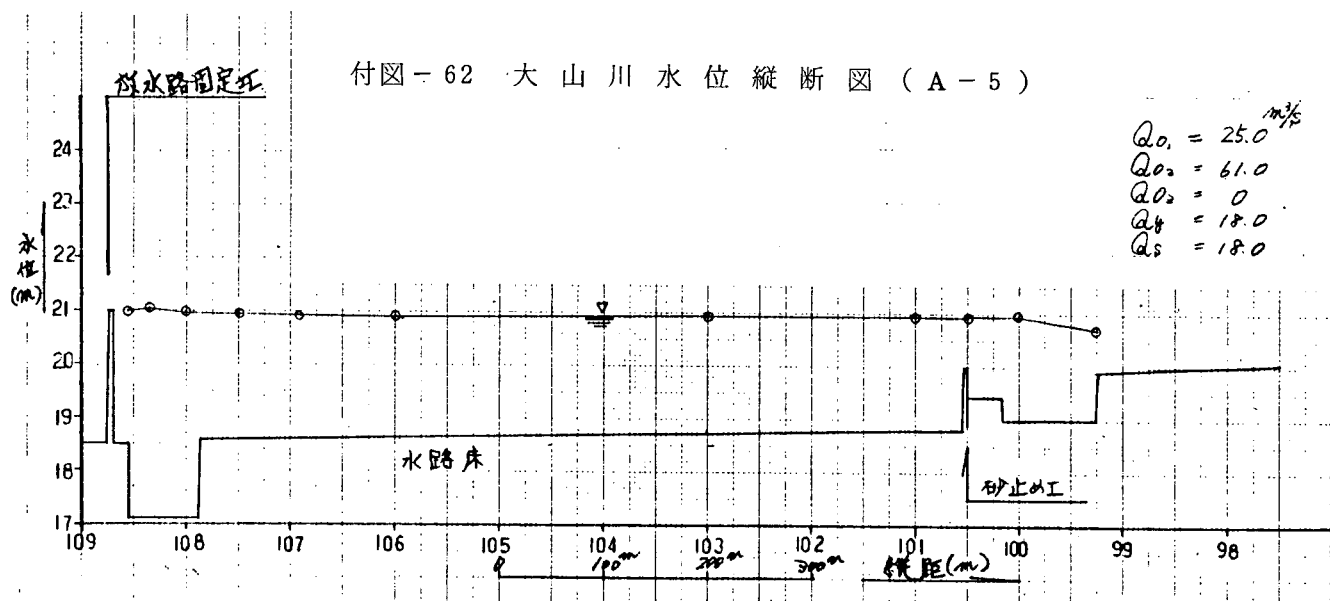
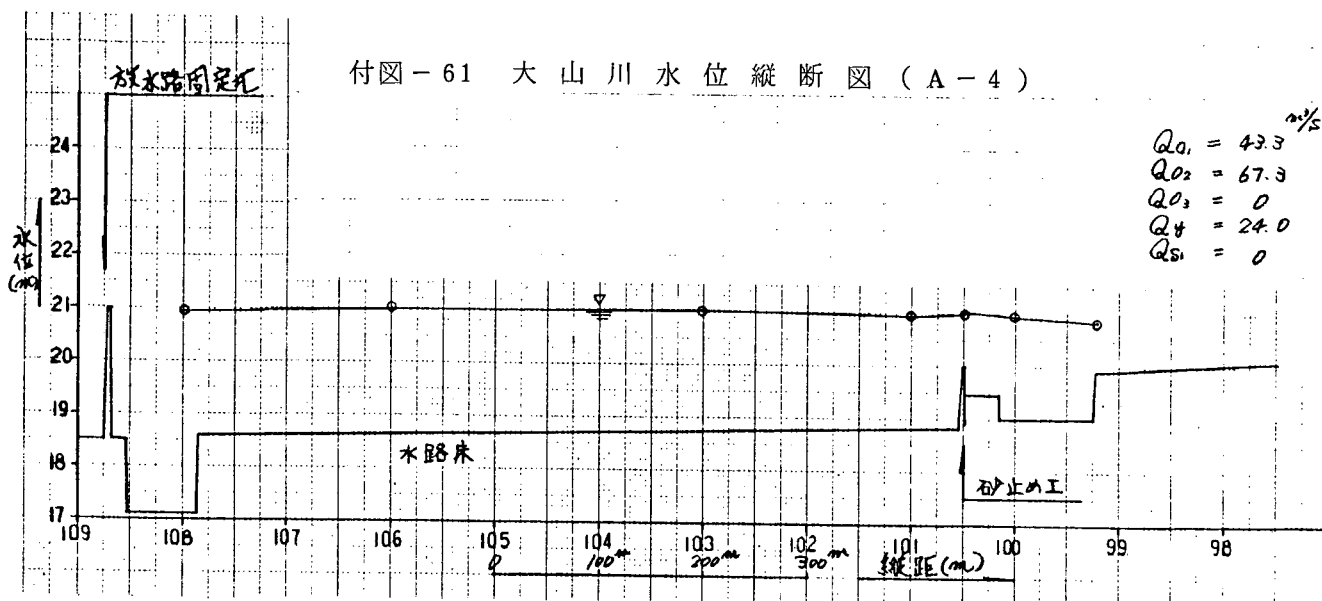


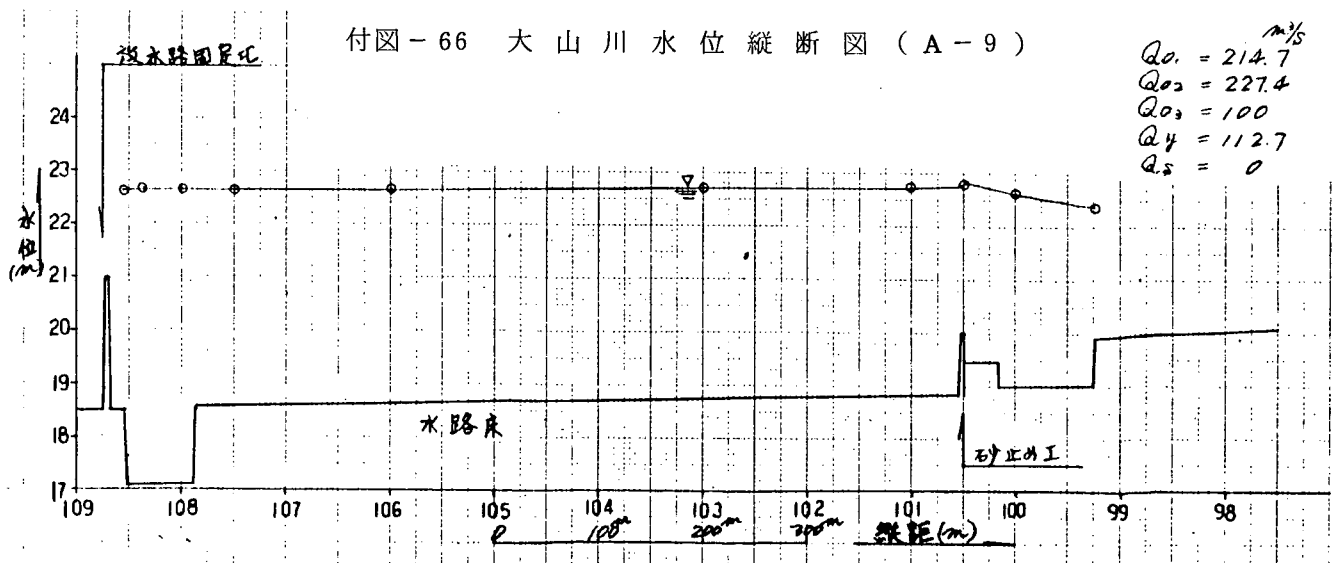
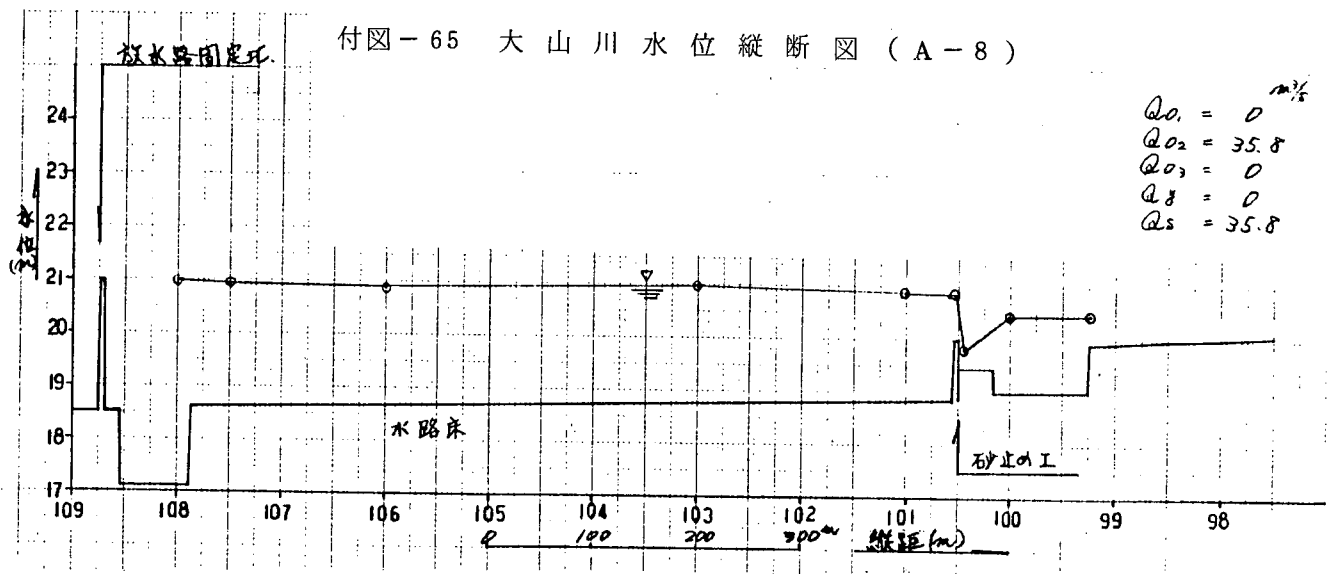
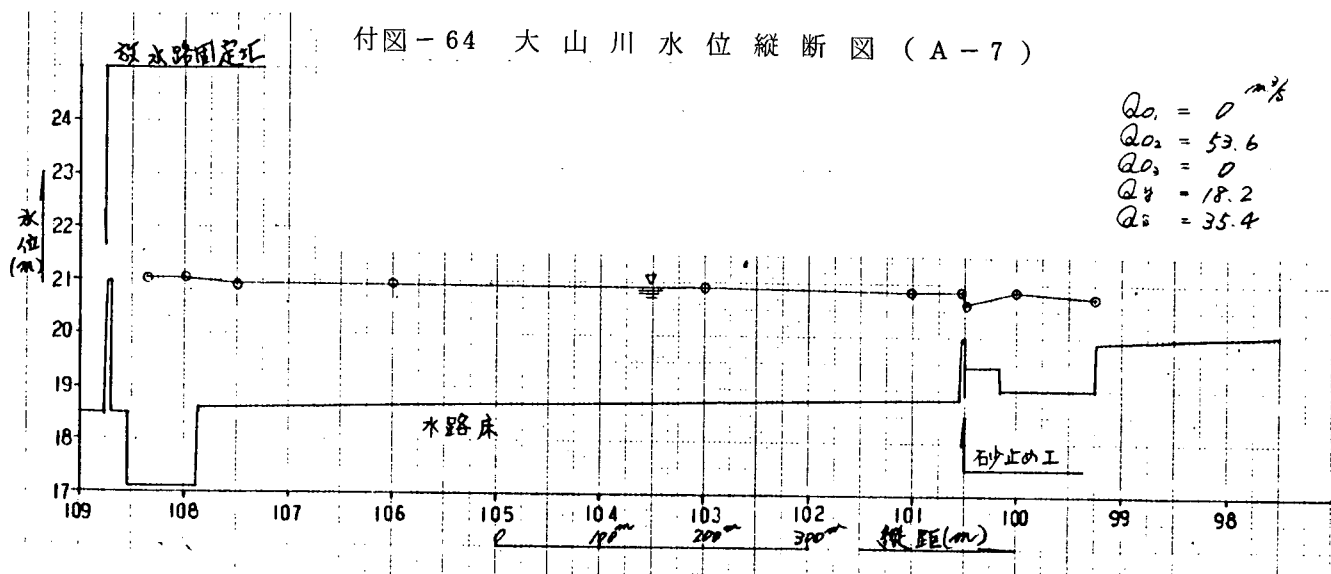
付図-59 大山川水位縦断図 (A-2)

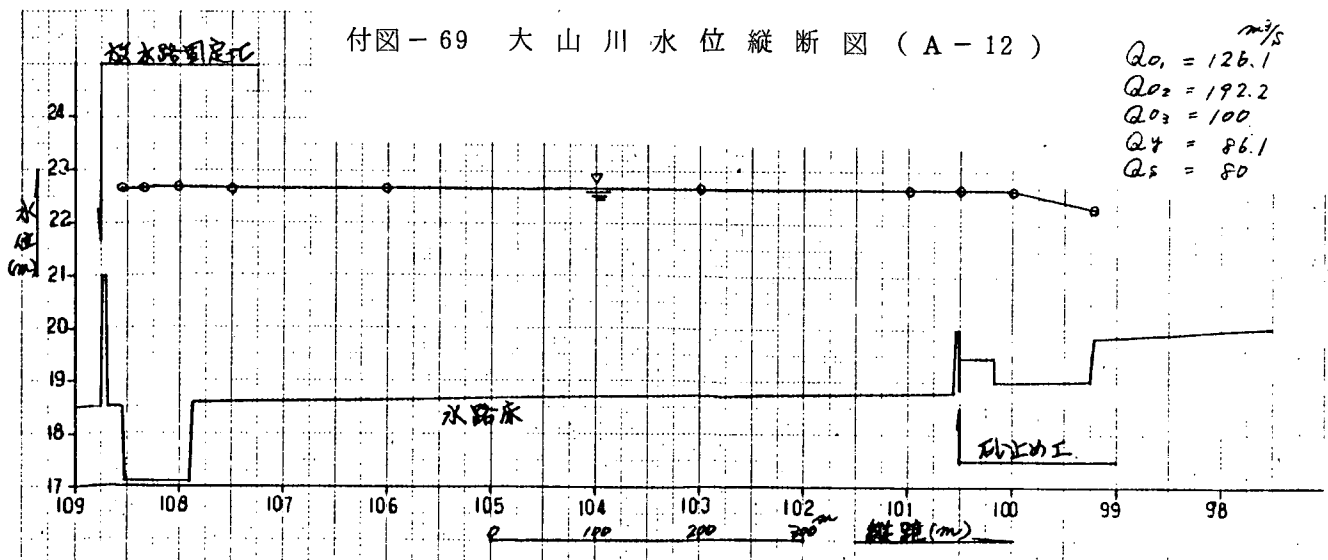
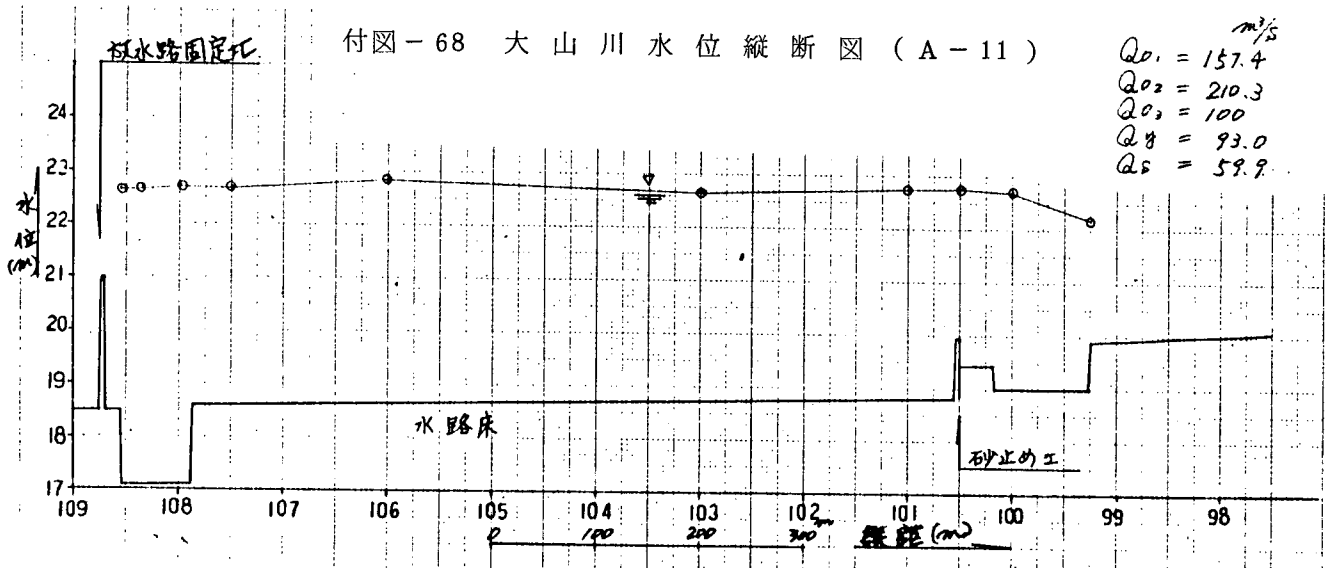
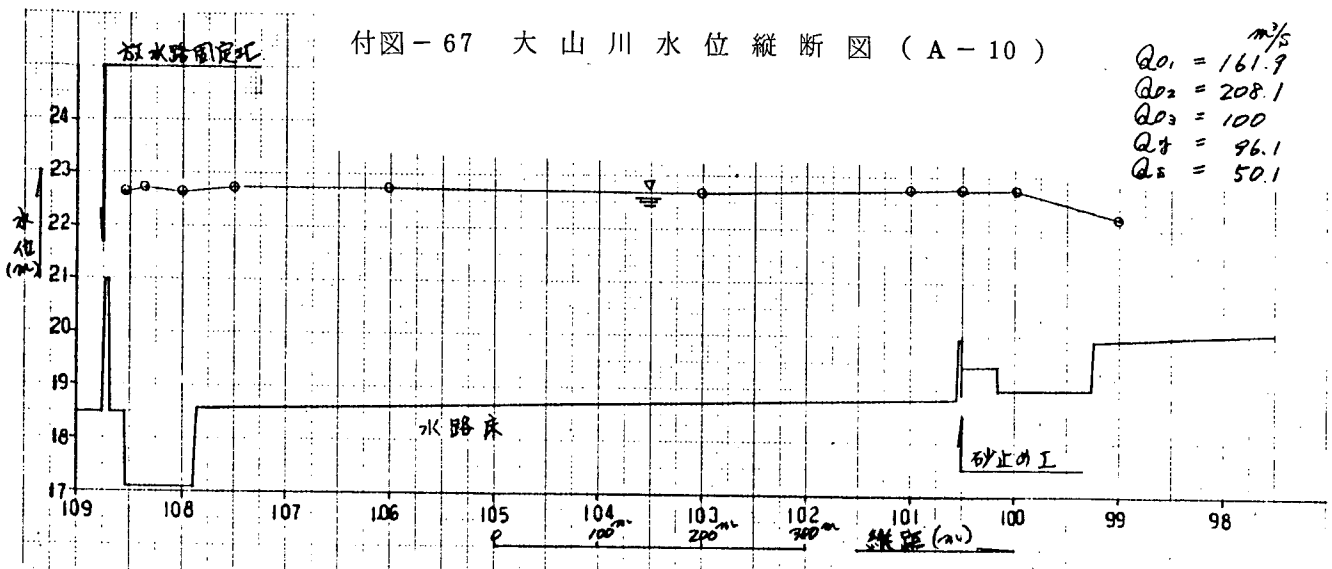


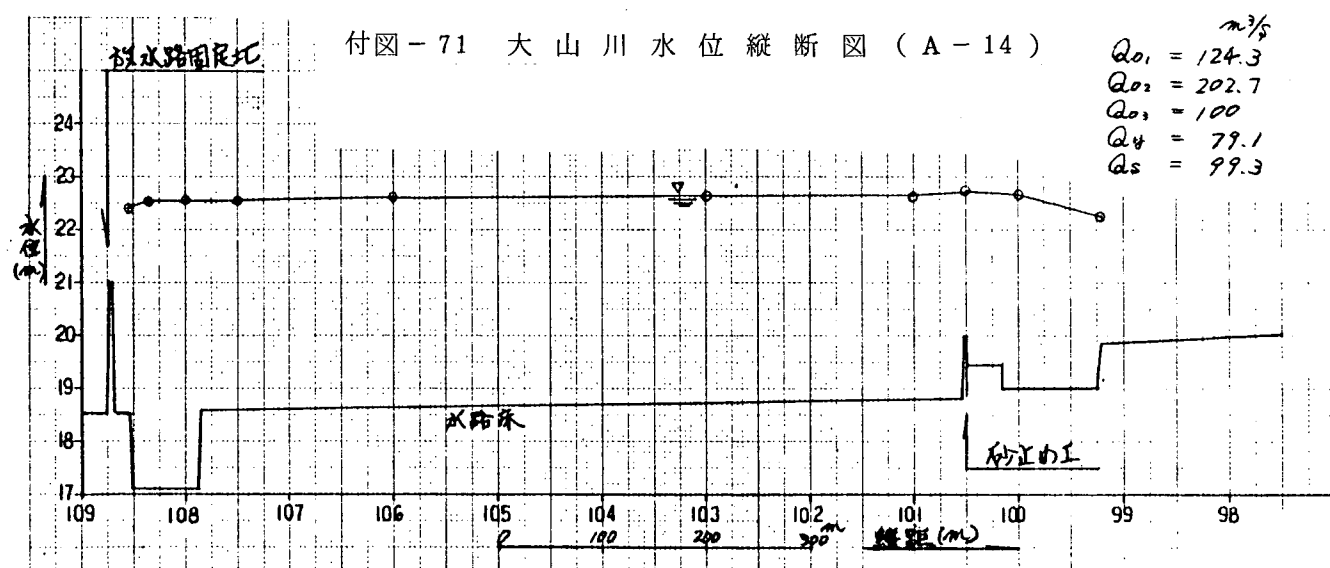
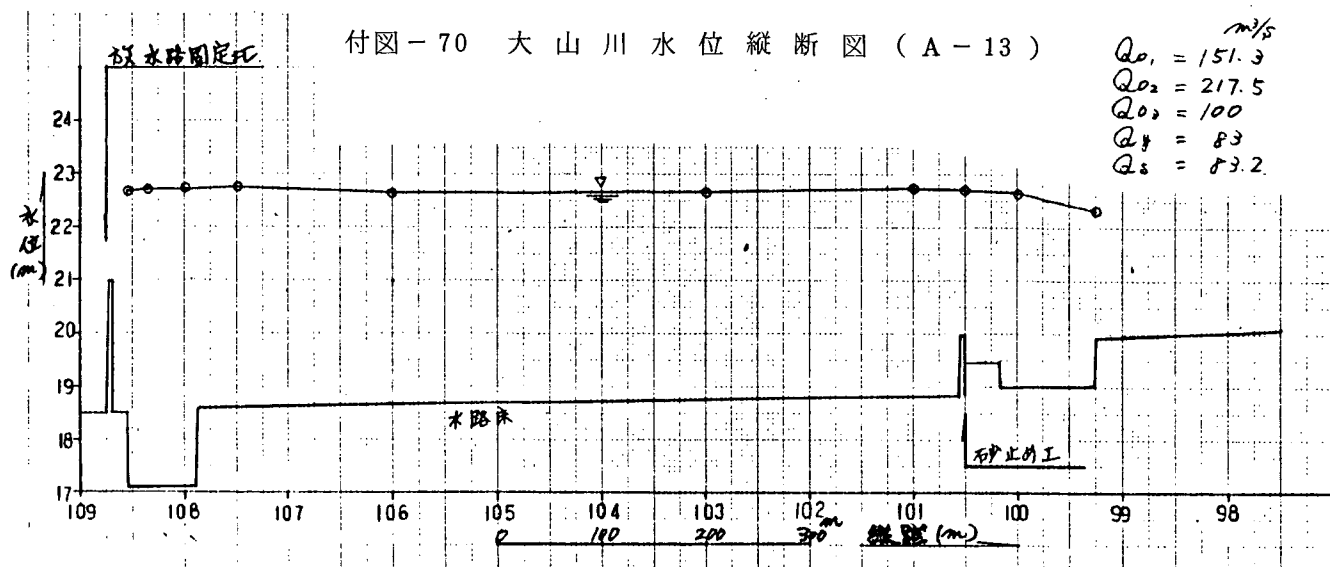
付図-60 大山川水位縦断図 (A-3)







