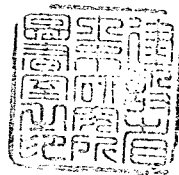


長良川上流部河道計画に関する模型実験

(その2)

1965. 3.



建設省土木研究所

鹿島水理試験所

長良川河道計重に関する模型実験

概 要

本実験の目的は 計重高水流量の改訂 ($4,500 \text{ m}^3/\text{s} \rightarrow 7,500 \text{ m}^3/\text{s}$) に伴う掘削計重 ($49.7 \sim 54.2 \text{ t}$) の検討を行うものであり、このため、実験は、移動床 ($1/50$, 平均粒径 $d_p = 32 \text{ mm}$, $d_M = 0.52 \text{ mm}$) によっている。

実験は、昭和38年度より継続して行っているものであるが、昨年度は、定流実験を主体としており、加えてその間に、二三の計重変更があったため、昭和39年度は、これらについて改造した模型で、主として不定流実験を行った。

流砂量 (Q_B) の相似は、 $d_r = d_p/d_M = 50$ であることから、限界掃流力の相似がほぼ成立っているので、流砂量公式 (阪藤 芳川、芦田公式) の $f(\tau_c/\tau) = 1$ とすると、

$$Q_{Br} = Q_{Bp} / Q_{BM} = \varphi(n)_r u_{tr}^3 \chi_r = \varphi(n)_r \chi_r^{5/2}$$

流砂量の連続式より $Q_{Br} t_r = \chi_r^3$ であるから、~~すなわち~~

$Q_{Br} = \chi_r^{5/2}$ でなければならない。すなわち Q_{Br} は $\varphi(n)_r = 1/5.22$ だけ異なっており、この場合模型は、約5倍だけ動きやすくなっていることになる。この対策として、 χ_r

($=x_p/x_n$) を 5.22 倍する方法もあるが、本実験の場合不定流なので、 x_n はあくまでも $x_n^{1/2} = 7.07$ を用い、河床変化をうなめに判断することにした。

実験内容は、それへ目的に応じて、表-1のようにまとめた。表中「低水護岸の位置とあるのは、測候 52.6K ~ 7K 右岸が、流心のかげになっているため、現在の低水護岸前面に土砂が堆積していることから、その部分を洪水疎通に影響がないところまで前進させることを意味する。本実験では、現在位置を含めて、三種類の位置について実験を行い比較した。

以下、実験結果について、水位、河床変動の順に検討していく。

水位については、まず検証実験 (No.13) を行った。実験最高水位縦断と実際の痕跡の比較を図-1、長良橋量水標の水位時間曲線を図-2に示す。

図-1によれば、最高水位については、ほぼ一致していることがわかる。しかし図-2によると、peak前後で実測値は傾向を異にしており、これは実験後の砂れんが発達した河床状態から判断して、模型の粗度が、徐

徐に発達していったことが推定される。(peakは近実測、水位は欠側)。他の実験の最高水位を整理した結果でも、例えば No. 16, 19, 20の場合、条件にあまり差異がないのであるが、それぞれ計画高水位に平行した状態で上下している結果になっている。この原因は、やはり上記のような理由で、砂水んの発達段階のどの位置にあるかによって、peak 水位が変化したものと思われる。これより判断して、本実験の水位資料について、あまり精度を要求するのは困難なこと、もし厳密に知りたい場合には固定床実験によるべきであることがわかる。

河床変動の結果を、平均河床(低水路中内)にして、図-3~5にまとめ、あわせて太線で実験前河床を併記した。これによれば、諸種の実験結果(出水後、peak時、小出水時)にそれほどの差異がないことが認められる。縦断的に見ると、54.0~54.6Kの区間の堆積、53.2~53.8Kの区間の洗掘、51.0~52.0Kの区間の堆積という傾向を示している。これは先に行った河床変動計算結果とほぼ一致する。ただし、54.0~54.6Kの区間は、計算では明らかに洗掘を示している点があるが、これはこの

44
区間が他の断面に比して、河中、低水路中とも広く（約
400m）、流れも二つに分れているため、単一の断面とし
て行っている計算と傾向を異にしたものと思われる。他
の二箇所はそれぞれ中のせまい箇所、主流が右岸から左
岸に遷移する箇所に対応している。526～527Kの右岸
沿いに低水護岸を50mおよび70m前進させた場合につい
ては、ほとんど流水に影響を与えない（528Kで流水が
はくりする）ため、河床もあまり変化せず、わずかに70
mの場合に左岸側に少し影響が現れたにすぎない（結論
50mを前進）。

全縦断的に洗掘、堆積量と集計するとほとんどが堆積
を示し、これも計算と一致した。

图-1 验证实验 (实验13 $Q_{max} = 7000 m^3/s$)

S. 35.8 洪水

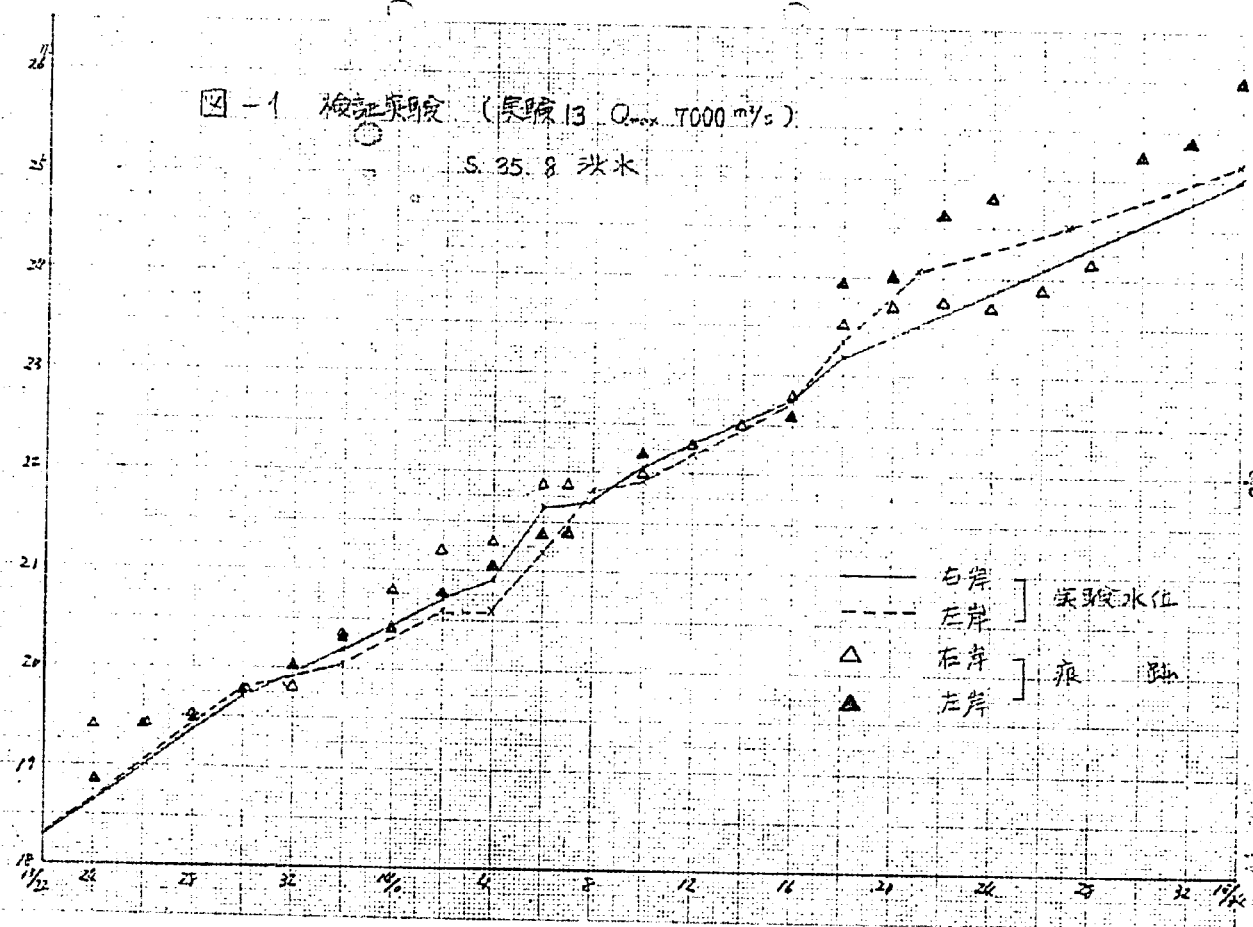


圖-乙 長良橋水位-時間曲線

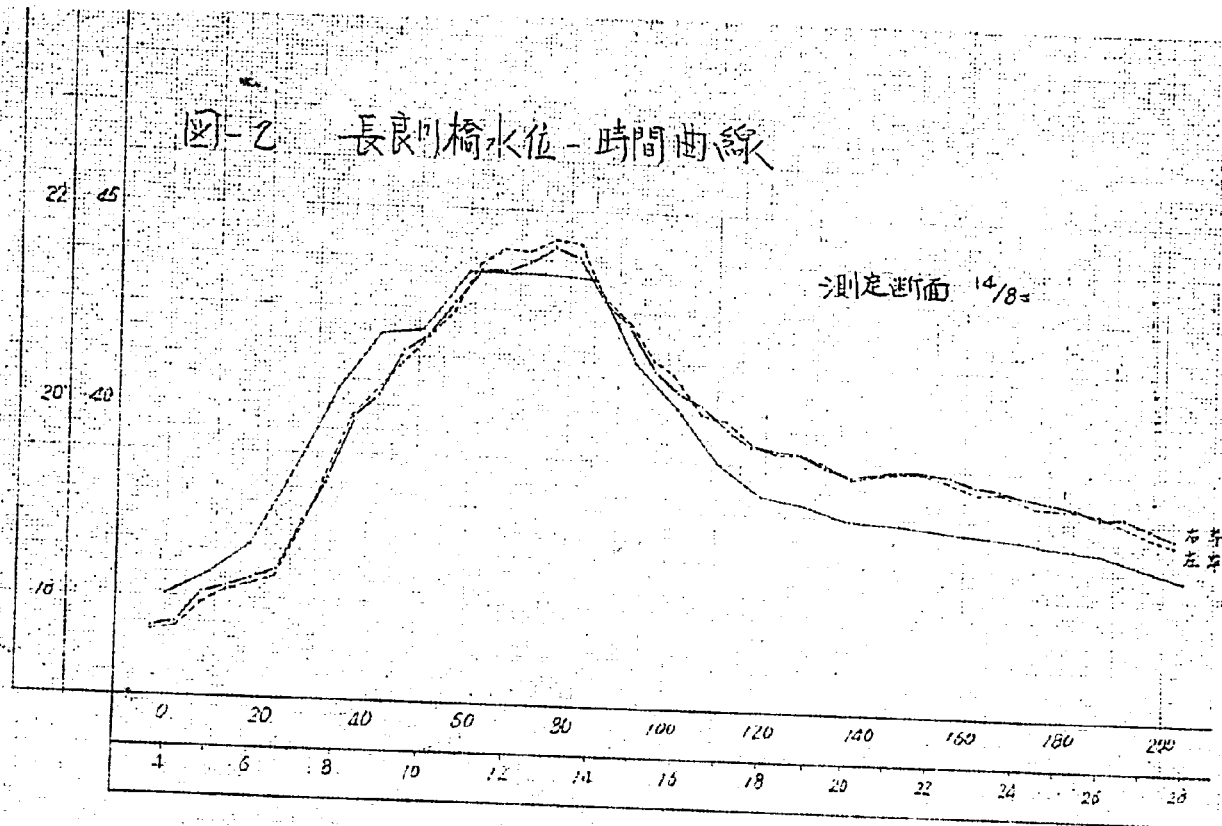


圖-3 平均河床縱断面

(ただし、低水路内のみ)

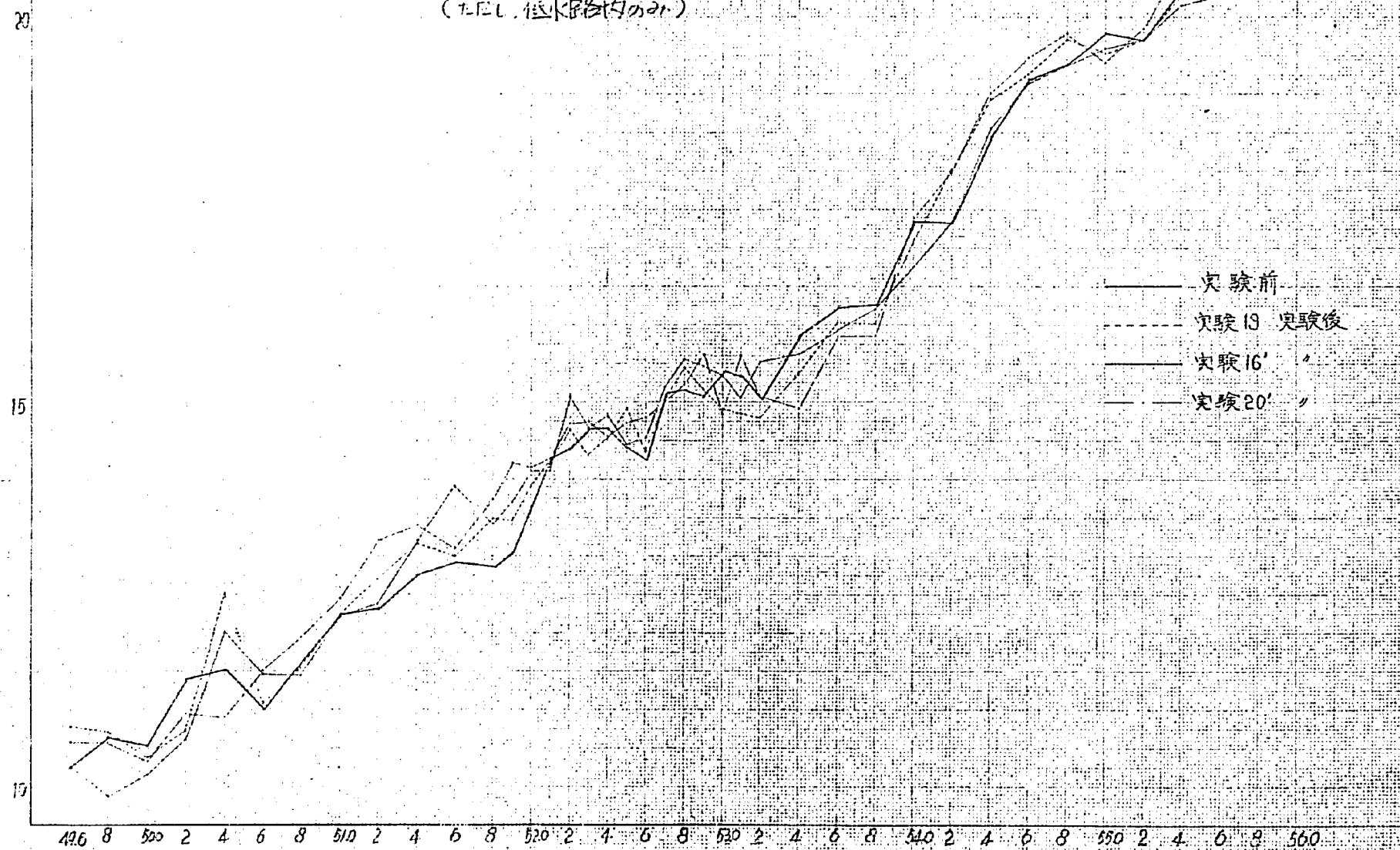


図-4 平均河床縦断面図
(ただし、低水路内のみ)

