昭和39年度

東名高速道路富士川橋梁架設に関する水理模型実験報告書

建設省土木研究所

目　次

Ⅰ　まえがき …… 1

Ⅱ　実験概要及び結論 …… 1

〔Ⅰ〕 実験の概要 …… 1

(Ⅰ)　ピアー配置の検討 …… 1

(Ⅱ)　護岸に関する検討 …… 2

(Ⅲ)　岩本水制の一部をピーク時に取外した場合の河床への影響について …… 2

〔Ⅱ〕 結　　論 …… 2

(Ⅰ)　ピアー配置の検討についての結論 …… 2

(Ⅱ)　護岸に関する検討についての結論 …… 3

(Ⅲ)　岩本水制取外しによる河床への影響についての結論 …… 3

Ⅲ　固定床実験 …… 4

〔Ⅰ〕 模型について …… 4

〔Ⅱ〕 実験ケース …… 4

〔Ⅲ〕 検証実験 …… 5

〔Ⅳ〕 ピアー配置に関する実験 …… 6

(Ⅰ)　現状実験（定流） …… 6

(Ⅱ)　A案及びB案実験（定流） …… 7

(Ⅲ)　実験結果の検討 …… 8

(Ⅳ)　固定床についての結論 …… 9

Ⅳ　移動床実験 …… 10

〔Ⅰ〕 模型について …… 10

〔Ⅱ〕 実験ケース …… 14

〔Ⅲ〕 検証実験 …… 14

〔Ⅳ〕 ピアー配置に関する実験 …… 15

(Ⅰ)　定流実験 …… 15

1　7,000m³/s …… 15

2　9,800m³/s …… 17

3　4,000m³/s …… 18

4　定流実験についての結論 …… 20

(II) 不定流実験 …… 20
1 実験方法 …… 20
2 Qmax =9800m³/s(現状及びC案)…… 20
3 Qmax =6150m³/s(〃)…… 22
4 不定流実験についての結論 …… 23
(III) 定流及び不定流実験結果の共通点及び相違点 …… 24
IV 護岸に関する検討 …… 25
(I) 検討結果 …… 25
(II) 護岸を施工した場合の実験 …… 25
1 実験結果 …… 26
2 結論 …… 27
V ピアー周辺の洗堀調査 …… 27
VI 岩本水制の一部をピーク時に取除いた場合の影響についての実験 …… 27
1 水位の検討 …… 27
2 河床変動の検討 …… 27
3 結論 …… 28
V あとがき …… 29

表　及　び　図　目　次

表目次（固定床及び移動床）

表— 1　各案の場合のピア—配置 …… 30

表— 2　不定流 9,800 m³/s における時間流量及び給砂量（模型について） …… 31

表— 3　不定流 6,150 m³/s における時間流量及び給砂量（模型について） …… 33

表— 4　現状実験の場合よりも洗堀される場所 …… 35

図　目　次

図— 1　富士川下流部平面図 …… 1—A

図— 2　各案の場合のピア—配置図 …… 37

固定床資料

図— 3　検証実験水位及び痕跡図(9,800 m³/s の場合) …… 38

図— 4　検証実験水位及び痕跡図(6,150 m³/s の場合) …… 39

図— 5　実験水位縦断曲線図 …… 40

図— 6　現状模型における等速線図 9,800 m³/s —現状 …… 41

図— 7　〃　〃　〃　—A 案 …… 57

図— 8　〃　〃　〃　—B 案 …… 69

図— 9　〃　〃　7,000 m³/s —現状 …… 75

図—10　〃　〃　〃　—A 案 …… 91

図—11　〃　〃　〃　—B 案 …… 104

図—12　〃　〃　4,000 m³/s —現状 …… 110

図—13　〃　〃　〃　—A 案 …… 126

図—14　〃　〃　〃　—B 案 …… 139

図—15　各点におけるベクトル又は流向図—9,800 m³/s …… 145

図—16　〃　〃　—7,000 m³/s …… 147

図—17　〃　〃　—4,000 m³/s …… 149

図—18　流量変化による流速流向の変化図 …… 151

移動床資料

図—19　富士川 Q_B — Q 曲線図 …… 153

図—20　流量 7,000 m³/s における時間水位曲線図（現状　定流） …… 154

図—21　検証資料 7,000 m³/s （定流）水位縦断図（15分～26分間平均水位） …… 155

図—22　〃　〃　〃　（30分～40分間　〃　） …… 156

図－23　流量7,000m³/sにおける時間水位曲線図（A案）……157
図－24　〃　〃　（B案）……158
図－25　流量7,000m³/sにおける現状、A案、B案の水位縦断図……159
図－26　流量9,800m³/sにおける時間水位曲線図（現状、B案、C案）……160
図－27　流量9,800m³/sにおける水位縦断図……161
図－28　流量4,000m³/sにおける時間水位曲線図（現状B_2案、B_3案、C案）……162
図－29　流量4,000m³/sにおける水位縦断図　（現状B_2案、B_3案、C案）……164
図－30　不定流Qmax＝9,800m³/sにおける時間流量及び給砂量関係図……165
図－31　不定流Qmax＝6,150m³/sにおける時間流量及び給砂量関係図……166
図－32　不定流Qmax＝9,800m³/sにおける時間水位曲線図（現状、C_t案、C_t案）
（C_p案＝ピークまで　C_t案＝全波形）……167
図－33　不定流Qmax＝9,800m³/sにおける時間水位曲線図（C_t案＝全波形）……171
図－34　不定流Qmax＝6,150m³/sにおける時間水位曲線図
（現状及びC案ピークまで）……173
図－35　現状実験よりも洗堀される箇所（平面図）……177
図－36　各流量における橋脚周囲の堆砂高及び洗堀深……179
図－37　各橋脚の測定位置……181
図－38　不定流Qmax＝9,800m³/sにおける岩本水制を取除いた場合の時間水位
曲線図（現状）……183
図－39　〃　〃　〃（C案）……185

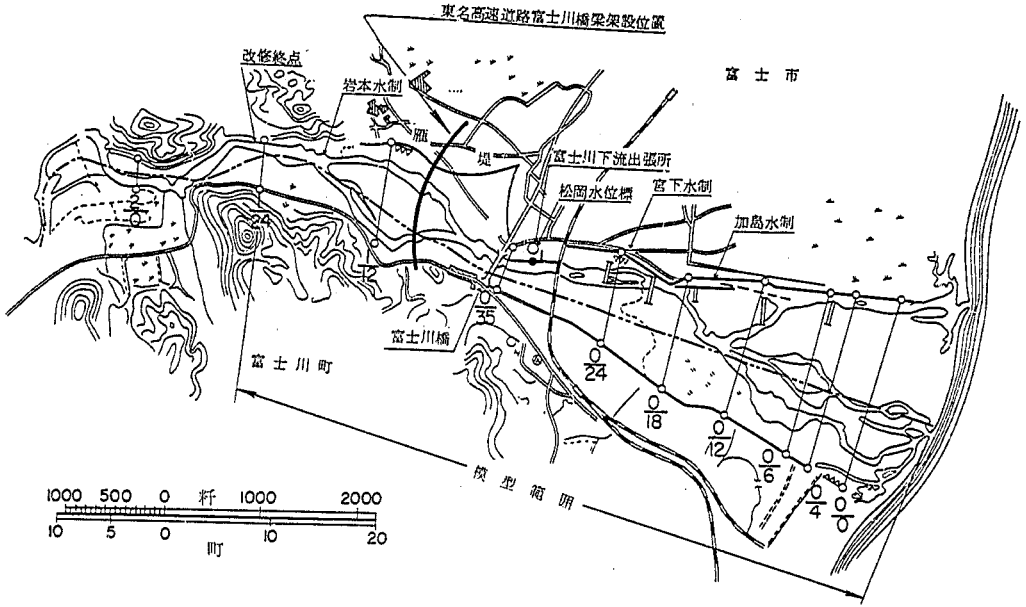
正　　誤　　表

頁	誤	正
3頁上から　9行目	m^3／s の場合は 9,800 m^3／s	m^3／s の場合はC案の 9,800 m^3／s
3頁　〃　31行目	且つ1里／8丁の尼ケ渕突端の方向に洗堀がみられる。	且つ1里／8丁の尼ケ渕突端の方向にかけて洗堀がみられる
4頁　〃　11行目	6.　ピアーの影響は1里／8丁より	6.　ピアーの影響については1里／8丁より
7頁　〃　10行目	従って流速は横断方向1m間隔水深方向は	従って流速は横断方向1m間隔鉛直方向は5点測定し流向は横断方向1m間隔水深方向は
15頁　〃　1行目	又下流水位は固定において	又下流水位は固定床において
15頁　〃　9行目	図—21～22によって	図—21～22について
15頁　〃　18行目	…… 7,000m^3／sにおいて	…… 7,000 m^3／sにより
16頁　〃　3行目	…… 20分附近の水位縦断的にをプロットす	20分附近の水位を縦断的にプロットす。
16頁　〃　9行目 19頁　〃　18行目	細線は1m（現地の値であり… B_2 ＞B_3 ＞現＞C（Cは推砂→洗堀傾向）	細線は1m（現地の値）であり B_2 ＞B_3 ＞現＞C（Cは推砂）→洗堀傾向
25頁　〃　2行目	……ピークを過ぎると異常洗堀箇所は埋戻傾向となるが減少してしまうため…	……ピークを過ぎると異常洗堀箇所は埋戻傾向となるが増水時の河床状態に戻りえない中に流砂量が減少してしまうため　……
25頁　〃　17行目	……不定流のような7,000 m^3／3程度の少いものは定流より左岸よりとなる。……	……不定流のように7,000 m^3／s程度の少いものは定流よりも左岸よりとなる。……
27頁　〃　10行目 28頁　〃　18行目	⑨ ……1里／8丁での跳なりが少いため……	⑧ ……1里／8丁での跳返りが少いため……
29頁　〃　4行目	(2)……多小大と	(2)……多少大と

附　図（別　冊）

附図— 1	流量7,000㎥/sにおける河床変動図（現状　定流）	1
附図— 2	〃　〃　（A案　〃）	2
附図— 3	〃　〃　（B 〃　〃）	3
附図— 4	流量9,800㎥/sにおける河床変動図（現状　〃）	4
附図— 5	〃　〃　（B_1案　〃）	5
附図— 6	〃　〃　（C 〃　〃）	6
附図— 7	流量4,000㎥/sにおける河床変動図（現状　〃）	7
附図— 8	〃　〃　（B_2〃　〃）	8
附図— 9	〃　〃　（B_3〃　〃）	9
附図—10	〃　〃　（C 〃　〃）	10
附図—11	不定流Qmax＝9,800㎥/sピークまでにおける河床変動図（現状）	11
附図—12	〃　〃　（C案）	12
附図—13	不定流Qmax＝9,800㎥/s全波形における河床変動図（C案）	13
附図—14	不定流Qmax＝6,150㎥/sピークまでにおける河床変動図（現状）	14
附図—15	〃　〃　〃　（C案）	15
附図—16	護岸を行った場合の河床変動図（9,800㎥/s定流C案）	16
附図—17	〃　〃　（現状）	17
附図—18	〃　〃　（C案）	18

図－1　富士川下流部平面図



東名高速道路富士川橋梁架設に関する水理模型実験報告書

Ⅰ まえがき

現在日本道路公団では東名高速道路の建設を行なっているがその一環として、富士川の橋梁架設が計画されている。

然し富士川は非常に急流な河川であり、その河床勾配は約1/300程度あり且つ既往最大流量は北松野において9800㎥/sを記録している。

この様な場所に比較的大きなピアーを9本設置した場合、水理的に如何なる影響を及ぼすかを調査し水位の上昇、流路の変動及び護岸等に対し最も影響の少ないピアー配置を見出し、且つ影響を受ける位置及びその規模を調査するために実験を行なったものである。

尚橋は別紙図—1に示す如く比較的河巾の広い場所に架設される計画になっているが、橋の計画法線は曲線形をなし、且つ取付位置は左岸側が右岸側に比べて上流側になっている。従って法線は流心に対し直角ではない。

実験は38年度及び39年度に亘って行ない38年度は固定床及び移動床によりピアーの配置について検討し39年度においては主としてピアー設置による影響について調査した。

尚この報告書は次ぎの如く構成を行なった。

Ⅱ 実験の概要及び結論

Ⅲ 固定床における実験の詳細について

Ⅳ 移動床における実験の詳細について

Ⅱ 実験の概要及び総合結論

(Ⅰ) 本実験の概要

実験は縦横共1/50の模型を使用し次ぎの実験を行なった。

(1) ピアー配置の検討

固定床及び移動床実験によりピアーの方向と位置の検討を定流で行なう。

ピアーの方向と位置はA案、B案C案計6ケースについて行なった。(A案、B、B_1、B_2、B_3、C案) (別紙表—1、図—2)

ここにA案、B案、C案とは

A案：道路公団で立案された案でピアー方向を9800㎥/s定流の流向に修正したもの。

B案：公団案は右岸より3本目のピアーが中央砂州に配置されるので、それを避けるためピアーを総体的に20m右岸へずらしたもの。

B_1、B_2、B_3はピアーの方向だけを変えたもの。

C案：A案、B案を参考にし最終的に地建で決定されたピアーの配置

これらはすべて河道の現状維持及び安全性の立場から検討したものである。

(ii) 護岸に関する検討

移動床の定流結果及び不定流実験により岸附近の洗掘を調査し護岸が必要と思われる箇所（現状実験よりも５０㎝以上洗掘される箇所）の検討を行なった。又これらの箇所に護岸を施した場合、河床にどのような影響を与えるかについて検討を行なった。この場合の実験は9800㎥/sの定流で行なった。又地建で撰定した護岸施工箇所についての実験結果は後日報告の予定である。

(iii) 岩本水制の一部をピーク時において取外した場合の河床への影響について

以上３種類の実験について行なった。これらの詳細はⅡ、Ⅲに記述する。

(iii) 結　論

(i) ピアー配置の検討結果について

1. ピアーを配置した場合、その上流部においては現状よりも右岸よりの流向を示す。

2. 1/8より下流においては

A案の場合、中央と右岸の澪筋が合流する場所にピアーを配置することになるので主流は左岸に跳ねられ多少左岸よりに流れる傾向となる。この傾向は現状と同様であるがA案の方が稍左岸よりである。

3. B案はピアーを右岸へ20ｍずらしたため澪筋内にピアーはなくなり主流は中央を流れる。しかし1里/3丁～2丁附近からは右岸よりになる。ここで地形的に分析すると左岸は築提ケ所であるのに対し右岸は山を控え、自然提防となっており殆んど岩である。従ってB案の如く右岸よりになった方が安全である。

4. このB案について地建で検討した結果右岸と右端のピアーとの間隔に問題があり、結局A案、B案を参考としてC案を決定した。

5. C案について移動床により検討した結果、B案と大体同じ傾向であり1里/8丁から1/0にかけてはB案よりも主流の巾が大きくなる。即ち洗掘巾が広くなる程度である。

又岸附近の洗掘結果を調べるとB案の次ぎに良い結果を生ずる。（B案の中ではB_3案が最も良い）

6. 定流実験の結果、確認されたことはピアーは或る程度導流作用をもっていることである。

即ちピアーを設置することによりその上流側は多少主流が右岸よりとなる。又下流側は左岸よりの傾向であった流れを中央、又はやや右岸よりに導流する事である。この導流作用は実験結果によると7,000㎥/sが最も大きく次いで9800㎥/sであり、4,000㎥/s

の場合は殆んど現われない。

7. 不定流によってC案を検討した結果、7,000㎥/sに近いQmax＝6,150㎥/s の方がピアーの影響は大きく、そしてQmax＝9,800㎥/sの場合はそれより多少小さい。これは6,150㎥/s の場合 7,000㎥/sに比較的近いピーク流量の通水時間が大きいのに対し、9,800㎥/sは7,000㎥/s程度よりも寧ろ。4,000㎥/s程度の通水時間が大きいためである。

この結果不定流9,800㎥/sの場合は1里/0丁附近で、定流9,800㎥/sの場合より主流が多少左岸よりとなり現状で定流を流した場合と殆んど同じになる。これに対し6,150㎥/sの場合は9,800㎥/sの定流と不定流の中間程度になる。

(Ⅱ) 護岸についての検討

1. 施工箇所についての検討

移動床の場合の定流及び不定流の実験結果を使用し、岸附近が現状よりも50㎝以上洗堀されている箇所を調査した。

この結果は別紙表－4及び図－33に示す通りであるが、主な処を上げると

1里/14丁－1里/12丁の右岸	1里/10丁－1里/6丁の左岸
1里/4丁 －0里/30丁の右岸	0里/32丁－0里/29丁の左岸
	0里/27丁／0里/24丁の左岸

2 護岸を施した場合の実験

(1) 上記洗堀箇所の法面をモルタルで被覆し 9,800㎥/s 定流のC案について実験してみた。その結果護岸の上下流端及び左端のピアー附近が洗堀されている。従ってこのような場所は何らかの対策が必要と思われる。それ以外の部分は、この実験では余り変化がなかったが、この点に関しては今後の実験により尚検討を要する処である。

(2) 地建案についての実験結果は後日報告の予定である。

(Ⅲ) 岩本水制をピーク時に除いた場合

実験は不定流9,800㎥/s全波形で行なった。河床変動については次ぎの3ケースと比較しながら検討し、下記の如き結果を得た。

(1) 不定流 C案 9,800㎥/s 全波形 一水制あり
(2) 〃 〃 〃 〃
(3) 〃 現状 〃 〃 } 一水制なし

1. 水制を取外した場合1里/18丁の主流はピアーの有無に関係なく稍左岸よりとなり且つ1里/8丁の尼ケ渕突端方向に洗堀がみられる。この傾向は水制のある場合と殆んど同じであるが、多少右岸よりである。

2　1里／8丁より下流については水制のある場合右岸沿いの澪筋が1里／5丁附近で中央澪筋と合流しているが水制を外した場合は、前者の場合よりも右岸よりに澪筋が出来、中央と合流しない。

3　1里／4丁　より下流では右岸、中央、左岸の流れは水制のある場合より直進傾向が大きいため、1里／0丁左岸の岩附近に集中する。従って1里／3丁にかけての左岸が大部分洗堀される。（この傾向はピアーの有無には関係ない）

4　この流れは一部は直進して左岸沿いに流れ、一部は岩により跳返されて右岸よりに流れる。

5　従って1里／0丁より下流の狭窄部では左右岸の洗堀が同程度、或いは多少左岸の方が大きくなる。左岸の洗堀は②＞③≧①

6　ピアーの影響は1里／8丁より下流の右岸澪筋の幅が大となる。又左岸中央の洗堀深が多少大となり、且つ1里／0丁より下流の狭窄部左岸の洗堀等に現われている。

Ⅲ 固定床実験

(I) 模型について

(i) 模型の範囲及び構造

模型範囲は1里／24丁より0里／−2丁間について製作した。又模型は昭和３７年度測量結果に基き１：４モルタルで河床面を製作し、河川敷内構造物の主なもの（河床面より50㎝　程度しか露出していないものは除く）はすべて縮尺量に応じて製作し取付けた。

材料はコンクリートブロック類、及びピアーは木製とし聖牛は鉄線（8#）、岩類、水制（不透過）、床固め等はコンクリートで製作した。

(ii) 模型縮尺

模型縮尺の諸量は次ぎの通りである。

平面縮尺 1／50、鉛直縮尺 1／50、流速縮尺 1／7.07、流量縮尺 1／17,675、

粗度縮尺 1／1.92、時間縮尺 1／7.07

(II)

(i) 検証実験

固定床に対する検証実験は昭和３４年８月／昭和３６年６月 } の洪水痕跡を使用し定流で実験を行なった。

(ii) 現状実験（定流）

現状についての水理量、及び流況把握のため次ぎの流量について実験を行なった。

Q＝4,000㎥／s　　Q＝7,000㎥／s　　Q＝9800㎥／s

(ⅱ) A案実験（定流）

A案とは公団で計画したピアー配置（別紙図－4及び表－1）である。使用流量は現状と同一流量を使用。

(ⅲ) B案実験

B案とは公団案の場合、右岸から2本及び3本目のピアーが流心位置に設置される事となるので、これを避けるためピアー全体を右岸側へ20m（現地寸法）移動させたものである。

使用流量は現状と同一である。

以上3ケースについて計9ケースの水位流速流向を測定した。

資料は北松野における水位流量資料と、各点における洪水痕跡を使用して水位と痕跡を合せる事により検証を行なった。粗度係数によって検証した場合、各所に洲や死水域、或いは横断方向に流れるような場所が発生するので、これらの取扱い方によっては可成りの誤差が生ずると思われたため水位で合せる事にした。

(ⅰ) 使用した資料

1. 昭和34年8月13日～15日間の洪水のピーク流量

$Q = 9{,}800\,m^3/s$ とその痕跡

2. 昭和36年6月27日～29日間の洪水のピーク流量

$Q = 6{,}150\,m^3/s$ とその痕跡

(ⅱ) 粗度付け方法

粗度付け用として粒径5㎜の豆砂利をセメントペーストで河床に固着させた。

(ⅲ) 水位測定ケ所及び方法

流況は至る処に射流が発生し、又流れが横断方向に向いている場所などもあり同一断面でもかなりの水位差がある。

このため水位測定点は現地において痕跡を観測した地点と同一場所を選定した。尚現地に於いては左右岸を測定し、その平均値を与えているため実験方法としては同様の方法をとった。

測定断面位置は下記の通りである。

1里18丁、1里/8丁、1里0丁、0里/26丁、0里16丁、0里/8丁、0里/0丁

(ⅳ) 実験結果

粗度検証の最終結果を図－3及び図－4に示す。

この図における修正痕跡とは、現地痕跡値が縦断的にみてかなりの凹凸があり、この状態では合せる事が困難なため、それらの平均的な値をとり滑らかな曲線としたものである。

この図よりみると0里／34丁～1里／6丁間で、模型水位が現地水位よりも高くなっている。これは、その附近にある岩類、床固め及び道路橋々脚等によって、その上流側は堰上げられる。そのため落差が大となってその下流部では跳水現象が起り水位は絶えず振動をする。このために測定上の誤差が生ずるものと思われる。

この部分を除き殆んど一致した。

尚この場合のマンニングの粗度係数値は下表の通りである。

各断面における粗度係数値（現地換算）

流量 ＼ 里／町	1/16	1/10	1/80	1/1	1/0	0/35	0/34	0/19	0/18	0/17
34年8月14日 9,800m³/s	0.0414	0.0316	0.0385	0.0221	0.0487	0.0432	0.0410	0.0436	0.0471	0.0457
34年9月27日 7,040m³/s	0.0292	0.0337	0.0514	0.0250	0.0553	0.0515	0.0507	0.0341	0.0369	0.0397
36年6月28日 6,150m³/s	0.0393	0.0240	0.0420	0.0239	0.0555	0.0427	0.0463	0.0399	0.0438	0.0374

$$n_m = \frac{\sum_{n=1}^{N} n}{N} \fallingdotseq 0.0402$$

n_m：1里／16丁～0里／17丁間のnの平均値

N ：nの個数

計算結果は上記の如くこの区間におけるnは大体0.040程度である。

(ﾛ) ピアー配置に関する実験

1. 使用流量

(1) Q＝4,000m³／s

(2) Q＝7,000m³／s

(3) Q＝9,800m³／s

2 測定内容及び方法

(1) 水位測定

水位は同一断面内においても可成りの差が生ずる。従って横断方向に代表的な点5点を選定し、それらの測定結果を平均してその断面の水位とした。

（水位測定はポイントゲージで測定した。）

測定断面は次ぎの通りである。

1里／16丁、1里／14丁、1里／12丁、1里／10丁、1里／8丁、1里／6丁、1里／4丁、1里／2丁、1里／0丁、0里／34丁、0里／32丁、0里／30丁、0里／28丁、0里／24丁、0里／22丁、0里／8丁

測定結果は図－5に示す。

(2) 流速測定及び流向測定

水位と同様流速流向共同一断面内においても測点により可成りの変化がある。然し鉛直方向の流向は水深が浅く射流、又はそれに近い値で流れる為殆んど一様に流れる。従って流速は横断方向1 m間隔水深方向は河床面から水深の3/4の点1ケ所のみを測定した。

縦断方向には流速流向共下記の断面を測定した。

1里／16丁、1里／14丁、1里／12丁、1里／10丁、1里／9丁、1里／8丁、1里／7丁、1里／6丁、1里／4丁、1里／2丁、1里／0丁、0里／34丁、0里／32丁、0里／28丁、0里／24丁、0里／22丁

測定器具は流速流向共ピトー管を使用した。

この結果は別紙図6－1～16、図9－1～16、図12－1～16（等速線図）及び図－15, 16, 17（ベクトル図）に示す。

(ii) A案及びB案の実験

ピアー間隔及び位置は前記の通りであるが、流れ方向に対する配列は9,800㎥/sの定流の場合の流向と平行にした。（表－1及び図－2参照）

1 流量（定流）

(1) Q＝4,000㎥/s

(2) Q＝7,000㎥/s

(3) Q＝9,800㎥/s

2 測定内容及びその方法

(1) 水位測定

測定箇所及び方法は現状実験の場合と同一である。この結果は図－5に示す。

(2) 流速及び流向測定

流速、流向共横断方法の間隔及び鉛直方向の間隔は現状と同一である。縦断方向にはA案は1里／12丁から1里／0丁間を1丁毎に測定し、B案の場合は1里／9丁から1里4丁間を測定した。測定結果は図7－1～12、図8－1～6、図10－1～13、

図11−1〜6、図13−1〜13、図14−1〜6及び図−15, 16, 17に示す。(前者等速線図、後者ベクトル図)

(II) 実験結果の検討

1. 水位についての現状、A案、B案の比較

水位縦断曲線により各ケースを比較すると各流量共、現状A案、B案の間には余り変化なく、ピアーによる影響は水位によっては判断出来ない程度である。9,800㎥/sの場合ピアー設置附近で多少差が見られるが、これは各所に波状跳水が発生し水面が振動し、且つ測点によりかなりの水位差がある事等の点を考慮すると測点数の不足によって生じた誤差であると思われる。この差を調査するために流速測定の際多少精度は悪いが水位を1m間隔で測定し、その平均値を縦断的にプロットした結果、各ケースの差は殆んどなかった。この点を考慮すると前記の如く測点の各々については差はあるが、平均的な値は余り差がないことがわかる。

2. 流速流向についての現状A案、B案の比較

各断面における等速線図を図−6より図−14に示す。この図を使って流心位置及び流速の最大値を読み取り比較すると9,800㎥/sの場合は左程差はないが、現状＞B＞Aの順に最大値は並び、差は現状とAを比較した場合1m程度である。

7,000㎥/s及び4,000㎥/sの場合は差は殆んどなくなる。各点における鉛直方向の平均流速とその水深とからFr数を計算し、現状A案、B案について比較してみると9,800㎥/sの場合は現状A案、B案共中央部は殆んど射流又はそれに近い値で流心部を形成するが、1里/6丁附近になると射流現象は下流部の堰上げ（道路橋々脚、床固め及び狭窄による）の影響により減少或いは消滅する。

然しA案の場合、中央又は右岸のいわゆる支配的な流量の通過する部分では、現状、B案より、Fr数はやや小さく、左岸においては逆に多少大となっている。

これらはピアーの影響がB案よりも大であるためと思われる。

7,000㎥/sの場合、ピアー設置附近における現状、B案は殆んど同じFr数を示すが、A案は多少小さい値を示す。この傾向は9,800㎥/sの場合と同一であるが、9,800㎥/s程はっきりはしていない。4,000㎥/sの場合は各所に洲又は浅瀬が発生し、縦断的な流速、流向の変動が大きくなる。即ち流れは完全に落筋だけの流れとなり、ピアーの影響よりも寧ろ河床状態に支配されるため、現状A案、B案の差は殆んどない。

又図−15〜17に示すベクトル図を使用し現状、A案、B案を比較すると下記の如くなる。

9,800㎥/sの場合は現状、A、B両案共1里/16丁〜0里/30丁では、全断面に亘り、流水は直進の傾向をもっているが、7,000㎥/sの場合は、1里/10丁附近の中央落筋

1. 河床粒径の縮尺

現地の粒径調査結果は次ぎの通りである。

試料No.	距離標 里/丁 位置	平均粒径 mm	試料No.	距離標 里/丁 位置	平均粒径 mm	摘要
1	−0/1 Lb	6229	15	0/30 Rb	3362	Lb：左岸砂堆面
2	〃 Ls	7925	16	0/35 C	13142	Ls：左岸砂堆落筋
3	Rb	7491	17	0/4 Ls	6061	C ：中洲砂堆面
4	0/5 Rs	12418	18	〃 Rs	7139	Rs：右岸砂堆落筋
5	0/10 Lb	4452	19	〃 Rb	7403	Rb：右岸砂堆面
6	〃 Ls	4211	20	1/9 Ls	10305	
7	〃 Rb	6170	21	1/14 Lb	18918	
8	0/15 Ls	6238	22	〃 Ls	7640	$d_m=\frac{\Sigma d_{mm}}{n}$
9	0/20 Ls	4461	23	〃 Rs	5769	
10	〃 Rs	5134	24	1/19 Rb	7297	≒80 mm
11	〃 Rb	4783	25	明星山下 Lb	4940	
12	0/25 Rs	9934	26	1/23 Rs	16413	
13	0/30 Ls	5263	27	〃 Rb	12739	
14	Rs	10906	計		216743	

（河床材料調査報告書より昭和３８年３月現在）

模型粒径は岩垣公式を使用し、限界掃流力が1/50となるような粒径を計算した。その結果1.9 mmとなった。従って河床材料の縮尺は、

$$d_m/d_p \fallingdotseq 1/42$$

使用した公式　現　地　$d_p = 8.0^{cm} > 0.303$、$u_c^2 = 809\,d$

模　型　$0.118 < d_m = 0.19 < 0.303$、$u_c^2 = 1346\,d^{31/22}$ } …(4−1−1)

d：粒径（cm単位）

2　流砂量の縮尺

土研公式を使用し、水理量は1里/16丁及び1里/14丁における固定床実験（定流）において測定した結果を使用して計算した。

土研公式によるとFの項が流量によって異なるため縮尺量も異なる。

次ぎに　1里／15丁全断面の場合の流砂量縮尺を示すと次ぎの如くなる。

現地流量	掃流砂量		縮尺量
	現地	模型	
500m³／s	0m³／s	0m³／s	
1,000	0.025	0.578×10⁻⁶	1／4322×10³
2,000	0.435	0.360×10⁻⁴	1／1207×10³
4,000	1.202	1.309×10⁻⁴	1／917 ×10³
5,000	1.489	1.665×10⁻⁴	1／895 ×10³
7,000	2.056	2.385×10⁻⁴	1／862 ×10³
9,000	2.661	3.150×10⁻⁴	1／845 ×10³
10,000	2.996	3.574×10⁻⁴	1／839××10³

この値は掃流砂量のみであり、浮遊流砂量は含まれていない。即ち河床材料からみて浮遊流砂量は微量であると思われたゝめ　削除した。

使用した公式

土研式

$$q_B\left(\sigma/\rho-1\right)g/\left(\tau_o/\rho\right)^{3/2}=\varphi.F\left(\tau_o/\tau_c\right)\quad\cdots\cdots\cdots(4-1-2)$$

こゝに現地の粗度係数 $n_p \fallingdotseq 0.04 > 0.025 \therefore \varphi=0.623$

模型の粗度係数 $n_m \fallingdotseq 0.02 < 0.025 \therefore \varphi=0.623\ (40n)^{-3.5}$

q_b：単位巾、単位時間当りの流砂量，σ/ρ：砂礫の比重、F：τ_o/τ_c の関数

n：マンニングの粗度係数

3　通水時間の縮尺

土研公式によると、時間はFにより異なるための同一流量の場合以外は一定値ではない。

土研公式は次ぎの如くかける。

$$q_b=\tau_o u_* F\left(\tau_o/\tau_c\right) f(n)\quad\cdots\cdots\cdots(4-1-3)$$

又河床変動の連続の式は

$$\frac{d(Bq_b)}{dx}+\left(1-\lambda\right)\lambda B\frac{dx}{dt}=0\quad\cdots\cdots\cdots(4-1-4)$$

（４－１－３）、（４－１－４）式より

$$\frac{t_p}{t_m}=\frac{(X.Z)p}{(X.Z)m}\cdot\left(\frac{\tau_{om}}{\tau_{op}}\right)\cdot\left(\frac{u_{*m}}{u_{*p}}\right)\cdot\left\{\frac{F(\tau_o/\tau_c)m}{F(\tau_o/\tau_c)p}\right\}\cdot\left(\frac{f(n)m}{f(n)p}\right)\quad\cdots\cdots\cdots(4-1-5)$$

こゝで $\frac{(X.Z)p}{(X.Z)m}=h\cdot\ell=50^2$

h：水深方向の縮尺

ℓ：水平方向の縮尺

$$\frac{\tau_{om}}{\tau_{op}}=\frac{1}{h}=50^{-1}$$

$$\frac{u_{*m}}{u_{*p}}=h^{-\frac{1}{2}}=50^{-\frac{1}{2}}$$

$$\frac{f(n)m}{f(n)p}=\frac{f(0.02)}{f(0.04)}=\frac{1}{(40n_m)^{3.5}}\fallingdotseq 2.18$$

故に

$$\frac{t_p}{t_m}=15.44\times\frac{F(\tau_o/\tau_c)_m}{F(\tau_o/\tau_c)_p}\quad\cdots\cdots\cdots(4-1-6)$$

こゝで各流量におけるＦの比及び時間縮尺量を示すと次の如くになる。

流量 m^3/s	F_p（現地）	F_m（模型）	F_m/F_p	t_p/t_m
1,000	0.085	0.016	0.188	291
2,000	0.583	0.390	0.670	967
3,000	0.763	0.633	0.830	1271
4,000	0.832	0.732	0.880	1358
5,000	0.870	0.787	0.905	1397
6,000	0.888	0.825	0.929	1435
7,000	0.914	0.858	0.939	1450
8,000	0.925	0.879	0.950	1467
9,000	0.945	0.905	0.958	1479
10,000	0.957	0.923	0.965	1490

以上定流の場合についての縮尺をのべた。

不定流の場合は一定とはならないため十分安全性をみてＦr 則（1/7.07）でやる事にした。

これを別紙表２～３及び図－３０～３１に示す。

〔Ⅱ〕 実験ケース

(Ⅰ) 検証には7,000㎥/sの現状実験の場合の水位を固定床実験の場合と比較して行なった。

(Ⅱ) ピアー配置に関する実験

1. 定流実験

〔1〕 Q＝9,800㎥/s　現状　B_1案　C案（地建修正案であり最終案となる）

〔2〕 Q＝7,000㎥/s　現状　A案　B案

〔3〕 Q＝4,000㎥/s　現状　B_2案、B_3案　C案

2 不定流実験

〔1〕 Qmax＝9,800㎥/sの場合（昭和34年8月13日より15日まで）

1) 現状実験
2) C案実験
} 1,000㎥/sよりQmax＝9,800㎥/sまで（0時～23時まで）

3) C案実験　1,000㎥/s→9,800㎥/s→1,100㎥/sまでの全波形

〔2〕 Qmax＝6,150㎥/sの場合（昭和36年6月21日より29日まで）

1) 現状実験
2) C案実験
} 1,000㎥/s→Qmax＝6,150㎥/sまで（0時～23時まで）

(Ⅲ) 護岸を施工した場合の実験

1. A案：使用流量Q＝9,800㎥/s
2. 地建案：〃〃不定流9,800㎥/sのピークまで
3. 〃　〃　〃　6,150㎥/sのピークまで
4. 地建案の修正　〃　9,800㎥/sのピークまで

} 後日報告の予定

(Ⅳ) 岩本1番出及び2番出水制の一部を取除いた場合（Qmax＝9,800㎥/sのハイドロ曲線全波形について行なう）

1. 現状実験
2. C案実験

〔Ⅲ〕 検証実験（定流）

(Ⅰ) 水位測定箇所

1里/18丁の左右岸、1里/13丁の左右岸、1里/10丁の左右岸、1里8丁の左右岸、1里/6丁の左右岸、1里/4丁の左右岸、1里/2丁の左右岸、0里/34丁の左右岸（これは下流水位調整用）、時間は1分毎に測定した。測定結果は別紙図－20に示す。

(Ⅱ) 実験方法（Q＝7,000㎥/s）

実験は定流で行ない1里/20丁附近で給砂をして行なった（図－19参照）、水位の測定にはポイントゲージを使用し1分毎に測定した。

又下流水位は固定において0里／34丁で測定した結果を使用して合せ、通水時間は模型で45分間とした。

(Ⅱ) 実験結果の検討

流量は除々に増加させ5分たった時、所定の流量になるようにした。従って最初の中は、水位は変動するが10分～15分たつと上昇はなくなり一定水位になってくる。然し砂漣砂堆などの移動により微振動は繰返される。このため15分～26分まで、30分～40分間の水位を平均し、固定床の水位と共にプロットした。この結果が図－21及び図－22である。

図－21～22によって検討すると、傾向的には固定床の場合と同様であるが、左右岸水位の差は移動床の場合の方が小さい。これは固定床の場合、砂利等の採掘により河床形状状が変形している状態であるが、移動床の場合はそれが平均化するための結果ではないかと思われる。然し左右岸水位の平均値は殆んど同一である。

従って粗度係数においても固定床の場合と同一であるといえる。

〔Ⅳ〕 ピアー配置に関する実験

(1) 定流実験

実験は先ず7,000㎥／sを行ない次いで9,800㎥／s、4,000㎥／sについて検討を行なった。即ち9,800㎥／sよりも発生頻度が大であり、且つ固定床においてピアーの影響が最も大きく現われたゝめ7,000㎥／sにおいてピアー配置を大略把握しようとしたのである。

1. 7,000㎥／s（通水時間45分）（現状、A案、B案）

〔1〕 測定内容

(1) 水位測定箇所は次ぎの通りである。

1里／18丁左右岸、1里／13丁左右岸、1里／10丁左右岸、1里／8丁左右岸、1里／6丁左右岸、1里／4丁左右岸、1里／2丁左右岸、0里／34丁左右岸

測定時間1分毎とし、その結果は図－20及び図－23～24に示す。

(2) 河床測定

河床測定は各丁毎の断面の外にその断面間に約60㎝間隔（現地30㎝）の補助断面を設け測定した。

測定は固定床までの砂の厚さを測定し、通水前の15㎝厚との関係から堆積高及び洗掘深を求めた。

測定結果を附図1～3に示す。

〔2〕 実験結果の検討

(1) 現状、A案、B案の水位の検討

現状、A、B案共実験開始後 15 分程度に砂漣、砂堆の移動による依振動があるが、傾向的には安定した水位になる。20分附近の水位縦断的にをプロットすると図－25の如くになり、水位差は殆んどない。

強いていうならば1里/13丁、1里/8丁、1里/2丁でA、B案は左右岸の水位差が少なくなる。

(2) 河床変動の検討

河床変動図は堆積部分を白色、洗堀部分を斜線で区分してある。又断面に平行な細線は1m(現地の値であり数字の入った線は通水前の河床等高線である。(附図－1~3)

1) 現状、A案、B案の比較

A. 1里/10丁より上流

大体同一傾向を示し、殆んど差はない。

B. 1里/9丁～1里/8丁(ピアー設置箇所附近の上流側)

中央稍々左岸よりの部分 { A案は堆砂が大となる / 現状、B案は少ない }

C. 1里/8丁～1里/3丁間(ピアー設置箇所より下流部分)

{ 現状及びA案—中央澪筋が堆砂傾向 / B　案　—中央澪筋が洗堀傾向 }

D. 1里/3丁～1里/2丁

{ 現状及びA案—中央部より稍右岸よりの所に堆砂を生ずる / B　案　—　〃　〃　堆砂がない }

(3) まとめ

A案の河床変化の如く1里/9丁より1里/8丁間の中央稍々左岸よりの部分に堆砂が多く生じた場合、左岸よりの流れは更に左岸よりとなり又中央部の流れは流積の縮小により右岸より又は左岸よりの流れをより多くさせるという事も考えられる。

これに対しB案は洗堀傾向であり、稍々中心部の流れが大となる傾向を示す。

〔C〕及び〔D〕からはピアーの設置位置より下流部において、A案及び現状は尼ケ淵を流下し、ピアー位置を通過すると河道中心部を横切り左岸に近ずく傾向となる。

この結果、A案よりは中央又は右岸よりに流れるB案の方が良いと思われる。

（固定床においても同様な結果を得た）

7,000 m³/s における1里/17丁より1里/0丁にかけての堆砂土量、及び洗掘土量は下記の通りである。

	現状	A案	B案
堆砂量	452,000 m³	452,000 m³	390,000 m³
洗掘量	291,000 m³	320,000 m³	302,000 m³

2　9,800 m³/s の場合（通水時間35分現状、B案、C案）

7,000 m³/s の場合よりピアーの影響は広範囲に亘るものと考えられるので0里/19.5丁まで整型して実験を行なった。

尚9,800 m³/s では7,000 m³/s で良い結果であったB案を採用し、これに多少修正を加えたB₁案について行なった。

B₁案とは別紙表—1及び図—2に示す如くB案の右岸から3本のピアー方向を同一角度（左右岸橋台の中心を結んだ線に対し80°）にしたものである。

〔1〕測定内容

(1)　水位測定箇所（いづれも左右岸）

1里/18丁、1里/13丁、1里/10丁、1里/8丁、1里/6丁、1里/4丁、1里/2丁、0里/34丁、0里/30丁、0里/26丁とし下流水位調整箇所は0里/22丁で行なった。

調整方法は7,000 m³/s の場合と同様である。（C案は1里/10丁欠測）

測定結果を図—26に示す。

(2)　河床測定は7,000 m³/s の場合と同一方法で行なう。（範囲は0里/19.5丁まで拡大）

結果は附図4～6に示す。

〔2〕実験結果の検討（現状、B、C案）

(1)　水位の検討（別紙図—27水位縦断図参照）

1)　水位振動は7,000 m³/s の場合よりも大となり特に狭窄部分（1里/18丁、1里/0丁附近）がはげしい。

2)　ピアー設置位置より上流部は大きな差はみられない。

3)　ピアー設置位置より下流部の1里/8丁～1里/2丁間では現状、B案、C案共左岸が高くて右岸は50～60cm低くなる傾向を示す。

{ 1里/8丁附近…現＝C＞B₁ でB₁ は35cm程度低い
{ 1里/6丁附近…C＞現＝B₁ でCは27cm位高い

4) それ以外は大きな差がみられない。

即ち7,000㎥/sの場合と同様水位にはピアーの影響がはっきり現われない。

(2) 河床の検討(附図－4～6参照)

1) 1里/15丁－1里/13丁 右岸沿い　C＞現＝B₁＝0→洗堀

2) 1里/11丁－1里/9丁 右岸部分　C≧B₁→洗堀

3) 1里/10丁－1里/8丁間の左岸部分　C＞B₁＝現→洗堀

即ちピアーをつけると洗堀が大きくなる。

4) 〃　〃　中央部分　B₁＞C≧現→堆砂(ピアーの影響)

5) 1里/8丁－1里/6丁 中央部分及び左岸部分 C＞B₁＝現→洗堀

6) 1里/2丁－1里/0丁 中央から右岸にかけて現≒C＞B₁→洗堀

Cは現状より右岸よりに洗堀されている)

7) 0里/35丁－0里/34丁 全断面に亘り　C>B₁>現状(現状はむしろ堆砂傾向)→洗堀

8) 〃　〃　右岸より部分　C＞B₁>現状→洗堀

9) 0里/34丁－0里/33丁 左岸部分　(ピアーの影響) 現＞B₁＞C→堆砂

10) 0里/33丁－0里/31丁 右岸沿い　C＞B₁≧現＝0→洗堀

B₁は0里/32丁附近では洗堀されるが、その他の部分では現状と同じく余り河床変動がない。

11) 0里/32丁－0里/30丁中央部分　B₁≧現＞C－堆砂

12) 0里/29丁－0里/26丁左岸沿い　C≒B₁＞現→洗堀

これより下流は水位調整の影響もあり比較するのが困難である。

(3) まとめ

水位については9,800㎥/sにおいてもピアーをつけたゝめのはっきりした変化は余りみられない。

河床変動結果	1)	2)	3)	4)	5)	6₂)	8)	9)	○印数
B₁が良い場合	○	○	×	×	○	○	○	×	5
Cが良い場合	×	×	○	○	×	×	×	○	3

上記資料からみると殆分B₁の方が良いようである。

3 4,000㎥/sの場合(通水時間1時間)

4,000㎥/sにおいてはB₂及びB₃、C案についての検討を行なう。

(1) 測定内容及び方法

これはすべて9,800㎥/sの場合と同様である。

〔2〕 実験結果の検討

(1) 水位の検討

4,000㎥/s の場合は殆んど澪筋に従って主流があるため、流況上の変化は余り起らない。（図－２８）

別紙図－２９は１５分～２２分間を平均してプロットしたものであるが、水位には殆んどピアーの影響と思われるものは現われない。

(2) 河床変動の検討

附図７～１０について大局的に比較すると次ぎの如くになる。

1)	1里／14丁—1里／12丁	右岸及び右岸沿い	$B_2 \fallingdotseq$現$\geqq C > B_3 = 0$—洗堀
2)	1里／10丁—1里／8丁	中央稍々左岸よりの部分	C 案≧現→堆積傾向 $B_3 > B_2 \fallingdotseq 0$→洗堀傾向
3)	1里／8丁—1里／6丁	中央部分	現$> B_2 > B_3 =$C→洗堀傾向
4)	1里／5丁—1里／4丁	中央澪筋部分	$B_3 \geqq C \geqq B_2 >$現→洗堀傾向
5)	1里／4丁—1里／3丁	断面傾向	現状→堆砂傾向 $B_3 \geqq C > B_2$ →洗堀傾向（中央澪筋のみ堆砂）
5)′	1里／4丁—1里／3丁	右岸沿い	$C > B_3$ →洗堀傾向 $B_2 >$現$\fallingdotseq 0$ →堆砂
5)″	〃 〃	中　央	現$> B_2 > B_3 \fallingdotseq$C→堆砂
6)	1里／3丁—1里／1丁	中央から右岸にかけて	$B_3 >$C$\geqq B_2 >$現状→洗堀
6)′	〃 〃	右岸沿い	$B_3 >$現$\geqq B_2 >$C→ 〃
7)	1里／0丁—0里／33丁	右岸沿い	$B_2 > B_3 >$現$>$C（Cは堆砂→洗堀傾向）

(3) ま と め

水位検討の結果ピアーの影響は殆んどない。

河床変動の検討結果をまとめると次ぎの如くなる。

		1)	2)	3)	4)	5)	5)′	5)″	6)	6)′	7)	計 ①	②	⑧	
各点において最も良いと思われる案の検討	B_2案	3	2	1	3	3	1	2	3	2	3	2	3	5	1：3案中最もよい場合
	B_3案	1	1	2	1	1	2	1	1	3	2	6	3	1	2：2番目によい場合
	C	2	3	3	2	2	3	1	2	1	1	3	4	3	3：1番悪い場合

この結果から判断すると B_3 が最も良いと思われる。

4　定流実験結果についての結論

〔1〕 7,000㎥/s、9,800㎥/s、4,000㎥/sともピアー設置の影響は水位には余り影響しない。

〔2〕 ピアーの配置は(A案、B₃案、C案)

(1)　A案の場合は主流が1里/8丁の右岸附近から水神森附近に向って流れる。

(2)　B₃案の場合は1里/8丁右岸から1里/6丁附近で中央に向いそれより中央溶筋に沿って流れ、1里/3丁～1里/2丁附近で右岸よりとなる。

(3)　C案の場合はB₃案と大体同じ傾向であるが、B₃案よりも主流の幅が大きくなる。即ち洗掘ケ所の幅が大きくなる。(1里/8丁～1里/0丁間)

(4)　3案の中で護岸の安全性及び河道内の河床変動などを総合すると、B₃案が最もよく次いでC案となる。

(II)　不定流実験

不定流実験においては、前記実験ケースの項で記述した如くC案と現状形について行ない、C案の場合の護岸の必要性及び補強の必要性などを調査する事を主目的として行なったものである。

尚不定流の場合の資料として北松野における観測水位及びH－Q曲線を使用した。下流水位は0里/22丁において定流実験の際の測定水位とその時の流量とからH－Q曲線を作り各流量時の水位を求めた。

1.　実験方法(各ケース共通)

〔1〕 水位の測定は1分間隔とし測点は9,800㎥/s定流の場合と同一である。

〔2〕 給砂量は前記模型の項で記述した方法で算出し、別紙表－2～3及び図－30～31の通りに給砂した。

〔3〕 河床測定は定流の場合と同様の方法で行なった。

2　Qmax＝9,800㎥/sの不定流実験(現状及びC案)

C案－ピークまでの不定流実験 …… C_p

C案－洪水波形全体の不定流実験 …… C_t　とする

現状－ピークまでの不定流実験 …… 現

〔1〕 水位の検討

比較は実験開始時刻よりピーク時までについて行なう。その結果を次に述べる。

(図－32及び33)

(1)　1里/10丁より上流においてはピアーの影響と思われるものはみられない。

(1里/13丁で①が②③と異っているが、これは測定上のミスである)

(2) ピアーの下流側においてもピアーの影響と思われるものはみられない。

(3) 即ちピアーのための水位変動量は移動床実験において測定し得ない程度のものと思われる。

[2] 河床の検討（附図11～13）

全体的にみて定流の場合よりも洗掘箇所、堆積箇所がはっきりしている。この傾向は洪水波全体（C_t）が大である。

(1) ピアー設置位置の上流部においては

1里／14丁－1里／12丁	右岸沿い	C_p＞現状＝C_t→洗掘深
(2) 1里／12丁－1里／9丁	中央落筋の右岸側	現≒C_t＞C_p→堆砂
	右岸稍々中央より	C_p≒現＞C_t→洗掘
	中央落筋左岸側	C_t＞C_p＝現→〃

中央落筋から左岸にかけて、現状は広範囲に堆砂を起しているがC_pはそれ程ではない。又C_tは堆積箇所、洗掘箇所がはっきり区分され、堆積高は現状と同程度であるが洗掘深の場合は最大となる。

(3) ピアー設置位置附近　C_p＞現→洗掘

C_t→堆砂

1里／8丁　の尻ケ渕は定流の場合よりも洗掘され 15㎝ に敷き均した砂は、ピーク時にはC_p、C_t 現状ともなくなり、モルタル面を露出するがC_t の場合はピーク時を過ぎると除々に堆積し、全洪水波通過後には大部分モルタル面は埋没する。

これは上流から砂堆が到達するのに対し、下流部は堆砂のため河床が高くなり、しかも水勢が小さくなって、掃出し得なくなるためである。

(4)	1里／7丁－1里／3丁	右　岸	C_p＞C_t＞現→堆砂
			C_p、C_tは1里／2丁まで堆砂する。
(5)	1里／5丁－1里／0丁	中央落筋	C_t＞現＞C_p→洗掘深
	〃　〃	右岸沿い	現＞C_p≒C_t(≒0)→洗掘
(6)	1里／3丁－1里／0丁	左岸沿い	C_p≒C_t＞現→洗掘深
(7)	1里／0丁－0里／32丁	中央稍々右岸より部分	C_p≦現≦C_t→洗掘
(8)	1里／0丁－0里／32丁	中央より左岸	C_t＞現≒C_p→洗掘深
			この中C_t、C_pは現状よりも多少右岸よりとなる。
(9)	1里／0丁－0里／30丁	右岸沿い	C_p≧C_t＞現→洗掘

⑽　0里／32丁―0里／27丁　左　岸　　C_t＞現≧C→堆砂高

⑾　0里／29丁―0里／27丁　左岸沿い　　C_p＞C_t≒現＝0→洗堀

⑿　0里／27丁→下流　〃　　C_t＞C_p≒現→洗堀

〔3〕結　論

(1)　水位測定結果からはピアーの影響は余りみられない。

(2)　河床の変動は長時間通水をしている全波形実験の場合の方が多くなり堆積箇所、洗堀箇所及び落航等がはっきりしている。

これはピーク時には殆んど全断面に亘り大きな掃流力が働き、河床平均化の傾向となるが流量が少なくなるにつれて１箇所に集中した流れとなり、しかも長時間連続するために起るものである。

この傾向は特にピアー設置位置より下流部に多く現われている。

(3)　不定流の場合、洗堀深が定流の場合よりも大きくなる傾向を示す。然しピーク時において極端に洗堀された場所は全波形の場合、埋設する所もある（尼ケ渕附近など）。深くなる所はピアー設置箇所下流の落筋部分である。

(4)　定流の場合、１里／0丁より下流の狭窄部では左岸より右岸の方が大きく洗堀されるが、不定流の場合は左右岸殆んど同程度であるが多少左岸が大となる。（全体の場合）

3.　Qmax＝6,150㎥／s の不定流実験

現状のピークまで―現状
C案のピークまで―C_p　}として記述す

〔1〕水位の検討

別紙図―３４を検討すると、河床変動（砂漣、砂堆の移動）が激しい所は水位振動が大である。この傾向は両案とも同一である。

又、左右岸水位の差が実験開始当初は可成りの大きさであるが、時間が進むにつれ接近して来る。両案の水位差は殆んどみられないが１里／13丁、１里／10丁のピーク時附近では多少両案の差が出ている。

即ち１３丁、１０丁において現状よりも左右岸水位の差が少なくなる。又１里／8丁においては１２０分から１６０分間において現状が除々に上昇するのに対し、C_pは下降又は変化がなくなる。

〔2〕河床変動の検討（附図１４～１５）

(1)　１里／１４丁―１里／１２丁　右岸沿い　　C_p＞現→洗堀

(2)　１里／１４丁―１里／8丁　中央落筋左右岸　現＞C_p→洗堀

(3)　１里／１４丁―１里／8丁　右　岸　　C_p＞現→堆砂

(4) 1里／13丁—1里／10丁　左　岸　　C_p＞現→堆砂

1里／8丁右岸—1里／6丁の中央にかけての澪筋　C_p＞現→洗掘

1里／6丁—1里／3丁　中央と左岸の間　C_p＞現→堆砂

1里／6丁—1里／3丁　右岸沿い　C_p＞現→洗掘

1里／3丁—1里／2丁　右　岸　C_p →堆砂／現状 →洗掘

1里／2丁—1里／1丁　中　央　C_p＞現→洗掘深

以上の如く 6,150 m³/s の不定流の場合においても現状の定流よりは中央、又は稍々左岸よりに多くの流量が流れる傾向となる。その大きさはC_p＞現

(5) 1里／0丁—0里／34丁　左岸澪筋　C_p＞現 →洗掘

(6) 0里／31丁—0里／29丁　中央右岸より澪筋　現 ＞C_p→洗掘

(7) 0里／31丁—0里／28丁　中央左岸より　C_p＞現 →洗掘深

（0里／31丁—0里／29丁　洗掘傾向、洗掘深共　C_p＜現
0里／29丁—0里／28丁　洗掘傾向　現＞C_p）

(8) 0里／29丁—0里／28丁　左　岸　C_p＞現→堆砂

(9) 0里／29丁—0里／27丁　右岸沿い　C_p＞現→洗掘

(10) 0里／27丁—下　流　中央右岸より部分／中央左岸より部分　C_p＞現(寧むしろ洗掘)→堆砂

〔3〕 ま と め

9,800 m³/s のハイドロ曲線と 6,150 m³/s のハイドロ曲線とでは 9,800 m³/s の場合は 5,000 m³/s から 6,000 m³/s 程度の通水時間が 6,150 m³/s の場合よりも短かく、2,000 m³/s ～4,000 m³/s 程度の通水時間は大きい。又両者の通水総量は僅かであるが 6,150 m³/s の方が大きい。従って河床変動の傾向は両者共殆んど同一であるが澪筋の洗掘深及び1里／0丁附近で多少異なる。即ち 9,800 m³/s 不定流の方が 6,150 m³/s 不定流よりも澪筋は深くなり、又ピアーの影響を受ける時間が少ないため1里／0丁附近では左岸よりとなる。

4. 不定流実験についての結論

〔1〕 水位について

(1) 9,800 m³/s 及び 6,150 m³/s 共水位の振動は各点でみられ、特に流心部附近で激しい。

その振動周期は 9,800 m³/s の方が小さい。

これは 9,800 m³/s の方が流速が大となり、砂堆の移動速度及び通過度数が大とな

るためである。

(2) 振動により多少の差はあるが各案共同一傾向を示す。（同値）

(3) ピアーを設置したゝめの水位差は余り表われていない。

〔2〕 河床変動について

(1) ピアー設置位置より上流部は9,800m³/s、6,150m³/s共ピアーによる河床への影響が比較的少ない。

(2) ピアー設置案と現状とが全く反対の傾向を示す所は殆んどなく、6,150m³/sにおいて1箇所ある程度である。

又9,800m³/sにおいて、全流量波形について流した場合は小流量が比較的長時間流れるため洛筋の深さは大となり又堆砂箇所は高くなる。一方ピーク時において極度に洗掘された箇所（1里/8丁右岸及びピアー周囲）は小流量により埋められる傾向となり洛筋の位置も変化していく。この例が1里/8丁の尼ケ淵である。

然しピーク時において洗掘又は堆砂する比較的高い所は殆んど変化しない。

(3) ピアーの影響として河床変動を起す箇所は、主として1里/6丁より下流の0里/28丁より0里/27丁間及び左岸の橋台設置位置附近である。

定流の場合、ピアーを設置した場合の流れは中央又は多少右岸よりに片寄って流れる傾向があり、1里/6丁から狭窄部間附近では右岸側に影響をもたらしてはいるが、不定流の場合は定流の場合より多少左岸よりとなり、9,800m³/sの場合は1里/0丁より下流は左岸の方が洗掘の規模が大きい。6,150m³/sの場合は同程度である。

然しそれより下流においては、右岸の水制によって現状の場合よりも微かではあるが、より左岸に流向を変え左岸沿いに流れるようになる。又ピアー附近の左岸側においては左岸の洛筋内にピアーが1本配置されるため、多少左岸よりに流れるようになる。又アバットによる局部的洗掘も定流の場合より大きく起っている。

(4) ピアー周囲の局部洗掘は洛筋が流量により微かずつ変化するため、洛筋内にあったピアーは最初洗掘されても復元する場合があり、又その逆もある。

但し洛筋の余り動かない右岸よりのピアーは余り変化しないようである。

〔Ⅲ〕 定流実験及び不定流実験の共通点及び相違について

(Ⅰ) ピーク時においてのみ河床が変動する箇所は定流、不定流に関係ない。

(Ⅱ) 河床変動をする場所は総体的にみて定流、不定流に関係なく、同一傾向の変化をする。

但し変化量は定流の場合、通水前の河床状態がいずれも同一のため不定流の結果と異なって表われる。定流を積重ね式で行なった場合はわからない。

(Ⅲ) 定流の4,000㎥/s、7,000㎥/s、9,800㎥/s等で共通して洗堀される場所は、不定流の場合その累計程度以上の洗堀量を示す。然し、ピークを過ぎると異常洗堀箇所は埋戻し傾向となるが、減少してしまうため定流では現われ得なかった程の洗堀深が残存する。

（例尼ケ洲　右岸　1里／14丁～1里／12丁間）

(Ⅳ) 不定流の場合は、定流の各流量で堆砂する総括的区域以上の堆砂区域を示す。

堆砂の場合は、洗堀の場合と異なり堆砂高は定流、不定流共通の限界高があり、それ以上には高くならない。然し不定流の場合は、その範囲内において平均して高くなり区域も拡大する。（ピアー上流部の左右岸堆砂箇所、1里／6丁～1里／2丁間右岸堆砂箇所）

(Ⅴ) 堆砂箇所、洗堀箇所が不定流の場合、定流より判っきり表われる。この傾向はピーク時において大体形作られ、その後除々にはっきりしてくる。これは全断面に亘る傾向であるが特にピアーより下流において強く出ている。これらは〔Ⅰ〕,〔Ⅱ〕の総合的な結果と比較的小流量の通水時間が長いためである。

(Ⅵ) 1里／0丁において定流の場合は稍々左岸よりの傾向がある。

即ちピアーは或る程度導流作用をもっていて、1里／8丁より下流においては現状の場合主流は左岸よりになるが、ピアーを設置すると中央又は右岸よりとなる。此の傾向は7,000㎥/sが最大で、9,800㎥/sがこれに続き4,000㎥/sは殆んど影響がない。このため9,800㎥/s不定流のような7,000㎥/s程度の少ないものは定流より左岸よりとなる。然し6,150㎥/s不定流の場合は7,000㎥/s（B案）に比べ多少左岸よりになる程度である。

(Ⅳ) 護岸に関する検討

(Ⅰ) 検討結果

ピアーを設置した場合、多少中央又は右岸よりに流れる傾向となるため、現状より洗堀深の大きい場所又は異った洗堀箇所が生じてくる。

現状よりも50㎝以上洗堀された場所を調べ表－4及び図－35に示した。

表の①②行は、その洗堀区間で法肩から約50㎝（現地25m）附近までの巾内において、各断面での最大洗堀深を出しその平均値を記入したものである。(表の数字はすべて現地換算)

④は、その区間の最大洗堀深の中での最大値を記入したものである。

洗堀区間の取り方は時間と共に広域になる可能性もあるので多少広くとってある。

(Ⅱ) 護岸を施工した場合の実験

表－4又は図－35の如く、堤防及び低水路の法尻が洗堀されるため防護をしなければならない。

これら洗堀箇所の中下記の点の法面をモルタルで被覆し、流量9,800㎥/s定流C案について実験した結果、次ぎの如き結果を得た。

◎ 尚関東地建案についての実験結果は後日報告する予定である。

モルタル被覆を行なった場所	
1里／14丁--1里／12丁	右岸沿い
1里／4丁 —0里／33丁	〃
1里／9丁 —1里／6丁	左岸沿い
0里／27丁—0里／24丁	〃

比較したケース		
①	9,800㎥／s 定流	C案
②	〃	〃 法面被覆(C案)
③	〃	〃 現状

1 実験結果

〔1〕 水位については9,800㎥／s 定流、C案の場合と殆んど同一であるため削除する。

〔2〕 河勢変動について(附図—16)

(1) 1里／14丁—1里／12丁の右岸は ①≒②≒③→洗堀

(2) 〃 〃 右岸沿い ①>②≒③→ 〃

(3) 1里／12丁右岸の護岸最下流端 ②>①>③→ 〃

(4) 1里／10丁—1里／8丁 左岸(護岸施工上流端の上流附近)
①>③>②→洗堀深

(5) ピアー左端(No.9)附近(護岸法尻) ②>①>③→洗堀深

(6) 1里／8丁—1里／5丁 左岸沿い ①≧③>②=0→洗堀

(7) 1里／3丁±60cm—1里／3丁 右岸沿い(護岸流頭部附近)
②>①=③→(不定流の場合洗堀される所)

(8) 1里／3丁—0里／33丁 右岸沿い ①>③>②≒0→洗堀(但し1里／0丁附近は洗堀あり)

(9) 1里／3丁 —0里／33丁 右岸 ①>③>②→洗堀量

(10) 0里／29丁—0里／26丁 右岸部分 ①>堤>③→洗 堀

(11) 0里／28丁—0里／24丁 左岸 ①>②≒③→洗 堀

〔3〕 結 論

以上の結果を総合すると、護岸の上下流端及び左岸の洛筋内に設置される左端のピアー附近が洗堀の傾向となる。従ってこれらの場所には何らかの対策が必要と思われる。尚左端のピアーは護岸の法尻となり、護岸施工のため左岸洛筋の幅が縮小したゝめ洗堀されたものと思われる。

護岸施工箇所のそれ以外の部分はこの実験においては余り変化なかったが、この点に関しては今後の実験により尚検討を要する処である。

〔V〕ピアー周囲の洗堀調査

不定流実験について測定したものである。

9800㎥/s　C案　ピークまで
　　最後まで　} 3ケースについて
6150㎥/s　C案　ピークまで

橋脚番号は右岸側からつけたものである。（①～⑨まで）

尚この資料は、ピアー基礎の上流部分を1としそれより左まわりに8点測定し、通水前を基準として表わしたものである。

この結果は図－36に示す。この図によると不定流の全波形の場合は他の2案と多少差があり、⑨を除いて殆んど同じ値を示す　（上流部分）。これはピーク時に一旦洗堀されたものを再び小流量によりうめつくすためである。

〔VI〕岩本水制の1部をピーク時に取除いた場合の影響について

別紙図－35の如く、岩本1番出水制及び2番出水制の1部分が若し洪水ピーク時に破壊した場合、如何なる影響を及ぼすかを9800㎥/sの不定流により実験したものである。

影響を比較するため同一流量波形を使用したケースと、比較してみた。

① 不定流　Qmax＝9800㎥/s　C案　水制あり
② 〃　〃　〃　C案　} ピーク時に水制を取外したもの
③ 〃　〃　〃　現状

1. 水位についての検討（図－38～39）

〔1〕ピーク時までは3ケース共水位変動の傾向は同一である。

〔2〕ピーク時に水制を外した場合、先ず1里/18丁の左岸が②、③共下り、左右岸の差が生ずるが時間の経過と共に差は小さくなる。右岸の場合は①と余り変らない。即ち水制の影響はない。

〔3〕水制を取外したための変化は1里/10丁までで殆んどなくなり、1里/8丁よりも下流部では3案の差はなくなる。

〔4〕1里/18丁から1里/10丁間で①との差が大きいのは現状(3)であるが、これは給砂する位置などの関係で変化したものと思われる（これは河床にも出ている）。C案の②と①は大きな差がない。

2　河床変動の検討（附図－17～18）

① 不定流9800㎥/s C案　水制あり
② 〃　〃　〃　} 水制取外したケース } 比較したケース
③ 〃　〃　現状

〔1〕 岩本水制附近　　左岸　　②＞③＞①→洗堀

〔2〕 岩本水制頭部附近から－1里／15丁中央まで　③＞②＞①（①は洗堀傾向）→堆砂
（(3)の堆砂が大きいのは実験上のエラーである）

〔3〕 1里／15丁−1里／12丁　中央洗堀　①＞③＞②量においては①＞③＞②

〔4〕 1里／15丁−1里／13丁　左岸堆砂　①よりも②、③は左岸よりとなり堆砂量は3案共余り変らず

〔5〕 1里／13丁−1里／9丁　右岸洗堀　③＞②＞①

〔6〕 1里／10丁−1里／5丁　左岸澪筋　②、③は澪筋が続いているが①ははっきりしない。洗堀深　②＞③＞①

〔7〕 1里／9丁−1里／6丁　中央部の堆砂　③＞①＝②　②は中央を貫いて洗堀がみられる。

〔8〕 1里／7丁−1里／4丁　右岸から中央よりの洗堀で②、③は右岸よりとなって、中央澪筋と連結しないが　①　は完全に結合する。
流砂量③≧②＞①

〔9〕 1里／4丁−1里／0丁　左岸洗堀　②＝③＞①

〔10〕 1里／0丁−0里／32丁　中央から左岸にかけての洗堀　②＞③≧①

〔11〕 0里／32丁−0里／29丁　右岸堆砂　①＞②＞③

〔12〕 0里／29丁−0里／27丁　〃　①≧③＞②

〔13〕 0里／30丁−0里／27丁　左岸沿いの洗堀　②＞③＞①

3　結　　論

水制を取りはずした場合は、岩本水制頭部附近より1里／8丁の右岸方向に多くの洗堀がみられる。1里／8丁より下流は①の場合よりも尼ケ渕でのはねかえりが少なく、1里／8丁より下流の右岸澪筋は①の場合左岸方向に向いて1里／5丁附近で中央澪筋と合流するが、②③の場合は1里／8丁での跳なりが少ないため①よりも右岸側に澪筋が出来て多少洗堀深が大きくなる。この傾向はピアーがある方がない場合よりも大である。その大きさは②＞③≧①である。

又1里／4丁より下流は右岸、中央、左岸の澪筋に沿って流れていた流量は直進傾向が強いため、左岸の岩附近に集中する。

従って1里／3丁から1里／0丁にかけては水制を取除いた場合、左岸附近が殆んど洗堀傾向となり、且つ①の場合よりも稍々左岸よりになる。その下流の1里／0丁と0里／30丁間の狭窄部では左右岸共洗堀され、②③は左岸の方が大きく①は多少大きい程度である。

左岸の洗堀の規模は②＞③≧①となる。

尚ピアーの影響と思われる点は判然とはしないが、強いて述べるならば次ぎの箇所で

ある（水制の場合について）。

〔1〕 1里／8丁より下流に出来る右岸の澪筋は、現状の場合よりC案の方が幅広くなり、多少中央よりとなる。

〔2〕 1里／8丁より下流の中央又は左岸の澪筋は、C案の方が現状より洗堀深が多小大となる。

〔3〕 1里／0丁より下流の左右岸洗堀の差は、C案の方が現状より大きく又左岸の洗堀はC案の方が現状より大きい。

V あとがき

本実験は河川部長、吉川秀夫、河川研究室長　土屋照彦の指導のもとに実験を行ない、一テーマ終了毎に関東地建、及び道路公団と協議しながら実験を進めたものである。

資料整理及び実験結果の検討は下記のメンバーにより行なったものである。

鹿島水理試験所長　富永正照
〃　研究員　関　友春
〃　技　官　高橋　晃
文章責任者　関　友春

表－1　各案のピアー配置

模型形状 A案

橋脚番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
角度	71.5°	82°	76°	71.5°	71.5°	56°	56°	56°	56°	
距離	60m	80m	80m	80m	80m	80m	80m	80m	80m	60m

模型形状 B案

橋脚番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
角度	71.5°	82°	76°	71.5°	71.5°	56°	56°	56°	56°	
距離	40m	80m	80m	80m	80m	80m	80m	80m	80m	80m

模型形状 B_1案

橋脚番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
角度	80°	80°	80°	71.5°	71.5°	56°	56°	56°	56°	
距離	40m	80m	80m	80m	80m	80m	80m	80m	80m	80m

模型形状 B_2案

橋脚番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
角度	80°	80°	76°	76°	76°	56°	56°	56°	56°	
距離	40m	80m	80m	80m	80m	80m	80m	80m	80m	80m

模型形状 B_3案

橋脚番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
角度	80°	80°	76°	72°	72°	72°	56°	56°	56°	
距離	40m	80m	80m	80m	80m	80m	80m	80m	80m	80m

模型形状 C案

橋脚番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
角度	80°	80°	76°	72°	72°	56°	56°	56°	56°	
距離	62.5m	62.5m	80m	80m	80m	80m	80m	80m	80m	80m

表－2　不定流9800／sにおける時間流量の
縮尺及び給砂量

現地時間	模型時間（分）	現地流量（m³／s）	模型流量（ℓ／s）	現地流砂量 $q_{Bp}\cdot t$（m³）	模型給砂量 $q_{Bm}\cdot t$(cm³)
0	0	650	368		0
1	8	1,320	747	234	20368
2	17	1,550	877	648	63649
3	25	1,720	973	954	103112
4	34	1,970	1115	1,296	148939
5	42	2330	1318	1,800	224045
6	51	2800	1584	2448	333522
7	59	3150	1782	3060	440453
8	68	3380	1912	3456	509194
9	76	3530	1997	3708	552475
10	85	3650	2065	3888	581754
11	93	3750	2122	4014	602122
12	102	3850	2178	4122	622489
13	110	3950	2235	4212	642857
14	119	4060	2297	4320	663734
15	127	4180	2365	4464	687921
16	136	4320	2444	4608	711598
17	144	4510	2552	4770	738331
18	153	4750	2687	4986	776521
19	161	5050	2857	5256	824894
20	170	5450	3084	5580	883451
21	178	6280	3553	6156	990382
22	187	8100	4583	7524	1238614
23	195	9800	5545	9504	1587412
24	204	9770	5528	8694	1759010
25	212	9230	5222	8352	1697907
26	221	8570	4849	9432	1570863
27	229	7910	4475	8658	1441018

現地時間	模型時間 (分)	現地流量 (m^3/s)	模型流量 (ℓ/s)	現地流砂量 $q_{Bp} \cdot t$ (m^3)	模型給砂量 $q_{Bm} \cdot t$ (cm^3)
28	238	7.150	4045	7.884	130,990.1
29	246	6.410	3627	7.074	116,478.1
30	255	5.750	3253	4.518	102,857.1
31	263	5.100	2885	5.706	90,891.1
32	272	4.530	2563	5.166	80,452.6
33	280	4.050	2291	4.644	71,541.7
34	289	3.680	2082	4.194	63,521.9
35	297	3.330	1884	3.762	56,011.3
36	306	3.030	1714	3.240	49,264.5
37	314	2.740	1550	2.844	42,263.1
38	322	2.470	1398	2.538	34,625.2
39	331	2.270	1284	2.160	28,260.3
40	339	2.080	1177	1.836	22,913.7
41	348	1.920	1086	1.548	18,458.3
42	356	1.780	1007	1.296	15,021.2
43	365	1.670	945	1.080	12,093.4
44	373	1.580	894	936	9,929.3
45	382	1.500	849	828	8,401.7
46	390	1.430	809	702	7,001.4
47	399	1.370	775	630	5,728.4
48	407	1.310	741	558	4,455.4
49	416	1.260	713	468	3,564.4
50	424	1.220	690	396	2,927.9
51	433	1.180	668	342	2,291.4
52	441	1.160	656	306	1,909.5
53	450	1.120	634	504	1,527.6
54	458	1.100	622	234	1,145.7
55	467	1.080	611	198	763.8
			合計	(m^3) 191,730.0	(cm^3) 3,026,953.6 (m^3) 3.027