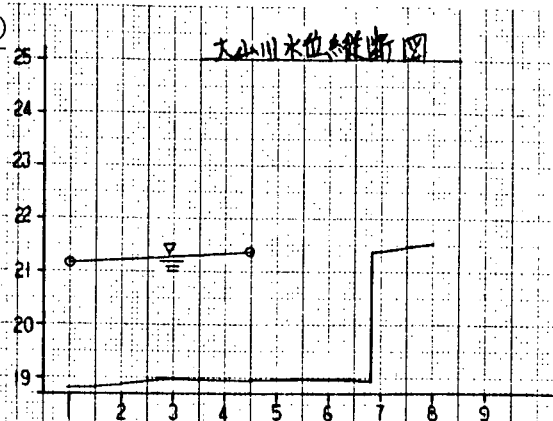
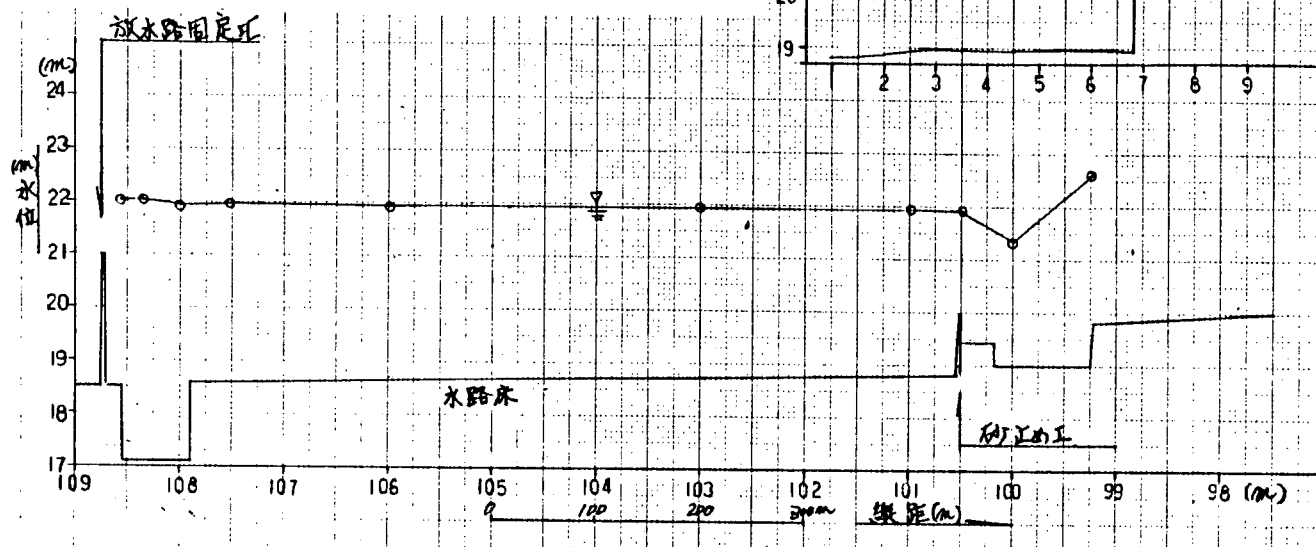




付図-72 大山川水位縦断図 (C-1)

Q_{01} (大山川流量) = $0 \frac{m^3}{s}$
 Q_{02} (下流流量) = 123
 Q_{03} (放水路流量) = 17
 Q_4 (葉師川流量) = 140
 Q_{s1} (西行堂川流量) = 0
 Q_{s2} (下流流量) =

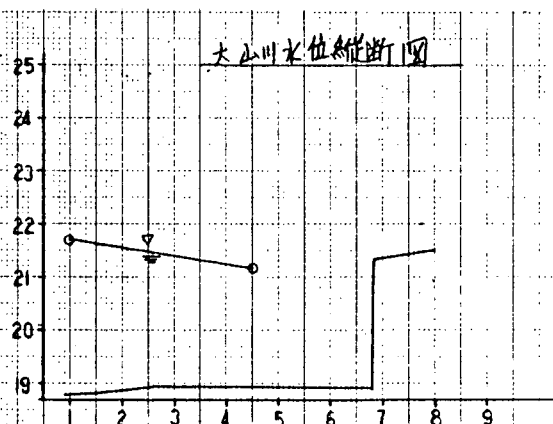
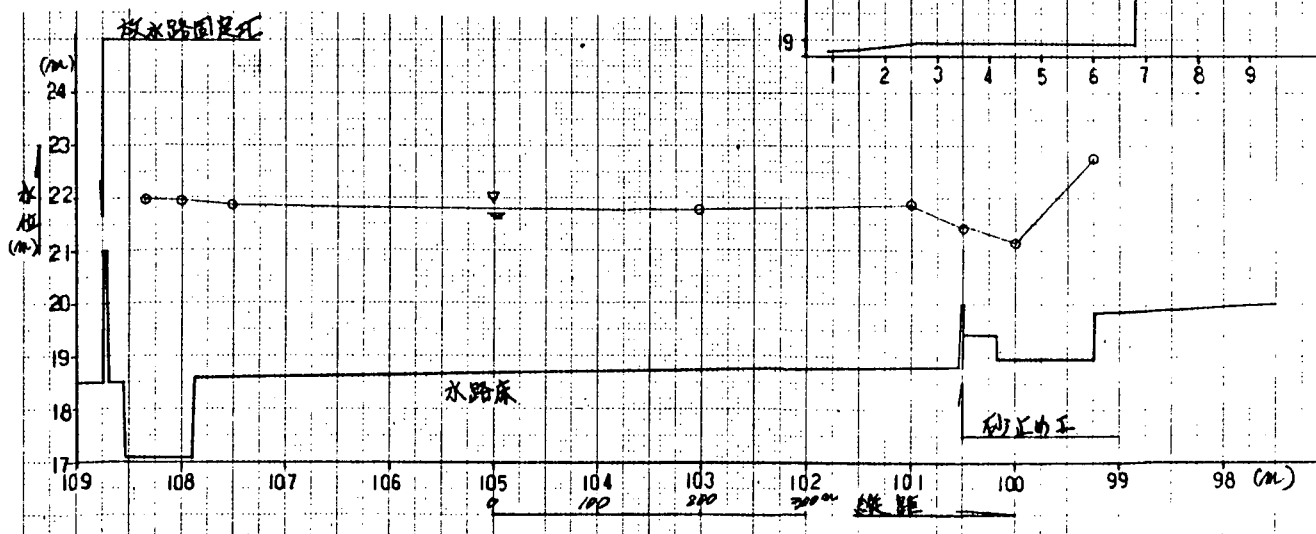
葉師川~大山川放水路水位縦断図



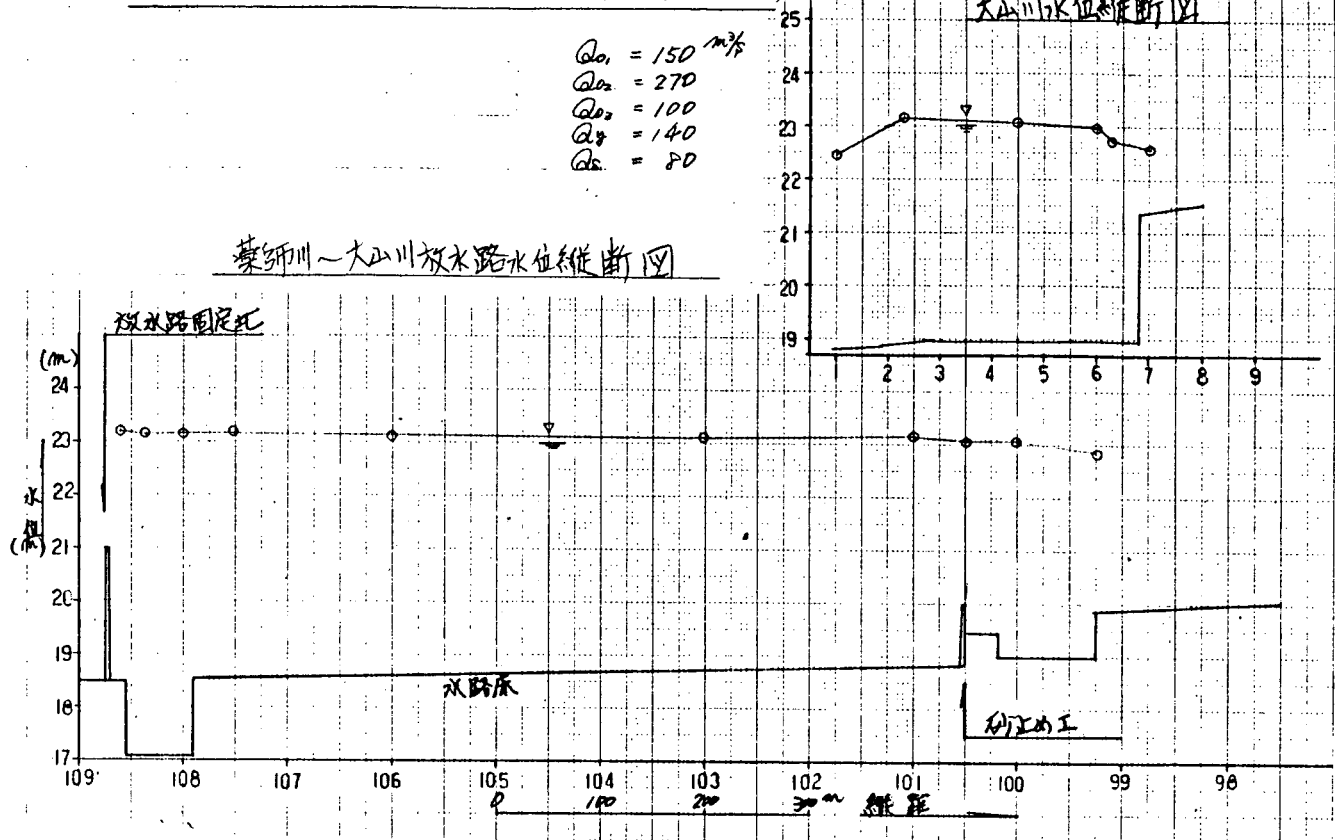
付図-73 大山川水位縦断図 (C-2)

Q_{01} = $0 \frac{m^3}{s}$
 Q_{02} = 179
 Q_{03} = 41
 Q_4 = 140
 Q_{s1} = 80

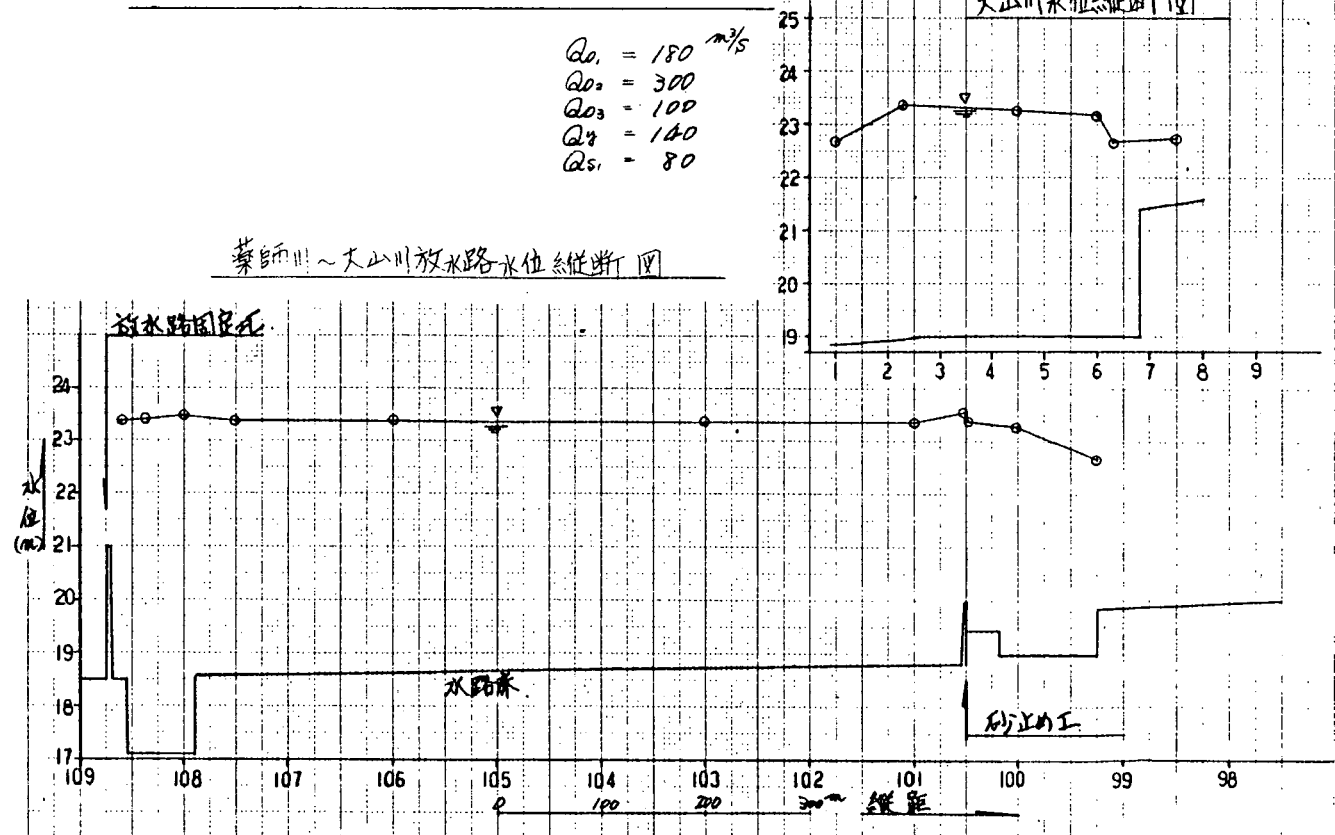
葉師川~大山川放水路水位縦断図



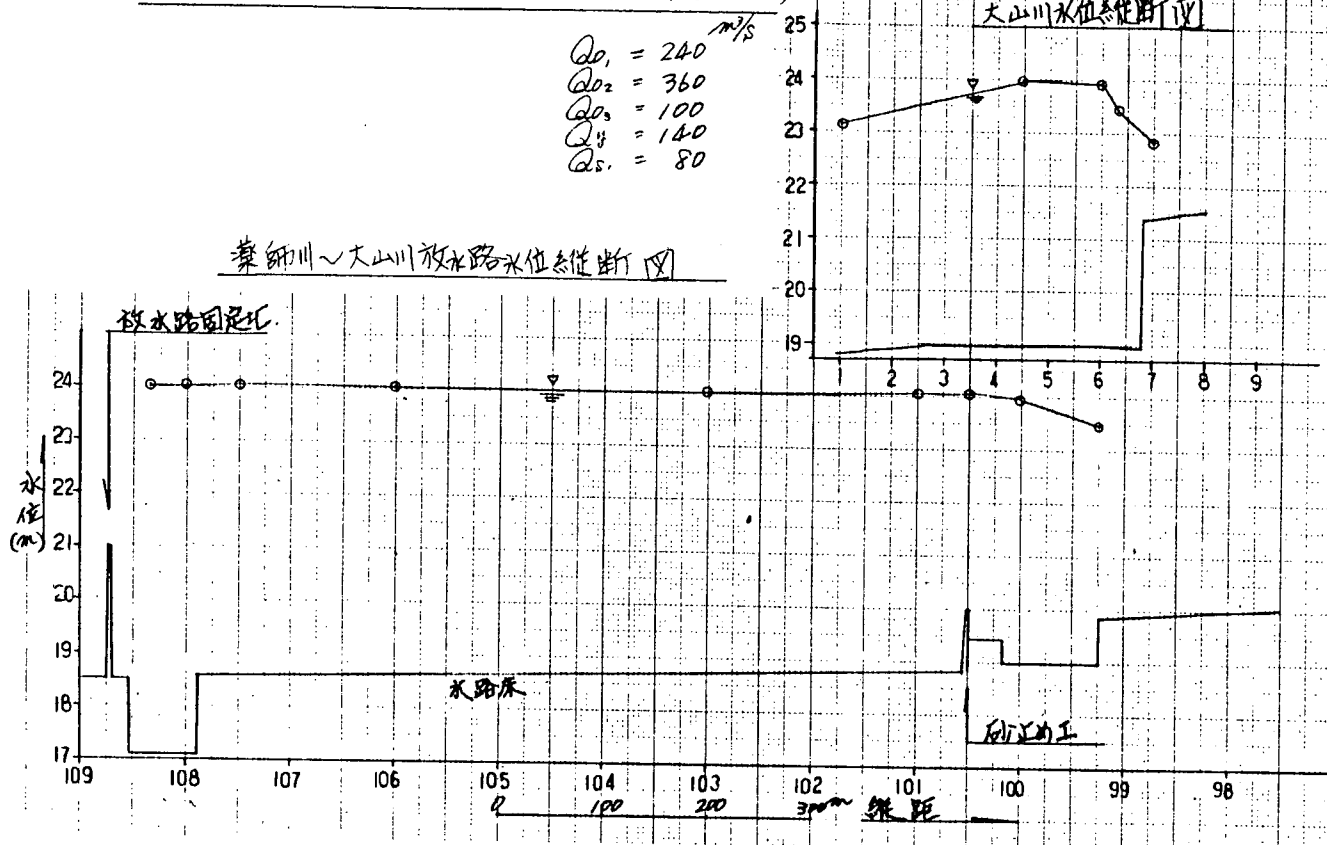
付図-74 大山川水位縦断面図 (C-3)



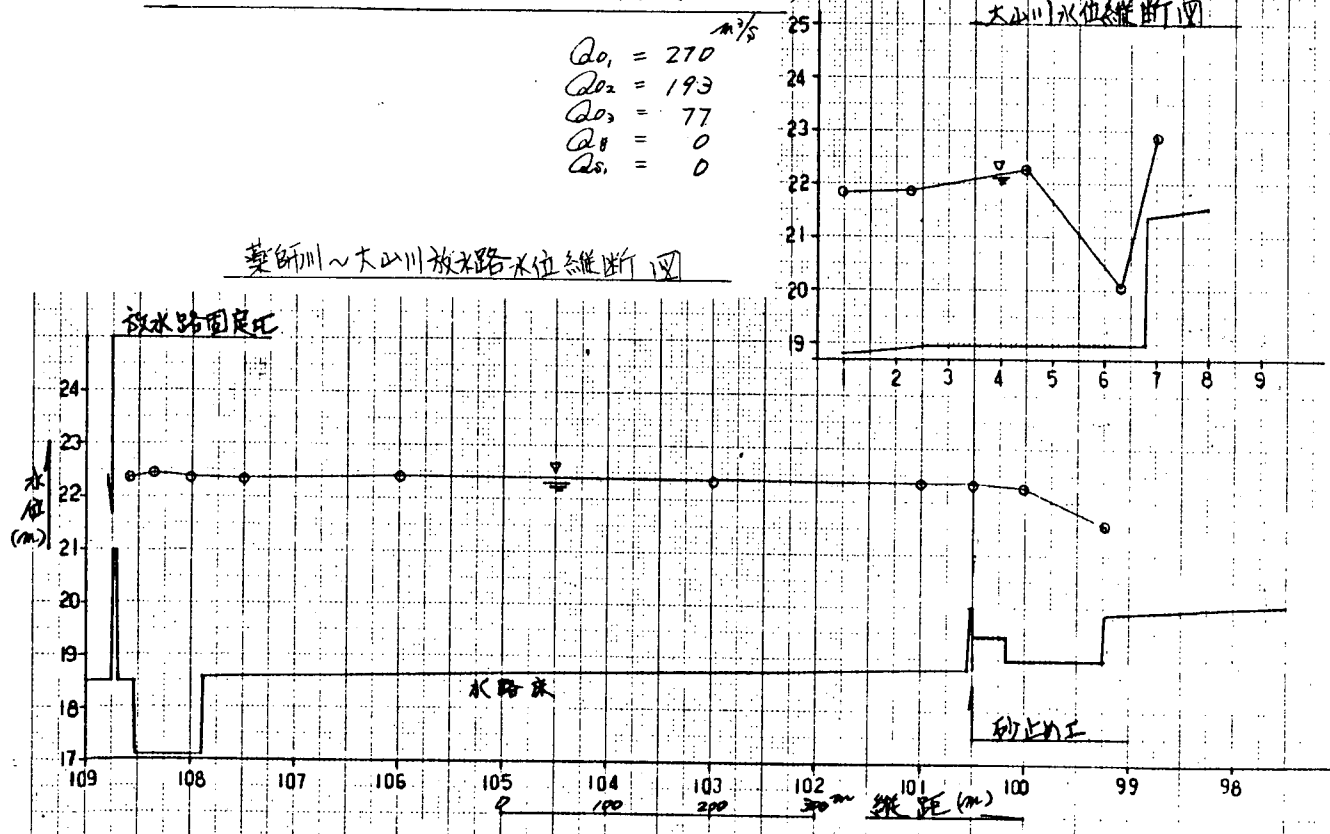
付図-75 大山川水位縦断面図 (C-4)



