土木研究所資料

第 99 号

東京湾高潮対策調査報告書

昭和 40 年 3 月

建設省土木研究所

目　　次

1. まえがき …… 1
2. 湾内の高潮計算 …… 1
2.1 東京湾の高潮 …… 1
2.2 高潮とその基礎方程式 …… 2
2.3 基礎方程式をアナログコンピューターのために変形すること …… 5
2.4 高潮用アナログコンピューターの問題点 …… 8
2.5 初期条件、境界条件 …… 10
2.6 計算結果 …… 16
3. 高潮の河川遡上に関する計算 Ⅰ (線型タイプ) …… 29
3.1 計算区間 …… 29
3.2 平均河床高について …… 29
3.3 風について …… 30
3.4 固有流量について …… 31
3.5 河口条件 …… 31
3.6 多摩川 …… 31
3.7 荒川 …… 37
3.8 中川、綾瀬川、江戸川 …… 39
3.9 鶴見川 …… 44
4. 高潮の河川遡上に関する計算 Ⅱ (非線型タイプ) …… 46
4.1 基礎方程式 …… 46
4.2 アナログコンピューターの構成 …… 47
4.3 境界条件 …… 49
4.4 計算結果 …… 60
5. 東京湾流量調査 …… 82
5.1 地磁気を利用した流量測定の原理 …… 82
5.2 東京湾口における流量測定 …… 89
5.2.1 観測方法及び設備 …… 89
5.2.2 実測上の諸問題 …… 92
5.2.3 実測例1. 昭和36年9月、昭和36年11月 …… 98
5.2.4 実測例2. 昭和37年1月 …… 106
5.3 河口部における流量測定 …… 125
5.3.1 河口部における測定上の問題点 …… 125
5.3.2 測定例 …… 127
6. 荒川河口部における波 …… 143
6.1 荒川河口における波の推算 …… 143
6.1.1 まえがき …… 143
6.1.2 台風のコースの選定 …… 143

6.1.3 波の推算 134
6.1.3.1 fetch の断面 134
6.1.3.2 風速 135
6.1.3.3 計算図表 135
6.1.3.4 計算結果 135
6.1.4 結論 135
6.2 荒川下流部の波浪実験 176
6.2.1 まえがき 176
6.2.2 実験方法 176
6.2.3 予備実験 179
6.2.4 実験結果 182
6.2.5 現地への適用 186
6.2.6 あとがき 193
7. 荒川河口部堤防 200
7.1 堤防法勾配 1：2.5 の場合 200
7.1.1 まえがき 200
7.1.2 実験条件 200
7.1.3 実験装置および方法 200
7.1.4 実験およびその検討 201
7.1.5 現地への適用例 203
7.1.6 むすび 204
7.2 堤防法勾配 1：1.8 の場合 237
7.2.1 まえがき 237
7.2.2 実験条件 237
7.2.3 実験装置および方法 238
7.2.4 実験結果およびその検討 245
7.2.5 現地への適用 259
8. あとがき 283

1. まえがき

伊勢湾台風を契機として、河川河口部の高潮対策が重視されるようになり、東京湾、大阪湾など高潮が予想される湾への流入河川について、その高潮対策の計画樹立が急がれることになつた。

土木研究所では、関東地方建設局の依頼により、東京湾に流入する江戸川、中川、荒川、多摩川などの河川について、高潮対策の資料を得るための調査を行なつた。

この調査は、「東京湾高潮対策調査費」により、昭和35年度から39年度にわたつて行なわれ、東京湾内の高潮計算、各河川の高潮遡上計算並びに河川堤防への波のうちあげに関する計算及び模型実験などによつて検討された。

本報告書は、これら調査の綜合報告書であり、その分担は、東京湾内の高潮計算及び河川内の遡上については、アナログコンピューターを用いて河川研究室において実施され、波に関する部分は海岸研究室、堤防への波のうちあげに関する部分は模型実験により鹿島水理試験所において実施された。

2. 湾内の高潮計算

2.1 東京湾の高潮

東京湾はよく知られているように南に向つて開いた湾で、湾口部は大へん深くなつていて太平洋の深海部につながつている。そして湾内は20m～30mという程度の水深の地区が大部分を占めていて、北部海岸ではきわめて徐々に浅くなつて陸地に続いている。このような湾は、強い南風をうけると、風の応力によつてその北部海岸に潮位の高まり、即ち高潮を起しやすい。この高潮が東京湾奥の海岸堤防よりも高くなるときは、海水が堤内に溢水し大災害をもたらす。東京湾の過去の高潮については、古くより幾度の災害があつて、多くの資料にその記録が残されているが、東京湾において潮汐観測が始まつたのは明治5年頃からであり、高潮の規模を量的に把握できるのは、極く最近のものに限られている。それらのうちで規模の大きな高潮としては次の様なものがある。

(1) 明治44年7月26日の高潮
(2) 大正6年10月1日の高潮
(3) 昭和13年9月1日の高潮
(4) 昭和24年キテイ台風による高潮
(5) 昭和33年11号台風による高潮
(6) 昭和34年伊勢湾台風による高潮

これらの高潮について霊岸島の実測潮位（推定も含む）と、最大偏差について比較してみると表2・1の如くになり、大正6年と昭和13年の高潮がかなり大きかつたことが分る。しかしどの高潮の場合にも海岸地帯に浸水し甚大な被害を生じている。

表－2.1　東京湾高潮潮位表

高潮生起年	霊岸島実測潮位（A.P）	偏　差
明治44年	（3.94 m）	2.30 m
大正　6年	4.18～4.47 m	不　明
昭和13年	4.24 m	1.94 m
昭和24年	3.25 m	1.39 m
昭和33年	3.40 m	1.13 m
昭和34年	3.14 m	1.03 m

（　）は推定値、文献(1)による

このように高潮は、その時の台風の規模や経路と台風通過時の湾内の天体潮の大小により異るわけで、東京湾の高潮対策を決定する上に、計画台風と天体潮との組合せをどのようにとるかが大きな問題であろう。

2.2　高潮とその基礎方程式

海岸とか河口とかのある地点でみていると、高潮とは継続時間が数時間の孤立波と、それに重なつて10秒前後の周期の波浪が観測される。この孤立波と、波浪とはともに風で引きおこされたものとはいえ、物理的機構にもかなりのちがいがあり、調査および予測の方法も一応分離して行なわれている。ここでは孤立波の方について論じることにし、波浪については才6節及び才7節で述べる。

この孤立波の潮位とは、ある地点でえられた水面の時間記録を移動平均して、周期10分程度以上の成分を残したものをいう。もつとも、伊勢湾台風や、大阪湾における台風の報告には、短周期成分を含めたものもある。

ある地点で得られる潮位記録は、天体潮と高潮とが重なつている。天体潮の周期は10時間、20時間の程度またはそれ以上であつて、前もつて推算することは容易であるため、推算潮位と呼ぶこともある。実測された記録から予測される天体潮位を引いた値を高潮のみによる水面の上昇と考えて、これを高潮の偏差という。高潮は台風などの気象現象に伴つておこるので、この偏差のことを気象潮と呼ぶこともある。

高潮の原因をさらに分けると、気圧低下による吸い上げと、風による吹きよせである。気圧低下による吸い上げ効果は静力学的には1mbの気圧低下に対して1cmの水位上昇に対応する。しかし1点でみていて気圧が1mb低下したから水位が1cm上昇するわけではない。気圧と水位とが釣合つている基準点に対し、他の点で気圧が1mb低ければ水位は基準点より1cm高くて釣合うということである。高潮の場合には現象が過渡的である上にこの釣合の基準点がよく分らない。おおよその推定のために湾口と湾奥の気圧差を見積つてみよう。これによつて湾奥の水位が湾口に比べてどれくらい高まるかわかる。台風内の気圧分布を藤田の式で推定し、気圧傾度の大きかつた例で見ると、大正6年の台風についての諸定数を入れれば、

$$P = P_\infty - \frac{60}{\sqrt{1+\left(\frac{r}{85}\right)^2}} \qquad (2.1)$$

ここに、Pはmb、中心距離rはKmで測る。大正6年の台風の経路において、最も気圧差のつきそうなときをえらんで（台風の中心が大宮のあたりにあるとき）湾奥までの中心距離r_1＝30Km、湾口までのr_2＝95Kmとると、それぞれに対応して$P_1 = P_\infty - 57mb$、$P_2 = P_\infty - 40mb$となり、$P_2 - P_1 = 17mb$。これを水位に換算すると17cmとなる。気圧低下による静力学的な吸い上げ高の湾内での差はあまり大きくないので、湾内の高潮計算には含めない。

そのため、以下にのべる高潮の潮位には気圧低下による水位上昇分を別途加えねばならない。

高潮の原因の第2は風による吹きよせである。風速と吹きよせによる水位上昇量との関係については古くから研究され、コールディング（A．Colding）は1872年にバルト海を襲った暴風がおこした海面の傾斜を研究して水深Dm、コウ配i、風速Wm/sの3者の間に

$$iD = 4.8 \times 10^{-7} W^2 \qquad (2.2)$$

なる関係を得た。この係数値はその他Ekman，Wüst，Francis，Prandtl，Munkなどがそれぞれの立場から論じているが、同程度の係数を得ている。著者は伊勢湾台風による各地検潮器資料および風資料を用いて検討してみたが、その結果、この係数はこれより大きい値をとることが注目された。(2) バルト海はほぼ1,000Kmの規模で、資料とされた風は20 m/s 以下であつたのに、伊勢湾では数十Kmの規模で、風は40 m/s に達するものであつた。ここで計算した東京湾の高潮の規模は伊勢湾のそれと同程度である。それで上にあげた係数は小さすぎるのではないかとも思われるが、一応この値で検討してみよう。東京湾の水深を30m、長さを50Km、風速31.6 m/s とすると水位差が0.8mとなる。このような概算でも、風の吹きよせ効果が大きいので、これを主因としてとり上げて基礎式を立ててみよう。

なお、高潮の原因には上の他にも種々の説がある。

(i) 湾内の共振（セーシュ）とするもの

(ii) 陸棚波が湾内へ侵入したとみるもの

(iii) 低圧部の移動速度が湾内波長の伝播と一致したために生じる共振と類似の現象とみるもの

(iv) 湾形変化によつて、湾奥に波動エネルギーが集中するとみなすもの

これらの説をすべて取り上げて解くことはむずかしいので、比較的大きい影響をもつと考えられるもの、比較的容易にとり入れられるもの (1)、(iv) を含めて次 のような式を立てて解いた。

東京湾の高潮の程度ならば、運動方程式を適当に省略して次のように表わすことができる。

(図－2.1参照)

$$\left.\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial t} &= \frac{-1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial x} + \varepsilon'\frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \\ \frac{\partial v}{\partial t} &= \frac{-1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial y} + \varepsilon'\frac{\partial^2 v}{\partial z^2} \end{aligned}\right\} \qquad (2.3)$$

ただしε'：渦動粘性係数

この式において、$P = \rho g \zeta$として各項をζから$-h$まで積分する

$$\left.\begin{aligned}\frac{1}{g(h+\zeta)}\frac{\partial S_x}{\partial t}&=-\frac{\partial \zeta}{\partial x}+\frac{\tau_s(x)-\tau_b(x)}{\rho_w g(h+\zeta)}\\ \frac{1}{g(h+\zeta)}\frac{\partial S_y}{\partial t}&=-\frac{\partial \zeta}{\partial y}+\frac{\tau_s(y)-\tau_b(y)}{\rho_w g(h+\zeta)}\end{aligned}\right\}\qquad(2.4)$$

とかける。ここにSは単位幅あたりの流量で

$$S_x=\int_{+\zeta}^{-h} u\,dz$$
$$S_y=\int_{+\zeta}^{-h} v\,dz\qquad(2.5)$$

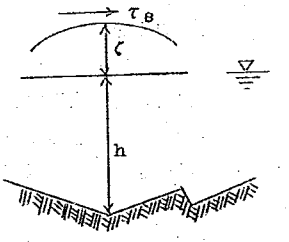
とかける。これが才1の基礎方程式すなわち運動方程式である。左辺は慣性項であり、右辺才1項は水面勾配、次が風の応力、最後が海底摩擦である。

ここで、τ_s, τ_b がどのようなかたちであらわされるかが問題となる。τ_s については、風速の二乗に比例するとして、

$$\tau_s=\gamma^2\rho_a W_{10}^2\qquad(2.6)$$

という関係が成立つとされている。

ここにγ^2：抵抗係数、ρ_a：空気の密度、W_{10}：海面上約10mの位置で測つた風速（$^m/_{sec}$）である。抵抗係数γ^2については、Munk 等の研究による値0.0026（$W_{10}>6.6\,^m/_s$）が一般に用いられているが、最近の研究ではこれよりも小さい値を示し、風速の増加とともに次才に増加するようであるが20 $^m/_s$ 以上の風については未だ確実な資料がない。



図－2.1 Notation

また海底の剪断力τ_bについては、まだ殆んど解明されておらず、高潮のような場合に深い海での流速分布がどの様になるかによつて決まる問題である。

山田彦児博士(3)は、この流速分布が2次式で表わされ、海底でU＝0と仮定して、τ_bとτ_sの関係を次の様に導いた。

$$U=az^2+bz$$

と仮定する。渦粘性係数をεとして

$$\frac{du}{dz}=2az+b$$

$$\left.\frac{du}{dz}\right|_{z=0}=b=\frac{\tau_b}{\varepsilon}\qquad\left.\frac{du}{dz}\right|_{z=h}=2ah+b=\frac{\tau_s}{\varepsilon}$$

$$\int_0^h u\,dz=\frac{a}{3}h^3+\frac{b}{2}h^2=h\bar{u}=s$$

これらの関係から

$$\tau_b=\frac{3\bar{u}\varepsilon}{h}-\frac{\tau_s}{2}\qquad(2.7)$$

を得る。

(2.6) 式および (2.7) 式から

$$\frac{\tau_s-\tau_b}{g(h+\zeta)}=\frac{\gamma^2\rho_a W_{10}^2-3u\varepsilon/(h+\zeta)+\tau_s/2}{g(h+\zeta)}$$

$$=\frac{3\gamma^2\cdot\rho_a W_{10}^2}{2g(h+\zeta)}-\frac{3S_x\varepsilon}{g(h+\zeta)^2} \qquad (2.8)$$

となりこれを

(2.4) 式に代入すれば、それぞれ次の様な基本式が得られる。

$$\left.\begin{aligned}\frac{1}{g(h+\zeta)}\frac{\partial S_x}{\partial t}&=-\frac{\partial\zeta}{\partial\chi}+\frac{3\gamma^2\rho_a W_{10}^2}{2g\rho_w(h+\zeta)}-\frac{3S_x\mu}{g\rho_w(h+\zeta)^2}\\ \frac{1}{g(h+\zeta)}\frac{\partial S_y}{\partial t}&=-\frac{\partial\zeta}{\partial\chi}+\frac{3\gamma^2\rho_a W_{10}^2}{2g\rho_w(h+\zeta)}-\frac{3S_y\mu}{g\rho_w(h+\zeta)^2}\end{aligned}\right\}$$

εの性質によつてτ_bの値も変化するわけであるが、現在の所εの性質についてはまだ十分な知識をもたないが、有明海の締切堤防の計算によれば[4]、$\varepsilon/\rho_w=10^{-3}$とおけば実測結果を比較的よく説明できることから、$\varepsilon/\rho_w=10^{-3}$ (M, S系) として用いることとした。低流速ならばこの条件でほぼ満足されると思われるが、岸に近い所や、河川などの水深の浅い所では問題である。

オ2の基礎方程式は連続の式 (1.9) 式である。

$$\frac{\partial\zeta}{\partial t}=-\frac{\partial S_x}{\partial X}-\frac{\partial S_y}{\partial Y} \qquad (2.9)$$

2.3 基礎方程式をアナログコンピューターのために変形すること

(2.5) および (2.8) 式を適当な境界条件の下に解けばよいが、この場合任意曲線上の境界条件で連立非線型偏微分方程式を解くことがあるので数学的にきわめて困難である。このような方程式を解くには(i)解析的な方法(ii)数値的な方法がある。(i)の場合もこのままでは解けないので多くの単純化を行なつている。(ii)数値的に解く場合には (ii－1) χ, y, tについて分類方程式に直して解く方法と、(ii－2) χ, yについて差分とし、tについては連続関数として解く方法とがある。(ii－1) の方法は計算の手数が煩雑であるとともに計算安定性についての条件がきびしい。(ii－2) の方法は電気回路における分布定数回路と集中定数回路との類推から高潮現象を電気回路に擬似して解くことができる。このように問題の性質を検討すると (ii－2) の方法で解くことが有利であることがわかる。

東京湾を$\triangle\chi$, $\triangle y$の間隔で区切り、その区間を代表するS_x, S_y, ζを考える。$\triangle\chi$の区切りと$\triangle y$の区切りは直角に交わり、等しい長さとしよう。(等長の仮定は後に除く)。

(2.5) 式、(2.9) 式を空間座標に関しては$\triangle\chi$, $\triangle y$で切つているため離散的に与え、時間座標について連続的とすると次のような時間に関する常微方程式になる。

$$\frac{\Delta\zeta}{\Delta\chi}=-\frac{1}{g(h+\zeta)}\cdot\frac{dS_x}{dt}+\frac{3\gamma^2\rho_a W^2}{2g\rho_w(h+\zeta)}-\frac{3\mu S_x}{g\rho_w(h+\zeta)^2} \qquad (2.10)$$

(y成分も同形式)

$$\frac{\triangle S_x}{\triangle\chi}+\frac{\triangle S_y}{\triangle y}=-\frac{d\zeta}{dt} \qquad (2.11)$$

ここで、水理量を電気量へ変換する。交換には次に述べるような形以外の対応もありうるが、各種の制約からつぎの形をえらんだ。これは直観的にもわかりよい対応である。

表－2.2　水理量－電気量の対応

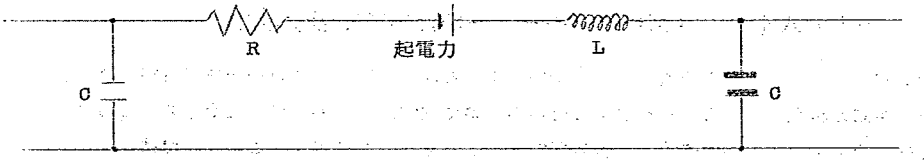
	水理量	電気量	換算係数
基本量	流量	電流	$Q=SB=\beta i$
	水位	電位	$\zeta=\alpha e$ (2.12)
	時刻	時刻	$t=\delta t$
誘導量	慣性	インダクタンス	
	マサツ	電気抵抗	
	貯留	電気容量	
	風の応力	起電力	

(2.12)式の関係を(2.10)、(2.11)に代入すれば次のように変形できる。

$$\Delta e=\frac{-\Delta\chi}{g(h+\zeta)B}\cdot\frac{\beta}{\alpha\delta}\cdot\frac{di\chi}{d\tau}+\frac{3\gamma^2\rho_a W^2\Delta\chi}{2g\rho_W(h+\zeta)}\cdot\frac{1}{\alpha}-\frac{3\mu\Delta\chi}{g\rho_W(h+\zeta)^2B}\cdot\frac{\beta}{B\alpha}ix \quad (2.13)$$

$$\Delta ix+\Delta iy=-B\Delta\chi\frac{\alpha}{\beta\delta}\cdot\frac{de}{dt} \quad (2.14)$$

表－2.1のような対応から容易に



図－2.2　回路概念図

$$L=\frac{\Delta\chi}{g(h+\zeta)B}\cdot\frac{\beta}{\alpha\delta}$$

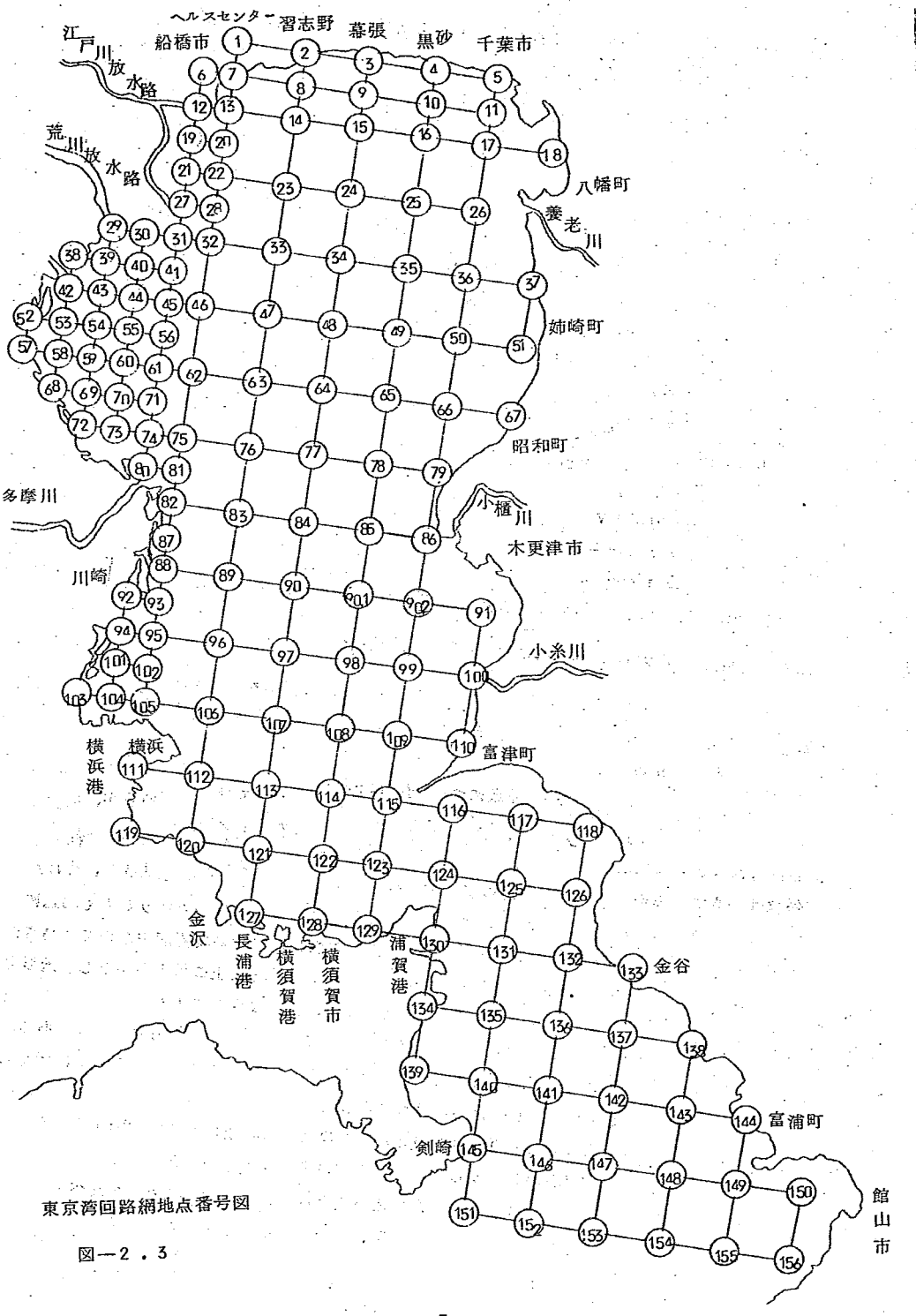
$$\text{起電力}=\frac{3\gamma^2\rho_a W^2\Delta\chi}{2g\rho_W(h+\zeta)}\cdot\frac{1}{\alpha} \quad (2.15)$$

$$R=\frac{3\mu\Delta\chi}{g\rho_W(h+\zeta)^2B}\cdot\frac{\beta}{\alpha}$$

$$C=\frac{B\Delta\chi\alpha}{\beta\delta}$$

となることがわかる。

なお、$\Delta\chi$、Δyが等長でない場合もCは貯留面積$B\Delta\chi$に換算係数$\alpha/\beta\delta$を掛けてつくられているとみなせば、同形式すなわち、$C=\Delta\chi_0\Delta y\alpha/\beta\delta$として成立つことがわかる。この単位回路を概念的にかけば図－2.2のようになる。これで東京湾を網のように覆った模様を示すものが図－2.3である。この図において、番号のついた○が水位をあらわす地点で、番号



東京湾回路網地点番号図

図—2．3

は地点番号である。この○を結ぶ直線にはそれぞれL，R，起電力がはいっている。

換算係数は次のような実際上可能な量を想定してきめた。

$$\left.\begin{aligned} 100,000\,m^3/s &= \beta\ \frac{1}{1000} \longrightarrow \beta = 10^7 \\ 1\,m &= \alpha\ 10\,V \longrightarrow \alpha = 10^{-1} \\ 100,000\,sec &= \delta\ 10\,sec \longrightarrow \delta = 10^4 \end{aligned}\right\} \qquad (2.16)$$

このようにすれば水理法則を電気法則におきかえたアナログ．コンピュータが構成される。このように直接に両法則を擬似させているものを特にシミュレーター（Simulator）と呼ぶ。これら換算係数によつて、L．C．R．等の値はどのくらいになるだろうか。もちろん、水深、$\Delta\chi$等によつて変わるが、

$$B = \Delta\chi = 4\times10^3\,m$$
$$h+\zeta = 20\,m$$
$$W = 31.6\,m/s$$

と仮定して、概略値を示せば次のようになる。

$$L = 50\,H$$
起電力＝1V
$$R = 75\,\text{オーム}$$
$$C = 16\,\mu F$$

このようにして、演算素子ができ上る。水深等の基礎資料には東京湾の海図を用いた。

2.4 高潮用アナログ.コンピューターの問題点

以上述べたような方法で、高潮という水理現象を電気回路におきかえたのであるが、そこには各種の問題が含まれている。いま、それらのうちの主なものを論じてみよう。

2.4.1. 風の応力係数、海底摩擦係数について

この両者はそれぞれ（2.6），（2.7）式の中にγ^2，μとしてはいつているが、係数の値自身にはきわめて問題がある。すでに述べたように、コールデイングが出している風の応力係数は小さすぎるので、これの検討は重大であろう。もし、この係数が大きければ、それだけ計算された高潮の潮位は大きくなるわけである。その場合風速とは何かということも問題になるであろう。われわれが観測している風速は実は大気の流れの中での境界層中なので、高さによつて風速値がいちじるしくちがつてくる。その上、海上の風と陸上の風とちがうし、地形等の障害物によつても影響される。この点は河川内の高潮遡上ではさらに大きな問題となる。なぜなら、河川には両側に堤防があり、しかも橋などが風に防げるように作用するからである。そこで風を明確に定義づけ、しかる後に風がいかなる形で運動量、エネルギーを海水に伝えるかという物理的機構を明らかにして行かなければならない。

また、海底摩擦の係数にも同様の問題点がある。この式では流速の1乗に比例するとしたり、流速分布を水深の2次式で表わしたりしている。前述の係数の値もおおよその見当であつて、明瞭な物理的根拠があるわけではない。ただいえることは、流量を適当にとつて比べると、河川におけるマンニングの係数と近い値になるので、大体よかろうというわけである。この点も今後の研究にまつものである。

2.4.2　有限長の区間で切つていることの影響

東京湾を網で覆うように、グリッド・ポイントに分けるが、このように有限区間に区切つて集中定数回路網におきかえるときには必然的にさまざまの問題がおこる。しかし、これは数値解析であればデイジタル・アナログを問わず問題になることである。

東京湾の規模を考えに入れて、$\Delta\chi = 4$ Kmとすれば東京湾の高潮は十分に表現できると推察されたので、湾内の大部分は$\Delta\chi = 4$ Kmの網で覆い、重要な海岸部では$\Delta\chi = 2$ Kmとした。実はこれでも十分でない。その1は検潮位置と計算の水位点とのくいちがいである。これは距離的にわずかでも水深が浅いために、かなり水面コウ配がつくようである。その2は、$\Delta\chi$, Δyを直角に切つて行くため、海岸線の出入によつて、区切り方が不自然になり、細い点になると、微妙な問題を残すことである。ことに河口デルタ港湾地区はそのような海岸線の出入がはげしく、貯留面積に編入すべきか否か、通水断面として採用すべきか否か、迷うことがしばしばある。

このような場合、$\Delta\chi$, Δyの割り方をいかにすれば適当かということは、今後の検討にまつところ大である。

2.4.3　電気系への変換と式の簡略化について

水理系を電気系へ変換するに際しては（2.12）式に示したような変換のみならず、水位→電流、流量→電圧という変換もある。しかし、（2.12）式の対応の方が製作と測定が容易なので、これを用いた。

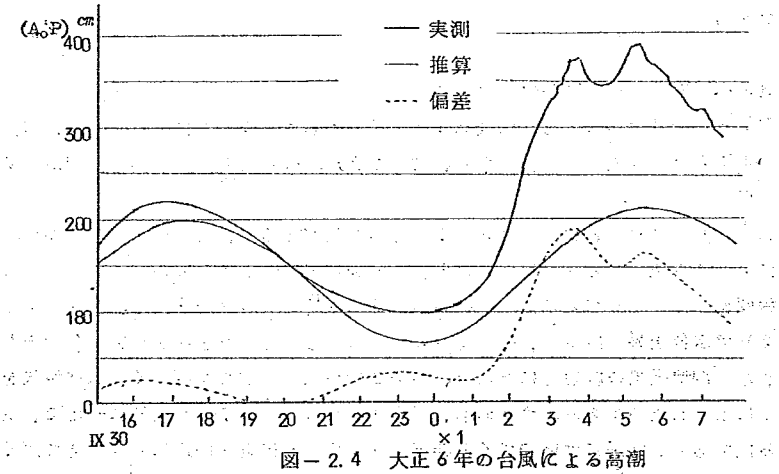
また、（2.10）式で見るとおり、（$h+\zeta$）という項があるが、これは水深であつて、時間的空間的に変化する値である。深い海では$h \gg \zeta$とおいて省略もできるが、浅い海になるとhとζと同程度になる。それで東京湾の主軸方向に31.6 m/s の風を吹かせ、コールデイングの式（2.2）で水位上昇を推定し、その上昇分をあらかじめ加えた水深を用いて各項をきめた。このような非線型要素の線型化にあたり、高潮の最高水位付近で精度よく、水理現象を擬似できるようにこうしたのである。すなわち、（2.10）式の$h+\zeta$は時間的に一定で、空間的には変わる値である。水深にはいつてくる非線型性をまともに電気回路におきかえて解く方法も試みられてはいるが[5]、われわれは回路の安定した動作を望んでいたので、$h+\zeta$＝一定とおいた。

2.5 初期条件，境界条件

方程式の初期条件はt＝0で、潮位ζ＝0とする場合と天体潮を長時間与える場合がある。ここでは後者の方式をとつたが計算では繰返し計算のため、計算時間を長くとることができないので1周期、約12時間程度の天体潮を湾口で与えている。

境界条件としては、湾口で潮位一定の場合と天体潮を与えた場合の2つを実施した。前者は、簡単に潮位偏差のみを測定しようとしたものであるが、後で述べる如く実測値とよく合わない。後者は、実際現象をそのまゝ計算するもので、実測を対象にするものは（大正6年、キテイ）当時の天体潮の位相、振巾にあわせ、想定条件に対するものは（伊勢湾、最悪）天体潮の大潮で最高潮位が満潮に重なるようにした。

大正6年の高潮については、小松川における推算潮位の曲線（図－2.4）から、振巾0.75mのSin波形を与えている。



図－2.4　大正6年の台風による高潮

キテイ台風の高潮は、布良における推算潮位が表－2.3の如くであり、最高、最低潮位のそれぞれの平均値の差が59.3cmとなるので振巾0.30mとしてやはりSin波形として与えた。

伊勢湾台風を想定した場合は、東京港における朔望平均満潮位と干潮位の差が2.02m（1951～1961潮位表による）であるので振巾1.00mとしてSin波形を用いた。最悪台風の場合も同様である。

表－2.3　キテイ台風時の推算潮位（布良）

月　日	時　刻	満潮位	干潮位
8月30日	2：20		39
	9：05	125	
	14：05		88
	20：00	143	
8月31日	3：15		45
	10：45	113	
	14：25		105
	20：20	137	
9月　1日	5：05		49
	21：30	129	
9月　2日	7：00		45

湾口潮位は計算盤の、151、152、153、154、155、156を全て同一水位となるよう結んで函数発生器により与えている。

境界条件の才2は、沿岸における条件である。ここでは流量の出入がないとしている。すなわち$S_x = 0, S_y = 0$河口部でも同じく流量の出入なしとしている。これは高潮時には洪水の流出は始まつていたとしても、湾内潮位を変えるほどには影響をもたないこと、そして海に比べ河川の貯留面積は大へん小さいので無視することとした。

最後の条件は風であるがこれは次の様に決めた。

大正6年：大正6年10月1日の東京における風の実測値（表－2.4）

キテイ台風：昭和24年9月1日の東京における風の実測値（表－2.5）

伊勢湾台風：昭和34年9月26日の名古屋における風の実測値（表－2.6）

最悪台風：最大風速および風向は大正6年台風に合わせてきめた。（39.6 $^{m}/_{sec}$ SSE）
風速の継続時間については伊勢湾台風を参考にし、風向は最も悪い場合を想定した。（表－2.7）

この計算機では、風は時間の函数として与えられるが、湾内では全て一様に同一方向同一風速の風が吹くことになる。大正6年台風のように湾軸にほぼ平行に西側の陸上を通過するものについては、この仮定でほぼ十分であるが、湾内を通過したり湾軸と交わつたりする台風では、湾内の風が一様に吹くとは限らない。ただ高潮の高さに影響の大きいのは、湾奥部での風であり河川の河口附近の潮位を最も精度よく調べる必要があるので東京における風の実測値を採用した。

大　正　6　年　台　風

時	風　速	風　向	気　圧	吸上高
	m/s			cm
12	3.0	N		
13	2.8	〃		
14	2.0	〃		
15	3.3	NNE		
16	4.3	〃		
17	3.8	NNW		
18	5.2	〃		
19	5.2	NW		
20	7.1	NNW	748.6	15.2
21	5.8	N	747.1	17.2
22	6.1	NNE	745.4	19.4
23	3.0	N	743.1	22.5
24	6.3	SE	739.6	27.2
1	13.9	ESE	735.2	33.0
2	19.8	SE	728.5	42.0
3	39.6	SSE	720.4	52.7
4	21.5	SSW	720.4	604 52.7
5	14.8	〃	731.3	38.2
6	12.7	〃	736.4	31.4
7	10.7	〃	738.2	29.0

表－2.4　台風，風速，風向，気圧表

キ テ イ 台 風　（昭和２４年）

時	風　速	風　向	気　圧	吸上高
9	8.2 m/s	ENE	754.2	7.73 cm
10	9.6	〃	753.4	8.79
11	10.1	〃	752.4	10.12
12	11.5	NE	751.2	11.72
13	12.7	E	750.1	13.19
14	13.7	〃	748.5	15.32
15	14.2	〃	747.8	16.25
16	18.0	ESE	746.4	18.12
17	17.1	〃	744.9	20.11
18	17.6	E	742.3	23.58
19	20.2	ESE	740.0	26.64
20	19.4	SE	740.1	26.51
21	24.9 ※	〃	741.7	24.38
22	21.6	S	743.9	21.45
23	22.8	〃	746.1	21.18
24	15.5	〃	748.7	15.05
1	15.8	〃	749.9	13.45
2	12.4	〃	751.8	10.92
3	13.7	〃	752.7	9.72
4	11.7	〃	753.1	9.19
5	10.3	〃	753.8	8.26
6	9.1	〃	754.6	7.19
7	7.1	〃	755.3	6.26
8	8.5	〃	755.9	5.46

※２０：５５の値

表－2.5　台風．風速．風向．気圧表

伊　勢　湾　台　風

時	風　速	風　向	気　圧	吸上高
	m/s			cm
11	8.5	SE		
12	9.3	〃		
13	12.2	〃		
14	11.5	〃		
15	10.8	ESE		
16	8.4	E	990	23
17	10.7	SE	987	26
18	16.1	ESE	983	30
19	18.7	SE	978	35
20	25.7	〃	971	42
21	23.1	SSE	963	50
22	37.0	〃	963	50
23	21.0	S	975	38
24	18.2	SSW	985	28
1	16.6	〃	991	22

気圧は名古屋の気圧を用いた。

表－2.6　風速．風向．気圧表

最　悪　台　風

時	風　速	風　向	気　圧	吸上高
1	5.7 m/s	S W	749.3	10 cm
	7.0	〃	749.2	11
2	8.3	〃	748.9	12
	9.7	〃	748.6	13
3	11.1	〃	747.9	14
	12.5	〃	747.1	15
4	13.8	〃	746.3	16
	15.2	〃	745.4	18
5	16.5	〃	744.3	19
	18.0	〃	743.1	20
6	19.6	〃	741.4	22
	21.2	〃	739.6	25
7	22.8	S S W	737.4	28
	24.6	〃	735.2	31
8	26.7	〃	731.9	36
	28.9	S	728.5	40
9	32.2	〃	724.5	46
	36.5	S S E	720.4	51
10	39.6	〃	714.6	60
	33.0	〃	720.4	51
11	23.4	S E	725.9	44
	18.3	〃	731.3	36
12	13.6	〃	733.9	33
	9.4	〃	736.4	30
13	5.3	〃	737.3	28
	2.1	〃	738.2	27

気圧は大正6年台風の東京の気圧を用いピークを10時に合わせた。

表－2.7　風速．風向．気圧表

2.6 計 算 結 果

上に述べたような条件に従つて、アナログ計算機で計算した値と実測値とを比較してみる。

先づ大正6年の高潮については、実測潮位が荒川河口小松川、江戸川河口堀江の記録があるのでこれを計算機のA29，及びA27と比較する。計算には、気圧低下による吸上げが含まれていないのでこれを表－2.3の様に東京の気圧実測値を用いて計算したものを加えた。

小松川地点では、図－2.5に示すように計算値のピークは、ほぼ実測値に等しい。しかし才2のピークが殆んどあらわれず急激に減衰している。また堀江地点における計算値は、図2.6に示すように実測値に比べて約2m近くも低くなり、あまりよく合わない。計算では、湾口でSin波形の潮位を与えていて、これは実際の条件と一致していないので、湾口で与えた潮位波形を推算潮位とみなして、小松川と堀江での偏差を求め、これと実測値による偏差とを比較したのが図－2.7、図－2.8である。これらを見ると、小松川地点では偏差もほぼ一致しているが堀江では1m以上も計算の方が低く、よく合わない理由が湾口潮位の波形の与え方によるものではないことを示している。霊岸島の検潮儀は船の衝突で流失し、正確な検潮記録は得られていないが最大A・P＋4.15～4.20mと推定されている。霊岸島にがい当するA52の最大潮位はT・P＋1.75mと計算され、これに気圧低下による吸上高60.4cmを加えると、T・P．2.35m＝A・P．3.48mとなり、やはり実測値に比べて低い。一方偏差についてみると、霊岸島の偏差は正確な記録がないが約2mと推定されており、計算値では、1.65m＋0.60m（吸上高）＝2.25mとなりほぼ一致する。

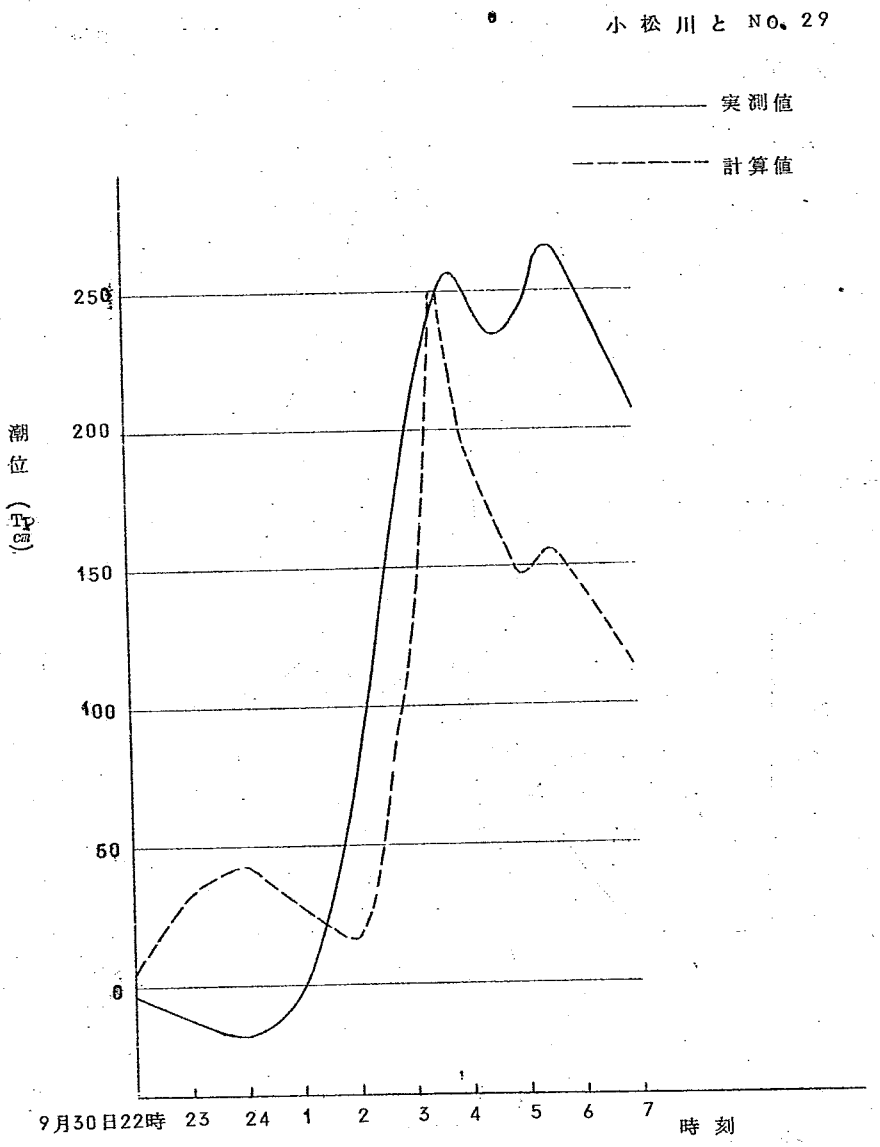
キテイ台風については、霊岸島と横浜について観測値と計算値とを比較した。図－2.9及び図－2.10に潮位波形を、図－2.11、及び図－2.12に偏差の比較を示す。潮位波形には、気圧低下による吸上高を加えてあるが、計算値の方が実測に比べ30～100cm低い値を与える。また偏差の方は潮位に比べかなり実測に近く、霊岸島では最大60cm、横浜では最大80cmの差となつている。

大正6年とキテイ台風については、以上のように実測値に比べて計算値が低くでる傾向にあるが、この原因は気圧低下による吸上高の見積りや、風の吹き寄せの応力係数の見積りの過小など種々のものが考えられるが一応この程度の一致で計画台風についての計算を進めることにした。

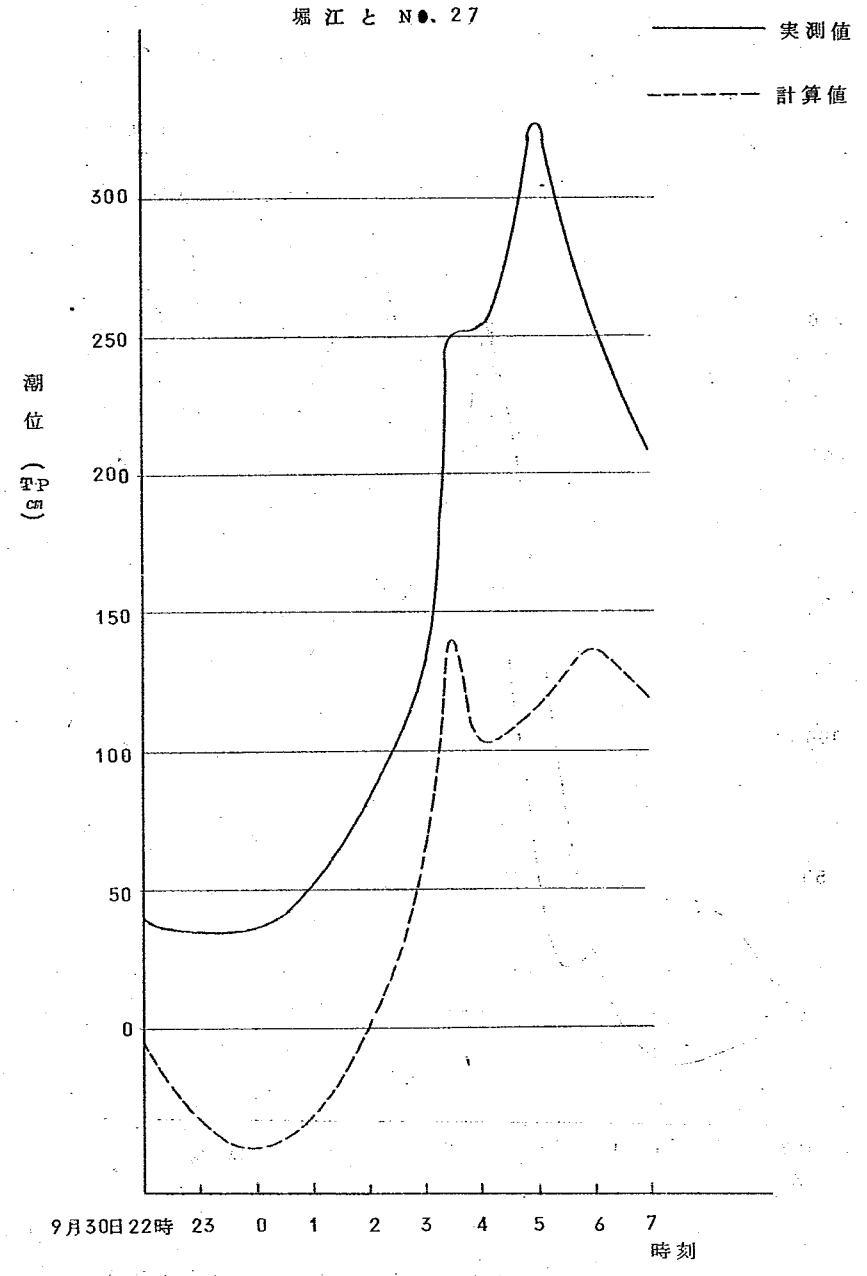
以上2つの台風について、各地での潮位の変化を見るために、ピーク潮位の値を図－2.13、図－2.14に示す。一、二の点で測定上検討を要するところもあるが、大まかに見ると、東京湾が北に奥まつたところ江戸川放水路付近が高さの極値を示すようである。江戸川河口はそれよりいくらか低く、荒川河口がまた高まつている。隅田川河口付近は再び低くなり、品川～羽田～川崎と大体低下の傾向を示す。

次に伊勢湾台風と、最悪台風についての測定結果を図－2.15，図－2.16に示す。これらの最高潮位は、江戸川放水路河口付近で、それぞれT．P．3.50mおよびT．P．4.50mとなつており、これに伊勢湾及び大正6年の気圧低下による吸上高50cm及び60cmを加えると、それぞれT．P．4.00m及び5.10mとなりかなり高い潮位となる。

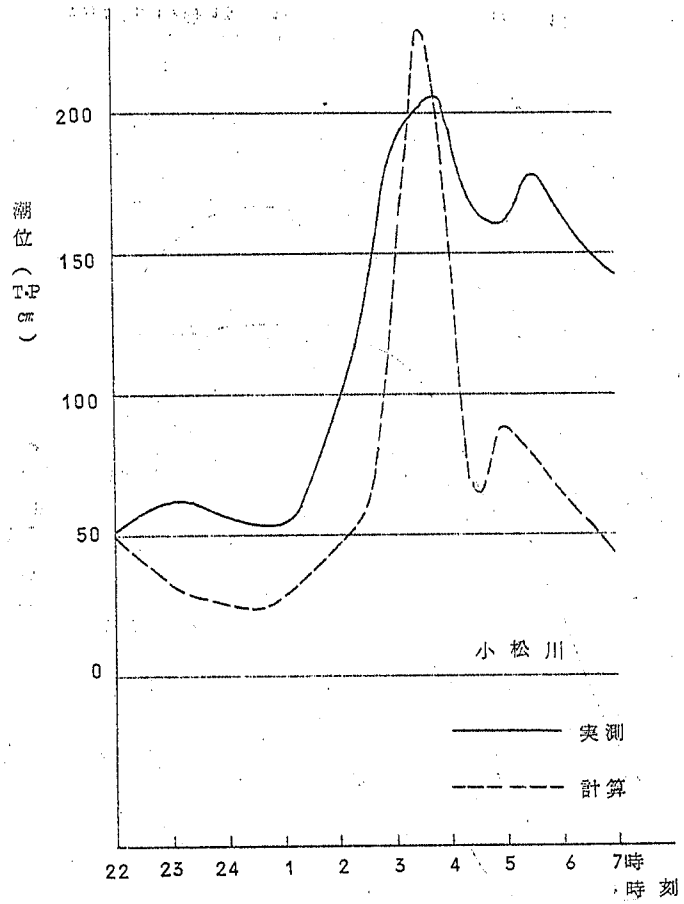
各河川の河口での潮位を見るために偏差のピーク値をとり出して見たのが表－2.8である。この値に天体潮としては＋1.00mを考えれば十分であり、これに気圧低下による吸上高を考慮したものが各河川の計画潮位となる。台風としては、最悪台風によるものがやはり最大で、



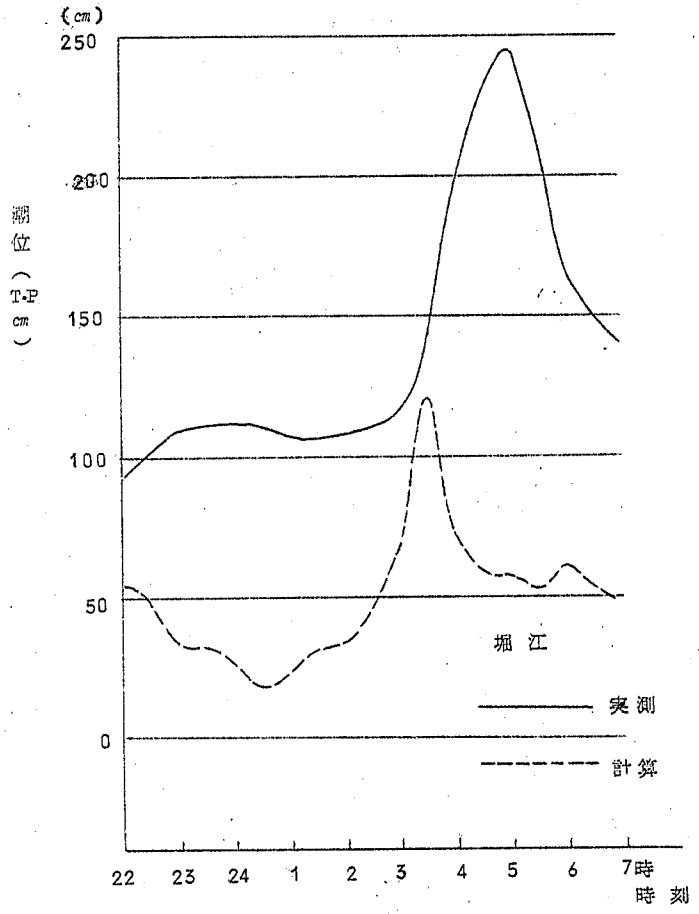
図— 2.5　小松川地点における高潮波形　（大正６年）



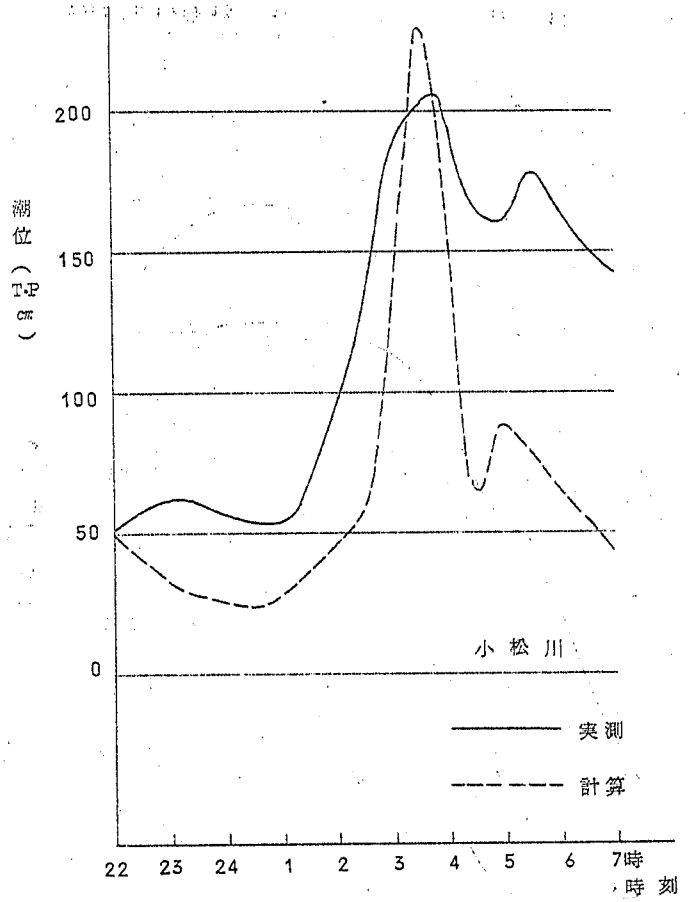
図— 2.6 堀江地点における高潮波形 （大正6年）



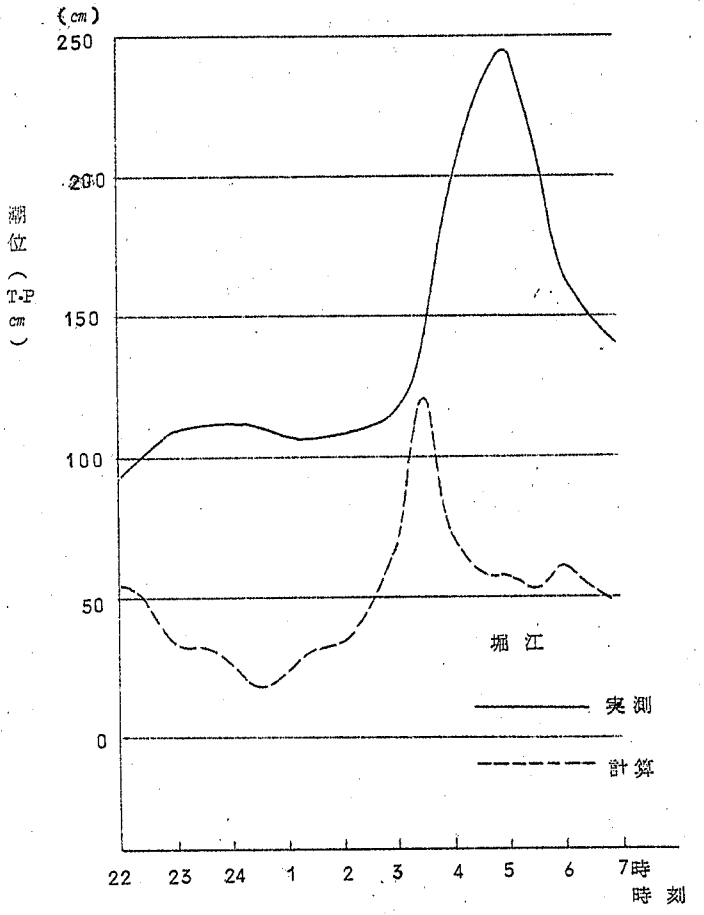
図— 2.7　小松川地点における偏差　（大正6年）



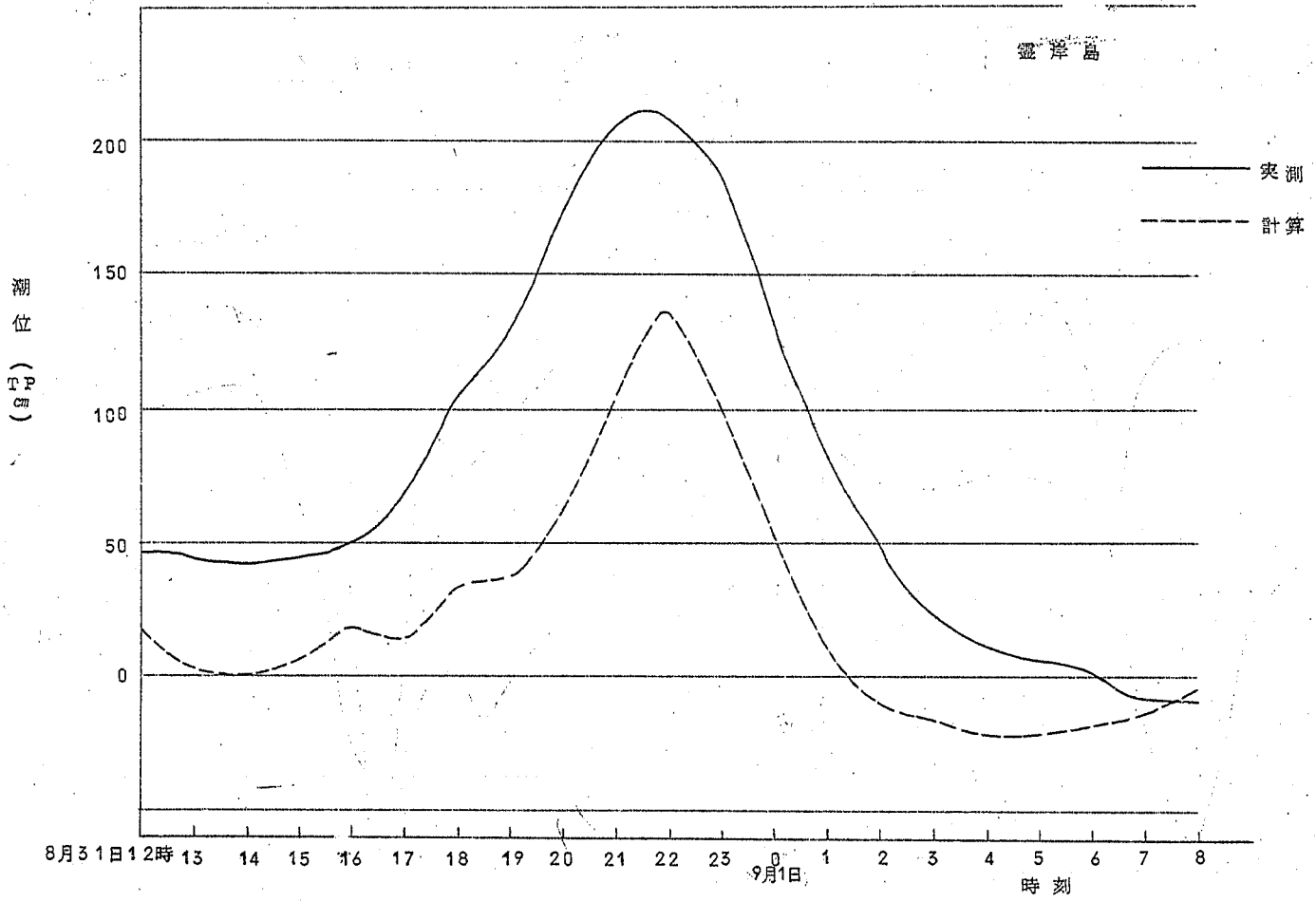
図— 2.8　堀江地点における偏差　（大正6年）



図— 2.7　小松川地点における偏差　（大正6年）



図— 2.8　堀江地点における偏差　（大正6年）


霊岸島
実測
計算
潮位 (Tem)
200
150
100
50
0
8月31日12時
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
0
9月1日
1
2
3
4
5
6
7
8
時刻

図— 2.9

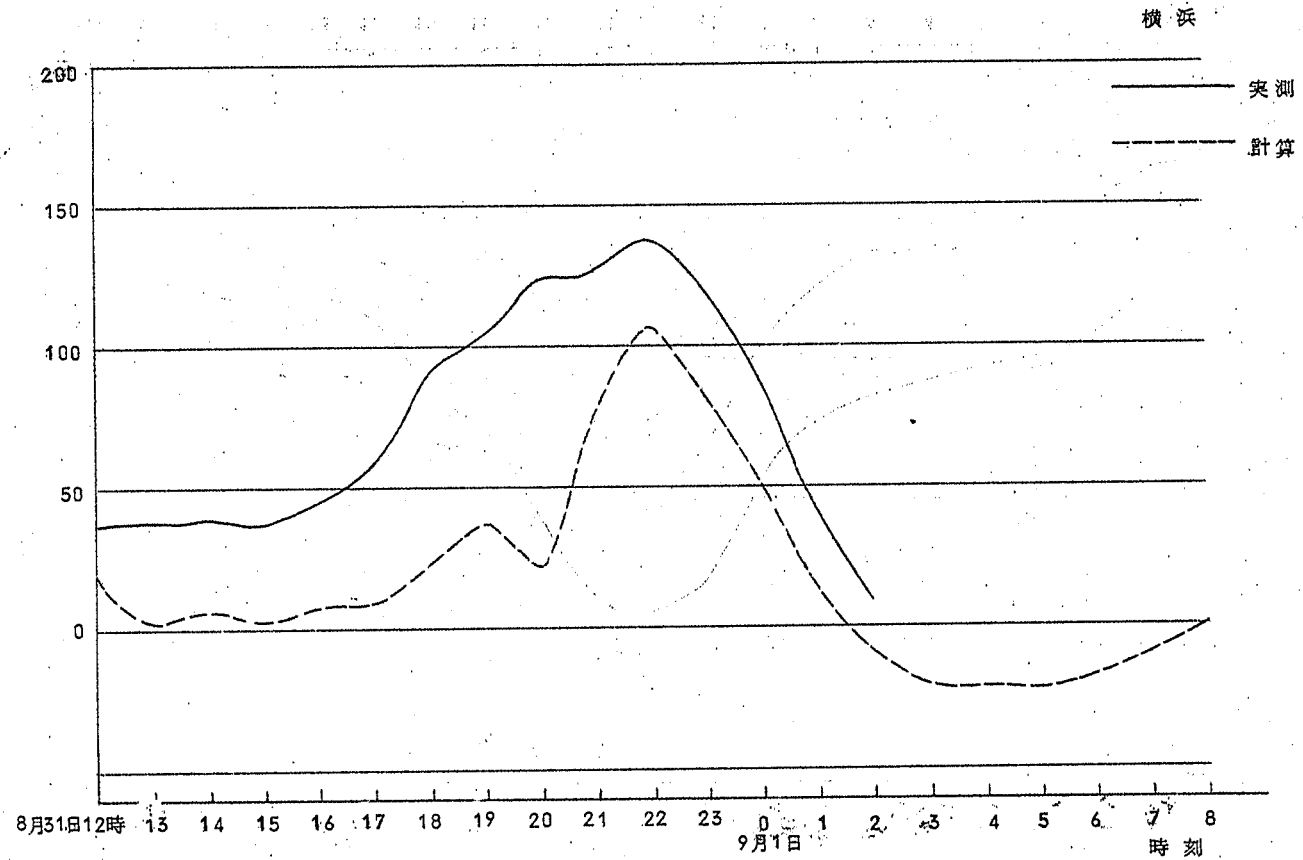

横浜
実測
計算
潮位（TP）
200
150
100
50
0
8月31日12時
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9月1日
時刻

図 — 2.1 0

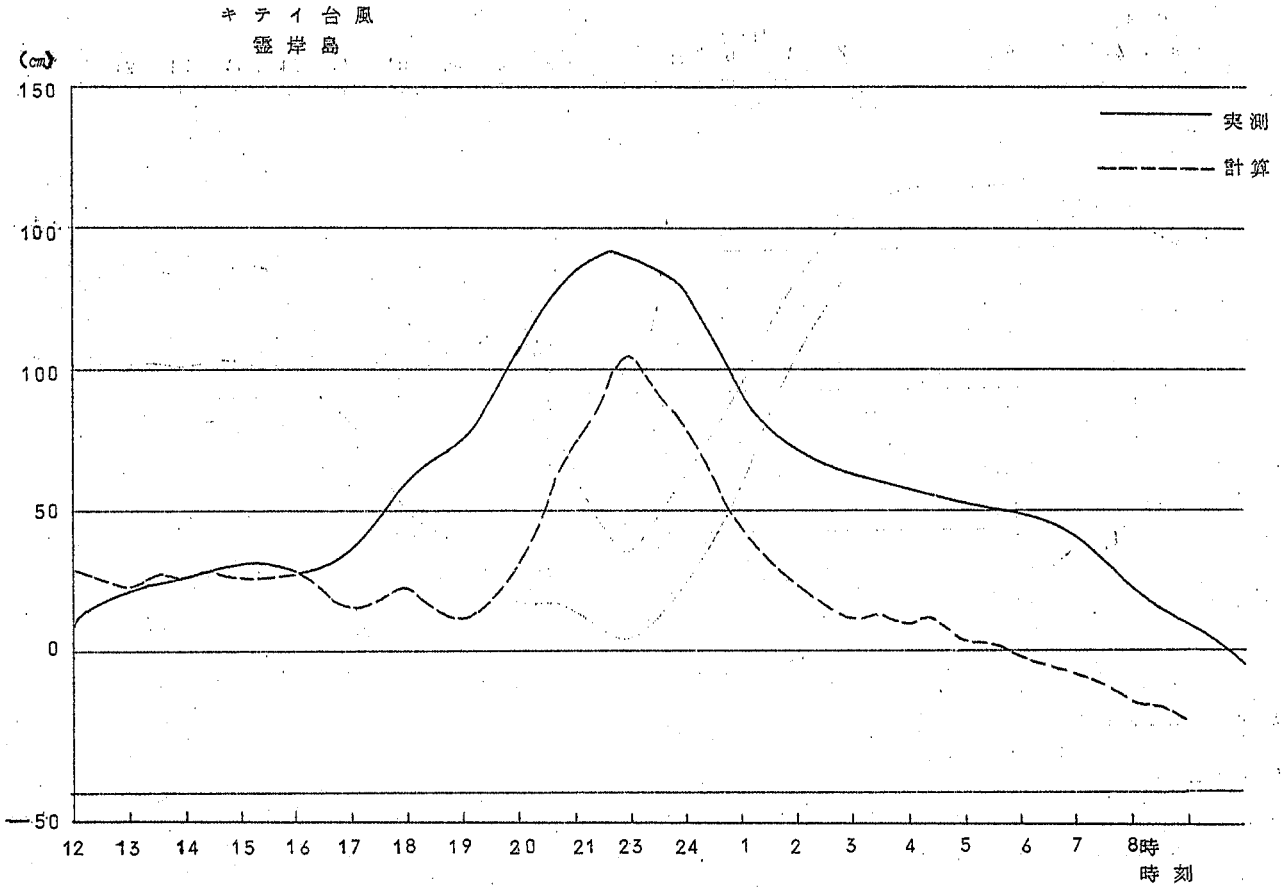

キテイ台風
霊岸島
(cm)
150
100
100
50
0
−50
偏差
実測
計算
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
23
24
1
2
3
4
5
6
7
8時
時刻

図 — 2.11

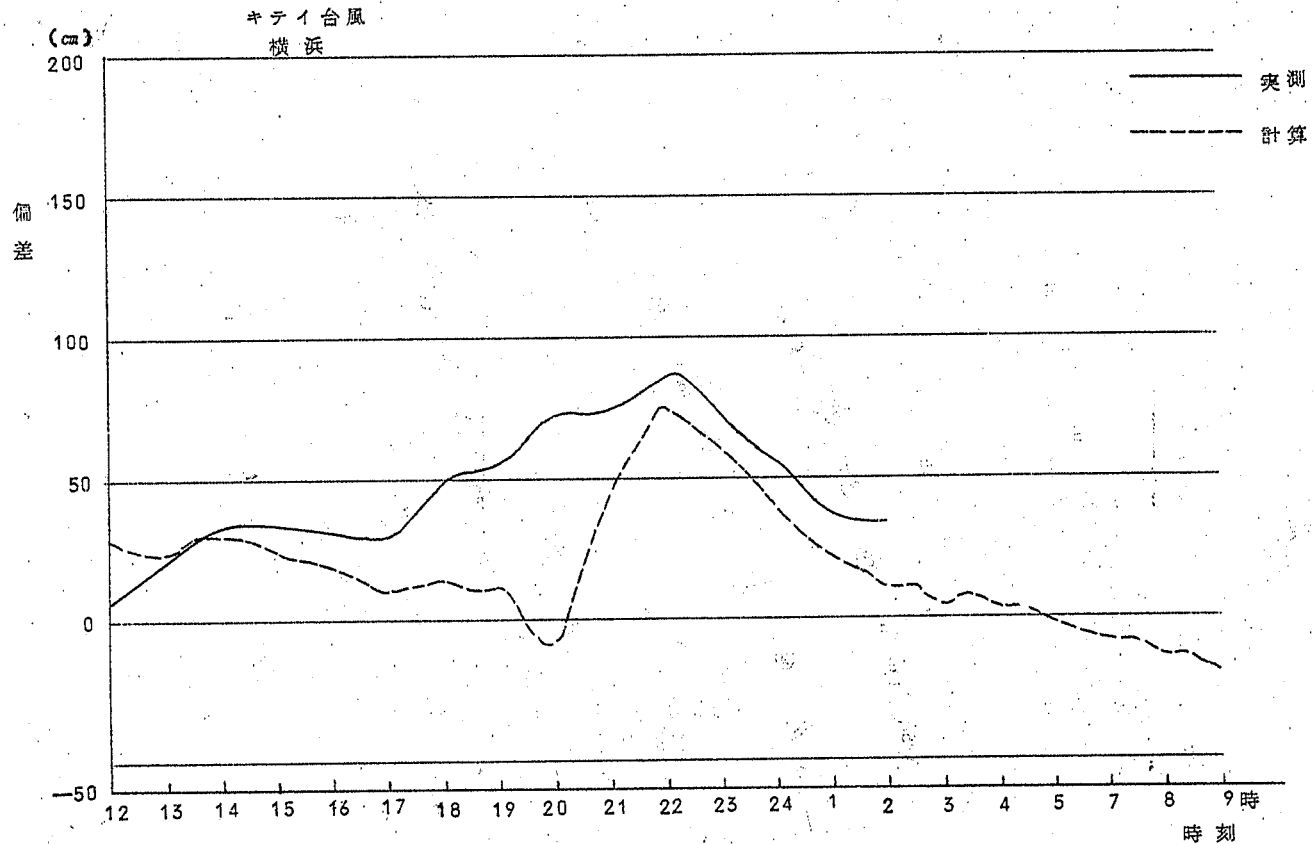
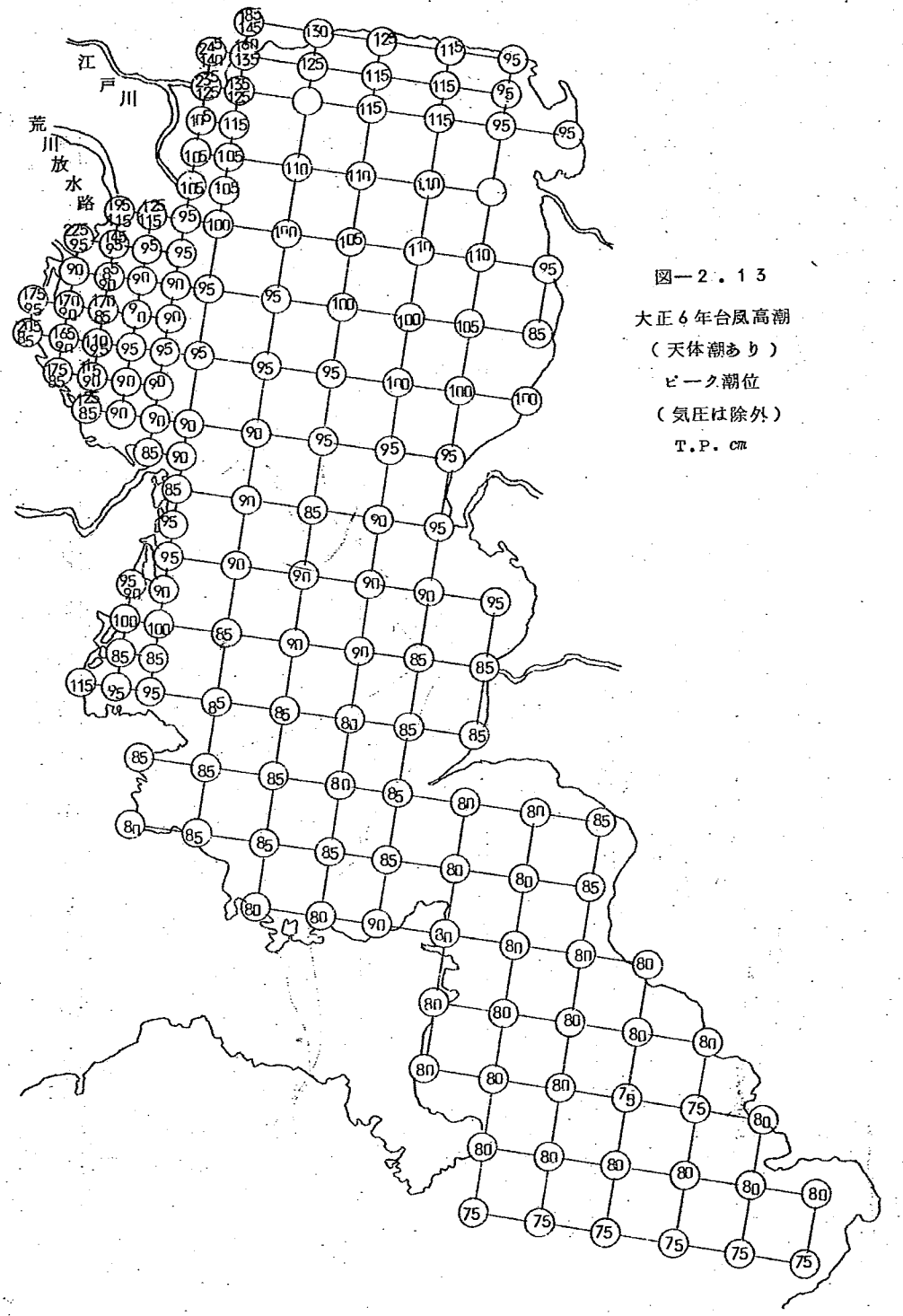

キテイ台風
横浜
(cm)
200
150
100
50
0
−50
偏差
実測
計算
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
1
2
3
4
5
7
8
9時
時刻

図 — 2.12



図—２．１３

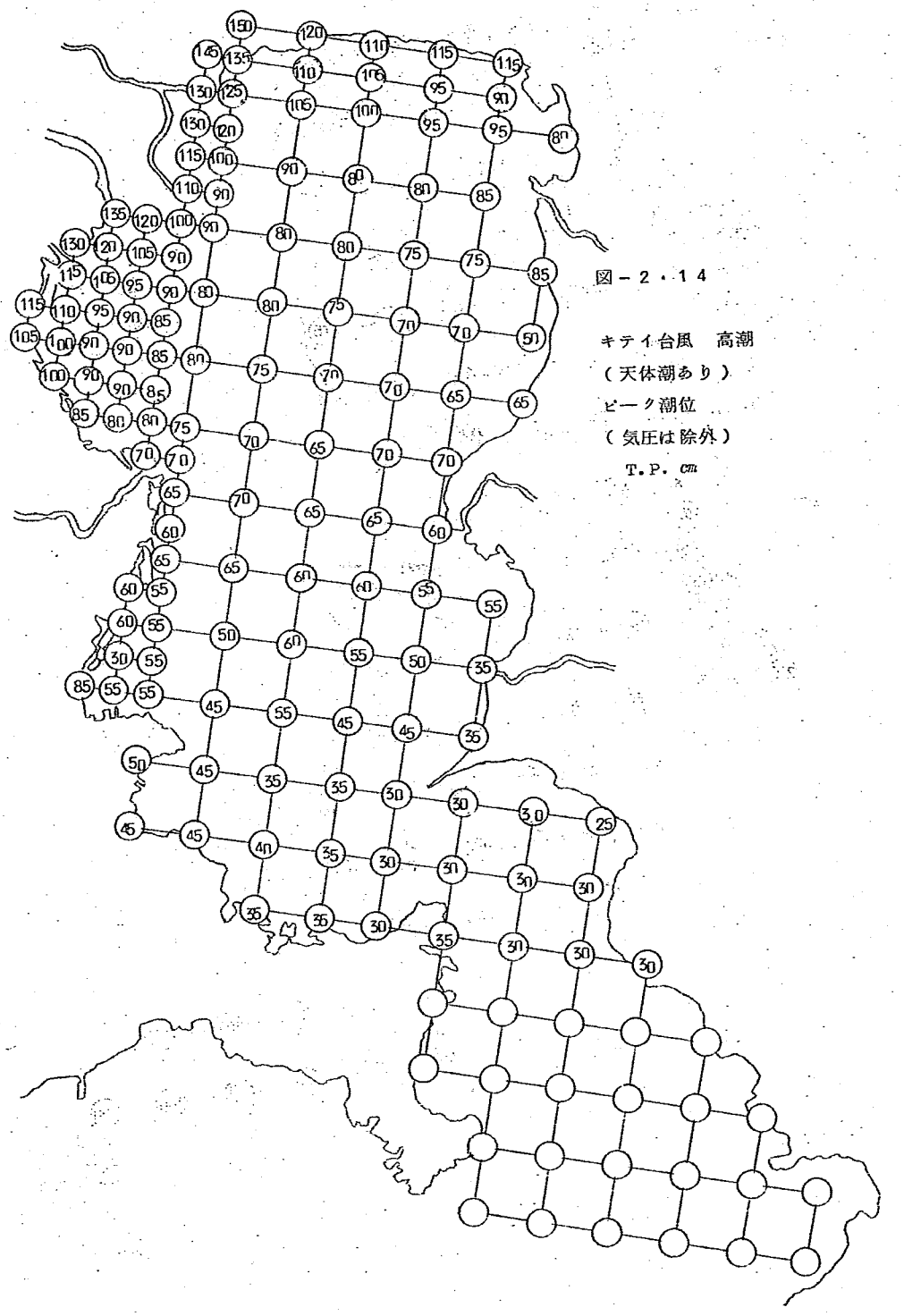
大正６年台風高潮

（天体潮あり）

ピーク潮位

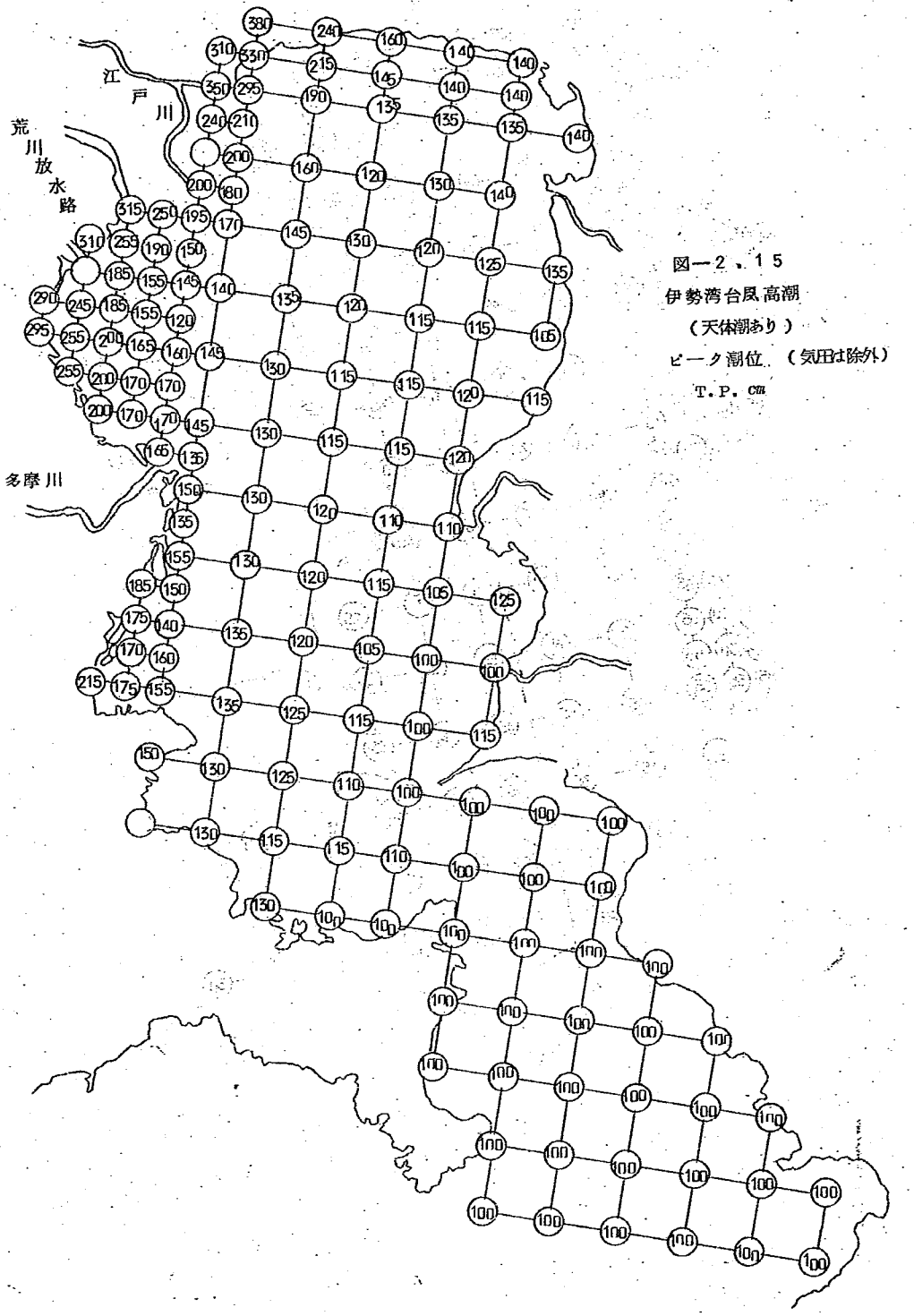
（気圧は除外）

T.P. cm

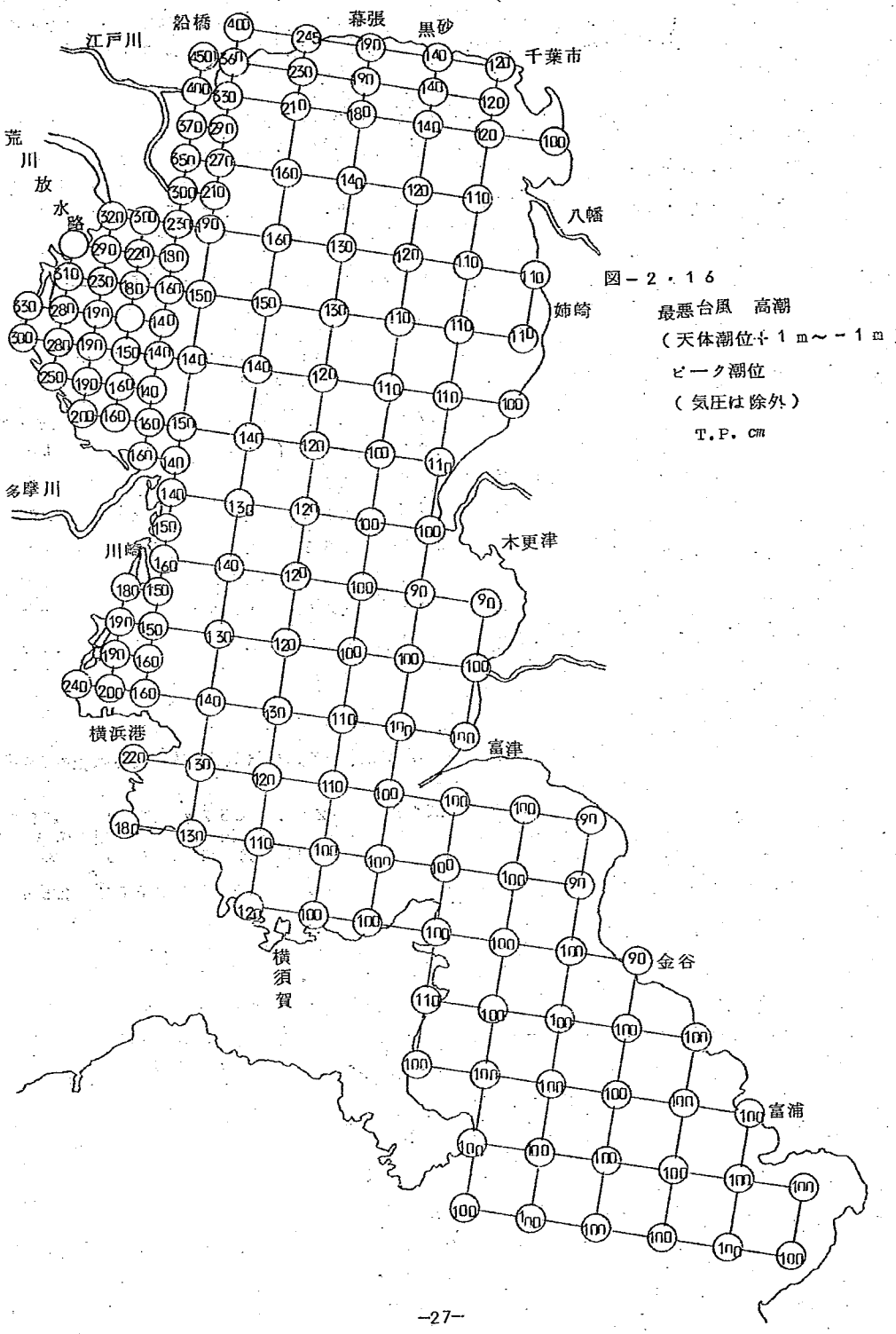


図－２・１４

キテイ台風　高潮
（天体潮あり）
ピーク潮位
（気圧は除外）
T.P. cm



図－２．１５
伊勢湾台風高潮
（天体潮あり）
ピーク潮位（気圧は除外）
T.P. cm



図－２．１６
最悪台風　高潮
（天体潮位＋１ｍ～－１ｍ）
ピーク潮位
（気圧は除外）
T.P. cm

江戸川河口、荒川河口、隅田川河口が高く、多摩川、鶴見川河口ではあまり大きな値にならない。最悪台風の場合に大正6年の気圧低下を考慮した最高潮位を表－2.9に示す。

参考文献

(1) 東京湾計画に対する高潮数値計算とこれが対策、産業計画会議

(2) 伊勢湾台風による高潮と被害の特性、竹内他、土木研究所報告１１０号

(3) H.Yamada; Theoretical estimation of meteorological high water . Rept.Res. Iust. Fluid Eng. Kyushu Univ. 6 (2) , 1950

表－2.8 高潮偏差ピークの値（気圧低下による吸上げを除く）

台風 ＼ 地点	天体潮(干満差)	12 江戸川放水路河口	27 旧江戸川河口	29 荒川河口	52 隅田川河口西寄り	81 多摩川河口	92 鶴見川河口
大正6年	0 m	m	,76 m	.72 m	.46 m	.36 m	.36 m
	1.5	2.30	.80	1.85	1.70	.40	1.00
キティ	0	1.00	.80	1.00	.81	.37	.38
	0.6	1.30	.90	1.30	1.05	.40	.40
伊勢湾	1.5	2.30	1.05	1.55	1.45	.25	.65
	2.0	2.50	1.05	2.15	1.85	.40	.80
最悪	0	2.70	1.85	2.03	1.80	.30	.78
	2.0	3.00	2.10	2.25	2.00	.40	.95

表－2.9 最悪台風時の最大潮位（T．P）（気圧低下による吸上高0.60m）

位置	天体潮	No.27 江戸川河口	No.12 江戸川放水路河口	No.29 荒川河口	No.52 隅田川河口	No.81 多摩川河口	No.92 鶴見川河口
最高潮位	1.00 m	3.70 m	4.70 m	3.85 m	3.90 m	2.00 m	2.55

(4) アナログ計算機により有明海締切堤防水理計算、木下土木技術資料5巻１２号

(5) 洪水追跡用アナログコンピュータ、吉川．芦田、小池、土木技術資料3巻１号

3. 高潮の河川遡上に関する計算 I（線型タイプ）

高潮の河川遡上に関しては基本的な考え方としては海の場合と同じである。しかしアナログ計算機としては、湾内と河川とは別個に組立てて計算を行なつた。その理由は海の場合と川の場合とで水深とか、貯留面積とかが著るしく異なる為で、河川の場合の境界条件は、前に計算された高潮潮位のそれぞれの河口での潮位曲線を用いることとした。

高潮の河川遡上に関係する要素には、海の場合と同じく水面勾配と、慣性と、風の応力と、河床摩擦とである。ここで河床摩擦は海と同じ法則を仮定している。上流からの固有流量がある場合、塩水クサビを作つている場合など、流速分布がちがえば摩擦抵抗もちがうことが考えられるが、計算機の構成上、非線型要素の組込はむづかしいので一応海と同じと仮定して計算を行なつた。なお、各河川の計算が終了した後に、荒川及び隅田川については、汚濁計算に使用した非線型タイプの演算器に風の起電力項をつけ加えて再計算を行なつたので、その詳細については後に述べる。次に計算を行うに当たつての主な問題点を記す。

3.1 計 算 区 間

高潮の河川遡上において、計算する範囲はどこまで必要か。河口は一方の限界を示す。上流はどうか。才1にセキのあるところはそこまでとした。水門のあるところは、高潮時には水門を閉めると仮定して、そこまでとした。才2にそのような構造物のないところでは、一応、感潮部の限界とみなされるところまでとした。高潮は天体潮より大きな水位変動をもたらすからこそ問題になるので、したがつて感潮限界より上流へも影響をもつはずである。しかし、あまり上流へさかのぼると堤防をあふれてしまつたりするので、計算としてはどこまでとるかがむずかしい。そこで、高潮の及ぶ範囲は感潮域ときめておけば、計算結果は実際現象に比べて危険の側を推定することになるので、そのように選んだ。それぞれの河川でどのようにとつたかは、各論で記してある。

海の部分における高潮計算では $\Delta\chi = 4$ Km として海を区切つた。（横浜～東京～船橋は $\Delta\chi = 2$ Km）このように区切つて集中定数回路におきかえて計算することは、技術的にやむを得ないのであるが、川の場合何を基準にして区切つたかを次に示そう。結局、この程度の規模で高潮現象をみているということである。もしこれ以上の精度が必要ならば細かく区切らなければならない。

(1) 大体3～4Kmで区切る。海の部分もその程度の区切り方であつたのでそれを引きついだ。ただし、貯留のみが問題となるような上流部ではもつと長区間で切つているところもある。

(2) 区間内では川の向き（方位）が一定となるようにする。すなわち、彎曲部で区切る。

(3) 区間内では川幅、水深などが一定とみなされるような区間に切る。

3.2 平均河床高について

一般に平均河床高のきめ方は、長方形断面の水路なら問題ない。単断面の河川では平均の定義によつて若干のちがいは生ずるがいちぢるしくない。しかし複断面の川では、河床高は定義によつてかなりちがう。高潮を対象とする場合、どのような定義にしたがえばよいか。

（2.4）式において、定常状態を仮定し（$\partial/\partial t = 0$）水面勾配をし、水深を h とすれば

$$gHi = \tau_s - \tau_b \qquad (3.1)$$

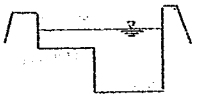
となる。ここで流速分布が水深区の2次式としてτ_0とτ_bの関係は、（2.7）式の如くであるから、これを（3.1）式に代入すれば、

$$g h^3 i = \frac{3}{2}\tau_B h^2 - 3\varepsilon S$$

河道のある単位巾についてこの関係が成立つのであるから川巾Bで積分する。

$$\int g h^3 i \, dB = \int \frac{3}{2}\tau_B h^2 \, dB - \int 3\varepsilon_B \, dB$$

i，τ_B，ε，等は考えている横断面では、どこでも共通とする。また定常状態の仮定から、全流量$\int s \, dB$は0でなければならないから



図－3.1

$$g i \int h^3 \, dB = \frac{3}{2}\tau_B \int h^2 \, dB$$

ここで

$$\bar{h} = \frac{\int h^3 \, dB}{\int h^2 \, dB}$$

とおけば

$$g h i = \frac{3}{2}\tau_B$$

となる。このhが任意断面の河川における高潮計算用の平均水深であり、これから河床高が求められる。次に、上記の水深計算の基準となる水面の高さをどうとるかということである。河川によつて若干のちがいがあるが、本文ではT．P3m程度をとつている。このとり方のちがいによつて、平均河床高が変わりはしないか。

図－2にみられるよう高水敷、低水路ともに等しい幅であつたと仮定する。平均水深hは

$$\bar{h} = \frac{\chi^3 + (\chi + d)^3}{\chi^2 + (\chi + d)^2} \qquad (3.2)$$

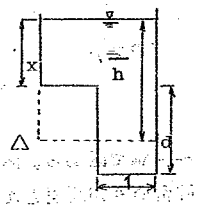
平均河床高の位置は高水敷からΔだけ下にあるとすれば

$$\Delta = \bar{h} - \chi = \frac{d(\chi + d)^2}{\chi^2 + (\chi + d)^2} = \frac{d}{\{\chi / (\chi + d)\}^2 + 1}$$

基準となる水面を高くすると$\chi \to \infty$で$\Delta \to d/2$

基準となる水面を、高水敷ぎりぎりにとると、$\chi \to 0$で$\Delta \to d$

前述のように基準となる水面がいくらか低すぎると、河床高も若干低めに求められるが、結果に大きな影響はもたない。



図－3.2

3.3 風について

高潮の河川遡上について、最も問題となるのは風である。海上の風は地形地物に影響されることが少なく、傾度風からでも推算のつくような単純な分布をしている。しかるに陸上の風、ことに河道の上を吹く風は海上の風ほど単純ではない。才1に地形地物によつて、風がいちじるしく複雑な分布をしている。才2に堤防があるため方向が限られる可能性がある。才3に橋があるためにかなり風速が変わる可能性がある。

しかし、変わる可能性といつても、このように変わるという具体的な係数などがわかつていないので、その点は今後の問題に残し、現在は次のようにとつた。

東京の気象台における実測風を用いる。伊勢湾台風の場合は名古屋の気象台における実測風を用いる。各河道区間は方位が一定なので、風速の2乗と河道区間とのなす角の余弦を掛け、それがこの河道区間全面に及ぼす風の応力であるとする。応力係数はColding の係数をそのまま用いた。つまり海の場合と同様にとつたということである。

3.4 固有流量について

河川の固有流量は多くの場合無視した。高潮時には河川の洪水流出がはじまつているのではないかと思われるが、多くの場合既往資料に乏しい。それで固有流量を考えに入れるとしても具体的にどの程度を考えればよいのかわからない。そこで、一応これを無視した場合が多い。各論で述べるが、いちじるしく実測と合わない場合があり、また、固有流量を考えた場合とそうでない場合とのちがいを検討してみるとかなり大きな影響を持つ。固有流量を無視したことにより、計算結果は実際現象に比べて安全の側を推定することになるので気をつけねばならない。

3.5 河口条件

東京湾内の高潮計算結果のうち、各河川の河口に近い点の潮位に気圧低下による吸い上げ高などの補正を行なつて河口潮位とした。

海の部分の計算でえられた河口部潮位は、水深が浅く地形の影響を受けやすいためか不規則性を含んでいる場合がある。また、その計算には気圧低下による吸い上げ高を含めなかつた。

それらの理由で、海の部分の高潮計算のアウトプットをそのまま川の部分の計算のインプットに使うわけにはいかない。才1に不規則性の検討であるが、これは河口付近の2，3点の平均値を用いることによつて、かなり解決できる。$\Delta\chi=2$ Kmであるから、4Km四方ぐらいの範囲における平均潮位をもつて、河口潮位とするという意味である。

才2に、気圧の影響である。このことについては前篇でも詳しく述べた。ここでは結論だけのべると、海の部分は気圧を考慮しないで計算したが、その結果に気圧の静的な吸い上げを加えて、新しい潮位波形を作り、それを河口の境界条件とした。ゆえに河川遡上の計算では気圧低下により生ずる水位の上昇は河口条件としてはいつている。しかし、河川内で高潮が動的に成長することは計算されてない。図－3.3～図－3.10に河口潮位曲線を示す。

3.6 多摩川

3.6.1 概形

計算範囲は河口0Kmから調布取水ゼキ13.2Kmの区間である。これは全区間が感潮河川であつて、取水ゼキは潮止めゼキとしてなつており、感潮区域の明確な上限となつているので、高潮計算もこの範囲をとつた。川の全体の向きは上流から下流へ東南東を向いている。図－3.11にみるごとく、水位点は5点で流量点は4点である。1区間の長さは平均3Km程度で海における高潮計算とほぼ同程度の規模で計算することになる。東海道線鉄橋から多摩川大橋へかけてのわん曲は1つの区間としてある。この部分の川の方位は堤防の方位より低水路の方位に近いものをとつている。

川幅、河床高等の諸定数は表－3.1に示す。L．C．Rを算出するにはこれらの数値を用い

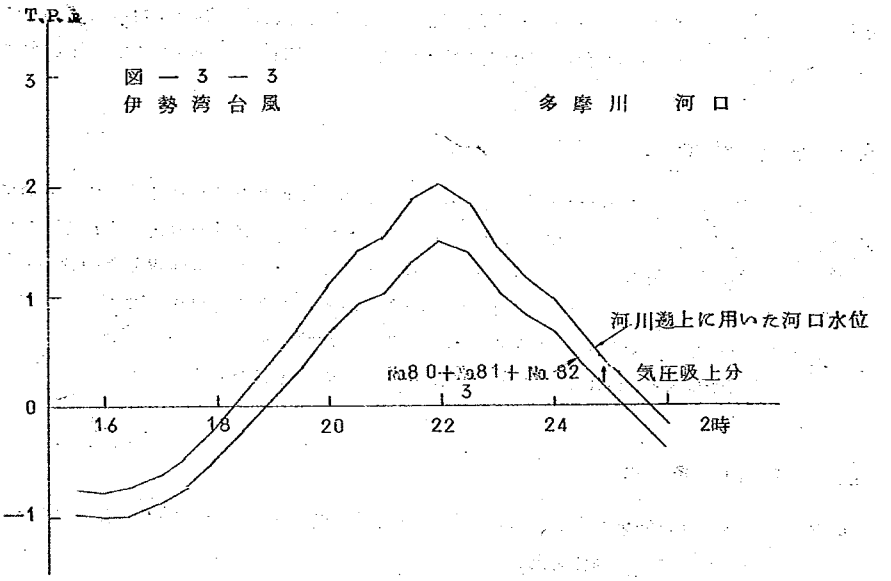


図 — 3 — 3
伊勢湾台風　　多摩川　河口

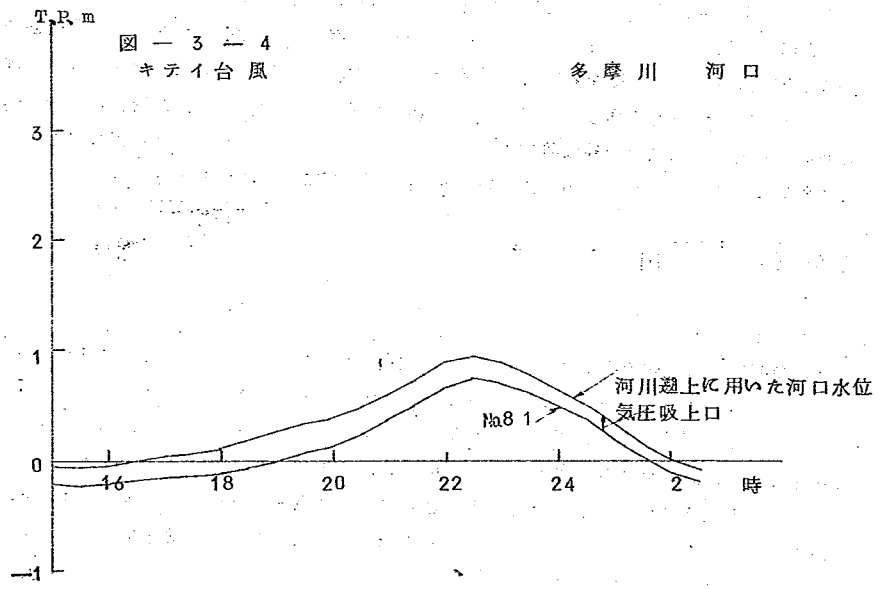
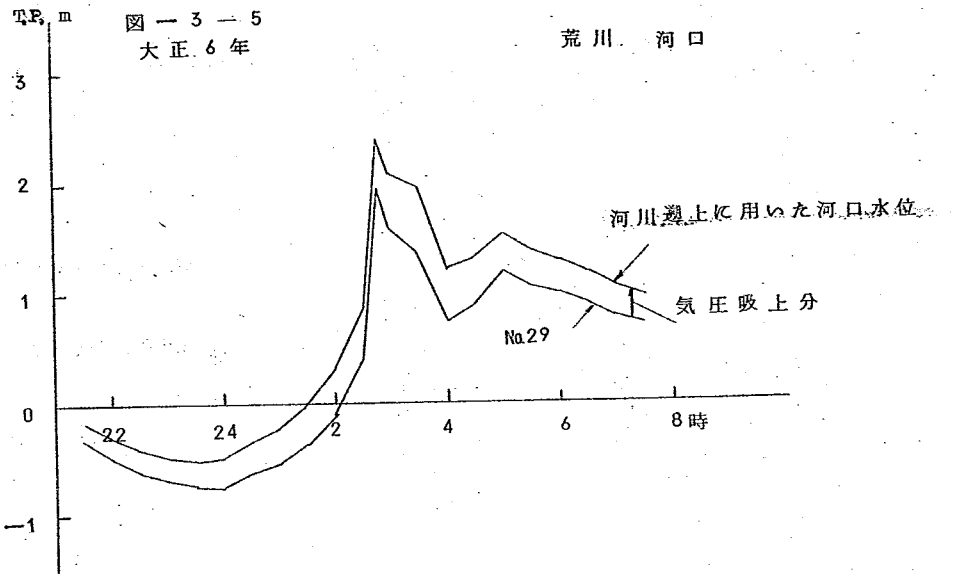
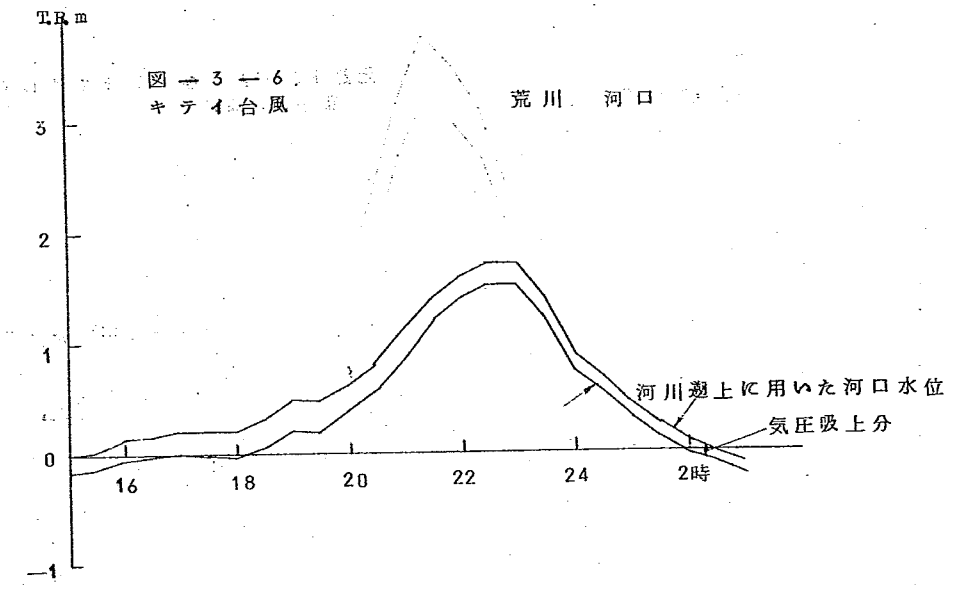


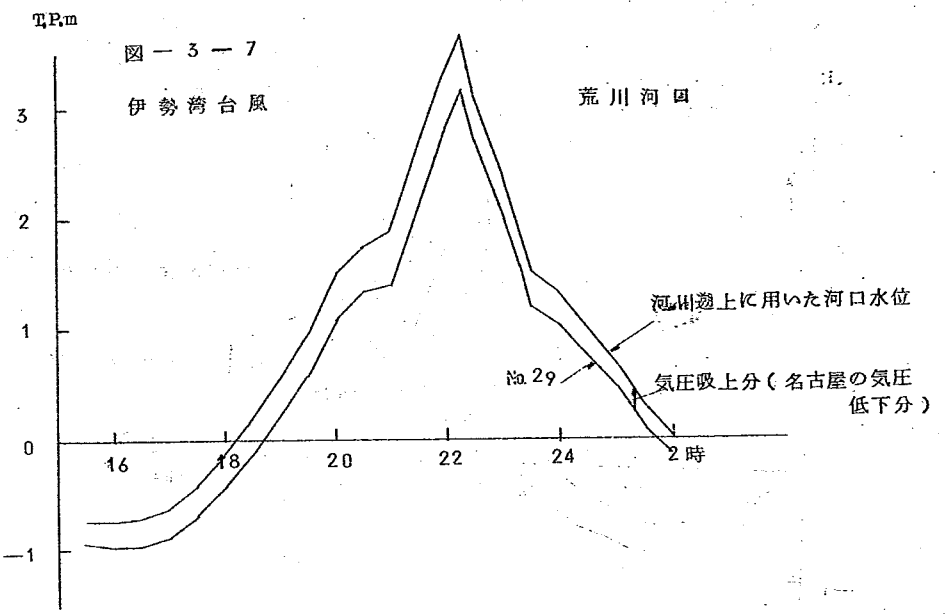
図 — 3 — 4
キティ台風　　多摩川　河口



図－3－5
大正6年
荒川　河口



図－3－6
キティ台風
荒川　河口


T.P.m
図 — 3 — 7
伊勢湾台風
荒川河口
3
2
1
0
—1
16
18
20
22
24
2時
河川遡上に用いた河口水位
No.29
気圧吸上分（名古屋の気圧低下分）

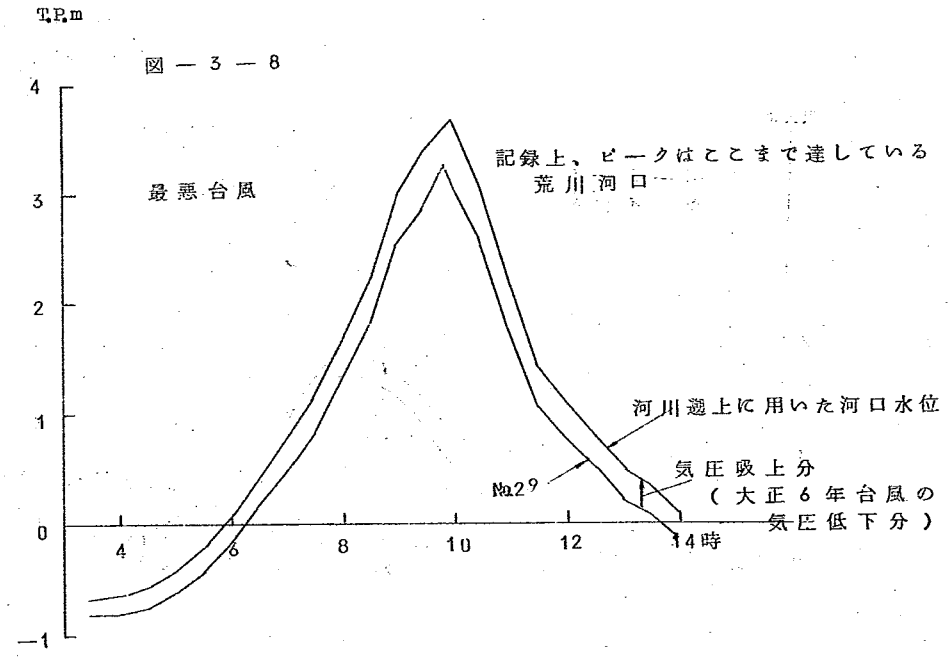

T.P.m
図 — 3 — 8
最悪台風
記録上、ピークはここまで達している
荒川河口
4
3
2
1
0
—1
4
6
8
10
12
14時
河川遡上に用いた河口水位
No.29
気圧吸上分
（大正6年台風の気圧低下分）

図 — 3 — 9

伊勢湾台風　　鶴見川河口

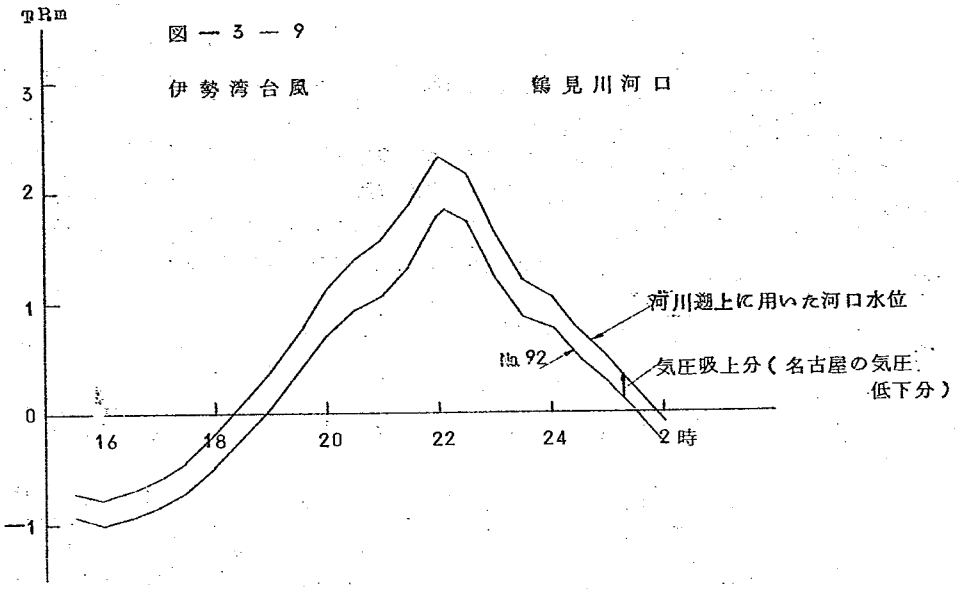
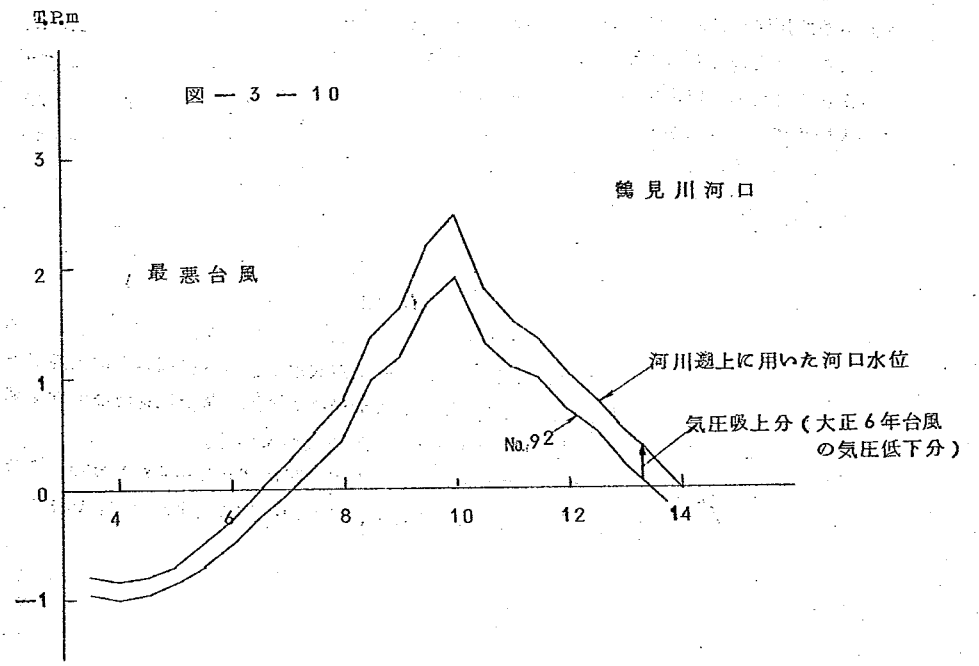


図 — 3 — 10

最悪台風　　鶴見川河口

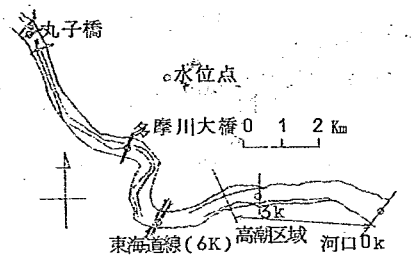


る。この河川は長さも短い方である。堤防は十分に高いので計算条件は単純である。

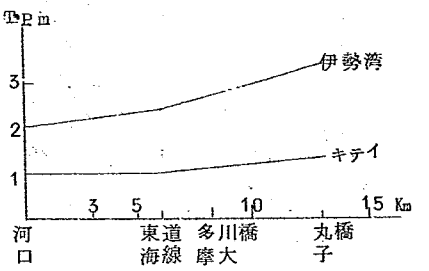
3.6.2 最高水位

この川の河口は東へ向かつて開いていて、河口は海へ突出している。そのため、海の部分の計算において河口潮位はあまり高くならなかつた。

この川の向きを考えてもわかるとおり、河道内ではあまり高潮が高くなることを期待されない。事実、図－3.12にみるとおり、高潮の最高潮位は河口近くでほぼ水平で、川の奥でやや上がる。キテイ台風の場合は実測資料があるが、高潮時にすでに洪水流出があり、高潮だけの波形としてはみることができないのが残念である。各台風について若干考察してみよう。



図－3.11 多摩川概形



図－3.12 多摩川高潮ピーク水位

キテイ台風：河口潮位はほぼ満潮位程度にしかならない。これはキテイ台風時は小潮であつたこと。風向が多摩川河口に向かつていなかつたことなどによるものである。河口から大きなわん曲部をへて多摩川大橋までは潮位はあまり高くならない。最奥の区間でいくらか高まつている。しかし、その量は0.3m程度である。

表－3.1 河通記定数 (I) 多摩川

水位点名	貯留面積 ($\times 10^6 m^2$)	区間長 (Km)	川幅 (m)	河床高 (T.P.m)
河口0k	0.875			
		3.11	532	−1.52
3k	1.48			
		3.07	392	−1.51
東海道線6k	0.497			
		3.05	173	−2.73
多摩川大橋	0.643			
		4.41	147	−1.46
丸子橋	0.453			

伊勢湾台風：この仮想台風では河口潮位はT.P.2mに達する。そして河口から多摩川大橋までは潮位の高まりは小さいが、それより奥ではやや上昇が急となる。河口から上流端までは1.4mほど上昇している。この距離は13Kmであるから水面コウ配は1／10000程度である。

このような形をした河川に対しては、東～南東の強風が吹けば、さらに高い水位上昇が予想される。しかし、明治44年7月26日の台風以来最大級の6台風の最大風速時の風向を調べると、南風3回、南南東2回、南東1回（キテイ台風）となつている。

他方、計画高水位はこの河川では割に高いこと、また高潮区域（0Km～4Km）は海の潮位からあまり高くはならないこと等の諸要素を考慮すると、多摩川は割に安全な河川といえよう。

3.7 荒　　川

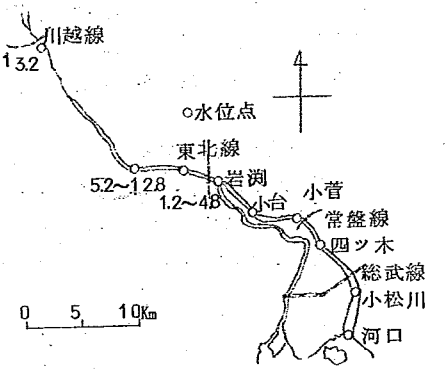
3.7.1 概　　形

計算範囲は荒川河口から　荒川全域、さらに岩淵から荒川をさかのぼつて古谷本郷まで約45㎞。これは全区域が感潮河川である。台風時は岩淵水門、その他の水門は閉じられると仮定した。

古谷本郷は川越線の鉄橋のある所で、ここより上は河床コウ配が急になつていて、明瞭な感潮域の限界を作つている。セキ等はないが、この古谷本郷をもつて高潮計算の上限とした。後の計算結果でみるごとく、このように切つたことによつて、いちじるしい誤差は生じないだろうと思われる。

川全体の向きは上流から下流へ南東を向いている。図－3.13にみるごとく水位点は9点で流量点は8点である。　荒川内　では1区間の長さは4㎞程度である。上流では1区間の長さを長くしてある。この部分での主な効果は貯留だから、この部分は区間長を長くしても高潮水位として問題になる範囲の精度にはいちじるしくは影響をもたないであろう。

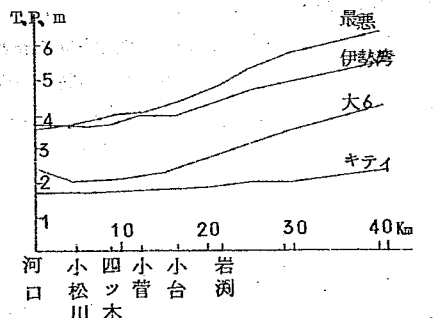
下流部は地盤沈下によつて高水敷が常時冠水している。河道は現状を用いた。川幅河床高等の諸定数は表－3.2に示す。L，C，Rを算出するにはこれらの数値を用いる。この河川は高潮計算としては最も長い河川のうちの1つである。堤防は十分に高いので計算条件は単純である。



図－3.13　荒川概形

3.7.2 最高水位

この川の河口は南に向かつて開いている。河口は東京湾の湾奥からややずれているため、湾内最高潮位を示すわけではないが、この部分は湾内でも潮位の高い方である。川の向きから考えてもわかるとおり、河道では順次吹き寄せ効果によつて水位は高くなつていく。図－3.14はその最高水位の縦断図である。河口近くでほぼ水平で上流へさかのぼるにつれて水位がます。伊勢湾台風の場合が最も水位が高く、大正6年台風、キテイ台風の順で低くなる。これは河口潮位が伊勢湾台風、大正6年台風、キテイ台風の順位になつていることにもよる。



図－3.14　荒川高潮ピーク水位

表－3.2　河道諸定数（Ⅱ）　荒　川

水位点名	貯留面積 ($\times 10^5 m^2$)	区間長 (Km)	川　幅 (m)	河床高 (A.P.M)
河　口	1.10	4.55	551	−3.47
小松川	2.44	4.14	473	−3.41
四ツ木	1.76	3.55	436	−3.65
小　菅	1.57	4.03	411	−3.53
小　台	1.61	5.01	398	−2.38
岩　淵	1.96	3.92	321	−2.79
1.2～4.8	0.802	4.00	156	−2.65
5.2～12.8	0.934	12.00	106	−1.88
13.2～	0.895			

大正６年台風：河口から小松川まではやや水位が下がる。これは他の台風でもいくらかみられる傾向であるが、この台風の場合が最もいちじるしい。この台風の高潮ピークは満潮の直前にあらわれる短周期の波であるため、河口での減衰がはげしいと思われる。そして、短周期成分が消えて長周期成分が残ると、それが吹き寄せ効果で順次上がつて最上流端ではＴ．Ｐ．4.１５ｍほどになる。

この台風は最大風速３９.６$^{m}/_{S}$　そのときの風向は南南東であつて、その前３時間は南東、東南東の風である。これは小松川～岩淵の河道のおおよその向きと一致するので、この区間での吹き寄せ効果がきいているのであろう。他の台風でもみられるが、上流端付近で1/10000のコウ配となつている。この区域は比較的浅いために吹き寄せ効果がきいていることを示すものである。

キティ台風：これは小潮であつたため河口潮位も高くはなかつた。そして一様に1/40000程度で全体として上流へ上つている。

この台風はいちじるしく強い風ではなかつた。海で引きおこされた波形が河口から伝わつて来て、それにいくらか吹き寄せ効果が加わつて上流に伝わつたとみるべきであろう。

伊勢湾台風：海の場合また他の川の場合と同様、伊勢湾台風時の名古屋の風速を用いた。この台風の特徴は風の継続時間が長く、しかも南東～南の風向が長くつづいていることと満潮時と風速最大時とが一致していることである。そのため、高潮波形はピーク付近が上流へ向かつて成長して行く。岩淵は河口に比べて５０㎝ほど高くなつている。

最悪台風：この台風は前述のとおり東京湾の奥（荒川河口付近）に最高潮位をおこさせるように人為的にこしらえた台風である。風向は最大風速時に南南東でその１時間前が南、その前は南南西と西風の成分がはいつているため荒川に対してはいちじるしく悪い台風とはならなかつた。それでも風速が全体に大きいので、河道内でも吹き寄せ効果がきいていた。河口で伊勢湾台風よりやや高く、そのままほぼ平行して伊勢湾台風より高くなつている。

いろいろな台風について共通していえることは、この荒川においても河口部１０Ｋｍぐらいは海の潮位がそのまま侵入して来たとみてもいちじるしい誤りはないであろう。この川は河口付近は南に向かつている。東京の台風時の最大風速は南風のときに起こることが多いので、以上４台風で十分代表しきれない「最悪」台風がないとも限らない。台風によつて風系はそれ

それ異なるが、おおよそ台風の中心から東へ１００Kmほどはなれた付近が最大風速である。したがつて東京の西１００Kmをゆつくり北上する超Ａ級台風があつたとすると、この荒川に対しては最悪となることも考えられる。ただ川に対して最悪であつても海に対して最悪ではないかも知れず、その逆の場合もあつて、その議論は複雑であろう。

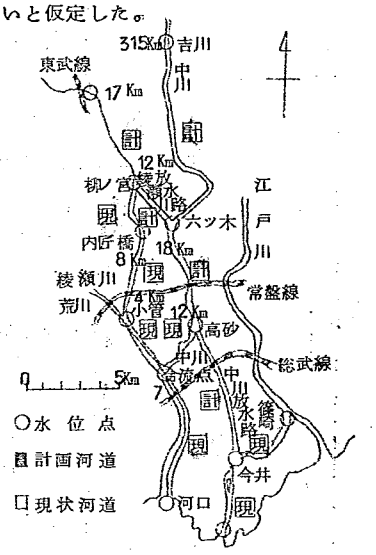
3.8 中 川、綾瀬川、江戸川

3.8.1 概 形

計算範囲は図－３.１５のように河口から綾瀬川は東武線（伊勢崎線）鉄道１７Kmまで、中川は吉川３０.５Kmまで。この全区間感潮河川であつて、これよりもまだ上流まで感潮域である。しかし、これより上流は川幅も狭くなり堤防高も低いので、計算範囲をきめにくい。それで、東武線および吉川より上流の感潮域の貯留効果だけをとり出して考慮する場合も検討した。このとき、用水路等への貯留は無視しセキなどがあるところではそこまでセキなどがないところでは、一応、天体潮を感じるところまでとした。高潮では天体潮より上流まで影響をもつはずだし、堤防を越えて流れることも考えられるがそれらはないと仮定した。

中川放水路と旧江戸川との合流点に新設された今井水門を全開：全閉した場合の比較、綾瀬川放水路が開削された場合と、未開削の現状との比較等をしらべた。

これら水路網の全体の向きは上流から下流へ南を向いている。水位点は１２点である。１区間の長さは４～６Km程度である。綾瀬川合流点から高砂までの曲がりくねつた河道は１つにまとめてある。計画河道を用いたか現状河道を用いたかは図－３.１５の中に記してある。川幅河床高等の諸定数は下に示す。河口の条件は中川、江戸川とも荒川の河口と同一の高潮波形を用いた。河川の固有流量については、この河川は平地河川で台風時に流出がすでに始まつているため、無視できない。江戸川工事事務所において作成された計画高水波形のうち、アナログ計算機で演算している時間と対応する範囲について $\frac{1}{T}\int_T Q\,dt$ として平均した流量をもつて、河川の固有流量とした。綾瀬川９７㎥/s、中川２０８㎥/sである。

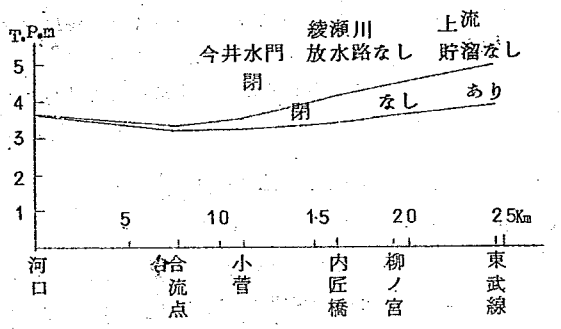


図－3.15 中川.綾瀬川.江戸川概形

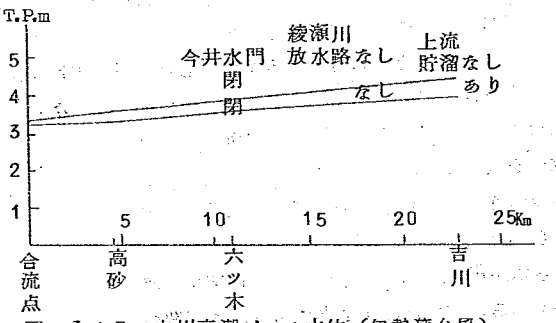
3.8.2 最高水位

この河川は現状においての高潮水位よりも、各種の計画において高潮水位がどうなるかという点に重点をおいた。対象台風は伊勢湾台風と最悪台風を用いた。

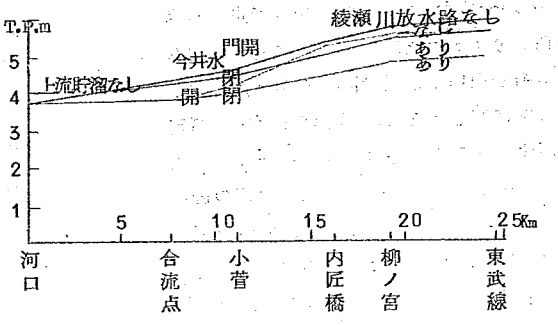
伊勢湾台風：合流点小菅付近に中だるみができる。荒川ではいちじるしい中だるみがなかつたが、この水系でこのような中だるみを生じるのはこの河道の通過周波数が異なるためであろう。あるいは上流の貯留のきき方が大きいからも知れない。事実後で述べるが、東武線吉川より上流の貯留面積を考慮した場合と、しなかつた場合では、前者が水位が低い。



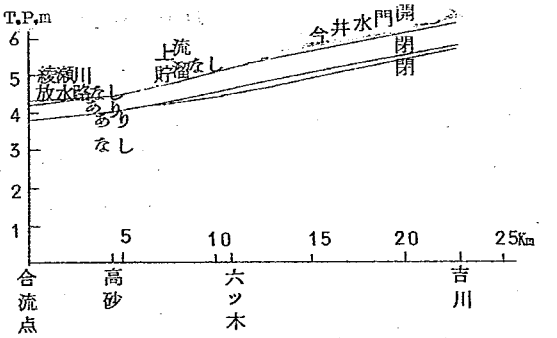
図－3.16　中川、綾瀬川高潮ピーク水位（伊勢湾台風）



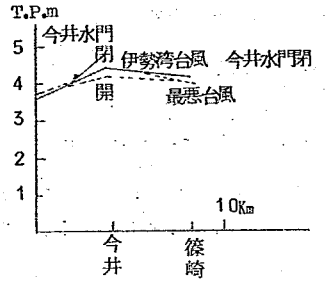
図－3.17　中川高潮ピーク水位（伊勢湾台風）



図－3.18　中川、綾瀬川高潮ピーク水位（最悪台風）



図－3.19　中川高潮ピーク水位（最悪台風）



図－3.20　江戸川高潮ピーク水位

表－3.3　河道諸定数 (III) 中川・綾瀬川・江戸川

水位点名	貯留面積 ($\times 10^3 m^2$)	区間長 (Km)	川幅 (m)	河床高 (A.P.M)
河口(中川)	0.489			
		7.70	1400	－3.29
合流点	1.08			
		3.50	536	－0.92
小菅	0.196			
		5.00	356	－1.19
内匠橋	0.133			
		3.00	437	－0.70
柳の宮(綾瀬川放水路なし)	0.155			
		5.50	336	－1.82
柳の宮(綾瀬川放水路あり)	0.210			
東武線	0.118			
		4.60	147	－2.75
高砂	1.24			
		6.20	153	－3.34
六ツ木(綾瀬川放水路なし)	1.76			
		12.00	189	－1.64
六ツ木(綾瀬川放水路あり)	1.81			
吉川	1.00			
綾瀬川放水路(柳の宮～六ツ木)		2.80	398	－1.96
中川放水路(高砂～今井)		8.10	104.	－1.15

表－3.4　河道諸定数 (IV) 中川・綾瀬川・江戸川

水位点名	貯留面積 ($\times 10^3 m^2$)	区間長 (Km)	川幅 (m)	河床高 (Y.P.m)
河口(江戸川)	0.635			
		4.20	257	－3.04
今井	0.425			
		4.10	166	－3.27
篠崎	0.435			

表－3.5　上流貯留について

綾瀬川	東武線より上流	0.30 × 10^{-6} m^2
中川	吉川より上流	0.69
	中川・古利根川・元荒川を含む	

この中だるみは小菅～内匠橋、高砂～六ッ木で回復し、それより奥はいずれもＴ．Ｐ．4ｍ前後となる。江戸川筋では今井がすでにＴ．Ｐ．4.5ｍ近くなつているが篠崎ではＴ．Ｐ．4ｍになつている。

最上流端の高水位は表－3.6のとおりである。

表－3.6

上流貯留	東武線	吉川
あり	3.9	3.9
なし	4.8	4.4

Ｔ．Ｐ．　ｍ
固有流量：なし
今井水門：閉
綾瀬川放水路：なし

最悪台風：この台風は周期が長いせいか中だるみはおこさない。しかし、河口～合流点で高潮水位は成長しないで、その奥へはいつて急激に成長しているという点は伊勢湾台風と傾向は似ている。水位はいちじるしく大きい。つまりこのような水路網に対して最悪の台風であつたのだろう。

いろいろな条件で最高水位はちがうが、おおよそ東武線でＴ．Ｐ．5～6ｍ、吉川でＴ．Ｐ．6ｍをこえている。旧江戸川ではやはり今井でＴ．Ｐ．4.2～4.4ｍまで上昇し、篠崎でＴ．Ｐ．4ｍに下がる。

3.8.3　綾瀬川放水路、今井水門の効果

表－3.7　伊勢湾台風

東武線

固有流量＼綾瀬川放水路	あり	なし
あり	4.35	4.65
なし	3.85	3.8

吉川

固有流量＼綾瀬川放水路	あり	なし
あり	3.75	3.7
なし	3.45	3.45

表－3.8　最悪台風

東武線

固有流量	今井水門＼綾瀬川放水路	あり	なし
なし	開	5.6	5.9
なし	閉	4.9	5.6
あり	閉	5.2	6.0

吉川

固有流量	今井水門＼綾瀬川放水路	あり	なし
なし	開	6.4	6.4
なし	閉	5.8	5.7
あり	閉	6.2	6.2

高　砂

固有流量＼綾瀬川放水路	あり	なし
開	4.4	4.4
閉	4.0	4.0

以上の数値はＴ．Ｐ．m

表－3.9　ピークの差（柳の宮）－（六ツ木）　　単位m

伊勢湾台風

固有流量＼綾瀬川放水路	あり	なし
あり	0.1	0.45
なし	0.15	0.05

最悪台風

固有流量＼今井水門	綾瀬川放水路 あり	綾瀬川放水路 なし
開	0.2	0.5
なし　閉	0.2	1.0
あり　閉	0.1	1.0

(1)　今井水門

最悪台風についてみられるように、今井水門を開くと閉めたときに比べて東武線、吉川ともに水位は増す。これは高潮が中川放水路を伝わつて遡上してくるので、この傾向はうなづける。高砂では今井水門の開閉によつて４０cmの差がでる。が、これより奥でその差がいちじるしくなつているのは、流量の補給に関係しているのであろう。この点からすれば、高潮時には今井水門は閉めるべきである。

(2)　綾潮川放水路

これを設けると、東武線では水位が下がる。綾瀬川放水路を伝わつて高潮が中川へ移るからであろう。その分だけ吉川の水位が上がつているかというと、そうではない。吉川はほとんど変化しない。これは貯留面積の相対関係によるものであろう。高潮の波が綾瀬川筋へは容易に侵入しているが中川筋へはあまり侵入していない（ことに今井水門が閉めてあると）。それを連絡すればこのような傾向になるわけである。綾瀬川の柳の宮の最高水位から中川の六ツ木の最高水位を引いた差が、綾瀬川放水路を設けるといちじるしく減る。しかし、いずれも柳の宮の方が水位が高い。以上の傾向は最悪台風においていちじるしく、伊勢湾台風ではあまりいちじるしくない。

3.9 鶴 見 川

3.9.1 概 形

計算範囲は、河口－1.55Kmから龜の子橋13.4Kmまで。この川にはセキなどはないため、天体潮による感潮限界をもつて高潮計算の限界とした。また矢上川、早淵川、島山川等の支川は一応無視した。

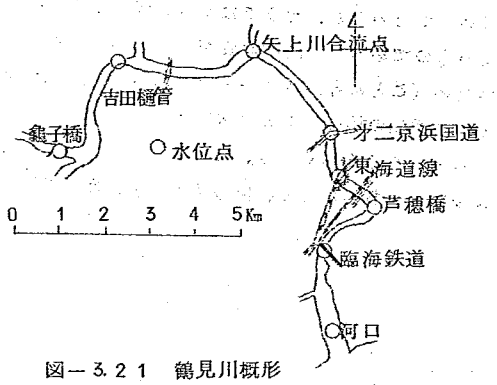
川の形はコの字形である。河口は南南東を向いているが東海道線のあたりで大きくわん曲している。水位点は7点で平均間隔2Kmである。平面形状が複雑であるためこのように細かく水位点をとつたわけである。ことに、わん曲付近は1Km近くの細かさで分割した。断面は堀削標準横断面を用いた。

川幅、川床高等の諸定数は表－3.10に示す。

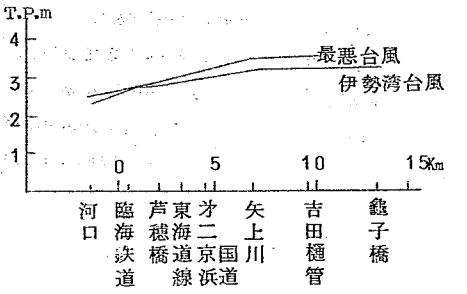
この河口は東京湾内でもあまり高潮潮位が高くならない所である。

表－3.10 河道諸定数（V）鶴見川

水位点名	貯留面積 ($\times 10^6 m^2$)	区間長 (Km)	川幅 (m)	河床高 (T.P.m)
河口	0.180	2.00	116	－1.91
臨港鉄道	0.169	1.65	106	－1.53
芦穂橋	0.106	1.20	106	－1.53
東海道線	0.159	1.20	106	－1.53
才二京浜	0.212	2.50	106	－1.00
矢上川合流	0.360	2.30	120	0.00
吉田樋管	0.360	3.10	120	＋1.00
龜子橋	0.180			



図－3.21 鶴見川概形



図－3.22 鶴見川高潮ピーク水位

3.9.2 最高水位

川が曲がつているために、高潮の水位はどのように成長して行つているか。

最高水位のグラフは全体の形がいままでの河川の場合とまつたく逆で、河口で急に、上流でほぼ水平になる。伊勢湾台風でもまつたく傾向は同一で、後者の方がいくらか高い。わん曲のあたりで風の吹き寄せ効果が衰えていないのは、若干意外であるが、これは上流の貯留の効果

と思われる。それでもコウ配は幾分弱まつている。

この川の計画高水位は河口付近 1.0㎞でＴ．Ｐ．1.180m、2.0㎞で 1.554mというふうに低い。それで余裕高 1.2m をもつてしても、なお若干問題が残されそうである。さらに、この川のように流域が小さい川は高潮時に洪水流出が始まつていることも考えられるのでその分だけこのグラフを修正して用いなければならない。

4. 高潮の河川遡上に関する計算 Ⅱ （非線型タイプ）

既に述べた河川遡上の計算においては全て海の場合と同じ考え方で河道を取り扱つてきたが、荒川及び隅田川については、その後汚濁計算を目的として非線型タイプのアナログコンピューターを開発したので、それを利用して高潮計算を実施した。

4.1 基礎方程式

Boussinesq の渦粘性係数 ε を一定と仮定して二次元的な運動の方程式は

$$\frac{\partial u}{\partial t}+u\frac{\partial u}{\partial \chi}+w\frac{\partial u}{\partial z}=-\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial \chi}+\frac{\varepsilon}{\rho}\left(\frac{\partial^2 u}{\partial \chi^2}+\frac{\partial^2 u}{\partial z^2}\right) \qquad (4.1)$$

と表わされる。速度の変化は χ 方向に比べて Z 方向に大きいから、$\partial^2u/\partial\chi^2$ は $\partial^2u/\partial z^2$ に対して無視できる。また左辺オ3項は $u\frac{\partial u}{\partial \chi}$ に対し無視できるから（4.1）式は

$$\frac{\partial u}{\partial t}+u\frac{\partial u}{\partial \chi}=-\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial \chi}+\frac{\varepsilon}{\rho}\frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \qquad (4.2)$$

となる。圧力を静水圧分布とすれば、p は

$$p=\rho g\ (h+s-z)$$

$$\therefore\ \frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial \chi}=g\left(\frac{\partial h}{\partial \chi}+\frac{\partial s}{\partial \chi}\right)=g\left(\frac{\partial h}{\partial \chi}-I\right)$$