表－3　不定流 6150 m³/s に於ける時間流量の縮尺及び給砂量

現地時間（時）	模型時間（分）	現地流量（m³/s）	模型流量（ℓ/s）	現地流砂量 $q_{Bp}\cdot t$（m³）	模型給砂量 $q_{Bm}\cdot t$（cm³）
0	0	800	453	0	0
1	8	1,100	622	108	5092
2	17	1,440	815	468	38190
3	25	1,600	905	846	81471
4	34	2,210	1250	1,440	168034
5	42	2,610	1505	2,268	300424
6	51	3,130	1771	2,952	422631
7	59	3,560	2014	3,564	527016
8	68	3,950	2235	4,068	611033
9	76	4,350	2461	4,518	689958
10	85	4,700	2659	4,914	758699
11	93	5,020	2840	5,238	814710
12	102	5,260	2976	5,436	863083
13	110	5,430	3072	5,616	901273
14	119	5,540	3134	5,796	926733
15	127	5,570	3151	5,850	939463
16	136	5,600	3168	5,886	944554
17	144	5,650	3197	5,922	949646
18	153	5,770	3264	5,994	962376
19	161	6,020	3406	6,174	995474
20	170	6,150	3479	6,336	1031117
21	178	6,150	3479	6,372	1043847
22	187	5,970	3378	6,300	1026025
23	195	5,500	3112	6,012	967468
24	204	5,060	2863	5,598	888543
25	212	4,600	2603	5,184	812164
26	221	4,200	2376	4,752	738331
27	229	3,820	2161	4,338	664498
28	238	3,490	1975	3,960	593211
29	246	3,220	1822	3,582	529562
30	255	3,030	1714	3,258	478642

現地時間 (時)	模型時間 (分)	現地流量 (m^3/s)	模型流量 (ℓ/s)	現地流砂量 $q_{sp} \cdot t$ (m^3)	模型給砂量 $q_{sm} \cdot t$ (cm^3)
31	263	3.040	172.0	3.150	460.820
32	272	3.130	177.1	3.222	471.004
33	280	3.160	178.8	3.294	483.734
34	289	3.150	178.2	3.312	486.280
35	297	3.110	176.0	3.276	478.642
36	306	3.030	171.4	3.186	465.912
37	314	2.930	165.8	3.078	445.545
38	322	2.930	165.8	3.024	432.815
39	331	3.120	176.5	3.132	454.455
40	339	3.470	196.3	3.492	510.467
41	348	3.670	207.6	3.870	570.297
42	356	3.680	208.2	4.014	598.303
43	365	3.660	207.1	3.996	595.757
44	373	3.570	202.0	3.924	583.027
45	382	3.030	194.1	3.654	560.113
46	390	3.250	183.9	3.438	524.470
47	399	3.020	171.0	3.294	478.642
48	407	2.810	159.0	2.988	427.723
49	416	2.620	148.2	2.700	376.803
50	424	2.430	137.5	2.412	325.884
51	433	2.230	126.2	2.088	272.419
52	441	2.060	116.5	1.764	221.499
53	450	1.880	106.4	1.494	178.218
54	458	1.720	97.3	1.134	140.028
55	467	1.550	87.7	864	104.385
56	475	1.380	781	720	71.287
57	484	1.200	67.9	489.6	40.736
58	492	1.030	58.3	270.0	17.822
59	501	830	47.0	90	5.092
60	509	650	36.8	0	0
				208.1196(m^3)	3.145.5447(cm^3) 3.146(m^3)

表－4　現状実験の場合より洗堀される箇所

○不定流 9,800㎥/s C案（ピーク）

右　　岸	① C案(m)	② 現状(m)	③ ①－②(m)	④ 最大差(m)
1里/14丁～1里/12丁	3.32	1.56	1.76	3.70
1里/0丁 ～0里/33丁	1.48	0.46	1.02	1.30
0里/32丁～0里/30丁	1.63	0.23	1.40	3.50
1里/16丁～1里/15丁	1.45	0	1.45	1.70
左　　岸	C案	現状		
1里/13丁～1里/11丁	2.22	0.41	1.81	2.80
1里/10丁～1里/6丁	1.65	0.36	1.29	2.25
0里/32丁～0里/305丁	2.10	1.23	0.87	1.40
0里/30丁～0里/26丁	1.71	0.70	1.01	2.45

○不定流 9,800㎥/s C案（最後まで）

右　　岸	① C案(m)	② 現状(m)	③ ①－②	④ 最大差(m)
1里/17丁～1里/15丁	0.61	0.16	0.45	0.70
1里/14丁～1里/12丁	1.70	0.67	1.03	1.75
1里/0丁 ～0里/33丁	1.16	0.37	0.79	1.05
0里/31丁～0里/30丁	1.10	0.56	0.54	0.85
左　　岸	C案	現状		
1里/14丁～1里/12丁	3.25	0.50	2.75	4.80
1里/9丁 ～1里/6丁	1.82	0.11	1.71	1.40
0里/25丁～0里/22丁	3.75	1.18	2.57	4.00

○不定流 6,150㎥/s C案（ピークまで）

右　　岸	① C案(m)	② 現状(m)	③ ①－②(m)	④ 最大差(m)
1里/14丁～1里/12丁	3.00	0.81	2.19	6.80
1里/5丁 ～1里/3丁	3.21	0.54	2.67	7.35
0里/295丁～0里/27丁	4.99	0.63	4.36	7.20

○定　流 9,800㎥/s C案

右　　岸	① C案(m)	② 現状(m)	③ ①－②(m)	④ 最大差(m)
1里/3丁 ～0里/30丁	1.31	0.52	0.79	1.90
左　　岸	C案	現状		
1里/16丁～1里/15丁	0.48	0	0.48	0.70
1里/9丁 ～1里/6丁	1.36	0.35	1.01	2.00
0里/32丁～0里/29丁	1.39	0.46	0.93	3.35
0里/28丁～0里/24丁	1.87	0.41	1.46	3.10

○ 9,800m³/s　B₁

左　　岸	① B₁ (m)	② 現状 (m)	③ ①－② (m)	④ 最大差(m)
1里/9丁 ～1里/7丁	2.30	0.97	1.33	2.30
0里/27丁～0里/22丁	2.55	1.49	1.06	3.00

○ 7,000m³/s　B₂

右　　岸	① B₁ (m)	② 現状 (m)	③ ①－② (m)	④ 最大差(m)
1里/8丁上60m ～1里/7丁	3.63	1.75	1.88	6.20
左　　岸				
1里/10丁　～1里/5丁	1.74	0.24	1.50	3.00

○ 4,000m³/s　B₃

右　　岸	① B₂ (m)	② 現状 (m)	③ ①－② (m)	④ 最大差(m)
1里/4丁 ～附近	1.80	0.60	1.20	1.20
1里/3丁 ～1/0丁	1.42	0.37	1.05	2.40
左　　岸	① B₃	現状		
1里/6丁60m～1里/4丁上90m	0.91	0.37	0.54	0.80
1里/4丁　～1里/3丁上30m	0.65	0	0.65	0.80
1里/2丁上90m附近	1.10	0.60	0.50	0.50
1里/1丁上60m附近	1.40	0.40	1.00	1.00
0里/34丁～0里/33丁上30m	1.00	0.20	0.80	1.00
0里/26丁～0里/24丁上90m	1.85	0.63	1.22	2.00

○ 4,000m³/s　C案②

右　　岸	① C案 (m)	② 現状 (m)	③ ①－② (m)	④ 最大差(m)
1里/45丁～1里/3丁	1.53	0	1.53	2.30
0里/32丁～0里/29.5	1.83	0.85	0.98	1.80
左　　岸	C案	現状		
1里/14丁～1里/11丁上60m	3.37	1.62	1.75	3.60
1里/8丁　～1里/9丁	1.75	0.55	1.20	1.90
1里/4丁　～1里/3丁	0.66	0	0.66	0.80
0里/27丁～0里/24丁	2.06	0.90	1.16	2.50

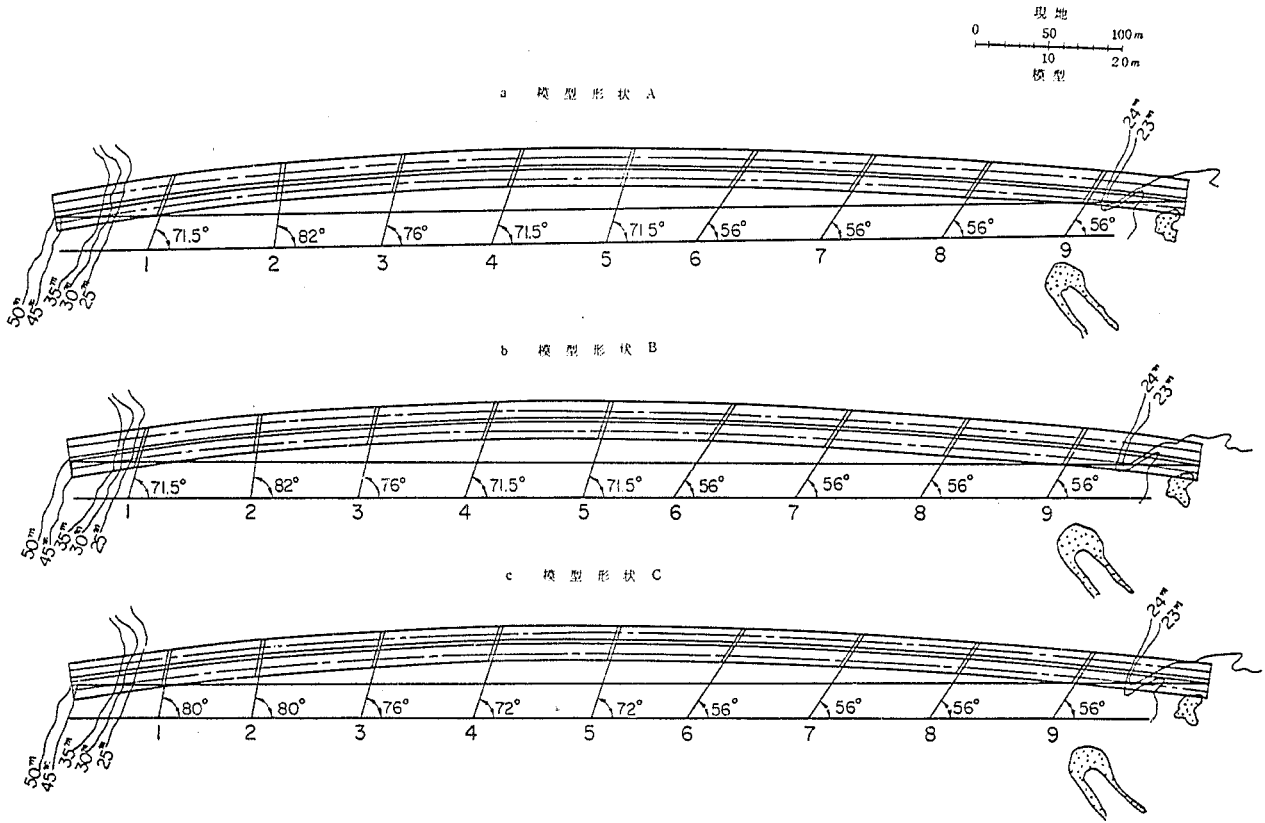
① 各案の区間に於ける各断面最大洗堀深の平均値。

② 現状に於ける各断面最大洗堀深の平均値。

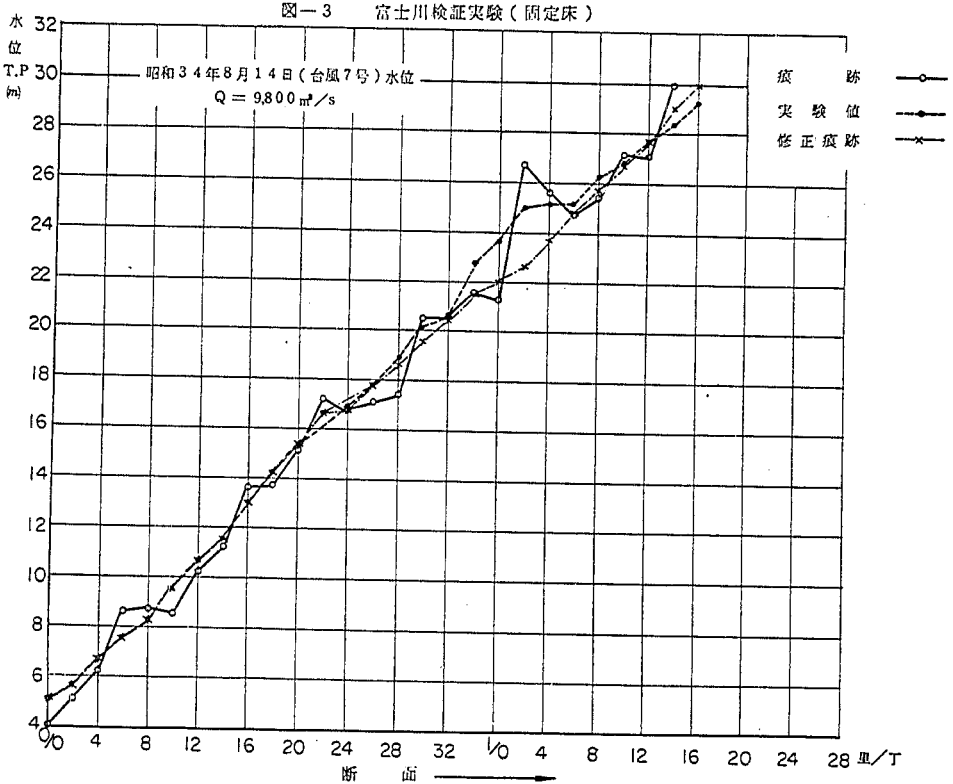
③ 各案の最大洗堀深の平均値から現状の値を減じた値。

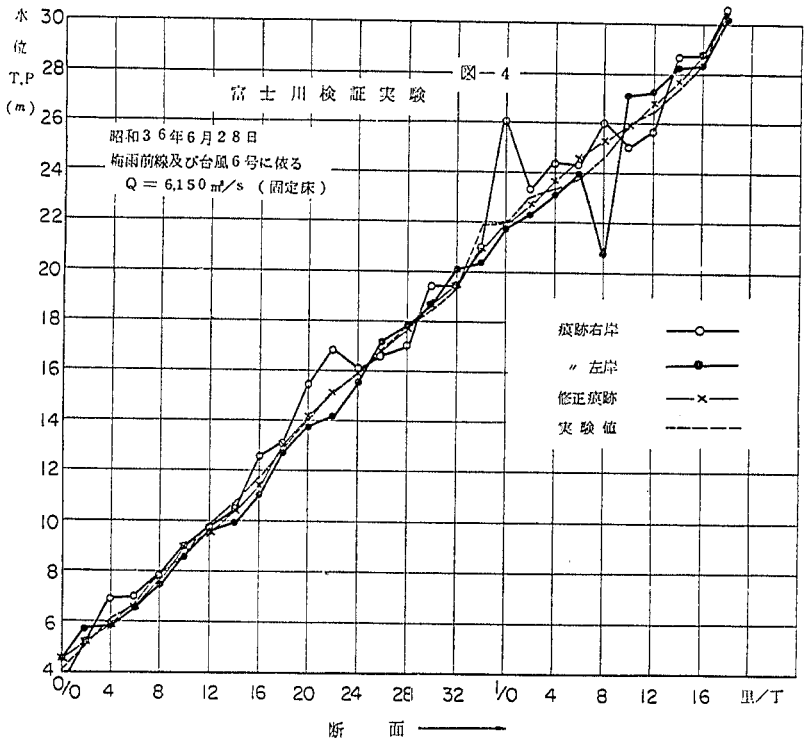
④ 各案のその区間に於ける最大洗堀深と現状との差。

図－2　各案のピア－配置図

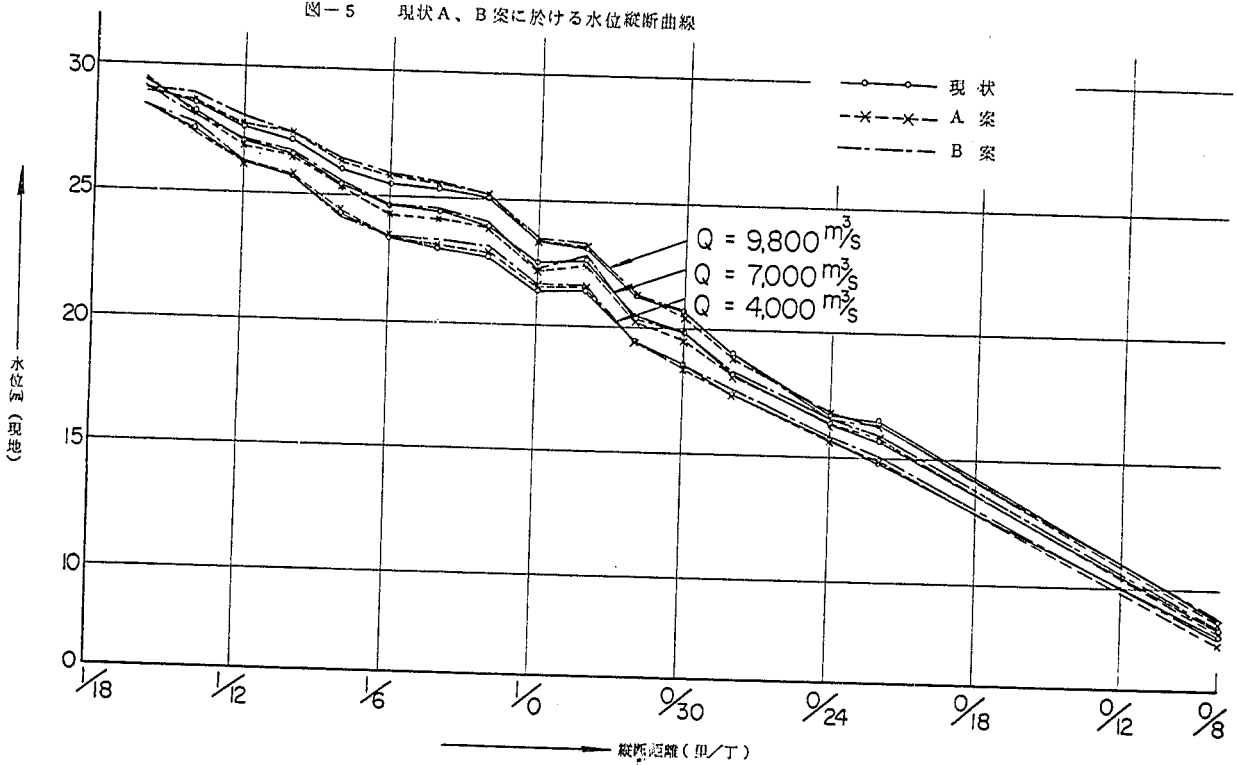

現地
0
50
100m
10
20m
模型
a　模型形状 A
71.5°
82°
76°
71.5°
71.5°
56°
56°
56°
56°
1
2
3
4
5
6
7
8
9
24°
23°
50°
45°
35°
30°
25°
b　模型形状 B
71.5°
82°
76°
71.5°
71.5°
56°
56°
56°
56°
1
2
3
4
5
6
7
8
9
24°
23°
50°
45°
35°
30°
25°
c　模型形状 C
80°
80°
76°
72°
72°
56°
56°
56°
56°
1
2
3
4
5
6
7
8
9
24°
23°
50°
45°
35°
30°
25°

図－3　富士川検証実験（固定床）

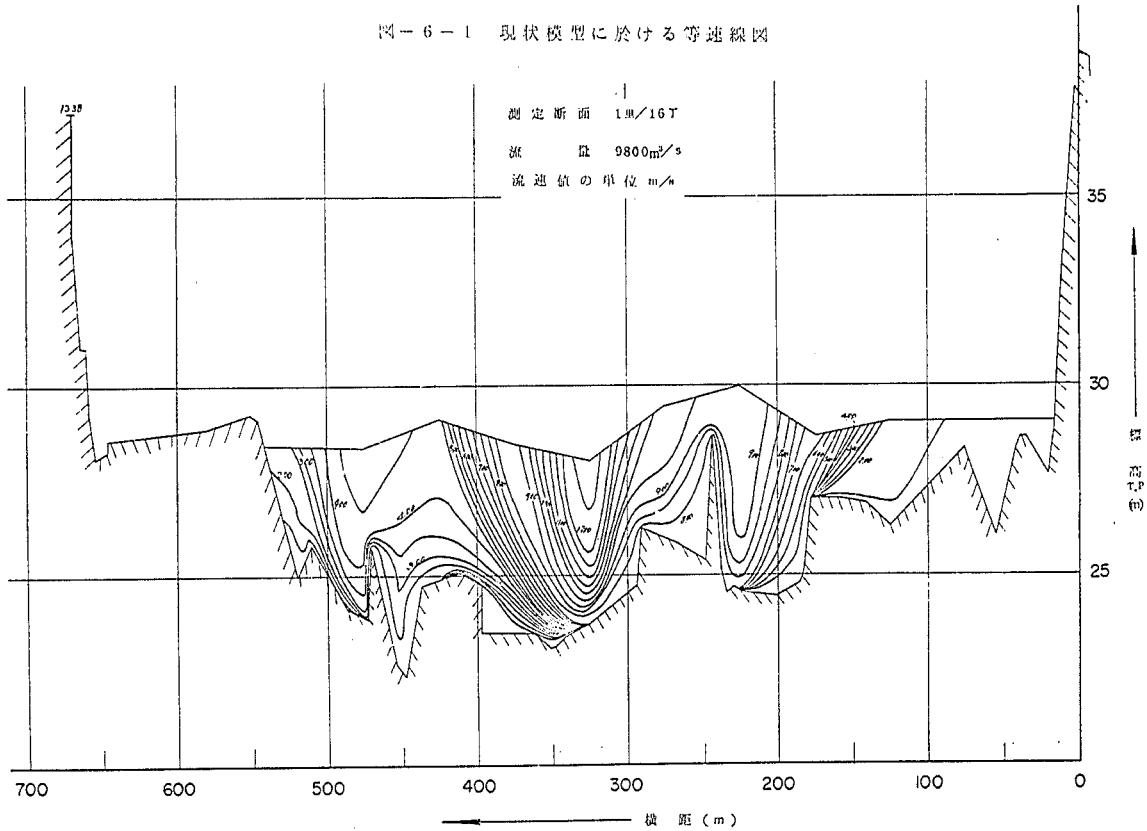



図－4
富士川検証実験
昭和36年6月28日
梅雨前線及び台風6号に依る
Q＝6,150㎥/s（固定床）
水位 T.P (m)
30
28
26
24
22
20
18
16
14
12
10
8
6
4
痕跡右岸
〃 左岸
修正痕跡
実験値
0/0 4 8 12 16 20 24 28 32 1/0 4 8 12 16 里/丁
断面

