

ISSN 0386—5878

土研資料第2020号

土 木 研 究 所 資 料

東播海岸移動床模型実験報告書

昭和 58 年 8 月

建設省土木研究所
河川部海岸研究室

Copyright © 1983 by P. W. R. I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director of P.W.R.I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複写は土木研究所長の承認を得ずしてこれを行なってはならない。

は　じ　め　に

東播海岸では海岸護岸からの越波を防止するための対策工として養浜工が計画されている。養浜工については天端幅や天端高の概要は定められているが、養浜による海岸護岸からの越波防止効果については十分明らかにされていない点がある。

本模型実験の目的は、越波防止を図るための最適養浜形状について検討することにある。このためまず養浜形状を変化させた場合の打ち上げ高を二次元実験により調査した。一方、打ち上げ高に関する基本的特性は二次元実験によって明らかにすることができるが、実際の打ち上げ高の分布は、流れの影響や、波が斜めに入射することの影響を受ける。また養浜工を行うには、養浜砂の流出防止のため突堤を建設するが、突堤が養浜砂の流出防止にどのような効果を有するかも明らかにしておく必要がある。以上の点より二次元実験で得られた最適形状を用い、移動床平面実験を行って養浜形状の変化や海岸護岸への打ち上げ高の分布を調査した。なお、本模型実験は近畿地方建設局姫路工事事務所の依頼によって行われたものである。

昭和58年8月

海岸研究室　室　長　宇　多　高　明

山　本　幸　次

第1章 東播海岸の概要	1
1.1 地域の概要	1
1.2 計画諸元	1
1.3 風の特徴	1
1.4 波浪特徴	1
1.5 養浜工の概要と現地実験	2
第2章 実験の目的と範囲	16
第3章 二次元移動床模型実験	16
3.1 実験の目的	16
3.2 実験方法	16
3.3 実験結果	18
3.4 まとめ	20
第4章 移動床平面実験	35
4.1 実験の目的	35
4.2 実験方法	35
4.3 打ち上がり高さと砕波波高の沿岸方向分布	36
4.4 流況特徴	38
4.5 海浜地形変化	40
4.6 まとめ	41
第5章 あとがき	72

参考文献

第 1 章 東播海岸の概要

1.1 地域の概要

東播海岸の区域は一般的に神戸市垂水区の旧播磨国と摂津国界から西へ、加古川左岸までの臨海部を指すものであるが、建設省の直轄事業は、このうち大阪湾沿岸の神戸市垂水区塩屋町堺川左岸から明石海峡を経て播磨沿岸の加古郡播磨町喜瀬川に至る延長約 26.0 km である。

神戸市垂水区の約 7.5 km は六甲山地が迫り、山地部と海に挟まれたわずかな低地部に国道 2 号線、山陽本線、山陽電鉄等の東西交通を結ぶ主要幹線が走り、市街地が東西に細長く密集している。

神戸市の西に隣接する明石市の東部は割合平坦な地形をなしており、海産物の集散地、淡路、四国を結ぶフェリーボートの発着地として重要な役割を果たしている。明石川右岸より西に位置する、明石市西部の林崎から東二見に至る約 8 km の区間は、断崖をなし屏風ヶ浦とも呼ばれている。海岸の北側は比較的平坦な土地が続いており、昭和30年代以降急速に開発が進んで来た地域である。沿岸部の漁港には林崎、松江、藤江、江井ヶ島、魚住の各港があり、瀬戸内海漁業の基地となっているほか、のり、わかめ等の養殖も盛んに行われている。二見から西方、喜瀬川にかけては、平らな海浜が続き、二見、古宮等の漁港がある。

1.2 計画諸元

東播海岸事業は侵食防止に重点を置き、これに高潮を考慮した護岸工を主体としている。計画の目標は伊勢湾台風級の想定台風により発生する海象条件を考慮して計画潮位、波高を定め、海岸侵食を完全に防護可能な海岸保全施設を設けることである。

計画諸元は表-1.1 にまとめられているとおりである。このうち明石以東の計画波浪は 64-23 号台風の須磨地点の実測波浪 $H_{1/3} = 4.64\text{m}$ 、 $T_{1/3} = 8.0\text{sec}$ と S M B 法による波浪推算値 $H_0 = 4.66\text{m}$ 、 $T_0 = 9.4\text{sec}$ をもとにして定められた。また明石以西の計画波浪は伊勢湾台風規模の台風を 54-05 台風のコースにとり、平行移動したモデル台風を想定し、これによって推算した値を用いている。

1.3 風の特性

風向風速の測定は、江井ヶ島港において昭和46年9月より行われている¹⁾。表-1.2 は昭和46年9月より昭和55年11月まで約9年間の観測記録をもとに作成した日最大風速、風向の出現頻度である。出現頻度の高い風向はWSW~Wの22.6%、およびN~NNEの16.9%である。風速別に見ると風速5.0~9.9 m/s の範囲で47%と出現頻度が高く、次いで0.6~4.9 m/s が42%を占めている。

1.4 波浪特性

計画対象地周辺の波浪観測記録としては、江井ヶ島港の波浪観測記録がある¹⁾。ここでは昭和46年9月から50年9月、および昭和53年4月から55年11月までの資料をもとに計画対象地区の波浪特性を把握する。

表-1.3~表-1.6 は日最大有義波高の周期別波高出現頻度を、春、夏、秋、冬の季節別にまとめたも

のである。また全年についてまとめたものが表-1.7である。全年の傾向をみると、波高 $H=1.0$ m以下の出現率が約95.4%でそのうち $H=0.4$ m以下の静穏波の条件が70.2%となっている。また、 $H=2.0$ m以上の高波高の出現率は0.1%と低い。各季節別にみても全年と同様の傾向であるが、夏期に静穏波の出現率が78.6%と高い。図-1.1～図-1.5は表-1.3～表-1.6を図としてまとめたものである。

周期特性としては、周期 $T=4.9$ 秒以下が97.3%で、このうち $T=3.0\sim3.9$ 秒が72.8%で最も多い。ただし冬期には他の季節より3.0～3.9秒の波が減少し、4.0～4.9秒の波が増加している。

1.5 養浜工の概要と現地実験

計画された養浜工の断面形状は図-1.6に示されている。養浜の天端はT.P.+2.5 m、天端幅は30mである。前浜勾配は $1/30$ とし、沖合は海底勾配 $1/30$ で現地盤にすり付けている。養浜は長さ180 mの区間で行い、両端には養浜砂の流出を防止するために突堤を配置している。突堤は階段状とし、護岸との接点で天端高がT.P.3.5 mであって、以下沖方向にT.P.2.5 m、T.P.1.0 mと次第に下げている。また、突堤の断面形状(A-A', B-B', C-C'断面)は図-1.7に示すとおりである。

養浜の概略形状は図-1.6、図-1.7のように決定されているが、このような海浜に波が作用したとき実際に生ずる変化については、漂砂現象の解明が十分でないために、現時点では十分予測されるとは言えない。このため養浜工を行う現地海浜において実験的に中規模な養浜工が行われ、外力と地形変化の関係が調べられている。養浜は林崎漁港の西側で行われた。養浜の現地実験の詳細はここでは省略するが、養浜形状は図-1.8、1.9、1.10に示されるとおりである。図-1.8は平面図である。汀線形状は護岸法線と 7° 傾いている。これは林崎漁港西端の海浜の汀線が護岸法線と 7° の角をなすことを参考にして定めたものである。したがって天端幅は東端で40 mと最も広く、西端で20 mと狭くなっている。また海浜勾配は図-1.9に示すように $1/10$ としている。

表-1.1 計画諸元

計画潮位	T.P. + 2.80 m
朔望平均満潮位	T.P. + 0.60 m
偏差	2.20 m
計画波浪	
明石以東	$H=4.60$ m, $T=8.0$ sec
明石以西	$H=3.40$ m, $T=8.0$ sec
計画護岸高	
明石以東	T.P. + 6.0 m
明石以西	T.P. + 5.0 m

表-1.2 日最大風速・風向出現頻度表

観測期間 昭和46年9月～昭和55年12月

(全年)

風速 (m/s)	風向	N	NNE	N E	ENE	E	ESE	S E	SSE	S	SSW	S W	WSW	W	WNW	N W	NNW	静 態	計	出現頻度 (%)
0.5 以下				1		1													2	0.1
0.6～4.9		71	178	86	41	39	81	65	42	81	119	72	109	78	42	32	32		1,168	42.0
5.0～9.9		88	125	35	45	75	138	88	90	72	41	46	146	158	57	46	59		1,309	47.0
10.0～14.9		6	4	1	7	14	9	12	46	5	6	2	42	72	20	10	7		263	9.4
15.0～19.9				1	1	3		1	6	2		1	12	8	1		1		37	1.3
20.0～24.9														2					2	0.1
25.0～28.9														1					1	0.1
29.0 以上																				
計		165	307	124	94	132	228	166	184	160	166	121	309	319	120	88	99		2782	100.0
出現頻度 (%)		5.9	11.0	4.5	3.4	4.7	8.2	6.0	6.6	5.7	6.0	4.3	11.1	11.5	4.3	3.2	3.6		100.0	
強 風 (10.0m/s 以上)		6	4	2	8	17	9	13	52	7	6	3	54	83	21	10	8		303	
		20	13	0.7	2.6	5.6	3.0	4.3	17.2	2.3	2.0	1.0	17.8	27.4	6.9	3.3	2.6		100.0	

表-1.3 日最大有義波高の周期別波高出現頻度表 (春期)

波高 (m)	周期 (sec)	0.00 1 0.19	0.20 1 0.39	0.40 1 0.59	0.60 1 0.79	0.80 1 0.99	1.00 1 1.19	1.20 1 1.49	1.50 1 1.99	2.00 1 2.49	2.50 1	計	出現頻度 (%)
0.0～2.9		11	51	8	2	2						74	15.7
3.0～3.9		39	208	52	19	10		1	1	1		331	70.4
4.0～4.9		3	26	2	10	11	5	3	1			61	13.0
5.0～5.9					1			2	2			4	0.9
6.0～6.9													
7.0～													
計		53	285	62	32	23	5	5	4	1		470	100.0
出現頻度 (%)		11.3	60.6	13.2	6.8	4.9	1.1	1.1	0.8	0.2		100.0	

表-1.4 日最大有義波高の周期別波高出現頻度表 (夏期)

波高 (m) 周期 (sec)	0.00 ∟ 0.19	0.20 ∟ 0.39	0.40 ∟ 0.59	0.60 ∟ 0.79	0.80 ∟ 0.99	1.00 ∟ 1.19	1.20 ∟ 1.40	1.50 ∟ 1.99	2.00 ∟ 2.49	2.50 ∟	計	出現頻度 (%)
0.0～2.9	7	55	5								67	12.5
3.0～3.9	23	309	55	20	11	2	1		1		422	78.7
4.0～4.9	3	23	5	6	3	1	2				43	8.0
5.0～5.9		1	1	1		1					4	0.8
6.0～6.9												
7.0～												
計	33	388	66	27	14	4	3		1		536	100.0
出現頻度 (%)	6.2	72.4	12.3	5.0	2.6	0.7	0.6		0.2		100.0	

表-1.5 日最大有義波高の周期別波高出現頻度表 (秋期)

波高 (m) 周期 (sec)	0.00 ∟ 0.19	0.20 ∟ 0.39	0.40 ∟ 0.59	0.60 ∟ 0.79	0.80 ∟ 0.99	1.00 ∟ 1.19	1.20 ∟ 1.49	1.50 ∟ 1.99	2.00 ∟ 2.49	2.50 ∟	計	出現頻度 (%)
0.0～2.9	2	20	1								23	5.3
3.0～3.9	31	216	39	27	18		1	1			333	76.4
4.0～4.9	2	37	2	6	6	8	6	1			68	15.6
5.0～5.9	1					3	2	5			11	2.5
6.0～6.9								1			1	0.2
7.0～												
計	36	273	42	33	24	11	9	8			436	100.0
出現頻度 (%)	8.3	62.6	9.6	7.6	5.5	2.5	2.1	1.8			100.0	

表-1.6 日最大有義波高の周期別波高出現頻度表 (冬期)

波高 (m) 周期 (sec)	0.00 0.19	0.20 0.39	0.40 0.59	0.60 0.79	0.80 0.99	1.00 1.19	1.20 1.49	1.50 1.99	2.00 2.49	2.50 2.50	計	出現頻度 (%)
0.0~2.9	5	5	5								15	4.5
3.0~3.9	19	108	42	23	11		2	2			207	62.2
4.0~4.9	3	32	6	20	15	19	5	1			101	30.3
5.0~5.9	3	3			1	1	2				10	3.0
6.0~6.9												
7.0~												
計	30	148	53	43	27	20	9	3			333	100.0
出現頻度 (%)	9.0	44.5	15.9	12.9	8.1	6.0	2.7	0.9			100.0	

表-1.7 日最大有義波高の周期別波高出現頻度表 (全年)

波高 (m) 周期 (sec)	0.00 0.19	0.20 0.39	0.40 0.59	0.60 0.79	0.80 0.99	1.00 1.19	1.20 1.49	1.50 1.99	2.00 2.49	2.50 2.50	計	出現頻度 (%)
0.0~2.9	25	131	19	2	2						179	10.1
3.0~3.9	112	841	188	89	50	2	5	4	2		1,293	72.8
4.0~4.9	11	118	15	42	35	33	16	3			273	15.4
5.0~5.9	4	4	1	2	1	5	5	7			29	1.6
6.0~6.9								1			1	0.1
7.0~												
計	152	1,094	223	135	88	40	26	15	2		1,775	100.0
出現頻度 (%)	8.6	61.6	12.6	7.6	5.0	2.2	1.5	0.8	0.1		100.0	

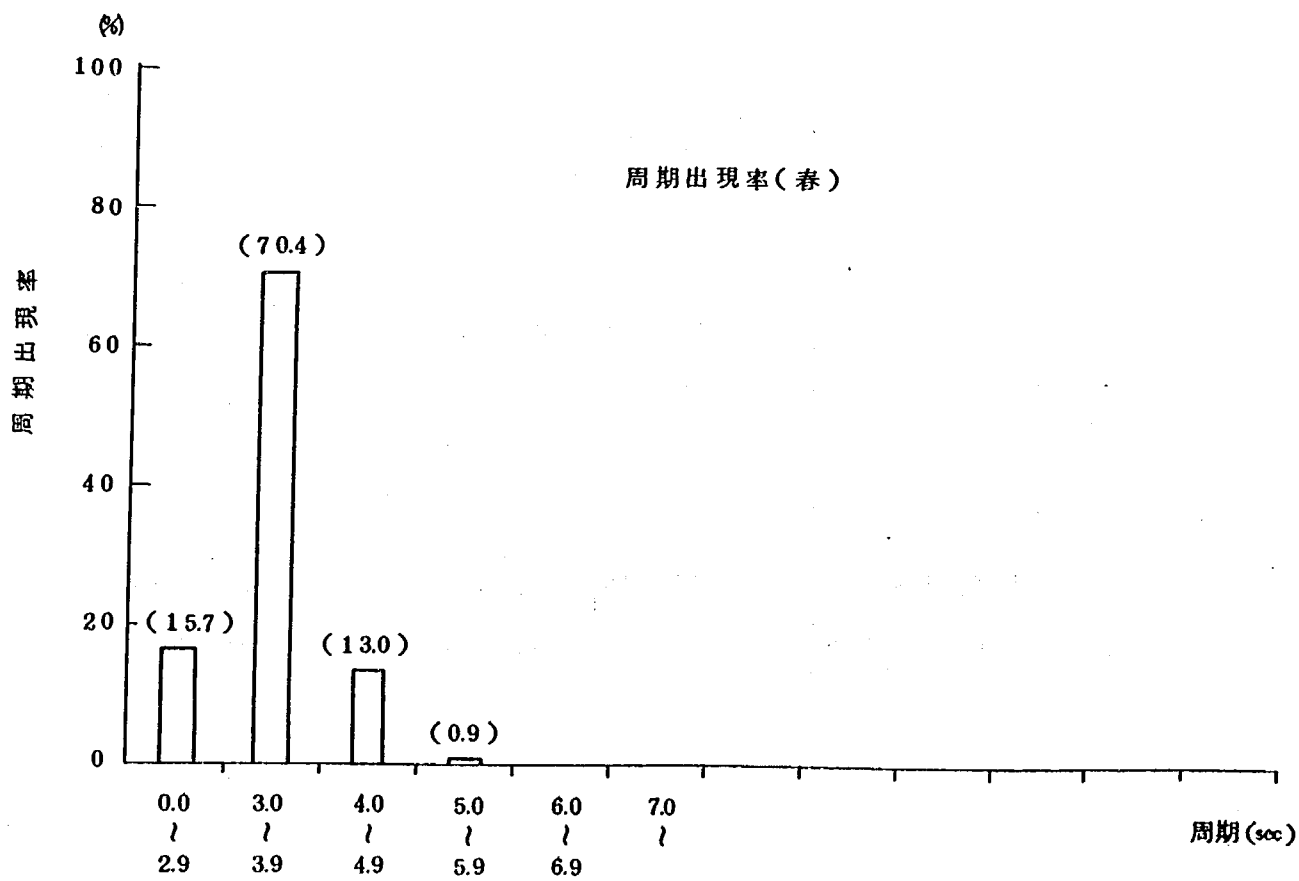
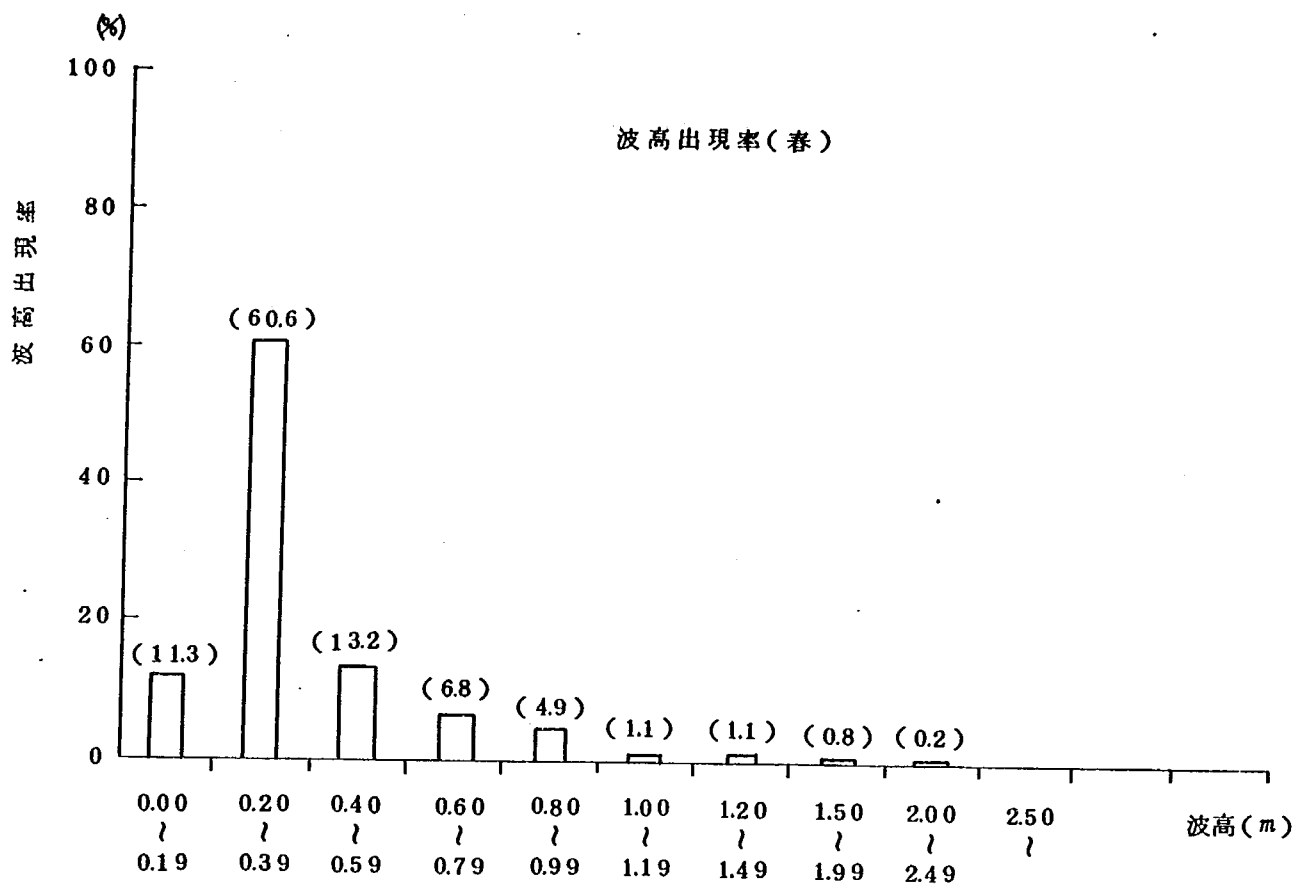


図-1.1 波高周期出現頻度図(春)

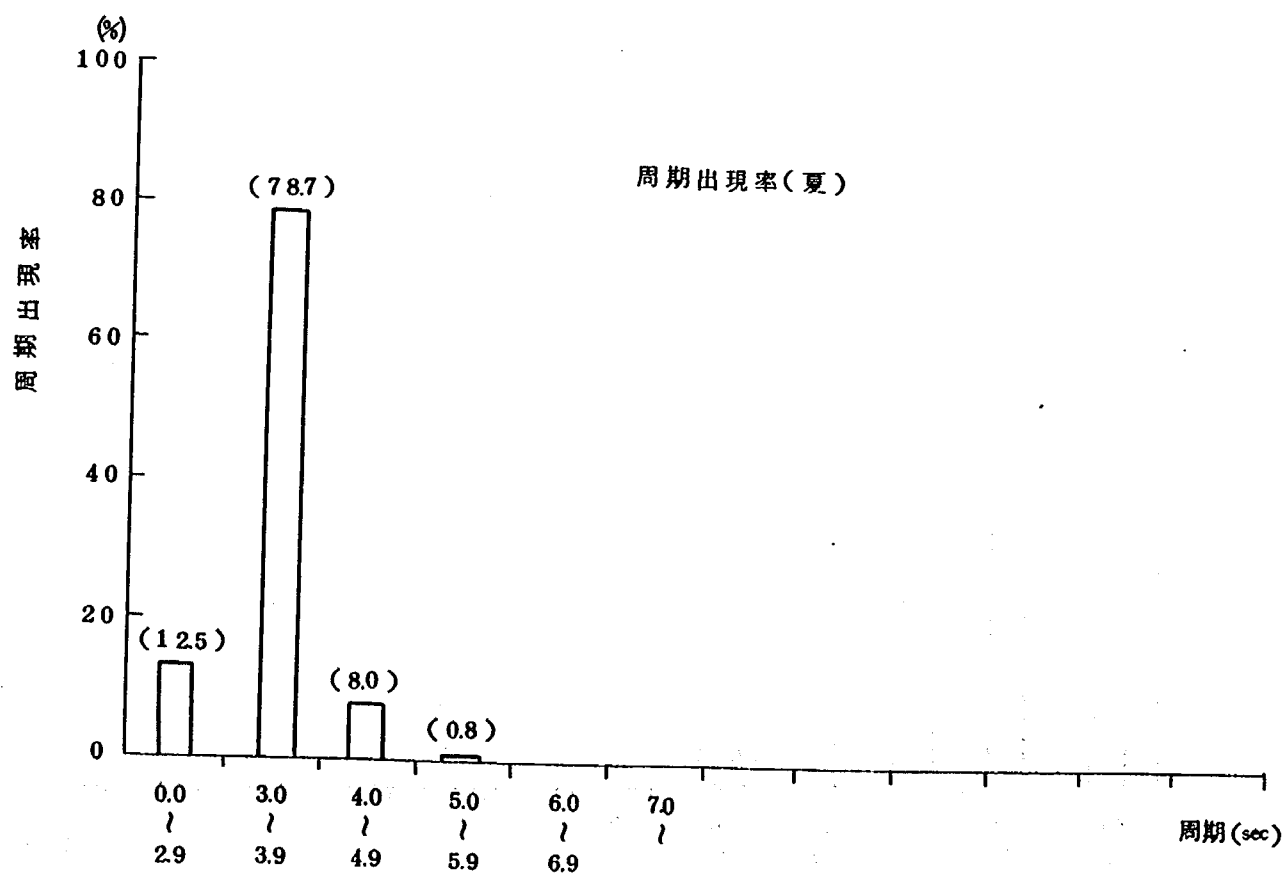
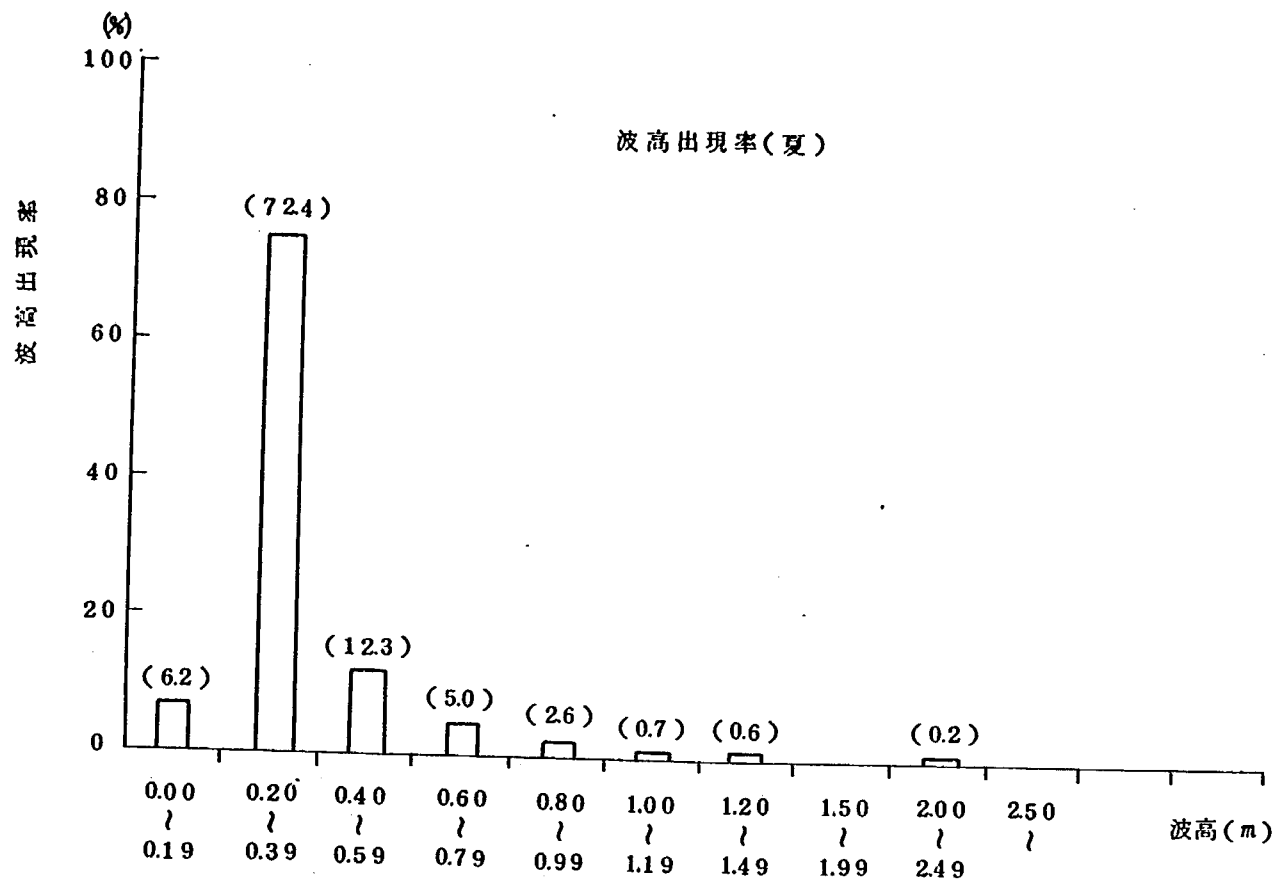


