

多摩川高潮対策模型実験報告書



昭和40年3月

建設省土木研究所
鹿島水理試験所

目 次

§ 1.	ま え が き	1
§ 2.	実験装置とその概要	1
§ 3.	実験結果とその検討	12
§ 4.	現地への適用	62
§ 5.	結 論	87
	あ と が き	87

§ 1. まえがき

東京湾に台風が来襲した場合著しい高潮が発生することがあるので、多摩川のように、東京湾に流入する河川の河口堤は、高潮と波とに対し十分安全でなければならない。

この実験は河口から4 Kまでの多摩川河口部の模型をつくり、計画高潮位とその時に来襲すると考えられる波とを与えて、堤防に対するうちあげ高を測定し、河口堤の高さを決定する資料を得るために行なわれたものである。

§ 2. 実験装置と実験方法

2-1 模型製作

多摩川模型は、水平鉛直共1/50の縮尺で、多摩川河口部附近より上流4 Kmまでの地点を製作した。波の入射角度の異なる場合については造波装置を移動させ、河口部附近の模型を一部作り直した。多摩川模型の平面図を各実験ケース（波の入射角度別）毎に図～1に示す。高潮対策区域の打ちあげ高を測定するため、現状堤防の上に1割5分勾配の堤防をかさ上げた。又、防風装置として多摩川模型の略全体をシートで覆った。なお、多摩川平面概要図、多摩川横断面図を図-2図-3に示す。

2-2 造波装置

多摩川模型は鹿島水理試験所の扇形水槽に接続して製作した。造波装置は扇形水槽の円弧の内縁にそつてレールを敷きその上に設置させたもので扇形水槽の円弧の中心より左右に夫々45°、60°の範囲内で移動させることができる。造波装置は上端ヒンジの振子型で、造波板の巾は、2.0 m、高さは6.00 mである。

2-3 潮位及び波

実験潮位としては計画潮位として定められたAP 3.8 mを用いた。

実験に使用する波の推算は、関東地方建設局京浜工事事務所にて行なつた。推算概要は、キティ台風のコース上を伊勢湾台風規模の台風が進行した場合について、吹送距離方向線を多摩川河口部河道中心方向、中心線より15°東に振つた方向、更に15°東に振つた方向の3ケースについて行なつた。模型実験も、この3方向について夫々実験を行なつた。表1、に3ケースの推算波高、周期を示す。

模型実験にて求める事は、のちにのべる様に、この条件の波を入れた、

場合、地形による波高の変化及び波高と打ちあげ高の関係であるので、あまり、波高値や、周期にとらわれず、扇形水槽内で発生させ得る波で、比較的波の乱れのない周期 1.0 sec、0.8 sec、波高 6 cm 前後の波を与える事にした。

2～4. 実験方法

2～4～1. 実験種類

入射波の方向は、0°、15°、30°の場合の3種類、周期は1.0 sec、0.8 secの2種類、波高は6 cm前後の1種類とした。又、多摩川左岸堤の羽田空港側の堤防のかさ上げが未定のため、15°の場合についてのみ現状の場合と、羽田側堤防かさ上げの場合の実験を行ない、両者の比較を試みた。実験ケースは表～2の通りである。

2～4～2. 測定箇所

波高、打ちあげ高の測定は図～1の如くに行なつた。波高計、打ちあげ高計は、いずれも階段抵抗式のもので記録器はペン書きオシログラフを使用した。

2～4～3. 実験波の作製と実験時間の決定

周期1.0 sec、0.8 sec、波高6 cm程度の波を目標として、実験に使用する波を作製した。造波板のアーム長は連続可変ではないので、造波板の前面にフィルターを設置し、両者を適当に調節して波を決定した。