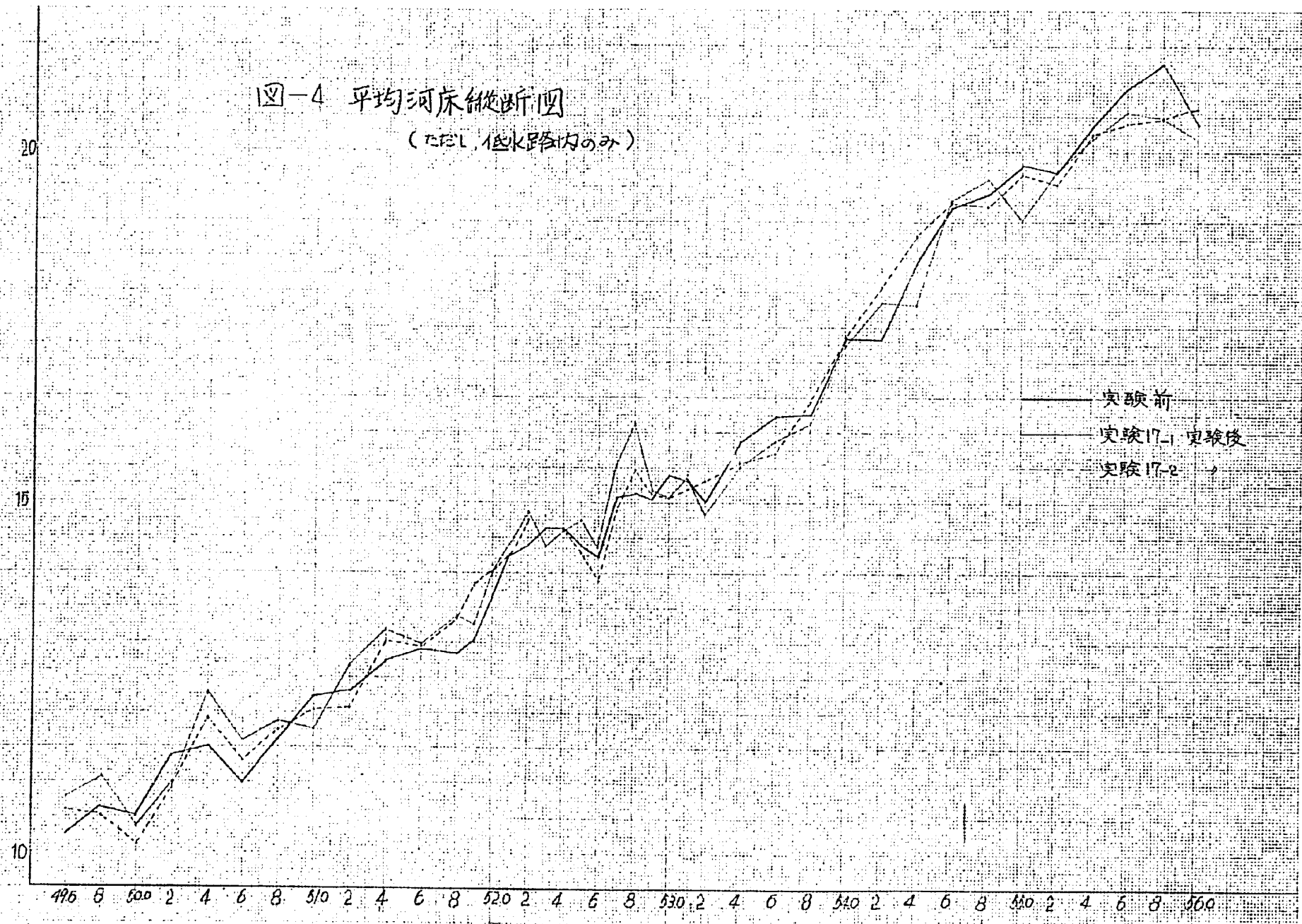
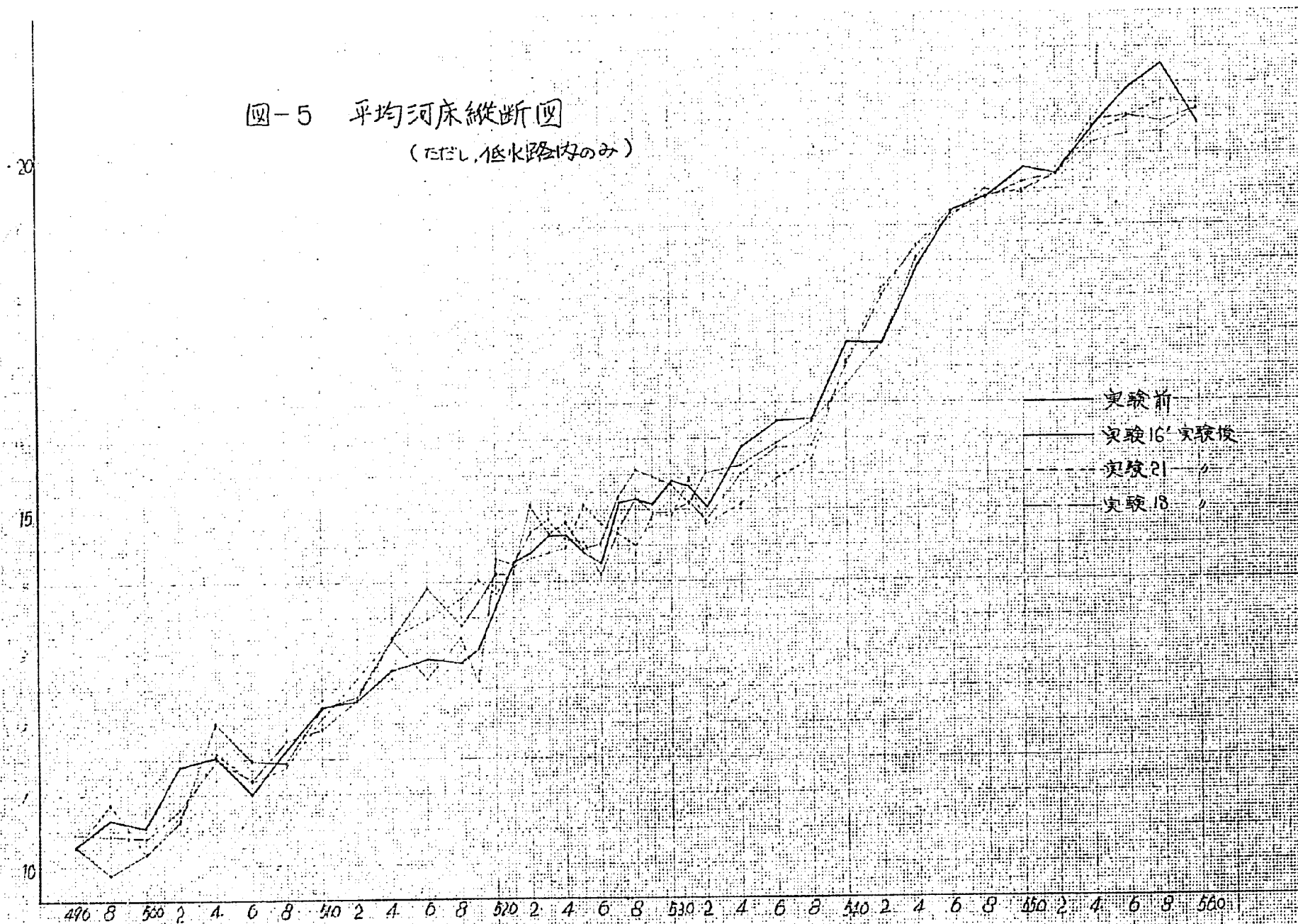


図-5 平均河床縦断面図
(ただし、低水路内のみ)



は し が き

現在長良川の計画高水流量は、長良橋付近で $4500 \text{ m}^3/\text{s}$ であるが、近年これをはるかに上まわる出水が相次ぎ、この改訂がせまられている状態にある。

これに対照して、木曽川上流工事事務所では、河床掘削による $Q_d = 7500 \text{ m}^3/\text{s}$ の疎通を計画、日本建設コンサルタント K. K. に掘削計画の検討を委託し、計算として協議を始めた。これについては、文献(1)、(2)、(3)および(4)に詳しい。とくに、(2)では、計画掘削河道について、昭和35年8月出水 ($Q_{\max} = 7900 \text{ m}^3/\text{s}$) および昭和35年1年間の流量を流下させの場合の治水について、河床変化量の推算を行ない、本計画掘削断面が十分長期にわたって維持されることを確めた。

以上の推算により、計画高水流量時、水位が現計画高水位を越えないこと、および計画掘削断面の維持について、概略の検討がなされたわけであるが、これらの計算では、河床を横断方向に水平な単断面におきかえ、加えて、弯曲の影響等をも加味されていないため、平面的にまた横断的にも、掘削を行う位置をどのように配置すべきかという点では、未解決といえる。

土木研究所鹿島水理試験所では、この莫の検討方を、工事々務所より依頼され、昭和38年より移動床模型実験（縮尺 1/50）を行って来た。（昭和38年度については、「長良川長良橋付近河造計画に関する模型実験」 S.39.3 がある。）

昭和39年度の実験の内容については、あとに詳述するが、ほとんど昭和38年度と同様のものゝで、変更された莫は、主として実験の境界条件の変更（上流 540^K ~ 56^K 付近までの右岸はんらん部分の堤防による締切、長良橋付近特殊堤の設置）、および定流実験（S.38）を、不定流実験（S.39、S.35.8出水）に切りかえて、洗掘、堆積量をより定量的にみようとしたことである。

なお、この他に、副次的な問題として、52.6 ~ 7^K 右岸低水護岸前面に土砂の堆積が著しいことから、この区間の低水護岸を河心方向へ前進させる計画があるので、これについても、あわせて検討した。

I. 実験条件.

1) 模 型

実験に用いた模型は、縮尺水平垂直共に $1/50$ であり、その範囲は、現地測尺 $47.2^k \sim 56.2^k$ ($12/32 \sim 15/2$) の区間で、土木研究所鹿島水理試験所内にある (図-1)。掘削断面の範囲は、 $49.7^k \sim 54.2^k$ ($13/16^{\text{E}} \sim 14/20^{\text{J}}$) (省略) であるが、上下流の条件をより正確に実現させるために、上下流に適当な区間を設けたものである。

また移動床部分は、各断面の低水路内に限り、高水敷はすべてモルタルにより製作し、河床整形および通水後の河床高の測定は、各横断測線上に水平に張られたピアノ線を基準として行った。

上流 $54.0^k \sim$ 間の堤防締切 (総地区) は工事々務所の指示通りに作り (図省略)、また、長良橋付近特殊堤は、計画高水位と一致して作られているものであるが、実験中越流を見たので、あらかじめ十分かさあげを行った。

なお、用いた河床材料粒径については、あとに述べる。

2) 下流端水位.

下流端水位は、忠節橋量水標 ($13/22 + 40^m$) の水位 -

流量曲線によった。忠節橋量水標を用いる欠点として、位置が、掘削区間下流端直上流であること、次に、これは実験上の問題であるが、後述するように実験中粗度変化がみとめられたことを考慮すると、この方法による場合、実験前半は、せま上げの効果、実験後半は低下背水を示すことが予想されること等が挙げられる。しかし後者ある程度の相殺が期待され、前者もあまり大きな影響はないものと思われる。

3) 上流端補給砂量

一般に移動床模型により長時間実験を行う場合、または、大量の流砂量が予想される場合、上流端から相応の砂を補給することによって上流部河床の低下を防がなければならない。

しかし、本実験の場合は、掘削計画河道部分より上流約1.9km(18丁)の区間が設けられており、この区間本の砂が、十分この役割を果たすと考えられたので、実験中の給砂は行われなかった。(一般に、この方法の方が、流砂量公式等より算出して補給を行う方法よりも優れていると思われる。)

なお計算(2)によれば、実験時間中の各断面平均全掃

流砂量は、約 $24,000 \text{ m}^3/21.2 \text{ hr}$ であり、これは、現地、 $\text{m}^3/300 \text{ m}$ 深さ 1 m として、河道長 80 m に相当するだけで、これから、本実験の場合は神絵の必要がないことがわかる。

ただし、最後に行った連続実験（実験22）の場合、実験22-3、実験22-4の出水前においては、 56.0° 以上の区間の河床低下がはげしかったので、再整形して、事実上の神絵を行った。

II 実験結果および考察

1. 実験の種別および測定項目

実験の種別については、工務事務所と打合せ、下記の
ように定めた。

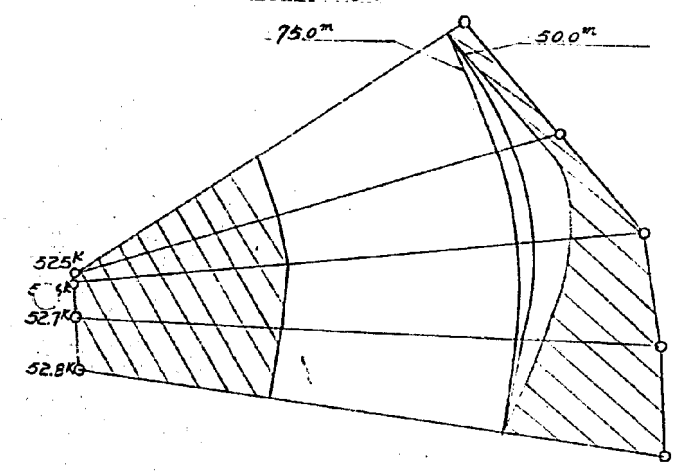
case	河床	流 量	目的および備考
13	現状	S.35.8 hydrograph ($Q_{max} = 7100 \text{ m}^3/\text{s}$)	検証実験
16'	B-2'案	計算出水 curve ($Q_{max} = 7500 \text{ m}^3/\text{s}$)	河床変動およびその最高水位に及ぼす影響、低水護岸位置の検討(26m)
17-1	"	計算出水 curve 後 $Q = 1500 \text{ m}^3/\text{s}$ 時間流下	小出水による河床変化
17-2	"	17-1 後 $Q = 2000 \text{ m}^3/\text{s}$ 時間流下	" "
18	"	計算出水 curve (peak of 2')	Q_{max} 時の河床状態の把握
19	"	計算出水 curve	低水護岸位置の検討 (現在位置)
20'	"	" "	" " (30m 前進)
21	"	S.35.8 hydrograph ($Q_{max} = 7100 \text{ m}^3/\text{s}$)	日建コシゲートによる河床変動 計算との比較
22			
14	B-2案	計算出水 curve	16'に同じ、低水護岸 現在位置
15	"	"	" " 30m 前進
16	"	"	" " 72m 前進

表中の hydrograph は 図-1~3 に示す。

また低水護岸位置を 図-4 に示す。

水位測定点は、13/30, 13/34, 14/2, 14/4, 14/6, 14/8,
14/10

改造断面詳細図



平面図 1/6000

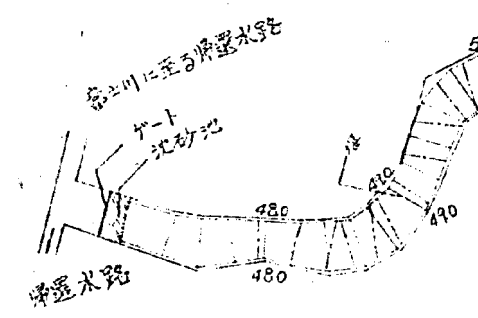
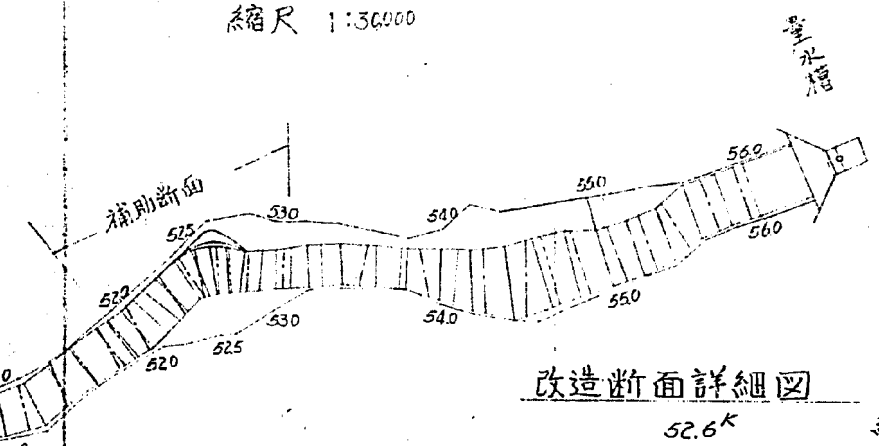


