

土木研究所資料

第136号

鶴見川高潮対策模型実験
報告書

昭和41年3月

建設省土木研究所

目 次

§ 1	まえがき	1
§ 2	実験方法と実験装置	1
§ 3	測定方法	3
§ 4	実験条件	29
§ 5	実験結果	36
§ 6	現地への適用	98
§ 7	結 論	131

§ 1 まえがき

東京湾、伊勢湾、大阪湾などの大きな湾の附近を台風が通過する時、著しい高潮を発生する事がある。このため湾内の水位は上昇し、風によつて波が発生する。湾内に流入する河川の河口部が波の進行方向に面している時には、高潮による水位上昇と同時に波が入射し、河道内において、水深の差による屈折や堤防による反射が合成され、更に、河床の摩擦によつてエネルギーが消失して波高が減衰し、複雑な変化を生ずる。これらを計算によつて解析する事は不可能に近い。このため、これらの現象は模型実験によつて調査する事が最も適當である。この実験は、東京湾に流入する鶴見川について、高潮が発生した場合の波浪の入射に伴なり河道内の波の変形、及び堤防への打ちあげ高について実験し、河口部堤防高を決定する資料とするものである。

§ 2 実験方法と実験装置

2-1 実験方法

河道内における波の変形と、堤防への打ちあげ高を実験によつて求める際、風による波の発達と、河床摩擦による波の減衰については、現地の状態をそのまま模型にて再現する事はできないので、これらは別に考慮する事にして、模型実験によつては、河道内における波の屈折、反射、回折等について調査した。実験は、鶴見川河口部より波を入射させ、河道内における波高分布と堤防への打ちあげ高を測定した。潮位は高潮時の水位を一定に保ち、上流からの流量は零とした。

2-2 相似律

波についてはフルードの相似律に従うと考えられ、実物と模型の関係は次の如くに表わされる。

$$\frac{\ell_m}{\ell_P} = \frac{H_m}{H_P} = \frac{L_m}{L_P} = \frac{1}{m} \quad \frac{t_m}{t_P} = \frac{N_m}{N_P} = \frac{1}{\sqrt{m}}$$

ℓ :長さ H :波高 L :波長 t :時間 N :速度 m :縮尺 Suffix

P:実物 m:模型

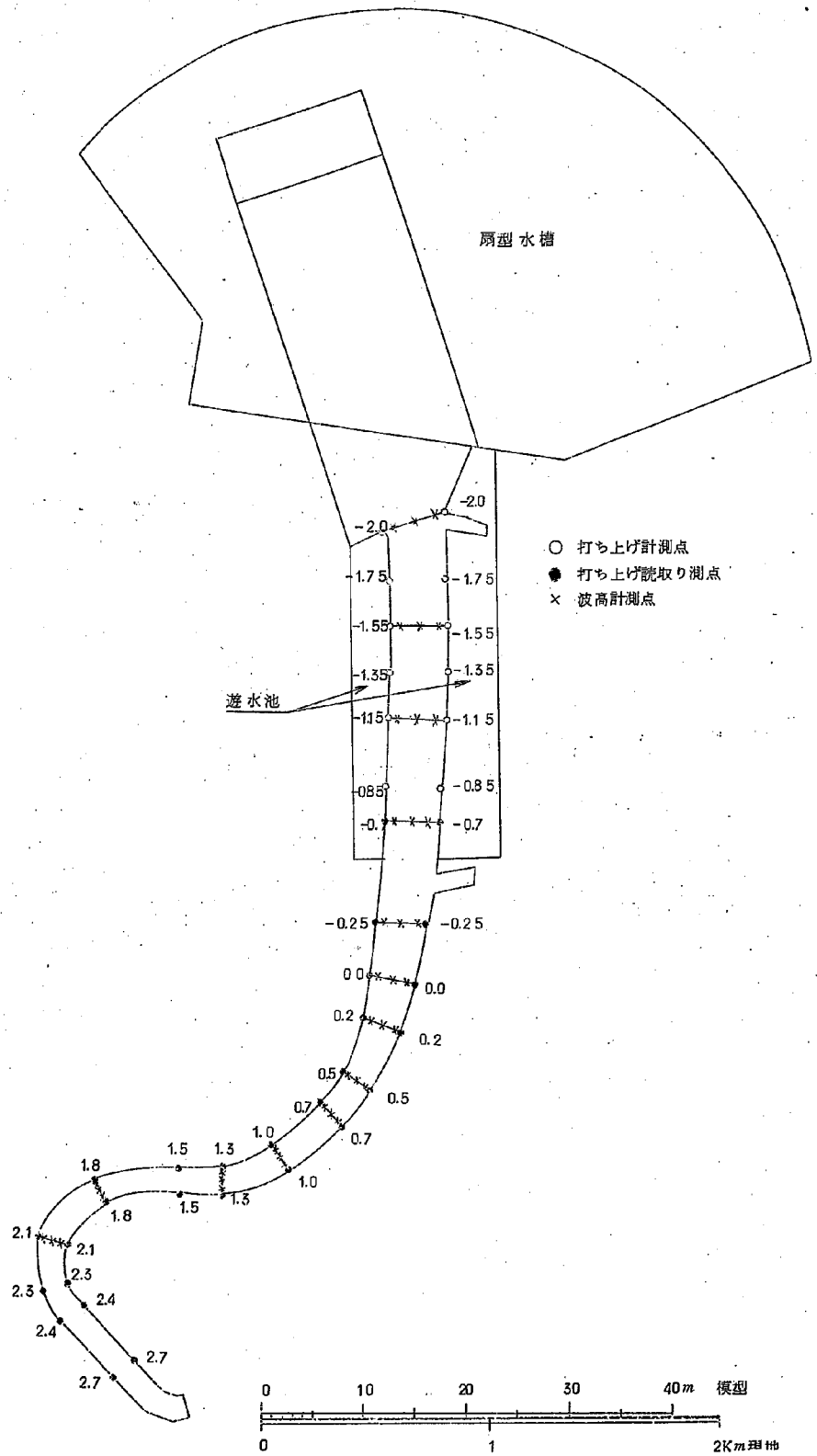
水底における摩擦損失はレイノルズ数を一致させなければならないが、これは、不可能である。従つて相似率も成り立っていない故に、これについては別に検討する必要がある。鶴見川模型は縮尺 1/45 としており、従つて、波高、波長、周期等は次の関係を有する。

$$\frac{H_m}{H_P} = \frac{L_m}{L_P} = \frac{1}{45} \quad \frac{T_m}{T_P} = \frac{1}{6.71}$$

2-3 模型

鶴見川模型は水平鉛直とも 1/45 の縮尺で、河口部より距離杭 3.0 Km までの地点を製作した。模型平面図を図～1に示す。高潮対策区域（-0.7 Km より上流）の堤防は 1 割 5 分の場合と直立の場合とについて実験を行なつた。又、防風装置として模型の略全体をシートで覆つた。鶴見川横断図を図～2に示す。

図-1 模型平面図



鶴見川下流横断面図

図 2-1

縮尺 横 1 : 1500
縦 1 : 450

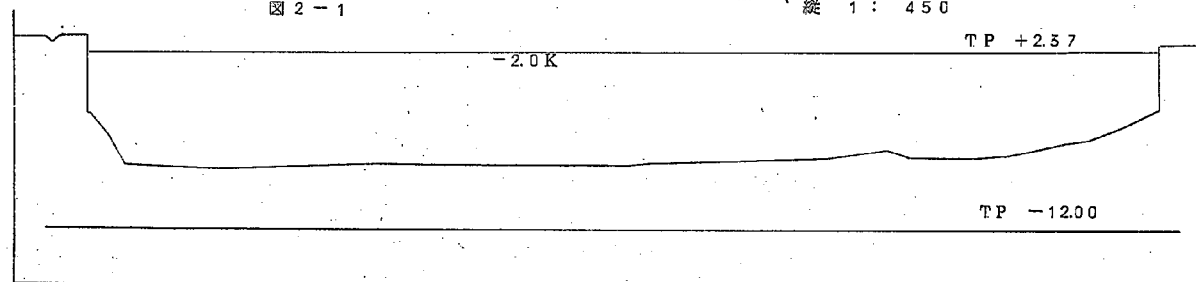
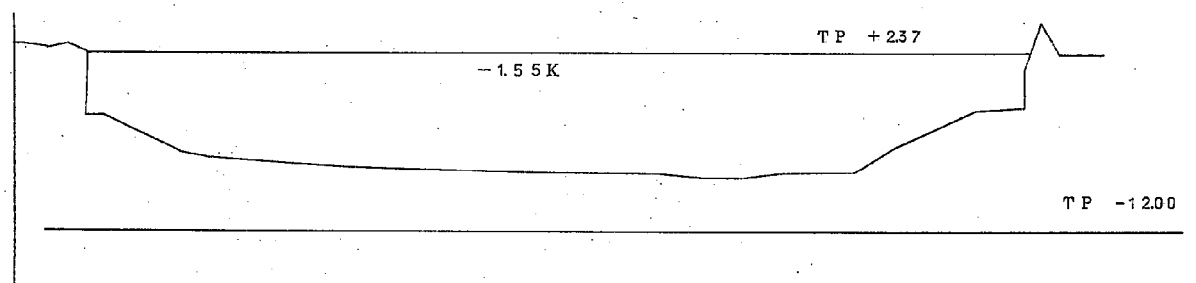
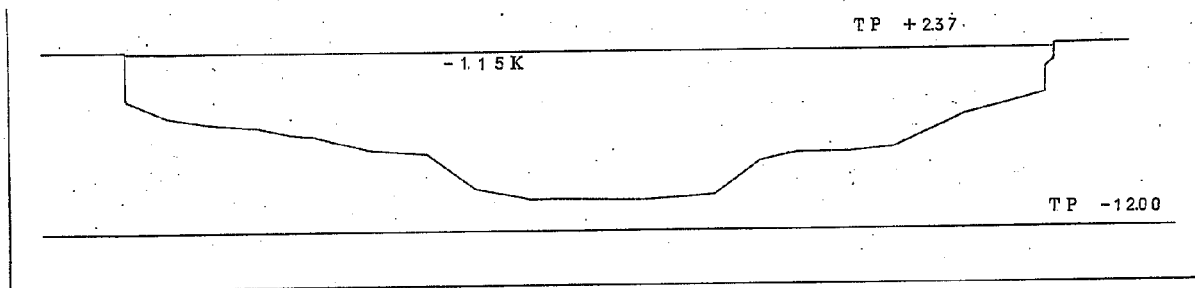


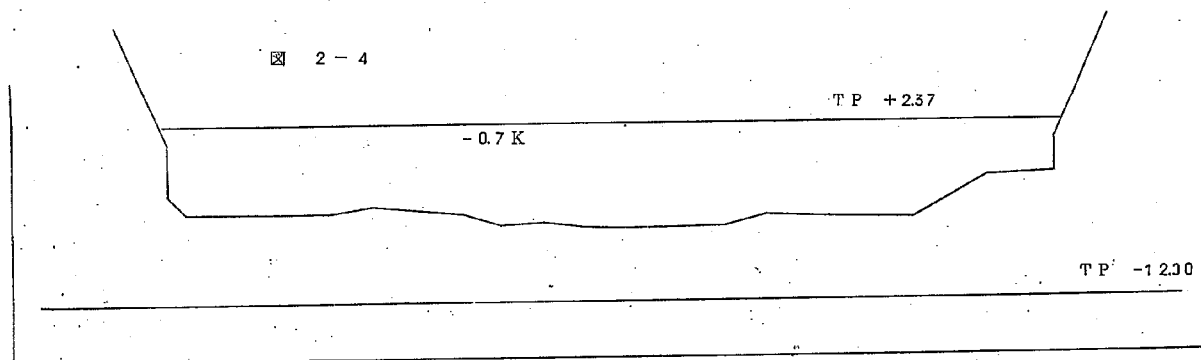
図 2-2

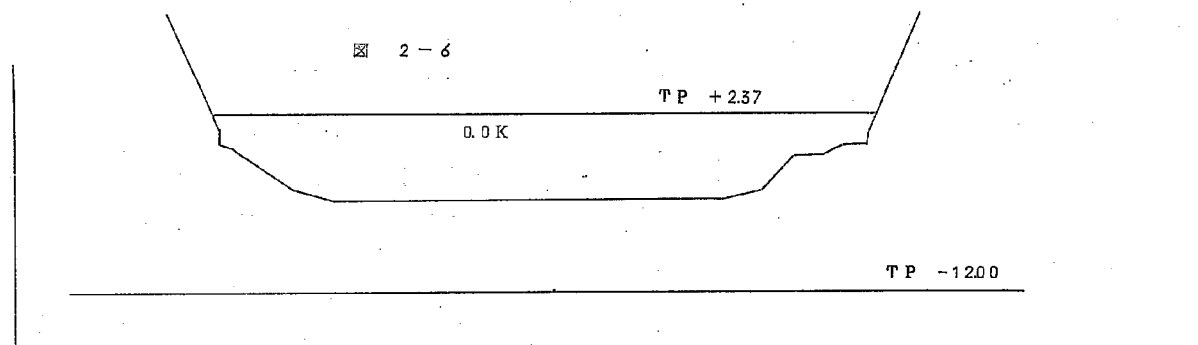
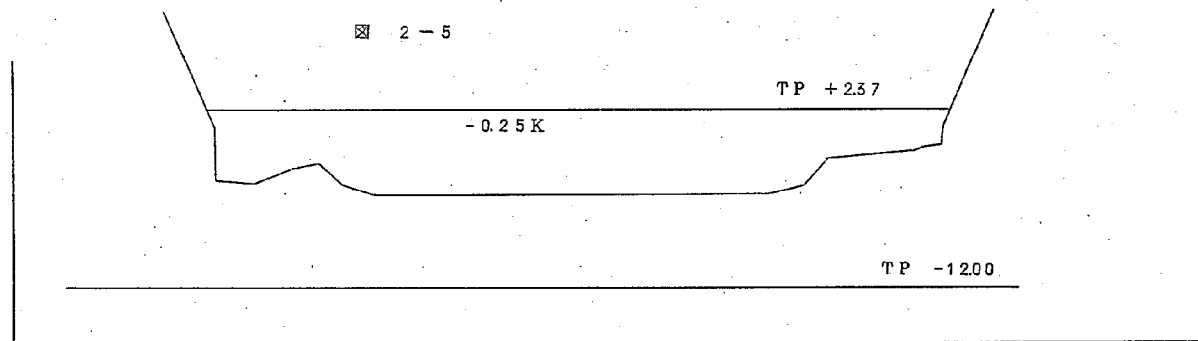


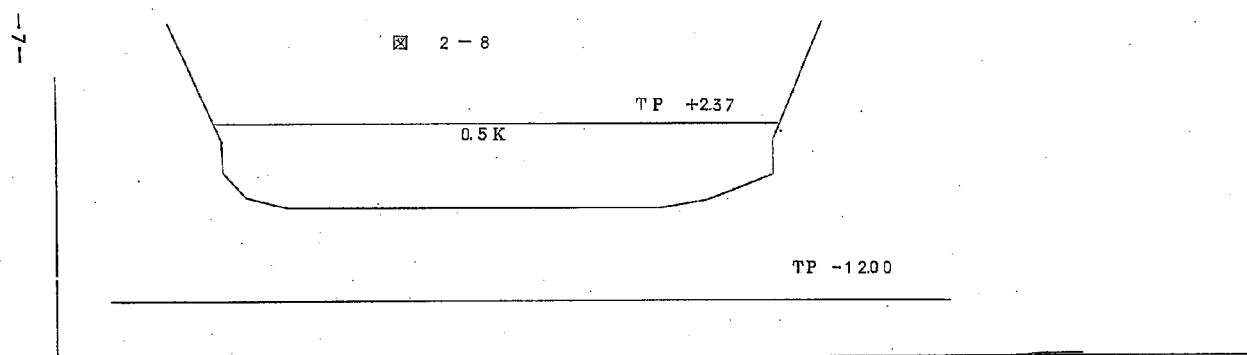
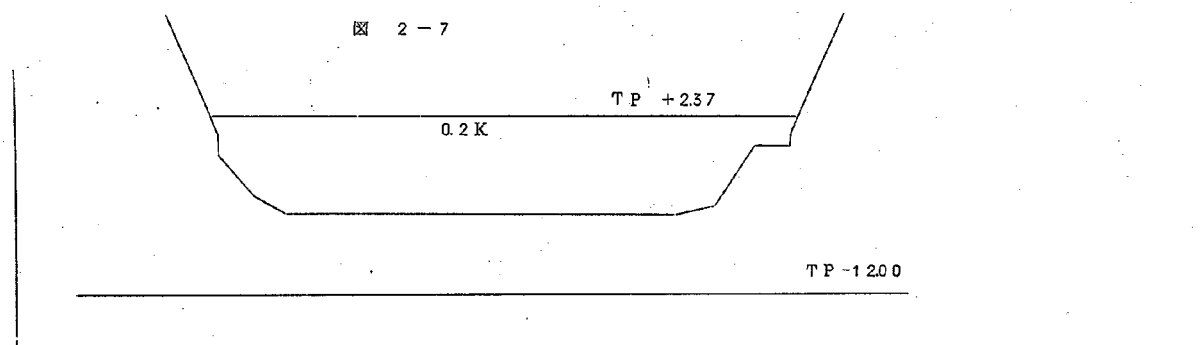
☒ 2 - 3



☒ 2 - 4







-7-

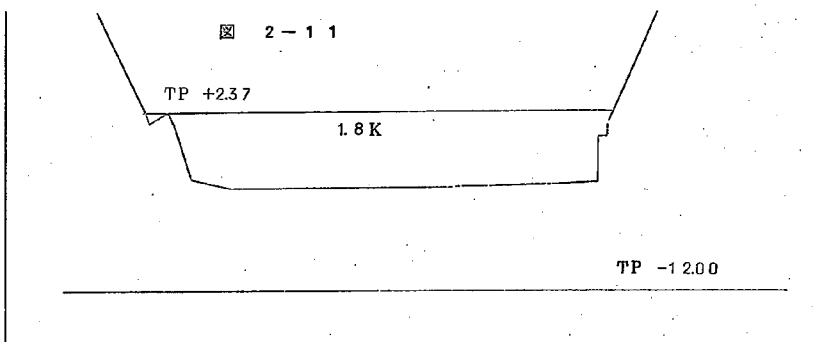
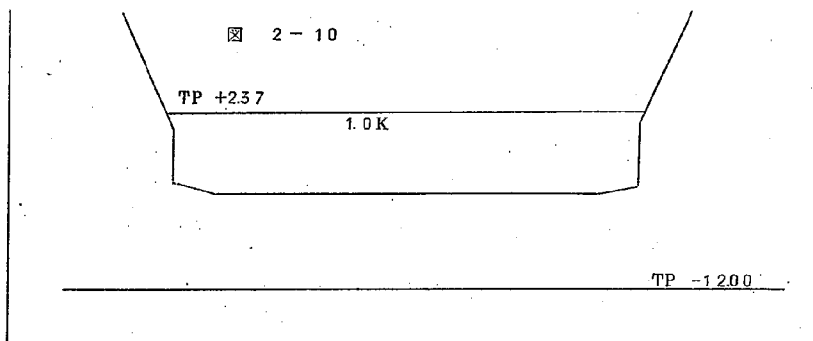
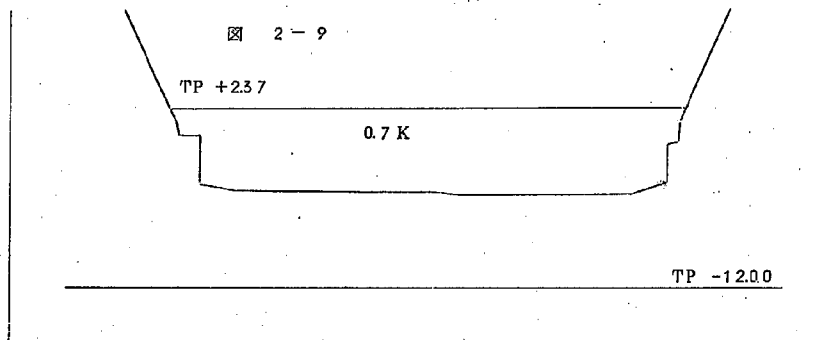


图 2-12

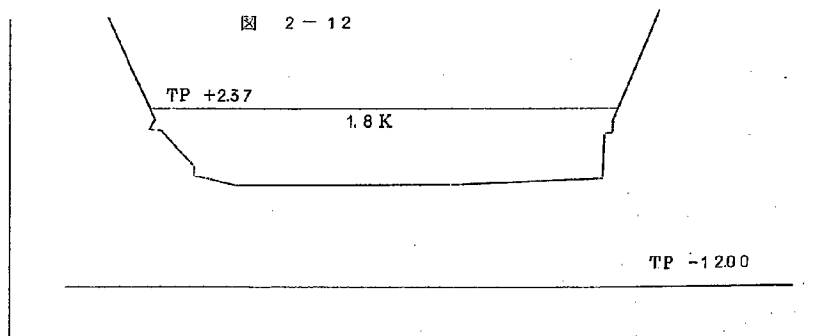
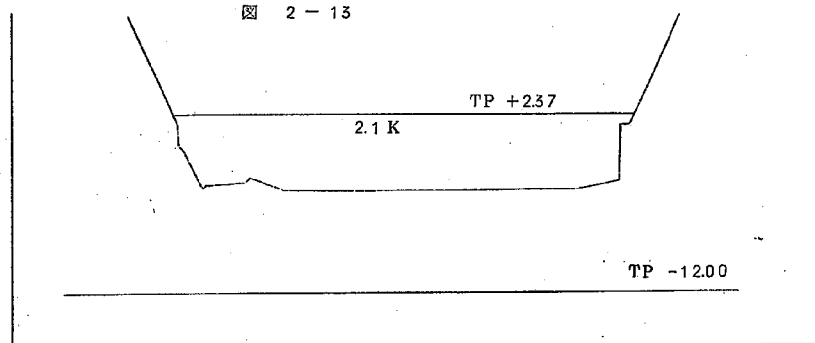


图 2-13



2-4 造波装置

模型は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沿ってレールを敷き、その上に設置されたもので、扇形水槽の円弧の中心より左右に天々 45° 、 60° の範囲で移動させる事ができる。造波装置は上端ヒンジの振子型で、造波板の巾は15mである。

2-5 測定器

波高および打ちあげ高の測定は階段抵抗式波高計および階段抵抗式打ちあげ高計を使用した。又、高潮対策区域内の打ちあげ高はよみとりにて行なつた。記録計器は渡辺測器製のペンオシログラフを使用した。

§3 測定方法

実験を行なうにあつて、まず河口部、及び河道内の波高および打ちあげ高の測定場所と、測定時間を決定する必要がある。これについて検討を行なつた。

河口部、および河道内の波高と打ちあげ高は、時間的に比較的大きく変動し、又、場所的にも変動がある。これらの原因として考えられるものは次のものである。

造波板と模型始点までの距離が限られているため、河口部分の反射が造波板に達して、その反射が重なり合つてくると、造波板の前面に発生される波が大きく乱れてくる。この様な状態になつてくると、もはや、所定の波は発生していない。

次に、模型終端に達した波が反射して河道内に入つてくると、す

でに現地とは異なつた状態になつてくる。

この他には造波板から発生される波の特性が完全に均一のものではなく、多少の変動が、時間的にも場所的にも含まれている。

以上の事柄が合成されて、特に時間的変動の大きい事が予想されたので、河口部分、河道内における波高等の時間的変動及び場所的変動を調査した。この結果、鶴見川模型においては、河口部分の反射及び造波特性の不均一性等のために、河口部分の波は場所的にも比較的変動が大きく、又時間的には、波を発生させてから約4分程度を経過すると非常に大きく変動し始める事が確かめられた。しかし、模型終端からの波の反射は、殆どない事が確かめられた。この原因は、鶴見川河道に入射した波の波高の減衰が比較的大きく模型終端に達する時には波高は殆ど零となつていているためである。しかし、水の実質部分の移動によつて上流部分の水位変動が比較的大きい事が確かめられた。そしてこの移動が反射によつて河道内の平均水位に変化を生じさせている事も確かめられた。

そこで、以上を考慮して河口部及び河道内の波高及び打ちあげ高測定は、最初の第1波が到着してから1分経過して測定を開始し、3分間測定を行なう事にした。又、河道内は2つの区間に分割して、時間をずらして測定した。

波高測定の場合については、河道内部分は、図-1の如くに行なつた。波高計の設置水深は表-1の通りである。

表 1 波 高 計 設 置 位 置 水 深

各潮位に 於ける 断面 水深	3 0.0			3 1.0			3 1.9			3 3.0		
	左	中	右	左	中	右	左	中	右	左	中	右
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
- 2.8 6 4	2 4.8	2 4.5	2 5.5	2 5.8	2 5.5	2 6.5	2 6.7	2 6.4	2 7.4	2 7.8	2 7.5	2 8.5
- 2.0	1 9.4	1 9.1	1 5.6	2 0.4	2 0.1	1 6.6	2 1.3	2 1.0	1 7.5	2 2.4	2 2.1	1 8.6
- 1.5 5	1 8.1	1 9.9	1 6.1	1 9.1	2 0.9	1 7.1	2 0.0	2 1.8	1 8.0	2 1.1	2 2.9	1 9.1
- 1.1 5	1 2.4	2 4.6	1 5.8	1 3.4	2 5.6	1 6.8	1 4.3	2 6.5	1 7.7	1 5.4	2 7.6	1 8.8
- 0.7	1 4.1	1 7.1	1 5.6	1 5.1	1 8.1	1 6.6	1 6.0	1 9.0	1 7.5	1 7.1	2 0.1	1 8.6
- 0.2 5	1 1.1	1 3.6	8.4	1 2.1	1 4.6	9.4	1 3.0	1 5.5	1 0.3	1 4.1	1 6.6	1 1.4
0.0	1 3.4	1 3.8	1 2.1	1 4.4	1 4.8	1 3.1	1 5.3	1 5.7	1 4.0	1 6.4	1 6.8	1 5.1
0.2	1 5.8	1 5.9	1 6.1	1 6.8	1 6.9	1 7.1	1 7.7	1 7.8	1 8.0	1 8.8	1 8.9	1 9.1
0.5	1 3.6	1 3.6	1 2.6	1 4.6	1 4.6	1 3.6	1 5.5	1 5.5	1 4.5	1 6.6	1 6.6	1 5.6
0.7	1 3.1	1 3.1	1 3.6	1 4.1	1 4.1	1 4.6	1 5.0	1 5.0	1 5.5	1 6.1	1 6.1	1 6.6
1.0	1 2.6	1 2.9	1 3.1	1 3.6	1 3.9	1 4.1	1 4.5	1 4.8	1 5.0	1 5.6	1 5.9	1 6.1
1.3	1 2.1	1 2.1	1 2.1	1 3.1	1 3.1	1 3.1	1 4.0	1 4.0	1 4.0	1 5.1	1 5.1	1 5.1
1.8	1 1.1	1 1.1	1 1.1	1 2.1	1 2.1	1 2.1	1 3.0	1 3.0	1 3.0	1 4.1	1 4.1	1 4.1
2.1	1 0.1	1 1.3	1 1.6	1 1.1	1 2.3	1 2.6	1 2.0	1 3.2	1 3.5	1 3.1	1 4.3	1 4.6

河口部分の波高測定場所は、図-3の如く波高計を設置して、波の安定状態を測定し、その中の1断面を選び河口部波高とした。

(22.5 mの地点)

図-3-(1-3)、表-2にこの結果を示す。これらは、いずれも4分間の平均値である。

図-3 河口部分の波高観点位置

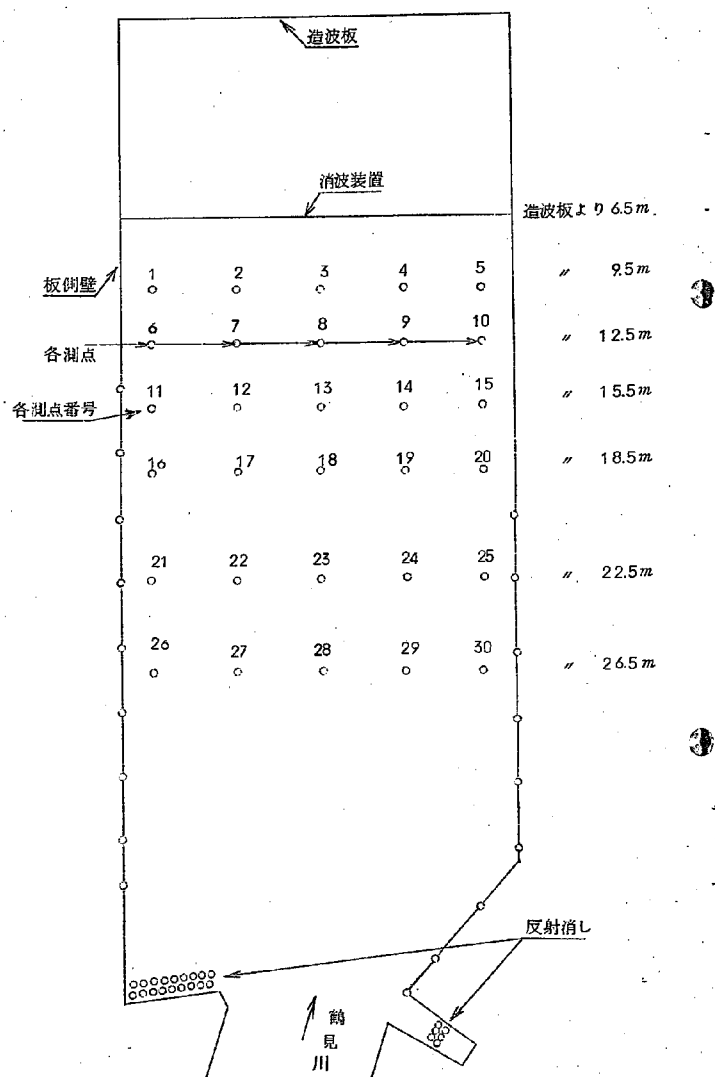
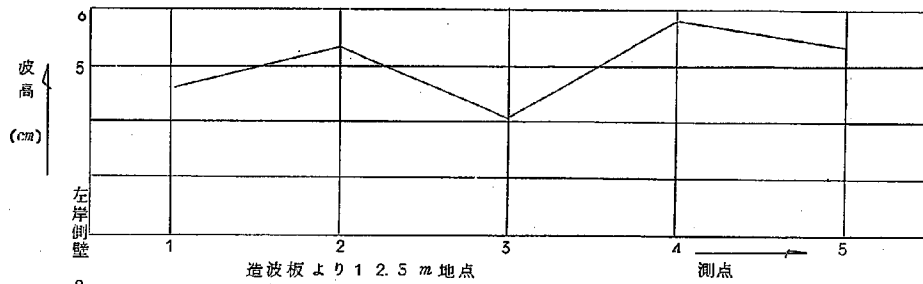


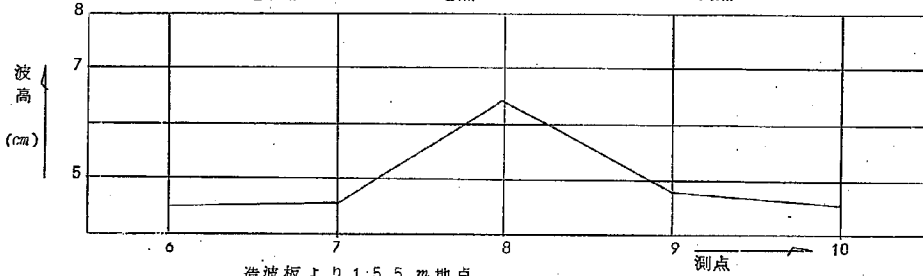
図-3-1 河口部分の波高分布

造波板より 9.5 m 地点

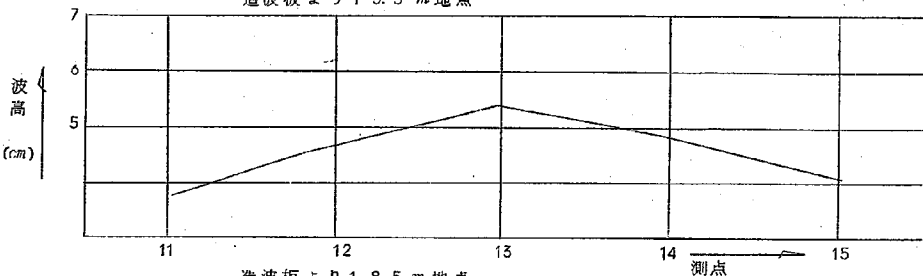
水深 $h = 3.2 \text{ m}$
周期 $T = 0.9 \text{ sec}$



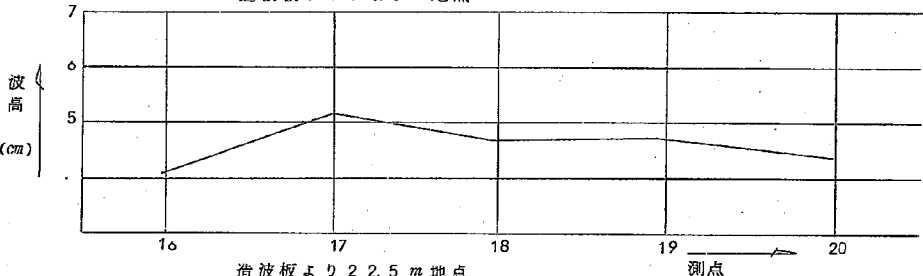
造波板より 12.5 m 地点



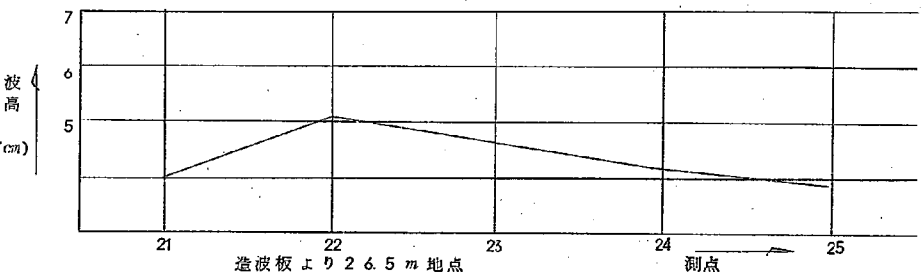
造波板より 15.5 m 地点



造波板より 18.5 m 地点



造波板より 22.5 m 地点



造波板より 26.5 m 地点

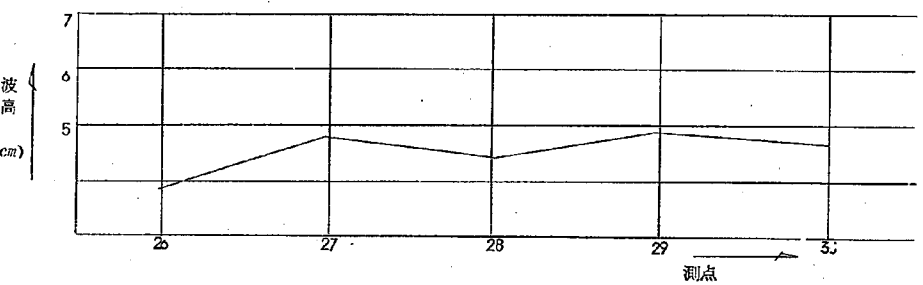


図-3-2 河口部分の波高分布

造波板より 9.5 m 地点

水深 $h = 3.2 \text{ m}$

周期 $T = 0.9 \text{ sec}$

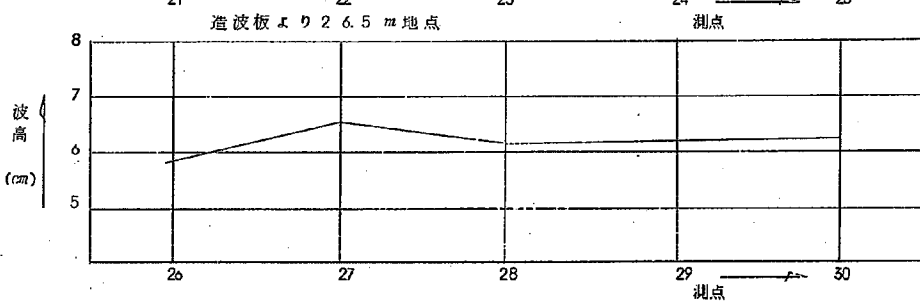
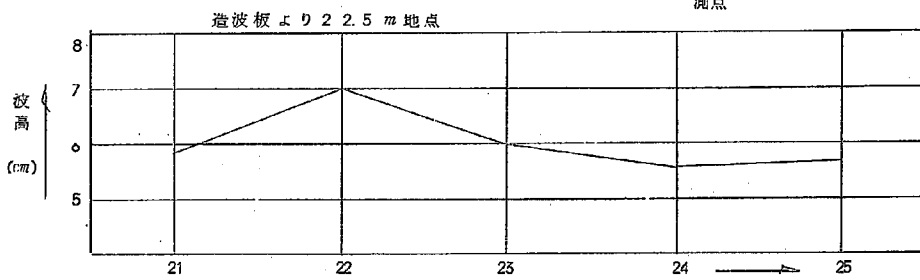
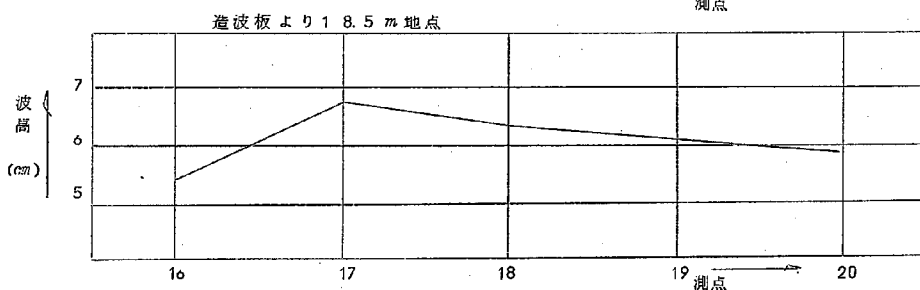
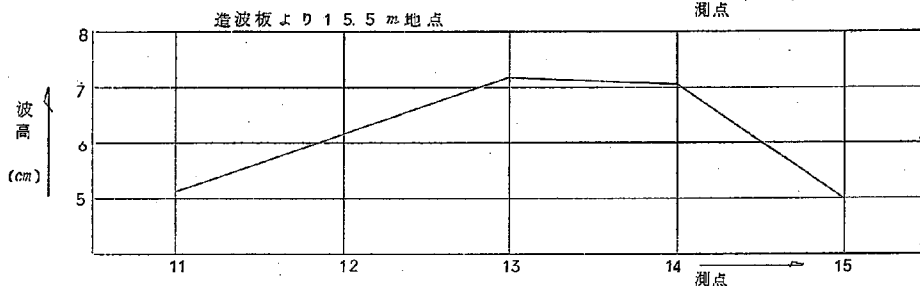
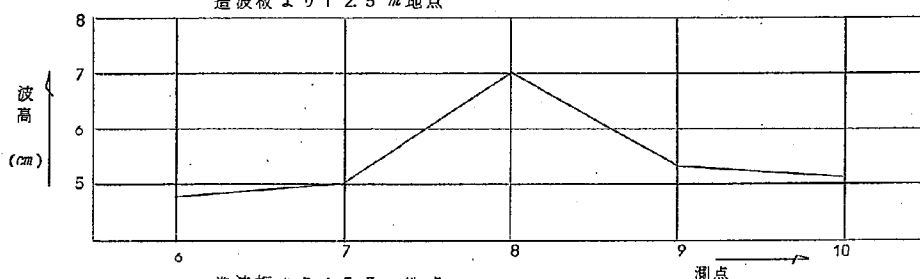
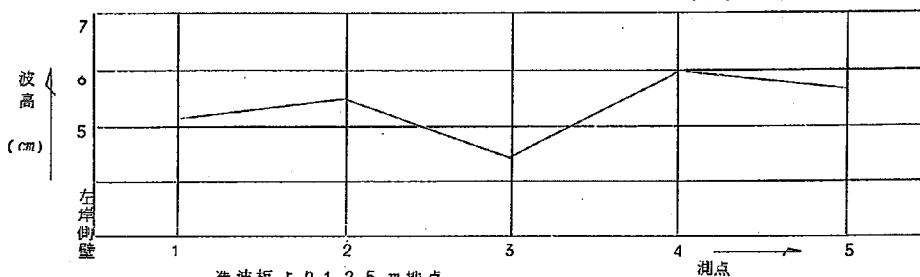