測定時間は、連続的に波を発生させて、比較的安定の良い10分間以内とし、打ちあげ高の読みとり測定は、2分間内に10波ずつ、計50波を測定した。

実験回数は、同一ケースについて6回行ない、波高測定は2回、打ちあげ高測定は6回、打ちあげ高読みとり測定は3回行なつた。

図-1 多摩川模型平面図

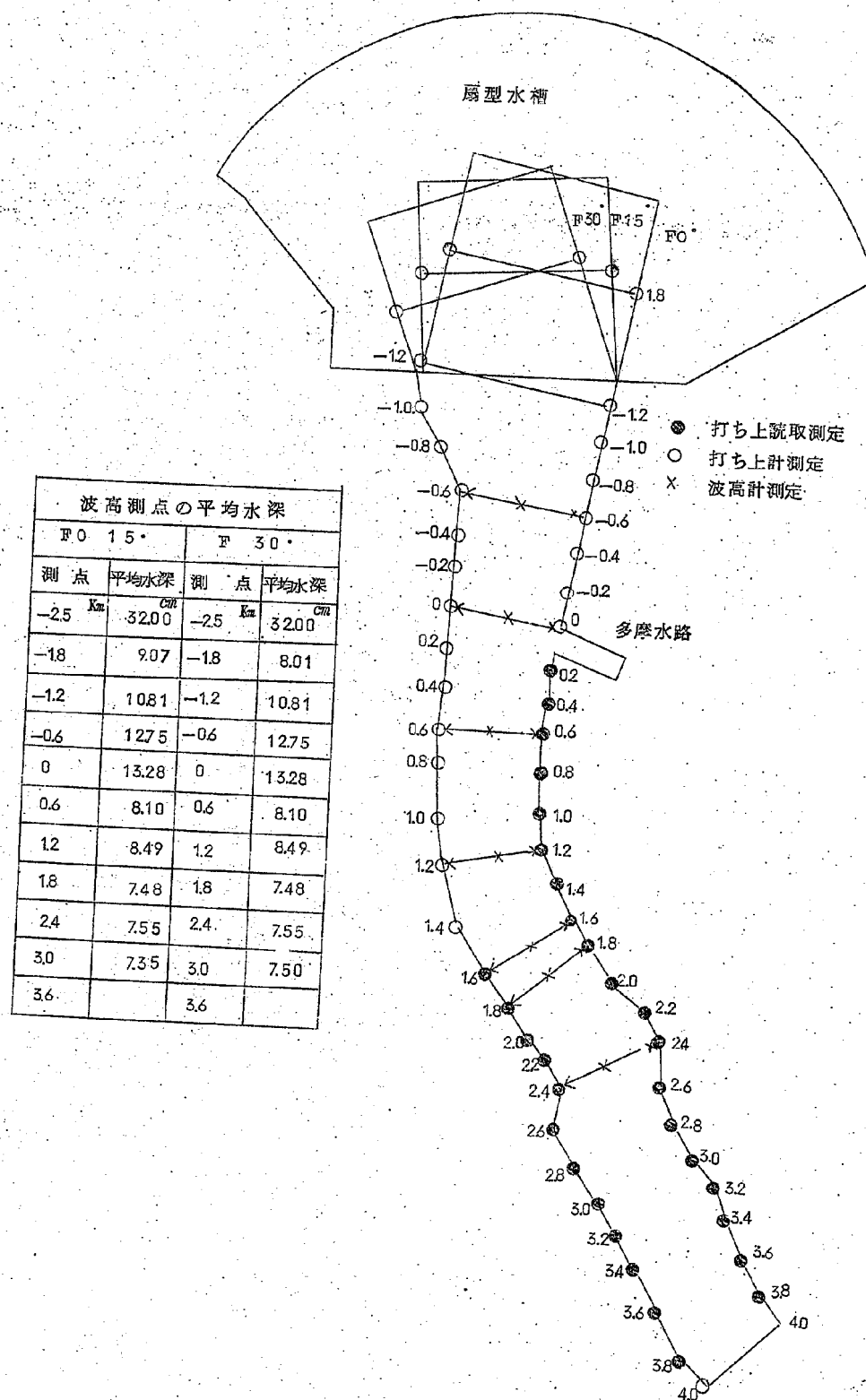


圖-2 多摩川平面概要圖

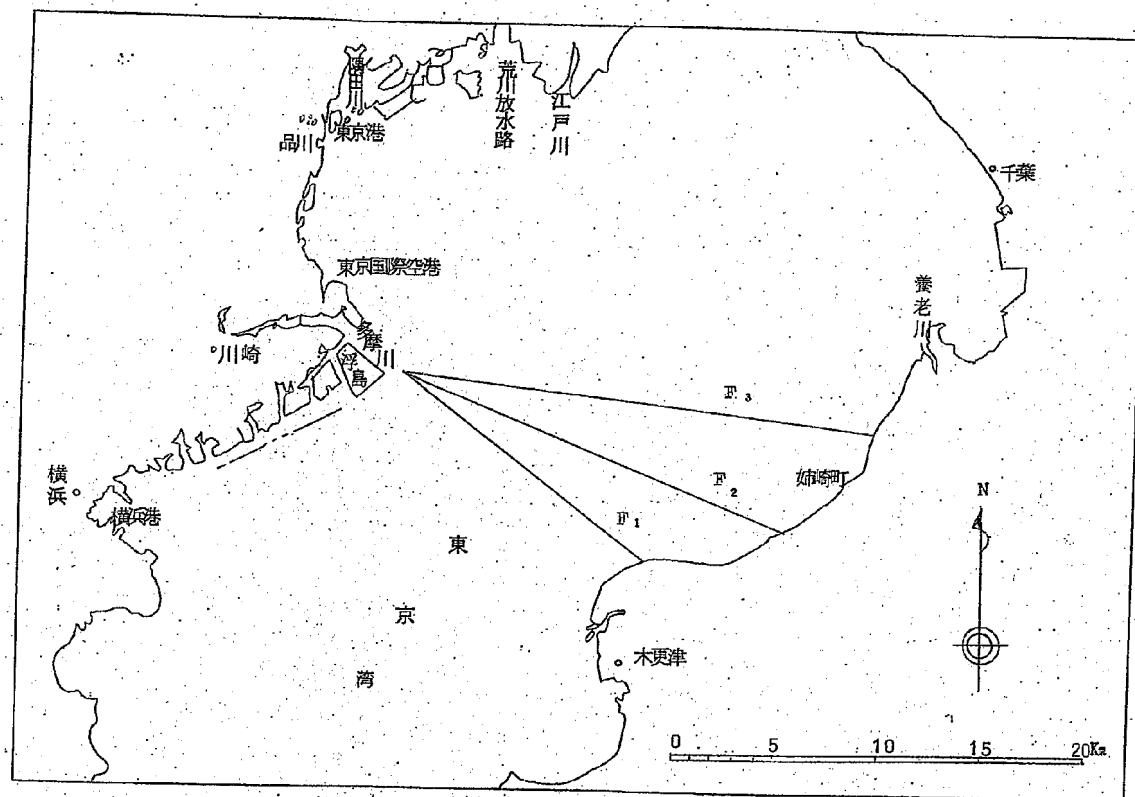


図 3 - 1 多摩川下流横断面図

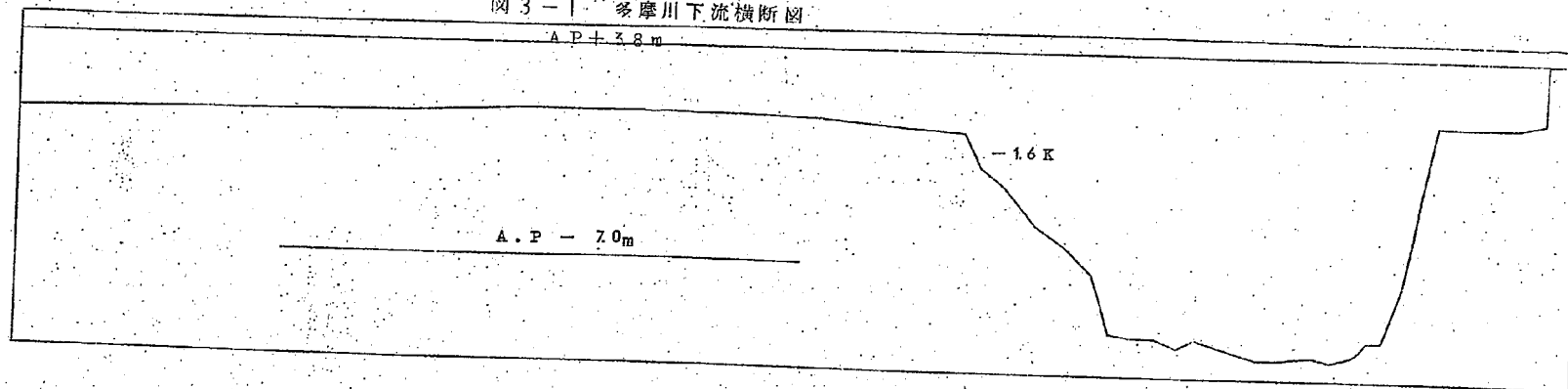


図 3 - 2 多摩川下流横断面図

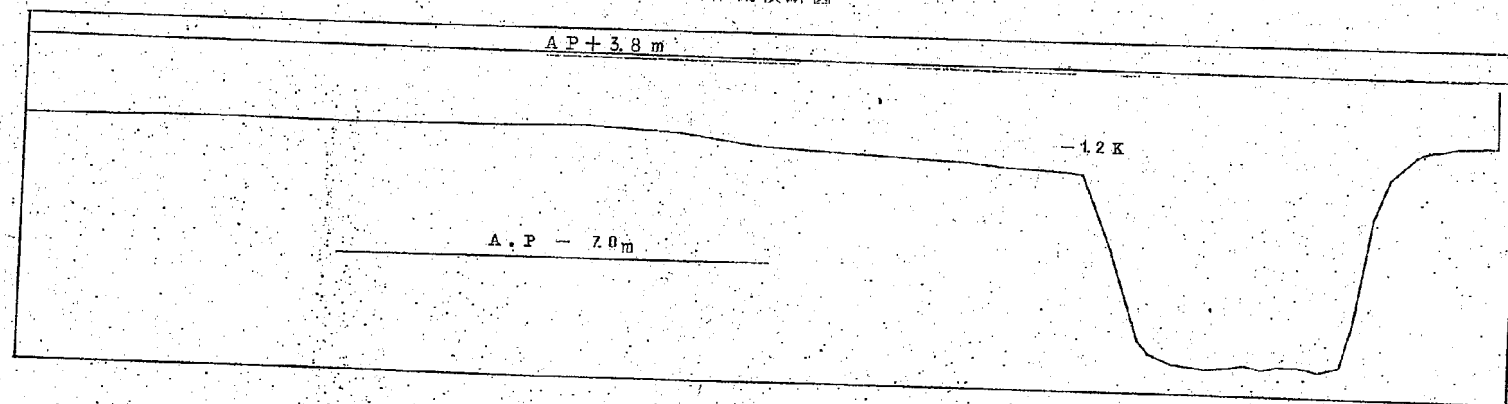


图 3 - 3 多摩川下流横断面图

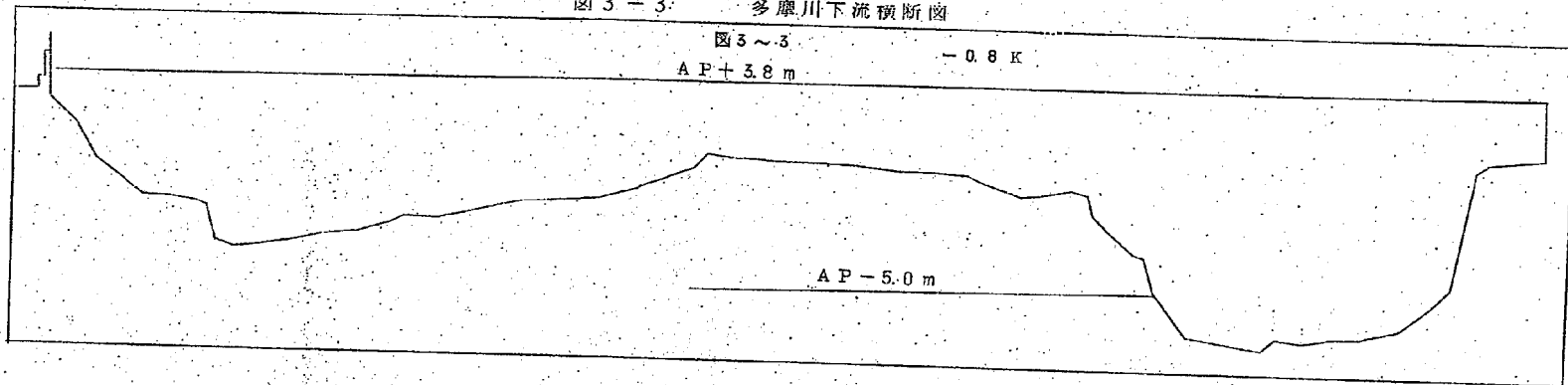


图 3 - 4 多摩川下流横断面图

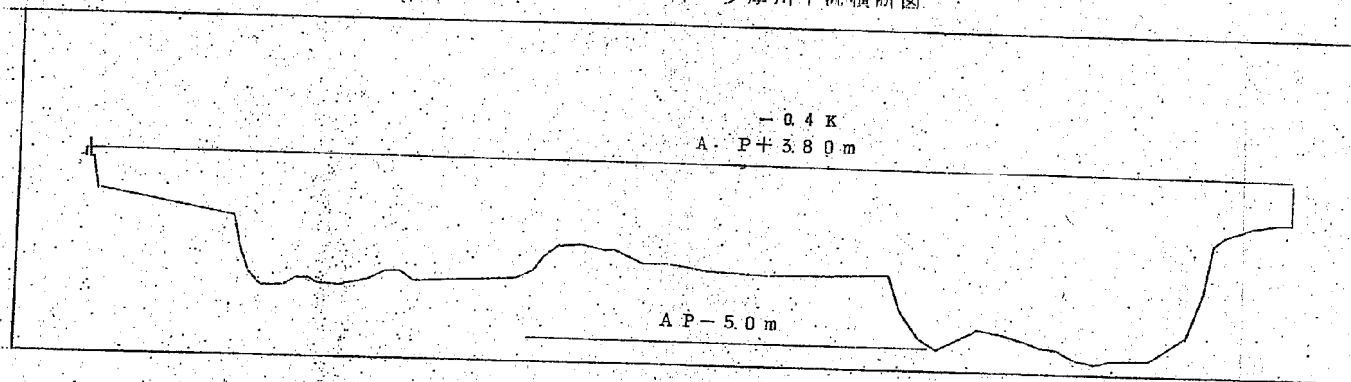


図 3 - 5 多摩川下流横断面図

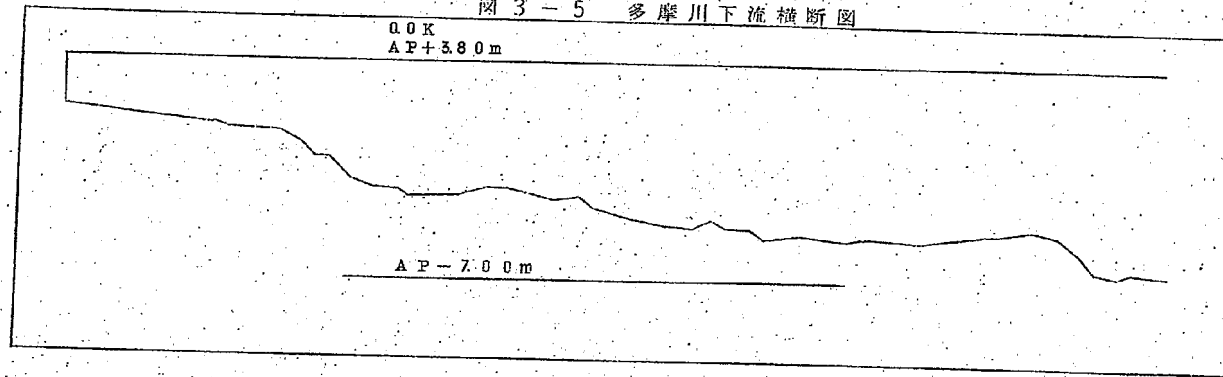


図 3 - 6 多摩川下流横断面図

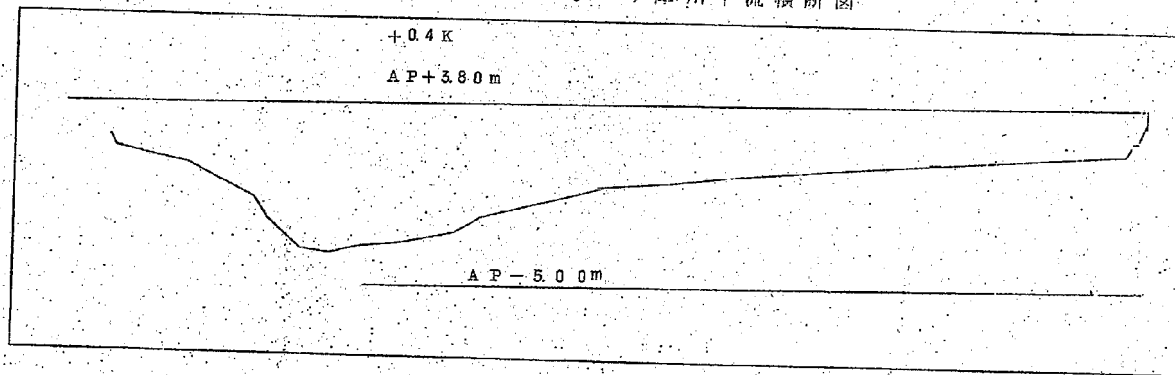


图 3-7 多摩川下流横断面图

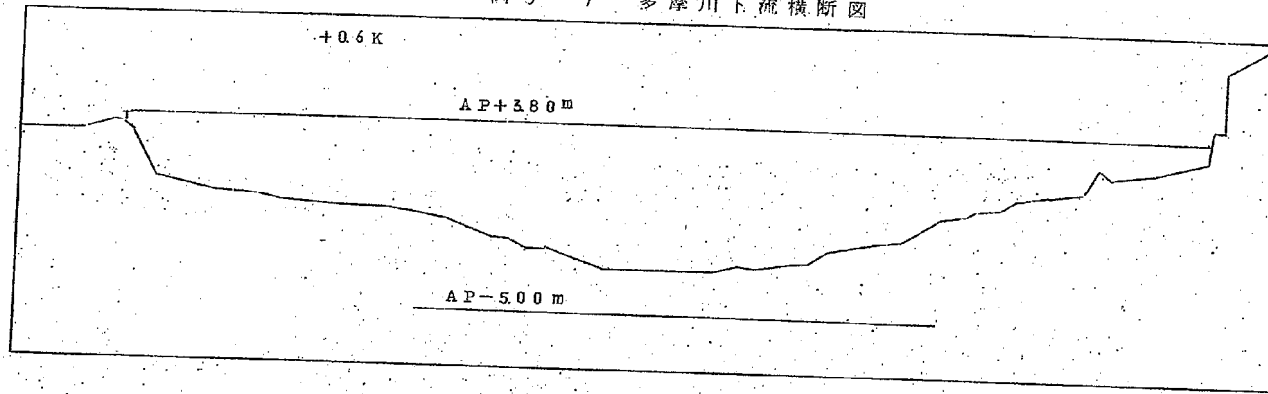


图 3-8 多摩川下流横断面图

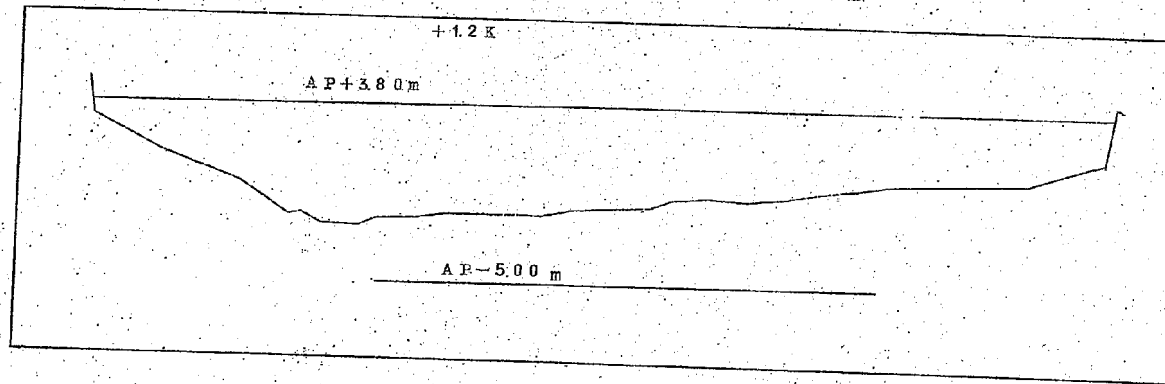


图 3-9 多摩川下流横断面图

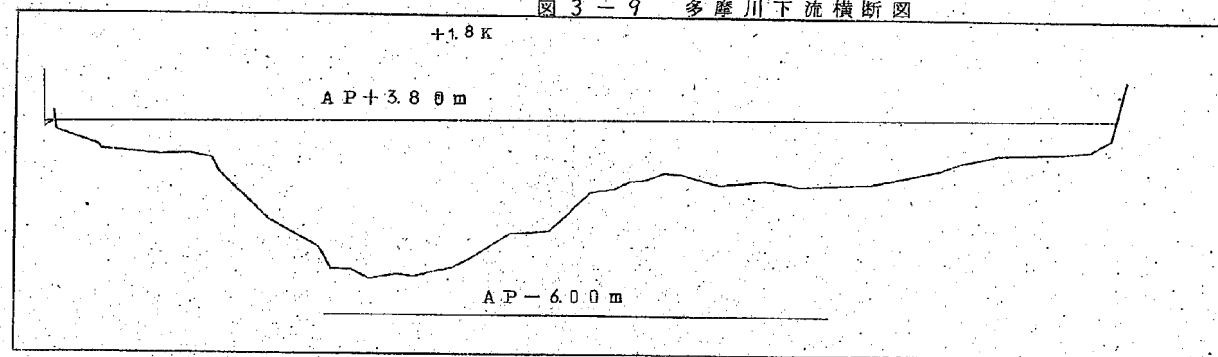


図 3-1-0 多摩川下流横断面図

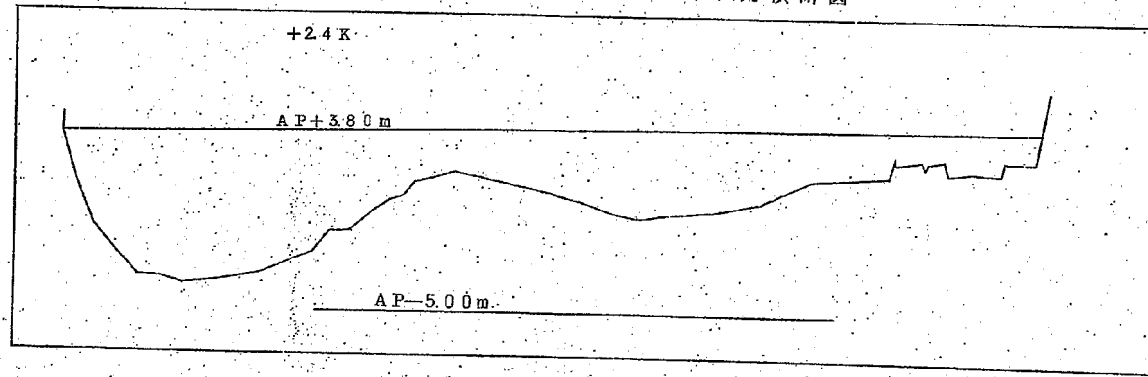


図 3-1-1 多摩川下流横断面図

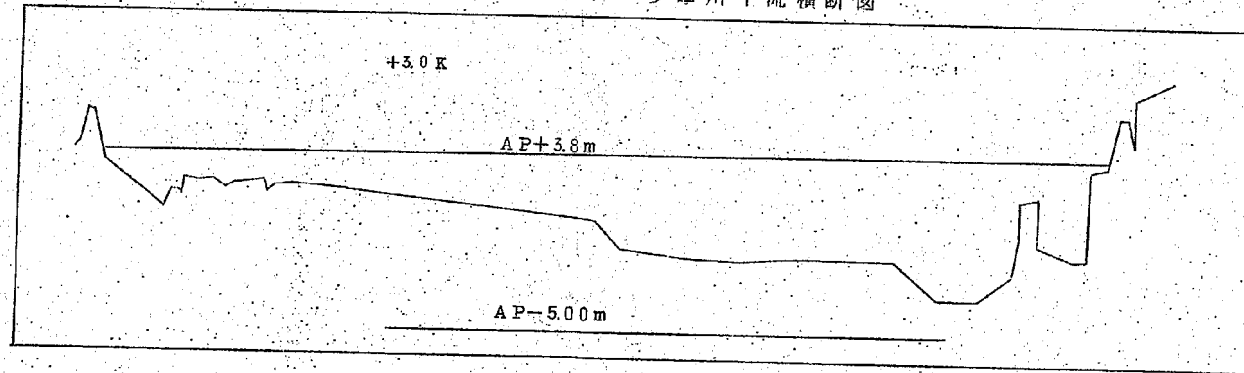


表 1

	H _m	T _{sec}	
F ₁ (0°)	2.77	5.94	測定点は浮島地先河口地点
F ₂ (15°)	3.12	6.43	〃
F ₃ (30°)	2.97	6.29	〃

表 2

	H cm	Tsec	
F ₁ (0°)	6.0	1.0	現状堤防
	6.0	0.8	現状堤防
F ₂ (15°)	6.0	1.0	現状堤防 羽田側かさ上げ堤防
	6.0	0.8	現状堤防 羽田側かさ上げ堤防
F ₃ (30°)	6.0	1.0	現状堤防
	6.0	0.8	現状堤防

§ 3. 実験結果とその検討

3-1 河道内における波

3-1-1 波高変化の状況

河道内における各測点の平均値を示したものが図～4である。これによれば、同一断面内において波高が多少異なる場合も認められるが、大部分の場合、同一断面内の波高変化は比較的小さいので、3測点の平均値をとつてその断面の波高を代表させる事にした。3測点の波高の平均値を求める場合には、その測定断面の平均水深の波高に換算して行なつた。すなわち、各測点の水深を $h_{左}$ 、 $h_{中}$ 、 $h_{右}$ 、波高を夫々 $H_{左}$ 、 $H_{中}$ 、 $H_{右}$ とし、平均水深を $h_{平}$ とした場合、各水深に対してきまる浅水係数を夫々 $K_{S左}$ 、 $K_{S中}$ 、 $K_{S右}$ とすれば、

$$H = \frac{1}{3} \left\{ \frac{K_{S平}}{K_{S左}} H_{左} + \frac{K_{S平}}{K_{S中}} H_{中} + \frac{K_{S平}}{K_{S右}} H_{右} \right\}$$

によつて定められる。

各実験の波高及び平均波高は表～3に示されている。各実験の波高変化の傾向を調べてみると次のとおりである。

- (I) 入射方向の異なる場合についての波高の減衰傾向は略同一である。
- (II) 周期の異なる場合についての波高の減衰の傾向も略同一である。
- (III) 入射方向 1.5° の場合についてのみ、現状堤防と羽田側かさ上げ堤防との実験を行なつたが、両者の間には殆ど差の傾向はみあたらない。
- (IV) 入射角度の異なる場合の波高分布を比較してみると、波高は 15° の場合が最も高く、ついで 30° 、 0° の順になつてゐる様である。
- (V) 入射角度 30° の場合には 1.0 Km 地点より上流は殆ど波高零である。
- (VI) すべてのケースの実験において、 1.2 Km 地点に波が到するまでにいずれも碎波して、波高は略 $1/2$ 以下に減衰している。
- (VII) 造波装置の造波板の巾が短かい事、良好なる実験波を作る事のため、河口部分は多少現地と異なつて製作した。すなわち 1.8 Km より下流側は、現地とは異なり、 2.3 Km 地点において扇形水槽床板に達

する様、ゆるい勾配の河床を製作した。又、造波板の巾が20mであり、河口部全体を模型に入れる事はできなかった。このため現地と模型の両者による屈折図を作り、屈折状況や波高分布の比較を行なった。図～5に屈折の概略と波高分布を示す。

これによれば、現地と模型とでは、砕波する場所が異なるのみで、全ケース砕波している。砕波後の屈折状況も大体同じ傾向を有している。右岸側は、現地と模型とでは、屈折状況がやや異なる。すなわち、現地においては、屈折によって一部が右岸に当り、反射して河道へ進む。しかし、屈折による波の発散のため、波高は小さい。この反射後の波の屈折状況は、図～5の1～B、Cに示されている。これによれば、殆ど反射後の波は左岸側の先端より河口側に向かって進むので、河道内に入る波は、入射角30°の場合、模型において、全体の入射波の10%程度増大する事が考えられる。又、15°の場合には、5%以下の増大が考えられるが、その大部分は河道内で砕波してしまうので、エネルギーの増大は非常に小さく、殆ど、実験には影響はないと思われる。なお入射角45°の場合について参考資料として、屈折状況を図～5に示しておいた。これによれば、波の砕波状況は15°、30°と殆ど等しく河道内へ入射する波の量もほぼ等しいが、やや少ないので、15°、30°の場合に比較して、波が大きくなることは考えられない。

3～1～2 地形による波高変化係数

河道に波が進入する場合、風がなく、断面が長方形で法線が直線で、入射方向が河の中心線と一致している場合は、波は河床における摩擦により次第に減衰する。扇形水槽における実験結果によると、この場合の波高の減衰は次式によって表わされる。

$$\left(\frac{gL}{V^2}\right)^{\frac{1}{4}} \left(\frac{L}{X}\right)^{\frac{1}{2}} \frac{H_1}{H} = \frac{16}{3} \sqrt{2(2\pi)^{\frac{3}{4}}} k \frac{\left(\tanh \frac{2\pi h}{L}\right)^{\frac{3}{4}}}{\left\{1 + \frac{4\pi h}{L} \frac{1}{\sinh \frac{4\pi h}{L}}\right\} \sinh^2 \frac{2\pi h}{L}} \quad (1)$$

H₀: 始めの波高

H: 波高 H₀ の波が距離 x だけ進んだ後の波高

L: 波長

ν: 水の動粘性係数

k: 定数 (2.2) 実験により求められた

h: 水深

一般に 海域において波を推算する場合には、海底摩擦によるエネルギー損失を表わす式として次式が用いられる。

$$D_f = \frac{3}{4} \pi^2 \frac{f \cdot \rho H^3}{T^3 \left(\sin \kappa \frac{2\pi h}{L} \right)^3} \dots\dots\dots (2)$$

D_f: 単位巾、単位時間当りのエネルギー 損失

H: 波高

T: 周期

L: 波長

h: 水深

ρ: 水の密度

f: 摩擦係数

普通 f = 0.01 が使用されている。

模型における摩擦損失は(2)式では表わされないで、実験値から f を計算すると、f は一定ではなく、0.02 ~ 0.10 の間にある事が認められる。両式により摩擦による波高減衰を計算すると、(2)式において f = 0.05 とすると、両者の計算結果は、ほぼ一致する。

多摩川の場合、f の値を決定する資料がないので、浅海波で用いられている係数をそのまま使用する事にした。故に、模型における摩擦損失は、現地における摩擦損失よりもかなり大きい事になる。

多摩川模型の波高測定点における各断面の平均水深を求め、これらの水深を有する長方形断面にて、かつ河道が直線の水路を仮定し、(1)式を用いて、河道内における波高の摩擦による減衰を計算すると図~6 の計

算波高のようになる。殆ど、いずれの地点においても実験波高の平均値より大きく示されている。この実験波高と計算波高との比、 kr を求めておき、 f が変化しても kr は変化しないものと考え。 kr は断面が長方形でない事、河道が直線でない事、河巾が変化している事、入射方向が河道とある角度を有する事等の地形の影響を表わすものとして、 kr を地形による波高変化係数と呼ぶ。各実験の kr を計算すると表～4のようになる。表～4によれば、 kr は、すべて1以下になっている。これは摩擦以外に、屈折、反射などによつても、波高が小さくなることを示すものである。また、一般に1.0 secの場合より0.8 secの場合の方が大きいようであるが、現地の波の周期は0.9 sec前後なので、実験の結果を現地に適用する場合には両者の平均値を用いた。なお、1.8 Kmより上流では、波高は2mm程以下になるので、測定誤差が大きくなり、したがつて、 kr の値も信頼度は薄くなつていと思われる。

3～2. うちあげ高

実験によつて得られたうちあげ高を図～7に示す。このうちあげ高は平均値を採用してある。

うちあげ高についての傾高を調べると、次のとおりである。

- (I) 各実験共、多少の凹凸はあるが、上流へ行くに従つてうちあげ高は減少している。
- (II) 各実験共、0.6 Km 地点のうちあげ高が大きい。又、2.2 Km. の地点のうちあげ高もやや高くなつてゐる。これらは、波の入射角度の相異に無関係なので、地形的影響によるものと思われる。
- (III) 0° 、 15° 、 30° の入射角度の異なる場合、うちあげ高は、比較的はつきりと差を示している。即ち、全般的には、 15° が最も大きく、ついで 30° 、 0° は最も小さい。しかし、0.6 Km 地点のうちあげ高は 30° が最も大きい。
- (IV) 周期の異なる場合については、うちあげ高は1.0 secの場合の方が何れも大きい。又、そのうちあげ高分布は同一の傾向を有している。
- (V) 上流2.4 Km、3.0 Km、3.6 Km附近でうちあげ高の大きくなつてゐるケースが見られるが、これは模型が4.0 Kmで終端となつてゐるため、

終端附近の反射によつて平均水位の上昇が認められたためであつて、これを差しひけば、うちあげ高は非常に小さい事が認められた。

以上がうちあげ高の概況であるが、さきにのべた様に、模型と現地の摩擦が異なるため、このうちあげ高をそのまま採用する事はできない。しかし河道内の波高とうちあげ高の比は摩擦の相違には無関係であると考え、さきに求めた河道内波高との比を求める事にした。なお波高はすべて深海波高に換算して行なつた。波高とうちあげ高の比 R/H を表~5 に示す。又、 K_r の場合と同様に周期別のものを更に平均して、その地点の R/H とした。