図-1.2 波高周期出現頻度図(夏)

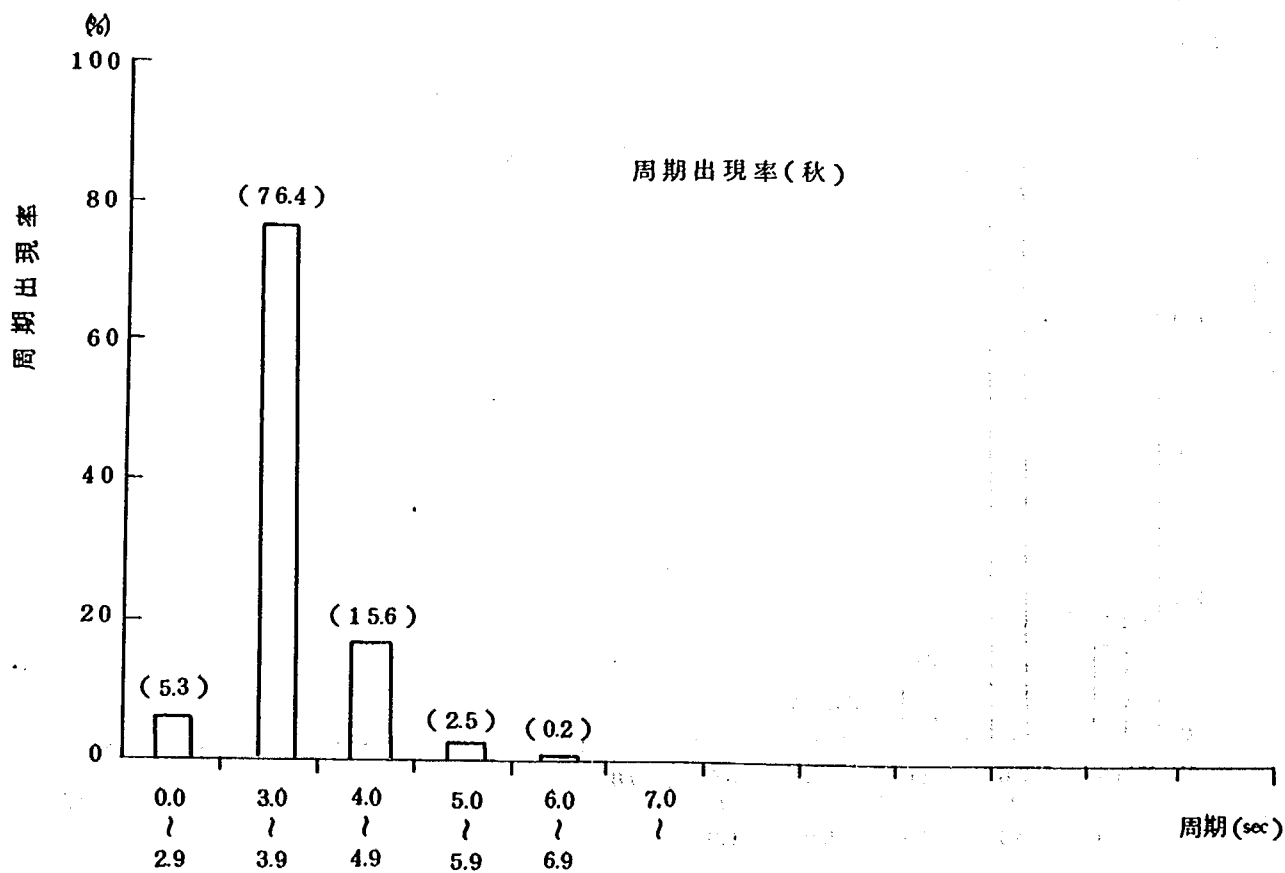
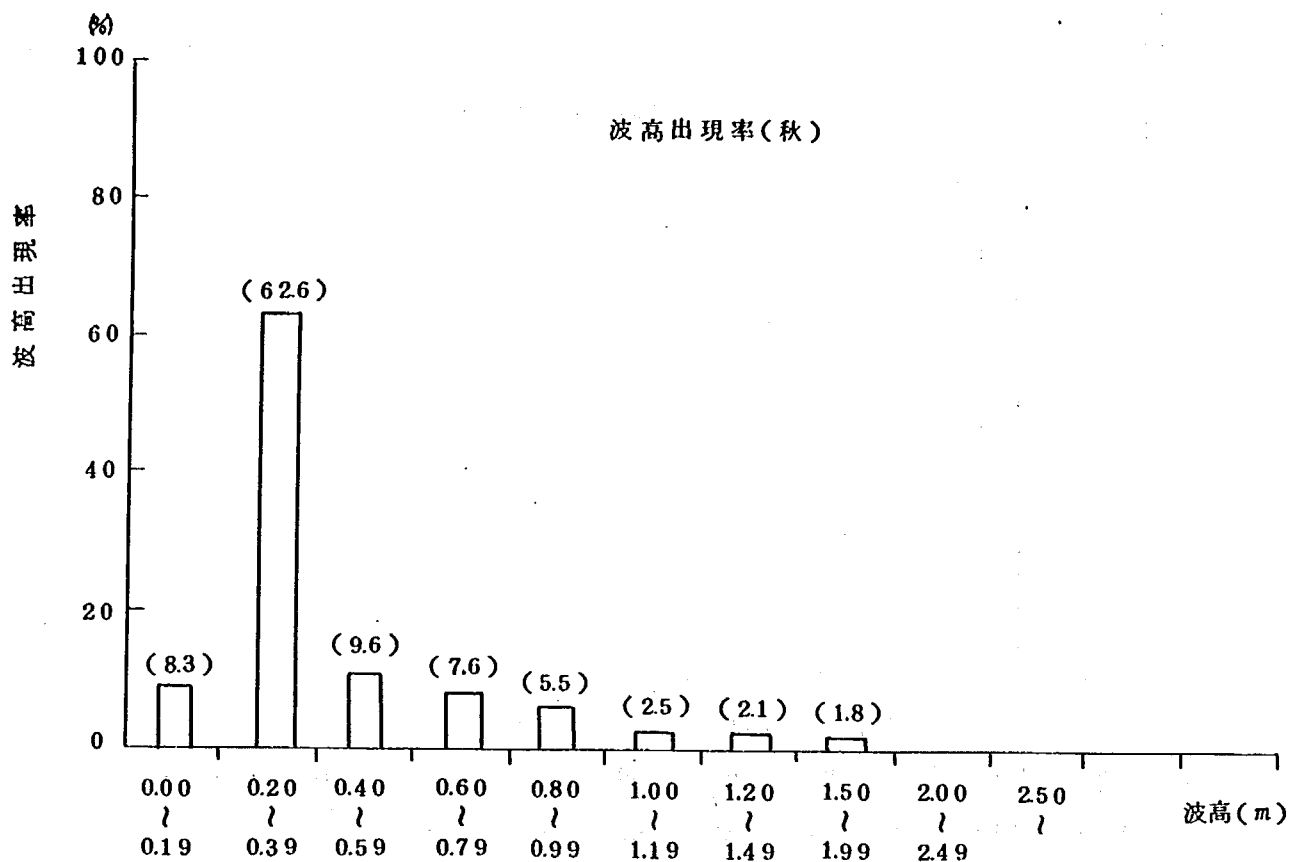


図-1.3 波高周期出現頻度図(秋)

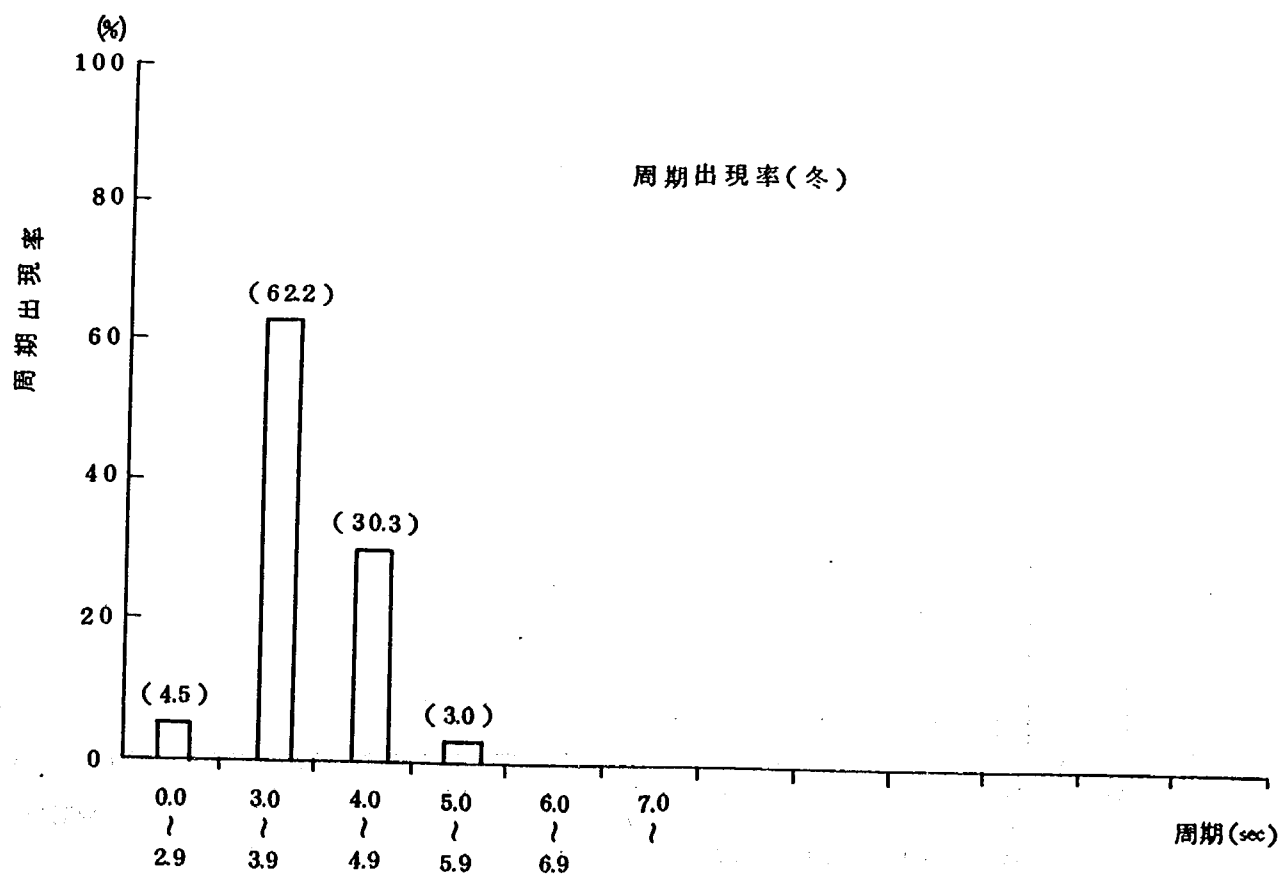
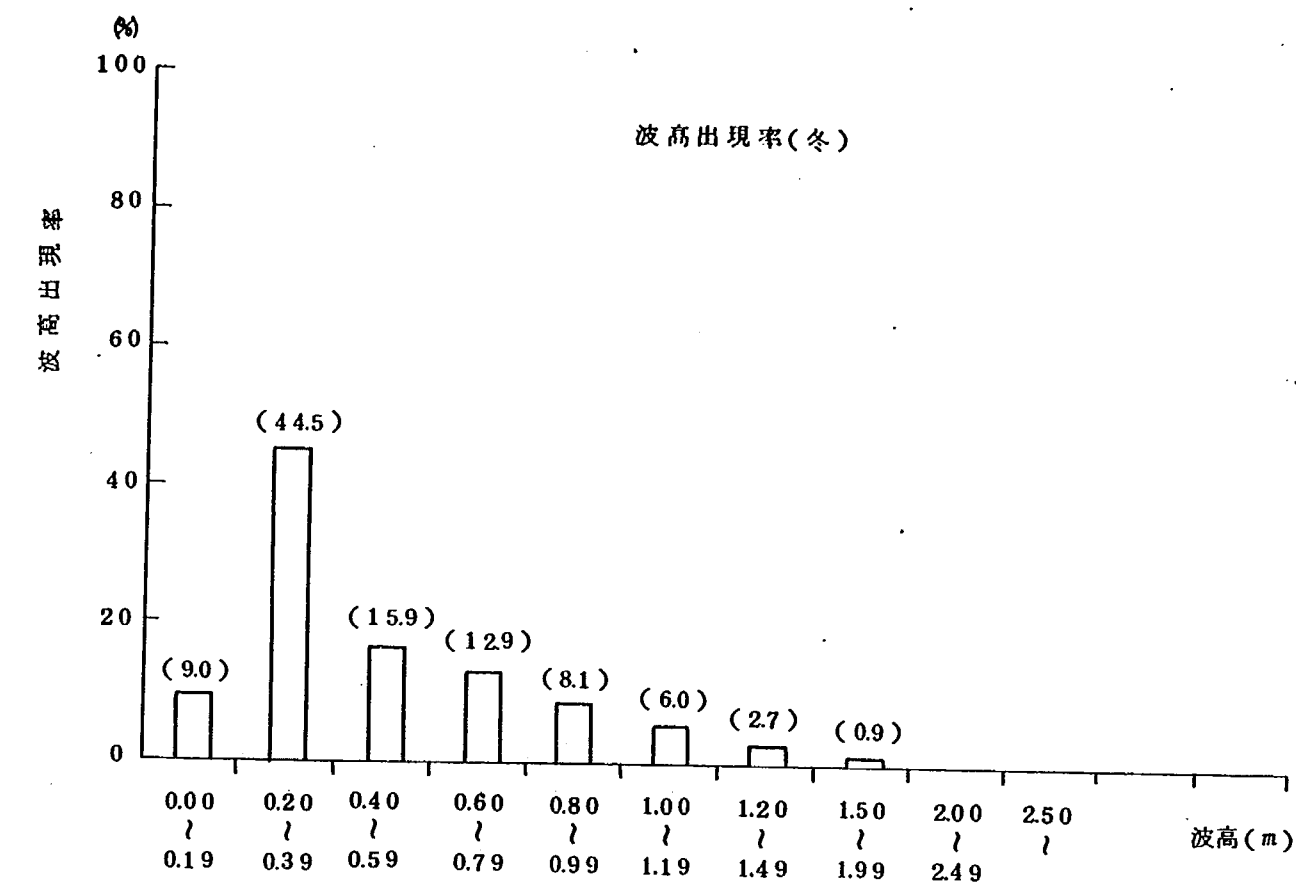


図-1.4 波高周期出現頻度図(冬)

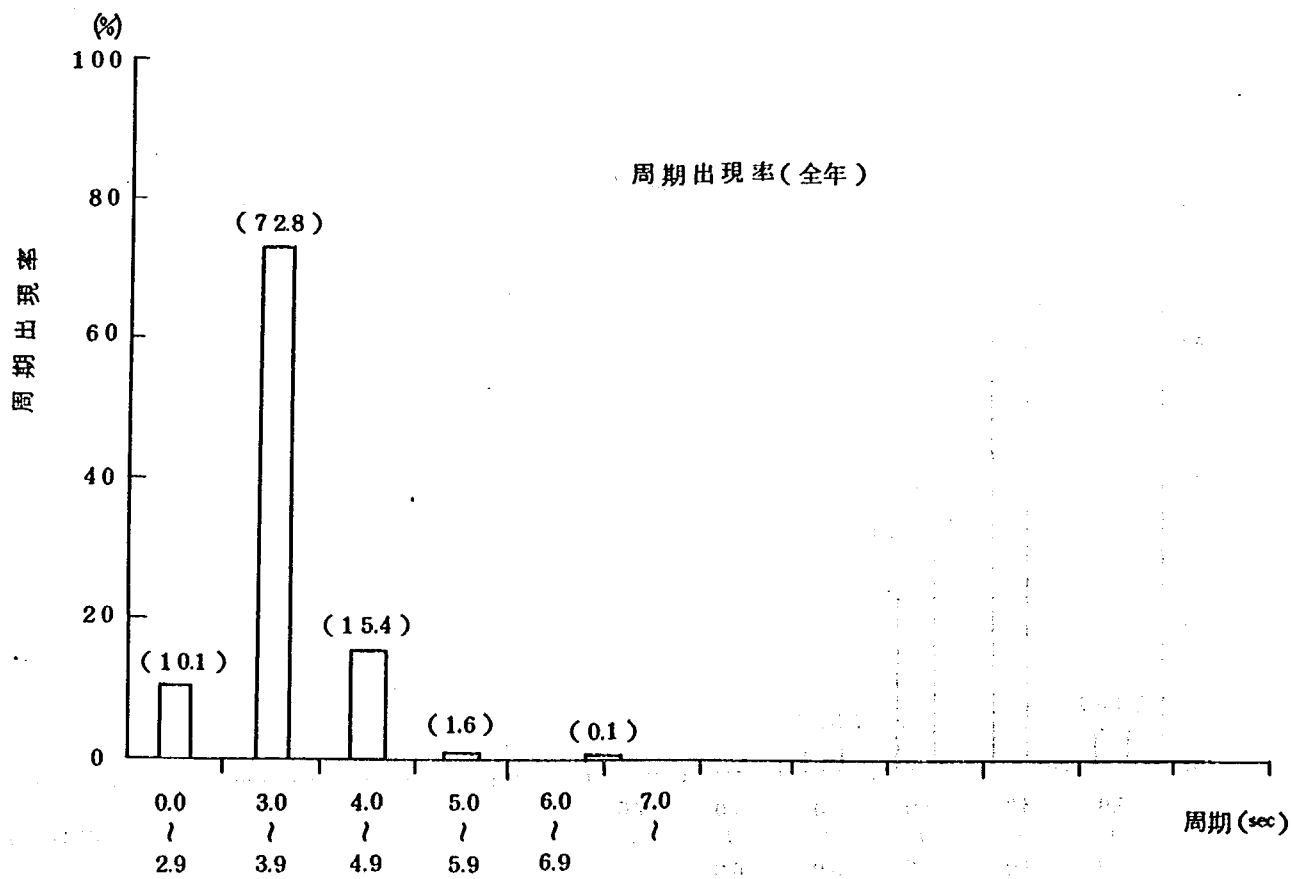
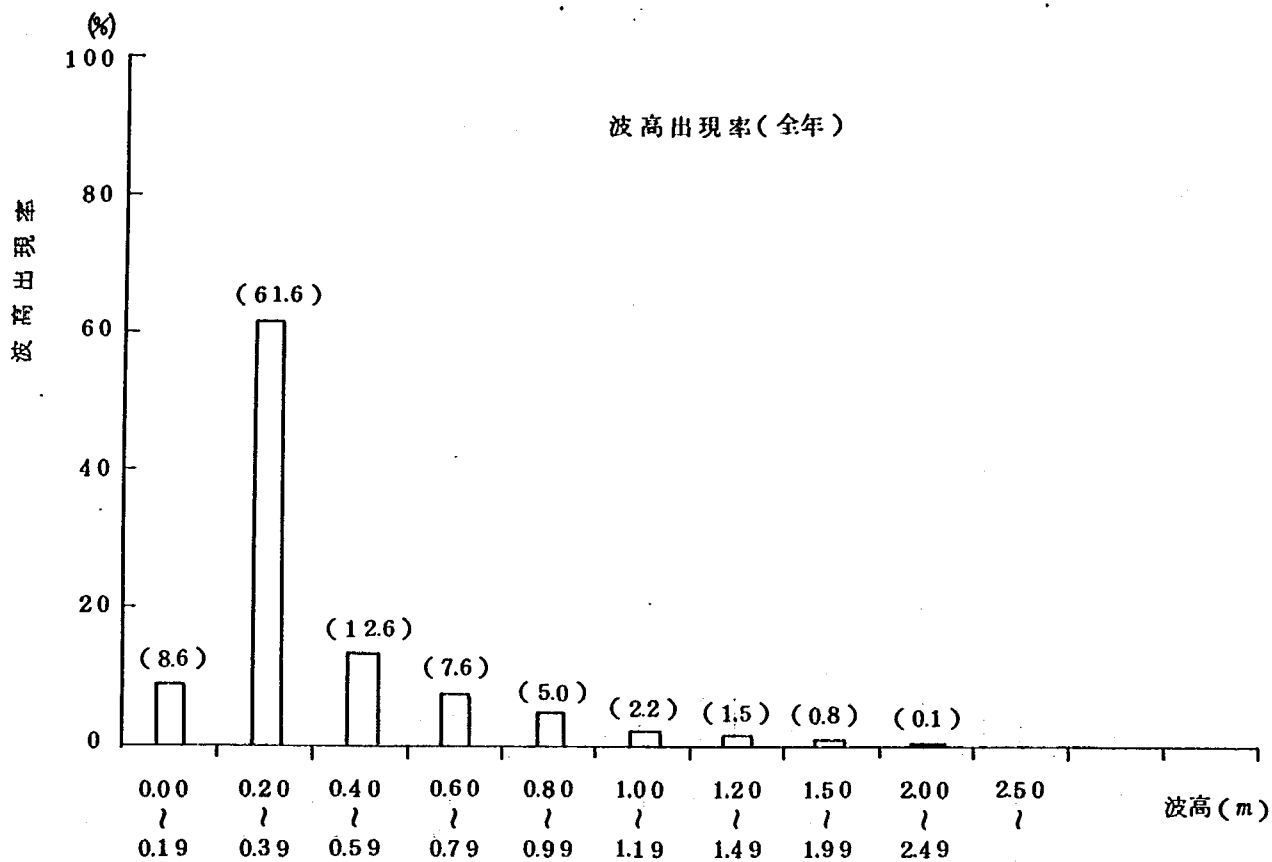


圖-1.5 波高周期出現頻度圖(全年)

