



土木研究所資料 第647号

淀川河道計画模型実験報告書(その1)

—低水路法線形状の検討—

昭和46年3月

建設省土木研究所

目

次

ま え が き	1
1. 現地資料の解析と現河川の概要	2
2. 模型実験の相似律	6
3. 淀川河道計画模型実験における相似律	8
4. 模型について	9
5. 模 型 実 験	10
5-1 現状河道における模型実験	10
5-1-1 検 証 実 験	10
5-1-2 本 実 験	14
5-2 計画河道における模型実験	18
5-2-1 計画低水路法線第 1 案の実験（固定床・移動床模型）	21
5-2-2 計画低水路法線第 2 案の実験（固定床・移動床模型）	35
5-2-3 計画低水路法線第 3 案の実験（固定床・移動床模型）	43
6. 総 括 検 討	48
7. 結 論	52
あ と が き	54

表 目 次

表 - 1	淀川における主な洪水	3
表 - 2	実験一覧表	11

図 目 次

図 - 1	淀川平面図(沿岸概況図)	2
図 - 2	現状堤防高および既往洪水痕跡縦断面図	4
図 - 3	河床材料縦断面図	5
図 - 4	粗度検証水位縦断面図	12
図 - 5	低水流量水位縦断面図	15
図 - 6	洪水流量水位縦断面図	16
図 - 7	流量別流速図	17
図 - 8	計画低水路法線第1案, 第2案, 第3案平面図	19
図 - 9	計画低水路法線第1案水位縦断面図	24
図 - 10	移動床抽出模型平面図(2.1.0 Km ~ 3.0.0 Kmおよび1.3.0 Km ~ 1.8.2 Km)	29
図 - 11	移動床抽出模型河床材料(石炭粉)累加曲線	30
図 - 12	計画低水路護岸標準断面図	20
図 - 13	移動床模型実験水位縦断面図及び河床変動図(2.1.0 Km ~ 3.0.0 Km)	30
図 - 14	計画低水路法線第1案, 第2案の水位比較図	36
図 - 15	各断面における洗堀・堆積断面縦断面図	37
図 - 16	計画低水路法線第1案, 第2案, 第3案の水位比較図	28
図 - 17	移動床模型実験水位縦断面図及び河床変動図(1.3.0 Km ~ 1.9.0 Km)	44
図 - 18	護岸附近の洗堀深を考慮した護岸規模分割図	53



土木研究所資料 第647号

淀川河道計画模型実験報告書(その1)

—低水路法線形状の検討—

(附 表 , 附 図)

昭和46年3月

建設省土木研究所

附 表 附 図 目 次

附表一	1	粗度検証実験結果	1
"	2	計画低水路法線第1案水位数値表(21.0K~30.0K)	7
"	3	計画低水路法線第1案流速数値表(21.0K~30.0K)	8
"	4	計画低水路法線第1案水位数値表(13.0K~19.0K)	12
"	5	計画低水路法線第1案流速数値表(13.0K~19.0K)	13
"	6	計画低水路法線第2案水位数値表(21.0K~30.0K)	15
"	7	計画低水路法線第2案流速数値表(21.0K~30.0K)	16
"	8	計画低水路法線第2案, 第3案水位数値表(13.0K~19.0K)	19
"	9	計画低水路法線第2案, 第3案流速数値表(13.0K~19.0K)	21
"	10	河床保護対策施工後の流速数値表	24
附図一	1	淀川模型平面図	29
"	2	現状河道における表面流速比較図	30
"	3	航測資料と模型実験結果の比較図	31
"	4	計画河道第1案における流況, 流速図(21.0K~30.0K)	32
"	5	計画河道第1案, 第2案における河床横断変化比較図(21.0K~30.0K)	33
"	6	計画河道第2案における河床変化平面図(21.0K~30.0K)	64
"	7	計画河道第2案における流況図(21.0K~30.0K)	65
"	8	計画河道第1案, 第2案における流況図(13.0K~19.0K)	66
"	9	計画河道第3案における流況図(13.0K~19.0K)	69
"	10	計画河道第3案における流況, 河床変化図(13.0K~19.0K)	71
"	11	計画河道第3案における河床保護実施後の河床横断変化比較図	93
"	12	計画河道第3案における堆積部除去後の河床横断変化図	115
"	13	現状及び計画河道模型における単位巾流量横断分布図	129

ま え が き

滋賀県の琵琶湖を源とする宇治川、三重県にその源をもつ木津川、京都府丹波高地より流出する桂川と、この三川が合流して大阪湾に注いでいる淀川は、その流域面積 $7,281\text{Km}^2$ をもち、その沿岸は古くから我が国の政治・経済の中心として栄えたところであり、しかも陸上交通の発達されていなかった時代においてはこれら河川を利用する舟運が唯一の交通機関とされていた。したがって、これまで行なわれてきた河川の改修工事の記録においても、洪水疎通もさることながら船舶の航路維持を主な目的とされた傾向もうかがえる。このため現在の河道状況は、河道巾 $600\text{m} \sim 800\text{m}$ (枚方附近の中流部) に対して、その低水路巾はわずかに $100\text{m} \sim 130\text{m}$ 程度のもので、かなり蛇行させたものである。低水路の疎通能力は $300\text{m}^3/\text{s} \sim 400\text{m}^3/\text{s}$ しか期待出来ず、これまでに於ける $2000\text{m}^3/\text{s} \sim 3000\text{m}^3/\text{s}$ 程度の小洪水においても洪水流が高水敷の上を流下している。

一方、淀川沿岸における都市の発達と人口の集中、および上流を含むその近郷地域の市街化の傾向は近年とくにめざましいものがある。これに対して、現在の淀川は、その計画高水流量が $6,950\text{m}^3/\text{s}$ (25.8Km の枚方地点) で、ここ12年～13年のあいだにこの計画高水流量を上回る洪水、またはこれに近いものが数回におよび、治水計画の再検討が要求された。そこで、近畿地方建設局淀川工事々務所においては、「淀川新治水計画案」を打ち出し、計画高水流量の改訂検討と、これにともなう計画河道、とくに洪水の疎通を考慮した低水路の大規模な堀削計画とその法線形状の検討、および堤防の保護対策の一手法として高水敷のかき上げ、堤体附近の流速の緩和などの検討を試みている。

今回、近畿地方建設局淀川工事々務所では、計画高水流量の改訂にともなう計画低水路の堀削とその法線形状の検討、長柄堰の取扱い、および木津川、宇治川、桂川の三川の合流機構の検討等の諸問題について、そのあらましの原案について模型実験による検討を土木研究所に依頼して来たものである。

土木研究所鹿島試験所では、昭和43年度から固定床模型と移動床抽出模型による実験を行っているが、ここでは主として中流域 ($13.0\text{Km} \sim 30.0\text{Km}$) の計画低水路法線形状についての模型実験結果を報告する。

なお、昭和43、44年の2ヶ年度にわたって実施した河道計画模型実験の経費を概略示すと次のようである。

	総 予 算 額	模 型 製 作 ・ 配 管 ・ そ の 他	模 型 実 験	共 通 経 費 ・ 実 験 資 材 (石炭粉等)
				千円
昭和43年度	3,000	21,900	3,500	4,600
昭和44年度	20,000	3,000	8,400	8,600

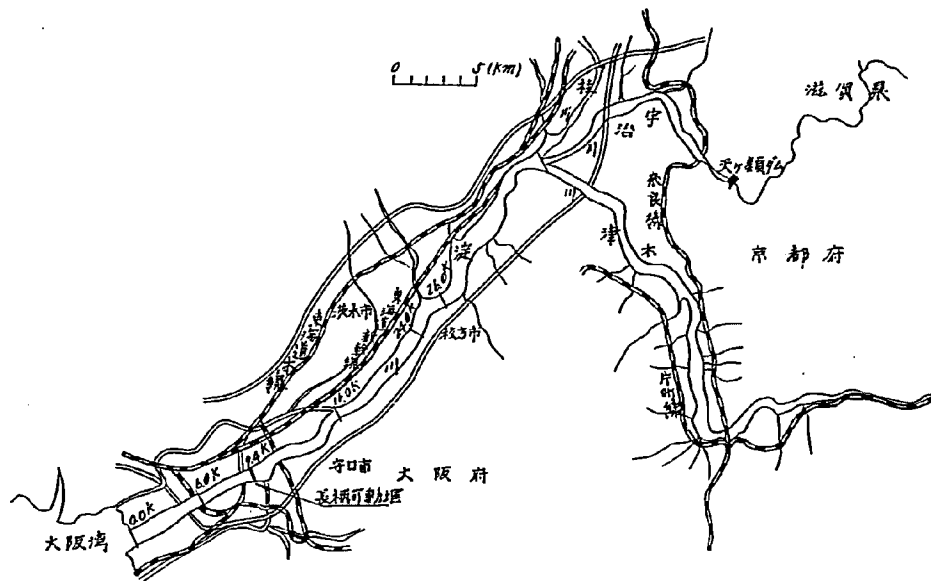


図 - 1 淀川沿岸概況図

1. 現地資料の解析と現河川の概要

(1) 洪水資料

昭和28年13号出水の実績を基礎として、昭和29年に策定された現在の計画高水流量は $6,950 \text{ m}^3/\text{s}$ である。これに対して、ここ12～13年のあいだにおける洪水流量は、この $6,950 \text{ m}^3/\text{s}$ を上まわるもの、またはこれに近いものが数回におよんでいる。とくに、昭和29年以後の主な出水をあげると

昭和34年	8月14日	枚方流量	$6,800 \text{ m}^3/\text{s}$	枚方水位	13.32m
" 34"	9" 27"	"	7,200 "	"	13.51"
" 36"	10" 28"	"	7,800 "	"	13.77"
" 40"	9" 18"	"	6,870 "	"	13.58"

となっており、これは昭和29年以降の四大出水とよばれている。このなかにはその流量が枚方地点における計画高水流量に達しないものもあるが、最高水位においては、枚方地点における計画高水位の 6.36 m (枚方氾水標0点高 = O.P. 6.868 m) をいづれも上回っている。ここに、昭和27年から昭和40年にいたる13年間の洪水について、その流量順位に30洪水あげたものが表-1である。

表-1 淀川における主な洪水 (S.27~S.40)

順位	生起年月日	潮位O.P.cm	生起年月日	流量(m^3/s)	備 考
1	36. 9.16	431	36.10.28	7,800	※ 日最高潮位は 天保山潮位 最大流量は枚方流量
2	39. 9.25	408	28. 9.25	7,790	
3	25. 9. 3	400	28. 9.26	7,240	
4	35. 8.29	315	34. 9.27	7,200	
5	29. 9.26	296	40. 9.18	6,870	
6	40.11. 9	288	34. 8.14	6,800	
7	29. 9.14	282	36. 6.27	4,680	
8	28. 9.25	278	31. 9.27	4,600	
9	32. 6.27	278	36.10.29	4,360	
10	39. 8.24	278	33. 8.26	4,200	
11	31. 8.17	276	36. 6.28	4,120	
12	36.10.17	272	27. 7.11	4,000	
13	26. 7.13	270	34. 9.26	3,950	
14	25. 9.14	268	33. 9.27	3,900	
15	34. 9.17	268	27. 7.12	3,900	
16	34. 9.26	267	29. 7. 6	3,860	
17	32. 9.25	264	35. 8.30	3,800	
18	39. 8.25	263	40. 9.17	3,770	
19	40.11. 8	263	31. 9.28	3,560	
20	33.12.26	262	39. 6.26	3,540	
21	33. 9.15	262	29. 6.	3,320	
22	39. 9.24	262	34. 8.13	3,300	
23	28. 6. 7	261	34. 8.15	3,300	
24	29. 8.18	261	27. 7. 3	3,190	
25	34.11. 2	261	28. 8.15	3,100	
26	34.10. 4	260	29. 9.18	3,000	
27	39.10.21	260	27. 6.24	2,990	
28	40.12.23	260	28. 9.27	2,790	
29	40.12.12	259	37. 8.26	2,650	
30	28. 9.24	258	33. 9.26	2,400	

(2) 平常時流量

木津川、宇治川、桂川の上流三川を含む淀川沿岸は、近年とみに都市化が進んでおり、これにともなう水の利用も相当に伸びている。現在、長柄堰から上流の35.0 Km地点にいたる約25 Kmのあいだには毛馬の洗堰を始めとして、農業、工業、上水道用水の大小合わせて40ヶ所をこす取水施設があり、農業用水は期節的なものとして除外しても約28.6 m^3/s

程度の利用状況で、今後も水需要は増加するであろう。

(3) 水 位

河口から37.0Kmまでの、淀川における現在の堤防の状況は、25.8Kmの枚方量水標地点で、その高さが左岸側でO.P. +15.409m、右岸側でO.P. 16.028mであり、この量水標附近(20.0Kmから上流の30.0Kmに至る区間)は左岸堤防の天端高勾配が約1/2800、その右岸側は1/2700程度のものである。この様な堤防高の状況に対して過去の洪水、いわゆる四大洪水の洪水痕跡資料によると、昭和36年10月28日の痕跡が枚方量水標地点で13.77mを示しており、この地点の計画高水位の13.172mを大きく上まわったものである。このほか、昭和40年9月の24号台風による出水時においても、この地点の痕跡が12.9mを記録しており、計画高水位に対して0.2~0.3mの高さにまで接近している。また、この時の洪水流量は枚方地点で前者が7,800m³/s、後者が6,950m³/sを上まわるもの、あるいはそれに近いものである。

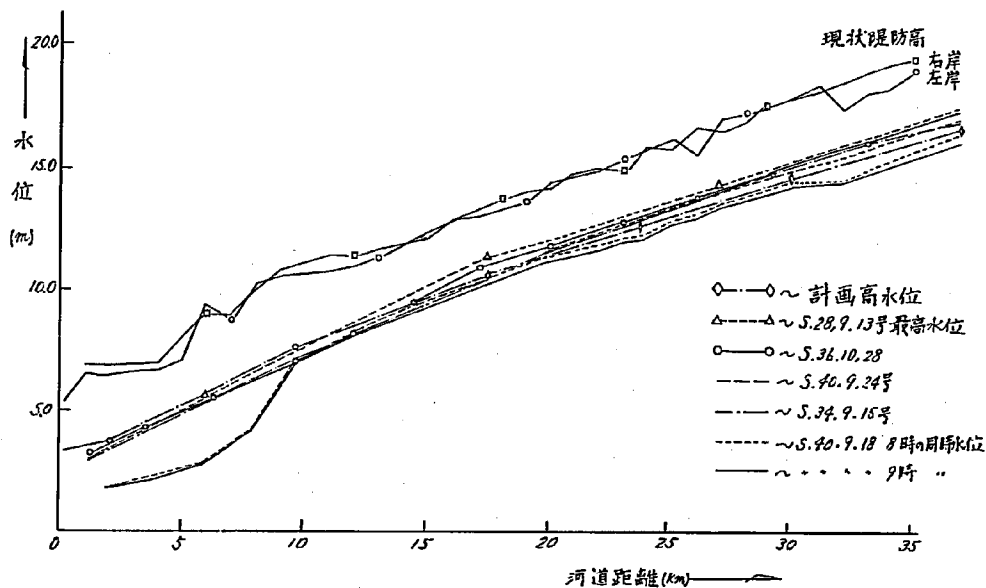


図-2 四大洪水を含む主要洪水痕跡縦断面図

(4) 河 道

37.0Kmから35.0Kmにかけての河道は、木津川、宇治川、桂川の三川の合流域にあたるため、河道中央に導流堤あるいは越流堤等が設置されており、非常に複雑な断面形状をなしている。これより下流の26.0Km附近までは河道巾600mから1000m程度のもので蛇行も少ないものであるが、低水路巾が割合に小さく、100m~120mである。

更に、下流の25.0Kmを中心とする枚方地区に至っては、河道巾が600m~700mとやや狭くなり、河道が彎曲し、低水路巾は100m程度である。しかも低水路の蛇行がかなりきびしくなつて、高水敷もなく堤体に接近して流下している所もある。

また、下流の一ツ屋地区(13.0Km~17.0Km)においては、その河道巾は600m前後で、枚方地区と同様な彎曲を示すため100m~120m巾の低水路は蛇行現象の顕じるしいものがある。

さらに下流部の9.4Kmには長柄の可動堰が左岸低水路部分に設置され、低水位流量の調節と塩水遡上の防止が計られている。これより下流側では河道巾も次第に広くなり、巾750m~800mのほぼ直線に近い河道形状である。しかし、この附近は、東海道本線を始めとする各鉄道橋、および道路橋等の架設物の多い地域である。

(5) 河 床 材 料

低水路内部分における河床材料の粒度分布と、高水敷部分における粒度分布は異なつた傾向を示すものであろう。しかし、淀川における河道状況は、河道全巾に対して低水路巾が約1/6程度のものであることを考えあわせ、現地において各断面の左岸・中央・右岸の3点の調査結果の平均値をその断面を代表するものとした。

まづ、それぞれの断面において、最も多く含まれている粒径を縦断的にみると、10.0Kmから16.0Km附近にかけて0.5mm程度までの範囲でばらつき、これより上流の37.0Kmにいたる区域では、特異と思われる断面も2~3あるが、このほかは、ほぼ1mm程度のものが最も多く含まれている。

次に、含有率50%、および60%の粒径を縦断的にみると、10.0Kmから18.0Km、19.0Kmから25.0Km、26.0Kmから37.0Kmの大略3区分され、それぞれ

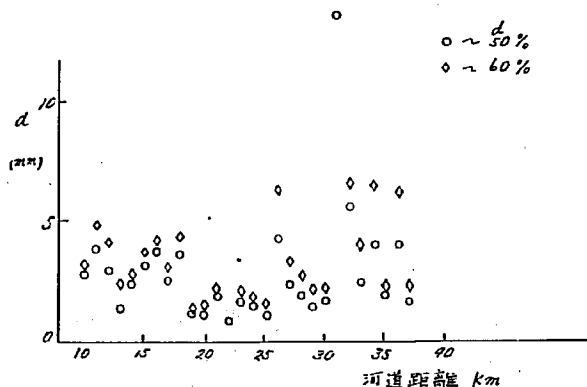


図-3-1 淀川河床材料縦断図 ($d_{50} \sim d_{60}$)

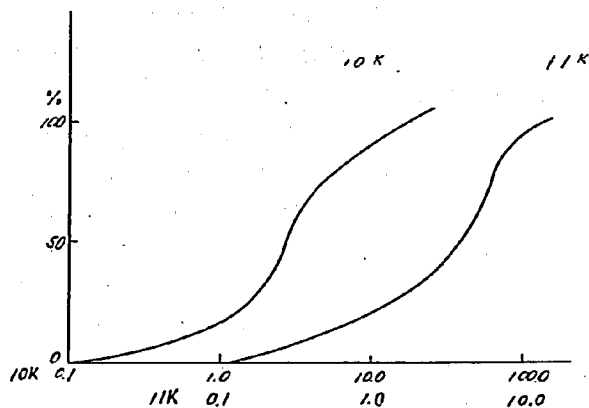


図-3-2 淀川河床材料累加曲線

に異なった傾向を示している。

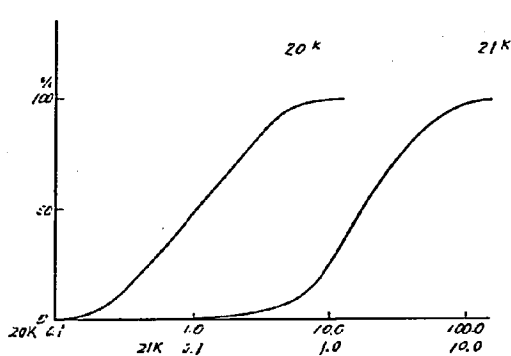


図-3-3 淀川河床材料累加曲線

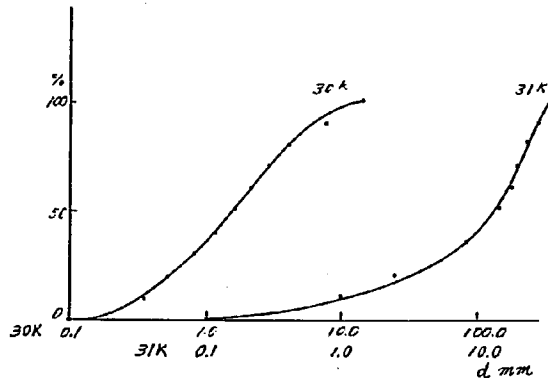


図-3-4 淀川河床材料累加曲線

2. 模型実験の相似律

(1) 固定床模型の相似律

模型実験の結果を現地に適用し得るためには、現地と模型とのあいだに幾何学的、運動学的および力学的相似が成立しなくてはならない。

幾何学的相似とは、実物と模型の二組の流れの境界の形・流況が相似であること、すなわちそれぞれ対応する各部分の長さの比がすべて同一の値であることを意味する。

運動学的相似とは、現地と模型の両者間における運動の形が相似であること、すなわち両者の流線が幾何学的に相似になる必要があり、つまり、流速の三成分の比が相等しくなることが必要である。力学的相似とは、現地と模型との両者間において、相対応する点に作用している力相互間の比が一定であることを意味する。この力学的相似が模型実験の相似のなかで最も重要であり、また困難な問題を含んでいる。流体の運動をおこす力、流体の運動にともなって現われる力としては、重力、圧力、慣性力、粘性にもとづく剪断力、表面張力、水の弾性変形による圧縮力等の諸力が考えられる。

現地および模型におけるこれらの諸力を今かりにそれぞれ $F_1, F_2, \dots, F_n$ 、および $f_1, f_2, f_3, \dots, f_n$ とすれば

$$\frac{F_1}{f_1} = \frac{F_2}{f_2} = \frac{F_3}{f_3} = \frac{F_n}{f_n}$$

の関係が成立つことが、力学的相似であるために必要となる。

ところで、現地と模型とで、同一比率の流体を流し同一地点上で比較を行なった場合、2

個以上の力の間の比率が同一にはなりえないであろう。しかし実際問題として、流れの種類および問題の性質によって、特に大きく影響する力と、あまり考慮しなくとも運動の大勢に変化をおよぼさないような力との二種類に分けることができる。

河川の模型実験のような場合には重力の影響がとくに大きい。すなわち自由水面の形は重力によって決定される。したがって、この種の流体運動においては、重力と慣性力だけを主作用力として取りあげ、夫々の比が等しくなるように流速、流量等の諸量の比を定める。このように考えて力学的相似を導いたのがFroudeの相似法則である。

現地と模型において流れに関して相似であるためには、同じ型の運動法則が適用されなければならない。

不定流の運動方程式

$$-i + \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{1}{g} \cdot \frac{\partial V}{\partial t} + \frac{1}{2g} \cdot \frac{\partial V^2}{\partial x} + i_f = 0 \quad \text{..... (1)}$$

マニングの平均流速公式

$$V = \frac{1}{n} h^{2/3} \cdot i_f^{1/2} \quad \text{..... (2)}$$

連続の方程式

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \quad \text{..... (3)}$$

ここに

i : 河床勾配, i_f : 摩擦勾配, h : 水深, x : 河道方向の長さ,

t : 時間, A : 流水断面積, Q : 流量, n : マニングの粗度係数

の三式が成立しなければならない。

(1), (2), (3)式を現地と模型の夫々に適用して、対応する各項の比を等しいと置くと各水理量に関する相似律が得られる。

今、現地に関する量には P , 模型に関する量には m , 両者の比には r なるサフィックスをつけて、例えば現地水深 h_p , 模型水深 h_m とすると, $h_r = h_p / h_m$ である。

模型に歪を付けた場合を考えると、歪率 $\alpha = x_r / h_r$ であり、

$$\left. \begin{aligned} i_r &= \alpha^{-1} \\ V_r &= h_r^{1/2} \\ Q_r &= \alpha \cdot h_r^{5/2} \\ t_r &= \alpha \cdot h_r^{1/2} \\ n_r &= \alpha^{-1/2} \cdot h_r^{1/6} \\ A_r &= h_r \cdot x_r \end{aligned} \right\} \quad \text{..... (4)}$$

となる。

(2) 移動床模型の相似律

移動床模型実験の相似律を考える場合は、固定床模型の場合のフルードの相似則のほかに河床材料の相似、限界掃流力の相似、河床変動の相似を考慮せねばならない。

(a) 河床材料の相似については同じ密度の河床材料を考えた場合にはほぼ $h_r \doteq d_r$ となるものであるが、現実には、現地の河床材料の粒径が割合に小さく、模型縮尺に相当する模型河床材料の入手はほとんど不可能であるし、表面張力の影響も現われる。そこで、現地の河床材料と密度の異なるものを使用するか、なおかつ縮尺の不足の場合には模型に歪を付ける使法をとっている。この場合は $h_r > x_r$ (例えば $h_r = 1/20$, $x_r = 1/100$ の形) として、 $Q_r = \alpha \cdot h_r^{5/2}$ であることから模型流量を大きくして流砂量の増大を計る。つまり、河床材料を動き易いようにする方法をとるものである。しかし、あまり歪率の大きなものにするとながれが息角をも支配することが出来得ないため、傾向の異なった堆積・洗堀の結果を生むことになる。これらを考慮すれば、移動床模型実験では、出来得る限り歪のない模型が必要であろう。

3. 淀川河道計画模型実験における相似律

固定床模型実験の相似律

淀川固定床模型実験では、Froude の相似則に従った相似を考えて幾何学的な量および各水理量を求めると次の通りである。

幾 何 学 的 な 量	水 平 距 離	$x_r = 1 :$	100
	標高, 水深	$h_r = 1 :$	40
	勾 配	$i_{fr} = 1 :$	0.4
	面 積	$A_r = 1 :$	4,000
水 の 流 れ に 関 す る 量	流 速	$V_r = 1 :$	6.325
	流 量	$Q_r = 1 :$	25.298
	粗 度 係 数	$n_r = 1 :$	1.169
	時 間	$t_r = 1 :$	15.811

なお、淀川固定床模型は水平縮尺 $1/100$ 、鉛直縮尺 $1/40$ で歪率 2.5 のため、これを考慮して4式から求めたものである。

移動床模型実験の相似律

淀川移動床抽出模型は、水平縮尺 = 鉛直縮尺 = $1/60$ である。

まず、河床材料について現地との相似を考えると、現地の河床材料が $d_m = 3 \text{ mm}$ 程度のものであり、これと同じ密度を前提として $d_r \doteq x_r$ から 0.05 mm の模型河床材料を用いなければならないことになる。しかし、このような細かいものは現在のところ入手不可能のため、現

地のそれと比重の異なった石炭粉を用いることにした。

石炭粉を用いることにすれば、その比重 1.5 であることから、 $(\sigma - \rho)_r = 3.3$ 、 $d_r \div h_r^2 / 3.3 \cdot x_r$ 、よって $d_r = 60^2 / 3.3 \cdot 60 \div 0.165$ mm 程度のものを用いれば良いことになる。

幸にして d_{50} 粒径が 0.15 mm 程度の石炭粉が購入出来たため、これを使用することにした。ここで、模型縮尺 1/60 (水平、鉛直とも同じ)、河床材料 = 石炭粉 $d_{50} = 0.15$ mm を決定して各物理量の模型縮率を求めてみると次の通りである。

幾 何 学 的 な 量	水平距離	$x_r = 1 : 60$	
	標高、水深	$h_r = 1 : 60$	
	勾配	$i_r = 1 : 1$	
	面積	$A_r = 1 : 3,600$	
水の流れに関する量	流速	$V_r = h_r^{1/2} = 1 :$	7.746
	流量	$Q_r = h_r^{5/2} = 1 : 27.886$	
	粗度係数	$n_r = h_r^{1/6} = 1 :$	1.979
	時間	$t_r (t_{sr}) = x_r^{1/2} = 1 :$	7.746

ここで問題となるのが n_r と $t_r (t_{sr})$ である。

まず、 $n_r = h_r^{1/6}$ であるが、移動床模型実験では、河床材料の移動にともない、砂連の発達過程において当然粗度も変化するであろうことから、これの相似はなり立たないであろう。 t_{sr} はフルード則および流砂関数と連続式から算出される。この両者では一般に異なるうえ、後者は流砂関数のとり方に大いに左右されるので、現地の流砂量に期待されるところがすこぶる大きい。厳密な意味での相似は今後の研究にまたなければならない。したがって今回の実験では、時間的には定性的傾向と安定形状に主眼がおかれた。また、現河川河床材料の混合粒径特性はかなり専重したもの、流砂型式 (掃流・浮遊流) まで相似にすることは、乱れが相似になっておらず、不可能である。これらは移動床実験に附随する共通の問題点であって、基礎的研究の発展に伴って解決されなければならない。

4. 模 型 に つ い て

一般に模型実験を行なう場合は、その目的とする本実験を行なうまえに現地において観測された資料をもとに検証実験を行ない、現地での状況が模型のうえで再現されているか否かを確かめたのちに本実験を行なう。

このような観点から、昭和 42 年度に測量された資料にもとづいて現状河道の固定床模型を製作した。模型縮尺は水平 1/100、鉛直 1/40 の至 2.5 のモルタル製である。

模型範囲は、下流 7.0 Km 地点から上流の 40.0 Km までと、35.0 Km から 37.0 Km 附近で合

流している木津川・桂川についてはそれぞれ合流点から4.0 Kmまでの区間とし、河川構造物については、9.4 Kmに設置されている長柄可動堰を始め鉄道橋、道路橋および大小の水管橋についてこの対象区間内のもは全部、その橋脚を設置した。また、模型上流端には木津川、宇治川、桂川の各川ごとに、量水槽を設け、定水位水槽からの800 mm, 700 mm, 600 mm, 300 mm等のパイプを通して模型流量を与えられるようになっている。一方、模型下流端においては、巾7 m, 長さ10 m, 深さ1.5 mの沈砂槽を付け、その下流側に水位調節用のフラップゲートを取付けた。

移動床抽出模型は水平縮尺：鉛直縮尺とも1/60として、モルタル河床を作り、その上に河床材料として石炭粉 $d_{80} = 0.15$ mmを敷き、これを所定の河床形状に整形することにした。

低水路護岸は、現地における計画が矢板工法の計画であることを考慮して模型ではモルタル製とした。

5. 模 型 実 験

5-1 現状河道における模型実験

昭和40年9月の24号台風による出水時の流況が、航空写真により観測されているので表面流向および流速の解析結果を検証実験に用いることにした。

5-1-1 検証実験

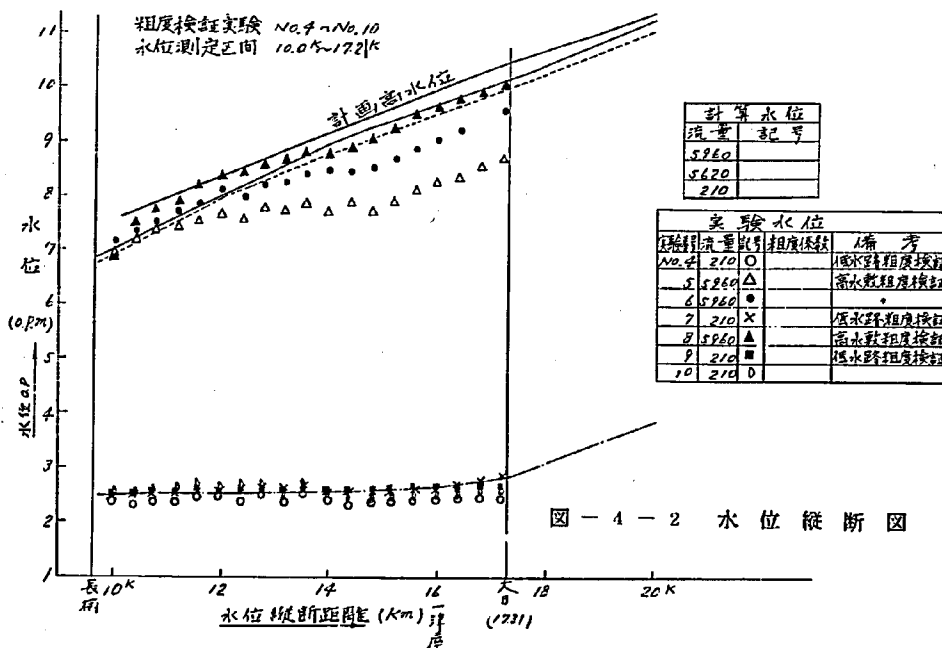
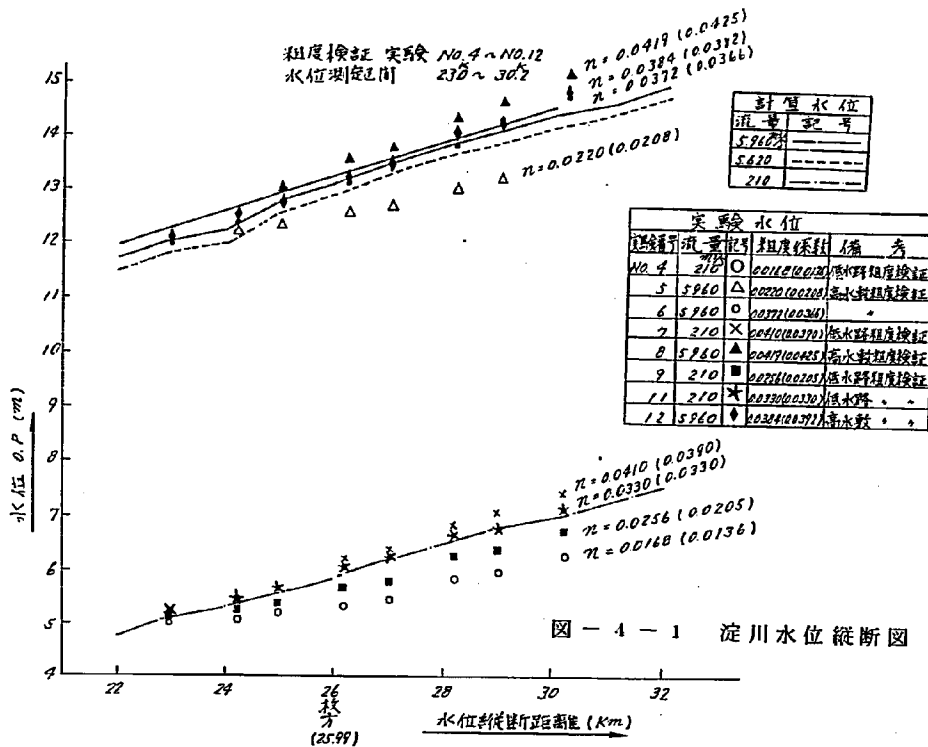
モルタル仕上げの河床面の粗度は普通 $n = 0.015$ 程度で、現地の河床粗度と比較してかなり小さい値である。そこで、小砂利、あるいは細かい碎石を模型河床面に等間隔につけて、現地の粗度にみあうようにして力学的相似を計る。

淀川の場合も現地粗度係数が低水路内で0.02、高水敷で0.034～0.051であり、かなり模型にも粗度付けを行なうことになる。そこで、固定床模型全川に粗度付けを行ない、そのうえ、その調整を行なうとすると経費的にも時間的にも大きなものとなるので、とくに河道の蛇行がはげしく、計画河道にした場合に問題のありそうな区間を取りあげ、10.0 Km～17.2 Kmと23.0 Km～30.2 Kmの2区間で粗度係数の相似につとめ、妥当な値を求めたのちに全川にこれと同じに粗度付けを行なう方法をとった。しかし、淀川の固定床模型の場合は歪みがついているために厳密な意味での粗度の相似は困難である。このため、水位を主、粗度係数を従として粗度検証、つまり水位検証を行なうことにした。

まず、低水路については淀川工事々務所において、昭和~~40~~⁴⁰年9月の24号台風による出水時の実測流量から粗度係数を逆算し、この粗度係数を使用して水面形の計算を行なっている $210 \text{ m}^3/\text{s}$ を検証流量に採用した。また、高水敷をも含んだ場合の検証流量としては、上記24号台風出水の実測流量の $5,960 \text{ m}^3/\text{s}$ とした。この $5,960 \text{ m}^3/\text{s}$ の流量については、同時水位も観測されている。

表-2 模型實驗一覽表

河況		固定床抽出型実験				移動床抽出型実験				
河況	実験対象区間	整理番号	低水路形状	流量(m³/s)	その他	整理番号	実験対象区間及び低水路形状	流量(m³/s)	その他	
現状河	100km~122km および 230km~302km	1	現 状	21.0	検 証 実 験					
		2		5.960						
		3		5.960						
		4		21.0						
		5		5.960						
		6		5.960						
		7		21.0						
		8		5.960						
		9		21.0						
		10		21.0						
	230km~302km	11	現 状	21.0	検 証 実 験					
		12		5.960						
	9.0km~400km	13	現 状	5.960	検 証 実 験					
		14		11.000						
	90km~400km	15	現 状	350, 150	枚方より上流350, 下流150 本 実 験 (流速, 流向の測定)					
		16		3.000						
		17		5.960						
		18		11.000						
現状河	340km~400km (三井の合流点)	1	現 状	Q _上 = 5.960	Q _上 = 木津川>桂川>宇治川					
		2		" 5.960	" 木津川>桂川>宇治川					
		3		" 5.960	" 桂川>木津川>宇治川					
		4		" 12.000	" 木津川>桂川>宇治川 (5000)>(4000)>(2000)					
計画河	130km~190km および 200km~300km	1	第 1 案	3.000	27.0km及び130kmより低水路を設け、400mの段下による流量の増大を図る。	1	210km ~300km 第 1 案	3.000	低水路確保なし	
		2		6.000	"	2		6.000	" "	
		3		12.000	"	3		6.000	" "	
		4	第 2 案	3.000	"	4		6.000	低水路確保をモデルで作製	
		5		6.000	"	5		3.000	" "	
		6		12.000	"	6		6.000	低水路確保のモデル面に3mm目の金網を張り付ける。	
	130km~190km	7	第 2 案	12.000	"	7	3.000	"		
		8		6.000	"	8	210km ~300km 第 2 案	3.000	モデル確保、金網なし	
	130km~190km	9	第 3 案	3.000	"	9	130km 第 2 案	6.000	" "	
		10		6.000	"	10		3.000	" "	
		11		12.000	"	11		6.000	" "	
						12	第 3 案	~190km	6.000	河床保護(卵石)
						13		6.000	通水14時間後の河床を計測する。	
						14		3.000	" "	
						15	第 1 案	130km ~190km	6.000	
						16		6.000	2hr, 6hr, 14hrの河床調査	



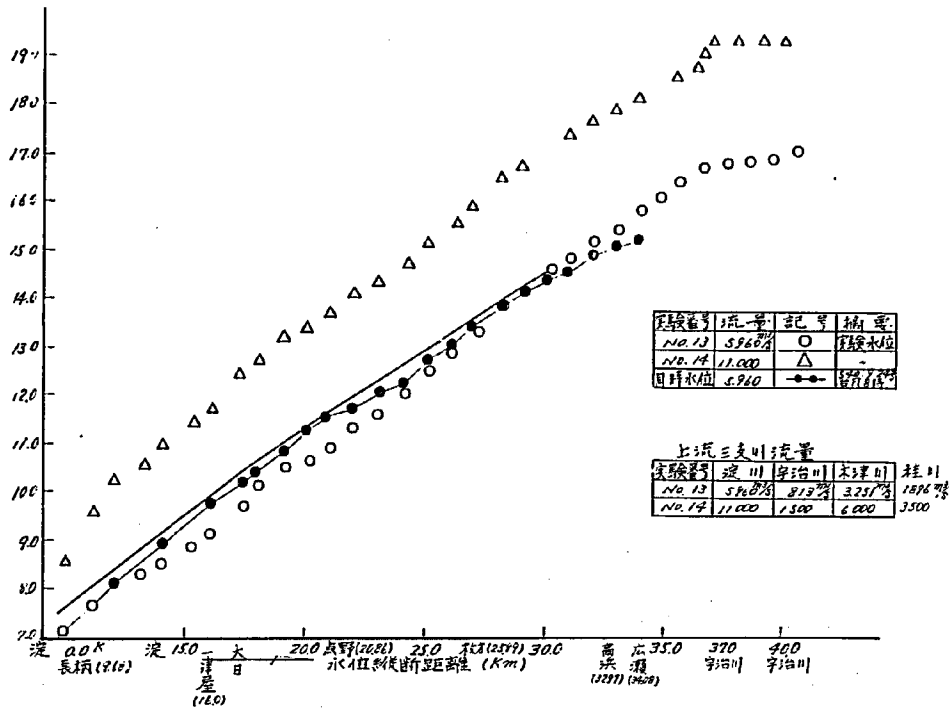


図 - 4 - 3 水位縦断面図 (淀川, 宇治川)
全川粗度検証 実験 No 13, No 14

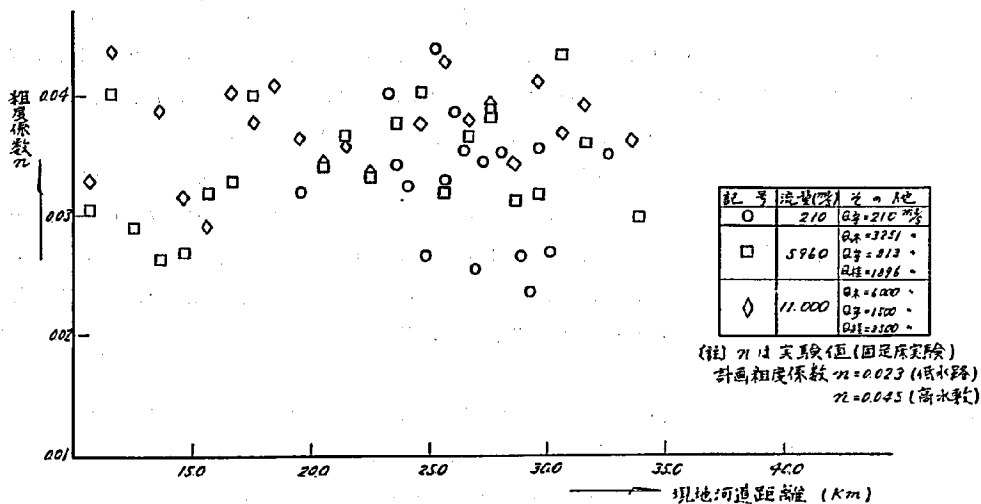


図 - 4 - 3 粗度係数縦断面図

これらの現地資料をもとに、上記2区間の検証実験を行ない、その値を全川に適用し、24号出水の洪水流量 $5,960 \text{ m}^3/\text{s}$ と、今後改訂されるであろう計画高水流量 $11,000 \text{ m}^3/\text{s}$ (この時点での計画改訂案)の2caseの流量の実験を行なった。

まづ $5,960 \text{ m}^3/\text{s}$ の場合、水位については、下流側で0.6m程度実測値より低い値を示し、29.0Km附近から上流では実測のそれよりもやや高い値を示している。また計画高水位に対してもかなり接近しているものであった。

次に当時の計画高水流量案の $11,000 \text{ m}^3/\text{s}$ では、計画高水位をはるかに上回るものであった。

一方、この水位結果から粗度係数を逆算してみると附表-1、図-4-2の値となった。この結果から判断して28.0Km~29.0Kmを中心として下流側は粗度石をやや密に、これより上流側は、やや薄くすれば良いであろうと思われたので、その調整を行なって本実験に進むことにした。

5-1-2 本 実 験

本実験で採用した流量としては、淀川工事々務所において観測された実測資料のうち、低水流量・水位については昭和43年2月18日10時から11時の水位・流量と、同年3月19日14時から15時における水位・流量を採用することにした。これは、25.8Kmの枚方地点を堺として下流側と上流側とに分かれており、下流側においては昭和43年2月18日に、上流側は同年3月19日に観測されたもので、結果は下流側での流量が $150 \text{ m}^3/\text{s}$ 、上流側における流量が $350 \text{ m}^3/\text{s}$ となっている。水位については図-5を参照されたい。

また、洪水流量・水位については、さきの検証実験に用いた昭和40年9月の24号台風時の出水流量 $5,960 \text{ m}^3/\text{s}$ と、今後改訂されるであろうところの $11,000 \text{ m}^3/\text{s}$ 、および淀川工事々務所において低水路計画にともなって、その計画河道における水面形の計算を行なっているうちから、新しく開削される低水路内をほぼ一ばいに流下すると思われる流量の $3,000 \text{ m}^3/\text{s}$ も加えている。以上の条件をまとめると次の通りである。

流 量	観 測 年 月 日	そ の 他
$150 \text{ m}^3/\text{s}$	S.43.2.18 (10:00~11:00)	25.8Km枚方地点より下流
350 "	S.43.3.19 (14:00~15:00)	" " 上流
3,000 "	淀川低水路計画第8報より	計画低水路断面による計算
5,960 "	S.40.9.24号出水の実測値	
11,000 "	計画高水流量改訂案	

なお、三川の流量配分については、 $150 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $350 \text{ m}^3/\text{s}$ の低水流量については、実験目的、場所が淀川本川であり、合流点附近の状況は考慮せずに宇治川からだけ流し、 $3,000 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $5,960 \text{ m}^3/\text{s}$ の計算流量および洪水流量については、三川に対する流量配分または三川の実測資料が明確でないため、新計画案の $11,000 \text{ m}^3/\text{s}$ の場合の三川の割合に従って上流三川の流量を与えている。

実験結果から、まず水位についてみると、低水流量の場合の枚方より下流側の $150 \text{ m}^3/\text{s}$ では、実測水位とほぼ一致をみている。枚方より上流側では実験結果のほうが高い値を示しており、粗度の大き過ぎることも考えられるが、検証実験の場合の流量 $210 \text{ m}^3/\text{s}$ では $n=0.033$ にまで上げて、計算水位と実験水位がほぼ一致することなどを考え合せると、あまり問題とされる水位差ではないものと思われる。

洪水流量についての実験結果をみると、 $3,000 \text{ m}^3/\text{s}$ の場合、全体的に実験値が計算値を上回る傾向にある。これは模型河道形状が現状形であるものに対して、 $3,000 \text{ m}^3/\text{s}$ の水位縦断は計画河道で計算しているため、当然の結果と判断される。

また、流量 $5,960 \text{ m}^3/\text{s}$ の実験結果では実測値と細かく比較してみれば 0.4 m 程度の差のあるところもあるが、水位縦断を平均的にみた場合は、ほぼ一致しているものと云えよう。計画高水流量 $6,950 \text{ m}^3/\text{s}$ の計画高水位との比較でも流量が $1,000 \text{ m}^3/\text{s}$ 近く少ないにもかかわらずかなり計画高水位に接近した値を示していることが注目される。

$11,000 \text{ m}^3/\text{s}$ の新計画高水流量案については、現在の計画高水位を $2.0 \text{ m} \sim 2.5 \text{ m}$ 上回る値を示し、現状河道での疎通の困難さを示している。

現状河道における低水時および洪水時の流向・流速の測定は、上記の水位測定の場合と同じ $150 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $350 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $3,000 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $5,960 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $11,000 \text{ m}^3/\text{s}$ の5種の流量それぞれの状況を求めるため、水表面に軽い浮遊物を投入し、その流下状況を写真撮影して、これより表面流速・流向および全体的な流跡線等を解析すべくつとめたが、撮影器材・天

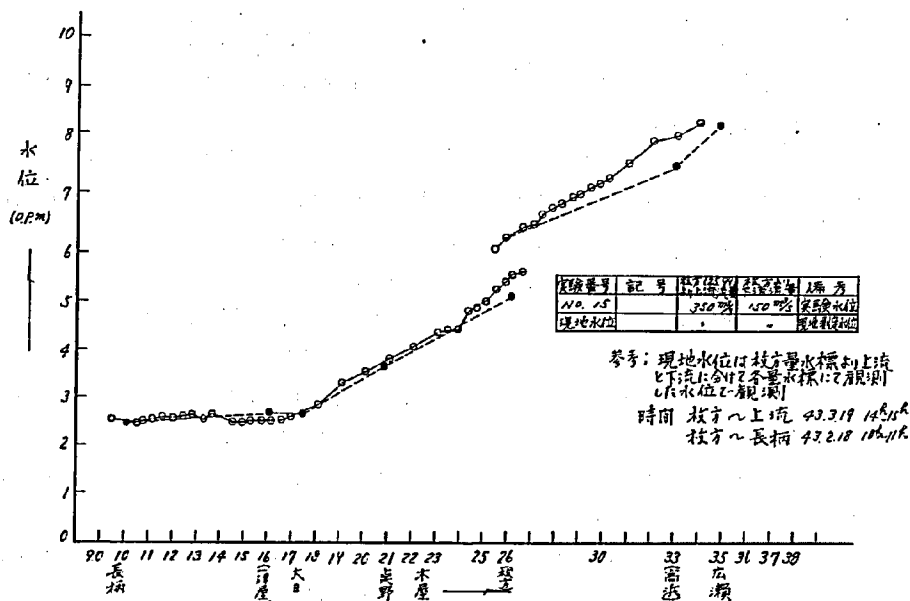


図 - 5 水位縦断図 (淀川)
実験 No. 15 (現状断面)

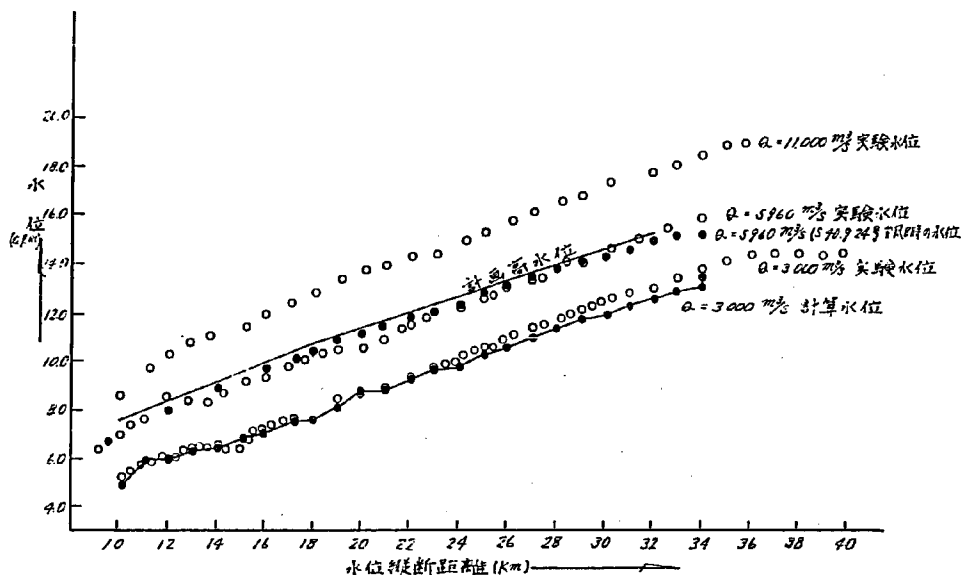


図 - 6 水位縦断面図

候等の支配するものが多く、思うような結果を得られず、結局、表面流速はピトー管または小型流速計を用い、流向は、ピトー管の分度盤を利用し、流線測定は染料を投入して、その流下追跡によって求めた。

実験に採用した低水流量 $150 \text{ m}^3/\text{s}$ ・ $350 \text{ m}^3/\text{s}$ の 2 種は、現状の $100 \sim 120 \text{ m}$ 巾の低水路内を流下するため、その流況も完全に現状の低水路法線に従った流れを示している。このため、測定は水位だけにとどめ流向、流速資料は測定しなかった。

$3,000 \text{ m}^3/\text{s}$ の場合は、高水敷上の水深が浅いところで 1.5 m 、深い所つまり低湿地では $5 \sim 6 \text{ m}$ 近くになるまで水位が上昇する。このように高水敷上を洪水流が流下する場合の流速をみると、この程度の流量では最大流速値の出現する所は低水路内が主であり、さらに細かく観察すると、この最大流速値は、低水路の蛇行によって起こるところの水衝現象つまり、低水路部分から高水敷部分に遡上するようなかたちで流れる所とほぼ一致しているようである。これらの流速値としては、低水路内での最大値が $3.0 \sim 3.3 \text{ m/s}$ 、高水敷上では 1.5 m/s 程度である。

$5,960 \text{ m}^3/\text{s}$ においては高水敷上の水深が $3 \sim 7 \text{ m}$ 程度になるまでに水位が上昇し、これにともなって高水敷上の流速は $3,000 \text{ m}^3/\text{s}$ の場合に比べてかなり大きくなっている。しかし、低水路部分における流速値の増加率は、高水敷のそれほどではないことから、流量の増加分は、ほとんど高水敷部分を流下する傾向になるのではないかと、つまり流量が大

きくなると低水路にあまり支配されずに洪水流が流下することが考えられる。ここに、各流量ごとの各断面における最大流速値をまとめてみる(図-7)。

1,000 m^3/s の場合は、その水位が計画高水位を約 2.0 ~ 2.5 m 上回るものであり、現状堤防高に対してかなり接近する。場所によっては 0.5 ~ 0.6 m の余裕となっているところもあるが、局所的に現状堤防高とほぼ同じ高さ、あるいはこれを上回

るところもある。このため高水敷上の水深も 6 m ~ 9 m となり、流速も最高値で 4.0 ~ 4.5 m/s、高水敷の上でも 3.0 ~ 3.5 m/s とかなり大きくなっている。流速分布を附図-1-1、流量横断分布を附図-1-2 に示す。

一方、表面から観察した流況であるが、3,000 m^3/s 、5,960 m^3/s 、11,000 m^3/s の 3 種類の流量それぞれの表面流速・流向を求め三者の比較を行なってみた(附図-2)。これによると、3,000 m^3/s の場合横断方向にその流速の最も大きいものは低水路部分に現われ、3.0 m/s 前後である。高水敷では低水路内の最高流速の約 1/2 ~ 1/3 程度のものになっている。流向について、細かく観察した場合は特異なものもみられるが、総体的にみると低水路の蛇行状況、つまり低水路の法線形状にかなり支配されているようである。また、染料を投下して流線観測を行なった結果においてもその傾向がうかがえる。

5,960 m^3/s の場合におけるその流速最大値も 3,000 m^3/s の場合とほぼ同様に低水路近くに現われてはいるが、高水敷における流速の増大率が低水路内のそれよりはるかに大きいものであるところから、高水敷における流量の増加が大きくなったことが推定される。

また、11,000 m^3/s の場合においても、3,000 m^3/s から 5,960 m^3/s への変化と同様、あるいはそれ以上に高水敷の流速値の増加率を示すものであろう。

このように、3,000 m^3/s から 5,960 m^3/s へ、5,960 m^3/s から 11,000 m^3/s へと流量が増加するに従って、高水敷の流速が大巾に増大されているにもかかわらず、低水路部分の流速増大が少なく、しかも断面横断方向の最大流速値の発現する場所とその流向等が多少変化し、流量が大きくなるに従って低水路の蛇行状況から分離してゆく傾向を示している。これは、いいかえれば、単位面積当りの流量が横断方向に均等化される傾向に進むことを示しているものといえよう。

そこで、昭和 40 年 9 月の台風 24 号の出水時に現地観測(地上観測および航空写真撮影)されたところの 5,960 m^3/s の場合の表面流速およびその流向の結果と、これと同一

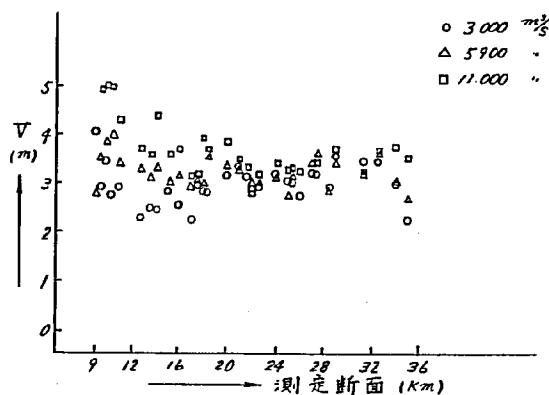


図-7 流量別最大流速値

流量の模型実験結果との比較を行なってみる（附図－３）。

比較図からも明らかなように、それぞれの断面について細かく観察すれば、現地の結果に対して多少模型実験結果が異なったところもあるが、これは現地の河道における粗度材料と模型における粗度材料が同一のものでなく、現地の芦・雑草等に対して模型上では碎石（特に淀川の場合現地粗度係数が大きいことから１号碎石を使用）を用いているため、模型水深の割に粗度石が大きく、その影響が現われているものであろう。しかし、全体的にみた場合には、流速・流向ともかなり一致した結果であるものと云えよう。

以上、現状河道において現地の既往洪水 $5,960 \text{ m}^3/\text{s}$ の観測資料を始め、水理計算 $3,000 \text{ m}^3/\text{s}$ 、また今後改訂されるであろうところの計画高水流量 $11,000 \text{ m}^3/\text{s}$ のそれぞれについて実験資料を求め、比較検討を行なつて来たことは、ある意味では模型の検証実験とも云えるものではある。これは従来行なわれていなかった方法であり、新しい有力実験検証法として注目される。

今後の淀川河道計画は、現在 $100 \text{ m} \sim 120 \text{ m}$ 巾の低水路を 300 m にまで拡巾するといったような大規模なものであるからして、現状河道におけるこれまでの洪水時の状況、あるいは、かりに現状河道のうえに計画高水流量改訂案、つまり $11,000 \text{ m}^3/\text{s}$ 程度の出水を想定した実験結果を充分把握したうえで、河道計画案の模型実験に進むことが妥当であらう。このような観点から現状河道における実験結果のあらましを流量別にまとめておく。

- 1) 比較的小さな洪水、つまり $3,000 \text{ m}^3/\text{s}$ 程度のものであれば、その流向はほぼ現状低水路の蛇行形状に平行したものであろう。従つて、低水路の蛇行状況のきびしいところでは水衝部があらわれ、流速も $3.0 \sim 3.5 \text{ m/s}$ となる。

$5,000 \text{ m}^3/\text{s} \sim 11,000 \text{ m}^3/\text{s}$ といった大きな流量では、現状の低水路法線の支配する傾向はうすらぎ、直線的な流れに変化してゆくものといえよう。

- 2) 現地において観測された既往洪水流量 $5,960 \text{ m}^3/\text{s}$ では、現在の計画高水流量 $6,950 \text{ m}^3/\text{s}$ の場合の計画高水位と同水位、または 0.5 m 程度の余裕にまで接近している。

流況は、低水路を無視した形を示す傾向になり、その流速は高水敷における増大が顕著である。

- 3) 今後改訂されるであろうところの計画高水流量の $11,000 \text{ m}^3/\text{s}$ の場合、水位は現在の計画高水位を $2.0 \text{ m} \sim 2.5 \text{ m}$ 上回り、現状堤防高にかなり接近するものである。

流速・流向については、 $5,960 \text{ m}^3/\text{s}$ の状況をさらにスケールアップしたものといえるであらう。

5-2 計画河道における模型実験

淀川における現在の計画高水流量 $6,950 \text{ m}^3/\text{s}$ は、昭和28年9月の13号台風時の出水を基礎として策定されたものであるが、以後今日までの10数年のあいだに、この計画高水流量に達する洪水が4回にもおよんでいることはさきにものべた通りである。

また、治水工事の進展と流域の開発とにともなつて、洪水のかたちが鋭くなっていること

が推定され、当時 1/100 確率とされていた基本高水流量も現在では 1/50 確率程度になっているものと考えられている。

一方、淀川流域、とくに中・下流部における都市化と経済的な発展はめざましく、一般資産は現在の計画高水流量 $6,950 \text{ m}^3/\text{s}$ の策定当時と昭和 44 年度とを比較すると約 2 倍に増大しているといわれ、かりに洪水の発生状況が当時と同じであってもその被害値は約 2 倍といわれている。

近畿地方建設局淀川工事々務所においてこのような流域の現況を十分考慮して立案されたところの「新治水計画案」による計画高水流量 $12,000 \text{ m}^3/\text{s}$ への改訂と、これにともなった低水路の堀削・法線形状の計画案およびその維持等について、固定床模型（水平縮尺 1/100、鉛直縮尺 1/40）と、移動床抽出模型（水平縮尺＝鉛直縮尺 1/60）の両者による実験検討を加えた。

近畿地方建設局淀川工事々務所において立案された河道計画案（以下第 1 案という）の低水路法線は、現状の堤防法線を尊重し、两岸の高水敷をほぼ左右等分に残すようにされており、従って計画低水路は河道の中央に設置されるものである（図-8）。この計画には現状河道における洪水時表面流速分布（航測）も参考とされた。

低水路護岸の根入れは鋼矢板、法面はコンクリート張りで図-12の標準断面形状とし、護岸の天端から堤防にいたる高水敷は 1/300 勾配で取付けられる計画である。従って、現状の高水敷の上に約 1 m 程度かさ上げされるものとなる。

一方、低水路の河床堀削計画は、9.2 Km 附近に新設予定の長柄可動堰でその敷高 O.P.-3.0 m として、これより 17.0 Km までの区間を 1/4,000、さらにこれより上流 35.0 Km までの区間を 1/3,000 の河床勾配に計画されたものである。

以上のような計画案にもとづいて模型を改造して実験を行なったものであるが、淀川本川の河道巾およびその蛇行状況に対して今回の計画低水路を考え合せた場合、とくに彎曲のき

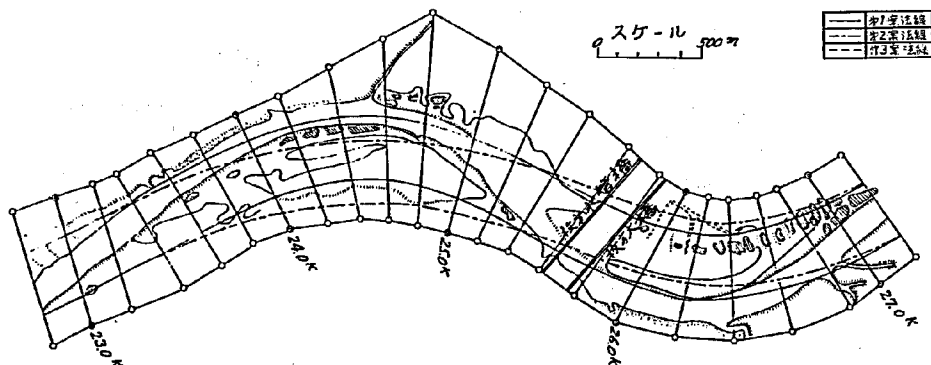


図-8-1 淀川平面図

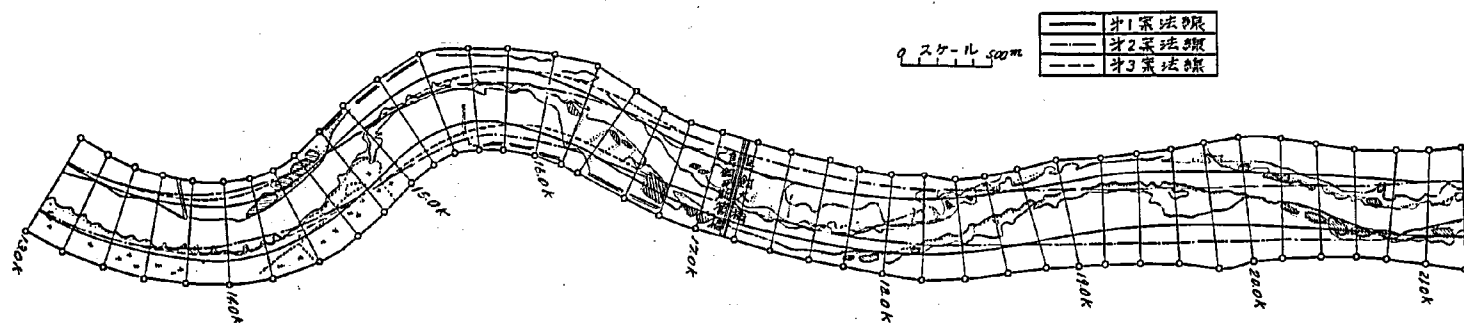


図-8-2 淀川平面図

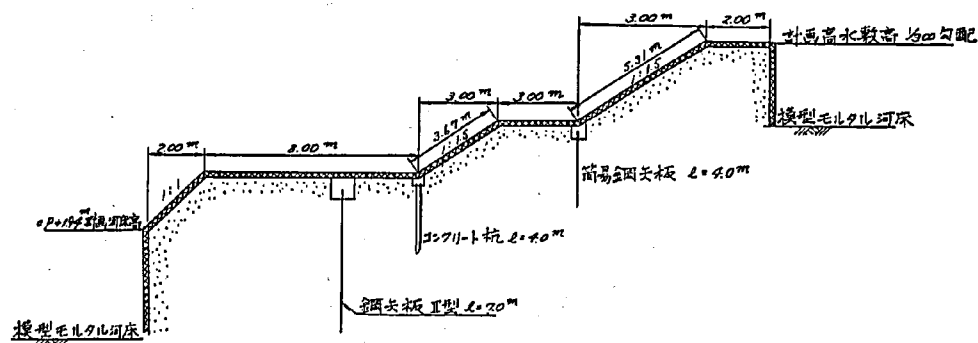


図-12-1 護岸標準断面図(枚方地区)

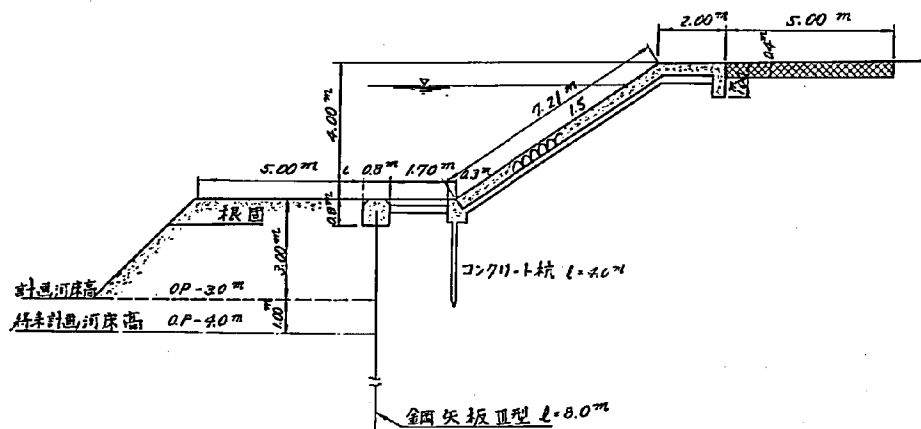


図-1 2-2 護岸標準断面図 (一津屋地区)

びしい地域における複雑な水理現象の発生が予想された。そこで、7.0 Kmから3.5.0 Kmのあいだにおける最もきびしい彎曲形状を示す2区間、つまり2.0.0 Kmから3.0.0 Kmの枚方地区と13.0 Kmから19.0 Kmの一ツ屋地区における計画低水路の妥当性の検討を行ない、後に河道全体からみた合理的な低水路法線の検討を行なうことにした。

また、この2つの区間については固定床模型による実験と平行して移動床抽出模型(縦縮尺=横縮尺=1/60)による河床変動の状況も把握しているので、この結果をも合せてのべる。

5-2-1 計画低水路法線第1案の実験結果

1) 枚方地区における実験結果

実験に採用した流量は $3,000 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $6,000 \text{ m}^3/\text{s}$ および $12,000 \text{ m}^3/\text{s}$ の3種類である。 $3,000 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $12,000 \text{ m}^3/\text{s}$ については淀川工事々務所において淀川河道計画の検討の1つとして水理計算を行なっているものである。また、これらの流量を採用した理由として、 $3,000 \text{ m}^3/\text{s}$ は計画低水路の疎通能力のほぼ上限に近く、しかも出水頻度の割合も高いものであろう。 $6,000 \text{ m}^3/\text{s}$ については、過去の大きな出水にほぼ近いものであり、さらに計画高水敷の上を洪水流がかなり流下するものであろう。 $12,000 \text{ m}^3/\text{s}$ は現在の計画高水流量の $6,950 \text{ m}^3/\text{s}$ が $12,000 \text{ m}^3/\text{s}$ に改訂されようとしているものである。 $3,000 \text{ m}^3/\text{s}$ における実験結果

低水路護岸の天端高が2.1.0 Km附近でO.P.7.4 m程度であり、2.7.0 Kmで同じく9.2 m程度となる。従って、その勾配は約1/3,300程度と考えられる。これに対して水位の測定結果は、2.1.0 KmでO.P.5.8 m、2.7.0 KmでO.P.7.59 mとなり、その勾配は1/3,350となって、低水護岸天端高の縦断勾配とほぼ同じ程度と思われる。

また、淀川工事々務所で行なった水理計算結果と比較して、かなり一致しているものであろう。このように、低水護岸の天端高に対して 1.6 m 程度低く、しかも同様の勾配で流下する水位においても、個々の断面についてその横断的な傾向をみた場合は、左岸側と右岸側とで約 0.2 m 程度の水位差が現われている。これはとくに低水路の蛇行現象のきびしい所で顕著に現われていることなどから、低水路法線の曲率の影響から横断方向へ水面勾配 $1/1.500$ 程度のものが付くものと判断される。

流況観測は、上流 27.0 Km 附近から染料を投下して、その流下状況を追跡する一方、同地点附近から細砂を流下させて河床面附近の流況を観察するとともに、固定床模型に対しては定性的なものであろうが、河床附近の掃流現象および堆積傾向を求めた。

この両者の結果からみて、流線は表面流線と河床附近の底層流線との2つに分けることが出来るようである。

表面流線では、直線部から彎曲部に入るに従って外岸側に片よる傾向を示している。これは、第2彎曲部も同様であり、むしろ第1彎曲部よりきびしいように観察される。

底層流線、つまり河床附近の流線は表面におけるそれよりはやゝ変化が少なく、低水路法線にほぼ平行したかたちである。

また、河床面における掃流状況は、彎曲部の外岸側が最も掃流力が強く、反対にその内岸側のすぐ下流では掃流力が小さく堆砂傾向を示す。

一方、流速については、場所によって 4 m/s 近い値もみられるが、左岸・中央・右岸とも $2.5\sim 3.0\text{ m/s}$ のほぼ同様の値である。流向についても、流線観測結果と趣を異にするとところもあるが、全体的には、平均的な流線と平行しているものと云えるようである。

$6.000\text{ m}^3/\text{s}$ における実験結果

淀川工事々務所で行なわれた水理計算では、 $5.000\text{ m}^3/\text{s}$ および $7.000\text{ m}^3/\text{s}$ の水面形を求めているので、この内挿により $6.000\text{ m}^3/\text{s}$ の水位縦断を推定し、さらに高水敷の上の水深を予想した。これによると低水護岸の天端から約 1 m の水深となり、高水敷が $1/300$ の勾配で堤防に取付けられていることを考え合せると、例えば高水敷巾が 200 m 程度であっても、堤防附近の水深は約 0.3 m 程度となって、結果的には河道全体を洪水流が流下することになる。

このようにして $6.000\text{ m}^3/\text{s}$ の実験を行なったものである。その結果、水位においては 21.0 Km で横断方向の平均値が $O.P. 8.3\text{ m}$ 、これより上流 27.0 Km では $O.P. 10.36\text{ m}$ となっている。この区間 6 Km 内の各測点水位は多少のバラツキはみられるが、水理計算結果の内挿によって求めた推定水位縦断とほぼ一致し、 $3.000\text{ m}^3/\text{s}$ の場合の水面縦断勾配 $1/3100$ 程度に対し、 $6.000\text{ m}^3/\text{s}$ では約 $1/2,900$ となっている。また、個々の断面について、その横断方向の水位分布をみると、 26.0 Km の断面で $1/1,250$ 程度の横断方向の水面勾配を示して、 $3.000\text{ m}^3/\text{s}$ の場合にくらべてやゝきつくなっているものと判断される。

流況観測は $3,000 \text{ m}^3/\text{s}$ の場合の観測方法と同様に、上流 27.0 Km 附近から染料を投下して、その流下過程の追跡を行なって表層および平均的な流線を求めた。また、下層流線と河床附近の掃流状況（定性的なものであるが）についても、細砂を流下させてその流下状況を観察した。

この結果下層流線と表層流線とに分かれていることは $3,000 \text{ m}^3/\text{s}$ の場合と同じであり、さらに $6,000 \text{ m}^3/\text{s}$ のほうがその差を大きくしている。

まづ、表層流線は、26.0 Km から 25.0 Km までのあいだで左岸に最も接近して流れ、これが 23.0 Km 附近に至って右岸に接近する。つまり、彎曲部の外岸側に水衝現象を出現させている。この水衝部の位置は、 $3,000 \text{ m}^3/\text{s}$ の場合よりやや下流に移っているものと思われる。

底層流線は、 $3,000 \text{ m}^3/\text{s}$ の場合に低水路法線とほぼ平行に流下していたものが、流量増加によってやや複雑な形となっている（附図 - 4）。

高水敷の上においては、1 m 近くの水深があるとは云え、河道の彎曲等の関係から死水域に近い区域も相当あり、顕著な流況を示さないで観察は出来なかった。

ここで、流速の測定結果であるが、表面附近の流速は $3.7 \text{ m/s} \sim 4.0 \text{ m/s}$ とかなり大きなものであり、しかも低水路内のとくに水衝現象の現われている所が大きな流速値を示している。また、同じ低水路内でも表層流線の片よっているところの、例えば 26.0 Km 右岸、25.0 Km 右岸、23.0 Km 左岸等では $2.0 \text{ m/s} \sim 2.5 \text{ m/s}$ 程度の値である。つまり、同じ低水路内でも、横断方向の流速値にかなり差のあることを示している。一方高水敷における流速は、水衝部附近のものは $2.0 \sim 2.5 \text{ m/s}$ となっているが、そのほかのところでは 1.0 m/s 程度の小さなものである。

細砂を用いての掃流状況観察では右岸側の 26.6 Km から 25.2 Km の区間と、左岸側の 24.4 Km から 23.6 Km にかけての 2 区域で、低水路護岸前面に堆砂域が現われている。

12,000 m^3/s における実験結果

21.0 Km における水位の横断平均値が O.P. 1137 m、27.0 Km におけるものが O.P. 1313 m の値を示し、この区間のそれぞれの測点には多少のバラツキはあるが、約 $1/3,400$ 程度の水面勾配である。この水位縦断形と、水理計算結果のそれとを比較して、0.2 m 程度の差を示す所も認められるが、まづ同じ傾向と云えるものであろう。また、現在の計画高水位との比較においても 0.2 m $\sim$ 0.4 m 低いものであり、疎通能力においては充分のものと考えられる。

横断方向における水位、つまり水面の傾きは約 $1/1,100$ 勾配となっており、少しづつではあるが $3,000 \text{ m}^3/\text{s}$ の場合よりは $6,000 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $6,000 \text{ m}^3/\text{s}$ よりも $12,000 \text{ m}^3/\text{s}$ と流量の増加にともなってその横断方向の勾配もきつくなる傾向がうかがえる。

染料および細砂による流況観察の結果、その主流は低水路内を流下するものではあるが、高水敷における水深も 4.0 m 近いものとなっていることから、彎曲部における

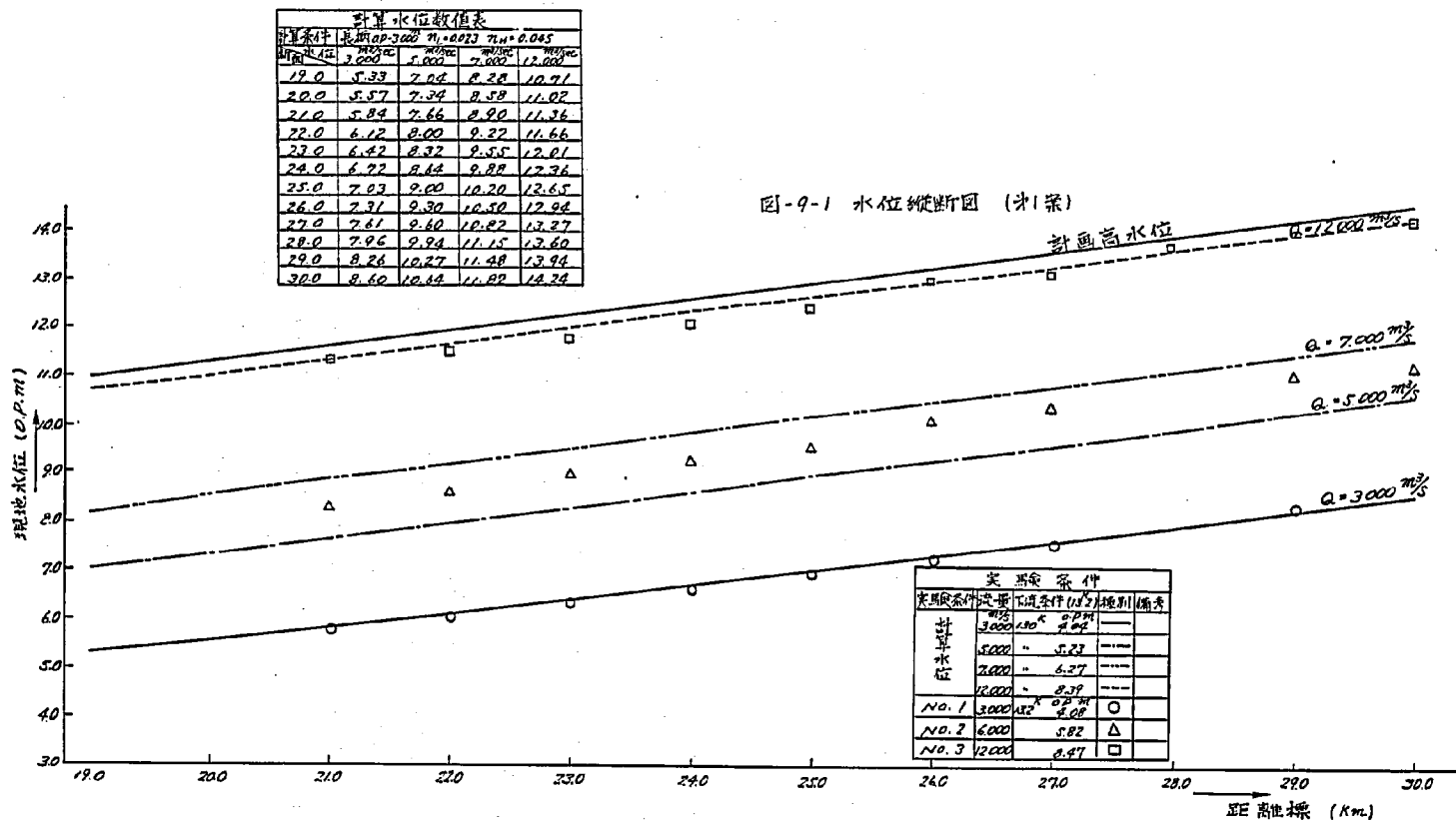


图 - 9 - 1 水位纵断面 (第1案)

表層流線と下層流線との差はかなり大きく現われている。

彎曲部における表層流線は、その外岸側の低水護岸または堤防に対して強い水衝現象を示している。また、底層流線においては、表層のそれと状況を異にしている。例えば表層流線が左岸に接近している区域の底層流線は右岸側にあり、これが彎曲の変化によって表層流線が右岸に移行すれば底層流線はこれと反対の左岸に移行している。

このような水位・流況を示しているうえでの流速の状況は、その最大値が 4.5 m/s 程度と、かなり大きな値を示す。しかも、その発現地点は、表層流線の集斂する地点と一致しているものであろう。また、高水敷の上でも水深が $3.5 \text{ m} \sim 4.0 \text{ m}$ となって洪水流が流下するため、その流速も 2.0 m/s とかなり大きくなっている。

掃流状況は $3,000 \text{ m}^3/\text{s} \sim 6,000 \text{ m}^3/\text{s}$ の場合と大差のないものであるが、強いて云えば、下流側左岸の堆砂域が多少減少していることであろう。

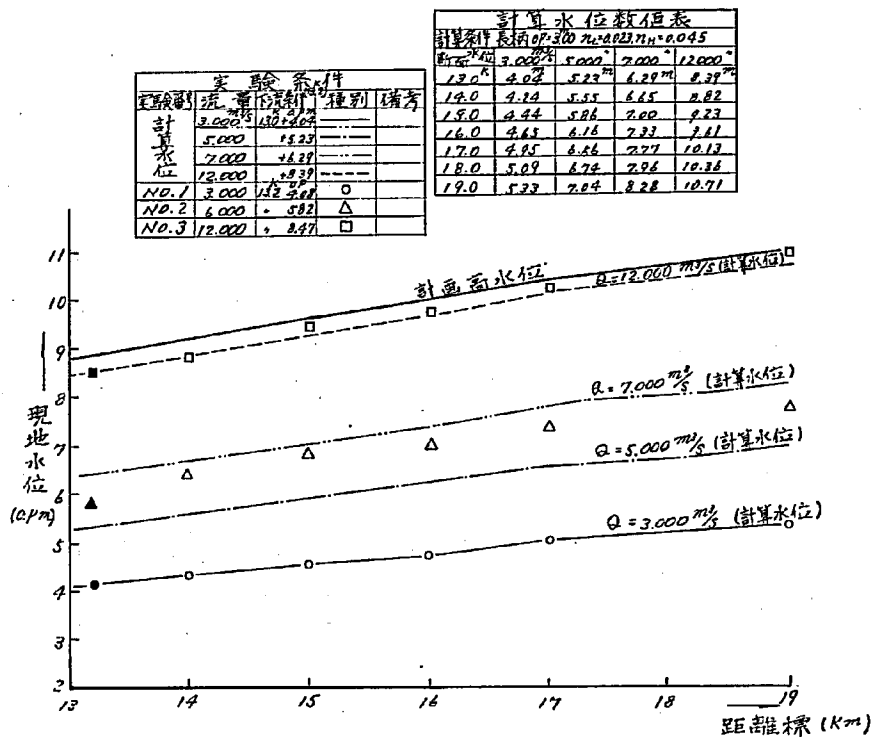


図 - 9 - 2 水位縦断図 (第 1 案)