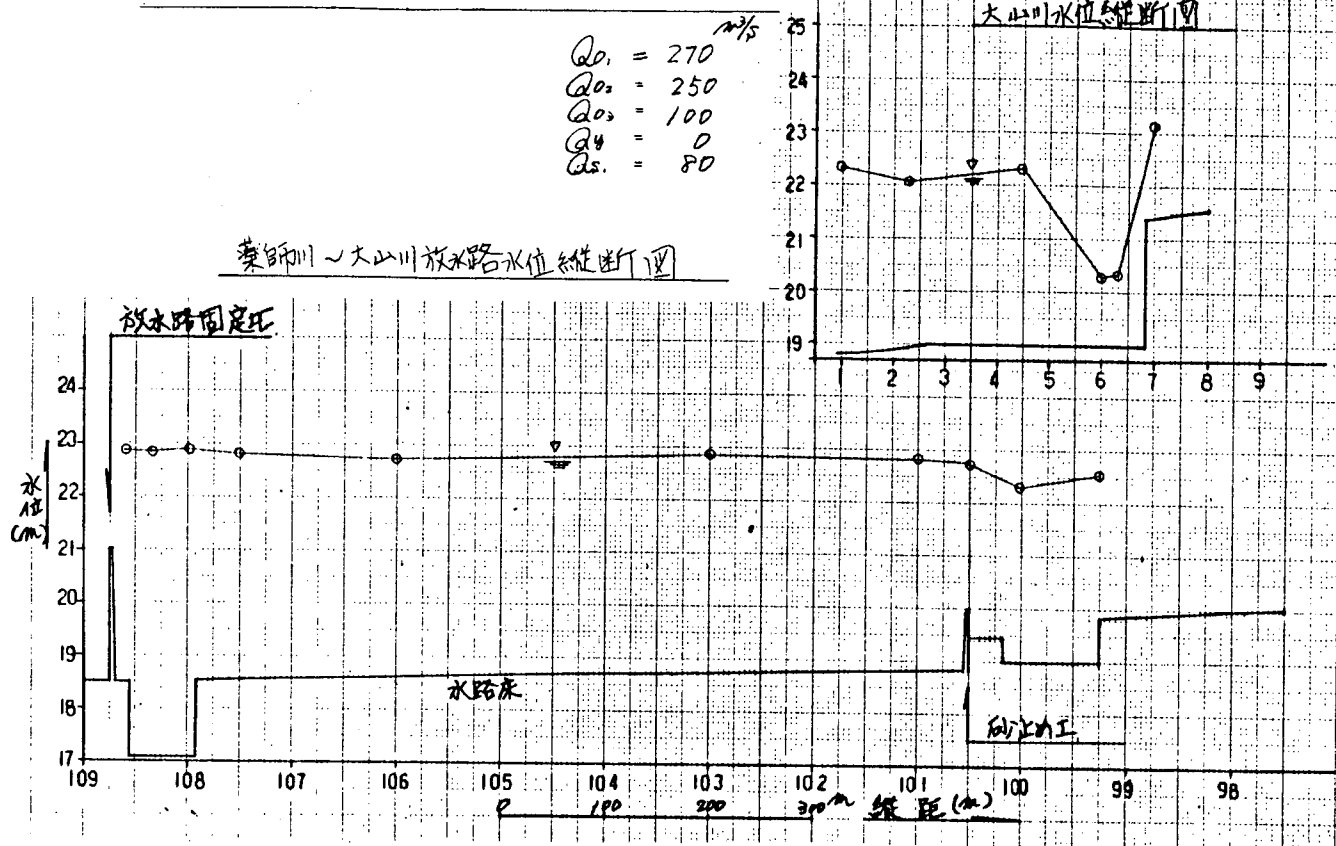
付図-76 大山川水位縦断面図 (C-5)



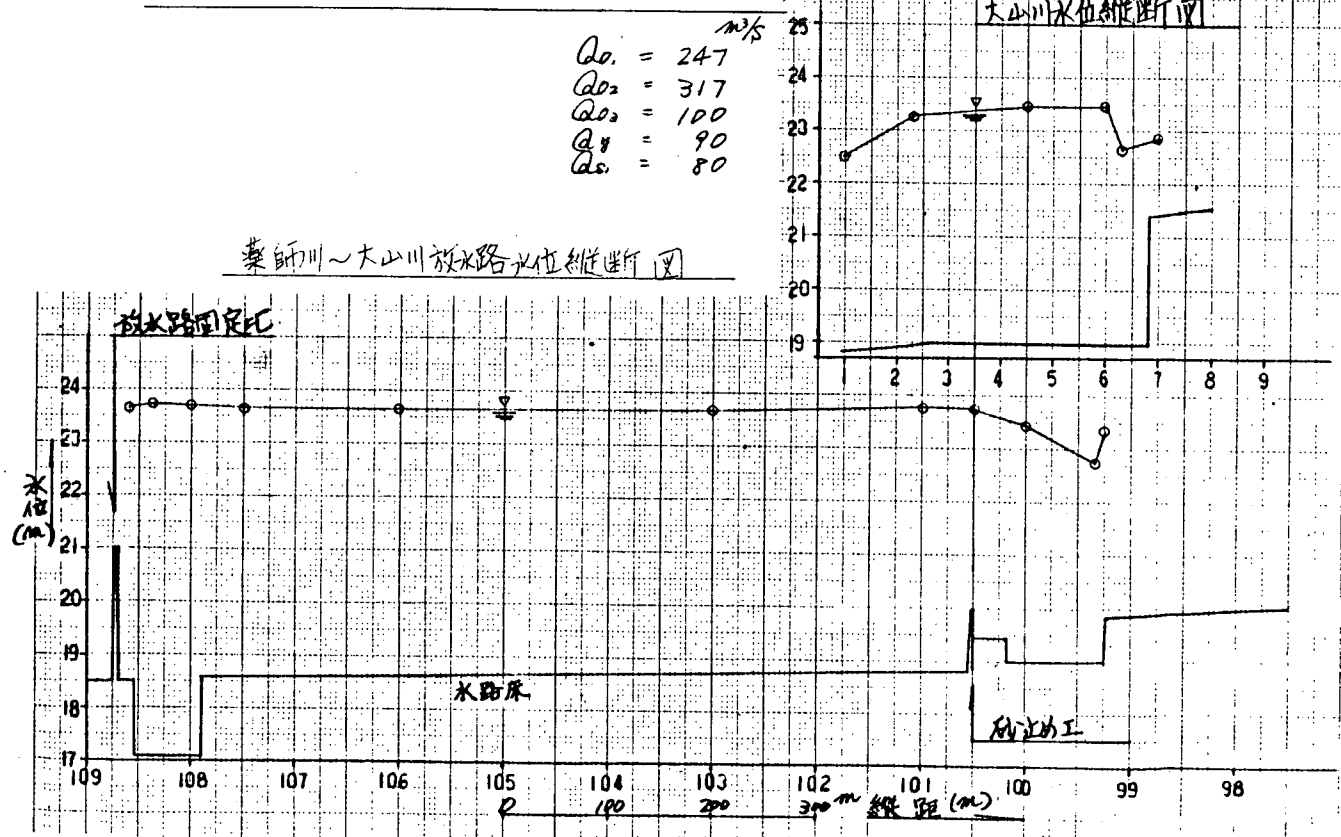
付図-77 大山川水位縦断面図 (C-6)



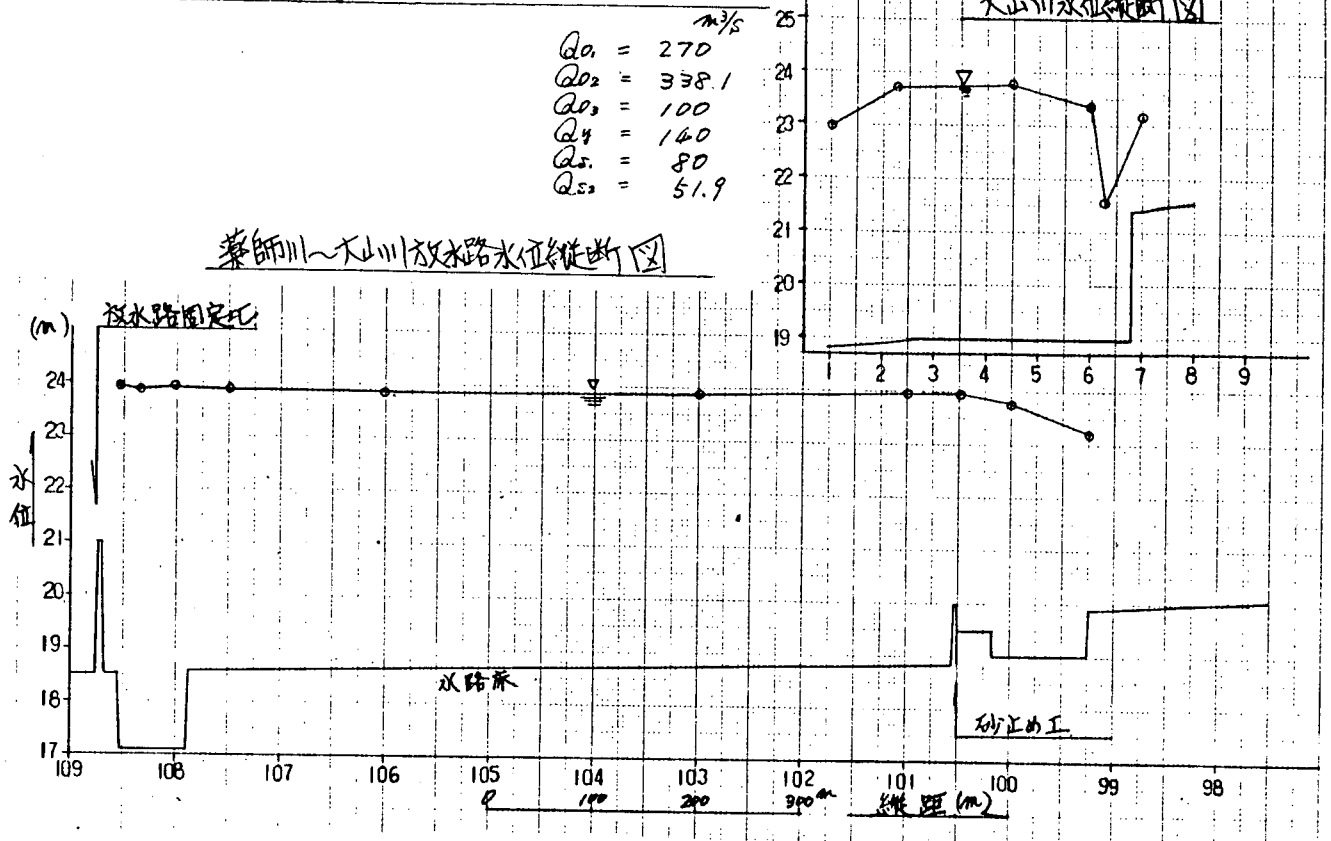
付図-78 大山川水位縦断面図 (C-7)



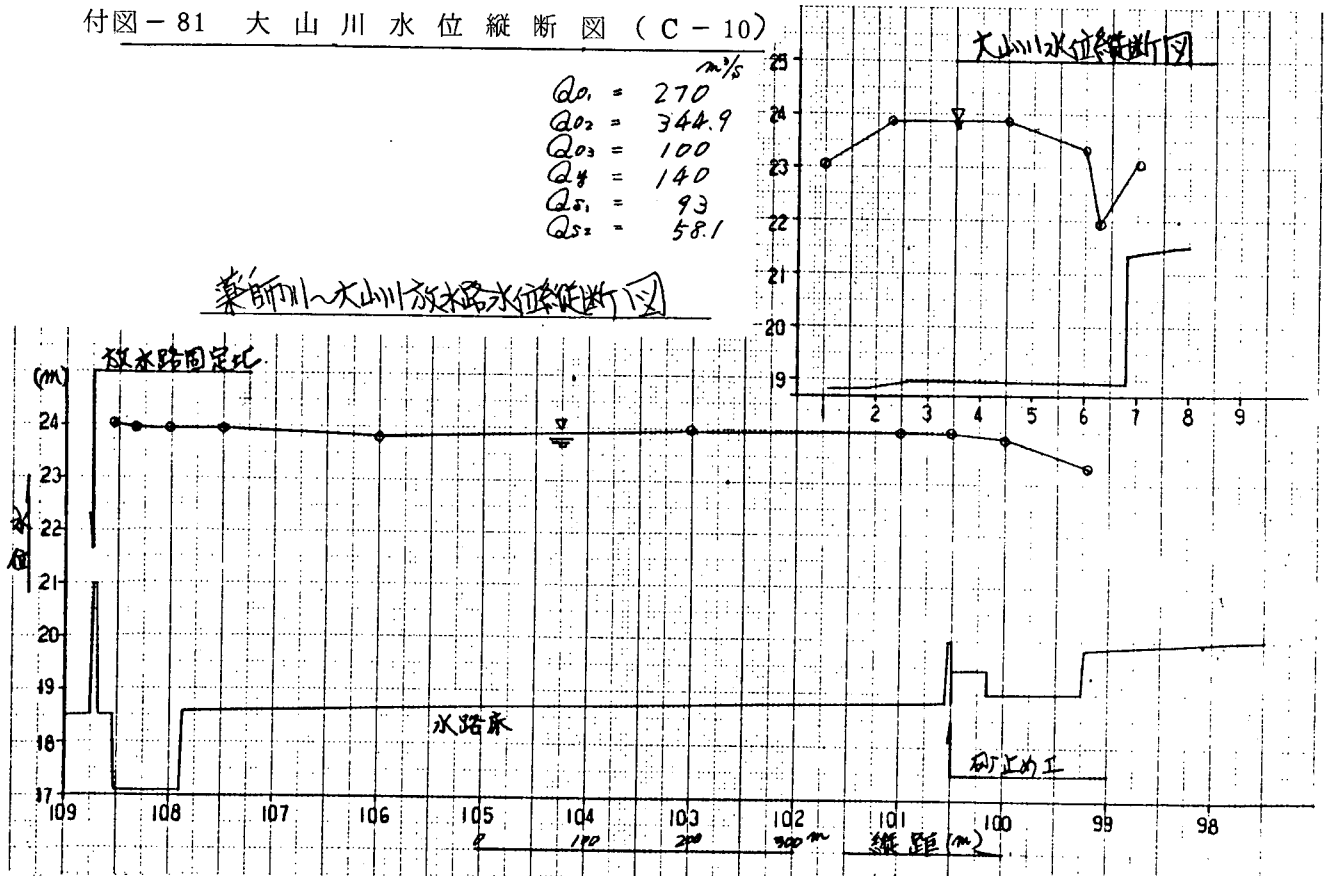
付図-79 大山川水位縦断面図 (C-8)



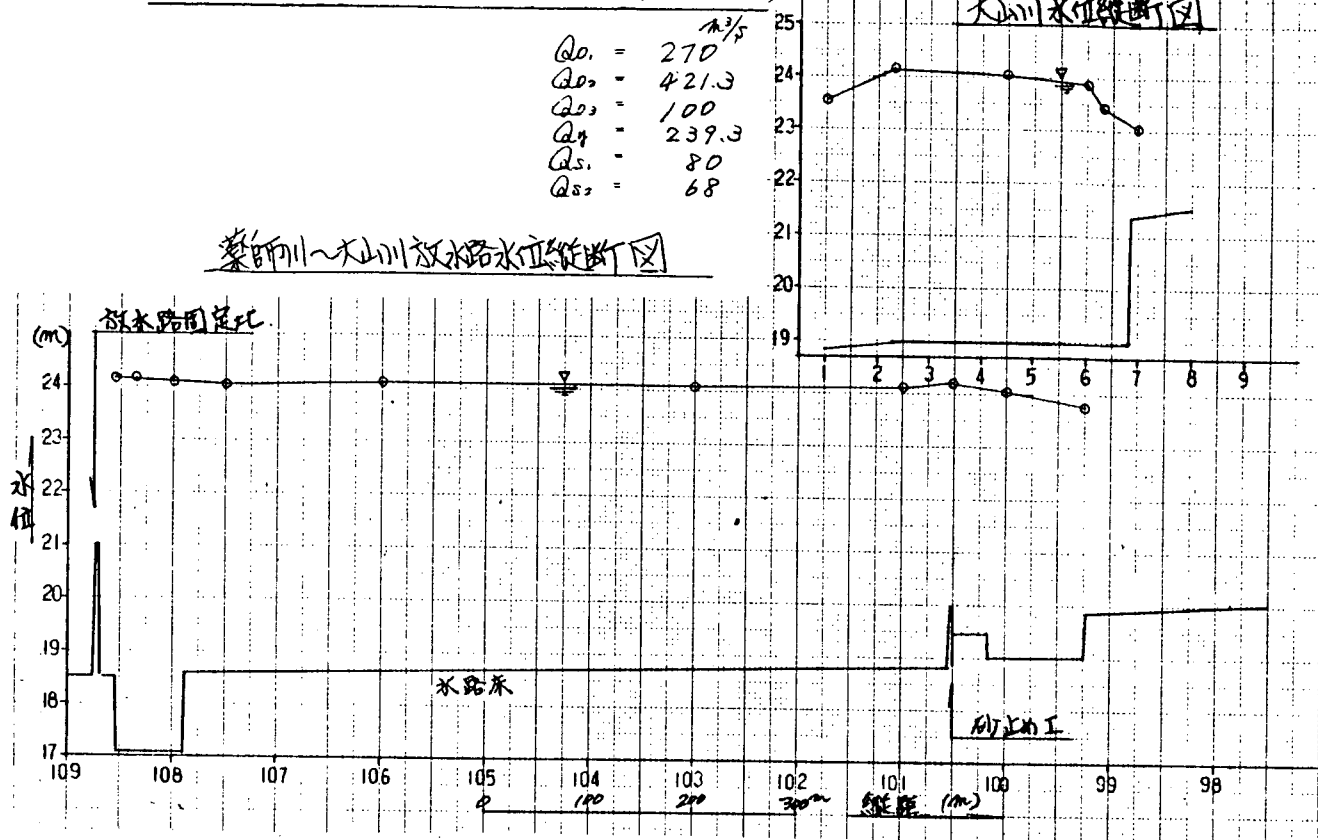
付図-80 大山川水位縦断図 (C-9)



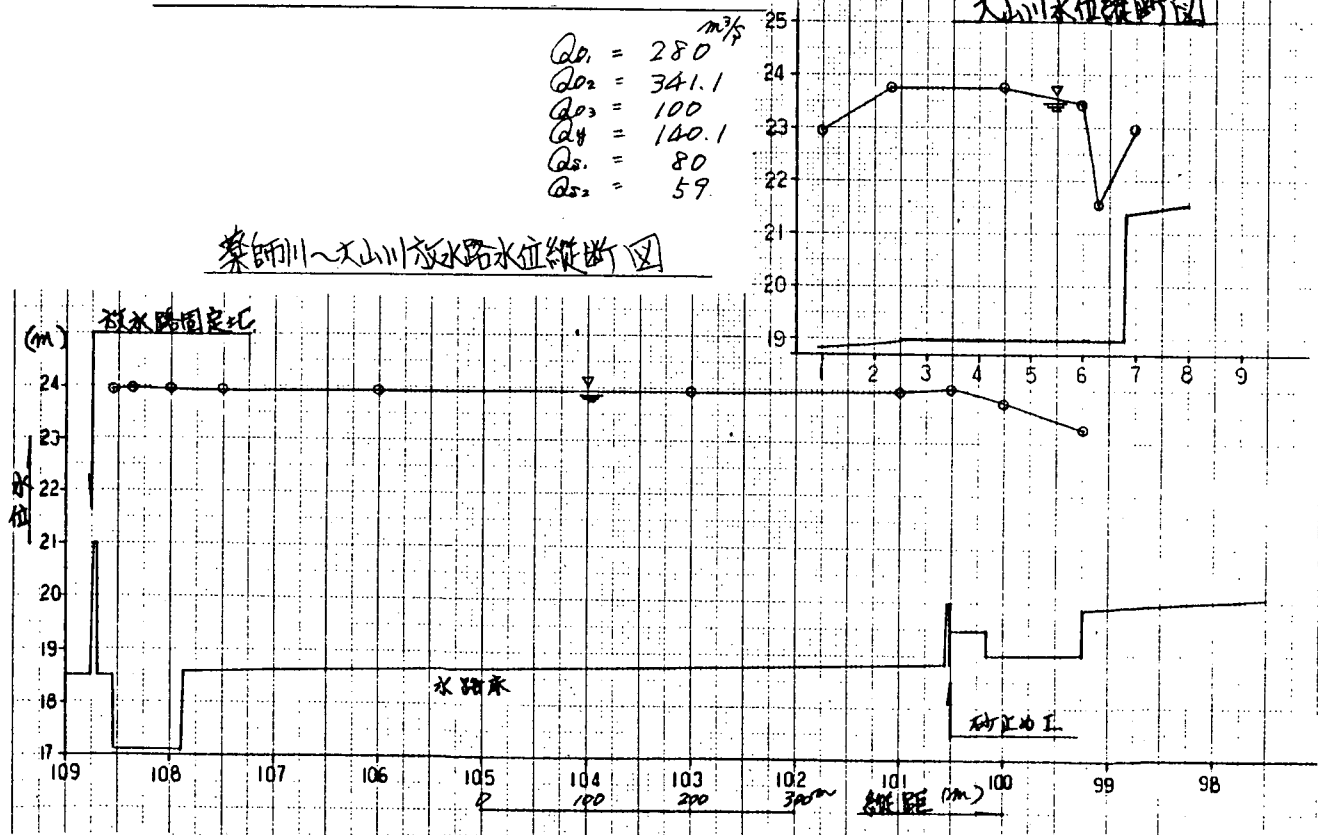
付図-81 大山川水位縦断図 (C-10)