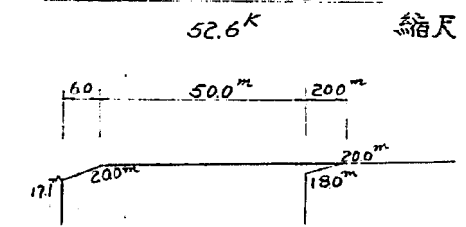
図-1 長良川平面図

縮尺 1:36000

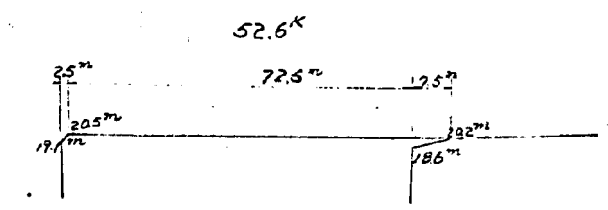


改造断面詳細図

縮尺 1/1000



50.0mの場合

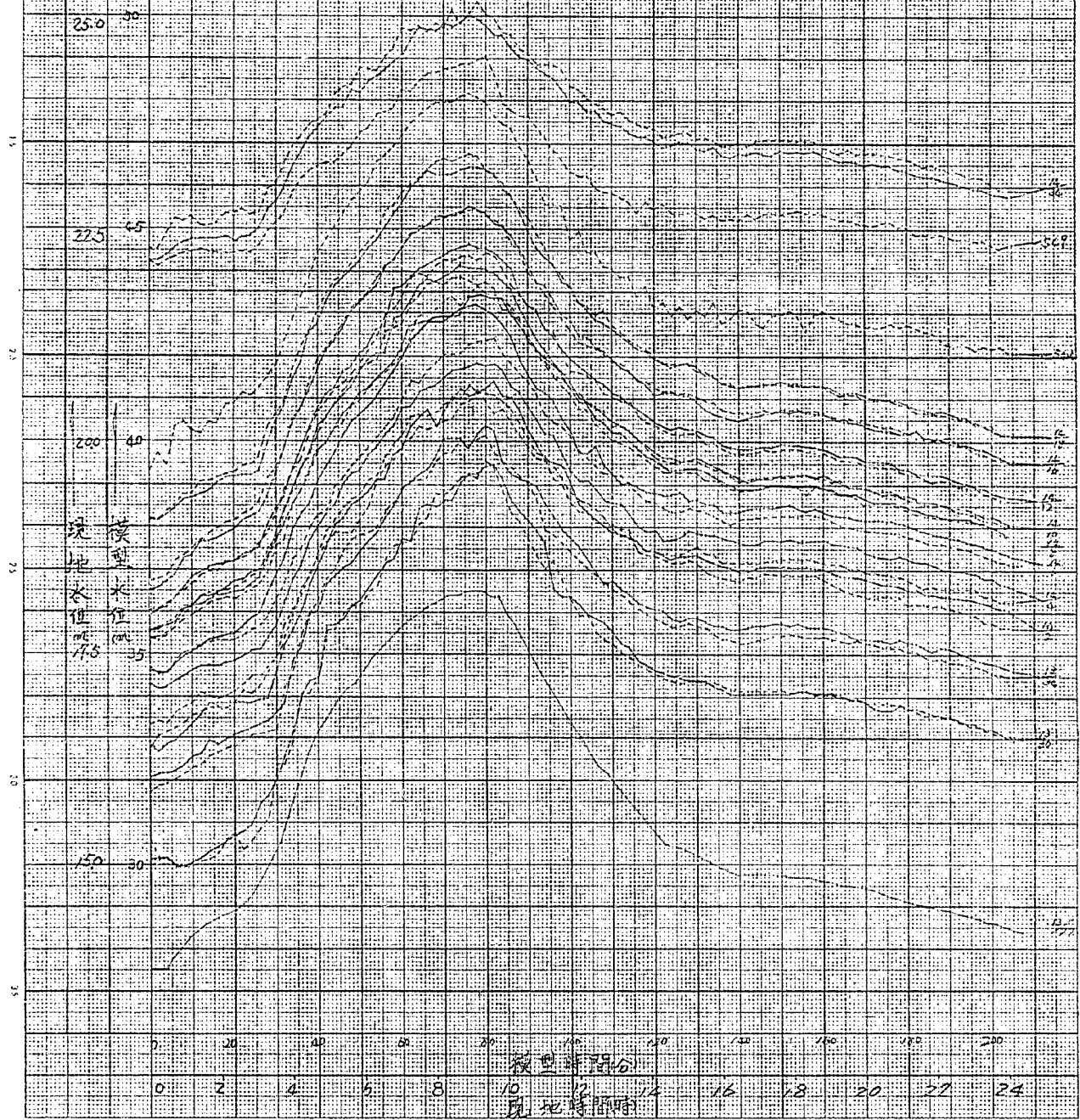


75.0mの場合

圖-15 實驗心土於洪水之時間曲線

最大流量 7000 m³/s

右岸
左岸



1000

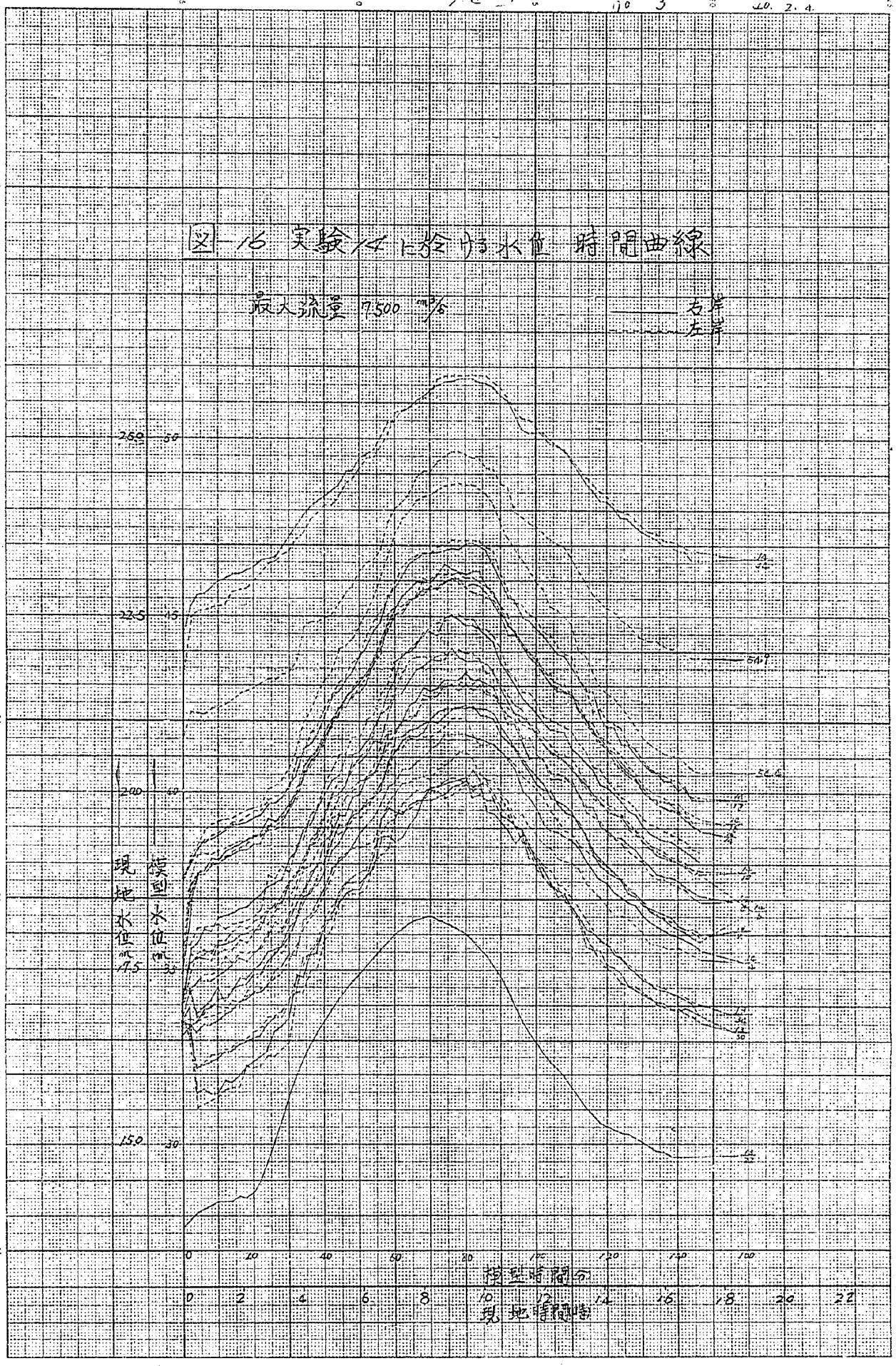
10 10 3 20 2.4

圖-16 實驗14上於的水位時間曲線

最大流量 7500 m³/s

右岸
左岸

1:25 A.3 1:100 250-380 2.7.73



20.45

圖-17 吳淞石於16水位時開油線

最大流量 7500³/秒

右岸
左岸

250 50

225 45

200 40

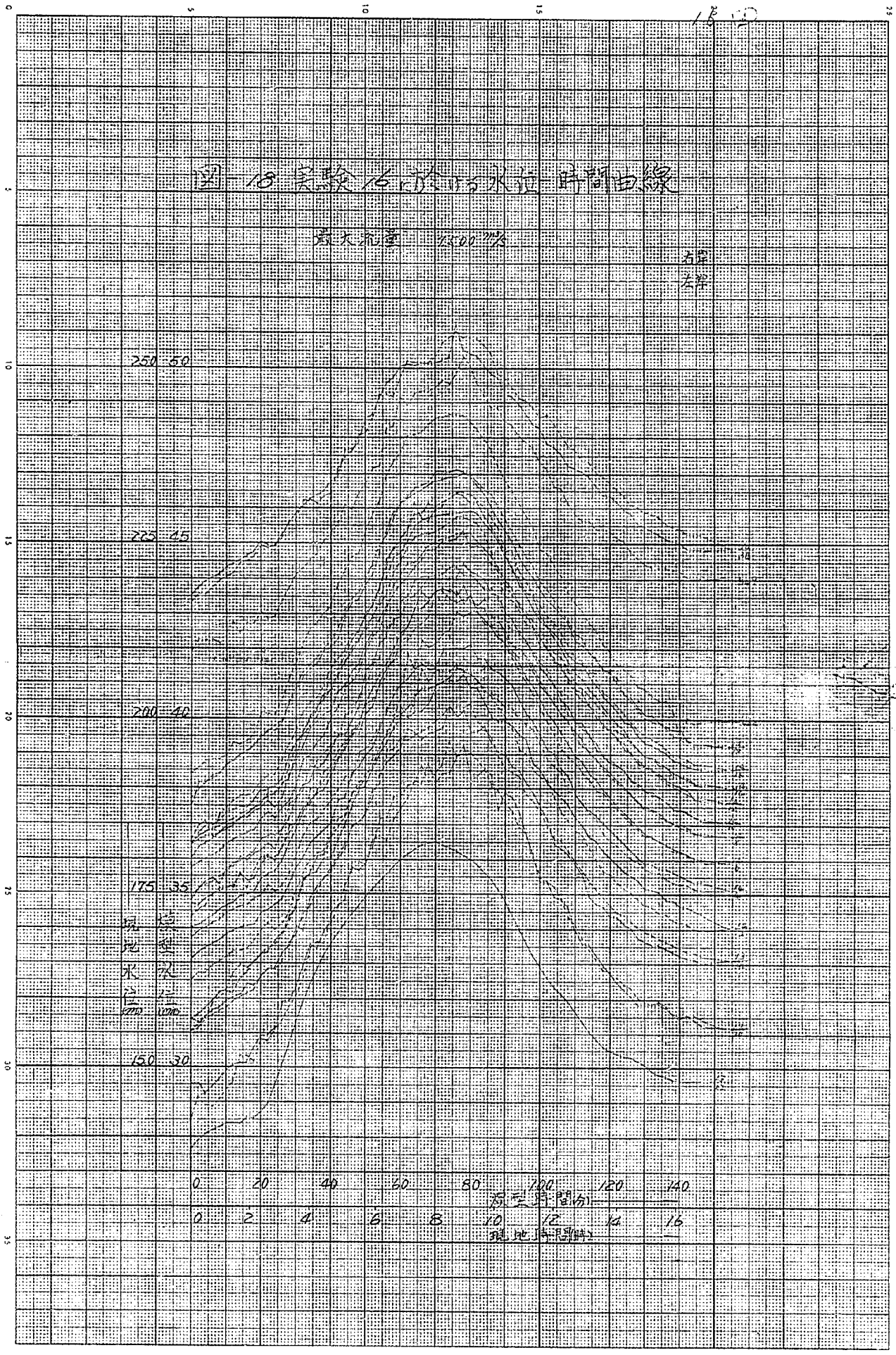
175 35

現狀
地型
水深
河底
(cm) (cm)

150 30

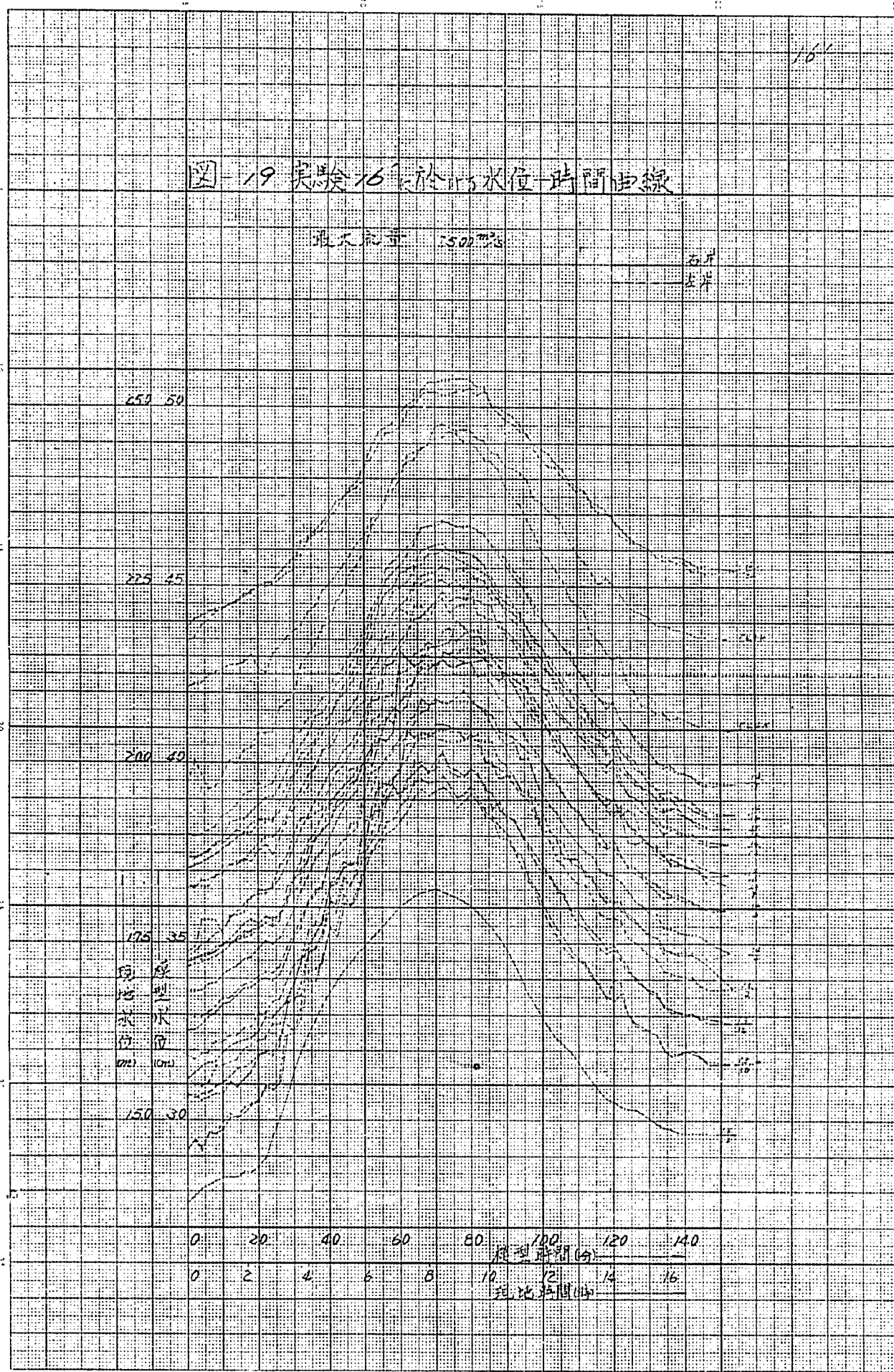
0 20 40 60 80 100 120 140
距吳淞石(公尺)