ここに h：水深、s：基準面より測つた河床の高さ、I：河床勾配、

従つて（4.2）式は

$$\frac{\partial u}{\partial t}+u\frac{\partial u}{\partial \chi}=-g\left(\frac{\partial h}{\partial \chi}-I\right)+\frac{\varepsilon}{\rho}\frac{\partial^2 u}{\partial z^2}$$

となる。これを z＝s から s＋h まで z について積分 $\int_h$ で割れば、左辺は平均流速に関する微分となり、右辺オ2項は底及び表面の剪断力になる。平均流速を $\bar{u}$ で表わせば

$$\frac{\partial U}{\partial t}+\partial\frac{\partial}{\partial \chi}\left(\frac{U^2}{2}\right)=-g\left(\frac{\partial h}{\partial \chi}-I\right)+\frac{\left.\sqrt{\frac{\varepsilon}{\rho}}\frac{\partial u}{\partial z}\right|_s^{h+s}}{h}$$

$$\left.\varepsilon\frac{\partial u}{\partial z}\right|_{z=s}=\tau_b \qquad \left.\varepsilon\frac{\partial u}{\partial z}\right|_{z=h+s}=\tau_s$$

$$\therefore\ \frac{1}{g}\frac{\partial U}{\partial t}+\partial\frac{\partial}{\partial \chi}\left(\frac{U^2}{2g}\right)+\frac{\partial h}{\partial \chi}-I+\frac{\tau_b}{\rho g h}-\frac{\tau_s}{\rho g h}=0$$

τ_b として開水路の Manning の公式を用いれば

$$\tau_b=\rho g R I=\frac{\rho g U^2 n^2}{R^{\frac{1}{3}}}$$

従つて運動の式は

$$\frac{1}{g}\frac{\partial U}{\partial t}+\partial\frac{\partial}{\partial \chi}\left(\frac{U^2}{2g}\right)+\frac{\partial h}{\partial \chi}-I+\frac{n^2U^2}{R^{\frac{4}{3}}}-\frac{\tau_s}{\rho g h}=0 \qquad (4.3)$$

の如くに表わされ、$\tau_B = 0$とおけば一般の不定流の方程式になる。

τ_Bとして2.2で用いたColding の係数を用いることとし

$$\tau_B = \frac{3}{2}\gamma^2 \rho_a W^2$$

であるから（4.3）式は

$$\frac{1}{g}\frac{\partial U}{\partial t} + \partial \frac{\partial}{\partial \chi}\left(\frac{U^2}{2g}\right) + \frac{\partial h}{\partial \chi} - I + \frac{u^2 U^2}{R^{4/3}} - \frac{3\gamma^2 \rho_a W^2}{2g\rho_w h} = 0 \qquad (4.4)$$

と表わされる。また連続の式は一般の河川の流れと同様に

$$\frac{\partial Q}{\partial \chi} + \frac{\partial A}{\partial t} = 0 \qquad (4.5)$$

である。ただし

Q：流量　　A：通水断面積

（4.4）、（4.5）式をhおよびQで表わせば

$$-I + \left(1 - \frac{Q^2(\partial A/\partial h)}{gA^3}\right)\frac{\partial h}{\partial \chi} + \frac{1}{gA}\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{2Q}{gA^2}\frac{\partial Q}{\partial \chi} + \frac{n^2 Q^2}{R^{4/3}A^2} - \frac{3\gamma^2 \rho_a W^2}{2g\rho_w h} = 0 \qquad (4.6)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial \chi} + \frac{\partial A}{\partial t} = 0 \qquad (4.7)$$

となる。この式において、第2項の$Q^2(\partial A/\partial h)/gA^2$の項は、Froude 数の2乗に等しく、一般に1に比べて省略し得る程度の大きさである。また第4項の$(2Q/gA^2)(\partial Q/\partial \chi)$の項も他の項に比して小さいと考えられるので、これも省略すれば、（4.6）、（4.7）式は

$$\frac{\partial H}{\partial \chi} + \frac{1}{gA}\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{n^2 Q^2}{R^{4/3}A^2} - \frac{3\gamma^2 \rho_a W^2}{2g\rho_w h} = 0 \qquad (4.8)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial \chi} + \frac{\partial A}{\partial t} = 0 \qquad (4.9)$$

ただし、H：基準面よりの水位

と表わされ、これが基本式である。

4.2 アナログコンピューターの構成

アナログコンピューターは、この水理系の基礎式を電気系で模擬し、電気系に表われる現象を再び水理系におきかえて知ろうとするものである。このためには、電気回路における電気系の方程式が水理系のものと同一であることと、境界条件、および初期条件が相似になるようにしなければならない。

ここでは前の計算のときと同様に表－2.2の如き対応による変換を採用した。

（2.12）式の換算係数を用いて（4.8）、（4.9）式を変換すれば、

$$-\frac{\partial e}{\partial \chi} = \frac{\beta}{g\partial\delta A}\frac{\partial i}{\partial \tau} + \frac{n^2\beta^2 i}{R^{4/3}A^2\partial}i - \frac{3\gamma^2 \rho_a W^2}{2g\rho_w h}\frac{1}{\alpha} \qquad (4.10)$$

$$-\frac{\partial i}{\partial \chi} = \frac{\alpha}{\beta \cdot \delta} \cdot \frac{\partial A}{\partial H} \cdot \frac{\partial e}{\partial \tau} \qquad (4.11)$$

となる。

一般に分布定数の伝送回路の基本式は

$$\begin{cases} -\dfrac{\partial e}{\partial \chi} = r\,i + \ell \dfrac{\partial i}{\partial \tau} & (4.12) \\ -\dfrac{\partial i}{\partial \chi} = C \cdot \dfrac{\partial e}{\partial \tau} & (4.13) \end{cases}$$

で与えられる。ここにr、ℓ、Cは、それぞれ単位長さ当りの抵抗値、インダクタンス、および静電容量である。

（4.10）、（4.11）式と（4.12）、（4.13）式とを比べてみると両者は良く似ており両式を相似にするためには、（4.12）式の最後に

$$-\frac{3\gamma^2 \rho_a W^2}{2g\rho_w h} \cdot \frac{1}{\alpha}$$ という起電力項をつければよい。（4.12）（4.13）式は、分布定数伝送回路の式であつて、このままの形でγ、ℓ、Cを適当にえらべるものを造ることはできないので微小区間の非線型の四端子回路により表わすことにした。（4.12）、（4.13）式を四端子回路で表わすために、$\Delta\chi$区間についての階差で表わせば、

$$-\Delta e = R\,i + L\frac{\partial i}{\partial \tau} - E \qquad (4.14)$$

$$-\Delta i = C\frac{\partial e}{\partial \tau} \qquad (4.15)$$

となる。ただし、この式が（4.10）、（4.11）式で表わされる水理系と全く相似になるためには、次の条件を満足しなければならない。

$$L = \frac{\beta\,\Delta\chi}{g\,\alpha\,\delta\,A} \qquad (4.16)$$

$$R = \frac{n^2\beta^2\Delta\chi\,i}{R^{4/3}A^2\,\alpha} \qquad (4.17)$$

$$E = \frac{3\gamma^2\rho_a W^2\,\Delta\chi}{2g\rho_w h\,\alpha} \qquad (4.18)$$

$$C = \frac{\alpha\cdot\Delta\chi}{\beta\cdot\delta}\frac{\partial A}{\partial H} = \frac{\alpha}{\beta\,\delta}\cdot A_0 \qquad (4.19)$$

ここに、

A_0：水位Hのときの$\Delta\chi$区間の水面積

L：$\Delta\chi$区間のインダクタンス

R：$\Delta\chi$区間の抵抗値

E：$\Delta\chi$区間に働く起電力

C：$\Delta\chi$区間の静電容量

（4.14）、（4.15）式を表わす電気回路は図－4.1に示す如くであつて、この四端子回路のL、R、E、Cが（4.16）、（4.17）、（4.18）、（4.19）式で表わされる値をとるならば、この回路は（4.8）、（4.9）式で示される水理系の方程式と全く相似になり、電気回路を水理系の条件のように結合し、初期条件、境界条件を相似に与えれば、この電気系

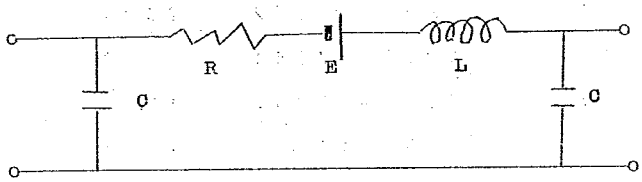
において水理系の計算を行うことができる。

換算係数はコンピューターの回路構成上の要請と、精度とを考慮して次の様にきめた。

$\beta = 10^5$　　100㎥/s → 1mA

$\alpha = 10^{-1}$　　1m → 10 Volt

$\delta = 7.2 \times 10^3$　　1時間 ― 0.5秒



図－4.1　回路概念図

起電力項については、前の計算と同様にColding の式を用いることとし、風と河道の方向を考慮して

$$E = \frac{3\gamma^2 \rho_a W^2 \Delta\chi}{2g \rho_w h \alpha} = \frac{4.8 \times 10^{-7} W^2 \cos\theta \Delta\chi}{h \alpha}$$

の値を用いた。ここにθは風と河道とのなす角である。

抵抗項の粗度係数は0.02を用いた。

荒川および隅田川の河道区間のとり方、つまり$\Delta\chi$については、汚濁計算に用いたものをそのまま使用したので表－4.1に示す如くであり、水位の測定点は図－4.2に示す通りである。

4.3 境界条件

境界条件としては、図－4.2に示すA_0、S_0の河口条件、A_{20}、S_{18}で与える流入量Q_1、およびQ_2、それとG_5の岩淵水門の操作、河道に吹く風の強さ、の5つがある。

河口条件は、A_0、およびS_0で同一のものを与えることとし、潮位波形は大正6年、キティ台風、伊勢湾台風、最悪台風の4つについて、東京湾内の高潮計算の結果得られたものに気圧低下による吸上げを考慮したものを用いることとした。それぞれの河口潮位曲線を図－4.3～図－4.6、表－4.2～表－4.4に示す。

流入量Q_1、およびQ_2については、Q_1が100㎥/s、2000㎥/s、4000㎥/sの定流と4500㎥/sのハイドログラフ、Q_2が30㎥/sと220㎥/sの定流を用いた。ハイドログラフは、ピークが約4500㎥/sになるような既往の洪水から33年9月古谷本郷実測のものを多少修正して用いた。その波形は、図－4.7、表－4.5の如くである。

岩淵水門の操作は、完全閉鎖、および開放の2種類とし、操作は行なわないことにした。

風は、湾内の高潮計算で行なつたものと同じ表－2.4～表－2.7の風を用い、表－4.6、表－4.7に示すように河道を分けてそれぞれ河道の方向を考慮した分力を吹かせることにした。荒川の場合は、AからHまで8つの区間に分け、風は表－4.8～表－4.11に示す如き7方向のうちから、①、⑥、および⑦の3方向のものを用いた。これらを図示すれば、荒川における風速函数は図－4.8～図－4.11の如くである。隅田川についても同様に8つの区間に分け、

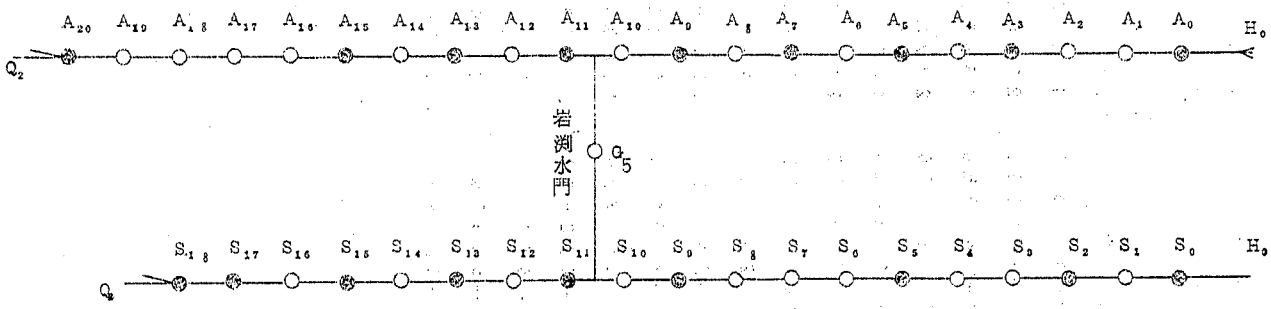
表－4.1 (a)　荒　川　距　離　表

	通加距離	河道要素区間距離	区間距離	計測地点
A 0	—	0 — 1096	1096	548.0
A 1	1096	1096 — 2851	1755	1973.5
A 2	2851	2851 — 5232	2381	4041.5
A 3	5232	5232 — 7231	1999	6232.5
A 4	7231	7231 — 8939	1708	8085.0
A 5	8939	8939 — 10660	1721	9799.5
A 6	10660	10660 — 12409	1749	11534.5
A 7	12409	12409 — 13939	2530	13674.0
A 8	13939	13939 — 17250	2311	16094.5
A 9	17250	17250 — 19422	2172	18336.0
A 10	19422	19422 — 21525	2103	20473.5
A 11	21525	21525 — 23671	2146	22335.5
A 12	23671	23671 — 25969	2298	24820.0
A 13	25969	25969 — 29676	3707	27822.5
A 14	29676	29676 — 32306	2630	30991.0
A 15	32306	32306 — 35087	2781	33696.5
A 16	35087	35087 — 37253	2166	36170.0
A 17	37253	37253 — 39412	2159	38332.5
A 18	39412	39412 — 41412	2000	40412.0
A 19	41412	41412 — 43399	1987	42405.5
A 20	43399	43399 — 45091	1692	44245.5

表－4.1 (b)　隅田川距離表

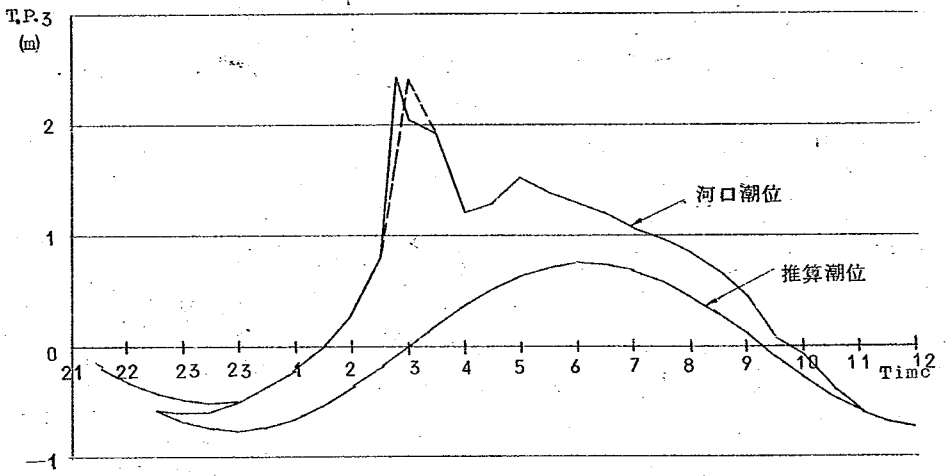
	通加距離	河道要素区間距離	区間距離	計測地点
S 0	—	0 — 2100	2100	10500
S 1	2100	2100 — 3910	1810	30050
S 2	3910	3910 — 6491.5	2581.5	52008
S 3	6491.5	6491.5— 8185.0	2193.5	75883
S 4	8185.0	8185.0—10430.0	1745.0	90625
S 5	10430.0	10430.0—12500.0	2070.0	114650
S 6	12500.0	12500.0—14335.0	1835.0	137175
S 7	14335.0	14335.0—16630.0	2295.0	154827
S 8	16630.0	16630.0—18500.0	1870.0	175650
S 9	18500.0	18500.0—20650.0	2150.0	19575
S 10	20650.0	20650.0—23180.0	2530.0	219150
S 11	23180.0	23180.0—25160.0	1980.0	241200
S 12	25160.0	25160.0—26909.0	1749.0	260345
S 13	26909.0	26909.0—28812.0	1903.0	278605
S 14	28812.0	28812.0—30792.0	1980.0	29802.0
S 15	30792.0	30792.0—32882.0	2090.0	318370
S 16	32882.0	32882.0—34778.0	1896.0	33830.0
S 17	34778.0	34778.0—36658.0	1880.0	35718.0
S 18	36658.0	36658.0—39246.0	2588.0	37962.0

図－4.2　荒川高潮遡上計算回路図

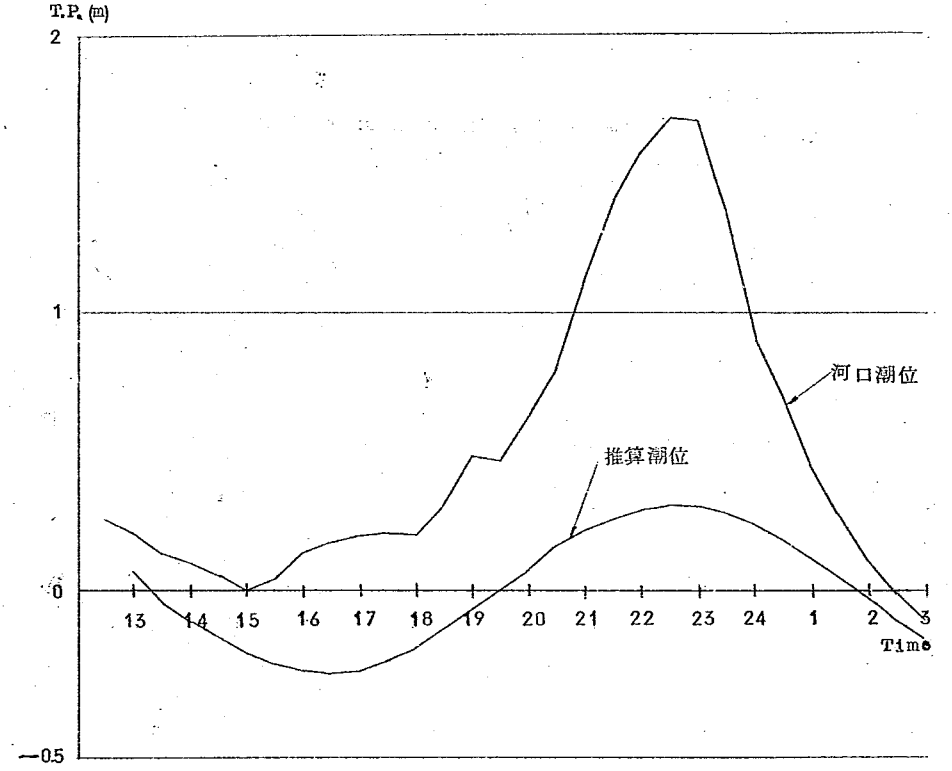


● 水位測定点

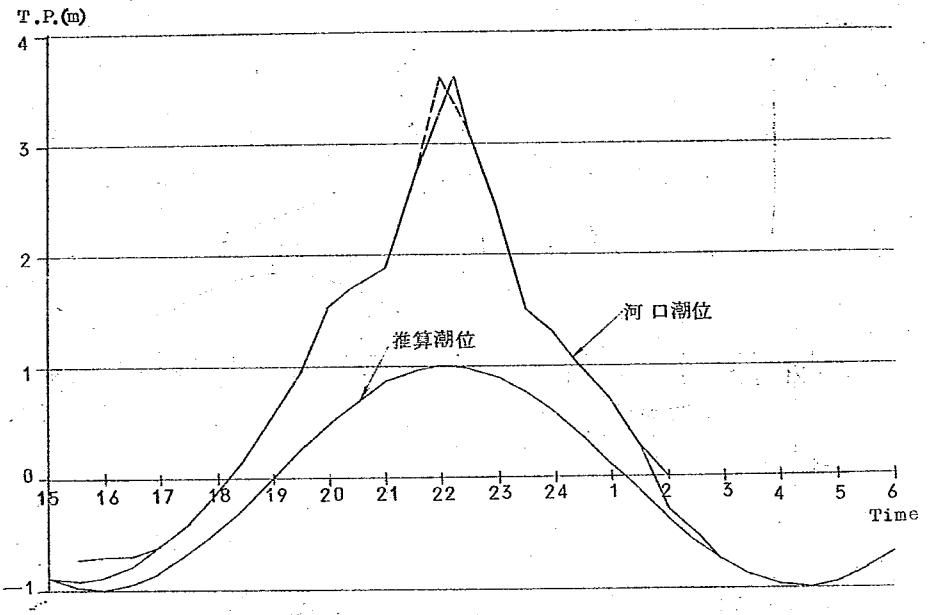
図－4.3　大正六年台風荒川堰上河口潮位



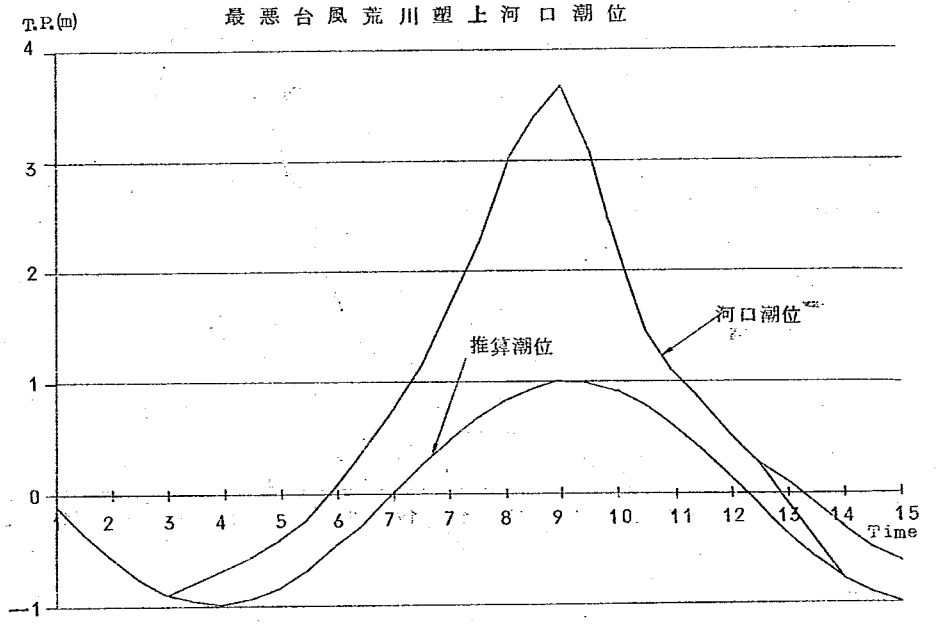
図－4.4　キティ台風荒川堰上河口潮位



図－4－5　伊勢湾台風荒川塁上河口潮位



図－4－6　最悪台風荒川塁上河口潮位



表－4.2　荒川　　河口潮位　（気圧吸上げ含む）

キテイ台風　（天体潮位60cm）			
時　刻	河口潮位(T.P値cm)	時　刻	河口潮位(T.P値cm)
12:30	＋25	6:30	－21
13:00	＋20	7:00	－19
13:30	＋12	7:30	－16
14:00	＋9	8:00	－11
14:30	＋5	8:30	－5
15:00	＋0	9:00	＋1
15:30	＋4	9:30	＋6
16:00	＋13	10:00	＋17
16:30	＋17		
17:00	＋19		
17:30	＋20		
18:00	＋20		
18:30	＋31		
19:00	＋48		
19:30	＋47		
20:00	＋63		
20:30	＋81		
21:00	＋112		
21:30	＋140		
22:00	＋158		
22:30	＋170		
23:00	＋169		
23:30	＋137		
24:00	＋90		
0:30	＋69		
1:00	＋44		
1:30	＋26		
2:00	＋10		
2:30	－1		
3:00	－11		
3:30	－15		
4:00	－18		
4:30	－20		
5:00	－21		
5:30	－22		
6:00	－23		

表－4.3　荒川　　河口潮位　(気圧吸上げ含む)

伊勢湾台風 (天体潮位 2 m)		大正6年台風 (天体潮位 1.5 m)	
時　刻	河口潮位(T.P値 cm)	時　刻	河口潮位(T.P値 cm)
15：30	－ 73	21：30	－ 19
16：00	－ 73	22：00	－ 31
16：30	－ 70	22：30	－ 43
17：00	－ 62	23：00	－ 48
17：30	－ 41	23：30	－ 52
18：00	－ 13	24：00	－ 50
18：30	＋ 19	0：30	－ 36
19：00	＋ 56	1：00	－ 23
19：30	＋ 95	1：30	－ 1
20：00	＋148	2：00	＋ 30
20：30	＋174	2：30	＋ 84
21：00	＋190	2：45	＋242
21：30	＋264	3：00	＋206
22：00	＋331	3：30	＋193
22：15	＋362	4：00	＋121
22：30	＋313	4：30	＋131
23：00	＋238	5：00	＋152
23：30	＋151	5：30	＋137
24：00	＋130	6：00	＋128
0：30	＋ 99	6：30	＋117
1：00	＋ 68	7：00	＋104
1：30	＋ 29	7：30	＋ 95
2：00	＋ 1		

表－4.4　荒川　　河口潮位（気圧吸上げ含む）

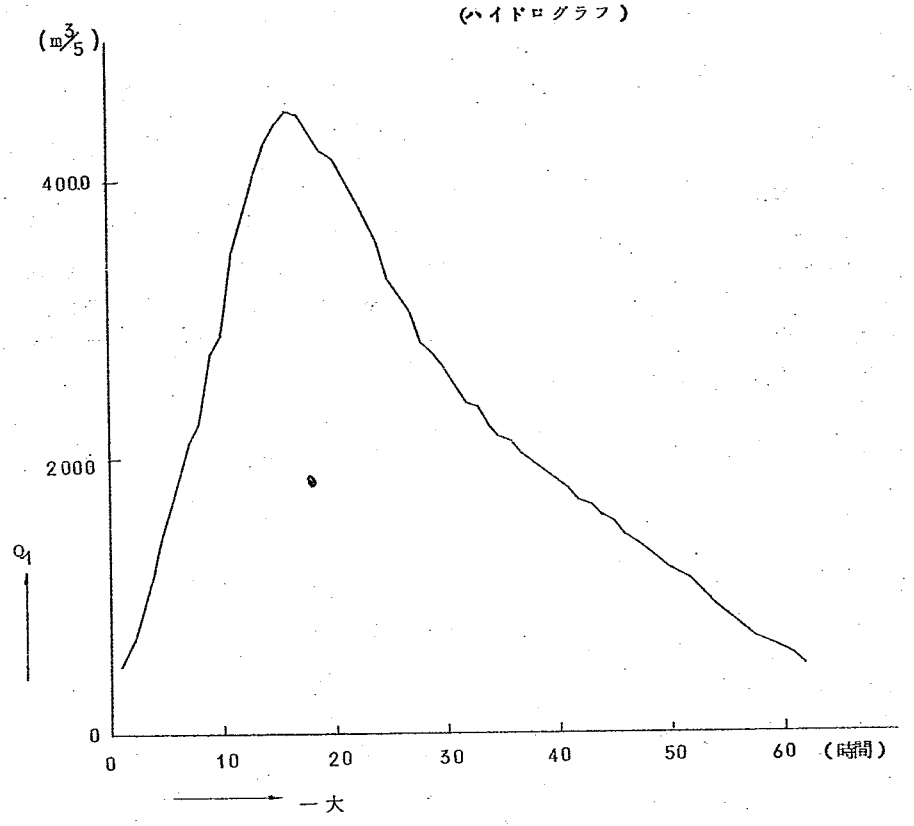
最悪台風（天体潮位2m）	
時　刻	河口潮位（T.P値cm）
4：00	－63
4：30	－56
5：00	－41
5：30	－21
6：00	7
6：30	44
7：00	78
7：30	116
8：00	168
8：30	223
9：00	300
9：30	339
10：00	369
10：30	306
11：00	216
11：30	144
12：00	112
12：30	81
13：00	52
13：30	36
14：00	11
14：30	－11
15：00	－33
15：30	－50
16：00	－62
16：30	－67

表－4.5 荒 川 上 流 流 量 Q_1

時間	流　量	時間	流　量	時間	流　量
1	500	21	4000	41	1760
2	690	22	3860	42	1680
3	950	23	3700	43	1650
4	1240	24	3540	44	1580
5	1550	25	3270	45	1520
6	1800	26	3150	46	1430
7	2080	27	3030	47	1370
8	2270	28	2800	48	1320
9	2560	29	2730	49	1260
10	2890	30	2620	50	1200
11	3270	31	2500	51	1140
12	3750	32	2390	52	1080
13	4050	33	2340	53	1000
14	4260	34	2220	54	930
15	4410	35	2140	55	860
16	4500	36	2100	56	790
17	4470	37	2010	57	730
18	4350	38	1940	58	670
19	4310	39	1880	59	630
20	4150	40	1810	60	590
				61	550
				62	500

図 — 4・7　　荒川上流流量 Q_1

(ハイドログラフ)



①、⑥、および⑦の３方向の風を用いた。

以上の計算ケースを表示したものが、表－4.12であり、全部で２５ケースとなる。

4.4 計算結果

測定は、ペンレコーダーにより各測点の水位を記録し最高水位を求めた。これらをまとめたのが、表－4.13、および表－4.14である。

まづ、前に求めた荒川の遡上計算と比較してみよう。前の計算では、固有流量は０としたので、今回の計算の１００m^3/sの流量のものを選び、比較したものが図－4.12である。これで見ると、河口より約１６Km小台附近までは、線型と非線型の両者はよく合つており、これより上流に行くに従つて線型計算の方が水位が高くなる傾向を示す。４０Km附近でキテイ、伊勢湾、昭和台風は0.5～1.0m位の水位差があり。大正６年については1.8mとその差が大きい。このように固有流量の小さい場合、高潮で上流方向に水位の上る原因は、風の効果による水位上昇と、上流方向への水の流れにより生ずる摩擦抵抗、および慣性項による水位低下のうち、風の効果の方が大きいためである。線型、非線型の計算で異つているのは抵抗項のみであるから水位の変化もこれの違いによつて説明される。

線型タイプの抵抗項は

$$R=\frac{3\mu\rho_W\,\Delta\chi}{g\,h^2\,B}\cdot\frac{\beta}{\alpha}$$

であるから、これによる水位差ΔHは

$$\Delta H=\Delta\theta\cdot\alpha=R\,i\,\alpha$$

となる。今、$Q=1000\,m^3/s$　　$\Delta\chi=4000\,m$を考えると

$$i=\frac{Q}{\beta}=10^3\times10^{-7}=10^{-4},\quad \alpha=10^{-1}$$

であるから

$$\Delta H=\frac{1.22\times10^3}{h^2\,B}\qquad(4.20)$$

となる。

非線型タイプの抵抗項は

$$R=\frac{n^2\beta^2\,\Delta\chi\,i}{h^{\frac{10}{3}}\,B^2\,\alpha}$$

であり、同様に$Q=1000\,m^3/s$　$\Delta\chi=4000\,m$を考えると

$$i=\frac{Q}{\beta}=10^3\times10^{-5}=10^{-2},\quad \alpha=10^{-1},\quad n=0.02$$

$$\Delta H=\frac{1.6\times10^6}{h^{\frac{10}{3}}\beta^2}\qquad(4.21)$$

となる。

（4.20）式、および（4.21）式にそれぞれ１０Km、２０Km、３０Kmおよび４０Km地点のhとBを代入してΔHを求めると、表－4.15の如くになり、２０Km附近までは線型、非線型のΔHはほぼ同一の値となり、これより上流に行くに従い非線型のΔHが大きくなつて、線型の場合に比べて水位が下ることを示し、計算結果と一致する。

線型、および非線型の何れがよいかは、計算された結果が現実に近いものをとるべきと思わ

表－4.6　荒川風力函数

区間	$4.8\,W^2 \cos\theta \times 10^{-6}$	$\frac{\Delta\beta}{(h+\zeta)}$	起電力ピーク値			
			大正6年台風	キテイ台風	伊勢湾台風	最悪台風
		(m)	(v)	(v)	(v)	(v)
A0 A1 A2	6	704.1	3.97	1.75	3.45	3.97
B A3 A4	7	646.7	4.73	1.90	4.13	4.73
C A5 A6	7	534.1	3.91	1.57	3.41	3.91
D A7 A8	1	617.9	1.78	1.35	1.55	1.78
E A9 A10	7	1027.1	7.52	3.02	6.56	7.52
F A11 A12	7	740.6	5.42	2.18	4.73	5.42
G A13 A14	7	777.5	5.69	2.29	4.97	5.69
H A15 A16 A17 A18 A19 A20	7	3095.2	22.66	9.10	19.78	22.66

表－4.7　隅　田　川　風　速　函　数

区　間	4.8 W^2 $\cos\theta \times 10^{-6}$	$\Delta\phi$ (h + ζ)	起電力ピーク値			
			大正6年台風	キテイ台風	伊勢湾台風	最悪台風
S 0 S 1	6	(m) 720	(V) 4.06	(V) 1.70	(V) 3.54	(V) 4.06
S 2 S 3 S 4	6	1296	7.29	3.07	6.37	7.29
S 5 S 6 S 7 S 8	1	1690	4.87	3.65	4.26	4.87
S 9 S 10	7	539	3.94	1.58	3.44	3.94
S 11 S 12	7	1113	8.15	3.27	7.10	8.15
S 13 S 14	7	1540	11.30	4.53	9.83	11.30
S 15 S 16	7	1510	11.00	4.44	9.64	11.00
S 17 S 18	7	2234	16.30	6.57	14.30	16.30

表－4.8　大正6年台風　($4.8W^2 \cdot \cos\theta \times 10^{-6}$)

時間	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
	$\times 10^{-6}$	$\times 10^{-6}$	$\times 10^{-6}$	$\times 10^{-6}$	$\times 10^{-6}$	$\times 10^{-6}$	$\times 10^{-6}$
12	0	−37.4	−33.1	−43.1	−26.0	−40.8	−34.9
13	0	−32.6	−28.8	−37.6	−22.6	−35.6	−30.4
14	0	−16.6	−14.4	−19.2	−11.6	−18.2	−15.5
15	20.0	−15.8	−24.1	−49.3	−47.6	−52.2	−27.3
16	34.0	−88.0	−41.0	−83.7	−76.5	−88.6	−46.4
17	−26.5	−42.2	−66.1	−62.6	−17.4	−51.9	−64.3
18	−49.7	−79.0	−120.0	−117.2	−32.5	−97.2	−126.2
19	−91.8	−33.6	−129.3	−86.8	18.1	−56.9	−128.2
20	−92.6	−147.3	−230.8	−218.4	−60.6	−181.3	−235.3
21	0	−139.8	−123.7	−161.3	−97.2	−152.7	−130.7
22	68.4	−177.1	−82.4	−168.3	−153.9	−178.3	−93.3
23	0	−37.4	−33.1	−43.1	−26.0	−40.8	−34.9
0	134.7	49.3	189.8	127.5	−26.5	83.5	188.2
1	856.8	−121.0	822.6	309.6	−470.7	56.6	790.7
2	1330.6	487.0	1874.6	1259.1	−261.9	825.0	1858.7
3	2880.7	4581.3	7178.7	6794.1	1884.8	5637.9	7320.2
4	−849.1	2199.7	1024.4	2091.4	1911.7	2214.6	1159.3
5	−402.4	1042.4	485.4	991.0	905.9	1049.5	549.4
6	−296.3	767.5	357.4	729.8	667.1	772.7	404.5
7	−210.3	544.9	253.8	518.1	473.5	548.6	287.2

－は下流向き

表－4.9　キ テ イ 台 風　（4.8 W² cos θ×10⁻⁶）

時間	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
	×10⁻⁶	×10⁻⁶	×10⁻⁶	×10⁻⁶	×10⁻⁶	×10⁻⁶	×10⁻⁶
9	298.1	−256.0	97.0	138.9	−312.7	−213.8	75.3
10	408.4	−350.7	132.9	−190.3	−427.9	−292.9	103.2
11	492.6	−388.8	147.3	−210.9	−474.3	−324.6	114.3
12	447.1	−613.2	−55.1	−469.9	−626.2	−568.3	−98.9
13	774.1	−387.1	497.6	−40.5	−618.2	−252.0	455.0
14	901.0	−450.5	579.2	−47.1	−719.5	−293.4	529.6
15	967.5	−489.0	621.9	−50.6	−772.6	−315.0	568.7
16	1436.7	−202.9	1379.3	519.1	−789.2	94.9	1326.0
17	1296.2	−183.1	1245.0	468.3	−712.0	85.6	1196.2
18	1486.0	−743.0	955.2	−777.7	−1187.4	−483.8	873.5
19	1809.0	−255.5	1736.7	653.6	−993.7	119.4	1669.4
20	1277.0	467.4	1799.1	1208.4	−251.4	791.6	1784.0
21	2164.3	770.2	2964.7	1991.2	−414.3	1304.4	2939.7
22	0	1939.0	1715.1	2235.9	1347.4	2117.0	1811.4
23	0	2160.7	1911.2	2491.5	1501.5	2359.0	2018.5
0	0	998.5	883.2	1151.4	693.9	1090.2	932.8
1	0	1037.0	917.3	1195.8	720.7	1132.2	968.8
2	0	639.1	565.3	737.0	444.1	697.8	597.0
3	0	780.3	690.2	899.7	542.2	851.9	728.9
4	0	569.0	503.3	656.2	395.4	621.2	531.6
5	0	441.1	390.2	508.7	306.6	481.6	412.1
6	0	344.2	304.5	396.9	239.2	375.8	321.6
7	0	209.5	185.3	241.6	145.6	228.7	195.7
8	0	300.4	265.7	346.9	208.8	327.9	280.6

表－4.10 伊勢湾台風 ($4.8W^2\cos\theta\times10^{-6}$)

時間	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
11	245.2	89.8	345.5	232.0	−48.3	152.0	342.6
12	293.6	107.5	413.6	277.8	57.8	182.0	410.1
13	505.2	184.9	711.7	478.0	−99.4	313.2	705.7
14	448.9	164.3	632.4	424.7	−88.4	278.3	627.1
15	517.3	−73.1	496.6	186.9	−284.1	34.2	477.4
16	338.7	−169.4	217.7	−17.7	−270.5	−110.3	194.1
17	388.6	142.2	547.5	367.7	−76.5	240.9	542.9
18	1149.5	−162.4	1096.1	415.3	−631.4	75.9	1060.8
19	1186.9	434.4	1672.1	1123.1	−233.6	735.9	1658.0
20	2241.8	820.5	3158.4	2121.3	−441.3	1389.9	3131.7
21	980.2	1559.3	2442.7	2311.8	641.3	1918.4	2490.6
22	2517.8	4000.5	6267.0	5931.2	1645.4	4921.8	6389.8
23	0	1833.1	1621.5	1360.7	2113.4	2000.4	1712.5
0	−608.5	1576.3	734.1	1498.7	1369.9	1587.0	830.8
1	−506.1	1311.3	610.6	1246.7	1139.6	1320.1	691.1

表－4.11. 最 悪 台 風 （$4.8W^2\cos\theta\times10^{-6}$

時間	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
	−65.7	89.8	8.1	69.1	92.0	83.5	14.6
1	−110.3	150.6	13.6	115.9	154.4	140.2	24.5
	−166.3	227.2	20.5	174.8	232.9	211.4	36.9
2	−233.8	319.4	28.8	245.7	327.5	297.2	51.8
	−319.4	436.3	39.4	335.6	447.3	406.0	70.8
3	−418.2	571.2	51.6	439.4	585.6	531.5	92.7
	−530.5	724.7	65.4	557.5	743.0	674.3	117.6
4	−646.2	882.8	79.7	679.1	905.1	821.4	143.3
	−784.0	1071.0	96.7	823.9	1098.0	996.6	173.9
5	−924.2	1262.5	114.0	971.3	1294.4	1174.8	204.9
	−1099.7	1502.2	135.6	1155.7	1540.1	1397.8	243.9
6	−1304.0	1781.3	160.8	1370.4	1826.3	1657.5	289.2
	−1525.3	2083.6	188.1	1603.0	2136.2	1938.8	338.2
7	−954.9	2743.6	1152.0	2351.8	2149.7	2490.3	1303.7
	−1111.7	2880.0	1341.2	2738.2	2502.9	2899.4	1517.8
8	−1309.6	3392.0	1579.9	3225.5	2948.3	3415.4	1788.0
	0	3471.8	3070.9	2577.0	4003.3	3790.5	3243.2
9	0	4309.8	3812.1	3199.0	4969.7	4705.4	4026.1
	2447.4	3893.3	6096.4	5772.2	1601.3	4789.9	6218.5
10	2880.7	4582.3	7178.8	6794.2	1884.9	5638.0	7319.6
	2000.4	3182.3	4985.2	4718.1	1308.9	3915.2	5082.9
11	1858.6	680.3	2618.5	1758.7	365.9	1152.3	2596.4
	1136.7	414.0	1601.4	1075.6	223.8	704.7	1587.9
12	627.9	229.8	884.6	594.2	123.6	389.3	877.2
	300.0	109.8	422.5	283.8	59.0	185.9	418.9
13	95.4	34.9	134.4	90.2	18.8	59.1	133.2
	15.0	5.5	21.1	14.2	2.9	9.3	20.9

表－4.12 計 算 ケ ー ス

台　風	荒川流量（m³/s）	隅田川流量（m³/s）	組合せ荒川，隅田川 (m³/s)
大正6年台風	100，2000，4500（不定流）	30，220，	100，30
キテイ台風	100，2000，4500（不定流）	30，220，	100．30
伊勢湾台風	100，2000，4500（不定流）	30，220	100，30
最悪台風	100，2000，4000，4500（不定流）	30，220	100，30

表 － 4.13

荒　川（大正6年台風）

Q_1	100m³/s	100m³/s（組合せ）	2000m³/s	4500m³/s
A_0	210 cm	217 cm	247 cm	250 cm
A_3	217	222	262	335
A_5	221	229	314	419
A_7	229	238	356	505
A_9	215	233	421	615
A_{11}	201	228	511	700
A_{13}	201	223	566	795
A_{15}	208	226	631	820
A_{20}	241	241	801	1,055

隅田川（大正6年台風）

Q_2	30m³/s	30m³/s（組合せ）	220m³/s
S_0	205 cm	207 cm	203 cm
S_2	236	234	250
S_5	251	256	284
S_9	306	264	357
S_{11}	269	228	381
S_{13}	240	203	400
S_{15}	196	182	580
S_{17}	198	195	683
S_{18}	210	212	788

荒　川（キテイ台風）

Q1	100m³/s	100m³/s (組合せ)	2000m³/s	4500m³/s
A0	174 cm	174 cm	177 cm	188 cm
A3	185	191	236	349
A5	187	197	279	421
A7	197	206	324	504
A9	186	202	388	608
A11	187	207	468	681
A13	192	211	533	768
A15	204	224	585	810
A20	224	242	685	935

隅田川（キテイ台風）

Q2	30m³/s	30m³/s (組合せ)	220m³/s
S0	175 cm	175 cm	175 cm
S2	192	187	198
S5	222	216	233
S9	232	216	253
S11	232	213	280
S13	234	218	337
S15	241	223	542
S17	253	237	652
S18	261	244	705

表 — 4. 1 4

荒　川（伊勢湾台風）

Q1	100m³/s	100m³/s (組合せ)	2000m³/s	4500m³/s
A0	361	361	362	350
A3	345	360	386	420
A5	362	376	448	480
A7	384	400	517	550
A9	384	412	546	640
A11	404	424	613	740
A13	425	450	651	805
A15	461	476	711	855
A20	509	528	803	1,040

隅田川（伊勢湾台風）

Q2	30m³/s	30m³/s (組合せ)	220m³/s
S0	361	363	361
S2	372	368	367
S5	410	403	406
S9	480	441	490
S11	457	411	510
S13	427	400	521
S15	386	372	564
S17	393	377	639
S18	388	374	720

荒　川（最悪台風）

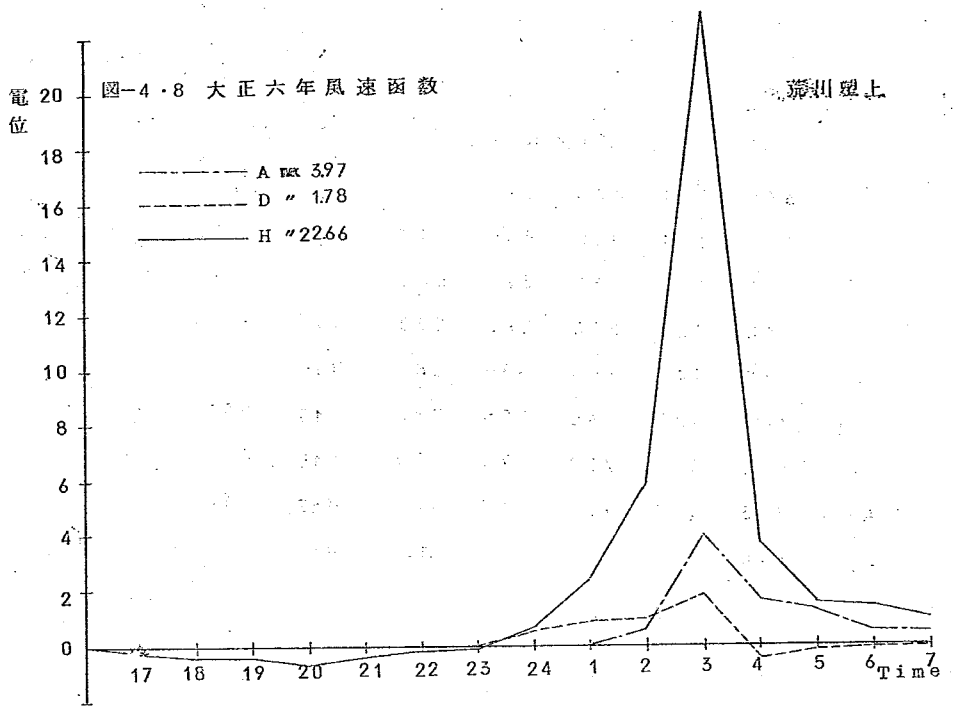
Q1	100m³/s	100m³/s (組合せ)	2000m³/s	4000m³/s	45000 m³/s
A0	360	360	365	370	380
A3	360	360	400	430	440
A5	390	400	450	520	535
A7	410	425	500	585	590
A9	415	445	590	680	685
A11	470	485	660	785	790
A13	500	520	750	875	895
A15	515	540	770	915	930
A20	670	670	960	1,140	1,160

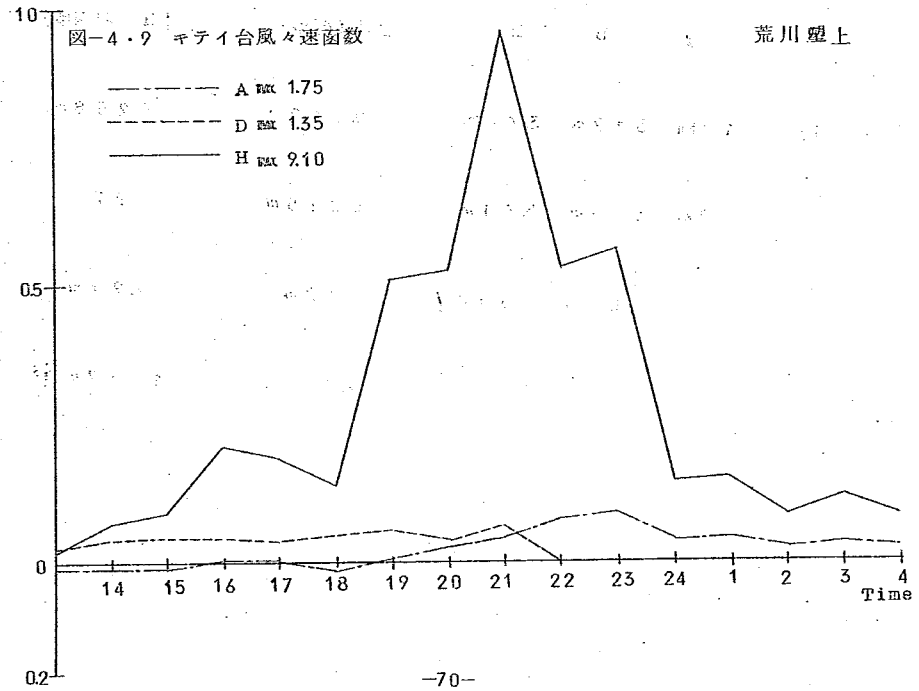
隅田川（最悪台風）

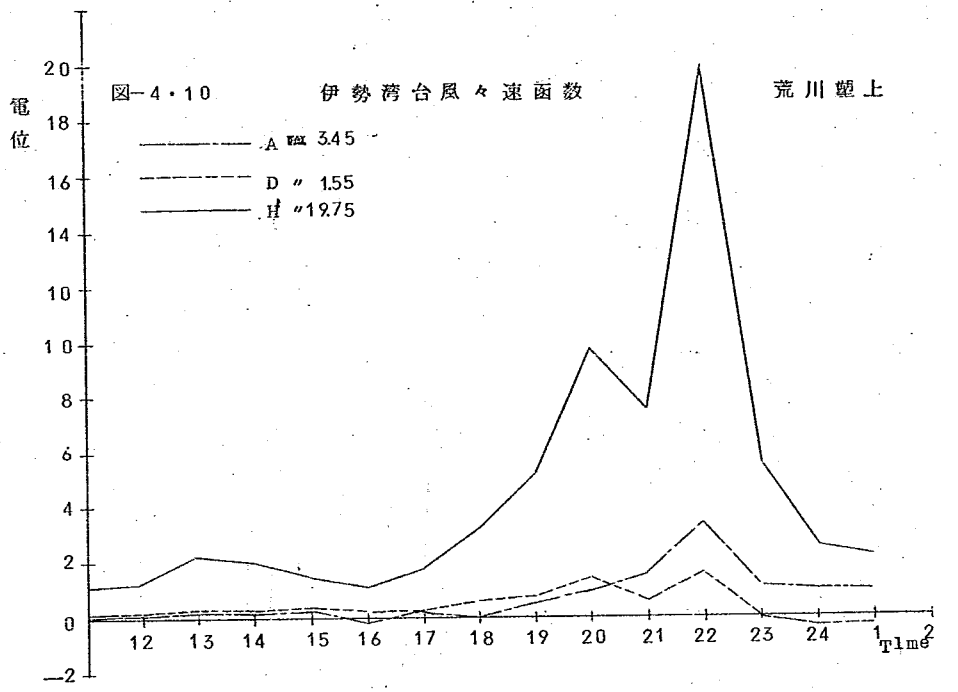
Q2	30m³/s	30m³/s (組合せ)	220m³/s
S0	372	373	374
S2	398	393	403
S5	467	443	462
S9	550	502	560
S11	542	518	618
S13	531	494	649
S15	468	443	700
S17	460	443	777
S18	451	433	839

表－4.15　抵抗項による水位上昇高の比較

	χ　　B　　h	ΔH（線型）	ΔH（非線型）
1)	10Km　312m　3.44m	0.330m	0.258m
2)	20Km　144m　5.34m	0.615m	0.974m
3)	30Km　100m　3.30m	1.12m	2.99m
4)	40Km　83m　2.10m	2.30m	10.77m


図−4・8 大正六年風速函数
荒川堰上
電位
A max 3.97
D 〃 1.78
H 〃22.66
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
17 18 19 20 21 22 23 24 1 2 3 4 5 6 7
Time


図−4・9 キテイ台風々速函数
荒川堰上
A max 1.75
D max 1.35
H max 9.10
10
0.5
0
0.2
14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 1 2 3 4
Time


図−4・10　伊勢湾台風々速函数　荒川塁上
電位
A max 3.45
D 〃 1.55
H 〃19.75
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
−2
12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 1 2
Time

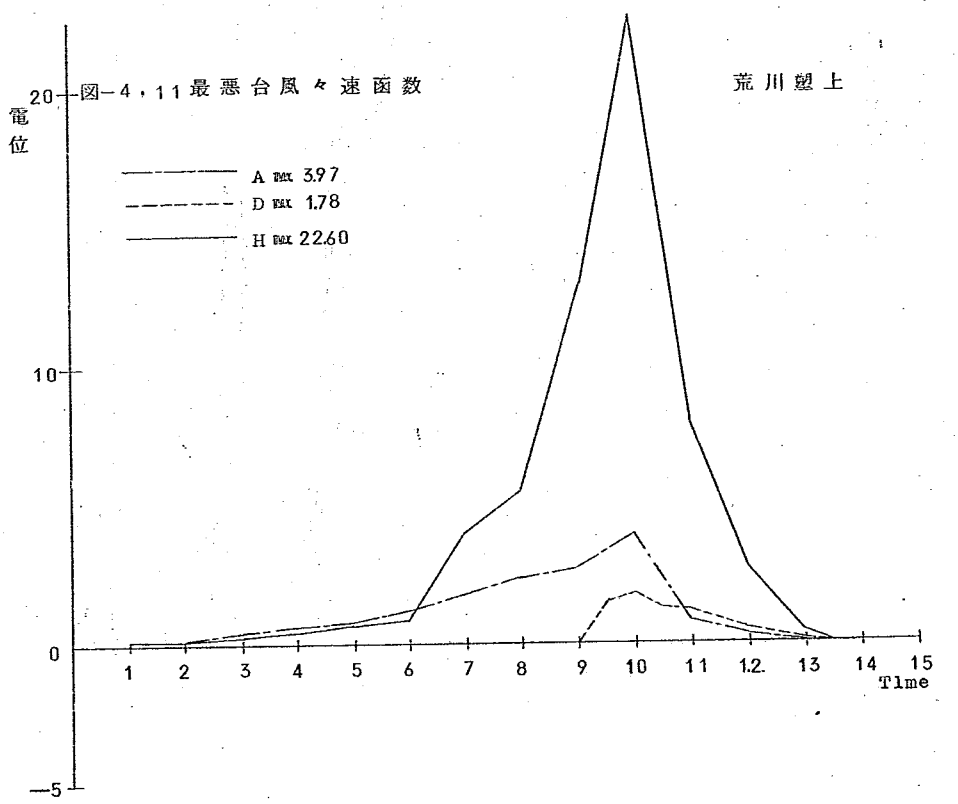
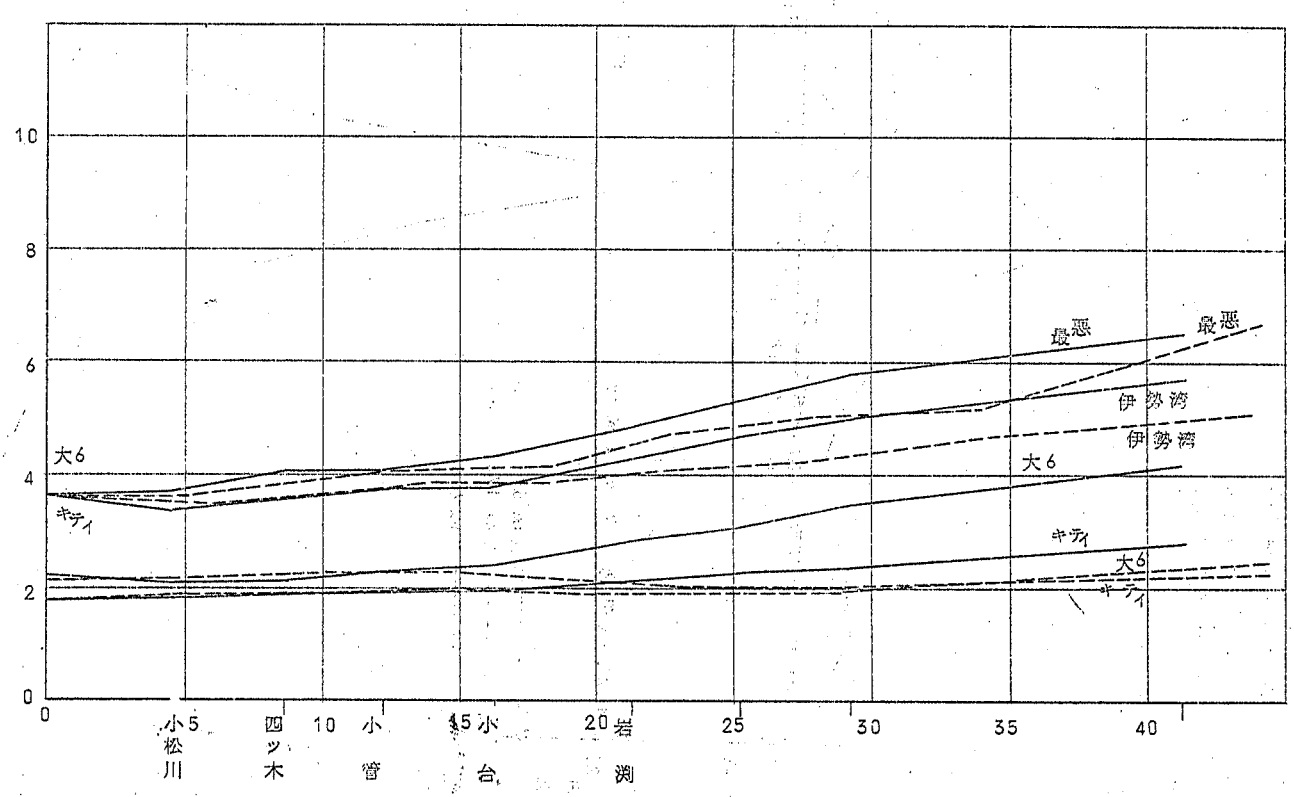

図−4・11最悪台風々速函数　荒川塁上
電位
A max 3.97
D max 1.78
H max 22.60
20
10
0
−5
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15
Time

図 － 4・12　　荒川水系上流計算比較図



れるが、現在の所これを検証できる資料は殆んどない。従つて今の所、河道の固有流量の多い場合には、流れの抵抗法則は非線型と考えられるから、非線型タイプの計算を利用する方が信頼性が高いと思われる。流量が少い場合には、流速分布によつて τ_b の表現は変化するから何れとも言い難いが、水位は一般に低いのであまり問題とならないであろう。

つぎに、台風別に計算結果を調べてみよう。まづ荒川について、

大正6年台風：（図－4.13）　$Q=100\,m^3/s$ と組合せの場合には、河口の水位がほとんど変らずに水平に上流に伝わつている。これは、抵抗項と起電力項とがほぼ均合つた状態といえる。$Q=2000\,m^3/s$、および $4500\,m^3/s$ の場合には上流からの流れによる抵抗が大きくきいて水位上昇をもたらしているが河口潮位が低いので計画高水位には達しない。

キテイ台風：（図－4.14）　$Q=100\,m^3/s$、と組合せの場合は、大正6年と同様河口水位程度の上昇しか見られない。$Q=2000\,m^3/s$ および $4500\,m^3/s$ の場合には、傾向は大正6年と全く同様であり、風が大正6年より弱いために、水位は 40Km附近で大正6年より約80cm位低くなつている。

伊勢湾台風：（図－4.15）　$Q=100\,m^3/s$ と組合せの場合、前の2台風に比べて上流部での水位上昇が見られる。これは、風の影響も勿論あるが河口水位が上つたために水深が増加し（3.23）式の関係から ΔH が減少して上流部での水位上昇をきたしたことが考えられる。流量の多い場合、45Km附近の水位は、大正6年台風の水位とほぼ同一である。

最悪台風：（図－4.16）　$Q=100\,m^3/s$ と組合せの水位は4台風のなかで一番上昇度が大きい。これは風の強度も大きく、継続時間も長いためである。$4500\,m^3/s$ の不定流の場合28Km附近で現計画高水位を僅か越えているが、全体的に見てまだ余裕のある所もあり、$4500\,m^3/s$ の洪水時にかなり大きな高潮が重なつても計画高水位は越えないことが分る。

つぎに隅田川について、やはり台風別に調べる。

大正6年台風：（図－4.17）　$Q_2=30\,m^3/s$ 及び組合せの場合、河口より18Km附近まで水位は上昇するが、それ以後減少し30～35Kmでは河口と同水位を示す。組合せの89を見ると単独に比べて水位が下つているが、これは荒川の水位が低いために引張られて下つているものである。このことから、隅田川では、風の吹き寄せ効果により岩淵水門までの水位上昇を生じているものと判断される。$Q_2=220\,m^3/s$ の場合は27Kmから上流で急激に水位上昇を生じているが、これは水路が小さく抵抗が大きいためであろう。

キテイ台風：（図－4.18）　大正6年の風に比べてキテイ台風は風が弱い。このことが、$Q_2=30\,m^3/s$ 及び組合せの水位にあらわれていて、18Km附近での水位は大正6年のように上昇していない。$Q_2=220\,m^3/s$ の場合にも水位上昇は大正6年より小さい。

伊勢湾台風：（図－4.19）　河口水位が3.60mと上つたために $Q_2=30\,m^3/s$ 及び組合せの場合の上流端も4.0m近くに上るが、傾向は大正6年の場合とよく似ている。$Q_2=220\,m^3/s$ の場合、18Km～27Kmの間で、ほぼ水平となり、上流端水位が大正6年の場合よりも下つている。これは河口水位が高く、その影響で岩淵附近の水位が高いために上流部の水深が大きく、抵抗が逆に減少して水位が低下したものと思われる。

最悪台風：（図－4.20）　4台風のうちで、各地点の水位が一番高くなつている。$Q_2=220\,m^3/s$ で伊勢湾台風で見られたような18Km～27Kmの中だるみはなくなり、水位は上流に向つてほぼ一様に増加している。これは、伊勢湾台風よりも更に風が強いためである。

図 — 4・13

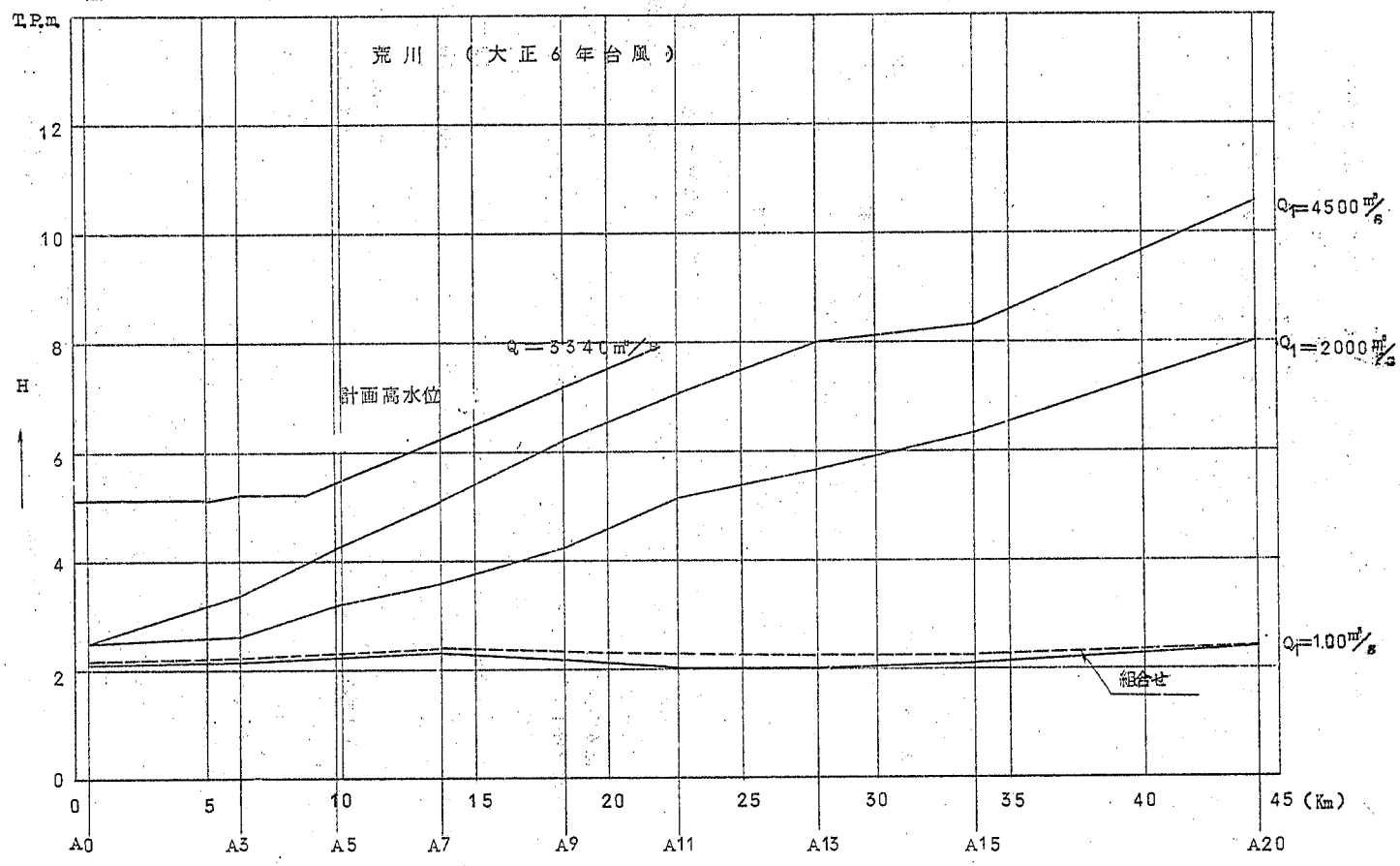

T.P.m
荒川（大正6年台風）
12
10
8
6
4
2
0
H
Q=5340㎥/s
計画高水位
Q1=4500㎥/s
Q1=2000㎥/s
Q1=1.00㎥/s
組合せ
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45（Km）
A0
A3
A5
A7
A9
A11
A13
A15
A20

図 — 4・13

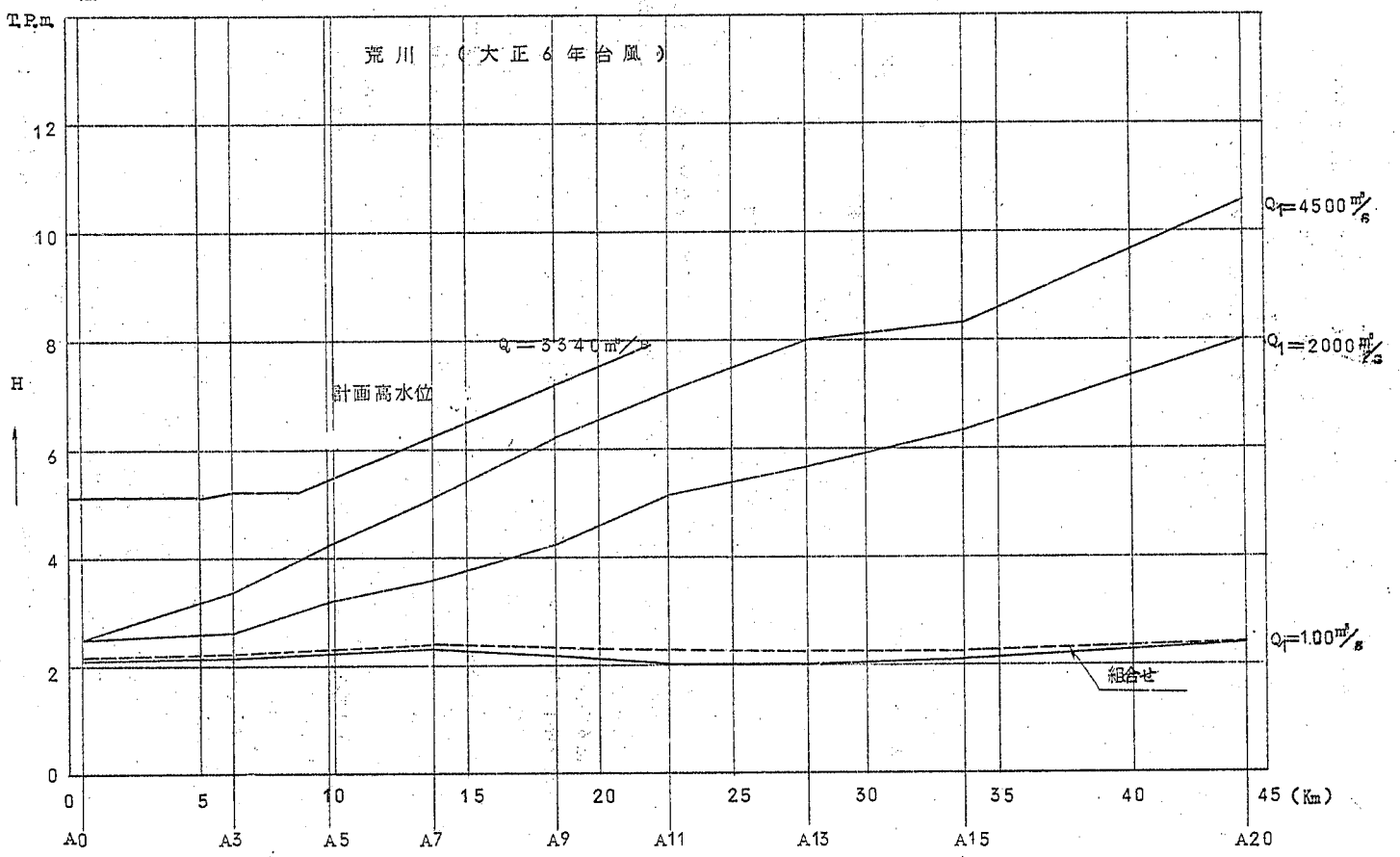

荒川（大正6年台風）
T.P.m
H
12
10
8
6
4
2
0
Q=5340㎥/s
計画高水位
Q=4500㎥/s
Q=2000㎥/s
Q=1.00㎥/s
組合せ
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45（Km）
A0
A3
A5
A7
A9
A11
A13
A15
A20

図 — 4・14

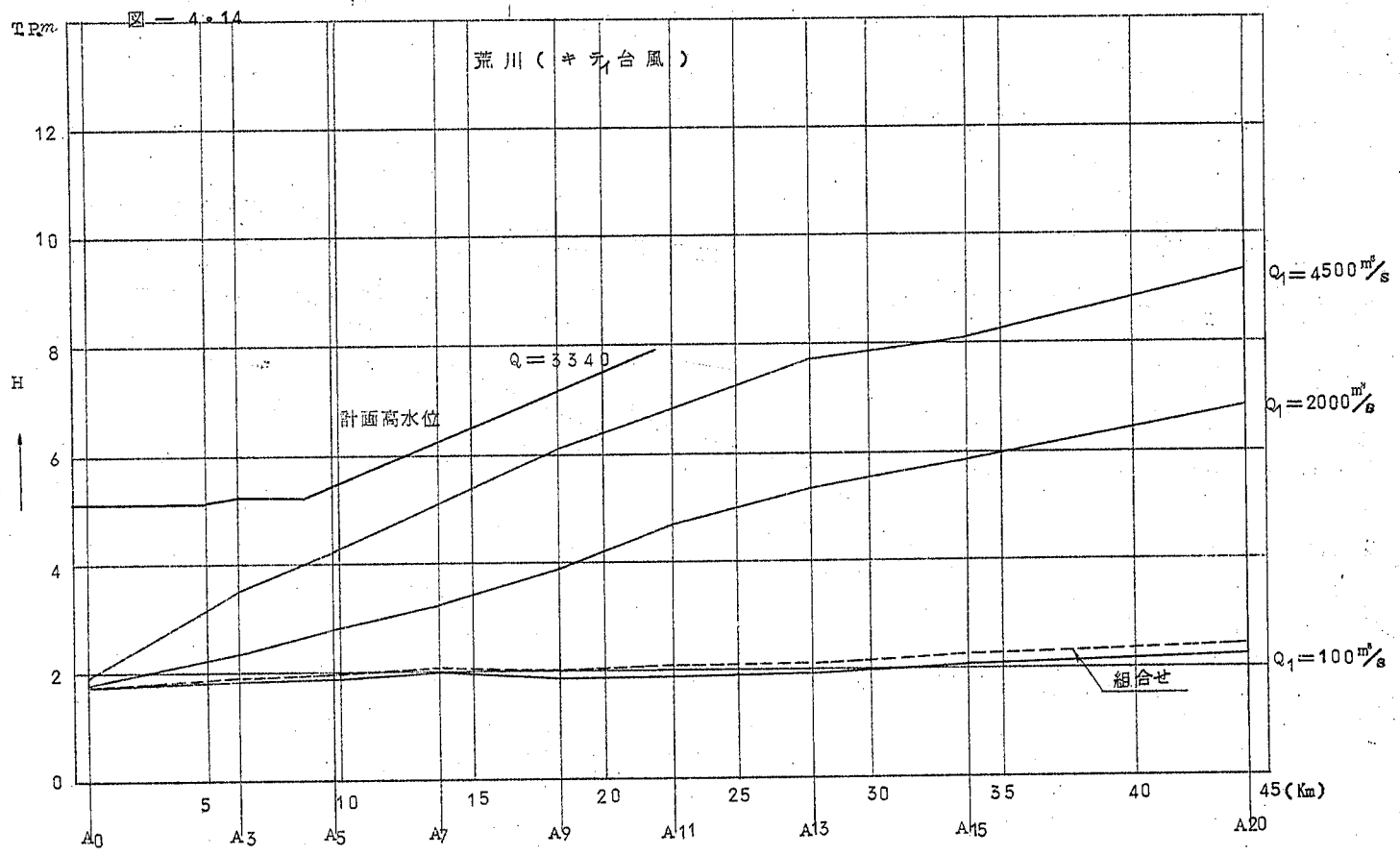

荒川（キテイ台風）
TPm
H
12
10
8
6
4
2
0
Q＝3340
計画高水位
Q1＝4500m³/s
Q1＝2000m³/s
Q1＝100m³/s
組合せ
5
10
15
20
25
30
35
40
45(Km)
A0
A3
A5
A7
A9
A11
A13
A15
A20

図 — 4・14

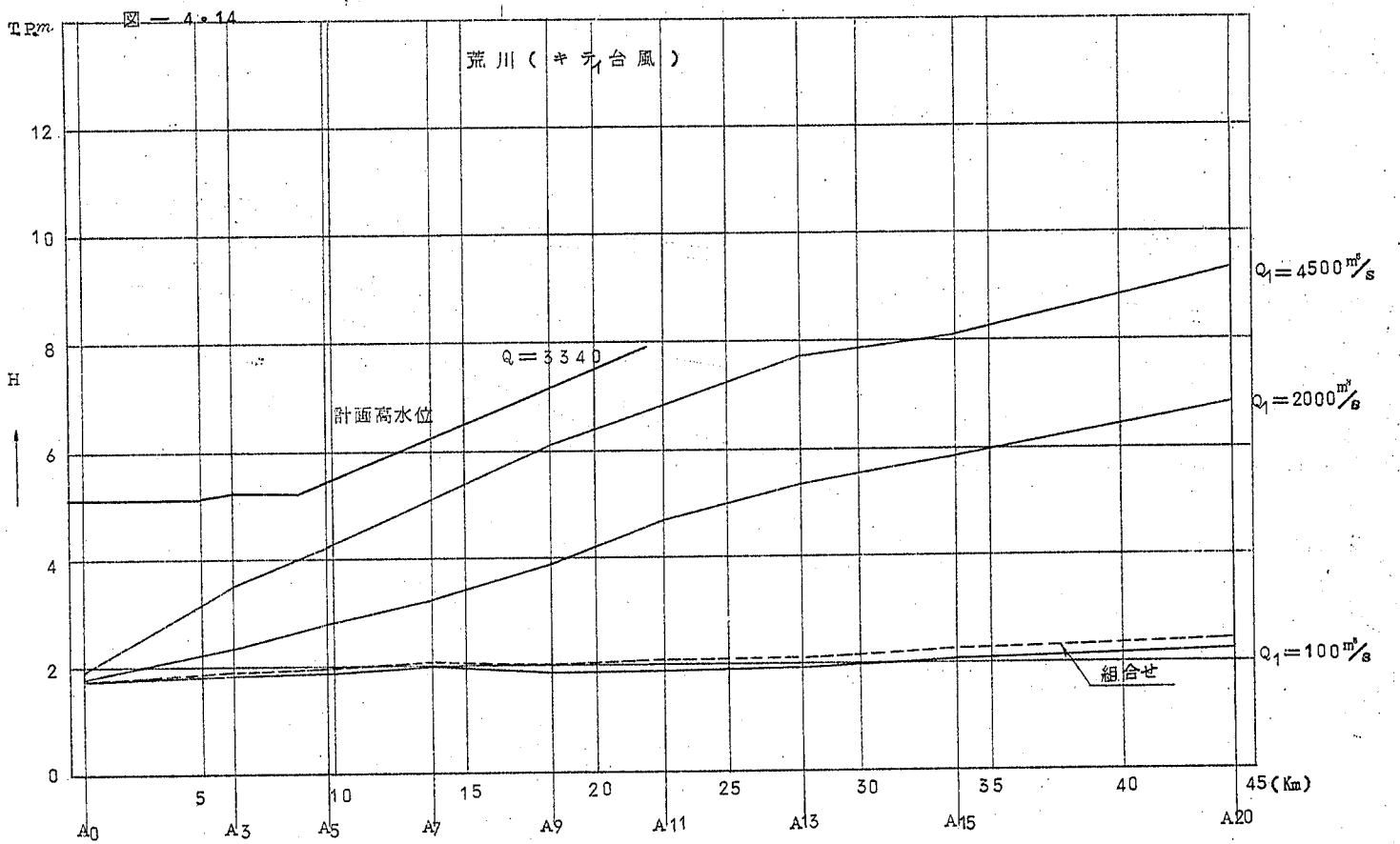

荒川（キティ台風）
TPm
H
12
10
8
6
4
2
0
Q＝3340
計画高水位
$Q_1=4500\,m^3/s$
$Q_1=2000\,m^3/s$
$Q_1=100\,m^3/s$
組合せ
5
10
15
20
25
30
35
40
45(Km)
A0
A3
A5
A7
A9
A11
A13
A15
A20

図 — 4・15

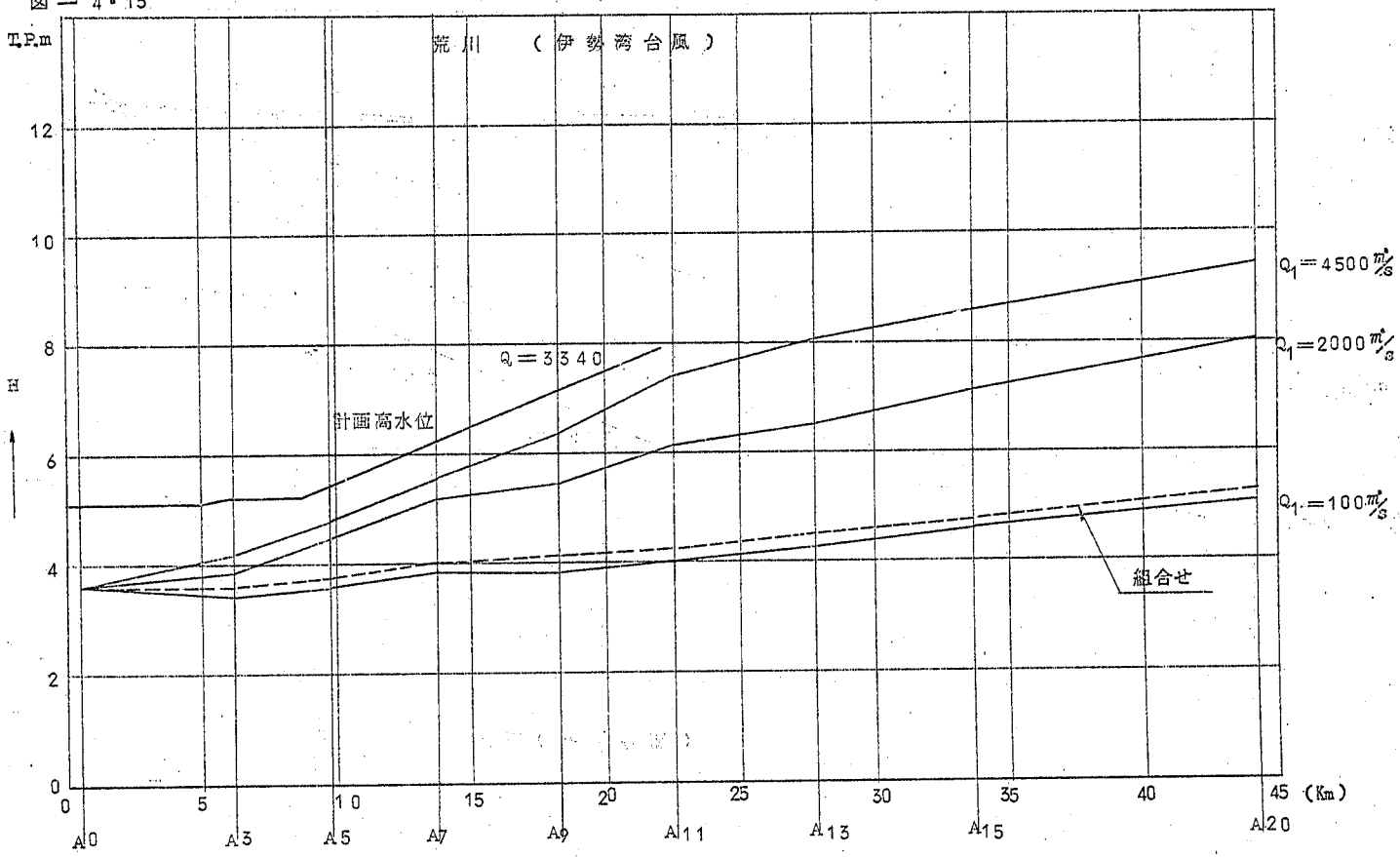

T.P.m
荒川　（伊勢湾台風）
12
10
8
6
4
2
0
H
Q＝3340
計画高水位
$Q_1=4500\,m^3/s$
$Q_1=2000\,m^3/s$
$Q_1=100\,m^3/s$
組合せ
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45 (Km)
A0
A3
A5
A7
A9
A11
A13
A15
A20

図 — 4・15

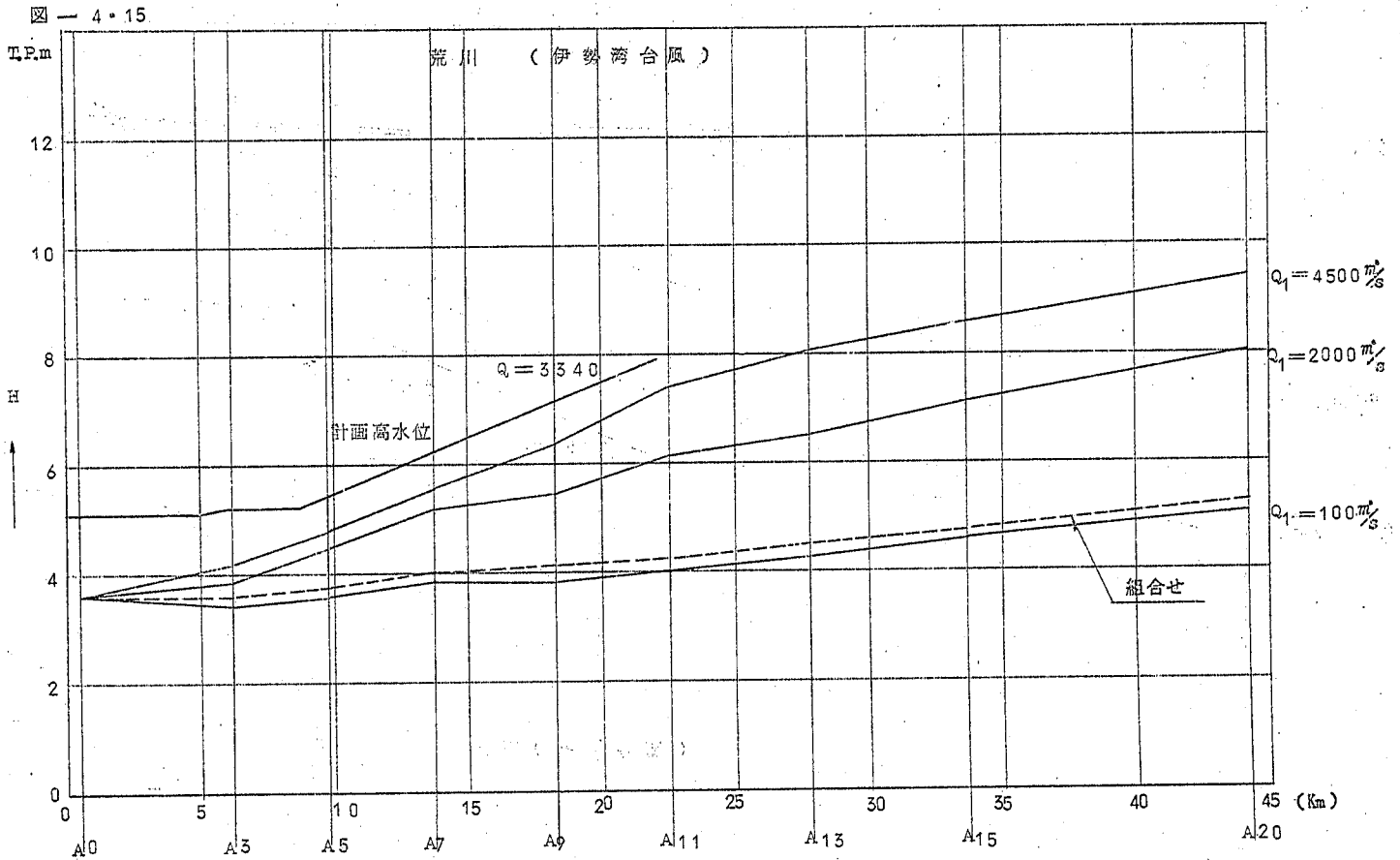

荒川　（伊勢湾台風）
T.P.m
H
12
10
8
6
4
2
0
Q＝3340
計画高水位
Q_1＝4500 m³/s
Q_1＝2000 m³/s
Q_1＝100 m³/s
組合せ
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45 (Km)
A0
A3
A5
A7
A9
A11
A13
A15
A20

図 — 4・16　　荒川　（最悪台風）

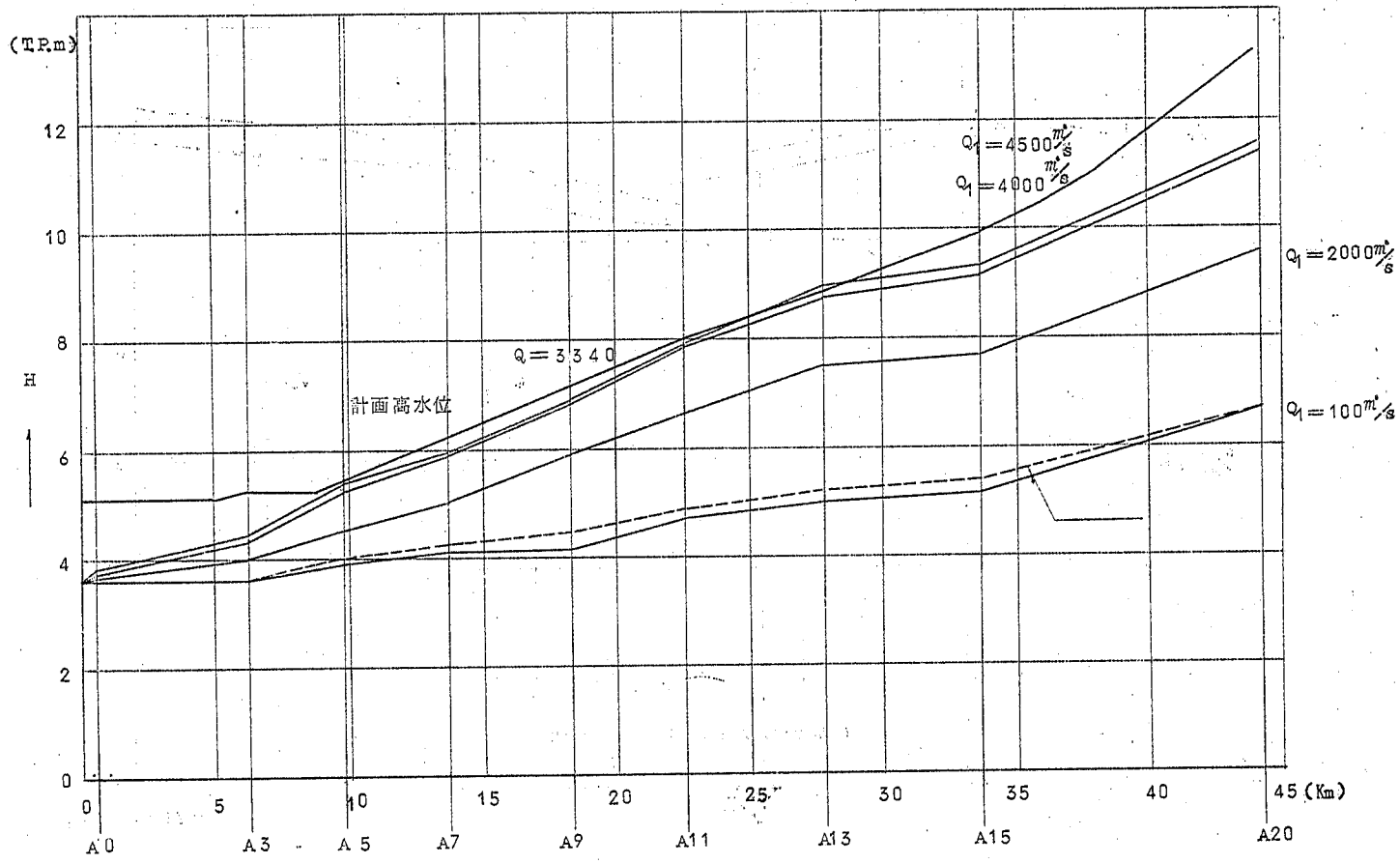

(T.P.m)
H
12
10
8
6
4
2
0
$Q_1=4500 m^3/s$
$Q_1=4000 m^3/s$
$Q_1=2000 m^3/s$
$Q_1=100 m^3/s$
Q＝3340
計画高水位
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45 (Km)
A0
A3
A5
A7
A9
A11
A13
A15
A20

図 — 4・16　　荒川　（最悪台風）

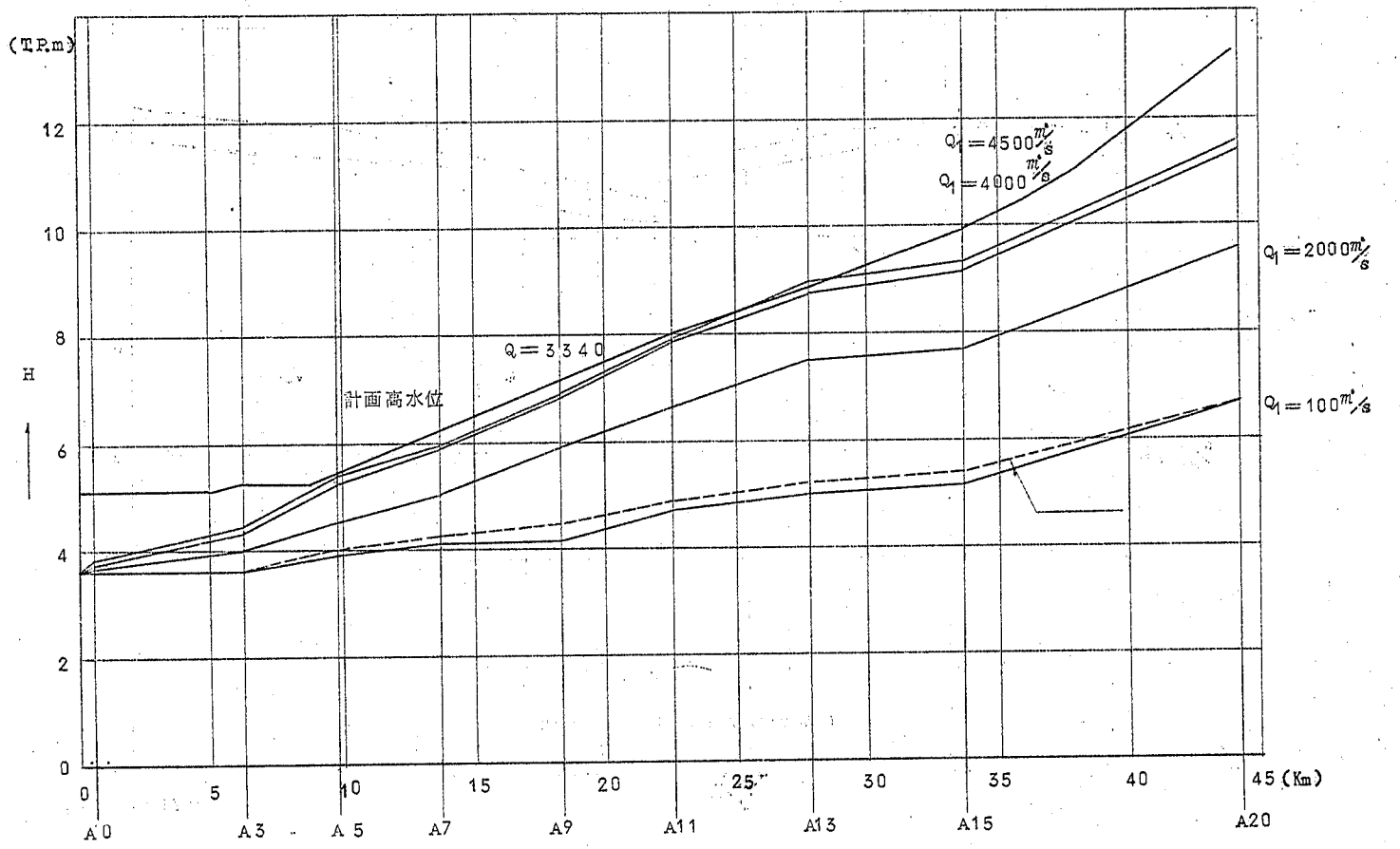

(T.P.m)
H
12
10
8
6
4
2
0
$Q_1=4500 m^3/s$
$Q_1=4000 m^3/s$
$Q_1=2000 m^3/s$
$Q_1=100 m^3/s$
Q＝3340
計画高水位
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45 (Km)
A0
A3
A5
A7
A9
A11
A13
A15
A20

図 — 4・17

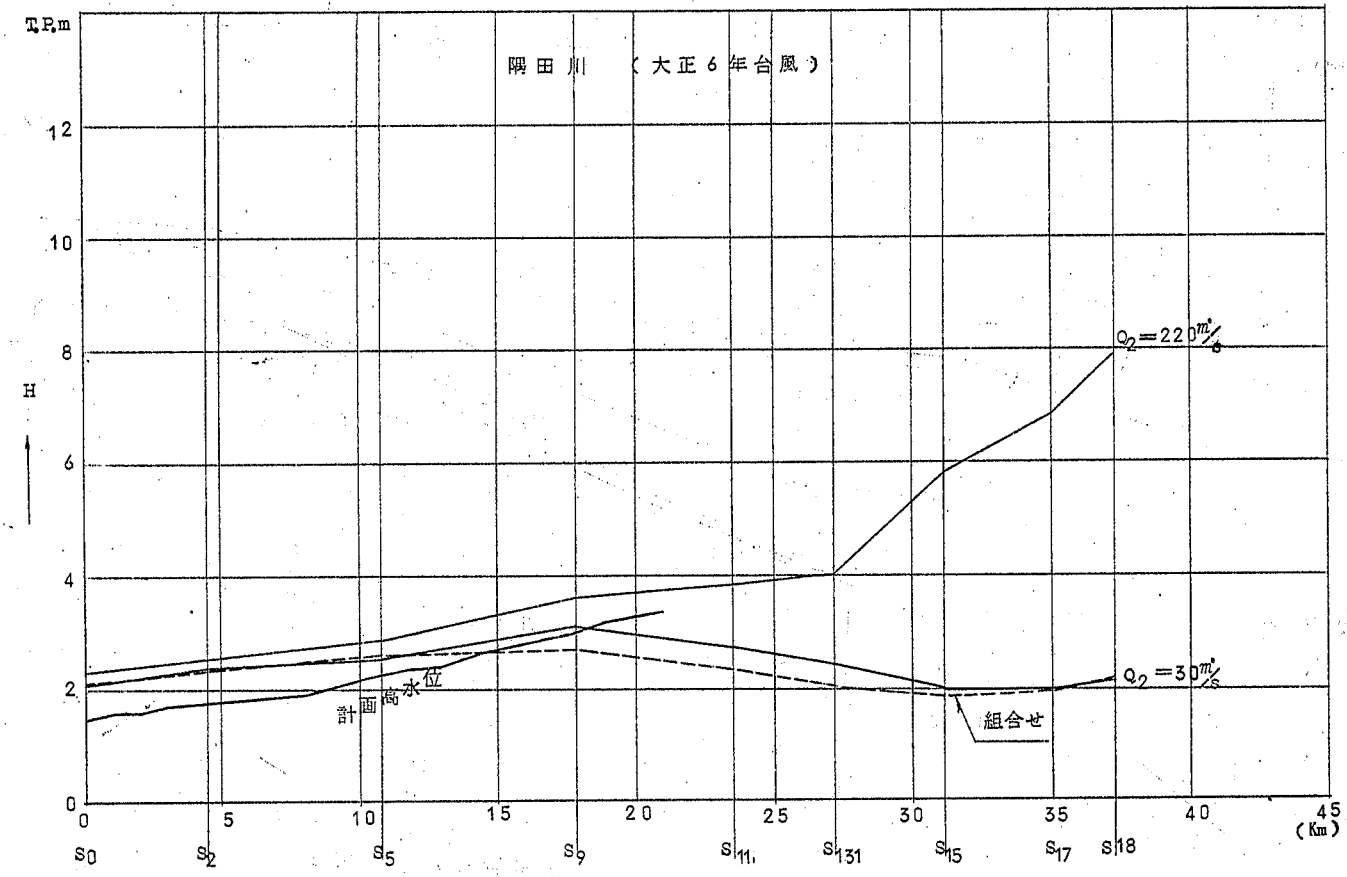

T.P.m
隅田川　（大正6年台風）
H
12
10
8
6
4
2
0
$Q_2=220\,m^3/s$
$Q_2=300\,m^3/s$
計画高水位
組合せ
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
(Km)
S_0
S_2
S_5
S_9
S_{11}
S_{13}
S_{15}
S_{17}
S_{18}

図 — 4・18

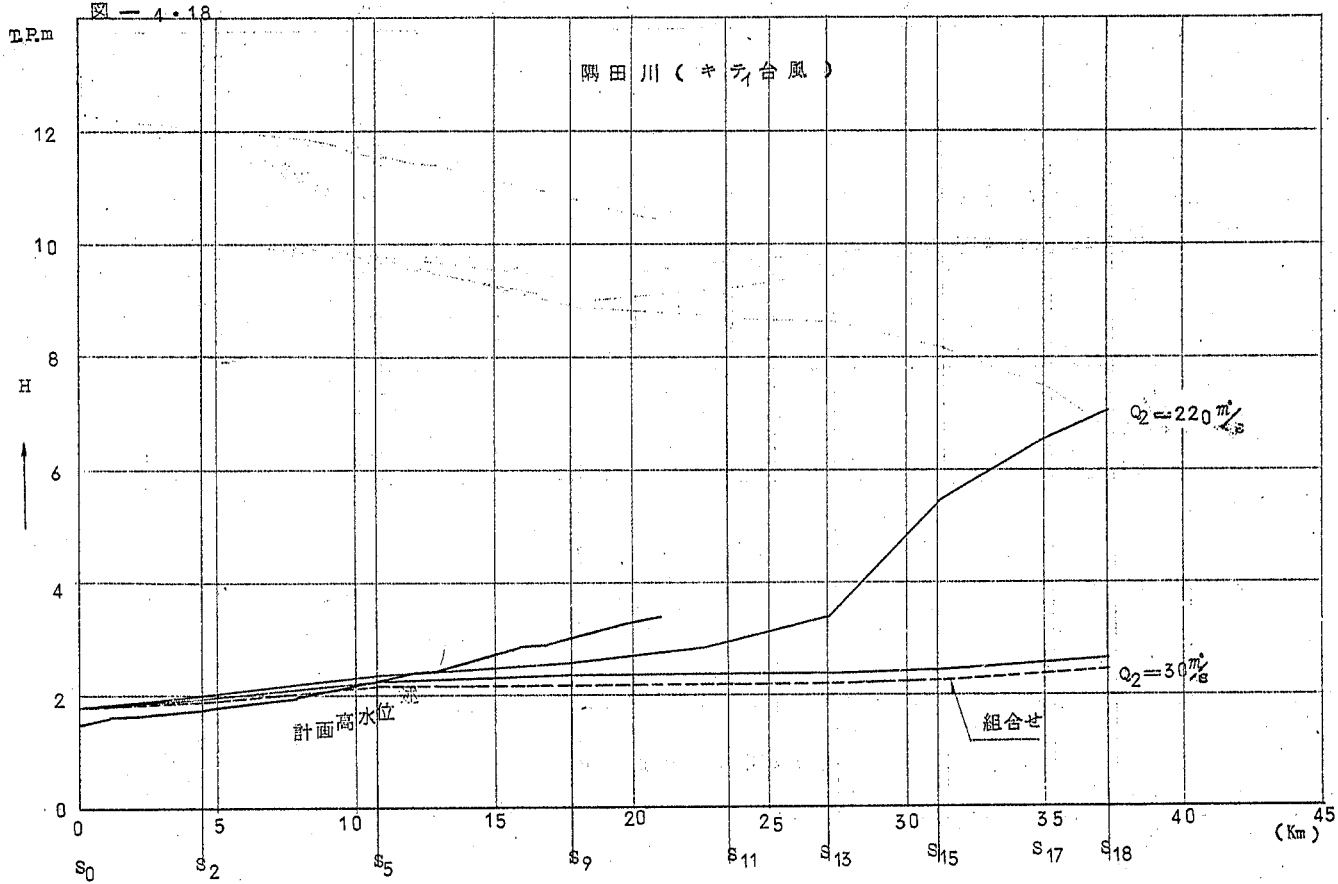

T.P.m
隅田川（キティ台風）
H
12
10
8
6
4
2
0
$Q_2=220\,m^3/s$
$Q_2=30\,m^3/s$
計画高水位
組合せ
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
(Km)
S_0
S_2
S_5
S_9
S_{11}
S_{13}
S_{15}
S_{17}
S_{18}

図 — 4・19

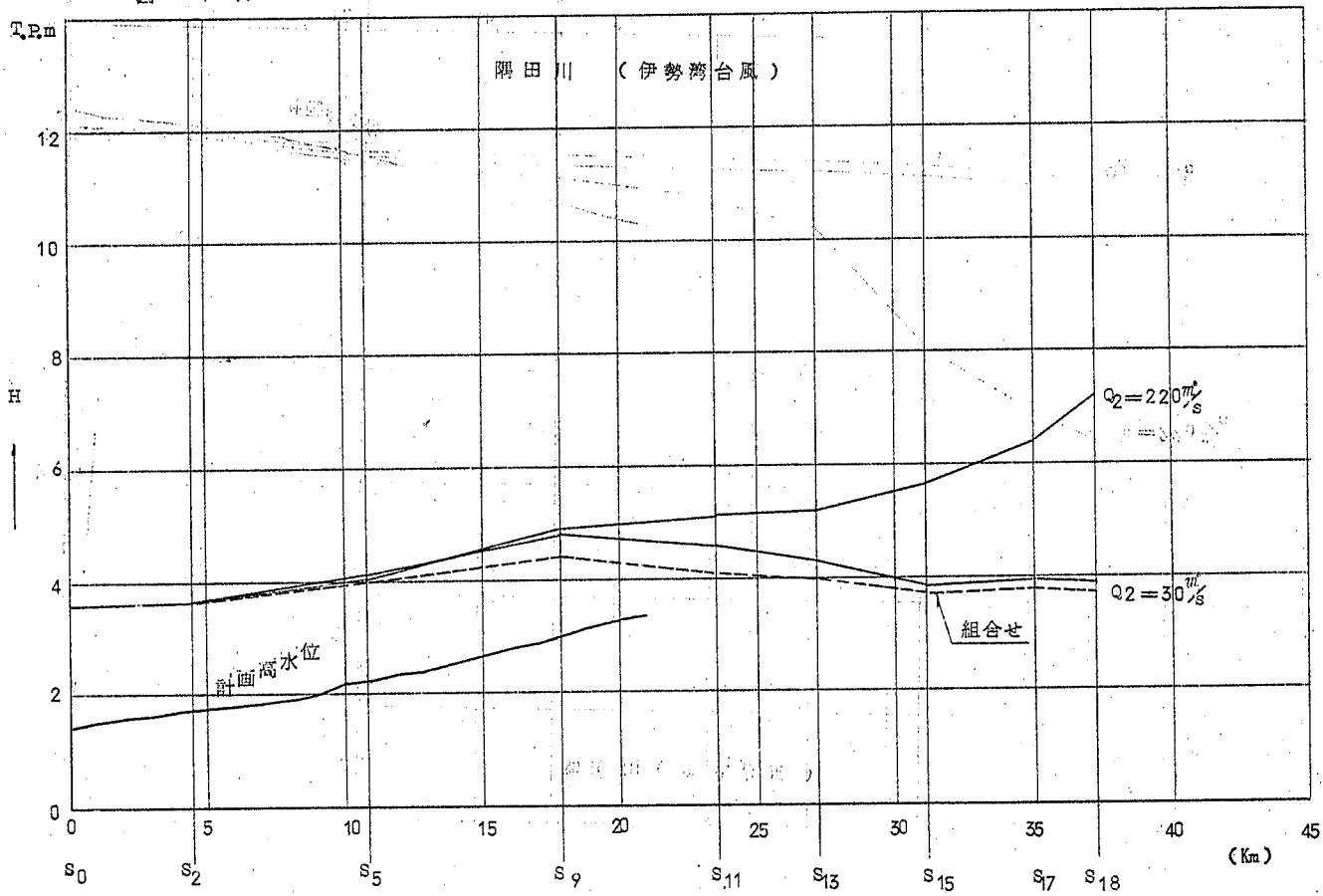
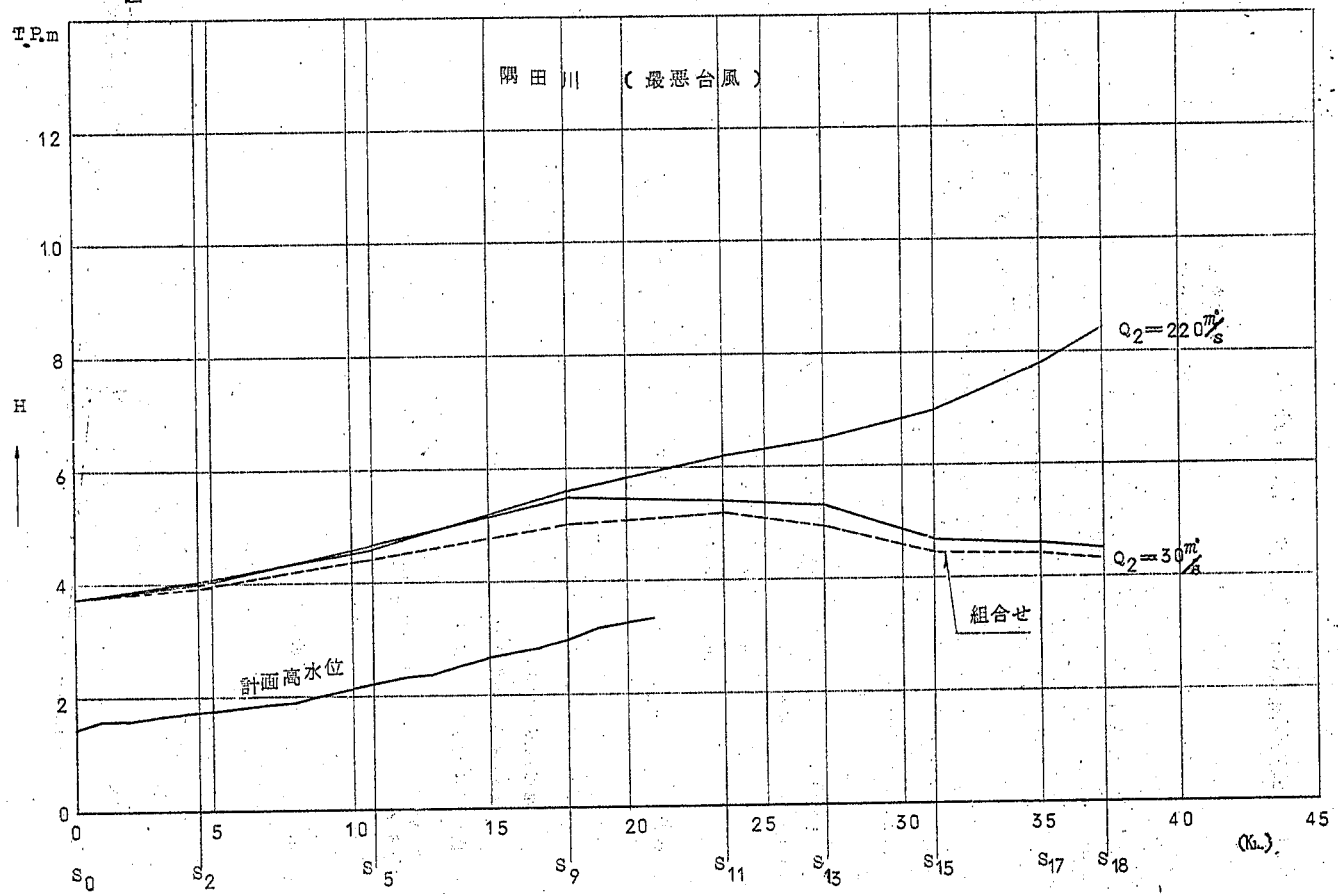

T.P.m
H
隅田川 （伊勢湾台風）
$Q_2=220 m^3/s$
$Q_2=300 m^3/s$
組合せ
計画高水位
0
2
4
6
8
10
12
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
(Km)
S_0
S_2
S_5
S_9
S_{11}
S_{13}
S_{15}
S_{17}
S_{18}

図 — 4・20


T.P.m
隅田川 (最悪台風)
12
10
8
H
6
4
2
0
$Q_2=220\,m^3/s$
$Q_2=30\,m^3/s$
組合せ
計画高水位
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
(Km)
S_0
S_2
S_5
S_9
S_{11}
S_{13}
S_{15}
S_{17}
S_{18}

5. 東京湾流量調査

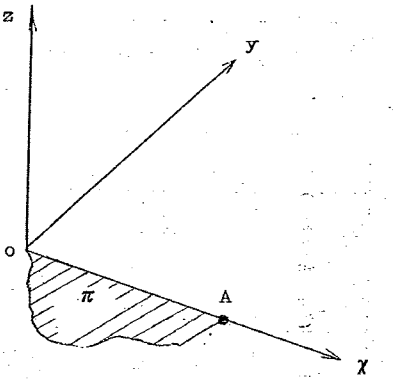
5.1 地磁気を応用した流量測定の原理

大断面を流出入する流量を知ることは非常に困難なことであるが、高潮や津波の本質を見きわめようとするときには、これら海象の波形のみでなく、それにともなつてどの位の水が流出入するかをしることが必要となつてくる。

われわれは Faradayの原理を応用して流量を知ることを考え、以下におこなつた実験結果をのべることとする。

海水は導電体であるが、この海水が地磁気の磁事を切つて流れるならば、Faradayの電磁誘導の法則によつて海水内には起電力が誘起され、そのために海水内の海流、潮流をはさむ2点間には電位差が発生する。したがつて水路の両岸間での電位差を測定すると時々刻々の流量がわかる筈である。

いま、湾口の一方側の岸の上の点0を原点にとり、他方側の岸の上の点Aへ向う水平方向にx軸を、水平面内x軸に垂直にy軸を、鉛直上向きにz軸をとる。



図－5－1

導電率 σ の海水が流速 $\mathfrak{V}$ で流れる場合、その流体内各点では次の関係が成立する。

$$\nabla\phi = \mathfrak{V}\times\mathfrak{B} - \frac{1}{\sigma}\mathfrak{j} \qquad (5-1)$$

ここに

ϕ：電位　　$\mathfrak{V} \equiv \mathfrak{i}u + \mathfrak{j}v + \mathfrak{k}w$

$\mathfrak{B}$：地磁気磁束密度

$\mathfrak{j}$：（海水内）電流密度

従つてx成分については

$$\frac{\partial\phi}{\partial\chi} = (\mathfrak{V}B_z - wB_y) - \frac{1}{\sigma}j_x$$

而して一般に海流、潮流では

$w \ll V$

又東京湾近辺の緯度に於ては

$B_y \sim B_z$

従つて上式は次の様に簡易化される。

$$\frac{\partial\phi}{\partial\chi} = VB_z - \frac{1}{\sigma}J_x \qquad (5-2)$$

これを0，Aを含む湾口の一断面 π について面積積分して

$$\iint_\pi \frac{\partial\phi}{\partial\chi}\,d\chi\,dz = \iint_\pi VB_z\,d\chi\,dz - \iint_\pi \frac{1}{\sigma}J_x\,dx\,dz$$

σ，B_z は χ，Z に関して一定不変と考えられるので、この式は更に

$$\iint_\pi \frac{\partial\phi}{\partial\chi}\,d\chi\,dz = B_z\iint_\pi V\,d\chi\,dz - \frac{1}{\sigma}\iint_\pi J_x\,d\chi\,dz$$

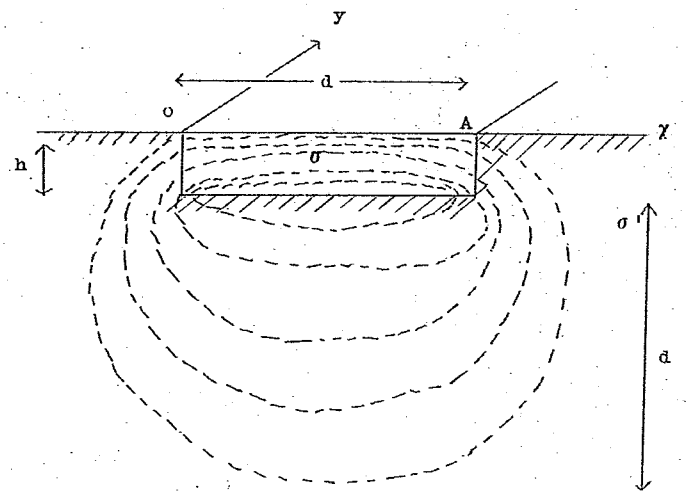
さてここに

$$\iint_{\pi} V\,\alpha\chi\,\alpha Z \equiv T$$

は湾内への流入量（Transport）を表わすのでこれをTで表わすと

$$T = \frac{1}{B_x}\left[\iint_{\pi}\frac{\partial\phi}{\partial\chi}\alpha\chi\,\alpha Z + \frac{1}{\sigma}\iint_{\pi} J_x\,\alpha\chi\,\alpha Z\right] \qquad (5-3)$$

(1) 特に断面πが巾α、深さhの矩形で表わされた場合



図－5－2

この場合には(3)式の2重積分を次の2回積分になおすことが出来る。

$$T = \frac{1}{B_x}\left[\int_0^{-h} dZ \int_0^{d}\frac{\partial\phi}{\partial\chi}d\chi + \frac{1}{\sigma}\int_0^{d} d\chi\int_0^{-h} J_x\,\alpha Z\right]$$

一般に

$$h \ll d$$

従つて電流流線は水平方向に向つて居り、等電位面は之に垂直であるから、

$$\int_0^{-h} J_x\,dZ \equiv J$$

とおき0.A点の電位を夫々ϕ_0、ϕ_Aとかくことにすれば

$$T = \frac{1}{B_x}\left[\int_0^{-h}(\phi_A - \phi_0)\,dZ + \frac{1}{\sigma}\int_0^{d} J\,d\chi\right]$$

$$= \frac{1}{B_x}\left[(\phi_0 - \phi_A)h + \frac{1}{\sigma}dJ\right] \qquad (5-4)$$

さてこの電流Jは、y方向に単位の長さをもち深さhの厚みをもつた海水内断面（図—5—2）参照）を流れる全流で、海底の地中（導電率σ'）を通つて帰還される。

このJの及ぶ深さは地中大体dの程度と考えられる。地底という外部抵抗R'を通つて電流J

が流れるために０Ａ間に電位差 $\phi_0 - \phi_A$ が生ずると見ることも出来るから、Ohmの法則により、

$$\phi_0 - \phi_A = JR' = J\frac{1}{\sigma_1}\frac{\alpha}{\alpha} = J\frac{1}{\sigma'}$$

$$\therefore J = \sigma'(\phi_0 - \phi_A) \qquad (5-5)$$

これを(4)に代入すると

$$T = \frac{h}{B_z}\left\{(\phi_0 - \phi_A) + \frac{\sigma'\alpha}{\sigma' h}(\phi_0 - \phi_A)\right\}$$

$$= \frac{h(\phi_0 - \phi_A)}{B_z}\left\{1 + \frac{\sigma'\alpha}{\sigma h}\right\} \qquad (5-6)$$

もし海底が全く非電導的（即ち $\sigma' \to 0$）ならば

$$T = \frac{h}{B_z}(\phi_0 - \phi_A)$$

又もし

$$\frac{\sigma'\alpha}{\sigma h} \ll 1$$

ならば

$$T \approx \frac{h}{B_z}(\phi_0 - \phi_A)$$

即ち、$\frac{\sigma'\alpha}{\sigma h}$ は海底が導電的であるための補正項の係数である。

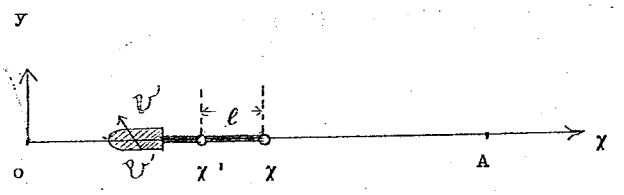
何れにせよ

$$T \propto \phi_0 - \phi_A$$

であることがわかる。

この補正項の係数 $\frac{\sigma'\alpha}{\sigma h}$ を求めるには次の２つの方法が考えられる。

(a) GEK観測の dataを用うる方法



図－5－3

船尾に２ケの電極 χ, χ' を引つぱつて（海面上）χ 軸上を航行すると、これらの間では次式で表わされる電位差が観測される。

$$\Phi\chi' - \Phi\chi = -\frac{1}{\sigma}\int_{\chi}^{\chi'} J_{0x}\,d\chi = -\frac{1}{\sigma}J_{0x}\ell \qquad (5-7)$$

何となれば船が速度U'で航行すれば$\overrightarrow{\chi\chi'}$は地球磁場に対して$U+U'$で運動することになる。従つて$\overrightarrow{\chi\chi'}$上に誘起される起電力は

$$\begin{aligned}&\left\{(U+U')\times B\right\}\cdot\overrightarrow{\chi\chi'}\\&=\left\{U\times B+U'\times B\right\}\cdot\overrightarrow{\chi\chi'}\\&=\left\{U\times B\right\}\cdot\overrightarrow{\chi\chi'}\\&(\because U'\parallel\overrightarrow{\chi\chi'})\end{aligned}$$

而るに$\overrightarrow{\chi\chi'}$上には海流のために次の電位差が存在している。(11)式参照)

$$\begin{aligned}\phi_{x'}-\phi_x&=\nabla\phi\cdot\overrightarrow{\chi\chi'}\\&=\left[U\times B-\frac{1}{\sigma}j\right]\cdot\overrightarrow{\chi\chi'}\\&=\left[U\times B\right]\cdot\overrightarrow{\chi\chi'}-\frac{1}{\sigma}j_0\cdot\overrightarrow{\chi\chi'}\end{aligned}$$

(ここにSuffix　0は表面(海の)における値であることを表わす)

従つて実測される(船上で)電位差はこれらを重畳せるものである。即ち、次の様に(5-7)式が得られる。

$$\begin{aligned}\Phi\chi'-\Phi_x&=\left\{U\times B\right\}\cdot\overrightarrow{\chi\chi'}+(P_{x'}-\phi'\chi)\\&=-\frac{1}{\sigma}j_0\cdot\overrightarrow{\chi\chi'}\\&=-\frac{1}{\sigma}J_{0x}\cdot\ell\cdot\end{aligned}$$

さて(5-7)

$$J_{0x}=\frac{\sigma}{\ell}(\Phi_x-\Phi_{x'})$$

特に潮流のみに注目することにすれば、その流速は海底の近く以外では深さに無関係と考えてもそう大きな誤りはないであろう。そうすればJxも亦海底近く以外では深さに無関係と考えてよろしい。

故に上式をOAを含む湾口断面πについて積分して

$$\iint_\pi J_x\,\alpha X\,\alpha Z=\frac{\sigma}{\ell}\iint(\Phi_x-\Phi_{x'})\alpha\chi\alpha Z$$

$$\therefore\int_0^d\alpha\chi\int_0^{-h}J_x\,\alpha Z=\frac{\sigma}{\ell}\int_0^{-h}\alpha Z\int_0^d(\Phi_x-\Phi_{x'})\alpha\chi$$

$$\therefore J\alpha=\frac{\sigma h}{\ell}\int_0^d(\Phi_{x'}-\Phi_x)\alpha\chi$$

上式右辺の積分はOA線(χ軸)上のGEK横断(湾口における)観測のdataより求まる。

今

$$\int_0^d(\Phi_{x'}-\Phi_x)\alpha\chi\equiv\chi$$

とおくと

$$J=\frac{\sigma h}{d\ell}\chi\qquad(5-8)$$

（５－５）式と（５－８）式とから

$$\frac{\sigma h}{\alpha \ell}\chi = \sigma'(\phi_0 - \phi_A)$$

$$\therefore\ \frac{\sigma' \alpha}{\sigma h} = \frac{\chi}{\ell(\phi_0 - \phi_A)} \qquad (5-9)$$

即ち補正項の係数は χ と $\phi_0 - \phi_A$ より求まる。

(b) O、A両点に於る検潮記録を用うる方法

潮流についての基礎方程式は

$$\begin{cases} \dfrac{D\mathfrak{V}}{Dt} + \dfrac{1}{\rho}\nabla P + \mathfrak{k} \times (f\mathfrak{V}) = \dfrac{1}{\rho}\cdot\dfrac{\partial \mathfrak{T}}{\partial Z} \\ \nabla \mathfrak{V} = 0 \end{cases} \qquad (5-10)$$

ここに $\dfrac{D}{Dt} = \dfrac{\partial}{\partial t} + u\dfrac{\partial}{\partial \chi} + U\dfrac{\partial}{\partial y} + W\dfrac{\partial}{\partial Z}$

ρ：海水密度

f：$2w\sin\varphi$　　（φ：緯度）

$\mathfrak{k}$：Z方向の単位ベクトル

$\mathfrak{T}$：海、潮流内応力

P：水圧

東京湾に於ては（５－１０）式の非線型項は他の項に比べて省略し得る。

何となれば潮汐波の波高、波長、周期を夫々 ζ, λ, T とすれば

$$W = \frac{\zeta}{T}$$

又連続の式より

$$\frac{\partial U}{\partial Y} \sim \frac{\partial W}{\partial Z}$$

$$\therefore\ \frac{|U|}{\lambda} \sim \frac{\zeta}{hT}$$

$$\therefore\ |U| \sim \frac{\lambda\zeta}{hT}$$

故に

$$\frac{\left|U\dfrac{\partial U}{\partial Y}\right|}{\left|\dfrac{\partial U}{\partial T}\right|} \sim \frac{\dfrac{\lambda\zeta}{hT}\cdot\dfrac{\zeta}{hT}}{\dfrac{\lambda\zeta}{hT^2}} = \frac{\zeta}{h}$$

東京湾では一般に（岸近く以外では）

$$\frac{\zeta}{h} \ll 1$$

故に非線型項は慣性項等に比べて省略し得る位小さい。

更に又、鉛直方向の加速度は極めて小さく（潮流内では）鉛直方向には静力学的な釣合の

状態にあると考えてよろしい。

何となれば運動方程式より

$$\frac{\partial V}{\partial t} \sim \frac{1}{\rho}\frac{\partial P}{\partial y}$$

$$\therefore \frac{\partial^2 V}{\partial t \partial Z} \sim \frac{1}{\rho}\frac{\partial^2 P}{\partial y \partial Z}$$

所が

$$\frac{\dfrac{\partial^2 W}{\partial t \partial y}}{\dfrac{\partial^2 V}{\partial t \partial Z}} \sim \frac{\dfrac{\zeta}{T^2 \lambda}}{\dfrac{\lambda \zeta}{T^2 h^2}} = \frac{h^2}{\lambda^2} \ll 1$$

$$\therefore \frac{\partial^2 W}{\partial t \partial y} \ll \frac{\partial^2 V}{\partial t \partial Z} \sim \frac{1}{\rho}\frac{\partial^2 P}{\partial y \partial Z}$$

従つて

$$\frac{\partial W}{\partial t} \ll \frac{1}{\rho}\frac{\partial P}{\partial Z}$$

故に基本の方程式（５－１０）－（５－１１）は χ、y 成分にわけて表わすと

$$\begin{cases} \dfrac{\partial u}{\partial t} + g\dfrac{\partial \zeta}{\partial \chi} - fV = \dfrac{1}{\rho}\dfrac{\partial \tau_\chi}{\partial Z} & (5-12) \\ \dfrac{\partial V}{\partial t} + g\dfrac{\partial \zeta}{\partial y} + fu = \dfrac{1}{\rho}\dfrac{\partial \tau_z}{\partial z} & (5-13) \\ h\left(\dfrac{\partial u}{\partial \chi} + \dfrac{\partial V}{\partial y}\right) + \dfrac{\partial \zeta}{\partial t} = 0 & (5-14) \end{cases}$$

O、Aを含む湾口の断面 π では $u=0$，　$\tau_x = 0$ と考えられるので、これらの式は

$$g\frac{\partial \zeta}{\partial \chi} - fV = 0 \qquad (5-12)'$$

$$\frac{\partial V}{\partial t} + g\frac{\partial \zeta}{\partial y} = \frac{1}{\rho}\frac{\partial \tau_y}{\partial Z} \qquad (5-13)'$$

$$h\frac{\partial V}{\partial y} + \frac{\partial \zeta}{\partial t} = 0 \qquad (5-14)'$$

(12)' を断面 π につき面積積分すれば

$$g\iint_\pi \frac{\partial \zeta}{\partial \chi}\,d\chi\,dZ = f\iint_\pi V d\chi\, dZ$$

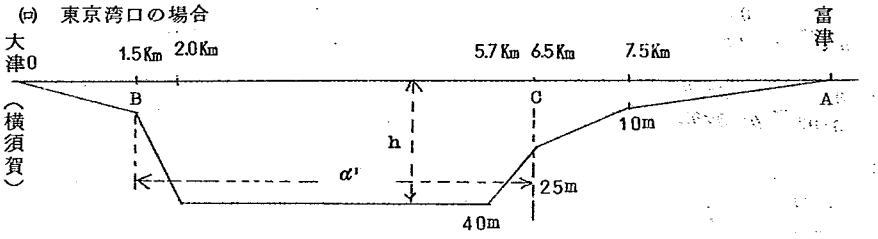
$$\therefore g\int_0^{-h} dZ \int_0^A \frac{\partial \zeta}{\partial \chi}\,d\chi = fT$$

$$\therefore T = \frac{gh}{f}(\zeta_A - \zeta_0) \qquad (5-15)$$

（５－６）式と（５－１５）式より

$$\frac{\sigma' \alpha}{\sigma h} = \frac{gB_x}{f} \frac{\zeta_A - \zeta_0}{\phi_0 - \phi_A} - 1 \qquad (5-16)$$

(ロ) 東京湾口の場合



図－５－４

我々が実験を行いつつある富津－大津（横須賀市内）を含む断面は図－５－４に示される様な形をもち、潮流の流速は大津より 1.5 Km～ 6.5 Kmの深い矩形状の部分を除けば極めて小さいことが知られて居る。

従って

O点とB点とは殆んど等電位　即ち　$\phi_0 \approx \phi_B$

A点とC点とは殆んど等電位　即ち　$\phi_A \approx \phi_C$

と考えられる。

故に（５－６）式にあたる式として

$$T = \frac{h(\phi_B - \phi_C)}{B_x}\left[1 + \frac{\sigma' \alpha'}{\sigma h}\right]$$

$$= \frac{h(\phi_0 - \phi_A)}{B_x}\left[1 + \frac{\sigma' d'}{\sigma h}\right] \qquad (5-17)$$

を得る。

尚（５－９）（５－１６）式にあたる式としても同様に

$$\frac{\sigma' \alpha'}{\sigma h} = \frac{\chi}{\ell(\phi_0 - \phi_A)} \qquad (5-18)$$

$$= \frac{gB_x}{f} \frac{\zeta_A - \zeta_0}{\phi_0 - \phi_A} - 1 \qquad (5-19)$$

5.－2. 東京湾々口における流量測定

5－2－1. 観測方法および設備

さきにも若干ふれたけれども、われわれが観測をおこなつたのは、図－5－4および図－5－5にしめされている通り、東京湾口の横須賀市大津と千葉県富津を結ぶ個所である。ここには電々公社の海底ケーブルが埋設されておりこれを利用させていただいた。

富津と大津に電極をうめ、海底ケーブルをつかつて富津側でこの二地点間に生ずる電位差を連続記録した。このダイグラムを図－5－6にしめす。

観測に用いた電極、フイルター、増巾器などの詳細を次に述べる。

(イ) 電　極

使用された硫酸銅電極の構造は図－5－7に示された通りである。尚電極の温度特性は次の Obata の実験結果から類推される。(Obata Proc Phy Math Soc Jap 2　223　1920)

即ち、次の如き電池の電圧の温度特性は図－5－8に示される。

$$Cu\ amalgum \mid Cu\ So_4\ 5H_2O(Sat)+Hg_2So_4 \mid Hg$$

$$E(t)=0.3497-000635(t-20)-24\times10^{-6}(t-20)^2$$

電極は何れも地中約50～100cmの深さに埋められてあり両地点間の温度差が大きく変ることはないものと考えられるので温度変化による電位差測定の誤差は無視し得るものと考えられる。

(ロ) フイルター

海底ケーブル陸揚地点が京浜急行電鉄の電車線路に近いため、その近くの海岸に埋められて居る電極(大津側電極)と富津電極との間に電位差にも当然電車帰還地電流等に基づく雑音が入つて来る。これをフイルターするために図－5－9に示される様な電気的低域濾波回路が取つけられていて増幅器にはこの様な雑音が入らない様に工夫されて居る。尚同図内にフイルターの周波数特性を示してある。

(ハ) 増幅器

回路図は図－5－10に示されている。この回路は入力信号のみに注目する時には、図－5－11の等価回路でおきかえられる。

今回路についての諸量を次の様に表わすことにする。

V'　V''：電子管

S'　S''：〃　V', V'' の Trans conductance

R'　R''：〃　Internal resistance

e_a', e_a''：〃　の Grid、Cathode 間 resistance

e_g'　e_g''：〃　の Grid Cathode 間 resistance

i_a', i_a：〃　の Anode Current

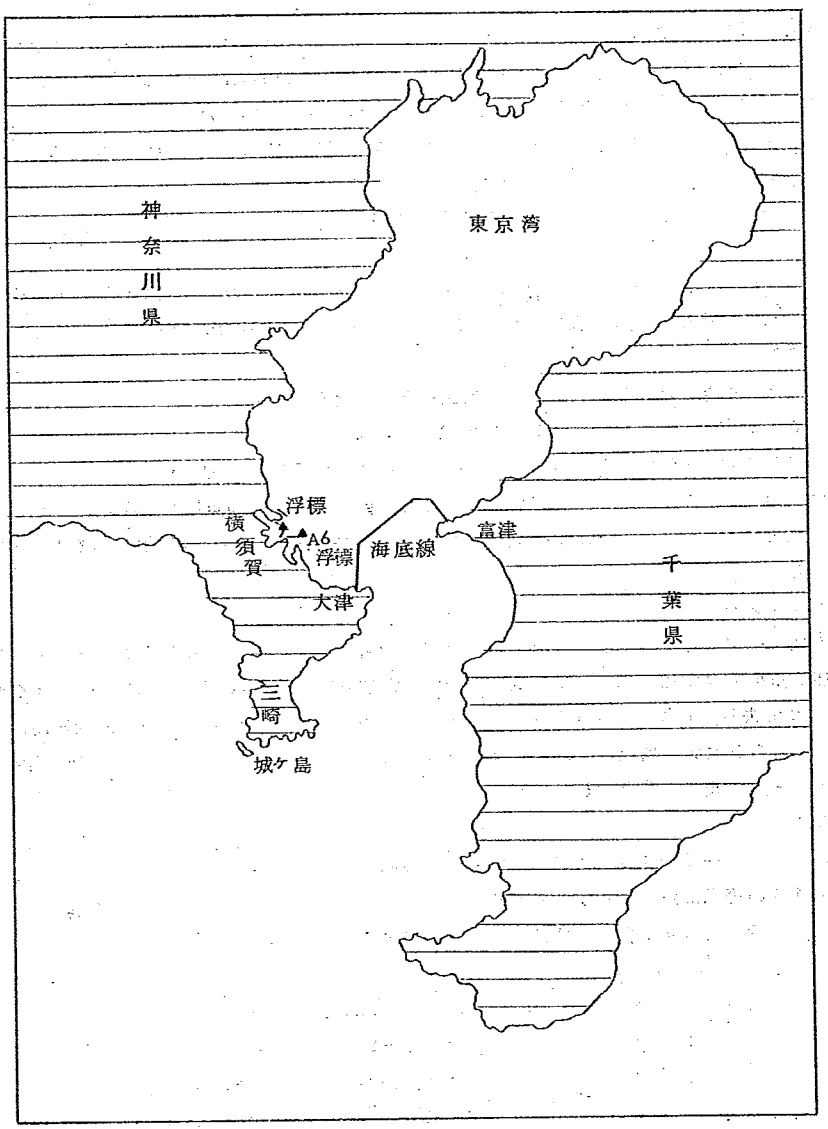
a　：Recorder　の Internal resistance

e　：Signal　(信号入力電位差)

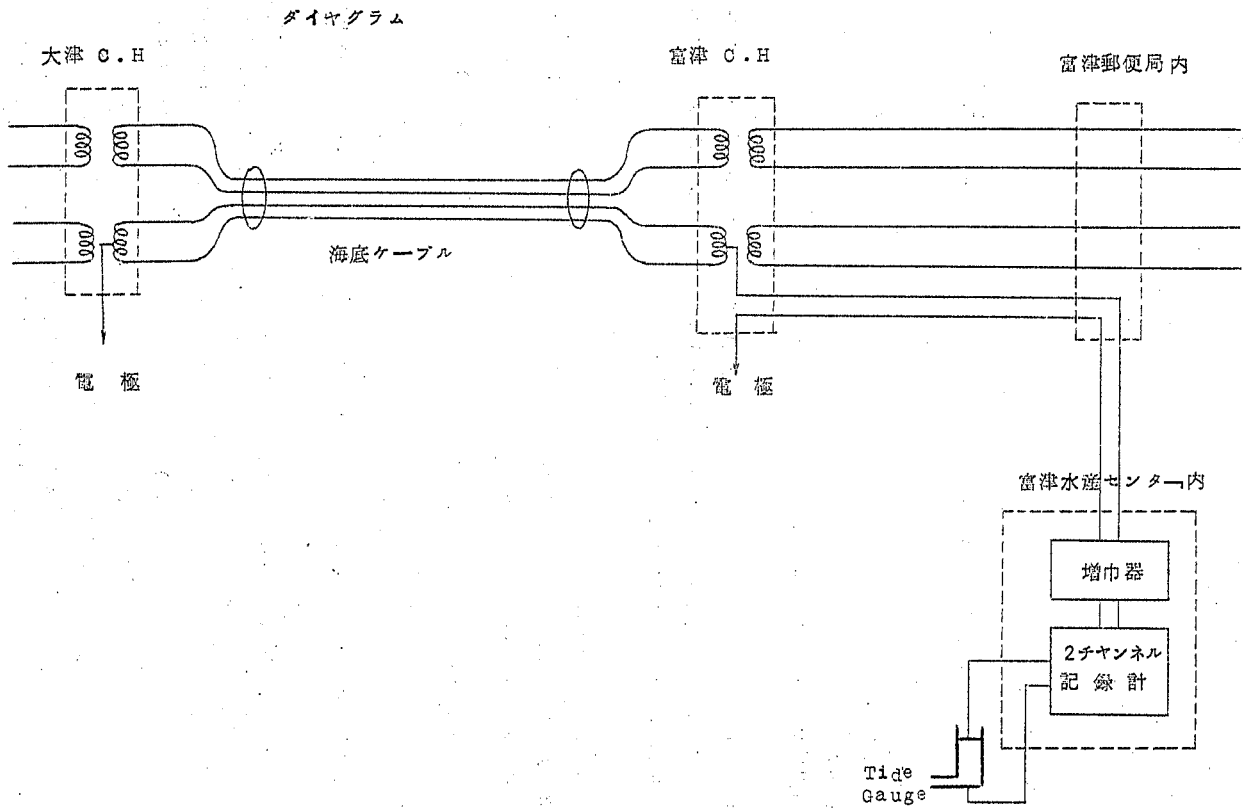
これらの間には次の関係式が成立する。

$$e_g' = e_1 - (ia' - i_2)R$$

本州東部



図—5—5


ダイヤグラム
大津 C.H
富津 C.H
富津郵便局内
海底ケーブル
電 極
電 極
富津水産センター内
増巾器
2チャンネル
記 録 計
Tide
Gauge

図—5—6

$$e_s'' = -(i_s'' + i_2)R$$

$$e_s' = -(i_s' - i_2)R$$

$$e_s'' = -(i_s'' - i_2)R$$

$$(i_s' + i_2)R - (i_s'' + i_2)R = i_2 \mathcal{R}$$

$$i_s' = S' e' g + \frac{e_s'}{R'}$$

$$i_s'' = S'' e'' g + \frac{e_s''}{R''}$$

これらを整理して次式を得る

$$i_2 = \frac{S'(R+R''+SRR'')}{\mathcal{R}(R+R'+SRR')(R+R''+SRR'')+(R+R'+SRR')+(R+R''+SRR'')} e_1$$