图 4-1-1 实验波高值

方 向 15° 现状
周 期 $T = 1.0 \text{Sec}$

- — 右岸
- — 中央
- × — 左岸
- — 平均

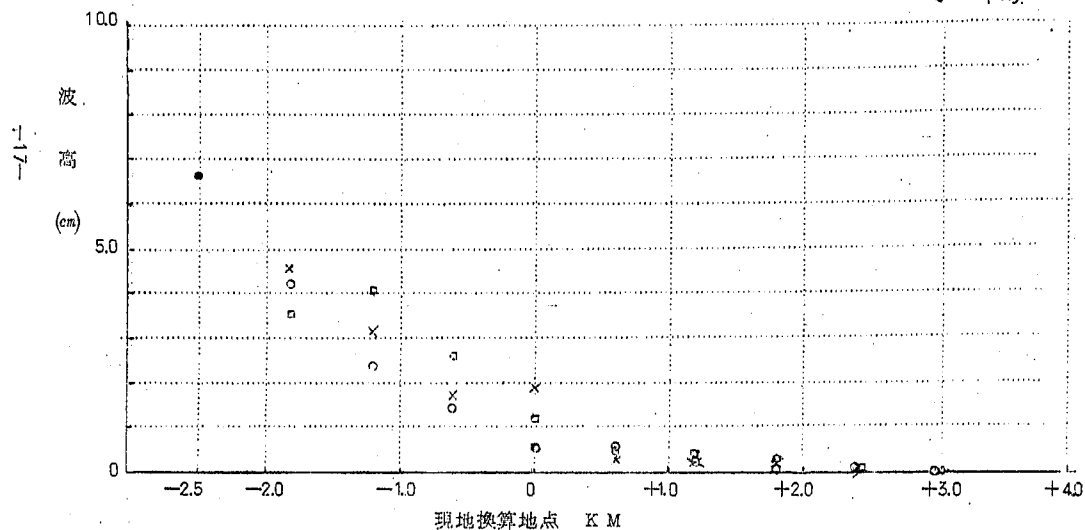


图 4-1-2 实验波高值

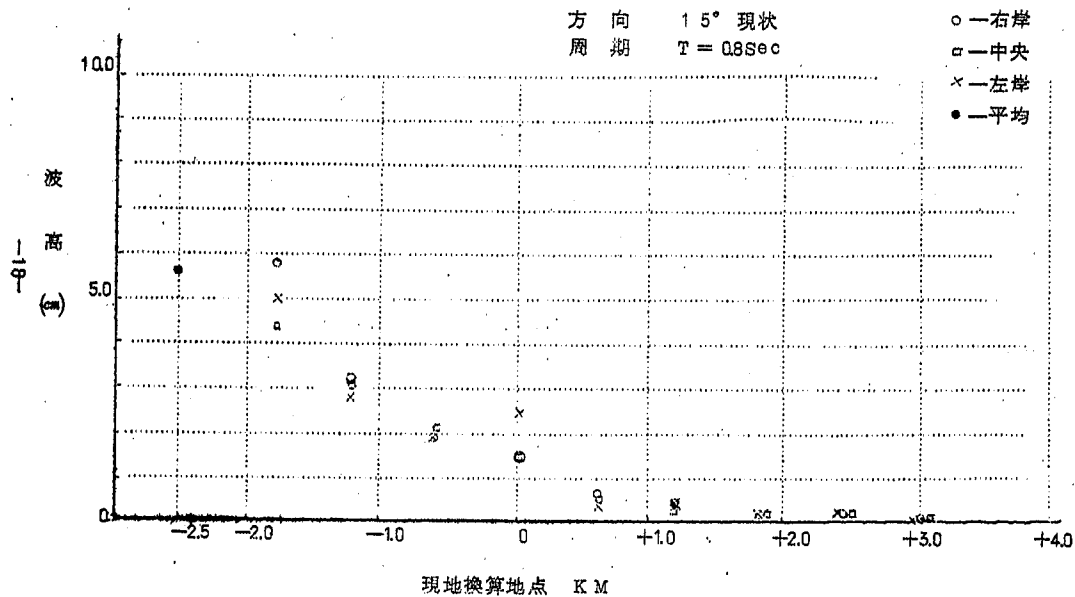


図 4-2-1 実験波高値

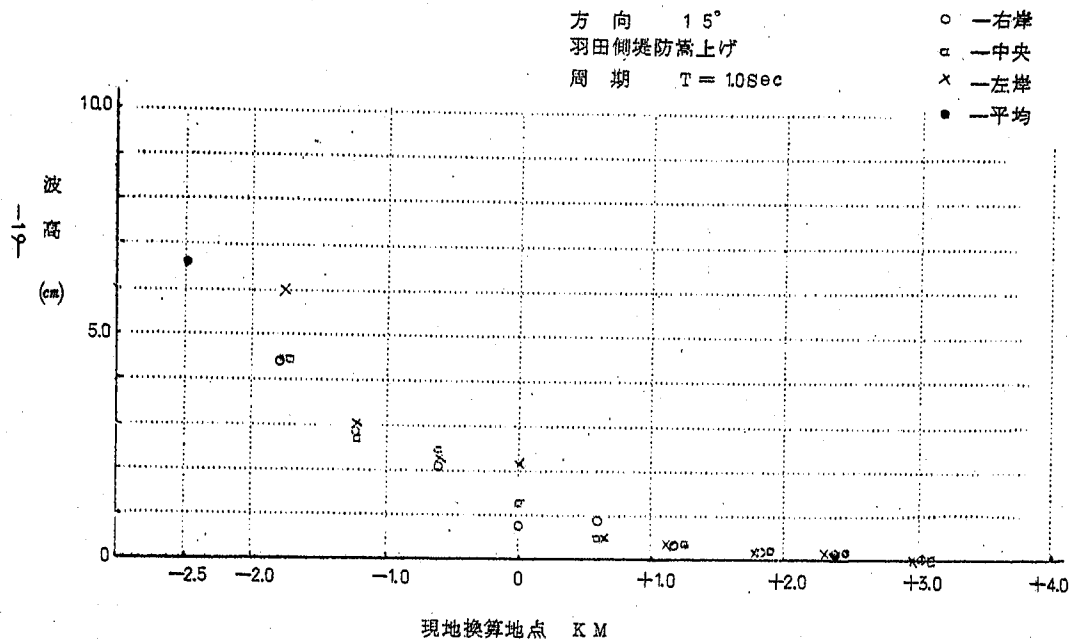


図 4-2-2 実験波高値

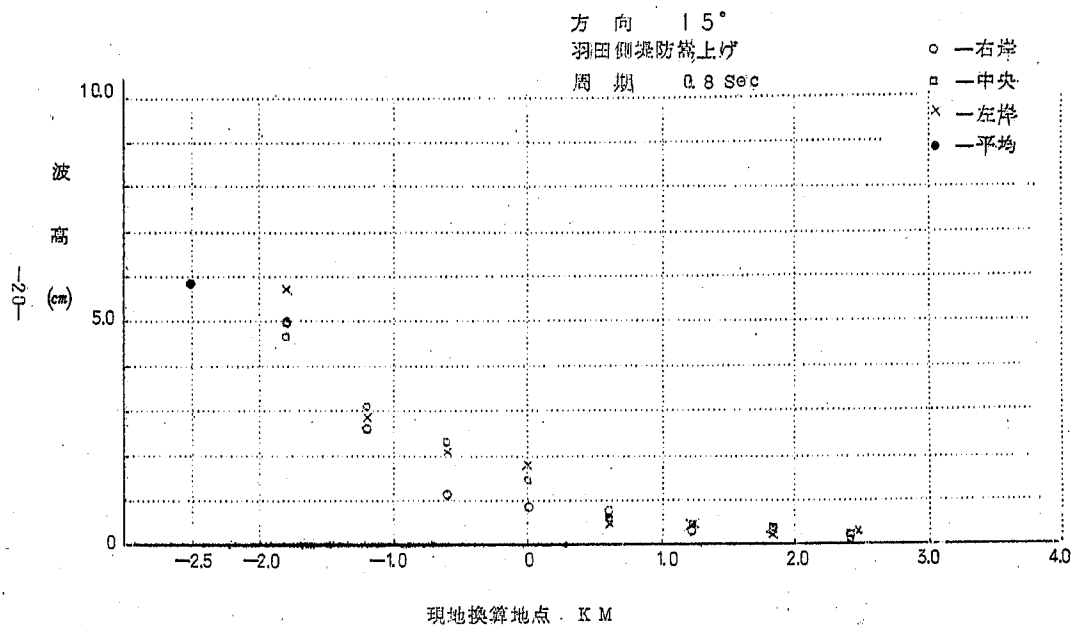


图 4-3-1 实验波高值

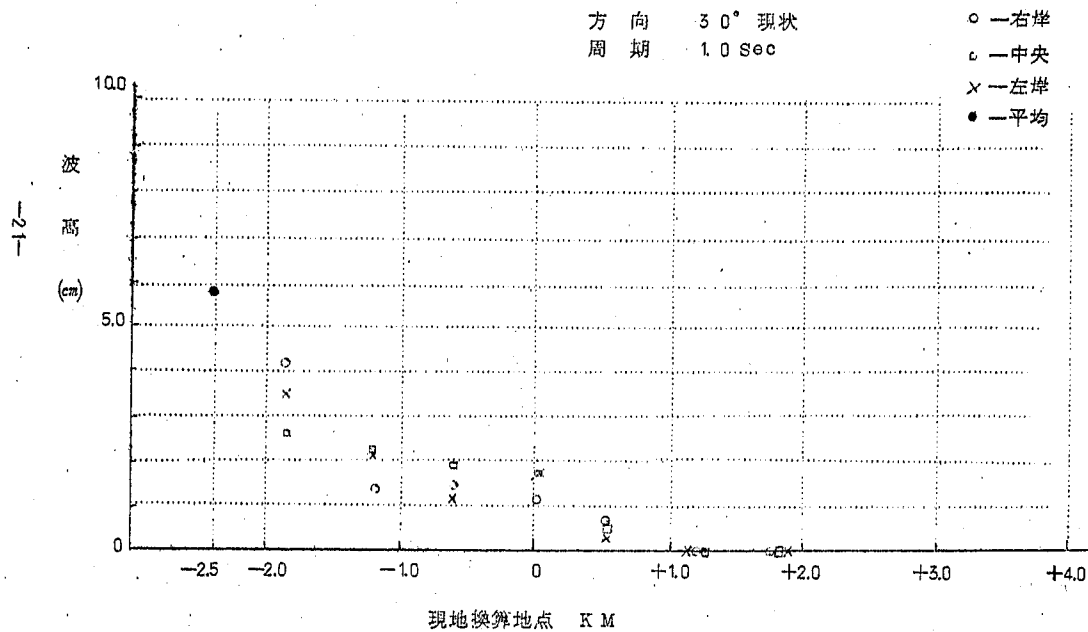


图 4-3-2 实验波高值

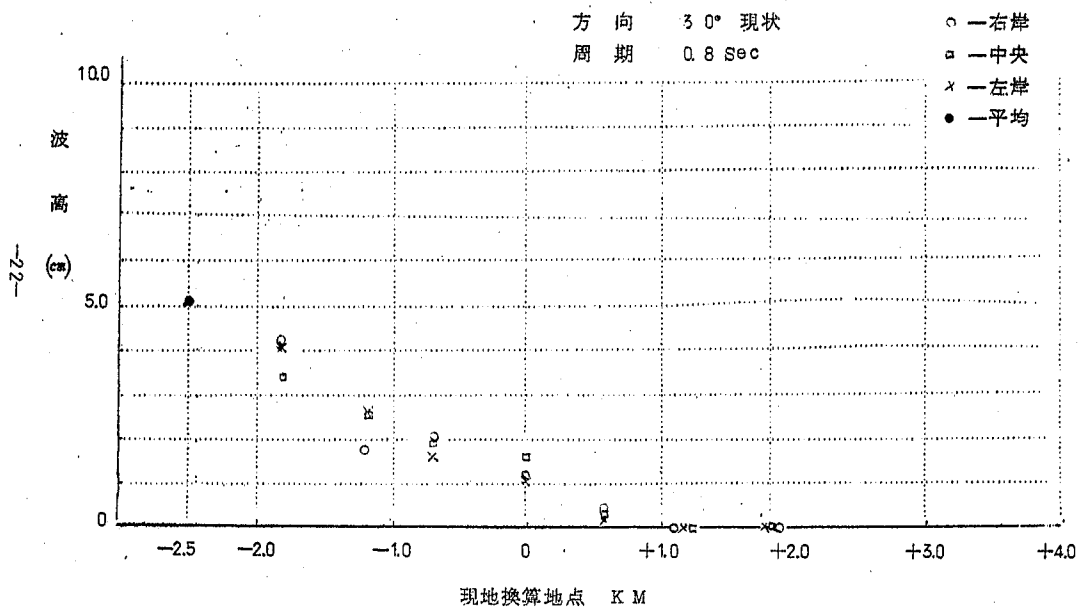


图 4-4-1 实验波高值

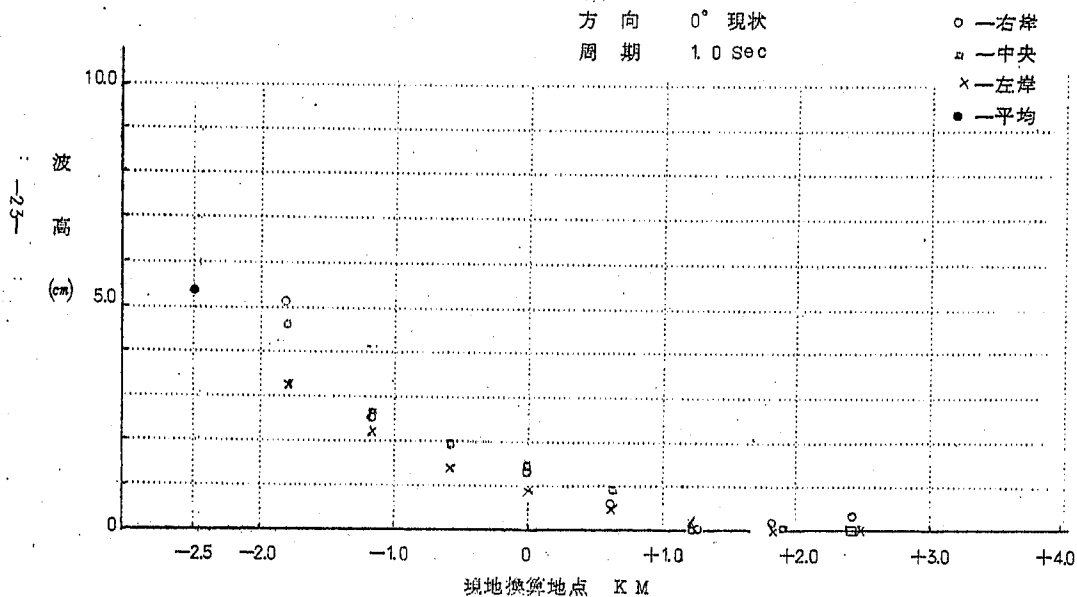


图 4-4-2 实验波高值

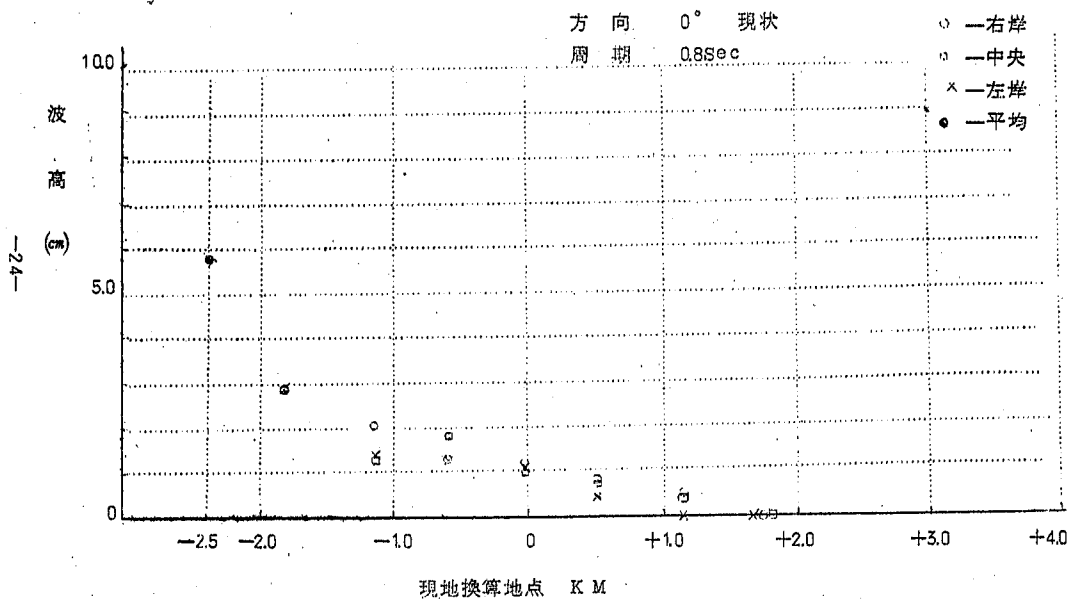
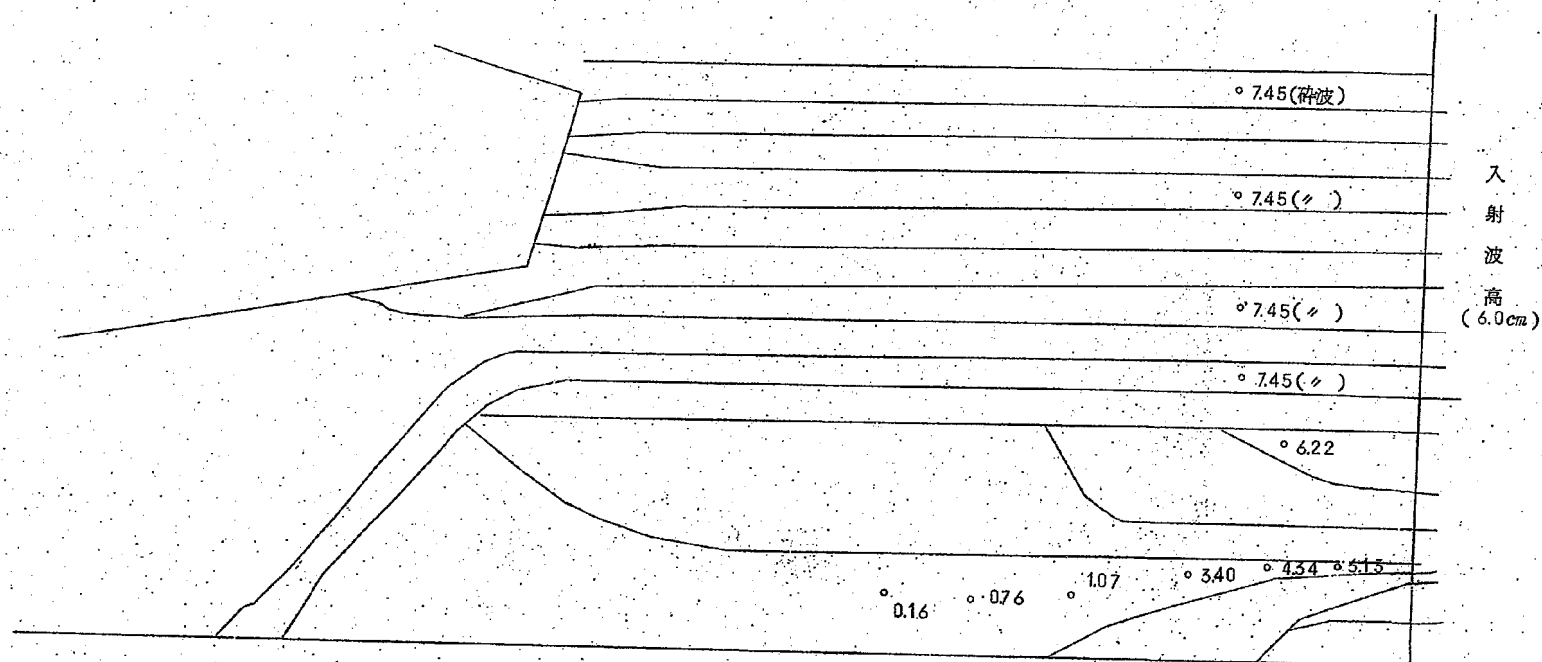


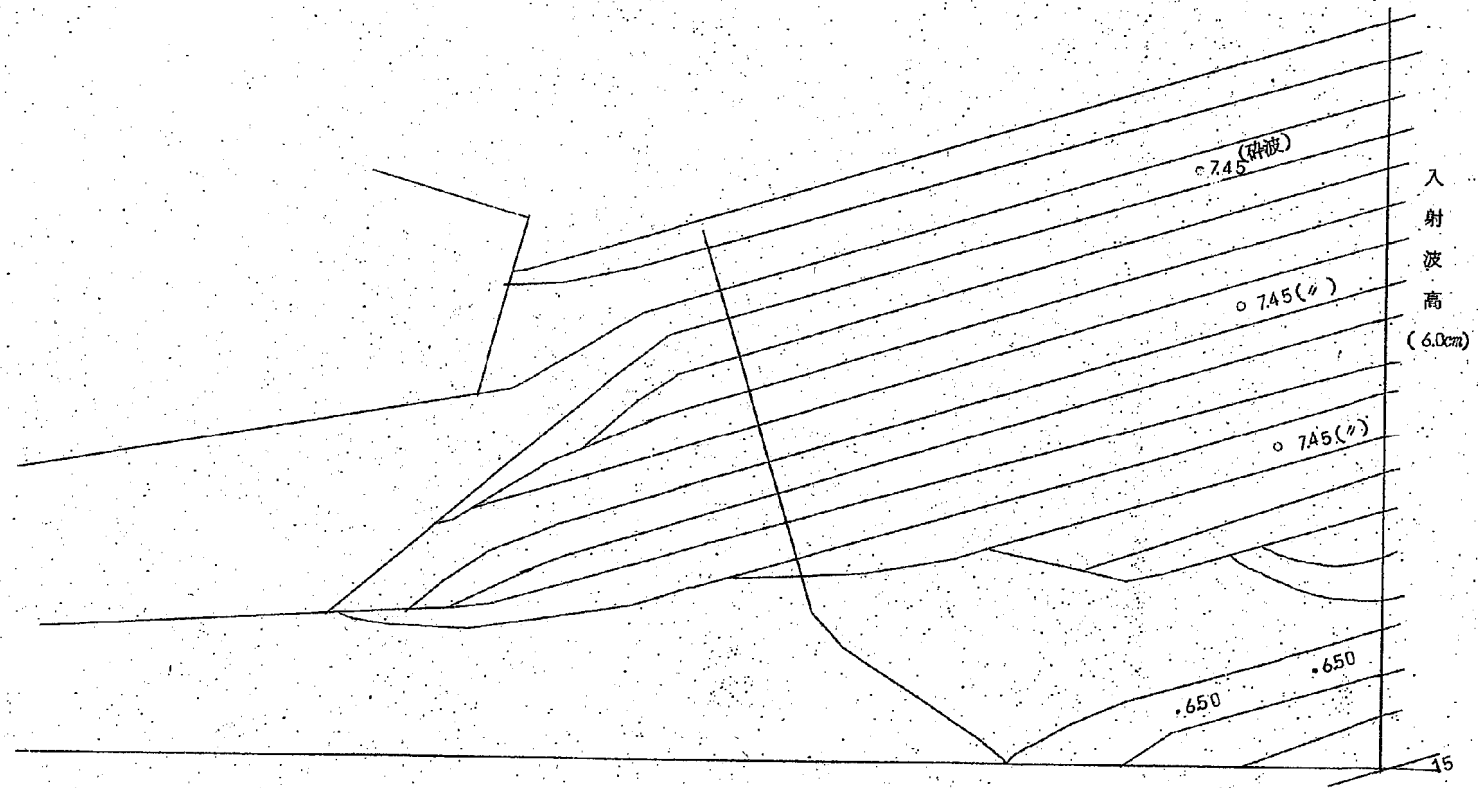
图-501-A

現地入射角 $0.^\circ$ $T=1.0\text{sec}$



現地入射角 15° $T=1.0\text{sec}$

図-50.1-B



現地入射角 30° $T=1.0\text{sec}$

図-5の1-0

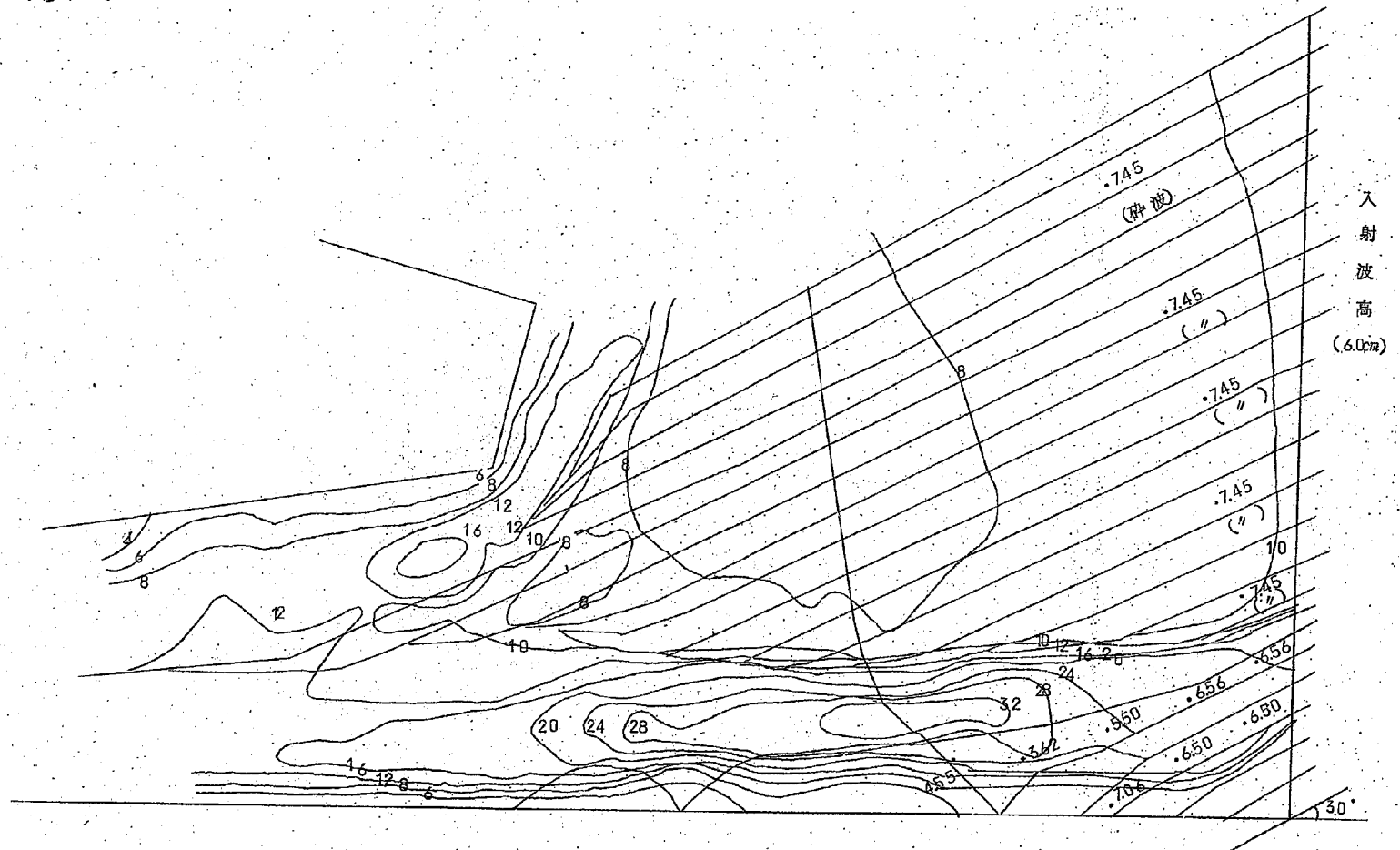
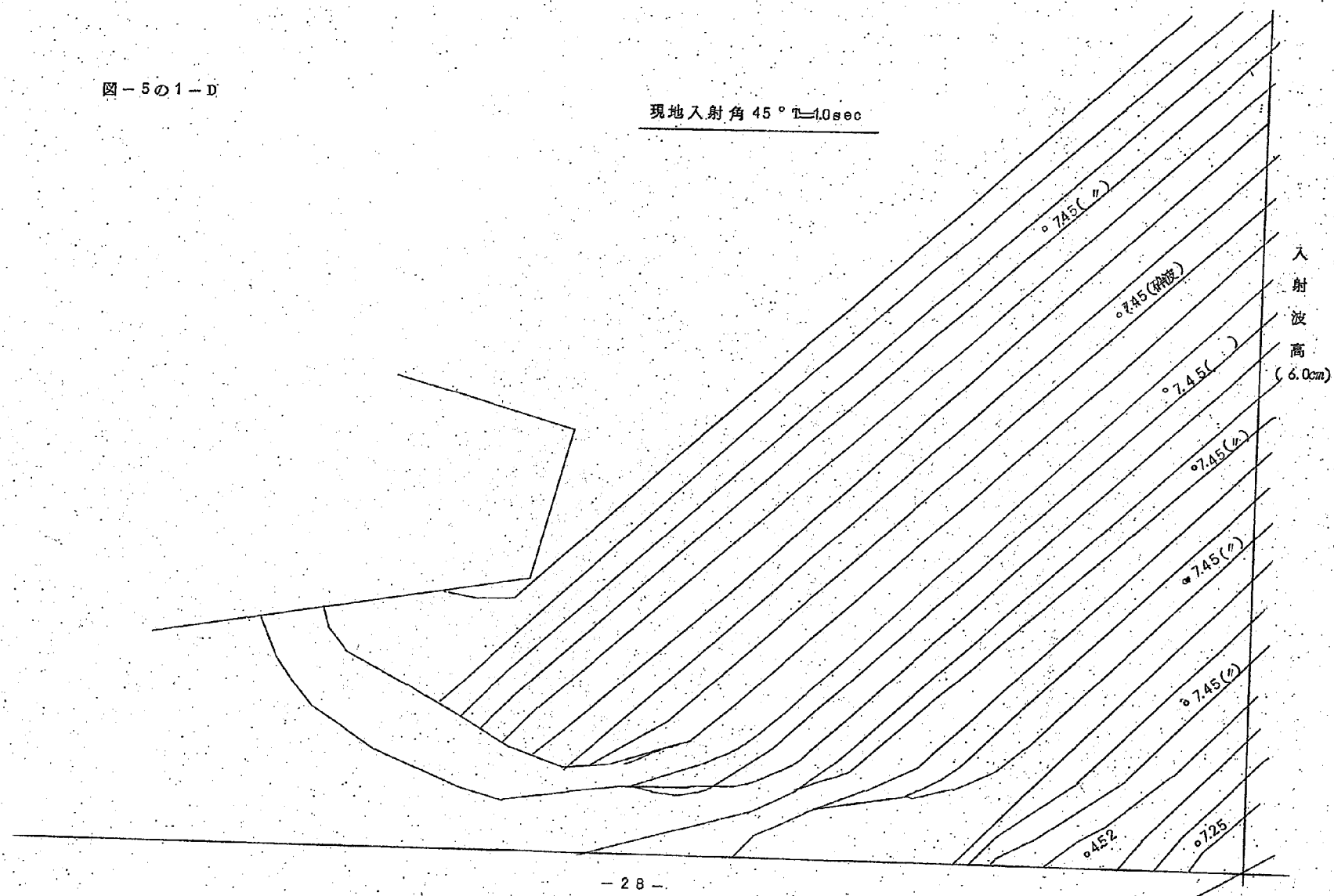