0 2 4 6 8 10 12 14 16
距吳淞石(公尺)



JIS A3 1mm 250 × 380 273

1007



NO. 8800

圖-20 實驗7於13水位時間曲線

水位 13.20m

水位
13.20m

250.50

225.05

200.40

175.35

150.30

125.25

100.20

75.15

50.10

25.05

0.00

0.00

0.00

0.00

0.00

0.00

0.00

0.00

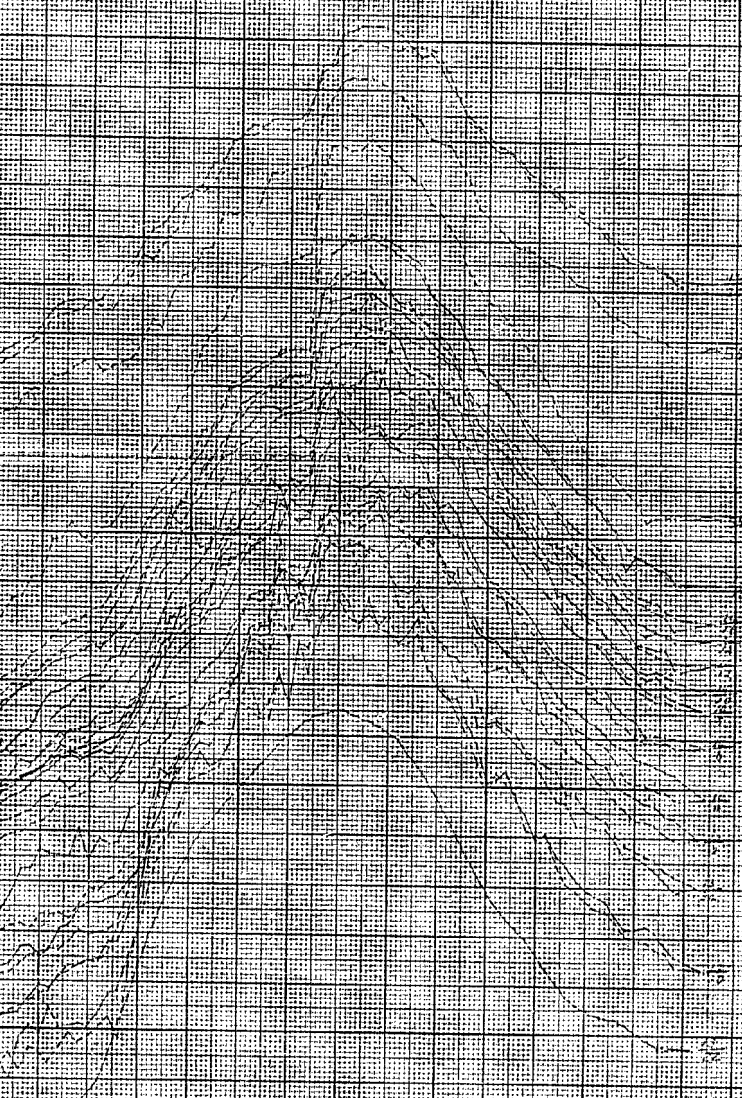
0.00

0.00

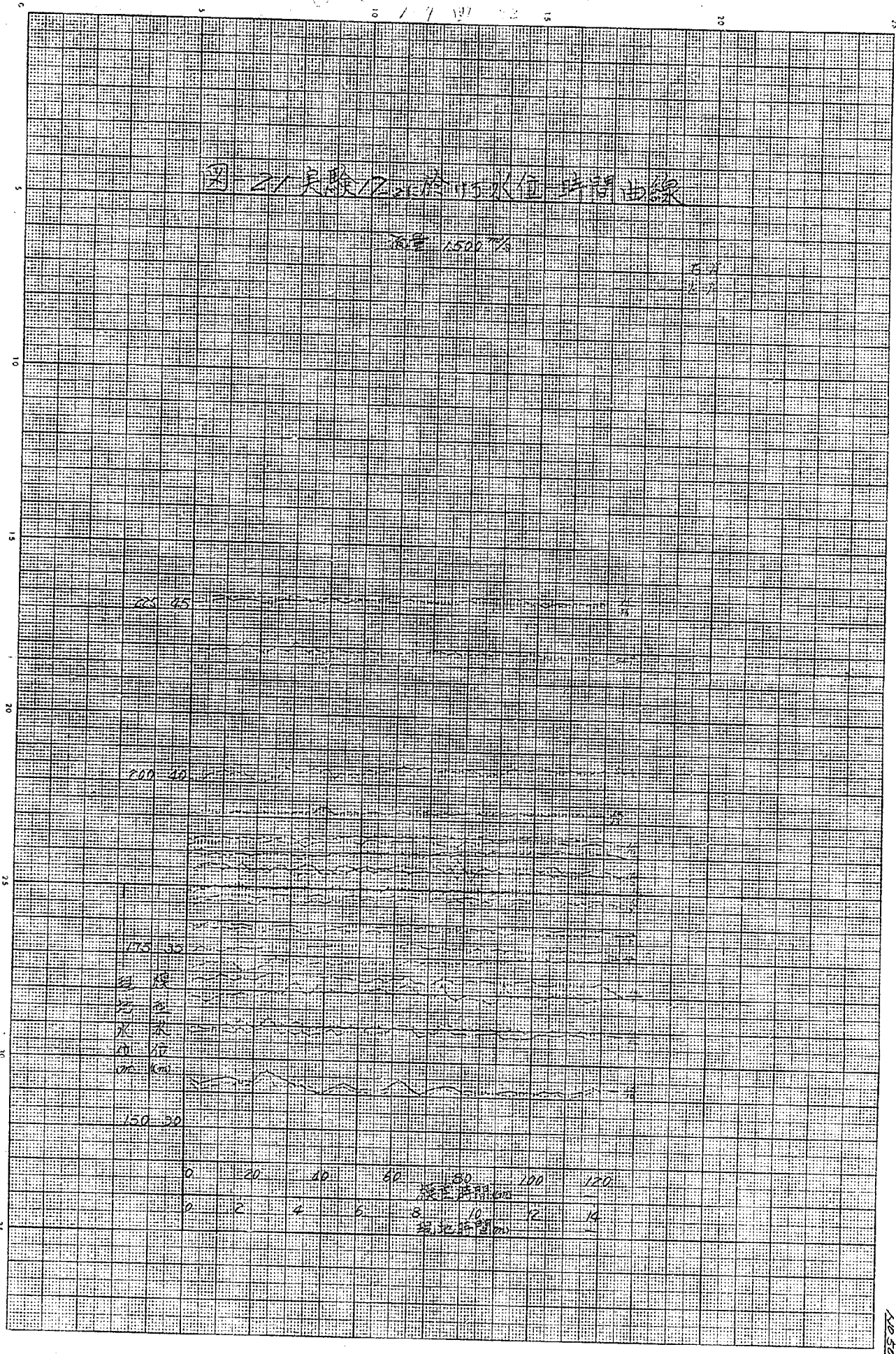
0.00

0.00

0.00



0 20 40 60 80 100 120 140
水位時間
0 2 4 6 8 10 12 14
水位時間



JS A3 1mm 250 380 273

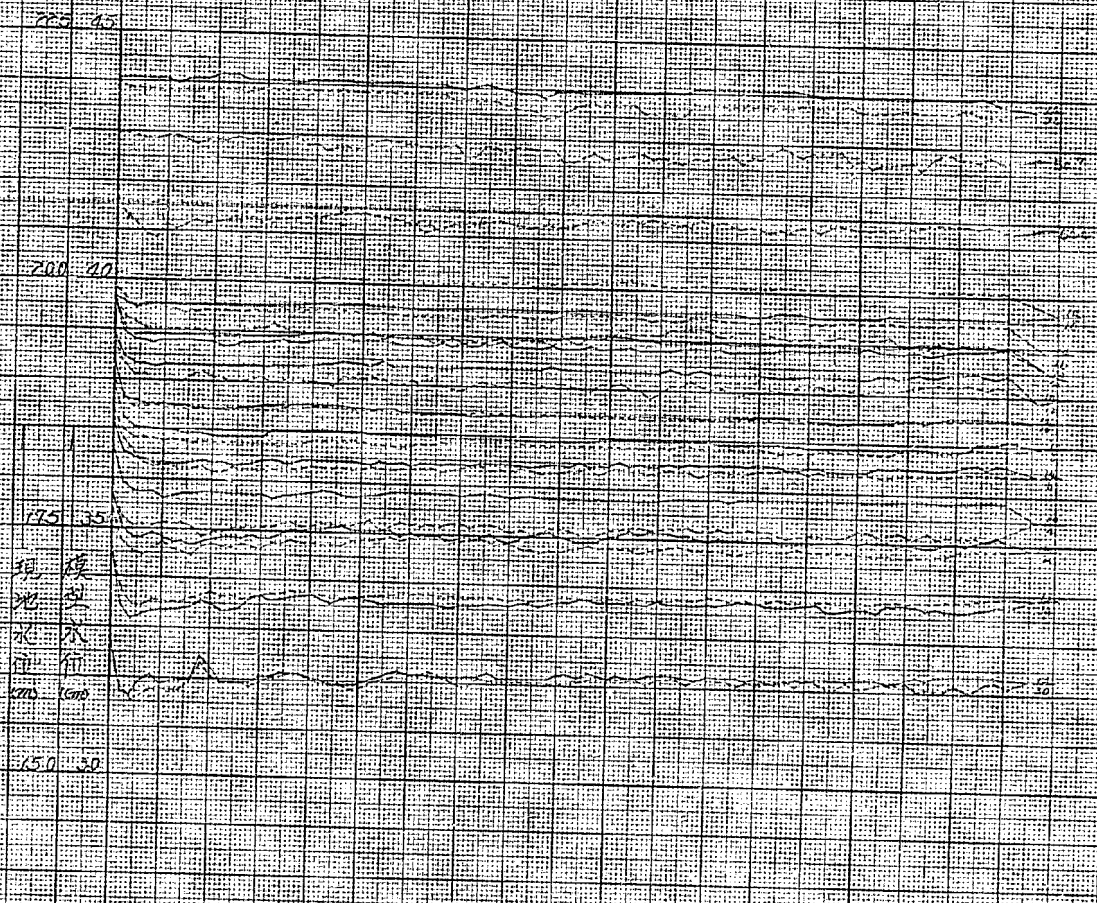
120.52

圖 22 實驗 12-JK 於 15 水位-時間曲線

流量 2000 m³/s

右岸
左岸

10
15
20
25
30
35



現 模
地 型
水 水
位 位
100 100

0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	
0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20

圖-10 實驗 18 於 115 水位 時間曲線

最大流量 2500 m³/s

200
150

250 50

225 45

200 40

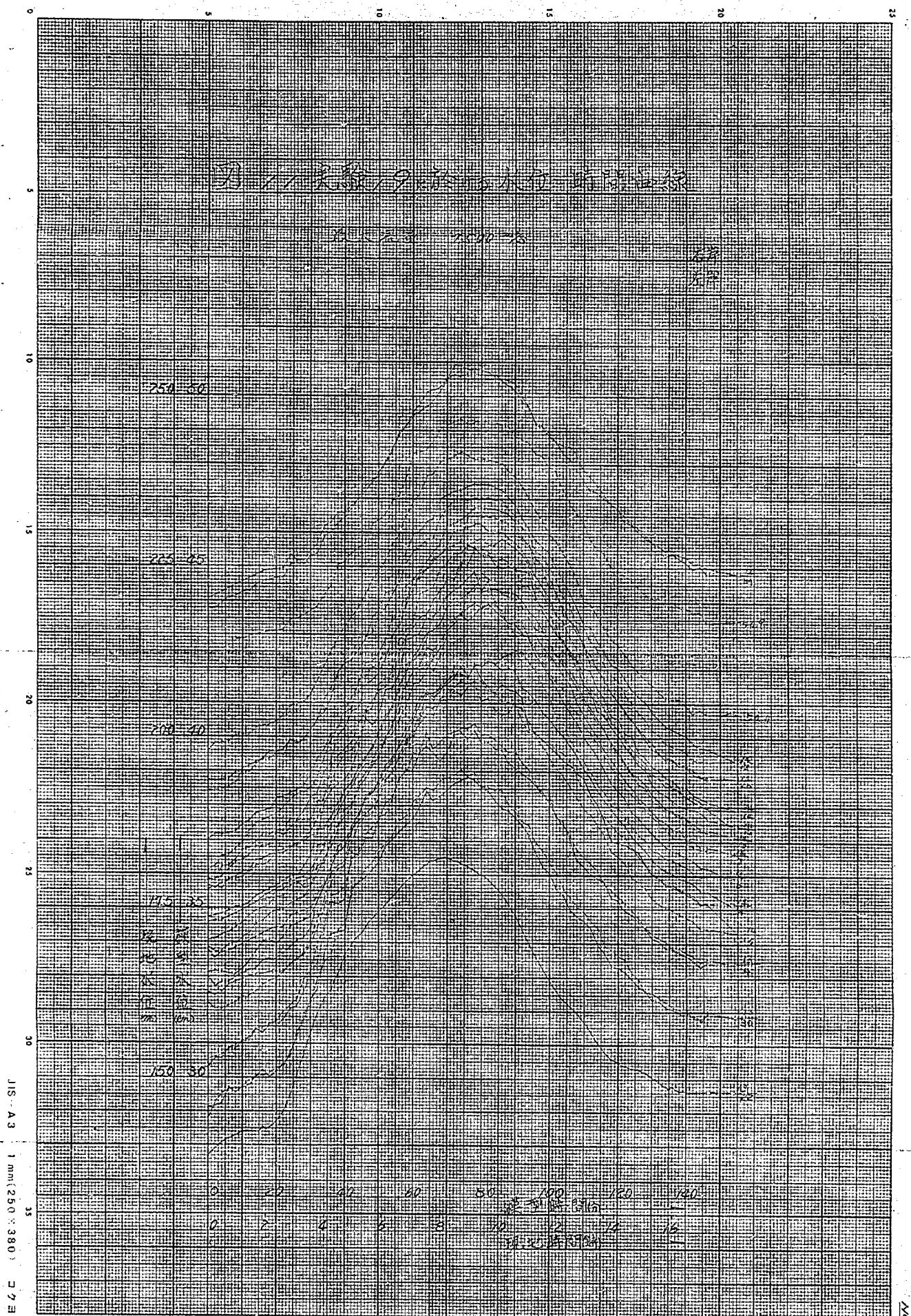
175 35

圖 10
總型大
水行曲

150 30

0	20	40	60	80	100	120	140
0	2	4	6	8	10	12	14

原型時間 (h)
模型時間 (h)