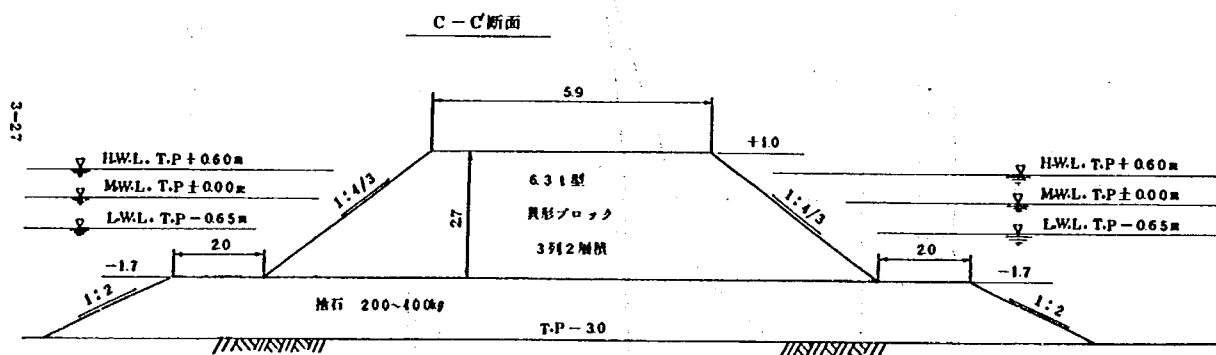
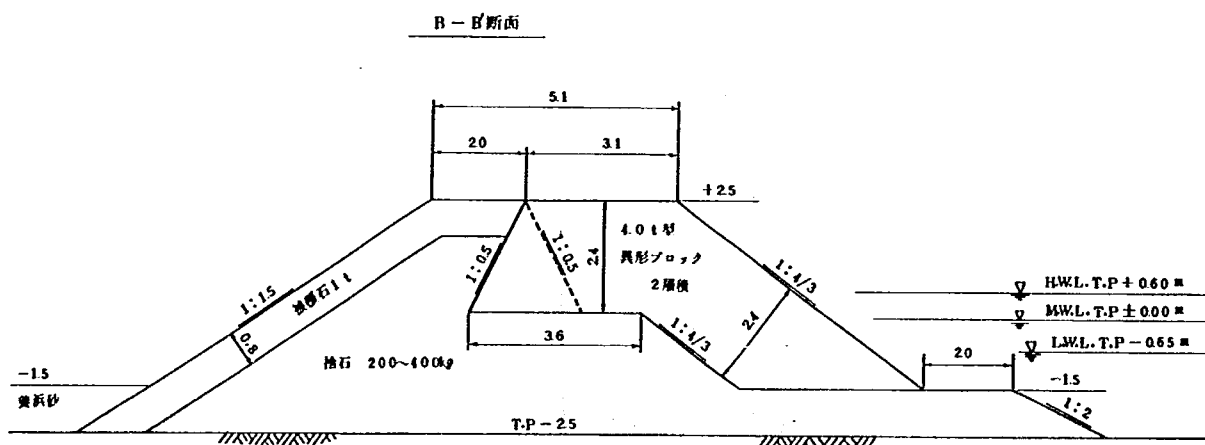
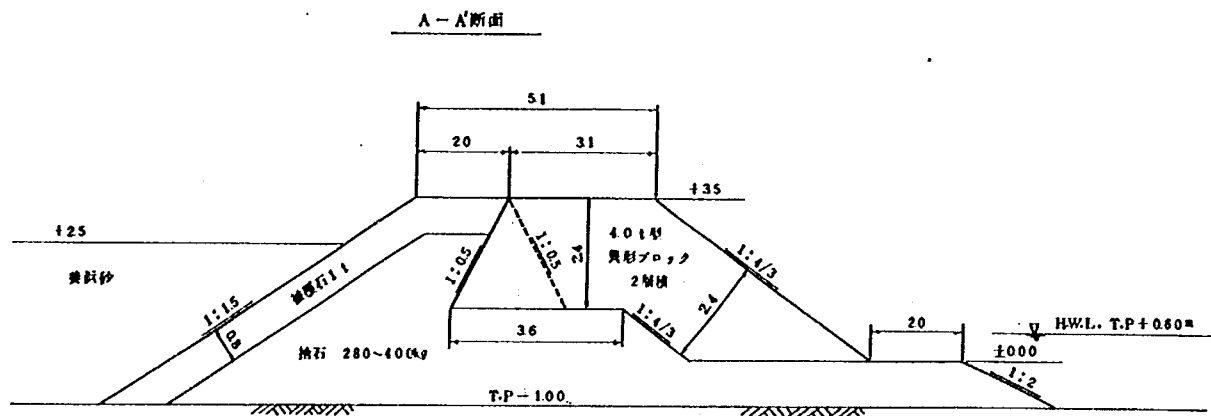


図-1.7 突堤標準断面図 (単位: m)

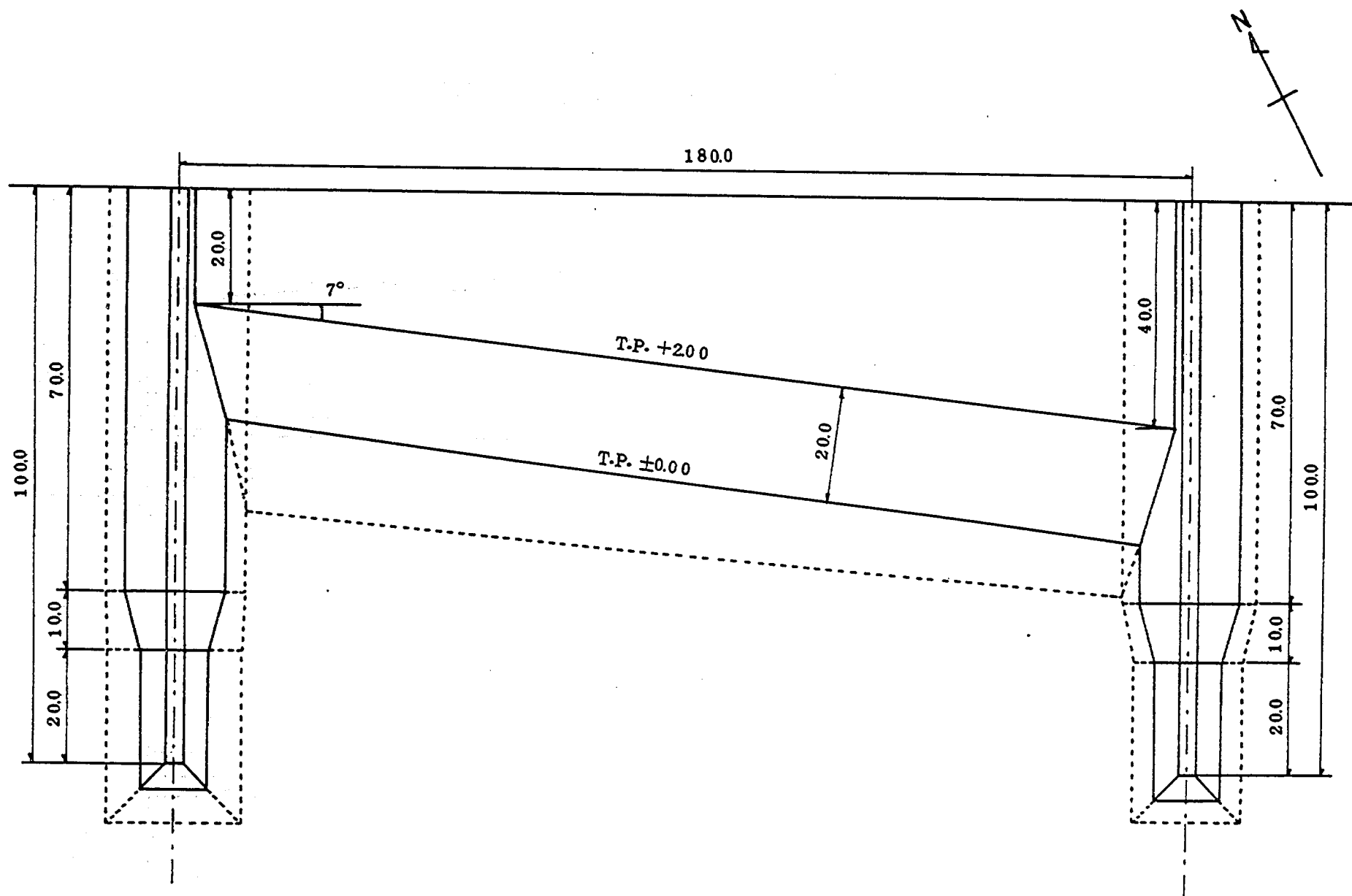


図-1.8 現地実験施工平面図 (単位: m)

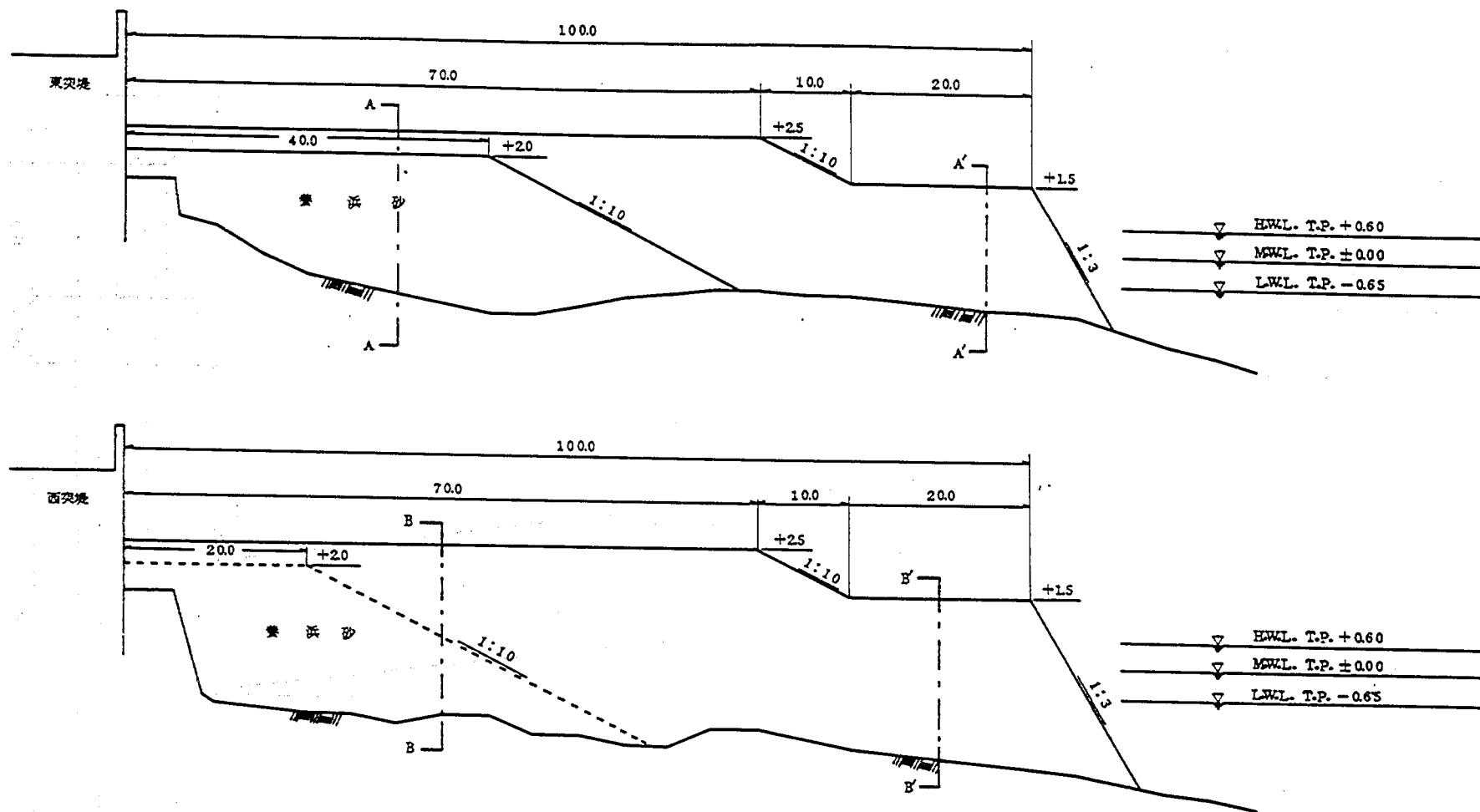


圖-1.9 現地実験施工断面図 (単位: m)

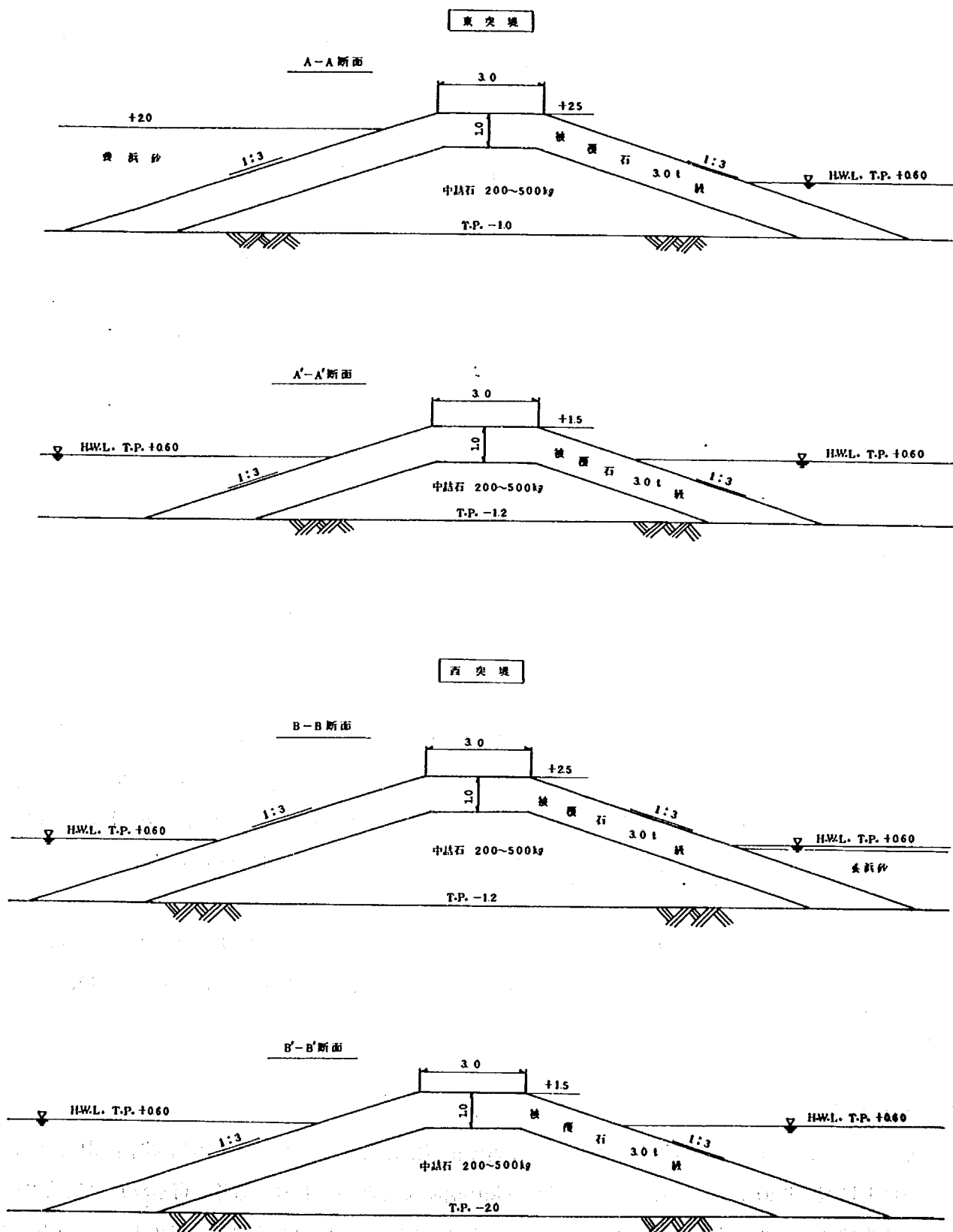


图- 1.10 突堤标准断面图 (单位: m)

第 2 章 実験の目的と範囲

本模型実験の目的は、護岸からの越波防止を図るための最適養浜形状について検討すること、及び突堤による養浜砂の流出防止効果について調べることにある。越波防止のための最適養浜形状については、まず打ち上げ高に関する二次元模型実験を行って検討する。実験では、二次元造波水路の中に種々の養浜形状の模型海浜を作り、波を作用させて打ち上げ高や海浜地形の時間的变化を調べる。なお作用させている波は計画波浪であって、このような波が作用したとき実際に現地海岸で生ずる地形変化は明らかでない。また二次元海浜に波を作用させたとき生ずる岸沖方向の漂砂に関しては、漂砂量の相似性が確立していないため、模型に波を作用させたときの地形変化がそのまま現地海岸で生ずるとは言えない。しかしながら海浜の変形とともに打ち上げ高がどのように変化するかについての傾向を把握することは重要と考えられるので、とくにこの種の模型実験を行ったものである。

打ち上げの基本的特性は二次元実験によって明らかにすることができるが、実際の打ち上げ高の分布は流れや波が斜め入射することの影響を受ける。また突堤による養浜砂の流出防止効果についても検討の必要があるために、移動床平面実験を行い、海岸護岸への打ち上げ高の分布や海浜形状の変化を調べる。

第 3 章 二次元移動床模型実験

3.1 実験の目的

この実験の目的は、海岸護岸からの越波防止を図るための最適養浜形状について調べることにある。このため二次元模型実験によって検討した。実験では養浜の天端幅、天端高さおよび養浜形状を変えた模型を作り、各模型に対して波の周期、波高を変化させたときの打ち上げ高の変化を調べた。模型海浜は移動床であるために、時間とともに変形する。このため海浜形状の変化とそれに伴う打ち上げ高の変化についても調査した。

一方、複断面を有する斜面への波の打ち上げについては、サビールの仮想勾配法によって算定が可能である。よって測定された碎波水深と入射波高とを用い、仮想勾配法により打ち上げ高を求め、計算値と測定値との比較検討を行った。

3.2 実験方法

模型の縮尺は $\frac{1}{50}$ と $\frac{1}{25}$ の2種類とする。模型実験の相似則としては、フルードの相似則を用い、各物理量を現地と模型で相似にする。表-3.1は各物理量の縮率をまとめたものである。得られた実験結果は原則として現地スケールに換算したものを示す。ただし実験時間は実験値をそのまま表示する。この理由は、海浜地形変化の時間スケールはフルード則によって現地スケールに換算することができないためである。

表-3.2は実験ケースの一覧表である。模型形状と縮尺を変え、全体で13ケースの模型について実験を

行った。各ケースの模型形状は図-3.1より図-3.13に示されている。ケース①よりケース④は縮尺は同一であって、養浜の天端高と天端幅の組み合わせが異なる。ケース⑥とケース⑯はリーフ型養浜を行ったものである。リーフ型養浜とは図-3.5に示されるように、沖合に平坦な養浜を行うものである。ケース⑥、⑦はケース①～ケース④と同種の養浜形状としている。ただしケース①～ケース⑦の縮尺はすべて $1/50$ であるが、ケース⑧～ケース⑯は縮尺が $1/25$ となっている。

実験では図-3.1～図-3.13のような模型海浜を中央粒径0.28mmの砂を用いて幅30cm、長さ30mの二次元水槽の中に製作した。各ケースの模型に対して、打ち上げ高の測定では入射波高、周期を4または5種類変えて実験を行った。したがって実験の全体の回数は59回となった。

実験条件として、潮位は計画潮位(T.P. 2.8m)に保ち、また入射波の周期は計画波周期(8.0秒)を原則とした。実験では入射波の波形勾配を種々変えて打ち上げ高の変化を調べるとともに、砕波点位置、砕波波高、海浜地形変化などを測定した。打ち上げ高は海岸堤防の直立部へ付けた1cm間隔の目盛を利用して測定した。ただし、護岸前面に砂が打ち上げられた場合にはこの目盛は使えないので、そのような際には砂面上の打ち上がり高さと、護岸からの岸沖距離を測定した。造波開始直後の波は不安定なため、最初10波が作用する間は測定せず、10波目より20波の間打ち上げ高の測定を行った。また、測定した20波の打ち上げ高についてはその平均値を求めた。

現地海岸で計画波浪のような高波が作用したとき、海浜形状は時間の経過とともに急速に変化する。高波の作用する時間は、台風の通過時間を考慮すれば高々数時間程度であろう。模型実験における地形変化に要する時間と、現地海岸で同様な変化が生ずるに要する時間については、海沖方向漂砂に関する漂砂量公式が確立していないので正確な議論は行うことはできないが、一つの目安としてフルードの相似則の關係を利用してみる。すなわちフルードの時間縮尺で現地の時間スケールに戻したとき、実際の高波継続時間より十分長くなるような時間、波を作用させることとし、 $1/50$ 模型では3時間、また $1/25$ 模型では4時間15分波を作用させた。

表-3.1 各物理量の縮率

物 理 量	縮 率		物 理 量	縮 率	
	$1/50$ 模型	$1/25$ 模型		$1/50$ 模型	$1/25$ 模型
鉛直スケール	50	25	周 期	7.1	5
水平スケール	50	25	時 間	7.1	5
波 高	50	25	波 形 勾 配	1	1
波 長	50	25	海 底 勾 配	1	1

表-3.2 実験ケース一覧

ケース名	天端高 h(m)	天端幅 B(m)	縮 尺	実験時間
1	2.00	30.0	$\frac{1}{50}$	3 時間
2	2.50	25.0	$\frac{1}{50}$	3 "
3	2.75	22.5	$\frac{1}{50}$	3 "
4	3.00	20.0	$\frac{1}{50}$	3 "
5	リーフ型	—	$\frac{1}{50}$	3 "
6	2.00	20.0	$\frac{1}{50}$	3 "
7	2.00	40.0	$\frac{1}{50}$	3 "
8	2.00	30.0	$\frac{1}{25}$	4 時間15分
9	2.50	25.0	$\frac{1}{25}$	4 " 15 "
10	2.75	22.5	$\frac{1}{25}$	4 " 15 "
11	3.00	20.0	$\frac{1}{25}$	4 " 15 "
12	リーフ型	—	$\frac{1}{25}$	4 " 15 "
13	2.00	40.0	$\frac{1}{25}$	4 " 15 "

3.3 実験結果

(1) 海岸護岸への打ち上がり高さ

まず最初に $\frac{1}{50}$ 模型の実験結果より明らかにする。図-3.14は波形勾配と打ち上がり高さの関係を示したものである。横軸は沖波の波形勾配、縦軸はT.P.0 mを基準とした打ち上がり高さを表わす。設定水位はT.P. 2.8 m なので、静水面からの打ち上げ高は縦軸の値より2.8 mを引いた値となる。現地海岸の護岸高はT.P. 5 mであり、この高さを越える打ち上げがある場合、その養浜形状は不適当と判断される。実験では天端高さをT.P. 2 m, 2.5 m, 2.75 m, 3 mと変えたが、図-3.14によると天端高2 mの場合波形勾配が0.02と0.03の間で打ち上がり高さが5 mを越えてしまう。天端高を高くして行くにつれて打ち上がり高さは減少し、天端高がT.P. 3 mで打ち上がり高さは約4 mとなる。図-3.14にはリーフ型の海浜形状の場合の測定値も示されているが、これは天端高がT.P. 3 mのものとはほぼ同様な打ち上がり高さとなっている。なお計画波としては沖波波高3.4 m 周期8.0秒と定められている。この場合波形勾配は0.034となる。一方図-3.14を見ると天端高2 mでは最大の打ち上がり高さは波形勾配が0.02と0.03の間で生じており、それより大きい波形勾配では打ち上がり高さは減少している。これは波高が高くなると入射波が沖合で碎波してしまうためである。したがって打ち上げ高さについて検討する場合は、計画波よりも小さな波による打ち上げ高が問題となる。

以上の結果は模型縮尺が $\frac{1}{50}$ のものであったが、模型が小さいと、測定精度が悪く、また碎波形態が変化するなどの問題点がある。このため模型縮尺を $\frac{1}{25}$ としたものについても実験した。図-3.15が実

験結果である。縦軸、横軸のとり方は図-3.14と同様である。図-3.14と図-3.15とを比較すると、リーフ型のものを除きすべてのケースにおいて打ち上がり高さは上昇している。またその上昇割合は天端高の低いものほど大きい。天端高がT.P. 2 mでは打ち上がり高さは完全に5 mを越えており、この養浜形状では越波防止のため不十分な効果しか持たないことがわかる。また天端高がT.P. 2.5 mのタイプの場合、 $\frac{1}{50}$ 模型では打ち上がり高さは5 m以下であったが、 $\frac{1}{25}$ 模型では5 mを越えた値が生じている。 $\frac{1}{25}$ 模型の方が精度が高いことを考慮すると、T.P. 2.5 mの天端高さでも越波防止には不安が残ることになる。

次に天端幅の変化が打ち上がり高さに及ぼす影響を調べるために、天端高をT.P. 2.0 mに保ち、天端幅を20, 30, 40 mと変えた場合の実験を行った。図-3.16がその結果である。天端高がT.P. 2 mの場合、T.P. 0 mからの打ち上がり高さを5.0 m以下とするには天端幅が40 mは必要になることがわかる。

模型実験は移動床で行っているために、時間の経過とともに海浜形状は変化する。海浜形状が変化すると打ち上げ高も変化するので、 $\frac{1}{50}$ 模型では実験開始後3時間目で、また $\frac{1}{25}$ 模型では実験開始後4時間15分において打ち上げ高の測定を再度行った。実験結果は図-3.17と図-3.18に示される。まず $\frac{1}{50}$ 模型の実験結果によると、天端高2~3 mのいずれであっても打ち上がり高さはほぼ5 m以下となっている。波形勾配の小さい所でわずかに5 mを越えたものがあるが、これは前浜上に土砂が打ち上げられて海浜勾配が急になったためである。また $\frac{1}{25}$ 模型では、天端高がT.P. 2 mのケースと、リーフ型海浜の場合を除けば、打ち上がり高さはほぼ5 m以下となることがわかる。

波を作用させたときの海浜断面形状の変化の例は図-3.19から図-3.22に示されている。図-3.19と図-3.20はケース②すなわち天端高が2.5 m、天端幅が25 m、縮尺が $\frac{1}{50}$ の場合のものである。また図-3.21と図-3.22はケース⑨すなわち天端高、天端幅はケース②と同一であるが、縮尺が $\frac{1}{25}$ となっている。図-3.19、図-3.20は打ち上がり高の変化を示した図-3.17の口印に対応する海浜形状を示している。図-3.17の中で波形勾配が0.015では打ち上がり高さがT.P. 5 mを越えたが、図-3.19の $H_0/L_0 = 0.015$ の場合をみると海岸護岸の前面にバームが形成されており、その頂点での打ち上がり高さを測ったために大きな値となったものと考えられる。ただしバームの頂点の位置は護岸前面ではなく護岸より5 mにある。したがって高い打ち上がり高さであっても護岸からの越波は少ない。

このような前浜部への底質の打ち上げは、波形勾配が小さかったためである。また図-3.19、図-3.20によると、波形勾配が大きくなるにつれ（実験では周期を一定にしているので、これは波高を大きくしたことと同じ意味である）、沖合部に顕著な周期的地形変動が表われているが、これは海岸護岸および海浜からの反射波によって形成されたものである。図-3.21および図-3.22はケース⑨の海浜形状を示しているが、ケース②と同様な変化が見られる。

以上、海岸護岸への打ち上がり高さについて検討したが、測定値は表-3.3にまとめられている。

(2) サビールの仮想勾配法による打ち上げ高の検討

護岸への打ち上げ高については、サビールの仮想勾配法によって算定することができる。ここでは打ち上げ高の測定値とサビールの仮想勾配法による計算値との対応関係を調べてみる。ただし計算は初期海浜についてのみ行う。3時間（ $\frac{1}{50}$ 模型）または4時15分（ $\frac{1}{25}$ 模型）には反射波が大きく、また海