図-5の1-D

現地入射角 45° $T=1.0\text{sec}$



模型 入射角 0° $T=10\text{ms}$

图 - 502 - A

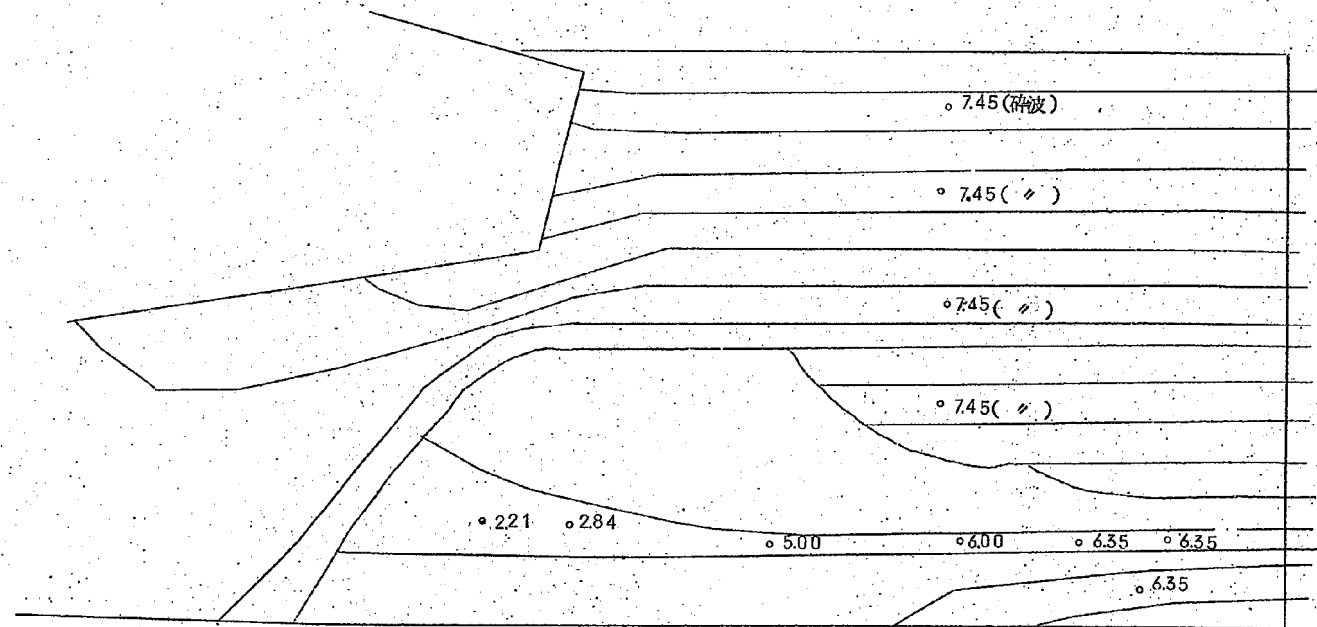
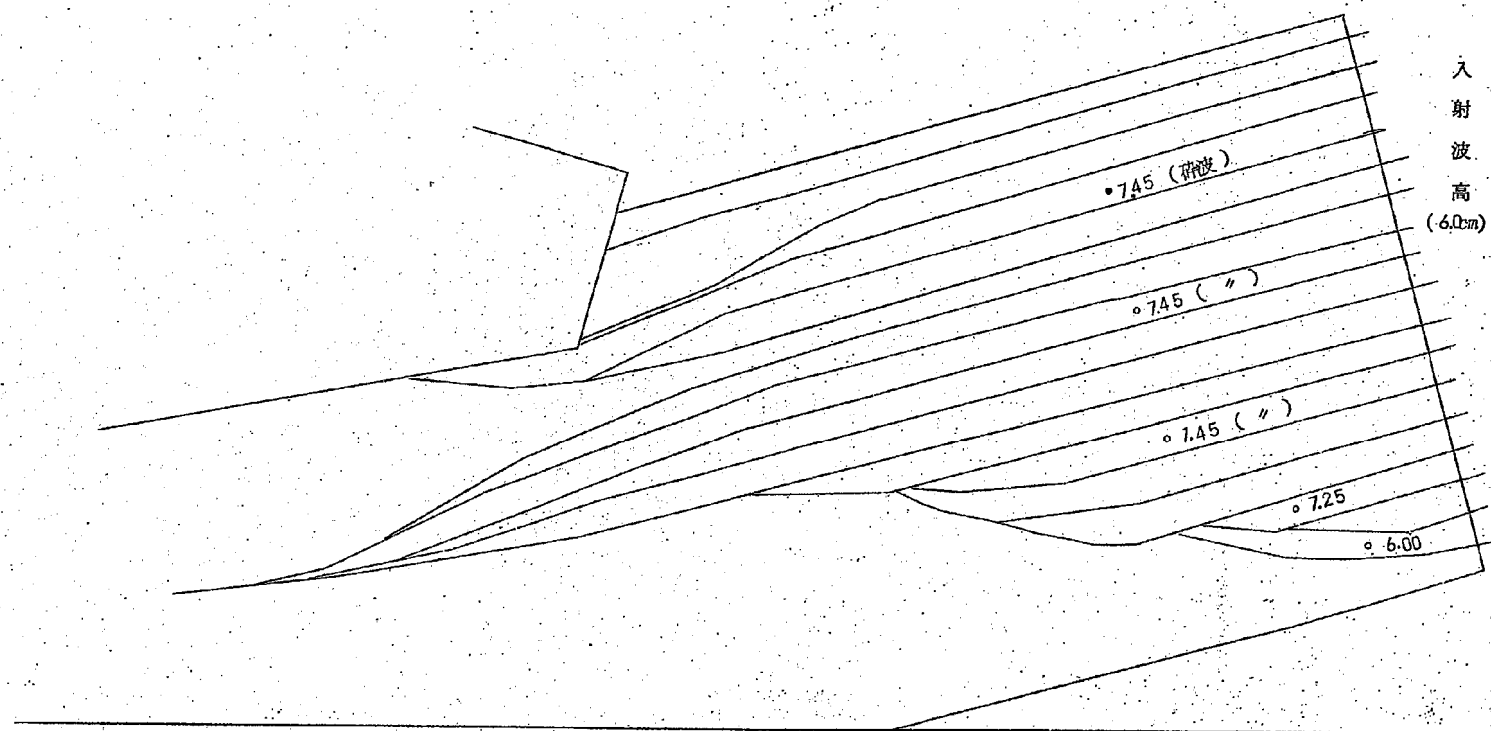