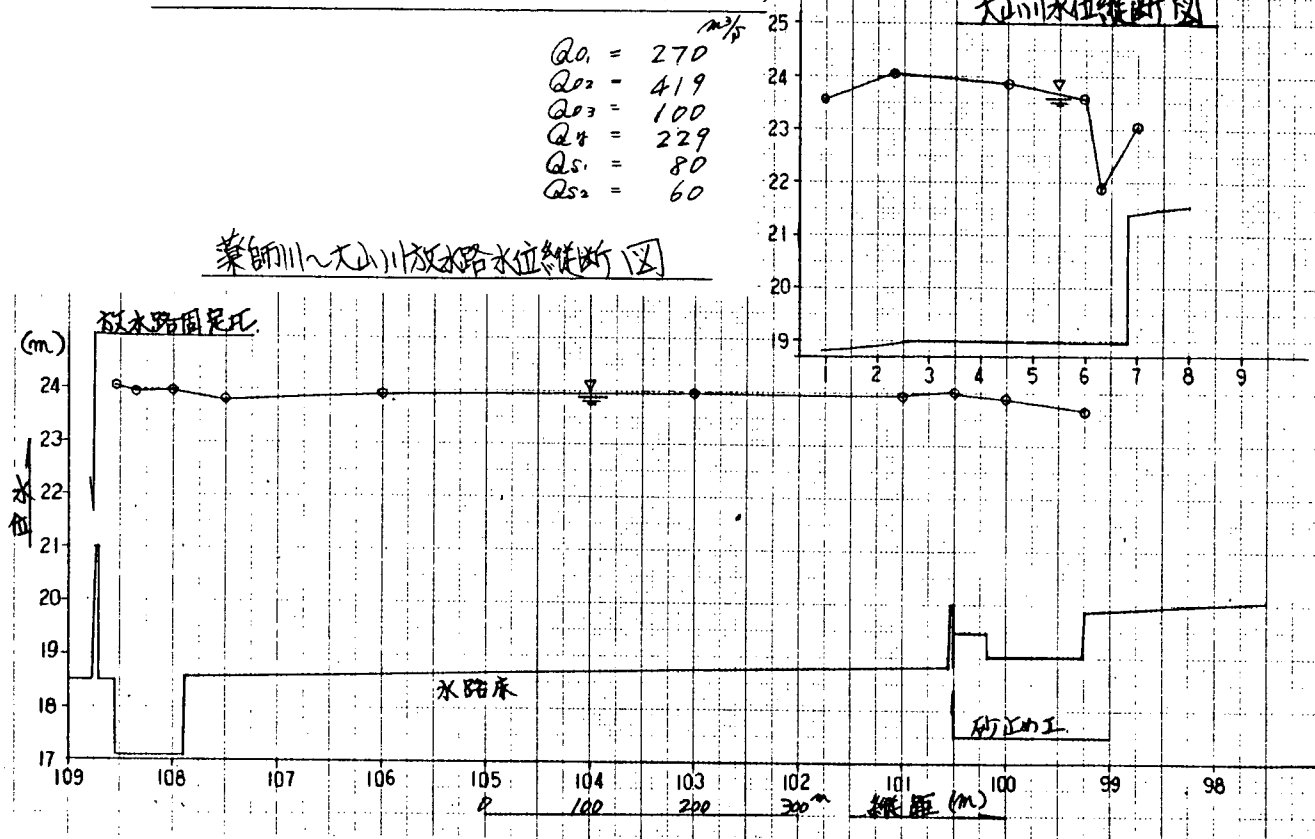
付図-82 大山川水位縦断面図 (C-11)



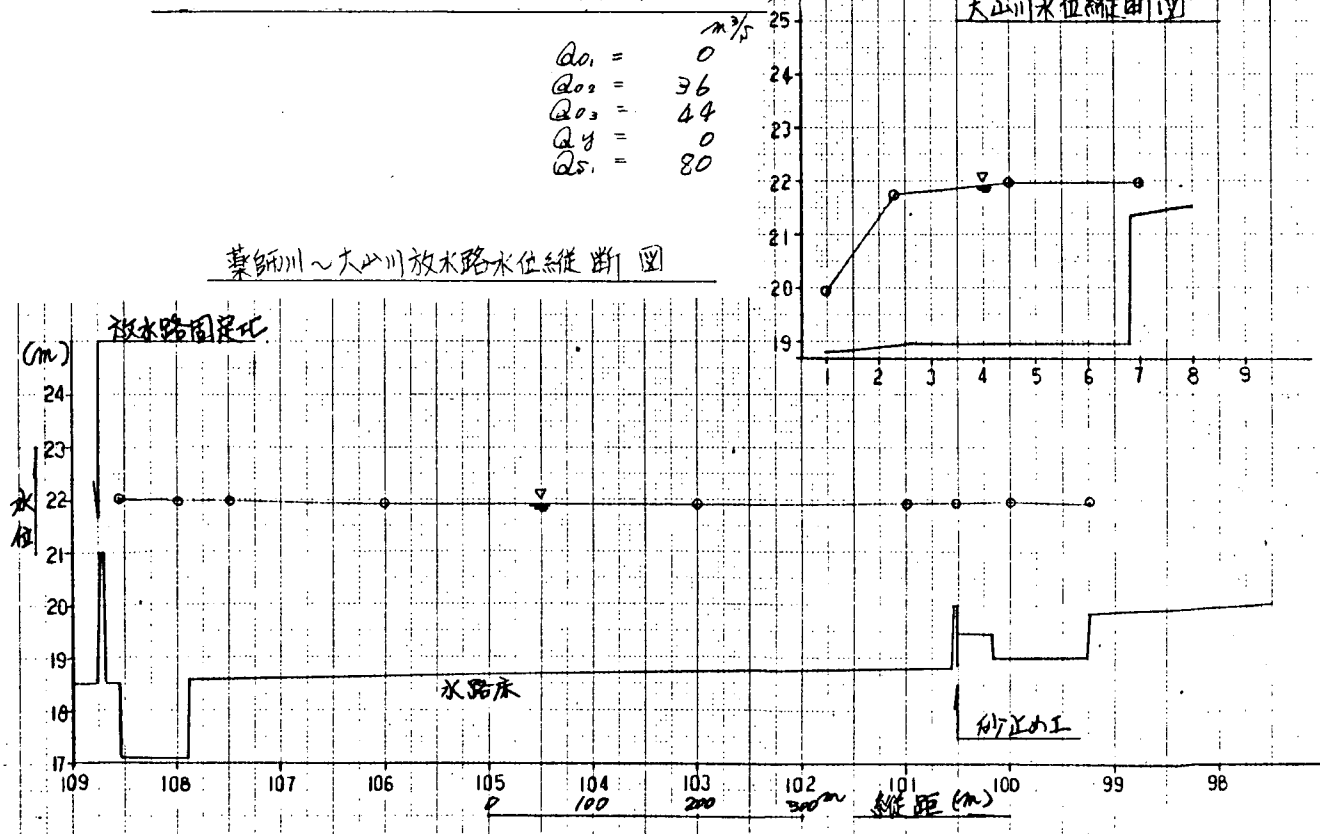
付図-83 大山川水位縦断面図 (C-12)



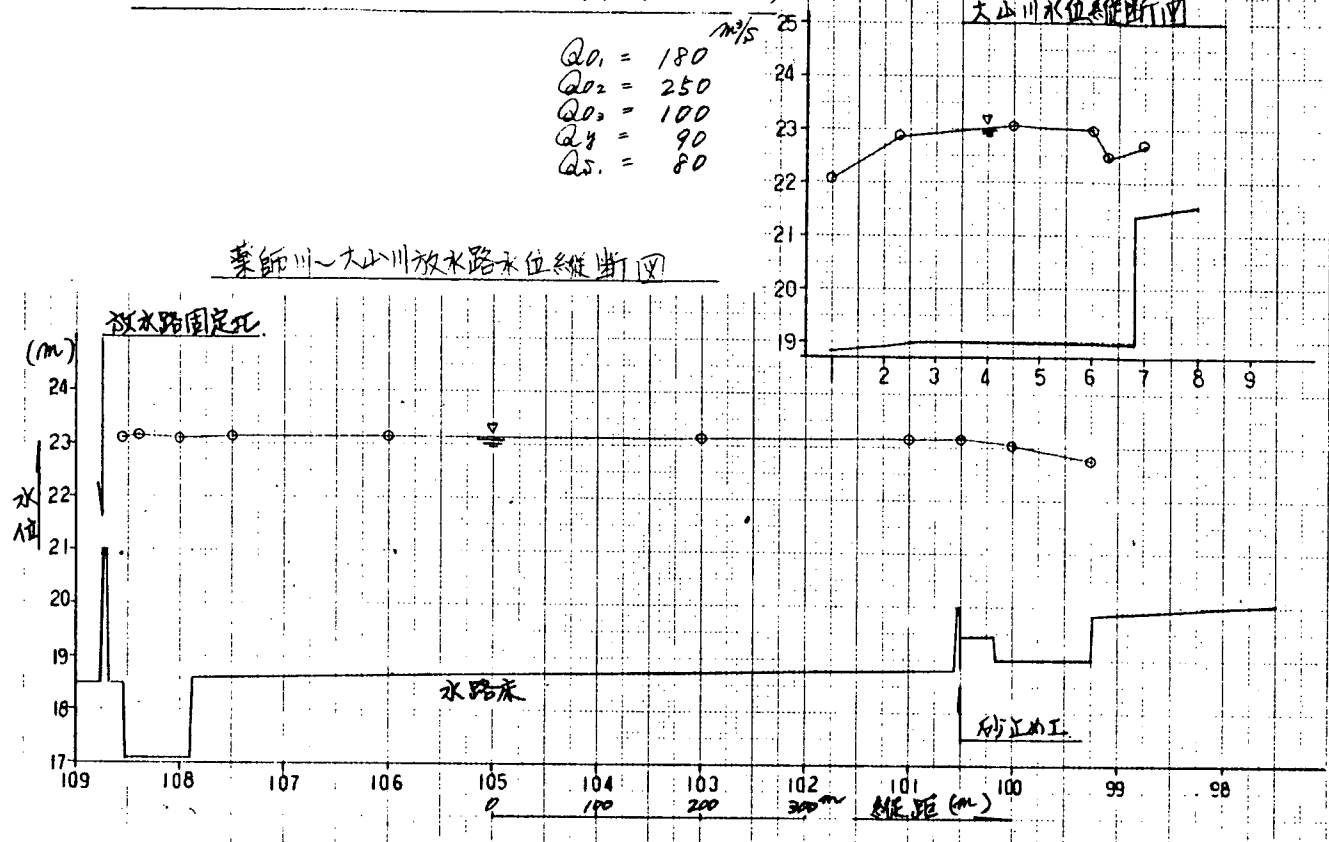
付図-84 大山川水位縦断面図 (C-13)



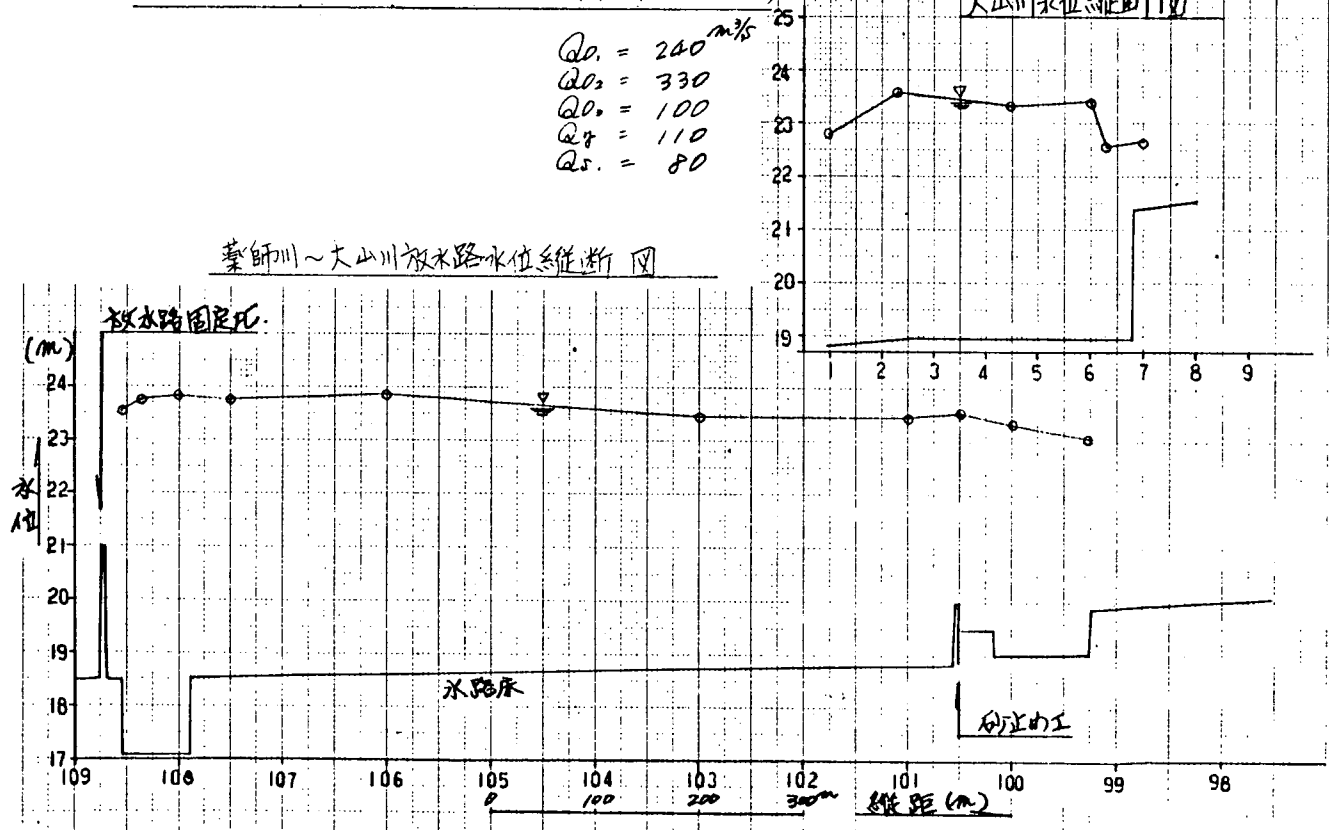
付図-85 大山川水位縦断面図 (C-14)



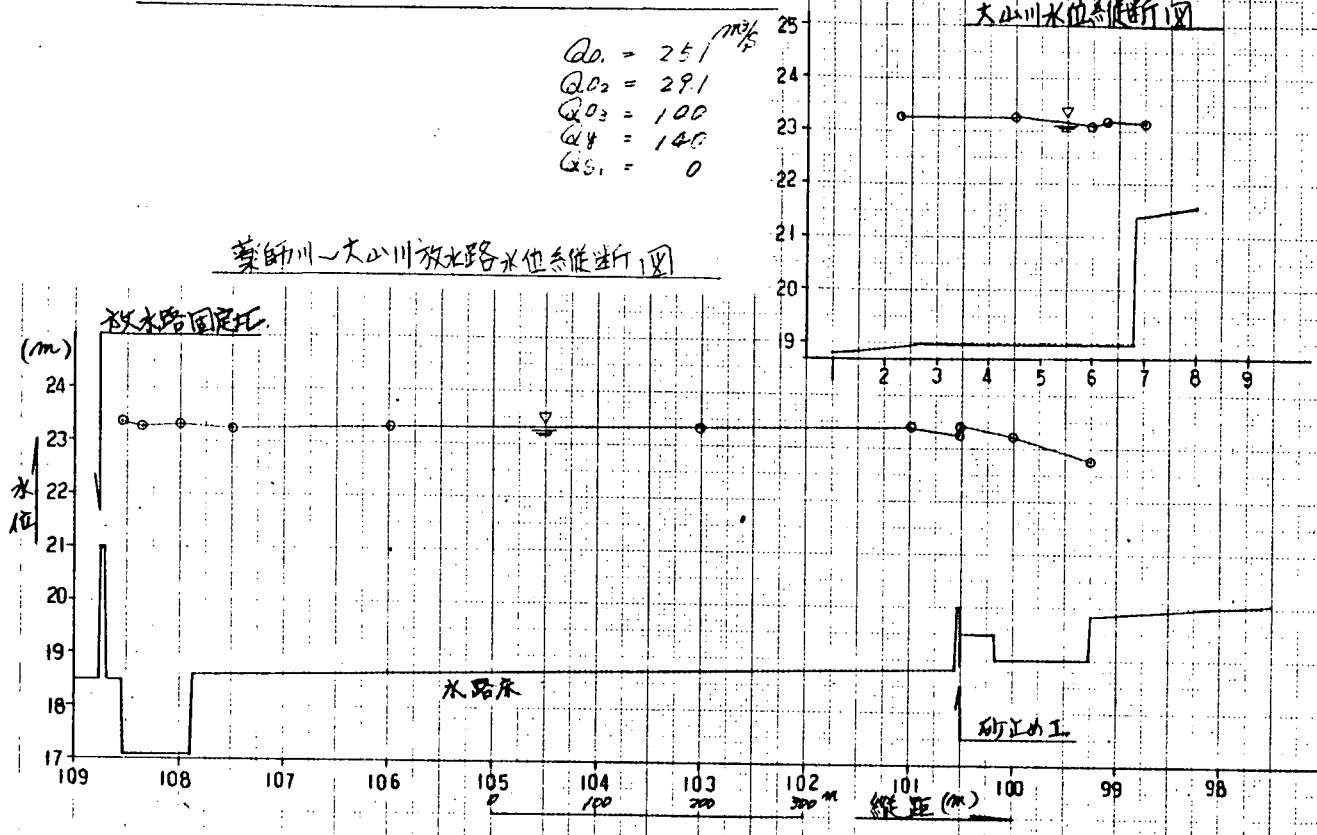
付図-86 大山川水位縦断面図 (C-15)



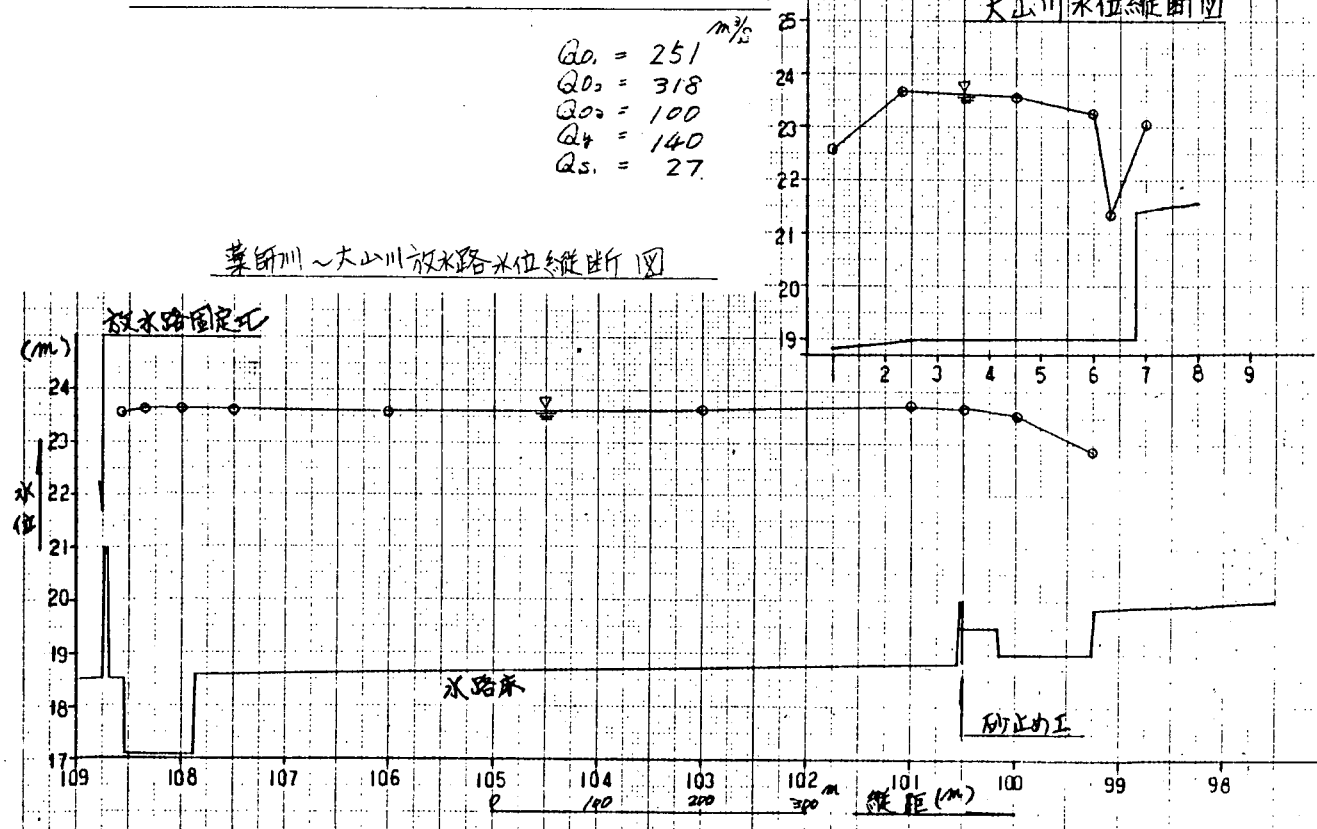
付図-87 大山川水位縦断面図 (C-16)



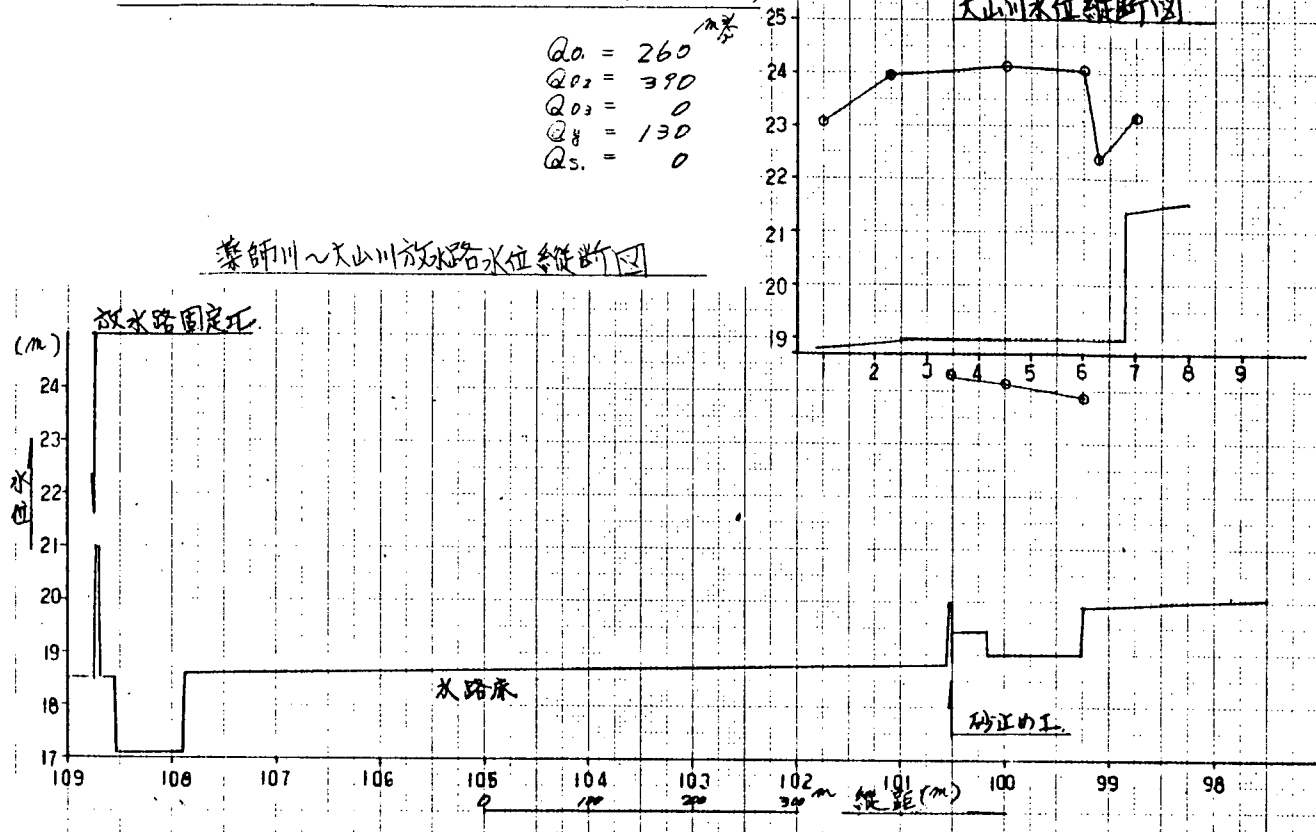
付図-88 大山川水位縦断面図 (C-17)