浜の変形が著しいので、仮想勾配法による計算は行わない。計算に際しては次の条件を設ける。

① 砕波点位置は測定値より定める。与えられた沖波波高と海底勾配より砕波指標によって計算したものではない。

② 沖波波高は入射波高より算定したものをを用いる。

計算は $\frac{1}{50}$ 模型と $\frac{1}{25}$ 模型について行った。計算結果は表-3.4に示されている。ただし表中の hr および hr' は T.P. 0 m からの打ち上がり高さを表わしている。計画潮位は T.P. 2.8 m なので、正味の打ち上げ高は hr および hr' より 2.8 m を差し引いた値となる。測定値と計算値の比較を行ったのが図-3.23である。(a)は $\frac{1}{50}$ 模型の場合であるが計算値より測定値の方が約50%大きい値となっている。また、(b)は $\frac{1}{25}$ 模型の場合であるが、計算値と測定値との差はさらに広がっている。以上の点より上記2条件のもとでサビールの仮想勾配法によって計算した値は、測定値より小さい値となることがわかる。

3.4 ま と め

第3章では養浜によって越波防止を図る際の最適養浜形状について二次元移動床模型実験によって検討した。最後に得られた結果をとりまとめておく。

- ① 養浜の天端高さを T.P. 2.0, 2.5, 2.75, 3.0 m と変えたが、 $\frac{1}{50}$ 模型では T.P. 2.0 m のとき波形勾配 0.02~0.03 の間で打ち上がり高さが T.P. 5 m を越えた。しかし天端高を高くして行くと打ち上がり高さは減少した。
- ② 模型を $\frac{1}{25}$ にすると打ち上がり高さは増加傾向となる。T.P. 2 m の天端高では $\frac{1}{50}$ 模型より広い範囲で打ち上がり高さは 5 m を越えた。T.P. 2 m の天端高では越波防止機能が十分でないことがわかる。
- ③ T.P. 2.5 m の天端高は、打ち上がり高さが T.P. 5 m を越えないための限界高さに近い。 $\frac{1}{50}$ 模型では T.P. 5 m 以下であるが、 $\frac{1}{25}$ 模型では、波形勾配 0.02 と 0.03 の間でわずかに T.P. 5 m を上まわる。
- ④ T.P. 2.75, 3.0 m の天端高とすれば打ち上がり高さは T.P. 5.0 m 以下となる。
- ⑤ 天端高を T.P. 2.0 m にしたままで打ち上がり高さを T.P. 約 5.0 m 以下とするには天端幅を 40 m 以上とする必要がある。
- ⑥ 波の作用時間が長くなると海浜形状は変化するが、この場合打ち上げ高は時間の経過とともに減少する。
- ⑦ 打ち上げ高の測定値とサビールの仮想勾配法による計算値との比較を行ったところ、 $\frac{1}{50}$ 模型および $\frac{1}{25}$ 模型のいずれにおいても計算値は実験値より小さな値となった。