NO 39

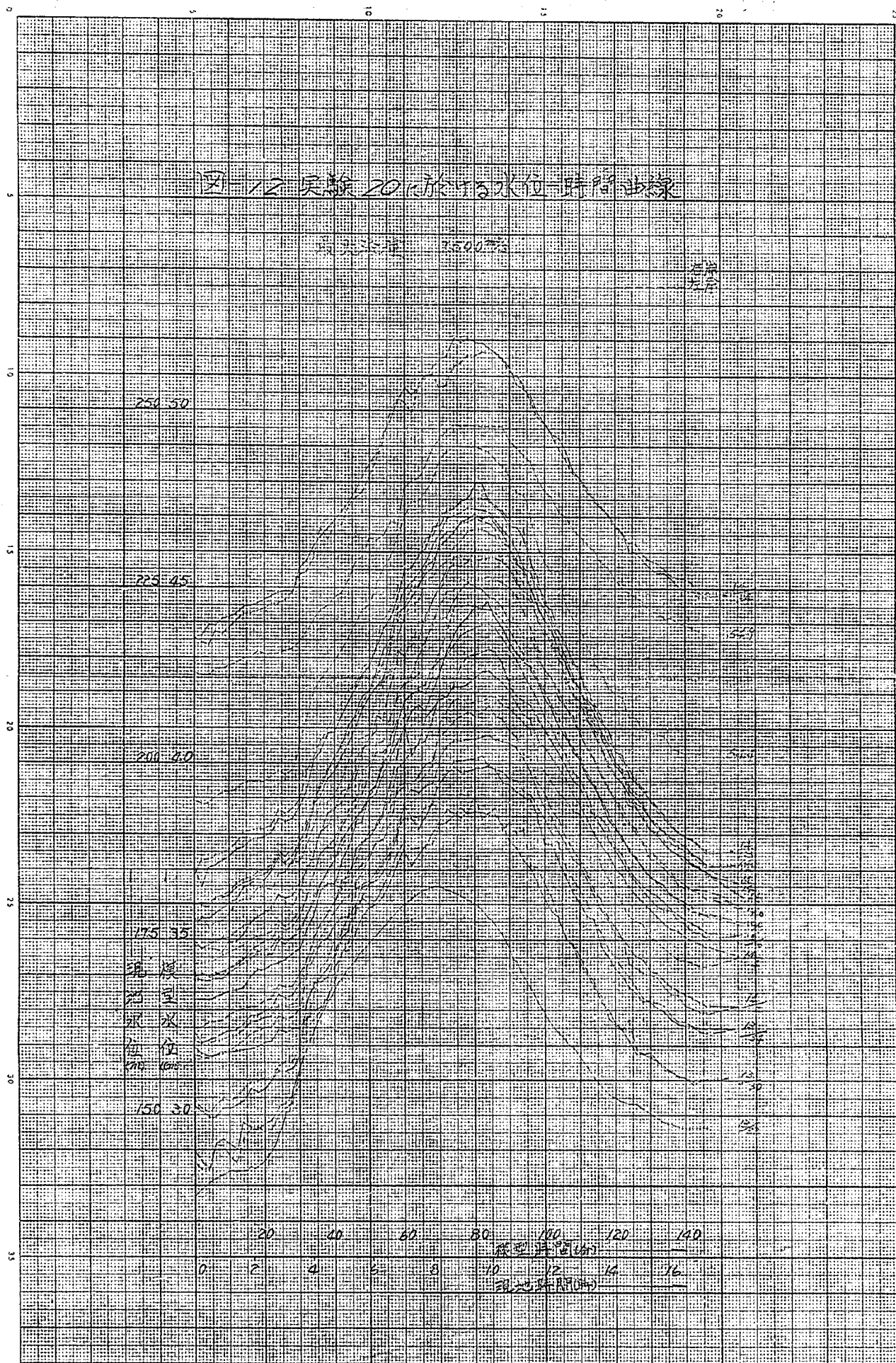
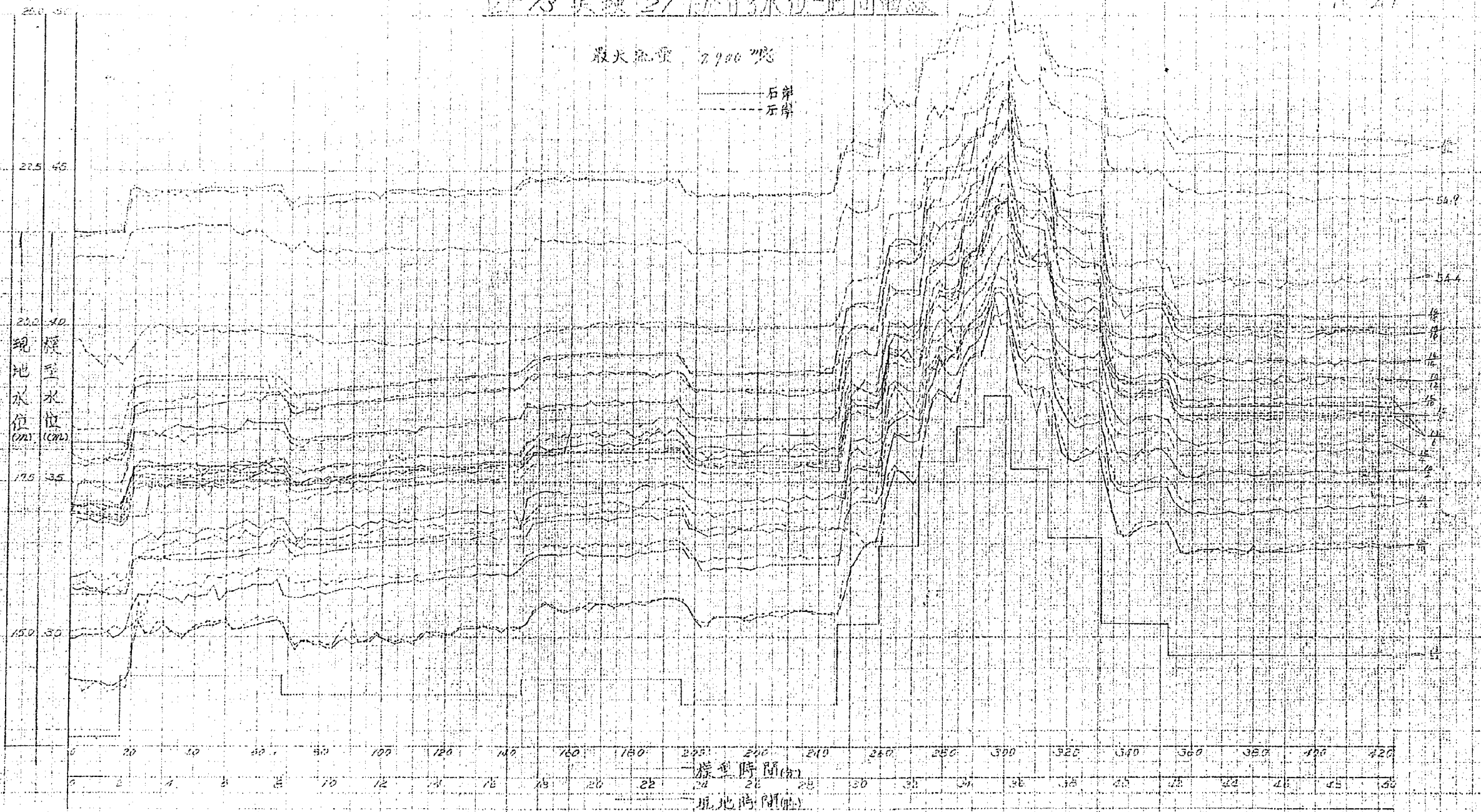