2) 一津屋地区における実験結果

枚方地区の実験と同時に、これより下流の一津屋地区 (13.0 Km から 17.0 Km) の彎曲部について計画低水路法線第 1 案の実験を行なったものである。

13.0 Km から 17.0 Km に至る河道状況を、上流枚方地区のそれと比較すると、彎曲部の曲率もやゝきびしくなり、同じ複彎曲であっても第 1 彎曲部（複彎曲の上流側）から第 2 彎曲部（複彎曲の下流側）までの距離が短いものである。例えば、枚方地区においては第 1 彎曲部が 26.4 Km を中心として、第 2 彎曲部が 24.4 Km あたりで、その距離は約 2 Km となっているのに対し、一津屋地区では、第 1 彎曲部が 15.6 Km を中心とし、第 2 彎曲部が 14.0 Km ~ 14.2 Km であるから、その距離 1.4 ~ 1.6 Km とやゝ接近しているものと云えよう。これに加えて最も狭いところの河道巾は、枚方地区が約 600 m 程度のものに対して一津屋地区では 500 m ~ 530 m であるため枚方地区と同一低水路巾を設置するとかなり複雑な水理現象のともなうことも予想される。

3.000 m³/s における実験結果

計画低水路の護岸天端高が 14.0 Km 附近で O.P. 5.2 m、16.0 Km で O.P. 5.7 m とされているのに対し、3.000 m³/s の水位は実験値が 14.0 Km で O.P. 4.25 m、16.0 Km で O.P. 4.61 m、19.0 Km においても O.P. 5.27 m を示し、護岸天端高より 1.0 m 前後低く、現地における計算結果と比較しても、かなりの一致をみている。

水位の縦断勾配は、14.0 Km から 17.0 Km の区間が 1/4,700 程度、17.0 Km から 19.0 Km までが 1/5,260 程度を示し、上流の枚方地区よりゆるいものである。また、個々の断面の横断方向の水位分布は左・右岸の最も差の大きいところで 0.15 m 程度でその傾きは 1/2,000 程度の勾配である。

流況についての観測は、枚方地区と同様の方法で、17.0 Km 地点から染料を投下して、その流下追跡によって表層附近の流線を求め、底層流線は細砂を 17.0 Km 地点から投下して観測した。

この結果、表層流線は 15.6 Km 附近までは低水路法線とほぼ平行して流下するが、これ以降の彎曲河道内では右岸にかなり接近したものである。底層流線においてはあまり顕著な傾向はみられないが、14.0 Km 附近、つまり第 2 彎曲部附近でやゝ左岸側に片よる程度である。

流速の測定結果は、その最大値が 2.5 m/s 程度のものである。これは枚方地区の最大値にくらべてやゝ小さいが、水位の縦断勾配を考え合せると、当然の結果であろう。

底層流線が、低水路護岸法線にかなり平行して流下することから、堆砂域も顕著には観察されなかった。

6.000 m³/s における実験結果

14.0 Km から 17.0 Km までのあいだの水位測定結果が、水理計算結果から予想した値よりも 0.2 m ~ 0.25 m 高い値を示している。これは現地の高水敷の計画粗度が 0.015 となっており、模型のうえでこの値にするには、かなりの大きな粗度石を用いることになる。これに対して 6.000 m³/s の水位は高水敷の水深が大きな所でも約 1.0 m 程度のものである。従って 0.015 の値を示す粗度石は、6.000 m³/s に対して多少過大効果を示すこととなろう。また、模型上における値は $h_r = 1/40$ のため

5 m ~ 6 m の高さになるので、測定誤差等を考慮すれば致し方ないものと判断される。断面横断方向の水面勾配は、最大値で $1/1.100$ 程度を示し、枚方地区のそれよりややきつくなっている。

流況においては、16.0 Km 附近まで低水路護岸法線とほぼ平行している表層流線も、この地点より下流に流下するに従って右岸側に移行し、15.2 Km から 14.2 Km にいたる約 1 Km 区間において、最も接近している。一方底層流線は、さきに実験を行なった枚方地区の彎曲部の場合と同様に表層流線と位相のずれる傾向にある。しかも 14.8 Km ~ 14.6 Km 附近では低水路巾の $1/2$ 程度に表層・底層流線があつまっている。このような状況であるから、16.0 Km から 14.6 Km にかけての左岸低水路内には大きな堆砂域が現われている。

流速は、高水敷のうへでは 1.0 m/s 以内であるが、低水路内においては 3.5 m/s 前後を示している。この値と枚方地区の値を比較すると、一津屋地区の流速がやや小さくなった傾向を示すが、これは一津屋地区の水面勾配が $1/3.160 \sim 1/4.260$ となって枚方地区の $1/2.900$ 程度よりゆるやかになっているからであろう。しかし、枚方地区においてみられたと同様の流速の横断分布に差が認められた。

流向については、一般に最大流速値を示す表層附近の流線の状況とほぼ一致しているものと思われる。

12,000 m^3/s における実験結果

淀川工事事務所において検討された水利計算結果、13.0 Km の水位が O.P. 8.39 m、17.0 Km の水位が O.P. 10.13 m となり、19.0 Km の水位が O.P. 10.71 m が求められ、前者の下流区間の水面勾配は約 $1/3.280$ 、後者の 17.0 Km から 19.0 Km 区間では $1/3.450$ 程度となっている。これに対して模型実験結果は、各測点において多少のバラツキはあるがそれも $0.1 \text{ m} \sim 0.2 \text{ m}$ 程度のもので、全体的な傾向は一致しているであろう。また、この区間の計画高水位縦断と比較した場合でも計算水位縦断および実験水位縦断が $0.25 \text{ m} \sim 0.35 \text{ m}$ 程度低い値を示すため、疎通能力の点では充分なものとして判断される。水面の横断方向の勾配は 14.0 Km 附近で約 $1/510$ となって、かなり乱れはみられるが、全体的なものとしては枚方地区のそれと大差はないものといえよう。

流況において、表層流線あるいは平均的なものは $6,000 \text{ m}^3/\text{s}$ の場合と顕著な変化を示さないが、底層流線においては多少の変化がうかがえよう。例えば、 $6,000 \text{ m}^3/\text{s}$ の場合は 14.6 Km から 18.0 Km 附近において認められた流跡線が $12,000 \text{ m}^3/\text{s}$ では大巾に消えて、14.7 Km 附近を中心として上下流それぞれ 0.8 Km 程度のあいだの流線が大きく左岸に移行されている。

流線の変化と平行して 15.6 Km および 15.8 Km 附近の堆砂域も巾の狭いものとなり、やや下流に押し下げられた感がある。また、高水敷の上の水深が 4 m 前後となって流下するため、16.0 Km を中心とした左岸および 13.6 Km 附近の右岸のそれぞれの死水

域が減少、あるいは消えていることが認められる。

流速の状況について、平面的にみると表層流線の中心附近、あるいは表層流線の収斂するところに断面横断方向の最大流速値が現われている。例えば、16.0 Kmでは左岸低水路護岸附近、これが15.0 Kmの断面に下がると低水路中央附近から右岸の低水路護岸にいたる範囲となり、さらに14.0 Kmでは表層流線の移動状況に平行した感じで右岸側にその最大値が現われている。これらの値は、それぞれの断面によって多少の差はみられるが、5.0 m/s以上の大きなものとなっている。

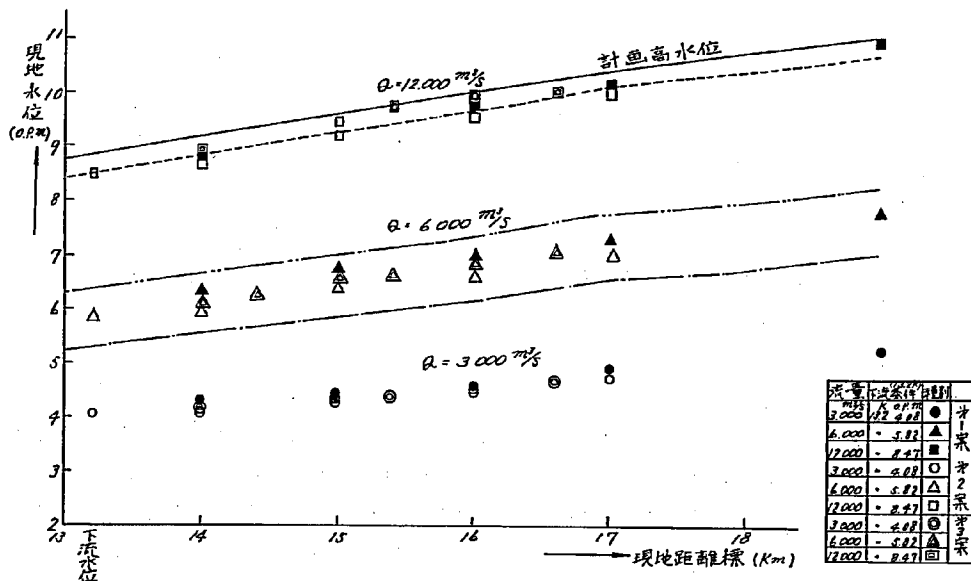


図 - 1 6 水位縦断比較図

以上、河道計画の計画低水路法線第1案について2.0 Km附近から3.0 Km附近に至る区間のいわゆる枚方地区と、13.0 Km附近から19.0 Km附近に至る一津屋地区のそれぞれの彎曲部における水理現象を固定床模型によって求めたものであるが、さらにこれと平行して移動床抽出模型実験においても、同じく彎曲部の河床変動状況を把握したので、その結果のあらましをのべるとともに、固定床模型実験結果との比較検討を行なってみる。

移動床抽出模型実験結果

移動床抽出模型は、水平縮尺=鉛直縮尺=1/60として、河床材料には平均粒径0.15 mm程度の石炭粉を採用した。具体的には、河床材料の石炭粉の敷厚(洗掘の予想される水衝部等とはとくに厚目に敷く)等を考慮して縮尺は1/60より大きいモルタル河床を製作し、その上に石炭粉を敷き、コテ等で横断面形状を製作した。次に、それぞれ隣接す

る横断面形状を基準として水系を張り、断面間の整形を行なったものである。

抽出区間は2.10 Kmから3.00 Kmのあいだと、1.30 Kmから1.90 Kmまでの2区間の彎曲部であるが、敷地・経済性等を考慮して、まづ前者の枚方地区の実験を先に行ない、この跡に後者の一津屋地区の模型を設置（同じ程度の高さを示すモルタル河床は、そのまま枚方地区の河床を使用）して実験した。

実験に採用した流量は2種類であり、過去の出水状況をみれば $2,000 \text{ m}^3/\text{s} \sim 3,000 \text{ m}^3/\text{s}$ の洪水がかなり多いことと、現在の計画低水路の疎通能力が $3,000 \text{ m}^3/\text{s} \sim 4,000 \text{ m}^3/\text{s}$ 程度であることなどを考慮して $3,000 \text{ m}^3/\text{s}$ 程度の流量で実験するのが妥当と考えられた。

$6,000 \text{ m}^3/\text{s}$ の流量については、高水敷をも含めた河道全体に洪水流が流下して、河道全体の河床変動が起こり得る流量であることと、これまでの大出水の際でも $7,000 \text{ m}^3/\text{s} \sim 8,000 \text{ m}^3/\text{s}$ のピーク時間は概して短いものであろうことから、 $6,000 \text{ m}^3/\text{s}$ 附近が最も河床変動に影響をおよぼすものであろうと判断されたので、この $6,000 \text{ m}^3/\text{s}$ （定流）を採用することにした。実験は全て定流状態で行った。

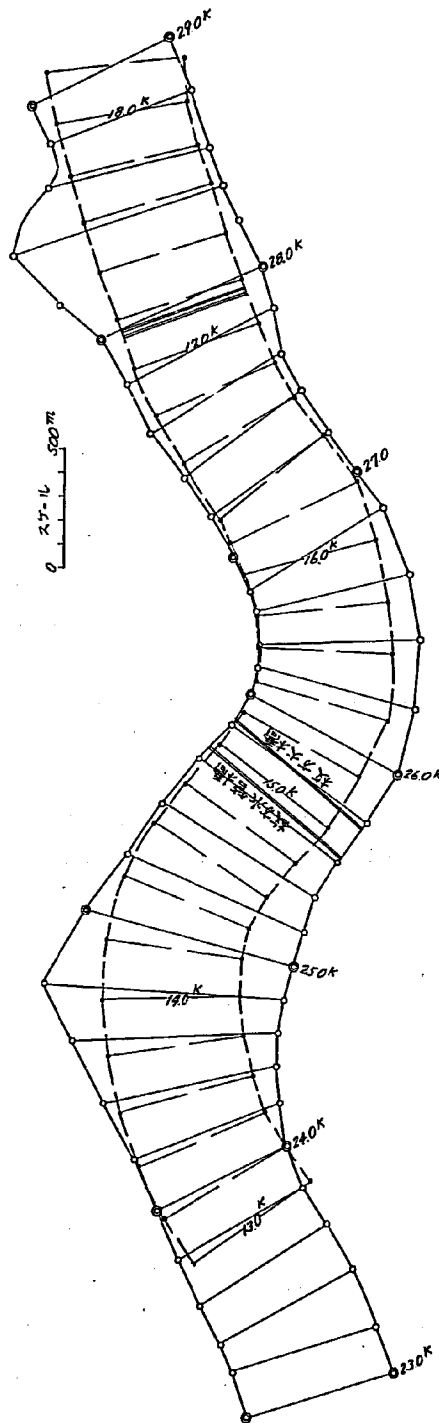


図 10 平面模型抽出移動床

枚方地区移動床抽出模型実験結果

21.0 Km から 30.0 Km に至る
枚方地区の彎曲部を抽出し、縮
尺を水平、鉛直ともに 1/60 と
して模型を製作した。

計画低水路法線第 1 案につい
て、その護岸のない場合、つま
り、モルタル製の低水護岸を設
置しないで、河床材料の石炭粉
で低水護岸を計画形状に整形し、
これに $3,000 \text{ m}^3/\text{s}$ を 1 ケース、
 $6,000 \text{ m}^3/\text{s}$ を 2 ケース（目的
はステージコンストラクション
再現性の検討のため同一条件とした）の実験を行なった。

次に、現地における低水路護岸の計画がスチール矢板およびコンクリート構造である
ことから、模型においてはモルタルを用いて製作設置し、低水路法線を固定して、
 $3,000 \text{ m}^3/\text{s}$ 、および $6,000 \text{ m}^3/\text{s}$ の実験を行なった。また、モルタル護岸面に金網を
張り付け、護岸の粗度効果を上げて、護岸前面における河床の異状洗堀の防止も試みて
いる。

まづ、護岸なしの $3,000 \text{ m}^3/\text{s}$ 、つまり低水路内だけ洪水流が流下する場合の水理現象
は、河床面が実験時間の経過とともに変化する、砂連の発達などもあって、水位は実験

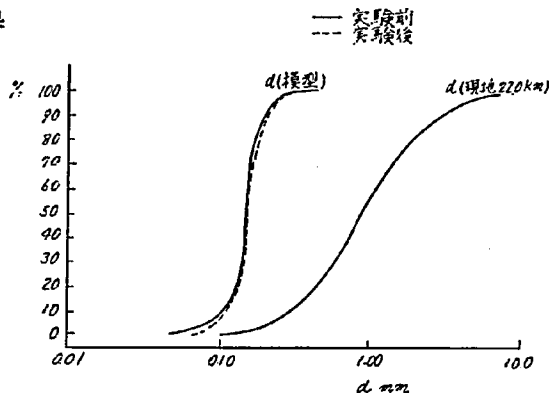


図-1-1 淀川移動床模型河床材料（石炭粉）粗度分布及び現地河床材料

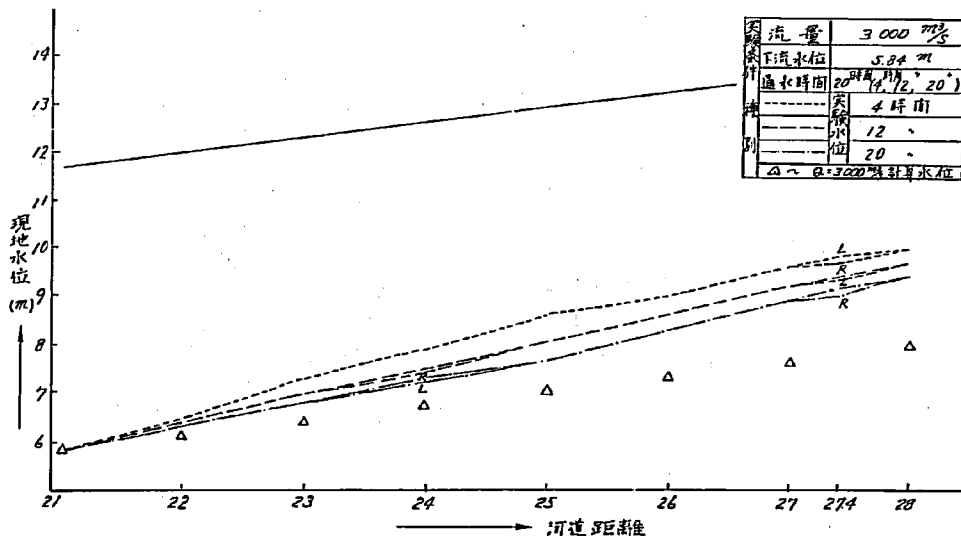


図-1-3-1 移動床実験水位縦断面図（第 1 案）

实 验 条 件	流量	6000 m ³ /s
	下流水位	8285 m
	通水时间	11月10日 2:21分 4:30分 (2.21, 3.9)
	○	出 水 量 Q = 7000 m ³ /s 求坝河库高 Q = 100 m ³ /s
	▲	Q = 1000 m ³ /s 求坝河库高 Q = 100 m ³ /s
	●	Q = 1000 m ³ /s 求坝河库高 Q = 100 m ³ /s
	—	2 时 间
	—	9 -
	—	8 -
	—	—

* $Q = 6000 \text{ m}^3/\text{s}$ の不等流計算結果は
 $Q = 7000 \text{ m}^3/\text{s}$ と $Q = 5000 \text{ m}^3/\text{s}$ を平均した

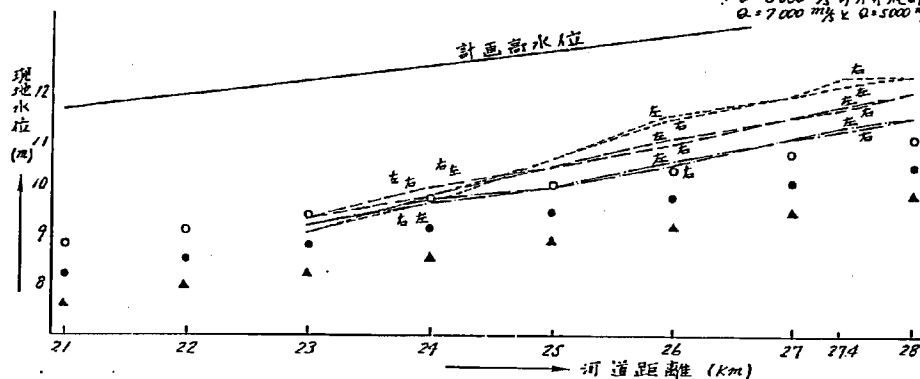


圖-13-2 移動床實驗水位縱斷圖(第1案)

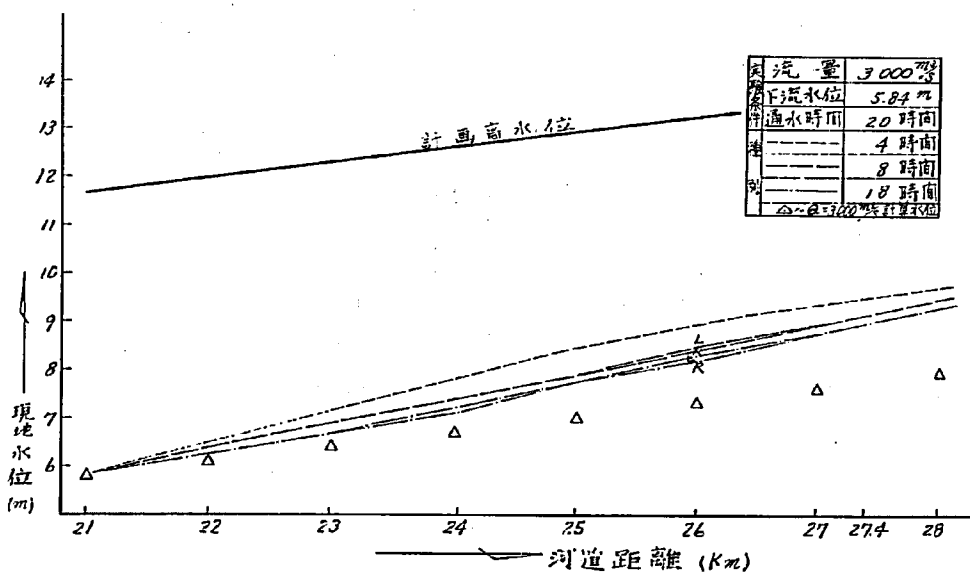


圖-13-3 實驗9 水位縱斷圖(第2案)

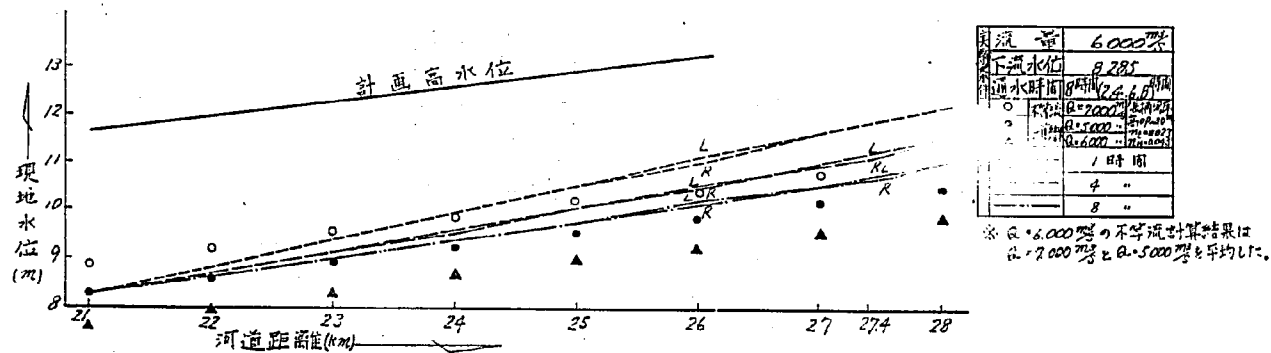


図 - 1 3 - 4 実験 8 水位縦断面 (第 2 案)

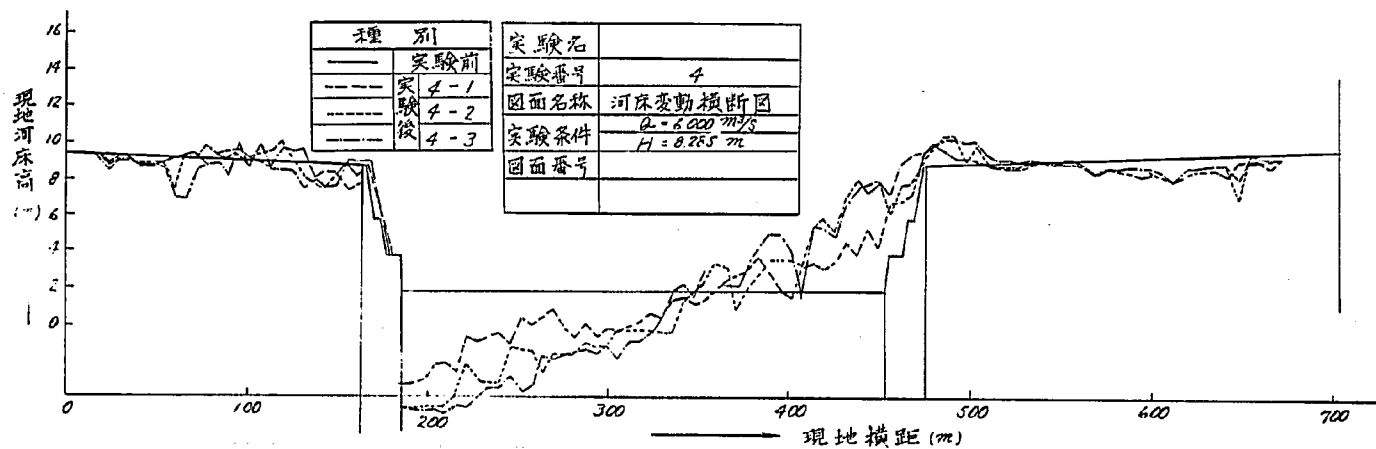


図 - 1 3 - 5 河 床 変 動 図

流況においては、固定床模型実験の場合とほぼ同じような状況であるが、河床変動が進むにつれて多少彎曲部における水衝現象は強くなる傾向であろう。従って、河床変化の状況は、26.0 Km 附近から 25.0 Km 附近までの左岸側では多少洗堀の傾向にあり、これが 24.0 Km から 23.0 Km 附近になると右岸に移り、さらに下流にいたって 23.0 Km 附近では再び左岸側に洗堀の傾向が現われており、断面形状の変化をみると縦方向への洗堀と、これに加えて側方への浸食もかなり進むように観察された。一方、この洗堀傾向の現われている対岸側は、実験前の河床高と比較して堆積傾向を示している。

$6,000 \text{ m}^3/\text{s}$ の洪水流量で高水敷をも含めて実験を行なった場合、実験開始当初の流況は、さきに行なった固定床模型実験のそれとほぼ似ているものである。しかし 3.000

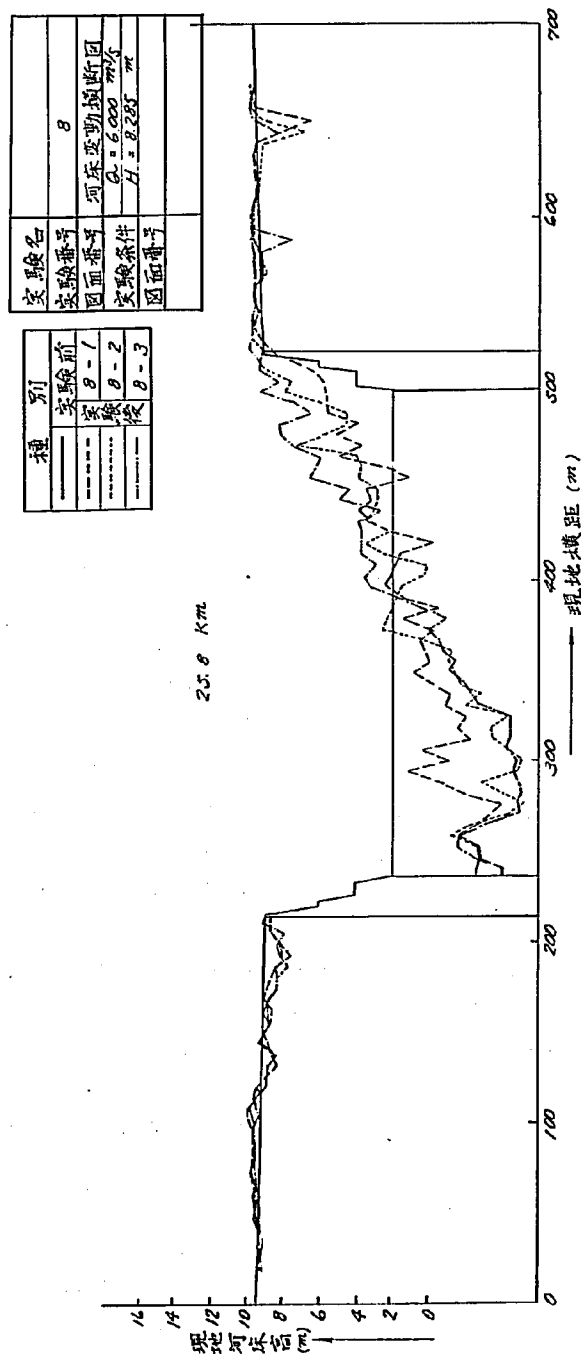


図 1-13-6 河床変動図

m^3/s の場合と同様、実験時間の経過とともに河床変化が進み、これも側方への浸食がかなり進行するため、流心の移動は顕著なものになり、26.0 Kmから25.0 Kmにかけての左岸と、24.2 Kmから23.0 Kmまでの右岸、および22.0 Km附近の左岸はかなり高水敷側に、つまり彎曲の外岸側に移動している

また、河床変化の再現性（移動床実験の再現性）については、各断面ごとの細かい点についてみた場合の再現性はたしかなものではないが、総体的にみるとかなり良い結果を示すものと判断される

次に、低水路護岸を設置した場合について実験を行なった。

まづ、 $3,000 m^3/s$ については、モルタル護岸によって低水路法線が固定され、平面的には固定床模型と同じ条件になったために、その流況においても、固定床模型の場合とほぼ同じ形を示すものである。しかし、河床の変化状況においては、水衝部附近における縦方向への洗堀が顕著にあらわれている。この反面、洗堀域の対岸側ではかなりの堆積を示しているものである。

$3,000 m^3/s$ の実験に続いて $6,000 m^3/s$ の流量を流下させて、高水敷をも含む流況と、河床の変動状況を把握すべく実験を行なった。

流況では、河道全体の流れが低水路の計画法線に平行した流れかたをしている。また、低水路内の流速が高水敷のそれよりかなり大きいことから、高水敷と低水路とは完全に分離された流れ方を示している。つまり低水路護岸を界として、低水路だけの流れと、兩岸の高水敷だけの流れと2通りになっている。

河床における流砂状況では、高水敷におけるものはあまり顕著ではないが、低水路内における水衝部、例えば26.2 Kmから25.0 Kmの左岸、および24.4 Kmから23.8 Kmの右岸といったところでは、かなりの河床洗堀が進行しているものと云えよう。一方、これらの区域の対岸側は流速もやや小さいものであるから、堆積傾向を示すものであり、この堆積区域の出現は対岸の洗堀傾向を助長する一つの要素となっているようである（附図-6）。

このほか低水路護岸の粗度効果を考慮して、護岸前面に金網を張った実験も行なっているが、護岸附近の流速低下が予想したほどのものではなく、河床洗堀も緩和されたような傾向も見られなかった。強いて云えば、多少洗堀域が護岸附近から河道中央に移動していることであろう。

以上、固定床模型および移動床抽出模型の両者によって、計画低水路法線第1案の実験を行ない、その水理現象の観察結果彎曲部の河道計画、とくに27.0 Kmから23.0 Kmまでの区域と17.0 Kmから13.0 Kmまでの区域の複彎曲を示す河道において、疎通能力が $3,000 \sim 4,000 m^3/s$ の低水路を堤防法線に平行して設置した場合、水位縦断は計画河道案にもとづいて水理計算を行なった結果とほぼ一致するものであるが、流況において25.6 Km左岸、24.0 Km右岸、16.4 Km左岸、15.4 Km右岸および13.8 Km左岸附近に水衝部が発生し、この附近では流速も $3,000 m^3/s$ で $2.5 m/s$ 、 $12,000 m^3/s$ では $5.0 m/s$ の値を

示している。

移動床模型による河床変動状況も、水衝部の発生する区域においてはかなり複雑なものとなり、とくに複彎曲部の下流側の彎曲部においてはその現象が顕しいものである。

そこで、低水路河床の安定性、河川構造物（低水路護岸・橋脚等）の安全性などを考慮すれば、その区域の地質の強度の許す限り低水路の法線形状は直線性を持たせることが必要であると判断される。

このような観点から、土木研究所においては第1案法線を一部修正した法線形状（以下第2案という）による模型実験を試みた。これは、21.0 Kmから30.0 Kmの彎曲部の特に曲率のきびしい27.2 Km附近から25.4 Km附近までの上流彎曲部と、さらに25.2 Kmから23.6 Kmに至る下流彎曲部の曲率を緩和したものである（図-8参照）。

5-2-2 計画低水路法線第2案の実験

計画低水路法線第2案においても、固定床模型実験と、これに平行して移動床抽出模型による実験検討を行なっている。

まづ、固定床模型実験において、その検討流量 $3,000 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $6,000 \text{ m}^3/\text{s}$ 、および $12,000 \text{ m}^3/\text{s}$ のそれぞれに流況・流速・水位等の測定結果と、さきに実験を行なった計画低水路法線第1案の実験結果との比較を行なってみる。

水位については、 $3,000 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $6,000 \text{ m}^3/\text{s}$ および $12,000 \text{ m}^3/\text{s}$ のそれぞれの流量とも共通して第2案のほうが低い値を示す傾向であろう（図-14）。また、縦断勾配および横断方向の勾配（彎曲部における水位の横断方向への傾き）については顕著な変化は示さないようであるが、強いて云えば、各断面の横断方向の勾配がやゝ小さなものとなっていることであろう。

流量 $12,000 \text{ m}^3/\text{s}$ においても、従来の計画高水位縦断と比較して0.4 m程度の余裕を示している。

流況においては、第1案の場合であれば、彎曲部内岸側において流心が剝離する傾向にあり、さらに流下してその対岸のやゝ下流に至って水衝部となっていた。従って、剝離現象の起きているすぐ下流、例えば26.8 Km右岸および24.6 Km左岸附近から下流には死水域に近い状況、つまり流速の小さい領域が出来易く、しかも流砂実験における堆砂現象が大ききようであったが、法線の修正によってこれらの諸問題が量的に緩和されているようである（附図-7）。

一方、固定床模型実験とはほぼ平行して、移動床抽出模型において実験を行なった。

検討流量は、さきに行なった計画低水路法線第1案の場合と同じ $3,000 \text{ m}^3/\text{s}$ 、および $6,000 \text{ m}^3/\text{s}$ の2種類を採用している。

$3,000 \text{ m}^3/\text{s}$ の実験中における流況は、彎曲部の修正を行なったことから、その附近における水衝現象が多少緩和されたことと、その対岸における死水域の範囲が狭まったことであつた。また、高水敷を含む $6,000 \text{ m}^3/\text{s}$ の場合の流況が低水路内の流速と高水敷のうえでの流速との差が極端に現われて、低水路護岸にそって判然とした境界を程して洪水流

が流下する状況は、計画低水路法線第1案の場合とほぼ同じようであった。

流速においては、顕著な変化は示さないものであるが、強いていえば、断面の右岸側と左岸側との差が狭まっていることがうかがえる。

法線形状のとくに26.2 Km附近と24.4 Km附近の曲率をやわらげたことによって、河道は或る程度直線化され、これに従って流況も変化し、河道横断方向の流速分布がかなり均等なものとなったように観察された。また、水衝部の発生は第1案の場合と同様に発生していることが認められるものであるが、その位置がやや下流側に移っているように観察された。このように、多少の水理現象の変化したことによって、河床変化も趣を変えているようである。例えば、24.0 Km附近の洗堀域の河床横断方

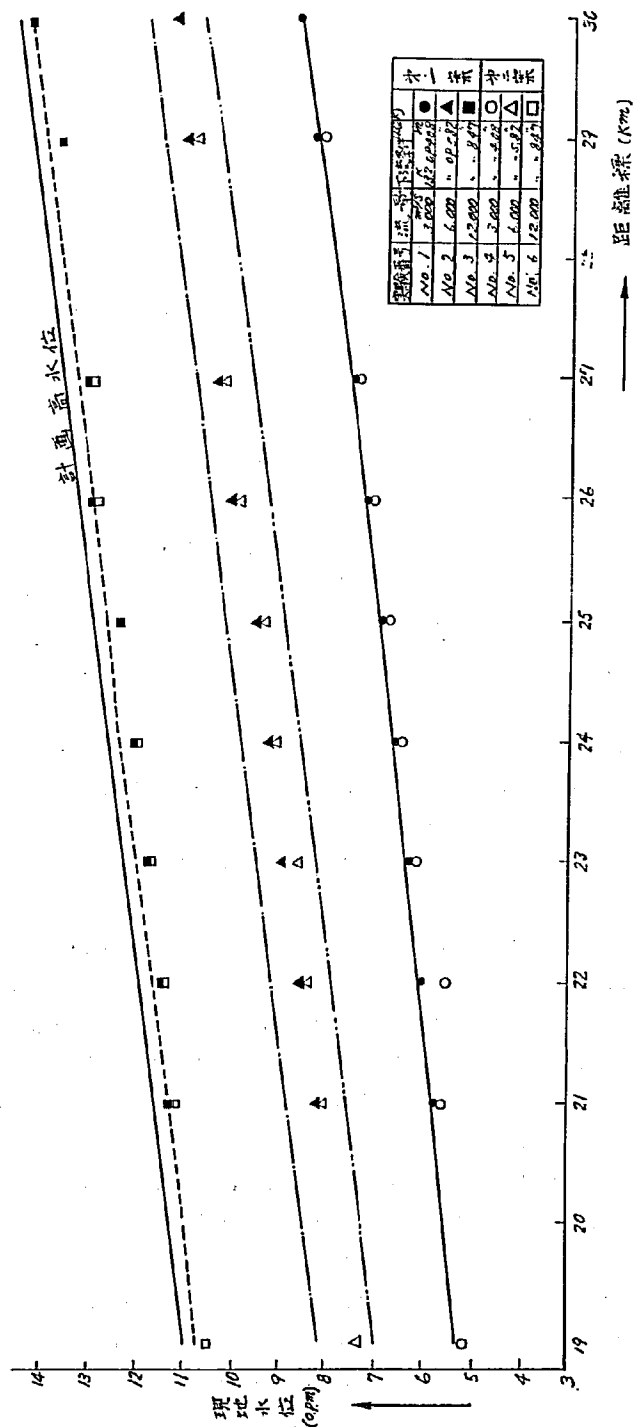


図 1-4 水位縦断面比較図

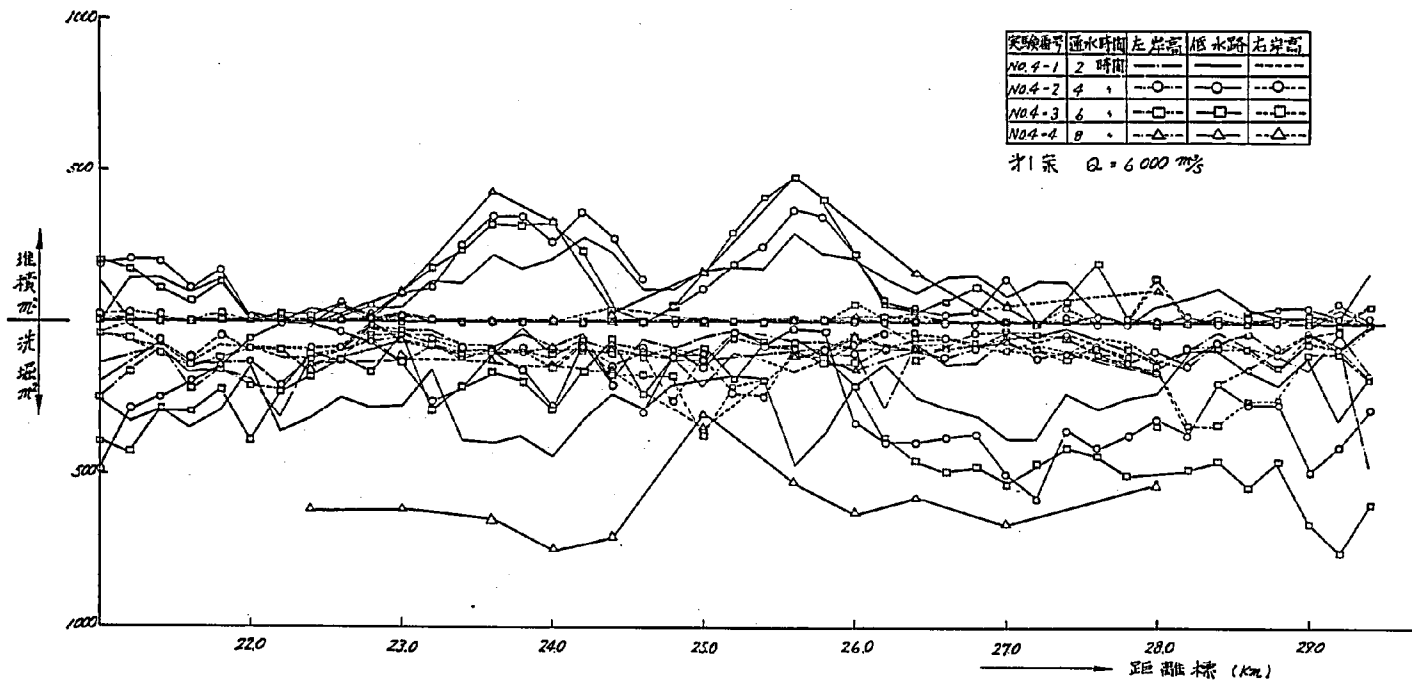


図 - 1 5 - 1 各断面における洗堀および堆積面積縦断図

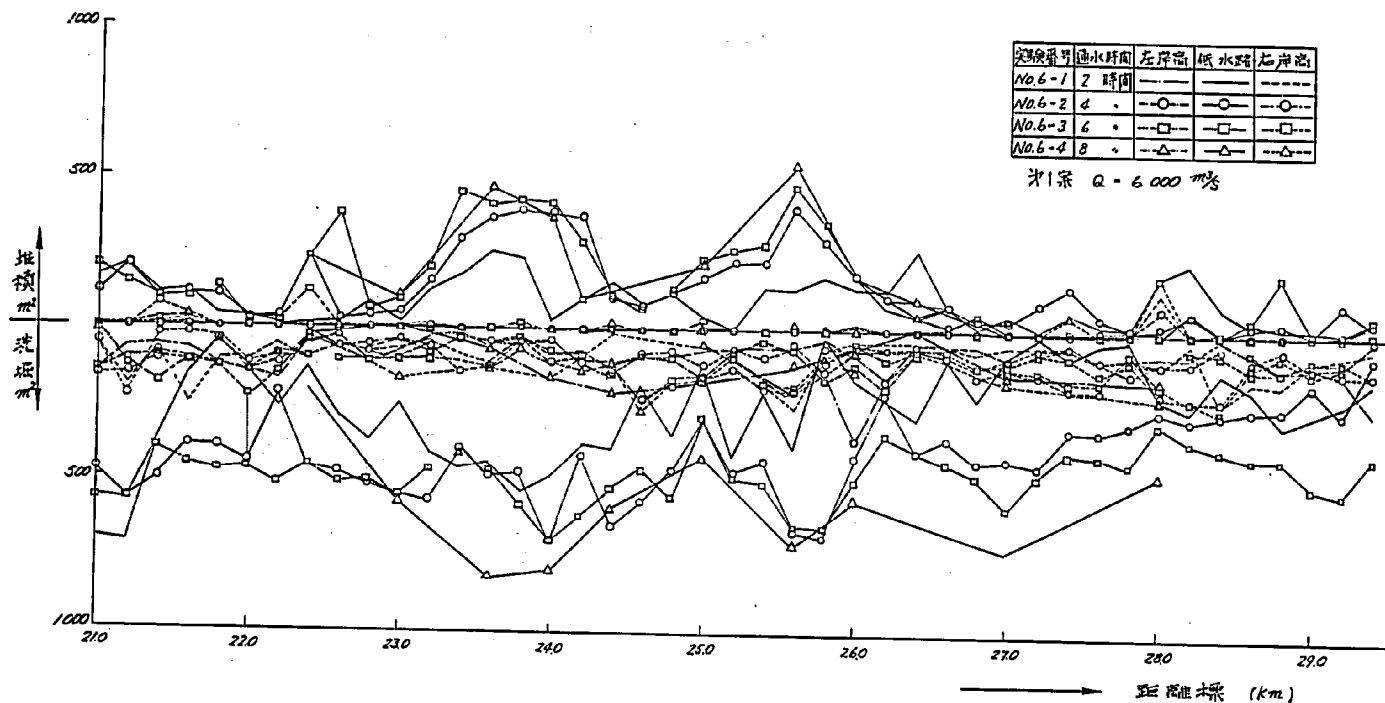


図 - 1 5 - 2 各断面における洗堀および堆積面積縦断図

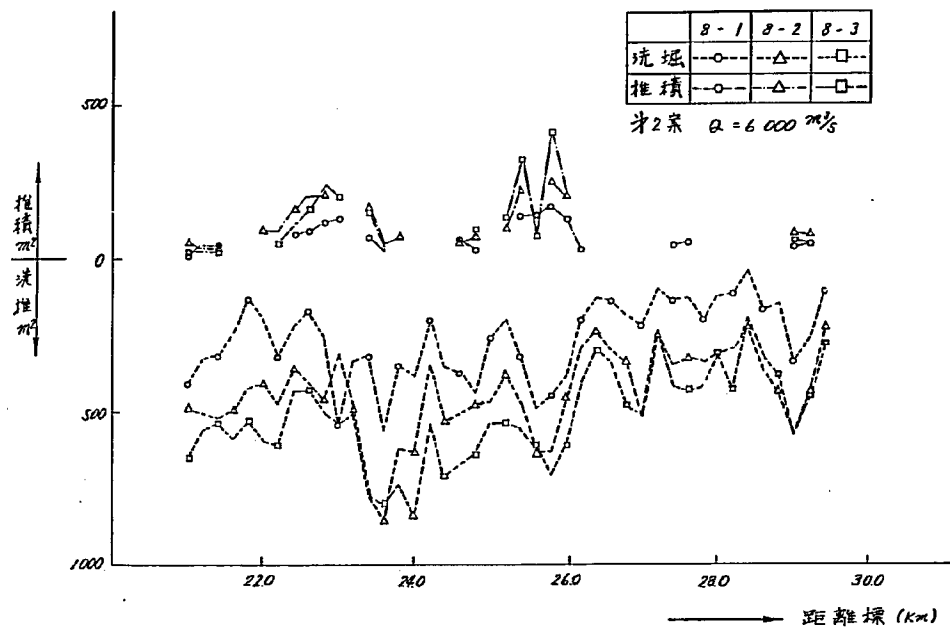


図-15-3 各断面における洗堀および堆積面積縦断面図

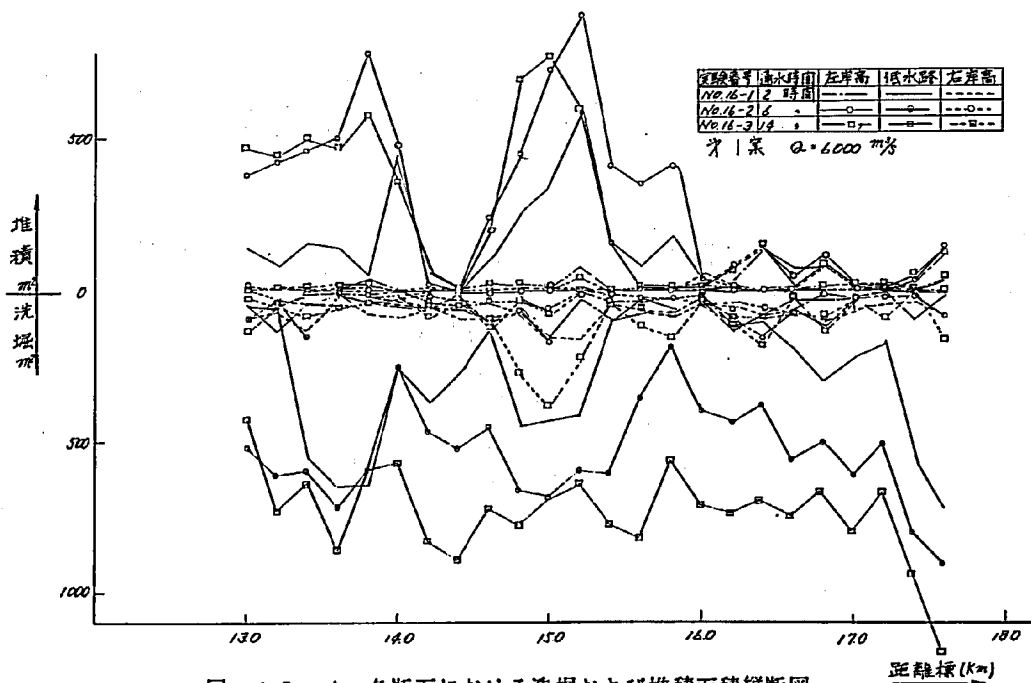


図-15-4 各断面における洗堀および堆積面積縦断面図

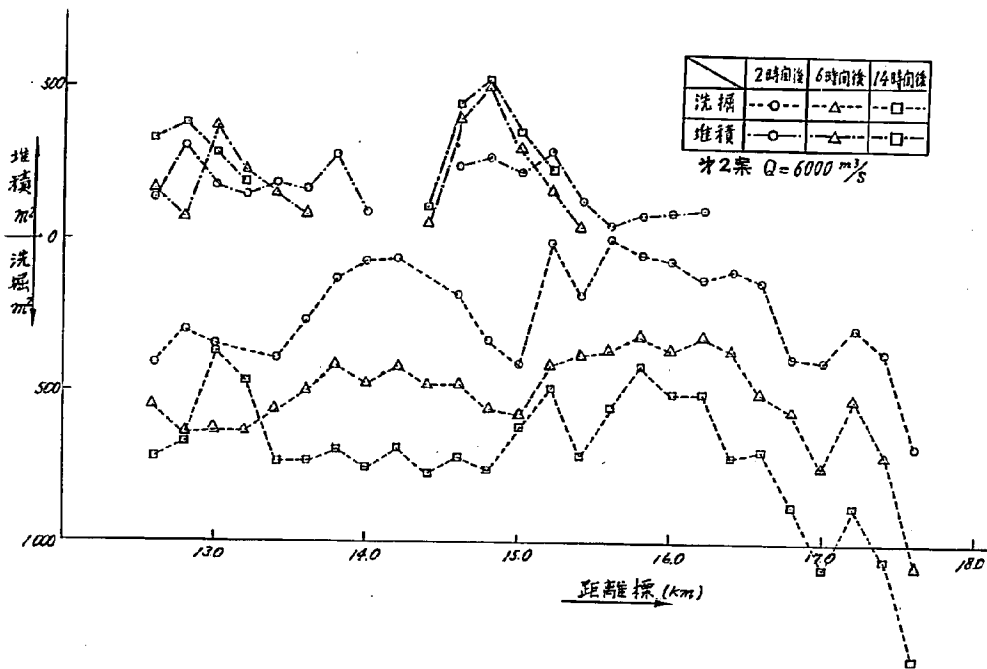


図-15-5 各断面における洗堀および堆積面積縦断面図

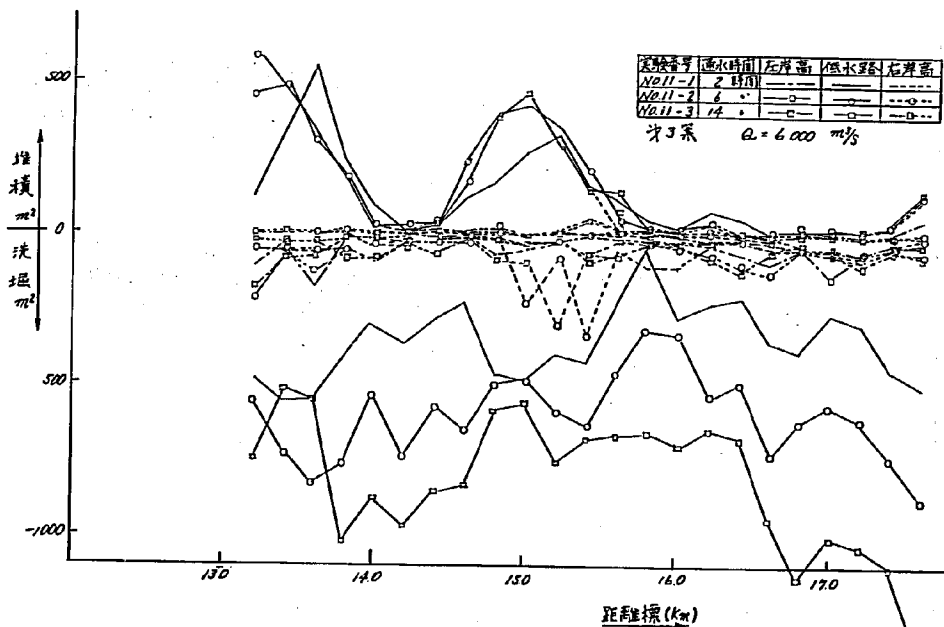


図-15-6 各断面における洗堀および堆積面積縦断面図

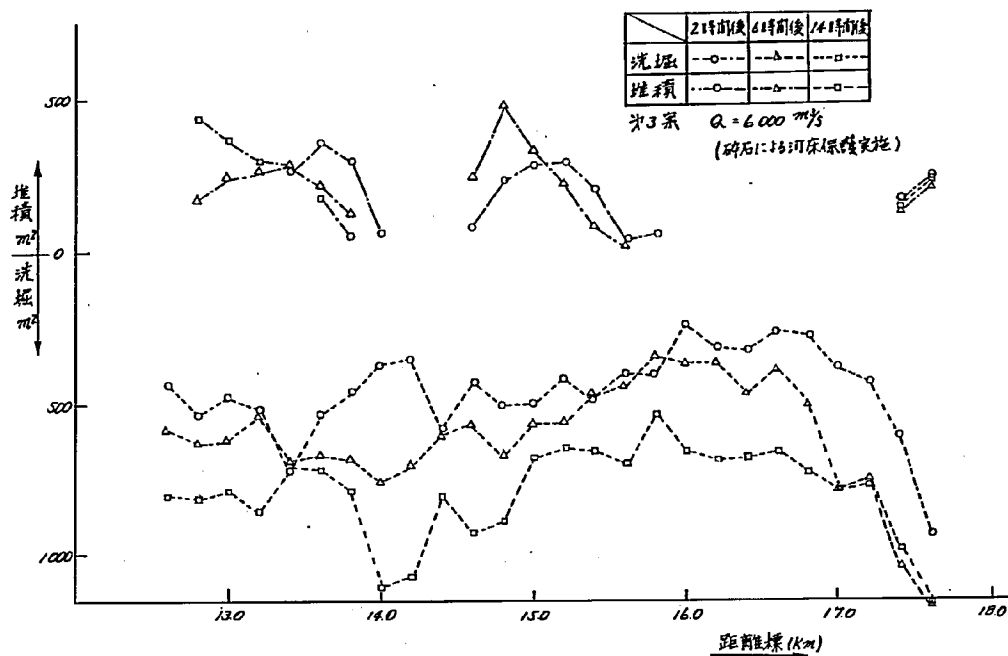


図-15-7 各断面における洗掘および堆積面積縦断面図

向の勾配が、第1案の場合より第2案のほうがややゆるやかなものとなっている。最大洗掘深の値において、第1案と第2案の差は顕著には現われていない。ただ、24.2 Kmから24.8 Km附近と26.0 Kmより上流部の2区間の割合局所洗掘の現われない断面では、第1案の河床より第2案の河床のほうが一般に下がっていることが認められる。

また、 $6,000 \text{ m}^3/\text{s}$ における実験中の流況は、第1案の場合より直線性を持ち、従って26.0 Km左岸、および24.2 Km右岸附近における水衝現象がやや緩和されたように観察された。また、高水敷上の流速と低水路内における流速の差は、第1案の場合と同様に顕著なために低水路護岸を堺として流れが2分されている。

河床の横断変化においては、 $3,000 \text{ m}^3/\text{s}$ の場合と同様にやや河床低下の傾向を示すのみで、大巾な変化は認められないが、各断面における洗掘、堆積巾を平面図に移してみると、第1案の場合より洗掘域が多くなっていることがうかがえる。また、それぞれの断面における洗掘・堆積の変化を求めてみると図-15の様になり、第1案と比較して洗掘断面面積の量は多少多くなって、堆積断面面積の量は第2案の方がやや少ないものと云えよう。なお、洗掘傾向が全体的に河道中央方向に移っていることは、低水路護岸の維持の問題を考えれば、好ましい結果であろう。また、図-15のなかで27.0 Kmから29.0 Kmに至る区域と16.0 Kmから17.0 Kmに至る2区域において、洗掘面積に対して堆積面積の少ない傾向を示すことは、模型上流部からの補給砂量が不足するためであろう。護岸に

金網を張り付けて粗度効果を試みた場合においてもさしてその洗堀傾向は変っていない。碎石を投入して護岸附近の局所洗堀防止を試みた場合においても、洗堀断面積が量的に減少するような結果は得られなかった。しかし、洗堀位置が護岸より遠ざかることが好ましい結果である。

一ツ屋地区固定床模型実験

さきに行なった低水路法線第1案の固定床模型実験結果において、かなり複雑な水理現象を示すことが認められ、枚方地区においては、移動床抽出模型によって再度河床変動状況の検討を行ない、第2案法線を立案した。このように、枚方地区の彎曲部においても法線の修正の必要がある程度考えられることから、一ツ屋地区は枚方地区よりもやゝ河道条件がきびしいため、その水理現象の緩和を計るべき法線形状にすることが必要であろうと考えられた。

このような観点から、一ツ屋地区の第1案法線の固定床模型実験結果を考慮して、計画低水路法線第2案を考案し、固定床模型と移動床抽出模型とによって実験を行なった(図-8参照)。

まず、固定床模型における水理現象を、 $3,000\text{ m}^3/\text{s}$ 、 $6,000\text{ m}^3/\text{s}$ および $12,000\text{ m}^3/\text{s}$ の3種類の流量について求め、第1案法線との比較を行なってみる。

$3,000\text{ m}^3/\text{s}$ の流量においては、その流下状況が低水路内だけにとどまることから、とくに顕著な水理現象の変化は認められないものである。しかし、流量が $6,000\text{ m}^3/\text{s}$ 、 $12,000\text{ m}^3/\text{s}$ と増加すると、かなりはっきりした変化を示している。例えば $6,000\text{ m}^3/\text{s}$ の場合の表層流線で、第1案の場合は 16.0 Km 附近左岸から低水路護岸法線より剝離し、これが 14.6 Km 附近に至って、低水路巾のほぼ $1/2$ 巾程度にまで片よっていたが、第2案法線とするとこれがやゝ左岸に移動している。底層流線、つまり河床面の流線においても、 14.8 Km 附近の低水路中央に収斂していたものが緩和されたように観察される。これは、 $12,000\text{ m}^3/\text{s}$ の場合も同様のことが云えそうである。

流速においては、その最大値が $6,000\text{ m}^3/\text{s}$ で 3.5 m/s 程度、 $12,000\text{ m}^3/\text{s}$ で 5.0 m/s ～ 5.5 m/s で、第1案および第2案ともにあまり変化は示さないものである。しかし、この発生地点においては多少変化を示し、第1案の場合には 16.0 Km の断面では左岸の低水路護岸に接近した場所、 15.0 Km では右岸、 14.0 Km においても右岸の低水路護岸附近にその最大流速値が現われていたが、第2案においては、やゝ低水路の中央に移動したことであろう。死水域についても第2案のほうがやゝ減少する傾向が認められている。

このように表層および底層流線の変化が認められたことと平行して河床附近の流砂傾向も変わり、 $6,000\text{ m}^3/\text{s}$ 、 $12,000\text{ m}^3/\text{s}$ ともに堆砂域が少なくなっている(附図-8)。

水位においては、 $3,000\text{ m}^3/\text{s}$ 、 $6,000\text{ m}^3/\text{s}$ および $12,000\text{ m}^3/\text{s}$ ともに第1案の場合より低くなる傾向にあり、とくに $6,000\text{ m}^3/\text{s}$ の場合では 0.4 m 近くの低下を示している。また $12,000\text{ m}^3/\text{s}$ において従来の計画高水位($6,950\text{ m}^3/\text{s}$ の場合)に対しても 0.3

$m \sim 0.4 m$ 程度の余裕を残しているものである。

ここで、13.0 Km から 30.0 Km に至る 17 Km 区間内の計画低水路法線の第1案および第2案のこれまでの実験結果をもって、淀川工事々務所と打合せを行なった結果、21.0 Km から 30.0 Km までのいわゆる枚方地区における計画低水路法線形状は、第2案が妥当なものであろうとの結論に達した。

一方、13.0 Km から 17.0 Km に至る一津屋地区においては、現在のこの地区の地質および堤防に対する高水敷巾などの問題を考慮すると、第2案において大巾に低水路の位置を移動することは不安のともなうものであることから第3案、つまり第1案と第2案の中間的な法線を考え、これについて実験検討することになった。

5-2-3 計画低水路法線第3案の実験

第1案における彎曲部などの水理現象の複雑さを緩和するために第2案を立案したものであったが、さきにものべたように現地における制約条件の問題を考慮して考えられた法線形状は図-8に示すものである。

この法線形状は、第1案および第2案法線形状の場合に上流の第1彎曲部、つまり15.6 Km 附近と下流側第2彎曲部の14.1 Km ~ 14.2 Km 附近までの区間が約1.4 Km 程度であったものを上流側の第1彎曲部を15.7 Km ~ 15.8 Km 附近に移動させ、複彎曲部の彎曲補正区間を100 m ~ 150 m 長くしたものである。

まづ、固定床模型実験においては、 $3,000 m^3/s$ 、 $6,000 m^3/s$ 、および $12,000 m^3/s$ の3種類の流量について水理現象を求めた。

水位においては、第1案の実験結果より第2案のほうが一般に低下する傾向にあったが、第3案にいたっては第1案の値に再び近づく傾向を示している（附図-16参照）。

$3,000 m^3/s$ 、 $6,000 m^3/s$ 、 $12,000 m^3/s$ の3者における表層流線および底層流線においては、判然とした変化を示すものではないが、強いて云えば第3案の底層流線がやや複雑なものとなっていることであろう。また、流速においても顕著な変化は認められてはいない。ただ、彎曲部下流の堆砂域について、第2案にくらべて第3案の方がやや拡大したように観察された（附図-9）。

移動床抽出模型実験結果

固定床模型において、第3案法線形状の水理現象のあらましを把握したのち、この区間の抽出模型によって河床変化の状況を求めたものである。

検討流量は、さきに行なった一連の移動床抽出模型実験に採用した $3,000 m^3/s$ および $6,000 m^3/s$ とした。この結果、水位においては、河床変化の影響も考えられることから、実験時間の経過とともに多少の変動がみられる。また $3,000 m^3/s$ においては、淀川工事々務所における水理計算結果よりやや高い結果を示しているものである。 $6,000 m^3/s$ の場合においても実験開始当初は、かなり $7,000 m^3/s$ の計算水位に近い値を示しているが、これも実験時間の経過するに従って、 $5,000 m^3/s$ の水位縦断と $7,000 m^3/s$ の水位縦断のほぼ中間の値を示している。

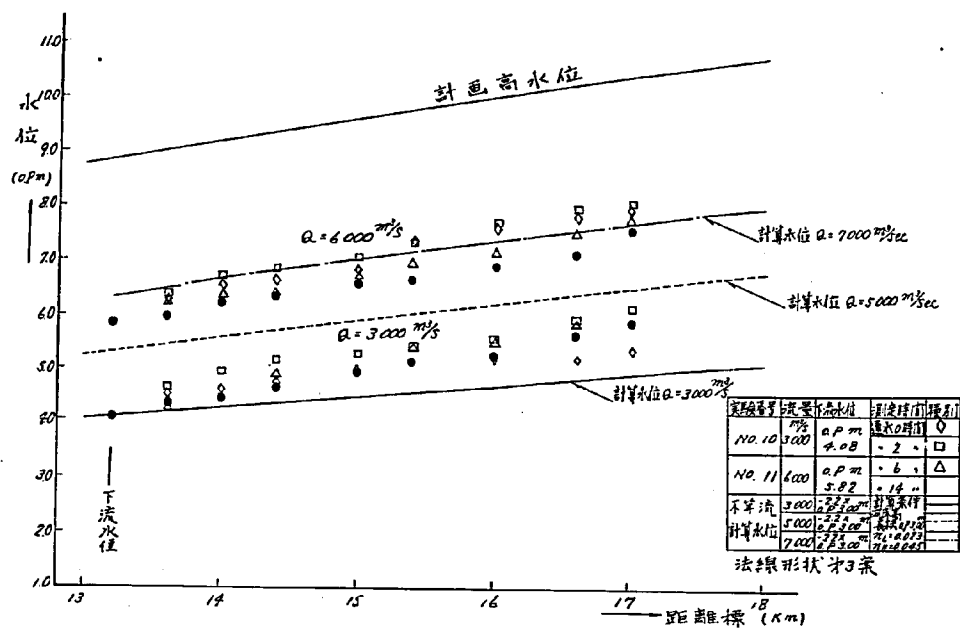


図-17-1 水位縦断比較図

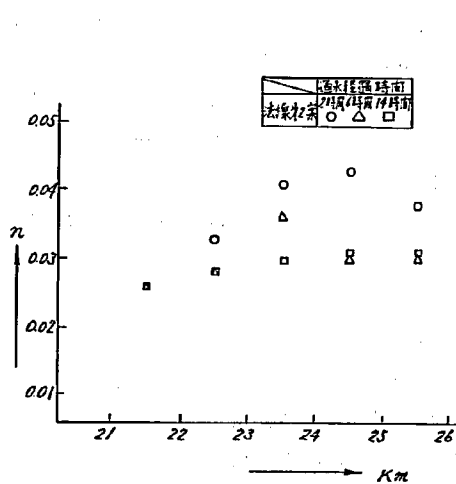


図-17-2 移動床抽出模型実験における n の変化

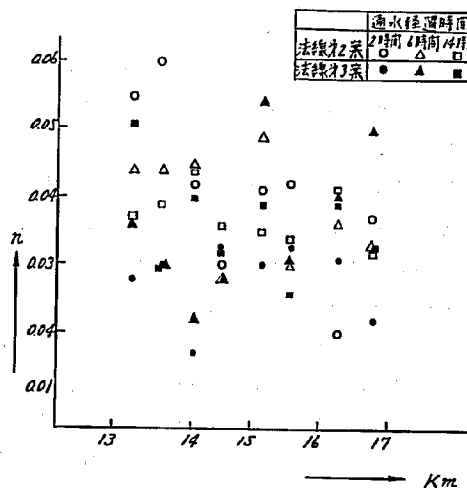


図-17-3 移動床抽出模型実験における n の変化

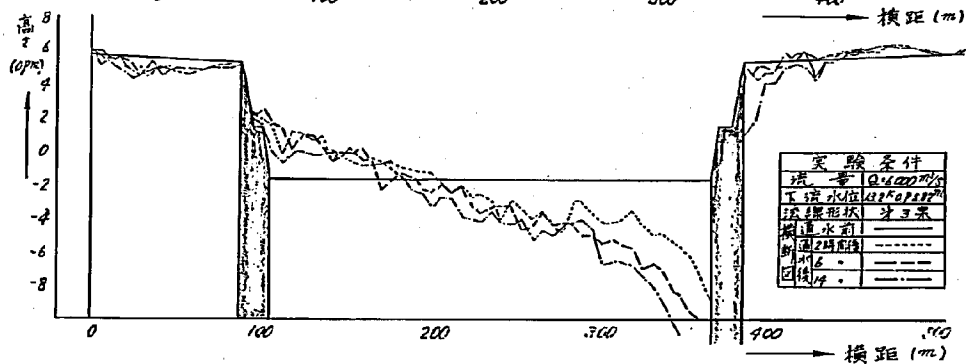
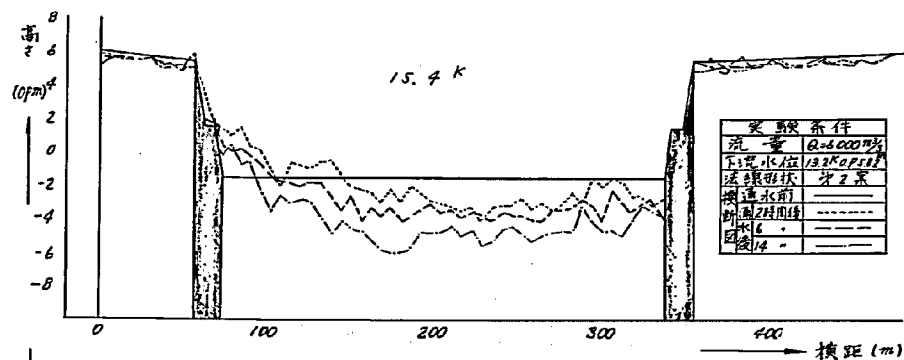
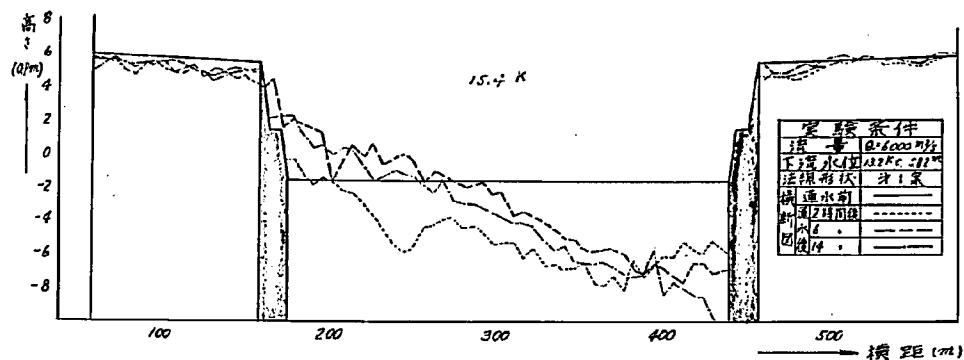


図-17-4 計画河道における河床横断変化比較図

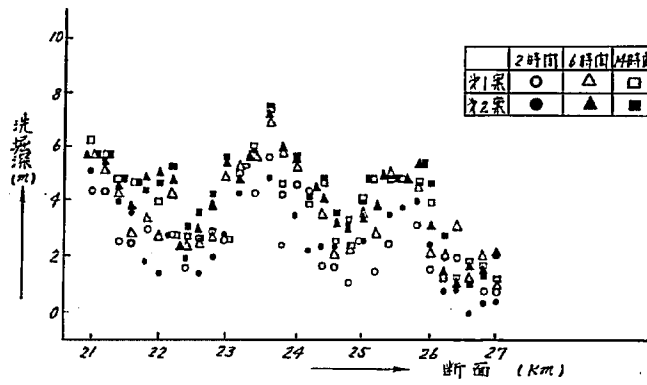


図-17-5 各案における断面最大洗掘深比較図

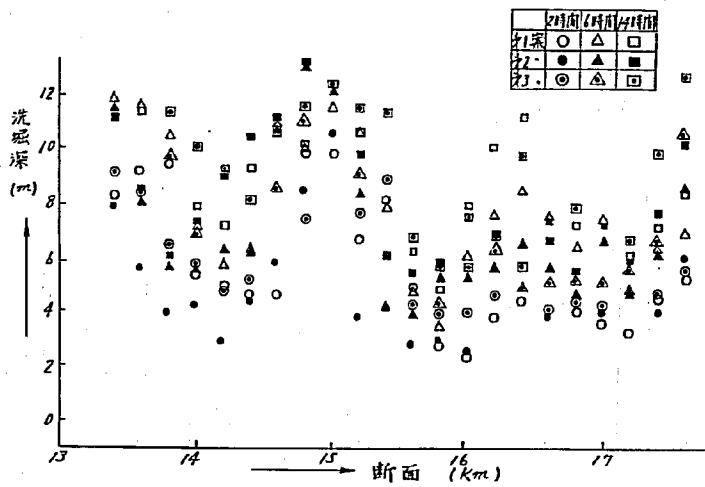


図-17-6 各案における断面最大洗掘深比較図

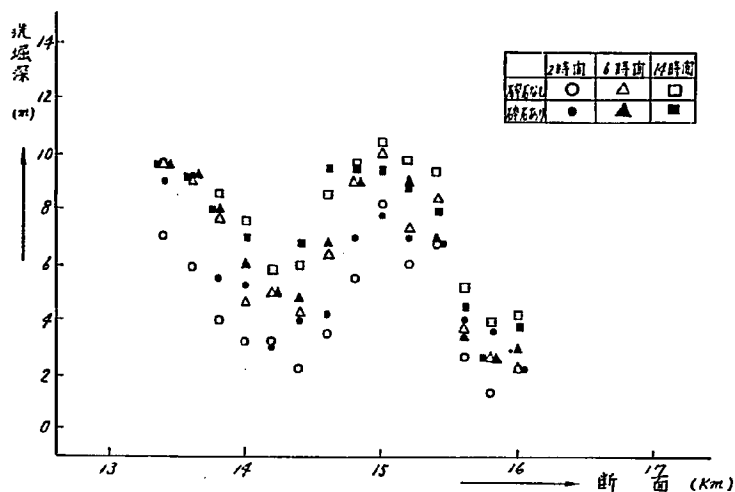


図-17-7 河床保護実施前後の最大洗掘深比較図

染料を投下して、その流下追跡によって観測した流線の状況は、第2案の場合に15.0 Km左岸の低水路護岸附近にかなり良くまわり込んでいた流れが、第3案ではやゝ低水路中央に移動するものである。さらに、この状況を第1案、第2案、第3案の3者と比較すると第1案では左岸低水路護岸から約200 m離れて流線があり、第2案では50 m ~ 60 mとなっている。これが第3案であれば、再び100 m近く離れていることが認められる(附図-9)。

一方、河床の洗掘状況で、その洗掘値においては判然とした差は認められないものではあるが、各断面における計画河床面からの洗掘断面積および堆積断面積を求めてみると、洗掘断面積においては第1案、第2案および第3案ともにほぼ同じ程度の傾向であるが、堆積断面積においては第1案が最も大きく、次いで第3案、第2案の順になっているようである(図-15参照)。

また、断面横断方向の形状を同一断面で比較した場合は、平面的な洗掘・堆積の位置の変動したことなどから或る程度その傾向を変えたような感じもあるが、最大洗掘・堆積値には大きな差は認められないものである。また、 $6,000 \text{ m}^3/\text{s}$ の場合のように高水敷の上を洪水流が流下する場合は、低水路護岸に対する水衝部で、護岸を越流するために低水路護岸のうら側の高水敷の洗掘がおこっている。

以上、一津屋地区の計画低水路法線の第1案、第2案および第3案について、固定床模型により実験検討を加えて来たが、河床変動のともなわない固定床模型において、第1案法線形状の場合の流況と第2案法線形状の流況とでは、ある程度の差があり、第2案の方が無理のない流れ方をしていた。しかし、現地の状況から第3案なる法線形状を考えた。第3案の結果では、再び第1案の結果に近づく傾向を示している。

一方、移動床抽出模型実験の流況は、実験時間の経過によってもって河床変動が進み、彎

曲部における堆積が進行されると河積の縮小によってやゝ流速の増大、水衝現象が促進されるものであるから、流線もますます片よる傾向になり、ひいては河床の洗堀にも影響を及ぼしているように観察される。いいかえれば、この現象はお互いに悪循環をくり返すように観察された。また、洗堀位置および断面横断方向の洗堀形状はやゝ傾向を異にするが、河床の洗堀深においては第1案、第2案、第3案ともに顕著な差は示さないが水衝部の発生日点ではかなりの洗堀深を示している。このことから第3案法線形状について、河床洗堀防止対策を考え、その1手法として低水路護岸附近の河床面に4号碎石（径25mm）を巾20m～30m、厚さ2mに敷きつめて、河床材料の流出防止を試みた（附図-11）。

実験中の水位については、碎石のない場合よりやゝ高い値を示す様ではあるが、これも0.1m～0.15m程度のものである（図-17-1）。また、この結果より粗度を逆算すると図-17-2、3のようになる。

表層流線においても、とりわけ変化した傾向は認められないものではあるが、流速の測定結果においては、とくに河床保護を実施した附近における流速が多少減少しているようにみられる。例えば、14.0Kmの左岸、14.4Km右岸、15.4Kmの右岸など低水路護岸前面の流速においては0.1m/sから0.5m/sの流速低下がみられよう（附表-10、流速数値表参照）。

一方、河床の洗堀状況で、最大洗堀深はさきにも記したようにO.P.-8m～-10mといった値も測定されるが、その最大洗堀深の位置が低水路護岸から丁度碎石の巾だけ河道中央に移動している。また、通水中の洗堀状況、とくに碎石面からの吸出しは細かく観測出来ないが、敷石の時間的な低下状況は、低水路護岸に接するところを軸として、河道側の先端部が徐々に低下しているようであり、敷石全体が一様に低下するようなことはなく、必ず護岸を覆うような形状となっている（附図-11）。このような状況は、 $3,000\text{ m}^3/\text{s}$ 、 $6,000\text{ m}^3/\text{s}$ の両者に共通した傾向を示している。

このほか、計画河床高に対して一定時間洪水を流し、河道内において河床変動を起こさせたのち、洗堀部分においてはそのままとしておき、堆積部分の河床を再び計画高にまで切下げて、そのあと再度洪水を流して観測を行なってみると、場所により（上流端附近および下流部分）低下するところもあるが、水衝部附近のとくにこれまでに洗堀量の大きかったところにおいては、これ以上の河床低下は進まないように観察された（附図-12）。

6. 総 括 検 討

「淀川新治水計画案」にもとづく河道計画について、とくに計画低水路の堀削を行なう場合の法線形状の妥当性について、近畿地方建設局淀川工事事務所において立案された法線形状を主体として、これに現地観測資料と土木研究所における基礎的な実験資料等をもとに、水理模

型実験を行ない、各種の検討を加えて来た。

淀川の河道計画は、河口附近から上流の35.0 Km附近までの区間と、35.0 Kmから37.0 Km附近までの約2 Km程度のあいだで合流している木津川、宇治川および桂川の3支川をも含めた広範囲にわたるものであり、しかもその計画案、とくに低水路計画案はかなり大規模なものである。

ここでは、13.0 Kmから30.0 Kmにいたる、いわゆる淀川本川の下流域では中流部における計画低水路法線形状の実験検討結果のあらましをまとめて、中間報告とする。

妥当性に富んだ計画河道を導びくうえにおいては、これまでににおけるその河川の動行および沿岸の状況等を十分に把握したうえで計画案を立案することが当然であり、また、これが最良の策であろうと考えられる。

このような観点から鹿島試験所における淀川河道計画模型実験の計画低水路法線形状の検討も、まず淀川の現状河道模型を用いて、既往洪水流量および低水流量における水理現象の検証と今後改訂されるであろうところの計画高水流量案等の水理現象の予測を行ない、その後に近畿地方建設局淀川工事事務局において立案されたところの計画低水路法線形状（第1案）の実験的検討を行ない、河道状況の許す範囲内において第1案法線形状の一部修正を行なった第2案法線形状を立案し、場所によっては第3案法線形状をも立案するにいった。

(1) 現状河道における実験結果

- ① 比較的小さな洪水、つまり $3,000 \text{ m}^3/\text{s}$ 程度までのものの場合は、その流況はほぼ現状低水路の蛇行形状に平行したものである。従って、現状低水路の蛇行状況のきびしいところでは水衝部があらわれ、 $3,000 \text{ m}^3/\text{s}$ 程度の場合でも $3.0 \text{ m} \sim 3.5 \text{ m}$ の流速となる。

また、 $5,000 \text{ m}^3/\text{s} \sim 11,000 \text{ m}^3/\text{s}$ といった大きな流量では、現状の低水路法線形状の支配する傾向はうすざら、直線的な流れに変化してゆくものである。

- ② 現地において観測された既往洪水流量の $5,960 \text{ m}^3/\text{s}$ の場合の実験結果では現在の計画高水流量 $6,950 \text{ m}^3/\text{s}$ の場合の計画高水位と比較して最大差 0.5 m 程度にまで接近している。

流況は、現状低水路を無視した形を示す傾向になり、その流速は高水敷における増大が顕著である。

- ③ 今後改訂されるであろうところの計画高水流量の $11,000 \text{ m}^3/\text{s}$ の場合、水位は現在の計画高水位を $2.0 \text{ m} \sim 2.5 \text{ m}$ 上回り、現状堤防高にかなり接近するものである。流速・流向については、 $5,960 \text{ m}^3/\text{s}$ の状況をさらにスケールアップしたものといえる。

(2) 計画河道における実験結果

第1案

27.0 Kmから23.0 Kmにいたる4 Km区間と、17.0 Kmから13.0 Kmにいたる4 Km区間内における河道の状況が複彎曲を示しており、これに第1案計画低水路法線形状が平

行した形で河道中央附近に設置されるため、26.2 Km, 24.4 Km, 15.4 Km, および 14.2 Km 附近で最も曲率のきびしい所となっている。このような河道状況のもとで、水位においては近畿地方建設局淀川工事々務所において水理計算によって検討された値と良く一致している。

ただ、移動床模型実験の場合は、実験時間の経過とともに河床変動が進み、砂連の発達に伴うために水位は上昇する傾向を示すものである。

流況については、 $3,000\text{ m}^3/\text{s}$ 、 $6,000\text{ m}^3/\text{s}$ 、 $12,000\text{ m}^3/\text{s}$ ともに共通して25.6 Km 左岸、24.0 Km 右岸、16.4 Km 左岸、15.4 Km 右岸および13.8 Km 左岸附近に水衝部が発生し、この附近では流速も $3,000\text{ m}^3/\text{s}$ で 2.5 m/s 、 $6,000\text{ m}^3/\text{s}$ で 3.5 m/s 、 $12,000\text{ m}^3/\text{s}$ の場合で 5.0 m/s 程度の値となる。

河床の変動状況では、 $3,000\text{ m}^3/\text{s}$ の場合は計画低水路内にだけ河床変化が起こる。また $6,000\text{ m}^3/\text{s}$ の場合においても、主として計画低水路内が大きいものではあるが、計画低水路護岸の裏側の高水敷においても、護岸を越流した流れによって洗堀現象が現われている。これらの河床変動は、いずれも水衝現象の現われている所から下流側へ約1 Kmほどが洗堀され、その値も計画河床高から 6 m ~ 10 m の深さとなる。一方、この洗堀域とはほぼ同一区域の対岸においては、やゝ死水域に近い状況を示すことから、河床変動は堆砂傾向となり、計画河床高から堆積砂帯の頂点までは最大 6 m 程度の堆積が認められる。