図-3-3 河口部分の波高分布

水深 $h = 3.2 \text{ m}$
 周期 $T = 1.0 \text{ sec}$

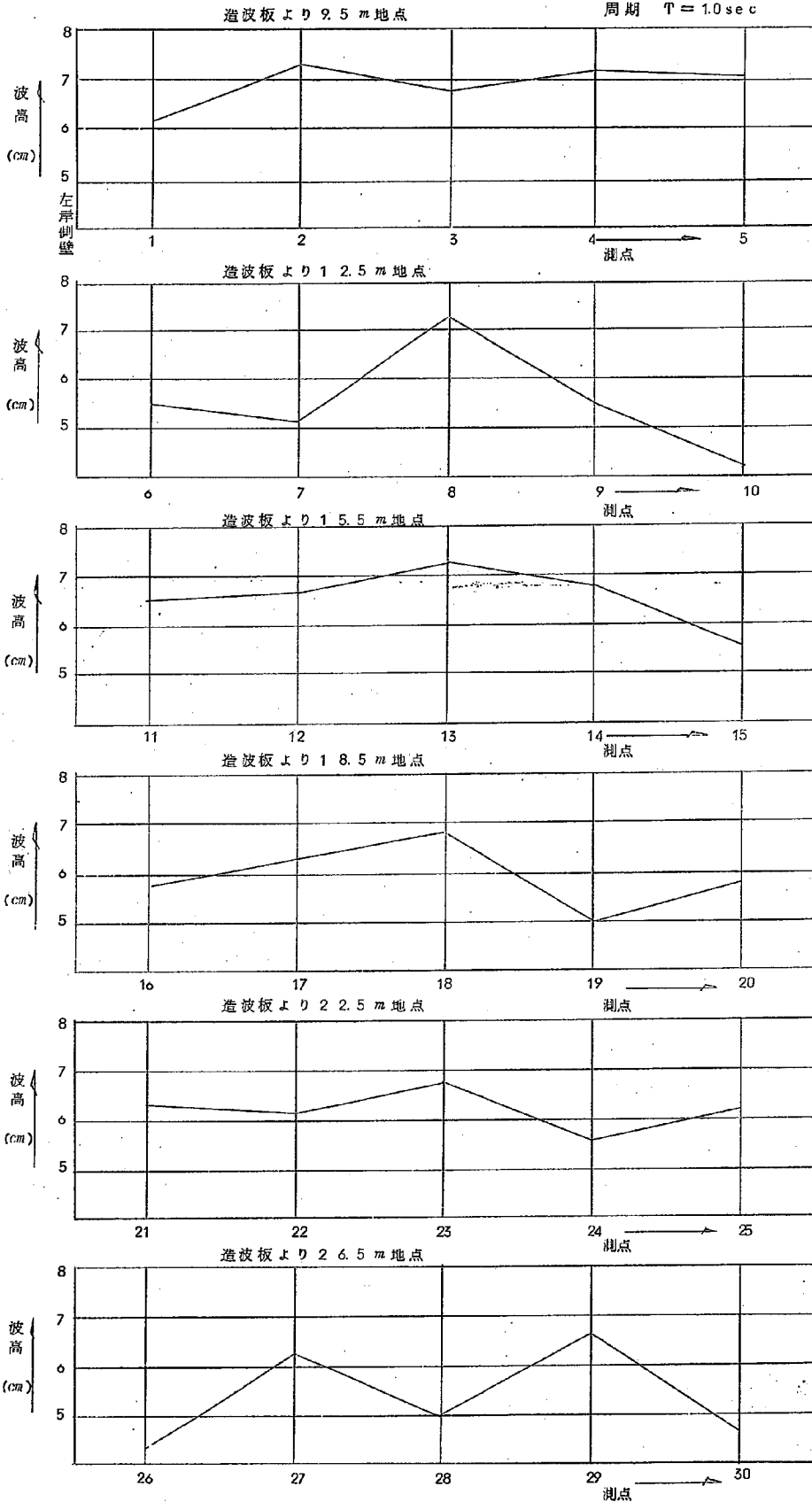


表 2 河 口 部 分 の 波 高 数 値 表

$h=32.0$ cm		$h=32.0$ cm		$h=32.0$ cm	
測 点 番 号	波 高 $S = 1.6.5$ $\frac{sec}{T=0.90}$	測 点 番 号	波 高 $S = 1.7.5$ $\frac{sec}{T=0.90}$	測 点 番 号	波 高 $\frac{sec}{T=1.00}$
1	5.61 cm	1	6.08 cm	1	6.12 cm
2	6.32	2	6.47	2	7.24
3	5.04	3	5.43	3	6.73
4	6.80	4	7.00	4	7.16
5	6.31	5	6.69	5	7.04
6	5.52	6	5.78	6	6.46
7	5.57	7	6.03	7	6.08
8	7.40	8	7.97	8	8.25
9	5.80	9	6.31	9	6.45
10	5.58	10	6.15	10	5.29
11	4.71	11	5.08	11	6.40
12	5.67	12	6.17	12	6.60
13	6.35	13	7.13	13	7.20
14	5.82	14	7.03	14	6.73
15	5.10	15	5.02	15	5.55
16	5.10	16	5.38	16	5.68
17	6.18	17	6.74	17	6.35
18	5.69	18	6.36	18	6.84
19	5.73	19	6.12	19	4.99
20	5.44	20	5.90	20	5.79
21	4.98	21	5.81	21	6.24
22	6.02	22	6.99	22	6.09
23	5.69	23	5.98	23	6.70
24	5.18	24	5.56	24	5.56
25	4.89	25	5.67	25	6.14
26	4.85	26	5.82	26	5.30
27	5.83	27	6.54	27	7.25
28	5.50	28	6.14	28	6.03
29	5.98	29	6.20	29	7.67
30	5.78	30	6.22	30	5.68