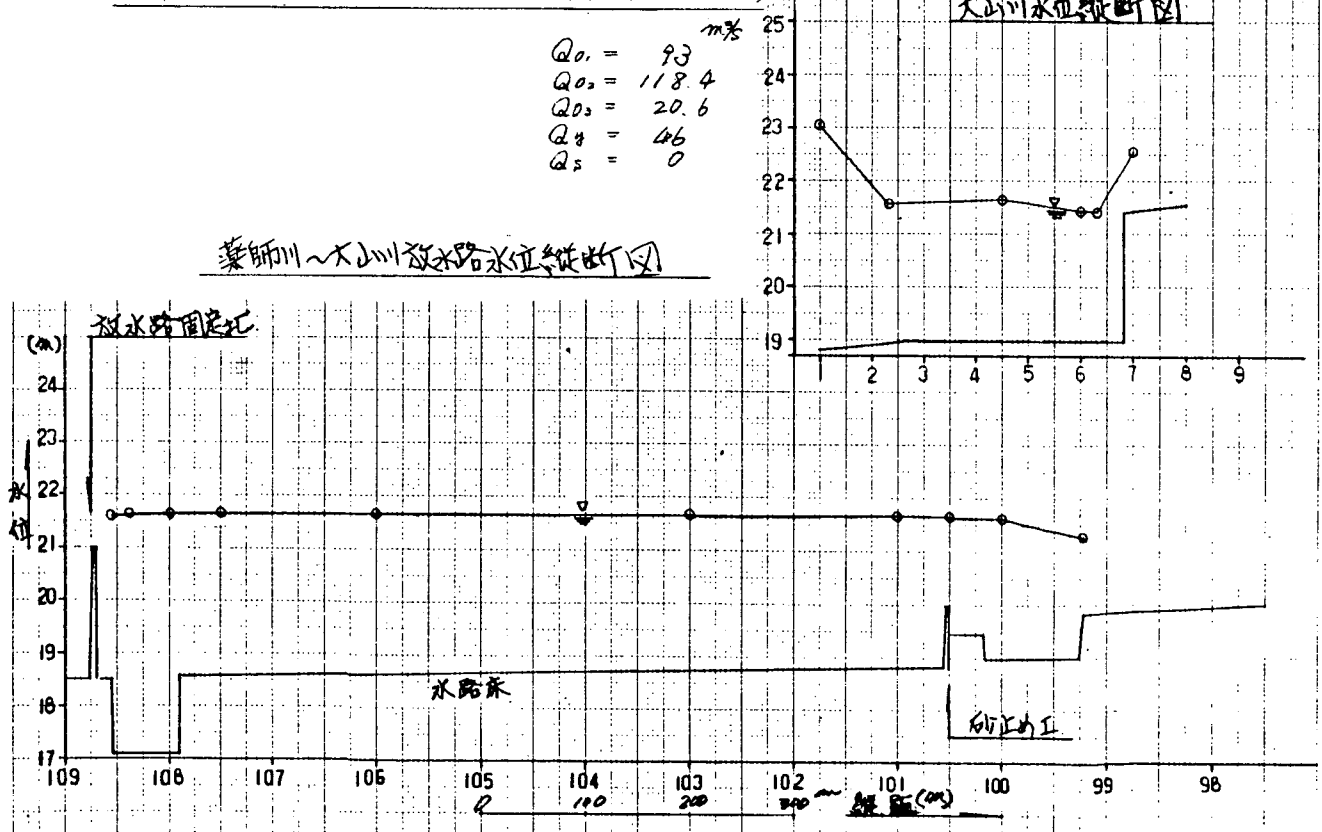
付図-89 大山川水位縦断面図 (C-18)



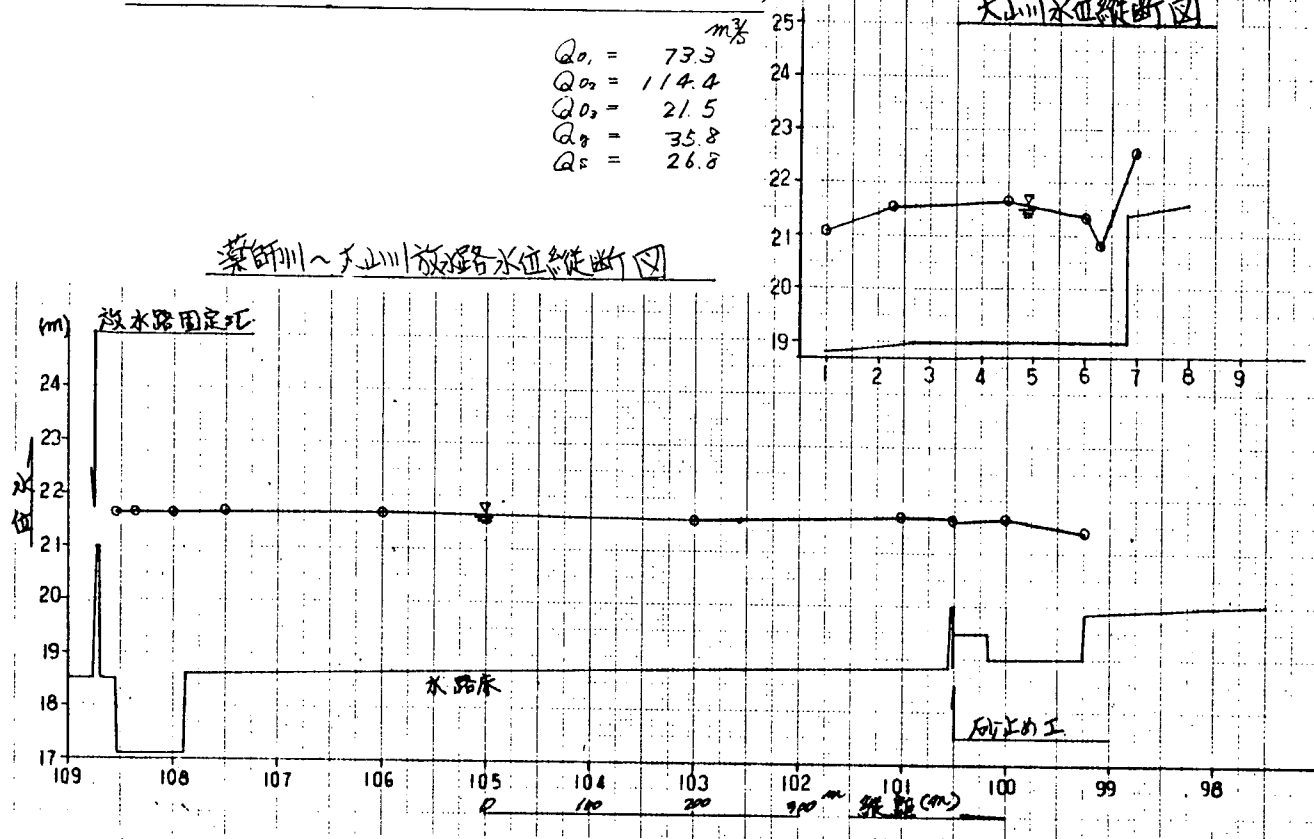
付図-90 大山川水位縦断面図 (C-19)



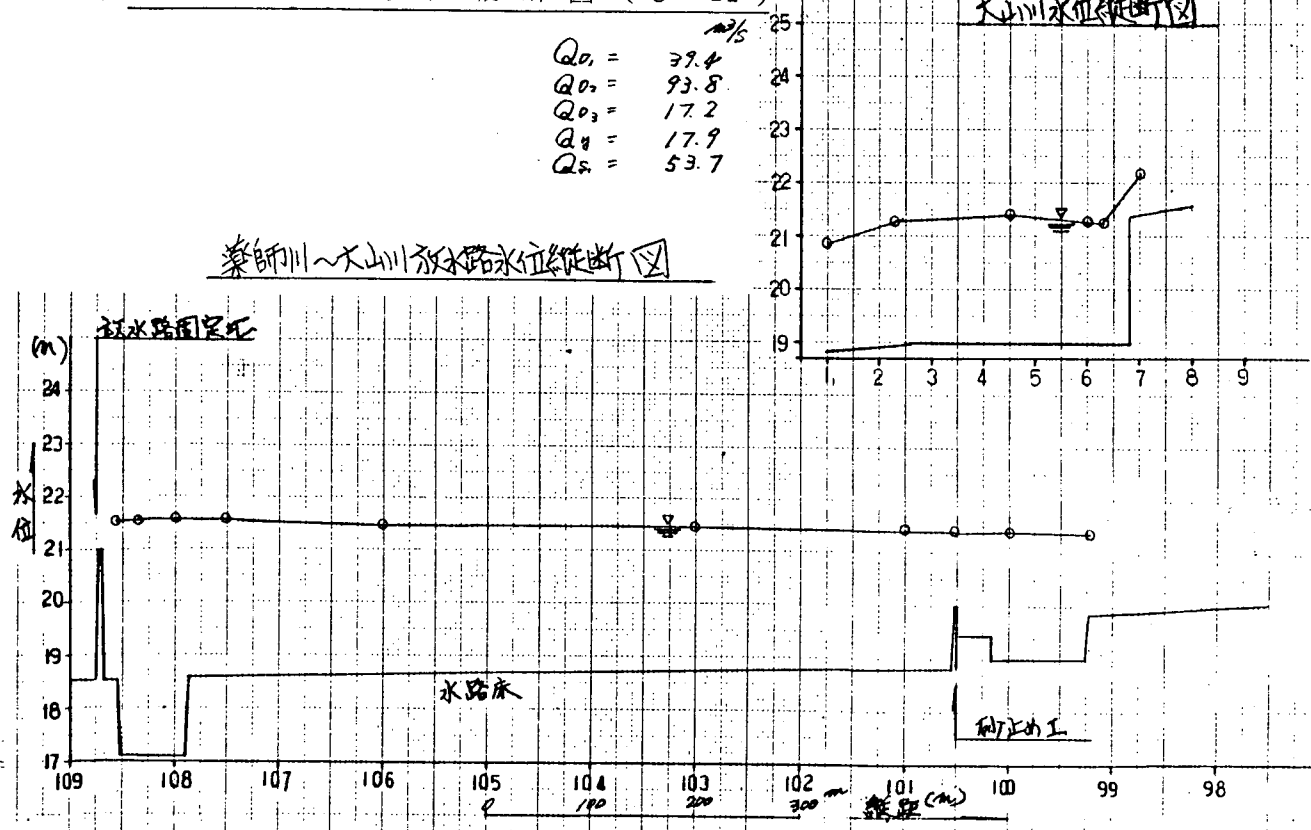
付図-91 大山川水位縦断面図 (C-20)



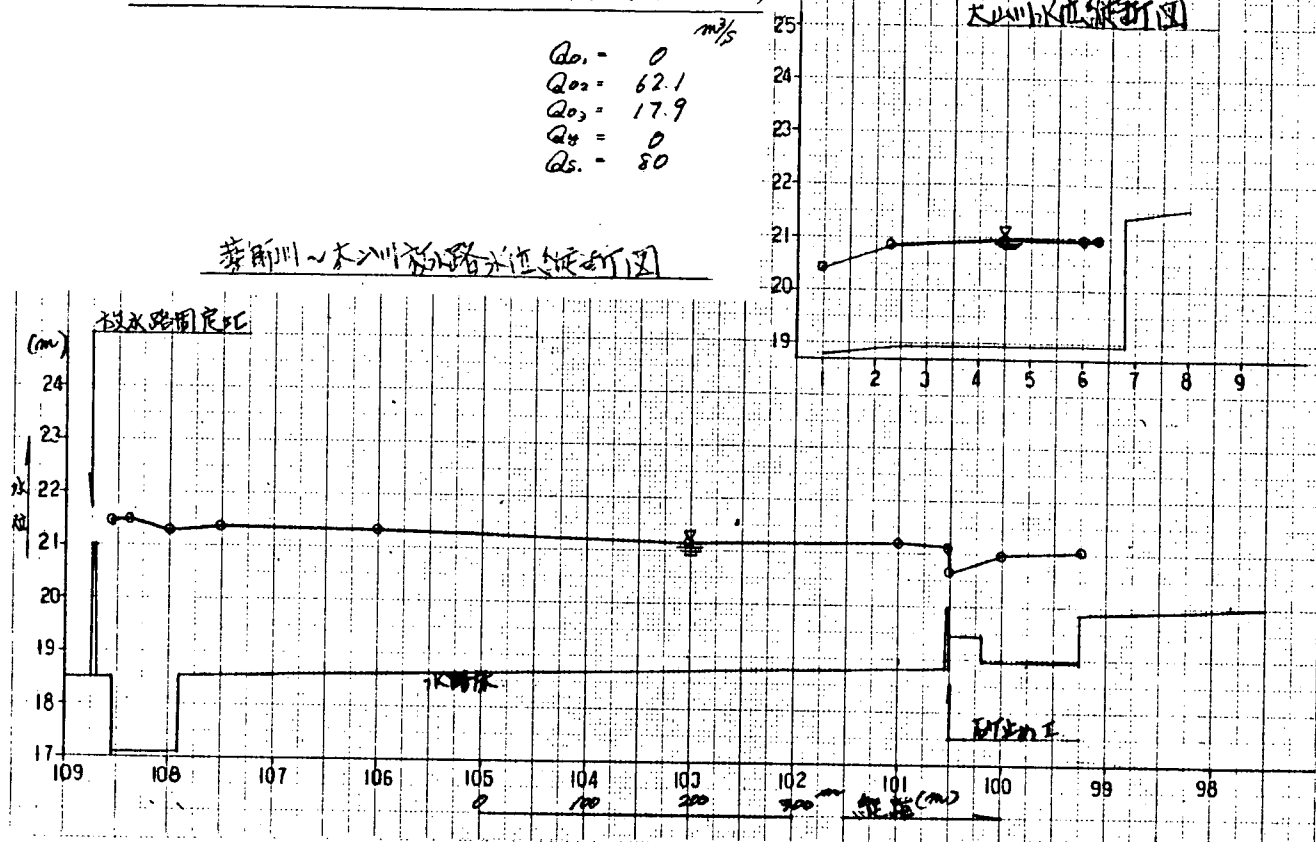
付図-92 大山川水位縦断面図 (C-21)



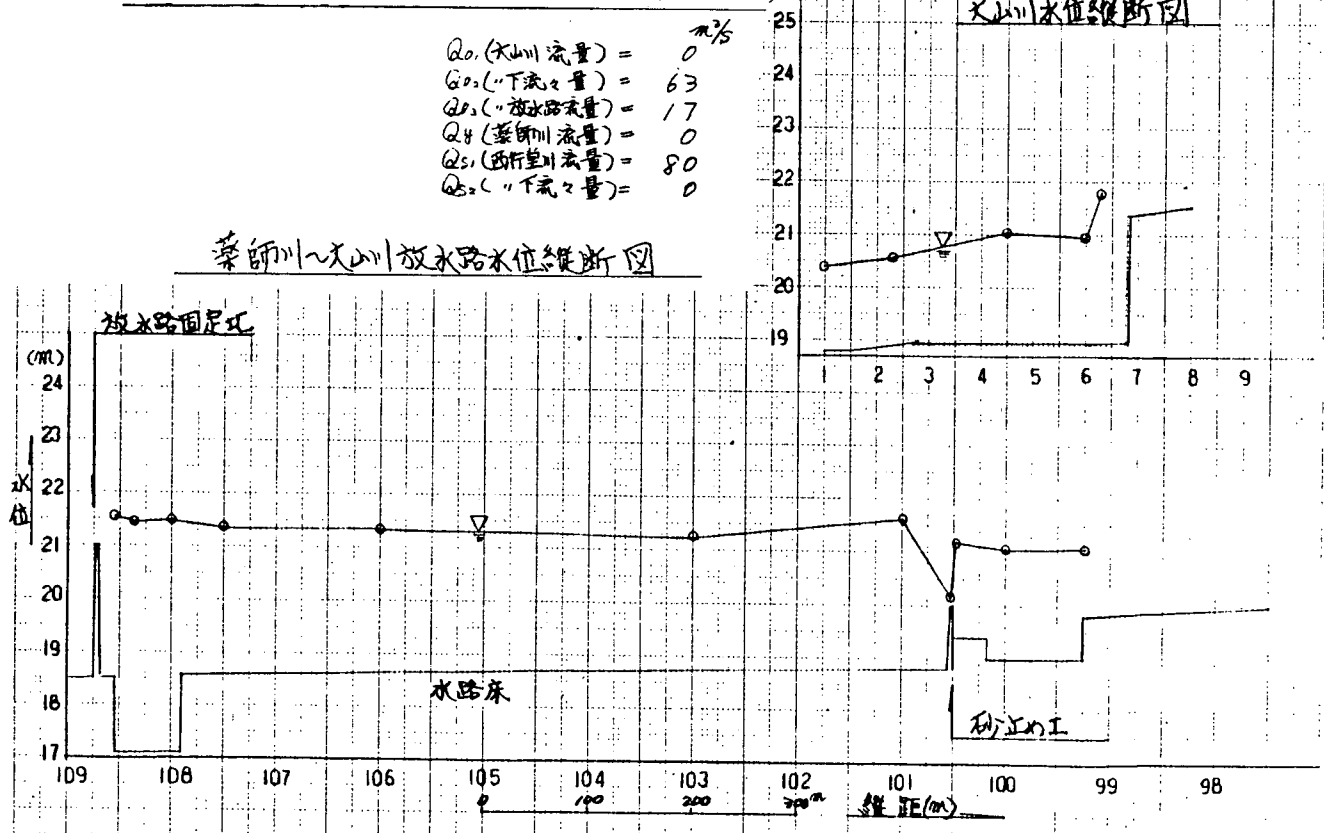
付図-93 大山川水位縦断面図 (C-22)



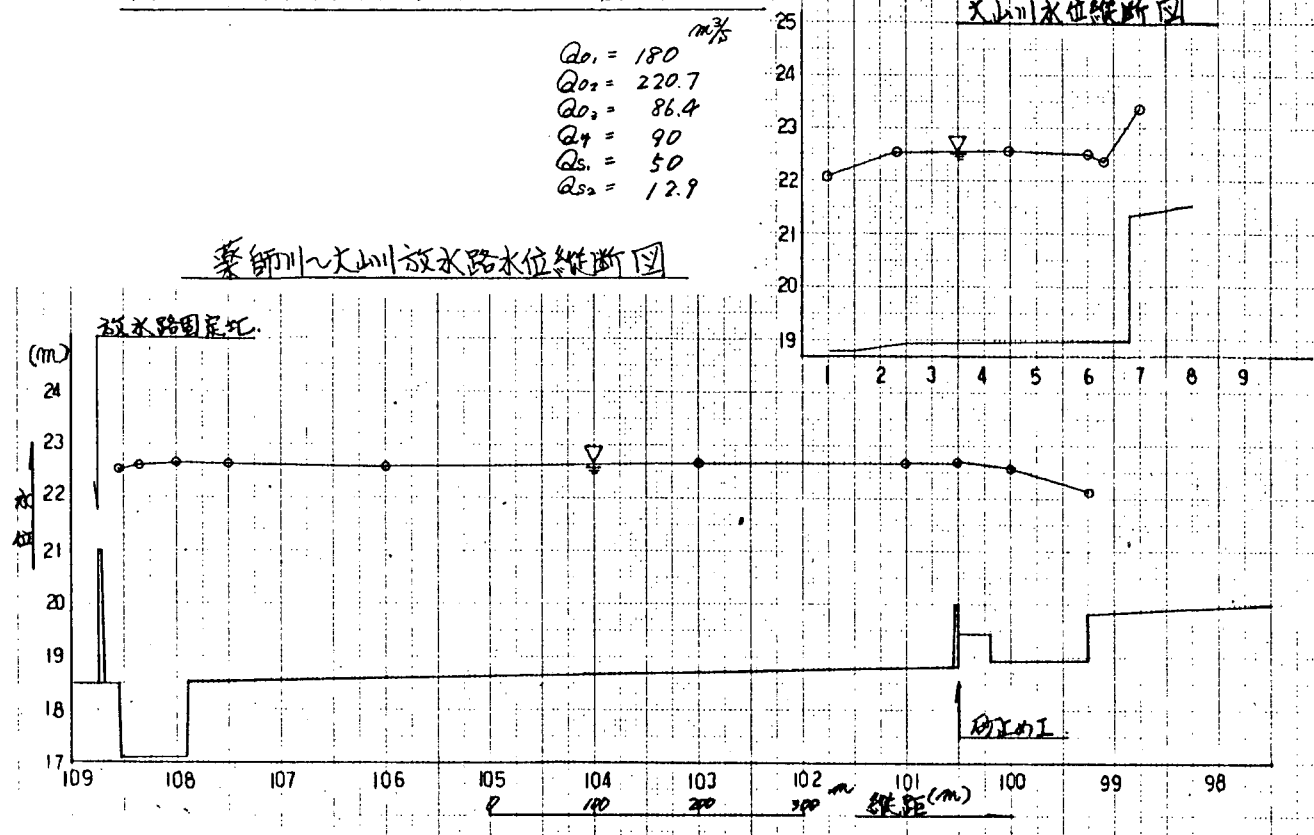
付図-94 大山川水位縦断面図 (C-23)