第2案

第1案における水理現象および河床の変動状況等をみた場合、計画低水路護岸、高水敷および堤防に対する水衝現象の緩和、つまり27.0 Kmから23.0 Kmまでの区間と、17.0 Kmから13.0 Kmまでの区間の2区域の彎曲部における計画低水路法線形状の曲率を緩和すべきであると判断されたので、第2案法線形状を立案して実験を行ない、第1案の結果との比較を行なった。

計画低水路法線形状第1案に対して、第2案の形状は、やゝ直線性を強調したものであるため、水位においては $3,000\text{ m}^3/\text{s}$ 、 $6,000\text{ m}^3/\text{s}$ および $12,000\text{ m}^3/\text{s}$ ともに第1案の場合より約 0.25 m 程度の低下を示した。

流況においては、26.2 Km, 24.4 Km, 15.4 Km および14.2 Km 附近の計画低水路法線形状の曲率を緩和して、直線性を強調したことから、その流線においても法線形状にならった直線的な流下傾向を示す。このため場所によっては表層における流線と底層流線とに、かなりの流向の差がみられた第1案の場合よりは、表層・底層流線が同一傾向に近づいて、しかも計画低水路内において死水域に近い傾向を示していた26.6 Kmから25.2 Kmにかけての右岸、24.4 Kmから23.6 Kmの左岸、16.0 Kmから14.6 Km 附近の左岸に、良くまわり込んだ流れがみられる。

一方、水衝現象においては、第1案の場合に25.6 Km 左岸、24.0 Km 右岸、16.4 Km 左岸、15.4 Km 右岸および13.8 Km 左岸附近に発生し、その近くの流速もかなり大きなものであったが、第2案では、それぞれの水衝位置がやゝ下流に移動する傾向を示す。また、

計画低水路法線の一部修正によって、水衝部附近の流速横断分布においても、その最大値のあらわれる位置から計画低水路護岸が遠ざかる結果となるので護岸に沿った流速はやゝ緩和されている。

このような傾向は $3,000 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $6,000 \text{ m}^3/\text{s}$ および $12,000 \text{ m}^3/\text{s}$ のそれぞれの流量ともに共通しており、また、流量が大きくなるにしたがってその傾向が強まるものである。

一方、河床変動状況においては、大巾な変化をするものではないが、やゝ洗堀域が河道中央方向に広がる傾向を示す。また、最大洗堀深と堆積河床高においても、第1案にくらべて顕著な差を示すものではないが、河床変化を縦断的にみた場合は第2案のほうがやゝ河床の低下する傾向を示すものである。

ここで、13.0 Km から 30.0 Km までの計画低水路法線の設定に関する第1案および第2案の模型実験結果について近畿地方建設局淀川工事々務所と打合せを行ない検討した。この結果、30.0 Km から 21.0 Km の区間においては第1案より第2案法線が妥当なものであるとの結論をみた。また 21.0 Km から 19.0 Km 附近にかけての、河道がさして蛇行していない区域においては第1案法線形状とし、19.0 Km から 13.0 Km までの区域において第2案法線形状とした場合には、15.4 Km 左岸、14.2 Km 右岸の2地点附近の高水敷巾が 50 m 程度となり、この附近の地質等を考慮すれば、あまり堤防に接近し過ぎることから、計画低水路設置位置の再検討することとなり、第3案が立案された。

第3案の具体的な法線形状は、16.0 Km 附近の低水路位置を第2案のそれより 90 m 程度右岸側に移し、14.0 Km 附近では第2案法線位置より 40 ~ 45 m 左岸側に移動させ、いわば第1案法線と第2案法線の中間的な位置に第3案法線位置が設置されるようになった。

この結果、水位・流速等においては大きな変化を示すものではないが、流況においては第2案よりやゝ複雑な流れをとめない、水衝現象も多少きびしくなる。

河床の変動状況においては、場所によって第1案の実験結果に再びもどる傾向が認められる。

このように、第3案の実験結果が第1案のそれにやゝ逆もどりする現象を呈し、河床洗堀においては相変らず大きなものであるため、その保護対策の一つとして、洗堀の予想される場所に4号碎石(径 25 mm)による河床被覆(巾約 20 m、厚さ 2 m)を施して実験を行なった結果、河床低下にともなって碎石も低下するものではあるが、河道中央側の碎石の低下が主で低水路護岸附近の碎石の低下が少ないために、護岸の保護のうえからは非常に良い傾向を示すものである。

また、洗堀を促進させる間接的な要因と考えられる堆砂の取扱については、或る程度洗堀・堆積の進んだ実験の途中において、その堆積砂帯を計画河床高にまで切り下げ(堆砂を除去)、対岸における洗堀の緩和を試みた。この結果、再び堆砂・洗堀は進行されるものではあるが、砂堆の除去によってその区域にかなり良く流れのまわり込みが認められる。

7. 結 論

淀川河道掘削計画に関する固定床および移動床模型実験の結果、おおよそ次のことが明らかにされた。

1. 洪水時の航測による表面流速分布は、粗度石調整を適当に行なうことにより、固定床模型（至 2.5）上にかなりの精度で再現される。
2. 高水敷は堤防保護の点で重要な役割を果たす。また漏水ヶ所もあるので、高水敷の巾は最小 50~100 m と決められた。淀川は典型的な都市河川であり、高水敷は公園や運動場等として有効利用が計られている。洪水時に高水敷が被害をこうむる場所は実験の結果、明らかにされた。かかる場所では、流れが低水路から高水敷にのりあげる附近、および高水敷から低水路に戻る場所では低水路ぎわの高水敷の部分に簡単な保護が望まれる。また、高水敷の敷高を多少かさ上げすることは十分な効果が期待できよう。
3. 低水路掘削計画は非常に規模が大きい。この場合、低水路上の流量が全洪水流量の大部分を占める。したがって、洪水時には流れに対する堤防法線形の影響はかなり減少している。低水路法線形はこのような観点から、堤防の安全、低水路の維持、および高水敷の保全等を考慮して立案された。
4. 低水路の決定で特に問題となる場所は、枚方地区複わん曲部と一津屋地区複わん曲部である。この 2 地区について重点的に実験が行なわれた。一般に、わん曲部での河床変動量は直線部のそれに比し極端に多い。また、複わん曲部で上流のわん曲部を第 1 わん曲、下流側のそれを第 2 わん曲と呼称するとき、かなり現象的に明らかにされている第 1 わん曲に対して、第 2 わん曲部の河床変動は未知なことが多い。それは第 1 わん曲で生じた渦が第 2 わん曲部での流れに影響を与えるからである。実験の結果、第 1 および第 2 わん曲が同じような曲率の場合には第 2 わん曲部の方が河床変動量が多いようであった。そこで、修正案では、第 2 わん曲の曲率を緩和することと、第 1 わん曲および第 2 わん曲の間の距離をできるだけ多くとるように配慮した。実験の結果、現地の制約条件を考慮して、枚方地区では第 2 案、一津屋地区では第 3 案の優位性が認められた。
5. 全体の低水路法線形は、枚方地区および一津屋地区の複わん曲部を中心に、現地の制約条件を考慮して決定された。
6. 固定床および移動床の模型実験結果は護岸の設計指針として活用することが望ましい。護岸付近の流速の程度は固定床実験結果より、また洗掘や堆積の現象は移動床実験結果より明らかにされる。ここでは、護岸の根入れ深さを中心に、護岸の程度を 3 段階に分割して、図 18 のように場所毎におおよそその護岸規模を図示した。

図のなかで点線によって計画低水路法線の描かれている区間は、護岸附近に水衝現象の発生するところで、河床洗掘が 6 m 以上進むところであるから 1 級護岸を必要とする。次に、破線によって描かれたところは、護岸附近の洗掘が 6 m 以下のため、護岸も 2 級となり、点線の区域よりはやく小規模の低水路護岸となる。実線によって描かれている区域は、いわば

死水域に近い現象を示すところのため、河床は堆積傾向となるので、とりわけ護岸の必要もないと考えられる。

7. 護岸前面の局所洗堀を防止するには捨石の効果が期待できそうである。現河川における水制や護岸の材料はこのような場所に有効に利用されるべきであろう。
8. わん曲部では横断方向に多少の水位差がつく。護岸高あるいは堤防高の計画に実験値が利用されることを期待したい。
9. ステージコンストラクションの問題に対してはわずかな実験を行なっただけであるが、この他にも全体の実験が多少の知識は提供している。

以上、淀川低水路堀削の問題に関する実験結果の概要を報告したが、相似律などの点でなお問題は残されている。特に、移動床実験では歪の影響を排するために歪なしの模型により、限界掃流力が相似になるような石炭粉を用いて実験が行なわれた。これまで数多く行なわれてきた模型実験の例もあり、河床の安定形状に関してはある程度の信頼をおくことができるが、時間的要素に関しては全くの未知といってよい。また、流砂型式や混合粒径の影響に関しても同様である。したがって、現地河川においては、今後継続して系統的な調査が行なわれることが強く要請される。

また、この報告では低水路内に生じる蛇行についてもふれていない。現在の学問水準では、この問題に明確な答えを期待することは少々困難が感じられるところである。

淀川河道計画に関する模型実験は現在も継続して行なわれている。昭和46年度は長柄堰と三川合流地点の問題が重点的に検討される予定であるが、河道堀削の問題もなお継続してなお十分に検討されなければならないと考えている。この報告はそのいわば中間報告と考えていただきたい。なおこの他にも、わん曲部や護岸に関連したことで、局所洗堀におよぼす護岸粗度の影響および護岸勾配の影響、歪模型の影響、洗堀防止対策としての置換工法、複わん曲中間直線長の影響および蛇行の問題など基礎的に検討中であり、46年度末までには何らかの結論を出したいと考えている。

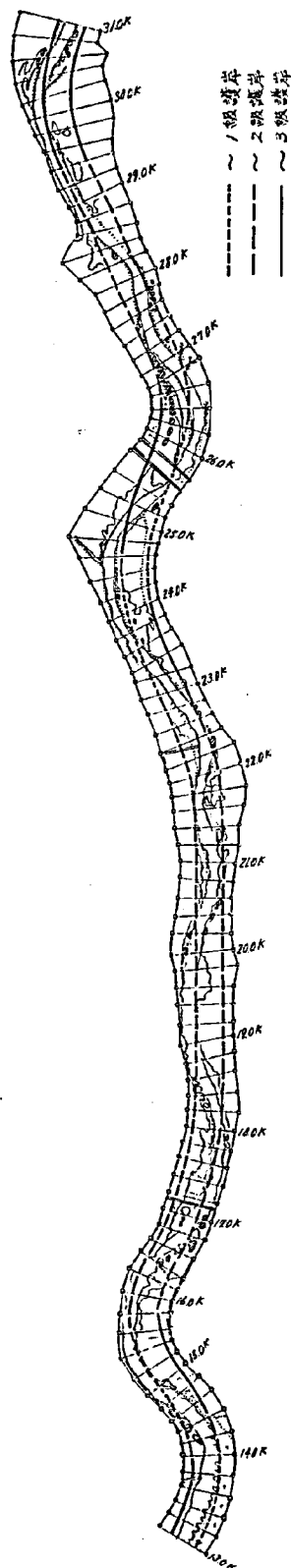


図 1-18 淀川河道計画の模型実験結果

あ と が き

淀川河道計画模型実験は、昭和43年度から昭和45年度にかけて実験検討を行なってきたものであるが、本報告書では、昭和43年度および昭和44年度において実施された実験検討結果についてまとめたものである。

昭和43、44年度においては、40.0 Kmから7.0 Kmにいたる現状河道の特性と、今後実施されようとしている計画河道、とくに計画低水路法線の妥当性について、30.0 Kmから13.0 Kmまでの彎曲部における計画低水路の設定について検討を行なったものである。

遅々として進まなかった実験に対して、資料の蒐集・提供に労を惜しまず御協力下された近畿地方建設局淀川工事事務局の皆様へ感謝し、実験資料の整理その他において労を煩わせた鹿島試験所の皆様へ厚い謝意を呈する。

昭和46年3月

須	賀	堯	三
高	橋		隆
林		敏	夫

附表-1-1 粗度係数計算表 (実験No. 4)

模型の状態 □粗底石なし

本川流量 $Q_{\text{流}} = 210 \text{ m}^3/\text{s}$

①	②			③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮	⑯	⑰	⑱				
测点	②	③	④	$\frac{a+b+1}{2}$	Λ	Q	V (m)	R	$R^{1/3}$	V^2	$V^2/R^{1/3}$	$V^2/R^{1/3}$	$V^2/R^{1/3} \cdot \Delta x$	$V^2/2g$	$E=F+V^2/2g$	ΔE	$\sum \frac{V^2}{R^{1/3}} \cdot \Delta x$	$\sum \Delta E$	$\sqrt{\frac{\Delta E}{V^2/R^{1/3} \cdot \Delta x}}$	$\sqrt{\frac{\Delta E}{V^2/R^{1/3} \cdot \Delta x}}$			
	H_L	H_C	H_R																				
302				6244	130	$\frac{m^3}{sec}$ 210	$\frac{m}{sec}$ 1.615		1.27	1.375	2608	1.8967											
290				5972	110	"	1.909	1.13	1.177	3644	30960		24964	1200	2995680	0.133	6377	$\frac{m}{sec}$ 0.219		0.000073	0.0085		
282				5816	160	"	1.313	1.67	1.981	1.724	0.8703		19832	833	1652006	0.186	6158	0.254		0.000154	0.0124		
270				5432	165	"	1.273	1.60	1.871	1.621	0.8664		0.8684	1220	1059448	0.088	5904	0.389		0.000367	0.0192		
262				5332	249	"	0.843	2.21	2.879	0.711	0.2470		0.5567	899	500473	0.083	5515	0.147	① ②	0.000294	0.0171		
250				5128	225	"	0.933	1.90	2.353	0.870	0.3697		0.3084	1313	404929	0.036	5368	0.196		0.000484	0.0220		
242				5076	290	"	0.724	1.89	2.337	0.524	0.2242		0.2970	890	264330	0.044	5172	0.069		0.000261	0.0161		
230				5024	275	"	0.764	2.01	2.537	0.584	0.2302		0.2272	1192	270822	0.027	5103	0.049		0.000181	0.0134		
																				① 3881.186	1.104	① 0.000282	0.0168
																				② 7147.188	1.323	② 0.0001851	0.0136
172				2440	190	"	1.105	1.78	2.157	1.221	0.5661		0.3586	1314	471200	0.062	2502						
160				2424	325	"	0.616	2.14	2.758	0.417	0.1512		0.1052	927	97520	0.021	2445	0.057		0.000121	0.0110		
152				2400	425	"	0.494	2.89	4.117	0.244	0.0593		0.0514	1232	63325	0.012	2412	0.033		0.000338	0.0184		
140				2360	480	"	0.438	3.05	4.423	0.192	0.0434		0.0514	1232	63325	0.010	2370	0.042		0.000663	0.0257		
132				2384	510	"	0.412	2.40	3.213	0.170	0.0529		0.0482	812	39138	0.009	2393	0.023	① ②	0.000588	0.0242		
120				2370	620	"	0.339	3.75	5.826	0.115	0.0197		0.0363	1200	43560	0.006	2376	0.017		0.000390	0.0197		
112				2364	680	"	0.309	4.73	7.940	0.095	0.0120		0.0158	885	13983	0.005	2369	0.007		0.000501	0.0224		
100				2344	700	"	0.300	3.96	6.265	0.090	0.0144		0.0132	1358	17926	0.005	2349	0.020		0.001116	0.0334		
																				① 257526	0.076	① 0.000296	0.0172
																				② 746652	0.153	② 0.000205	0.0143

附表-1-2 粗度係数計算表 (実験No. 5)

模型の状態 粗度石なし

本川流量 $Q_{\text{本}} = 5960 \text{ m}^3/\text{s}$

上流三川流量 $Q_{\text{中}} = 500 \text{ m}^3/\text{s}$

$Q_{\text{下}} = 3000 \text{ m}^3/\text{s}$

$Q_{\text{根}} = 2460 \text{ m}^3/\text{s}$

① 测点	②			③ $\Delta \text{ m}^2$	④ $Q \text{ m}^3/\text{s}$	⑤ $V \text{ (m)}$ ④÷③	⑥ R	⑦ $R^{1/3}$	⑧ $V^2 \text{ m}$ ⑤×⑤	⑨ $V^{2/3} R^{1/3}$ ⑤÷⑦	⑩ $V^2/R^{1/3}$	⑪ $dx \text{ (m)}$	⑫ $V^2/R^{1/3} \cdot dx$ ⑩×⑪	⑬ $V^2/2g$ ⑧×0.05107	⑭ $E=F+V^2/2g$ ②+⑬	⑮ JE	⑯ $J \frac{V}{R^{1/3}} \cdot dx$ ⑫	⑰ $\sum JE$	⑱ $\frac{JE}{V^2/R^{1/3} \cdot dx}$ ⑬÷⑫	⑲ $\sqrt{\frac{JE}{V^2/R^{1/3} \cdot dx}}$ ⑬÷⑯		
	H _L	H _c	H _R																			
302				13516	3975	5960	1499	4.18	6733	2247	0.3337			0115	13631							
290				13176	2590	"	2301	4.24	6863	5295	0.7715	05526	1200	663120	0270	13446	0185		0000279	00167		
282				12984	2960	"	2014	3.79	5909	4056	0.6864	07290	833	607257	0207	13191	0255		0000420	00205		
270				12616	3000	"	1987	5.00	8550	3948	0.4618	05741	1220	700402	0202	12818	0373		0000533	00231		
262				12516	3490	"	1708	5.42	9521	2917	0.3064	03841	899	345306	0149	12665	0153	① ②	0000443	00210		
250				12288	3700	"	1611	4.20	6776	2595	0.3830	03447	1313	452591	0133	12421	0244		0000539	00232		
242				12172	3775	"	1579	5.85	10541	2493	0.2365	03098	890	275722	0127	12399	0122		0000442	00210		
230				12060	3710	"	1606	5.85	10541	2579	0.2447	02406	1192	286795	0132	12192	0107		0000373	00193		
																			① 2381.278	1.147	0000480	00220
																			② 3331.198	1.439	0000432	00208
172				8660	2600	"	2292	4.93	8391	5253	0.6260				0268	8928						
160				8256	2840	"	2099	5.35	9357	4406	0.4709	05484	1314	720598	0226	8481	0447		0000620	00249		
152				8020	2525	"	2360	4.81	8119	5570	0.6860	05784	927	536177	0284	8304	0177		0000330	00182		
140				7880	2725	"	2187	4.95	8436	4783	0.5670	06265	1232	771848	0244	8124	0180		0000233	00153		
132				7772	3125	"	1907	5.66	10087	3637	0.3606	04638	812	376606	0186	7958	0166	① ②	0000441	00210		
120				7672	3410	"	1748	5.82	10469	3056	0.2909	03262	1200	391440	0156	7828	0130		0000332	00182		
112				7456	3150	"	1892	5.30	9241	3580	0.3874	03396	885	308546	0183	7639	0189		0000629	00251		
100				6920	2770	"	2152	4.54	7518	4631	0.6160	05017	1350	681309	0237	7157	0482		0000707	00266		
																			① 2376617	0.842	0000353	00188
																			② 3778524	1.771	0000467	00217

附表-1-3 粗度係数計算表 (実験No.11)

模型の状況 〇 低水路に粗底石として粒径20mm~30mm砕石

本川流量 $Q_{\text{設}} = 210 \text{ m}^3/\text{s}$

を縦方向に75cm 横方向に15cmの千鳥状に並べてある。

①	②			③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮	⑯	⑰	⑱			
测 点	②	③	④	$\frac{(a+b)H}{2}$	$\Lambda \text{ m}^2$	$Q \text{ m}^3/\text{s}$	$V \text{ (m)} \frac{Q}{\Lambda}$ (⑤+⑥)	R	$R^{4/3}$	$V^2 \text{ m}$ (⑧×⑨)	$V^2/R^{4/3}$ (⑧+⑦)	$\frac{V^2}{R^{4/3}}$	Δx (m)	$\frac{V^2/R^{4/3}}{10 \times ⑪} \cdot \Delta x$ (⑩×⑪)	$V^2/2g$ $\frac{Q^2 \times 0.05107}{2g \times \Lambda^3}$	$E = R + \frac{V^2}{2g}$ (⑫+⑬)	ΔE	$\frac{V^2}{R^{4/3}} \cdot \Delta x$ (⑫)	$\sum \Delta E$	$\frac{JE}{V^2/R^{4/3} \cdot \Delta x}$ (⑮+⑯)	$\sqrt{\frac{JE}{V^2/R^{4/3} \cdot \Delta x}}$ $\sqrt{\frac{JE}{10}}$	
	H _L	H _c	H _R																			
302				7088	225	210	0.733	1.92	2.386	0.870	0.365				0.044	7.132				0.000733	0.0271	
298				7024	270	"	0.778	2.38	3.195	0.605	0.189	0.277	379	104983	0.031	7.055	0.077			0.000733	0.0271	
294				6892	241	"	0.871	2.20	2.861	0.759	0.265	0.227	431	97837	0.039	6.931	0.124			0.001267	0.0356	
290				6768	190	"	1.105	1.87	2.304	1.221	0.530	0.398	450	179100	0.062	6.830	0.101			0.000564	0.0237	
286				6714	305	"	0.689	2.45	3.303	0.475	0.144	0.337	387	130419	0.024	6.738	0.092			0.000705	0.0266	
282				6608	250	"	0.840	2.40	3.213	0.706	0.220	0.182	446	81.172	0.036	6.644	0.094			0.001158	0.0340	
278				6510	270	"	0.778	2.39	3.195	0.605	0.189	0.205	405	83025	0.031	6.541	0.103			0.001241	0.0352	
274				6370	265	"	0.792	1.95	2.436	0.627	0.257	0.223	410	91.430	0.032	6.402	0.139			0.001520	0.0390	
270				6228	230	"	0.913	2.25	2.948	0.834	0.283	0.270	405	109350	0.043	6.271	0.131			0.001198	0.0346	
266				6160	260	"	0.805	2.15	2.775	0.648	0.234	0.259	461	119399	0.043	6.271	0.078	① ②		0.000653	0.0256	
262				6044	275	"	0.764	2.25	2.948	0.584	0.198	0.216	438	94608	0.030	6.193	0.119			0.001258	0.0355	
258				5906	276	"	0.761	2.39	3.195	0.579	0.181	0.190	479	91010	0.030	5.936	0.138			0.001516	0.0389	
254				5826	273	"	0.769	2.35	3.124	0.591	0.189	0.185	398	73630	0.030	5.856	0.080			0.001087	0.0330	
250				5686	300	"	0.700	2.40	3.213	0.490	0.153	0.171	436	74556	0.025	5.711	0.145			0.001945	0.0441	
246				5596	224	"	0.938	2.24	2.931	0.880	0.300	0.227	439	99653	0.045	5.641	0.070			0.000702	0.0265	
242				5490	365	"	0.575	2.20	2.861	0.331	0.116	0.208	461	95888	0.017	5.507	0.134			0.001397	0.0374	
238				5398	258	"	0.814	2.44	3.285	0.663	0.202	0.159	445	70755	0.034	5.432	0.075			0.001060	0.0326	
234				5340	333	"	0.631	2.54	3.466	0.398	0.115	0.159	385	61.215	0.020	5.360	0.072			0.001176	0.0343	
230				5240	300	"	0.700	2.18	2.827	0.490	0.173	0.144	362	52.128	0.025	5.265	0.095			0.001822	0.0427	
																			① 1553047	1695	0.001091	0.0330
																			② 1710158	1867	0.001092	0.0330

附表-1-4 粗度係数計算表(実験12)

模型の状況 ○低水路……粒径20mm~30mmを縦方向75cm,横方向15cmの千島状に並べた。
○高水路……粒径60mm~80mmの砕石を15cm正方に並べた。但しゴルフ場,グランド等は30cm正方に並べた。

本川流量 $Q_{\text{流}} = 5,960 \text{ m}^3/\text{s}$
 $Q_{\text{宇治}} = 500 \text{ m}^3/\text{s}$
 $Q_{\text{木津}} = 3000 \text{ m}^3/\text{s}$
 $Q_{\text{桂}} = 2460 \text{ m}^3/\text{s}$

测 点	②			③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮	⑯	⑰	⑱	⑲																
	H _L	H _c	H _R																		⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮	⑯	⑰	⑱	⑲	⑳	㉑	㉒	㉓	㉔	㉕
302				14788	5225	5960	1.141	544	9568	1.302	0.136																									
298				14590	4489	"	1.328	519	8986	1.764	0.196	0.166	379	62914	0.090	14680	0.174			0.002766	0.0526															
294				14482	4019	"	1.483	572	10230	2.199	0.215	0.206	431	88786	0.112	14594	0.086			0.000969	0.0311															
290				14198	3230	"	1.845	523	9078	3.404	0.375	0.296	450	132750	0.174	14372	0.222			0.001672	0.0409															
286				14188	4060	"	1.468	598	10854	2.155	0.199	0.287	387	111069	0.110	14298	0.074			0.000666	0.0258															
282				14014	3780	"	1.577	471	7895	2.487	0.315	0.257	446	114622	0.127	14141	0.157			0.001370	0.0370															
278				13830	4244	"	1.404	638	11833	1.971	0.167	0.241	405	97605	0.101	13931	0.210			0.002152	0.0464															
274				13584	3523	"	1.692	597	10830	2.863	0.264	0.216	410	88560	0.146	13730	0.201			0.002270	0.0476															
270				13388	3480	"	1.713	575	10301	2.934	0.285	0.275	405	111375	0.150	13538	0.192	① ②		0.001724	0.0415															
266				13300	3851	"	1.548	592	10709	2.396	0.224	0.255	461	117555	0.122	13422	0.116			0.000987	0.0314															
262				13204	3980	"	1.497	607	11073	2.241	0.202	0.213	438	93294	0.114	13318	0.104			0.001115	0.0334															
258				13004	3959	"	1.505	574	10277	2.265	0.220	0.211	479	101067	0.116	13120	0.198			0.001959	0.0443															
254				12782	4281	"	1.392	586	10565	1.938	0.183	0.202	398	80396	0.099	12881	0.239			0.002973	0.0545															
250				12728	4100	"	1.454	464	7739	2.114	0.273	0.228	436	99408	0.108	12836	0.045			0.000453	0.0213															
246				12682	4717	"	1.264	557	9874	1.598	0.162	0.218	439	95702	0.082	12764	0.072			0.000752	0.0274															
242				12528	4210	"	1.416	655	12255	2.005	0.164	0.163	461	75143	0.102	12630	0.134			0.001782	0.0422															
238				12290	3460	"	1.723	591	10685	2.969	0.278	0.221	445	98345	0.152	12442	0.188			0.001912	0.0437															
234				12172	3613	"	1.650	580	10421	2.723	0.261	0.270	385	103950	0.139	12311	0.131			0.001260	0.0355															
230				12004	3690	"	1.615	581	10445	2.608	0.250	0.256	362	92672	0.133	12137	0.174			0.001878	0.0433															
																				① 1609629	2369	0.001472	0.0384													
																				② 1765215	2717	0.001539	0.0392													

模型の状態

○高水敷……ゴルフ場やグラウンド等は 30 cm 正方に、他は 15 cm 正方に粒径 60 号～80 号砕石を並べる。

本川流量 $Q_{\text{渠}} = 5,960 \text{ m}^3/\text{s}$
 $Q_{\text{平治}} = 813 \text{ m}^3/\text{s}$
 $Q_{\text{木津}} = 3251 \text{ "}$
 $Q_{\text{桂}} = 1896 \text{ "}$

①	②			③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮	⑯	⑰	⑱	⑲	⑳	
測 点	①	②	③	$\frac{K+b}{2}H$	A	Q	$\frac{V}{m^2/s}$	R	$R^{4/3}$	$V^2 m$	$V^2/R^{1/3}$	$\sqrt{\frac{V^2}{R^{1/3}}}$	Δx (m)	$\overline{V^2/R^{1/3}} \cdot \Delta x$ ⑩ × ⑬	$V^{7/2} g$ ⑭ × 0.05107	$E-P+V^{7/2} g$ ⑮ + ⑯	ΔE	$\Sigma \frac{V^2}{R^{1/3}} \cdot \Delta x$ ⑰	$\Sigma \Delta E$	$\frac{\Delta E}{V^2/R^{1/3} \cdot \Delta x}$ ⑱ ÷ ⑰	$\sqrt{\frac{\Delta E}{V^2/R^{1/3} \cdot \Delta x}}$ $\sqrt{⑲}$	
	H_L	H_C	H_R																			
340				15809	32298	5960	1.845	492	8368	3404	0407				017384	15983				000030	00300	
330				15382	31436	"	1.896	435	7101	3595	0506	0457	1010	461570	018360	15566	Q417			000123	00351	
320				15021	45082	"	1.322	453	7495	1748	0233	0370	1005	371850	008927	15110	Q456			000136	00361	
310				14783	49457	"	1.205	542	9521	1452	0153	0193	1005	193965	007415	14857	Q253			000191	00437	
302				14576	50250	"	1.186	543	9544	1407	0147	0150	730	10950	007186	14648	Q209			000101	00318	
290				14086	30550	"	1.951	511	8802	3896	0432	0290	1260	36540	019437	14280	Q368			000098	00313	
282				13820	36375	"	1.638	456	7562	2683	0355	0394	833	328202	013702	13957	Q323			000145	00381	
270				13200	33625	"	1.772	557	9874	3140	0318	0337	1220	41114	016036	13360	Q597			000134	00366	
262				12898	37800	"	1.577	579	10397	2487	0239	0279	899	250821	012701	13025	Q335			000102	00319	
250				12541	39250	"	1.518	444	7298	2304	0316	0273	1313	358449	011767	12659	Q366			000164	00405	
242				12110	36625	"	1.627	569	10158	2647	0261	0284	890	25276	013518	12245	Q414	① ②		000144	00379	
230				11608	34640	"	1.721	549	9685	2962	0306	0284	1192	338528	015127	11759	Q486			000118	00334	
220				11338	41781	"	1.426	529	9217	2033	0221	0264	1014	267696	010383	11442	Q317			000136	00369	
210				10933	34266	"	1.739	564	10039	3024	0301	0261	997	260217	015444	11087	Q334			000117	00342	
200				10620	36870	"	1.616	554	9803	2611	0266	0284	1007	285988	013334	10753	Q241			000162	00402	
190				10386	37908	"	1.572	648	12081	2471	0205	0236	997	235292	012619	10512	Q384			000108	00329	
180				9984	35453	"	1.681	663	12455	2826	0227	0216	1020	220320	014432	10128	Q332			000174	00417	
172				9616	31735	"	1.878	588	10613	3527	0332	0280	733	20524	018012	9796	Q425			000162	00402	
160				9212	33750	"	1.766	634	11734	3119	0266	0299	1314	392886	015929	9371	Q425			000102	00319	
152				8852	29975	"	1.988	556	9850	3952	0401	0334	927	309618	020183	9054	Q344			000072	00268	
140				8520	30875	"	1.930	554	9803	3725	0380	0333	812	270396	019024	8710	Q186			000069	00263	
132				8332	30725	"	1.940	6905	13162	3764	0286	0258	1200	308600	019223	8524	Q270			000087	00295	
120				8119	36700	"	1.624	623	11464	2637	0230	0283	885	250455	013467	8254	Q400			000160	00400	
112				7686	32900	"	1.812	554	9803	3283	0335	0437	1358	593446	016766	7854	Q553			000093	00305	
100				7082	28800	"	2069	473	7940	4281	0539				021863	7301				000192	00345	
																		① 6470035	7712		0001154	00340
																		② 7525051	8082			

附表-1-6 粗度係数計算表 (実験14)

模型の状況 〇 実験No 13 と同じ

本川流量 $Q_{\text{設}} = 11000 \text{ m}^3/\text{s}$
 $Q_{\text{字池}} = 1500 \text{ m}^3/\text{s}$
 $Q_{\text{本池}} = 6000 \text{ m}^3/\text{s}$
 $Q_{\text{池}} = 1500 \text{ m}^3/\text{s}$

①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮	⑯	⑰	⑱	⑲			
測 点	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮	⑯	⑰	⑱	⑲			
	H_L	H_c	H_R	$\frac{(a+b)H}{2}$	Λ	$Q \text{ m}^3/\text{s}$	$\frac{V}{\text{m}^2}$	R	$R^{4/3}$	$V^2 \text{ m}$	$V^2/R^{4/3}$	$\frac{V^2}{R^{4/3}}$	Δx (m)	$\frac{V^2}{R^{4/3}} \cdot \Delta x$	$V^2/2R$	$E=F+V^2/2R$	ΔE	$\frac{\sum V^2}{R^{4/3}} \cdot \Delta x$	$\sum \Delta E$	$\frac{\sum \Delta x}{\frac{V^2}{R^{4/3}} \cdot \Delta x}$	$\sqrt{\frac{\sum \Delta x}{\frac{V^2}{R^{4/3}} \cdot \Delta x}}$
310				18368	49207	11000	2235	7400	1442	4995	0346				0256	18623					
330				17894	49889	"	2204	6789	1286	4858	0378	0362	1010	36562	0248	18142	Q481			Q00131557	00363
320				17687	73075	"	1505	6960	1329	2265	0170	0374	1005	27537	0116	17803	Q339			Q00123107	00351
310				17449	73664	"	1493	8095	1627	2229	0137	0154	1005	15477	0114	17563	Q240			Q00155069	00394
300				17326	76733	"	1434	7968	1592	2056	0129	0133	730	9709	0105	17431	Q132			Q00135956	00369
290				16728	47459	"	2318	7415	1447	5373	0371	0200	1260	25200	0274	17002	Q429			Q00170238	00413
282				16508	58228	"	1809	7162	1380	3568	0259	0315	833	26240	0182	16690	Q312			Q00118902	00345
270				15935	50388	"	2183	8233	1662	4765	0289	0273	1220	33606	0243	16182	Q508			Q00152525	00391
262				15642	55993	"	1965	8445	1721	3861	0224	0256	899	23014	0197	15839	Q343			Q00149040	00386
250				15126	62257	"	1767	6995	1339	3122	0233	0229	1313	30068	0159	15285	Q554			Q00184249	00429
242				14764	53743	"	2047	8332	1689	4190	0248	0241	890	21449	0214	14978	Q307			Q00143130	00378
230				14292	51630	"	2131	8156	1643	4541	0276	0262	1192	31230	0232	14524	Q454			Q00145373	00381
220				14104	63964	"	1720	7946	1587	2958	0186	0231	1014	23423	0151	14255	Q269	① ②		Q00114844	00339
210				13726	51521	"	2135	8337	1691	4558	0270	0228	997	22732	0234	13959	Q296			Q00130213	00361
200				13460	56097	"	1961	8286	1678	3846	0229	0250	1007	25175	0196	13651	Q303			Q00120357	00347
190				13152	54366	"	2023	9137	1911	4093	0214	0222	997	22133	0209	13361	Q295			Q00133285	00365
180				12732	50694	"	2170	9302	1956	4709	0241	0228	1020	23256	0240	12972	Q384			Q00167269	00409
172				12386	46300	"	2375	8480	1729	5645	0327	0284	733	20817	0288	12674	Q298			Q00143152	00378
160				11734	47700	"	2366	8600	1762	5318	0302	0315	1314	41391	0272	12006	Q668			Q00161388	00402
152				11426	44250	"	2486	7900	1573	6180	0393	0348	927	32260	0316	11736	Q270			Q00083695	00289
140				10946	44300	"	2483	7920	1579	6160	0390	0392	1232	48294	0315	11261	Q475			Q00098356	00314
132				10547	47250	"	2328	8250	1667	5420	0325	0358	812	29070	0277	10824	Q437			Q00150327	00388
120				10255	49300	"	2231	8280	1675	4977	0297	0311	1200	37320	0254	10509	Q315			Q00084405	00291
112				9568	44100	"	2494	7300	1416	6220	0439	0368	885	32568	0318	9886	Q623			Q00191292	00437
100				8484	37300	"	2949	6050	1102	8657	0789	0614	1358	83381	0444	8928	Q958			Q00114894	00339
																		① 601968	8772	Q0014572	00382
																		② 721912	9690	Q0013422	00366

附表-2 水位数值表 (第1案)

单位: o.p.m

实验条件	测定断面	Na 1	Na 2	Na 3	Na 4	Na 5	Na 6	Na 7	平均
实验 Na 1 流量Q=3000m ³ /s 下流水位(132K) O.P. 408m 計畫法線第1案	300 K	m	m	872 m	855 m	868 m	m	m	865 m
	290			827	830	835			831
	270			764	760	754			759
	260			738	726	719			728
	250			688	699	706			698
	240			658	666	672			665
	230			634	634	637			635
	220			608	606	605			606
	210			584	581	576			580
实验 Na 2 流量Q=6000m ³ /s 下流水位(132K) O.P. 582m 計畫法線第1案	300			1111	1127	1131			1123
	290			1098	1098	1103			1100
	270	1043	1042	1042	1035	1026	1032	1032	1036
	260	1019	1019	1016	1000	992	992		1007
	250	952	952	944	959	965	965		956
	240	918	920	922	934	940	942		929
	230	900	900	900	905	892	901		900
	220	876	876	864	860	856	850		864
	210	830	835	826	828	830	828		830
实验 Na 3 流量Q=12000m ³ /s 下流水位 O.P. 847m 計畫法線第1案	300	1424		1414	1413	1440		1432	1425
	290	1372		1374	1369	1374		1374	1373
	270	1324		1321	1308	1304	1308	1314	1313
	260	1306	1305	1301	1295	1273		1289	1295
	250	1231	1241	1239	1252	1264		1246	1244
	240	1182		1208	1218	1223	1229	1229	1215
	230	1178		1181	1182	1183	1182	1185	1182
	220	1168		1164	1155	1151	1146	1147	1155
	210	1127	1140	1140	1124	1131		1157	1137

附表-3-1 流速测定数值表(第1案)

第 1 案 No. 1 剖面法 3000 m ³ /s 132 K 量水位 流下		单位: 测定高 (o.p.m), 流速 (m/sec)																							
		No 1			No 2			No 3			No 4			No 5			No 6			No 7					
		测定高 (o.p.m)	流 速 (m/s)	流 向	测定高 (o.p.m)	流 速 (m/s)	流 向	测定高 (o.p.m)	流 速 (m/s)	流 向	测定高 (o.p.m)	流 速 (m/s)	流 向	测定高 (o.p.m)	流 速 (m/s)	流 向	测定高 (o.p.m)	流 速 (m/s)	流 向	测定高 (o.p.m)	流 速 (m/s)	流 向			
270 K							746	2425	3°	746	2656	3°	746	2936	12°										
							626	2257	"	626	2581	"	626	2729	"										
							506	2168	"	506	2342	"	506	2425	"										
							386	2729	"	386	2123	"	386	1979	"										
							266	1533	"	266	1252	"	266	1252	"										
260 K							714	2257	282°	714	2869	343°	714	2257	344°										
							594	2123	"	594	2800	"	594	2168	"										
							474	1979	"	474	2656	"	474	2213	"										
							354	1771	"	354	2425	"	354	1929	"										
							234	1084	"	234	2076	"	234	1533	"										
250 K							681	3067	14°	681	3161	351°	681	3704	4°										
							561	3003	"	561	2800	"	561	2168	"										
							441	3003	"	441	2693	"	441	1979	"										
							321	2834	"	321	2464	"	321	1596	"										
							201	2257	"	201	2257	"	201	1252	"										
240 K							647	2076	3°	647	2869	4°	647	2764	352°										
							527	2076	"	527	2619	"	527	2729	"										
							407	2123	"	407	2504	"	407	2581	"										
							282	1929	"	282	2213	"	282	2300	"										
							167	1252	"	167	1596	"	167	1878	"										
230 K							614	2729	349°	614	3067	354°	614	3067	6°										
							494	4141	"	494	2300	"	494	4590	"										
							374	2464	"	374	2936	"	374	2764	"										
							254	2168	"	254	2693	"	254	2504	"										
							134	1596	"	134	2425	"	134	1771	"										
220 K							580	2543	6°	580	2656	331°	580	2800	6°										
							460	2543	"	460	2504	"	460	2729	"										
							340	2543	"	340	2464	"	340	2656	"										
							220	2342	"	220	2257	"	220	2257	"										
							100	2029	"	100	1771	"	100	1825	"										
210 K							537	1533	355°	537	1328	26°	537	2581	354°										
							427	1533	"	427	1252	"	427	2543	"										
							307	1771	"	307	1328	"	307	2342	"										
							187	1534	"	187	1252	"	187	2076	"										
							067		"	067	1084	"	067	0989	"										

附表-3-2 流速测定数值表 (第1案)

单位：测定高 (o.p.m.)，流速 (m/sec)

		No 1			No 2			No 3			No 4			No 5			No 6			No 7		
		测定高	流 速	流 向	测定高	流 速	流 向	测定高	流 速	流 向	测定高	流 速	流 向	测定高	流 速	流 向	测定高	流 速	流 向	测定高	流 速	流 向
英 2 第 1 案 計 面 法 線 o.p. 502m 量 6000 m ³ /s 沉 下 沉 水 位 132K	270 K	100	0990	0°	98 94	0885 1085		1046 2384 2464 2425 586 426 266	2384 2464 2425 2342 1979 1328	6° " " " " "	1046 906 746 3130 426 266	3596 3541 3371 " 3003 2168	355° " " " " "	1046 906 746 586 426 266	3596 3541 3596 3429 2936 1401	15° " " " " "	1000 940	1979 1596 "	358° "	98	1468	
	260 K	1000 990	0768 0626	355°	1020 980 940	0626 " "	275° " "	1014 874 714 554 394 234	2936 1067 1067 1067 2504 1656	320° " " " " "	1014 874 714 554 394 234	4199 3650 3371 2936 2163 2123	355° " " " " "	1014 874 714 554 394 234	2425 2656 2729 2656 2504 0885	347° " " " " "	950	1085				
	250 K	980 920	1400 1400	355° "	940 880	2800 2425	11° "	981 841 681 521 361 201	4111 4199 4199 4060 3650 2504	10° " " " " "	981 841 681 521 361 201	3858 3596 3400 3192 2800 1771	5° " " " " "	981 841 681 521 361 201	2168 2168 2257 2076 1656 1717	15° " " " " "	930 870	0626	1°			
	240 K		0443 0768	10° "	920 860	0885 0626	13° "	947 807 647 487 327 167	2384 2581 2543 2464 2342 0626	5° " " " " "	947 807 647 487 327 167	3908 3756 3596 3192 2342 2257	15° " " " " "	947 807 647 487 327 167	3192 3192 3253 2903 2342 2342	355° " " " " "	920 860	1400 0990	0°			
	230 K		0885 0885	355°	860 800	1656 1400		914 774 614 454 294 134	2656 2834 2834 2693 2425 1656	352° " " " " "	914 774 614 454 294 134	3807 3782 3486 3067 3192 2581	340° " " " " "	914 774 614 454 294 134	3596 3596 3596 3400 2464 2123	355° " " " " "	870 810	1656 0885	7° "			
	220 K	870 850	0626 0626	355° "	830 770	0626 0626		860 740 580 420 260 100	2834 2869 2779 2581 2342 2257	355° " " " " "	840 740 580 420 260 100	3756 3756 3650 3371 3035 2779	350° " " " " "	840 740 580 420 260 100	3371 3313 3371 3253 3003 2076	358° " " " " "	840 800 760	2869 1656 1656	352° " "			

附表-3-3 流速测定数值表 (第1案)

單位: 測定高 (o.p.m) , 流速 (m/sec)																						
		No 1			No 2			No 3			No 4			No 5			No 6			No 7		
		測定高	流 速	流 向	測定高	流 速	流 向	測定高	流 速	流 向	測定高	流 速	流 向	測定高	流 速	流 向	測定高	流 速	流 向	測定高	流 速	流 向
英 綫 No 2 流量 6000 m ³ /s 計画法綫 下流水位 132K o.p. 532m	210 K	840	0442		800	0626		827	3003	354°	827	3596	359°	827	3514	351°	820	1400				
		780	0442		740	0626		707	3035	"	707	3569	"	707	3704	"	760	1328				
								547	3099	"	547	3313	"	547	3756	"						
								387	3067	"	387	3067	"	387	3596	"						
								227	2903	"	227	2656	"	227	3486	"						
								067	2342	"	067	1878	"	067	3130	"						
英 綫 No 3 流量 12000 m ³ /s 計画法綫 第1案 下流水位 132K o.p. 847m	270 K	1285	1252	352°				1306	3130	356°	1286	4768	5°	1286	4490	2°	1300	3067	3°	1280	2581	0°
		1145	1252	"				1226	3253	"	1226	4749	"	1226	4585	"	1120	2869	"	1160	2425	"
		985	1085	"				1066	3192	"	1066	4711	"	1066	4515	"	960	2342	"	1000	2168	"
								906	3192	"	906	4458	"	906	3984	"						
								746	3003	"	746	4300	"	746	4332	"						
								586	2729	"	586	4111	"	586	4060	"						
								426	2504	"	426	3704	"	426	3704	"						
								266	1979	"	266	2936	"	266	3897	"						
	260 K	1305	0885	350°	1260	4427	3°	1274	3342	355°	1274	4838	342°	1254	3192	340°	1260	1656	350°			
		1145	0885	"	1100	3960	"	1194	3596	"	1194	4768	"	1194	3486	"	1100	1252	"			
		985	0626	"	940	2168	"	1034	3704	"	1034	4768	"	1034	3486	"	940	1085	"			
								874	3624	"	874	4642	"	874	3486	"						
								714	3596	"	714	4300	"	714	3429	"						
								554	3429	"	554	3959	"	554	3429	"						
								394	2425	"	394	3371	"	394	3067	"						
								234	2504	"	234	3834	"	234	2800	"						
	250 K	1250	2342	3°	1199	4673	3°	1201	4869	3°	1201	4490	3°	1221	2504	4°	1184	1085	0°			
		1110	2342	"	1079	4515	"	1161	4825	"	1161	4477	"	1161	2656	"	1058	0885				
		950	1534	"	919	3596	"	1001	4869	"	1001	4383	"	1001	2656	"	898	0626				
								841	4768	"	841	4262	"	841	2504	"						
								681	4661	"	681	3984	"	681	2342	"						
								521	4370	"	521	3650	"	521	2168	"						
								361	3934	"	361	3253	"	361	1979	"						
								201	2800	"	201	2581	"	201	1400	"						

附表-3-4 流速测定数值表 (第1案)

										单位: 测定高(a.p.m) , 流速(m/sec)																				
										No 1			No 2			No 3			No 4			No 5			No 6			No 7		
										测定高	流 速	流 向	测定高	流 速	流 向	测定高	流 速	流 向	测定高	流 速	流 向	测定高	流 速	流 向	测定高	流 速	流 向	测定高	流 速	流 向
英 皇 12000 m/s 计 面 法 線 132K o.p. 147 m 况 下 流 水 位	240 K	1220	2076	5°						1187	3192	15°	1187	4642	8°	1187	3650	5°	1170	1878	0°	1200	1656	351°						
		1080	1929	"						1127	3313	"	1127	4515	"	1127	3596	"	1030	1878	"	1060	1656	"						
		920	1656	"						967	3313	"	967	4370	"	967	3704	"	870	1771	"	900	1534	"						
										807	3313	"	807	4199	"	807	3704	"												
										647	3342	"	647	4060	"	647	3756	"												
										487	3313	"	487	3807	"	487	3704	"												
										327	3099	"	327	3371	"	327	3371	"												
										167	2425	"	167	2504	"	167	2729	"												
	230 K	1150	1979	355°						1150	3099	348°	1150	4771	345°	1150	4756	358°	1119	3223	352°	1159	1085	340°						
		1030	1825	"						1094	3192	"	1094	4692	"	1094	4838	"	999	2970	"	1039	1085	"						
		870	1656	"						834	3223	"	834	4512	"	834	4838	"	839	2656	"	879	0990	"						
										774	3313	"	774	4490	"	774	4838	"												
										614	3253	"	614	4180	"	614	4642	"												
										454	3067	"	454	3253	"	454	4458	"												
										294	2869	"	294	3283	"	294	3756	"												
										134	1979	"	134	2656	"	134	2656	"												
	220 K		0	345°						1120	3313	355°	1100	4490	5°	1120	4458	5°	1060	1979	6°	1119	1400	5°						
			0	"						1060	3342	"	1060	4458	"	1060	4402	"	920	1714	"	999	1252	"						
			0	"						900	3429	"	900	4383	"	900	4477	"	760	1171	"	839	0885	"						
			0	"						740	3253	"	740	4180	"	740	4300	"												
										580	3161	"	580	3934	"	580	4155	"												
										420	2970	"	420	3704	"	420	3807	"												
										260	2656	"	260	3253	"	260	3596	"												
										100	2168	"	100	2342	"	100	2425	"												
	210 K	1099	1878	6°	1065	2504	357°	1086	3984	2°	1086	4180	353°	1086	3596	353°						1130	1656	5°						
		959	1771	"	925	2257	"	1027	3984	"	1027	4180	"	1027	3596	"						990	1656	"						
		799	1534	"	765	1979	"	867	3934	"	867	4085	"	867	3596	"						830	1534	"						
								707	3883	"	707	3959	"	707	3596	"														
								547	3832	"	547	3704	"	547	3541	"														
								387	3650	"	387	3371	"	387	3541	"														
								227	3541	"	227	3035	"	227	3313	"														
								067	2729	"	067	2350	"	067	2936	"														

附表—4 水位数值表 (第1案)

单位: o.p.m

实验条件	测定断面	Na 1	Na 2	Na 3	Na 4	Na 5	Na 6	Na 7	平均
实验 Na 1	190 K	m	m	527 m	523 m	531 m	m	m	527 m
流量Q=3000m ³ /s	170			4.92	4.91	4.85			4.89
下流水位(132K)	160			4.58	4.58	4.66			4.61
O.P. 4.08m	150			4.41	4.45	4.51			4.46
计面法線第1案	140			4.33	4.25	4.18			4.25
实验 Na 2	190	772		774	773	780		778	775
流量Q=6000m ³ /s	170	734		736	726	722		772	728
下流水位(132K)	160	692	692	693	688	702		702	695
O.P. 582m	150	664		663	674	678	682	679	673
计面法線第1案	140	650		649	630	622	622	622	633
实验 Na 3	190	1085		1088	1093	1094		1100	1092
流量Q=12000m ³ /s	170	1024		1027	1015	1005		1005	1015
下流水位	160	960	973	962	972	987		988	974
O.P. 847m	150	922		926	936	949	954	960	941
计面法線第1案	140	915		911	879	852	856	855	878

附表—5—1 流速測定数值表 (第1案)

		单位: 测定高 (o.p.m) , 流速 (m/sec)																							
		No 1			No 2			No 3			No 4			No 5			No 6			No 7					
		测定高 (o.p.m)	流速 (m/s)	流向	测定高 (o.p.m)	流速 (m/s)	流向	测定高 (o.p.m)	流速 (m/s)	流向	测定高 (o.p.m)	流速 (m/s)	流向	测定高 (o.p.m)	流速 (m/s)	流向	测定高 (o.p.m)	流速 (m/s)	流向	测定高 (o.p.m)	流速 (m/s)	流向	测定高 (o.p.m)	流速 (m/s)	流向
英 缺 流量 3,000 m ³ /s 下流水位 132K o.p. 408m	160 K							390	2693	5°	390	2543	5°	390	1979	4°									
								270	2729	"	270	2464	"	270	2029	"									
								150	2619	"	150	2300	"	150	1979	"									
								030	2384		030	2123		030	1825										
	150 K							-090	1825		-090	1656		-090	1328										
								365	1534	0°	365	2384	9°	365	2384	1°									
								245	1596	"	245	2300	"	245	2300	"									
								125	1596	"	125	2123	"	125	2257	"									
	140 K							005	1468		005	1929		005	2076										
								-115	1252		-115	1400		-115	1534										
								339	1878	1°	339	2425	354°	339	2300	6°									
								219	1825	"	219	2342	"	219	2300	"									
英 缺 流量 5000 m ³ /s 下流水位 132K o.p. 512m	160 K	680	1085	0°	650	2693	3°	630	3371	6°	630	3457	5°	630	2425	356°	640	0885	0°						
		640	0885	"	610	1714	"	470	3486	"	470	3486	"	470	2464	"	610	0768	"						
								310	3486	"	310	3313	"	310	2504	"									
								150	3192		150	3192		150	2213										
	150 K							030	2834		030	2834		030	2168										
								-090	2213		-090	2168		-090	1878										
								605	2076	358°	605	3371	6°	605	3313	5°	610	1714	0°	640	1085	0°			
								445	2300	"	445	3253	"	445	3457	"	590	1085	"	600	0768	"			
	140 K							285	2384	"	285	3161	"	285	3457	"									
								125	2342		125	2869		125	3429										
								005	2168		005	2342		005	3161										
								-115	1771		-115	1468		-115	2425										
英 缺 流量 5000 m ³ /s 下流水位 132K o.p. 512m	140 K							579	2168	8°	579	3313	352°	579	2903	356°	599	0768	357°	600	0626	358°			
								419	2168	"	419	3782	"	419	3035	"	559	0443	"	580	0443	"			
								259	2076	"	259	3569	"	259	3283	"									
								099	1825		099	2970		099	3371										
	130 K							-021	1825		-021	2834		-021	3003										
								-141	0890		-141	2123		-141	2076										
	120 K																								

附表-5-2 流速测定数值表 (第1案)

单位: 测定高 (o.p.m), 流速 (m/sec)

		Na 1			Na 2			Na 3			Na 4			Na 5			Na 6			Na 7		
		测定高 (o.p.m)	流速 (m/s)	流向	测定高 (o.p.m)	流速 (m/s)	流向	测定高 (o.p.m)	流速 (m/s)	流向	测定高 (o.p.m)	流速 (m/s)	流向	测定高 (o.p.m)	流速 (m/s)	流向	测定高 (o.p.m)	流速 (m/s)	流向	测定高 (o.p.m)	流速 (m/s)	流向
实验 流量 下流水位	160 K	8400	2543	354°	9100	2936	356°	9300	5040	6°	9300	4983	357°	9300	2764	0°				9400	1171	357°
		8400	2464	"	8100	2764	"	8700	5059	"	8700	4838	"	8700	2764	"				8400	0990	"
		7400	2300	"	7100	2425	"	7100	5040	"	7100	4749	"	7100	2834	"				7400	0768	"
		6400	2123	"	6100	1328	"	5500	4838	"	5500	4661	"	5500	2693	"				6400	0626	"
								3900	4794	"	3900	4515	"	3900	2800	"						
								2300	4458		2300	3730		2300	2581							
								8700	3908		8700	3756		8700	2581							
								-0900	3035		-0900	3035		-0900	1714							
		9200	1171	359°				9100	2384	5°	9100	4756	9°	9100	4730	7°	8850	2936	9°	9200	2168	6°
		8200	1171	"				8500	2425	"	8500	4711	"	8500	4692	"	7850	3223	"	8200	1979	"
		7200	1085	"				6850	2619	"	6850	4673	"	6850	4642	"	6850	2656	"	7200	2029	"
		6200	0990	"				5250	2764	"	5250	4490	"	5250	4642	"	5850	2257	"	6200	1771	"
	140 K	8950	1534	356°				8790	2903	353°	8590	5673	349°	8390	3959	355°	8190	2213	352°	8350	2464	2°
		7950	1252	"				8190	2970	"	8190	5590	"	8190	4009	"	7590	2213	"	7950	2504	"
		6950	1085	"				6590	3130	"	6590	5552	"	6590	4224	"	6590	2076	"	6950	2257	"
		5950	1085	"				4990	3223	"	4990	5394	"	4990	4585	"	5590	2029	"	5950	2168	"
								3390	3192		3390	5002		3390	4661							
								1790	3003		1790	4661		1790	4692							
								0190	2800		0190	4035		0190	4180							
								-1410	2076		-1410	2029		-1410	2834							

附表—6 水位数值表(第2案)

单位 o.p.m

实验条件	测定断面	Na. 1	Na. 2	Na. 3	Na. 4	Na. 5	Na. 6	Na. 7	平均
实验 Na. 4 流量 $Q=3000m^3/sec$ 下流水位(132 K) o.p. 4.08 m 計畫法綫第 2 案	30.0 K								
	29.0			816	813	816			815
	27.0			752	748	741			747
	26.0			723	719	713			718
	25.0			676	682	692			683
	24.0			647	651	655			651
	23.0			622	625	626			624
	22.0			591	588	586			586
	21.0			568	567	566			567
	19.0			520	518	515			518

实验 Na. 5 流量 $Q=6000m^3/sec$ 下流水位(132 K) o.p. 5.82 m 計畫法綫第 2 案	30.0 K								
	29.0	1083	1079	1078	1083	1083	1083		1082
	27.0	1029	1032	1029	1021	1012	1015		1023
	26.0	1001	998	998	986	980	980		991
	25.0	931	931	928	938	945	945		936
	24.0	896	900	903	912	925	928		911
	23.0	870	871	868	872	869	870		870
	22.0	860	854	851	847	841	840		849
	21.0	819	817	816	816	815	816		817
	19.0	754	755	752	751	744	748		751

实验 Na. 6 流量 $Q=12000m^3/sec$ 下流水位(132 K) o.p. 8.47 m 計畫法綫第 2 案	30.0 K								
	29.0	1385		1372	1368	1375	1365	1359	1371
	27.0	1309		1308	1300	1292	1286	1288	1297
	26.0	1301	1293	1292	1281	1268		1268	1284
	25.0	1228	1229	1234	1229	1250		1248	1236
	24.0	1197	1204	1200	1204	1212		1219	1206
	23.0	1174		1171	1175	1175	1175	1176	1174
	22.0	1156		1152	1146	1139	1136	1141	1145
	21.0	1124	1122	1124	1120	1122		1121	1122
	19.0	1056	1055	1053	1053	1049		1052	1053

附表-7-1 流速测定数值表 (第2案)

单位: 测定高 (o.p.m), 流速 (m/sec)

实验条件	测定断面	No. 1			No. 2			No. 3			No. 4			No. 5			No. 6			No. 7		
		测定高	流速	流向	测定高	流速	流向	测定高	流速	流向	测定高	流速	流向	测定高	流速	流向	测定高	流速	流向	测定高	流速	流向
实验 No. 4 流量 $Q=1000\text{m}^3/\text{sec}$ 下游水位 (132K) o.p. 4.08 m	270 K							7.06	2.581	13°	7.06	2.729	8°	7.06	2.729	7°						
								6.66	2.504	"	6.66	2.656	"	6.66	2.729	"						
								5.66	2.384	"	5.66	2.581	"	5.66	2.656	"						
								4.66	2.342	"	4.66	2.425	"	4.66	2.504	"						
								3.66	1.979	"	3.66	2.076	"	3.66	2.076	"						
	260 K							2.66	1.656	"	2.66	1.771	"	2.66	1.656	"						
								6.74	2.556	350°	6.74	2.936	343°	6.74	2.729	347°						
								6.34	2.581	"	6.34	2.800	"	6.34	2.729	"						
								5.34	2.425	"	5.34	2.581	"	5.34	2.581	"						
								4.34	2.342	"	4.34	2.342	"	4.34	2.425	"						
	250 K							3.34	1.771	"	3.34	1.878	"	3.34	2.168	"						
								2.34	1.400	"	2.34	1.400	"	2.34	1.656	"						
								6.41	2.729	350°	6.41	2.729	352°	6.41	2.581	355°						
								6.01	2.656	"	6.01	2.504	"	6.01	2.656	"						
								5.01	2.342	"	5.01	2.342	"	5.01	2.504	"						
	240 K							4.01	2.257	"	4.01	2.257	"	4.01	2.342	"						
								3.01	2.076	"	3.01	2.076	"	3.01	2.076	"						
								2.01	1.252	"	2.01	1.534	"	2.01	1.656	"						
								6.07	2.869	18°	6.07	2.729	13°	6.07	2.656	10°						
								5.67	2.800	"	5.67	2.729	"	5.67	2.504	"						
	230 K							4.67	2.800	"	4.67	2.504	"	4.67	2.504	"						
								3.67	2.729	"	3.67	2.425	"	3.67	2.257	"						
								2.67	2.581	"	2.67	2.257	"	2.67	1.878	"						
								1.67	2.168	"	1.67	1.656	"	1.67	1.534	"						
								5.74	2.504	350°	5.74	3.003	350°	5.74	2.800	347°						
	220 K							5.34	2.425	"	5.34	2.936	"	5.34	2.800	"						
								4.34	2.425	"	4.34	2.729	"	4.34	2.656	"						
								3.34	2.257	"	3.34	2.504	"	3.34	2.425	"						
								2.34	2.076	"	2.34	2.076	"	2.34	2.168	"						
								1.34	1.653	"	1.34	1.504	"	1.34	1.878	"						
	210 K							5.40	2.581	5°	5.40	2.581	5°	5.40	2.764	0°						
								5.00	2.504	"	5.00	2.581	"	5.00	2.656	"						
								4.00	2.257	"	4.00	2.504	"	4.00	2.581	"						
								3.00	2.168	"	3.00	2.168	"	3.00	2.425	"						
								2.00	1.979	"	2.00	2.076	"	2.00	2.168	"						
								1.00	1.534	"	1.00	1.400	"	1.00	1.252	"						
								5.07	2.729	358°	5.07	2.800	0°	5.07	2.729	355°						
								4.67	2.729	"	4.67	2.656	"	4.67	2.656	"						
								3.67	2.656	"	3.67	2.504	"	3.67	2.581	"						
								2.67	2.504	"	2.67	2.342	"	2.67	2.342	"						
								1.67	2.257	"	1.67	2.168	"	1.67	2.168	"						
								0.67	2.076	"	0.67	1.878	"	0.67	1.878	"						

附表-7-2 流速测定数值表 (第2案)

单位: 测定高(o.p.m), 流速(m/sec)

实验条件	测定断面	No. 1			No. 2			No. 3			No. 4			No. 5			No. 6			No. 7		
		测定高	流速	流向	测定高	流速	流向	测定高	流速	流向	测定高	流速	流向	测定高	流速	流向	测定高	流速	流向	测定高	流速	流向
实验 No. 5 流量 $Q = 6000 \text{ m}^3/\text{sec}$ 断面法线 第2案 下水位(112K)o.p. 582m	270 K				966	1656	5°	966	3067	16°	966	3624	10°	966	3400	12°	966	1400	7°			
								826	3067	"	826	3486	"	826	3400	"						
								686	3003	"	686	3371	"	686	3400	"						
								546	2800	"	546	3130	"	546	3313	"						
								406	2729	"	406	2869	"	406	3067	"						
	260 K				914	0885	0°	934	3541	350°	934	3400	345°	934	2936	338°	914	0626	350°			
								794	3541	"	794	3342	"	794	2869	"						
								654	3253	"	654	3130	"	654	2800	"						
								514	3283	"	514	3067	"	514	2729	"						
								374	3067	"	374	2729	"	374	2581	"						
	250 K				881	1085	0°	901	3650	358°	901	3858	0°	901	3067	358°	881	0626	0°			
								761	3959	"	761	3756	"	761	2936	"						
								621	3858	"	621	3650	"	621	2869	"						
								481	3541	"	481	3486	"	481	2729	"						
								341	3130	"	341	3067	"	341	2342	"						
	240 K				847	1252	13°	867	3003	15°	867	3596	17°	867	3429	10°	847	0885	10°			
								727	3067	"	727	3541	"	727	3371	"						
								587	3003	"	587	3400	"	587	3253	"						
								447	3003	"	447	3253	"	447	3192	"						
								307	2800	"	307	3003	"	307	3067	"						
	230 K				814	0885	350°	834	2729	348°	834	3858	353°	834	3704	348°	814	0885	350°			
								694	2800	"	694	3756	"	694	3650	"						
								554	2864	"	554	3541	"	554	3650	"						
								414	2869	"	414	3486	"	414	3486	"						
								274	2504	"	274	3130	"	274	3003	"						
	220 K				780	0443	3°	800	2729	7°	800	3486	4°	800	3756	2°	780	1534	3°			
								660	2936	"	660	3371	"	660	3650	"						
								520	2656	"	520	3130	"	520	3624	"						
								380	2656	"	380	3067	"	380	3541	"						
								240	2504	"	240	2656	"	240	3003	"						
	210 K				747	1534	4°	767	3371	2°	767	3650	358°	767	3313	357°	747	1656	2°			
								627	3541	"	627	3541	"	627	3313	"						
								487	3486	"	487	3283	"	487	3130	"						
								347	3313	"	347	3130	"	347	3003	"						
								207	2257	"	207	2800	"	207	2076	"						
								67	2168	"	67	2425	"	67	1979	"						

附表-7-3 流速测定数值表(第2案)

单位: 测定高(o.p.m), 流速(m/sec)

実験条件		No. 1			No. 2			No. 3			No. 4			No. 5			No. 6			No. 7		
		測定断面	測定高	流 速	流 向	測定高	流 速	流 向	測定高	流 速	流 向	測定高	流 速	流 向	測定高	流 速	流 向	測定高	流 速	流 向	測定高	流 速
流量 $Q=12000 \text{ m}^3/\text{sec}$ 下流水位(132 K) o.p. 847 m 計測法線 第2案	270 K	1270 1130 990	1085 1085 0626	8° " "				1270 1066 906 746 586 426 266	3313 3429 3313 3067 2936 2425 1771	10° " " " " " "	1270 1066 906 746 586 426 266	4806 4711 4458 4262 3959 3596 2856	8° " " " " " "	1270 1066 906 746 586 426 266	3756 3650 3807 3807 3596 3253 2729	7° " " " " " "	1226 1106 966	2257 2168 1534	0° " "	1260 1140 1000	2257 2257 2076	0° " "
	260 K	1270 1130 990	1252 1252 1085	358° " "	1214 1074 934	3596 3192 2165	353° " "	1220 1034 874 714 554 394 234	4730 4199 4300 4199 4111 3130 3003	348° " " " " " "	1220 1034 874 714 554 394 234	4806 4515 4402 4155 4009 3486 2800	347° " " " " " "	1220 1034 874 714 554 394 234	3192 3486 3596 3486 3429 3067 3581	346° " " " " " "		1230 1110 970	1656 1771 1656	2° " "		
	250 K	1205 1100 960	1771 1656 1400	0° " "	1181 1041 901	1979 1878 1534	0° " "	1205 1001 841 681 521 361 201	3486 3486 3541 3486 3486 3192 3168	3° " " " " " "	1205 1001 841 681 521 361 201	4806 4806 4768 4711 4458 3951 3067	0° " " " " " "	1205 1001 841 681 521 361 201	3429 3486 3429 3253 3130 2869 1771	358° " " " " " "		1220 1080 940	1252 1252 1400	0° " "		
	240 K	1190 1060 920	2257 2168 1656	8° " "				1180 967 807 647 487 327 167	3596 3596 3596 3704 3596 3192 2656	8° " " " " " "	1180 967 807 647 487 327 167	4756 4730 4617 4383 4130 3704 3869	13° " " " " " "	1180 967 807 647 487 327 167	3897 4085 4060 3959 3756 3486 2800	13° " " " " " "	1147 1007 867	2342 2257 2076	8° " "	1190 1050 910	2168 1771 1534	2° " "
	230 K	1135 995 855	1400 1252 1085	5° " "				1120 934 774 614 454 294 134	3192 3313 3371 3371 3253 3003 2168	353° " " " " " "	1120 934 774 614 454 294 134	4749 4515 4585 4402 4009 3704 3003	353° " " " " " "	1120 934 774 614 454 294 134	3959 4402 4402 4458 4199 3883 3130	357° " " " " " "	1140 980 840	3003 2729 2504	357° " "	1160 1020 880	1656 1771 1534	358° " "
	220 K	1145 1020 900	1085 1085 0885	0° " "	1080 940 800	1979 1656 1656	0° " "	1100 900 740 580 420 260 100	3486 3596 3429 3371 2936 2729 1979	0° " " " " " "	1100 900 740 580 420 260 100	4199 4199 3959 3908 3541 3192 2504	0° " " " " " "	1100 900 740 580 420 260 100	3858 4060 4155 4111 3807 3486 2656	358° " " " " " "		1120 980 840	2076 1979 1771	0° " "		
	210 K	1080 940 800	2168 2076 1771	8° " "	1050 910 770	2342 2076 1878	5° " "	1060 867 707 547 387 227 67	4370 4402 4458 4300 3807 3486 1534	2° " " " " " "	1060 867 707 547 387 227 67	4155 4490 4300 4060 3704 3371 2581	0° " " " " " "	1060 867 707 547 387 227 67	3596 3596 3596 3486 3371 3003 2076	358° " " " " " "		1100 960 820	1979 1171 1656	0° " "		

附表-8-1 水位数值表 (第2案)

单位: o.p.m

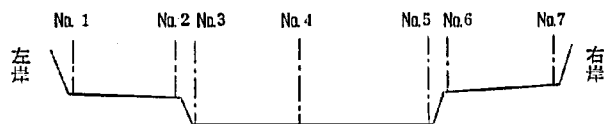
实验条件	测定断面	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	平均
------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	----

实验 No. 4 m^3/s 流量 $Q = 3000$ 下流水位 (132 K) O.P. 4.03 m 計畫法線第 2 案	19.0 K	m	m	m	m	m	m	m	m
	17.0			4.74	4.74	4.72			4.73
	16.0			4.50	4.53	4.56			4.53
	15.0			4.26	4.30	4.31			4.30
	14.0			4.13	4.06	4.01			4.07

实验 No. 5 m^3/s 流量 $Q = 6000$ 下流水位 (132 K) O.P. 5.82 m 計畫法線第 2 案	19.0								
	17.0	7.03		7.00	6.91	6.95		6.96	6.97
	16.0	6.63	6.60	6.60	6.65	6.74	6.75		6.66
	15.0		6.31	6.33	6.38	6.38	6.39	6.38	6.36
	14.0		6.10	6.05	5.98	5.89	5.94	5.94	5.98

实验 No. 6 m^3/s 流量 $Q = 12000$ 下流水位 (132 K) O.P. 8.47 m 計畫法線第 2 案	19.0								
	17.0	10.05		9.96	9.94	9.83		9.86	9.93
	16.0	9.38		9.50	9.58	9.66	9.70	9.74	9.59
	15.0	9.14		9.13	9.18	9.18	9.28	9.34	9.21
	14.0	8.89	8.88	8.86	8.68	8.44		8.50	8.71

附表-8-2 水位数值表 (第3案)



水位数值单位: o.p.m

水位, 流速测点位置图

实验条件	测定断面	Na. 1	Na. 2	Na. 3	Na. 4	Na. 5	Na. 6	Na. 7	平均
实验 Na. 9	16.6 K			4.740	4.708	4.700			4.716
	16.0			4.508	4.584	4.644			4.579
流量 $Q = 3000 \text{ m}^3/\text{s}$	15.4			4.348	4.328	4.480			4.385
下流水位 (132K)	15.0			4.380	4.352	4.384			4.372
O.P. 4.08m	14.4			4.318	4.288	4.278			4.295
計畫法線第3案	14.0			4.200	4.180	4.072			4.151
实验 Na. 10	16.6	6.840	6.870	6.870	6.840	6.850		6.860	6.855
	16.0	6.560	6.540	6.560	6.690	6.760		6.800	6.652
流量 $Q = 6000 \text{ m}^3/\text{s}$	15.4	6.390		6.380	6.530	6.620	6.640	6.660	6.537
下流水位 (132K)	15.0	6.340		6.330	6.380	6.400	6.420	6.420	6.382
O.P. 5.82m	14.4	6.250	6.220	6.210	6.160	6.060		6.060	6.160
計畫法線第3案	14.0	6.210	6.200	6.200	6.010	5.930		5.940	6.082
实验 Na. 11	16.6	10.144	10.156	10.080	10.036	10.068		10.080	10.094
	16.0	9.748	9.784	9.860	9.992	10.188		10.188	9.960
流量 $Q = 12000 \text{ m}^3/\text{s}$	15.4	9.400		9.484	9.688	9.888	9.936	9.936	9.722
下流水位 (132K)	15.0	9.340		9.372	9.436	9.532	9.640	9.492	9.469
O.P. 8.47m	14.4	9.280	9.280	9.240	9.068	8.900	8.908	8.704	9.059
計畫法線第3案	14.0	9.108	9.068	9.064	8.900	8.704	8.664	8.688	8.885

附表-9-1 流速測定数值表 (第3案)

実験条件	測定断面	No 1			No 2			No 3			No 4			No 5			No 6			No 7		
		測定高	流 向	流 高	測定高	流 速	流 向	測定高	流 速	流 向	測定高	流 速	流 向	測定高	流 速	流 向	測定高	流 速	流 向	測定高	流 速	流 向
No 9 綫 計 面 法 綫 Q=1000 m ³ /sec 下流水位 (132K) o.p. 408m	166 K							425 325 225 125 025 -075	2504 2543 2425 2384 1878 1468	12° " " " " "	425 325 225 125 025 -075	2543 2619 2384 2257 2168 1656	7° " " " " "	425 325 225 125 025 -075	1771 1468 1656 1656 1929 1596	5° " " " " "						
	160 K							410 310 210 110 010 -090	2504 2619 2425 2213 2076 1771	10° " " " " "	410 310 210 110 010 -090	1979 2384 2342 1771 1878 0626	7° " " " " "	410 310 210 110 010 -090	1979 2029 1771 1771 1328 0768	5° " " " " "						
	154 K							395 295 195 095 -005 -105	1878 1929 1929 1714 1656 1328	350° " " " " "	395 295 195 095 -005 -105	2543 2425 2384 2257 2168 1979	5° " " " " "	395 295 195 095 -005 -105	2123 2213 2257 2076 2076 0989	355° " " " " "						
	150 K							385 285 185 085 -015 -115	1714 1714 1825 1085 1534 1171	15° " " " " "	385 285 185 085 -015 -115	2543 2384 2342 1825 1929 1656	5° " " " " "	385 285 185 085 -015 -115	2342 2342 2384 1400 1714 0443	6° " " " " "						
	144 K							369 269 169 069 -031 -131	1878 2029 1929 1771 1825 1656	355° " " " " "	369 269 169 069 -031 -131	1929 1929 2076 1596 1328 0885	0° " " " " "	369 269 169 069 -031 -131	2936 2543 2543 2384 2425 1878	0° " " " " "						
	140 K							359 259 159 059 -041 -141	1878 1929 1979 1771 1596 0443	355° " " " " "	359 259 159 059 -041 -141	2425 2257 2213 1656 1656 1328	355° " " " " "	359 259 159 059 -041 -141	2464 2384 2464 1714 1825 1252	0° " " " " "						

単位: 測定高 (c.p.m.), 流速 (m/sec)

附表 9-2 流 速 测 定 数 值 表 (第 3 案)

实验条件		No 1			No 2			No 3			No 4			No 5			No 6			No 7		
		测定高	流 速	流 向	测定高	流 速	流 向	测定高	流 速	流 向	测定高	流 速	流 向	测定高	流 速	流 向	测定高	流 速	流 向	测定高	流 速	流 向
No 10 英 皇 流 量 $Q = 6000 \text{ m}^3/\text{sec}$ 下流水位 (132K) o.p. 582m 計 画 法 級 第 3 案	166 K	660 620	1400 1400	2° "	665 625	1400 1400	0° "	625 485 345 205 065 -075	3486 3650 3596 3541 2656 2504	5° " " " " "	625 485 345 205 065 -075	3596 3313 3313 3003 2656 1878	357° " " " " "	625 3067 2869 345 2869 2504 1979	355° " " " " " "					670 630	0885 0885	357° "
	160 K	640 620	1534 1653	350° "	630 610	1252 1400	355° "	610 470 430 290 050 -090	3650 3704 3650 3429 3313 3003	8° " " " " "	610 470 430 290 050 -090	3704 3650 3541 3486 2869 1468	8° " " " " "	610 470 430 290 050 -090	2729 2581 2504 2504 2257 0885	7° " " " " "				670 630	0768 0885	5° "
	154 K	620 600	0768 0443	355° "				595 455 315 175 035 -105	2869 2936 2869 2656 2257 1085	2° " " " " "	595 455 315 175 035 -105	3908 3807 3650 3486 3067 1534	3° " " " " "	595 455 315 175 035 -105	3067 3192 3131 3067 2729 2342	2° " " " " "	635 595	1400 1400	9° "	640 620	0885 0885	2° "
	150 K	630 610	0626 0885	3° "				585 445 305 165 025 -115	2342 2581 2581 2504 2300 1656	5° " " " " "	585 445 305 165 025 -115	3130 3067 3486 3313 3035 2619	12° " " " " "	585 445 305 165 025 -115	3807 3807 3650 3541 3067 2464	8° " " " " "	625 585	1085 1085	10° "	620 600	1252 1085	8° "
	144 K	620 600	0626 0443	358° "	589 569	0626 0443	358° "	569 429 289 149 009 -131	1653 2656 2504 2425 2257 1656	0° " " " " "	569 429 289 149 009 -131	3650 3313 3253 3192 2076 2029	355° " " " " "	569 429 289 149 009 -131	3371 3650 3704 3313 2656 1878	357° " " " " "				600 580	0626 0443	3° "
	140 K	605 585	0443 0443	355° "	549 599	0626 0626	0° "	559 419 279 139 -001 -141	2342 2425 2425 2342 2213 1534		559 419 279 139 -001 -141	3569 3596 3429 3313 3003 2257	353° " " " " "	559 419 279 139 -001 -141	3371 3371 3371 3223 2834 2257	353° " " " " "				590 570	0626 0626	7° "

单位: 测定高 (o.p.m) , 流速 (m/sec)

附表 9-3 流速测定数值表 (第3案)

実験条件		測定断面	No 1			No 2			No 3			No 4			No 5			No 6			No 7		
			測定高	流 速	流 向	測定高	流 速	流 向	測定高	流 速	流 向	測定高	流 速	流 向	測定高	流 速	流 向	測定高	流 速	流 向	測定高	流 速	流 向
No.11 鉄 管 Q = 12000 m ³ /sec 下流水位 (132K) o.p. 147m 計 画 法 線 第 3 案	166 K	990	2076	355°	945	2656	355°	945	4262	355°	945	4155	355°	945	3371	355°				950	2076	0°	
		820	1878	"	765	2076	"	825	4300	"	825	4111	"	825	3371	"				770	1771	"	
		680	1656	"	625	1400	"	645	3596	"	645	3908	"	645	3253	"				630	1252	"	
	160 K	970	2936	2°	945	3130	5°	930	4749	5°	930	4490	3°	930	2936	5°				940	0626	5°	
		790	2800	"	745	3067	"	810	4585	"	810	4402	"	810	3130	"				760	0626	"	
		650	2800	"	625	2729	"	630	4490	"	630	4300	"	630	2936	"				620	0626	"	
154 K	940	2168	3°				915	2869	10°	915	4402	9°	915	3704	10°	915	3756	8°	980	1251	7°		
	760	2425	"				795	2425	"	795	4370	"	795	3650	"	735	2504	"	800	1085	"		
	620	1979	"				615	2727	"	615	4262	"	615	3003	"	595	2581	"	660	0885	"		
150 K	930	1400	358°				905	2425	19°	905	4199	9°	905	4373	13°	905	3596	3°	950	2257	3°		
	750	1252	"				785	2800	"	785	4199	"	785	4300	"	725	2800	"	770	2168	"		
	610	1084	"				605	2869	"	605	4119	"	605	4373	"	585	2936	"	630	1656	"		
144 K	950	1400	358°	889	1979	0°	889	3130	357°	889	4939	0°	889	4402	356°	869	3908	357°	870	2581	357°		
	770	1252	"	709	1656	"	769	3130	"	769	4939	"	769	4458	"	709	3313	"	730	2425	"		
	630	1085	"	569	1085	"	589	3003	"	589	4515	"	589	4402	"	569	2656	"	590	2257	"		
140 K	895	1084	5°	879	1656	0°	879	4262	350°	879	4901	350°	879	3313	353°	879	3313	3°	860	2257	3°		
	755	1252	"	699	1656	"	759	4402	"	759	4768	"	759	3253	"	699	2342	"	720	2168	"		
	615	0890	"	559	1401	"	579	4370	"	579	4672	"	579	3192	"	559	1979	"	580	1771	"		

附表-10-1 水位，流速測定数值表（実験Na12）

実験条件		
流量 4000 m ³ /sec	下流水位 (112 K) o.p. 582 m	
法線形状	第3案	
根固めの石設置	低水路 巾20m 高水敷 巾30m	

横断水位測定数值表

単位：水位 o.p.m

測定時間	測定断面	170 K	166 K	160 K	154 K	150 K	144 K	140 K	136 K
通水	1時間	818 ^m	791 ^m	772 ^m	721 ^m	710 ^m	683 ^m	664 ^m	637 ^m
	2時間	792	772	765	730	707	688	663	628
	6時間	776	763	736	721	686	673	653	622
	14時間	745	735	711	692	673	647	633	607