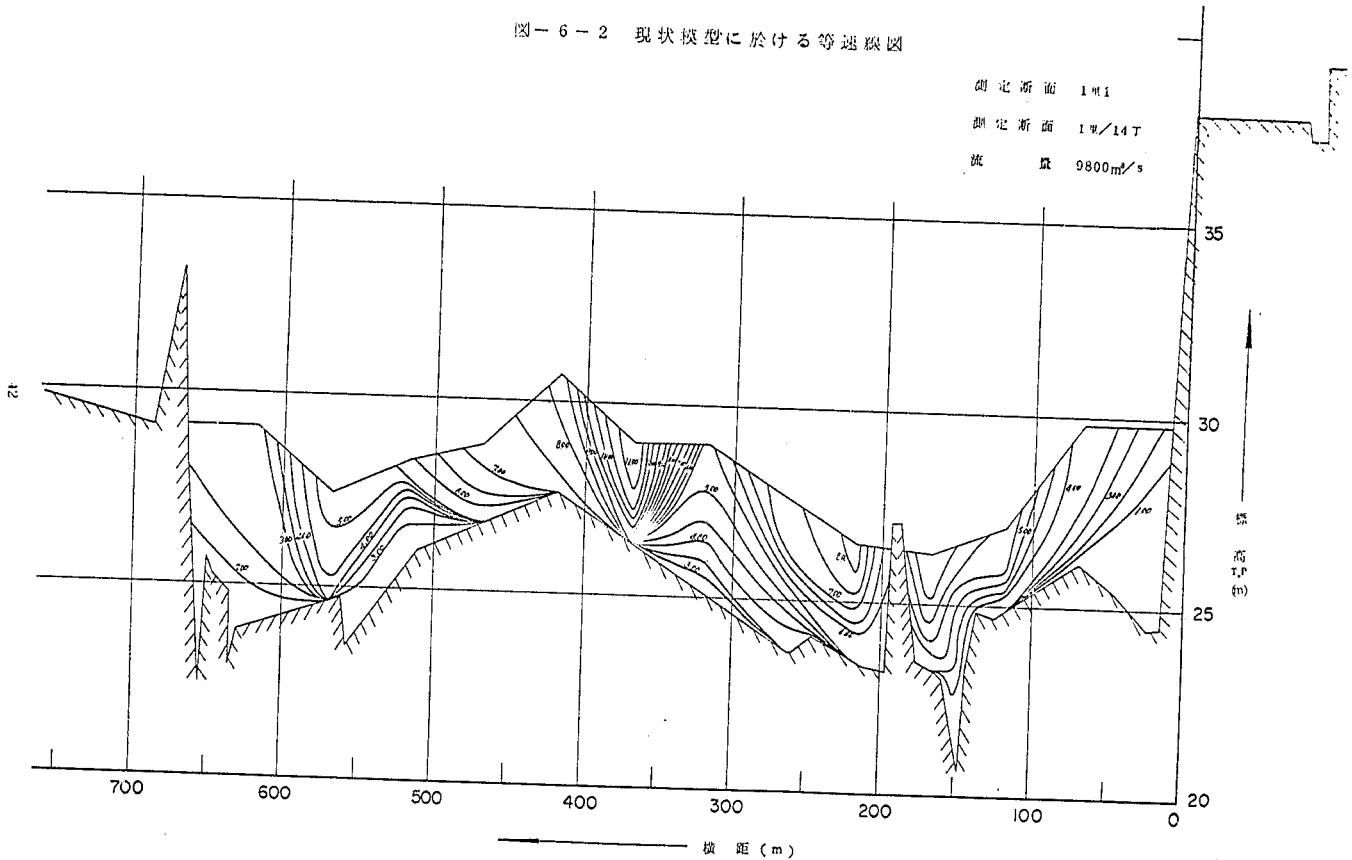
図－5　現状A、B案に於ける水位縦断曲線



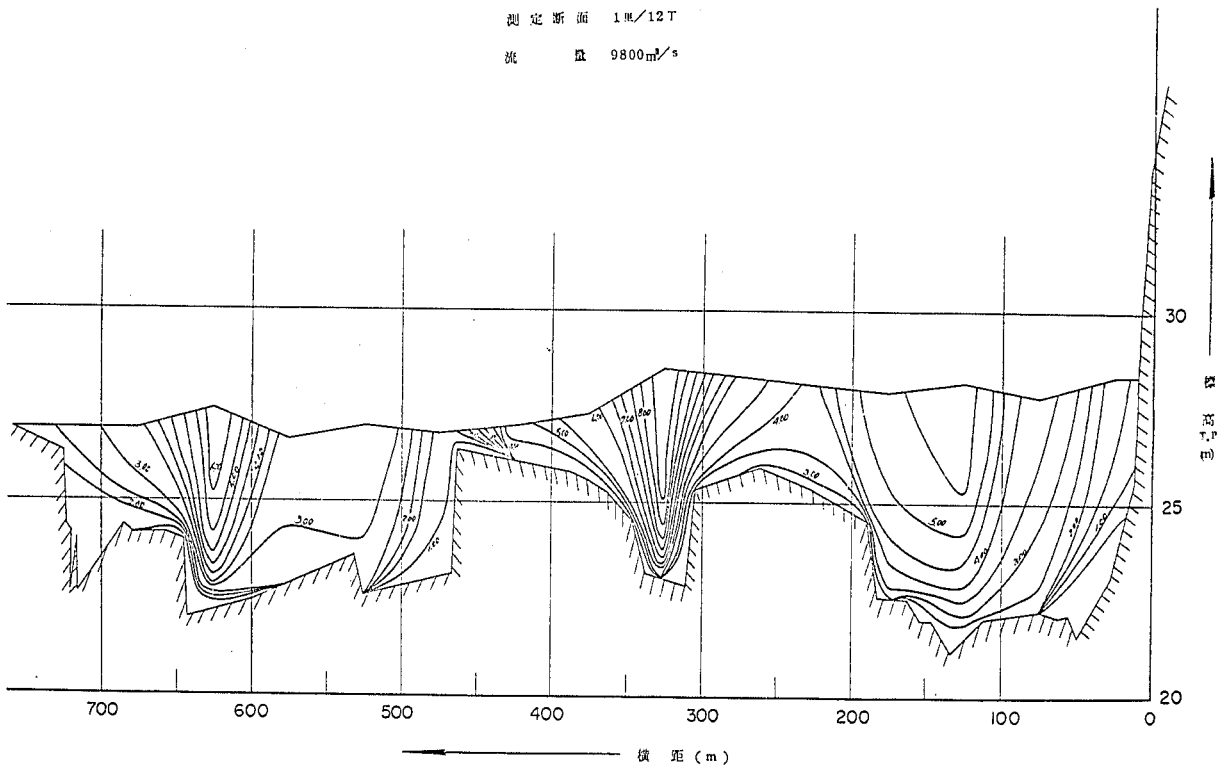
図－6－1　現状模型に於ける等速線図



図－６－２　現状模型に於ける等速線図



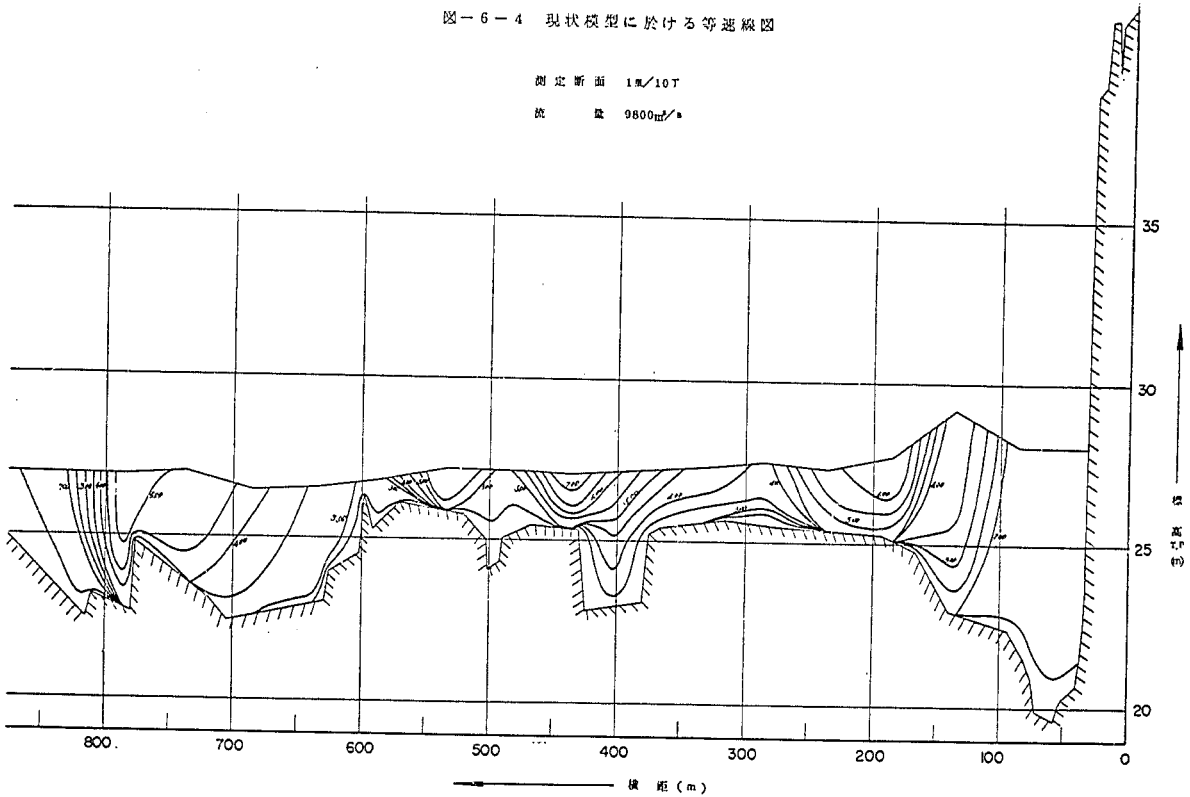
図－６－３　現状模型に於ける等速線図



図－6－4　現状模型に於ける等速線図

測定断面　1m／10T

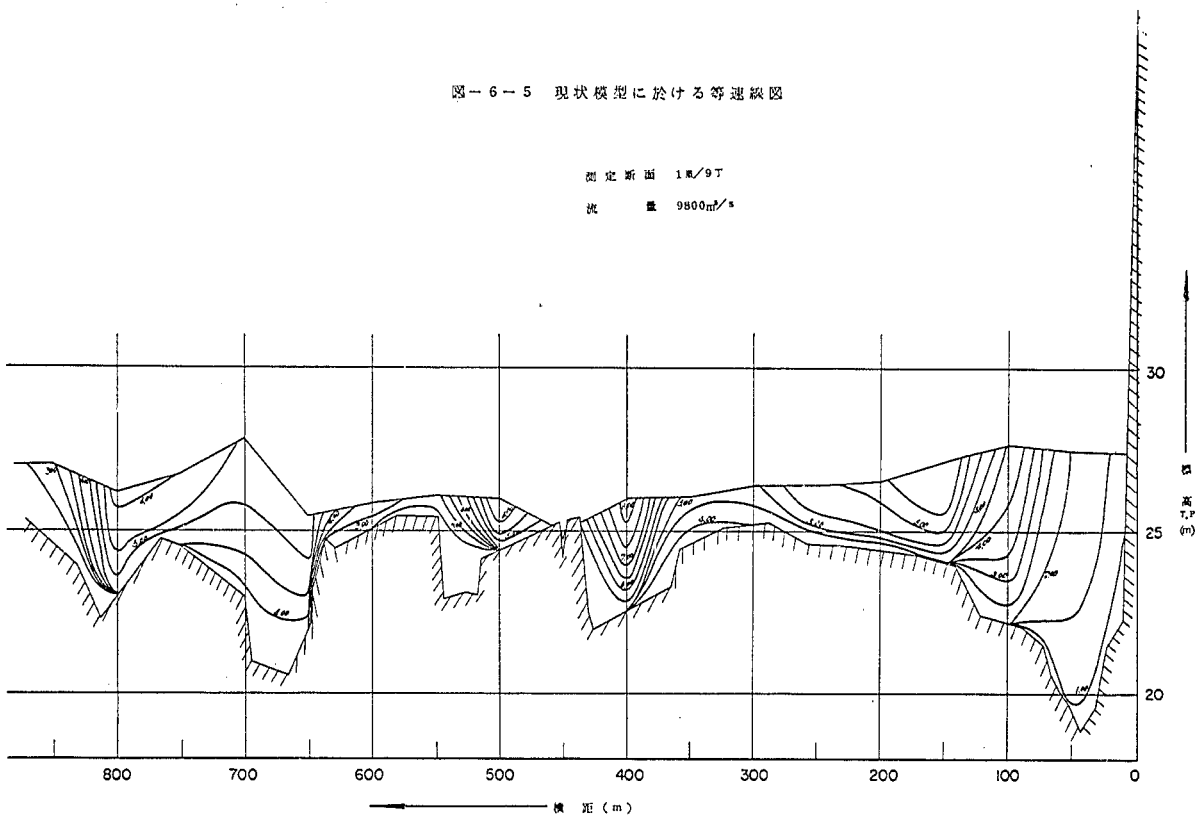
放　　量　9800m³／s



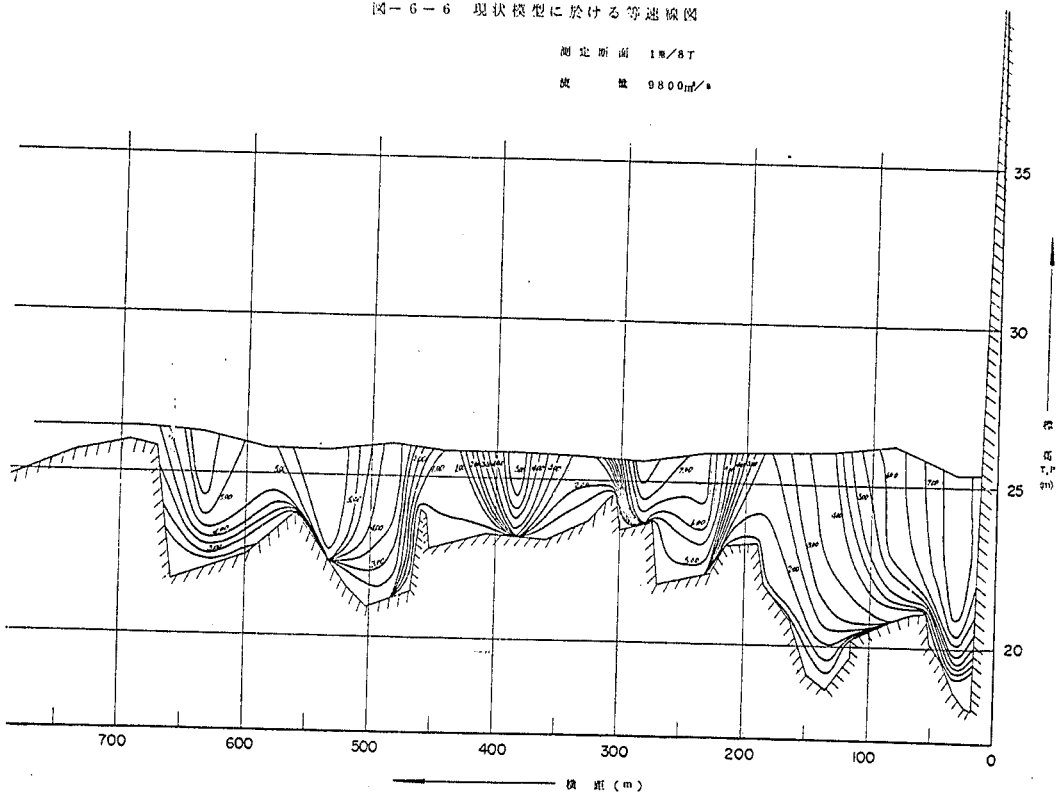
図－6－5　現状模型に於ける等速線図

測定断面　1/9丁

流　　量　9800m³/s



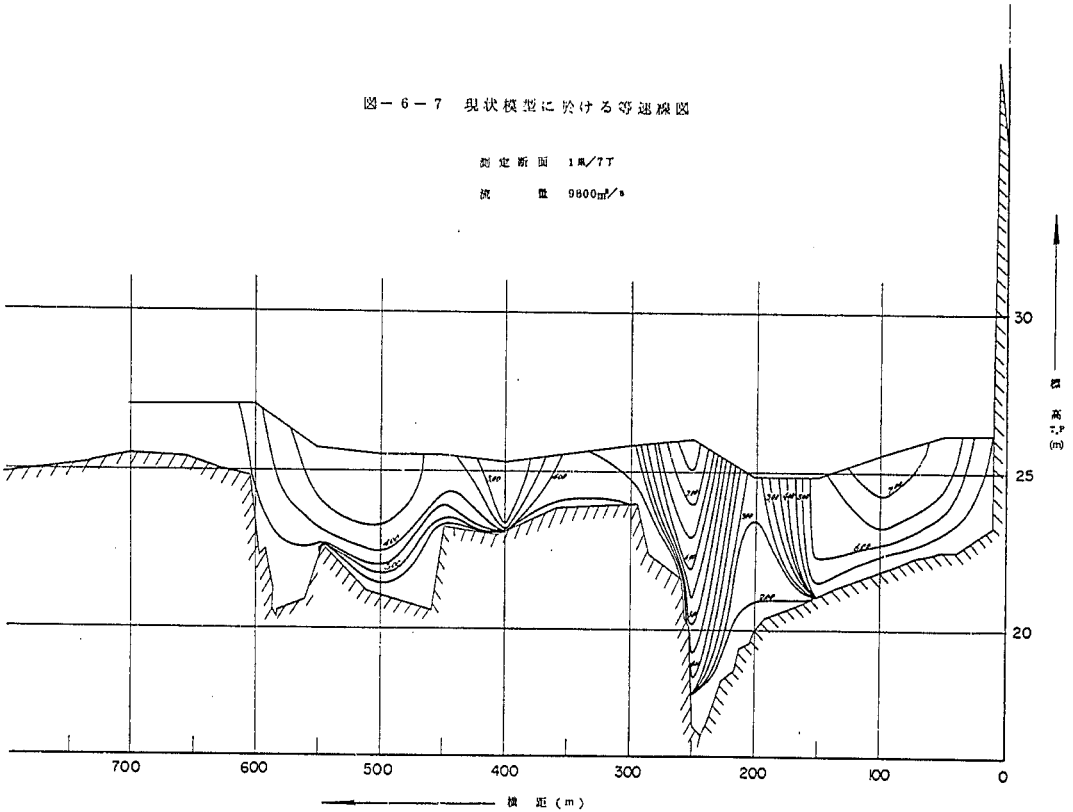
図－６－６　現状模型に於ける等速線図



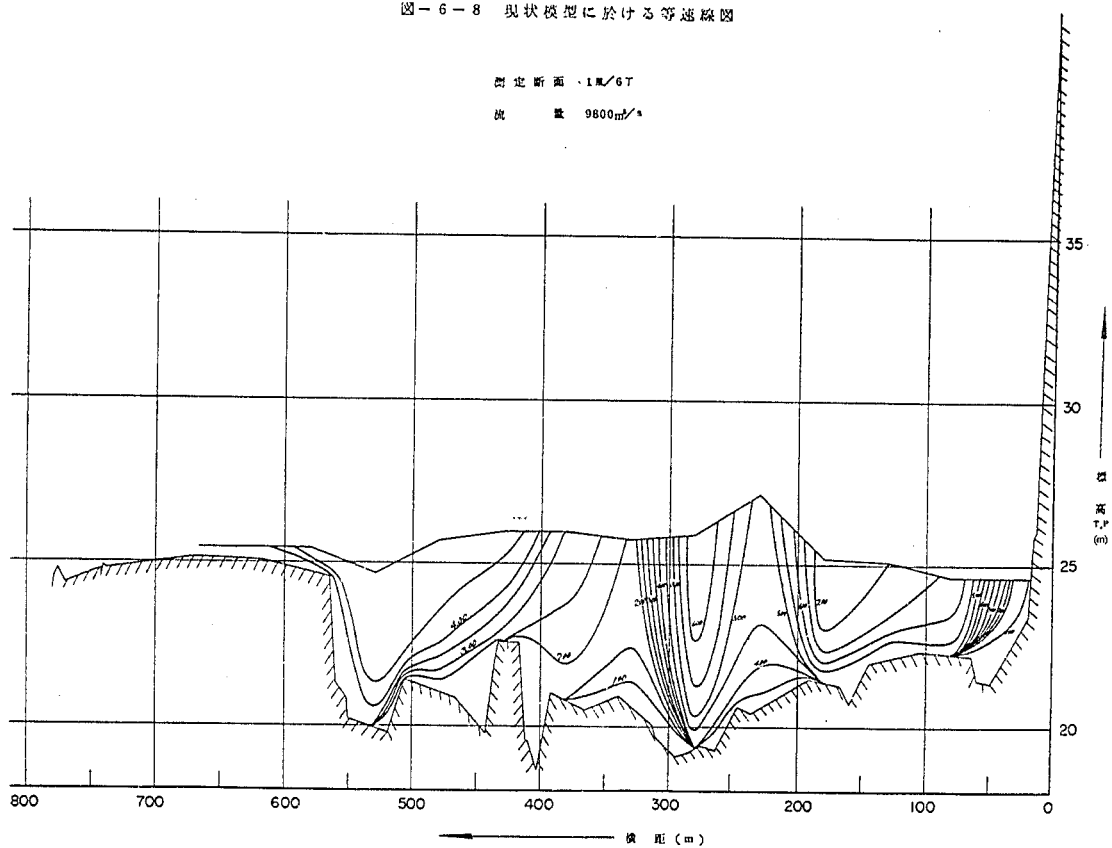
図－６－７　現状模型に於ける等速線図

測定断面　1号／7T

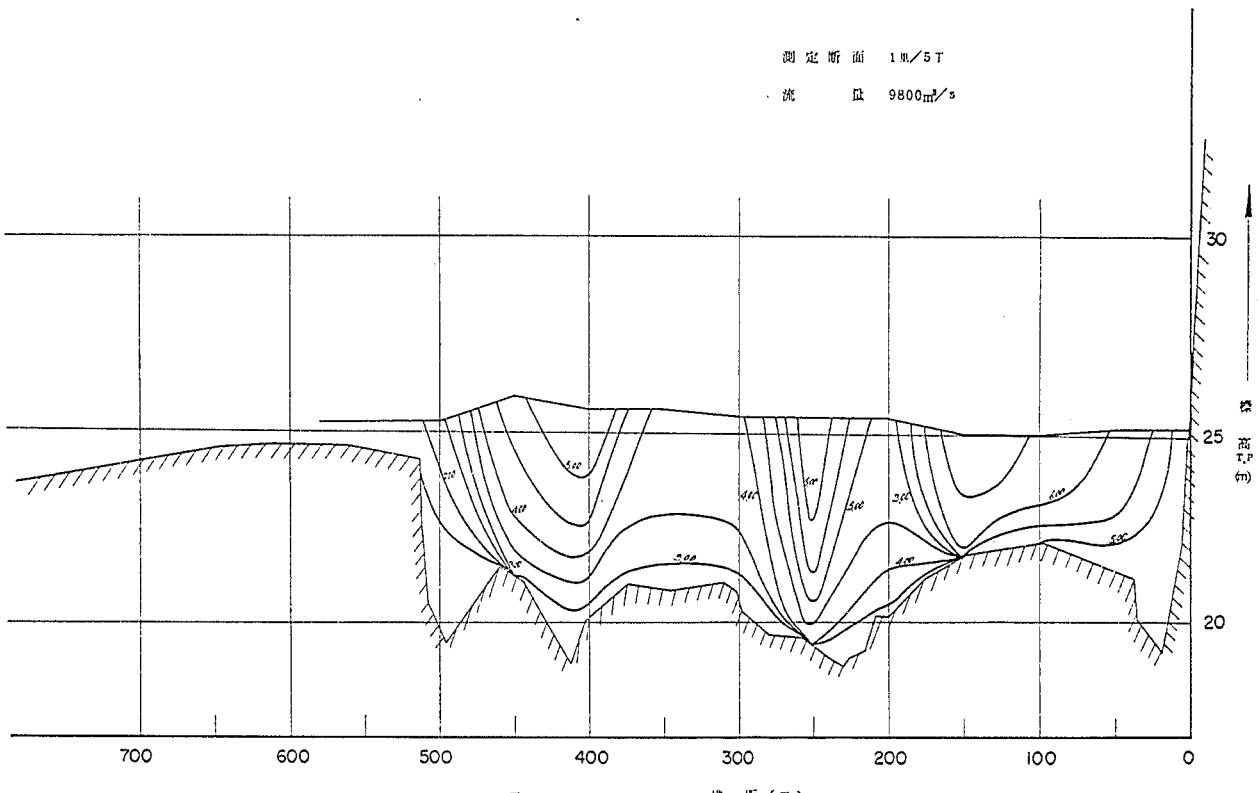
流　　量　9800m³／s



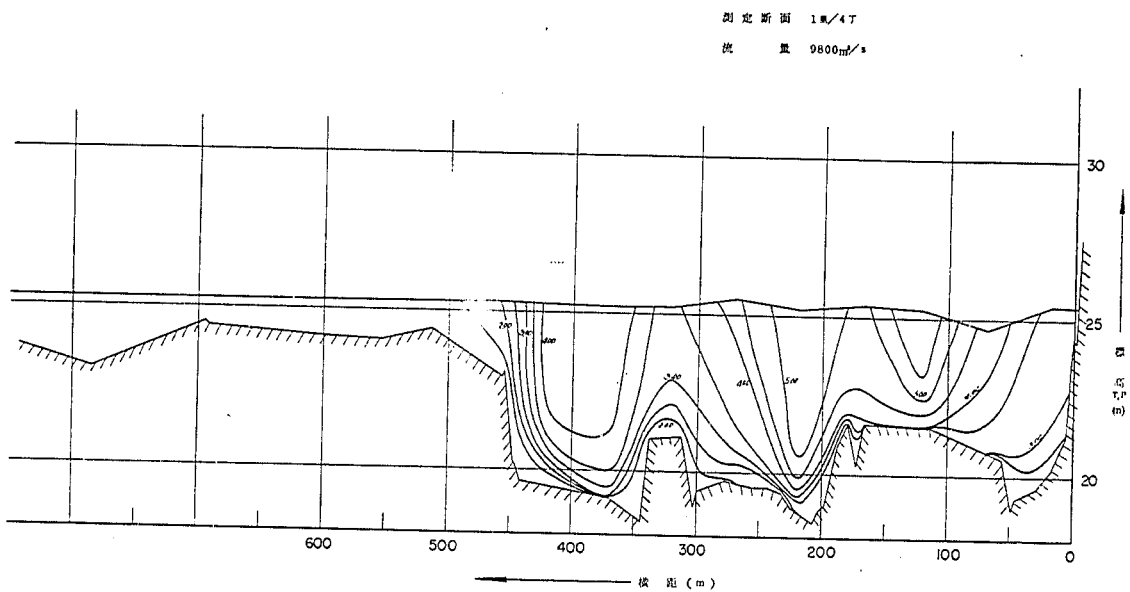
図－６－８　現状模型に於ける等速線図



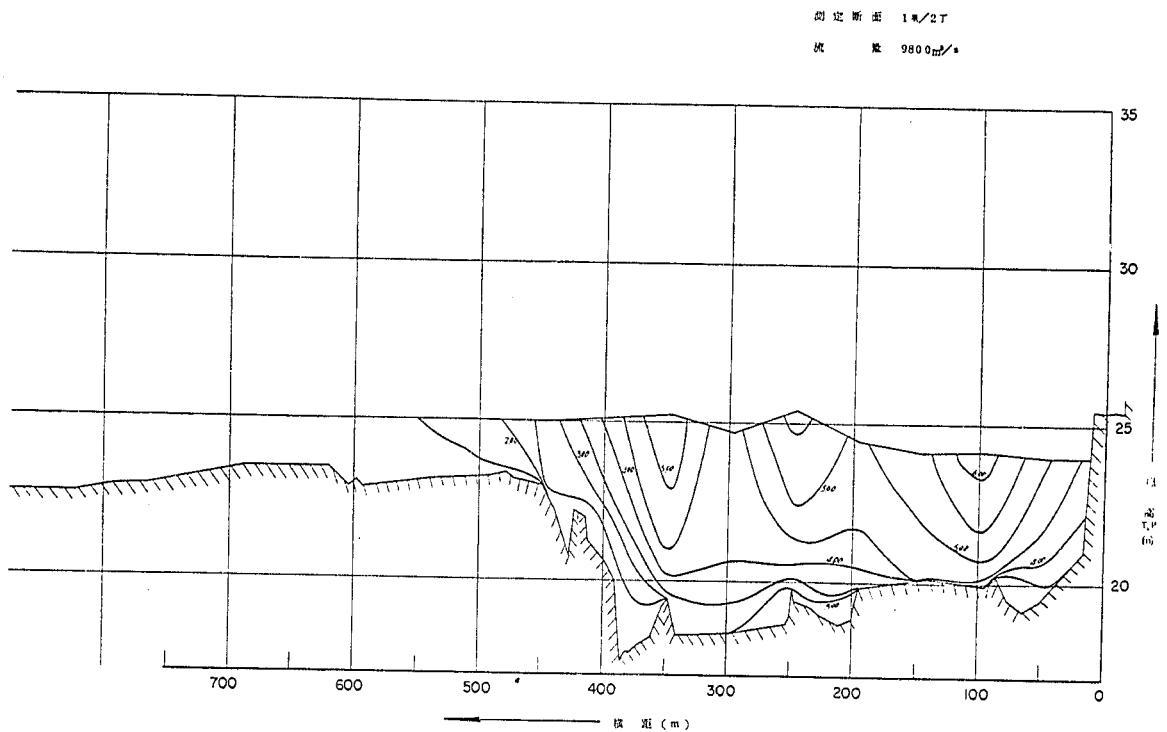
図－６－９　現状模型に於ける等速線図



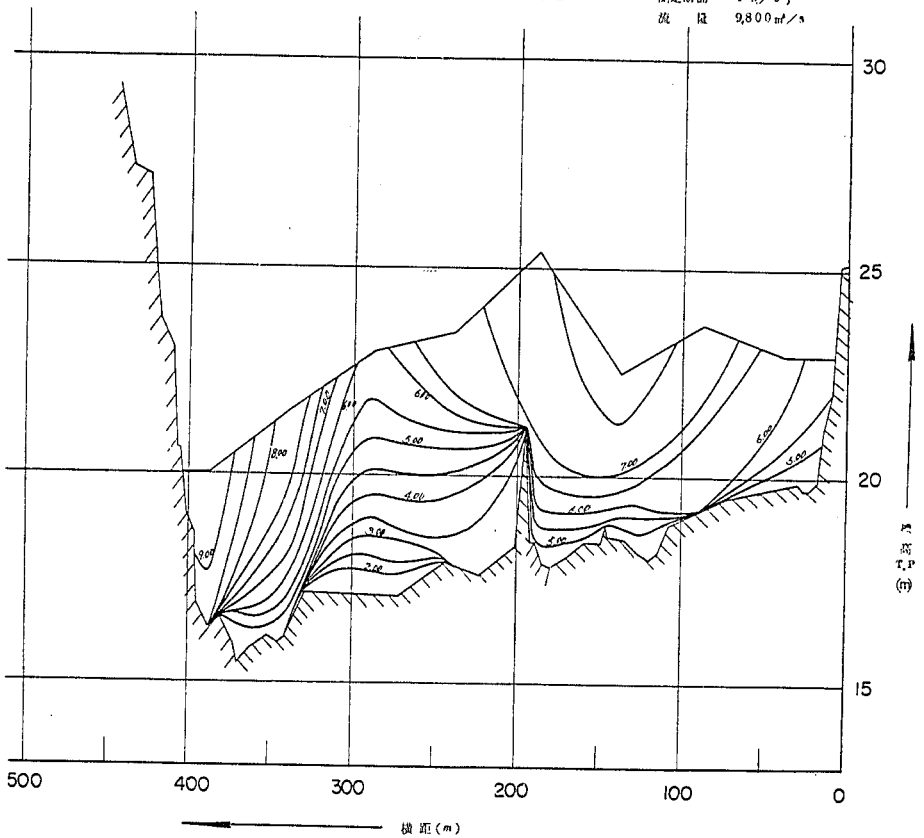
図－6－10　現状模型に於ける等速線図



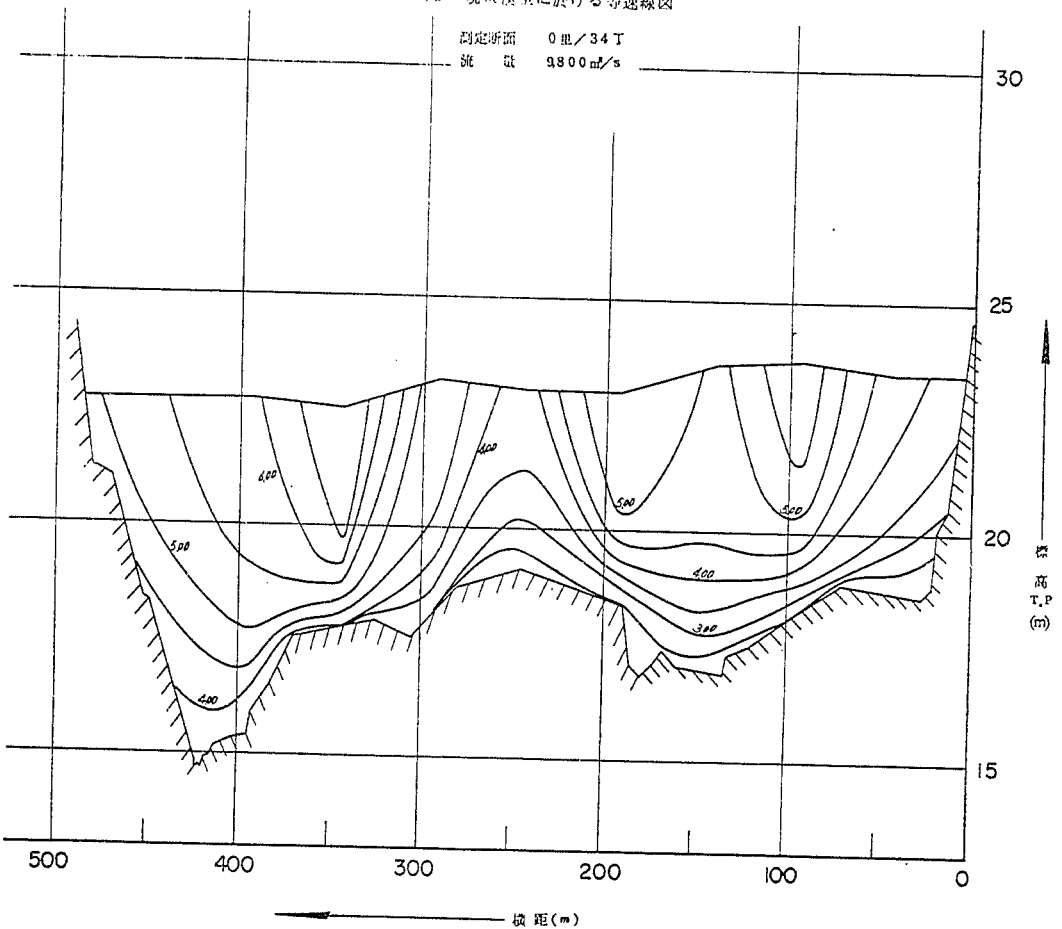
図－6－11　現状模型に於ける等速模図



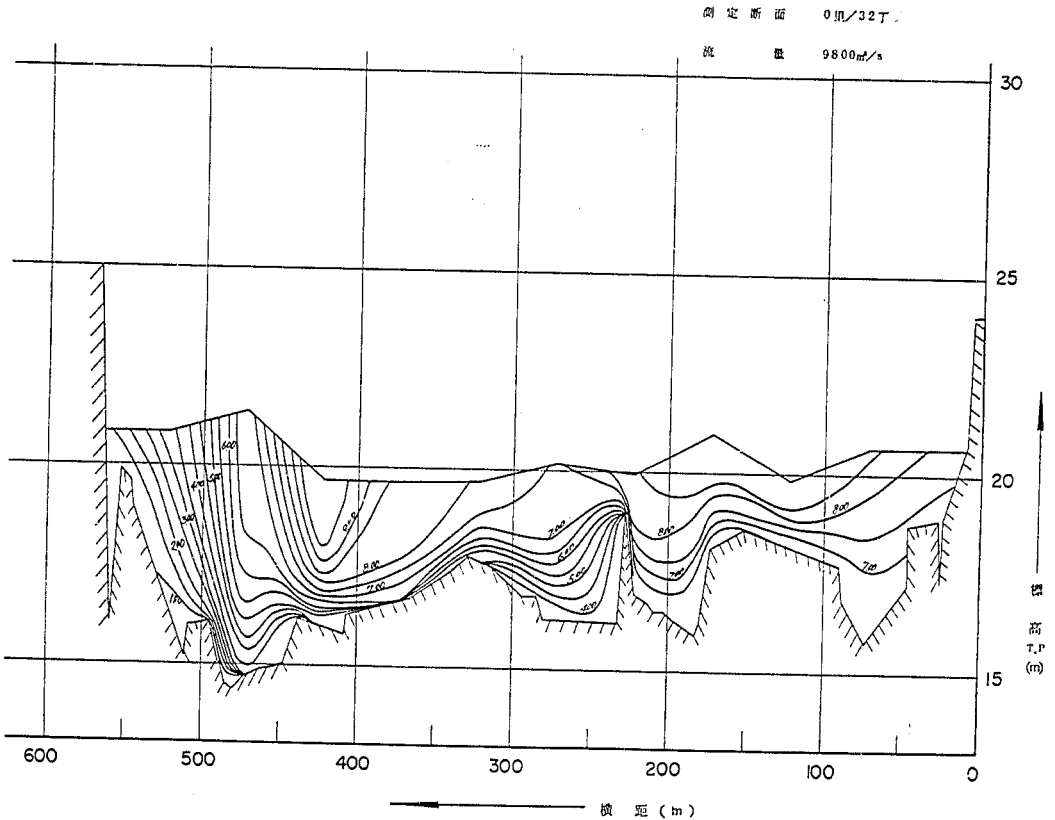
図－6－12　現状模型に於ける等速線図



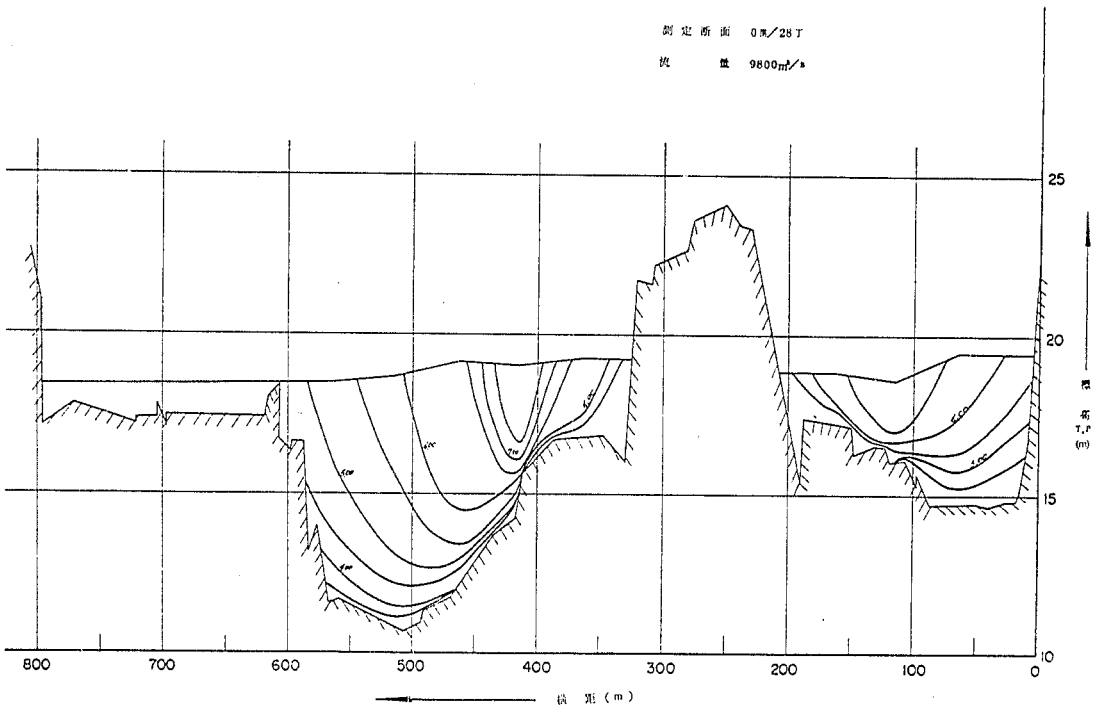
図－6－13　現状模型に於ける等速線図



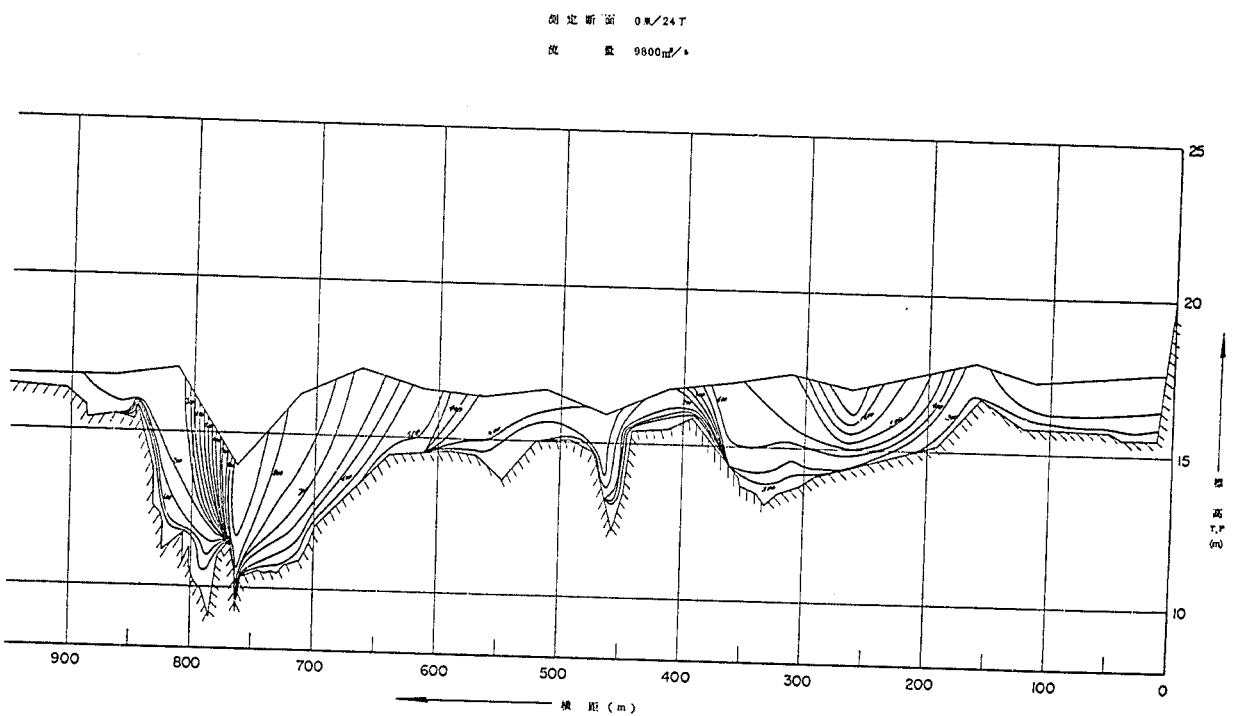
図－6－14　現状模型における等速線図



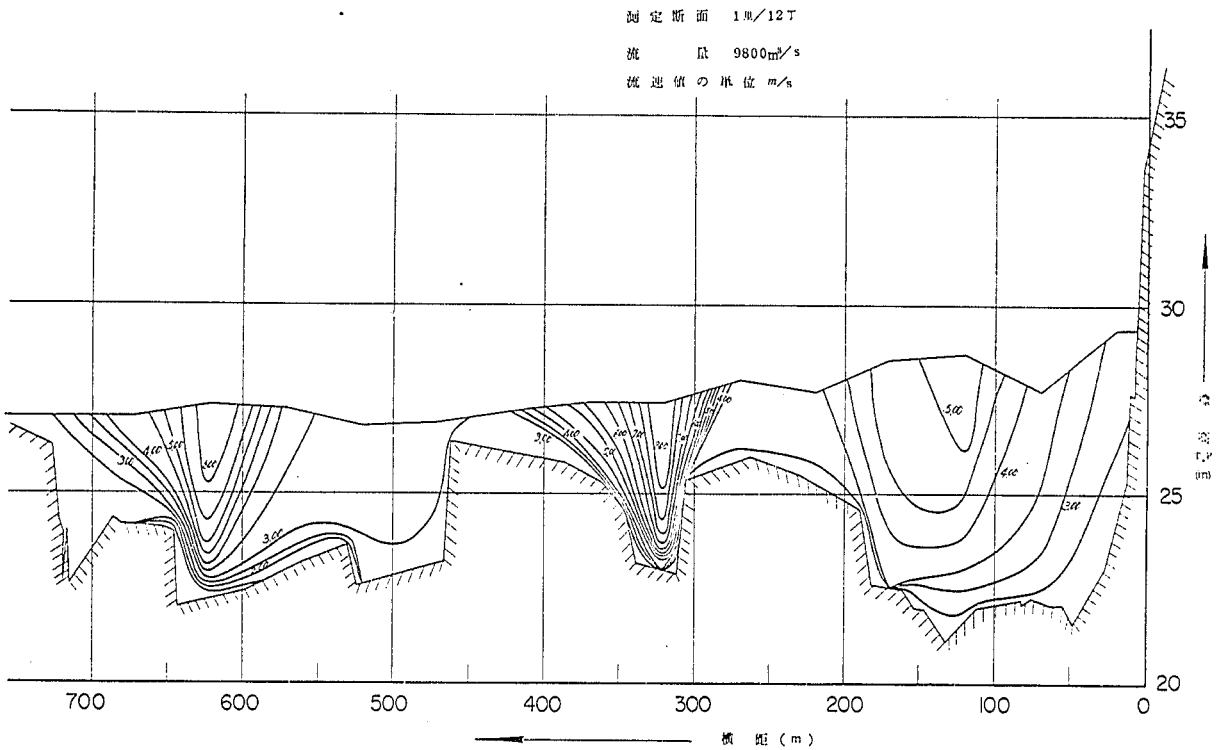
図－6－15　現状模型に於ける等速線図



図－6－16　現状模型に於ける等速線図



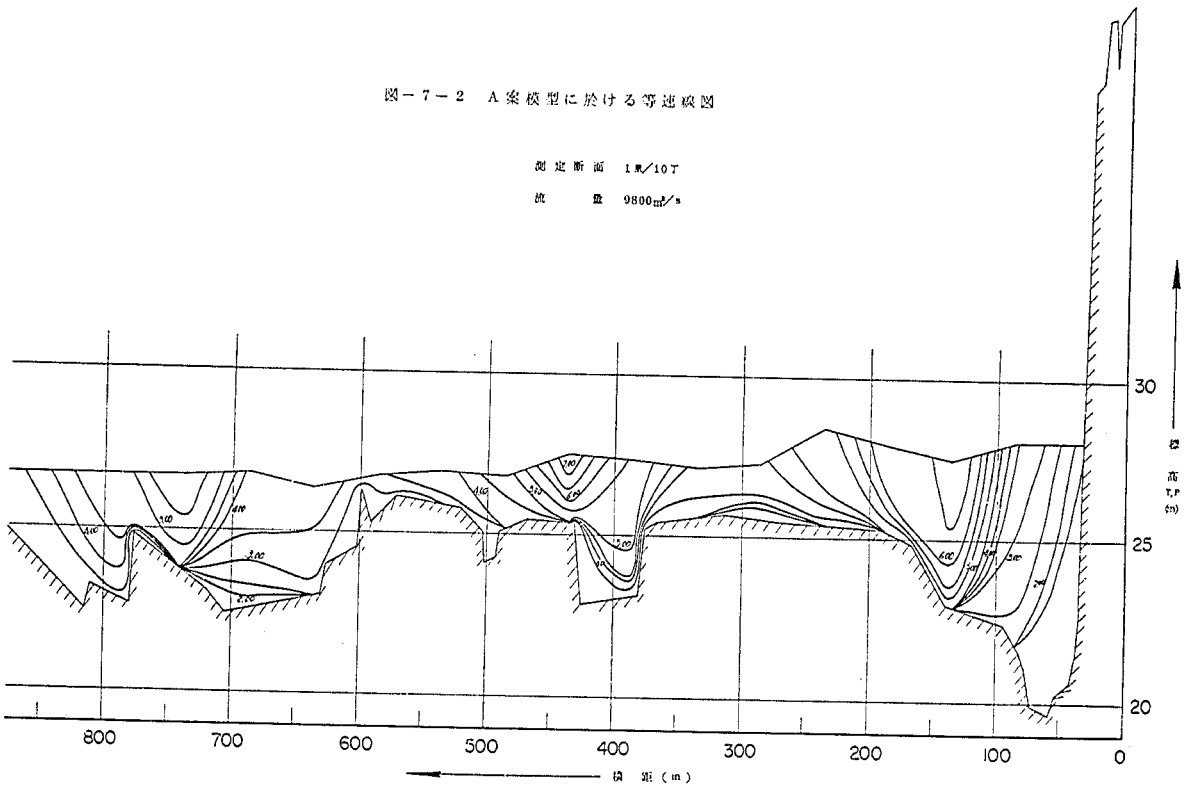
図－７－１　Ａ案模型に於ける等速線図



図－７－２　Ａ案模型に於ける等速線図

測定断面　1米／10下

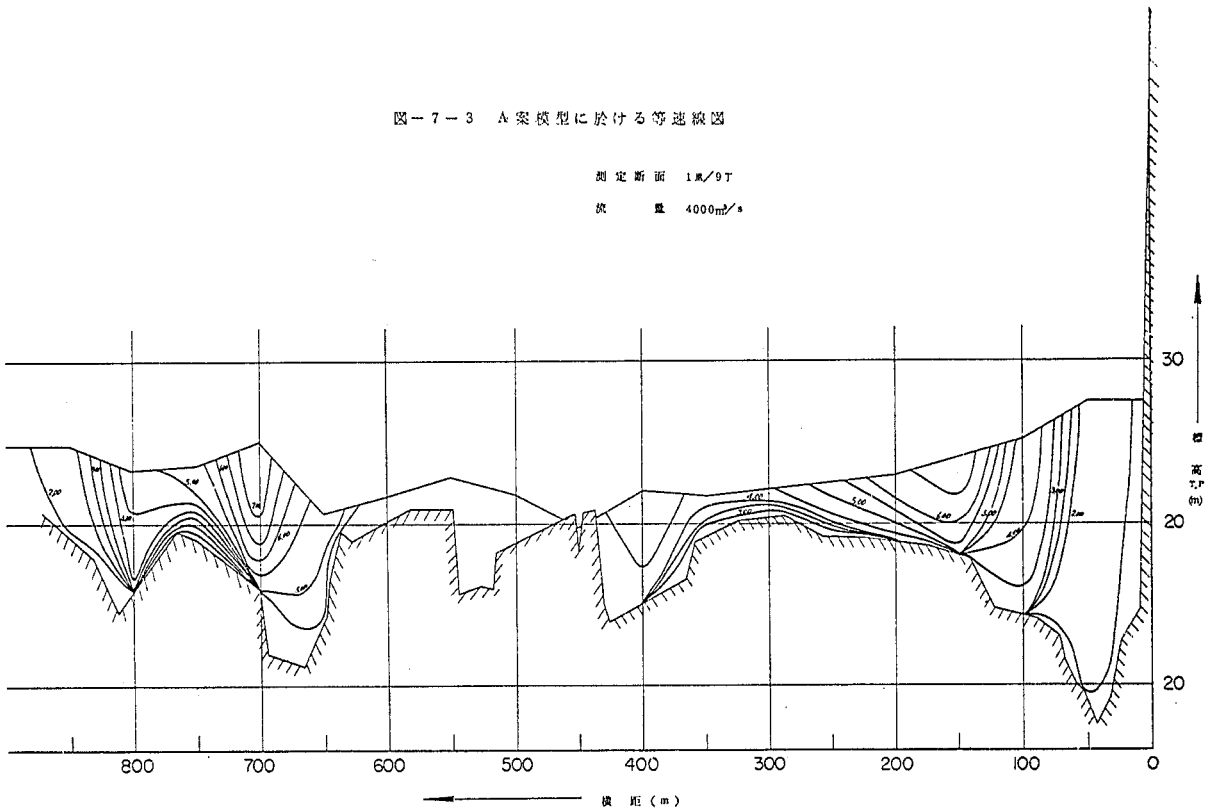
流　　量　9800m³／s



図－７－３　Ａ案模型に於ける等速線図

測定断面　1/100

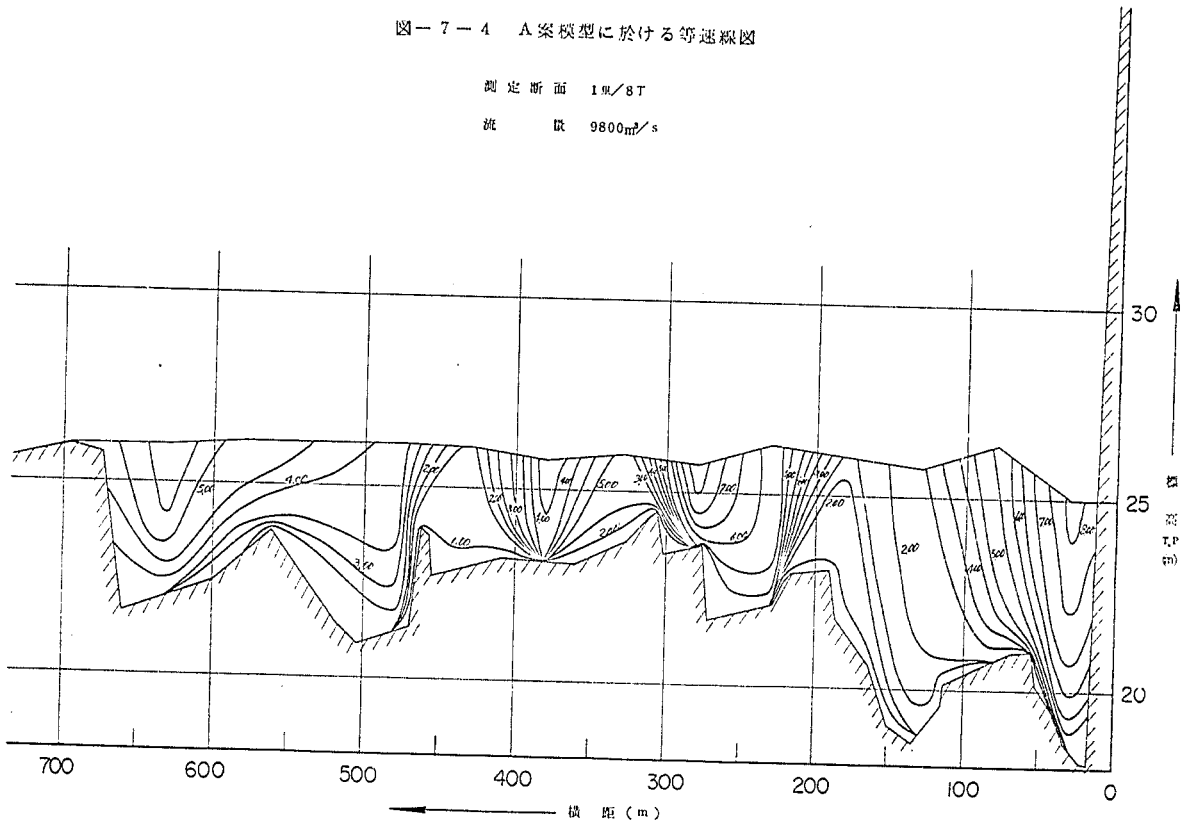
流　　量　4000m³/s



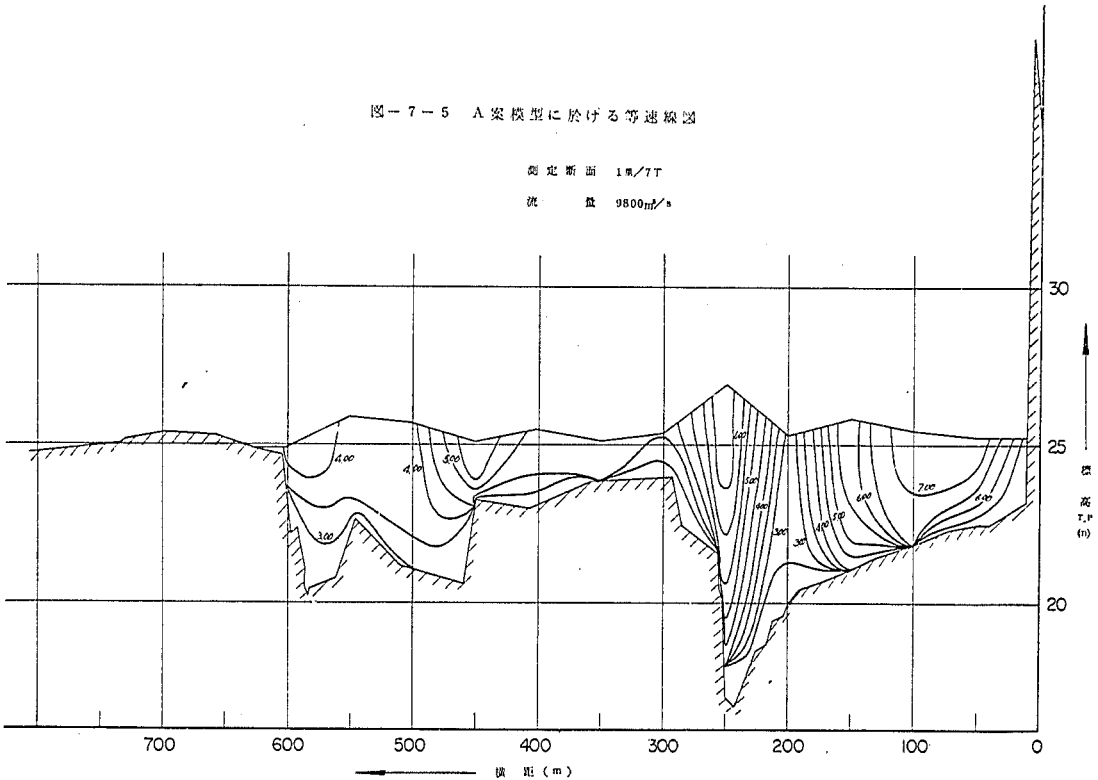
図－７－４　Ａ案模型に於ける等速線図

測定断面　1単／8T

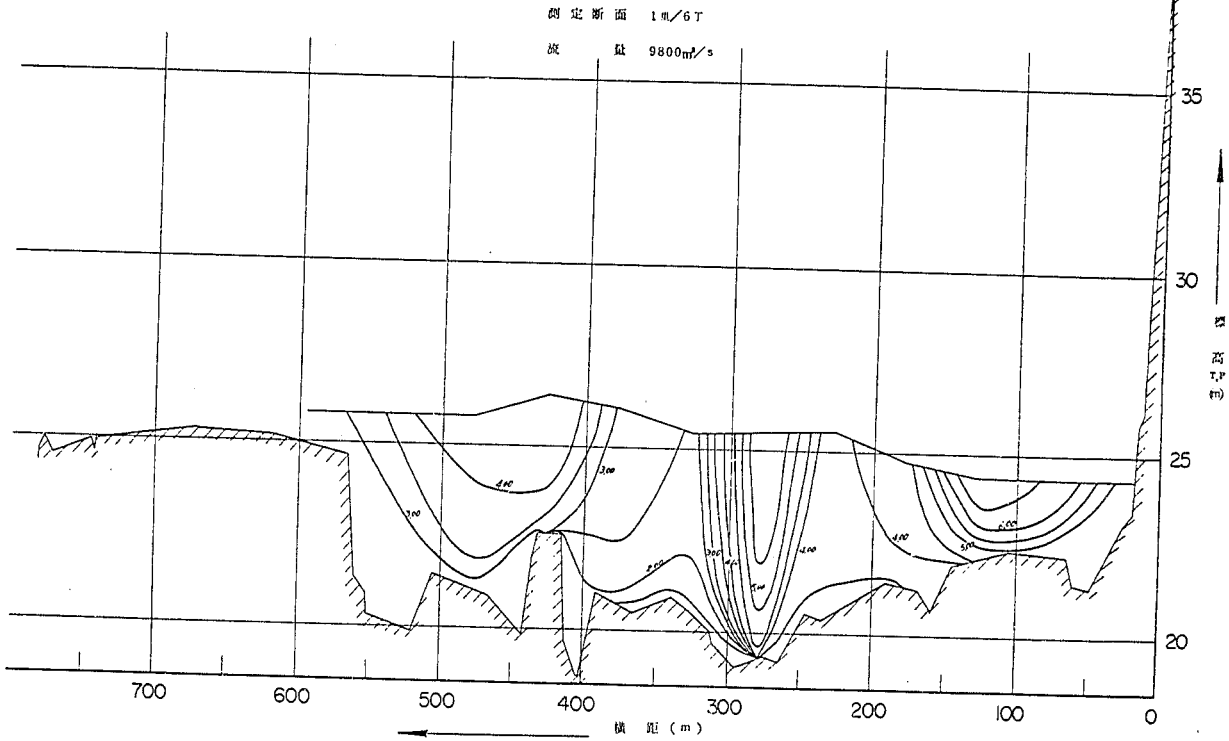
流　　量　9800m³／s



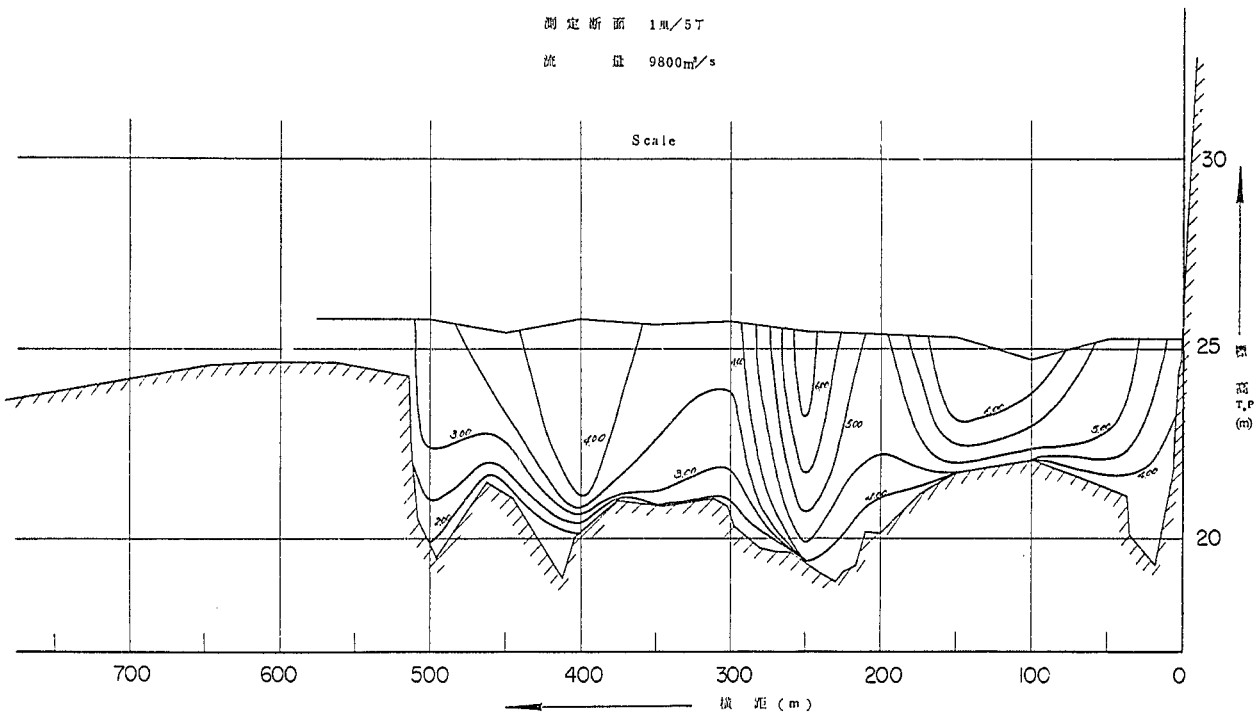
図－７－５　Ａ案模型に於ける等速線図



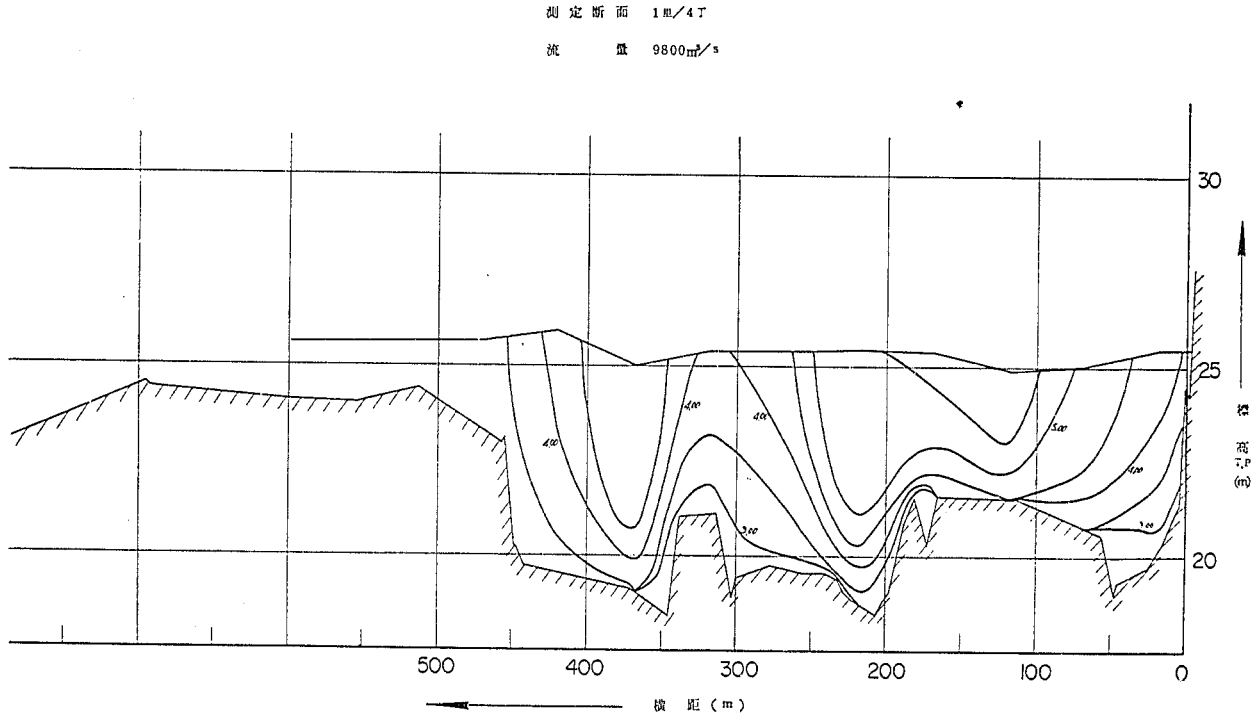
図－７－６　Ａ案模型に於ける等速線図



図－７－７　Ａ案模型に於ける等速線図



図－７－８　Ａ案模型に於ける等速線図



図－７－９　Ａ案模型に於ける等速線図

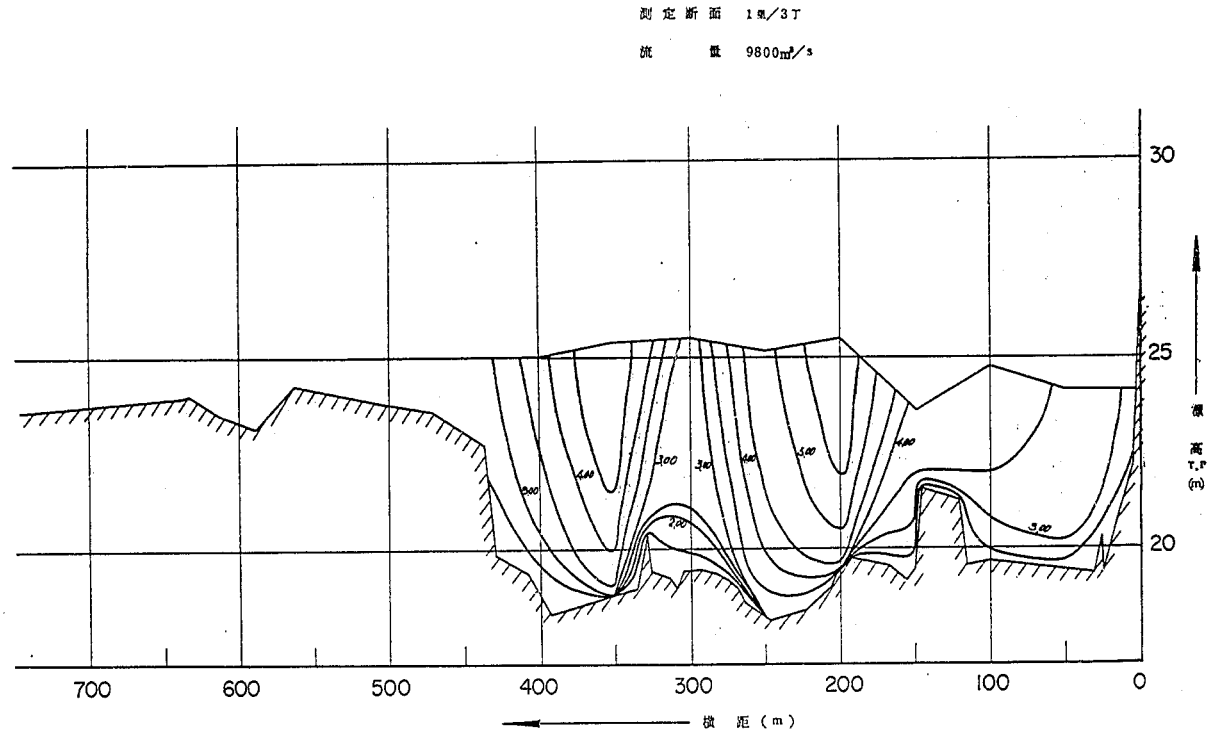
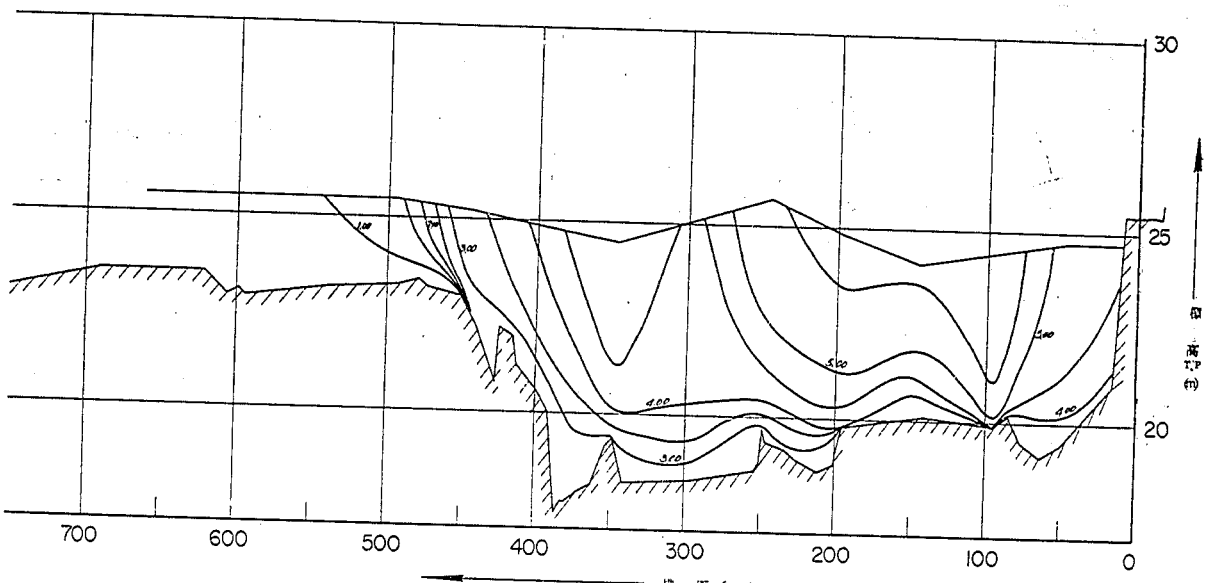


図--7--10　A案模型に於ける等速線図

測定断面　1/2T

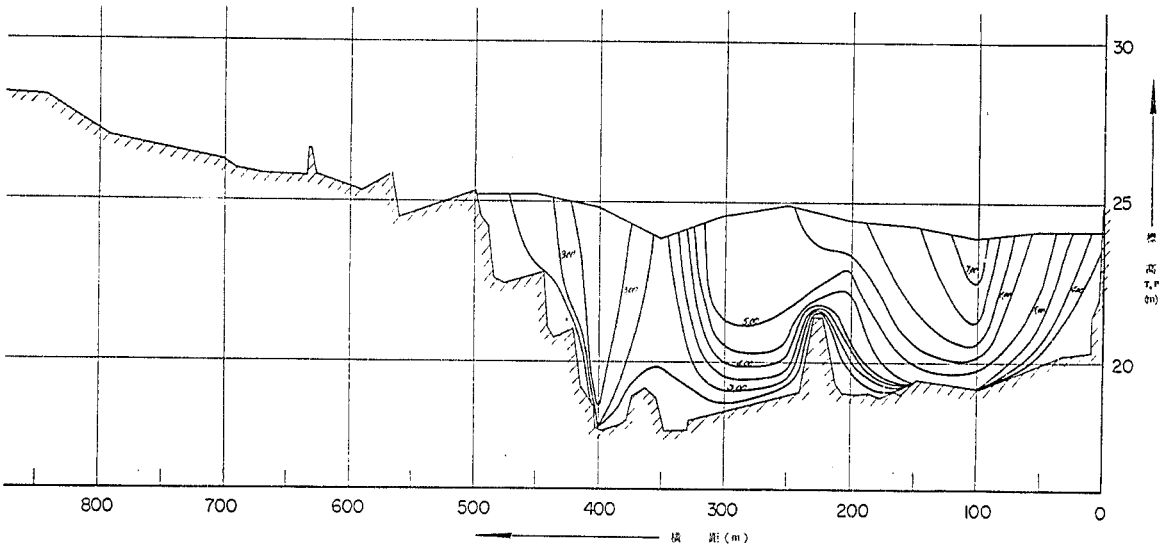
流　　量　9800m³/s



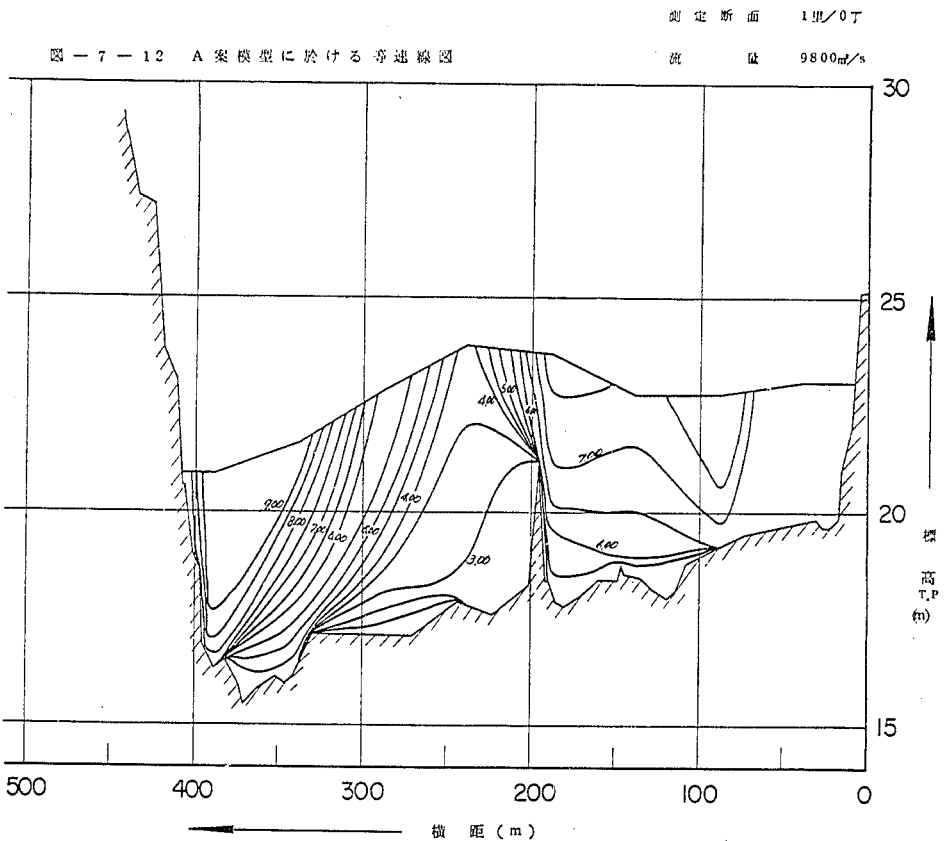
図－7－11　A案模型に於ける等速線図

測定断面　1m／1T

流　　量　9800m³／s



図－7－12　A案模型に於ける等速線図

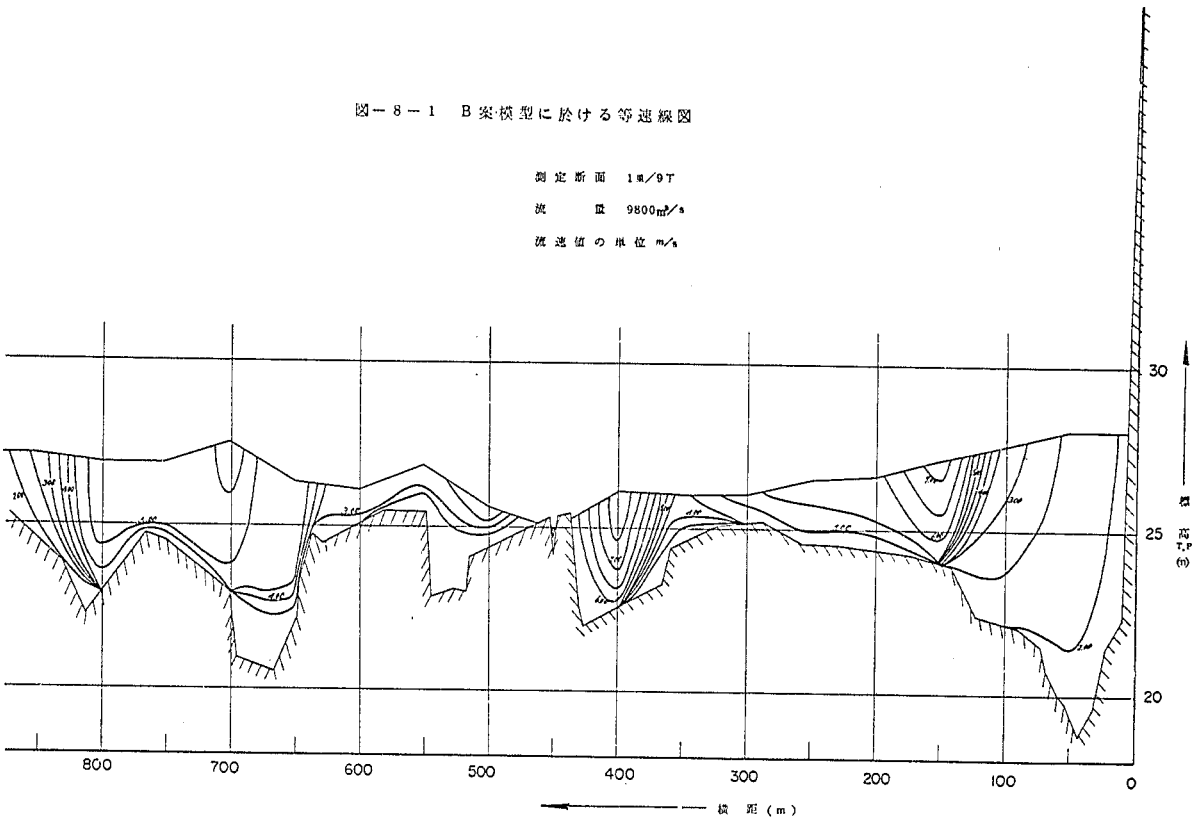


図－８－１　Ｂ案模型に於ける等速線図

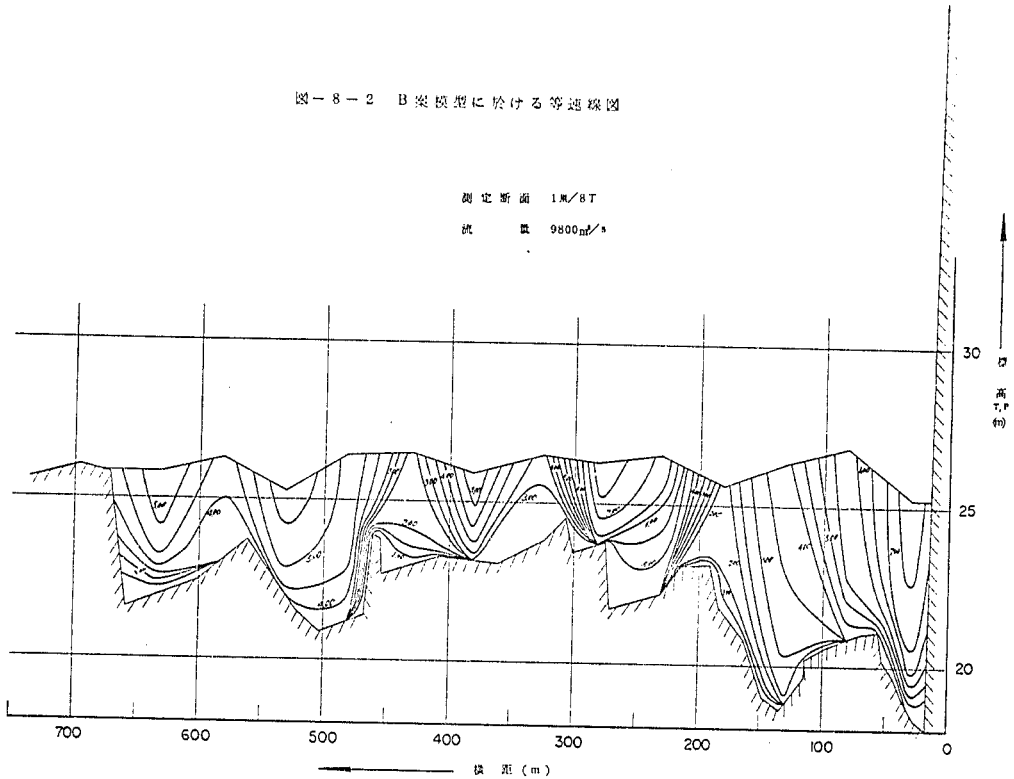
測定断面　1m／9T

流　　量　9800m³/s

流速値の単位 m/s



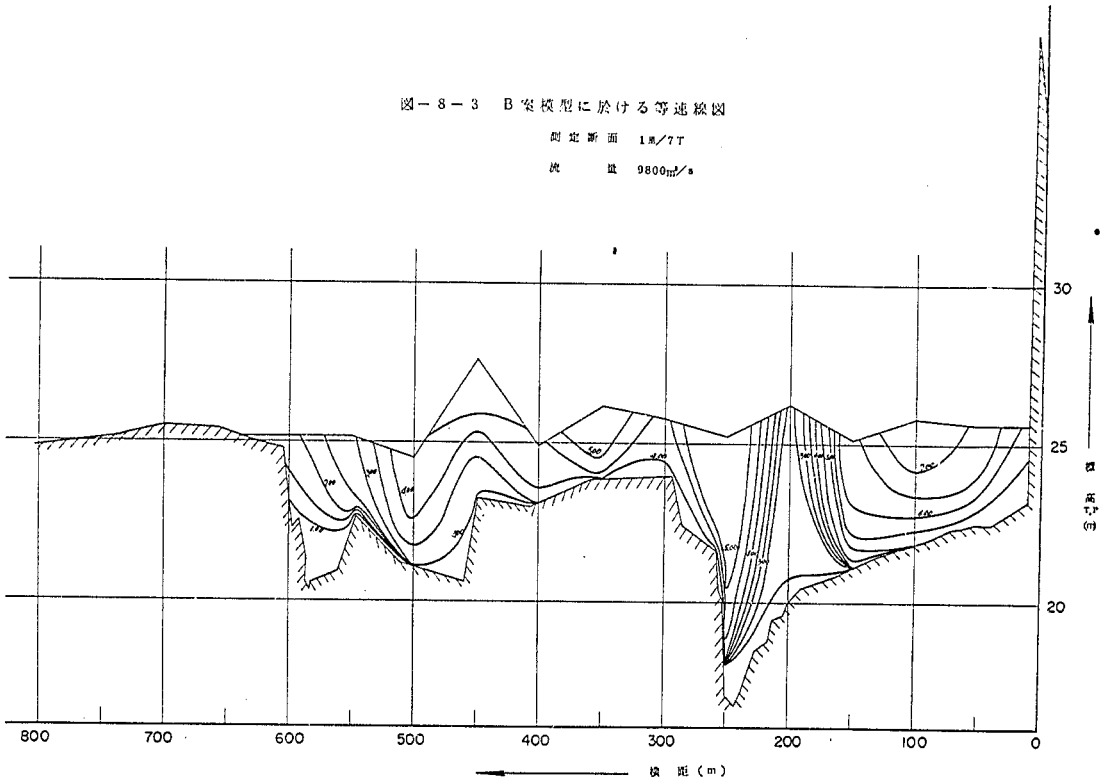
図－８－２　Ｂ案模型に於ける等速線図



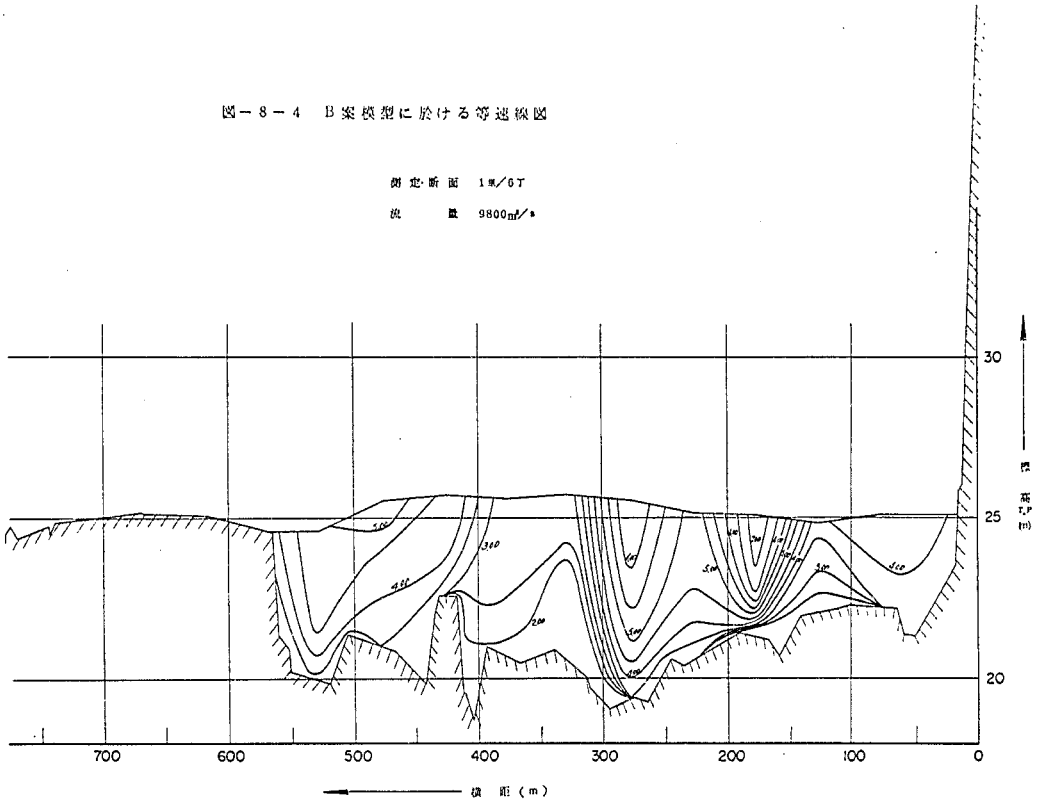
図－８－３　Ｂ案模型に於ける等速線図

測定断面　1m／7T

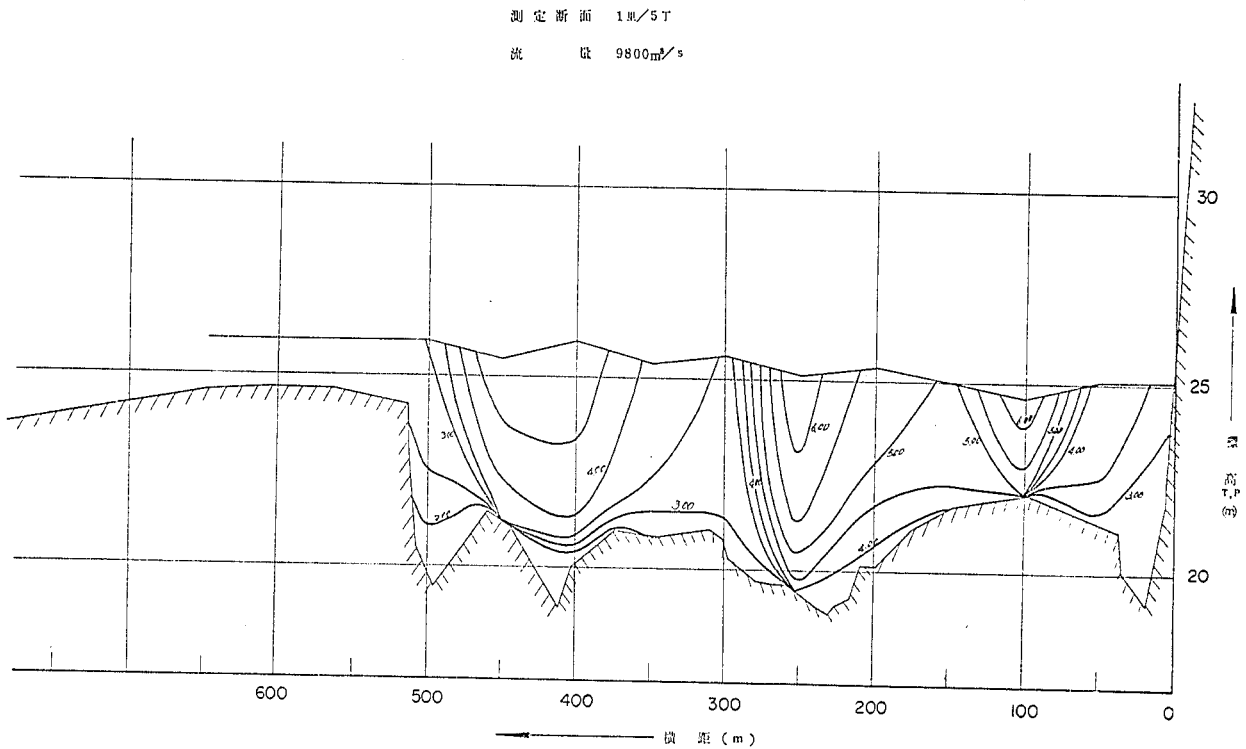
流　　量　9800m³／s



図－８－４　Ｂ案模型に於ける等速線図



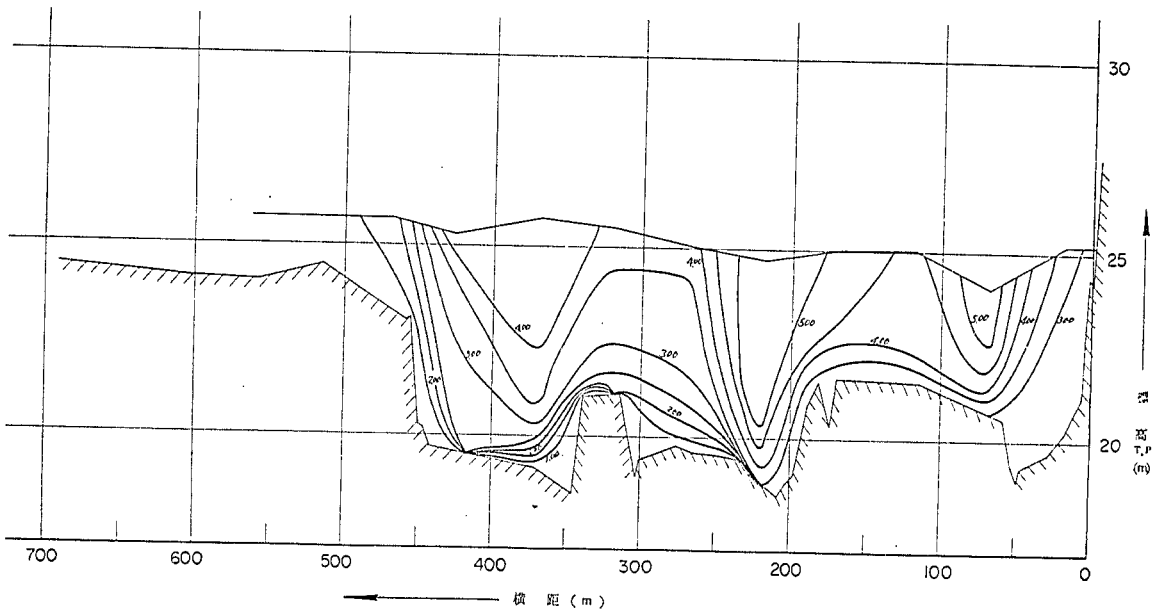
図－８－５　Ｂ案模型に於ける等速線図



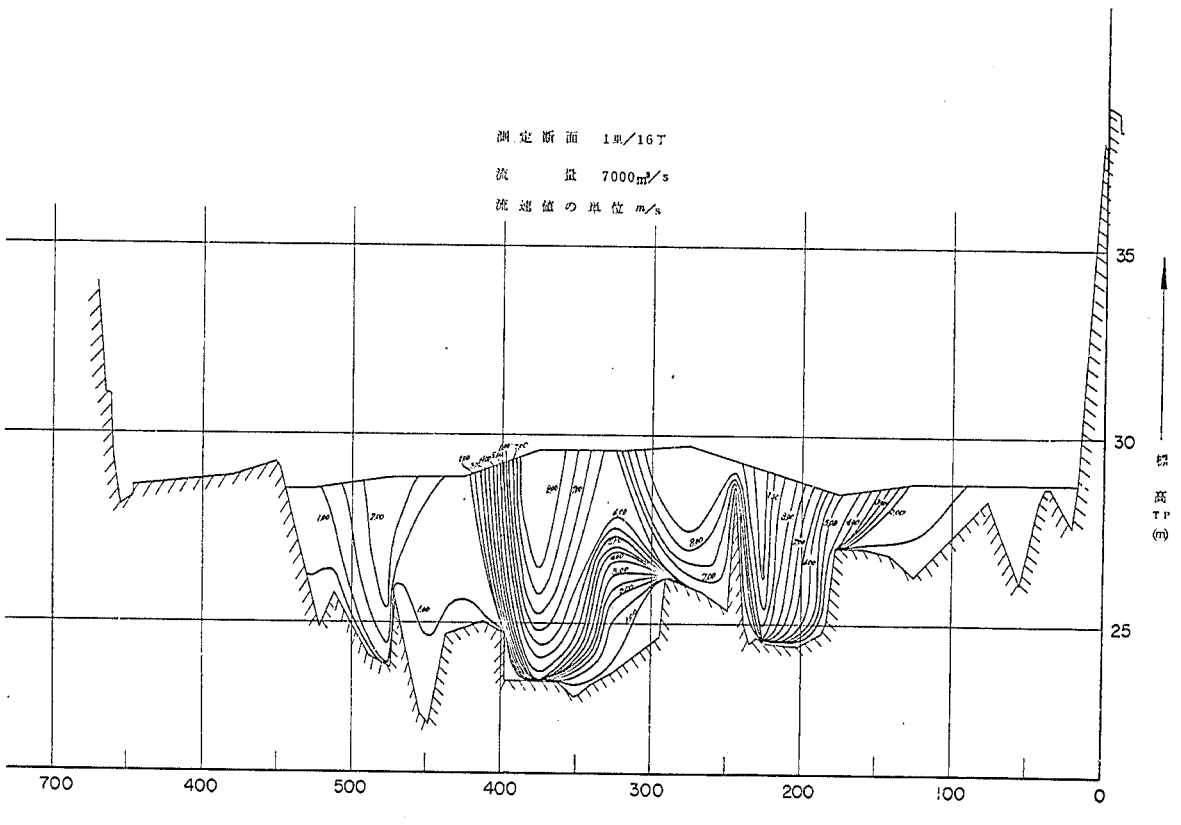
図－８－６　Ｂ案模型に於ける等速線図

測定断面　1m／4T

流　　量　9800m³／s



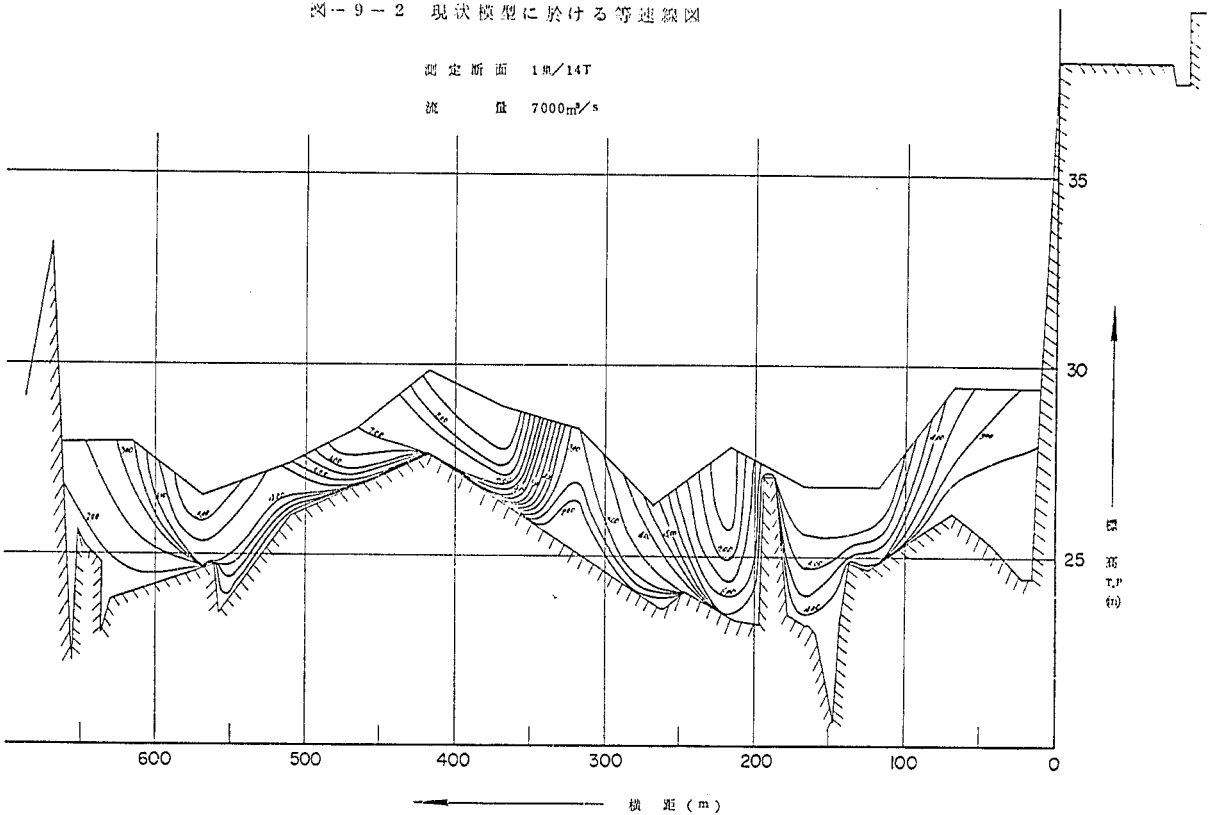
図－9－1　現状模型に於ける等速線図



図－9－2　現状模型に於ける等速線図

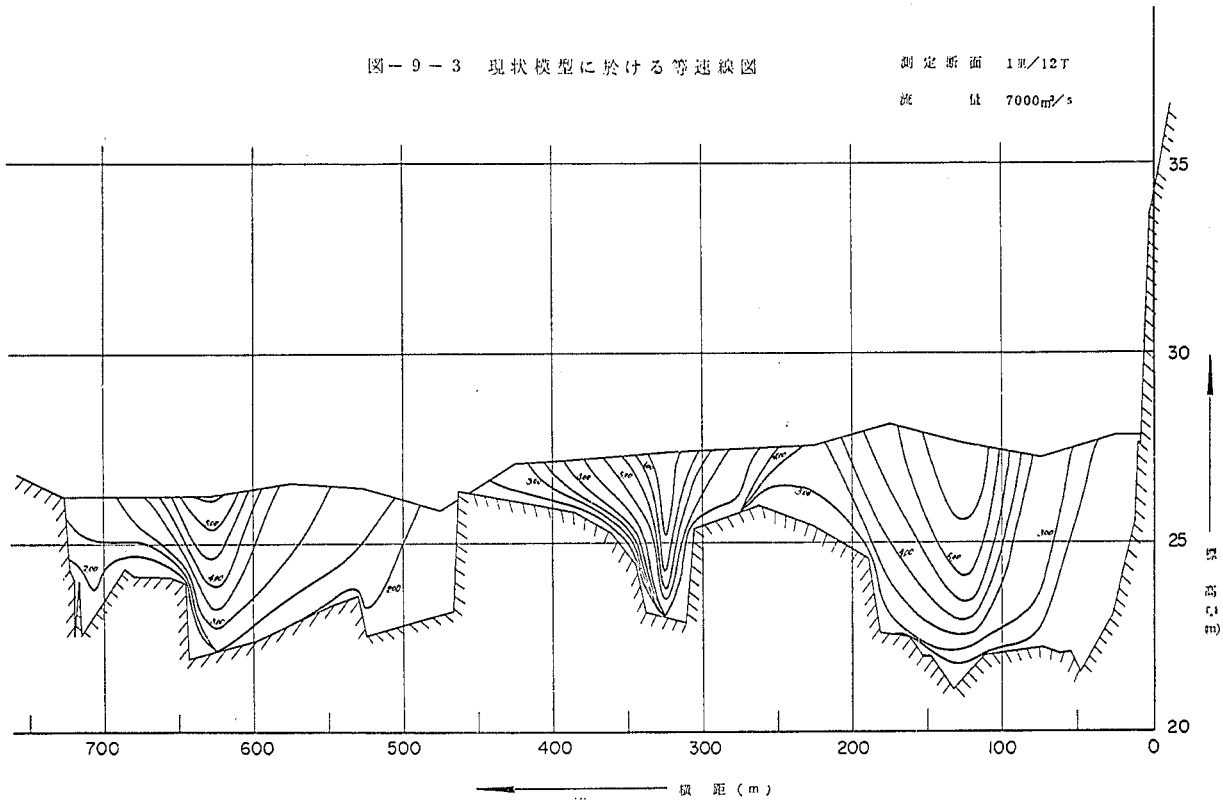
測定断面　1m／14T

流　　量　7000m³/s

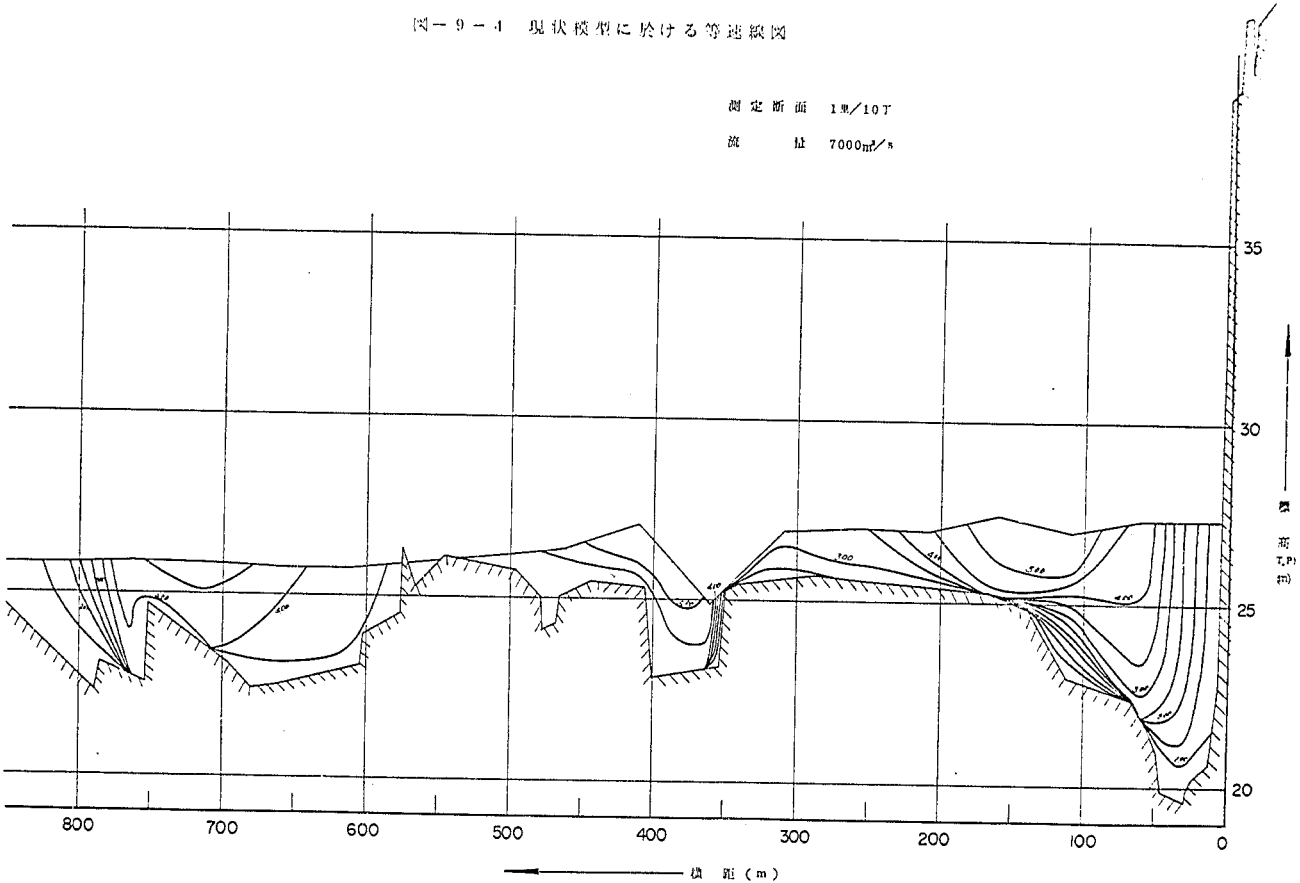


図－９－３　現状模型に於ける等速線図

測定断面　1/200
流　　量　7000m³/s



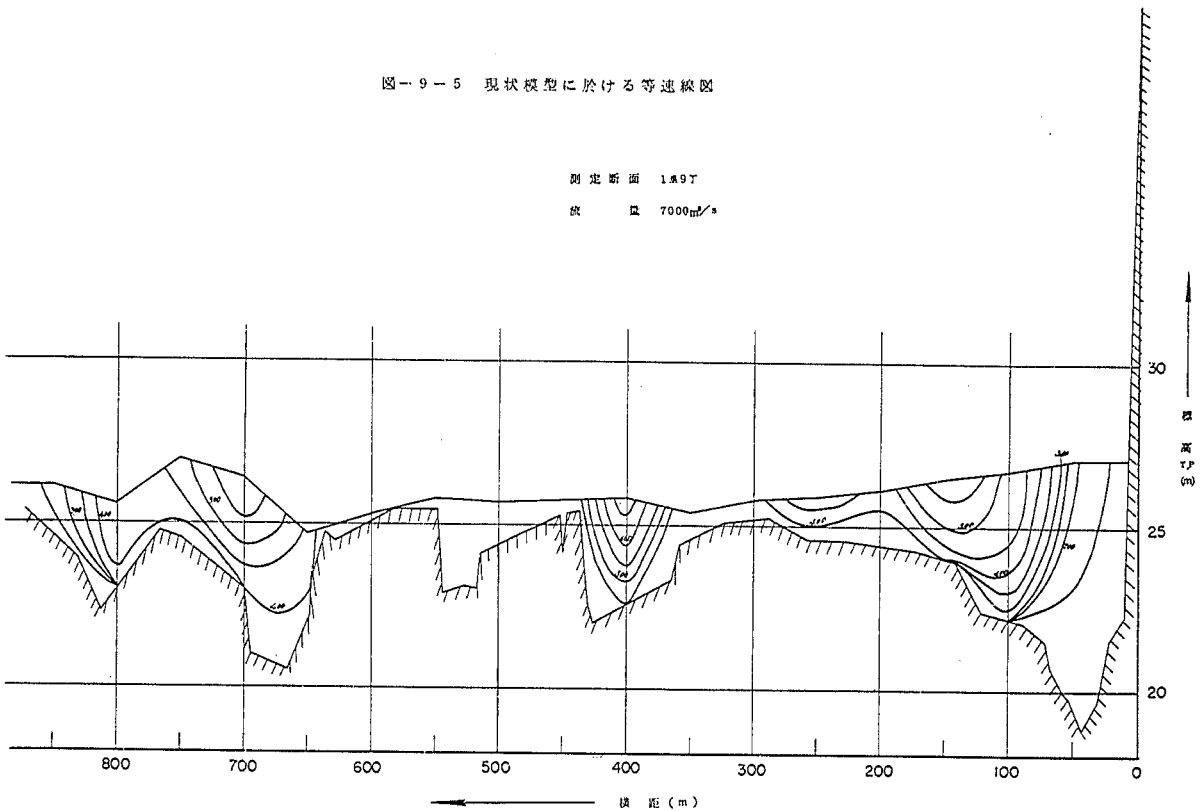
図－９－４　現状模型に於ける等速線図



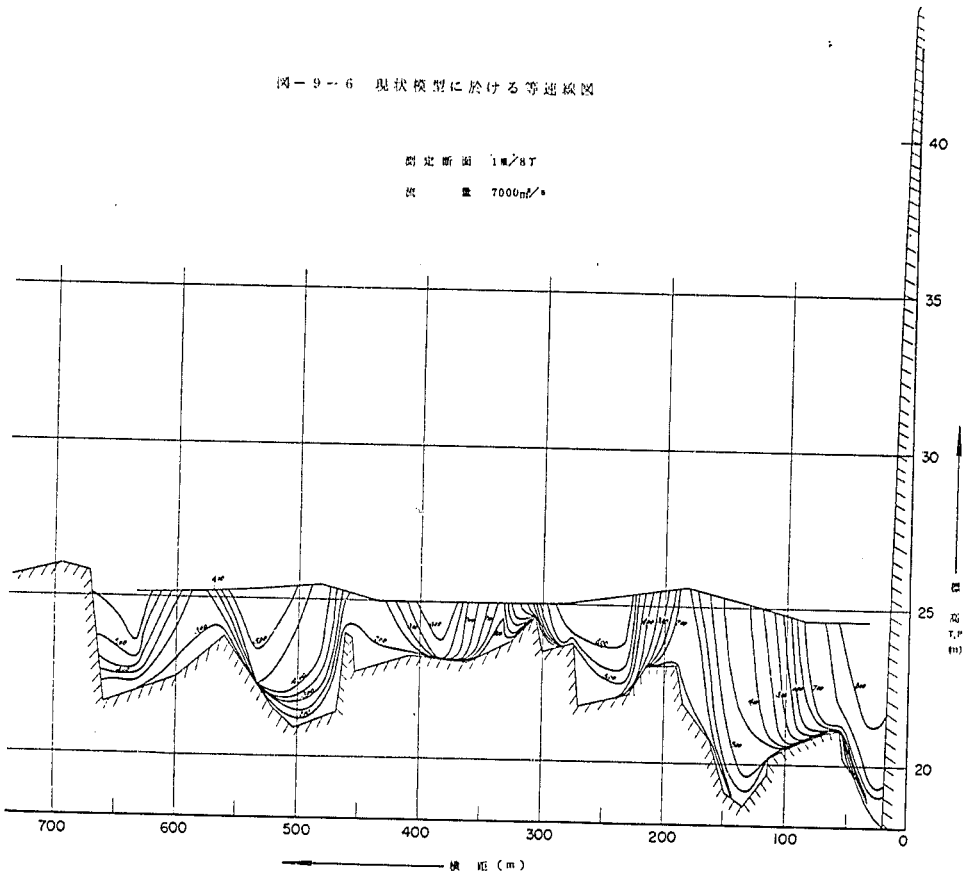
図－９－５　現状模型に於ける等速線図

測定断面　1/39T

流　　量　7000m³/s



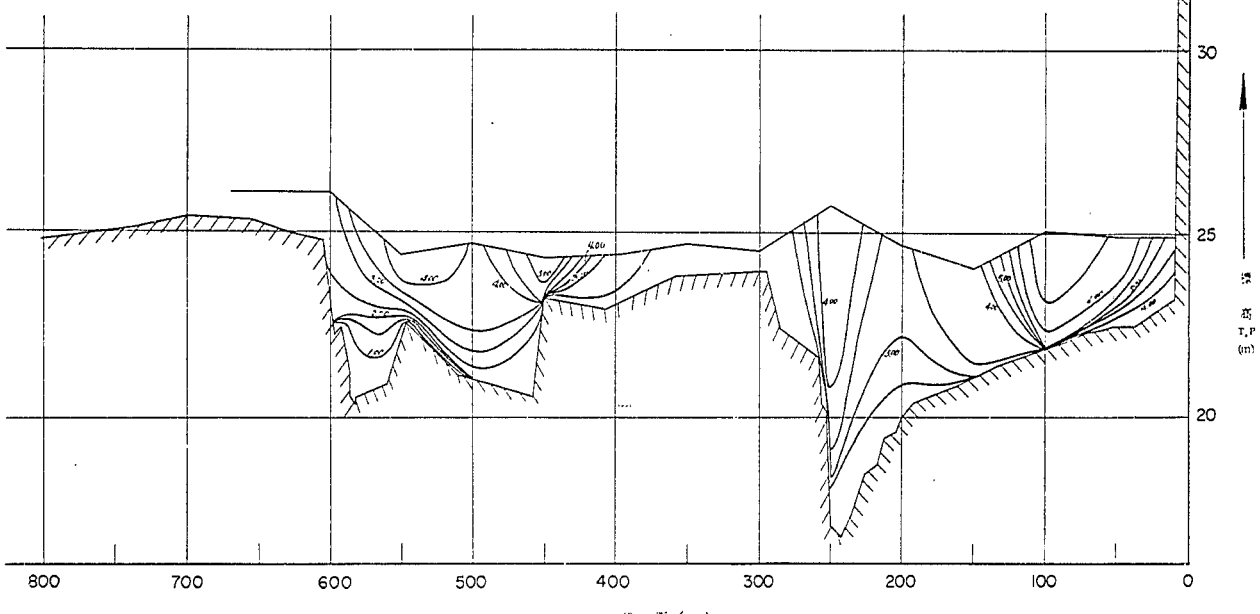
図－9－6　現状模型に於ける等速線図



図－９－７　現状模型に於ける等速線図

測定断面　1/100

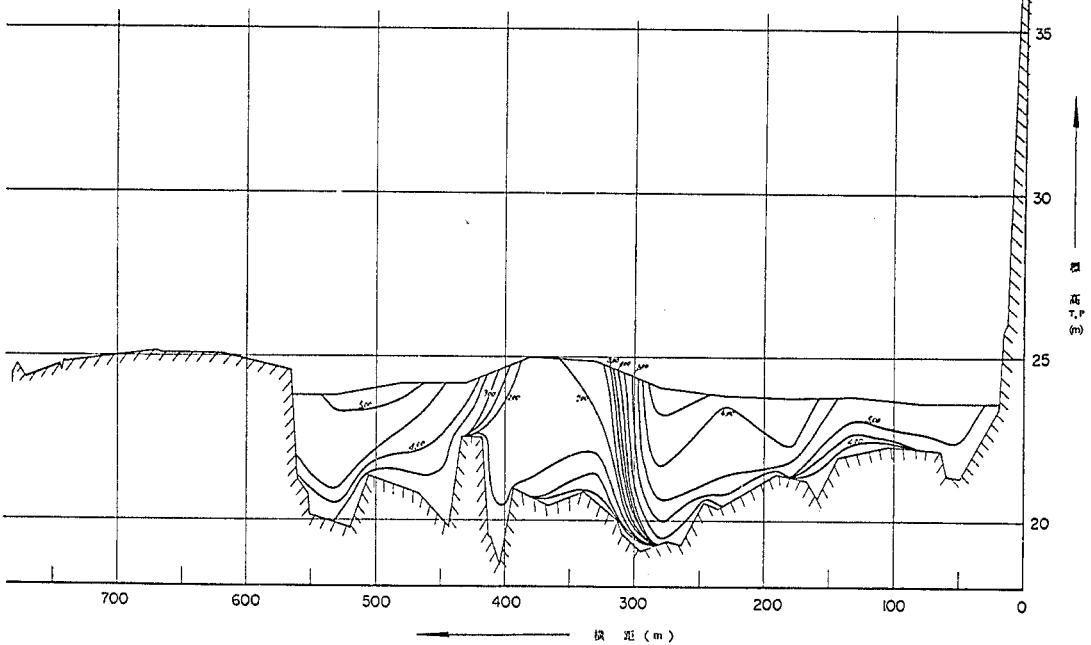
流　　量　7000m³/s



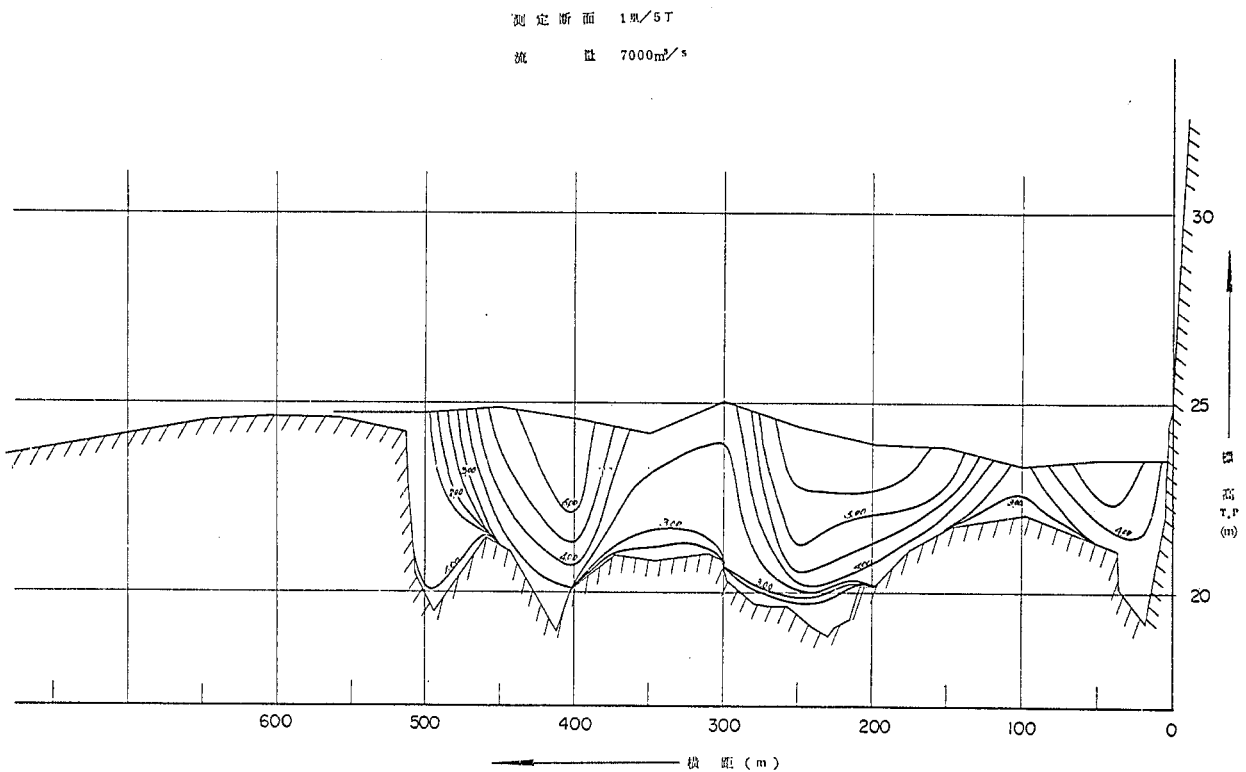
図－９－８　現状模型に於ける等速模図

測定断面　1/100

流　　量　7000m³/s



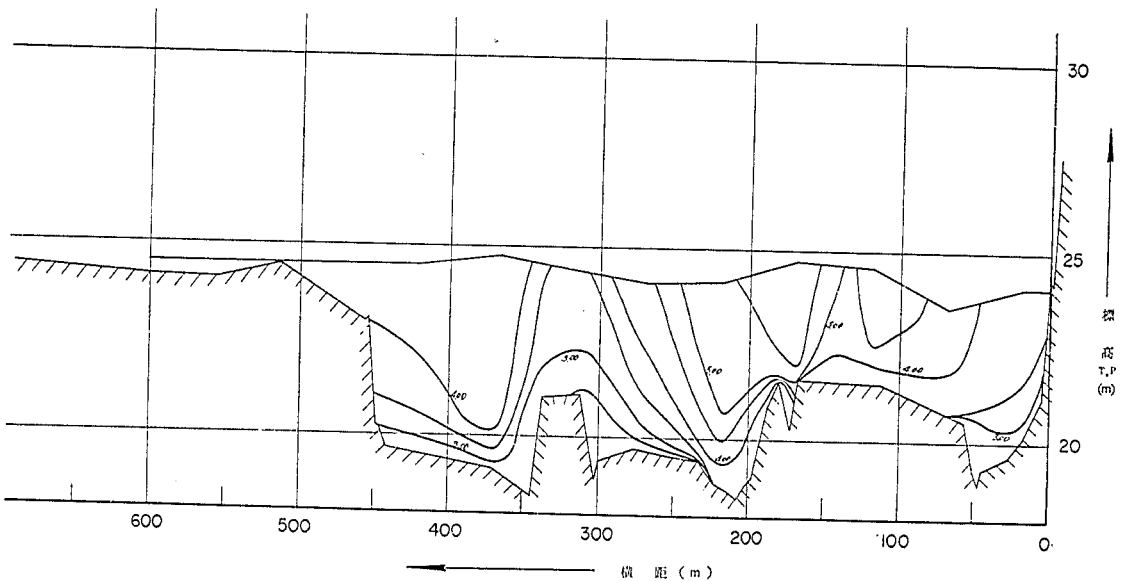
図－９－９　現状模型に於ける等速線図



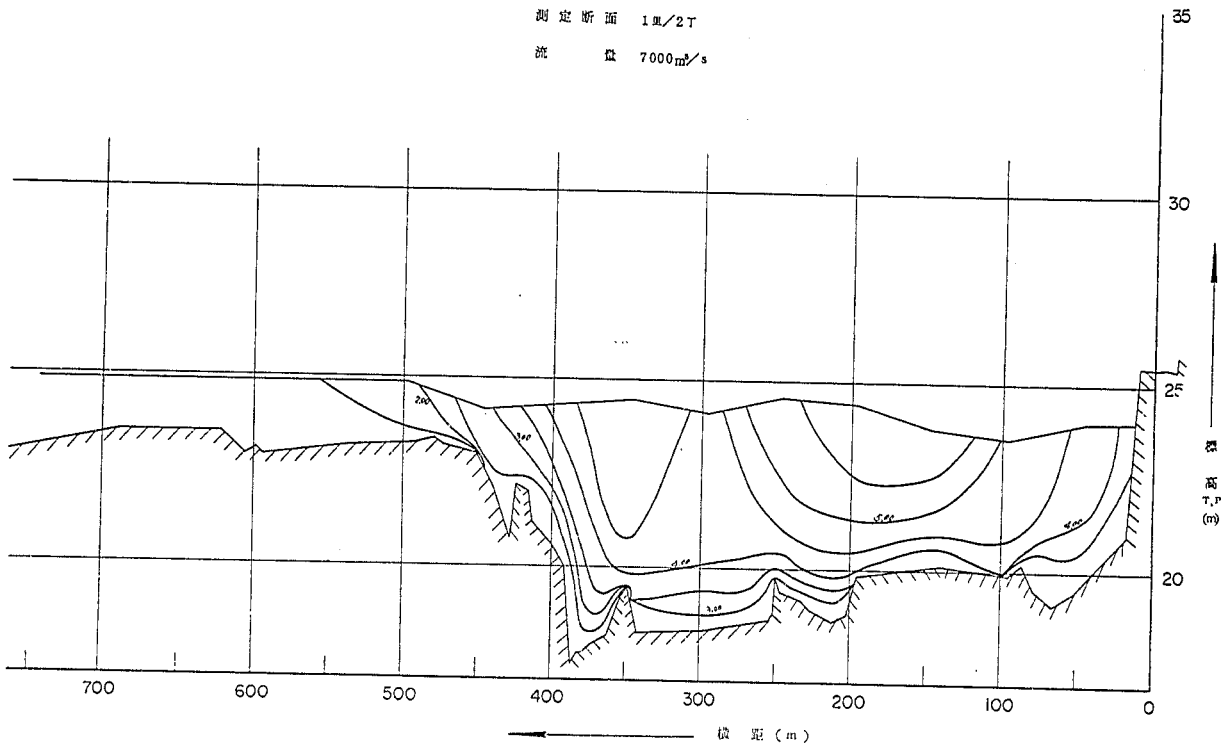
図－9－10　現状模型に於ける等速線図

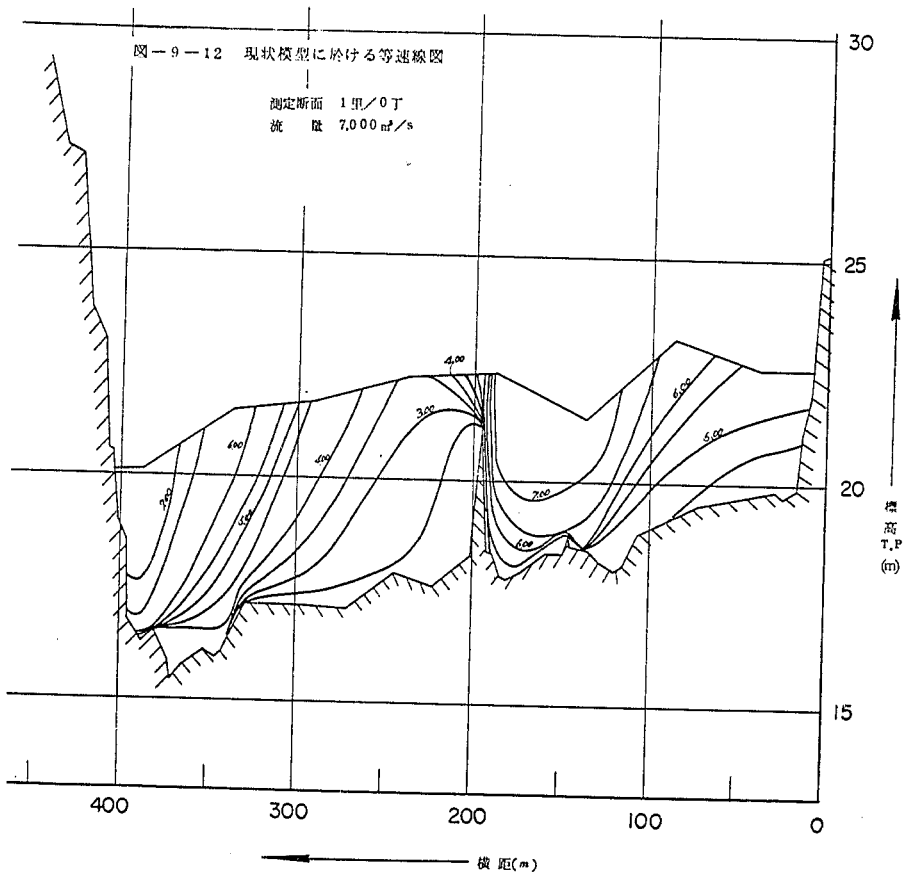
測定断面　1単／4丁

流　　量　7000m³／s

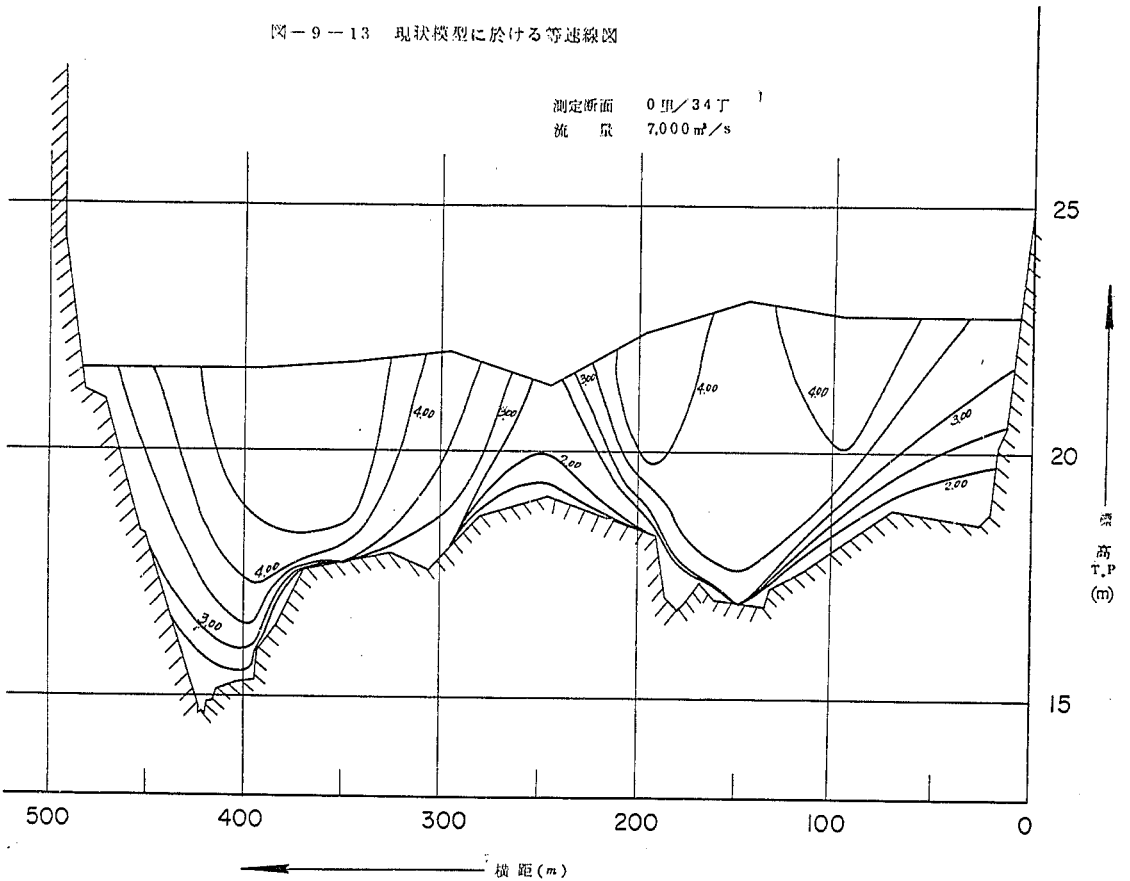


図－9－11　現状模型に於ける等速線図



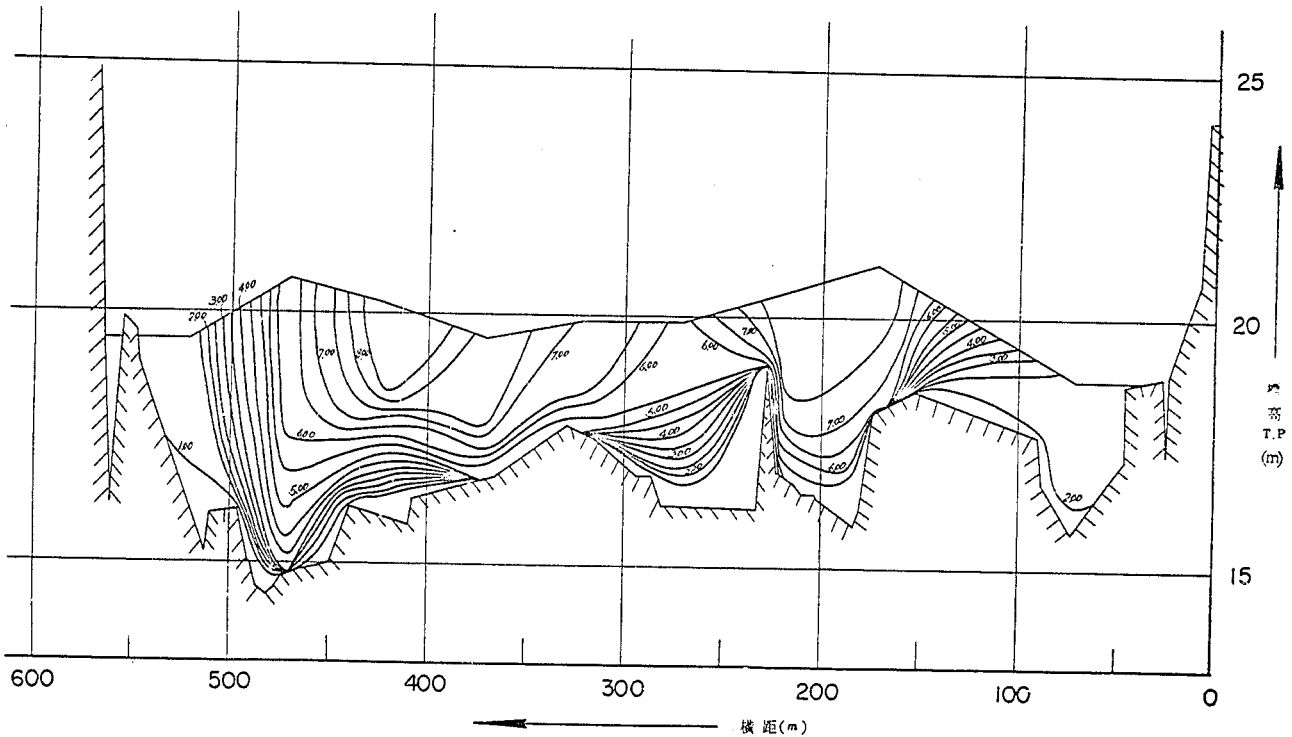

図－9－12　現状模型に於ける等速線図
測定断面　1里／0丁
流　　量　7,000 m³／s
4.00
3.00
6.00
5.00
7.00
30
25
20
15
標高 T.P (m)
400
300
200
100
0
横距(m)