図-5の2-B

模型 入射角 15° $T=1.0 \text{ sec}$



模型 入射角 30° $T=1.0 \text{ sec}$

図-5の2-0

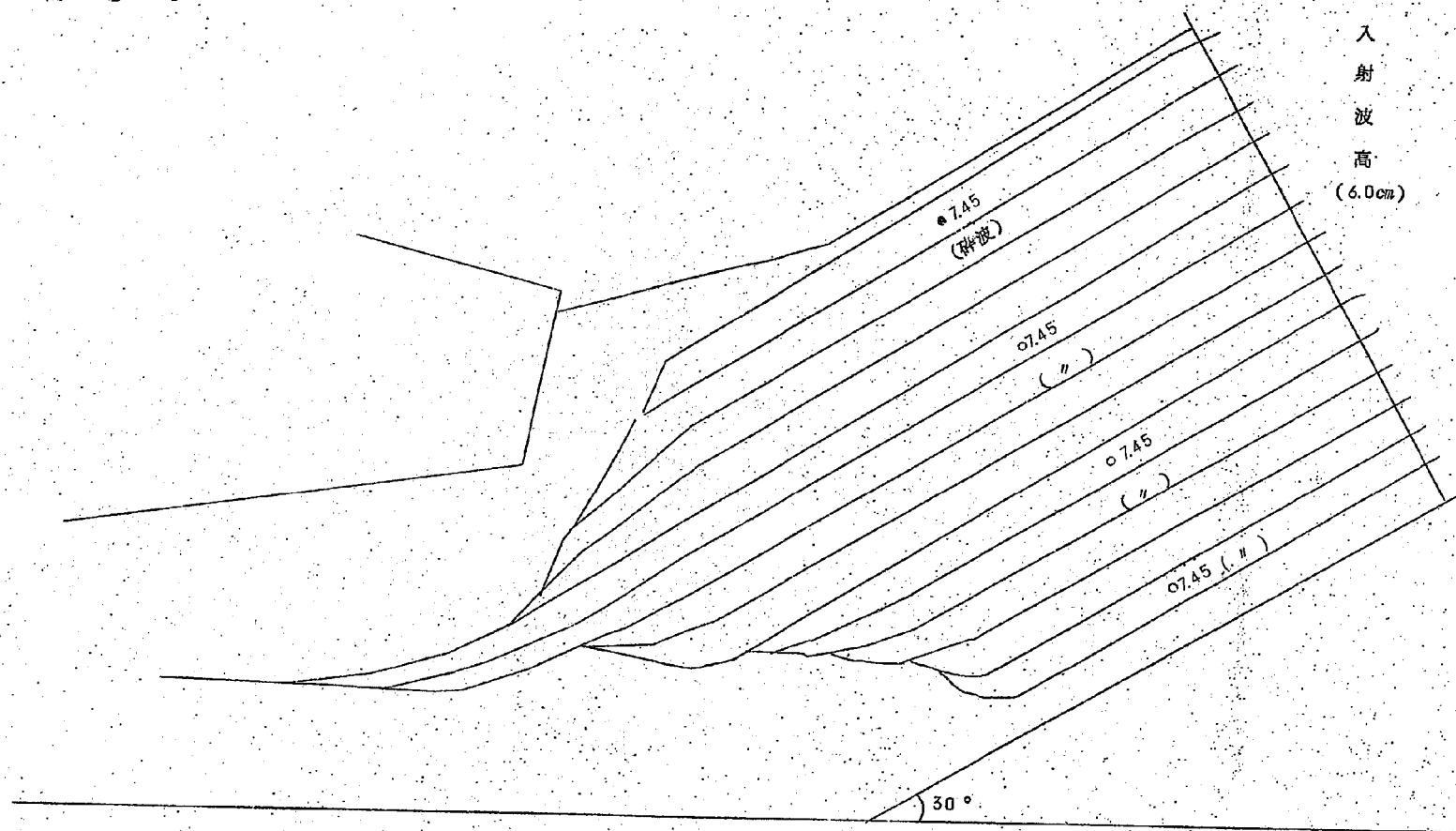


図 6-1-1 摩擦による波高の減衰

方 向 15° 現状
周 期 1.0 Sec

● — 実験波高
○ — 計算波高

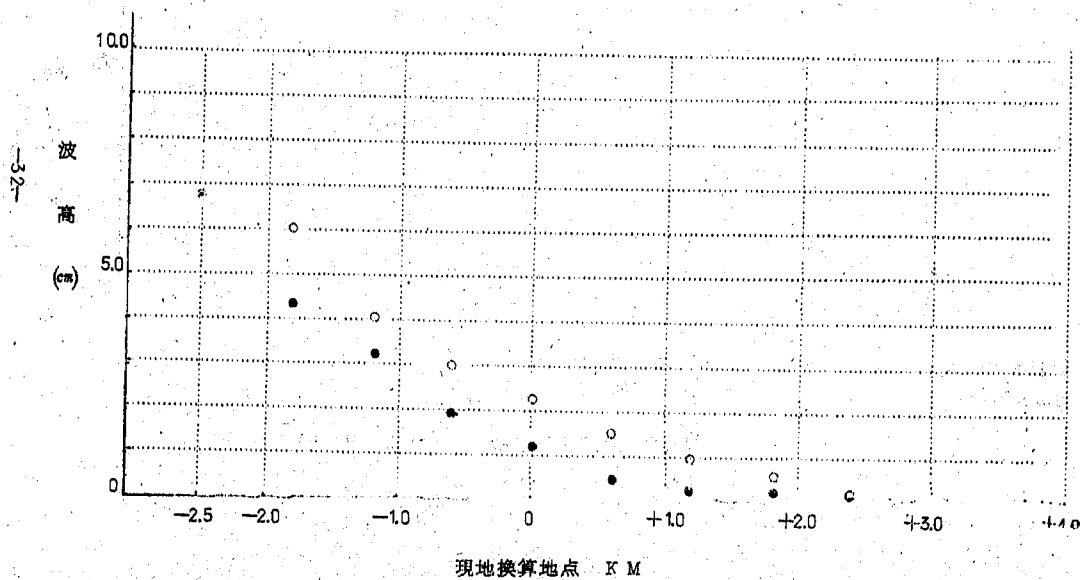


図 6-1-2 摩擦による波高の減衰

方 向 15° 現状
周 期 0.8 sec

◆ — 実験波高
○ — 計算波高

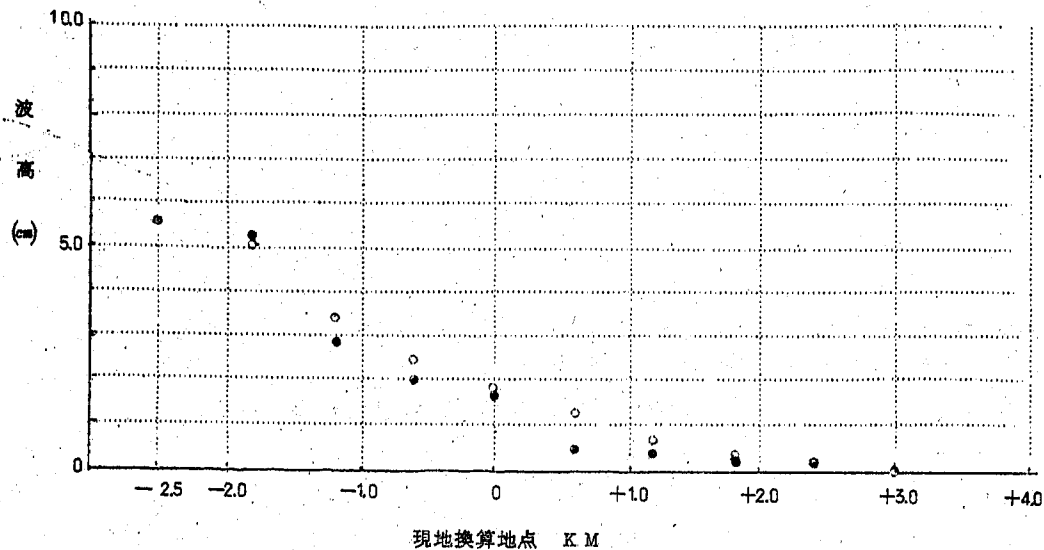


図 6-2-1 摩擦による波高の減衰

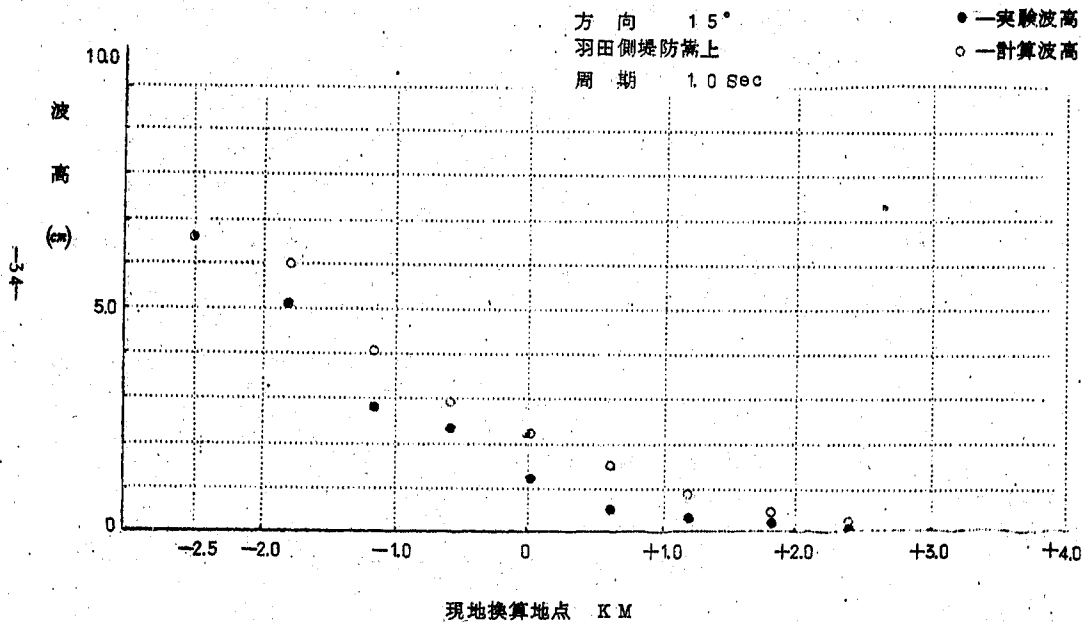


図 6-2-2 摩擦による波高の減衰

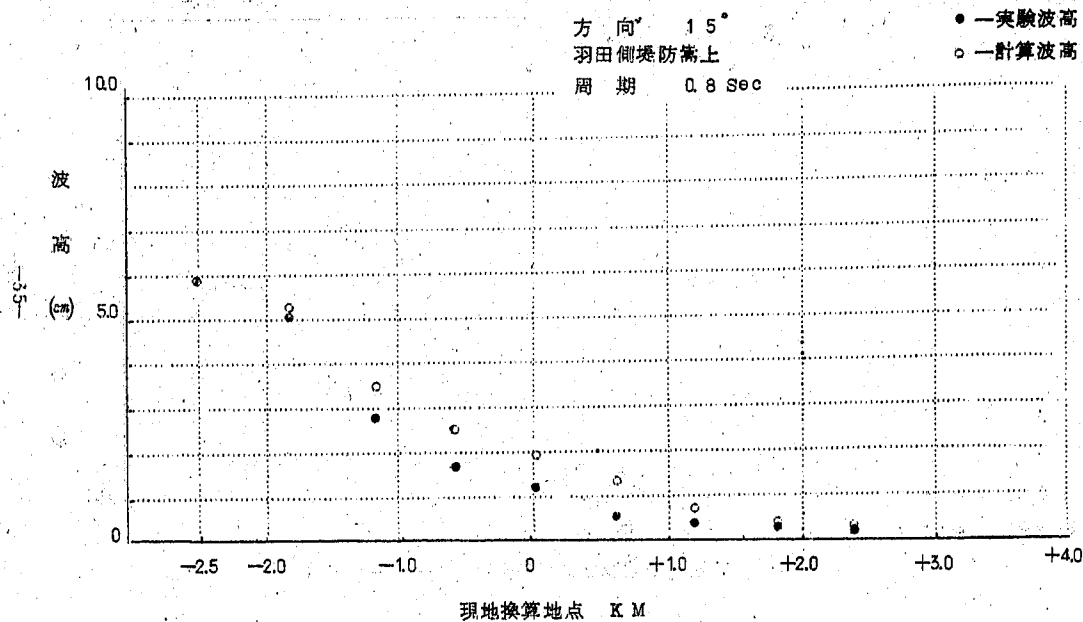


図 6-3-1 摩擦による波高の減衰

方 向 3.0° 現状

周 期 1.0 Sec

●—実験波高

○—計算波高

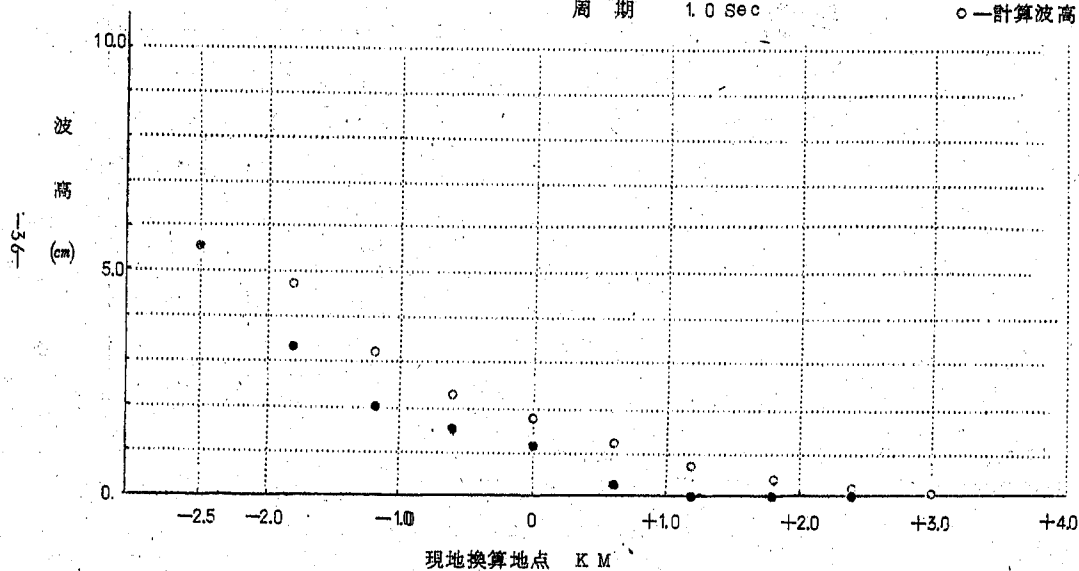


図 6-3-2 摩擦による波高の減衰

方向 30° 現状
周期 0.8 Sec

● — 実験波高
○ — 計算波高

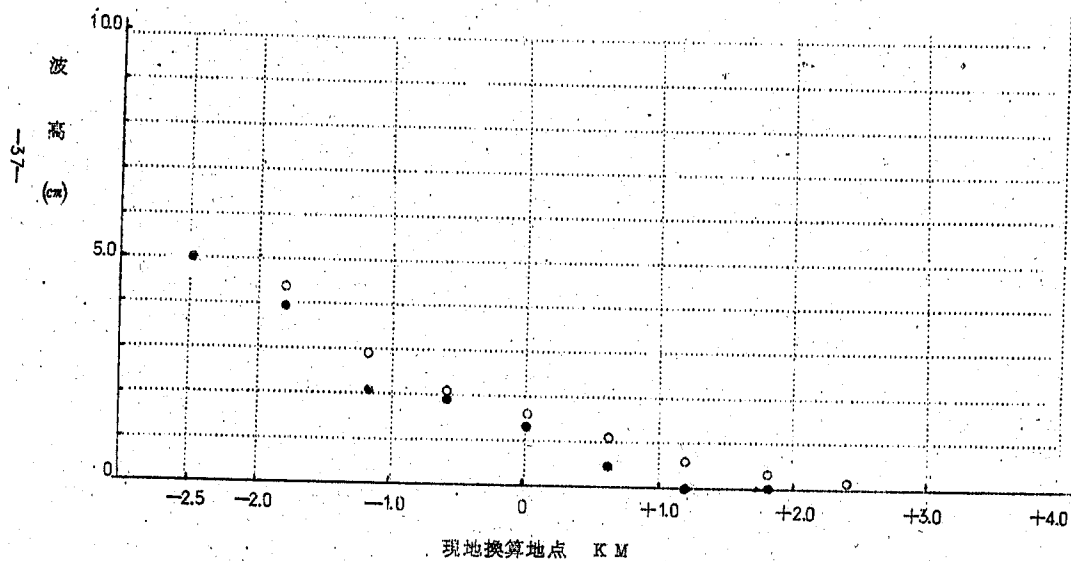


図 6-4-1 摩擦による波高の減衰

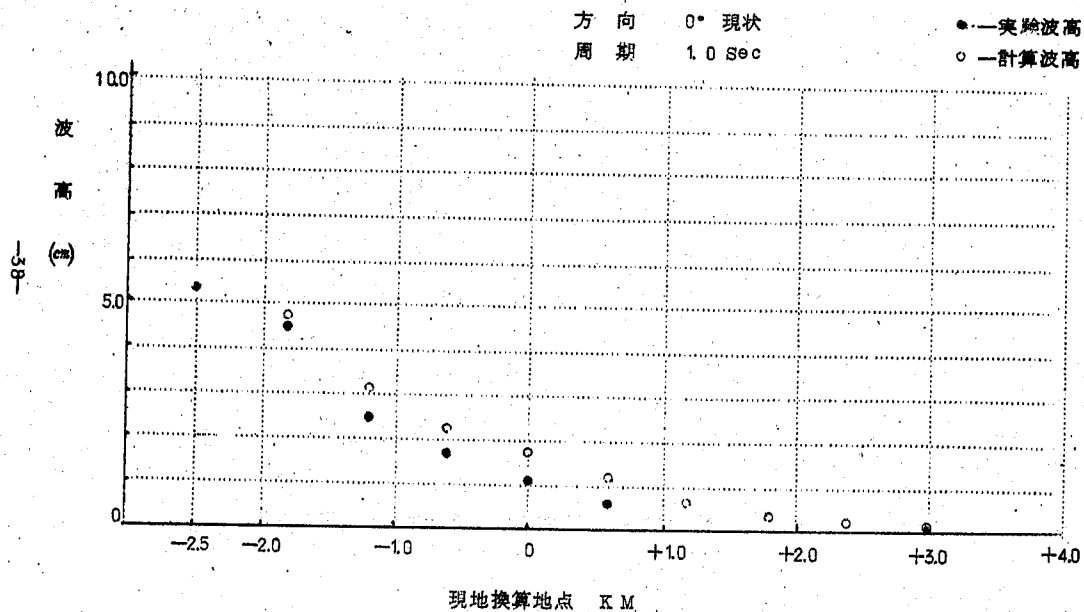


図 6-4-2 摩擦による波高の減衰

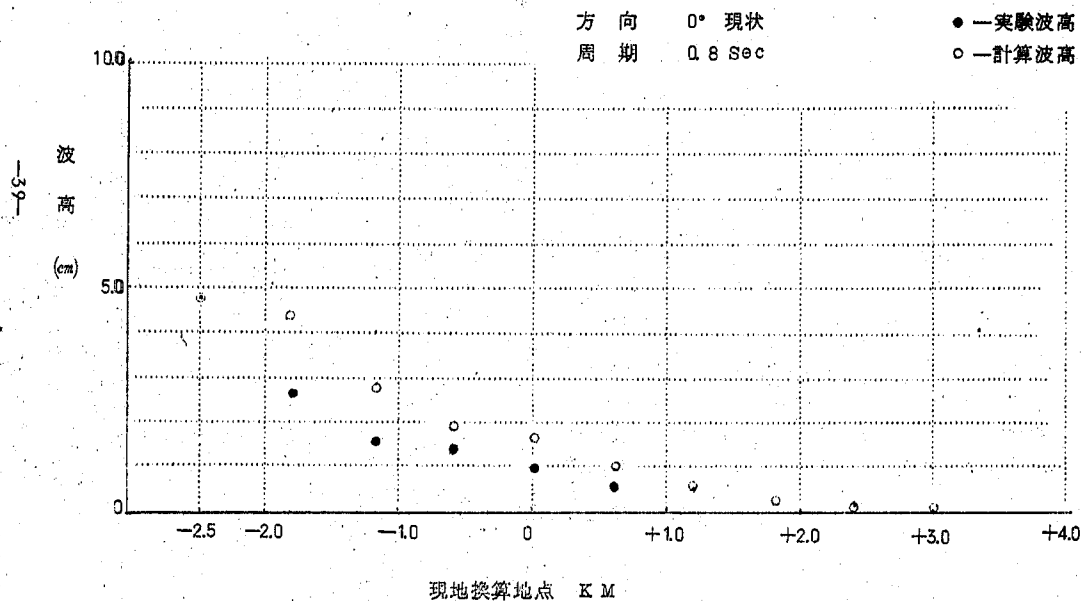


圖 7-1-1 實驗打上高

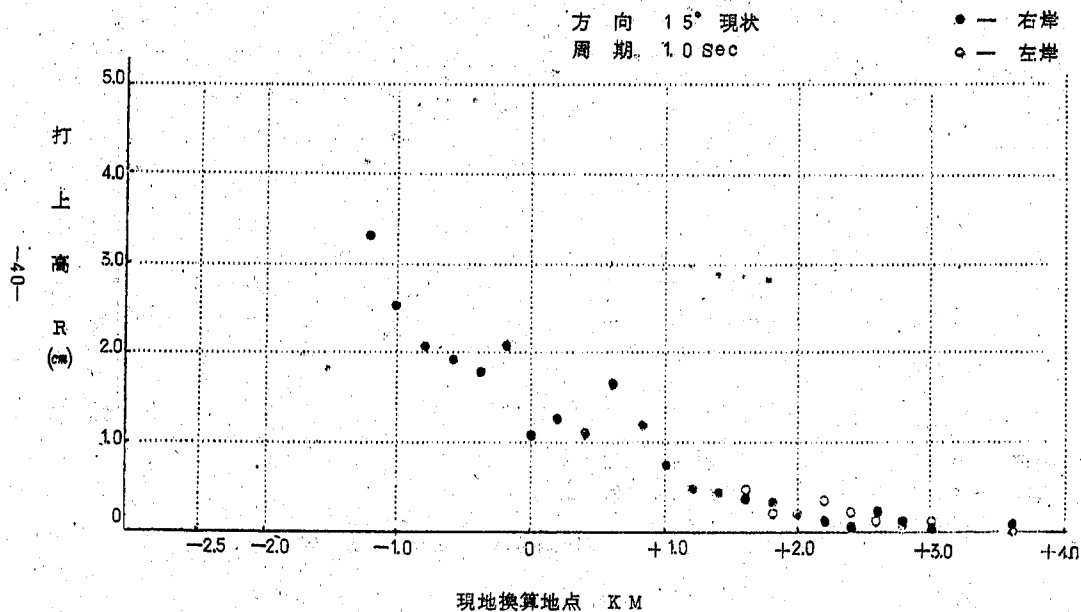


圖 7-1-2 實驗打上高

方 向 15° 現狀
周 期 0.8 Sec

● — 右岸
○ — 左岸

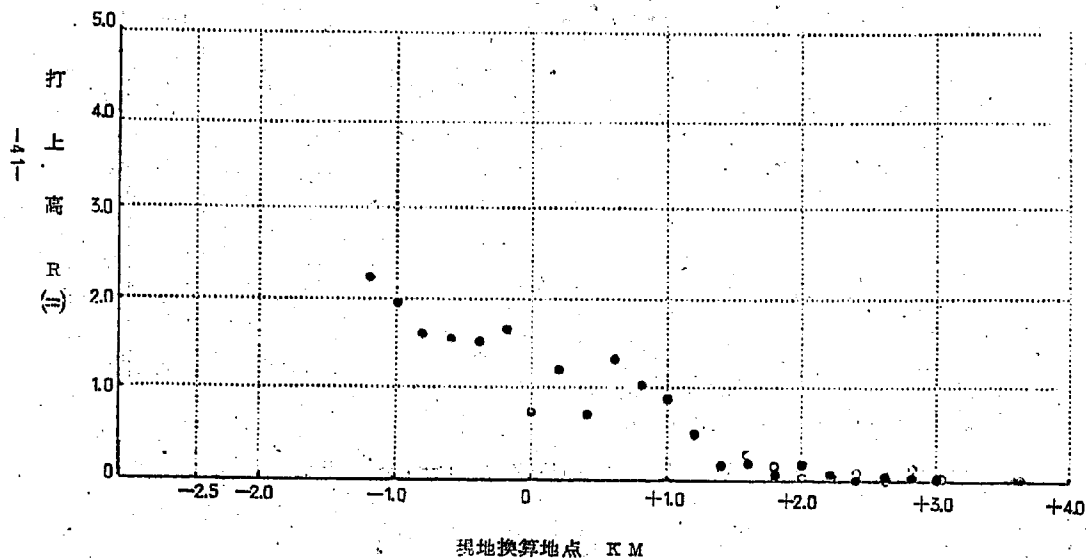


圖 7-2-1 実験打上高

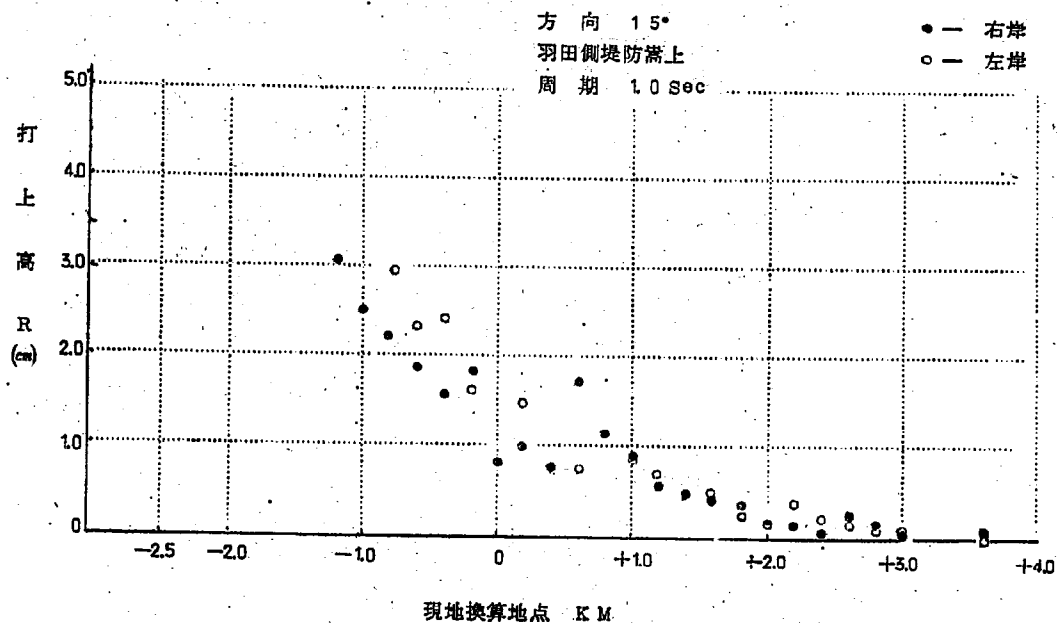


図 7-2-2 実験打上高

方 向 15°
羽田側堤防嵩上
周 期 0.8Sec

● — 右岸
○ — 左岸

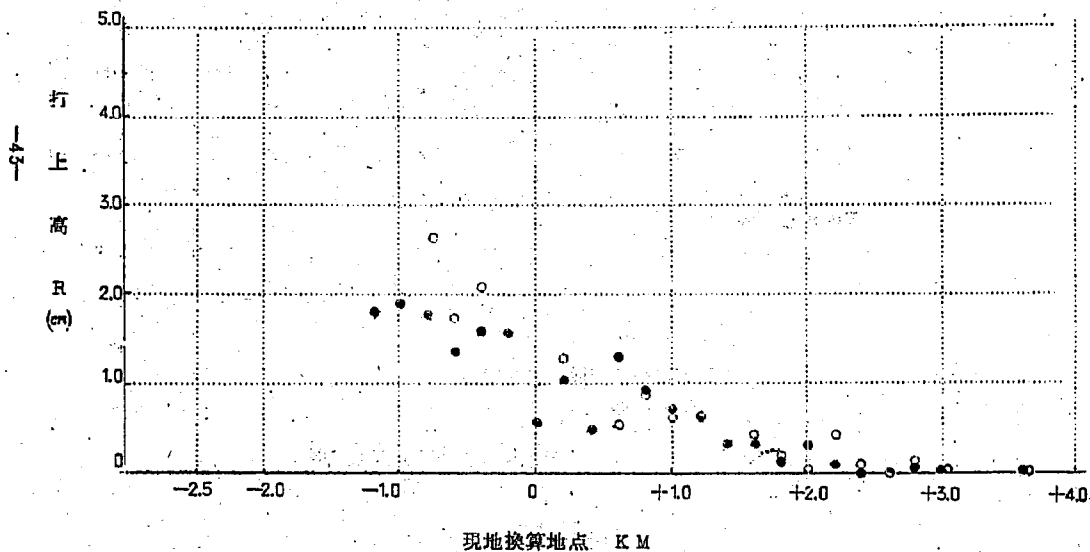


圖 7-3-1 実験打上高

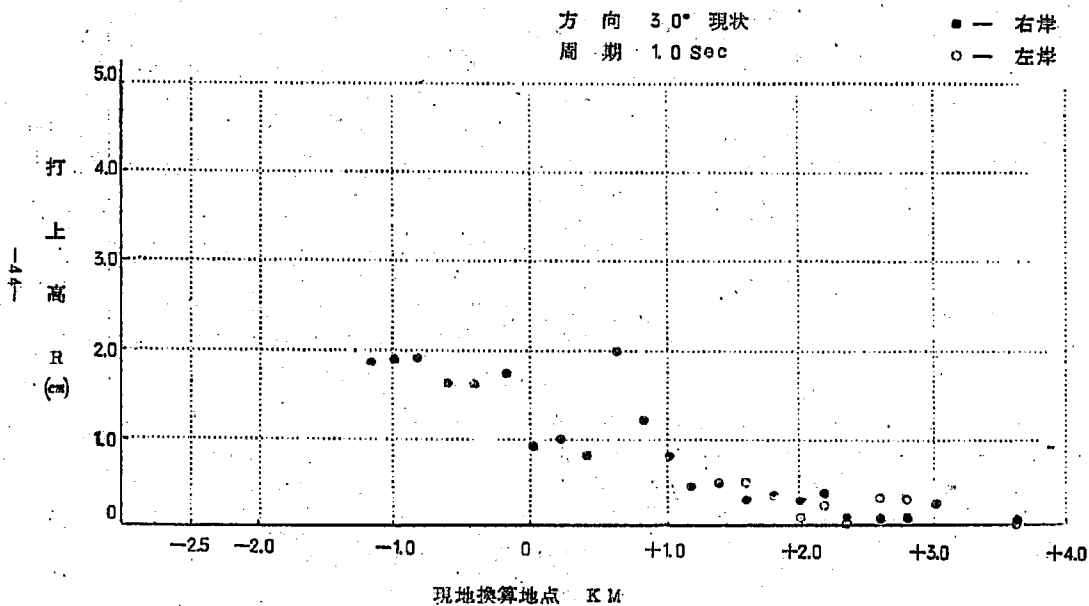


图 7-3-2 突發打上高

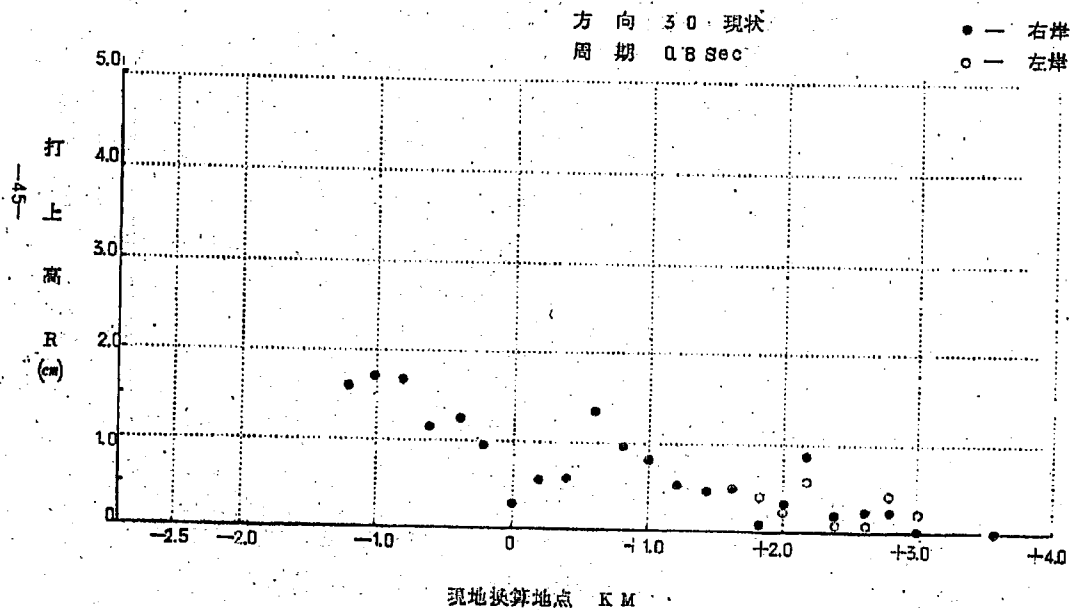


圖 7-4-1 夾綫打上高

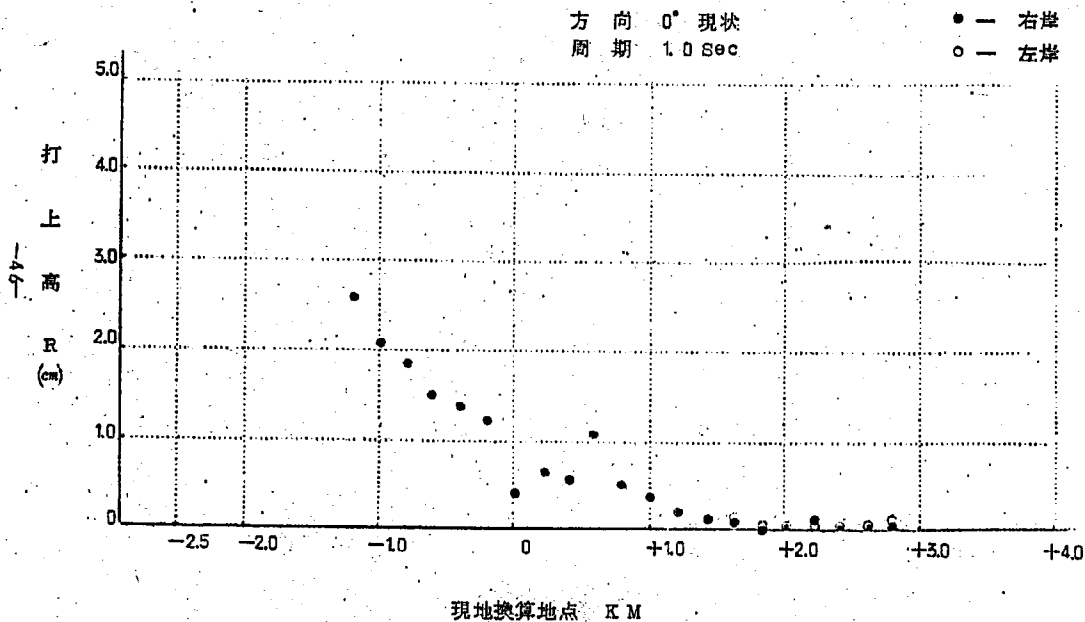


圖 7-4-2 夾擊打上高

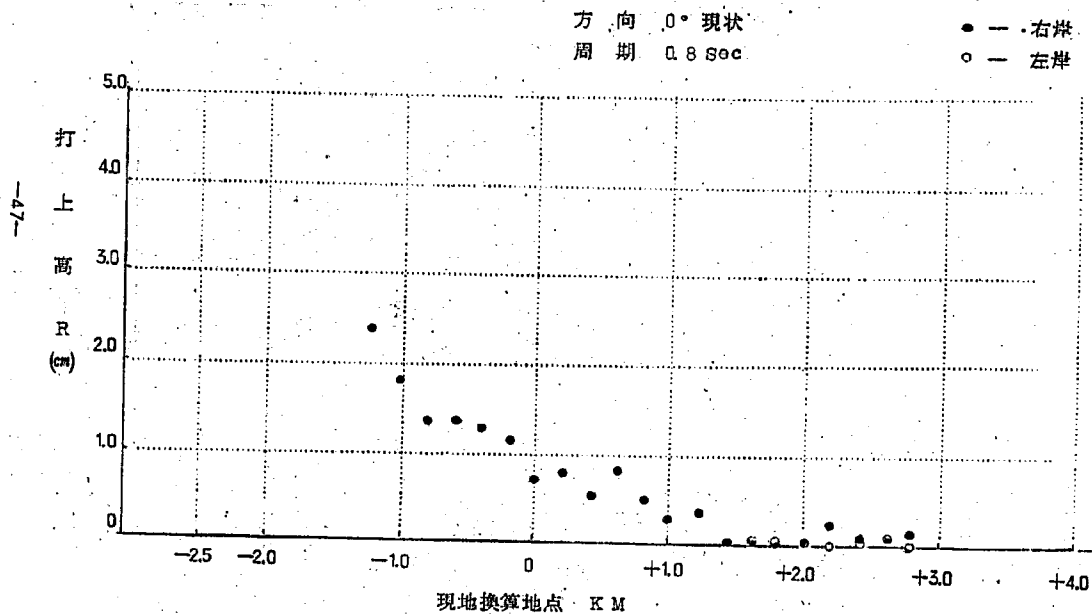


表 3-1

突 浪 波 高 值 (H)

方 向 15° 现 状

A (T=10^{sec})B (T=08^{sec})

测点位置		断面平均水深 cm	A 波 高		相当冲波 波高H ₀ cm	B 波 高		相当冲波 波高H ₀ cm
			波 高	平均波高H cm		波 高	平均波高H cm	
-2.5K	右中左	32.00	6.69 6.69 6.69	6.69	7.27	5.60 5.60 5.60	5.60	5.86
-18	右中左	9.07	4.24 3.57 4.56	4.31	4.32	5.87 4.30 5.60	5.26	5.59
-12	右中左	10.81	2.40 4.08 3.15	3.18	3.27	3.28 2.87 2.65	2.86	3.09
-0.6	右中左	12.75	1.43 2.58 1.75	1.93	2.02	1.92 2.11 1.93	1.98	2.16
0	右中左	13.28	0.62 1.23 1.95	1.12	1.18	1.52 1.47 2.42	1.67	1.82
0.6	右中左	8.10	0.62 0.56 0.28	0.46	0.45	0.68 0.54 0.22	0.45	0.47
1.2	右中左	8.49	0.22 0.33 0.26	0.26	0.26	0.41 0.39 0.42	0.39	0.41
1.8	右中左	7.48	0.15 0.31 0.23	0.24	0.23	0.17 0.17 0.20	0.19	0.20
2.4	右中左	7.55	0.03 0.08	0.04	0.04	0.15 0.17 0.17	0.15	0.16
3.0	右中左	7.35	0 0 0	0	—	0 0 0	0	—

表 3-2

実験波高値 (H)

方向 15° 羽田側堤防嵩上げ

A (T=10^{sec})B (T=08^{sec})

測点位置		断面平均水深 cm	A 波 高		相当沖波 波高H ₀ cm	B 波 高		相当沖波 波高H ₀ cm
			波高 cm	平均波高H		波高 cm	平均波高H	
-2.5 K	右 中 左	32.00	6.64 6.64 6.64	cm 6.64	7.22	5.78 5.78 5.78	cm 5.78	6.05
-1.8	右 中 左	9.07	4.38 4.40 5.99	5.13	5.14	4.97 4.70 5.76	5.15	5.47
-1.2	右 中 左	10.81	2.78 2.56 3.02	2.77	2.85	2.62 3.10 2.91	2.81	3.03
-0.6	右 中 左	12.75	2.13 2.55 2.31	2.34	2.46	1.13 2.24 2.02	1.78	1.94
0	右 中 左	13.28	0.72 1.27 2.20	1.23	1.30	0.82 1.42 1.79	1.24	1.35
0.6	右 中 左	8.10	0.85 0.50 0.48	0.56	0.55	0.72 0.55 0.49	0.55	0.58
1.2	右 中 左	8.49	0.31 0.31 0.39	0.32	0.32	0.30 0.40 0.46	0.38	0.40
1.8	右 中 左	7.48	0.23 0.23 0.23	0.25	0.24	0.22 0.25 0.28	0.26	0.27
2.4	右 中 左	7.55	0.09 0.12 0.09	0.09	0.09	0.18 0.15 0.15	0.15	0.16
3.0	右 中 左	7.35	0 0 0	0	—	0 0 0	0	—