又、上流部分の実験時における水位変動（波高は減衰して殆どない）を調査した。この結果を図-4に示す。

図-4-1-1 上流部分の水位変動
断面 1.0 K

1割5分堤防
周期 $T=1.00 \text{ sec}$
水深 $h=31.9 \text{ cm}$

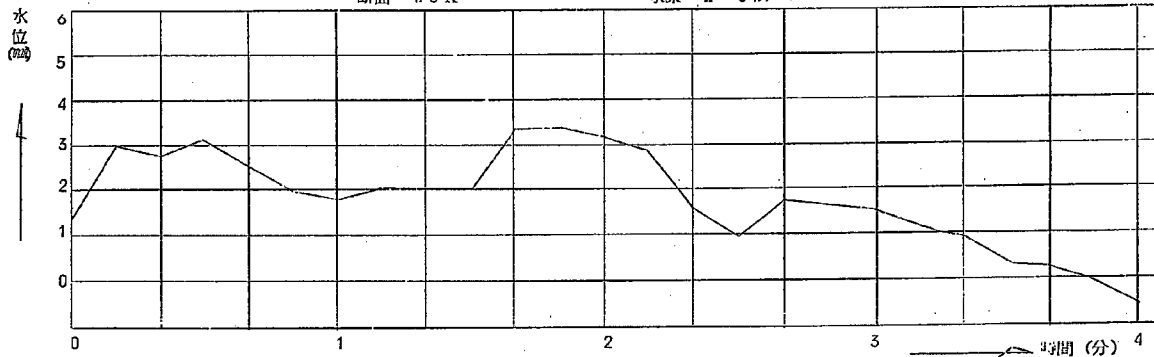


図-4-1-2 断面 1.3 K

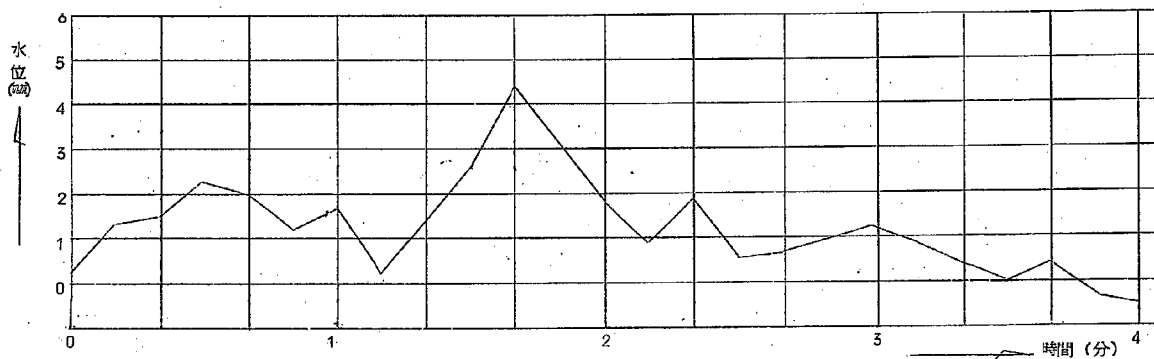


図-4-1-3 上流部分の水位変動

断面 1.5 K

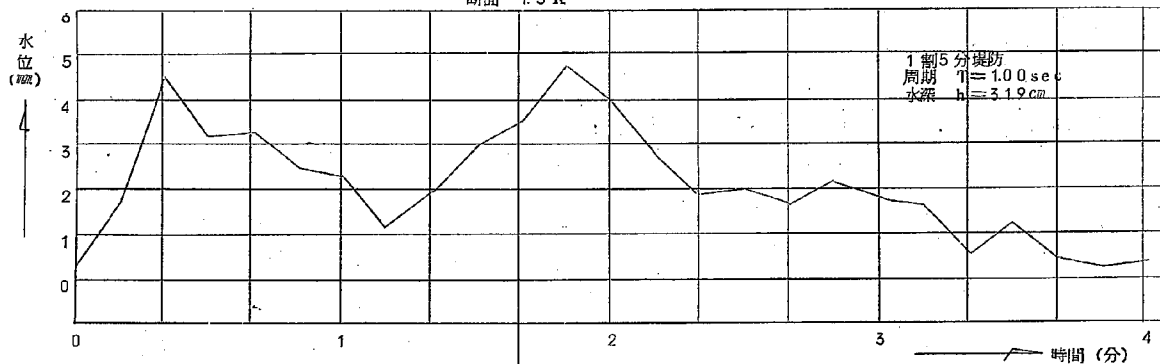


図-4-1-4

断面 1.8 K

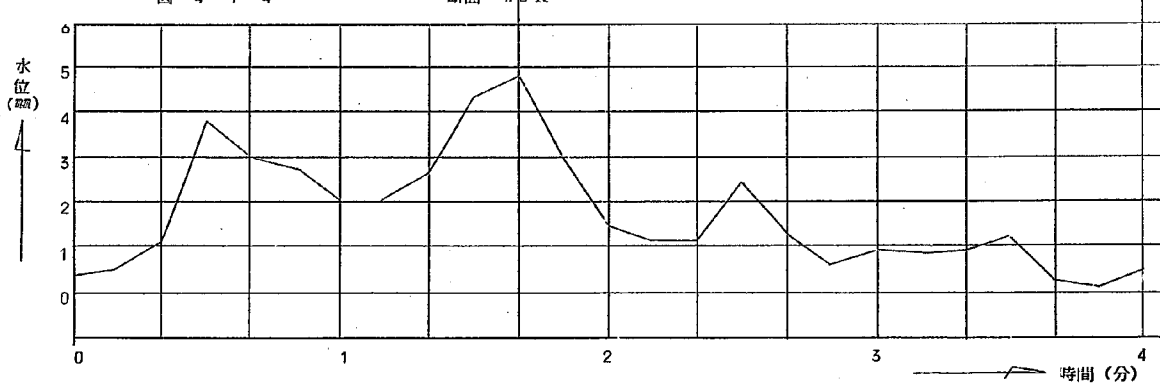


図-4-1-5 上流部分の水位変動

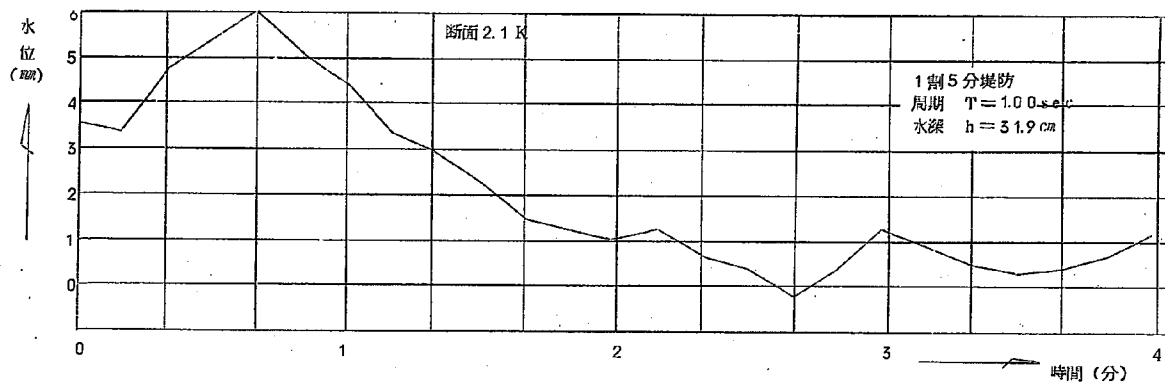


図-4-1-6

断面 2.3 K

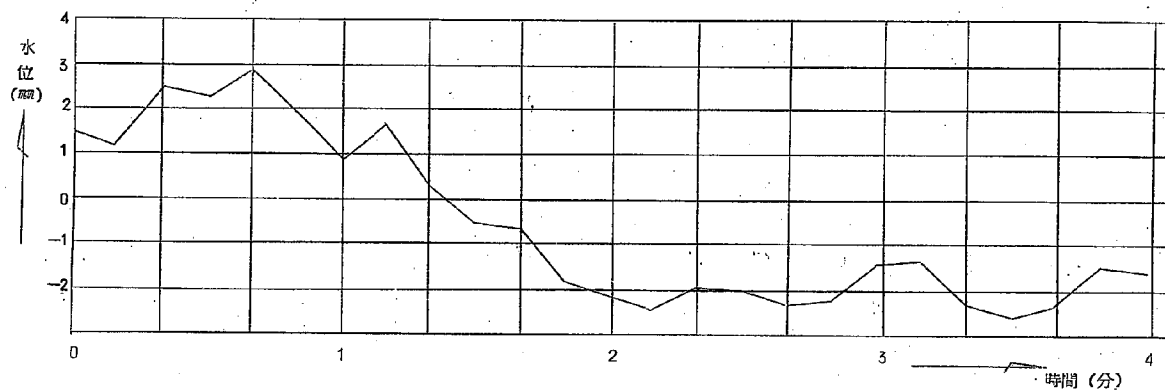


図-4-2-1 上流部分の水位変動

断面 1.0 K

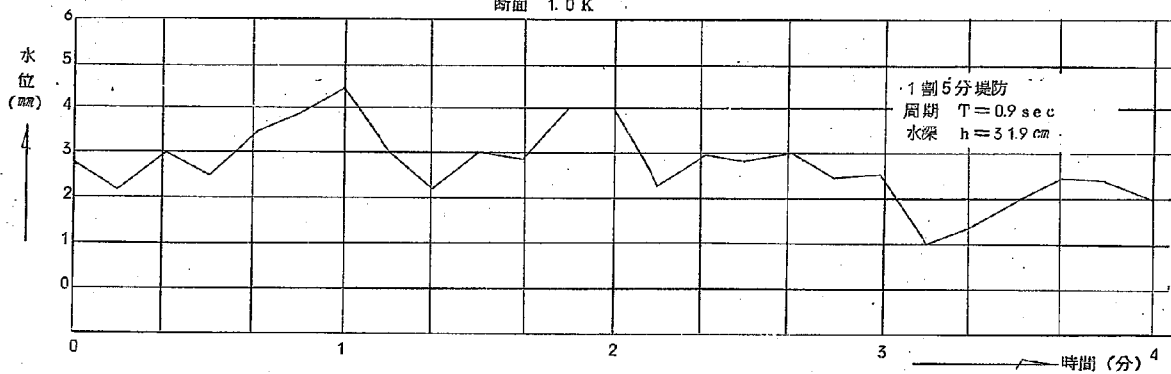


図-4-2-2

断面 1.3 K

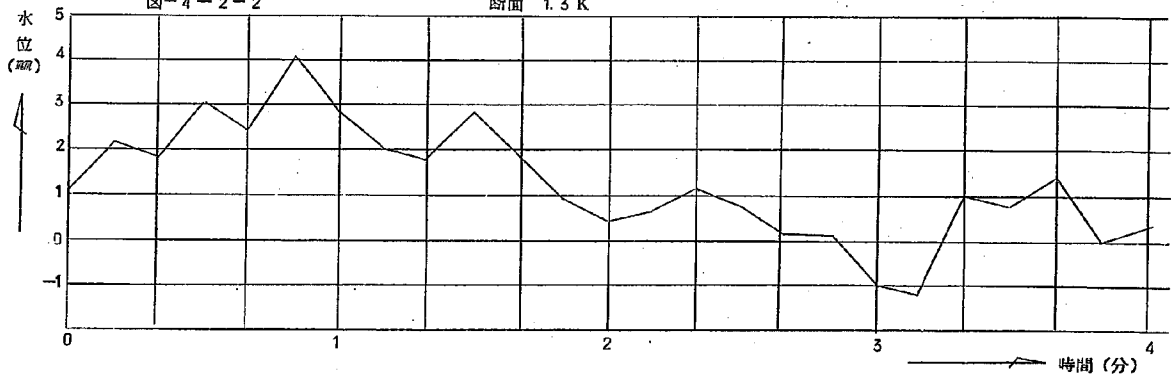


図-4-2-3 上流部分の水位変動

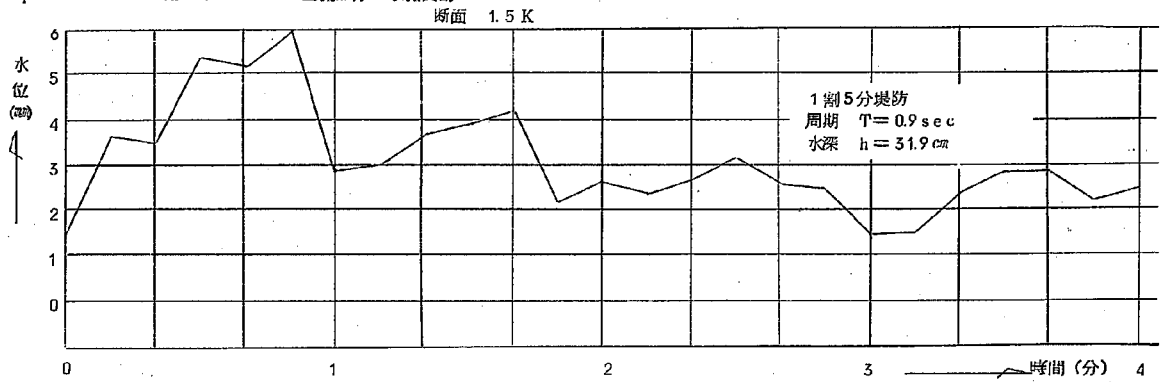


図-4-2-4

断面 1.8 K

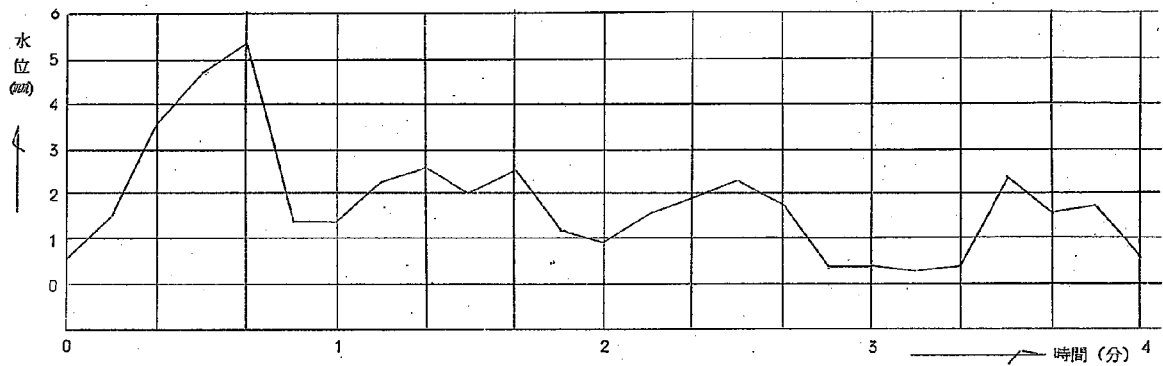


図-4-2-5 上流部分の水位変動

断面 2.1 K

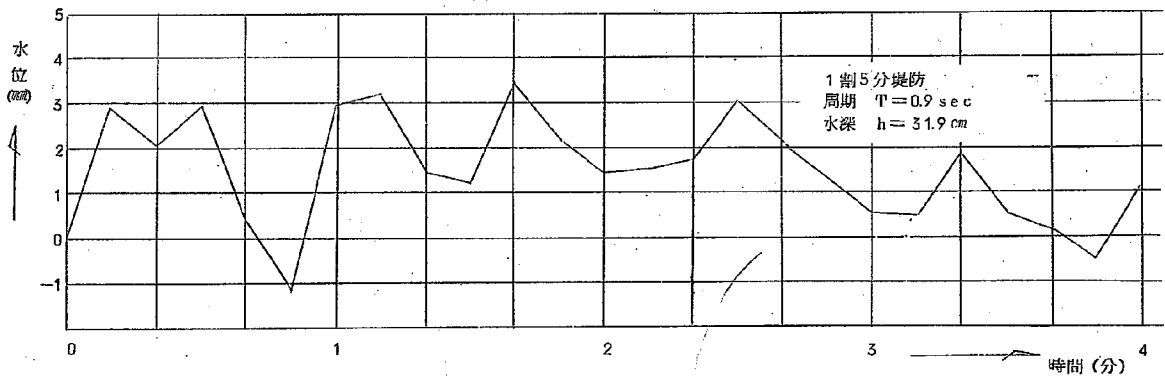


図-4-2-6

断面 2.5 K

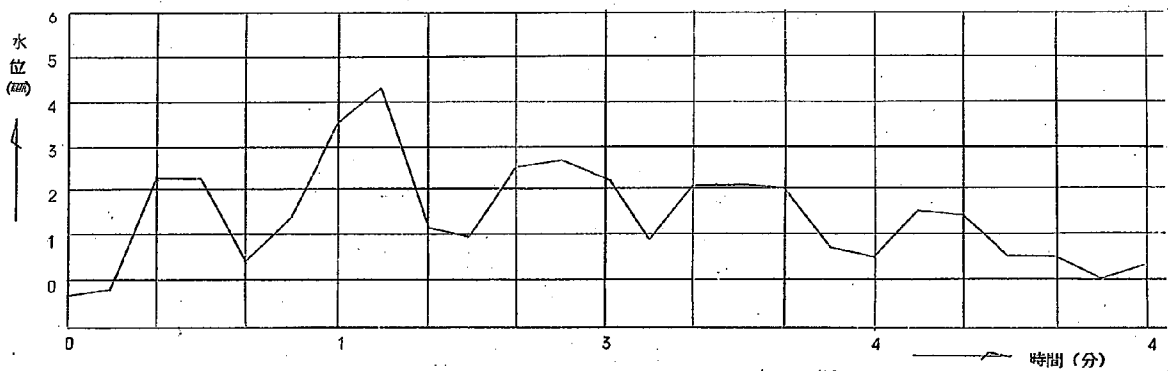


図-4-3-1 上流部分の水位変動

断面 1.0 K

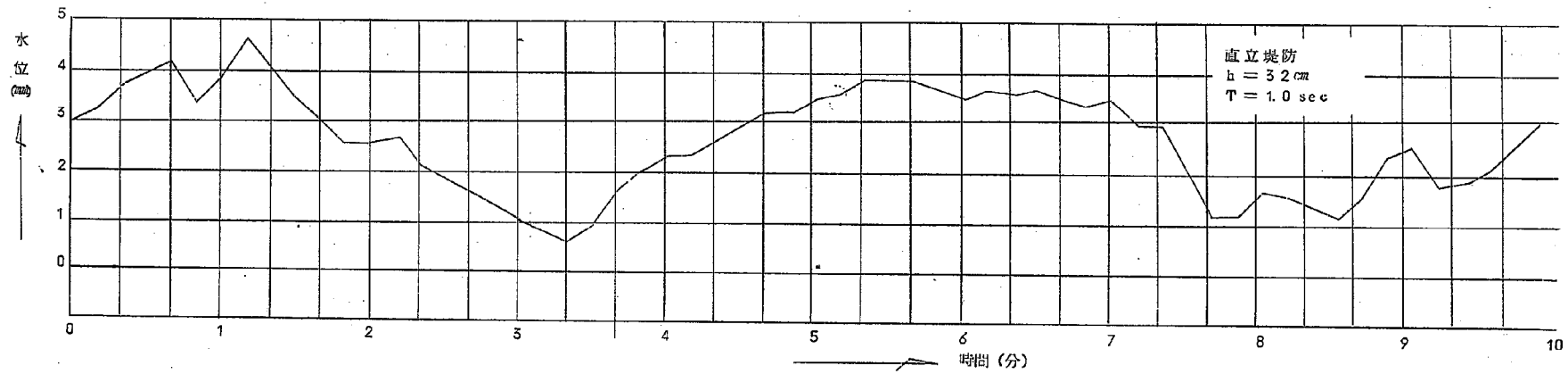


図-4-3-2

断面 1.3 K

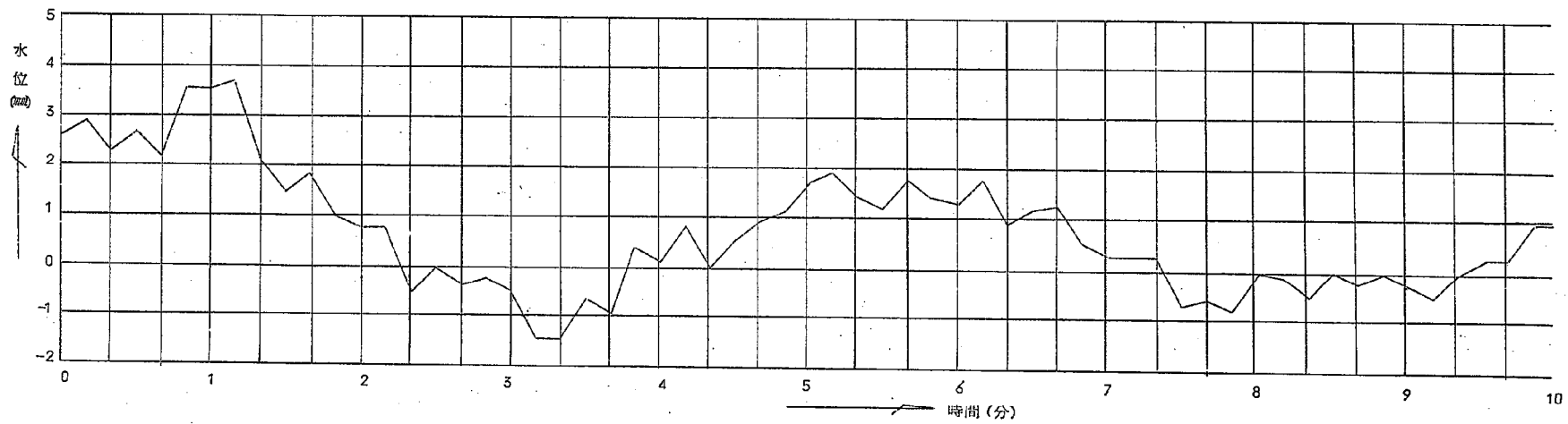


図-4-3-3 上流部分の水位変動

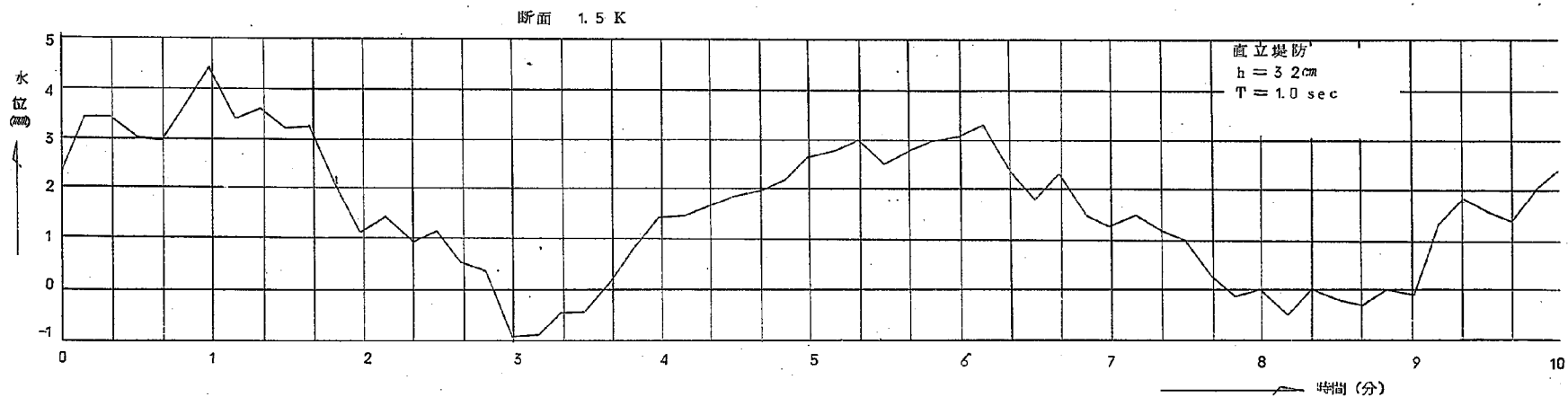


図-4-3-4

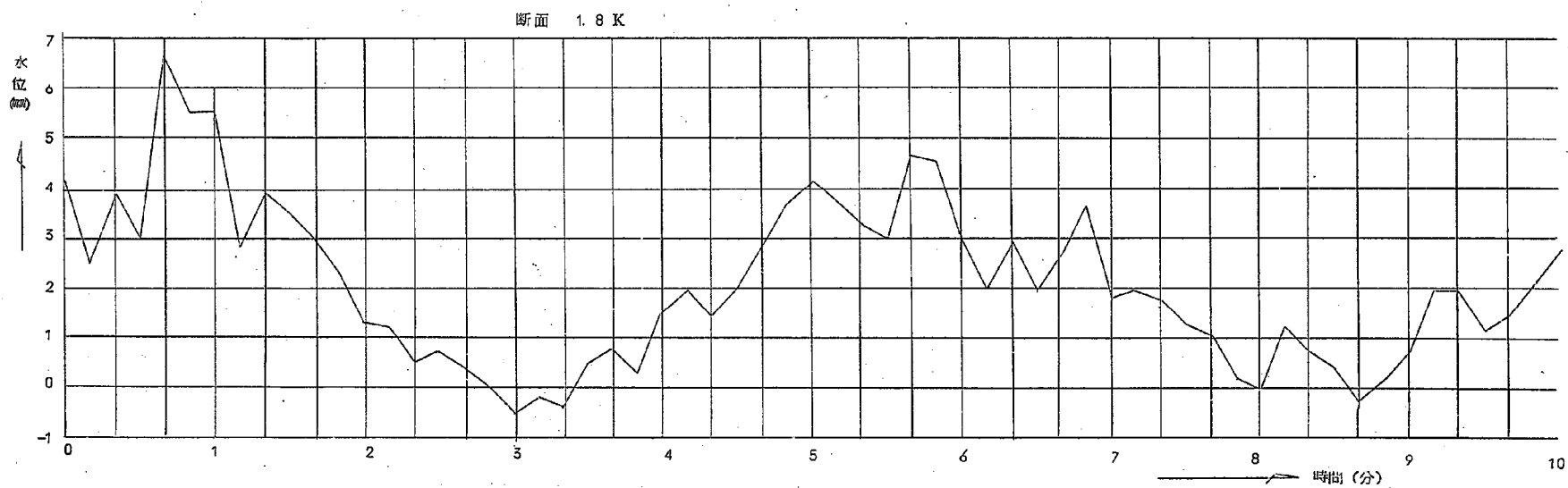


図-4-3-5 上流部分の水位変動

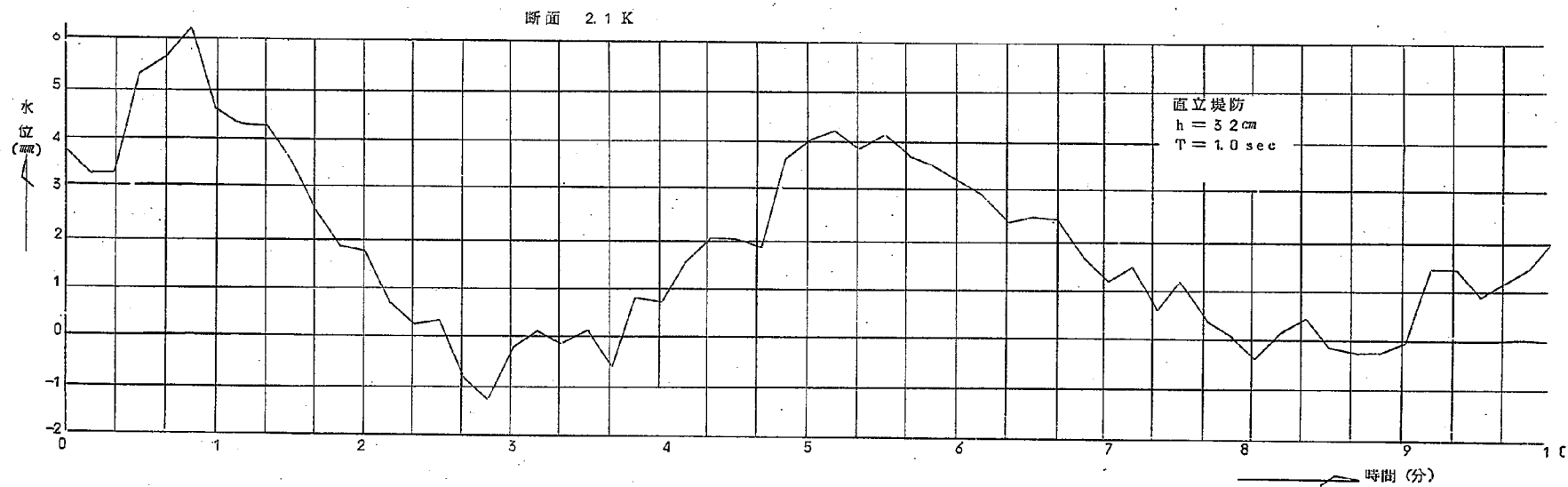


図-4-3-6

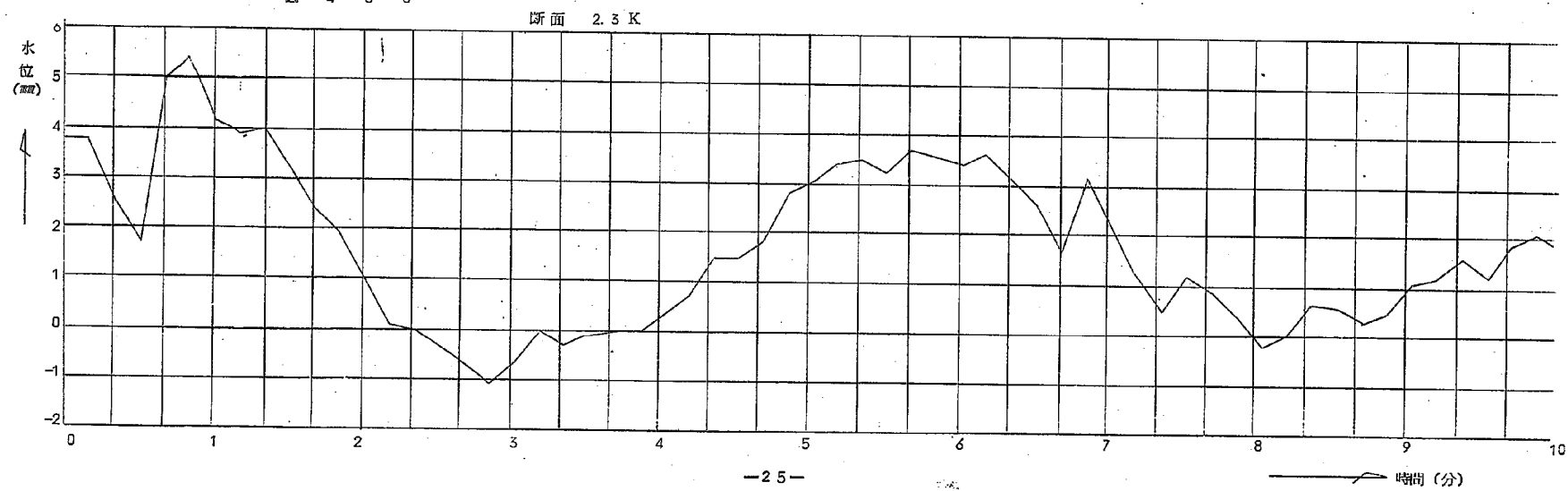


図-4-4-1 上流部分の水位変動

断面 1.0 K

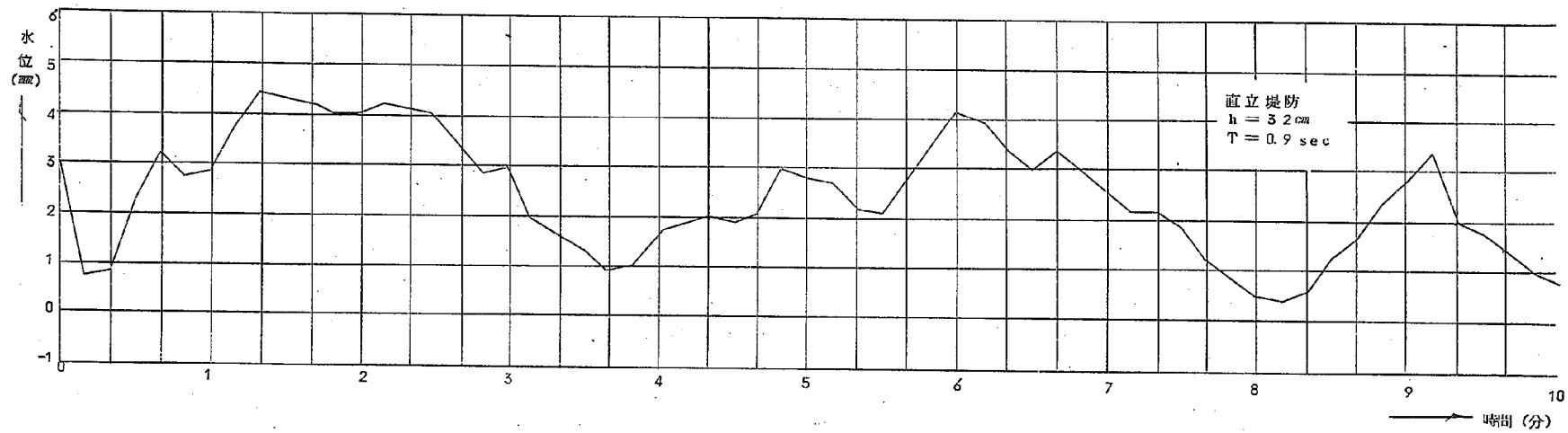


図-4-4-2

断面 1.3 K

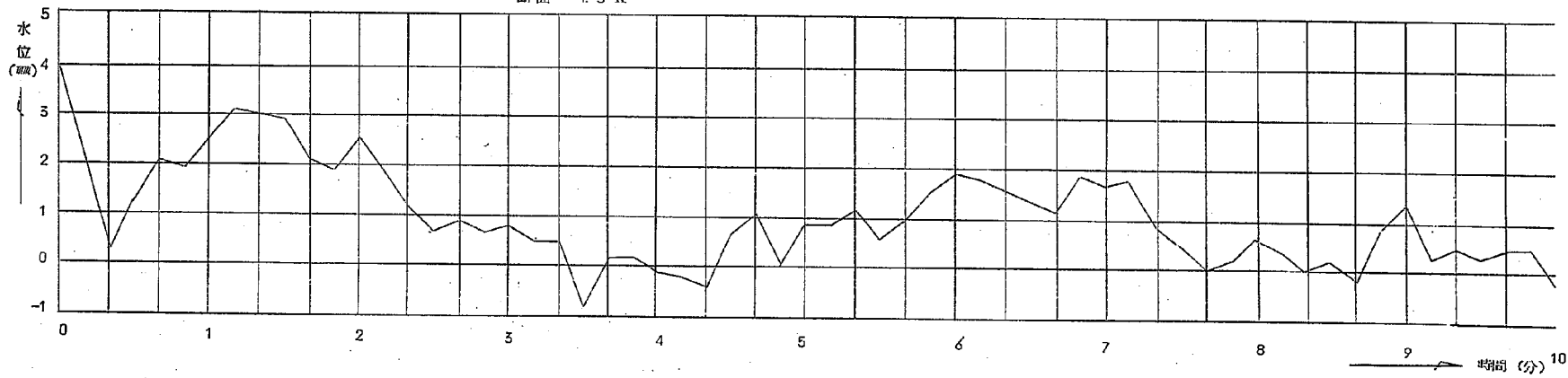


図-4-4-3 上流部分の水位変動
断面 1.5 K

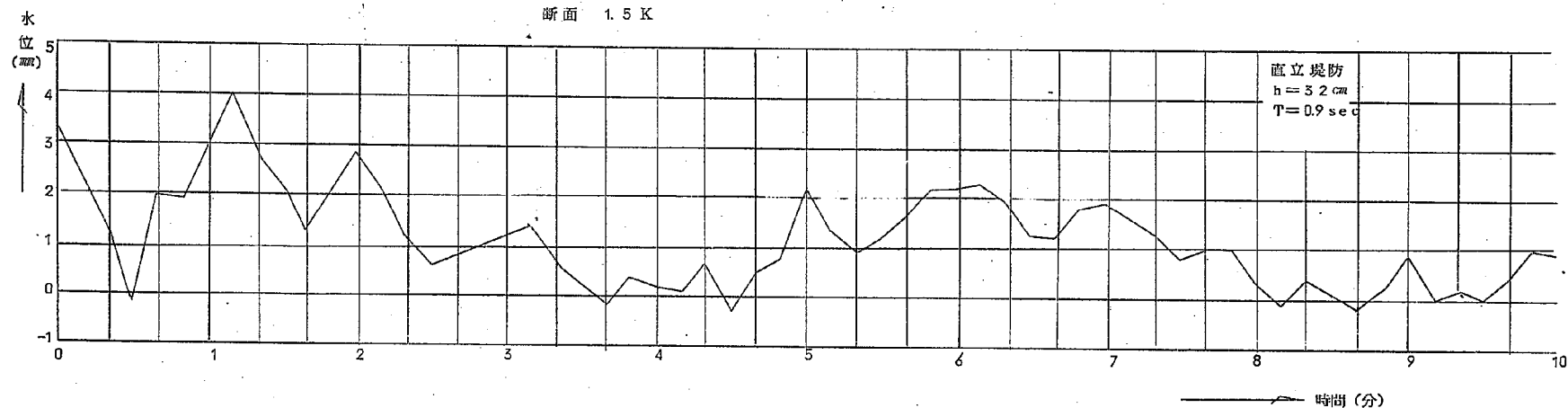


図-4-4-4

断面 1.8 K

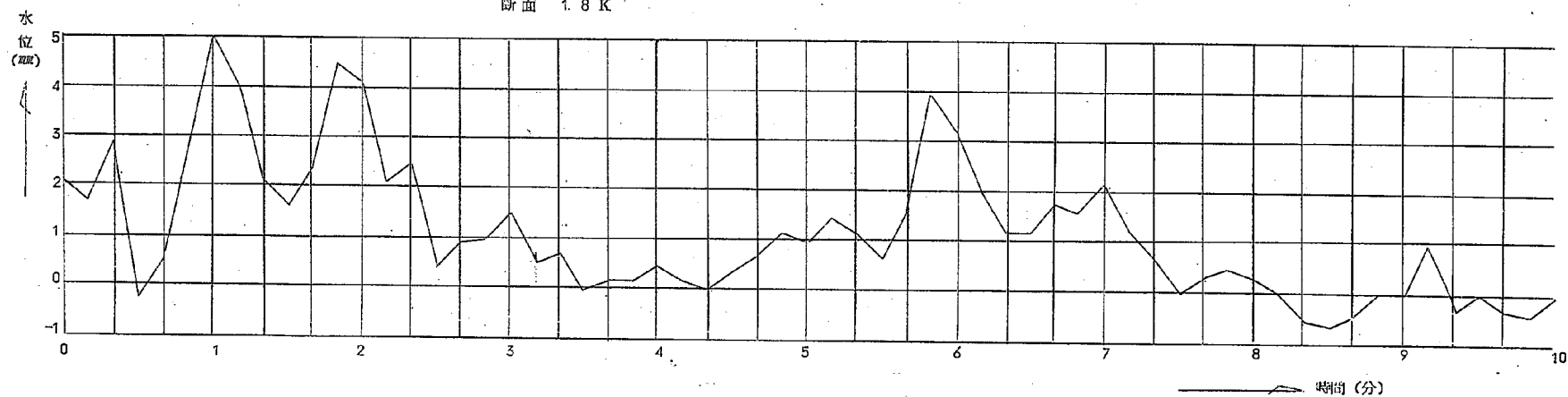


図-4-4-5 上流部分の水位変動

断面 2.1 K

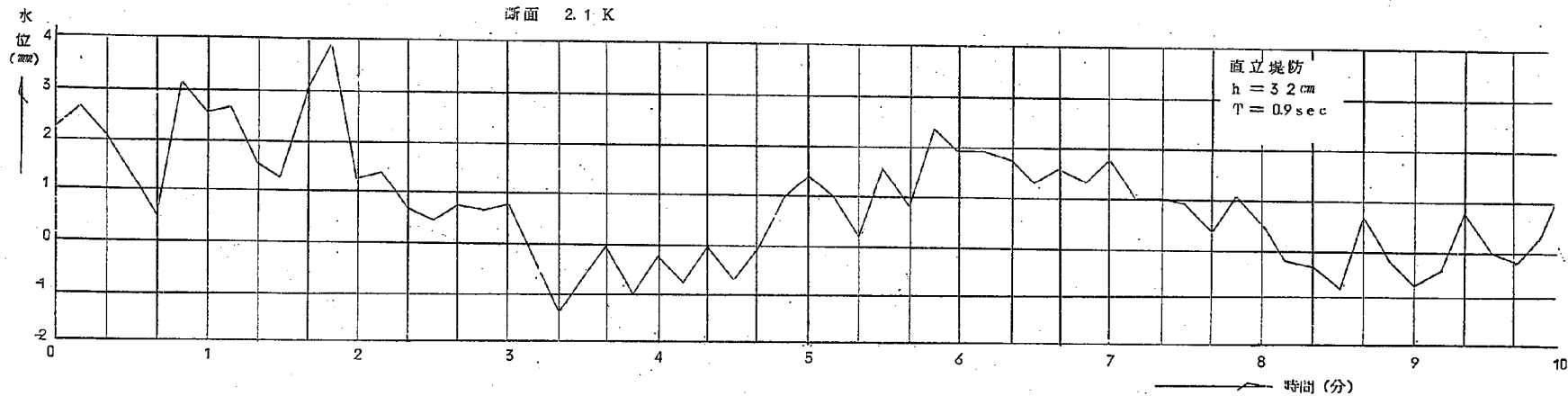


図-4-4-6

断面 2.3 K

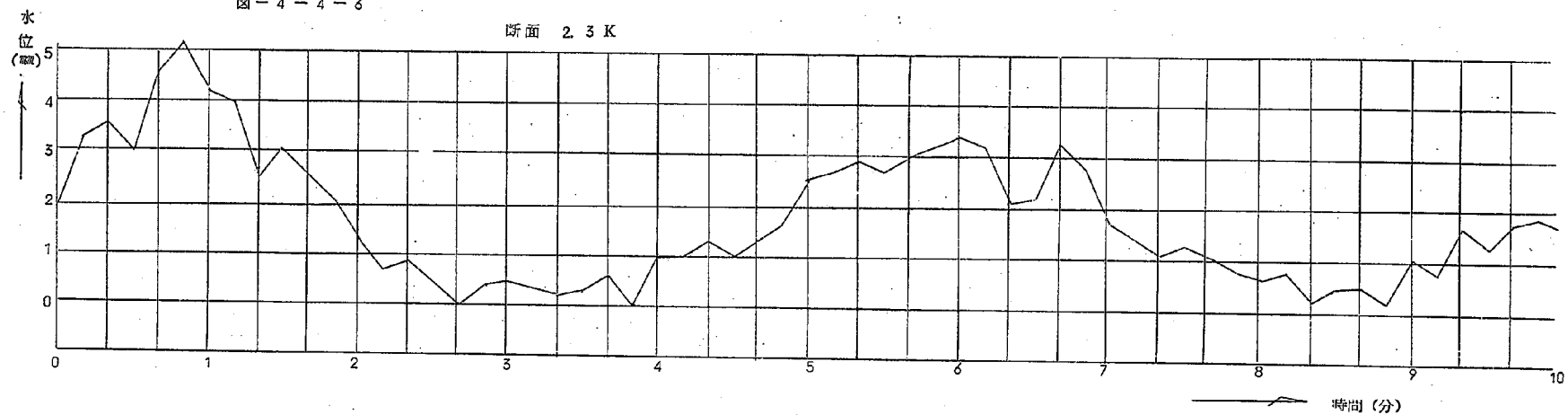


図-4によれば、波高、打ちあげ高の測定開始より1分程度経過してから水位はほぼ最高値を示し、3分程度にて最低値を示す。その後は同様の振動をくり返す事が示されている。そこで、上流部分については、波高、打ちあげ高共に最初の1分を捨て、2分間の平均値を求めれば、平均的な水位上昇時の打ちあげ高が得られると思われる。これの適用は1.3kmより上流について行なつた。

実験は同一ケースについて6回(の測定を)行ない、同一点における測定は、波高測定は2回、打ちあげ高測定は計器によるものは6回、よみとりによるものは3回行ない平均を求めた。

§ 4 実験条件

実験を行なつた現地の波の諸条件は表-3の通りである。

表 3 実験条件 (現 地)

入射角	潮 位	沖 波		堤 防 形 状
		波 高	周 期	
14.3°	T.P. +2.37m	3.1 ^m ₀	6.3 ^{sec} ₀	1割5分堤防 直立堤防

表-3の条件を参考として、表-4の如きケースについて実験を行なった。

表 4 実 験 ケ ー ス

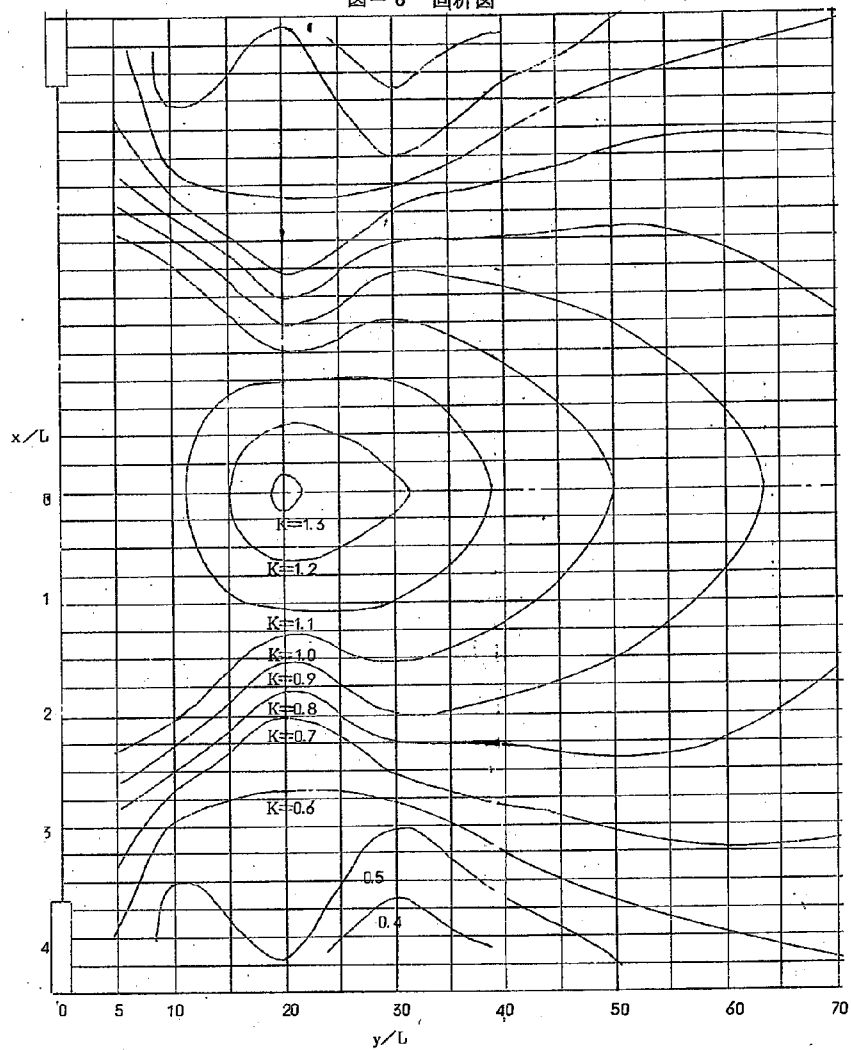
実 験	堤防形状	水深 (h)	周期 (T)	波高 (H)
本実験	1割5分堤防	3 1.9 ^{cm}	1.00 ^{sec}	6.0 ^{cm} ~ 6.5 ^{cm}
"	"	"	0.95	"
"	"	"	0.90	"
"	直立堤防	"	1.00	"
"	"	"	0.95	"
"	"	"	0.90	"
考察実験	直立堤防	3 0.0	1.00	"
"	"	"	0.90	"
"	"	3 1.0	1.00	"
"	"	"	0.90	"

鶴見川の実験条件としては3方向の入射波が考えられていたが、これを1方向に限定したのは、河口部の沖に防波堤が設置される予定のため、この防波堤によつて波の入射が大きく影響されるからである。図-5に鶴見川河口部の平面概要図を示す。

[illegible]

入射方向 143° の場合は、ほぼ、防波堤を通つて波が直線的に入射する。そこで、この場合の防波堤による波の回折を調査し、図-6を得た。

図-6 回折図



又、入射角 143° の場合の波の推算を行なつた。表 - 5 にその結果を示す。

表 5 - 1 F_2 上の計算表 (深い湾内海の場合)

時刻	U	T'	H'	F _T '	t'	t	F _T	ΔF	F _H '	F _H	T	H	x	到達時刻	摘要
		1級階 前のT	1級階 前のH	T.U/C よるF _T	F _T .U/C よる t	t'+ Δt	t U/C よるF _T	F _T -F _{T'}	H'U/C よるF _H	F _H +' ΔF	F _T .U/C よる T	F _H .U/C よる H	$\Sigma \Delta F$		
時	m/sec	sec	m	Km	hr	hr	Km	Km	Km	Km	sec	m	Km	時	
2.0	3 1.2	4.98	2.01	6.6	0.63	0.86	10.4	3.8	5.7	9.5	5.64	2.48	12.2	2.25	
2.5	3 1.1	5.64	2.49	10.3	0.85	1.35	20.0	9.7					21.9		
						1.09	14.9	4.6	9.5	14.1	6.25	2.90	16.8	2.49	

表 5 - 2 F_2 上の計算表 (浅海波の場合)

時刻	U	T ₁	H ₁	Δx	d	α_0	K _r	K _s	H	F·H· Δx	K _F	H ₁ '	F'	T'	F'+ Δx	H ₂	T ₂ '	T ₂	T	CG	Δt	到達時刻
時	m/sec	sec	m	Km	m	度			m	m·Km		m	Km	sec	Km	m	sec	sec	sec	Km/hr	hr	時
2.49	3 1.1	6.25	2.90	1.90	23.1		1.0	0.961	2.79	0.053	1.000	2.90	14.2	6.14	16.10	3.05	6.35	6.25	6.25	19.0	0.10	2.59
2.59	3 1.0	6.25	3.05	1.55	17.3		1.0	0.943	2.88	0.045	0.995	3.03	16.3	6.37	17.85	3.15	6.55	6.46	6.36	20.5	0.08	2.67
2.67	3 1.0	6.46	3 1.5	0.68	13.8		1.0	0.928	2.92	0.0198	0.994	3.13	17.3	6.48	17.98	3.17	6.52	6.50	6.48	21.5	0.03	2.70

表-5において、防波堤設置部分における波は、 $T = 6.25 \text{ sec}$ 、 $H_0 = 3.05 \text{ m}$ である。又、実験波高の測定点に相当する地点における波は、 $T = 6.50 \text{ sec}$ 、 $H_0 = 3.17 \text{ m}$ である。この間の浅海波の平均の波長を求めると、 $\lambda \approx 60 \text{ m}$ 程度となる。防波堤の開口部の巾は約 450 m 程度であるが、波の入射方向(143° の入射)に対して直角ではなく、 λ 傾いている。回折現象は防波堤開口部に波が直角に入るものとして、開口部巾を約 440 m として求めた。

回折図より回折係数を求める際には、防波堤から、河口部までの距離、河口部の有効巾をどの程度にするかで、多少異なってくる。防波堤より実験波高の測点位置に相当する地点までの距離は約 2.23 km 、 $y/L = 37$ である。又河口部巾を最小限にとれば約 360 m である。この地点の回折係数の平均値を求めれば約 0.93 程度である。河口部巾を 420 m 程度にとれば回折係数の平均は約 0.88 程度である。実際には河口部までの距離は 2.8 km 程度であるので回折係数の平均値はより少なくなると思われるが、河口中心部の波高は比較的大きく入射波の波高より少し高い部分もあると思われるので、回折係数の平均値を $0.90 \sim 0.95$ とする事にした。又、他の2方向は入射角が大きく異なるため防波堤によつて、波高は大きく減衰すると思われるので、実験は行なわない事にした。

そこで現地の波高は、実験波発生点において $T = 6.50 \text{ sec}$
 $H_0 = 3.17 \times (0.9 \sim 0.95) \text{ m}$ として与える事にした。

§ 5 実験結果

5-1 実験結果の現地換算の概略

実験結果を検討する前に、実験結果の現地への換算方法について、その概略をのべる。

あとにものべるが、模型と現地の河床の摩擦は大きな差を有し、相似の関係は成り立っていない。このため、実験結果をそのまま現地へは適用できない。しかし、河道内における波の屈折、反射、回折等の現象は相似が成り立っているので、現地へ適用できる。模型実験の結果は、波の屈折、反射、回折等の現象の他に、河床の摩擦による波高の減衰が含まれる。この減衰分を取り除けば、波高分布は摩擦以外の諸現象によつて、現地と相似するであろう。そこで、模型をいくつかの区間に分割し、夫々を模型の平均水深を有する矩形水路とし、模型の摩擦を用いて波高の減衰を計算し、この結果を実験結果と比較し、その比を求めれば、これらは、屈折、反射、回折等の現象によるものと考えられる。これは、現地へ適用できるので、風の影響、現地の摩擦の影響等を考慮すれば、現地波高分布を推定する事ができる。

打ちあげ高については、実験による断面の波高と打ちあげ高の比は河床のまさつが変化しても変わらないと考えられるので、実験よりこの比を求めて、これを現地へ適用すれば、推定打ちあげ高を求める事ができる。

5-2 河道内における波

5-2-1 波高変化の状況

河口部から入射した波は、河道内に入り、屈折、反射の状態が重なり合つて、複雑なる波高分布を生ずる。これらの波高は、時間的にも、場所的にも異なっているが、これらを代表して得られた各測

点の波高を実験時間内に平均して求めた値を図-7に示す。図に記入されている各断面毎の平均波高は、断面の左岸、中央、右岸の平均値である。3測点の波高の平均値を求める際には、測定断面の平均水深の波高に換算して行なつた。即ち、各測点の波高を $H_{左}$ 、 $H_{中}$ 、 $H_{右}$ とし、平均波高を $H_{平}$ とし、各水深に対してきまる浅水度係数を夫々 $K_{S左}$ 、 $K_{S中}$ 、 $K_{S右}$ とすれば、平均波高は、

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

によつて求められる。各実験の波高及び平均波高を表-6に示す。各実験の波高変化の傾向を調べると次の通りである。

圖-7-1-1 突浪波高值

1 割 5 分堤防
周期 $T = 0.90 \text{ sec}$

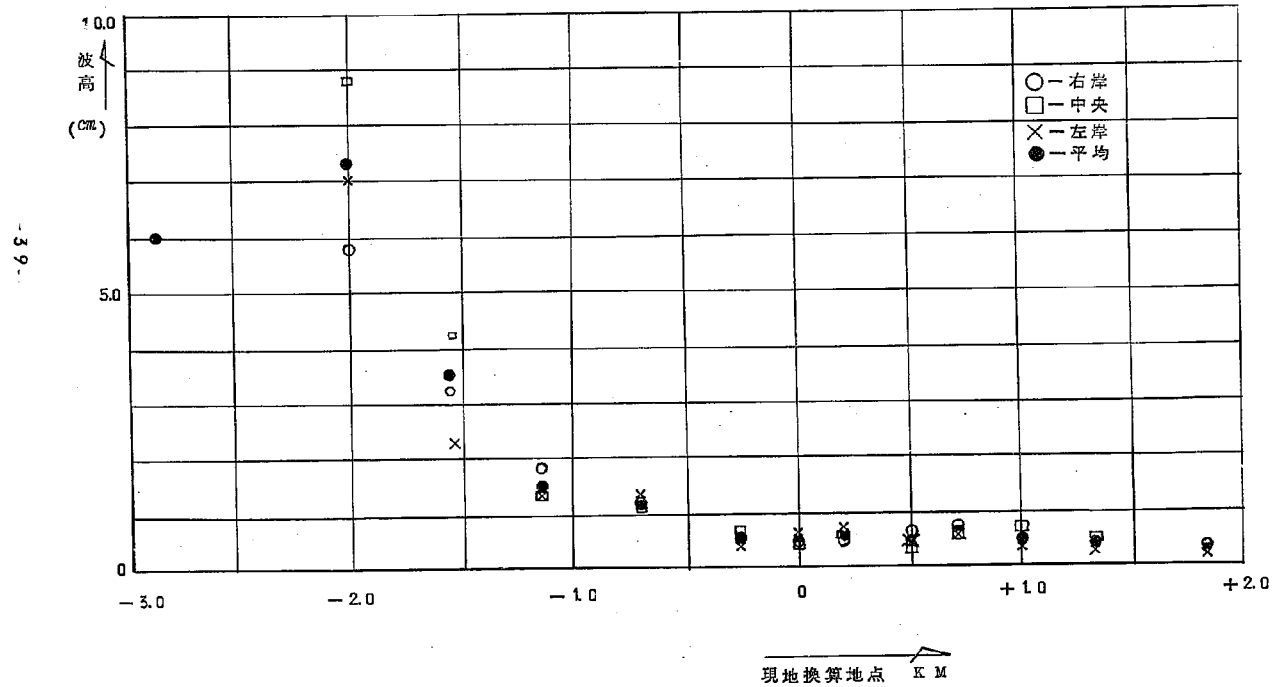


圖-7-1-2 突發波高值

1 割 5 分堤防
周期 $T = 0.95 \text{ sec}$

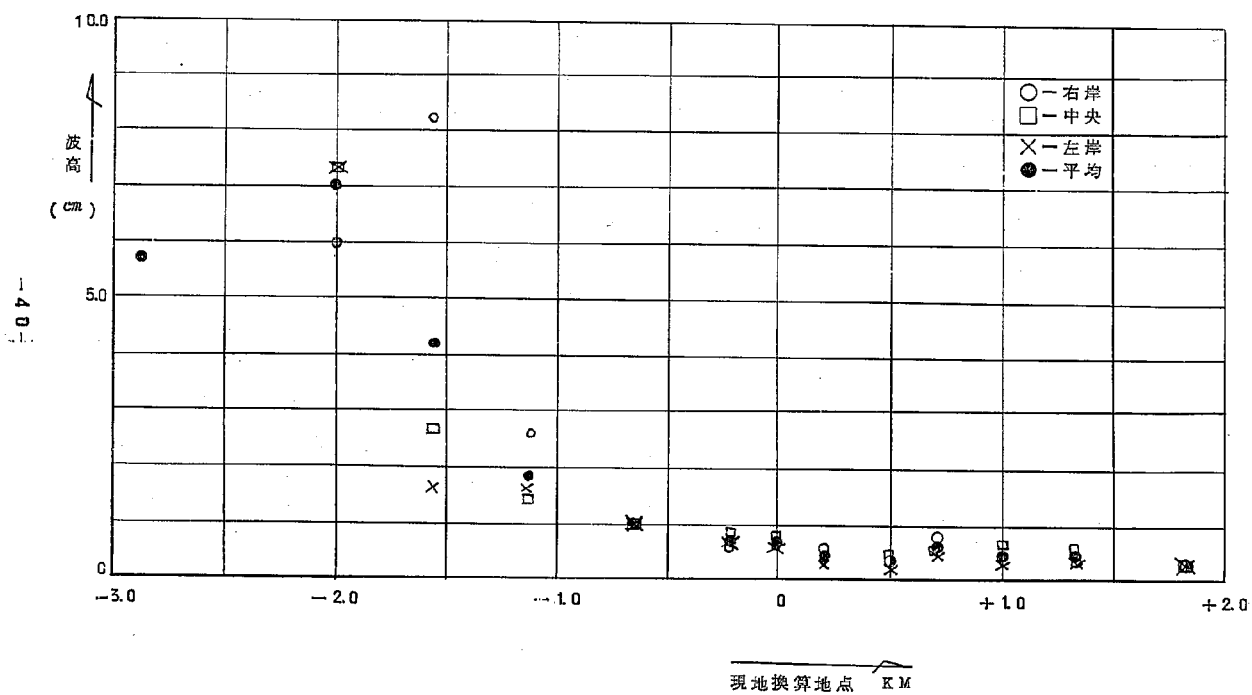


圖-7-1-3 實驗波高值

1 割 5 分堤防

周期 $T = 100 \text{ sec}$

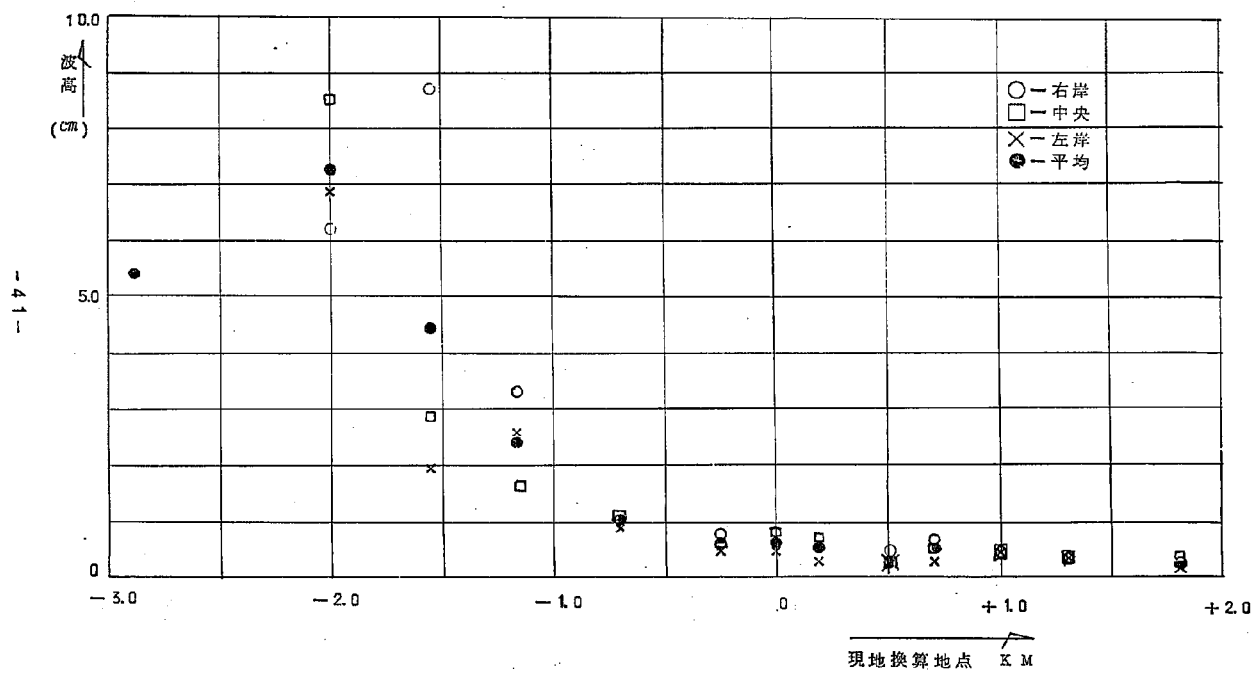


圖-7-2-1 実験波高値

直立堤防

周期 $T = 0.90 \text{ sec}$

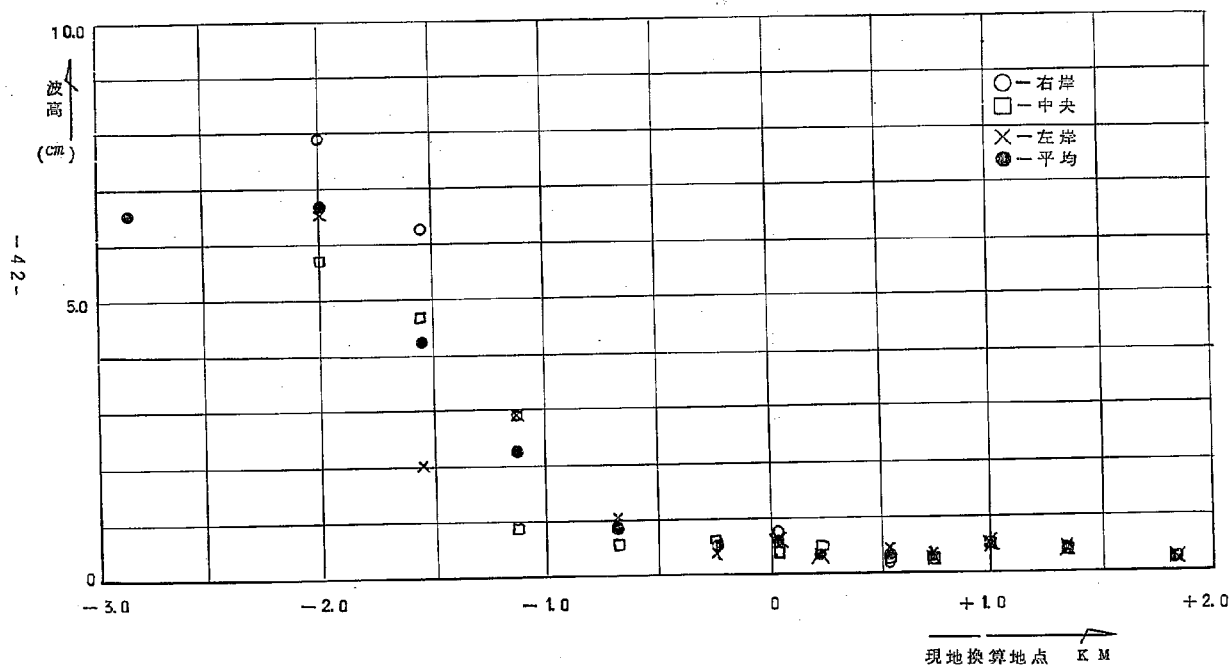
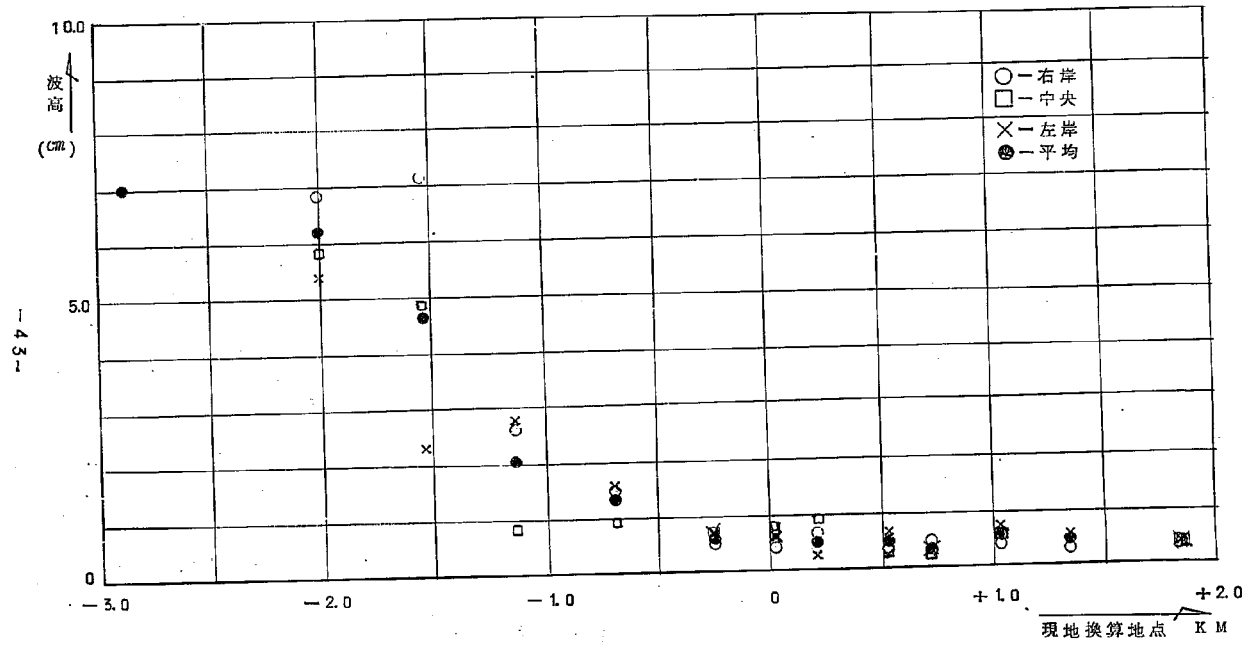


图 7-2-2 实验波高值

直立堤防

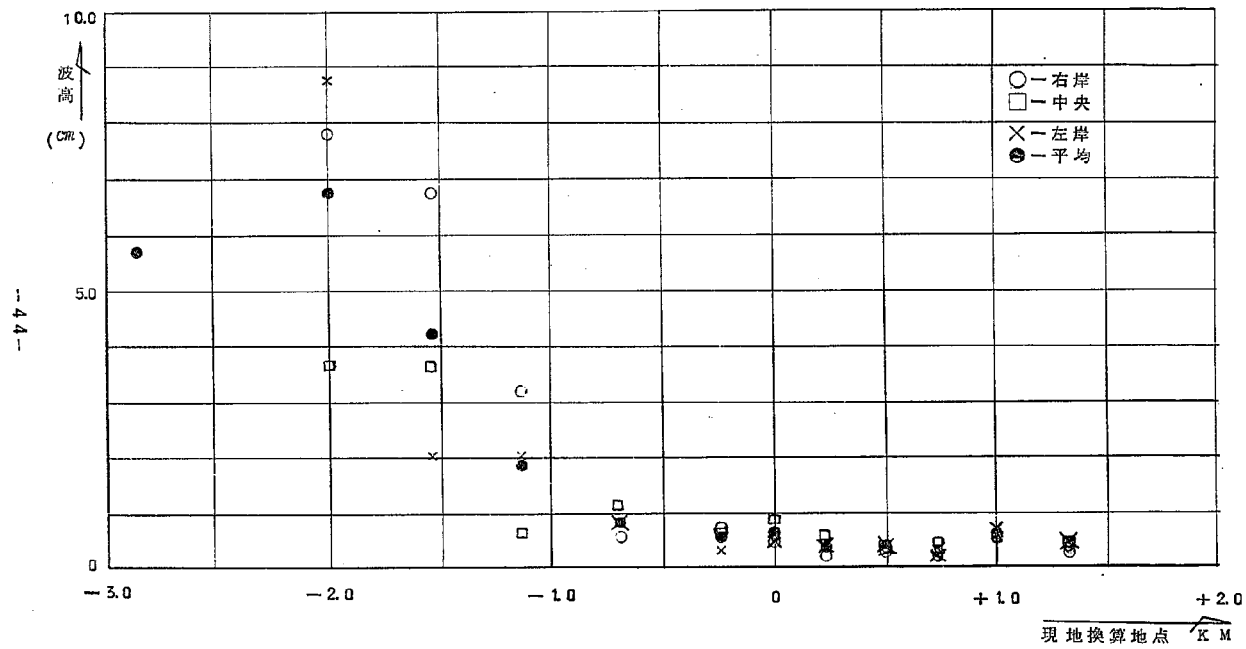
周期 $T = 0.95 \text{ sec}$



圖一 7 - 2 - 3 突驗波高值

直立堤防

周期 $T = 1.00 \text{ sec}$



-44-

圖-7-3-1 突發波高值

直立堤防 (考察實驗)

周期 $T = 0.90 \text{ sec}$

水深 $h = 30.0 \text{ cm}$

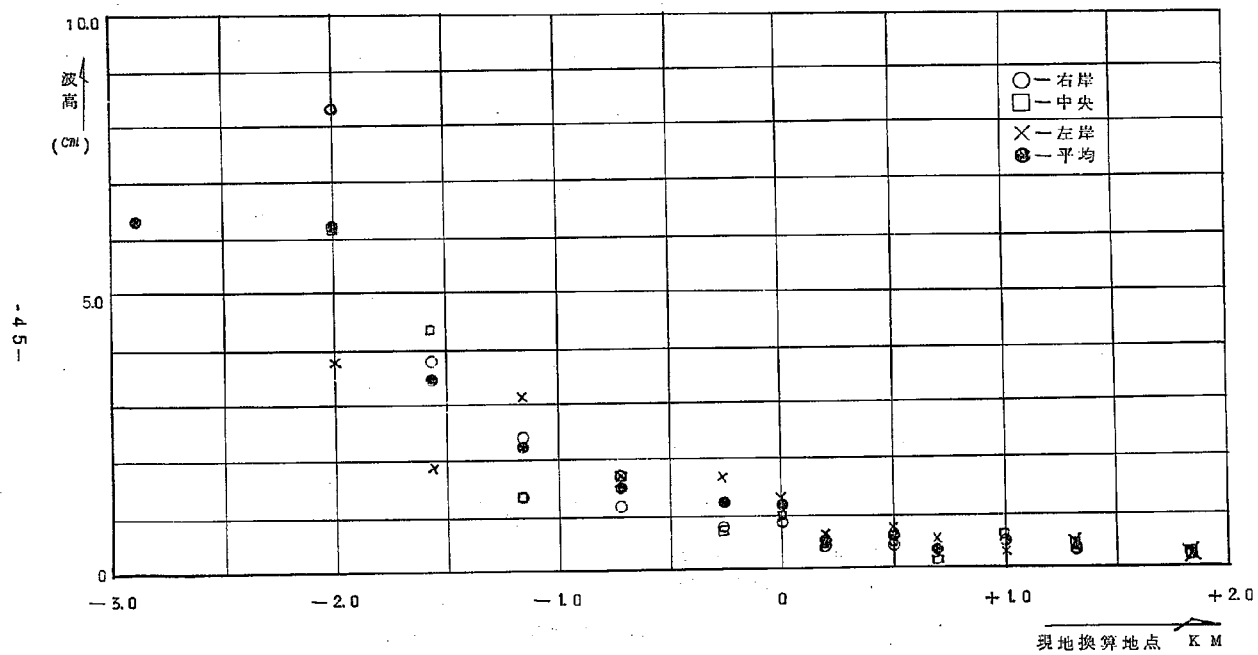


圖-7-3-2 實驗波高值

直立堤防 (考察實驗)