即ち

$$i_2 \propto e_1$$

(ニ) 記録計

品川製作所2－Channel 記録電流計（打点式±25 μA）

(ホ) 電 源

平時には商用100V 50%（AC）電源を用いて居るが停電時にはAC－relayの働きで24V蓄電池で作動するインバーターから100V 50%を供給される仕組になつて居る。Wiring diagramを図－5－12に示す。

5－2－2 実測上の諸問題

測定断面を流れる流量Tと両岸に生ずる電位差（$\phi_0 - \phi_A$）とのあいだには、もし断面形状が長方形であるときには式（5－6）でしめされたように

$$T = \frac{h}{B_z} \cdot \left(1 + \frac{\sigma' d}{\sigma h}\right)(\phi_0 - \phi_A) \qquad (5-6)$$

$$= K \cdot (\phi_0 - \phi_A) \qquad (5-6)'$$

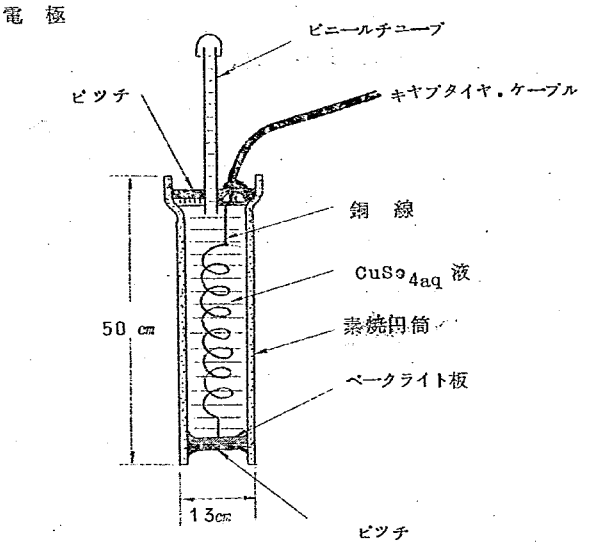
の関係がある。ここでhは水深、B_z：地磁気の垂直成分、σ σ' はそれぞれ海水、海底物質の導電率、dは海流の巾である。

（5－6）式は、断面形状が長方形のときにのみ成立するであるけれども、一般に海のように巾の広い断面をしているときには、おおまかにいつてこれを長方形で近似してもよい。周辺部では長方形というよりも楕円又は三角形で近似されうるが、この部分では流速流量共に少ないことが多い。したがつて、（5－6′）式のように場所によつてことなる定数をKとして流量と電位差間の関係をあらわすことができる。Kは断面の形状、地磁気、海水海底の導電率、流れの形などできまつてくる常数である。

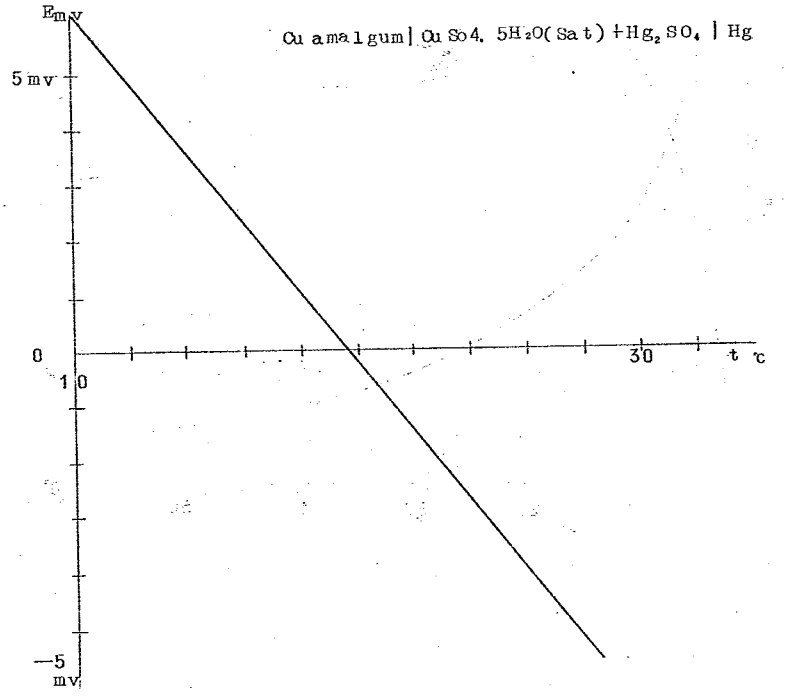
精度よく流量をうるには、このKの値を精度よく求めること、さまざまな原因にもとづいて入つてくる雑音を処理することの二点が問題となるのである。この二点の処理方法についてのべよう。

(イ) 流量換算係数の決定

（5－6）′ 式の形であらわされたKを求めておけば電位差を流量に逆算することは可

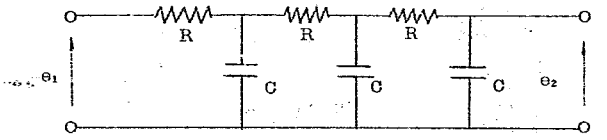

電 極
ビニールチューブ
ビツチ
キヤブタイヤ・ケーブル
銅 線
CuSo4aq 液
素焼円筒
ベークライト板
50 cm
13cm
ビツチ

図－5－7


Cu amalgum | Cu So4. 5H2O(Sat) + Hg2 SO4 | Hg
Em V
5 mv
0
10
30
t ℃
−5
mv

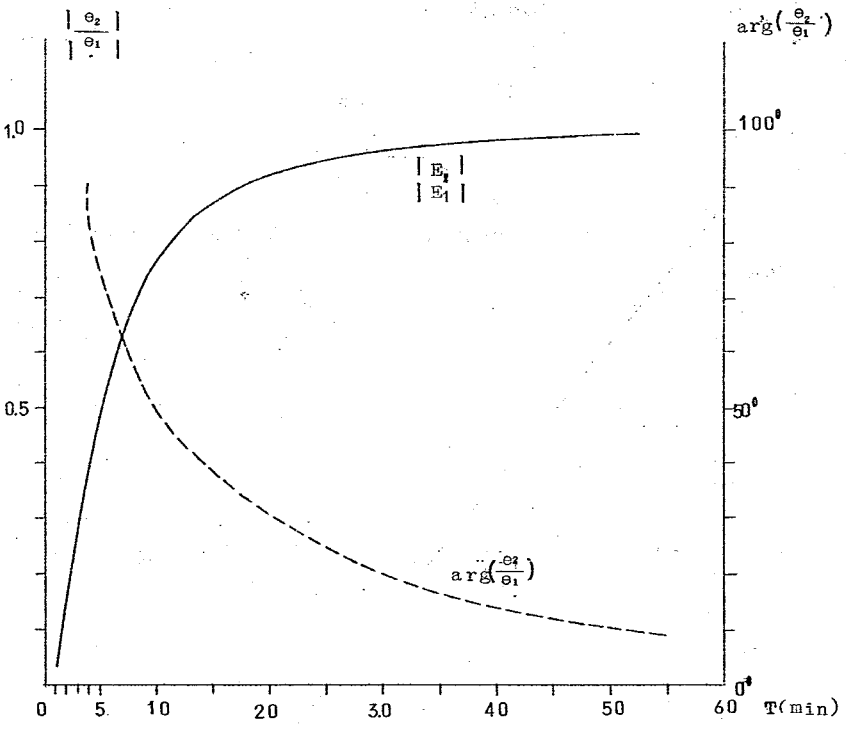
図－5－8

図－5－9

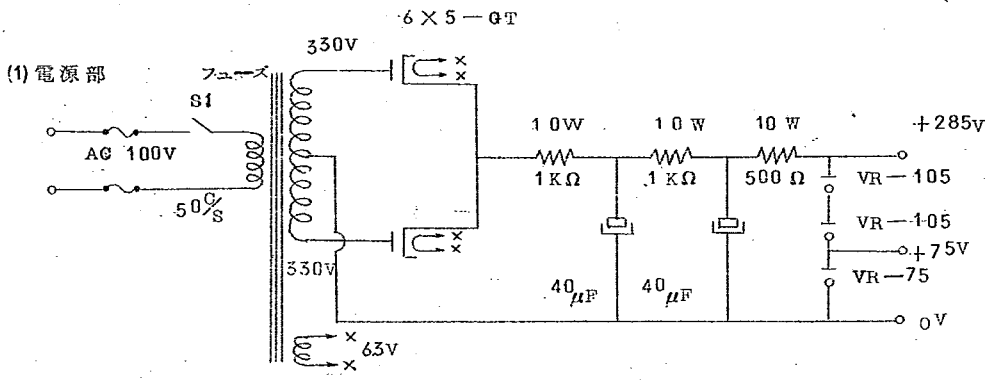


$R = 2M\Omega$

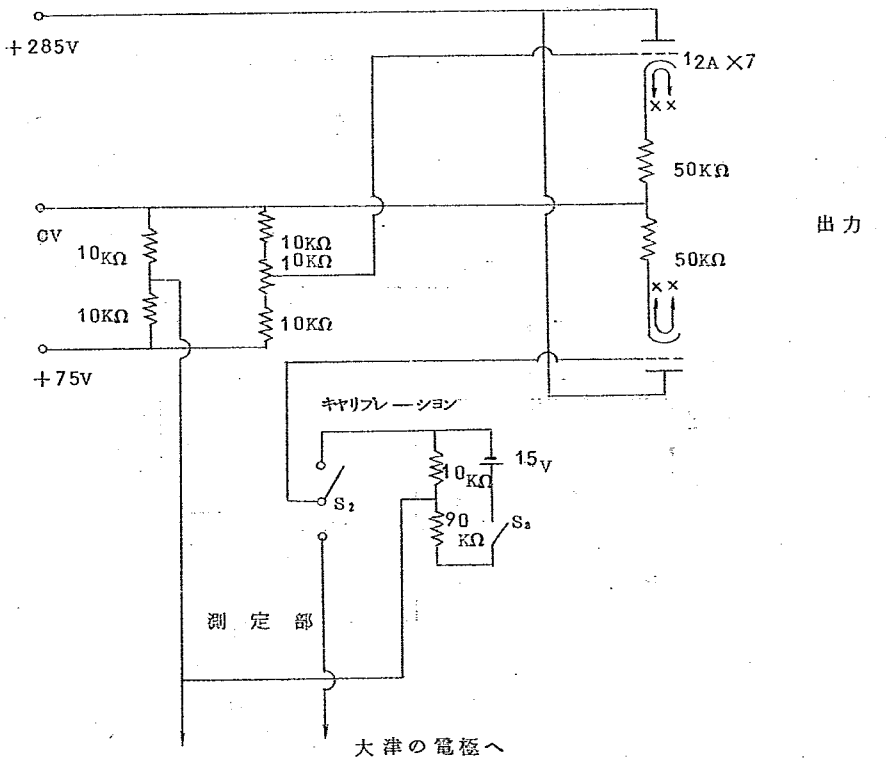
$C = 8\mu F$



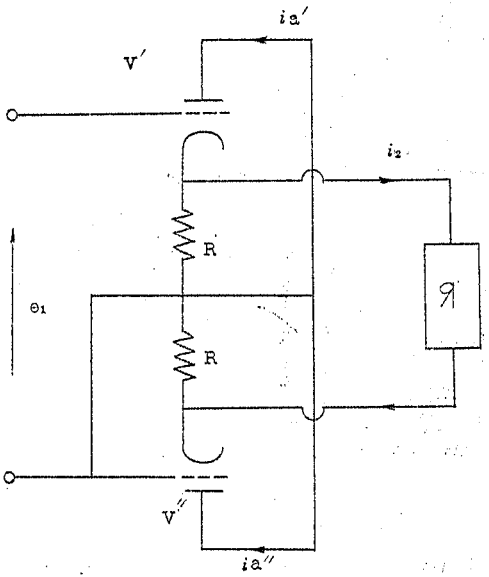
図－5－10　　回　路　図

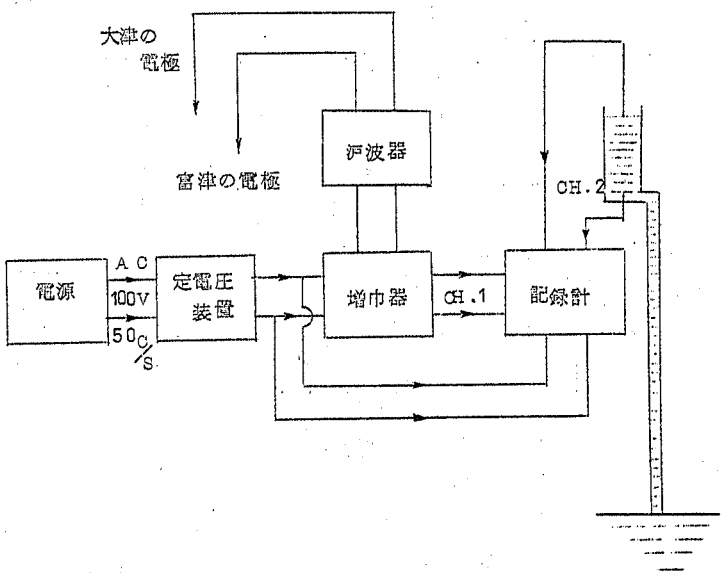


(2) 増巾部

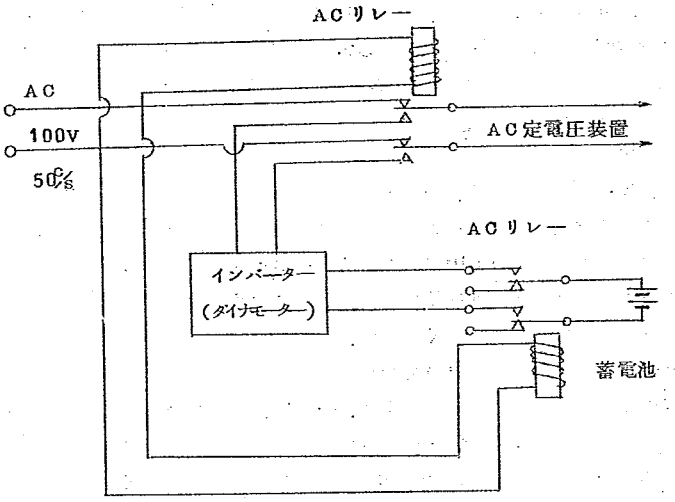


図－5－1-1　増巾器等価回路





電　源



図－5－12

能である。Kの値を電位差法とは別個の方法によつてもとめた流量観測値を利用することによつてもとめうるのであり、その二つの方法を流量測定原理の項で概説しておいた。湾口両岸の距離は１０Ｋｍのオーダーであるから例えばＧＥＫなどによつて流量をもとめても精度をあげることはかなりむずかしいし、また多額の費用を要することになる。したがつて、5.2.3および5.2.4.においては、湾内各所にある検潮所の潮位記録を利用してKの値をきめた。最初のきめ方は、のちに詳述するけれども、東京湾沿岸各地の検潮所記録から或る時間内に湾内へ流出入する潮流の総量を求め、それと同じ時期における電位差の潮流分の積分値を比較することによつてもとめる。

次に採用した方法は、検潮記録を調和分析して東京湾内の潮の挙動をもとめ、流量測定断面でのもつとも確からしい潮位変動をもとめる。たとえばＭ₂分潮についてこのようなことをおこなう。ついで、電位差記録をも調和分析しておなじＭ₂分潮に相当するものをとりだし、この二つの記録を比較することによつてKを決定する。

(ロ) ノイズの除去

例として、図－５－１３(1)は、一測定例をあげる。

これは富津での潮位記録、富津－大津間に生じた電位差記録をしめしている。潮位変動にもとづく電位差変動に、他の原因にもとづく変動が重畳されている。他の原因の一つは人為的なものであり、この例では横須賀側電極の近くを通る京浜急行電鉄よりの迷走地電流と考えられた。これの影響をのぞくために、電極を大津よりさらに南の走水にうつした。

他のもう一つの原因は、地磁気の変動にもとづいている。

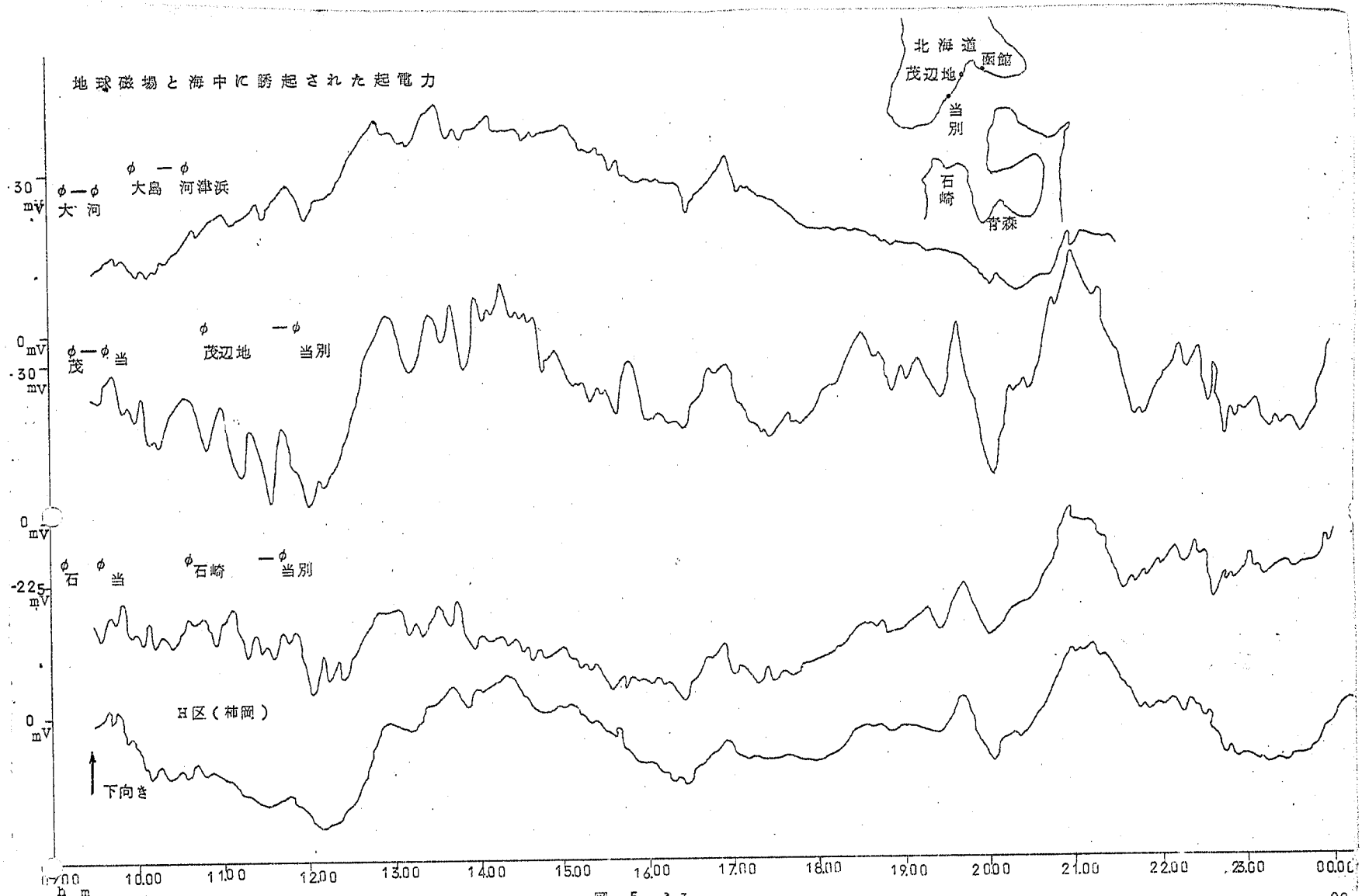
地球磁場の変動等によつて生ずる電場は、一般に、地磁場静穏日には数MV／Km程度であるが、磁気嵐に際しては１００MV／Kmを越えることがある。そしてそれらの周期は極めて短かい所から１日周期又はそれ以上に迄も及んでいる。これを除くために、記録変換器を利用した。トレーサーといわれる器械に記録紙をかけ、一定速度（２０cm／minまたは４０cm／minに切換可能）でそれをうごかしておく。

一方トレーサー上のツマミに指をかけ、その先端で記録された曲線を追跡するとその回転軸にとりつけられたLow Torque Potentiometerの抵抗値が曲線の０点からの〃フレ〃に比較して変化する。このPotentiometerの抵抗値変化をそれに比例する電圧変化に変換する。この電圧の変化を電気濾波器にかけてその出力を記録計にかける。かくする事により不要なNoiseを除去する事が出来る。以上が記録変換器の原理である。

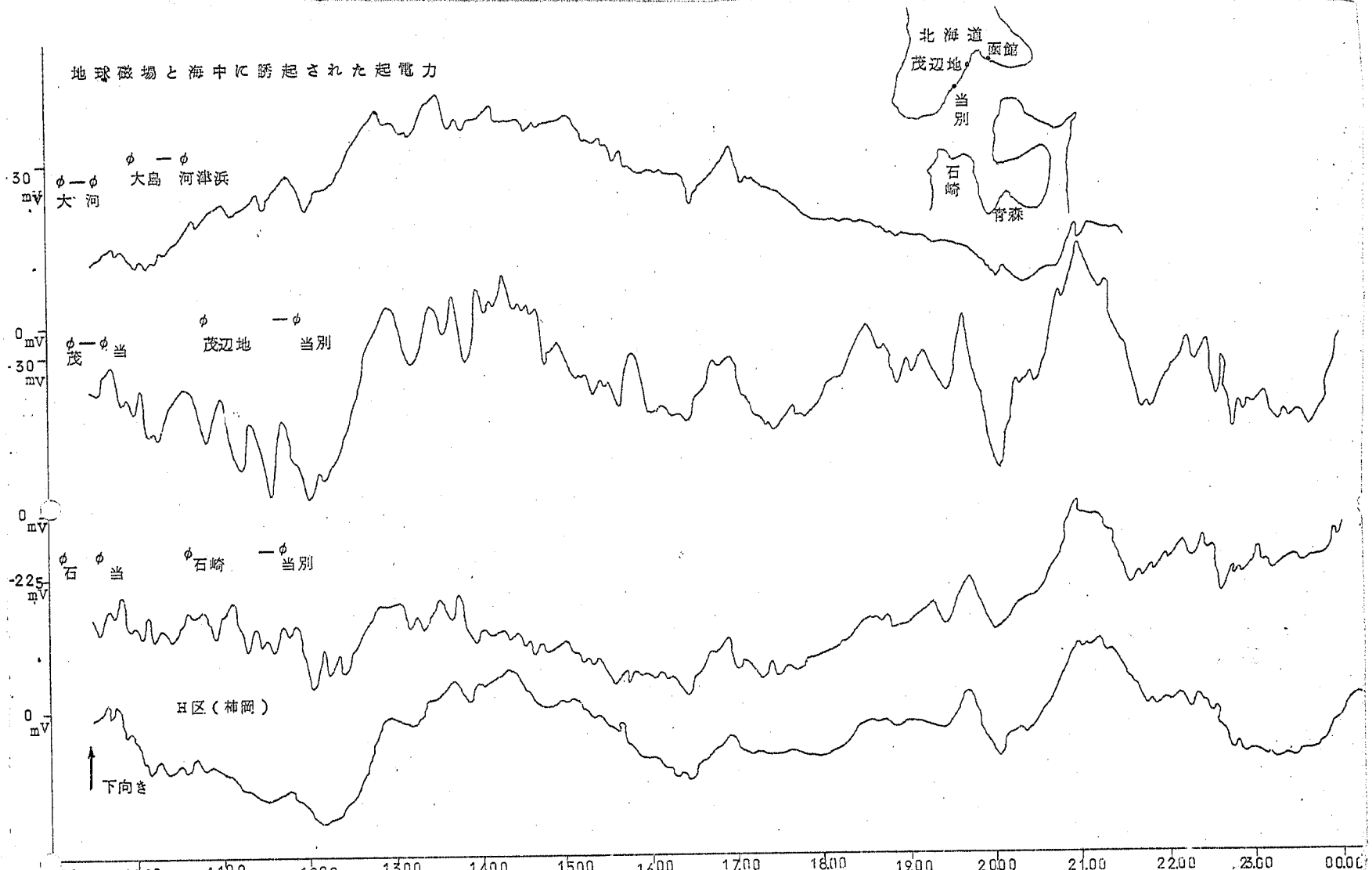
さらにもう一つの磁気嵐を除去する方法として、測定地点から少し離れてはいるが決して遠くはない場所で、両岸の測定地点を結ぶ線と同方向に測つた電位差は、信号から地磁気変動にもとづくノイズをフイルターするために役立つであろう。例えば図－５－１３(2)を見ると、津軽海峡をはさんで測つた電位差$\phi_{石崎}-\phi_{当別}$と$\phi_{当別}-\phi_{辺地}$とが、地磁気変動による成分間にきわめてよいcoherenceをもつていることがうかがわれるからである。

５－２－３　実測例１　昭和３６年９月、昭和３６年１１月。

この場合、Kの決定には、湾内に流出入した流量を潮位記録よりもとめておこなつた。以下にその内容を記す。


地球磁場と海中に誘起された起電力
北海道
函館
茂辺地
当別
石崎
青森
30 mV
φ—φ 大河
φ —φ 大島 河津浜
0 mV
-30 mV
φ—φ 茂
φ —φ 茂辺地 当別
0 mV
-225 mV
φ石 φ当
φ石崎 —φ当別
0 mV
H区（柿岡）
下向き
10.00
11.00
12.00
13.00
14.00
15.00
16.00
17.00
18.00
19.00
20.00
21.00
22.00
23.00
00.00
h m
1959年11月14日

図—5—13


地球磁場と海中に誘起された起電力
北海道
函館
茂辺地
当別
石崎
宵森
φ — φ
大島 河津浜
φ—φ
大 河
30 mV
φ — φ
茂辺地 当別
φ—φ 当
茂
0 mV
-30 mV
φ φ φ φ
石 当 石崎 当別
0 mV
-225 mV
H区（柿岡）
0 mV
下向き
10.00
11.00
12.00
13.00
14.00
15.00
16.00
17.00
18.00
19.00
20.00
21.00
22.00
23.00
00.00
h m
1959年11月14日

図—5—13

(イ) 東京湾の潮汐

第５－１４図にϕ富津ϕ走水、ζ久里浜、ζ横浜、ζ川崎、ζ東京、ζ千葉ζ長浦ζ才２海堡の１９６１年９月１０日－１２日に及ぶrecordを示してある。尚ζ第２海堡が途中で切れて居るのは、故障のため機能が停止したからである。第５－１４図には更に$(\frac{\delta\zeta}{\delta t})$才２海堡をも示してある。ここに$\zeta$は潮位を表わす、次に第５－１５図に１９６１年１２月２３日－２５日のϕ走水ϕ第２海堡、ζ第２海堡、ζ東京、ζ千葉、ζ長浦及びζ長浦及びζ布良並びに$(\frac{\delta\zeta}{\delta t})$才２海堡を示してある。ここで第５－１４図に示した$\zeta$東京、$\zeta$長浦が共に他地点のそれらより甚だしくPhaseがずれて居り、東京におけるζ東京の如きは途中からその振幅も他に比べて急に減少している事から、これらの地点では導水管閉塞等の故障が起つているらしいことが看取される。従つてこれらは有効なdataとは考えないことにする。実際他の時期におけるこれらのdataの間の関係をしらべて見ても、このように甚だしくPhaseがずれて居る場合は、障害時以外には見当らない、水位計のdataもその保守－特に導水管の閉塞がおこつていないかどうか確かめる事が注意深く行なわれていないと信頼できない事が分る。

さてこれらの図から

(i) 第２海堡以北の東京湾内では少くとも潮汐は殆んど同位相である。

(ii) 潮汐の振幅（潮差）は湾内深く入る程大きい。

(iii) $(\frac{\delta\zeta}{\delta t})$第２海堡と$\phi$走水$\phi$富津とは同位相である。

等のことが知れる。

ϕ走水ϕ富津がこれら地点（走水、富津）を結ぶ断面に於ける流速の平均値を代表する如き量であるから、東京湾のこの部分の潮汐は大体定常波である事が分る。従つてϕ走水ϕ富津の潮流に対する０点（即ち地電流、電極の接触電位差にもとづく０点のずれや、もし東京湾口に恒流があればそのためのずれをさしひいた０点）は

$$(\frac{\delta\zeta}{\delta t})_{第２海堡}=0 \qquad (5-21)$$

の点より求まる事が知れる、第５－１４図及び第５－１５図に於ては、この方法でϕ走水ϕ富津の潮流に対する零点が求められている。

(ロ) 定数Kの決定

或時刻t_1、及びt_2に於ける湾内或点の潮位を夫々ζ_1、ζ_2とすれば、この間に湾内へ流れこんだ流量の総和は

$$\int_{t_1}^{t_2} T\,dt=\iint_{東京湾}(\zeta_2-\zeta_1)\alpha\chi\alpha y \qquad (5-22)$$

で表わされる。

而して第５－１４図、第５－１５図より考えて、東京湾の走水－富津以北の部分の潮汐は、第５－１６図に示されるⅠ、Ⅱ、Ⅲの３つのブロックに分けて研究する事が許され夫々のブロックの代表点として

Ⅰブロックでは　　東京又は千葉

Ⅱブロックでは　　横浜、川崎又は長浦

Ⅲブロックでは　　横須賀或は近似的に第２海堡

を取つてもそんなに大きなerrorは生じないであろう事が想像される。

勿論湾内の潮汐（特に走水－富津以上に於ける）が定常波的である事がその考えの底にあるわけである。

今、Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ各ブロックの面積を夫々$S_{Ⅰ}$、$S_{Ⅱ}$、$S_{Ⅲ}$とすれば（５－２２）式は

$$\int_{t_1}^{t_2} T^2 \cdot dt = S_{Ⅰ}\left[\zeta_{Ⅰ}\right]_{t_1}^{t_2} + S_{Ⅱ}\left[\zeta_{Ⅱ}\right]_{t_1}^{t_2} + S_{Ⅲ}\left[\zeta_{Ⅲ}\right]_{t_1}^{t_2} \qquad (5-23)$$

とかき直される

一方(4)式より

$$\int_{t_1}^{t_2} T \cdot dt = \int_{t_1}^{t_2} K\left(\phi_{走水} - \phi_{富津}\right) \cdot dt \qquad (5-24)$$

(7)式と(8)式とから

$$K\int_{t_1}^{t_2}\left(\phi_{走水}\phi_{富津}\right)\cdot dt = S_{Ⅰ}\left[\zeta_{Ⅰ}\right]_{t_1}^{t_2} + S_{Ⅱ}\left[\zeta_{Ⅱ}\right]_{t_1}^{t_2} + S_{Ⅲ}\left[\zeta_{Ⅲ}\right]_{t_1}^{t_2}$$

$$\therefore \quad K = \frac{S_{Ⅰ}\left[\zeta_{Ⅰ}\right]_{t_1}^{t_2} + S_{Ⅱ}\left[\zeta_{Ⅱ}\right]_{t_1}^{t_2} + S_{Ⅲ}\left[\zeta_{Ⅲ}\right]_{t_1}^{t_2}}{\int_{t_1}^{t_2}\left(\phi_{走水}\phi_{富津}\right)\cdot dt} \qquad (5-25)$$

この様にして求めたKを次に示す。

① １９６１年９月１０日、$12_h00 - 17_h00$

Station	$\zeta_{12.00}$ cm	$\zeta_{17.00}$ cm	$\triangle\zeta$ cm	$\int_{12.00}^{17.00} T\cdot dt$	$\int_{12.00}^{17.00}(\phi_{走}-\phi_{富})dt$	K $m^3/mv\cdot sec$
久里浜	82	188	106			
第2海堡	80	212	132			
ヨコハマ	112	258	146	$1,470\times10^6$ m^3	385,000 mv·sec	3.82×10^2
カワサキ	105	253	148			
チバ	53	214	161			

② １９６１年９月１０日、$19_h00_m - 23_h00$

Station	$\zeta_{19.00}$ cm	$\zeta_{23.00}$ cm	$\triangle\zeta$ cm	$\int_{19.00}^{23.00} T\cdot dt$ m^3	$\int_{19.00}^{23.00}(\phi_{走}-\phi_{富})\cdot dt$ mv·sec	K $m^3/mv\cdot sec$

久里浜	178	97	81			
第2海堡	200	104	96			
ヨコハマ	250	138	112	1.10×10^{9} m³	2.70×10^{5}	4.08×10^{3}
カワサキ	244	134	110			
チバ	204	82	122			

③ 1961年12月24日、00_h00-07_h00

Station	$\zeta_{00.00}$ cm	$\zeta_{07.00}$ cm	$\triangle\zeta$ cm	$\int_{00.00}^{07.00}T\cdot dt$ m³	$\int_{00.00}^{07.00}(\phi_{走水}-\phi_{第2海堡})dt$ mv·sec	K m³/mv·sec
第2海堡	34	200	166			
東京	45	238	193	1.81×10^{9} m³	4.19×10^{5}	4.31×10^{3}
ナガウラ	−40	145	185			

④ 1961年12月24日、07_h00-12_h00

Station	$\zeta_{07.00}$ cm	$\zeta_{12.00}$ cm	$\triangle\zeta$ cm	$\int_{07.00}^{12.00}T\cdot dt$	$\int_{07.00}^{12.00}(\phi_{走水}-\phi_{第2海堡})dt$ mv·sec	K m³/mv·sec
第2海堡	200	123	77			
トウキヨウ	238	130	108	9.40×10^{8}	2.30×10^{5}	4.09×10^{3}
ナガウラ	145	49	96			

⑤ 1961年12月24日、18_h00_m-25日、00_h30_m

Station	$\zeta_{18.00}$ cm	$\zeta_{00.30}$ cm	$\triangle\zeta$ cm	$\int_{18.00}^{00.30}T\cdot dt$ m³	$\int_{18.00}^{00.30}(\phi_{走水}-\phi_{第2海堡})dt$ m³ mv·sec	K m³/mv·sec
第2海堡	206	42	164			
トウキヨウ	246	54	192	1.81×10^{9}	4.72×10^{5}	3.84×10^{3}
ナガウラ	150	−34	184			

さて、③、④、⑤例のKの平均値は①、②のそれよりもやや大きいが大差はない、これは第2海堡－富津間の流量が小さいことを示すもので、さればこそ走水－第2海堡間についても第1次近似として（5－25）式を用い得る（但し同式右辺の分母としては$\phi_{走水}-\phi_{第2海堡}$を用うる）次第である。

①、②例に於けるKの平均を求める事により走水－富津間では大体

$$K = 4.0\times10^{3}\ m^3/mv\cdot sec$$

③、④、⑤例で得られたKの平均を求める事により走水－第2海堡間では大体

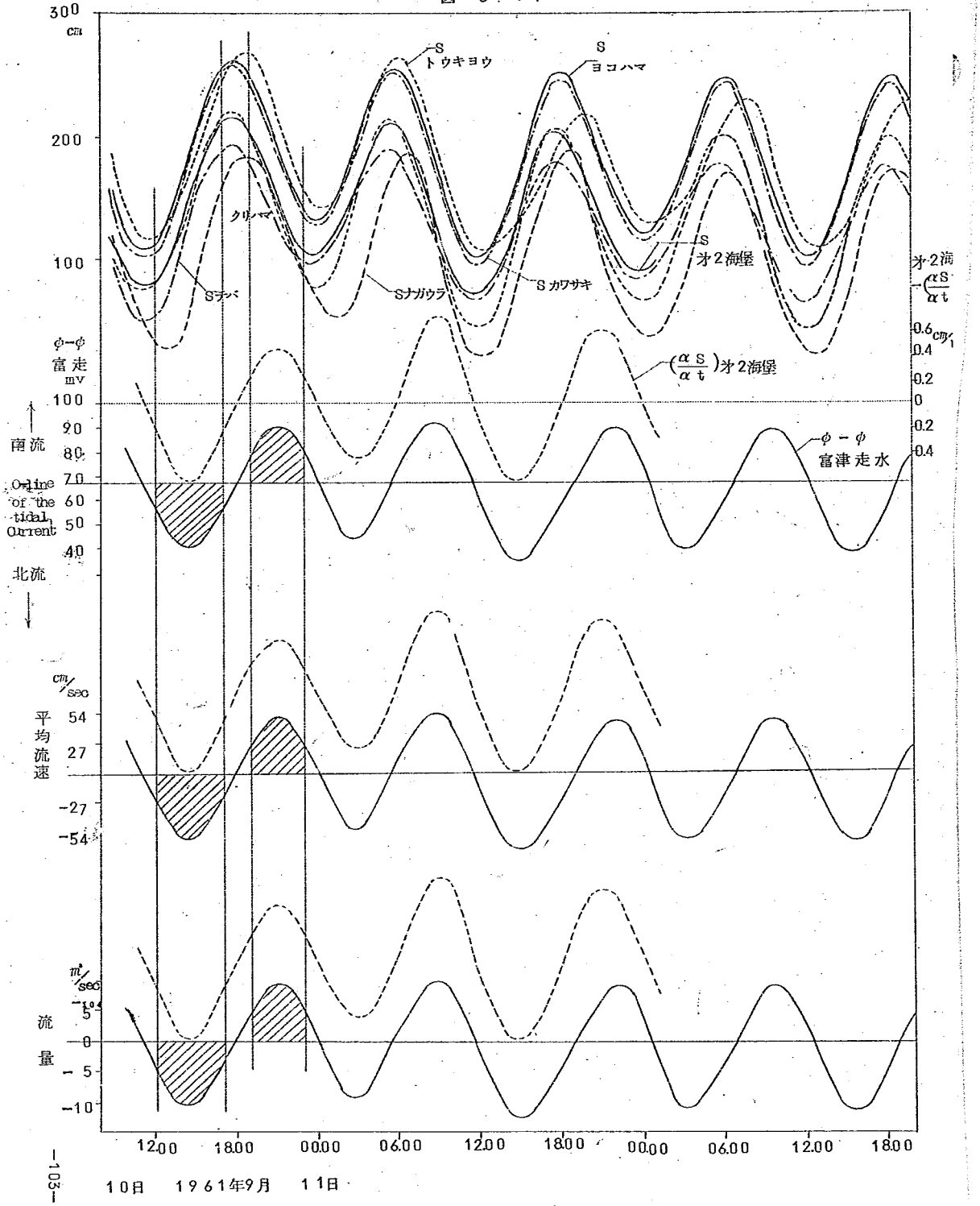
$$K = 4.1\times10^{3}\ m^3/mv\cdot sec$$

と考えられる。

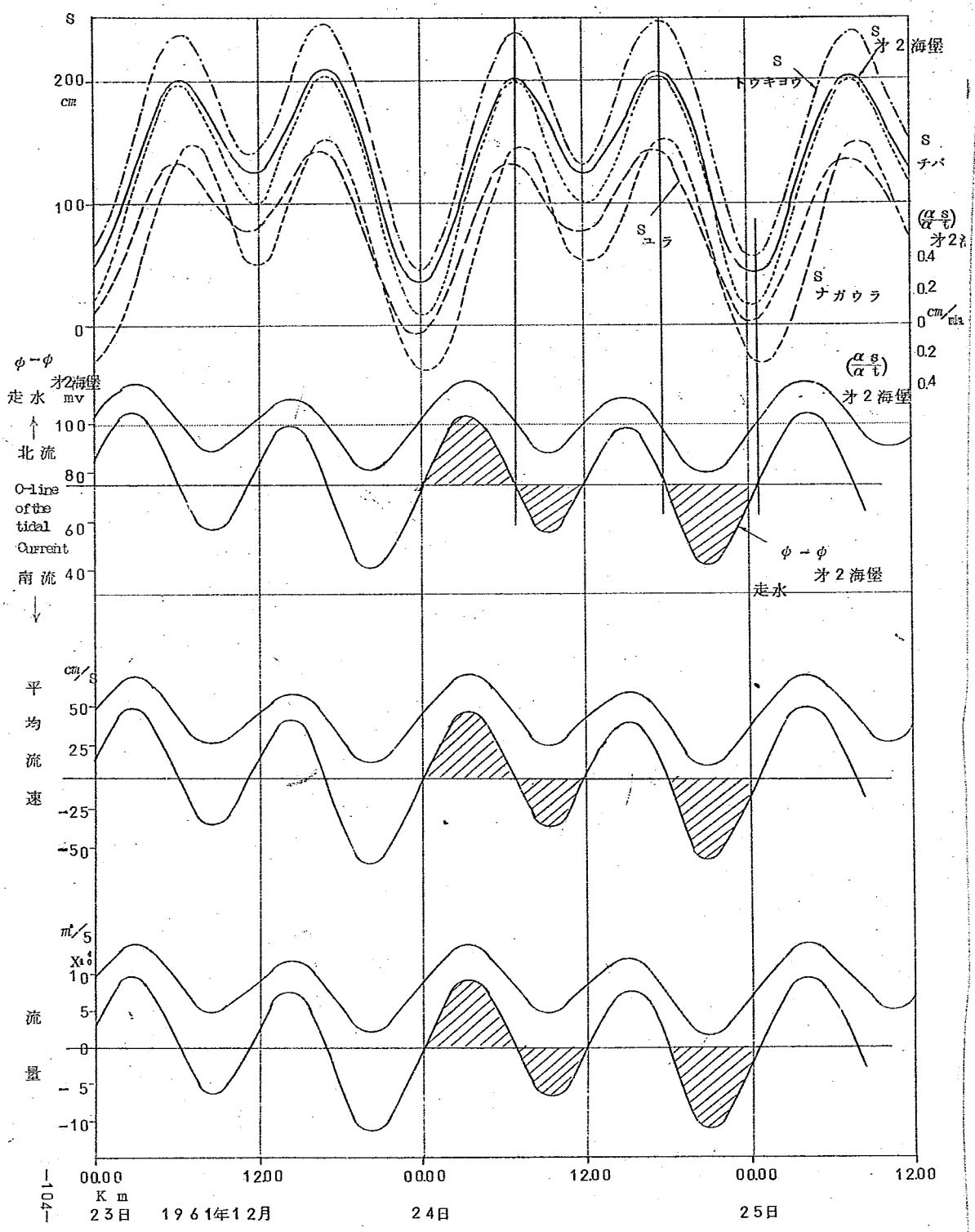
第5－14図、第5－15図にはこれらのKを用いて電位差測定値より求めた流量をも目盛つてある。

次にこの流量を{走水－富津 / 走水－第2海堡}を結ぶ湾の鉛直断面の面積{1.85×10^{5} / 2.00×10^{5}} m^2でわ

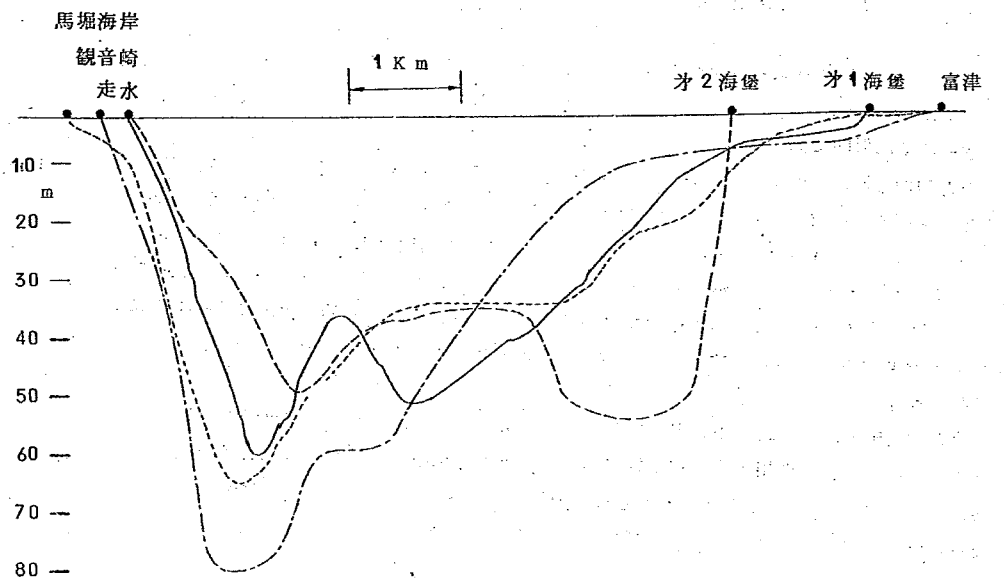
図－5－14

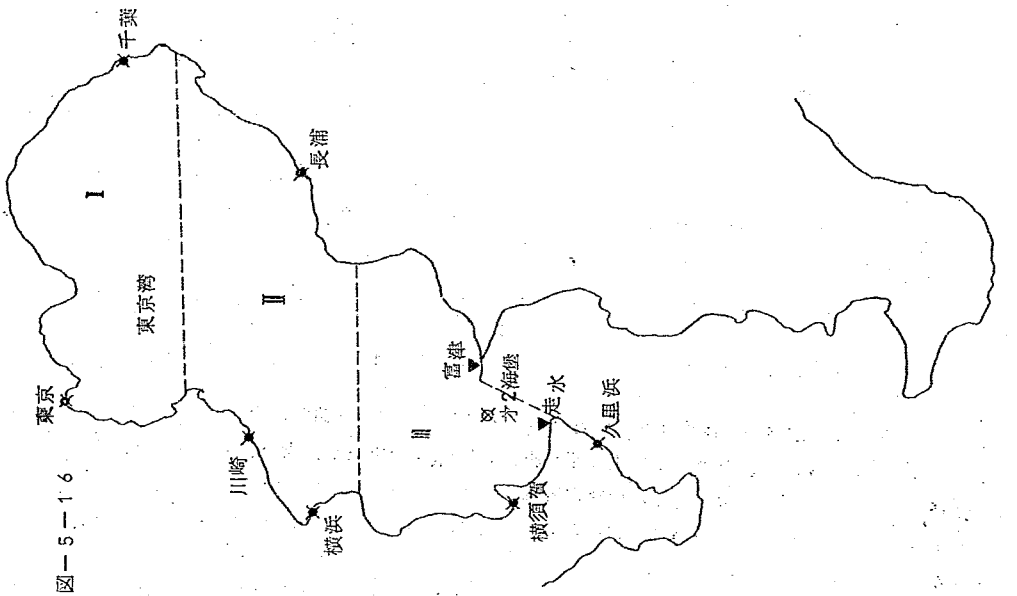


10日　1961年9月　11日


S
200
cm
100
0
S
オ2海堡
S
トウキョウ
S
チバ
S
ユラ
S
ナガウラ
(∂s/∂t)
オ2海堡
0.4
0.2
0
cm/min
0.2
0.4
φ－φ
走水
オ2海堡
mv
100
80
60
40
北流
0-line
of the
tidal
Current
南流
(∂s/∂t)
オ2海堡
φ－φ
オ2海堡
走水
cm/s
平均流速
50
25
-25
-50
m³/s
Xio⁴
流量
10
5
0
－5
-10
00.00
12.00
00.00
12.00
00.00
12.00
Km
23日
1961年12月
24日
25日

図－５－１７　東京湾断面図





図－５－１６

ればそこの平均流速が求まる。これをも夫々第５－１４図及び第５－１５図に目盛つてある。尚これら測定地点を通る湾の鉛直断面の形状や大きさは第５－１７図に示されている。

(ｲ) 以上の結果をかえりみると次のようなことがいえる。

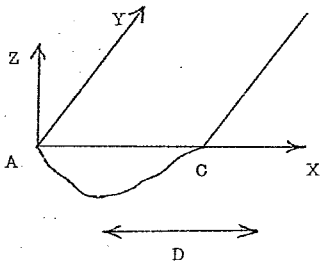
1961年9月、走水一富津間で測定された電位差から求めたKも１９６１年１２月、走水一第２海堡間で測られた電位差から求めたKも少くとも±１０％位の誤差を含み得るものと想像され、従つてこのKと電位差とを用いて得られる流量は少くとも１５％位の誤差を含み得るものと考えられる。この誤差を少くするには更に精密にTを求めることと更に多くのKを求めて統計的にKを求めることによつてその精度を上げる事が必要である。この方法の第一の特長は高潮等の来襲に際し、時々刻々に変化する流量を知り得ることである。その絶対値には上述の如きerrorが含まれ得るが、その時間的変化率にはそんなに大きいerrorは含まれぬ筈である。即ち相対的な変化のfeatureについてはかなり信頼度が高いものと思われる。

調査期間中には高潮は来襲せず、異常な流れも観測されなかつた。さて東京湾口における実験に於ては、神奈川県側に電車線路があり我々の電極設置地点の比較的近くを通つて居るためNoiseはかなり大きい。もしこの調査がよりNoiseの少ない場所で行なわれるならば磁気嵐の時の除きよりよい結果を期待出来であろう。

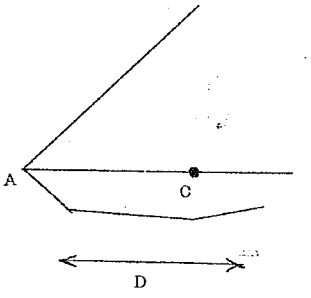
5－2－4　実測例2　昭和３７年１月

この場合には5-2-3とは若干ことなつた方法でKをきめた。まず、（５－６）'式を少しかきかえておこう。（５－６）'式をかきかえると

$$\phi_c - \phi_A = \frac{\overline{V}BD}{K'} \times 10^{-8} = K'' \overline{V}BD \times 10^{-8} \qquad (5-6)''$$



図－５－１８



図－５－１９

ここにK''或はK'は水路内流体及び水路壁と水路底の導電率並びに水路断面の形状によつて定まる定数であり、$\overline{V}$、B、Dの単位は夫々平均流速（$^{cm}/_{sec}$）地磁気鉛直成分、（gauss）、水路巾（cm）である。更に又水路内の為或は定置電極と水路の一方の岸又は他の水路内定置電極との間の電位差についても、上の各々の場合と同様に$\overline{V}$がx方向に変化しないならば（５－６）''式が成立つものと考えられる。

尚ここで大切なことは電位差$\phi_c - \phi_A$はDが一定と考えられる水路では平均流速$\overline{V}$に比例す

ると考えられることであり、流量Qが求むるには断面積Sを必要とすることである。従つて水路底の形状が知れている場合にはこの電位差と同時に水位ζを測るべきであろう。

(ハ) 東京湾における潮汐の解析的研究

(i) 沿岸諸点に於ける潮位記録の解析結果から推察される湾内における潮汐の性質。

第５－２０図は東京湾内の沿岸各地における潮位の調和定数の中M_2分潮及びK_1分潮を夫々半日週潮及び日週潮の代表としてえらび、その振幅（半潮差）及び位相のおくれ（遅角）を地図とに書きこんだものである。

さてこの図を見れば走水――第２海堡――富津を結ぶ線が大体、M_2及びK_1両方潮に関する同時潮線の１つになつている事に気付くであろう。而して湾奥へと進むにつれて位相は除々におくれて行きそれと共に振幅は大きくなつて行く事が瞰取される。位相のおくれが湾奥程大きい事から湾内における潮汐は進行波的性質を持つて居る事が分る。しかし又湾の幅は奥へ行くにつれ小さくなつている訳ではないのに振幅は次第に大きくなつて居る事からこの波は定常波的（湾奥は腹）な性質をも兼ねそなえて居る事が想像される。このことは次の事実からも察知される。即ち、前述した走水を通る同時潮線と湾奥（代表点を東京とする）とにおける位相のずれは

M_2 分潮　　１１°

K_1 分潮　　６°

これらを時間にひき直すと大体

M_2 分潮　　２３分

K_1 分潮　　２５分

而してこれら２つの同時潮線にはさまれた海域は、平均の水深が夫々約４０ｍ、３０ｍ１０ｍ、長さが夫々約１５Km、１５Km、１０Kmの３つの区間を縦につないだものと大雑把に考えられるので、ここを潮汐の波が長波の位相速度$\sqrt{gh}$（hは平均の水深）で伝わるものとすると、それに要する時間は約４０分である。言うまでもなく湾内の潮汐が完全な定常波の性質をもつならば上に述べた２つの同時潮線上に於いて各分潮の位相は全く等しい従つて位相のずれ（即ち時間のおくれ）は０の筈である。現実には位相のずれがこれら両者の中間にあるので、東京湾の潮汐は半ば定常波的、半ば進行波的な性質を持つて居ると言える。そしてこのように湾内の潮汐に進行波的な性質をも持たせて居る主要な原因の１つが海底や沿岸における〃まさつ〃であろうと考えられる。

(ii) 走水――第３海堡間及び走水――第２海堡間の電位差及び第２海堡における潮位の解析結果

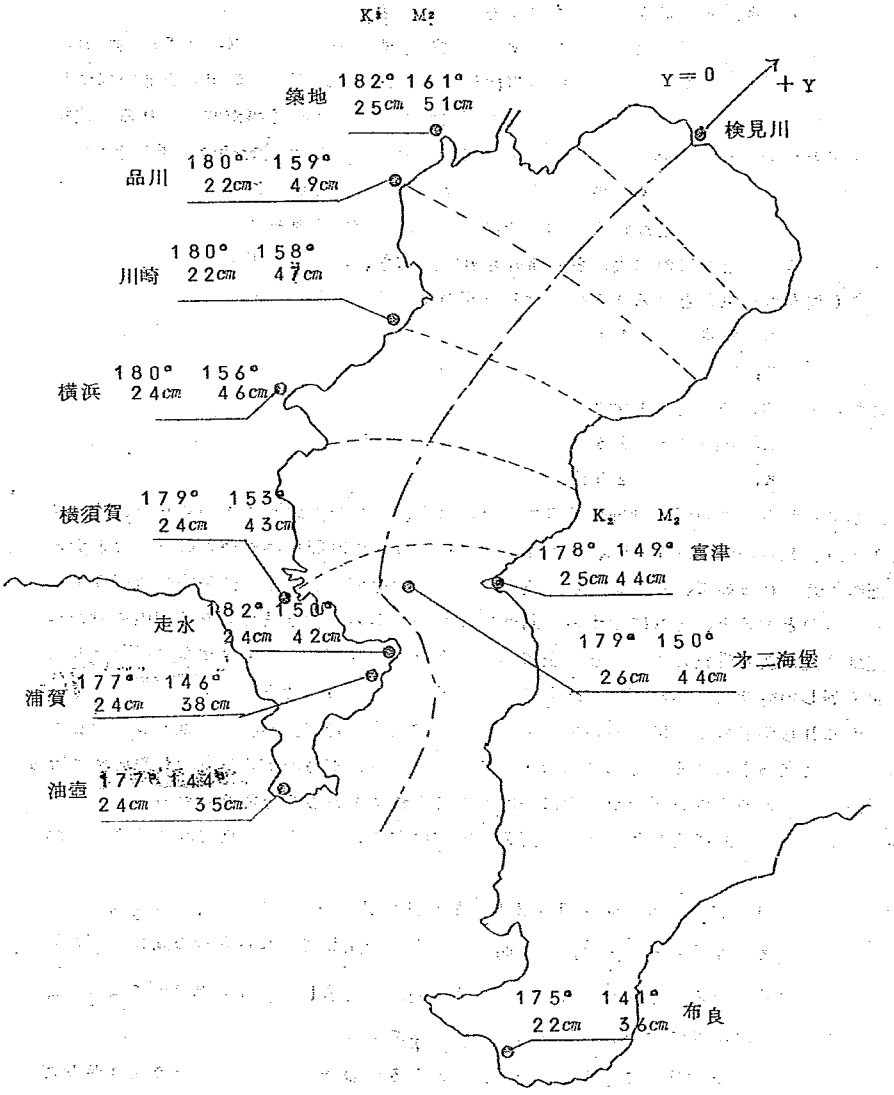
第５－２１図に昭和３７年１月８日より１５日に至る期間に於ける$\zeta_{第2海堡}$と$\phi_{走水}\,\phi_{第3海堡}$及び$\phi_{走水}\,\phi_{第2海堡}$とを示す。一見してこれら各量の間には互に密接な結びつきのある事を知り得る。特に前２者間に於て著しい。即ち例えば$\zeta_{第2海堡}$に見られる日潮不等に対応して$\phi_{走水}\,\phi_{第3海堡}$に見られる。

さてこの関係を定量的に把えるために、これら３つの諸量の１ヶ月にわたる１時間ごとの読取値をＴ・Ｉ・法によつて調和解析し、その振幅（半潮差）比及び位相差を比べて見た。

第５－１表が其の結果である。

尚参考の為、同表下部に、第３海堡近くの点（３５° １７′ Ｎ、１３９° ４４′ Ｅ）

M_2 分潮についての同時潮線



図— 5 — 2 0

（注） 図中に示された数字は、夫々の点に於ける潮位の調和定数で、右側の欄には M_2 分潮の位相の遅角と半潮差を、左側の欄には K_1 分潮のそれを示す。

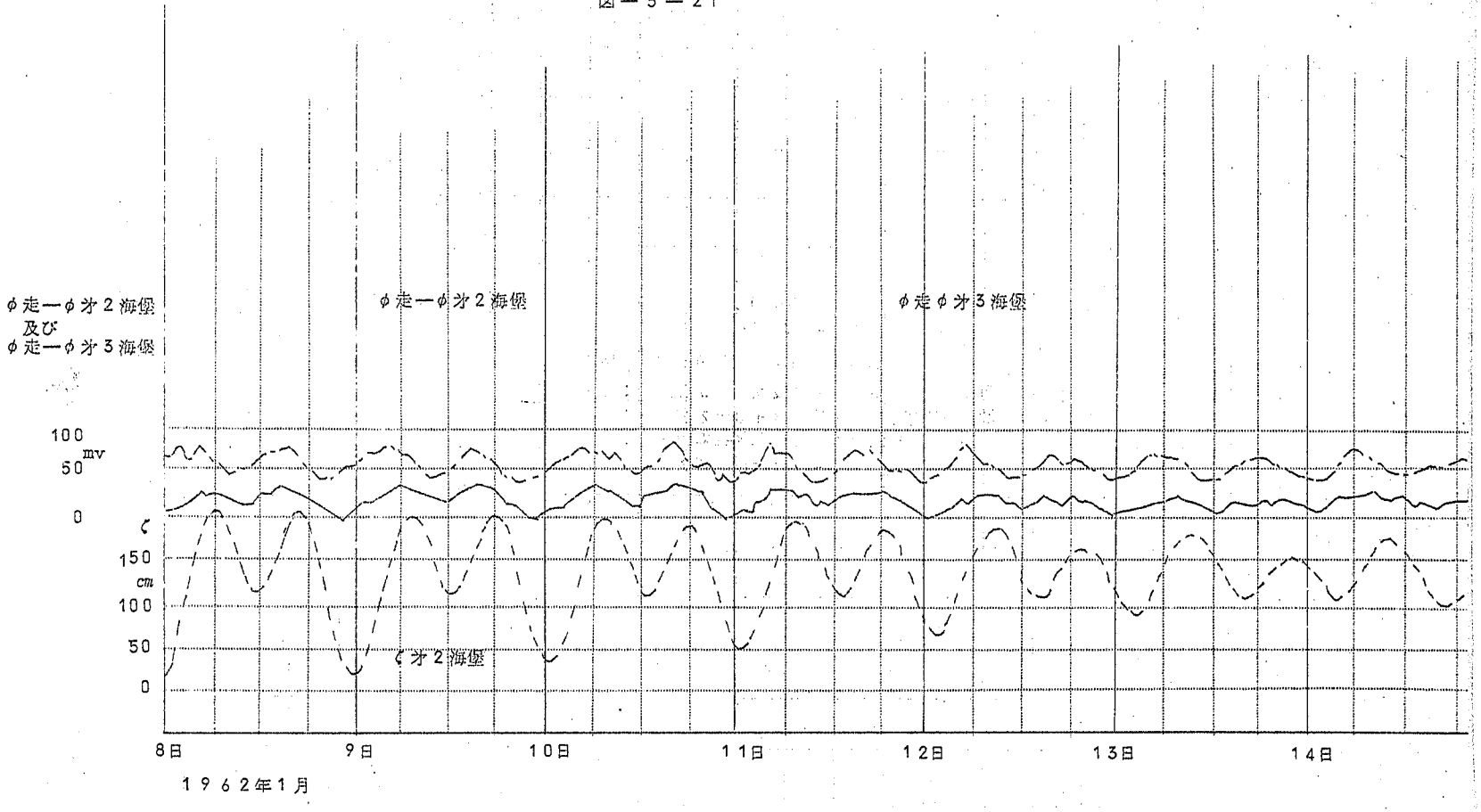
	調和定数	M_2		S_2		K_1		O_1		P_1		N_2		K_2		Ms_4		V_2		M_4		U_2		Q_2		L_2		備考			
		Hm	Km	Hs	Ks	H'	K'	Ho	Ko	Hp	Kp	Hn	Kn	H''	K''	Hms_4	Kms_4	-Hv	Kv	Hm_4	Km_4	Hu	Ku	H^p	K^p	H_t	K_t	振幅比	位相差	測定期間	
1	ζ第2海堡	0.433	148	0.212	180	0.253	177	0.217	159	0.084	177	0.066	150	0.058	180	0.010	51	0.013	150	0.009	60	0.016	137	0.039	171	0.020	115				
2	$\phi_{走水}$ ϕ第3海堡	6.8	93	4.2	141	5.0	168	4.7	147	1.7	168	1.6	103	1.2	141	1.5	359	0.3	103	0.6	352	0.9	188	0.8	125	0.1	258				
	振幅比及び位相差	0.064	55	0.050	39	0.051	9	0.046	12	0.049	9	0.041	47	0.048	39	0.0067		0.043		0.015		0.018		0.049		0.20		→$(H)_3/(H)_2$	$(K)_2-(K)_2$	1962年1月	
3	$\phi_{走水}$ ϕ第2海堡	10.7	42	3.2	160	1.1	112	1.2	50	0.4	112	1.4	38	0.9	160	0.8	353	0.3	38	0.5	64	0.5	79	0.7	62	0.3	88				
	振幅比及び位相差	0.040	106	0.066	20	0.23	65	0.18	109	0.21	65	0.047	112	0.064	20	0.013		0.043		0.018		0.032		0.056		0.067		→$(H)_1/(H)_3$	$(K)_2-(K)_3$		
4	ζ第2海堡	0.444	150	0.241	181	0.258	180	0.206	160	0.086	180	0.065	146	0.052	181	0.010	64	0.013	146	0.020	66	0.021	140	0.043	143	0.025	116				
5	$\phi_{走水}$ ϕ第3海堡	6.9	93	2.9	140	5.4	176	4.9	141	1.8	176	1.3	110	0.8	140	1.2	11	0.2	110	0.4	310	0.4	331	0.8	172	0.4	1		K		
	振幅比及び位相差	0.064	57	0.083	41	0.048	4	0.042	19	0.048	4	0.050	36	0.065	41	0.0083		0.065		0.050		0.053		0.054		0.063		→$(H)_4/(H)_3$	$(K)_4-(K)_3$	1962年2月	
6	$\phi_{走水}$ ϕ第2海堡	9.9	46	2.9	147	1.8	112	2.4	33	0.6	112	1.4	72	0.6	147	0.7	315	0.3	38	1.2	33	0.3	81	0.5	15	0.7	348				
	振幅比及び位相差	0.045	104	0.083	34	0.14	68	0.086	127	0.14	68	0.046	74	0.065	34	0.014		0.043		0.017		0.070		0.086		0.036		→$(H)_4/(H)_2$	$(K)_4-(K)_2$		
7	ζ第2海堡	0.439	149	0.227	180	0.256	178	0.212	160	0.085	178	0.066	148	0.055	180	0.010	57	0.013	148	0.015	63	0.019	138	0.041	157	0.023	116			1962年1.2月平均	
8	$\phi_{走水}$ ϕ第3海堡	6.4	90	3.1	159	4.4	192	3.5	131	1.5	192	1.4	72	0.8	159	0.9	356	0.3	72	0.7	1	0.7	144	1.1	169	0.4	20				
	振幅比及び位相差	0.069	59	0.073	21	0.058	−14	0.061	29	0.057	−14	0.047	76	0.069	21	0.011		0.043		0.021		0.027		0.037		0.058		→$(H)_7/(H)_3$	$(K)_7-(K)_3$	1962年3月	海上保安庁水路部の観測による
9	$\phi_{走水}$ ϕ第2海堡	9.3	40	3.0	174	1.1	97	1.8	42	0.7	97	1.4	15	0.8	174	0.4	349	0.3	15	0.9	18	0.7	89	0.4	27	0.5	336				
	振幅比及び位相差	0.047	109	0.76	6	0.23	81	0.12	118	0.12	81	0.047	133	0.069	6	0.025		0.043		0.017		0.027		0.10		0.046		→$(H)_7/(H)_2$	$(K)_7-(K)_2$		
10	v_0（流速）	0.092	87	0.40	118	0.39	97	0.21	78	0.13	98	0.13	94	0.11	118	0.10	328	0.03	94	0.01	125	0.08	170	0.04	74	0.03	71				
	振幅比及び位相差	0.48	62	5.67	62	0.66	81	1.00	82	0.65	80	0.51	54	0.50	62	1.00		0.043		1.50		0.24		1.03		0.77		→$(H)_7/(H)_{2'}$	$(K)_7-(K)_{2'}$	1946年7月19日−8月18日	プロペラ式流速計による測定

注 1. 電位差、潮位及び流速の振幅の単位は夫々 mv、m 及び Knot であり位相のおくれの単位は何れも度である。

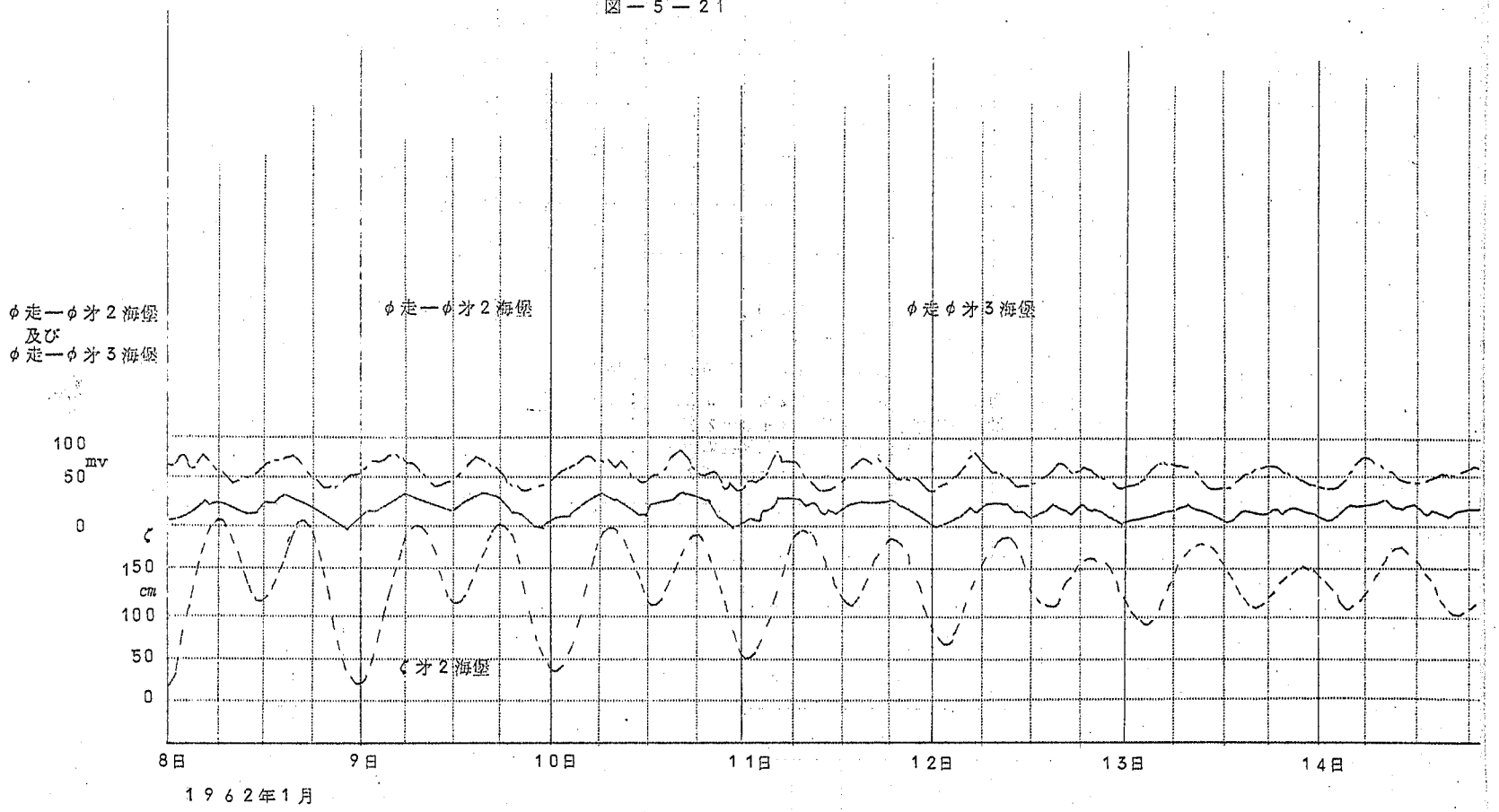
2. これらの調和定数は何れも各量の1ヶ月間（備考欄参照）の測定値を T・I 法により調和解析して得られたものである。

表－5－1

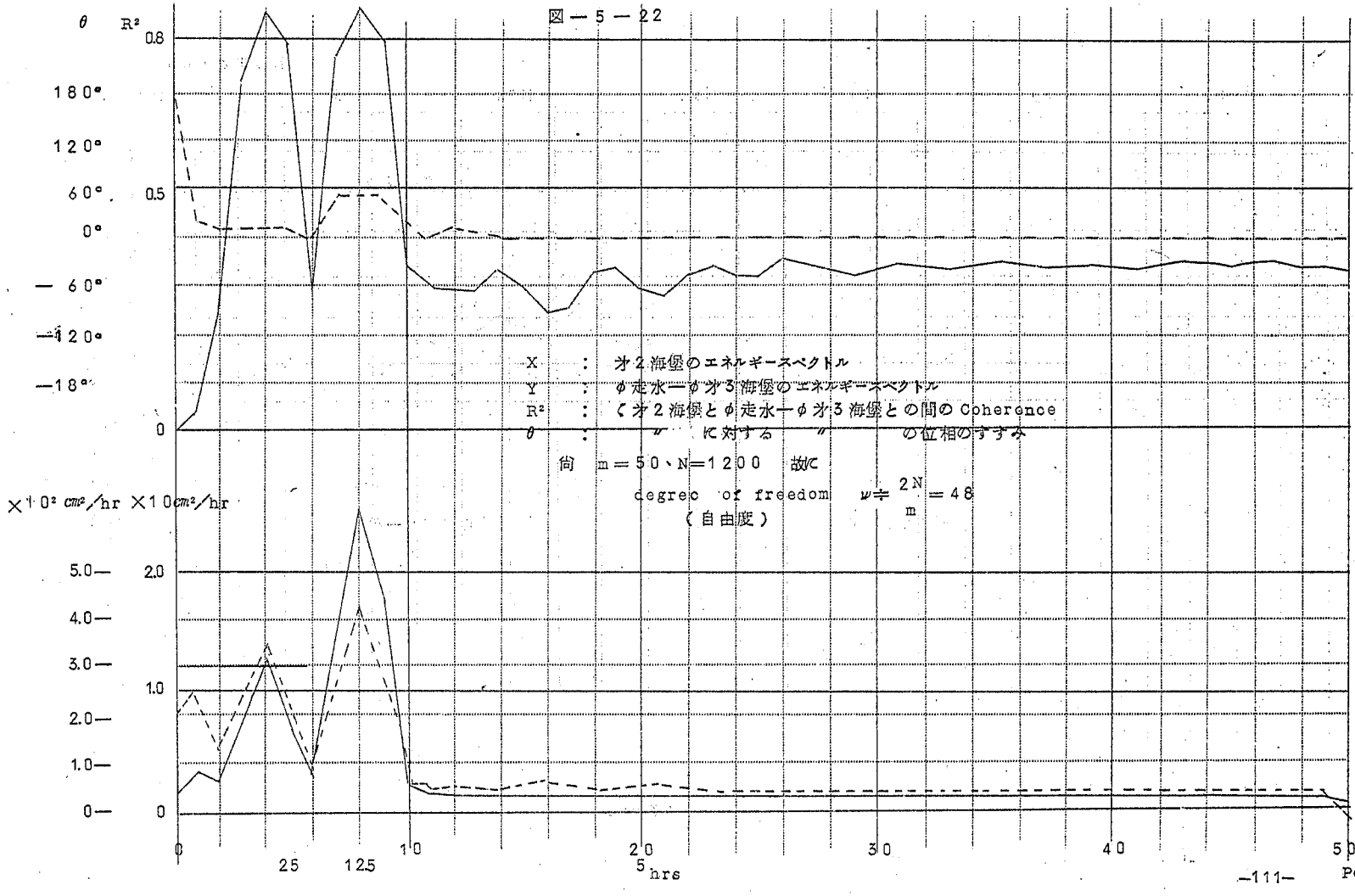
図－５－２１


φ走－φオ２海堡
及び
φ走－φオ３海堡
φ走－φオ２海堡
φ走φオ３海堡
100
50
mv
0
ζ
150
cm
100
50
0
ζオ２海堡
8日
9日
10日
11日
12日
13日
14日
１９６２年１月

図－5－21


φ走－φ才2海堡
及び
φ走－φ才3海堡
φ走－φ才2海堡
φ走φ才3海堡
100
mv
50
0
ζ
150
cm
100
50
0
ζ才2海堡
8日
9日
10日
11日
12日
13日
14日
1962年1月

図－5－22


θ
R²
0.8
180°
120°
60°
0.5
0°
－60°
－120°
－180°
0
X　：　オ2海堡のエネルギースペクトル
Y　：　φ走水－φオ3海堡のエネルギースペクトル
R²　：　オ2海堡とφ走水－φオ3海堡との間のCoherence
θ　：　〃　に対する　〃　の位相のずれ
尚　m＝50、N＝1200　故に
degree of freedom　ν≒ 2N/m ＝48
（自由度）
×10² cm²/hr
×10 cm²/hr
5.0
4.0
3.0
2.0
1.0
0
2.0
1.0
0
0
25
12.5
10
20
5 hrs
30
40
50
la.
Perl

図－5－22

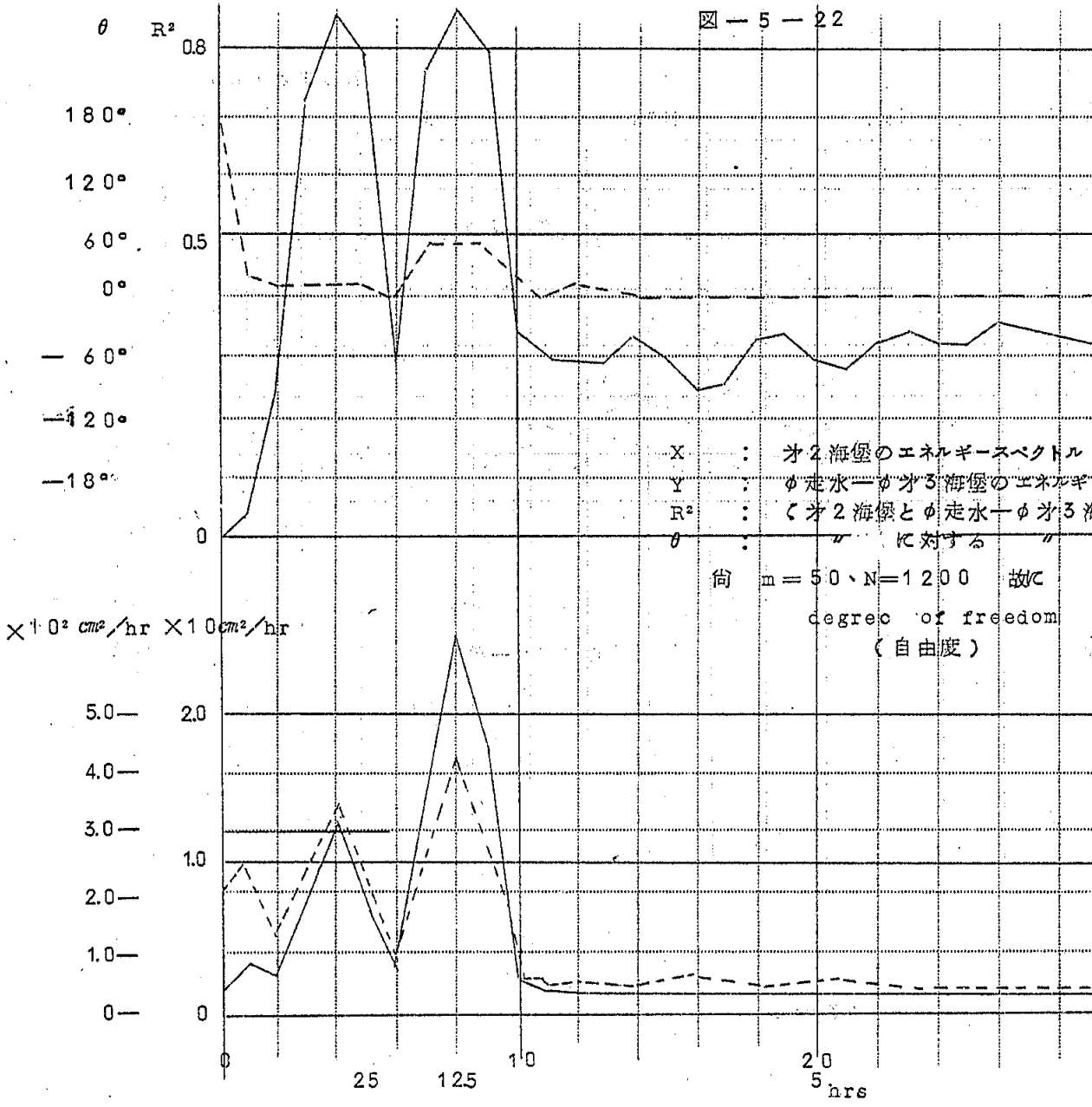

θ
R²
0.8
180°
120°
60°
0.5
0°
－60°
－120°
－180°
0
X　：　オ2海堡のエネルギースペクトル
Y　：　φ走水－φオ3海堡のエネルギ
R²　：　ζオ2海堡とφ走水－φオ3海
θ　：　〃　に対する　〃
尚　m＝50、N＝1200　故に
degree of freedom
（自由度）
×10² cm²/hr
×10 cm²/hr
5.0
4.0
3.0
2.0
1.0
0
2.0
1.0
0
0
25
125
10
20
5 hrs

図 — 5 — 23

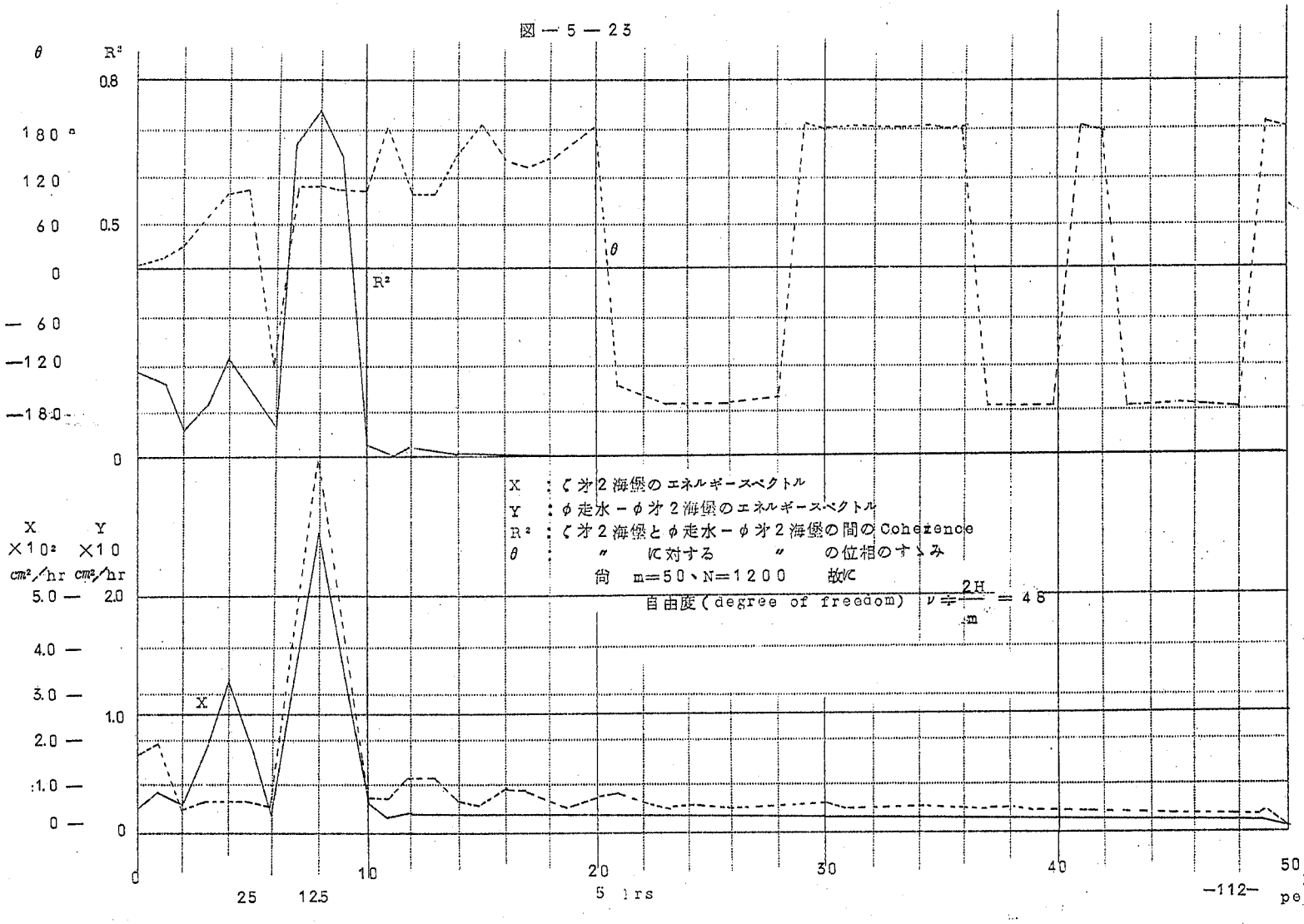
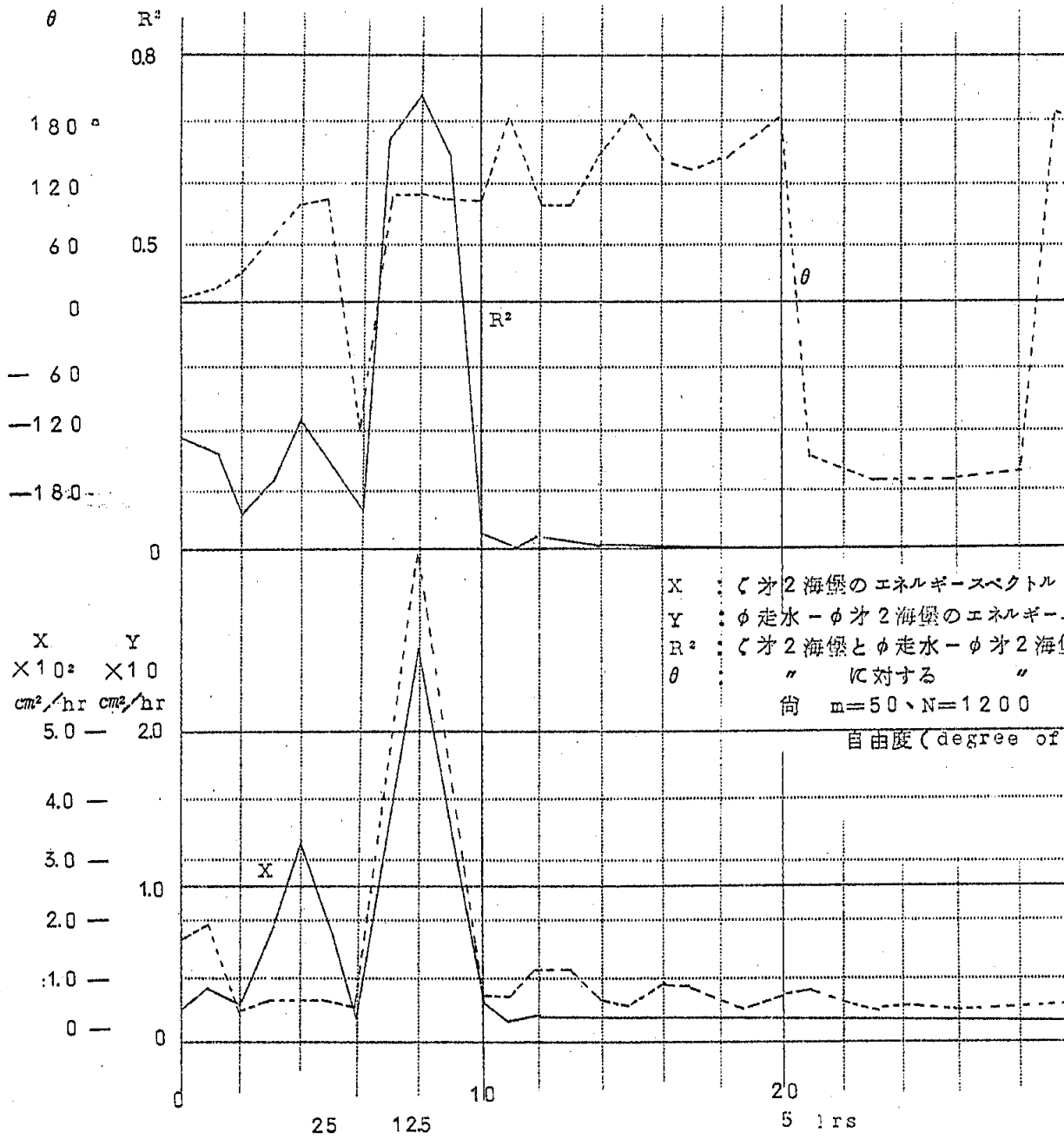

θ
R²
0.8
180°
120
60
0
— 60
—120
—180
0.5
0
θ
R²
X
×10² cm²/hr
5.0
4.0
3.0
2.0
1.0
0
Y
×10 cm²/hr
2.0
1.0
0
X
X : ζオ2海堡のエネルギースペクトル
Y : φ走水－φオ2海堡のエネルギースペクトル
R² : ζオ2海堡とφ走水－φオ2海堡の間のCoherence
θ : 〃 に対する 〃 の位相のずれ
尚 m=50、N=1200 故に
自由度(degree of freedom) ν≒2H/m = 48
0
10
20
30
40
50
25
12.5
5
lag
lrs
perio

図 — 5 — 23


θ
R²
0.8
180°
120
60
0
— 60
—120
—180
0.5
0
θ
R²
X
Y
×10² cm²/hr
×10 cm²/hr
5.0
4.0
3.0
2.0
1.0
0
2.0
1.0
0
X
X : ζ才2海堡のエネルギースペクトル
Y : φ走水－φ才2海堡のエネルギー
R² : ζ才2海堡とφ走水－φ才2海堡
θ : 〃 に対する 〃
尚 m=50、N=1200
自由度(degree of
0
10
20
25
12.5
5 hrs

に於て、さきに、1ケ月間にわたりプロペラ式自記流向流速計で測定された深さ5mに於ける流速からその主方向（319°）の分速を算出した上で、求められたその流速の調和定数が示されている。

更に又第5－22図及び第5－23図に夫々$\zeta_{第2海堡}$と$\phi_{走水}\phi_{第3海堡}$及び$\zeta_{第2海堡}$と$\phi_{走水}\phi_{第2海堡}$のエネルギースペクトルとCoherence（コヒーレンス）ならびに〃位置のずれ〃（Phase shift）を示してある。尚これらはTukeyの方法によつて求められたものであり

$$\Delta t = 1\,hy$$

$$m = 50,\ N = 1200$$

従つて degree of freedom $\nu \fallingdotseq \frac{2N}{m} = 48$

の場合について行なわれて居る。

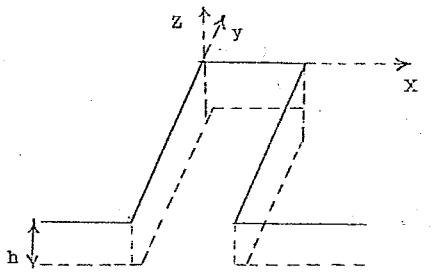
(ii) 解析結果の検討

(a) 第5－1表の検討

潮位や電位差がもし天文潮に基くsignalだけから成り、不規則なNoiseを含まないならば、これらを調和解析して得られた各種定数は夫々いつも一定の値を持ち観測時期のちがいによるバラツキを示さない筈である。第一表を見るに、$\zeta_{第2海堡}\phi_{走水}\phi_{第3海堡}$及び$\phi_{走水}\phi_{第2海堡}$は何れも、振幅の大きなそれらの分潮に注目すると、その調和定数が観測時期などによらない首尾一貫した値をとつて居るように見える。殊に$\zeta_{第2海堡}$の各調和定数は、観測時期のちがいによるその値の分散が極めて小さくしかも地理的に近い他の数地点の対応する調和定数との間に整然たる関係を保つて居る事などから見て充分信頼するに足る精度をもつて居るものと思われる。そこで、その各調和定数を基準にして、それに電位差についての対応する調和定数を比べた。即ち第一表に示されて居る様に振幅比と位相差を求めて見た。その結果は極めて複雑であつて、その frequency characteristics や或はそれらの間の関係を説明するに足る理論を見つける事は大層困難である。

そこで諸々の条件を出来る限り簡単にして問題を解き、実さいの問題を検討する時の助けにすることにする。

(b) 理論的考察



第5－24図

まさつが全くなく反射率が1の場合には

$$\begin{cases} \dfrac{\partial v}{\partial t} = -g\dfrac{\partial \zeta}{\partial y} \\ \dfrac{\partial \zeta}{\partial t} = -h\dfrac{\partial v}{\partial y} \end{cases} \qquad (5-26)$$

即ちこの場合には定常波が生ずることが予想され

$$\left.\begin{aligned} \zeta &= H\cos\frac{2\pi}{L}y\cos\frac{2\pi}{T}t \\ \text{を与えると} \\ V &= G\sin\frac{2\pi}{L}y\sin\frac{2\pi}{T}t \end{aligned}\right\} \qquad (5-27)$$

を得る。

ここにLは波長を表わしTは周期を表わす。

又 $\frac{H}{G}=\left(\frac{h}{g}\right)^{1/2}$

従つて湾外より湾奥へ向う方向を v の正方向にとり鉛直上向きに ζ の正方向をとると

$$\left\{\begin{aligned} \zeta &= \left|H\cos\frac{2\pi}{L}y\right|\cos\frac{2\pi}{T}t \\ V &= \left|G\sin\frac{2\pi}{L}y\right|\cos\left(\frac{2\pi}{T}t+\frac{\pi}{2}\right) \end{aligned}\right\} \qquad (5-28)$$

即ち v は ζ よりも90°位相がすすむことを示して居る。

次にまさつがある場合を考える。運動方程式及び連続の式は夫々

$$\left\{\begin{aligned} \frac{\partial V}{\partial t} &= -g\frac{\partial \zeta}{\partial y}-R \\ \frac{\partial \zeta}{\partial t} &= -h\frac{\partial V}{\partial y} \end{aligned}\right.$$

問題を簡単にするため

$$R=KV$$

とおくと上の方程式は次のような線型微分方程式となる。

$$\left\{\begin{aligned} \frac{\partial v}{\partial t} &= -g\frac{\partial \zeta}{\partial y}-Kv \qquad (5-29) \\ \frac{\partial \zeta}{\partial t} &= -h\frac{\partial v}{\partial y} \qquad (5-30) \end{aligned}\right.$$

v の振幅が y に対し指数函数的に減少して行くものと仮定する。更に

$$y=0 \text{に於て} \quad v=0$$

と考えに入れ

$$v=ve^{-2\pi y/a}\cos 2\pi\left(\frac{y}{L}-\frac{t}{T}\right)-ve^{+2\pi y/a}\cos 2\pi\left(\frac{y}{L}+\frac{t}{L}\right) \qquad (5-31)$$

を仮定すると（５－３０）式より

$$\zeta = hVTe^{-2\pi y/a}\left\{\frac{1}{\sigma}\sin 2\pi\left(\frac{y}{L}-\frac{t}{T}\right)+\frac{1}{L}\cos 2\pi\left(\frac{y}{L}-\frac{t}{T}\right)\right\}$$

$$+hVTe^{+2\pi y/a}\left\{\frac{1}{\sigma}\sin 2\pi\left(\frac{y}{L}+\frac{t}{T}\right)+\frac{1}{L}\cos 2\pi\left(\frac{y}{L}+\frac{t}{T}\right)\right\} \quad (5-32)$$

これを（５－２９）に代入して次の関係式を得る。

$$\begin{cases} \dfrac{1}{T^2}=gh\left(\dfrac{1}{L^2}-\dfrac{1}{a^2}\right) \\ a=\dfrac{4\pi ghT}{KL} \end{cases} \quad (5-33)$$

今$\sqrt{gh}$　C_0、TC_0　L_0　とおくと、上式より

$$\begin{cases} \left(\dfrac{L^2}{L_0}\right)=\dfrac{\sqrt{1+4(KT/4\pi)^2}-1}{2(KT/4\pi)^2}=\dfrac{2}{1+\sqrt{1+4(KT/4\pi)^2}}<1 \\ a=\dfrac{4\pi C_0}{K}\cdot\dfrac{L_0}{L} \end{cases} \quad (5-34)$$

即ち〃まさつ〃のために、長波の波長は〃まさつ〃が全くない時に比べて減少する。従つて位相速度も亦減少する事が想像される。

このように〃まさつ項〃がVに比例すると仮定して運動方程式を線型化し、その場合について問題を解いて実際の現象を考察するための手がかりにしようとする事はよく行なわれる。J・proudman（１９５３）もその場合を論じて居る。

さて（５－３１）式は

y≠oに対しては

$$V=G(y)\sin\left(\frac{2\pi}{T}t+\pi-\varphi(y)\right) \quad (5-35)$$

但しφ（y）は

$$\tan\varphi(y)=\frac{\tanh\dfrac{2\pi y}{a}}{\tan\dfrac{2\pi y}{L}} \quad (5-36)$$

を満足する第１象限内の角である。

同様にして（５－３２）式より

$$\zeta=H(y)\cdot\cos\left(\frac{2\pi}{T}t-\varphi(y)\right) \quad (5-37)$$

$$\tan\psi(y)=\frac{\dfrac{L}{a}-\tanh\dfrac{2\pi y}{a}\cdot\tan\dfrac{2\pi y}{L}}{\dfrac{L}{a}\tanh\dfrac{2\pi y}{a}\cdot\tan\dfrac{2\pi y}{L}+1} \quad (5-38)$$

VもζもVも位相がyを含むことからprogvessiveな性質を兼ねそなえて居ることが分る。

$-\frac{L}{4} < y < 0$ の時には $G(y) < 0$ なることに注意すれば、湾外から湾奥に向う方向が v の正方向であるから

$$\begin{cases} V = G(y) \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T} t + \frac{\pi}{2} \varphi(y)\right) \\ \zeta = H(y) \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T} t - \varphi(y)\right) \end{cases} \qquad (5-39)$$

より

V は ζ よりも $\frac{\pi}{2} - 4(y) + \phi(y)$ だけ位相がすすんで居ることが分る。

今 $-\frac{L}{4} < y < 0$ の場合について考える

○ $K \to 0$、T：有限の場合

(5−34)式より

$$\left(\frac{L}{L_0}\right)^2 \to 1$$

$\therefore a \to +\infty$

従つて(5−36)より

$$\phi(y) \to 0$$

同じく(5−38)より

$$\phi(y) \to 0$$

即ち(5−39)はこの場合(5−28)に一致する。

○ $T \to \infty$、K：有限の場合

(5−34)式より

$$\left(\frac{L}{L_0}\right)^2 \to \frac{4\pi}{KT} \to 0, \quad L_0 = T C \to \infty$$

$$L \to \sqrt{\frac{4\pi}{KT}} \cdot T C_0 = C_0 \sqrt{\frac{4\pi T}{K}} \to \infty$$

又 $$a \to \frac{4\pi C_0^2 T}{K C_0 \sqrt{\frac{4\pi T}{K}}} = C_0 \sqrt{\frac{4\pi T}{K}} \to L \to \infty$$

故に

$$-y \ll L \sim a$$

の場合には

$$\tan\phi(y) \to \frac{\frac{2\pi y}{a}}{\frac{2\pi y}{L}} \sim \frac{L}{a} \to 1$$

$$\phi(y) \to \frac{\pi}{4}$$

同様にして

$$\tan\phi(y) \to \frac{L}{0} \to 1$$

$$\phi(y) \to \frac{\pi}{4}$$

従つて V は ζ よりも $90°$ 位相がすすんでいる。

○ 一般の場合（$0<T<\infty$，K：有限）

（5－34）式より

$$L=C_0\sqrt{\frac{2T^2}{1+\sqrt{1+4(KT/4\pi)^2}}}\equiv L(T)$$

$$a=\frac{4\pi C_0}{K}\sqrt{\frac{1+\sqrt{1+4(KT/4\pi)^2}}{2}}\equiv a(T)$$

$$\frac{L}{a}=\frac{K}{4\pi}\,\frac{2T}{1+\sqrt{1+4(KT/4\pi)^2}}$$

従つてa，L，$\frac{L}{a}$は何れもTの単調増加函数である。

所で

$T\to\infty$の時　$\frac{L}{a}\to 1$

$T\to 0$の時　$\frac{L}{a}\to 0$

而して

$$-\frac{L}{4}<y<0$$

に於ては$\tanh\frac{2\pi y}{a}$は常に負で、しかも$\left|\tanh\frac{2\pi y}{a}\right|$はTの単調減少函数である。同じくyの同区間に対して$\tan\frac{2\pi y}{L}$は常に負でしかも$\left|\tan\frac{2\pi y}{L}\right|$はTの単調減少函数である。

従つて$\tanh\frac{2\pi y}{a}$、$\tan\frac{2\pi y}{L}$はyの同区間で常に正で、Tの単調減少函数である。

さて

$T\to\infty$の時　$\tanh\frac{2\pi y}{a}\tan\frac{2\pi y}{L}\to 0$

故にyの上記区間に於て

$$\frac{L}{a}=\tanh\frac{2\pi y}{a}\,,\ \tan\frac{2\pi y}{L}$$

を満足するTが

$$0<T<\infty$$

の範囲内に必ず存在する筈である。

今このようなTの値をT_0とおくと

$T>T_0$に於ては

$$\frac{L}{a}>\tanh\frac{2\pi y}{a}\tan\frac{2\pi y}{L}$$

$T<T_0$に於ては

$$\frac{L}{a}>\tanh\frac{2\pi y}{a}\tan\frac{2\pi y}{L}$$

であるから

$T_0 < T < \infty$ に対しては

$$0 < \phi(y) < \frac{\pi}{4}$$

$T = 0$ に対しては

$$\phi(y) = 0$$

$0 < T < T_0$ に対しては

$$-\frac{\pi}{2} < \phi(y) < 0$$

即ち $\phi(y)$ は T の単調増加函数である。

次に $\phi(y)$ について調べる。$-\frac{1}{4} < y < 0$ とする。

$$\tan\varphi(y) = \frac{\tanh\frac{2\pi y}{a} = \left|\tanh\frac{2\pi y}{a}\right|}{\tan\frac{2\pi y}{L} = \left|\tan\frac{2\pi y}{L}\right|} > 0$$

而して

$$0 < T < \infty$$

に於て $\left|\tanh\frac{2\pi y}{a}\right|$ は $\left|\tanh\frac{K}{2C_0}\right|$ より 0 へと単調に減少し、

$\left|\tan\frac{2\pi y}{L}\right|$ は ∞ より 0 へと単調に減少する。

しかも

$$\operatorname{Lin}_{T\to\infty} \frac{\tanh\frac{2\pi y}{a}}{\tan\frac{2\pi y}{L}} \to \frac{L}{a} \to 1$$

故に $\tan\varphi(y)$ は、$0 < T < \infty$ に於て 0 より 1 へと単調に増加する。

従つて $\varphi(y)$ は

$$0 < T < \infty$$

に於て次の範囲内で単調に増加する。

$$0 < \varphi(y) < \pi/4$$

従つて v の位相は ζ の位相よりも進んでいるが、その周波数特性は次の通りである。

即ち位相のすすみは

$$0 < \frac{\pi}{2} - \varphi(y) + \phi(y) < \frac{\pi}{2}$$

の範囲内で T と共に単調に増大する。

実際の現象では〃まさつ〃 R は V の 1 乗よりはむしろ 2 乗に比例すると考える方が、妥当であろうと思われる。しかし乍らそのように仮定すると微分方程式は非線型となつてしまつて解析的に解けない。そこで一応上記の如き Linear theory から導かれる結果を用い、これを足場にして第一表を再検討することにする。この様な考えに立つ故、y 方向の流路断面積の変化等を考えに入れた議論は行わない。

(c) 第5－1表の再検討

Linear theoryに従えば互にその値が余り違わない周期をもつた分潮についてはそれら各々に関するVとくとの間の位相差は大体似た様な値をとる。更に又、周期が長い分潮程、その位相差は大きい。しかしそれら位相差は0°と90°の間にある。

第5－1表に於てこれらの条件を最もよく満して居るのは、その最下部に参考として掲げたプロペラ流速計で測定された速度vである。即ち

		位相差
V_0	M_2、S_2、N_2、K_2	約60°
	K_1、O_1、P_1	約80°

而るに電位差については

$\phi_{走水}\,\phi_{第3海堡}$	M_2、S_2、N_2、K_2	40° ～ 55°
	K_1、O_1、P_1、	5° ～ 15°
$\phi_{走水}\,\phi_{第2海堡}$	M_2、S_2、N_2、K_2	20° ～ 110°
	K_1、O_1、P_1	65° ～ 125°

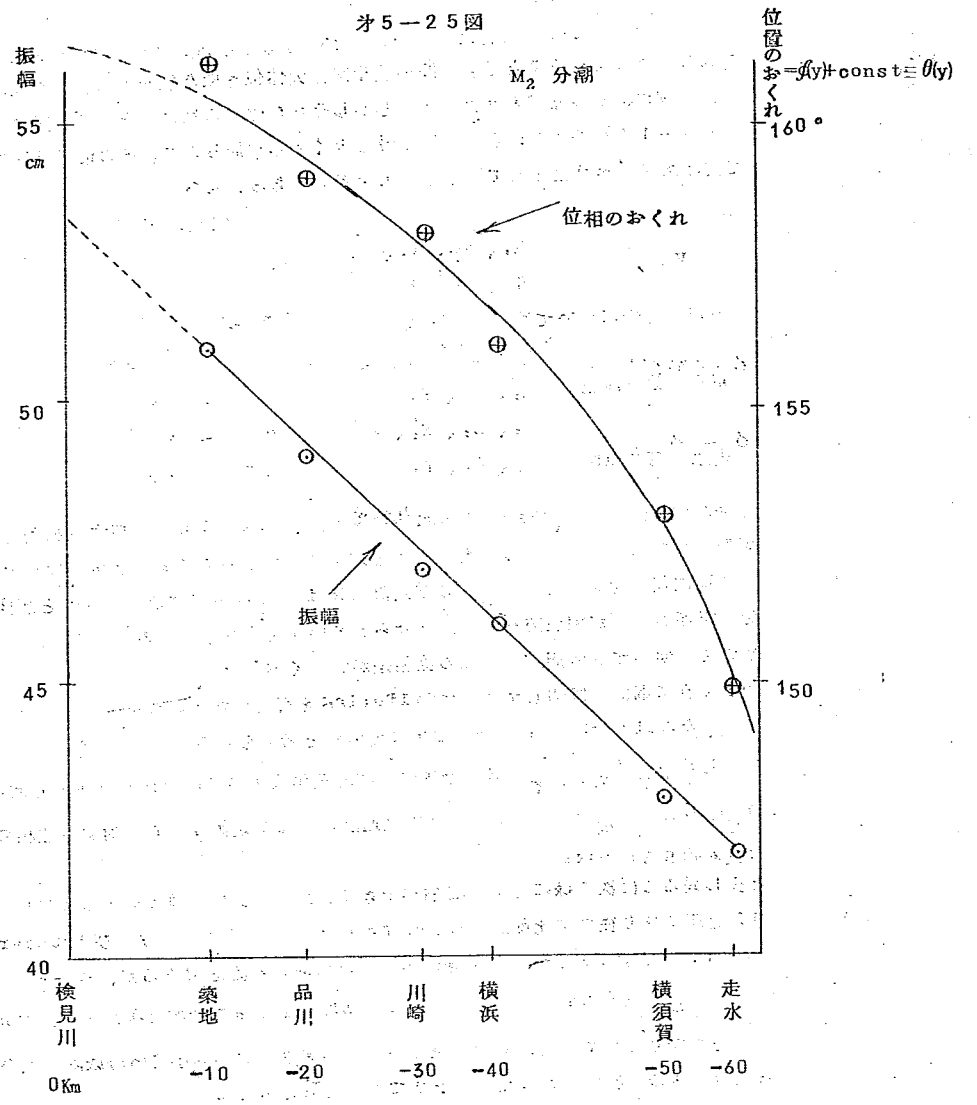
の様に位相差の周波数特性は簡単に表現できず、しかも90°を超す位相差もあつて線型理論では説明できそうにない。この理由は何によるのであろうか。最も大きな原因は電位差に含まれて居る自然及び人為のNoiseのせいではなかろうかと想像される。勿論実際の現象が線型方程式では律せられない事も影響して居るであろうが、そうであつても極めて近い周期の分潮の位相差が大きくバラックとは思われぬからである。このように電位差に関してはprefilteringを行なつた値についてさえもまだかなり大きなNoiseが含まれて居るのではないかと考えられる。

しかし$\phi_{走水}\,\phi_{第3海堡}$のM_2分潮は比較的正確なものではなかろうかと考えられる。$\phi_{走水}\,\phi_{第3海堡}$とv_0（プロペラ式流速計による測定値）のくに対する位相のすすが夫々約55°及び約62°と少し異るのは次の様に考えれば納得できる。即ちV_0は平均水面下5mに於ける一点の流速であり従つて比較的bottom friction（海底まさつ）及びboundary friction（境界まさつ）の影響が小さい点における流速であるが、$\phi_{走水}$ $\phi_{第3海堡}$は水平方向には走水より第3海堡に及ぶ流速の平均と考えられ、大きなまさつ力が働き従つて潮位に対する流速の位相の進みの比割的小さい海底附近及び沿岸附近の流速の影響が加わつているためであると考えられる。

(d) まさつに関する比例定数k（まさつ力$R = kV$）及び流速換算係数

K（$\phi_c - \phi_A = K'' B\bar{V} \cdot \overline{CA}$）の決定

沿岸各地における潮汐の調和定数からM_2分潮につき第5－20図に示される如き同時潮線が予想される。



これより検見川近辺を $y=0$ にとることにする。第5—20図より第5—25図を作成し得、これより我々は

$$\zeta = H(y)\cos\left\{1.4\times10^{-4}t-(\psi(y)+\mathrm{const})\right\}$$

$$= H(y)\cos\left\{1.4\times10^{-4}t-\theta(y)\right\} \qquad (5-40)$$

に於ける $H(y)$、$\theta(y)$ 従つて $\frac{dH}{dy}$、$\frac{d\theta}{dy}$ をも求め得る。

尚上式は（５－３９）のくと全く同じ内容のものであるがｔ＝０のとり方をかえたために表現が少し異つて居るわけである。

これに対応して第５－１表より

$$\phi_{\text{走水}}\,\phi_{\text{第３海堡}} = 6.5\ \underset{(mV)}{}\ \cos\left(\frac{2\pi}{T}t - 93^\circ\right)$$

を得る。ここに

$$93^\circ = \frac{\pi}{2} - \varphi(-47.5) + \text{Const}$$

$$\varphi(-47.5) = \int_{\text{走水}}^{\text{第３海堡}} KW$$

（走水～第３海堡を結ぶ断面のｙ座標）

でこのConstは（５－４０）式のConstに等しい。

M_2 分潮については

$$\frac{2\pi}{T} = 1.4\times10^{-4}\quad 1/\text{Sec}$$

故上式は

$$\phi_{\text{走水}}\,\phi_{\text{第３海堡}} = 6.5\cos(1.4\times10^{-4}t - 93^\circ) \qquad (5-41)$$

而して（５－６）″より

$$\phi_{\text{走水}}\,\phi_{\text{第３海堡}} = K''_B\,(\bar{V})_{y=-47.5\text{Km}} \cdot (\text{走水}-\text{第３海堡}) \times 10^{-5}$$

既知の定数に其数値を与えると

$$\phi_{\text{走水}}\,\phi_{\text{第３海堡}} = 1.1\,K\,(\bar{V})_{y=-47.5\text{Km}}$$

従つて（５－４１）式より

$$(\bar{V})_{y=-47.5\text{Km}} = \frac{5.9}{K''}\cos(1.4\times10^{-4}t - 93^\circ) \qquad (5-42)$$

さて運動方程式（５－２９）より

$$\left(\frac{\partial \bar{v}}{\partial t}\right)_{y=-47.5\text{Km}} = -g\left(\frac{\partial \zeta}{\partial y}\right)_{y=-47.5\text{Km}} - K(v)_{y=-47.5\text{Km}} \qquad (5-29')$$

（５－４２）式より

$$\left(\frac{\partial \bar{v}}{\partial t}\right)_{y=-47.5\text{Km}} = -\frac{5.9\times1.4}{K}\times10^{-4}\sin(1.4\times10^{-4}t - 93^\circ)$$

$$\delta(\bar{v})_{y=-47.5} = \frac{5.9\,K}{K''}\cos(1.4\times10^{-4}t - 93^\circ)$$

次に（5－40）式より

$$\left(\frac{\partial \zeta}{\partial y}\right) = \left(\frac{dH}{dy}\right)_{y=-47.5\,Km} \cos\{1.4\times10^{-4}t-\theta(-47.5)_{Km}\}$$

$$+H(-47.5)_{Km}\cdot\left(\frac{d\theta}{dy}\right)_{y=-47.5}\sin\{1.4\times10^{-4}t-\theta(-47.5)_{Km}\}$$

この式に第5－25図より求めし

$$\left(\frac{d\theta}{dy}\right)_{y=-47.5\,Km} = \frac{11\times\pi}{15\times10^{5}\times180}$$

$$\left(\frac{dH}{dy}\right)_{y=-47.5\,Km} = \frac{9}{50\times15^{5}} = 1.8\times10^{-6}$$

及び

$$H(-47.5)_{Km} = 44\,cm$$

$$\theta(-47.5)_{Km} = 150^{\circ}$$

を代入すれば

$$\left(\frac{\partial \zeta}{\partial y}\right)_{y=-47.5\,Km} = 10^{-6}\cdot\{-5.6\cos(1.4\times10^{-4}t)-1.1\sin(1.4\times10^{-4}t)\}$$

これらを（5－29）に代入し整頓し次式を得る。

$$\left(\frac{8.3}{K''}\times10^{-4}-5.5\times10^{-3}-\frac{0.30}{K''}k\right)\cos(1.4\times10^{-4}t)$$

$$+\left(\frac{4.1}{K''}\times10^{-5}-1.1\times10^{-3}+\frac{5.9}{K''}k\right)\sin(1.4\times10^{-4}t)=0$$

これより

$$\frac{8.3}{K''}\times10^{-4}-5.5\times10^{-3}-\frac{0.30}{K''}k=0$$

$$\frac{4.1}{K''}\times10^{-5}-1.1\times10^{-3}+\frac{5.9}{K''}k=0$$

この連立方程式のとき

$$k=2\times10^{-5}\ (1/Sec) \qquad (5-43)$$

$$K=1.5\times10^{-1}\left(\frac{mv\cdot Sec}{cm\cdot Gauss}\right) \qquad (5-44)$$

を得る。

(e) 流量換算係数K（$Q=K(\phi_c-\phi_A)$ ）の算定

（5－6）″より

$$\phi_{走水}\,\phi_{第3海堡}=K''B\bar{V}D\times10^{-5}$$

$$\bar{V}D=\frac{\phi_{走水}\,\phi_{第3海堡}}{K''B}\times10^{5}$$

故に

$$Q=\bar{V}Dh=\frac{h\times10^{5}}{K''B}(\phi_{走水}\,\phi_{第3海堡})$$

従つて

$$Q=\frac{h\times10^{5}}{K''B}(\phi_{走水}\,\phi_{第3海堡}) \qquad (5-45)$$

とおくと

$$K=\frac{h}{K''B}\times10^{5}$$

第5－26図より知れる如く東京湾頸部では

$h\approx35\,m=3.5\times10^{3}\,cm$

又

$B=0.45$ Gauss

而して（5－44）より

$$K''=1.5\times10^{-1}\quad\left(\frac{mv,Sec}{cm,Gauss}\right)$$

従つて

$$K=\frac{3.5\times10^{3}}{1.5\times10^{-1}\times0.45}\times10^{5}\qquad 5.2\times10^{9}\left(\frac{cm/Sec}{mv}\right)$$

$$=5.2\times10^{9}\left(\frac{cm/Sec}{mv}\right) \qquad (5-46)$$

昨年度、他の方法で求めしKは昨年度の結果によれば

$$K=4.1\times10^{9}\left(\frac{m^{3}/Sec}{mv}\right)$$

であつた。本年度に求めし値の方が勿論高い信頼度をもつ。

(f) $\frac{\sigma'}{\sigma}$の値

K″を求めた序でに$\frac{\sigma'}{\sigma}$を概算して見る。

言うまでもなく

σ'：海底物質の電気伝導度

σ　：海水　　の電気伝導度

第５－２６図に示せる如く走水－第３海堡を結ぶ断面は稍々奇異な形をなして居るが、今これを楕円で近似すると

$$K_{//} = \frac{1}{1+\frac{\sigma' D}{2\sigma h}}$$

$D = 2.5\times10^{5}$ cm ，$h = 3.5\times10^{3}$ cm ，$K_{//} = 1.5\times10^{-1}$ 故

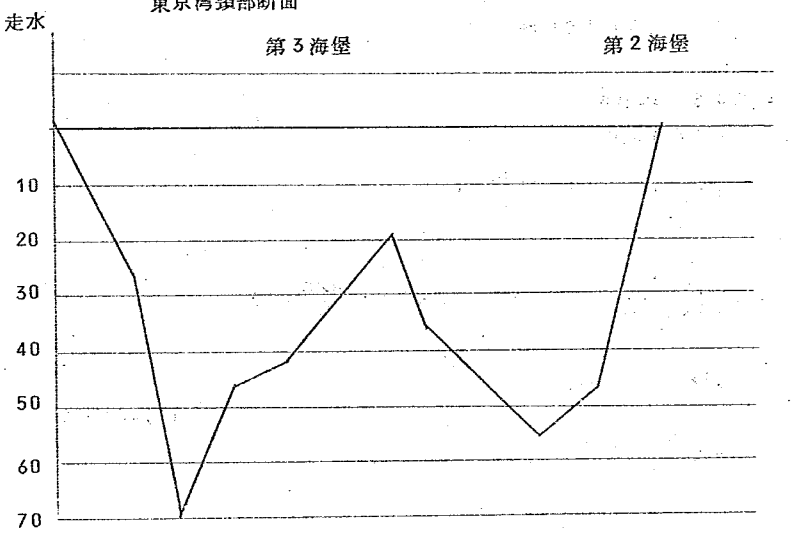
$$\frac{\sigma'}{\sigma} = \frac{2h}{D}\left(\frac{1}{K_{//}} - 1\right)$$

$$= \frac{70\times10^{3}}{2.5\times10^{5}} \times 5.7$$

$$= 1.6\times10^{-1}$$

第５－２６

東京湾頸部断面



(d) 東京湾頸部に於て、その断面を通つて流出入する潮流を対象に選び、それによつてその断面の両岸間に誘起されて居る電位差の値から流出入量を算定するための換算係数を求めておき、高潮がおこつた時の流出入量を測定された電位差から求める為の準備に資する事にした。昨年試みた方法とは異つた更に精密な方法でこれを決定した。

尚この係数をこの新しい方法で求めるためには、潮汐現象の物理的な把握が要求される。この為まさつ力、潮汐波の性質等についても研究が行われ夫々成果を得た。言うまでもなくこれらは高潮の研究にとつても大層役に立つものである。

さて、東京湾頸部近辺では、測定された電位差にかなり大きな人為的雑音が含まれて居り、しかも、それらの潮汐に極めて近い周期をもつた成分のエネルギー密度が、大変大きい為に精度の向上げ仲々むづかしい。条件のよい所に於てならば、より容易により高い精度をもつた結果が得られる筈である。

5.3. 河口部における流量測定

5.3.1. 河口部における測定上の問題点

河口部附近において電位差法による流量測定をおこなうにあたつては、海の場合とは違つた問題が生じてくる。

まず、河の場合には対象となる流量が少いので生ずる電位差が小い上、人為的なノイズが大きいため、信号とノイズの分離が難事となるであろうし、塩水と淡水とでは導電率がことなることによる困難がある。一方、流量換算係数Kの値をきめるにあたつては精度の良い観測値を利用できるという利点もある。

河口部で生ずる電位差がどの位のものであるか概算してみよう。流量と電位差との間には（5－6）なる関係があつた。ここで、河川の水流によつて両岸間に誘起された起電力をe_{AB}とすると

$$\phi_A - \phi_B = \frac{e_{AB}}{1+\frac{\sigma' D}{\sigma h}} \qquad (5-47)$$

この様に起電力よりも電位差が小さくなるのは河底が例え岩であつても、尚少しは導電的である事に基づく。即ち前述の如く河川断面と河底とを結ぶ電流回路が形成されそのため河川断面内部で、丁度内部抵抗に相当する河水の抵抗によつて電圧降下を生ずるからである。この電圧降下が大きいと、例え誘起された起電力は充分大きくても、測定される電位差は小さくなつてしまつてNoiseの中にかくれてしまう様な事も起り得るわけである。即ち河の流れの中に誘起される起電力は次式に示される通り、その平均流速、河幅、地磁場の区成分のみできまる。

$$e_{AB} = \overline{U}\,H,\ D$$

しかし実際に測定される電位差は、この値を河幅深さ（平均の）、河水及び河底の導電率等できまる次の如き因数

$$1+\frac{\sigma' D}{\sigma H}$$

で割つたものである。

さて、利根川を例にとつて、これらの量について概算して見よう。銚子大橋近くでは

$$D = 10^{6}\ cm$$

$$H_z = 4.5 \times 10^{-1}\ \text{Gauss}$$

従つて

$$\overline{V} = 5 \times 10\ cm/Sec \quad (\text{平均流速})$$

と考えると

$$CAB = 5 \times 10 \times 45 \times 10^{-1} \times 10^{5} \times 10^{-5}\ mv$$

$$\fallingdotseq 20\ mv$$

又 $\dfrac{D}{h} = \dfrac{1000}{3}$

$\phi_A - \phi_B$ を求めるに当つて1番問題になるのは

$$1 + \frac{\sigma' D}{\sigma h}$$

なるfactorである。即ち $\dfrac{\sigma'}{\sigma}$ がどの位の値を持つて居るものであるか、その値は塩分、水温等の変化によつてどの位変るものであるかを知りたいわけである。今仮に

$$\sigma' = 1 \sim 10 \times 10^{-5}\ (\Omega cm)^{-1}$$

$$\sigma = 4 \sim 40 \times 10^{-3}\ (\Omega cm)^{-1}$$

と考えると

$$\frac{\sigma'}{\sigma} = 2.5 \times 10^{-4} \sim 2.5 \times 10^{-2}$$

従つて

$$\frac{\sigma' D}{\sigma h} = 1 \times 10^{-1} \sim 1 \times 10$$

もし $\dfrac{\sigma' D}{\sigma h}$ が 10^{-1} のorderならば河底が導電的である事の影響は小さく

$$\phi_A - \phi_B \quad 20\ mv$$

のorderの値が期待される。

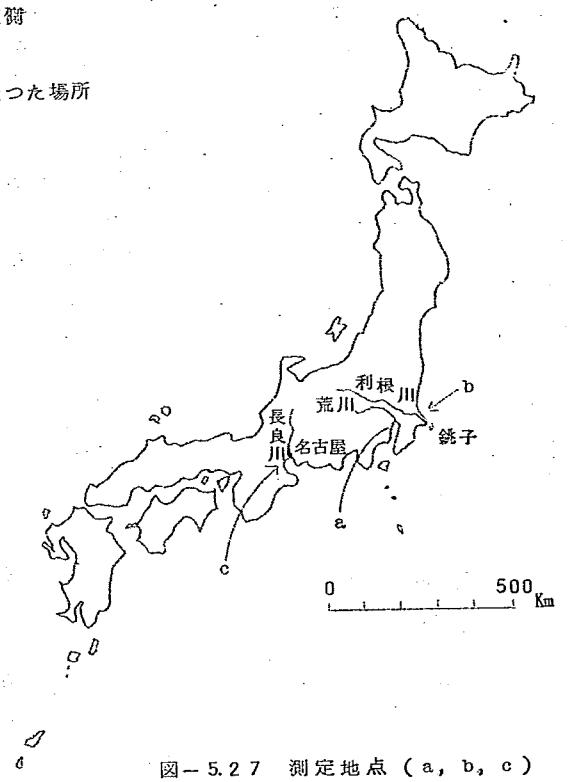
これに対してもし $\dfrac{\sigma' D}{\sigma h}$ が10のorderの値ならば

$$\phi_A - \phi_B \approx 2\ mv$$

であり、SignalをNoiseより分離する事は殆ど絶望的となる。河底より地中へ向う約1000mにも及ぶ部分のeffectiveなconductivityが幾ら位であるかを測ることは非常に困難であるから、電位差法を河川流量測定に利用できるかどうかを確かめるには実さい試して見る以外外に確実な良い方法は見つからない。

5・3・2・測定箇

(イ) 実験を行なつた場所

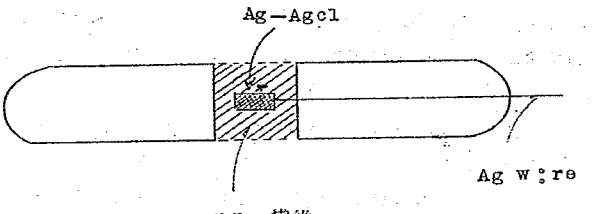


図－5.27 測定地点（a, b, c）

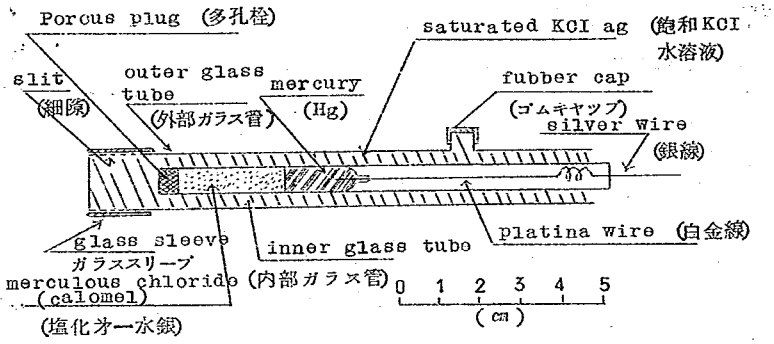
荒川河口（a点）、利根川河口（b点）、長良川河口（c点）に於て電位差の実測が行われた。

(ロ) 電 極

電極と河水との間の偏極電位差が小さいこと及びこれが時間的に変化しない事が大切である。このことが考慮されて銀 ── 塩化銀電極或は塩化第一水銀 ── 塩化カリ電極が用いられた。これらはそれぞれ第5－28図(a)及び(b)に示されている。



図－5.28 (a) Ag－Agce 電極)



(オ5－28図（b） 塩化オ一水銀 ── 塩化カリ電極)

測定に用いられた一対の電極には、同種の幾つかの電極の中同じ河水に対する偏極電位差の差が1mv以下である様な2本が選ばれた。

(ハ) 測　定

河川の両岸近くの水中の深さに固定された電極間の電位差は、電子管自動平衡式記録電圧計によつて記録された。

この測定に必要な電線を、河をよぎつて張るために橋が利用された。

(ニ)記録の分析

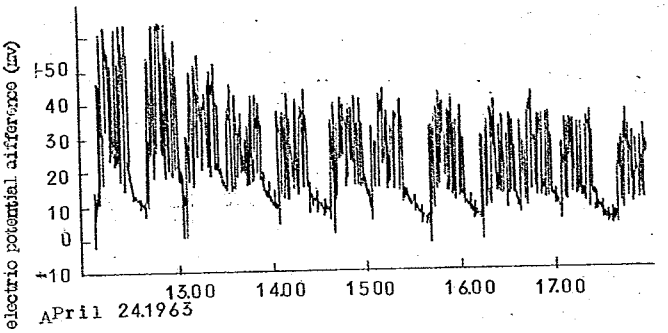
(i) 利根川における実験結果について

利根川の両岸間で測定された電位差には、河水の平均流速に直接関係している成分の外、河川の流れには何の関係もない人為的迷走電流に由来する成分　即ち雑音が含まれている。この雑音のレベルは日中には特に高い。雑音レベルが特に高かつた時の電位差記録の例が（第5－29図）に示されている。このような人為的な雑音の外、地球磁場の変化に由来する雑音が、測定された電位差には含まれる。これらの雑音の中、比較的短周期の成分を電気的濾波器を通して濾波した結果の1例が（第5－30図）に示されている。この図には利根川河口で、電位差と同時に測定された潮位の記録も示されている。電位差記録上の0mv較正は、河水の運動を目視しその静止時に注目して行われた。

電位差測定を行つた断面に近い利根川断面に於ける流速或は流量と、河口における潮位との関係が（第5－31図）に示されている。

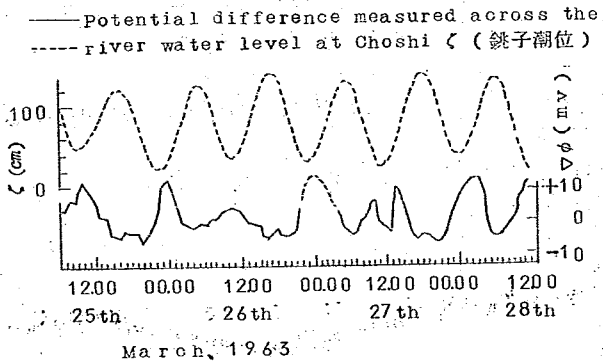
（第5－30図）の電位差及び潮位の潮汐成分の位相間の関係を（第5－31図）の流速及び潮位の潮汐成分の位相間の関係と比べて見れば、電位差と流速との密接な結びつきは極めて明らかである。この比較から更に、電位差記録はかなり大きな歪をうけていることが見出される。これは上記濾波器によつては濾波も切れなかつた比較的長周期の雑音が、測定された電位差に含まれていることによるものと考えられる。この長周期雑音が大きく

なると、潮汐成分はマスクされて不明瞭になつてしまう。（第５－３２）にこの１例が示されている。

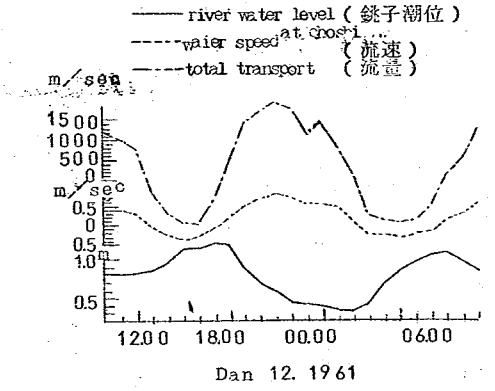


図―才５－２９ 多量の雑音を含む利根川両岸電位差

▽φ（利根川電位差）

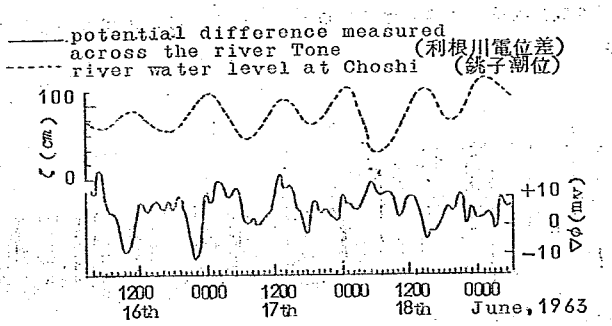


図―才５－３０ 雑音成分が戸波された利根川電位差と銚子潮位



図―才５－３１ 利根川の潮位、流量、流速の間の関係

第５－３２図
長周期雑音による潮汐成分電位差の不明瞭化



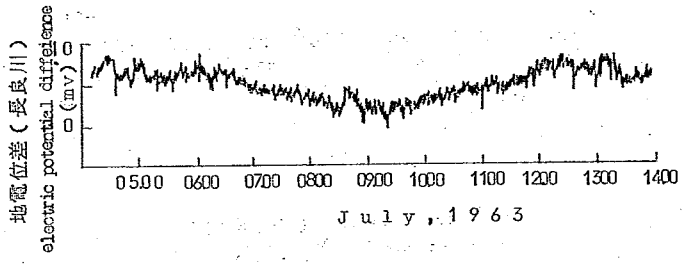
(ii) 長良川における実験結果について

長良川河口附近で測定された両岸間電位差の１例が（第５－３３）に示されている。この図から分る様に、長良川両岸間で測定された電位差に含まれる雑音の量は利根川両岸間の電位差に含まれるそれよりもはるかに少ない。

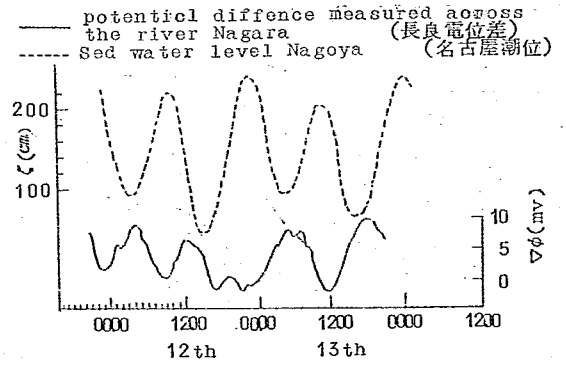
長良川電位差についても、利根川電位差についてと同様に、比較的短周期の雑音が濾波された。その結果は（第５－３４図）に示されている。尚同図には名古屋における潮位も示されてある。この電位差は明らかに潮汐周期の成分を含むことを示して居り、その位相と名古屋における潮位の位相との関係は利根川電位差の位相と銚子における潮位の位相の関係に酷似している。

このことは、長良川電位差が利根川電位差と同様に、河水の流れによつて誘起された成分も含むことを強く暗示している。

第５－３３図
長良川電位差



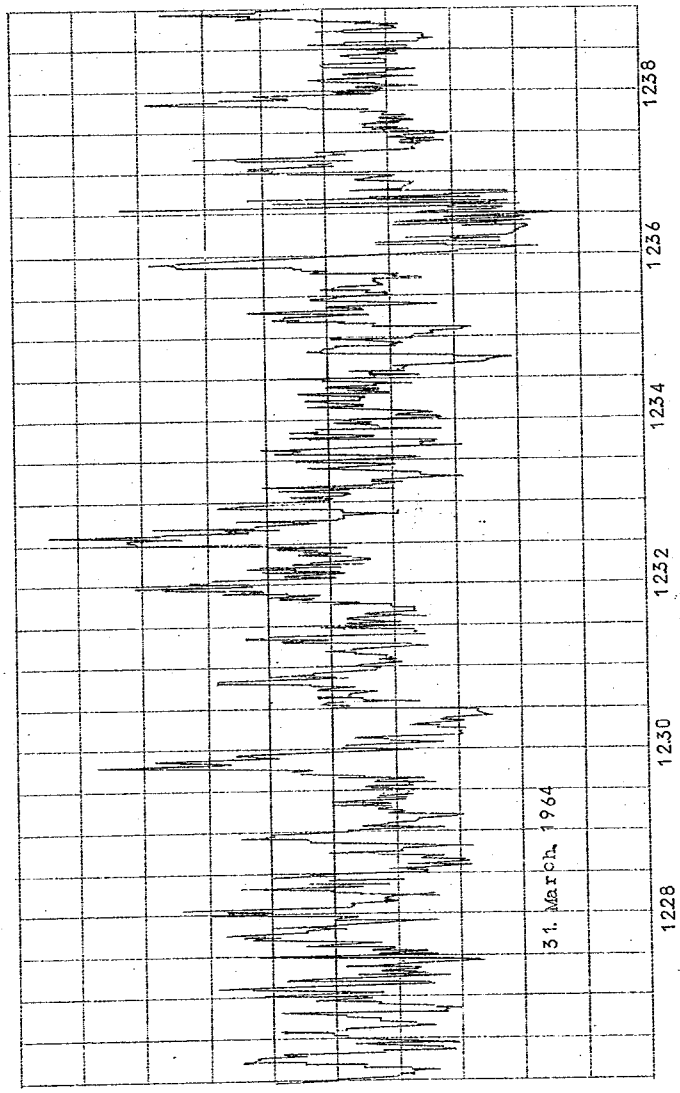
第５－３４図
雑音が濾波された長良川電位差と名古屋潮位



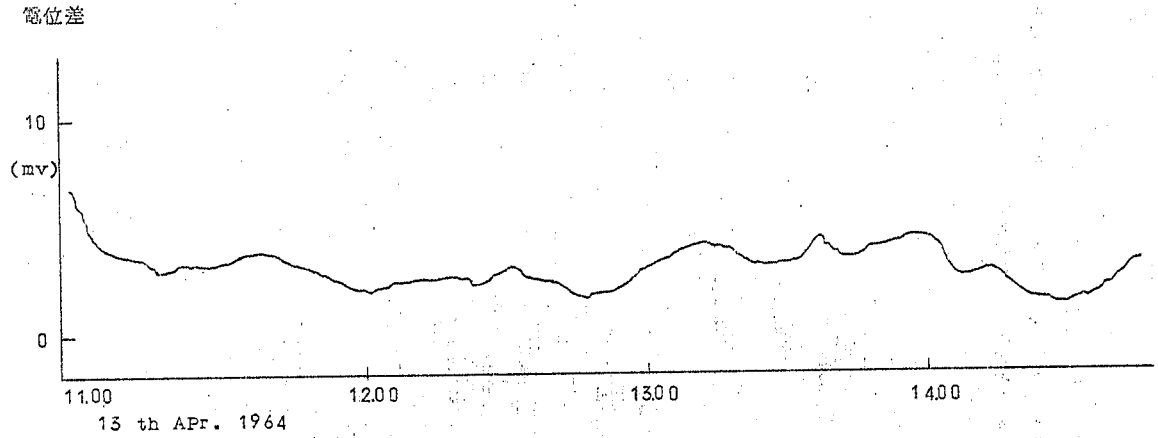
(iii) 荒川における実験結果について

荒川の土木研究所赤羽分室近くの〃しも橋〃の両端間で測定された電位差記録の1例が（第5－35図）に示されている。この荒川電位差は極めて多量の雑音を含んでいることを示している。

電気的濾波器を用いて短周期雑音を濾波した場合の記録が（第5－36図）に示されている。目視によつて観測された河水の流れが記録された電位差と比較された。その結果、電位差はすでに濾波された短周期の雑音の外に、より長周期の雑音をも含むことが明らかになつた。利根川電位差に含まれる雑音とは甚だ異つたスペクトルを持つ雑音が荒川電位差には含まれていることも明らかになつた。



第－5－35図　荒川電位差



第5—36図 濾波されし荒川電位差

(ホ) 考察及び結論

短周期雑音の含まれ方の比較的少ない長良川の電位差や、雑音が比較的少ない時期に測定された利根川電位差でさえも、尚大きな比較的長周期の雑音を含むために、その波形は期待される形とは大分異つた歪んだものになつている。このような歪は、大都会の中やごく近くを流れる河川に於ける測定に於て特に著しい。荒川電位差が著しく大きい雑音を含むことは確かである。従つて測定された電位差を河水の流れと結びつけて論ずることは極めて困難である。利根川、長良川、及び荒川の何れの場合も、河口附近で実験が行われた。これは、河口附近の流れは潮流の支配を受けるために潮汐成分を含むので、もし河水の運動によつて誘起される河川両岸間電位差が存在するならばそれは当然潮汐成分を含む筈であり、従つて検出が比較的容易な筈だからである。

さて、前述の如く、河川両岸間電位差と河川の流れとの間の関係は余り明らかでない。この原因の1つは雑音による信号の不明瞭化であるが、他の1つは河床の導電性による信号の振幅の減少である。即ち、(5－6)式に於けるKは、$\frac{\sigma'}{\sigma}$ が大きくなる程小さくなる。矩形断面の場合を例にとつてもう少し詳述すれば次の通りである。一般に σ' は $1\overline{0}^{4}$ 程度の大きさをもつものと考えられ、σ は $1\overline{0}^{2}$ 程度の大きさと考えられる故

$$\frac{\sigma'}{\sigma} = 1\overline{0}^{2}$$

一方 $\frac{D}{h}$ は

利根川の場合　$\frac{1000}{3\sim4} \sim 300$

長良川の場合　$\frac{600}{2\sim3} \sim 250$

荒川の場合　$\frac{50}{1\sim2} \sim 30$

従つて $\frac{D\sigma'}{h\sigma}$ は大略

利根川の場合　3
長良川の場合　2.5
荒川の場合　0.3

程度と考えられる。故に両岸間電位差は、誘起された起電力の大きさの約数分の1に減少してしまうために検出されにくくなるわけである。

さて、解析結果及び考察の結果より、河川両岸間電位差から流量或は流速を算出する問題については次の結論が導れた。その近辺を流れる迷走地電流密度が比較的小さい河川例えば長良川や利根川　の両岸間電位差と河水の流れとの間には明瞭な関連が見出されるが、荒川の如くその近辺を流れる迷走地電流の密度が大きい河川では両岸間電位差と河水の運動との間の関連を見出すことは不可能に近い。前者の場合でも測定された電位差には一般にまだ相当大きな雑音が含まれているので、電位差の値から流速乃至は流量をよい精度で算出することは極めて困難である。