表 3-3 实 验 波 高 值 (H)
方 向 30° 现 状
A (T=10^{sec})
B (T=08^{sec})

测点位置		断面平均 水 深 cm	A 波 高		相当冲波 波高H ₀ cm	B 波 高		相当冲波 波高H ₀ cm
			波高 cm	平均波高H ₀ cm		波高 cm	平均波高H ₀ cm	
-2.5 ^K	右	32.00	5.48	5.48	5.96	4.97	4.97	5.20
	中		5.48			4.97		
	左		5.48			4.97		
-1.64	右	8.01	3.27	3.34	3.35	4.15	3.88	4.12
	中		2.85			3.49		
	左		3.50			4.00		
-1.2	右	10.81	1.46	1.94	1.99	1.67	2.14	2.31
	中		2.29			2.42		
	左		2.17			2.49		
-0.6	右	12.75	1.48	1.55	1.63	2.07	1.87	2.04
	中		1.94			1.91		
	左		1.21			1.65		
0	右	13.28	0.57	1.16	1.22	1.30	1.31	1.43
	中		1.62			1.67		
	左		1.70			1.19		
0.6	右	8.10	0.39	0.24	0.27	0.57	0.43	0.45
	中		0.36			0.50		
	左		0.03			0.28		
1.2	右	8.49	0	0	0	0	0	0
	中		0			0		
	左		0			0		
1.8	右中左	7.48	—	—	—	—	—	—
2.4	右中左	7.55	—	—	—	—	—	—
3.0	右中左	7.35	—	—	—	—	—	—

表 3-4 实 验 波 高 值
方 向 0° 现 状
A (T=10^{sec})
B (T=08^{sec})

测点位置		断面平均 水深 cm	A 波 高		相当冲波 波高H ₀ cm	B 波 高		相当冲波 波高H ₀ cm
			波高 cm	平均波高H ₀ cm		波高 cm	平均波高H ₀ cm	
-2.5K	右	32.00	5.25	5.25	5.71	4.81	4.81	5.04
	中		5.25			4.81		
	左		5.25			4.81		
-1.8	右		5.15	4.49	4.50	2.85	2.84	3.00
	中		4.55			2.83		
	左		3.27			2.79		
-1.2	右	10.81	2.53	2.46	2.49	2.15	1.63	1.76
	中		2.61			1.39		
	左		2.14			1.50		
-0.6	右	12.75	1.87	1.71	1.80	1.41	1.39	1.52
	中		1.89			1.74		
	左		1.36			1.42		
0	右	13.28	1.37	1.11	1.21	1.16	0.97	1.06
	中		1.45			0.89		
	左		0.87			1.04		
0.6	右	8.10	0.52	0.61	0.60	0	0.56	0.59
	中		0.88			0.68		
	左		0.46			0.38		
1.2	右	8.49	0	—	—	0.43	—	—
	中		0			—		
	左		0.20			—		
1.8	右	7.48	0.16	—	—	—	—	—
	中		0			—		
	左		0			—		
2.4	右	7.55	0.37	—	—	—	—	—
	中		0			—		
	左		—			—		
3.0	右	7.35	—	—	—	—	—	—
	中		—			—		
	左		—			—		

表 4-1 実験による地形波高変化係数 (Kr)

方 向 15° 現 状

A (T=1.0 sec)

B (T=0.8 sec)

測点位置	断面平均 水 深 cm	A波高の比較		Kr $\frac{H}{H'}$	B波高の比較		Kr $\frac{H}{H'}$	AとBの Krの 平均
		計算波高 H'	実験平均 波高 H		計算波高 H'	実験平均 波高 H		
-2.5 K	32.00	6.69 ^{cm}	6.69 ^{cm}	1.00	5.60 ^{cm}	5.60 ^{cm}	1.00	1.00
-1.8	20.7	5.97	4.31	0.72	5.12	5.26	1.03	0.88
-1.2	10.81	4.04	3.18	0.79	3.40	2.86	0.84	0.82
-0.6	12.75	2.93	1.93	0.66	2.45	1.98	0.81	0.74
0	13.28	2.23	1.12	0.50	1.86	1.67	0.89	0.70
0.6	8.10	1.53	0.46	0.30	1.26	0.45	0.36	0.33
1.2	8.49	0.87	0.26	0.30	0.69	0.39	0.57	0.44
1.8	7.48	0.48	0.24	0.50	0.36	0.19	0.53	0.52
2.4	7.55	0.25	0.04	0.16	0.18	0.15	0.83	0.50
3.0	7.35	0.13	0	0	0.09	0	0	0

表 4-2 実験による地形波高変化係数 (Kr)

方 向 15° 羽田堤防敷上げ

A (T=1.0 sec)

B (T=0.8 sec)

測点位置	断面平均 水 深 cm	A波高の比較		Kr $\frac{H}{H'}$	B波高の比較		Kr $\frac{H}{H'}$	AとBの Krの 平均
		計算波高 H'	実験平均 波高 H		計算波高 H'	実験平均 波高 H		
-2.5 K	32.00	6.64	6.64	1.00	5.78	5.78	1.00	1.00
-1.8	20.7	5.94	5.13	0.86	5.28	5.15	0.98	0.92
-1.2	10.81	4.02	2.77	0.69	3.51	2.81	0.80	0.75
-0.6	12.75	2.91	2.34	0.80	2.53	1.78	0.70	0.75
0	13.28	2.21	1.23	0.56	1.92	1.24	0.65	0.61
0.6	8.10	1.52	0.56	0.37	1.30	0.55	0.42	0.40
1.2	8.49	0.86	0.32	0.37	0.71	0.38	0.54	0.46
1.8	7.48	0.47	0.25	0.53	0.38	0.26	0.68	0.61
2.4	7.55	0.24	0.09	0.38	0.19	0.15	0.79	0.59
3.0	7.35	0.12	0	0	0.09	0	0	0

表 4-3 実験による地形波高変化係数 (Kr)

方向 30° 現状

A (T=10^{sec})

B (T=0.8^{sec})

測点位置	断面平均 水深 cm	A波高の比較		Kr $\frac{H}{H'}$	B波高の比較		Kr $\frac{H}{H'}$	AとBの Krの 平均
		計算波高 H _{cm}	実験平均 波高 H _{cm}		計算波高 H _{cm}	実験平均 波高 H _{cm}		
-2.5 K	3200	5.48	5.48	1.00	4.97	4.97	1.00	1.00
-1.64	801	4.71	3.34	0.71	4.35	3.88	0.90	0.81
-1.2	1081	3.20	1.94	0.61	2.90	2.14	0.74	0.68
-0.6	12.75	2.32	1.55	0.67	2.09	1.87	0.90	0.79
0	1328	1.77	1.16	0.66	1.59	1.31	0.82	0.74
0.6	8.10	1.21	0.24	0.20	1.08	0.43	0.40	0.30
1.2	8.49	0.69	0	0	0.59	0	0	0
1.8	7.48	0.38	—	—	0.31	—	—	—
2.4	7.55	0.20	—	—	0.15	—	—	—
3.0	7.35	0.10	—	—	0.07	—	—	—

表 4-4 実験による地形波高変化係数 (Kr)

方向 0° 現状

A (T=10^{sec})

B (T=0.8^{sec})

測点位置	断面平均 水深 cm	A波高の比較		Kr $\frac{H}{H'}$	B波高の比較		Kr $\frac{H}{H'}$	AとBの Krの 平均
		計算波高 H _{cm}	実験平均 波高 H _{cm}		計算波高 H _{cm}	実験平均 波高 H _{cm}		
-2.5 K	3200	5.25	5.25	1.00	4.81	4.81	1.00	1.00
-1.8	907	4.70	4.49	0.95	4.40	2.84	0.65	0.80
-1.2	1081	3.08	2.46	0.80	2.81	1.63	0.58	0.69
-0.6	12.75	2.24	1.71	0.76	2.03	1.39	0.69	0.73
0	1378	1.70	1.11	0.65	1.54	0.97	0.63	0.64
0.6	8.10	1.17	0.61	0.52	1.04	0.56	0.54	0.53
1.2	8.49	0.66	—	—	0.57	—	—	—
1.8	7.48	0.36	—	—	0.30	—	—	—
2.4	7.55	0.19	—	—	0.15	—	—	—
3.0	7.35	0.10	—	—	0.07	—	—	—

表 5-1 実験による打上高と波高との比

$$\left(\frac{R}{H_0}\right)$$

方向

15°

現 状

A

(T=1.0 sec)

B

(T=0.8 sec)

測 点 位 置		Aの場合の Rの平均値 cm	その断面の 相当沖波 波高H ₀ cm	$\frac{R}{H_0}$	Bの場合の Rの平均値 cm	その断面 の相当沖波 波高H ₀ cm	$\frac{R}{H_0}$	AとBとの 平 均
-1.3 K	右	3.03	—	—	2.11	—	—	—
-1.2	右	3.28	3.27	1.00	2.23	3.09	0.72	0.86
-1.0	右	2.51	—	—	1.89	—	—	—
-0.8	右	2.07	—	—	1.65	—	—	—
-0.75	右	—	—	—	—	—	—	—
-0.6	右	1.89	2.02	0.94	1.50	2.16	0.69	0.82
-0.4	右	1.76	—	—	1.56	—	—	—
-0.2	右	2.08	—	—	1.66	—	—	—
0	右	1.09	1.18	1.03	0.74	1.82	0.41	0.72
0.2	右	1.27	—	—	1.29	—	—	—
0.4	右	1.09	—	—	0.75	—	—	—
0.6	右	1.64	0.45	3.64	1.36	0.47	2.89	3.27
0.8	右	1.19	—	—	1.10	—	—	—
1.0	右	0.77	—	—	0.89	—	—	—
1.2	右	0.50	0.26	1.92	0.56	0.41	1.37	1.65
1.4	右	0.47	—	—	0.29	—	—	—
1.6	右	0.40	—	—	0.34	—	—	—
	左	0.47	—	—	0.35	—	—	—
1.8	右	0.33	0.24	1.37	0.09	0.27	0.33	0.85
	左	0.22		0.92	0.10		0.37	0.65
2.0	右	0.17	—	—	0.15	—	—	—
	左	0.15	—	—	0.06	—	—	—
2.2	右	0.13	—	—	0.16	—	—	—
	左	0.35	—	—	0.18	—	—	—

表 5-1 実験による打上高と波高との比 $\left(\frac{R}{H_o}\right)$

方 向 15° 現 状
A (T=1.0^{sec})
B (T=0.8^{sec})

測 点 位 置		Aの場合の Rの平均値 cm	その断面の 相当沖波 波高H _o cm	$\frac{R}{H_o}$	Bの場合の Rの平均値 cm	その断面の 相当沖波 波高H _o cm	$\frac{R}{H_o}$	AとBとの 平 均
2.4 ^K	右	0.04	0.09	0.44	0.06	0.16	0.38	0.41
	左	0.21		2.33	0.15		0.94	
2.6	右	0.23	—	—	0.09	—	—	—
	左	0.14			0.05			
2.8	右	0.13	—	—	0.06	—	—	—
	左	0.10			0.03			
3.0	右	0.03	—	—	0	—	—	—
	左	0.10			0.06			
3.6	右	0.07	—	—	0	—	—	—
	左	0			0			

表 5-2 突浪による打上高と波高との比

$$\left(\frac{R}{H_o}\right)$$

方 向 15° 羽田湾防波堤上

A (T=1.0 sec)

B (T=0.8 sec)

測点位置		Aの場合の Rの平均値 cm	その断面の 相当沖波 波高H _o cm	$\frac{R}{H_o}$	Bの場合の Rの平均値 cm	その断面の 相当沖波 波高H _o cm	$\frac{R}{H_o}$	AとBとの 平均
-1.3K	右	2.82	—	—	2.43	—	—	—
-1.2	右	3.03	2.85	1.06	1.86	3.03	0.59	0.83
-1.0	右	2.51	—	—	1.89	—	—	—
-0.8	右	2.19	—	—	1.79	—	—	—
-0.75	左	2.96	—	—	2.64	—	—	—
-0.6	右	1.83	—	—	1.37	—	—	—
	左	2.34	2.46	0.74 0.95	1.73	1.94	0.71 0.89	0.73 0.92
-0.4	右	1.55	—	—	1.59	—	—	—
	左	2.39	—	—	2.09	—	—	—
-0.2	右	1.82	—	—	1.56	—	—	—
	左	1.59	—	—	—	—	—	—
0	右	0.78	—	—	0.55	—	—	—
	左	—	1.30	0.60	—	1.35	0.41	0.51
-0.2	右	0.97	—	—	1.06	—	—	—
	左	1.43	—	—	1.29	—	—	—
0.4	右	0.75	—	—	0.76	—	—	—
	左	—	—	—	—	—	—	—
0.6	右	1.69	—	—	1.31	—	—	—
	左	0.73	0.55	3.07 1.33	0.53	0.58	2.26 0.91	2.67 1.12
0.8	右	1.14	—	—	0.91	—	—	—
	左	—	—	—	—	—	—	—
1.0	右	0.90	—	—	0.70	—	—	—
	左	0.87	—	—	0.62	—	—	—
1.2	右	0.55	—	—	0.59	—	—	—
	左	0.69	0.32	1.72 2.16	0.64	0.40	1.47 1.60	1.60 1.88

表 5-2 実験による打上高と波高との比 $\left(\frac{R}{H_o}\right)$

方 向 15° 羽田側堤防嵩上げ

A (T=1.0 sec)

B (T=0.8 sec)

測 点 位 置	Aの場合の Rの平均値 cm	その断面の 相当沖波 波高H _o	$\frac{R}{H_o}$	Bの場合の Rの平均値 cm	その断面の 相当沖波 波高H _o	$\frac{R}{H_o}$	AとBとの 平 均
1.4 K 右	0.46	—	—	0.33	—	—	—
1.6 左	—	—	—	—	—	—	—
1.6 右	0.27	—	—	0.32	—	—	—
1.6 左	0.32	—	—	0.44	—	—	—
1.8 右	0.15	—	—	0.13	—	—	—
1.8 左	0.33	0.23	0.65 1.43	0.20	0.20	0.65 1.00	0.65 1.22
2.0 右	0.31	—	—	0.31	—	—	—
2.0 左	0.16	—	—	0.04	—	—	—
2.2 右	0.21	—	—	0.08	—	—	—
2.2 左	0.62	—	—	0.43	—	—	—
2.4 右	0.03	—	—	0	—	—	—
2.4 左	0.13	0.04	0.75 4.33	0.11	0.16	0 0.69	0.38 2.51
2.6 右	0.15	—	—	0.04	—	—	—
2.6 左	0.10	—	—	0.01	—	—	—
2.8 右	0.14	—	—	0.07	—	—	—
2.8 左	0.08	—	—	0.15	—	—	—
3.0 右	0.10	—	—	0.05	—	—	—
3.0 左	0.10	—	—	0.04	—	—	—
3.6 右	0	—	—	0.02	—	—	—
3.6 左	0.06	—	—	0.02	—	—	—

表 5-3 実験による打上高と波高との比 $\left(\frac{R}{H_0}\right)$

方 向 30° 現 状
A (T=10 sec)
B (T=0.8 sec)

測 点 位 置		Aの場合の Rの平均値 cm	その断面の 相当沖波 波高H ₀ cm	$\frac{R}{H_0}$	Bの場合の Rの平均値 cm	その断面の 相当沖波 波高H ₀ cm	$\frac{R}{H_0}$	AとBと の平均
-1.3 ^K	右	2.22	—	—	1.63	—	—	—
-1.2	右	1.85	1.99	0.93	1.59	2.31	0.69	0.81
-1.0	右	1.92	—	—	1.73	—	—	—
-0.8	右	1.91	—	—	1.67	—	—	—
-0.6	右	1.61	1.63	0.99	1.16	2.04	0.57	0.78
-0.4	右	1.62	—	—	1.28	—	—	—
-0.2	右	1.78	—	—	0.95	—	—	—
0	右	0.93	1.22	0.76	0.30	1.43	0.21	0.49
0.2	右	1.00	—	—	0.64	—	—	—
0.4	右	0.81	—	—	0.63	—	—	—
0.6	右	1.99	0.27	7.37	1.36	0.45	3.02	5.20
0.8	右	1.24	—	—	0.96	—	—	—
1.0	右	0.78	—	—	0.82	—	—	—

表 5-3 実験による打上高と波高との比

$$\left(\frac{R}{H_0}\right)$$

方 向 30° 現 状

A (T=10 sec)

B (T=0.8 sec)

測 点 位 置	Aの場合の Rの平均値 cm	その断面の 相当沖波 波高H ₀ cm	$\frac{R}{H_0}$	Bの場合の Rの平均値 cm	その断面の 相当沖波 波高H ₀ cm	$\frac{R}{H_0}$	AとB との 平 均
1.2 ^K 右	0.44	0	—	0.54	0	—	—
1.4 右	0.51	—	—	0.45	—	—	—
1.6 右 左	0.29 0.52	—	—	0.47 0.48	—	—	—
1.8 右 左	0.36 0.38	—	—	0.08 0.39	—	—	—
2.0 右 左	0.29 0.11	—	—	0.29 0.24	—	—	—
2.2 右 左	0.38 0.24	—	—	0.38 0.57	—	—	—
2.4 右 左	0.12 0.04	—	—	0.11 0.06	—	—	—
2.6 右 左	0.11 0.34	—	—	0.18 0.07	—	—	—
2.8 右 左	0.12	—	—	0.21 0.42	—	—	—
3.0 右 左	0.28 0.28	—	—	0.04 0.18	—	—	—
3.6 右 左	0.04 0	—	—	0 0	—	—	—

表 5-4 実験による打上高と波高との比

$$\left(\frac{R}{H_0}\right)$$

方 向 0° 現 状

A ($T=1.0 \text{ sec}$)

B ($T=0.8 \text{ sec}$)

測 点 位 置		Aの場合の Rの平均値	その断面の 相当沖波 波高 H_{ocm}	$\frac{R}{H_0}$	Bの場合の Rの平均値	その断面の 相当沖波 波高 H_{ocm}	$\frac{R}{H_0}$	AとBと の平均
-13 K	右	4.03	—	—	2.97	—	—	—
-12	右	2.65	2.49	1.06	2.30	1.76	1.31	1.19
-10	右	2.07	—	—	1.82	—	—	—
-0.8	右	1.92	—	—	1.34	—	—	—
-0.6	右	1.46	1.80	0.81	1.35	1.52	0.89	0.85
-0.4	右	1.41	—	—	1.27	—	—	—
-0.2	右	1.25	—	—	1.15	—	—	—
0	右	0.40	1.21	0.33	0.70	1.06	0.66	0.50
0.2	右	0.65	—	—	0.85	—	—	—
0.4	右	0.57	—	—	0.55	—	—	—
0.6	右	1.13	0.60	1.88	0.86	0.59	1.46	1.67
0.8	右	0.52	—	—	0.51	—	—	—
1.0	右	0.36	—	—	0.30	—	—	—

表 5-4 実験による打上高と波高との比 $\left(\frac{R}{H_o}\right)$

方向 0° 現 状

A $(T=1.0^{sec})$

B $(T=0.8^{sec})$

測点位置		Aの場合の Rの平均値 cm	その断面の 相当沖波 波高Hocm	$\frac{R}{H_o}$	Bの場合の Rの平均値 cm	その断面の 相当沖波 波高Hocm	$\frac{R}{H_o}$	AとBとの 平均
1.2 K	右	0.21	—		0.35	—	—	—
1.4	右	0.13	—		0.05	—	—	—
1.6	右 左	0.14 0.17	—		0.05 0.08	—	—	—
1.8	右 左	0.01 0.07	—		0 0.04	—	—	—
2.0	右 左	0.06 0.05	—		0.03 0	—	—	—
2.2	右 左	0.08 0.02	—		0.24 0	—	—	—
2.4	右 左	0.02 0.01	—		0.08 0.01	—	—	—
2.6	右 左	0.03 0.02	—		0.07 0.05	—	—	—
2.8	右 左	0.03 0.12	—		0.13 0	—	—	—
3.0	右 左	—	—		—	—	—	—
3.6	右 左	—	—		—	—	—	—

§ 4. 現地への適用

計画波が河口から河道内に進入する場合、水底摩擦によつて波高が減衰し、一方風によつて河道内で波の発達と考えられる。さきに実験によつて得られた地形による波高変化係数 kr と波高とうちあげ高の比 R/H を使用して現地への適用を行なつた。

最初、さきに kr を求める際に模型を矩形水路に仮定したが、これと全く同じ区間にわけて、同様の矩形河道を仮定し、風と摩擦による波高の変化状況を計算した。風による波の発達については、多摩川の波の計算資料より風速 30 m/sec と仮定し、SMB法により、摩擦による減衰については、(2)式において $f=0.01$ として計算した。この場合、河口先端部は、造波装置の造波特性の良好なる部分を使用するため、水深が現地よりかなり深くなつてゐるので、この計算を行なう場合にも、模型を換算したものと、現地の水深のものとの2通りにわけて計算を行なつた。表~6にこの結果を示す。この結果は、直線矩形河道を仮定したものであるから、さきにのべた様に、この波高に、地形による波高変化係数 kr を乗ずれば、現地の推定波高が求められる。この結果は 表~6、図~8に示される。つぎに、この波高からうちあげ高を推定するには波高を相当深海波に換算して、実験によつて得られた R/H を乗ずれば、現地の推定うちあげ高が求められる。表~7にこの結果を示す。

現地うちあげ高を求める際、さきにのべた様に、上流側は実験によるうちあげ高と波高との誤差が大きく、現地うちあげ高を求められない場合や、非常に値が大きくなつてしまう場合がある。そこで、これらの値の推定、補正を行なつた。

実験値より現地うちあげ高を求めるまでの計算手順をまとめると次の如くなる。

実験平均波高を H 、模型の摩擦による計算波高を H' とすれば、地形波高変化係数 kr は次式で表わされる。

$$kr = \frac{1}{2} \left\{ \left(\frac{H}{H'} \right)_{10} + \left(\frac{H}{H'} \right)_{08} \right\} \dots (3) \quad \left(\right)_{10} : 1.0 \text{ sec の場合}$$

$$\left(\right)_{08} : 0.8 \text{ sec の場合}$$

実験によるうちあげ高を R とし、測定断面の平均水深による浅水度係数を k_s とすれば R/H_0 は次式で表わされる。

$$\frac{R}{H_0} = \frac{1}{2} \left\{ \left(\frac{R}{H_0} \right)_{1.0} + \left(\frac{R}{H_0} \right)_{0.8} \right\} \dots\dots\dots (4)$$

$$\left. \begin{aligned} \left(\frac{R}{H_0} \right)_{1.0} &= \left(\frac{R}{H} \right)_{1.0} k_s \\ \left(\frac{R}{H_0} \right)_{0.8} &= \left(\frac{R}{H} \right)_{0.8} k_s \end{aligned} \right\} \text{なる故、(4)式に代入すれば}$$

$$\frac{R}{H_0} = \frac{1}{2} k_s \left\{ \left(\frac{R}{H} \right)_{1.0} + \left(\frac{R}{H} \right)_{0.8} \right\} \dots\dots\dots (5)$$