周期 $T = 1.00 \text{ sec}$

水深 $h = 3.00 \text{ cm}$

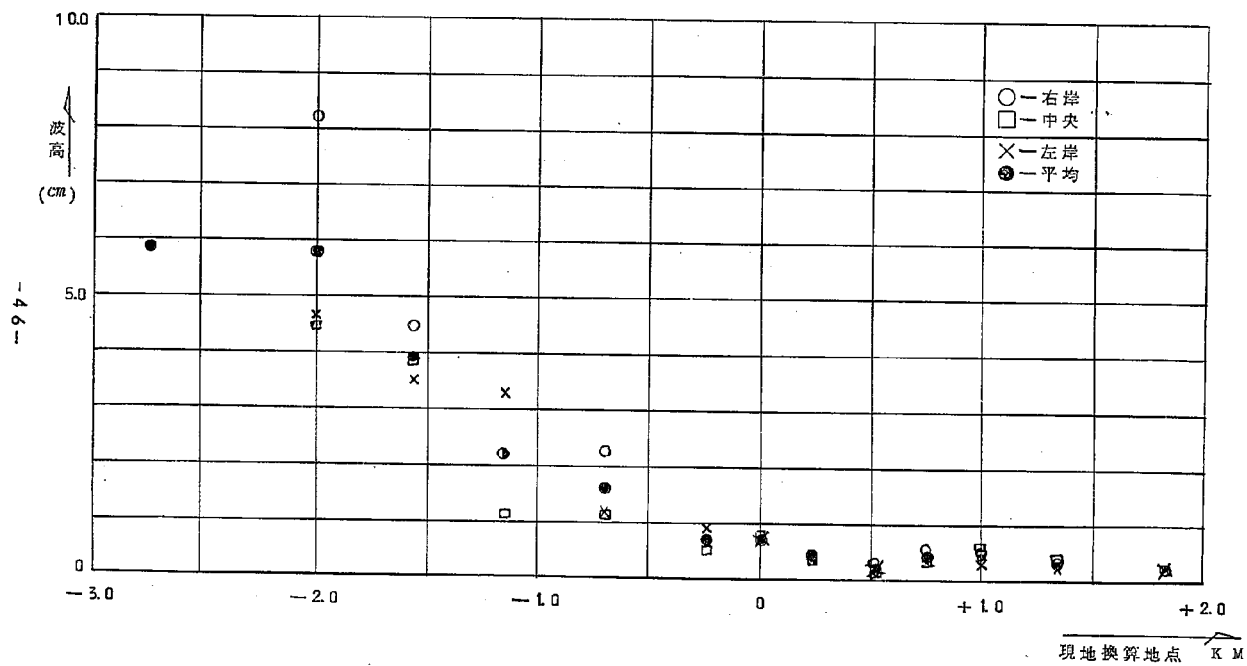
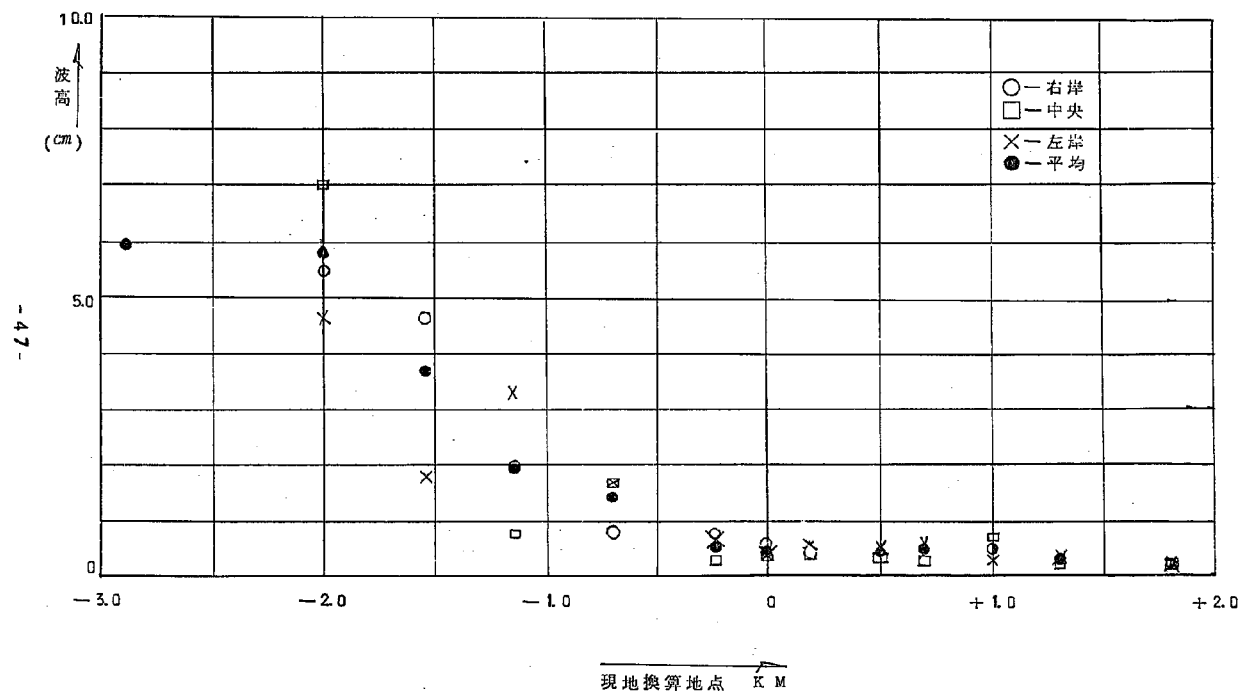


图-7-3-3 实验波高值

直立堤防 (考察实验)

周期 $T = 0.90 \text{ sec}$

水深 $h = 3.10 \text{ cm}$



圖一 7 - 3 - 4 實驗波高值

直立堤防 (考察實驗)

周期 $T = 1.00 \text{ sec}$

水深 $h = 3.10 \text{ cm}$

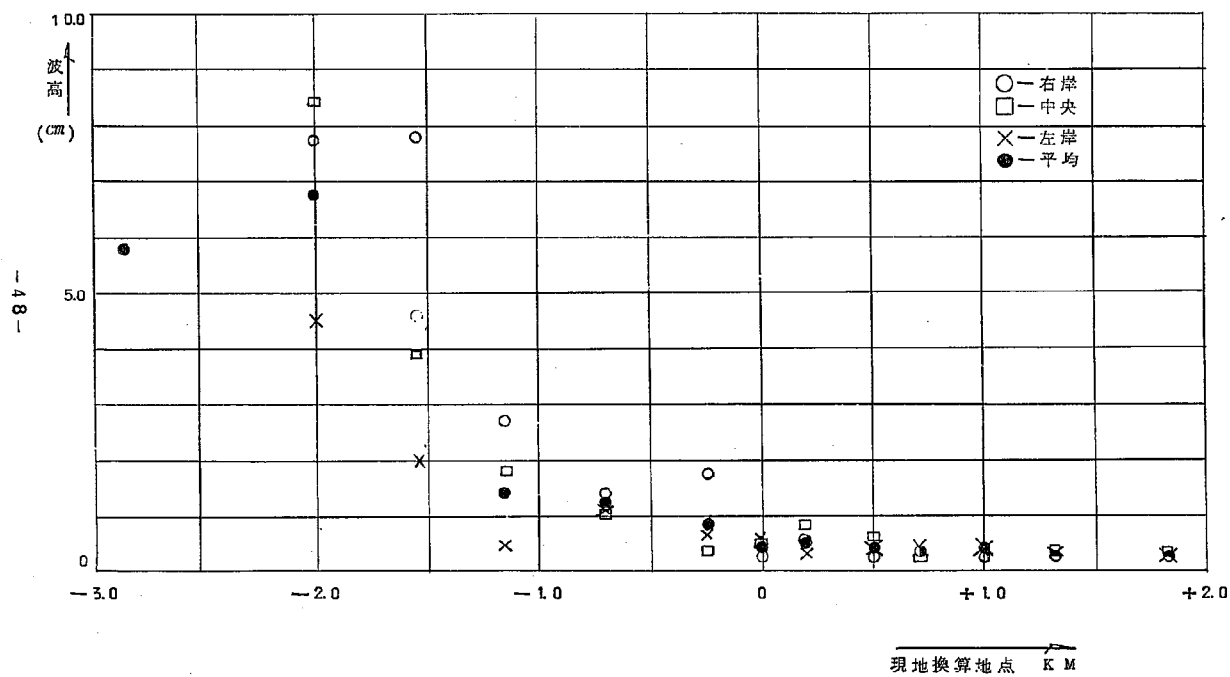


表 6 - 1 实 验 波 高 值 (H)

1 割 5 分 堤 防

sec

A = (T = 0.90)

B = (T = 0.95)

C = (T = 1.00)

测 点 位 置	断面平均 水深 cm	A 波 高		相当冲波	B 波 高		相当冲波	C 波 高		相当冲波
		波 高 cm	平均波高 cm	波高 Ho cm	波 高 cm	平均波高 cm	波高 Ho cm	波 高 cm	平均波高 cm	波高 Ho cm
-2.864 K 右 中 左	26.80	5.99			5.73			5.43		
		5.99	5.99	6.50	5.73	5.73	6.26	5.43	5.43	5.94
		5.99			5.73			5.43		
-2.0 右 中 左	18.0	5.90			6.01			6.13		
		8.82	7.27	7.95	7.43	6.99	7.61	8.50	7.18	7.79
		7.07			7.46			6.82		
-1.55 右 中 左	18.1	3.45			8.07			8.70		
		4.23	3.31	3.62	2.52	4.05	4.41	2.87	4.52	4.89
		2.24			1.54			1.94		
-1.15 右 中 左	17.4	1.88			2.52			3.08		
		1.40	1.53	1.67	1.43	1.84	2.00	1.58	2.38	2.57
		1.33			1.59			2.49		
-0.7 右 中 左	15.0	1.12			0.95			0.95		
		0.95	1.09	1.18	1.00	1.01	1.08	1.01	0.95	1.01
		1.18			1.04			0.85		
-0.25 右 中 左	11.9	0.56			0.52			0.77		
		0.74	0.61	0.65	0.71	0.59	0.63	0.57	0.62	0.64
		0.52			0.54			0.50		
0.0 右 中 左	12.5	0.48			0.45			0.52		
		0.48	0.53	0.57	0.58	0.51	0.54	0.73	0.59	0.61
		0.61			0.47			0.48		
0.2 右 中 左	13.0	0.53			0.47			0.40		
		0.58	0.65	0.70	0.35	0.37	0.39	0.60	0.46	0.48
		0.81			0.27			0.34		
0.5 右 中 左	12.9	0.51			0.32			0.34		
		0.19	0.35	0.38	0.36	0.30	0.32	0.21	0.26	0.28
		0.34			0.20			0.22		
0.7 右 中 左	13.7	0.59			0.65			0.75		
		0.51	0.51	0.56	0.47	0.51	0.55	0.49	0.51	0.54
		0.44			0.41			0.29		
1.0 右 中 左	13.3	0.41			0.34			0.42		
		0.67	0.49	0.53	0.58	0.42	0.45	0.43	0.44	0.46
		0.37			0.33			0.45		
1.3 右 中 左	11.4	0.45			0.33			0.30		
		0.46	0.42	0.45	0.50	0.41	0.43	0.35	0.33	0.34
		0.32			0.37			0.32		
1.8 右 中 左	11.0	0.26			0.13			0.16		
		0.19	0.21	0.22	0.15	0.13	0.14	0.21	0.18	0.18
		0.18			0.11			0.15		
2.1 右 中 左	11.9	0			0			0		
		0	0	-	0	0	-	0	0	-
		0			0			0		

表 6 - 2 实 验 波 高 值 (H)
直立堤防

800
A= (T=0.90)
B= (T=0.95)
C= (T=1.00)

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	C 波 高		相当冲波 波高H ₀ cm
		波 高 cm	平均波高 cm		波 高 cm	平均波高 cm		波 高 cm	平均波高 cm	
-2.864 右 中 左	26.80	6.44		6.99	6.97		7.61	5.62		6.15
		6.44	6.44		6.97	6.97		5.62	5.62	
		6.44			6.97			5.62		
-2.0 右 中 左	18.0	7.83		7.24	6.83		6.56	7.74		7.24
		5.56	6.62		5.82	6.02		3.63	6.67	
		6.46			5.38			8.59		
-1.55 右 中 左	18.1	6.16		4.60	7.05		5.08	6.71		4.44
		4.58	4.20		4.84	4.65		3.55	4.10	
		1.87			2.06			2.00		
-1.15 右 中 左	17.4	2.81		2.32	2.54		2.16	3.18		2.09
		0.81	2.12		0.76	1.99		0.64	1.93	
		2.77			2.68			2.00		
-0.7 右 中 左	15.0	0.83		0.85	1.38		1.36	0.66		0.97
		0.52	0.78		0.93	1.26		1.13	0.91	
		0.98			1.43			0.90		
-0.25 右 中 左	11.9	0.48		0.52	0.43		0.51	0.59		0.48
		0.54	0.48		0.50	0.48		0.48	0.47	
		0.43			0.50			0.32		
0.0 右 中 左	12.5	0.64		0.57	0.49		0.62	0.61		0.70
		0.41	0.53		0.64	0.59		0.75	0.67	
		0.53			0.60			0.61		
0.2 右 中 左	13.0	0.35		0.41	0.70		0.69	0.26		0.37
		0.44	0.38		0.90	0.64		0.43	0.36	
		0.33			0.29			0.34		
0.5 右 中 左	12.9	0.20		0.31	0.36		0.47	0.38		0.43
		0.26	0.29		0.31	0.44		0.43	0.41	
		0.40			0.63			0.40		
0.7 右 中 左	13.7	0.19		0.21	0.37		0.30	0.23		0.28
		0.17	0.19		0.20	0.28		0.31	0.27	
		0.22			0.25			0.25		
1.0 右 中 左	13.3	0.40		0.47	0.42		0.53	0.48		0.54
		0.46	0.44		0.49	0.49		0.46	0.51	
		0.45			0.56			0.57		
1.3 右 中 左	11.4	0.30		0.35	0.29		0.38	0.31		0.41
		0.31	0.33		0.33	0.37		0.46	0.40	
		0.37			0.46			0.40		
1.8 右 中 左	11.0	0.16		0.16	0.17		0.18	0.17		0.17
		0.14	0.15		0.16	0.17		0.16	0.16	
		0.15			0.18			0.15		
2.1 右 中 左	11.9	0		—	0		—	0		—
		0	0		0	0		0	0	
		0			0			0		

表 6 - 3 实验波高值 (H) $\frac{cm}{sec}$
 A = (h=3.0.0, T=0.9.0)
 直立堤防 (考察实验) B = (h=3.0.0, T=1.0.0)
 C = (h=3.1.0, T=0.9.0)
 D = (h=3.1.0, T=1.0.0)

测点位置	断面 水深	A 波高			B 波高			断面 水深	C 波高			D 波高		
		波高	平均波高	相当冲波波高H ₀	波高	平均波高	相当冲波波高H ₀		波高	平均波高	相当冲波波高H ₀	波高	平均波高	相当冲波波高H ₀
-28.64 右 中 左	2.4.9.0	6.3.0			5.9.5			25.9.0	6.0.6			5.8.7		
		6.3.0	6.3.0	6.8.7	5.9.5	5.9.5	6.5.2		6.0.6	6.0.6	6.5.9	5.8.7	5.8.7	6.4.3
		6.3.0			5.9.5				6.0.6			5.8.7		
-2.0 右 中 左	1.6.1.0	8.2.9			8.1.0			17.1.0	5.5.3			7.6.9		
		6.0.2	6.0.6	6.6.1	4.4.8	5.7.6	6.1.9		6.9.7	5.7.4	6.2.7	8.4.2	6.9.3	7.4.8
		3.8.6			4.6.0				4.7.0			4.5.6		
-1.55 右 中 左	1.6.2.0	3.8.9			4.4.9			17.2.0	4.6.9			7.8.3		
		4.3.4	3.4.1	3.7.2	3.9.3	4.0.0	4.3.1		4.6.5	3.7.1	4.0.6	3.9.5	4.6.3	5.0.0
		1.9.7			3.5.1				1.7.9			2.0.6		
-1.15 右 中 左	1.5.5.0	2.3.3			2.1.9			16.5.0	2.0.9			2.6.2		
		1.2.6	2.2.3	2.4.3	1.0.8	2.1.9	2.3.5		0.8.0	2.0.4	2.2.2	1.8.4	1.6.6	1.7.9
		3.1.5			3.3.6				3.2.6			0.4.9		
-0.7 右 中 左	1.3.1.0	1.1.0			2.2.4			14.1.0	0.9.6			1.3.7		
		1.5.2	1.4.2	1.5.3	1.1.5	1.5.6	1.6.4		1.6.8	1.4.7	1.5.9	1.0.4	1.2.1	1.2.8
		1.6.0			1.2.0				1.7.3			1.1.6		
-0.25 右 中 左	1.0.0.0	0.9.2			0.5.0			11.0.0	1.0.0			1.7.7		
		0.8.8	1.1.5	1.2.0	0.4.7	0.6.1	0.6.2		0.4.4	0.8.0	0.8.4	0.3.6	0.9.2	0.9.5
		1.6.1			0.8.2				0.9.5			0.6.5		
0 右 中 左	1.0.6.0	0.8.1			0.6.1			11.6.0	0.7.3			0.4.2		
		0.8.6	0.9.2	0.9.7	0.6.5	0.6.3	0.6.5		0.5.8	0.6.5	0.6.9	0.5.2	0.5.4	0.5.6
		1.0.2			0.6.0				0.6.1			0.6.4		
0.2 右 中 左	1.1.1.0	0.5.1			0.4.6			12.1.0	0.5.5			0.5.3		
		0.5.3	0.5.9	0.6.2	0.3.5	0.4.1	0.4.3		0.6.0	0.6.6	0.7.1	0.8.3	0.5.9	0.6.2
		0.6.7			0.3.8				0.7.9			0.3.6		
0.5 右 中 左	1.1.0.0	0.2.4			0.2.5			12.0.0	0.4.1			0.2.8		
		0.2.9	0.3.4	0.3.6	0.1.8	0.2.2	0.2.3		0.4.1	0.4.7	0.5.1	0.4.4	0.3.8	0.4.0
		0.4.7			0.2.4				0.5.9			0.3.9		
0.7 右 中 左	1.1.8.0	0.3.5			0.3.3			12.8.0	0.4.3			0.3.4		
		0.2.0	0.3.4	0.3.6	0.2.1	0.2.5	0.2.6		0.3.0	0.4.1	0.4.4	0.2.7	0.3.7	0.3.9
		0.4.4			0.2.1				0.4.8			0.4.9		
1.0 右 中 左	1.1.4.0	0.3.8			0.3.8			12.4.0	0.5.0			0.3.1		
		0.3.9	0.3.5	0.3.8	0.4.2	0.3.3	0.3.5		0.6.6	0.5.1	0.5.5	0.5.1	0.4.3	0.4.5
		0.2.7			0.1.9				0.3.6			0.4.5		
1.3 右 中 左	9.5.0	0.2.2			0.2.2			10.5.0	0.3.1			0.2.5		
		0.3.0	0.2.7	0.2.8	0.2.4	0.2.2	0.2.2		0.2.6	0.3.1	0.3.3	0.3.6	0.3.1	0.3.2
		0.2.8			0.1.8				0.3.4			0.3.1		
1.8 右 中 左	9.1.0	0.1.1			0.0.7			10.1.0	0.1.7			0.1.6		
		0.1.1	0.1.2	0.1.2	0.	0.0.7	0.0.5		0.2.2	0.1.8	0.1.9	0.2.7	0.1.9	0.1.9
		0.1.1			0.0.7				0.1.4			0.1.2		
2.1 右 中 左	10.0.0	0			0			11.0.0	0			0		
		0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0
		0			0				0			0		

(1) 波高分布の傾向

すべてのケースについて、 -2.0 km の河口入口部の波高は大きい。これは河口右岸側にある埋立て地の地形によつて波が斜めに入射するため、ほとんどの場合、右岸から中央にかけて波高が高い。 -1.55 km の地点においては、ほとんどの場合、右岸側が高くなっている。これは波の入射が河道に対して平行ではなく、やゝ右に傾いており、これが -1.55 km 附近に当るためである。しかし、波高の平均値は -2.0 km より減衰している。 -1.15 km の断面の波高は比較的大きい減衰を示している。これは河床のまさつによるものの他に、地形による影響が含まれているが、この中で、兩岸の堤防が低いための越波も原因と考えられる。高潮対策区域内に入ると波高は大きく減衰する。これは、いずれのケースについてもほぼ同様の傾向を示している。

(2) 潮位による影響

鶴見川河口部においては、高潮対策区域までは兩岸の堤防が低く、与えられた高潮潮位にては越波量が大きい。このため、エネルギーの損失も大きいと思われる。そこで、潮位を下げて越波の量を少なくした場合、波高の減衰が少なくなつて、局所的に、潮位の高い時より打ちあげ高が高くなる事も考えられるので、潮位を約 45 cm 、 90 cm 下げた場合について実験を行なつた。この場合には明らかに波高はやゝ高くなつてゐる。

(3) 直立堤の場合と1割5分堤の場合

この両者の波高分布には傾向的な差は認められない。

(4) 周期による影響

0.90 sec ~ 1.0 sec の範囲内での周期の変化による波高分布の差は認められない。

5-2-2 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つて与えられる。

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

H_1 : 始めの波高

H : 波高 H_1 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) 実験によつて求められたもの

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。

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

Df : 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 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① 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。

鶴見川の場合、 f の値を決定する資料がないので、浅海波で用いる係数 ($f=0.01$) をそのまま使用する事にした。このため模型における摩擦が非常に大きくなり、両者の間には相似の関係は成立しない。このため、実験結果をそのまま現地に適用する事はできない。しかし、河道内における波の屈折や反射の傾向、そして、その結果生ずる波高分布は、現地と相似するものと考え事ができる。この際、河床摩擦による波高の減衰分は除外されなければならない。② ところで、鶴見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、河道に真直ぐに波が入射したと仮定した場合に、(1)式を用いて河道内における摩擦による波高の減衰を計算する。この計算波高と、実験の平均波高の比を求める。これは、河道内の地形変化によつて、波高が変化しているものと考え、地形による波高の変化係

数 Kr と呼ぶ。 f が変化しても、この係数は変化しないと考えられるので、 Kr を用いて現地に適用する事ができる。

摩擦による波高の減衰の結果を図-8に示す。又、各実験の Kr を求めると表-7の通りである。

Kr についての傾向を検討すると次の通りである。

図-8-1-1 摩擦による波高の減衰

1割5分堤防
周期 $T = 0.90 \text{ sec}$

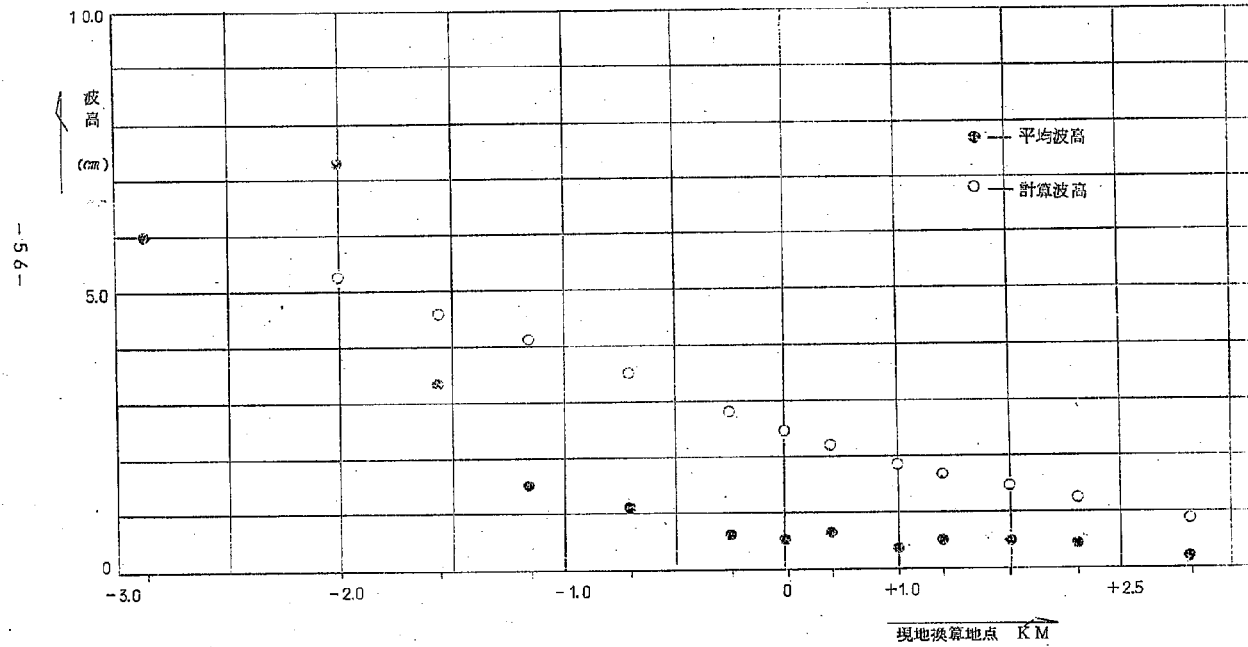


図-8-1-2 摩擦による波高の減衰

1割5分堤防
周期 $T = 0.95 \text{ sec}$

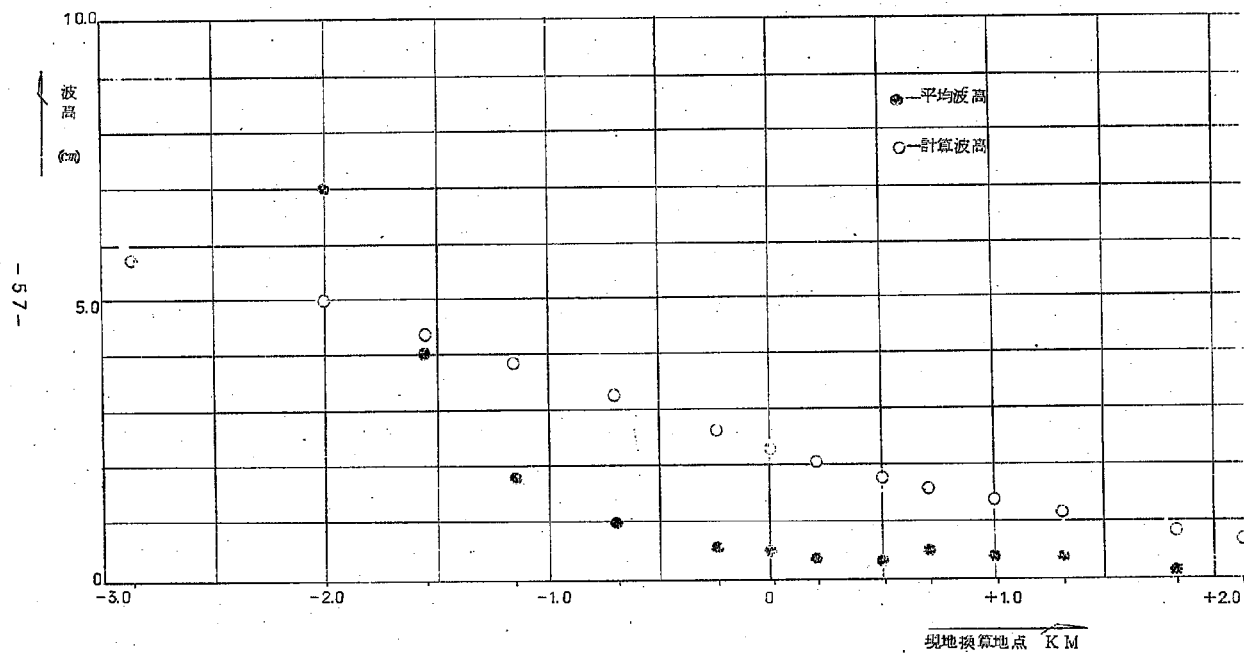


図-8-1-3 摩擦による波高の減衰

1割5分堤防
周期 $T = 1.00 \text{ sec}$

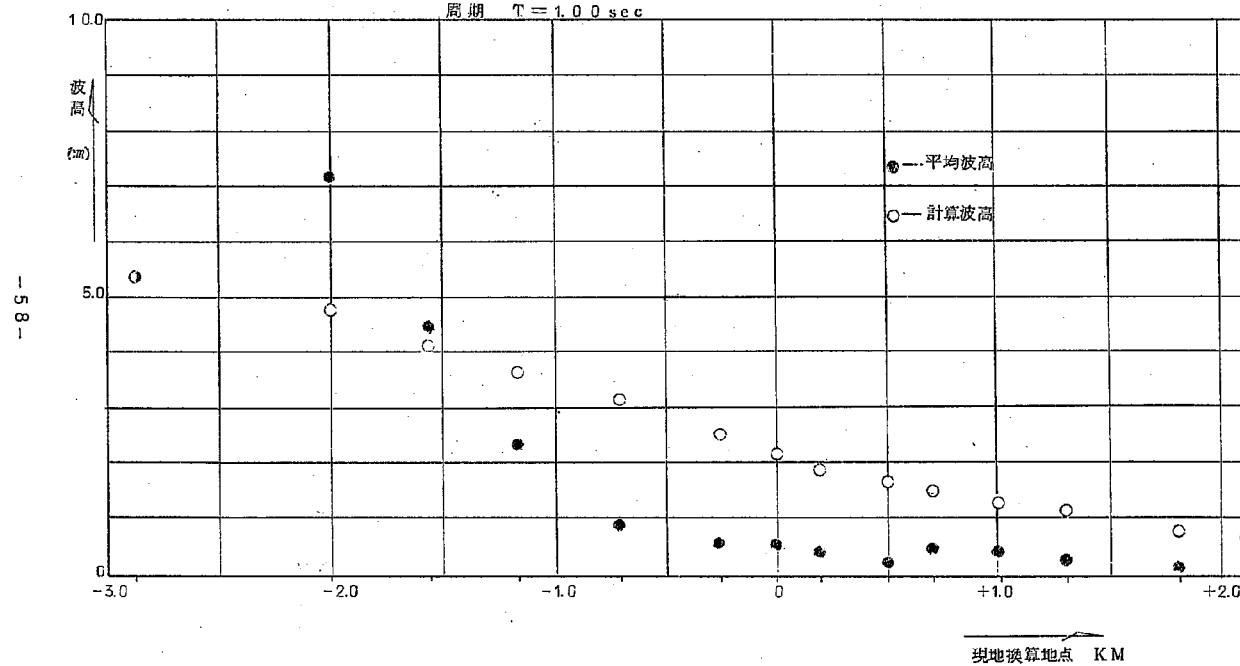


図-8-2-1 摩擦による波高の減衰

直立堤防
周期 $T=0.90 \text{ sec}$

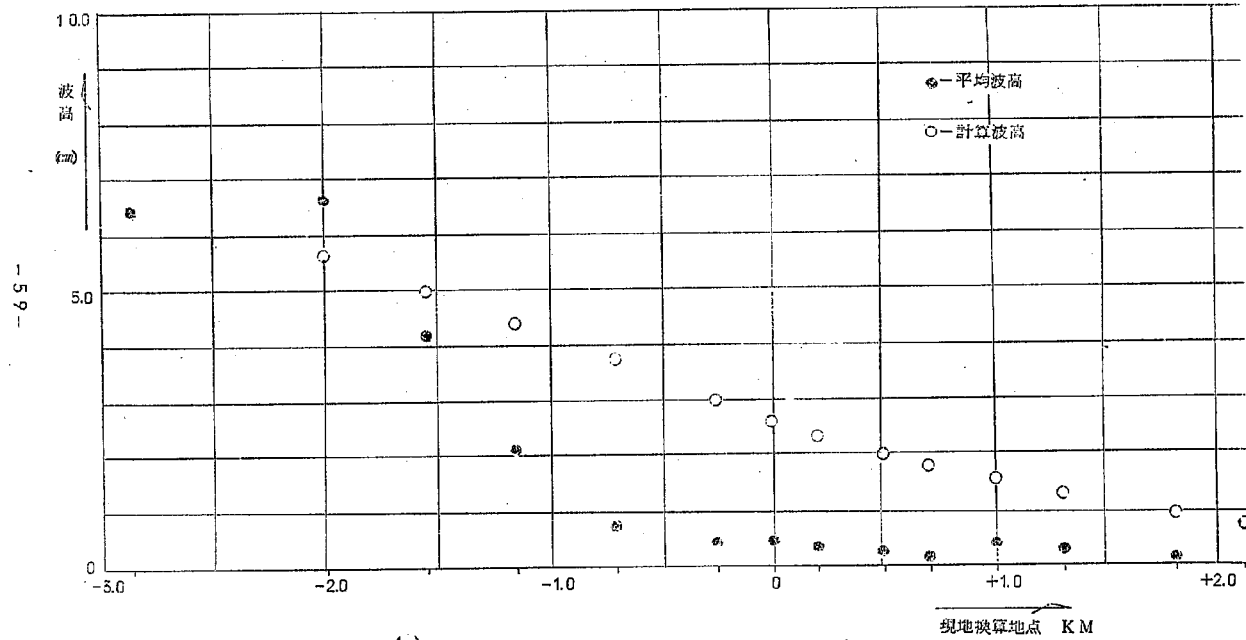


図-8-2-2 摩擦による波高の減衰

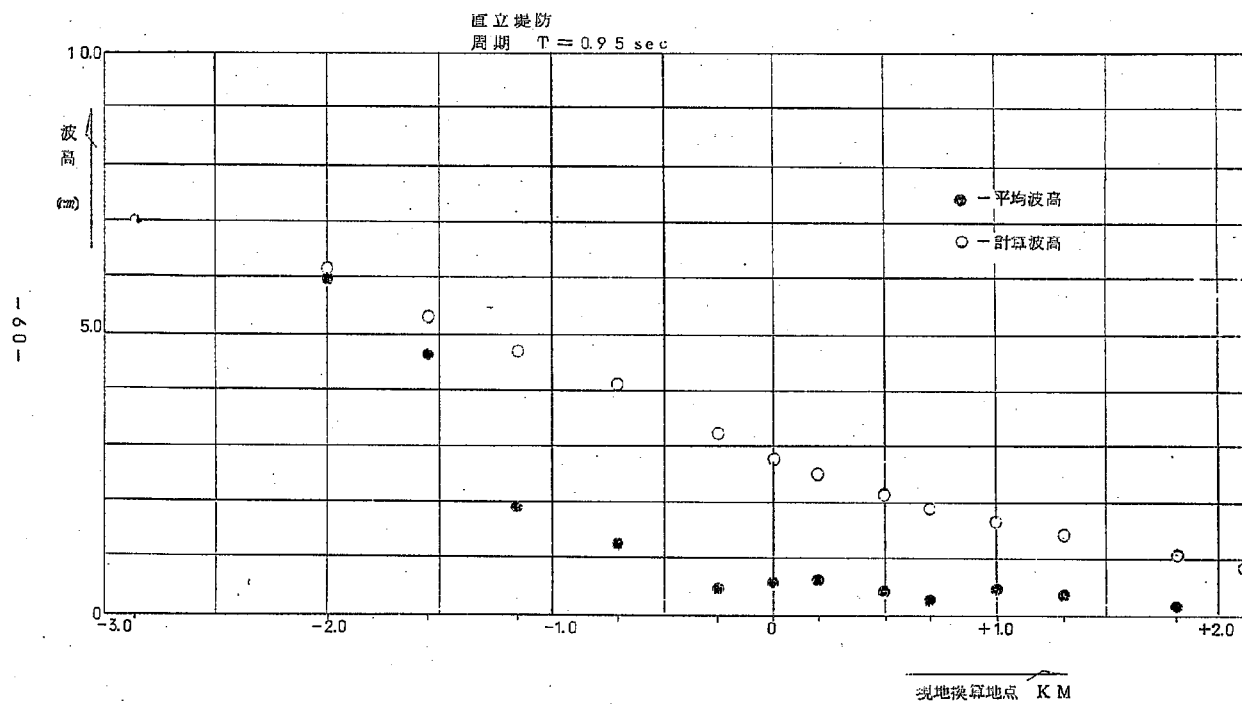


図-8-2-3 摩擦による波高の減衰

直立堤防
周期 $T=1.00 \text{ sec}$

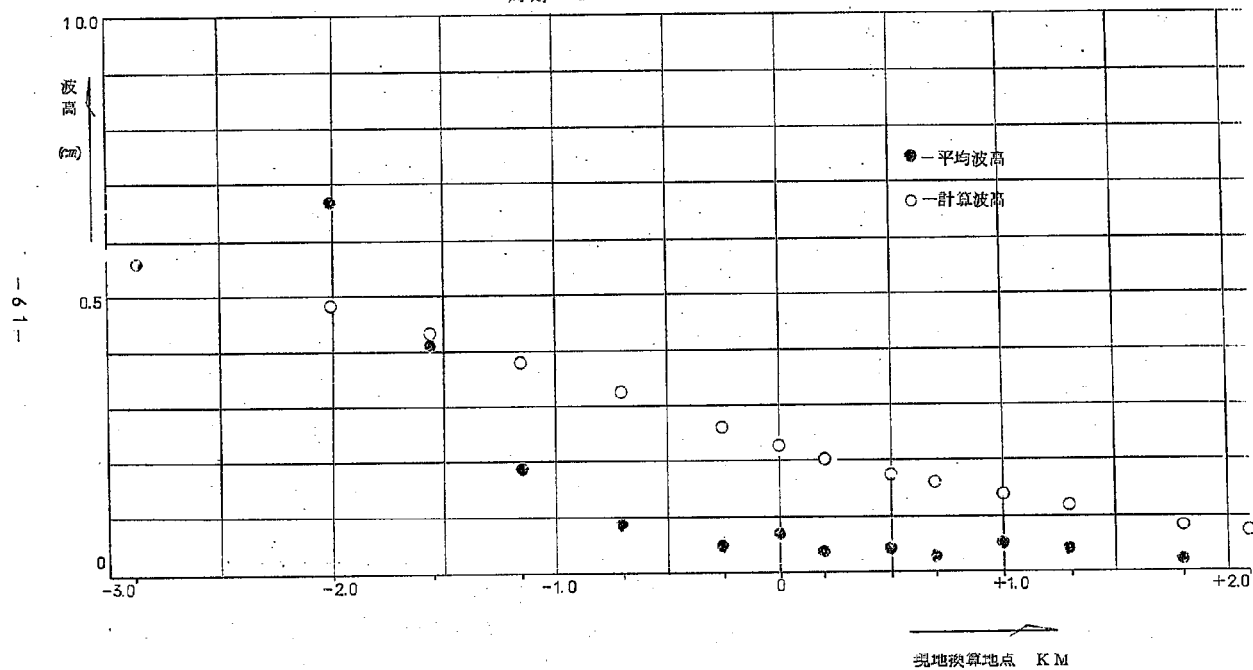


図-8-3-1 摩擦による波高の減衰

直立堤防 (考察実験)
 周期 $T = 0.70 \text{ sec}$
 水深 $h = 30.0 \text{ cm}$

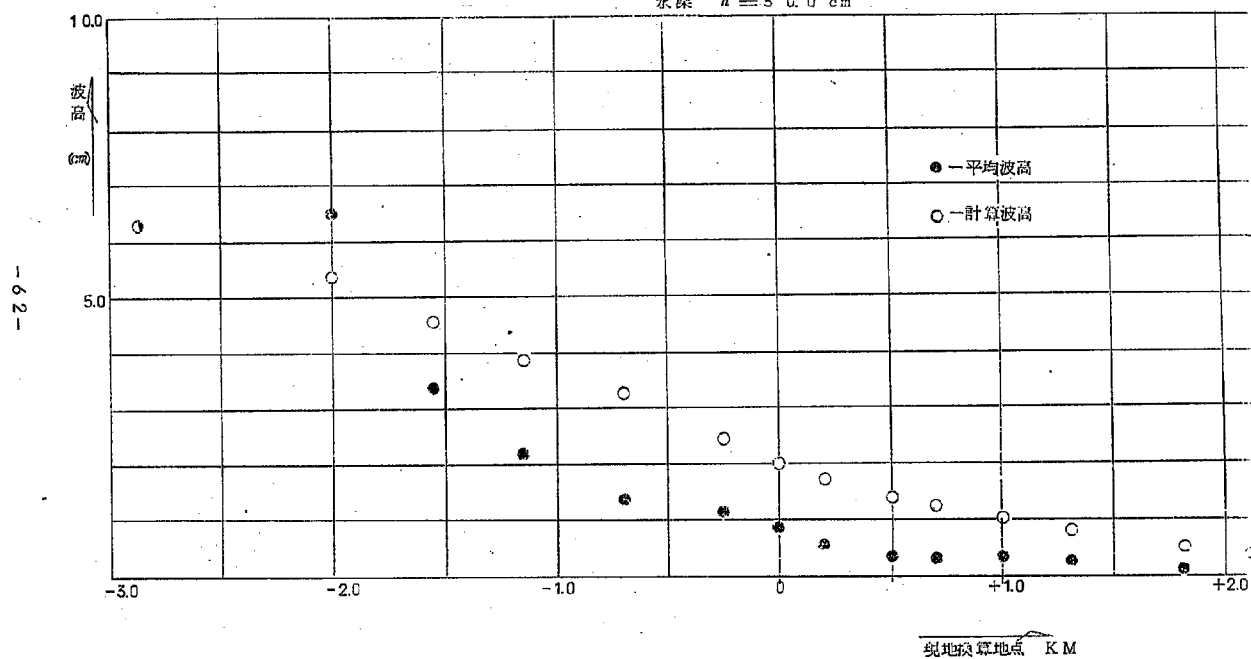


図-8-3-2 摩擦による波高の減衰

直立堤防(考案実験)