図－9－13　現状模型に於ける等速線図

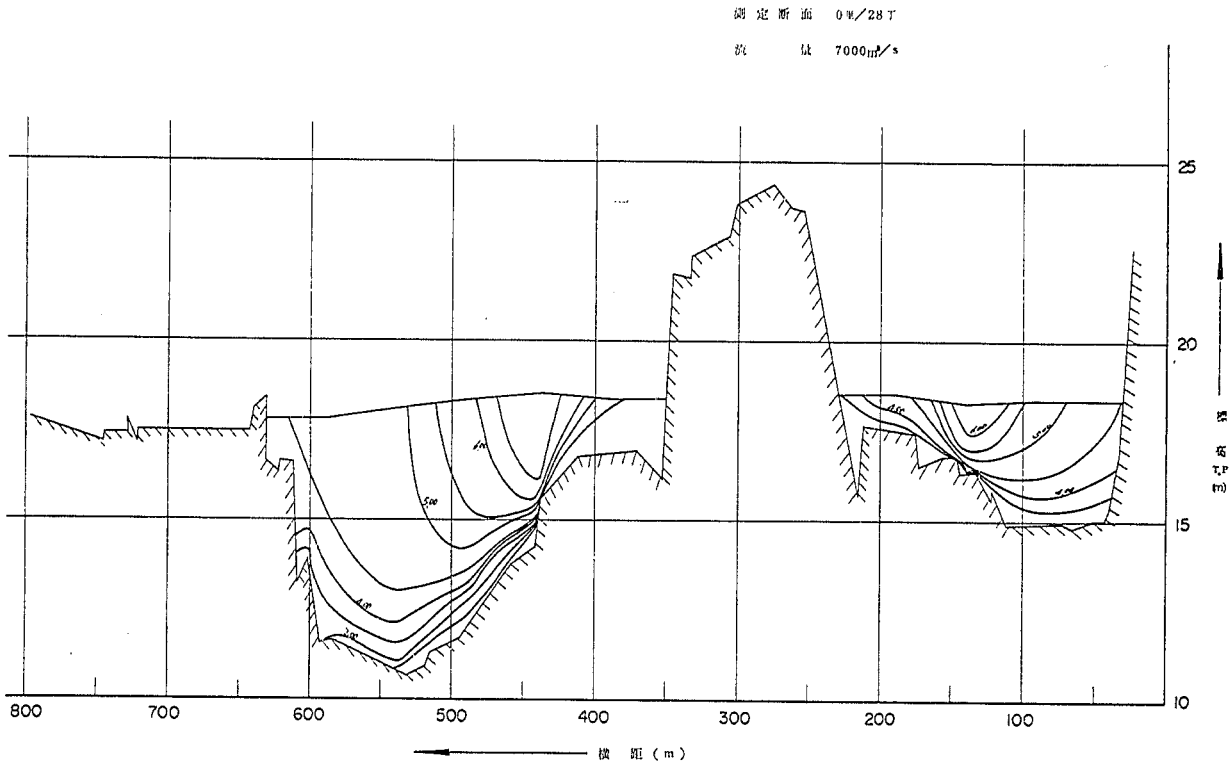


図－9－14　現状模型に於ける等速線図

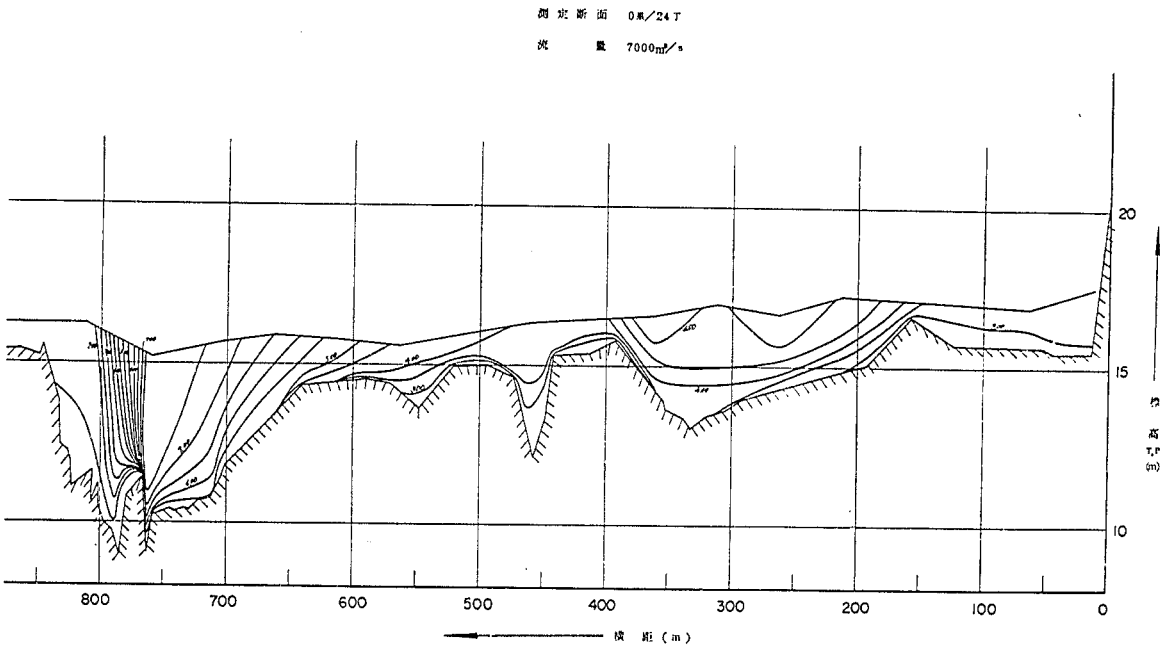
測定断面　0里／32丁
流　量　7,000㎥／s



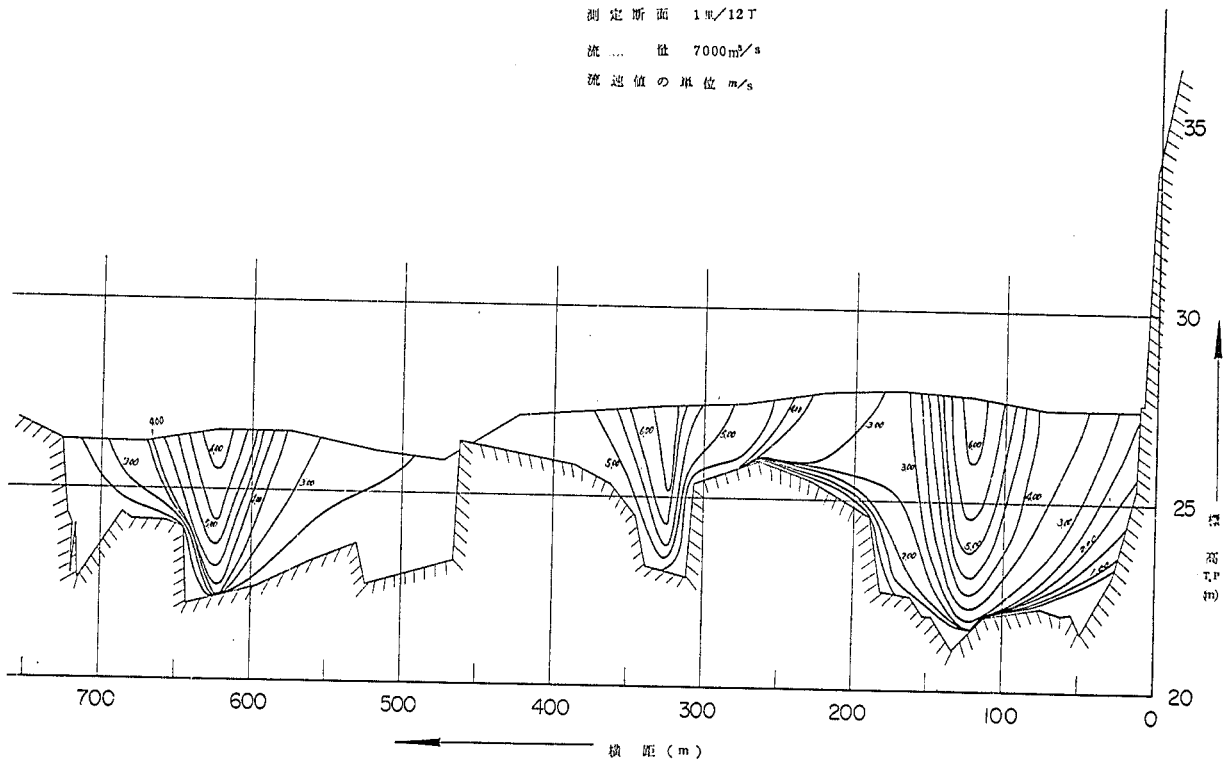
図－９－15　現状模型における等速線図



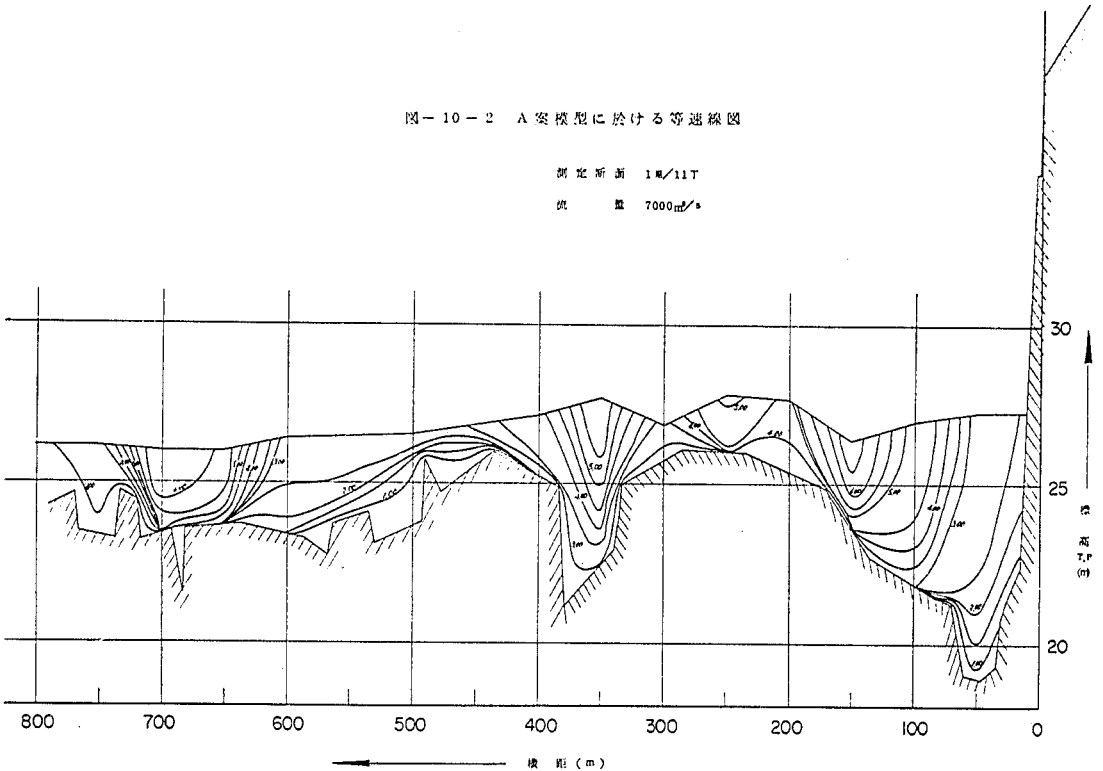
図－9－16　現状模型に於ける等速線図



図－10－1　A案模型に於ける等速線図



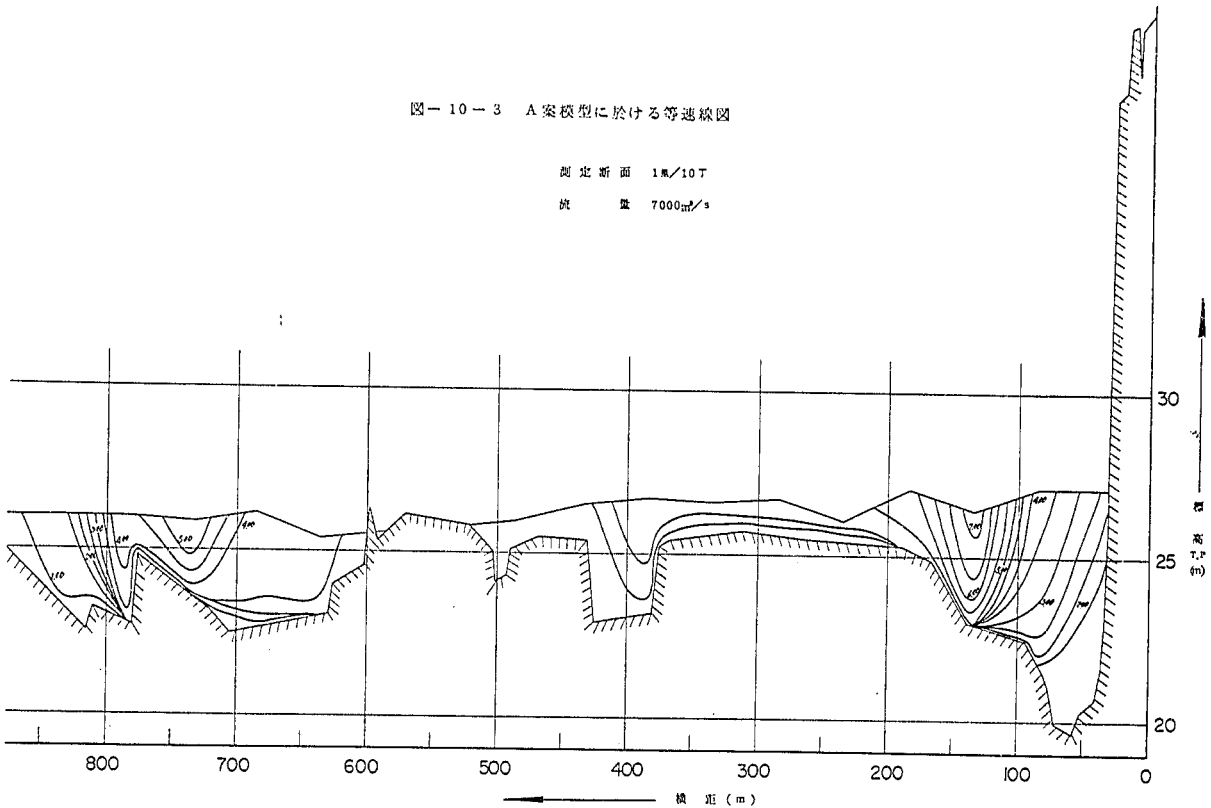
図－10－2　A案模型に於ける等速線図



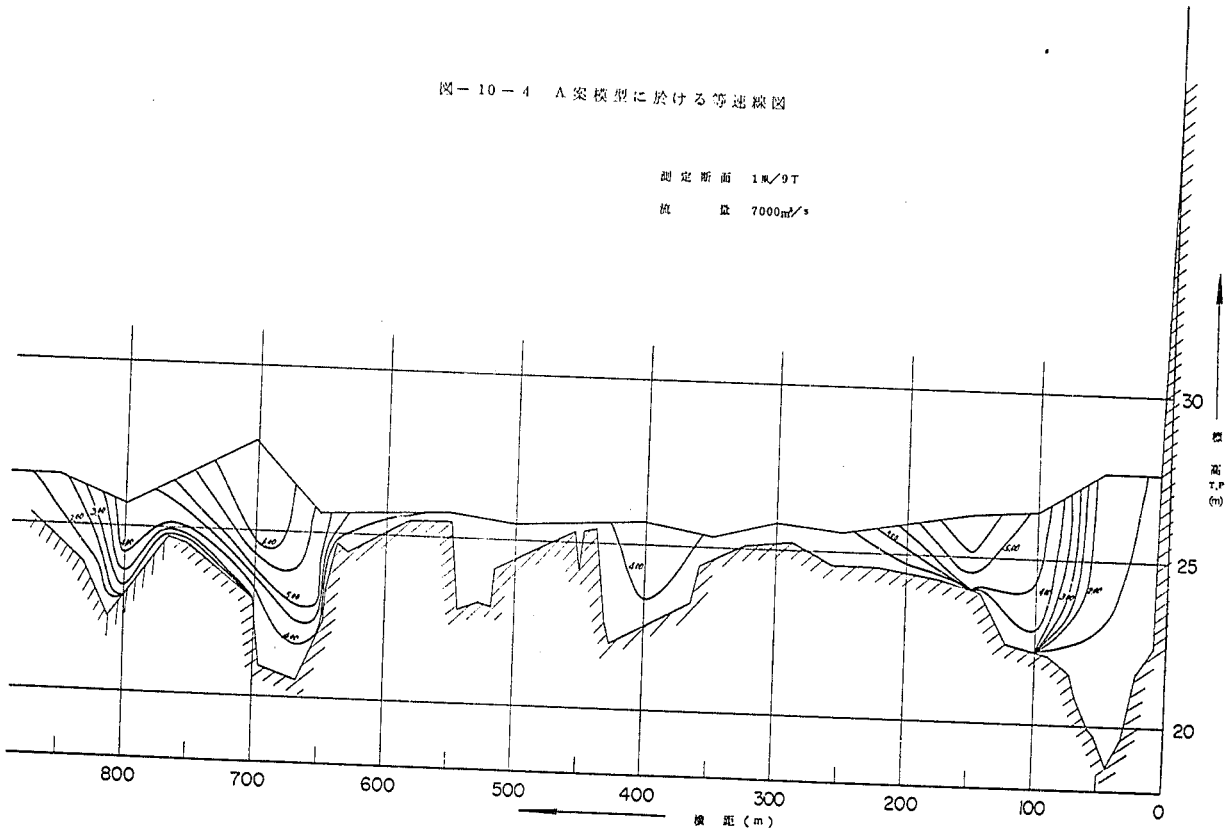
図－10－3　A案模型に於ける等速線図

測定断面　1m／10T

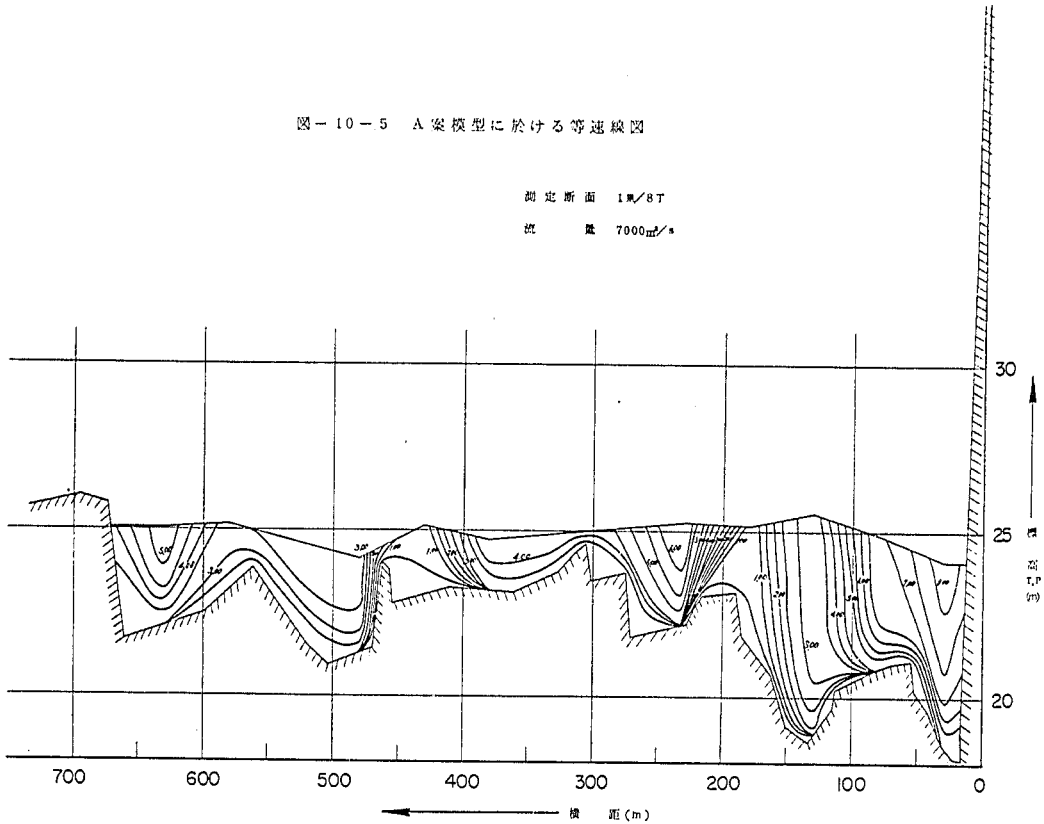
流　　量　7000m³／s



図－10－4　A案模型に於ける等速線図



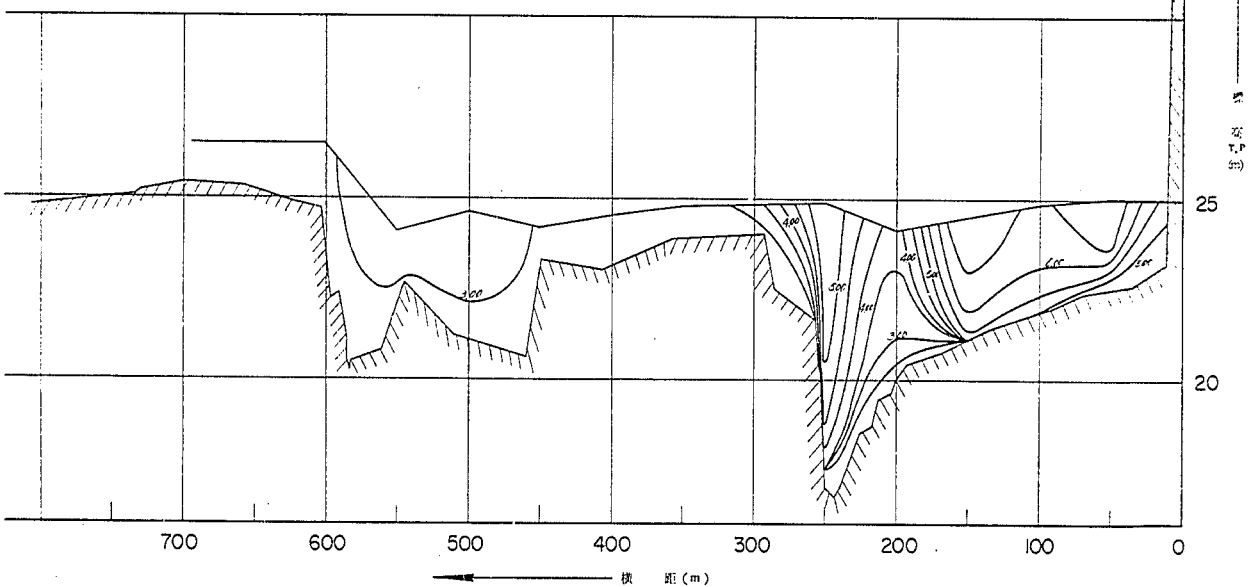
図－10－5　A案模型に於ける等速線図



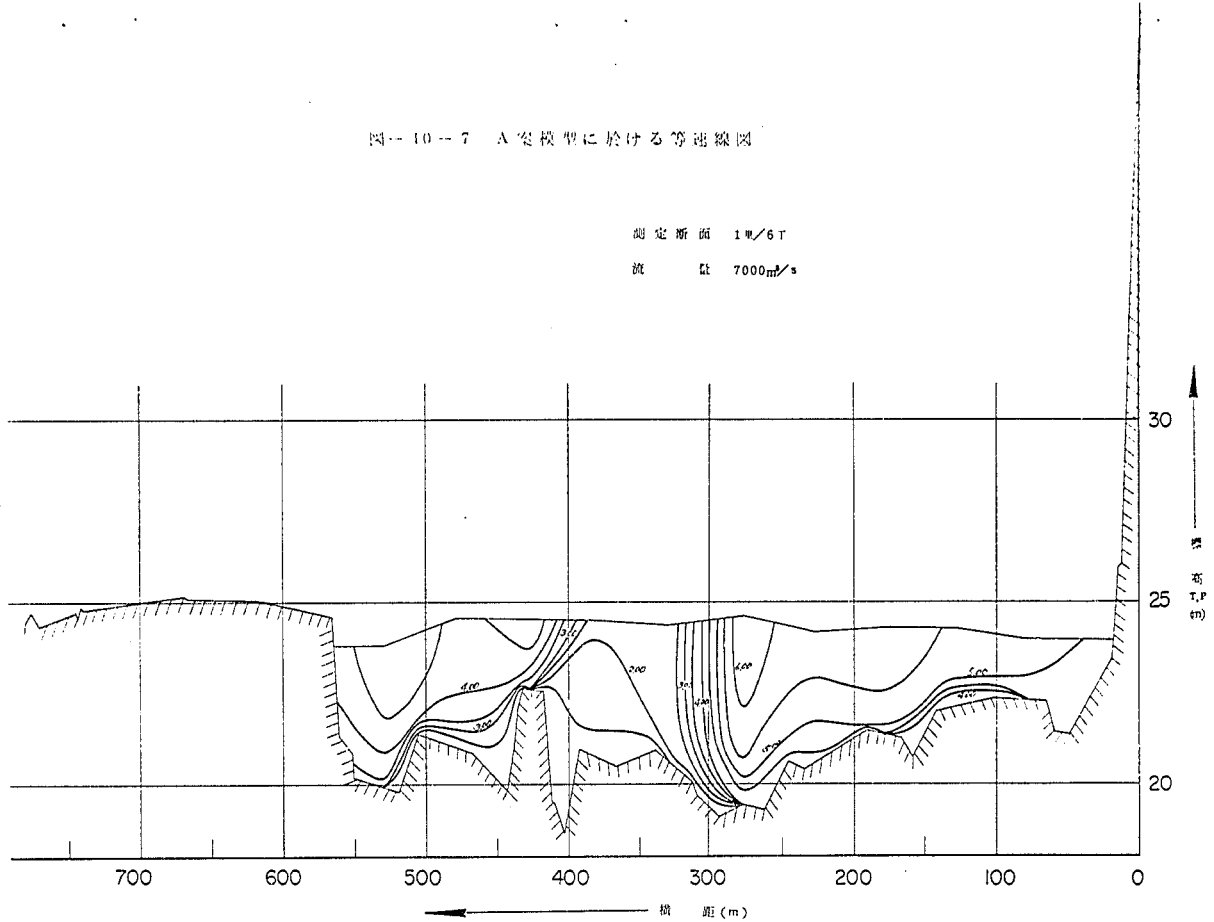
図－10－6　A案模型に於ける等速線図

測定断面　1m/7T

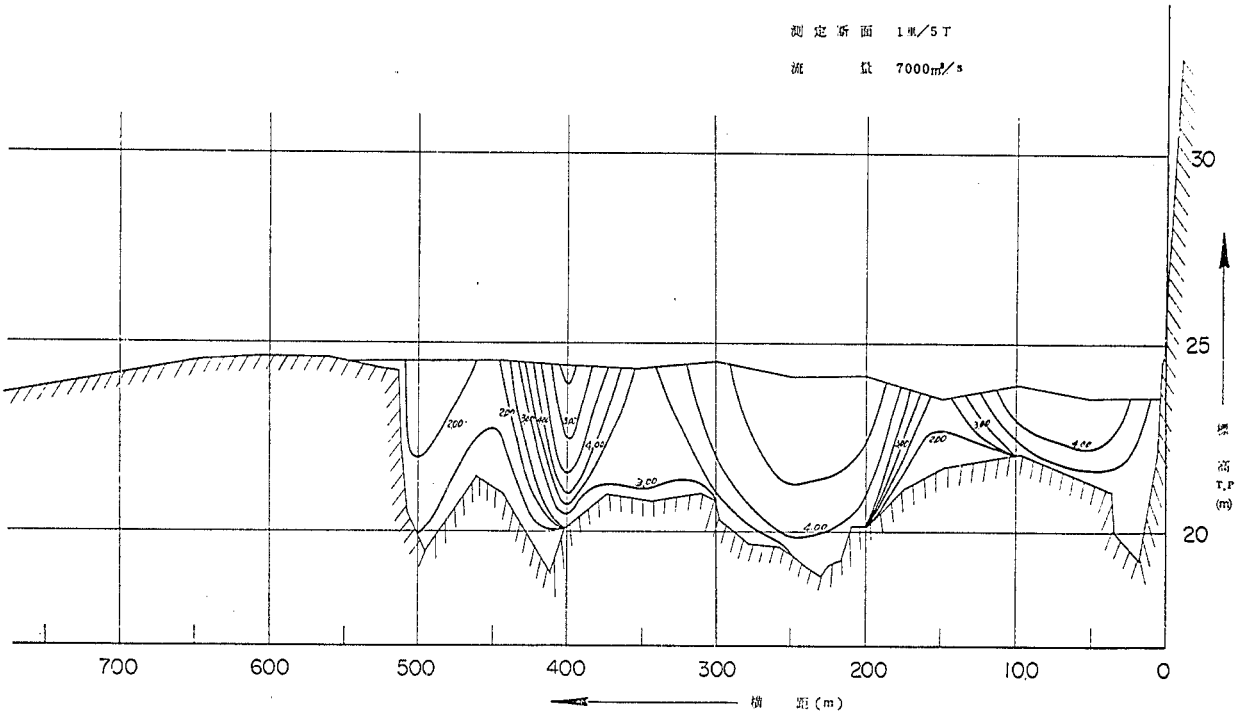
流　　量　7000m³/s



図－10－7　A案模型に於ける等速線図



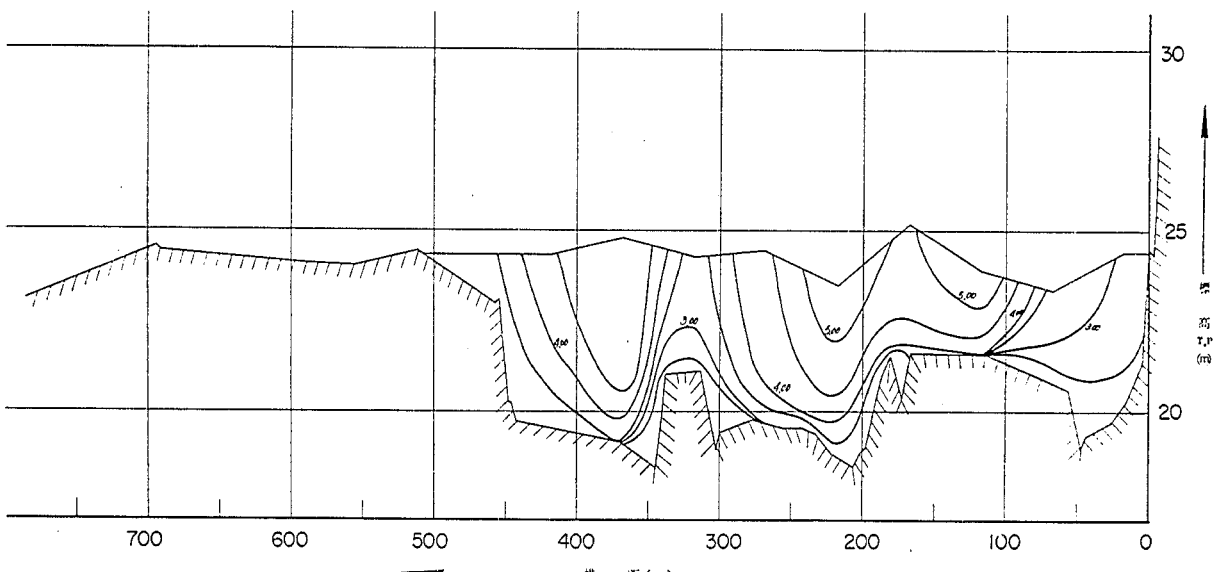
図－10－8　A案模型に於ける等速線図



図－10－9　A案模型に於ける等速線図

測定断面　1㎝／4T

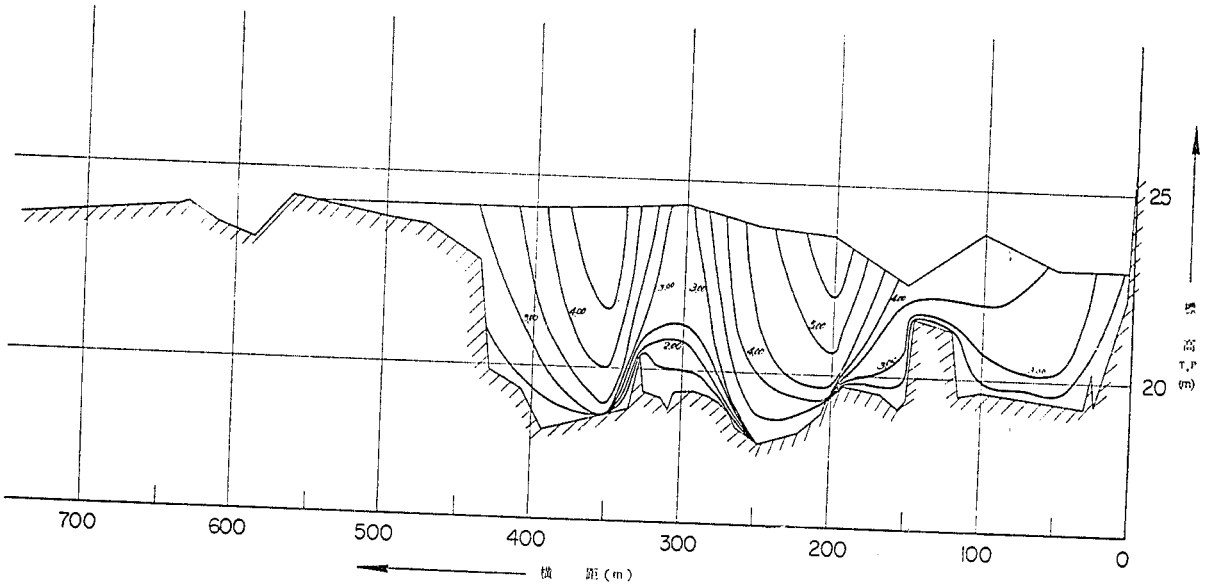
流　　量　7000㎥／s



図－10－10　A案模型に於ける等速線図

測定断面　1㎝／3T

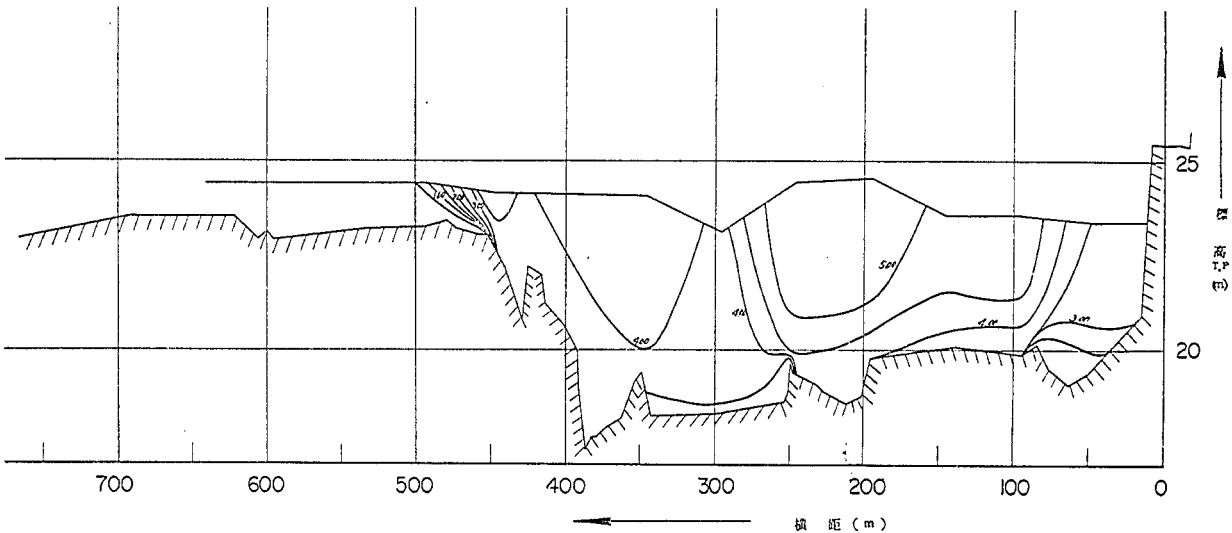
水　　量　7000m³／s



図－10－11　A案模型に於ける等速線図

測定断面　1m／2T

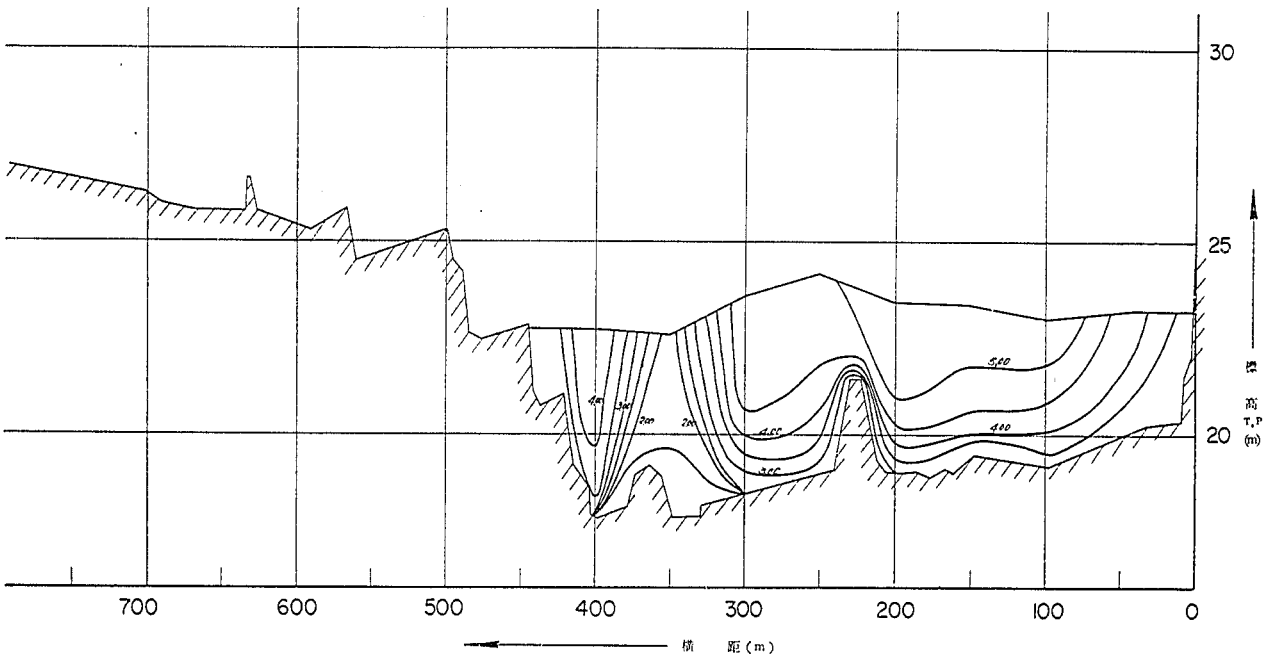
流　　量　7000m³／s



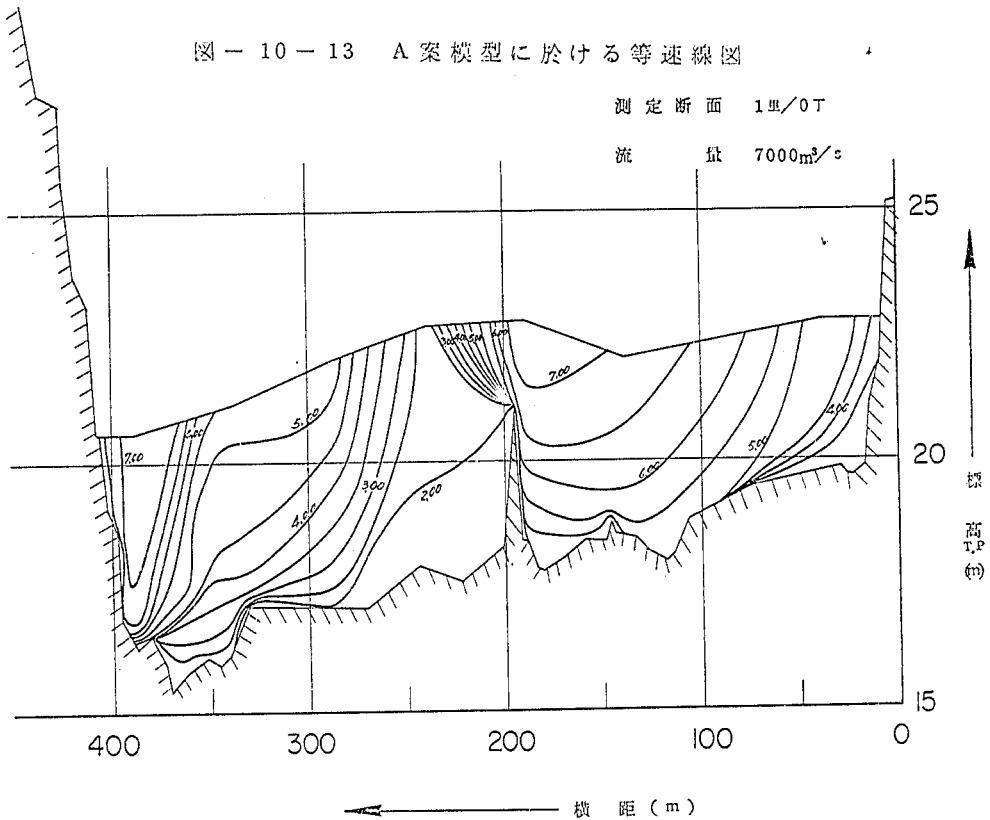
図－10－12　A案模型に於ける等速線図

測定断面　1m／1T

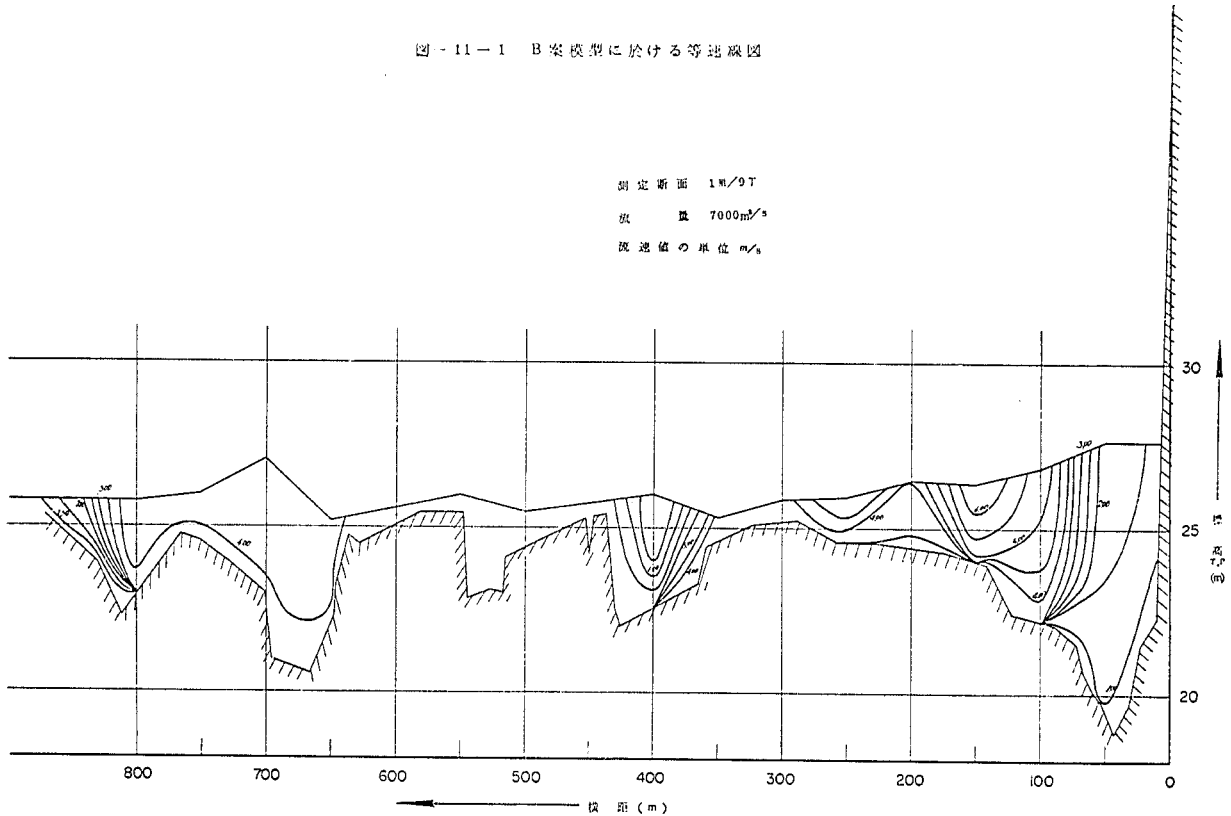
流　　量　7000m³／s



図－10－13　A案模型に於ける等速線図



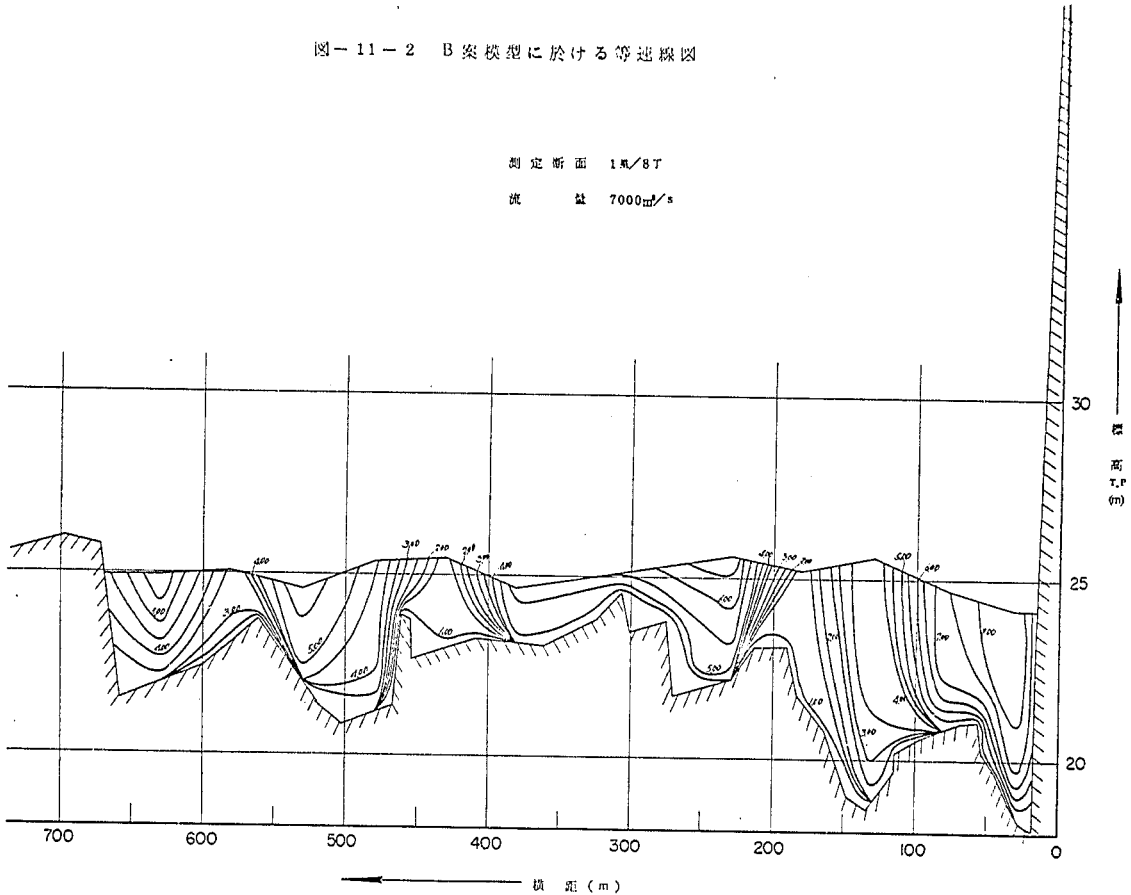
図－11－1　B案模型に於ける等速線図



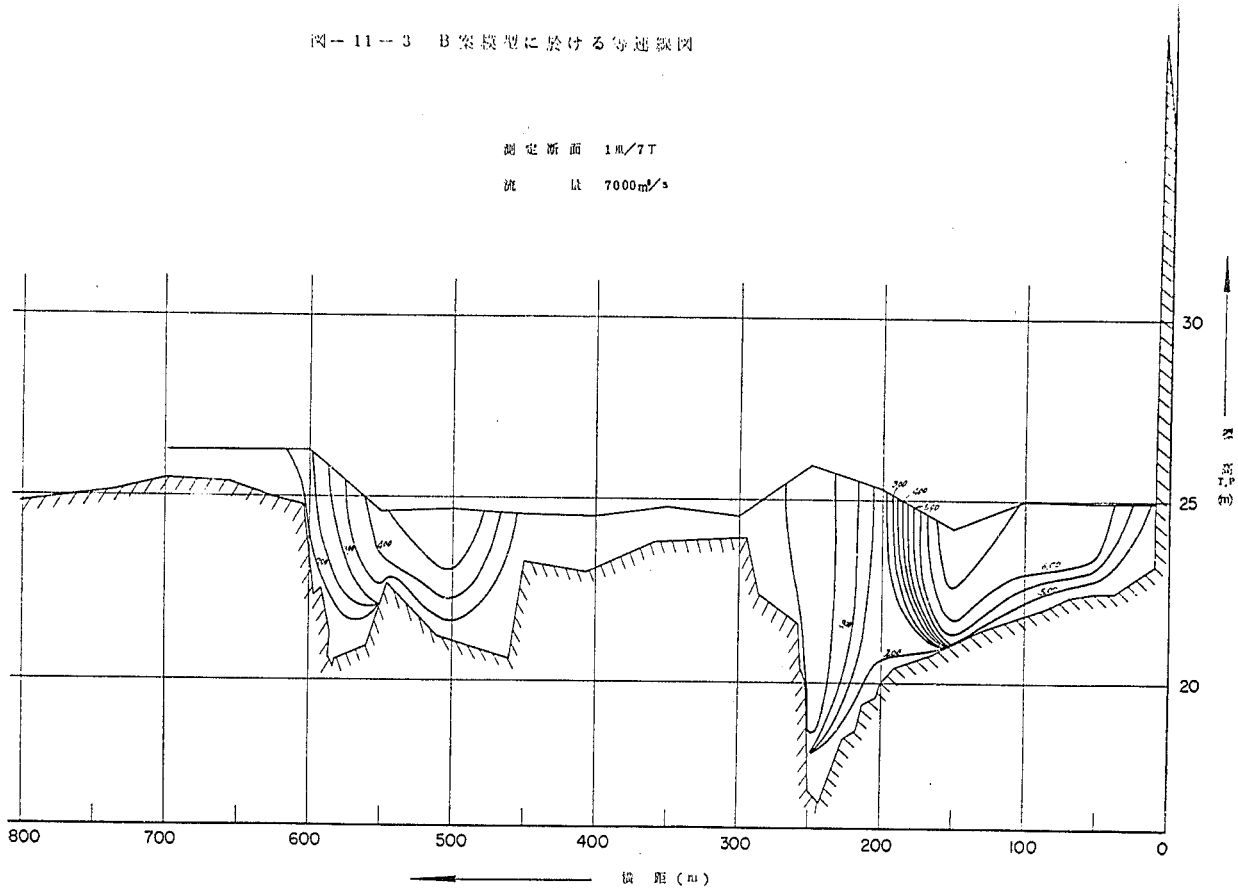
図－11－2　B案模型に於ける等速線図

測定断面　1m／8T

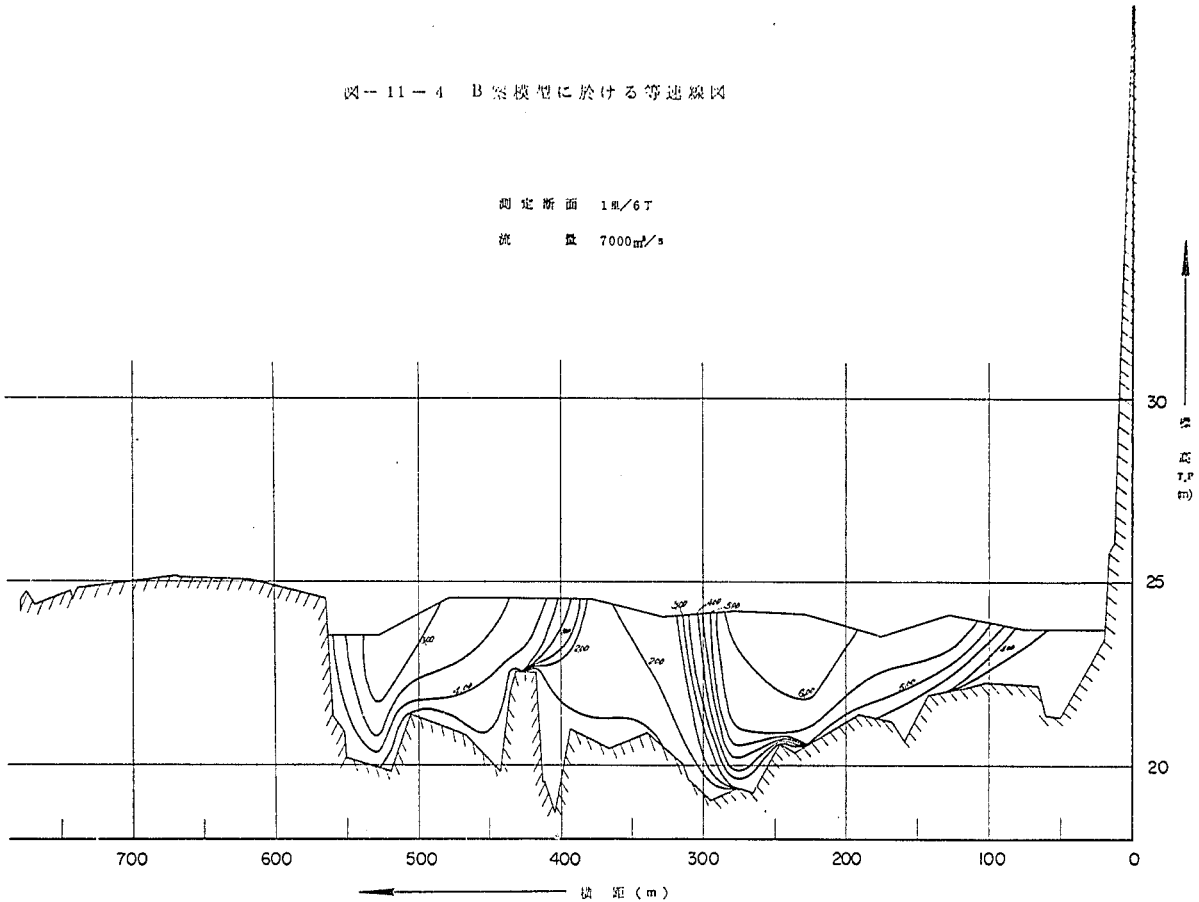
流　　量　7000m³／s



図－11－3　B案模型に於ける等速線図



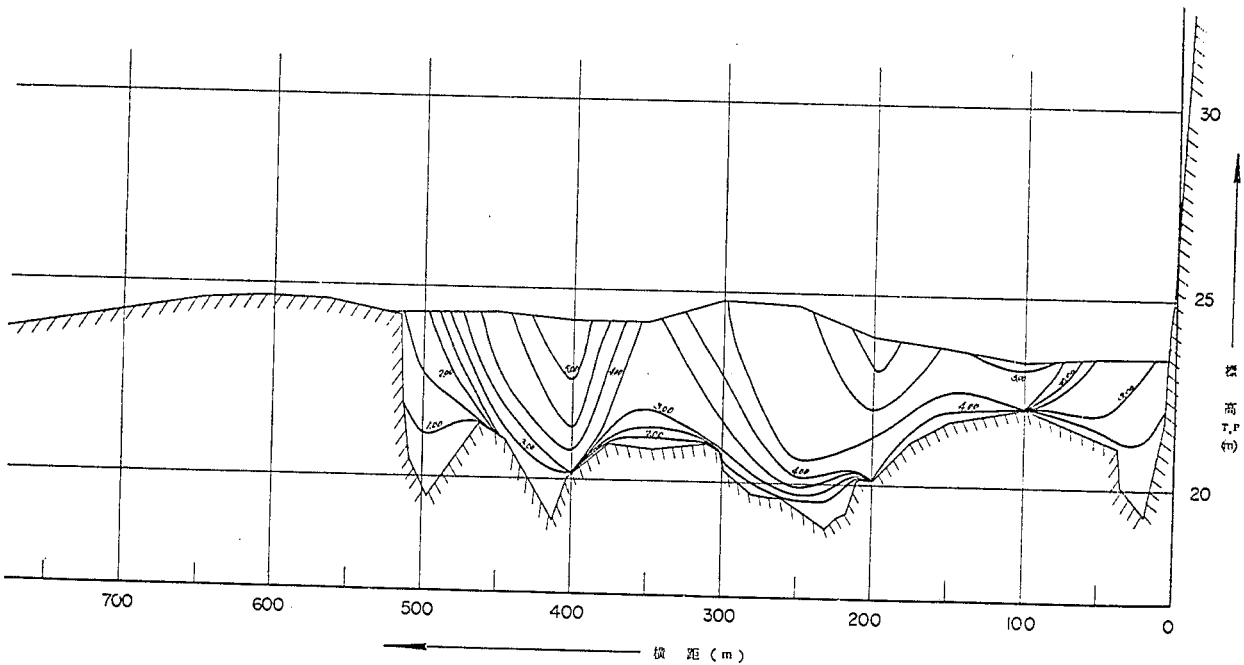
図－11－4　B案模型に於ける等速線図



図－11－5　B案模型に於ける等速線図

測定断面　1/50

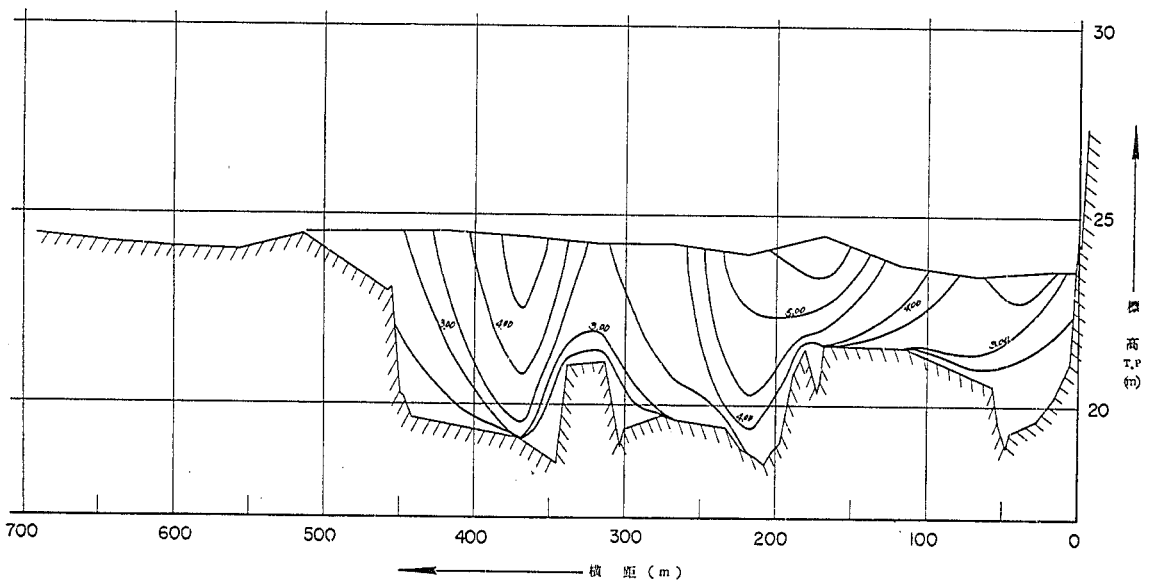
流　　量　7000m³/s



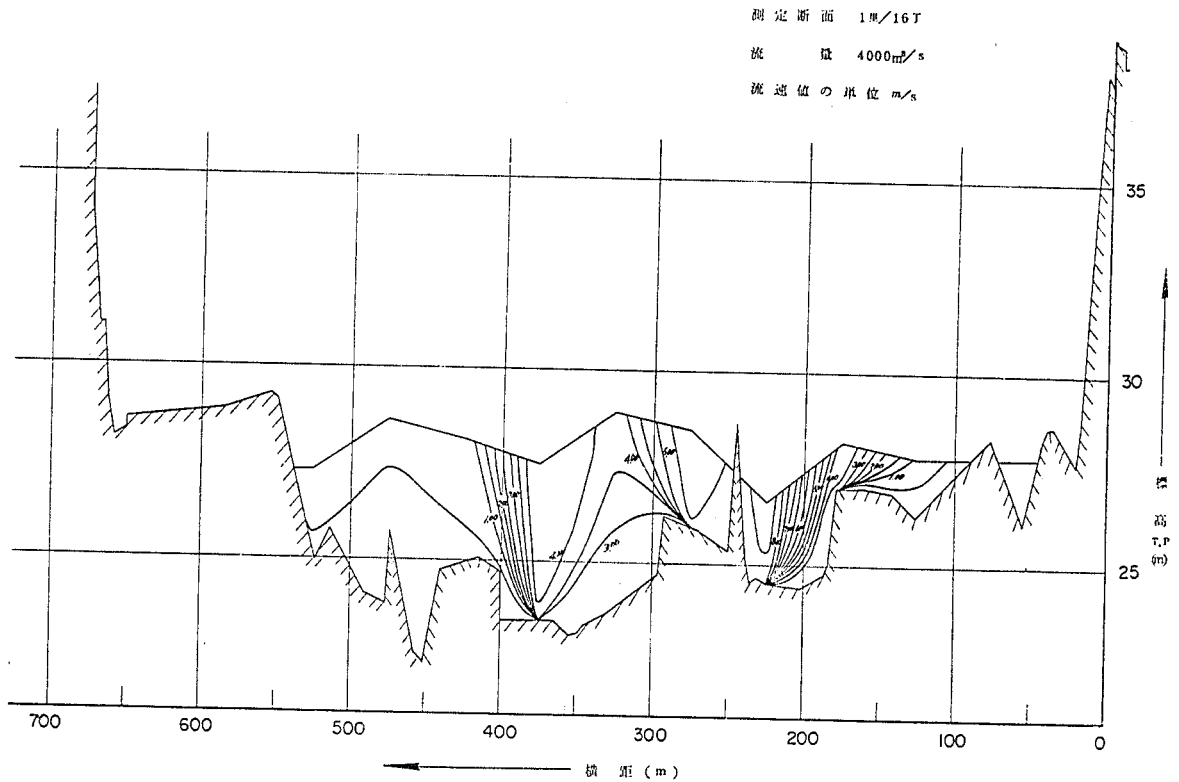
図－11－6　B案模型に於ける等速線図

測定断面　1果／4T

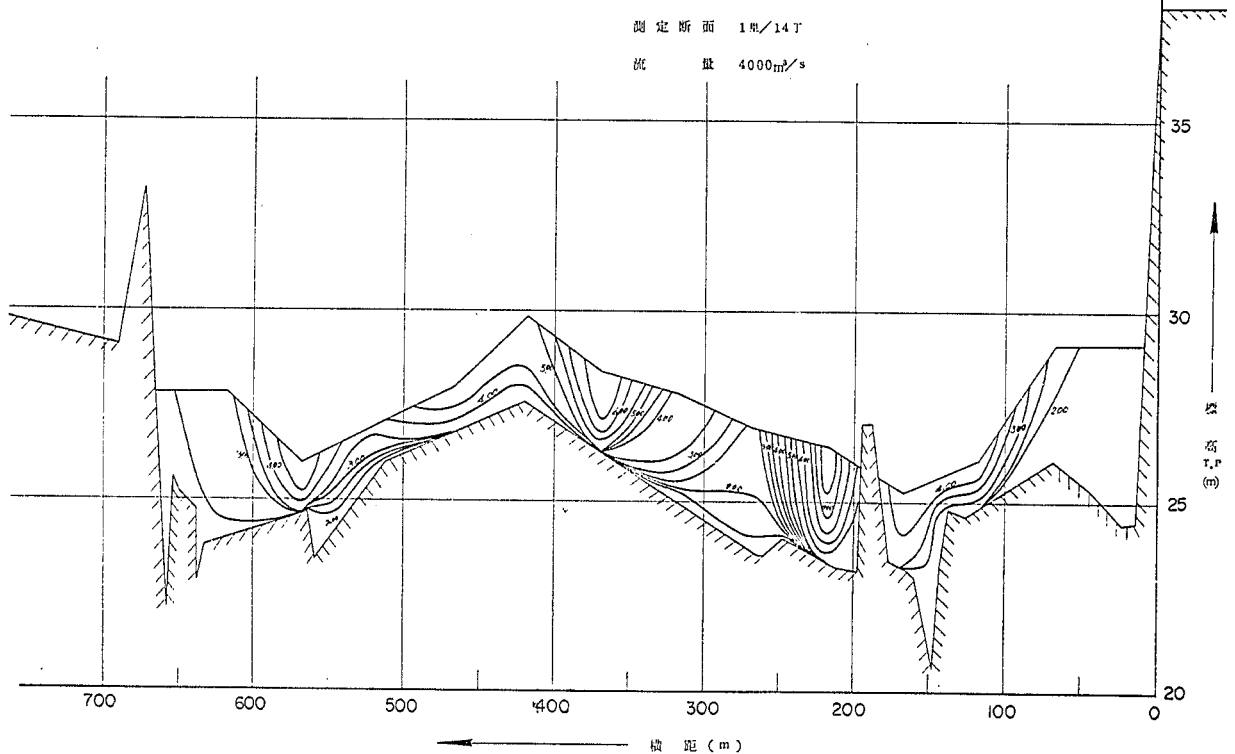
流　　量　7000m³／s



図－12－1　現状模型に於ける等速線図

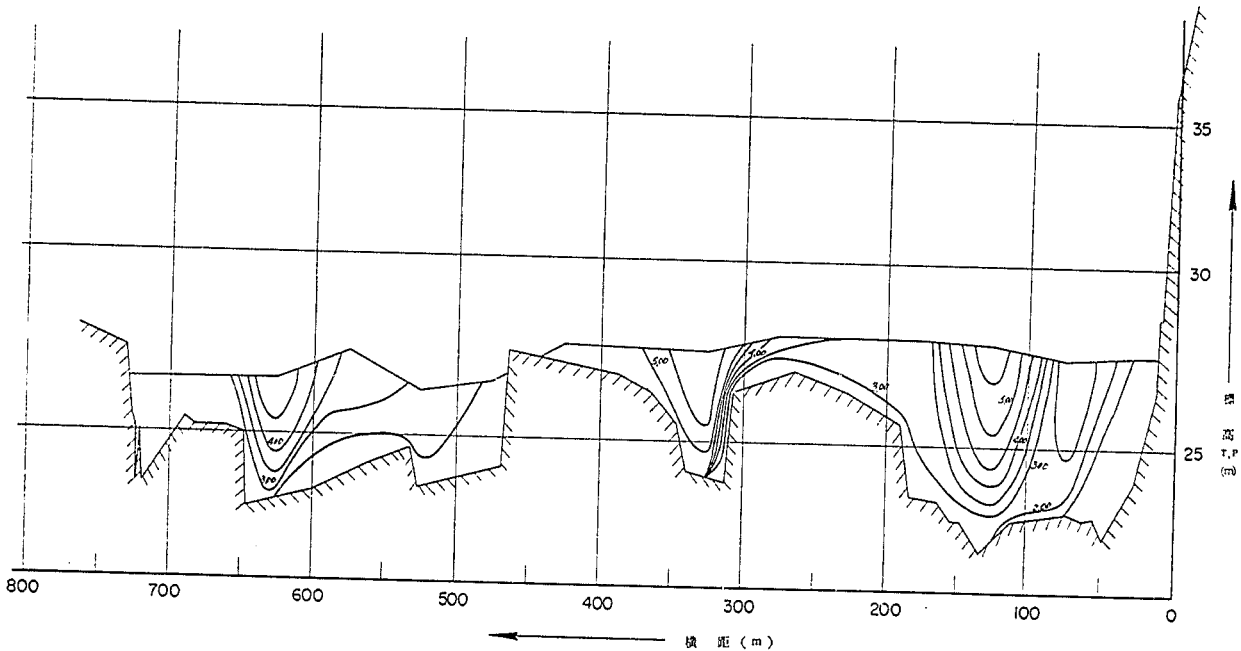


図－12－2　現状模型における等速線図



図－12－3　現状模型に於ける等速線図

測定断面　1/100
流　　量　4000m³/s



図－12－4　現状模型に於ける等速線図

測定断面　1㎜／10T

流　　量　4000㎥/s

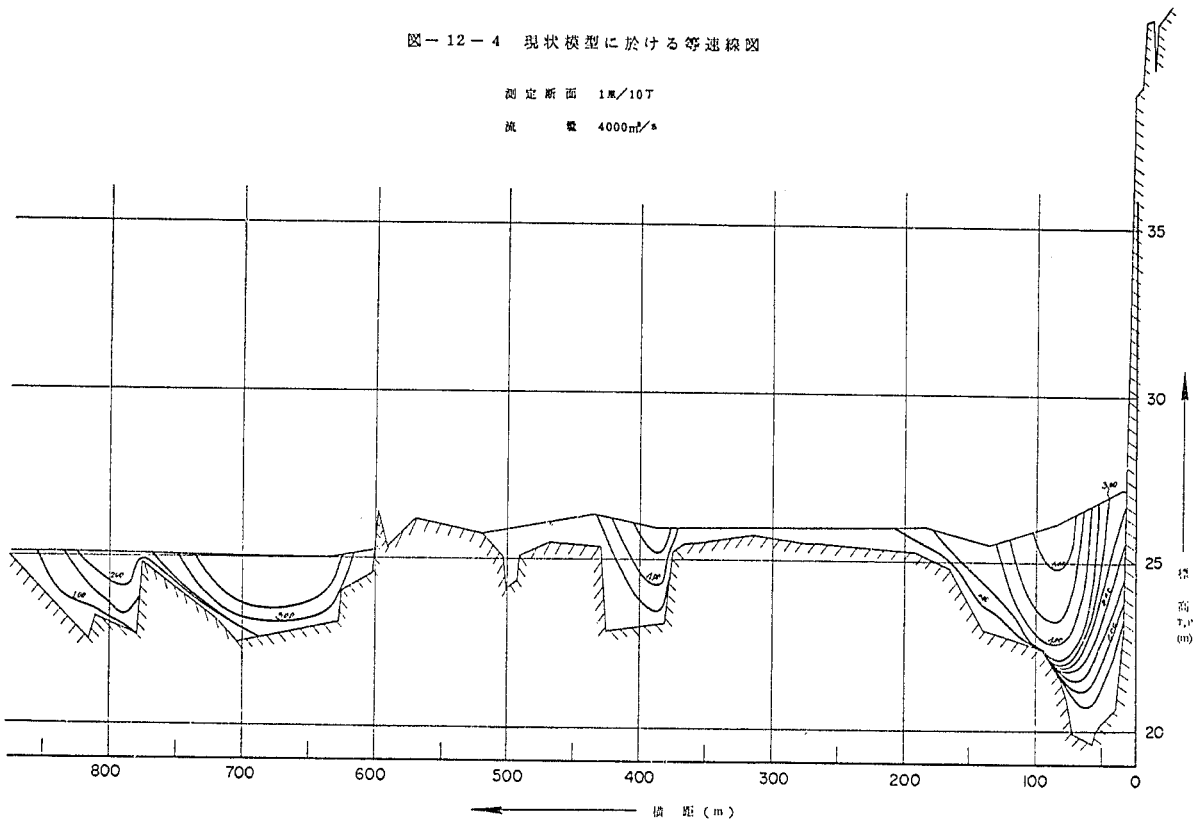
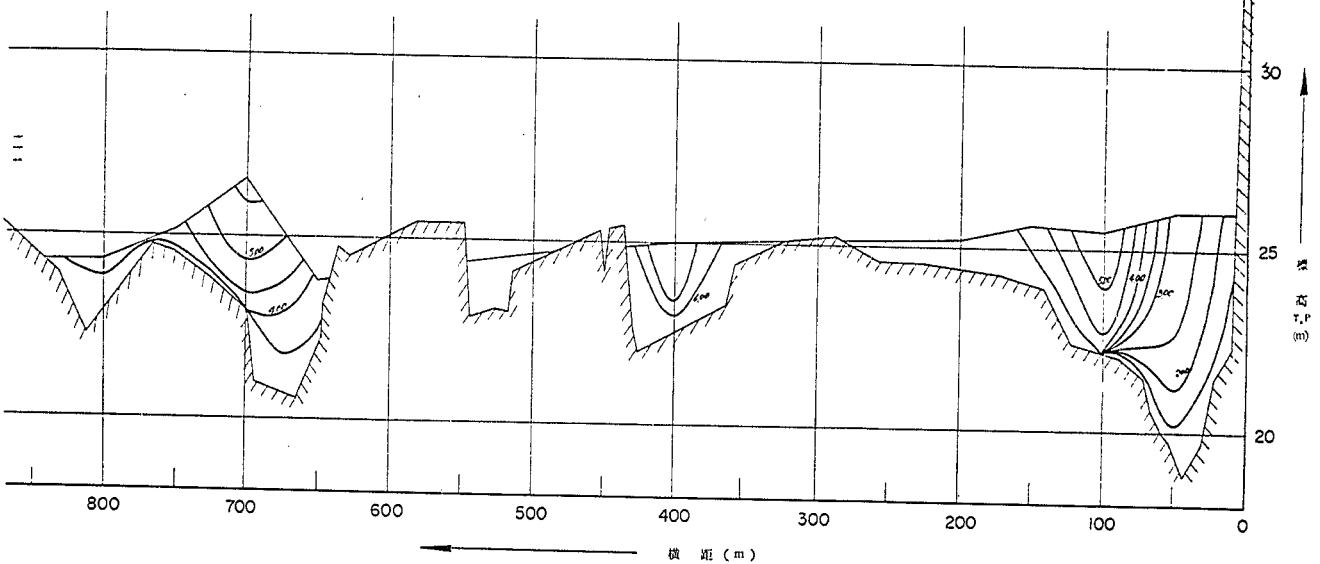