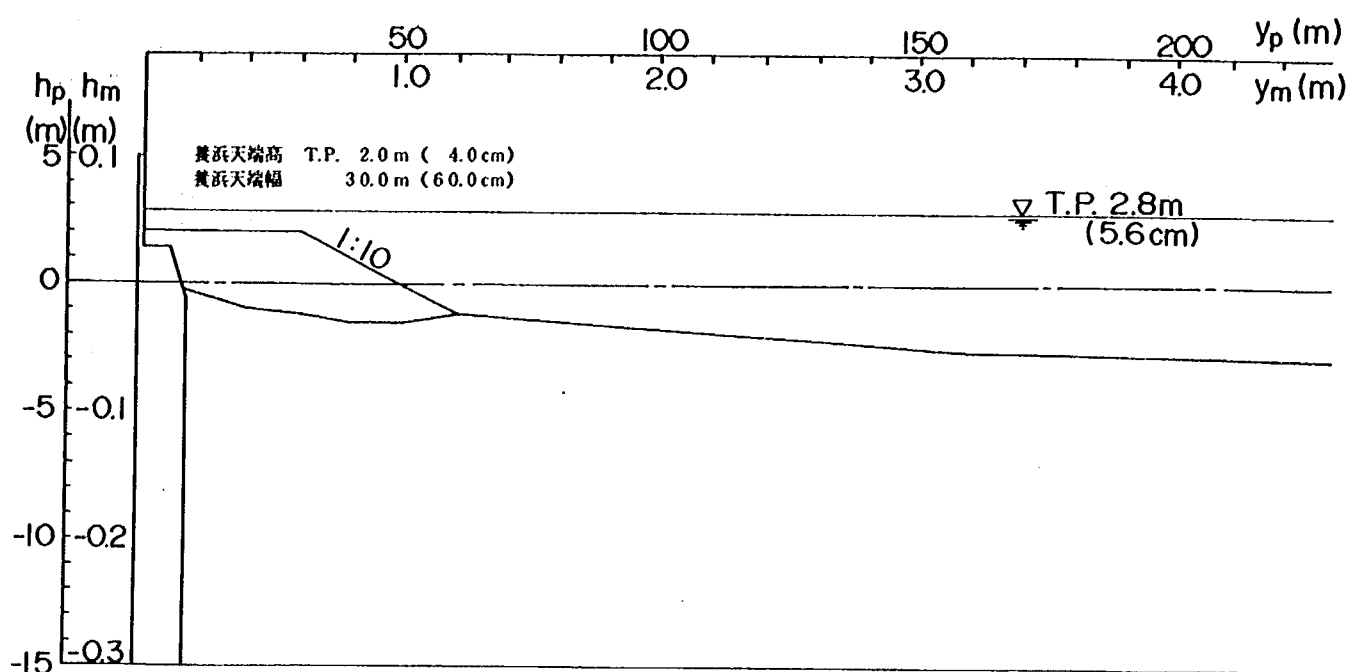


図-3.1 ケース①の模型海浜形状

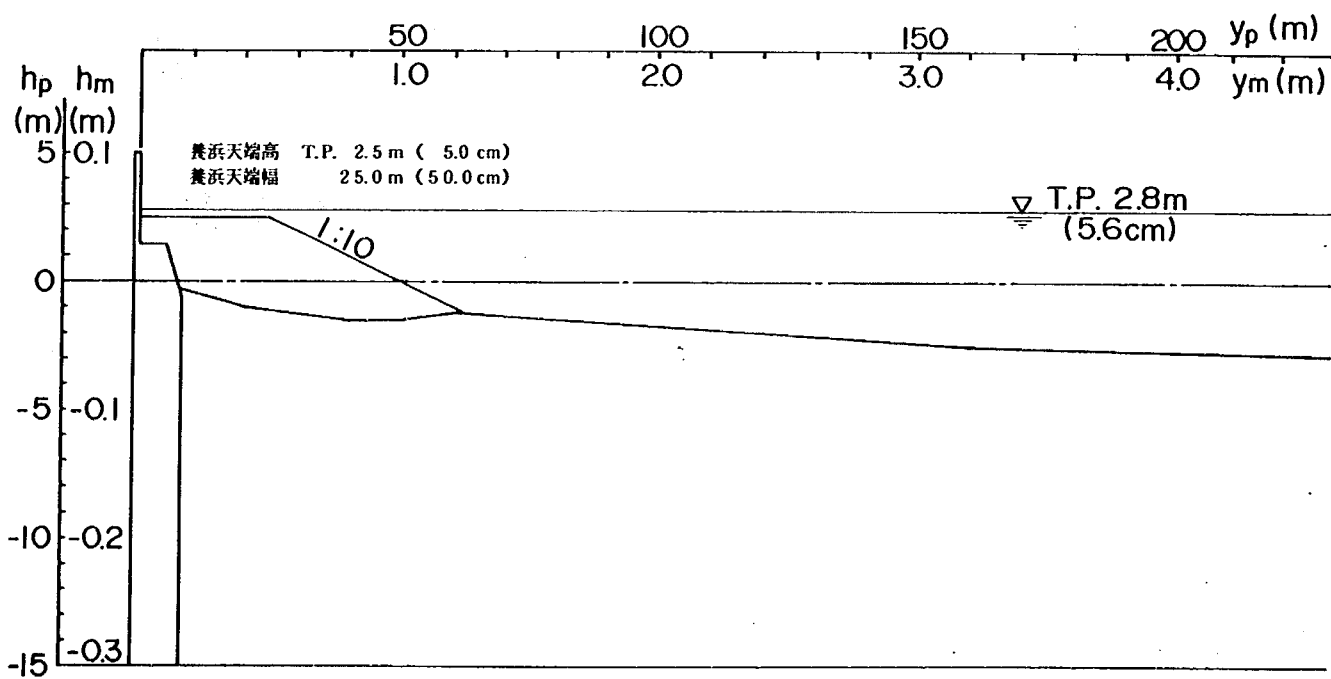


図-3.2 ケース②の模型海浜形状

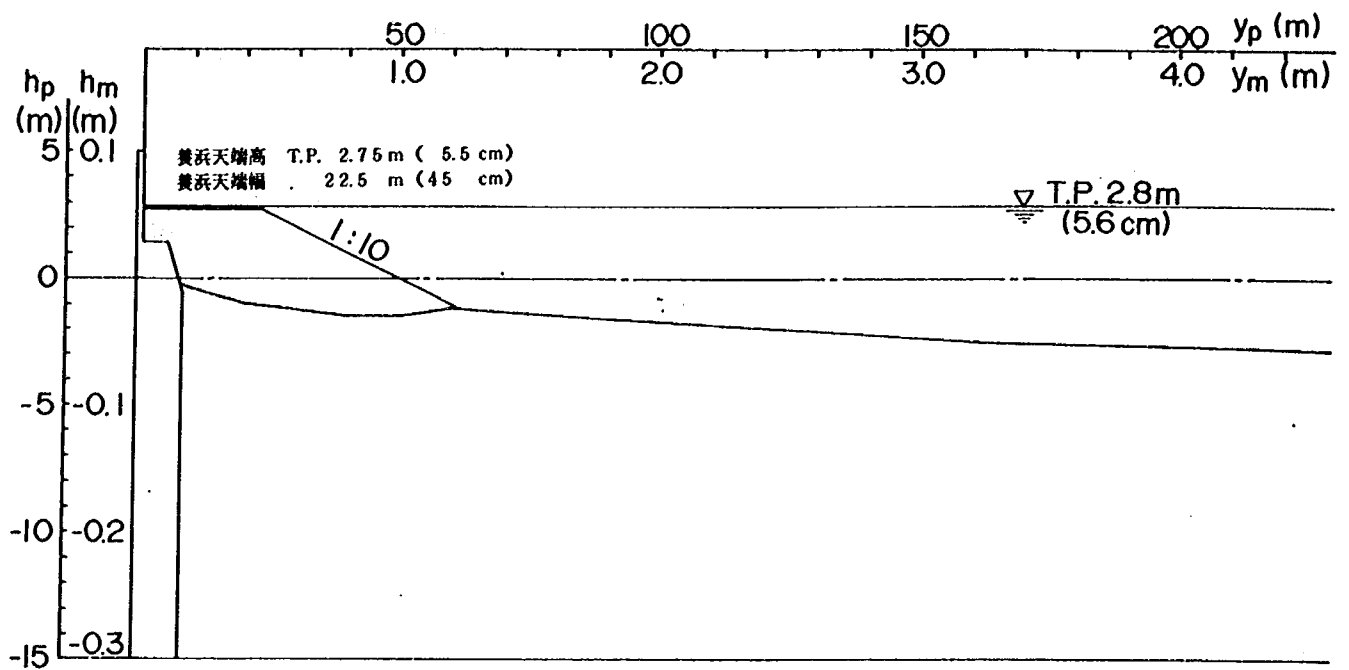


図-3.3 ケース③の模型海浜形状

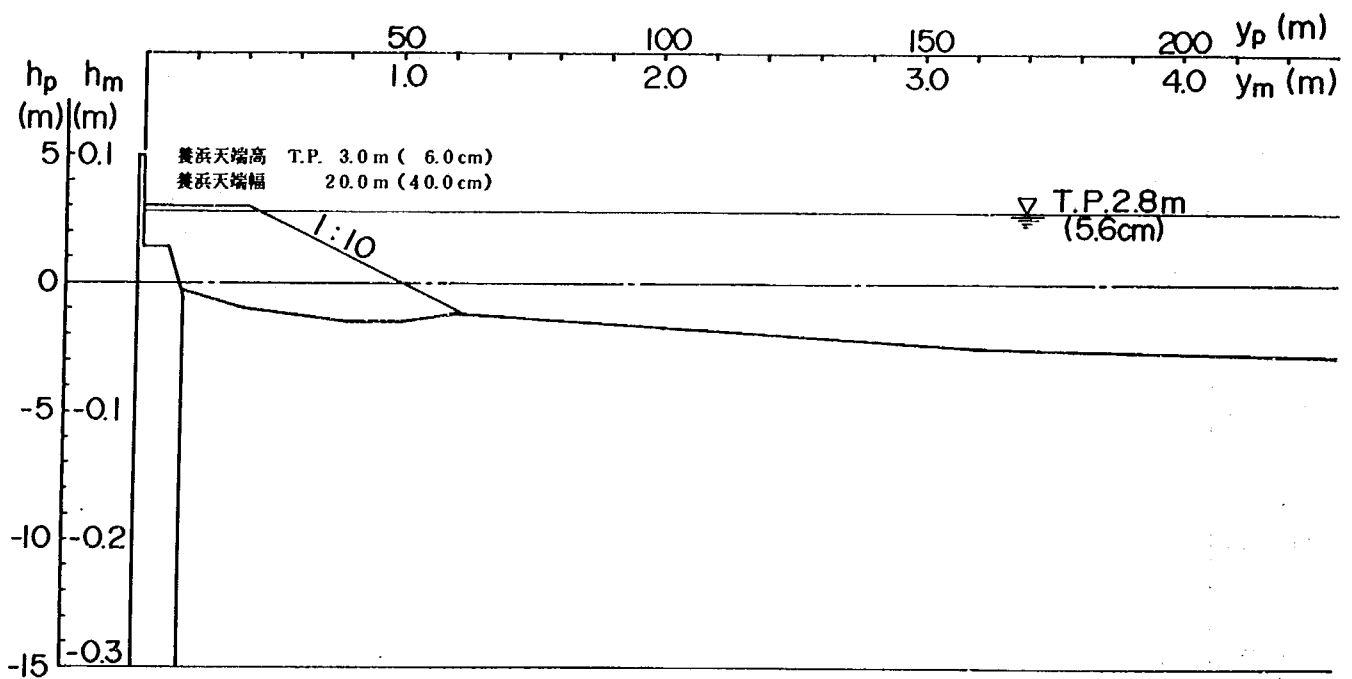


図-3.4 ケース④の模型海浜形状

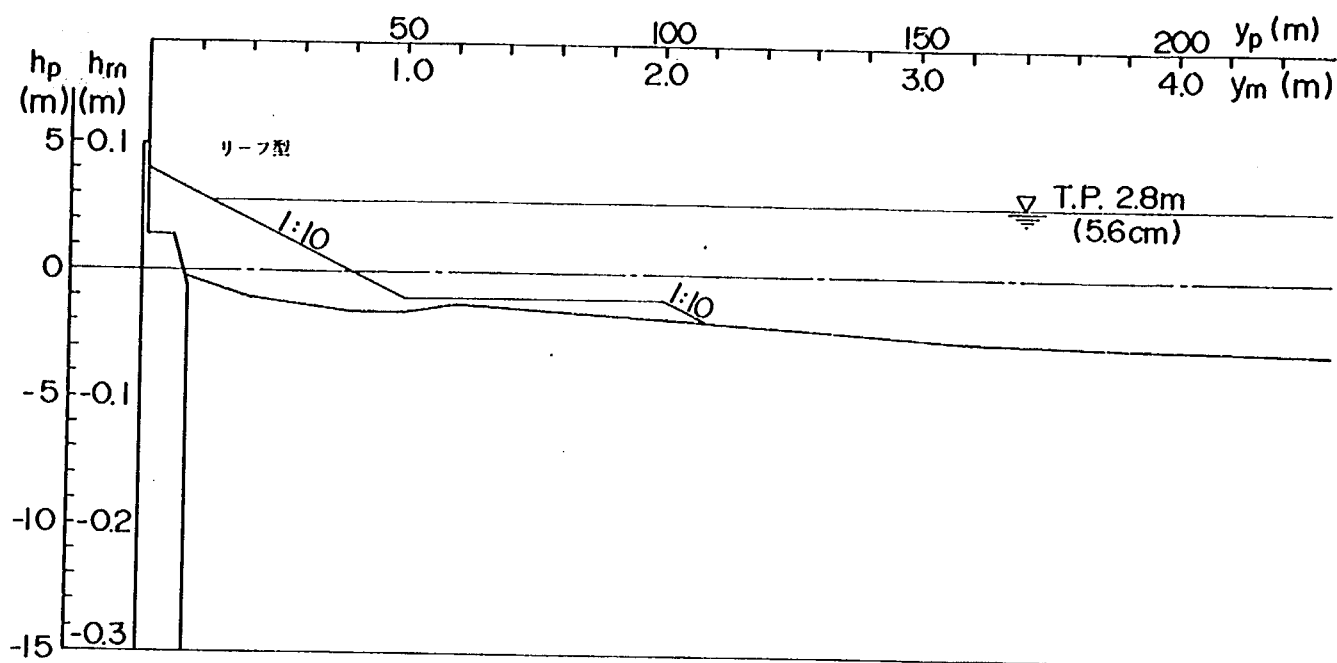


図-3.5 ケース⑥の模型海浜形状

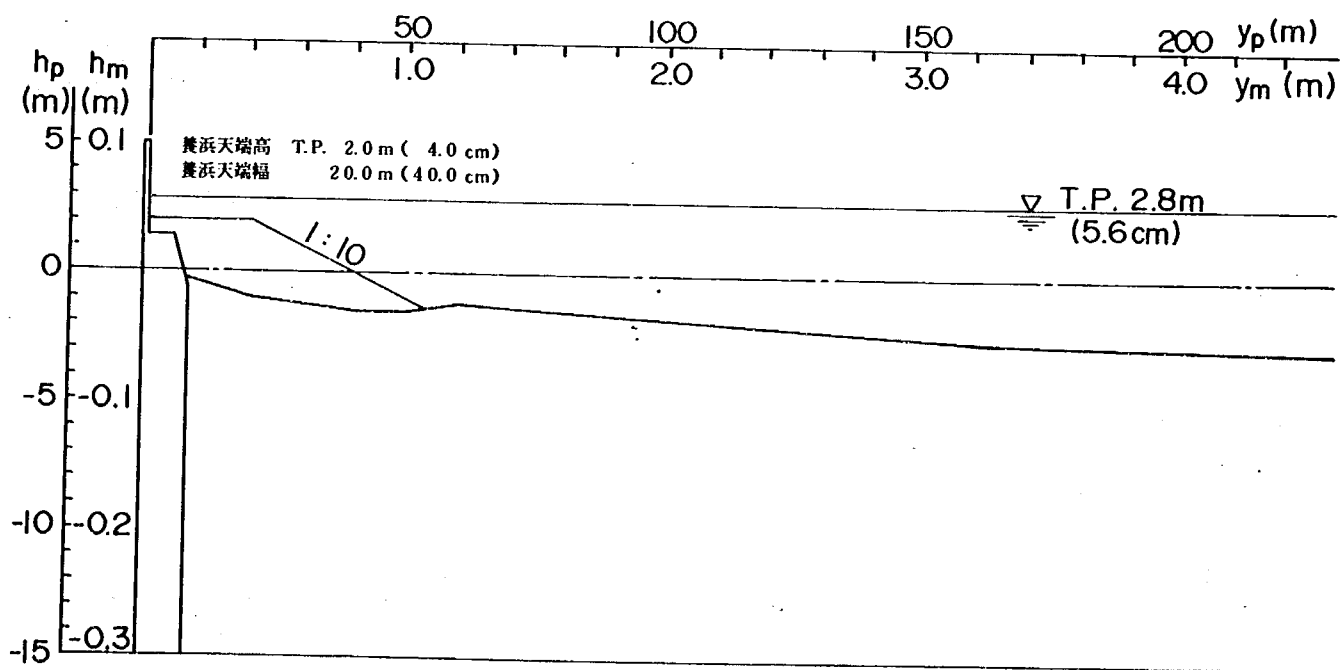


図-3.6 ケース⑥の模型海浜形状

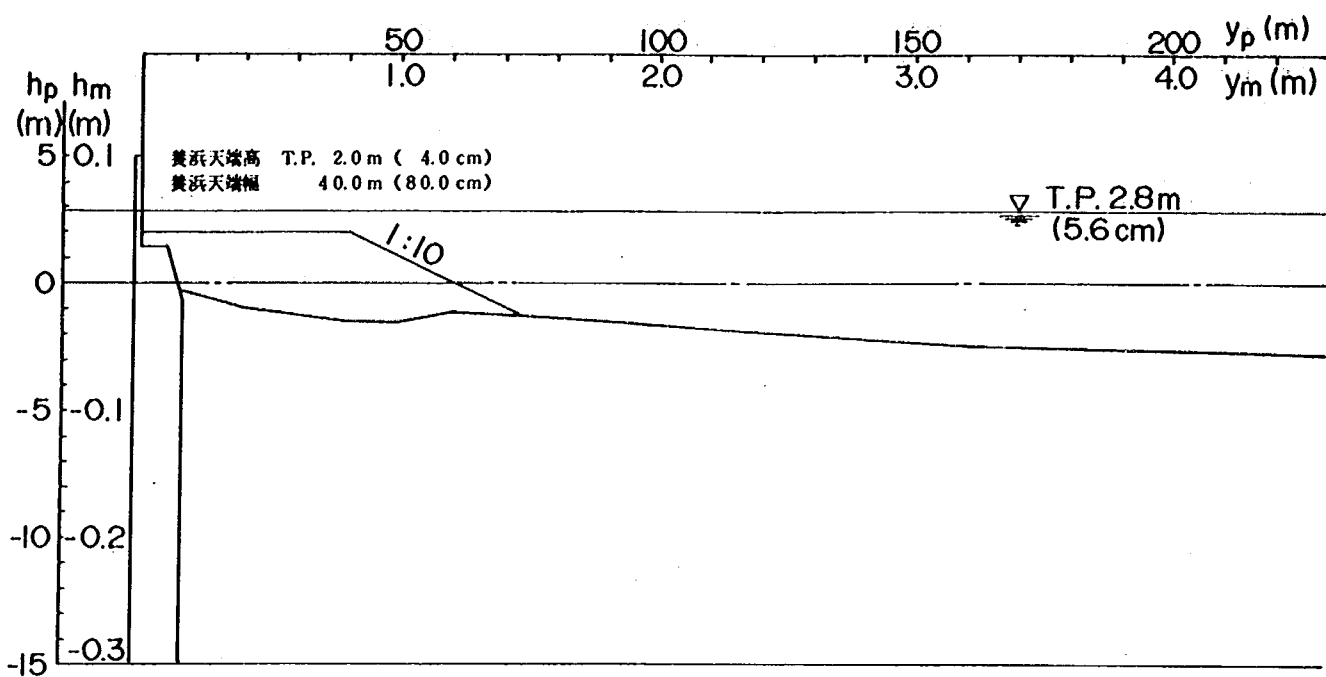


図- 3.7 ケース⑦の模型海浜形状

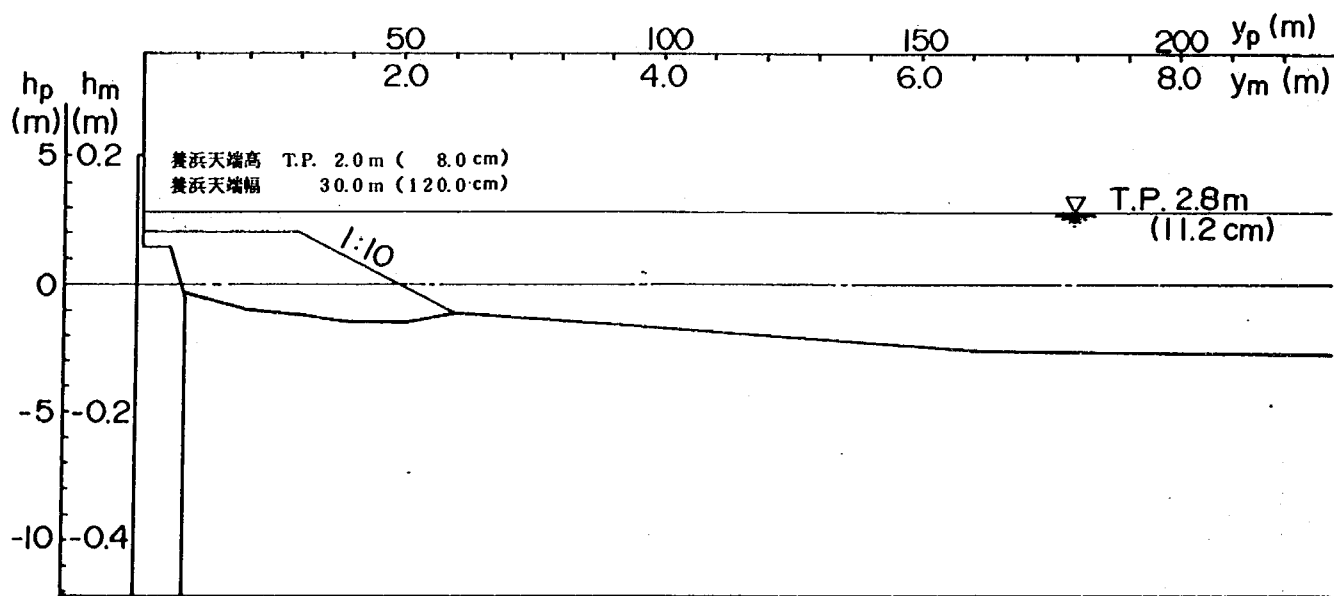


図- 3.8 ケース⑧の模型海浜形状

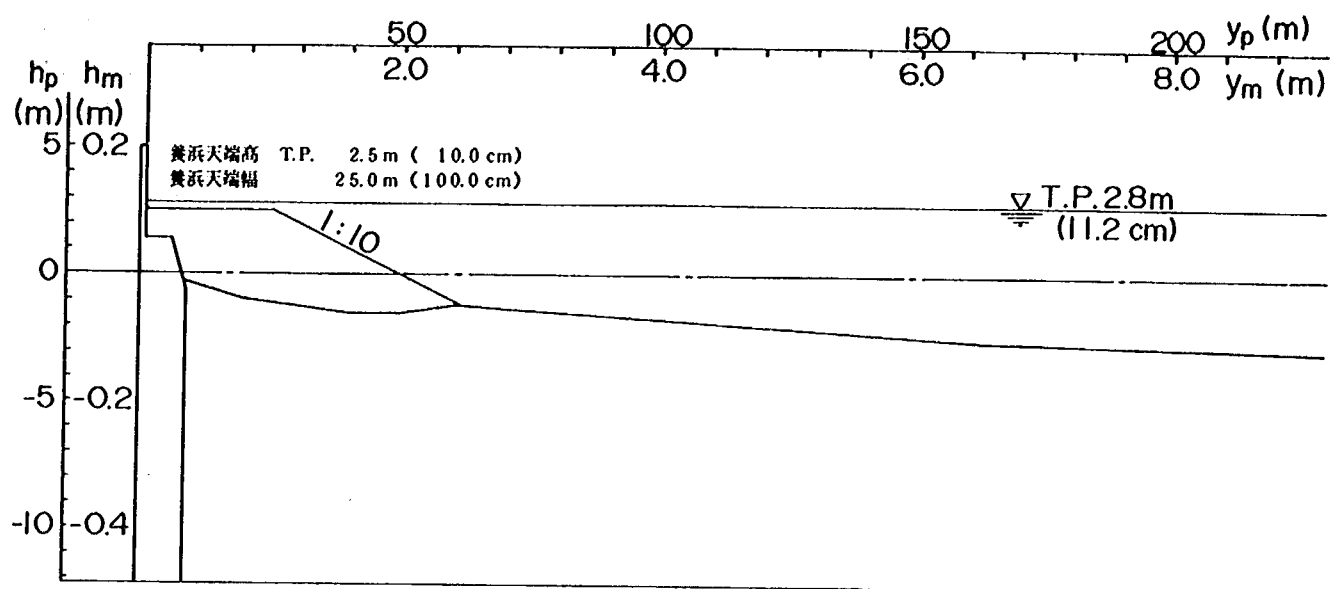


図-3.9 ケース⑨の模型海浜形状

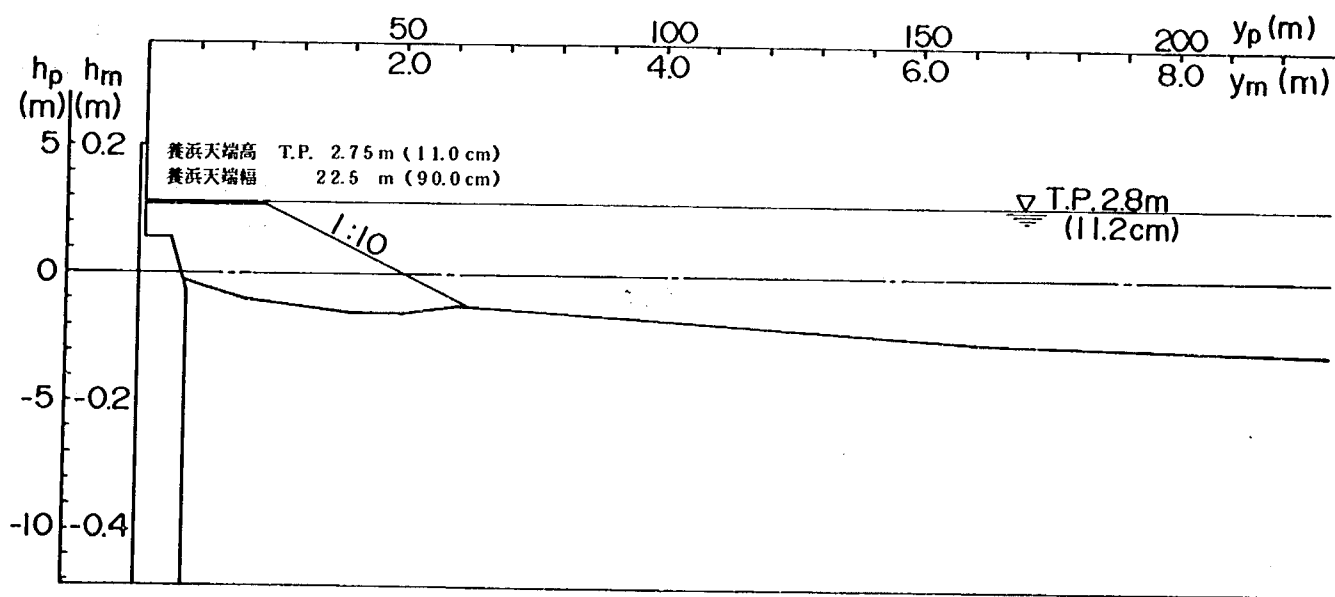


図-3.10 ケース⑩の模型海浜形状

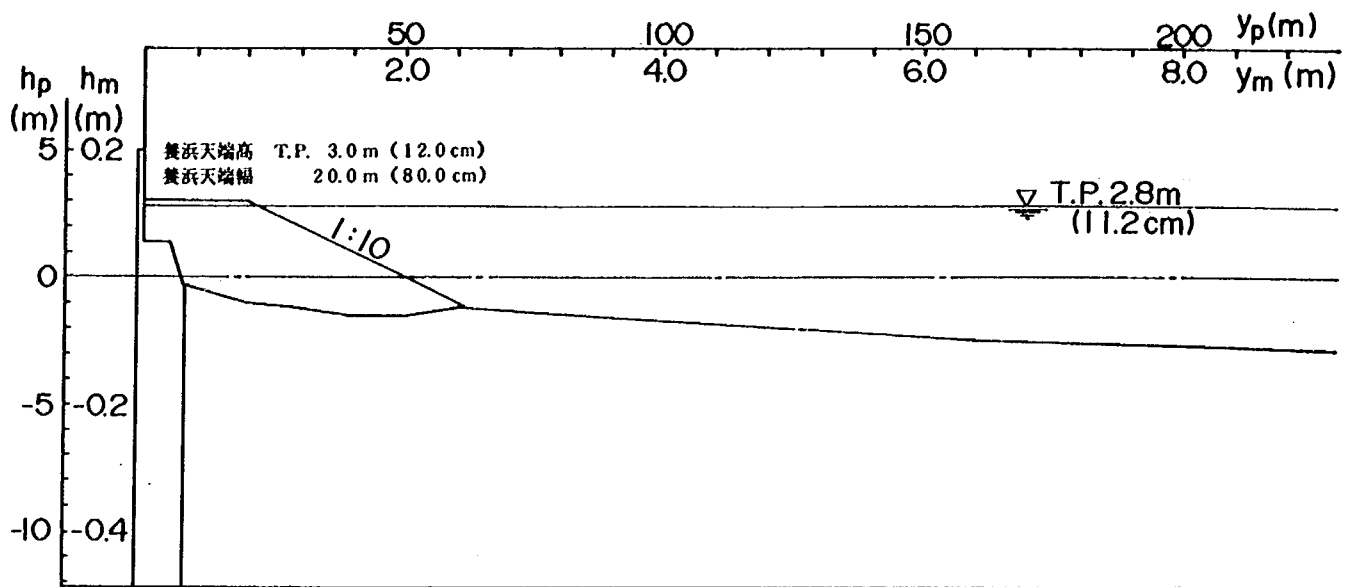


図- 3.11 ケース①の模型海浜形状

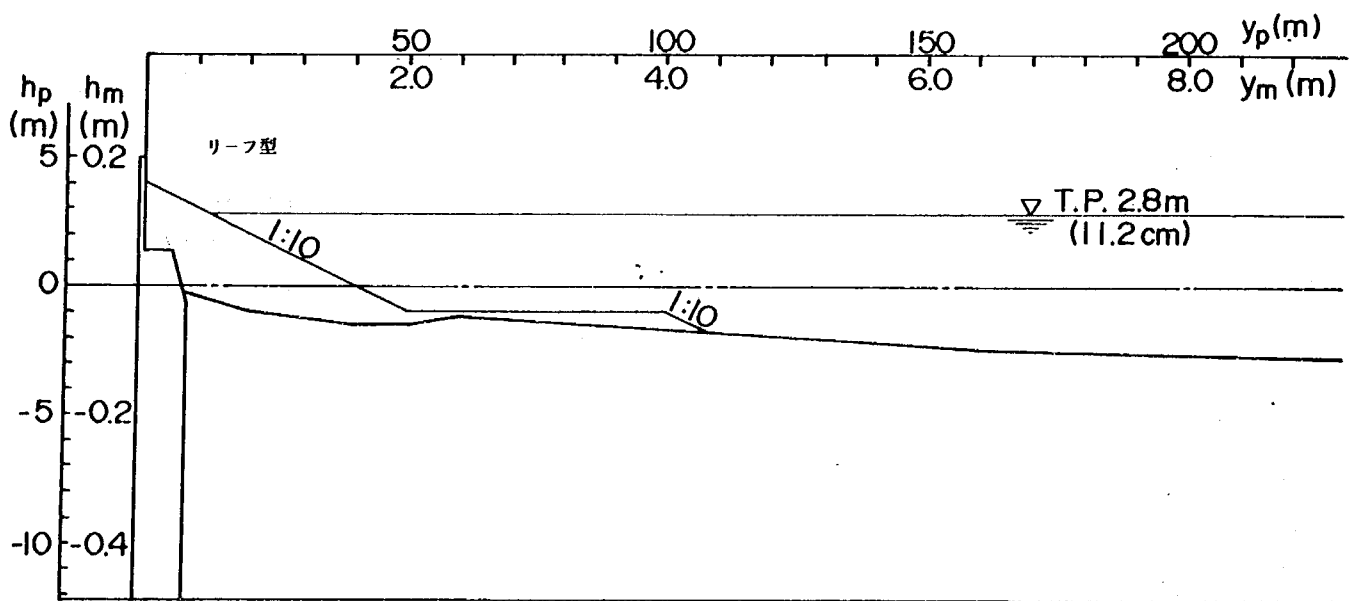


図- 3.12 ケース②の模型海浜形状

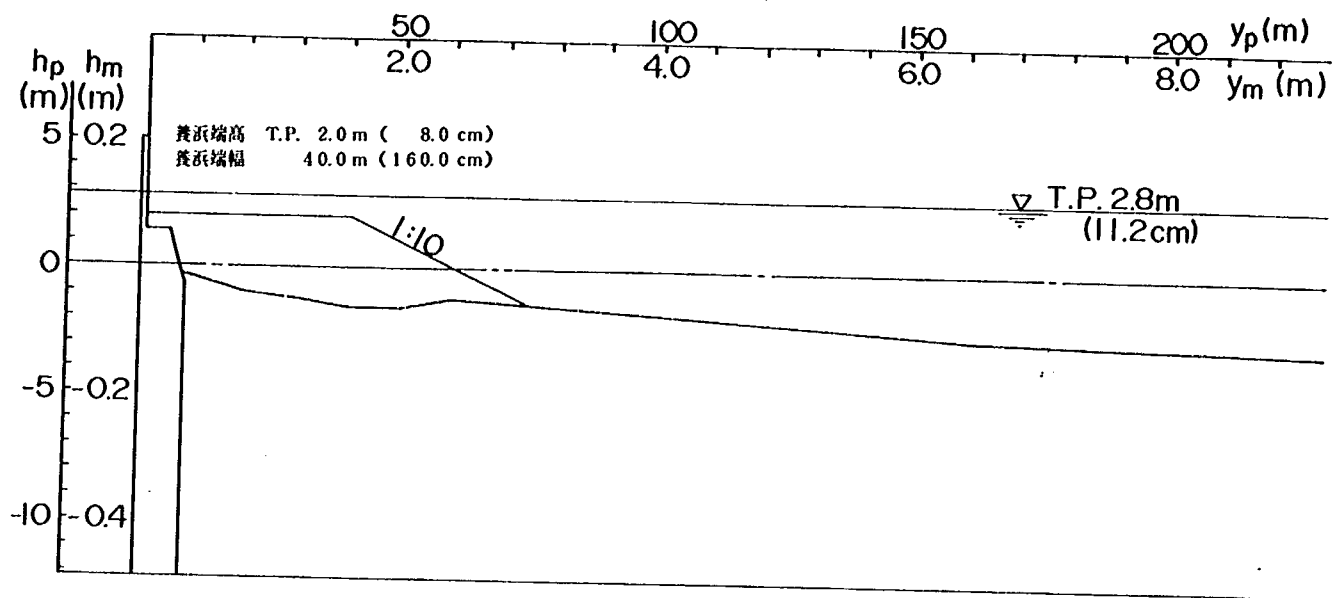


図- 3.13 ケース⑬の模型海浜形状

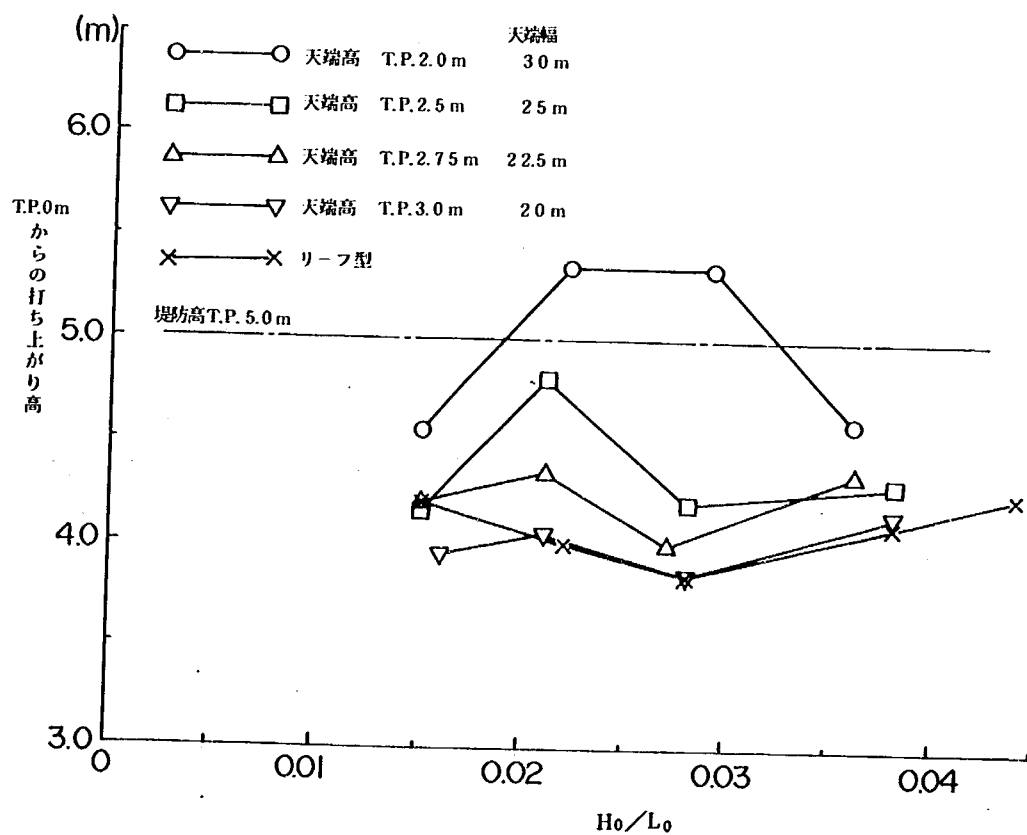


図- 3.14 打ち上がり高さの変化 (1/50模型, 初期形状)

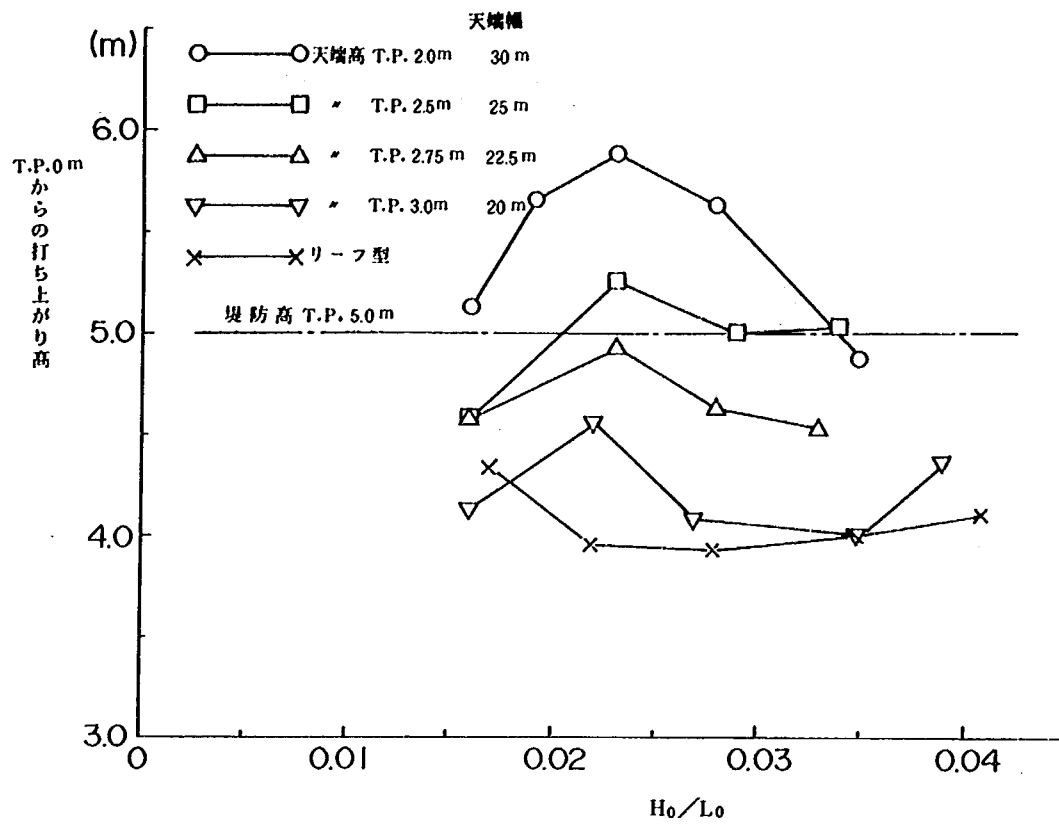


図- 3.15 打ち上がり高さの変化 (1/25模型, 初期形状)

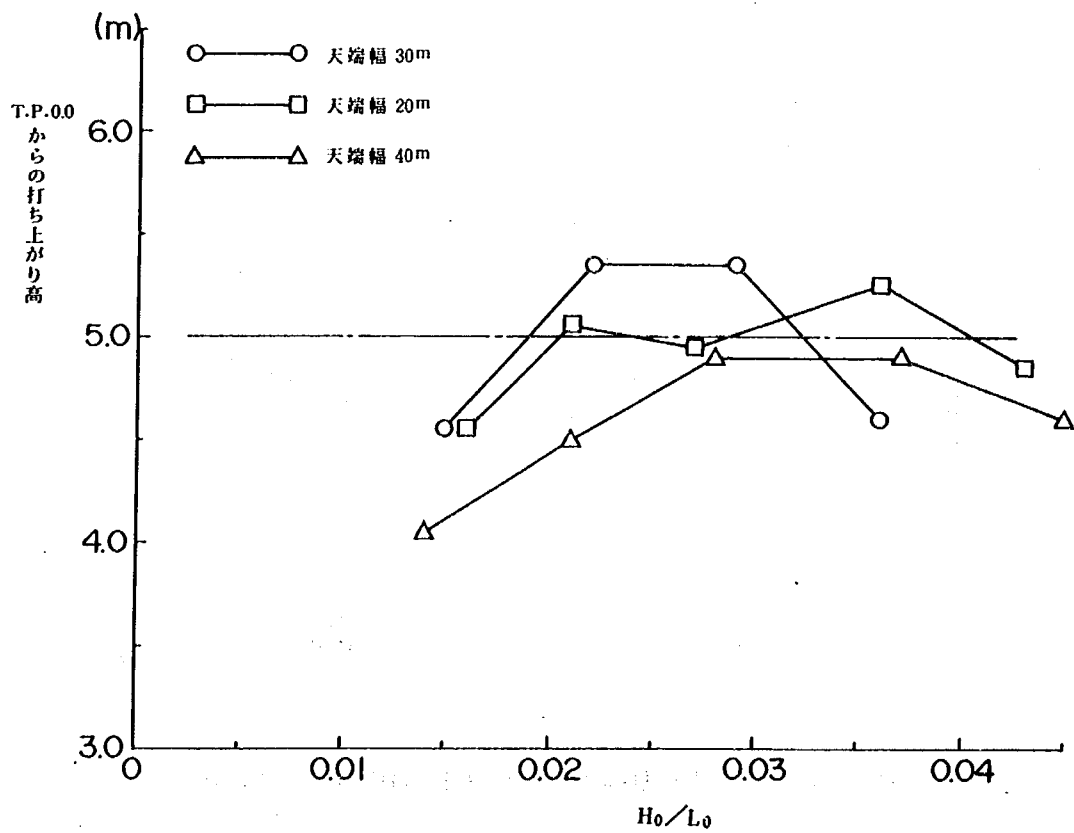


図- 3.16 天端高を一定 (T. P. 2 m) とし天端幅を変えたときの打ち上がり高さ (1/50模型, 初期形状)

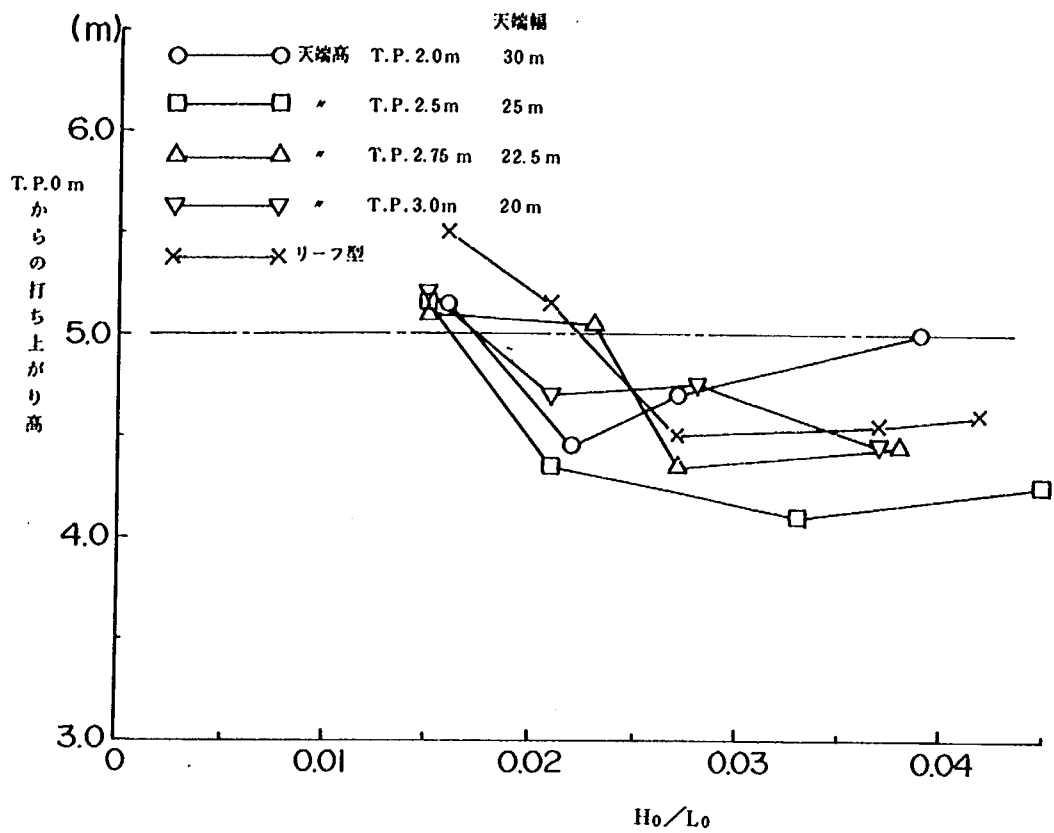


図-3.17 打ち上がり高さの変化 (1/50模型, 3時間後)