周期 $T = 1.00 \text{ sec}$

水深 $h = 3.00 \text{ cm}$

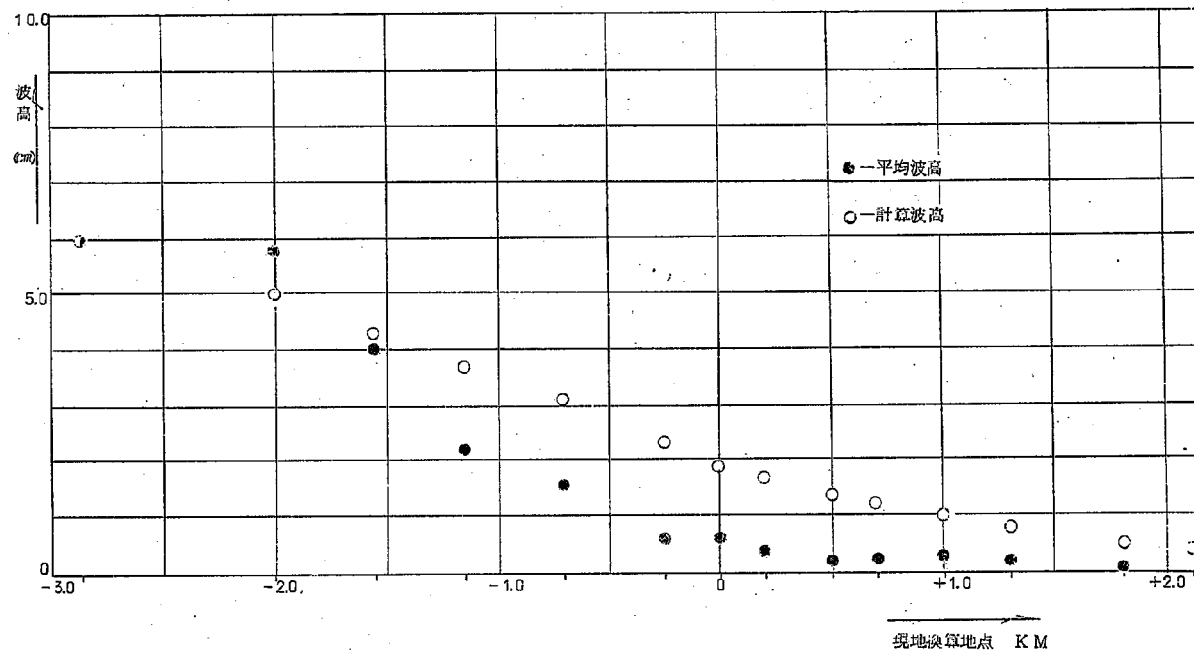


図-8-3-3 摩擦による波高の減衰

直立堤防(考案実験)

周期 $T = 0.90 \text{ sec}$

水深 $h = 31.0 \text{ cm}$

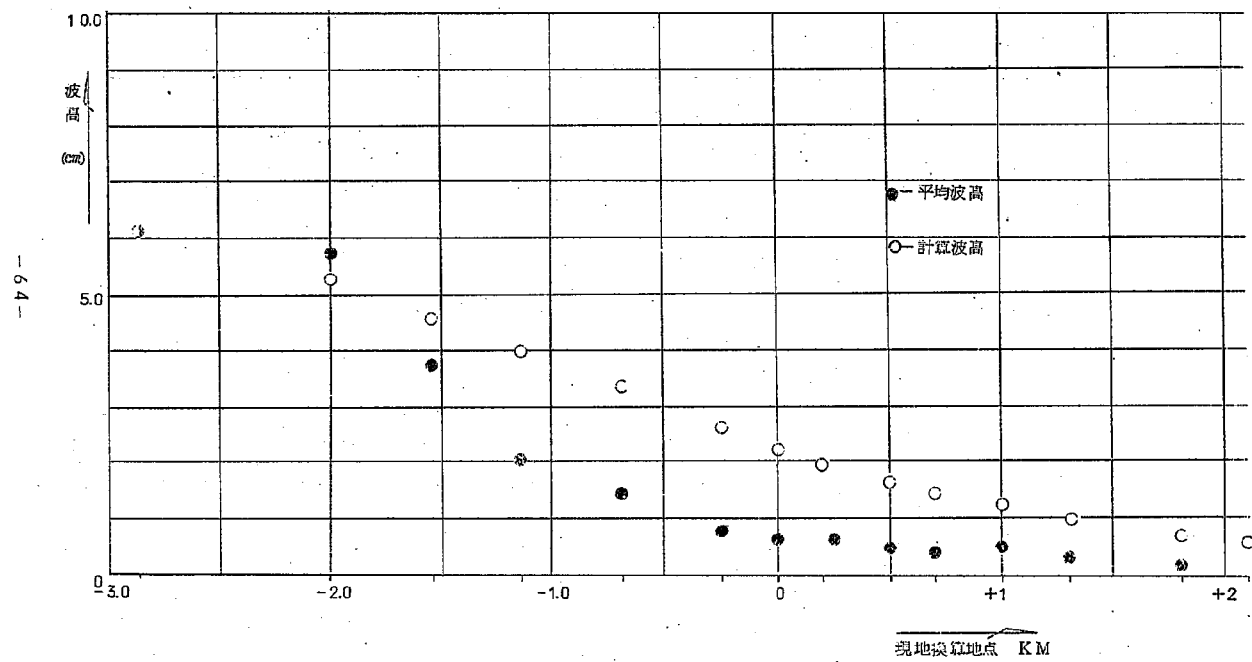


図-8-3-4 摩擦による波高の減衰

直立堤防(考案実験)

周期 $T = 1.00 \text{ sec}$

水深 $h = 3.10 \text{ m}$

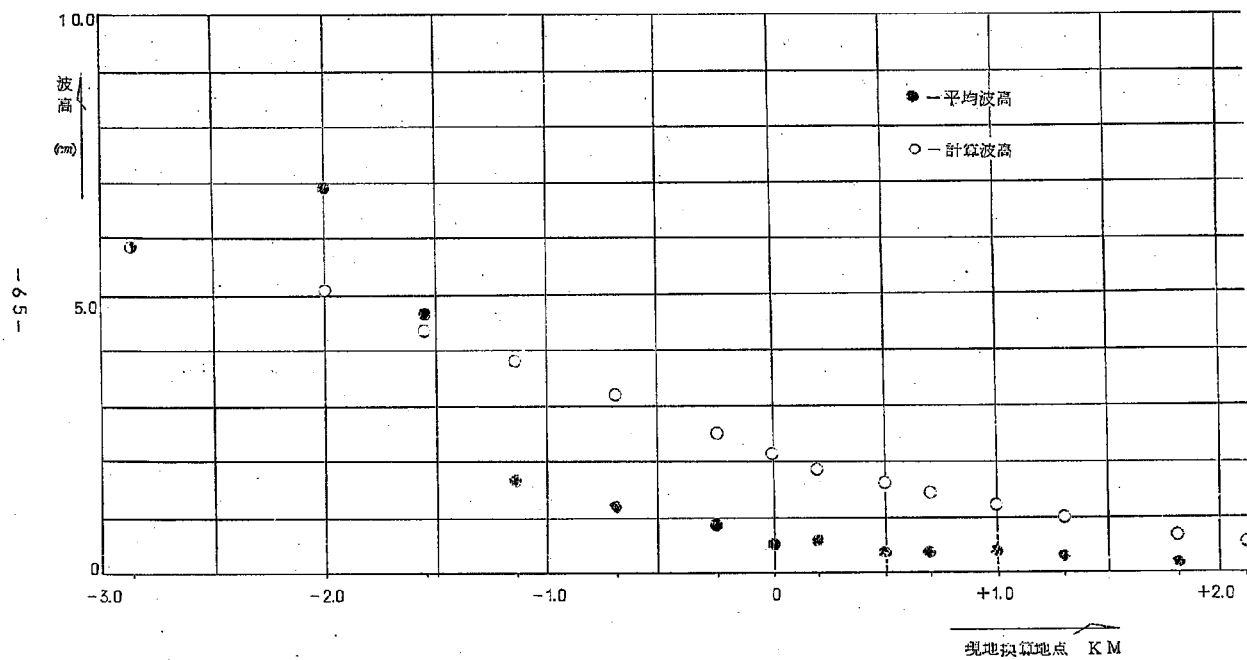


表 7 - 1 地形による波高変化係数

A= (n=3.19 T=0.90)

1 割 5 分堤防 B= (n=3.19 T=0.95)

C= (n=3.19 T=1.00)

測点位置	断面平均 水深	A波高の比較		K_r $\frac{H}{H'}$	B波高の比較		K_r $\frac{H}{H'}$	C波高の比較		K_r $\frac{H}{H'}$	AとBとC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		計算波高H	実験平均 波高H			
K	cm	cm	cm		cm	cm		cm	cm			
-28.64	26.80	5.99	5.99	1.00	5.73	5.73	1.00	5.43	5.43	1.00	1.00	
-2.0	18.00	5.25	7.27	1.38	5.00	6.99	1.40	4.71	7.18	1.52	1.43	
-1.55	18.10	4.62	3.31	0.72	4.39	4.05	0.92	4.14	4.52	1.09	0.91	
-1.15	17.40	4.11	1.53	0.37	3.90	1.84	0.47	3.68	2.38	0.65	0.50	
-0.7	15.00	3.52	1.09	0.31	3.33	1.01	0.30	3.15	0.95	0.30	0.30	
-0.25	11.90	2.83	0.61	0.22	2.68	0.59	0.22	2.54	0.62	0.24	0.23	
0.0	12.50	2.45	0.53	0.22	2.33	0.51	0.22	2.21	0.59	0.27	0.24	
0.2	13.00	2.20	0.65	0.30	2.10	0.37	0.18	1.99	0.46	0.23	0.24	
0.5	12.90	1.89	0.35	0.19	1.80	0.30	0.17	1.71	0.26	0.15	0.17	
0.7	13.70	1.71	0.51	0.30	1.63	0.51	0.31	1.55	0.51	0.33	0.31	
1.0	13.30	1.48	0.49	0.33	1.41	0.42	0.30	1.34	0.44	0.33	0.32	
1.3	11.40	1.25	0.42	0.34	1.19	0.41	0.34	1.14	0.33	0.29	0.32	
1.8	11.0	0.90	0.21	0.23	0.86	0.13	0.15	0.83	0.18	0.22	0.20	
2.1	11.90	0.74			0.71			0.69				

表 7 - 2 地形による波高変化係数 $\frac{cm}{sec}$
 $A = (n=31.9 \quad T=0.90)$
直 立 堤 防 $B = (n=31.9 \quad T=0.95)$
 $C = (n=31.9 \quad T=1.00)$

測点位置	断面平均 水深	A波高の比較		K_r $\frac{H}{H'}$	B波高の比較		K_r $\frac{H}{H'}$	C波高の比較		K_r $\frac{H}{H'}$	AとBとCの K_r 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		計算波高H	実験平均 波高H		
K	cm	cm	cm		cm	cm		cm	cm		
-28.64	2680	6.44	6.43	1.00	6.97	6.97	1.00	5.62	5.62	1.00	1.00
-2.0	18.00	5.64	6.62	1.17	6.08	6.02	0.99	4.87	6.67	1.37	1.18
-1.55	18.10	4.96	4.20	0.85	5.34	4.65	0.87	4.28	4.10	0.96	0.89
-1.15	17.40	4.41	2.12	0.48	4.74	1.99	0.42	3.80	1.93	0.51	0.47
-0.7	15.0	3.77	0.78	0.21	4.05	1.26	0.31	3.25	0.91	0.28	0.27
-0.25	11.90	3.03	0.48	0.16	3.26	0.48	0.15	2.62	0.47	0.18	0.16
0.0	12.50	2.63	0.53	0.20	2.83	0.59	0.21	2.28	0.67	0.29	0.23
0.2	13.00	2.36	0.38	0.16	2.55	0.64	0.25	2.05	0.36	0.18	0.20
0.5	12.90	2.02	0.29	0.14	2.19	0.44	0.20	1.76	0.41	0.23	0.19
0.7	13.70	1.83	0.19	0.10	1.99	0.28	0.14	1.60	0.27	0.17	0.14
1.0	13.30	1.58	0.44	0.28	1.72	0.49	0.28	1.39	0.51	0.37	0.31
1.3	11.40	1.34	0.33	0.25	1.46	0.37	0.25	1.18	0.40	0.34	0.28
1.8	11.00	0.96	0.15	0.16	1.05	0.17	0.16	0.85	0.16	0.19	0.17
2.1	11.90	0.79			0.87			0.71			

表 7 - 3 地形による波高変化係数

A= (n=300 T=0.90)

B= (n=300 T=1.00)

直立堤防 (考察実験) C= (n=31.0 T=0.90)

D= (n=31.0 T=1.00)

測点位置	断面平均 水深 H	A 波高の比較		Kr H	B 波高の比較		Kr 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		
-2864 ^K	24.90 ^{cm}	6.30 ^{cm}	6.30 ^{cm}	1.00	5.95 ^{cm}	5.95 ^{cm}	1.00	1.00
-2.0	16.10	5.38	6.06	1.13	5.03	5.76	1.15	1.14
-1.55	16.20	4.60	3.41	0.74	4.30	4.00	0.93	0.84
-1.15	15.50	3.98	2.23	0.56	3.72	2.19	0.59	0.58
-0.70	13.10	3.28	1.42	0.43	3.06	1.56	0.51	0.47
-0.25	10.00	2.47	1.15	0.47	2.32	0.61	0.26	0.37
0.0	10.60	2.04	0.92	0.45	1.93	0.63	0.33	0.39
0.2	11.10	1.78	0.59	0.33	1.68	0.41	0.24	0.29
0.5	11.00	1.45	0.34	0.23	1.38	0.22	0.16	0.20
0.7	11.80	1.28	0.34	0.27	1.22	0.25	0.20	0.24
1.0	11.40	1.06	0.35	0.33	1.02	0.33	0.32	0.33
1.3	9.50	0.85	0.27	0.32	0.82	0.22	0.27	0.30
1.8	9.10	0.54	0.12	0.22	0.53	0.07	0.13	0.18
2.1	10.00	0.42	0	0	0.41	0	0	0

測点位置	断面平均 水深	C 波高の比較		Kr H	D 波高の比較		Kr H	CとD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		
-2864 ^K	25.90 ^{cm}	6.06 ^{cm}	6.06 ^{cm}	1.00	5.87 ^{cm}	5.87 ^{cm}	1.00	1.00
-2.0	17.10	5.25	5.74	1.09	5.04	6.93	1.38	1.24
-1.55	17.20	4.56	3.71	0.81	4.37	4.63	1.06	0.94
-1.15	16.50	4.01	2.04	0.51	3.84	1.66	0.43	0.47
-0.70	14.10	3.37	1.47	0.44	3.23	1.21	0.37	0.41
-0.25	11.00	2.64	0.80	0.30	2.54	0.92	0.36	0.33
0.0	11.60	2.24	0.65	0.29	2.17	0.54	0.25	0.27
0.2	12.10	1.99	0.66	0.33	1.93	0.59	0.31	0.32
0.5	12.00	1.67	0.47	0.28	1.62	0.38	0.23	0.26
0.7	12.80	1.49	0.41	0.28	1.45	0.57	0.26	0.27
1.0	12.40	1.27	0.51	0.40	1.24	0.43	0.35	0.38
1.3	10.50	1.05	0.31	0.30	1.03	0.31	0.30	0.30
1.8	10.10	0.72	0.18	0.25	0.71	0.19	0.27	0.26
2.1	11.00	0.58	0	0	0.57	0	0	0

(1) K_r の傾向

全体的に河口部を除いては K_r はすべて1より小さい。これは全体的にみて、鶴見川河道内の波高は反射屈折によつて波高が増大する事がないと思われる。

高潮対策区域内においては、 K_r は0.2~0.3の比較的安定した値を示している。これは同区域内においては、地形による波高の減衰及び増大は比較的少ない事を示している。又、1.0 kmを過ぎてからその値がやゝ大きくなっているのは、河道の曲折や、河巾の減少等によつて、波高が多少増大の傾向がある事を示している。

(2) 堤防別の場合

全体的に大きい差はない。0.7 kmの断面において、1割5分堤の K_r がやゝ大きい。

(3) 周期による影響

周期による K_r の差は、高潮対策区域内においては殆ど認められない。河口部分においては、周期の長い程、 K_r の値は大きくなっている。これは、反射、屈折の影響が河道の奥まで影響を与えてはいない事を示している。

(4) 潮位による影響

潮位の低い方が高潮対策区域内の K_r は一般に大きい事を示している。これは、堤防の越波量が少ないため、エネルギーの損失も少なく K_r の大きい原因の一つと思われる。

以上が K_r の傾向である。 K_r を適用する場合には、周期別のものを平均する事にした。2.1 kmより上流は波高が小さく測定不能なるため K_r も求めていない。

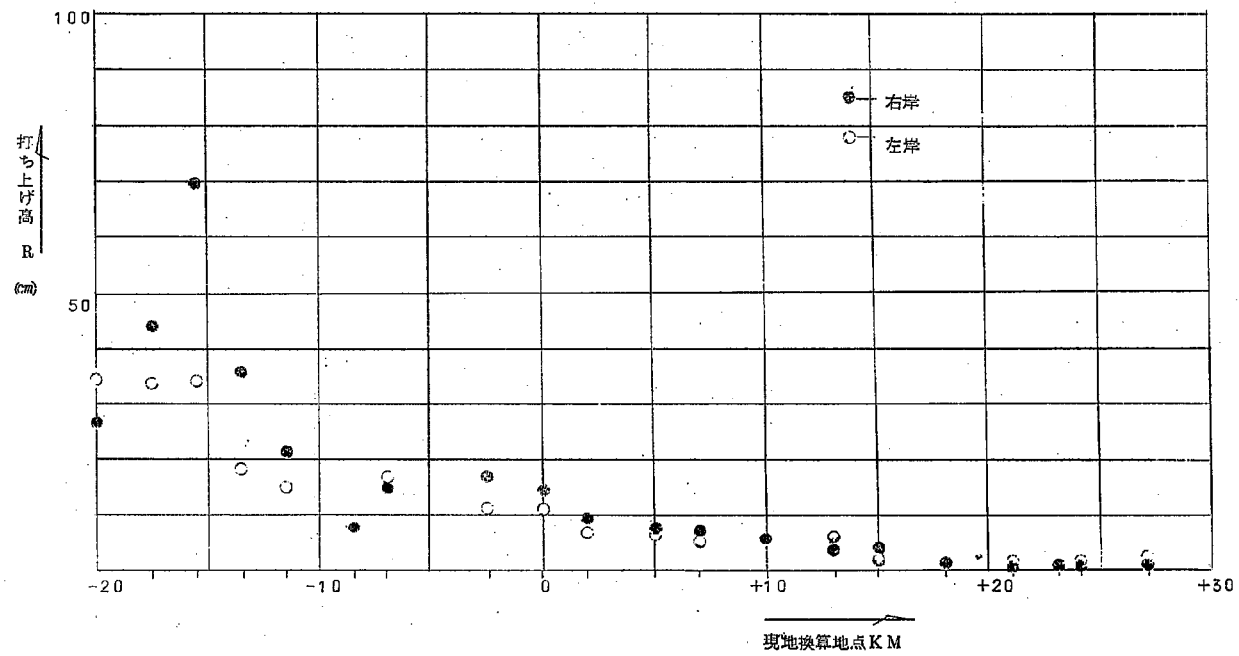
5-3 うちあげ高

うちあげ高についても、波高と同様に場所的にも、時間的にも変動している。これらを代表して、測定点における実験時間内の打ちあげ高の平均したものを図-9に示す。うちあげ高についての傾向を検討してみると次の通りである。

図-9-1-1 実験打ち上げ高

1割5分堤防

周期 $T=0.90 \text{ sec}$



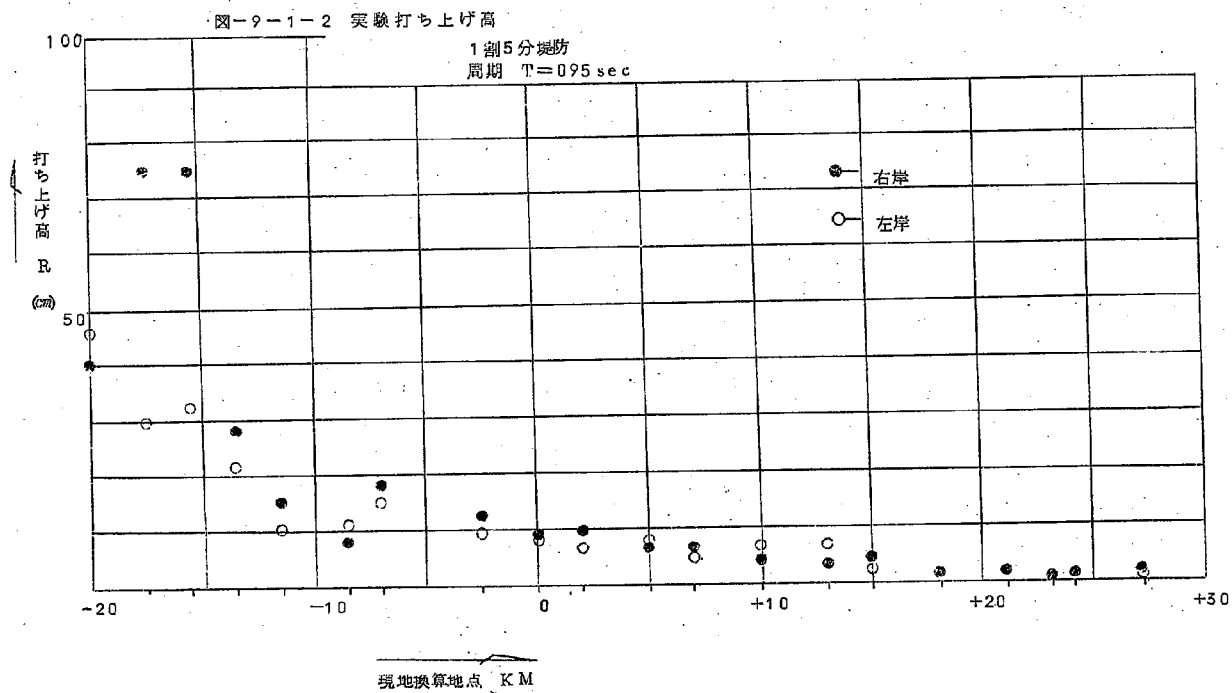


図-9-1-3 実験打ち上げ高

1割5分堤防
周期 $T=1.00\text{sec}$

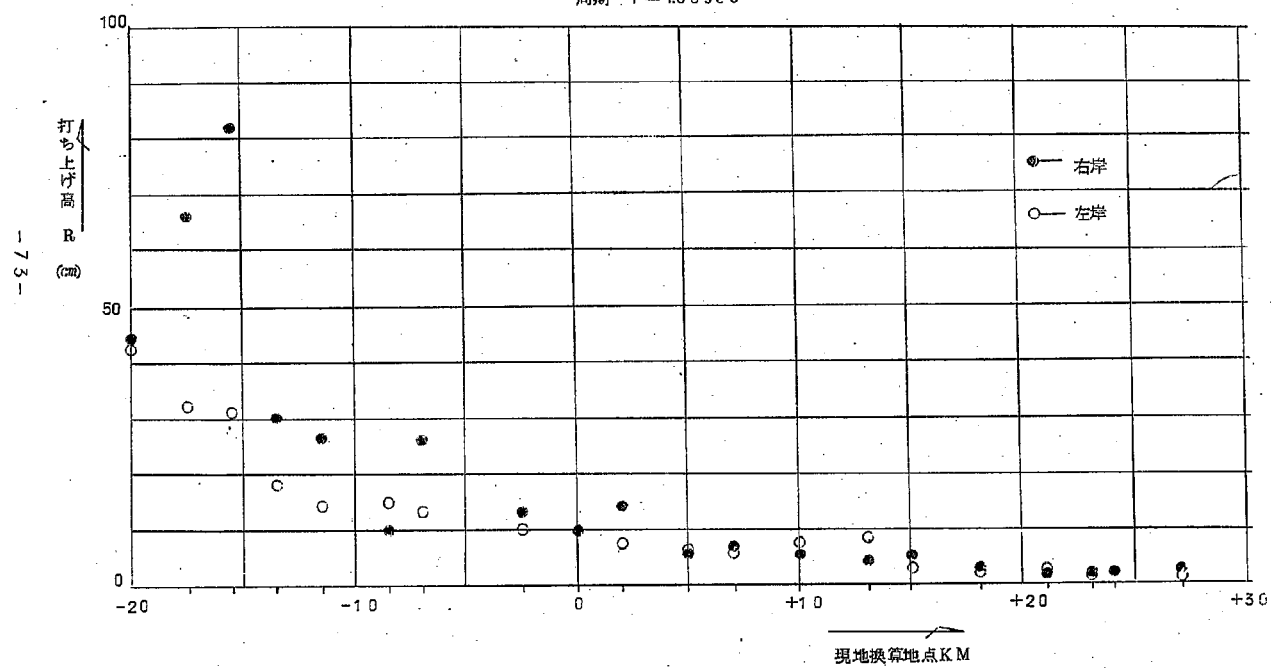


図-9-2-1 実験打ち上げ高

直立堤防

周期 $T=0.90 \text{ sec}$

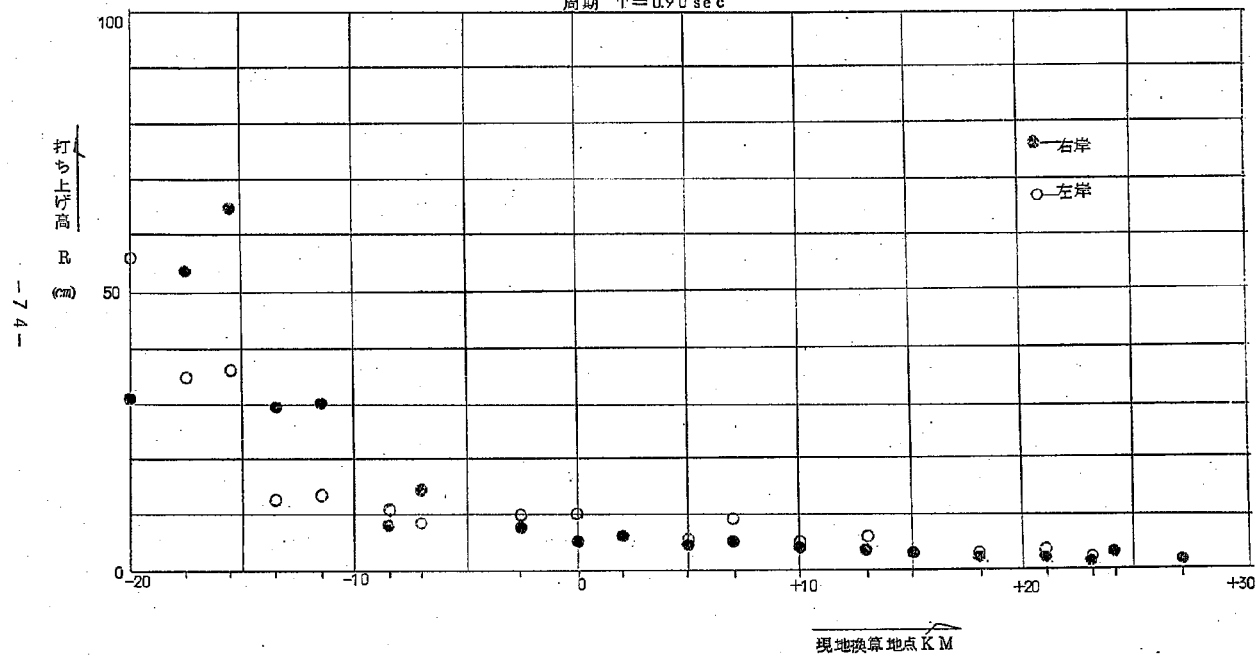


図-9-2-2 実験打ち上げ高
直立堤防
周期 $T=0.95\text{sec}$

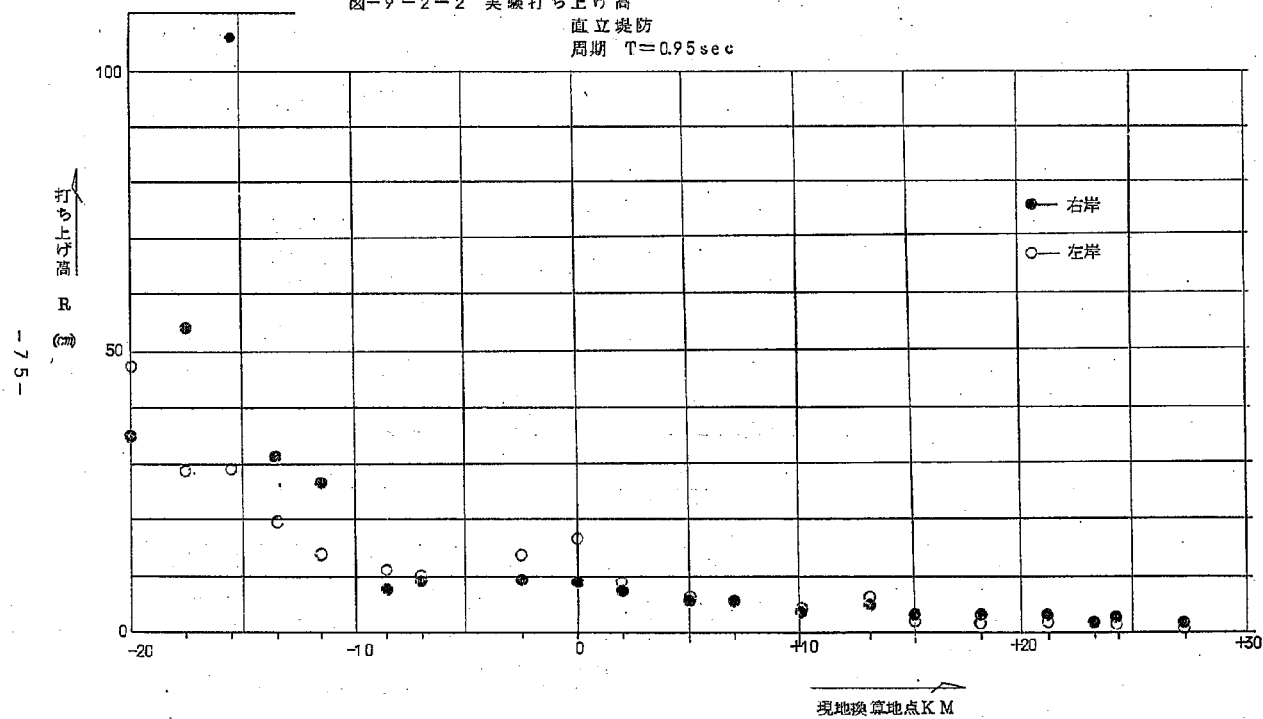
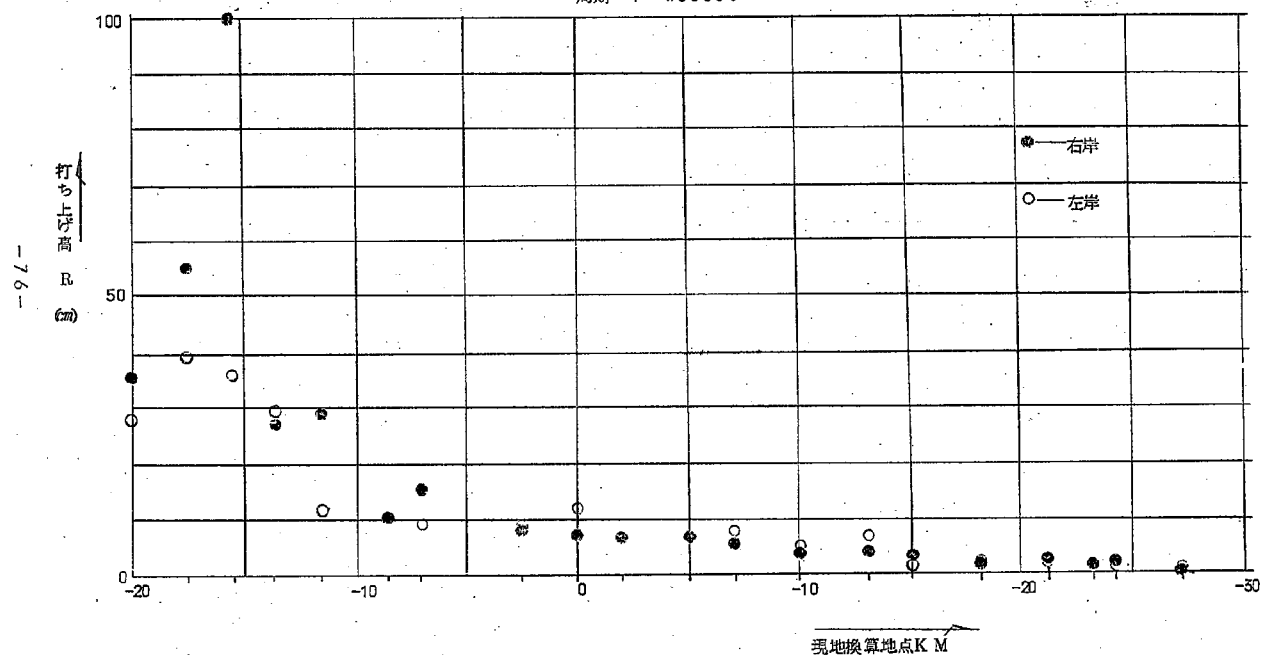