6. 荒川河口部における波

6－1. 荒川河口における波の推算

6－1－1 まえがき

土木研究所では高潮時荒川および中川放水路に進入する波の変形状態を調べる模型実験および葛西海岸の海岸計画をたてるための実験を実施した。この計算は実験に必要な境界条件すなわち高潮時の河口附近における波を見積るために行つた。

計算方法としては、風向、風速の変化および海底摩擦を考慮したＳＭＢ法を用いた。台風の規模としては伊勢湾台風をとり、コースは大正６年の台風および昭和２４年のキテイ台風のものを基準とし、河口における波がもつとも大きくなるような二つのコースを選定した。

以下に以上の方法・条件で行なつた計算について報告する。

6－1－2 台風のコースの選定

大正６年１０月の台風およびキテイ台風は東京湾に大きな高潮を発生させた台風である。そこでこれらの台風のコースに規模としては非常に大きい伊勢湾台風をのせ、それを種々平行移動して、東京湾内に発生する風を計算した。その計算値から判断して、荒川河口においてもつとも大きな波を発生させると考えられるコースを選定した。

図－６－１－１は大正６年の台風およびキテイ台風のコースを示すものである。また同図には各コースについて風を計算するために選んだ地点も示してある。

台風域内の風は表－６－１－１を利用して計算したが、これは気象庁が東京湾内の高潮計算に用いたもので、台風域内の風は傾度風と台風の進行による風とのベクトル和であると仮定して計算したものである。なお図６－１－２に伊勢湾台風およびキテイ台風内の気圧分布とそれによる傾度風を示したが、これにより伊勢湾台風の規模が非常に大きいことがうかがえると思う。

図－６－１－３と図－６－１－４は各コースの台風について、荒川河口、富津および姉崎の風を計算した結果を示すものである。図－６－１－３は伊勢湾台風をキテイ台風のコースにのせて、そのコースを種々平行移動させた場合で、各コースの荒川河口からの距離は、５０Km、６９Km、７５Km、１００Km、１２５Km、１５０Kmである。図－６－１－４は伊勢湾台風を大正６年のコースにのせた場合で、各コースの荒川河口からの距離は５０Km、７５Km、１００Km、１２５Km、である。各図の縦軸は風速のfetch方向の成分をとつてある。横軸は台風の位置（図－６－１－７参照）を示すものである。

図－６－１－３および図－６－１－４の結果から、キテイ台風のコースの場合には１００Km大正６年の場合には７５Km荒川河口から離れたコースをとり、これについて実際に波を計算した。なお以後は前者をコースⅠ、後者をコースⅡとする。

6－1－3 波の推算

6.－1.－3.1. fetchの断面

波を計算した地点は現在の荒川河口から３Km沖に出た点で、この点においてＥＳＥ、ＳＥ、

ＳＳＥ、Ｓ、Ｓ１５°Ｗの方向からの波を計算した。各方面の断面は図－６－１－５に示すとおりである。各断面はＥＳＥの場合を除いていずれも深海域と浅海域とに分けてある。またそれらの各地域の水深の変化状況、距離などに応じてさらにいくつかに分割した。ＥＳＥの場合のみは全域が浅海域となつている。各図中のａ、ｂ、などの記号は風を計算した地点で、その風でＡＢ、ＢＣなどの区間の風を代表させた。浅海域のｈは計算に用いた水深を示すもので、ＡＰ＋5.2ｍからの水深である。なおＳ方向の場合には、図－６－１－６に示すような埋立計画があり、河道部をＡＰ－６ｍまで堀さくするので図－６－１－５(b)に示すように現地盤をＡＰ－６ｍまで堀さくした場合も計算した。

6.－1.－3.2. 風　速

伊勢湾台風がコースⅠ、Ⅱを図－６－１－７のように進行する場合に、図－６－１－５に示した各ｆｅｔｃｈの両端において風速を計算し、その間は直線的に変化するものとして、ａ、ｂなどの諸点における風速を算出した。図－６－１－８はこれらの計算結果を示したものである。図－６－１－８の縦軸の風速はｆｅｔｃｈ方向の成分であり、横軸は３０分間毎の台風の位置である。

6.－1.－3.3. 計算図表

図－６－１－９は計算図で、(a)、(b)、(c)は通常のＳＭＢ法に用いられるものとまつたく同じであり、(d)は浅海における摩擦の影響を見積るものである。なおこの他Wiegelの重力波に対する函数表を用いた。

6.－1.－3.4. 計算結果

計算はコースⅠの場合はＥＳＥ～Ｓ１５°Ｗの各方向について行ない、コースⅡに対してはＳＥ、およびＳ１５°Ｗ方向について行なつた。計算結果をまとめると表－６－１－２のようになる。最高の波はコースⅡでＳ１５°Ｗ方向の場合に生じ、波高3.3ｍ、周期7.5ｓｅｃであつた。

なお実際の計算表は附表として最後につけてある。

6.－1.－3. 結　論

以上の計算から得られた結果をまとめるとつぎのとおりである。

(1) 荒川河口（現河口から、3.3Km南方にある）に来襲する波の最大値は、現状では波高3.3ｍ、周期7.5ｓｅｃ程度で来襲方向はＳ１５°Ｗである。現地盤をＡＰ－６ｍまで掘さくした場合にはＳ方向の波のみ計算したが、その大きさは上の場合とほとんど一致した。

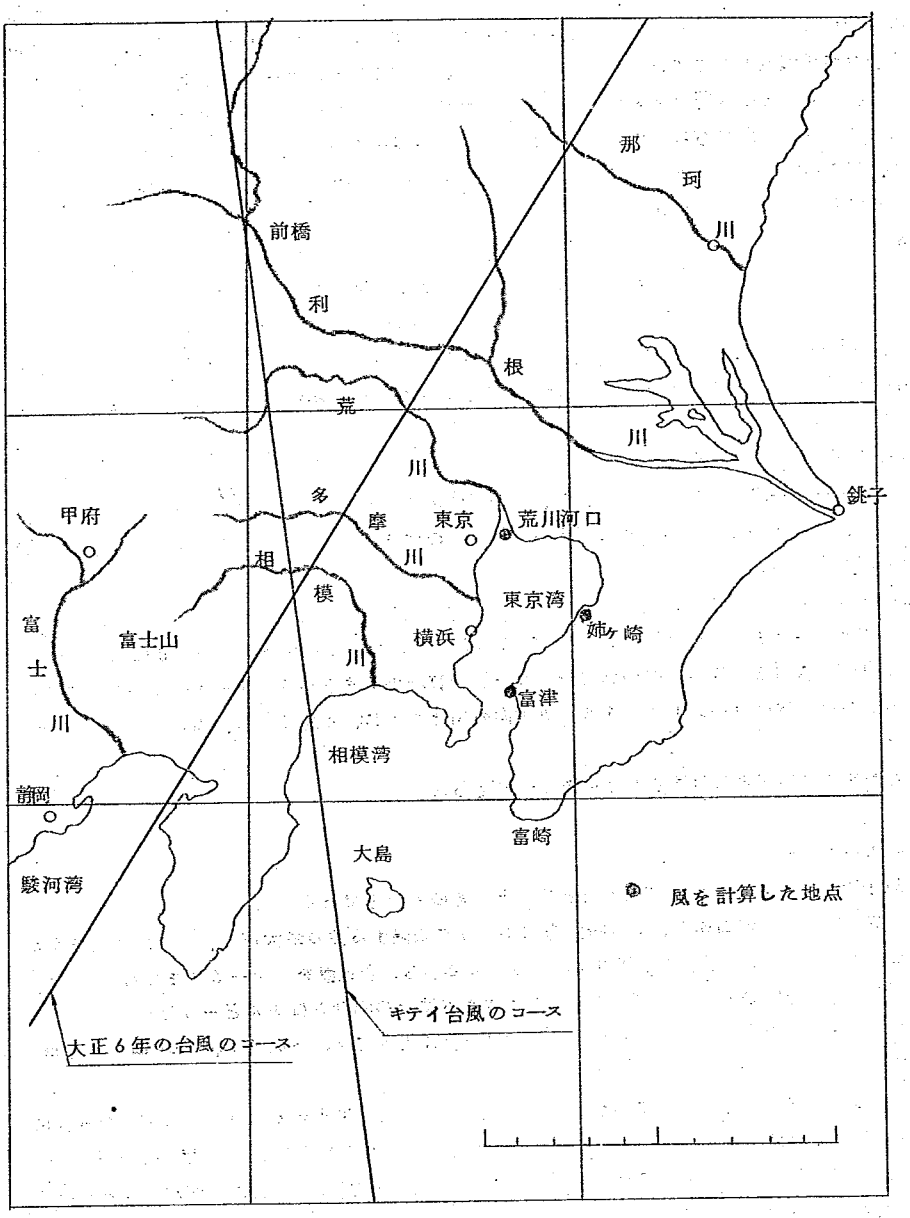
(2) Ｓ～ＳＳＥ方向から来襲する波は現状ではほとんど同じで、波高３ｍ、周期７ｓｅｃ程度である。

(3) 波の来襲方向が東によるにつれて、その大きさはしだいに小さくなり、ＳＥ方向の場合には波高2.5ｍ、周期6.5ｓｅｃ、ＥＳＥ方向の場合には波高1.7ｍ周期６ｓｅｃ程度である。

(4) 来襲方向別に最大波を生じた時刻を調べてみると、一般にＥＳＥ方向の波がもつとも早く最大となり、南にかたよるにつれて最大波の発生時刻はしだいに遅くなる。

注・付表の説明

付表は表－６－１－２にあげた波の数値計算表を示したものである。深海と浅海とに分けてあるが、ＥＳＥの場合をのぞいて、付表６－１－1.2.で一つの計算が完結する。例えばコースⅠでＳ１５°Ｗの場合には付表－６－１－1(a)のNo.１と付表－６－１－２のNo.１とで計算が完了する。


那
珂
川
前橋
利
根
荒
川
川
銚子
甲府
多
摩
東京
荒川河口
相
川
模
東京湾
富
士
富士山
横浜
姉ヶ崎
川
富津
相模湾
静岡
富崎
大島
駿河湾
風を計算した地点
キテイ台風のコース
大正6年の台風のコース

図－6－1－1

表－6－1－1　伊勢湾台風内の風速（m／s）

方向		0°		15°		30°		45°	
		E	N	E	N	E	N	E	N
中心距離(Km)	0	0.00	11.60	—	—	—	—	—	—
	30	8.51	24.42	−12.03	21.72	−14.74	18.19	−16.44	14.09
	60	−12.94	30.50	−18.30	26.39	−22.41	21.03	−25.00	14.79
	90	−14.10	31.18	−19.94	26.70	−24.42	20.85	−27.24	14.05
	120	−13.77	29.49	−19.47	25.11	−23.85	19.41	−26.60	12.77
	150	12.89	27.04	−18.23	22.94	−22.33	17.60	−24.90	11.38
	180	−11.85	24.46	−16.76	20.69	−20.53	15.78	−22.90	10.07
	210	−10.80	21.99	−15.27	18.55	−18.70	14.08	−20.86	8.87
	240	− 9.78	19.68	−13.83	16.57	−16.94	12.52	−18.89	7.80
	270	− 8.81	17.55	−12.46	14.75	−15.26	11.10	−17.02	6.85
	300	− 7.90	15.59	−11.17	13.08	−23.68	9.81	−15.26	6.00
	330	− 7.03	13.78	− 9.94	11.54	−12.18	8.63	−13.58	5.24

方向		120°		135°		150°		165°	
		E	N	E	N	E	N	E	N
中心距離(Km)	0	—	—	—	—	—	—	—	—
	30	− 8.51	− 5.05	− 4.40	− 6.75	0	−7.723	4.40	− 6.75
	60	−12.94	−14.33	− 6.70	−16.91	0	−17.79	6.70	−16.91
	90	−14.10	−17.67	− 7.30	−20.49	0	−21.45	7.30	−20.49
	120	−13.77	−18.21	− 7.13	−20.96	0	−21.90	7.13	−20.96
	150	−12.89	−17.62	− 6.67	−20.19	0	−21.07	6.67	−20.19
	180	−11.85	−16.60	− 6.14	−18.96	0	−19.77	6.14	−16.96
	210	−10.80	−15.42	− 5.59	−17.58	0	−18.31	5.59	−17.58
	240	− 9.78	−14.20	− 5.06	−16.15	0	−16.82	5.06	−16.15
	270	− 8.81	−12.97	− 4.56	−14.73	0	−15.33	4.56	−14.73
	300	− 7.90	−11.77	− 4.09	−13.34	0	−13.88	4.09	−13.34
	330	− 7.03	−10.58	− 3.64	−11.99	0	−12.47	3.64	−11.99

方向		240°		255°		270°		285°	
		E	N	E	N	E	N	E	N
中心距離(Km)	0	—	—	—	—	—	—	—	—
	30	17.02	9.69	16.44	14.09	14.74	18.19	12.03	21.72
	60	25.88	8.09	25.00	14.79	22.41	21.03	18.20	26.29
	90	28.20	6.75	27.24	14.05	24.42	20.85	19.94	26.70
	120	27.54	5.64	26.60	12.77	23.85	19.41	19.47	25.11
	150	25.78	4.71	24.90	11.38	22.33	17.60	18.23	22.94
	180	23.70	3.93	22.90	10.07	20.53	15.78	16.76	20.69
	210	21.60	3.28	20.86	8.87	18.70	14.08	15.27	18.55
	240	19.56	2.74	18.89	7.80	16.94	12.52	13.83	16.57
	270	17.62	2.29	17.02	6.85	15.26	11.10	12.46	14.75
	300	15.79	1.91	15.26	6.00	13.68	9.81	11.17	13.08
	330	14.06	1.60	13.58	5.24	12.18	8.63	9.94	11.54

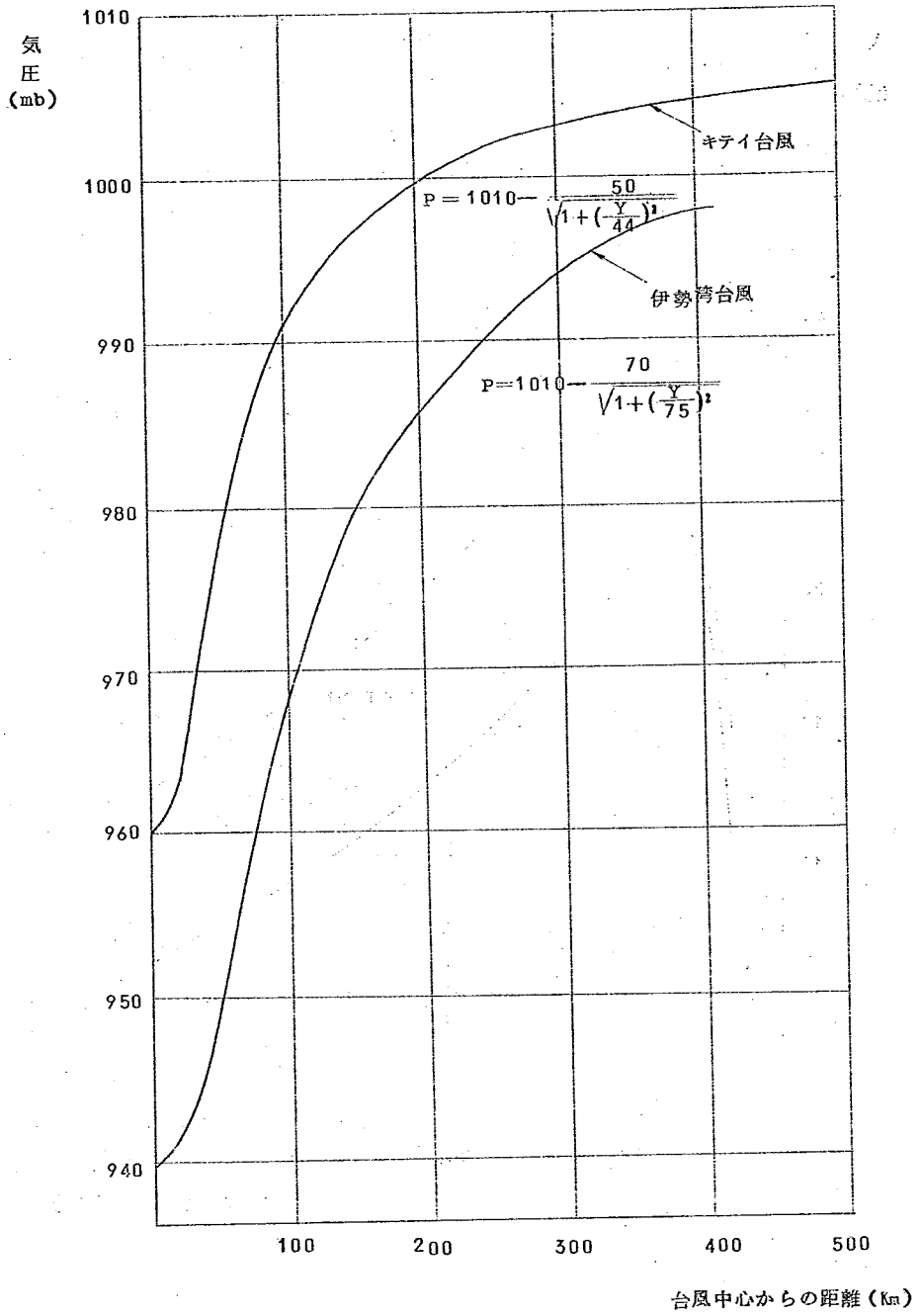
角度：台風の進行方向を北とした時東を０°として反時計まわりにはかる。

E、N：Eは東西成分　　Nは南北成分を示す。

方向		60°		75°		90°		105°	
		E	N	E	N	E	N	E	N
中心距離(Km)	0	—	—	—	—	—	—	—	—
	30	−17.02	9.69	−16.44	5.28	−14.76	1.18	−12.03	− 2.35
	60	−25.88	8.09	−25.00	1.39	−22.41	− 4.85	−18.30	−10.21
	90	−28.20	6.75	−27.24	− 0.55	−24.42	− 7.35	−19.94	−13.19
	120	−27.54	5.64	−26.60	− 1.49	−23.85	− 8.13	−19.47	−13.83
	150	−25.78	4.71	−24.90	− 1.96	−22.33	− 8.18	−18.23	−13.52
	180	−23.70	3.93	−22.90	− 2.20	−20.53	− 7.92	−16.76	−12.83
	210	−21.60	3.28	−20.86	− 2.31	−18.70	− 7.51	−15.27	−11.99
	240	−19.56	2.74	−18.89	− 2.32	−16.94	− 7.04	−13.83	−11.09
	270	−17.62	2.29	−17.02	− 2.27	−15.26	− 6.52	−12.46	−10.17
	300	−15.79	1.91	−15.26	− 2.18	−13.68	− 5.99	−11.17	− 9.26
	330	−14.06	1.60	−13.58	− 2.04	−12.18	− 5.44	− 9.94	− 8.35

方向		180°		195°		210°		225°	
		E	N	E	N	E	N	E	N
中心距離(Km)	0	—	—	—	—	—	—	—	—
	30	8.51	− 5.05	12.03	− 2.35	14.72	1.18	16.44	− 5.28
	60	12.94	−14.33	18.30	−10.21	22.41	− 4.85	25.00	− 1.39
	90	14.10	−17.67	19.94	−13.19	24.42	− 7.35	27.24	− 0.55
	120	13.77	−18.21	19.47	−13.83	23.83	− 8.13	26.60	− 1.49
	150	12.89	−17.62	18.23	−13.52	22.33	− 8.18	24.90	− 1.96
	180	11.85	−16.60	16.76	−12.83	20.53	− 7.92	22.90	− 2.20
	210	10.80	−15.42	15.27	−11.99	18.70	− 7.51	20.86	− 2.31
	240	9.78	−14.20	13.83	−11.09	16.94	− 7.04	18.89	− 2.32
	270	8.81	−12.97	12.46	−10.17	15.26	− 6.52	17.02	− 2.27
	300	7.90	−11.77	11.17	− 9.26	12.68	− 5.99	15.26	− 2.18
	330	7.03	−10.58	9.94	− 8.35	12.18	− 5.44	13.58	− 2.04

方向		300°		315°		330°		345°	
		E	N	E	N	E	N	E	N
中心距離(Km)	0	—	—	—	—	—	—	—	—
	30	8.51	24.42	4.40	26.13	0	26.71	− 4.40	26.13
	60	12.94	30.50	6.70	33.09	0	33.97	− 6.70	33.09
	90	14.10	31.18	7.30	33.99	0	34.95	− 7.30	33.99
	120	13.77	29.49	7.13	32.24	0	33.18	− 7.13	32.24
	150	12.89	27.04	6.67	29.61	0	30.49	− 6.67	29.61
	180	11.85	24.46	6.14	26.82	0	27.63	− 6.14	26.82
	210	10.80	21.99	5.59	24.14	0	24.87	− 5.59	24.14
	240	9.78	19.68	5.06	21.63	0	22.30	− 5.06	21.63
	270	8.81	17.55	4.56	19.31	0	19.91	− 4.56	19.31
	300	7.90	15.59	4.09	17.16	0	17.70	− 4.09	17.16
	330	7.03	13.78	3.64	15.19	0	15.67	− 3.64	15.19



図－6－1－2(a)　伊勢湾台風およびキテイ台風の気圧分布

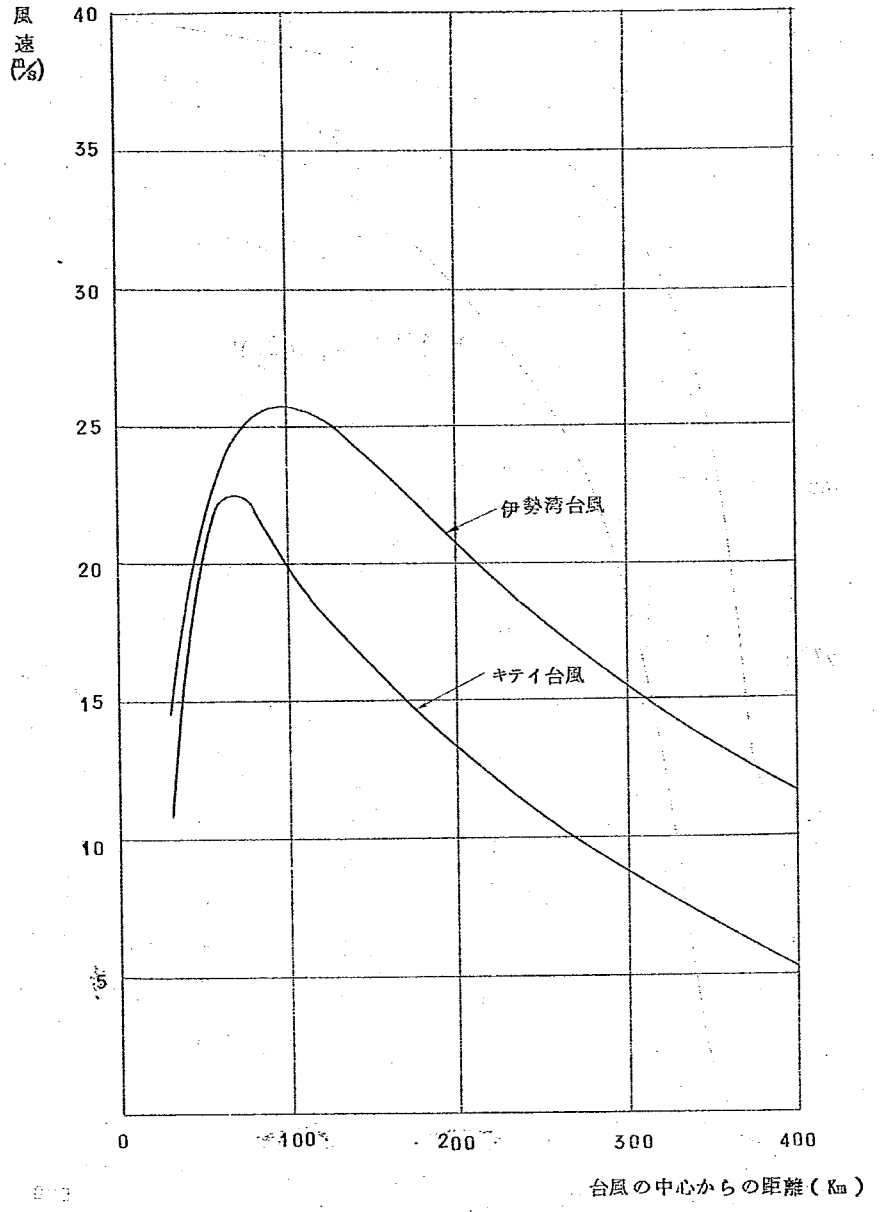
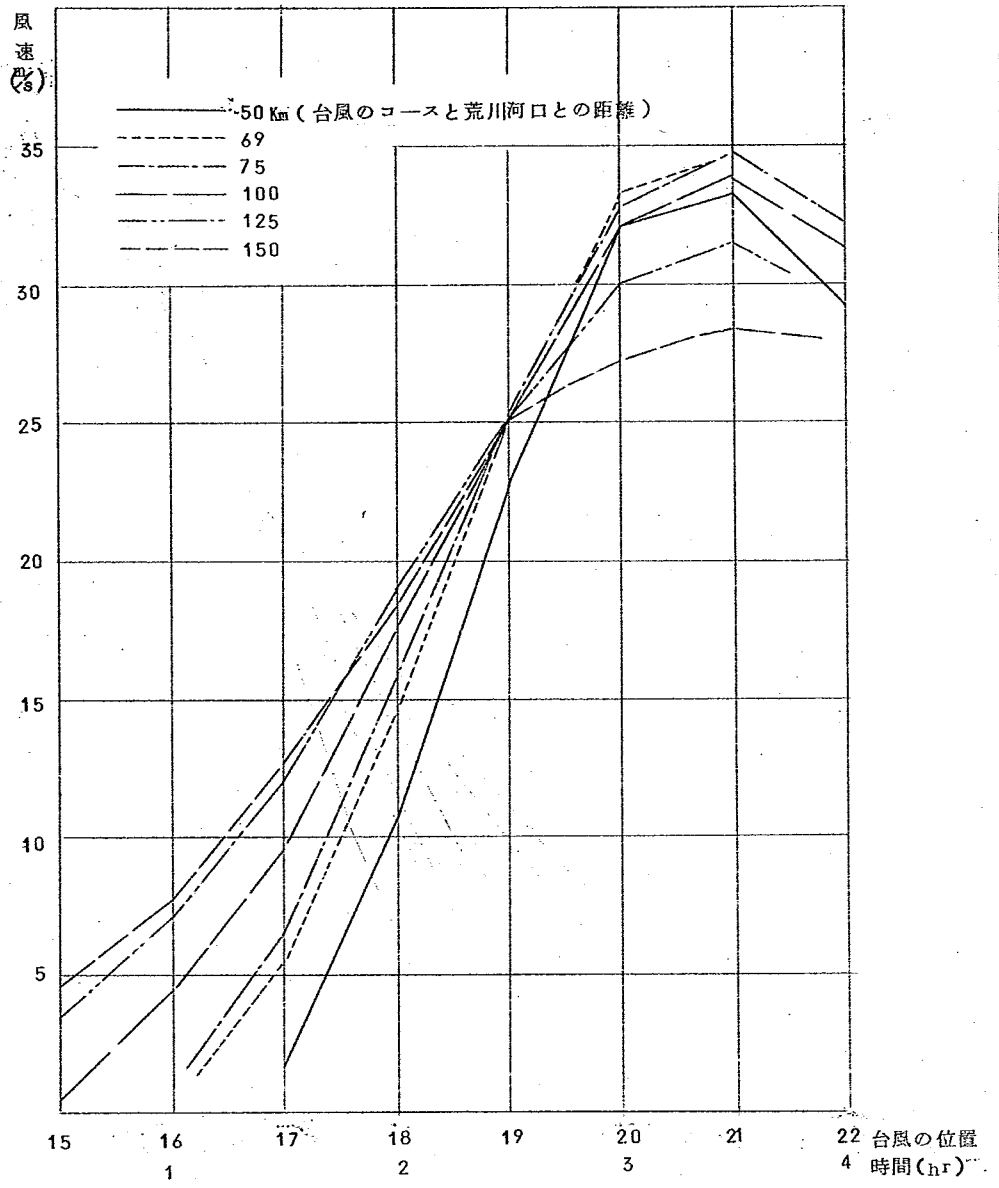
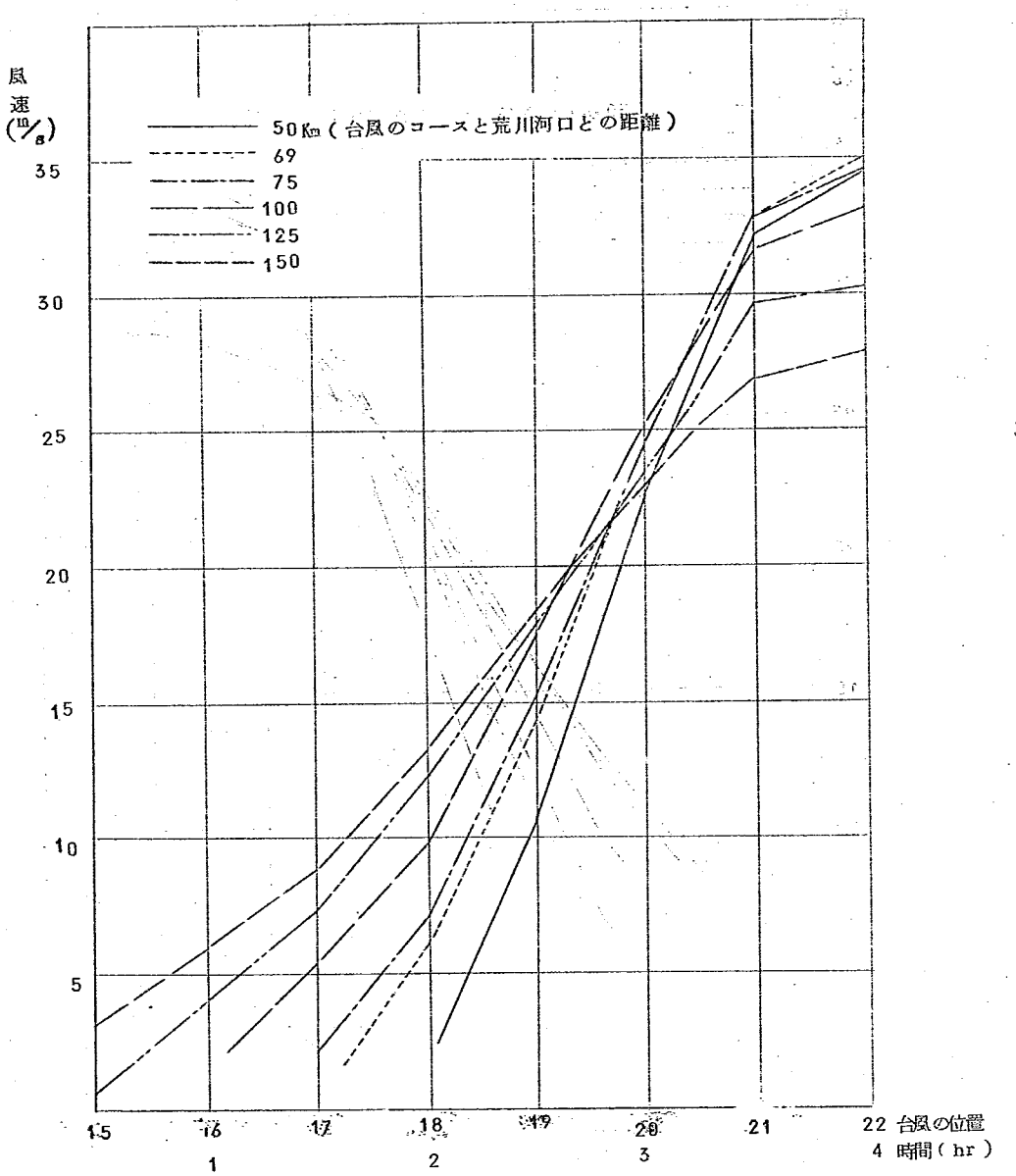


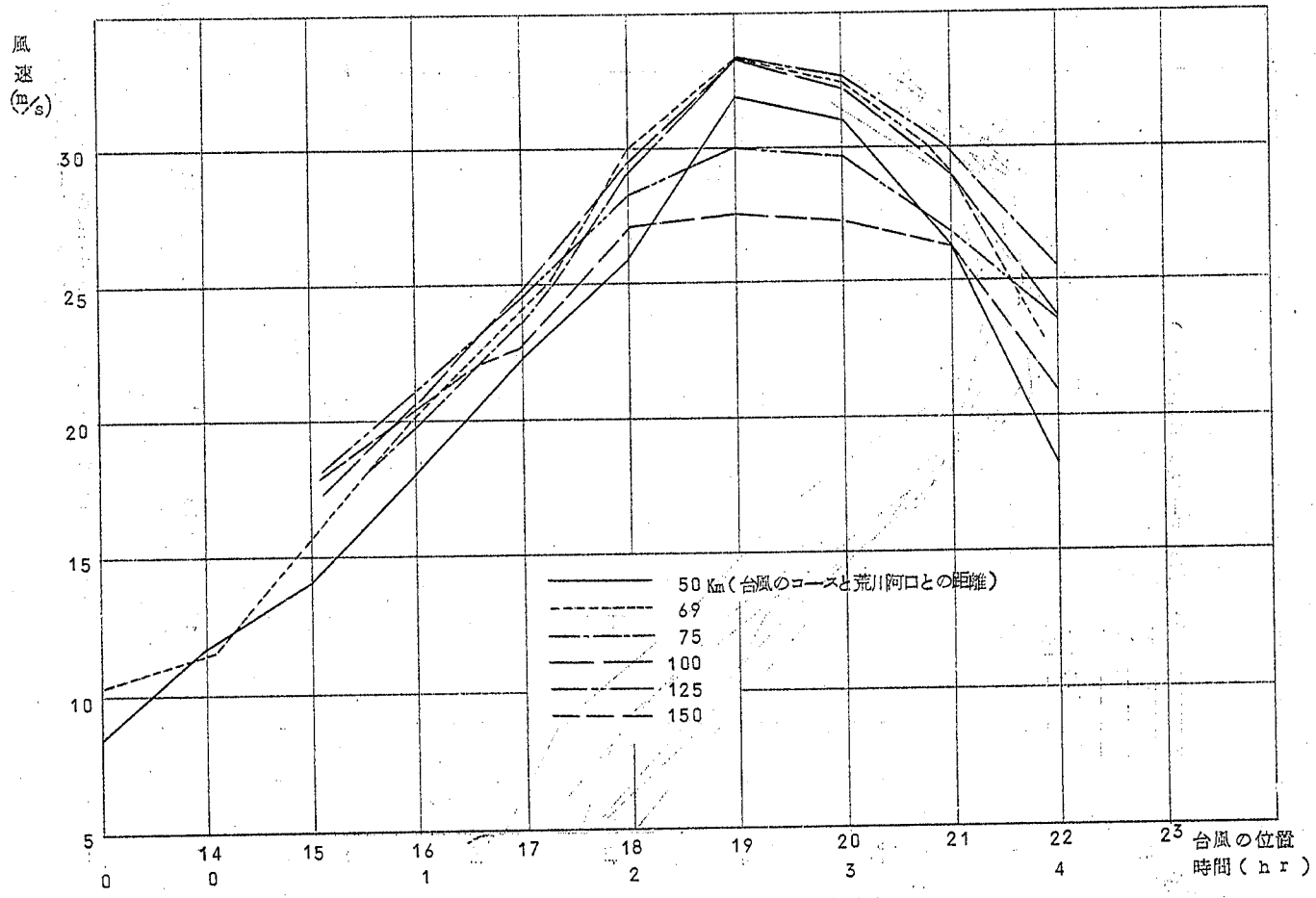
図 — 6 — 1 — 2 (b)　伊勢湾台風およびキテイ台風による傾度風



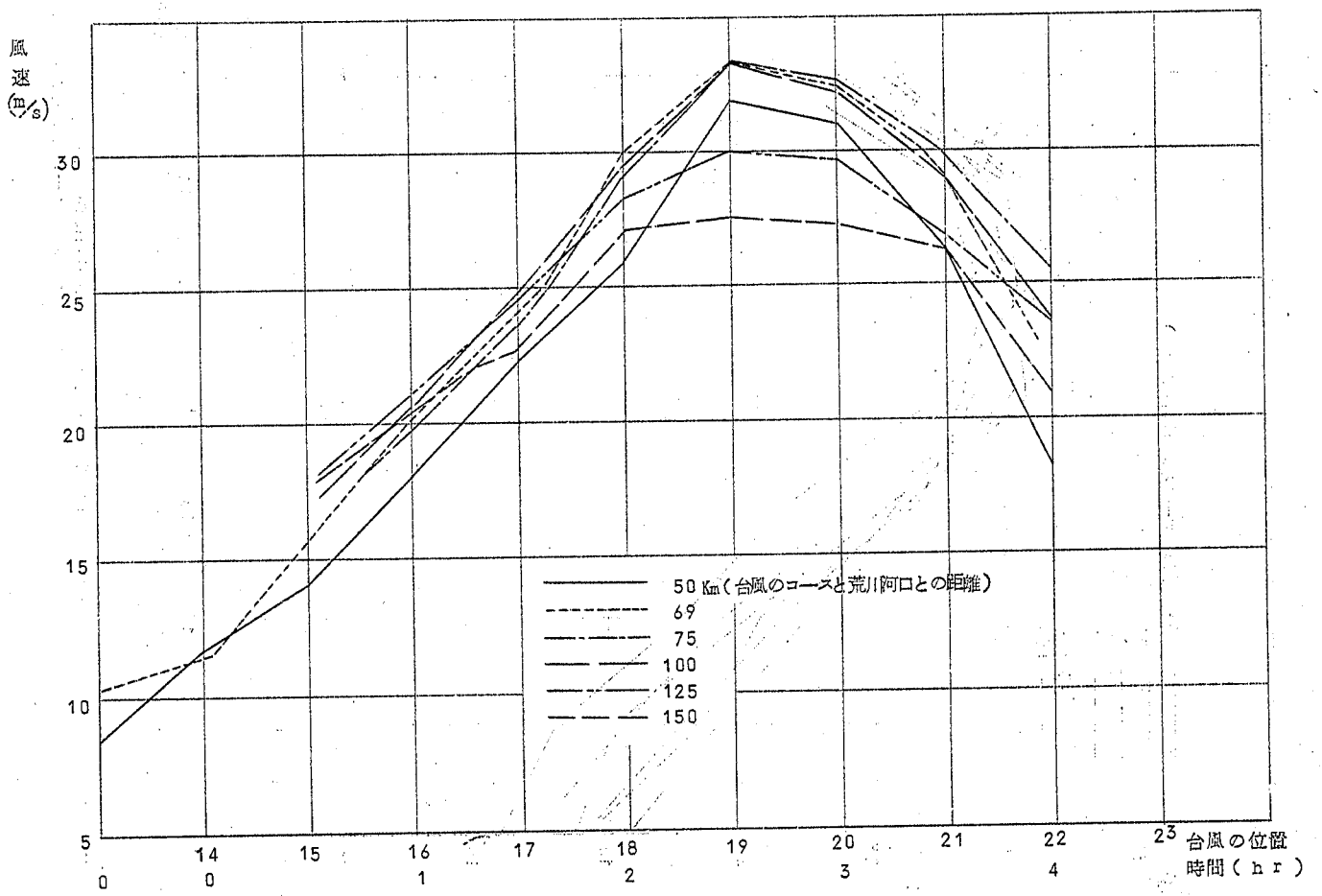
図—6—1—3　富津における風速（キティ台風にのせた場合）



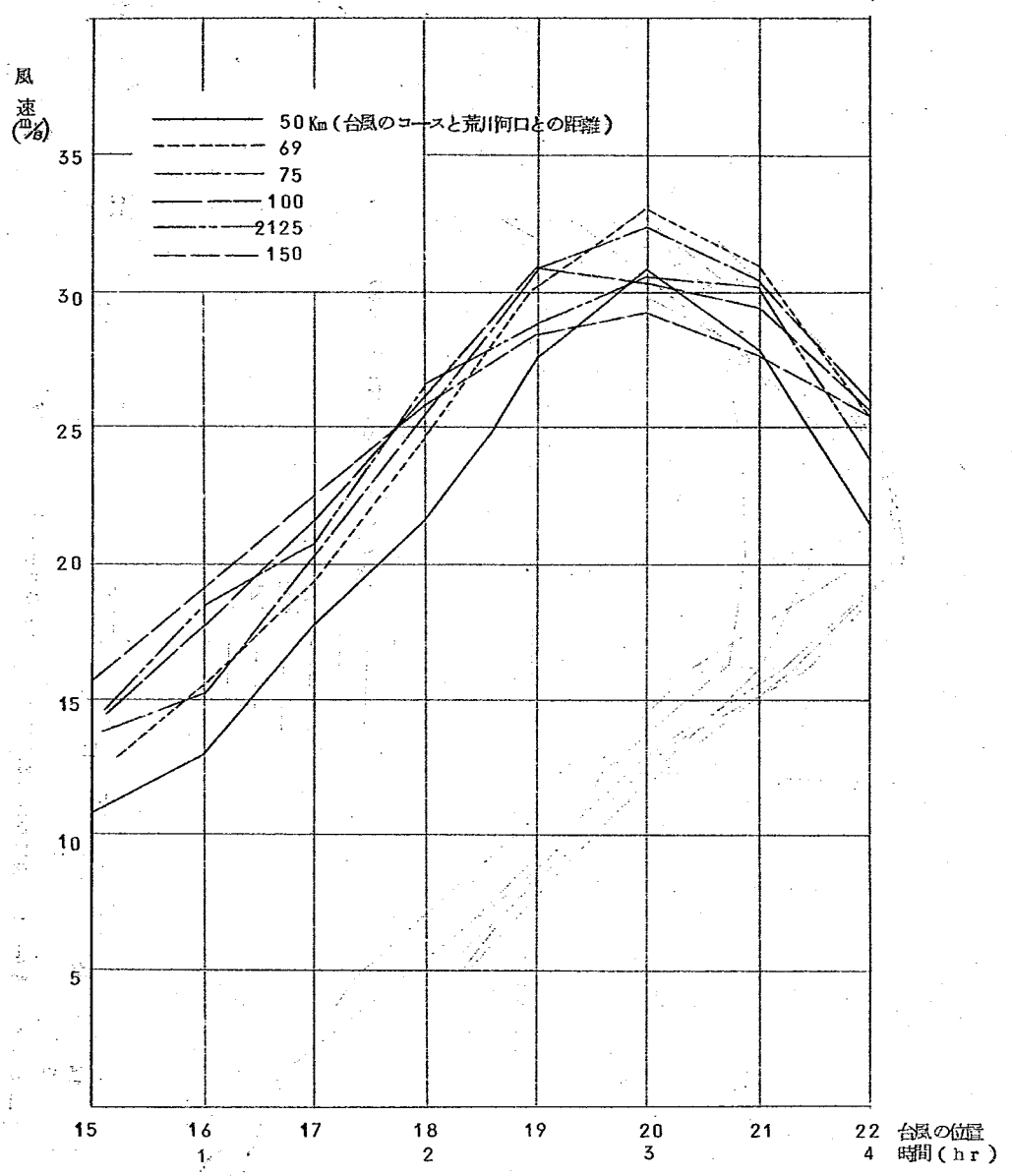
図－6－1－3 (b)　富津～荒川河口を対象とした場合の荒川河口における風速
（キティ台風のコースにのせた場合）



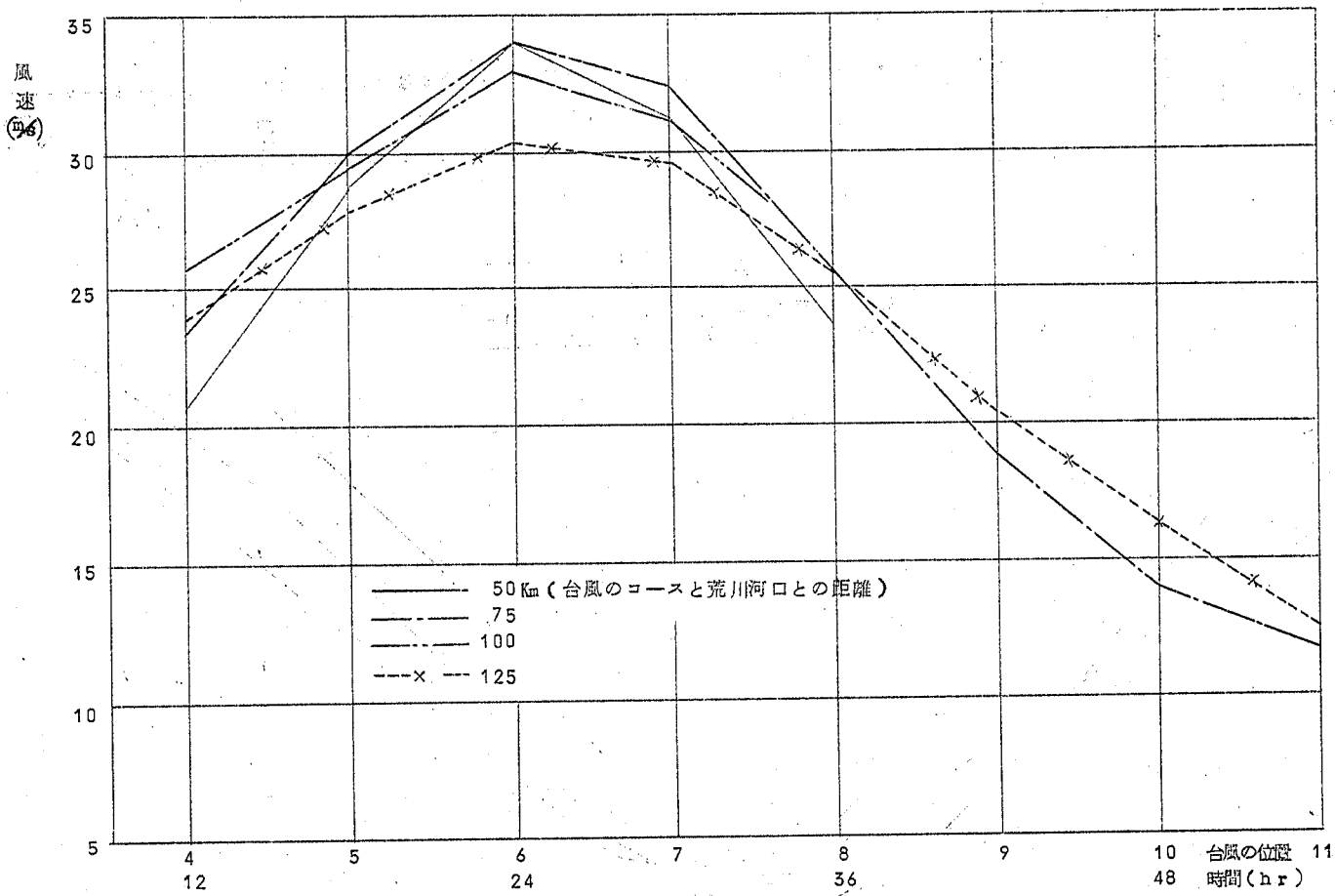
図－6－1－3(c) 姉ヶ崎における風速（キテイ台風のコースはのせた場合）



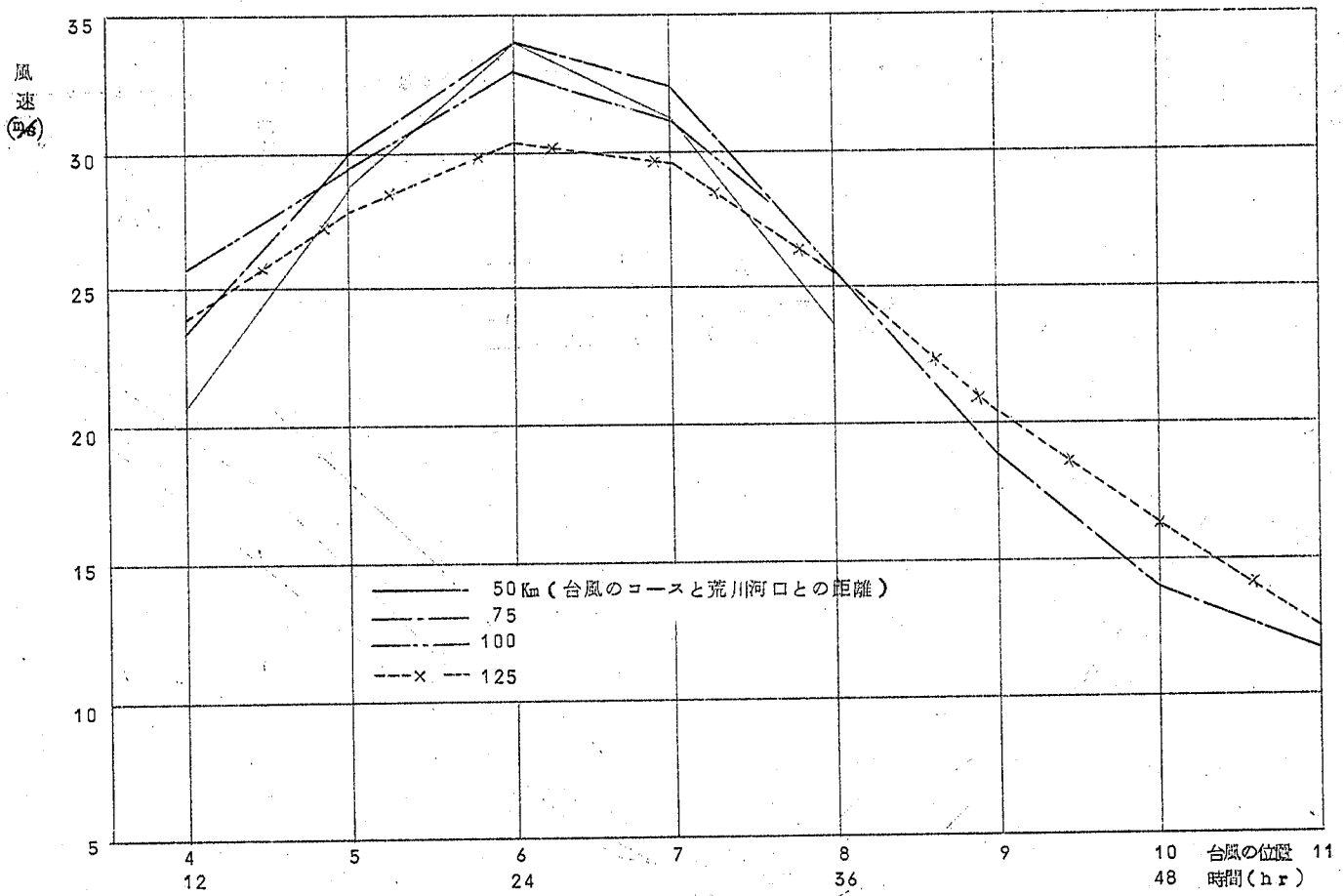
図－6－1－3(c) 姉ヶ崎における風速（キテイ台風のコースはのせた場合）



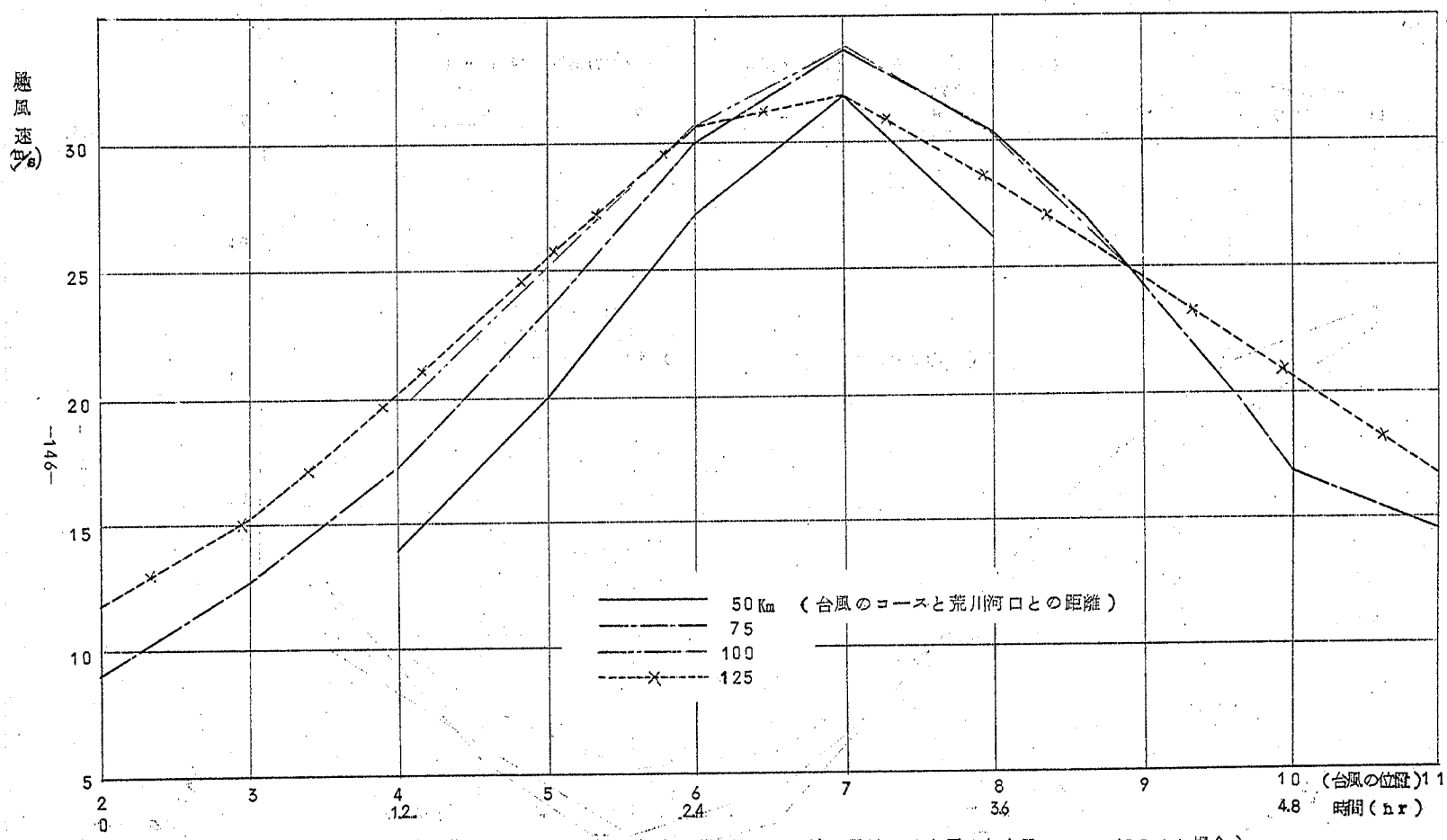
図－6－1－3(a)　姉ケ崎～荒川河口を対象とした場合の荒川河口における風速
（キテイ台風のコースにのせた場合）



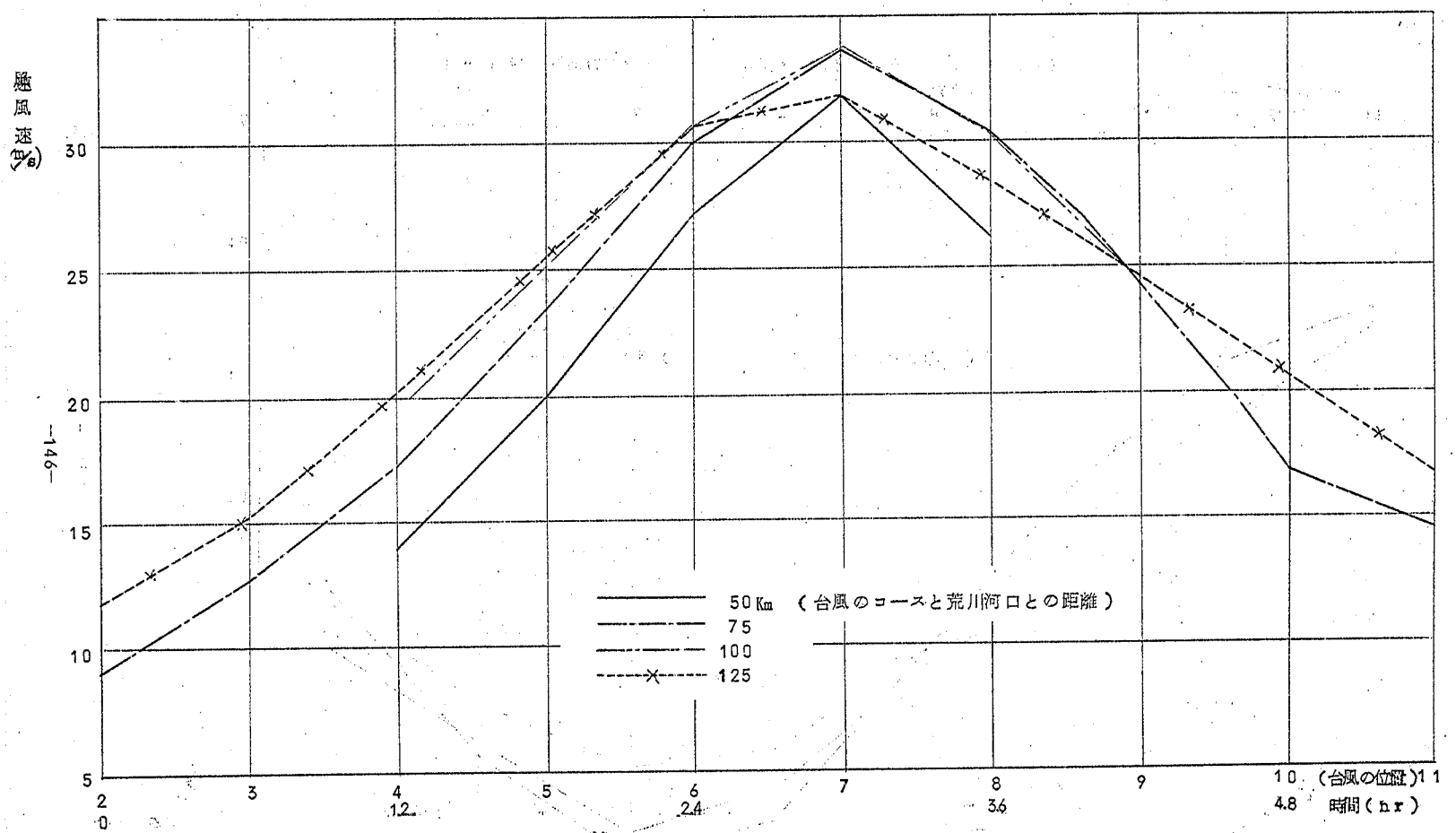
図－6－1－4 (a)　富津における風速　（大正6年台風のコースにのせた場合）



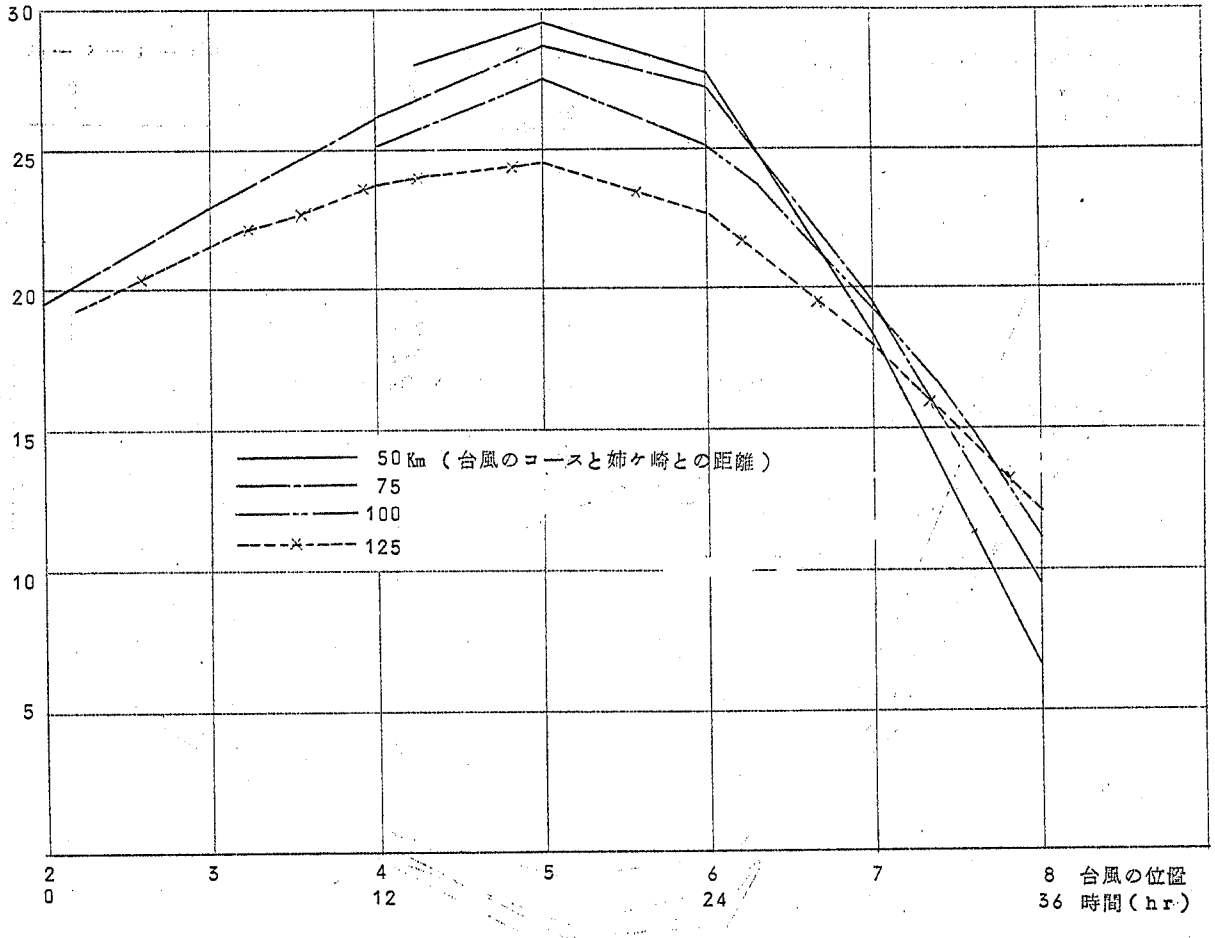
図－6－1－4 (a)　富津における風速　（大正6年台風のコースにのせた場合）



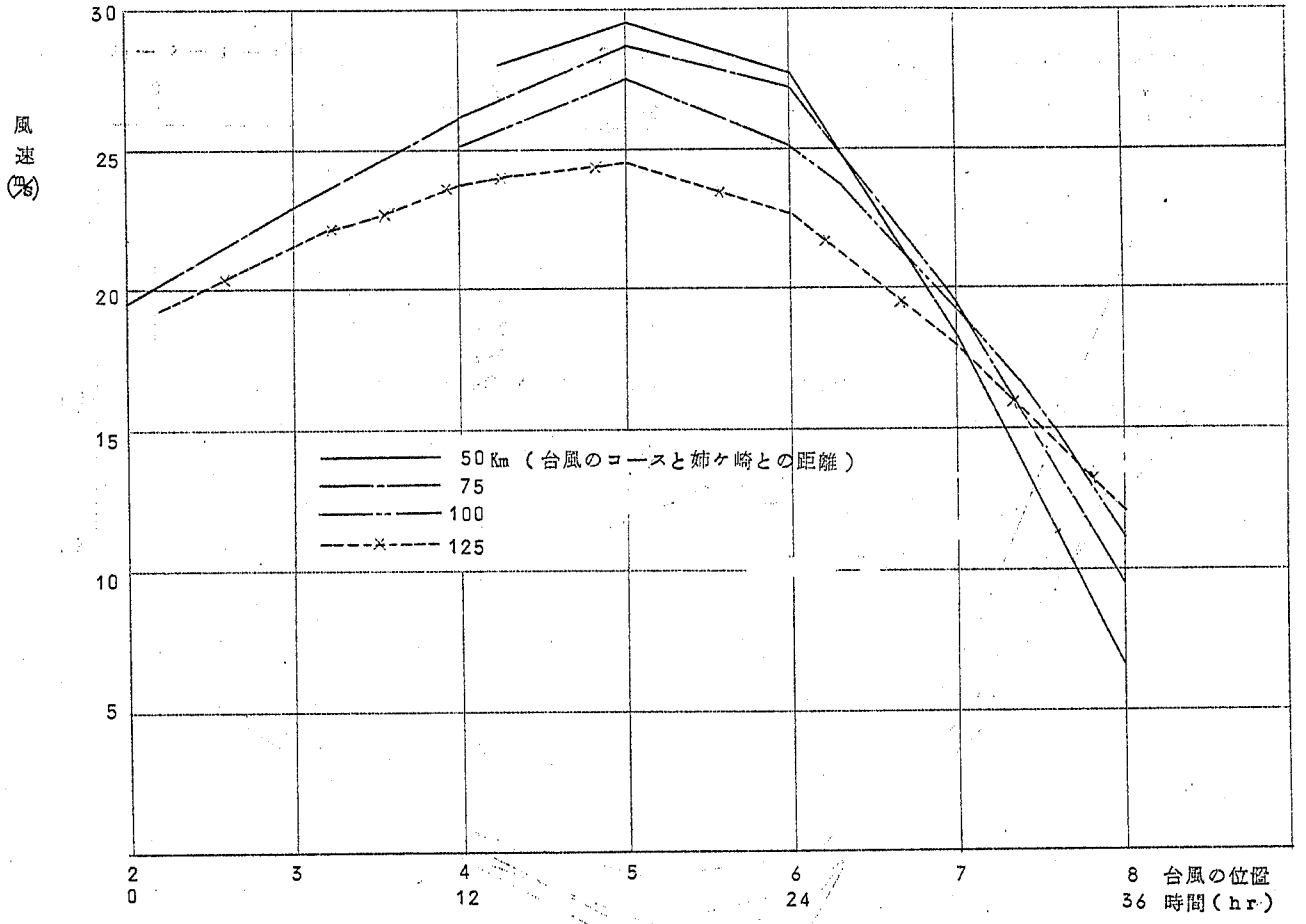
図—6—1—4 (b)　富津～荒川河口を対象とした場合の荒川河口における風速　（大正6年台風のコースにのせた場合）



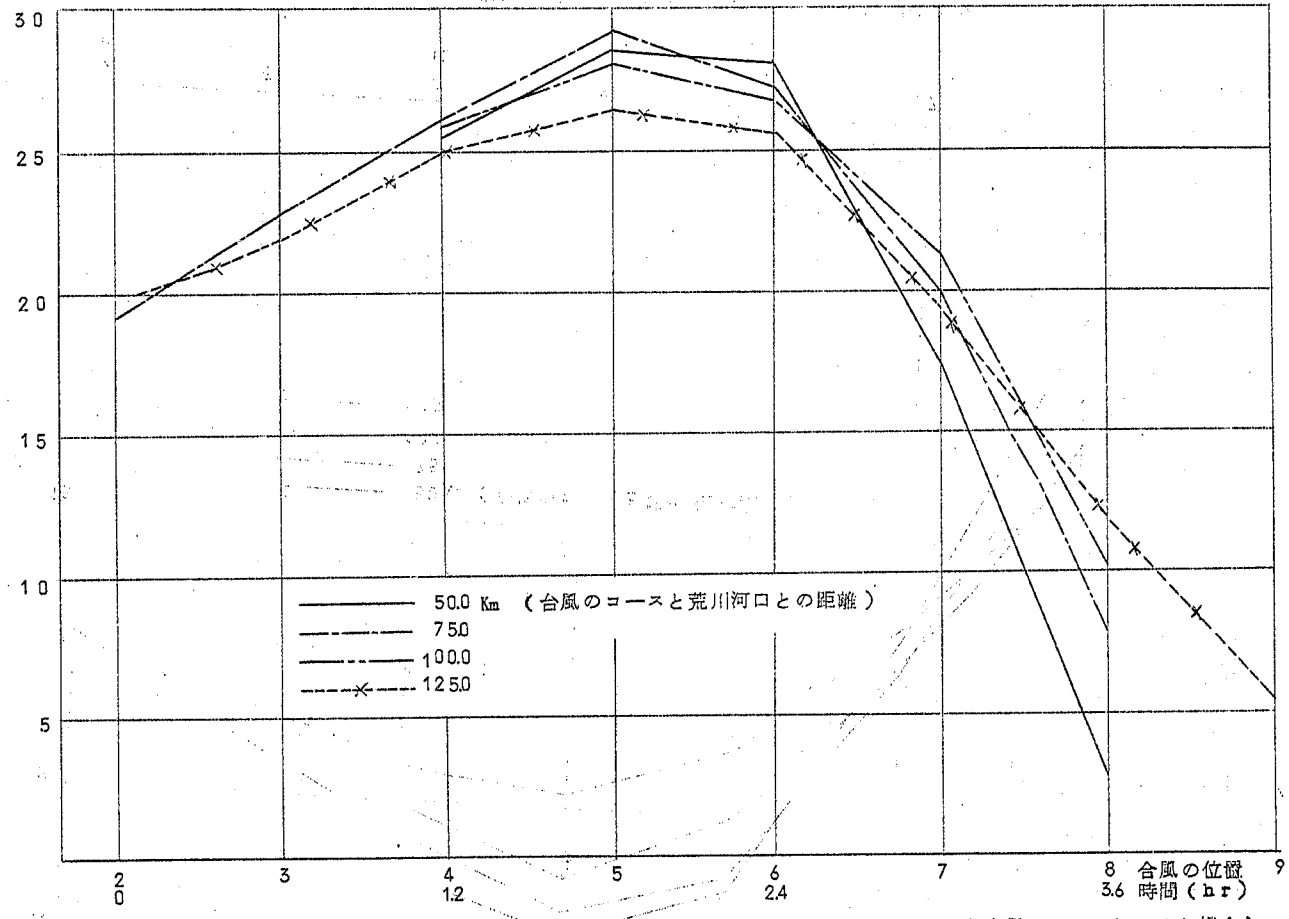
図－6－1－4 (b)　富津～荒川河口を対象とした場合の荒川河口における風速　（大正6年台風のコースにのせた場合）



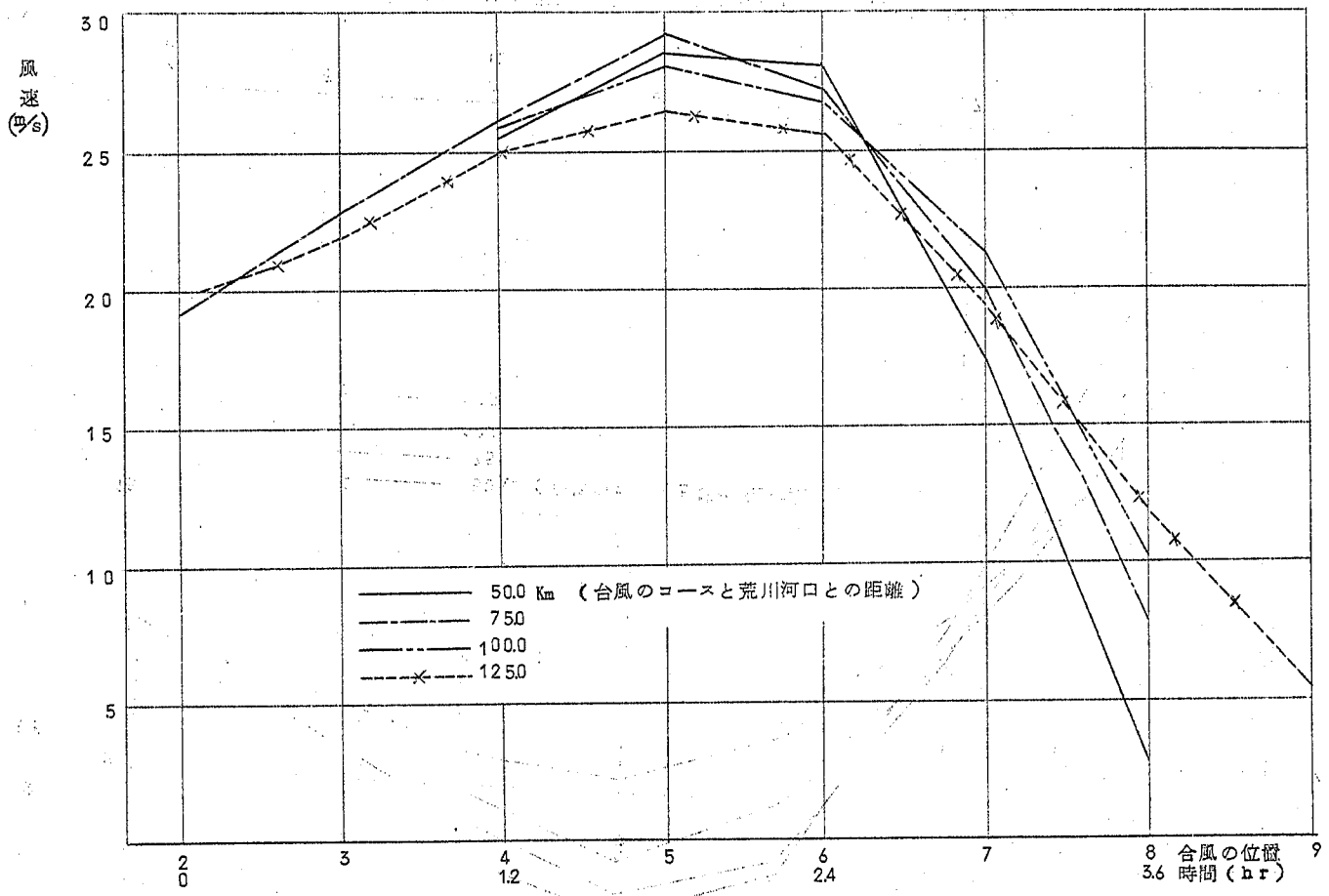
図－6－1－4(c)　姉ケ崎における風速　（大正6年台風のコースにのせた場合）



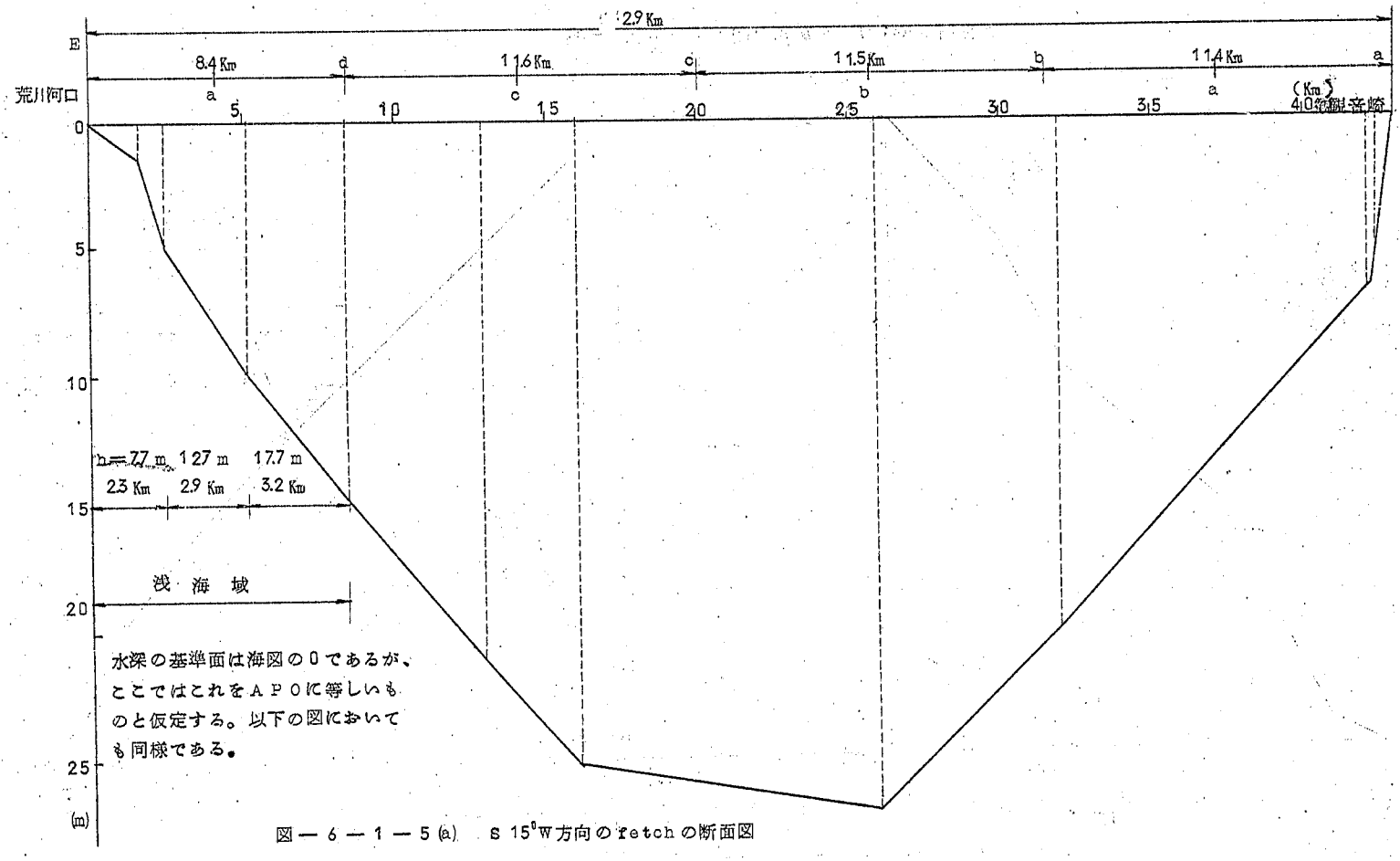
図－6－1－4(c) 姉ケ崎における風速 （大正6年台風のコースにのせた場合）



図－6－1－4(a)　姉ケ崎～荒川河口を対象とした場合の荒川河口における風速（大正6年台風のコースにのせた場合）



図－6－1－4(d)　姉ヶ崎～荒川河口を対象とした場合の荒川河口における風速（大正6年台風のコースにのせた場合）



図－6－1－5(a)　S 15°W方向のfetchの断面図

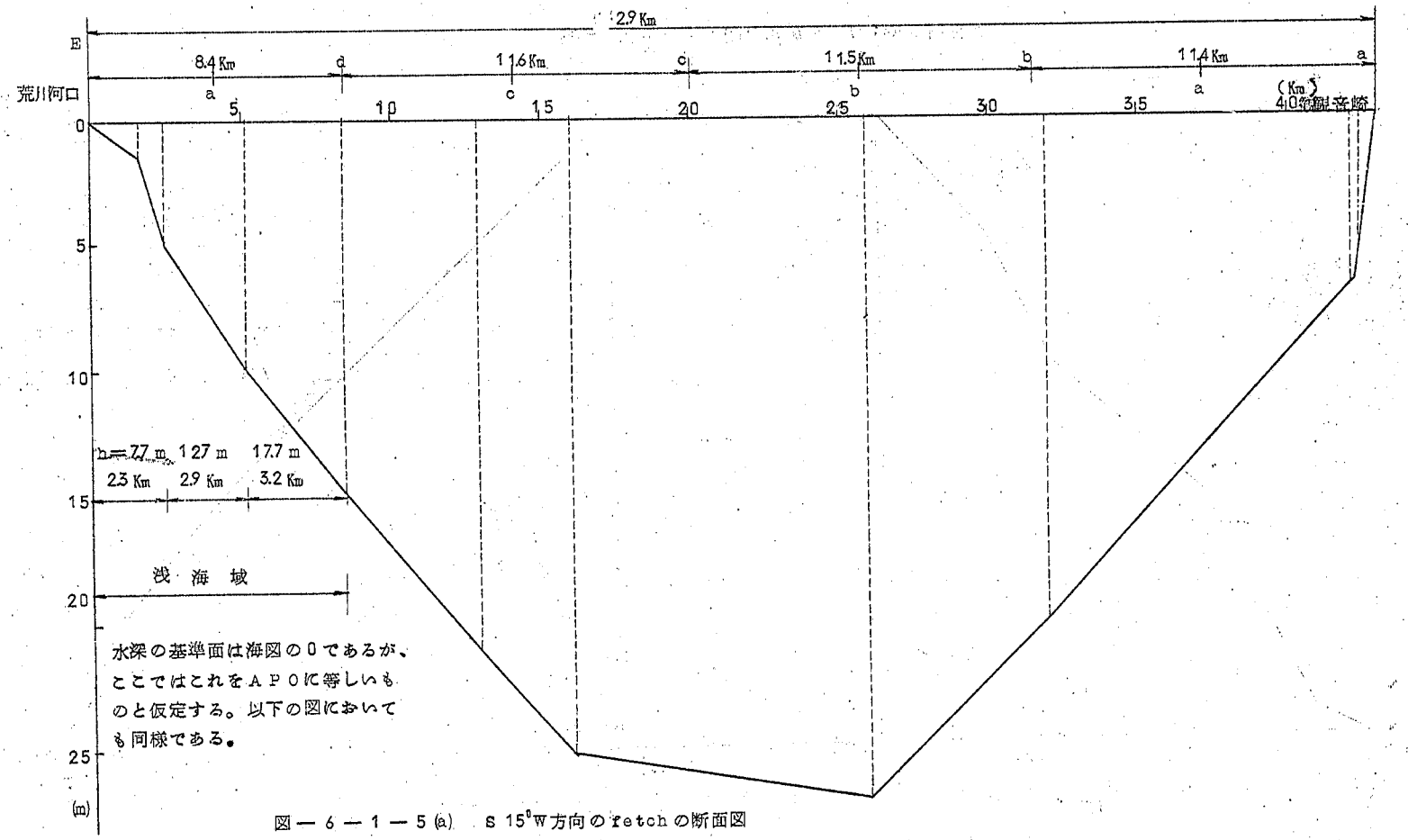
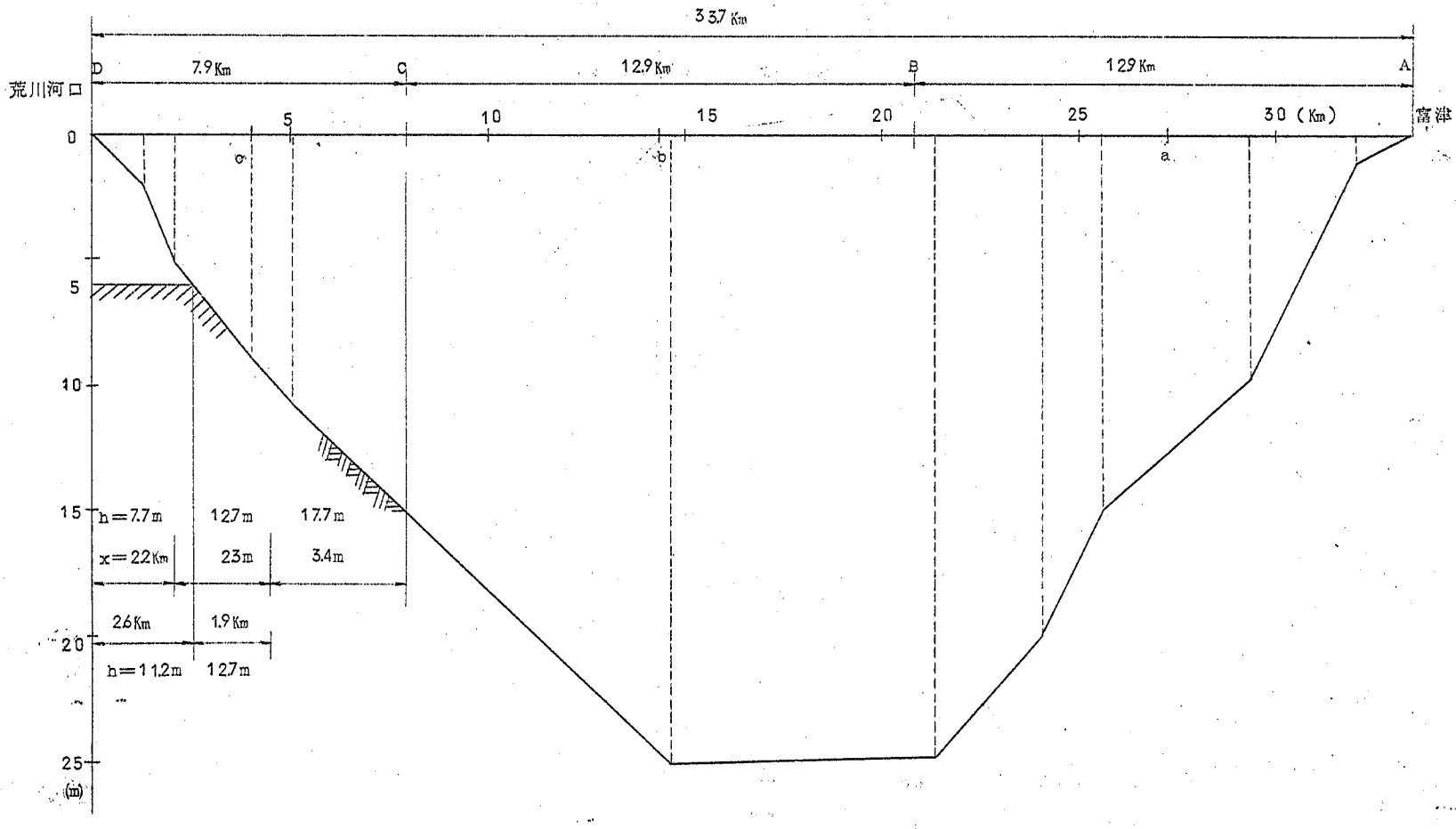
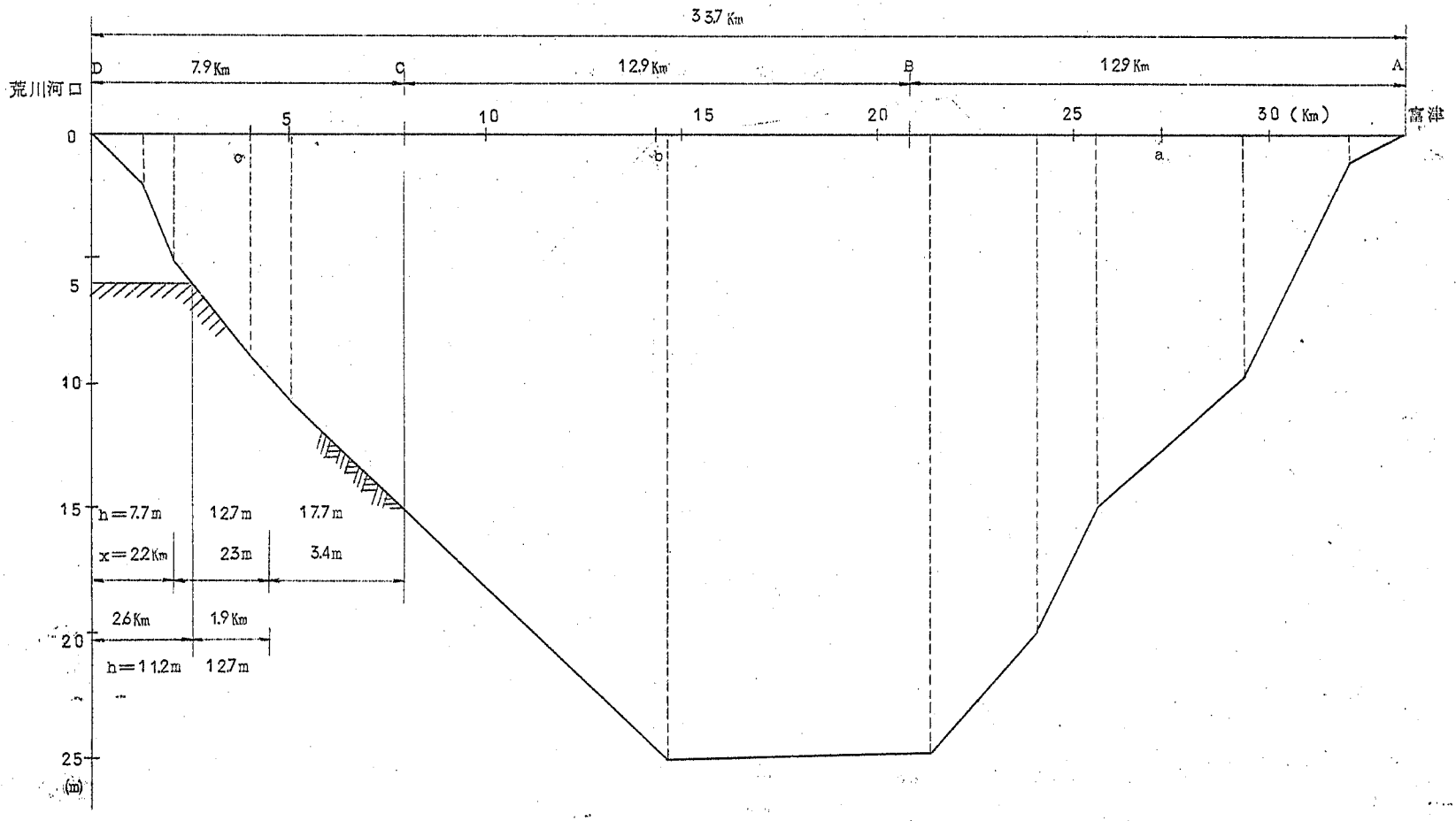