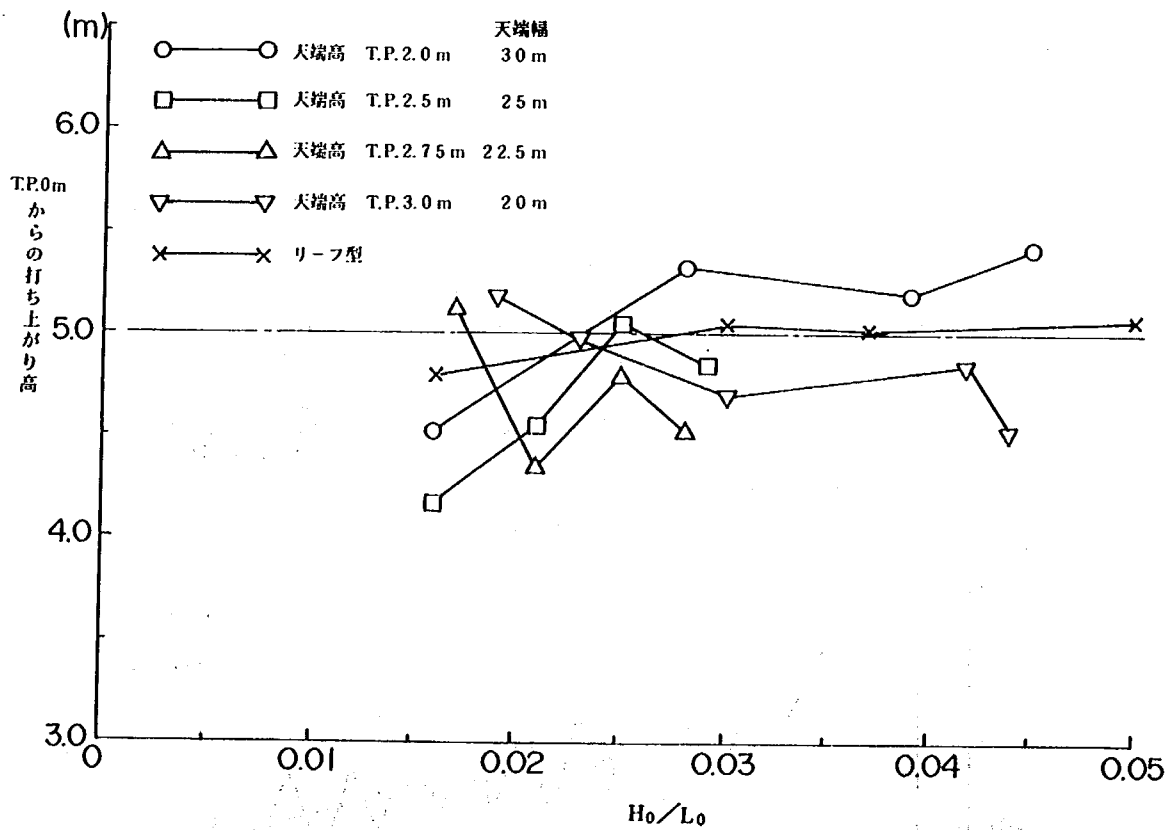


図-3.18 打ち上がり高さの変化 (1/25模型, 4時間15分後)

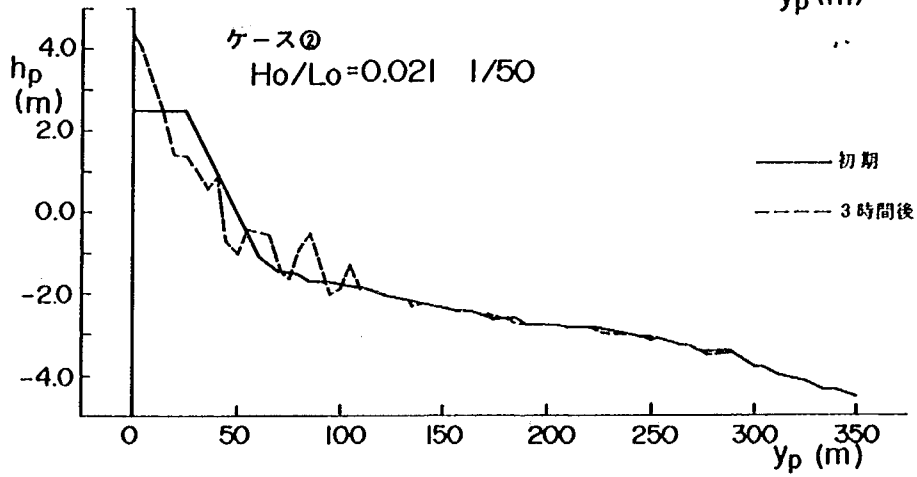
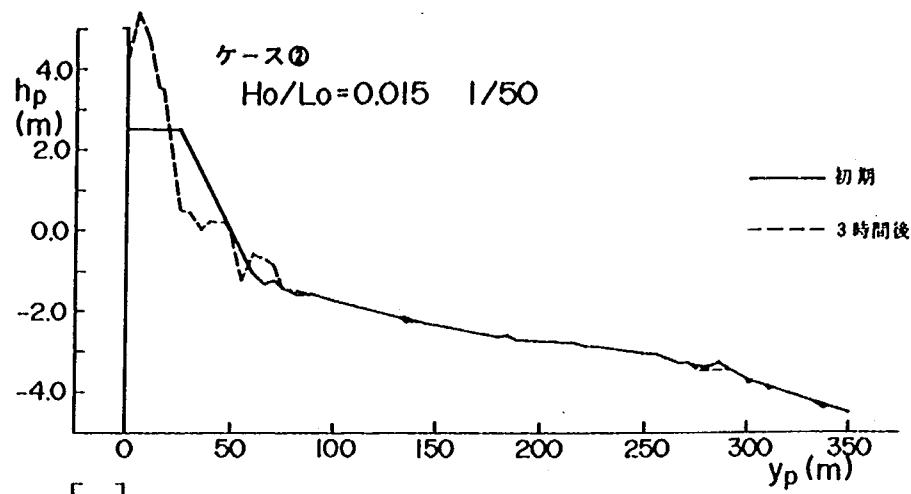


図-3.19 海浜断面形状の変化(その1)

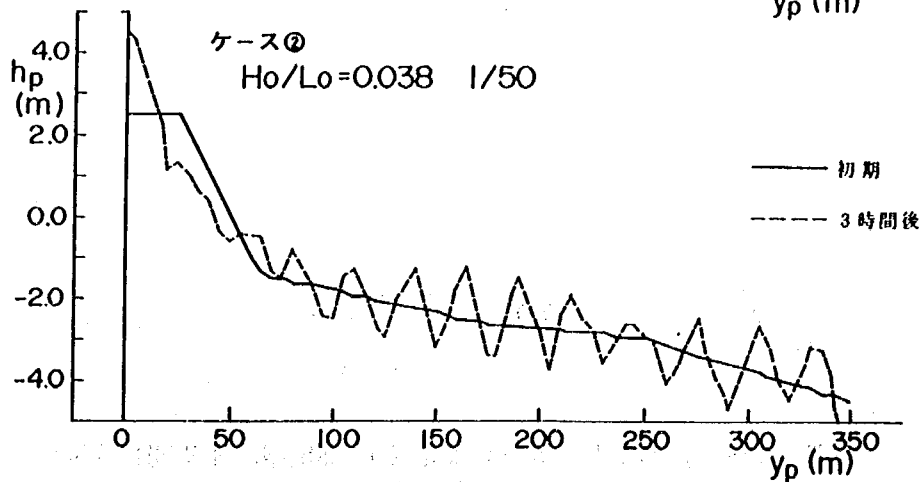
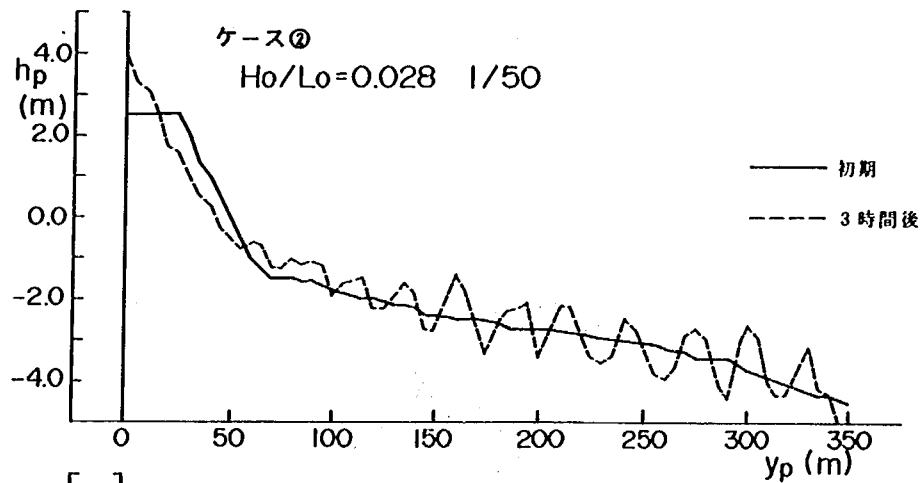


図-3.20 海浜断面形状の変化(その2)

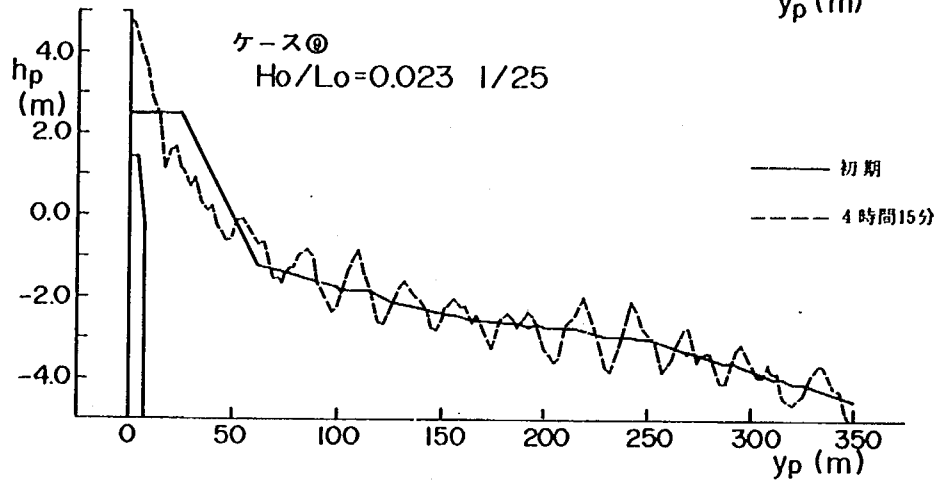
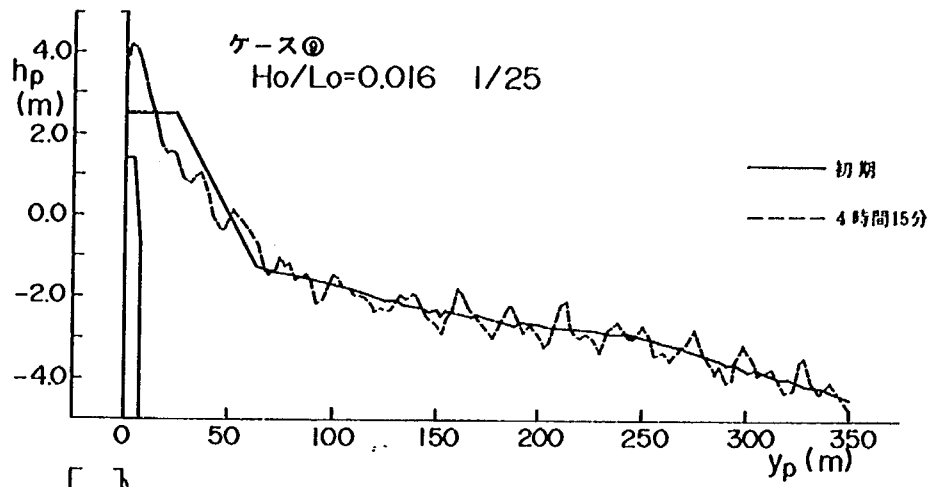


図- 3.21 海浜断面形状の変化 (その3)

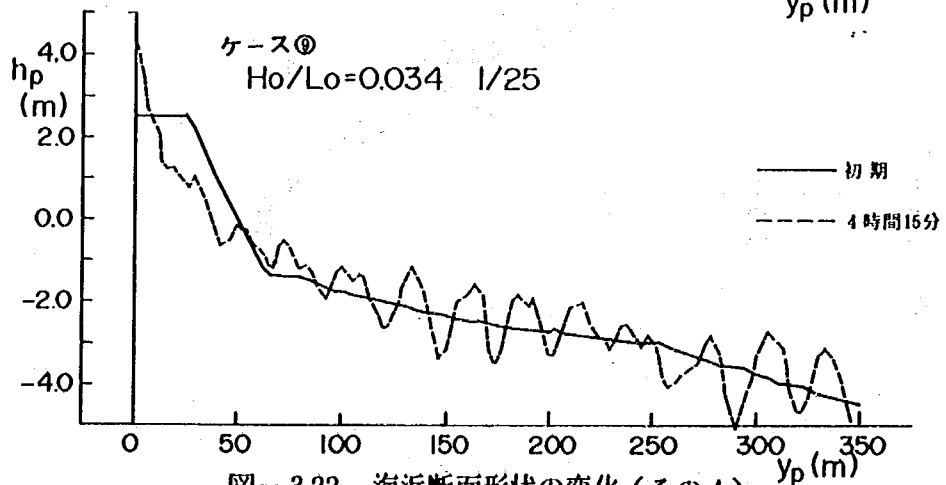
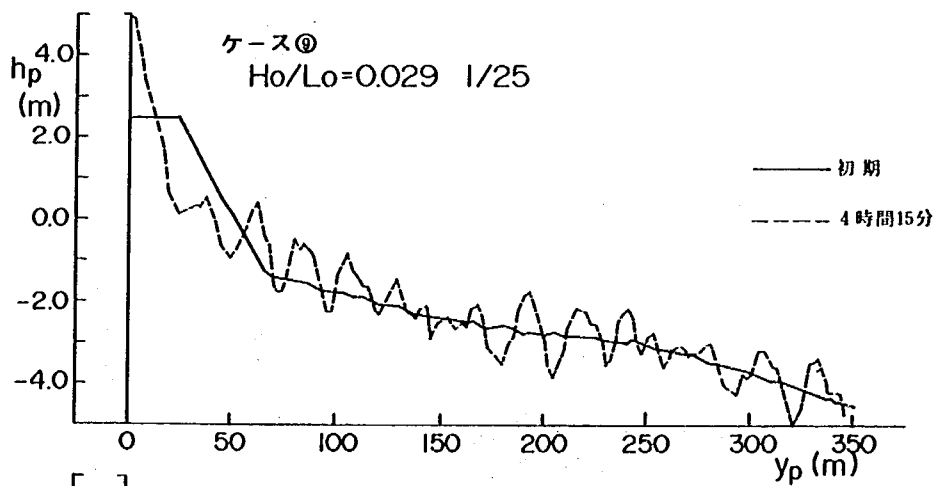
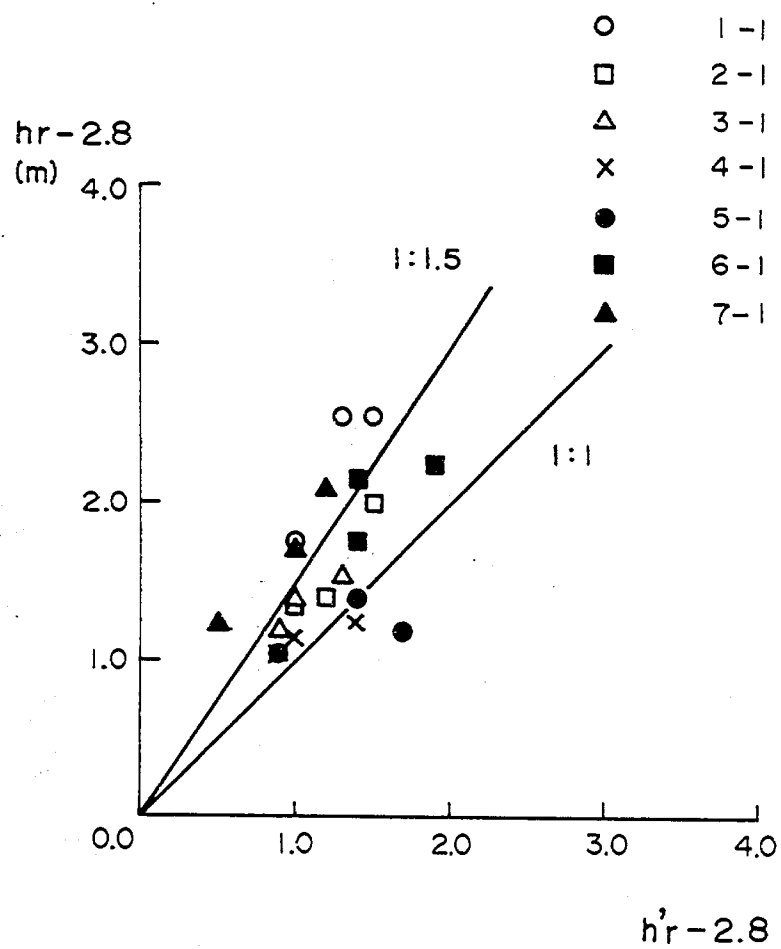
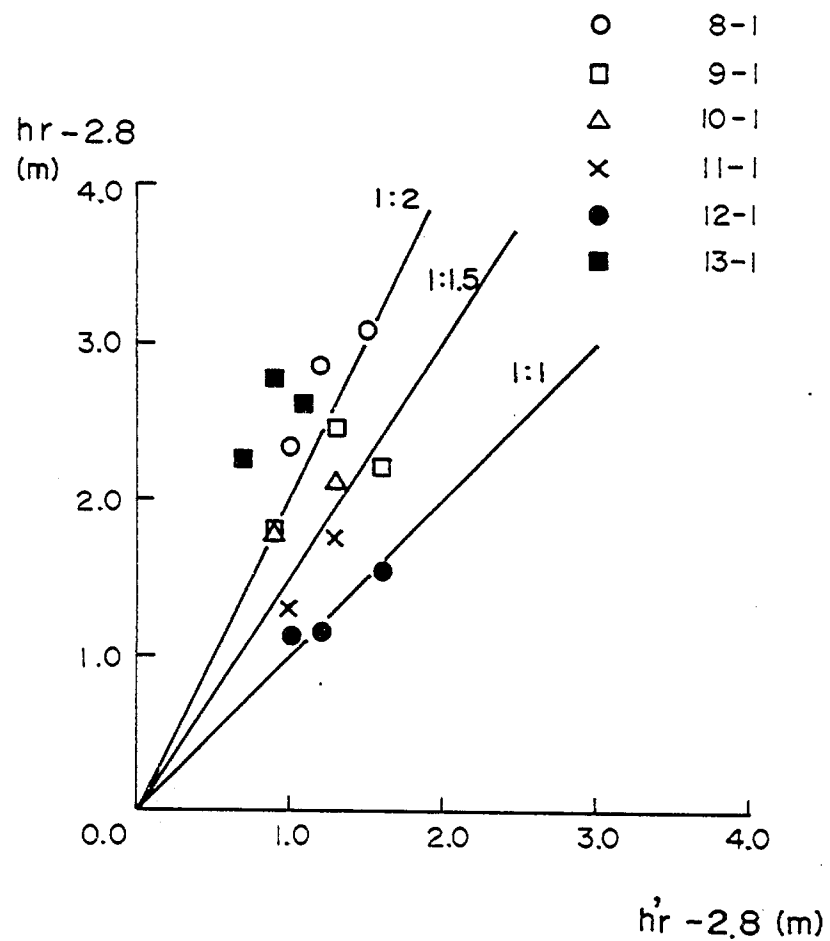


図- 3.22 海浜断面形状の変化 (その4)



(a) $\frac{1}{50}$ 模型



(b) $\frac{1}{25}$ 模型

図-3.23 打ち上げ高の比較 (hr: 測定値, hr': サビールの仮想勾配法による値)

表-3.3 打ち上がり高さの測定値 (h:天端高, B:天端幅, T:実験時間, H_0/L_0 :沖波波形勾配, h_r :打ち上がり高さ)

case	h (m)	B (m)	縮 尺	T(時間)	H_0/L_0	h_r (m)
1-1	2.00	30.0	1/50	0	0.015	4.55
					0.022	5.35
					0.029	5.35
					0.036	4.60
1-2	2.00	30.0	1/50	3	0.016	5.15
					0.022	4.45
					0.027	4.70
					0.039	4.60
2-1	2.50	25.0	1/50	0	0.015	4.15
					0.021	4.80
					0.028	4.20
					0.038	4.30
2-2	2.50	25.0	1/50	3	0.015	5.15
					0.021	4.35
					0.033	4.10
					0.045	4.25
3-1	2.75	22.5	1/50	0	0.015	4.20
					0.021	4.35
					0.027	4.00
					0.036	4.35
3-2	2.75	22.5	1/50	3	0.015	5.10
					0.023	5.05
					0.027	4.35
					0.038	4.45
4-1	3.00	20.0	1/50	0	0.016	3.95
					0.021	4.05
					0.028	3.85
					0.038	4.15
4-2	3.00	20.0	1/50	3	0.015	5.20
					0.021	4.70
					0.028	4.75
					0.037	4.45
5-1	リーフ型	リーフ型	1/50	3	0.015	4.20
					0.028	3.85
					0.022	4.00
					0.038	4.10
5-2	リーフ型	リーフ型	1/50	3	0.044	4.25
					0.016	5.50
					0.027	4.50
					0.021	5.15
6-1	2.00	20.0	1/50	0	0.037	4.55
					0.042	4.60
					0.016	4.45
					0.021	5.05
6-2	2.00	20.0	1/50	3	0.027	4.95
					0.036	5.25
					0.043	4.85
					0.015	5.70
7-1	2.00	40.0	1/50	0	0.021	5.00
					0.026	5.90
					0.037	5.60
					0.042	5.65
7-2	2.00	40.0	1/25	3	0.014	4.05
					0.021	4.50
					0.028	4.90
					0.037	4.90
8-1	2.00	30.0	1/25	0	0.045	4.60
					0.014	5.25
					0.021	4.40
					0.033	4.10
8-2	2.00	30.0	1/25	4.25	0.036	4.30
					0.042	4.40
					0.016	5.13
					0.019	5.65
9-1	2.50	25.0	1/25	0	0.023	5.88
					0.028	5.63
					0.035	4.88
					0.016	4.53
9-2	2.50	25.0	1/25	4.25	0.017	4.53
					0.028	5.33
					0.039	5.20
					0.045	4.95
10-1	2.75	22.5	1/25	0	0.016	4.58
					0.023	4.93
					0.028	4.63
					0.033	4.53
10-2	2.75	22.5	1/25	4.25	0.017	5.13
					0.021	4.35
					0.025	4.80
					0.028	4.53
11-1	3.00	20.0	1/25	0	0.016	4.13
					0.022	4.55
					0.027	4.08
					0.035	4.00
11-2	3.00	20.0	1/25	4.25	0.039	4.35
					0.019	5.18
					0.023	4.98
					0.030	4.70
12-1	リーフ型	リーフ型	1/25	0	0.042	4.85
					0.044	4.53
					0.017	4.33
					0.022	3.95
12-2	リーフ型	リーフ型	1/25	4.25	0.028	3.93
					0.035	4.00
					0.041	4.10
					0.016	4.80
13-1	20.0	40.0	1/25	0	0.030	5.05
					0.037	5.03
					0.050	5.08
					0.051	4.70
13-2	2.00	40.0	1/25	4.25	0.017	5.05
					0.022	5.58
					0.028	5.40
					0.035	5.40
					0.040	5.70
					0.015	4.23
					0.021	4.25
					0.035	4.40
					0.037	4.63
					0.045	4.65

表 - 3.4 サビールの仮想勾配法による打ち上げ高

Case	H_0/L_0	$\cot \alpha$	H (m)	H_0 (m)	hr (m)	$h'r$ (m)
1-1	0.015	14.3	1.33	1.45	4.55	3.8
	0.022	11.9	2.04	2.23	5.35	4.3
	0.029	14.3	2.62	2.85	5.35	4.1
	0.036	—	3.33	3.62	4.60	—
2-1	0.015	14.4	1.37	1.49	4.15	3.8
	0.021	12.0	1.96	2.13	4.80	4.3
	0.028	15.5	2.59	2.82	4.20	4.0
	0.038	—	3.44	3.74	4.25	—
3-1	0.015	14.4	1.38	1.50	4.20	3.8
	0.021	12.7	1.97	2.14	4.35	4.1
	0.027	18.7	2.51	2.73	4.00	3.7
	0.036	32.7	3.33	3.62	4.35	—
4-1	0.016	14.4	1.48	1.61	3.95	3.8
	0.021	11.7	1.96	2.13	4.05	4.2
	0.028	18.7	2.57	2.80	3.85	3.7
	0.038	32.7	3.44	3.74	4.15	—
5-1	0.015	9.3	1.34	1.46	4.20	4.2
	0.028	18.4	2.59	2.82	3.85	3.7
	0.022	9.1	2.00	2.18	4.00	4.5
	0.038	39.3	3.52	3.83	4.10	—
	0.044	—	4.00	4.35	4.25	—
6-1	0.016	9.7	1.47	1.59	4.55	4.2
	0.021	8.2	1.94	2.11	5.05	4.7
	0.027	12.5	2.51	2.73	4.95	4.2
	0.036	—	3.33	3.62	5.25	—
	0.043	—	3.92	4.27	4.85	—
7-1	0.014	25.3	1.30	1.41	4.05	3.3
	0.021	16.9	1.96	2.13	4.50	3.8
	0.028	14.5	2.56	2.79	4.90	4.0
	0.037	—	3.39	3.69	4.90	—
	0.045	—	4.14	4.50	4.60	—

case	H_0/L_0	$\cot \alpha$	H(m)	H_0 (m)	hr (m)	$h'r$ (m)
8-1	0.016	13.7	1.47	1.61	5.13	3.8
	0.019	12.7	1.76	1.93	5.65	4.0
	0.023	11.6	2.07	2.26	5.88	4.3
	0.028	—	2.55	2.79	5.63	—
	0.035	—	3.23	3.54	4.88	—
9-1	0.016	14.9	1.47	1.61	4.58	3.7
	0.023	12.6	2.08	2.28	5.25	4.1
	0.029	11.4	2.63	2.88	5.00	4.4
	0.034	—	3.12	3.42	5.03	—
10-1	0.016	15.7	1.46	1.60	4.58	3.7
	0.023	12.7	2.11	2.31	4.93	4.1
	0.028	—	2.53	2.77	4.63	—
	0.033	—	2.97	3.25	4.53	—
11-1	0.016	14.5	1.49	1.63	4.13	3.8
	0.022	12.6	1.97	2.15	4.55	4.1
	0.027	—	2.44	2.67	4.08	—
	0.035	—	3.20	3.50	4.00	—
	0.039	—	3.58	3.92	4.35	—
12-1	0.017	8.7	1.53	1.68	4.33	4.4
	0.022	13.6	2.03	2.22	3.95	4.0
	0.028	17.7	2.51	2.75	3.93	3.8
	0.035	—	3.21	3.51	4.00	—
	0.041	—	3.71	4.06	4.10	—
13-1	0.017	20.7	1.57	1.72	5.05	3.5
	0.022	17.6	2.00	2.19	5.58	3.7
	0.028	16.0	2.57	2.82	5.40	3.9
	0.035	—	3.16	3.46	5.40	—
	0.040	—	3.64	3.99	5.70	—