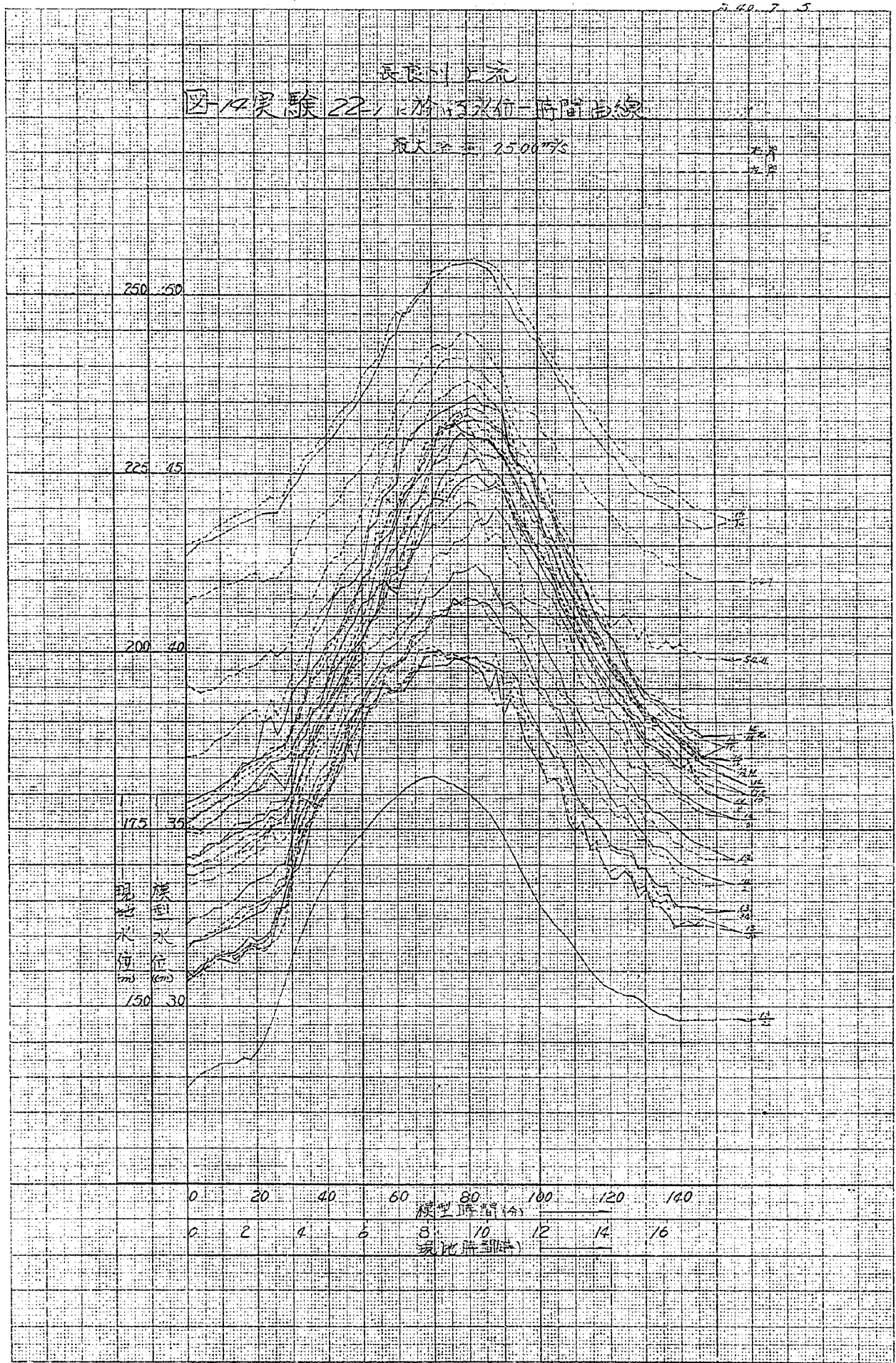
圖 13 實驗 21 洪水水位-時間曲線

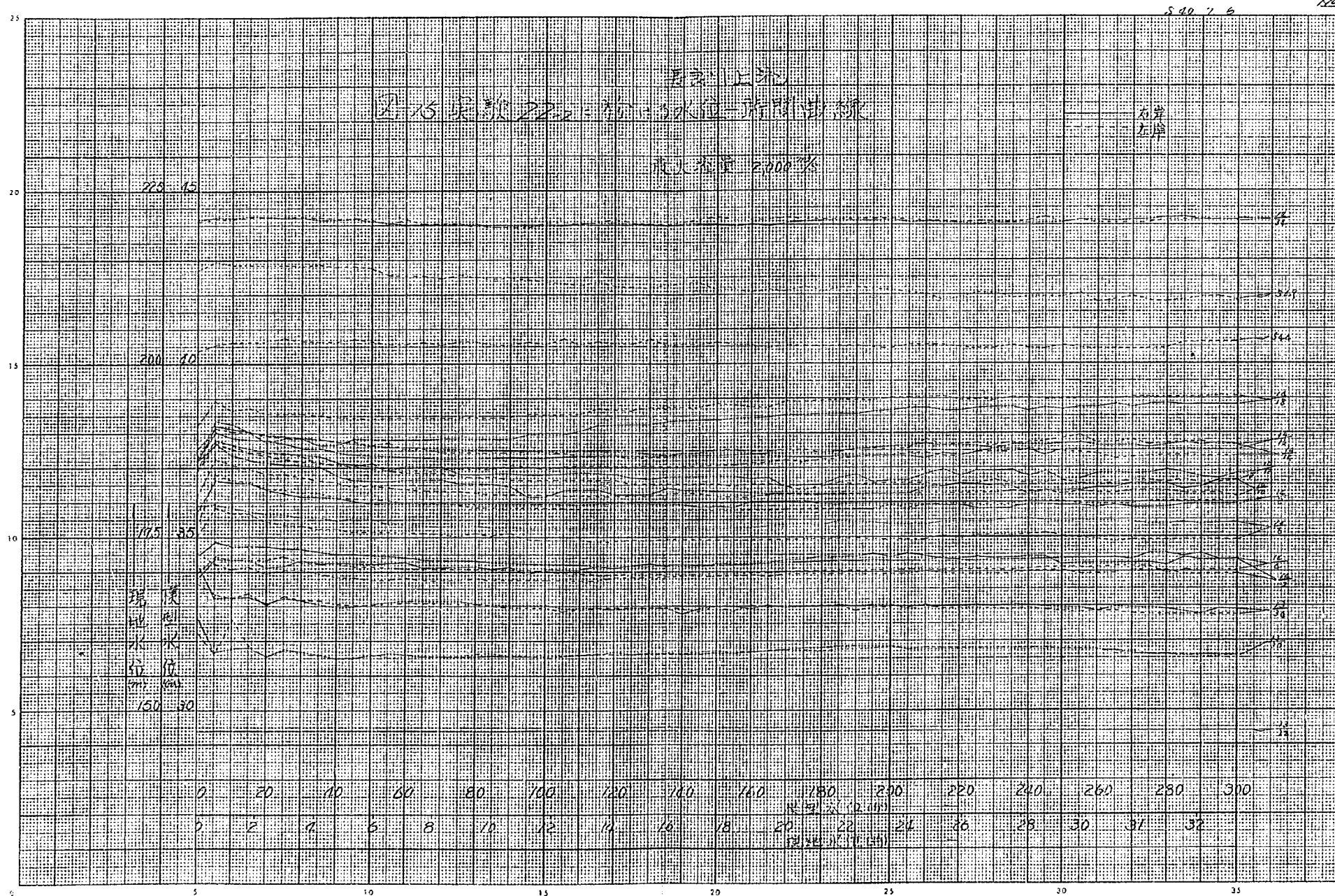
19 21

最大流量 2900 噸

—— 石岸
- - - 石岸





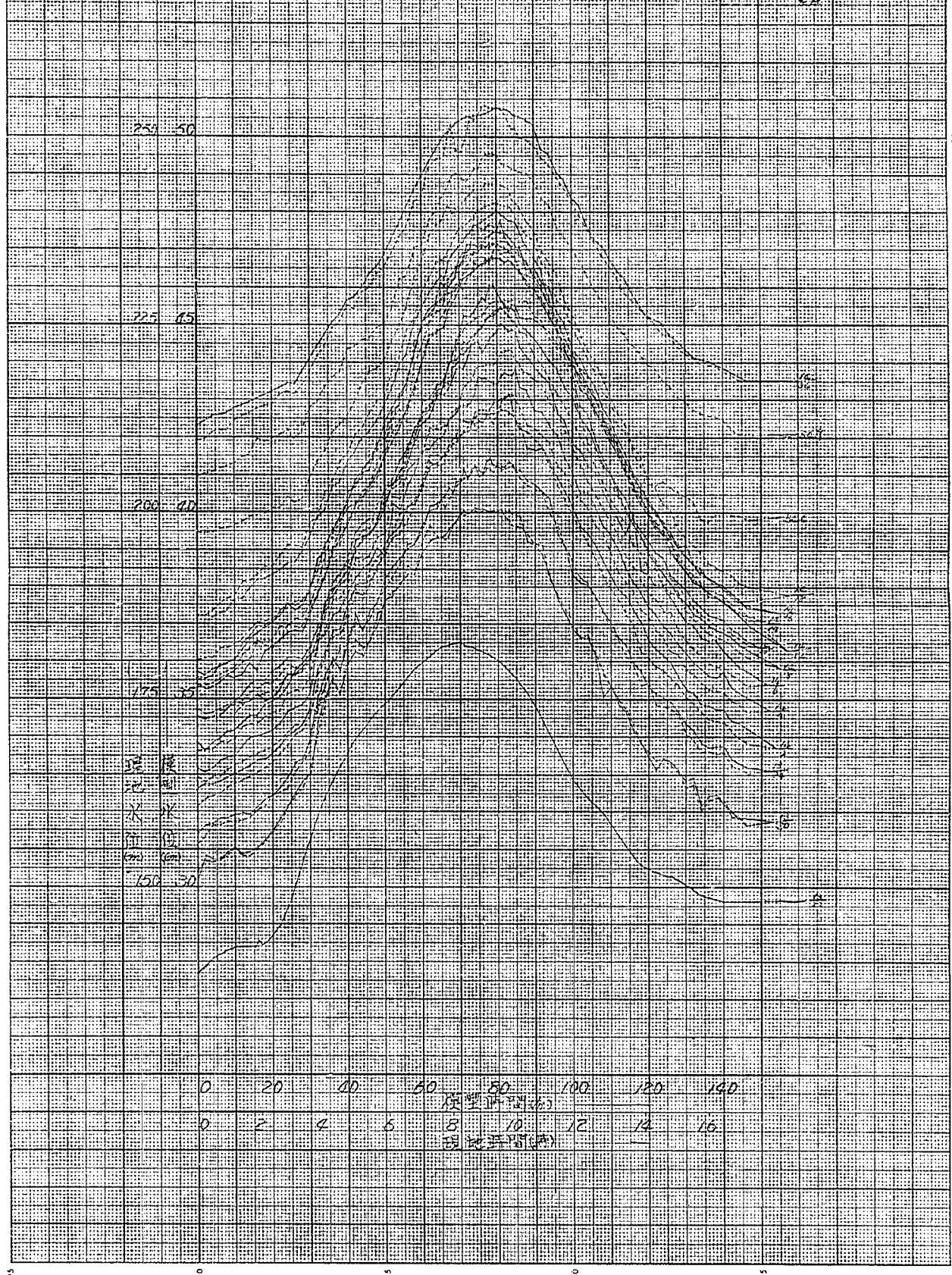


S. 49. 7. 7

長江上流

圖 16 美除 22. 降雨水位時間曲線

最大雨量 2500mm



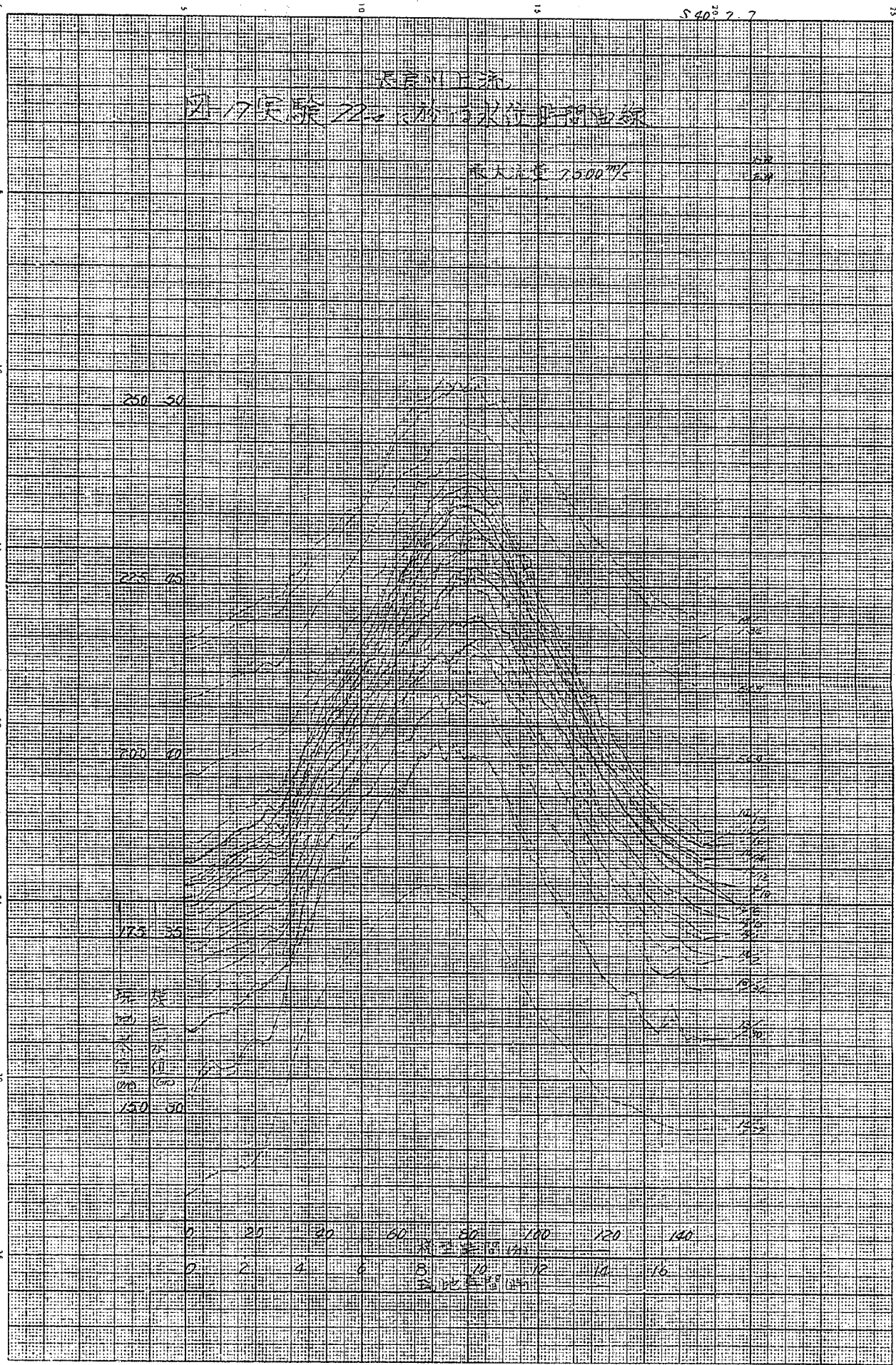
JIS A3 1mm 250.380

112.44

S 40° 2.7

图 17 实验 22-3 的 1/3 水行 时程曲线

最大流量 7500 m³/s

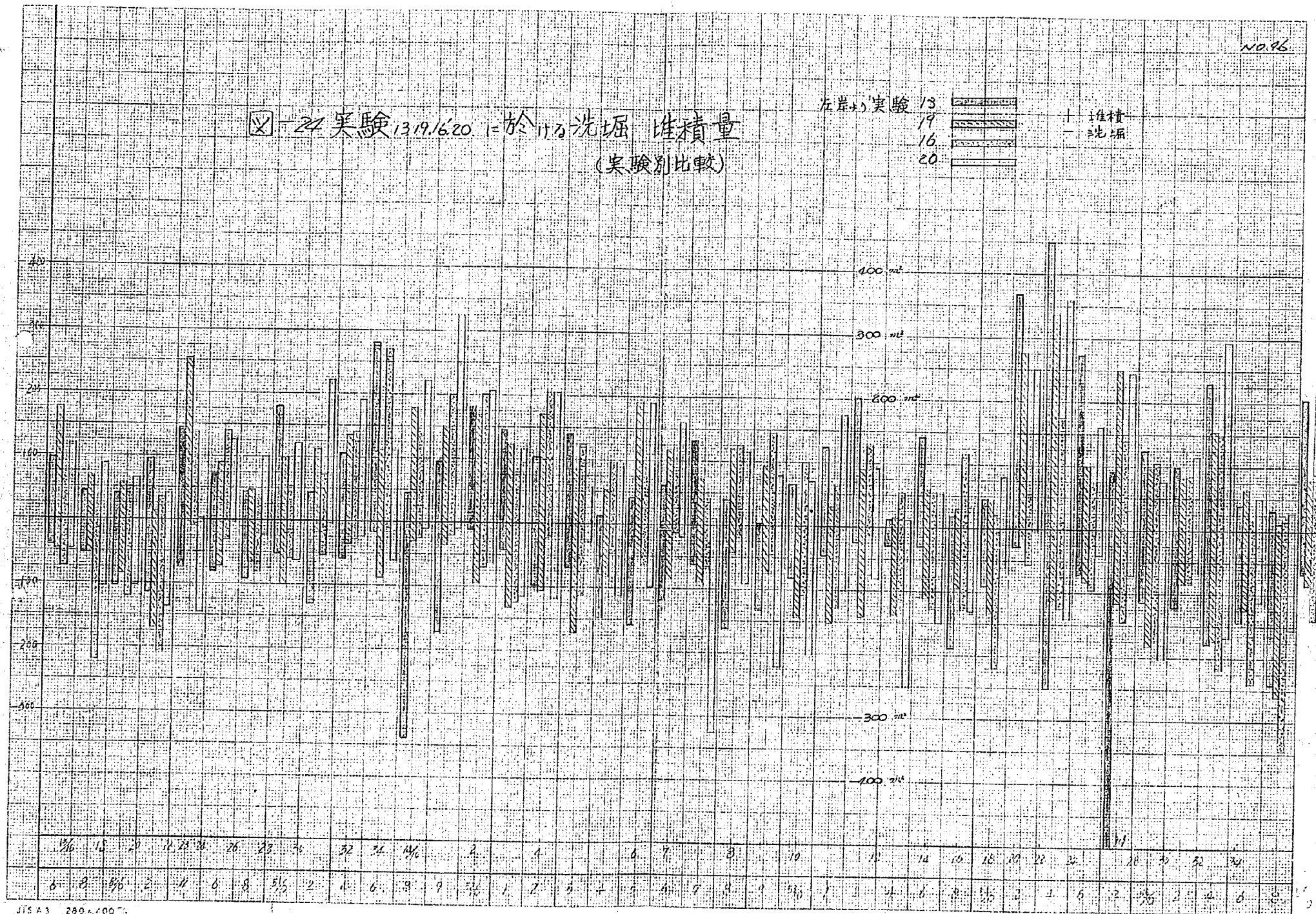


JIS A3 1 mm 250 x 380 273

NO. 45

24 実験 13.19.6.20. 1= 於 11% 洗堀 堆積量
(実験別比較)

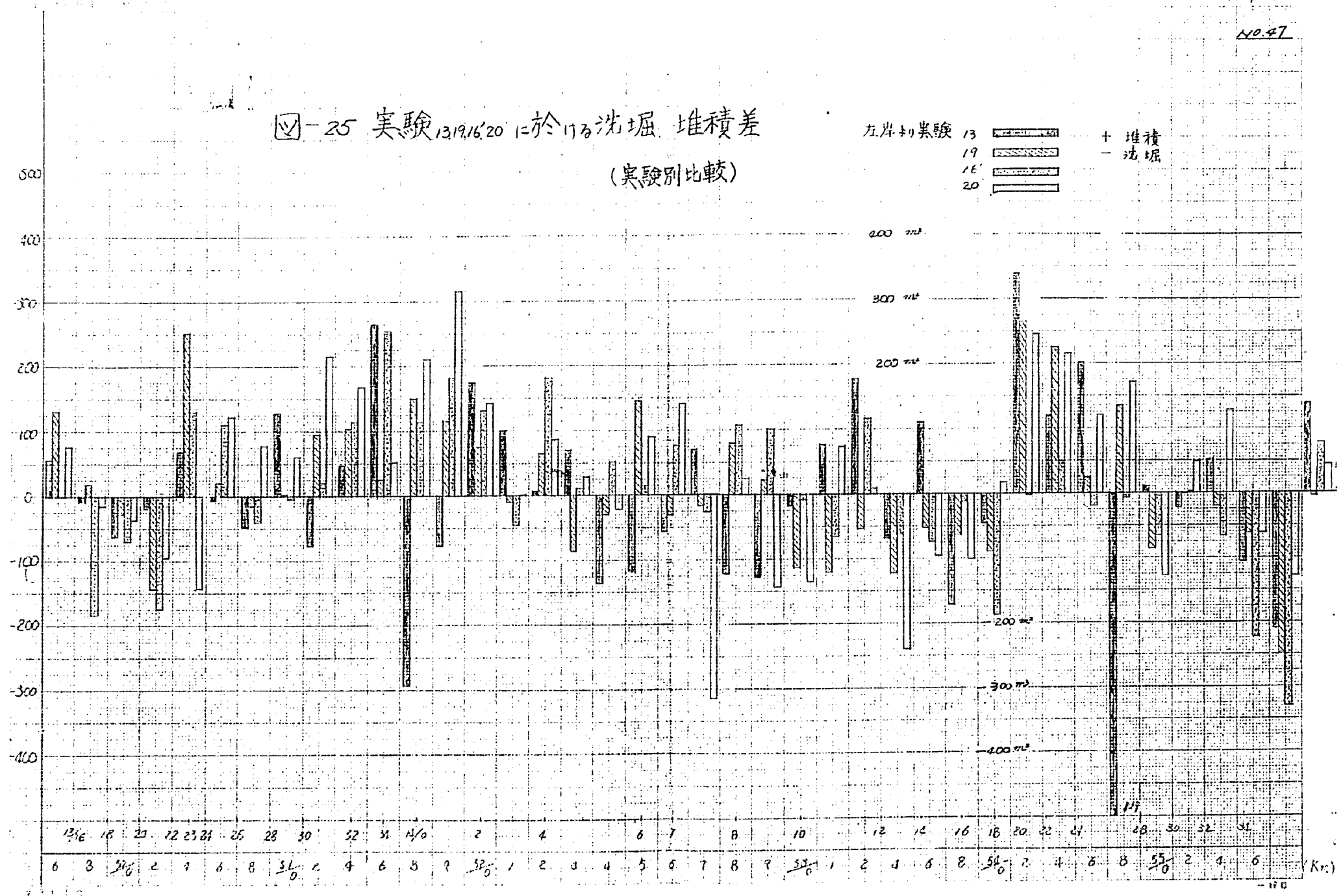
左岸 実験 13
19
16
20
堆積
洗堀



NO. 47

圖-25 實驗 13, 19, 16, 20 於 17 石洗堀 堆積差
(實驗別比較)

左岸和實驗 13
19
16
20
+ 堆積
- 洗堀



110.48

四-26 实验 22-1/2 各断面位于 130 洗垢 堆積量 (实验別比較)

+ 堆積
- 洗垢

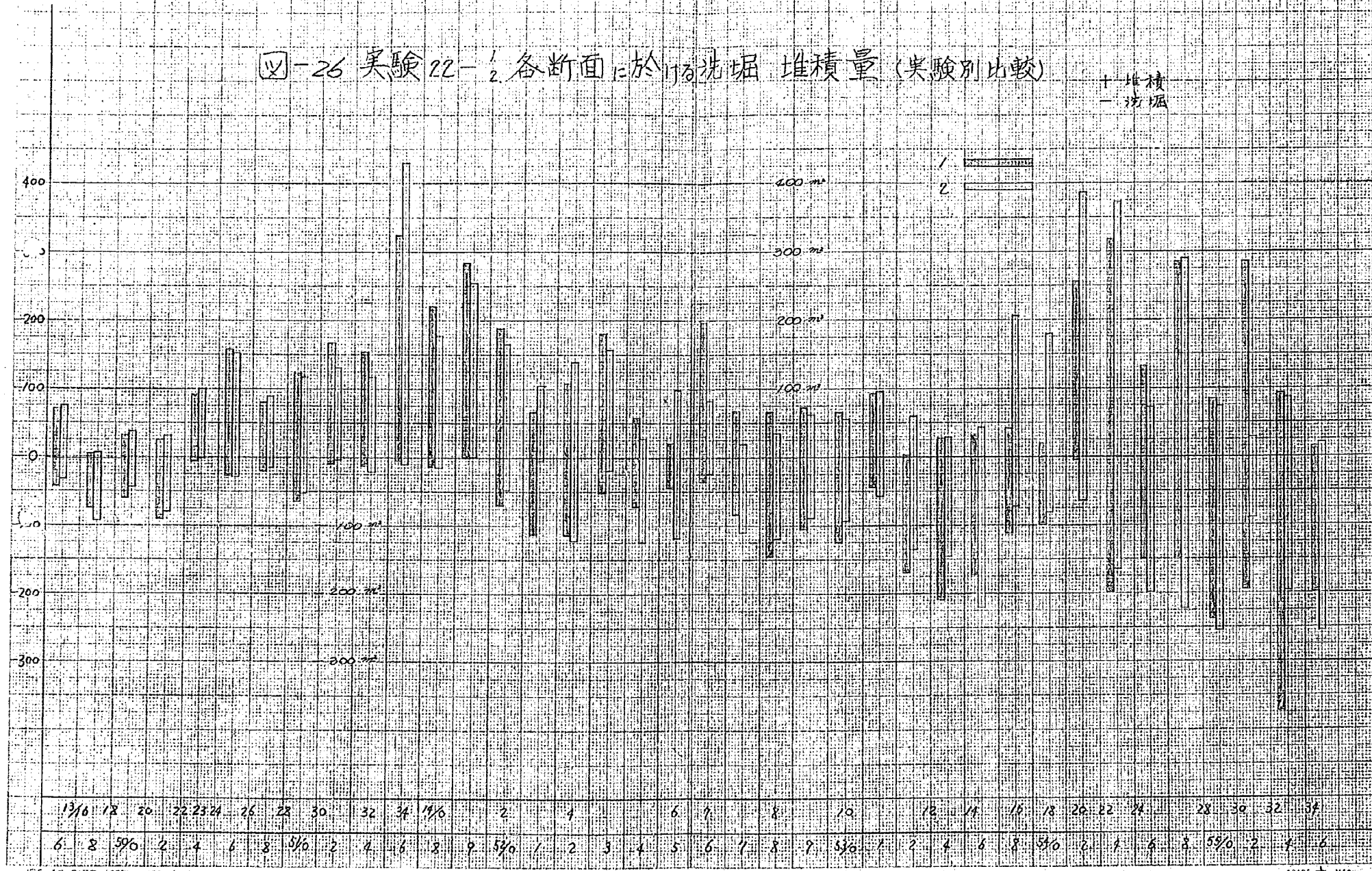


圖-27 實驗 22-1/2 各断面に於ける洗堀 堆積差

(実験別比較)