図-9-2-3 実験打ち上げ高
直立堤防
周期 $T=1.00\text{sec}$



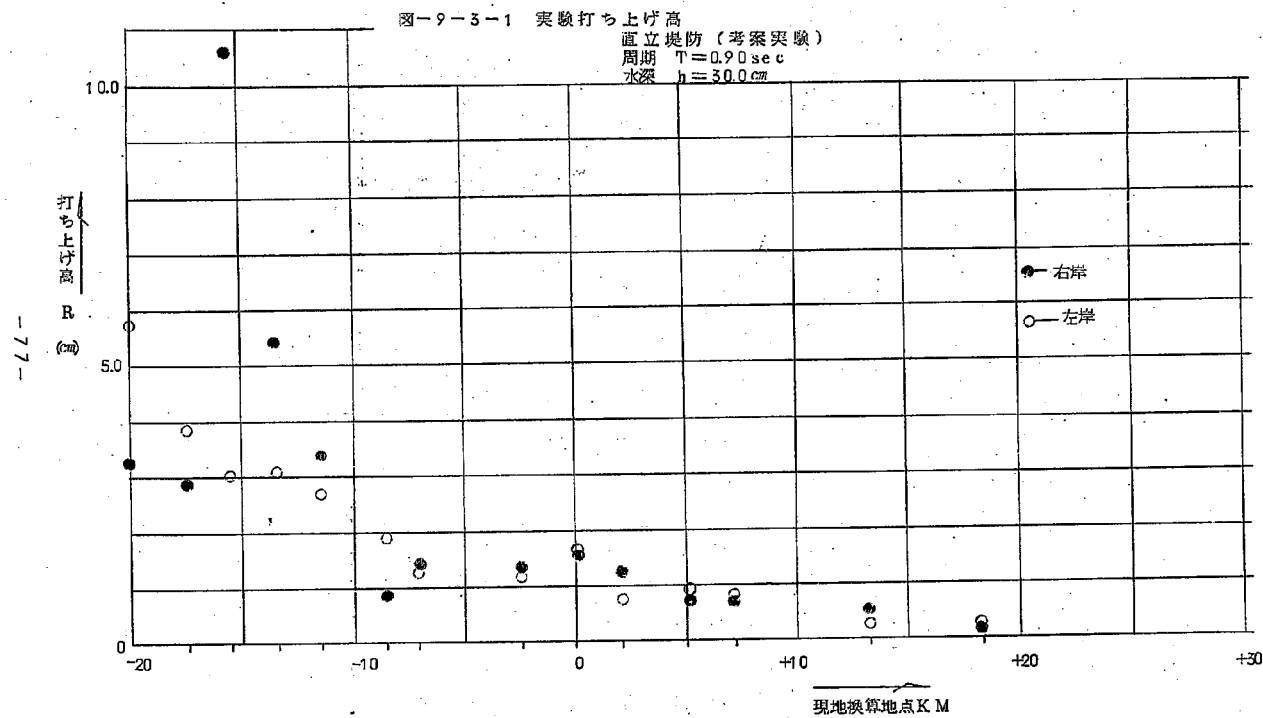


図-9-3-2 実験打ち上げ高
 直立堤防(考案実験)
 周期 $T = 1.00 \text{ sec}$
 水深 $h = 3.00 \text{ cm}$

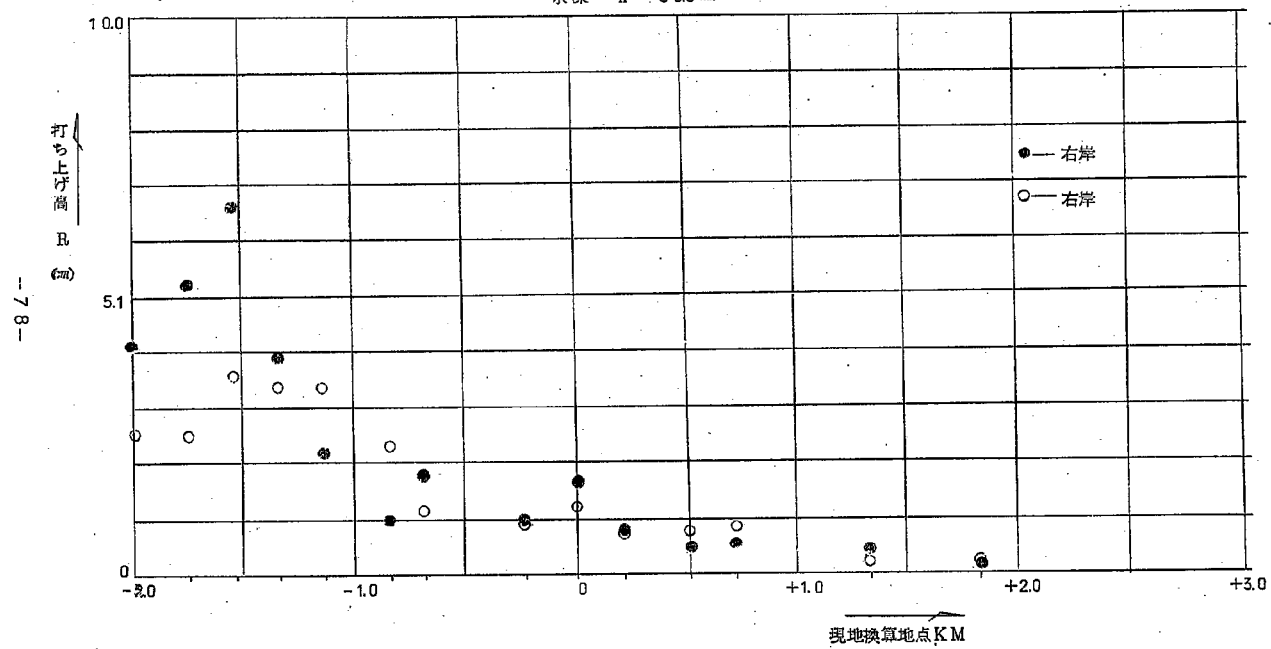


図-9-3-3 実験打ち上げ高

直立堤防 (考察実験)
 周期 $T=0.90 \text{ sec}$
 水深 $h=3.10 \text{ cm}$

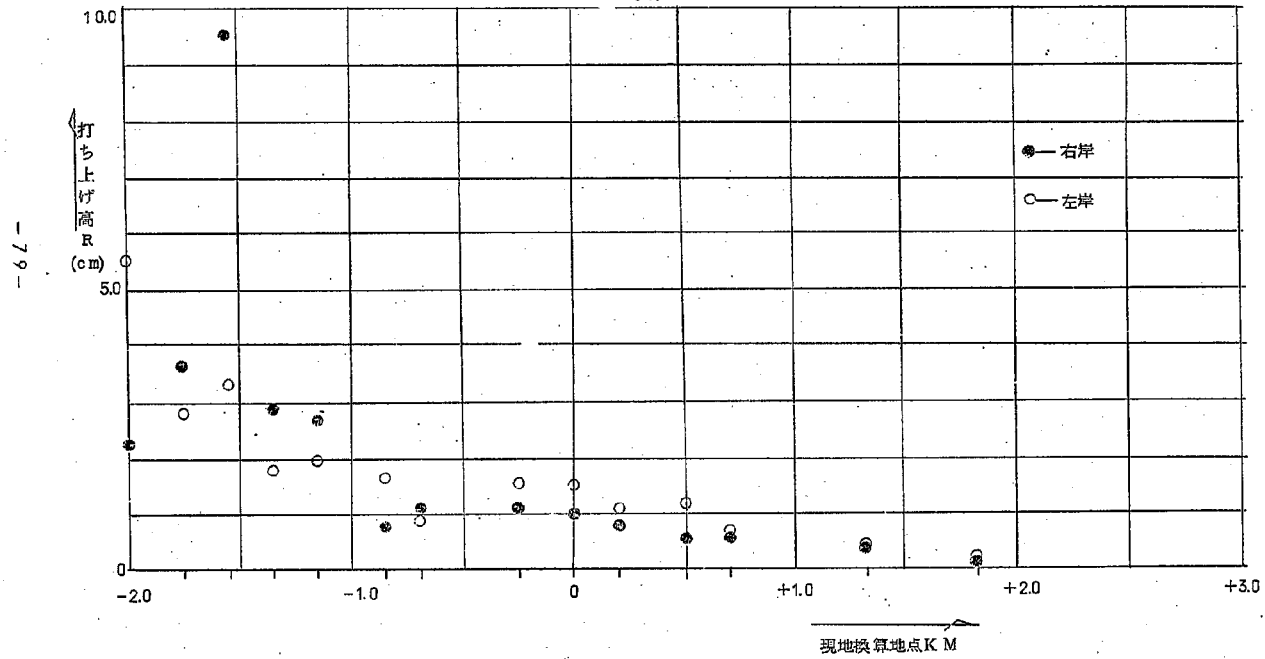
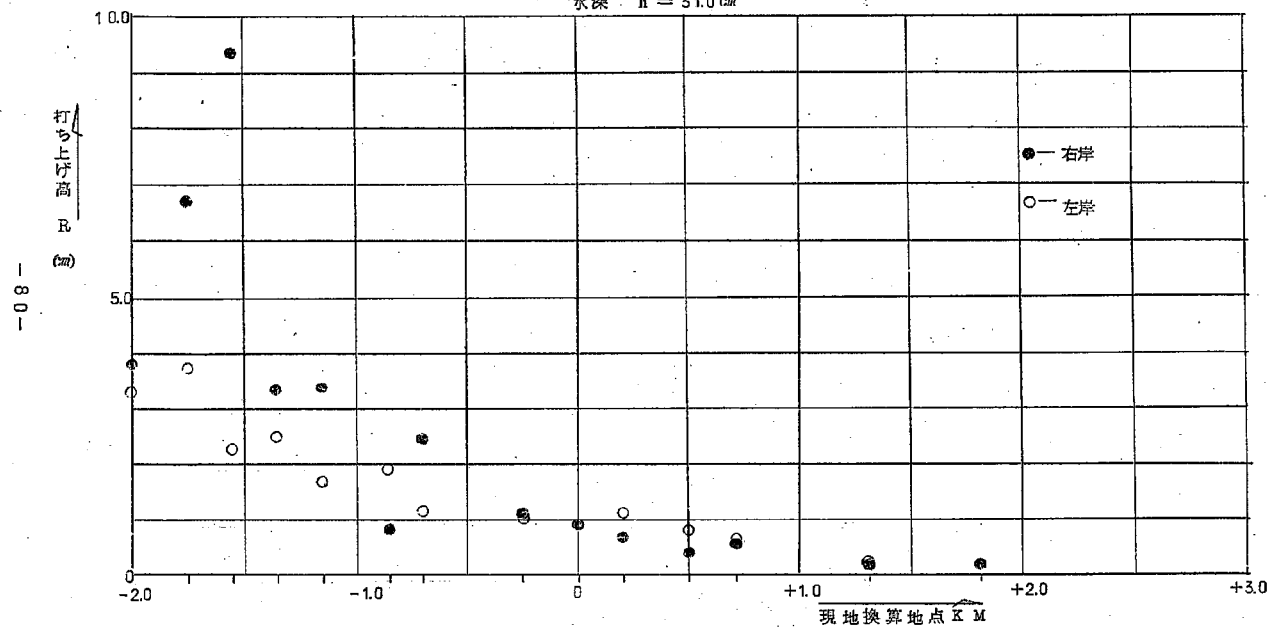


図-9-3-4 実験打ち上げ高
直立堤防(考察実験)
周期 $T = 1.00 \text{ sec}$
水深 $h = 31.0 \text{ cm}$



(1) 全体の傾向

高潮対策区域外は堤防が低いので、打ちあげ高ではなく堤防上の波高に相当する。波の入射が直接当る - 1.55 Km 石岸は、いずれの場合にも非常に高くなっている。- 1.35 Km、- 1.15 Km の断面においてもほとんどの場合右岸側が高くなっている。これは堤防から越波するため、反射があまりないので右岸側に沿って波が進むためと思われる。高潮対策区域内に入ると打ちあげ高は大きく減衰している。2.3 Km より上流は、ほとんど波はなく、水位変動とみてよいであろう。

(2) 潮位による影響

潮位を変化させた場合、高潮対策区域内の + 1.0 Km 附近までは、潮位の低い方が、いく分打ちあげ高も高くなっている。これも越波が原因の一つと思われる。

(3) 堤防別の場合

打ちあげ高の大きさにはあまり差は認められないが、1割5分堤の場合は一般に高潮対策区域内の1.0 Km までは右岸側が高いのに対して、直立堤の場合には、反対に左岸側が高くなっている。これは直立堤の場合の方が反射の角度がはつきりしている事を示していると思われる。

(4) 周期による影響

周期が異なる場合、比較的差はあらわれているが、その傾向は、はつきり掴めない。即ち、直立堤の場合には、周期 0.95 sec は明らかに左岸の 0 Km 附近は高く、1割5分堤の場合には、0.90 sec の右岸が高い。これは周期差による屈折や反射の差の総合された結果と思われるが、これを究明する事は困難である。

以上が打ちあげ高の概況であるが、模型と現地の摩擦が異なるため、この打ちあげ高の値をそのまま現地に適用する事はできない。しかし、河道内の波高と打ちあげ高の比は摩擦には無関係であると考えられるので、さきに求められた河道内波高との比を求めた。この値を表-8に示す。

R/H_0 の傾向を検討すると次の通りである。

表 8 - 1 実験による打上高と波高との比

1 割 5 分堤防

sec

A = (T = 0.90)

B = (T = 0.95)

C = (T = 1.00)

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	$\frac{R}{H_0}$	C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 Cとの平均
K	右	2.6 5		0.3 3	4.0 1		0.5 3	4.4 2		0.5 7	0.4 8
-2.0	左	3.4 3	7.9 5	0.4 3	4.5 6	7.6 1	0.6 0	4.2 6	7.7 9	0.5 5	0.5 3
-1.75	右	4.3 7			7.4 5			6.6 0			
	左	3.3 7			2.9 7			3.2 4			
-1.55	右	6.9 4		1.9 2	7.4 5		1.6 9	8.1 3		1.6 6	1.7 6
	左	3.4 1	3.6 2	0.9 4	3.2 6	4.4 1	0.7 4	3.1 2	4.8 9	0.6 4	0.7 7
-1.35	右	3.5 6			2.8 1			3.0 2			
	左	1.8 2			2.1 7			1.8 0			
-1.15	右	2.1 6		1.2 9	1.5 3		0.7 7	2.6 4		1.0 3	1.0 3
	左	1.5 1	1.6 7	0.9 0	1.0 5	2.0 0	0.5 3	1.4 2	2.5 7	0.5 5	0.6 6
-0.85	右	0.7 8			0.8 0			1.0 0			
	左	0.6 9			1.1 2			1.4 7			
-0.70	右	1.5 5		1.3 1	1.8 2		1.6 9	2.6 2		2.5 9	1.8 6
	左	1.7 1	1.1 8	1.4 5	1.5 2	1.0 8	1.4 1	1.3 2	1.0 1	1.3 1	1.3 9
-0.25	右	1.7 0		2.6 2	1.2 4		1.9 7	1.3 1		2.0 5	2.2 1
	左	1.1 3	0.6 5	1.7 4	0.9 5	0.6 3	1.5 1	1.0 2	0.6 4	1.5 9	1.6 1
0.0	右	1.4 5		2.5 4	0.8 9		1.6 5	0.9 6		1.5 7	1.9 2
	左	1.1 1	0.5 7	1.9 5	0.8 6	0.5 4	1.5 9	0.8 6	0.6 1	1.4 1	1.6 5
0.2	右	0.9 6		1.3 7	0.9 6		2.4 6	1.4 1		2.9 4	2.2 6
	左	0.7 2	0.7 0	1.0 3	0.6 8	0.3 9	1.7 4	0.7 6	0.4 8	1.5 8	1.4 5
0.5	右	0.7 7		2.0 3	0.6 7		2.0 9	0.5 7		2.0 4	2.0 5
	左	0.6 7	0.3 8	1.7 6	0.8 0	0.3 2	2.5 0	0.6 6	0.2 8	2.3 6	2.2 1
0.7	右	0.7 2		1.2 9	0.6 7		1.2 2	0.6 7		1.2 4	1.2 5
	左	0.5 5	0.5 6	0.9 8	0.5 1	0.5 5	0.9 3	0.6 3	0.5 4	1.1 7	1.0 3
1.0	右	0.5 9		1.1 1	0.4 6		1.0 2	0.5 9		1.2 8	1.1 4
	左	0.5 7	0.5 3	1.0 8	0.6 8	0.4 5	1.5 1	0.7 6	0.4 6	1.6 5	1.4 1
1.3	右	0.3 7		0.8 2	0.3 6		0.8 4	0.4 2		1.2 4	0.9 7
	左	0.6 1	0.4 5	1.3 6	0.7 0	0.4 3	1.6 3	0.8 6	0.3 4	2.5 3	1.8 4
1.5	右	0.4 1			0.4 6			0.5 0			
	左	0.2 4			0.2 4			0.3 0			
1.8	右	0.1 2		0.5 5	0.1 6		1.1 4	0.2 6		1.4 4	1.0 4
	左	0.1 1	0.2 2	0.5 0	0.1 7	0.1 4	1.2 1	0.2 2	0.1 8	1.2 2	0.9 8
2.1	右	0.0 5			0.1 9			0.2 0			
	左	0.1 6			0.1 8			0.2 6			
2.3	右	0.1 1			0.0 8			0.1 8			
	左	0.0 5			0.1 3			0.1 4			
2.4	右	0.0 6			0.1 6			0.2 2			
	左	0.2 0			0.1 3			0.2 2			
2.7	右	0.1 3			0.2 0			0.2 0			
	左	0.2 4			0.1 0			0.1 0			

表 8 - 2 実験による打上高と波高との比

直立堤防

A = (T = 0.90) sec

B = (T = 0.95)

C = (T = 1.00)

測点位置		Aの場合の		その断面の		Bの場合の		その断面の		Cの場合の		その断面の		AとBと	
		Rの平均値		相当沖波 波高H ₀		R H ₀		Rの平均値		相当沖波 波高H ₀		R H ₀		Cとの平均	
K -2.0	右	3.09	7.24	0.43	3.49	6.56	0.53	3.55	7.24	0.49	0.48				
	左	5.59		0.77	4.70		0.72	2.77		0.38		0.62			
-1.75	右	5.36			5.39			5.50							
	左	3.48			2.87			3.94							
-1.55	右	6.47	4.60	1.41	11.11	5.08	2.19	9.95	4.44	2.24	1.95				
	左	3.61		0.78	2.92		0.57	3.57		0.80	0.72				
-1.35	右	2.94			3.11			2.76							
	左	1.31			1.97			2.90							
-1.15	右	3.00	2.32	1.29	2.69	2.16	1.25	2.89	2.09	1.38	1.31				
	左	1.36		0.59	1.42		0.66	1.17		0.56	0.60				
-0.85	右	0.82			0.78			1.09							
	左	1.11			1.15			1.09							
-0.70	右	1.46	0.85	1.72	0.97	1.36	0.71	1.56	0.97	1.61	1.35				
	左	0.88		1.04	1.05		0.77	0.92		0.95	0.92				
-0.25	右	0.84	0.52	1.62	0.96	0.51	1.88	0.85	0.48	1.77	1.76				
	左	1.00		1.92	1.40		2.75	0.90		1.88	2.18				
0.0	右	0.53	0.57	0.93	0.93	0.62	1.50	0.72	0.70	1.03	1.15				
	左	1.04		1.82	1.72		2.77	1.21		1.73	2.11				
0.2	右	0.65	0.41	1.59	0.80	0.69	1.16	0.67	0.37	1.81	1.52				
	左	0.64		1.56	0.92		1.33	0.74		2.00	1.63				
0.5	右	0.47	0.31	1.52	0.58	0.47	1.23	0.67	0.43	1.56	1.44				
	左	0.52		1.68	0.66		1.40	0.73		1.70	1.59				
0.7	右	0.49	0.21	2.33	0.60	0.30	2.00	0.60	0.28	2.14	2.16				
	左	0.93		4.43	0.94		3.13	0.79		2.82	3.46				
1.0	右	0.45	0.47	0.96	0.40	0.53	0.75	0.43	0.54	0.80	0.84				
	左	0.50		1.06	0.50		0.94	0.53		0.98	0.99				
1.3	右	0.39	0.35	1.11	0.52	0.38	1.37	0.40	0.41	0.98	1.15				
	左	0.61		1.74	0.65		1.71	0.69		1.68	1.71				
1.5	右	0.30			0.32			0.30							
	左	0.28			0.24			0.20							
1.8	右	0.28	0.16	1.75	0.29	0.18	1.61	0.20	0.17	1.18	1.51				
	左	0.31		1.94	0.16		0.89	0.22		1.29	1.37				
2.1	右	0.23			0.29			0.24							
	左	0.36			0.25			0.22							
2.3	右	0.16			0.22			0.14							
	左	0.23			0.18			0.11							
2.4	右	0.32			0.28			0.19							
	左	0.18			0.17			0.11							
2.7	右	0.15			0.16			0.07							
	左	0.15			0.09			0.10							

表 8 - 3 実験による打上高と波高との比

A= (h= 300 T=0.90)^{sec}

B= (h= 300 T=1.00)

直立堤防 (考察実験)

C= (h= 310 T=0.90)

D= (h= 310 T=1.00)

測点位置	Aの場合 のRの平 均值	その断面の 相当沖波 波高H ₀	R H ₀	Bの場合 のRの平 均值	その断面の 相当沖波 波高H ₀	R H ₀	AとB との平均	Cの場合 のRの平 均值	その断面の 相当沖波 波高H ₀	R H ₀	Dの場合 のRの平 均值	その断面の 相当沖波 波高H ₀	R H ₀	CとD との平均
K	cm	cm		cm	cm			cm	cm		cm	cm		
-2.0	右 3.26 左 5.73	6.61	0.49 0.87	4.13 2.50	6.19	0.67 0.40	0.58 0.64	2.23 5.53	6.27	0.36 0.88	3.83 3.28	7.48	0.51 0.44	0.44 0.66
-1.75	右 2.87 左 3.87			5.19 2.52				3.63 2.77			6.68 3.76			
-1.55	右 105.4 左 3.03	3.72	2.83 0.81	6.59 3.61	4.31	1.53 0.84	2.18 0.83	9.51 3.30	4.06	2.34 0.81	9.32 2.28	5.00	1.86 0.46	2.10 0.64
-1.35	右 5.42 左 3.11			3.94 3.41				2.83 1.76			3.34 2.50			
-1.15	右 3.37 左 2.68	2.43	1.39 1.10	2.19 3.39	2.35	0.93 1.44	1.16 1.27	2.64 1.92	2.22	1.19 0.86	3.38 1.68	1.79	1.89 0.94	1.54 0.90
-0.85	右 0.86 左 1.88			1.01 2.32				0.74 1.63			0.83 1.92			
-0.70	右 1.36 左 1.26	1.53	0.89 0.82	1.80 1.20	1.64	1.10 0.73	1.00 0.78	1.05 0.88	1.59	0.66 0.55	2.44 1.17	1.28	1.91 0.91	1.29 0.73
-0.25	右 1.33 左 1.17	1.20	1.11 0.98	1.01 0.95	0.62	1.63 1.53	1.37 1.26	1.08 1.50	0.84	1.29 1.79	1.10 1.00	0.95	1.16 1.05	1.23 1.42
0.0	右 1.60 左 1.63	0.97	1.65 1.68	1.69 1.31	0.65	2.60 2.02	2.13 1.85	0.96 1.48	0.69	1.39 2.14	0.91 0.93	0.56	1.63 1.66	1.51 1.90
0.2	右 1.28 左 0.74	0.62	2.06 1.19	0.82 0.89	0.43	1.91 2.07	1.99 1.63	0.77 1.04	0.71	1.08 1.46	0.69 1.11	0.62	1.11 1.79	1.10 1.63
0.5	右 0.72 左 0.92	0.36	2.00 2.56	0.53 0.82	0.23	2.30 3.57	2.15 3.07	0.52 1.16	0.51	1.02 2.27	0.41 0.79	0.40	1.03 1.98	1.03 2.13
0.7	右 0.74 左 0.84	0.36	2.06 2.33	0.58 0.93	0.26	2.23 3.58	2.15 2.96	0.58 0.71	0.44	1.32 1.61	0.59 0.71	0.39	1.51 1.82	1.42 1.72
1.0	右 左	0.38			0.35				0.55			0.45		
1.3	右 0.56 左 0.29	0.28	2.00 1.04	0.44 0.23	0.22	2.00 1.05	2.00 1.05	0.38 0.40	0.33	1.15 1.21	0.22 0.26	0.32	0.69 0.81	0.92 1.01
1.5	右 左													
1.8	右 0.22 左 0.32	0.12	1.83 2.67	0.19 0.22	0.05	3.80 4.40	2.82 3.54	0.11 0.19	0.19	0.58 1.00	0.21 0.22	0.19	1.11 1.16	0.85 1.08
2.1	右 左													
2.2	右 左													
2.4	右 左													
2.7	右 左													

(1) 全体の傾向

高潮対策区域内の R/H_0 は比較的変動は少なく $1.0 \sim 2.0$ の範囲に多く分布する。対策区域外は堤防がないので実際の R/H_0 とは性質が異なっている。河道内 1.0 km より上流にて R/H_0 の特に大きいものがあるが、これは波高が非常に小さくなっているための誤差も大きく関係していると思われる。

(2) 堤防別による影響

高潮対策区域内においては R/H_0 は直立堤の方が少し小さくなっている。又、 0 km 付近においては、1割5分堤防の場合は右岸側が大きく、直立堤の場合には、左岸側が大きくなっている。これは、反射の影響によつて、波の成分、進行方向等が変化するためと思われるが、変化管理の詳細について検討する事は困難であろう。

(3) 潮位による影響

潮位の変化による R/H_0 の変化は少ないが、潮位の低い方が多少小さい様である。

(4) 周期による影響

周期の相異による R/H_0 の差の傾向は認められない。しかし、その値は、かなりばらついている。

以上が R/H_0 の傾向である。周期別ものを平均して、その断面の R/H_0 とするが、これを図-9'に示す。

図-9'-1 実験による打ち上げ高と波高との比

1割5分堤

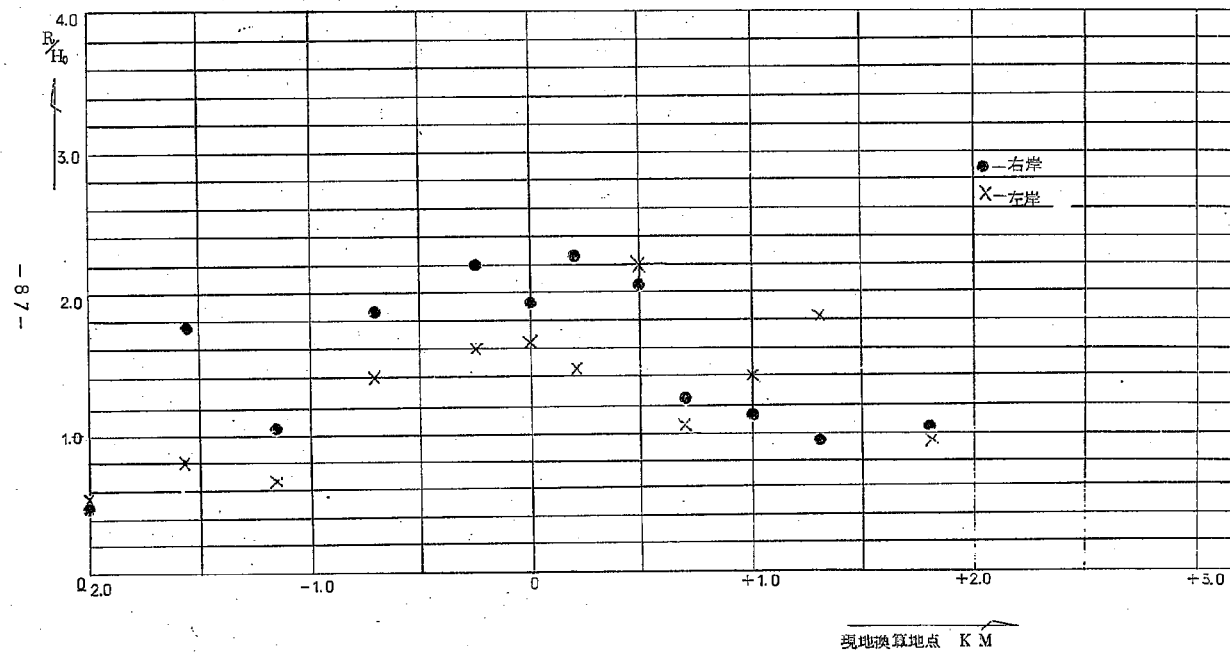


図-9'-2 実験による打ちあげ高と波高との比

直立堤

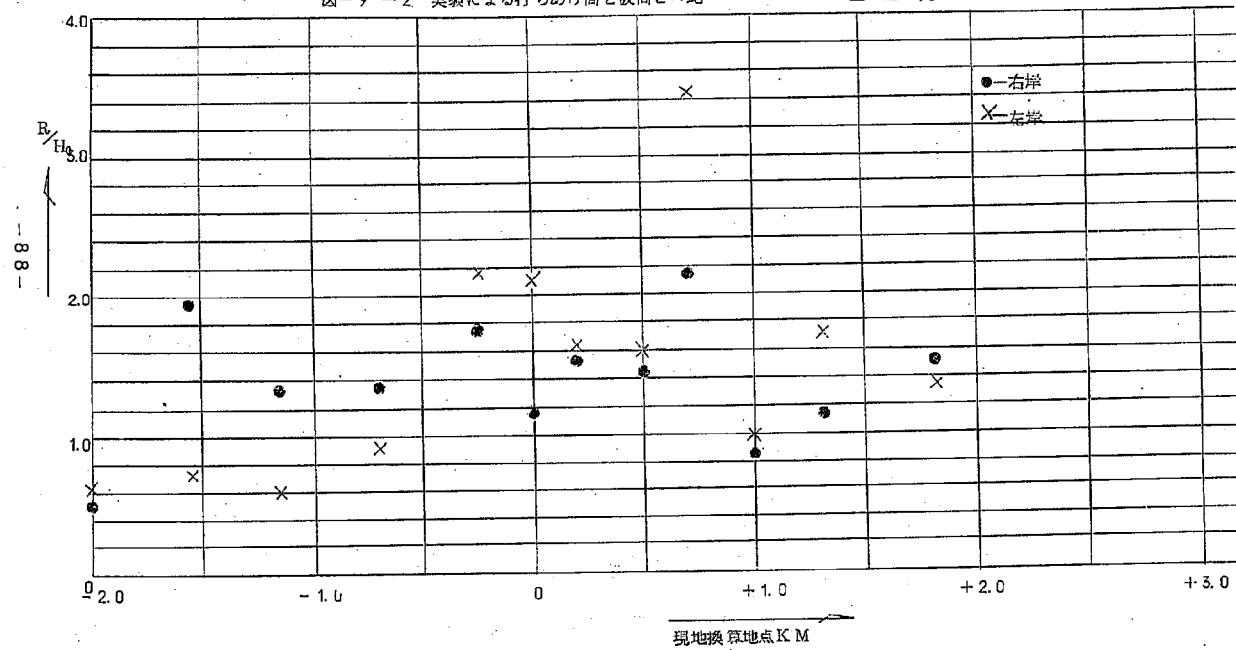


図-9'-3 実験による打ち上げ高と波高との比

直立堤
水深 5.1 cm

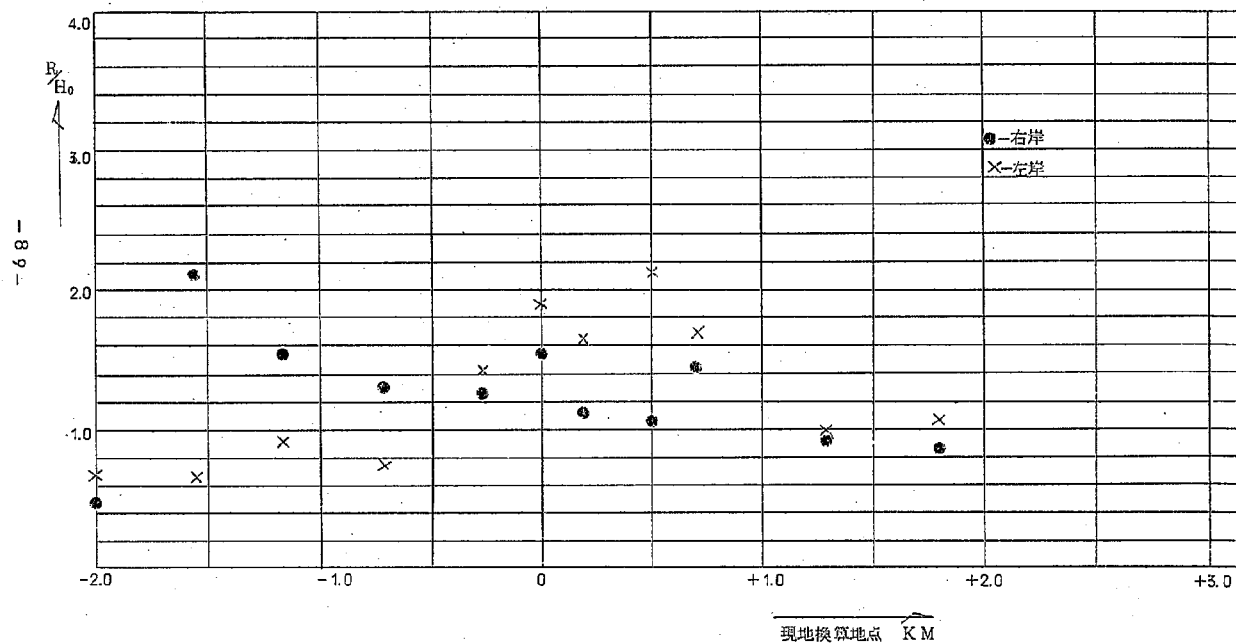
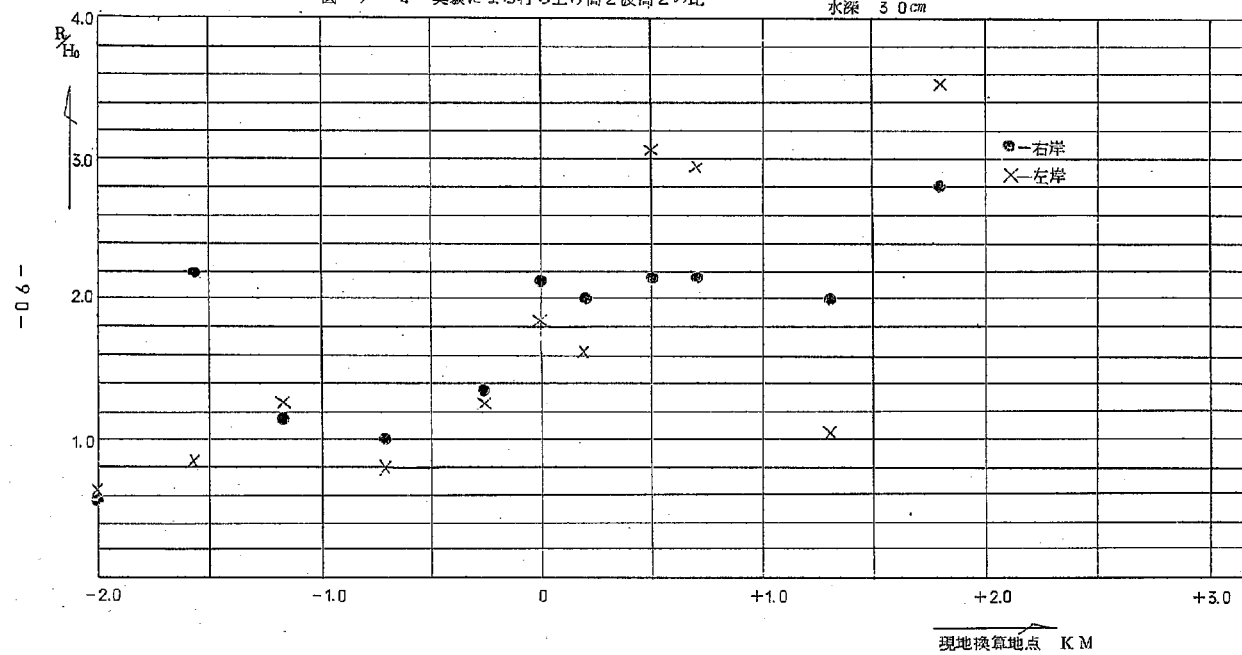


図-9'-4 実験による打ち上げ高と波高との比

直立堤
水深 30cm



5-4 波高、打ち上げ高のばらつき

実験にて求められた波高と打ち上げ高は、実験時間内の値を平均したもので、これらの値は一定したものではなく、かなりのばらつきが含まれている。又、このばらつきは、実験を行なうたびに変動している。このばらつきの程度を図-10、図-11に示す。これは実験の一例であつて、波高と打ち上げ高の同一条件のものも、必ずしも同一の実験ではない。現地においても、当然この様なばらつきは含まれていると思われる。