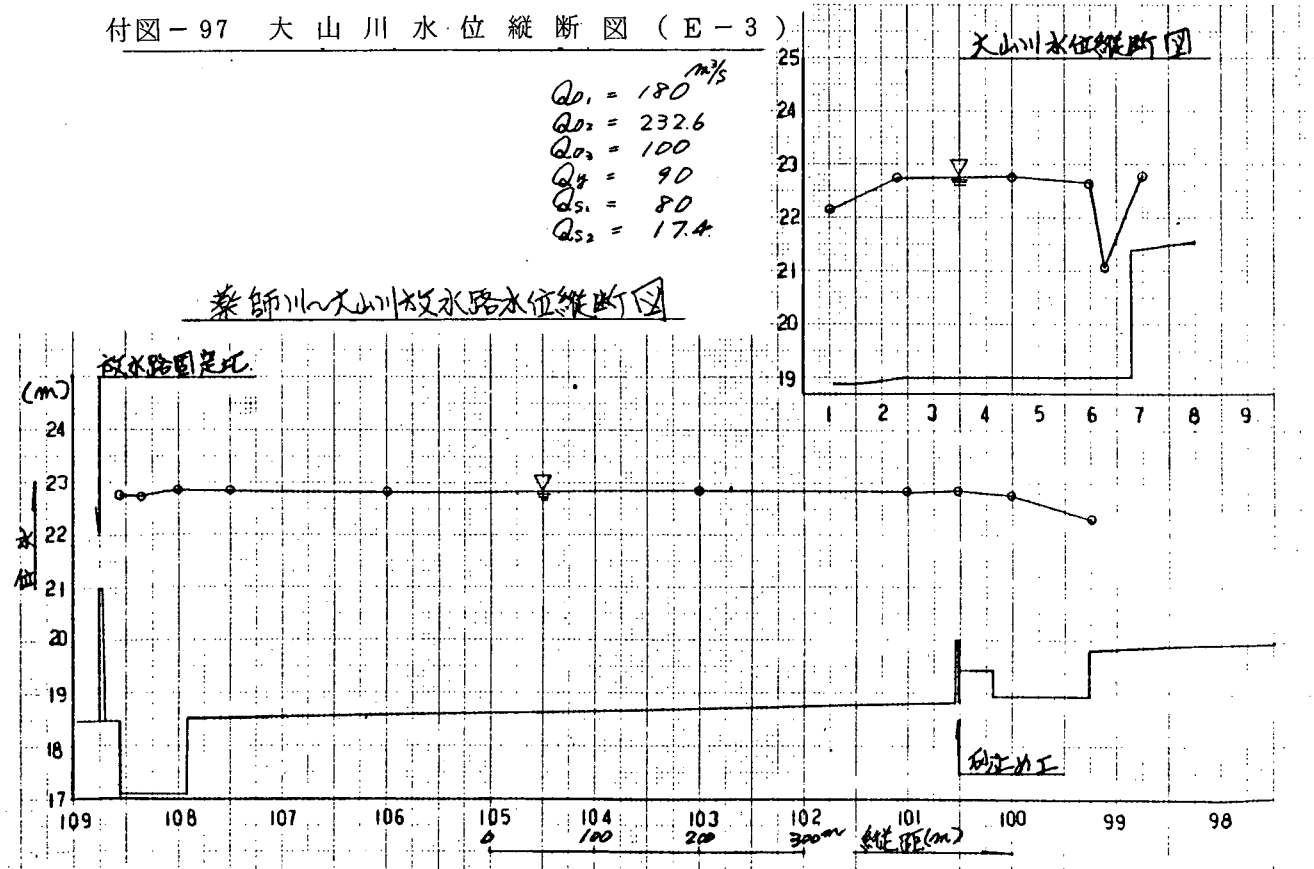
付図-95 大山川水位縦断面図 (E-1)



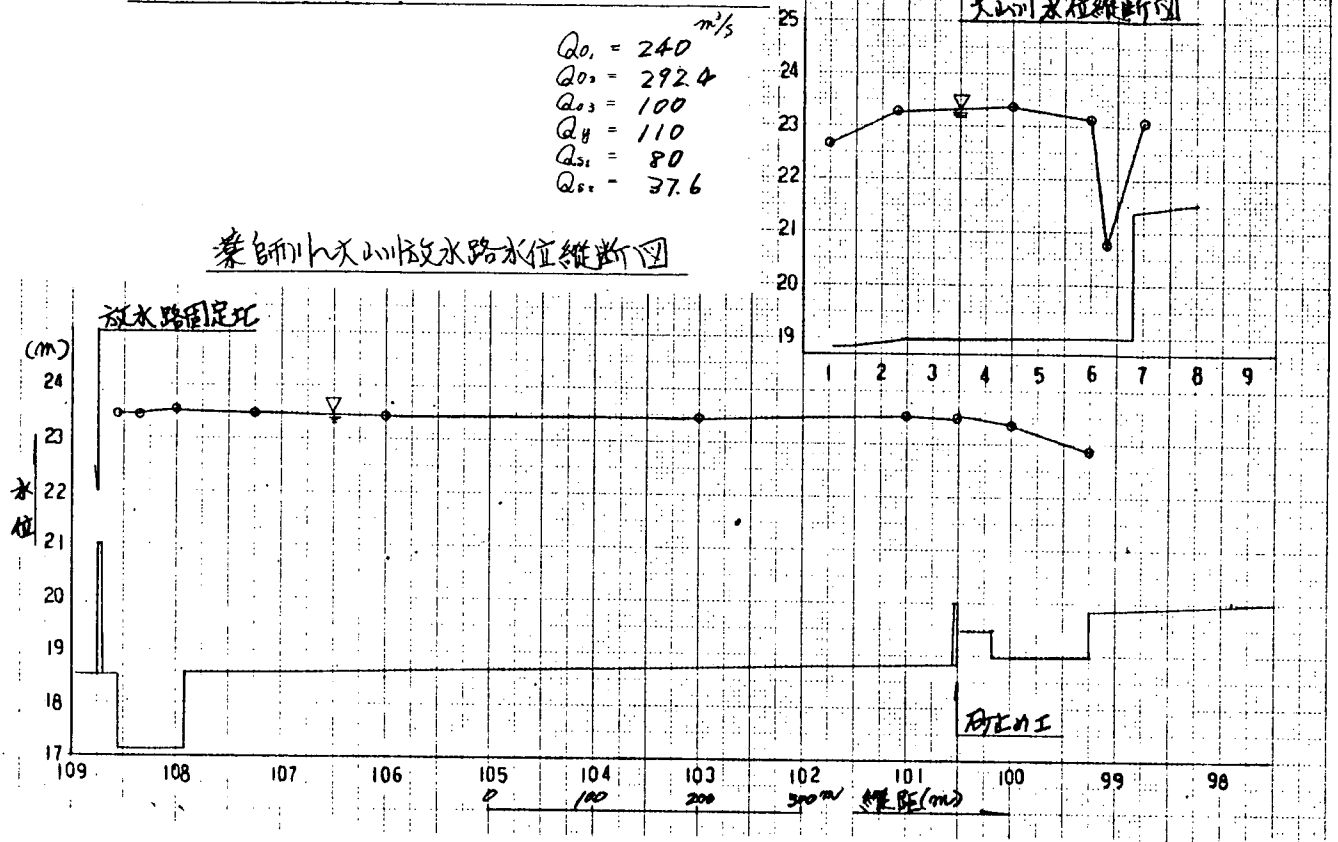
付図-96 大山川水位縦断図 (E-2)



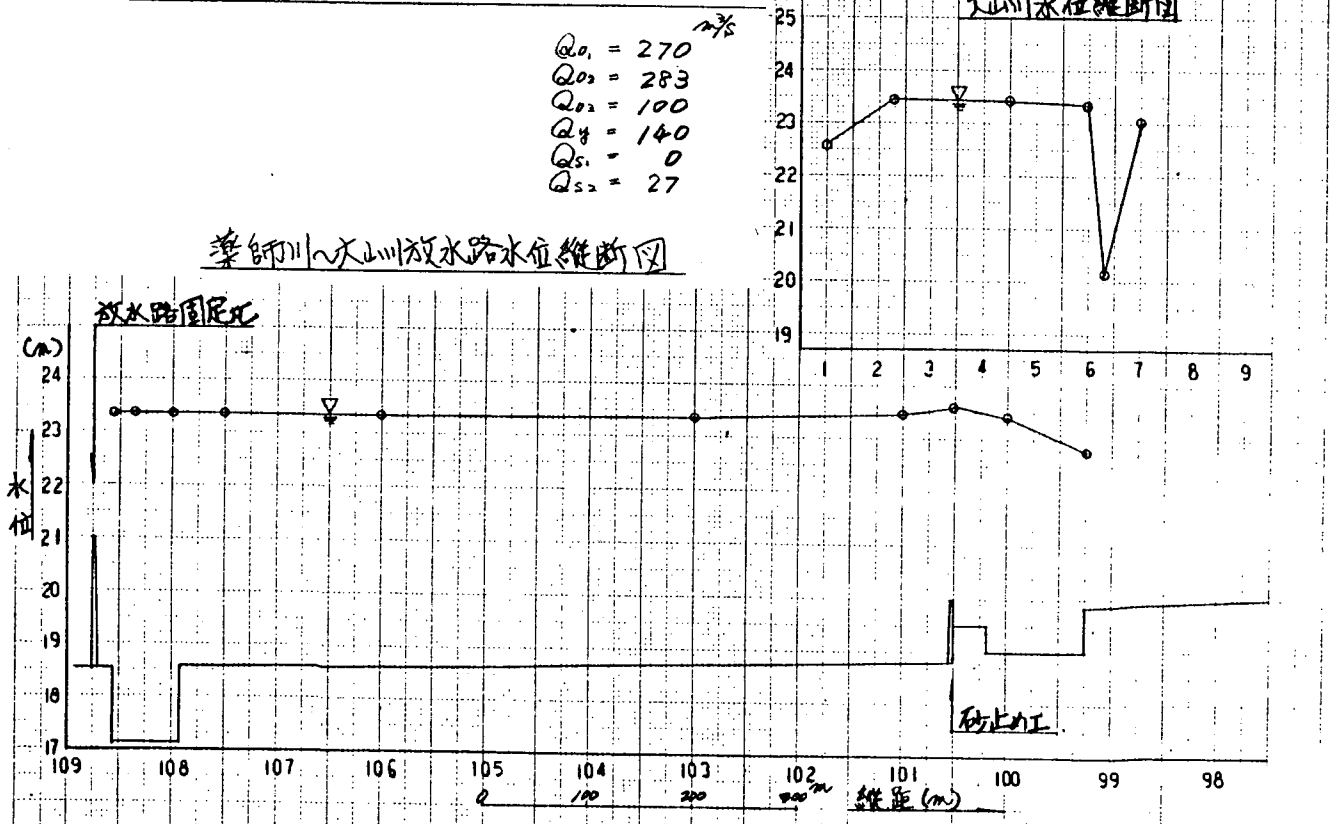
付図-97 大山川水位縦断図 (E-3)



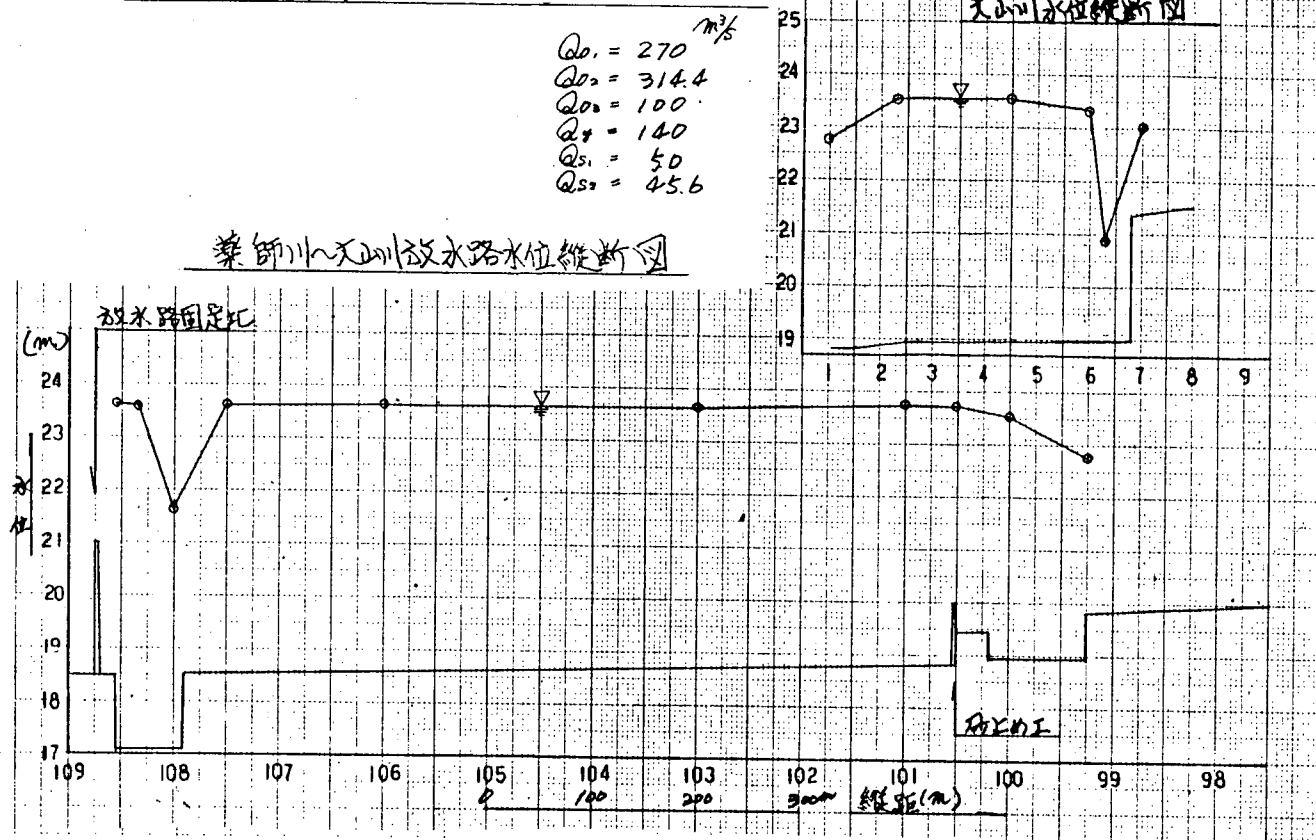
付図-98 大山川水位縦断図 (E-4)



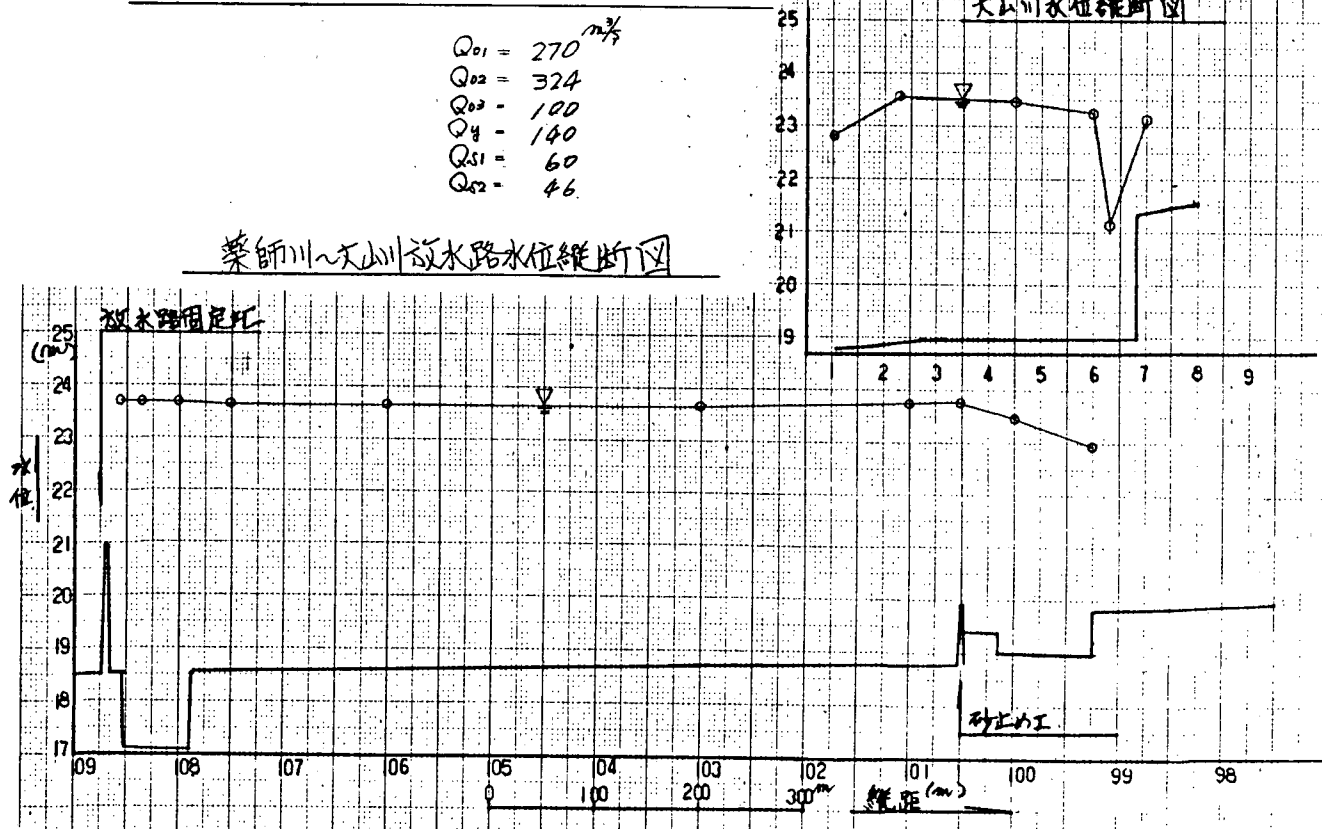
付図-99 大山川水位縦断図 (E-5)



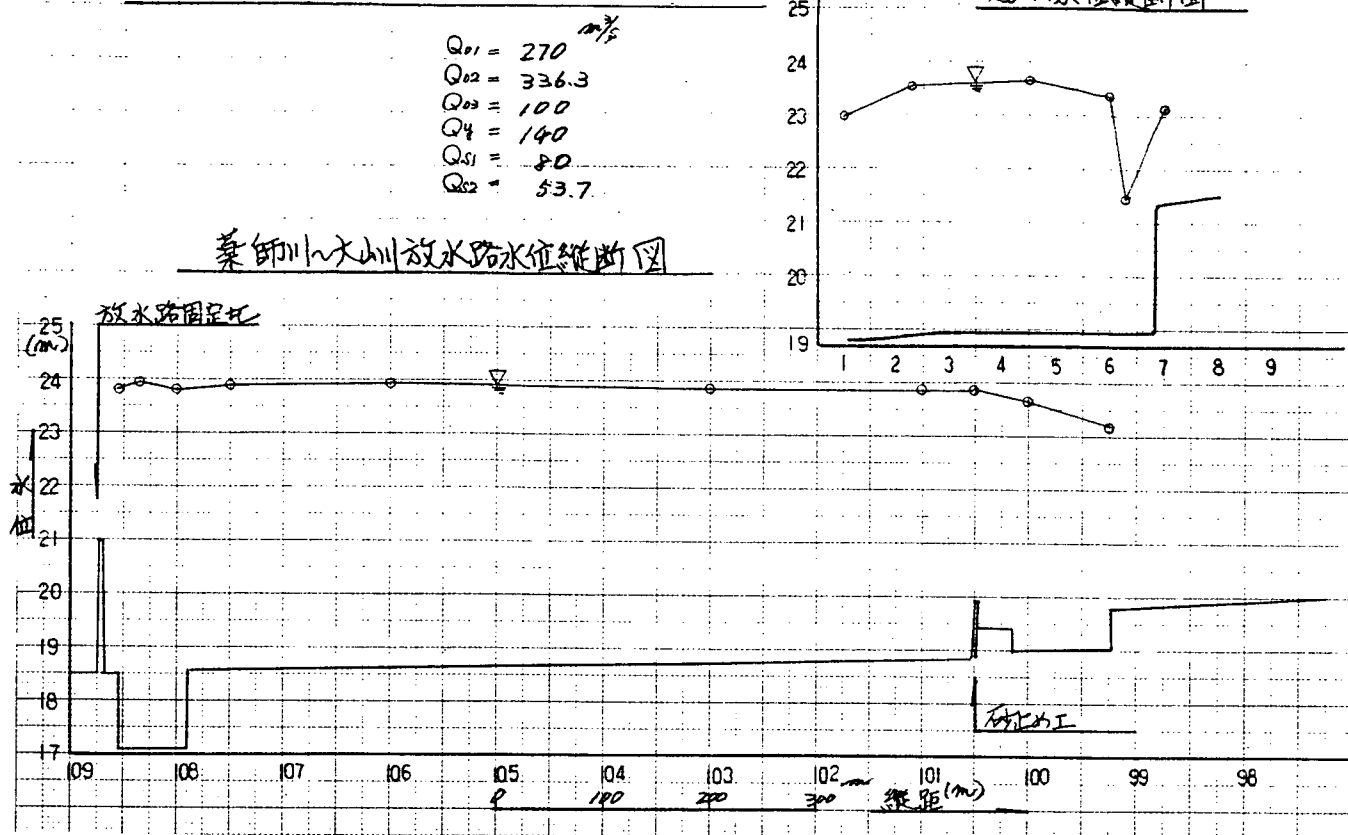
付図-100 大山川水位縦断図 (E-6)



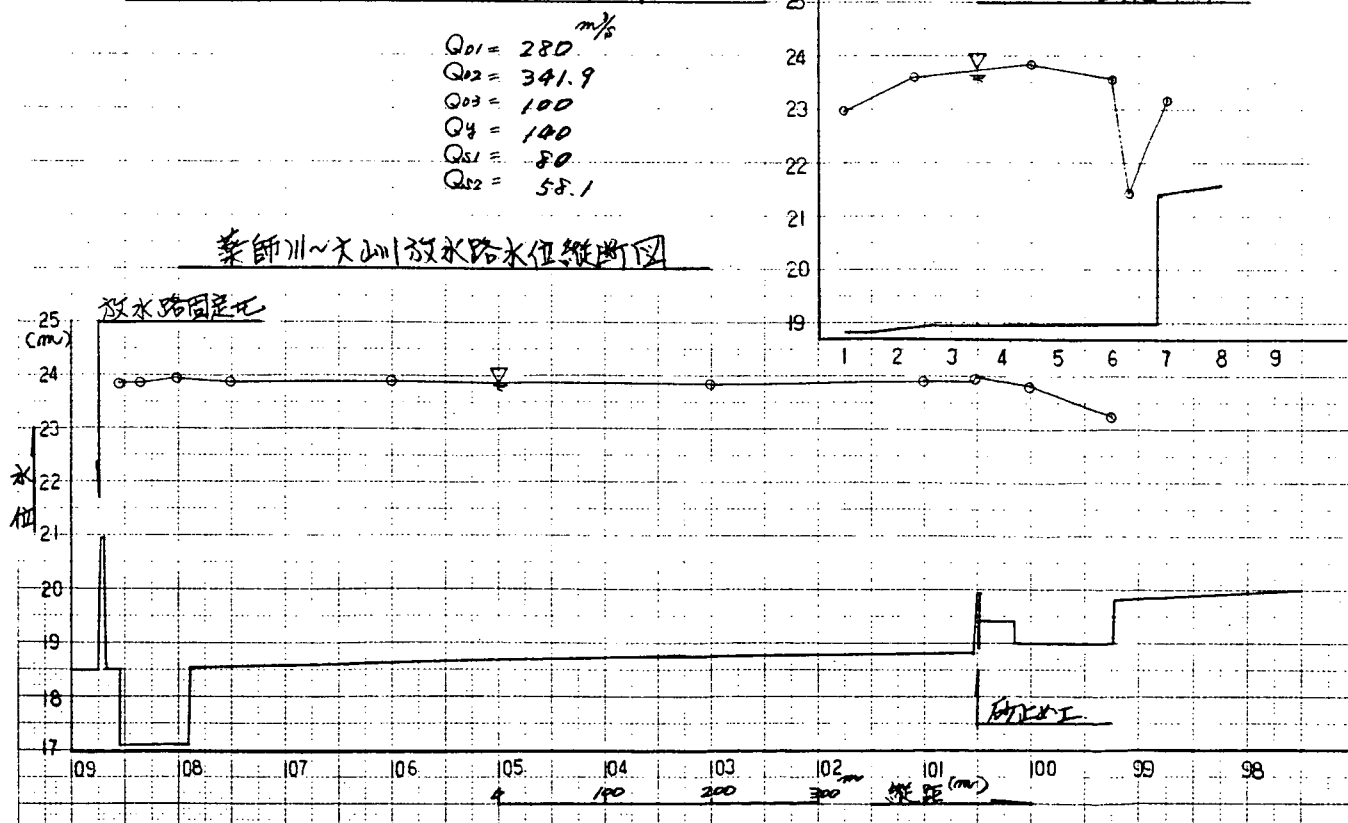
付図-101 大山川水位縦断図 (E-7)