1 堆積
2 洗堀

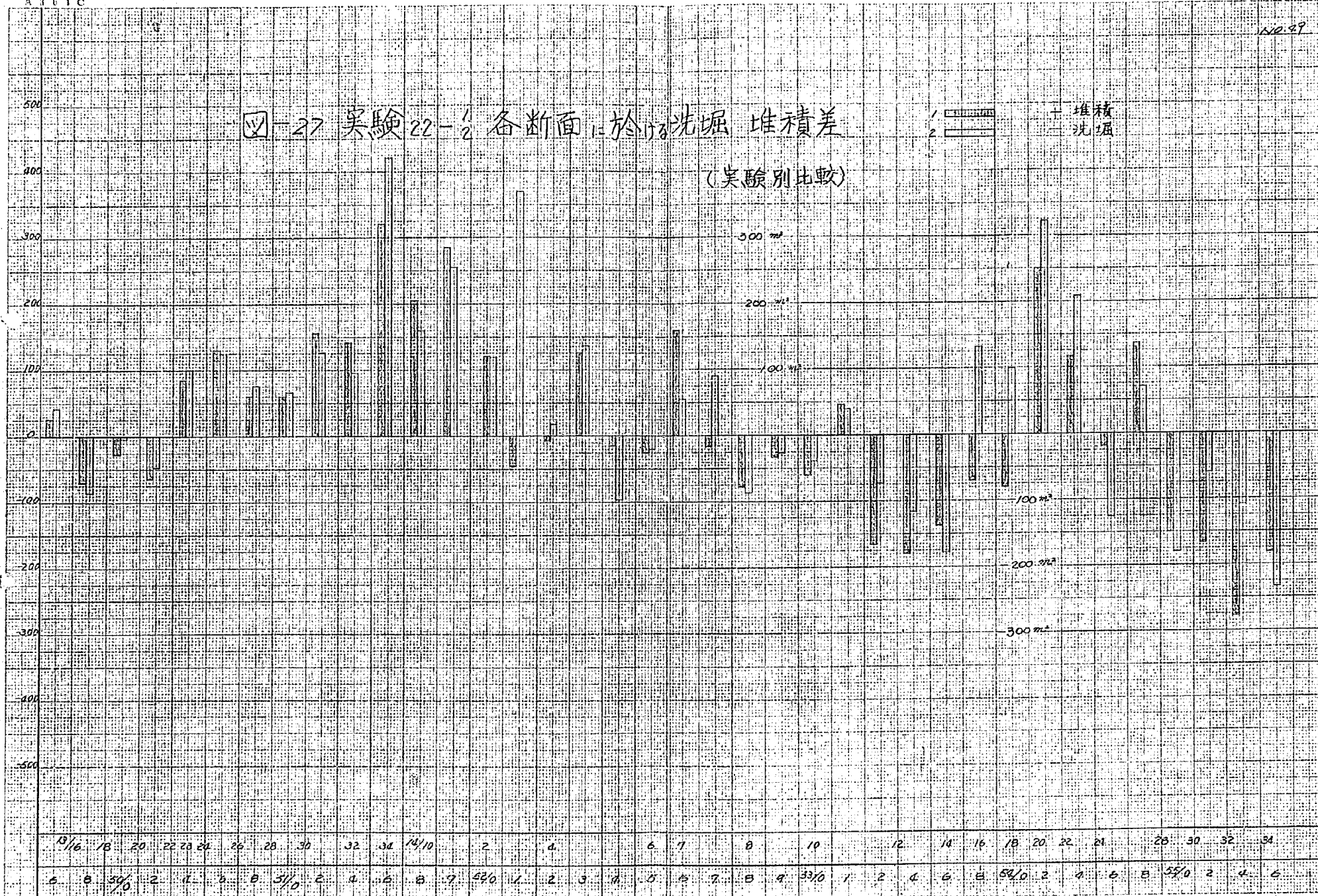
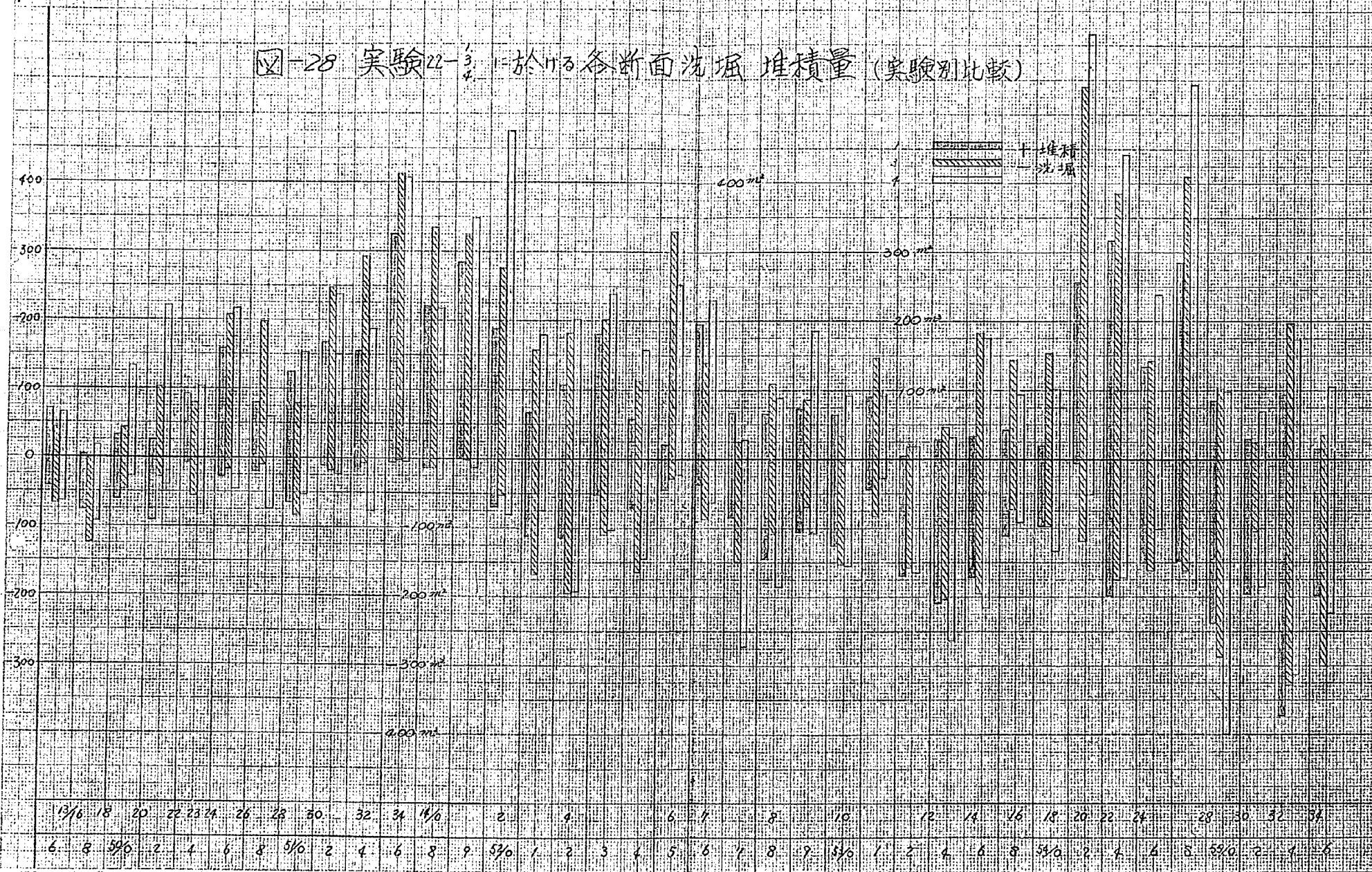


圖-28 實驗22-34 於各断面洗堀堆積量 (實驗別比較)



NO. 51

圖-29 實驗 22- $\frac{1}{2}$ 於 11 各断面泥堆堆積差
(實驗別比較)

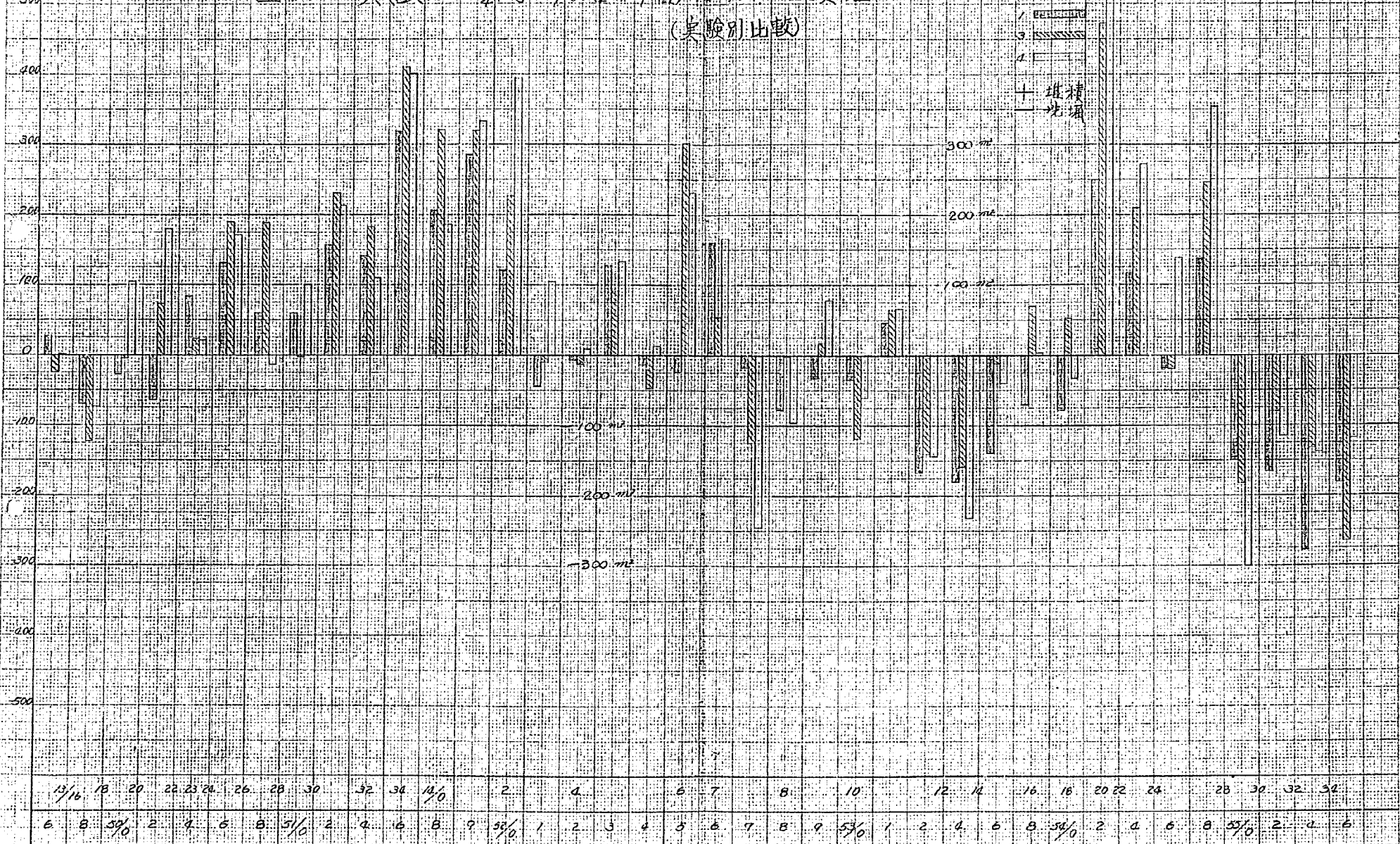
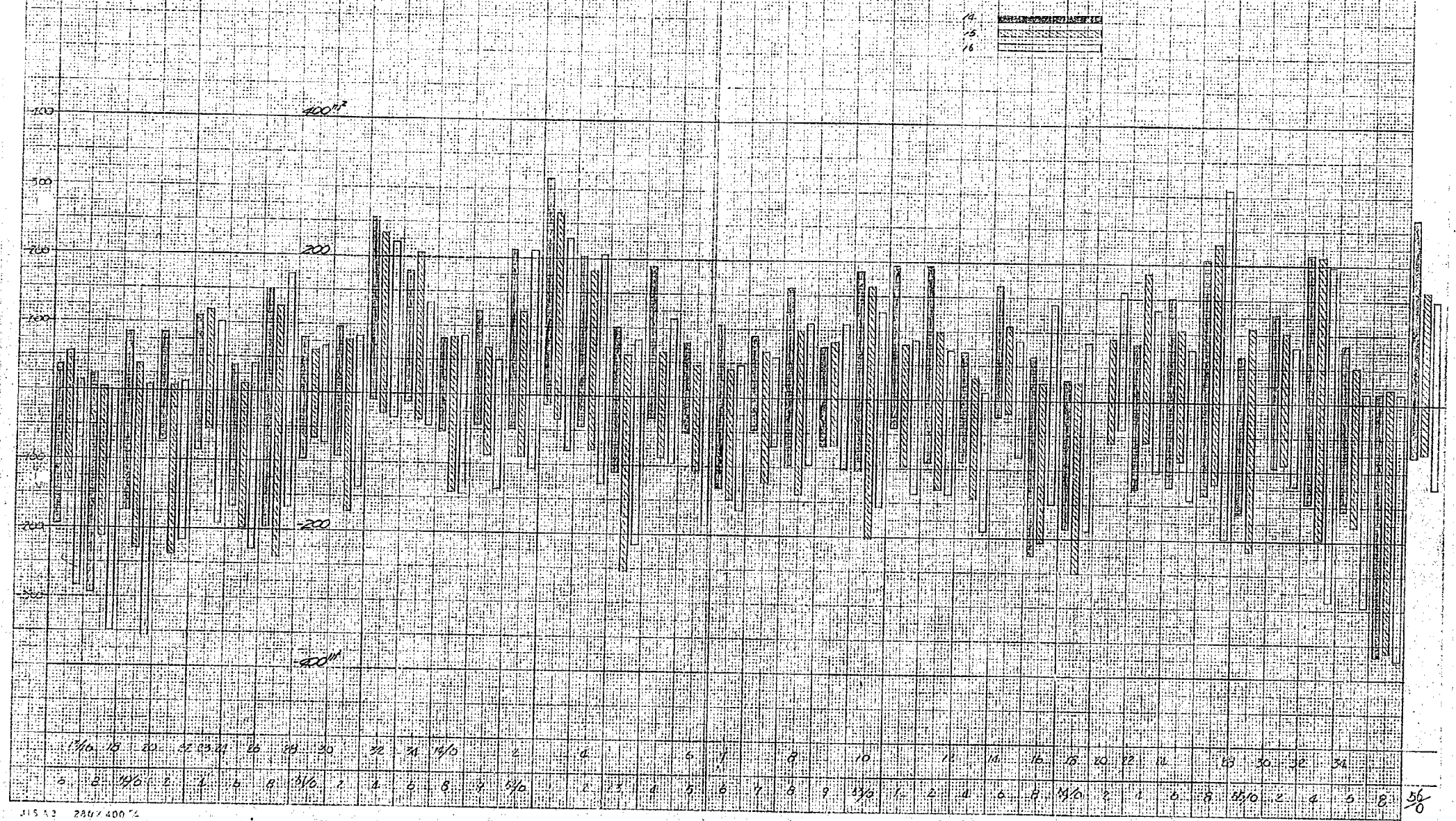
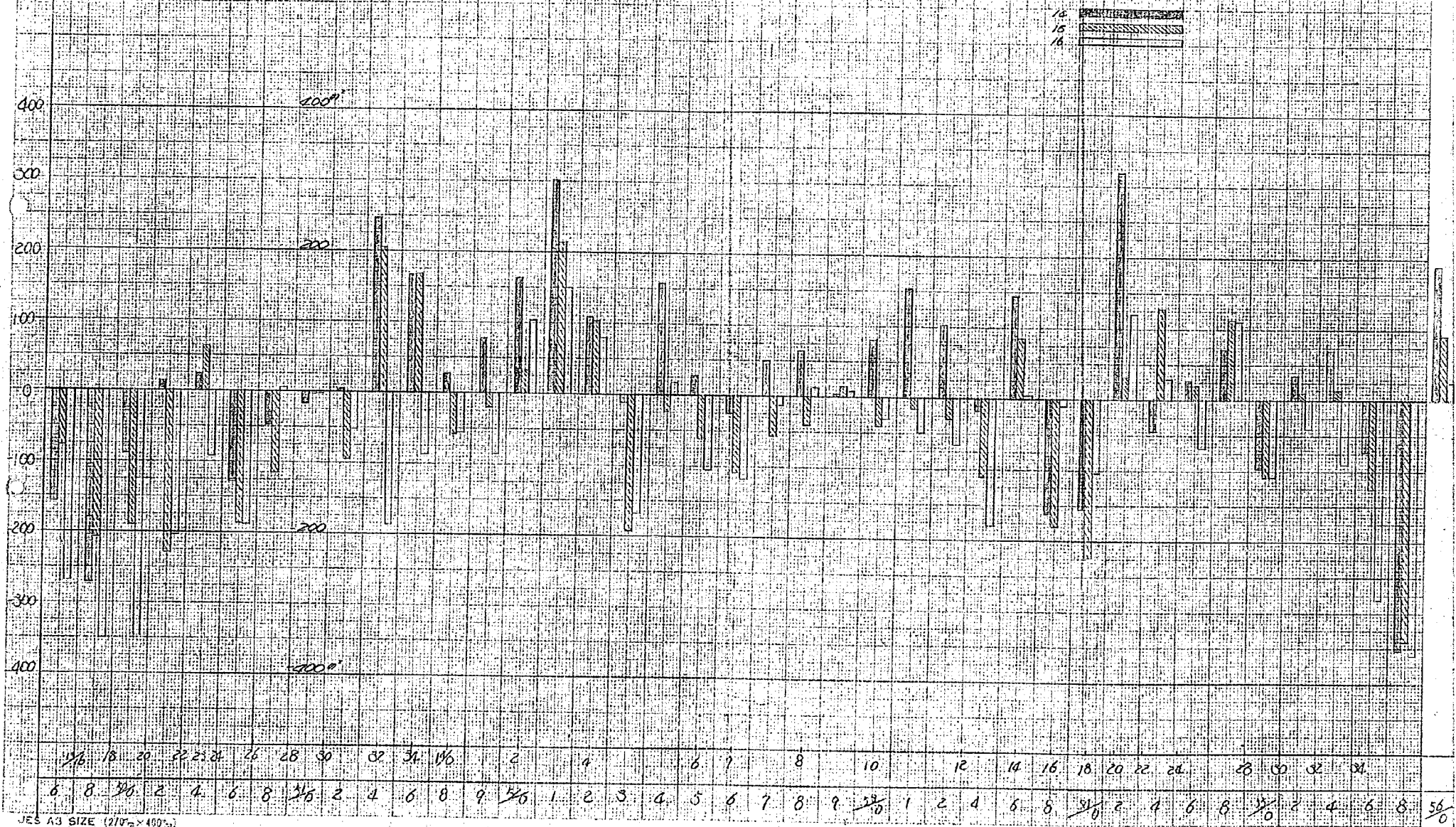