図-12-5　現状模型における等速線図

測定断面　1/9T

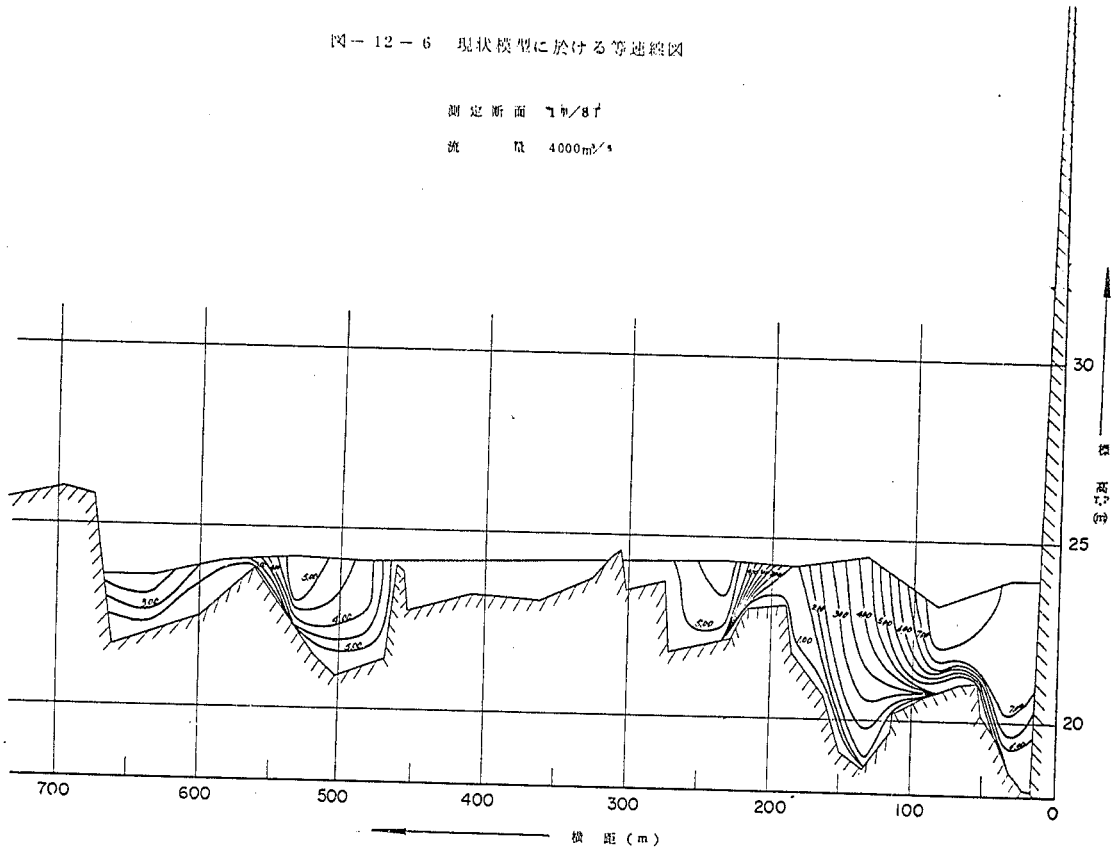
流　　量　4000m³/s



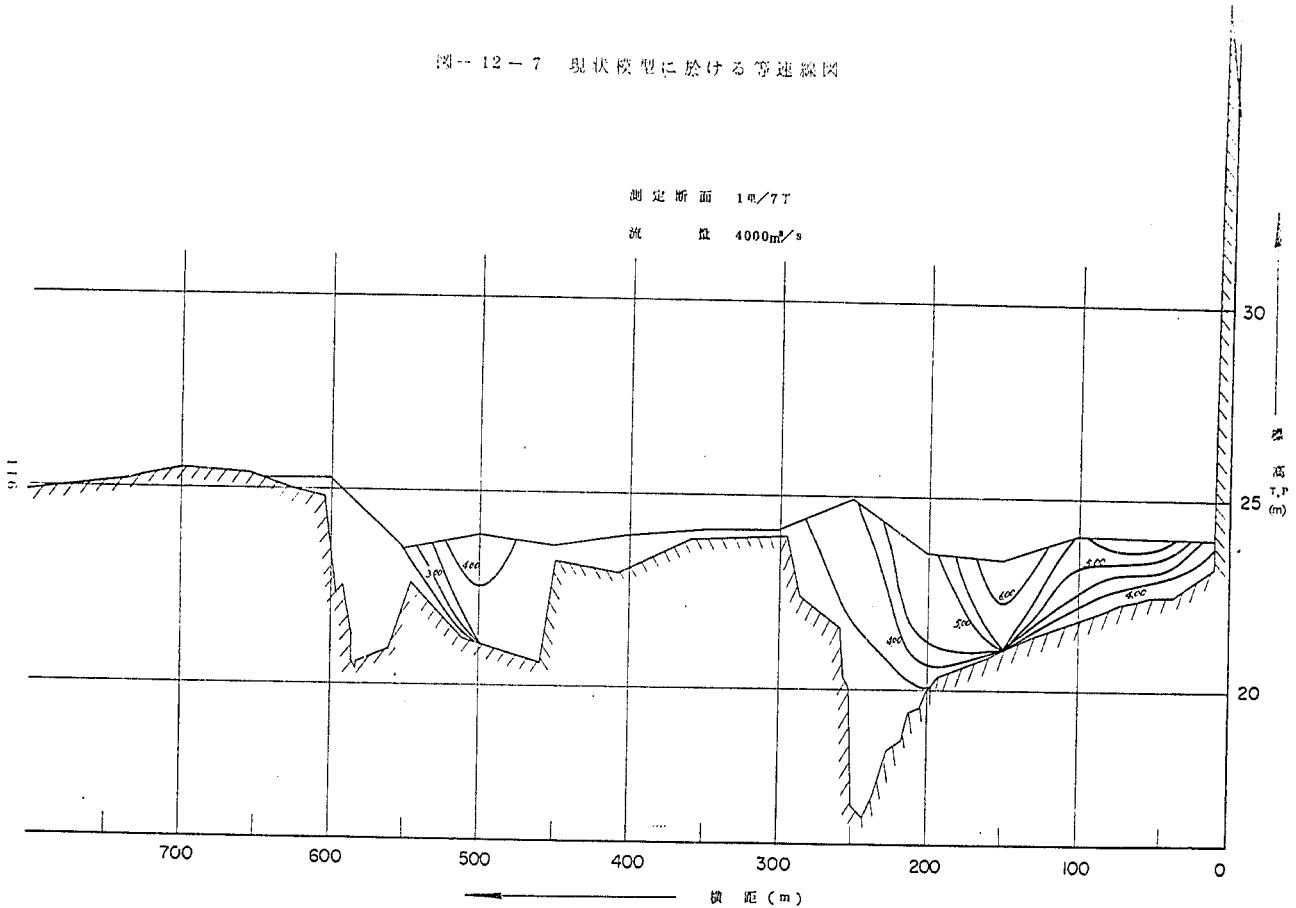
図－12－6　現状模型に於ける等速線図

測定断面　ﾌﾙ/8ｲ

流　　量　4000m³/s



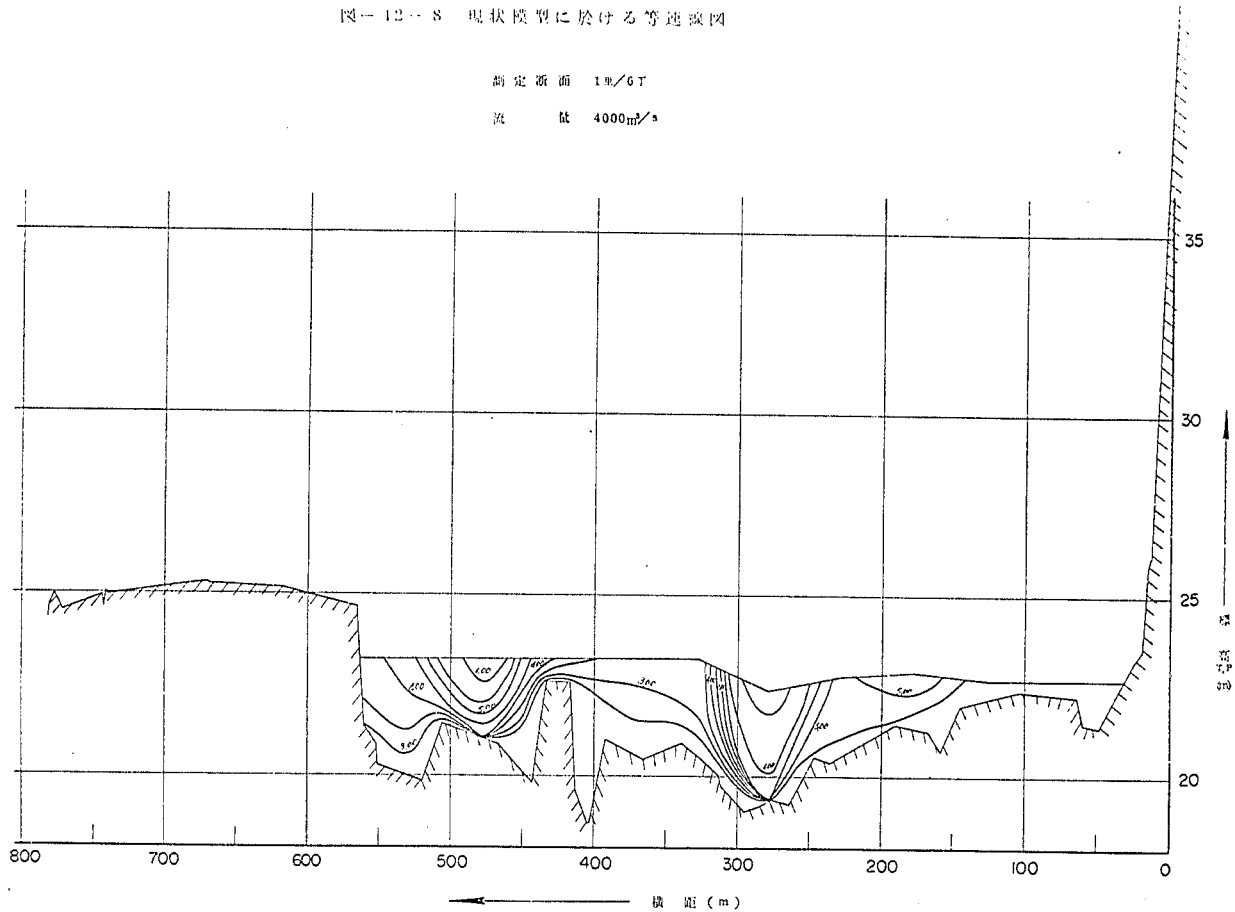
図－12－7　現状模型に於ける等速線図



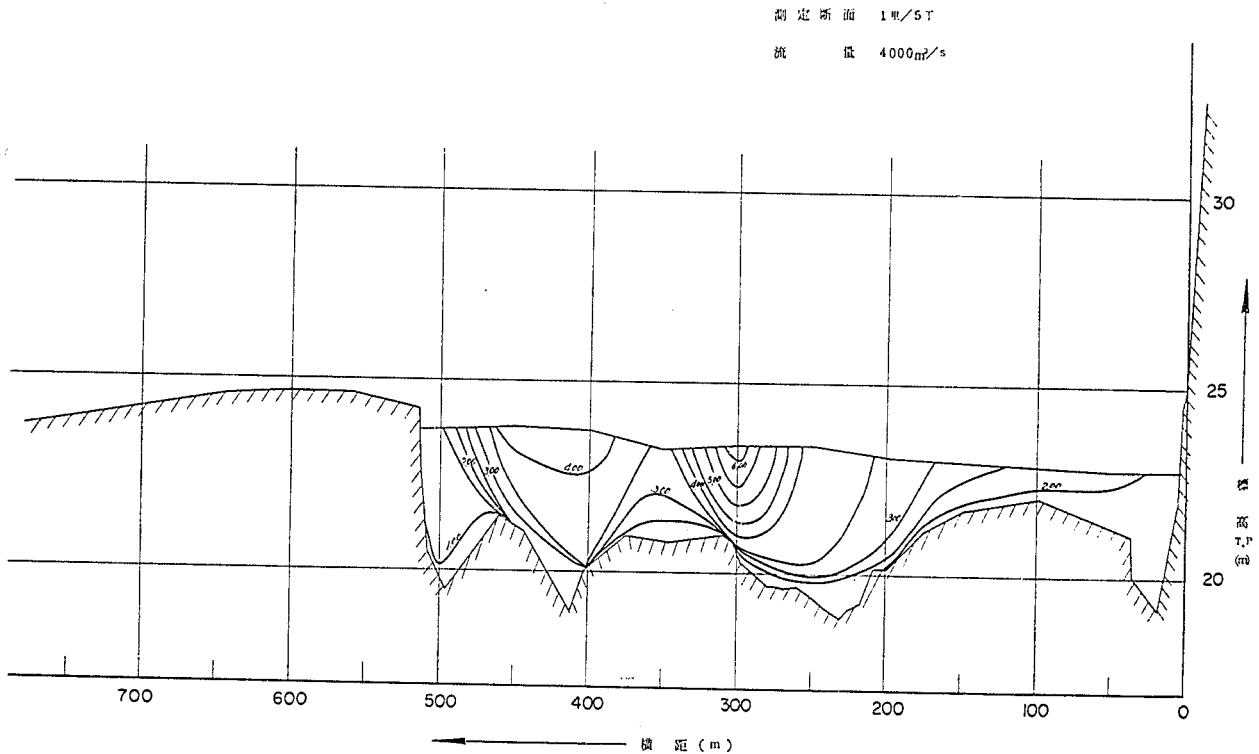
図－12－8　現状模型に於ける等速線図

測定断面　1/100T

流　　量　4000m³/s



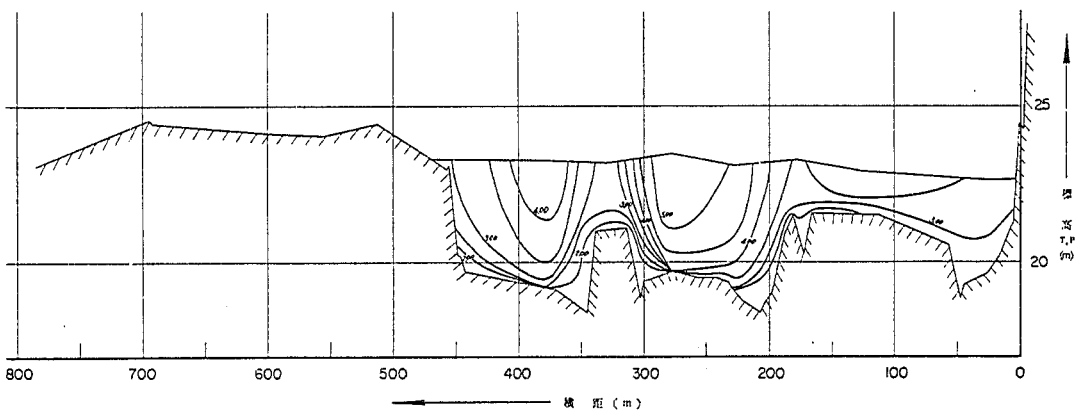
図－12－9　現状模型に於ける等速線図



図－12－10　現状模型に於ける等速線図

測定断面　1m／4T

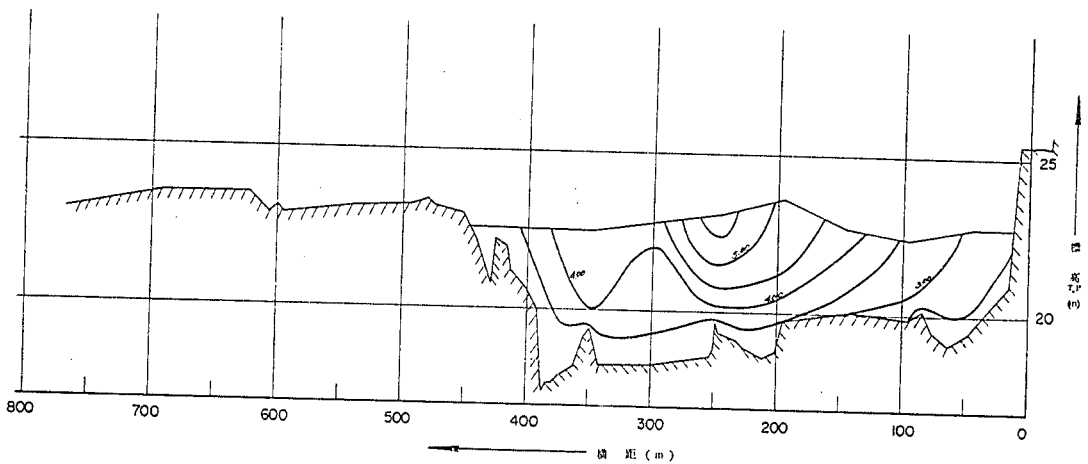
流　　量　4000m³／s



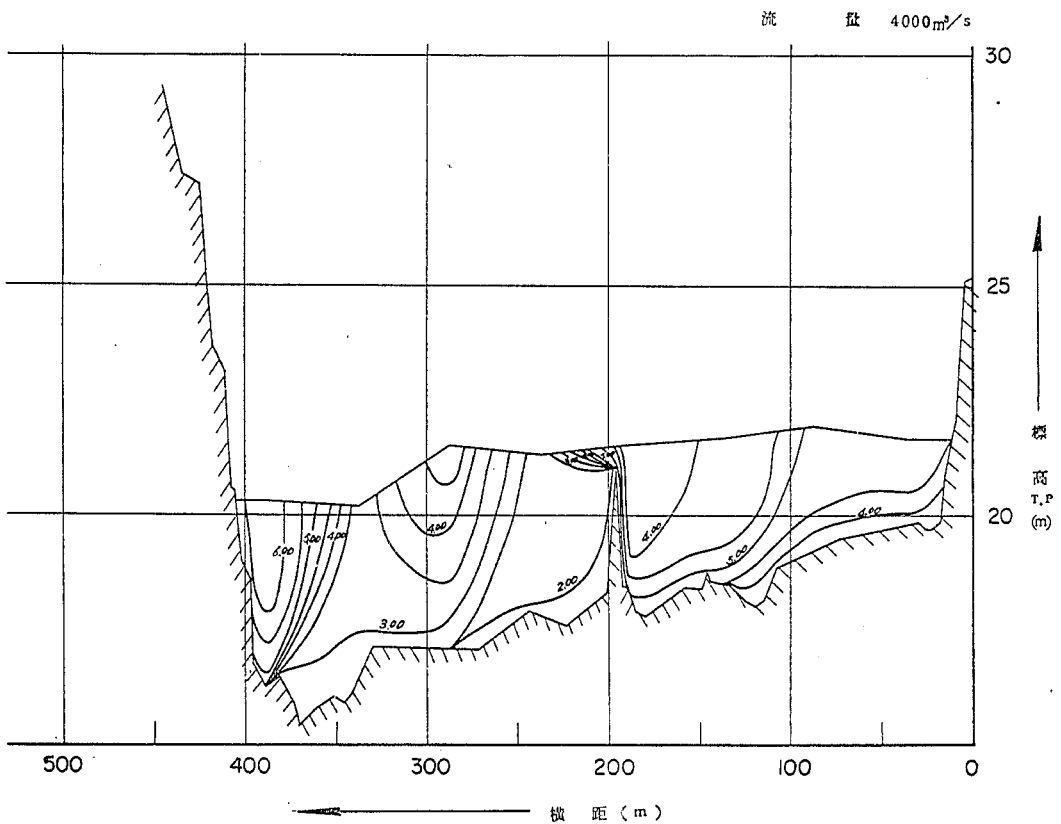
図－12－11　現状模型に於ける等速線図

測定断面　1/100

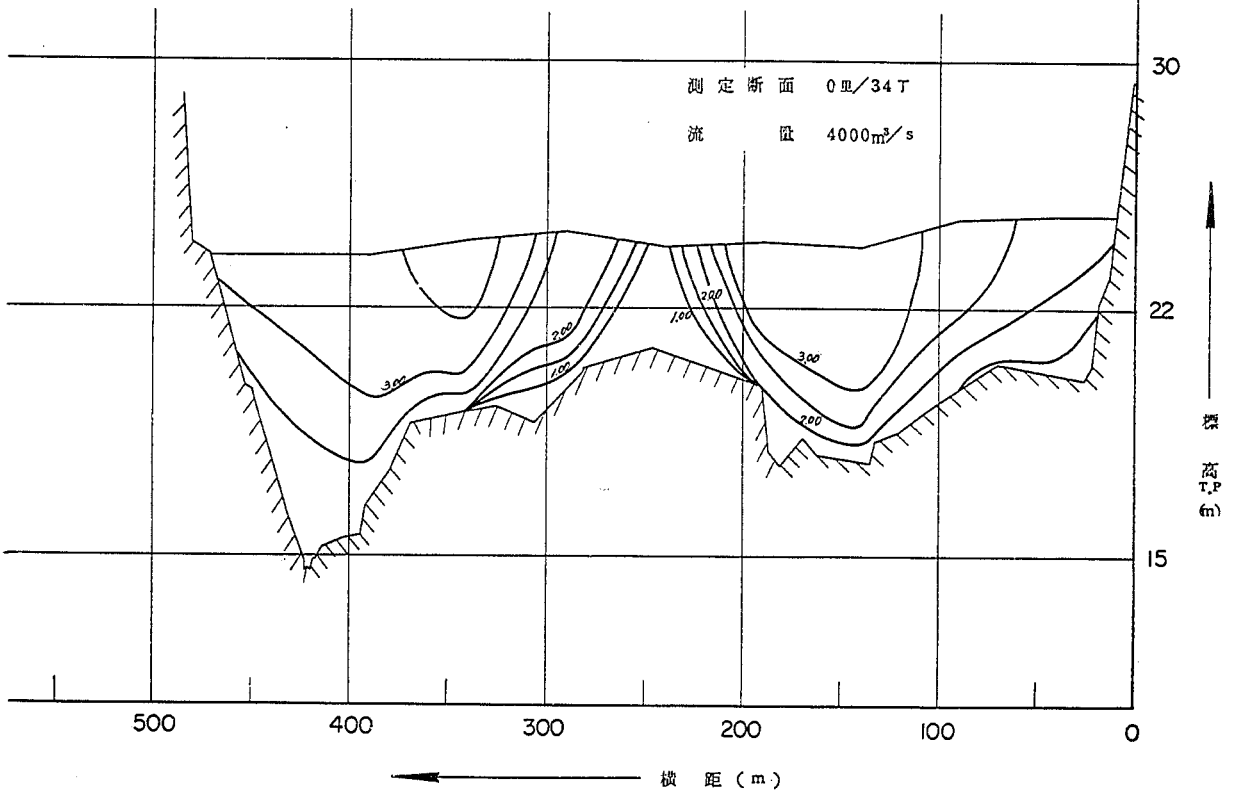
流　　量　4000m³/s



図－12－12　現状模型に於ける等速線図



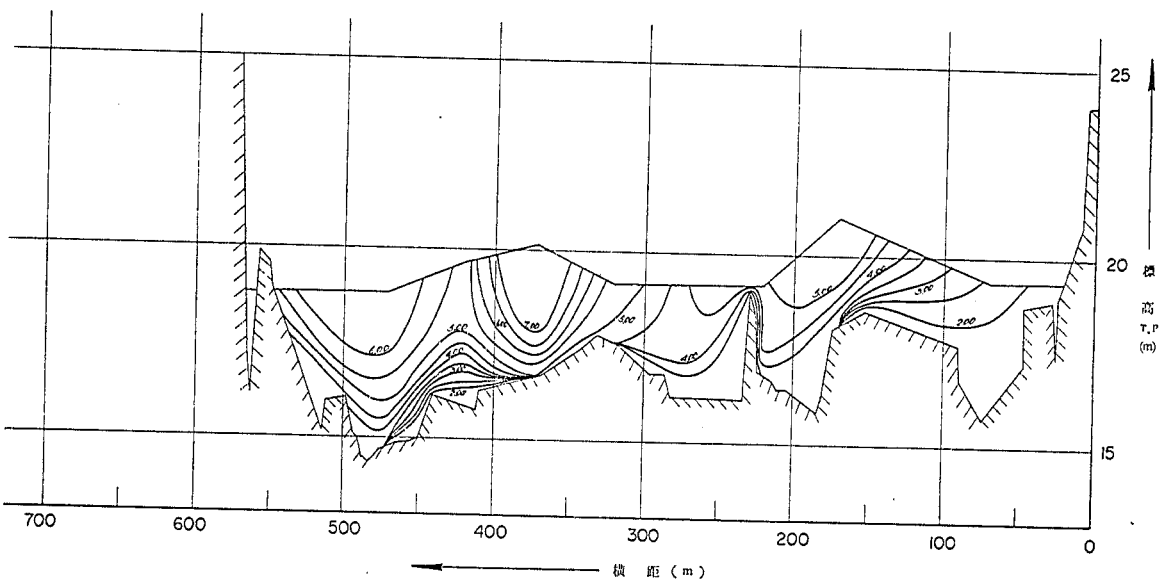
図－12－13　現状模型に於ける等速線図



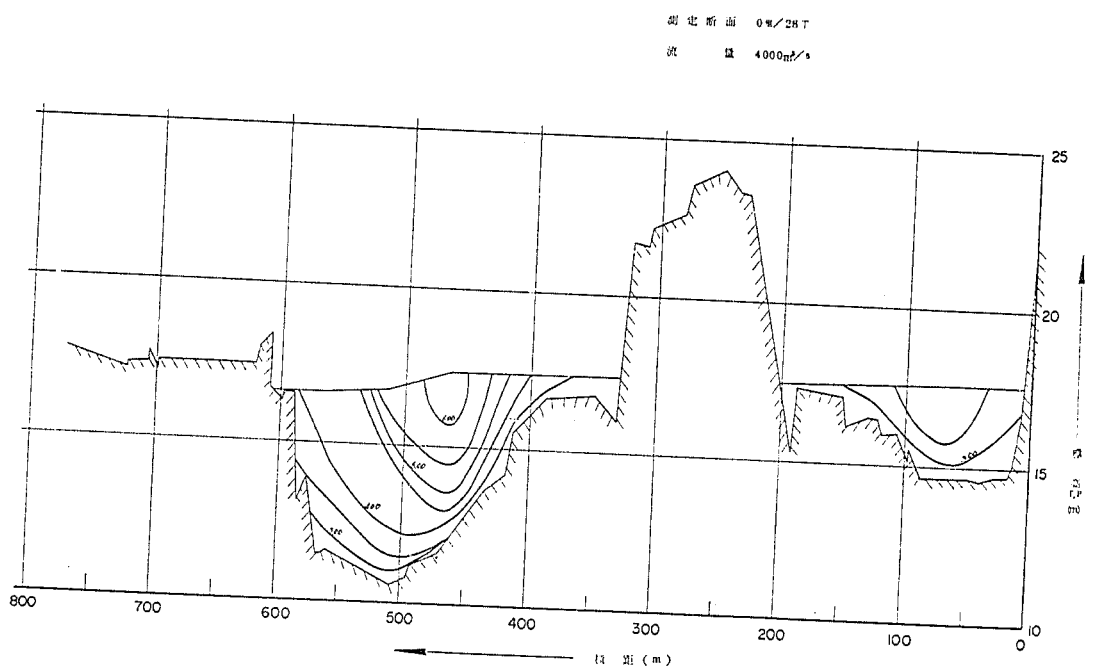
図－12－14　現状模型に於ける等速線図

測定断面　0K／32T

流　　量　4000m³／s



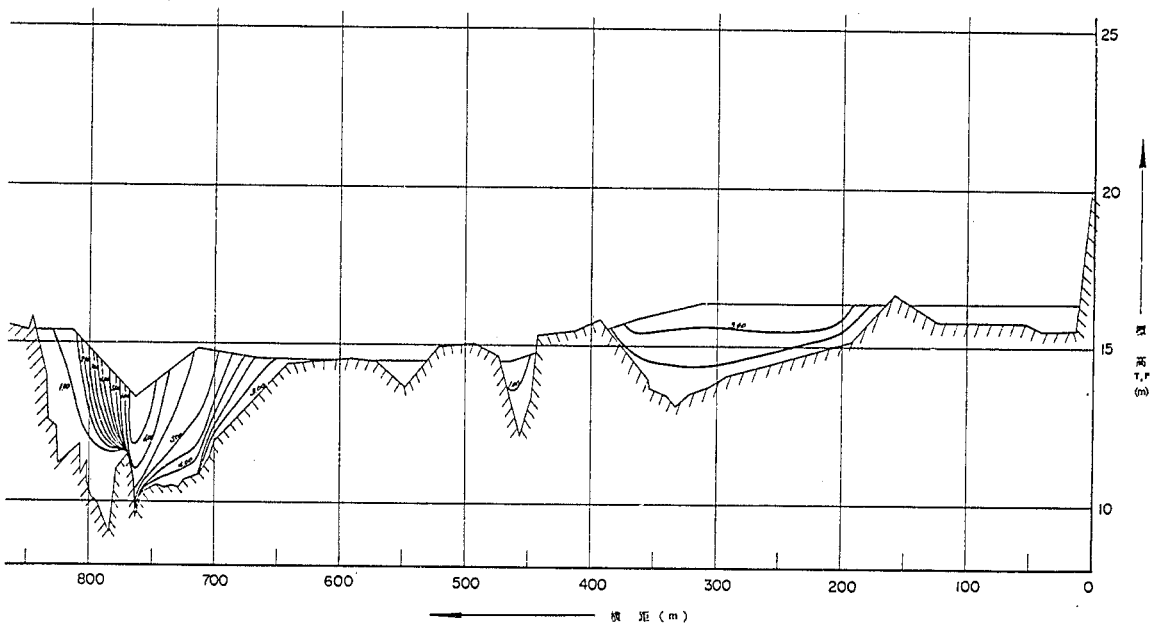
図－12－15　現状模型に於ける等速線図



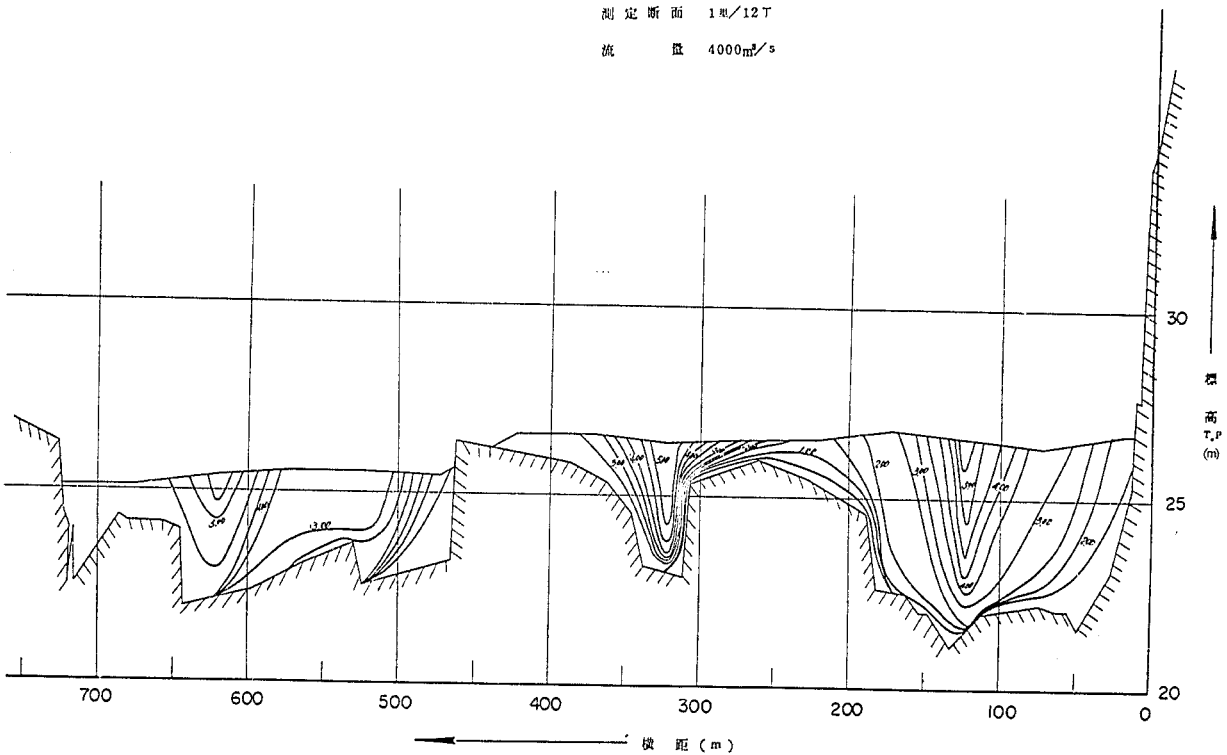
図－12－16　現状模型に於ける等速線図

測定断面　0点／24T

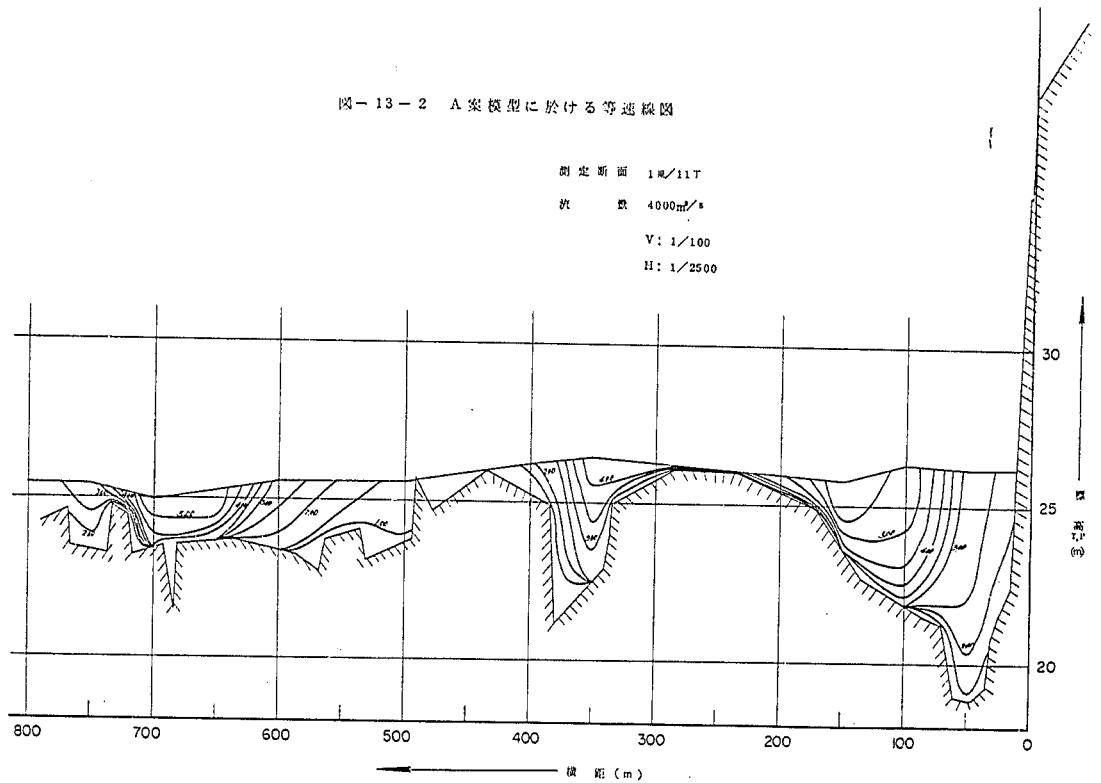
流　　量　4000m³/s



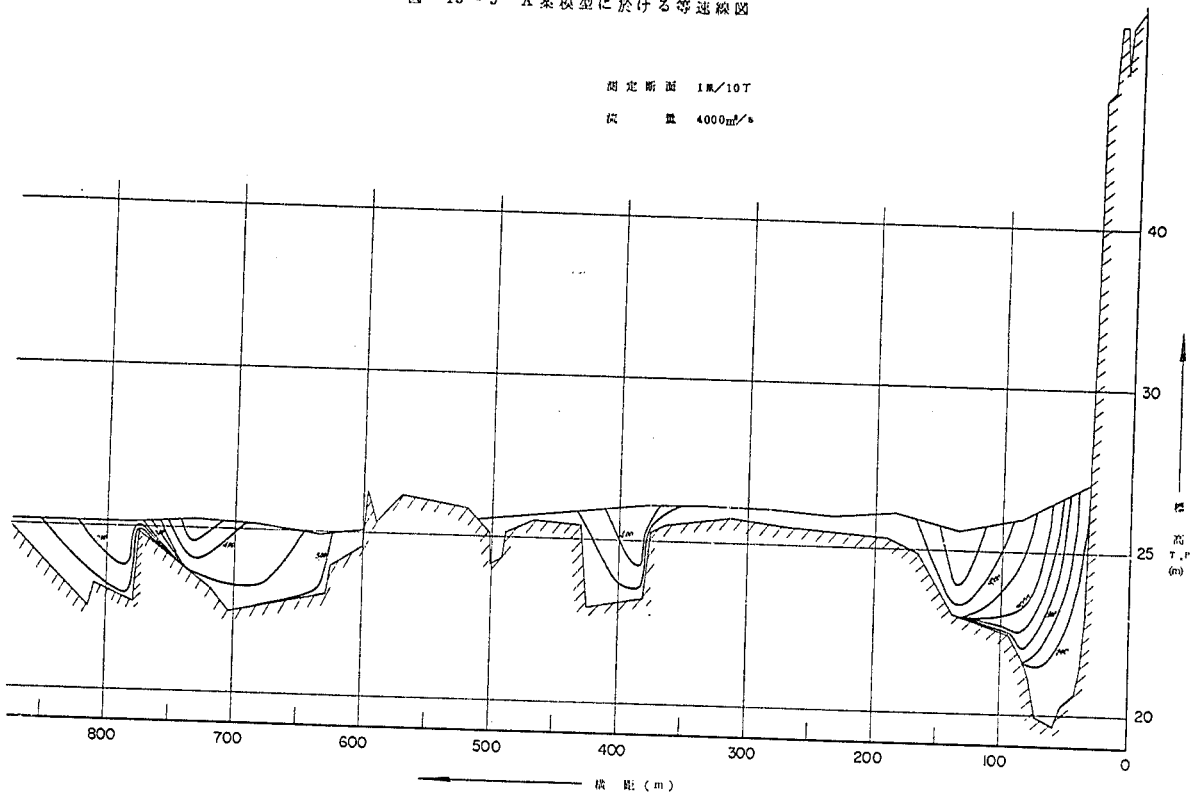
図－13－1　A案模型に於ける等速線図



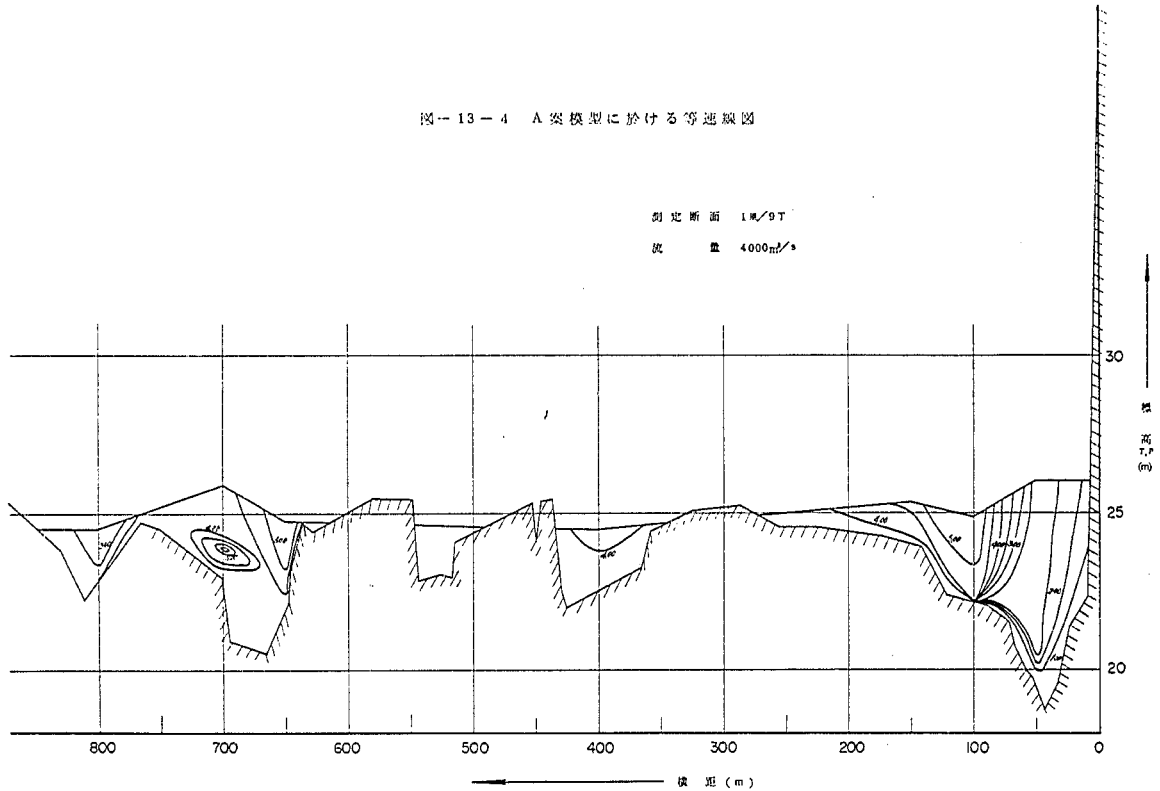
図－13－2　A案模型に於ける等速線図



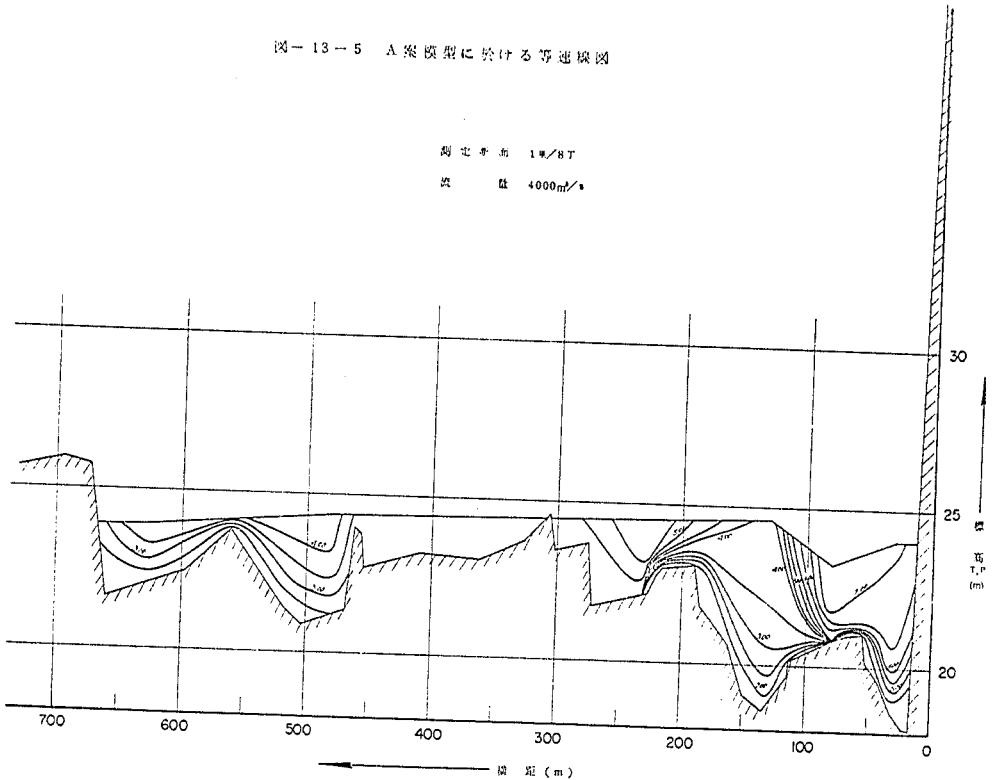
図－13－3　A案模型に於ける等速線図



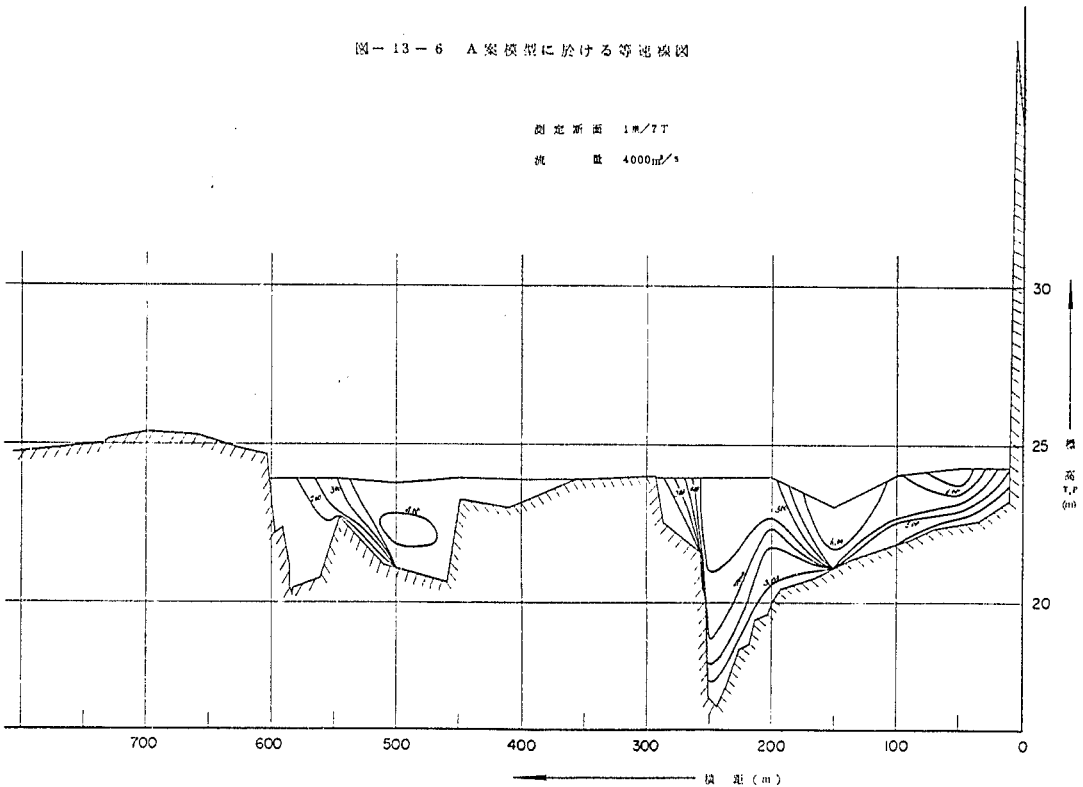
図－13－4　A案模型に於ける等速線図



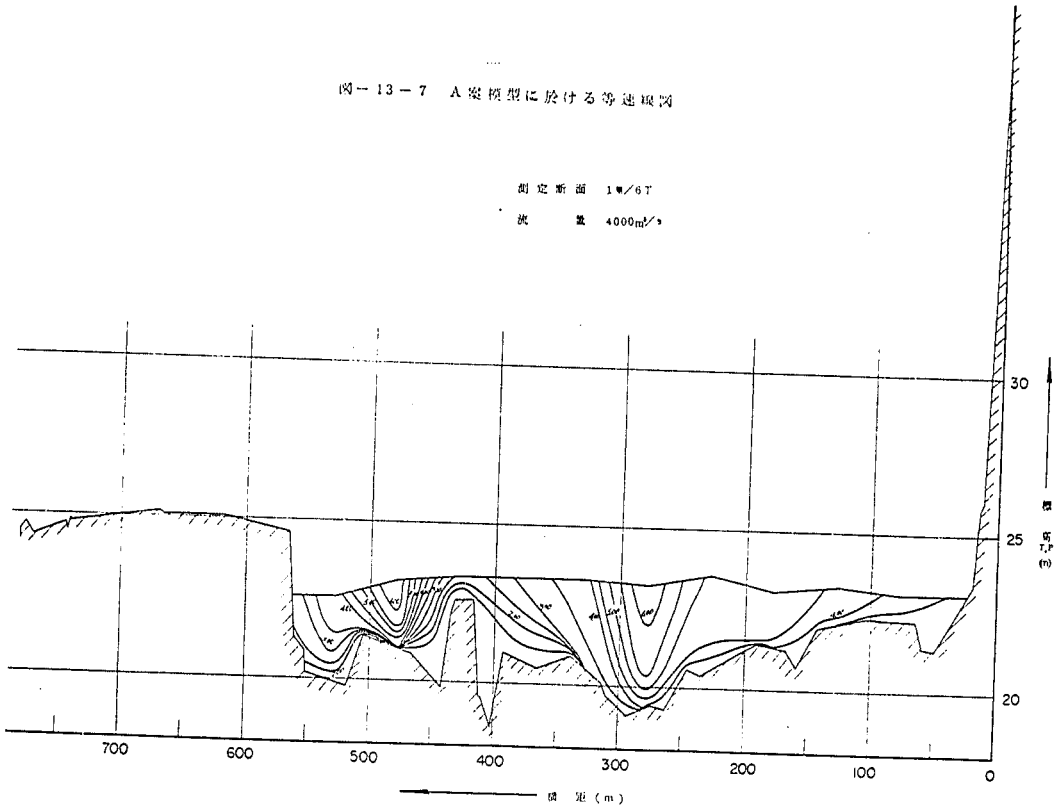
図－13－5　A案模型に於ける等速線図



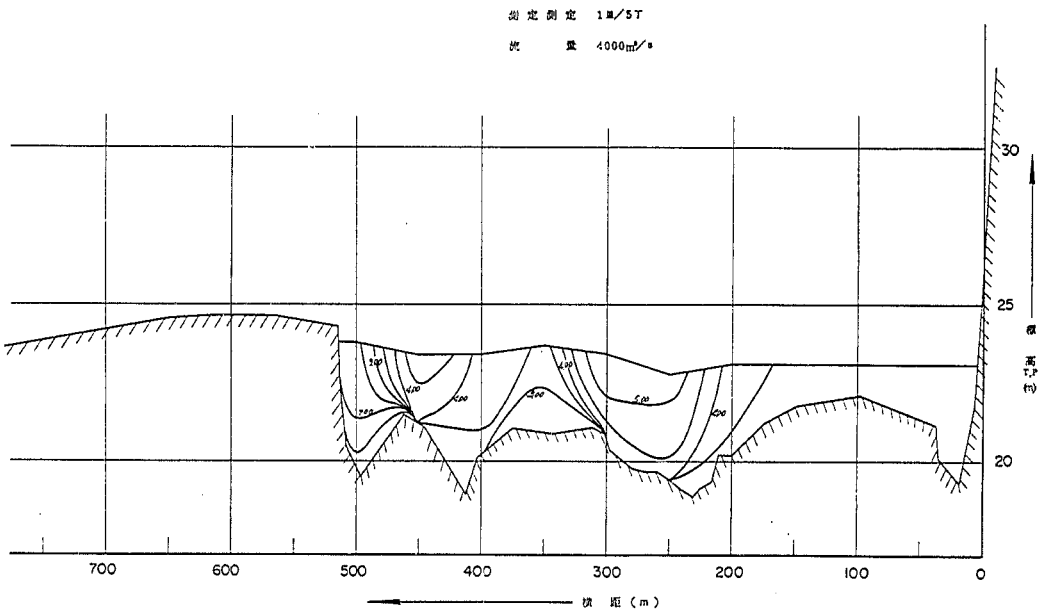
図－13－6　A案模型に於ける等速線図



図－13－7　A案模型に於ける等速線図



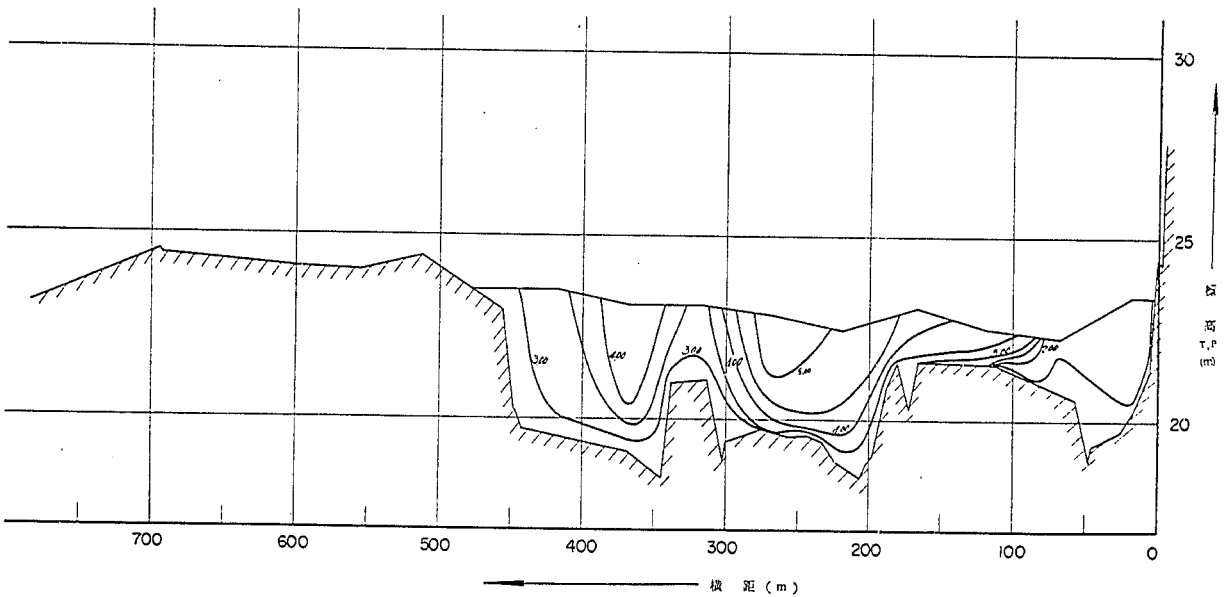
図－13－8　A案模型に於ける等速線図



図－13－9　A案模型に於ける等速線図

測定断面　1里4T

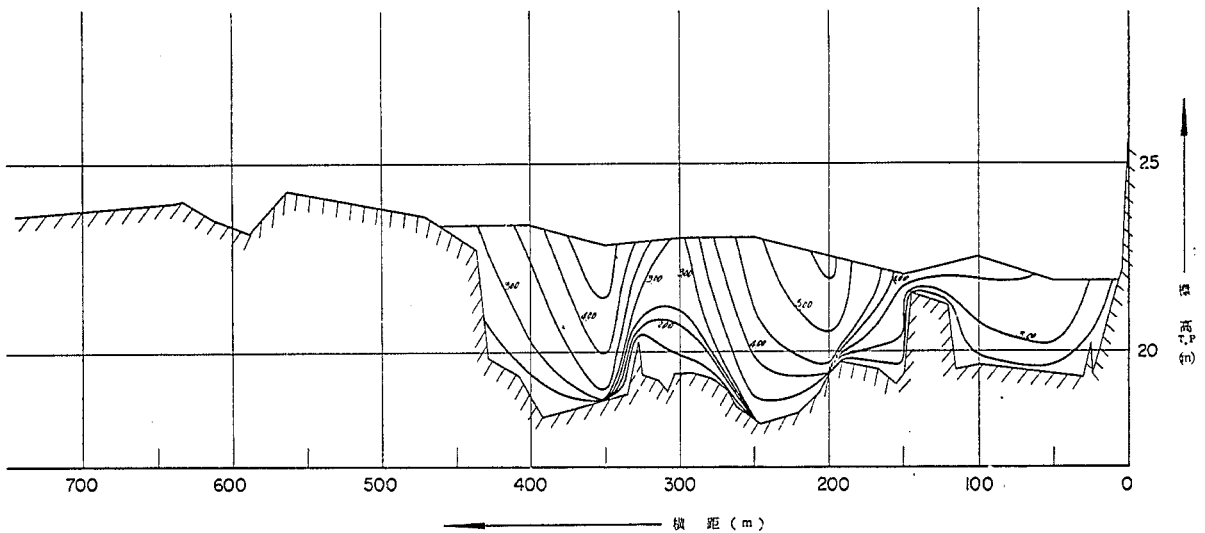
流　　量　4000m³/s



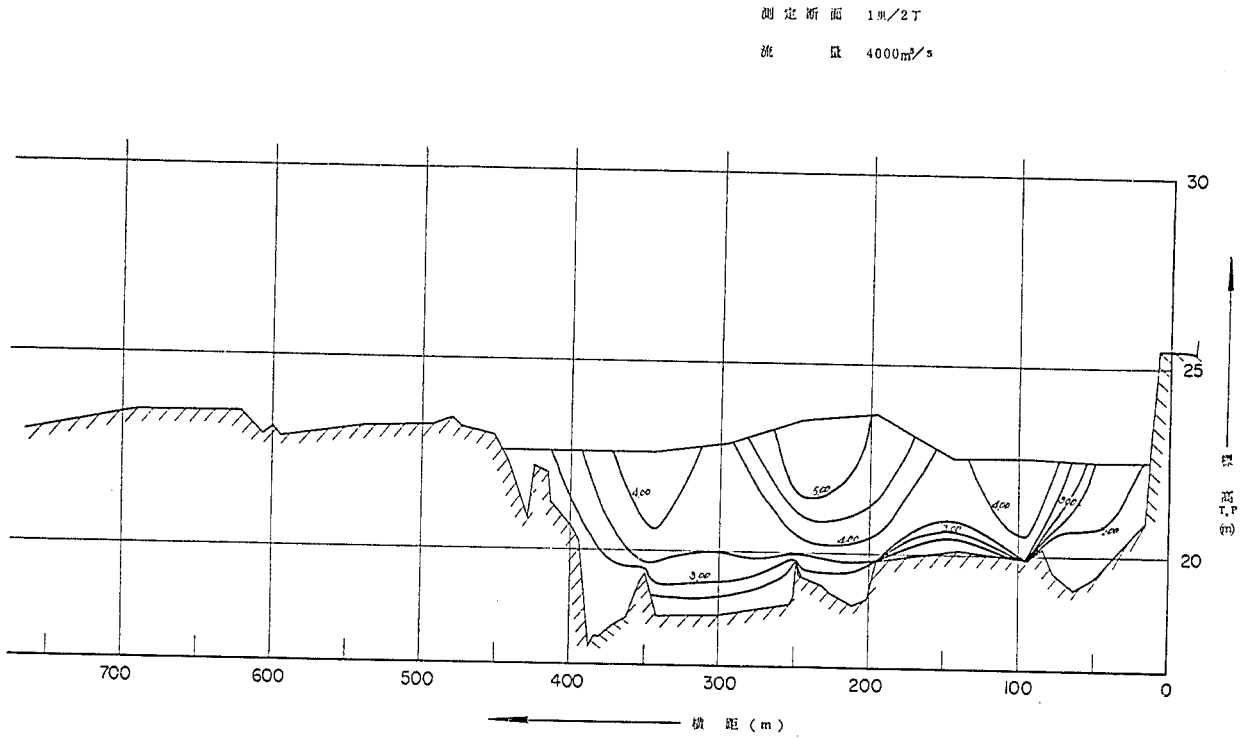
図－13－10　A案模型に於ける等速線図

測定断面　1㎜／3T

流　　量　4000㎥／s



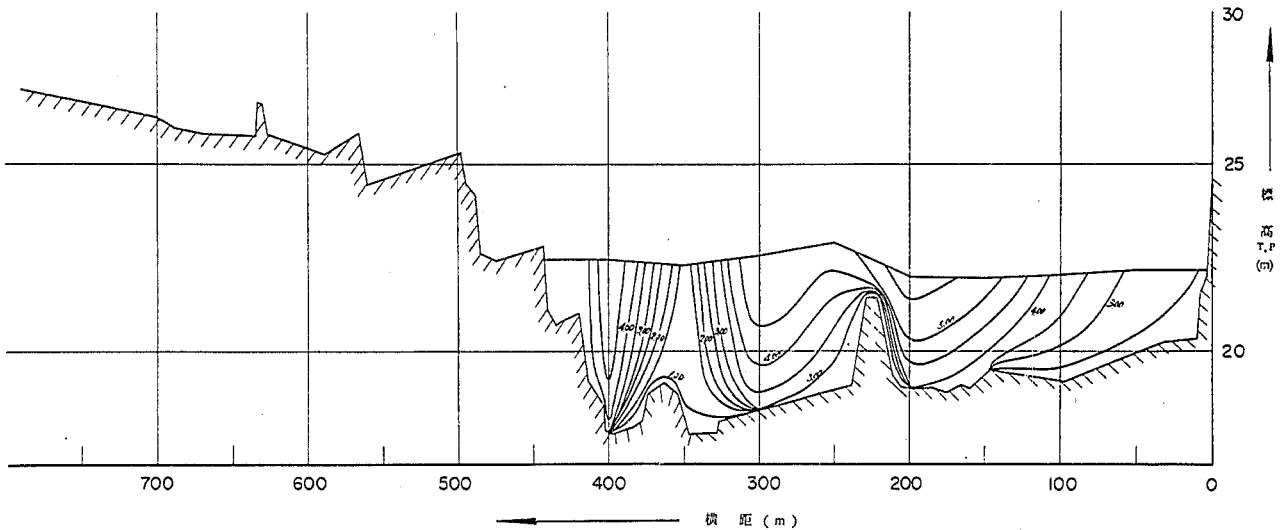
図－13－11　A案模型に於ける等速線図



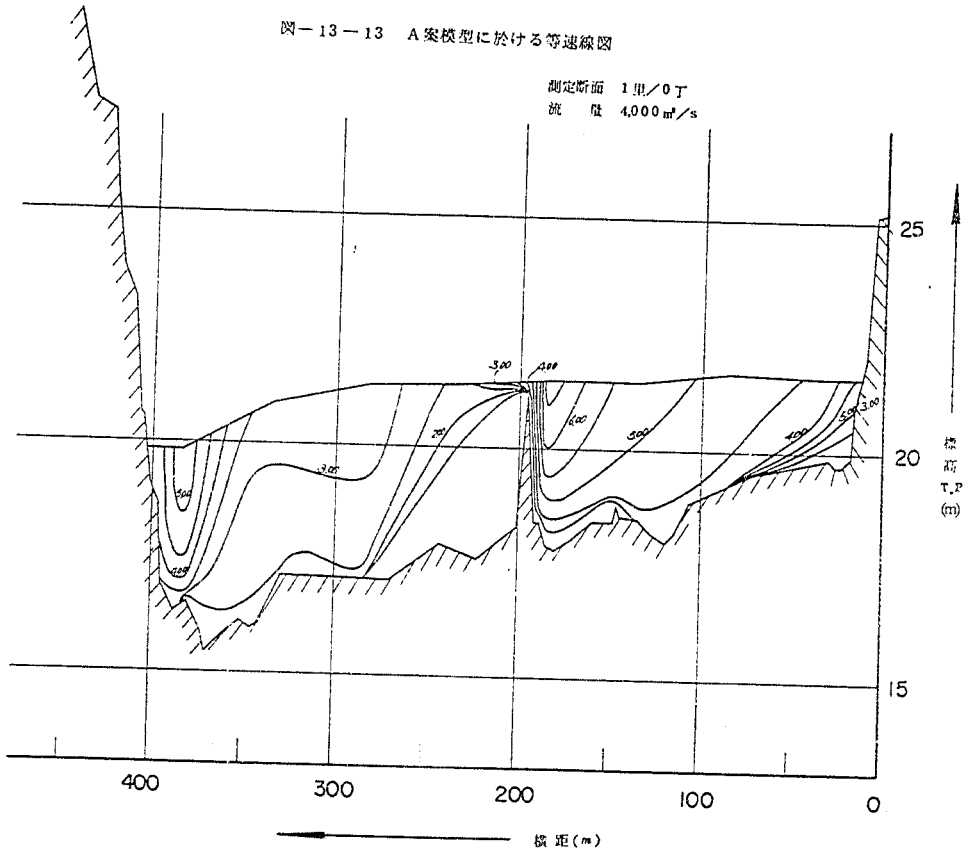
図－13－12　A案模型に於ける等速線図

測定断面　1m／1T

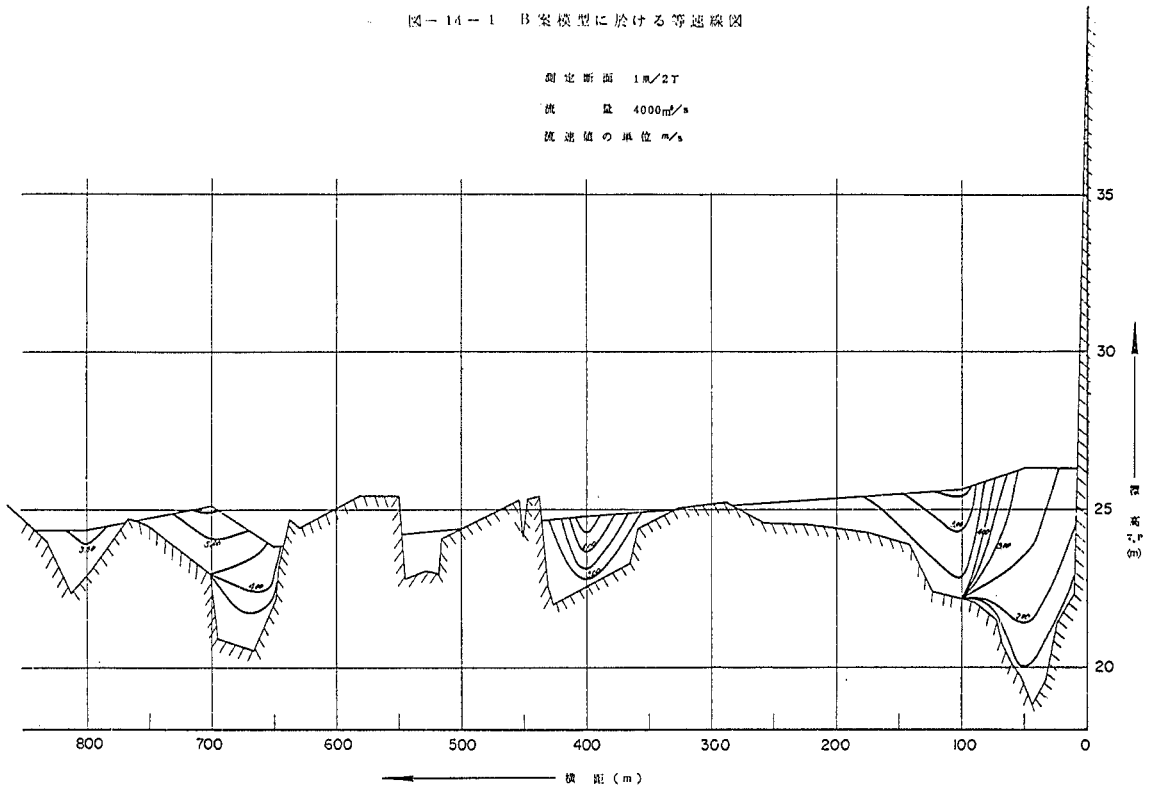
流　　量　4000m³／s



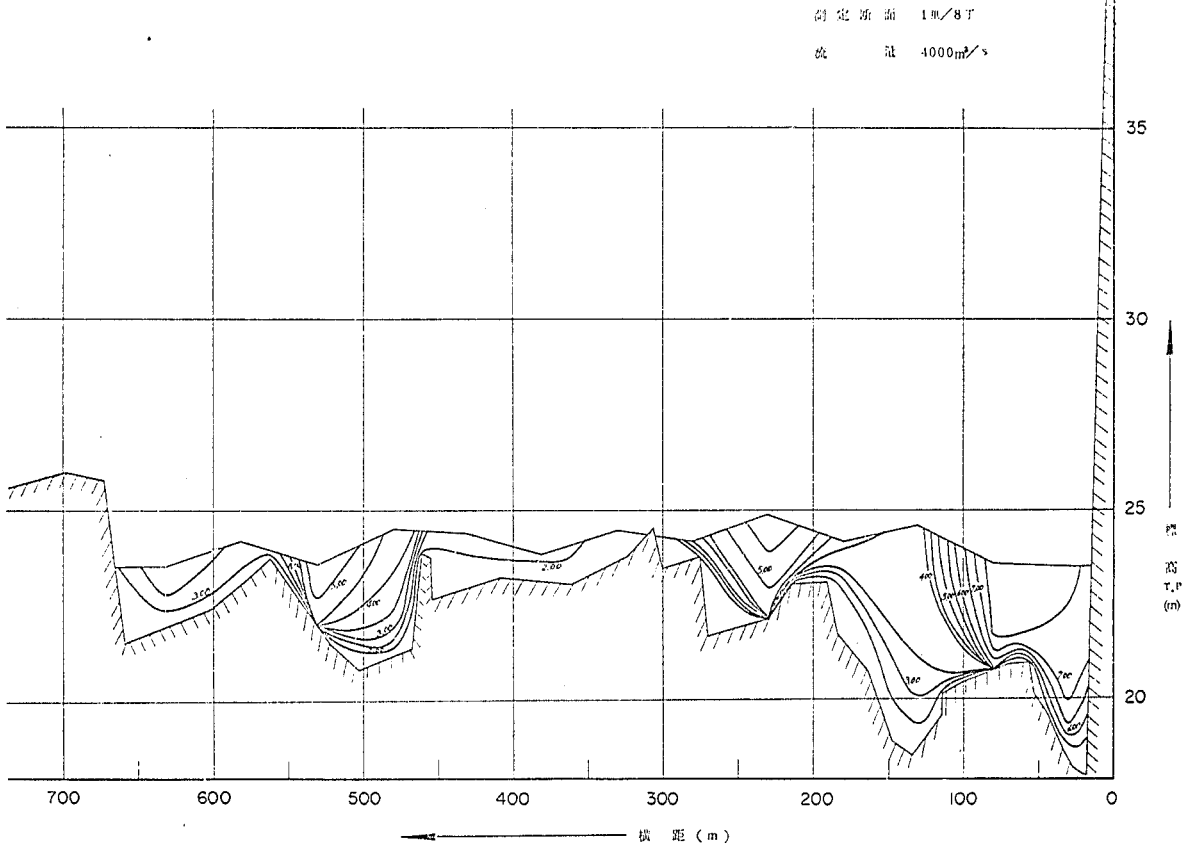
図－13－13　A案模型に於ける等速線図



図－14－1　B案模型に於ける等速線図



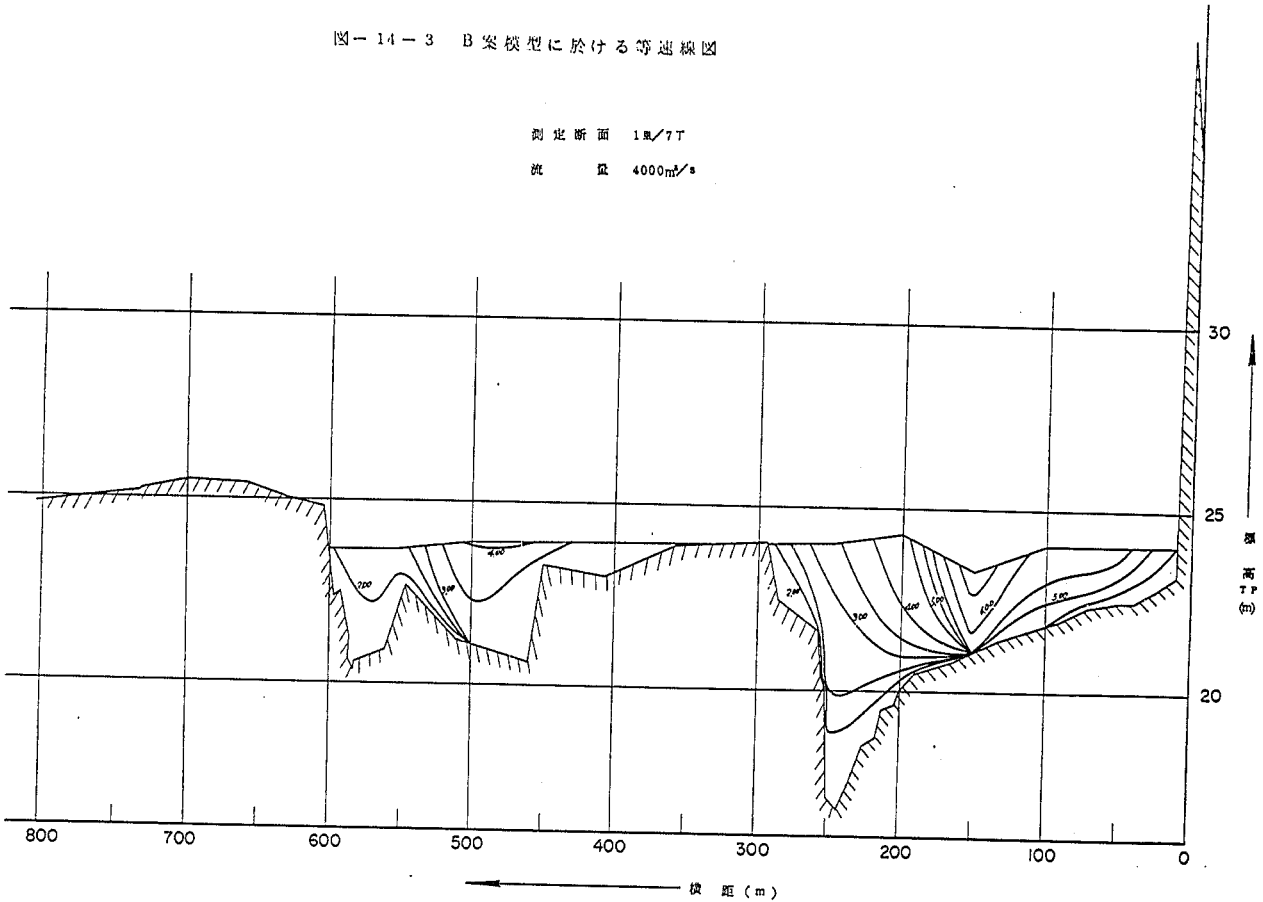
図－14－2　B案模型に於ける等速線図



図－14－3　B案模型に於ける等速線図

測定断面　1果／7T

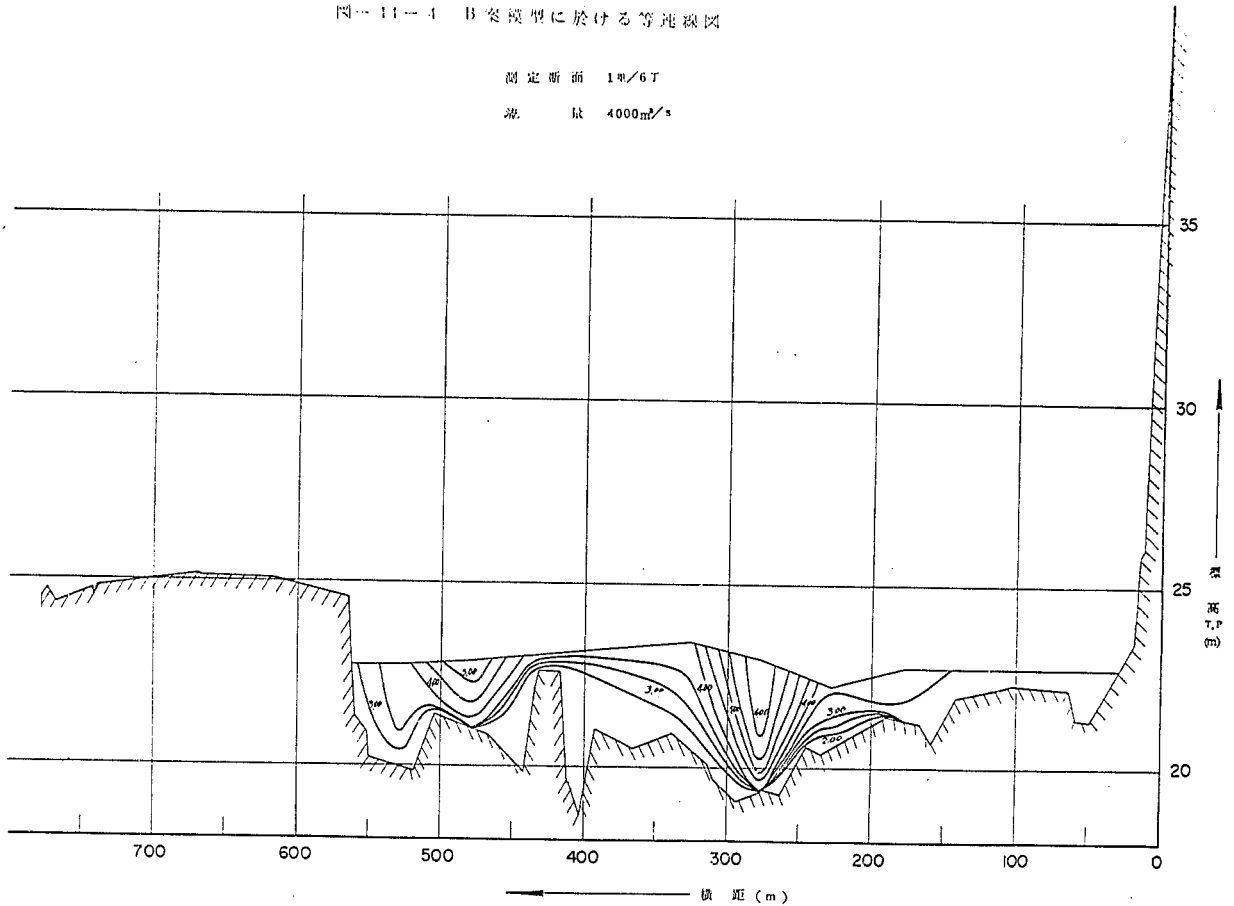
流　　量　4000m³／s



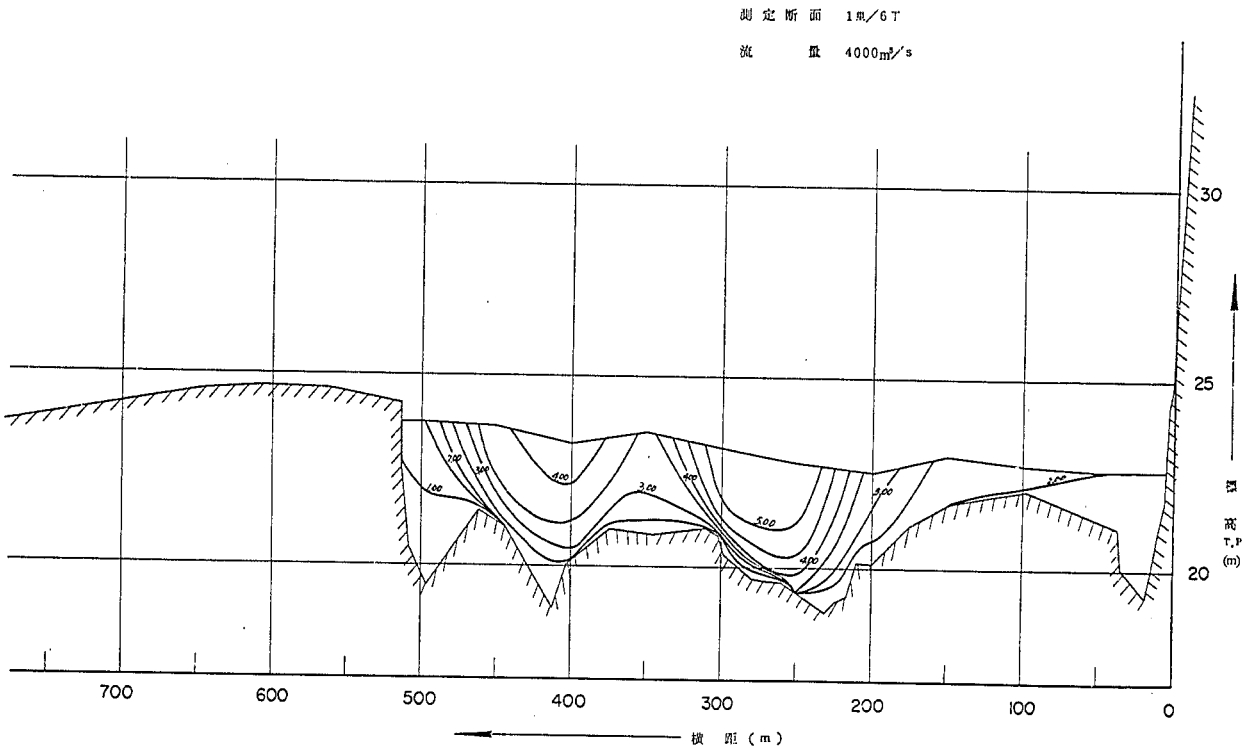
図－11－4　B案模型に於ける等速線図