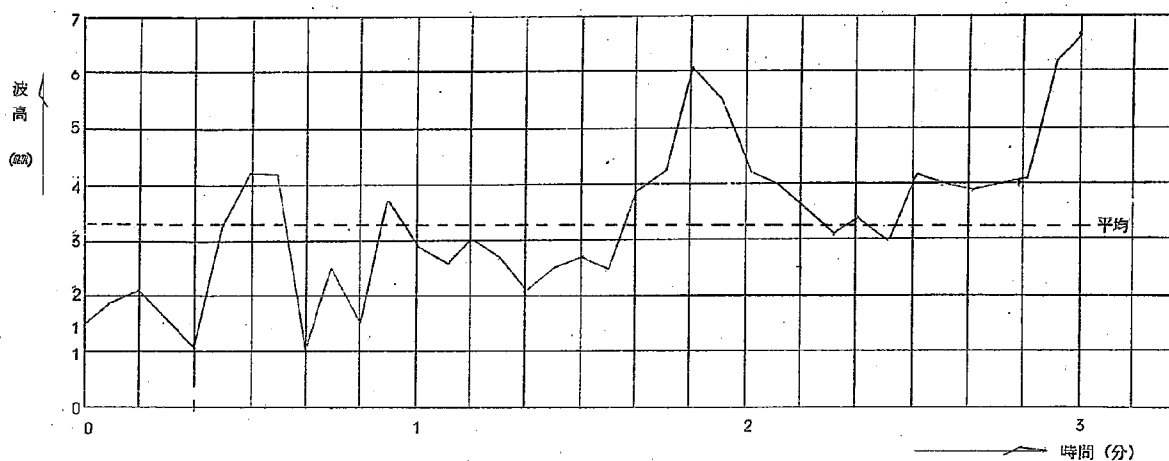
図-10-1 実験波高の時間的ばらつき

測定断面 -0.7 K

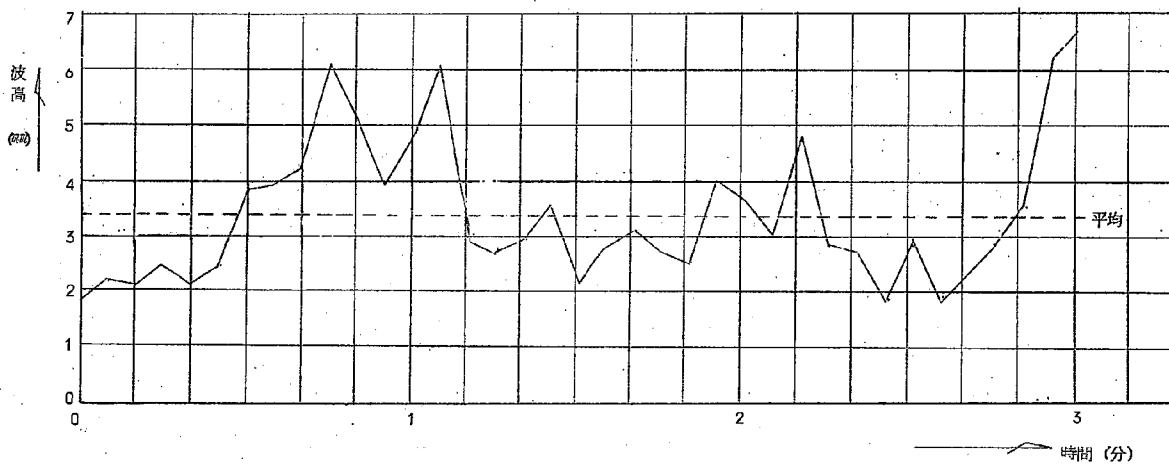
周期 $T=1.00 \text{ sec}$

水深 $h=3.19 \text{ cm}$

左 岸



中 央



右 岸

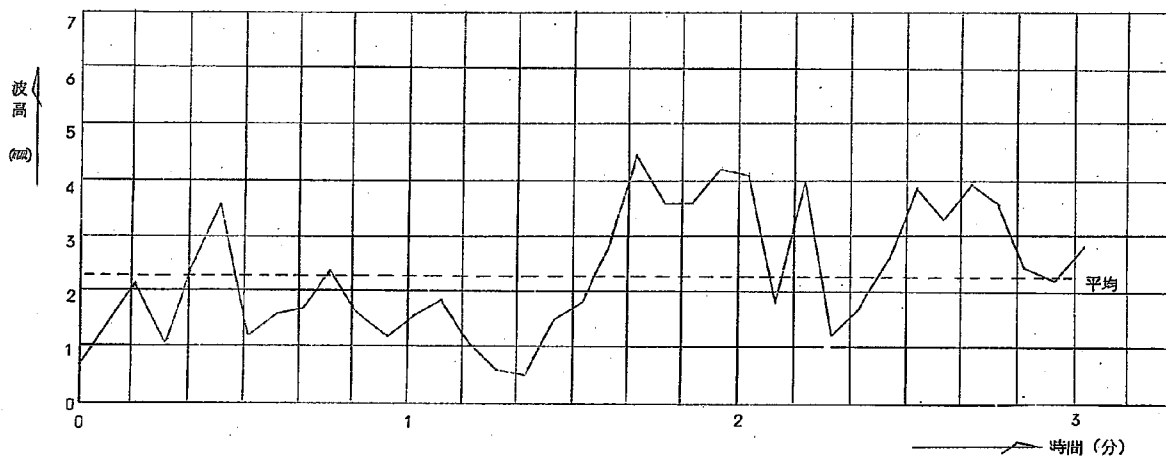


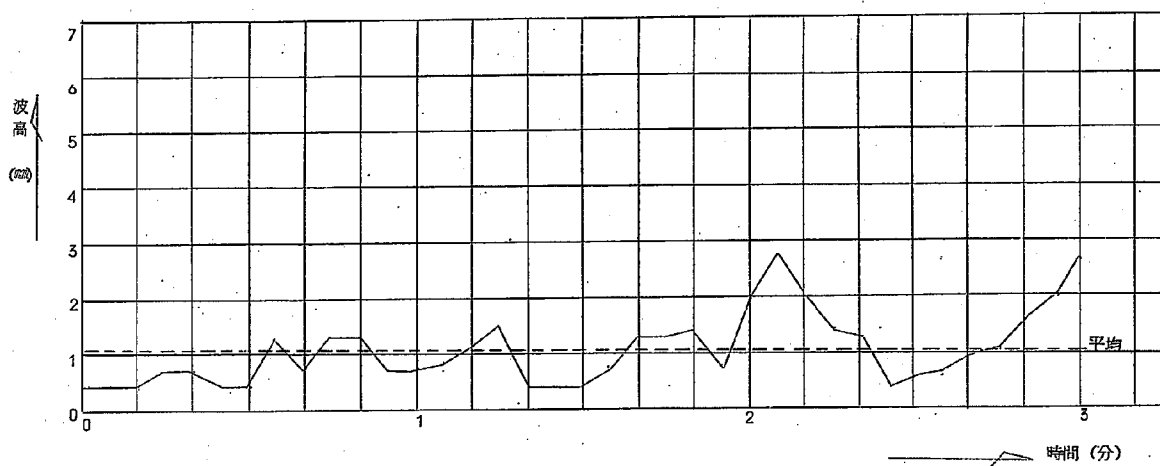
図-10-2 実験波高の時間的ばらつき

測定断面 0.2 K

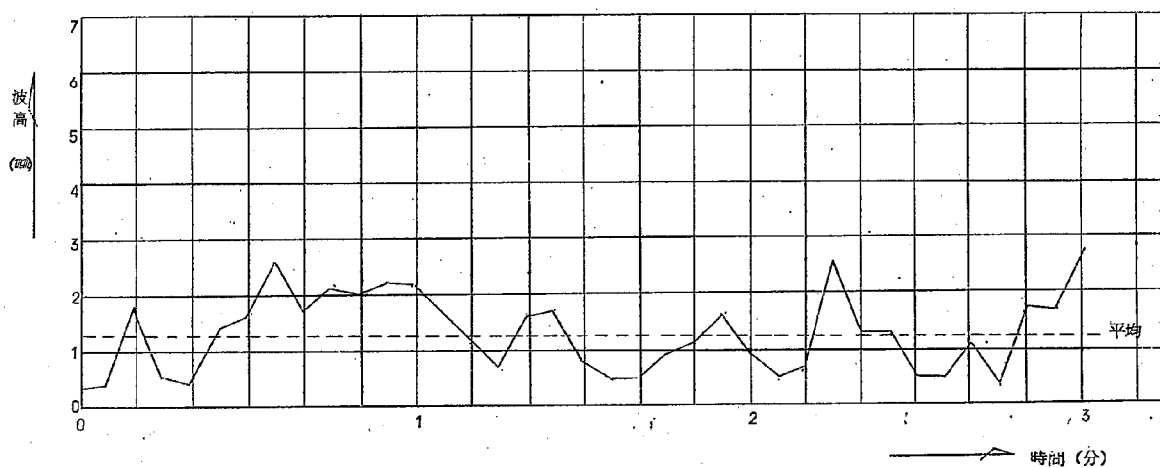
周期 $T = 1.00 \text{ sec}$

水深 $h = 31.9 \text{ cm}$

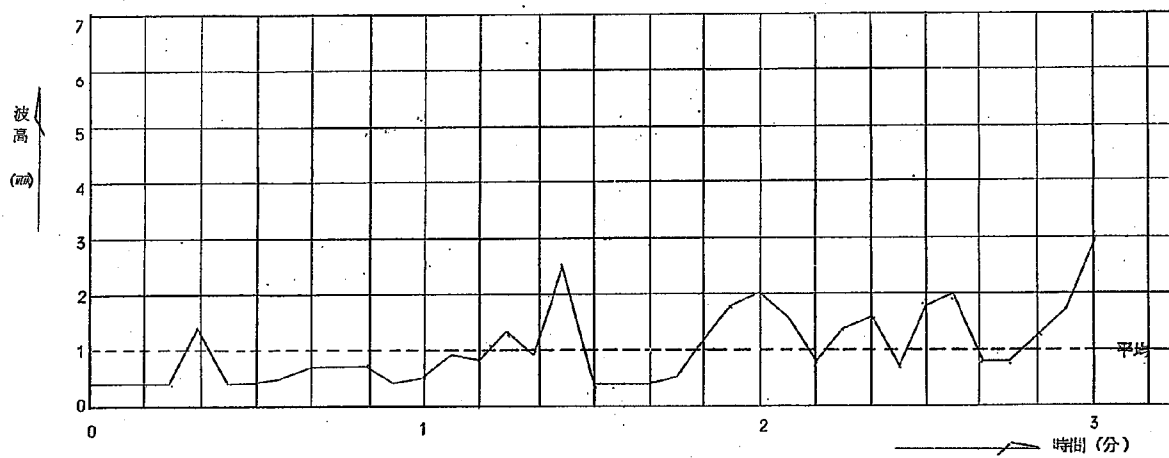
左 岸



中 央



右 岸



193-26

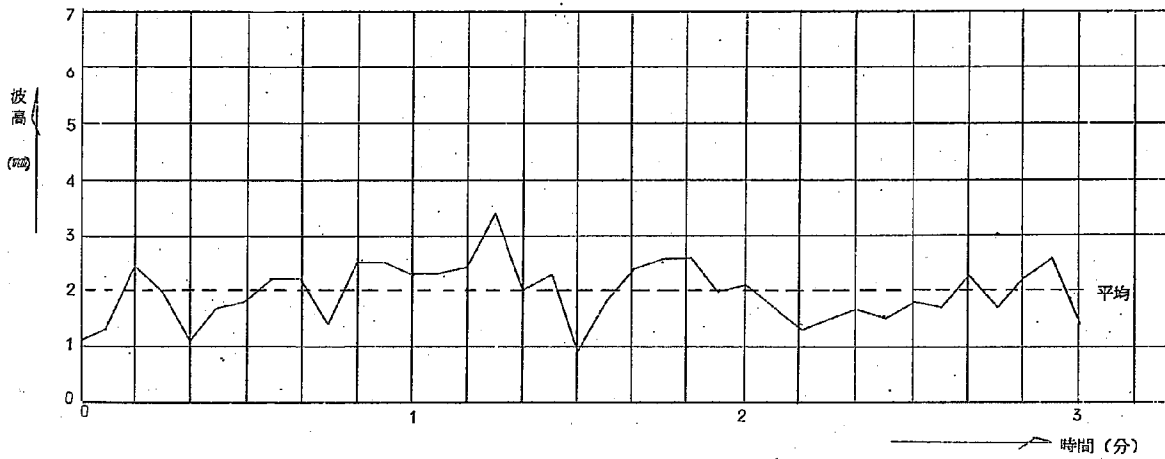
図-10-3 実験波高の時間的ばらつき

測定断面 1.0 K

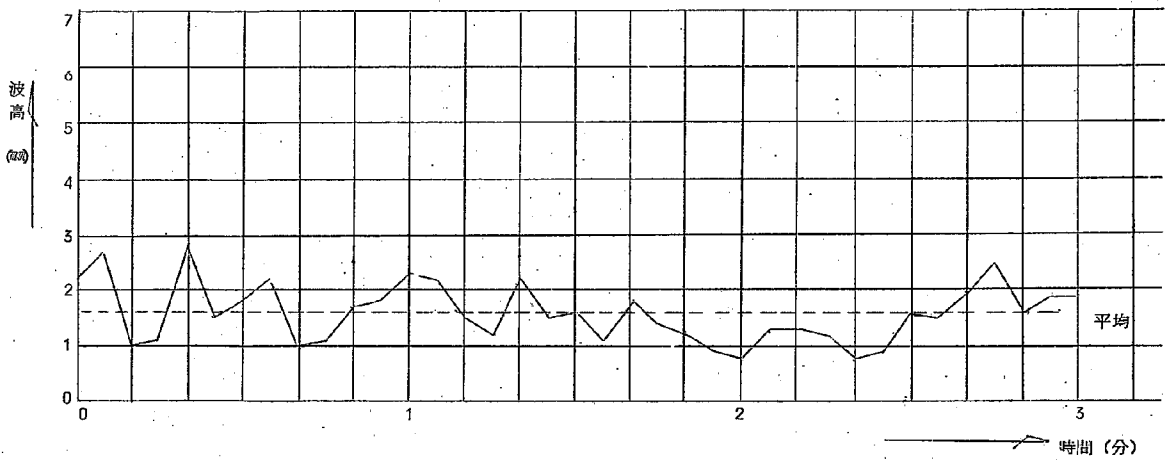
周期 $T = 1.00 \text{ sec}$

水深 $h = 31.9 \text{ cm}$

左 岸



中 央



右 岸

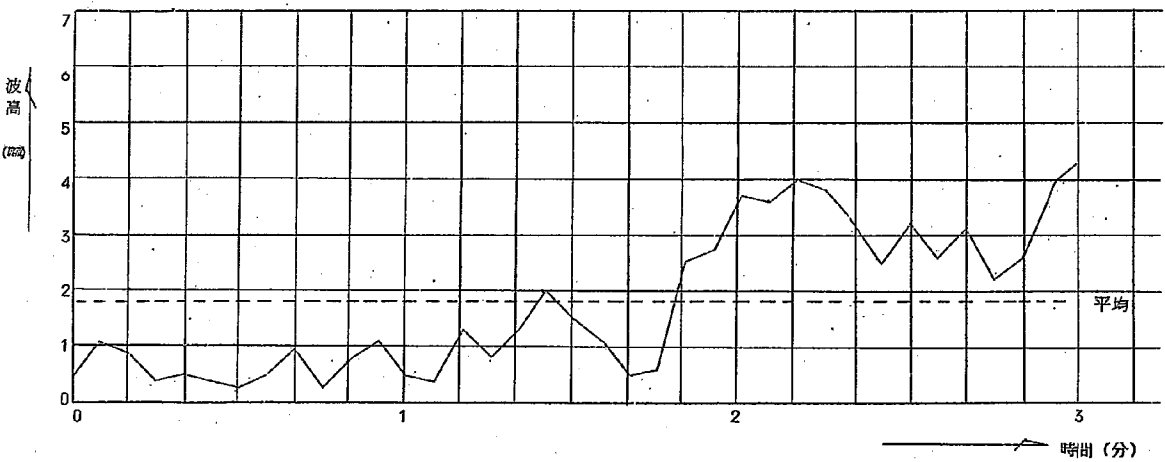


図-11-1 突撃打ち上げ高の時間的ばらつき

測定断面 - 0.7 K. 右

周期 $T=1.00\text{sec}$

水深 $h=31.9\text{cm}$

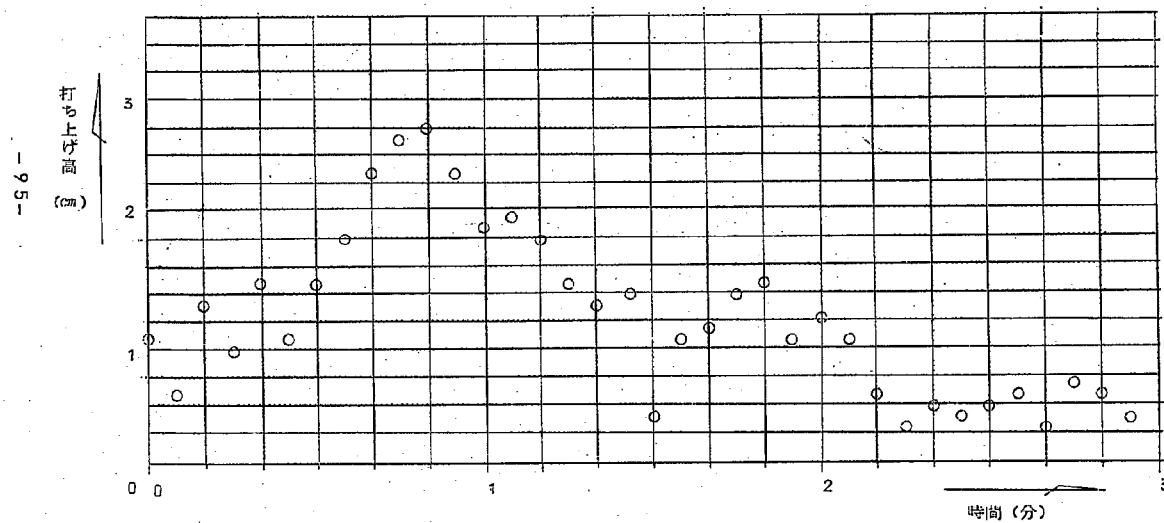


図-11-2 実験打ち上げ高の時間的ばらつき

測定断面 0.2 K 右

周期 $T = 1.00 \text{ sec}$

水深 $h = 31.9 \text{ cm}$

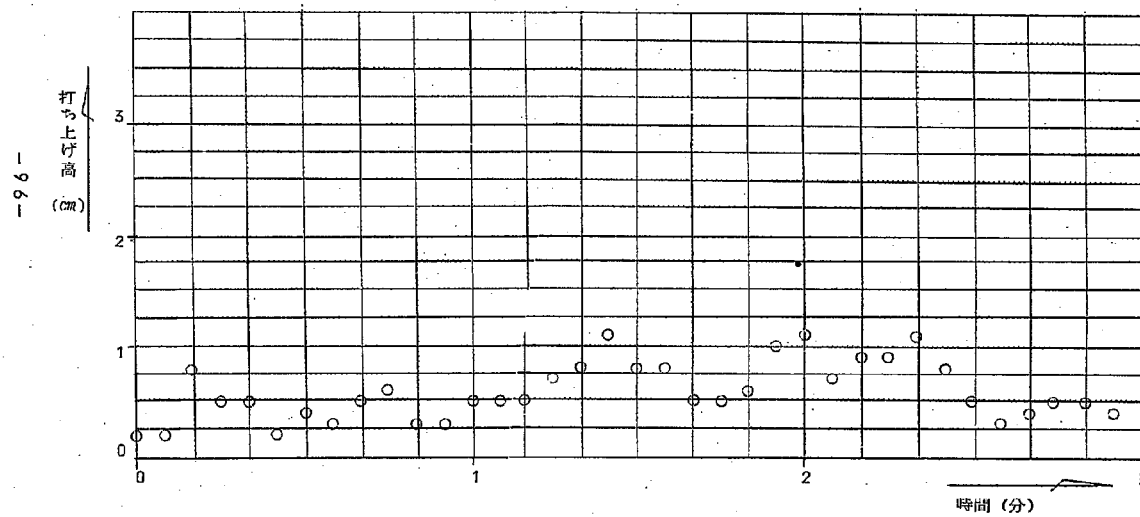
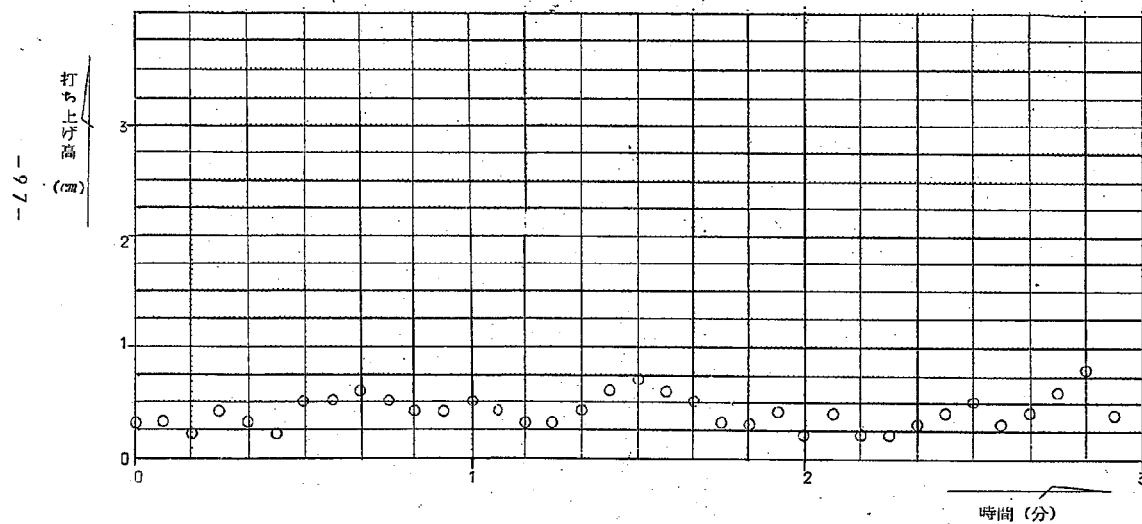


図-11-3. 実験打ち上げ高の時間的ばらつき

測定断面 1.0 K 右

周期 $T = 1.00 \text{ sec}$

水深 $h = 3.19 \text{ cm}$



§ 6 現地への適用

計画波が河口から河道内に進入する場合、河床の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 K_r と、波高とうちあげ高の比 R/H_0 を使用して現地への適用を行なつた。

最初、さきに K_r 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。風による波の発達はSMB法により、風速 3.1 m/sec とし、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。河口の波の計算開始点は、実験波の発生点とし、その地点の波高は、回折による減衰を考慮して、さきに求められた回折係数を 0.90 、 0.95 とした場合の波高、 $H_0=3.01$ 及び、 $H_0=2.85$ を使用した。この結果は、直線矩形河道の値であるから、さきにのべた様に、この波高に地形による波高変化係数 K_r を乗ずれば、現地の推定波高が求められる。

この結果を表-9、図-12に示す。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_0 を乗ずれば、現地の推定打ちあげ高が求められる。表-10、図-13にこの結果を示す。

現地推定打ちあげ高(潮位を加えてある)についての傾向を検討してみると次の通りである。

图-12-1 现地波高分布

1割5分堤防
H=2.85

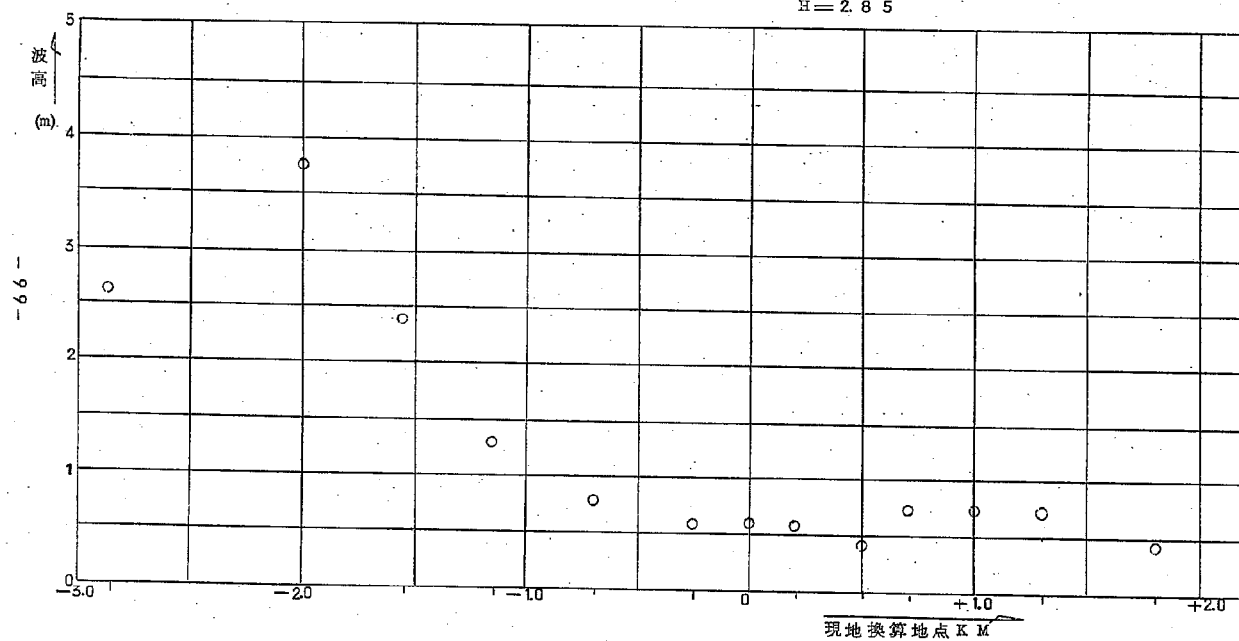


图-12-2 现地波高分布

1割5分堤防
 $H=3.01$

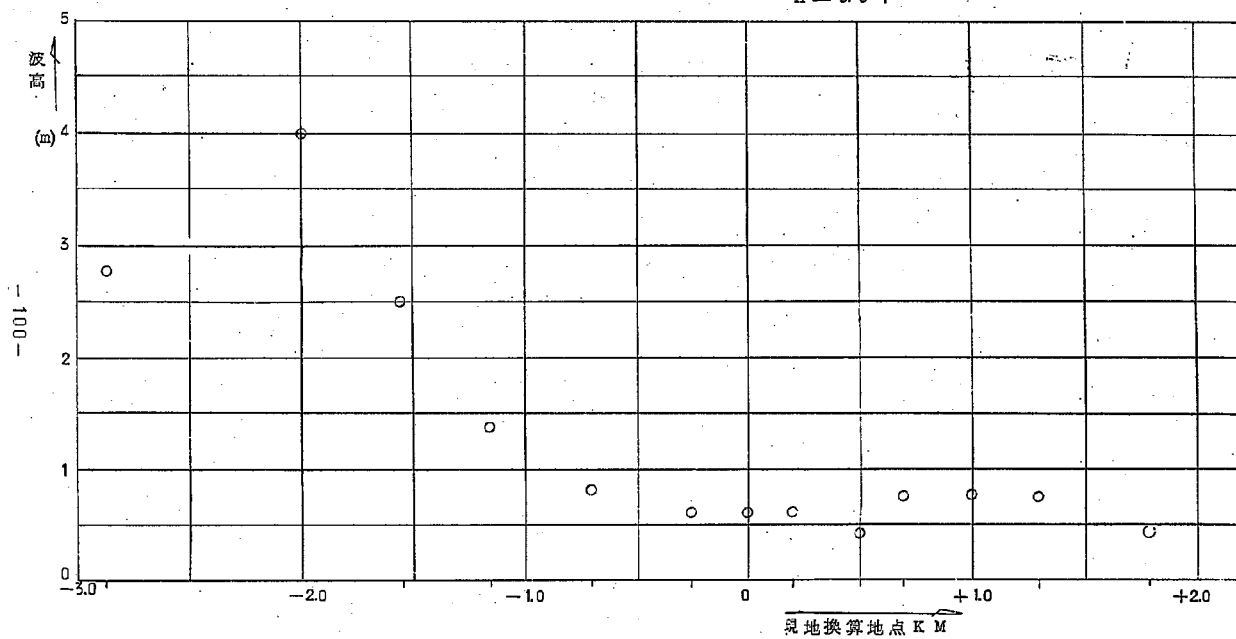


图-12-3 现地波高分布

直立堤防
 $H = 2.85$

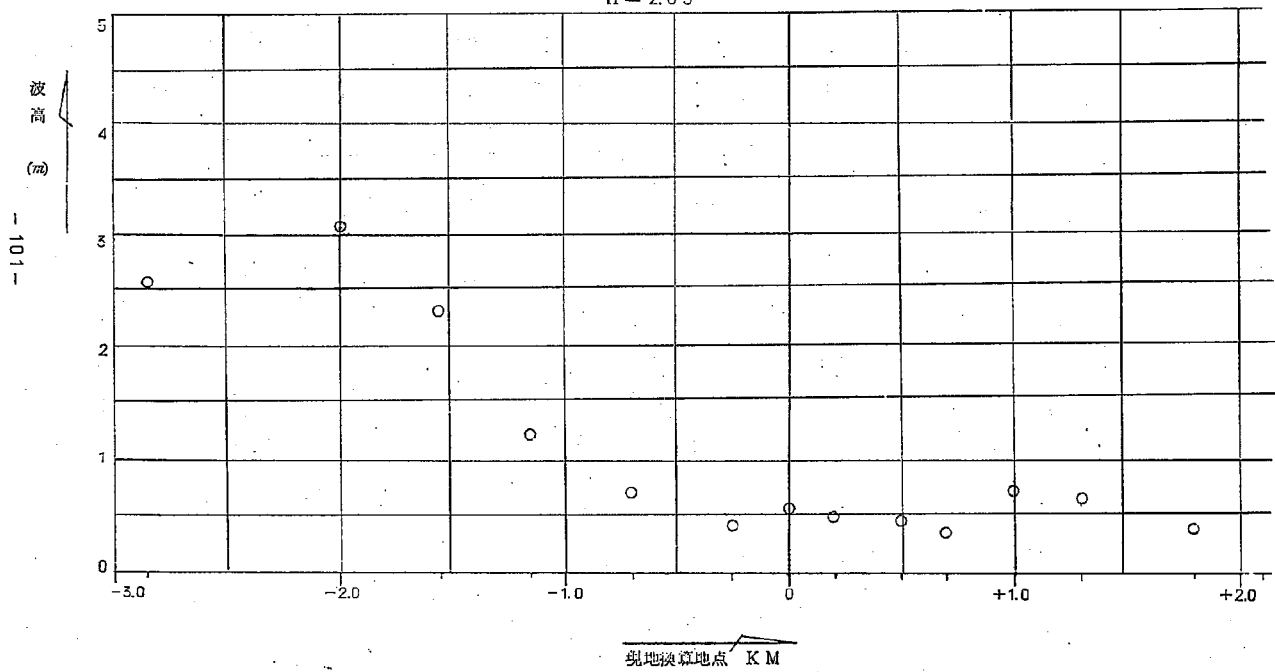


图-12-4 现地波高分布

直立堤防
 $H=3.01$

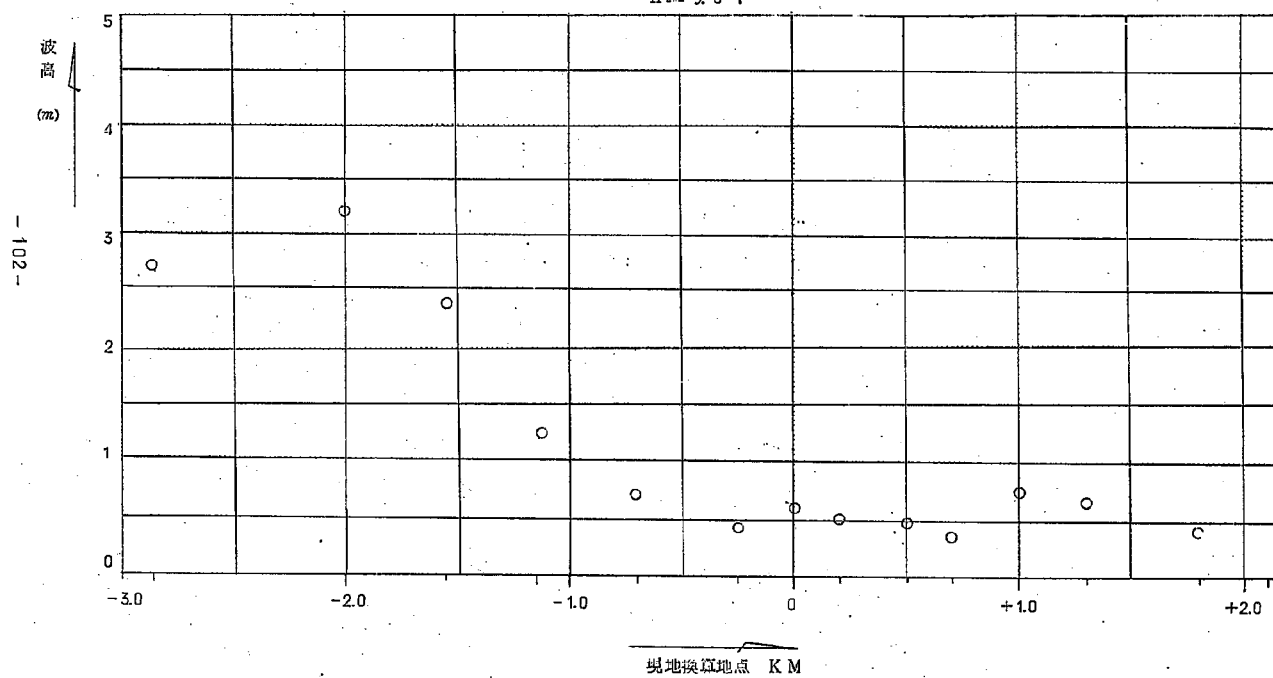


图-12-5 现地波高分布

直立堤防 (考察实验)

$\lambda = 30.0$

$H = 2.85$

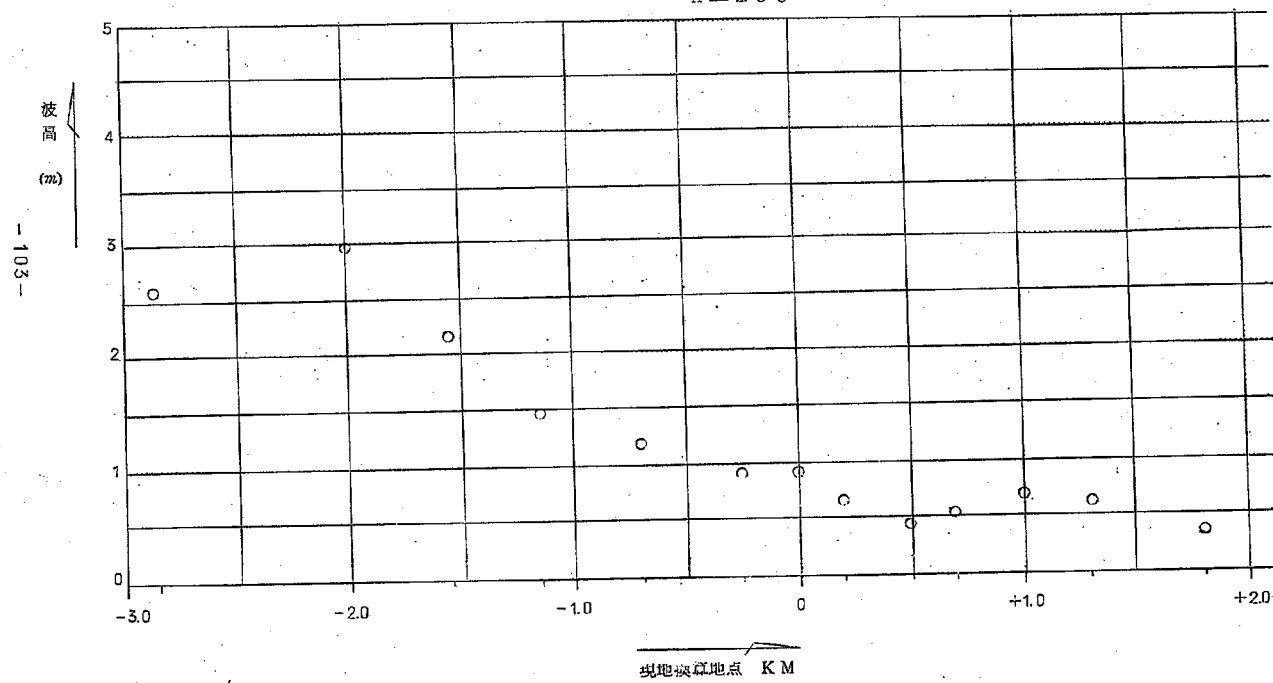


圖-12-6 現地波高分布

直立堤防 (考察実験)

$h = 30.0\text{cm}$

$H = 3.01$

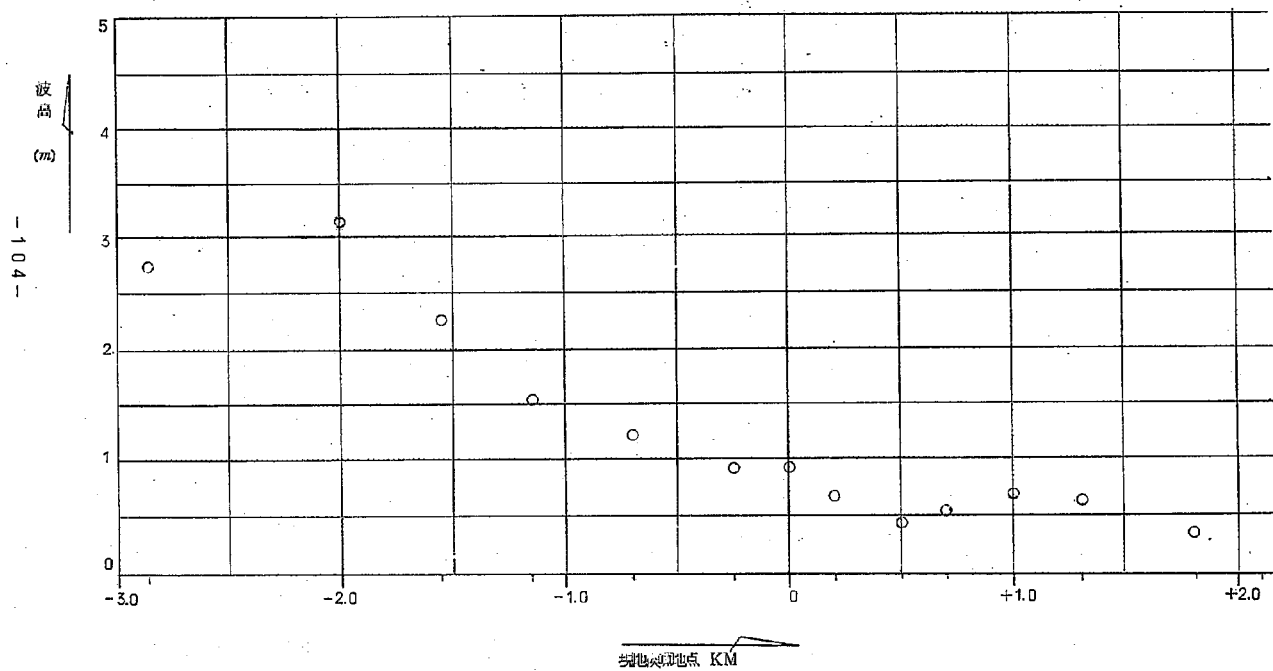


图-12-7 现地波高分布

直立堤防 (考察実験)

$\lambda = 30.0$

$H = 2.85$

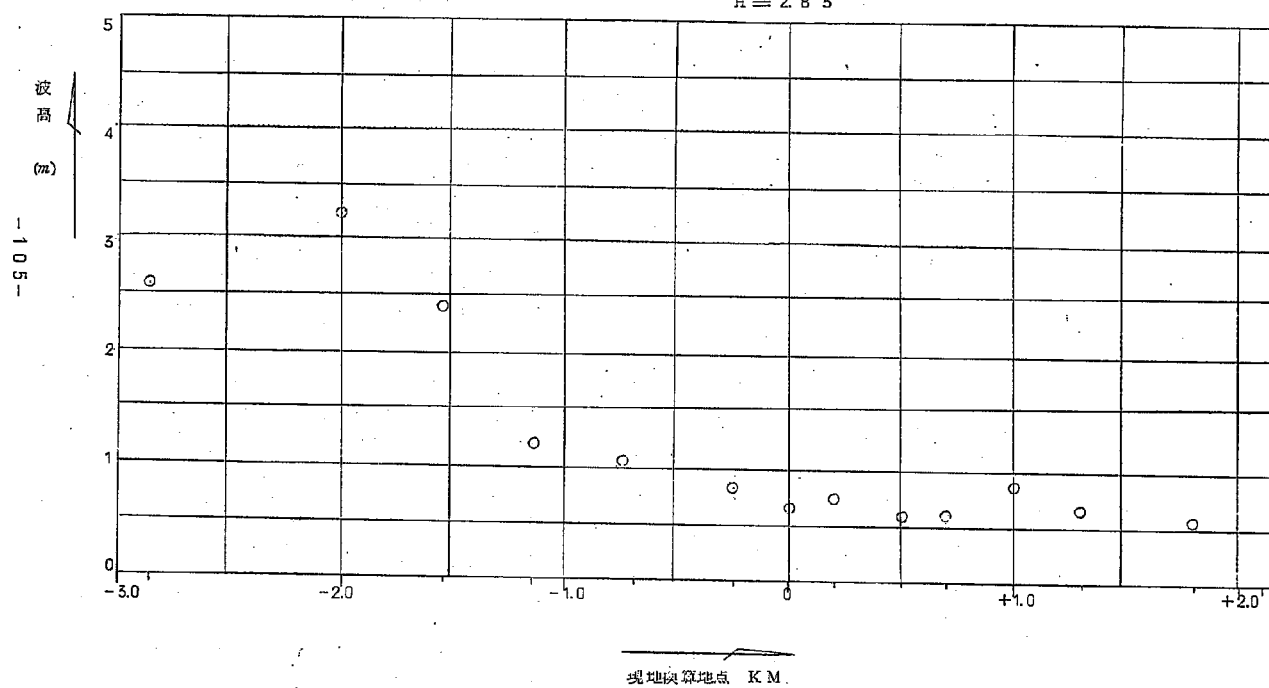


图-12-8 现地波高分布

直立堤防 (考察实验)

$h = 3.0 \text{ cm}$

$H = 3.01$

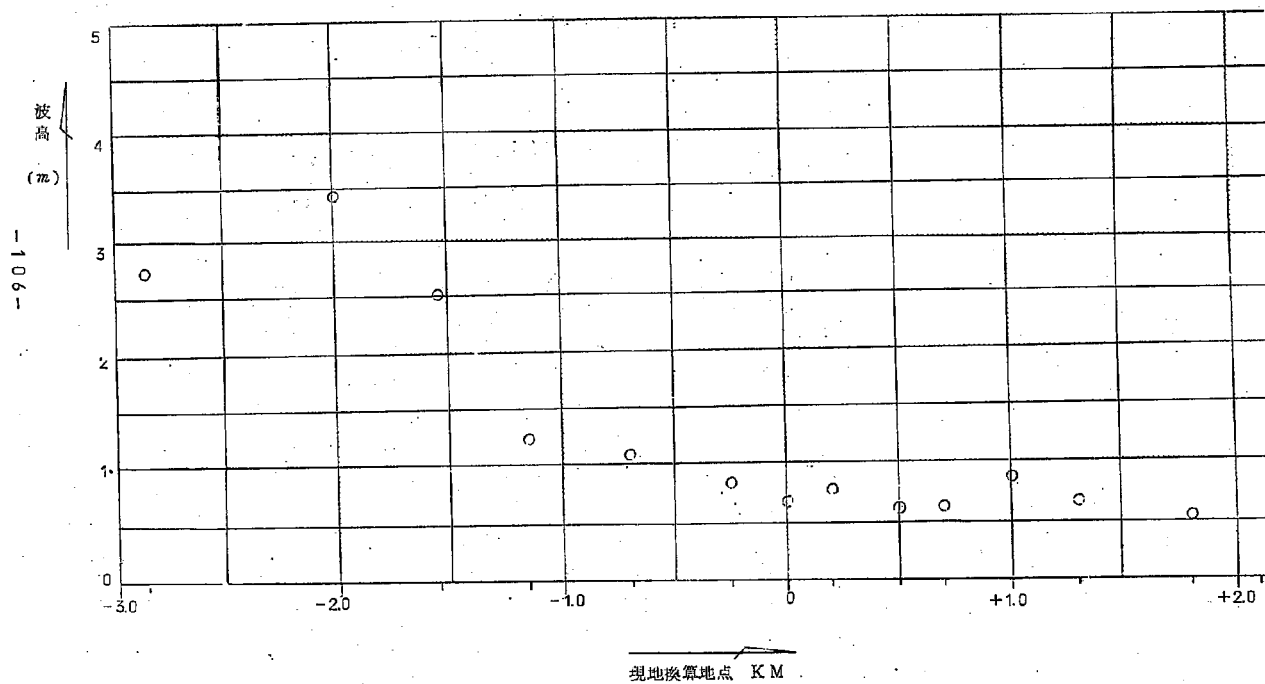


表 9 - 1 現 地 波 高 值

1割5分堤防

 $H_1 = 2.85$

測定断面	断面平 均水深	計算周期 T_p	計算波高 H_p	K_r	H_p ($K_r \times H_p$)	相当沖波 波高 H_{p0}
K	m	sec	m		m	m
-2.864	12.06	6.50	2.61	1.00	2.61	2.85
-2.0	8.10	6.10	2.63	1.43	3.76	4.11
-1.55	8.15	6.11	2.62	0.91	2.38	2.60
-1.15	7.83	6.08	2.59	0.50	1.30	1.42
-0.7	6.75	6.03	2.57	0.30	0.77	0.84
-0.25	5.36	5.86	2.51	0.23	0.58	0.62
0.0	5.63	5.79	2.44	0.24	0.59	0.64
0.2	5.85	5.74	2.40	0.24	0.58	0.63
0.5	5.81	5.67	2.37	0.17	0.40	0.43
0.7	6.17	5.65	2.34	0.31	0.73	0.79
1.0	5.99	5.60	2.32	0.32	0.74	0.81
1.3	5.13	5.53	2.29	0.32	0.73	0.79
1.8	4.95	5.36	2.20	0.20	0.44	0.48
2.1	5.36					