第4章 移動床平面実験

4.1 実験の目的

第3章で明らかにしたように、海岸護岸への打ち上げの基本的特性は二次元実験によって明らかにすることができるが、実際の打ち上げ高の分布は流れの影響や波が斜め入射することの影響を受けて沿岸方向に変化する。このような影響を評価するには、突堤等の構造物を配置した条件で平面実験を行う必要がある。一方、養浜工の両端には突堤を設置して養浜砂の流出防止を図るが、その構造と砂の流出防止効果の関係については十分明らかにされていない点がある。このため第4章では移動床平面実験を行い、打ち上げ高の沿岸方向分布や、突堤周辺の海浜変形について調べることにした。

4.2 実験方法

平面実験は幅16m、長さ22mの平面水槽を用いて行った。模型のスケールは1/50とし、4ケースの実験を行った。模型実験の相似則としてはフルードの相似則を用い、各物理量を現地と模型で相似にする。表-4.1は各物理量の縮率をまとめたものである。ケース①～④の実験条件は表-4.2に示されている。入射波の周期は8秒に固定し、入射波高は対応する波形勾配が約0.022となるようにし、約1.9m（模型上3.8cm）とした。この波形勾配は二次元実験の打ち上がり高さの分布図（図-3.14）において最大の打ち上がり高さを与える波形勾配である。波の入射方向は直角入射と、時計回りの方向に7°傾けたものとした。この7°という角は、現地海岸の平均的入射方向に対応している。また、潮位は計画潮位（T. P. + 2.8m）に保った。

表-4.1 各物理量の縮率

物 理 量	縮 率
鉛 直 ス ケ ー ル	5 0
水 平 ス ケ ー ル	5 0
波 高	5 0
波 長	5 0
周 期	7.1
時 間	7.1
波 形 勾 配	1
海 底 勾 配	1

表-4.2 実験条件一覧表

case	H (m)	H ₀ (m)	T(sec)	H ₀ /L ₀	入射方向 (°)	潮位 (m)
1	1.91	2.09	8.0	0.021	0	T.P.2.8
2	1.87	2.05	8.0	0.021	7	T.P.2.8
3	1.98	2.17	8.0	0.022	7	T.P.2.8
4	1.89	2.07	8.0	0.021	7	T.P.2.8

各ケースの養浜形状は次のようである。図-4.1はケース①の平面形状を示す。養浜は中央粒径0.28mmの砂を用いて行い、天端幅はどの地点とも30mとしている。突堤は長さが100m、間隔が180mと90mである。また養浜を行わない部分については、消波工として4号砕石（粒径約25mm）を敷き並べた。図-4.2は海浜断面形状を示す。養浜の天端高さはT.P. 2.0mとし、突堤の天端高さをT.P. 2.5mとT.P. 4.25mの2種類変えている。

図-4.3～図-4.5はケース②の海浜形状を表わしている。図-4.3は平面図、図-4.4と図-4.5は断面形状である。養浜幅は西側（右側）の端で20m、東側（左側）の端で40mとしている。この実験では突堤の先端に長さ25mの離岸堤を設置し、離岸堤による養浜砂の流出防止効果について調査した。養浜の天端高さはいずれの場合もT.P. 2m、また突堤の天端高はT.P. 2.5mとした。図-4.5は養浜を行わず、消波工を設置した部分の海浜断面形状を表わしている。ケース①の実験では消波工として砕石を敷き並べたが、打ち上げ高が大きかったため、ケース②以降ではテトラポッド（64g：模型）による消波工とした。

図-4.6と図-4.7はケース③の海浜形状を表わしている。ケース③では汀線形状はケース②と同一であるが、天端高をT.P.2mより、T.P.2.5mおよびT.P.3mと変化させた。また、沖合の海浜形状としてリーフ地形の場合について実験を行った。ケース①、②では養浜の天端高さはT.P.2mに保ったが、ケース③では天端高を変えており、天端高を高くしたときの打ち上げ高の減少効果を調べた。

図-4.8と図-4.9はケース④の海浜形状を表わす。この実験は基本的にケース③と同一であるが、養浜工の天端高さと突堤形状が変化している。天端高さはT.P.2.5mとT.P.2.75mの2種類である。

測定項目は、打ち上げ高、砕波波高の沿岸方向分布、入射波高、流況、海浜形状である。打ち上げ高の測定は二次元実験と同様な方法で行い、沿岸方向に25m間隔（模型上0.5m間隔）で測定した。砕波波高は容量式波高計を用いて沿岸方向に25m間隔で測定した。入射波高は、図-4.10に示される2地点に容量式波高計を設置して測定した。流況は着色したフィルムケースのフタを多数投入し、その移動をクレーンに取り付けたカメラにより撮影して求めた。海浜形状は、沿岸方向に25m間隔（模型上0.5m間隔）岸沖方向に5m間隔で測定した。

4.3 打ち上がり高さと砕波波高の沿岸方向分布

図-4.11はケース①の打ち上がり高さの分布を示す。図の上段はT.P.0mからの打ち上がり高さの沿岸方向分布を、また図の下段は突堤等の構造物の配置と流況パターンを示している。下段の図においてハッ

チを付けた部分は現況海岸護岸に消波工（碎石）を設置した場所を表わしている。ケース①の入射波高は1.91mで、沖波の波形勾配は0.021である。現況海岸護岸に消波工を設置した部分では打ち上がり高さがT.P. 7 m以上に達している。突堤間隔が180mの養浜区間について調べてみると、いずれの場合も突堤間の中央で5 m以上の打ち上がり高さとなっている。突堤の付け根部分では打ち上がり高さは低い、これは突堤上では水深が小さく、砕波波高が低いためである。養浜天端高がT.P. 2 mで波形勾配が0.021の場合、二次元実験ではT.P. 5 mを越える打ち上げが生じたが、平面実験においても同様な傾向となることがわかる。

養浜工の計画地点では平均的に見たとき海岸護岸に対して時計回りに7°の方向より波が入射する。ケース①は直角入射の条件であったが、現地海岸の条件に近づけるため、ケース②～④では海岸線を波の入射方向に対し7°傾けた条件とした。ケース②の波浪条件は入射波高が1.87m、沖波の波形勾配は0.021である。また養浜の天端高はT.P. 2 mである。ケース②の実験結果は図-4.12に示される。ケース①、②において、突堤間隔が180mの部分の比較を行うと、ケース②もケース①と同様に突堤間のほぼ中央付近で約5 mという最大の打ち上がり高さが生じている。しかし全体的に見ると打ち上がり高さはケース②の方が減少している。これは主として波が斜め入射したことが原因と考えられる。一方、ケース②の実験では離岸堤を設置したものについても実験が行われているが、離岸堤の長さが短いいためか打ち上がり高さに及ぼす効果は顕著ではない。また、 $x=200\text{m}$ では打ち上がり高さがT.P. 5.6 mと大きな値となっているが、これは図示されるようにこの地点で強い向岸流が存在し、波と流れとが重なったため大きい値となったと考えられる。ケース②の消波工はテトラポッドを敷きつめたものであるが、ケース①の碎石を用いた場合と比較すると、最大打ち上がり高さは約1.4 m低下していることもわかる。以上のように、斜め入射の条件とすれば平均的に見た打ち上がり高さは減少するものの、局所的には依然としてT.P. 5 m以上の打ち上がり高さとなる場所が存在する。このことから天端高T.P. 2 mの養浜では越波防止効果は十分ではないことがわかる。

図-4.13はケース③の打ち上がり高さの分布を示す。ケース③の入射波高は1.89mで、沖波の波形勾配は0.021である。ケース③とケース②の主な相違は、養浜天端高がT.P. 2 mよりT.P. 3 mと高くなったことである。間隔180mの突堤間では打ち上がり高さはT.P. 5 m以下におさえられている。初期状態における打ち上がり高さの分布を見ると、打ち上がり高さは約T.P. 4.5 mであり、T.P. 5 mまでは余裕がある。よって、ケース④では天端高を下げたものについて実験を行うことにした。

図-4.14はケース④の打ち上がり高さの分布を示す。ケース④の入射波高は1.98mで沖波の波形勾配は0.022である。天端高がT.P. 2.5 mおよびT.P. 2.75mとなったため、ケース②と比較すると、間隔180mの突堤間ではケース②よりも打ち上がり高さは減少し、一方、ケース③と比較すると増加している。しかし打ち上がり高さはT.P. 5 m以下におさえられている。ただし3時間後の打ち上がり高さに関して $x=300\text{m}$ で大きな値が得られているが、これは前浜に海岸護岸の天端高さ以上に砂が堆積し、その部分に波が打ち上がったものである。このような地形変化は現地海岸では生じにくいと考えられる。したがって実験結果としての信頼性は初期状態のものの方が高い。結局、越波防止を図る上ではT.P. 2.5 m、2.75mの天端高で相当良好に機能することがわかる。

最後に碎波波高の沿岸方向分布を図-4.15より図-4.18に示す。碎波波高は沿岸方向に相当大きく変動しており、有意な特性は見出すことができない。

4.4 流況特性

流況測定は実験開始直後と3時間後の2回行った。以下各ケースの測定結果について明らかにする。図-4.19はケース①の0時間における流況である。ケース①では波は海岸護岸と直角方向より入射する。図の流速ベクトル図はフロートの移動状況を3波おきに写真撮影して求めたものである。180mの養浜区間 ($175\text{m} \leq x \leq 350\text{m}$ および $450\text{m} \leq x \leq 625\text{m}$ の範囲) での流れは両者とも良く似ており、突堤の中ほどにおいていずれも右向きの沿岸流が発生している。この沿岸流は右岸の突堤によって阻止されたあと岸方向へその向きを変え、最終的に時計回りの循環流れを形成する。180mの養浜区間から突堤を越え、隣接区間へ流れ込むような流れは左右いずれの養浜区間とも観測されていない。突堤上では水深が小さいため波は碎波し、岸向きの向岸流となる。この流れは相当強いために沿岸方向の流れは突堤を越えることはできない。したがってこのような突堤形状では養浜砂は突堤を横切っては流出しにくい。 $350\text{m} \leq x \leq 450\text{m}$ 区間では中央より離岸流が生じているが、これは両端の突堤上において生じた岸向き流れが離岸流となって沖へ戻るため生じたものである。図-4.20は3時間後の流況図である。180mの養浜区間の流れは大きく変化し、中央部より強い離岸流が発生している。両端の突堤上では依然として向岸流となっているため中央部で戻り流れが生じたものと考えられる。 $x = 550\text{m}$ では強い離岸流が生じているが、この流れによって養浜砂が沖へ流される可能性がある。このため $x = 550\text{m}$ 位置における海浜断面形状の比較を行った。図-4.21がこの結果である。離岸流の流頭部は $y = 100 \sim 200\text{m}$ の範囲にあるが、図-4.21の断面形状を見るとこの部分には土砂の堆積は見られない。漂砂量については相似則が確立していないので、定量的には議論できないが、図-4.21より定性的に判断する限り離岸流は強くても、必ずしもこの離岸流によって沖向きに土砂は運ばれないことがわかる。なお、図-4.21によると大きな地形変化としては、 $25\text{m} \leq y \leq 75\text{m}$ の範囲が侵食され、その土砂が護岸前面に打ち上げられたものであることがわかる。

図-4.22はケース②の0時間における流況である。ケース②では波は海岸護岸と時計回りに 7° をなす方向より入射する。ケース②では180mの養浜長を持つ海浜が2組作られているが、養浜の天端高さはともに T.P. 2m である。模型の相違は、左側の養浜区間 ($450\text{m} \leq x \leq 625\text{m}$ 範囲) で養浜砂の流出防止用に長さ25mの離岸堤を設置した点である。その他の海浜条件はいずれにおいても同一である。 $175\text{m} \leq x \leq 350\text{m}$ の区間を見ると、波が斜め入射したため沿岸流が発生し、それが突堤によって沖方向へと流向を変えさせられたことがわかる。一方、離岸堤を設置した部分の流れは、離岸堤を設置しないものと良く似ており、離岸堤の流況へ及ぼす効果は顕著ではない。図-4.23は3時間後の流況である。沿岸流は蛇行して流れるようになる。離岸堤を設置しない部分では蛇行流が突堤間に閉じ込められているのに対し、離岸堤を設置した場合蛇行流が離岸堤横を通して流出し、隣接区間へと流れ込んでいる。図-4.23のみでは離岸堤の効果を明らかにすることができないので、代表的な海浜断面形状の比較を行ってみる。代表断面としては、対称的位置にある $x = 200\text{m}$ 断面と $x = 475\text{m}$ 断面を選ぶ。後者は離岸堤部と開口部との境界に位置する。図-4.24は $x = 200\text{m}$ 断面を表わしている。この断面では図-4.21に示したケース①の $x = 550\text{m}$

断面と良く似た変化が生じており、 $25\text{m} \leq y \leq 50\text{m}$ の範囲の土砂が護岸前面へ打ち上げられたことがわかる。また $50\text{m} \leq y$ の範囲では変動はあるものの、有意な地形変化は存在しない。これに対し、図-4.25の $x = 475\text{m}$ 断面では大きな違いが生じている。すなわち養浜工砂が護岸前面へ打ち上げられる点は同一であるが、 $60\text{m} \leq y \leq 110\text{m}$ 付近で土砂が堆積し、 $110\text{m} \leq y \leq 170\text{m}$ 付近では海浜が侵食されている。ただしこれらの土砂の堆積と侵食は、断面内で生じたものではなく、次節で平面図を用いて明らかにするように、平面的に土砂が移動して生じたものである。すなわち土砂の堆積は離岸堤背後の循環流によって開口部の土砂が運び込まれたものであり、一方、 $110\text{m} \leq y \leq 170\text{m}$ 区間の侵食は図-4.23に示す離岸堤前面の強い沿岸流によって土砂が運び去られたためである。以上のように、離岸堤を設置した影響としては、離岸堤が存在しなければ有意な地形変化が生じなかった沖合の領域において地形変化が生ずることである。この点から判断すると、離岸堤を設置する意味はあまりないと考えられる。

図-4.26はケース③の0時間における流況図である。ケース③も長さ180mの養浜区間は2組ある。養浜の天端高さはT.P.3mで同一であるが、左側部分はリーフ型の海浜形状となっている。基本的な流れの特性としては、ケース②と同様に左向きの蛇行流が生じている。ケース②の0時間における流況図(図-4.22)と比較すると、蛇行流は全体として沖へ移動した傾向となっており、 $y \leq 25\text{m}$ の範囲では流れがない。これは養浜の天端高が高く、水深が小さかったため有意な流れが生じなかったものである。リーフのあり、なし比較では、左側の養浜区間(リーフあり)の方が離岸流が強い傾向がある。またいずれの場合も突堤上では岸向き流れとなっており、それを横切るような流れは生じていない。

図-4.27はケース③の3時間後の流況を示している。0時間のときと比較すると、左側の養浜部分では離岸流の発生位置が約75m右側へ移動している。右側の養浜区間では流れのパターンには大きな変化がない。流れの特徴が明らかになったのでリーフあり、なしの地形変化へ及ぼす影響を代表断面の比較によって検討してみる。このためケース②と同様に $x = 200\text{m}$ 断面と $x = 475\text{m}$ 断面を選ぶ。図-4.28は $x = 200\text{m}$ 断面、図-4.29は $x = 475\text{m}$ 断面を示す。養浜の天端高さが高かったため、両断面ともに護岸前面へ打ち上げられた砂はバームを形成した。バームの頂点の位置と高さは、 $x = 200\text{m}$ 断面と $x = 475\text{m}$ 断面で異なる。 $x = 200\text{m}$ 断面では頂点の位置が護岸より10m、またその高さがT.P.約4.7mである。一方、 $x = 475\text{m}$ 断面では護岸から15mで、高さがT.P.5mである。すなわちバームの規模はリーフなしの方が大きく、高さが高いことがわかる。これはリーフの存在によって波の打ち上げ高が減少したためと考えられる。沖合の海底地形に関してはリーフあり、なしともに大きな変動を有するために、その差は明確ではない。

図-4.30はケース④の0時間における流況である。ケース④の実験条件は、左側の養浜区間の天端高さがT.P.2.5m、右側の養浜の天端高さがT.P.2.75mである。0時間の流況はどちらも良く似たものとなっており、上手側(右側)の突堤に沿って岸向きに流れたあと沿岸流に向きを変え、下手の突堤部分で再び岸向きに流れる。また下手の突堤基部には小規模な反時計回りの循環流れが形成されている。図-4.31は3時間後の流況である。0時間と比較すると流況にはかなりの変化が見られる。左側の養浜区間では $x = 300\text{m}$ 付近に離岸流が発生し、またその下手には大規模な循環流れが生じた。一方、右側の養浜区間はこれと異なり、沿岸流が良く発達したあと、下手側の突堤近傍で沖方向へ流出している。ただしこのように

流況が変化した理由は、海底地形変化と波高分布の変化が密接に関連した複雑な現象のため明らかにすることはできなかった。なお、図中の突堤部以外の破線は波峰線を示す。最後に地形変化状況の比較を行ってみる。図-4.32は $x = 200\text{m}$ 断面を、図-4.33は $x = 475\text{m}$ 断面を示す。養浜砂は再び護岸前面に打ち上げられ、バームが形成されている。バームの高さは $x = 200\text{m}$ 断面（養浜天端高T.P.2.5m）の方が $x = 475\text{m}$ 断面（養浜天端高T.P.2.75m）より低い。

4.5 海浜地形変化

ここでは海浜地形変化の特性について明らかにする。図-4.34はケース①の等深線図である。図中、初期形状は太い破線で、また3時間後の地形は太い実線で示されている。ケース①の養浜条件は天端高がT.P.2.0mである。長さ180mの養浜区間について調べてみると、左右いずれの養浜区間においても養浜天端の海側が削られ、削られた砂が護岸前面へ打ち上げられたことがわかる。また、打ち上げられた土砂の高さは突堤近傍で小さく、突堤間で大きい。ただし、粒径波高比が現地海岸では $d/H_0 = 4.0 \times 10^{-4}$ に対し、模型実験では $d/H_0 = 6.7 \times 10^{-3}$ と1オーダー大きいため、底質移動については現地と模型とで相似となっていないと考えられる。よってこのような結果がそのまま現地海岸へ適用されうるかどうかについてはさらに検討の必要がある。

ケース①の流況は、図-4.20に示したように3時間後には中央付近に強い離岸流が生じていたが、この離岸流によって突堤より沖へ大量の砂が流出した形跡はない。一方、突堤上には岸向きの流れが生じていたが、この流れに対応して浅海域の地形変化が生じている。すなわち岸向き流れが海岸護岸前面で向きを変え、突堤間へ流れ込むため、突堤の付け根部分が両端とも侵食され、その内側に堆積している。突堤の上には向岸流があり、その流れは突堤間の内側へ流れ込む方向であるために、養浜砂が突堤を越えて隣のブロックへ流出する可能性は低い。

図-4.35はケース②の等深線図である。ケース②では養浜の天端高は左右の養浜区間のいずれにおいてもT.P.2.0mであるが、右側の養浜区間の突堤先端には離岸堤が設置されている。また波の入射方向は時計回りに 7° としている。養浜天端の前面は侵食され、土砂が護岸前面へ打ち上げられている。ケース②の3時間後の流況と地形変化の関係について調べてみる。3時間後の流況は図-4.23に示されていた。左岸の養浜区間では $x = 300\text{m}$ 付近より離岸流が生じ、沖へ流出した流れは突堤沿いに向岸流となっている。対応する地形については、 $x = 300\text{m}$ 付近の離岸流発生地点では等深線が岸向きに凹となっている。この付近では初期状態より離岸流が生じていたことを考慮すると、この地形は離岸流によって形成されたものと考えられる。一方、右側の養浜区間では図-4.23によると離岸堤横から離岸流が生じ、この流れはその後離岸堤と平行に流れていた。また、左側の離岸堤背後には反時計回りの循環流が生じていた。地形変化を調べてみると、左側の離岸堤背後には広い範囲で土砂がたまり、一方開口部の $x = 500 \sim 550\text{m}$ 区間では侵食領域がある。これは、離岸流および循環流によって離岸堤開口部より背後部へ土砂が運ばれて形成されたものと考えられる。また左側の離岸堤の沖合では離岸堤の右半分に対応する部分では海底が侵食され、左側部分に堆積しており、離岸堤前面の沿岸流の加速域で侵食が、減速域で堆積が生じたことがわかる。離岸堤を配置した場合、突堤で囲まれた養浜区間内での相対的な地形変化量は大きくなる。

図-4.36はケース③の等深線図である。ケース③の実験条件は、180mの養浜区間の天端高さがT.P.

3.0 mとし、左側の海浜をリーフ型海浜としたことである。図によるとリーフあり、なしが地形変化に及ぼす影響は明らかではない。両者に共通していることは、養浜区間の左端において等深線が前進していることである。とくにT.P. - 0.5 mの等深線は突堤の先端付近となっている。海岸に波が斜め入射すると、左向きの沿岸流が生ずるが、この流れによって養浜区間の中央右側より左側へ土砂が運ばれたためこのような地形変化が生じたものと考えられる。突堤の長さが短いと左側の突堤を越えて養浜砂が流出する可能性があるが、養浜天端高がT.P. 3.0 mの場合はこのような流出はまだ生じていない。

図-4.37はケース④の等深線図である。ケース④の実験条件は、左側の養浜区間の天端高さがT.P. 2.5 m、右側の養浜区間のそれがT.P. 2.75 mである。養浜天端の前面は侵食され、護岸前面に打ち上げられている。また、ケース③の場合と同様に養浜区間の左側の突堤付近では等深線が前進している。これはケース③と同様に左向きの沿岸流によって砂が運ばれて形成されたものと考えられる。ただし、ケース④においても突堤先端を回り込んだ漂砂が生じた形跡はなく、この場合も突堤の長さは100 mで十分であったと考えられる。

4.6 まとめ

第4章では海岸護岸への打ち上げ高に対する流れの影響や波が斜め入射することの影響を評価し、また突堤等の構造物による養浜砂の流出防止効果を調べるために移動床平面実験を行った。最後に得られた結果をとりまとめておく。

- ① 養浜の天端高がT.P. 2 mで波が直角入射した場合（ケース①）突堤間の中央でT.P. 5 m以上の打ち上がり高さとなる。一方、突堤の付け根部分では打ち上がり高さは低くなる。これは突堤上の水深が小さいためである。
- ② 養浜の天端高がT.P. 2 mで7°の入射角とした場合（ケース②）、ケース①と同様に見ると打ち上がり高さは約5 mとなる。しかし全体的に見ると打ち上がり高さはケース②の方が減少する。これは主として波が斜め入射することが原因と考えられる。
- ③ 養浜の天端高がT.P. 3 mの場合（ケース③）打ち上がり高さはT.P. 約4.5 mとなり、T.P. 5 mまで余裕がある。
- ④ 養浜の天端高がT.P. 2.5 mおよび2.75 mの場合（ケース④）どちらも打ち上がり高さはT.P. 5.0 m以下となり、越波防止を図る上で有効である。
- ⑤ 突堤上にはいずれのケースにおいても岸向きの流れが発生し、これを横切る流れは存在しにくい。したがって突堤を横切る漂砂は少ない。
- ⑥ 突堤間では離岸流が生ずることもあるが、断面形状の変化より定性的に判断する限り、この離岸流によって冲向きに土砂が運ばれた形跡はない。
- ⑦ 離岸堤を設置すると開口部が侵食され、侵食された土砂が離岸堤背後に堆積する。突堤のみの構造では沖の流出は少なかったため、このような条件を考慮すると離岸堤を設置する意味はあまりないと考えられる。
- ⑧ 突堤上に生じた岸向き流れは、海岸護岸前面で向きを変え突堤間へ流れ込むため、突堤の付け根部分が両端とも侵食される。

- ⑨ 海岸に波が斜め入射すると左向きの沿岸流が生ずるが、この流れによって砂が運ばれ、左端の突堤に沿う等深線は前進する。天端高がT.P.2.5, 2.75, 3.0mの場合（ケース③, ④）、突堤先端付近まで土砂の堆積が見られるが、先端を回り込む漂砂は生じていない。これらの場合突堤の長さは100mで十分機能していると考えられる。