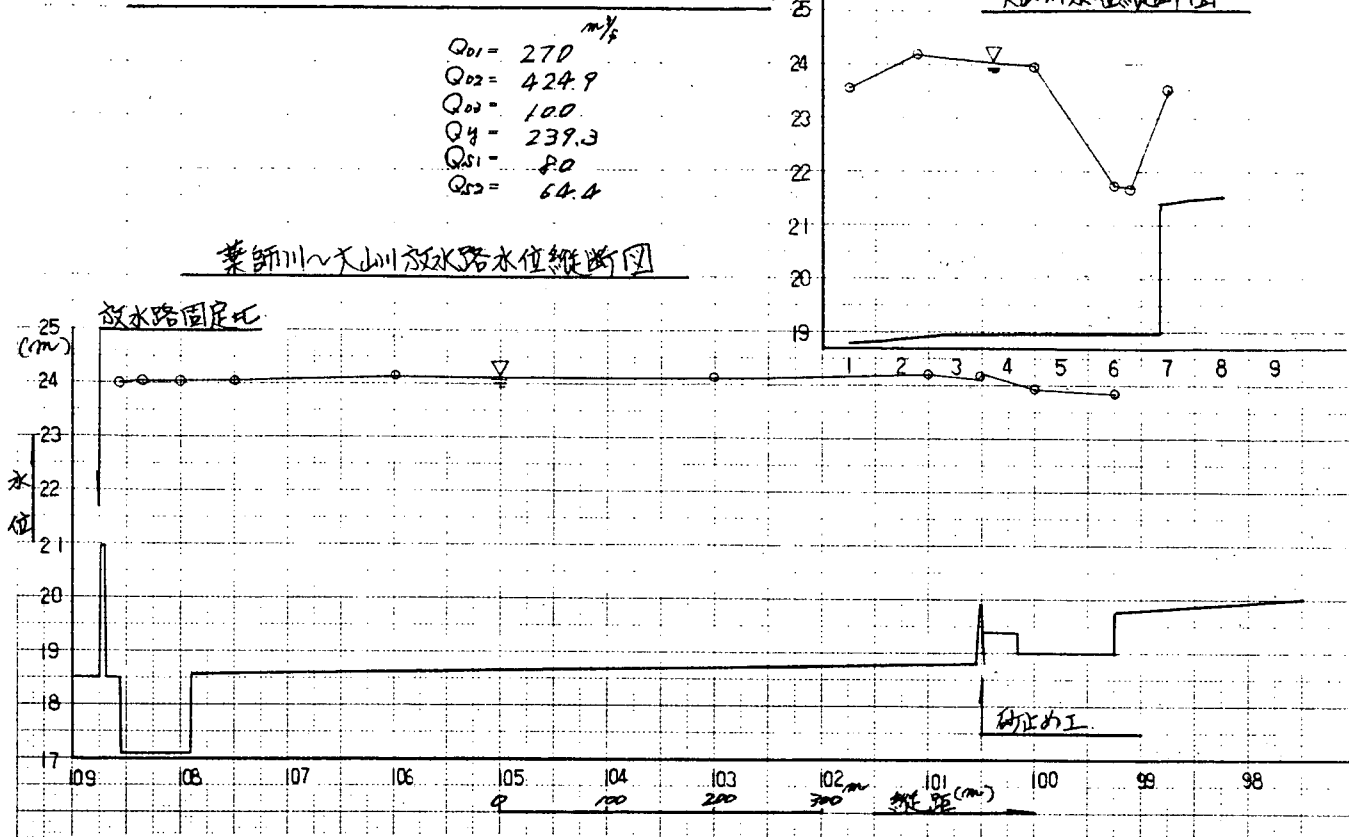
付図-102 大山川水位縦断面図 (E-8)



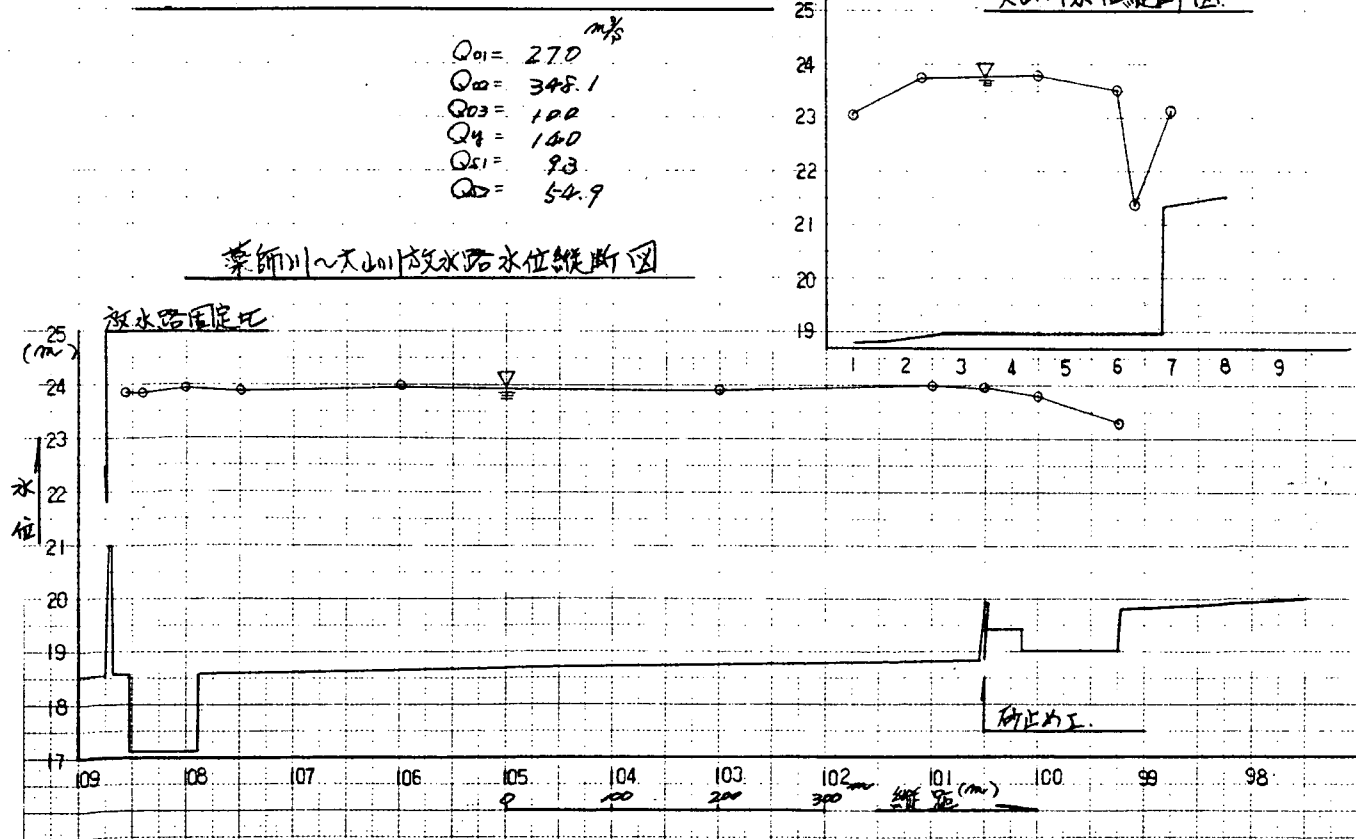
付図-103 大山川水位縦断面図 (E-9)



付図-104 大山川水位縦断面図 (E-10)



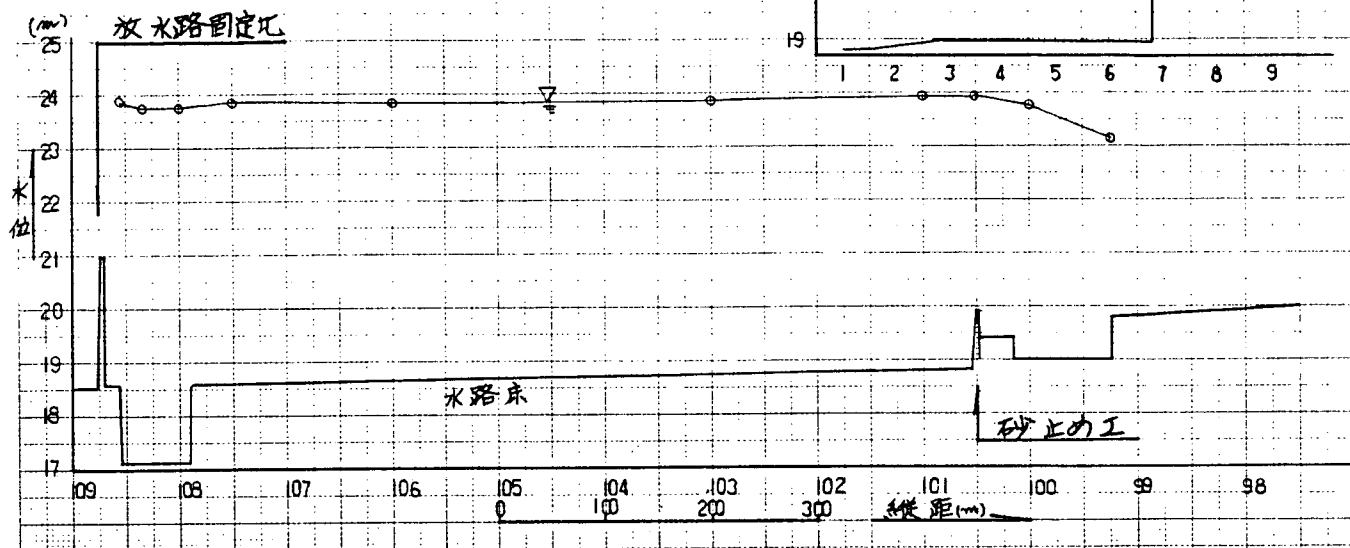
付図-105 大山川水位縦断面図 (E-11)



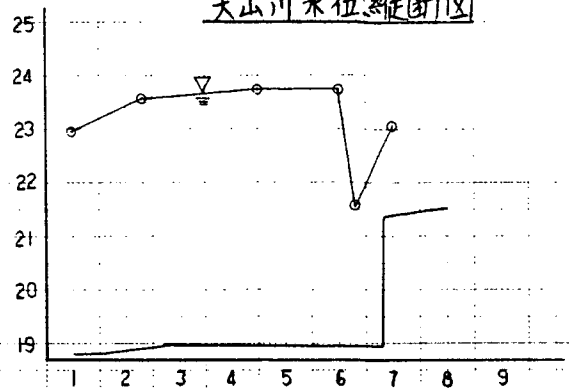
付図-106 大山川水位縦断面図 (F-1)

$Q_{01} = 270 \text{ m}^3/\text{s}$
 $Q_{02} = 343$
 $Q_{03} = 100$
 $Q_4 = 140$
 $Q_{s1} = 80$
 $Q_{s2} = 47$

薬師川～大山川放水路水位縦断面図



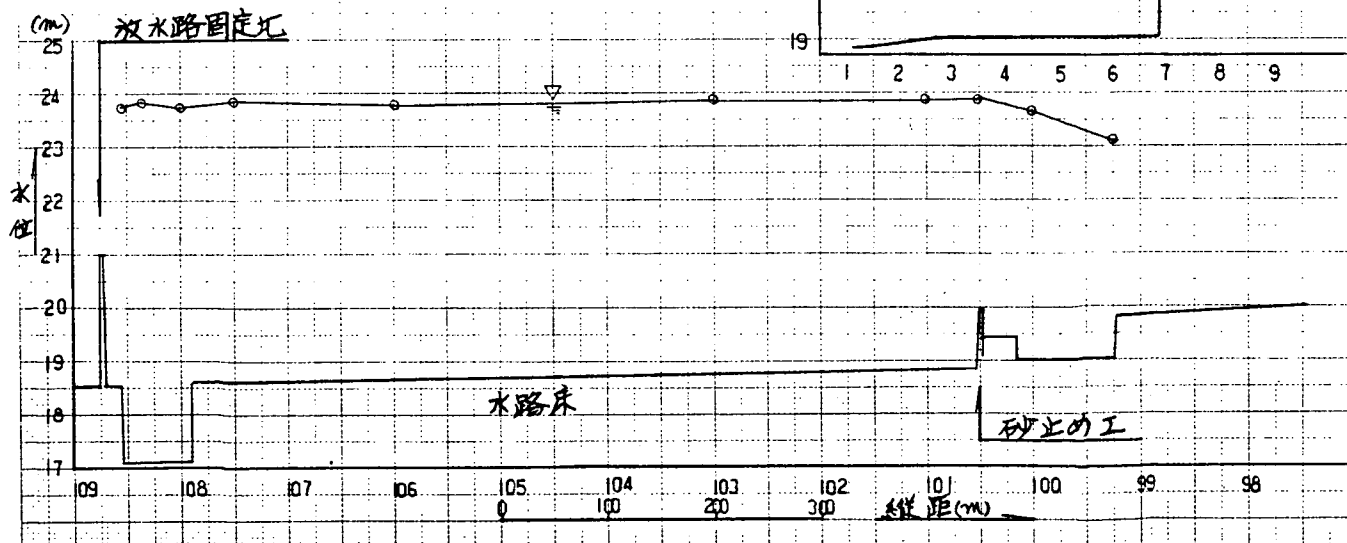
大山川水位縦断面図



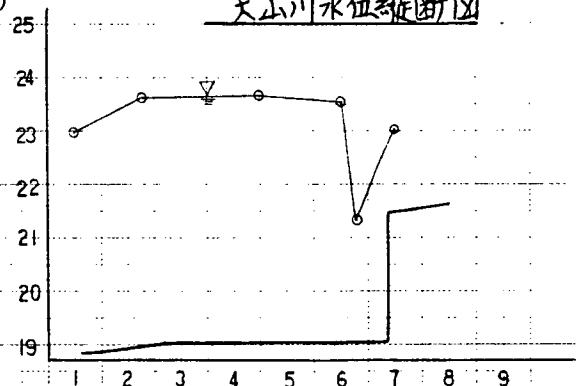
付図-107 大山川水位縦断面図 (F-2)

$Q_{01} = 270 \text{ m}^3/\text{s}$
 $Q_{02} = 340$
 $Q_{03} = 100$
 $Q_4 = 140$
 $Q_{s1} = 80$
 $Q_{s2} = 50$

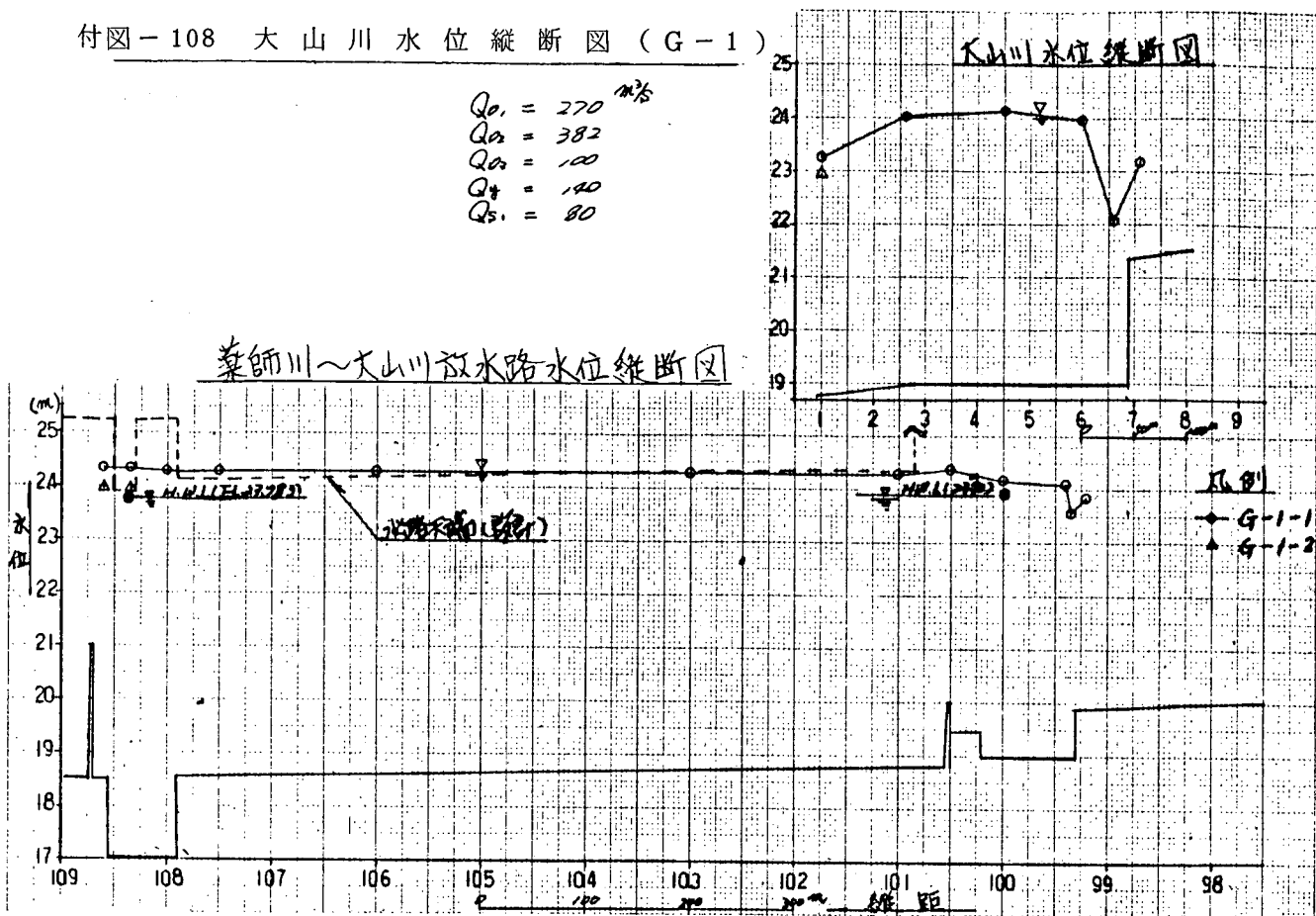
薬師川～大山川放水路水位縦断面図



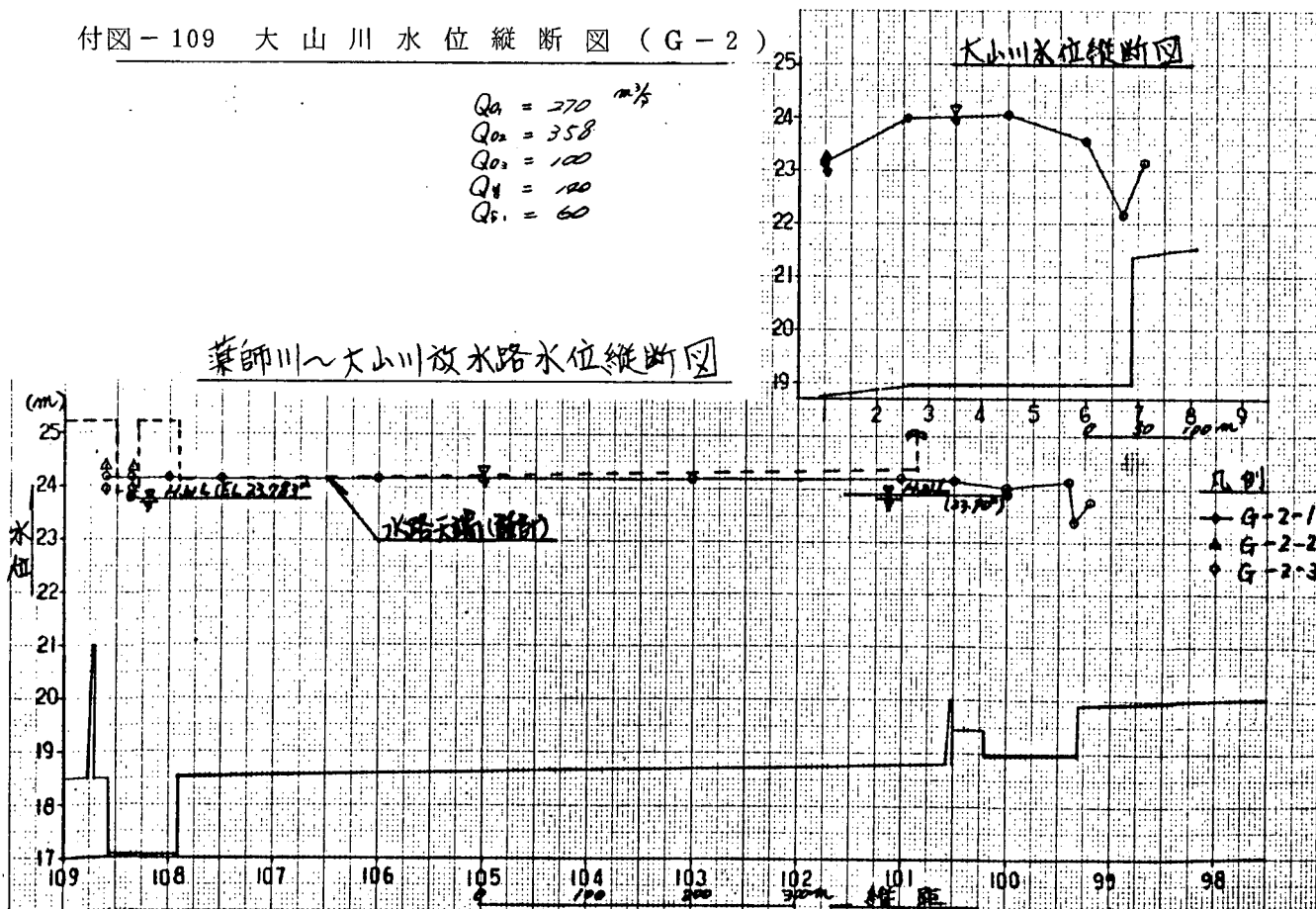
大山川水位縦断面図



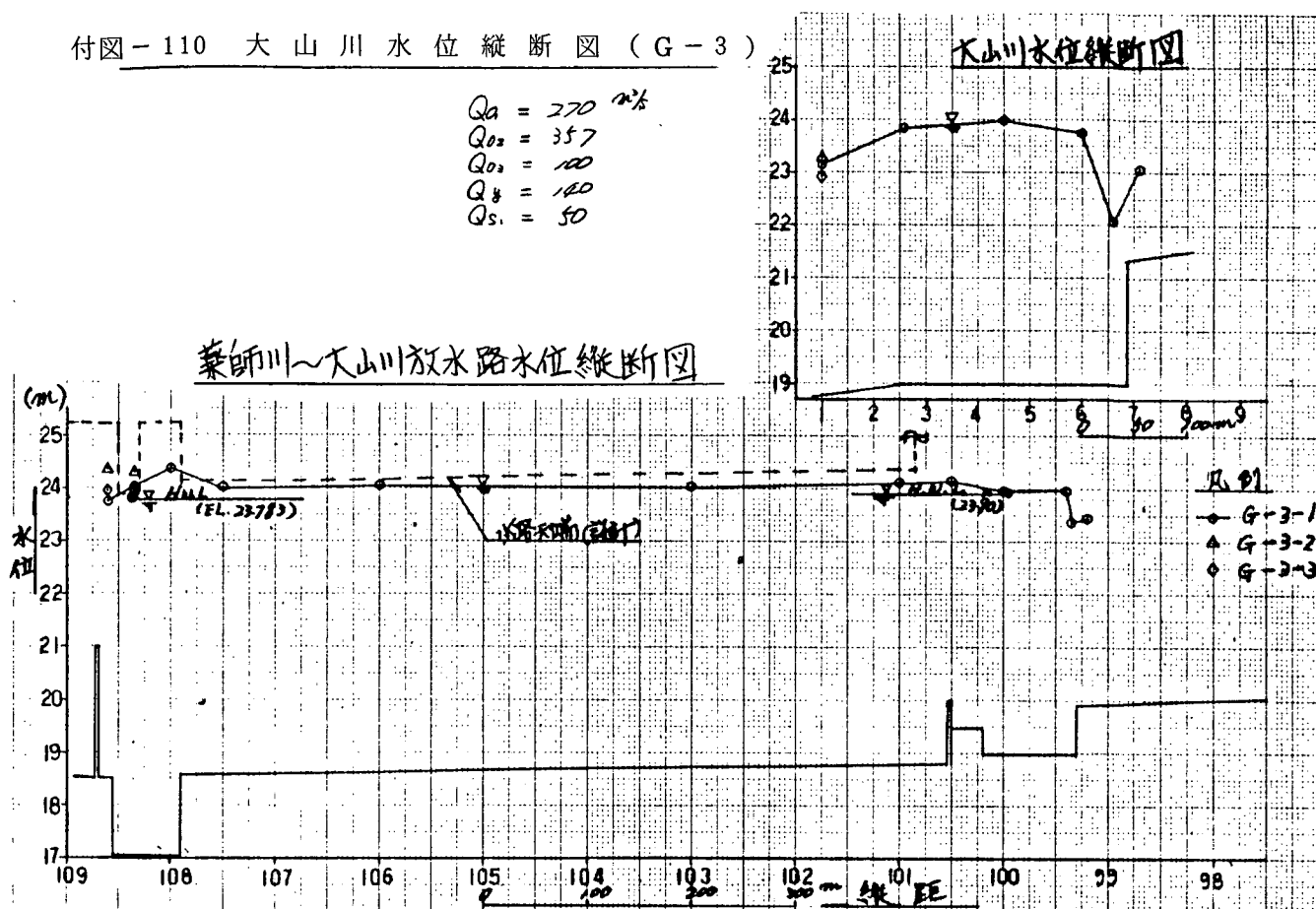
付図-108 大山川水位縦断面図 (G-1)