圖-50 實驗於各断面洗泥堆積量 (實驗別比較) + 堆積 - 洗泥



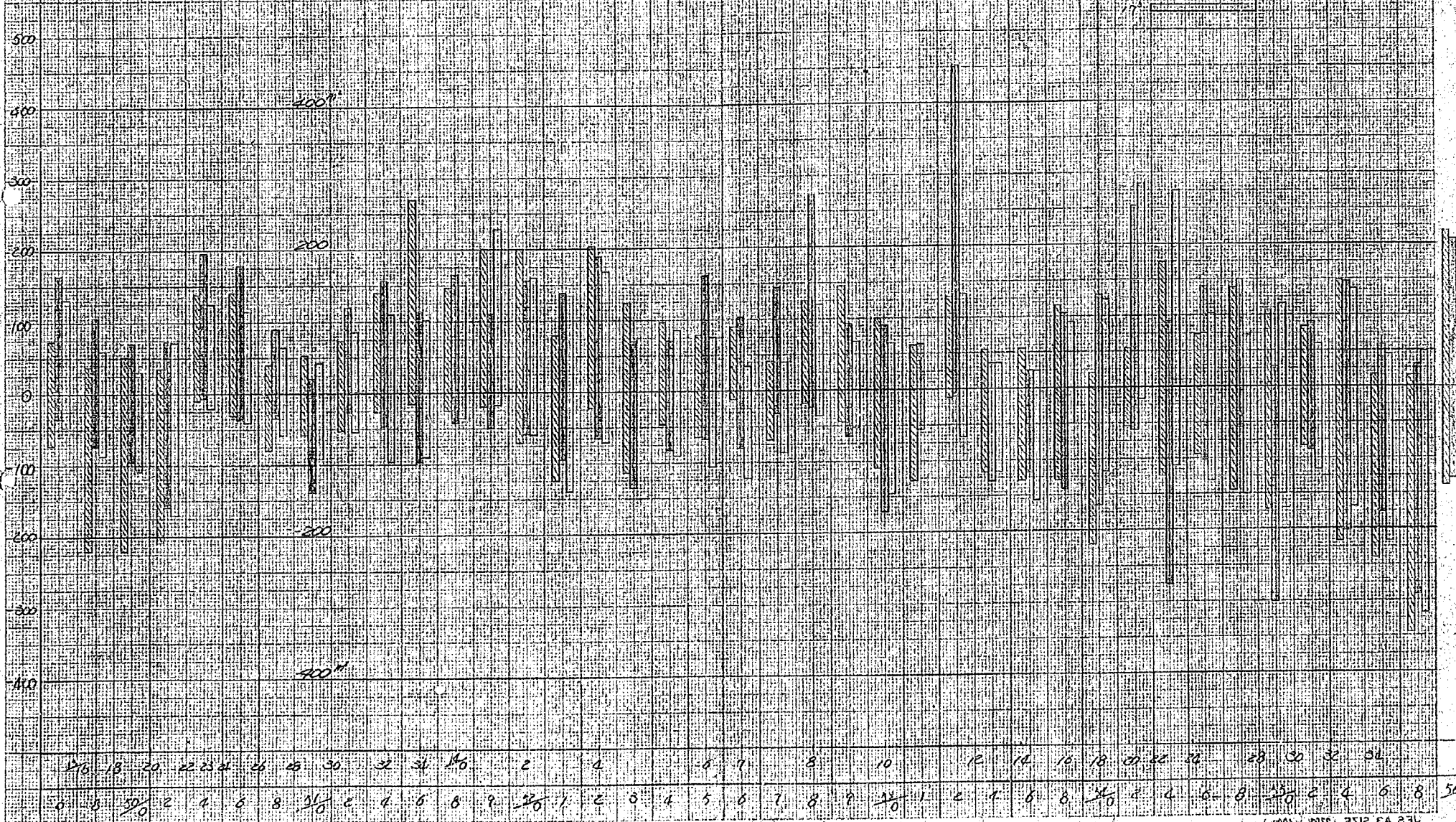
圖一 試驗 14 15 16 於 10 各断面洗堆堆積差 (試驗別比較) 4 堆桶 - 洗堆



100.52

图 32 美缺 淤 於 各 断面 洗 堆 量 (美 缺 别 比 较)

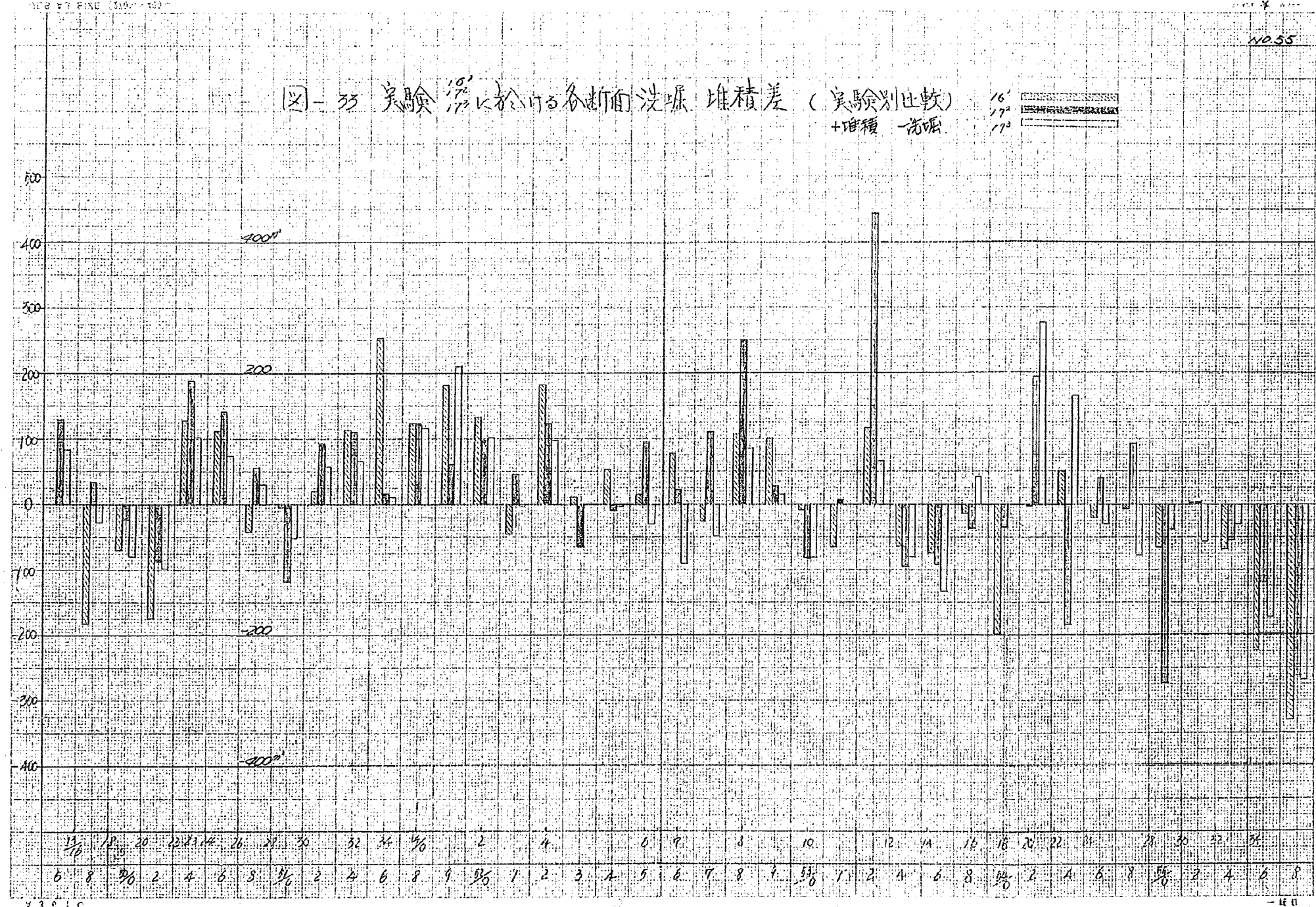
土 堆 積 一 洗 堆



NO.35

図-35 実験¹⁰⁾における各断面洗堀堆積差 (実験別比較)
+増積 -洗堀

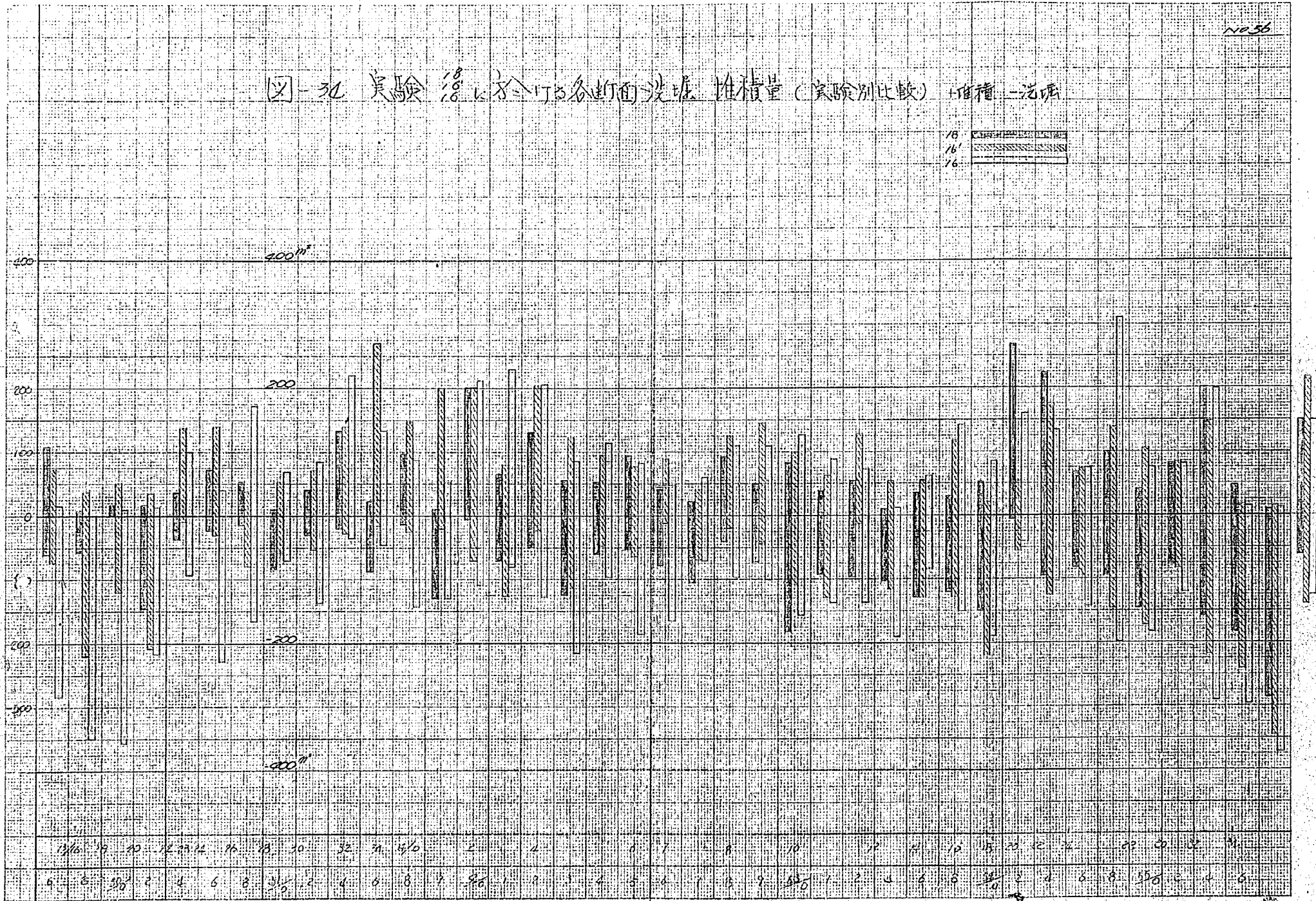
16' 17' 17.5'



NO. 55

图-34 实验 18 於丁各断面泥堆堆積量 (实验別比較) 堆積一范疇

18
16'
16



紙張大小 (310 × 400)

原稿 × 原稿

NO. 57

圖一 試驗後於各断面之堆積差 (試驗別比較) + 堆積 - 沉陷

1/8
1/8
1/8