横断水位，流速，流向測定数值表：通水14時間

測定断面		Na 1			Na 2			Na 3			Na 4			Na 5			Na 6			Na 7		
		測定高	流速	流向	測定高	流速	流向	測定高	流速	流向	測定高	流速	流向	測定高	流速	流向	測定高	流速	流向	測定高	流速	流向
166 K	水位	695m		14°	701m		7°	730m		0°	735m		352°	737m		0°	719m		347°	718m		6°
	水面下0.6m	635			641	0.71		670	1.62		675	2.59		677	2.35		659	0.70		658	0.55	
	中央							230	1.52		160	2.33		190	2.21							
	河床附近							-200	0.99		-400	1.78		-300	1.38							
160 K	河床高				500			-280			-500			-400								
	水位	689		350°	683		353°	699		352°	711		357°	711		357°	711		2°	706		358°
	水面下0.6m	629	0.61		623	1.13		639	2.32		651	2.31		651	2.06		651	0.46		646	0.51	
	中央							180	2.37		230	2.27		230	1.99							
154 K	河床附近							-300	1.23		-200	1.64		-200	1.72							
	河床高				-420			-320			-320			-290								
	水位	682			683		350°	681		357°	692		0°	689		359°	688			685		
	水面下0.6m				623	0.51		621	1.88		632	2.55		629	2.25							
150 K	中央							380	1.91		120	2.30		270	2.07							
	河床附近							140	1.29		-400	1.90		-100	1.39							
	河床高							040			-500			-190								
	水位	668			670			671		7°	673		17°	682		6°	670			677		
144 K	水面下0.6m							611	1.05		613	1.20		629	3.03							
	中央										160	2.22		211	2.99							
	河床附近										-300	1.11		-200	2.13							
	河床高							-390			-390			-330								
140 K	水位	627			626			646		358°	647		358°	646		5°	636		359°	644		
	水面下0.6m							586	0.60		587	2.62		586	2.28		576	0.54				
	中央							260	0.60		050	2.01		260	1.19		520	0.45				
	河床附近							080	0.36		-500	1.64		-060	0.46		620					
140 K	河床高							180			-640			-170								
	水位	648			641			643		0°	633		353°	642		353°	640		6°	641		
	水面下0.6m							583	0.953		573	2.74		582	2.03		580	0.76				
	中央							240	0.61		040	2.62		220	1.71							
140 K	河床附近							-100	0.40		-500	1.61		-120	1.58							
	河床高							-190			-620			-230								

附表-10-2 水位，流速測定数值表（実験No.14）

実験条件	
流量 $3000 \text{ m}^3/\text{sec}$	下流水位 (132K) o.p. 4.08 m
法線形状	第3案
根固めの碎石設置	低水路 巾20m 高水路 巾30m

縦断水位測定数值表

単位 水位: o.p.m

測定時間	測定断面	170 K	166 K	160 K	154 K	150 K	144 K	140 K	136 K
通水	1時間	6.43 m	6.01 m	5.79 m	5.43 m	5.24 m	4.88 m	4.80 m	4.44 m
	2時間	6.43	6.18	5.91	5.59	5.39	5.00	4.82	4.49
	6時間	6.36	6.19	5.95	5.53	5.28	5.10	4.88	4.61
	14時間	6.13	5.90	5.68	5.18	4.98	4.82	4.64	4.40

横断水位，流速，流向測定数值表：通水2時間

単位：水位 o.p.m 流速 m/sec

測定断面		No. 1			No. 2			No. 3			No. 4			No. 5			No. 6			No. 7		
		測定高	流速	流向	測定高	流速	流向	測定高	流速	流向	測定高	流速	流向	測定高	流速	流向	測定高	流速	流向	測定高	流速	流向
166 K	水位							6.16 m	m/sec		6.18 m	m/sec		6.20 m	m/sec							
	水面下0.6m							5.56	1.70	3°	5.58	1.91	4°	5.60	1.74	356°						
	中央							3.00	1.58		2.80	1.74		2.80	1.45							
	河床附近							0.60	1.45		0.60	1.47		0.00	1.29							
160 K	河床高							-0.50			-0.50			-1.00								
	水位							5.84			5.91			5.91								
	水面下0.6m							4.24	1.97	345°	5.31	1.82	356°	5.31	1.62	356°						
	中央							2.00	1.73		2.80	1.63		2.60	1.63							
154 K	河床附近							-0.60	1.44		0.40	1.49		0.00	1.33							
	河床高							-1.60			-0.60			-1.00								
	水位							5.50			5.59			5.52								
	水面下0.6m							4.90	1.45	0°	4.99	1.92	358°	4.92	1.99	355°						
150 K	中央							2.30	1.43		2.20	1.57		2.20	1.60							
	河床附近							-0.40	0.89		-0.60	0.98		-0.60	1.34							
	河床高							-1.30			-1.70			-1.60								
	水位							5.29			5.39			5.33								
150 K	水面下0.6m							4.69	1.51	10°	4.79	1.80	10°	4.73	2.07	5°						
	中央							2.80	1.16		1.00	1.57		1.40	1.60							
	河床附近							0.80	0.89		-2.60	0.95		-1.90	1.30							
	河床高							-0.10			-3.60			-2.60								
144 K	水位							5.02			5.00			5.02								
	水面下0.6m							4.42	1.92	5°	4.40	1.79	5°	4.42	2.13	5°						
	中央							2.00	1.82		2.20	1.83		1.70	1.97							
	河床附近							-0.30	1.52		-0.20	1.59		-1.00	1.36							
140 K	河床高							-1.30			-1.20			-2.00								
	水位							4.82			4.82			4.81								
	水面下0.6m							4.22	1.83	10°	4.22	1.81	355°	4.21	2.21	0°						
	中央							1.70	1.63		1.60	1.23		1.80	1.83							
136 K	河床附近							-0.80	1.37		-1.00	1.10		-0.50	1.19							
	河床高							-1.80			-2.00			-1.50								
	水位							4.52			4.49			4.43								
	水面下0.6m							3.92	1.95	355°	3.89	2.02	0°	3.83	1.82	5°						
136 K	中央							1.40	1.34		1.00	1.78		1.80	1.74							
	河床附近							-1.00	1.12		-1.80	1.38		-0.20	1.39							
	河床高							-2.00			-2.80			-1.20								

附表-10-3 水位，流速測定数值表（実験No 14）

実験条件	
流量 3000 ^m /S	下流水位 (132K) o.p. 4.08 m
法線形状	第3条
根固碎石設置	低水路内へ巾20m, 高水路へ巾30m

横断水位，流速，流向，測定数值表：通水6時間

単位：水位 o.p.m 流速 m/sec

測定断面		No 1			No 2			No 3			No 4			No 5			No 6			No 7		
		測定高	流速	流向	測定高	流速	流向	測定高	流速	流向	測定高	流速	流向	測定高	流速	流向	測定高	流速	流向	測定高	流速	流向
166K	水位							621m	m/sec		619m	m/sec		618m	m/sec							
	水面下0.6m							561	1.75	3°	559	1.76	4°	558	1.45	358°						
	中央							280	1.63		220	1.74		260	1.38							
	河床附近							0.0	1.17		-0.20	1.53		0.20	1.01							
160K	河床高							-1.00			-1.20			-0.90								
	水位							588			595			587								
	水面下0.6m							528	1.06	345°	535	1.75	356°	527	1.65	355°						
	中央							260	1.50		280	1.53		250	1.48							
154K	河床附近							-0.20	1.38		0.20	1.34		-0.30	1.35							
	河床高							-1.20			-0.70			-1.30								
	水位							546			553			553								
	水面下0.6m							486	1.36	0°	493	2.16	0°	493	2.13	355°						
150K	中央							320	1.27		180	1.98		220	2.10							
	河床附近							1.60	1.09		-1.40	1.59		-0.60	1.21							
	河床高							0.50			240			-1.60								
	水位							536			528			530								
144K	水面下0.6m							476	1.35	10°	468	2.06	10°	470	1.62	5°						
	中央							270	1.36		220	2.09		1.50	1.99							
	河床附近							0.70	1.11		-0.20	1.41		-1.50	1.54							
	河床高							-0.30			-1.20			-2.40								
140K	水位							509			510			506								
	水面下0.6m							449	1.65	5°	450	1.77	5°	446	1.63	5°						
	中央							230	1.62		200	1.66		180	1.82							
	河床附近							0.10	1.31		-0.50	1.02		-0.80	1.44							
136K	河床高							-1.00			-1.20			-2.00								
	水位							491			488			479								
	水面下0.6m							431	1.65	10°	428	1.92	355°	419	2.10	358°						
	中央							180	1.42		120	1.72		180	2.00							
132K	河床附近							-0.60	0.96		-1.70	1.29		-0.70	1.55							
	河床高							1.80			-2.70			-1.60								
	水位							466			461			461								
	水面下0.6m							406	2.03	355°	401	2.31	0°	401	1.28	5°						
136K	中央							180	1.85		110	1.99		270	1.22							
	河床附近							-0.70	1.59		-1.80	1.52		1.40	0.82							
	河床高							-1.70			-2.80			0.40								

附表-10-4 水位，流速，測定数值表（実験No.14）

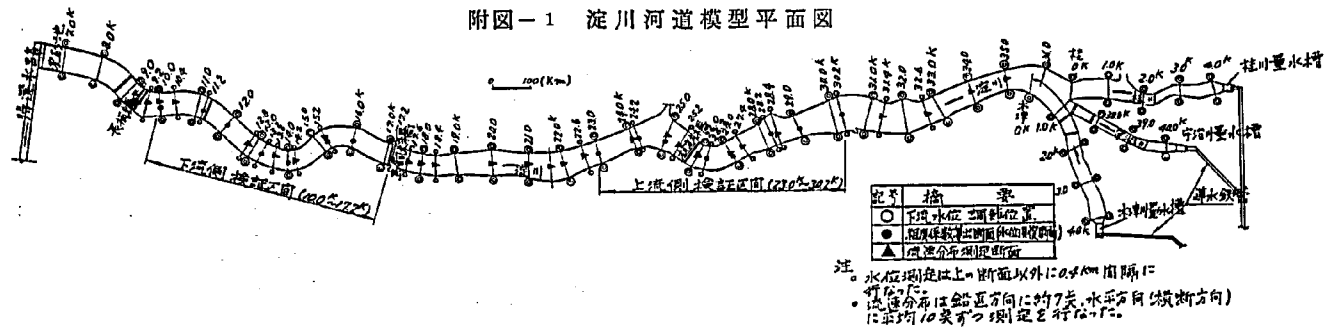
実験条件		
流量	3000 m ³ /S	下流水位(132)K o.p. 4.08 m
法線形状	第3条	
模固碎石設置	低水路内へ巾20 m, 高水敷へ巾30 m	

横断水位，流速，流向測定数值表：通水14時間

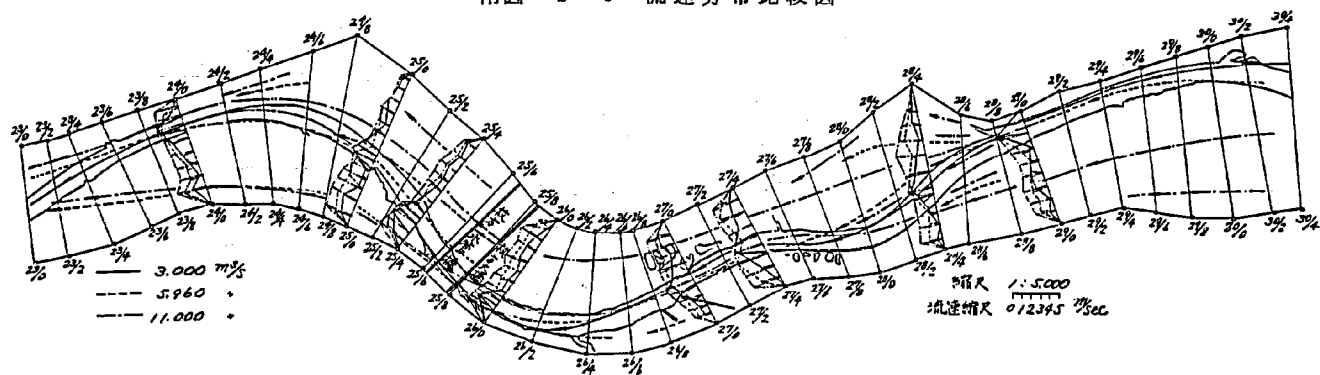
単位：水位 o.p.m 流速 m/sec

測定断面		No. 1			No. 2			No. 3			No. 4			No. 5			No. 6			No. 7		
		測定高	流速	流向	測定高	流速	流向	測定高	流速	流向	測定高	流速	流向	測定高	流速	流向	測定高	流速	流向	測定高	流速	流向
166K	水位							591m	m/sec		590m	m/sec		590m	m/sec							
	水面下0.6m							531	1.59	2°	530	1.90	4°	530	1.72	358°						
	中央							200	1.38		250	1.77		250	1.49							
	河床附近							-1.60	0.64		-0.40	1.48		-0.40	1.02							
160K	河床高							-2.60			-1.30			-1.40								
	水位							557			568			569								
	水面下0.6m							497	2.00	345°	508	1.72	356°	509	1.30	355°						
	中央							180	1.81		300	1.35		270	1.28							
154K	河床附近							-1.10	0.94		0.80	0.78		0.00	1.07							
	河床高							-2.10			-0.20			-1.00								
	水位							519			521			530								
	水面下0.6m							459	1.45	0°	461	2.24	0°	470	1.74	355°						
150K	中央							300	1.15		1.60	2.09		2.40	1.66							
	河床附近							1.40	0.88		-1.60	1.57		0.20	1.20							
	河床高							0.50			-2.60			-0.80								
	水位							496			498			501								
144K	水面下0.6m							436	0.77	10°	438	2.12	10°	441	2.27	5°						
	中央							360	0.83		250	1.82		1.50	2.09							
	河床附近							280	0.84		0.60	1.47		-1.50	1.24							
	河床高							1.80			-0.50			-2.50								
140K	水位							484			482			477								
	水面下0.6m							424	1.16	5°	428	2.11	5°	417	2.12	5°						
	中央							220	1.11		210	1.91		1.60	1.82							
	河床附近							0.60	1.04		-0.60	1.27		-0.80	1.41							
136K	河床高							-0.40			-1.20			-1.80								
	水位							465			464			457								
	水面下0.6m							405	1.28	10°	404	2.35	355°	397	2.04	358°						
	中央							200	1.17		0.60	2.20		1.00	1.87							
132K	河床附近							-0.20	0.85		-2.70	2.00		-1.90	1.66							
	河床高							-1.30			-3.70			-2.90								
	水位							447			440			441								
	水面下0.6m							387	1.82	355°	380	2.21	2°	381	0.96	5°						
130K	中央							1.40	1.57		0.90	1.99		2.40	0.97							
	河床附近							-1.10	1.21		-1.80	1.25		0.80	0.61							
	河床高							-2.10			-2.80			-0.20								

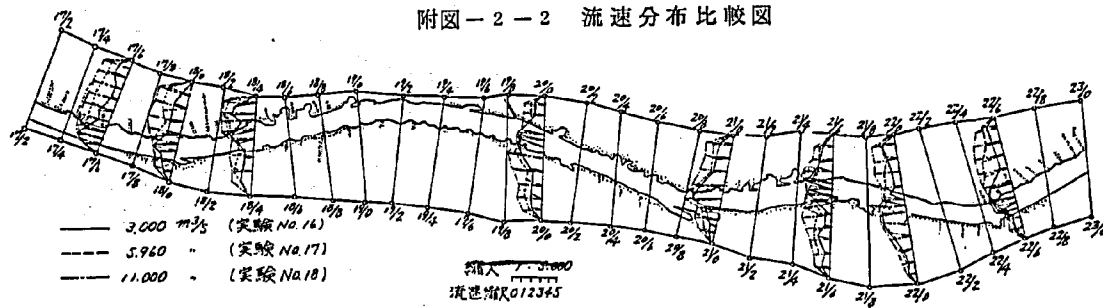
附圖-1 淀川河道模型平面圖



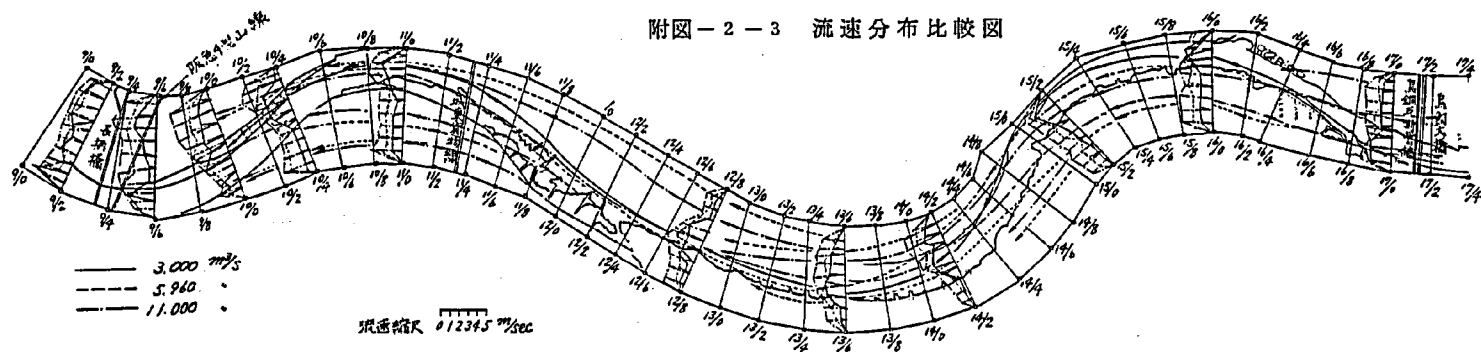
附圖-2-1 流速分布比較図



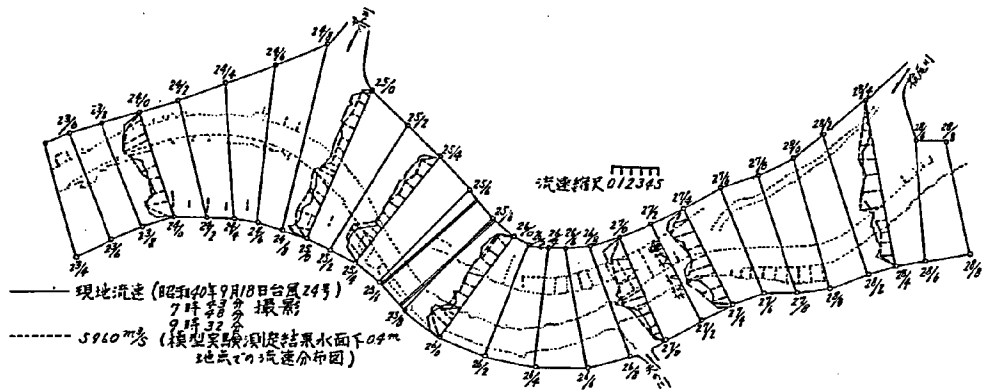
附图-2-2 流速分布比较图



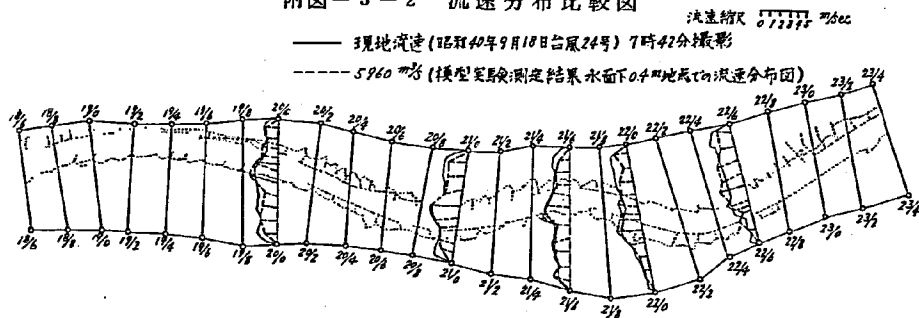
附图-2-3 流速分布比较图



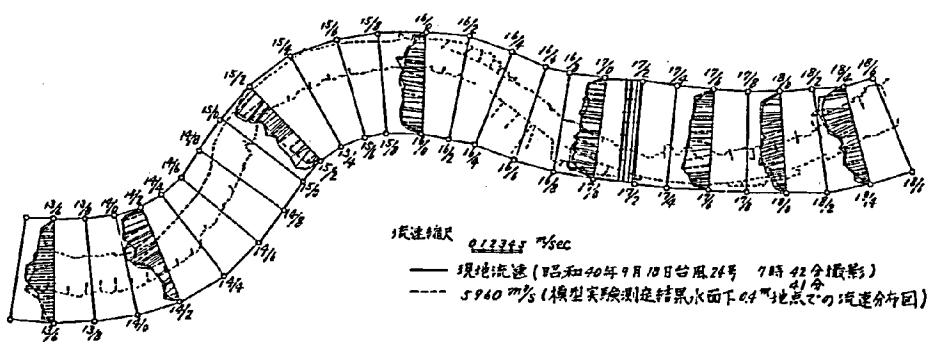
附圖-3-1 流速分布比較圖



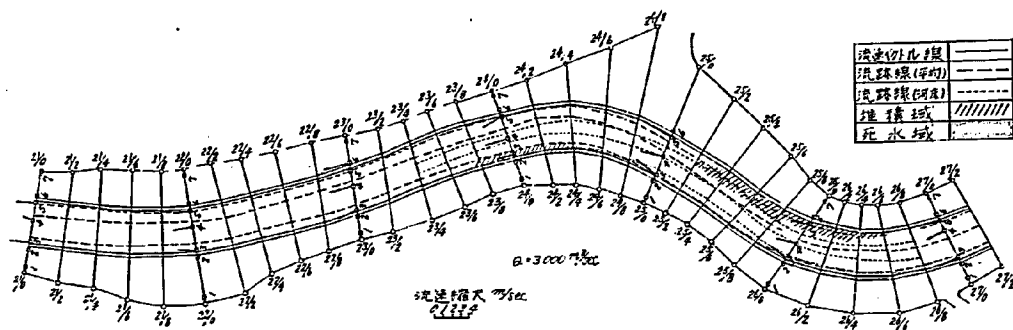
附圖-3-2 流速分布比較圖



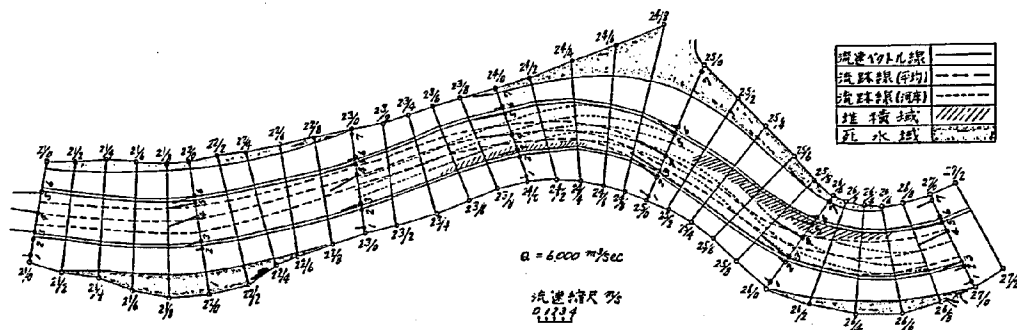
附圖-3-3 流速分布比較圖



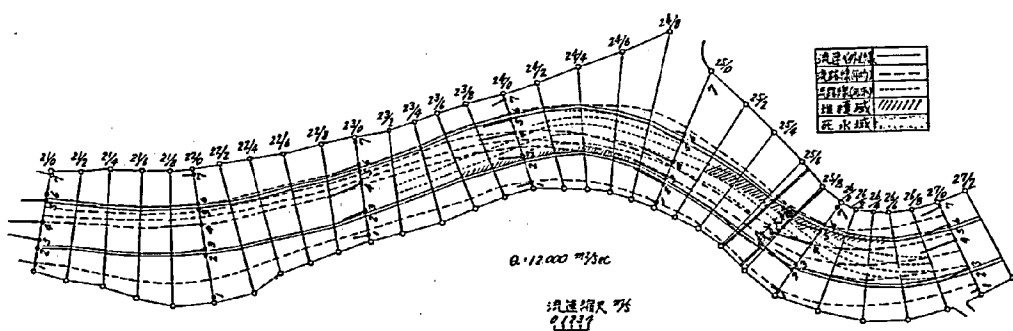
附图-4-1 流況図 実験No 1 (第1案)



附图-4-2 流況図 実験No 2 (第1案)

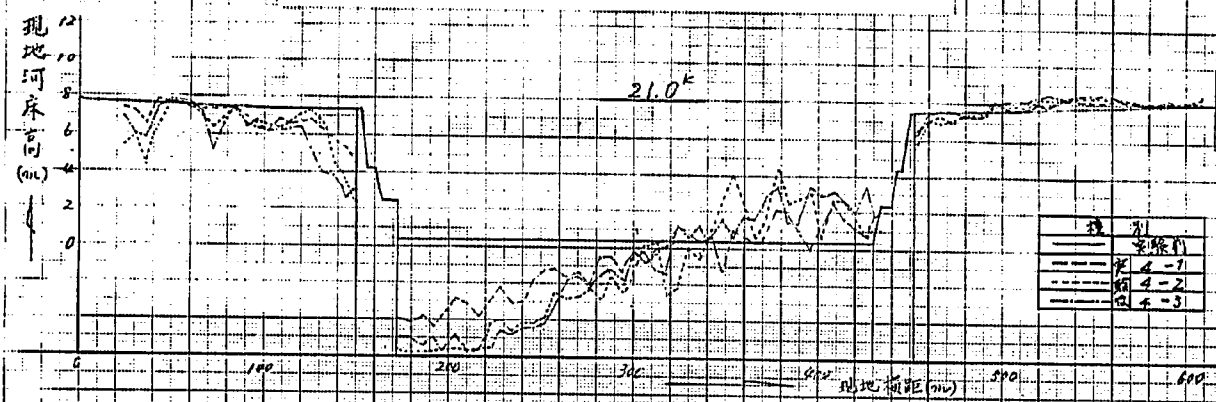


附图-4-3 流況図 実験No 3 (第1案)



附圖-5-1 計画河道における河床横断変化比較図

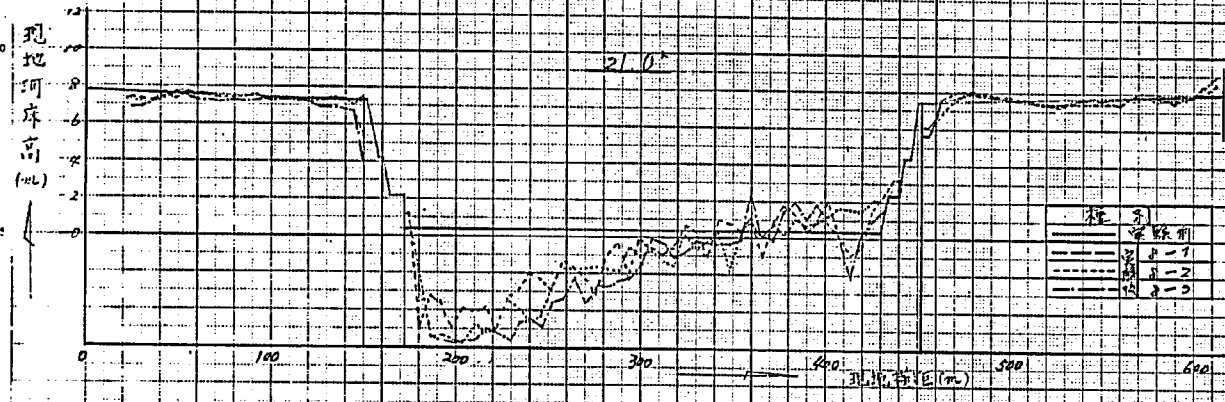
計画水位法による
 $Q=6000 \text{ m}^3/\text{s}$



種	記
——	実験前
---	試 験 中
---	試 験 後
---	試 験 後

実験名	
実験番号	4
河床名称	河床変動横断面
実験条件	$Q=6000 \text{ m}^3/\text{s}$ $H=8.285 \text{ m}$
河床番号	

計画水位法による
 $Q=6000 \text{ m}^3/\text{s}$

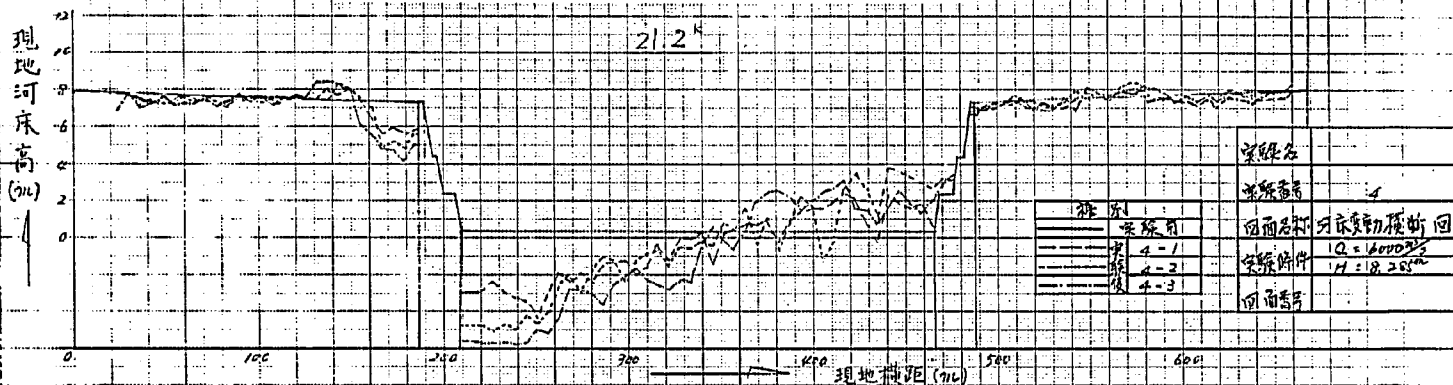


種	記
——	実験前
---	試 験 中
---	試 験 後
---	試 験 後

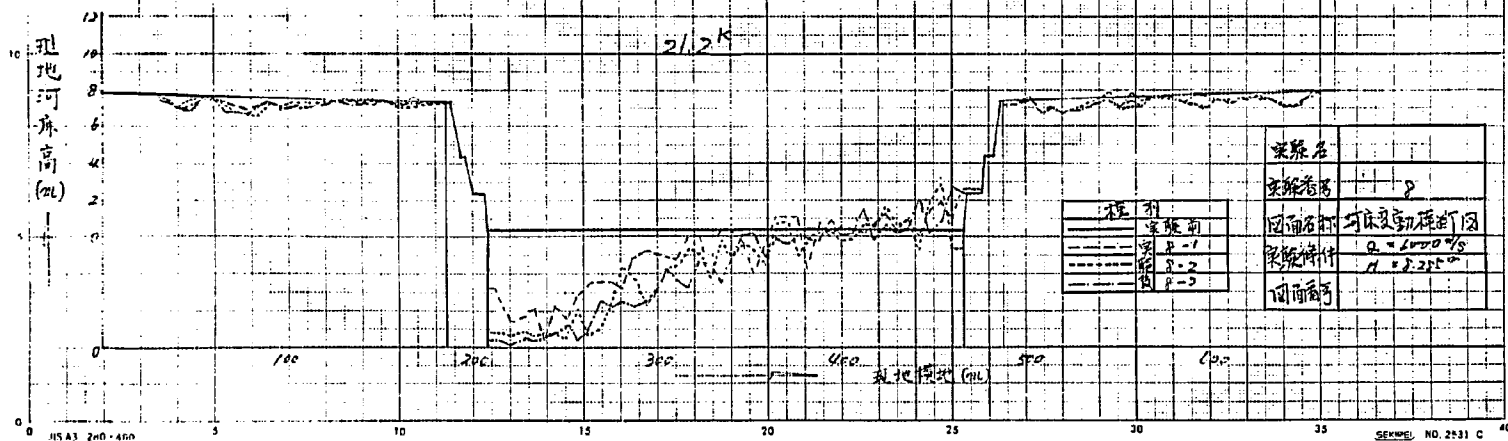
実験名	
実験番号	8
河床名称	河床変動横断面
実験条件	$Q=6000 \text{ m}^3/\text{s}$ $H=8.285 \text{ m}$
河床番号	

計画低水路大断面積
 $Q = 6000 \text{ m}^3/\text{s}$

附図-5-2 計画河道における河床横断変化比較図



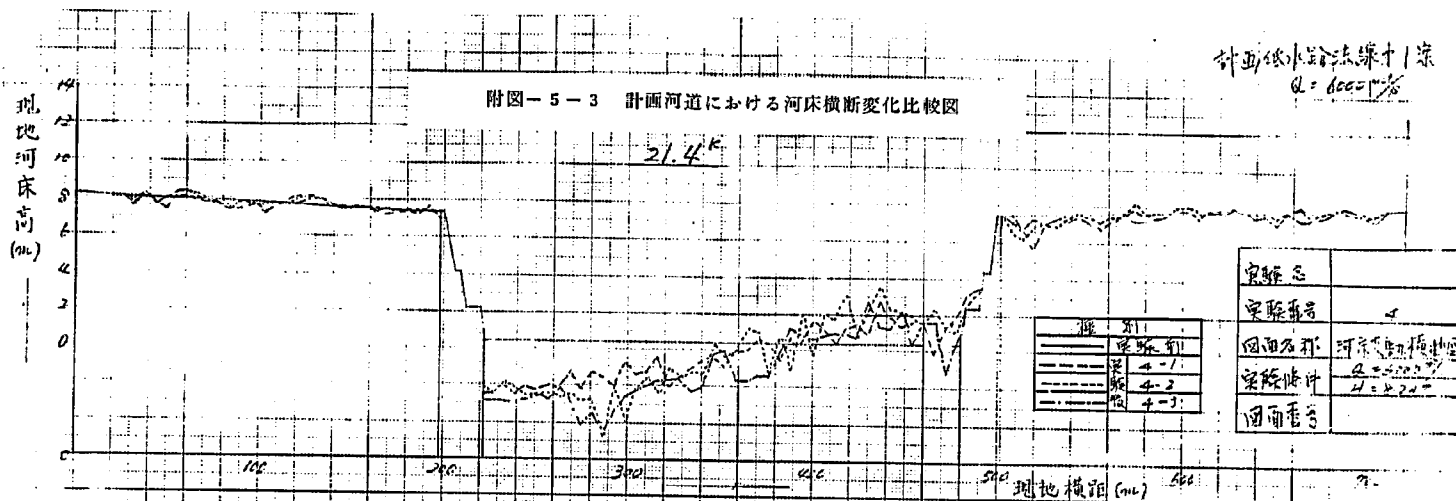
計画低水路大断面積
 $Q = 6000 \text{ m}^3/\text{s}$



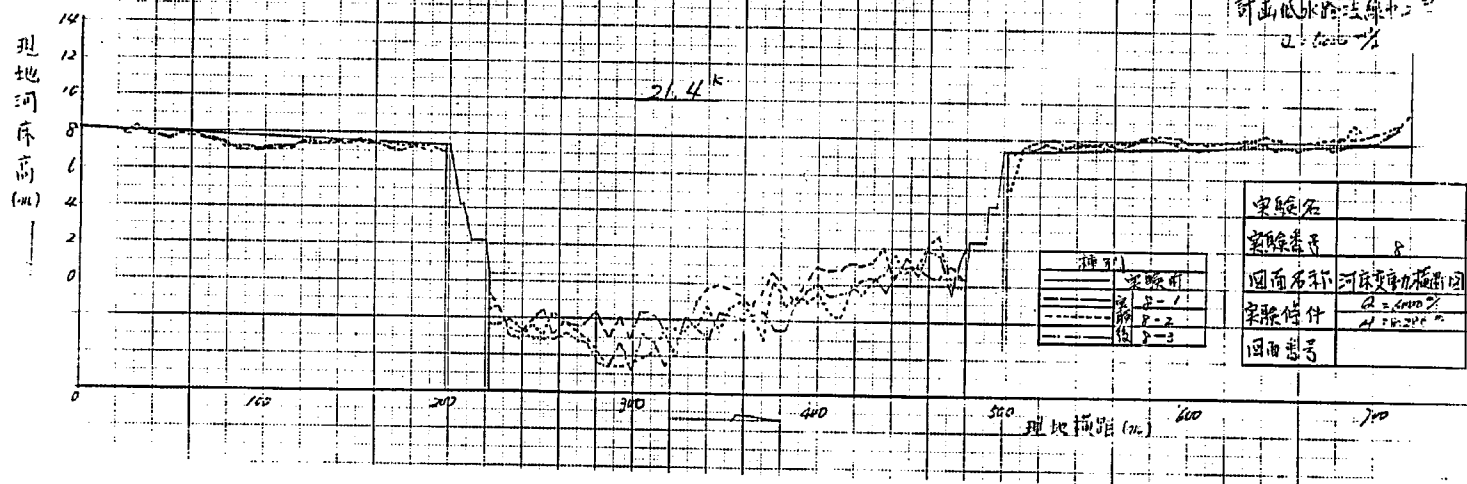
SENKORU NO. 2331 C 40

計画低水位線中1線
 $Q = 600 \text{ m}^3/\text{s}$

附図-5-3 計画河道における河床横断変化比較図

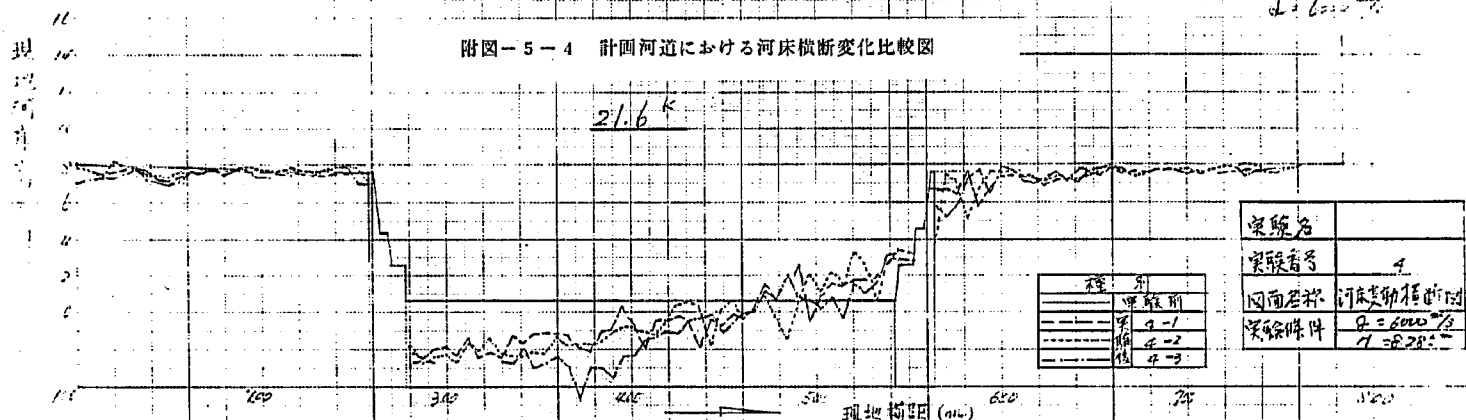


計画低水位線中2線
 $Q = 600 \text{ m}^3/\text{s}$

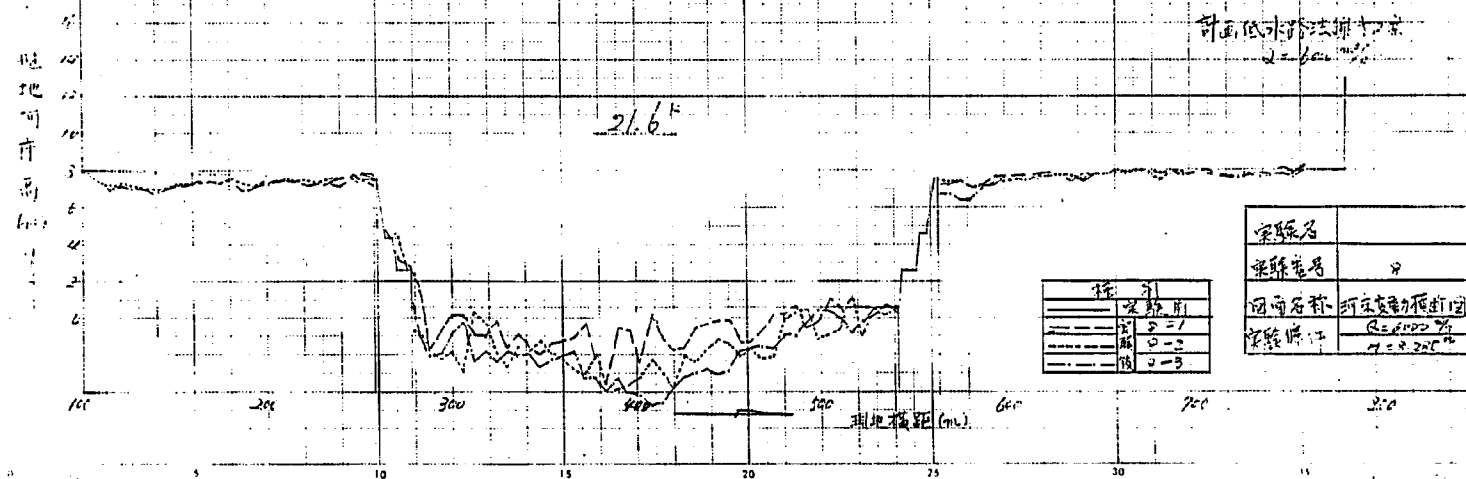


附圖-5-4 計画河道における河床横断変化比較図

計画低水路法線断面
 $Q = 6000 \text{ m}^3/\text{s}$

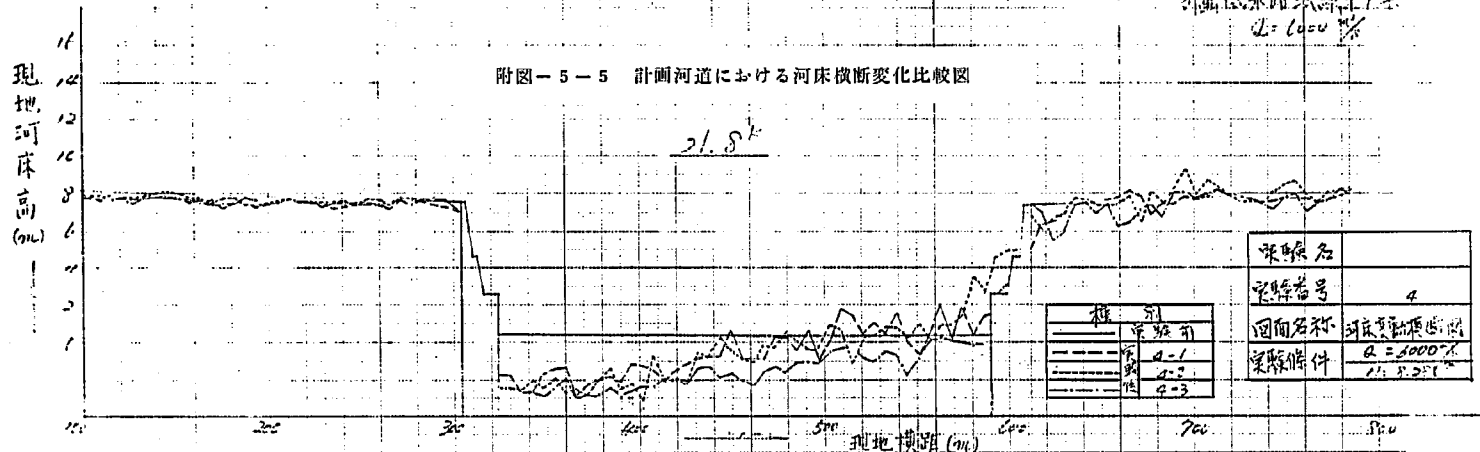


計画低水路法線断面
 $Q = 6000 \text{ m}^3/\text{s}$

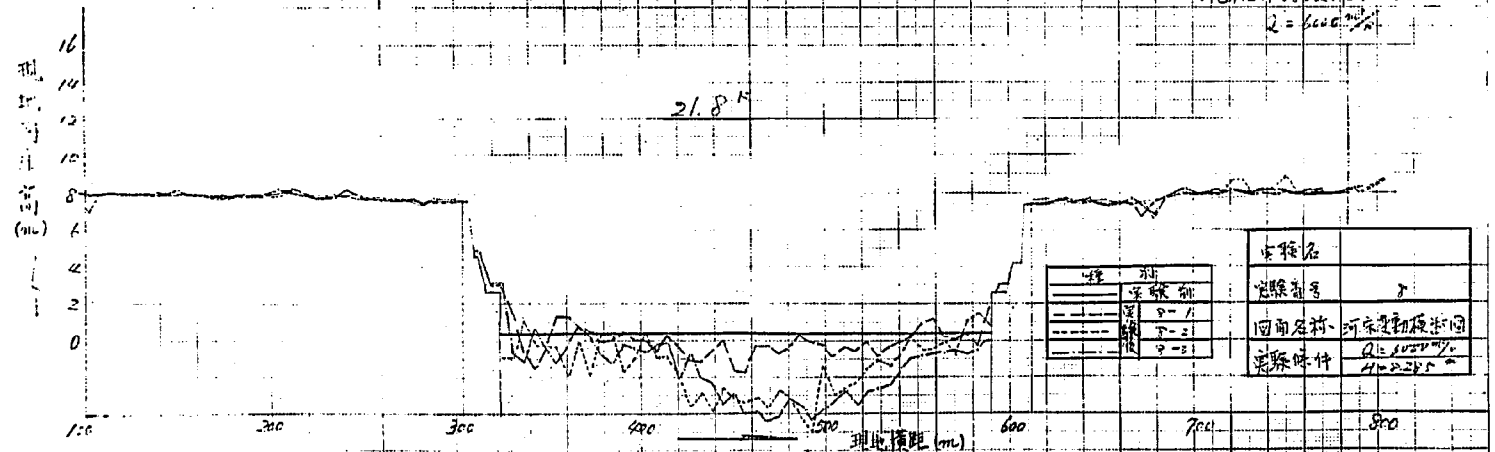


計画低水路横断断面1号
 $Q = 6000 \text{ m}^3/\text{s}$

附图-5-5 計画河道における河床横断変化比較図



計画低水路横断断面2号
 $Q = 6000 \text{ m}^3/\text{s}$



現地河床高 (m)

附圖-5-6 計畫河道における河床横断变化比較図

計画低水跡線幅 7 年

2-1000

22.0^k

標高	測点
22.0	22.0
21.5	21.5
21.0	21.0
20.5	20.5
20.0	20.0

河床高	22.0
河床名称	河床高 22.0
河床条件	河床高 22.0

現地河床高 (m)

計画低水跡線幅 7 年

2-1000

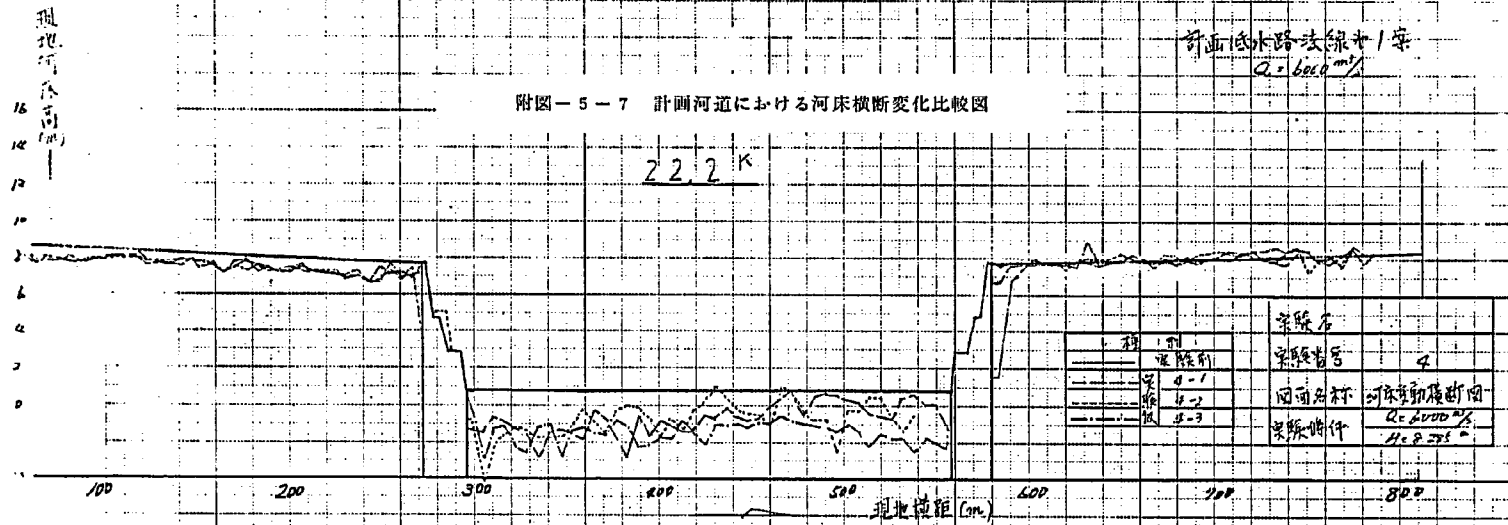
22.0^k

標高	測点
22.0	22.0
21.5	21.5
21.0	21.0
20.5	20.5
20.0	20.0

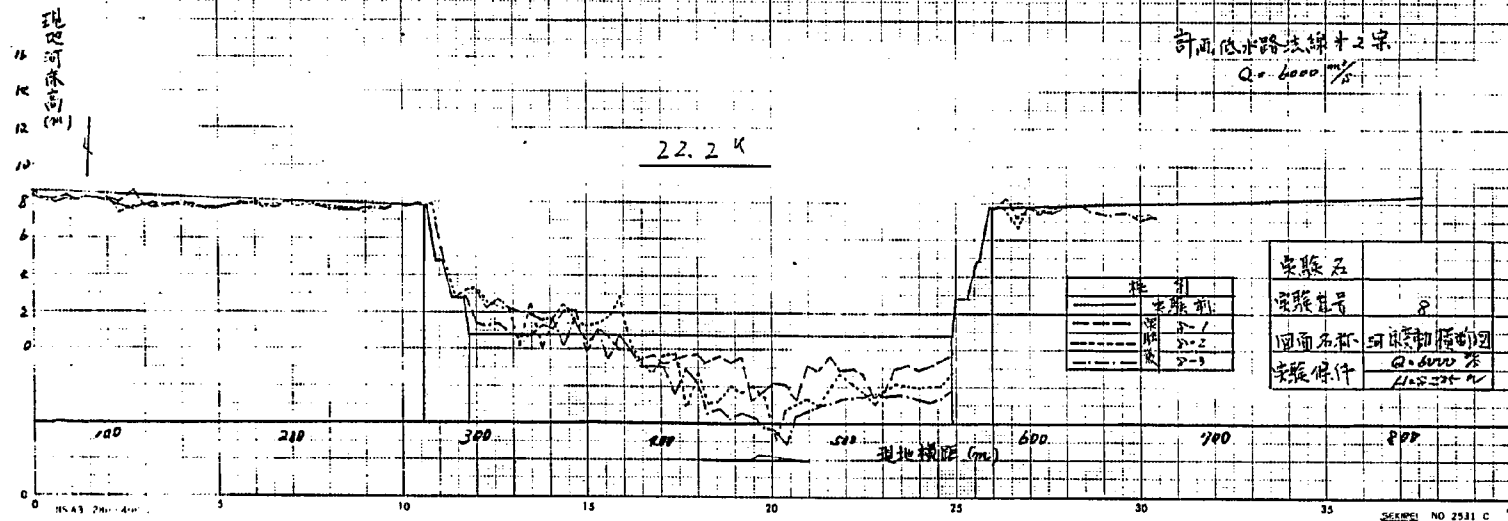
河床高	22.0
河床名称	河床高 22.0
河床条件	河床高 22.0

附圖-5-7 計画河道における河床横断変化比較図

計画低水路法線中1号
 $Q = 6000 \text{ m}^3/\text{s}$



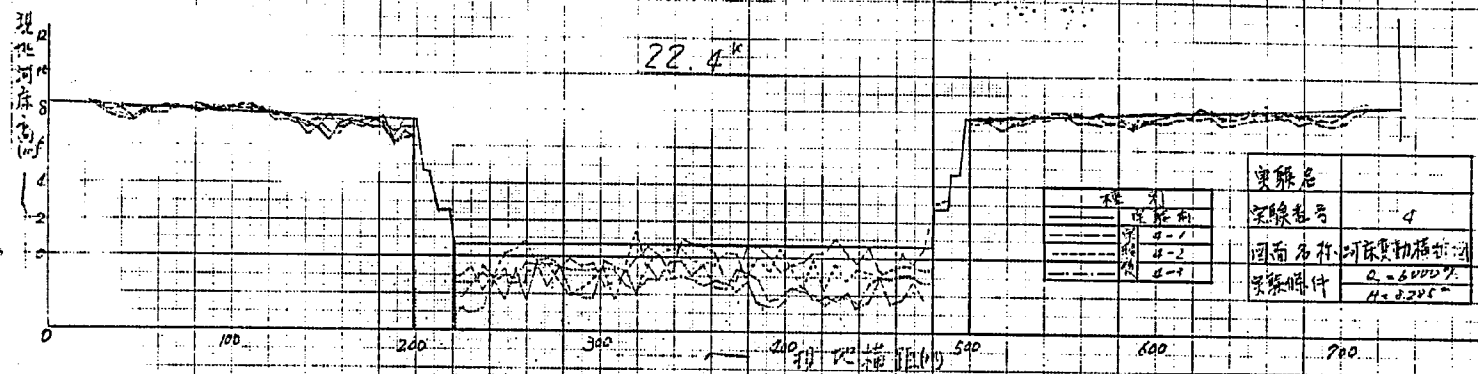
計画低水路法線中2号
 $Q = 6000 \text{ m}^3/\text{s}$



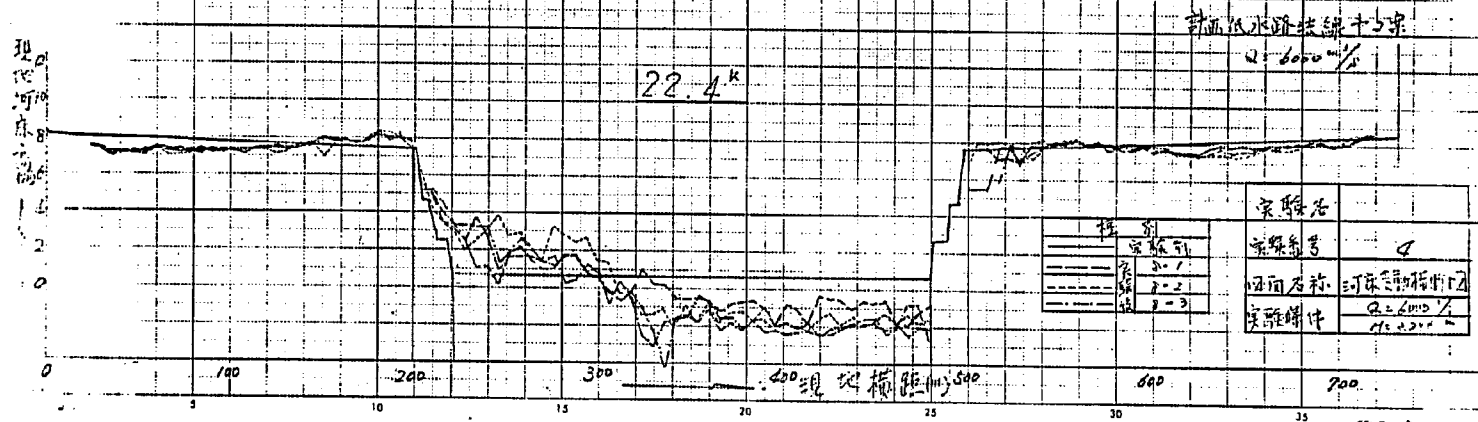
附圖-5-8 計画河道における河床横断変化比較図

計画低水路法線中1岸

$Q = 6000 \text{ m}^3/\text{s}$



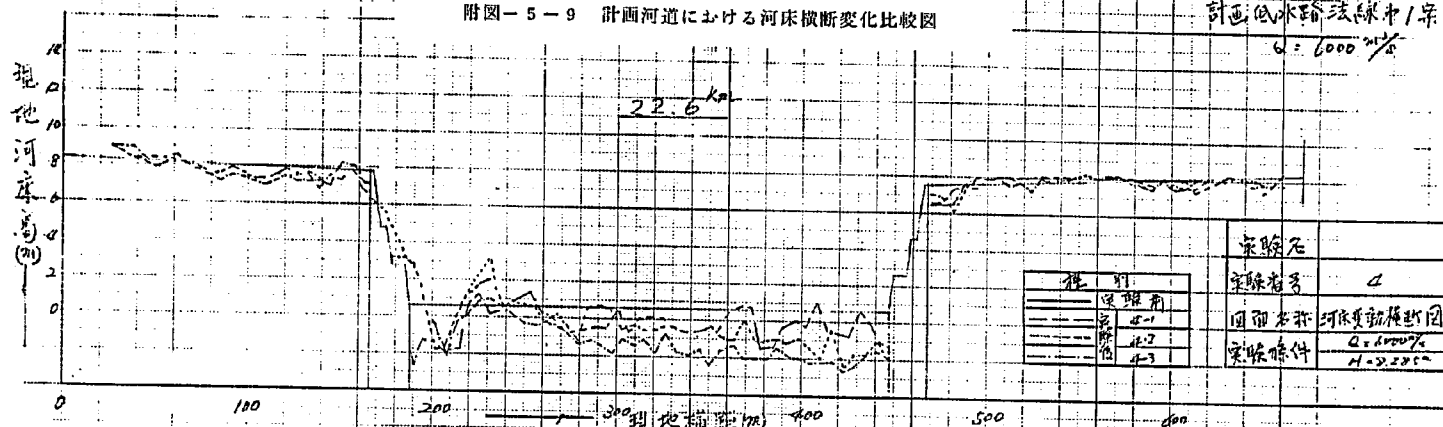
10



附圖-5-9 計畫河道における河床横断变化比較図

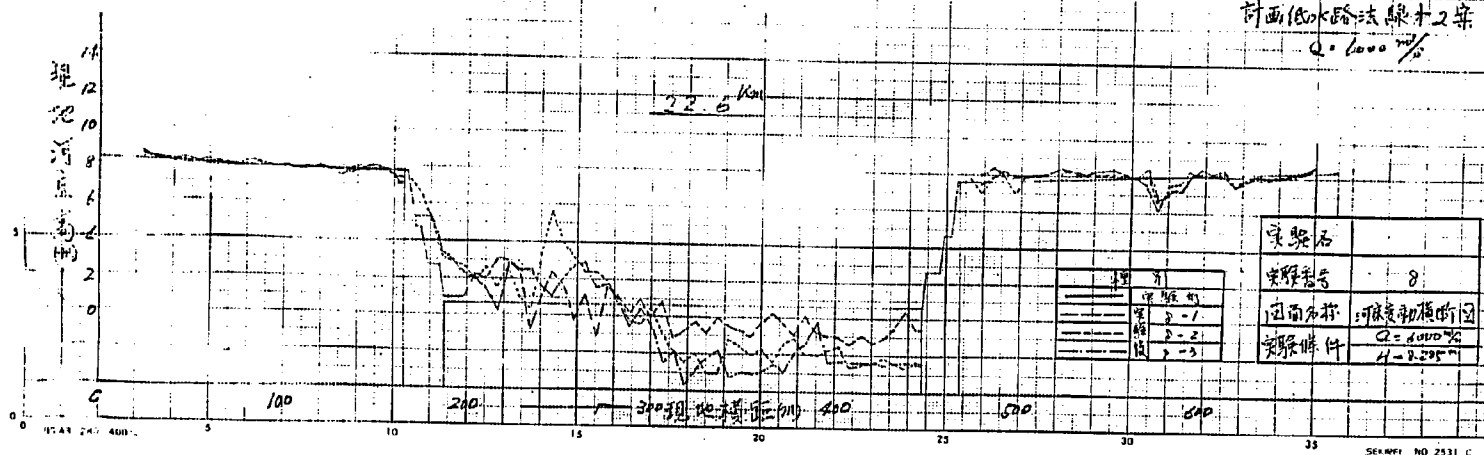
計畫低水路法線中1条

$Q = 6000 \text{ m}^3/\text{s}$



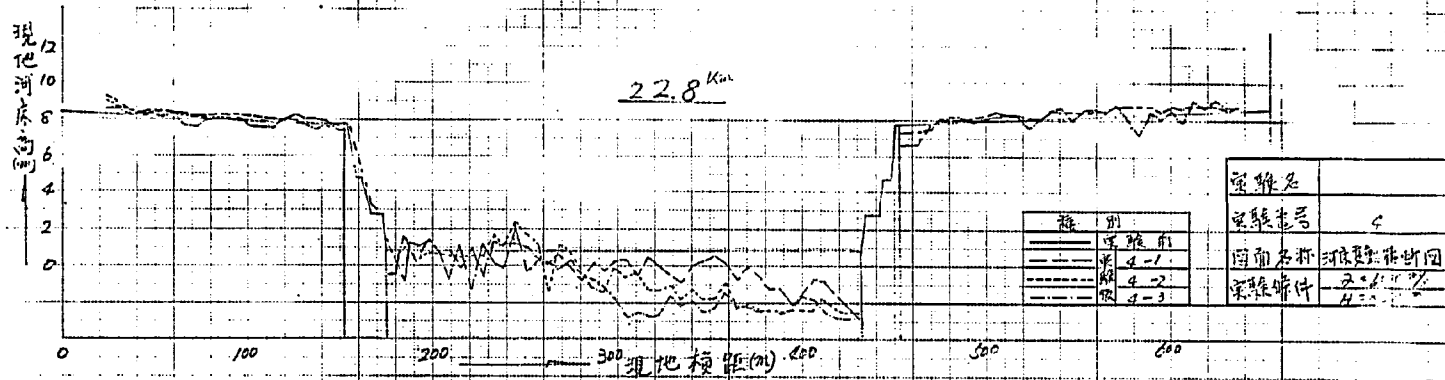
計畫低水路法線中2条

$Q = 6000 \text{ m}^3/\text{s}$

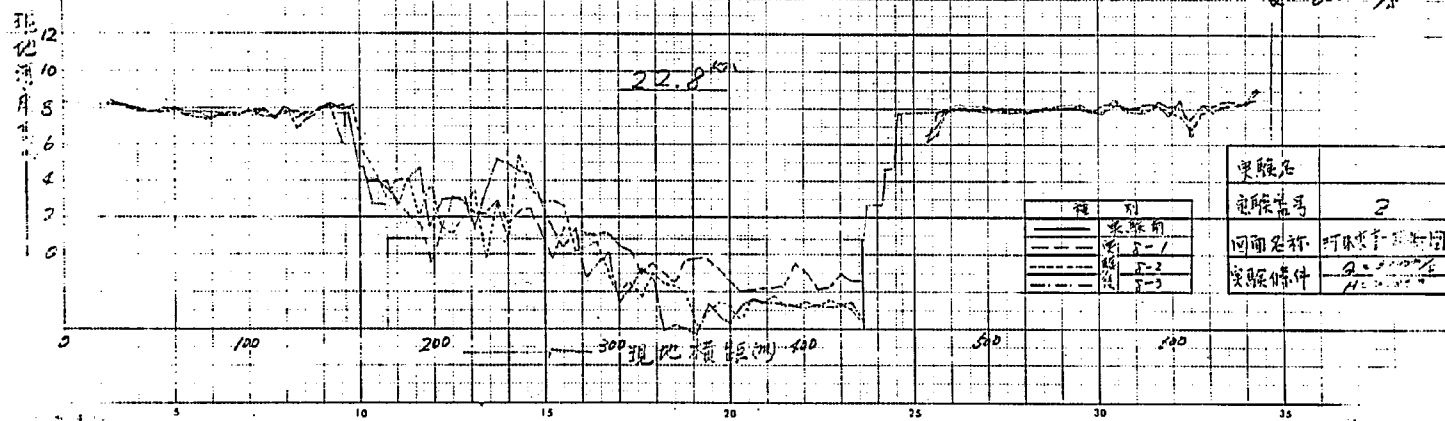


附圖-5-10 計画河道における河床横断変化比較図

計画低水路法線中1号
 $\alpha = 6000 \frac{m}{s}$

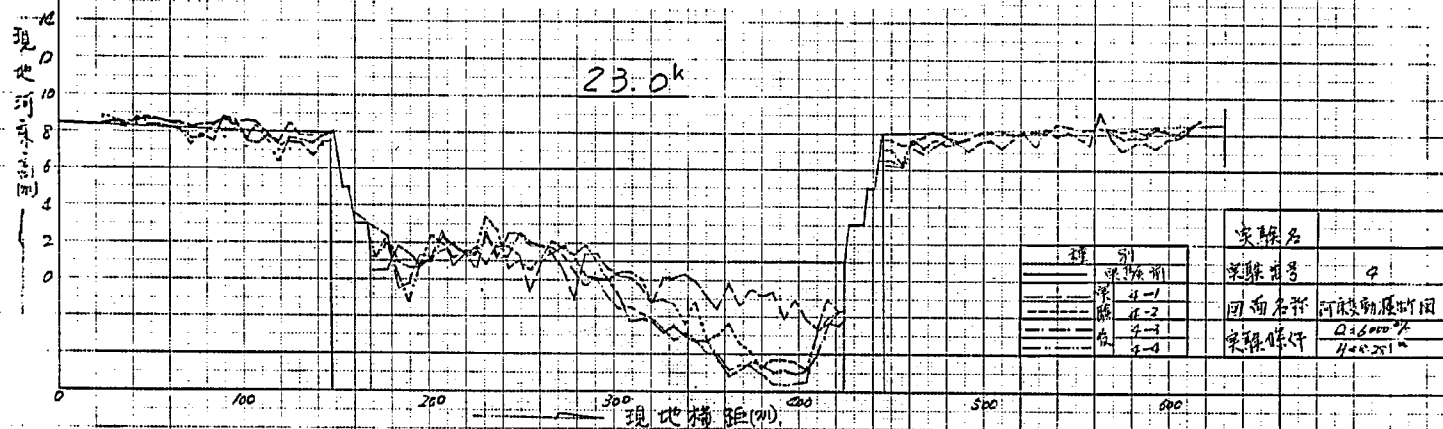


計画低水路法線中2号
 $\alpha = 6000 \frac{m}{s}$

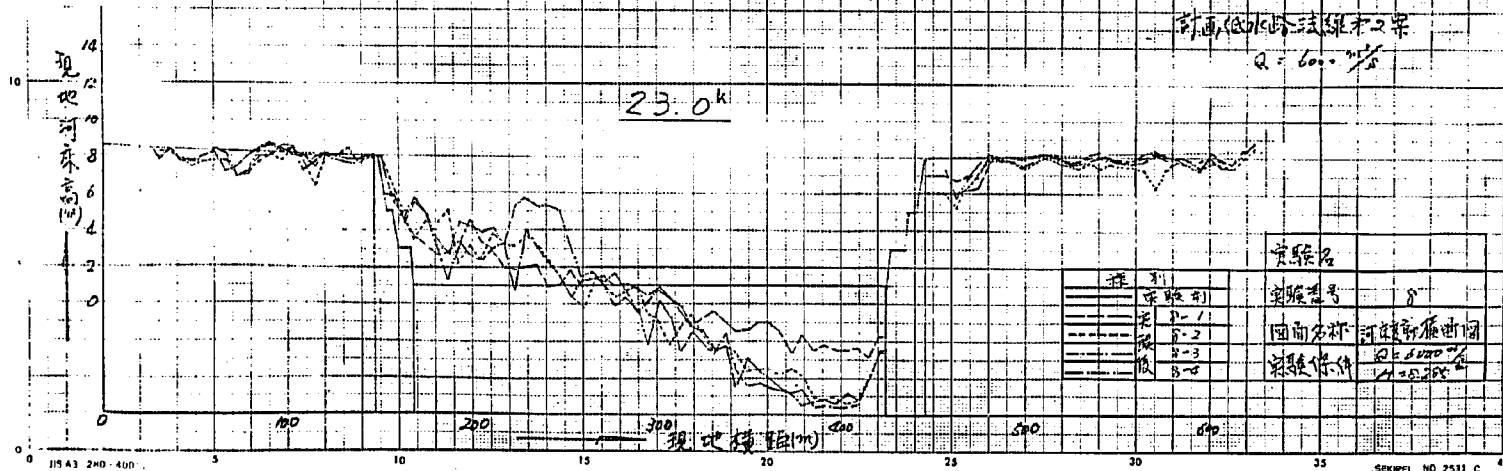


附圖-5-11 計画河道における河床横断変化比較図

計画低水路法線本1号
 $\alpha = 6000 \text{ m/s}$



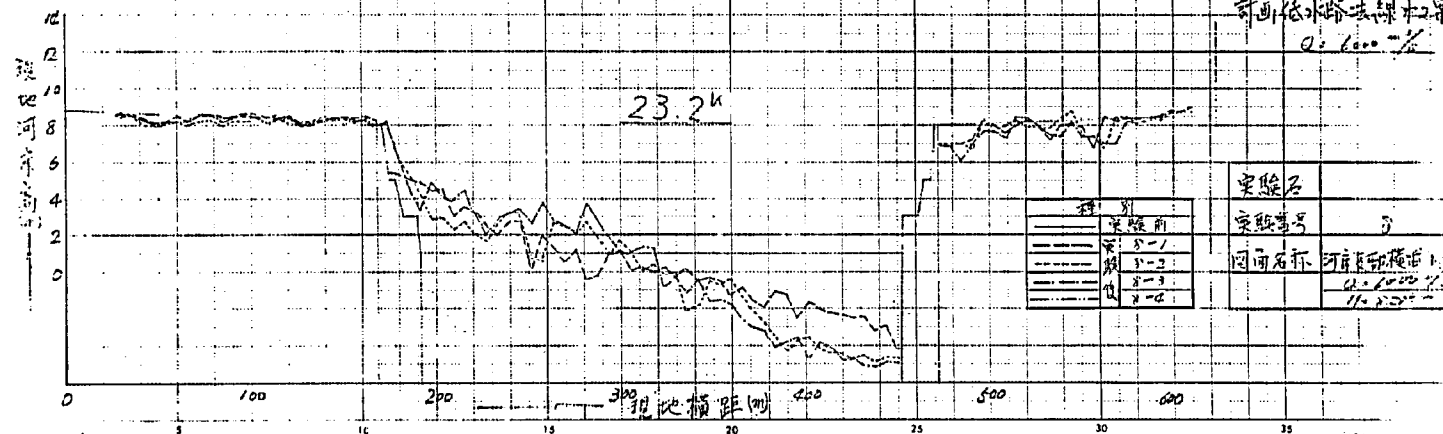
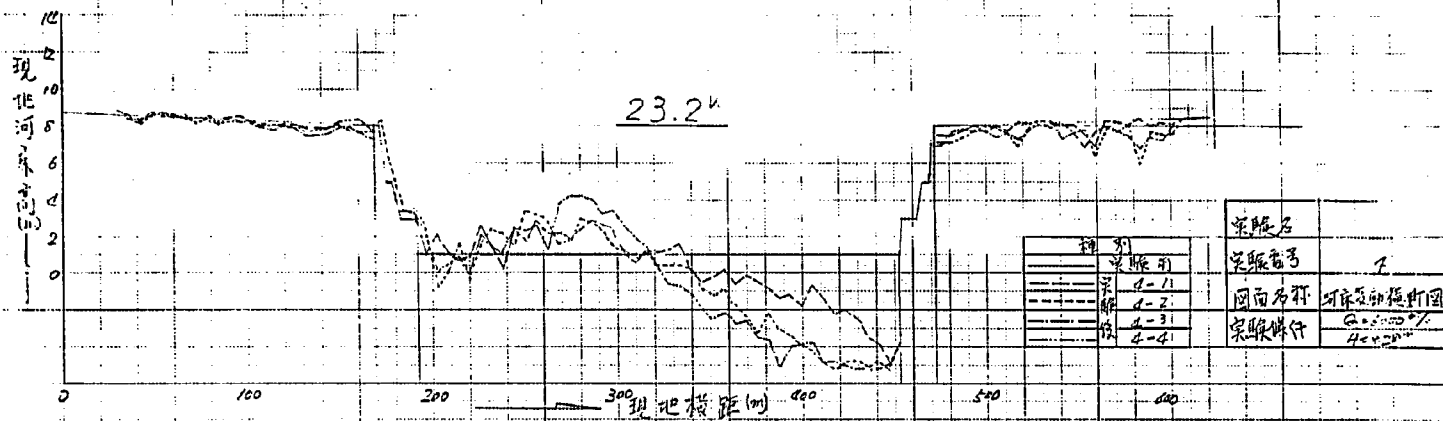
計画低水路法線本2号
 $Q = 6000 \text{ m}^3/\text{s}$



附圖-5-12 計画河道における河床横断変化比較図

計画低水路法線中1条

$Q = 6000 \frac{m^3}{s}$

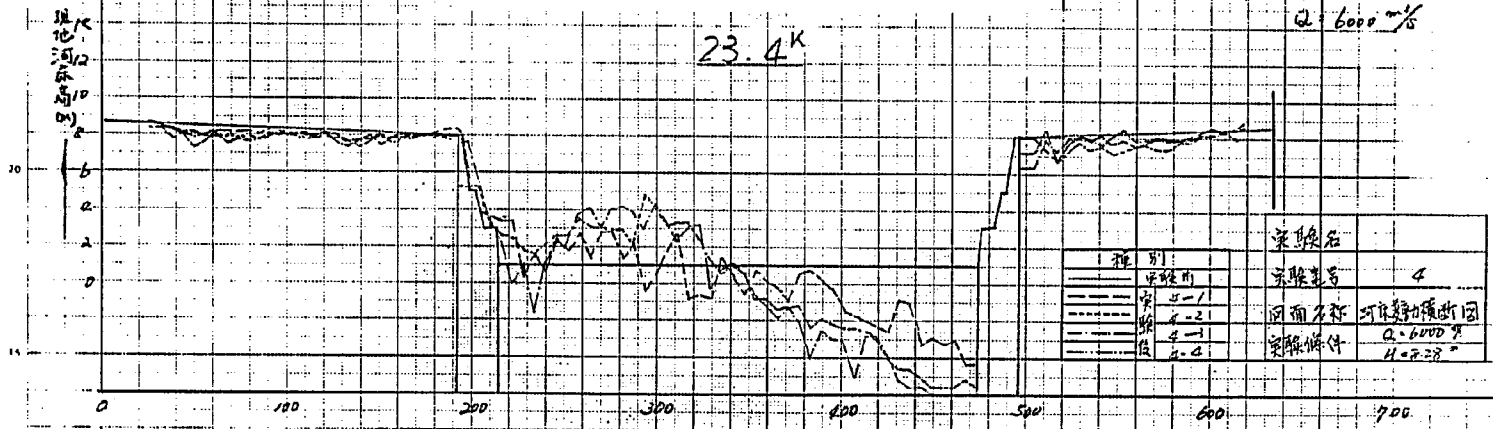


附圖-5-13 計画河道における河床横断変化比較図

計画低水路法線中1条

$Q = 6000 \text{ m}^3/\text{s}$

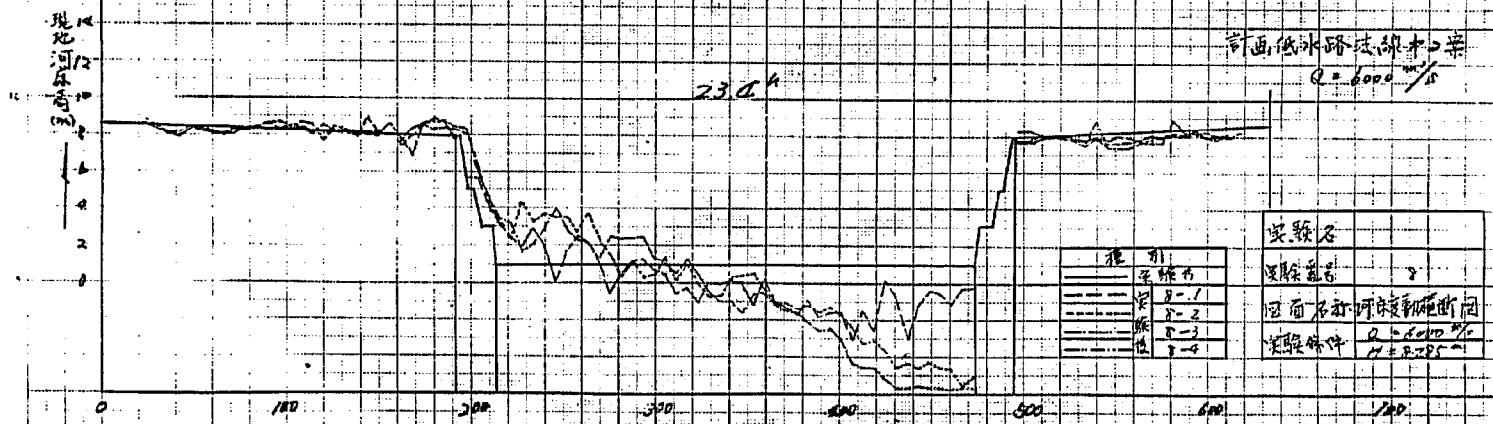
23.4^K



計画低水路法線中2条

$Q = 6000 \text{ m}^3/\text{s}$

23.6^K

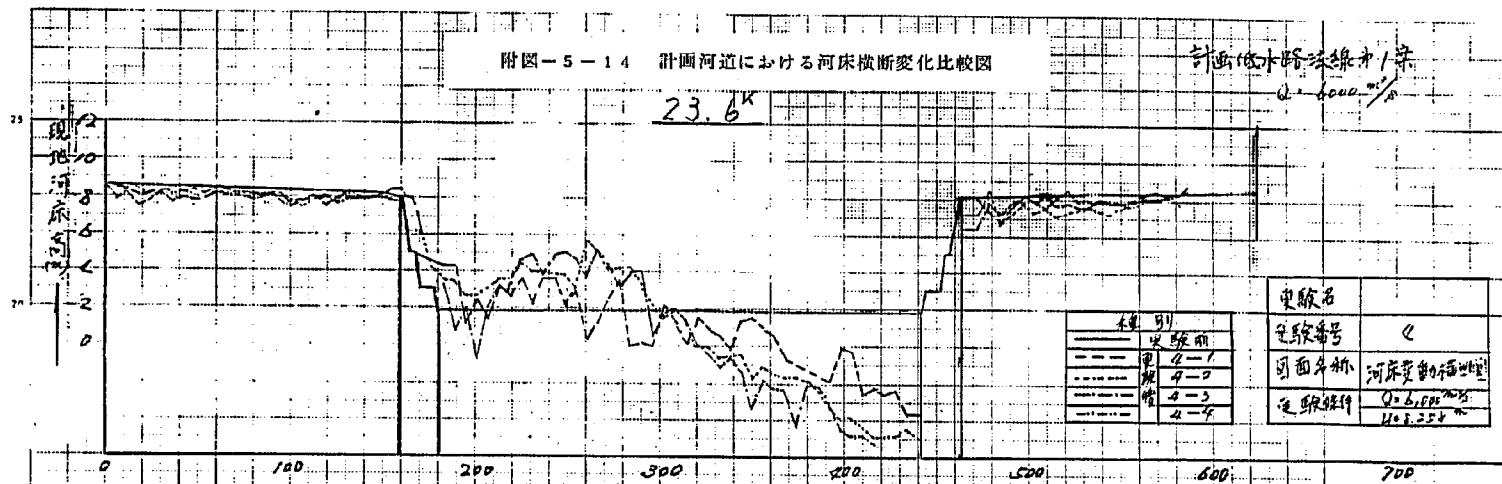


附圖-5-14 計画河道における河床横断変化比較図

計画低水路法線中1岸

$Q = 6000 \text{ m}^3/\text{s}$

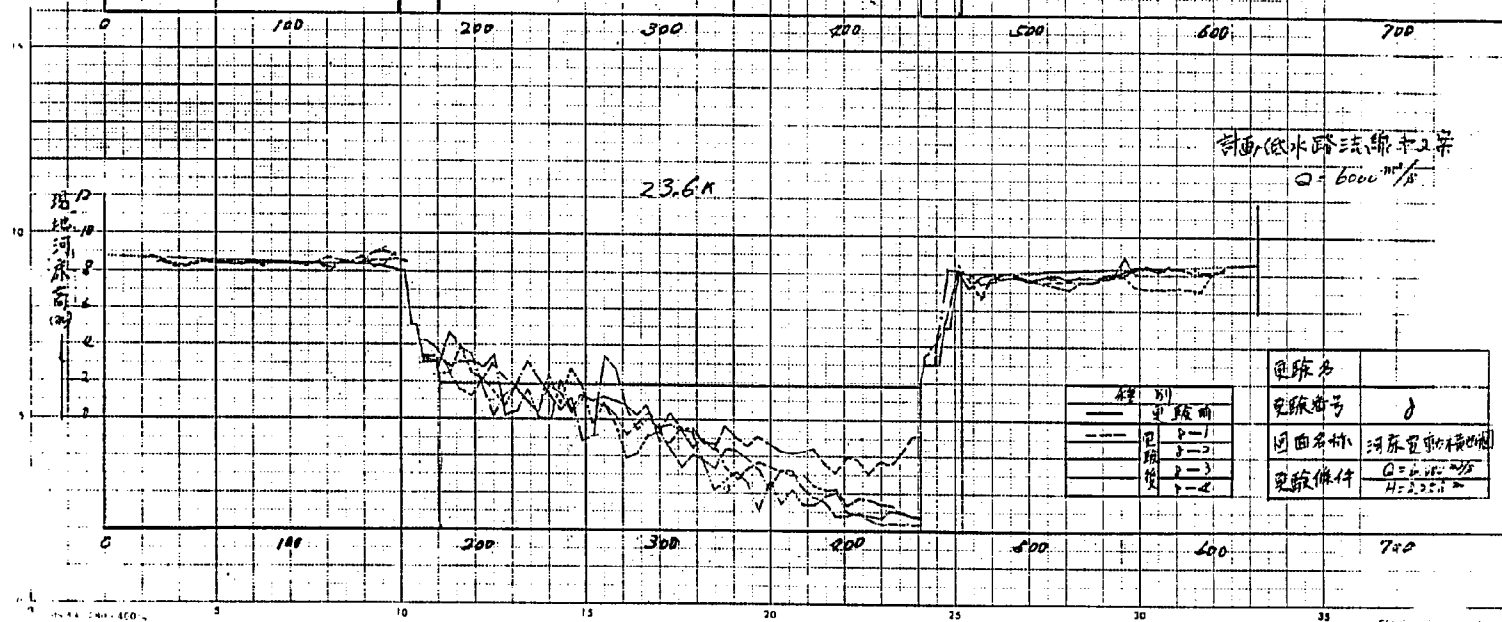
23.6^K



計画低水路法線中2岸

$Q = 6000 \text{ m}^3/\text{s}$

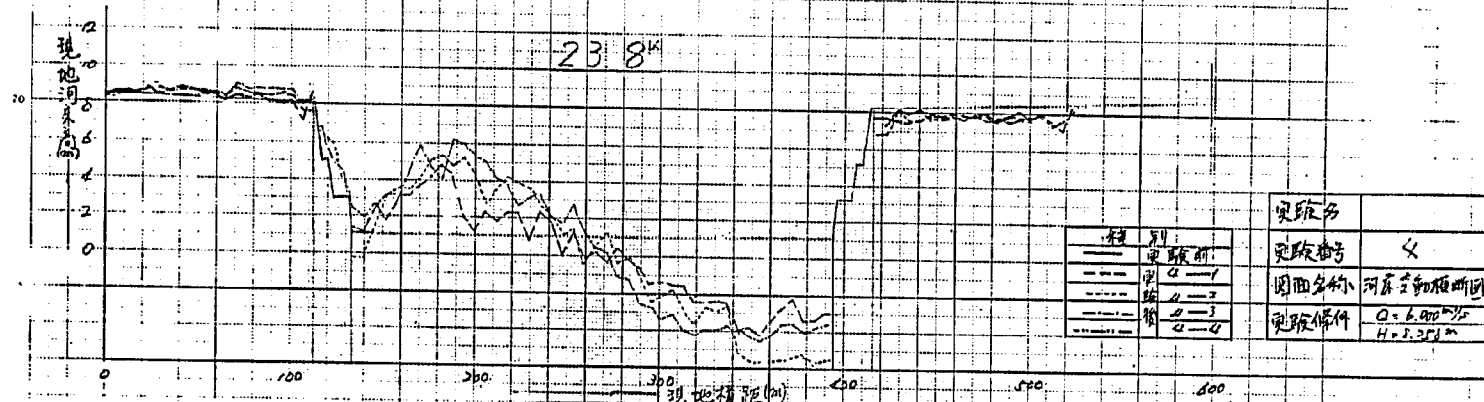
23.6^K



附圖-5-15 計画河道における河床横断変化比較図

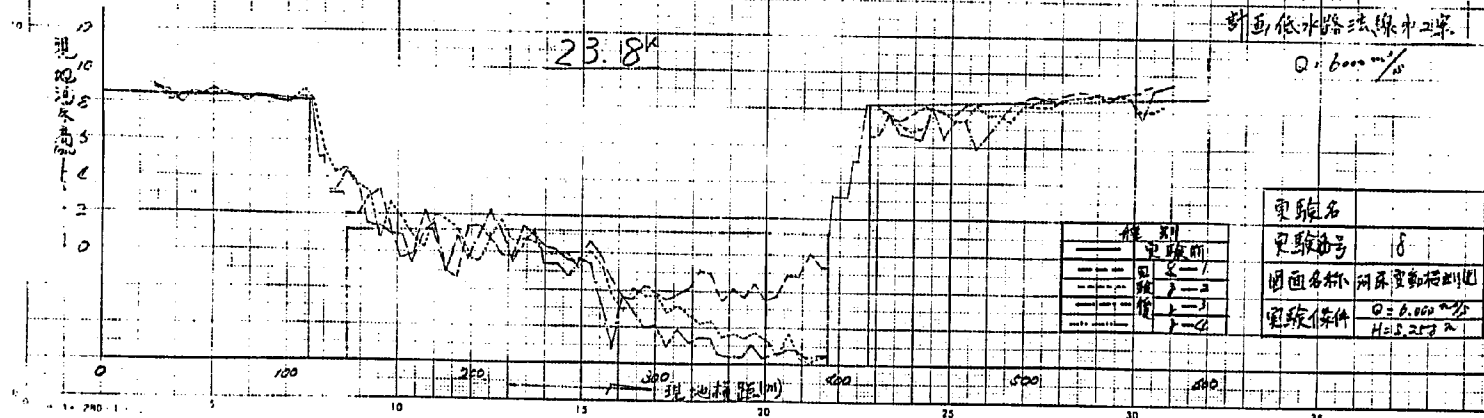
計画低水路法線断面

$Q = 6000 \text{ m}^3/\text{s}$



計画低水路法線断面

$Q = 6000 \text{ m}^3/\text{s}$



附图-5-16 計画河道における河床横断变化比較図

計画低水路法線中1号

$Q=6000 \text{ m}^3/\text{s}$

現地河床高 (m)