表 9 - 2 現地波高値

1割5分堤防

$H_1 = 3.01$

測定断面	断面平 均水深	計算周期 T p	計算波高 H' p.	Kr	Hp (Kr x H p)	相当沖波 波高 H po
K	m	sec	m		m	m
-2.864	12.06	6.50	2.75	1.00	2.75	3.01
-2.0	8.10	6.29	2.76	1.43	3.95	4.31
-1.55	8.15	6.26	2.72	0.91	2.48	2.71
-1.15	7.83	6.18	2.69	0.50	1.35	1.47
-0.7	6.75	6.14	2.68	0.30	0.80	0.87
-0.25	5.36	6.04	2.64	0.23	0.61	0.65
0.0	5.63	5.98	2.56	0.24	0.61	0.65
0.2	5.85	5.92	2.51	0.24	0.60	0.65
0.5	5.81	5.81	2.45	0.17	0.42	0.46
0.7	6.17	5.75	2.41	0.31	0.75	0.81
1.0	5.99	5.68	2.38	0.32	0.76	0.83
1.3	5.13	5.62	2.34	0.32	0.75	0.81
1.8	4.95	5.41	2.23	0.20	0.45	0.49
2.1	5.36					

表 9 - 3 現 地 波 高 值

直立堤防

 $H_1 = 2.85$

測定断面	断面平 均水深	計算周期 T ₂	計算波高 H ₁ p	Kr	H _p (Kr × H ₁ p)	相当沖波 波高 H ₁ p ₀
K	m	sec	m		m	m
-2.864	12.06	6.50	2.61	1.00	2.61	2.85
-2.0	8.10	6.10	2.63	1.18	3.10	3.39
-1.55	8.15	6.11	2.62	0.89	2.33	2.55
-1.15	7.83	6.08	2.59	0.47	1.22	1.33
-0.7	6.75	6.03	2.57	0.27	0.69	0.75
-0.25	5.36	5.86	2.51	0.16	0.40	0.43
0.0	5.63	5.79	2.44	0.23	0.56	0.60
0.2	5.85	5.74	2.40	0.20	0.48	0.52
0.5	5.81	5.67	2.37	0.19	0.45	0.49
0.7	6.17	5.65	2.34	0.14	0.33	0.36
1.0	5.99	5.60	2.32	0.31	0.72	0.78
1.3	5.13	5.53	2.29	0.28	0.64	0.69
1.8	4.95	5.36	2.20	0.17	0.37	0.40
2.1	5.36					

表 9 - 4 現 地 波 高 值

直立堤防

 $H_1 = 3.01$

測定断面	断面平均水深	計算周期 T p	計算波高 H' p	Kr	H p (Kr X H p)	相当沖波 波高 H p o
K	m	sec	m		m	m
-2.864	12.06	6.50	2.75	1.00	2.75	3.01
-2.0	8.10	6.29	2.76	1.18	3.26	3.56
-1.55	8.15	6.26	2.72	0.89	2.42	2.64
-1.15	7.83	6.18	2.69	0.47	1.26	1.37
-0.7	6.75	6.14	2.68	0.27	0.72	0.78
-0.25	5.36	6.04	2.64	0.16	0.42	0.45
0.0	5.63	5.98	2.56	0.23	0.59	0.63
0.2	5.85	5.92	2.51	0.20	0.50	0.54
0.5	5.81	5.81	2.45	0.19	0.47	0.51
0.7	6.17	5.75	2.41	0.14	0.34	0.37
1.0	5.99	5.68	2.38	0.31	0.74	0.80
1.3	5.13	5.62	2.34	0.28	0.66	0.71
1.8	4.95	5.41	2.23	0.17	0.38	0.41
2.1	5.36					

表 9-5 堤地波高値

直立堤防 (考察実験)

$h = 30 \text{ cm}$

$H_1 = 285$

測定断面	断面平均水深	計算周期 T_p	計算波高 H_p	K_r	H_p ($K_r \times H_p$)	相当沖波 波高 H_{po}
-2.864 K	1120 ^m	6.50 ^{sec}	2.60 ^m	100	260 ^m	285 ^m
-2.0	725	6.08	2.62	114	299	326
-1.55	729	6.06	2.59	084	218	238
-1.15	698	6.02	2.56	058	148	161
-0.7	590	5.94	2.52	047	118	127
-0.25	450	5.71	2.45	037	091	096
0.0	477	5.62	2.36	039	092	098
0.2	500	5.54	2.30	029	067	072
0.5	495	5.43	2.23	020	045	049
0.7	531	5.38	2.19	024	053	058
1.0	513	5.32	2.15	033	071	077
1.3	428	5.22	2.13	030	064	069
1.8	410	5.02	2.01	018	036	039
2.1	450					

表 9-6 塌地波高值

直立堤防(考察実験)

$h = 3.0 \text{ m}$

$H_1 = 3.0 \text{ m}$

测定断面	断面平均水深	計算周期 T_p	計算波高 H_p	K_r	H_p ($K_r \times H_p$)	相当沖波波高 H_{p0}
-2.864 K	11.20 ^m	6.50 ^{sec}	2.75 ^m	1.00	2.75 ^m	3.01 ^m
-2.0	7.25	6.26	2.76	1.14	3.15	3.42
-1.55	7.29	6.21	2.71	0.84	2.28	2.48
-1.15	6.98	6.17	2.67	0.58	1.55	1.68
-0.7	5.90	6.06	2.62	0.47	1.23	1.32
-0.25	4.50	5.85	2.53	0.37	0.94	0.99
0.0	4.77	5.71	2.43	0.39	0.95	1.01
0.2	5.00	5.64	2.36	0.29	0.68	0.73
0.5	4.95	5.53	2.29	0.20	0.46	0.49
0.7	5.31	5.46	2.23	0.24	0.54	0.58
1.0	5.13	5.38	2.19	0.33	0.72	0.78
1.3	4.28	5.28	2.16	0.30	0.65	0.70
1.8	4.10	5.08	2.06	0.18	0.37	0.40
2.1	4.50					

表 9-7 現地波高値

直立堤防(考察実験)
 $h = 3.1 \text{ m}$
 $H_1 = 2.85$

測定断面	断面平均水深	計算周期 T_p	計算波高 H_p	K_r	H_p ($K_r \times H_1$)	相当沖波波高 H_{p0}
-2.864 K	11.65 m	6.50 ^{sec}	2.61 m	1.00	2.61 m	2.85 m
-2.0	7.70	6.09	2.63	1.24	3.26	3.56
-1.55	7.74	6.07	2.60	0.94	2.44	2.67
-1.15	7.43	6.03	2.58	0.47	1.21	1.32
-0.7	6.35	5.95	2.55	0.41	1.05	1.14
-0.25	4.95	5.79	2.49	0.33	0.82	0.87
0.0	5.22	5.70	2.41	0.27	0.65	0.70
0.2	5.45	5.64	2.35	0.32	0.75	0.81
0.5	5.40	5.55	2.30	0.26	0.60	0.65
0.7	5.76	5.51	2.26	0.27	0.61	0.66
1.0	5.58	5.44	2.23	0.38	0.85	0.92
1.3	4.73	5.35	2.20	0.30	0.66	0.71
1.8	4.55	5.17	2.11	0.26	0.55	0.59
2.1	4.95					

表 9-8 堤地波高値

直立堤防(考察実験)
 $h = 3.1 \text{ m}$
 $H_1 = 3.01$

測定断面	断面平均水深	計算周期 T_p	計算波高 H_p	K_r	H_p ($K_r H_1$)	相当沖波波高 H_{po}
-2.864 K	11.65 ^m	6.50 ^{sec}	2.75 ^m	100	2.75 ^m	3.01 ^m
-2.0	7.70	6.29	2.77	1.24	3.43	3.73
-1.55	7.74	6.24	2.78	0.94	2.56	2.79
-1.15	7.43	6.17	2.69	0.47	1.26	1.37
-0.7	6.35	6.13	2.69	0.41	1.10	1.19
-0.25	4.95	5.98	2.62	0.33	0.86	0.91
0.0	5.22	5.87	2.53	0.27	0.68	0.73
0.2	5.45	5.80	2.46	0.32	0.79	0.85
0.5	5.40	5.68	2.41	0.26	0.63	0.68
0.7	5.76	5.65	2.36	0.27	0.64	0.69
1.0	5.58	5.58	2.32	0.38	0.88	0.95
1.3	4.73	5.47	2.28	0.30	0.68	0.73
1.8	4.55	5.26	2.16	0.26	0.56	0.60
2.1	4.95					

図-13-1 視地打ち上げ高

1割5分堤防

$H_1 = 2.85$

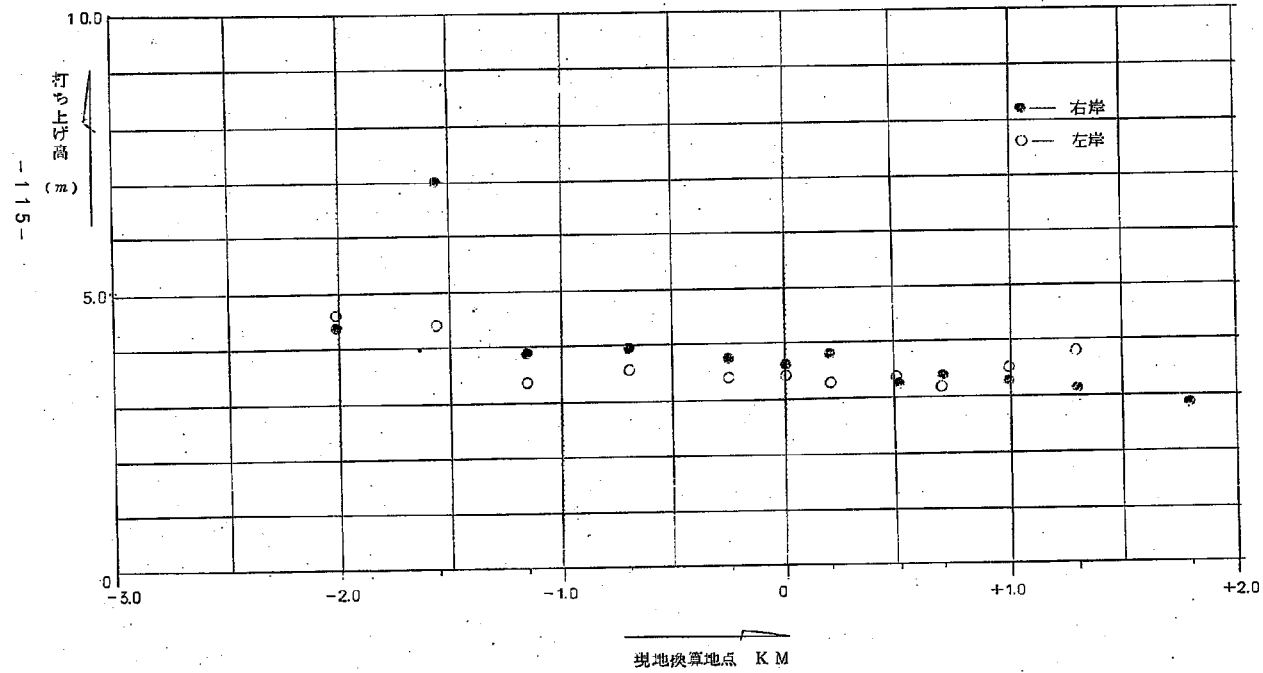
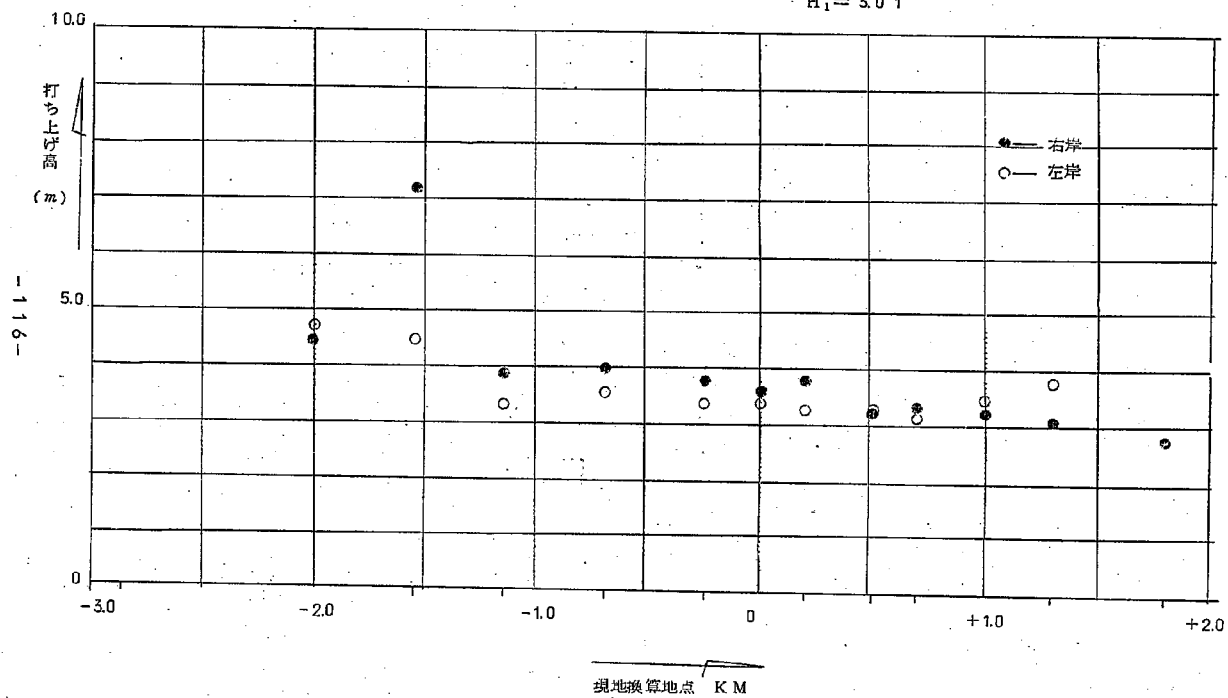


図-13-2 現地打ち上げ高

1割5分堤防
 $H_1 = 3.01$



-116-

図-13-3 現地打ち上げ高

直立堤防
 $H_1 = 2.85$

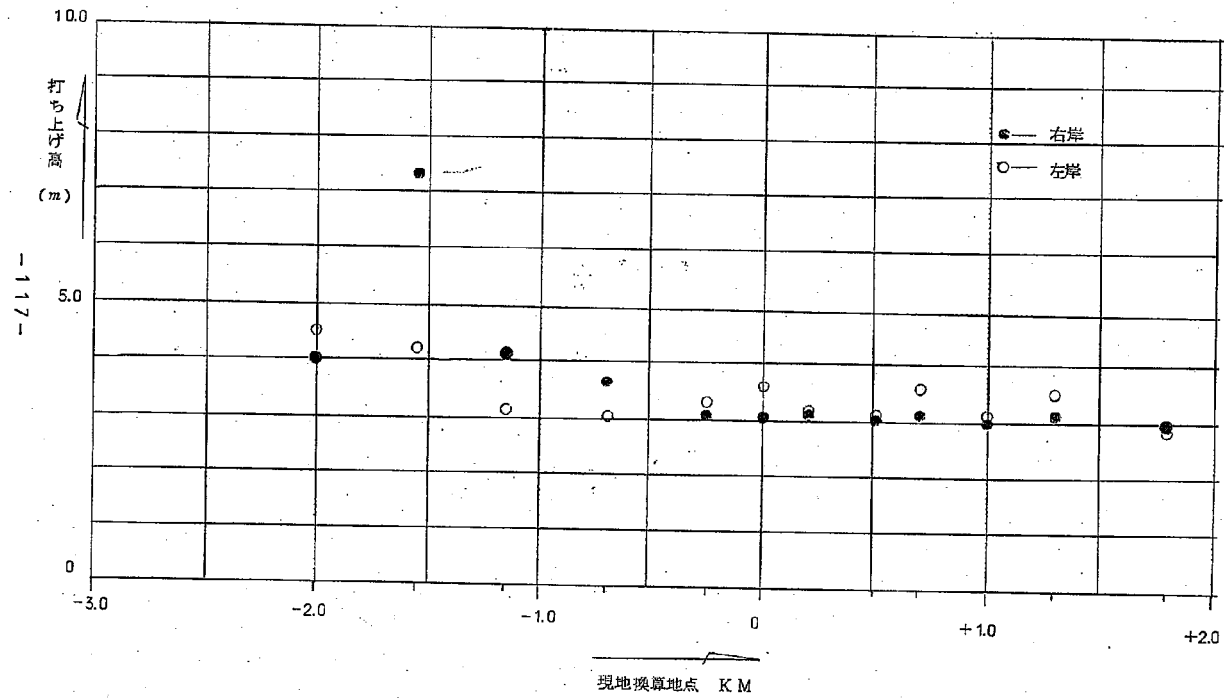


図-13-4 現地打ち上げ高

直立堤防
 $H_1 = 3.01$

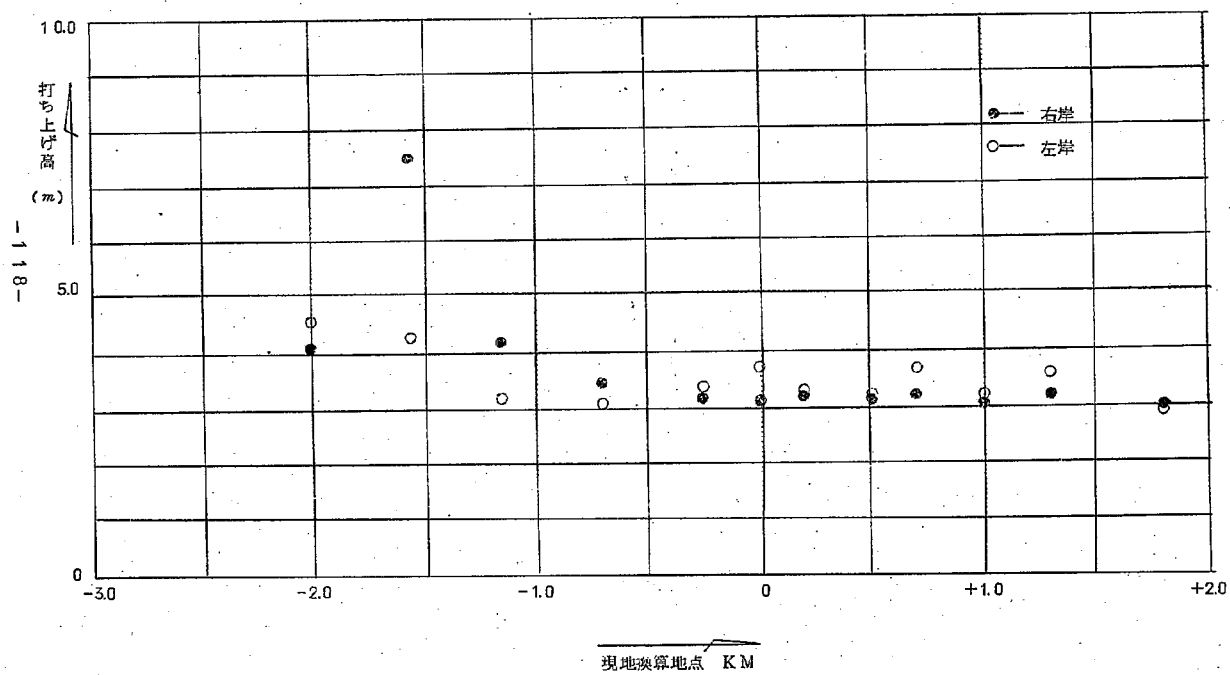


図-13-5 現地打ち上げ高

直立堤防（考察実験）
 $h = 3.0.0 \text{ cm}$
 $H_1 = 2.85$

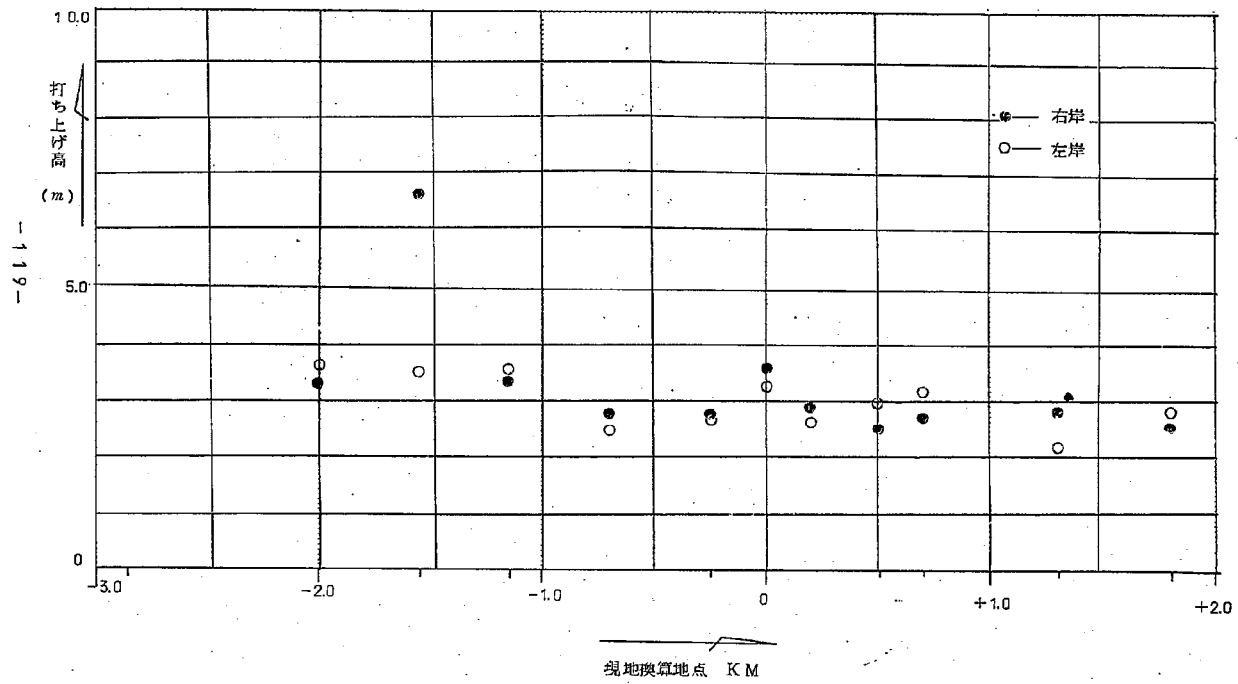


図-13-6 現地打ち上げ高

直立堤防(考察実験)

$h = 3.0.0 \text{ cm}$

$H_1 = 3.0.1$

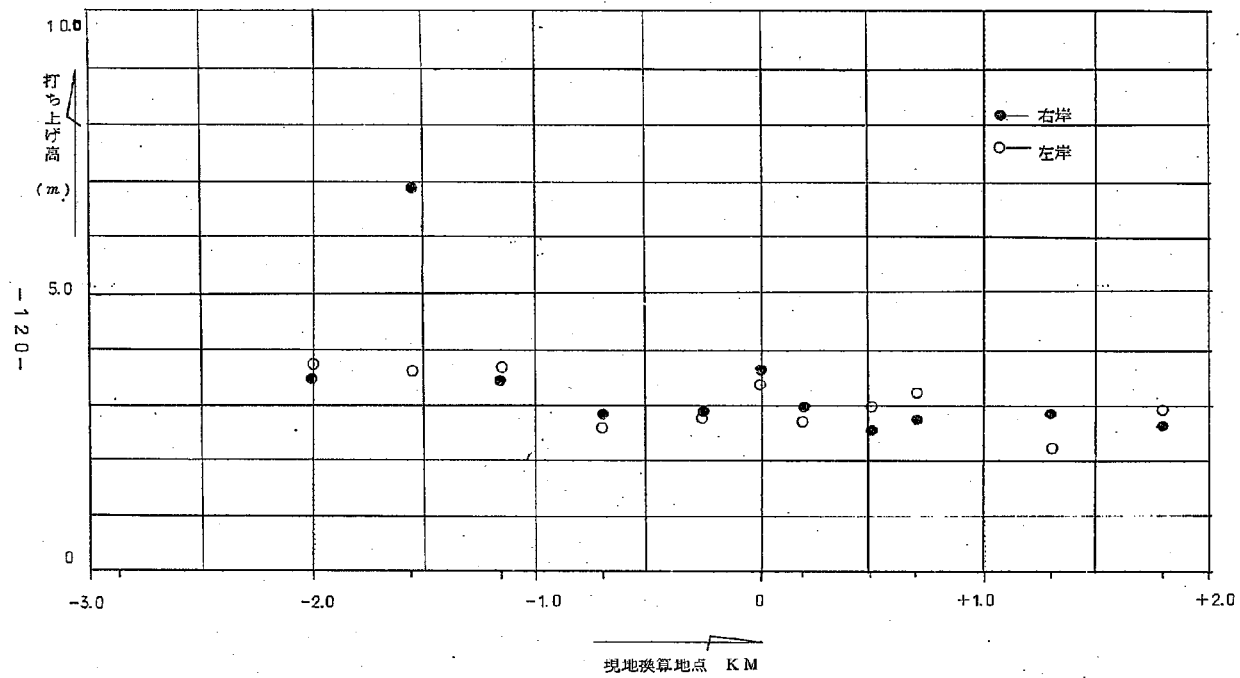


図-13-7 現地打ち上げ高

直立堤防(考察実験)

$h = 3.0 \text{ m}$

$H_1 = 2.85$

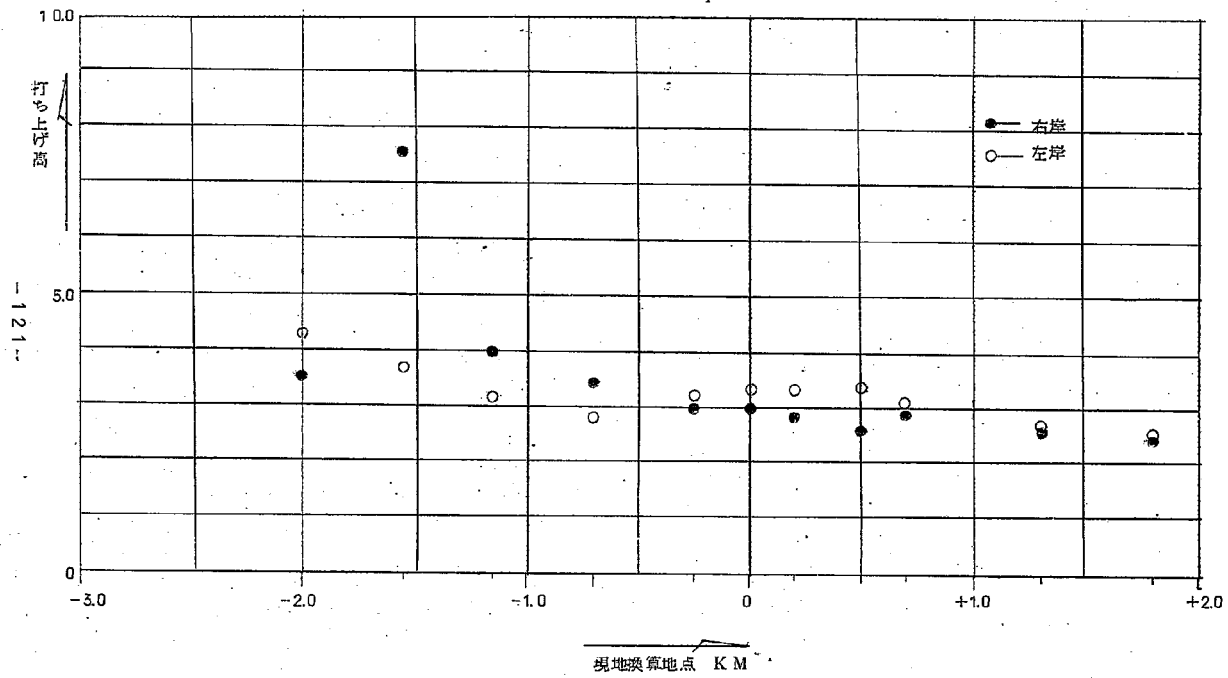
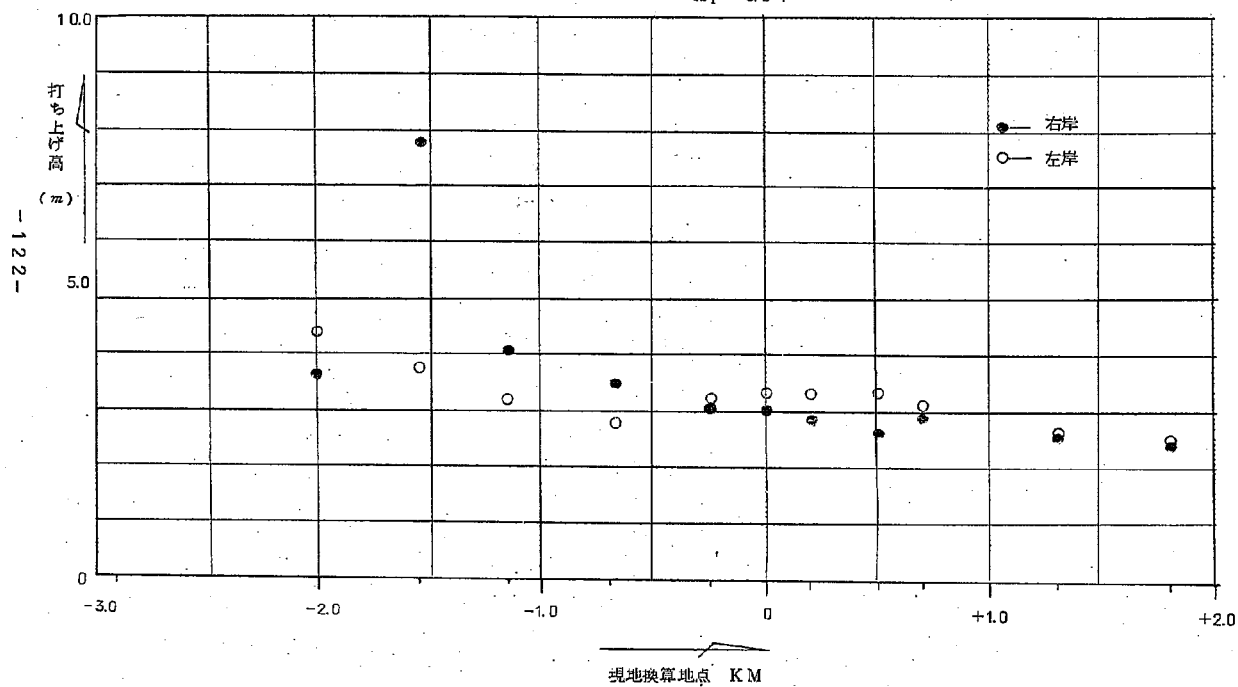


図-13-8 現地打ち上げ高

直立堤防 (考察実験)

$h = 3.10 \text{ m}$

$H_1 = 3.01$



- 122 -

表 — 10—1 現地打ち上げ高 (Rp)

1 割 5 分堤防

$H_1 = 2.85$

測定断面	現地沖波 波 高 H_{p0}	$\frac{R_{左}}{H_0}$	$\frac{R_{右}}{H_0}$	Rp左	Rp右	Rp左 +潮位	Rp右 +潮位
-2.864 ^k	2.85						
-2.0	4.11	0.53	0.48	2.18	1.97	4.55	4.84
-1.55	2.60	0.77	1.76	2.00	4.58	4.87	6.95
-1.15	1.42	0.66	1.03	0.94	1.46	3.31	3.83
-0.7	0.84	1.39	1.86	1.17	1.56	3.54	3.93
-0.25	0.62	1.61	2.21	1.00	1.37	3.37	3.74
0.0	0.64	1.65	1.92	1.06	1.23	3.43	3.60
0.2	0.63	1.45	2.26	1.91	1.42	3.28	3.79
0.5	0.43	2.21	2.05	0.95	0.88	3.32	3.25
0.7	0.79	1.03	1.25	0.81	0.99	3.18	3.36
1.0	0.81	1.41	1.14	1.14	0.92	3.51	3.29
1.3	0.79	1.34	0.97	1.45	0.77	3.32	3.14
1.8	0.48	0.98	1.04	0.47	0.50	2.84	2.87
2.1							

表-10-2 現地打ち上げ高 (Rp)

1割5分堤防

$H_1 = 3.01$

測定断面	現地沖波 波 高 H _{po}	$\frac{R_{左}}{H_0}$	$\frac{R_{右}}{H_0}$	R _{p左}	R _{p右}	R _{p左} +潮位	R _{p右} +潮位
k -2.864	3.01						
-2.0	4.31	0.53	0.48	2.28	2.07	4.65	4.44
-1.55	3.71	0.77	1.76	2.09	4.77	4.46	7.14
-1.15	1.07	0.66	1.03	0.97	1.51	3.34	3.88
-0.7	0.87	1.39	1.86	1.21	1.62	3.58	3.99
-0.25	0.65	1.61	2.21	1.05	1.44	3.42	3.81
0.0	0.65	1.65	1.92	1.07	1.25	3.44	3.62
0.2	0.65	1.45	2.26	0.94	1.47	3.31	3.84
0.5	0.46	2.21	2.05	1.02	0.94	3.39	3.31
0.7	0.81	1.03	1.25	0.83	1.01	3.20	3.38
1.0	0.83	1.41	1.14	1.17	0.95	3.54	3.32
1.3	0.81	1.34	0.97	1.49	0.79	3.86	3.16
1.8	0.49	0.98	1.04	0.48	0.51	2.85	2.88
2.1							

表-10-3 現地打上げ高 (Rp)

直立堤防

$H_1 = 2.85$

測定断面	現地沖波 波 高 H_{p0}	$\frac{R_{左}}{H_0}$	$\frac{R_{右}}{H_0}$	Rp左	Rp右	Rp左 +潮位	Rp右 +潮位
k -2864	2.85						
-2.0	3.39	0.62	0.48	2.10	1.63	4.47	4.00
-1.55	2.55	0.72	1.95	1.84	4.97	4.21	7.84
-1.15	1.88	0.60	1.31	0.80	1.74	3.13	4.11
-0.7	0.75	0.92	1.35	0.69	1.01	3.06	3.38
-0.25	0.48	2.18	1.76	0.94	0.76	3.31	3.13
0.0	0.60	2.11	1.15	1.27	0.69	3.64	3.06
0.2	0.52	1.63	1.52	0.85	0.79	3.22	3.16
0.5	0.49	1.59	1.44	0.78	0.71	3.15	3.08
0.7	0.36	3.46	2.16	1.25	0.78	3.62	3.15
1.0	0.78	0.99	0.84	0.77	0.66	3.14	3.03
1.3	0.69	1.71	1.15	1.13	0.79	3.55	3.16
1.8	0.40	1.87	1.51	0.55	0.60	2.92	2.97
2.1							

表-10-4 現地打ち上げ高 (Rp)

直立堤防

$H_1 = 3.01$

測定断面	現地沖波 波 高 H_{p0}	$\frac{R_{左}}{H_0}$	$\frac{R_{右}}{H_0}$	Rp左	Rp右	Rp左 +潮位	Rp右 +潮位
^k -2.864	3.01						
-2.0	3.56	0.62	0.48	2.21	1.71	4.58	4.08
-1.55	2.64	0.72	1.95	1.90	5.15	4.27	7.52
-1.15	1.37	0.60	1.31	0.82	1.80	3.19	4.17
-0.7	0.78	0.92	1.35	0.72	1.05	3.09	3.42
-0.25	0.45	2.18	1.76	0.98	0.79	3.35	3.16
0.0	0.63	2.11	1.15	1.33	0.72	3.70	3.09
0.2	0.54	1.63	1.52	0.88	0.82	3.25	3.19
0.5	0.51	1.59	1.44	0.81	0.73	3.18	3.10
0.7	0.37	3.46	2.16	1.23	0.80	3.65	3.17
1.0	0.80	0.99	0.84	0.79	0.67	3.16	3.04
1.3	0.71	1.71	1.15	1.21	0.82	3.58	3.19
1.8	0.41	1.37	1.51	0.56	0.62	2.93	2.99
2.1							

(1) 全体的な傾向

高潮対策区域外にては、堤防越波時の波高の天端の高さは可成り大きい。しかし、対策区域内に入ってから打ちあげ高は、上流へ進むに従つて減衰の傾向を示している。

(2) 堤防別による影響

直立堤、1割5分堤については、あまり差は認められない。河道内の0 Kmを中心とした附近の断面において、1割5分堤は左岸より右岸側が高く、直立堤は右岸より左岸が高くなっている。

(3) 潮位による影響

打ちあげ高(+潮位)は潮位の低い方が低い。故に、越波量の減少による打ちあげ高(+潮位)の増大は考えられない。

(4) 上流部の打ちあげ高

2.0 Kmより上流部分については、波高の減衰によつて打ちあげ高は求められていないが、測定結果の得られている最上流部より高くなる事は考えられない。

§ 7 結 論

以上のべてきた実験の結果を要約すると次の通りである。

- (1) 打ちあげ高(+潮位)は高潮対策区域内にては、T.P 4.00 mより高くなる場所はない。
- (2) 堤防差による打ちあげ高の(+潮位)の差は、ほとんど認められない。
- (3) 高潮対策区域外の堤防が低いため、越波量がかなり多く、このため河道内での波高、打ちあげ高の減衰が認められた。潮位を下げた場合、波高、打ちあげ高は多少大きくなるが、これによつて、打ちあげ高(+潮位)が大きくなる事はない。
- (4) 河道内に入射した波は、高潮対策区域内に到着するまでに地形によつて大きく減衰し、それより上流部分では波の減衰は比

較的少ない。

- (5) 波高、打ちあげ高の変動は比較的大きい、得られた打ちあげ高（＋潮位）は、すべて平均値を採用してあるから、堤防高の決定にあつては、越波について、充分考慮する必要がある。

あとがき

この実験の計画及び結果のとりまとめは、富永前試験所長、山口試験所長心得と松村研究員が担当し、測定及び資料整理は、横田敏雄、山田三郎の各技官及びその指示のもとに建設技術研究所が担当した。