測定断面　1m／6T

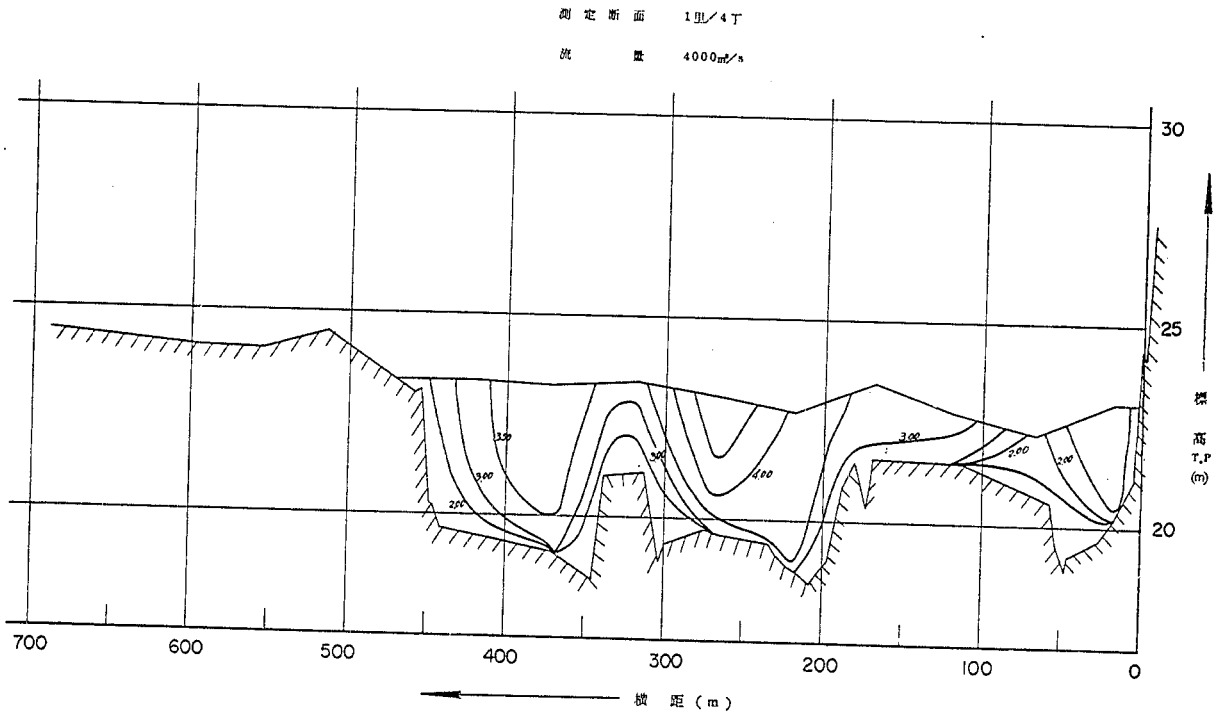
流　　量　4000m³／s



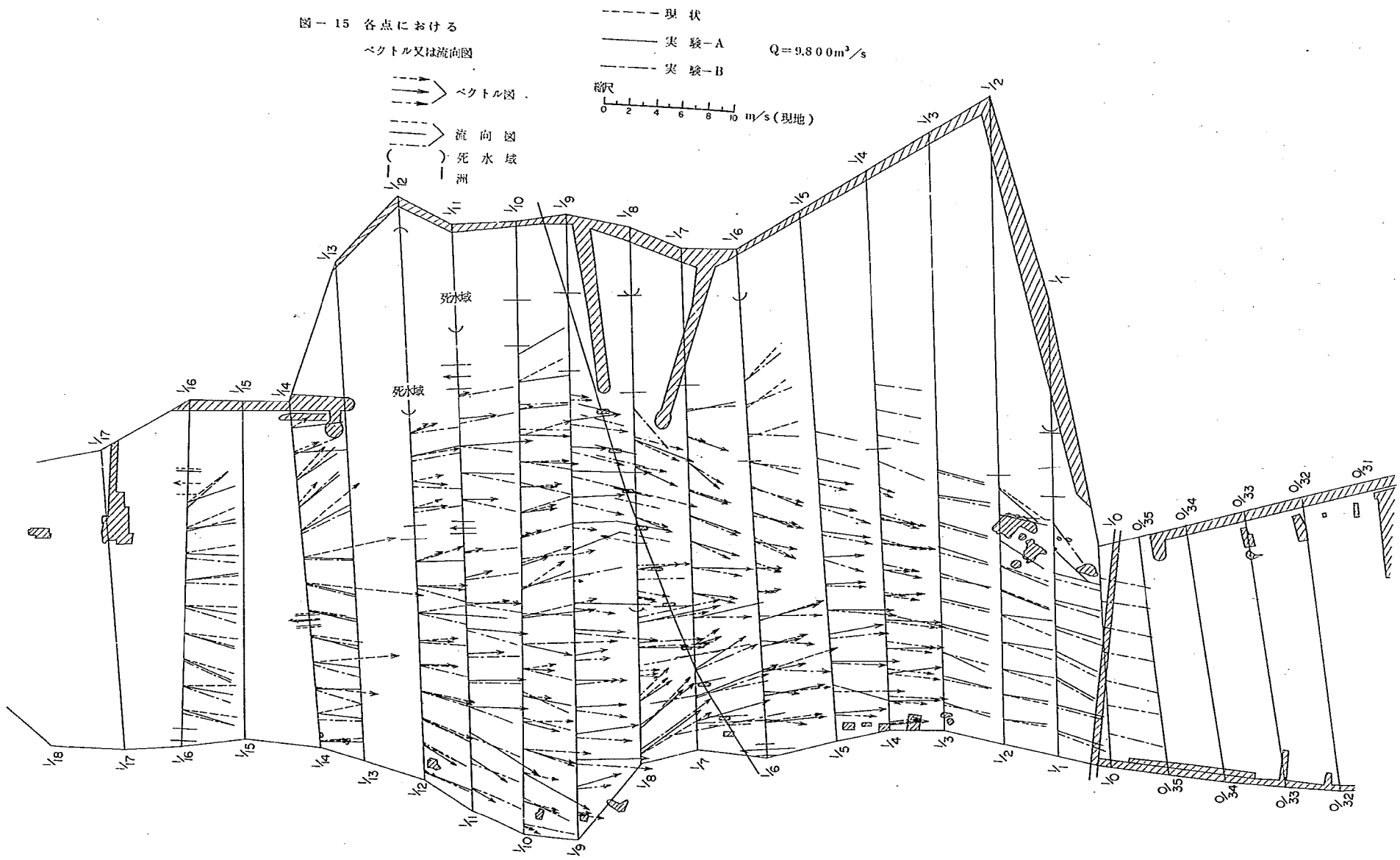
図－14－5　B案模型に於ける等速線図



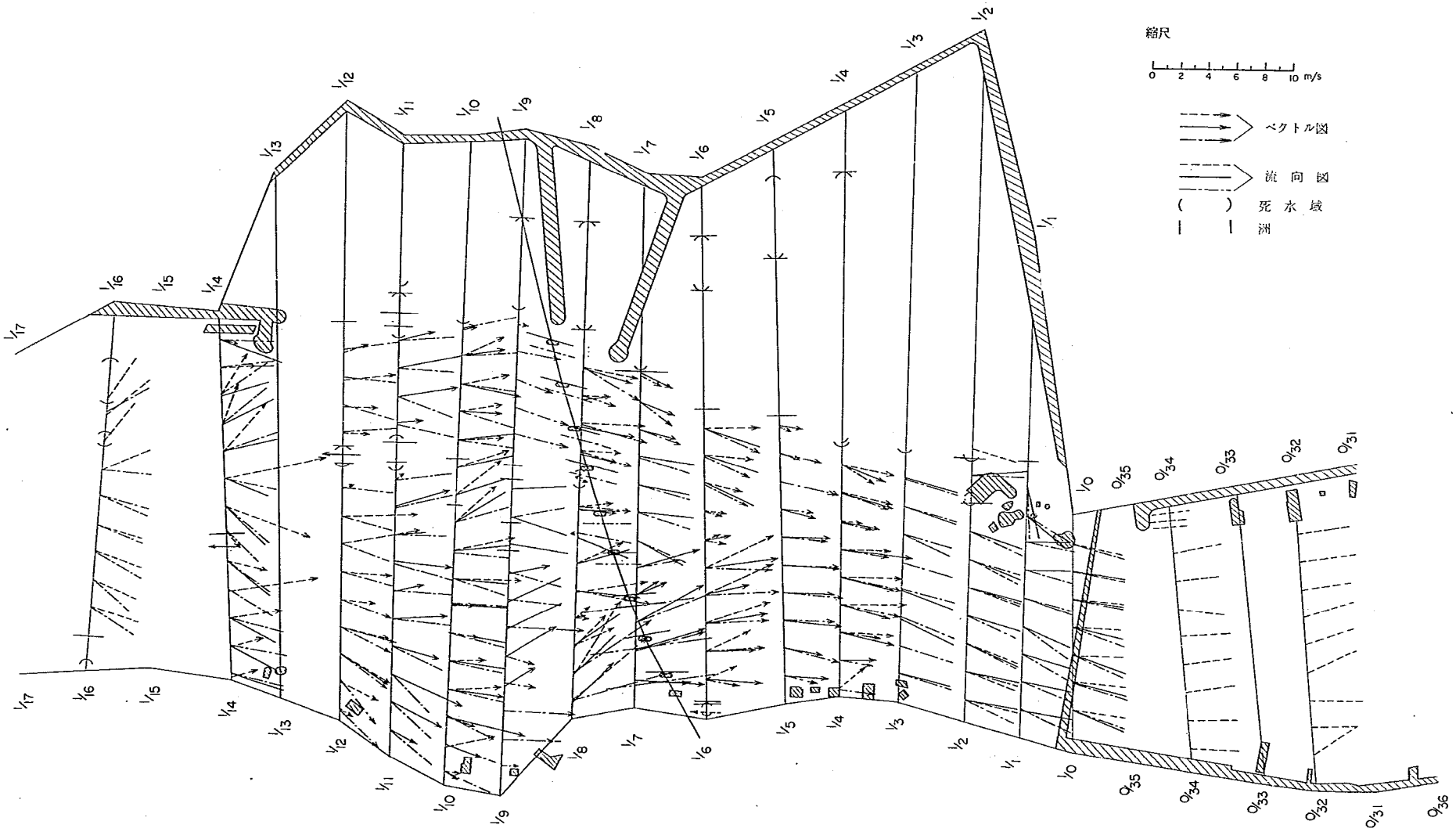
図－14－6　B案模型に於ける等速線図



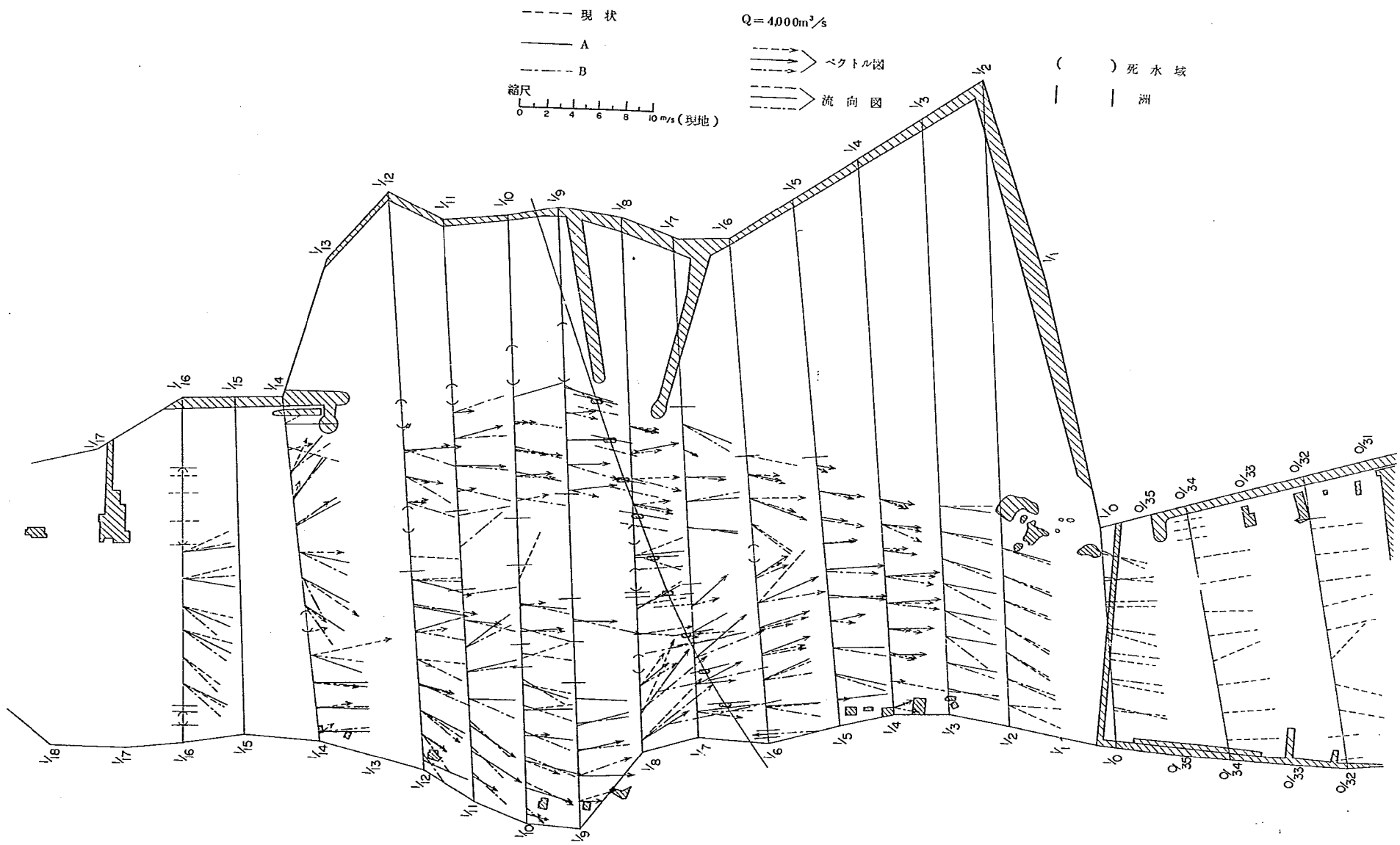
図－15　各点における
ベクトル又は流向図



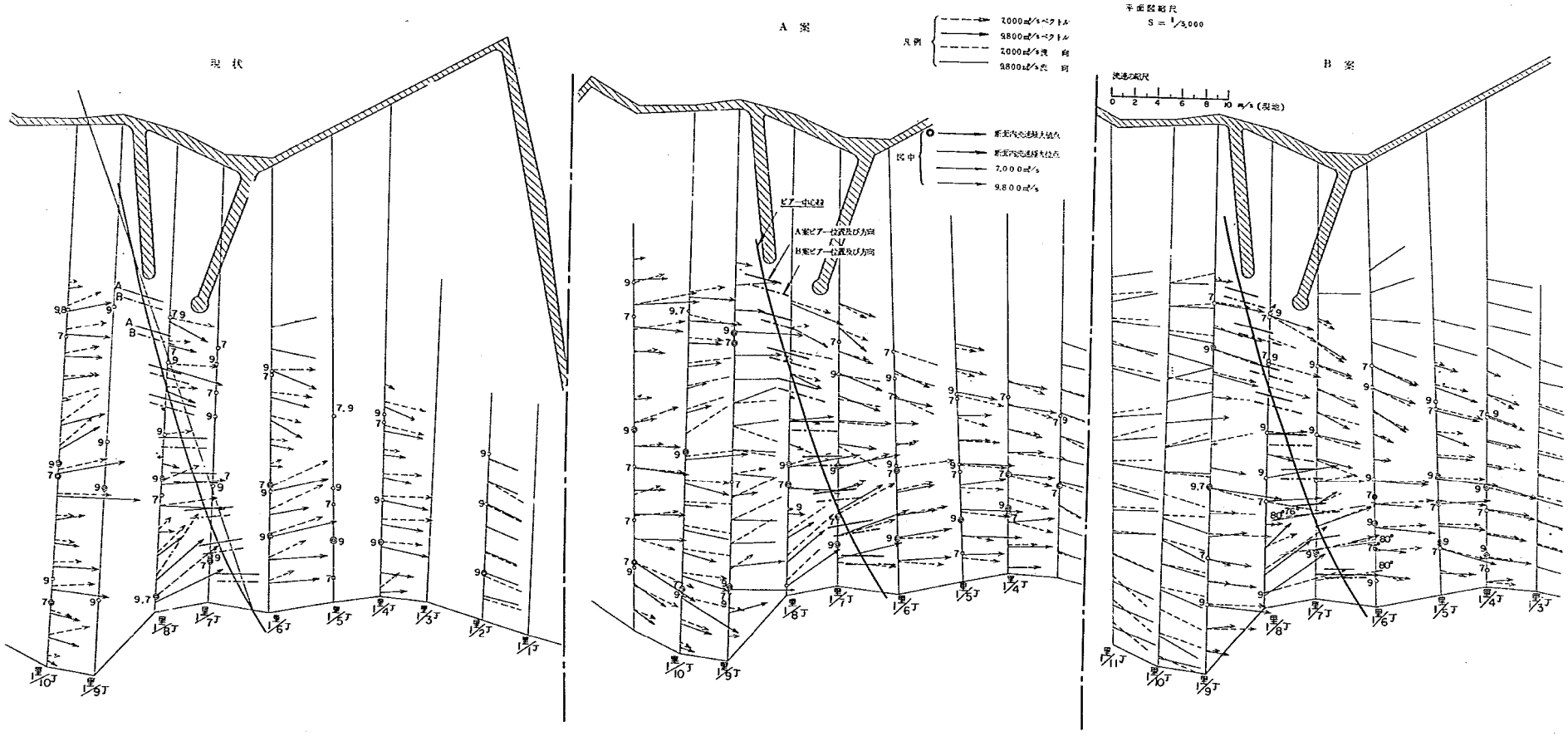
図－16　各点におけるベクトル又は流向図

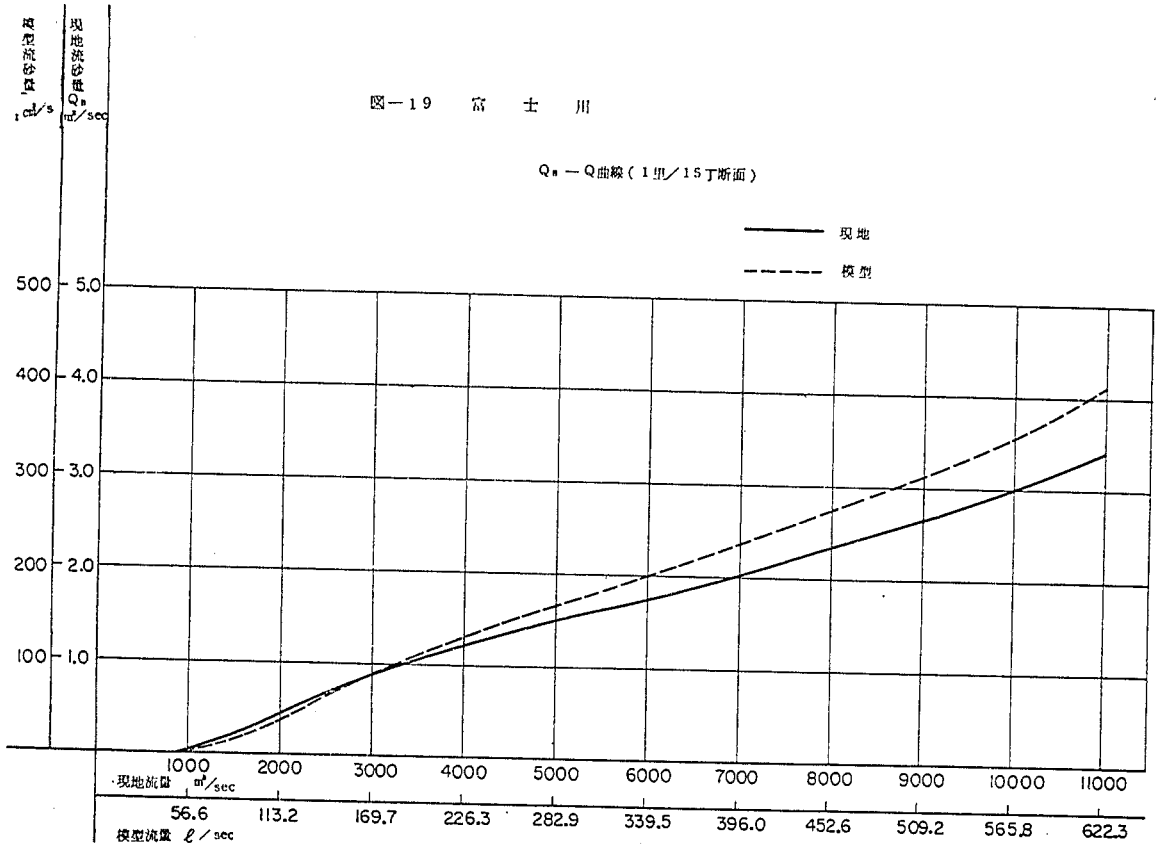


図－17　各点におけるベクトル又は流向図

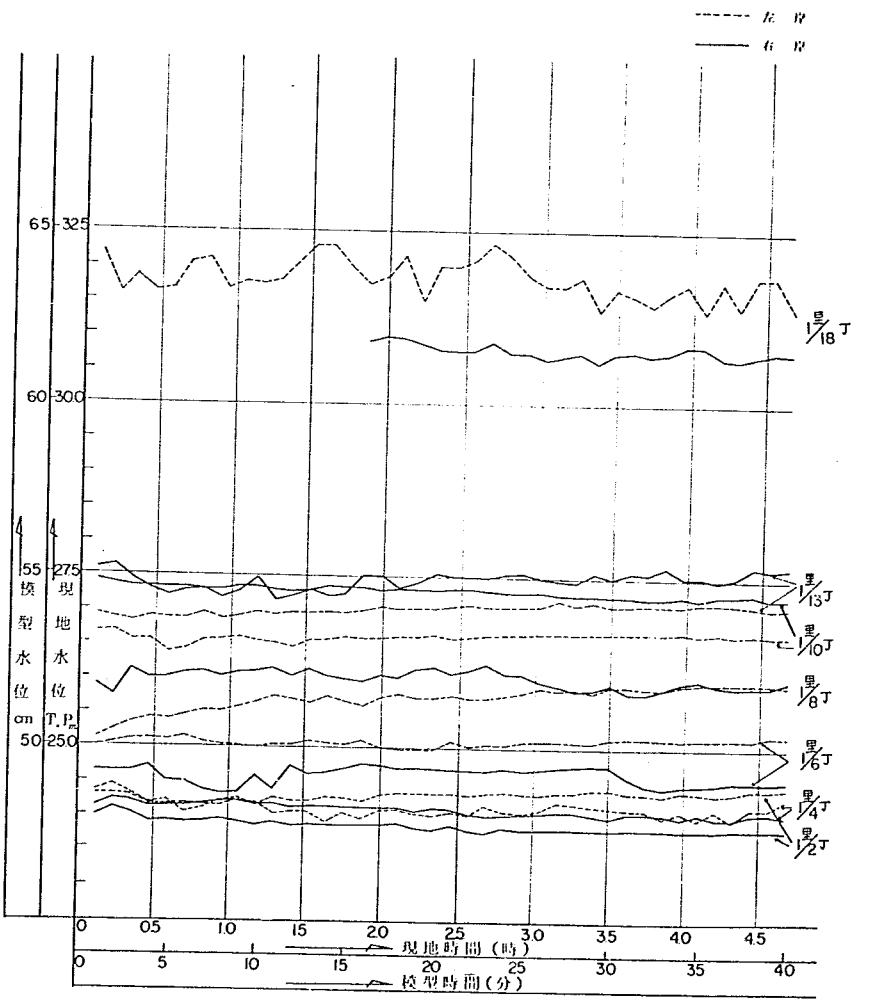


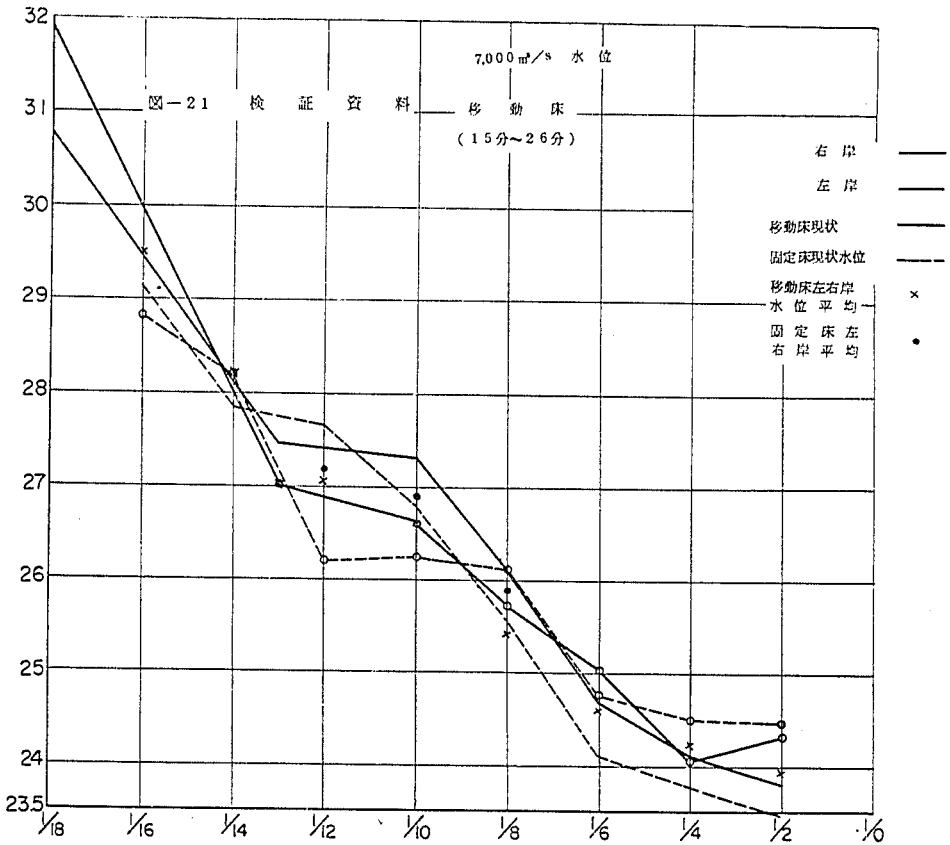
図－18　流量の変化による流速流向の変化図

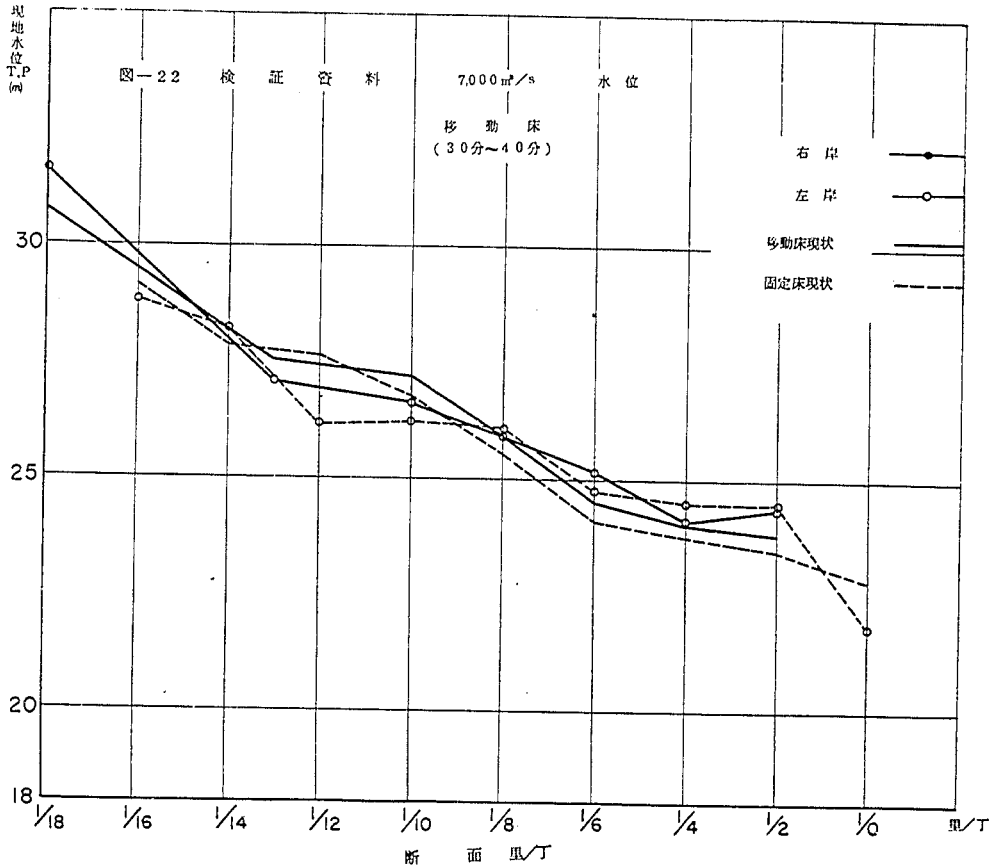



図－19　富　士　川
Qn － Q曲線（1里／15丁断面）
現地
模型
模型流量 Q cm³/s
現地流量 Qn m³/sec
500
400
300
200
100
5.0
4.0
3.0
2.0
1.0
1000
2000
3000
4000
5000
6000
7000
8000
9000
10000
11000
現地流量 m³/sec
56.6
113.2
169.7
226.3
282.9
339.5
396.0
452.6
509.2
565.8
622.3
模型流量 ℓ／sec

図－20　流量 7,000m³/s に於ける時間水位曲線図
（現状定流）

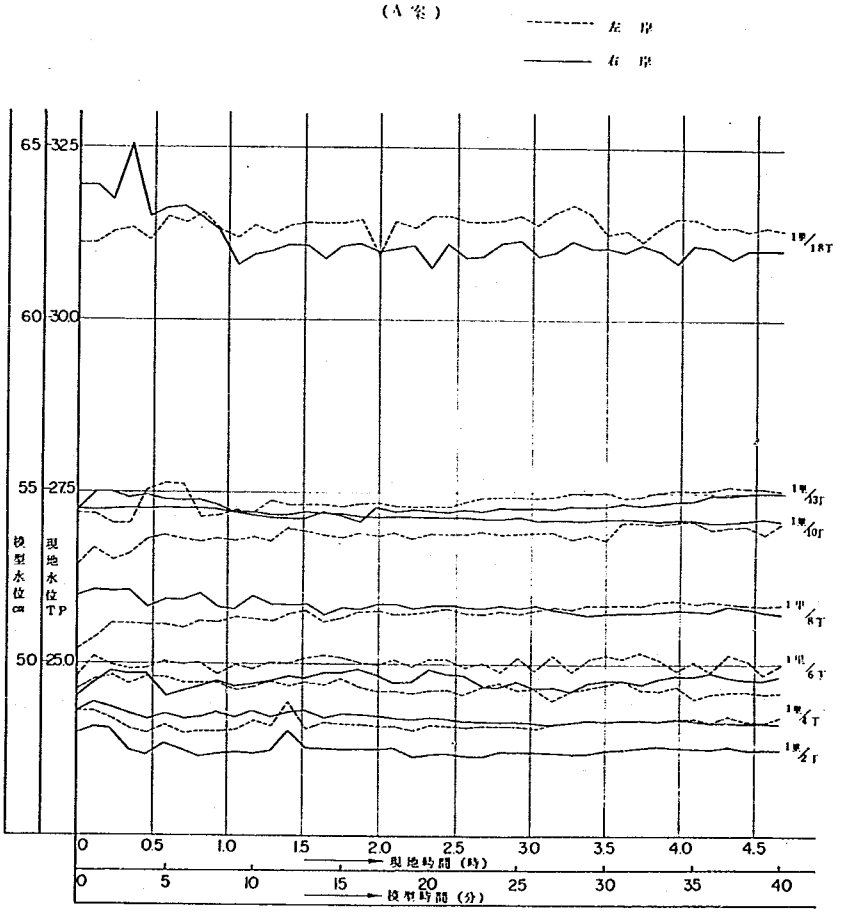



図－21　検　証　資　料
7,000㎥/s　水　位
移　動　床
（15分～26分）
右　岸
左　岸
移動床現状
固定床現状水位
移動床左右岸水位平均
固定床左右岸平均
32
31
30
29
28
27
26
25
24
23.5
1/18
1/16
1/14
1/12
1/10
1/8
1/6
1/4
1/2
1/0


図－22　検　証　資　料　7,000m³/s　水　位
移　動　床
（30分～40分）
右　岸
左　岸
移動床現状
固定床現状
現地水位 T.P (m)
30
25
20
18
1/18
1/16
1/14
1/12
1/10
1/8
1/6
1/4
1/2
1/0
里/丁
断　面　里/丁

図－23　流量 7,000m³/s に於ける時間水位曲線図

（A 案）

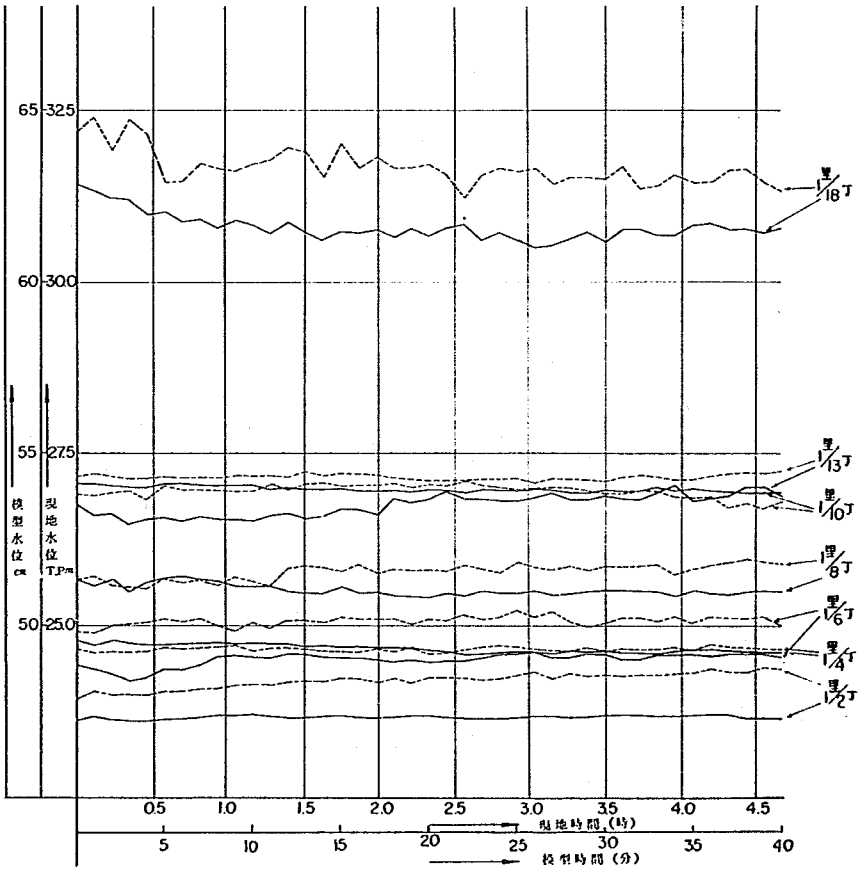


図－24　流量 7,000m³/s における時間水位曲線図

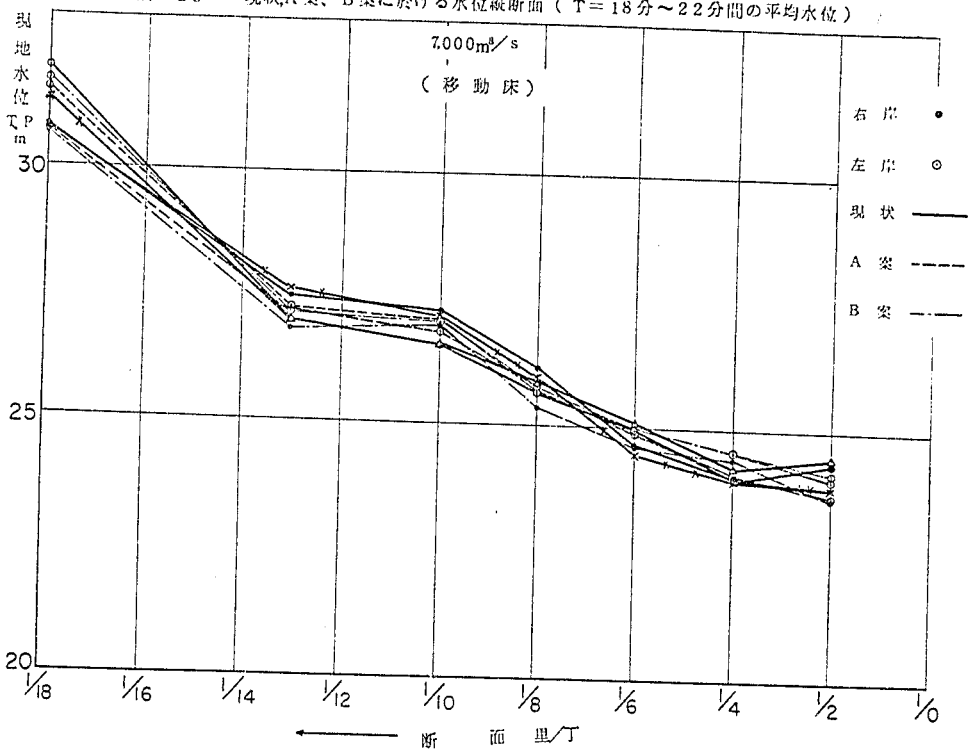
（日奈）

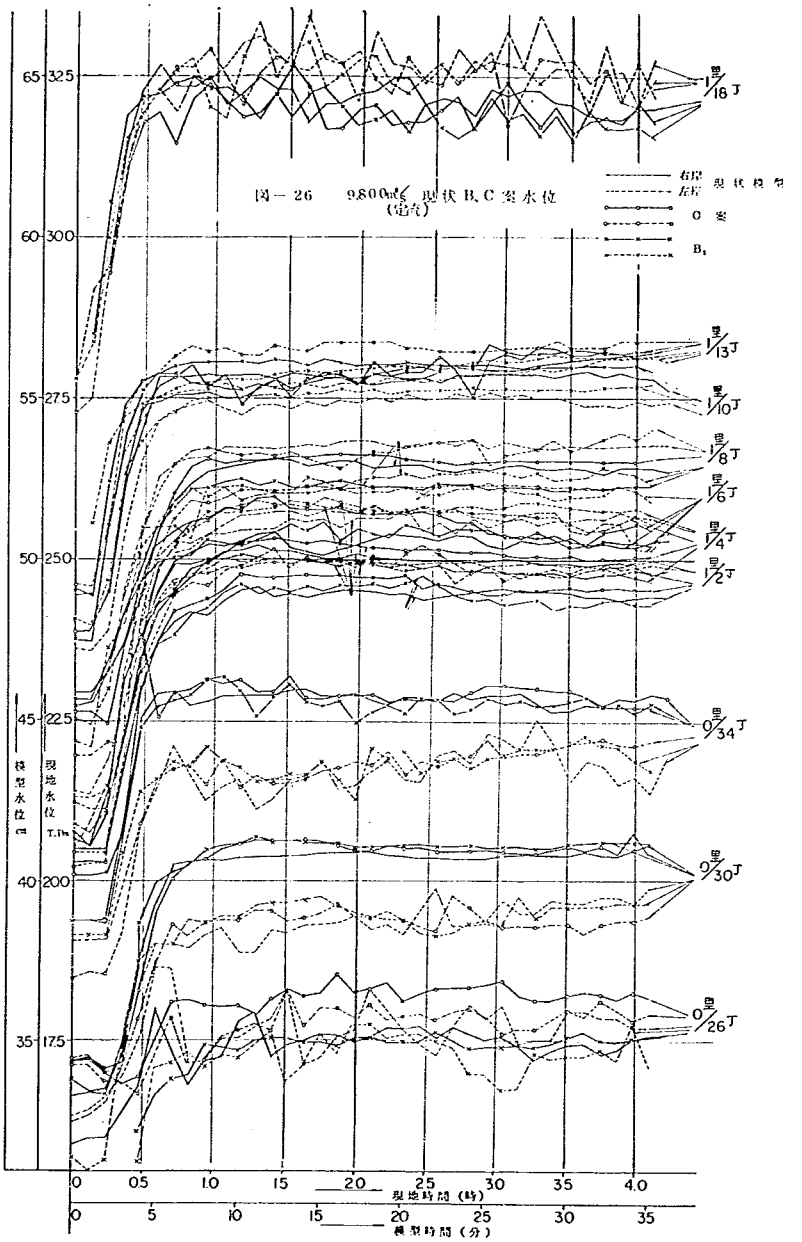
------ 左岸

——— 右岸

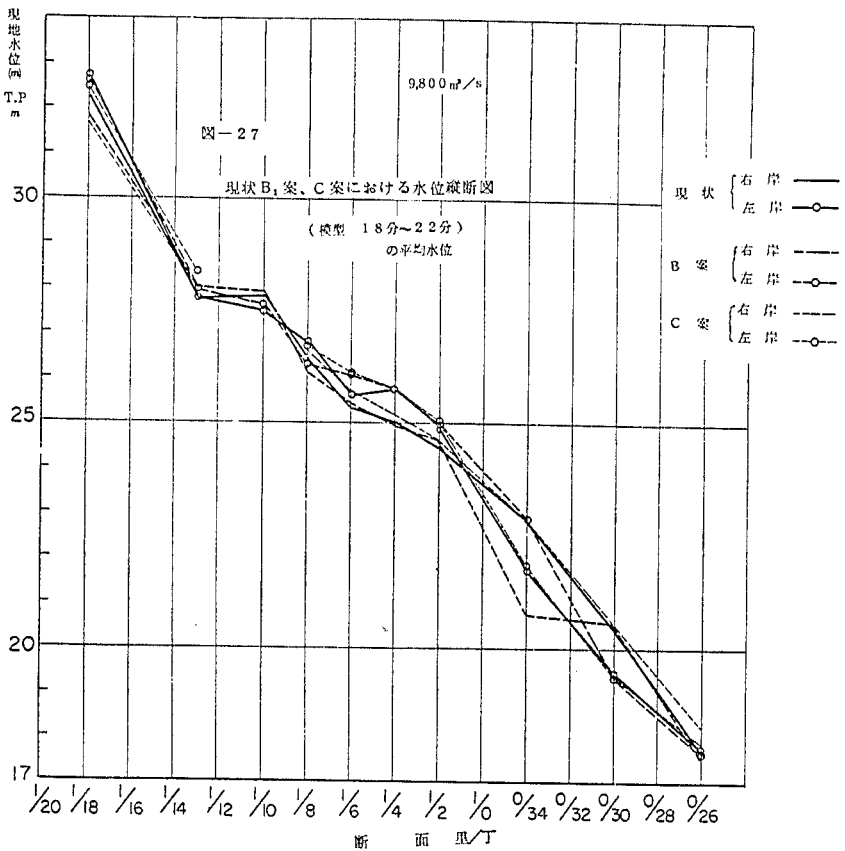


図－25　現状A案、B案に於ける水位縦断面（T＝18分～22分間の平均水位）





図－26　9,800m³/s 現状 B, C 案水位
(出穴)


現地水位(m)
T.P
m
9,800m³/s
図－27
現状B₁案、C案における水位縦断図
（模型 18分～22分）
の平均水位
現状 右岸
左岸
B案 右岸
左岸
C案 右岸
左岸
30
25
20
17
1/20 1/18 1/16 1/14 1/12 1/10 1/8 1/6 1/4 1/2 1/0 0/34 0/32 0/30 0/28 0/26
断面 里/丁

図－28　流量 4,000m³/s に於ける水位－時間曲線　①

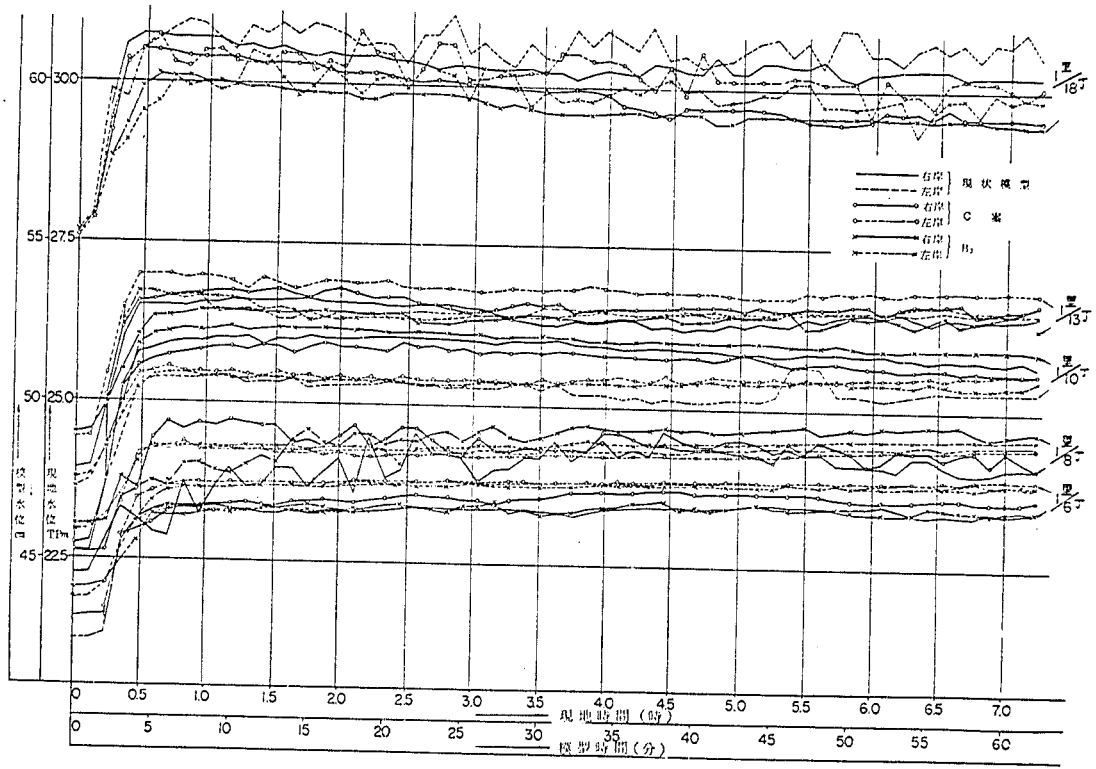
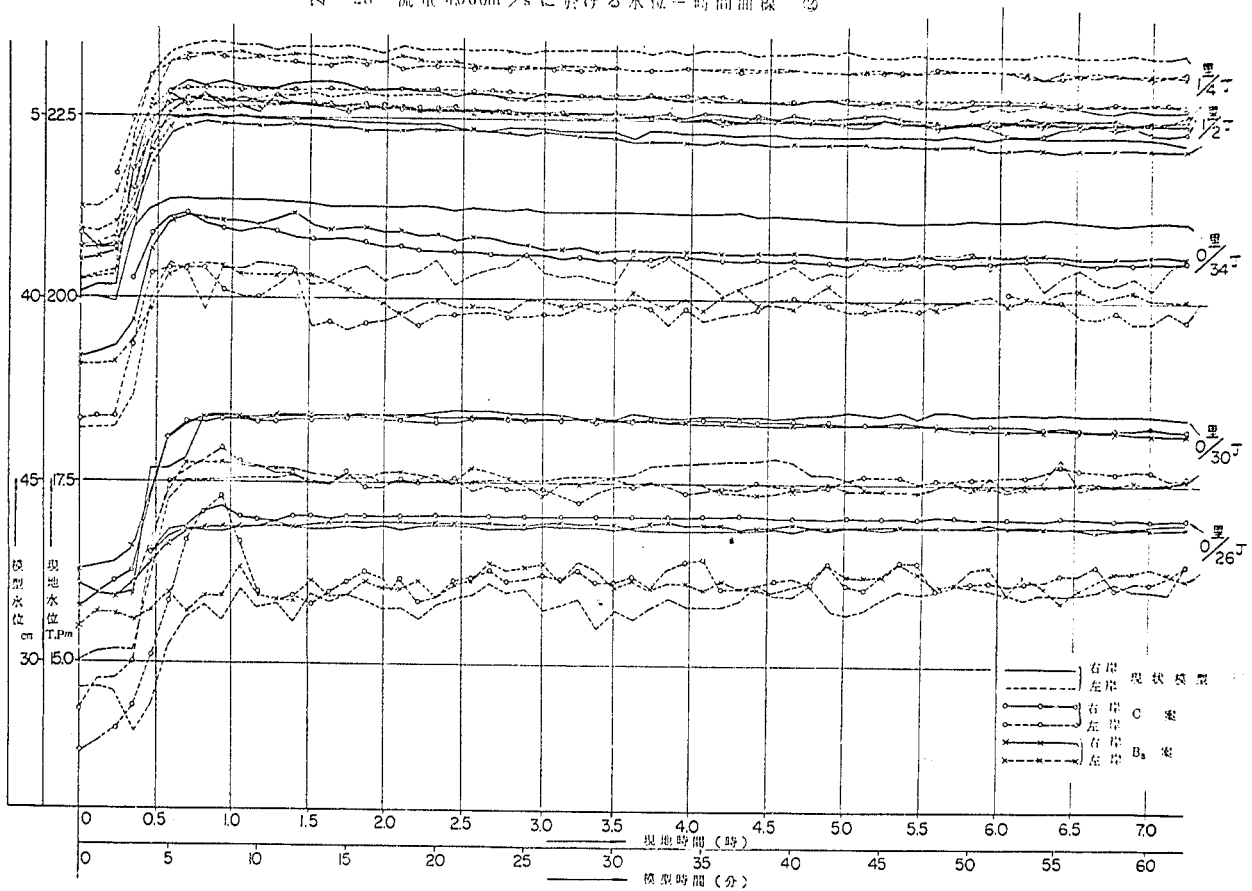
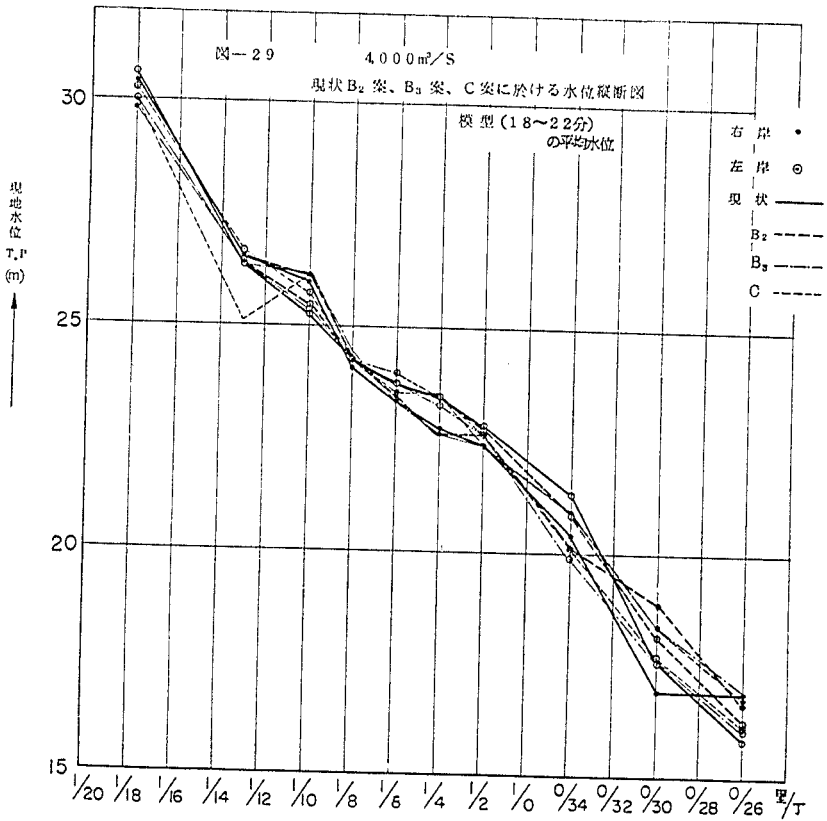
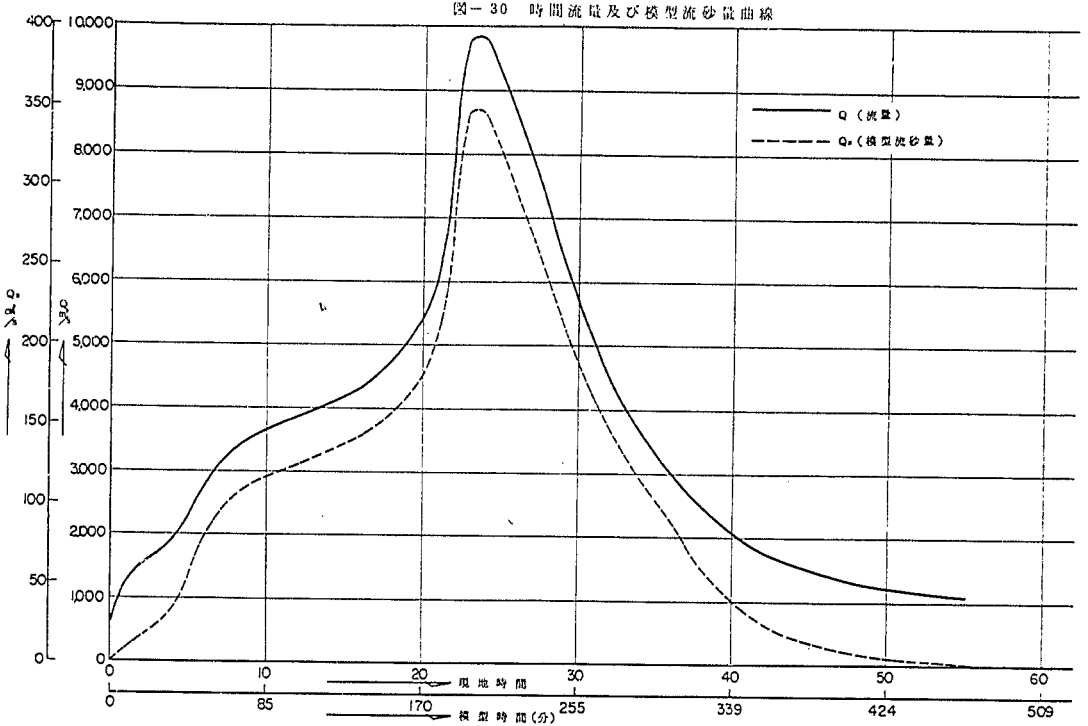


図- 28　流量 4,000m³/s に於ける水位－時間曲線　②

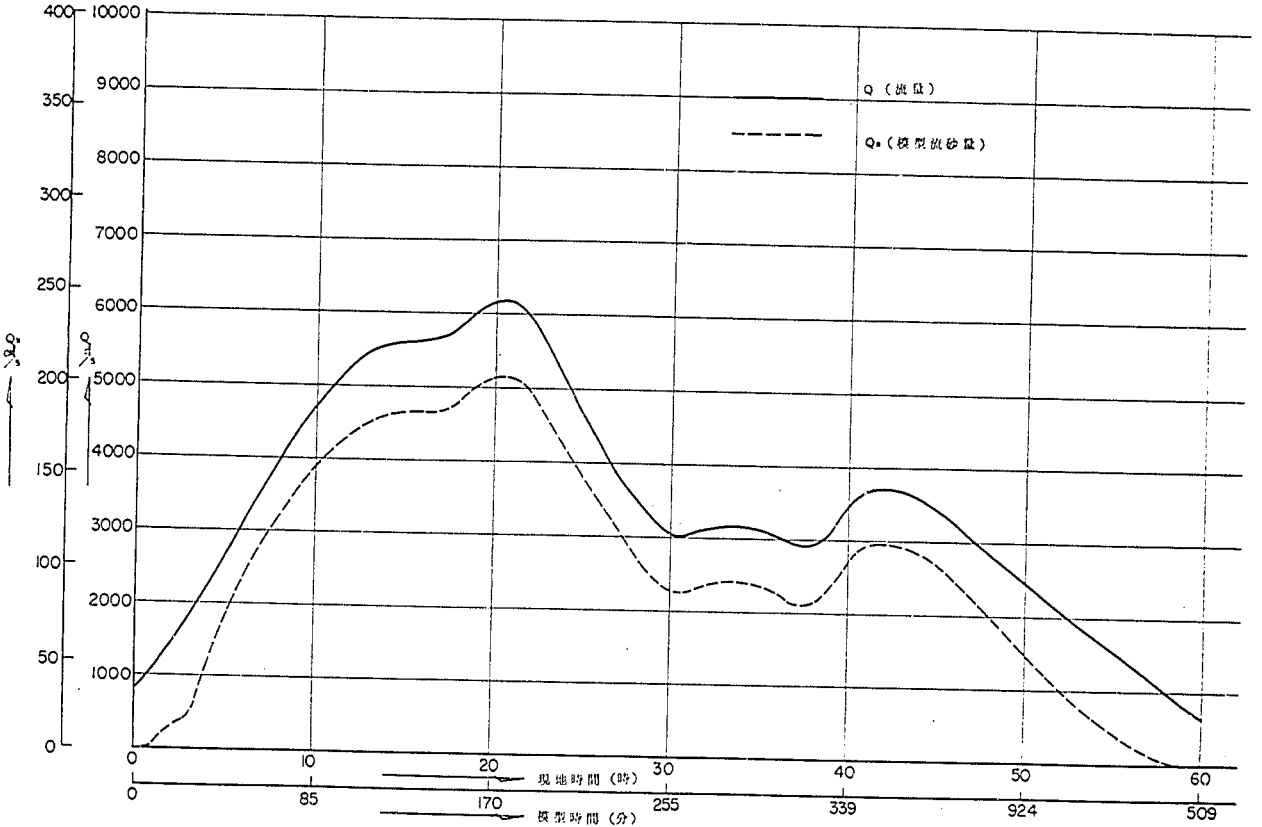



図－29
4,000m³/S
現状B₂案、B₃案、C案に於ける水位縦断図
模型（18～22分）
の平均水位
右岸 •
左岸 ⊙
現状
B₂
B₃
C
現地水位
T.P
(m)
30
25
20
15
1/20 1/18 1/16 1/14 1/12 1/10 1/8 1/6 1/4 1/2 1/0 0/34 0/32 0/30 0/28 0/26 里/T