24.0^k

種別	記号
現況	—
設計	---
調査	...
計算	----
観測	

河床高	—
水深	—
流速	—
流量	—

0 100 200 300 400 500 600

現地横断(m)

計画低水路法線中2号

$Q=6000 \text{ m}^3/\text{s}$

現地河床高 (m)

24.0^k

種別	記号
現況	—
設計	---
調査	...
計算	----
観測	

河床高	—
水深	—
流速	—
流量	—

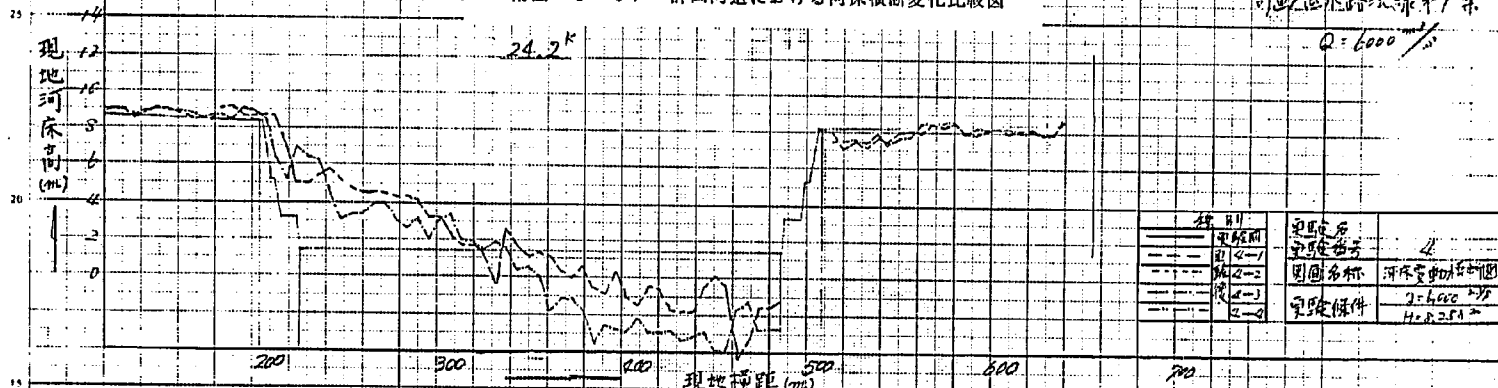
0 100 200 300 400 500 600

現地横断(m)

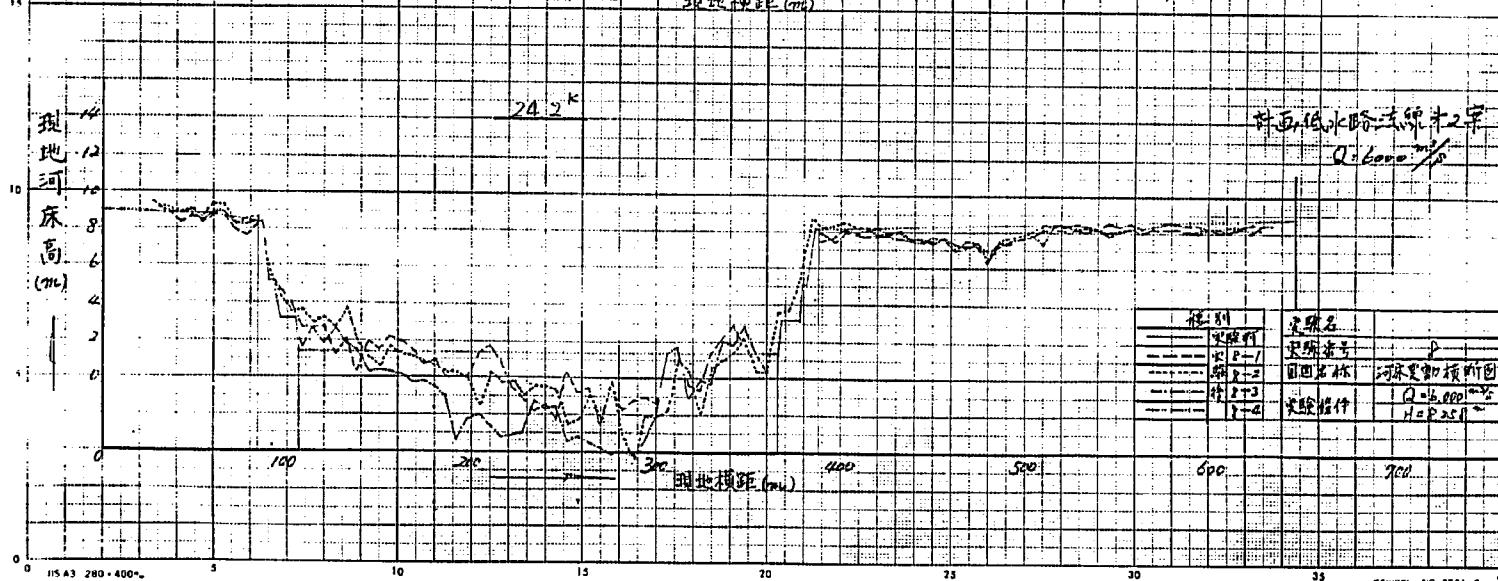
附圖-5-17 計画河道における河床横断変化比較図

計画低水路法線中1岸

$Q = 6000 \text{ m}^3/\text{s}$



種類	実験番号	実験番号
原河床	2-1	河床変動断面図
計画河床	2-2	
河床	2-3	
河床	2-4	
河床	2-5	
河床	2-6	
河床	2-7	
河床	2-8	
河床	2-9	
河床	2-10	
河床	2-11	
河床	2-12	
河床	2-13	
河床	2-14	
河床	2-15	
河床	2-16	
河床	2-17	
河床	2-18	
河床	2-19	
河床	2-20	
河床	2-21	
河床	2-22	
河床	2-23	
河床	2-24	
河床	2-25	
河床	2-26	
河床	2-27	
河床	2-28	
河床	2-29	
河床	2-30	
河床	2-31	
河床	2-32	
河床	2-33	
河床	2-34	
河床	2-35	
河床	2-36	
河床	2-37	
河床	2-38	
河床	2-39	
河床	2-40	
河床	2-41	
河床	2-42	
河床	2-43	
河床	2-44	
河床	2-45	
河床	2-46	
河床	2-47	
河床	2-48	
河床	2-49	
河床	2-50	
河床	2-51	
河床	2-52	
河床	2-53	
河床	2-54	
河床	2-55	
河床	2-56	
河床	2-57	
河床	2-58	
河床	2-59	
河床	2-60	
河床	2-61	
河床	2-62	
河床	2-63	
河床	2-64	
河床	2-65	
河床	2-66	
河床	2-67	
河床	2-68	
河床	2-69	
河床	2-70	
河床	2-71	
河床	2-72	
河床	2-73	
河床	2-74	
河床	2-75	
河床	2-76	
河床	2-77	
河床	2-78	
河床	2-79	
河床	2-80	
河床	2-81	
河床	2-82	
河床	2-83	
河床	2-84	
河床	2-85	
河床	2-86	
河床	2-87	
河床	2-88	
河床	2-89	
河床	2-90	
河床	2-91	
河床	2-92	
河床	2-93	
河床	2-94	
河床	2-95	
河床	2-96	
河床	2-97	
河床	2-98	
河床	2-99	
河床	2-100	

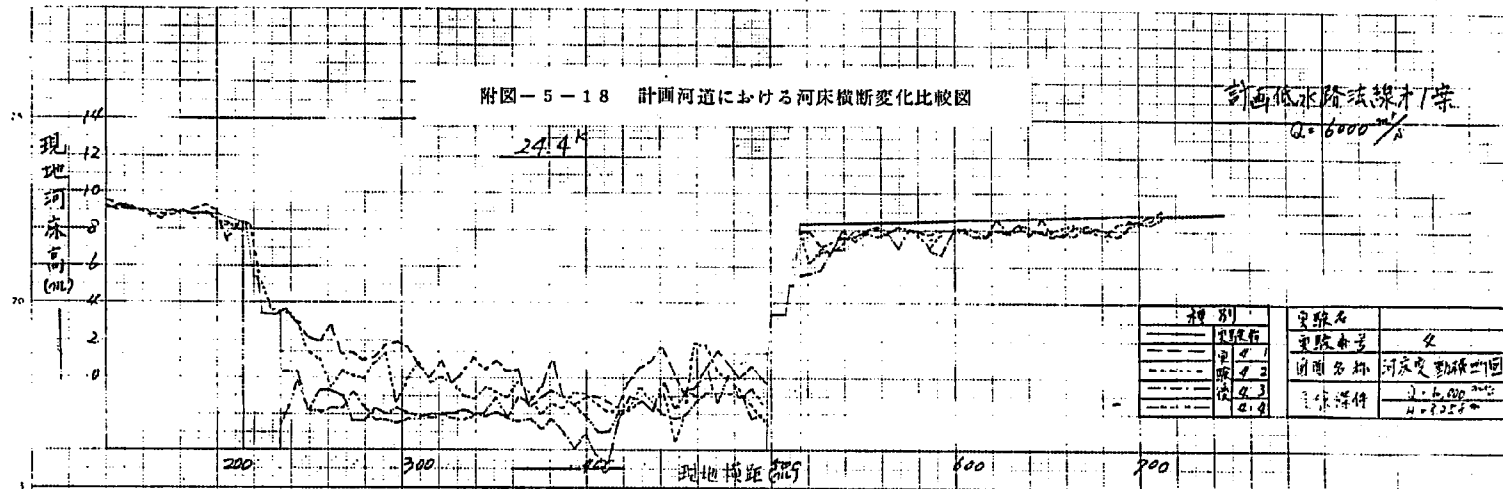


種類	実験番号	実験番号
原河床	2-1	河床変動断面図
計画河床	2-2	
河床	2-3	
河床	2-4	
河床	2-5	
河床	2-6	
河床	2-7	
河床	2-8	
河床	2-9	
河床	2-10	
河床	2-11	
河床	2-12	
河床	2-13	
河床	2-14	
河床	2-15	
河床	2-16	
河床	2-17	
河床	2-18	
河床	2-19	
河床	2-20	
河床	2-21	
河床	2-22	
河床	2-23	
河床	2-24	
河床	2-25	
河床	2-26	
河床	2-27	
河床	2-28	
河床	2-29	
河床	2-30	
河床	2-31	
河床	2-32	
河床	2-33	
河床	2-34	
河床	2-35	
河床	2-36	
河床	2-37	
河床	2-38	
河床	2-39	
河床	2-40	
河床	2-41	
河床	2-42	
河床	2-43	
河床	2-44	
河床	2-45	
河床	2-46	
河床	2-47	
河床	2-48	
河床	2-49	
河床	2-50	
河床	2-51	
河床	2-52	
河床	2-53	
河床	2-54	
河床	2-55	
河床	2-56	
河床	2-57	
河床	2-58	
河床	2-59	
河床	2-60	
河床	2-61	
河床	2-62	
河床	2-63	
河床	2-64	
河床	2-65	
河床	2-66	
河床	2-67	
河床	2-68	
河床	2-69	
河床	2-70	
河床	2-71	
河床	2-72	
河床	2-73	
河床	2-74	
河床	2-75	
河床	2-76	
河床	2-77	
河床	2-78	
河床	2-79	
河床	2-80	
河床	2-81	
河床	2-82	
河床	2-83	
河床	2-84	
河床	2-85	
河床	2-86	
河床	2-87	
河床	2-88	
河床	2-89	
河床	2-90	
河床	2-91	
河床	2-92	
河床	2-93	
河床	2-94	
河床	2-95	
河床	2-96	
河床	2-97	
河床	2-98	
河床	2-99	
河床	2-100	

附圖-5-18 計画河道における河床横断変化比較図

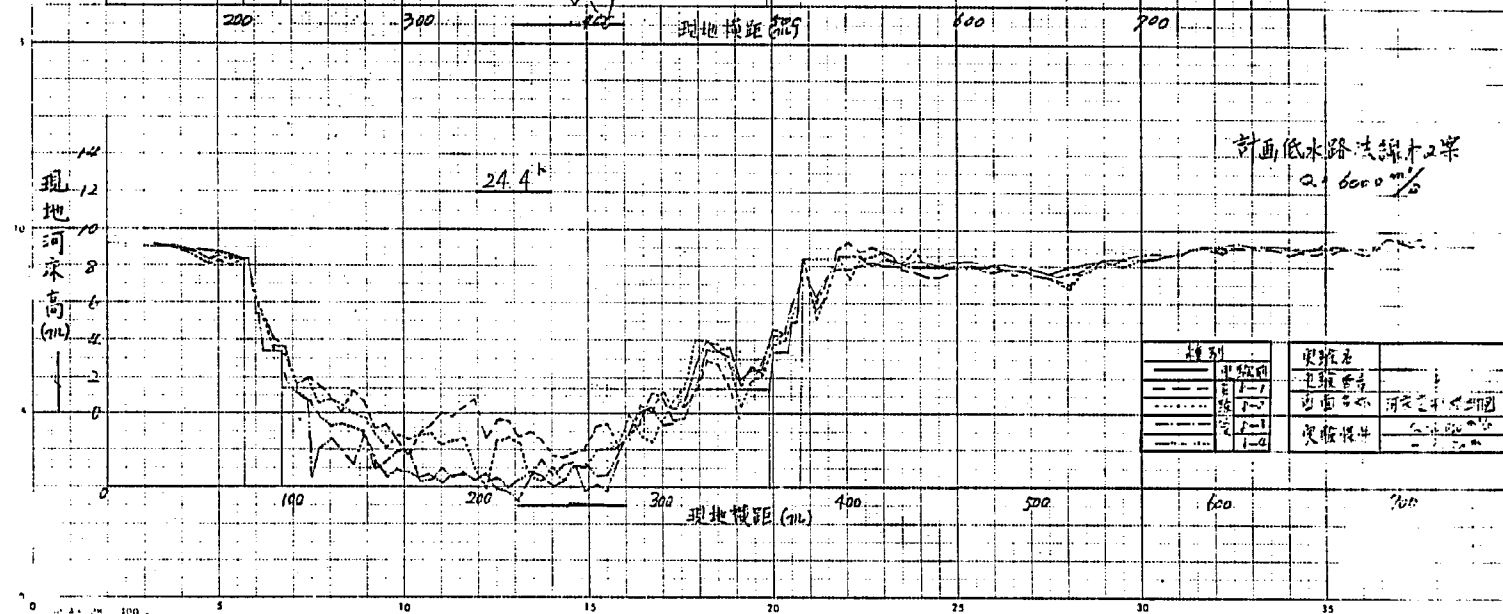
計画低水路法線才1案

$Q=6000 \text{ m}^3/\text{s}$



計画低水路法線才2案

$Q=6000 \text{ m}^3/\text{s}$



附圖-5-19 計画河道における河床横断変化比較図

計画低水路法線中1条

$Q = 6000 \text{ m}^3/\text{s}$

24.6K

現在
河床
高(m)

0 200 300 400 500 600 700 800

種別	
実験前	—
実験1	- - -
実験2	· · ·
実験3	- · -

実験名	
実験番号	4
図面名称	河床変動横断面図
実験条件	$Q = 6,000 \text{ m}^3/\text{s}$ $H = 8.225 \text{ m}$

-51-

24.6A

計画低水路法線中2条

$Q = 6000 \text{ m}^3/\text{s}$

現在
河床
高(m)

0 100 200 300 400 500 600 700

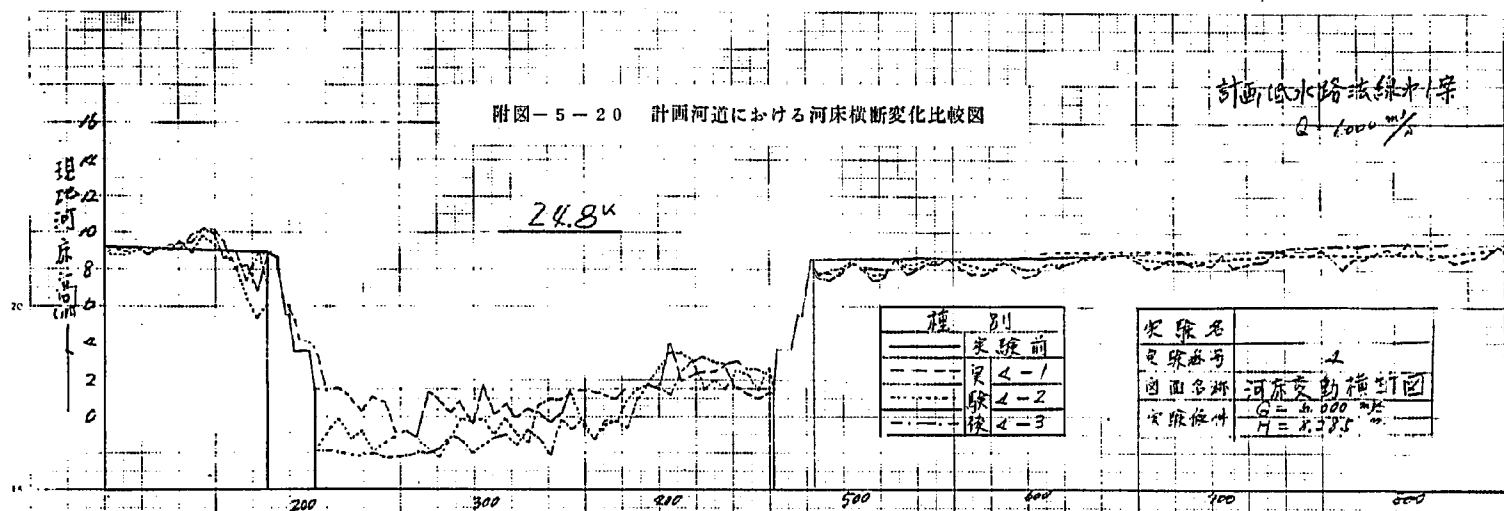
種別	
実験前	—
実験1	- - -
実験2	· · ·
実験3	- · -

実験名	
実験番号	8
図面名称	河床変動横断面図
実験条件	$Q = 6,000 \text{ m}^3/\text{s}$ $H = 8.285 \text{ m}$

附图-5-20 計画河道における河床横断变化比較図

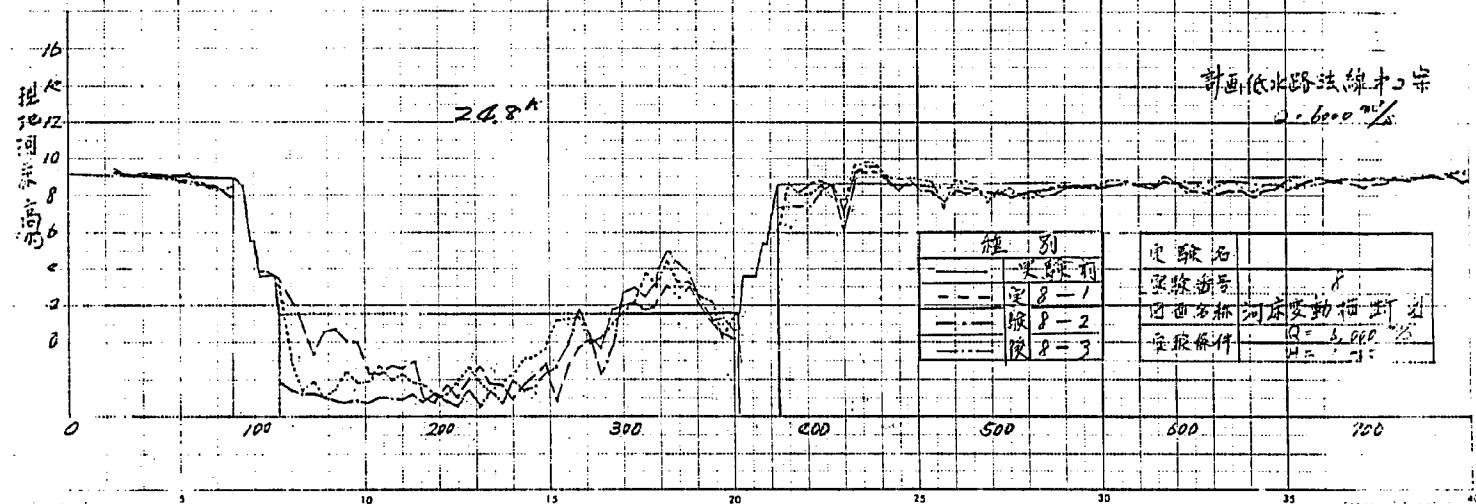
計画低水路法線中ノ岸

$Q = 1000 \text{ m}^3/\text{s}$



計画低水路法線中ノ岸

$Q = 6000 \text{ m}^3/\text{s}$



附圖-5-21 計畫河道における河床横断变化比較図

計画低水路法線中1線

$Q = 6,000 \text{ m}^3/\text{s}$

25.0K

河床高 (m)

程 別	
—	実験前
---	実験 1
----	実験 2
.....	実験 3
-----	実験 4

実験名	
実験番号	4
断面名称	河床変動断面図
実験条件	$Q = 6,000 \text{ m}^3/\text{s}$ $H = 8.215 \text{ m}$

0 100 200 300 400 500 600 700

25.0m

計画低水路法線中1線

$Q = 6,000 \text{ m}^3/\text{s}$

河床高 (m)

程 別	
—	実験前
---	実験 1
----	実験 2
.....	実験 3
-----	実験 4

実験名	
実験番号	8
断面名称	河床変動断面図
実験条件	$Q = 6,000 \text{ m}^3/\text{s}$ $H = 8.215 \text{ m}$

0 100 200 300 400 500 600 700

現地横断 (m)

附图-5-22 計画河道における河床横断変化比較図

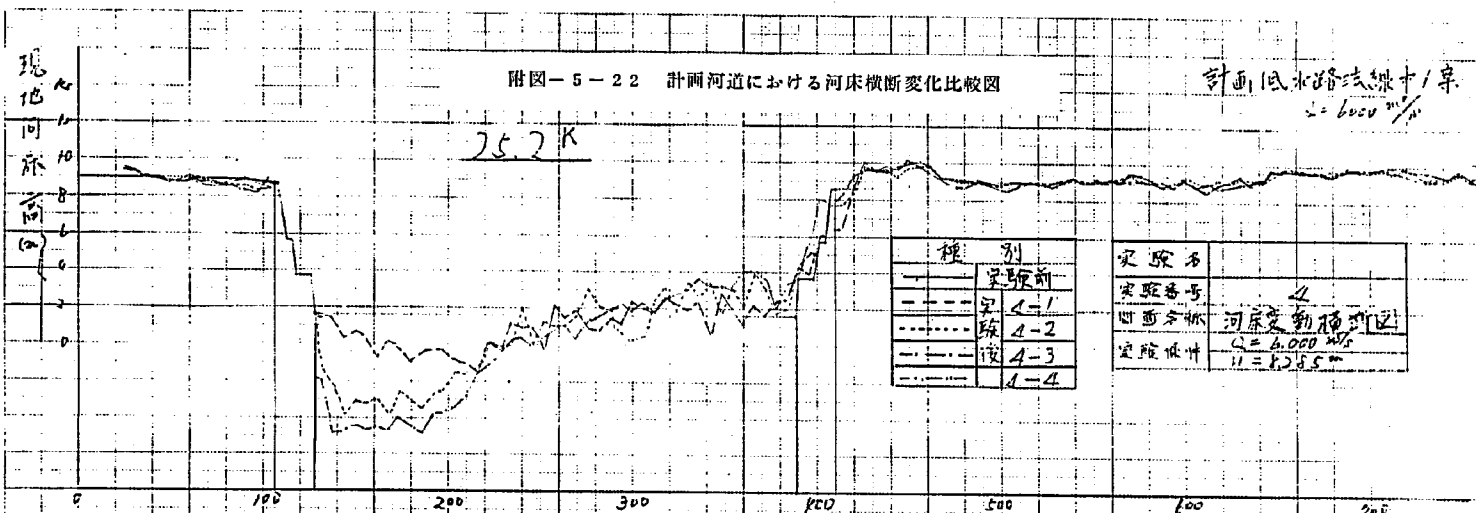
計画低水路法線中1岸

$Q = 6000 \text{ m}^3/\text{s}$

25.2 K

種別	実験前
—	実験前
---	実験 4-1
----	実験 4-2
-.-.-	実験 4-3
----	実験 4-4

実験名	
実験番号	4
計画名称	河床変動模範区
実験条件	$Q = 6000 \text{ m}^3/\text{s}$ $H = 8.5 \text{ m}$



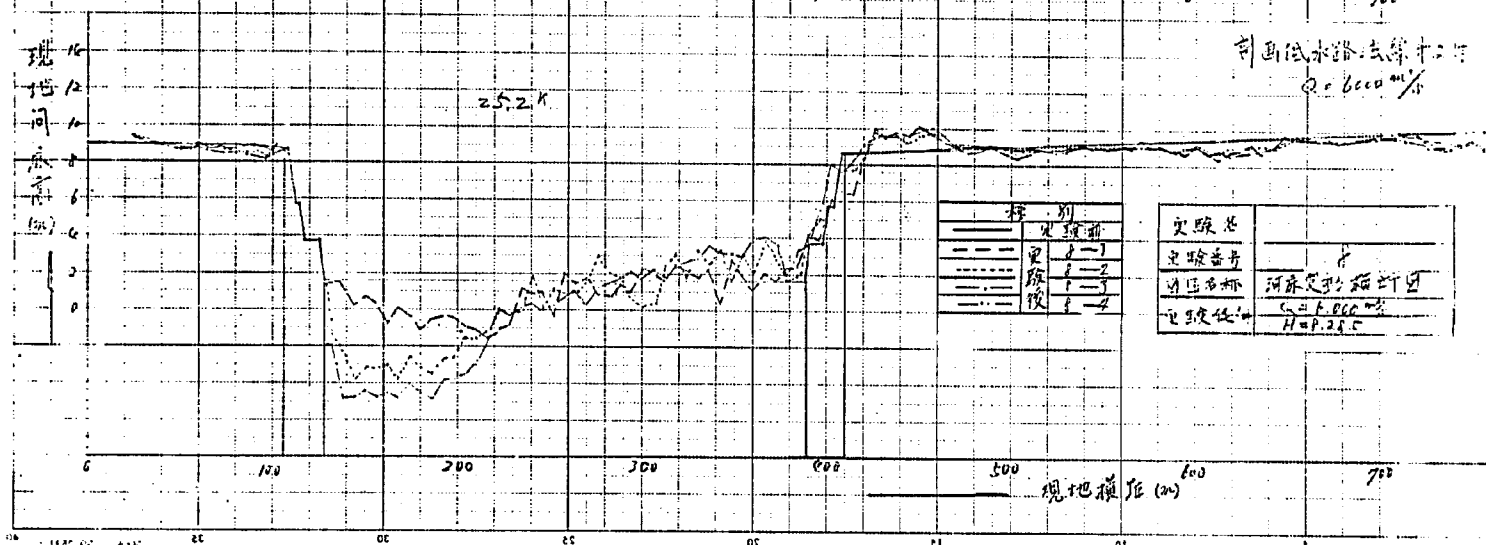
計画低水路法線中2岸

$Q = 6000 \text{ m}^3/\text{s}$

25.2 K

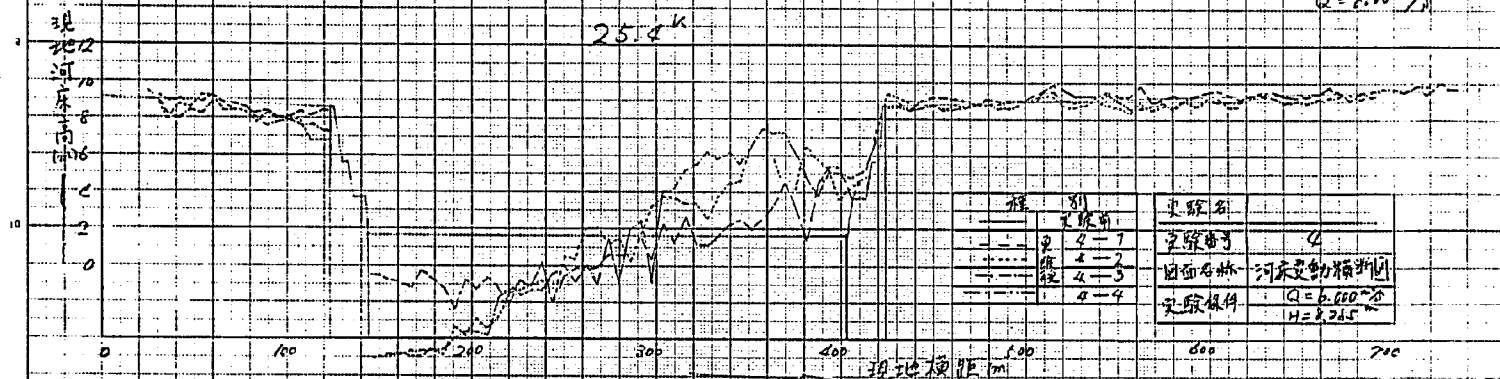
種別	実験前
—	実験前
---	実験 4-1
----	実験 4-2
-.-.-	実験 4-3
----	実験 4-4

実験名	
実験番号	4
計画名称	河床変動模範区
実験条件	$Q = 6000 \text{ m}^3/\text{s}$ $H = 8.5 \text{ m}$

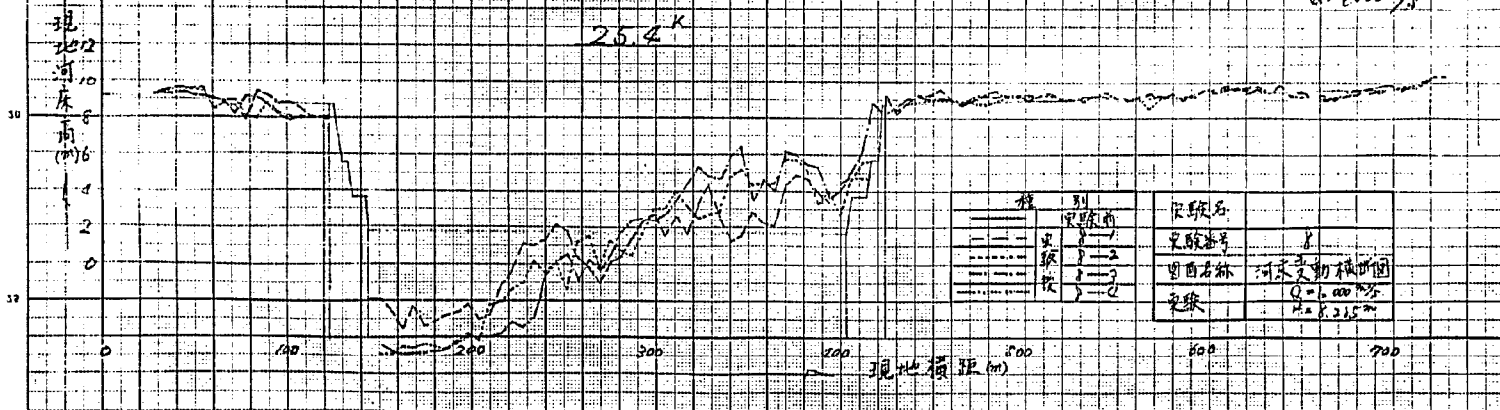


附图-5-23 計画河道における河床横断変化比較図

計画低水路法線1号
 $Q = 6.00 \text{ m}^3/\text{s}$

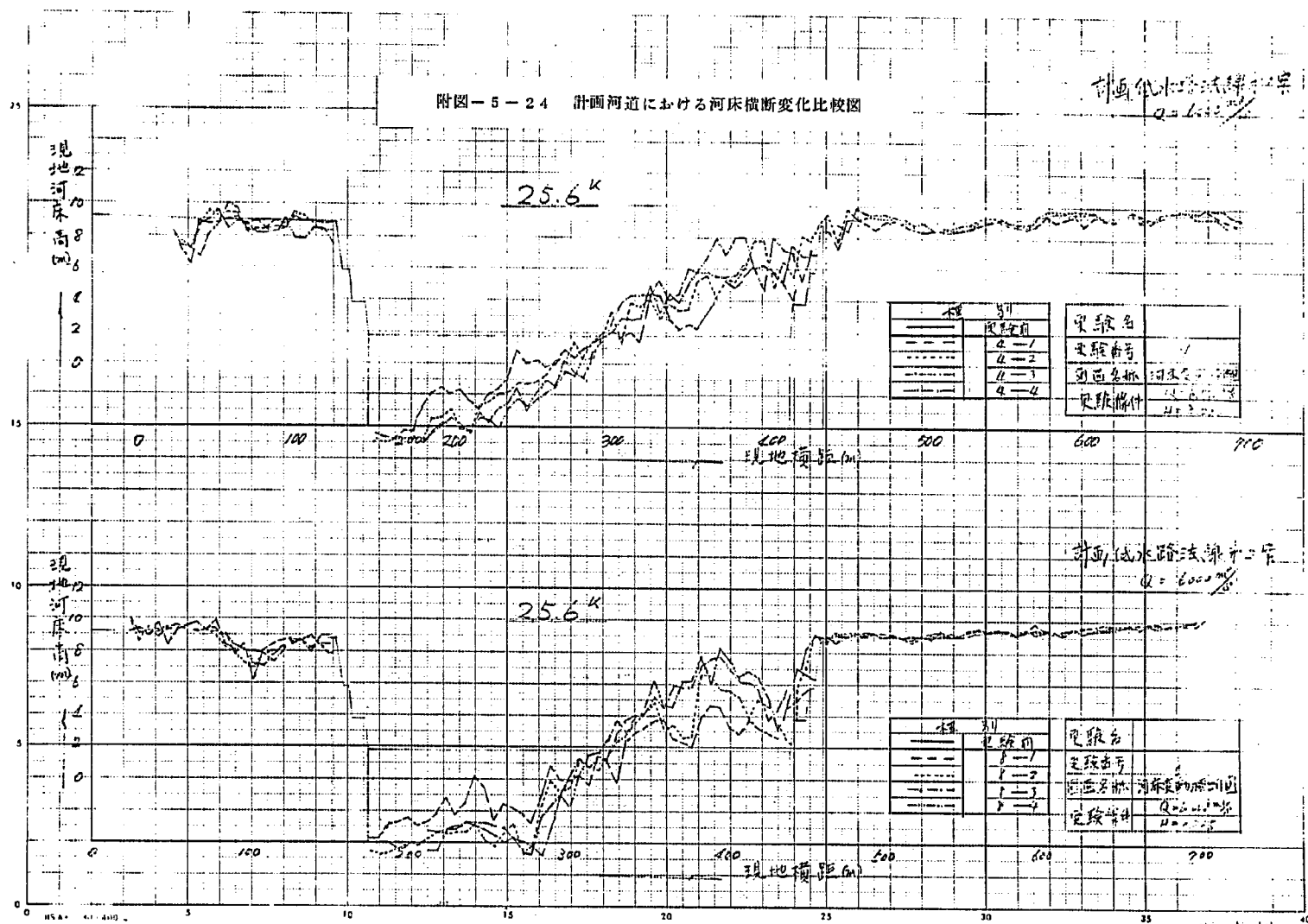


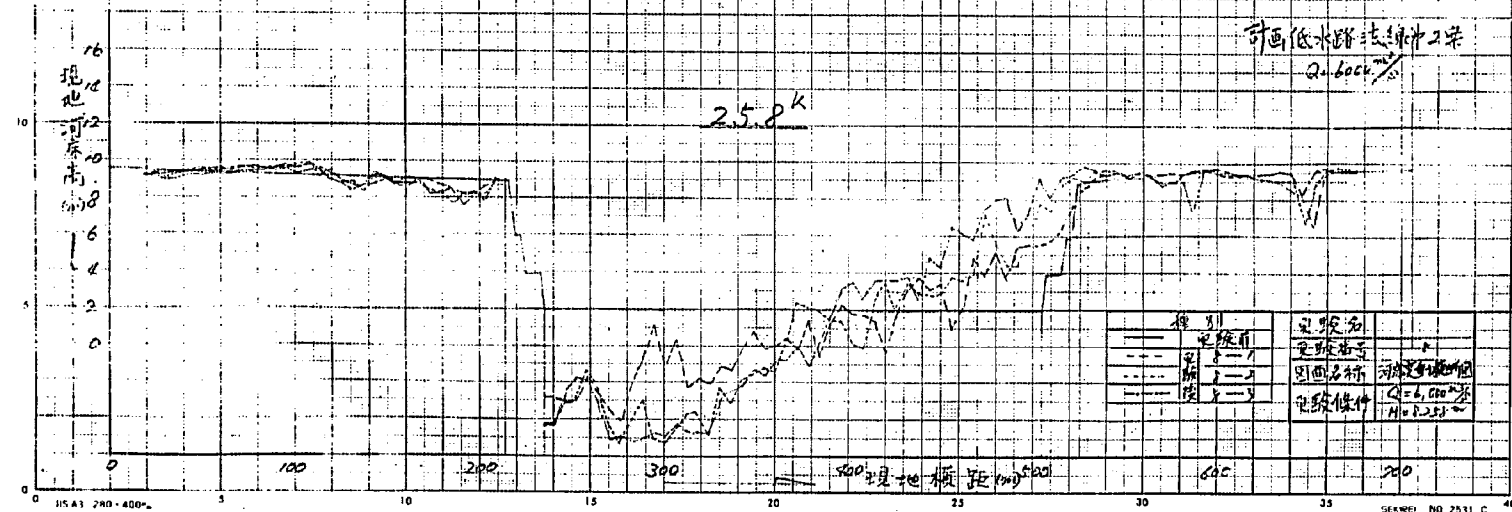
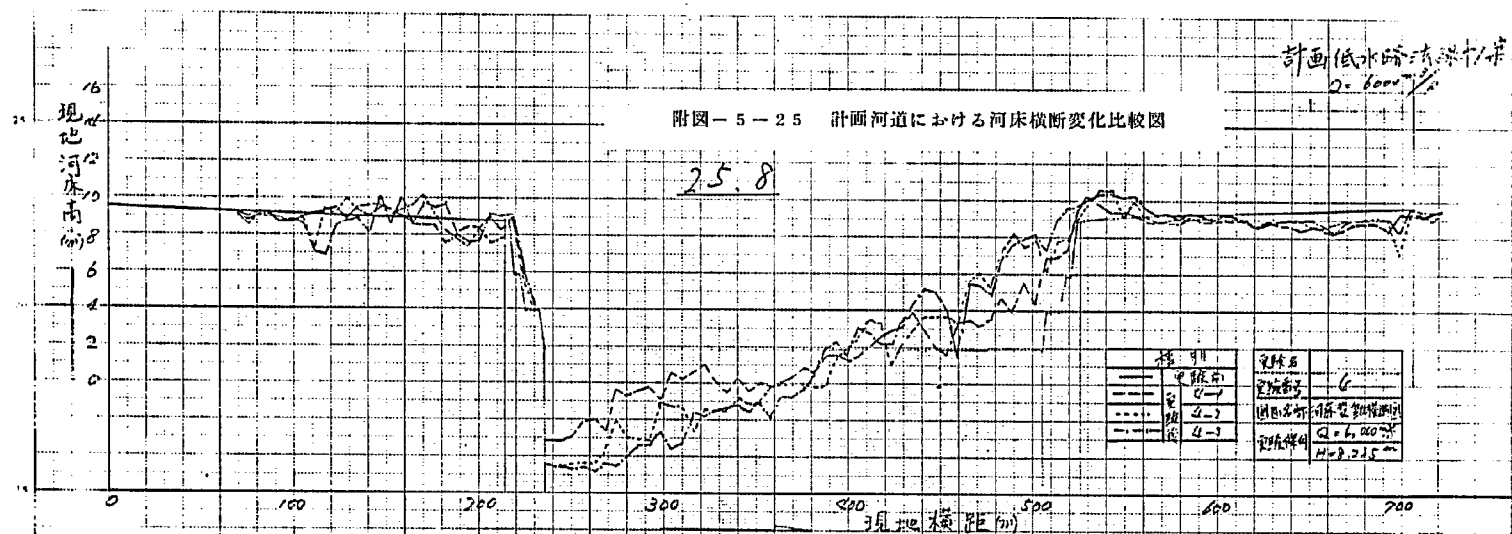
計画低水路法線2号
 $Q = 6.00 \text{ m}^3/\text{s}$



附圖-5-24 計画河道における河床横断变化比較図

計画河道法計算
Q = 6000 m³/s





附圖-5-26 計画河道における河床横断変化比較図

計画低水路法線第1号

$Q = 6000 \text{ m}^3/\text{s}$

26.0^k

断面	名称
1	断面1
2	断面2
3	断面3
4	断面4
5	断面5

断面	名称
1	断面1
2	断面2
3	断面3
4	断面4
5	断面5

現地横距(m)

計画低水路法線第2号

$Q = 6000 \text{ m}^3/\text{s}$

26.0^k

断面	名称
1	断面1
2	断面2
3	断面3
4	断面4
5	断面5

断面	名称
1	断面1
2	断面2
3	断面3
4	断面4
5	断面5

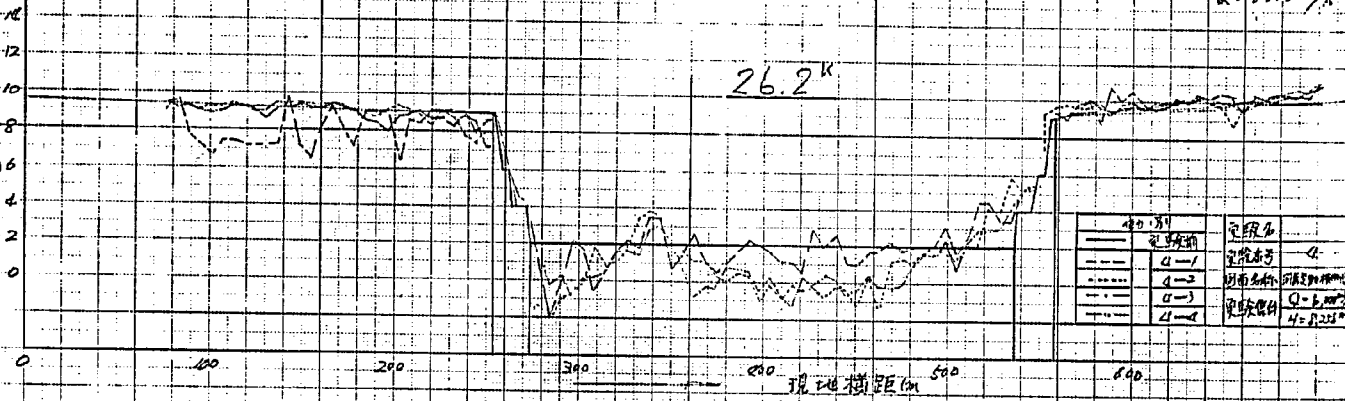
現地横距(m)

Scale: 1:1000

附圖-5-27 計画河道における河床横断変化比較図

計画低水路法線中1岸
 $Q=6000 \text{ m}^3/\text{s}$

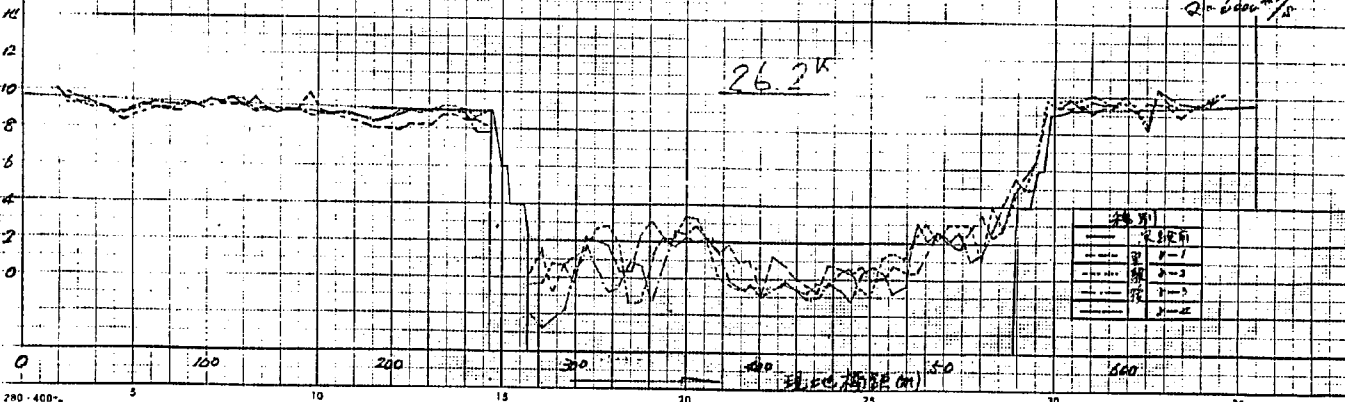
現地河床高



断面	位置
—	断面1
- - -	断面2
...	断面3
...	断面4

-59-

現地河床高



断面	位置
—	断面1
- - -	断面2
...	断面3
...	断面4

附圖—5—28 計画河道における河床横断変化比較図

計画低水路設計1号
 $Q = 6000 \text{ m}^3/\text{s}$

26.2 K

現地河床高
 (m)

例 54	
—	設計前
---	設計1
---	設計2
---	設計3
---	設計4

設計5	
設計5	設計5
設計5	設計5
設計5	設計5
設計5	設計5

0 100 200 300 400 500 600 700 現地横距(m)

計画低水路設計2号
 $Q = 6000 \text{ m}^3/\text{s}$

26.2 A

現地河床高
 (m)

例 54	
—	設計前
---	設計1
---	設計2
---	設計3
---	設計4

設計5	
設計5	設計5
設計5	設計5
設計5	設計5
設計5	設計5

0 100 200 300 400 500 600 700 現地横距(m)

附圖-5-29 計画河道における河床横断変化比較図

計画低水路法線1年

$Q = 6000 \frac{m^3}{s}$

26.6^m

断面	河床高
1-1	26.6
2-2	26.6
3-3	26.6
4-4	26.6

河床高	26.6
河床底高	26.6
河床底高	26.6
河床底高	26.6
河床底高	26.6

計画低水路法線2年

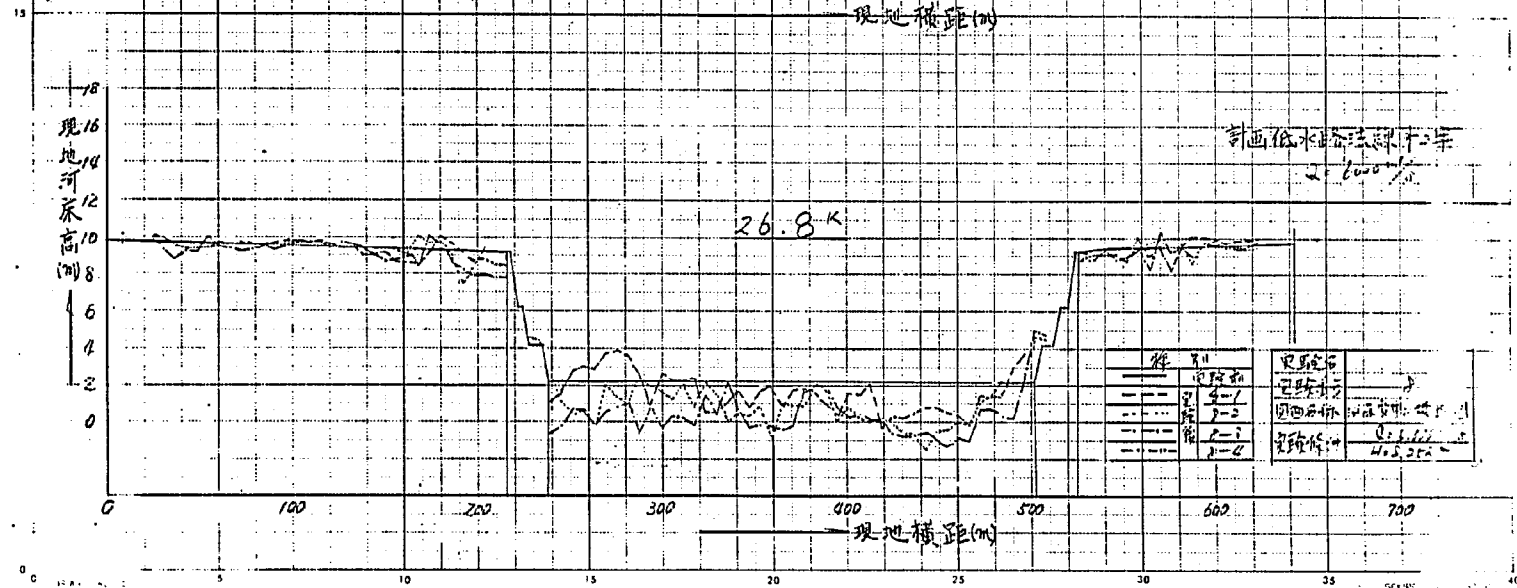
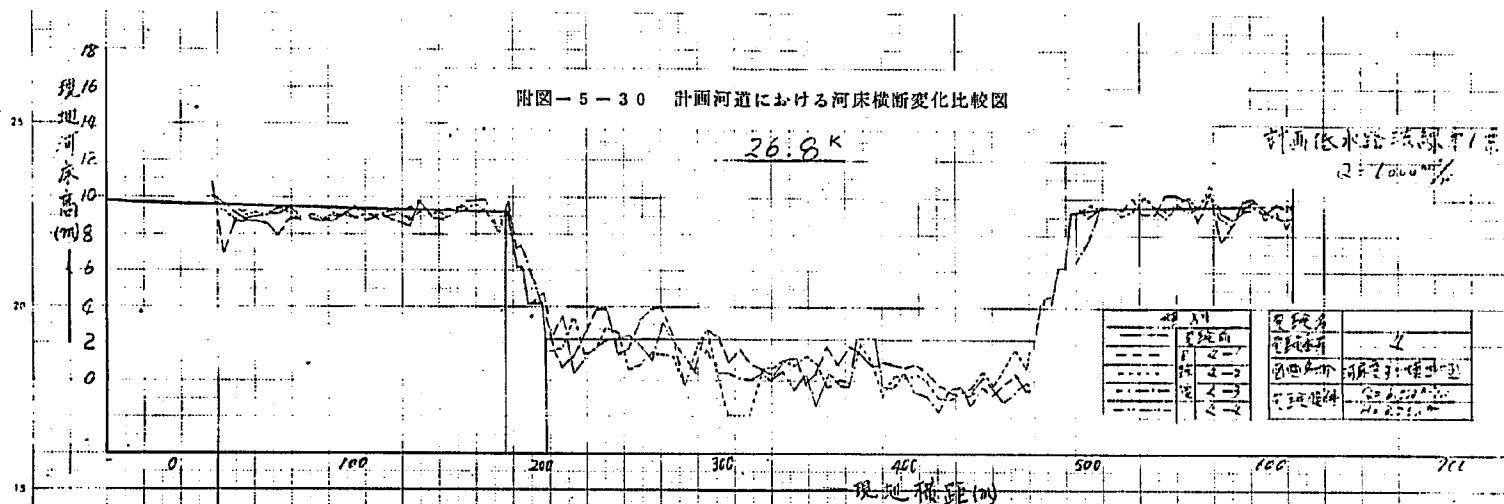
$Q = 6000 \frac{m^3}{s}$

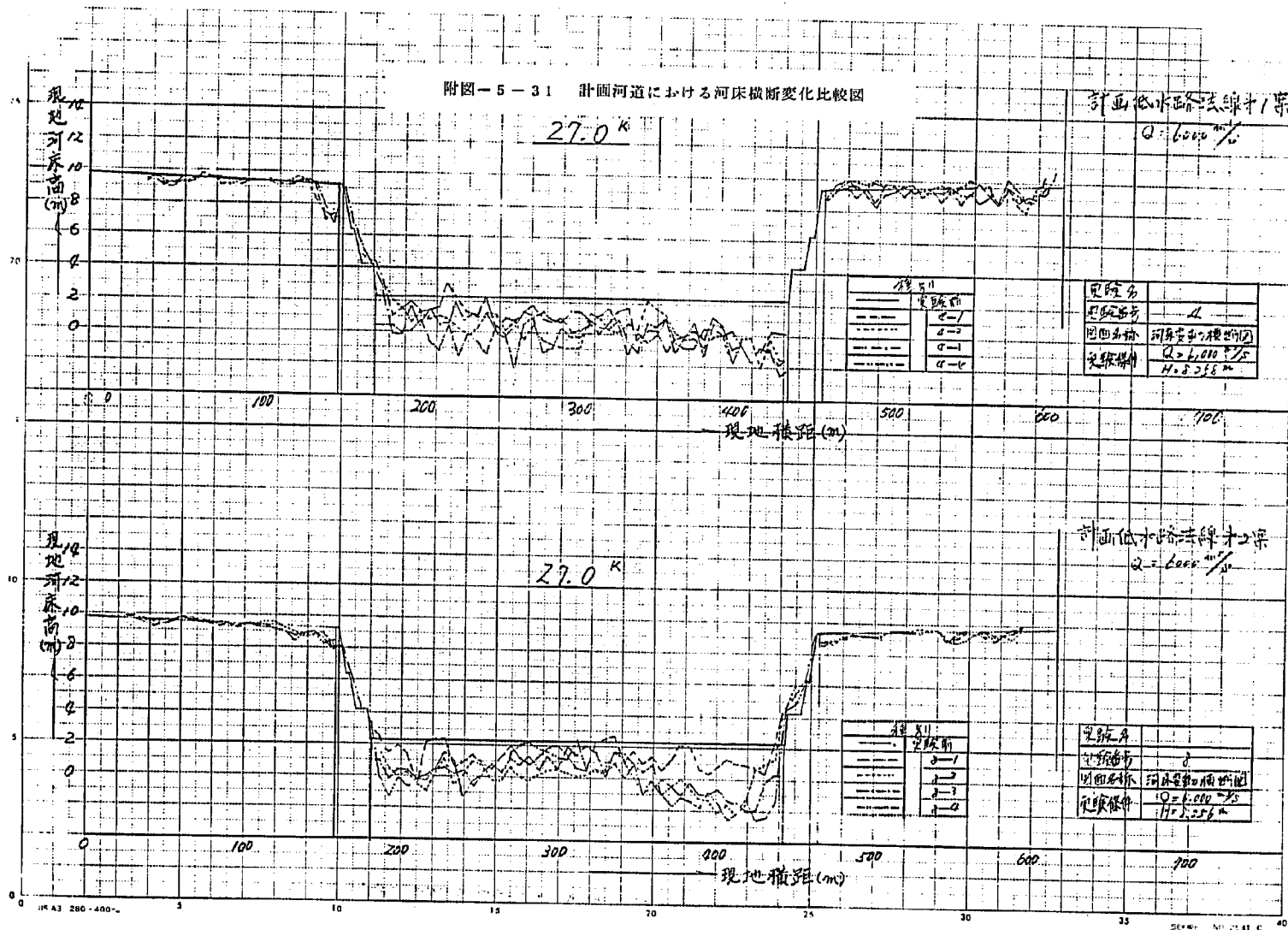
26.6^m

断面	河床高
1-1	26.6
2-2	26.6
3-3	26.6
4-4	26.6

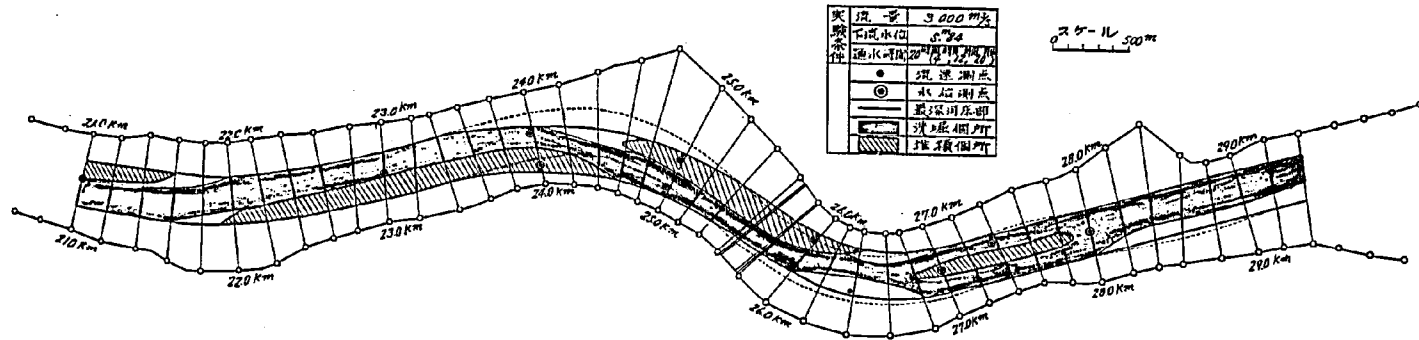
河床高	26.6
河床底高	26.6
河床底高	26.6
河床底高	26.6
河床底高	26.6

附圖-5-30 計画河道における河床横断変化比較図

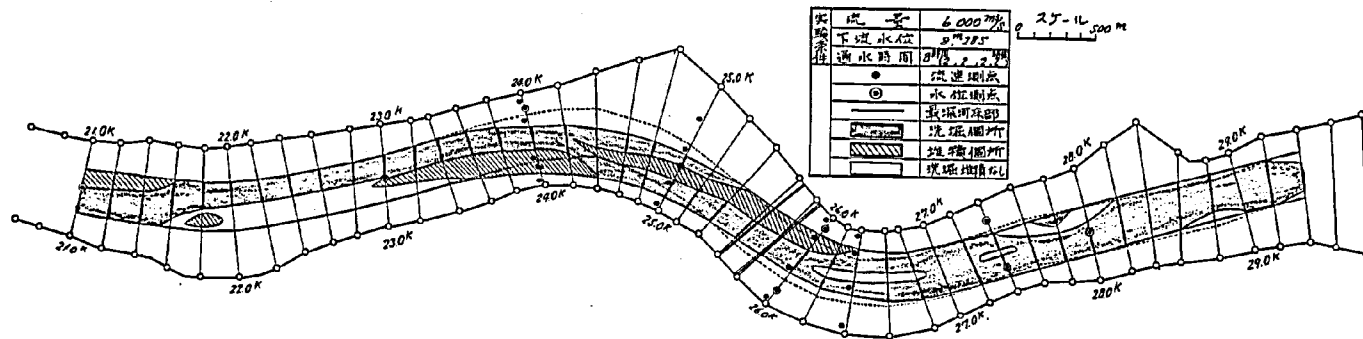




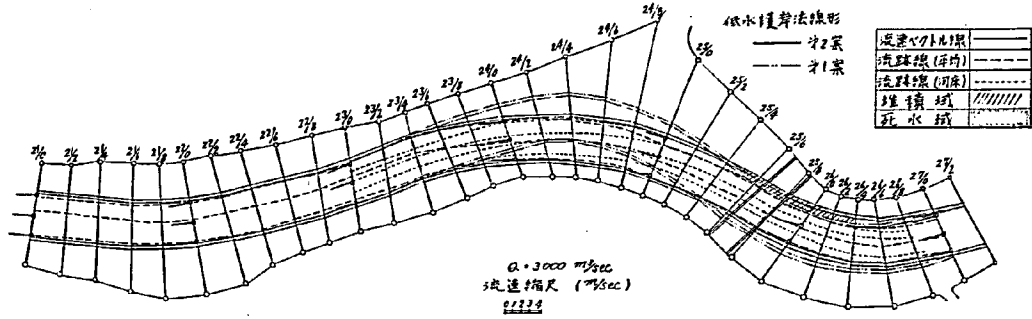
附圖-6-1 計画河道第2案における河床変動図



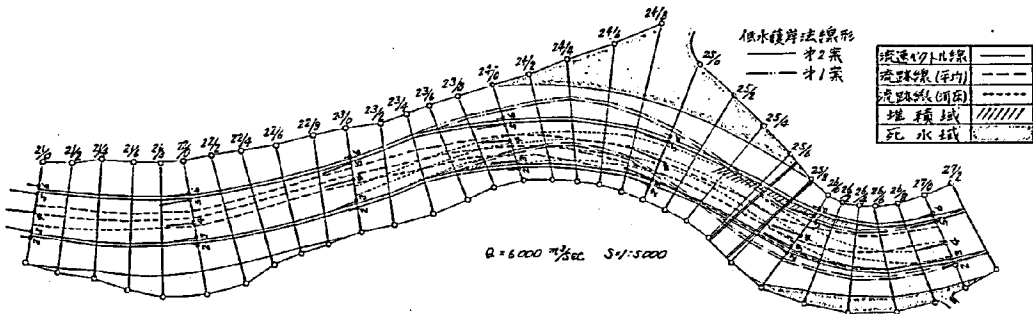
附圖-6-2 計画河道第2案における河床変動図



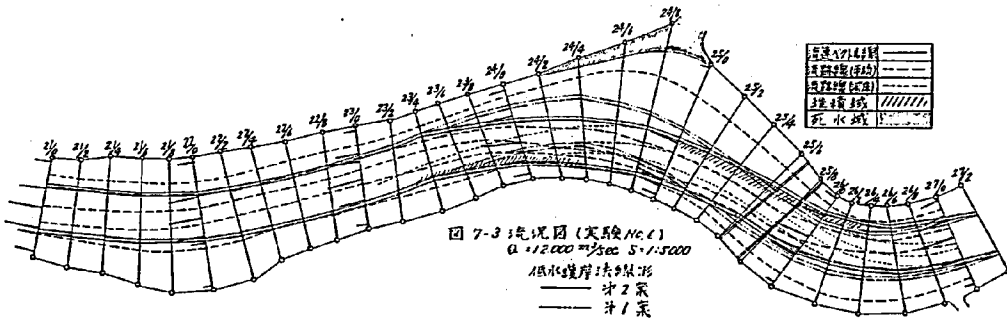
附圖-7-1 流況圖 (實驗No.4)

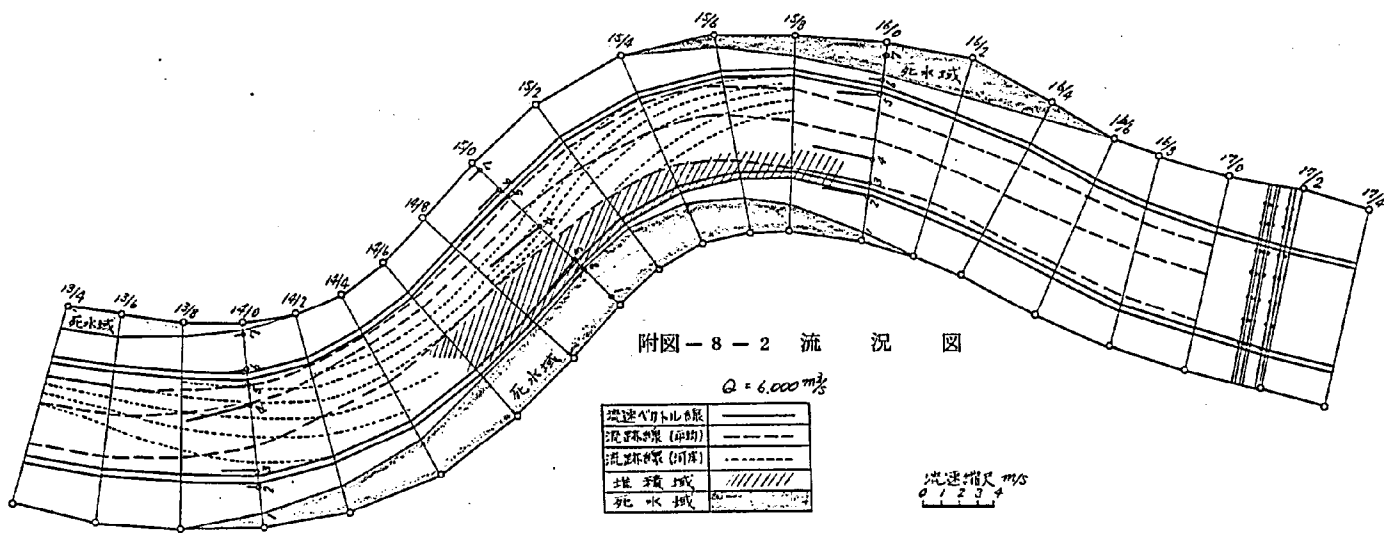
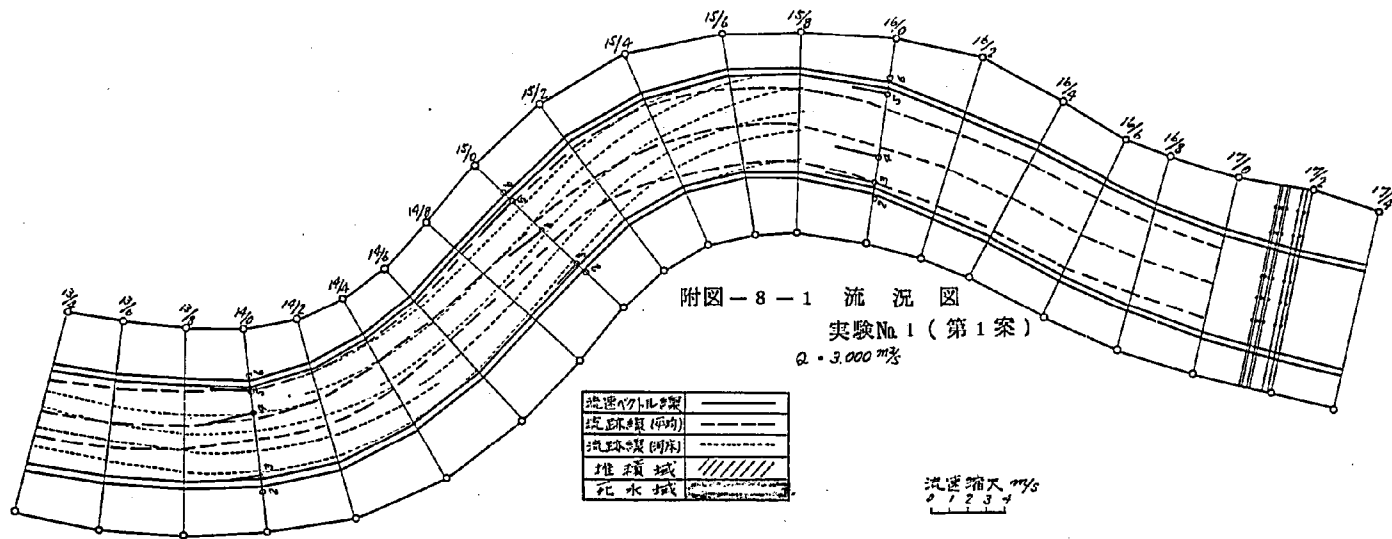


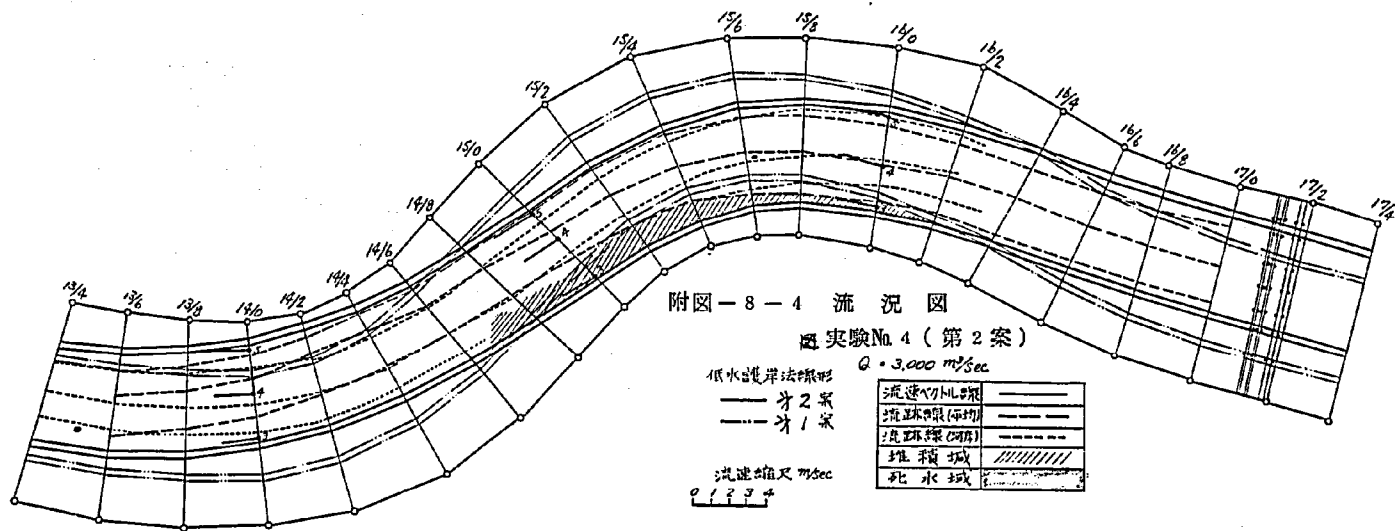
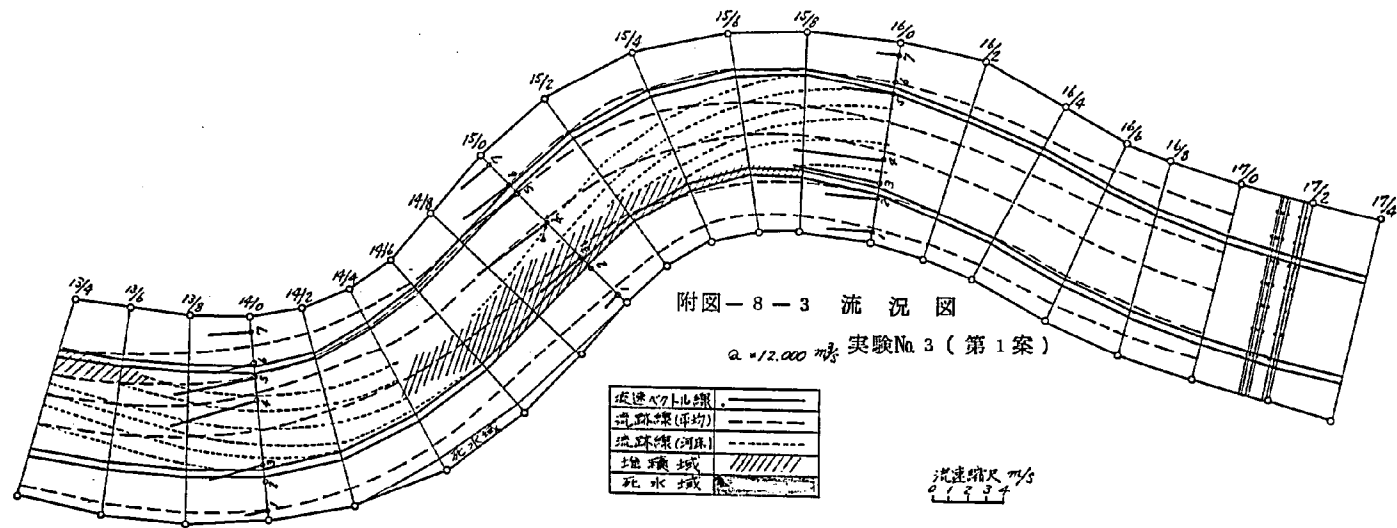
附圖-7-2 流況圖 (實驗No.5)

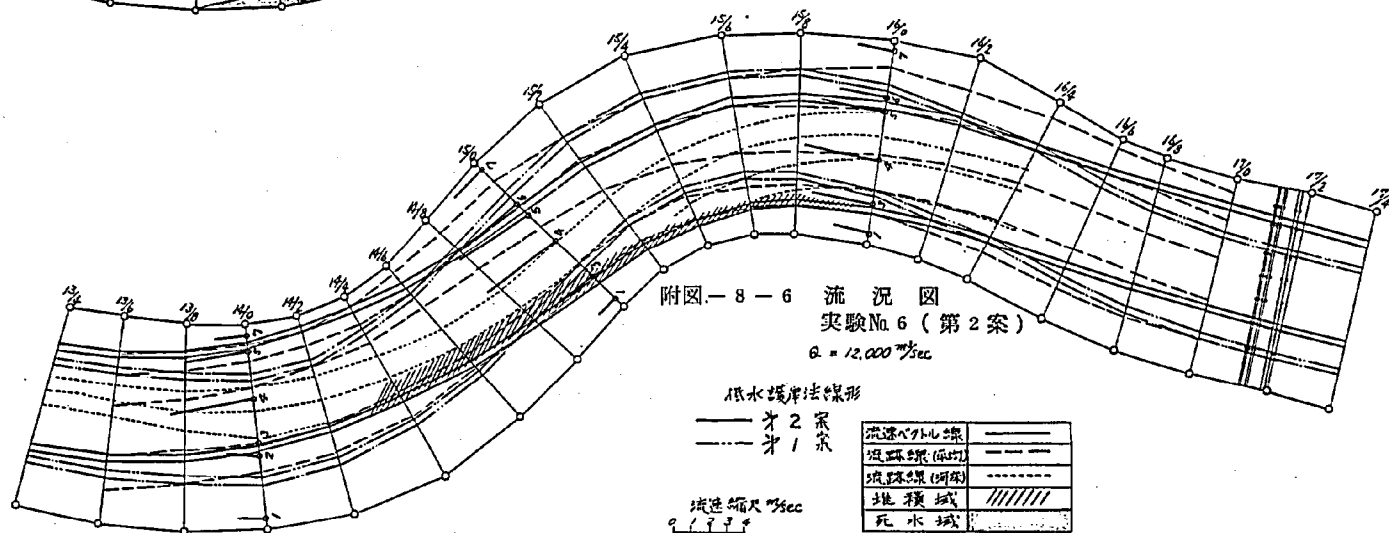
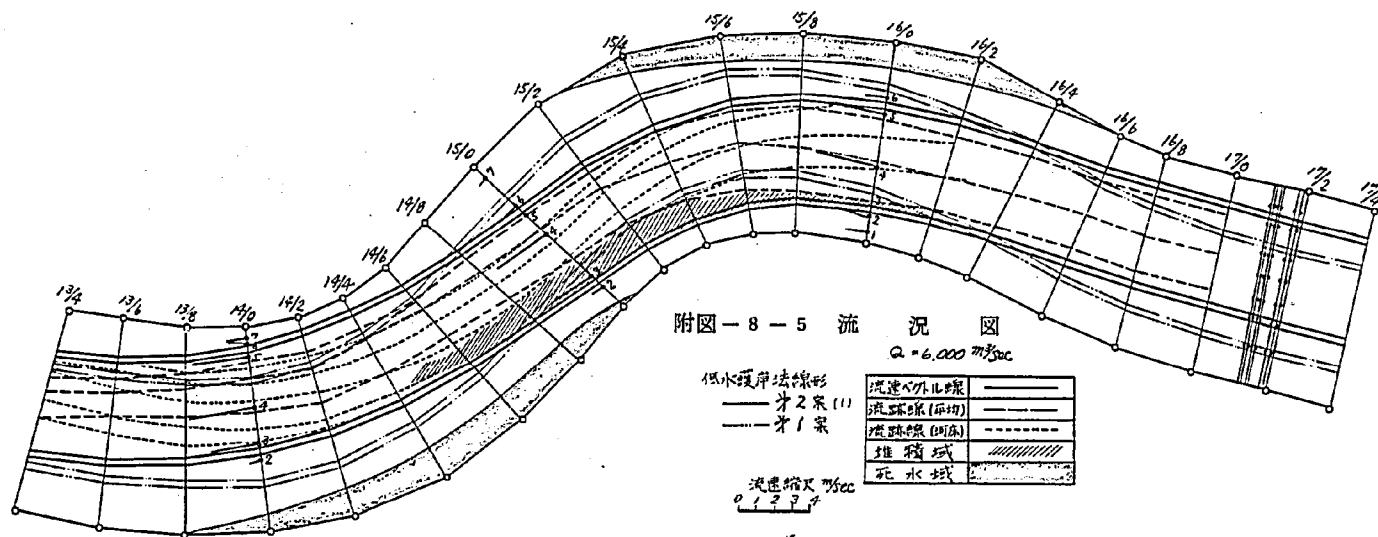