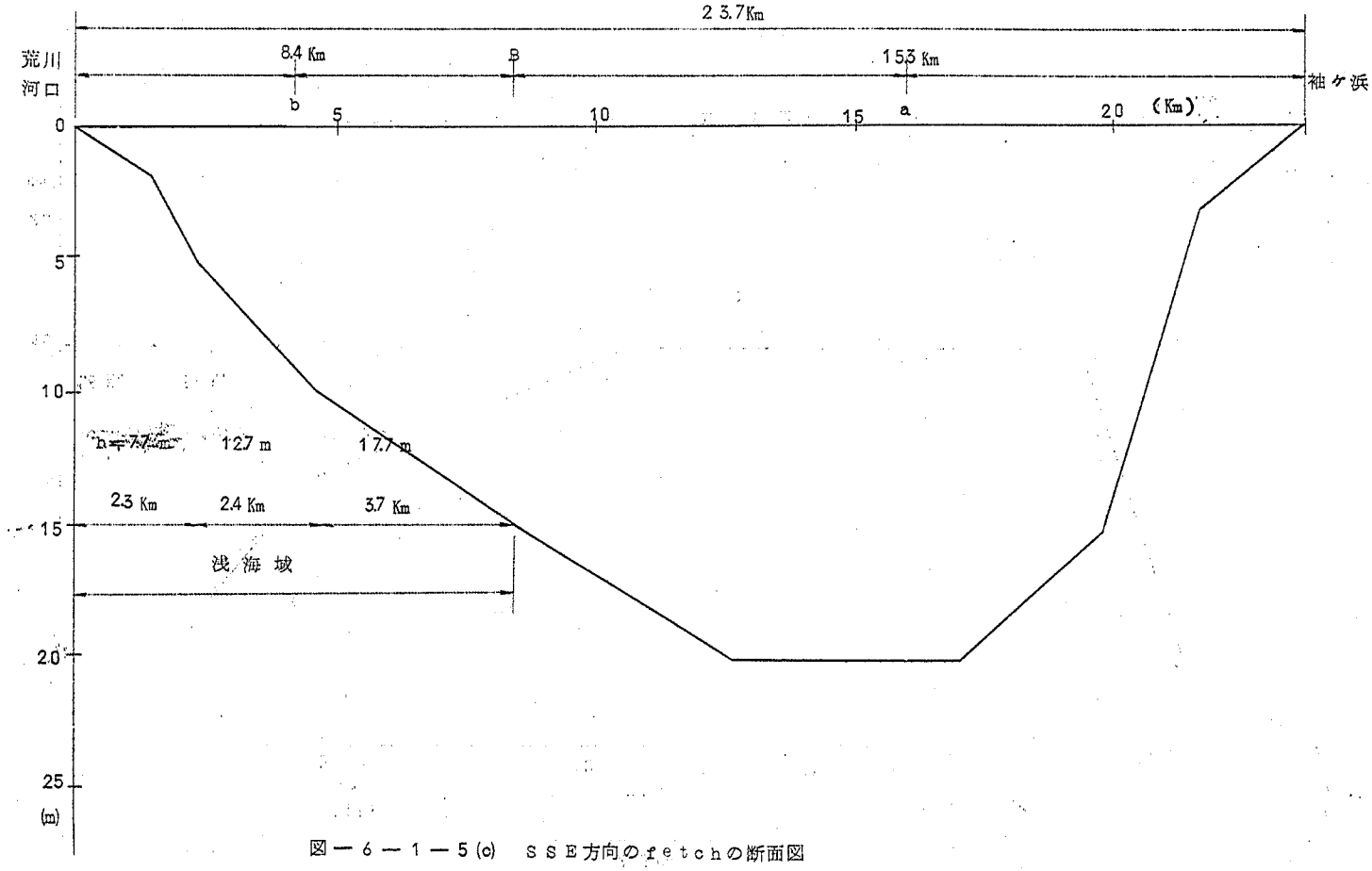
図 — 6 — 1 — 5 (a)　S 15°W方向のfetchの断面図



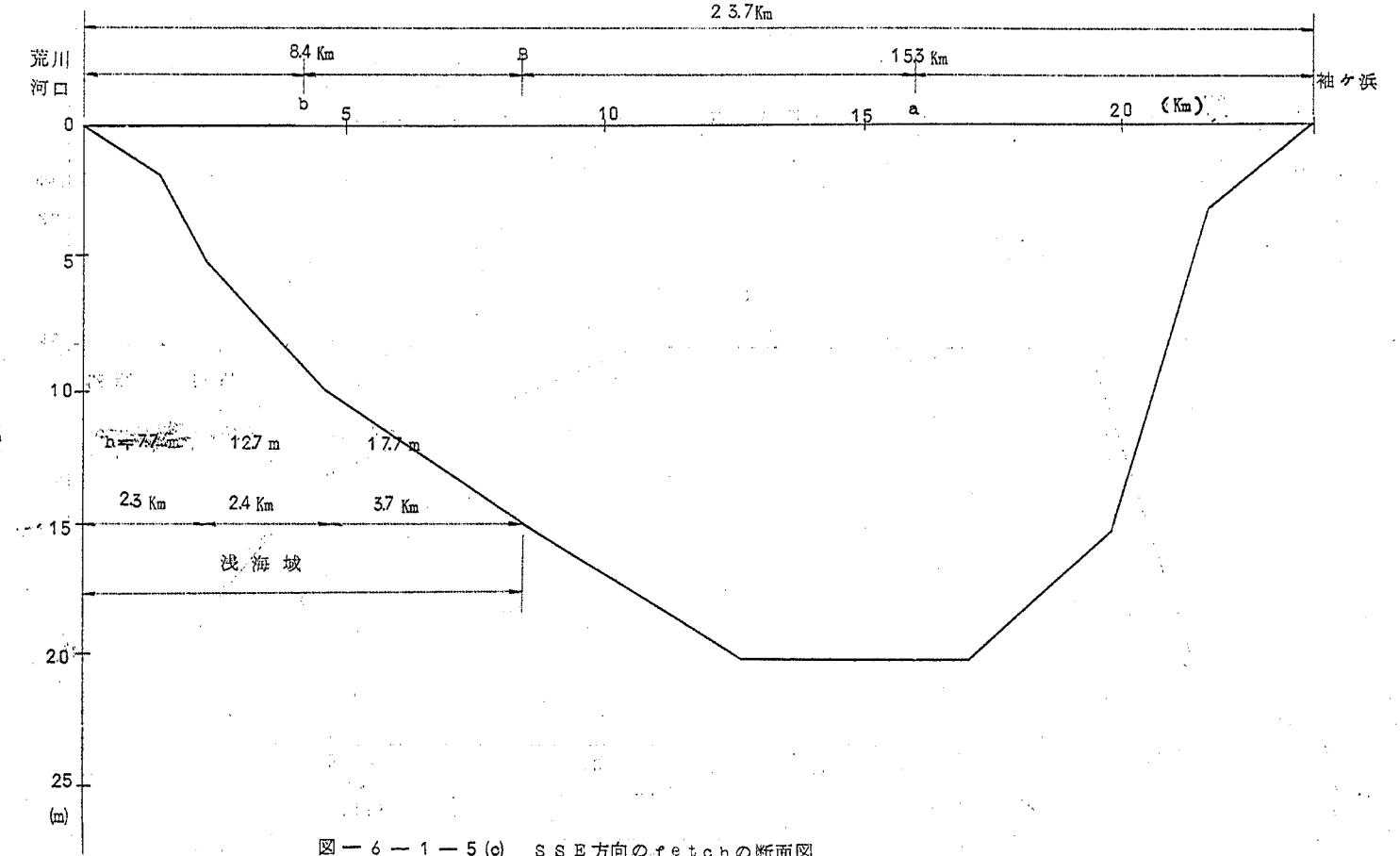
図－6－1－5(b)，S方向のfetchの断面図



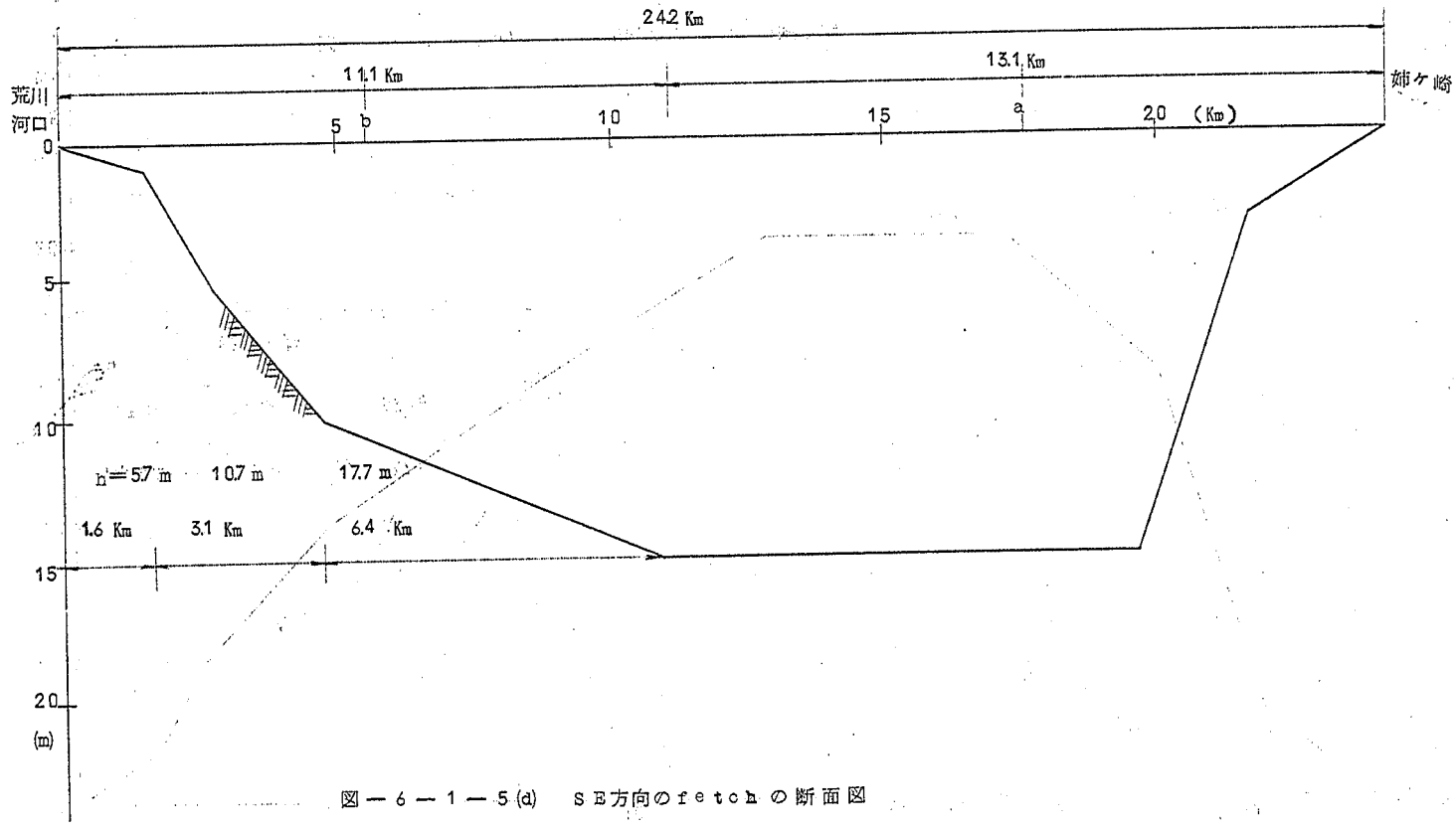
図－6－1－5(b)； S方向のtetonの断面図



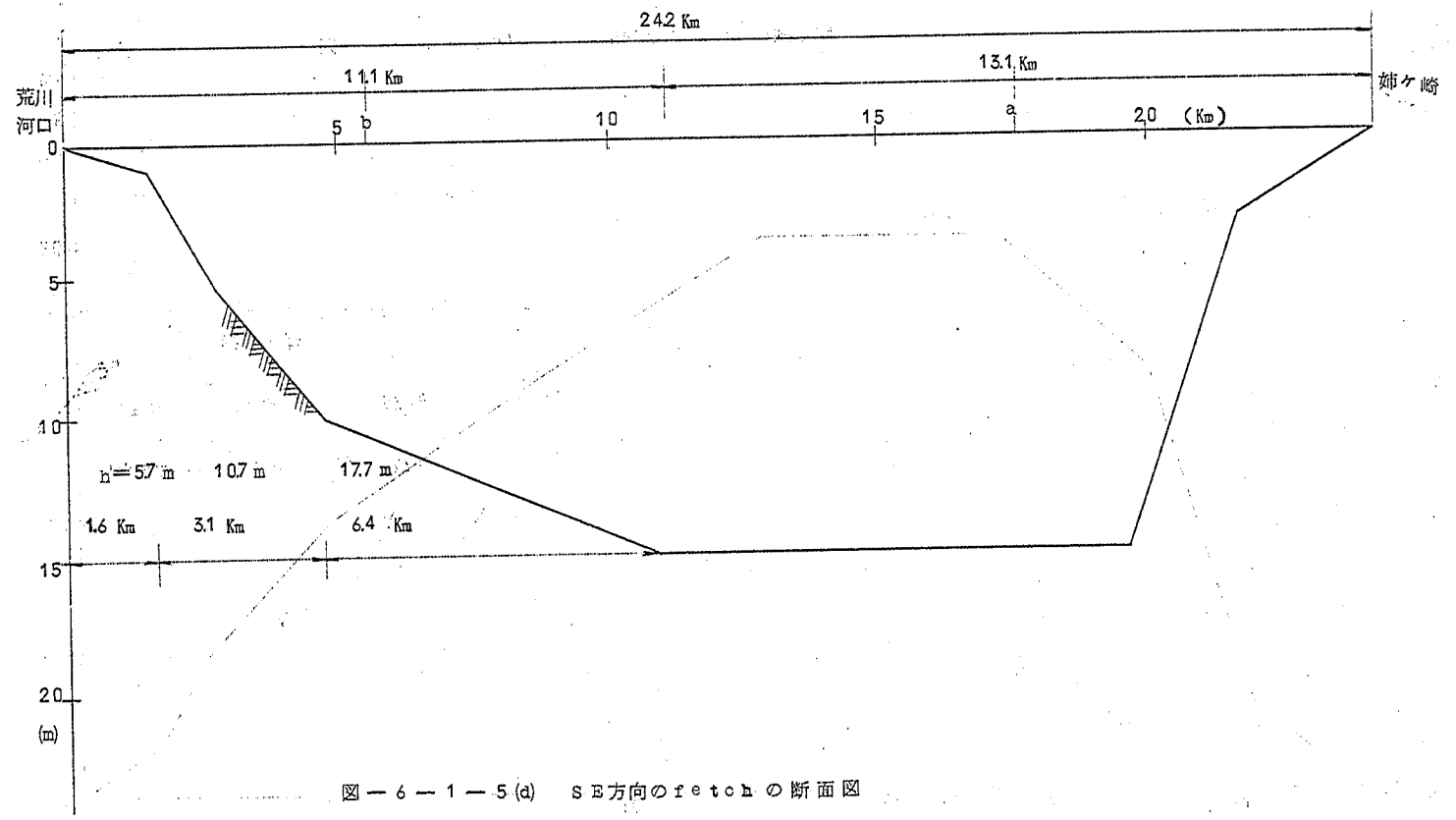
図－6－1－5(c)　ＳＳＥ方向のｆｅｔｃｈの断面図



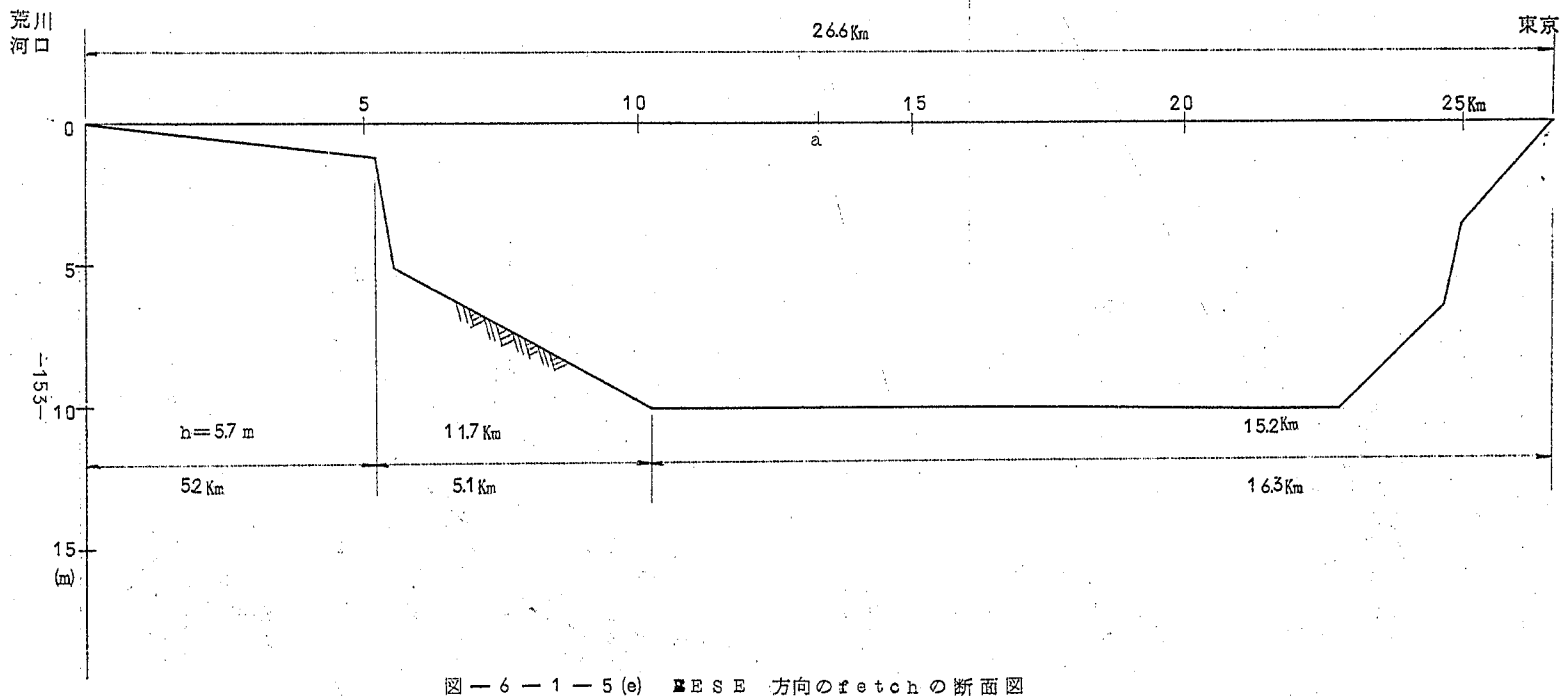
図－6－1－5(c)　ＳＳＥ方向のｆｅｔｃｈの断面図



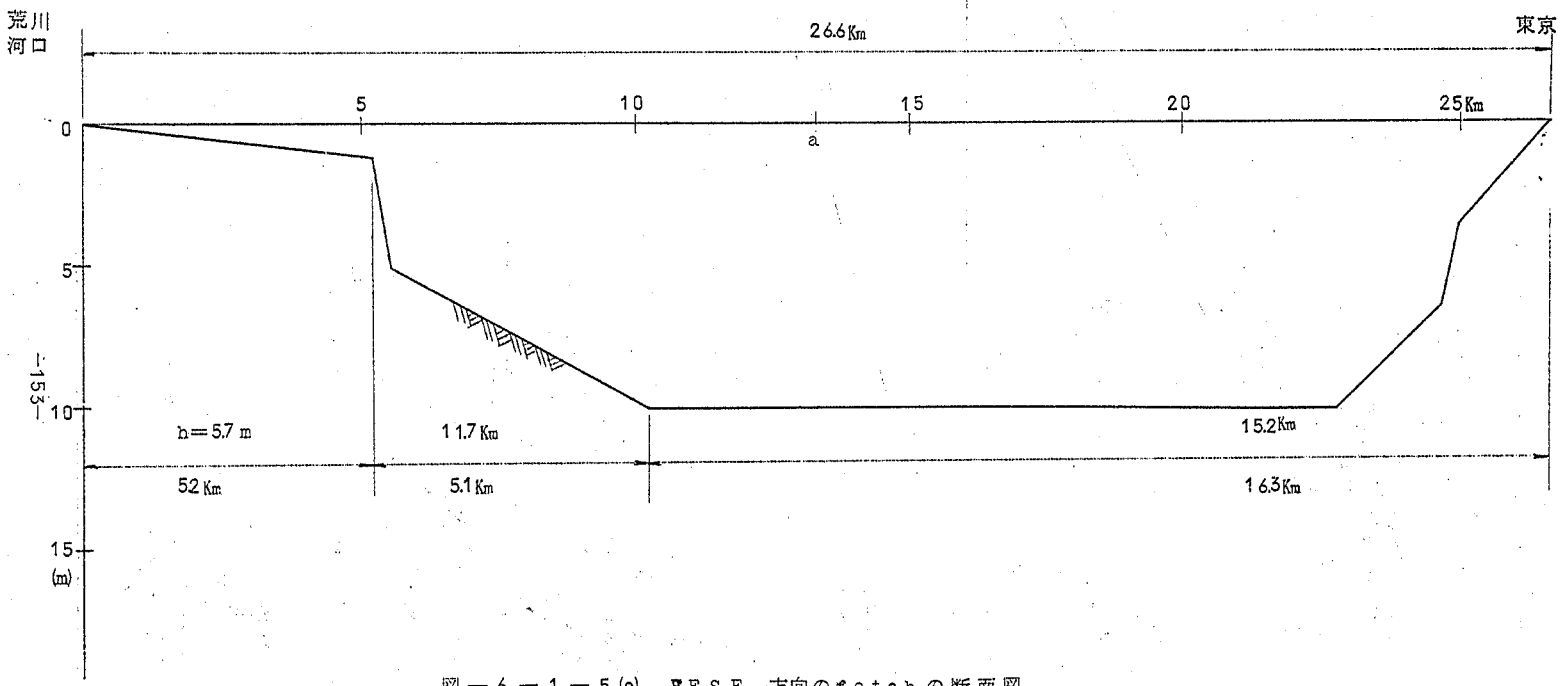
図－6－1－5(d)　ＳＥ方向のｆｅｔｃｈの断面図



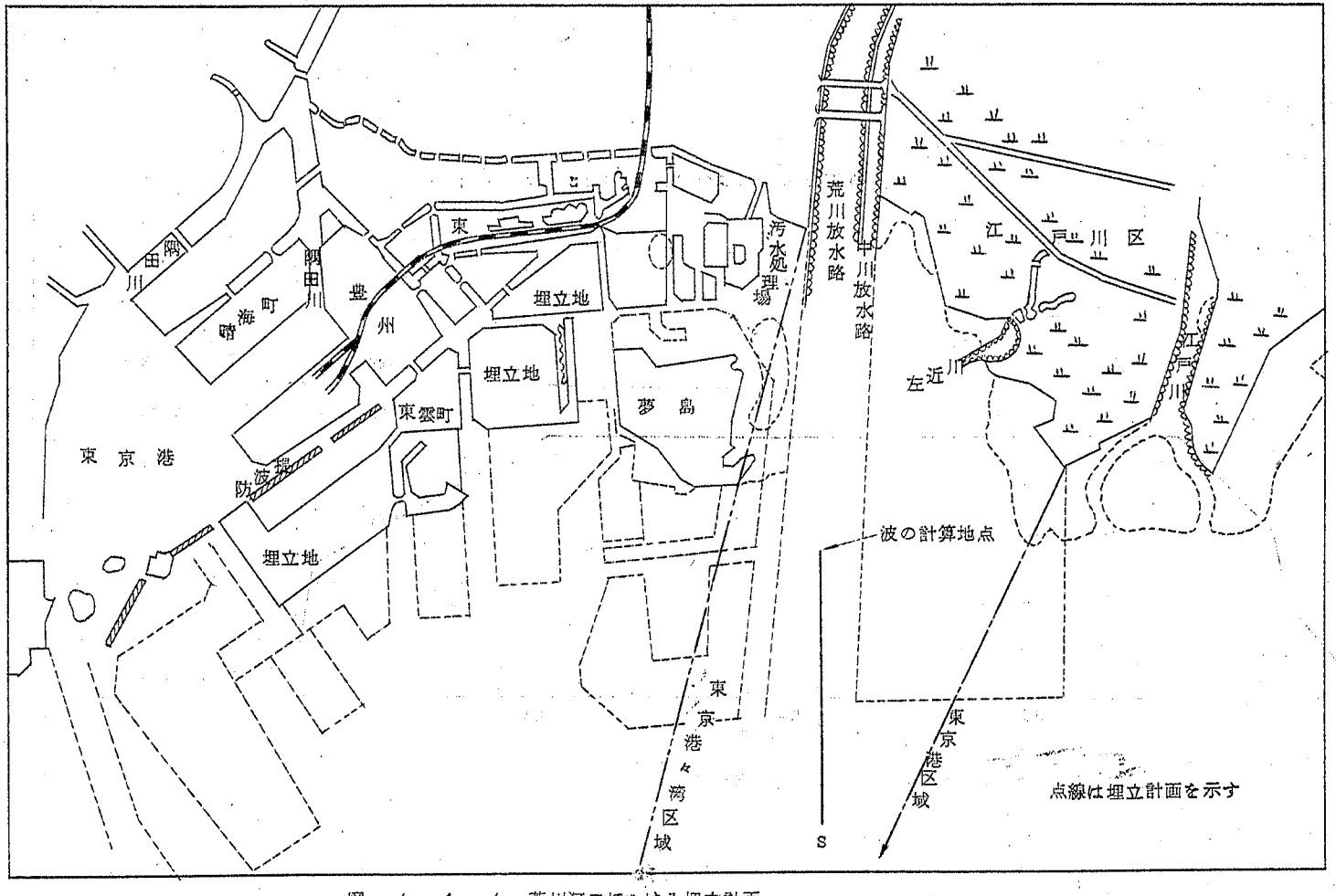
図－6－1－5(d)　SE方向のfetchの断面図



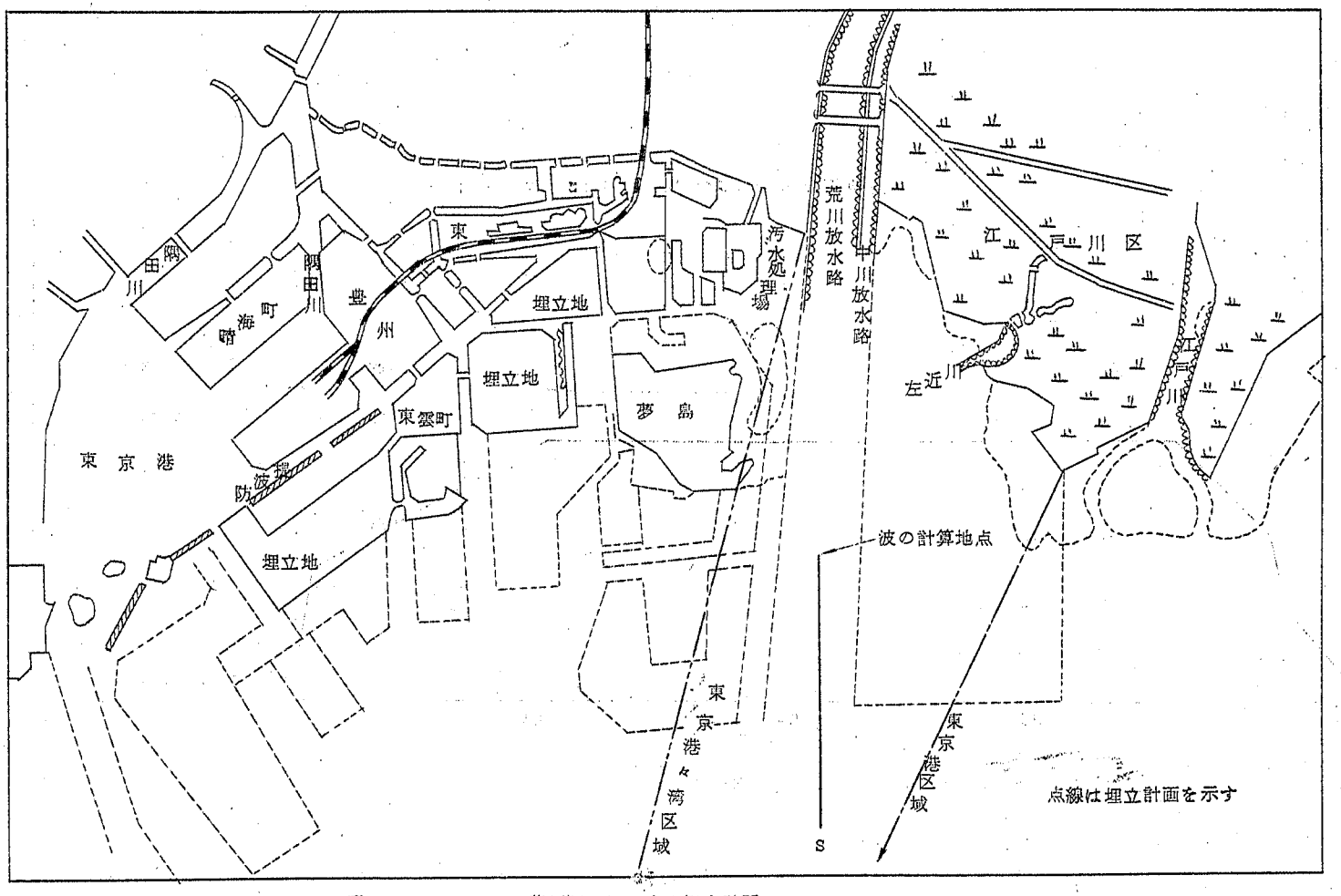
図－6－1－5(e)　ＥＳＥ　方向のｆｅｔｃｈの断面図



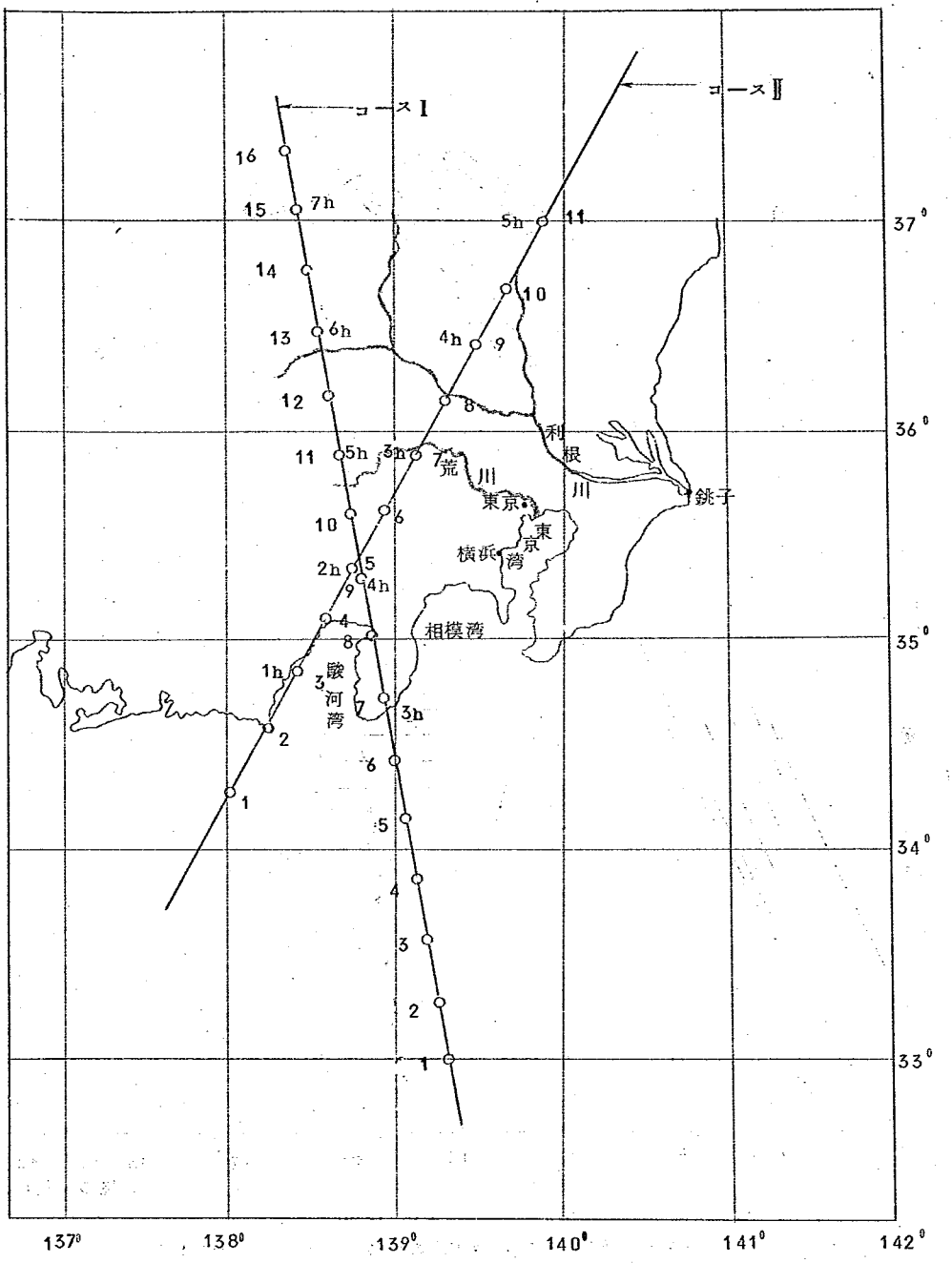
図－6－1－5(e)　ESE　方向のfetchの断面図



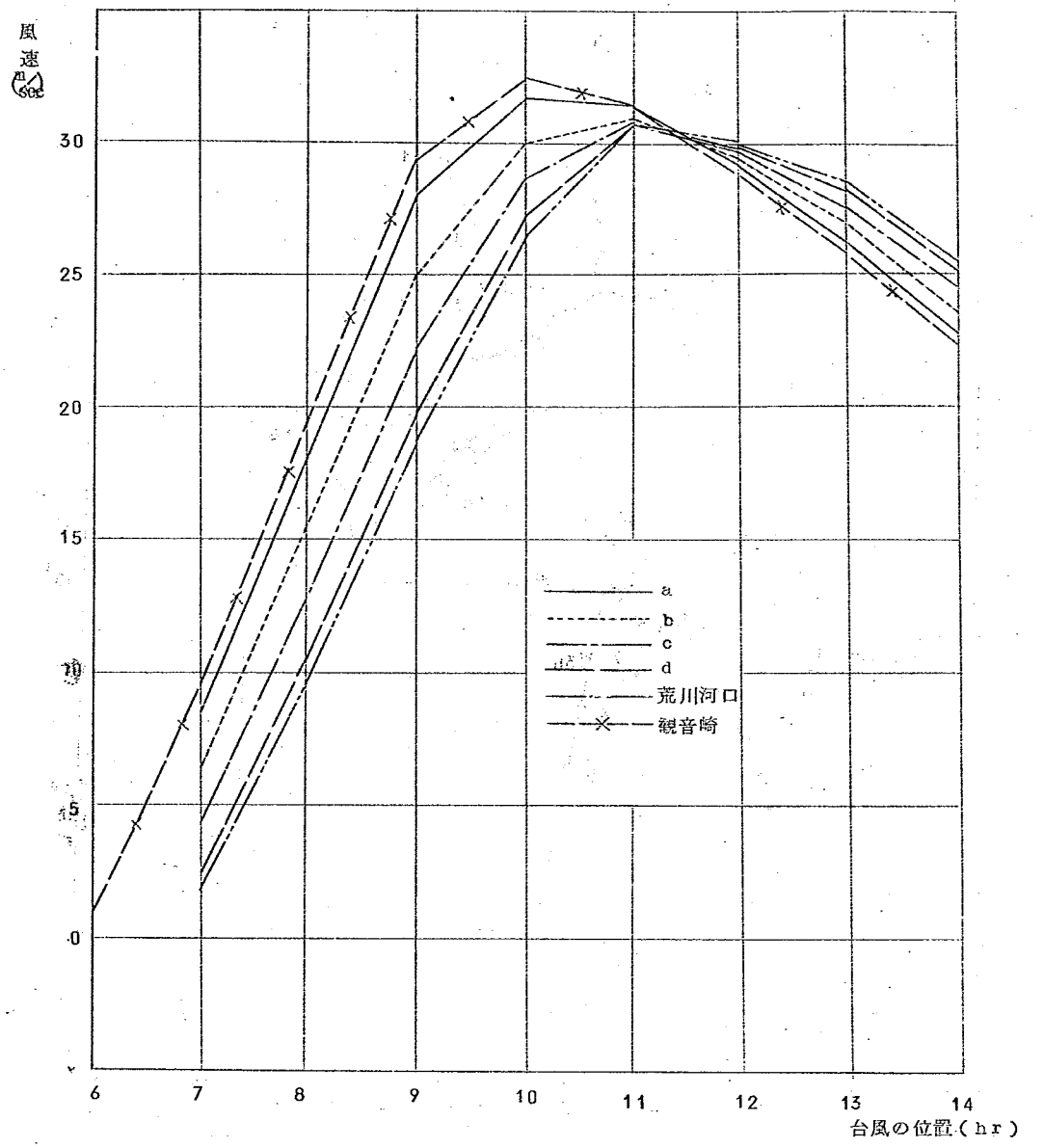
図－6－1－6　荒川河口における埋立計画



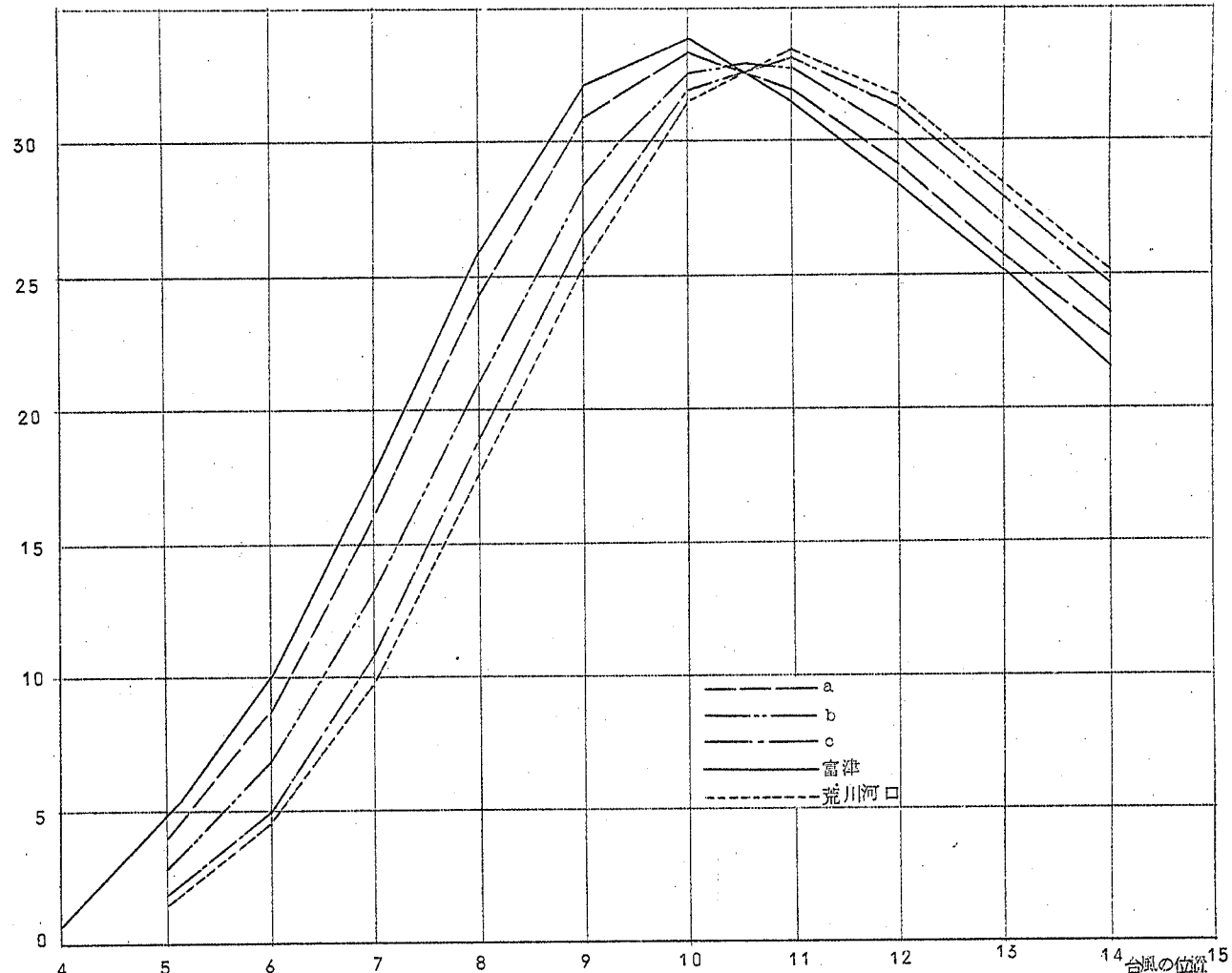
図－6－1－6　荒川河口における埋立計画



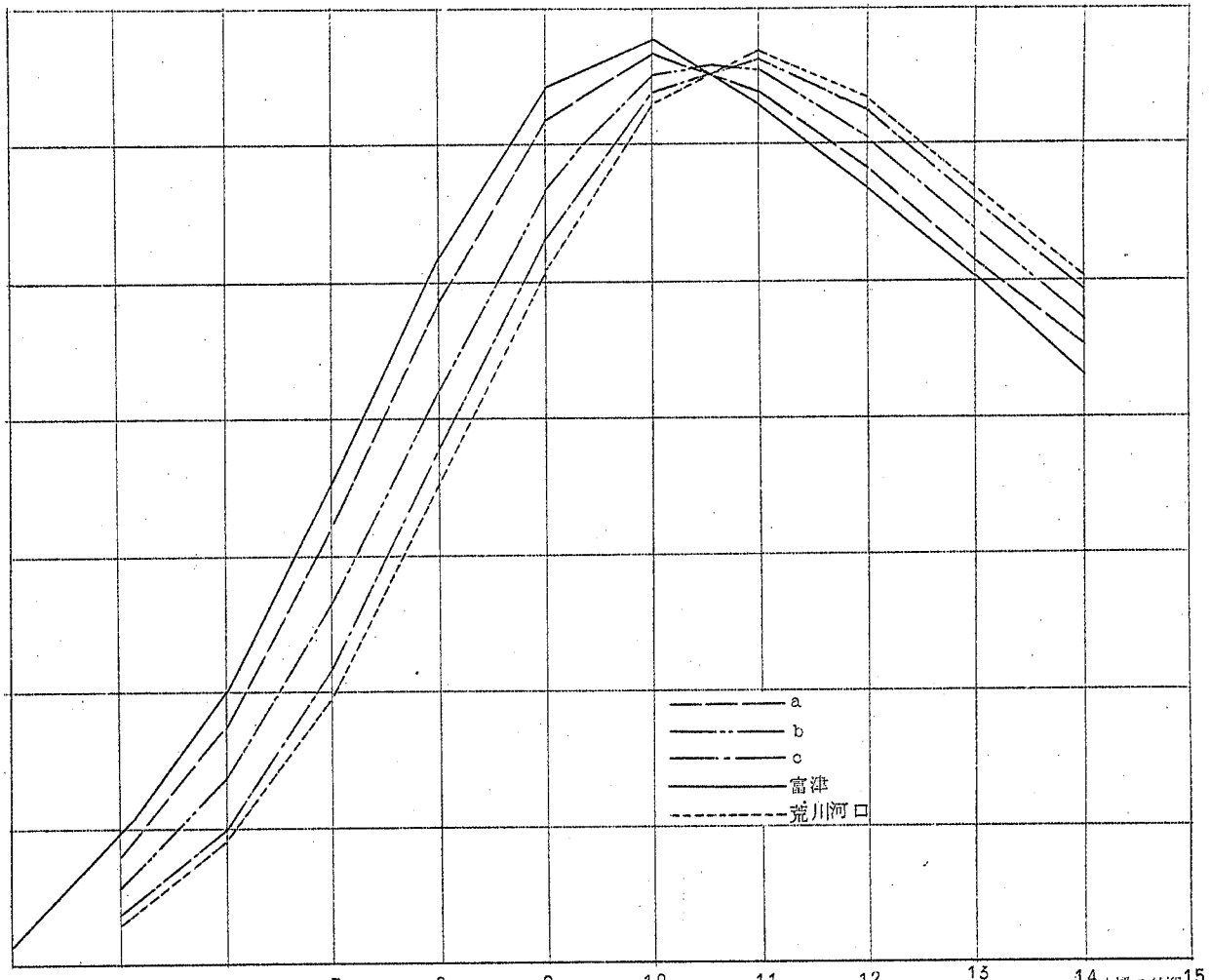
図－6－1－7 台風のコースと位置



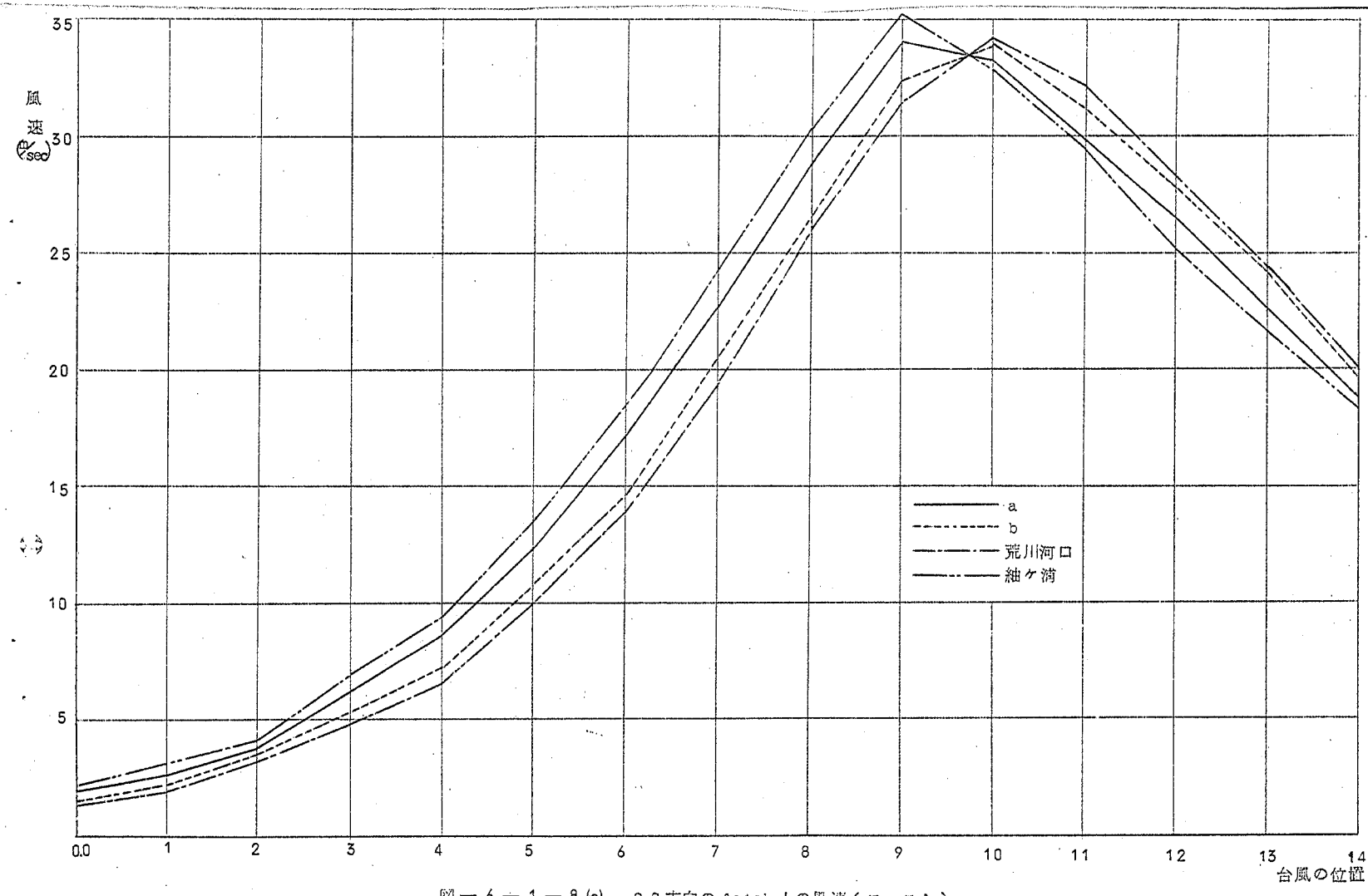
図－6－1－8(a)　S15° W方向のfetchの風速（コースⅠ）



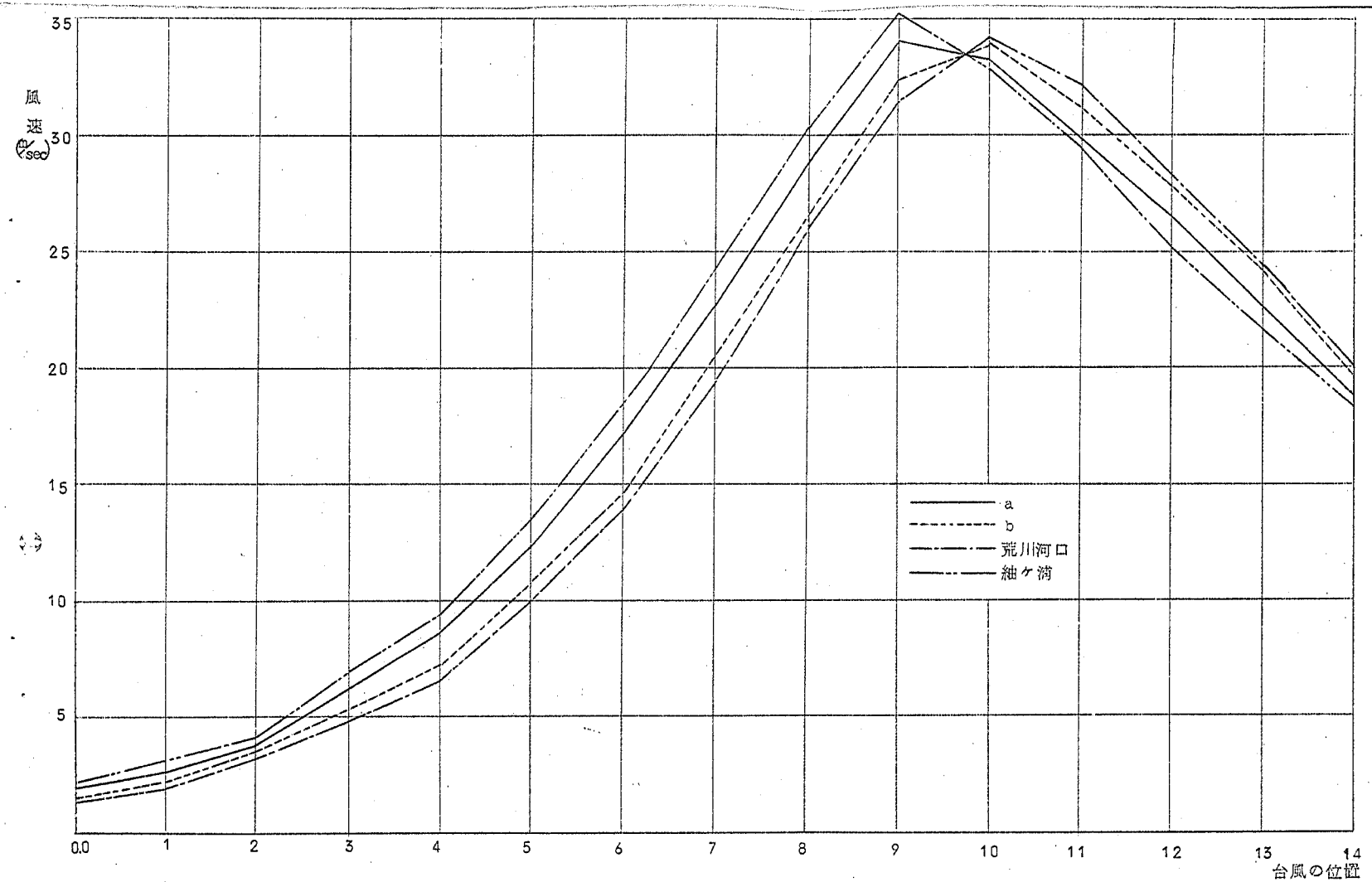
図－6－1－8(b)　S方向のfetch上の風速（コースⅠ）



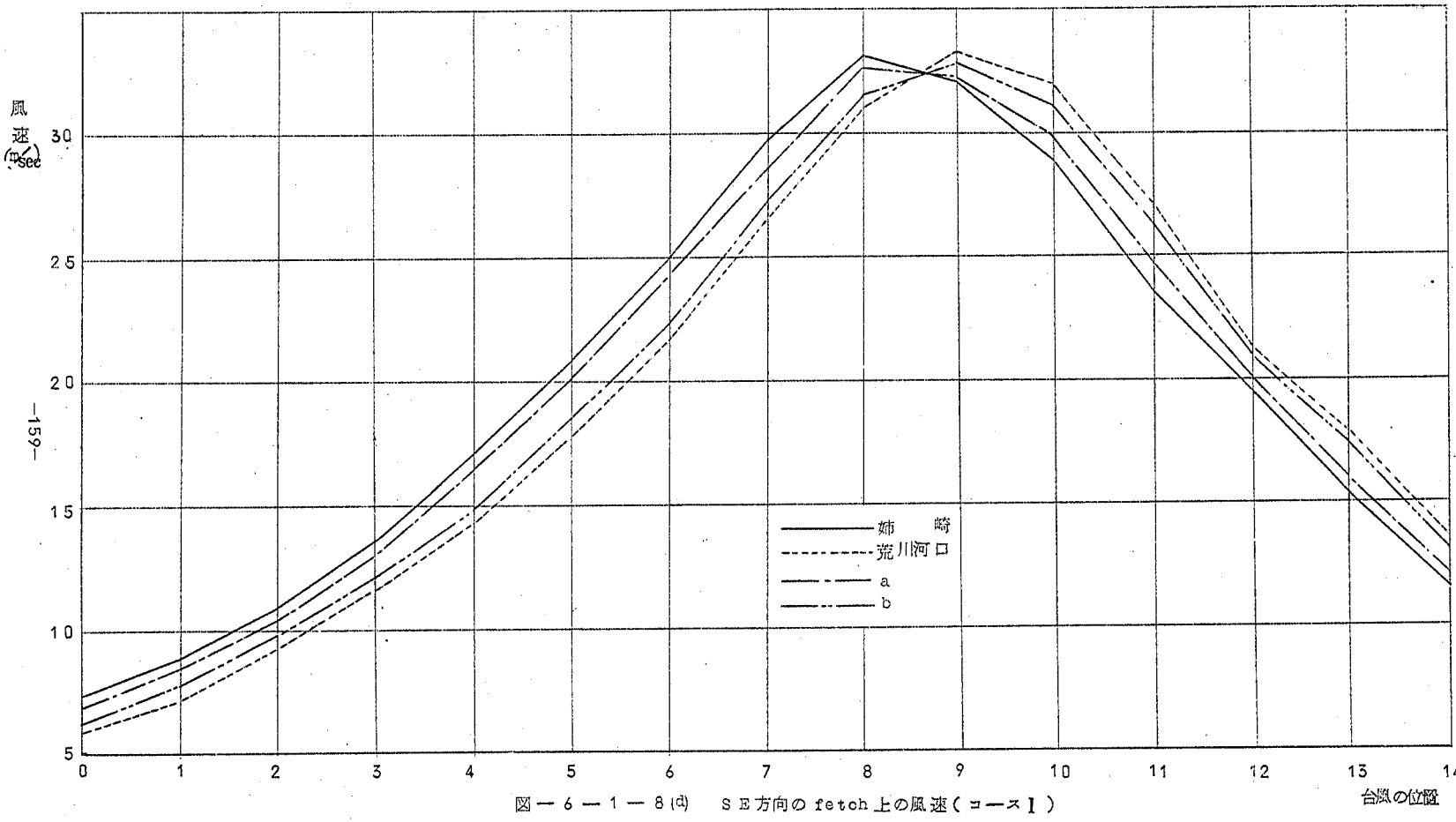
図－6－1－8(b)　S方向のfetch上の風速（コースⅠ）



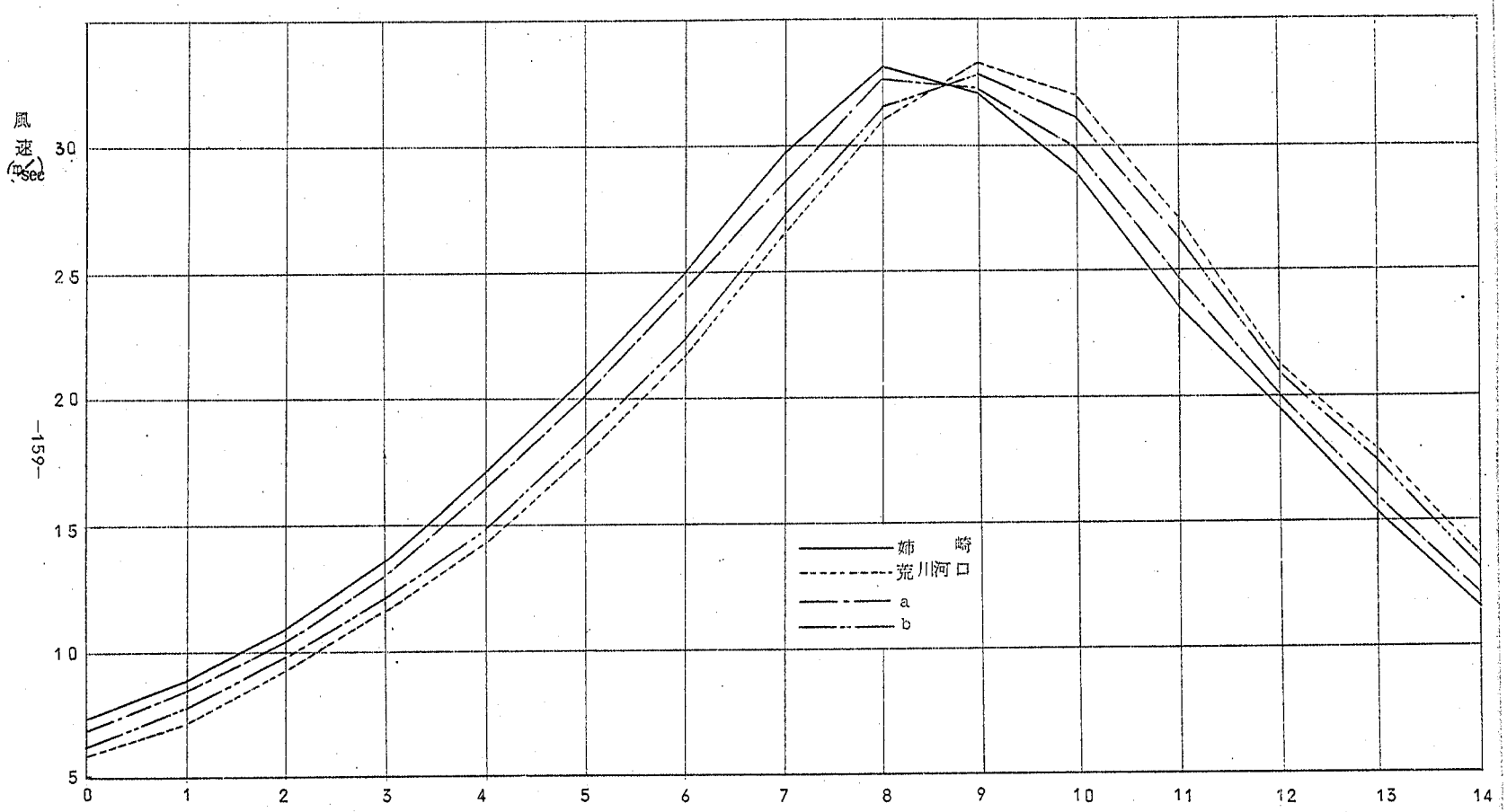
図－6－1－8(c)　SS方向のfetch上の風速（コースⅠ）



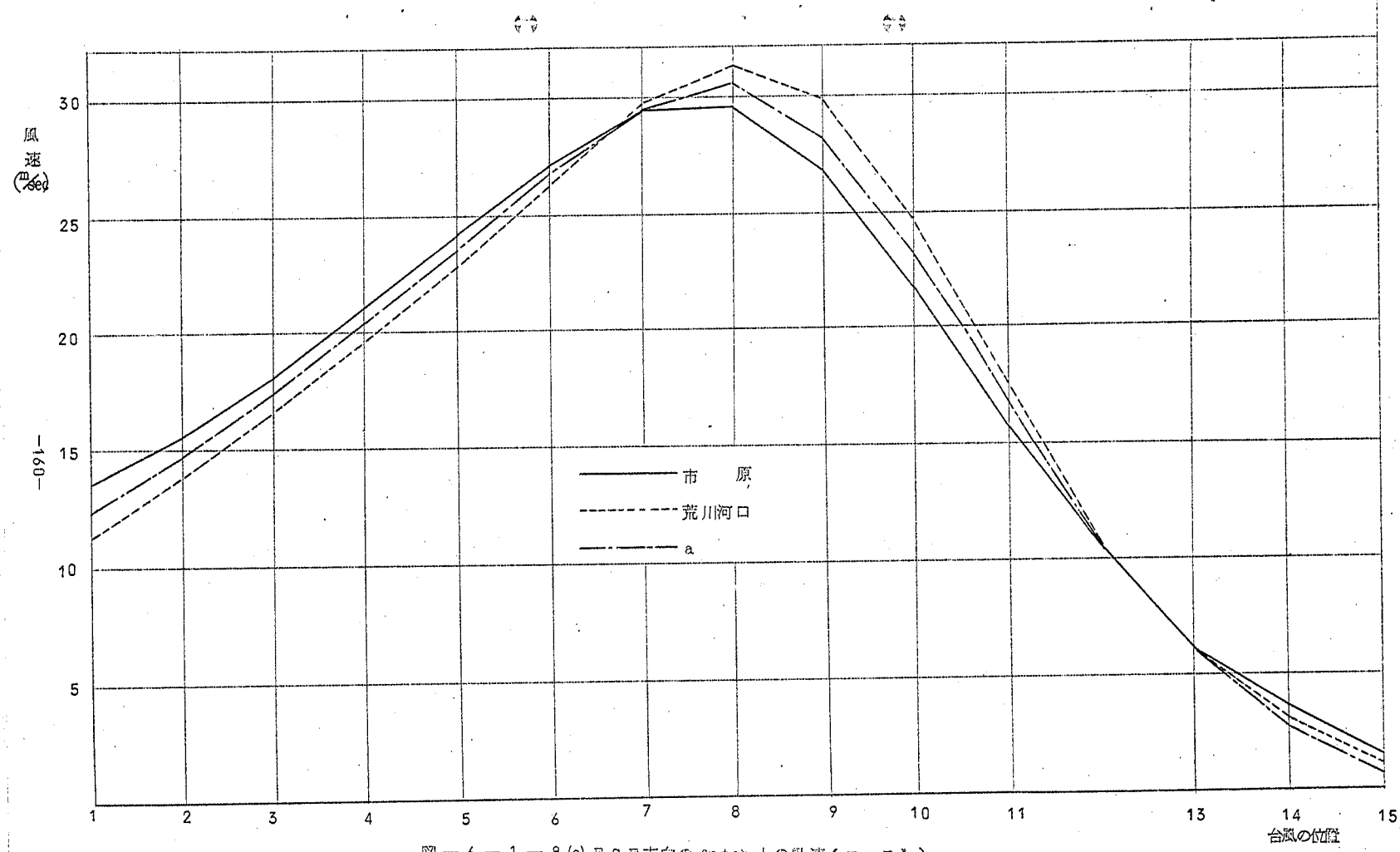
図－6－1－8(c)　SS方向のfetch上の風速（コースⅠ）



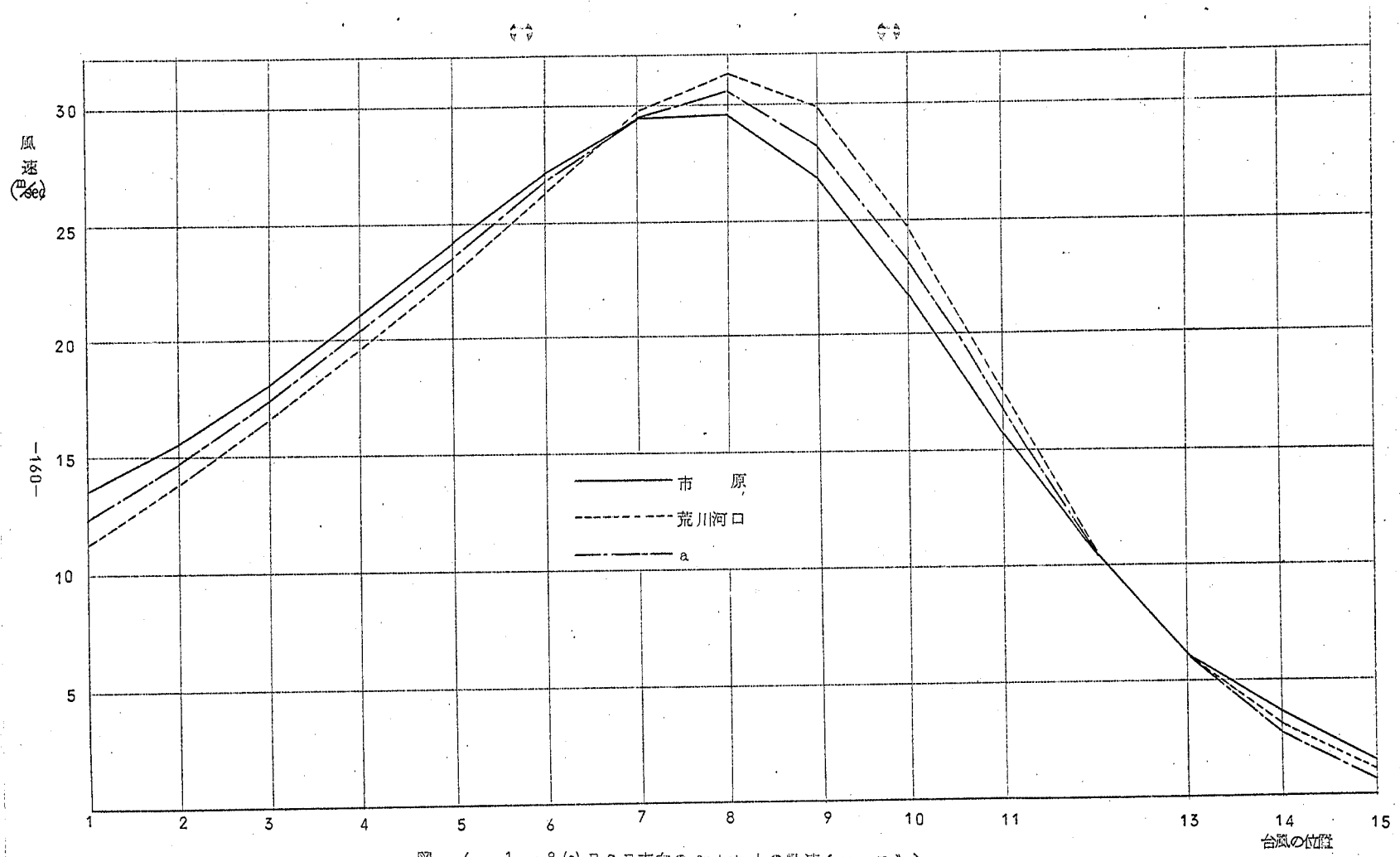
図－6－1－8(d)　SE方向のfetch上の風速（コースI）



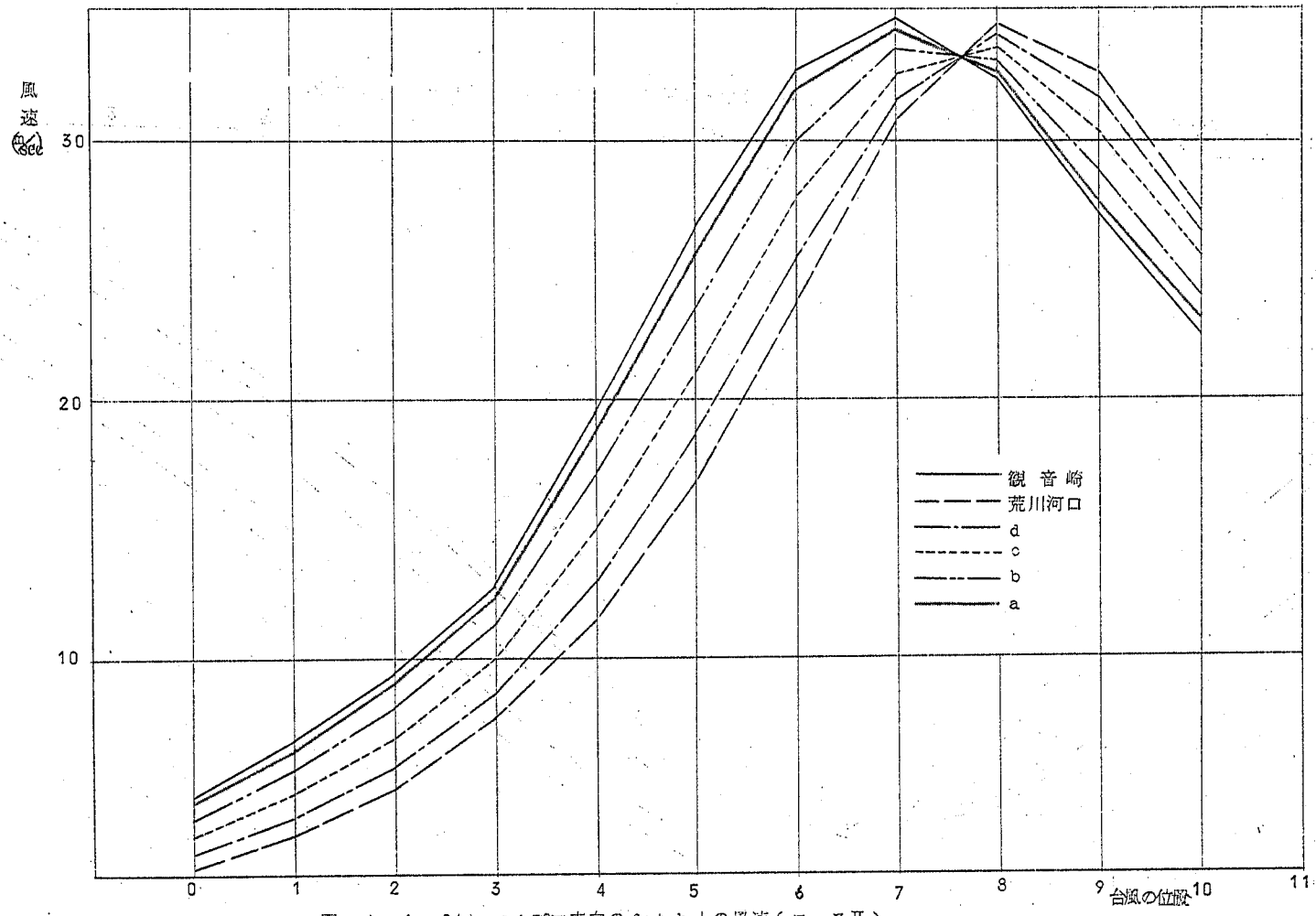
図－6－1－8(d)　SE方向のfetch上の風速（コースⅠ）



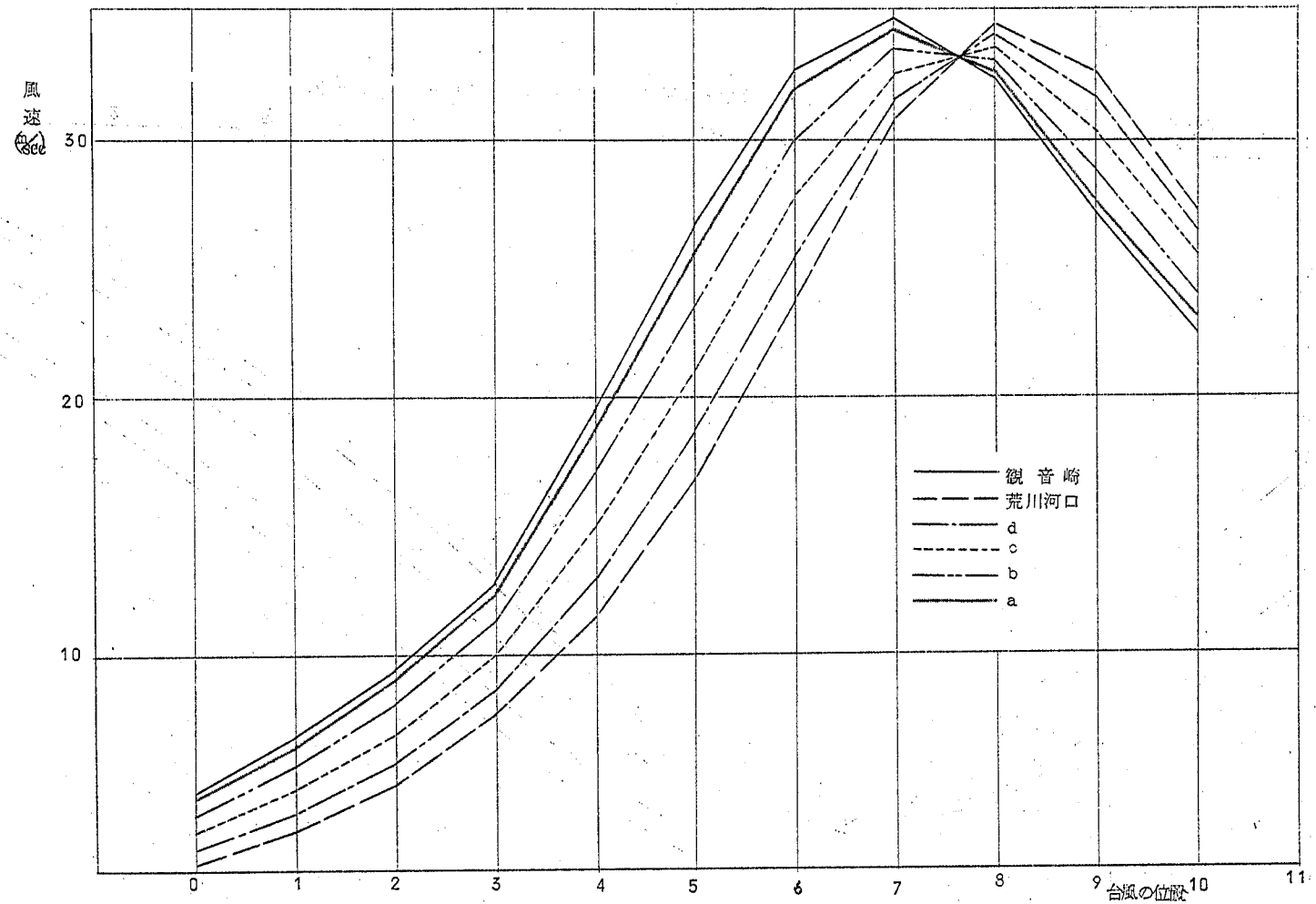
図－6－1－8(e) ＥＳＥ方向のfetch上の風速（コースⅠ）



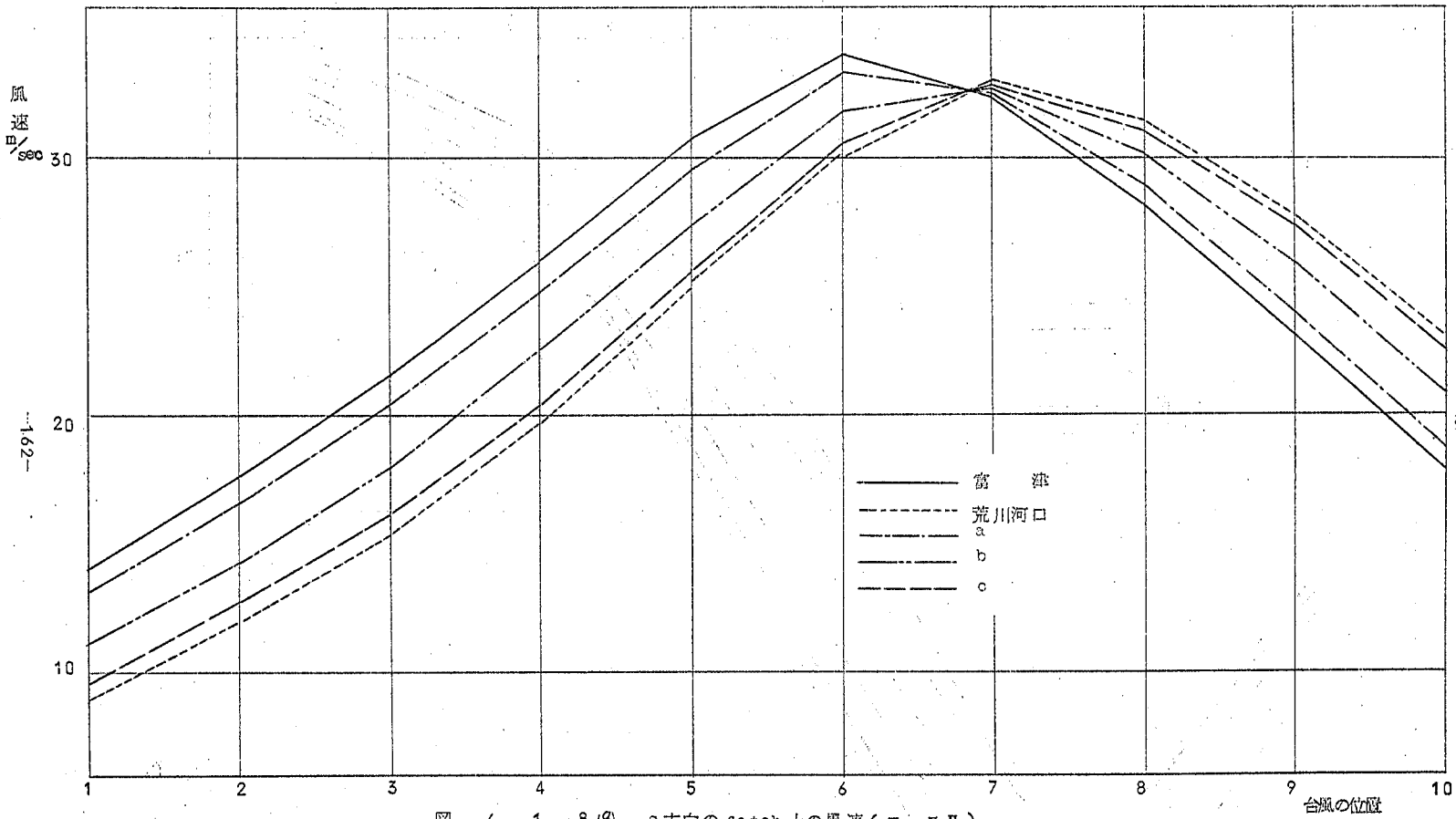
図－6－1－8 (e) ＥＳＥ方向のfeton上の風速（コースⅠ）



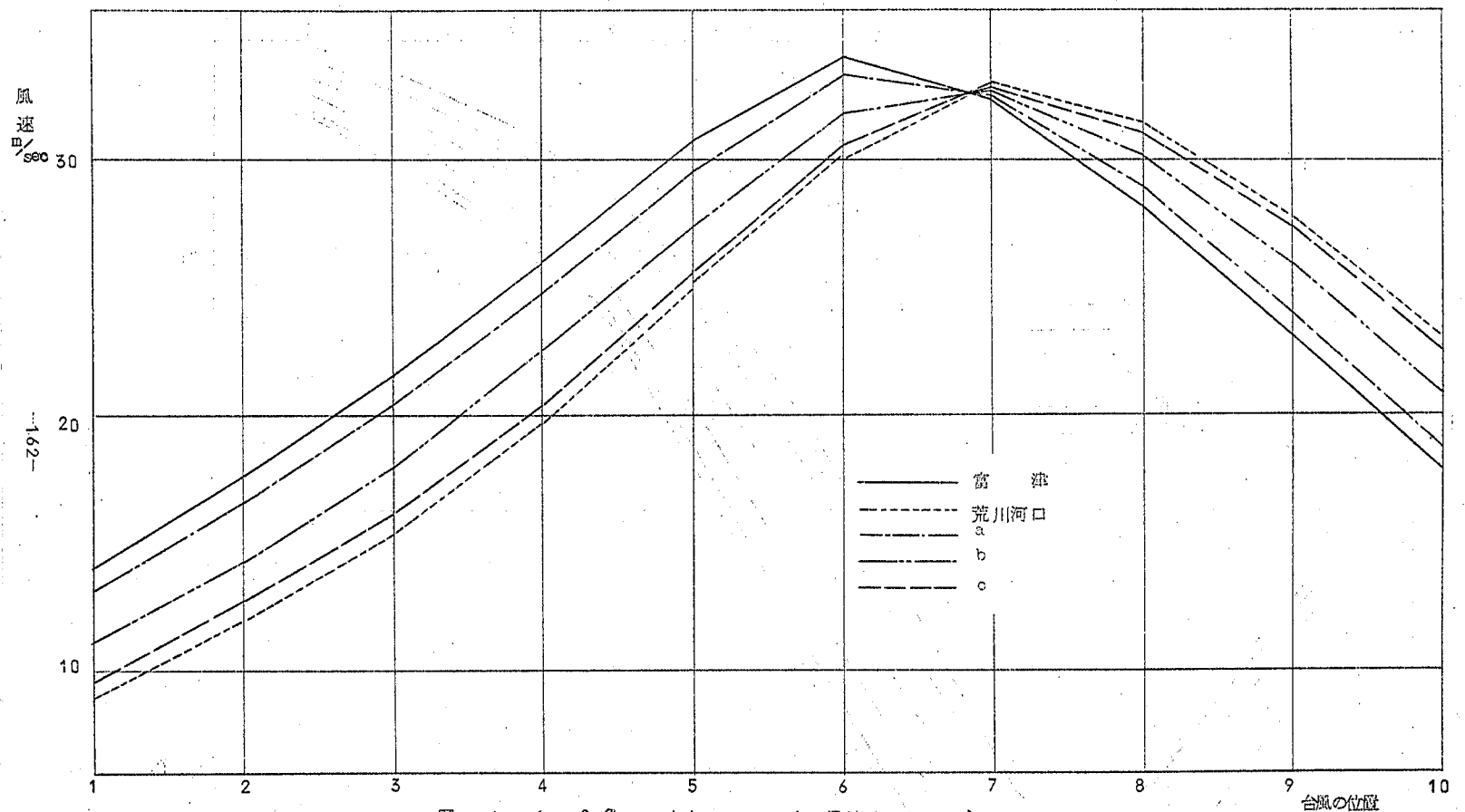
図－6－1－8(f)　S15°W方向のfetch上の風速（コースⅡ）



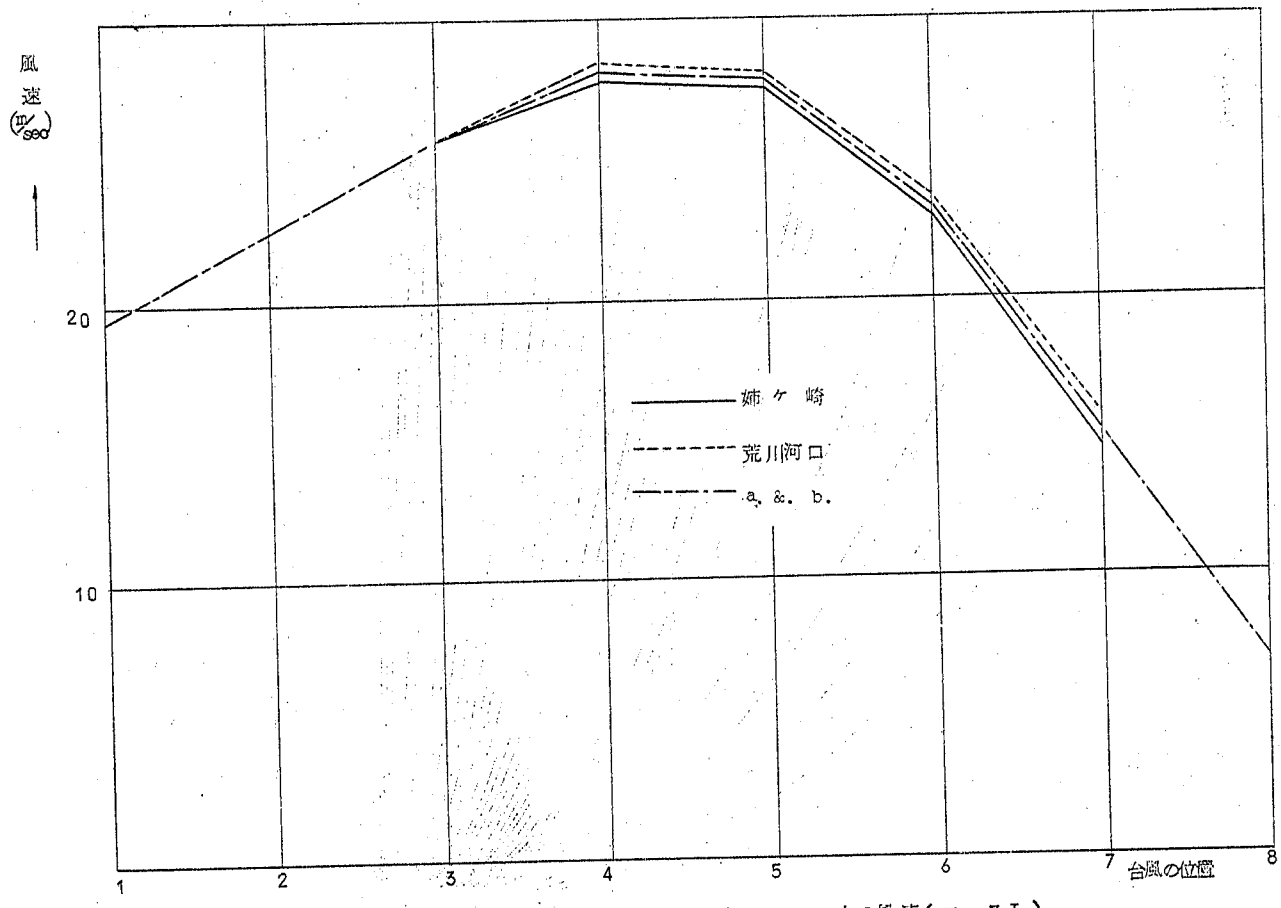
図－6－1－8(f)　S15°W方向のfetch上の風速（コースⅡ）



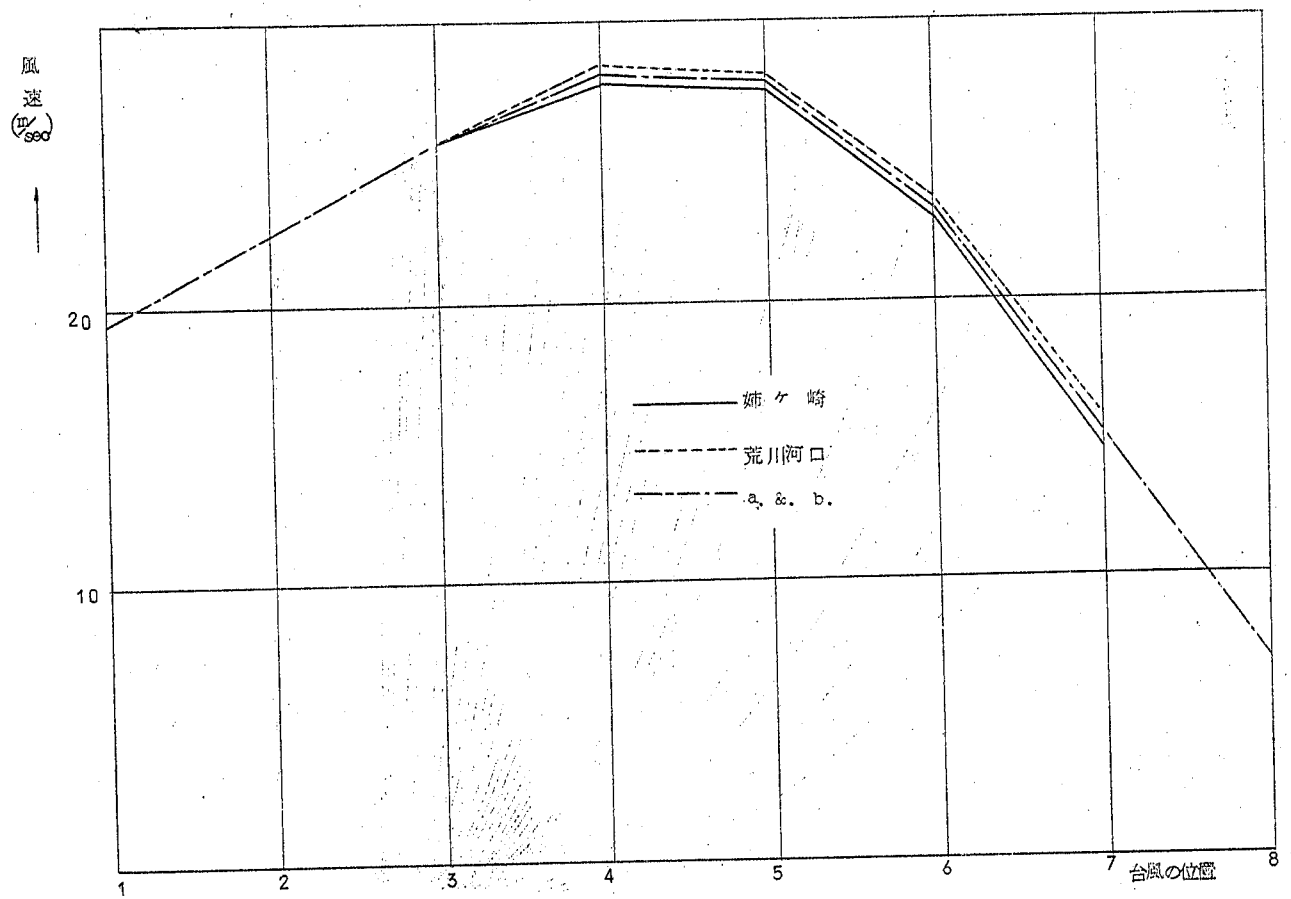
図－6－1－8(9)　S方向のfetch上の風速（コースⅡ）



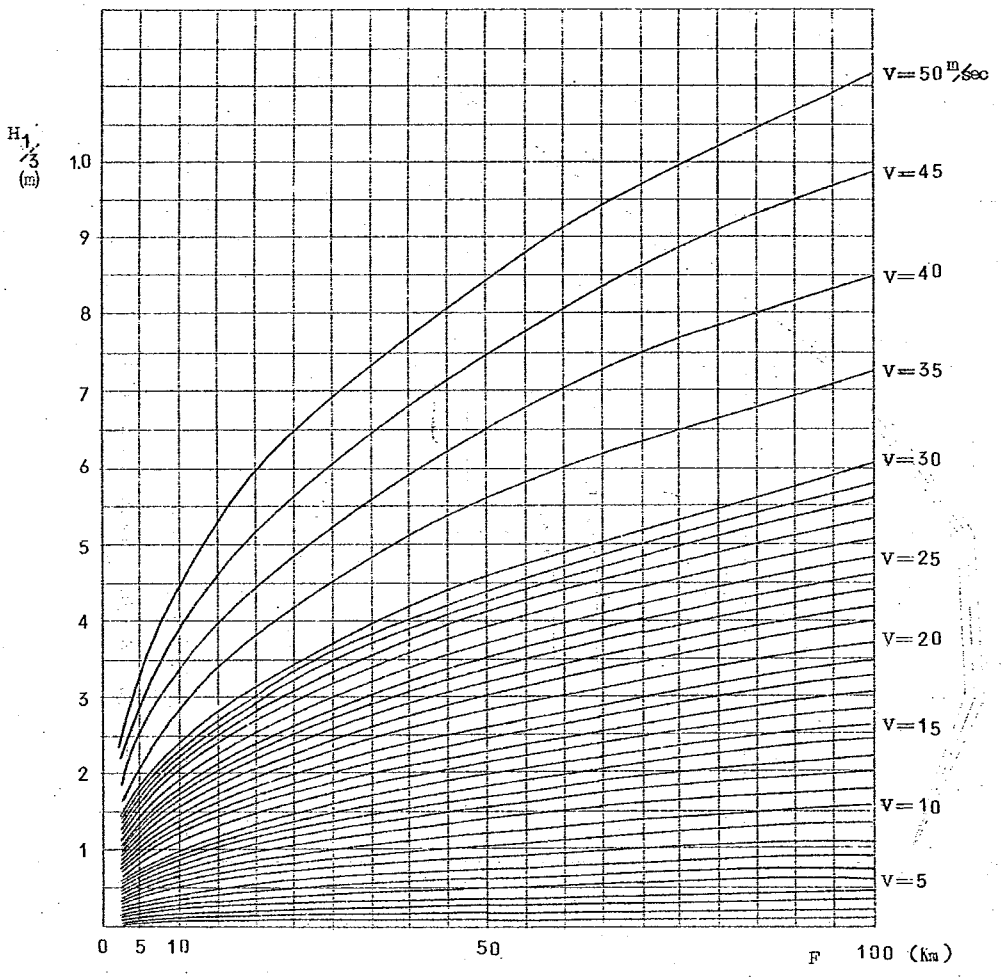
図－6－1－8(9)　S方向のfetch上の風速（コースⅡ）



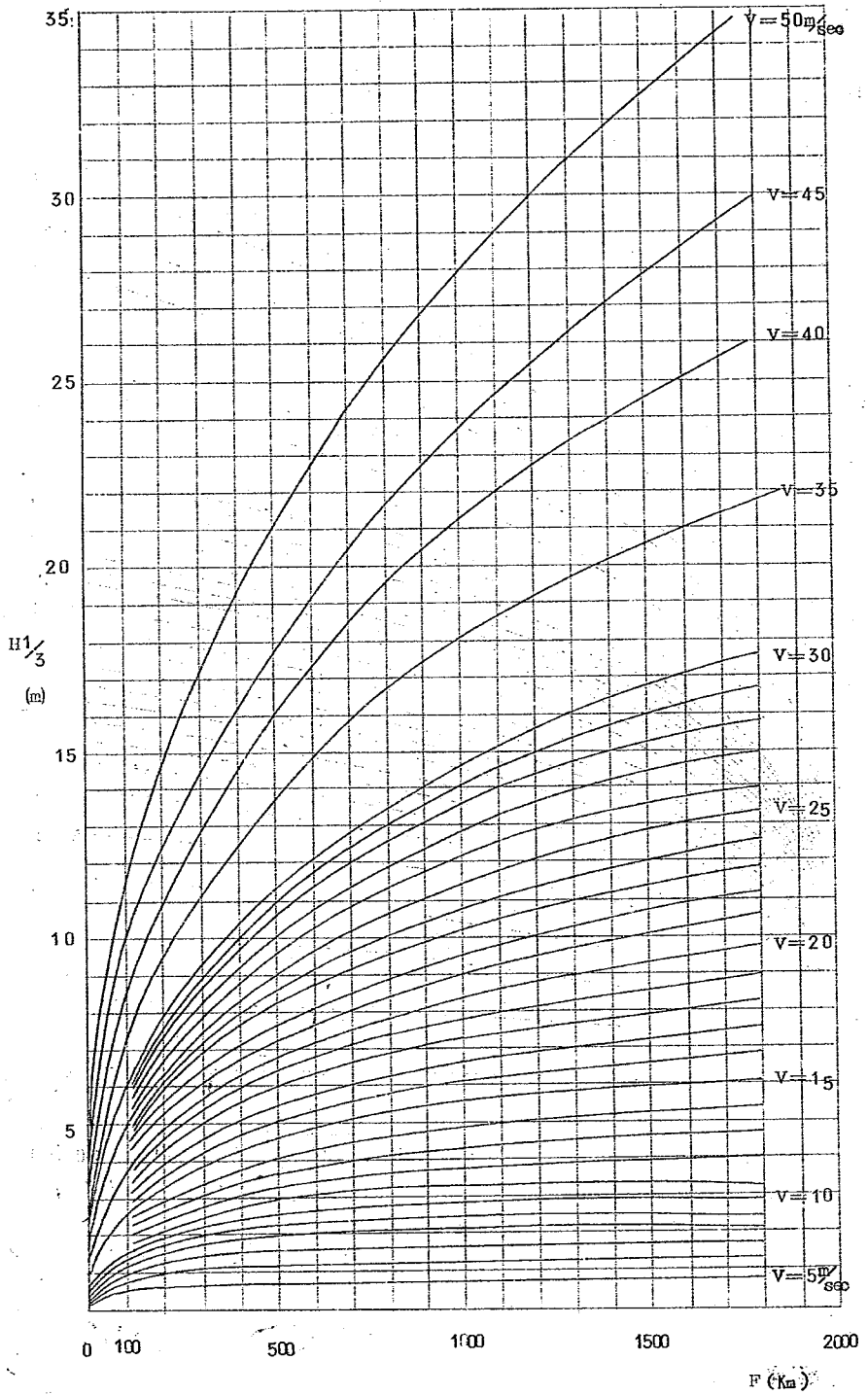
図－6－1－8 (h)　S.E方向のfetch上の風速（コースⅠ）



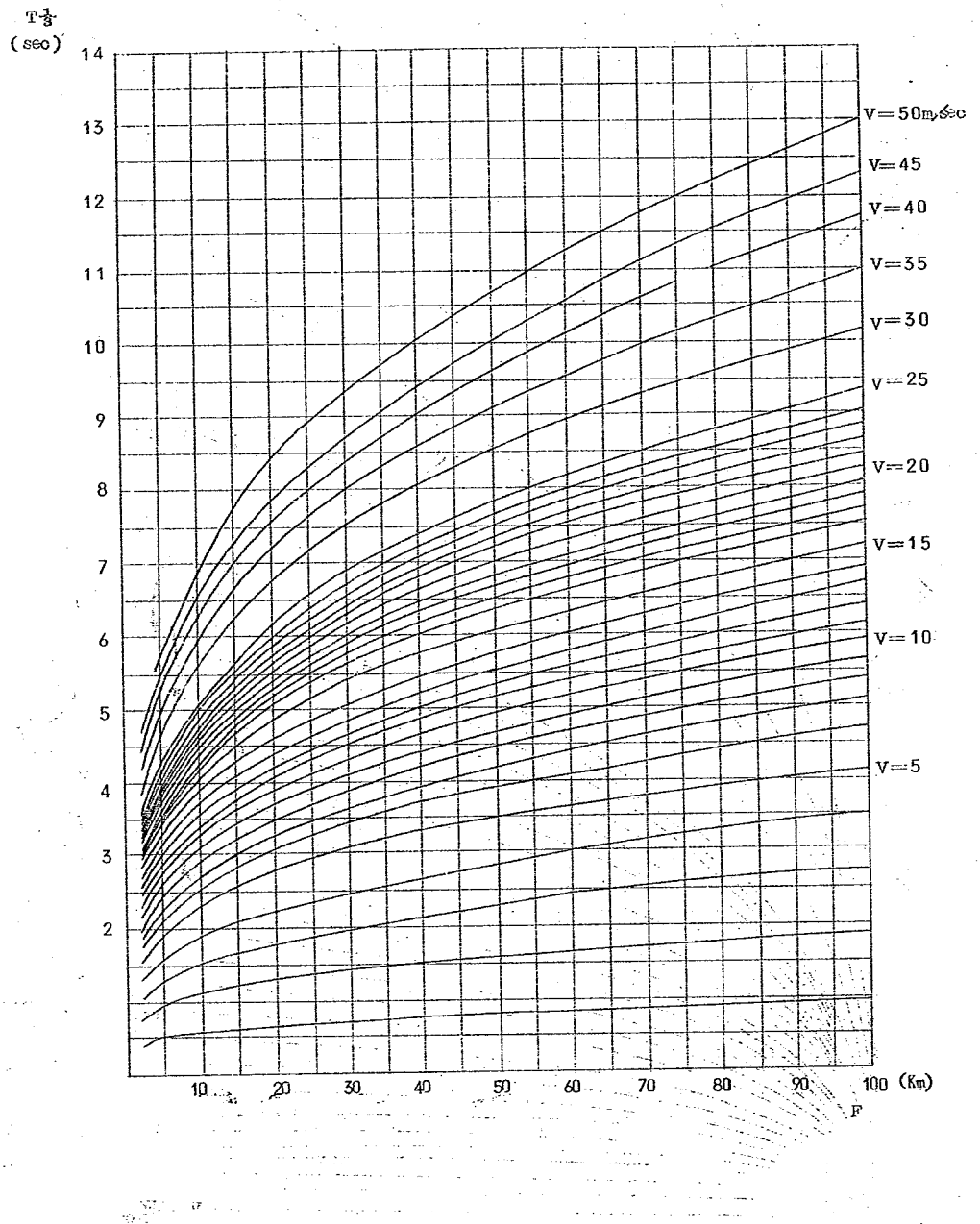
図－6－1－8 (h)　S.E方向のfetch上の風速（コースI）



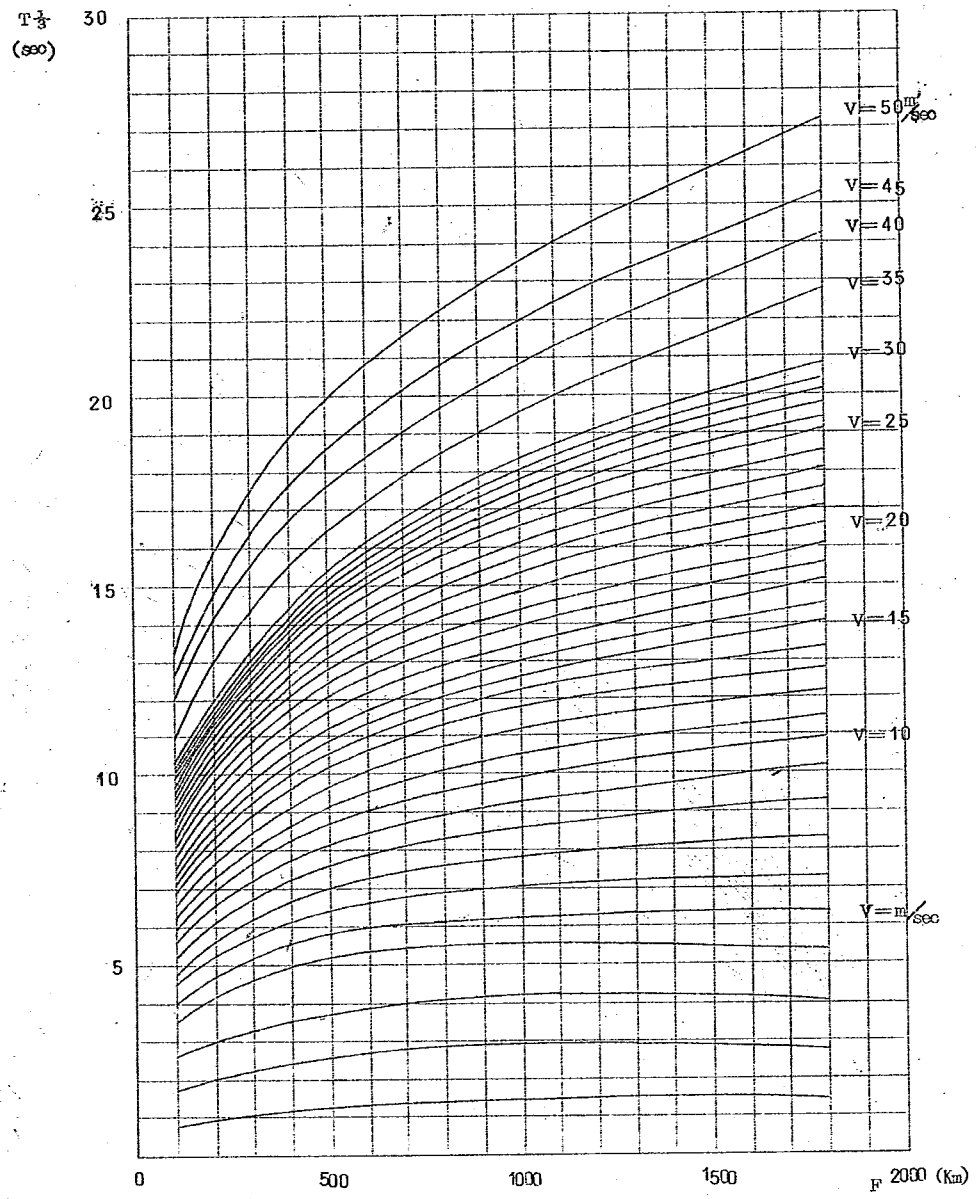
図—6.—1—9(a)　相当吹送距離(F)・風速(V)・波高 ($H_{\frac{1}{3}}$) の関係(I)



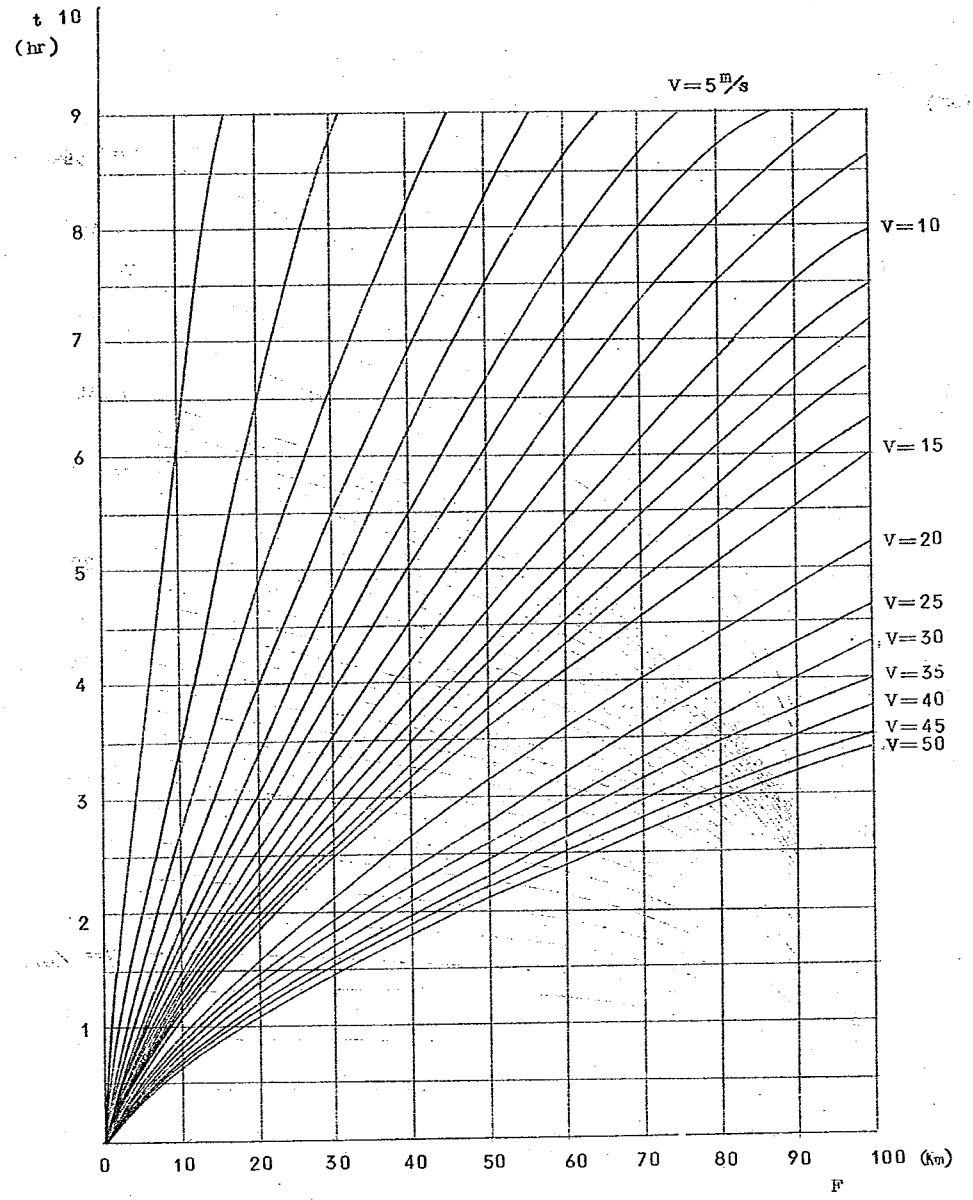
図—6—1—9(b)　F・V・H$\frac{1}{3}$の関係(III)



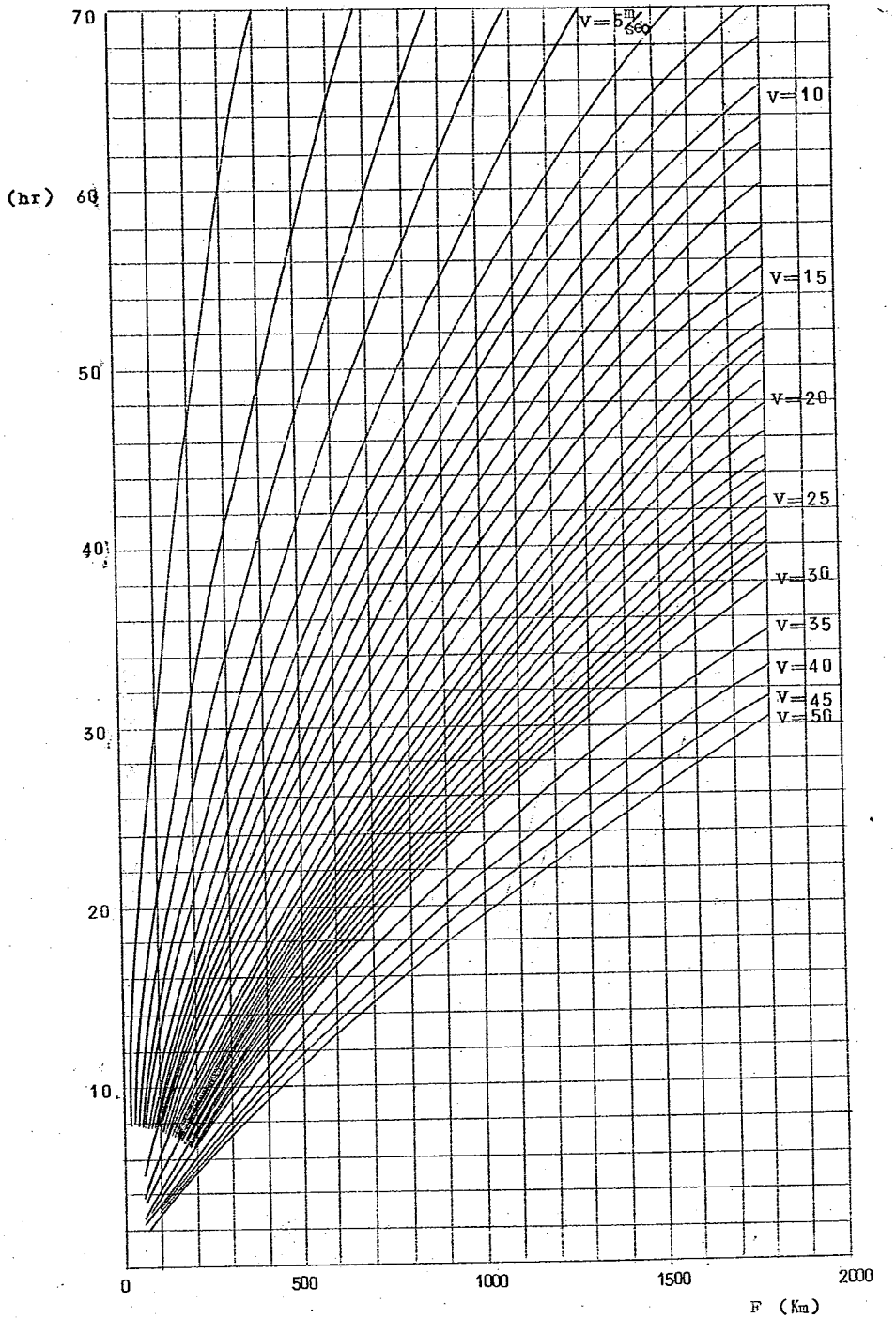
図—6—1—9(c)　F・V・周期（$T_{\frac{1}{3}}$）の関係(I)



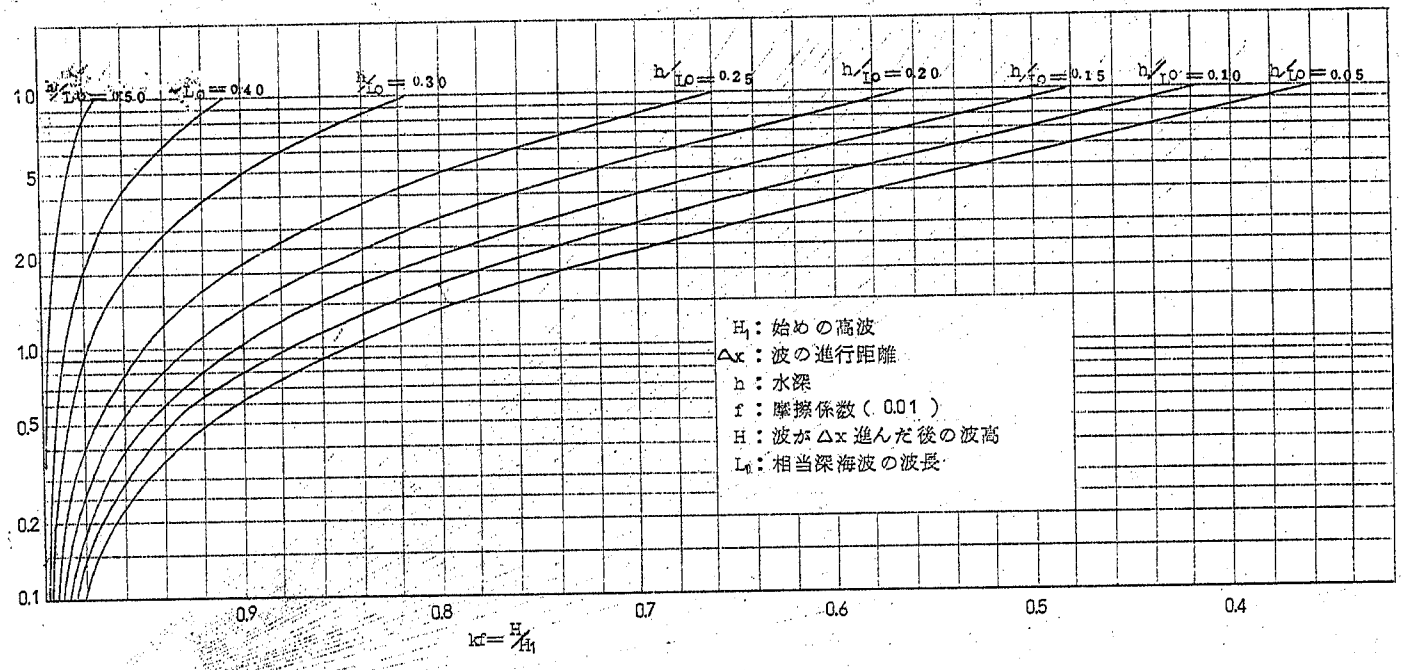
図—6—1—9(a)　F・V・T⅓の関係(II)



図—6—1—9(e)　F・V・吹送時間(t)の関係(I)



図—6—1—9(f)　F・V・tの関係(III)



図－6－1－9(3)　海底摩擦による波高の減衰

$\frac{f \cdot H_1 \cdot \Delta x}{h^2}$

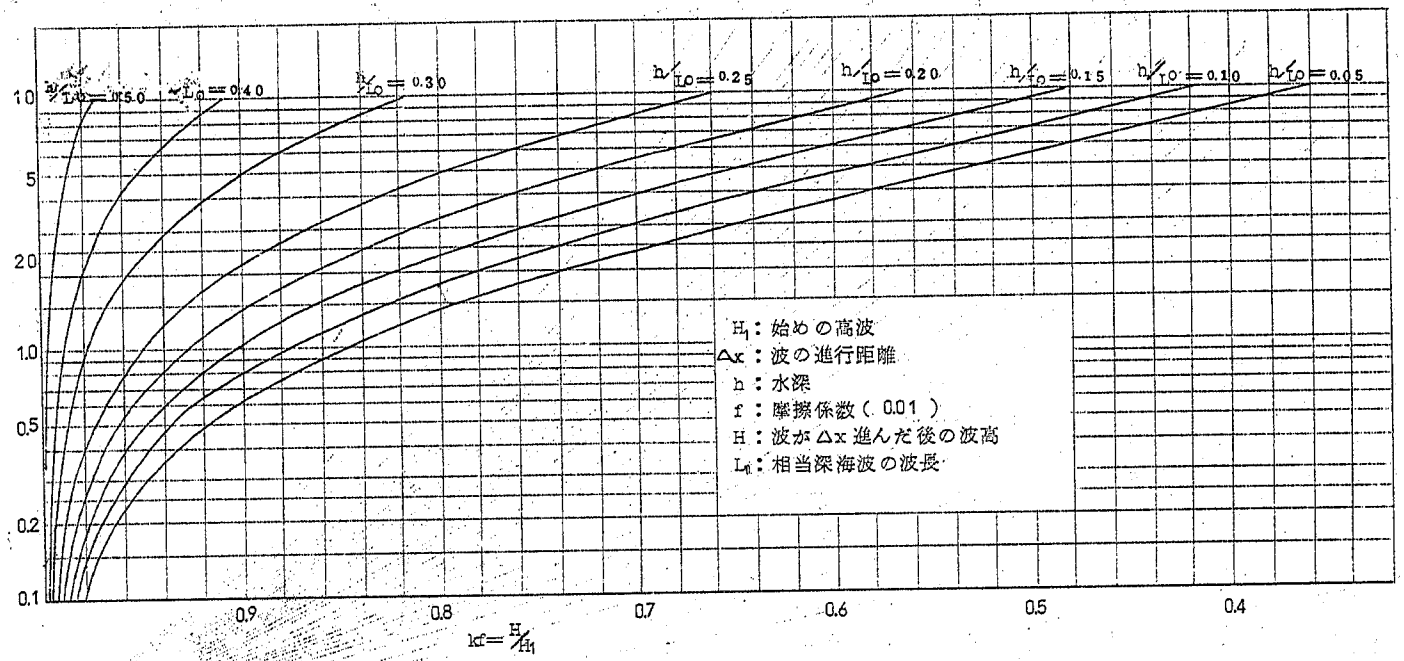


図 — 6 — 1 — 9 (9)　海底摩擦による波高の減衰

表－6－1－2　荒川河口における（各ケースに対する最大波）

fetchの方向	コース I			コース II		
	波高	周期	台風の位置	波高	周期	台風の位置
E S E	1.67m	5.7sec	8.3			
S E	2.49	6.3	9.2	2.19m	6.0sec	3.9
S S E	2.95	6.8	10.1			
S	2.99 (3.28)	7.1 (7.4)	11.4 (11.4)	2.93	7.0	7.0
S15° W	3.02	7.7	13.7	3.30	7.5	8.5

（　　）内の数字は現地盤をＡＰ－６ｍまで堀さくした場合である。

付表－6－1－1(a)　深海における波の計算

No.1　コースI
波の襲来方向　S15° W

	時刻	平均風速	T′	F′	t	(t′+0.5)/t	F	T	始点からの距離	到達時刻
a	9					3				
	10	30.3				30′	5.5	47.5	5.5	
	11	31.9	4.75	5.2	30′	53′	11.1	58.5	11.4	10.8
b	10.8				56′					
	11.8	30.6	5.85	12.0		1h26′	21.5	7.0	9.3	11.8
	12.8	28.8	7.0	25.0	1h37′	1h43′	27.0	7.15	11.5	12.0
c	12.0									
	13.0	28.9	7.15	26.5	1h42′	2h10′	38.1	7.90	11.6	13.0

No.2　コースI
波の襲来方向　S

	時刻	平均風速	T′	F′	t′	(t′+0.5)/t	F	T	始点からの距離	到達時刻
a	7									
	8	20.3				30′	5.0	3.8	5.0	8
	9	27.5	3.8	3.0	18′	48′	9.5	5.2	11.5	9
	9.2	31.0	5.2	7.5	38′	45′	8.9	5.4	12.9	9.2
	9.2									
b	10.2	30.9	5.4	9.50	46′	1h16′	18.0	6.6	8.5	10.2
	11.2	32.6	6.6	17.0	1h12′	1h26′	21.4	7.1	12.9	10.7

付表－6－1－1 (b)　深海における波の計算

No.3　コースⅠ

波の襲来方向　S S E

	時刻	平均風速	T′	F′	t′	$\frac{(t'+0.5)}{t}$	F	T	始点からの距離	到達時刻
a	7									
	8	26.1				30′	5.5	4.35	5.5	8.0
	9	31.7	4.35	4.0	21′	51′	11.0	5.00	12.3	9.0
	9.5	34.1	5.80	10.0	48′	59′	13.0	6.20	15.3	9.4

No.4　コースⅠ

波の襲来方向　S E

	時刻	平均風速	T′	F′	t′	$\frac{(t'+0.5)}{t}$	F	T	始点からの距離	到達時刻
a	6									
	7	25.35				30′	6.0	4.35	6.0	7
	8	30.63	4.35	4.0	24′	53′	11.15	5.70	13.15	8

付表－6－1－1 (c)　深海における波の計算

No.6　コースⅡ

波の襲来方向　S 1.5° W

	時刻	平均風速	T′	F′	t′	$\frac{(t'+0.5)}{t}$	F	t	始点からの距離	到達時刻
a	3									
	4	15.5				30′	3.8	3.37	3.8	4.0
	5	22.1	3.37	2.5	15′	45′	7.9	4.44	9.2	5.0
	5.5	27.2	4.14	6.4	35′	45′	8.6	4.90	11.4	5.3
b	5.3									
	6.3	28.8	4.90	6.9	37′	1h07′	14.7	5.95	7.8	6.3
	6.8	33.0	5.95	11.7	54′	1h05′	15.4	6.40	11.5	6.7
c	6.7									
	7.7	32.5	6.40	15.2	1h06′	1h36′	26.0	7.48	10.8	7.7
	8.0	33.0	7.48	26.0	1h37′	1h37′	26.8	7.60	11.6	7.8

付表－6－1－1(d)　深海における波の計算

No 7　コースII

波の襲来方向　S

	時刻	平均風速	T′	F′	t′	$(\frac{t'}{t}+0.5)$	F	T	始点からの距離	到達時刻
a	3									
	4	22.4				30′	5.2	4.05	5.2	4.0
	5	27.0	4.05	4.0	2.2	52′	9.8	5.22	11.0	5.0
	6	31.3	5.22	7.8	4.1	47′	9.7	5.51	12.9	5.1
b	5.1									
	6.1	29.7	5.5	10.7	5.0	1h20′	18.7	6.55	8.7	6.1
	7.1	32.05	6.55	16.8	1h12	1h23′	20.4	6.86	12.9	6.3

No 8　コースII

波の襲来方向　SSE

	時刻	平均風速	T′	F′	t′	$(\frac{t'}{t}+0.5)$	F	T	始点からの距離	到達時刻
a	0									
	1.0	17.7				30′	4.25	3.5	4.25	1.0
	2.0	20.9	3.5	3.3	20′	50′	8.80	4.45	9.00	2.0
	3.0	24.0	4.45	7.0	39′	58′	11.15	5.03	13.15	2.6

付表－6－1－2　　浅海における波の計算

番　号	時　刻	平均風速	T_0	F(KM)	OX(KM)	F+oX	H'	T'	$L_{0\,1}$	h	$\frac{h}{L_{0\,1}}$	K S	HiKS	$\frac{f \cdot H \cdot OX}{h^2}$	K f
No. 1	13.0～13.5	27.7	7.90	42.0	3.2	45.2	4.02	8.05	101.5	17.7	0.175	0.9138		0.408	0.964
コース I	13.3～13.8	26.9	7.96	45.5	2.9	48.4	4.05	8.07	101.5	12.7	0.125	0.9186		0.730	0.919
S 15° W	13.5～14.0	26.3	7.88	46.0	2.3	48.3	3.88	7.98	99.6	7.7	0.077	0.9694		1.500	0.812
	10.7～11.2	32.7	7.1	21.0	3.4	24.4	3.80	7.40	85.5	17.7	0.207	0.919	3.49	0.379	0.954
No. 2	11.0～11.5	32.5	7.2	23.5	2.3	25.8	3.90	7.45	86.6	12.7	0.147	0.9136	3.52	0.509	0.978
コース I	11.2～11.7	32.1	7.3	25.5	2.2	27.7	3.90	7.65	88.9	7.5	0.087	0.9457	3.57	1.368	0.820
S	10.7～11.2	32.7	7.1	21.0	3.4	24.4	3.80	7.40	85.5	17.7	0.207	0.9195	3.49	6.379	0.954
	11.0～11.5	32.5	7.28	24.0	1.9	25.9	3.85	7.45	86.6	13.2	0.152	0.9132	3.52	0.420	0.958
	11.2～11.7	32.3	7.35	25.0	2.6	27.6	3.95	7.60	90.1	11.2	0.124	0.9189	3.63	0.828	0.907
No. 3	9.4～ 9.9	33.5	6.2	13.5	3.7	17.2	3.35	6.70	70.0	17.7	0.253	0.933	3.13	0.370	0.981
コース I	9.7～10.2	33.9	6.64	16.5	2.4	18.9	3.60	7.00	76.4	12.7	0.166	0.9132	3.29	0.490	0.956
S・S・E	9.9～10.4	34.0	6.90	18.5	2.3	20.8	3.80	7.15	79.7	7.7	0.097	0.9353	3.55	1.377	0.838
No. 4	8.0～ 9.0	32.19	5.70	10.5	6.4	16.9	3.10	6.6	68.0	17.7	0.260	0.9356	2.90	0.582	0.972
コース I	8.7～ 9.7	32.40	6.45	16.0	3.1	19.1	3.25	6.8	772.1	10.7	0.148	0.9135	2.97	0.804	0.919
S・E	9.0～10.0	32.04	6.58	17.5	1.6	19.1	3.25	6.8	72.1	5.7	0.079	0.9562	3.11	1.531	0.816
	4 ～ 5	27.1	0	0.0	8.0	8.0	1.95	4.91	37.61	15.2	0.404	0.9768	1.91	0.675	0.993
No. 5	6.3～ 7.3	28.75	0.9	7.2	8.3	15.5	2.68	6.08	57.70	15.2	0.263	0.9367	2.57	0.902	0.946
コース I	8.3～ 9.3	29.90	5.96	13.5	5.1	18.6	3.03	6.57	67.34	11.7	0.174	0.9138	2.77	1.032	0.916
E S E	7.8～ 8.8	29.60	6.37	17.3	5.2	22.5	3.25	6.90	74.30	5.7	0.077	0.9571	3.11	4.980	0.558
No. 6	7.8～ 8.3	33.5	7.60	26.70	3.2	29.9	4.22	7.85	96.13	17.7	0.184	0.915	3.86	0.384	0.968
コース II	8.1～ 8.6	33.0	7.77	29.7	2.9	32.6	4.37	8.03	106.0	12.7	0.120	0.9204	4.02	0.723	0.918
S 15° W	8.3～8.8.8	32.6	7.84	31.3	2.3	33.6	4.33	8.00	99.84	7.7	0.077	0.9541	4.15	1.610	0.807
No. 7	6.3～ 7.3	31.7	6.86	20.5	3.4	23.9	3.60	7.17	80.2	17.7	0.221	0.9234	3.32	0.360	0.975
コース II	6.6～ 7.6	31.7	7.16	23.3	2.3	25.5	3.70	7.37	84.7	12.7	0.150	0.9133	3.42	0.487	0.949
S	6.8～ 7.8	31.8	7.26	24.2	2.2	26.4	3.76	7.45	86.6	7.7	0.089	0.9433	3.55	1.317	0.836
No. 8	2.6～ 3.6	25.65	5.03	9.5	6.4	15.9	2.54	5.76	51.8	17.7	0.342	0.962	2.443	0.499	0.992
コース II	3.4～ 4.4	27.50	5.83	14.8	3.1	17.9	2.75	6.16	59.2	10.7	0.181	0.915	2516	0.696	0.946
S E	3.7～ 4.7	27.3	6.09	17.4	1.6	19.0	2.78	6.25	60.9	5.7	0.094	0.938	2.608	1.280	0.848

付表－6－1－2　　浅海における波の計算

番　号	時　刻	平均風速	T_0	F(KM)	OX(KM)	F+oX	H'	T'	$L_{0\,1}$	h	$\frac{h}{L_{0\,1}}$	K S	HiKS	$\frac{f \cdot H \cdot OX}{h^2}$	K f
No. 1	13.0～13.5	27.7	7.90	42.0	3.2	45.2	4.02	8.05	101.5	17.7	0.175	0.9138		0.408	0.964
コース I	13.3～13.8	26.9	7.96	45.5	2.9	48.4	4.05	8.07	101.5	12.7	0.125	0.9186		0.730	0.919
S 15° W	13.5～14.0	26.3	7.88	46.0	2.3	48.3	3.88	7.98	99.6	7.7	0.077	0.9694		1.500	0.812
	10.7～11.2	32.7	7.1	21.0	3.4	24.4	3.80	7.40	85.5	17.7	0.207	0.919	3.49	0.379	0.954
No. 2	11.0～11.5	32.5	7.2	23.5	2.3	25.8	3.90	7.45	86.6	12.7	0.147	0.9136	3.52	0.509	0.978
コース I	11.2～11.7	32.1	7.3	25.5	2.2	27.7	3.90	7.65	88.9	7.3	0.087	0.9457	3.57	1.368	0.820
S	10.7～11.2	32.7	7.1	21.0	3.4	24.4	3.80	7.40	85.5	17.7	0.207	0.9195	3.49	6.379	0.954
	11.0～11.5	32.5	7.28	24.0	1.9	25.9	3.85	7.45	86.6	13.2	0.152	0.9132	3.52	0.420	0.958
	11.2～11.7	32.3	7.35	25.0	2.6	27.6	3.95	7.60	90.1	11.2	0.124	0.9189	3.63	0.828	0.907
No. 3	9.4～ 9.9	33.5	6.2	13.5	3.7	17.2	3.35	6.70	70.0	17.7	0.253	0.933	3.13	0.370	0.981
コース I	9.7～10.2	33.9	6.64	16.5	2.4	18.9	3.60	7.00	76.4	12.7	0.166	0.9132	3.29	0.490	0.956
S・S・E	9.9～10.4	34.0	6.90	18.5	2.3	20.8	3.80	7.15	79.7	7.7	0.097	0.9353	3.55	1.377	0.838
No. 4	8.0～ 9.0	32.19	5.70	10.5	6.4	16.9	3.10	6.6	68.0	17.7	0.260	0.9356	2.90	0.582	0.972
コース I	8.7～ 9.7	32.40	6.45	16.0	3.1	19.1	3.25	6.8	72.1	10.7	0.148	0.9135	2.97	0.804	0.919
S・E	9.0～10.0	32.04	6.58	17.5	1.6	19.1	3.25	6.8	72.1	5.7	0.079	0.9562	3.11	1.531	0.816
	4 ～ 5	27.1	0	0.0	8.0	8.0	1.95	4.91	37.61	15.2	0.404	0.9768	1.91	0.675	0.993
No. 5	6.3～ 7.3	28.75	0.9	7.2	8.3	15.5	2.68	6.08	57.70	15.2	0.263	0.9367	2.57	0.902	0.946
コース I	8.3～ 9.3	29.90	5.96	13.5	5.1	18.6	3.03	6.57	67.34	11.7	0.174	0.9138	2.77	1.032	0.916
E S E	7.8～ 8.8	29.60	6.37	17.3	5.2	22.5	3.25	6.90	74.30	5.7	0.077	0.9571	3.11	4.980	0.558
No. 6	7.8～ 8.3	33.5	7.60	26.70	3.2	29.9	4.22	7.85	96.13	17.7	0.184	0.915	3.86	0.384	0.968
コース II	8.1～ 8.6	33.0	7.77	29.7	2.9	32.6	4.37	8.03	106.0	12.7	0.120	0.9204	4.02	0.723	0.918
S 15° W	8.3～8.8.8	32.6	7.84	31.3	2.3	33.6	4.33	8.00	99.84	7.7	0.077	0.9541	4.15	1.610	0.807
No. 7	6.3～ 7.3	31.7	6.86	20.5	3.4	23.9	3.60	7.17	80.2	17.7	0.221	0.9234	3.32	0.360	0.975
コース II	6.6～ 7.6	31.7	7.16	23.3	2.3	25.5	3.70	7.37	84.7	12.7	0.150	0.9133	3.42	0.487	0.949
S	6.8～ 7.8	31.8	7.26	24.2	2.2	26.4	3.76	7.45	86.6	7.7	0.089	0.9433	3.55	1.317	0.836
No. 8	2.6～ 3.6	25.65	5.03	9.5	6.4	15.9	2.54	5.76	51.8	17.7	0.342	0.962	2.443	0.499	0.992
コース II	3.4～ 4.4	27.50	5.83	14.8	3.1	17.9	2.75	6.16	59.2	10.7	0.181	0.915	2516	0.696	0.946
S E	3.7～ 4.7	27.3	6.09	17.4	1.6	19.0	2.78	6.25	60.9	5.7	0.094	0.938	2.608	1.280	0.848

番　号	$H_{0\,2}$	F'	T_s	$\frac{(A)}{T_1+T_2}$	$\frac{T_0+(A)}{2}$	L_0	C_0	$\frac{h}{L_0}$	Ks	H_2	$\frac{CG}{C_0}$	CG	$\frac{ox}{CG}$ sec	到達時間
No. 1	3.88	41.5	7.87	7.96	7.93	98.5	12.4	0.180			0.5979	7.42	432	13.3
コース I	3.72	39.5	7.68	7.88	7.92	98.2	12.35	0.129			0.5944	7.34	396	13.5
S 15° W	3.15	29.5	6.97	7.48	7.68	92.4	12.0	0.083	0.9591	3.02	0.533	6.65	346	13.7
	3.63	22.0	7.15	7.28	7.19	80.1	11.2	0.219			0.5871	6.60	515	11.0
No. 2	3.70	23.5	7.30	7.38	7.33	83.8	11.4	0.105			0.5905	6.83	338	11.2
コース I	3.20	17.0	6.55	7.10	7.20	80.9	11.2	0.090	0.9344	2.99	0.5632	6.31	347	11.4
S	3.63	22.0	7.15	7.28	7.19	80.7	11.2	0.219			0.5871	6.60	515	11.0
	3.69	23.5	7.25	7.35	7.32	83.6	11.4	0.158			0.5998	6.84	278	11.2
	3.58	22.8	7.23	7.42	7.39	85.2	11.5	0.131	0.9166	3.28	0.5951	6.84	380	11.4
No. 3	3.29	16.0	6.55	6.63	6.42	64.3	10.00	0.275			0.5657	5.65	655	9.7
コース I	3.44	17.5	6.80	6.90	6.77	71.4	10.6	0.164			0.5998	6.36	377	9.9
S・S・E	3.18	14.5	6.45	6.80	6.85	73.2	10.7	0.105	0.9276	2.95	0.5794	6.20	371	10.1
No. 4	3.01	15.5	6.3	6.45	6.08	57.7	9.48	0.307			0.5527	5.24	1221	8.7
コース I	2.99	15.5	6.35	6.58	6.52	66.3	10.20	0.161			0.5998	6.12	507	9.0
S ・ E	2.65	11.5	5.85	6.33	6.46	65.1	10.1	0.088	0.9411	2.49	0.5605	5.66	283	9.2
	1.94	8.0	4.90	4.90	2.45	9.36	3.82	0.50			0.5455	1.91	4188	6.3
No. 5	2.54	13.7	5.84	5.96	5.43	46.5	8.52	0.327			0.5941	4.65	1720	7.3
コース I	2.78	15.0	6.17	6.37	6.17	59.4	9.63	0.197			0.5747	5.72	892	7.8
E S E	1.81	15.0	4.52	5.71	6.04	56.9	9.42	0.100	0.9245	1.67	0.5000	5.41	961	8.3
No. 6	4.08	27.5	7.70	7.77	7.69	92.25	12.0	0.192			0.5952	7.14	448	8.1
コース II	4.01	27.5	7.65	7.84	7.81	95.15	12.2	0.133			0.5958	7.27	399	8.3
S 15° W	3.49	20.7	7.02	7.51	7.68	92.01	11.98	0.084	0.9445	3.30	0.5548	6.65	346	8.5
No. 7	3.51	22.5	7.15	7.16	7.01	76.66	10.9	0.231			0.583	6.35	535	6.6
コース II	3.51	22.5	7.15	7.26	7.21	81.10	11.25	0.157			0.599	6.74	341	6.8
S	3.14	17.8	6.66	7.05	7.16	80.00	11.20	0.096	0.9335	2.93	0.570	6.39	344	7.0
No. 8	2.52	17.00	5.90	5.83	5.43	46.00	8.47	0.385			0.528	4.42	1432	3.4
コース II	2.60	16.50	6.02	6.09	5.96	55.41	9.30	0.192			0.5952	5.54	560	3.7
S E	2.36	12.7	5.64	5.94	6.02	56.54	9.39	0.101	0.9297	2.19	0.5757	5.41	296	3.9

6－2. 荒川下流部の波浪実験

6.－2.－1. まえがき

東京湾高潮対策調査の一環として、関東地方建設局の依頼により、荒川河口の波浪実験を行なつた。

東京湾をはじめ、大阪湾、伊勢湾などの高潮の影響が大きい湾に流入する大河川の河口部においては、河川堤防は、高潮並びに波浪に対しても、充分安全でなければならない。

特に荒川河口部附近は、地盤沈下がはげしく、高潮来襲時には、最も被害を蒙りやすい地帯であつて、荒川及び中川の下流部における堤防高は、高潮時における波浪のうちあげに対して充分の高さが必要である。

この実験は、高潮位並びに波浪を、伊勢湾台風の規模に基いて計算された値を用い、河口部における波の変化をしらべ、堤防へのうちあげ高を測定して、河口附近の堤防高を決定する資料を得るために行なわれた模型実験である。

なお、本実験は、河川部海岸研究室で行なつた。

6.－2.－2. 実験方法

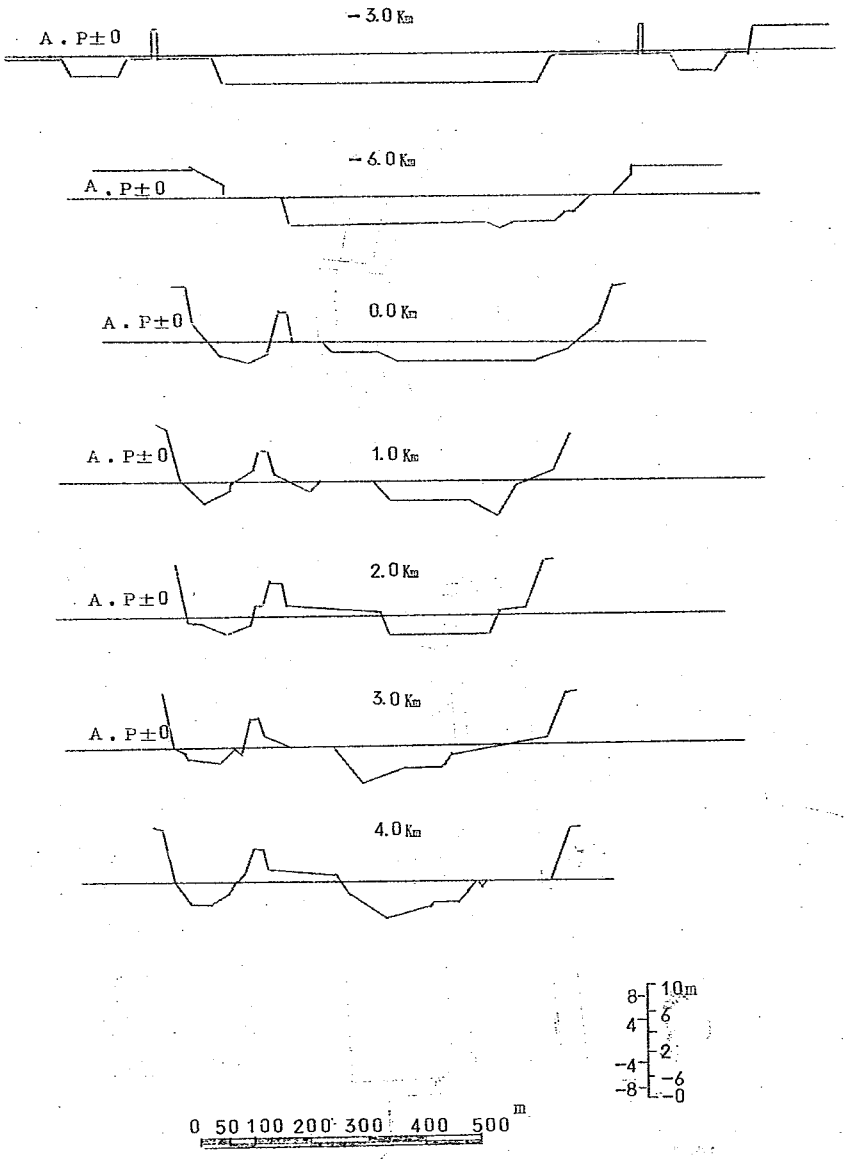
模型実験は土木研究所鹿島水理試験所内の扇型水槽で行なつた。波を発生すると同時に高潮を起こすことはむずかしいために、この実験では水位を高潮時の潮位にして実験を行なつた。模型は縮尺1／60で将来の埋立計画も含めて荒川および中川の現在の河口より3Km沖から上流7.5Kmまでを計画断面にもとずいてモルタルで製作した。平面図、横断図を図－6－2－1.2に示す。

造波装置はヒンジを2つもつフラップ一型で造波板の幅は20m、高さ8.0cmで波の入射方向を変化できるようになつている。波高計および波うちあげ高計は階段抵抗式のものを使用し、ペンオッシロに自記させた。波高は模型への入射波高を－3.0Km（2台）で測定し、河道内では荒川　：－0.6Km、0Km、1Km、2Km、2.5Km、3Km、4Km

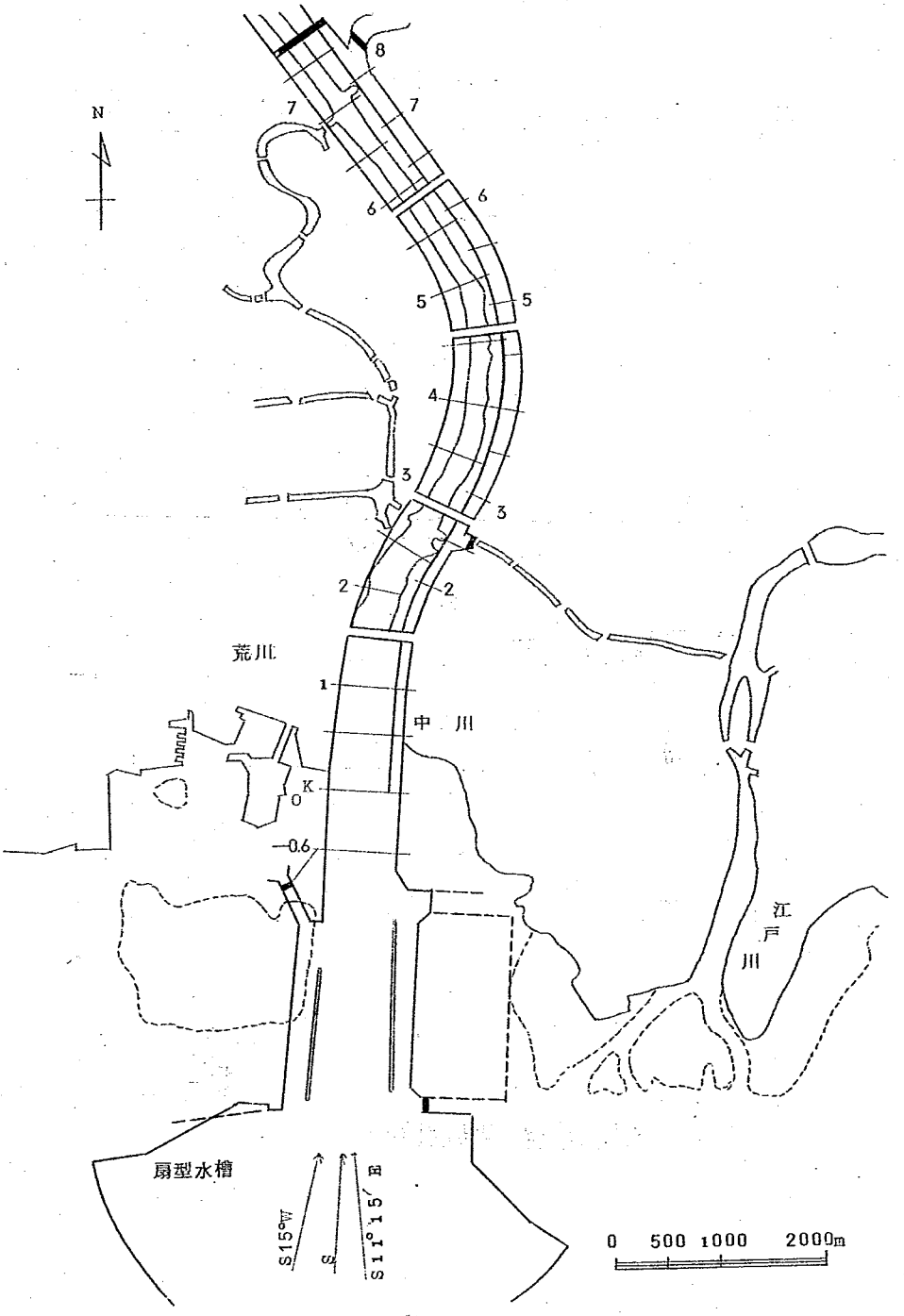
中川：0Km、1Km、2Km、2.5Km、3Km、4Kmの河道中央で測定した。波うちあげ高は荒川右岸　：－0.6Km、0Km、2Km、2.5Km、3Km、4Km、　左岸3Km、中川左岸：0Km、1Km、2Km、3Km、4Km、で測定した。4Km、より上流は波が小さくなるため4.5Kmで河道を締切つて実験を行なつた。

造波機で発生した波が定常状態に達するには40～50波必要であり、測定値はこれ以降各波の変動が平均値に影響をおよぼさない長さとして250波をとり、これより5層に分け、各層よりランダムに10波選び、この50波の平均を求めて各点の波高、波うちあげ高の平均値としてある。

実験に使用した波は次の条件のもとに風向、風速の変化を考慮したSMB法によつて計算した波[1]を用いた。計算に使用した条件は台風の規模は伊勢湾台風をとり、台風のコースとしては大正6年10月の台風およびキテイ台風のコースに平行で荒川河口最大の波を発生する位置にあるコースを用いている。台風域内の風は傾度風と台風の進行にともなう風のベクトル和としている。計算された値は表－6－2－1のとおりである。これより模型実験では波高5～6cm（3.0～3.6m）、周期1.0sec（7.75sec）の波で実験を行なつてある。波の入射方向はS（河道に平行）、S11°15′E、S15°Wの3方向である。


-3.0 Km
A . P±0
-6.0 Km
A . P±0
0.0 Km
A . P±0
1.0 Km
A . P±0
2.0 Km
A . P±0
3.0 Km
A . P±0
4.0 Km
10m
8
6
4
2
-4
-6
-8
-0
0 50 100 200 300 400 500 m

図－6－2－1


N
8
7
7
6
6
5
5
4
3
3
2
2
荒川
1
中　川
K
0
-0.6
江
戸
川
扇型水槽
S15°W
S
S11°15′E
0　500　1000　2000m

表－6－2－1

方向	コースⅠ 波高 (m)	コースⅠ 周期 (sec)	コースⅡ 波高 (m)	コースⅡ 周期 (sec)
E S E	1.67	5.7		
S E	2.49	6.3	2.19	6.0
S S E	2.95	6.8		
S	2.99	7.1	2.93	7.0
S*	3.28	7.4		
S15° W	3.02	7.7	3.30	7.5

*：現地盤をA・P－6.0mまで堀削

6.－2.－3. 予備実験

この種類の模型実験で問題になるのは相似率である。とくにこの実験では波の水底摩擦による波衰が関係しているためにこの機構を知らなければ実際の現象を模型実験より推定することはむずかしい。

水底摩擦によるエネルギーの損失については、理論的にもまた実験によつても、いろいろな研究が行なわれている。Putnum と Johonson [2] は水底における水の運動を乱流と考えて水底摩擦による単位時間、単位面積当りの平均のエネルギー損失Dfを次のように表わしている。

$$Df=\frac{4}{3}\pi^2\frac{f\rho H^3}{T^3\left(\sinh\frac{2\pi h}{T}\right)^3} \qquad (6-2-1)$$

ここでH：波高、T：周期、h：水深、L：波長、ρ：水の密度、f：水底の摩擦係数

上式の摩擦係数fの値を求めるための現地観測が行なわれ、Bretschneider [3] はメキシコ湾においてf＝0.053～0.08を、一方オキチョビー湖での浅海での波の発達についての観測ではf＝0.01とした場合があうとしている。わが国では、岸博士 [4] は新潟海岸での観測値を用いf＝0.003～0.004という値を得ている。岩垣博士、柿沼氏 [5] による秋田海岸での観測ではf＝0.033～0.090という値を得ている。

一方、土屋、井上の両氏 [6] はLamb [7] の解を用いて境界層を層流と考えた場合の単位面積当り単位時間の平均のエネルギー損失を次のように表わした。

$$Df_2=\frac{\pi^2}{2}\cdot\left(\frac{\rho\nu}{T^2}\right)\sqrt{\frac{\pi}{\nu T}}\cdot\frac{H^2}{\sinh^2\frac{2\pi h}{L}} \qquad (6-2-2)$$

ここでν：動粘性係数

模型における水底摩擦によるエネルギー損失がどのように表されるかを調べなければ相似率については、はつきりしたことはいえない。このため予備実験を行なつてこのことについて調

べてみた。実験は扇型水槽および模型の水平部を利用して幅８.０ｍ、長さ１００ｍの水路で行ない波高は９カ所で階段抵抗式波高計を用いて測定した。実験の範囲は波高３～６㎝周期０.８～１.５sec、水深１４.７～１５.７㎝である。

まず、（６－２－１）式をエネルギー関係式に入れ、水深一定として積分を行ない、実験値より摩擦係数ｆを求めると０.００２～０.１０の間にありｆが一定であるとは考えられない。

次に（６－２－２）式をエネルギー関係式に入れ水深一定として積分すると

$$\left(\frac{gL^3}{\nu^2}\right)^{\frac{1}{4}}\frac{L}{X}\log_e\left(\frac{H_1}{H}\right)=\sqrt{2\pi}(2\pi)^{\frac{3}{4}}\frac{\left\{\tanh\left(\frac{2\pi h}{L}\right)\right\}^{\frac{3}{2}}}{\left\{1+\frac{4\pi h}{L}\cdot\frac{1}{\sinh\frac{4\pi h}{L}}\right\}\sinh^2\frac{2\pi h}{L}}$$

（６－２－３）

となる。実験値より上式の左辺の値を求めｈ／Ｌとの関係で示すと図－６－２－３のようになる。（６－２－３）式と測定値はほぼ同じ傾向を示すがその値はかなり大きい。この実験では水路幅が水深の５０倍以上あるため、側壁の影響は無視してもよいと考えられる。

測定値が（６－２－３）式とほぼ同じ傾向を示すことにより境界層は層流と考えられ水底の摩擦による減衰について相似性を保つためにはレイノルズ数を等しくしなければならない。この実験では水の運動についてフルード数を合わせているため、水底摩擦に関して相似性が成り立たない。このため実験結果より水底摩擦による減衰を取除くこととし、次のように実験式を求めた。

水底におけるせん断力を$\tau=f\rho U^2$で表わす。ここで、$f=K_1/R$、とおき$R=(U_b\delta)/\nu$で表わす。（U_b：底面流速、$\delta=a\sqrt{\nu T/2\pi}$：層流境界層厚、a、$K_1$：定数）$K=K_1/a$として単位面積当り単位時間の平均エネルギー損失は

$$D f_3=\frac{4}{3}\rho\pi K\sqrt{\frac{2\pi\nu}{T}}\cdot\frac{H^2}{T^2\sinh^2\frac{2\pi h}{L}}$$

（６－２－４）

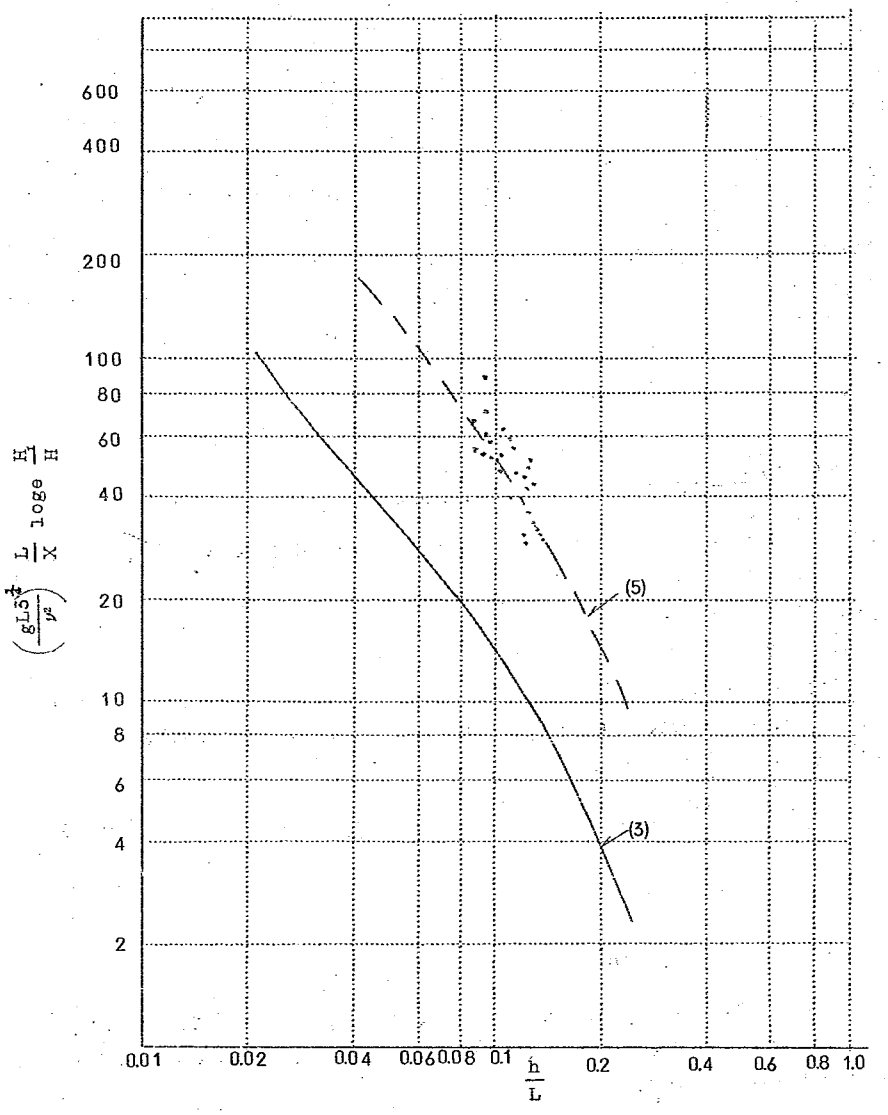
となりエネルギー関係式に入れて水深一定として積分すると次のように表わされる。

$$\left(\frac{gL^3}{\nu^2}\right)^{\frac{1}{4}}\frac{L}{X}\log_e\frac{H_1}{H}=\frac{16}{3}\sqrt{2}(2\pi)^{\frac{3}{4}}\cdot K\cdot\frac{\left(\tanh\frac{2\pi h}{L}\right)^{\frac{3}{2}}}{\left\{1+\frac{4\pi h}{L}\cdot\frac{1}{\sinh\frac{4\pi h}{L}}\right\}\sinh^2\frac{2\pi h}{L}}$$

（６－２－５）

実験値によりＫの値を求めるとＫ＝２.２となり、これは(3)式右辺の３.７倍になつている。（図－６－２－３参照）

図 — 6 — 2 — 3


600
400
200
100
80
60
40
20
10
8
6
4
2
$\left(\frac{gL^2}{\nu^2}\right)^{\frac{1}{3}} \frac{L}{X} \log_e \frac{H_1}{H}$
0.01
0.02
0.04
0.06
0.08
0.1
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
$\frac{h}{L}$
(5)
(3)

6.－2.－4. 実験結果

入射波は河道が高水敷と低水敷とに分かれている複断面をしているために屈折し、初めは堤防に直角であつた波の峰は進むにつれてある角度をなして堤防にうちあげる。河川堤防は3割ののり勾配をもつており、この堤防で波が反射し河道内の波は入射波と反射波の重なり合つたものとなる。また反射するときに2次波を生じ、このため水面は非常に複雑な形となり、各位置における波高は変動する。波高測定位置における２５０波中の最大値と平均値の比は1.5～2程度になる。

入射波の減衰状態は図－６－２－４のとおりである。この図はあたえた波が各実験について同じ値をとらないため各位置の平均波高Ｈと入射波平均波高H_iの比の４回の実験の平均値を示す。これによると、波の入射方向によりその減衰の状態が異なり、反射波と重なつていると思われる場合がある。河道に平行なＳ方向からの波は０Kmまではほとんど摩擦のみによつて減衰し、これより上流では屈折の影響がはいつている。Ｓ１１° １５′ Ｅ、Ｓ１５° Ｗの場合には０Kmに達する以前に両岸で反射し 荒川と中川における 減衰の状態が異なつている。

さきに述べたように、水底摩擦による波高の減衰については、現地観測をまたなければ明確なことは言えないが、ここでは水底摩擦と地形による変化（屈折・反射・回折）とを分離してみる。

模型における水底摩擦による波高の変化は6－２－４式で表わされると考える。地形による影響はおもに屈折によるものと考え波のエネルギーの変化を次のように表わす。

$$\frac{d(pb)}{dx}=-Df_3\ b \qquad (6-2-6)$$

ここに、ｐ：単位幅当りのエネルギー、ｂ：相隣る直交線間の距離、Ｘ：距離、Df_3：6－２－４式で表わされる単位面積単位時間あたりの平均のエネルギー損失。

また、$pb=E\cdot C_g\cdot b$, $E=\frac{1}{8}\rho g H^2$ (6－2－7)

C_g：群速度であり波高を次のように表わす。

$$H=K\cdot Kr\cdot H_0 \qquad (6-2-8)$$

ここにH_0：深海波波高、$Kr=(b_0/b)^{\frac{1}{2}}$：屈折係数、K_s：浅水度係数

以上の6－２－6.7.8式より

$$\frac{1}{K}\cdot\frac{dK}{dx}=\frac{64}{3}\pi\cdot K\frac{1}{g}\frac{\sqrt{2\pi\nu}}{2\sqrt{T}}\cdot\frac{1}{T^2\sinh^2\frac{2\pi h}{L}}\cdot\frac{1}{2nL} \qquad (6-2-9)$$

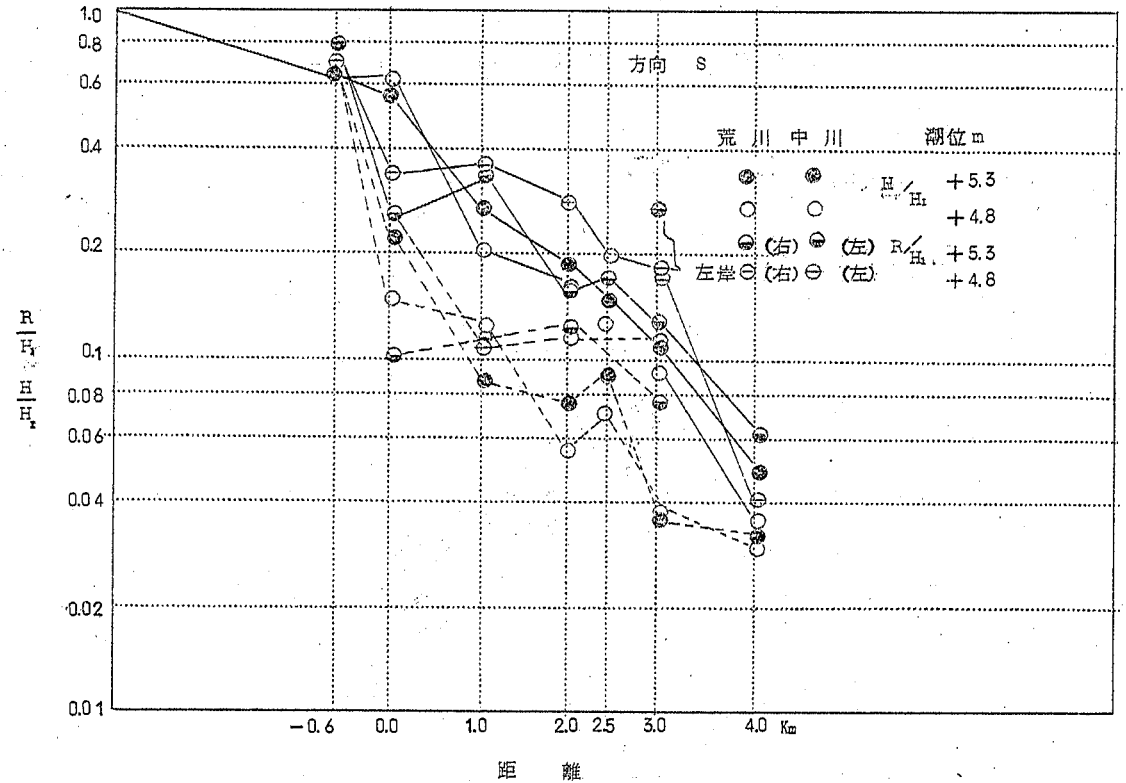
$$n=\frac{1}{2}\left\{1+\frac{4\pi h}{L}\cdot\frac{1}{\sinh\frac{4\pi h}{L}}\right\}$$

となり、上式の右辺にはK_fが含まれていないため、これを水深一定として積分すると、さきに求めた6－２－５式になる。以上より、各測定値より摩擦の影響を取除くには6－2－8式を変形して水深一定の場合には

$$K_r=\frac{H}{K\cdot K_s\cdot K_0}=\frac{H}{K\cdot H_1} \qquad (6-2-10)$$

より求めればよい。

図 — 6 — 2 — 4 (a)


方向 S
荒 川 中 川
潮位 m
H/H₁ +5.3
+4.8
(右) (左) R/H₁ +5.3
左岸 (右) (左) +4.8
R/H₁
H/H₂
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.1
0.08
0.06
0.04
0.02
0.01
−0.6
0.0
1.0
2.0
2.5
3.0
4.0 Km
距 離

図－6－2－4 (b)

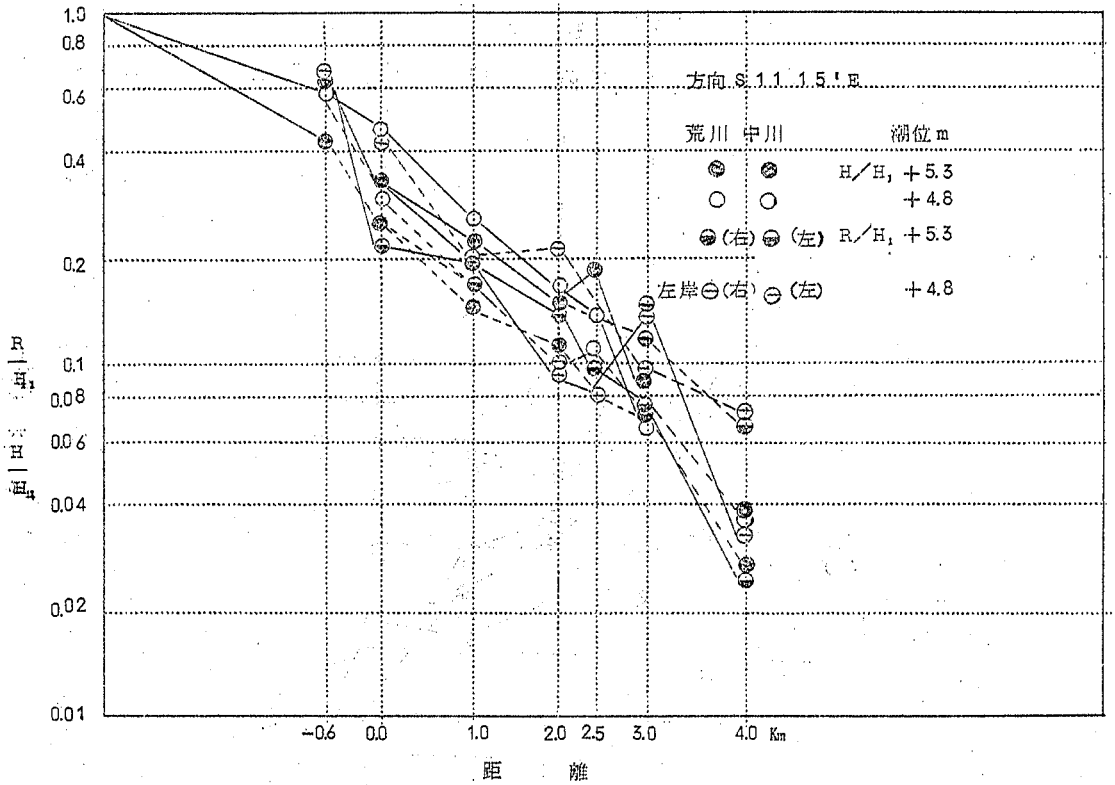
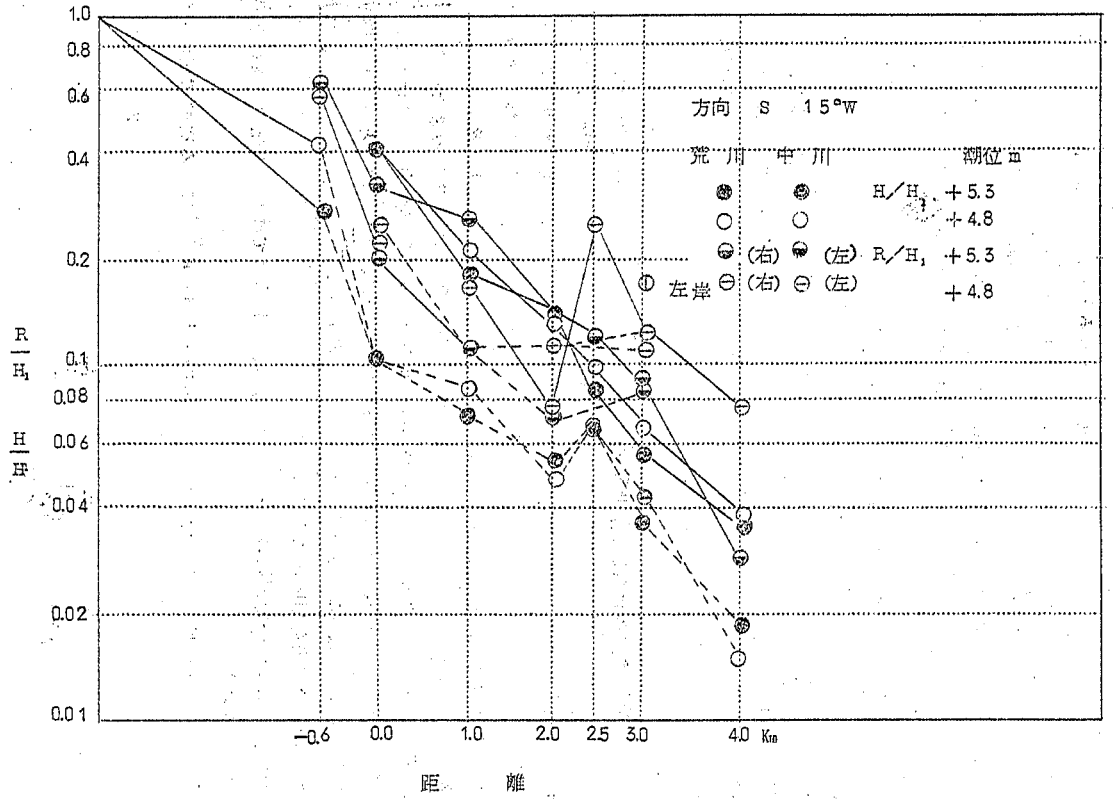

方向 S 11.15° E
荒川 中川
潮位 m
H/H₁ +5.3
+4.8
R/H₁ +5.3
+4.8
左岸 (右) (左)
(右) (左)
R/H₁ 又は H/H₁
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.1
0.08
0.06
0.04
0.02
0.01
-0.6
0.0
1.0
2.0
2.5
3.0
4.0 Km
距離

図 — 6 — 2 — 4 (C)


1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.1
0.08
0.06
0.04
0.02
0.01
R/H1
H/H
−0.6
0.0
1.0
2.0
2.5
3.0
4.0 Km
距 離
方向 S 15°W
荒川 中川
潮位 m
H/H1 +5.3
+4.8
R/H1 +5.3
+4.8
(右) (左)
(右) (左)
左岸

6－2－10式を用いてK_rを求めると図－6－2－5のようになる。この模型はほぼ計画断面にもとずいているため、－3.0Km～0Km、0Km～4Kmの間は水深一定として計算してある。これによるとS方向およびS15°Wの方向より入射する波は同じように変化するが、S11°15　Eは異つており、波は中川河口へ向つて進む。この地形による変化は1Kmに対してほぼ$K_r=0.8$程度となつている。中川河口部では入射波の方向によつて大きく変化している。これらの屈折による変化は、屈折図よりある程度推定できると考えられるが、堤防による反射をどう表わすかなどの問題があり、さらに検討しなければならない。

河道を進む波は屈折、反射によつて大きさが変化するため、堤防に対するうちあげ高も場所によつても、また時間によつても変動している。うちあげ高の250波中の最大値と平均値の比は1～3程度である。波うちあげ高の平均値RをH/H_1とともに入射波平均波高H_1との比で表わし図－6－2－4に示す。

波うちあげ高より水底摩擦の影響を取り除くことは、波形勾配により変化するため不可能と考えられる。このため、ここでは各断面中央の波高と波うちあげ高よりR_{mean}/H'_0、R_{max}/H'_0とH'_0/L_0の関係を求め、図－6－2－6,7に示す。これによると、荒川では反射が相当あたるため変動しているが、中川では、各方向とも大体同じ傾向にある。

波高と波のうちあげ高をむすびつけることはその間に反射・屈折・摩擦等の影響がはいつているため、さらに測定方法、解析方法について検討しなければならない。

6.－2.－5.　現地への適用

模型実験より得られた結果を現地に適用するには相似率が成り立つていなければならない。この実験では、水底摩擦による波高の減衰が大きな要素となつている。この問題については現地観測がないため確かめることができなかつた。実験では考慮されていないが、さらに実際には河道を吹く風による波の発達があると考えられる。このような影響も含めて実際の現象を推定することは、現在はつきりしない点が多いために非常に困難である。

はじめにBretschneider[8]によつて提案されている屈折・水底摩擦を考えた波の発達を推定する方法が考えられる。この方法によると波高が減少するとともに有義波周期も減衰する。このために屈折・反射による減衰、堤防にうちあげる波の入射方向、うちあげ高と波高との関係が実験で得られたと異なる。これらの値を実験値より推定することは非常にむずかしく、また精度も悪くなり、この方法を用いることは適当ではない。

そのために、ここでは一定周期のもとに屈折、摩擦、風によつて波高が変化するものと考えてうちあげ高を求めた。

風による深海における波エネルギー増加はSverdrup と Munk[9]による次式で表わされる。

$$\frac{dp}{dF}=R_T+R_N \qquad (6-2-11)$$

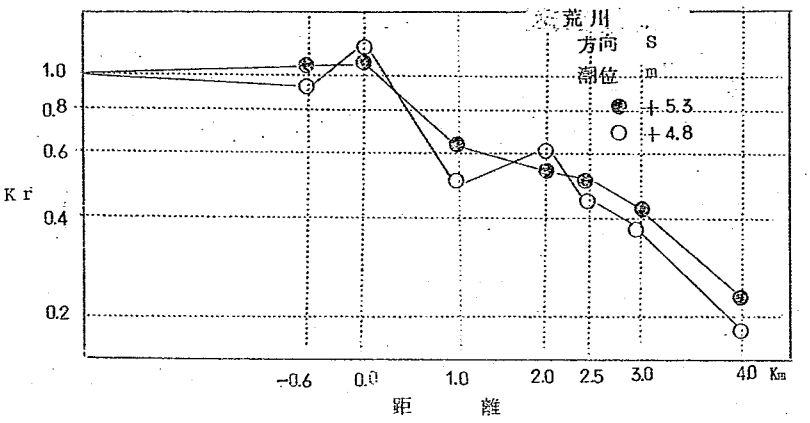
ここで、

$$p=\frac{g}{32}H^2T$$

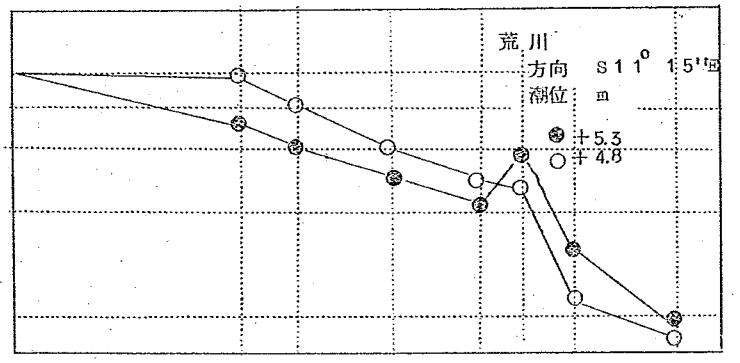
$$R_T=E\cdot A\cdot g\cdot\frac{U^2}{C^3} \qquad (6-2-12)$$

$$R_N=E\cdot A\cdot g\frac{U^2}{C^3}\cdot\alpha\left(1+\frac{C}{U}\right)^2 \qquad (6-2-13)$$

図－6－2－5 a



図－6－2－5 b



図－6－2－5 c

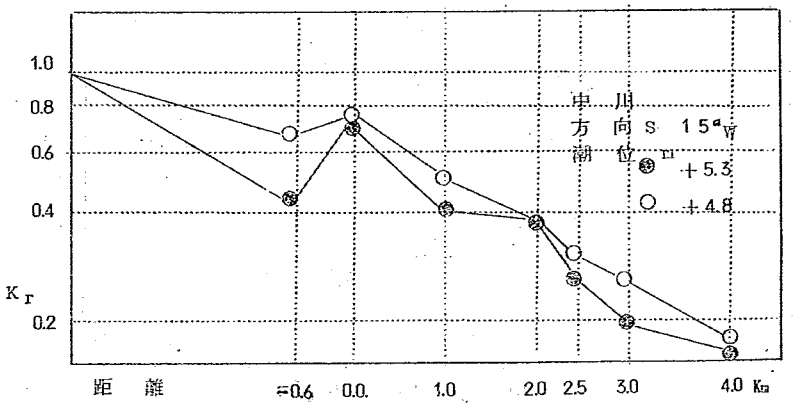


図 — 2 — 5 d

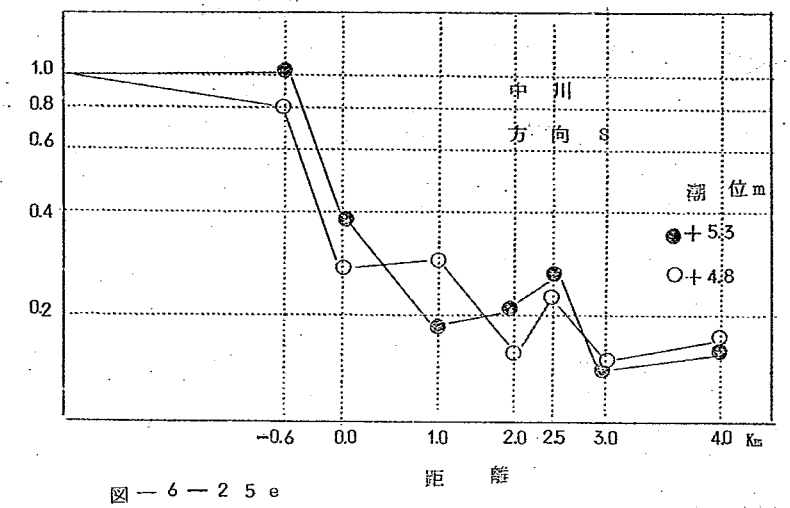


図 — 6 — 2 5 e

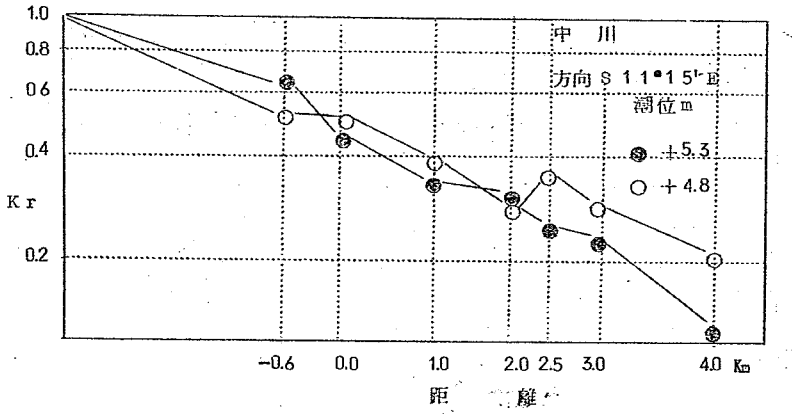
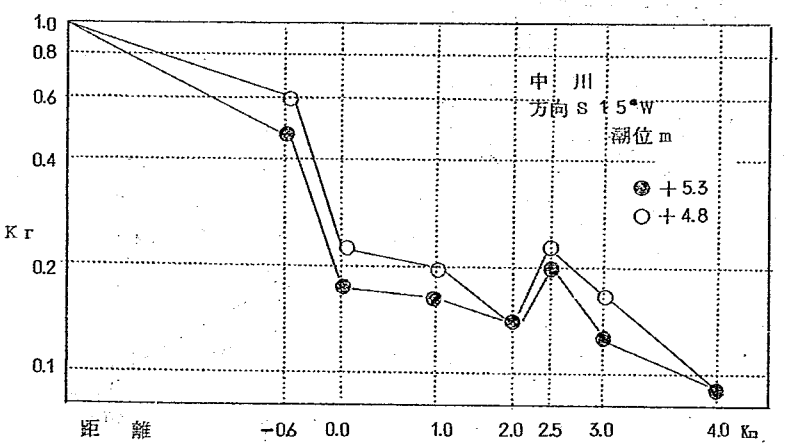
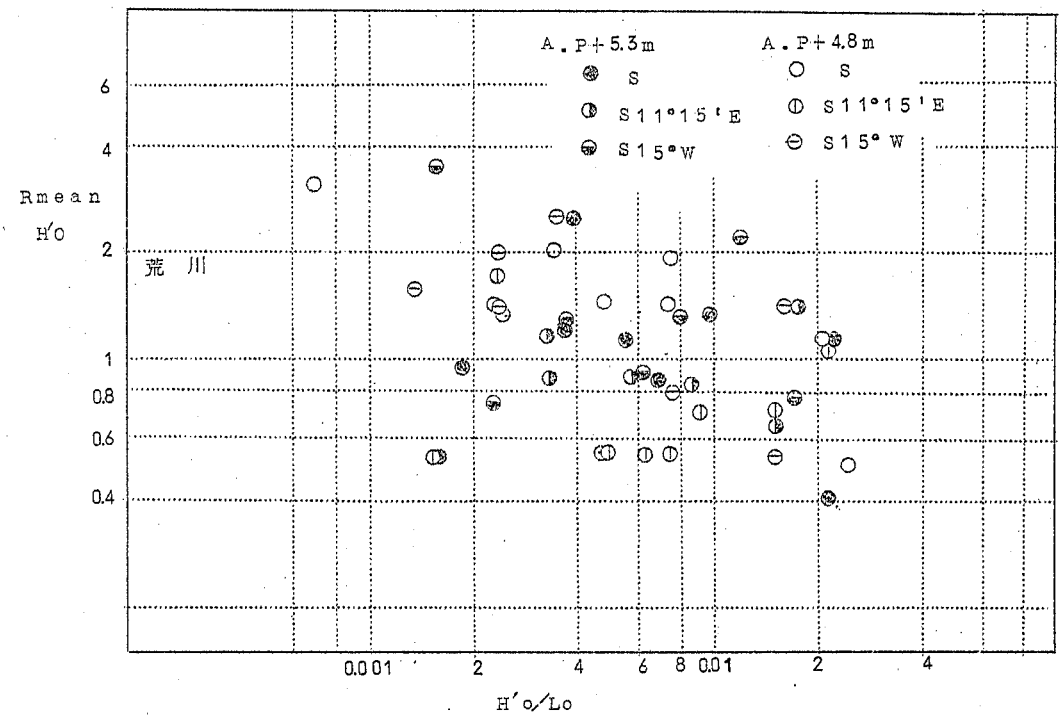
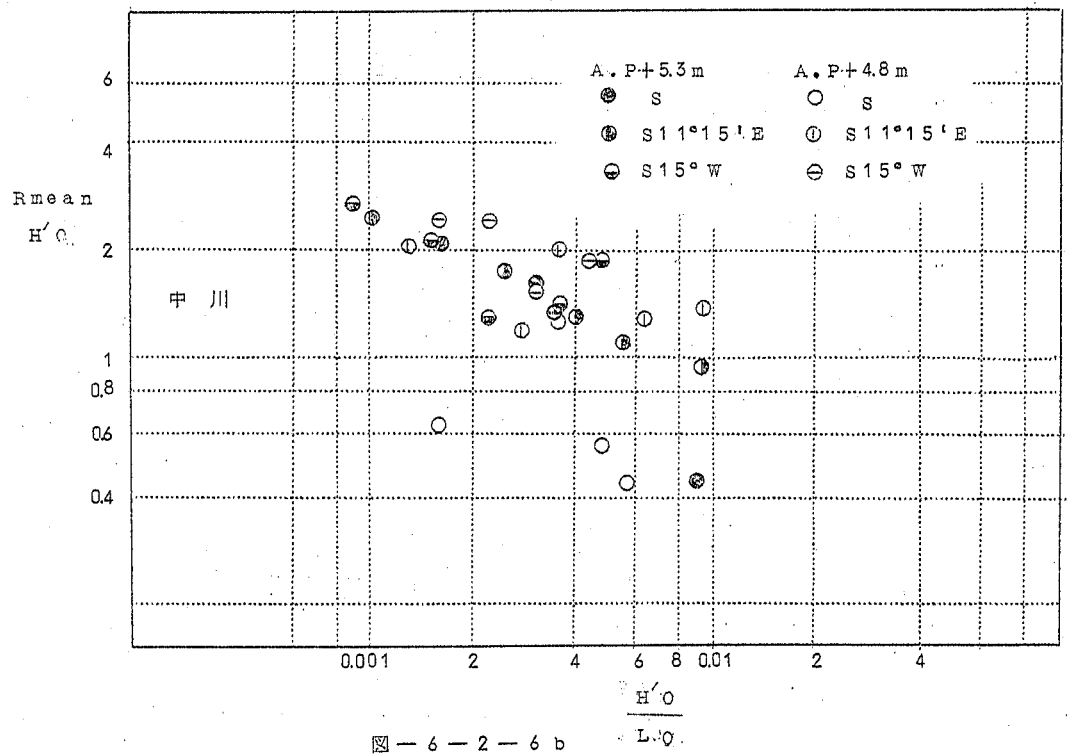


図 — 6 — 2 — 5 f

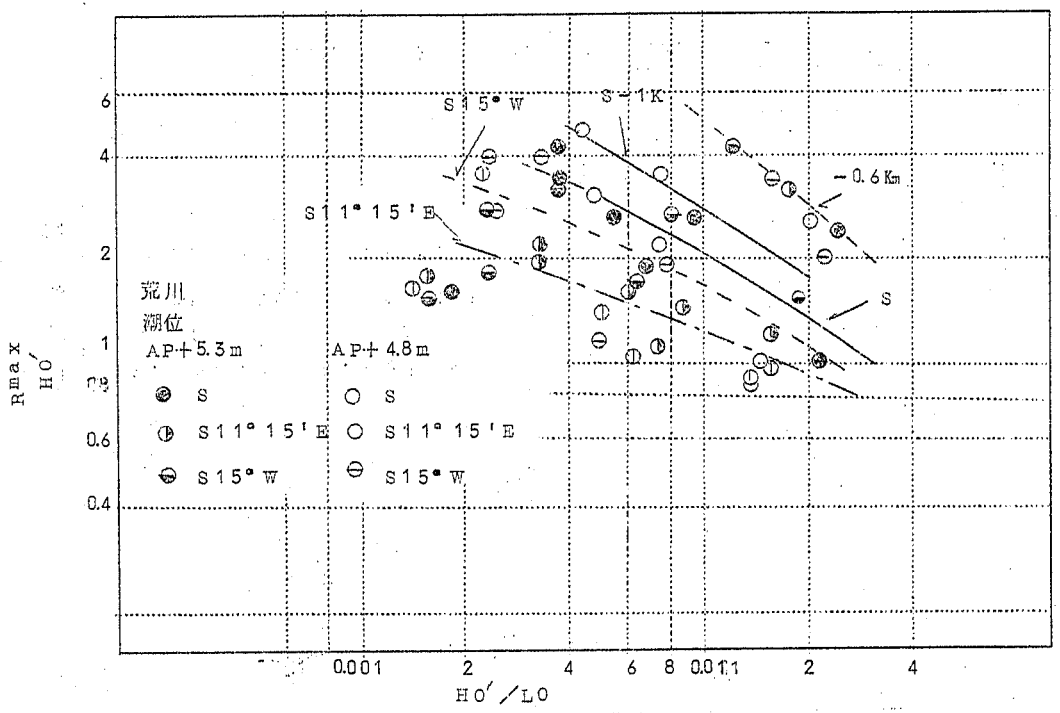



A.P+5.3m
S
S11°15'E
S15°W
A.P+4.8m
S
S11°15'E
S15°W
Rmean
H'o
荒 川
6
4
2
1
0.8
0.6
0.4
0.001
2
4
6
8
0.01
2
4
H'o/Lo