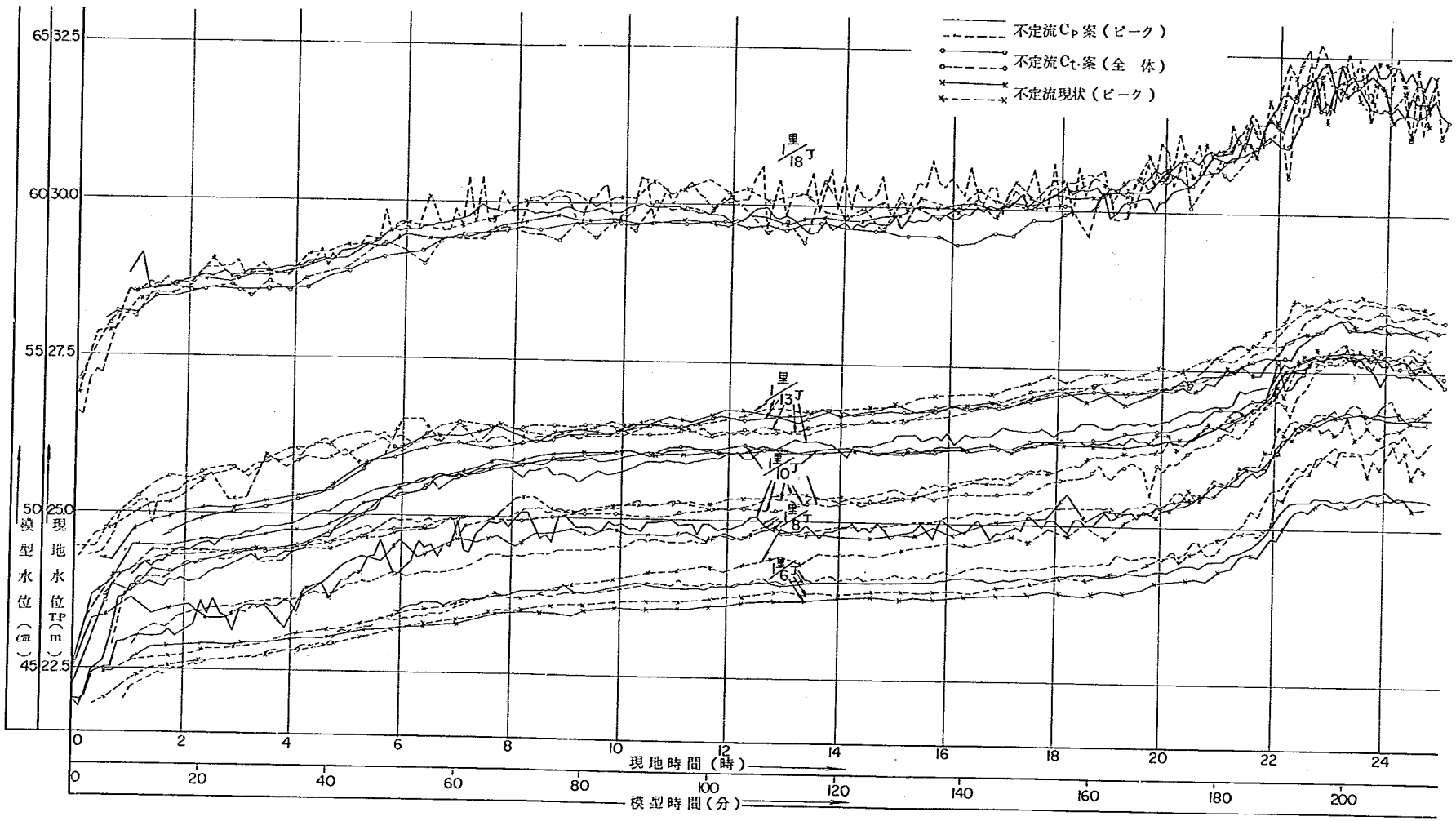
図－30　時間流量及び模型流砂量曲線



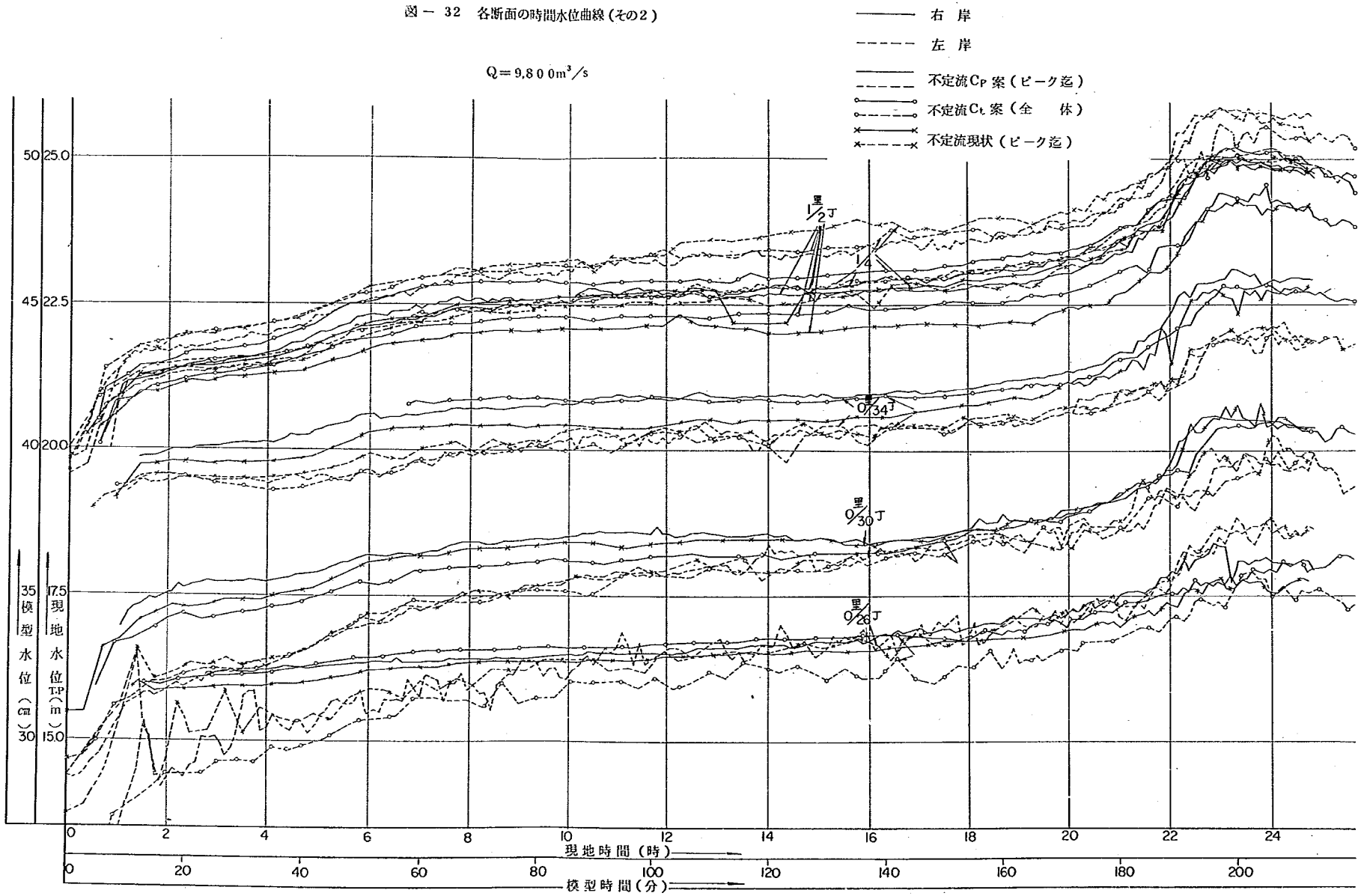
図－31　時間流量及び模型流砂量曲線

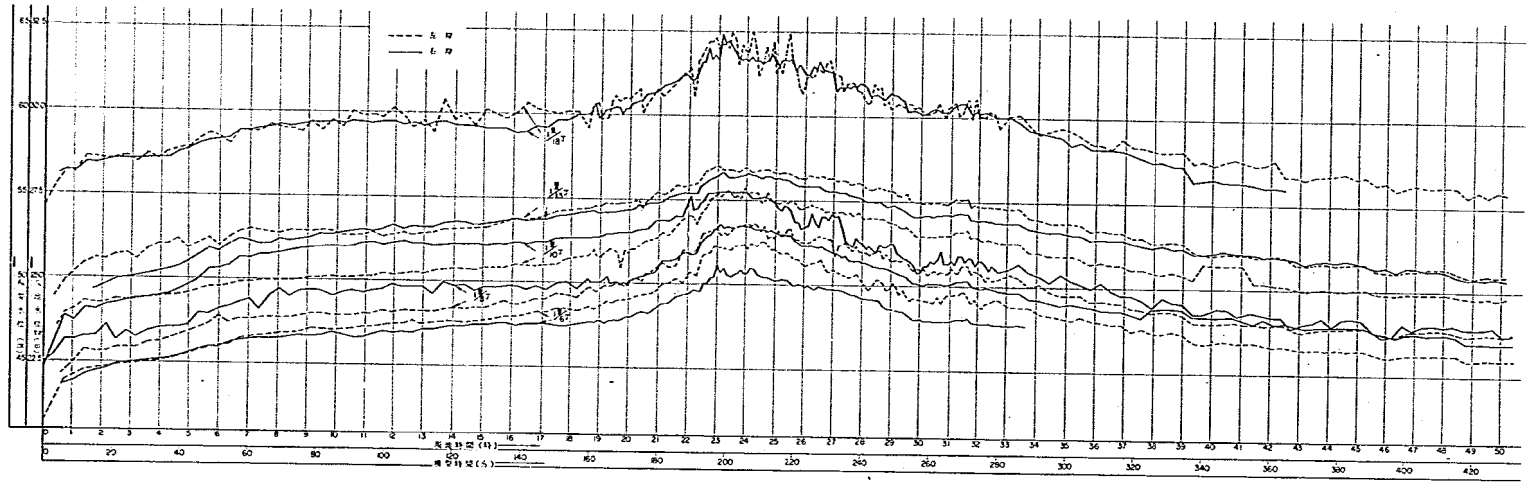


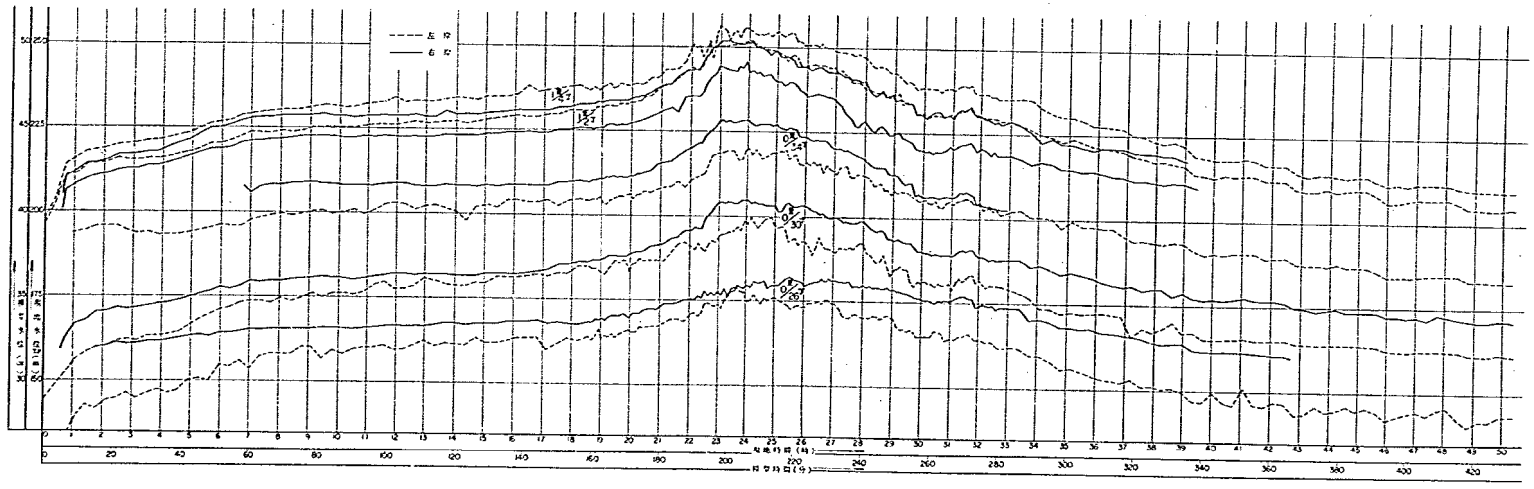
図－32　各断面の時間水位曲線図（その1）　Q＝9,800m³/s



図－32　各断面の時間水位曲線（その2）

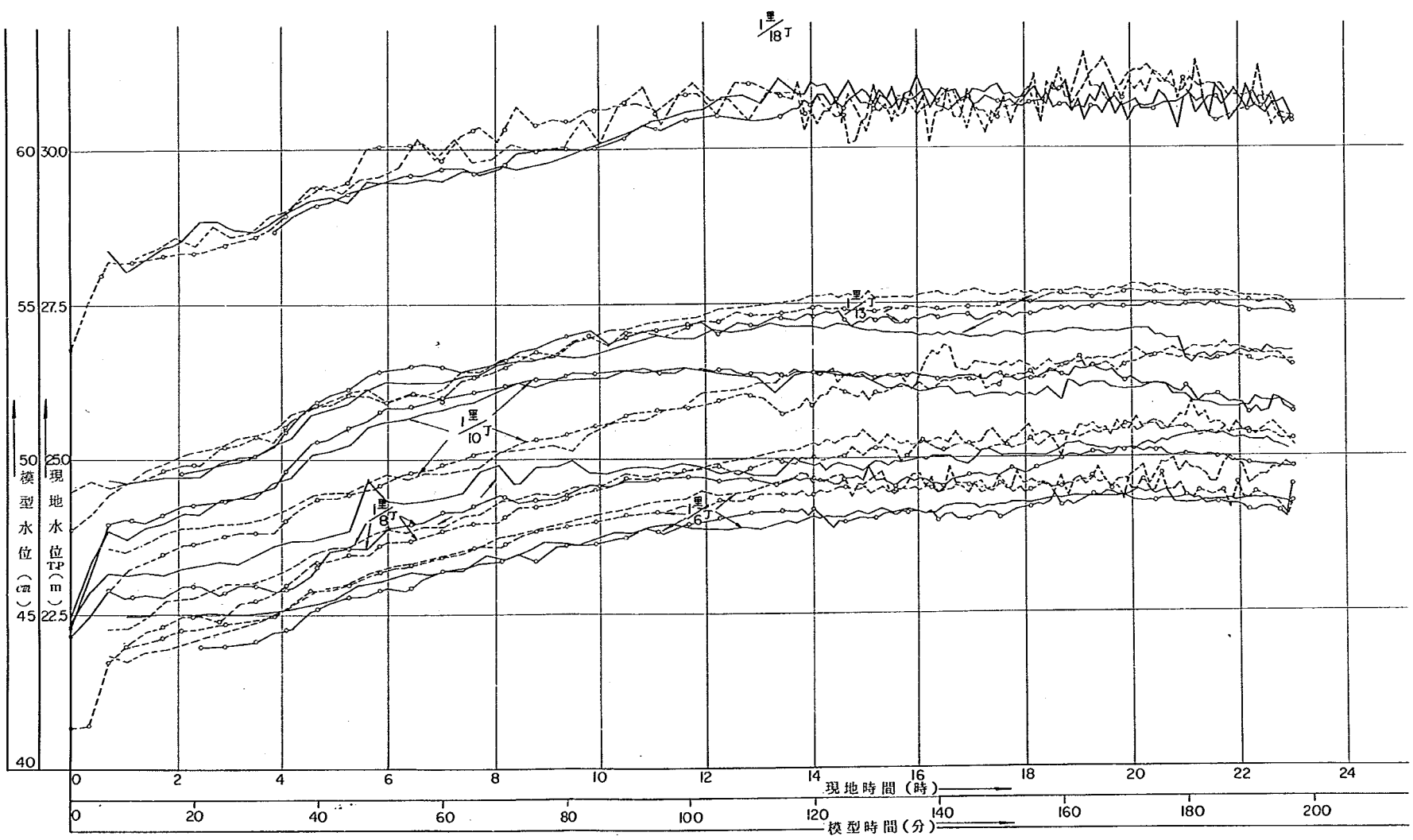






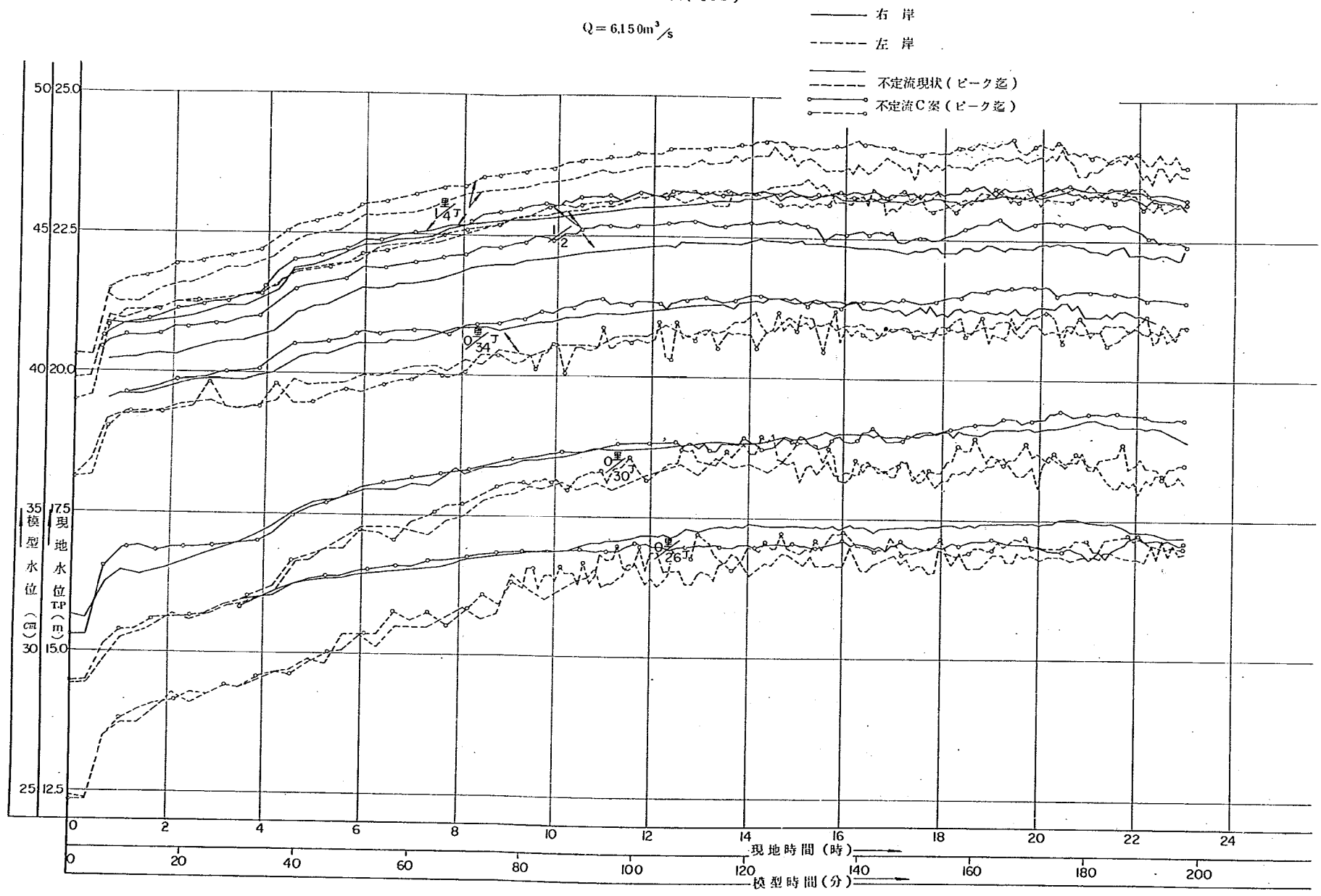
図－34　各断面の時間水位曲線（その1）

Q＝6,150m³/s

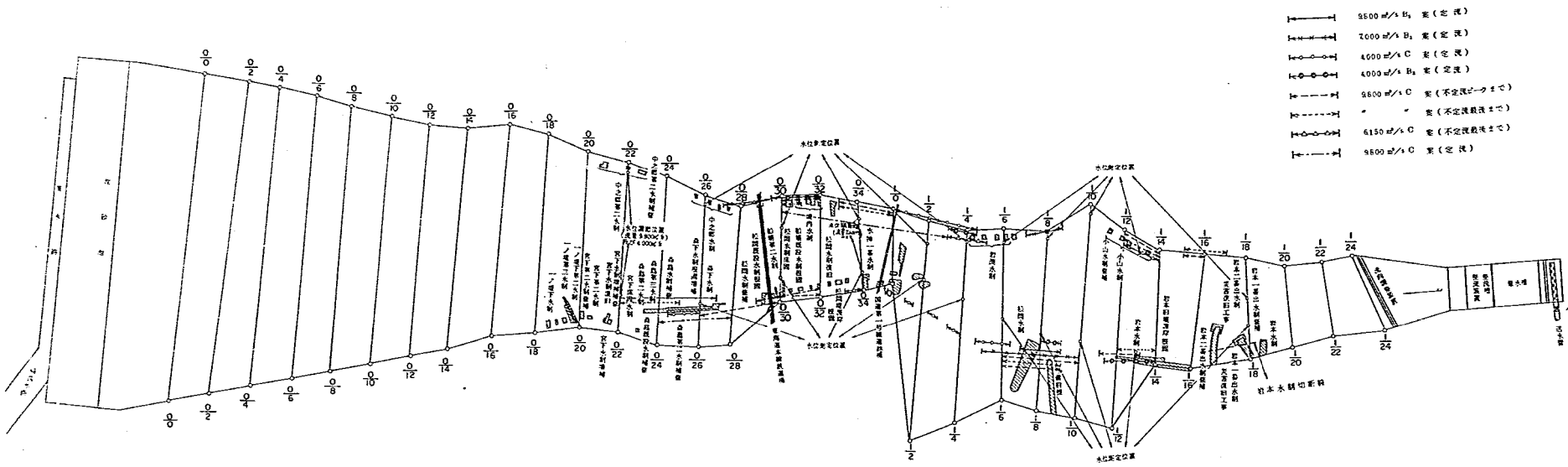


図－34　各断面の時間水位曲線（その2）

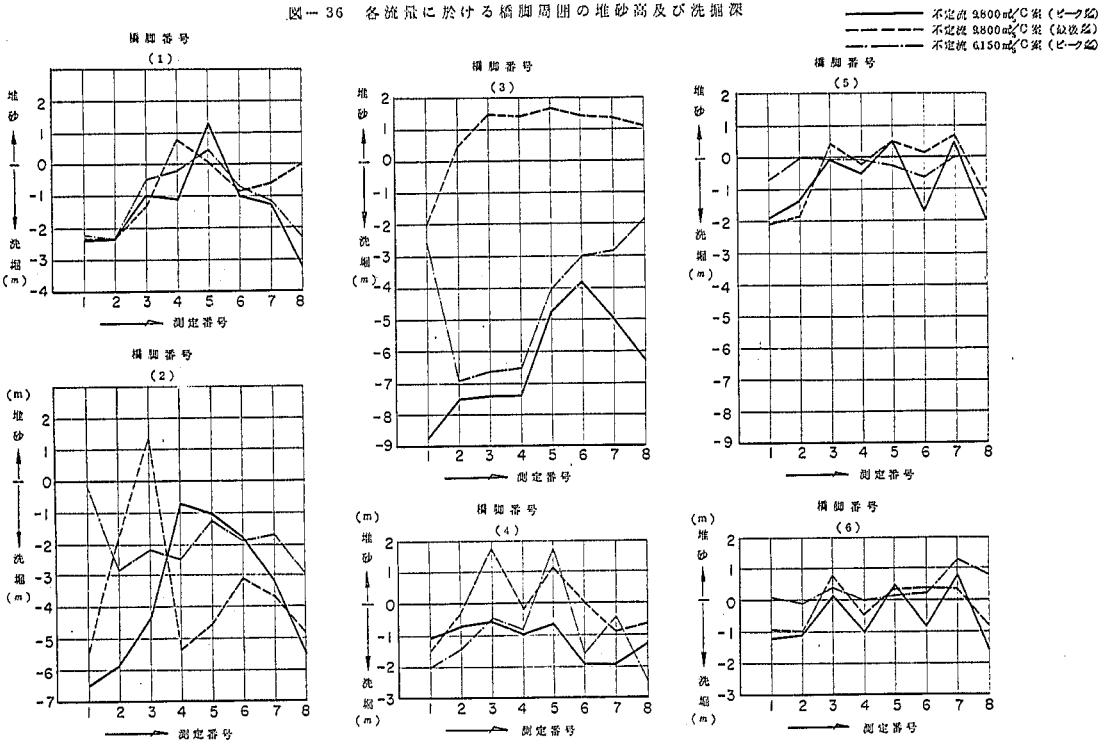
$Q = 6{,}150 m^3/s$



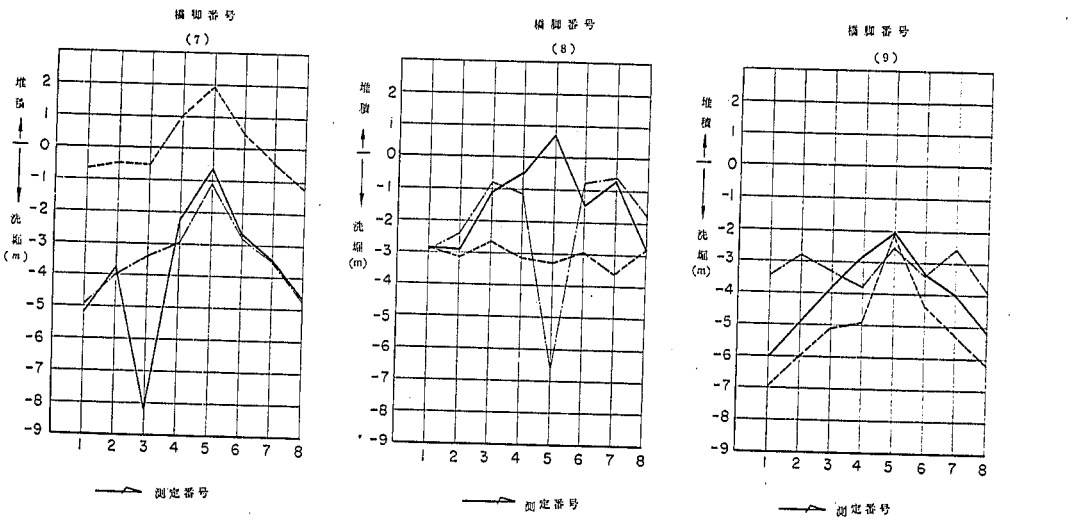
図－35 現製構造物及び現状実績の場合よりも洗掘される箇所（岸側近）



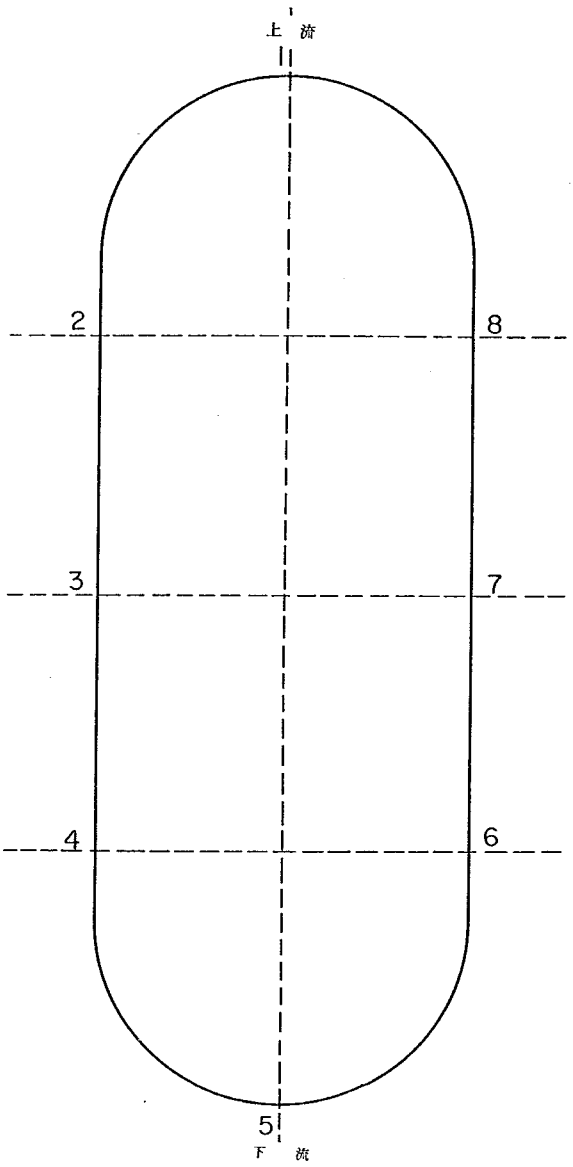
図—36　各流量に於ける橋脚周囲の堆砂高及び洗掘深



図－36　各流量に於ける橋脚周囲の堆砂高及び洗掘深

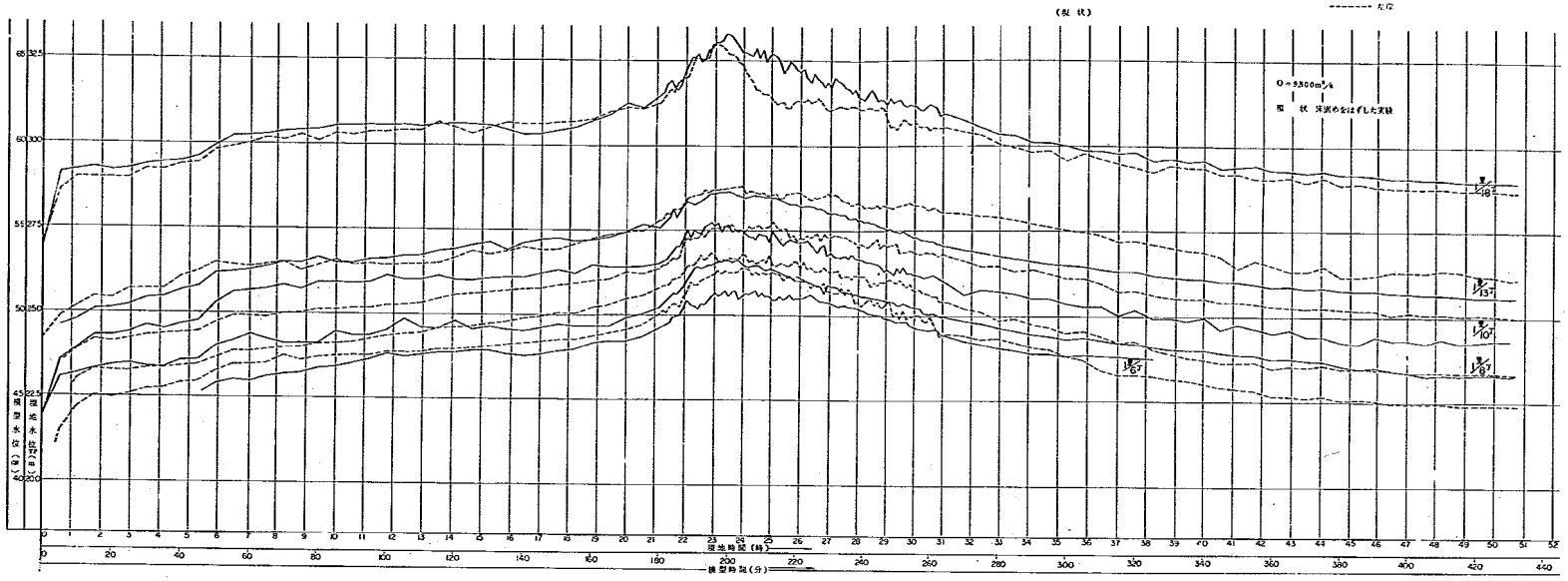


図—37　各橋脚測定位置



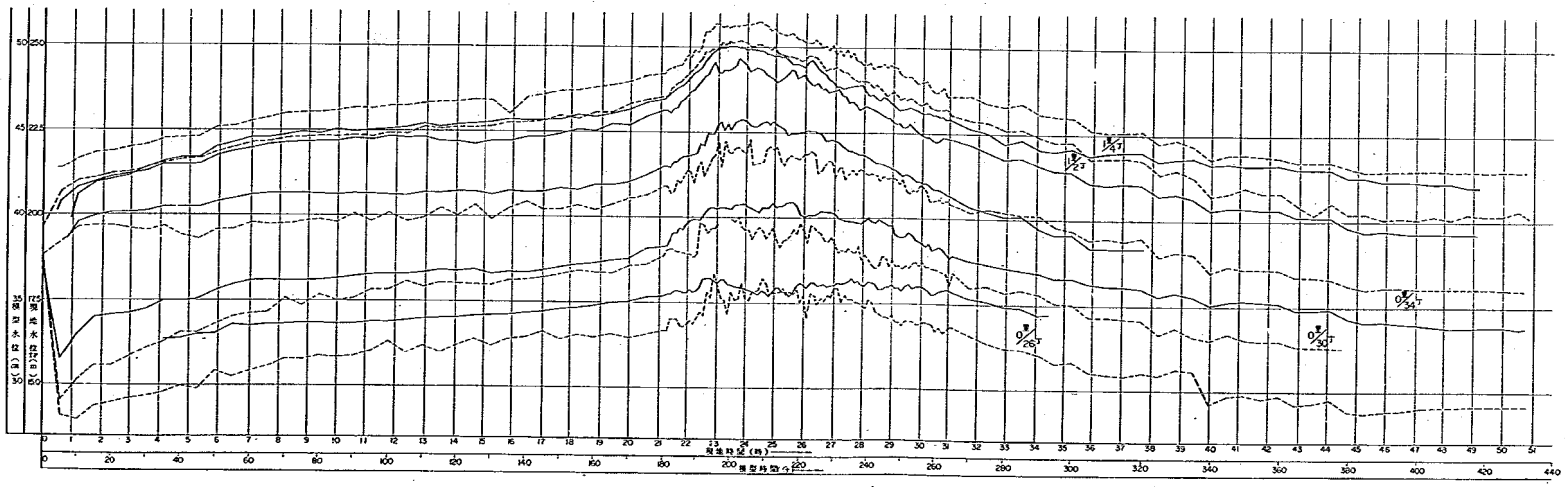
図－38　不定流Q max＝9,500m³/sにおける貯水池を設けた場合の時間水位点綴図（その1）

（現　状）

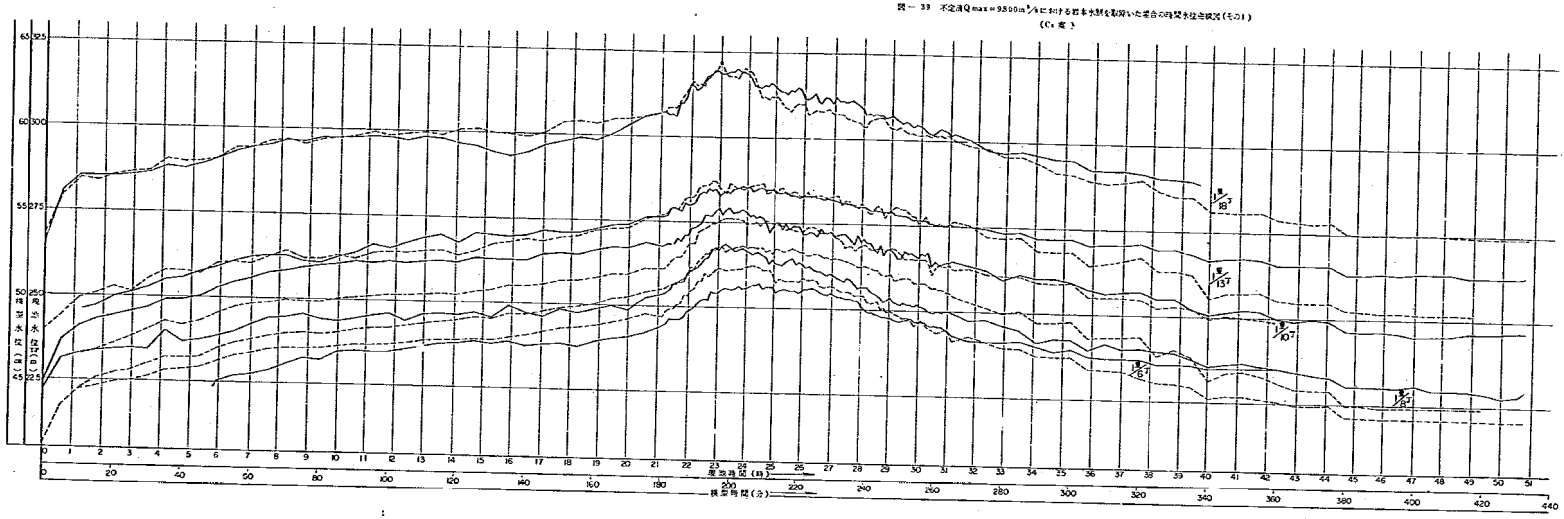


図－38　不定流Q max＝9,500m³/sにおける貯水池を設けた場合の時間水位点綴図（その2）

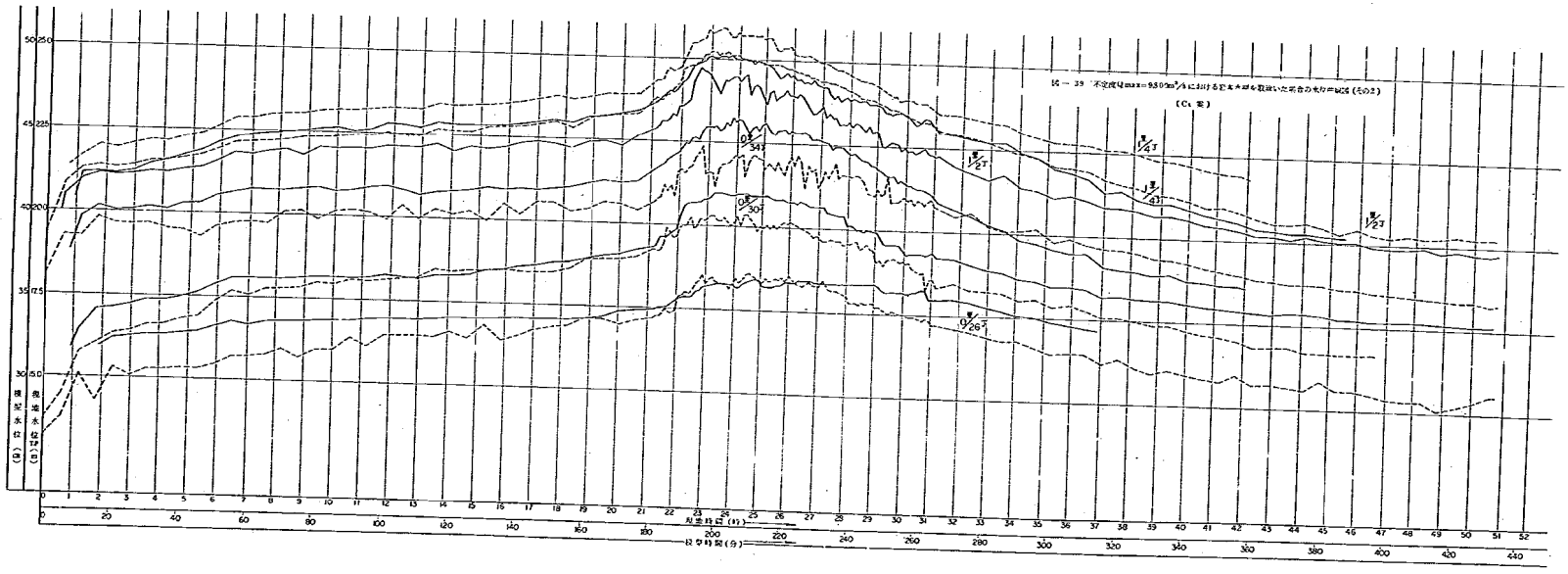
（現　状）



図－38　不定流Qmax＝9800m³/sにおける基本水制を取除いた場合の時間水位当較図（その1）
（C₁案）



図－39　不定流Qmax＝9800m³/sにおける基本水制を取除いた場合の水位当較図（その2）
（C₁案）



昭和39年度

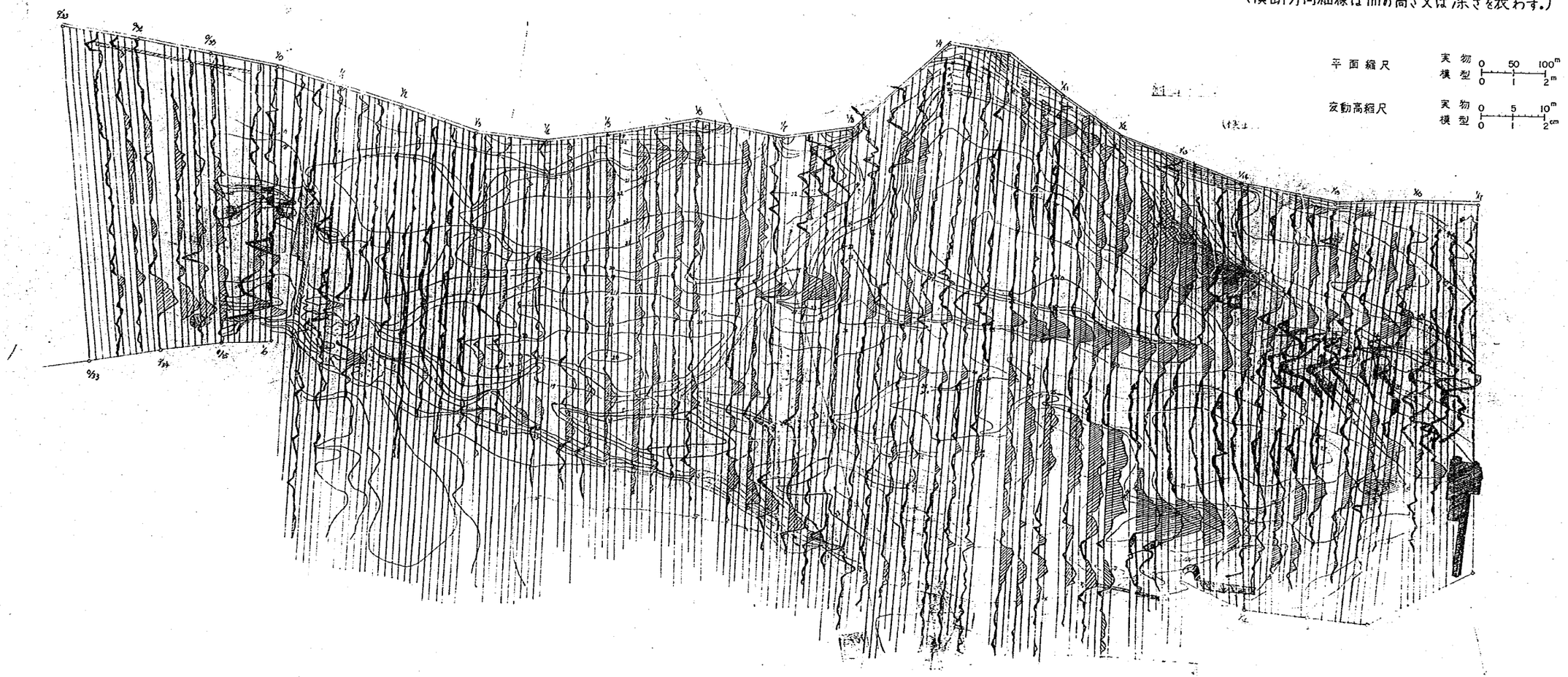
東名高速道路富士川橋梁架設に関する水理模型実験報告書

附　図

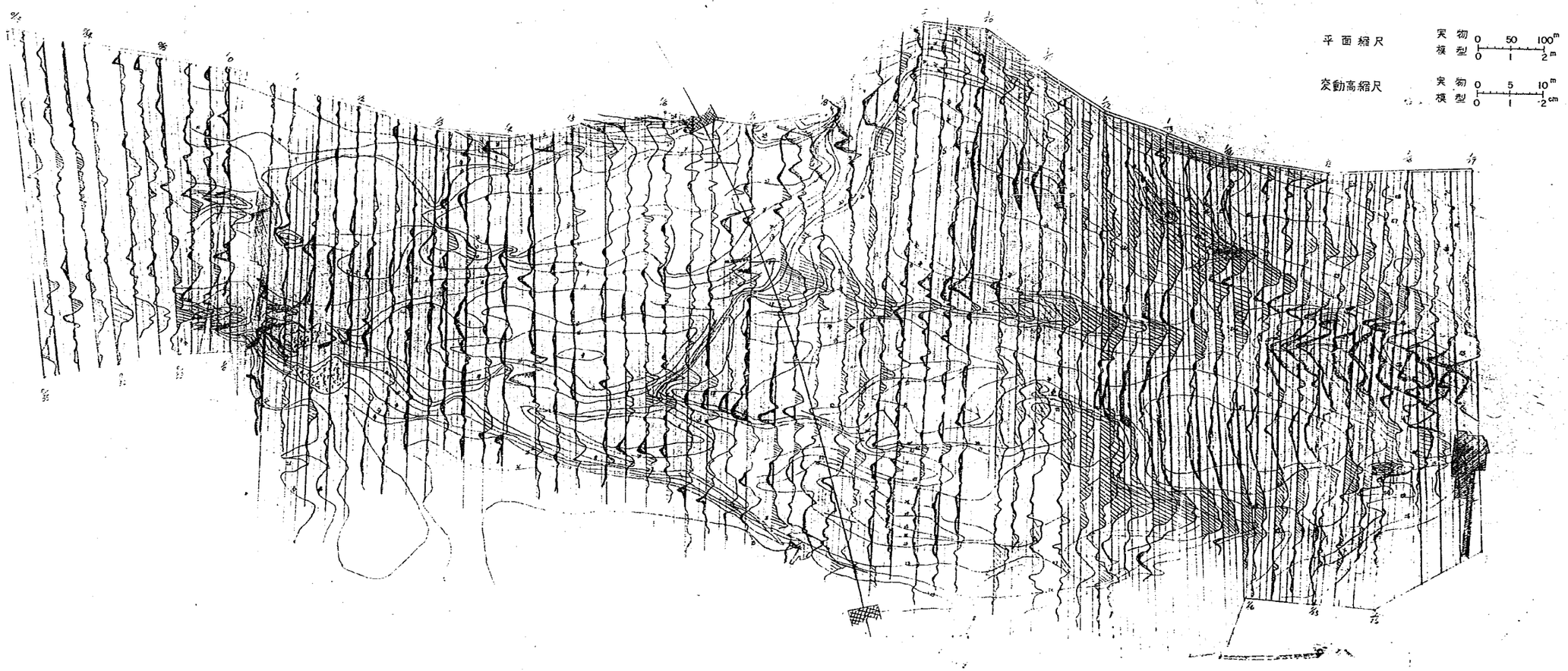
建設省土木研究所

附図－1 流量7,000㎥/sにおける河床変動図(現状)

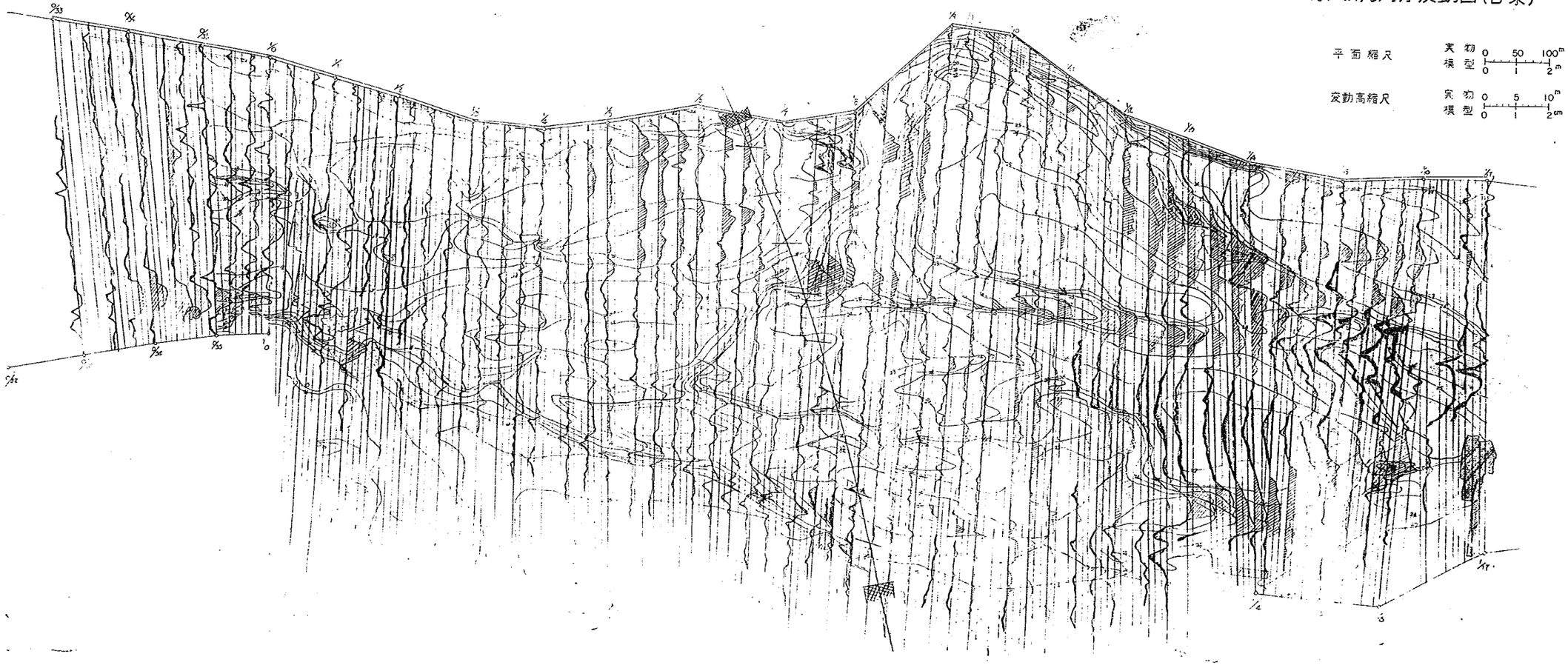
(横断方向細線は1mの高さ又は深さを表わす.)



附図－2 流量7,000㎥/sにおける河床変動図(A案)