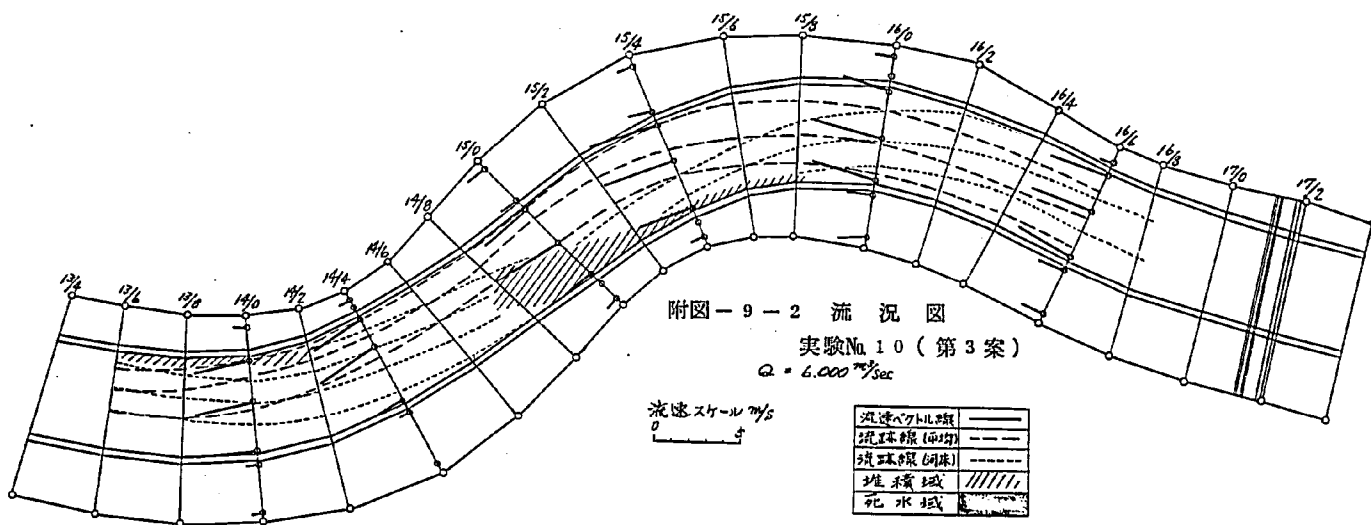
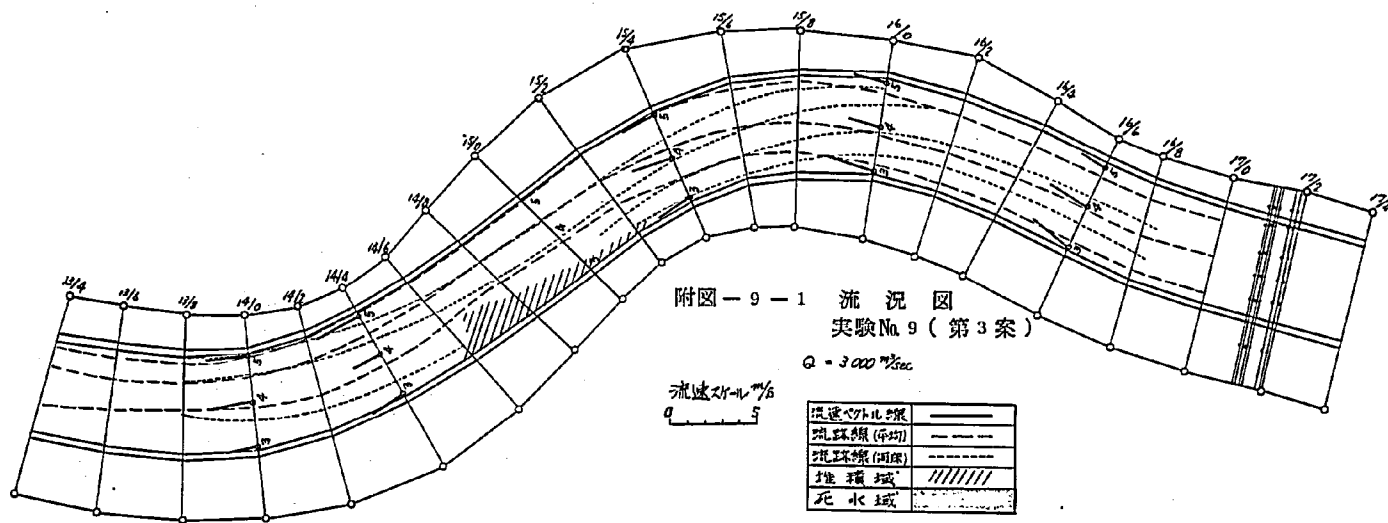
附圖-7-3 流況圖 (實驗No.6)

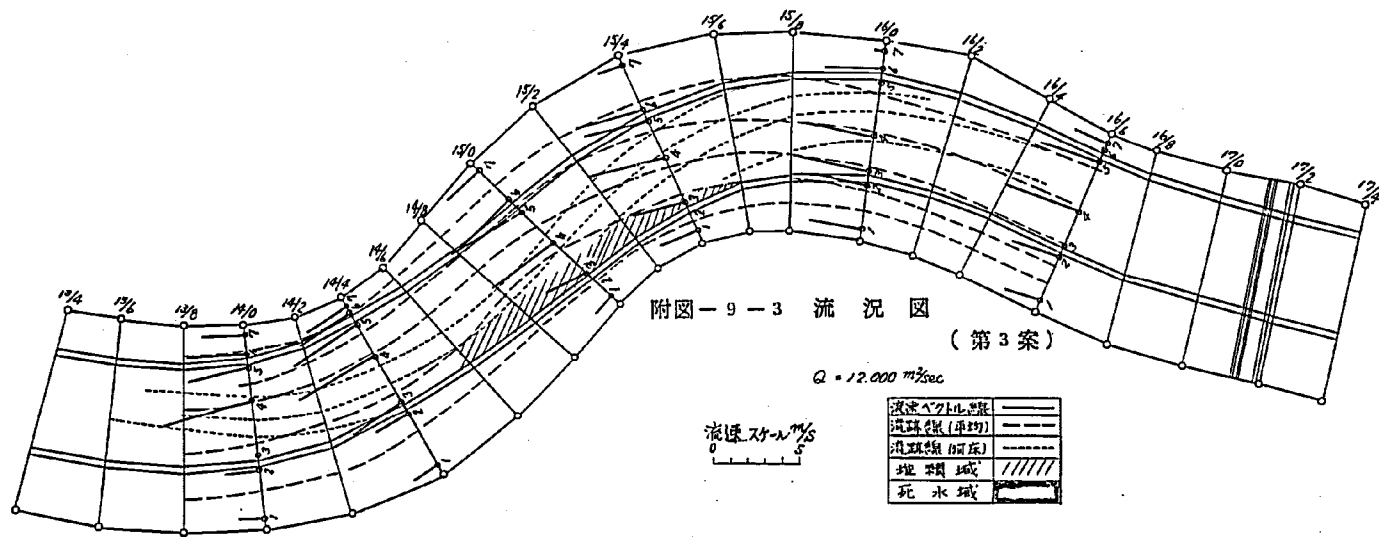












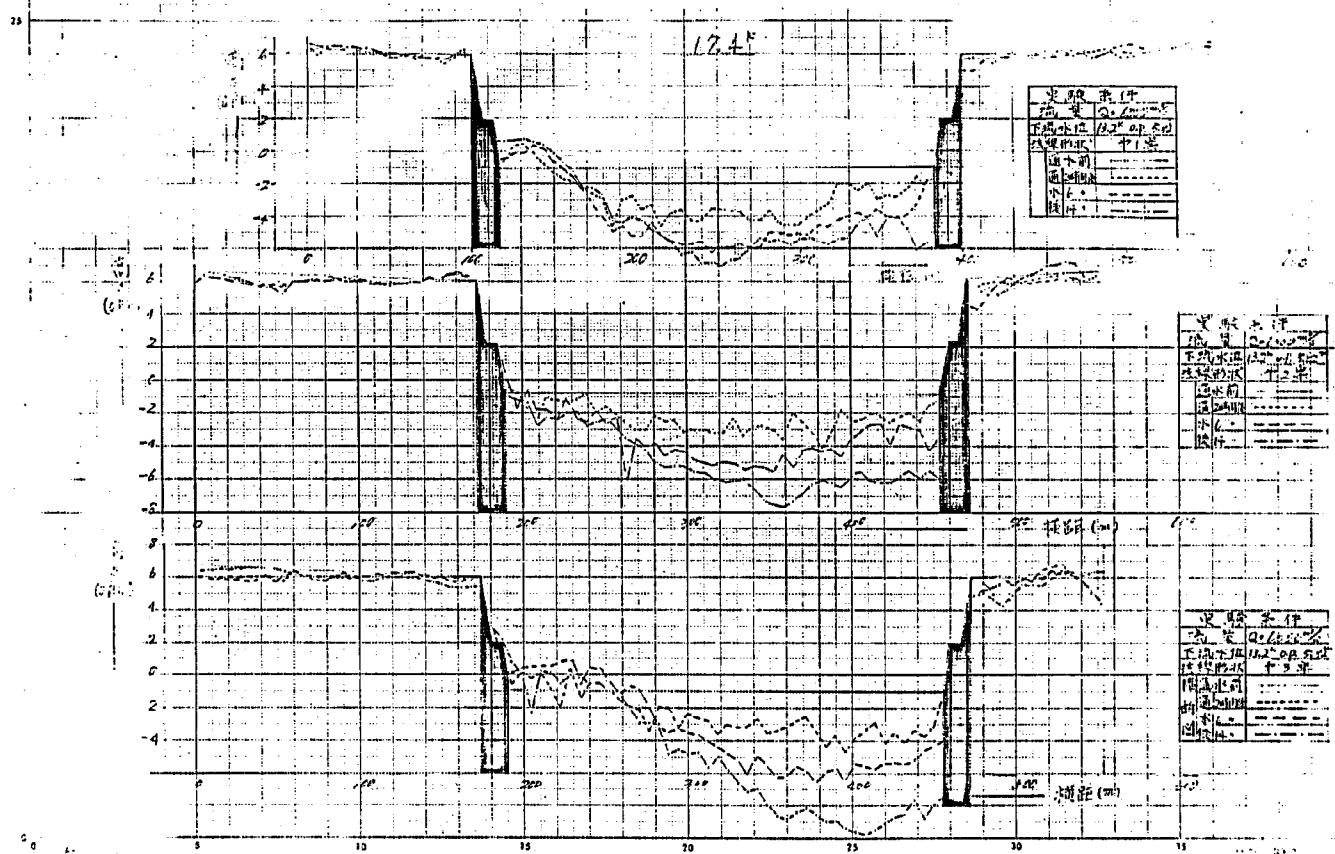
附圖-9-3 流況圖 (第3案)

$Q = 12,000 \text{ m}^3/\text{sec}$

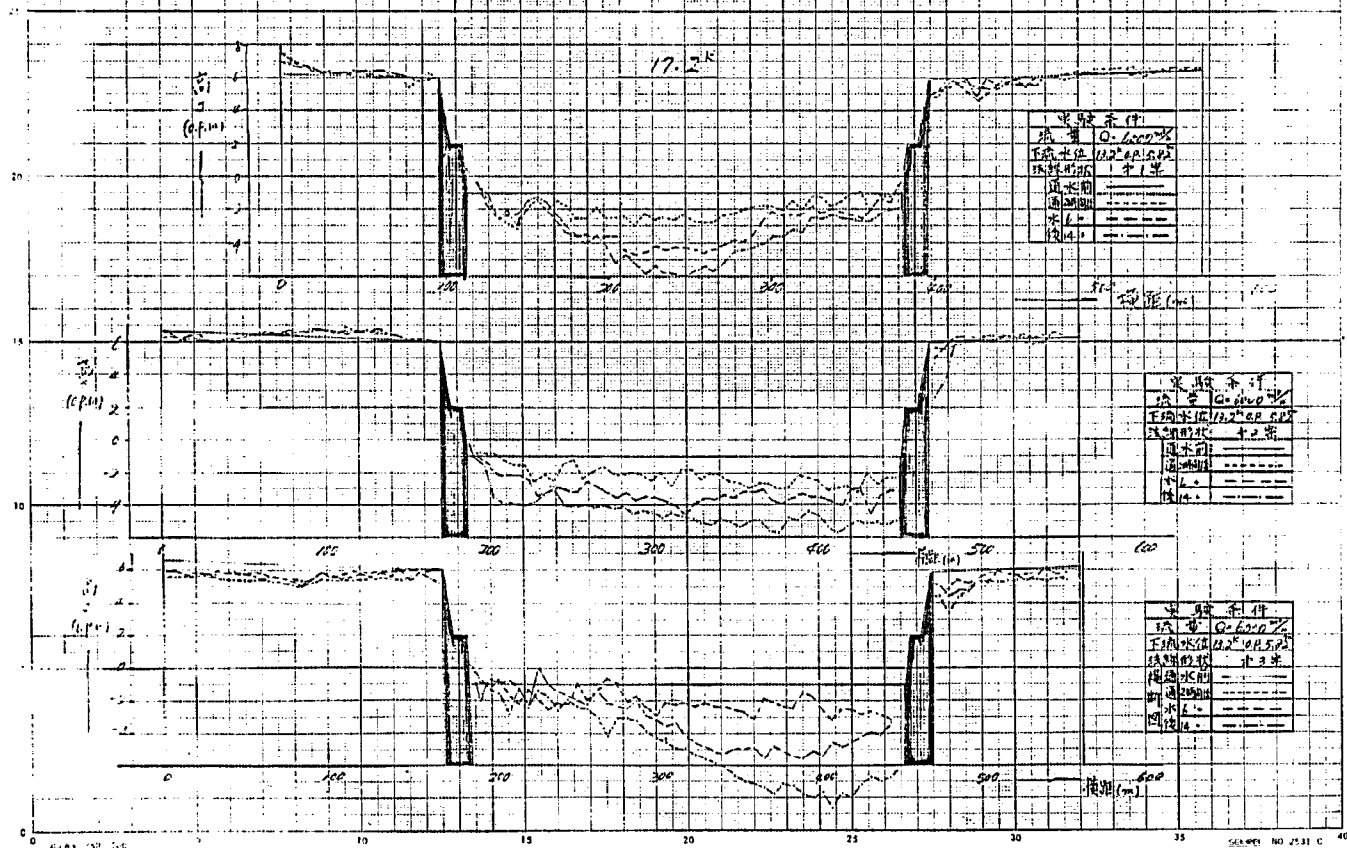
O



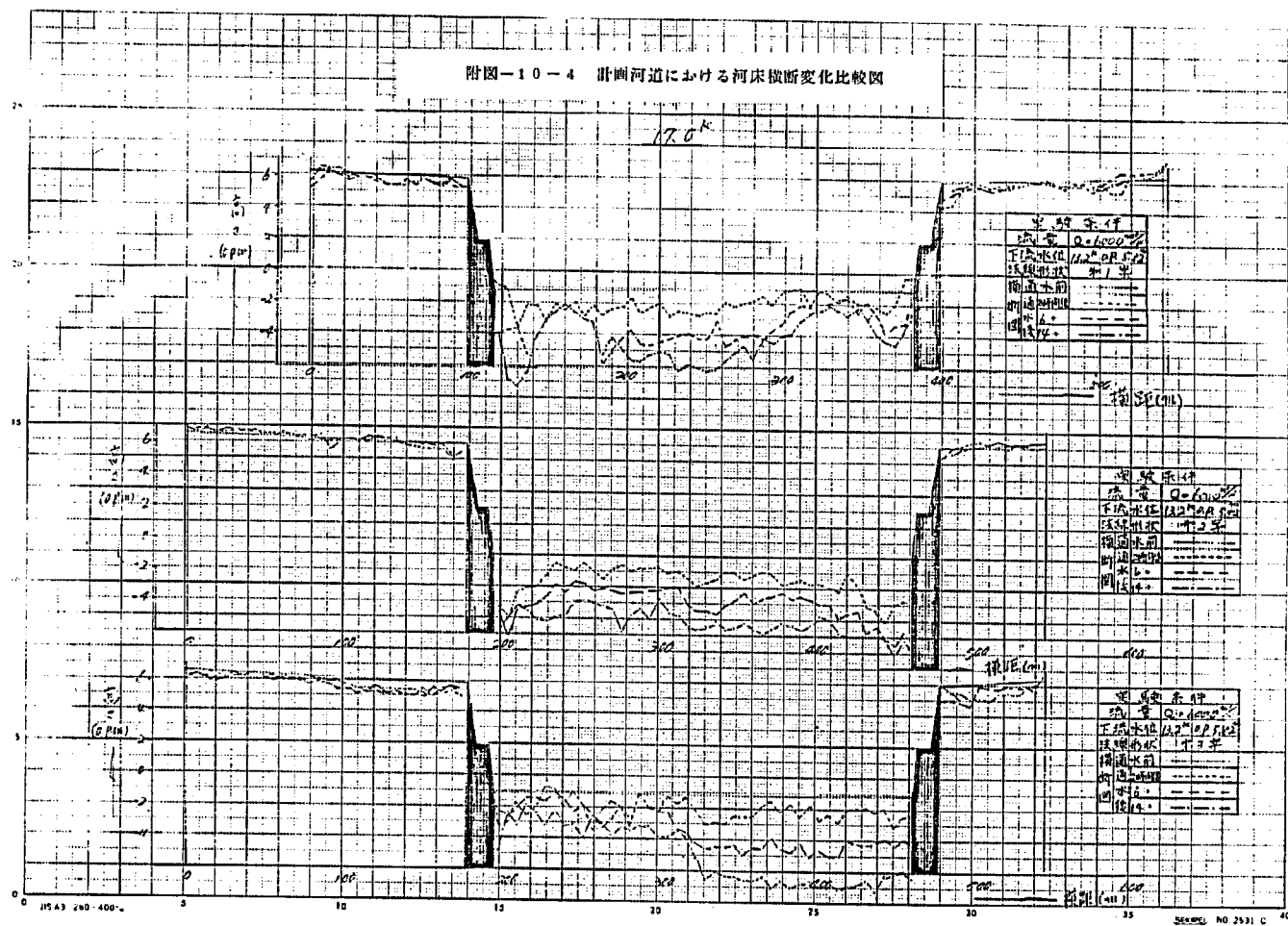
附圖-10-2 計開河道における河床横断変化比較図



附圖-10-3 計画河道における河床横断変化比較図

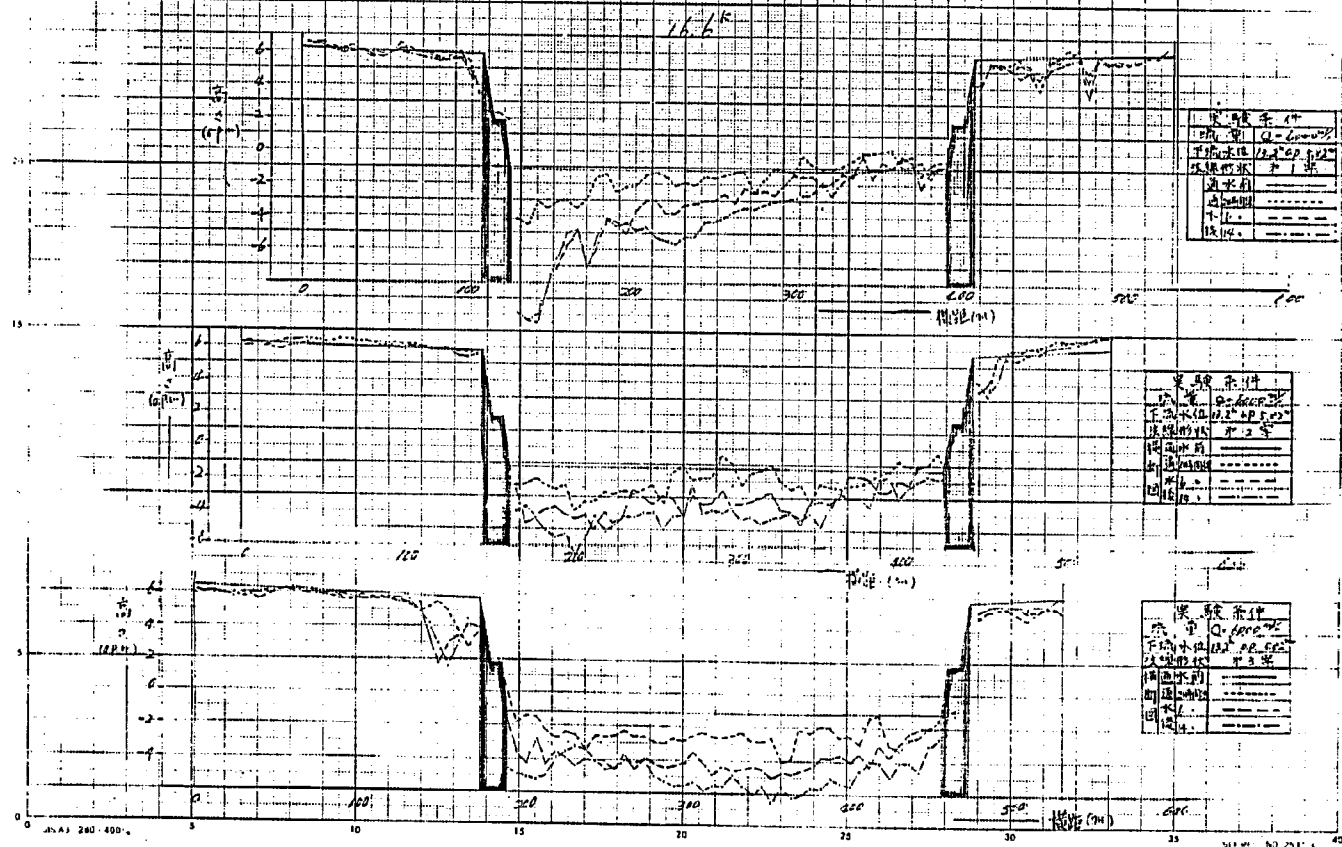


附圖-10-4 計画河道における河床横断変化比較図



[illegible]

附圖-10-6 計画河道における河床横断変化比較図



附圖—10—7 計画河道における河床横断変化比較図

16.4k

16.4k

16.4k

河床 (m)

計算条件

流量	0.660 m³/s
下流水位	11.2 m (at 500)
床面形状	#1 条
河床断面	-----
河床形状	-----
河床材料	-----
河床	-----

河床 (m)

計算条件

流量	0.100 m³/s
下流水位	11.2 m (at 500)
床面形状	#2 条
河床断面	-----
河床形状	-----
河床材料	-----
河床	-----

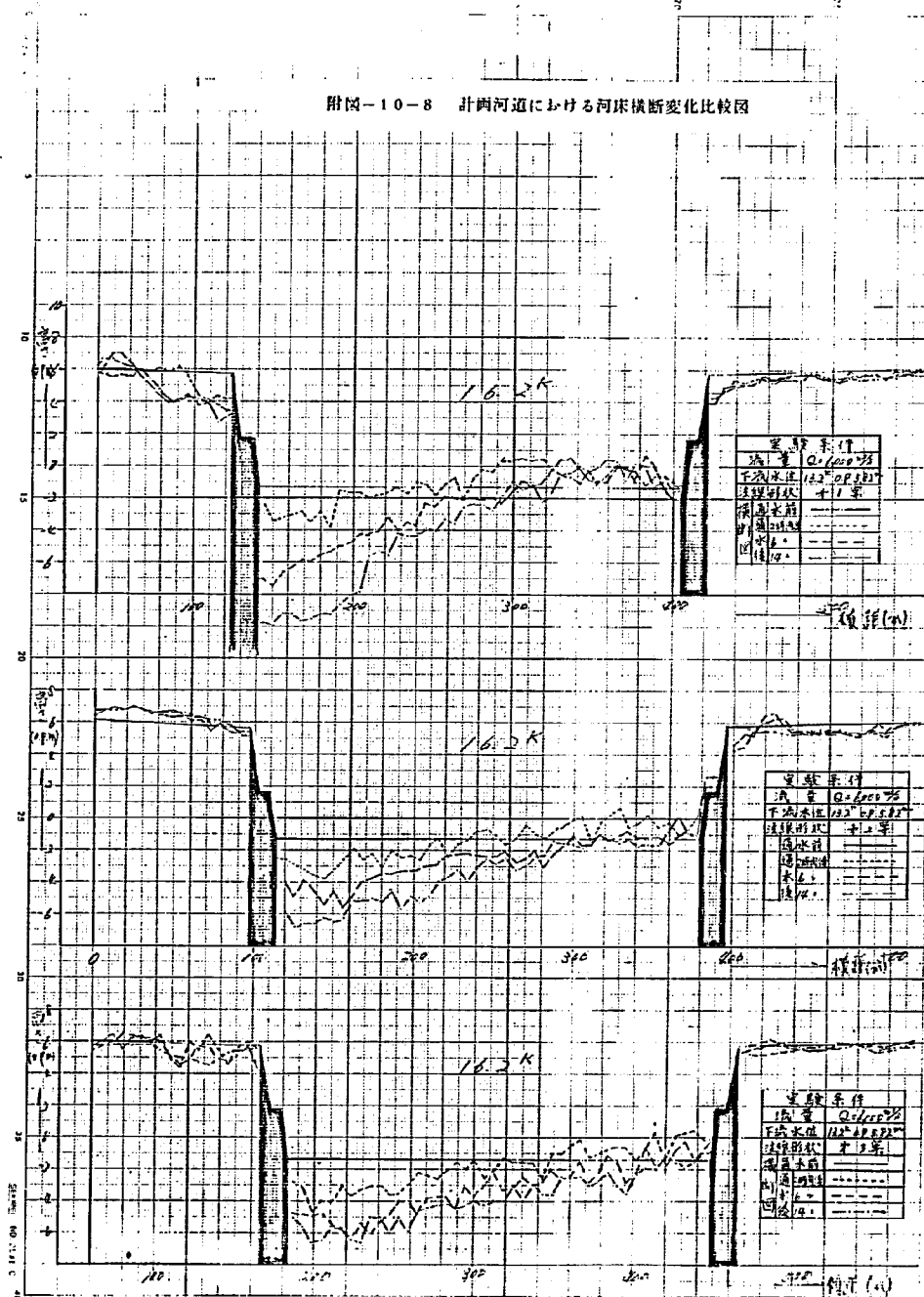
河床 (m)

計算条件

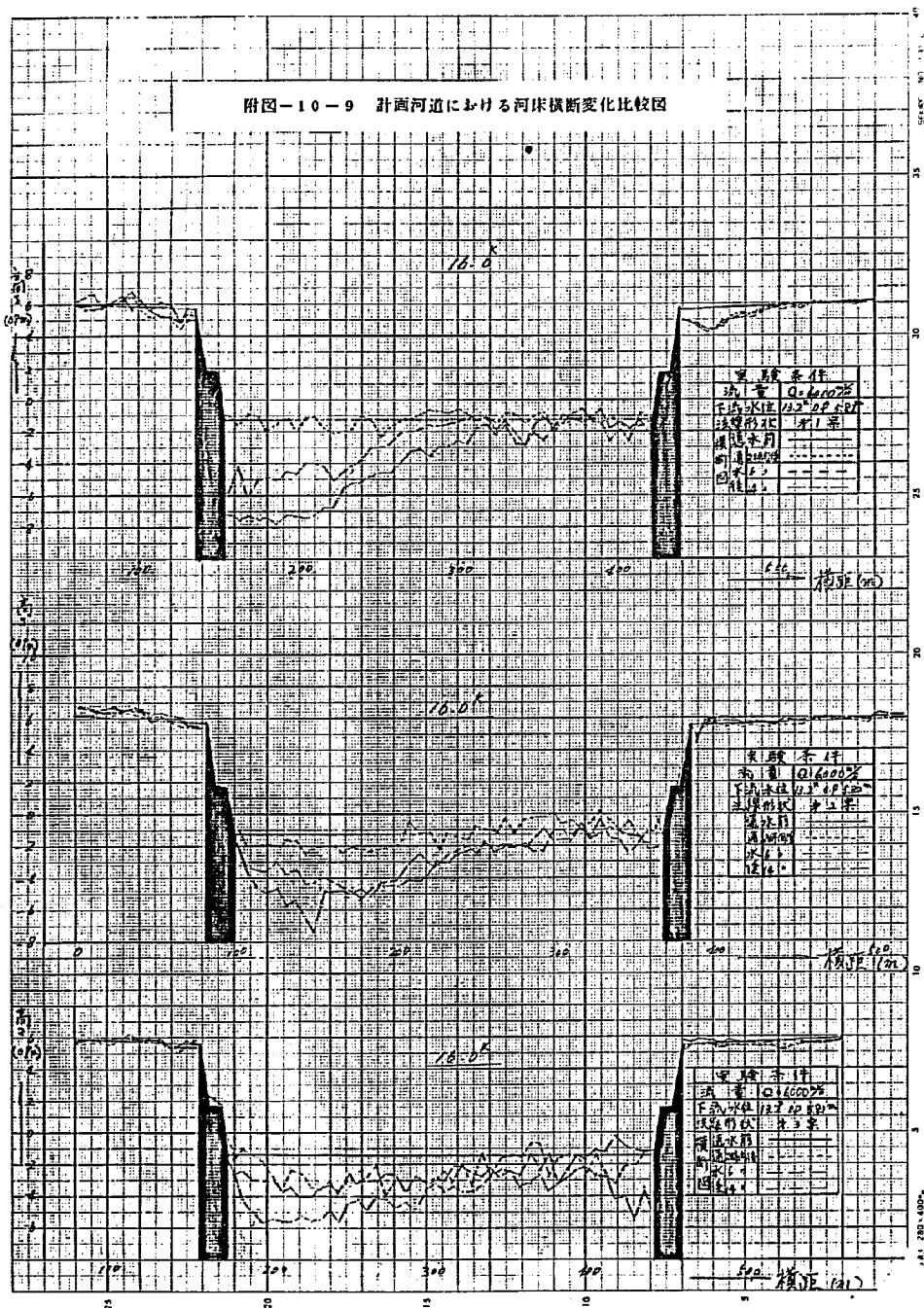
流量	0.661 m³/s
下流水位	11.2 m (at 500)
床面形状	#3 条
河床断面	-----
河床形状	-----
河床材料	-----
河床	-----

河床 (m)

附圖-10-8 計西河道における河床横断変化比較図



附图-10-9 計画河道における河床横断変化比較図



附圖-10-10 計画河道における河床横断変化比較図

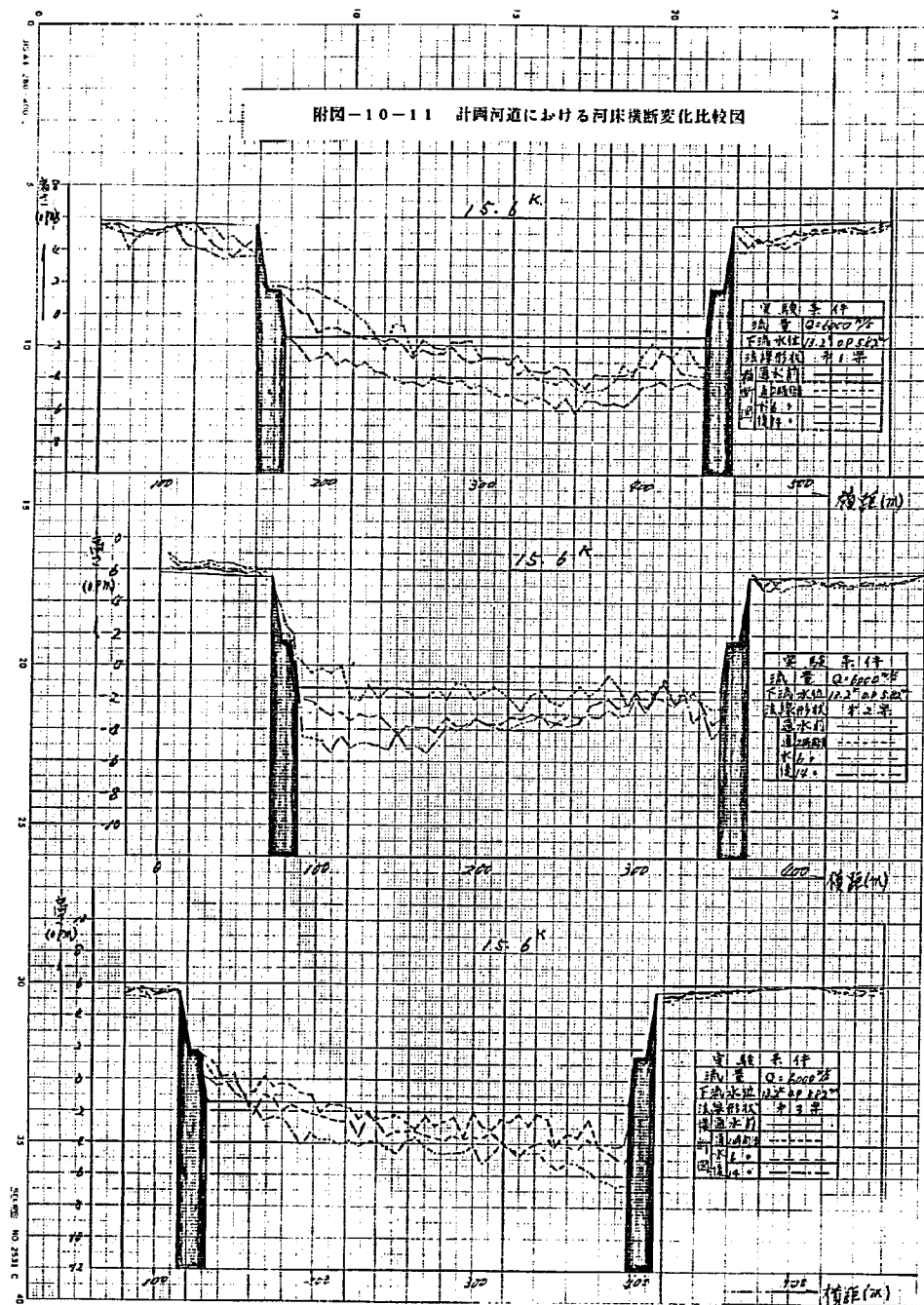
Figure 10-10 shows three cross-sectional diagrams of a riverbed, labeled 15.2, 15.8, and 15.8. Each diagram plots elevation (0 to 10m) against width (0 to 400m). The diagrams illustrate the riverbed profile and the cross-section of the river channel. The 15.2 diagram shows a cross-section with a width of approximately 150m. The 15.8 diagrams show cross-sections with widths of approximately 200m and 250m. Each diagram includes a table of data for the cross-section.

断面資料	
断面番号	Q1600-23
断面位置	計画河道
断面形状	断面形状
断面面積	断面面積
断面周长	断面周长
断面平均	断面平均
断面最大	断面最大
断面最小	断面最小

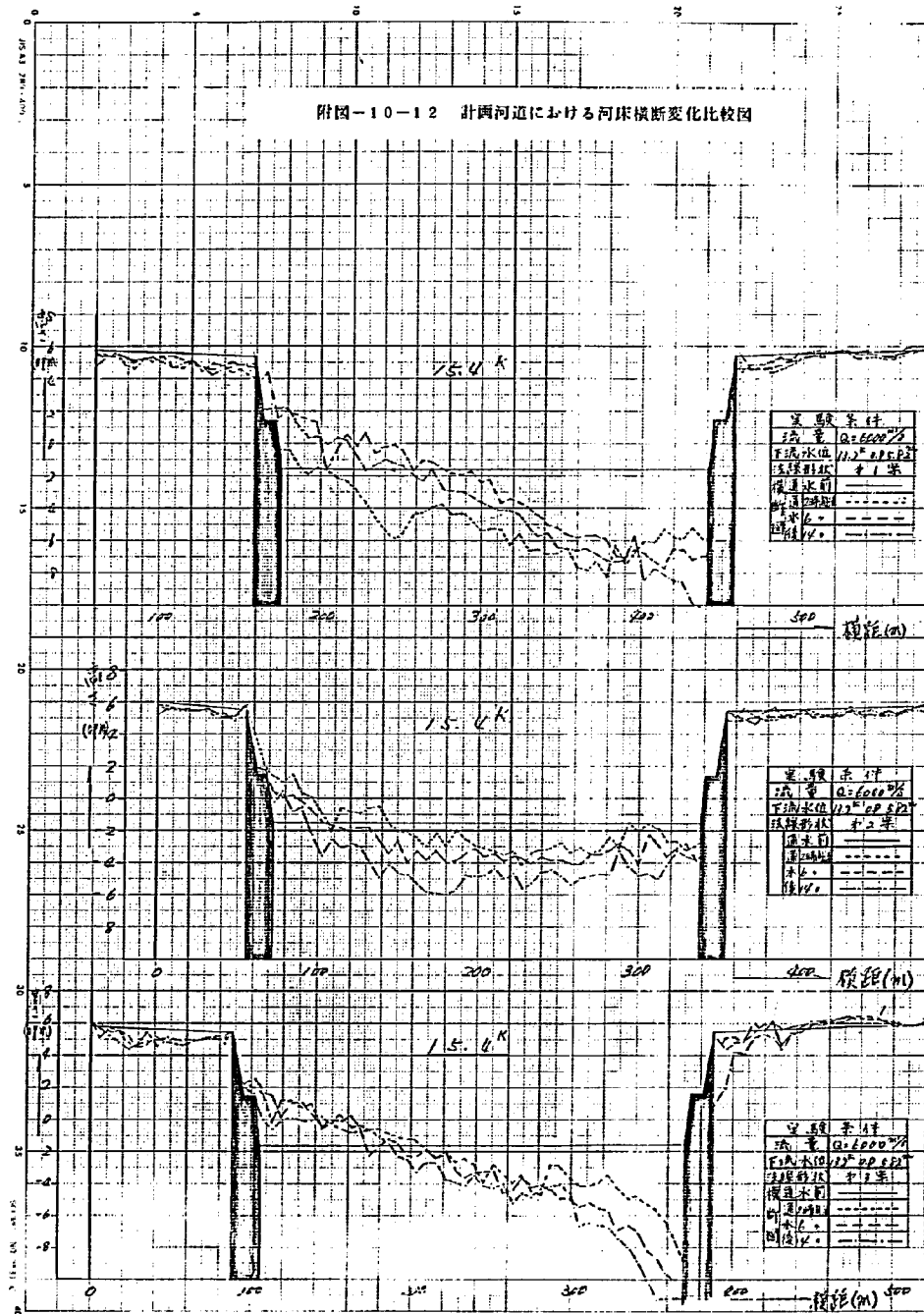
断面資料	
断面番号	Q1600-23
断面位置	計画河道
断面形状	断面形状
断面面積	断面面積
断面周长	断面周长
断面平均	断面平均
断面最大	断面最大
断面最小	断面最小

断面資料	
断面番号	Q1600-23
断面位置	計画河道
断面形状	断面形状
断面面積	断面面積
断面周长	断面周长
断面平均	断面平均
断面最大	断面最大
断面最小	断面最小

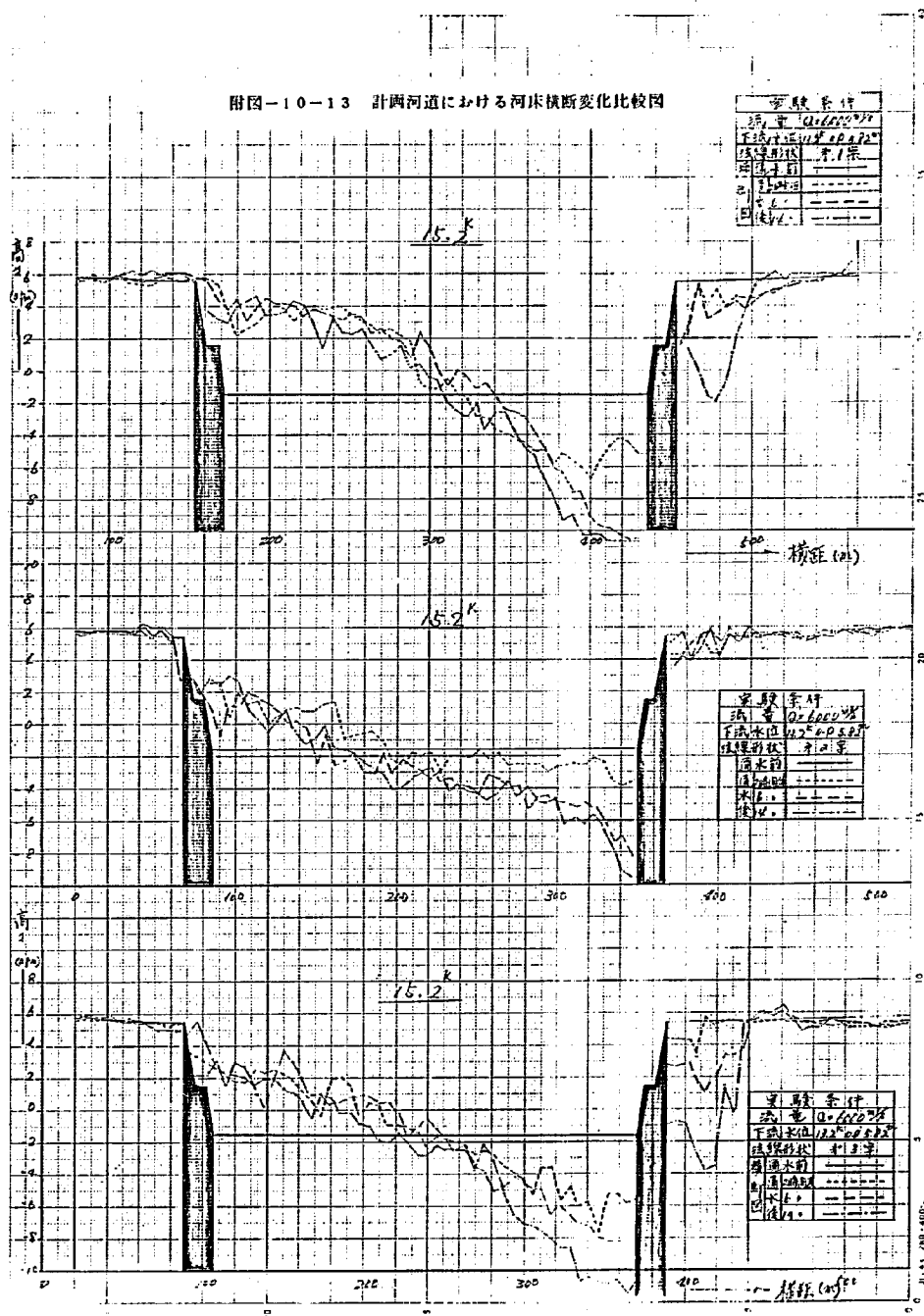
附圖-10-11 計画河道における河床横断変化比較図



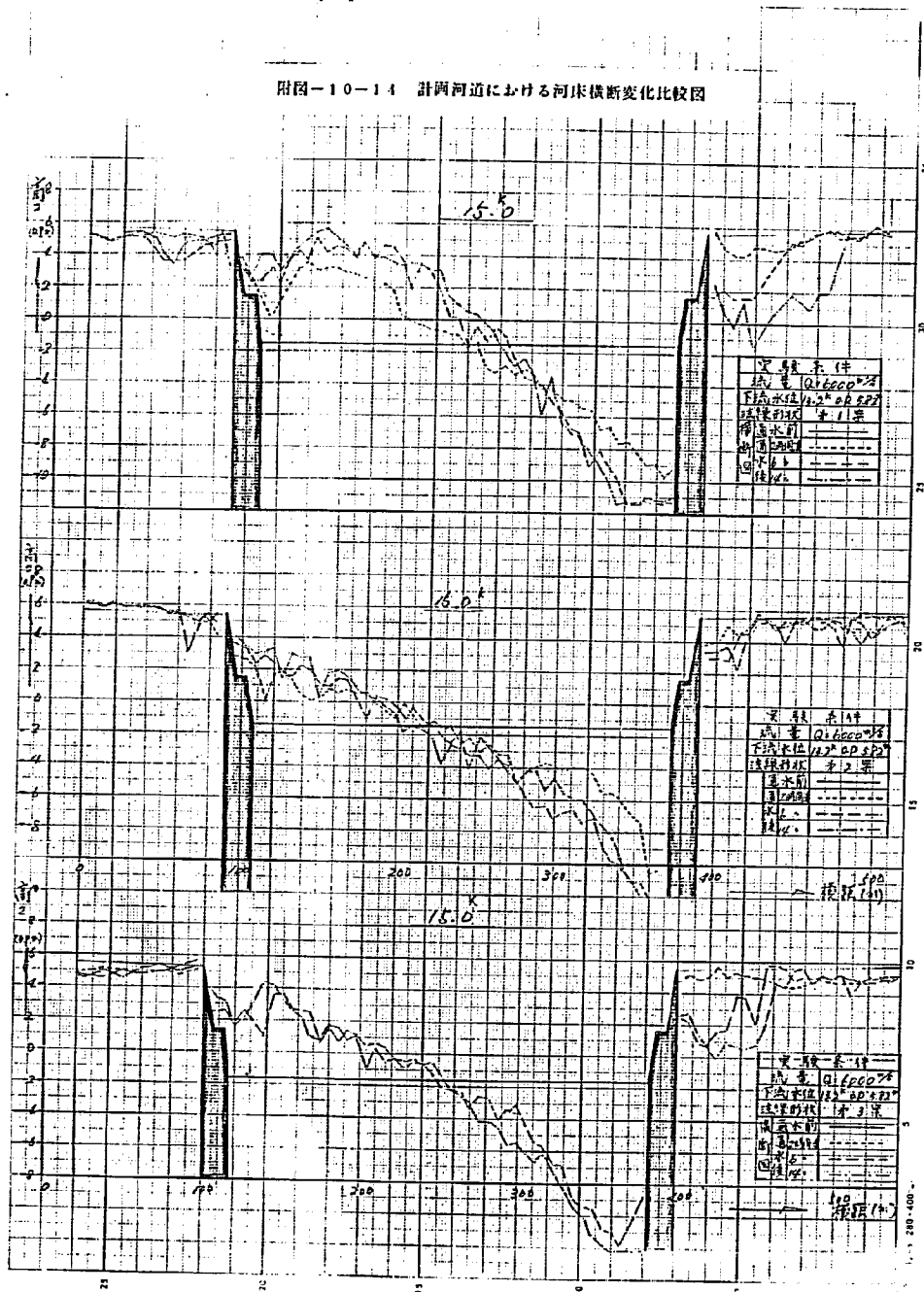
附圖-10-12 計画河道における河床横断変化比較図



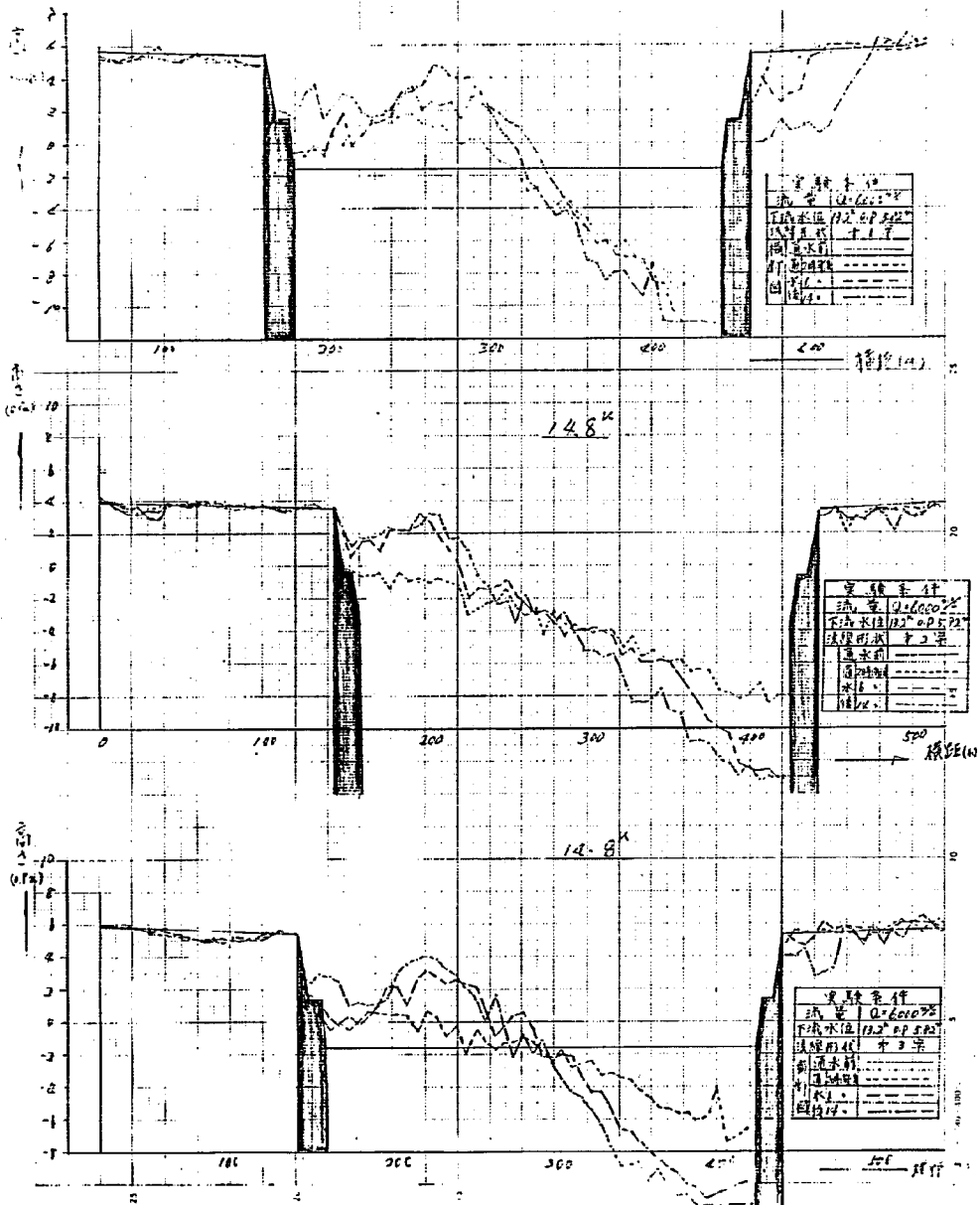
附圖-10-13 計画河道における河床横断変化比較図

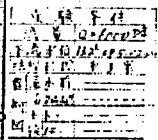
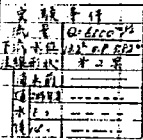
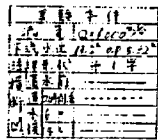


附圖-10-14 計測河道における河床横断変化比較図

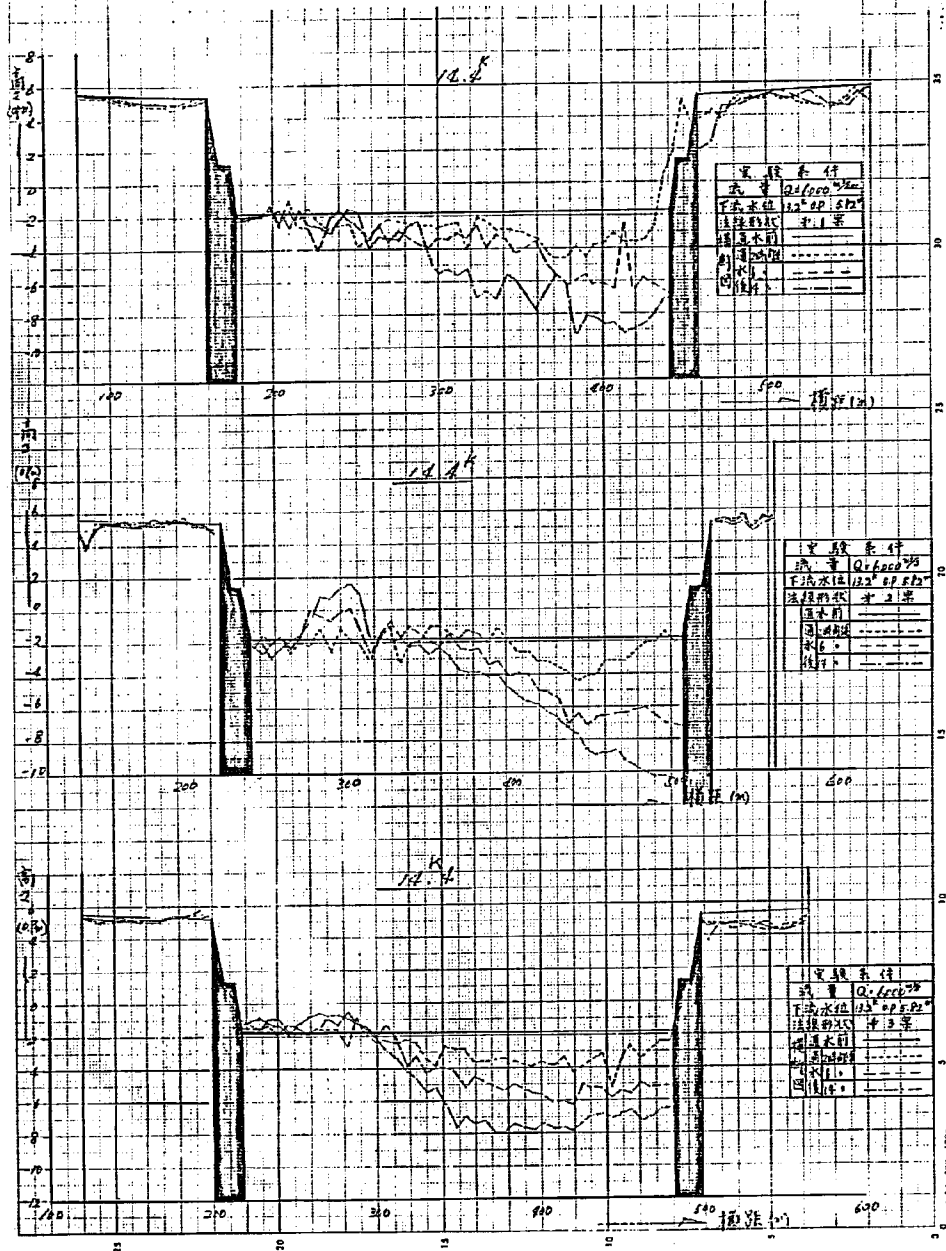


附圖-10-15 計画河道における河床横断変化比較図

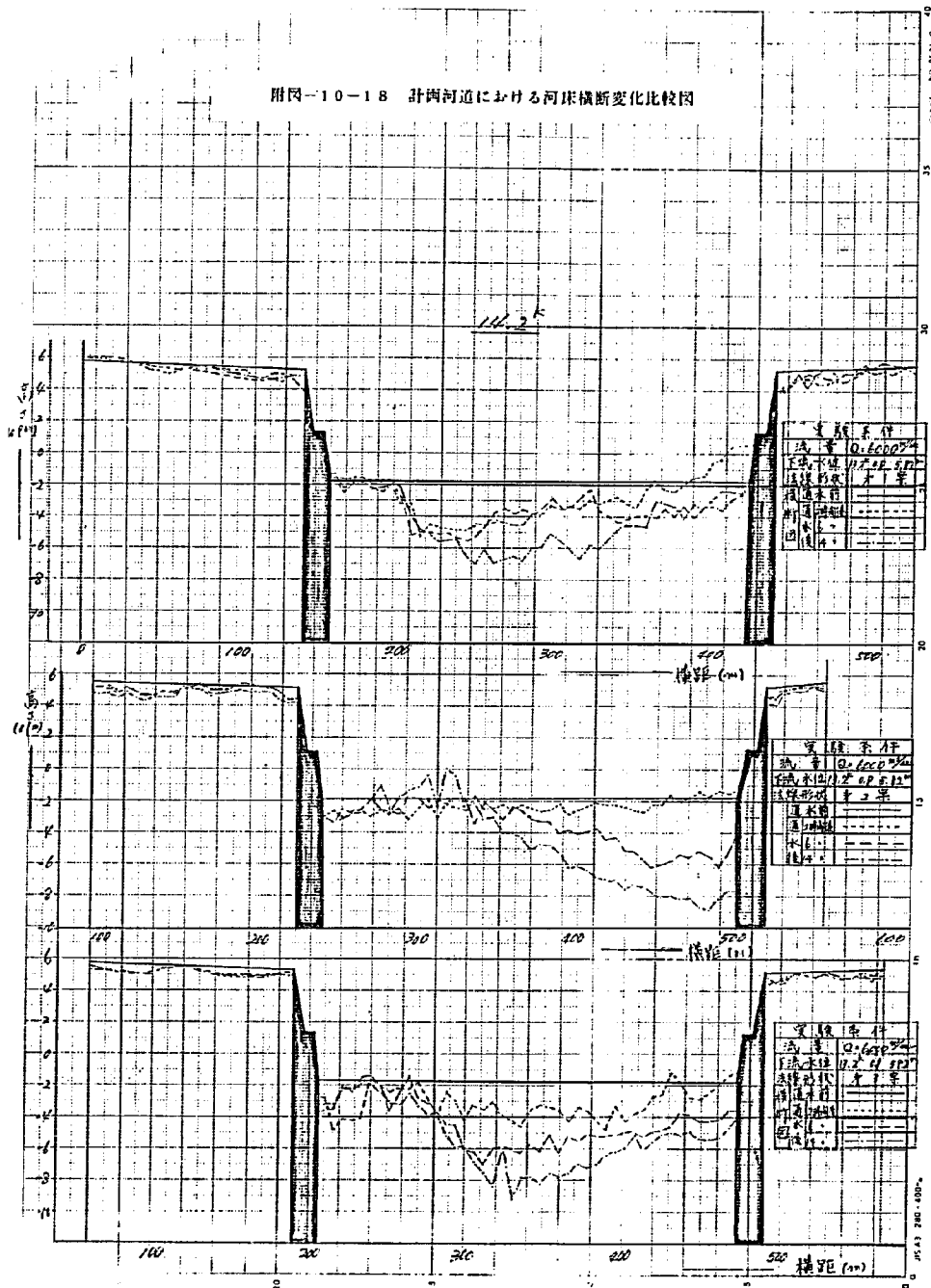


$$\frac{1}{2} \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} \frac{d}{dt} \right)$$


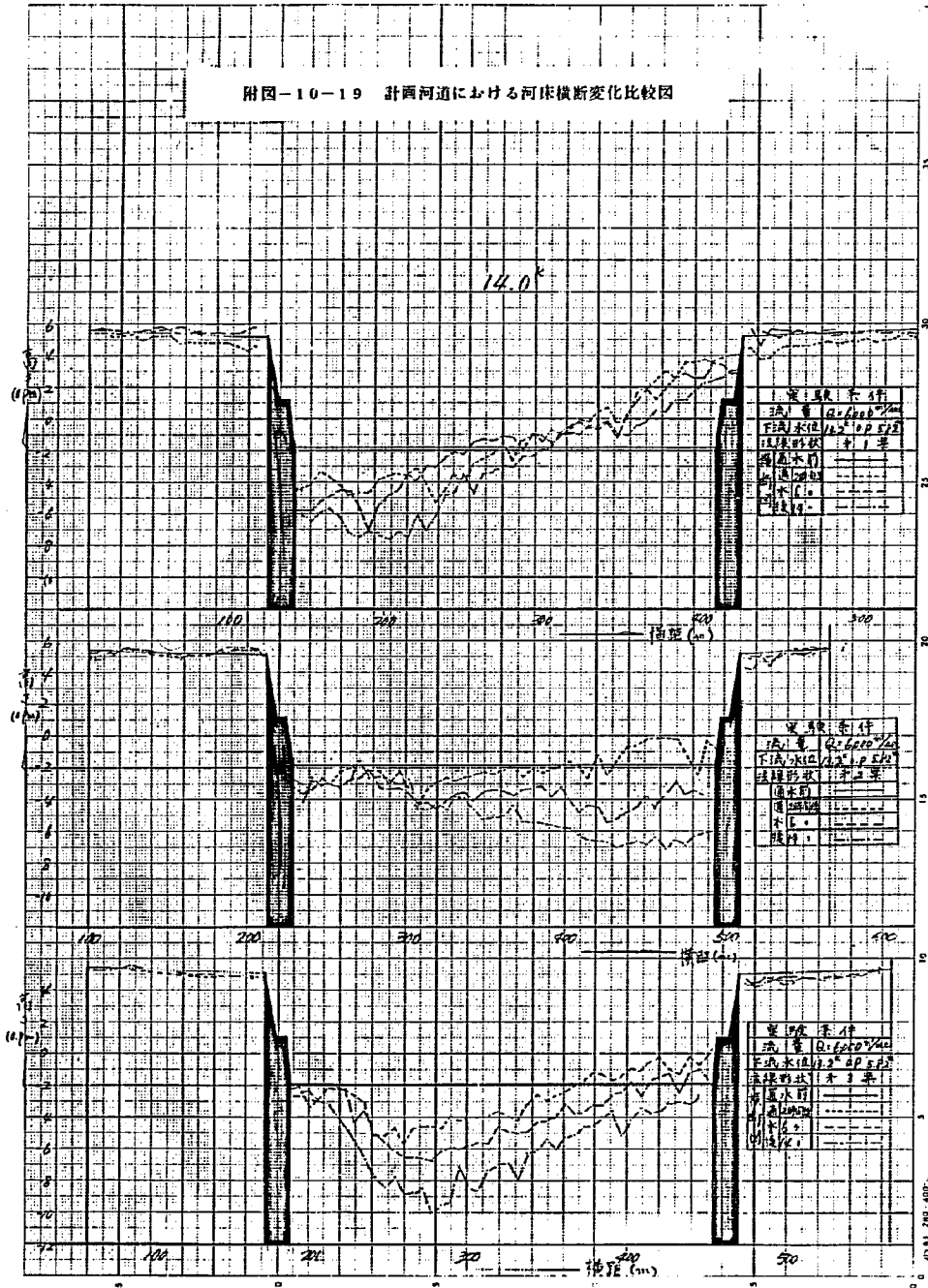
附図-10-17 計画河道における河床横断変化比較図



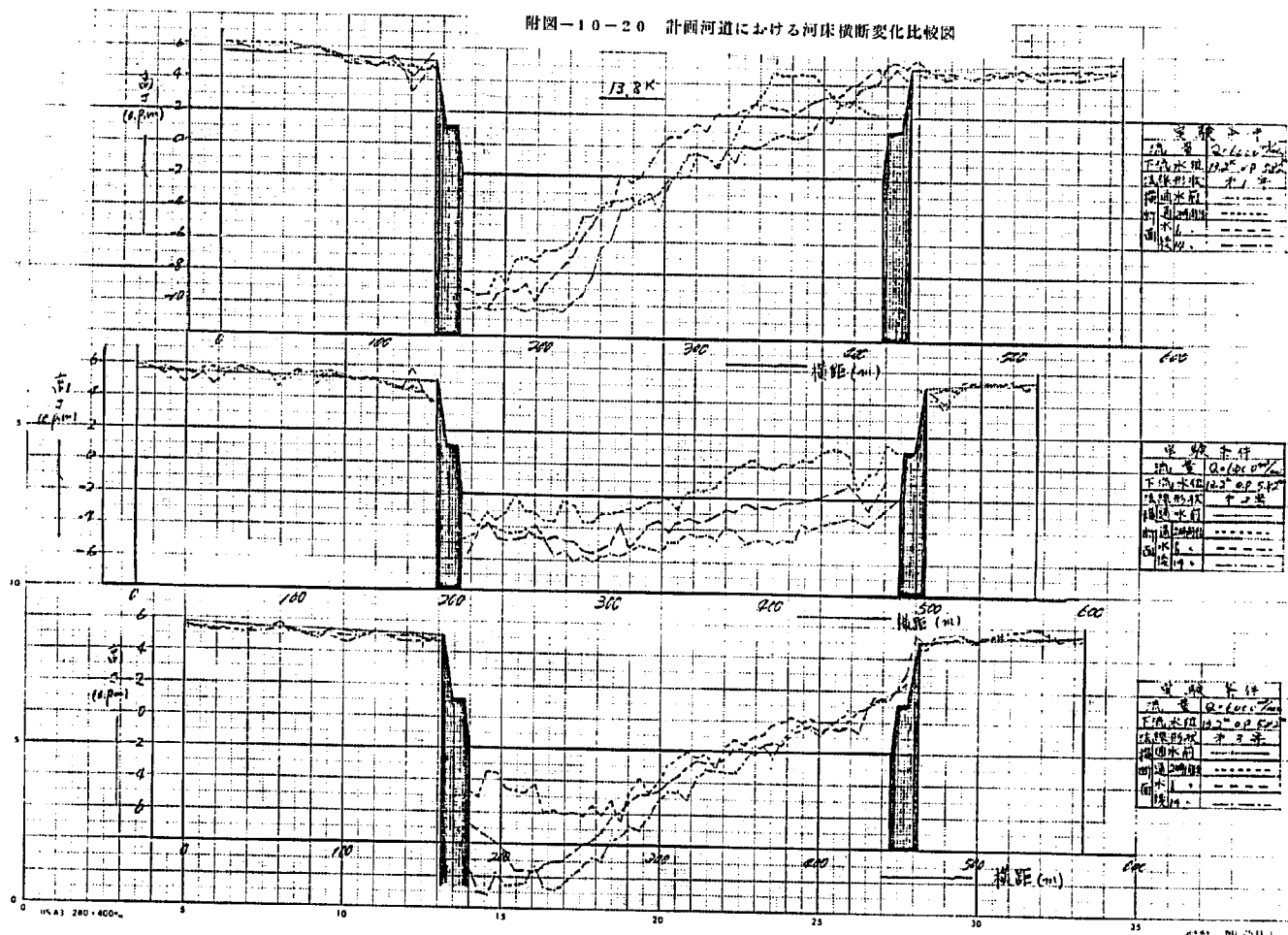
附図-10-18 計内河道における河床横断変化比較図



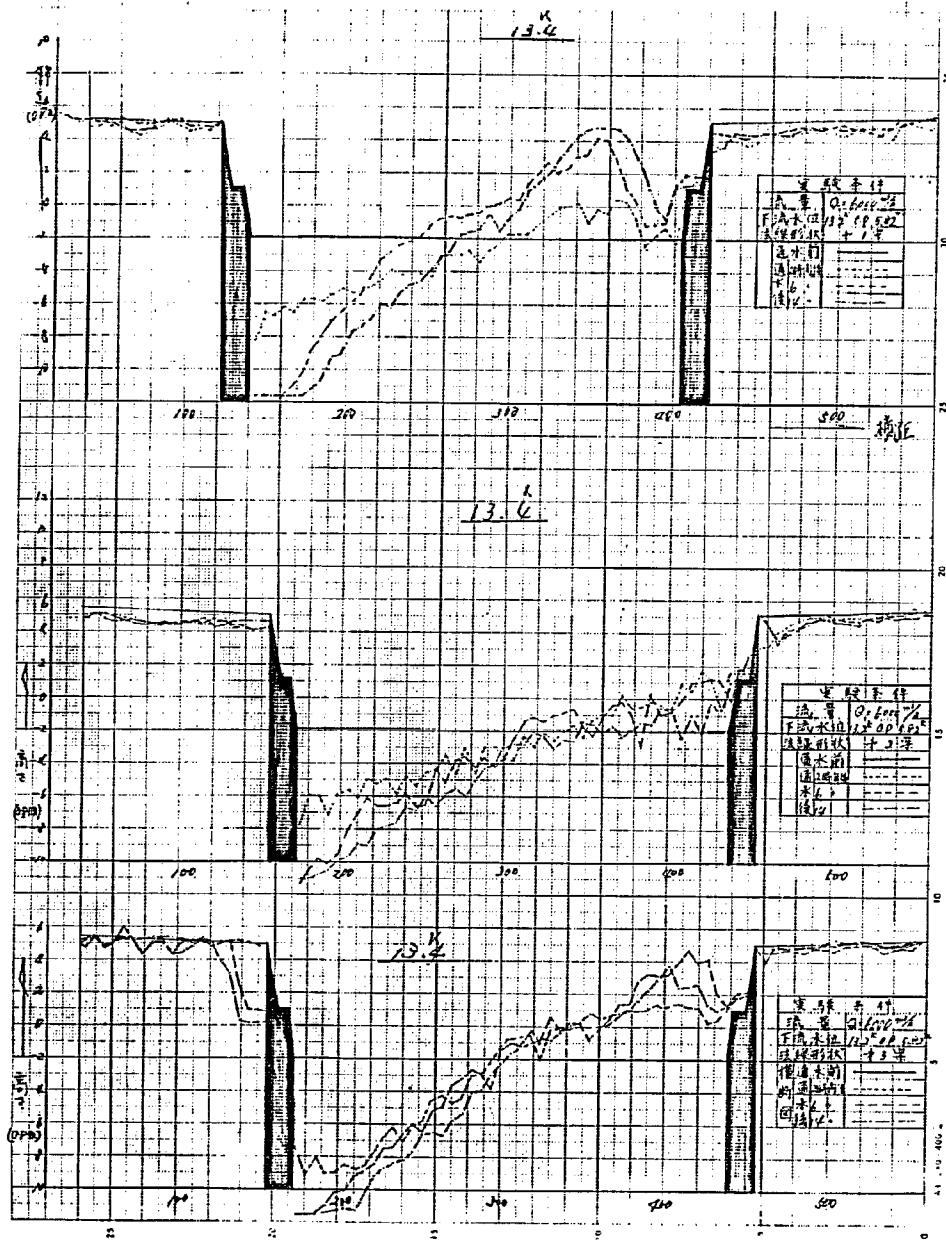
附圖-10-19 計畫河道における河床横断变化比較図



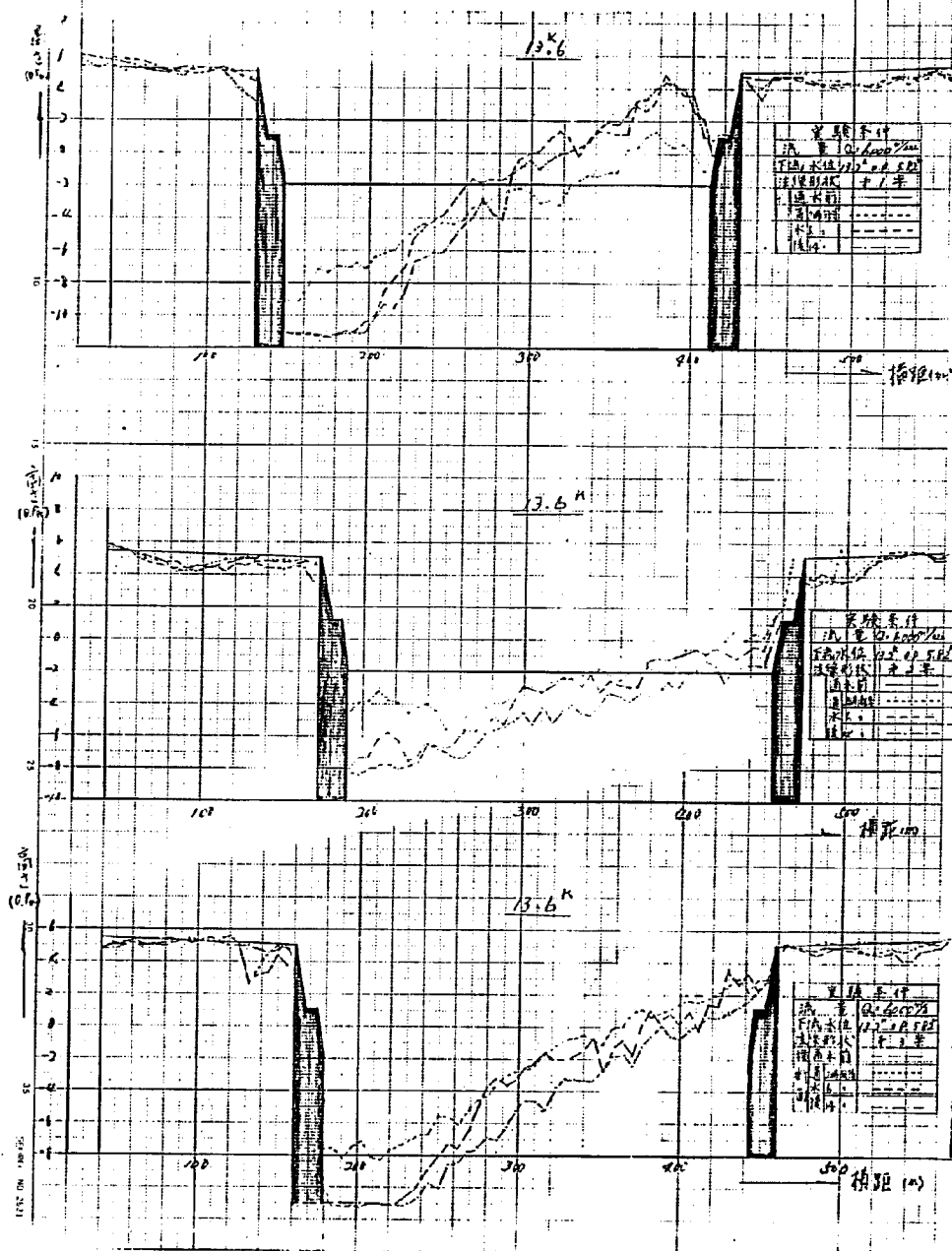
附圖-10-20 計画河道における河床横断変化比較図



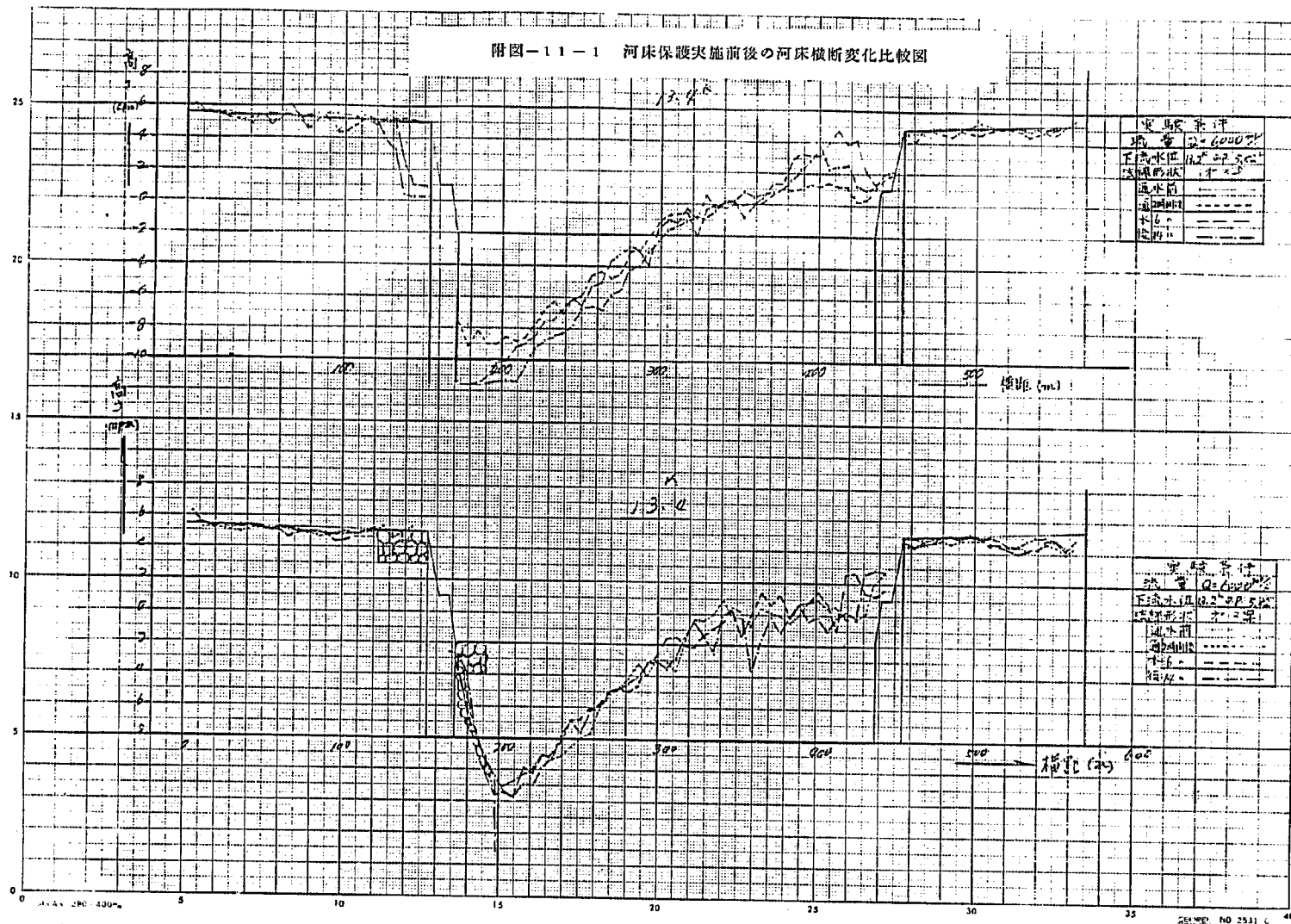
附図-10-21 計画河道における河床横断変化比較図



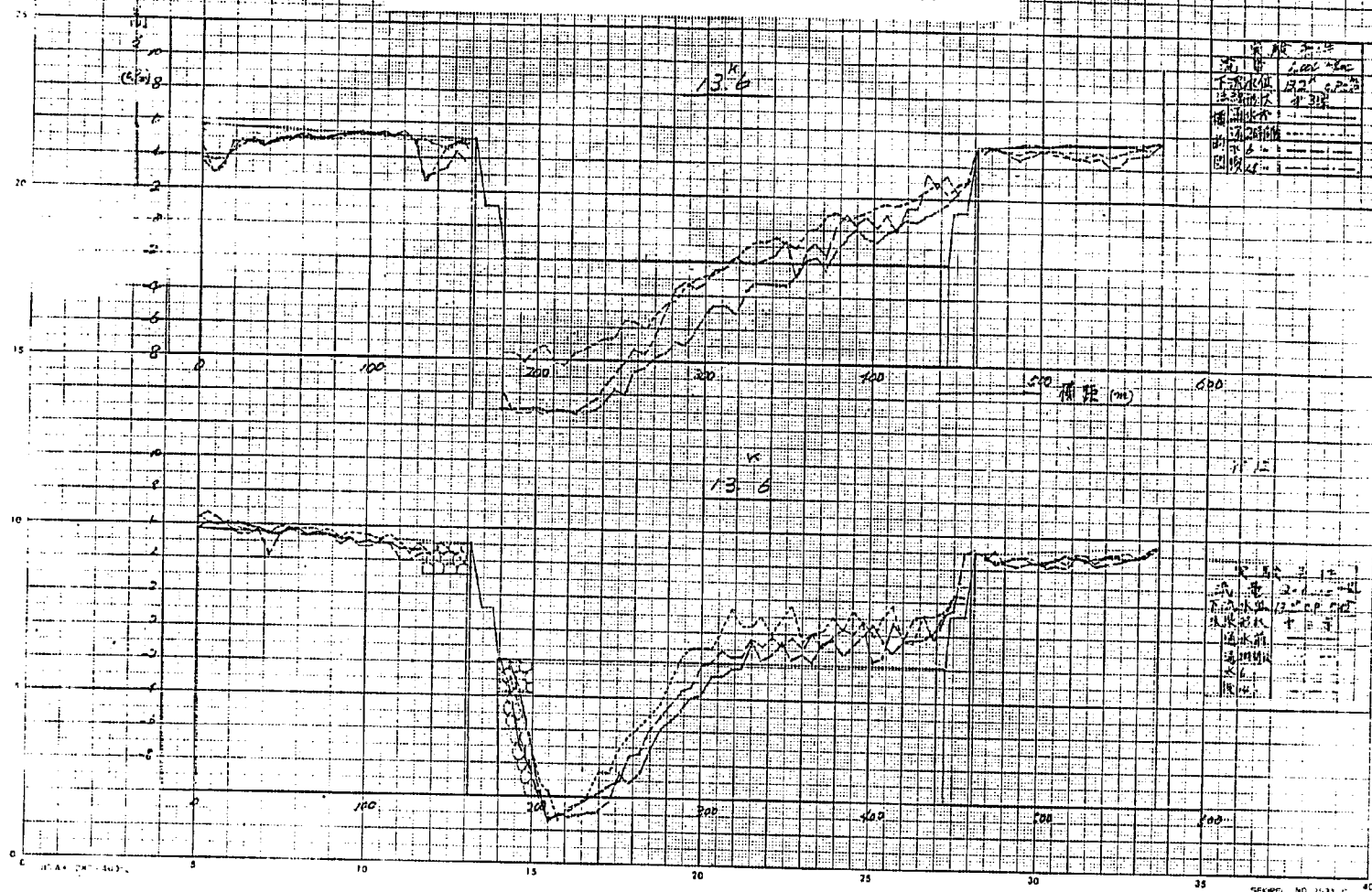
附图-10-22 計画河道における河床横断变化比较図



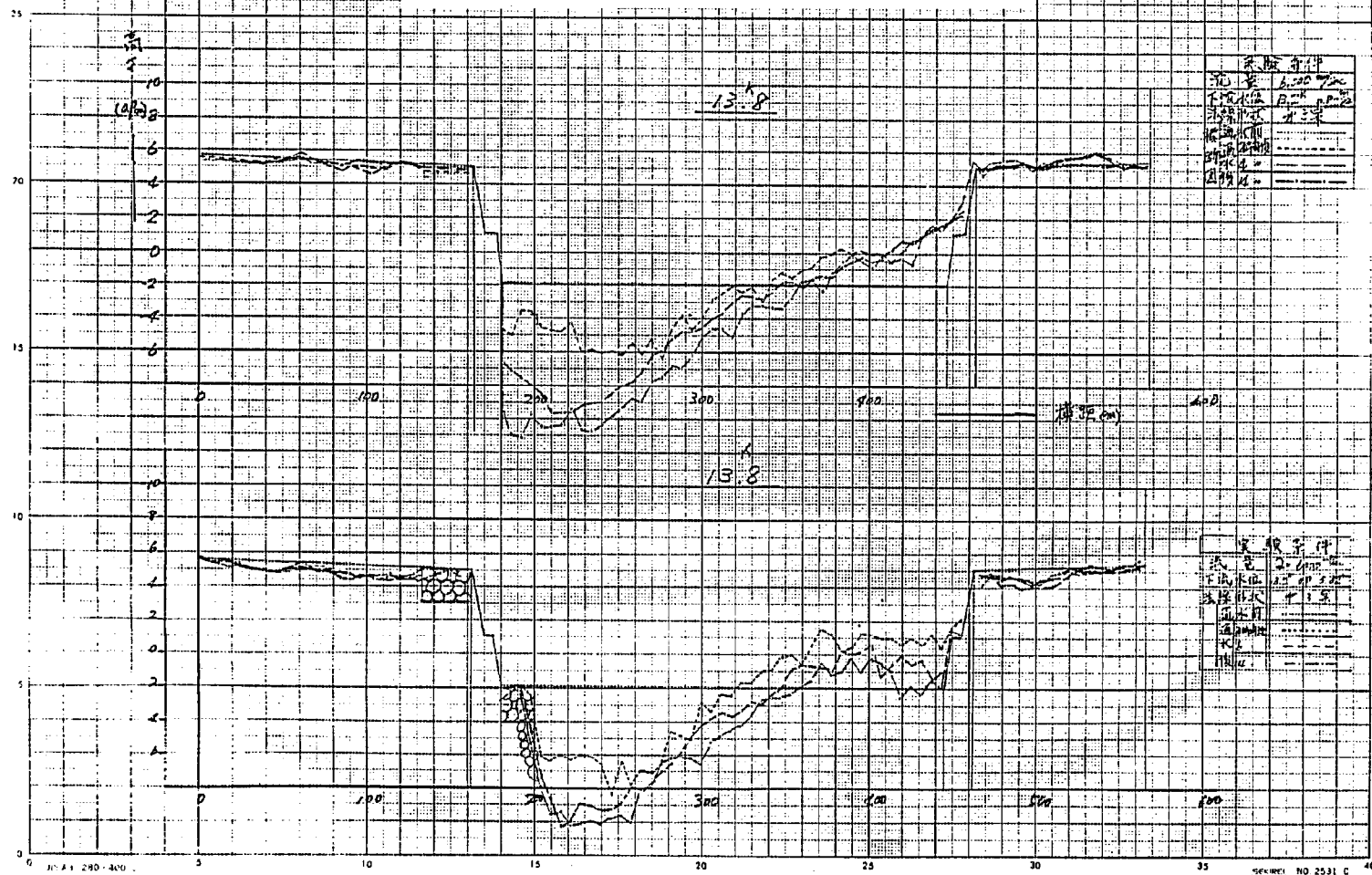
附圖-11-1 河床保護實施前後の河床横断变化比較図



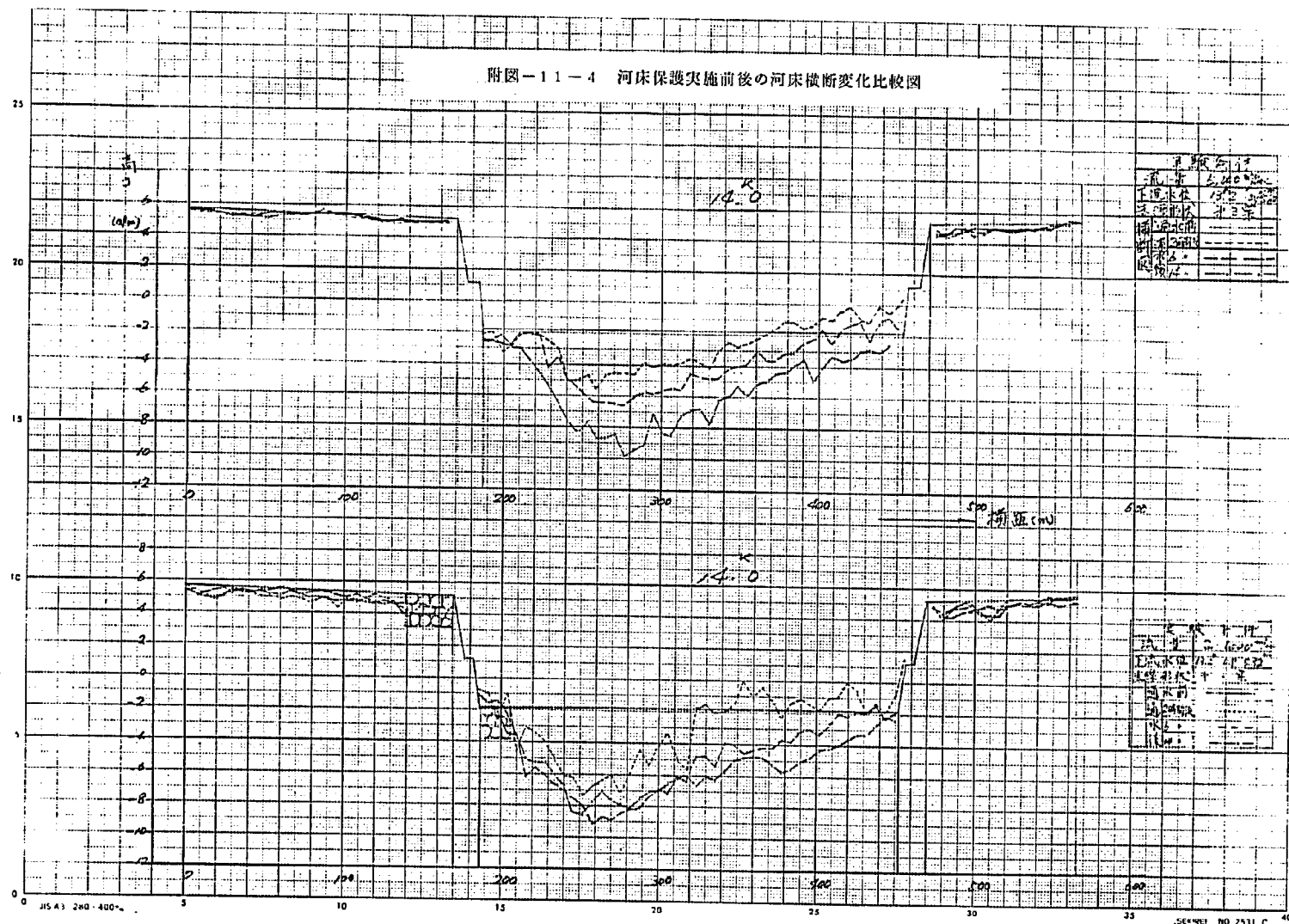
附圖-11-2 河床保護實施前後の河床橫斷變化比較圖



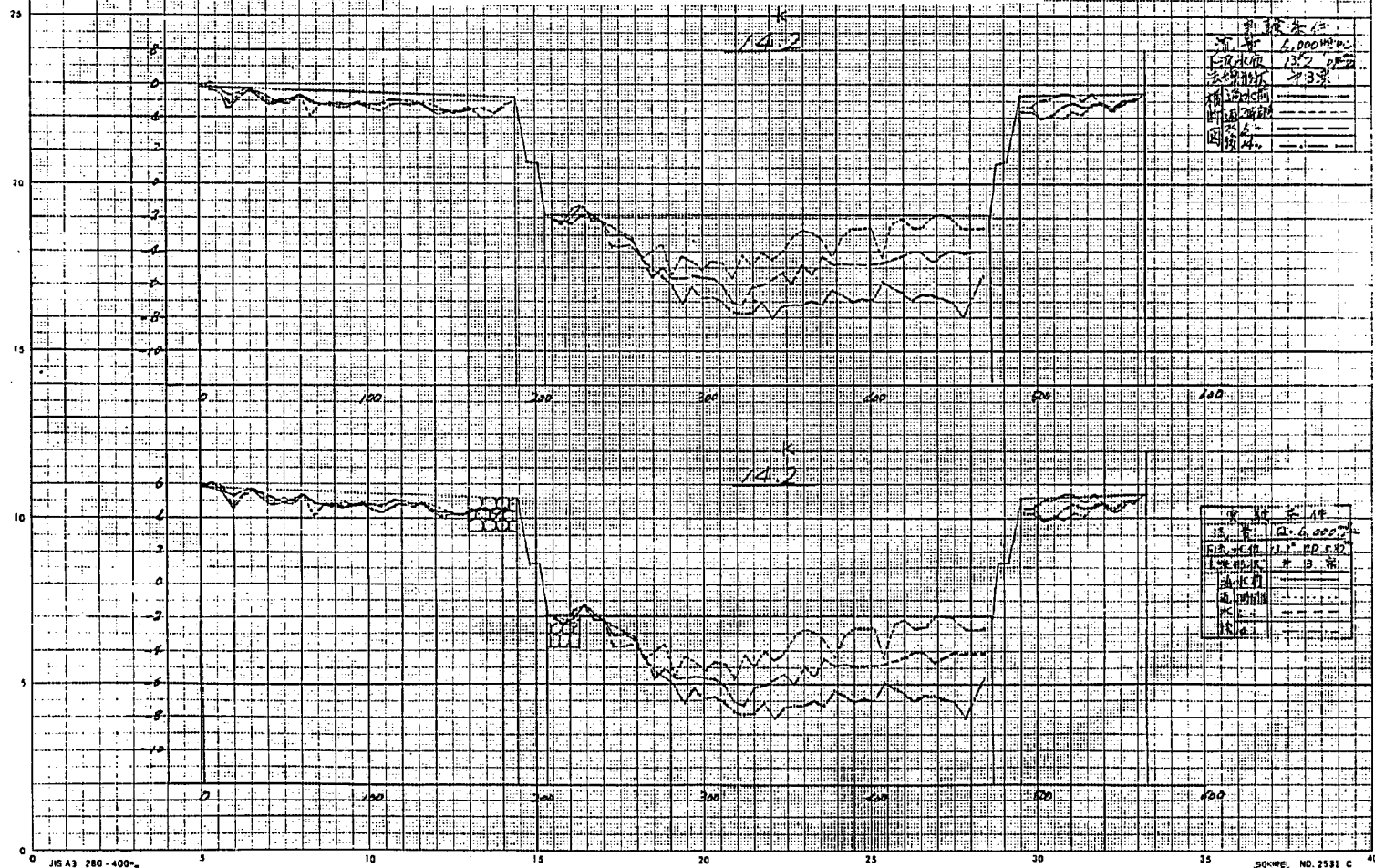
附圖-11-3 河床保護實施前後の河床橫斷變化比較圖

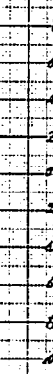
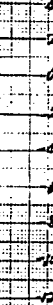