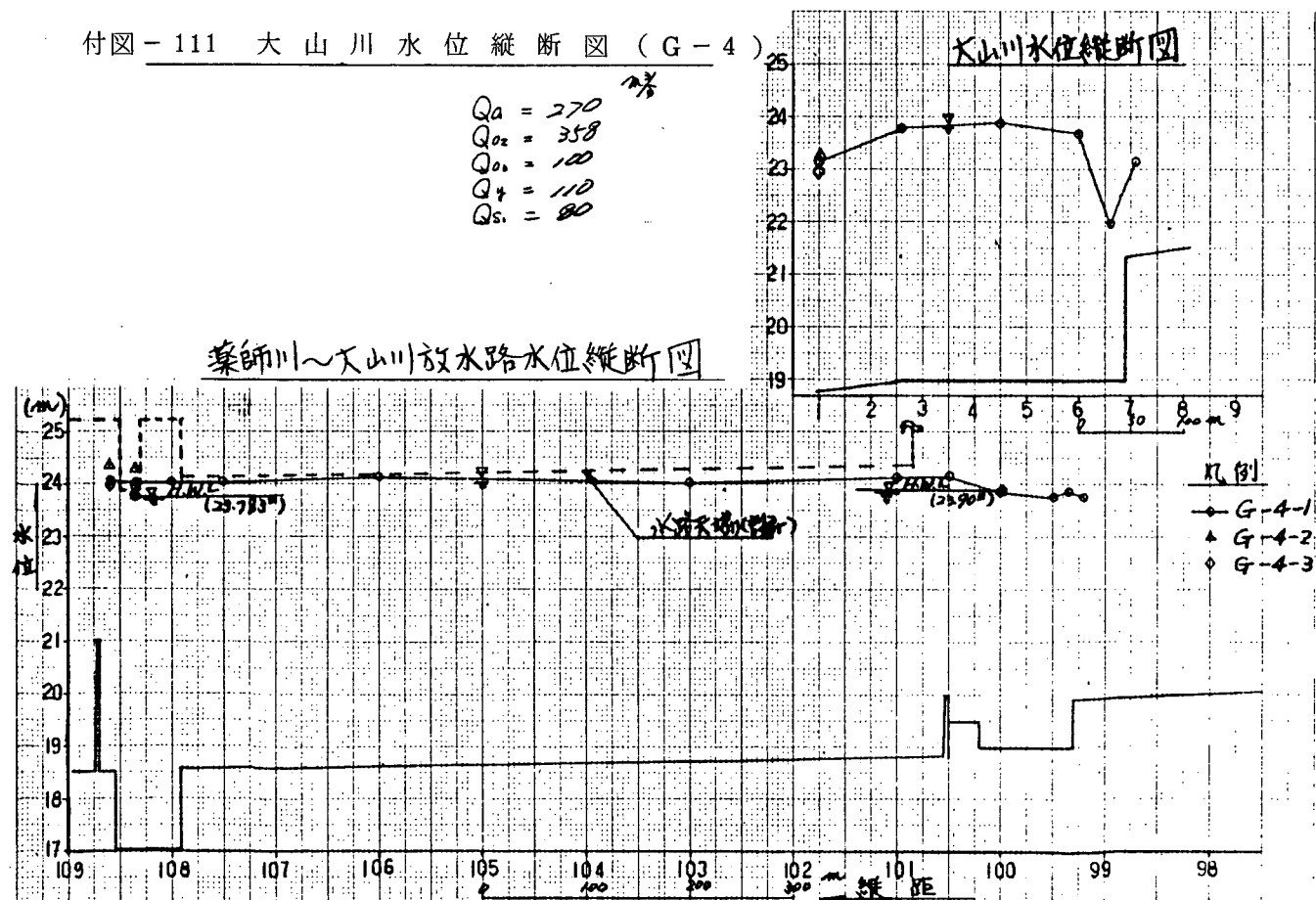
付図-109 大山川水位縦断面図 (G-2)



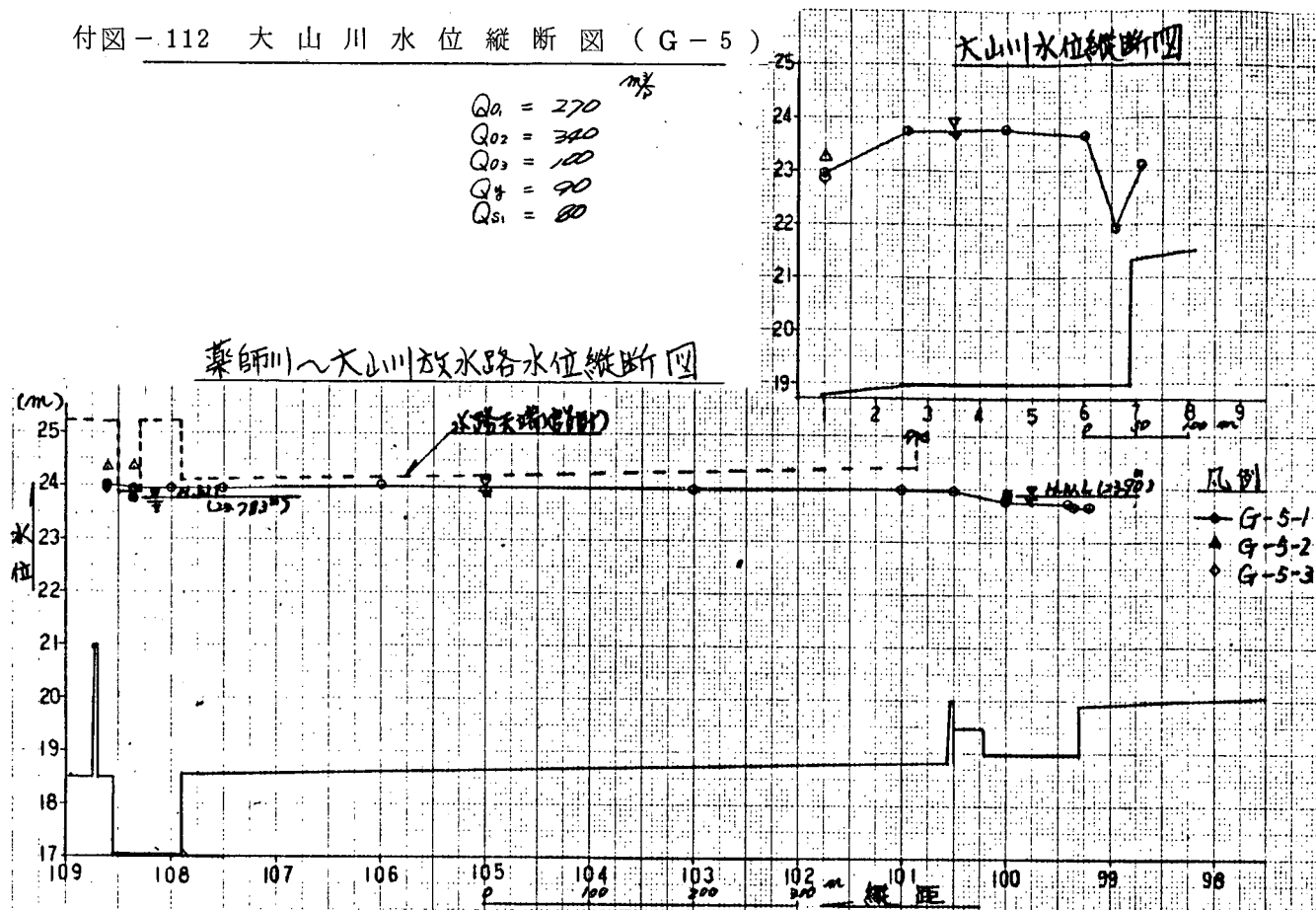
付図-110 大山川水位縦断面図 (G-3)



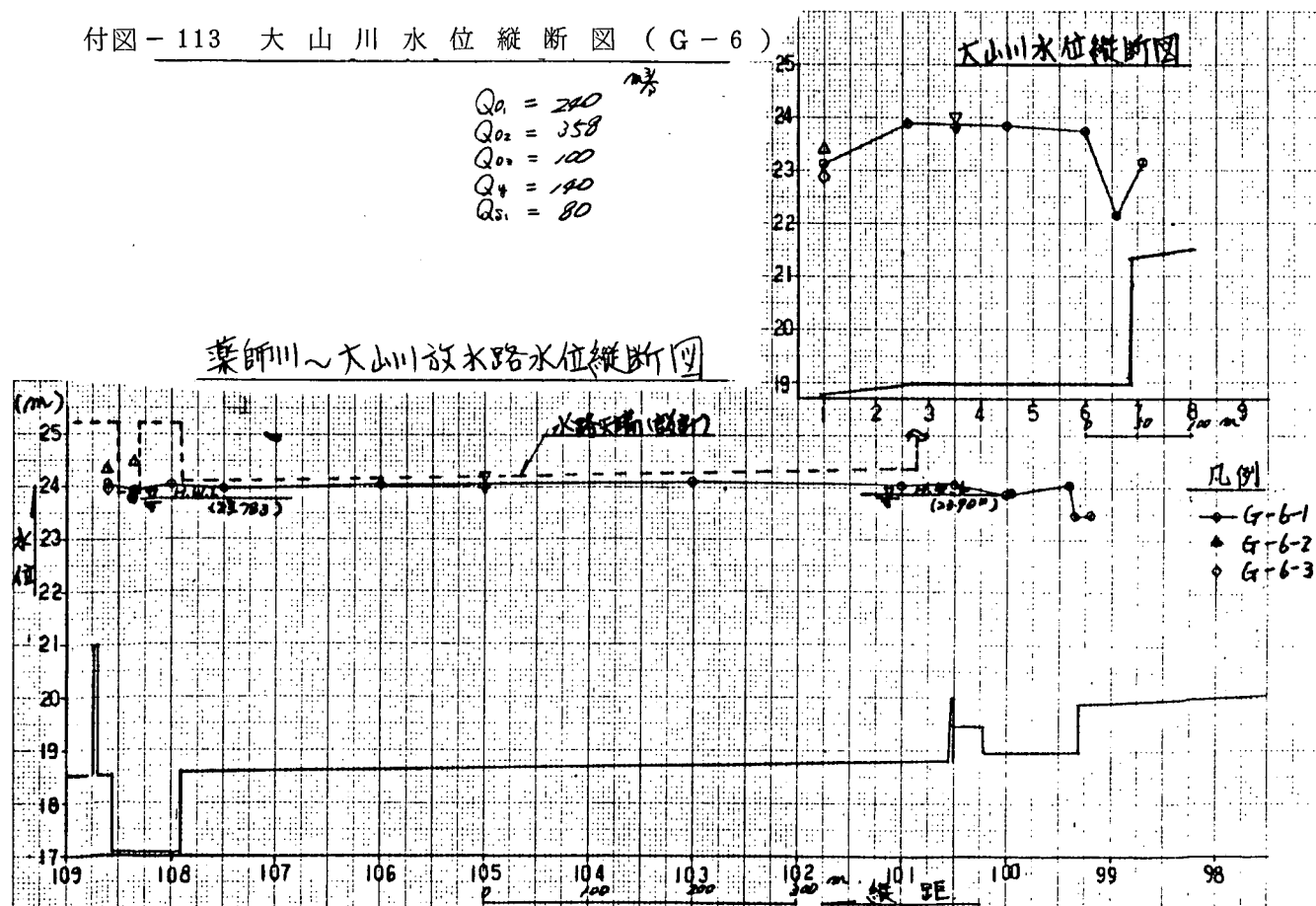
付図-111 大山川水位縦断面図 (G-4)



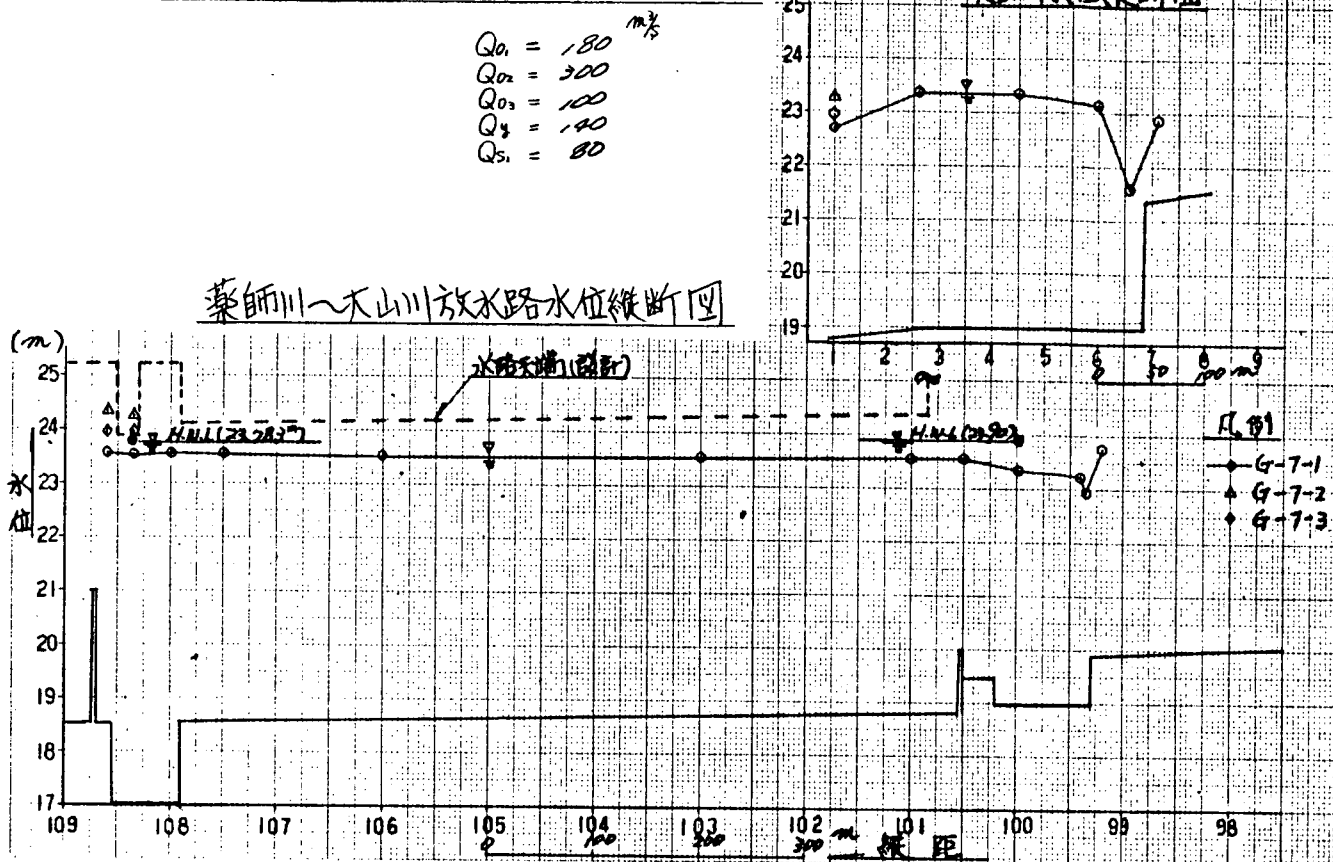
付図-112 大山川水位縦断図 (G-5)



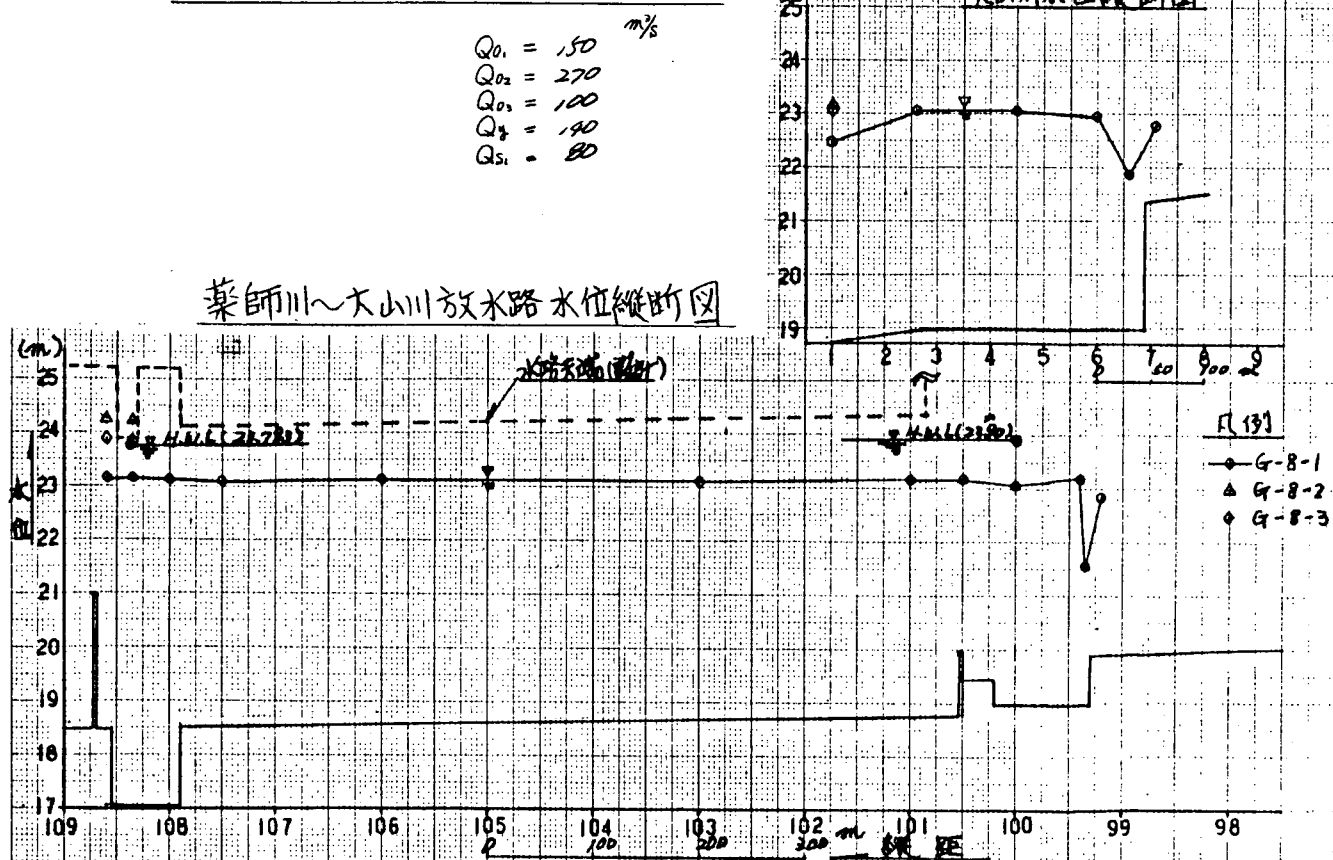
付図-113 大山川水位縦断図 (G-6)



付図-114 大山川水位縦断面図 (G-7)



付図-115 大山川水位縦断面図 (G-8)



大山川放水路水理模型実験
報告書（その1）

ISSN 0386-5878
土木研究所資料第2008号
昭和58年8月（1983）
馬場洋二，浅野富夫

キーワード：大山川放水路，固定床，分流，合流

要 旨

大山川放水路の大山川・西行堂川それぞれの合流部，
分流部（A案）の水理機能を縮尺1/20の固定床模型
実験で検討したものである。



郵便はがき



四十円切手
をはって下
さい

建設省土木研究所
都市河川研究室
御中

茨城県筑波郡豊里町大字旭一番地

No. _____

No. _____

配布先氏名

配布先住所



土木研究所資料第2008号 部

上記のとおり受領しました。

所 属（住所）

氏 名 印