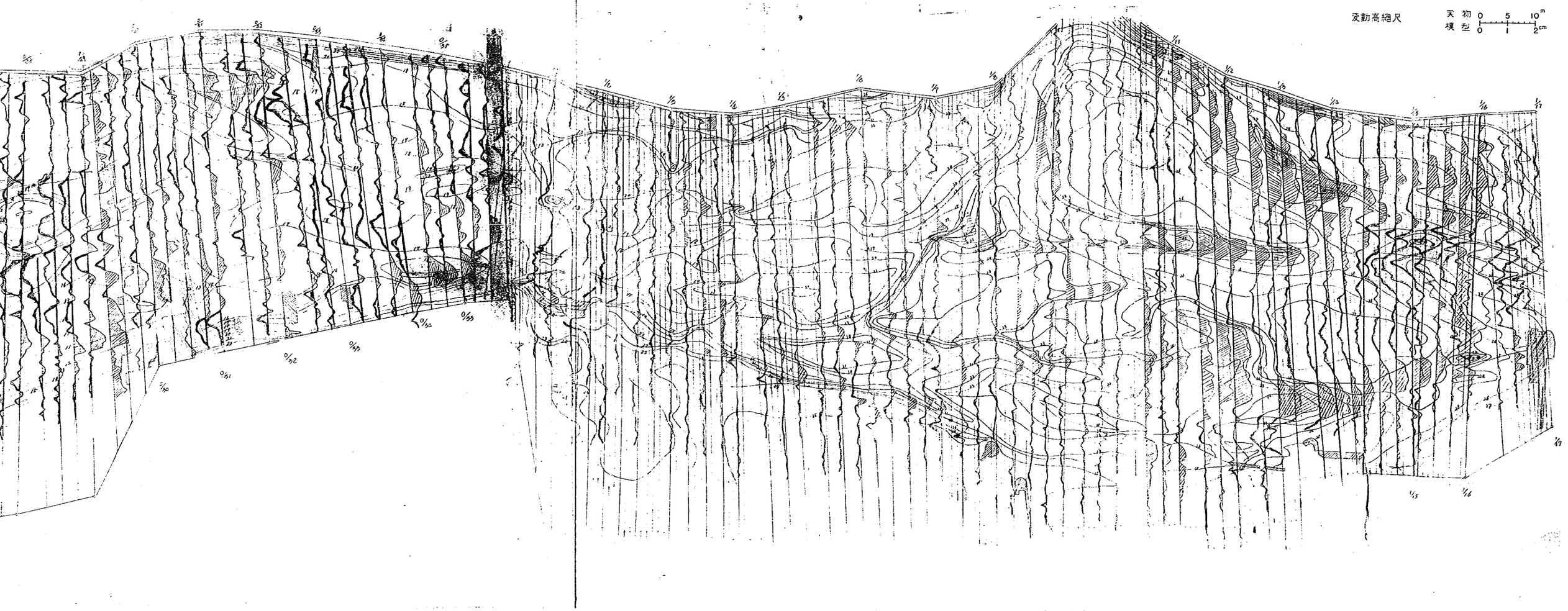
附図－3 流量 7,000m³/s における河床変動図（B案）

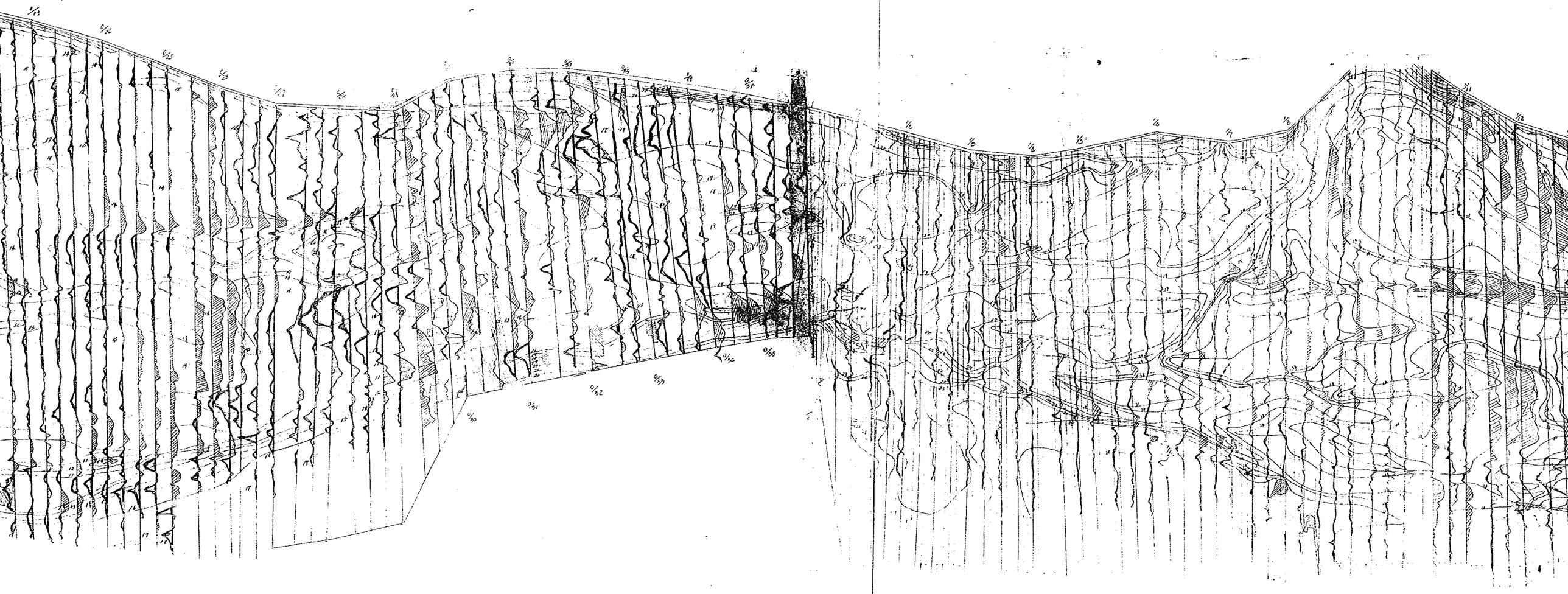


附図－4 流量 9,800m³/s における河床変動図（現状）

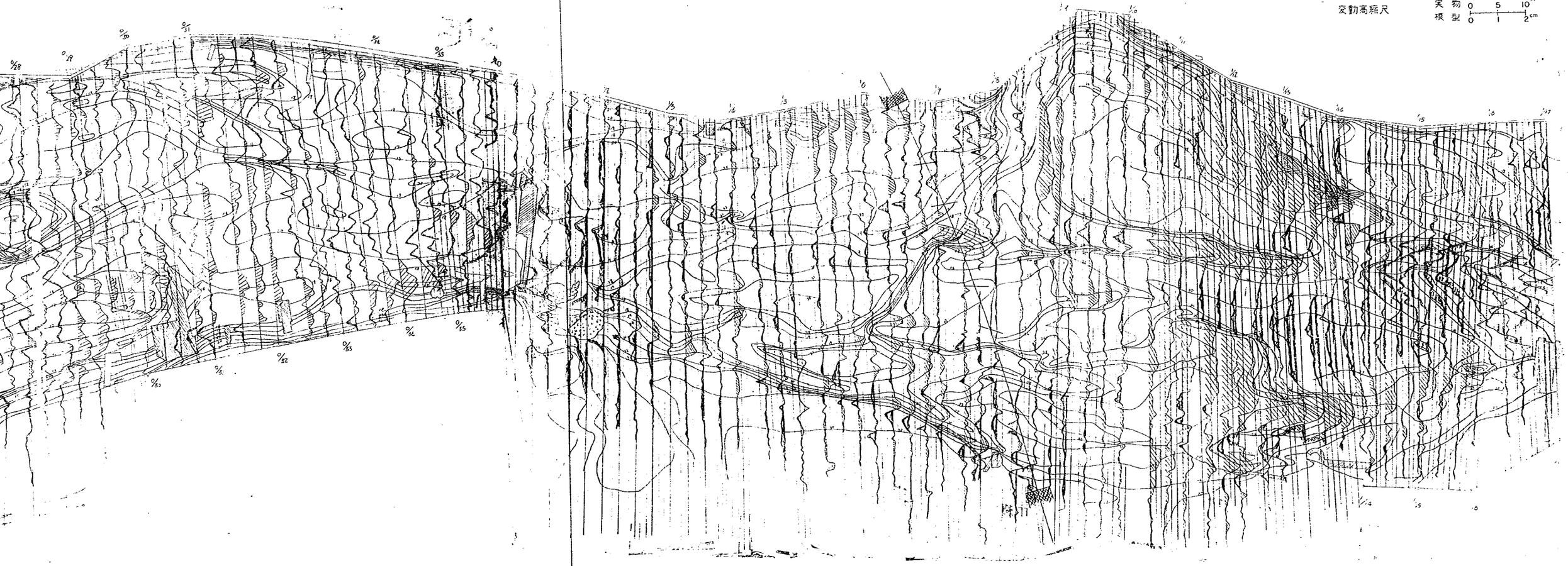
平面縮尺　実物 0 50 100m / 模型 0 1 2m

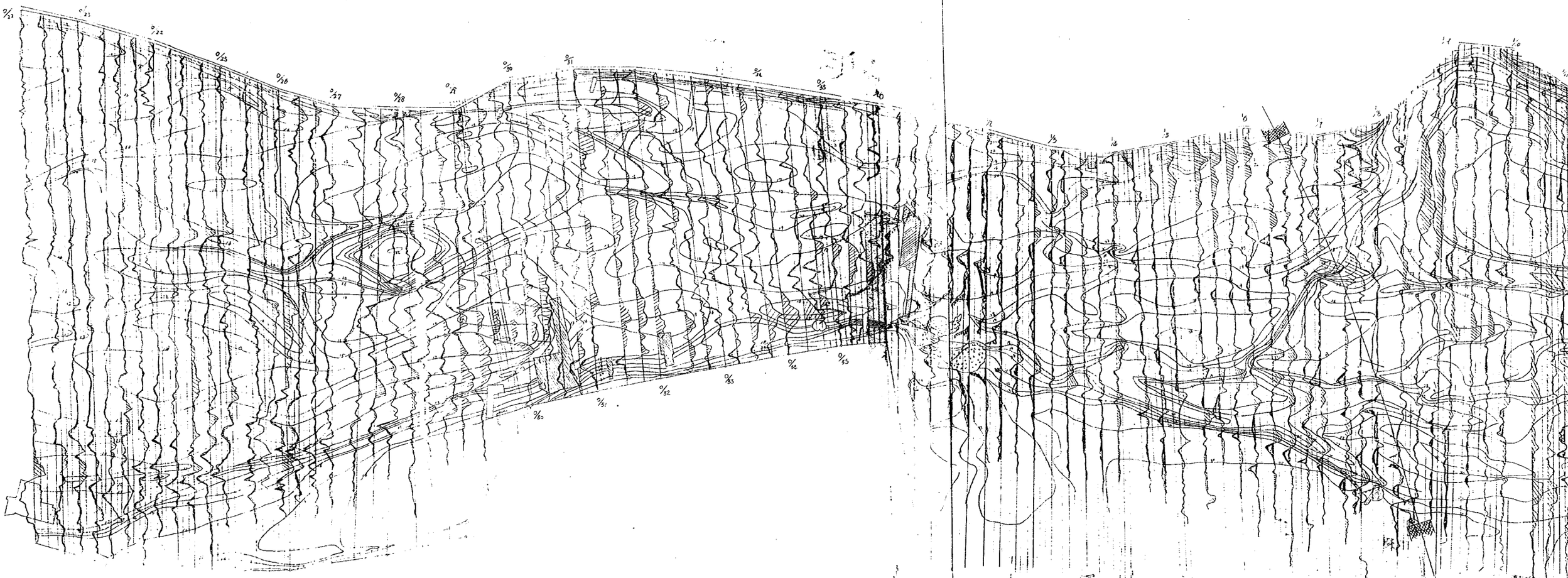
変動高縮尺　実物 0 5 10m / 模型 0 1 2cm



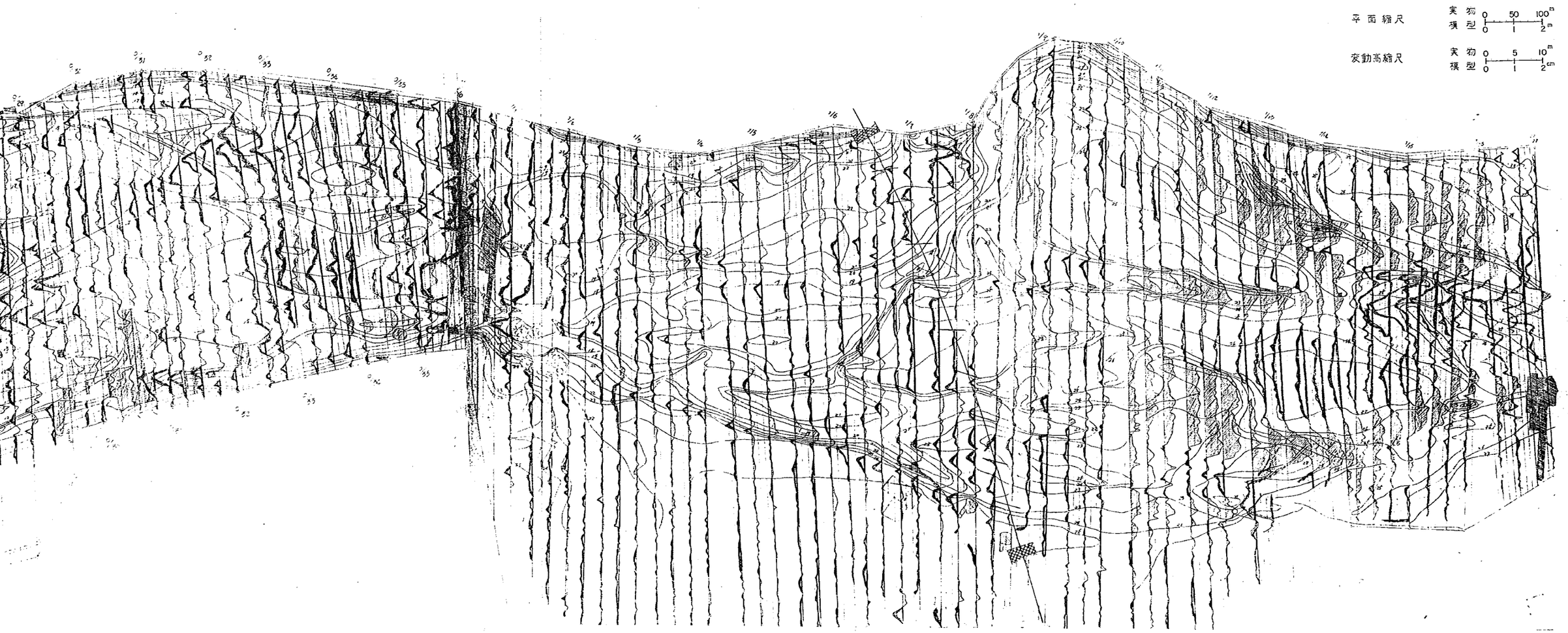


附図－5 流量 9,800㎥/s における河床変動図（B1案）

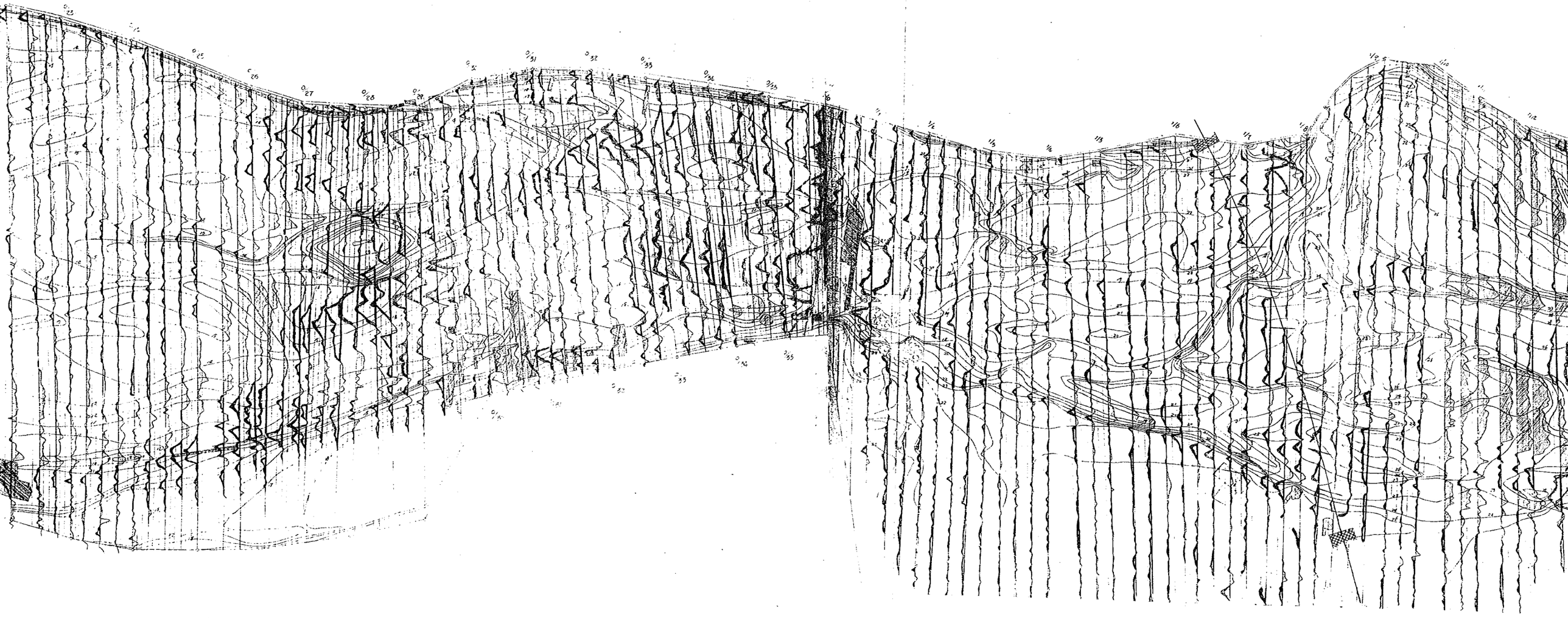




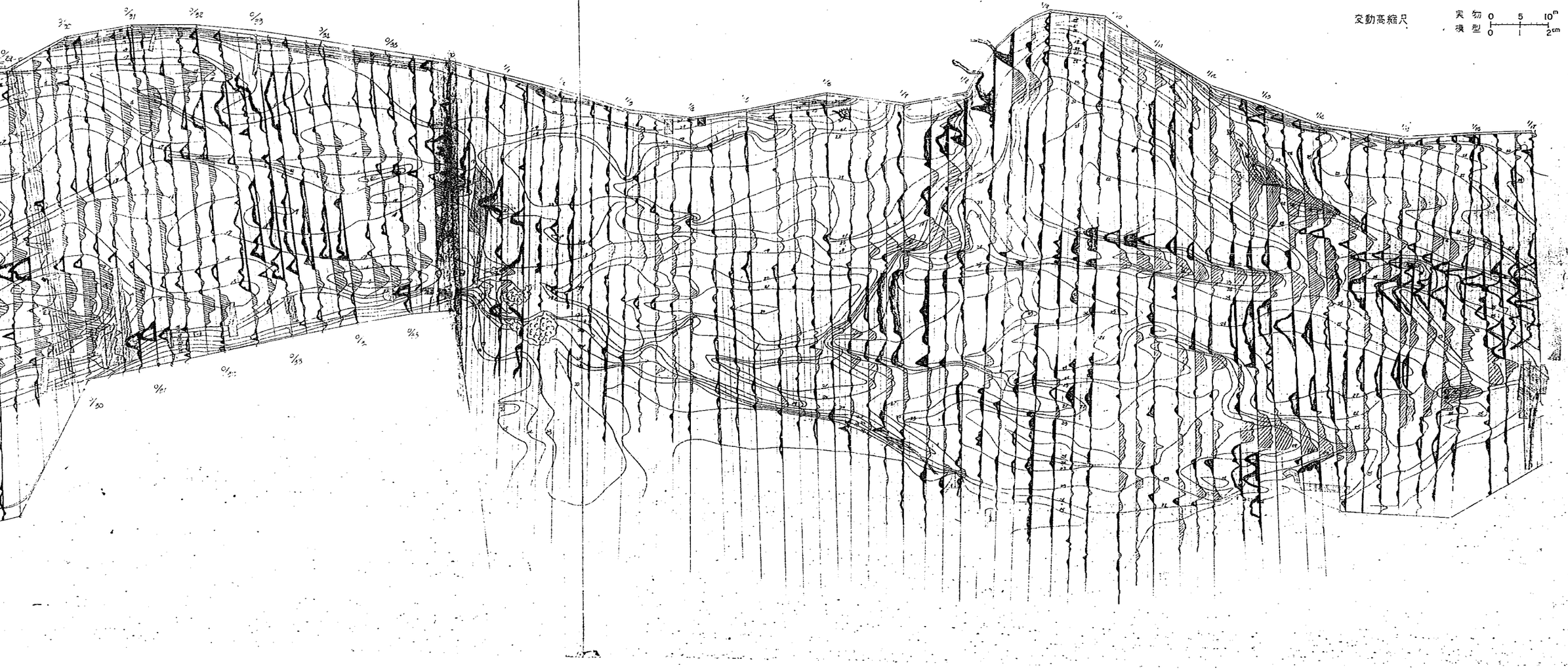
附図－6 流量 9,800m^3/s における河床変動図（C 案）

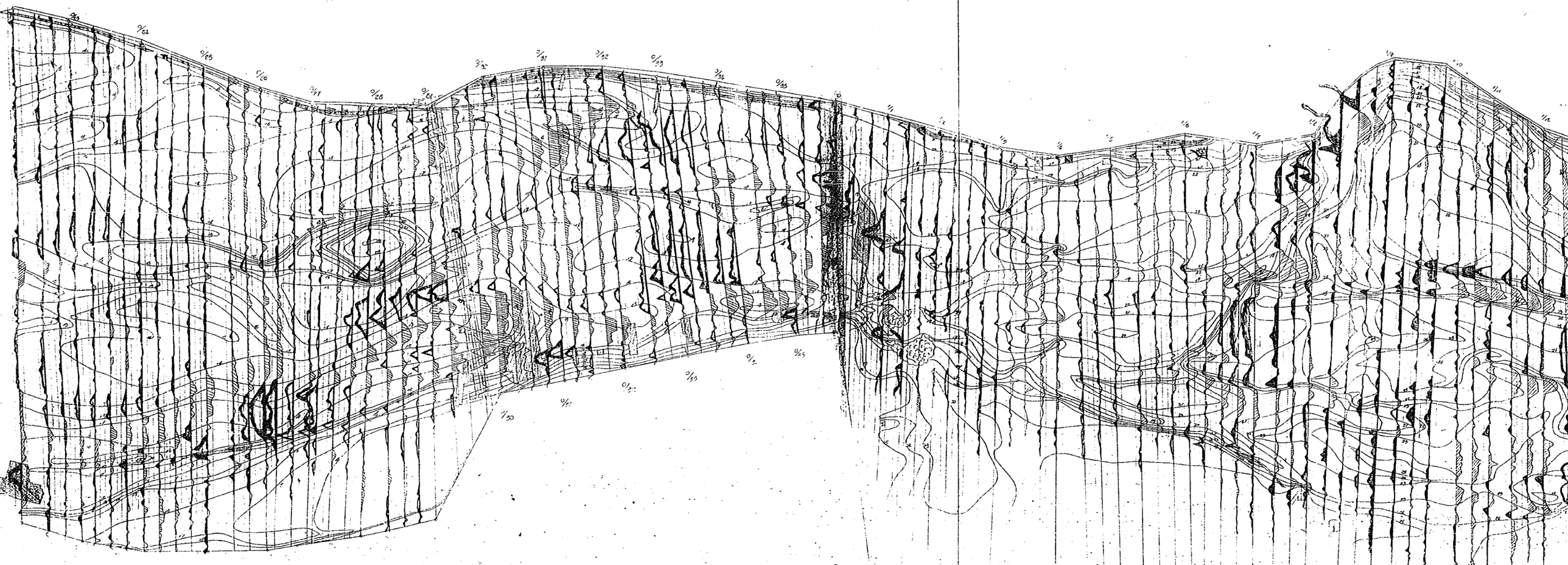


附図－6 流

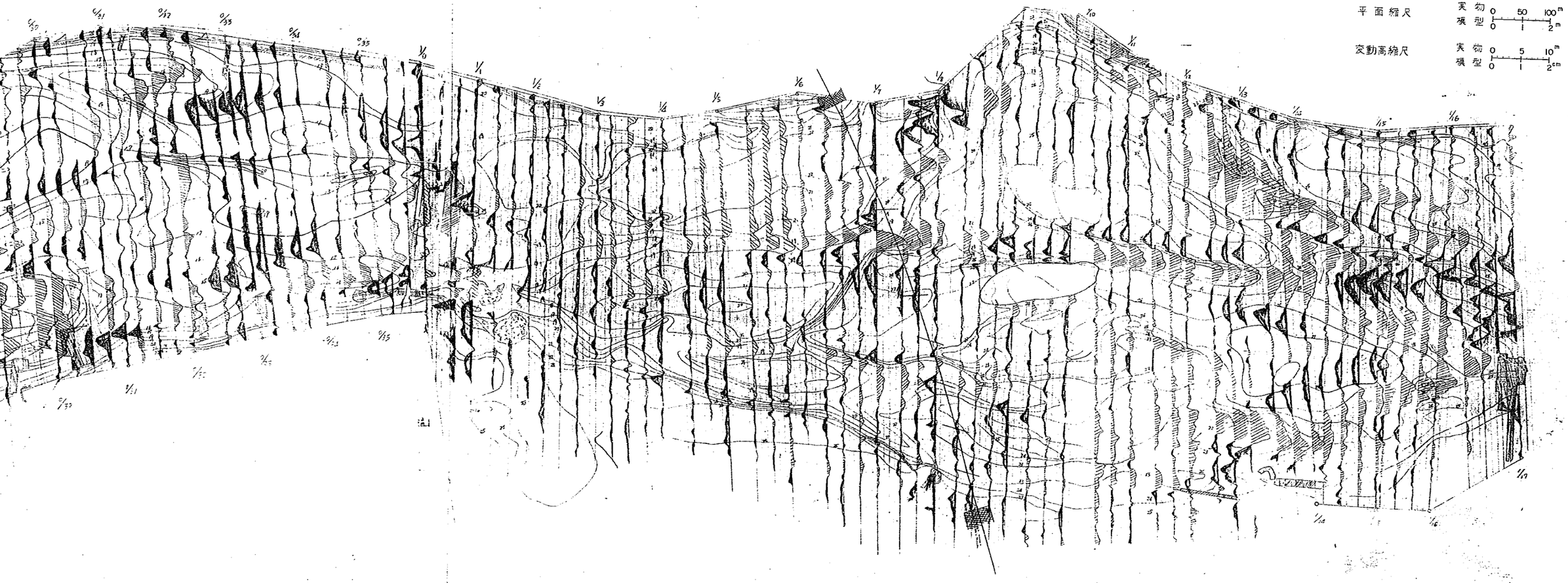


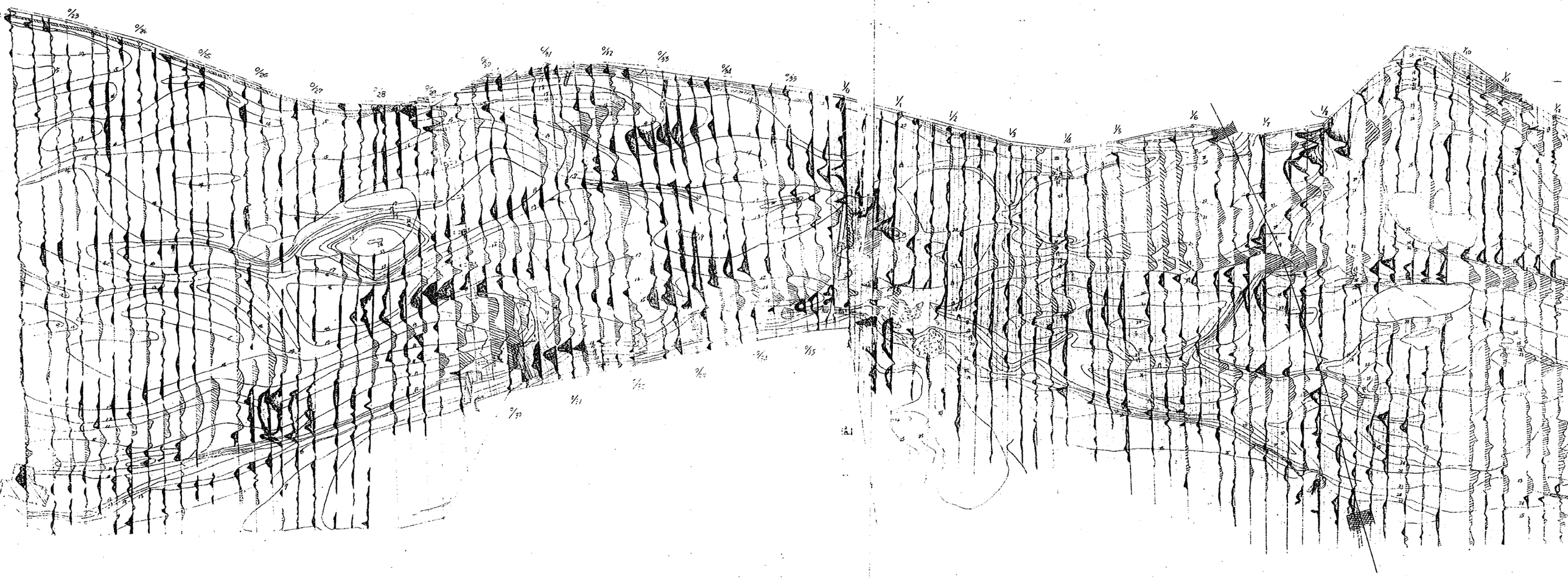
附図－7 流量 4,000m³/s における河床変動図（現状）



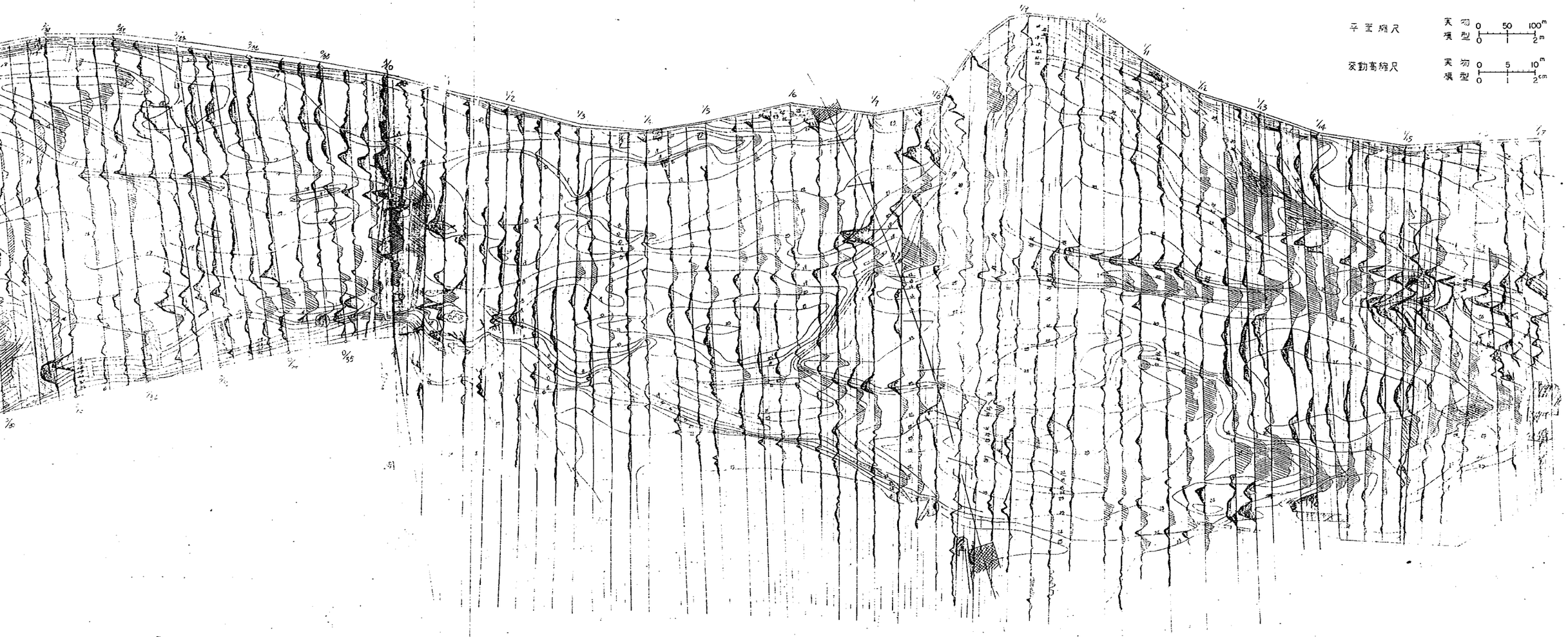


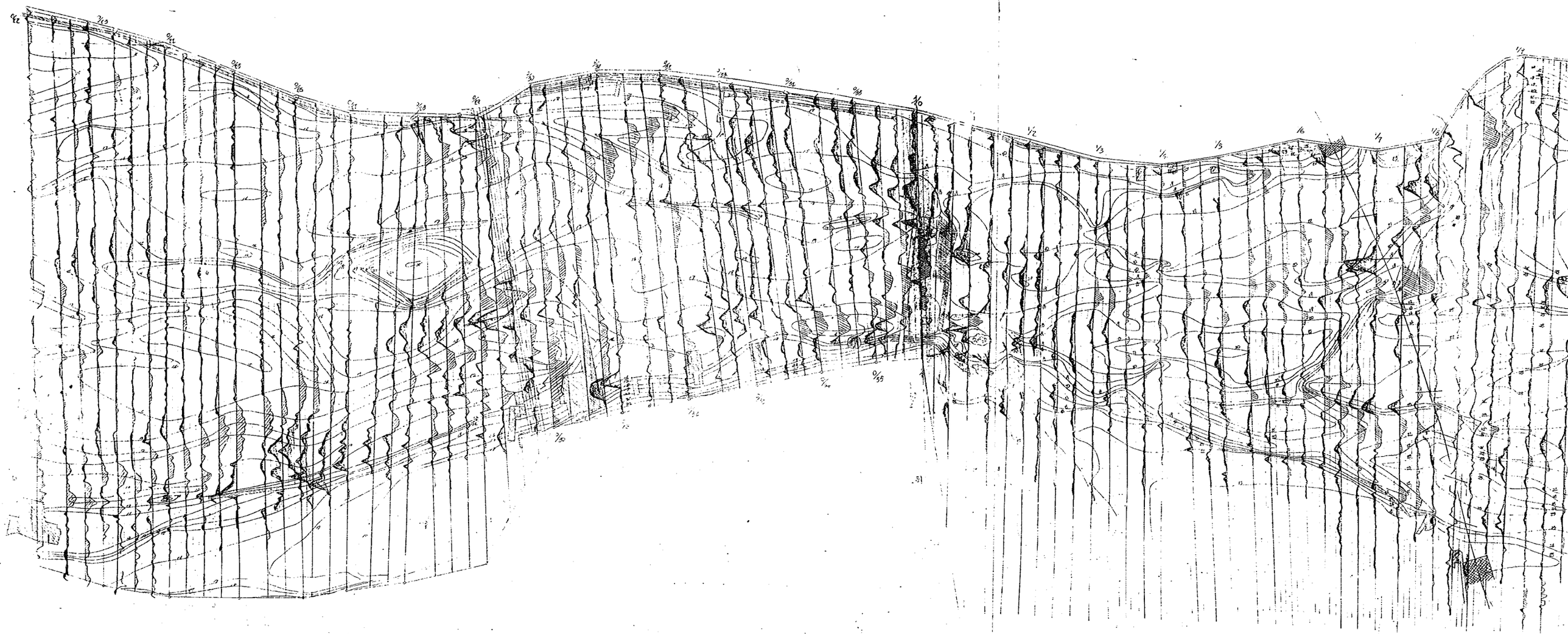
附図－8 流量 4,000m^3/s における河床変動図（B_2案）



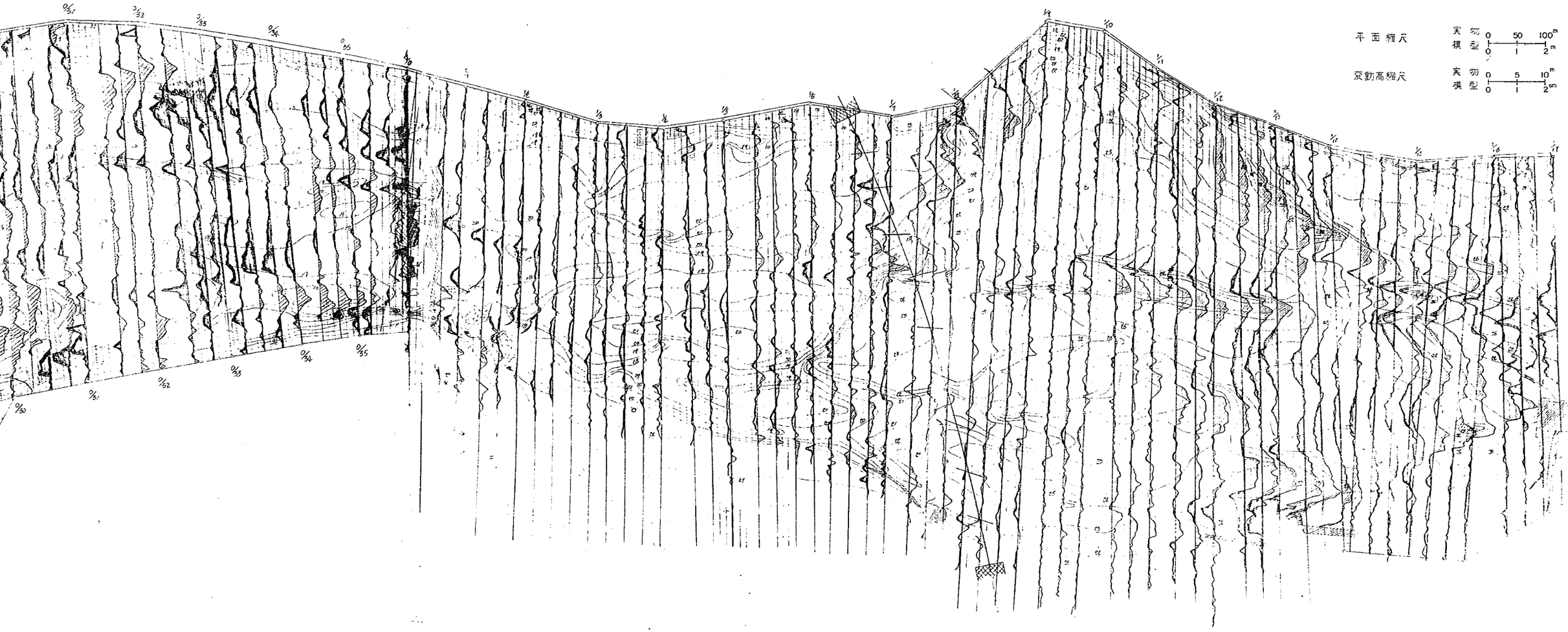


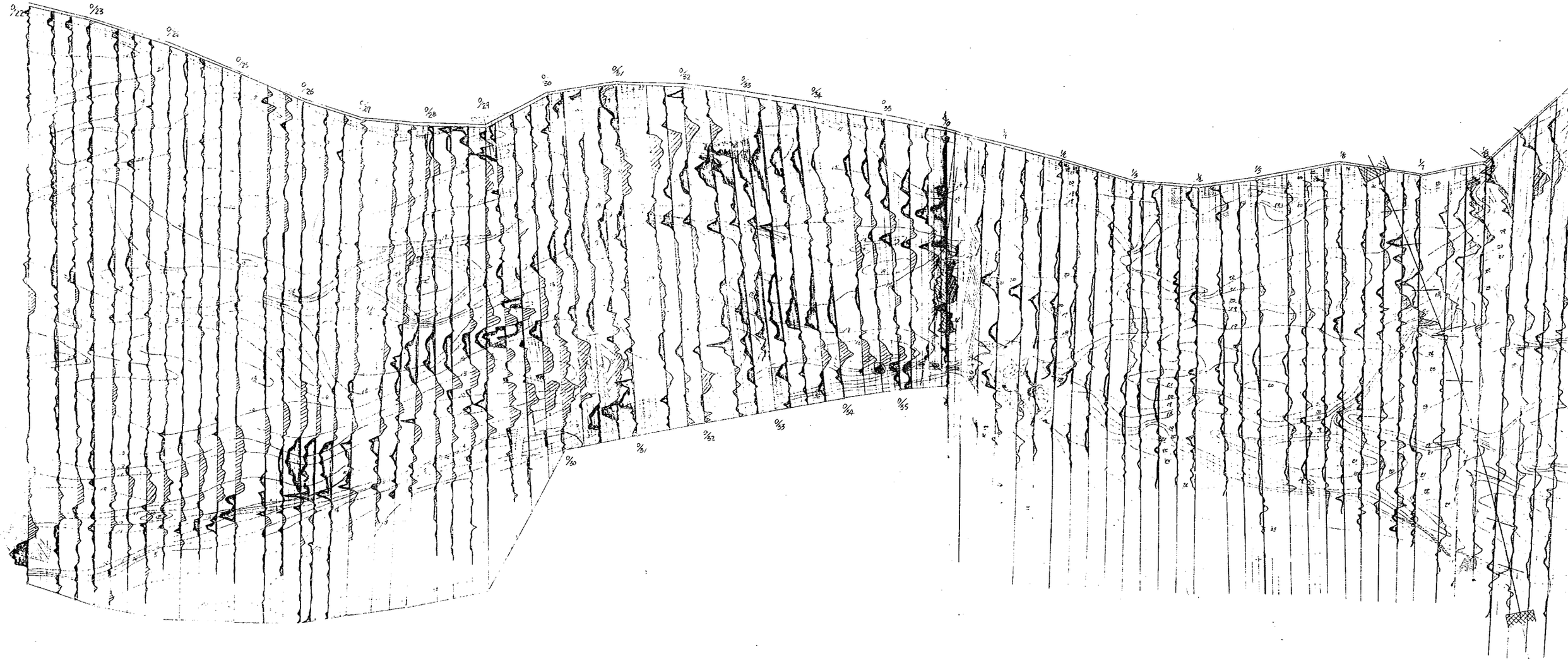
附図-9 流量4,000m³/sにおける河床変動図(B₃案)





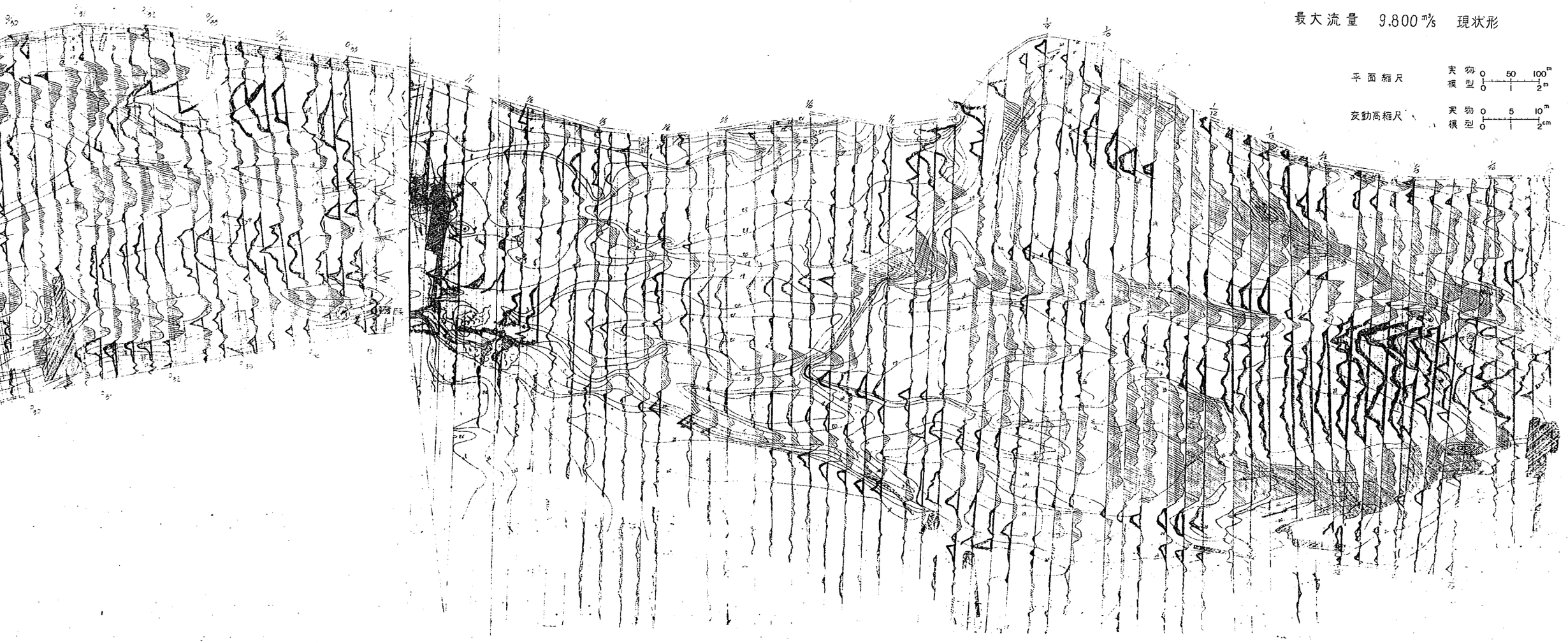
附図－10 流量4,000m³/sにおける河床変動図(C案)

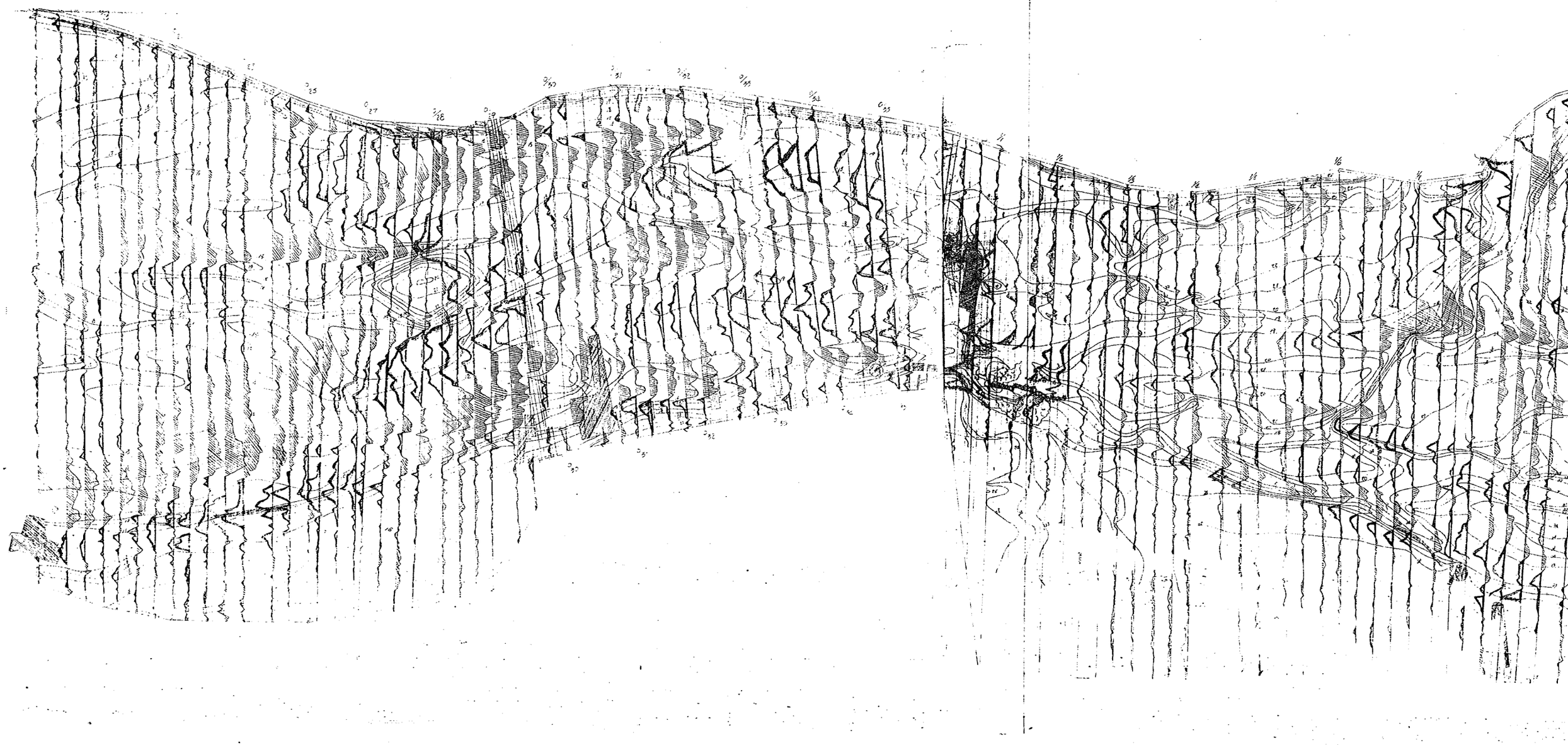




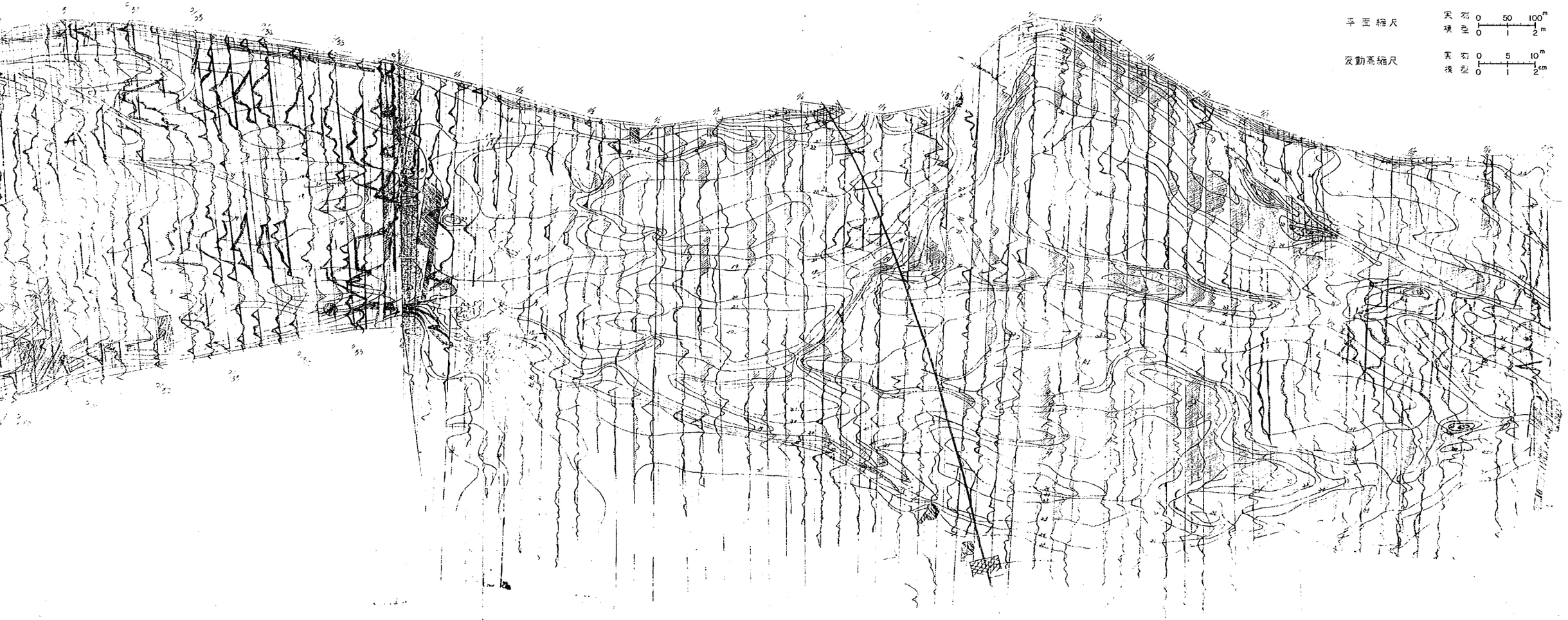
附図-11不定流 $Q_{max.}$=9,800㎥/s ピークまでにおける河床変動図(現状)

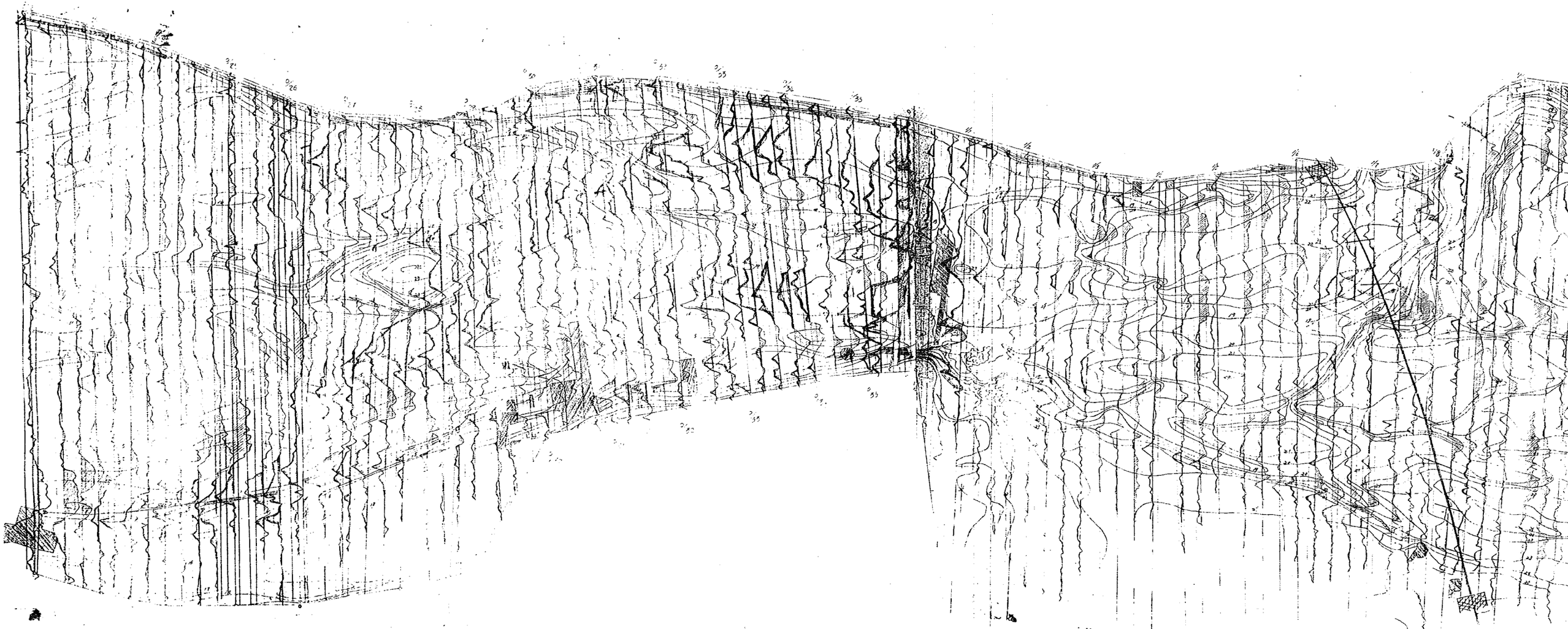
最大流量　9,800㎥/s　現状形



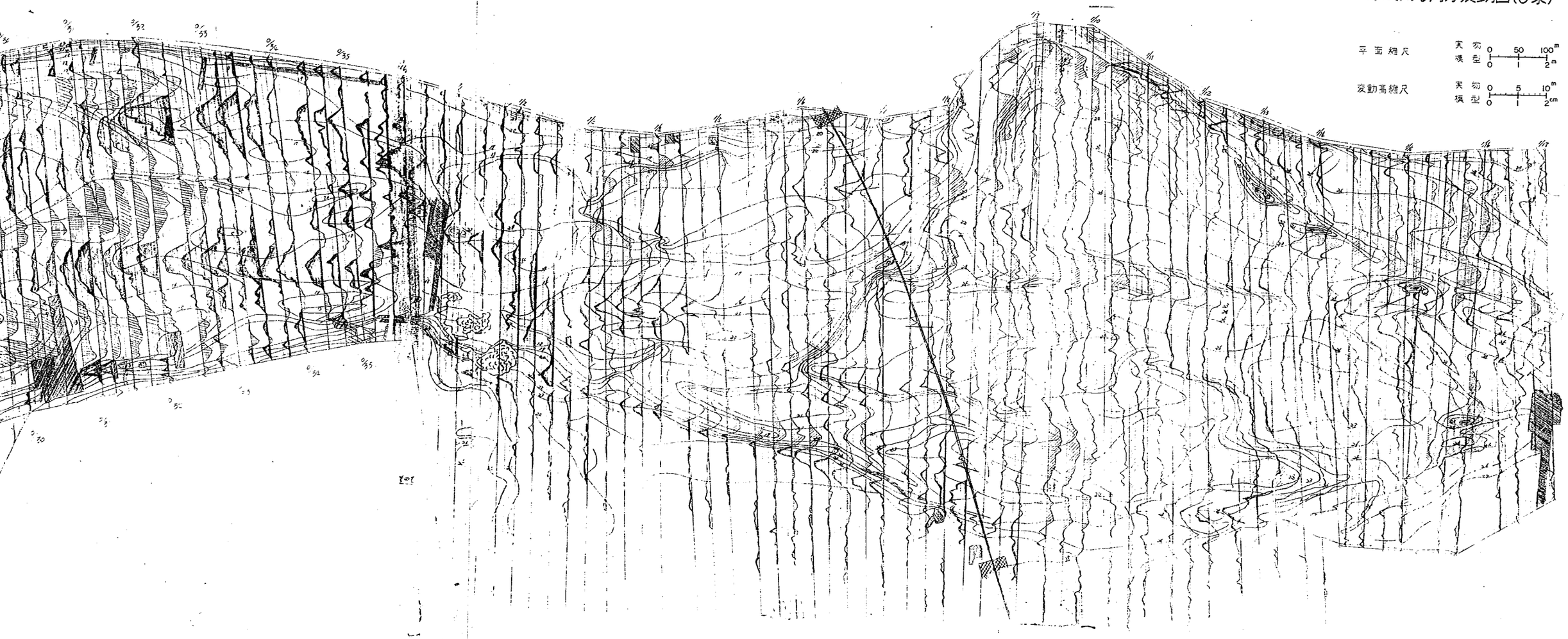


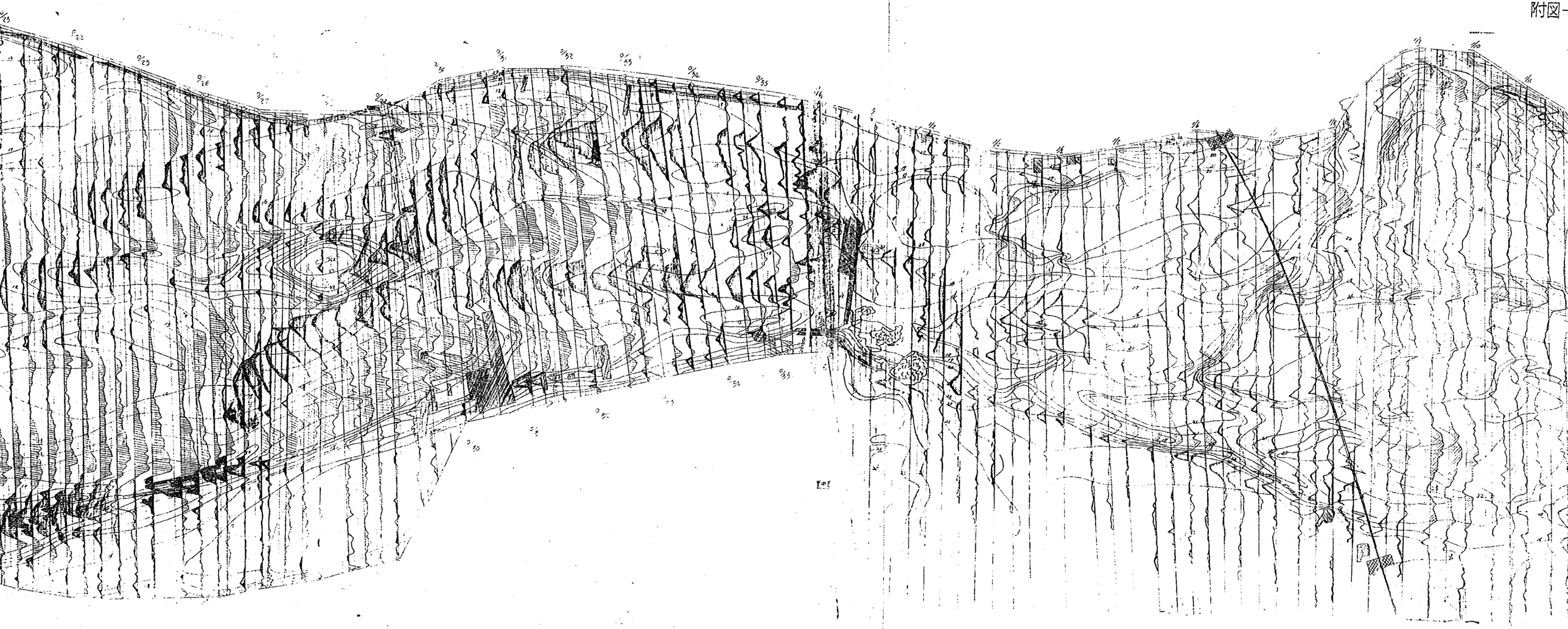
附図-12不定流 $Q_{max.}=9,800\ m^3/s$ ピークまでにおける河床変動図(C案)





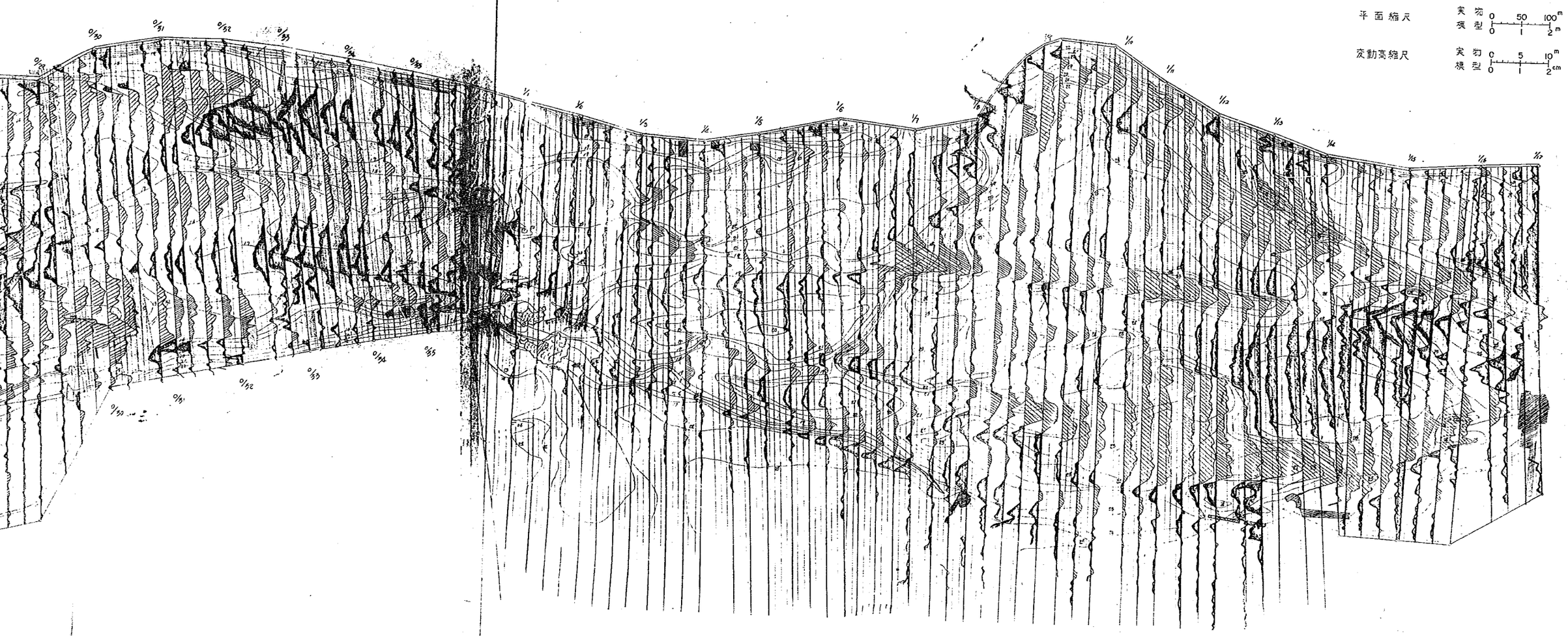
附図-13不定流 $Q_{max}=9,800 m^3/s$ における河床変動図(C案)

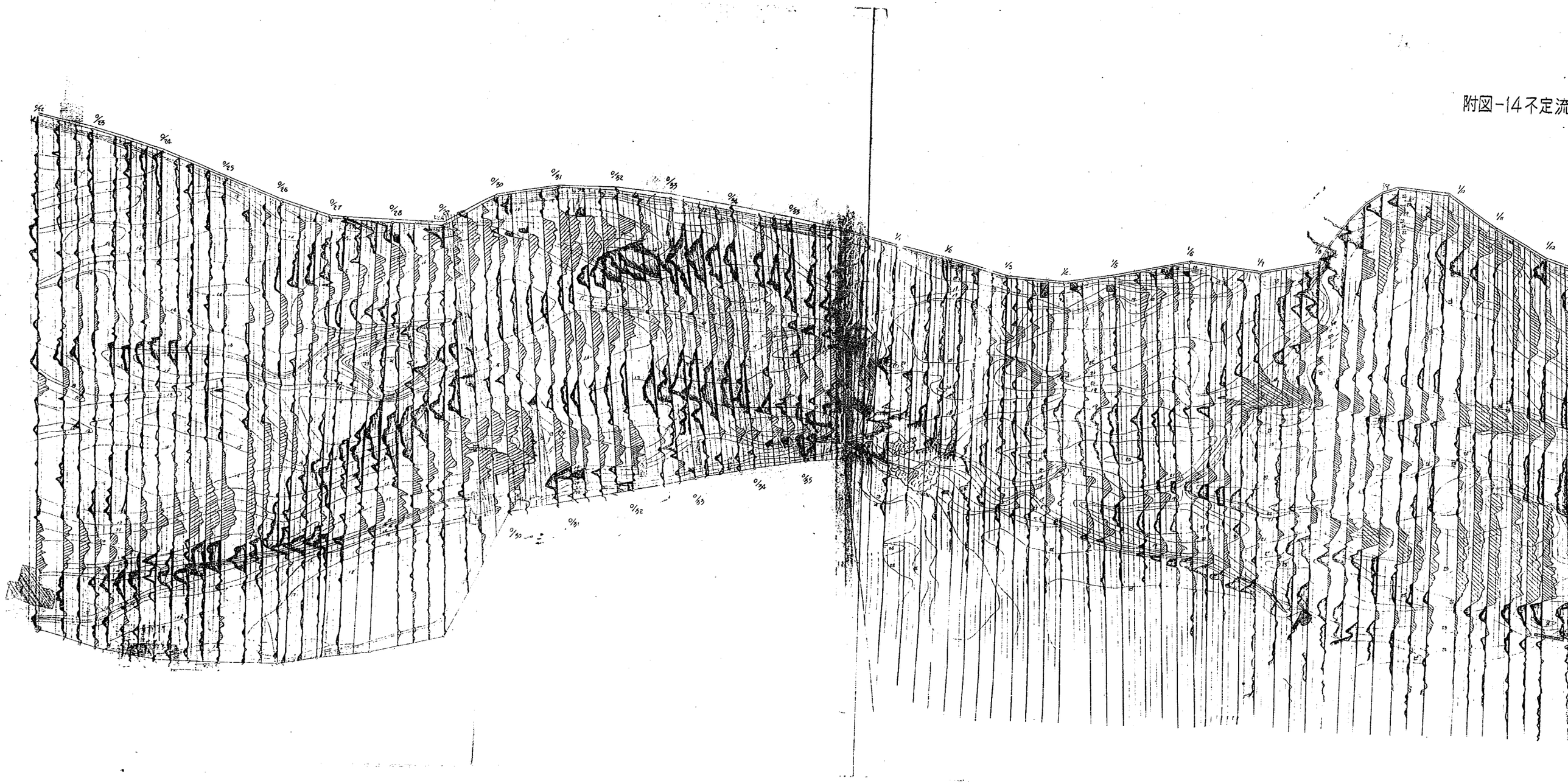




附図－

附図－14 不定流 $Q_{max.}=6,150\ m^3/s$ ピークまでにおける河床変動図(現状)

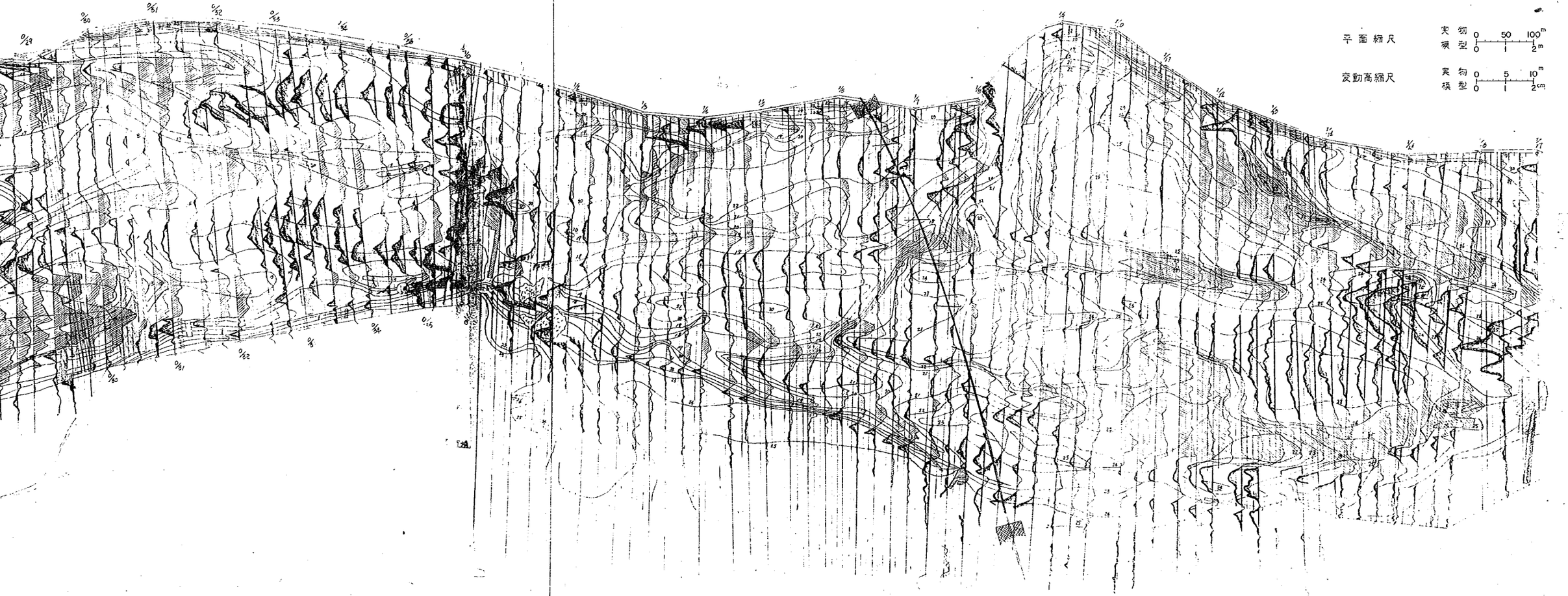


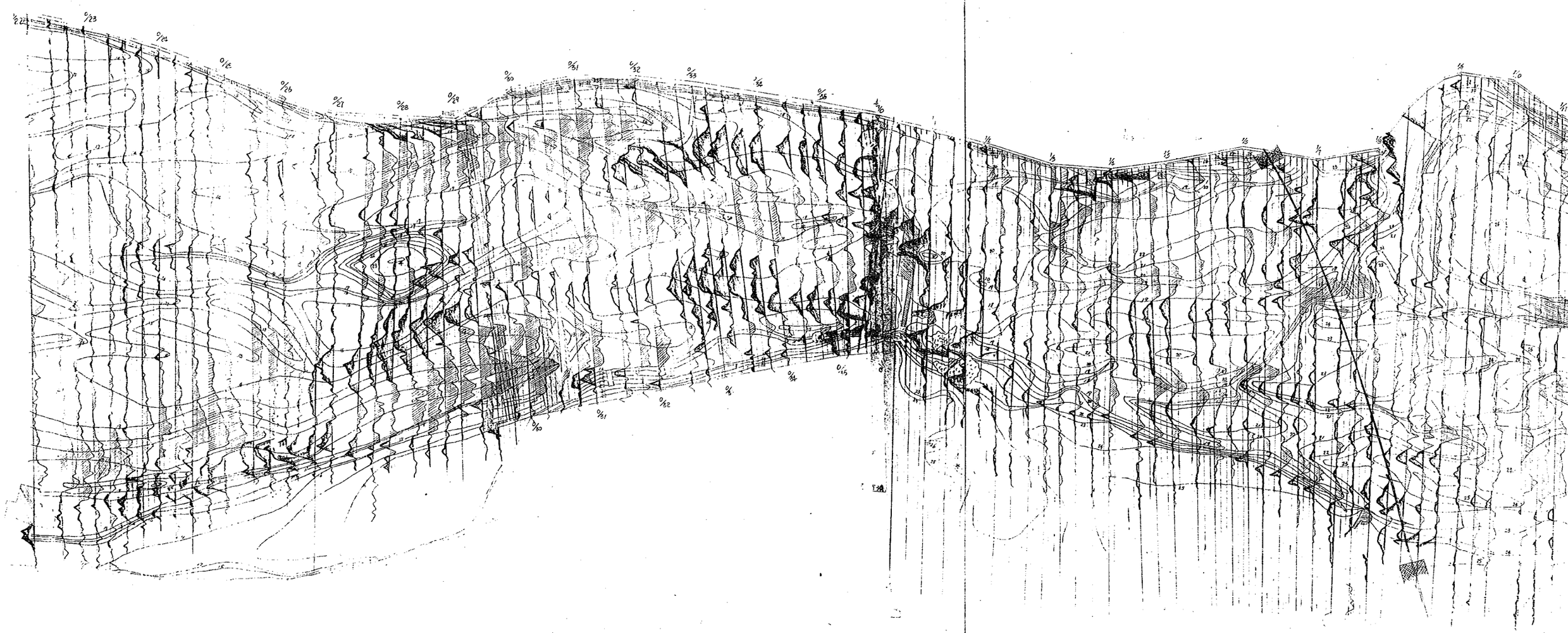


附図-14不定流

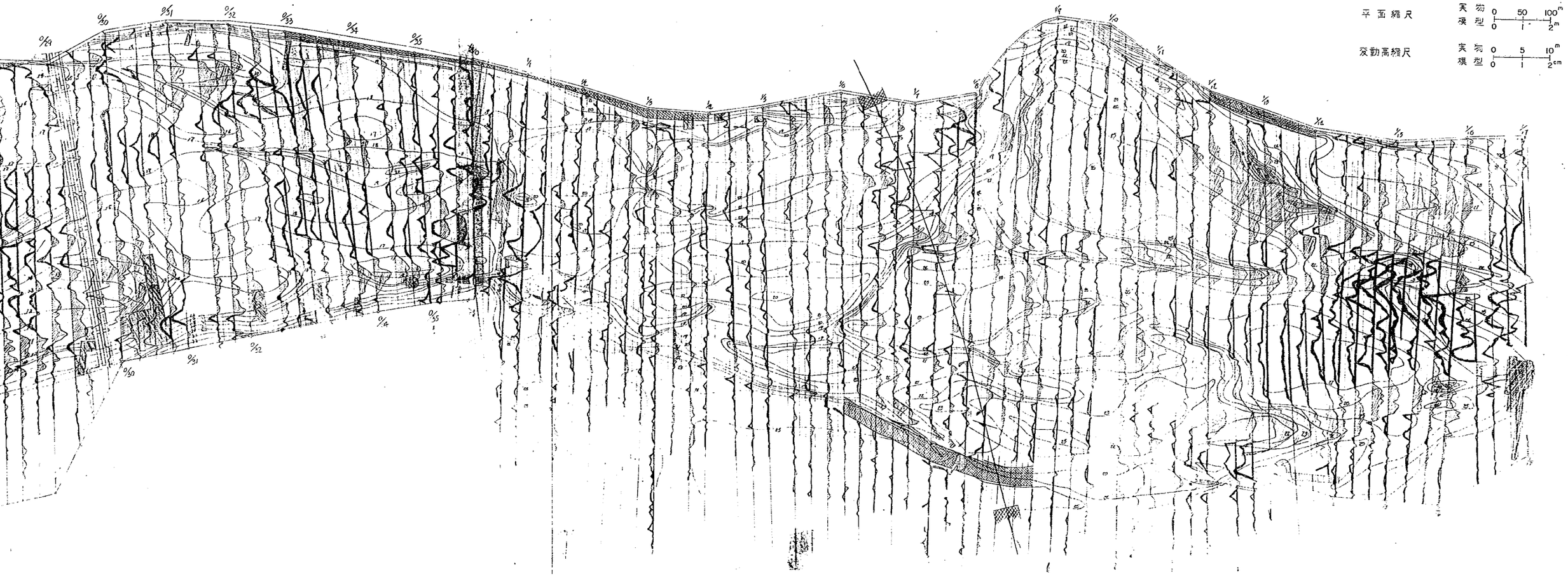
附図－15 不定流 $Q_{max.}=6,150\ m^3/s$ ピークまでにおける河床変動図(C案)

洪水波形のピークまで
最大流量　6,150 m³/s　C案模型

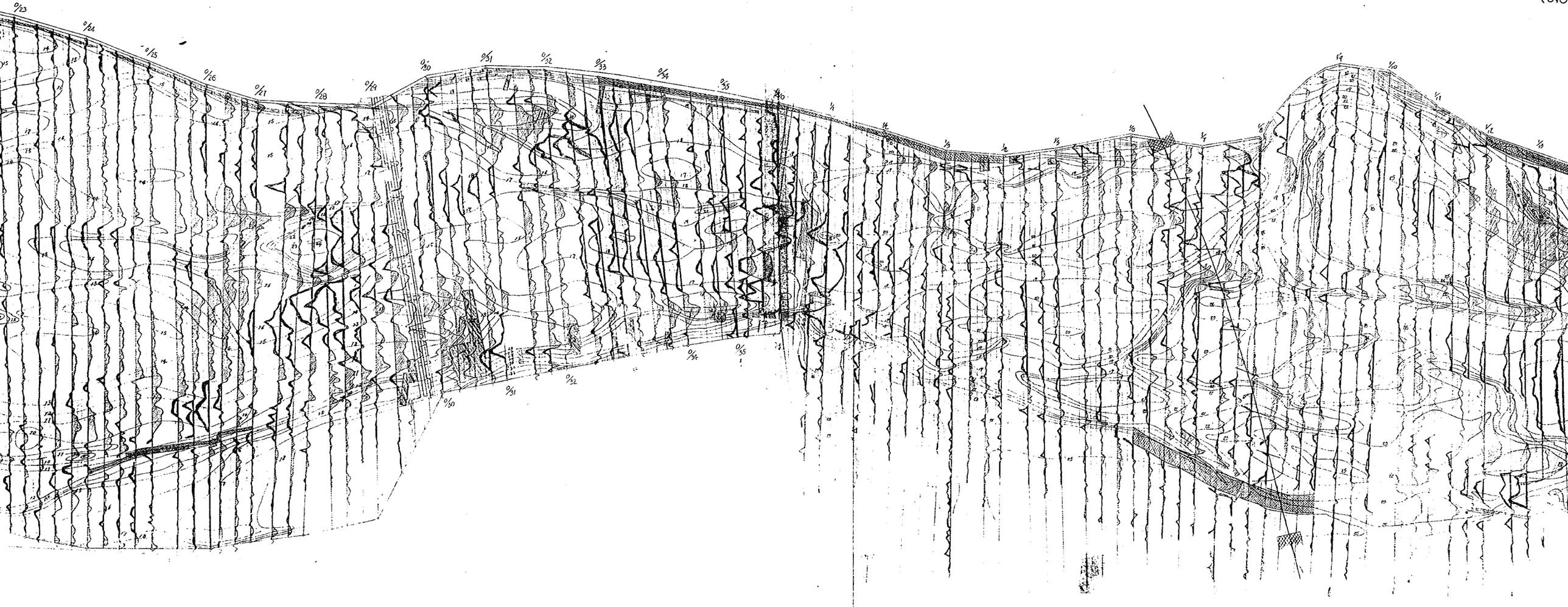




附図-16 護岸を行った場合の河床変動図
(9,800㎥/s定流C案)

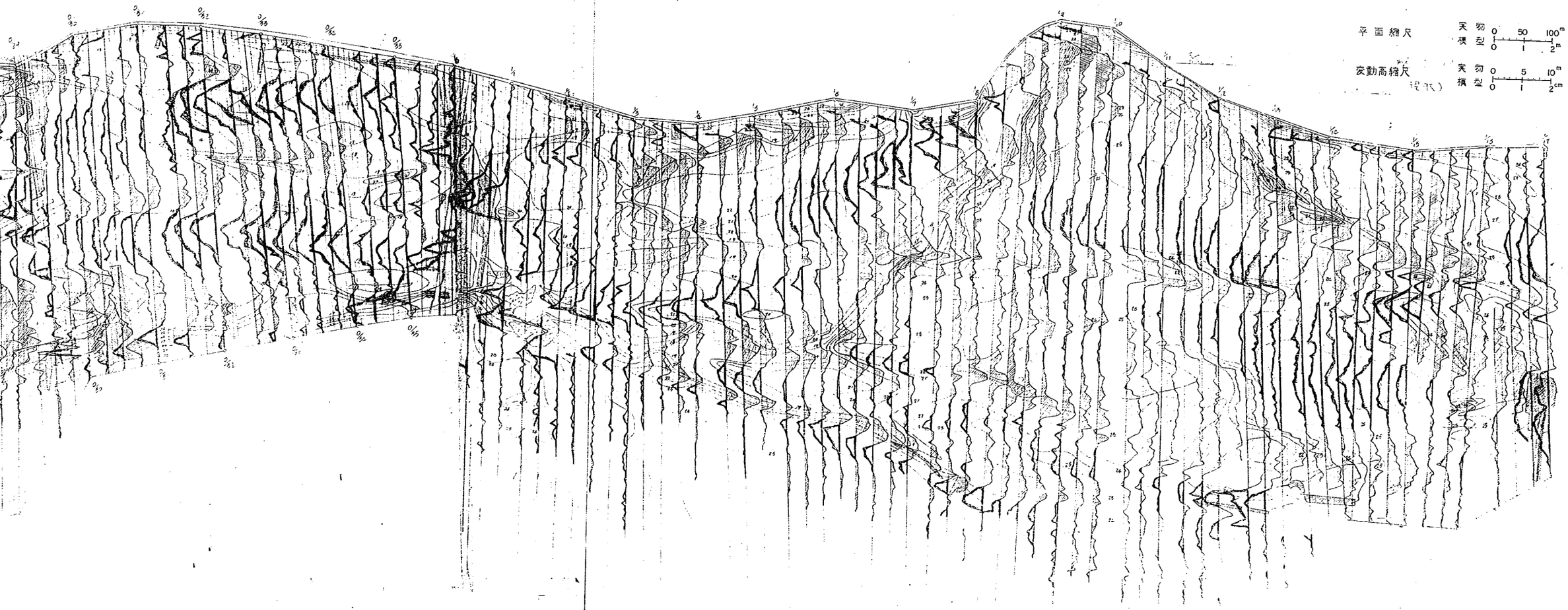


附図-16 護岸
(9,8



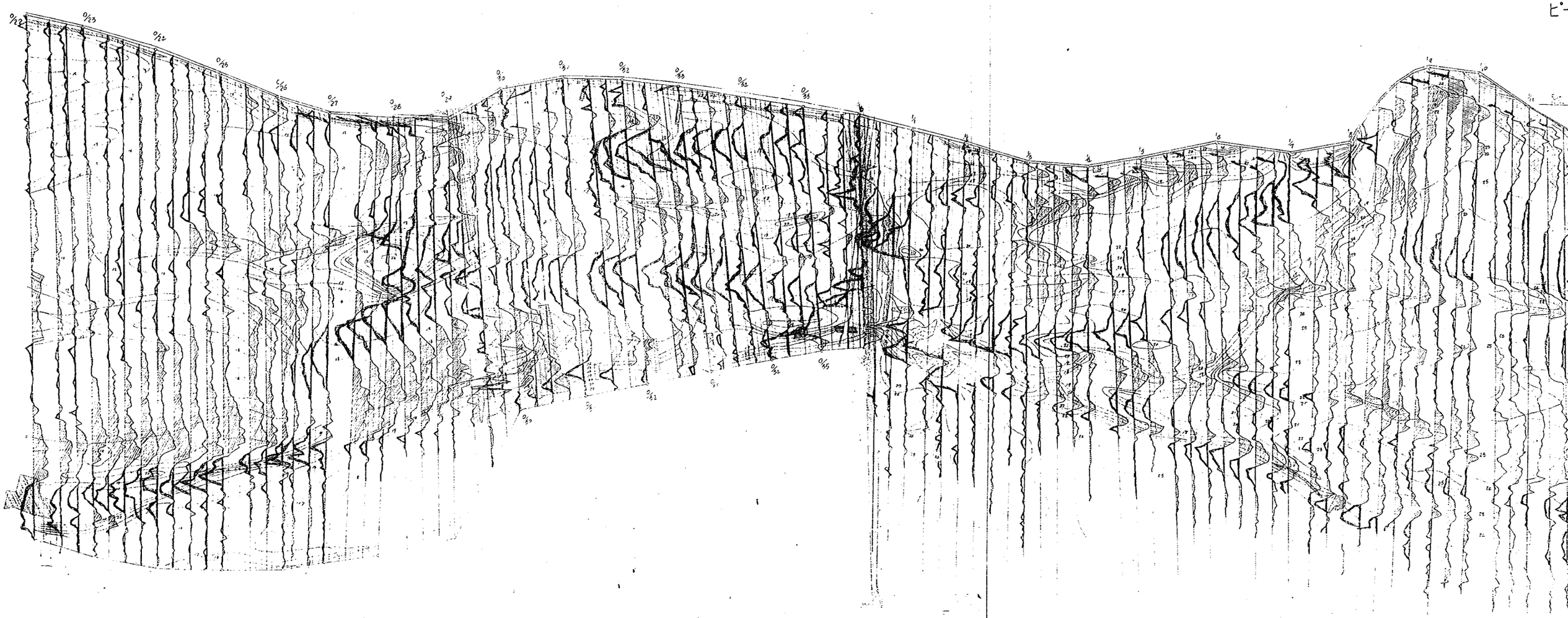
附図-17 不定流 $Q_{max.}$ = 9,800 m³/s における岩本水制を取除いた場合の河床変動図

ピーク時に水制を取除く　(現状)



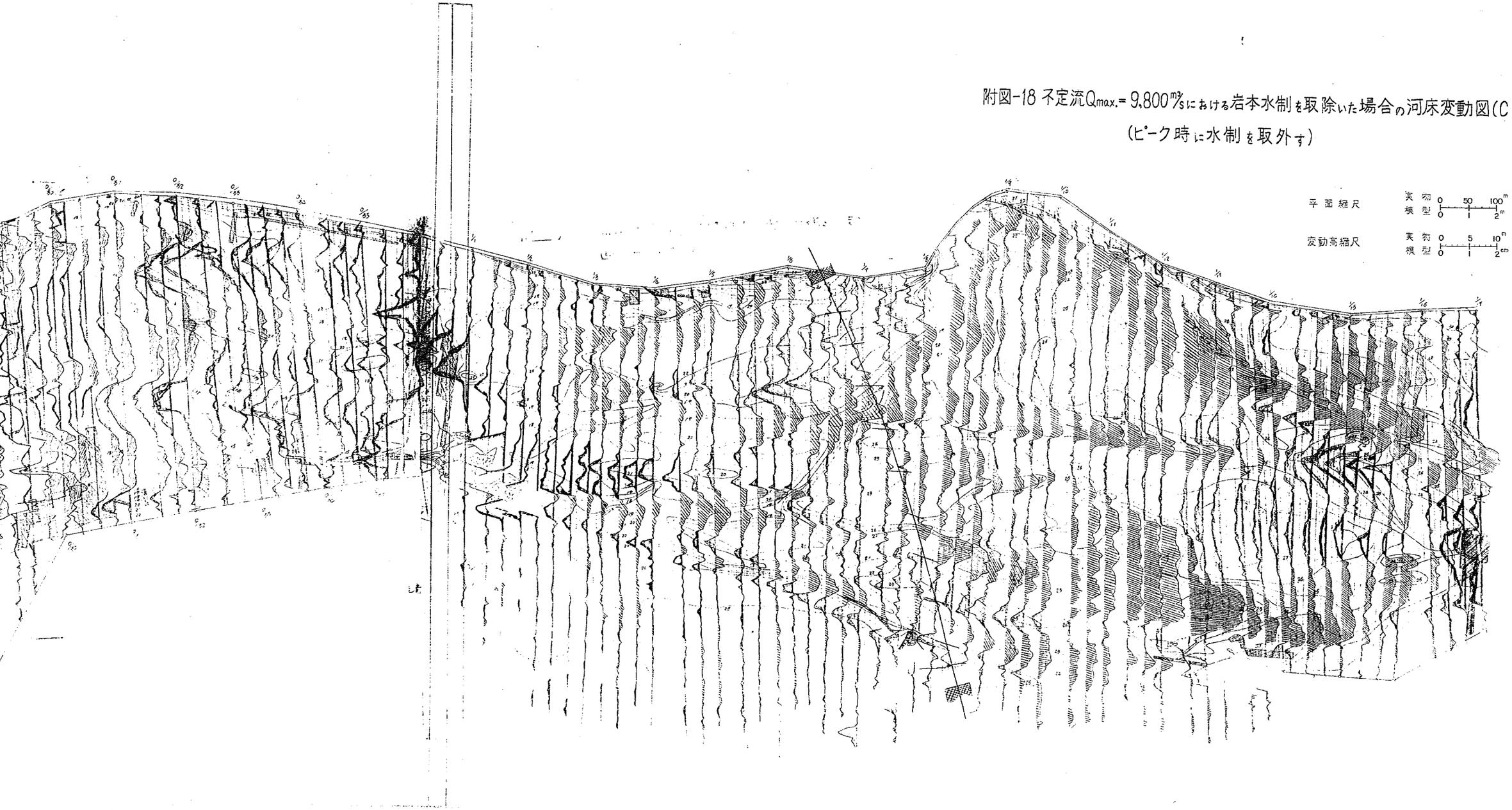
附図-17 不定流 $Q_{max.}$= 9,8

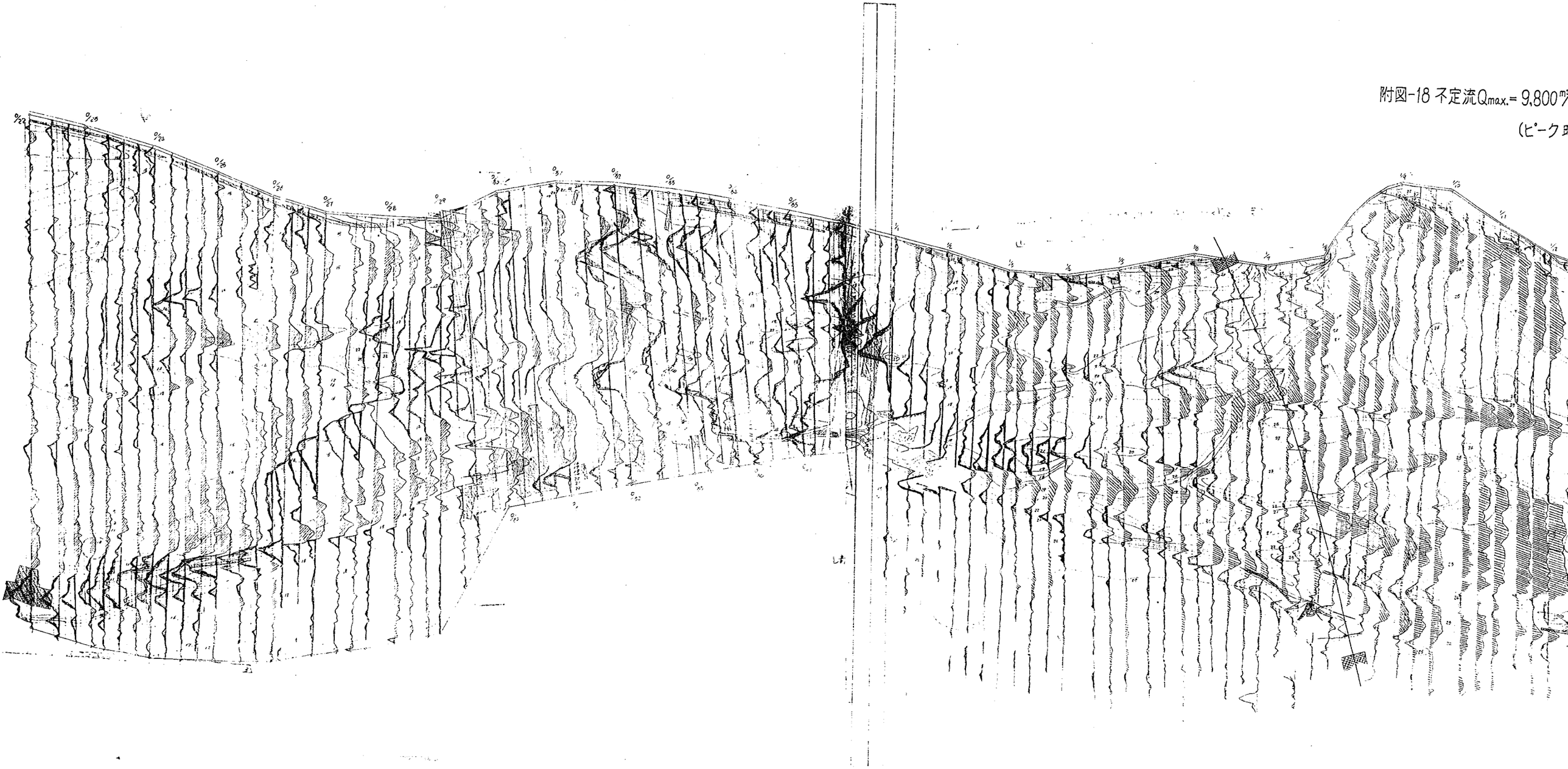
ピ



附図-18 不定流$Q_{max.}$= 9,800㎥/sにおける岩本水制を取除いた場合の河床変動図(C案)

(ピーク時に水制を取外す)





附図-18 不定流 $Q_{max.}$ = 9,800㎥
(ピーク時