附圖-11-4 河床保護實施前後の河床横断变化比較圖



附圖-11-5 河床保護實施前後的河床橫斷變化比較圖



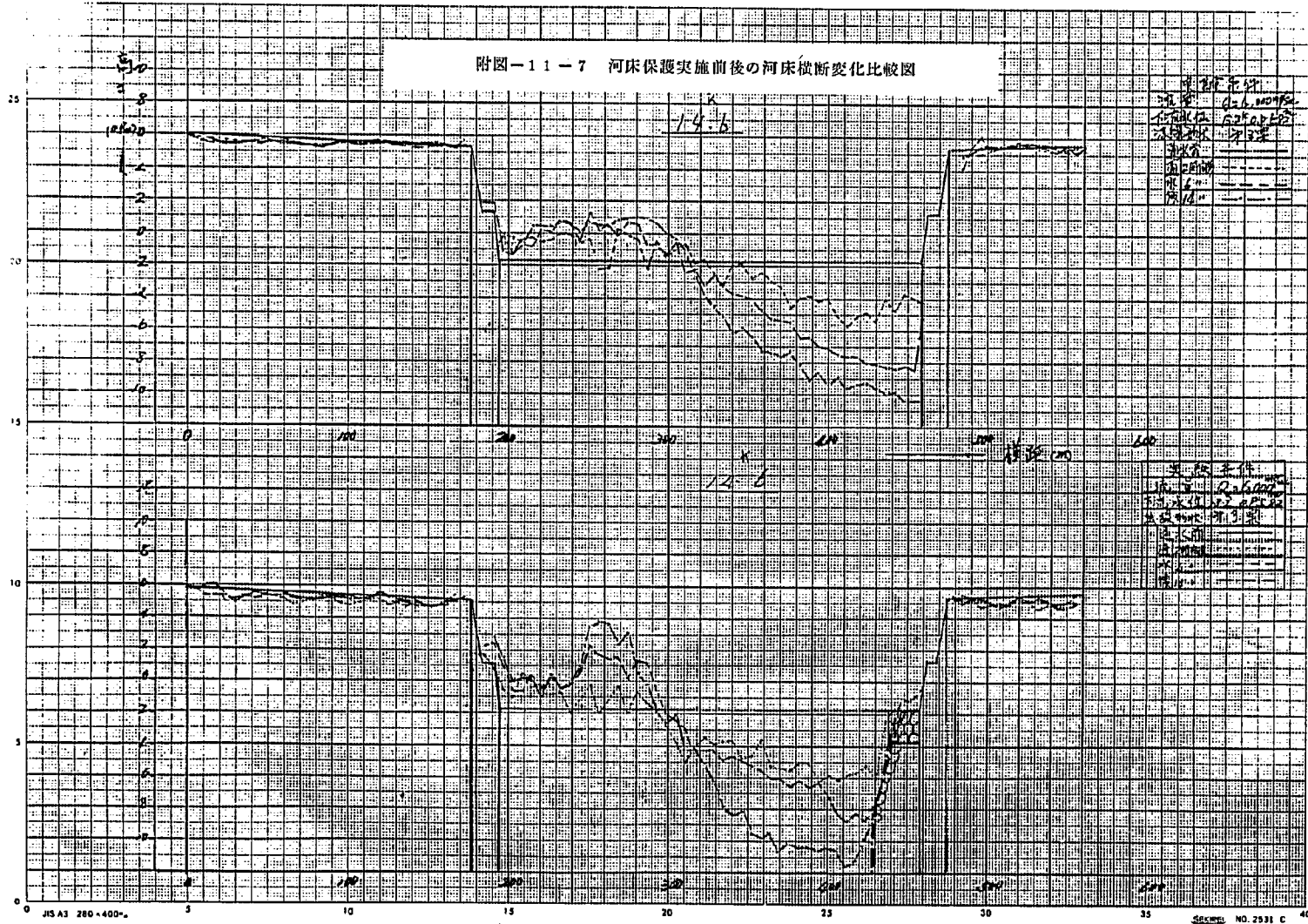


橫距(四)

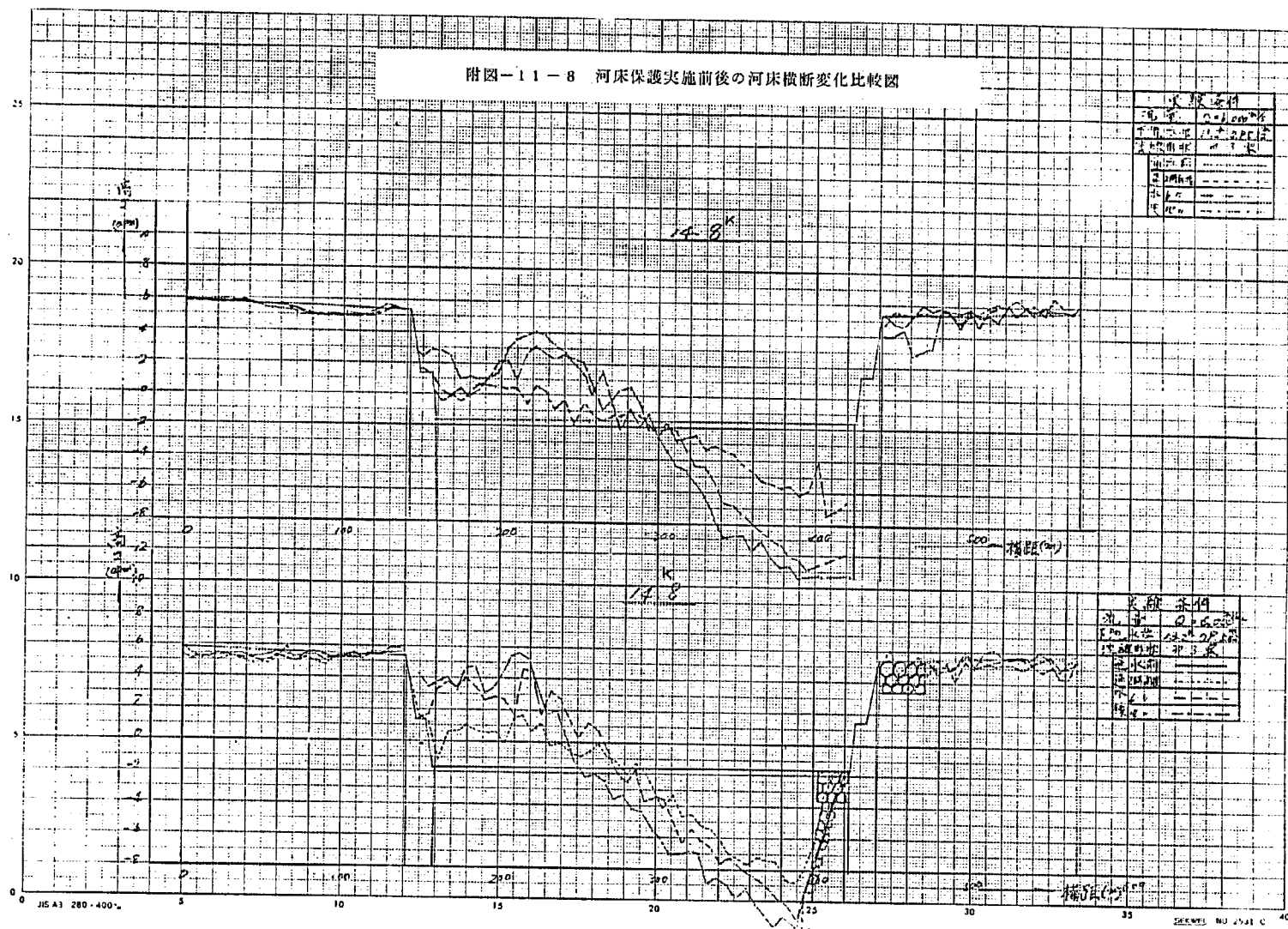
[illegible]

流量		Q: 6.22P
平均水深	1.5m	0.85m
去程水深	1.3m	
水深	1.2m	
水深	1.1m	
水深	1.0m	

附圖-11-7 河床保護實施前後之河床橫斷變化比較圖



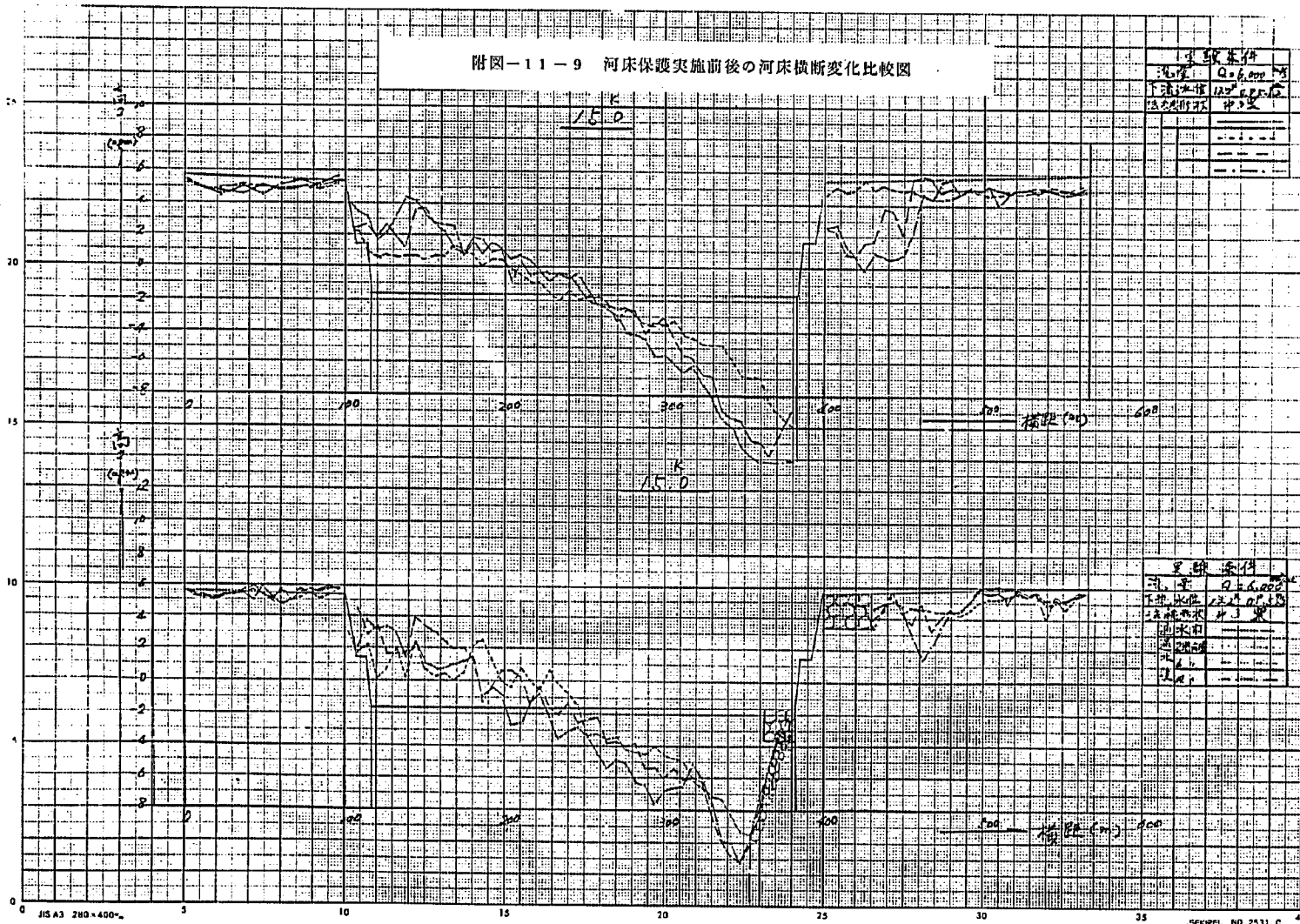
附圖-11-8 河床保護實施前後の河床橫斷變化比較圖



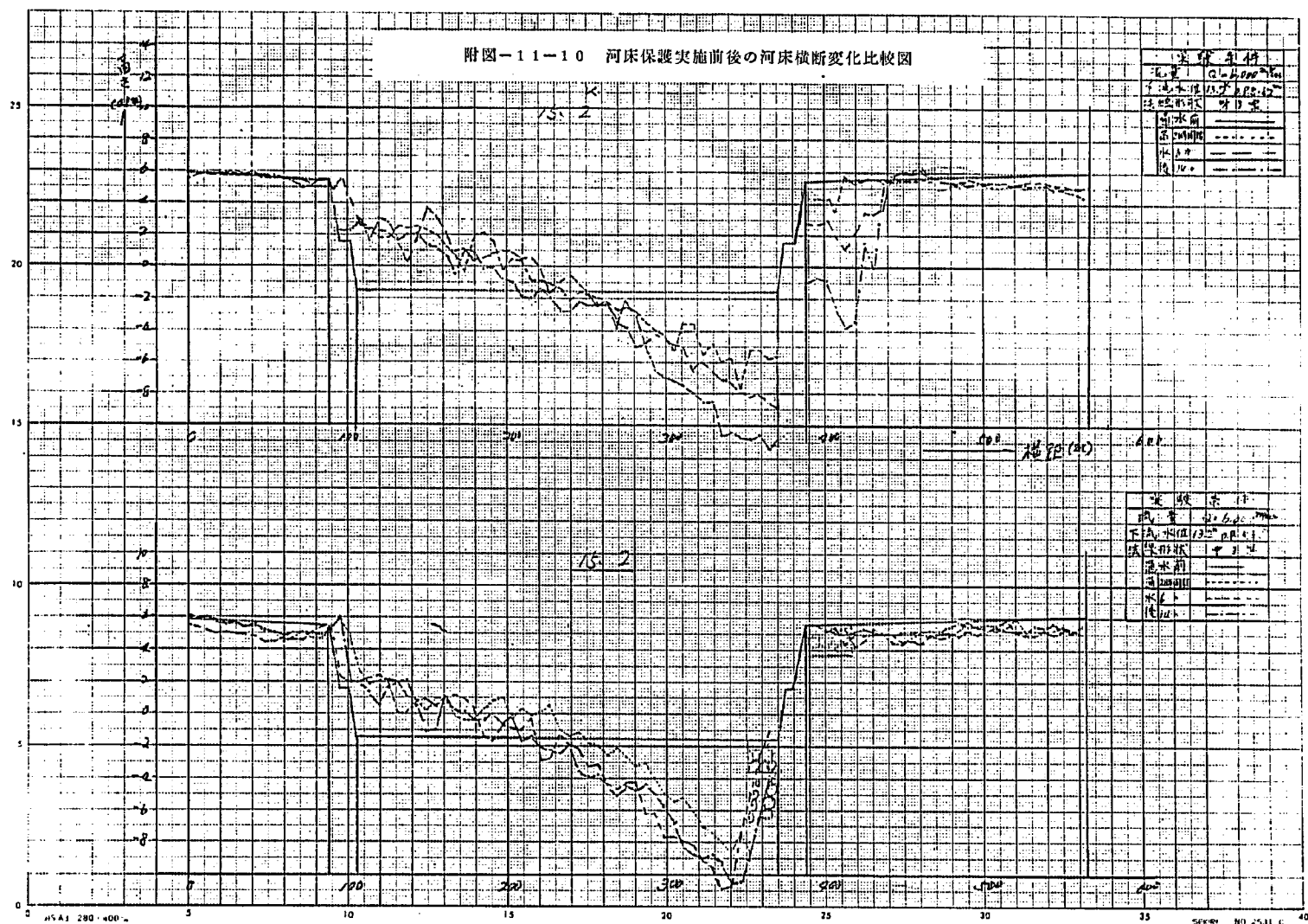
附圖-11-9 河床保護實施前後の河床橫斷變化比較圖

河床條件	
流量	Q=6,000 m³/s
下流水位	12.5 m
河床断面	中支

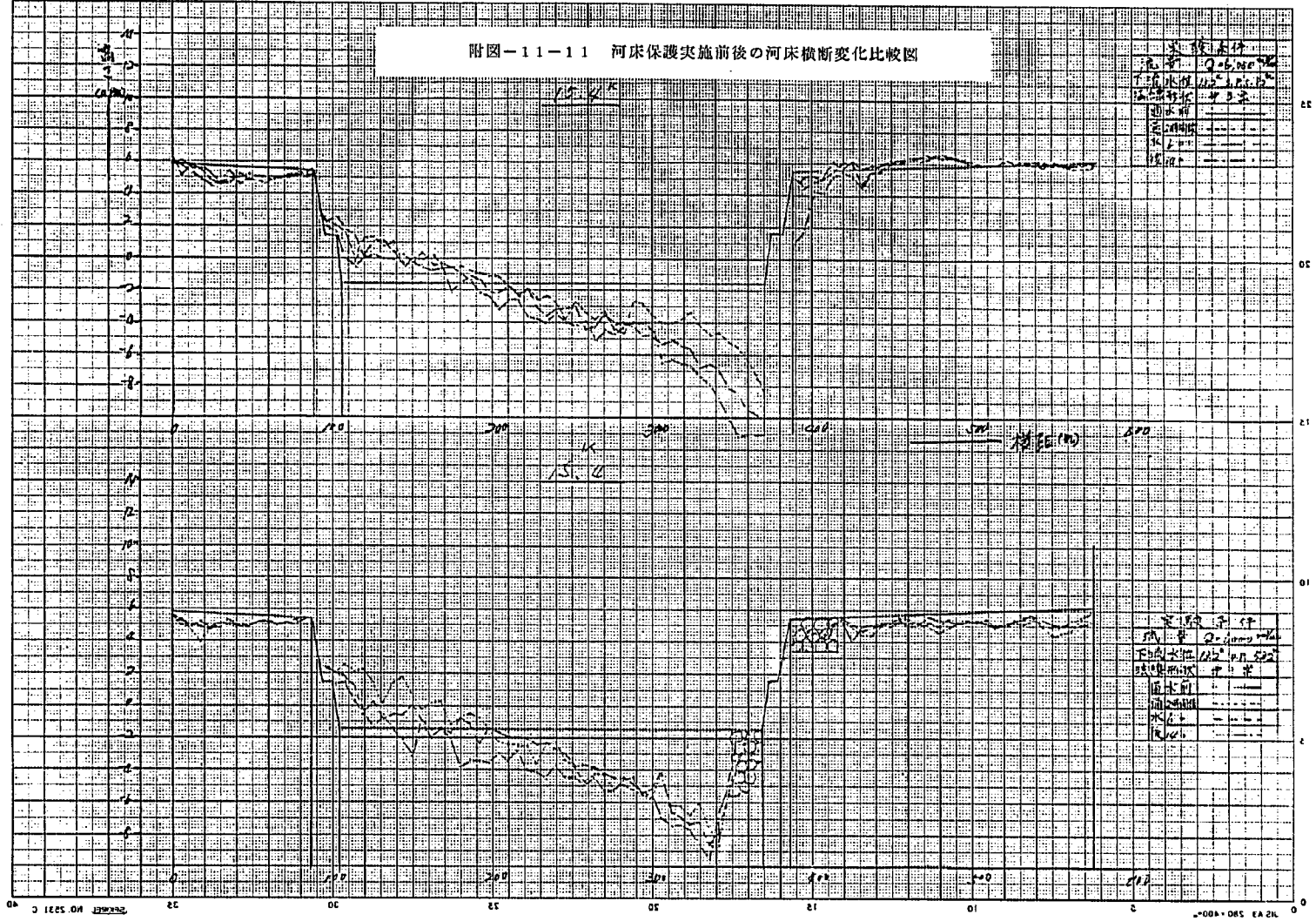
河床條件	
流量	Q=6,000 m³/s
下流水位	12.5 m
河床断面	中支



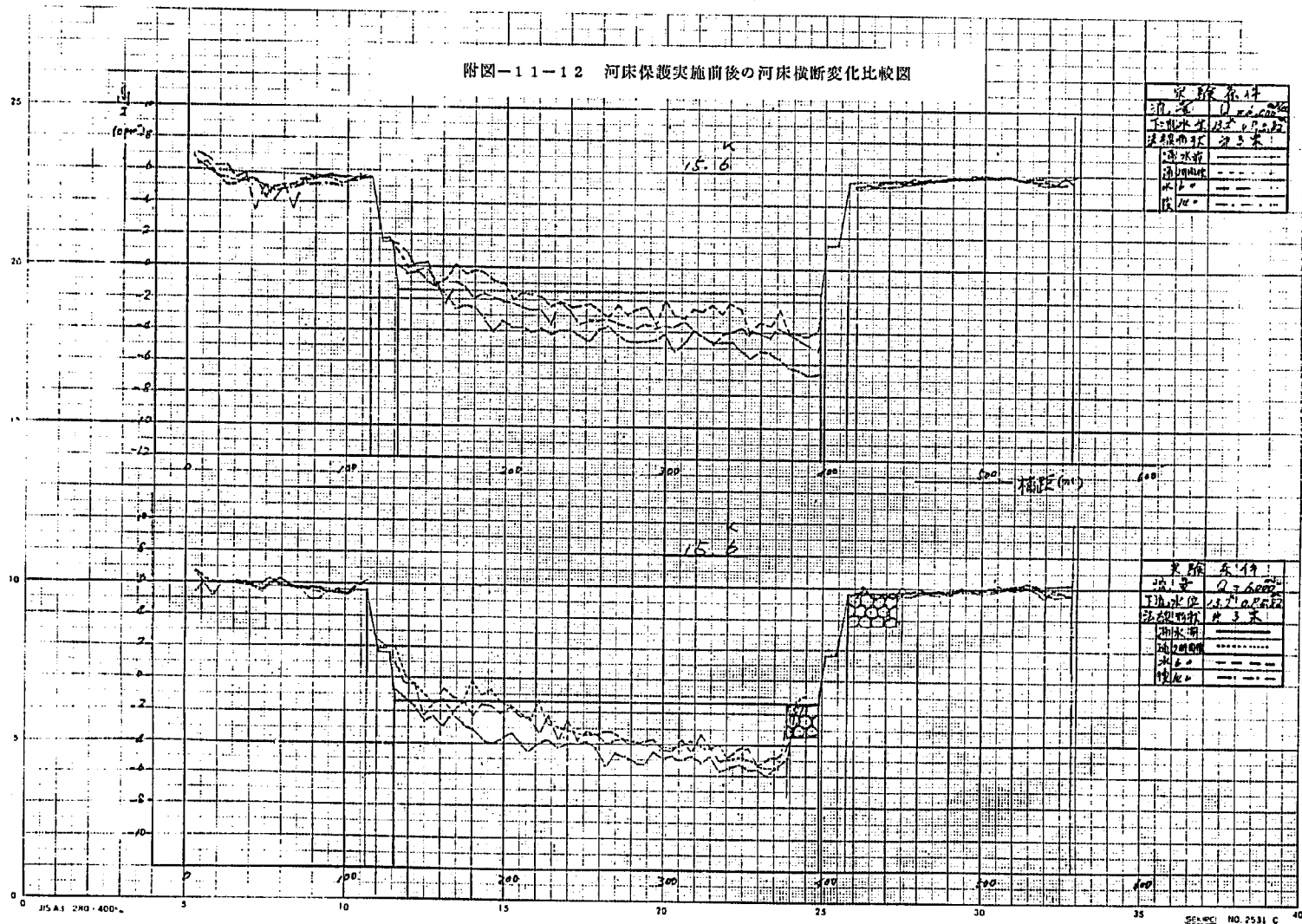
附圖-11-10 河床保護實施前後の河床断面变化比較図



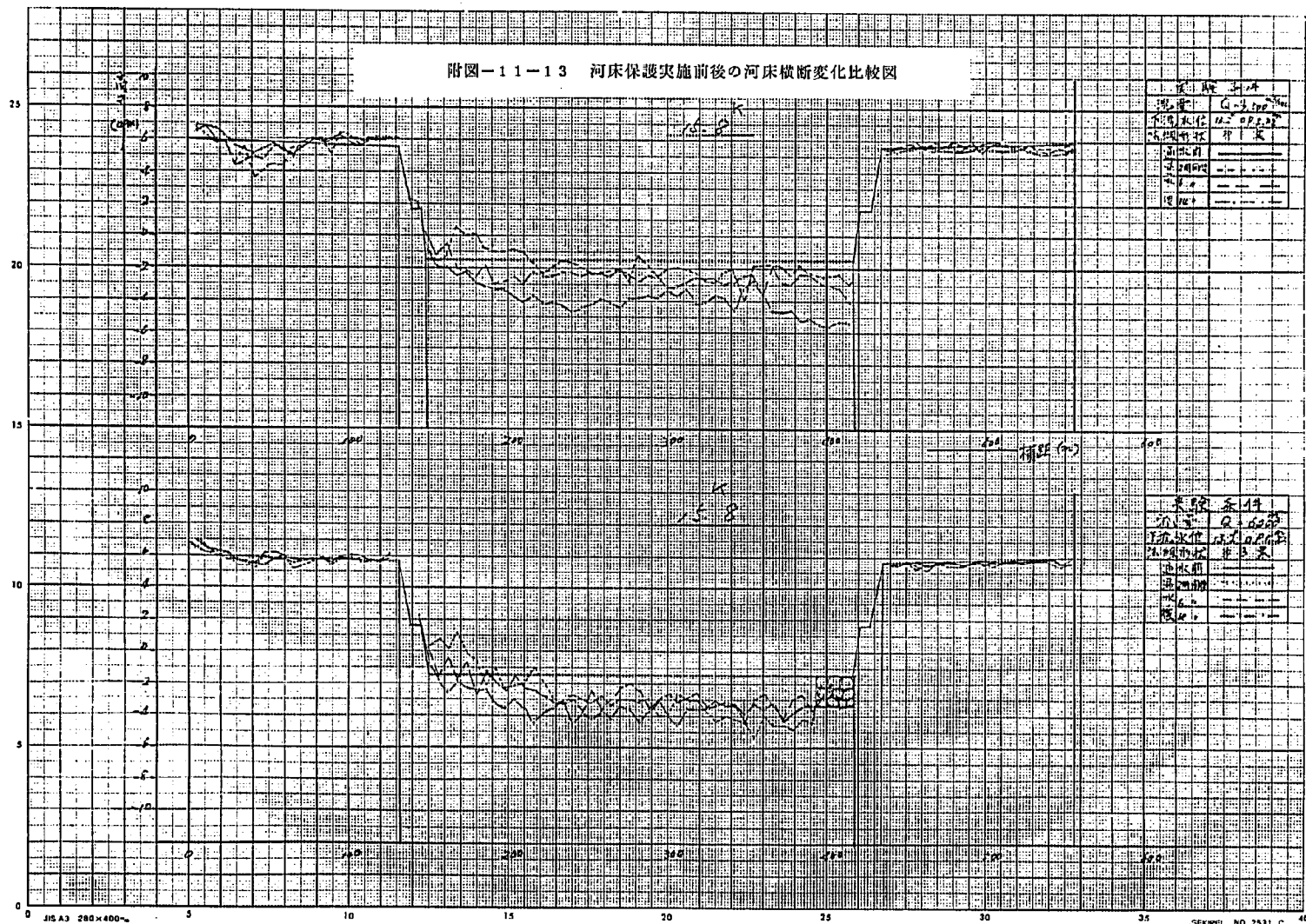
附圖-11-11 河床保護實施前後の河床橫斷變化比較圖



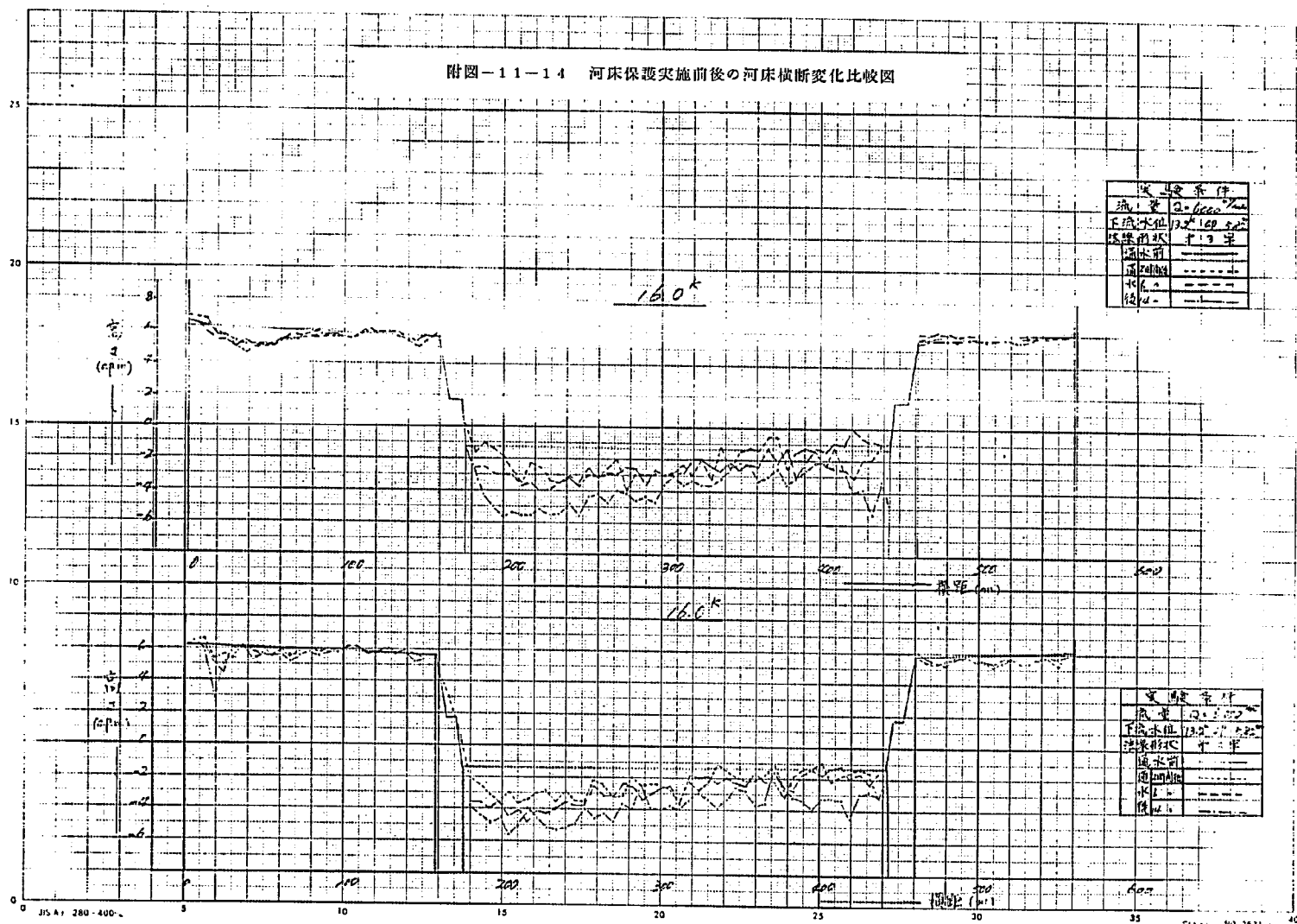
附圖-11-12 河床保護實施前後の河床横斷變化比較圖



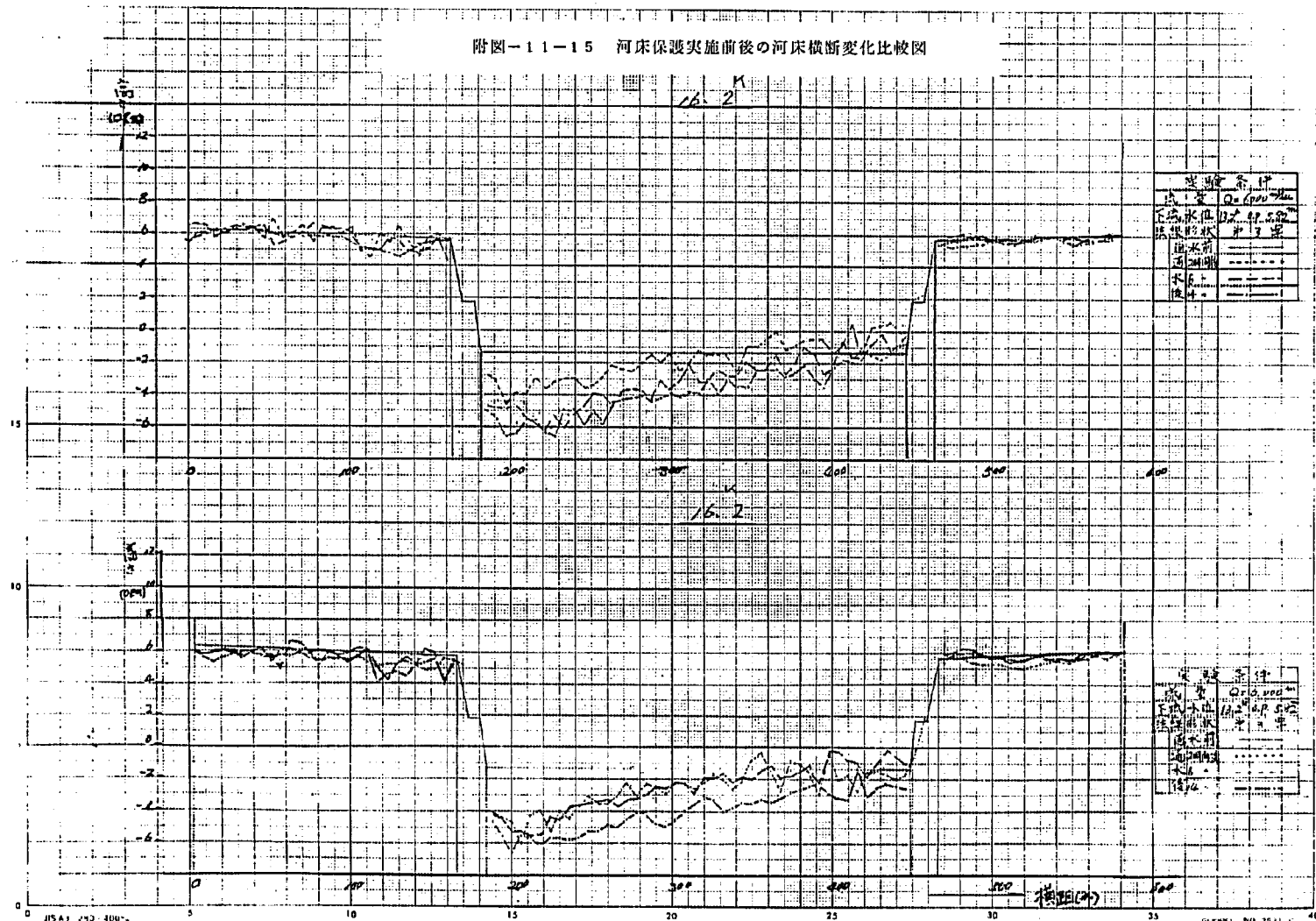
附圖-11-13 河床保護實施前後の河床横斷変化比較図



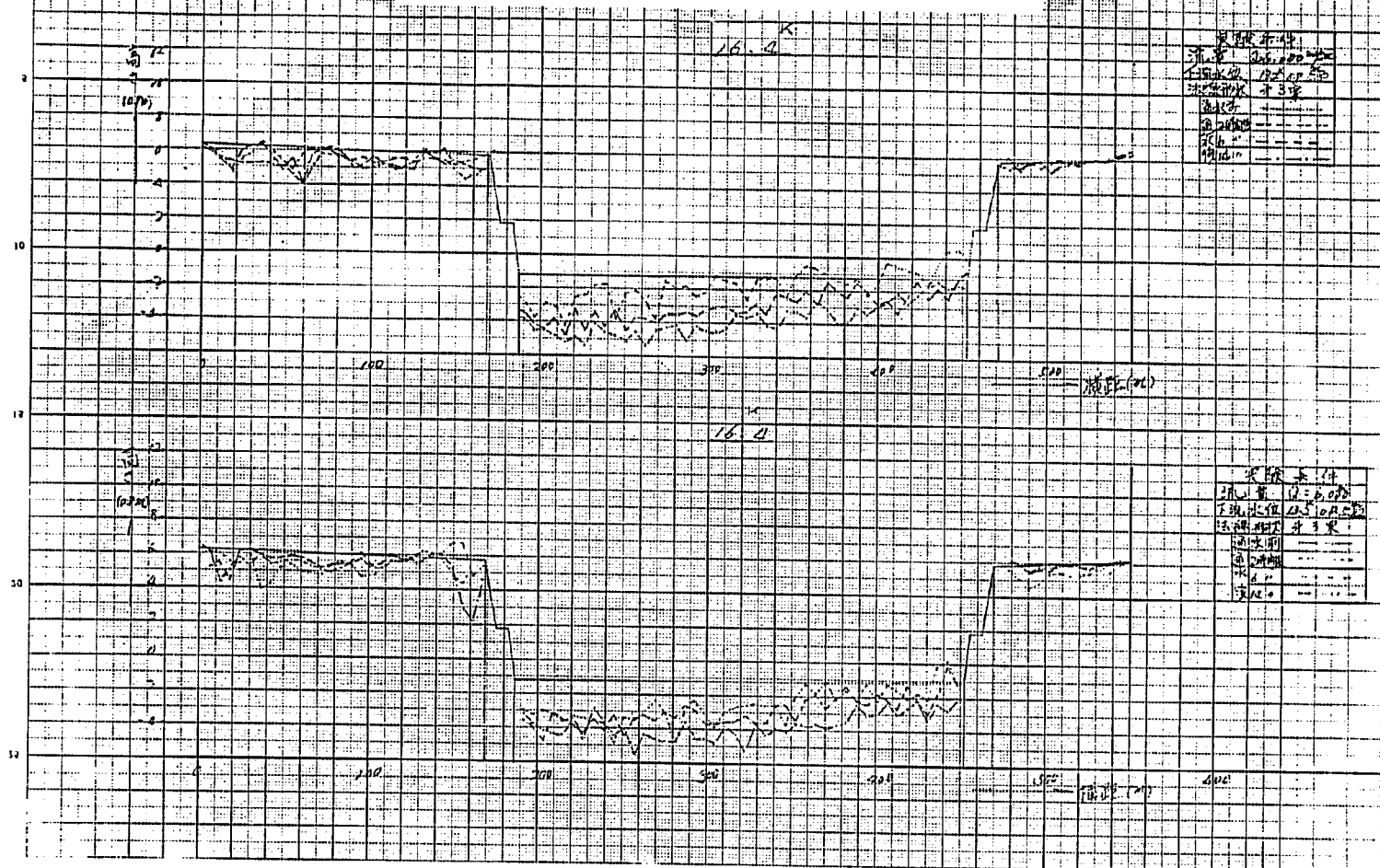
附圖-11-14 河床保護實施前後の河床橫斷變化比較圖



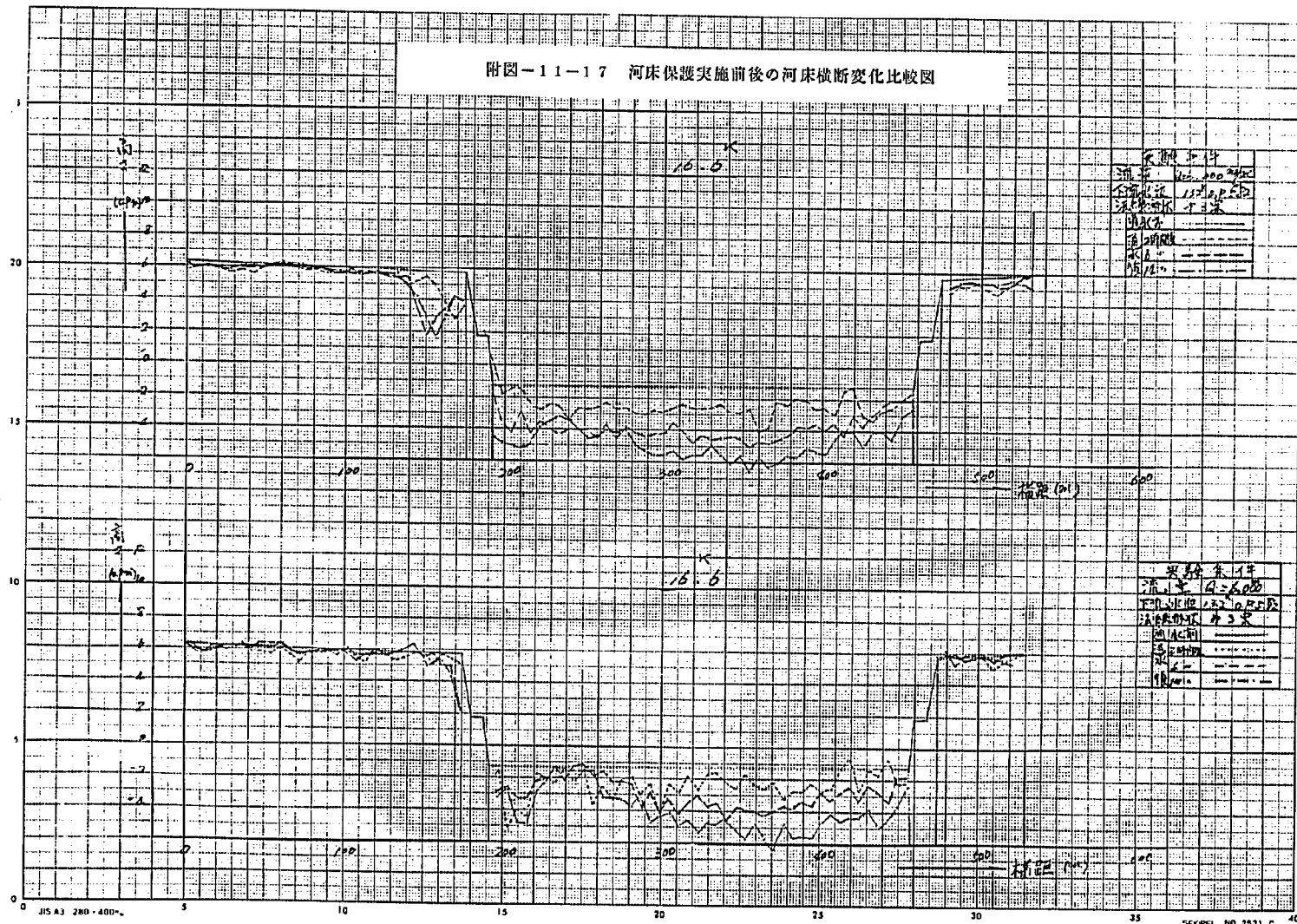
附圖-11-15 河床保護實施前後の河床横斷変化比較図



附図-11-16 河床保護実施前後の河床横断変化比較図

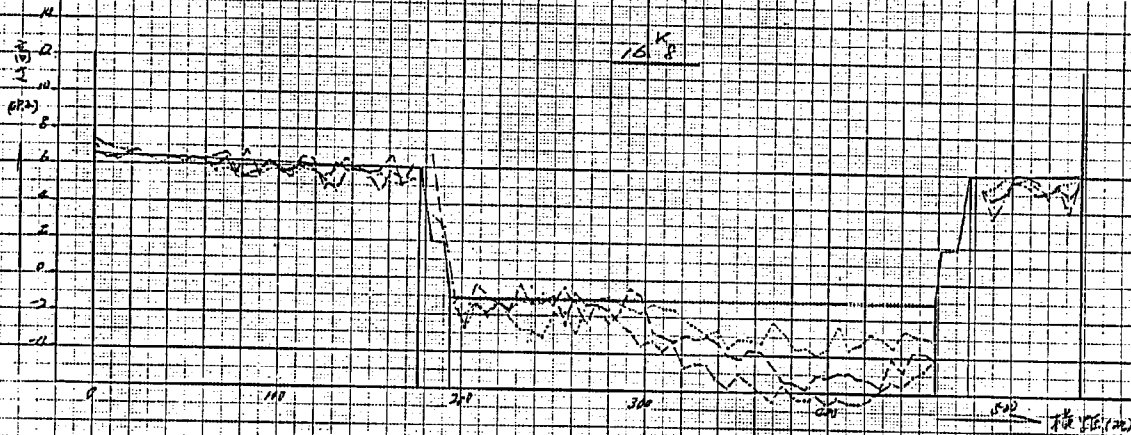
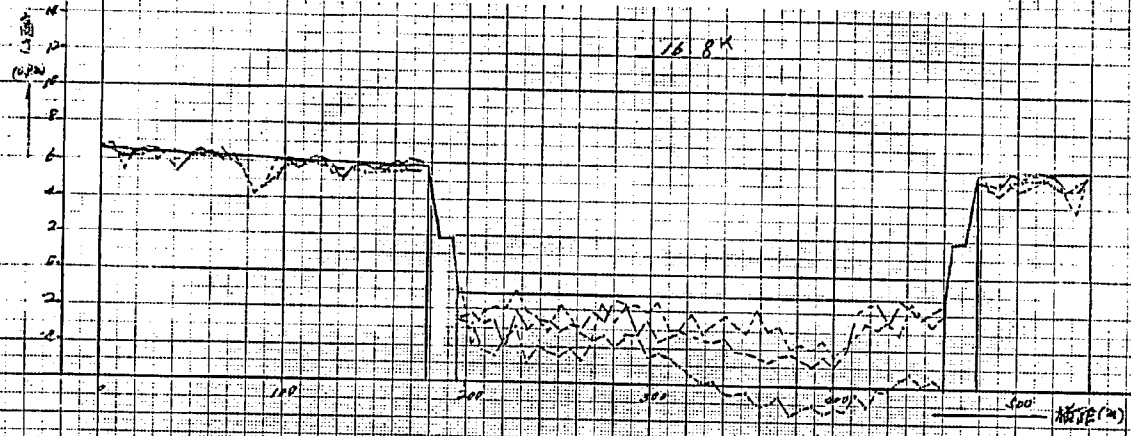


附圖-11-17 河床保護實施前後の河床橫斷變化比較圖



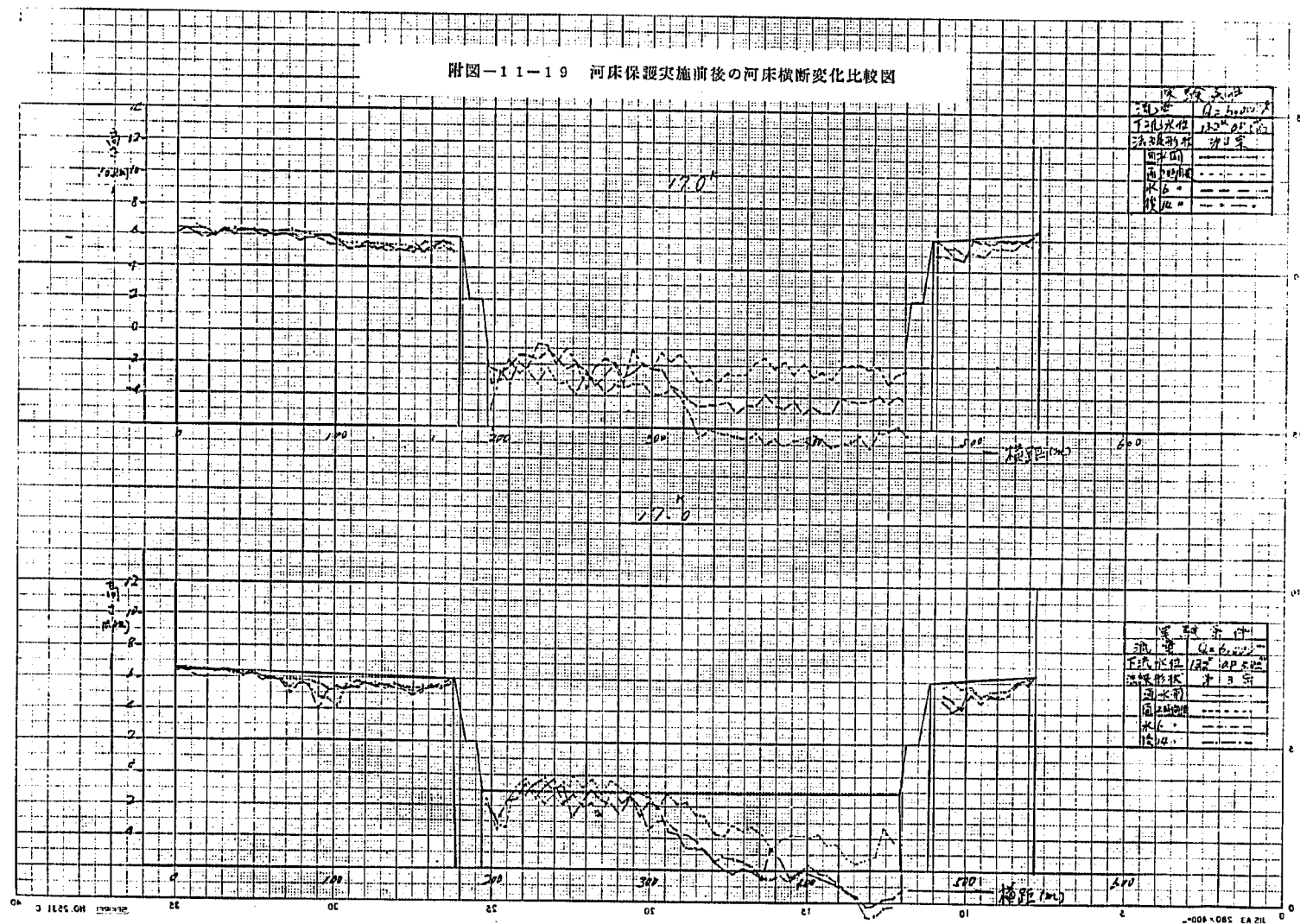
附图-11-18 河床保護實施前後の河床横斷变化比較図

観測条件	
流量	Q=6,056 m³/s
水位	10.2 m
流速	0.5 m/s
観測地点	河床
観測時期	1964年
観測者	河床



観測条件	
流量	Q=6,056 m³/s
水位	10.2 m
流速	0.5 m/s
観測地点	河床
観測時期	1964年
観測者	河床

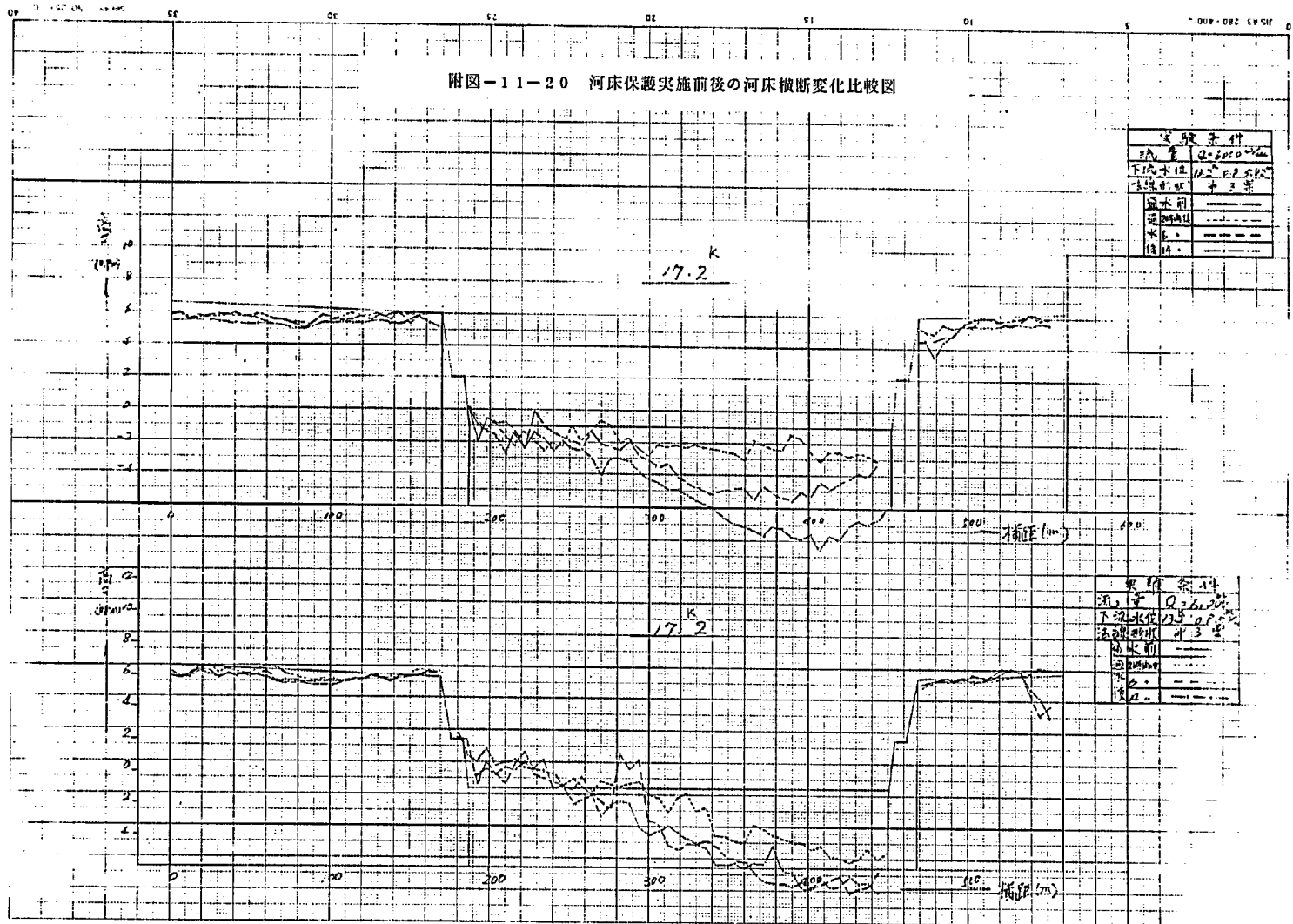
附图-11-19 河床保護實施前後の河床横斷变化比較図



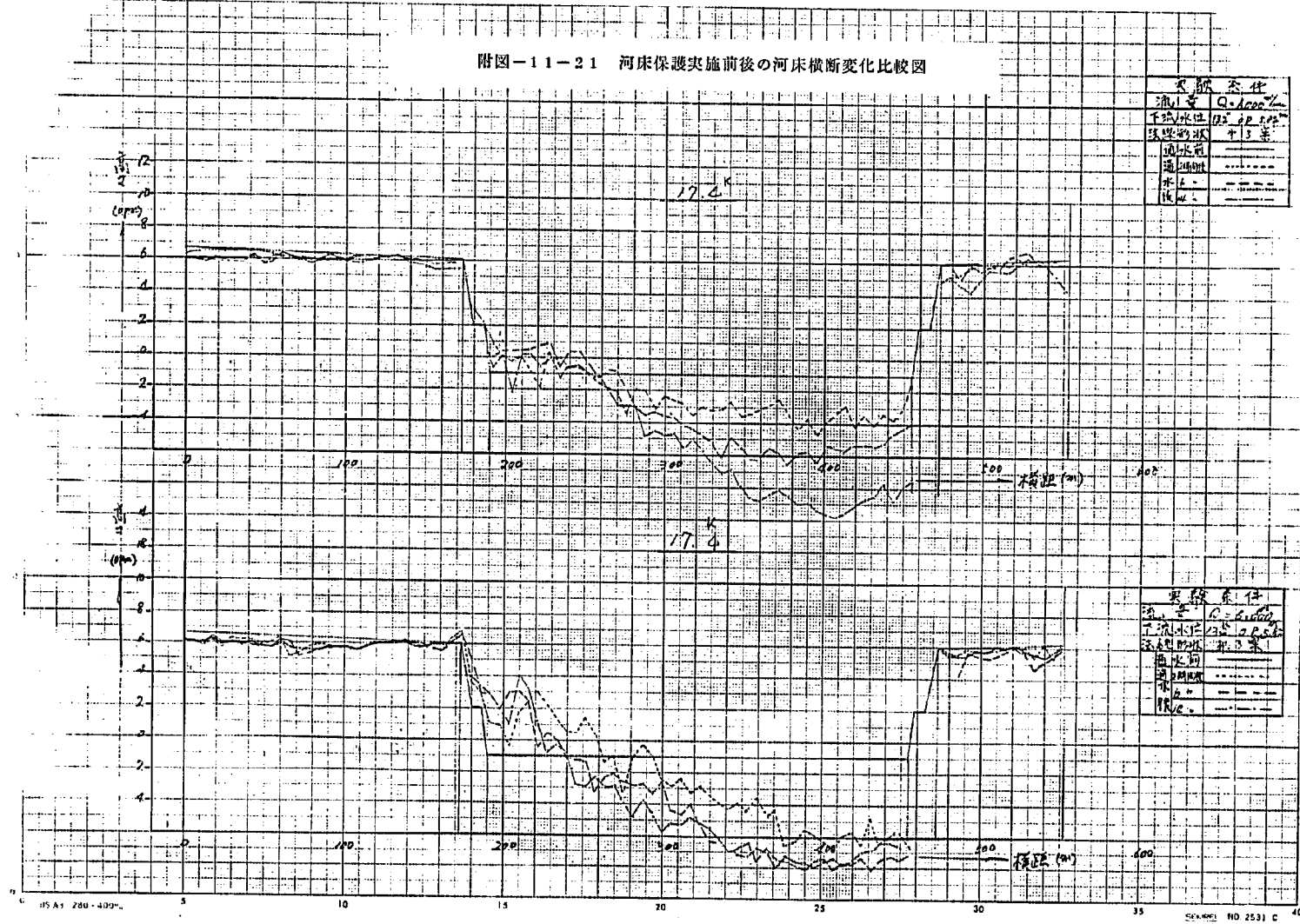
河床断面	17.0
河床水位	17.0
河床形状	17.0
河床断面	17.0
河床水位	17.0
河床形状	17.0

河床断面	17.6
河床水位	17.6
河床形状	17.6
河床断面	17.6
河床水位	17.6
河床形状	17.6

附图-11-20 河床保護實施前後の河床横斷変化比較図



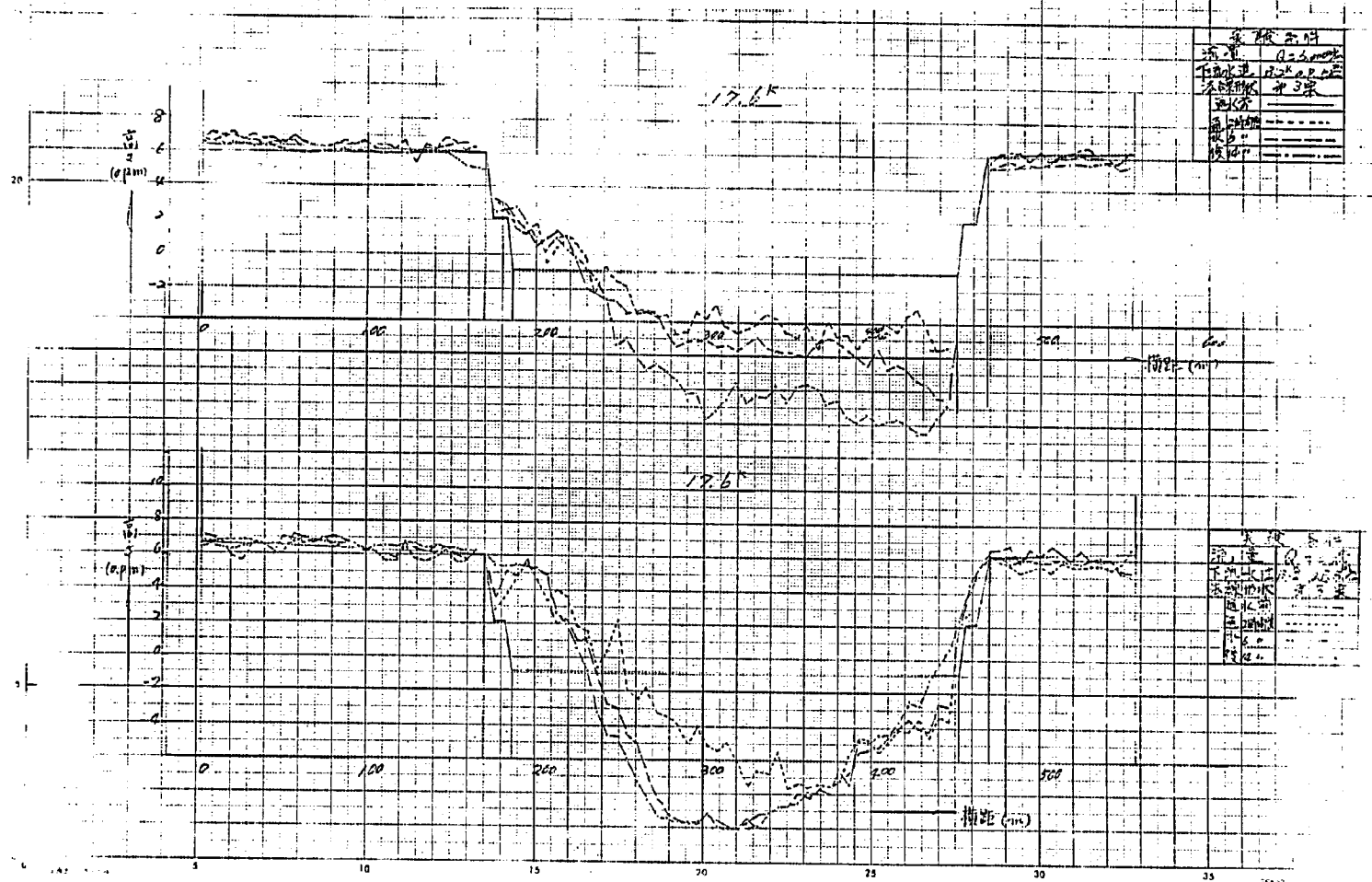
附圖-11-21 河床保護實施前後の河床横断变化比較図



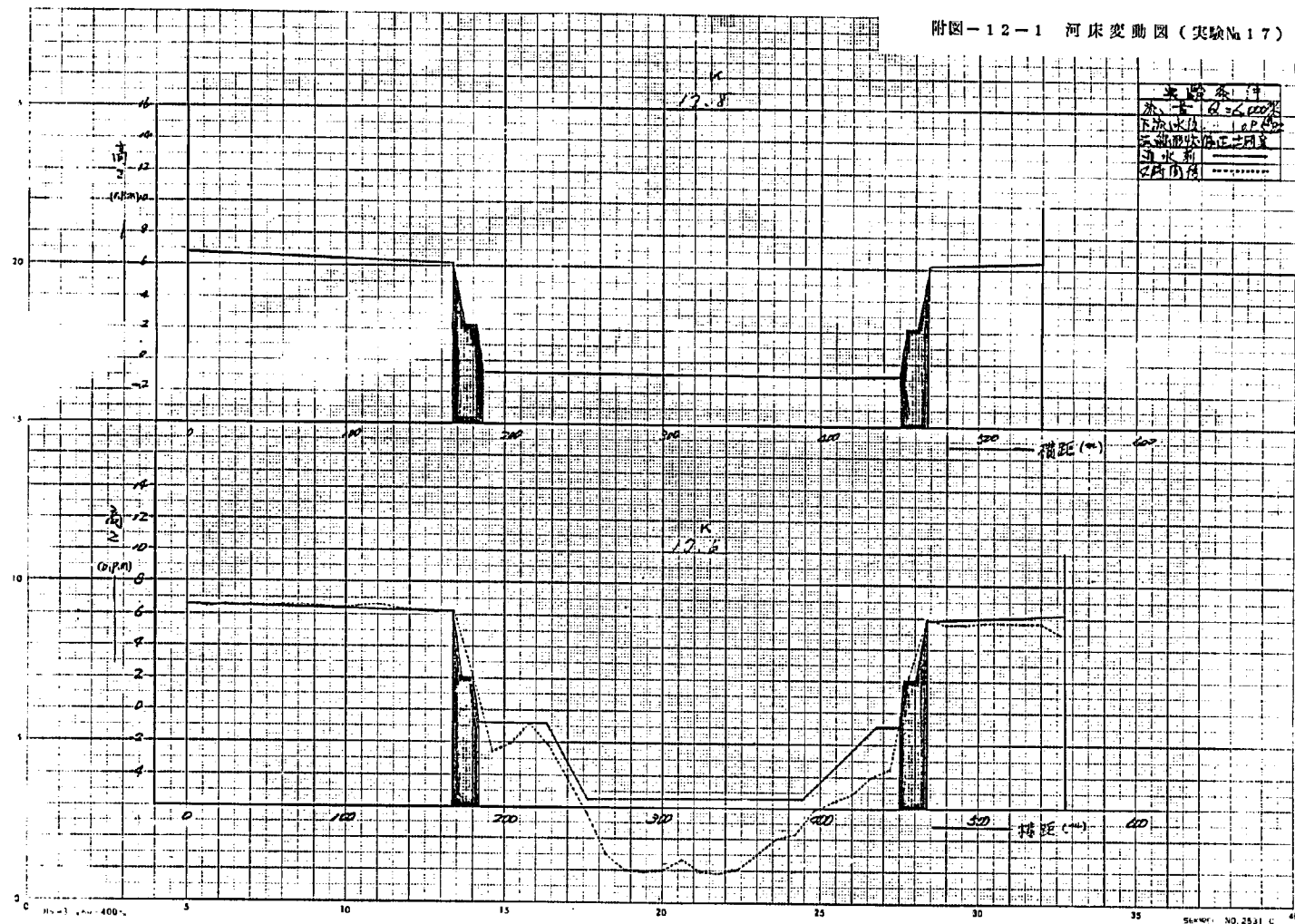
実験条件	
流量	Q=4000 L/min
下流水位	12.5 m
実験的河床	+1.5 m
河床前	-----
河床中	-----
河床後	-----

実験条件	
流量	Q=4000 L/min
下流水位	12.5 m
実験的河床	+1.5 m
河床前	-----
河床中	-----
河床後	-----

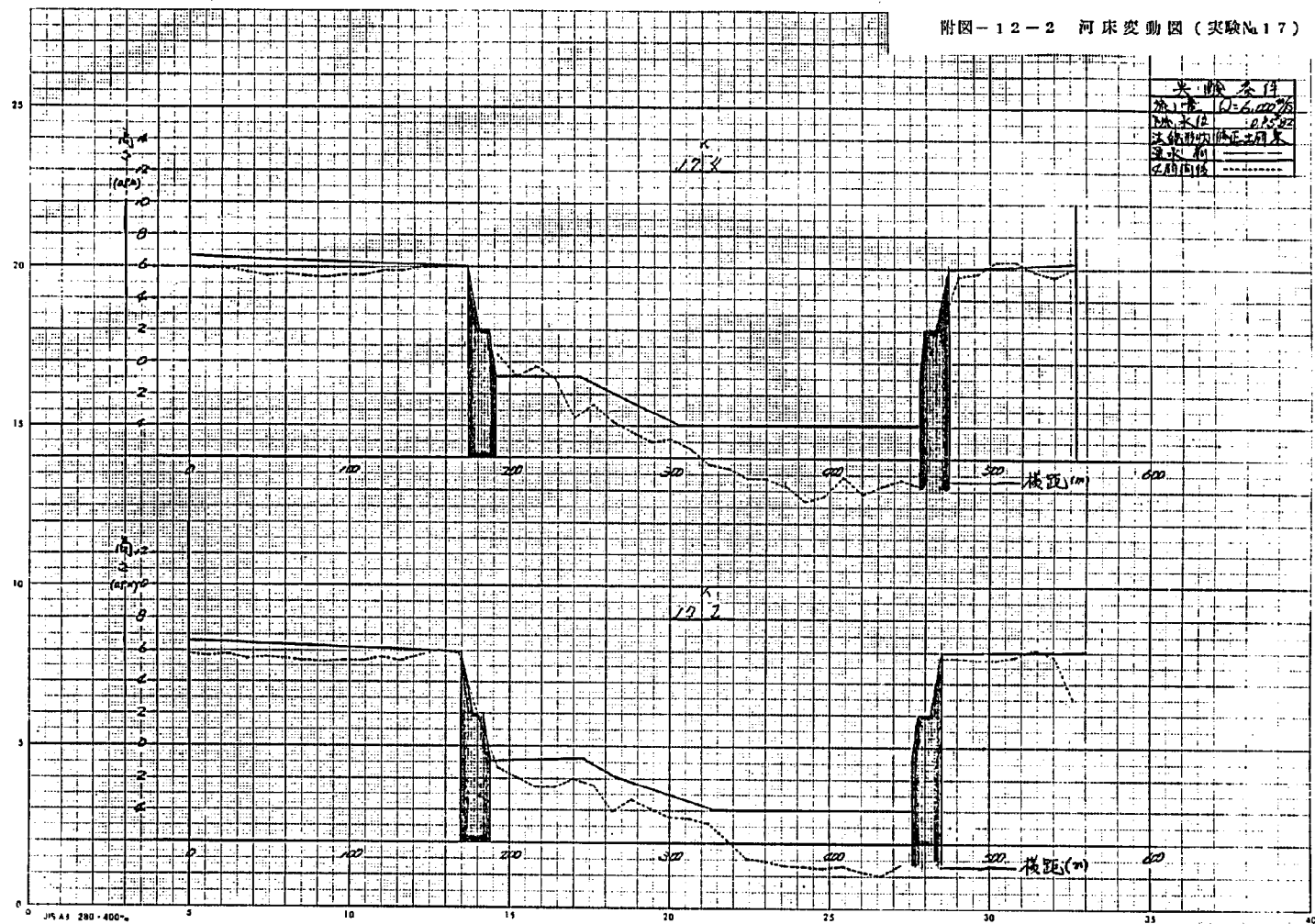
附圖-11-22 河床保護実施前後の河床横断変化比較図



附图-12-1 河床变动图 (实验№17)



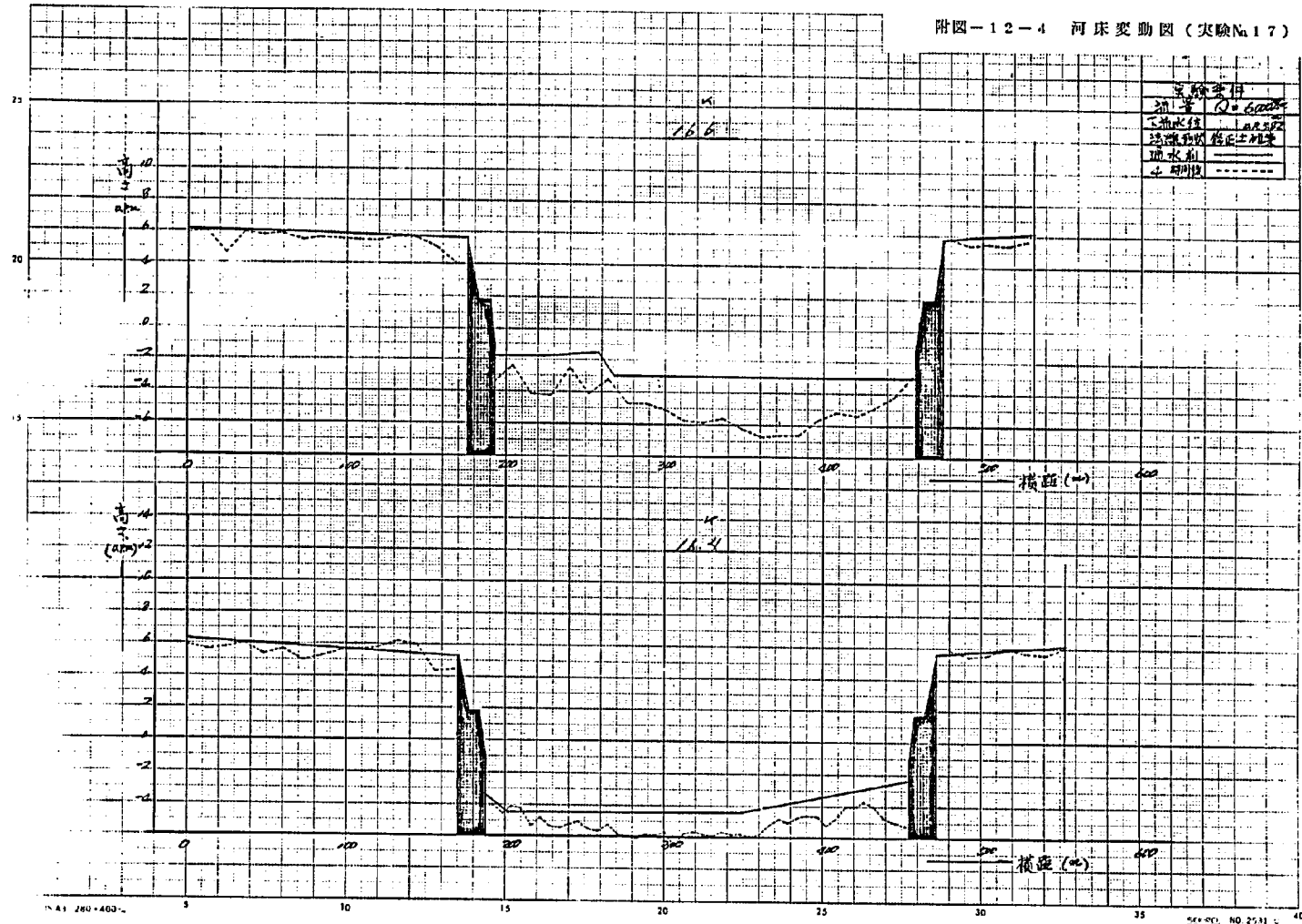
附圖-12-2 河床變動圖 (實驗№17)