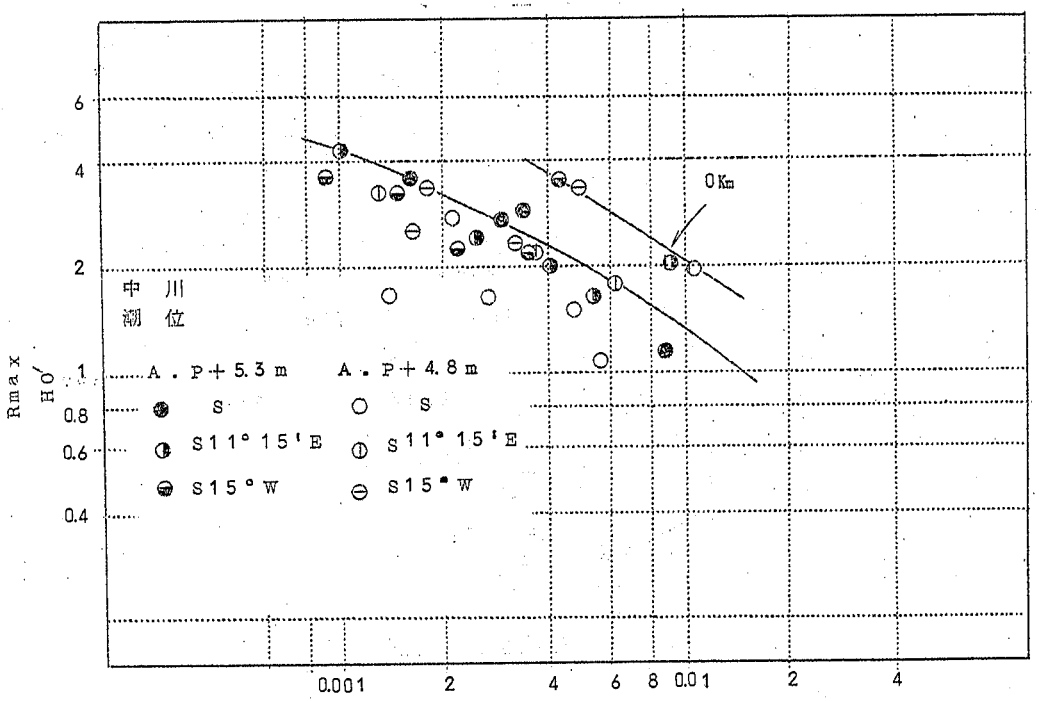
図－6－2－6a


A．P＋5.3m
S
S11°15'E
S15°W
A．P＋4.8m
S
S11°15'E
S15°W
Rmean
H'0
中 川
6
4
2
1
0.8
0.6
0.4
0.001
2
4
6
8
0.01
2
4
H'0
L0

図－6－2－6 b


S15°W
S-1K
S11°15'E
-0.6Km
S
荒川
湖位
AP+5.3m
AP+4.8m
S
S11°15'E
S15°W
S
S11°15'E
S15°W
Rmax / Ho'
Ho'/Lo
6
4
2
1
0.6
0.4
0.001
2
4
6
8
0.01
1
2
4

図－6－2－7 a


Rmax / H0'
6
4
2
1
0.8
0.6
0.4
0Km
中 川
潮 位
A．P＋5.3m
A．P＋4.8m
S
S
S11°15'E
S11°15'E
S15°W
S15°W
0.001
2
4
6
8
0.01
2
4
H0'/L0

図－6－2－7 b

$E=\frac{1}{8}gH^2$、H：波高、T：周期、F：距離、C：波速、U：風速、A，α：定数

一方、Bretscheider[8]は波高、周期、風速、吹送距離の間の関係を図－6－2－8のように表わしている。これはほぼ次式で表わされる。

$$\frac{gH}{U^2}=0.0040\left(\frac{gF}{U^2}\right)^{0.40},\quad \frac{gT}{2\pi U}=0.090\left(\frac{gh}{U^2}\right)^{0.25}$$

上の式を微分して6－2－11式に代入し6－2－12.13式の係数A、αを求めると$A\fallingdotseq 34\times10^{-6}$、$\alpha\fallingdotseq 0$となる。

浅海における波の発達について岸博士[10]はR_N、R_Tを次のように表わしている。

$$R_T=E\cdot g\cdot A\left(\frac{U^2}{C^3}\right)\cdot\frac{1}{2}\left\{1+\left(\tanh\frac{2\pi h}{L}\right)^2\right\} \qquad (6-2-14)$$

$$R_N=E\cdot g\cdot A\cdot\alpha\left(\frac{U^2}{C^2}\right)\cdot\frac{2\pi h}{L} \qquad (6-2-15)$$

浅海においてもA、αが深海と同じと考える。屈折、風による発達、水底摩擦による減衰を考慮したエネルギー関係式は

$$\frac{dpb}{dx}=(R_T+R_N-D_f)b \qquad (6-2-16)$$

で表わされる。これより6－2－8式と同様に$H=K\cdot K_r\cdot K_s\cdot H_0$としてKの変化を求めると次のようになる。ただし、$\alpha=0$としてある。

$$\frac{dK}{dx}=\frac{1}{4}g\cdot\frac{1}{C_g}\cdot A\frac{U^2}{C^3}\left\{1+\left(\tanh\frac{2\pi h}{L}\right)^2\right\}\cdot K-\frac{64\pi^3KH_1}{3g^2T^4K_s}\left\{\frac{K_s}{\sinh\frac{2\pi h}{L}}\right\}^3K^2\cdot K_r \qquad (6-2-17)$$

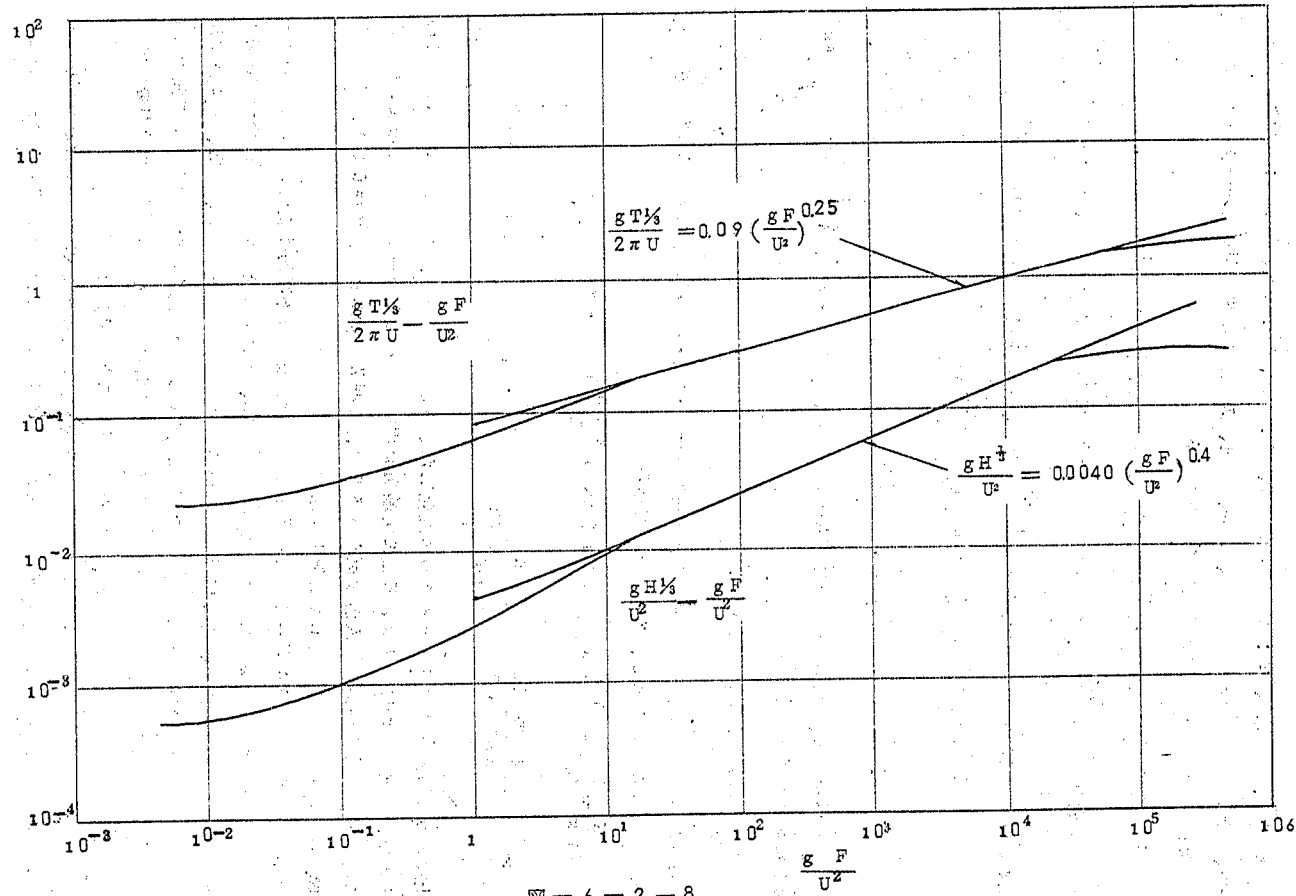
上式よりKの変化は小さいと考え△x変化したときの△Kを求め、これよりx＋△xのKの値を求め、各位置における波高をK_rに実験値を用いて求めると表－6－2－2のようになる。この計算では－3.0Km地点の入射波高を3.30m、周期7.75secとし、f＝0.01、Uに30m/sec、潮位A・P＋5.1mとして計算してある。

波うちあげ高の最大値を図－6－2－7より求めた。波うちあげ高は変動しているため図－6－2－7をそのまま用いるのはあまり適当ではないが、その大きな傾向としては合つているものと考えられる。そのため、とくに異なつている荒川右岸－0.6Km、1Km、および中川左岸0Kmを別にして推定を行なつている。R_{max}/H_0がH_0/L_0の増加とともに減少していく傾向はH_0/L_0ばかりではなく、波が河道内を進むにつれて堤防とのなす角が変化する影響も含まれていると考えられるが、これを分離することはできなかつた。

計画堤防高は波高、波うちあげ高の反射による変動を考えると最大波うちあげ高を用いて決定すべきであると思われる。最大波うちあげ高に高潮潮位を加えた値を求めると表－6－2－2、図－6－2－9のように表わされる。

6.－2.－6. あとがき

東京湾高潮対策のために荒川および中川の河口部における波の変形とうちあげ高についての模型実験を行なつた。実験結果を現地に適用するには、水底摩擦による波高の減衰、風による波の発達などの問題についてさらに研究を行なわなければならない。


$\frac{gT_{1/3}}{2\pi U}$, $\frac{gH_{1/3}}{U^2}$
$\frac{gT_{1/3}}{2\pi U} = 0.09\left(\frac{gF}{U^2}\right)^{0.25}$
$\frac{gT_{1/3}}{2\pi U} - \frac{gF}{U^2}$
$\frac{gH_{1/3}}{U^2} = 0.0040\left(\frac{gF}{U^2}\right)^{0.4}$
$\frac{gH_{1/3}}{U^2} - \frac{gF}{U^2}$
10^2
10
1
10^{-1}
10^{-2}
10^{-3}
10^{-4}
10^{-3}
10^{-2}
10^{-1}
1
10^{1}
10^{2}
10^{3}
10^{4}
10^{5}
10^{6}
$\frac{gF}{U^2}$

図－6－2－8

表－6－2－2(a) 荒 川　　波の入射方向：S

位置	水深	Kr	K	$H_{0.2}=Kr \cdot KH_{0.1}$	$H_{0.2}/L_0$	$R_{max}/H_{0.2}$	R_{max}	潮位＋R_{max}
－0.6Km	11.1m	0.97	0.97	3.37	0.0360	1.80	6.1m	11.2m
0.0	9.1	1.10	0.93	3.66	0.0391	0.80	2.9	8.0
1.0	〃	0.54	0.93	1.80	0.0192	1.90	3.4	8.5
2.0	〃	0.56	0.93	1.87	0.0200	1.30	2.4	7.5
2.5	〃	0.46	0.93	1.53	0.0163	1.50	2.3	7.4
3.0	〃	0.38	0.93	1.27	0.0136	1.70	2.2	7.3
4.0	〃	0.20	0.94	0.67	0.0072	2.40	1.6	6.7

表－6－2－2(b) 荒 川　　波の入射方向：S 11° 15 E

位置	水深	Kr	K	$H_{0.2}=Kr \cdot KH_{0.1}$	$H_{0.2}/L_0$	$R_{max}/H_{0.2}$	R_{max}	潮位＋R_{max}
－0.6Km	11.1m	0.84	0.97	2.92	0.0312	2.00	5.8m	10.9m
0.0	9.1	0.68	0.97	2.36	0.0252	0.85	2.0	7.1
1.0	〃	0.53	0.96	1.82	0.0194	0.95	1.7	6.8
2.0	〃	0.44	0.96	1.51	0.0161	1.05	1.6	6.7
2.5	〃	0.50	0.96	1.72	0.0184	0.95	1.6	6.7
3.0	〃	0.25	0.96	0.86	0.0092	1.30	1.2	6.3
4.0	〃	0.18	0.98	0.63	0.0067	1.45	1.0	6.1

表－6－2－2(c) 荒 川　　波の入射方向：S 15° W

位置	水深	Kr	K	$H_{0.2}=Kr \cdot KH_{0.1}$	$H_{0.2}/L_0$	$R_{max}/H_{0.2}$	R_{max}	潮位＋R_{max}
－0.6Km	11.1m	0.55	0.98	1.93	0.0196	2.90	5.6m	10.7m
0.0	9.1	0.73	0.98	2.56	0.0274	0.90	2.3	7.4
1.0	〃	0.44	0.97	1.53	0.0163	1.25	1.9	7.0
2.0	〃	0.38	0.97	1.32	0.0141	1.35	1.8	6.9
2.5	〃	0.28	0.97	0.98	0.0105	1.55	1.5	6.6
3.0	〃	0.22	0.98	0.77	0.0082	1.80	1.4	6.5
4.0	〃	0.16	0.99	0.59	0.0061	2.05	1.2	6.3

表－6－2－2(d)　中　川　波の入射方向：S

位置	水深	Kr	K	$H_0^2=KrKH_{0_1}$	H_0^2/L_0	R_{max}/H_0^2	R_{max}	潮位＋R_{max}
0.0Km	8.6m	0.33	0.97	1.14m	0.0122	1.15	1.3m	6.4m
1.0	〃	0.24	0.97	0.83	0.0088	1.35	1.1	6.2
2.0	〃	0.18	0.98	0.63	0.0067	1.60	1.0	6.1
3.0	〃	0.14	1.00	0.50	0.0053	1.80	0.9	6.0
4.0	〃	0.16	1.02	0.58	0.0062	1.65	1.0	6.1

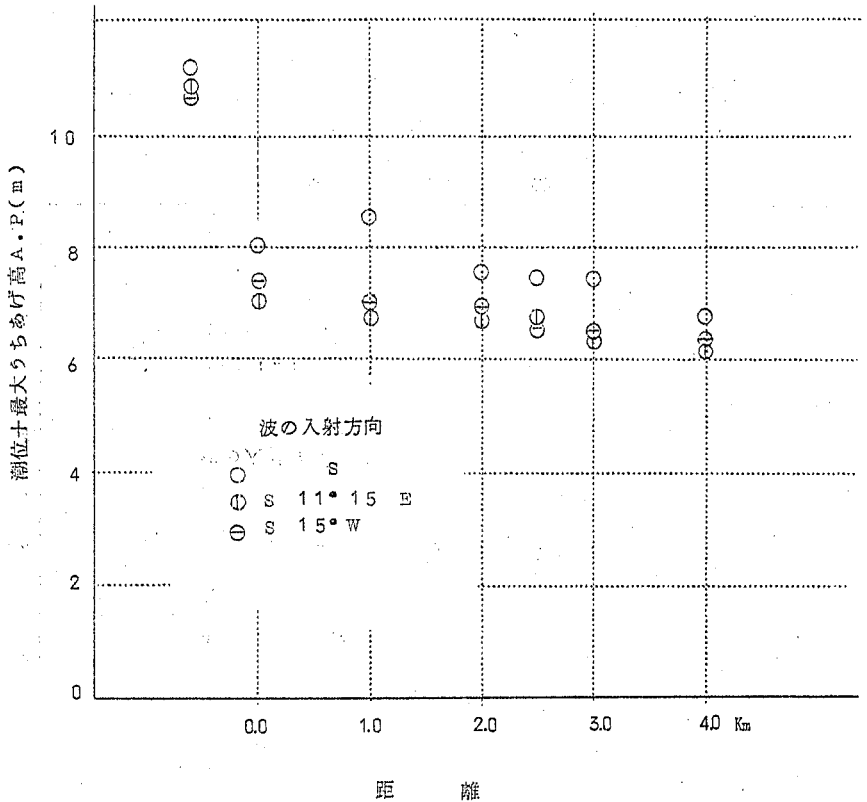
表－6－2－2(e)　中　川　波の入射方向：S 11° 15' E

位置	水深	Kr	K	$H_0^2=KrKH_{0_1}$	H_0^2/L_0	R_{max}/H_0^2	R_{max}	潮位＋R_{max}
0.0Km	8.6m	0.49	0.97	1.70m	0.0182	1.50	2.6m	7.7m
1.0	〃	0.38	0.96	1.31	0.0140	1.05	1.4	6.5
2.0	〃	0.30	0.96	1.03	0.0110	1.20	1.2	6.3
3.0	〃	0.27	0.97	0.94	0.0100	1.30	1.2	6.3
4.0	〃	0.17	0.98	0.60	0.0064	1.65	1.0	6.1

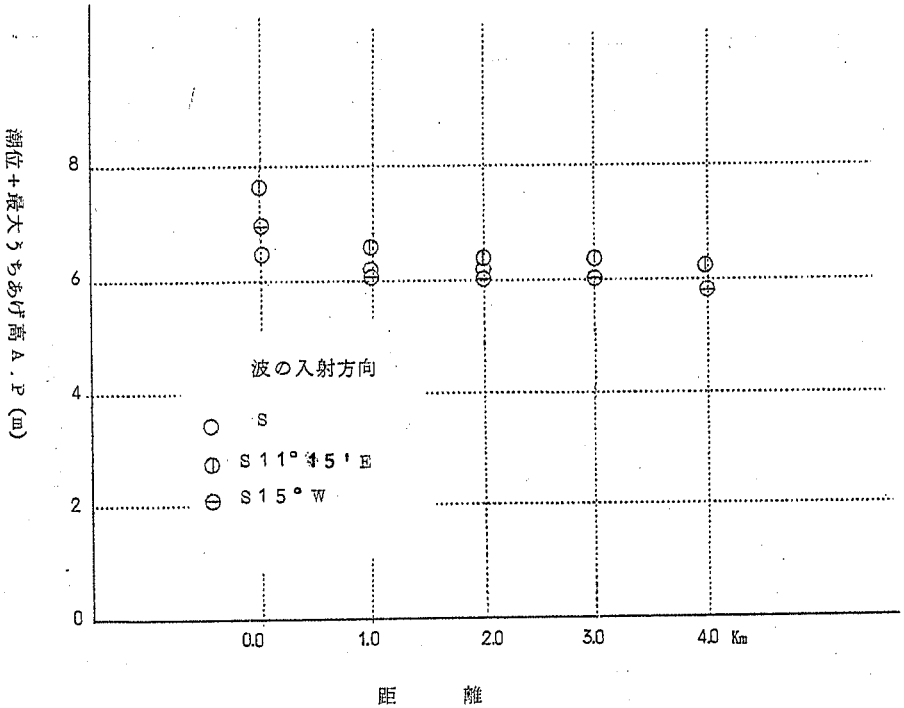
表－6－2－2(f)　中　川　波の入射方向：S 15° W　潮

位置	水深	Kr	K	$H_0^2=KrKH_{0_1}$	H_0^2/L_0	R_{max}/H_0^2	R_{max}	潮位＋R_{max}
0.0Km	8.6m	0.20	0.97	0.70m	0.0075	2.50	1.8m	6.9m
1.0	〃	0.18	0.99	0.64	0.0068	1.60	1.0	6.1
2.0	〃	0.14	1.00	0.50	0.0053	1.80	0.9	6.0
3.0	〃	0.15	1.02	0.55	0.0059	1.70	0.9	6.0
4.0	〃	0.09	1.04	0.33	0.0035	2.20	0.7	5.8

図－６－２－９－ａ


潮位十最大うちあげ高 A・P.(m)
10
8
6
4
2
0
0.0
1.0
2.0
3.0
4.0 Km
距　離
波の入射方向
S
S 11° 15 E
S 15° W

図－6－2－9－　b



参考文献

1) 荒川河口における波の推算（東京湾高潮調査、葛西海岸調査）建設省土木研究所

2) Putnam,J.A.and Johnson,J.W,The Dissipatio of Wave Energy by Bottom Friction,Trans.A.G.U.vol.30,(1949)

3) Bretschneider,C.L.:Field Investigation of Wave Energy Loss of Shallow Water Ocean Waves,B.E.B,Tech.Memo.No.46,(1954)

4) 岸力：海岸堤防に関する研究(5)海底まさつによる浅水波のエネルギーの散逸　土木研究所報告　第3号の1　　昭和29.7

5) 岩垣雄一、柿沼忠男：秋田海岸の海底摩擦係数について　第9回海岸工学講演会講演集（1961）

6) 土屋義人、井上雅夫：海底摩擦による波高減衰の基礎的研究、第8回海岸工学講演会講演集（1961）

7) Lamb,H.;Hydrodynamics,6 th Edition NeW YorK,Dover Publication

8) Bretschneider,C.L.:Revisions in Wave Forecasting Deep and Shallow Water,proc.6 th Cof.Coastal Eng.（1958）

9) Sverdrup,H.V.and W.H.MunK;Wind Sea and SWell,Thery of Relations for Forecasting,U.S.Hydrographic Office,Pub.No.601,1947

10) 岸力：海岸の波浪について、第2回海岸工学講演会講演集（1955）

7. 荒川河口部堤防

7－1. 堤防法勾配1：2.5の場合

7.－1.－1. 荒川下流部右岸の堤防高は、A・P・＋8.0mと決められたが、模型実験[1)]の結果、1Km付近では、うちあげ高がA。P。＋8.5mになるので、堤防ののり面に粗度をつけてうちあげ高を小さくすることが計画された。

海岸研究室では荒川下流工事々務所の依頼により、堤防のり面に「粗度」をつけた場合のうちあげ高を二次元模型により検討した。

このような模型実験は、オランダ、アメリカなどでも2,3行なわれているが、実験条件が不明であつたり、限られていたりしているので、その結果を直ちに計画に用いるわけにはいかないようである。のりこう配がゆるい場合にはのり面に粗度をつけることは、うちあげ高を小さくするのにかなり有効であり、工費および施工の面からみて、今後、より広く計画に採用されてもよいように思われる。

7.－1.－2. 実験条件

実験に用いた河川横断および堤防断面は荒川下流部1Km付近（図－7－1－1参照）のもので、図－7－1－1に示すとおりである。堤防ののりこう配は小段以下が3割、小段以上が2.5割となつている。堤防の天ば高は、A。P。＋8.0m（施工高8.8m）であるが、うちあげ高を測定する必要上のり面をA・P。＋13.0m位までのばした。

計画潮位はA。P。＋5.1mで、波は河川中央部で波高1.8m周期7sec程度のものを対象とした。この波はさきに鹿島水理試験所で行なわれた実験から得られた値である。

高潮時河口から侵入する波は地形の影響により屈折し、堤防に斜めに入射する。したがつて二次元模型の場合と条件が異なるわけであるが、粗度の効果については斜めに入射する場合も直角に入射する場合も著しい差異はないと考えられること、実験の難易などを考慮してこの実験では二次元模型により粗度の効果を検討した。

なお、この実験では風の影響は考慮していない。

7.－1.－3. 実験装置および方法

模型実験は建設省土木研究所赤羽分室内の二次元造波水槽で行なつた。この水槽は延長35.0m、高さ2.0m、巾0.6mの鋼鉄製水槽（実験観測部はガラス製）で、その一端に造波機が設置されている。（図－7－1－3参照）造波機は、造波板の振幅を変化させることおよび変速機により回転速度を変えることによつて所要の波高および周期をもつた波を発生させることができる。水路の他端に図－7－1－3のように模型を設置した。模型は木製で、縮尺は1／20、断面は図－7－1－2Aに示すとおりである。A。P。＋4.0m以上ののり面は白ペンキを用いて塗装し、この上に幅5cm、間隔1cmの目盛を20cm間隔に平行に2本黒ペンキで書き容易にうちあげ高が読みとれるようにした。「粗度」は木製のさんを、のり面上に釘でつける方法によつた。さんの断面は長方形で、幅は40cm、高さは20cmと40cmとの2種である。その配列は図－7－1－4に示すとおりで、40cm×20cmの断面をもつものをA、40cm×40cmの断面をもつものをB、中心間隔1.0m、1.5m、2.0mをそれぞれa、b、

cで代表させ、また3列、5列、7列をそれぞれ3.5.7.で代表させた。例えば、Ab5という粗度は断面が40cm×20cmのさんを1.5m間隔に5本並べたものを表わすわけである。また堤防の天ば高はA・P・+8.0mであるのでさんはA・P+7.5mから下につけるようにした。

実験に用いる潮位と波は実験条件のところでのべた潮位と波だけでは不十分なので、2種の潮位と1種の波を適当に組合せて実験を行なつた。これらの潮位と波をmodelに換算すると表－7－1－1のようになる。

実験は同一条件において2回行ない、それぞれ沖波およびうちあげ高を測定した。沖波は図－7－1－3に示す位置に抵抗線式波高計を入れて測定し、うちあげ高は8ミリシネカメラで撮影したものから読みとつた。

波高は第5波から数えて10波の測定値の算術平均を用い、うちあげ高は左右両目盛の各々で10個（入射第5波目から読取る）づつ読んで、これらの値の算術平均を採用した。

7.－1.－4. 実験結果およびその検討

実験結果は図－7－1－5,8,9のように整理したが、その数値は最後に付表としてまとめてある。

(i) 粗度のない場合のうちあげ高

図－7－1－5は粗度のない場合のうちあげ高を示したものである。横軸に波形こう配をとり、縦軸にうちあげ高と深海波高との比がとつてある。また図－7－1－5(A)はA・P・+5.1mの場合で、図－7－1－5(B)A・P・+4.0mの場合である。それぞれの図には h/H_0 の範囲が記入してあるが、hは堤防のり先水深である。（図－7－1－2(A)参照）

うちあげ高は波形こう配が大きくなると一般に小さくなるが、図－7－1－5(A)において $H_0/L_0 = 0.0355$ の場合のみ例外でうちあげ高がやや大きくなつている。これはこの場合の h/H_0 が1.11で、のり先水深が砕波水深とほぼ一致するためと思われる。図－7－1－5(B)において、この条件に当てはまるのは、波形こう配が0.02214の場合であるがやはり多少うちあげ高が大きくなつているようである。

表－7－1－2はうちあげ高の実験値、のりこう配を2.5割とした場合のSavilleの実験値および、Savilleの複断面法による計算値を示したものである。まずわれわれの実験値とSavilleの実験値とを図－7－1－6のように比較してみるとA・P・+5.1mの場合、われわれの実験値は2.5割のこう配のSavilleの実験値より約15%小さいが、A・P・+4.0mの場合は約40%も小さくなることがわかる。これはA。P。+5.1mの場合には小段の効果は小さいが、A・P・+4.0mになると、かなりの効果がでてくることによるものであろう。また実験値とSavilleの複断面法による計算値とを比較してみると図－7－1－7のようになる。大部分の点が±15%の範囲内に入つており、実用的には実験値と計算値とは一致すると考えてよいであろう。

(ii) 粗度をつけた場合のうちあげ高

図－7－1－8および図－7－1－9は粗度をつけた場合のうちあげ高と粗度のない場合のうちあげ高の比を各粗度を横軸にとり、潮位、波形こう配および相対水深をパラメーターとしてプロットしたものである。これらの図を通じてだいたいつぎのようなことがいえると思う。

(a) さんの間隔が1.0mの場合より、1.5mおよび2.0mの場合のほうがうちあげ高のへり

かたが大きい。

(b) 当然のことではあるが、A型よりもB型のほうが有効である。また3.5.7の順にうちあげ高が小さくなつている。

粗度によるうちあげ高の減少率は、粗度のつけかた、波形こう配、相対水深などのほかに、うちあげ高の絶体値にも関係するように思われる。実験によると、粗度を完全にこえる場合、途中でとまる場合、またやつと一番下のさんに届く場合というように種々の状態がみられた。例えば粗度、波形こう配および相対水深が同じでも波が粗度を完全にこえてうちあがる場合と、途中のさんでとまる場合とでは、当然粗度の効果が異なるであろう。また途中でとまる場合も、もう少し波が大きいならば、うちあげを止めたさんをこえてつぎのさんまでとどくのではないかと思われることもあつた。このような場合には連続した波に対し、粗度の効果が不連続に大きくなつたり、小さくなつたりすることが予想される。以下にさんの間隔、数、タイプについてもう少しわかり易い形に資料を整理して検討するが、上述のことを考慮して、うちあげ高が一番上のさんにほぼ達するかまたそれ以上にうちあがつたもののみを取り出して整理した。

図－7－1－10.11は間隔の影響を調べたものである。図－7－1－11(A)は粗度がAa3の場合の$R/H_0/R_0/H_0$を横軸にとり、同一条件で得られたAb3、Ac3に対する$R/H_0/R_0/H_0$を縦軸にとつて比較したもので、以下図－7－1－11(B)、(C)(D)も同様に整理したものである。これらの図を見ると、間隔1.0mの場合より、1.5m、2.0mの場合のほうがより有効であるといえる。その効果の差は、さんの形や本数によつて、異なるが、10～20%程度と考えられる。

間隔1.5mと2.0mの場合に効果はほぼ同程度で大きな差はないようである。

定常流に対するJ・W・Johnson[2]の実験によると、間隔の影響は図－7－1－12の中に示したような矩形のさんを用いたが、b／aを一定にし、c／aを種々に変えて実験を行ない図－7－1－12を得たのである。縦軸はManningの粗度係数であるが、それがc／a＝12付近でほぼピークを示している。また縦軸をNikuradseの相対粗度に変えて、他の人々の実験を併せてプロットすると図－7－1－13のようになる。(同じくJohnsonによる)この図によると、b／aが小さくなるとピークは多少c／aが小さい方によるようであるが、いずれにしても、間隔があまり小さいと全体としての粗度の効果は小さくなる。

われわれの実験の場合、b／aは1～2、c／aはa＝20cmの場合、中心間隔1.0m、1.5m、2.0mの各々に対し、3、5、5.8、となり、a＝40cmの場合は同じく、1.5、2.7、5.4、となる。したがつて中心間隔1.0mの場合はさんの間隔としてやや小さすぎるといつてよいであろう。

図－7－1－14.15はA型とB型との差を比較したものである。図－7－1－15(A)は図－7－1－11と同様に縦横に$R/H_0/R_0/H_0$をとり、同一条件の場合につきAa3に対してBa3、Ab3に対してBb3、AC5に対してBC5をプロットしたものであり、図－7－1－15(B)は同様にAa5に対してBa5、Ab5に対してBb5、AC5に対してBC5をプロットしたものである。これらの図より、B型はA型よりさんが3本の場合はほぼ10%、さんが5本の場合はほぼ20%有効であると考えられる。

つぎに図－7－1－16.17はさんの本数の影響を調べたものである。図－7－1－17

は図－7－1－11と同様に整理して本数の効果を量的に見易い形にした。これらの図から、3本と5本、3本と7本の場合その差は明らかであるが、5本と7本の場合はあまり著しい差はあらわれていない。またBbとBcの場合、本数の影響が大きく、40%に達する場合がみられる。

図－7－1－10.14.16.を通じて同じ粗度に対し、波形こう配の影響があるようにみえる。Ho／Loが0.03付近で粗度の効果が小さくなる場合が多い。この種の実験としてSibul[3]のものがあるが、その結果では図－7－1－18に示すように波形こう配の影響は無視できるようである。しかし粗度の効果はさんの高さとのり面をうちあがる水脈のの厚さとの比により変化するものと考えられるので、小さな波形こう配を波高を小さくすることによつて得た場合には、波形こう配が小さい程、波高すなわち水脈の厚さが小さくなるので、粗度の効果は大きくなるであろう。われわれの実験の場合Ho／Loが0.022～0.023の場合と0.028～0.029の場合とを比較すれば上述の理由により前者のほうが粗度の効果が大きくなつたものと思われる。Ho／Loが0.035付近のものについては、上述のことからいえば、粗度の効果が一番悪いわけである。しかし付表からわかるようにいかなる粗度に対してもR／Hoはもつと大きいのであるが、Ro／Hoが例外的に大きいため（図－7－1－5(A)参照）、$\frac{R/Ho}{Ro/Ho}$はHo／Loが0.028～0.029の場合よりかえつて小さくなる場合が大部分であつた。いずれにしても図－7－1－10.14～16に表われた結果は必ずしも波形こう配の影響を示すものではないと思われるが、この点についてはなお十分の検討が必要である。

7－1－5. 現地への適用例

実験では河川中央部から波が堤防に直角に入射する場合を考えているが、実際の場合には斜めに入射するので、直角の場合も斜めの場合もうちあげ高の減少率に同じであると仮定して図7－1－8.9を利用することになろう。

鹿島水理試験所における実験結果によると、1km付近では、波高1.8m（河川中央部における実際の波高ではなく、深海波高に換算した値）周期7secうちあげ高3.4mである。

$$\frac{Ho}{Lo}=\frac{1.8}{76.4}=0.024 \qquad \frac{h}{Ho}=\frac{3}{1.8}=1.67 \qquad \frac{Ro}{Ho}=1.9$$

図－7－1－8(c)を用い粗度をAc3とすれば

$$\frac{\frac{R}{Ho}}{\frac{Ro}{Ho}}=0.68$$

$$R(A\cdot P)=5.1+1.8\times 1.9\times 0.68$$
$$=5.1+2.3$$
$$=7.4\ m$$

同様にしてAc5、Bc3、Bc5の場合を計算すると、次表のようになる。

粗度	$\frac{R}{Ho}$ $\frac{Ro}{Ho}$	R(A・P)
Ac3	0.68	7.4 m
Ac5	0.68	7.4
Bc3	0.62	7.2
Bc5	0.54	6.9

表－7－1－3

7.－1.－6. むすび

以上の実験結果より、のり面に粗度をつけた場合のうちあげ高のへりかたが量的に明らかとなり、またそれが粗度のつけかた、水理条件により相当変化することが明らかとなつた。与えられた実験条件の場合、表－7－1－3に示すような粗度により、うちあげ高を3－4割程度小さくすることができ、その効果がかなり大きいことが認められよう。

なお、こまかい点につき以上の結果を要約すると次のとおりである。

(1) 間隔1.0mの場合より、1.5m、2.0mの場合のほうが有利で、その程度は10～20%ぐらいと思われる。1.5mと2.0mの場合はほとんど効果の差はなかつた。

(2) A型とB型との差はさんが3本の場合10%、さんが5本の場合20%程度と考えられる。

(3) さんの数が3本の場合と5本、7本の場合とでは、効果に若干の差があり、その程度は10%ぐらいの場合が多いと思われるが、30%以上に対する場合もみられた。
また5本と7本の場合はあまり大きい差はないようである。

(4) 小段の天端高が静水面と一致する場合には、小段によりうちあげ高が相当小さくなる。

(5) Savilleの複断面法によるうちあげ高の計算値は実験値と比較的一致した。

結果は表－7－1－4に示す

参考文献

1) 荒川下流部の波浪実験報告（東京湾高潮調査）昭和38年建設省土木研究所

2) Johnson,J.W.:Rectangular Artificial Roughness in Open Channels; Tran.A.G.U. 1944

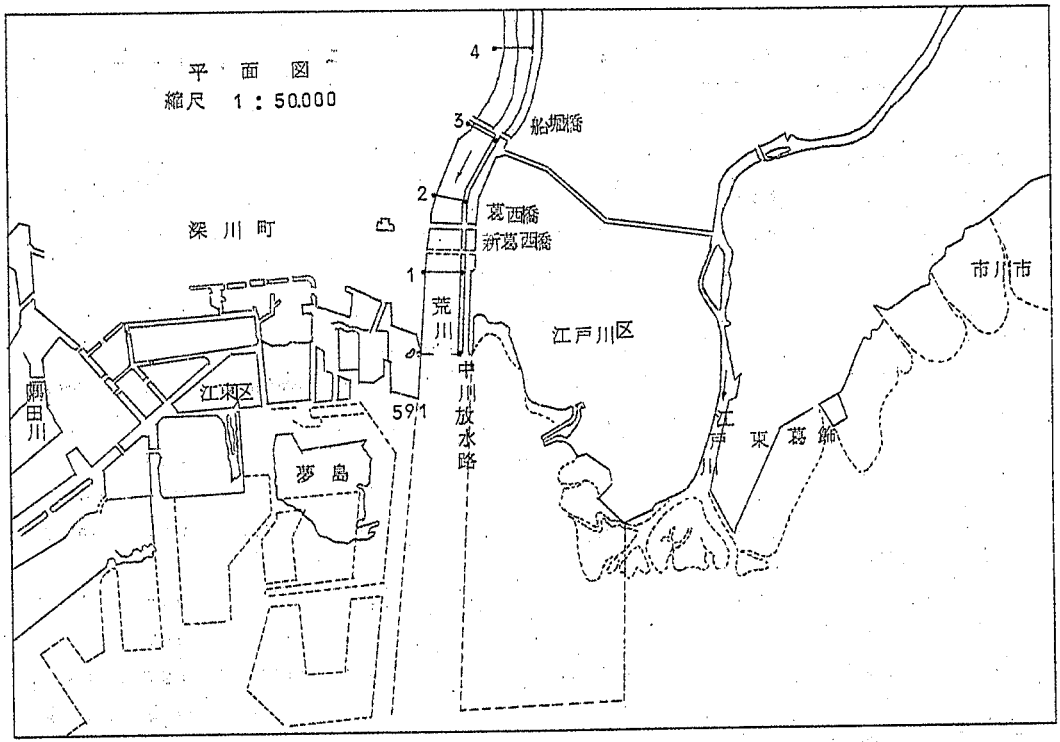
3) Sibul;Flow over Reef and Structures by Wave Action;Tran, A.G.U.1955

潮位＼波	原型 波 周期	原型 波 波高	模型 波 周期	模型 波 波高
A・P+5.1m	7 sec	2.5 m	1.56sec	12.5cm
〃		2.0 m		10.0cm
〃		1.5 m		7.5cm
〃				
A・P+5.1m	5 sec	2.0 m	1.12sec	10.0cm
〃		1.5 m		7.5cm
〃		1.0 m		5.0cm
A・P+4.0m	7 sec	2.0 m	1.56sec	10.0cm
〃		1.5 m		7.5cm
〃		1.0 m		5.0cm
A・P+4.0m	5 sec	2.0 m	1.12sec	10.0cm
〃		1.5 m		7.5cm
〃		1.0 m		5.0cm

表－7－1－1

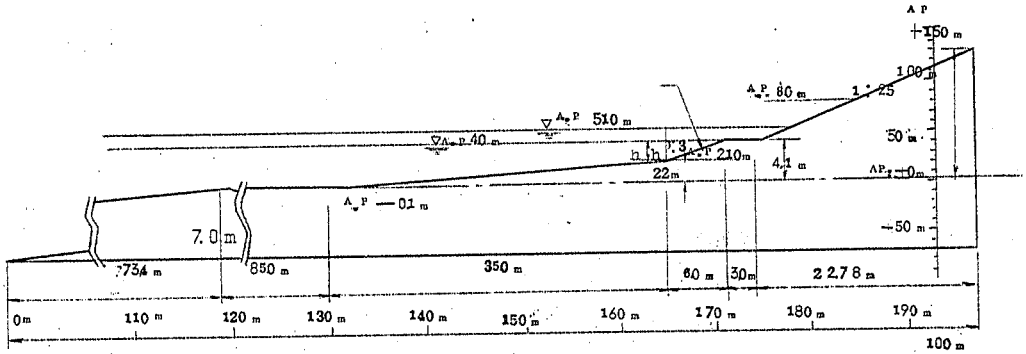
潮位＼$\frac{R}{Ho}$ Steepness	実験値	2割5分勾配	複断面
A・P+5.1m	0.0219	2.15	2.52	2.37
〃	0.0224	2.10	2.50	2.36
〃	0.0253	1.98	2.40	1.69
〃	0.0268	2.00	2.32	1.69
〃	0.0294	1.98	2.20	1.92
〃	0.0297	1.91	2.20	1.91
〃	0.0355	2.34	2.10	1.80
〃	0.0376	1.82	2.06	1.48
〃	0.0382	1.79	2.05	1.53
〃	0.0494	1.56	1.70	1.44
A・P+4.0m	0.0144	2.44	2.95	2.61
〃	0.0214	1.98	2.54	2.10
〃	0.0214	2.07	2.54	2.12
〃	0.0268	1.41	2.32	1.61
〃	0.0280	1.32	2.30	1.72
〃	0.0286	1.64	2.29	1.20
〃	0.0288	1.62	2.29	1.16
〃	0.0396	1.39	1.95	1.46
〃	0.0507	0.95	1.69	0.85
〃	0.0510	0.95	1.68	0.85

表－7－1－2

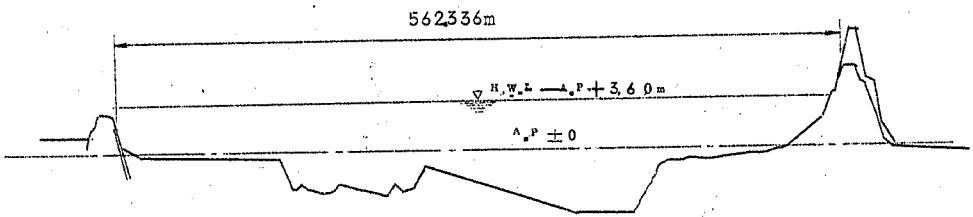

平 面 図
縮尺 1：50,000
4
3
船堀橋
2
葛西橋
新葛西橋
深川町
1
荒川
江戸川区
市川市
隅田川
江東区
5
9
1
中川放水路
夢島
江戸川
東葛飾

図－7－1－1

提防模型断面図

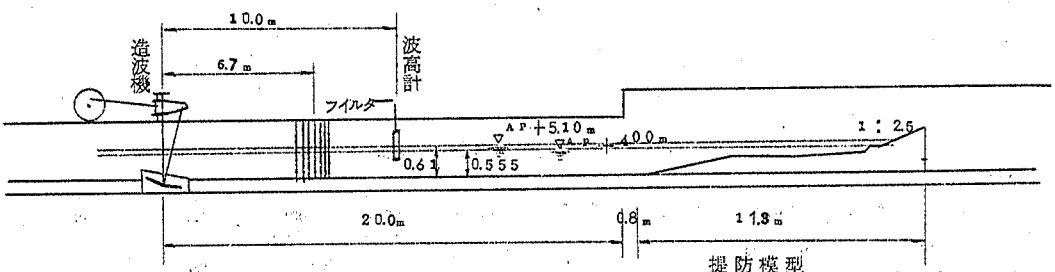


No. 1.0k 横断面図



図－7－1－2

実 験 水 路


10.0m
造波機
6.7m
波高計
フイルター
A.P.+5.10m
A.P.
4.00m
1 : 2.5
0.61
0.555
20.0m
0.8m
11.3m
提防模型

図—7—1—3

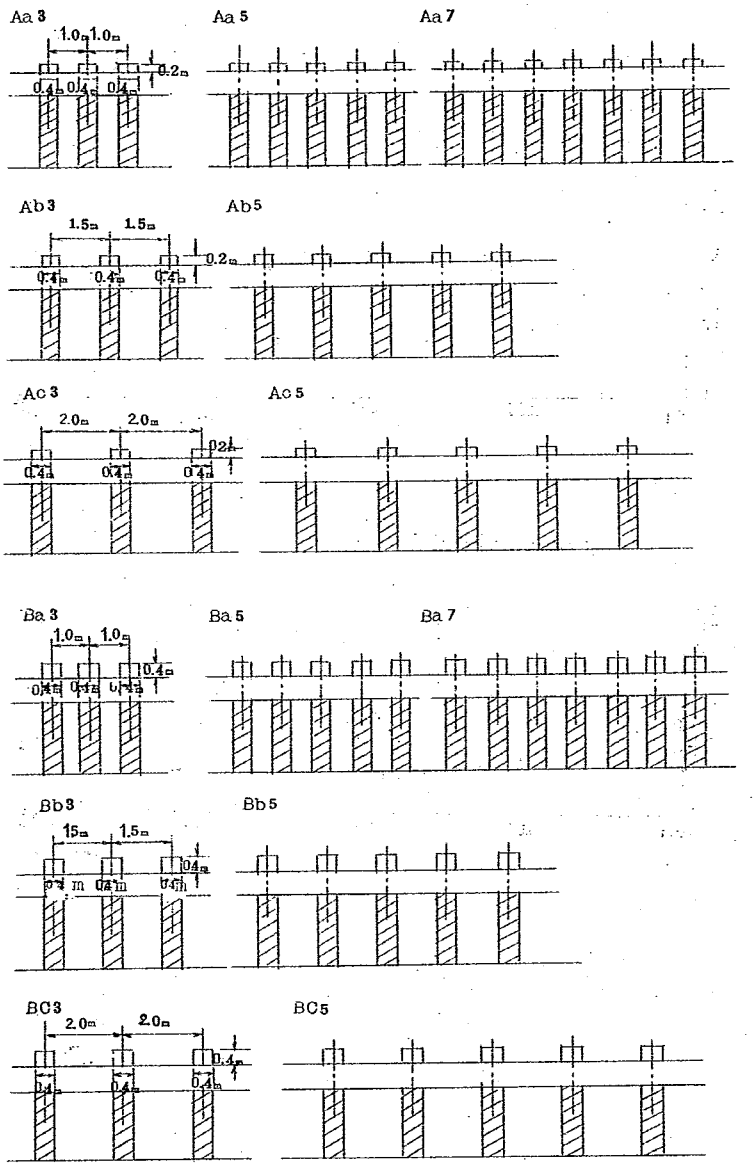
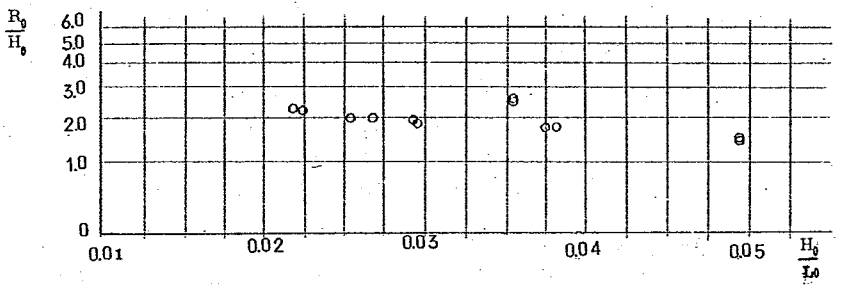
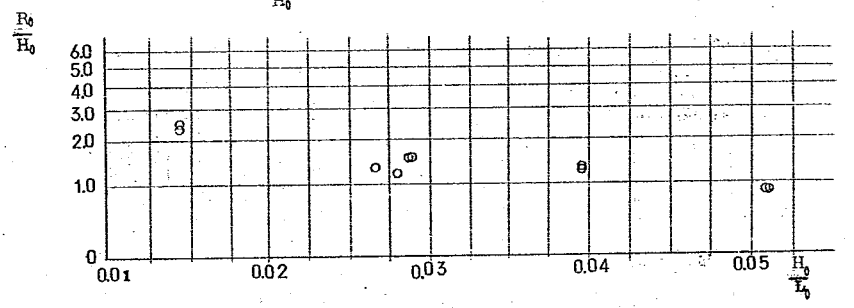

Aa 3
1.0m 1.0m
0.2m
0.4m 0.4m 0.4m
Aa 5
Aa 7
Ab 3
1.5m 1.5m
0.2m
0.4m 0.4m 0.4m
Ab 5
Ac 3
2.0m 2.0m
0.2m
0.4m 0.4m 0.4m
Ac 5
Ba 3
1.0m 1.0m
0.4m
Ba 5
Ba 7
Bb 3
1.5m 1.5m
0.4m
Bb 5
BC 3
2.0m 2.0m
0.4m
BC 5

図 — 7 — 1 — 4

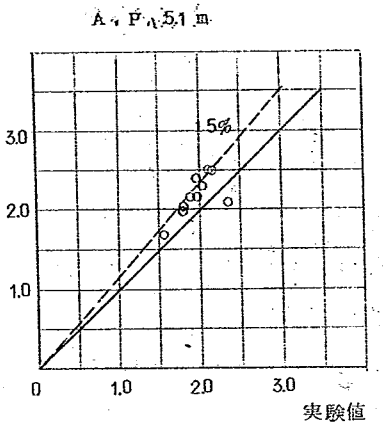
A．P+5.1m ($\frac{h}{H_0}$ 1.1--2.9) (A)



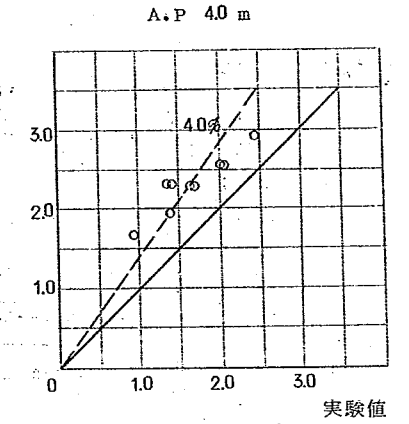
A．P+4.0m ($\frac{h}{H_0}$ 0.8—1.8) (B)



図—7—1—5

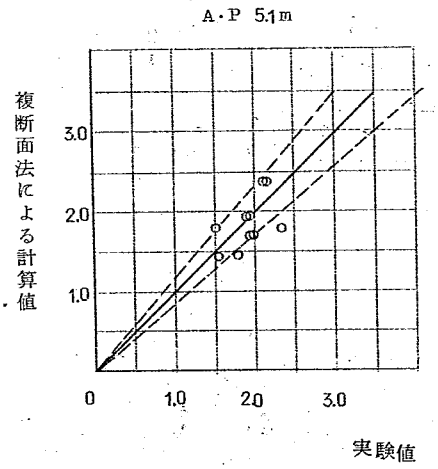


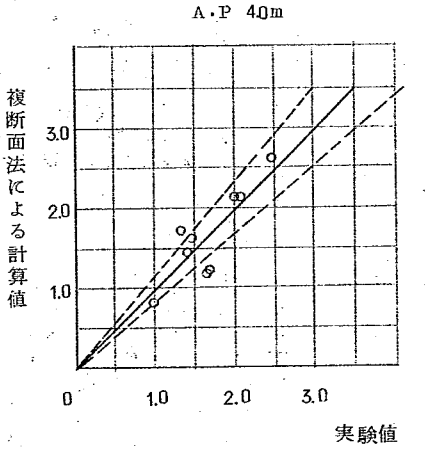
Savilleの実験値
（のりこう配１：２５）



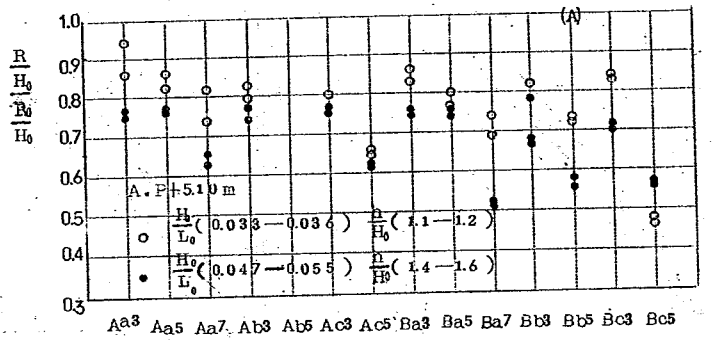
Savilleの実験値
（のりこう配１：２５）

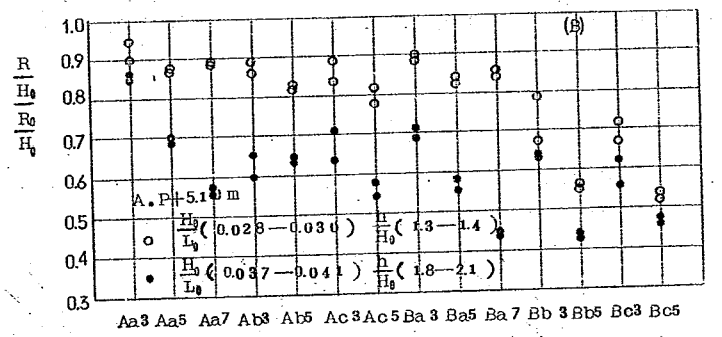
図－７－１－６





図－７－１－７


(A)
R/H0
R0/H0
1.0
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
A.P+5.10 m
H0/L0 (0.033 — 0.036) η/H0 (1.1 — 1.2)
H0/L0 (0.047 — 0.055) η/H0 (1.4 — 1.6)
Aa3 Aa5 Aa7 Ab3 Ab5 Ac3 Ac5 Ba3 Ba5 Ba7 Bb3 Bb5 Bc3 Bc5


(B)
R/H0
R0/H0
1.0
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
A.P+5.10 m
H0/L0 (0.028 — 0.030) η/H0 (1.3 — 1.4)
H0/L0 (0.037 — 0.041) η/H0 (1.8 — 2.1)
Aa3 Aa5 Aa7 Ab3 Ab5 Ac3 Ac5 Ba3 Ba5 Ba7 Bb3 Bb5 Bc3 Bc5

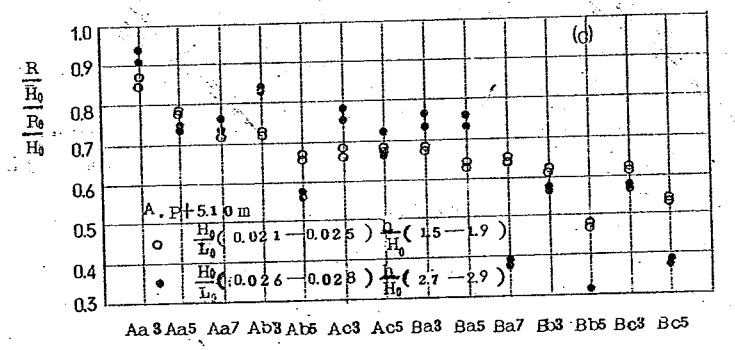
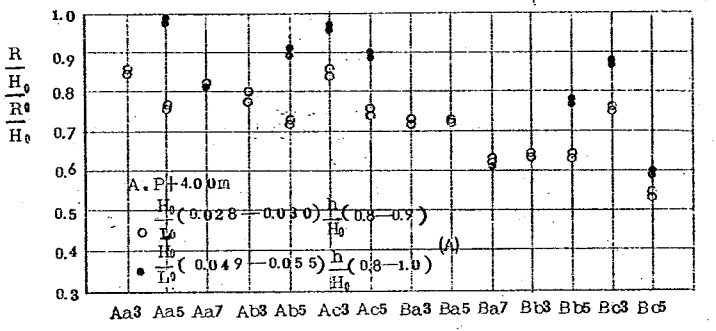
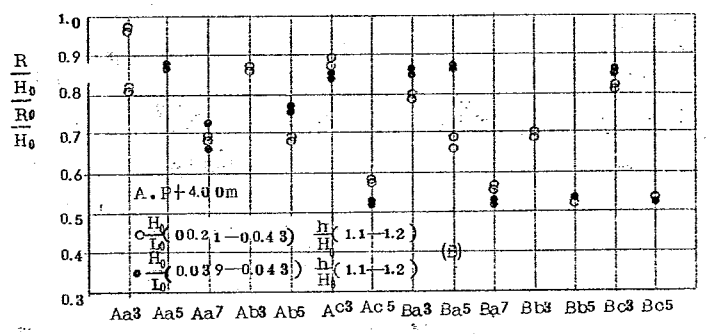
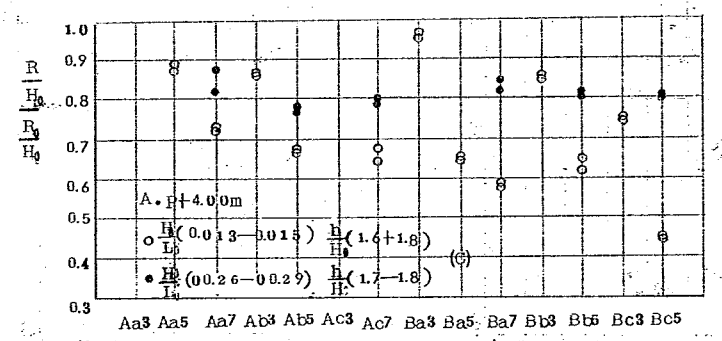

(C)
R/H0
R0/H0
1.0
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
A.P+5.10 m
H0/L0 (0.021 — 0.025) η/H0 (1.5 — 1.9)
H0/L0 (0.026 — 0.028) η/H0 (2.7 — 2.9)
Aa3 Aa5 Aa7 Ab3 Ab5 Ac3 Ac5 Ba3 Ba5 Ba7 Bb3 Bb5 Bc3 Bc5

図 — 7 — 1 — 8


R/H0
R0/H0
1.0
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
A. P+4.00m
○ H0/L0 (0.028—0.030) h/H0 (0.8—0.9)
● H0/L0 (0.049—0.055) h/H0 (0.8—1.0)
(A)
Aa3 Aa5 Aa7 Ab3 Ab5 Ac3 Ac5 Ba3 Ba5 Ba7 Bb3 Bb5 Bc3 Bc5


R/H0
R0/H0
1.0
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
A. P+4.00m
○ H0/L0 (0.021—0.043) h/H0 (1.1—1.2)
● H0/L0 (0.039—0.043) h/H0 (1.1—1.2)
(B)
Aa3 Aa5 Aa7 Ab3 Ab5 Ac3 Ac5 Ba3 Ba5 Ba7 Bb3 Bb5 Bc3 Bc5


R/H0
R0/H0
1.0
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
A. P+4.00m
○ H0/L0 (0.013—0.015) h/H0 (1.6+1.8)
● H0/L0 (0.026—0.029) h/H0 (1.7—1.8)
(C)
Aa3 Aa5 Aa7 Ab3 Ab5 Ac3 Ac7 Ba3 Ba5 Ba7 Bb3 Bb5 Bc3 Bc5

図—7—1—9

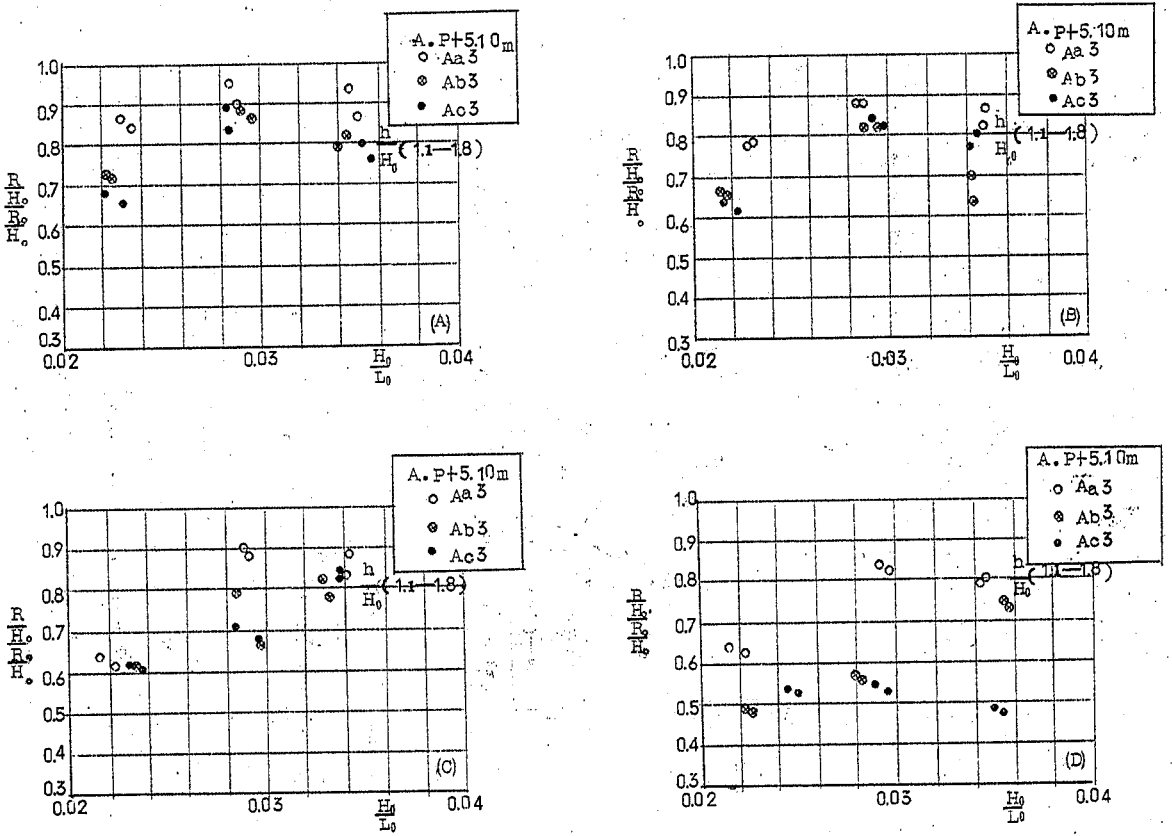
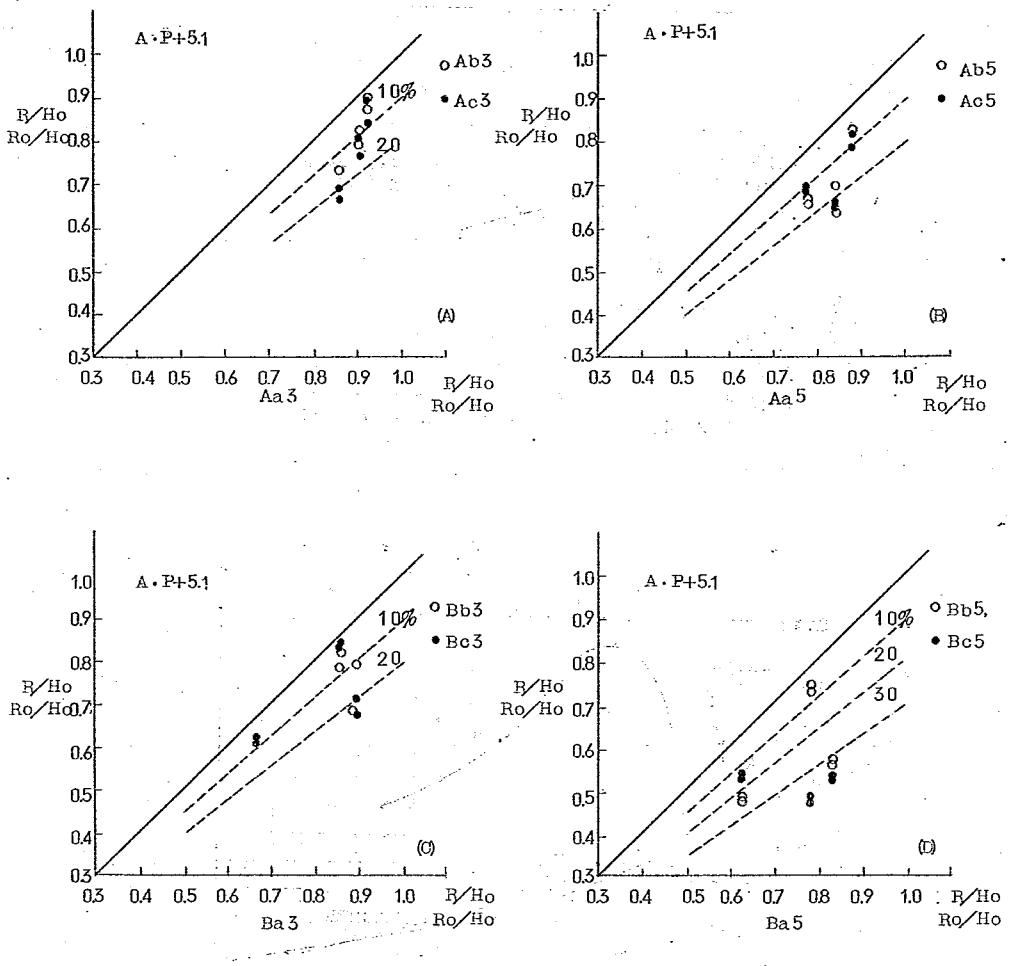
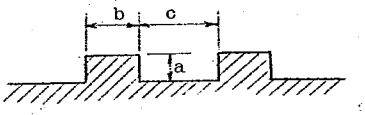
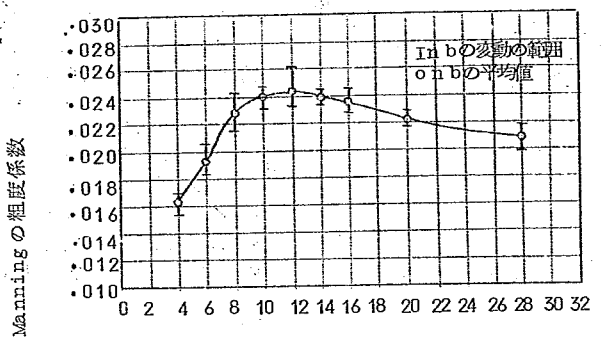

A. P+5.10m
Aa3
Ab3
Ac3
h/H0 (1.1—1.8)
(A)
(B)
(C)
(D)
P/ρgH0
H0/L0
1.0
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.02
0.03
0.04

図 — 7 — 1 — 10

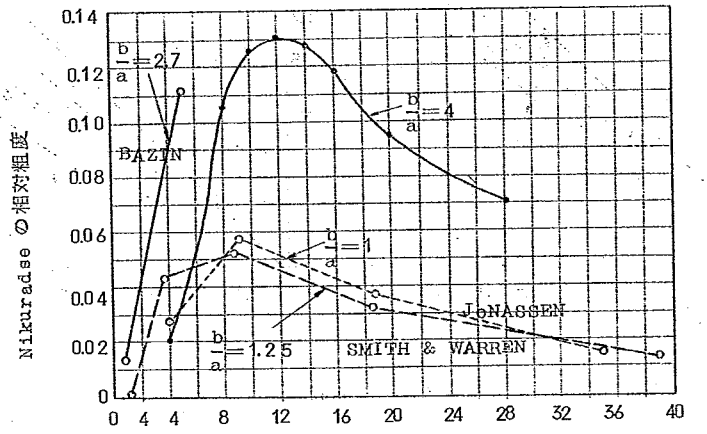

A・P+5.1
Ab3
Ac3
10%
20
R/Ho
Ro/Ho
(A)
Aa3
A・P+5.1
Ab5
Ac5
(B)
Aa5
A・P+5.1
Bb3
Bc3
10%
20
(C)
Ba3
A・P+5.1
Bb5,
Bc5
10%
20
30
(D)
Ba5

図－7－1－11

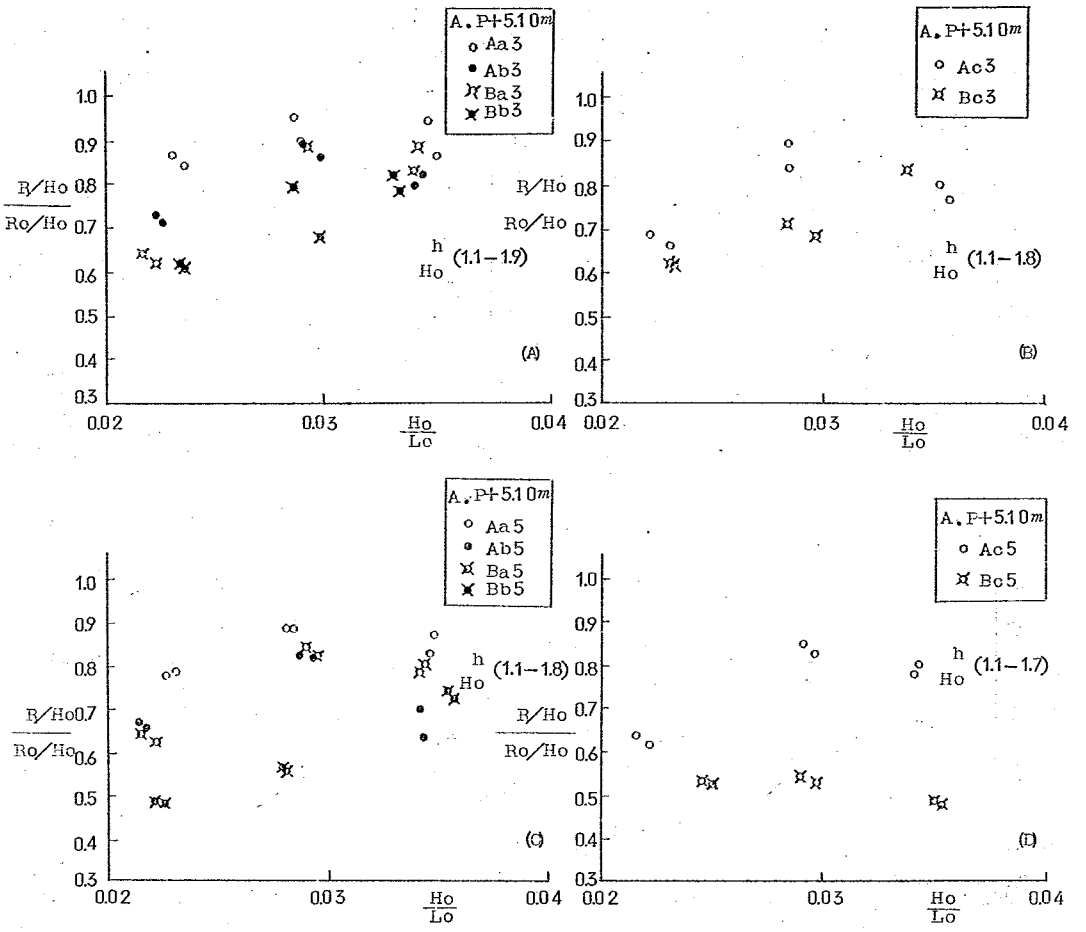

b
c
a


Manningの粗度係数
·030
·028
·026
·024
·022
·020
·018
·016
·014
·012
·010
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 32
In bの変動の範囲
on bの平均値

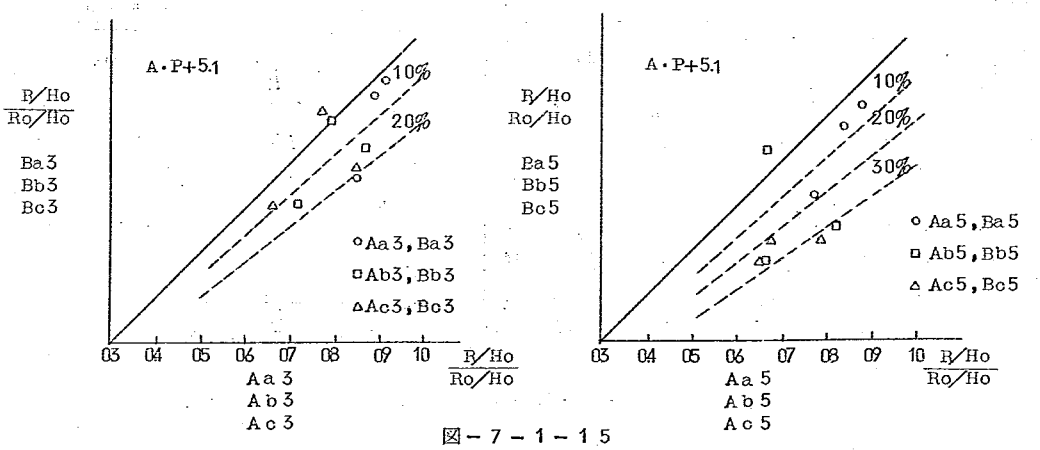
図－7－1－12


Nikuradseの相対粗度
0.14
0.12
0.10
0.08
0.06
0.04
0.02
0
0 4 4 8 12 16 20 24 28 32 36 40
b/a=2.7
BAZIN
b/a=4
b/a=1
b/a=1.25
JoNASSEN
SMITH & WARREN

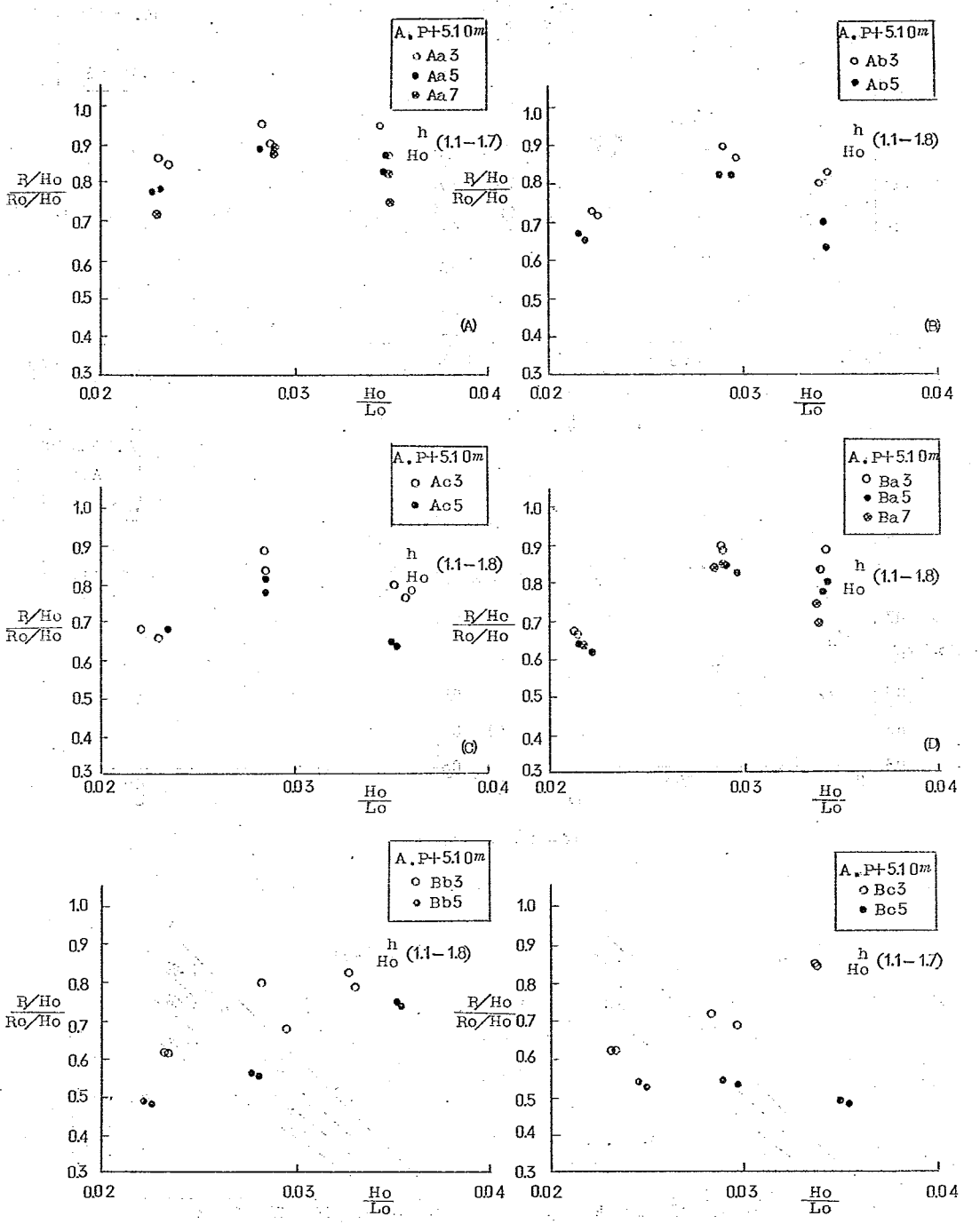
図－7－1－13


A・P+5.10m
Aa3
Ab3
Ba3
Bb3
Ac3
Bc3
Aa5
Ab5
Ba5
Bb5
Ac5
Bc5
R/Ho / Ro/Ho
Ho/Lo
h/Ho (1.1−1.9)
h/Ho (1.1−1.8)
h/Ho (1.1−1.7)
(A)
(B)
(C)
(D)

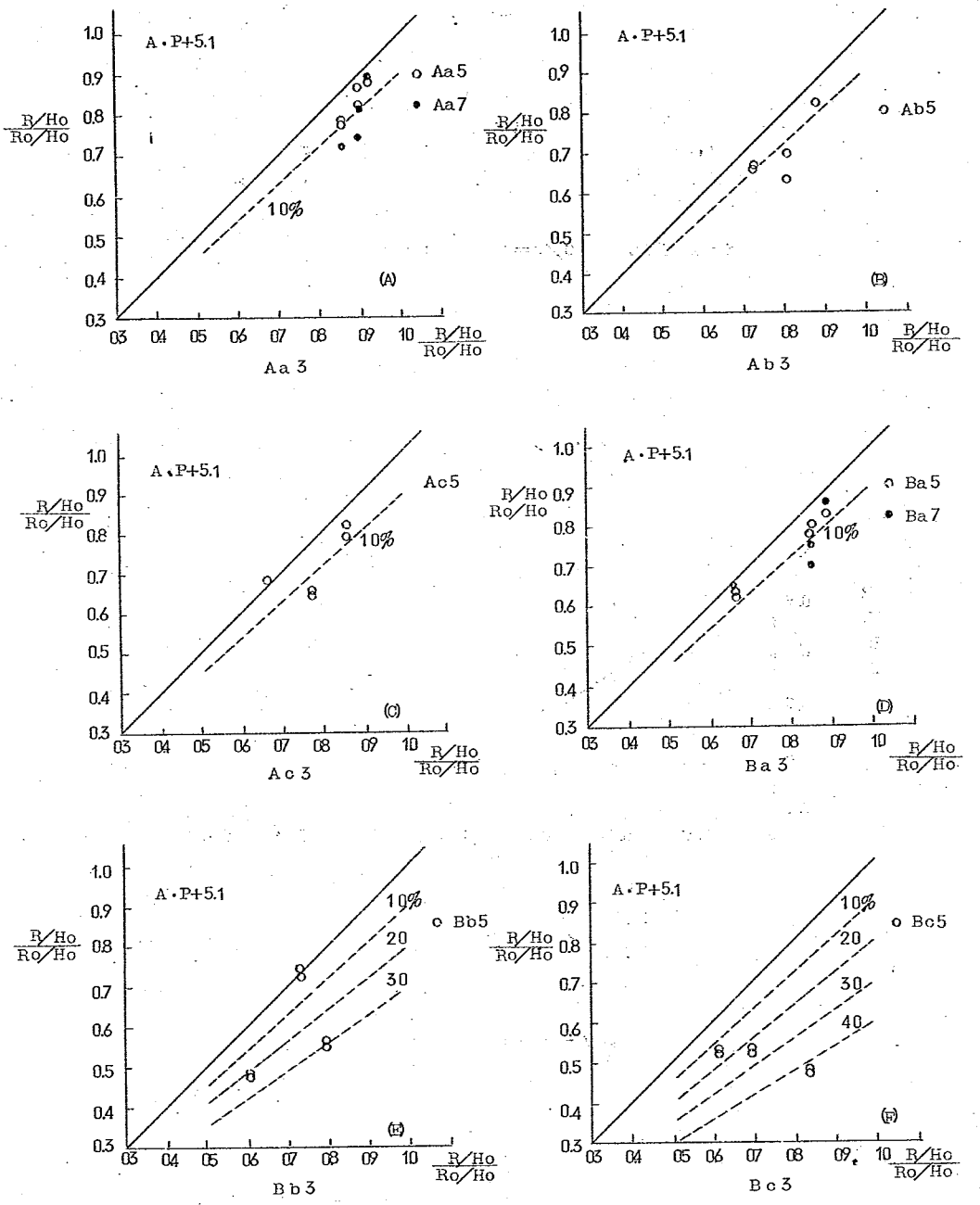
図－7－1－14


A・P+5.1
R/Ho / Ro/Ho
Ba3
Bb3
Bc3
Ba5
Bb5
Bc5
10%
20%
30%
Aa3, Ba3
Ab3, Bb3
Ac3, Bc3
Aa5, Ba5
Ab5, Bb5
Ac5, Bc5
Aa3
Ab3
Ac3
Aa5
Ab5
Ac5

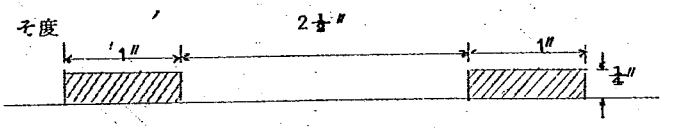
図－7－1－15


A. P+5.10m
o Aa3
• Aa5
⊗ Aa7
h/Ho (1.1–1.7)
R/Ho / Ro/Ho
Ho/Lo
(A)
A. P+5.10m
o Ab3
• Ab5
h/Ho (1.1–1.8)
R/Ho / Ro/Ho
Ho/Lo
(B)
A. P+5.10m
o Ac3
• Ac5
h/Ho (1.1–1.8)
R/Ho / Ro/Ho
Ho/Lo
(C)
A. P+5.10m
o Ba3
• Ba5
⊗ Ba7
h/Ho (1.1–1.8)
R/Ho / Ro/Ho
Ho/Lo
(D)
A. P+5.10m
o Bb3
• Bb5
h/Ho (1.1–1.8)
R/Ho / Ro/Ho
Ho/Lo
A. P+5.10m
o Bc3
• Bc5
h/Ho (1.1–1.7)
Ho/Lo

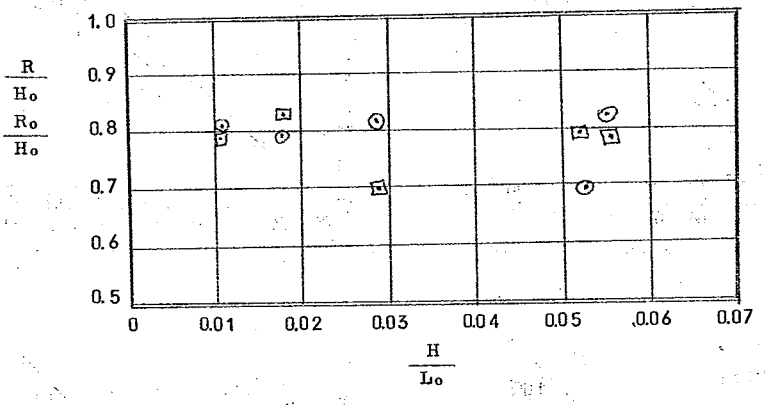
図－７－１－１６


A・P+5.1
Aa5
Aa7
10%
(A)
Aa 3
A・P+5.1
Ab5
(B)
Ab 3
A・P+5.1
Ac5
10%
(C)
Ac 3
A・P+5.1
Ba5
Ba7
10%
(D)
Ba 3
A・P+5.1
Bb5
10%
20
30
(E)
Bb 3
A・P+5.1
Bc5
10%
20
30
40
(F)
Bc 3
R/Ho
Ro/Ho

図－7－1－17



K=0.13ft　　C/s=10　　b/a=4



1：3
1：2　　のりこう配

図7－1－18

潮位 A、P+	粗度	T	H	L_0	d/L_0	H/H_0	H_0	H_0/L_0	R	標高	R/H_0	h/H_0	遡上比 R/H_0 R/H_0
m		sec	cm	m			cm		cm	m			
5.1		1.56	12.3	3.80	0.160	0.913	13.4	0.035	31.2	11.3	2.31	1.11	2.33
〃		〃	12.3	〃	〃	〃	13.4	0.035	31.6	11.4	2.34	1.11	
〃		〃	10.2	〃	〃	〃	11.1	0.029	22.1	9.5	1.98	1.34	1.94
〃		〃	10.3	〃	〃	〃	11.2	0.029	21.6	9.4	1.91	1.33	
〃		〃	7.8	〃	〃	〃	8.5	0.022	17.9	8.6	2.10	1.75	2.12
〃		〃	7.6	〃	〃	〃	8.3	0.021	17.9	8.6	2.15	1.80	
5.1	Aa3	1.56	12.1	3.80	0.160	0.913	13.3	0.035	26.8	10.5	2.01	1.13	0.86
〃	〃	〃	12.0	〃	〃	〃	13.2	0.035	29.0	10.9	2.20	1.14	0.95
〃	〃	〃	10.0	〃	〃	〃	11.0	0.029	19.2	8.9	1.75	1.37	0.90
〃	〃	〃	9.9	〃	〃	〃	10.8	0.029	20.1	9.1	1.85	1.38	0.95
〃	〃	〃	8.0	〃	〃	〃	8.7	0.023	16.2	8.3	1.85	1.71	0.87
〃	〃	〃	8.2	〃	〃	〃	9.0	0.024	16.2	8.3	1.80	1.67	0.85
5.1	Aa5	1.56	12.1	3.80	0.160	0.913	13.2	0.035	25.3	10.2	2.02	1.14	0.82
〃	〃	〃	12.1	〃	〃	〃	13.3	0.035	26.8	10.5	2.28	1.13	0.87
〃	〃	〃	9.9	〃	〃	〃	10.8	0.028	18.6	8.8	1.72	1.39	0.88
〃	〃	〃	9.9	〃	〃	〃	10.9	0.029	18.8	8.7	1.73	1.38	0.89
〃	〃	〃	8.0	〃	〃	〃	8.8	0.023	14.7	8.0	1.67	1.71	0.79
〃	〃	〃	7.9	〃	〃	〃	8.7	0.023	14.3	8.0	1.65	1.74	0.78
5.1	Aa7	1.56	12.2	3.80	0.160	0.913	13.3	0.035	23.1	9.7	1.74	1.13	0.75
〃	〃	〃	12.2	〃	〃	〃	13.3	0.035	25.3	10.2	1.90	1.13	0.82
〃	〃	〃	10.1	〃	〃	〃	11.1	0.029	19.2	8.9	1.74	1.36	0.89
〃	〃	〃	10.1	〃	〃	〃	11.1	0.029	19.0	8.9	1.72	1.36	0.88
〃	〃	〃	8.0	〃	〃	〃	8.8	0.023	13.4	7.8	1.53	1.71	0.72
〃	〃	〃	8.0	〃	〃	〃	8.8	0.023	13.4	7.8	1.53	1.71	0.72

潮位 A、P+	粗度	T	H	L_0	d/L_0	H/H_0	H_0	H_0/L_0	R	標高	R/H_0	h/H_0	遡上比 R/H_0 R_0/H_0
m		sec	cm	m			cm		cm	m			
5.1		1.56	12.3	3.80	0.160	0.913	13.4	0.035	31.2	11.3	2.31	1.11	2.33
〃		〃	12.3	〃	〃	〃	13.4	0.035	31.6	11.4	2.34	1.11	
〃		〃	10.2	〃	〃	〃	11.1	0.029	22.1	9.5	1.98	1.34	1.94
〃		〃	10.3	〃	〃	〃	11.2	0.029	21.6	9.4	1.91	1.33	
〃		〃	7.8	〃	〃	〃	8.5	0.022	17.9	8.6	2.10	1.75	2.12
〃		〃	7.6	〃	〃	〃	8.3	0.021	17.9	8.6	2.15	1.80	
5.1	Aa3	1.56	12.1	3.80	0.160	0.913	13.3	0.035	26.8	10.5	2.01	1.13	0.86
〃	〃	〃	12.0	〃	〃	〃	13.2	0.035	29.0	10.9	2.20	1.14	0.95
〃	〃	〃	10.0	〃	〃	〃	11.0	0.029	19.2	8.9	1.75	1.37	0.90
〃	〃	〃	9.9	〃	〃	〃	10.8	0.029	20.1	9.1	1.85	1.38	0.95
〃	〃	〃	8.0	〃	〃	〃	8.7	0.023	16.2	8.3	1.85	1.71	0.87
〃	〃	〃	8.2	〃	〃	〃	9.0	0.024	16.2	8.3	1.80	1.67	0.85
5.1	Aa5	1.56	12.1	3.80	0.160	0.913	13.2	0.035	25.3	10.2	2.02	1.14	0.82
〃	〃	〃	12.1	〃	〃	〃	13.3	0.035	26.8	10.5	2.28	1.13	0.87
〃	〃	〃	9.9	〃	〃	〃	10.8	0.028	18.6	8.8	1.72	1.39	0.88
〃	〃	〃	9.9	〃	〃	〃	10.9	0.029	18.8	8.7	1.73	1.38	0.89
〃	〃	〃	8.0	〃	〃	〃	8.8	0.023	14.7	8.0	1.67	1.71	0.79
〃	〃	〃	7.9	〃	〃	〃	8.7	0.023	14.3	8.0	1.65	1.74	0.78
5.1	Aa7	1.56	12.2	3.80	0.160	0.913	13.3	0.035	23.1	9.7	1.74	1.13	0.75
〃	〃	〃	12.2	〃	〃	〃	13.3	0.035	25.3	10.2	1.90	1.13	0.82
〃	〃	〃	10.1	〃	〃	〃	11.1	0.029	19.2	8.9	1.74	1.36	0.89
〃	〃	〃	10.1	〃	〃	〃	11.1	0.029	19.0	8.9	1.72	1.36	0.88
〃	〃	〃	8.0	〃	〃	〃	8.8	0.023	13.4	7.8	1.53	1.71	0.72
〃	〃	〃	8.0	〃	〃	〃	8.8	0.023	13.4	7.8	1.53	1.71	0.72

潮位 A.P+	粗度	T	H	L_0	d/L_0	H/H_0	H_0	H_0/L_0	R	標高	R/H_0	h/H_0	遡上比 $R/H_0/R_0/H_0$
		sec	cm	m			cm		cm	m			
5.1	Ab3	1.56	11.8	3.80	0.160	0.913	12.9	0.034	24.0	9.9	1.86	1.16	1.80
〃	〃	〃	11.9	〃	〃	〃	13.0	0.034	24.9	10.1	1.92	1.15	0.82
〃	〃	〃	10.0	〃	〃	〃	11.3	0.030	19.0	8.9	1.68	1.33	0.87
〃	〃	〃	10.0	〃	〃	〃	11.0	0.029	19.2	8.9	1.75	1.37	0.90
〃	〃	〃	7.7	〃	〃	〃	8.5	0.022	13.1	7.7	1.55	1.78	0.73
〃	〃	〃	7.9	〃	〃	〃	8.6	0.023	13.1	7.7	1.52	1.75	0.72
5.1	Ab5	1.56	11.9	3.80	0.160	0.913	13.0	0.034	21.0	9.3	1.62	1.16	0.70
〃	〃	〃	11.9	〃	〃	〃	13.0	0.034	19.2	8.9	1.47	1.15	0.63
〃	〃	〃	10.0	〃	〃	〃	11.0	0.029	17.5	8.6	1.60	1.37	0.82
〃	〃	〃	10.2	〃	〃	〃	11.2	0.030	17.9	8.7	1.60	1.34	0.82
〃	〃	〃	7.6	〃	〃	〃	8.3	0.022	11.6	7.4	1.39	1.80	0.66
〃	〃	〃	7.5	〃	〃	〃	8.2	0.022	11.6	7.4	1.41	1.82	0.66
5.1	Ac3	1.56	12.4	3.80	0.160	0.913	13.6	0.036	24.2	9.9	1.78	1.11	0.77
〃	〃	〃	12.2	〃	〃	〃	13.4	0.035	24.9	10.1	1.86	1.12	0.80
〃	〃	〃	9.9	〃	〃	〃	10.9	0.029	17.7	8.6	1.63	1.38	0.84
〃	〃	〃	9.9	〃	〃	〃	10.8	0.029	18.8	8.9	1.74	1.39	0.89
〃	〃	〃	7.7	〃	〃	〃	8.4	0.022	12.3	7.6	1.46	1.78	0.69
〃	〃	〃	8.0	〃	〃	〃	8.8	0.023	12.3	7.6	1.40	1.71	0.66
5.1	Ac5	1.56	12.2	3.80	0.160	0.913	13.3	0.035	20.5	9.2	1.53	1.13	0.66
〃	〃	〃	12.2	〃	〃	〃	13.4	0.035	20.1	9.1	1.50	1.12	0.64
〃	〃	〃	9.9	〃	〃	〃	10.9	0.029	17.3	8.6	1.59	1.38	0.82
〃	〃	〃	9.9	〃	〃	〃	10.9	0.029	16.6	8.4	1.53	1.38	0.79
〃	〃	〃	8.3	〃	〃	〃	9.0	0.024	13.1	7.7	1.45	1.66	0.68
〃	〃	〃	8.2	〃	〃	〃	9.0	0.024	13.1	7.7	1.46	1.67	0.69

潮位 A.P+	粗度	T	H	L_0	d/L_0	H/H_0	H_0	H_0/L_0	R	標高	R/H_0	h/H_0	遡上比 $R/H_0/R_0/H_0$
		sec	cm	m			cm		cm	m			
5.1	Ab3	1.56	11.8	3.80	0.160	0.913	12.9	0.034	24.0	9.9	1.86	1.16	0.80
〃	〃	〃	11.9	〃	〃	〃	13.0	0.034	24.9	10.1	1.92	1.15	0.82
〃	〃	〃	10.0	〃	〃	〃	11.3	0.030	19.0	8.9	1.68	1.33	0.87
〃	〃	〃	10.0	〃	〃	〃	11.0	0.029	19.2	8.9	1.75	1.37	0.90
〃	〃	〃	7.7	〃	〃	〃	8.5	0.022	13.1	7.7	1.55	1.78	0.73
〃	〃	〃	7.9	〃	〃	〃	8.6	0.023	13.1	7.7	1.52	1.75	0.72
5.1	Ab5	1.56	11.9	3.80	0.160	0.913	13.0	0.034	21.0	9.3	1.62	1.16	0.70
〃	〃	〃	11.9	〃	〃	〃	13.0	0.034	19.2	8.9	1.47	1.15	0.63
〃	〃	〃	10.0	〃	〃	〃	11.0	0.029	17.5	8.6	1.60	1.37	0.82
〃	〃	〃	10.2	〃	〃	〃	11.2	0.030	17.9	8.7	1.60	1.34	0.82
〃	〃	〃	7.6	〃	〃	〃	8.3	0.022	11.6	7.4	1.39	1.80	0.66
〃	〃	〃	7.5	〃	〃	〃	8.2	0.022	11.6	7.4	1.41	1.82	0.66
5.1	Ac3	1.56	12.4	3.80	0.160	0.913	13.6	0.036	24.2	9.9	1.78	1.11	0.77
〃	〃	〃	12.2	〃	〃	〃	13.4	0.035	24.9	10.1	1.86	1.12	0.80
〃	〃	〃	9.9	〃	〃	〃	10.9	0.029	17.7	8.6	1.63	1.38	0.84
〃	〃	〃	9.9	〃	〃	〃	10.8	0.029	18.8	8.9	1.74	1.39	0.89
〃	〃	〃	7.7	〃	〃	〃	8.4	0.022	12.3	7.6	1.46	1.78	0.69
〃	〃	〃	8.0	〃	〃	〃	8.8	0.023	12.3	7.6	1.40	1.71	0.66
5.1	Ac5	1.56	12.2	3.80	0.160	0.913	13.3	0.035	20.5	9.2	1.53	1.13	0.66
〃	〃	〃	12.2	〃	〃	〃	13.4	0.035	20.1	9.1	1.50	1.12	0.64
〃	〃	〃	9.9	〃	〃	〃	10.9	0.029	17.3	8.6	1.59	1.38	0.82
〃	〃	〃	9.9	〃	〃	〃	10.9	0.029	16.6	8.4	1.53	1.38	0.79
〃	〃	〃	8.3	〃	〃	〃	9.0	0.024	13.1	7.7	1.45	1.66	0.68
〃	〃	〃	8.2	〃	〃	〃	9.0	0.024	13.1	7.7	1.46	1.67	0.69

潮位 A.P+	粗度	T	H	L_0	d/L_0	H/H_0	H_0	H_0/L_0	R	標高	R/H_0	h/H_0	遡上比 $R/H_0/R_0/H_0$
m		sec	cm	m			cm		cm	m			
5.1	Ba3	1.56	11.8	3.80	0.160	0.913	12.9	0.034	25.1	10.1	1.94	1.16	0.83
〃	〃	〃	11.8	〃	〃	〃	13.0	0.034	26.8	10.5	2.07	1.15	0.89
〃	〃	〃	10.1	〃	〃	〃	11.0	0.029	19.0	8.9	1.72	1.36	0.89
〃	〃	〃	10.0	〃	〃	〃	11.0	0.029	19.2	8.9	1.75	1.37	0.90
〃	〃	〃	7.4	〃	〃	〃	8.1	0.021	11.6	7.4	1.43	1.86	0.67
〃	〃	〃	7.5	〃	〃	〃	8.2	0.022	11.6	7.4	1.42	1.83	0.67
5.1	Ba5	1.56	11.8	3.80	0.160	0.913	13.0	0.034	23.4	9.8	1.80	1.15	0.77
〃	〃	〃	11.9	〃	〃	〃	13.1	0.034	24.4	10.0	1.87	1.15	0.80
〃	〃	〃	10.3	〃	〃	〃	11.3	0.030	18.1	8.7	1.60	1.33	0.82
〃	〃	〃	10.1	〃	〃	〃	11.1	0.029	18.2	8.7	1.64	1.35	0.84
〃	〃	〃	7.5	〃	〃	〃	8.2	0.022	11.2	7.3	1.36	1.82	0.64
〃	〃	〃	7.7	〃	〃	〃	8.5	0.022	11.2	7.3	1.32	1.77	0.62
5.1	Ba7	1.56	11.7	3.80	0.160	0.913	12.8	0.034	20.8	9.3	1.62	1.17	0.70
〃	〃	〃	11.7	〃	〃	〃	12.8	0.034	22.3	9.6	1.74	1.17	0.75
〃	〃	〃	10.0	〃	〃	〃	11.0	0.029	18.2	8.7	1.65	1.36	0.85
〃	〃	〃	9.9	〃	〃	〃	10.8	0.029	17.7	8.6	1.63	1.38	0.84
〃	〃	〃	7.5	〃	〃	〃	8.3	0.022	11.2	7.3	1.36	1.82	0.64
〃	〃	〃	7.5	〃	〃	〃	8.2	0.022	11.2	7.3	1.37	1.83	0.64
5.1	Bb3	1.56	11.5	3.80	0.160	0.913	12.6	0.033	23.1	9.7	1.83	1.19	0.78
〃	〃	〃	11.5	〃	〃	〃	12.5	0.033	24.0	9.9	1.91	1.20	0.82
〃	〃	〃	10.0	〃	〃	〃	11.3	0.030	14.9	8.1	1.32	1.33	0.68
〃	〃	〃	9.9	〃	〃	〃	10.8	0.029	16.8	8.5	1.55	1.38	0.80
〃	〃	〃	8.1	〃	〃	〃	8.9	0.023	11.6	7.4	1.30	1.69	0.61
〃	〃	〃	8.2	〃	〃	〃	9.0	0.024	11.6	7.4	1.30	1.68	0.61

潮位 A.P+	粗度	T	H	L_0	d/L_0	H/H_0	H_0	H_0/L_0	R	標高	R/H_0	h/H_0	遡上比 $R/H_0/R_0/H_0$
m		sec	cm	m			cm		cm	m			
5.1	Ba3	1.56	11.8	3.80	0.160	0.913	12.9	0.034	25.1	10.1	1.94	1.16	0.83
〃	〃	〃	11.8	〃	〃	〃	13.0	0.034	26.8	10.5	2.07	1.15	0.89
〃	〃	〃	10.1	〃	〃	〃	11.0	0.029	19.0	8.9	1.72	1.36	0.89
〃	〃	〃	10.0	〃	〃	〃	11.0	0.029	19.2	8.9	1.75	1.37	0.90
〃	〃	〃	7.4	〃	〃	〃	8.1	0.021	11.6	7.4	1.43	1.86	0.67
〃	〃	〃	7.5	〃	〃	〃	8.2	0.022	11.6	7.4	1.42	1.83	0.67
5.1	Ba5	1.56	11.8	3.80	0.160	0.913	13.0	0.034	23.4	9.8	1.80	1.15	0.77
〃	〃	〃	11.9	〃	〃	〃	13.1	0.034	24.4	10.0	1.87	1.15	0.80
〃	〃	〃	10.3	〃	〃	〃	11.3	0.030	18.1	8.7	1.60	1.33	0.82
〃	〃	〃	10.1	〃	〃	〃	11.1	0.029	18.2	8.7	1.64	1.35	0.84
〃	〃	〃	7.5	〃	〃	〃	8.2	0.022	11.2	7.3	1.36	1.82	0.64
〃	〃	〃	7.7	〃	〃	〃	8.5	0.022	11.2	7.3	1.32	1.77	0.62
5.1	Ba7	1.56	11.7	3.80	0.160	0.913	12.8	0.034	20.8	9.3	1.62	1.17	0.70
〃	〃	〃	11.7	〃	〃	〃	12.8	0.034	22.3	9.6	1.74	1.17	0.75
〃	〃	〃	10.0	〃	〃	〃	11.0	0.029	18.2	8.7	1.65	1.36	0.85
〃	〃	〃	9.9	〃	〃	〃	10.8	0.029	17.7	8.6	1.63	1.38	0.84
〃	〃	〃	7.5	〃	〃	〃	8.3	0.022	11.2	7.3	1.36	1.82	0.64
〃	〃	〃	7.5	〃	〃	〃	8.2	0.022	11.2	7.3	1.37	1.83	0.64
5.1	Bb3	1.56	11.5	3.80	0.160	0.913	12.6	0.033	23.1	9.7	1.83	1.19	0.78
〃	〃	〃	11.5	〃	〃	〃	12.5	0.033	24.0	9.9	1.91	1.20	0.82
〃	〃	〃	10.0	〃	〃	〃	11.3	0.030	14.9	8.1	1.32	1.33	0.68
〃	〃	〃	9.9	〃	〃	〃	10.8	0.029	16.8	8.5	1.55	1.38	0.80
〃	〃	〃	8.1	〃	〃	〃	8.9	0.023	11.6	7.4	1.30	1.69	0.61
〃	〃	〃	8.2	〃	〃	〃	9.0	0.024	11.6	7.4	1.30	1.68	0.61

潮位 A.P＋	粗度	T	H	L_0	d/L_0	H/H_0	H_0	H_0/H_0	R	標高	R/H_0	h/H_0	遡上比 $R/H_0/R_0/H_0$
m		sec	cm	m			cm		cm	m			
5.1	Bb5	1.56	12.4	3.80	0.160	0.913	13.6	0.036	22.9	9.6	1.69	1.11	0.72
〃	〃	〃	12.3	〃	〃	〃	13.5	0.036	23.3	9.8	1.73	1.11	0.74
〃	〃	〃	9.8	〃	〃	〃	10.8	0.028	11.6	7.4	1.08	1.39	0.55
〃	〃	〃	9.7	〃	〃	〃	10.6	0.028	11.6	7.4	1.09	1.41	0.56
〃	〃	〃	7.9	〃	〃	〃	8.6	0.023	8.8	6.9	1.02	1.74	0.48
〃	〃	〃	7.8	〃	〃	〃	8.5	0.022	8.8	6.9	1.04	1.77	0.49
5.1	Bc3	1.56	11.8	3.80	0.160	0.913	12.9	0.034	24.9	10.1	1.93	1.17	0.83
〃	〃	〃	11.7	〃	〃	〃	12.9	0.034	25.1	10.1	1.95	1.17	0.84
〃	〃	〃	10.0	〃	〃	〃	11.3	0.030	14.9	8.1	1.32	1.33	0.68
〃	〃	〃	9.8	〃	〃	〃	10.8	0.028	14.9	8.1	1.38	1.39	0.71
〃	〃	〃	8.1	〃	〃	〃	8.8	0.023	11.6	7.4	1.31	1.70	0.62
〃	〃	〃	8.1	〃	〃	〃	8.9	0.023	11.6	7.4	1.30	1.69	0.61
5.1	Bc5	1.56	12.3	3.80	0.160	0.913	13.4	0.035	14.9	8.1	1.11	1.12	0.48
〃	〃	〃	12.1	〃	〃	〃	13.3	0.035	14.9	8.1	1.12	1.13	0.48
〃	〃	〃	10.1	〃	〃	〃	11.0	0.029	11.6	7.4	1.05	1.36	0.54
〃	〃	〃	10.0	〃	〃	〃	11.3	0.030	11.6	7.4	1.03	1.33	0.53
〃	〃	〃	8.5	〃	〃	〃	9.4	0.025	10.6	7.2	1.13	1.61	0.53
〃	〃	〃	8.7	〃	〃	〃	9.5	0.025	10.6	7.2	1.12	1.58	0.52

潮位 A.P＋	粗度	T	H	L_0	d/L_0	H/H_0	H_0	H_0/H_0	R	標高	R/H_0	h/H_0	遡上比 $R/H_0 R_0/H_0$
m		sec	cm	m			cm		cm	m			
5.1	Bb5	1.56	12.4	3.80	0.160	0.913	13.6	0.036	22.9	9.6	1.69	1.11	0.72
〃	〃	〃	12.3	〃	〃	〃	13.5	0.036	23.3	9.8	1.73	1.11	0.74
〃	〃	〃	9.8	〃	〃	〃	10.8	0.028	11.6	7.4	1.08	1.39	0.55
〃	〃	〃	9.7	〃	〃	〃	10.6	0.028	11.6	7.4	1.09	1.41	0.56
〃	〃	〃	7.9	〃	〃	〃	8.6	0.023	8.8	6.9	1.02	1.74	0.48
〃	〃	〃	7.8	〃	〃	〃	8.5	0.022	8.8	6.9	1.04	1.77	0.49
5.1	Bc3	1.56	11.8	3.80	0.160	0.913	12.9	0.034	24.9	10.1	1.93	1.17	0.83
〃	〃	〃	11.7	〃	〃	〃	12.9	0.034	25.1	10.1	1.95	1.17	0.84
〃	〃	〃	10.0	〃	〃	〃	11.3	0.030	14.9	8.1	1.32	1.33	0.68
〃	〃	〃	9.8	〃	〃	〃	10.8	0.028	14.9	8.1	1.38	1.39	0.71
〃	〃	〃	8.1	〃	〃	〃	8.8	0.023	11.6	7.4	1.31	1.70	0.62
〃	〃	〃	8.1	〃	〃	〃	8.9	0.023	11.6	7.4	1.30	1.69	0.61
5.1	Bc5	1.56	12.3	3.80	0.160	0.913	13.4	0.035	14.9	8.1	1.11	1.12	0.48
〃	〃	〃	12.1	〃	〃	〃	13.3	0.035	14.9	8.1	1.12	1.13	0.48
〃	〃	〃	10.1	〃	〃	〃	11.0	0.029	11.6	7.4	1.05	1.36	0.54
〃	〃	〃	10.0	〃	〃	〃	11.3	0.030	11.6	7.4	1.03	1.33	0.53
〃	〃	〃	8.5	〃	〃	〃	9.4	0.025	10.6	7.2	1.13	1.61	0.53
〃	〃	〃	8.7	〃	〃	〃	9.5	0.025	10.6	7.2	1.12	1.58	0.52

潮位 A.P+	粗度	T	H	L_0	d/L_0	H/H_0	H_0	H_0/L_0	R	標高	R/H_0	h/H_0	遡上比 $R/H_0/R_0/H_0$
m		sec	cm	m			cm		cm	m			
5.1		1.12	9.2	1.96	0.312	0.953	9.7	0.049	14.9	8.1	1.54	1.55	1.55
〃		〃	9.2	〃	〃	〃	9.7	0.049	15.1	8.1	1.56	1.55	
〃		〃	7.0	〃	〃	〃	7.4	0.038	13.4	7.8	1.83	2.04	1.81
〃		〃	7.1	〃	〃	〃	7.5	0.038	13.4	7.8	1.79	2.01	
〃		〃	5.0	〃	〃	〃	5.3	0.027	10.5	7.2	2.00	2.86	1.99
〃		〃	5.0	〃	〃	〃	5.2	0.025	10.3	7.2	1.98	2.89	
5.1	Aa3	1.12	9.4	1.96	0.312	0.953	9.9	0.050	11.6	7.4	1.18	1.52	0.76
〃	〃	〃	9.2	〃	〃	〃	9.7	0.049	11.6	7.4	1.20	1.55	0.78
〃	〃	〃	7.2	〃	〃	〃	7.6	0.039	11.6	7.4	1.54	1.98	0.85
〃	〃	〃	7.2	〃	〃	〃	7.5	0.038	11.6	7.4	1.55	2.00	0.86
〃	〃	〃	5.0	〃	〃	〃	5.2	0.027	9.7	7.0	1.87	2.89	0.94
〃	〃	〃	5.1	〃	〃	〃	5.4	0.028	9.7	7.0	1.80	2.79	0.91
5.1	Aa5	1.12	9.3	1.96	0.312	0.953	9.8	0.050	11.6	7.4	1.19	1.54	0.77
〃	〃	〃	9.2	〃	〃	〃	9.7	0.049	11.6	7.4	1.20	1.55	0.78
〃	〃	〃	7.4	〃	〃	〃	7.8	0.040	9.7	7.0	1.25	1.93	0.69
〃	〃	〃	7.3	〃	〃	〃	7.7	0.039	9.7	7.0	1.27	1.96	0.70
〃	〃	〃	5.0	〃	〃	〃	5.3	0.027	7.9	6.6	1.51	2.86	0.76
〃	〃	〃	5.1	〃	〃	〃	5.4	0.027	7.9	6.7	1.48	2.81	0.74
5.1	Aa7	1.12	9.4	1.96	0.312	0.953	9.9	0.051	9.7	7.0	0.98	1.52	0.63
〃	〃	〃	9.2	〃	〃	〃	9.7	0.047	9.7	7.0	1.02	1.55	0.66
〃	〃	〃	7.3	〃	〃	〃	7.6	0.039	7.9	6.7	1.04	1.97	0.58
〃	〃	〃	7.3	〃	〃	〃	7.7	0.039	7.9	6.7	1.03	1.96	0.57
〃	〃	〃	5.2	〃	〃	〃	5.5	0.028	7.9	6.7	1.45	2.75	0.73
〃	〃	〃	5.0	〃	〃	〃	5.3	0.027	7.9	6.7	1.51	2.86	0.76

潮位 A、P+	粗度	T	H	L_0	d/L_0	H/H_0	H_0	H_0/L_0	R	標高	R/H_0	h/H_0	遡上比 $R/H_0/R_0/H_0$
m		sec	cm	m			cm		cm	m			
5.1		1.12	9.2	1.96	0.312	0.953	9.7	0.049	14.9	8.1	1.54	1.55	1.55
〃		〃	9.2	〃	〃	〃	9.7	0.049	15.1	8.1	1.56	1.55	
〃		〃	7.0	〃	〃	〃	7.4	0.038	13.4	7.8	1.83	2.04	1.81
〃		〃	7.1	〃	〃	〃	7.5	0.038	13.4	7.8	1.79	2.01	
〃		〃	5.0	〃	〃	〃	5.3	0.027	10.5	7.2	2.00	2.86	1.99
〃		〃	5.0	〃	〃	〃	5.2	0.025	10.3	7.2	1.98	2.89	
5.1	Aa3	1.12	9.4	1.96	0.312	0.953	9.9	0.050	11.6	7.4	1.18	1.52	0.76
〃	〃	〃	9.2	〃	〃	〃	9.7	0.049	11.6	7.4	1.20	1.55	0.78
〃	〃	〃	7.2	〃	〃	〃	7.6	0.039	11.6	7.4	1.54	1.98	0.85
〃	〃	〃	7.2	〃	〃	〃	7.5	0.038	11.6	7.4	1.55	2.00	0.86
〃	〃	〃	5.0	〃	〃	〃	5.2	0.027	9.7	7.0	1.87	2.89	0.94
〃	〃	〃	5.1	〃	〃	〃	5.4	0.028	9.7	7.0	1.80	2.79	0.91
5.1	Aa5	1.12	9.3	1.96	0.312	0.953	9.8	0.050	11.6	7.4	1.19	1.54	0.77
〃	〃	〃	9.2	〃	〃	〃	9.7	0.049	11.6	7.4	1.20	1.55	0.78
〃	〃	〃	7.4	〃	〃	〃	7.8	0.040	9.7	7.0	1.25	1.93	0.69
〃	〃	〃	7.3	〃	〃	〃	7.7	0.039	9.7	7.0	1.27	1.96	0.70
〃	〃	〃	5.0	〃	〃	〃	5.3	0.027	7.9	6.6	1.51	2.86	0.76
〃	〃	〃	5.1	〃	〃	〃	5.4	0.027	7.9	6.7	1.48	2.81	0.74
5.1	Aa7	1.12	9.4	1.96	0.312	0.953	9.9	0.051	9.7	7.0	0.98	1.52	0.63
〃	〃	〃	9.2	〃	〃	〃	9.7	0.047	9.7	7.0	1.02	1.55	0.66
〃	〃	〃	7.3	〃	〃	〃	7.6	0.039	7.9	6.7	1.04	1.97	0.58
〃	〃	〃	7.3	〃	〃	〃	7.7	0.039	7.9	6.7	1.03	1.96	0.57
〃	〃	〃	5.2	〃	〃	〃	5.5	0.028	7.9	6.7	1.45	2.75	0.73
〃	〃	〃	5.0	〃	〃	〃	5.3	0.027	7.9	6.7	1.51	2.86	0.76

潮位 A、P+	粗度	T	H	L_0	d/L_0	H/H_0	H_0	H_0/L_0	R	標高	R/H_0	h/H_0	遡上比 $R/H_0/R_0/H_0$
m		sec	cm	m			cm		cm	m			
5.1	Ab3	1.12	9.5	1.96	0.312	0.953	10.0	0.051	11.6	7.4	1.16	1.50	0.75
〃	〃	〃	9.2	〃	〃	〃	9.7	0.049	11.6	7.4	1.20	1.55	0.77
〃	〃	〃	7.1	〃	〃	〃	7.5	0.038	8.8	6.9	1.18	2.01	0.65
〃	〃	〃	7.7	〃	〃	〃	8.1	0.041	8.8	6.9	1.09	1.86	0.60
〃	〃	〃	5.1	〃	〃	〃	5.4	0.027	8.8	6.9	1.65	2.81	0.83
〃	〃	〃	5.1	〃	〃	〃	5.3	0.027	8.8	6.9	1.65	2.81	0.83
5.1	Ab5	1.12	9.5	1.96	0.312	0.953	10.0	0.051	10.1	7.1	1.01	1.51	0.65
〃	〃	〃	9.2	〃	〃	〃	9.7	0.050	10.1	7.1	1.05	1.55	0.67
〃	〃	〃	7.3	〃	〃	〃	7.7	0.039	8.8	6.9	1.15	1.96	0.64
〃	〃	〃	7.2	〃	〃	〃	7.5	0.038	8.8	6.9	1.17	2.00	0.65
〃	〃	〃	5.1	〃	〃	〃	5.4	0.027	6.0	6.3	1.12	2.81	0.56
〃	〃	〃	5.2	〃	〃	〃	5.5	0.028	6.0	6.3	1.10	2.75	0.55
5.1	Ac3	1.12	9.3	1.96	0.312	0.953	9.8	0.050	11.6	7.4	1.19	1.54	0.77
〃	〃	〃	9.6	〃	〃	〃	10.0	0.052	11.6	7.4	1.14	1.47	0.73
〃	〃	〃	7.6	〃	〃	〃	7.9	0.041	9.3	7.0	1.17	1.89	0.65
〃	〃	〃	6.9	〃	〃	〃	7.3	0.037	9.3	7.0	1.28	2.07	0.71
〃	〃	〃	5.0	〃	〃	〃	5.3	0.027	7.9	6.7	1.51	2.86	0.76
〃	〃	〃	4.9	〃	〃	〃	5.1	0.026	7.9	6.7	1.54	2.92	0.77
5.1	Ac5	1.12	9.3	1.96	0.312	0.953	9.8	0.050	9.3	7.0	0.95	1.54	0.62
〃	〃	〃	9.2	〃	〃	〃	9.7	0.049	9.3	7.0	0.96	1.55	0.62
〃	〃	〃	7.2	〃	〃	〃	7.6	0.039	7.9	6.7	1.05	1.98	0.58
〃	〃	〃	7.7	〃	〃	〃	8.1	0.041	7.9	6.7	0.99	1.86	0.55
〃	〃	〃	5.0	〃	〃	〃	5.3	0.027	7.0	6.5	1.33	2.86	0.67
〃	〃	〃	5.1	〃	〃	〃	5.4	0.027	7.6	6.6	1.42	2.81	0.71

潮位 A.P+	粗度	T	H	L_0	d/L_0	H/H_0	H_0	H_0/L_0	R	標高	R/H_0	h/H_0	遡上比 $R/H_0 \diagup R_0/H_0$
m		sec	cm	m			cm		cm	m			
5.1	Ab3	1.12	9.5	1.96	0.312	0.953	10.0	0.051	11.6	7.4	1.16	1.50	0.75
〃	〃	〃	9.2	〃	〃	〃	9.7	0.049	11.6	7.4	1.20	1.55	0.77
〃	〃	〃	7.1	〃	〃	〃	7.5	0.038	8.8	6.9	1.18	2.01	0.65
〃	〃	〃	7.7	〃	〃	〃	8.1	0.041	8.8	6.9	1.09	1.86	0.60
〃	〃	〃	5.1	〃	〃	〃	5.4	0.027	8.8	6.9	1.65	2.81	0.83
〃	〃	〃	5.1	〃	〃	〃	5.3	0.027	8.8	6.9	1.65	2.81	0.83
5.1	Ab5	1.12	9.5	1.96	0.312	0.953	10.0	0.051	10.1	7.1	1.01	1.51	0.65
〃	〃	〃	9.2	〃	〃	〃	9.7	0.050	10.1	7.1	1.05	1.55	0.67
〃	〃	〃	7.3	〃	〃	〃	7.7	0.039	8.8	6.9	1.15	1.96	0.64
〃	〃	〃	7.2	〃	〃	〃	7.5	0.038	8.8	6.9	1.17	2.00	0.65
〃	〃	〃	5.1	〃	〃	〃	5.4	0.027	6.0	6.3	1.12	2.81	0.56
〃	〃	〃	5.2	〃	〃	〃	5.5	0.028	6.0	6.3	1.10	2.75	0.55
5.1	Ac3	1.12	9.3	1.96	0.312	0.953	9.8	0.050	11.6	7.4	1.19	1.54	0.77
〃	〃	〃	9.6	〃	〃	〃	10.0	0.052	11.6	7.4	1.14	1.47	0.73
〃	〃	〃	7.6	〃	〃	〃	7.9	0.041	9.3	7.0	1.17	1.89	0.65
〃	〃	〃	6.9	〃	〃	〃	7.3	0.037	9.3	7.0	1.28	2.07	0.71
〃	〃	〃	5.0	〃	〃	〃	5.3	0.027	7.9	6.7	1.51	2.86	0.76
〃	〃	〃	4.9	〃	〃	〃	5.1	0.026	7.9	6.7	1.54	2.92	0.77
5.1	Ac5	1.12	9.3	1.96	0.312	0.953	9.8	0.050	9.3	7.0	0.95	1.54	0.62
〃	〃	〃	9.2	〃	〃	〃	9.7	0.049	9.3	7.0	0.96	1.55	0.62
〃	〃	〃	7.2	〃	〃	〃	7.6	0.039	7.9	6.7	1.05	1.98	0.58
〃	〃	〃	7.7	〃	〃	〃	8.1	0.041	7.9	6.7	0.99	1.86	0.55
〃	〃	〃	5.0	〃	〃	〃	5.3	0.027	7.0	6.5	1.33	2.86	0.67
〃	〃	〃	5.1	〃	〃	〃	5.4	0.027	7.6	6.6	1.42	2.81	0.71

潮位 A.P+	粗度	T	H	L_0	d/L_0	H/H_0	H_0	H_0/L_0	R	標高	R/H_0	h/H_0	遡上比 $R/H_0 \sqrt{H_0}$
m		sec	cm	m			cm		cm	m			
5.1	Ba3	1.12	9.5	1.96	0.312	0.953	9.9	0.051	11.6	7.4	1.17	1.51	0.76
〃	〃	〃	9.6	〃	〃	〃	10.1	0.055	11.6	7.4	1.15	1.39	0.74
〃	〃	〃	7.2	〃	〃	〃	7.5	0.039	9.7	7.0	1.29	1.99	0.71
〃	〃	〃	7.4	〃	〃	〃	7.8	0.040	9.7	7.0	1.25	1.93	0.69
〃	〃	〃	5.2	〃	〃	〃	5.5	0.028	7.9	6.7	1.45	2.74	0.73
〃	〃	〃	5.2	〃	〃	〃	5.3	0.027	7.9	6.7	1.51	2.86	0.76
5.1	Ba5	1.12	9.6	1.96	0.312	0.953	10.1	0.055	11.6	7.4	1.15	1.39	0.74
〃	〃	〃	9.3	〃	〃	〃	9.8	0.050	11.6	7.4	1.19	1.54	0.77
〃	〃	〃	7.4	〃	〃	〃	7.8	0.040	7.9	6.7	1.02	1.94	0.56
〃	〃	〃	7.1	〃	〃	〃	7.5	0.038	7.9	6.7	1.06	2.01	0.59
〃	〃	〃	5.1	〃	〃	〃	5.3	0.027	7.9	6.7	1.45	2.83	0.73
〃	〃	〃	5.0	〃	〃	〃	5.3	0.027	7.9	6.7	1.51	2.86	0.76
5.1	Ba7	1.12	9.5	1.96	0.312	0.953	10.0	0.051	7.9	6.7	0.79	1.50	0.51
〃	〃	〃	9.4	〃	〃	〃	9.9	0.051	7.9	6.7	0.80	1.52	0.52
〃	〃	〃	7.3	〃	〃	〃	7.7	0.039	6.0	6.3	0.78	1.96	0.43
〃	〃	〃	7.1	〃	〃	〃	7.5	0.038	6.0	6.3	0.80	2.01	0.44
〃	〃	〃	5.2	〃	〃	〃	5.5	0.028	4.1	5.9	0.75	2.75	0.38
〃	〃	〃	5.2	〃	〃	〃	5.5	0.028	4.1	5.9	0.75	2.75	0.38
5.1	Bb3	1.12	9.4	1.96	0.312	0.953	9.9	0.051	10.5	7.2	1.07	1.52	0.69
〃	〃	〃	9.4	〃	〃	〃	9.9	0.051	10.5	7.2	1.07	1.52	0.69
〃	〃	〃	7.2	〃	〃	〃	7.6	0.039	8.8	6.9	1.16	1.98	0.64
〃	〃	〃	7.3	〃	〃	〃	7.7	0.039	8.8	6.9	1.15	1.96	0.64
〃	〃	〃	5.1	〃	〃	〃	5.4	0.027	6.0	6.3	1.12	2.81	0.56
〃	〃	〃	5.1	〃	〃	〃	5.3	0.027	6.0	6.3	1.12	2.81	0.56

潮位 A、P+	粗度	T	H	L_0	d/L_0	H/H_0	H_0	H_0/L_0	R	標高	R/H_0	h/H_0	遡上比 $R/H_0 \cdot R_0/H_0$
m		sec	cm	m			cm		cm	m			
5.1	Ba3	1.12	9.5	1.96	0.312	0.953	9.9	0.051	11.6	7.4	1.17	1.51	0.76
〃	〃	〃	9.6	〃	〃	〃	10.1	0.055	11.6	7.4	1.15	1.39	0.74
〃	〃	〃	7.2	〃	〃	〃	7.5	0.039	9.7	7.0	1.29	1.99	0.71
〃	〃	〃	7.4	〃	〃	〃	7.8	0.040	9.7	7.0	1.25	1.93	0.69
〃	〃	〃	5.2	〃	〃	〃	5.5	0.028	7.9	6.7	1.45	2.74	0.73
〃	〃	〃	5.2	〃	〃	〃	5.3	0.027	7.9	6.7	1.51	2.86	0.76
5.1	Ba5	1.12	9.6	1.96	0.312	0.953	10.1	0.055	11.6	7.4	1.15	1.39	0.74
〃	〃	〃	9.3	〃	〃	〃	9.8	0.050	11.6	7.4	1.19	1.54	0.77
〃	〃	〃	7.4	〃	〃	〃	7.8	0.040	7.9	6.7	1.02	1.94	0.56
〃	〃	〃	7.1	〃	〃	〃	7.5	0.038	7.9	6.7	1.06	2.01	0.59
〃	〃	〃	5.1	〃	〃	〃	5.3	0.027	7.9	6.7	1.45	2.83	0.73
〃	〃	〃	5.0	〃	〃	〃	5.3	0.027	7.9	6.7	1.51	2.86	0.76
5.1	Ba7	1.12	9.5	1.96	0.312	0.953	10.0	0.051	7.9	6.7	0.79	1.50	0.51
〃	〃	〃	9.4	〃	〃	〃	9.9	0.051	7.9	6.7	0.80	1.52	0.52
〃	〃	〃	7.3	〃	〃	〃	7.7	0.039	6.0	6.3	0.78	1.96	0.43
〃	〃	〃	7.1	〃	〃	〃	7.5	0.038	6.0	6.3	0.80	2.01	0.44
〃	〃	〃	5.2	〃	〃	〃	5.5	0.028	4.1	5.9	0.75	2.75	0.38
〃	〃	〃	5.2	〃	〃	〃	5.5	0.028	4.1	5.9	0.75	2.75	0.38
5.1	Bb3	1.12	9.4	1.96	0.312	0.953	9.9	0.051	10.5	7.2	1.07	1.52	0.69
〃	〃	〃	9.4	〃	〃	〃	9.9	0.051	10.5	7.2	1.07	1.52	0.69
〃	〃	〃	7.2	〃	〃	〃	7.6	0.039	8.8	6.9	1.16	1.98	0.64
〃	〃	〃	7.3	〃	〃	〃	7.7	0.039	8.8	6.9	1.15	1.96	0.64
〃	〃	〃	5.1	〃	〃	〃	5.4	0.027	6.0	6.3	1.12	2.81	0.56
〃	〃	〃	5.1	〃	〃	〃	5.3	0.027	6.0	6.3	1.12	2.81	0.56

潮位 A、P+	粗度	T	H	L_0	d/L_0	H/H_0	H_0	H_0/L_0	R	標高	R/H_0	h/H_0	遡上 R/H_0 R_s/H_0
m		sec	cm	m			cm		cm	m			
5.1	Bb5	1.12	9.5	1.96	0.312	0.953	10.0	0.051	8.8	6.9	0.88	1.50	0.57
〃	〃	〃	9.3	〃	〃	〃	9.7	0.050	8.8	6.9	0.91	1.54	0.58
〃	〃	〃	7.4	〃	〃	〃	7.8	0.040	6.0	6.3	0.77	1.93	0.43
〃	〃	〃	7.3	〃	〃	〃	7.7	0.039	6.0	6.3	0.78	1.96	0.43
〃	〃	〃	5.2	〃	〃	〃	5.4	0.028	3.2	5.7	0.59	2.76	0.30
〃	〃	〃	5.0	〃	〃	〃	5.3	0.027	3.2	5.7	0.61	2.86	0.31
5.1	Bc3	1.12	9.2	1.96	0.312	0.953	9.7	0.047	10.8	7.3	1.19	1.55	0.72
〃	〃	〃	9.5	〃	〃	〃	9.9	0.051	10.8	7.3	1.09	1.51	0.70
〃	〃	〃	7.3	〃	〃	〃	7.7	0.039	7.9	6.7	1.03	1.95	0.57
〃	〃	〃	7.1	〃	〃	〃	7.5	0.038	7.9	6.7	1.06	2.01	0.61
〃	〃	〃	5.2	〃	〃	〃	5.4	0.028	6.0	6.3	1.11	2.77	0.56
〃	〃	〃	5.1	〃	〃	〃	5.4	0.027	6.0	6.3	1.12	2.80	0.56
5.1	Bc5	1.12	9.4	1.96	0.312	0.953	9.9	0.051	7.9	6.7	0.80	1.52	0.57
〃	〃	〃	9.4	〃	〃	〃	9.9	0.051	7.9	6.7	0.80	1.52	0.57
〃	〃	〃	7.4	〃	〃	〃	7.7	0.039	6.7	6.4	0.87	1.94	0.48
〃	〃	〃	7.4	〃	〃	〃	7.8	0.040	6.7	6.4	0.86	1.93	0.48
〃	〃	〃	5.3	〃	〃	〃	5.5	0.028	4.1	5.9	0.74	2.72	0.37
〃	〃	〃	5.2	〃	〃	〃	5.4	0.028	4.1	5.9	0.76	2.76	0.38

潮位 A、P+	粗度	T	H	L_0	d/L_0	H/H_0	H_0	H_0/L_0	R	標高	R/H_0	h/H_0	遡上 R/H R/H_0
m		sec	cm	m			cm		cm	m			
5.1	Bb5	1.1.2	9.5	1.96	0.312	0.953	10.0	0.051	8.8	6.9	0.88	1.50	0.57
〃	〃	〃	9.3	〃	〃	〃	9.7	0.050	8.8	6.9	0.91	1.54	0.58
〃	〃	〃	7.4	〃	〃	〃	7.8	0.040	6.0	6.3	0.77	1.93	0.43
〃	〃	〃	7.3	〃	〃	〃	7.7	0.039	6.0	6.3	0.78	1.96	0.43
〃	〃	〃	5.2	〃	〃	〃	5.4	0.028	3.2	5.7	0.59	2.76	0.30
〃	〃	〃	5.0	〃	〃	〃	5.3	0.027	3.2	5.7	0.61	2.86	0.31
5.1	Bc3	1.12	9.2	1.96	0.312	0.953	9.7	0.047	10.8	7.3	1.19	1.55	0.72
〃	〃	〃	9.5	〃	〃	〃	9.9	0.051	10.8	7.3	1.09	1.51	0.70
〃	〃	〃	7.3	〃	〃	〃	7.7	0.039	7.9	6.7	1.03	1.95	0.57
〃	〃	〃	7.1	〃	〃	〃	7.5	0.038	7.9	6.7	1.06	2.01	0.61
〃	〃	〃	5.2	〃	〃	〃	5.4	0.028	6.0	6.3	1.11	2.77	0.56
〃	〃	〃	5.1	〃	〃	〃	5.4	0.027	6.0	6.3	1.12	2.80	0.56
5.1	Bc5	1.12	9.4	1.96	0.312	0.953	9.9	0.051	7.9	6.7	0.80	1.52	0.57
〃	〃	〃	9.4	〃	〃	〃	9.9	0.051	7.9	6.7	0.80	1.52	0.57
〃	〃	〃	7.4	〃	〃	〃	7.7	0.039	6.7	6.4	0.87	1.94	0.48
〃	〃	〃	7.4	〃	〃	〃	7.8	0.040	6.7	6.4	0.86	1.93	0.48
〃	〃	〃	5.3	〃	〃	〃	5.5	0.028	4.1	5.9	0.74	2.72	0.37
〃	〃	〃	5.2	〃	〃	〃	5.4	0.028	4.1	5.9	0.76	2.76	0.38

潮位 A、P+	粗度	T	H	L_0	d/L_0	H/H_0	H_0	H_0/L_0	R	標高	R/H_0	h/H_0	遡上比 R/H、R/H_0
m		sec	cm	m			cm		cm	m			
4.0		1.56	10.0	3.80	0.146	0.914	11.0	0.029	17.8	7.6	1.63	0.87	1.63
〃		〃	9.9	〃	〃	〃	10.8	0.029	17.8	7.6	1.64	0.88	
〃		〃	7.4	〃	〃	〃	8.2	0.021	16.9	7.4	2.08	1.17	2.03
〃		〃	7.4	〃	〃	〃	8.1	0.021	16.1	7.2	1.98	1.17	
〃		〃	5.0	〃	〃	〃	5.5	0.014	13.5	6.7	2.47	1.74	2.46
〃		〃	5.0	〃	〃	〃	5.5	0.014	13.4	6.6	2.45	1.74	
4.0	Aa3	1.56	10.0	3.80	0.146	0.914	10.9	0.029	15.2	7.0	1.40	0.87	0.85
〃	〃	〃	10.0	〃	〃	〃	10.9	0.029	15.2	7.0	1.40	0.87	0.85
〃	〃	〃	7.4	〃	〃	〃	8.1	0.021	13.4	6.7	1.66	1.18	0.82
〃	〃	〃	7.5	〃	〃	〃	8.2	0.022	13.4	6.7	1.63	1.16	0.81
〃	〃	〃	4.9	〃	〃	〃	5.4	0.014	13.4	6.7	2.50	1.77	1.02
〃	〃	〃	4.9	〃	〃	〃	5.4	0.014	13.4	6.7	2.50	1.77	1.02
4.0	Aa5	1.56	9.9	3.80	0.146	0.914	10.9	0.029	13.6	6.7	1.25	0.88	0.77
〃	〃	〃	10.0	〃	〃	〃	10.9	0.029	13.6	6.7	1.24	0.87	0.76
〃	〃	〃	7.5	〃	〃	〃	8.2	0.021	13.6	6.7	1.67	1.17	0.82
〃	〃	〃	7.4	〃	〃	〃	8.1	0.021	13.6	6.7	1.68	1.17	0.83
〃	〃	〃	4.8	〃	〃	〃	5.3	0.014	11.5	6.3	2.18	1.80	0.89
〃	〃	〃	4.9	〃	〃	〃	5.4	0.014	11.5	6.3	2.14	1.77	0.87
4.0	Aa7	1.56	9.9	3.80	0.146	0.914	10.8	0.029	14.5	6.9	1.34	0.88	0.82
〃	〃	〃	10.0	〃	〃	〃	11.0	0.029	14.5	6.9	1.32	0.87	0.81
〃	〃	〃	7.5	〃	〃	〃	8.2	0.022	11.5	6.3	1.40	1.16	0.69
〃	〃	〃	7.6	〃	〃	〃	8.3	0.022	11.5	6.3	1.39	1.15	0.68
〃	〃	〃	4.9	〃	〃	〃	5.4	0.014	9.6	5.9	1.78	1.76	0.72
〃	〃	〃	4.9	〃	〃	〃	5.4	0.014	9.6	5.9	1.79	1.77	0.73

潮位 A、P+	粗度	T	H	L_0	d/L_0	H/H_0	H_0	H_0/L_0	R	標高	R/H_0	h/H_0	遡上比 R/H_0 R_0/H_0
m		sec	cm	m			cm		cm	m			
4.0		1.56	10.0	3.80	0.146	0.914	11.0	0.029	17.8	7.6	1.63	0.87	1.63
〃		〃	9.9	〃	〃	〃	10.8	0.029	17.8	7.6	1.64	0.88	
〃		〃	7.4	〃	〃	〃	8.2	0.021	16.9	7.4	2.08	1.17	2.03
〃		〃	7.4	〃	〃	〃	8.1	0.021	16.1	7.2	1.98	1.17	
〃		〃	5.0	〃	〃	〃	5.5	0.014	13.5	6.7	2.47	1.74	2.46
〃		〃	5.0	〃	〃	〃	5.5	0.014	13.4	6.6	2.45	1.74	
4.0	Aa3	1.56	10.0	3.80	0.146	0.914	10.9	0.029	15.2	7.0	1.40	0.87	0.85
〃	〃	〃	10.0	〃	〃	〃	10.9	0.029	15.2	7.0	1.40	0.87	0.85
〃	〃	〃	7.4	〃	〃	〃	8.1	0.021	13.4	6.7	1.66	1.18	0.82
〃	〃	〃	7.5	〃	〃	〃	8.2	0.022	13.4	6.7	1.63	1.16	0.81
〃	〃	〃	4.9	〃	〃	〃	5.4	0.014	13.4	6.7	2.50	1.77	1.02
〃	〃	〃	4.9	〃	〃	〃	5.4	0.014	13.4	6.7	2.50	1.77	1.02
4.0	Aa5	1.56	9.9	3.80	0.146	0.914	10.9	0.029	13.6	6.7	1.25	0.88	0.77
〃	〃	〃	10.0	〃	〃	〃	10.9	0.029	13.6	6.7	1.24	0.87	0.76
〃	〃	〃	7.5	〃	〃	〃	8.2	0.021	13.6	6.7	1.67	1.17	0.82
〃	〃	〃	7.4	〃	〃	〃	8.1	0.021	13.6	6.7	1.68	1.17	0.83
〃	〃	〃	4.8	〃	〃	〃	5.3	0.014	11.5	6.3	2.18	1.80	0.89
〃	〃	〃	4.9	〃	〃	〃	5.4	0.014	11.5	6.3	2.14	1.77	0.87
4.0	Aa7	1.56	9.9	3.80	0.146	0.914	10.8	0.029	14.5	6.9	1.34	0.88	0.82
〃	〃	〃	10.0	〃	〃	〃	11.0	0.029	14.5	6.9	1.32	0.87	0.81
〃	〃	〃	7.5	〃	〃	〃	8.2	0.022	11.5	6.3	1.40	1.16	0.69
〃	〃	〃	7.6	〃	〃	〃	8.3	0.022	11.5	6.3	1.39	1.15	0.68
〃	〃	〃	4.9	〃	〃	〃	5.4	0.014	9.6	5.9	1.78	1.76	0.72
〃	〃	〃	4.9	〃	〃	〃	5.4	0.014	9.6	5.9	1.79	1.77	0.73