直線河道と仮定した場合の現地計算波高を $H'p$ 、浅水度係数は模型と同じであるから k_s を使用すれば、現地沖砂波高 H_{p0} は次式で示される。

$$H_{p0} = \frac{1}{k_s} \times (H'p \times k_r) \dots\dots\dots (6)$$

k_r に (3) 式を代入すれば、

$$H_{p0} = \frac{1}{k_s} \times \left\{ \frac{1}{2} H'p \times \left\{ \left(\frac{H}{H} \right)_{1.0} + \left(\frac{H}{H} \right)_{0.8} \right\} \right\} \dots\dots (7)$$

現地うちあげ高 R_p は次式で示される。

$$R_p = H_{p0} \times \frac{k}{H_0} \dots\dots\dots (8)$$

(6) 式に (5) 式、(7) 式を代入すれば、次式を得る。

$$\begin{aligned} R_p &= \frac{H'p}{4} \left\{ \left(\frac{H}{H} \right)_{1.0} + \left(\frac{H}{H} \right)_{0.8} \right\} \left\{ \left(\frac{R}{H} \right)_{1.0} + \left(\frac{R}{H} \right)_{0.8} \right\} \\ &= \frac{H'p}{4} \left\{ \left(\frac{R}{H} \right)_{1.0} + \left(\frac{R}{H} \right)_{0.8} + \left(\frac{H}{H} \right)_{0.8} \left(\frac{R}{H} \right)_{1.0} + \left(\frac{H}{H} \right)_{1.0} \left(\frac{R}{H} \right)_{0.8} \right\} \end{aligned} \quad (9)$$

(9) 式において、括弧内の第 3 項、第 4 項の値は 1.0 Sec、0.8 Sec の実験波高に大きな差がないので、第 1 項、第 2 項の平均値に近いものとみなして、次式を仮定した。

$$R'p = \frac{H'p}{2} \left\{ \left(\frac{R}{H} \right)_{1.0} + \left(\frac{R}{H} \right)_{0.8} \right\} \dots\dots\dots (10)$$

(10)式によつて、各実験ケースの0.6 kmより上流部分1.8 kmまでについて計算を行ない、既に求められている R_p と比較した。

表～8にこの結果を示す。

表～8によれば、 R_p と $\dot{R}_p$ との比はほぼ一定なので、これを平均して、 $\dot{R}_p$ の係数とした。すなわち、実験において測定不能のため、 R_p の求められない断面や、その値の不適當と思われるものについては、 $\dot{R}_p$ にこの係数をかけて、 R_p とする。表～8には、1.8 kmより上流側についての $\dot{R}_p$ をも示す。 R_p , $\dot{R}_p$ 両者を比較して、適當と思われるものを正式に現地うちあげ高とし、これには丸印を記してある。表～7においても、補正した現地うちあげ高については丸印を記しておいた。図～9に現地うちあげ高に計画潮位を加えた値を示す。 $\dot{R}_p$ を使用した部分については点線で示してある。

図～9によれば、次の事が認められる。

(i) 右岸、左岸共、河口部分の水深の相違による現地うちあげ高の値に殆ど差は認められないが、各ケース共、水深16mとし計算したものがやや大きい。
(ii) 左岸側のうちあげ高は、右岸に比して変動が小さい。右岸側は河口部より0 kmまでは減衰の傾向を示すが0.6 kmにおいて最高のうちあげ高を示し、再び上流に行くに従つて減衰の傾向を示す。入射角 30° の場合には0.6 kmのうちあげ高は最高を示し、同時に左岸側の1.8km附近のうちあげ高も高くなっている。これは 30° の場合には、河口部より波が屈折して河道に入り、0.6km右岸附近に波の主力が当たる事、そして、この傾向が他のケースに比して特に強く、反射した波が1.8km左岸附近にもう一度ピークを生じさせる事によるものと思われる。

(iii) 上流3.0kmのうちあげ高の値は、 R_p にて補正を行なっているが、実験にて得られた R の値が、模型終端の反射のために誤差が大きく、信頼度は低い。

図 8-1-1 現地波高分布

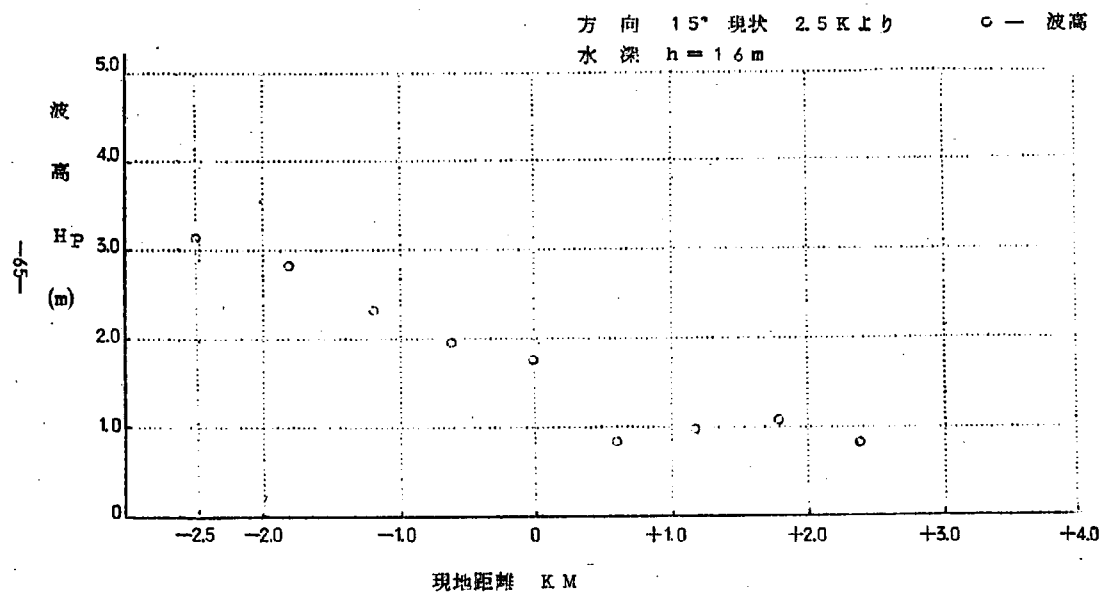


図 8-1-2 現地波高分布

方 向 15° 現状 -2.5 Kより ○— 波高
水 深 7.3 m

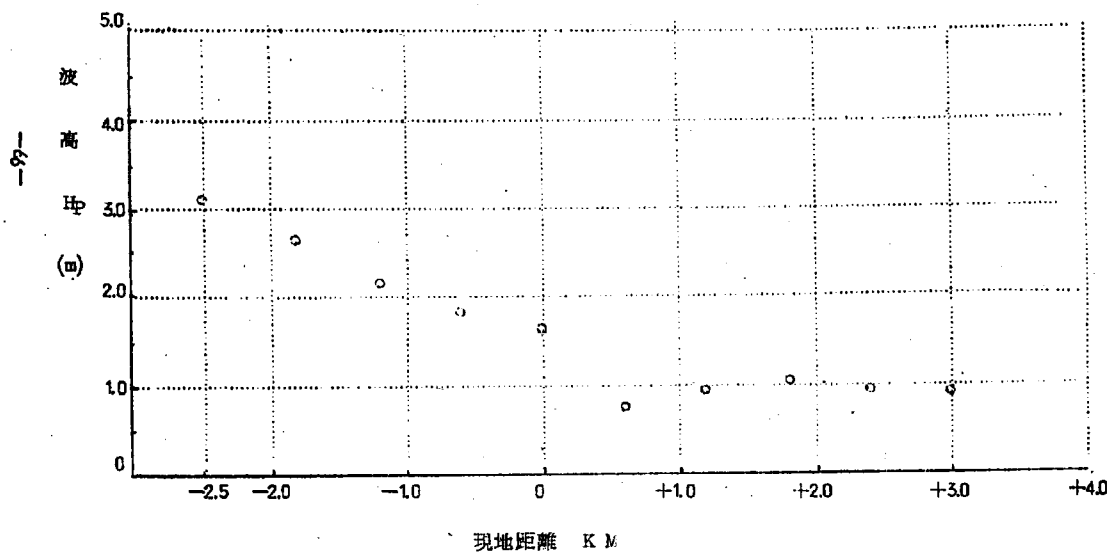


図 8-2-1 現地波高分布

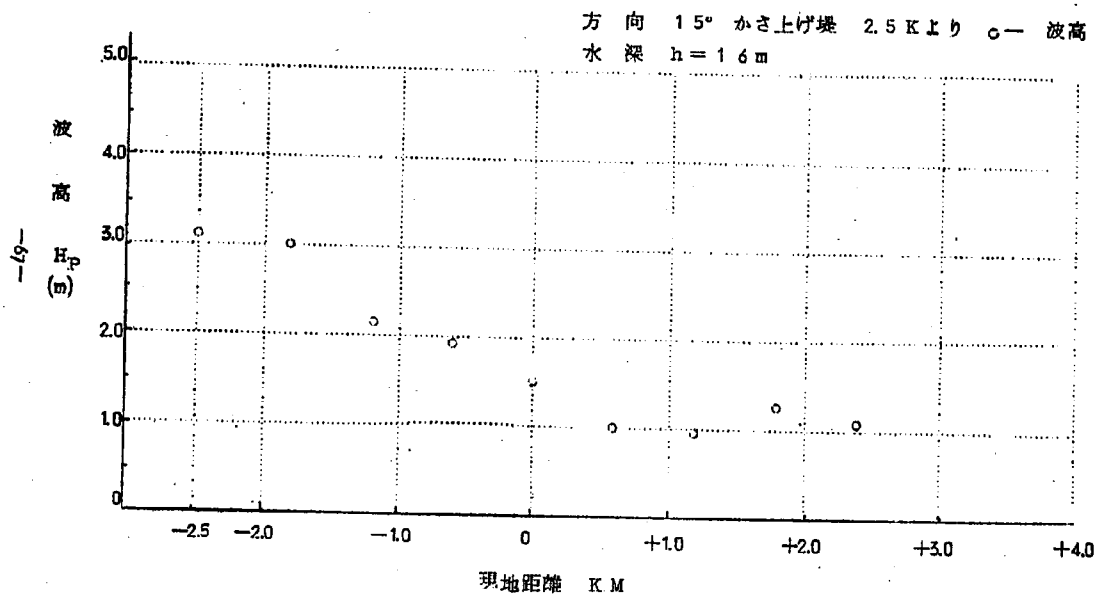


図 8-2-2 現地波高分布

方 向 15° かさ上げ堤 2.5 Kより ○ — 波高
水 深 $h = 7.3 \text{ m}$

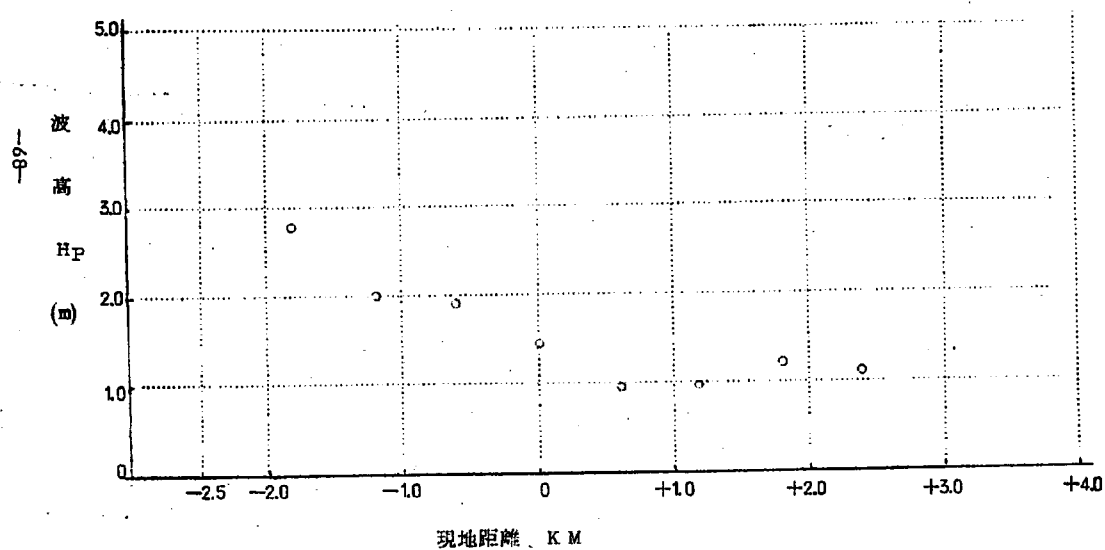


図 8-3-1 現地波高分布

方 向 30° 現状 -2.5K.Lり

水 深 16.00m

○ — 波 高

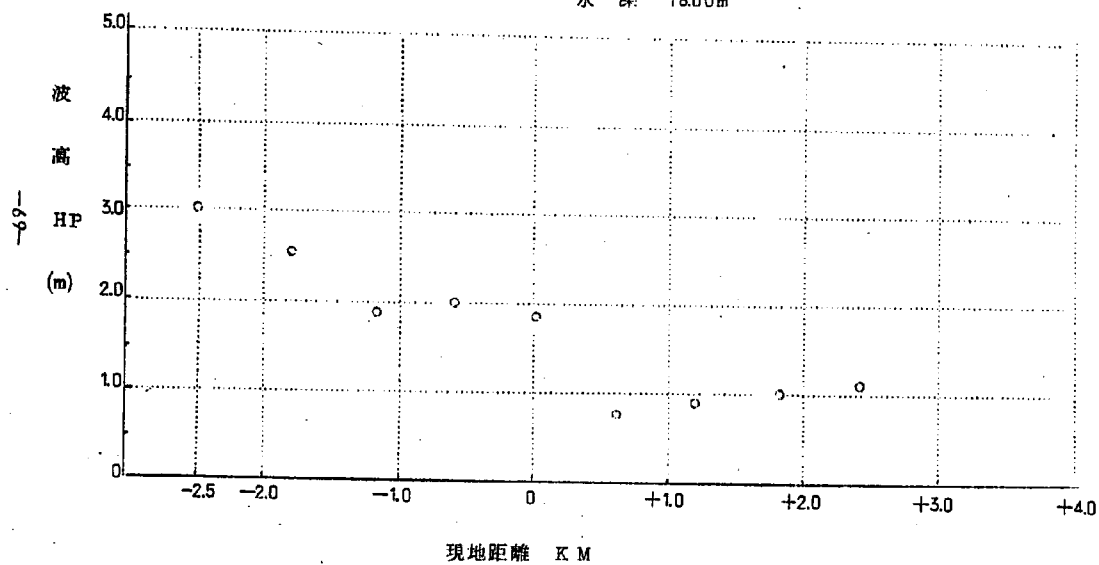


图 8-3-2 現地波高分布

方 向 30° 现状 2.5 K

水 深 8 m

○ — 波高

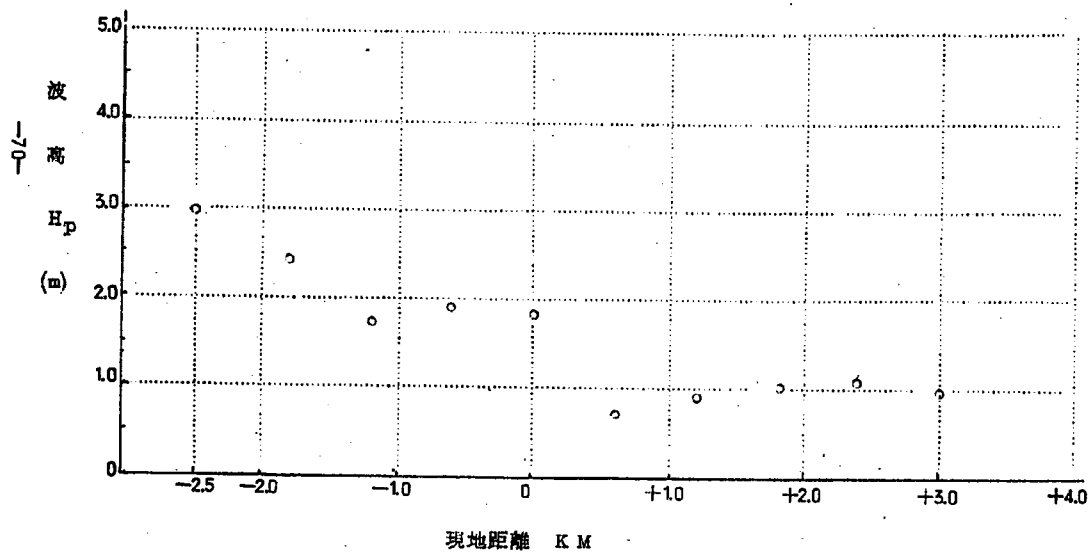


圖 8-4-1 現地波高分布

方 向 0° 現状 -2.5Kより

○— 波高

水 深 $h = 16\text{ m}$

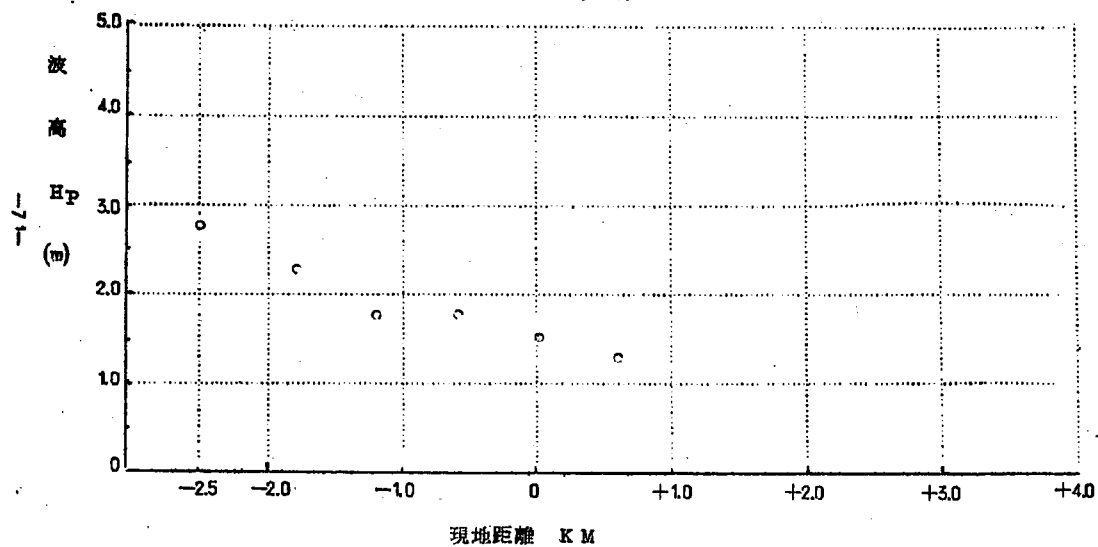


図 8-4-2 現地波高分布

方 向 0° 現状 -2.5Kより
水 深 $h = 6.7\text{ m}$

○ — 波高

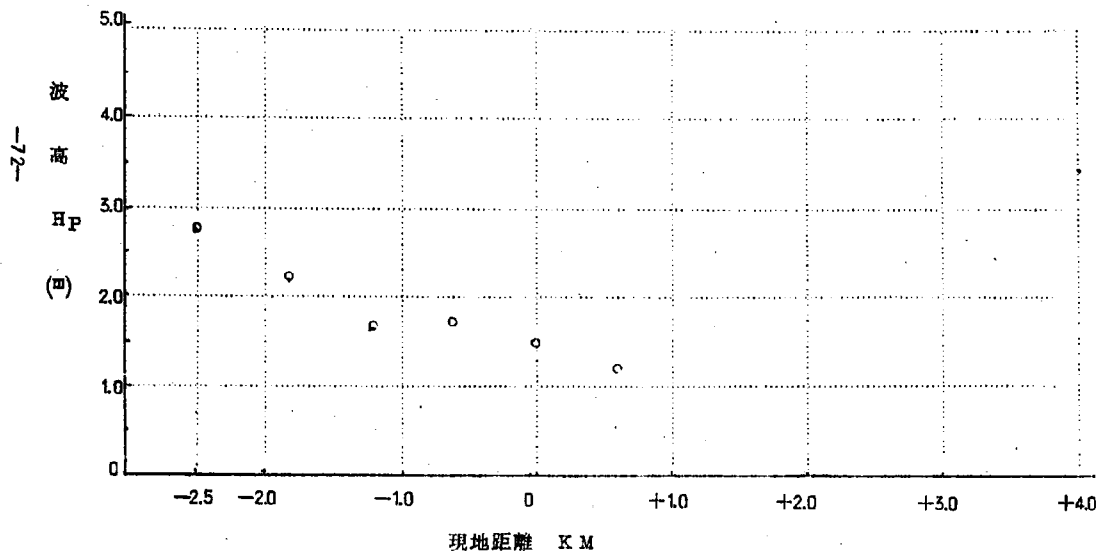


图 9-1 現地打上高

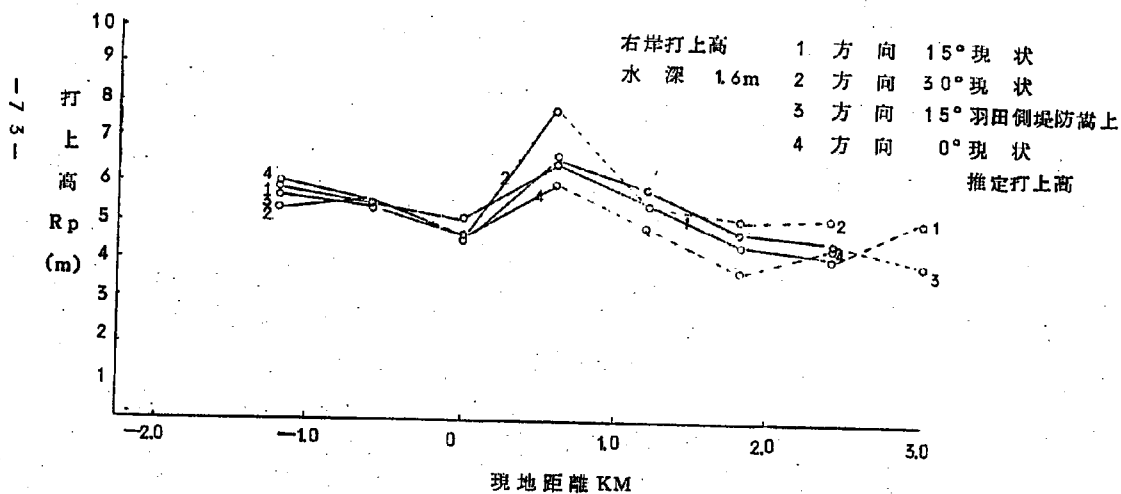


图 9-2 现地打上高

左岸打上高
水深 16m

- | | | | |
|---|----|-----|---------|
| 5 | 方向 | 15° | 现状 |
| 6 | 方向 | 15° | 羽田侧堤防嵩上 |
| 7 | 方向 | 30° | 现状 |
| 8 | 方向 | 0° | 现状 |
- 推定打上高