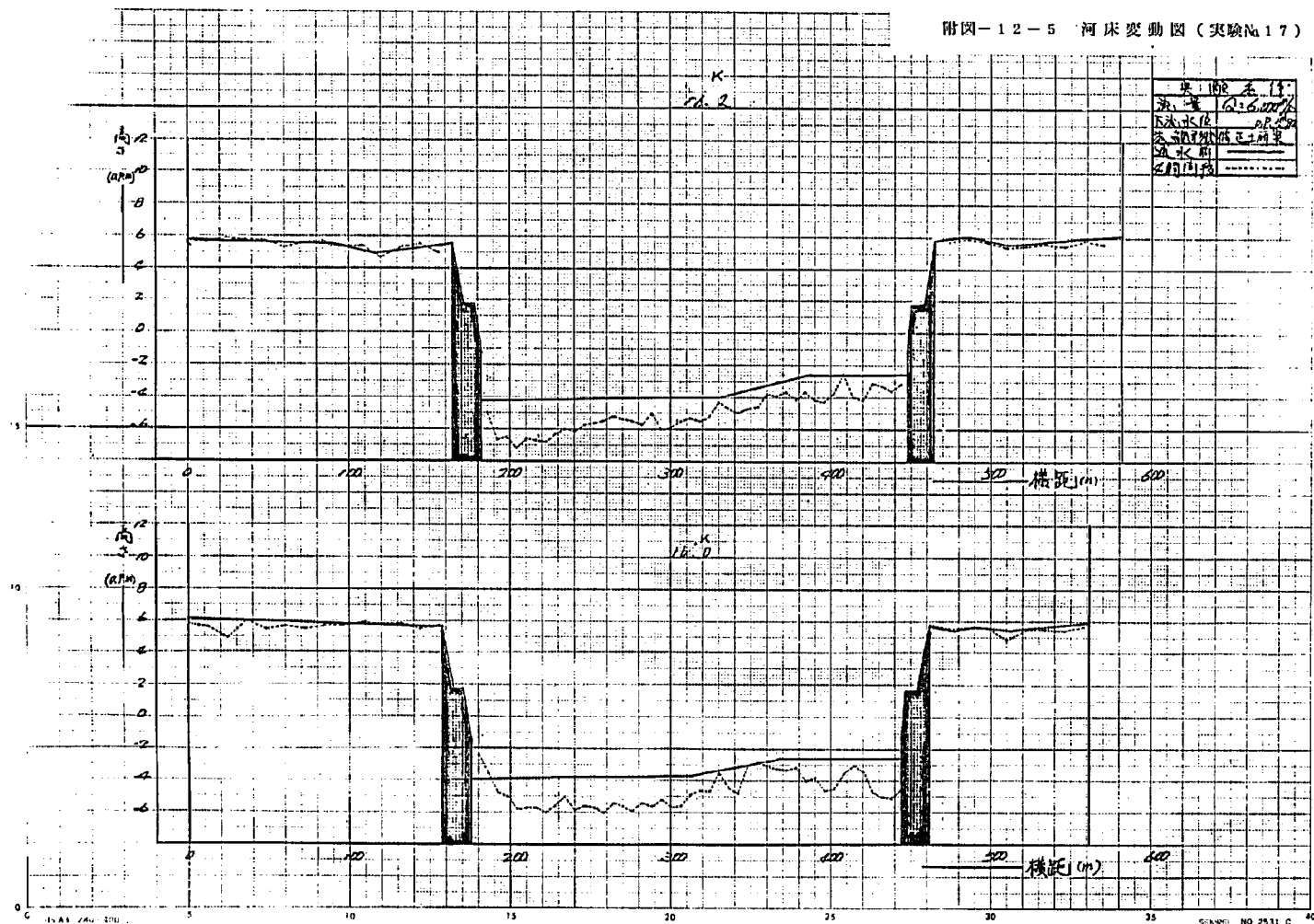
附图-12-3 河床变动图 (实验No.17)



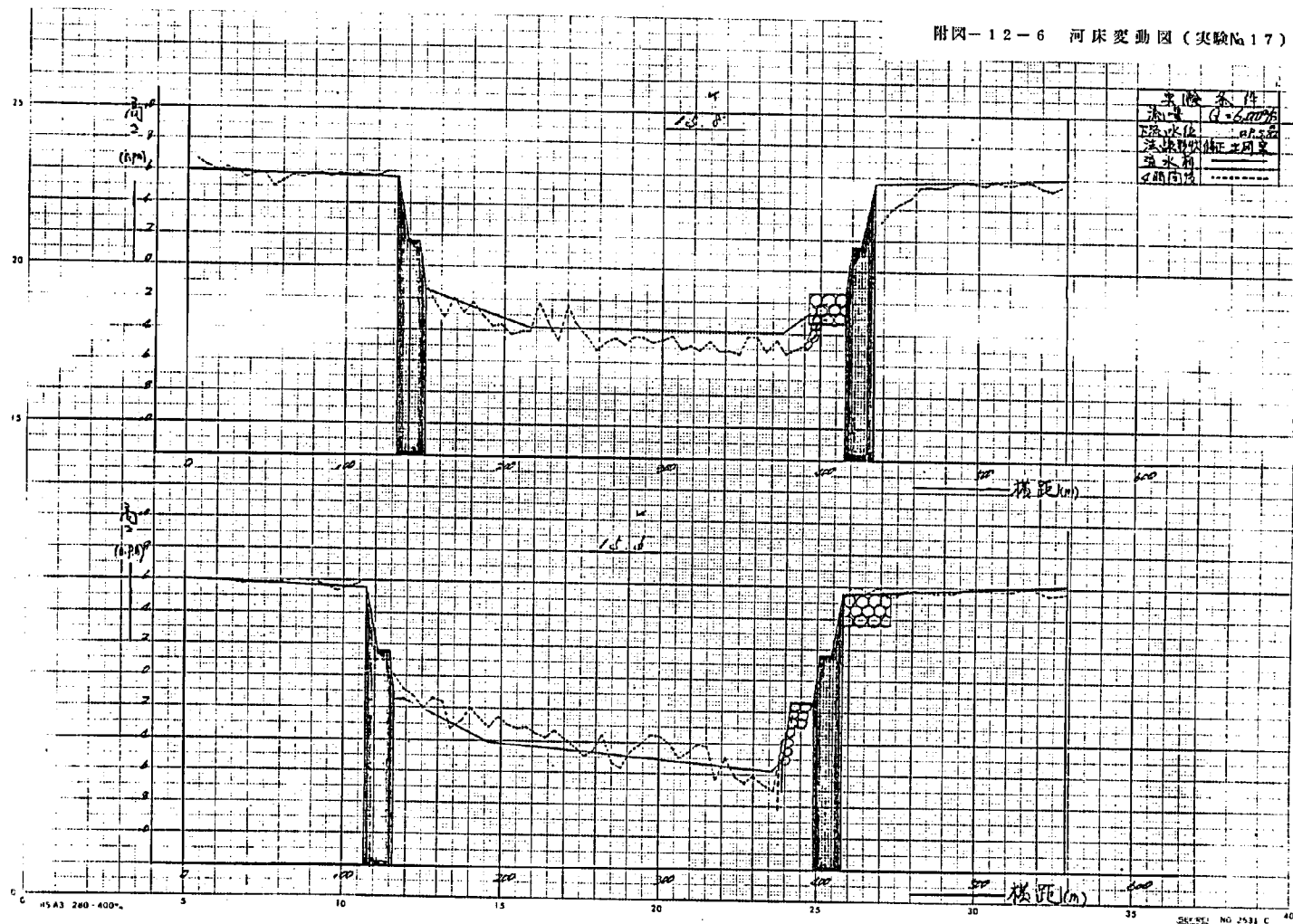
附圖-12-4 河床變動圖 (實驗No.17)



附圖-12-5 河床變動圖 (實驗No.17)



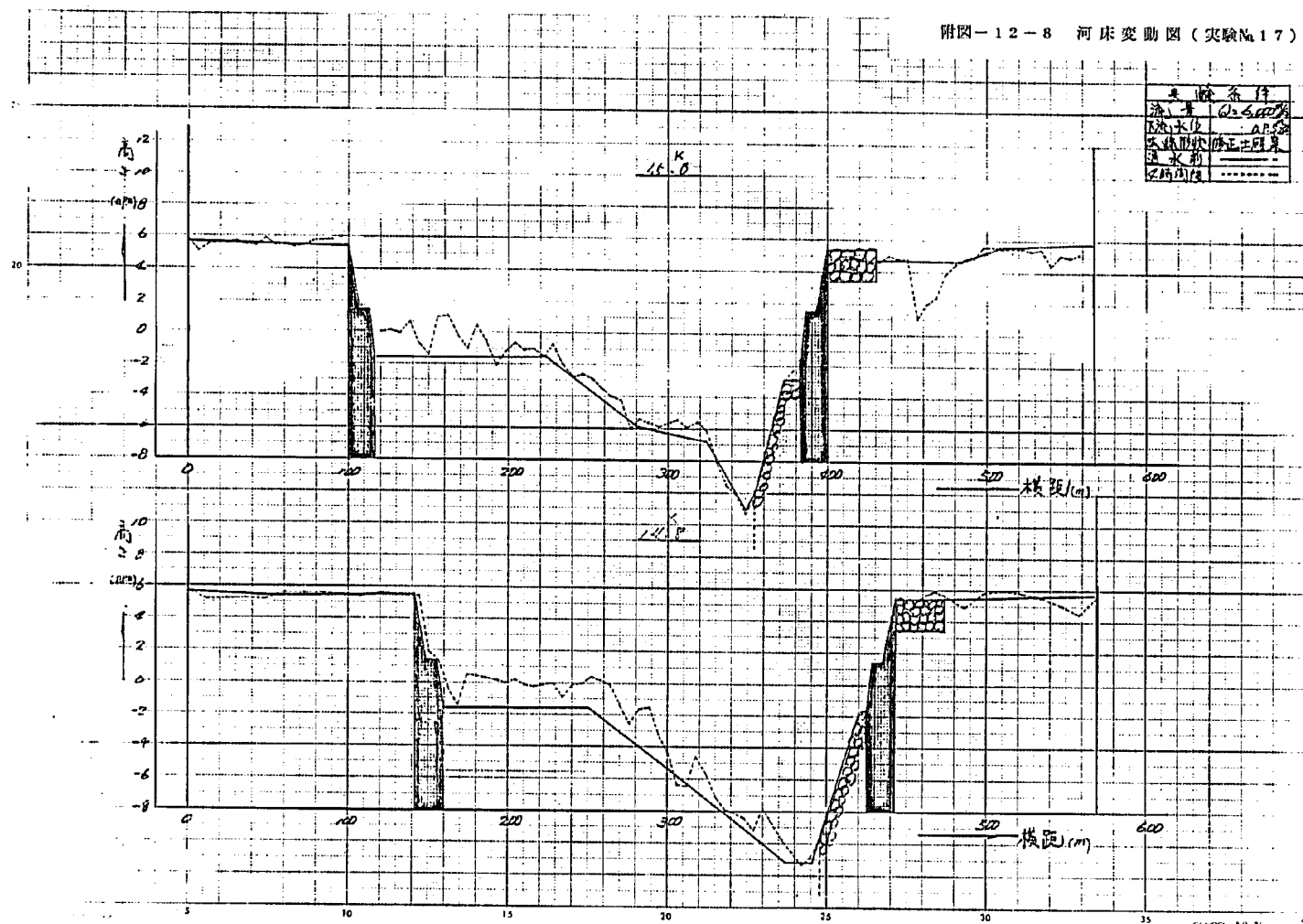
附圖-12-6 河床變動圖 (實驗No 17)



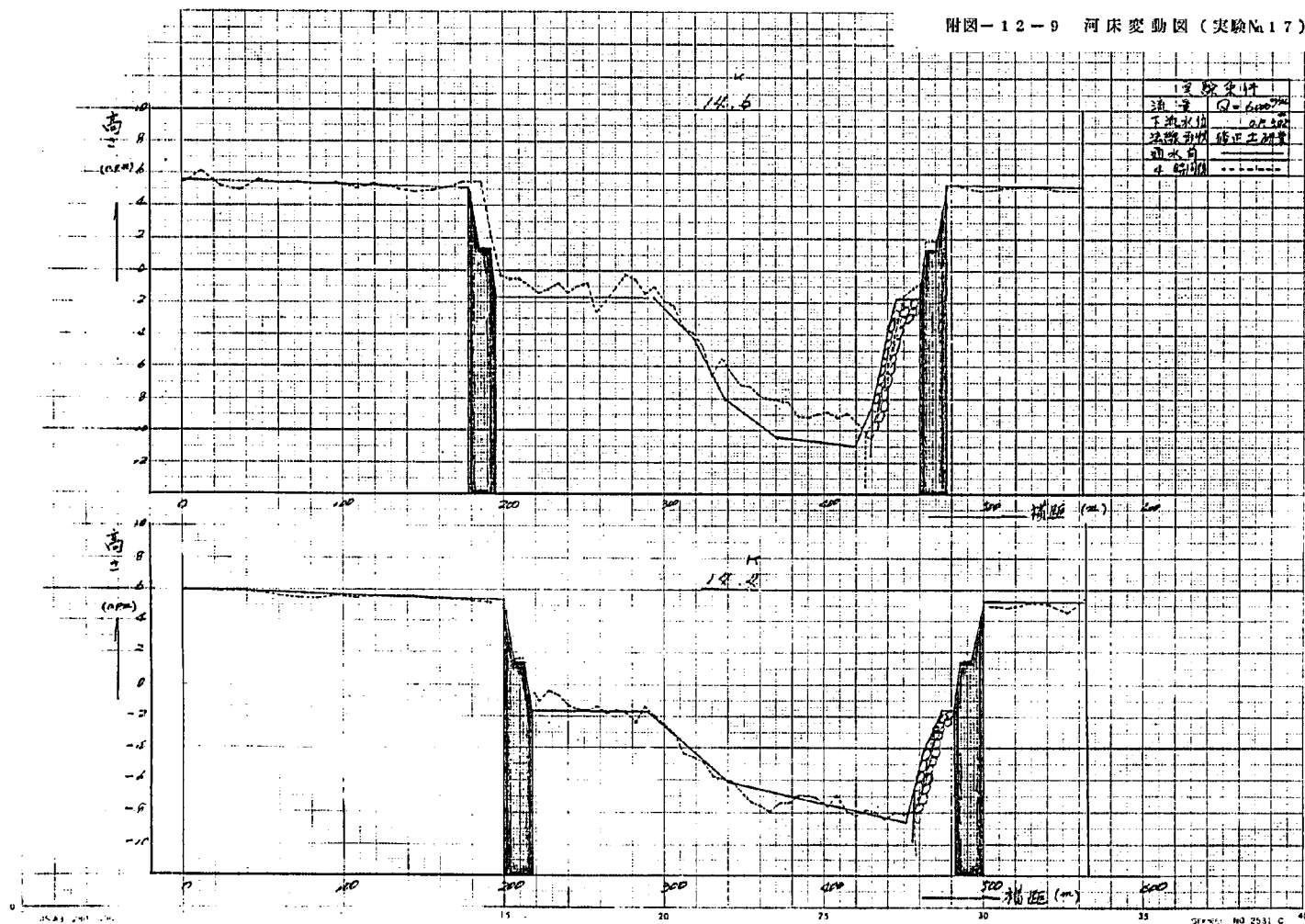
附圖-12-7 河床變動圖 (實驗№17)



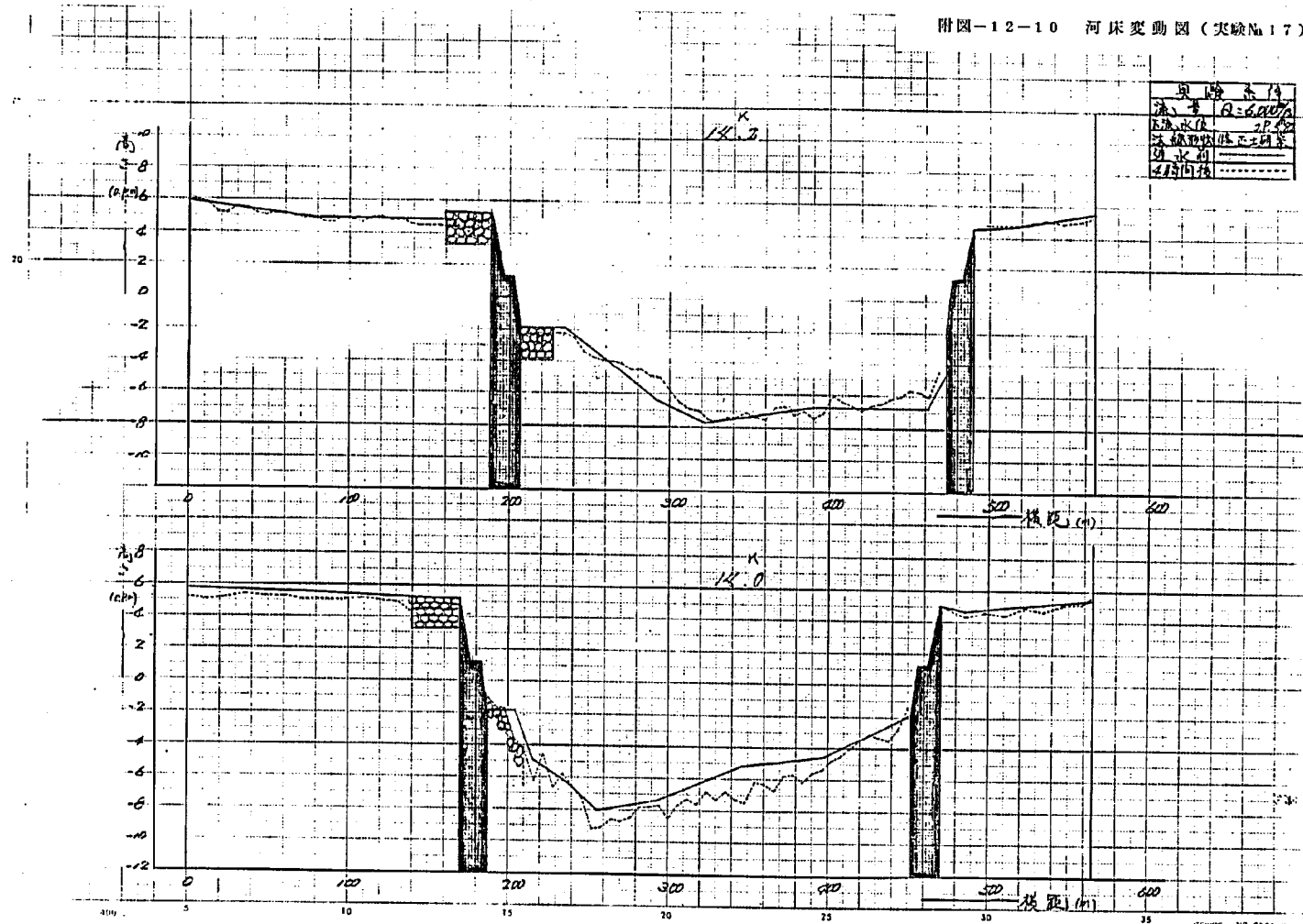
附图-12-8 河床变动图 (实验No. 17)



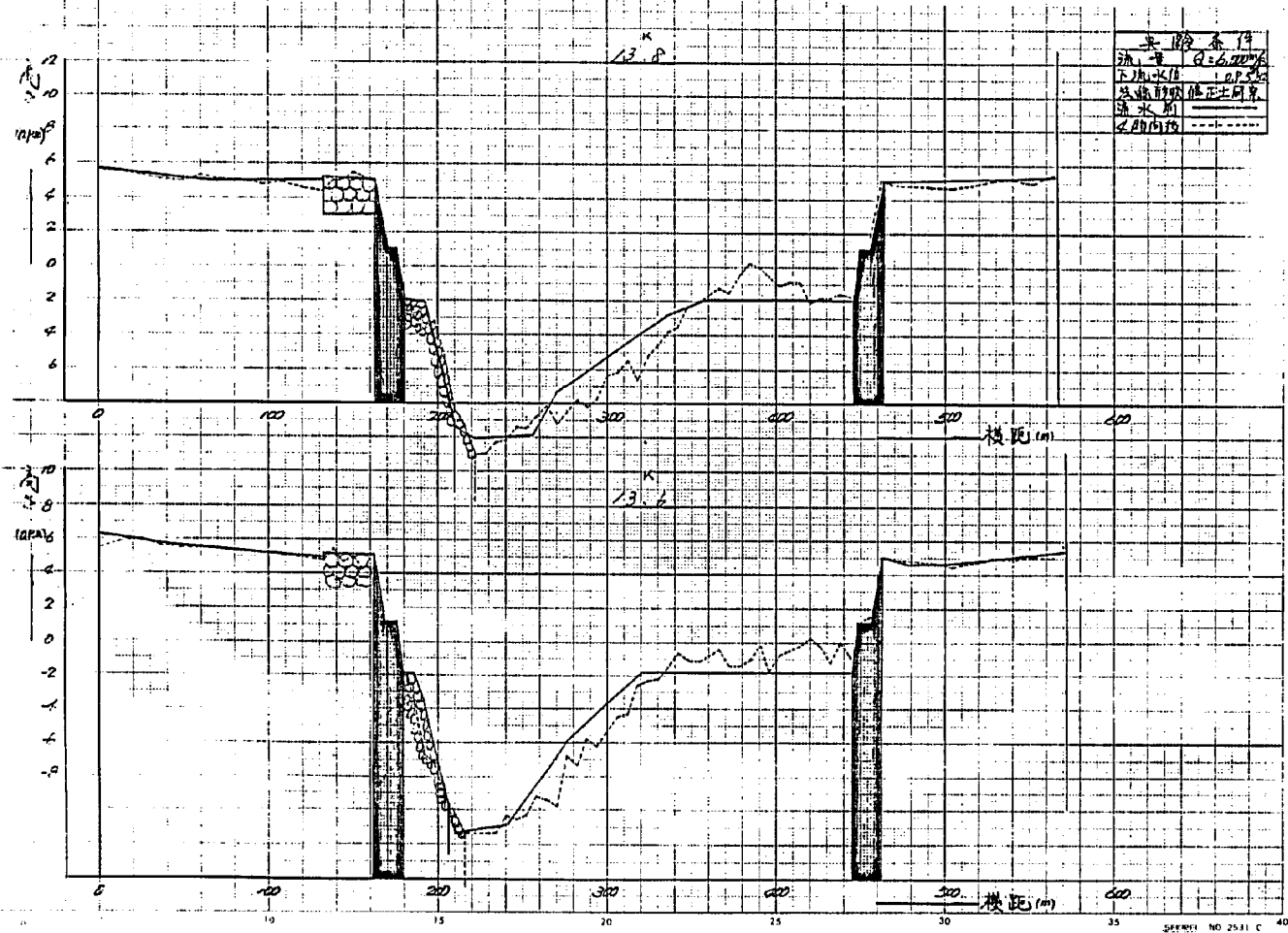
附圖-12-9 河床變動圖 (實驗No.17)



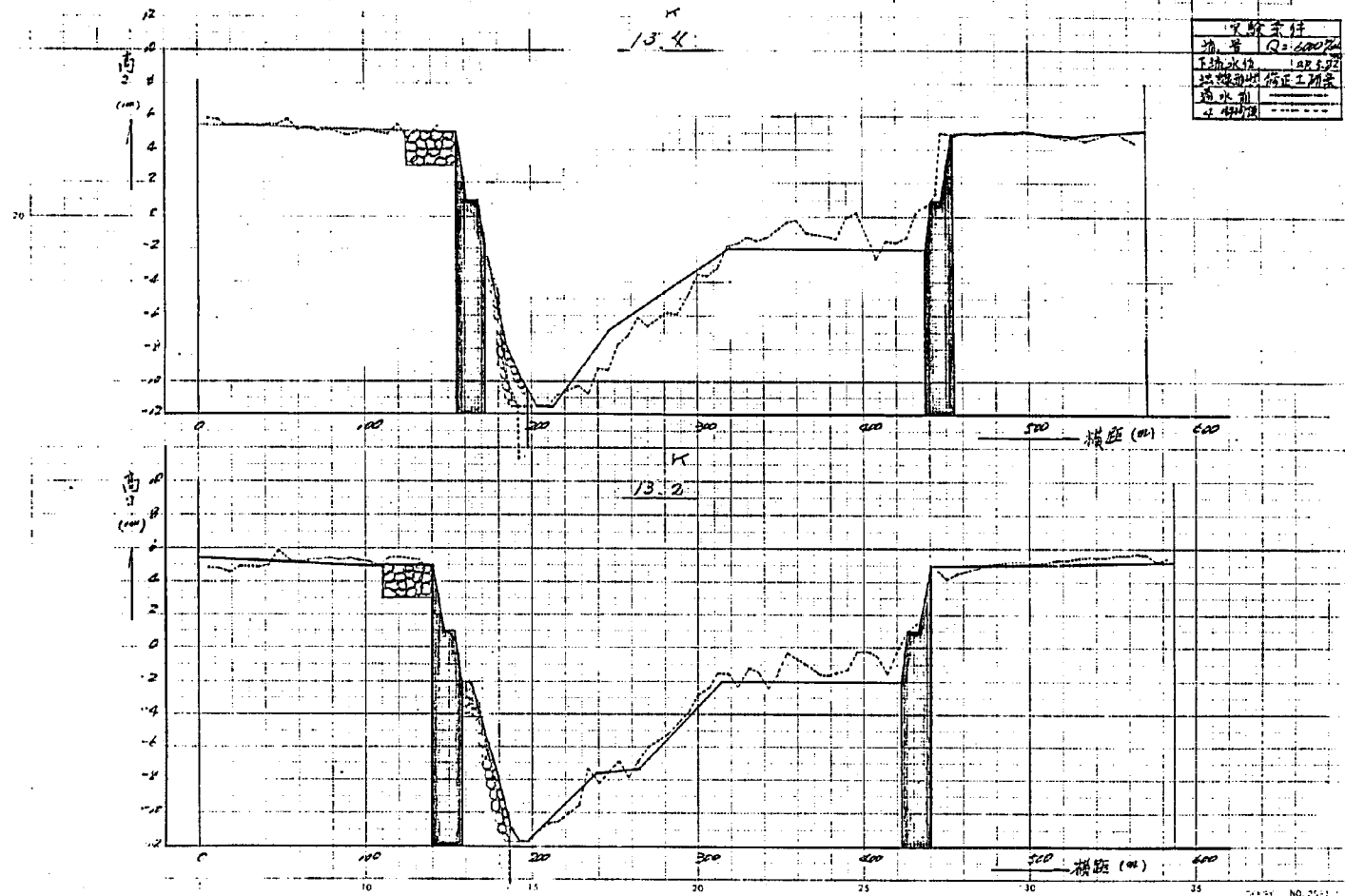
附圖-12-10 河床變動圖 (實驗№17)



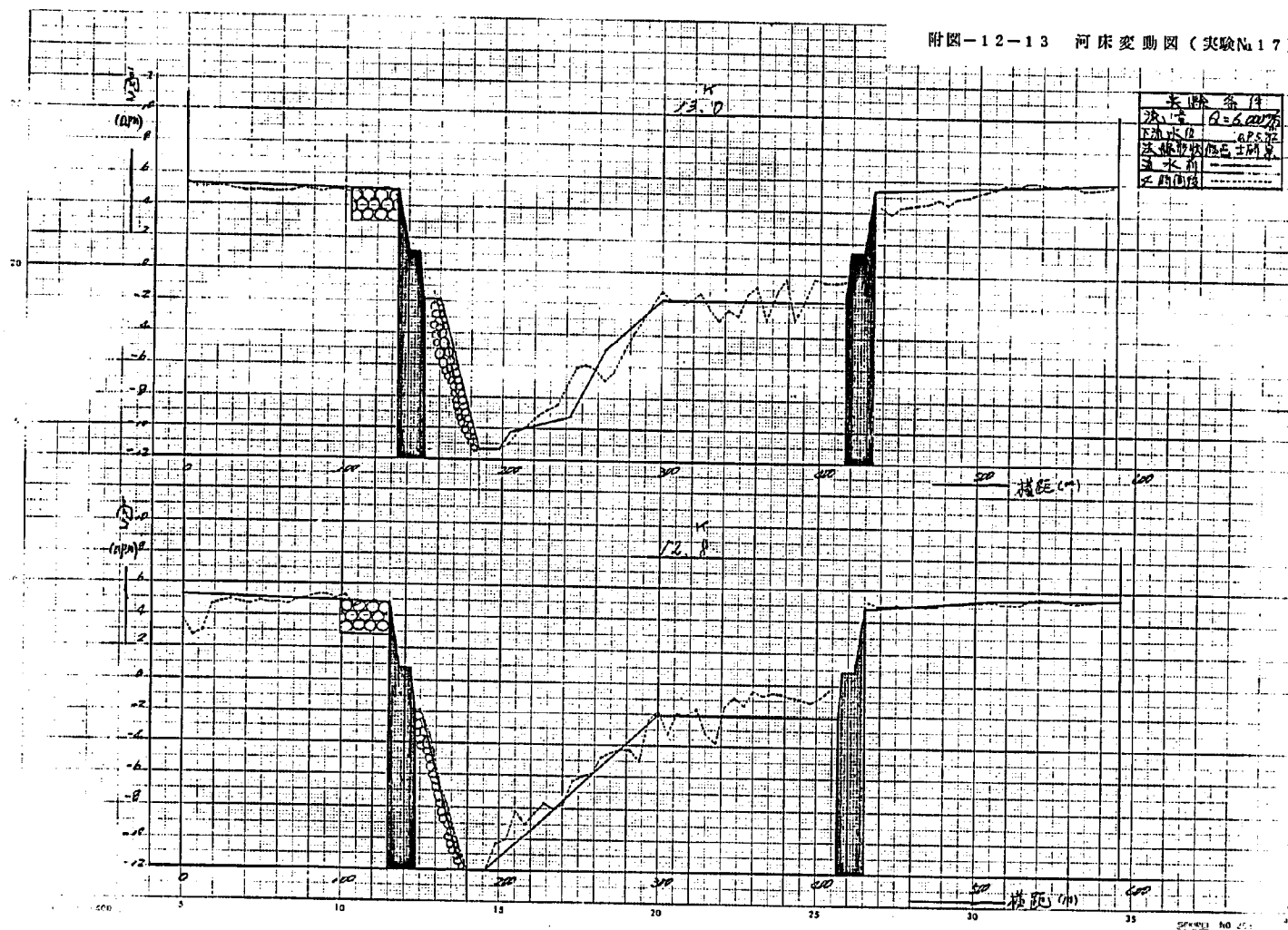
附圖-12-11 河床變動圖 (實驗No 17)



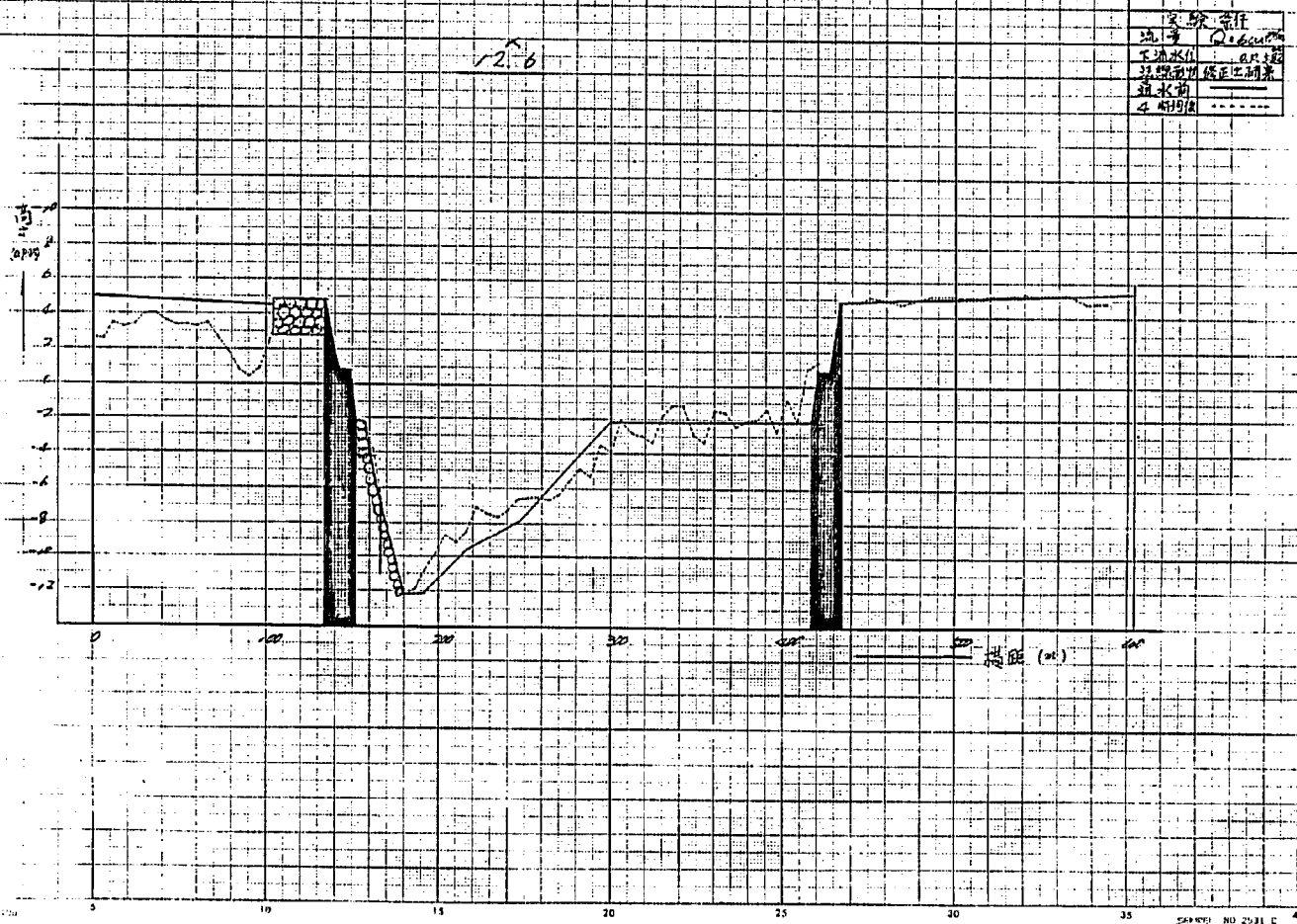
附图-12-12 河床变动图 (实验No.17)

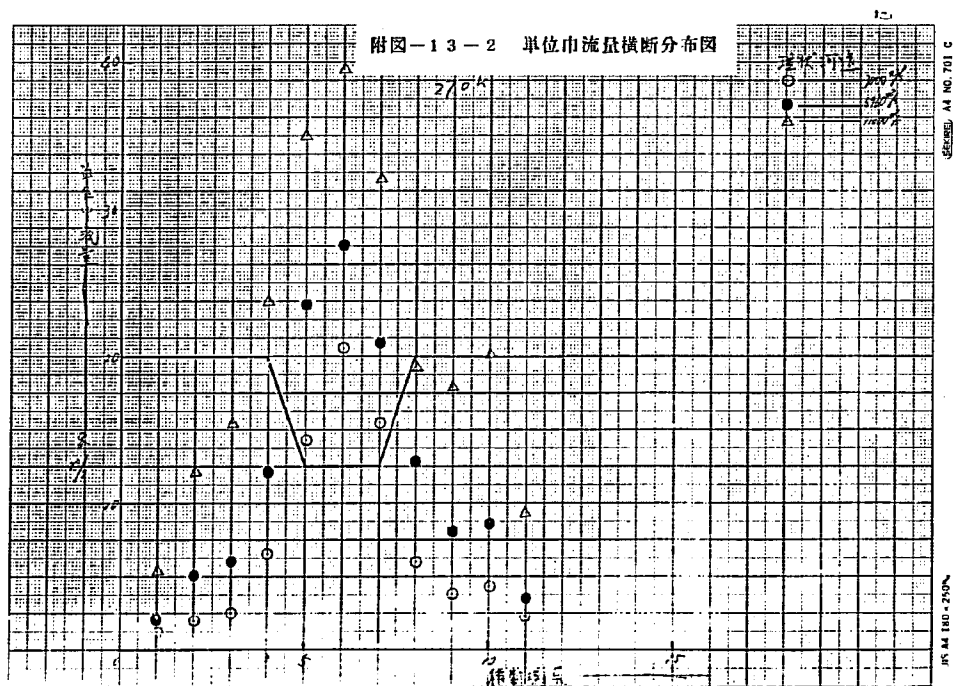
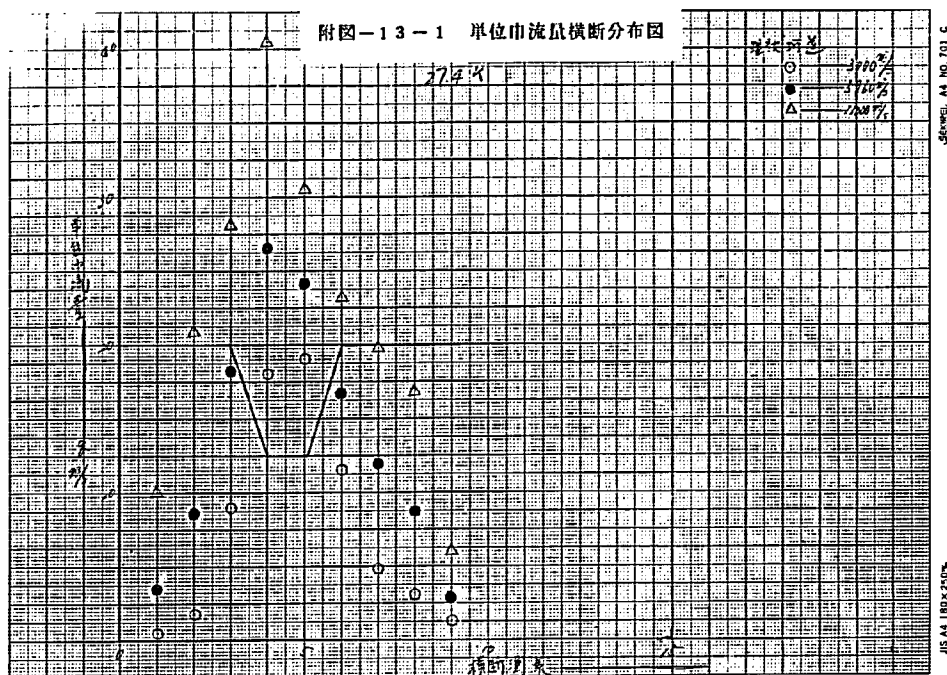


附图-12-13 河床变动图 (实验No.17)

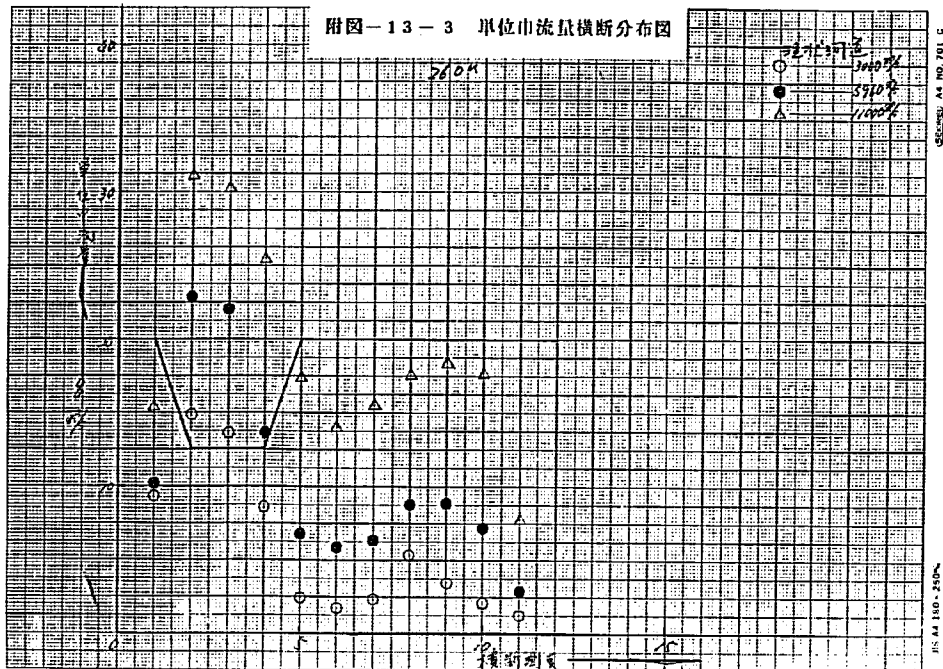


附图-12-14 河床变动图 (实验No 17)

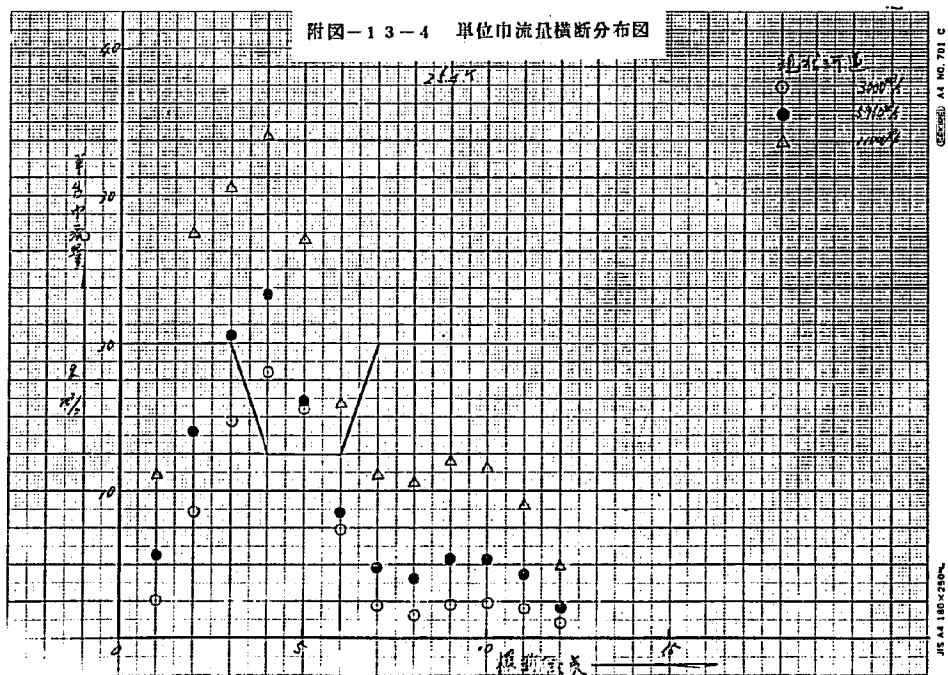


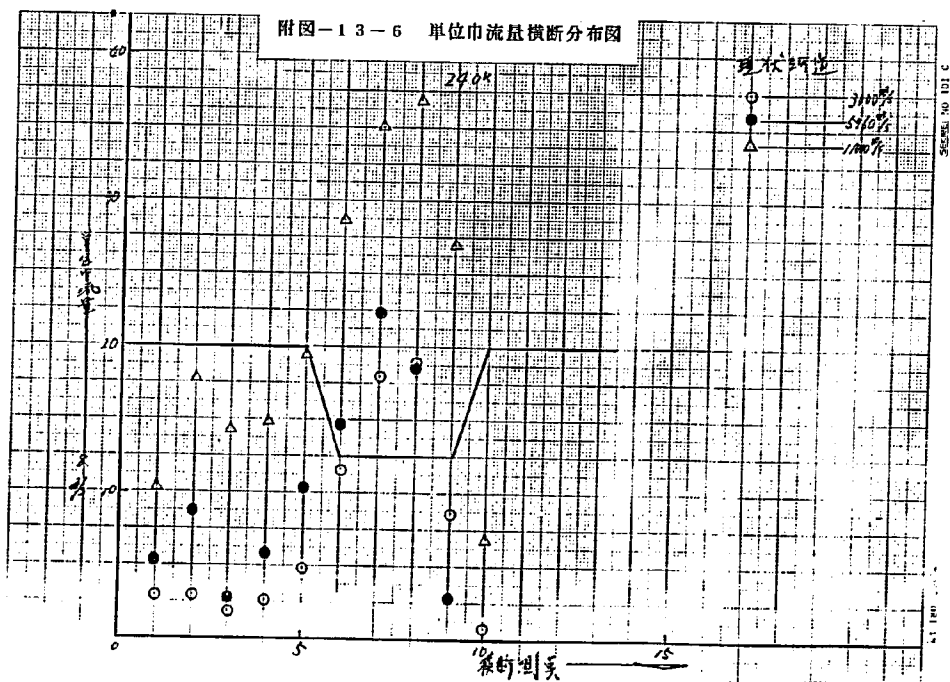
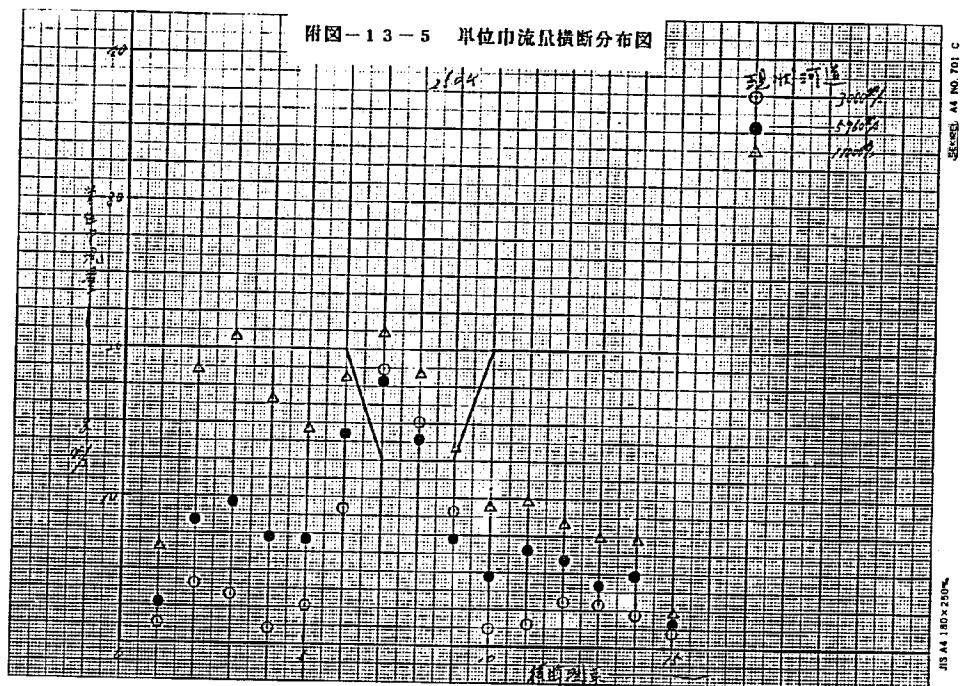


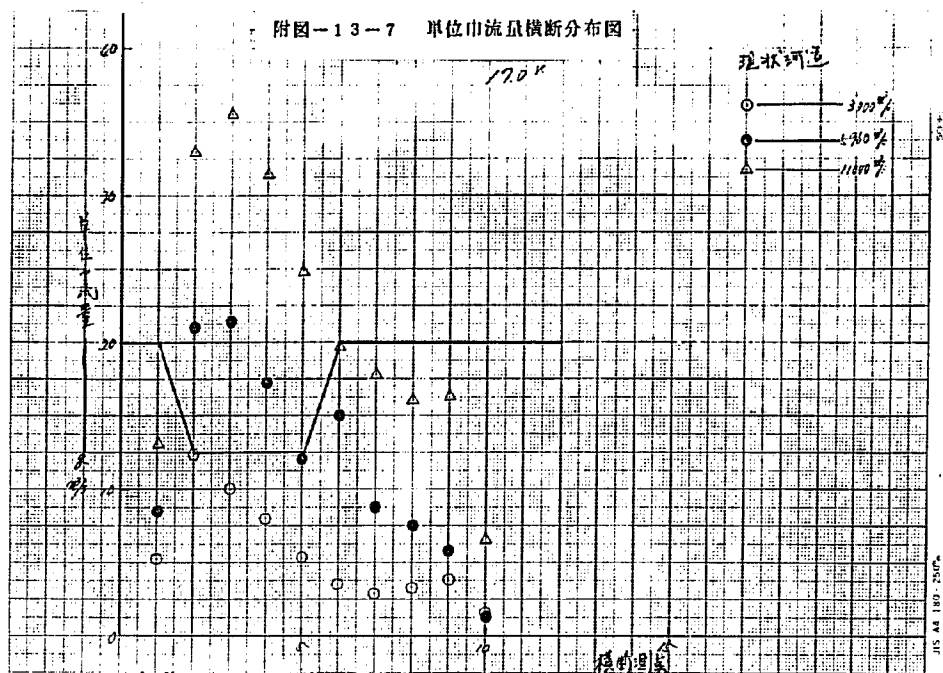
附圖—13—3 單位巾流量橫斷分布圖



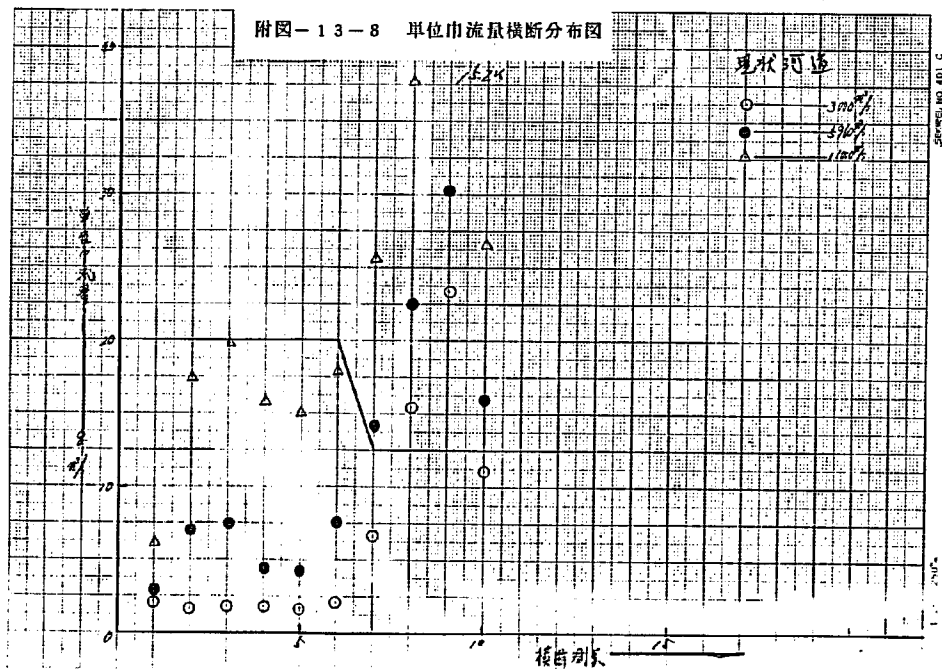
附圖—13—4 單位巾流量橫斷分布圖

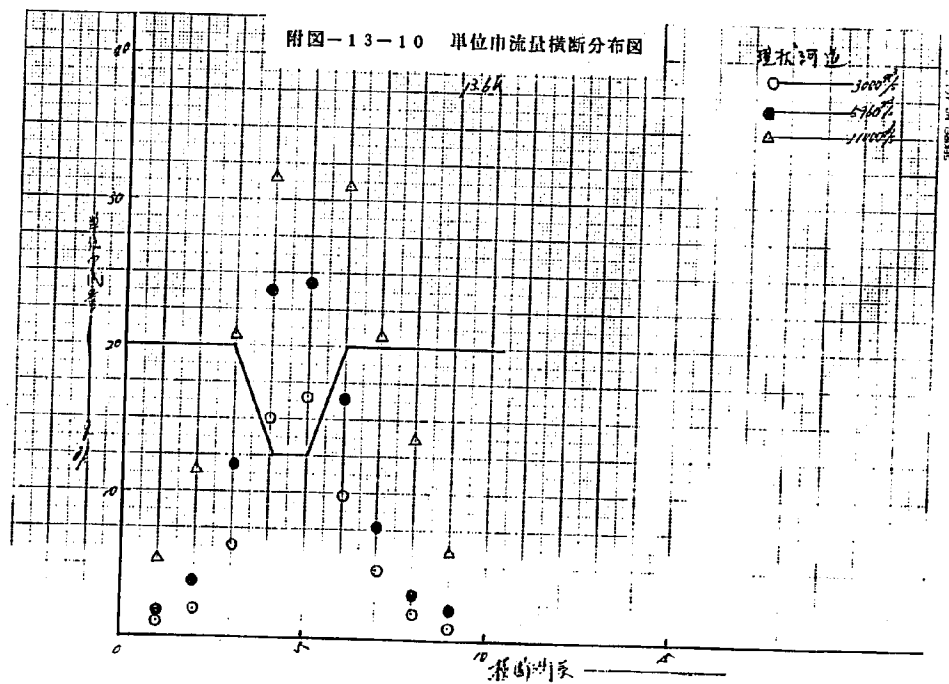
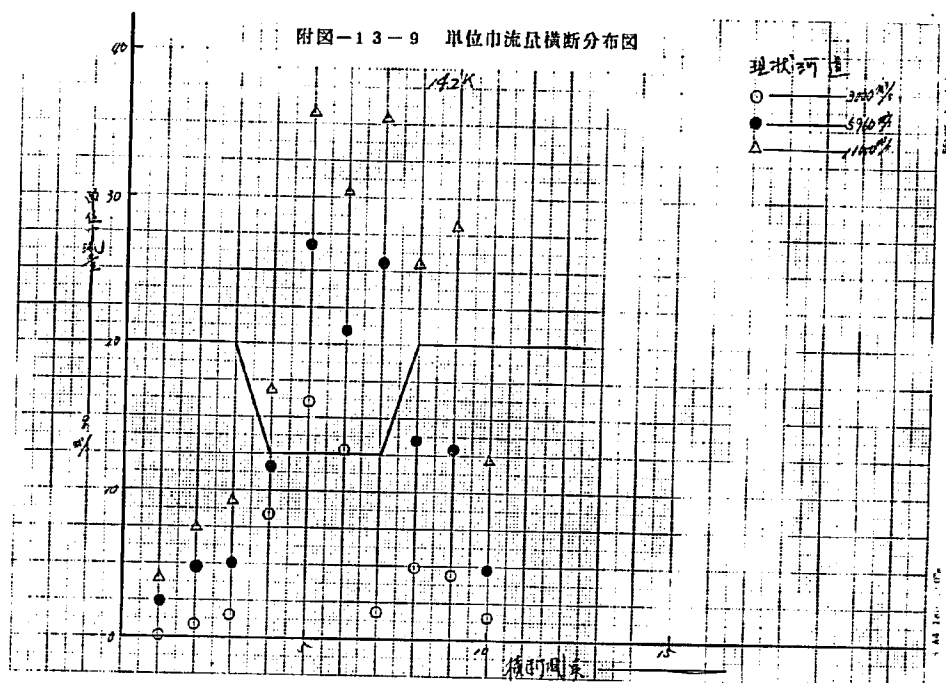


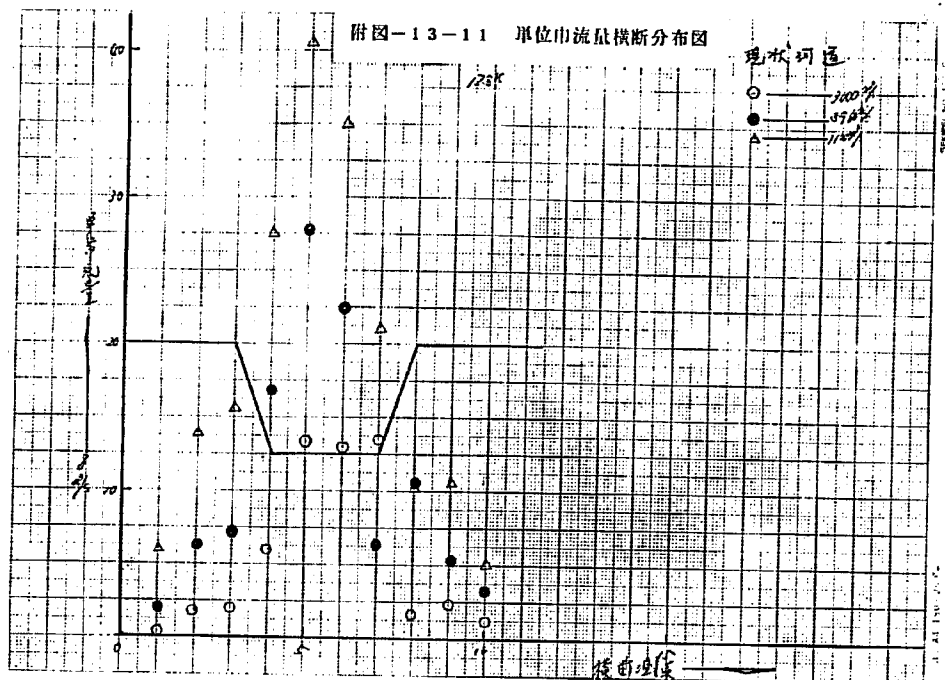


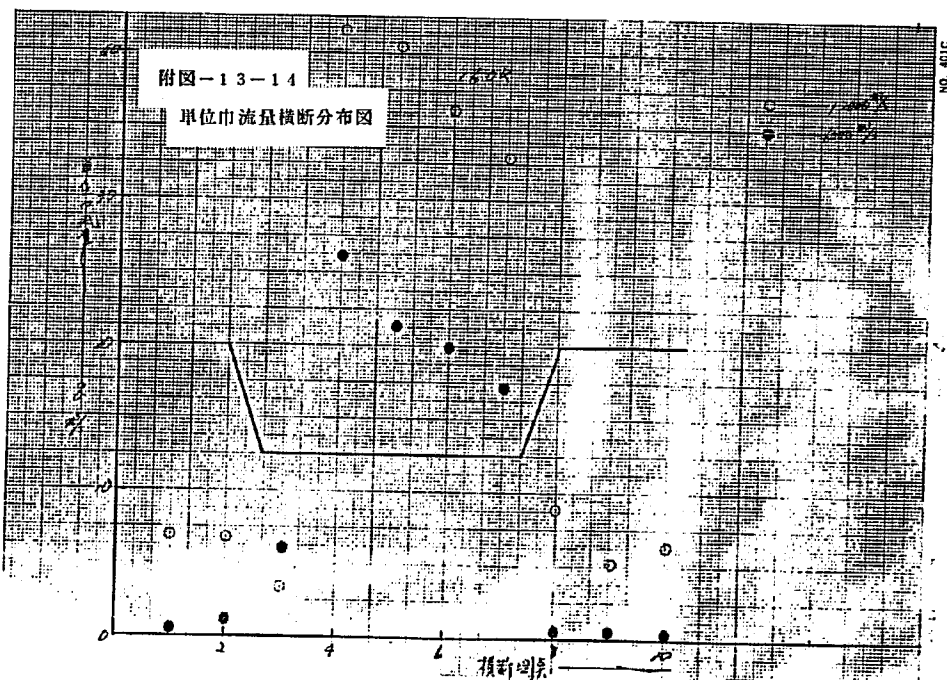
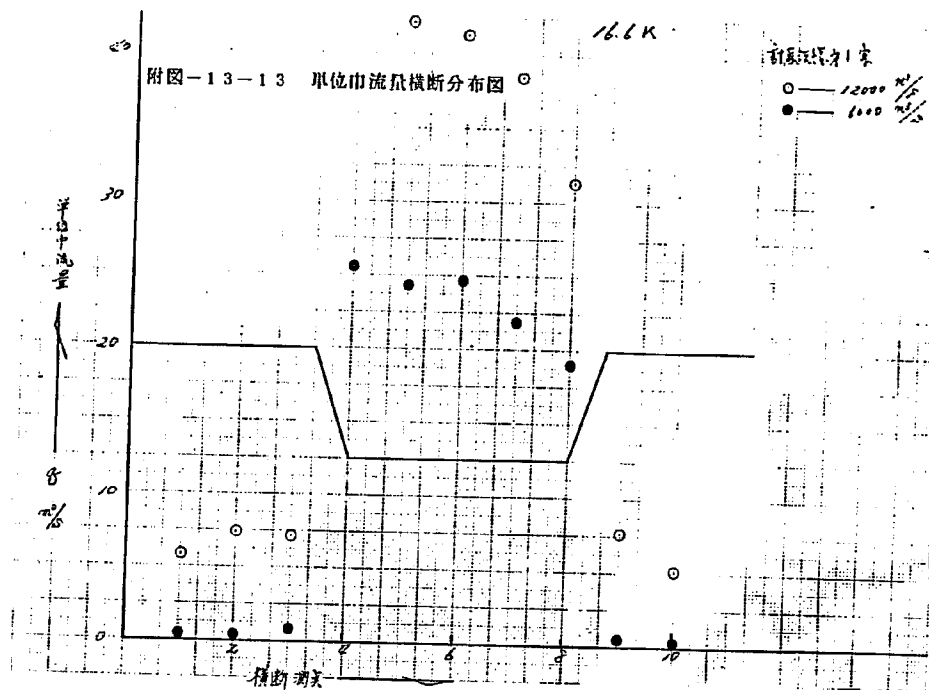


△12

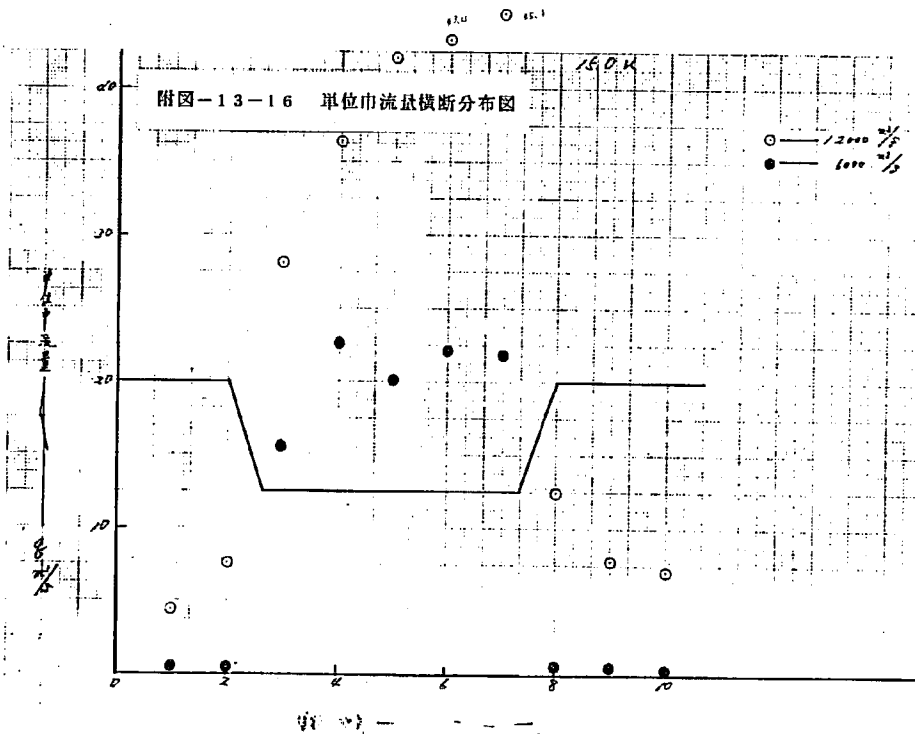
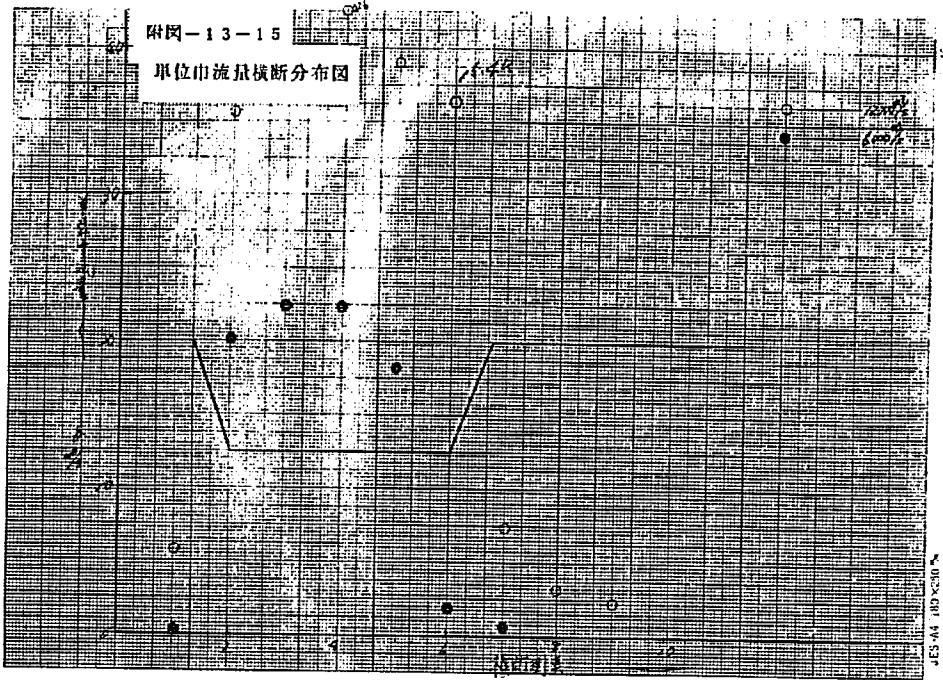


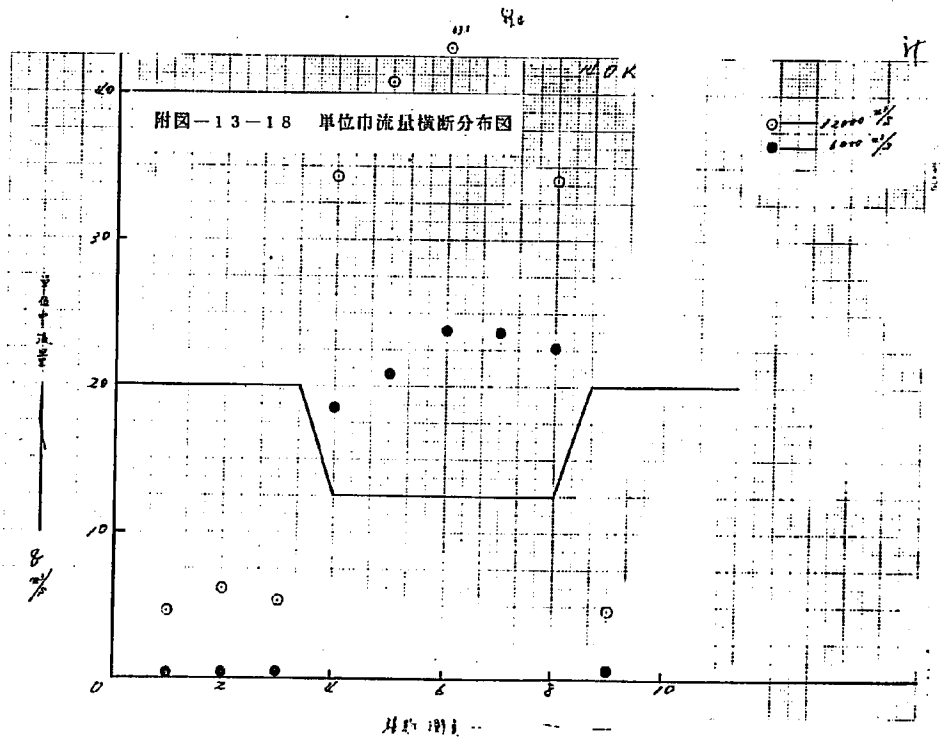
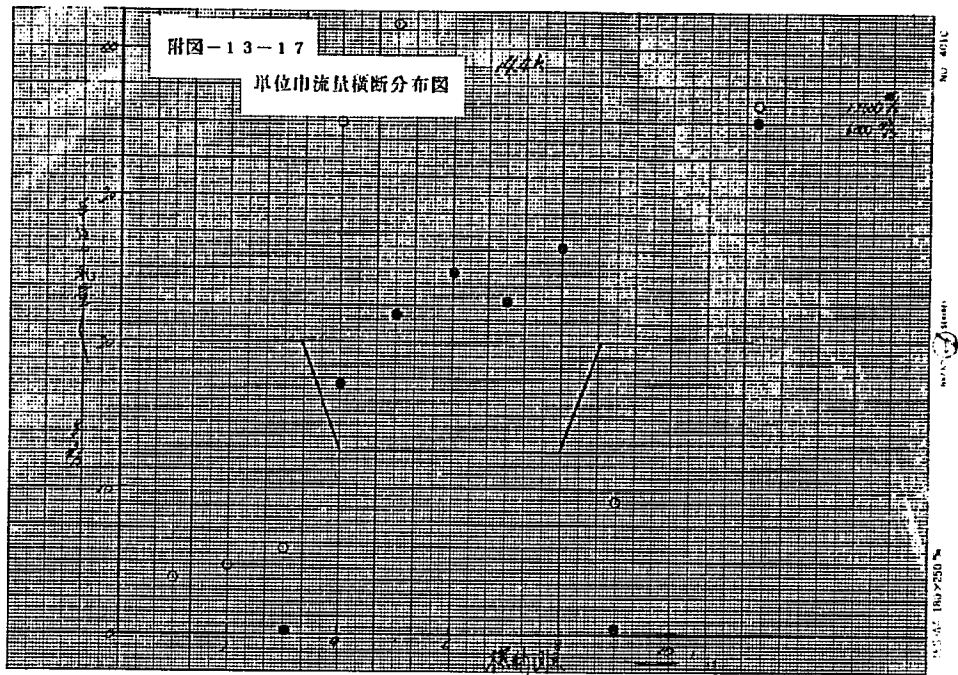


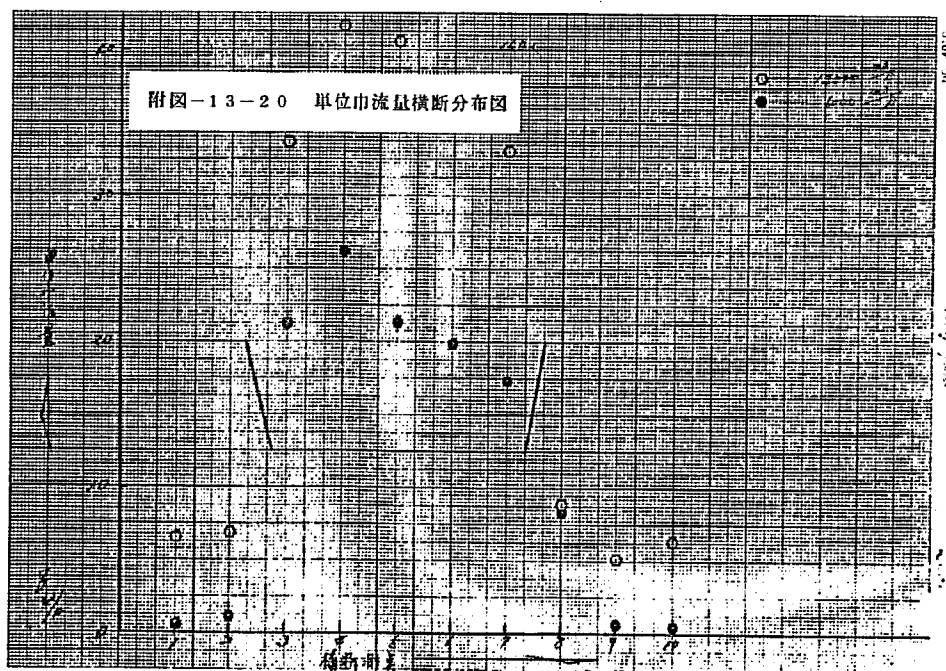
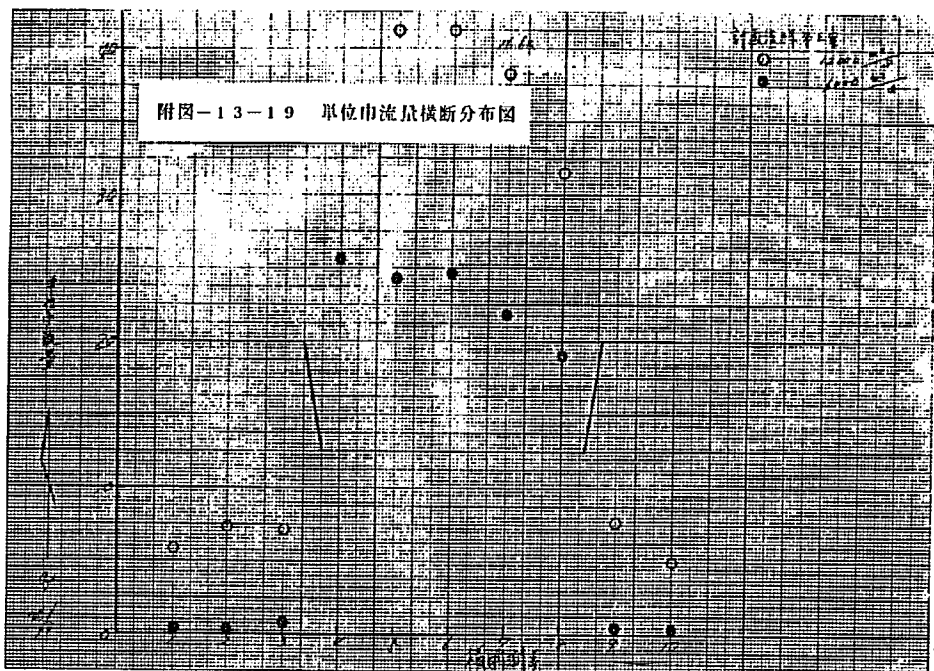


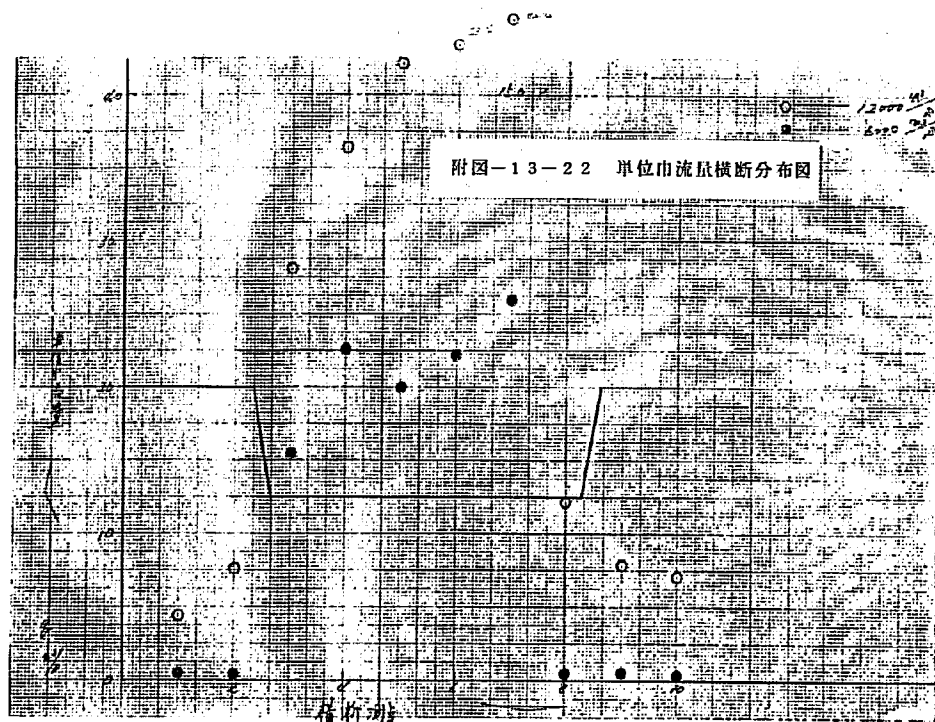
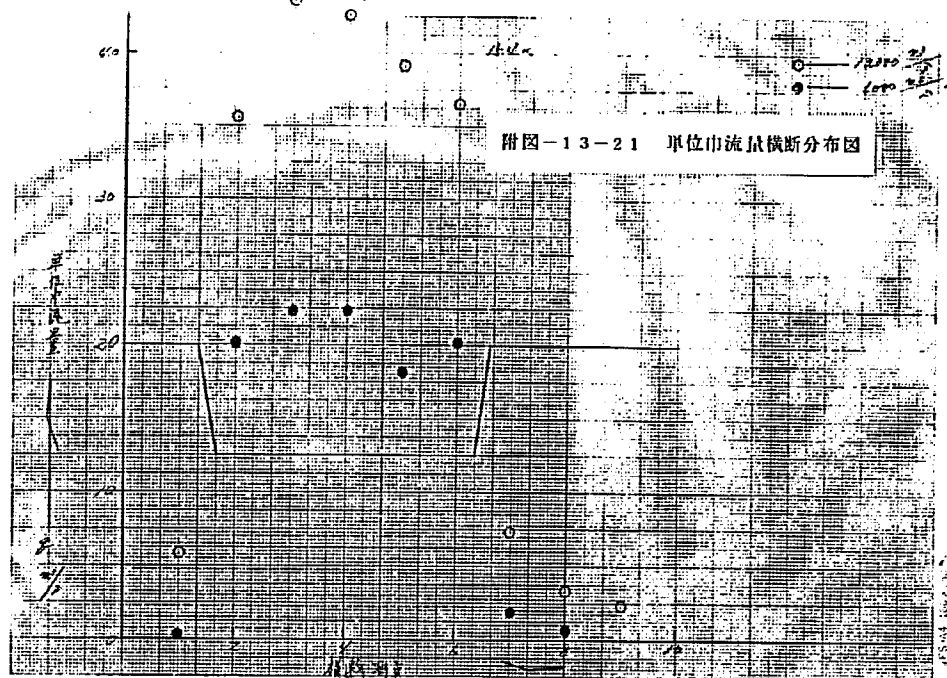


0.01

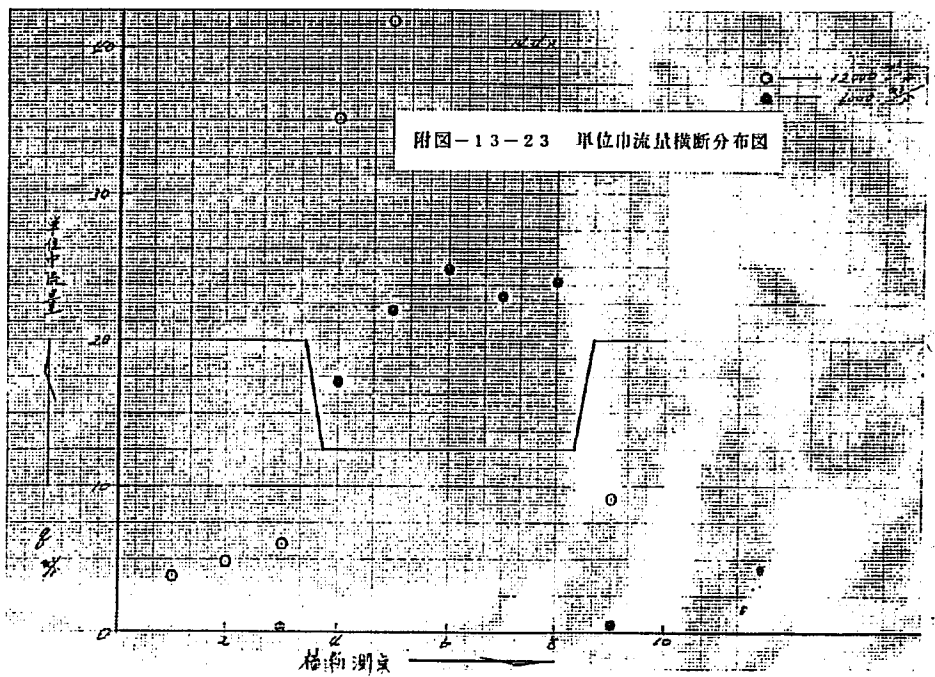








○ 41.17 ○ 41.77 ○ 41.79



○ 41.17 ○ 41.77 ○ 41.79