潮位 A、P+	粗度	T	H	L_0	d/L_0	H/H_0	H_0	H_0/L_0	R	標高	R/H_0	h/H_0	遡上比 R/H R_0/H_0
m		sec	cm	m			cm		cm	m			
4.0	Ab3	1.56	10.1	3.80	0.146	0.914	11.1	0.029	14.5	6.9	1.31	0.86	0.80
〃	〃	〃	10.4	〃	〃	〃	11.4	0.030	14.5	6.9	1.27	0.84	0.78
〃	〃	〃	7.4	〃	〃	〃	8.2	0.021	14.5	6.9	1.78	1.17	0.88
〃	〃	〃	7.6	〃	〃	〃	8.3	0.022	14.5	6.9	1.75	1.15	0.86
〃	〃	〃	4.9	〃	〃	〃	5.4	0.014	11.5	6.3	2.13	1.76	0.87
〃	A	〃	5.0	〃	〃	〃	5.5	0.014	11.5	6.3	2.11	1.74	0.86
4.0	Ab5	1.56	10.0	3.80	0.146	0.914	11.0	0.029	13.0	6.6	1.19	0.87	0.72
〃	〃	〃	10.1	〃	〃	〃	11.1	0.029	13.0	6.6	1.17	0.86	0.72
〃	〃	〃	7.5	〃	〃	〃	8.2	0.022	11.5	6.3	1.40	1.16	0.69
〃	〃	〃	7.5	〃	〃	〃	8.2	0.022	11.5	6.3	1.40	1.16	0.69
〃	〃	〃	4.9	〃	〃	〃	5.3	0.014	8.9	5.8	1.67	1.78	0.68
〃	〃	〃	4.9	〃	〃	〃	5.4	0.014	8.9	5.8	1.65	1.76	0.67
4.0	Ac3	1.56	9.9	3.80	0.146	0.914	10.9	0.029	14.8	7.0	1.36	0.88	0.83
〃	〃	〃	10.0	〃	〃	〃	11.0	0.029	14.8	7.0	1.35	0.87	0.89
〃	〃	〃	7.6	〃	〃	〃	8.4	0.022	14.8	7.0	1.77	1.14	0.87
〃	〃	〃	7.4	〃	〃	〃	8.2	0.021	14.8	7.0	1.82	1.17	0.80
〃	〃	〃	5.0	〃	〃	〃	5.4	0.014	11.1	6.2	2.05	1.75	0.83
〃	〃	〃	4.9	〃	〃	〃	5.4	0.014	11.1	6.2	2.06	1.76	0.84
4.0	Ac5	1.56	10.1	3.80	0.146	0.914	11.0	0.029	13.4	6.7	1.21	0.86	0.74
〃	〃	〃	9.9	〃	〃	〃	10.8	0.028	13.4	6.7	1.24	0.88	0.76
〃	〃	〃	7.5	〃	〃	〃	8.2	0.021	9.6	5.9	1.18	1.17	0.58
〃	〃	〃	7.4	〃	〃	〃	8.1	0.021	9.6	5.9	1.18	1.17	0.58
〃	〃	〃	4.9	〃	〃	〃	5.4	0.014	8.5	5.7	1.58	1.76	0.64
〃	〃	〃	4.9	〃	〃	〃	5.4	0.014	8.9	5.8	1.66	1.77	0.68

潮位 A、P+	粗度	T	H	L_0	d/L_0	H/H_0	H_0	H_0/L_0	R	標高	R/H_0	h/H_0	遡上比 $R/H_0/R_0/H_0$
m		sec	cm	m			cm		cm	m			
4.0	Ab3	1.56	10.1	3.80	0.146	0.914	11.1	0.029	14.5	6.9	1.31	0.86	0.80
〃	〃	〃	10.4	〃	〃	〃	11.4	0.030	14.5	6.9	1.27	0.84	0.78
〃	〃	〃	7.4	〃	〃	〃	8.2	0.021	14.5	6.9	1.78	1.17	0.88
〃	〃	〃	7.6	〃	〃	〃	8.3	0.022	14.5	6.9	1.75	1.15	0.86
〃	〃	〃	4.9	〃	〃	〃	5.4	0.014	11.5	6.3	2.13	1.76	0.87
〃	A	〃	5.0	〃	〃	〃	5.5	0.014	11.5	6.3	2.11	1.74	0.86
4.0	Ab5	1.56	10.0	3.80	0.146	0.914	11.0	0.029	13.0	6.6	1.19	0.87	0.72
〃	〃	〃	10.1	〃	〃	〃	11.1	0.029	13.0	6.6	1.17	0.86	0.72
〃	〃	〃	7.5	〃	〃	〃	8.2	0.022	11.5	6.3	1.40	1.16	0.69
〃	〃	〃	7.5	〃	〃	〃	8.2	0.022	11.5	6.3	1.40	1.16	0.69
〃	〃	〃	4.9	〃	〃	〃	5.3	0.014	8.9	5.8	1.67	1.78	0.68
〃	〃	〃	4.9	〃	〃	〃	5.4	0.014	8.9	5.8	1.65	1.76	0.67
4.0	Ac3	1.56	9.9	3.80	0.146	0.914	10.9	0.029	14.8	7.0	1.36	0.88	0.83
〃	〃	〃	10.0	〃	〃	〃	11.0	0.029	14.8	7.0	1.35	0.87	0.89
〃	〃	〃	7.6	〃	〃	〃	8.4	0.022	14.8	7.0	1.77	1.14	0.87
〃	〃	〃	7.4	〃	〃	〃	8.2	0.021	14.8	7.0	1.82	1.17	0.80
〃	〃	〃	5.0	〃	〃	〃	5.4	0.014	11.1	6.2	2.05	1.75	0.83
〃	〃	〃	4.9	〃	〃	〃	5.4	0.014	11.1	6.2	2.06	1.76	0.84
4.0	Ac5	1.56	10.1	3.80	0.146	0.914	11.0	0.029	13.4	6.7	1.21	0.86	0.74
〃	〃	〃	9.9	〃	〃	〃	10.8	0.028	13.4	6.7	1.24	0.88	0.76
〃	〃	〃	7.5	〃	〃	〃	8.2	0.021	9.6	5.9	1.18	1.17	0.58
〃	〃	〃	7.4	〃	〃	〃	8.1	0.021	9.6	5.9	1.18	1.17	0.58
〃	〃	〃	4.9	〃	〃	〃	5.4	0.014	8.5	5.7	1.58	1.76	0.64
〃	〃	〃	4.9	〃	〃	〃	5.4	0.014	8.9	5.8	1.66	1.77	0.68

潮位 A、P+	粗度	T	H	L_0	d/L_0	H/H_0	H_0	H_0/L_0	R	標高	R/H_0	h/H_0	遡上比 R/H_0 R_0/H_0
m		sec	cm	m			cm		cm	m			
4.0	Ba3	1.56	10.2	3.80	0.146	0.914	11.2	0.029	13.4	6.7	1.20	0.85	0.73
〃	〃	〃	10.2	〃	〃	〃	11.2	0.029	13.4	6.7	1.20	0.85	0.73
〃	〃	〃	7.7	〃	〃	〃	8.4	0.022	13.4	6.7	1.60	1.13	0.79
〃	〃	〃	7.6	〃	〃	〃	8.3	0.022	13.4	6.7	1.61	1.14	0.80
〃	〃	〃	5.2	〃	〃	〃	5.6	0.015	13.4	6.7	2.38	1.69	0.97
〃	〃	〃	5.2	〃	〃	〃	5.7	0.015	13.4	6.7	2.36	1.67	0.96
4.0	Ba5	1.56	10.2	3.80	0.146	0.914	11.1	0.029	13.4	6.7	1.20	0.85	0.74
〃	〃	〃	10.3	〃	〃	〃	11.3	0.030	13.4	6.7	1.19	0.84	0.73
〃	〃	〃	7.6	〃	〃	〃	8.3	0.022	11.5	6.3	1.38	1.14	0.68
〃	〃	〃	7.8	〃	〃	〃	8.5	0.023	11.5	6.3	1.34	1.16	0.66
〃	〃	〃	5.2	〃	〃	〃	5.6	0.015	9.6	5.9	1.70	1.69	0.65
〃	〃	〃	5.1	〃	〃	〃	5.6	0.015	9.6	5.9	1.72	1.70	0.66
4.0	Ba7	1.56	10.3	3.80	0.146	0.914	11.3	0.030	11.5	6.3	1.02	0.84	0.63
〃	〃	〃	10.3	〃	〃	〃	11.3	0.030	11.5	6.3	1.02	0.84	0.63
〃	〃	〃	7.7	〃	〃	〃	8.4	0.022	9.6	5.9	1.14	1.13	0.56
〃	〃	〃	7.7	〃	〃	〃	8.5	0.022	9.6	5.9	1.13	1.12	0.56
〃	〃	〃	5.0	〃	〃	〃	5.4	0.014	7.8	5.6	1.44	1.75	0.59
〃	〃	〃	5.0	〃	〃	〃	5.4	0.014	7.8	5.6	1.44	1.75	0.59
4.0	Bb3	1.56	9.9	3.80	0.146	0.914	10.8	0.028	11.5	6.3	1.07	0.88	0.65
〃	〃	〃	10.0	〃	〃	〃	11.0	0.029	11.5	6.3	1.05	0.87	0.64
〃	〃	〃	7.5	〃	〃	〃	8.3	0.022	11.5	6.3	1.40	1.15	0.69
〃	〃	〃	7.4	〃	〃	〃	8.2	0.021	11.5	6.3	1.41	1.17	0.70
〃	〃	〃	5.0	〃	〃	〃	5.5	0.014	11.5	6.3	2.11	1.74	0.86
〃	〃	〃	5.0	〃	〃	〃	5.5	0.014	11.5	6.3	2.11	1.74	0.86

潮位 A、P+	粗度	T	H	L_0	d/L_0	H/H_0	H_0	H_0/L_0	R	標高	R/H_0	h/H_0	遡上比 $R/H_0 \sqrt{F/H_0}$
m		sec	cm	m			cm		cm	m			
4.0	Ba3	1.56	10.2	3.80	0.146	0.914	11.2	0.029	13.4	6.7	1.20	0.85	0.73
〃	〃	〃	10.2	〃	〃	〃	11.2	0.029	13.4	6.7	1.20	0.85	0.73
〃	〃	〃	7.7	〃	〃	〃	8.4	0.022	13.4	6.7	1.60	1.13	0.79
〃	〃	〃	7.6	〃	〃	〃	8.3	0.022	13.4	6.7	1.61	1.14	0.80
〃	〃	〃	5.2	〃	〃	〃	5.6	0.015	13.4	6.7	2.38	1.69	0.97
〃	〃	〃	5.2	〃	〃	〃	5.7	0.015	13.4	6.7	2.36	1.67	0.96
4.0	Ba5	1.56	10.2	3.80	0.146	0.914	11.1	0.029	13.4	6.7	1.20	0.85	0.74
〃	〃	〃	10.3	〃	〃	〃	11.3	0.030	13.4	6.7	1.19	0.84	0.73
〃	〃	〃	7.6	〃	〃	〃	8.3	0.022	11.5	6.3	1.38	1.14	0.68
〃	〃	〃	7.8	〃	〃	〃	8.5	0.023	11.5	6.3	1.34	1.16	0.66
〃	〃	〃	5.2	〃	〃	〃	5.6	0.015	9.6	5.9	1.70	1.69	0.65
〃	〃	〃	5.1	〃	〃	〃	5.6	0.015	9.6	5.9	1.72	1.70	0.66
4.0	Ba7	1.56	10.3	3.80	0.146	0.914	11.3	0.030	11.5	6.3	1.02	0.84	0.63
〃	〃	〃	10.3	〃	〃	〃	11.3	0.030	11.5	6.3	1.02	0.84	0.63
〃	〃	〃	7.7	〃	〃	〃	8.4	0.022	9.6	5.9	1.14	1.13	0.56
〃	〃	〃	7.7	〃	〃	〃	8.5	0.022	9.6	5.9	1.13	1.12	0.56
〃	〃	〃	5.0	〃	〃	〃	5.4	0.014	7.8	5.6	1.44	1.75	0.59
〃	〃	〃	5.0	〃	〃	〃	5.4	0.014	7.8	5.6	1.44	1.75	0.59
4.0	Bb3	1.56	9.9	3.80	0.146	0.914	10.8	0.028	11.5	6.3	1.07	0.88	0.65
〃	〃	〃	10.0	〃	〃	〃	11.0	0.029	11.5	6.3	1.05	0.87	0.64
〃	〃	〃	7.5	〃	〃	〃	8.3	0.022	11.5	6.3	1.40	1.15	0.69
〃	〃	〃	7.4	〃	〃	〃	8.2	0.021	11.5	6.3	1.41	1.17	0.70
〃	〃	〃	5.0	〃	〃	〃	5.5	0.014	11.5	6.3	2.11	1.74	0.86
〃	〃	〃	5.0	〃	〃	〃	5.5	0.014	11.5	6.3	2.11	1.74	0.86

潮位 A、P+	粗度	T	H	L_0	d/L_0	H/H_0	H_0	H_0/L_0	R	標高	R/H_0	h/H_0	遡上比 R/H_0/R_0/H_0
m		sec	cm	m			cm		cm	m			
4.0	Bb5	1.56	10.0	3.80	0.146	0.914	11.0	0.029	11.5	6.3	1.05	0.87	0.64
〃	〃	〃	10.0	〃	〃	〃	11.0	0.029	11.5	6.3	1.05	0.87	0.64
〃	〃	〃	7.5	〃	〃	〃	8.2	0.021	8.7	5.7	1.07	1.17	0.53
〃	〃	〃	7.5	〃	〃	〃	8.2	0.022	8.7	5.7	1.06	1.16	0.52
〃	〃	〃	4.9	〃	〃	〃	5.4	0.014	8.7	5.7	1.61	1.76	0.66
〃	〃	〃	5.0	〃	〃	〃	5.5	0.014	8.2	5.6	1.50	1.74	0.61
4.0	Bc3	1.56	9.8	3.80	0.146	0.914	10.8	0.028	13.4	6.7	1.25	0.88	0.76
〃	〃	〃	9.9	〃	〃	〃	10.8	0.029	13.4	6.7	1.24	0.88	0.76
〃	〃	〃	7.4	〃	〃	〃	8.1	0.021	13.4	6.7	1.66	1.17	0.82
〃	〃	〃	7.5	〃	〃	〃	8.2	0.021	13.4	6.7	1.65	1.17	0.81
〃	〃	〃	4.8	〃	〃	〃	5.3	0.014	9.6	5.9	1.82	1.80	0.74
〃	〃	〃	4.8	〃	〃	〃	5.3	0.014	9.6	5.9	1.84	1.82	0.75
4.0	Bc5	1.56	9.9	3.80	0.146	0.914	10.8	0.029	9.6	5.9	0.89	0.88	0.54
〃	〃	〃	9.8	〃	〃	〃	10.8	0.028	9.6	5.9	0.89	0.88	0.55
〃	〃	〃	7.5	〃	〃	〃	8.2	0.022	8.9	5.8	1.08	1.16	0.54
〃	〃	〃	7.5	〃	〃	〃	8.2	0.022	8.9	5.8	1.08	1.16	0.54
〃	〃	〃	4.9	〃	〃	〃	5.4	0.014	5.9	5.2	1.10	1.77	0.45
〃	〃	〃	4.9	〃	〃	〃	5.4	0.014	5.9	5.2	1.10	1.77	0.45

潮位 A、P+	粗度	T	H	L_0	d/L_0	H/H_0	H_0	H_0/L_0	R	標高	R/H_0	h/H_0	遡上比 R/H_0 R_0/H_0
m		sec	cm	m			cm		cm	m			
4.0	Bb5	1.56	10.0	3.80	0.146	0.914	11.0	0.029	11.5	6.3	1.05	0.87	0.64
〃	〃	〃	10.0	〃	〃	〃	11.0	0.029	11.5	6.3	1.05	0.87	0.64
〃	〃	〃	7.5	〃	〃	〃	8.2	0.021	8.7	5.7	1.07	1.17	0.53
〃	〃	〃	7.5	〃	〃	〃	8.2	0.022	8.7	5.7	1.06	1.16	0.52
〃	〃	〃	4.9	〃	〃	〃	5.4	0.014	8.7	5.7	1.61	1.76	0.66
〃	〃	〃	5.0	〃	〃	〃	5.5	0.014	8.2	5.6	1.50	1.74	0.61
4.0	Bc3	1.56	9.8	3.80	0.146	0.914	10.8	0.028	13.4	6.7	1.25	0.88	0.76
〃	〃	〃	9.9	〃	〃	〃	10.8	0.029	13.4	6.7	1.24	0.88	0.76
〃	〃	〃	7.4	〃	〃	〃	8.1	0.021	13.4	6.7	1.66	1.17	0.82
〃	〃	〃	7.5	〃	〃	〃	8.2	0.021	13.4	6.7	1.65	1.17	0.81
〃	〃	〃	4.8	〃	〃	〃	5.3	0.014	9.6	5.9	1.82	1.80	0.74
〃	〃	〃	4.8	〃	〃	〃	5.3	0.014	9.6	5.9	1.84	1.82	0.75
4.0	Bc5	1.56	9.9	3.80	0.146	0.914	10.8	0.029	9.6	5.9	0.89	0.88	0.54
〃	〃	〃	9.8	〃	〃	〃	10.8	0.028	9.6	5.9	0.89	0.88	0.55
〃	〃	〃	7.5	〃	〃	〃	8.2	0.022	8.9	5.8	1.08	1.16	0.54
〃	〃	〃	7.5	〃	〃	〃	8.2	0.022	8.9	5.8	1.08	1.16	0.54
〃	〃	〃	4.9	〃	〃	〃	5.4	0.014	5.9	5.2	1.10	1.77	0.45
〃	〃	〃	4.9	〃	〃	〃	5.4	0.014	5.9	5.2	1.10	1.77	0.45

潮位 A.P+	粗度	T	H	Lo	d／Lo	H／Ho	Ho	Ho／Lo	R	標高	R／Ho	h／Ho	遡上比 R／Ho／Ro／Ho
m		sec	cm	m			cm		cm	m			
4.0		1.12	9.4	1.96	0.284	0.943	10.0	0.051	9.5	5.9	0.95	0.95	
〃		〃	9.4	〃	〃	〃	9.9	0.051	9.5	5.9	0.96	0.96	0.96
〃		〃	7.3	〃	〃	〃	7.7	0.040	10.8	6.2	1.40	1.23	
〃		〃	7.3	〃	〃	〃	7.7	0.040	10.6	6.1	1.37	1.23	1.38
〃		〃	5.2	〃	〃	〃	5.5	0.028	7.2	5.4	1.32	1.74	
〃		〃	5.0	〃	〃	〃	5.3	0.027	7.4	5.5	1.41	1.81	1.37
4.0	Aa3	1.12	9.5	1.96	0.284	0.943	10.1	0.055	10.8	6.2	1.07	0.88	1.12
〃	〃	〃	9.5	〃	〃	〃	10.0	0.051	10.8	6.2	1.08	0.94	1.13
〃	〃	〃	7.5	〃	〃	〃	7.9	0.040	10.6	6.1	1.34	1.20	0.97
〃	〃	〃	7.5	〃	〃	〃	7.9	0.041	10.6	6.1	1.34	1.20	0.97
〃	〃	〃	5.2	〃	〃	〃	5.5	0.028	7.2	5.4	1.32	1.74	0.97
〃	〃	〃	5.0	〃	〃	〃	5.3	0.027	7.4	5.5	1.42	1.81	1.04
4.0	Aa5	1.12	9.5	1.96	0.284	0.943	10.1	0.052	9.6	5.9	0.95	0.94	0.99
〃	〃	〃	9.6	〃	〃	〃	10.2	0.052	9.6	5.9	0.94	0.93	0.98
〃	〃	〃	7.5	〃	〃	〃	8.0	0.041	9.6	5.9	1.20	1.19	0.87
〃	〃	〃	7.5	〃	〃	〃	7.9	0.041	9.6	5.9	1.22	1.20	0.88
〃	〃	〃	5.2	〃	〃	〃	5.5	0.028	7.2	5.4	1.32	1.74	0.97
〃	〃	〃	5.0	〃	〃	〃	5.3	0.027	7.2	5.5	1.42	1.81	1.04
4.0	Aa7	1.12	9.5	1.96	0.284	0.943	10.1	0.052	7.8	5.6	0.77	0.94	0.81
〃	〃	〃	9.5	〃	〃	〃	10.1	0.052	7.8	5.6	0.77	0.94	0.81
〃	〃	〃	7.4	〃	〃	〃	7.8	0.040	7.8	5.6	1.00	1.22	0.72
〃	〃	〃	7.4	〃	〃	〃	7.9	0.040	7.8	5.6	0.92	1.21	0.67
〃	〃	〃	5.0	〃	〃	〃	5.3	0.027	5.9	5.2	1.11	1.71	0.81
〃	〃	〃	5.0	〃	〃	〃	5.3	0.027	5.9	5.2	1.21	1.81	0.88

潮位 A.P+	粗度	T	H	Lo	d/Lo	H/Ho	Ho	Ho/Lo	R	標高	R/Ho	h/Ho	遡上比 R/Ho/Fo/Bo
m		sec	cm	m			cm		cm	m			
4.0		1.12	9.4	1.96	0.284	0.943	10.0	0.051	9.5	5.9	0.95	0.95	
〃		〃	9.4	〃	〃	〃	9.9	0.051	9.5	5.9	0.96	0.96	0.96
〃		〃	7.3	〃	〃	〃	7.7	0.040	10.8	6.2	1.40	1.23	
〃		〃	7.3	〃	〃	〃	7.7	0.040	10.6	6.1	1.37	1.23	1.38
〃		〃	5.2	〃	〃	〃	5.5	0.028	7.2	5.4	1.32	1.74	
〃		〃	5.0	〃	〃	〃	5.3	0.027	7.4	5.5	1.41	1.81	1.37
4.0	Aa3	1.12	9.5	1.96	0.284	0.943	10.1	0.055	10.8	6.2	1.07	0.88	1.12
〃	〃	〃	9.5	〃	〃	〃	10.0	0.051	10.8	6.2	1.08	0.94	1.13
〃	〃	〃	7.5	〃	〃	〃	7.9	0.040	10.6	6.1	1.34	1.20	0.97
〃	〃	〃	7.5	〃	〃	〃	7.9	0.041	10.6	6.1	1.34	1.20	0.97
〃	〃	〃	5.2	〃	〃	〃	5.5	0.028	7.2	5.4	1.32	1.74	0.97
〃	〃	〃	5.0	〃	〃	〃	5.3	0.027	7.4	5.5	1.42	1.81	1.04
4.0	Aa5	1.12	9.5	1.96	0.284	0.943	10.1	0.052	9.6	5.9	0.95	0.94	0.99
〃	〃	〃	9.6	〃	〃	〃	10.2	0.052	9.6	5.9	0.94	0.93	0.98
〃	〃	〃	7.5	〃	〃	〃	8.0	0.041	9.6	5.9	1.20	1.19	0.87
〃	〃	〃	7.5	〃	〃	〃	7.9	0.041	9.6	5.9	1.22	1.20	0.88
〃	〃	〃	5.2	〃	〃	〃	5.5	0.028	7.2	5.4	1.32	1.74	0.97
〃	〃	〃	5.0	〃	〃	〃	5.3	0.027	7.2	5.5	1.42	1.81	1.04
4.0	Aa7	1.12	9.5	1.96	0.284	0.943	10.1	0.052	7.8	5.6	0.77	0.94	0.81
〃	〃	〃	9.5	〃	〃	〃	10.1	0.052	7.8	5.6	0.77	0.94	0.81
〃	〃	〃	7.4	〃	〃	〃	7.8	0.040	7.8	5.6	1.00	1.22	0.72
〃	〃	〃	7.4	〃	〃	〃	7.9	0.040	7.8	5.6	0.92	1.21	0.67
〃	〃	〃	5.0	〃	〃	〃	5.3	0.027	5.9	5.2	1.11	1.71	0.81
〃	〃	〃	5.0	〃	〃	〃	5.3	0.027	5.9	5.2	1.21	1.81	0.88

潮位 A.P+	粗度	T	H	L_0	d/L_0	H/H_0	H_0	H_0/L_0	R	標高	R/H_0	h/H_0	遡上比 $R/H_0/R_0/H_0$
		sec	cm	m			cm		m				
4.0	Ab3	1.12	9.6	1.96	0.284	0.943	10.2	0.052	11.5	6.3	1.12	0.93	1.18
〃	〃	〃	9.5	〃	〃	〃	10.1	0.052	11.5	6.3	1.14	0.94	1.20
〃	〃	〃	7.7	〃	〃	〃	8.1	0.042	11.5	6.3	1.42	1.17	1.02
〃	〃	〃	7.7	〃	〃	〃	8.1	0.042	11.5	6.3	1.42	1.17	0.97
〃	〃	〃	5.2	〃	〃	〃	5.5	0.028	7.2	5.4	1.32	1.74	1.04
〃	〃	〃	5.0	〃	〃	〃	5.3	0.027	7.2	5.5	1.42	1.81	
													0.89
4.0	Ab5	1.12	9.7	1.96	0.284	0.943	10.3	0.053	8.7	5.7	0.85	0.93	0.91
〃	〃	〃	9.5	〃	〃	〃	10.1	0.055	8.7	5.7	0.86	0.94	0.76
〃	〃	〃	7.8	〃	〃	〃	8.3	0.043	8.7	5.7	1.05	1.14	0.77
〃	〃	〃	7.7	〃	〃	〃	8.2	0.042	8.7	5.7	1.07	1.16	0.78
〃	〃	〃	5.2	〃	〃	〃	5.5	0.028	5.9	5.2	1.07	1.73	0.78
〃	〃	〃	5.3	〃	〃	〃	5.6	0.029	5.9	5.2	1.06	1.70	0.77
4.0	Ac3	1.12	9.8	1.96	0.284	0.943	10.4	0.053	9.6	5.9	0.93	0.92	0.97
〃	〃	〃	9.8	〃	〃	〃	10.4	0.053	9.6	5.9	0.92	0.91	0.96
〃	〃	〃	7.8	〃	〃	〃	8.2	0.042	9.6	5.9	1.17	1.15	0.84
〃	〃	〃	7.7	〃	〃	〃	8.2	0.042	9.6	5.9	1.17	1.16	0.85
〃	〃	〃	5.2	〃	〃	〃	5.5	0.028	7.2	5.4	1.32	1.74	0.97
〃	〃	〃	5.0	〃	〃	〃	5.3	0.027	7.4	5.5	1.42	1.81	1.04
4.0	Ac5	1.12	9.9	1.96	0.284	0.943	10.5	0.054	8.9	5.8	0.85	0.90	0.89
〃	〃	〃	9.8	〃	〃	〃	10.4	0.053	8.9	5.8	0.85	0.91	0.90
〃	〃	〃	7.7	〃	〃	〃	8.1	0.042	5.9	5.2	0.73	1.17	0.53
〃	〃	〃	7.8	〃	〃	〃	8.3	0.042	5.9	5.2	0.71	1.15	0.52
〃	〃	〃	5.1	〃	〃	〃	5.4	0.028	5.9	5.2	1.10	1.77	0.80
〃	〃	〃	5.2	〃	〃	〃	5.5	0.028	5.9	5.2	1.07	1.73	0.78

潮位 A•P+	粗度	T	H	L_o	d／L_o	H／H_o	H_o	H_o／L_o	R	標高	R／H_o	h／H_o	遡上比 R／H_o／R₀／H_o
		sec	cm	m			cm		m				
4.0	Ab3	1.12	9.6	1.96	0.284	0.943	10.2	0.052	11.5	6.3	1.12	0.93	1.18
〃	〃	〃	9.5	〃	〃	〃	10.1	0.052	11.5	6.3	1.14	0.94	1.20
〃	〃	〃	7.7	〃	〃	〃	8.1	0.042	11.5	6.3	1.42	1.17	1.02
〃	〃	〃	7.7	〃	〃	〃	8.1	0.042	11.5	6.3	1.42	1.17	0.97
〃	〃	〃	5.2	〃	〃	〃	5.5	0.028	7.2	5.4	1.32	1.74	1.04
〃	〃	〃	5.0	〃	〃	〃	5.3	0.027	7.2	5.5	1.42	1.81	
													0.89
4.0	Ab5	1.12	9.7	1.96	0.284	0.943	10.3	0.053	8.7	5.7	0.85	0.93	0.91
〃	〃	〃	9.5	〃	〃	〃	10.1	0.055	8.7	5.7	0.86	0.94	0.76
〃	〃	〃	7.8	〃	〃	〃	8.3	0.043	8.7	5.7	1.05	1.14	0.77
〃	〃	〃	7.7	〃	〃	〃	8.2	0.042	8.7	5.7	1.07	1.16	0.78
〃	〃	〃	5.2	〃	〃	〃	5.5	0.028	5.9	5.2	1.07	1.73	0.78
〃	〃	〃	5.3	〃	〃	〃	5.6	0.029	5.9	5.2	1.06	1.70	0.77
4.0	Ac3	1.12	9.8	1.96	0.284	0.943	10.4	0.053	9.6	5.9	0.93	0.92	0.97
〃	〃	〃	9.8	〃	〃	〃	10.4	0.053	9.6	5.9	0.92	0.91	0.96
〃	〃	〃	7.8	〃	〃	〃	8.2	0.042	9.6	5.9	1.17	1.15	0.84
〃	〃	〃	7.7	〃	〃	〃	8.2	0.042	9.6	5.9	1.17	1.16	0.85
〃	〃	〃	5.2	〃	〃	〃	5.5	0.028	7.2	5.4	1.32	1.74	0.97
〃	〃	〃	5.0	〃	〃	〃	5.3	0.027	7.4	5.5	1.42	1.81	1.04
4.0	Ac5	1.12	9.9	1.96	0.284	0.943	10.5	0.054	8.9	5.8	0.85	0.90	0.89
〃	〃	〃	9.8	〃	〃	〃	10.4	0.053	8.9	5.8	0.85	0.91	0.90
〃	〃	〃	7.7	〃	〃	〃	8.1	0.042	5.9	5.2	0.73	1.17	0.53
〃	〃	〃	7.8	〃	〃	〃	8.3	0.042	5.9	5.2	0.71	1.15	0.52
〃	〃	〃	5.1	〃	〃	〃	5.4	0.028	5.9	5.2	1.10	1.77	0.80
〃	〃	〃	5.2	〃	〃	〃	5.5	0.028	5.9	5.2	1.07	1.73	0.78

潮位 A.P+	粗度	T	H	L_o	d/L_o	H/H	H_o	H_o/L_o	R	標高	R/H_o	h/H_o	遡上比 $R/H_o/R_o/H_o$
m		sec	cm	m			cm		cm	m			
4.0	Ba3	1.12	9.2	1.96	0.284	0.943	9.7	0.050	9.5	5.9	0.98	0.98	1.02
〃	〃	〃	9.3	〃	〃	〃	9.8	0.050	9.5	5.9	0.98	0.97	1.01
〃	〃	〃	7.5	〃	〃	〃	7.9	0.041	9.8	6.0	1.20	1.20	0.87
〃	〃	〃	7.6	〃	〃	〃	8.1	0.041	9.8	6.0	1.18	1.18	0.85
〃	〃	〃	5.2	〃	〃	〃	5.5	0.028	7.2	5.4	1.32	1.74	0.97
〃	〃	〃	5.0	〃	〃	〃	5.3	0.027	7.4	5.5	1.42	1.81	1.04
4.0	Ba5	1.12	9.3	1.96	0.284	0.943	9.9	0.051	9.6	5.9	0.97	0.96	1.02
〃	〃	〃	9.3	〃	〃	〃	9.9	0.050	9.6	5.9	0.97	0.96	1.02
〃	〃	〃	7.5	〃	〃	〃	7.9	0.040	9.6	5.9	1.22	1.20	0.88
〃	〃	〃	7.4	〃	〃	〃	7.8	0.040	9.6	5.9	1.23	1.21	0.89
〃	〃	〃	5.2	〃	〃	〃	5.5	0.028	7.2	5.4	1.32	1.74	0.97
〃	〃	〃	5.0	〃	〃	〃	5.3	0.027	7.4	5.5	1.42	1.81	1.04
4.0	Ba7	1.12	9.6	1.96	0.284	0.943	10.1	0.052	5.9	5.2	0.58	0.94	0.61
〃	〃	〃	9.5	〃	〃	〃	10.0	0.051	5.9	5.2	0.59	0.95	0.62
〃	〃	〃	7.5	〃	〃	〃	8.0	0.041	5.9	5.2	0.74	1.19	0.54
〃	〃	〃	7.5	〃	〃	〃	7.9	0.040	5.9	5.2	0.75	1.20	0.54
〃	〃	〃	5.0	〃	〃	〃	5.3	0.027	5.9	5.2	1.13	1.81	0.82
〃	〃	〃	4.8	〃	〃	〃	5.1	0.026	5.9	5.2	1.16	1.87	0.85
4.0	Bb3	1.12	9.5	1.96	0.284	0.943	10.1	0.052	11.5	6.3	1.14	0.94	1.20
〃	〃	〃	9.4	〃	〃	〃	9.9	0.051	11.5	6.3	1.16	0.97	1.21
〃	〃	〃	7.4	〃	〃	〃	7.9	0.040	11.5	6.3	1.46	1.21	1.05
〃	〃	〃	7.6	〃	〃	〃	8.0	0.041	11.5	6.3	1.44	1.19	1.04
〃	〃	〃	5.2	〃	〃	〃	5.5	0.028	7.2	5.4	1.32	1.74	0.97
〃	〃	〃	5.0	〃	〃	〃	5.3	0.027	7.4	5.5	1.42	1.81	1.04

潮位 A・P+	粗度	T	H	L_0	d/L_0	H/H	H_0	H_0/L_0	R	標高	R/H_0	h/H_0	遡上比 $R/H_0/R_0/H_0$
m		sec	cm	m			cm		cm	m			
4.0	Ba3	1.12	9.2	1.96	0.284	0.943	9.7	0.050	9.5	5.9	0.98	0.98	1.02
〃	〃	〃	9.3	〃	〃	〃	9.8	0.050	9.5	5.9	0.98	0.97	1.01
〃	〃	〃	7.5	〃	〃	〃	7.9	0.041	9.8	6.0	1.20	1.20	0.87
〃	〃	〃	7.6	〃	〃	〃	8.1	0.041	9.8	6.0	1.18	1.18	0.85
〃	〃	〃	5.2	〃	〃	〃	5.5	0.028	7.2	5.4	1.32	1.74	0.97
〃	〃	〃	5.0	〃	〃	〃	5.3	0.027	7.4	5.5	1.42	1.81	1.04
4.0	Ba5	1.12	9.3	1.96	0.284	0.943	9.9	0.051	9.6	5.9	0.97	0.96	1.02
〃	〃	〃	9.3	〃	〃	〃	9.9	0.050	9.6	5.9	0.97	0.96	1.02
〃	〃	〃	7.5	〃	〃	〃	7.9	0.040	9.6	5.9	1.22	1.20	0.88
〃	〃	〃	7.4	〃	〃	〃	7.8	0.040	9.6	5.9	1.23	1.21	0.89
〃	〃	〃	5.2	〃	〃	〃	5.5	0.028	7.2	5.4	1.32	1.74	0.97
〃	〃	〃	5.0	〃	〃	〃	5.3	0.027	7.4	5.5	1.42	1.81	1.04
4.0	Ba7	1.12	9.6	1.96	0.284	0.943	10.1	0.052	5.9	5.2	0.58	0.94	0.61
〃	〃	〃	9.5	〃	〃	〃	10.0	0.051	5.9	5.2	0.59	0.95	0.62
〃	〃	〃	7.5	〃	〃	〃	8.0	0.041	5.9	5.2	0.74	1.19	0.54
〃	〃	〃	7.5	〃	〃	〃	7.9	0.040	5.9	5.2	0.75	1.20	0.54
〃	〃	〃	5.0	〃	〃	〃	5.3	0.027	5.9	5.2	1.13	1.81	0.82
〃	〃	〃	4.8	〃	〃	〃	5.1	0.026	5.9	5.2	1.16	1.87	0.85
4.0	Bb3	1.12	9.5	1.96	0.284	0.943	10.1	0.052	11.5	6.3	1.14	0.94	1.20
〃	〃	〃	9.4	〃	〃	〃	9.9	0.051	11.5	6.3	1.16	0.97	1.21
〃	〃	〃	7.4	〃	〃	〃	7.9	0.040	11.5	6.3	1.46	1.21	1.05
〃	〃	〃	7.6	〃	〃	〃	8.0	0.041	11.5	6.3	1.44	1.19	1.04
〃	〃	〃	5.2	〃	〃	〃	5.5	0.028	7.2	5.4	1.32	1.74	0.97
〃	〃	〃	5.0	〃	〃	〃	5.3	0.027	7.4	5.5	1.42	1.81	1.04

潮位 A.P+	粗度	T	H	L_o	d/L_o	H/H_o	H_o	H_o/L_o	R	標高	R/H_o	h/H_o	遡上比 $R/H_o/\tilde{R}_o/\tilde{H}_o$
m	sec		cm	m			cm	cm	cm	m			
4.0	Bb5	1.12	9.4	1.96	0.284	0.943	10.0	0.051	7.4	5.5	0.74	0.96	0.78
〃	〃	〃	9.3	〃	〃	〃	9.9	0.051	7.4	5.5	0.75	0.96	0.78
〃	〃	〃	7.6	〃	〃	〃	8.1	0.041	5.9	5.2	0.73	1.18	0.53
〃	〃	〃	7.6	〃	〃	〃	8.0	0.041	5.9	5.2	0.74	1.19	0.53
〃	〃	〃	5.0	〃	〃	〃	5.3	0.027	5.9	5.2	1.11	1.78	0.81
〃	〃	〃	5.0	〃	〃	〃	5.3	0.027	5.9	5.2	1.12	1.81	0.82
4.0	Bc3	1.12	9.7	1.96	0.284	0.943	10.3	0.052	9.6	5.9	0.94	0.93	0.98
〃	〃	〃	9.7	〃	〃	〃	10.3	0.053	9.6	5.9	0.93	0.92	0.97
〃	〃	〃	7.7	〃	〃	〃	8.2	0.042	9.6	5.9	1.18	1.16	0.85
〃	〃	〃	7.6	〃	〃	〃	8.1	0.041	9.6	5.9	1.19	1.18	0.86
〃	〃	〃	5.2	〃	〃	〃	5.5	0.028	7.2	5.4	1.32	1.74	0.97
〃	〃	〃	5.0	〃	〃	〃	5.3	0.027	7.4	5.5	1.42	1.81	1.04
4.0	Bc5	1.12	9.6	1.96	0.284	0.943	10.2	0.052	5.8	5.2	0.57	0.93	0.59
〃	〃	〃	9.5	〃	〃	〃	10.1	0.052	5.8	5.2	0.57	0.94	0.60
〃	〃	〃	7.6	〃	〃	〃	8.1	0.041	5.8	5.2	0.72	1.18	0.52
〃	〃	〃	7.6	〃	〃	〃	8.0	0.041	5.8	5.2	0.72	1.18	0.52
〃	〃	〃	5.0	〃	〃	〃	5.5	0.027	5.8	5.2	1.10	1.79	0.80
〃	〃	〃	5.0	〃	〃	〃	5.3	0.027	5.8	5.2	1.10	1.80	0.80
〃	〃	〃											

表－7－1－4

潮位 A.P+	粗度	T	H	L_o	d/L_o	H/H_o	H_o	H_o/L_o	R	標高	R/H_o	h/H_o	遡上比 $R/H_o/R_o/H_o$
m	sec		cm	m			cm	cm	cm	m			
4.0	Bb5	1.12	9.4	1.96	0.284	0.943	10.0	0.051	7.4	5.5	0.74	0.96	0.78
〃	〃	〃	9.3	〃	〃	〃	9.9	0.051	7.4	5.5	0.75	0.96	0.78
〃	〃	〃	7.6	〃	〃	〃	8.1	0.041	5.9	5.2	0.73	1.18	0.53
〃	〃	〃	7.6	〃	〃	〃	8.0	0.041	5.9	5.2	0.74	1.19	0.53
〃	〃	〃	5.0	〃	〃	〃	5.3	0.027	5.9	5.2	1.11	1.78	0.81
〃	〃	〃	5.0	〃	〃	〃	5.3	0.027	5.9	5.2	1.12	1.81	0.82
4.0	Bc3	1.12	9.7	1.96	0.284	0.943	10.3	0.052	9.6	5.9	0.94	0.93	0.98
〃	〃	〃	9.7	〃	〃	〃	10.3	0.053	9.6	5.9	0.93	0.92	0.97
〃	〃	〃	7.7	〃	〃	〃	8.2	0.042	9.6	5.9	1.18	1.16	0.85
〃	〃	〃	7.6	〃	〃	〃	8.1	0.041	9.6	5.9	1.19	1.18	0.86
〃	〃	〃	5.2	〃	〃	〃	5.5	0.028	7.2	5.4	1.32	1.74	0.97
〃	〃	〃	5.0	〃	〃	〃	5.3	0.027	7.4	5.5	1.42	1.81	1.04
4.0	Bc5	1.12	9.6	1.96	0.284	0.943	10.2	0.052	5.8	5.2	0.57	0.93	0.59
〃	〃	〃	9.5	〃	〃	〃	10.1	0.052	5.8	5.2	0.57	0.94	0.60
〃	〃	〃	7.6	〃	〃	〃	8.1	0.041	5.8	5.2	0.72	1.18	0.52
〃	〃	〃	7.6	〃	〃	〃	8.0	0.041	5.8	5.2	0.72	1.18	0.52
〃	〃	〃	5.0	〃	〃	〃	5.5	0.027	5.8	5.2	1.10	1.79	0.80
〃	〃	〃	5.0	〃	〃	〃	5.3	0.027	5.8	5.2	1.10	1.80	0.80
〃	〃	〃											

表－7－1－4

7－2　堤防法勾1　1.8の場合

7－2－1　ま　え　が　き

荒川河口部の右岸堤防高は、A．P．＋8.90m（維持高）と決められているが、さらに土木研究所鹿島水理試験所で行なわれた模型実験[1]では河口部右岸－0.6㎞附近で波のうちあげ高が、AP＋10.7m～1,1.2,mに達することが判明しているので、堤防のり面および表小段上にさんによる粗度および消波ブロックによる消波工を設けて、波のうちあげ高を小さくすることが計画されている。

波のうちあげに対する粗度の効果については、昭和38年度に海岸研究室で行なつた実験結果[2]によれば、粗度（さん）の大きさ、間かく、および本数を適当に組み合わせることによつて、うちあげ高を3～4割程度小さくすることが出来ることが判明している。

しかしながら、この実験における堤防表のりこう配は1：2.5であつたのに対し、今回計画中の河口部堤防ののりこう配は1：1.8とやや急であり、かつ波のうちあげ高もAP＋11mとかなり大きいので粗度のみによつてうちあげ高をAP＋8.90mに下げることはかなり困難であると考えられる。

ここでは、荒川下流工事事務所の依頼にもとづき、のり面粗度および消波工の種々の組み合わせについて、波うちあげ高に関する効果を検討するため海岸研究室で行なつた二次元水理模型実験について報告する。

7－2－2　実　験　条　件

実験に用いた堤防断面は、－0.6㎞附近（図7－2－1）のもので、図7－2－2に示してある。

堤防のりこう配は、小段以下が3割、小段以上が1.8割であり、小段は水平でその幅は約20mである。

堤防の天ば高はAP＋8.90mであるが、模型ではうちあげ高を測定する必要上約AP＋20mに相当する高さまでのばしてある。

計画潮位はAP＋5.10m、小段の高さはAP＋3.00m、計画波は河口部中央で波高3.37m、周期7.75秒程度であるが、消波効果を検討する必要上、実験では潮位はAP＋5.10mおよび＋4.00mの2種類、小段の高さはAP＋3.00mおよび＋4.00mの2種類、波高は1～5m、周期は5～8秒について検討する。

高潮時に河口から侵入する波は、地形の影響を受けて屈折し、河川堤防に斜めに入射するのが普通であるが、－0.6㎞附近は堤防法線が大きくわん曲しており、さきに行われた実験[1]でも波は堤防にほぼ直角に近い角度で入射しているので、一応二次元的に考えて大差は無いと考えられる。

しかしながらこれより上流側の堤防法線が河道に平行な直線部分については、波は堤防に斜めに入射し、二次元模型の場合と条件が異なるわけであるが、粗度および消波工の効果については斜めに入射する場合と直角に入射する場合との間に著しい差異はないと考えられ、かつ実験方法の難易などを考えて、この実験では二次元模型により検討を行なつた。

なお、この実験では風の影響は考慮していない。

(表７－２－１)　－0.6㎞地点の波高およびうちあげ高
(鹿島水理試験所実験結果[1]による)
潮位：ＡＰ＋5.10m

波　高	波高（H。）m	周期（T）sec	うちあげ高（R）m	潮位＋うちあげ高ＡＰ＋m
S	3.37	7.75	6.1	11.2
S11°15 E	2.92	7.75	5.8	10.9
S15°　.W	1.93	7.75	5.6	10.7

7－2－3　実験装置および方法

(i)　実験装置

模型実験は、建設省土木研究所赤羽分室内の二次元造波水槽で行なつた。水槽は延長35.0m、高さ、2.0m、幅0.6mの鋼鉄製で、その一端に造波機が設置されている。(図7－1－3)

水路の他端に図7－1－3のような模型を設置した。模型はすべて木製で、縮尺は1／25である。

堤防模型はＡＰ＋3.00m以上ののり面を白ペンキで塗装し、この上に幅5㎝、間隔1㎝の目盛をのり面中央部に黒ペンキでかき、うちあげ高が読み取れるようにした。

小段の高さをＡＰ＋4.00mにする場合は、ＡＰ＋3.00mの小段上に板をのせて釘付けとした。

(ii)　相　似　率

フルードの相似率に従うと考えると、実物と模型の関係は次のように表わされる。

$$\frac{V_m}{\sqrt{g \cdot \ell_m}} \Big/ \frac{V_p}{\sqrt{g \cdot \ell_p}}$$

ここで、Ｖ：速度、ℓ：長さ、ｇ：重力の加速度、サフイックスのＰは実物を、mは模型を示す。

長さの縮尺　$\ell_m / \ell_p = 1/S = 1/25$とすると

時間の縮尺　$t_m / t_p = 1/\sqrt{S} = 1/5$

重量の縮尺　$W_m / W_p = 1/S^3 = 1/15{,}625$

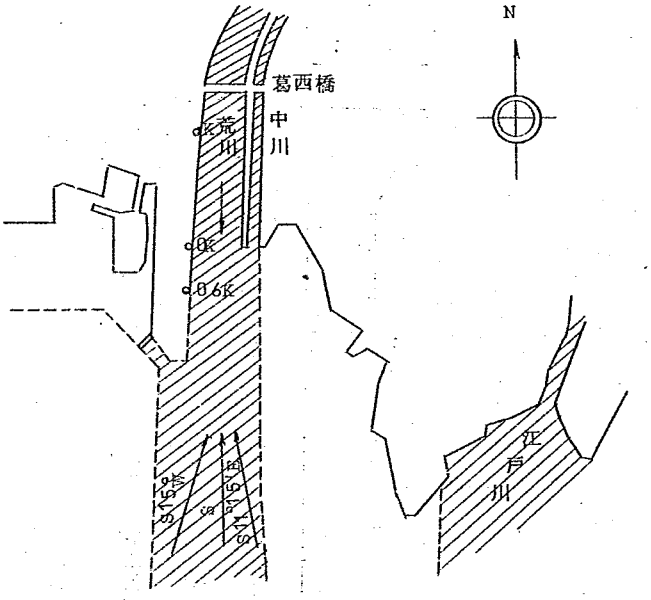
となる。

(iii)　粗度および消波工の構造

粗度は木製のさんを用い、のり面上に釘付けとした。粗度の形、本数、および間隔は図7－2－4に示す。これは、荒川下流工事事務所により示された、断面30㎝×30㎝、中心間隔1.60mに相当するものである。

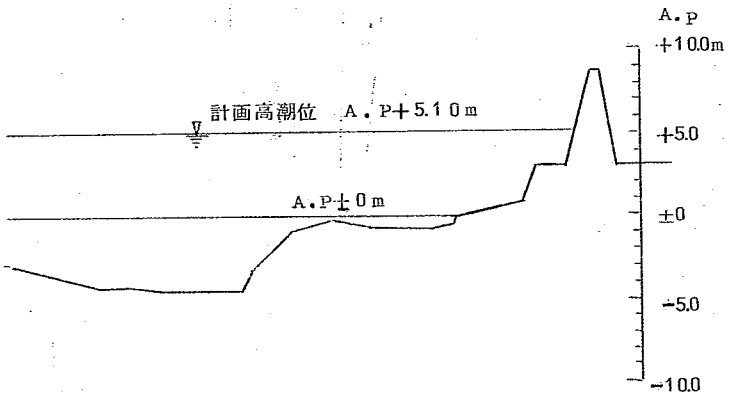
消波工にはテトラポットおよび中空三角ブロックを用いた。いずれもモルタル製で、テトラポットは1t、2t、4tに相当するもの、中空三角ブロックは4tに相当するものを用いた。テトラポットの場合は二層積みの場合と一層積みの場合とについて実験したが、中空三角ブロックでは一層のみとした。配置の詳細は図7－2－4および表7－2－2に示してある。

なお、使用ブロックの種類および重量はつぎのとおり。

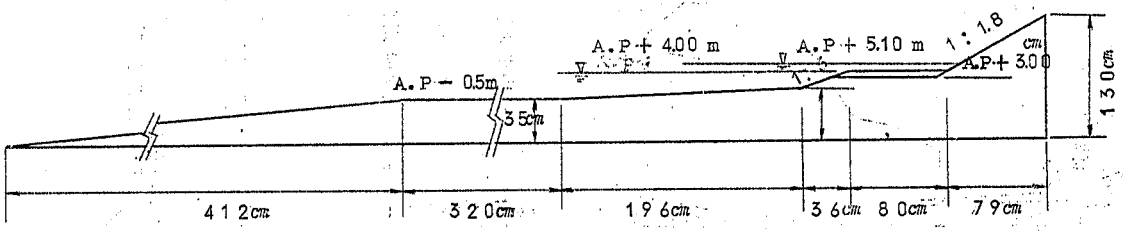


図—7—2—1　荒川平面図

河口部（－0.6K）標準横断図

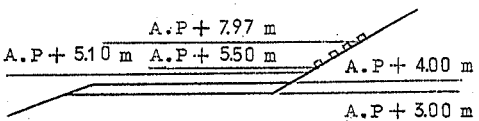


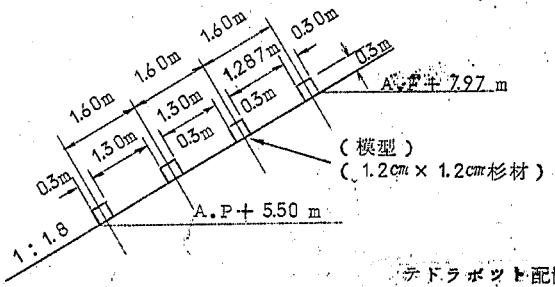
図—7—2—2



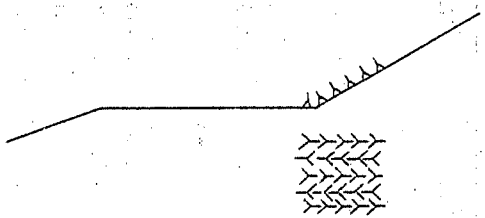
図—7—1—3　提防模型断面図

粗度詳細図

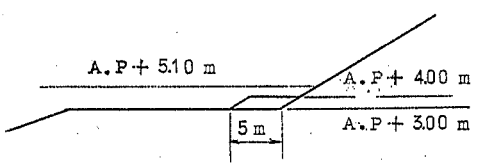




テトラポット配置図



小小段詳細図



中空三角ブロック配置図

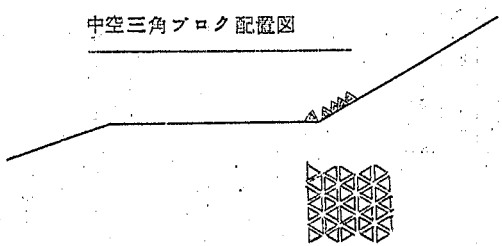


図 — 7 — 2 — 4

呼　称	実物	模型	
	重量	重量	比重
1 ton テトラポッド	0.895 ton	57.3 g	2.33
2 ton テトラポッド	1.76	113.1	2.20
3 ton テトラポッド	3.90	250.1	2.19
4 ton 中空三角ブロック	3.86	246.9	2.26

(4) 小小段の設置

消波工は、その天端高が高い程有効と考えられたので、表小段上にさらに幅 5.0m、高さ 1.0 m の小小段を設置してその効果を検討した。

(5) 実験方法

実験に使用した波は表 7－2－3 に示してある。波高の測定は水深一定の位置において電気抵抗線式波高計を用い、無現像電磁オッシログラフに自記させた。

うちあげ高は 8㎜シネカメラで撮影するとともに目測で読み取つた。

実験は同一条件で三回行ない、それぞれの波とうちあげ高を測定した。

波高は第5波から数えて１０波の測定値の算術的平均を用い、うちあげ高は１０個（入射第5波目から続いて１０個）の読取値の算術平均値を採用した。

表－7－2－2　実験タイプ一覧表

Type	小段高 3 m	小段高 4 m	小段	粗度 3 本	粗度 4 本	テトラポッド 1t 1層 3列	テトラポッド 1t 2層 2列3列	テトラポッド 2t 1層 4列	テトラポッド 2t 1層 5列	テトラポッド 2t 1層 6列	テトラポッド 2t 2層 2列3列	テトラポッド 4t 1層 3列	テトラポッド 4t 1層 4列	テトラポッド 4t 1層 5列	テトラポッド 4t 2層 2列3列	中空三角ブロック 4t 1層 2	中空三角ブロック 4t 1層 3	中空三角ブロック 4t 1層 4	中空三角ブロック 4t 1層 5列	略図
1	○																			A・P＋3.0 1:1.8
2		○																		A・P＋4.0 1:1.8
3	○									○										3.0
4	○		○																	3.0 4.0 1:1.8
5	○		○					○												3.0 4.0 1:1.8
6	○		○								○									3.0 4.0
7		○			○															4.0
8	○				○															3.0
9	○				○								○							3.0
10	○				○							○								3.0
11	○											○								3.0
12	○												○							3.0
13	○													○						3.0
14	○														○					3.0 1:1.8
15	○														○					3.0 1:1.8
16	○													○						3.0 1:1.8
17	○												○							3.0 1:1.8
18	○											○								3.0 1:1.8
19	○			○									○							3.0
20	○			○														○		3.0
21	○				○												○			3.0
22	○				○											○				3.0
23	○				○											○				3.0
24		○					○													4.0 1:1.8

表－7－2－3

波 / 潮位	波形勾配	原型		模型	
		波		波	
		周期	波高	周期	波高
A.P＋5.10m	0.050	8 sec	4.0 m	1.6sec	16cm
〃	0.040	〃	3.0	〃	12
〃	0.030	〃	2.0	〃	8
〃	0.020	〃	1.0	〃	4
A.P＋5.10m	0.050	7	3.75	1.4	15
〃	0.040	〃	3.0	〃	12
〃	0.030	〃	2.25	〃	9
〃	0.020	〃	1.5	〃	6
A.P＋5.10m	0.050	6	2.82	1.2	11.3
〃	0.040	〃	2.25	〃	9
〃	0.030	〃	1.69	〃	6.75
A.P＋5.10m	0.050	5	1.95	1.0	7.8
A.P＋4.0m	0.050	8	4.00	1.6	16
〃	0.040	〃	3.00	〃	12
〃	0.030	〃	2.00	〃	8
〃	0.020	〃	1.00	〃	4
A.P＋4.0m	0.050	7	3.75	1.4	15
〃	0.040	〃	3.00	〃	12
〃	0.030	〃	2.25	〃	9
〃	0.020	〃	1.50	〃	6
A P＋4.0m	0.050	6	2.82	1.2	11.5
	0.040	〃	2.25	〃	9
	0.030	〃	1.69	〃	6.75

7－2－4　実験結果およびその検討

(1)　粗度および消波工のない場合

図－7－2－5および図－7－2－6は粗度および消波工のない場合のうちあげ高を示したもので、それぞれ潮位と小段高との組合わせ4通りについて、周期別または比水深（h／L_0）ごとに整理してプロットしてある。ここでhは堤防表小段下ののり先水深を示す。

図－7－2－5は横軸に波高（H_0）、縦軸に波うちあげ高を標高にて示してある。潮位がA.P.＋5.10mで小段高が＋3.00mの場合（A）は大部分がA.P.＋8.00mを越え、最高は12mを越える。（B）の小段高が＋4.00mの場合は（A）にくらべてうちあげ高はかなり小さくなり、大部分は8.00m以下となる。潮位が＋4.00mの場合（C）、（D）は大体6～8mで計画堤防高より低い。

の場合をのぞけば、いずれの場合も波高H_0が大きくなつてもうちあげ高は余り大きくならない。これは幅20mの小段が大きく影響していると考えられる。さきの模型実験結果[1]（表－7－2－1参照）では波高が2～3.4mに対してうちあげ高は標高で約11mを示しているが、この実験は表小段が無い場合について実験したものであり、表小段設置はその後において計画されたものである。（A）によればH_0＝2～3.4mではうちあげ高は9m程度であり、小段を設置することによつてかなり効果があげられていると考えられる。

一般に表小段はその幅が波長の1／5～1／6位であつて、その高さが静水面に近い高さを持つている時は、波のうちあげに対してかなり有効に作用するとされており、海岸研究室の2、3、の研究結果[3][4]からもこの点は確かめられている。

図－7－2－6は、横軸に波のステイープネス（H_0/L_0）、縦軸に波うちあげ高の波高との比（R／H_0）でプロットしたもので、図－7－2－5と同様の組み合わせについて、比水深h／L_0をパラメーターとして示してある。

H_0/L_0が大きくなるとR／H_0は小さくなるが、之は図－7－2－5でも指摘したように、波高が大きくなつても波のうちあげ高はあまり大きくならないことを示している。

(ii)　粗度をつけた場合

図－7－2－7は粗度をつけた場合のうちあげ高を示す。これによれば、（A）ではH_0が4mをこえると、うちあげ高がまだ10mをこえる場合があるが、その他の場合は大体8m以下となつている。これを粗度のない場合（図－7－2－5）と較べてみると、平均して1m程度低くなつている。波によるうちあげ高はうちあげ高の標高＋7m～＋10mのうち2m～5mであるからかなり有効に働らいていると考えられるが、潮位は高い。（＋5.10m）場合や、波高H_0が大きい場合はそれ程効果はない様である。潮位が高い場合は、粗度の相対位置が低くなり、うちあげる波の水脈の厚い部分が粗度にあたることになるので効果が小さいと考えられる。

一般に粗度が有効に働らくのは、粗度（さん）の高さや間隔に対してうちあげる波の水脈がうすい場合である。このことから云つて、静水面に対して粗度の位置が低いと余り有効ではない。また同じ理由で、堤防ののり面こう配が急であると、はいあがる水脈も厚い場合が多いので、粗度はのりこう配がゆるやかになる程効果的であると考えられる。図－(A)は余り有効でない場合、(B)は比較的存効に働く場合を示す。

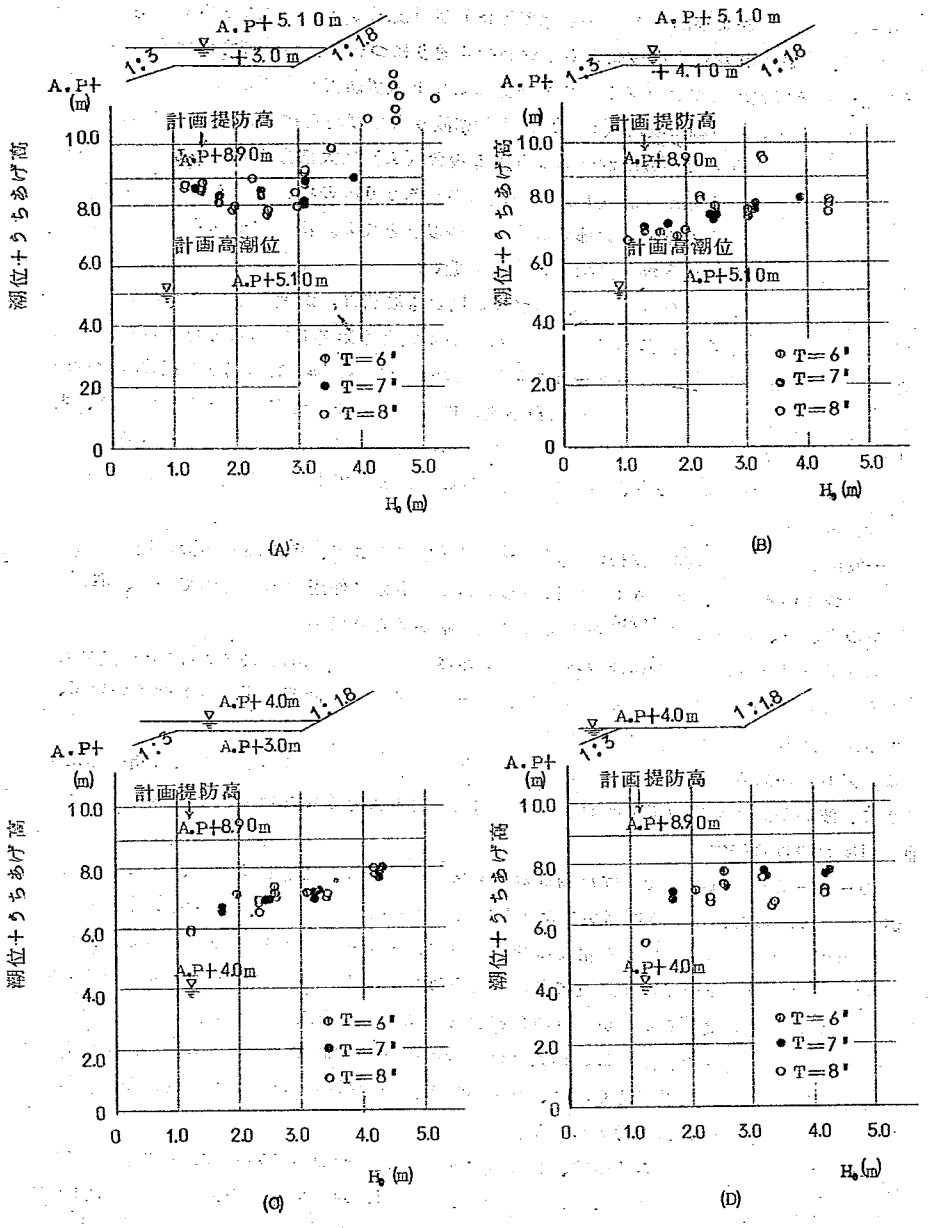
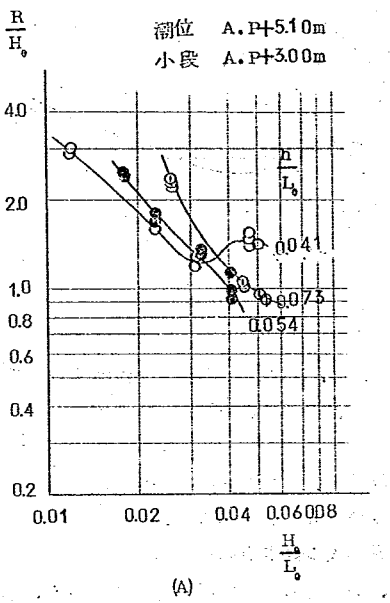
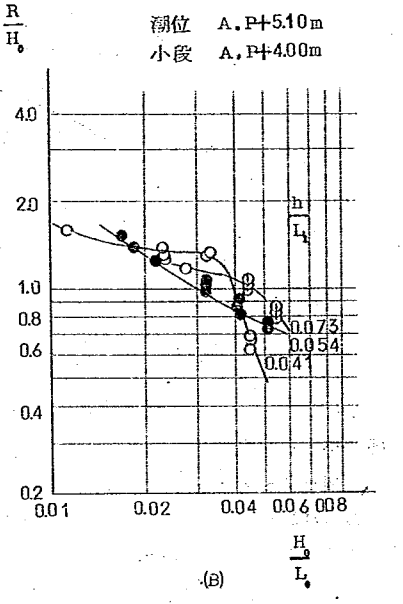
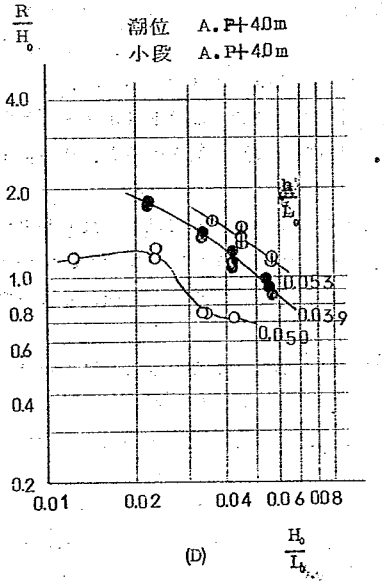
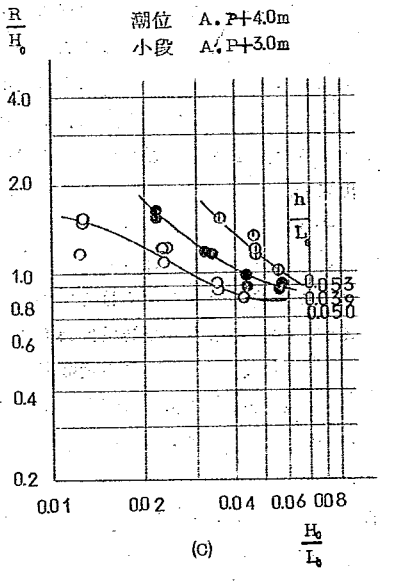

A.P+5.10m
1:3
+3.0m
1:1.8
A.P+
(m)
計画提防高
A.P+8.90m
計画高潮位
A.P+5.10m
潮位＋うちあげ高
T=6'
T=7'
T=8'
H₀ (m)
(A)
A.P+5.10m
1:3
+4.10m
1:1.8
(B)
A.P+4.0m
1:1.8
1:3
A.P+3.0m
A.P+4.0m
(C)
(D)

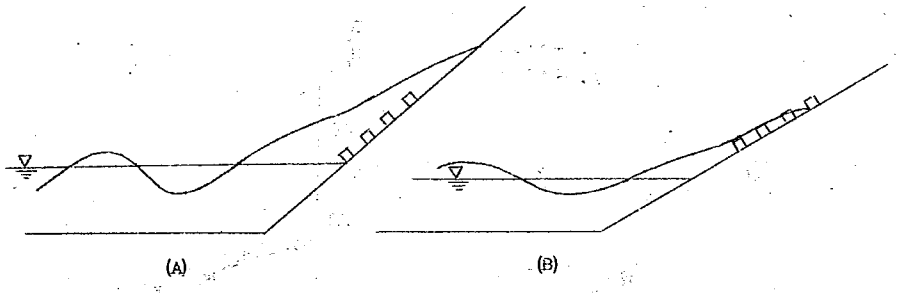
図 — 7 — 2 — 5


潮位 A.P+5.10m
小段 A.P+3.00m
R/H0
h/L0
0.041
0.073
0.054
4.0
2.0
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.01
0.02
0.04
0.06
0.08
H0/L0
(A)


潮位 A.P+5.10m
小段 A.P+4.00m
R/H0
h/L1
0.073
0.054
0.041
4.0
2.0
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.01
0.02
0.04
0.06
0.08
H0/L0
(B)


潮位 A.P+4.0m
小段 A.P+4.0m
R/H0
h/L0
0.053
0.039
0.050
4.0
2.0
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.01
0.02
0.04
0.06
0.08
H0/L0
(D)


潮位 A.P+4.0m
小段 A.P+3.0m
R/H0
h/L0
0.053
0.039
0.050
4.0
2.0
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.01
0.02
0.04
0.06
0.08
H0/L0
(C)



図－７－２－８は、図－７－２－６と同様に、H。／L。とR／H。標示によつて示したものである。これを図－７－２－６にくらべると、R／H。の値はかなり小さくなつている。

(ii) 小小段を設置した場合

図－７－２－９（A）は表小段の上に更に幅５m、高さ１mの小小段を設置した場合のうちあげ高を示している。これを図－７－２－５の（A）と較べると、この小小段を設置したためにうちあげ高はむしろ高くなつている。表小段の高さが高い程有効であると考えられたが、結果は逆であつた。これは小小段の幅が、小段として有効に働くには至らず、かえつて平均水面を高める作用をしたものと考えられる。

図－７－２－９の（C）は同様のケースについてH。／L。－R／H。標示を行なつたものである。図－７－２－６の（A）のh／L。が0.041の場合と同様に、この場合もh／L。＝0.041の場合がR／H。が例外的に高くなつているのが目立つている。

図－７－２－９の（B）は、この小小段上に図のように２ものテトラポツド（模型では約１１３g）を４列に並べた場合の結果を示す。同図の（A）に較らべると、その効果は理解出来る。

一般に消波工としてのブロック類は、その天ばが静水面に対して低いと余り効果がなく、高い程有効に働らくと考えられる。このため、テトラポツドを少なく使用し、かつテトラポツドの天ば高を高くする目的で小小段を設けてその上にテトラポツドを設置してみたのであるが、期待したような結果は得られなかつた。

すなわち、テトラによる消波効果を小小段によつて小さくするような結果となり、小小段の設置が構造的に相当の経費を要すると考えると、テトラの天ば高を高くするために小小段を設けることは得策ではないと考えられる。ただし、表小段全体が１m高くなつた場合はまた別の問題である。

(iv) テトラポツドを用いた場合

図－７－２－１０の(A)(B)は２ものテトラポツドを１層６列に配置した場合のうちあげ高を示したものである。図－７－２－５および図－７－２－６の(A)にくらべてうちあげ高もR／H。もかなり小さくなつているが、なお計画堤防高を多少こえるものがある。また図－７－２－６(A)のh／L。＝0.041に見られた特異点は図－７－２－１０(B)では見られなくな

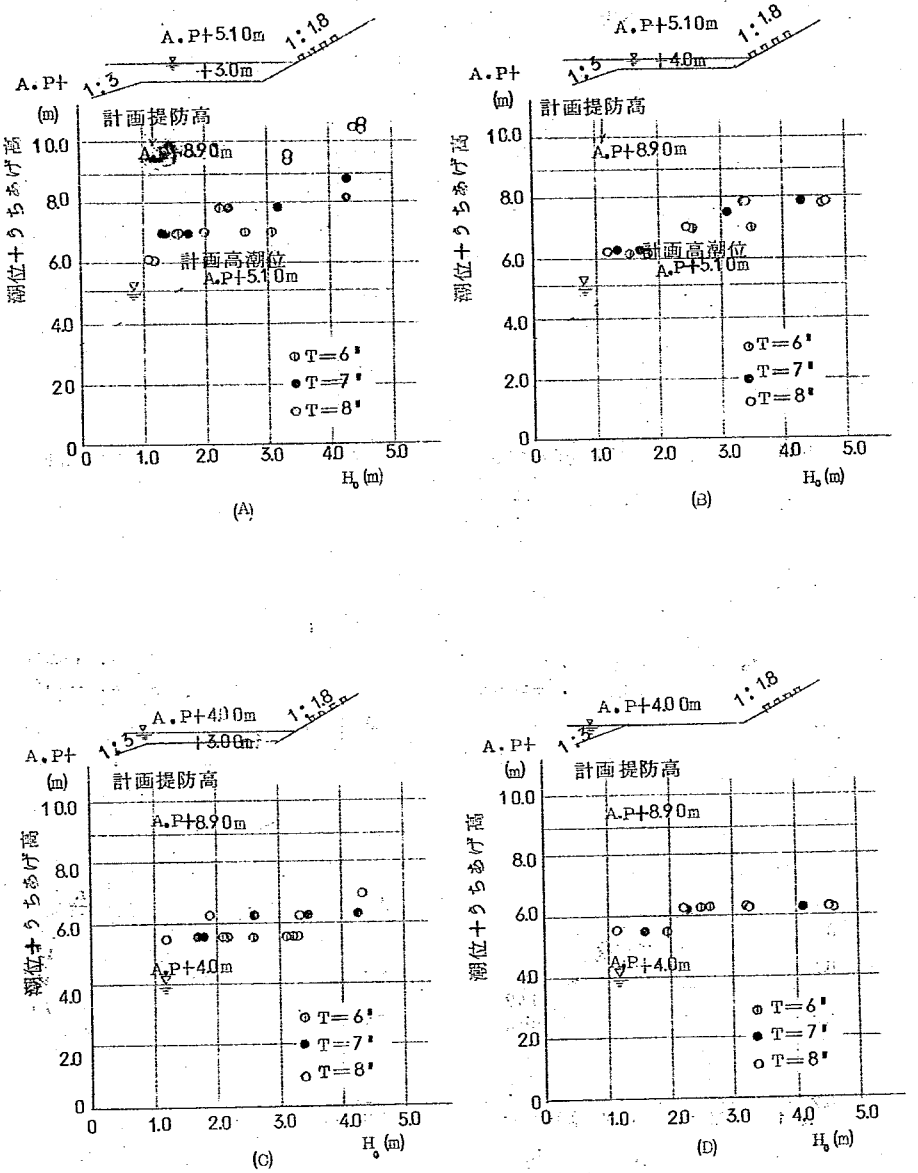
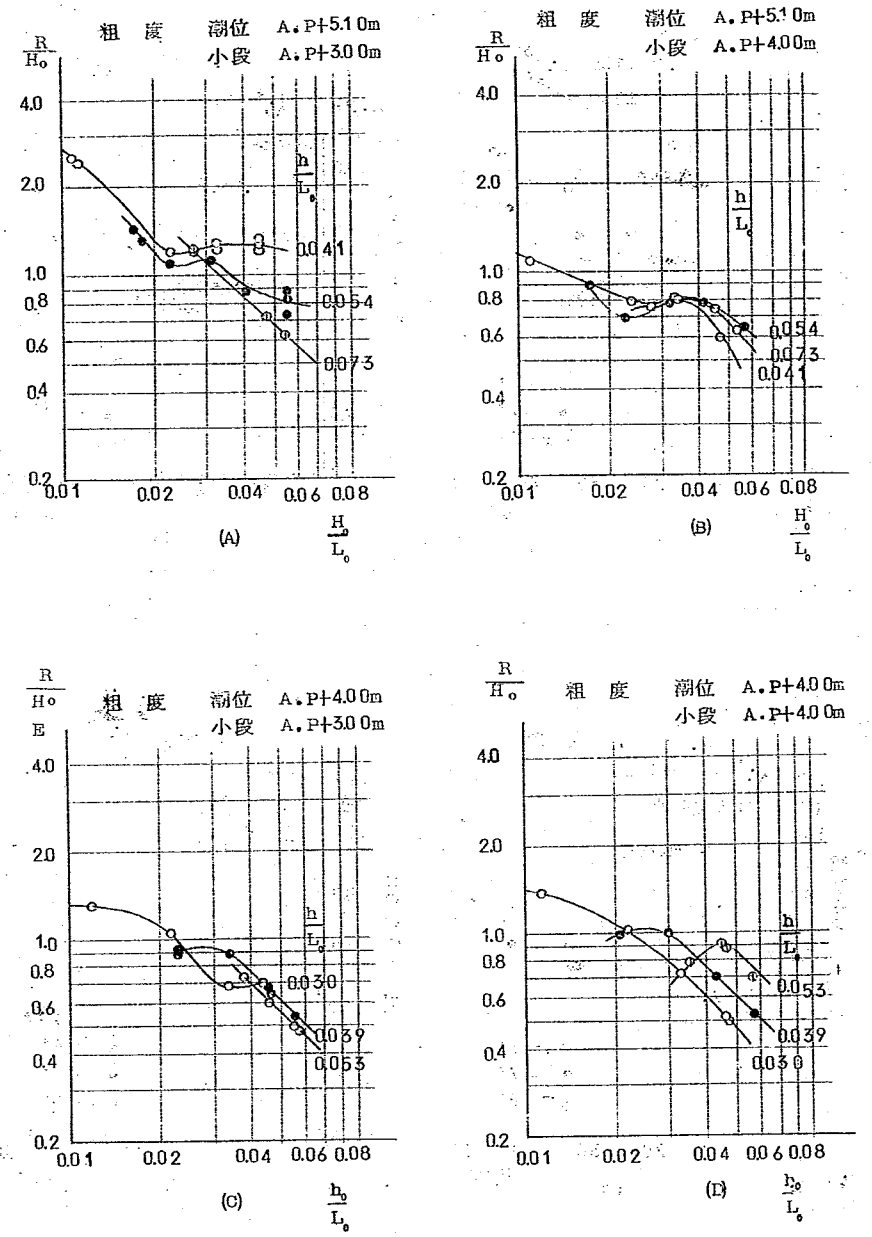

A.P+5.10m
1:1.8
A.P+
1:3
+3.0m
(m)
計画提防高
潮位＋うちあげ高
10.0
8.0
6.0
4.0
2.0
0
A.P+8.90m
計画高潮位
A.P+5.10m
T=6'
T=7'
T=8'
1.0
2.0
3.0
4.0
5.0
H0 (m)
(A)
A.P+5.10m
1:1.8
A.P+
1:3
+4.0m
(m)
計画提防高
潮位＋うちあげ高
A.P+8.90m
計画高潮位
A.P+5.10m
T=6'
T=7'
T=8'
H0 (m)
(B)
A.P+4.00m
1:1.8
A.P+
1:3
+3.00m
(m)
計画提防高
潮位＋うちあげ高
A.P+8.90m
A.P+4.0m
T=6'
T=7'
T=8'
H0 (m)
(C)
A.P+4.00m
1:1.8
A.P+
1:3
(m)
計画提防高
潮位＋うちあげ高
A.P+8.90m
A.P+4.0m
T=6'
T=7'
T=8'
H0 (m)
(D)

図 — 7 — 2 — 7


粗度
潮位 A.P+5.10m
小段 A.P+3.00m
R/Ho
4.0
2.0
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
h/Lo
0.041
0.054
0.073
0.01
0.02
0.04
0.06
0.08
(A)
H/Lo
粗度
潮位 A.P+5.10m
小段 A.P+4.00m
R/Ho
h/Lo
0.054
0.073
0.041
(B)
H0/L0
R/Ho
E
粗度
潮位 A.P+4.00m
小段 A.P+3.00m
0.030
0.039
0.053
(C)
h0/L0
R/Ho
粗度
潮位 A.P+4.00m
小段 A.P+4.00m
0.053
0.039
0.030
(D)
h0/L0

図－7－2－8

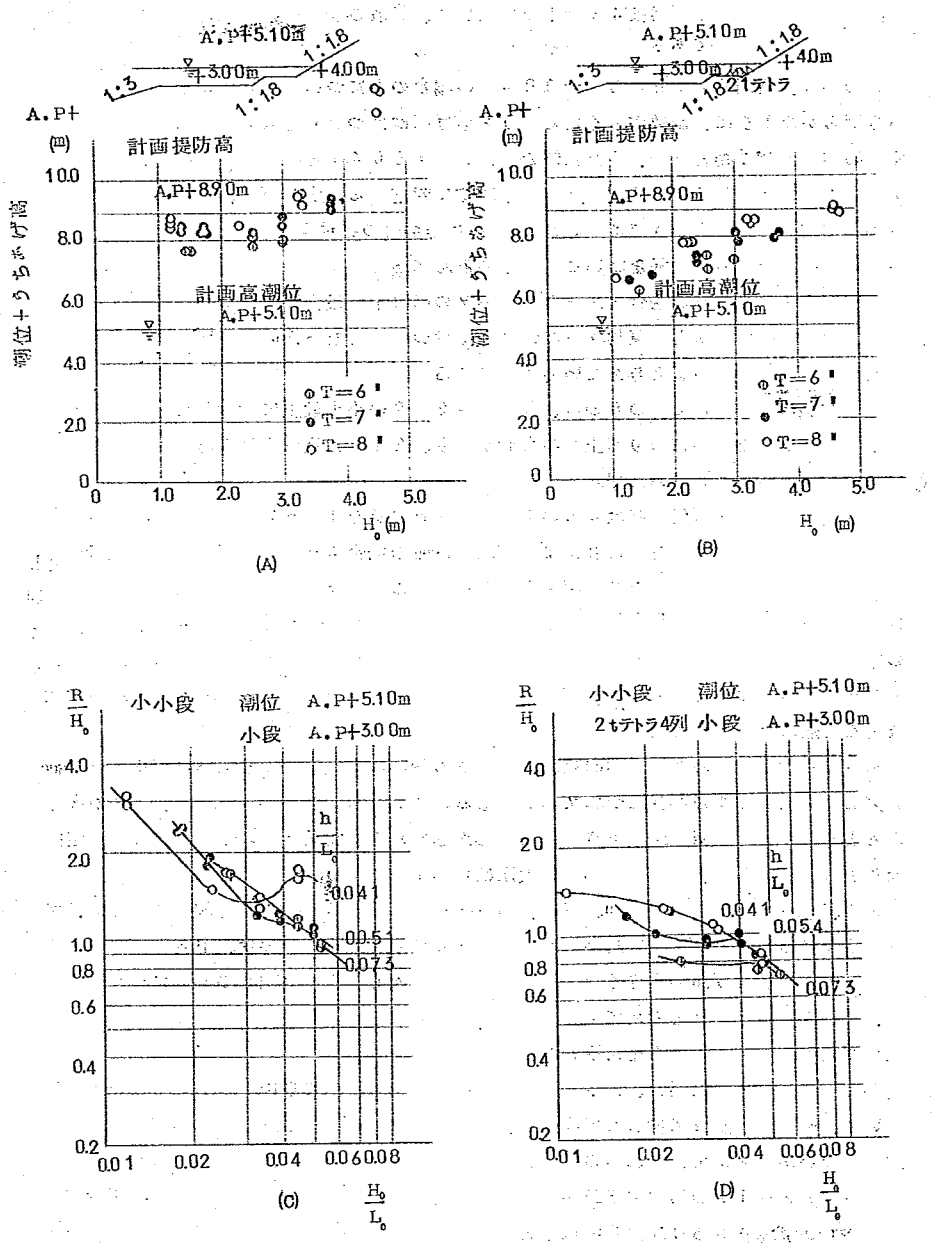

A.P+5.10m
1:1.8
1:1.3
+3.00m
+4.00m
1:1.8
A.P+
(m)
計画提防高
A.P+8.90m
計画高潮位
A.P+5.10m
潮位＋うちあげ高
T=6 "
T=7 "
T=8 "
H0 (m)
(A)
A.P+5.10m
1:1.8
1:1.5
+3.00m
+4.0m
1:1.8 2.1テトラ
A.P+
(m)
計画提防高
A.P+8.90m
計画高潮位
A.P+5.10m
潮位＋うちあげ高
T=6 "
T=7 "
T=8 "
H0 (m)
(B)
R/H0
小小段 潮位 A.P+5.10m
小段 A.P+3.00m
h/L0
0.041
0.05
0.073
H0/L0
(C)
R/H0
小小段 潮位 A.P+5.10m
2tテトラ4列 小段 A.P+3.00m
h/L0
0.041
0.054
0.073
H0/L0
(D)

図 — 7 — 2 — 9

くなつている。

図－7－2－10(C)、(D)は4tテトラを用いて、個数の変化に対するうちあげ高の変化をしらべてみたものである。

この場合、周期8秒でh／L。＝0.041の場合のみについて検討してある。（D）からも明らかなように、個数が多くなるとうちあげ高ははつきりと減少の傾向を示している。また(A)のT＝8″の場合と(C)、または(B)のh／L。＝0.041と(D)を比較してみると、2tテトラ6列は、4tテトラ4列と5列の中間位に対応する。すなわち、2t6列と4t4.5列とが対応しているようである。ただし、この場合の条件下においてであつて、常にこのような関係になるとは限らないことはもちろんである。

(D)の4tテトラ4列の場合を図－7－2－9の(D)の小小段上に2tテトラ4列を配置した場合と比較してみると、実験ケースが少なくはつきりしないが同じh／L。＝0.041に対してほぼ同程度の値を与えているようである。

なおテトラポツドの2tのものは、図－7－2－9の小小段上に設置した場合かなり不安定で、水平部ならびにのり面上での移動があり、2tでは重量不足と考えられる。

(V) 中空三角ブロツクを用いた場合

図－7－2－11の(A)、(B)は4tの中空三角ブロツクを1層5列に設置した場合のうちあげ高を示したものである。これによれば、T=8 secの場合もうちあげ高は＋8.0m程度となり、計画堤防高より低くなる。図－7－2－10のテトラポツドの場合にくらべて、周期および波高によるうちあげ高の差が小さい。図－7－2－10の(B)と図－7－2－11の(B)とを比較すると、H。／L。の小さい部分では、4t中空ブロツク5列の方が2tテトラポツド6列の場合よりややR／H。が小さいが、H。＝0.03～0.05のはんいでは、ほとんど差はみとめられない。

図－7－2－11の(C)および(D)は、ブロツクの個数の変化によるうちあげ高をT＝8 sec h／L。＝0.041の場合について示してある。テトラポツドの場合と同様、個数が多くなるとうちあげ高は明らかに小さくなる。しかしながら、実験ケースが少ないので決定的なことは云えないが、4列と5列では大差はないようである。

また、図－7－2－10の(C)、(D)と、図－7－2－11の(C)、(D)を比較してみると、ブロツクによる差異はほとんど認められないが、4列および5列の場合、中空三角ブロツクの方が多小うちあげ高が小さくなるようである。しかしながら実験値のバラツキを考えると、ほとんど差はないと考えても良いと思われる。

(VI) 粗度と中空三角ブロツクを組み合わせた場合

今まで粗度をつけた場合、テトラポツドを用いた場合、および中空三角を用いた場合について、それぞれ別々に検討してみたが、之を組み合わせて用うればより経済的かつ効果的ではないかと考えて、これらの組み合わせについて検討してみた。

図－7－2－12の(A)は中空三角ブロツク1層4列と粗度3列を組み合わせた場合で、T＝8 secの場合もうちあげ高は8m以下となる。また図－7－2－12の(B)は中空3列と粗度4列の組み合わせの場合である。この場合も、T＝8 secの場合うちあげ高は計画堤防高以下となる。

この両者を比較してみると、粗度1本の増減による効果にくらべて、ブロツク1列の増

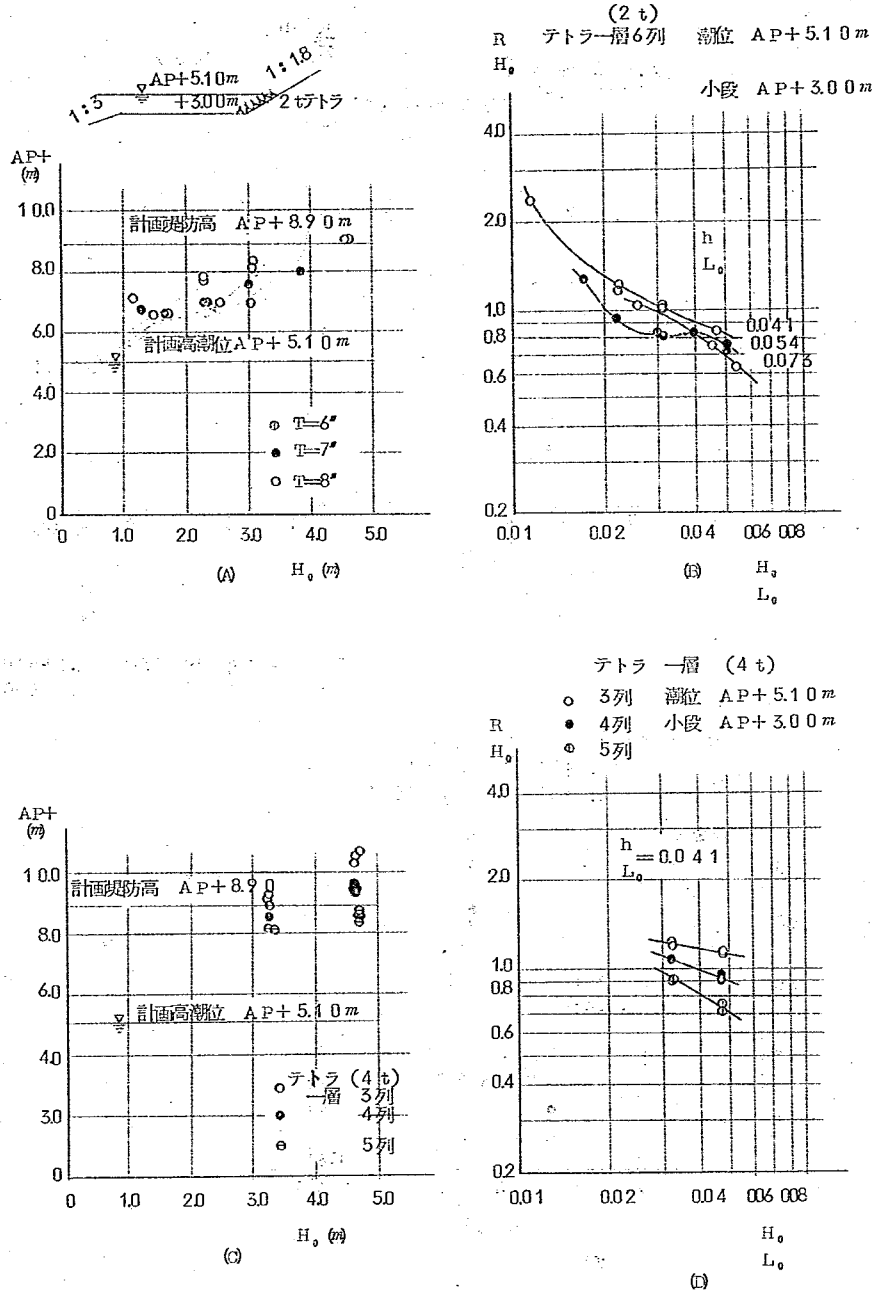

(2 t)
テトラ一層6列　潮位　AP＋5.10m
小段　AP＋3.00m
AP＋5.10m
＋3.00m
1:1.8
1:1.5
2tテトラ
計画堤防高　AP＋8.90m
計画高潮位AP＋5.10m
T=6″
T=7″
T=8″
h/L0
0.041
0.054
0.075
(A)
(B)
テトラ　一層　(4 t)
3列　潮位　AP＋5.10m
4列　小段　AP＋3.00m
5列
h/L0＝0.041
テトラ (4 t)
一層　3列
4列
5列
(C)
(D)

図7－2－10

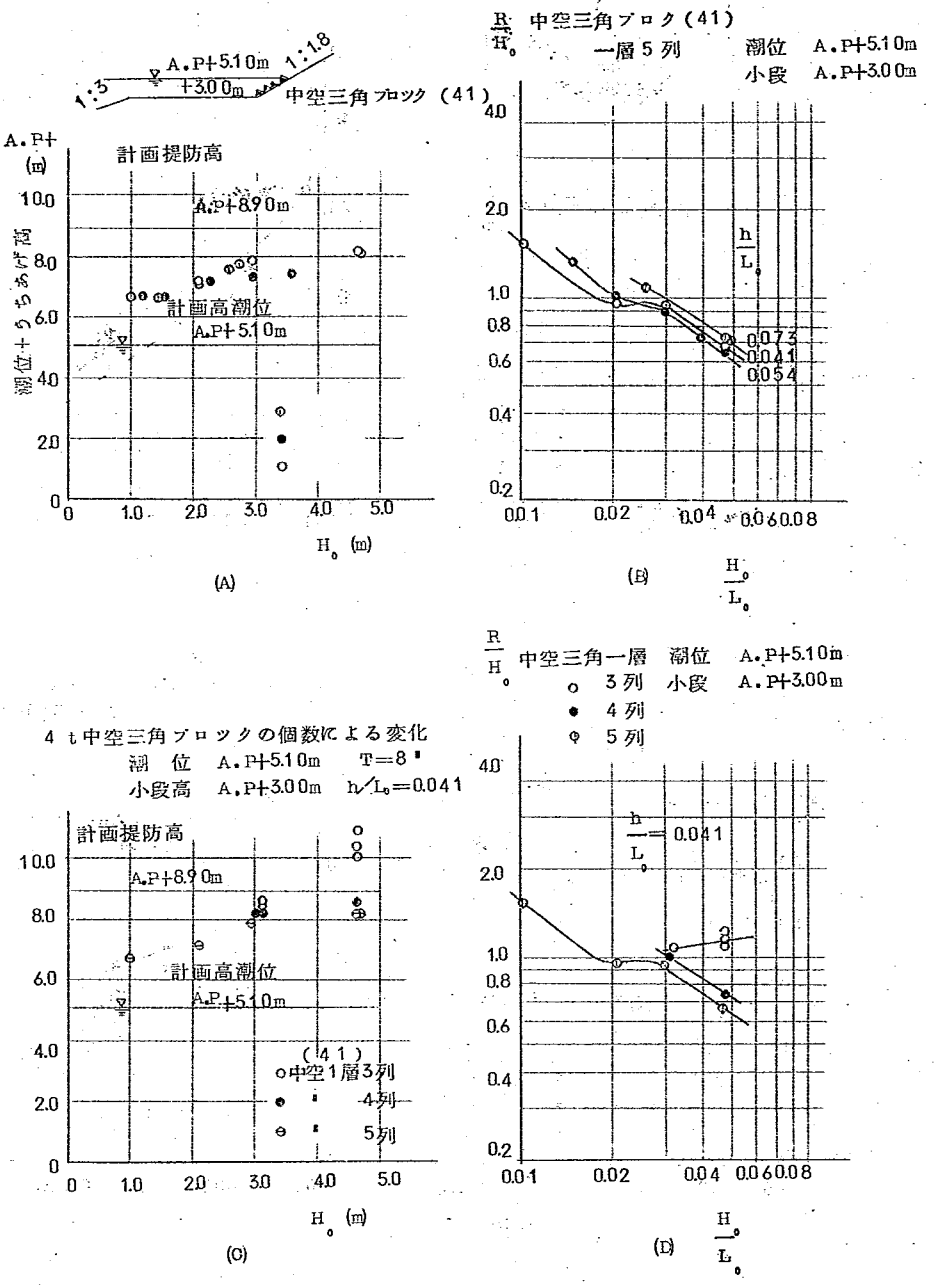
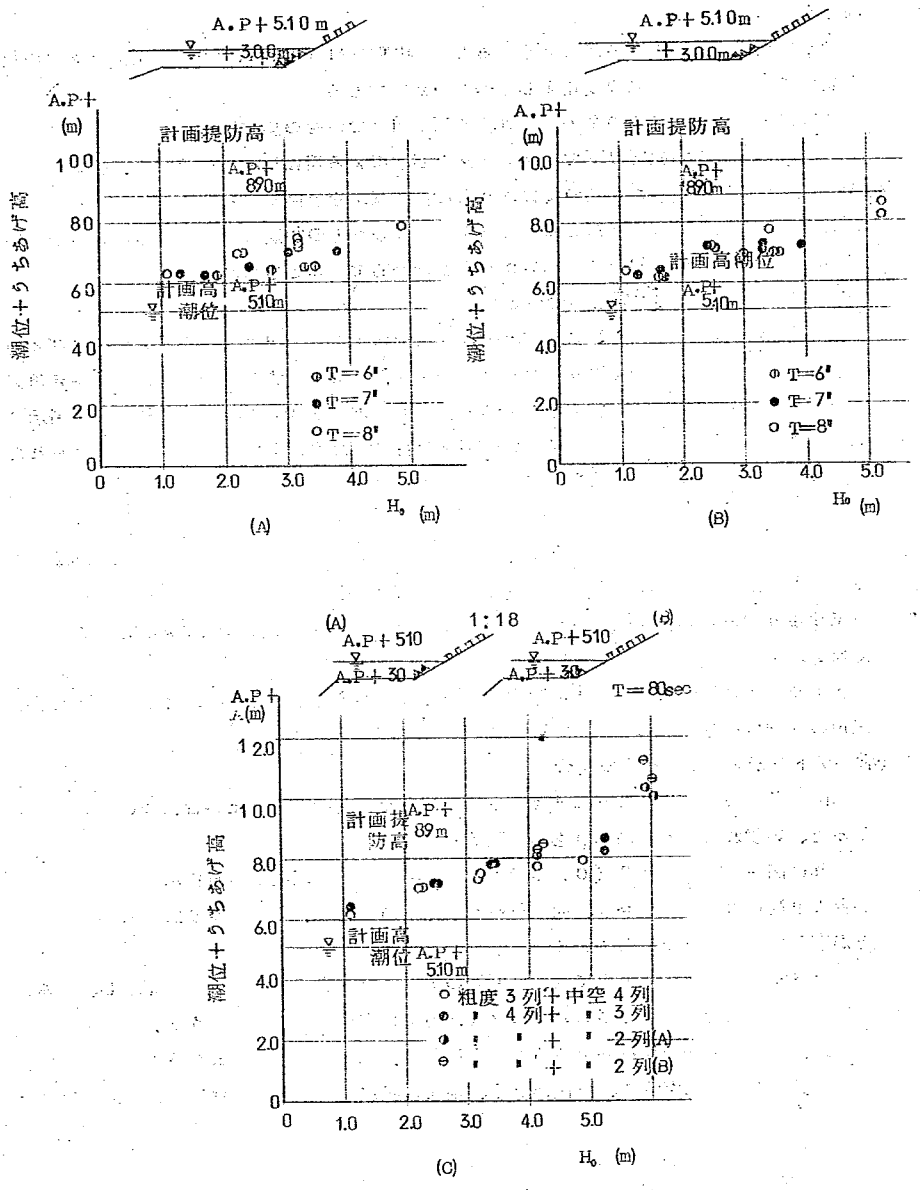

1:3
A.P+5.10m
+3.00m
1:1.8
中空三角ブロック（41）
A.P+
(m)
計画提防高
A.P+8.90m
計画高潮位
A.P+5.10m
潮位＋うちあげ高
10.0
8.0
6.0
4.0
2.0
0
1.0
2.0
3.0
4.0
5.0
H0 (m)
(A)
R/H0 中空三角ブロック（41）
一層5列 潮位 A.P+5.10m
小段 A.P+3.00m
h/L0
0.073
0.041
0.054
0.1
0.02
0.04
0.06
0.08
H0/L0
(B)
4t中空三角ブロックの個数による変化
潮位 A.P+5.10m T=8"
小段高 A.P+3.00m h/L0=0.041
計画提防高
A.P+8.90m
計画高潮位
A.P+5.10m
(41)
○中空1層3列
●〃 4列
⊖〃 5列
H0 (m)
(C)
R/H0 中空三角一層 潮位 A.P+5.10m
○ 3列 小段 A.P+3.00m
● 4列
⊖ 5列
h/L0 = 0.041
H0/L0
(D)

図7－2－11


A.P＋5.10m
＋3.00m
A.P＋
(m)
計画提防高
A.P＋
8.90m
計画高潮位
A.P＋
5.10m
T＝6'
T＝7'
T＝8'
潮位＋うちあげ高
H₀ (m)
(A)
(B)
1：18
A.P＋510
A.P＋30
T＝8.0sec
計画提防高
A.P＋
8.9m
計画高潮位 A.P＋
5.10m
○ 粗度 3 列＋中空 4 列
● 4 列＋ 3 列
◑ 2 列(A)
◐ 2 列(B)
(C)

図－7－2－12

減の効果の方が大きいことがわかる。どちらの場合も周期の長い方がうちあげ高が大きくなる傾向があるが、その差は比較的小さい。また、波高の増大にともなううちあげ高の変化は比較的小さく、波高が1mから5mに大きくなつてもうちあげ高は6mから8m程度高くなるにすぎない。

つぎに比較的うちあげ高が大きくなるとT＝8secの場合について、中空三角ブロツクの数を変化させてうちあげ高の変化をしらべたのが(c)である。

(c)には粗度とブロツクの2列、3列、4列の組み合わせの結果が示されている。これによると、波高が4m程度以下ではブロツクの個数による差は比較的少ないが、波高が5m以上になるとブロツクが2列の場合はうちあげ高はかなり高くなる。また、2列のブロツク配置方法に、図示のように2通りあるが、この並べ方の相違によるうちあげ高の差は小さい。強いて云えば、(A)の並らべ方が(B)より効果的であると思われる。

(vii) 粗度とテトラポツドを組み合わせた場合

図－7－2－13の（A）はT＝8secの場合についてテトラポツドの1層3列および4列と、粗度3列および4列を組み合わせた結果が示してある。また比較のために中空三角ブロツク4列の場合もあわせて図示してある。テトラポツド4列の場合は、積み方を図示の（A）、（B）のように2通りについて実験を行なつたが、その差はほとんど認められない。

図の（B）は前と同様にR／H。～H。／L。を標示したものである。

（A）および（B）から、テトラポツド4列と中空三角ブロツク4列の場合を比較してみると、両者に大きな差はないが、強いて云えば、中空三角ブロツクの方がやや良い結果を示すようであるが、実験ケースが少なく、多少のバラツキもあるので決定的なことは云えない。

テトラ3列の場合は波高4.6m附近でうちあげ高が9m程度となり、テトラまたは中空三角の4列の場合にくらべてやや高い値を示す。

(viii) テトラポツド二層積みの場合

図－7－2－14のように4ものテトラポツドを二層積みにした場合についてしらべてみると、いずれもかなり高いうちあげ高を示している。

これは図－7－2－10（C）のテトラ1層4列とほぼ同程度の値を示し、1層5列の場合より高い値を示しており、同じ個数を2層に積むより、1層でのり面に幅広く積んだ方が有利であることを示している。

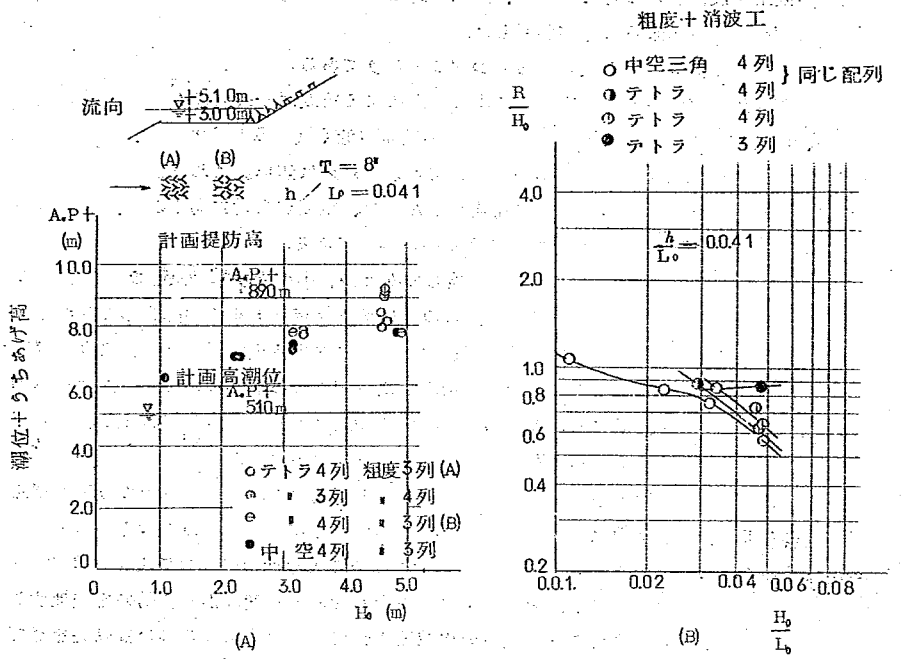
またタイプ（A）と（B）では、（B）の方がかなり小さいうちあげ高を示し、静水面に近くあるいはそれ以上の高さのブロツクが有効に作用することがわかる。

なお、二層より一層が有利であると云うことは、この断面にのみ云えることであつて、一般の、のりこう配が急で、小段がなく、前面水深が深いような場合には、云えないことは勿論である。

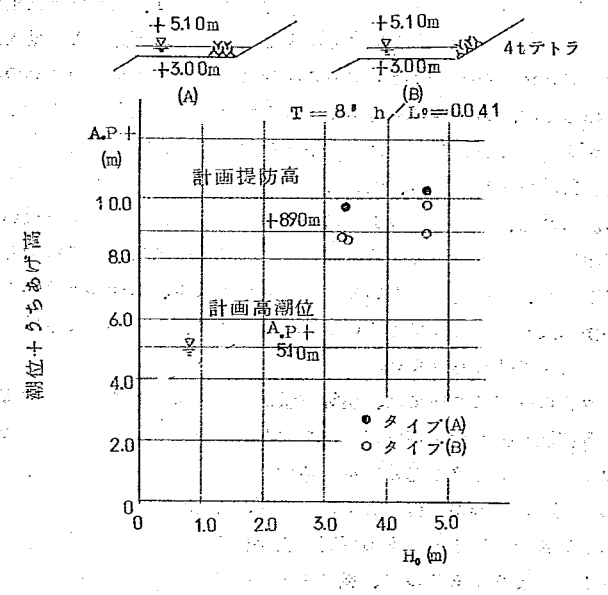
(ix) 結　論

以上の実験結果から、のり面に粗度をつけた場合、消波ブロツクを設置した場合、およびこれらを組み合わせた場合における波のうちあげ高が明らかになつた。

はじめ、－0.6Km地点でA．P．＋11.2mを示したうちあげ高に対し、表小段を設け、


粗度＋消波工
流向
＋5.10m
＋3.00m
(A)
(B)
T＝8"
h／L₀＝0.041
A.P＋(m)
計画提防高
A.P＋8.90m
計画高潮位
A.P＋5.10m
潮位＋うちあげ高
○テトラ4列 粗度3列(A)
3列 4列
4列 3列(B)
●中空4列 3列
H₀ (m)
(A)
R／H₀
○中空三角 4列
◑テトラ 4列
◔テトラ 4列
●テトラ 3列
} 同じ配列
h／L₀＝0.041
H₀／L₀
(B)

図－7－2－13


＋5.10m
＋3.00m
(A)
＋5.10m
＋3.00m
4tテトラ
(B)
T＝8" h／L₀＝0.041
A.P＋(m)
計画提防高
＋8.90m
計画高潮位
A.P＋5.10m
潮位＋うちあげ高
●タイプ(A)
○タイプ(B)
H₀ (m)

図－7－2－14

粗度や消波工を設置することによつて、計画波高3.37mに対してA.P.+7.5m程度までうちあげ高を低減出来ることが判明した。

なお、これらの実験結果を要約するとつぎのとおりである。

1. 荒川下流工事事務所から示された4本のさんによる粗度は一般的にかなりの効果があるが、潮位が高く（A.P.+5.10m）、小段高が低く（+3.00m）て、小段上の水深が大きい場合には粗度のみを単独に用いても余り効果は無い。これは粗度の相対位置が、うちあげる波の水脈の厚い所に相当するためで、粗度が有効に働くのは、潮位が+4.00mの場合、または小段高が+4.00mの場合である。
2. 表小段上に幅5mの小小段を設けて実験してみたが、小小段は逆効果となつてむしろうちあげ高がやや高くなる傾向を示す。この上にテトラポツドを4列配置してみたが、小小段のテトラポツドの方が小段上に直接テトラポツドを4列配置した場合より天ば高が1m高くなるにもかかわらず、結果は殆んど変らずむしろ小小段のある方がやゝ不利のようである。普通、消波工の天ば高い程消波効果は大きいとされているが、この場合は逆の結果となつた。これは表小段の存在によるものと考えられる。
3. テトラポツドを二層三列（上2列下3列）に積んだ場合と、一層5列をのり面に積んだ場合とでは、後者が効果的である。これも表小段の存在によるものと考えられる。
4. 潮位がA.P.+5.10mの場合、波高が大きくなると粗度の効果はほとんど0であるが、テトラポツドまたは中空三角ブロツクと組合わせると粗度はかなり効果を発揮する。すなわち、消波ブロツクである程度波力が減殺されてから粗度に当る場合は効果を発揮する。
5. したがつてこの実験に用いたような表小段付の断面では、粗度または消波ブロツクをそれぞれ単独に用いるよりも、それらを組み合わせて用いた方がより効果的大きい。
6. 粗度と消波ブロツクを組み合せて用いる場合は、消波ブロツクの4列の場合と3列の場合の差は極めて小さい。特に波高が3m以下では全く差はないと考えて良い。
7. 消波ブロツクとしてのテトラポツドと中空三角ブロツクとは、この実験のはん囲内ではほとんど差は認められないが、強いて云えば中空三角ブロツクの方がやや効果的とも考えられる。これは、この実験のように一層積みの場合、ブロツクははい上がる波の水脈に対して粗度として作用していると考えられ、のり面に底辺が面接触している中空三角ブロツクの方が、点接触をしているテトラポツドより、水脈がうすいために粗度としての効果が多小大きく出たのではないかと考えられる。したがつて水脈が厚い場合には両者の差はほとんど認められない。
8. 消波ブロツクの安定については、換算重量が1tおよび2tのものは都合によりテトラポツトのみ実験を行なつたが波によつて激しく移動する。しかし4tの場合はテトラポツドも中空三角ブロツクも充分安定であつた。
9. この実験では風の影響が考慮されていないが、海岸研究室での実験結果によれば[5]、表小段がある場合の風によるうちあげ高の変化は小さく、むしろ多少うちあげ高が小さくなる場合もあるようであるので、風の影響を特に考慮する必要はないと思われる。ただし、風の影響に対する相似率に多少問題があるので今後更に検討を要する問題であろう。

7－2－5　現地への適用

以上の実験結果から、－0.6㎞地点における計画波を用いて、各実験ケースの波うちあげ高を計算し図示すると図－7－2－15のようになる。ただし計算条件は

潮　　位	A．P．＋5.10m
小段高	A．P．＋3.00m
波高（H_0）	3.37m＝3.4m
周　　期	7.75sec＝8sec

である。

図－7－2－15によれば、波うちあげ高を計画堤防高A．P．＋8.90m以下にするためには消波ブロックを3～4列配置するか、あるいは粗度とブロック2列の組み合わせで良いことになる。

しかしながら実験は有義波で行なつており、これより高い波高は約13～14%あると考えられ、また実験値にはバラツキがあつて、これを平均した値であることを考えれば、現地の計画にあたつては多少の余裕を見るべきであろう。

またさらには、これらの堤防高は、海岸堤防では飛沫および越波の一部を許す考え方に立つており、3～4波に一波は波の実質部分が堤防をこえて堤地内に侵入する。このため堤地内には当然多少の侵水があり、堤防の天ばおよび裏のりは強固に被覆される必要がある。

したがつて、堤地内が低く、自然排水が困難であるような地域では、堤内地への侵水は重大な影響を与えることになるので、現地の計画に当つてはこれらの点を充分考慮する必要がある。

－0.6㎞地点は堤防法線が大きくわん曲しており、波はほぼ直角に近い角度で堤防に入射すると考えられるので、二次元模型実験の結果をそのまま適用して堤防高を計算したのであるが、それより上流側の堤防法線が河道と平行な直線部分については、－0.6㎞地点の取り付け部を除けば波は斜めに入射するため、二次元で計算した値をそのまま適用する必要はないと考えられる。しかしながらさきに行なわれた平面模型実験では、＋1.0㎞附近に特異点が生じており、かつ全線にわたつてうちあげ高を測定したわけではないので、各地点のうちあげ高が測定点のうちあげ高を直線で結んだ高さ以下になるとは限らず、多少の余裕を見ておくに越したことは無いと考えられる。

－0.6㎞地点の取り付け部としては、波長の2～3倍程度考えておけば良いと考えられるが堤防および背後地の重要度や越波の影響度などをかん案して計画されるべきであろう。

No.	消波工	組合せ	R／H_0	うちあげ高 R(m)	潮位＋うちあげ高（標高） A．P．＋m 7 8 9 10 11
1	現状				11.2
2	▽A・P+5.10 +3.00		1.30	4.4	9.5
3		小小段	1.35	4.6	9.7
4	2 tテトラ	小小段＋テトラ4段	1.05	4.7	8.8
5		粗度4列	1.25	4.3	9.4
6	2 tテトラ	テトラ6列	1.0	3.4	8.5
7	4 tテトラ	テトラ5列	0.9	3.1	8.2
8		テトラ4列	1.05	3.7	8.8
9		テトラ3列	1.2	4.1	9.2
10	4 t中空三角	中空5列	0.85	2.9	8.0
11		中空4列	0.95	3.2	8.3
12		中空3列	1.08	3.7	8.8
13	4 tテトラ	粗度3列＋テトラ4列	0.8	2.7	7.8
14		粗度4列＋テトラ3列	0.76	2.6	7.7
15		粗度3列＋中空4列	0.72	2.4	7.5
16		粗度4列＋中空3列	0.74	2.5	7.6
17		粗度4列＋中空2列	0.85	2.9	8.0

計画波（$H_0 = 3.4\,m$，$T = 8$ sec）に対するうちあげ高

図－7－2－15

参　考　文　献

1）　荒川下流部の波浪実験報告（東京湾高潮調査）昭和３８年建設省土木研究所

2）　東京湾高潮調査報告書　昭和３９年３月　建設省土木研究所海岸研究室

3）　浦安地先埋立護岸模型実験報告書　昭和３９年３月　建設省土木研究所

4）　昭和３９年度　海岸事業調査報告書　昭和４０年　建設省土木研究所（未刊）

5）　同　　上

表－7－2－4　　荒川河口部実験計算表

Run	水位 (AP+) m	Type	T (sec)	L_0 (m)	H (cm)	R (cm)	d/L_0	H/H_0	H_0 (cm)	H_0/L_0	R/H_0	h (cm)	h/L_0
1	5.1	1	1.0	1.56	7.6	11.1	0.368	0.9688	7.9	0.051	1.41	16.4	0.105
2	〃	〃	〃	〃	〃	10.6	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
3	〃	〃	〃	〃	〃	11.1	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
4	〃	〃	1.2	2.25	5.5	13.5	0.255	0.9340	5.9	0.026	2.30	〃	0.073
5	〃	〃	〃	〃	〃	14.0	〃	〃	〃	〃	2.38	〃	〃
6	〃	〃	〃	〃	〃	13.0	〃	〃	〃	〃	2.20	〃	〃
7	〃	〃	〃	〃	9.4	10.1	〃	〃	10.1	0.045	1.00	〃	〃
8	〃	〃	〃	〃	〃	10.6	〃	〃	〃	〃	1.05	〃	〃
9	〃	〃	〃	〃	〃	10.1	〃	〃	〃	〃	1.00	〃	〃
10	〃	〃	〃	〃	11.3	11.1	〃	〃	12.1	0.054	0.92	〃	〃
11	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	0.92	〃	〃
12	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	0.92	〃	〃
13	〃	〃	1.4	3.06	4.9	13.5	0.1875	0.9155	5.4	0.018	2.50	〃	0.054
14	〃	〃	〃	〃	5.0	〃	〃	〃	5.5	〃	2.46	〃	〃
15	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	2.46	〃	〃
16	〃	〃	〃	〃	6.4	12.5	〃	〃	7.0	0.023	1.79	〃	〃
17	〃	〃	〃	〃	6.3	11.5	〃	〃	6.9	〃	1.67	〃	〃
18	〃	〃	〃	〃	6.4	12.5	〃	〃	7.0	〃	1.79	〃	〃
19	〃	〃	〃	〃	8.9	13.0	〃	〃	9.7	0.032	1.34	〃	〃
20	〃	〃	〃	〃	〃	13.0	〃	〃	〃	〃	1.34	〃	〃
21	〃	〃	〃	〃	〃	12.5	〃	〃	〃	〃	1.29	〃	〃
22	〃	〃	〃	〃	11.4	12.0	〃	〃	12.5	0.041	0.96	〃	〃
23	〃	〃	〃	〃	〃	11.5	〃	〃	〃	〃	0.92	〃	〃
24	〃	〃	〃	〃	〃	14.0	〃	〃	〃	〃	1.15	〃	〃
25	〃	〃	〃	〃	14.4	14.9	〃	〃	15.7	0.051	0.95	〃	〃
26	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	0.95	〃	〃
27	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	0.95	〃	〃
28	〃	〃	1.6	3.99	4.4	13.5	0.144	0.9140	4.8	0.012	2.82	〃	0.041
29	〃	〃	〃	〃	4.2	13.5	〃	〃	4.6	〃	2.94	〃	〃
30	〃	〃	〃	〃	〃	14.0	〃	〃	〃	〃	3.04	〃	〃

表－7－2－4　　荒川河口部実験計算表

Run	水位 (AP+) m	Type	T (sec)	L_0 (m)	H (cm)	R (cm)	d/L_0	H/H_0	H_0 (cm)	H_0/L_0	R/H_0	h (cm)	h/L_0
1	5.1	1	1.0	1.56	7.6	11.1	0.368	0.9688	7.9	0.051	1.41	16.4	0.105
2	〃	〃	〃	〃	〃	10.6	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
3	〃	〃	〃	〃	〃	11.1	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
4	〃	〃	1.2	2.25	5.5	13.5	0.255	0.9340	5.9	0.026	2.30	〃	0.073
5	〃	〃	〃	〃	〃	14.0	〃	〃	〃	〃	2.38	〃	〃
6	〃	〃	〃	〃	〃	13.0	〃	〃	〃	〃	2.20	〃	〃
7	〃	〃	〃	〃	9.4	10.1	〃	〃	10.1	0.045	1.00	〃	〃
8	〃	〃	〃	〃	〃	10.6	〃	〃	〃	〃	1.05	〃	〃
9	〃	〃	〃	〃	〃	10.1	〃	〃	〃	〃	1.00	〃	〃
10	〃	〃	〃	〃	11.3	11.1	〃	〃	12.1	0.054	0.92	〃	〃
11	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	0.92	〃	〃
12	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	0.92	〃	〃
13	〃	〃	1.4	3.06	4.9	13.5	0.1875	0.9155	5.4	0.018	2.50	〃	0.054
14	〃	〃	〃	〃	5.0	〃	〃	〃	5.5	〃	2.46	〃	〃
15	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	2.46	〃	〃
16	〃	〃	〃	〃	6.4	12.5	〃	〃	7.0	0.023	1.79	〃	〃
17	〃	〃	〃	〃	6.3	11.5	〃	〃	6.9	〃	1.67	〃	〃
18	〃	〃	〃	〃	6.4	12.5	〃	〃	7.0	〃	1.79	〃	〃
19	〃	〃	〃	〃	8.9	13.0	〃	〃	9.7	0.032	1.34	〃	〃
20	〃	〃	〃	〃	〃	13.0	〃	〃	〃	〃	1.34	〃	〃
21	〃	〃	〃	〃	〃	12.5	〃	〃	〃	〃	1.29	〃	〃
22	〃	〃	〃	〃	11.4	12.0	〃	〃	12.5	0.041	0.96	〃	〃
23	〃	〃	〃	〃	〃	11.5	〃	〃	〃	〃	0.92	〃	〃
24	〃	〃	〃	〃	〃	14.0	〃	〃	〃	〃	1.15	〃	〃
25	〃	〃	〃	〃	14.4	14.9	〃	〃	15.7	0.051	0.95	〃	〃
26	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	0.95	〃	〃
27	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	0.95	〃	〃
28	〃	〃	1.6	3.99	4.4	13.5	0.144	0.9140	4.8	0.012	2.82	〃	0.041
29	〃	〃	〃	〃	4.2	13.5	〃	〃	4.6	〃	2.94	〃	〃
30	〃	〃	〃	〃	〃	14.0	〃	〃	〃	〃	3.04	〃	〃

Run	水位 (AP+) m	Type	T (sec)	L_0 (m)	H (cm)	R (cm)	d/L_0	H/H_0	H_0 (cm)	H_0/L_0	R/H_0	h (cm)	h/L_0
31	5.1	1	1.6	3.99	8.3	14.9	0.144	0.9140	9.1	0.023	1.64	16.4	0.041
32	〃	〃	〃	〃	8.4	14.9	〃	〃	9.2	0.023	1.62	〃	〃
33	〃	〃	〃	〃	8.3	14.9	〃	〃	9.1	0.023	1.64	〃	〃
34	〃	〃	〃	〃	11.2	14.4	〃	〃	12.3	0.031	1.17	〃	〃
35	〃	〃	〃	〃	11.4	15.9	〃	〃	12.5	0.031	1.27	〃	〃
36	〃	〃	〃	〃	11.2	15.4	〃	〃	12.3	0.031	1.25	〃	〃
37	〃	〃	〃	〃	17.0	25.6	〃	〃	18.6	0.047	1.38	〃	〃
38	〃	〃	〃	〃	16.7	27.1	〃	〃	18.3	0.046	1.48	〃	〃
39	〃	〃	〃	〃	16.7	28.6	〃	〃	18.3	0.046	1.56	〃	〃
40	4.0	1	1.4	3.06	15.6	14.6	0.1730	0.9137	17.1	0.056	0.86	12.0	0.039
41	〃	〃	〃	〃	15.8	15.6	〃	〃	17.3	0.057	0.90	〃	〃
42	〃	〃	〃	〃	15.9	16.0	〃	〃	17.4	0.057	0.92	〃	〃
43	〃	〃	〃	〃	11.9	11.7	〃	〃	13.0	0.043	0.90	〃	〃
44	〃	〃	〃	〃	12.0	13.2	〃	〃	13.1	0.043	1.01	〃	〃
45	〃	〃	〃	〃	11.8	12.6	〃	〃	12.9	0.042	0.98	〃	〃
46	〃	〃	〃	〃	8.9	11.7	〃	〃	9.8	0.032	1.19	〃	〃
47	〃	〃	〃	〃	9.1	11.7	〃	〃	10.0	0.033	1.17	〃	〃
48	〃	〃	〃	〃	8.9	11.7	〃	〃	9.8	0.032	1.19	〃	〃
49	〃	〃	〃	〃	6.0	10.2	〃	〃	6.6	0.022	1.55	〃	〃
50	〃	〃	〃	〃	6.0	10.7	〃	〃	6.6	0.022	1.62	〃	〃
51	〃	〃	〃	〃	6.0	10.2	〃	〃	6.6	0.022	1.55	〃	〃
52	〃	〃	1.2	2.25	11.5	12.6	0.2355	0.9276	12.4	0.055	1.02	〃	0.053
53	〃	〃	〃	〃	11.5	12.6	〃	〃	12.4	0.055	1.02	〃	〃
54	〃	〃	〃	〃	11.5	12.6	〃	〃	12.4	0.055	1.02	〃	〃
55	〃	〃	〃	〃	9.6	13.6	〃	〃	10.4	0.046	1.31	〃	〃
56	〃	〃	〃	〃	9.6	12.6	〃	〃	10.4	0.046	1.21	〃	〃
57	〃	〃	〃	〃	9.6	12.2	〃	〃	10.4	0.046	1.17	〃	〃
58	〃	〃	〃	〃	7.3	12.2	〃	〃	7.9	0.035	1.55	〃	〃
59	〃	〃	〃	〃	7.3	12.2	〃	〃	7.9	0.035	1.55	〃	〃
60	〃	〃	〃	〃	7.3	12.2	〃	〃	7.9	0.035	1.55	〃	〃

Run	水位 (AP+) m	Type	T (sec)	L_0 (m)	H (cm)	R (cm)	d/L_0	H/H_0	H_0 (cm)	H_0/L_0	R/H_0	h (cm)	h/L_0
31	5.1	1	1.6	3.99	8.3	14.9	0.144	0.9140	9.1	0.023	1.64	16.4	0.041
32	〃	〃	〃	〃	8.4	14.9	〃	〃	9.2	0.023	1.62	〃	〃
33	〃	〃	〃	〃	8.3	14.9	〃	〃	9.1	0.023	1.64	〃	〃
34	〃	〃	〃	〃	11.2	14.4	〃	〃	12.3	0.031	1.17	〃	〃
35	〃	〃	〃	〃	11.4	15.9	〃	〃	12.5	0.031	1.27	〃	〃
36	〃	〃	〃	〃	11.2	15.4	〃	〃	12.3	0.031	1.25	〃	〃
37	〃	〃	〃	〃	17.0	25.6	〃	〃	18.6	0.047	1.38	〃	〃
38	〃	〃	〃	〃	16.7	27.1	〃	〃	18.3	0.046	1.48	〃	〃
39	〃	〃	〃	〃	16.7	28.6	〃	〃	18.3	0.046	1.56	〃	〃
40	4.0	1	1.4	3.06	15.6	14.6	0.1730	0.9137	17.1	0.056	0.86	12.0	0.039
41	〃	〃	〃	〃	15.8	15.6	〃	〃	17.3	0.057	0.90	〃	〃
42	〃	〃	〃	〃	15.9	16.0	〃	〃	17.4	0.057	0.92	〃	〃
43	〃	〃	〃	〃	11.9	11.7	〃	〃	13.0	0.043	0.90	〃	〃
44	〃	〃	〃	〃	12.0	13.2	〃	〃	13.1	0.043	1.01	〃	〃
45	〃	〃	〃	〃	11.8	12.6	〃	〃	12.9	0.042	0.98	〃	〃
46	〃	〃	〃	〃	8.9	11.7	〃	〃	9.8	0.032	1.19	〃	〃
47	〃	〃	〃	〃	9.1	11.7	〃	〃	10.0	0.033	1.17	〃	〃
48	〃	〃	〃	〃	8.9	11.7	〃	〃	9.8	0.032	1.19	〃	〃
49	〃	〃	〃	〃	6.0	10.2	〃	〃	6.6	0.022	1.55	〃	〃
50	〃	〃	〃	〃	6.0	10.7	〃	〃	6.6	0.022	1.62	〃	〃
51	〃	〃	〃	〃	6.0	10.2	〃	〃	6.6	0.022	1.55	〃	〃
52	〃	〃	1.2	2.25	11.5	12.6	0.2355	0.9276	12.4	0.055	1.02	〃	0.053
53	〃	〃	〃	〃	11.5	12.6	〃	〃	12.4	0.055	1.02	〃	〃
54	〃	〃	〃	〃	11.5	12.6	〃	〃	12.4	0.055	1.02	〃	〃
55	〃	〃	〃	〃	9.6	13.6	〃	〃	10.4	0.046	1.31	〃	〃
56	〃	〃	〃	〃	9.6	12.6	〃	〃	10.4	0.046	1.21	〃	〃
57	〃	〃	〃	〃	9.6	12.2	〃	〃	10.4	0.046	1.17	〃	〃
58	〃	〃	〃	〃	7.3	12.2	〃	〃	7.9	0.035	1.55	〃	〃
59	〃	〃	〃	〃	7.3	12.2	〃	〃	7.9	0.035	1.55	〃	〃
60	〃	〃	〃	〃	7.3	12.2	〃	〃	7.9	0.035	1.55	〃	〃

Run	水位 (AP+) m	Type	T (sec)	L_0 (m)	H (cm)	R (cm)	d/L_0	H/H_0	H_0 (cm)	H_0/L_0	R/H_0	h (cm)	h/L_0
61	5.1	2	1.0	1.56	7.6	8.1	0.368	0.9688	7.9	0.051	1.03	16.4	0.105
62	〃	〃	〃	〃	7.6	7.2	〃	〃	7.9	0.051	0.91	〃	〃
63	〃	〃	〃	〃	7.3	7.2	〃	〃	7.5	0.048	0.91	〃	〃
64	〃	〃	1.2	2.25	6.0	7.6	0.255	0.9340	6.4	0.028	1.19	〃	0.073
65	〃	〃	〃	〃	6.0	7.6	〃	〃	6.4	0.028	1.19	〃	〃
66	〃	〃	〃	〃	6.0	7.6	〃	〃	6.4	0.028	1.19	〃	〃
67	〃	〃	〃	〃	9.3	10.6	〃	〃	10.0	0.044	1.06	〃	〃
68	〃	〃	〃	〃	9.3	10.1	〃	〃	10.0	0.044	1.01	〃	〃
69	〃	〃	〃	〃	9.3	11.1	〃	〃	10.0	0.044	1.11	〃	〃
70	〃	〃	〃	〃	11.4	10.6	〃	〃	12.2	0.054	0.87	〃	〃
71	〃	〃	〃	〃	11.4	10.1	〃	〃	12.2	0.054	0.83	〃	〃
72	〃	〃	〃	〃	11.4	9.6	〃	〃	12.2	0.054	0.79	〃	〃
73	〃	〃	1.4	3.06	4.9	7.6	0.1875	0.9155	5.4	0.018	1.41	〃	0.054
74	〃	〃	〃	〃	4.8	8.1	〃	〃	5.3	0.017	1.53	〃	〃
75	〃	〃	〃	〃	4.8	7.6	〃	〃	5.4	0.018	1.41	〃	〃
76	〃	〃	〃	〃	6.2	8.6	〃	〃	6.8	0.022	1.26	〃	〃
77	〃	〃	〃	〃	6.2	8.6	〃	〃	6.8	0.022	1.26	〃	〃
78	〃	〃	〃	〃	6.2	8.6	〃	〃	6.8	0.022	1.26	〃	〃
79	〃	〃	〃	〃	9.0	9.6	〃	〃	9.9	0.032	0.97	〃	〃
80	〃	〃	〃	〃	8.9	10.6	〃	〃	9.7	0.032	1.09	〃	〃
81	〃	〃	〃	〃	9.0	11.1	〃	〃	9.9	0.032	1.02	〃	〃
82	〃	〃	〃	〃	11.5	10.6	〃	〃	12.6	0.041	0.84	〃	〃
83	〃	〃	〃	〃	11.5	11.5	〃	〃	12.6	0.041	0.91	〃	〃
84	〃	〃	〃	〃	11.5	10.6	〃	〃	12.6	0.041	0.84	〃	〃
85	〃	〃	〃	〃	14.4	12.0	〃	〃	15.7	0.051	0.76	〃	〃
86	〃	〃	〃	〃	14.3	12.0	〃	〃	15.6	0.051	0.77	〃	〃
87	〃	〃	〃	〃	14.3	11.5	〃	〃	15.6	0.051	0.74	〃	〃
88	〃	〃	1.6	3.99	3.8	6.7	0.144	0.9140	4.2	0.011	1.60	〃	0.041
89	〃	〃	〃	〃	3.8	6.7	〃	〃	4.2	0.011	1.60	〃	〃
90	〃	〃	〃	〃	3.8	6.7	〃	〃	4.2	0.011	1.60	〃	〃

Run	水位 (A.P+) m	Type	T (sec)	L_0 (m)	H (cm)	R (cm)	d/L_0	H/H_0	H_0 (cm)	H_0/L_0	R/H_0	h (cm)	h/L_0
61	5.1	2	1.0	1.56	7.6	8.1	0.368	0.9688	7.9	0.051	1.03	16.4	0.105
62	〃	〃	〃	〃	7.6	7.2	〃	〃	7.9	0.051	0.91	〃	〃
63	〃	〃	〃	〃	7.3	7.2	〃	〃	7.5	0.048	0.91	〃	〃
64	〃	〃	1.2	2.25	6.0	7.6	0.255	0.9340	6.4	0.028	1.19	〃	0.073
65	〃	〃	〃	〃	6.0	7.6	〃	〃	6.4	0.028	1.19	〃	〃
66	〃	〃	〃	〃	6.0	7.6	〃	〃	6.4	0.028	1.19	〃	〃
67	〃	〃	〃	〃	9.3	10.6	〃	〃	10.0	0.044	1.06	〃	〃
68	〃	〃	〃	〃	9.3	10.1	〃	〃	10.0	0.044	1.01	〃	〃
69	〃	〃	〃	〃	9.3	11.1	〃	〃	10.0	0.044	1.11	〃	〃
70	〃	〃	〃	〃	11.4	10.6	〃	〃	12.2	0.054	0.87	〃	〃
71	〃	〃	〃	〃	11.4	10.1	〃	〃	12.2	0.054	0.83	〃	〃
72	〃	〃	〃	〃	11.4	9.6	〃	〃	12.2	0.054	0.79	〃	〃
73	〃	〃	1.4	3.06	4.9	7.6	0.1875	0.9155	5.4	0.018	1.41	〃	0.054
74	〃	〃	〃	〃	4.8	8.1	〃	〃	5.3	0.017	1.53	〃	〃
75	〃	〃	〃	〃	4.8	7.6	〃	〃	5.4	0.018	1.41	〃	〃
76	〃	〃	〃	〃	6.2	8.6	〃	〃	6.8	0.022	1.26	〃	〃
77	〃	〃	〃	〃	6.2	8.6	〃	〃	6.8	0.022	1.26	〃	〃
78	〃	〃	〃	〃	6.2	8.6	〃	〃	6.8	0.022	1.26	〃	〃
79	〃	〃	〃	〃	9.0	9.6	〃	〃	9.9	0.032	0.97	〃	〃
80	〃	〃	〃	〃	8.9	10.6	〃	〃	9.7	0.032	1.09	〃	〃
81	〃	〃	〃	〃	9.0	11.1	〃	〃	9.9	0.032	1.02	〃	〃
82	〃	〃	〃	〃	11.5	10.6	〃	〃	12.6	0.041	0.84	〃	〃
83	〃	〃	〃	〃	11.5	11.5	〃	〃	12.6	0.041	0.91	〃	〃
84	〃	〃	〃	〃	11.5	10.6	〃	〃	12.6	0.041	0.84	〃	〃
85	〃	〃	〃	〃	14.4	12.0	〃	〃	15.7	0.051	0.76	〃	〃
86	〃	〃	〃	〃	14.3	12.0	〃	〃	15.6	0.051	0.77	〃	〃
87	〃	〃	〃	〃	14.3	11.5	〃	〃	15.6	0.051	0.74	〃	〃
88	〃	〃	1.6	3.99	3.8	6.7	0.144	0.9140	4.2	0.011	1.60	〃	0.041
89	〃	〃	〃	〃	3.8	6.7	〃	〃	4.2	0.011	1.60	〃	〃
90	〃	〃	〃	〃	3.8	6.7	〃	〃	4.2	0.011	1.60	〃	〃

Run	水位 (AP+) m	Type	T (sec)	L_0 (m)	H (cm)	R (cm)	d/L_0	H/H_0	H_0 (cm)	H_0/L_0	R/H_0	h (cm)	h/L_0
91	5.1	2	1.60	3.99	8.2	11.9	0.144	0.9140	9.0	0.023	1.32	1.64	0.041
92	〃	〃	〃	〃	8.2	12.5	〃	〃	9.0	0.023	1.39	〃	〃
93	〃	〃	〃	〃	8.2	11.5	〃	〃	9.0	0.023	1.28	〃	〃
94	〃	〃	〃	〃	12.1	17.4	〃	〃	13.2	0.033	1.32	〃	〃
95	〃	〃	〃	〃	12.1	17.4	〃	〃	13.2	0.033	1.32	〃	〃
96	〃	〃	〃	〃	12.1	17.8	〃	〃	13.2	0.033	1.35	〃	〃
97	〃	〃	〃	〃	16.0	10.5	〃	〃	17.5	0.044	0.61	〃	〃
98	〃	〃	〃	〃	16.0	12.0	〃	〃	17.5	0.044	0.69	〃	〃
99	〃	〃	〃	〃	16.0	11.5	〃	〃	17.5	0.044	0.66	〃	〃
100	4.0	〃	1.20	2.25	7.5	12.6	0.2355	0.9276	8.1	0.036	1.56	12.0	0.053
101	〃	〃	〃	〃	7.5	12.6	〃	〃	8.1	0.036	1.56	〃	〃
102	〃	〃	〃	〃	7.5	12.6	〃	〃	8.1	0.036	1.56	〃	〃
103	〃	〃	〃	〃	9.5	15.1	〃	〃	10.2	0.045	1.48	〃	〃
104	〃	〃	〃	〃	9.4	13.1	〃	〃	10.1	0.045	1.30	〃	〃
105	〃	〃	〃	〃	9.4	13.6	〃	〃	10.1	0.045	1.35	〃	〃
106	〃	〃	〃	〃	11.7	14.6	〃	〃	12.6	0.056	1.16	〃	〃
107	〃	〃	〃	〃	11.7	14.1	〃	〃	12.6	0.056	1.12	〃	〃
108	〃	〃	〃	〃	11.6	14.6	〃	〃	12.5	0.056	1.17	〃	〃
109	〃	〃	1.40	3.06	6.1	11.7	0.1730	0.9137	6.7	0.022	1.75	〃	0.039
110	〃	〃	〃	〃	6.1	12.2	〃	〃	6.7	0.022	1.82	〃	〃
111	〃	〃	〃	〃	6.1	11.7	〃	〃	6.7	0.022	1.75	〃	〃
112	〃	〃	〃	〃	9.2	13.6	〃	〃	10.1	0.033	1.35	〃	〃
113	〃	〃	〃	〃	9.2	13.6	〃	〃	10.1	0.033	1.35	〃	〃
114	〃	〃	〃	〃	9.2	14.1	〃	〃	10.1	0.033	1.40	〃	〃
115	〃	〃	〃	〃	11.8	14.6	〃	〃	12.9	0.042	1.13	〃	〃
116	〃	〃	〃	〃	11.8	14.1	〃	〃	12.9	0.042	1.09	〃	〃
117	〃	〃	〃	〃	11.8	15.6	〃	〃	12.9	0.042	1.21	〃	〃
118	〃	〃	〃	〃	15.4	14.6	〃	〃	16.9	0.055	0.92	〃	〃
119	〃	〃	〃	〃	15.6	14.6	〃	〃	17.1	0.056	0.85	〃	〃
120	〃	〃	〃	〃	15.6	15.1	〃	〃	17.1	0.056	0.85	〃	〃