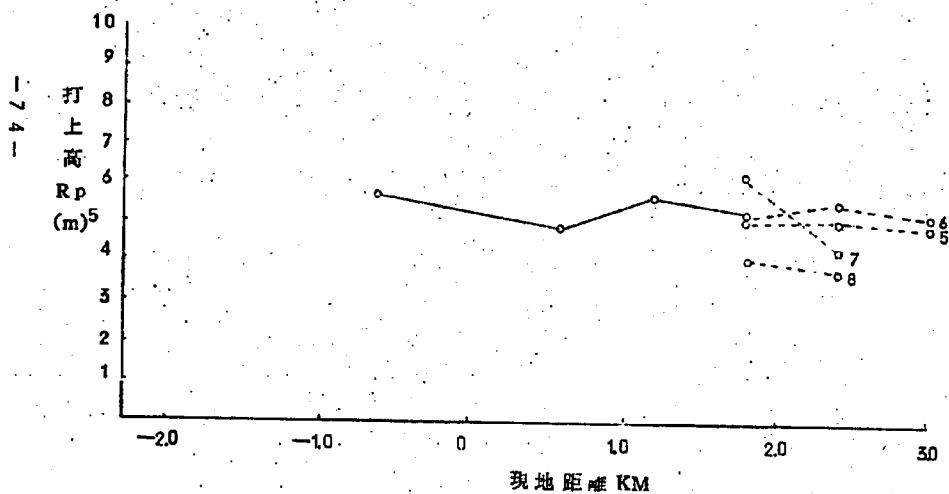


图 9-3 现地打上高

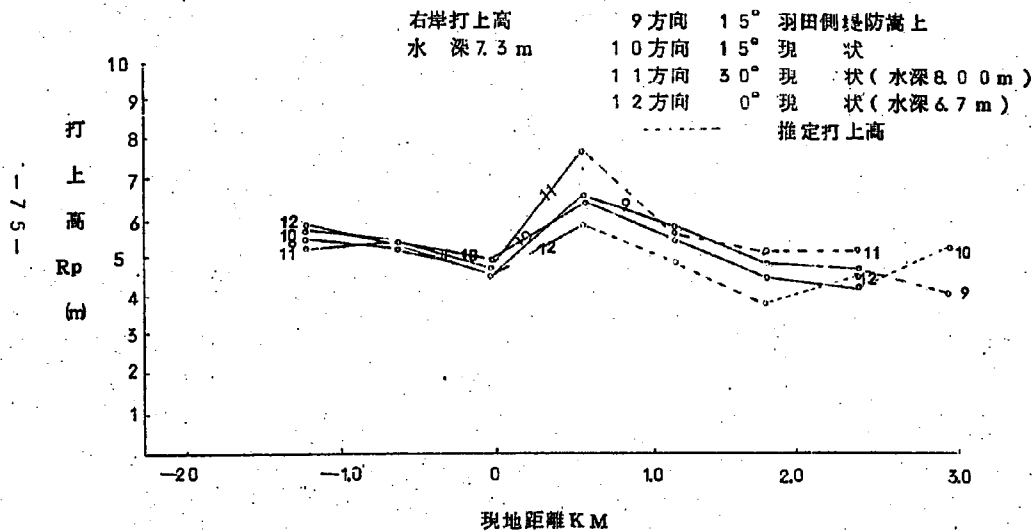


圖 9 - 4 現地打上高

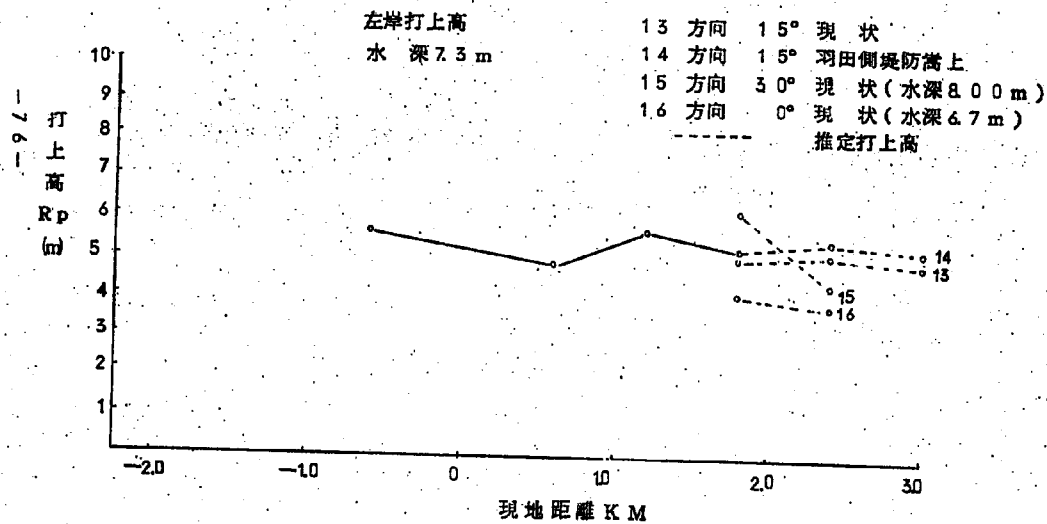


表 6-1-1 現地河道内波高分布 (Hp)

方 向 15° 現状
風 速 30m/sec

測点断面	測点断面の 平均水深 m	計算周期 Tp sec	計算波高 Hp m	Kr	Hp (Kr×Hp)m	相当沖波波高 Hp0 m
-2.5 K	1.600	6.43	3.11	1.00	3.11	3.34
-1.8	4.54	6.74	3.24	0.88	2.85	2.90
-1.2	5.40	6.28	2.84	0.81	2.30	2.44
-0.6	6.38	6.11	2.62	0.73	1.91	2.06
0	6.64	5.95	2.53	0.70	1.77	1.92
0.6	4.05	5.66	2.46	0.33	0.81	0.85
1.2	4.25	5.27	2.20	0.44	0.97	1.04
1.8	3.74	5.01	2.03	0.52	1.05	1.12
2.4	3.77	4.74	1.90	0.50	0.95	1.02
3.0	3.68	4.59	1.78	0	0	0

表 6-1-2 現地河道内波高分布 (Hp)

方 向 15° 現状
風 速 30m/sec

測点断面	測点断面の平 均水深 m	計算周期 Tp sec	計算波高 Hp m	Kr	Hp (Kr×Hp)m	相当沖波波高 Hp0 m
-2.5 K	7.30	6.43	3.13	1.00	3.13	3.38
-1.8	4.54	6.46	3.03	0.88	2.67	2.74
-1.2	5.40	6.11	2.67	0.81	2.16	2.30
-0.6	6.38	5.89	2.51	0.73	1.83	1.99
0	6.64	5.76	2.42	0.70	1.69	1.84
0.6	4.05	5.58	2.39	0.33	0.79	0.83
1.2	4.25	5.24	2.16	0.44	0.95	1.02
1.8	3.74	5.01	2.02	0.52	1.05	1.12
2.4	3.77	4.76	1.89	0.50	0.95	1.02
3.0	3.68	4.60	1.78	0	0	0

表 6-2-1 現地河道内波高分布 (Hp)

方向 15° 羽田側堤防嵩上げ
風速 30m/sec

測点断面	測点断面の平均水深 m	計算周期 Tp sec	計算波高 Hp m	Kr	Hp (Kr×Hp)m	相当沖波波高 Hpo m
-2.5 K	16.00	6.43	3.11	1.00	3.11	3.34
-1.8	4.54	6.74	3.24	0.92	2.98	3.03
-1.2	5.40	6.28	2.84	0.75	2.13	2.26
-0.6	6.38	6.11	2.62	0.75	1.96	2.12
0	6.64	5.95	2.53	0.60	1.52	1.65
0.6	4.05	5.66	2.46	0.40	0.98	1.03
1.2	4.25	5.27	2.20	0.45	0.99	1.06
1.8	3.74	5.01	2.03	0.61	1.24	1.32
2.4	3.77	4.74	1.90	0.58	1.10	1.19
3.0	3.68	4.59	1.78	0	0	0

表 6-2-2 現地河道内波高分布 (Hp)

方向 15° 羽田側堤防嵩上げ
風速 30m/sec

測点断面	測点断面の平均水深 m	計算周期 Tp sec	計算波高 Hp m	Kr	Hp (Kr×Hp)m	相当沖波波高 Hpo m
-2.5 K	7.30	6.43	3.13	1.00	3.13	3.38
-1.8	4.54	6.46	3.03	0.92	2.79	2.88
-1.2	5.40	6.11	2.67	0.75	2.00	2.13
-0.6	6.38	5.89	2.51	0.75	1.88	2.04
0	6.64	5.76	2.42	0.60	1.45	1.58
0.6	4.05	5.58	2.39	0.40	0.96	1.01
1.2	4.25	5.24	2.16	0.45	0.97	1.04
1.8	3.74	5.01	2.02	0.61	1.24	1.33
2.4	3.77	4.76	1.89	0.58	1.10	1.19
3.0	3.68	4.60	1.78	0	0	0

表 6-3-1 現地河道内波高分布 (Hp)

方向 30° 現状

風速 30m/sec

測点断面	測点断面の平均水深 m	計算周期 Tp sec	計算波高 Hp m	Kr	Hp (Kr×Hp)m	相当沖波波高 H _{P0} m
-2.5 K	1.600	6.29	2.97	1.00	2.97	3.17
-1.8	4.01	6.50	3.11	0.81	2.52	2.54
-1.2	5.40	6.16	2.71	0.67	1.82	1.93
-0.6	6.38	5.97	2.54	0.78	1.98	2.14
0	6.64	5.82	2.47	0.74	1.83	2.00
0.6	4.05	5.60	2.43	0.31	0.75	0.79
1.2	4.25	5.31	2.17	0	0	0
1.8	3.74	4.98	1.99	—	—	—
2.4	3.77	4.76	1.88	—	—	—
3.0	3.68	4.52	1.68	—	—	—

表 6-3-2 現地河道内波高分布 (Hp)

方向 30° 現状

風速 30m/sec

測点断面	測点断面の平均水深m	計算周期 Tp sec	計算波高 Hp m	Kr	Hp (Kr×Hp) m	相当沖波波高 H _{P0} m
-2.5 K	6.00	6.29	2.97	1.00	2.97	3.24
-1.8	4.01	6.35	3.00	0.81	2.43	2.47
-1.2	5.40	6.02	2.62	0.67	1.76	1.88
-0.6	6.38	5.81	2.45	0.78	1.91	2.08
0	6.64	5.64	2.38	0.74	1.76	1.98
0.6	4.05	5.51	2.35	0.31	0.73	0.77
1.2	4.25	5.19	2.14	0	0	0
1.8	3.74	4.92	1.98	—	—	—
2.4	3.77	4.70	1.86	—	—	—
3.0	3.68	4.59	1.80	—	—	—

表 6-4-1 現地河道内波高分布 (Hp)

方向 0° 現状

風速 30m/sec

測点断面	測点断面の平均水深 m	計算周期 Tp sec	計算波高 Hp m	Kr	Hp (Kr×Hp)m	相当沖波波高 Hpo m
-2.5 K	1.600	5.94	2.77	1.00	2.77	2.93
-1.8	4.54	6.30	2.83	0.80	2.26	2.36
-1.2	5.40	5.90	2.53	0.69	1.75	1.88
-0.6	6.38	5.74	2.43	0.73	1.77	1.92
0	6.64	5.68	2.38	0.64	1.52	1.65
0.6	4.05	5.56	2.36	0.53	1.25	1.33
1.2	4.25	5.19	2.16	—	—	—
1.8	3.74	5.01	2.00	—	—	—
2.4	3.77	4.78	1.85	—	—	—
3.0	3.68	4.61	1.77	—	—	—

表 6-4-2 現地河道内波高分布 (Hp)

方向 0° 現状

風速 30m/sec

測点断面	測点断面の平均水深m	計算周期 Tp sec	計算波高 Hp m	Kr	Hp (Kr×Hp)m	相当沖波波高 Hpo m
-2.5 K	6.70	5.94	2.77	1.00	2.77	2.95
-1.8	4.54	6.05	2.65	0.80	2.12	2.23
-1.2	5.40	5.66	2.41	0.69	1.66	1.79
-0.6	6.38	5.51	2.31	0.73	1.69	1.84
0	6.64	5.55	2.29	0.64	1.47	1.60
0.6	4.05	5.43	2.25	0.53	1.19	1.27
1.2	4.25	5.15	2.10	—	—	—
1.8	3.74	4.97	1.97	—	—	—
2.4	3.77	4.73	1.82	—	—	—
3.0	3.68	4.59	1.75	—	—	—

表7-1-1 現地うちあげ高 (Rp)

方向 15° 現状

水深 16m

測点断面	現地沖波波高 H _{po} m	$\frac{R_{右}}{H_o}$	$\frac{R_{左}}{H_o}$	R _{p右} m	R _{p左} m	R _{p右} +潮位 m	R _{p左} +潮位 m
-12K	2.44	0.86	—	2.10	—	5.90	—
-0.6	2.06	0.82	—	1.69	—	5.49	—
0	1.92	0.66	—	1.27	—	5.07	—
0.6	0.85	3.27	—	2.78	—	6.58	—
1.2	1.04	1.65	—	1.72	—	5.52	—
1.8	1.12	0.65	1.22	0.73	1.37	4.53	5.17
2.4	1.02	0.37	2.50	0.38	2.55 1.42	4.18	6.35 5.22
3.0	—	—	—	1.34	1.22	5.14	5.02

表7-1-2 現地うちあげ (Rp)

方向 15° 現状

水深 7.3m

測点断面	現地沖波波高 H _{po} m	$\frac{R_{右}}{H_o}$	$\frac{R_{左}}{H_o}$	R _{p右} m	R _{p左} m	R _{p右} +潮位 m	R _{p左} +潮位 m
-12K	2.30	0.86	—	1.98	—	5.78	—
-0.6	1.99	0.82	—	1.63	—	5.43	—
0	1.84	0.66	—	1.21	—	5.01	—
0.6	0.83	3.27	—	2.72	—	6.52	—
1.2	1.02	1.65	—	1.68	—	5.48	—
1.8	1.12	0.65	1.22	0.66	1.24	4.46	5.04
2.4	1.02	0.37	2.50	0.38	2.55 1.42	4.18	6.35 5.22
3.0	—	—	—	1.34	1.22	5.14	5.02

表 7-2-1 現地うちあげ高 (Rp)

方向 15° 羽田側堤防嵩上げ
水深 1.6 m

測点断面	現地沖波波高 Hp ₀ m	$\frac{R_{右}}{H_0}$	$\frac{R_{左}}{H_0}$	Rp _右 m	Rp _左 m	Rp _右 + 潮位 m	Rp _左 + 潮位 m
-1.2 K	2.26	0.83	—	1.88	—	5.68	—
-0.6	2.12	0.73	0.92	1.55	1.95	5.35	5.75
0	1.65	0.50	—	0.83	—	4.63	—
0.6	1.03	2.82	1.12	2.90	1.15	6.70	4.95
1.2	1.06	1.94	1.88	2.06	1.99	5.86	5.79
1.8	1.32	0.74	1.13	0.98	1.49	4.78	5.29
2.4	1.19	0.71	—	0.84	1.77	4.64	5.57
3.0	—	—	—	0.26	1.50	4.06	5.30

表 7-2-2 現地うちあげ高 (Rp)

方向 15° 羽田側堤防嵩上げ
水深 7.3 m

測点断面	現地沖波波高 Hp ₀ m	$\frac{R_{右}}{H_0}$	$\frac{R_{左}}{H_0}$	Rp _右 m	Rp _左 m	Rp _右 + 潮位 m	Rp _左 + 潮位 m
-1.2 K	2.13	0.83	—	1.77	—	5.57	—
-0.6	2.04	0.73	0.29	1.49	1.88	5.29	5.68
0	1.58	0.50	—	0.79	—	4.59	—
0.6	1.01	2.82	1.12	2.85	1.13	6.65	4.93
1.2	1.04	1.94	1.88	2.02	1.96	5.82	5.76
1.8	1.33	0.74	1.13	0.98	1.50	4.78	5.30
2.4	1.19	0.71	—	0.84	1.74	4.64	5.54
3.0	—	—	—	0.25	1.49	4.05	5.29

表 7-3-1 現地うちあげ高 (Rp)

方向 30° 現状

水深 16m

測点断面	現地沖波高 Hpo m	$\frac{R_{右}}{H_o}$	$\frac{R_{左}}{H_o}$	Rp右 m	Rp左 m	Rp右 + 潮位 m	Rp左 + 潮位 m
-1.2K	1.93	0.81	—	1.56	—	5.36	—
-0.6	2.14	0.80	—	1.71	—	5.51	—
0	2.00	0.49	—	0.98	—	4.78	—
0.6	0.79	5.20	—	4.11	—	7.91	—
1.2	—	—	—	1.66	—	5.46	—
1.8	—	—	—	1.36	2.52	5.16	6.32
2.4	—	—	—	1.41	0.63	5.21	4.43
3.0	—	—	—	—	—	—	—

表 7-3-2 現地うちあげ高 (Rp)

方向 30° 現状

水深 8m

測点断面	現地沖波高 Hpo m	$\frac{R_{右}}{H_o}$	$\frac{R_{左}}{H_o}$	Rp右 m	Rp左 m	Rp右 + 潮位 m	Rp左 + 潮位 m
-1.2K	1.88	0.81	—	1.52	—	5.32	—
-0.6	2.08	0.80	—	1.66	—	5.46	—
0	1.98	0.49	—	0.97	—	4.77	—
0.6	0.77	5.20	—	4.00	—	7.80	—
1.2	—	—	—	1.85	—	5.65	—
1.8	—	—	—	1.34	2.48	5.14	6.28
2.4	—	—	—	1.39	0.62	5.19	4.42
3.0	—	—	—	—	—	—	—

表 7-4-1 現地うちあげ高 (Rp)

方向 0° 現状

水深 1.6 m

測点断面	現地沖波高 Hp m	$\frac{R_{右}}{H_o}$	$\frac{R_{左}}{H_o}$	Rp右 m	Rp左 m	Rp右 + 潮位 m	Rp左 + 潮位 m
-1.2 K	1.88	1.19	—	2.24	—	6.04	—
-0.6	1.92	0.85	—	1.77	—	5.57	—
0	1.65	0.50	—	0.83	—	4.63	—
0.6	1.33	1.67	—	2.22	—	6.02	—
1.2	—	—	—	1.12	—	4.92	—
1.8	—	—	—	0.03	0.40	3.83	4.20
2.4	—	—	—	0.66	0.12	4.46	3.92
3.0	—	—	—	—	—	—	—

表 7-4-2 現地うちあげ高 (Rp)

方向 0° 現状

水深 6.7 m

測点断面	現地沖波高 Hp m	$\frac{R_{右}}{H_o}$	$\frac{R_{左}}{H_o}$	Rp右 m	Rp左 m	Rp右 + 潮位 m	Rp左 + 潮位 m
-1.2 K	1.79	1.19	—	2.13	—	5.93	—
-0.6	1.84	0.85	—	1.56	—	5.36	—
0	1.60	0.50	—	0.80	—	4.60	—
0.6	1.27	1.67	—	2.12	—	5.92	—
1.2	—	—	—	1.09	—	4.89	—
1.8	—	—	—	0.03	0.39	3.83	4.19
2.4	—	—	—	0.64	0.12	4.44	3.92
3.0	—	—	—	—	—	—	—

表 8-1 現地うちあげ高 Rp とRp の比較

-2.5 KM

水 深

1.6 m

入射角 °	距離	0.6 KM		1.2 KM		1.8 KM		2.4 KM		3.0 KM	
		右	左	右	左	右	左	右	左	右	左
	Rp	2.12	—	1.00	—	0.53	0.56	0.59	0.11	—	—
	$\frac{Rp}{R'p}$	1.05	—	—	—	—	—	—	—	—	—
入射角 15° 現状堤	距離	0.6 KM		1.2 KM		1.8 KM		2.4 KM		3.0 KM	
	Rp	2.64	—	1.52	—	0.69	1.28	—	1.27	1.20	1.09
	$\frac{Rp}{R'p}$	2.78	—	1.72	—	0.73	1.37	0.38	2.55	—	—
入射角 15° 羽田側 かさあげ	距離	0.6 KM		1.2 KM		1.8 KM		2.4 KM		3.0 KM	
	Rp	2.61	2.34	1.63	1.87	0.95	0.75	0.51	1.58	0.23	1.34
	$\frac{Rp}{R'p}$	2.90	1.15	2.06	1.99	0.98	1.94	0.84	—	—	—
入射角 30°	距離	0.6 KM		1.2 KM		1.8 KM		2.4 KM		3.0 KM	
	Rp	3.52	—	1.48	—	1.21	2.25	1.26	0.56	—	—
	$\frac{Rp}{R'p}$	4.11	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$\frac{Rp}{R'p}$ の総平均 = 1.12											

表 8-2 現地うちあげ高 R_p と R_p の比較

— 2.5 KM

水 深

6.7 m

?

8.0 m

入射角	距離	0.6 KM		1.2 KM		1.8 KM		2.4 KM		3.0 KM	
		右	左	右	左	右	左	右	左	右	左
	R_p	2.03	—	0.98	—	0.93	0.95	0.58	0.11	—	—
0°	R_p	2.12	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	$\frac{R_p}{R'_p}$	1.04	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	$\frac{R_p}{R'_p}$	1.04	—	—	—	—	—	—	—	—	—
入射角 15° 現状堤	距離	0.6 KM		1.2 KM		1.8 KM		2.4 KM		3.0 KM	
		右	左	右	左	右	左	右	左	右	左
	R_p	2.57	—	1.49	—	0.69	1.27	—	1.27	1.20	1.09
	R_p	2.72	—	1.68	—	0.64	1.24	0.38	2.55	—	—
	$\frac{R_p}{R'_p}$	1.06	—	1.13	—	0.94	0.98	—	—	—	—
入射角 15° かさあげ 羽田側	距離	0.6 KM		1.2 KM		1.8 KM		2.4 KM		3.0 KM	
		右	左	右	左	右	左	右	左	右	左
	R_p	2.53	2.27	1.60	1.84	0.95	0.75	0.51	1.57	0.23	1.34
	R_p	2.85	1.13	2.02	1.96	0.98	1.50	0.84	—	—	—
	$\frac{R_p}{R'_p}$	1.13	0.50	1.26	1.07	1.03	2.00	—	—	—	—
入射角 30°	距離	0.6 KM		1.2 KM		1.8 KM		2.4 KM		3.0 KM	
		右	左	右	左	右	左	右	左	右	左
	R_p	3.41	—	1.67	—	1.21	2.24	1.25	0.56	—	—
	$\frac{R_p}{R'_p}$	1.17	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$\frac{R_p}{R'_p}$ の総平均 = 1.11											

§ 5 結 論

以上の実験結果を要約するとつぎの通りである。

(1) 右岸うちあげ高については、0.6k 附近がもつとも高く、最高値は A.P. 7.8m となつている。しかしほとんどの場合 A.P. 6.5m 以下である。

波の入射方向による変化は、-1.2k ~ 0k 区間では小さいが、0.6k 附近ではかなりの差がみられ、30°, 15°, 0° の順になつている。

(2) 左岸うちあげ高は一般に小さく、A.P. 6m 以上となつたのは -1.8k で方向 30° の場合のみである。

(3) 模型入口の水深差によりうちあげ高はほとんど変化しない。

以上の結果から、高潮対策区域中(暫定計画堤防高 A.P. 6.5m)でとくに注意すべき場所は 0.6k 附近であつて、そこには波の集中が認められるから、堤防の高さを充分にとれない場合には、消波工やのり面上に粗度をつける工法などの対策を考える必要がある。また実験ではうちあげ高の大きいところは 0.6k のごく近くに集中しているようではあるが、これは実験波の周期の幅が小さいためで、種々の周期をもつた波の合成波と考えられる実際の場合は、この集中場所の幅も若干大きくなるものと思われる。

あ と が き

この実験の計画及び結果のとりまとめは、富永試験所長と松村研究員が担当し、測定及び資料整理は、高橋隆、横田敏雄、山田三郎、野口善也、鈴木吉行の各技官が担当した。(文責 松村研究員)