Run	水位 (AP+) m	Type	T (sec)	L_0 (m)	H (cm)	R (cm)	d/L_0	H/H_0	H_0 (cm)	H_0/L_0	R/H_0	h (cm)	h/L_0
91	5.1	2	1.60	3.99	8.2	11.9	0.144	0.9140	9.0	0.023	1.32	1.64	0.041
92	〃	〃	〃	〃	8.2	12.5	〃	〃	9.0	0.023	1.39	〃	〃
93	〃	〃	〃	〃	8.2	11.5	〃	〃	9.0	0.023	1.28	〃	〃
94	〃	〃	〃	〃	12.1	17.4	〃	〃	13.2	0.033	1.32	〃	〃
95	〃	〃	〃	〃	12.1	17.4	〃	〃	13.2	0.033	1.32	〃	〃
96	〃	〃	〃	〃	12.1	17.8	〃	〃	13.2	0.033	1.35	〃	〃
97	〃	〃	〃	〃	16.0	10.5	〃	〃	17.5	0.044	0.61	〃	〃
98	〃	〃	〃	〃	16.0	12.0	〃	〃	17.5	0.044	0.69	〃	〃
99	〃	〃	〃	〃	16.0	11.5	〃	〃	17.5	0.044	0.66	〃	〃
100	4.0	〃	1.20	2.25	7.5	12.6	0.2355	0.9276	8.1	0.036	1.56	12.0	0.053
101	〃	〃	〃	〃	7.5	12.6	〃	〃	8.1	0.036	1.56	〃	〃
102	〃	〃	〃	〃	7.5	12.6	〃	〃	8.1	0.036	1.56	〃	〃
103	〃	〃	〃	〃	9.5	15.1	〃	〃	10.2	0.045	1.48	〃	〃
104	〃	〃	〃	〃	9.4	13.1	〃	〃	10.1	0.045	1.30	〃	〃
105	〃	〃	〃	〃	9.4	13.6	〃	〃	10.1	0.045	1.35	〃	〃
106	〃	〃	〃	〃	11.7	14.6	〃	〃	12.6	0.056	1.16	〃	〃
107	〃	〃	〃	〃	11.7	14.1	〃	〃	12.6	0.056	1.12	〃	〃
108	〃	〃	〃	〃	11.6	14.6	〃	〃	12.5	0.056	1.17	〃	〃
109	〃	〃	1.40	3.06	6.1	11.7	0.1730	0.9137	6.7	0.022	1.75	〃	0.039
110	〃	〃	〃	〃	6.1	12.2	〃	〃	6.7	0.022	1.82	〃	〃
111	〃	〃	〃	〃	6.1	11.7	〃	〃	6.7	0.022	1.75	〃	〃
112	〃	〃	〃	〃	9.2	13.6	〃	〃	10.1	0.033	1.35	〃	〃
113	〃	〃	〃	〃	9.2	13.6	〃	〃	10.1	0.033	1.35	〃	〃
114	〃	〃	〃	〃	9.2	14.1	〃	〃	10.1	0.033	1.40	〃	〃
115	〃	〃	〃	〃	11.8	14.6	〃	〃	12.9	0.042	1.13	〃	〃
116	〃	〃	〃	〃	11.8	14.1	〃	〃	12.9	0.042	1.09	〃	〃
117	〃	〃	〃	〃	11.8	15.6	〃	〃	12.9	0.042	1.21	〃	〃
118	〃	〃	〃	〃	15.4	14.6	〃	〃	16.9	0.055	0.92	〃	〃
119	〃	〃	〃	〃	15.6	14.6	〃	〃	17.1	0.056	0.85	〃	〃
120	〃	〃	〃	〃	15.6	15.1	〃	〃	17.1	0.056	0.85	〃	〃

Run	水位 (AP+) m	Type	T (sec)	L_0 (m)	H (cm)	R (cm)	d／L_0	H／H_0	H_0 (m)	H_0／L_0	R／H_0	h (cm)	h／L_0
121	5.1	3	1.6	3.99	17.0	15.8	0.144	0.914	18.6	0.0466	0.850	16.4	0.041
122	〃	〃	〃	〃	17.0	15.8	〃	〃	18.6	0.0466	0.850	〃	〃
123	〃	〃	〃	〃	16.7	15.8	〃	〃	18.3	0.0459	0.864	〃	〃
124	〃	〃	〃	〃	11.2	12.4	〃	〃	12.3	0.0308	1.010	〃	〃
125	〃	〃	〃	〃	11.2	12.9	〃	〃	12.3	0.0308	1.050	〃	〃
126	〃	〃	〃	〃	11.2	12.4	〃	〃	12.3	0.0308	1.010	〃	〃
127	〃	〃	〃	〃	8.2	11.0	〃	〃	9.0	0.0226	1.223	〃	〃
128	〃	〃	〃	〃	8.2	11.0	〃	〃	9.0	0.0226	1.223	〃	〃
129	〃	〃	〃	〃	8.2	10.5	〃	〃	9.0	0.0226	1.165	〃	〃
130	〃	〃	〃	〃	4.2	8.1	〃	〃	4.6	0.0115	2.380	〃	〃
131	〃	〃	〃	〃	4.2	8.1	〃	〃	4.6	0.0115	2.380	〃	〃
132	〃	〃	〃	〃	4.2	8.1	〃	〃	4.6	0.0115	2.380	〃	〃
133	〃	〃	1.4	3.06	14.0	11.5	0.1875	0.9155	15.3	0.0500	0.751	〃	0.054
134	〃	〃	〃	〃	14.0	11.0	〃	〃	15.3	0.0500	0.719	〃	〃
135	〃	〃	〃	〃	14.0	11.0	〃	〃	15.3	0.0500	0.719	〃	〃
136	〃	〃	〃	〃	11.0	10.0	〃	〃	12.0	0.0392	0.834	〃	〃
137	〃	〃	〃	〃	11.0	10.0	〃	〃	12.0	0.0392	0.834	〃	〃
138	〃	〃	〃	〃	11.2	10.0	〃	〃	12.2	0.0399	0.820	〃	〃
139	〃	〃	〃	〃	8.3	7.6	〃	〃	9.1	0.0297	0.835	〃	〃
140	〃	〃	〃	〃	8.4	7.6	〃	〃	9.3	0.0304	0.817	〃	〃
141	〃	〃	〃	〃	8.4	7.6	〃	〃	9.3	0.0304	0.817	〃	〃
142	〃	〃	〃	〃	6.0	6.1	〃	〃	6.6	0.0216	0.925	〃	〃
143	〃	〃	〃	〃	6.1	6.1	〃	〃	6.7	0.0219	0.910	〃	〃
144	〃	〃	〃	〃	6.1	6.1	〃	〃	6.7	0.0219	0.910	〃	〃
145	〃	〃	〃	〃	4.8	6.6	〃	〃	5.2	0.0170	1.270	〃	〃
146	〃	〃	〃	〃	4.8	6.6	〃	〃	5.2	0.0170	1.270	〃	〃
147	〃	〃	〃	〃	4.8	6.6	〃	〃	5.2	0.0170	1.270	〃	〃
148	〃	〃	1.2	2.25	11.3	7.6	0.255	0.934	12.1	0.0538	0.628	〃	0.073
149	〃	〃	〃	〃	11.3	7.6	〃	〃	12.1	0.0538	0.628	〃	〃
150	〃	〃	〃	〃	11.3	7.6	〃	〃	12.1	0.0538	0.628	〃	〃

Run	水位 (AP+) m	Type	T (sec)	L_0 (m)	H (cm)	R (cm)	d/L_0	H/H_0	H_0 (m)	H_0/L_0	R/H_0	h (cm)	h/L_0
121	5.1	3	1.6	3.99	17.0	15.8	0.144	0.914	18.6	0.0466	0.850	16.4	0.041
122	〃	〃	〃	〃	17.0	15.8	〃	〃	18.6	0.0466	0.850	〃	〃
123	〃	〃	〃	〃	16.7	15.8	〃	〃	18.3	0.0459	0.864	〃	〃
124	〃	〃	〃	〃	11.2	12.4	〃	〃	12.3	0.0308	1.010	〃	〃
125	〃	〃	〃	〃	11.2	12.9	〃	〃	12.3	0.0308	1.050	〃	〃
126	〃	〃	〃	〃	11.2	12.4	〃	〃	12.3	0.0308	1.010	〃	〃
127	〃	〃	〃	〃	8.2	11.0	〃	〃	9.0	0.0226	1.223	〃	〃
128	〃	〃	〃	〃	8.2	11.0	〃	〃	9.0	0.0226	1.223	〃	〃
129	〃	〃	〃	〃	8.2	10.5	〃	〃	9.0	0.0226	1.165	〃	〃
130	〃	〃	〃	〃	4.2	8.1	〃	〃	4.6	0.0115	2.380	〃	〃
131	〃	〃	〃	〃	4.2	8.1	〃	〃	4.6	0.0115	2.380	〃	〃
132	〃	〃	〃	〃	4.2	8.1	〃	〃	4.6	0.0115	2.380	〃	〃
133	〃	〃	1.4	3.06	14.0	11.5	0.1875	0.9155	15.3	0.0500	0.751	〃	0.054
134	〃	〃	〃	〃	14.0	11.0	〃	〃	15.3	0.0500	0.719	〃	〃
135	〃	〃	〃	〃	14.0	11.0	〃	〃	15.3	0.0500	0.719	〃	〃
136	〃	〃	〃	〃	11.0	10.0	〃	〃	12.0	0.0392	0.834	〃	〃
137	〃	〃	〃	〃	11.0	10.0	〃	〃	12.0	0.0392	0.834	〃	〃
138	〃	〃	〃	〃	11.2	10.0	〃	〃	12.2	0.0399	0.820	〃	〃
139	〃	〃	〃	〃	8.3	7.6	〃	〃	9.1	0.0297	0.835	〃	〃
140	〃	〃	〃	〃	8.4	7.6	〃	〃	9.3	0.0304	0.817	〃	〃
141	〃	〃	〃	〃	8.4	7.6	〃	〃	9.3	0.0304	0.817	〃	〃
142	〃	〃	〃	〃	6.0	6.1	〃	〃	6.6	0.0216	0.925	〃	〃
143	〃	〃	〃	〃	6.1	6.1	〃	〃	6.7	0.0219	0.910	〃	〃
144	〃	〃	〃	〃	6.1	6.1	〃	〃	6.7	0.0219	0.910	〃	〃
145	〃	〃	〃	〃	4.8	6.6	〃	〃	5.2	0.0170	1.270	〃	〃
146	〃	〃	〃	〃	4.8	6.6	〃	〃	5.2	0.0170	1.270	〃	〃
147	〃	〃	〃	〃	4.8	6.6	〃	〃	5.2	0.0170	1.270	〃	〃
148	〃	〃	1.2	2.25	11.3	7.6	0.255	0.934	12.1	0.0538	0.628	〃	0.073
149	〃	〃	〃	〃	11.3	7.6	〃	〃	12.1	0.0538	0.628	〃	〃
150	〃	〃	〃	〃	11.3	7.6	〃	〃	12.1	0.0538	0.628	〃	〃

Run	水位 (AP+) m	Type	T (sec)	L_0 (m)	H (cm)	R (cm)	d/L_0	H/H_0	H_0 (cm)	H_0/L_0	R/H_0	h (cm)	H/L_0
151	5.1	3	1.2	2.25	9.4	7.6	0.255	0.934	10.1	0.0449	0.752	16.4	0.073
152	〃	〃	〃	〃	9.4	7.6	〃	〃	10.1	0.0449	0.752	〃	〃
153	〃	〃	〃	〃	9.4	7.6	〃	〃	10.1	0.0449	0.752	〃	〃
154	〃	〃	〃	〃	5.5	6.1	〃	〃	5.9	0.0262	1.034	〃	〃
155	〃	〃	〃	〃	5.5	6.1	〃	〃	5.9	0.0262	1.034	〃	〃
156	〃	〃	〃	〃	5.5	6.1	〃	〃	5.9	0.0262	1.034	〃	〃
157	〃	〃	1.0	1.56	7.5	5.7	0.368	0.9688	7.7	0.0494	0.740	〃	0.105
158	〃	〃	〃	〃	7.5	5.7	〃	〃	7.7	0.0494	0.740	〃	〃
159	〃	〃	〃	〃	7.5	5.7	〃	〃	7.7	0.0494	0.740	〃	〃
160	〃	4	〃	〃	7.7	9.1	〃	〃	7.95	0.0500	1.15	〃	〃
161	〃	〃	〃	〃	7.7	9.1	〃	〃	7.95	0.0500	1.15	〃	〃
162	〃	〃	〃	〃	7.7	9.1	〃	〃	7.95	0.0500	1.15	〃	〃
163	〃	〃	1.2	2.25	5.7	10.0	0.255	0.934	6.1	0.0271	1.65	〃	0.073
164	〃	〃	〃	〃	5.5	10.0	〃	〃	5.9	0.0262	1.69	〃	〃
165	〃	〃	〃	〃	5.5	10.0	〃	〃	5.9	0.0262	1.69	〃	〃
166	〃	〃	〃	〃	9.4	11.0	〃	〃	10.1	0.0449	1.09	〃	〃
167	〃	〃	〃	〃	9.4	11.0	〃	〃	10.1	0.0449	1.09	〃	〃
168	〃	〃	〃	〃	9.4	12.0	〃	〃	10.1	0.0449	1.19	〃	〃
169	〃	〃	〃	〃	11.2	11.0	〃	〃	12.0	0.0533	0.92	〃	〃
170	〃	〃	〃	〃	11.2	11.0	〃	〃	12.0	0.0533	0.92	〃	〃
171	〃	〃	〃	〃	11.2	11.5	〃	〃	12.0	0.0533	0.96	〃	〃
172	〃	〃	1.4	3.06	5.1	13.4	0.1875	0.9155	5.6	0.0183	2.39	〃	0.054
173	〃	〃	〃	〃	5.1	12.9	〃	〃	5.6	0.0183	2.30	〃	〃
174	〃	〃	〃	〃	5.1	13.4	〃	〃	5.6	0.0183	2.39	〃	〃
175	〃	〃	〃	〃	6.3	12.4	〃	〃	6.9	0.0255	1.80	〃	〃
176	〃	〃	〃	〃	6.4	12.4	〃	〃	7.0	0.0228	1.77	〃	〃
177	〃	〃	〃	〃	6.4	13.4	〃	〃	7.0	0.0288	1.92	〃	〃
178	〃	〃	〃	〃	9.3	12.4	〃	〃	10.2	0.0333	1.22	〃	〃
179	〃	〃	〃	〃	9.3	12.4	〃	〃	10.2	0.0333	1.22	〃	〃
180	〃	〃	〃	〃	9.3	12.4	〃	〃	10.2	0.0333	1.22	〃	〃

Run	水位 (AP+) m	Type	T (sec)	L_0 (m)	H (cm)	R (cm)	d/L_0	H/H_0	H_0 (cm)	H_0/L_0	R/H_0	h (cm)	H/L_0
151	5.1	3	1.2	2.25	9.4	7.6	0.255	0.934	10.1	0.0449	0.752	16.4	0.073
152	〃	〃	〃	〃	9.4	7.6	〃	〃	10.1	0.0449	0.752	〃	〃
153	〃	〃	〃	〃	9.4	7.6	〃	〃	10.1	0.0449	0.752	〃	〃
154	〃	〃	〃	〃	5.5	6.1	〃	〃	5.9	0.0262	1.034	〃	〃
155	〃	〃	〃	〃	5.5	6.1	〃	〃	5.9	0.0262	1.034	〃	〃
156	〃	〃	〃	〃	5.5	6.1	〃	〃	5.9	0.0262	1.034	〃	〃
157	〃	〃	1.0	1.56	7.5	5.7	0.368	0.9688	7.7	0.0494	0.740	〃	0.105
158	〃	〃	〃	〃	7.5	5.7	〃	〃	7.7	0.0494	0.740	〃	〃
159	〃	〃	〃	〃	7.5	5.7	〃	〃	7.7	0.0494	0.740	〃	〃
160	〃	4	〃	〃	7.7	9.1	〃	〃	7.95	0.0500	1.15	〃	〃
161	〃	〃	〃	〃	7.7	9.1	〃	〃	7.95	0.0500	1.15	〃	〃
162	〃	〃	〃	〃	7.7	9.1	〃	〃	7.95	0.0500	1.15	〃	〃
163	〃	〃	1.2	2.25	5.7	10.0	0.255	0.934	6.1	0.0271	1.65	〃	0.073
164	〃	〃	〃	〃	5.5	10.0	〃	〃	5.9	0.0262	1.69	〃	〃
165	〃	〃	〃	〃	5.5	10.0	〃	〃	5.9	0.0262	1.69	〃	〃
166	〃	〃	〃	〃	9.4	11.0	〃	〃	10.1	0.0449	1.09	〃	〃
167	〃	〃	〃	〃	9.4	11.0	〃	〃	10.1	0.0449	1.09	〃	〃
168	〃	〃	〃	〃	9.4	12.0	〃	〃	10.1	0.0449	1.19	〃	〃
169	〃	〃	〃	〃	11.2	11.0	〃	〃	12.0	0.0533	0.92	〃	〃
170	〃	〃	〃	〃	11.2	11.0	〃	〃	12.0	0.0533	0.92	〃	〃
171	〃	〃	〃	〃	11.2	11.5	〃	〃	12.0	0.0533	0.96	〃	〃
172	〃	〃	1.4	3.06	5.1	13.4	0.1875	0.9155	5.6	0.0183	2.39	〃	0.054
173	〃	〃	〃	〃	5.1	12.9	〃	〃	5.6	0.0183	2.30	〃	〃
174	〃	〃	〃	〃	5.1	13.4	〃	〃	5.6	0.0183	2.39	〃	〃
175	〃	〃	〃	〃	6.3	12.4	〃	〃	6.9	0.0255	1.80	〃	〃
176	〃	〃	〃	〃	6.4	12.4	〃	〃	7.0	0.0228	1.77	〃	〃
177	〃	〃	〃	〃	6.4	13.4	〃	〃	7.0	0.0288	1.92	〃	〃
178	〃	〃	〃	〃	9.3	12.4	〃	〃	10.2	0.0333	1.22	〃	〃
179	〃	〃	〃	〃	9.3	12.4	〃	〃	10.2	0.0333	1.22	〃	〃
180	〃	〃	〃	〃	9.3	12.4	〃	〃	10.2	0.0333	1.22	〃	〃

Run	水位 (AP+) m	Type	T (sec)	L_0 (m)	H (cm)	R (cm)	d/L_0	H/H_0	H_0 (cm)	H_0/L_0	R/H_0	h (cm)	h/L_0
181	5.1	4	1.4	3.06	11.0	14.9	0.1875	0.9155	12.0	0.0392	1.24	16.4	0.054
182	〃	〃	〃	〃	11.0	13.9	〃	〃	12.0	0.0392	1.16	〃	〃
183	〃	〃	〃	〃	11.1	14.9	〃	〃	12.1	0.0395	1.23	〃	〃
184	〃	〃	〃	〃	14.0	15.4	〃	〃	15.3	0.0500	1.01	〃	〃
185	〃	〃	〃	〃	14.0	16.4	〃	〃	15.3	0.0500	1.07	〃	〃
186	〃	〃	〃	〃	14.0	16.8	〃	〃	15.3	0.0500	1.10	〃	〃
187	〃	〃	1.6	3.99	4.4	14.9	0.144	0.914	4.9	0.0123	3.04	〃	0.041
188	〃	〃	〃	〃	4.4	13.9	〃	〃	4.9	0.0123	2.84	〃	〃
189	〃	〃	〃	〃	4.4	14.4	〃	〃	4.9	0.0123	2.94	〃	〃
190	〃	〃	〃	〃	8.4	13.9	〃	〃	9.3	0.0233	1.50	〃	〃
191	〃	〃	〃	〃	8.4	13.9	〃	〃	9.3	0.0233	1.50	〃	〃
192	〃	〃	〃	〃	8.4	13.9	〃	〃	9.3	0.0233	1.50	〃	〃
193	〃	〃	〃	〃	12.0	18.2	〃	〃	13.3	0.0334	1.44	〃	〃
194	〃	〃	〃	〃	11.8	17.8	〃	〃	13.1	0.0328	1.36	〃	〃
195	〃	〃	〃	〃	12.0	16.8	〃	〃	13.3	0.0334	1.26	〃	〃
196	〃	〃	〃	〃	16.4	28.9	〃	〃	18.2	0.0456	1.59	〃	〃
197	〃	〃	〃	〃	16.3	31.8	〃	〃	18.1	0.0456	1.76	〃	〃
198	〃	〃	〃	〃	16.4	30.8	〃	〃	18.2	0.0456	1.69	〃	〃
199	〃	5	〃	〃	17.0	15.8	〃	〃	18.6	0.0466	0.85	〃	〃
200	〃	〃	〃	〃	17.4	14.9	〃	〃	19.0	0.0476	0.785	〃	〃
201	〃	〃	〃	〃	17.0	15.4	〃	〃	18.6	0.0466	0.83	〃	〃
202	〃	〃	〃	〃	12.3	13.9	〃	〃	13.5	0.0338	1.03	〃	〃
203	〃	〃	〃	〃	12.1	14.4	〃	〃	13.2	0.0331	1.09	〃	〃
204	〃	〃	〃	〃	11.9	13.9	〃	〃	13.0	0.0326	1.07	〃	〃
205	〃	〃	〃	〃	8.5	11.0	〃	〃	9.3	0.0233	1.18	〃	〃
206	〃	〃	〃	〃	8.3	11.0	〃	〃	9.1	0.0228	1.21	〃	〃
207	〃	〃	〃	〃	8.1	11.0	〃	〃	8.85	0.0222	1.24	〃	〃
208	〃	〃	〃	〃	3.9	6.1	〃	〃	4.3	0.0108	1.42	〃	〃
209	〃	〃	〃	〃	3.9	6.1	〃	〃	4.3	0.0108	1.42	〃	〃
210	〃	〃	〃	〃	3.9	6.1	〃	〃	4.3	0.0108	1.42	〃	〃

Run	水深 (AP+) m	Type	T (sec)	L_0 (m)	H (cm)	R (cm)	d/L_0	H/H_0	H_0 (cm)	H_0/L_0	R/H_0	h (cm)	h/L_0
181	5.1	4	1.4	3.06	11.0	14.9	0.1875	0.9155	12.0	0.0392	1.24	16.4	0.054
182	〃	〃	〃	〃	11.0	13.9	〃	〃	12.0	0.0392	1.16	〃	〃
183	〃	〃	〃	〃	11.1	14.9	〃	〃	12.1	0.0395	1.23	〃	〃
184	〃	〃	〃	〃	14.0	15.4	〃	〃	15.3	0.0500	1.01	〃	〃
185	〃	〃	〃	〃	14.0	16.4	〃	〃	15.3	0.0500	1.07	〃	〃
186	〃	〃	〃	〃	14.0	16.8	〃	〃	15.3	0.0500	1.10	〃	〃
187	〃	〃	1.6	3.99	4.4	14.9	0.144	0.914	4.9	0.0123	3.04	〃	0.041
188	〃	〃	〃	〃	4.4	13.9	〃	〃	4.9	0.0123	2.84	〃	〃
189	〃	〃	〃	〃	4.4	14.4	〃	〃	4.9	0.0123	2.94	〃	〃
190	〃	〃	〃	〃	8.4	13.9	〃	〃	9.3	0.0233	1.50	〃	〃
191	〃	〃	〃	〃	8.4	13.9	〃	〃	9.3	0.0233	1.50	〃	〃
192	〃	〃	〃	〃	8.4	13.9	〃	〃	9.3	0.0233	1.50	〃	〃
193	〃	〃	〃	〃	12.0	18.2	〃	〃	13.3	0.0334	1.44	〃	〃
194	〃	〃	〃	〃	11.8	17.8	〃	〃	13.1	0.0328	1.36	〃	〃
195	〃	〃	〃	〃	12.0	16.8	〃	〃	13.3	0.0334	1.26	〃	〃
196	〃	〃	〃	〃	16.4	28.9	〃	〃	18.2	0.0456	1.59	〃	〃
197	〃	〃	〃	〃	16.3	31.8	〃	〃	18.1	0.0456	1.76	〃	〃
198	〃	〃	〃	〃	16.4	30.8	〃	〃	18.2	0.0456	1.69	〃	〃
199	〃	5	〃	〃	17.0	15.8	〃	〃	18.6	0.0466	0.85	〃	〃
200	〃	〃	〃	〃	17.4	14.9	〃	〃	19.0	0.0476	0.785	〃	〃
201	〃	〃	〃	〃	17.0	15.4	〃	〃	18.6	0.0466	0.83	〃	〃
202	〃	〃	〃	〃	12.3	13.9	〃	〃	13.5	0.0338	1.03	〃	〃
203	〃	〃	〃	〃	12.1	14.4	〃	〃	13.2	0.0331	1.09	〃	〃
204	〃	〃	〃	〃	11.9	13.9	〃	〃	13.0	0.0326	1.07	〃	〃
205	〃	〃	〃	〃	8.5	11.0	〃	〃	9.3	0.0233	1.18	〃	〃
206	〃	〃	〃	〃	8.3	11.0	〃	〃	9.1	0.0228	1.21	〃	〃
207	〃	〃	〃	〃	8.1	11.0	〃	〃	8.85	0.0222	1.24	〃	〃
208	〃	〃	〃	〃	3.9	6.1	〃	〃	4.3	0.0108	1.42	〃	〃
209	〃	〃	〃	〃	3.9	6.1	〃	〃	4.3	0.0108	1.42	〃	〃
210	〃	〃	〃	〃	3.9	6.1	〃	〃	4.3	0.0108	1.42	〃	〃

Run	水深 (AP+) m	Type	T (sec)	L_0 (m)	H (cm)	R (cm)	d/L_0	H/H_0	H_0 (cm)	H_0/L_0	R/H_0	h (cm)	h/L_0
211	5.1	5	1.4	3.06	13.8	12.0	0.188	0.916	15.0	0.0490	0.80	1.64	0.054
212	〃	〃	〃	〃	13.8	12.0	〃	〃	15.0	0.0490	0.80	〃	〃
213	〃	〃	〃	〃	13.6	11.5	〃	〃	14.8	0.0484	0.78	〃	〃
214	〃	〃	〃	〃	11.2	12.0	〃	〃	12.2	0.0399	0.98	〃	〃
215	〃	〃	〃	〃	11.4	11.0	〃	〃	12.4	0.0405	0.89	〃	〃
216	〃	〃	〃	〃	11.4	11.0	〃	〃	12.4	0.0405	0.89	〃	〃
217	〃	〃	〃	〃	8.8	8.1	〃	〃	9.6	0.0314	0.84	〃	〃
218	〃	〃	〃	〃	8.8	8.5	〃	〃	9.6	0.0314	0.89	〃	〃
219	〃	〃	〃	〃	8.8	9.0	〃	〃	9.6	0.0314	0.94	〃	〃
220	〃	〃	〃	〃	6.1	6.6	〃	〃	6.65	0.0217	0.99	〃	〃
221	〃	〃	〃	〃	6.1	6.6	〃	〃	6.65	0.0217	0.99	〃	〃
222	〃	〃	〃	〃	6.1	6.6	〃	〃	6.65	0.0217	0.99	〃	〃
223	〃	〃	〃	〃	4.9	6.1	〃	〃	5.3	0.0173	1.15	〃	〃
224	〃	〃	〃	〃	4.9	6.1	〃	〃	5.3	0.0173	1.15	〃	〃
225	〃	〃	〃	〃	4.9	6.1	〃	〃	5.3	0.0173	1.15	〃	〃
226	〃	〃	1.2	2.25	11.2	8.6	0.255	0.934	12.0	0.0534	0.72	〃	0.073
227	〃	〃	〃	〃	11.2	8.6	〃	〃	12.0	0.0534	0.72	〃	〃
228	〃	〃	〃	〃	11.2	8.6	〃	〃	12.0	0.0534	0.72	〃	〃
229	〃	〃	〃	〃	9.6	7.6	〃	〃	10.3	0.0458	0.74	〃	〃
230	〃	〃	〃	〃	9.6	8.6	〃	〃	10.3	0.0458	0.835	〃	〃
231	〃	〃	〃	〃	9.6	9.0	〃	〃	10.3	0.0458	0.875	〃	〃
232	〃	〃	〃	〃	5.5	4.7	〃	〃	5.9	0.0262	0.80	〃	〃
233	〃	〃	〃	〃	5.5	4.7	〃	〃	5.9	0.0262	0.80	〃	〃
234	〃	〃	〃	〃	5.5	4.7	〃	〃	5.9	0.0262	0.80	〃	〃
235	〃	〃	1.0	1.56	7.0	4.7	0.368	0.969	7.5	0.0480	0.63	〃	0.105
236	〃	〃	〃	〃	7.0	5.2	〃	〃	7.5	0.0480	0.69	〃	〃
237	〃	〃	〃	〃	7.0	5.2	〃	〃	7.5	0.0480	0.69	〃	〃
238	〃	6	1.6	3.99	16.5	12.9	0.144	0.914	18.1	0.0454	0.71	〃	0.041
239	〃	〃	〃	〃	16.6	13.9	〃	〃	18.2	0.0456	0.765	〃	〃
240	〃	〃	〃	〃	16.6	13.9	〃	〃	18.2	0.0456	0.765	〃	〃

Run	水位 (AP+) m	Type	T (sec)	L_0 (m)	H (cm)	R (cm)	d/L_0	H/H_0	H_0 (cm)	H_0/L_0	R/H_0	h (cm)	h/L_0
211	5.1	5	1.4	3.06	13.8	12.0	0.188	0.916	15.0	0.0490	0.80	1.64	0.054
212	〃	〃	〃	〃	13.8	12.0	〃	〃	15.0	0.0490	0.80	〃	〃
213	〃	〃	〃	〃	13.6	11.5	〃	〃	14.8	0.0484	0.78	〃	〃
214	〃	〃	〃	〃	11.2	12.0	〃	〃	12.2	0.0399	0.98	〃	〃
215	〃	〃	〃	〃	11.4	11.0	〃	〃	12.4	0.0405	0.89	〃	〃
216	〃	〃	〃	〃	11.4	11.0	〃	〃	12.4	0.0405	0.89	〃	〃
217	〃	〃	〃	〃	8.8	8.1	〃	〃	9.6	0.0314	0.84	〃	〃
218	〃	〃	〃	〃	8.8	8.5	〃	〃	9.6	0.0314	0.89	〃	〃
219	〃	〃	〃	〃	8.8	9.0	〃	〃	9.6	0.0314	0.94	〃	〃
220	〃	〃	〃	〃	6.1	6.6	〃	〃	6.65	0.0217	0.99	〃	〃
221	〃	〃	〃	〃	6.1	6.6	〃	〃	6.65	0.0217	0.99	〃	〃
222	〃	〃	〃	〃	6.1	6.6	〃	〃	6.65	0.0217	0.99	〃	〃
223	〃	〃	〃	〃	4.9	6.1	〃	〃	5.3	0.0173	1.15	〃	〃
224	〃	〃	〃	〃	4.9	6.1	〃	〃	5.3	0.0173	1.15	〃	〃
225	〃	〃	〃	〃	4.9	6.1	〃	〃	5.3	0.0173	1.15	〃	〃
226	〃	〃	1.2	2.25	11.2	8.6	0.255	0.934	12.0	0.0534	0.72	〃	0.073
227	〃	〃	〃	〃	11.2	8.6	〃	〃	12.0	0.0534	0.72	〃	〃
228	〃	〃	〃	〃	11.2	8.6	〃	〃	12.0	0.0534	0.72	〃	〃
229	〃	〃	〃	〃	9.6	7.6	〃	〃	10.3	0.0458	0.74	〃	〃
230	〃	〃	〃	〃	9.6	8.6	〃	〃	10.3	0.0458	0.835	〃	〃
231	〃	〃	〃	〃	9.6	9.0	〃	〃	10.3	0.0458	0.875	〃	〃
232	〃	〃	〃	〃	5.5	4.7	〃	〃	5.9	0.0262	0.80	〃	〃
233	〃	〃	〃	〃	5.5	4.7	〃	〃	5.9	0.0262	0.80	〃	〃
234	〃	〃	〃	〃	5.5	4.7	〃	〃	5.9	0.0262	0.80	〃	〃
235	〃	〃	1.0	1.56	7.0	4.7	0.368	0.969	7.5	0.0480	0.63	〃	0.105
236	〃	〃	〃	〃	7.0	5.2	〃	〃	7.5	0.0480	0.69	〃	〃
237	〃	〃	〃	〃	7.0	5.2	〃	〃	7.5	0.0480	0.69	〃	〃
238	〃	6	1.6	3.99	16.5	12.9	0.144	0.914	18.1	0.0454	0.71	〃	0.041
239	〃	〃	〃	〃	16.6	13.9	〃	〃	18.2	0.0456	0.765	〃	〃
240	〃	〃	〃	〃	16.6	13.9	〃	〃	18.2	0.0456	0.765	〃	〃

Run	水位 (AP+) m	Type	T (sec)	L_0 (m)	H (cm)	R (cm)	d/L_0	H/H_0	H_0 (cm)	H_0/L_0	R/H_0	h (cm)	h/L_0
241	5.1	6	1.6	3.99	11.9	11.5	0.144	0.914	13.0	0.0326	0.885	16.4	0.041
242	〃	〃	〃	〃	11.9	12.0	〃	〃	13.0	0.0326	0.92	〃	〃
243	〃	〃	〃	〃	11.9	11.5	〃	〃	13.0	0.0326	0.885	〃	〃
244	〃	〃	〃	〃	8.2	8.1	〃	〃	9.0	0.0226	0.90	〃	〃
245	〃	〃	〃	〃	8.3	8.1	〃	〃	9.1	0.0228	0.89	〃	〃
246	〃	〃	〃	〃	8.4	8.1	〃	〃	9.2	0.0231	0.88	〃	〃
247	〃	〃	〃	〃	4.2	5.2	〃	〃	4.6	0.0115	1.13	〃	〃
248	〃	〃	〃	〃	4.2	5.2	〃	〃	4.6	0.0115	1.13	〃	〃
249	〃	〃	〃	〃	4.2	5.2	〃	〃	4.6	0.0115	1.13	〃	〃
250	〃	〃	1.4	3.06	13.5	8.6	0.188	0.916	14.7	0.0480	0.585	〃	0.054
251	〃	〃	〃	〃	13.5	8.6	〃	〃	14.7	0.0480	0.585	〃	〃
252	〃	〃	〃	〃	13.5	8.6	〃	〃	14.7	0.0480	0.585	〃	〃
253	〃	〃	〃	〃	11.6	8.1	〃	〃	12.7	0.0415	0.64	〃	〃
254	〃	〃	〃	〃	11.5	8.1	〃	〃	12.5	0.0409	0.65	〃	〃
255	〃	〃	〃	〃	11.4	8.1	〃	〃	12.4	0.0405	0.65	〃	〃
256	〃	〃	〃	〃	9.0	6.1	〃	〃	9.8	0.0320	0.62	〃	〃
257	〃	〃	〃	〃	8.9	6.1	〃	〃	9.7	0.0317	0.63	〃	〃
258	〃	〃	〃	〃	9.0	6.1	〃	〃	9.8	0.0320	0.62	〃	〃
259	〃	〃	〃	〃	6.2	4.7	〃	〃	6.8	0.0222	0.69	〃	〃
260	〃	〃	〃	〃	6.2	4.7	〃	〃	6.8	0.0222	0.69	〃	〃
261	〃	〃	〃	〃	6.2	4.7	〃	〃	6.8	0.0222	0.69	〃	〃
262	〃	〃	〃	〃	4.9	4.7	〃	〃	5.3	0.0173	0.89	〃	〃
263	〃	〃	〃	〃	4.9	4.7	〃	〃	5.3	0.0173	0.89	〃	〃
264	〃	〃	〃	〃	4.9	4.7	〃	〃	5.3	0.0173	0.89	〃	〃
265	〃	〃	1.2	2.25	15.2	6.1	0.255	0.934	16.3	0.0725	0.37	〃	0.073
266	〃	〃	〃	〃	15.2	6.1	〃	〃	16.3	0.0725	0.37	〃	〃
267	〃	〃	〃	〃	15.2	6.1	〃	〃	16.3	0.0725	0.37	〃	〃
268	〃	〃	〃	〃	11.5	5.7	〃	〃	12.3	0.0547	0.46	〃	〃
269	〃	〃	〃	〃	11.5	6.1	〃	〃	12.3	0.0547	0.50	〃	〃
270	〃	〃	〃	〃	11.5	6.1	〃	〃	12.3	0.0547	0.50	〃	〃

Run	水位 (AP-) m	Type	T (sec)	L_0 (m)	H (cm)	R (cm)	d/L_0	H/H_0	H_0 (cm)	H_0/L_0	R/H_0	h (cm)	h/L_0
241	5.1	6	1.6	3.99	11.9	11.5	0.144	0.914	13.0	0.0326	0.885	16.4	0.041
242	〃	〃	〃	〃	11.9	12.0	〃	〃	13.0	0.0326	0.92	〃	〃
243	〃	〃	〃	〃	11.9	11.5	〃	〃	13.0	0.0326	0.885	〃	〃
244	〃	〃	〃	〃	8.2	8.1	〃	〃	9.0	0.0226	0.90	〃	〃
245	〃	〃	〃	〃	8.3	8.1	〃	〃	9.1	0.0228	0.89	〃	〃
246	〃	〃	〃	〃	8.4	8.1	〃	〃	9.2	0.0231	0.88	〃	〃
247	〃	〃	〃	〃	4.2	5.2	〃	〃	4.6	0.0115	1.13	〃	〃
248	〃	〃	〃	〃	4.2	5.2	〃	〃	4.6	0.0115	1.13	〃	〃
249	〃	〃	〃	〃	4.2	5.2	〃	〃	4.6	0.0115	1.13	〃	〃
250	〃	〃	1.4	3.06	13.5	8.6	0.188	0.916	14.7	0.0480	0.585	〃	0.054
251	〃	〃	〃	〃	13.5	8.6	〃	〃	14.7	0.0480	0.585	〃	〃
252	〃	〃	〃	〃	13.5	8.6	〃	〃	14.7	0.0480	0.585	〃	〃
253	〃	〃	〃	〃	11.6	8.1	〃	〃	12.7	0.0415	0.64	〃	〃
254	〃	〃	〃	〃	11.5	8.1	〃	〃	12.5	0.0409	0.65	〃	〃
255	〃	〃	〃	〃	11.4	8.1	〃	〃	12.4	0.0405	0.65	〃	〃
256	〃	〃	〃	〃	9.0	6.1	〃	〃	9.8	0.0320	0.62	〃	〃
257	〃	〃	〃	〃	8.9	6.1	〃	〃	9.7	0.0317	0.63	〃	〃
258	〃	〃	〃	〃	9.0	6.1	〃	〃	9.8	0.0320	0.62	〃	〃
259	〃	〃	〃	〃	6.2	4.7	〃	〃	6.8	0.0222	0.69	〃	〃
260	〃	〃	〃	〃	6.2	4.7	〃	〃	6.8	0.0222	0.69	〃	〃
261	〃	〃	〃	〃	6.2	4.7	〃	〃	6.8	0.0222	0.69	〃	〃
262	〃	〃	〃	〃	4.9	4.7	〃	〃	5.3	0.0173	0.89	〃	〃
263	〃	〃	〃	〃	4.9	4.7	〃	〃	5.3	0.0173	0.89	〃	〃
264	〃	〃	〃	〃	4.9	4.7	〃	〃	5.3	0.0173	0.89	〃	〃
265	〃	〃	1.2	2.25	15.2	6.1	0.255	0.934	16.3	0.0725	0.37	〃	0.073
266	〃	〃	〃	〃	15.2	6.1	〃	〃	16.3	0.0725	0.37	〃	〃
267	〃	〃	〃	〃	15.2	6.1	〃	〃	16.3	0.0725	0.37	〃	〃
268	〃	〃	〃	〃	11.5	5.7	〃	〃	12.3	0.0547	0.46	〃	〃
269	〃	〃	〃	〃	11.5	6.1	〃	〃	12.3	0.0547	0.50	〃	〃
270	〃	〃	〃	〃	11.5	6.1	〃	〃	12.3	0.0547	0.50	〃	〃

Run	水位 (AP+) m	Type	T (sec)	L_0 (m)	H (cm)	R (cm)	d/L_0	H/H_0	H_0 (cm)	H_0/L_0	R/H_0	h (cm)	h/L_0
271	5.1	6	1.2	2.25	9.8	5.7	0.255	0.934	10.5	0.0467	0.54	16.4	0.073
272	〃	〃	〃	〃	9.8	5.7	〃	〃	10.5	0.0467	0.54	〃	〃
273	〃	〃	〃	〃	9.8	5.7	〃	〃	10.5	0.0467	0.54	〃	〃
274	〃	〃	〃	〃	5.6	4.2	〃	〃	6.0	0.0267	0.70	〃	〃
275	〃	〃	〃	〃	5.6	4.2	〃	〃	6.0	0.0267	0.70	〃	〃
276	〃	〃	〃	〃	5.6	4.2	〃	〃	6.0	0.0267	0.70	〃	〃
277	〃	〃	1.0	1.56	7.4	3.7	0.368	0.969	7.65	0.0490	0.48	〃	0.105
278	〃	〃	〃	〃	7.4	3.7	〃	〃	7.65	0.0490	0.48	〃	〃
279	〃	〃	〃	〃	7.4	3.7	〃	〃	7.65	0.0490	0.48	〃	〃
280	4.0	1	1.6	3.99	15.6	15.0	0.133	0.9161	17.0	0.0427	0.83	12.0	0.030
281	〃	〃	〃	〃	15.6	15.4	〃	〃	17.0	0.0427	0.91	〃	〃
282	〃	〃	〃	〃	15.4	15.8	〃	〃	16.8	0.0421	0.94	〃	〃
283	〃	〃	〃	〃	12.6	12.6	〃	〃	13.8	0.0346	0.91	〃	〃
284	〃	〃	〃	〃	12.6	12.0	〃	〃	13.8	0.0346	0.87	〃	〃
285	〃	〃	〃	〃	12.6	12.6	〃	〃	13.8	0.0346	0.91	〃	〃
286	〃	〃	〃	〃	8.5	11.3	〃	〃	9.3	0.0233	1.22	〃	〃
287	〃	〃	〃	〃	8.5	11.6	〃	〃	9.3	0.0233	1.25	〃	〃
288	〃	〃	〃	〃	8.5	10.2	〃	〃	9.3	0.0233	1.10	〃	〃
289	〃	〃	〃	〃	4.6	7.4	〃	〃	5.0	0.0125	1.48	〃	〃
290	〃	〃	〃	〃	4.6	7.7	〃	〃	5.0	0.0125	1.54	〃	〃
291	〃	〃	〃	〃	4.6	7.6	〃	〃	5.0	0.0125	1.52	〃	〃
292	4.0	2	〃	〃	4.6	5.8	〃	〃	5.0	0.0125	1.16	〃	〃
293	〃	〃	〃	〃	4.6	5.8	〃	〃	5.0	0.0125	1.16	〃	〃
294	〃	〃	〃	〃	4.6	5.8	〃	〃	5.0	0.0125	1.16	〃	〃
295	〃	〃	〃	〃	8.5	10.9	〃	〃	9.3	0.0233	1.17	〃	〃
296	〃	〃	〃	〃	8.5	11.6	〃	〃	9.3	0.0233	1.25	〃	〃
297	〃	〃	〃	〃	8.5	10.7	〃	〃	9.3	0.0233	1.15	〃	〃
298	〃	〃	〃	〃	12.3	10.0	〃	〃	13.4	0.0336	0.75	〃	〃
299	〃	〃	〃	〃	12.4	10.4	〃	〃	13.5	0.0339	0.75	〃	〃
300	〃	〃	〃	〃	12.4	10.2	〃	〃	13.5	0.0339	0.76	〃	〃

Run	水位 (AP+) m	Type	T (sec)	L_0 (m)	H (cm)	R (cm)	d/L_0	H/H_0	H_0 (cm)	H_0/L_0	R/H_0	h (cm)	h/L_0
271	5.1	6	1.2	2.25	9.8	5.7	0.255	0.934	10.5	0.0467	0.54	16.4	0.073
272	〃	〃	〃	〃	9.8	5.7	〃	〃	10.5	0.0467	0.54	〃	〃
273	〃	〃	〃	〃	9.8	5.7	〃	〃	10.5	0.0467	0.54	〃	〃
274	〃	〃	〃	〃	5.6	4.2	〃	〃	6.0	0.0267	0.70	〃	〃
275	〃	〃	〃	〃	5.6	4.2	〃	〃	6.0	0.0267	0.70	〃	〃
276	〃	〃	〃	〃	5.6	4.2	〃	〃	6.0	0.0267	0.70	〃	〃
277	〃	〃	1.0	1.56	7.4	3.7	0.368	0.969	7.65	0.0490	0.48	〃	0.105
278	〃	〃	〃	〃	7.4	3.7	〃	〃	7.65	0.0490	0.48	〃	〃
279	〃	〃	〃	〃	7.4	3.7	〃	〃	7.65	0.0490	0.48	〃	〃
280	4.0	1	1.6	3.99	15.6	15.0	0.133	0.9161	17.0	0.0427	0.83	12.0	0.030
281	〃	〃	〃	〃	15.6	15.4	〃	〃	17.0	0.0427	0.91	〃	〃
282	〃	〃	〃	〃	15.4	15.8	〃	〃	16.8	0.0421	0.94	〃	〃
283	〃	〃	〃	〃	12.6	12.6	〃	〃	13.8	0.0346	0.91	〃	〃
284	〃	〃	〃	〃	12.6	12.0	〃	〃	13.8	0.0346	0.87	〃	〃
285	〃	〃	〃	〃	12.6	12.6	〃	〃	13.8	0.0346	0.91	〃	〃
286	〃	〃	〃	〃	8.5	11.3	〃	〃	9.3	0.0233	1.22	〃	〃
287	〃	〃	〃	〃	8.5	11.6	〃	〃	9.3	0.0233	1.25	〃	〃
288	〃	〃	〃	〃	8.5	10.2	〃	〃	9.3	0.0233	1.10	〃	〃
289	〃	〃	〃	〃	4.6	7.4	〃	〃	5.0	0.0125	1.48	〃	〃
290	〃	〃	〃	〃	4.6	7.7	〃	〃	5.0	0.0125	1.54	〃	〃
291	〃	〃	〃	〃	4.6	7.6	〃	〃	5.0	0.0125	1.52	〃	〃
292	4.0	2	〃	〃	4.6	5.8	〃	〃	5.0	0.0125	1.16	〃	〃
293	〃	〃	〃	〃	4.6	5.8	〃	〃	5.0	0.0125	1.16	〃	〃
294	〃	〃	〃	〃	4.6	5.8	〃	〃	5.0	0.0125	1.16	〃	〃
295	〃	〃	〃	〃	8.5	10.9	〃	〃	9.3	0.0233	1.17	〃	〃
296	〃	〃	〃	〃	8.5	11.6	〃	〃	9.3	0.0233	1.25	〃	〃
297	〃	〃	〃	〃	8.5	10.7	〃	〃	9.3	0.0233	1.15	〃	〃
298	〃	〃	〃	〃	12.3	10.0	〃	〃	13.4	0.0336	0.75	〃	〃
299	〃	〃	〃	〃	12.4	10.4	〃	〃	13.5	0.0339	0.75	〃	〃
300	〃	〃	〃	〃	12.4	10.2	〃	〃	13.5	0.0339	0.76	〃	〃

Run	水位 (AP+) m	Type	T (sec)	L_0 (m)	H (cm)	R (cm)	d/L_0	H/H_0	H_0 (cm)	H_0/L_0	R/H_0	h (cm)	h/L_0
301	4.0	2	1.6	3.99	15.4	12.0	0.133	0.9161	16.8	0.0421	0.72	12.0	0.030
302	〃	〃	〃	〃	15.5	12.1	〃	〃	16.9	0.0424	0.72	〃	〃
303	〃	〃	〃	〃	15.4	12.3	〃	〃	16.8	0.0421	0.73	〃	〃
304	5.1	7	〃	〃	17.2	11.0	0.144	0.914	18.8	0.0471	0.585	16.4	0.041
305	〃	〃	〃	〃	17.0	11.0	〃	〃	18.6	0.0467	0.59	〃	〃
306	〃	〃	〃	〃	17.0	11.0	〃	〃	18.6	0.0467	0.59	〃	〃
307	〃	〃	〃	〃	12.4	11.0	〃	〃	13.6	0.0341	0.81	〃	〃
308	〃	〃	〃	〃	12.2	11.0	〃	〃	13.4	0.0336	0.82	〃	〃
309	〃	〃	〃	〃	12.2	11.0	〃	〃	13.4	0.0336	0.82	〃	〃
310	〃	〃	〃	〃	8.8	7.6	〃	〃	9.6	0.0240	0.79	〃	〃
311	〃	〃	〃	〃	8.8	7.6	〃	〃	9.6	0.0240	0.79	〃	〃
312	〃	〃	〃	〃	8.8	7.6	〃	〃	9.6	0.0240	0.79	〃	〃
313	〃	〃	〃	〃	4.0	4.7	〃	〃	4.4	0.0110	1.07	〃	〃
314	〃	〃	〃	〃	4.0	4.7	〃	〃	4.4	0.0110	1.07	〃	〃
315	〃	〃	〃	〃	4.0	4.7	〃	〃	4.4	0.0110	1.07	〃	〃
316	〃	〃	1.4	3.06	15.8	11.0	0.188	0.916	17.2	0.0562	0.64	〃	0.054
317	〃	〃	〃	〃	15.8	11.0	〃	〃	17.2	0.0562	0.64	〃	〃
318	〃	〃	〃	〃	15.8	11.0	〃	〃	17.2	0.0562	0.64	〃	〃
319	〃	〃	〃	〃	11.4	9.5	〃	〃	12.4	0.0405	0.77	〃	〃
320	〃	〃	〃	〃	11.4	9.5	〃	〃	12.4	0.0405	0.77	〃	〃
321	〃	〃	〃	〃	11.4	9.5	〃	〃	12.4	0.0405	0.77	〃	〃
322	〃	〃	〃	〃	8.9	7.6	〃	〃	9.7	0.0317	0.78	〃	〃
323	〃	〃	〃	〃	8.9	7.6	〃	〃	9.7	0.0317	0.78	〃	〃
324	〃	〃	〃	〃	8.9	7.6	〃	〃	9.7	0.0317	0.78	〃	〃
325	〃	〃	〃	〃	6.3	4.7	〃	〃	6.9	0.0225	0.68	〃	〃
326	〃	〃	〃	〃	6.3	4.7	〃	〃	6.9	0.0225	0.68	〃	〃
327	〃	〃	〃	〃	6.3	4.7	〃	〃	6.9	0.0225	0.68	〃	〃
328	〃	〃	〃	〃	4.9	4.7	〃	〃	5.35	0.0175	0.88	〃	〃
329	〃	〃	〃	〃	4.9	4.7	〃	〃	5.35	0.0175	0.88	〃	〃
330	〃	〃	〃	〃	4.9	4.7	〃	〃	5.35	0.0175	0.88	〃	〃

Run	水位 (AP+) m	Type	T (sec)	L_0 (m)	H (cm)	R (cm)	d/L_0	H/H_0	H_0 (cm)	H_0/L_0	R/H_0	h (cm)	h/L_0
301	4.0	2	1.6	3.99	15.4	12.0	0.133	0.9161	16.8	0.0421	0.72	12.0	0.030
302	〃	〃	〃	〃	15.5	12.1	〃	〃	16.9	0.0424	0.72	〃	〃
303	〃	〃	〃	〃	15.4	12.3	〃	〃	16.8	0.0421	0.73	〃	〃
304	5.1	7	〃	〃	17.2	11.0	0.144	0.914	18.8	0.0471	0.585	16.4	0.041
305	〃	〃	〃	〃	17.0	11.0	〃	〃	18.6	0.0467	0.59	〃	〃
306	〃	〃	〃	〃	17.0	11.0	〃	〃	18.6	0.0467	0.59	〃	〃
307	〃	〃	〃	〃	12.4	11.0	〃	〃	13.6	0.0341	0.81	〃	〃
308	〃	〃	〃	〃	12.2	11.0	〃	〃	13.4	0.0336	0.82	〃	〃
309	〃	〃	〃	〃	12.2	11.0	〃	〃	13.4	0.0336	0.82	〃	〃
310	〃	〃	〃	〃	8.8	7.6	〃	〃	9.6	0.0240	0.79	〃	〃
311	〃	〃	〃	〃	8.8	7.6	〃	〃	9.6	0.0240	0.79	〃	〃
312	〃	〃	〃	〃	8.8	7.6	〃	〃	9.6	0.0240	0.79	〃	〃
313	〃	〃	〃	〃	4.0	4.7	〃	〃	4.4	0.0110	1.07	〃	〃
314	〃	〃	〃	〃	4.0	4.7	〃	〃	4.4	0.0110	1.07	〃	〃
315	〃	〃	〃	〃	4.0	4.7	〃	〃	4.4	0.0110	1.07	〃	〃
316	〃	〃	1.4	3.06	15.8	11.0	0.188	0.916	17.2	0.0562	0.64	〃	0.054
317	〃	〃	〃	〃	15.8	11.0	〃	〃	17.2	0.0562	0.64	〃	〃
318	〃	〃	〃	〃	15.8	11.0	〃	〃	17.2	0.0562	0.64	〃	〃
319	〃	〃	〃	〃	11.4	9.5	〃	〃	12.4	0.0405	0.77	〃	〃
320	〃	〃	〃	〃	11.4	9.5	〃	〃	12.4	0.0405	0.77	〃	〃
321	〃	〃	〃	〃	11.4	9.5	〃	〃	12.4	0.0405	0.77	〃	〃
322	〃	〃	〃	〃	8.9	7.6	〃	〃	9.7	0.0317	0.78	〃	〃
323	〃	〃	〃	〃	8.9	7.6	〃	〃	9.7	0.0317	0.78	〃	〃
324	〃	〃	〃	〃	8.9	7.6	〃	〃	9.7	0.0317	0.78	〃	〃
325	〃	〃	〃	〃	6.3	4.7	〃	〃	6.9	0.0225	0.68	〃	〃
326	〃	〃	〃	〃	6.3	4.7	〃	〃	6.9	0.0225	0.68	〃	〃
327	〃	〃	〃	〃	6.3	4.7	〃	〃	6.9	0.0225	0.68	〃	〃
328	〃	〃	〃	〃	4.9	4.7	〃	〃	5.35	0.0175	0.88	〃	〃
329	〃	〃	〃	〃	4.9	4.7	〃	〃	5.35	0.0175	0.88	〃	〃
330	〃	〃	〃	〃	4.9	4.7	〃	〃	5.35	0.0175	0.88	〃	〃

Run	水位 (AP+) m	Type	T (sec)	L_0 (m)	H (cm)	R (cm)	d/L_0	H/H_0	H_0 (cm)	H_0/L_0	R/H_0	h (cm)	h/L_0
331	5.1	7	1.2	2.25	11.2	7.6	0.255	0.934	12.0	0.0534	0.63	16.4	0.073
332	〃	〃	〃	〃	11.2	7.6	〃	〃	12.0	0.0534	0.63	〃	〃
333	〃	〃	〃	〃	11.2	7.6	〃	〃	12.0	0.0534	0.63	〃	〃
334	〃	〃	〃	〃	9.4	7.6	〃	〃	10.1	0.0449	0.75	〃	〃
335	〃	〃	〃	〃	9.4	7.6	〃	〃	10.1	0.0449	0.75	〃	〃
336	〃	〃	〃	〃	9.4	7.6	〃	〃	10.1	0.0449	0.75	〃	〃
337	〃	〃	〃	〃	5.7	4.7	〃	〃	6.2	0.0276	0.76	〃	〃
338	〃	〃	〃	〃	5.7	4.7	〃	〃	6.2	0.0276	0.76	〃	〃
339	〃	〃	〃	〃	5.7	4.7	〃	〃	6.2	0.0276	0.76	〃	〃
340	〃	〃	1.0	1.56	7.2	4.7	0.368	0.969	7.4	0.0475	0.635	〃	0.105
341	〃	〃	〃	〃	7.2	4.7	〃	〃	7.4	0.0475	0.635	〃	〃
342	〃	〃	〃	〃	7.2	4.7	〃	〃	7.4	0.0475	0.635	〃	〃
343	4.0	〃	1.6	3.99	17.0	9.1	0.133	0.9161	18.6	0.0466	0.49	12.0	0.030
344	〃	〃	〃	〃	16.8	9.1	〃	〃	18.3	0.0459	0.50	〃	〃
345	〃	〃	〃	〃	17.0	9.1	〃	〃	18.6	0.0466	0.49	〃	〃
346	〃	〃	〃	〃	12.0	9.1	〃	〃	13.1	0.0328	0.695	〃	〃
347	〃	〃	〃	〃	11.8	9.1	〃	〃	12.9	0.0323	0.705	〃	〃
348	〃	〃	〃	〃	12.0	9.1	〃	〃	13.1	0.0328	0.695	〃	〃
349	〃	〃	〃	〃	8.2	9.1	〃	〃	8.95	0.0224	1.02	〃	〃
350	〃	〃	〃	〃	8.2	9.1	〃	〃	8.95	0.0224	1.02	〃	〃
351	〃	〃	〃	〃	8.2	9.1	〃	〃	8.95	0.0224	1.02	〃	〃
352	〃	〃	〃	〃	4.2	6.2	〃	〃	4.6	0.0115	1.35	〃	〃
353	〃	〃	〃	〃	4.2	6.2	〃	〃	4.6	0.0115	1.35	〃	〃
354	〃	〃	〃	〃	4.2	6.2	〃	〃	4.6	0.0115	1.35	〃	〃
355	〃	〃	1.4	3.06	16.0	9.1	0.1730	0.9137	17.5	0.0572	0.52	〃	0.039
356	〃	〃	〃	〃	16.0	9.1	〃	〃	17.5	0.0572	0.52	〃	〃
357	〃	〃	〃	〃	16.0	9.1	〃	〃	17.5	0.0572	0.52	〃	〃
358	〃	〃	〃	〃	12.0	9.1	〃	〃	13.1	0.0429	0.695	〃	〃
359	〃	〃	〃	〃	12.0	9.1	〃	〃	13.1	0.0429	0.695	〃	〃
360	〃	〃	〃	〃	12.0	9.1	〃	〃	13.1	0.0429	0.695	〃	〃

Run	水位 (APL) m	Type	T (sec)	L_0 (m)	H (cm)	R (cm)	d／L_0	H／H_0	H_0 (cm)	H_0／L_0	R／H_0	h (cm)	h／L_0
331	5.1	7	1.2	2.25	11.2	7.6	0.255	0.934	12.0	0.0534	0.63	16.4	0.073
332	〃	〃	〃	〃	11.2	7.6	〃	〃	12.0	0.0534	0.63	〃	〃
333	〃	〃	〃	〃	11.2	7.6	〃	〃	12.0	0.0534	0.63	〃	〃
334	〃	〃	〃	〃	9.4	7.6	〃	〃	10.1	0.0449	0.75	〃	〃
335	〃	〃	〃	〃	9.4	7.6	〃	〃	10.1	0.0449	0.75	〃	〃
336	〃	〃	〃	〃	9.4	7.6	〃	〃	10.1	0.0449	0.75	〃	〃
337	〃	〃	〃	〃	5.7	4.7	〃	〃	6.2	0.0276	0.76	〃	〃
338	〃	〃	〃	〃	5.7	4.7	〃	〃	6.2	0.0276	0.76	〃	〃
339	〃	〃	〃	〃	5.7	4.7	〃	〃	6.2	0.0276	0.76	〃	〃
340	〃	〃	1.0	1.56	7.2	4.7	0.368	0.969	7.4	0.0475	0.635	〃	0.105
341	〃	〃	〃	〃	7.2	4.7	〃	〃	7.4	0.0475	0.635	〃	〃
342	〃	〃	〃	〃	7.2	4.7	〃	〃	7.4	0.0475	0.635	〃	〃
343	4.0	〃	1.6	3.99	17.0	9.1	0.133	0.9161	18.6	0.0466	0.49	12.0	0.030
344	〃	〃	〃	〃	16.8	9.1	〃	〃	18.3	0.0459	0.50	〃	〃
345	〃	〃	〃	〃	17.0	9.1	〃	〃	18.6	0.0466	0.49	〃	〃
346	〃	〃	〃	〃	12.0	9.1	〃	〃	13.1	0.0328	0.695	〃	〃
347	〃	〃	〃	〃	11.8	9.1	〃	〃	12.9	0.0323	0.705	〃	〃
348	〃	〃	〃	〃	12.0	9.1	〃	〃	13.1	0.0328	0.695	〃	〃
349	〃	〃	〃	〃	8.2	9.1	〃	〃	8.95	0.0224	1.02	〃	〃
350	〃	〃	〃	〃	8.2	9.1	〃	〃	8.95	0.0224	1.02	〃	〃
351	〃	〃	〃	〃	8.2	9.1	〃	〃	8.95	0.0224	1.02	〃	〃
352	〃	〃	〃	〃	4.2	6.2	〃	〃	4.6	0.0115	1.35	〃	〃
353	〃	〃	〃	〃	4.2	6.2	〃	〃	4.6	0.0115	1.35	〃	〃
354	〃	〃	〃	〃	4.2	6.2	〃	〃	4.6	0.0115	1.35	〃	〃
355	〃	〃	1.4	3.06	16.0	9.1	0.1730	0.9137	17.5	0.0572	0.52	〃	0.039
356	〃	〃	〃	〃	16.0	9.1	〃	〃	17.5	0.0572	0.52	〃	〃
357	〃	〃	〃	〃	16.0	9.1	〃	〃	17.5	0.0572	0.52	〃	〃
358	〃	〃	〃	〃	12.0	9.1	〃	〃	13.1	0.0429	0.695	〃	〃
359	〃	〃	〃	〃	12.0	9.1	〃	〃	13.1	0.0429	0.695	〃	〃
360	〃	〃	〃	〃	12.0	9.1	〃	〃	13.1	0.0429	0.695	〃	〃

Run	水位 (AP+) m	Type	T (sec)	L_0 (m)	H (cm)	R (cm)	d/L_0	H/H_0	H_0 (cm)	H_0/L_0	R/H_0	h (cm)	h/L_0
361	4.0	7	1.4	3.06	8.4	9.1	0.1730	0.9137	9.2	0.0301	0.99	12.0	0.039
362	〃	〃	〃	〃	8.4	9.1	〃	〃	9.2	0.0301	0.99	〃	〃
363	〃	〃	〃	〃	8.4	9.1	〃	〃	9.2	0.0301	0.99	〃	〃
364	〃	〃	〃	〃	5.8	6.2	〃	〃	6.35	0.0208	0.98	〃	〃
365	〃	〃	〃	〃	5.8	6.2	〃	〃	6.35	0.0208	0.98	〃	〃
366	〃	〃	〃	〃	5.8	6.2	〃	〃	6.35	0.0208	0.98	〃	〃
367	〃	〃	1.2	2.25	12.0	9.1	0.2355	0.9276	12.9	0.0574	0.705	〃	0.053
368	〃	〃	〃	〃	12.0	9.1	〃	〃	12.9	0.0574	0.705	〃	〃
369	〃	〃	〃	〃	12.0	9.7	〃	〃	12.9	0.0574	0.705	〃	〃
370	〃	〃	〃	〃	9.8	9.1	〃	〃	10.6	0.0471	0.86	〃	〃
371	〃	〃	〃	〃	10.0	9.1	〃	〃	10.9	0.0480	0.84	〃	〃
372	〃	〃	〃	〃	9.3	9.1	〃	〃	10.0	0.0445	0.91	〃	〃
373	〃	〃	〃	〃	7.3	6.2	〃	〃	7.9	0.0351	0.785	〃	〃
374	〃	〃	〃	〃	7.3	6.2	〃	〃	7.9	0.0351	0.785	〃	〃
375	〃	〃	〃	〃	7.3	6.2	〃	〃	7.9	0.0351	0.785	〃	〃
376	5.1	8	1.0	1.56	7.6	7.6	0.368	0.969	7.85	0.0503	0.97	16.4	0.105
377	〃	〃	〃	〃	7.6	7.6	〃	〃	7.85	0.0503	0.97	〃	〃
378	〃	〃	〃	〃	7.6	7.6	〃	〃	7.85	0.0503	0.97	〃	〃
379	〃	〃	1.2	2.25	6.0	7.6	0.255	0.934	6.4	0.0284	1.19	〃	0.073
380	〃	〃	〃	〃	5.8	7.6	〃	〃	6.2	0.0276	1.23	〃	〃
381	〃	〃	〃	〃	6.0	7.6	〃	〃	6.4	0.0284	1.19	〃	〃
382	〃	〃	〃	〃	10.0	7.6	〃	〃	10.7	0.0475	0.71	〃	〃
383	〃	〃	〃	〃	10.0	7.6	〃	〃	10.7	0.0475	0.71	〃	〃
384	〃	〃	〃	〃	10.0	7.6	〃	〃	10.7	0.0475	0.71	〃	〃
385	〃	〃	〃	〃	11.5	7.6	〃	〃	12.3	0.0547	0.62	〃	〃
386	〃	〃	〃	〃	11.5	7.6	〃	〃	12.3	0.0547	0.62	〃	〃
387	〃	〃	〃	〃	11.5	7.6	〃	〃	12.3	0.0547	0.62	〃	〃
388	〃	〃	1.4	3.06	4.9	7.6	0.188	0.916	5.35	0.0175	1.42	〃	0.054
389	〃	〃	〃	〃	5.1	7.6	〃	〃	5.6	0.0183	1.36	〃	〃
390	〃	〃	〃	〃	5.1	7.6	〃	〃	5.6	0.0183	1.36	〃	〃

Run	水位 (AP+) m	Type	T (sec)	L_0 (m)	H (cm)	R (cm)	d/L_0	H/H_0	H_0 (cm)	H_0/L_0	R/H_0	h (cm)	h/L_0
361	4.0	7	1.4	3.06	8.4	9.1	0.1730	0.9137	9.2	0.0301	0.99	12.0	0.039
362	〃	〃	〃	〃	8.4	9.1	〃	〃	9.2	0.0301	0.99	〃	〃
363	〃	〃	〃	〃	8.4	9.1	〃	〃	9.2	0.0301	0.99	〃	〃
364	〃	〃	〃	〃	5.8	6.2	〃	〃	6.35	0.0208	0.98	〃	〃
365	〃	〃	〃	〃	5.8	6.2	〃	〃	6.35	0.0208	0.98	〃	〃
366	〃	〃	〃	〃	5.8	6.2	〃	〃	6.35	0.0208	0.98	〃	〃
367	〃	〃	1.2	2.25	12.0	9.1	0.2355	0.9276	12.9	0.0574	0.705	〃	0.053
368	〃	〃	〃	〃	12.0	9.1	〃	〃	12.9	0.0574	0.705	〃	〃
369	〃	〃	〃	〃	12.0	9.7	〃	〃	12.9	0.0574	0.705	〃	〃
370	〃	〃	〃	〃	9.8	9.1	〃	〃	10.6	0.0471	0.86	〃	〃
371	〃	〃	〃	〃	10.0	9.1	〃	〃	10.9	0.0480	0.84	〃	〃
372	〃	〃	〃	〃	9.3	9.1	〃	〃	10.0	0.0445	0.91	〃	〃
373	〃	〃	〃	〃	7.3	6.2	〃	〃	7.9	0.0351	0.785	〃	〃
374	〃	〃	〃	〃	7.3	6.2	〃	〃	7.9	0.0351	0.785	〃	〃
375	〃	〃	〃	〃	7.3	6.2	〃	〃	7.9	0.0351	0.785	〃	〃
376	5.1	8	1.0	1.56	7.6	7.6	0.368	0.969	7.85	0.0503	0.97	16.4	0.105
377	〃	〃	〃	〃	7.6	7.6	〃	〃	7.85	0.0503	0.97	〃	〃
378	〃	〃	〃	〃	7.6	7.6	〃	〃	7.85	0.0503	0.97	〃	〃
379	〃	〃	1.2	2.25	6.0	7.6	0.255	0.934	6.4	0.0284	1.19	〃	0.073
380	〃	〃	〃	〃	5.8	7.6	〃	〃	6.2	0.0276	1.23	〃	〃
381	〃	〃	〃	〃	6.0	7.6	〃	〃	6.4	0.0284	1.19	〃	〃
382	〃	〃	〃	〃	10.0	7.6	〃	〃	10.7	0.0475	0.71	〃	〃
383	〃	〃	〃	〃	10.0	7.6	〃	〃	10.7	0.0475	0.71	〃	〃
384	〃	〃	〃	〃	10.0	7.6	〃	〃	10.7	0.0475	0.71	〃	〃
385	〃	〃	〃	〃	11.5	7.6	〃	〃	12.3	0.0547	0.62	〃	〃
386	〃	〃	〃	〃	11.5	7.6	〃	〃	12.3	0.0547	0.62	〃	〃
387	〃	〃	〃	〃	11.5	7.6	〃	〃	12.3	0.0547	0.62	〃	〃
388	〃	〃	1.4	3.06	4.9	7.6	0.188	0.916	5.35	0.0175	1.42	〃	0.054
389	〃	〃	〃	〃	5.1	7.6	〃	〃	5.6	0.0183	1.36	〃	〃
390	〃	〃	〃	〃	5.1	7.6	〃	〃	5.6	0.0183	1.36	〃	〃

Run	水位 (AP+) m	Type	T (sec)	L_0 (m)	H (cm)	R (cm)	d／L_0	H／H_0	H_0 (cm)	H_0／L_0	R／H_0	h (cm)	h／L_0
391	5.1	8	1.4	3.06	6.4	7.6	0.188	0.916	7.0	0.0229	1.09	16.4	0.054
392	〃	〃	〃	〃	6.4	7.6	〃	〃	7.0	0.0229	1.09	〃	〃
393	〃	〃	〃	〃	6.4	7.6	〃	〃	7.0	0.0229	1.09	〃	〃
394	〃	〃	〃	〃	8.9	11.0	〃	〃	9.7	0.0317	1.13	〃	〃
395	〃	〃	〃	〃	8.9	11.0	〃	〃	9.7	0.0317	1.13	〃	〃
396	〃	〃	〃	〃	8.9	11.0	〃	〃	9.7	0.0317	1.13	〃	〃
397	〃	〃	〃	〃	11.6	11.0	〃	〃	12.7	0.0415	0.87	〃	〃
398	〃	〃	〃	〃	11.6	11.0	〃	〃	12.7	0.0415	0.87	〃	〃
399	〃	〃	〃	〃	11.6	11.0	〃	〃	12.7	0.0415	0.87	〃	〃
400	〃	〃	〃	〃	15.8	12.5	〃	〃	17.2	0.0562	0.73	〃	〃
401	〃	〃	〃	〃	15.8	14.9	〃	〃	17.2	0.0562	0.87	〃	〃
402	〃	〃	〃	〃	16.0	14.4	〃	〃	17.5	0.0562	0.82	〃	〃
403	〃	〃	1.6	3.99	4.0	11.0	0.144	0.914	4.4	0.0110	2.50	〃	0.041
404	〃	〃	〃	〃	4.2	11.0	〃	〃	4.6	0.0115	2.40	〃	〃
405	〃	〃	〃	〃	4.2	11.0	〃	〃	4.6	0.0115	2.40	〃	〃
406	〃	〃	〃	〃	8.3	11.0	〃	〃	9.1	0.0228	1.21	〃	〃
407	〃	〃	〃	〃	8.3	11.0	〃	〃	9.1	0.0228	1.21	〃	〃
408	〃	〃	〃	〃	8.3	11.0	〃	〃	9.1	0.0228	1.21	〃	〃
409	〃	〃	〃	〃	12.2	16.7	〃	〃	13.4	0.0336	1.25	〃	〃
410	〃	〃	〃	〃	12.2	16.7	〃	〃	13.4	0.0336	1.25	〃	〃
411	〃	〃	〃	〃	12.2	17.6	〃	〃	13.4	0.0336	1.31	〃	〃
412	〃	〃	〃	〃	16.6	22.1	〃	〃	18.2	0.0456	1.33	〃	〃
413	〃	〃	〃	〃	16.6	21.7	〃	〃	18.2	0.0456	1.19	〃	〃
414	〃	〃	〃	〃	16.2	21.7	〃	〃	17.7	0.0444	1.23	〃	〃
415	4.0	〃	1.6	3.99	16.0	12.0	0.133	0.9161	17.4	0.0437	0.69	12.0	0.030
416	〃	〃	〃	〃	16.0	12.0	〃	〃	17.4	0.0437	0.69	〃	〃
417	〃	〃	〃	〃	16.0	12.0	〃	〃	17.4	0.0437	0.69	〃	〃
418	〃	〃	〃	〃	12.3	9.1	〃	〃	13.4	0.0336	0.68	〃	〃
419	〃	〃	〃	〃	12.3	9.1	〃	〃	13.4	0.0336	0.68	〃	〃
420	〃	〃	〃	〃	12.3	9.1	〃	〃	13.4	0.0336	0.68	〃	〃

Run	水位 (AP+) m	Type	T (sec)	L_0 (m)	H (cm)	R (cm)	d/L_0	H/H_0	H_0 (cm)	H_0/L_0	R/H_0	h (cm)	h/L_0
391	5.1	8	1.4	3.06	6.4	7.6	0.188	0.916	7.0	0.0229	1.09	16.4	0.054
392	〃	〃	〃	〃	6.4	7.6	〃	〃	7.0	0.0229	1.09	〃	〃
393	〃	〃	〃	〃	6.4	7.6	〃	〃	7.0	0.0229	1.09	〃	〃
394	〃	〃	〃	〃	8.9	11.0	〃	〃	9.7	0.0317	1.13	〃	〃
395	〃	〃	〃	〃	8.9	11.0	〃	〃	9.7	0.0317	1.13	〃	〃
396	〃	〃	〃	〃	8.9	11.0	〃	〃	9.7	0.0317	1.13	〃	〃
397	〃	〃	〃	〃	11.6	11.0	〃	〃	12.7	0.0415	0.87	〃	〃
398	〃	〃	〃	〃	11.6	11.0	〃	〃	12.7	0.0415	0.87	〃	〃
399	〃	〃	〃	〃	11.6	11.0	〃	〃	12.7	0.0415	0.87	〃	〃
400	〃	〃	〃	〃	15.8	12.5	〃	〃	17.2	0.0562	0.73	〃	〃
401	〃	〃	〃	〃	15.8	14.9	〃	〃	17.2	0.0562	0.87	〃	〃
402	〃	〃	〃	〃	16.0	14.4	〃	〃	17.5	0.0562	0.82	〃	〃
403	〃	〃	1.6	3.99	4.0	11.0	0.144	0.914	4.4	0.0110	2.50	〃	0.041
404	〃	〃	〃	〃	4.2	11.0	〃	〃	4.6	0.0115	2.40	〃	〃
405	〃	〃	〃	〃	4.2	11.0	〃	〃	4.6	0.0115	2.40	〃	〃
406	〃	〃	〃	〃	8.3	11.0	〃	〃	9.1	0.0228	1.21	〃	〃
407	〃	〃	〃	〃	8.3	11.0	〃	〃	9.1	0.0228	1.21	〃	〃
408	〃	〃	〃	〃	8.3	11.0	〃	〃	9.1	0.0228	1.21	〃	〃
409	〃	〃	〃	〃	12.2	16.7	〃	〃	13.4	0.0336	1.25	〃	〃
410	〃	〃	〃	〃	12.2	16.7	〃	〃	13.4	0.0336	1.25	〃	〃
411	〃	〃	〃	〃	12.2	17.6	〃	〃	13.4	0.0336	1.31	〃	〃
412	〃	〃	〃	〃	16.6	22.1	〃	〃	18.2	0.0456	1.33	〃	〃
413	〃	〃	〃	〃	16.6	21.7	〃	〃	18.2	0.0456	1.19	〃	〃
414	〃	〃	〃	〃	16.2	21.7	〃	〃	17.7	0.0444	1.23	〃	〃
415	4.0	〃	1.6	3.99	16.0	12.0	0.133	0.9161	17.4	0.0437	0.69	12.0	0.030
416	〃	〃	〃	〃	16.0	12.0	〃	〃	17.4	0.0437	0.69	〃	〃
417	〃	〃	〃	〃	16.0	12.0	〃	〃	17.4	0.0437	0.69	〃	〃
418	〃	〃	〃	〃	12.3	9.1	〃	〃	13.4	0.0336	0.68	〃	〃
419	〃	〃	〃	〃	12.3	9.1	〃	〃	13.4	0.0336	0.68	〃	〃
420	〃	〃	〃	〃	12.3	9.1	〃	〃	13.4	0.0336	0.68	〃	〃

Run	水深 (A.P.+) m	Type	T (sec)	L_0 (m)	H (cm)	R (cm)	d／L_0	H／H_0	H_0 (cm)	H_0／L_0	R／H_0	h (cm)	h／L_0
421	4.0	8	1.6	3.99	8.0	9.1	0.133	0.9161	8.7	0.0218	1.05	12.0	0.030
422	〃	〃	〃	〃	8.0	9.1	〃	〃	8.7	0.0218	1.05	〃	〃
423	〃	〃	〃	〃	8.0	9.1	〃	〃	8.7	0.0218	1.05	〃	〃
424	〃	〃	〃	〃	4.4	6.2	〃	〃	4.8	0.0120	1.29	〃	〃
425	〃	〃	〃	〃	4.4	6.2	〃	〃	4.8	0.0120	1.29	〃	〃
426	〃	〃	〃	〃	4.4	6.2	〃	〃	4.8	0.0120	1.29	〃	〃
427	〃	〃	1.4	3.06	15.6	9.1	0.1730	0.9137	17.1	0.0559	0.53	〃	0.039
428	〃	〃	〃	〃	15.6	9.1	〃	〃	17.1	0.0559	0.53	〃	〃
429	〃	〃	〃	〃	15.6	9.1	〃	〃	17.1	0.0559	0.53	〃	〃
430	〃	〃	〃	〃	12.8	9.1	〃	〃	14.0	0.0458	0.65	〃	〃
431	〃	〃	〃	〃	12.6	9.1	〃	〃	13.8	0.0450	0.66	〃	〃
432	〃	〃	〃	〃	12.7	9.1	〃	〃	13.9	0.0454	0.655	〃	〃
433	〃	〃	〃	〃	9.4	9.1	〃	〃	10.3	0.0337	0.88	〃	〃
434	〃	〃	〃	〃	9.4	9.1	〃	〃	10.3	0.0337	0.88	〃	〃
435	〃	〃	〃	〃	9.4	9.1	〃	〃	10.3	0.0337	0.88	〃	〃
436	〃	〃	〃	〃	6.3	6.2	〃	〃	6.9	0.0226	0.90	〃	〃
437	〃	〃	〃	〃	6.5	6.2	〃	〃	7.1	0.0232	0.87	〃	〃
438	〃	〃	〃	〃	6.4	6.2	〃	〃	7.0	0.0229	0.89	〃	〃
439	〃	〃	1.2	2.25	11.7	6.2	0.2355	0.9276	12.6	0.056	0.49	〃	0.053
440	〃	〃	〃	〃	12.1	6.2	〃	〃	13.1	0.0581	0.47	〃	〃
441	〃	〃	〃	〃	11.9	6.2	〃	〃	12.8	0.0568	0.48	〃	〃
442	〃	〃	〃	〃	9.6	6.2	〃	〃	10.4	0.0461	0.60	〃	〃
443	〃	〃	〃	〃	9.6	6.2	〃	〃	10.4	0.0461	0.60	〃	〃
444	〃	〃	〃	〃	9.6	6.2	〃	〃	10.4	0.0461	0.60	〃	〃
445	〃	〃	〃	〃	7.9	6.2	〃	〃	8.5	0.0377	0.73	〃	〃
446	〃	〃	〃	〃	8.0	6.2	〃	〃	8.6	0.0381	0.72	〃	〃
447	〃	〃	〃	〃	8.0	6.2	〃	〃	8.6	0.0381	0.72	〃	〃
448	5.1	9	1.6	3.99	16.8	13.4	0.144	0.914	18.4	0.046	0.73	16.4	0.105
449	〃	〃	〃	〃	17.2	12.1	〃	〃	18.8	0.0471	0.64	〃	〃
450	〃	〃	〃	〃	17.0	11.6	〃	〃	18.6	0.0466	0.62	〃	〃

Run	水深 (A.P.+) m	Type	T (sec)	L_0 (m)	H (cm)	R (cm)	d/L_0	H/H_0	H_0 (cm)	H_0/L_0	R/H_0	h (cm)	h/L_0
421	4.0	8	1.6	3.99	8.0	9.1	0.133	0.9161	8.7	0.0218	1.05	12.0	0.030
422	〃	〃	〃	〃	8.0	9.1	〃	〃	8.7	0.0218	1.05	〃	〃
423	〃	〃	〃	〃	8.0	9.1	〃	〃	8.7	0.0218	1.05	〃	〃
424	〃	〃	〃	〃	4.4	6.2	〃	〃	4.8	0.0120	1.29	〃	〃
425	〃	〃	〃	〃	4.4	6.2	〃	〃	4.8	0.0120	1.29	〃	〃
426	〃	〃	〃	〃	4.4	6.2	〃	〃	4.8	0.0120	1.29	〃	〃
427	〃	〃	1.4	3.06	15.6	9.1	0.1730	0.9137	17.1	0.0559	0.53	〃	0.039
428	〃	〃	〃	〃	15.6	9.1	〃	〃	17.1	0.0559	0.53	〃	〃
429	〃	〃	〃	〃	15.6	9.1	〃	〃	17.1	0.0559	0.53	〃	〃
430	〃	〃	〃	〃	12.8	9.1	〃	〃	14.0	0.0458	0.65	〃	〃
431	〃	〃	〃	〃	12.6	9.1	〃	〃	13.8	0.0450	0.66	〃	〃
432	〃	〃	〃	〃	12.7	9.1	〃	〃	13.9	0.0454	0.655	〃	〃
433	〃	〃	〃	〃	9.4	9.1	〃	〃	10.3	0.0337	0.88	〃	〃
434	〃	〃	〃	〃	9.4	9.1	〃	〃	10.3	0.0337	0.88	〃	〃
435	〃	〃	〃	〃	9.4	9.1	〃	〃	10.3	0.0337	0.88	〃	〃
436	〃	〃	〃	〃	6.3	6.2	〃	〃	6.9	0.0226	0.90	〃	〃
437	〃	〃	〃	〃	6.5	6.2	〃	〃	7.1	0.0232	0.87	〃	〃
438	〃	〃	〃	〃	6.4	6.2	〃	〃	7.0	0.0229	0.89	〃	〃
439	〃	〃	1.2	2.25	11.7	6.2	0.2355	0.9276	12.6	0.056	0.49	〃	0.053
440	〃	〃	〃	〃	12.1	6.2	〃	〃	13.1	0.0581	0.47	〃	〃
441	〃	〃	〃	〃	11.9	6.2	〃	〃	12.8	0.0568	0.48	〃	〃
442	〃	〃	〃	〃	9.6	6.2	〃	〃	10.4	0.0461	0.60	〃	〃
443	〃	〃	〃	〃	9.6	6.2	〃	〃	10.4	0.0461	0.60	〃	〃
444	〃	〃	〃	〃	9.6	6.2	〃	〃	10.4	0.0461	0.60	〃	〃
445	〃	〃	〃	〃	7.9	6.2	〃	〃	8.5	0.0377	0.73	〃	〃
446	〃	〃	〃	〃	8.0	6.2	〃	〃	8.6	0.0381	0.72	〃	〃
447	〃	〃	〃	〃	8.0	6.2	〃	〃	8.6	0.0381	0.72	〃	〃
448	5.1	9	1.6	3.99	16.8	13.4	0.144	0.914	18.4	0.046	0.73	16.4	0.105
449	〃	〃	〃	〃	17.2	12.1	〃	〃	18.8	0.0471	0.64	〃	〃
450	〃	〃	〃	〃	17.0	11.6	〃	〃	18.6	0.0466	0.62	〃	〃

Run	水位 (A.P+) m	Type	T (sec)	L_0 (m)	H (cm)	R (cm)	d/L_0	H/H_0	H_0 (cm)	H_0/L_0	R/H_0	h (cm)	h/L_0
451	5.1	10	1.6	3.99	17.0	16.0	0.144	0.914	18.6	0.0466	0.86	16.4	0.105
452	〃	〃	〃	〃	17.0	15.7	〃	〃	18.6	0.0466	0.845	〃	〃
453	〃	〃	〃	〃	17.0	15.2	〃	〃	18.6	0.0466	0.82	〃	〃
454	〃	〃	〃	〃	12.2	11.0	〃	〃	13.4	0.0336	0.82	〃	〃
455	〃	〃	〃	〃	12.2	11.0	〃	〃	13.4	0.0336	0.82	〃	〃
456	〃	〃	〃	〃	12.2	11.0	〃	〃	13.4	0.0336	0.82	〃	〃
457	〃	9	〃	〃	12.2	11.0	〃	〃	13.4	0.0336	0.82	〃	〃
458	〃	〃	〃	〃	12.2	11.0	〃	〃	13.4	0.0336	0.82	〃	〃
459	〃	〃	〃	〃	12.2	11.0	〃	〃	13.4	0.0336	0.82	〃	〃
460	〃	11	〃	〃	17.0	20.7	〃	〃	18.6	0.047	1.11	〃	0.041
461	〃	〃	〃	〃	17.3	22.2	〃	〃	18.9	0.047	1.17	〃	〃
462	〃	〃	〃	〃	17.1	21.7	〃	〃	18.7	0.047	1.16	〃	〃
463	〃	12	〃	〃	17.1	17.8	〃	〃	18.7	0.047	0.95	〃	〃
464	〃	〃	〃	〃	17.1	16.8	〃	〃	18.7	0.047	0.90	〃	〃
465	〃	〃	〃	〃	17.3	17.3	〃	〃	18.9	0.047	0.92	〃	〃
466	〃	13	〃	〃	17.3	14.4	〃	〃	18.9	0.047	0.76	〃	〃
467	〃	〃	〃	〃	17.3	13.4	〃	〃	18.9	0.047	0.71	〃	〃
468	〃	〃	〃	〃	17.3	13.9	〃	〃	18.9	0.047	0.74	〃	〃
469	〃	14	〃	〃	17.1	21.2	〃	〃	18.7	0.047	1.13	〃	〃
470	〃	15	〃	〃	17.1	18.8	〃	〃	18.7	0.047	1.00	〃	〃
471	〃	〃	〃	〃	17.1	14.9	〃	〃	18.7	0.047	0.80	〃	〃
472	〃	〃	〃	〃	12.0	14.4	〃	〃	13.1	0.033	1.10	〃	〃
473	〃	〃	〃	〃	12.2	13.9	〃	〃	13.4	0.034	1.04	〃	〃
474	〃	14	〃	〃	12.2	18.3	〃	〃	13.4	0.034	1.36	〃	〃
475	〃	13	〃	〃	12.2	12.0	〃	〃	13.4	0.034	0.90	〃	〃
476	〃	〃	〃	〃	12.0	12.0	〃	〃	13.1	0.033	0.92	〃	〃
477	〃	〃	〃	〃	12.0	12.0	〃	〃	13.1	0.033	0.92	〃	〃
478	〃	12	〃	〃	12.0	13.9	〃	〃	13.1	0.033	1.06	〃	〃
479	〃	〃	〃	〃	12.0	13.9	〃	〃	13.1	0.033	1.06	〃	〃
480	〃	〃	〃	〃	12.0	13.9	〃	〃	13.1	0.033	1.06	〃	〃

Run	水位 (AP+) m	Type	T (sec)	L_0 (m)	H (cm)	R (cm)	d/L_0	H/H_0	H_0 (cm)	H_0/L_0	R/H_0	h (cm)	h/L_0
451	5.1	10	1.6	3.99	17.0	16.0	0.144	0.914	18.6	0.0466	0.86	16.4	0.105
452	〃	〃	〃	〃	17.0	15.7	〃	〃	18.6	0.0466	0.845	〃	〃
453	〃	〃	〃	〃	17.0	15.2	〃	〃	18.6	0.0466	0.82	〃	〃
454	〃	〃	〃	〃	12.2	11.0	〃	〃	13.4	0.0336	0.82	〃	〃
455	〃	〃	〃	〃	12.2	11.0	〃	〃	13.4	0.0336	0.82	〃	〃
456	〃	〃	〃	〃	12.2	11.0	〃	〃	13.4	0.0336	0.82	〃	〃
457	〃	9	〃	〃	12.2	11.0	〃	〃	13.4	0.0336	0.82	〃	〃
458	〃	〃	〃	〃	12.2	11.0	〃	〃	13.4	0.0336	0.82	〃	〃
459	〃	〃	〃	〃	12.2	11.0	〃	〃	13.4	0.0336	0.82	〃	〃
460	〃	11	〃	〃	17.0	20.7	〃	〃	18.6	0.047	1.11	〃	0.041
461	〃	〃	〃	〃	17.3	22.2	〃	〃	18.9	0.047	1.17	〃	〃
462	〃	〃	〃	〃	17.1	21.7	〃	〃	18.7	0.047	1.16	〃	〃
463	〃	12	〃	〃	17.1	17.8	〃	〃	18.7	0.047	0.95	〃	〃
464	〃	〃	〃	〃	17.1	16.8	〃	〃	18.7	0.047	0.90	〃	〃
465	〃	〃	〃	〃	17.3	17.3	〃	〃	18.9	0.047	0.92	〃	〃
466	〃	13	〃	〃	17.3	14.4	〃	〃	18.9	0.047	0.76	〃	〃
467	〃	〃	〃	〃	17.3	13.4	〃	〃	18.9	0.047	0.71	〃	〃
468	〃	〃	〃	〃	17.3	13.9	〃	〃	18.9	0.047	0.74	〃	〃
469	〃	14	〃	〃	17.1	21.2	〃	〃	18.7	0.047	1.13	〃	〃
470	〃	15	〃	〃	17.1	18.8	〃	〃	18.7	0.047	1.00	〃	〃
471	〃	〃	〃	〃	17.1	14.9	〃	〃	18.7	0.047	0.80	〃	〃
472	〃	〃	〃	〃	12.0	14.4	〃	〃	13.1	0.033	1.10	〃	〃
473	〃	〃	〃	〃	12.2	13.9	〃	〃	13.4	0.034	1.04	〃	〃
474	〃	14	〃	〃	12.2	18.3	〃	〃	13.4	0.034	1.36	〃	〃
475	〃	13	〃	〃	12.2	12.0	〃	〃	13.4	0.034	0.90	〃	〃
476	〃	〃	〃	〃	12.0	12.0	〃	〃	13.1	0.033	0.92	〃	〃
477	〃	〃	〃	〃	12.0	12.0	〃	〃	13.1	0.033	0.92	〃	〃
478	〃	12	〃	〃	12.0	13.9	〃	〃	13.1	0.033	1.06	〃	〃
479	〃	〃	〃	〃	12.0	13.9	〃	〃	13.1	0.033	1.06	〃	〃
480	〃	〃	〃	〃	12.0	13.9	〃	〃	13.1	0.033	1.06	〃	〃

Run	水位 (AP+) m	Type	T (sec)	L_0 (m)	H (cm)	R (cm)	d／L_0	H／H_0	H_0 (cm)	H_0／L_0	R／H_0	h (cm)	h／L_0
481	5.1	11	1.6	3.99	12.0	15.4	0.144	0.914	13.1	0.033	1.18	16.4	0.041
482	〃	〃	〃	〃	12.0	16.4	〃	〃	13.1	0.033	1.25	〃	〃
483	〃	〃	〃	〃	12.0	15.9	〃	〃	13.1	0.033	1.21	〃	〃
484	〃	16	1.0	1.56	7.3	6.2	0.368	0.9688	7.55	0.0484	0.82	〃	0.105
485	〃	〃	〃	〃	7.3	6.2	〃	〃	7.55	0.0484	0.82	〃	〃
486	〃	〃	〃	〃	7.3	6.2	〃	〃	7.55	0.0484	0.82	〃	〃
487	〃	〃	1.2	2.25	5.4	6.2	0.255	0.9340	5.8	0.0258	1.07	〃	0.073
488	〃	〃	〃	〃	5.4	6.2	〃	〃	5.8	0.0258	1.07	〃	〃
489	〃	〃	〃	〃	5.4	6.2	〃	〃	5.8	0.0258	1.07	〃	〃
490	〃	〃	〃	〃	9.7	7.6	〃	〃	10.4	0.0473	0.73	〃	〃
491	〃	〃	〃	〃	9.7	7.6	〃	〃	10.4	0.0473	0.73	〃	〃
492	〃	〃	〃	〃	9.7	7.6	〃	〃	10.4	0.0473	0.73	〃	〃
493	〃	〃	〃	〃	10.3	7.6	〃	〃	11.0	0.0490	0.69	〃	〃
494	〃	〃	〃	〃	10.3	7.6	〃	〃	11.0	0.0490	0.69	〃	〃
495	〃	〃	〃	〃	10.3	7.6	〃	〃	11.0	0.0490	0.69	〃	〃
496	〃	〃	1.4	3.06	4.3	6.2	0.1875	0.9155	4.7	0.0154	1.32	〃	0.054
497	〃	〃	〃	〃	4.3	6.2	〃	〃	4.7	0.0154	1.32	〃	〃
498	〃	〃	〃	〃	4.3	6.2	〃	〃	4.7	0.0154	1.32	〃	〃
499	〃	〃	〃	〃	5.72	6.2	〃	〃	6.25	0.0204	0.99	〃	〃
500	〃	〃	〃	〃	5.72	6.2	〃	〃	6.25	0.0204	0.99	〃	〃
501	〃	〃	〃	〃	5.72	6.2	〃	〃	6.25	0.0204	0.99	〃	〃
502	〃	〃	〃	〃	8.3	8.1	〃	〃	9.1	0.0298	0.89	〃	〃
503	〃	〃	〃	〃	8.3	8.1	〃	〃	9.1	0.0298	0.89	〃	〃
504	〃	〃	〃	〃	8.3	8.1	〃	〃	9.1	0.0298	0.89	〃	〃
505	〃	〃	〃	〃	10.9	8.6	〃	〃	11.9	0.0390	0.72	〃	〃
506	〃	〃	〃	〃	10.9	8.6	〃	〃	11.9	0.0390	0.72	〃	〃
507	〃	〃	〃	〃	10.9	8.6	〃	〃	11.9	0.0390	0.72	〃	〃
508	〃	〃	〃	〃	13.2	9.1	〃	〃	14.4	0.0471	0.63	〃	〃
509	〃	〃	〃	〃	13.2	9.1	〃	〃	14.4	0.0471	0.63	〃	〃
510	〃	〃	〃	〃	13.2	9.1	〃	〃	14.4	0.0471	0.63	〃	〃

Run	水位 (AP+) m	Type	T (sec)	L_0 (m)	H (cm)	R (cm)	d/L_0	H/H_0	H_0 (cm)	H_0/L_0	R/H_0	h (cm)	h/L_0
481	5.1	11	1.6	3.99	12.0	15.4	0.144	0.914	13.1	0.033	1.18	16.4	0.041
482	〃	〃	〃	〃	12.0	16.4	〃	〃	13.1	0.033	1.25	〃	〃
483	〃	〃	〃	〃	12.0	15.9	〃	〃	13.1	0.033	1.21	〃	〃
484	〃	16	1.0	1.56	7.3	6.2	0.368	0.9688	7.55	0.0484	0.82	〃	0.105
485	〃	〃	〃	〃	7.3	6.2	〃	〃	7.55	0.0484	0.82	〃	〃
486	〃	〃	〃	〃	7.3	6.2	〃	〃	7.55	0.0484	0.82	〃	〃
487	〃	〃	1.2	2.25	5.4	6.2	0.255	0.9340	5.8	0.0258	1.07	〃	0.073
488	〃	〃	〃	〃	5.4	6.2	〃	〃	5.8	0.0258	1.07	〃	〃
489	〃	〃	〃	〃	5.4	6.2	〃	〃	5.8	0.0258	1.07	〃	〃
490	〃	〃	〃	〃	9.7	7.6	〃	〃	10.4	0.0473	0.73	〃	〃
491	〃	〃	〃	〃	9.7	7.6	〃	〃	10.4	0.0473	0.73	〃	〃
492	〃	〃	〃	〃	9.7	7.6	〃	〃	10.4	0.0473	0.73	〃	〃
493	〃	〃	〃	〃	10.3	7.6	〃	〃	11.0	0.0490	0.69	〃	〃
494	〃	〃	〃	〃	10.3	7.6	〃	〃	11.0	0.0490	0.69	〃	〃
495	〃	〃	〃	〃	10.3	7.6	〃	〃	11.0	0.0490	0.69	〃	〃
496	〃	〃	1.4	3.06	4.3	6.2	0.1875	0.9155	4.7	0.0154	1.32	〃	0.054
497	〃	〃	〃	〃	4.3	6.2	〃	〃	4.7	0.0154	1.32	〃	〃
498	〃	〃	〃	〃	4.3	6.2	〃	〃	4.7	0.0154	1.32	〃	〃
499	〃	〃	〃	〃	5.72	6.2	〃	〃	6.25	0.0204	0.99	〃	〃
500	〃	〃	〃	〃	5.72	6.2	〃	〃	6.25	0.0204	0.99	〃	〃
501	〃	〃	〃	〃	5.72	6.2	〃	〃	6.25	0.0204	0.99	〃	〃
502	〃	〃	〃	〃	8.3	8.1	〃	〃	9.1	0.0298	0.89	〃	〃
503	〃	〃	〃	〃	8.3	8.1	〃	〃	9.1	0.0298	0.89	〃	〃
504	〃	〃	〃	〃	8.3	8.1	〃	〃	9.1	0.0298	0.89	〃	〃
505	〃	〃	〃	〃	10.9	8.6	〃	〃	11.9	0.0390	0.72	〃	〃
506	〃	〃	〃	〃	10.9	8.6	〃	〃	11.9	0.0390	0.72	〃	〃
507	〃	〃	〃	〃	10.9	8.6	〃	〃	11.9	0.0390	0.72	〃	〃
508	〃	〃	〃	〃	13.2	9.1	〃	〃	14.4	0.0471	0.63	〃	〃
509	〃	〃	〃	〃	13.2	9.1	〃	〃	14.4	0.0471	0.63	〃	〃
510	〃	〃	〃	〃	13.2	9.1	〃	〃	14.4	0.0471	0.63	〃	〃

Run	水位 (AP+) m	Type	T (sec)	L_0 (m)	H (cm)	R (cm)	d/L_0	H/H_0	H_0 (cm)	H_0/L_0	R/H_0	h (cm)	h/L_0
511	5.1	1.6	1.6	3.99	3.7	6.2	0.144	0.9140	4.05	0.0102	1.53	16.4	0.041
512	〃	〃	〃	〃	〃	6.2	〃	〃	4.05	〃	1.53	〃	〃
513	〃	〃	〃	〃	〃	6.2	〃	〃	4.05	〃	1.53	〃	〃
514	〃	〃	〃	〃	7.7	8.1	〃	〃	8.4	0.0210	0.96	〃	〃
515	〃	〃	〃	〃	〃	8.1	〃	〃	8.4	〃	0.96	〃	〃
516	〃	〃	〃	〃	〃	8.1	〃	〃	8.4	〃	0.96	〃	〃
517	〃	〃	〃	〃	〃	11.0	〃	〃	11.8	0.0296	0.93	〃	〃
518	〃	〃	〃	〃	〃	11.0	〃	〃	11.8	〃	0.93	〃	〃
519	〃	〃	〃	〃	10.8	11.0	〃	〃	11.8	〃	0.93	〃	〃
520	〃	〃	〃	〃	17.0	12.5	〃	〃	18.6	0.0466	0.67	〃	〃
521	〃	〃	〃	〃	〃	12.0	〃	〃	18.6	〃	0.65	〃	〃
522	〃	〃	〃	〃	〃	12.5	〃	〃	18.6	〃	0.67	〃	〃
523	〃	17	〃	〃	〃	13.9	〃	〃	18.6	〃	0.75	〃	〃
524	〃	〃	〃	〃	〃	13.9	〃	〃	18.6	〃	0.75	〃	〃
525	〃	〃	〃	〃	〃	13.9	〃	〃	18.6	〃	0.75	〃	〃
526	〃	18	〃	〃	〃	19.8	〃	〃	18.6	〃	1.06	〃	〃
527	〃	〃	〃	〃	〃	23.6	〃	〃	18.6	〃	1.27	〃	〃
528	〃	〃	〃	〃	〃	21.2	〃	〃	18.6	〃	1.14	〃	〃
529	〃	〃	〃	〃	11.4	13.9	〃	〃	12.8	0.0320	1.08	〃	〃
530	〃	〃	〃	〃	〃	13.4	〃	〃	12.5	0.0313	1.07	〃	〃
531	〃	〃	〃	〃	〃	13.9	〃	〃	12.5	〃	1.08	〃	〃
532	〃	17	〃	〃	〃	12.5	〃	〃	12.5	〃	1.00	〃	〃
533	〃	〃	〃	〃	〃	12.5	〃	〃	12.5	〃	1.00	〃	〃
534	〃	〃	〃	〃	〃	12.5	〃	〃	12.5	〃	1.00	〃	〃
535	〃	19	〃	〃	11.6	11.0	〃	〃	12.7	0.0290	0.87	〃	〃
536	〃	〃	〃	〃	〃	11.0	〃	〃	12.7	〃	0.87	〃	〃
537	〃	〃	〃	〃	〃	11.0	〃	〃	12.7	〃	0.87	〃	〃
538	〃	〃	〃	〃	18.0	11.0	〃	〃	19.7	0.0493	0.56	〃	〃
539	〃	〃	〃	〃	〃	11.0	〃	〃	19.7	〃	0.56	〃	〃
540	〃	〃	〃	〃	〃	11.0	〃	〃	19.7	〃	0.56	〃	〃

Run	水位 (AP+) m	Type	T (sec)	L_0 (m)	H (cm)	R (cm)	d/L_0	H/H_0	H_0 (cm)	H_0/L_0	R/H_0	h (cm)	h/L_0
511	5.1	1.6	1.6	399	3.7	6.2	0.144	0.9140	4.05	0.0102	1.53	16.4	0.041
512	〃	〃	〃	〃	〃	6.2	〃	〃	4.05	〃	1.53	〃	〃
513	〃	〃	〃	〃	〃	6.2	〃	〃	4.05	〃	1.53	〃	〃
514	〃	〃	〃	〃	7.7	8.1	〃	〃	8.4	0.0210	0.96	〃	〃
515	〃	〃	〃	〃	〃	8.1	〃	〃	8.4	〃	0.96	〃	〃
516	〃	〃	〃	〃	〃	8.1	〃	〃	8.4	〃	0.96	〃	〃
517	〃	〃	〃	〃	〃	11.0	〃	〃	11.8	0.0296	0.93	〃	〃
518	〃	〃	〃	〃	〃	11.0	〃	〃	11.8	〃	0.93	〃	〃
519	〃	〃	〃	〃	10.8	11.0	〃	〃	11.8	〃	0.93	〃	〃
520	〃	〃	〃	〃	17.0	12.5	〃	〃	18.6	0.0466	0.67	〃	〃
521	〃	〃	〃	〃	〃	12.0	〃	〃	18.6	〃	0.65	〃	〃
522	〃	〃	〃	〃	〃	12.5	〃	〃	18.6	〃	0.67	〃	〃
523	〃	17	〃	〃	〃	13.9	〃	〃	18.6	〃	0.75	〃	〃
524	〃	〃	〃	〃	〃	13.9	〃	〃	18.6	〃	0.75	〃	〃
525	〃	〃	〃	〃	〃	13.9	〃	〃	18.6	〃	0.75	〃	〃
526	〃	18	〃	〃	〃	19.8	〃	〃	18.6	〃	1.06	〃	〃
527	〃	〃	〃	〃	〃	23.6	〃	〃	18.6	〃	1.27	〃	〃
528	〃	〃	〃	〃	〃	21.2	〃	〃	18.6	〃	1.14	〃	〃
529	〃	〃	〃	〃	11.4	13.9	〃	〃	12.8	0.0320	1.08	〃	〃
530	〃	〃	〃	〃	〃	13.4	〃	〃	12.5	0.0313	1.07	〃	〃
531	〃	〃	〃	〃	〃	13.9	〃	〃	12.5	〃	1.08	〃	〃
532	〃	17	〃	〃	〃	12.5	〃	〃	12.5	〃	1.00	〃	〃
533	〃	〃	〃	〃	〃	12.5	〃	〃	12.5	〃	1.00	〃	〃
534	〃	〃	〃	〃	〃	12.5	〃	〃	12.5	〃	1.00	〃	〃
535	〃	19	〃	〃	11.6	11.0	〃	〃	12.7	0.0290	0.87	〃	〃
536	〃	〃	〃	〃	〃	11.0	〃	〃	12.7	〃	0.87	〃	〃
537	〃	〃	〃	〃	〃	11.0	〃	〃	12.7	〃	0.87	〃	〃
538	〃	〃	〃	〃	18.0	11.0	〃	〃	19.7	0.0493	0.56	〃	〃
539	〃	〃	〃	〃	〃	11.0	〃	〃	19.7	〃	0.56	〃	〃
540	〃	〃	〃	〃	〃	11.0	〃	〃	19.7	〃	0.56	〃	〃

Run	水深 (AP+) m	Type	T (sec)	L_0 (m)	H (cm)	R (cm)	d/L_0	H/H_0	H_0 (cm)	H_0/L_0	R/H_0	h (cm)	h/L_0
541	5.1	20	1.6	3.99	17.8	11.0	0.144	0.914	19.5	0.0489	0.56	16.4	0.041
542	〃	〃	〃	〃	17.8	11.0	〃	〃	19.5	0.0489	0.56	〃	〃
543	〃	〃	〃	〃	17.8	11.0	〃	〃	19.5	0.0489	0.56	〃	〃
544	〃	〃	〃	〃	11.7	9.6	〃	〃	12.8	0.0320	0.75	〃	〃
545	〃	〃	〃	〃	11.7	8.6	〃	〃	12.8	0.0320	0.75	〃	〃
546	〃	〃	〃	〃	11.7	9.1	〃	〃	12.8	0.0320	0.75	〃	〃
547	〃	〃	〃	〃	8.3	7.6	〃	〃	9.1	0.0228	0.83	〃	〃
548	〃	〃	〃	〃	8.3	7.6	〃	〃	9.1	0.0228	0.83	〃	〃
549	〃	〃	〃	〃	8.3	7.6	〃	〃	9.1	0.0228	0.83	〃	〃
550	〃	〃	〃	〃	4.0	4.7	〃	〃	4.4	0.0110	0.07	〃	〃
551	〃	〃	〃	〃	4.0	4.7	〃	〃	4.4	0.0110	0.07	〃	〃
552	〃	〃	〃	〃	4.0	4.7	〃	〃	4.4	0.0110	0.07	〃	〃
553	〃	〃	1.4	3.06	14.0	7.6	0.1875	0.9155	15.3	0.0500	0.50	〃	0.054
554	〃	〃	〃	〃	14.0	7.6	〃	〃	15.3	0.0500	0.50	〃	〃
555	〃	〃	〃	〃	14.0	7.6	〃	〃	15.3	0.0500	0.50	〃	〃
556	〃	〃	〃	〃	11.24	7.6	〃	〃	12.3	0.0402	0.62	〃	〃
557	〃	〃	〃	〃	11.24	7.6	〃	〃	12.3	0.0402	0.62	〃	〃
558	〃	〃	〃	〃	11.24	7.6	〃	〃	12.3	0.0402	0.62	〃	〃
559	〃	〃	〃	〃	8.8	5.7	〃	〃	9.6	0.0314	0.59	〃	〃
560	〃	〃	〃	〃	8.8	5.7	〃	〃	9.6	0.0314	0.59	〃	〃
561	〃	〃	〃	〃	8.8	5.7	〃	〃	9.6	0.0314	0.59	〃	〃
562	〃	〃	〃	〃	6.2	4.7	〃	〃	6.8	0.0222	0.69	〃	〃
563	〃	〃	〃	〃	6.2	4.7	〃	〃	6.8	0.0222	0.69	〃	〃
564	〃	〃	〃	〃	6.2	4.7	〃	〃	6.8	0.0222	0.69	〃	〃
565	〃	〃	〃	〃	4.7	4.7	〃	〃	5.1	0.0167	0.92	〃	〃
566	〃	〃	〃	〃	4.7	4.7	〃	〃	5.1	0.0167	0.92	〃	〃
567	〃	〃	〃	〃	4.7	4.7	〃	〃	5.1	0.0167	0.92	〃	〃
568	〃	〃	1.2	2.25	12.4	5.7	0.255	0.934	13.3	0.0591	0.43	〃	0.073
569	〃	〃	〃	〃	12.4	5.7	〃	〃	13.3	0.0591	0.43	〃	〃
570	〃	〃	〃	〃	12.4	5.7	〃	〃	13.3	0.0591	0.43	〃	〃

Run	水深 (AP+) m	Type	T (sec)	L_0 (m)	H (cm)	R (cm)	d/L_0	H/H_0	H_0 (cm)	H_0/L_0	R/H_0	h (cm)	h/L_0
541	5.1	20	1.6	3.99	17.8	11.0	0.144	0.914	19.5	0.0489	0.56	16.4	0.041
542	〃	〃	〃	〃	17.8	11.0	〃	〃	19.5	0.0489	0.56	〃	〃
543	〃	〃	〃	〃	17.8	11.0	〃	〃	19.5	0.0489	0.56	〃	〃
544	〃	〃	〃	〃	11.7	9.6	〃	〃	12.8	0.0320	0.75	〃	〃
545	〃	〃	〃	〃	11.7	8.6	〃	〃	12.8	0.0320	0.75	〃	〃
546	〃	〃	〃	〃	11.7	9.1	〃	〃	12.8	0.0320	0.75	〃	〃
547	〃	〃	〃	〃	8.3	7.6	〃	〃	9.1	0.0228	0.83	〃	〃
548	〃	〃	〃	〃	8.3	7.6	〃	〃	9.1	0.0228	0.83	〃	〃
549	〃	〃	〃	〃	8.3	7.6	〃	〃	9.1	0.0228	0.83	〃	〃
550	〃	〃	〃	〃	4.0	4.7	〃	〃	4.4	0.0110	0.07	〃	〃
551	〃	〃	〃	〃	4.0	4.7	〃	〃	4.4	0.0110	0.07	〃	〃
552	〃	〃	〃	〃	4.0	4.7	〃	〃	4.4	0.0110	0.07	〃	〃
553	〃	〃	1.4	3.06	14.0	7.6	0.1875	0.9155	15.3	0.0500	0.50	〃	0.054
554	〃	〃	〃	〃	14.0	7.6	〃	〃	15.3	0.0500	0.50	〃	〃
555	〃	〃	〃	〃	14.0	7.6	〃	〃	15.3	0.0500	0.50	〃	〃
556	〃	〃	〃	〃	11.24	7.6	〃	〃	12.3	0.0402	0.62	〃	〃
557	〃	〃	〃	〃	11.24	7.6	〃	〃	12.3	0.0402	0.62	〃	〃
558	〃	〃	〃	〃	11.24	7.6	〃	〃	12.3	0.0402	0.62	〃	〃
559	〃	〃	〃	〃	8.8	5.7	〃	〃	9.6	0.0314	0.59	〃	〃
560	〃	〃	〃	〃	8.8	5.7	〃	〃	9.6	0.0314	0.59	〃	〃
561	〃	〃	〃	〃	8.8	5.7	〃	〃	9.6	0.0314	0.59	〃	〃
562	〃	〃	〃	〃	6.2	4.7	〃	〃	6.8	0.0222	0.69	〃	〃
563	〃	〃	〃	〃	6.2	4.7	〃	〃	6.8	0.0222	0.69	〃	〃
564	〃	〃	〃	〃	6.2	4.7	〃	〃	6.8	0.0222	0.69	〃	〃
565	〃	〃	〃	〃	4.7	4.7	〃	〃	5.1	0.0167	0.92	〃	〃
566	〃	〃	〃	〃	4.7	4.7	〃	〃	5.1	0.0167	0.92	〃	〃
567	〃	〃	〃	〃	4.7	4.7	〃	〃	5.1	0.0167	0.92	〃	〃
568	〃	〃	1.2	2.25	12.4	5.7	0.255	0.934	13.3	0.0591	0.43	〃	0.073
569	〃	〃	〃	〃	12.4	5.7	〃	〃	13.3	0.0591	0.43	〃	〃
570	〃	〃	〃	〃	12.4	5.7	〃	〃	13.3	0.0591	0.43	〃	〃

Run	水位 (A.P.+) m	Type	T (sec)	L_0 (m)	H (cm)	R (cm)	d/L_0	H/H_0	H_0 (cm)	H_0/L_0	R/H_0	h (cm)	h/L_0
571	5.1	20	1.2	2.25	10.4	5.2	0.255	0.934	11.1	0.0483	0.47	16.4	0.073
572	〃	〃	〃	〃	10.4	5.2	〃	〃	11.1	0.0483	0.47	〃	〃
573	〃	〃	〃	〃	10.4	5.2	〃	〃	11.1	0.0483	0.47	〃	〃
574	〃	〃	〃	〃	7.1	4.7	〃	〃	7.6	0.0338	0.62	〃	〃
575	〃	〃	〃	〃	7.1	4.7	〃	〃	7.6	0.0338	0.62	〃	〃
576	〃	〃	〃	〃	7.1	4.7	〃	〃	7.6	0.0338	0.62	〃	〃
577	〃	〃	1.0	1.56	7.1	4.7	0.368	0.9688	7.3	0.0468	0.64	〃	0.105
578	〃	〃	〃	〃	7.1	4.7	〃	〃	7.3	0.0468	0.64	〃	〃
579	〃	〃	〃	〃	7.1	4.7	〃	〃	7.3	0.0468	0.64	〃	〃
580	〃	21	1.6	3.99	19.2	13.9	0.144	0.914	21.0	0.0527	0.662	〃	0.041
581	〃	〃	〃	〃	19.2	12.5	〃	〃	21.0	0.0527	0.595	〃	〃
582	〃	〃	〃	〃	19.2	12.5	〃	〃	21.0	0.0527	0.595	〃	〃
583	〃	〃	〃	〃	12.5	10.5	〃	〃	13.7	0.0344	0.767	〃	〃
584	〃	〃	〃	〃	12.6	10.0	〃	〃	13.8	0.0346	0.725	〃	〃
585	〃	〃	〃	〃	12.6	10.0	〃	〃	13.8	0.0346	0.725	〃	〃
586	〃	〃	〃	〃	9.0	8.1	〃	〃	9.9	0.0248	0.819	〃	〃
587	〃	〃	〃	〃	9.3	8.1	〃	〃	10.2	0.0255	0.795	〃	〃
588	〃	〃	〃	〃	9.3	8.1	〃	〃	10.2	0.0255	0.795	〃	〃
589	〃	〃	〃	〃	4.0	5.2	〃	〃	4.4	0.0110	0.18	〃	〃
590	〃	〃	〃	〃	4.0	5.2	〃	〃	4.4	0.0110	0.18	〃	〃
591	〃	〃	〃	〃	4.0	5.2	〃	〃	4.4	0.0110	0.18	〃	〃
592	〃	〃	1.4	3.06	14.4	8.6	0.1876	0.9155	15.7	0.0514	0.548	〃	0.054
593	〃	〃	〃	〃	14.4	8.6	〃	〃	15.7	0.0514	0.548	〃	〃
594	〃	〃	〃	〃	14.4	8.6	〃	〃	15.7	0.0514	0.548	〃	〃
595	〃	〃	〃	〃	12.2	8.1	〃	〃	13.3	0.0435	0.610	〃	〃
596	〃	〃	〃	〃	12.2	8.6	〃	〃	13.3	0.0435	0.647	〃	〃
597	〃	〃	〃	〃	12.2	8.6	〃	〃	13.3	0.0435	0.647	〃	〃
598	〃	〃	〃	〃	9.0	8.1	〃	〃	9.8	0.0321	0.828	〃	〃
599	〃	〃	〃	〃	9.0	8.1	〃	〃	9.8	0.0321	0.828	〃	〃
600	〃	〃	〃	〃	9.0	8.1	〃	〃	9.8	0.0321	0.828	〃	〃

Run	水位 (AP+) m	Type	T (sec)	L_0 (m)	H (cm)	R (cm)	d/L_0	H/H_0	H_0 (cm)	H_0/L_0	R/H_0	h (cm)	h/L_0
571	5.1	20	1.2	2.25	10.4	5.2	0.255	0.934	11.1	0.0483	0.47	16.4	0.073
572	〃	〃	〃	〃	10.4	5.2	〃	〃	11.1	0.0483	0.47	〃	〃
573	〃	〃	〃	〃	10.4	5.2	〃	〃	11.1	0.0483	0.47	〃	〃
574	〃	〃	〃	〃	7.1	4.7	〃	〃	7.6	0.0338	0.62	〃	〃
575	〃	〃	〃	〃	7.1	4.7	〃	〃	7.6	0.0338	0.62	〃	〃
576	〃	〃	〃	〃	7.1	4.7	〃	〃	7.6	0.0338	0.62	〃	〃
577	〃	〃	1.0	1.56	7.1	4.7	0.368	0.9688	7.3	0.0468	0.64	〃	0.105
578	〃	〃	〃	〃	7.1	4.7	〃	〃	7.3	0.0468	0.64	〃	〃
579	〃	〃	〃	〃	7.1	4.7	〃	〃	7.3	0.0468	0.64	〃	〃
580	〃	21	1.6	3.99	19.2	13.9	0.144	0.914	21.0	0.0527	0.662	〃	0.041
581	〃	〃	〃	〃	19.2	12.5	〃	〃	21.0	0.0527	0.595	〃	〃
582	〃	〃	〃	〃	19.2	12.5	〃	〃	21.0	0.0527	0.595	〃	〃
583	〃	〃	〃	〃	12.5	10.5	〃	〃	13.7	0.0344	0.767	〃	〃
584	〃	〃	〃	〃	12.6	10.0	〃	〃	13.8	0.0346	0.725	〃	〃
585	〃	〃	〃	〃	12.6	10.0	〃	〃	13.8	0.0346	0.725	〃	〃
586	〃	〃	〃	〃	9.0	8.1	〃	〃	9.9	0.0248	0.819	〃	〃
587	〃	〃	〃	〃	9.3	8.1	〃	〃	10.2	0.0255	0.795	〃	〃
588	〃	〃	〃	〃	9.3	8.1	〃	〃	10.2	0.0255	0.795	〃	〃
589	〃	〃	〃	〃	4.0	5.2	〃	〃	4.4	0.0110	0.18	〃	〃
590	〃	〃	〃	〃	4.0	5.2	〃	〃	4.4	0.0110	0.18	〃	〃
591	〃	〃	〃	〃	4.0	5.2	〃	〃	4.4	0.0110	0.18	〃	〃
592	〃	〃	1.4	3.06	14.4	8.6	0.1876	0.9155	15.7	0.0514	0.548	〃	0.054
593	〃	〃	〃	〃	14.4	8.6	〃	〃	15.7	0.0514	0.548	〃	〃
594	〃	〃	〃	〃	14.4	8.6	〃	〃	15.7	0.0514	0.548	〃	〃
595	〃	〃	〃	〃	12.2	8.1	〃	〃	13.3	0.0435	0.610	〃	〃
596	〃	〃	〃	〃	12.2	8.6	〃	〃	13.3	0.0435	0.647	〃	〃
597	〃	〃	〃	〃	12.2	8.6	〃	〃	13.3	0.0435	0.647	〃	〃
598	〃	〃	〃	〃	9.0	8.1	〃	〃	9.8	0.0321	0.828	〃	〃
599	〃	〃	〃	〃	9.0	8.1	〃	〃	9.8	0.0321	0.828	〃	〃
600	〃	〃	〃	〃	9.0	8.1	〃	〃	9.8	0.0321	0.828	〃	〃

Run	水深 (A.P.+) m	Type	T (sec)	L_0 (m)	H (cm)	R (cm)	d/L_0	H/H_c	H_c (cm)	H_c/L_0	R/H_c	h (cm)	h/L_0
601	5.1	21	1.4	3.06	6.0	5.2	0.1875	0.9155	6.6	0.0214	0.795	16.4	0.054
602	〃	〃	〃	〃	6.0	5.2	〃	〃	6.6	0.0214	0.795	〃	〃
603	〃	〃	〃	〃	6.0	5.2	〃	〃	6.6	0.0214	0.795	〃	〃
604	〃	〃	〃	〃	4.7	4.7	〃	〃	5.1	0.0154	0.922	〃	〃
605	〃	〃	〃	〃	4.7	4.7	〃	〃	5.1	0.0154	0.922	〃	〃
606	〃	〃	〃	〃	4.7	4.7	〃	〃	5.1	0.0154	0.922	〃	〃
607	〃	〃	1.2	2.25	13.4	7.6	0.255	0.934	14.4	0.0595	0.057	〃	0.073
608	〃	〃	〃	〃	13.0	7.6	〃	〃	13.9	0.0578	0.056	〃	〃
609	〃	〃	〃	〃	13.0	7.6	〃	〃	13.9	0.0578	0.056	〃	〃
610	〃	〃	〃	〃	11.1	6.6	〃	〃	11.9	0.0529	0.555	〃	〃
611	〃	〃	〃	〃	11.2	7.1	〃	〃	12.0	0.0534	0.592	〃	〃
612	〃	〃	〃	〃	11.2	7.1	〃	〃	12.0	0.0534	0.592	〃	〃
613	〃	〃	〃	〃	6.1	4.7	〃	〃	6.5	0.0289	0.724	〃	〃
614	〃	〃	〃	〃	6.3	4.7	〃	〃	6.8	0.0302	0.692	〃	〃
615	〃	〃	〃	〃	6.3	4.7	〃	〃	6.8	0.0302	0.692	〃	〃
616	〃	22	1.6	3.99	22.0	20.6	0.144	0.914	24.1	0.0605	0.901	〃	0.041
617	〃	〃	〃	〃	21.7	20.6	〃	〃	23.8	0.0596	0.950	〃	〃
618	〃	23	〃	〃	22.0	22.1	〃	〃	24.1	0.0605	1.001	〃	〃
619	〃	〃	〃	〃	21.5	24.6	〃	〃	23.5	0.0590	0.885	〃	〃
620	〃	〃	〃	〃	15.2	12.4	〃	〃	16.6	0.0416	0.815	〃	〃
621	〃	〃	〃	〃	15.5	13.2	〃	〃	16.9	0.0424	0.850	〃	〃
622	〃	24	〃	〃	15.2	12.1	〃	〃	16.6	0.0416	0.795	〃	〃
623	〃	〃	〃	〃	15.2	10.7	〃	〃	16.6	0.0416	0.704	〃	〃
624	〃	〃	〃	〃	16.8	24.0	〃	〃	18.4	0.0461	1.30	〃	〃
625	〃	〃	〃	〃	16.8	22.5	〃	〃	18.4	0.0460	1.22	〃	〃
626	〃	〃	〃	〃	13.0	18.9	〃	〃	14.2	0.0355	1.33	〃	〃
627	〃	〃	〃	〃	15.2	23.9	〃	〃	16.6	0.0415	1.39	〃	〃
628	〃	〃	〃	〃	10.9	12.4	〃	〃	11.9	0.0298	1.04	〃	〃
629	〃	〃	〃	〃	19.2	25.7	〃	〃	21.0	0.0525	1.22	〃	〃
630	〃	〃	〃	〃	19.2	25.7	〃	〃	21.0	0.0525	1.22	〃	〃

Run	水深 (A.P.+) m	Type	T (sec)	L_0 (m)	H (cm)	R (cm)	d/L_0	H/H_c	H_0 (cm)	H_0/L_0	R/H_0	h (cm)	h/L_0
601	5.1	21	1.4	3.06	6.0	5.2	0.1875	0.9155	6.6	0.0214	0.795	16.4	0.054
602	〃	〃	〃	〃	6.0	5.2	〃	〃	6.6	0.0214	0.795	〃	〃
603	〃	〃	〃	〃	6.0	5.2	〃	〃	6.6	0.0214	0.795	〃	〃
604	〃	〃	〃	〃	4.7	4.7	〃	〃	5.1	0.0154	0.922	〃	〃
605	〃	〃	〃	〃	4.7	4.7	〃	〃	5.1	0.0154	0.922	〃	〃
606	〃	〃	〃	〃	4.7	4.7	〃	〃	5.1	0.0154	0.922	〃	〃
607	〃	〃	1.2	2.25	13.4	7.6	0.255	0.934	14.4	0.0595	0.057	〃	0.073
608	〃	〃	〃	〃	13.0	7.6	〃	〃	13.9	0.0578	0.056	〃	〃
609	〃	〃	〃	〃	13.0	7.6	〃	〃	13.9	0.0578	0.056	〃	〃
610	〃	〃	〃	〃	11.1	6.6	〃	〃	11.9	0.0529	0.555	〃	〃
611	〃	〃	〃	〃	11.2	7.1	〃	〃	12.0	0.0534	0.592	〃	〃
612	〃	〃	〃	〃	11.2	7.1	〃	〃	12.0	0.0534	0.592	〃	〃
613	〃	〃	〃	〃	6.1	4.7	〃	〃	6.5	0.0289	0.724	〃	〃
614	〃	〃	〃	〃	6.3	4.7	〃	〃	6.8	0.0302	0.692	〃	〃
615	〃	〃	〃	〃	6.3	4.7	〃	〃	6.8	0.0302	0.692	〃	〃
616	〃	22	1.6	3.99	22.0	20.6	0.144	0.914	24.1	0.0605	0.901	〃	0.041
617	〃	〃	〃	〃	21.7	20.6	〃	〃	23.8	0.0596	0.950	〃	〃
618	〃	23	〃	〃	22.0	22.1	〃	〃	24.1	0.0605	1.001	〃	〃
619	〃	〃	〃	〃	21.5	24.6	〃	〃	23.5	0.0590	0.885	〃	〃
620	〃	〃	〃	〃	15.2	12.4	〃	〃	16.6	0.0416	0.815	〃	〃
621	〃	〃	〃	〃	15.5	13.2	〃	〃	16.9	0.0424	0.850	〃	〃
622	〃	24	〃	〃	15.2	12.1	〃	〃	16.6	0.0416	0.795	〃	〃
623	〃	〃	〃	〃	15.2	10.7	〃	〃	16.6	0.0416	0.704	〃	〃
624	〃	〃	〃	〃	16.8	24.0	〃	〃	18.4	0.0461	1.30	〃	〃
625	〃	〃	〃	〃	16.8	22.5	〃	〃	18.4	0.0460	1.22	〃	〃
626	〃	〃	〃	〃	13.0	18.9	〃	〃	14.2	0.0355	1.33	〃	〃
627	〃	〃	〃	〃	15.2	23.9	〃	〃	16.6	0.0415	1.39	〃	〃
628	〃	〃	〃	〃	10.9	12.4	〃	〃	11.9	0.0298	1.04	〃	〃
629	〃	〃	〃	〃	19.2	25.7	〃	〃	21.0	0.0525	1.22	〃	〃
630	〃	〃	〃	〃	19.2	25.7	〃	〃	21.0	0.0525	1.22	〃	〃

8. あとがき

この調査は、前河川部長、細井正延、吉川秀夫の指導のもとに、各研究室が分担して実施した。その担当者は左の如くである。

才2章　木下武雄技官、土屋昭彦技官

才3章　木下武雄技官

才4章　土屋昭彦技官

才5章　細井正延技官、首藤伸夫技官、なお東京大学地球物理教室の寺本俊彦氏の御協力を頂いた。

才6章　富永正照技官、橋本　宏技官

才7章　豊島　修技官

なお最終とりまとめは土屋昭彦技官が行い、そのさい荒川下流工事々務所の林　　技官の御援助を頂いた。

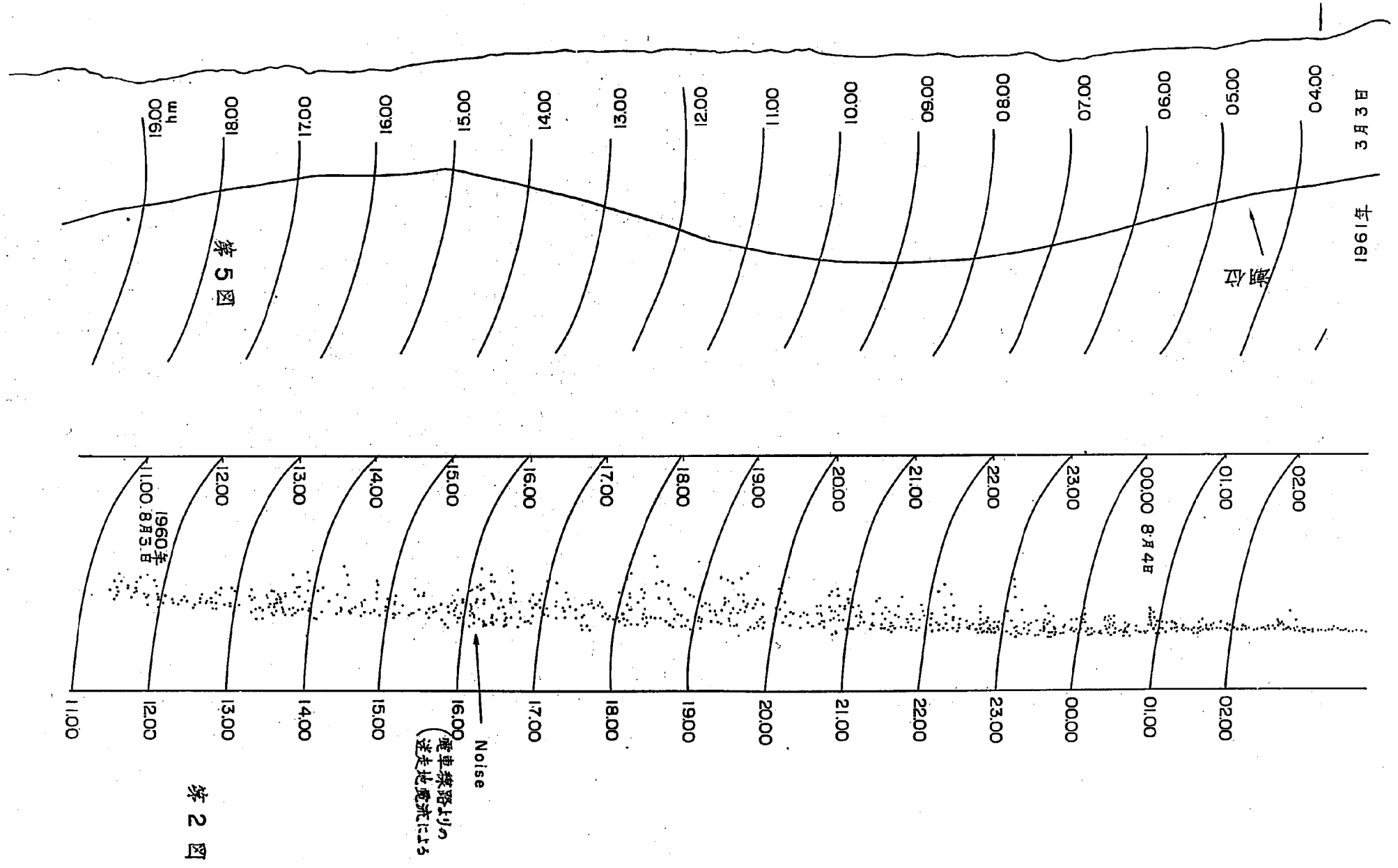


図 5 図

第 2 図

図 - 5 - 13 (1)

東京湾高潮対策調査報告書正誤表

頁	行	誤	正
1	下から2	昭和 13 年	明治44 年
2	5	4.24m	3.15 m
2	7	3.40m	2.74m
2	8	3.14 m	2.48m
4	下から1	右記を挿入	これを有明海の場合と同様 $\tau_b = \frac{3S_x\varepsilon}{\rho_w(h+\zeta)} - \frac{\tau_s}{2}$ (2.7)' とおいて
5	1	(2.7)	(2.7)'
5	2	$= \frac{r^2\rho_a W 10^2 - 3u\varepsilon/l}{}$	$= \frac{r^2\rho_a W 10^2 - 3S_x\varepsilon/l}{}$
5	8	$- \frac{3S_x\mu}{}$	$- \frac{3S_x\varepsilon}{}$
5	10	$- \frac{3S_y\mu}{}$	$- \frac{3S_y\varepsilon}{}$
5	17	(1.9)	(2.9)
5	21	(2.5) および (2.8)	(2.4) および (2.9)
5	下から5	$- \frac{3\mu S_x}{}$	$- \frac{3\varepsilon S_x}{}$
6	7	$t = \delta t$	$t = \delta\tau$
6	13	$- \frac{3\mu \Delta X}{}$	$- \frac{3\varepsilon \Delta X}{}$
6	14	$\frac{}{2g\rho w l}$	$\frac{}{2g\rho w l}$
6	15	$\frac{de}{dt}$	$\frac{de}{d\tau}$
6	下から9	$= \frac{3\mu\Delta X}{}$	$= \frac{3\varepsilon\Delta X}{}$
8	15	，μ として	，ε として
29	下から1	水面勾配をし	水面勾配を I
30	1	水深 区の	水深 $\bar{x}$ の
30	17	図－2 に	図－3.1
36	表-3.1	河通記定数	河道諸定数
40	図-3.18		
45	1	T.P. 1.180m	T.P. 1.188m
46	下から13	平均流速を $\bar{u}$ で	平均流速を U で
46	同11	$+ \partial \frac{\partial}{\partial x}$ (	$+ \alpha \frac{\partial}{\partial x}$ (
46	下から7	$+ \partial \frac{\partial}{\partial x}$ (	$+ \alpha \frac{\partial}{\partial x}$ (
46	同1	$+ \partial \frac{\partial}{\partial x}$ (	$+ \alpha \frac{\partial}{\partial x}$
47	6	$+ \partial \frac{\partial}{\partial x}$ (	$+ \alpha \frac{\partial}{\partial x}$

頁	行	誤	正
47	6	$+\partial\frac{\partial}{\partial x}-($	$-\alpha\frac{\partial}{\partial x}($
47	下から 3	$+\frac{n^2\beta^2\ i}{R^{4/3}\ A^2\ \partial}\ i-$	$+\frac{n^2\beta^2\ i}{R^{4/3}\ A^2\ \alpha}\ i-$
60	下から 11	$=\frac{}{h^{\frac{10}{3}}\ B^2\ \alpha}$	$=\frac{}{h^{10/3}\ B^2\alpha}$
60	同 7	$=\frac{}{h^{\frac{10}{3}}\ \beta^2}$	$=\frac{}{h^{10/3}\ \beta^2}$
84	6	$\frac{\sigma'\alpha}{\sigma' h}\ (\phi_0-\phi_A)$	$\frac{\sigma'\alpha}{\sigma\ h}\ (\phi_0-\phi_A)$
84	8	$\sigma' \longrightarrow$ ◎	$\sigma' \longrightarrow 0$
86	下から 7,8	1 U 1	1 U 1
87	式 (5-13)	$\frac{\partial\tau g}{\partial z}$	$\frac{\partial\tau y}{\partial z}$
89	7	ダイグラム	ダイアグラム
89	下から 1	$(i a' - i_2)$	$(i_a - i_2)$
94	図－ 5-9	$\lvert E_2 \rvert$ / $\lvert E_1 \rvert$	$\frac{\lvert E_2 \rvert}{\lvert E_1 \rvert}$
100	下から 8	t_1 ---- ζ_1 ----	t_1, ----- ζ_1,
101	式 (5-23)	$\int_{t_1}^{t_2} T^2$	$\int_{t_1}^{t_2} T$
107	8	両方潮	両分潮
113	6	位置のずれ	位相のずれ
113	8	$\Delta t = 1$ hy	$\Delta t = 1$ hr
115	7	$\sqrt{gh}$ Co , TCo Lo	$\sqrt{gh} = C_0$, $TC_0 = L_0$
115	式 (5-38)	tam ψ (y)	tan ψ (y)
116	下から 3	$\frac{L}{o}$	$\frac{L}{d}$
117	3,4	CO	C_0
121	7	Kw	Km
126	5	CAB	$\mathcal{C}_{AB}$
127	図－ 5-28	Ag w:re	Ag wire

頁	行	誤	正
128	下から 2	濾波も切れ ---	濾波し切れ ----
149	図-6-1-5(a) 最上の数字	2.9 km	42.9 km
158	図-6-1-8(c)	SS 方向	S.S.E 方向
180	式(6-2-5) 左辺	1oge	$\log_e$
	右辺	$\dfrac{(\tanh \frac{2\pi h}{L})^{\frac{3}{4}}}{\{1+\text{-------}\}\sin h^2 \frac{2\pi h}{L}}$	$\dfrac{(\tan h \frac{2\pi h}{L})^{\frac{3}{4}}}{\{1+\text{-----}\}\sin h^2 \frac{2\pi h}{L}}$
202	下から 10	3、5.5 8、	3, 5.5, 8,
238	下から 17	$\sqrt[n]{g \cdot l^m} \Big/ \sqrt[n]{g \cdot l_p}$	$\dfrac{V_m}{\sqrt{g \cdot l_m^r}} = \dfrac{V_p}{\sqrt{g \cdot l_p}}$
238	下から 14	l^m	l_m
238	下から 13	t^m	t_m
238	下から 12	W^m	W_m
245	11		(A)のT=8"の場合をのぞけば" これが脱落
245	下から 1	存効に	有効に