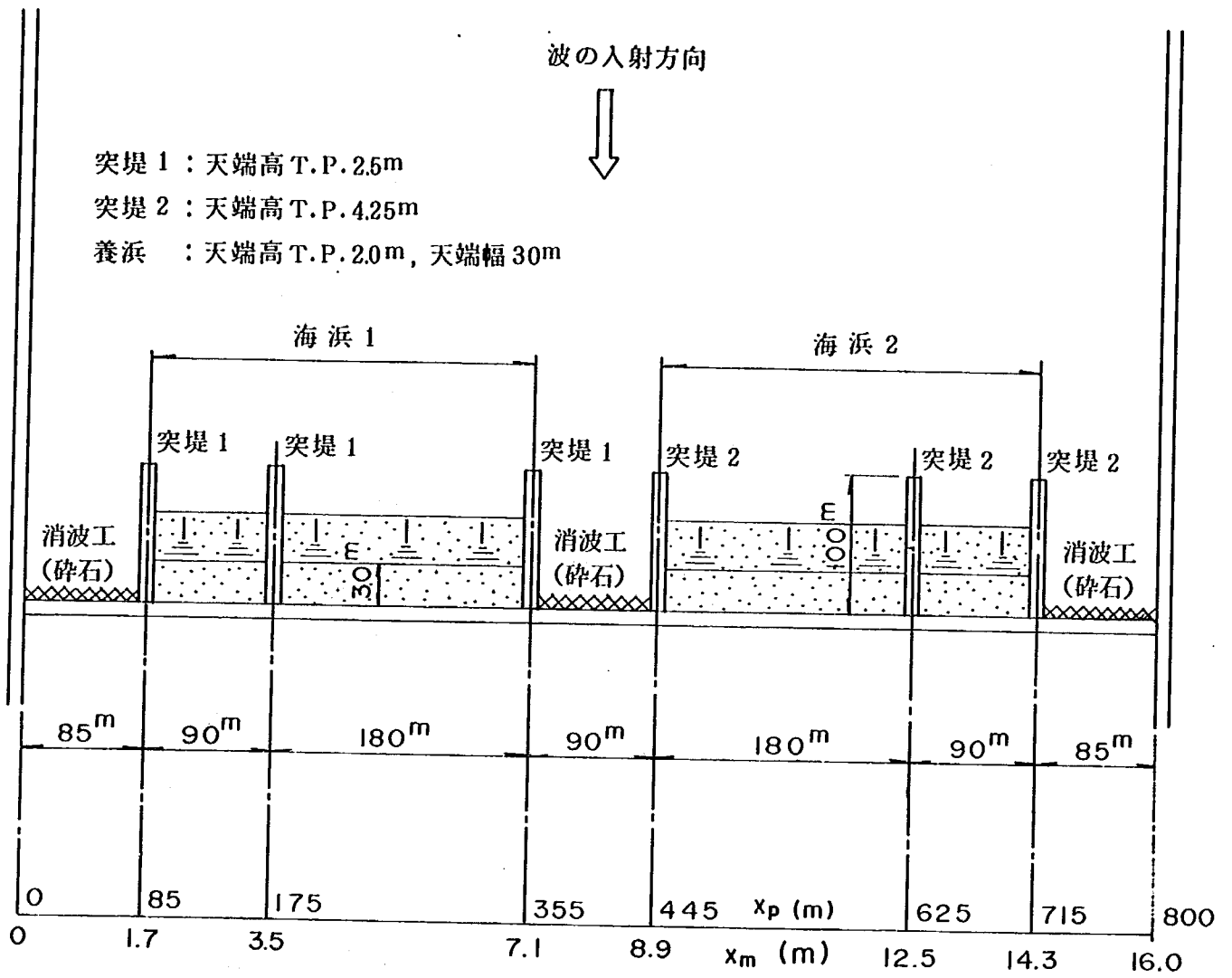


図-4.1 ケース①の平面形状

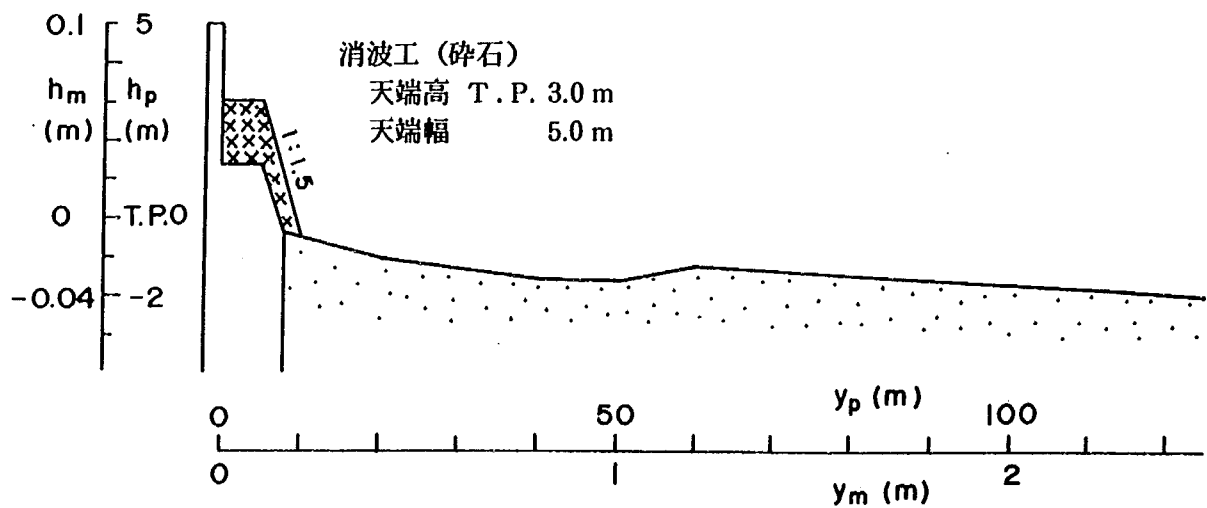
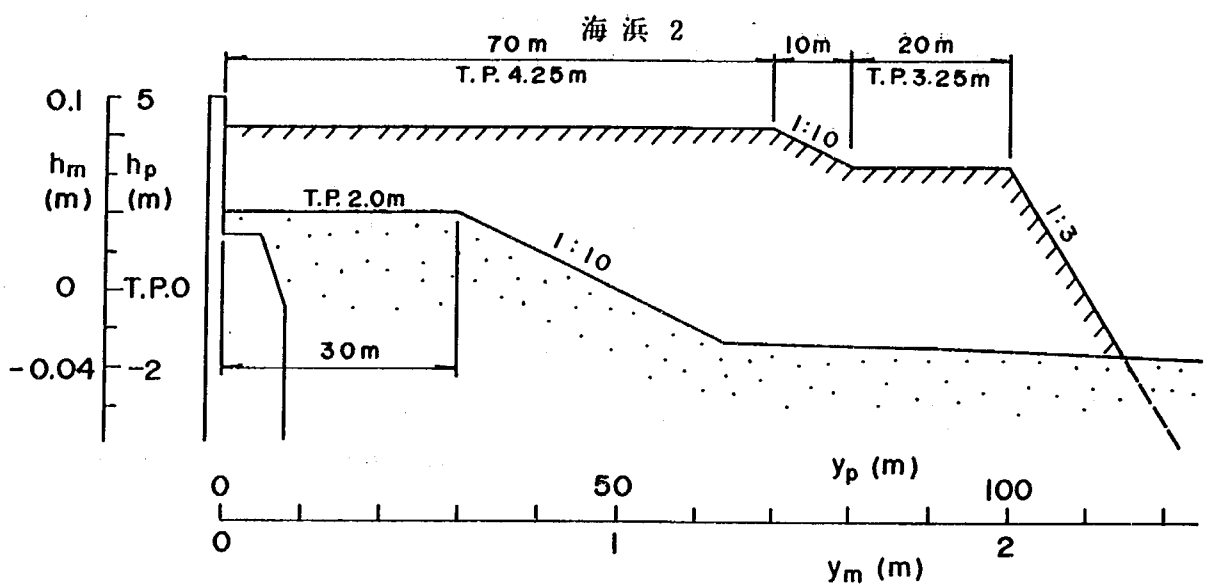
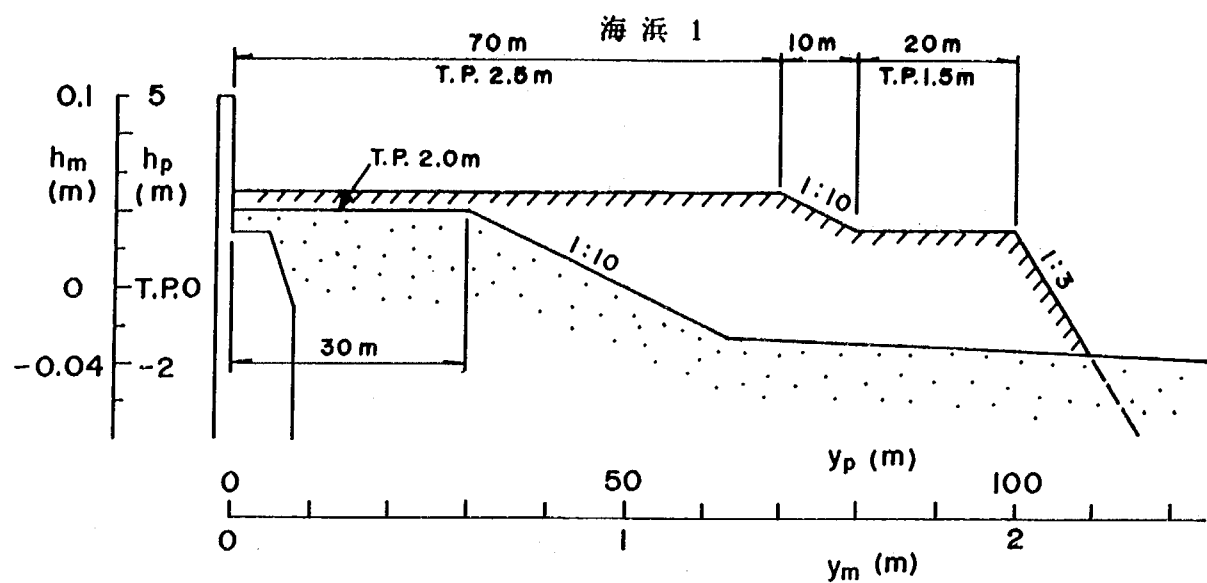


図-4.2 ケース①の海浜断面形状

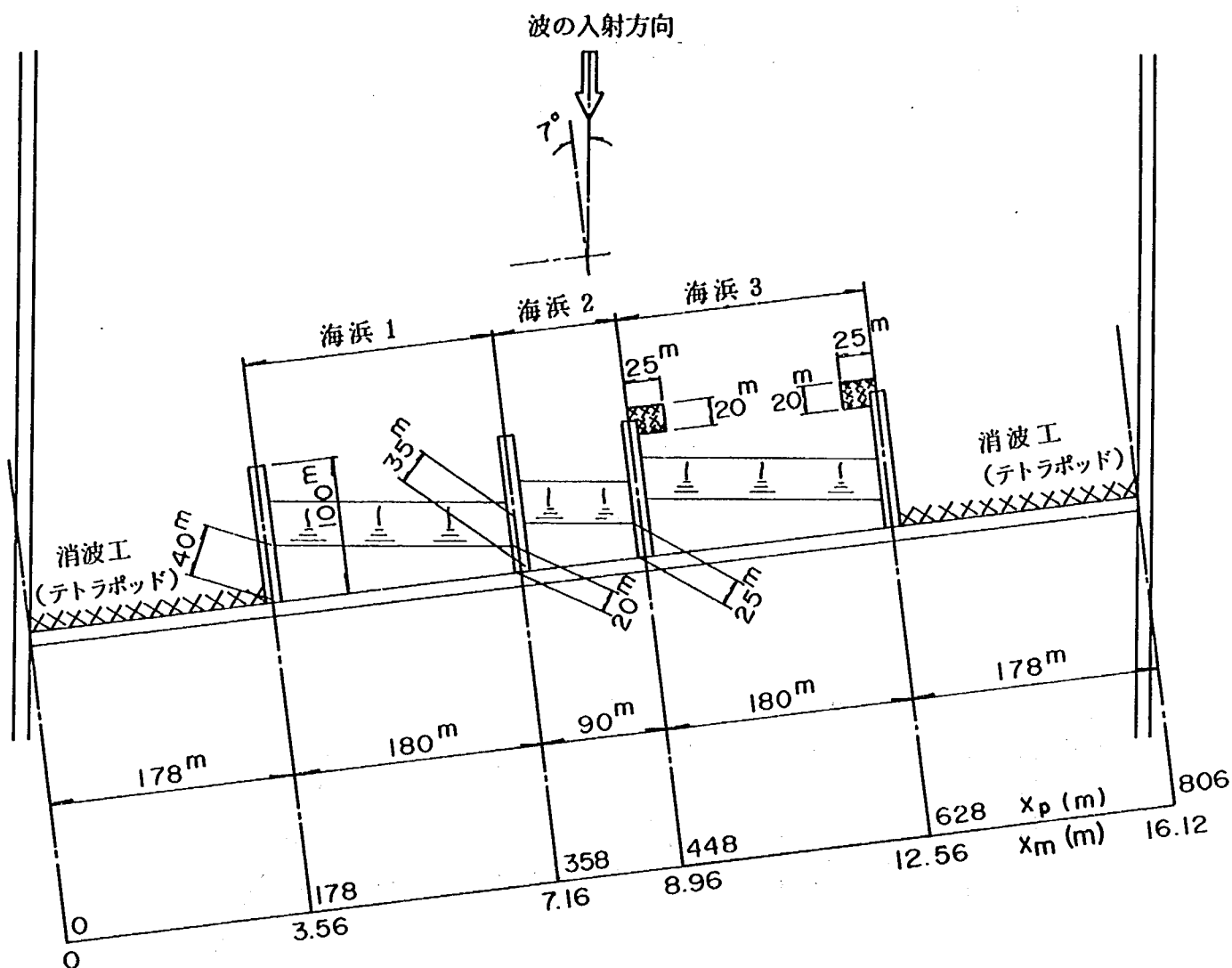


図-4.3 ケース②の平面形状

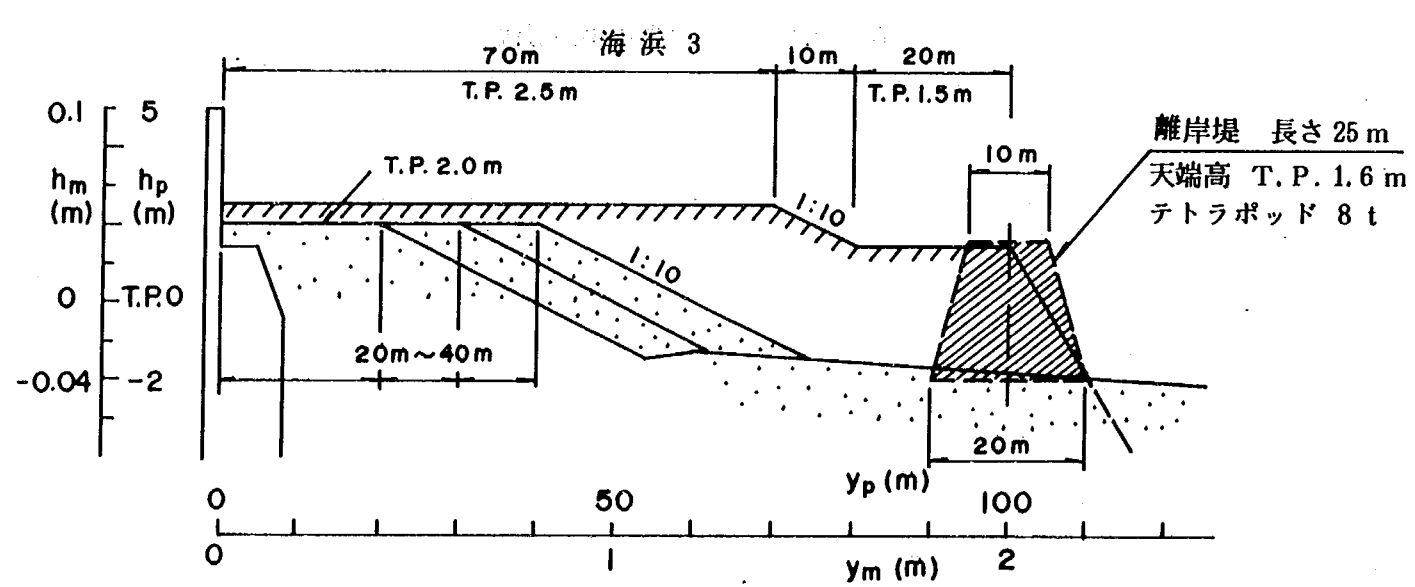
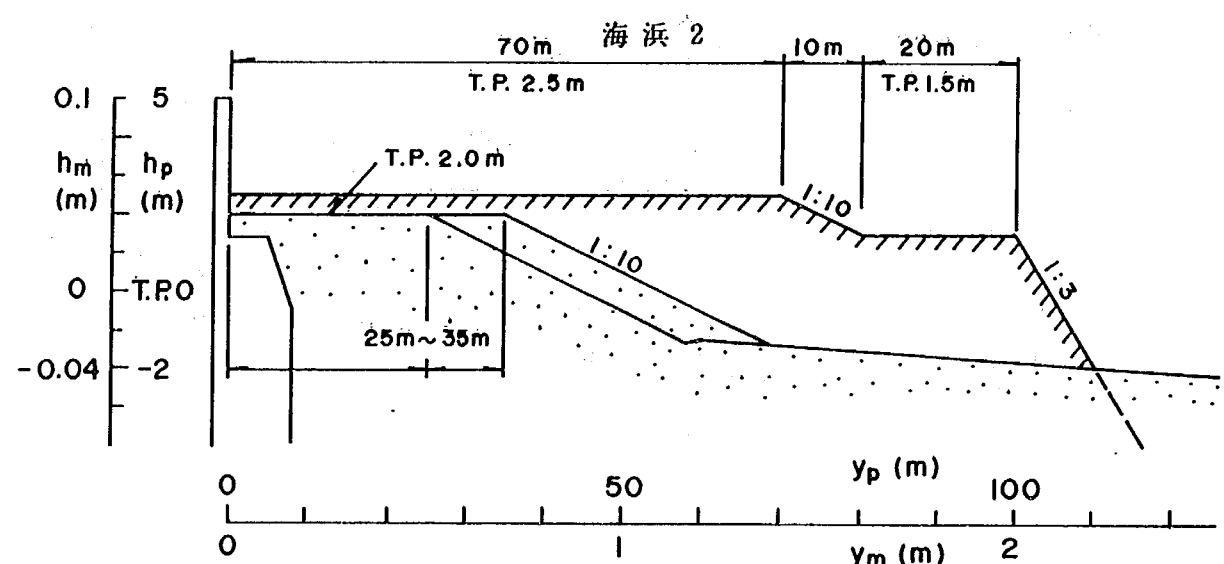
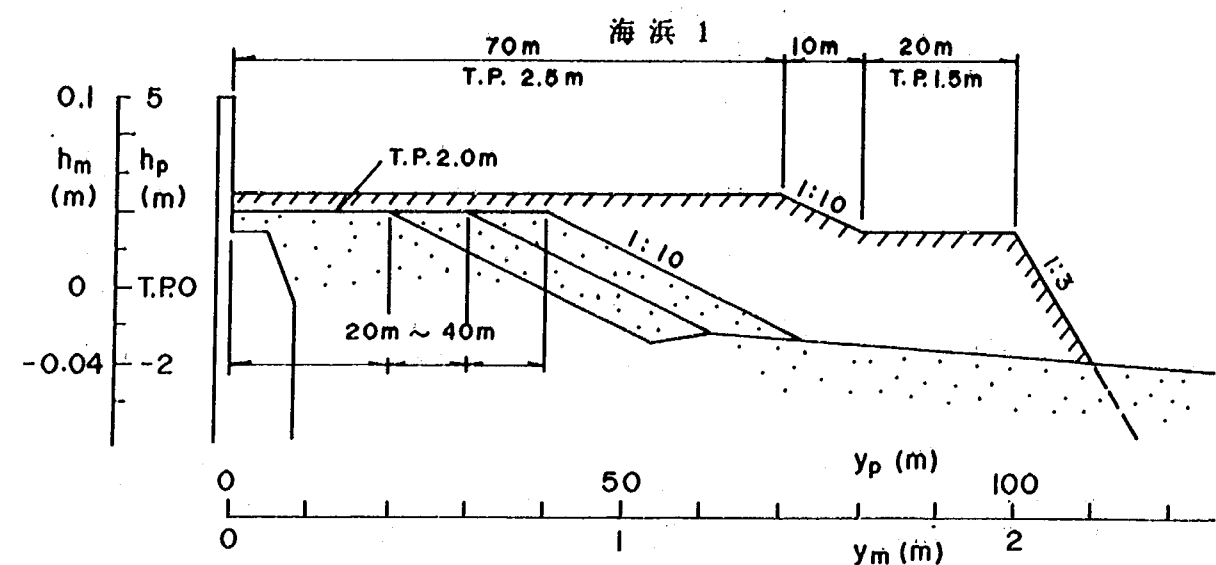


図-4.4 ケース②の海浜断面形状

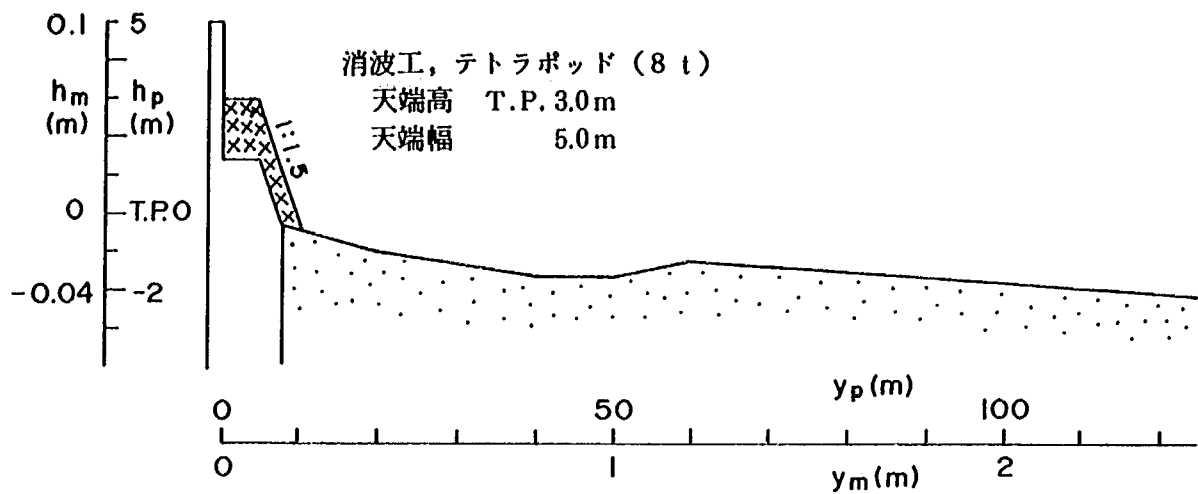


図-4.5 ケース②の消波工の断面形状

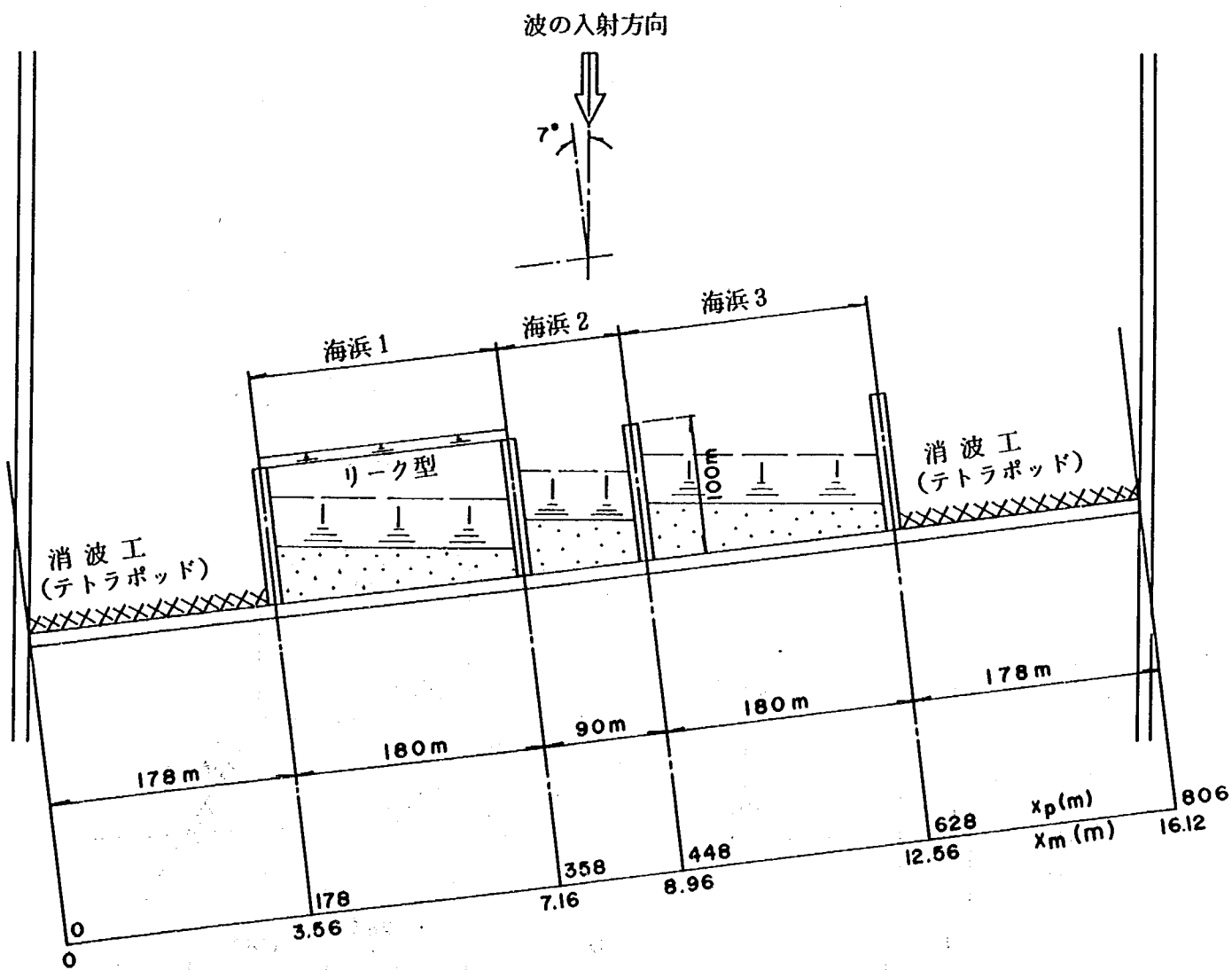


図-4.6 ケース③の平面形状

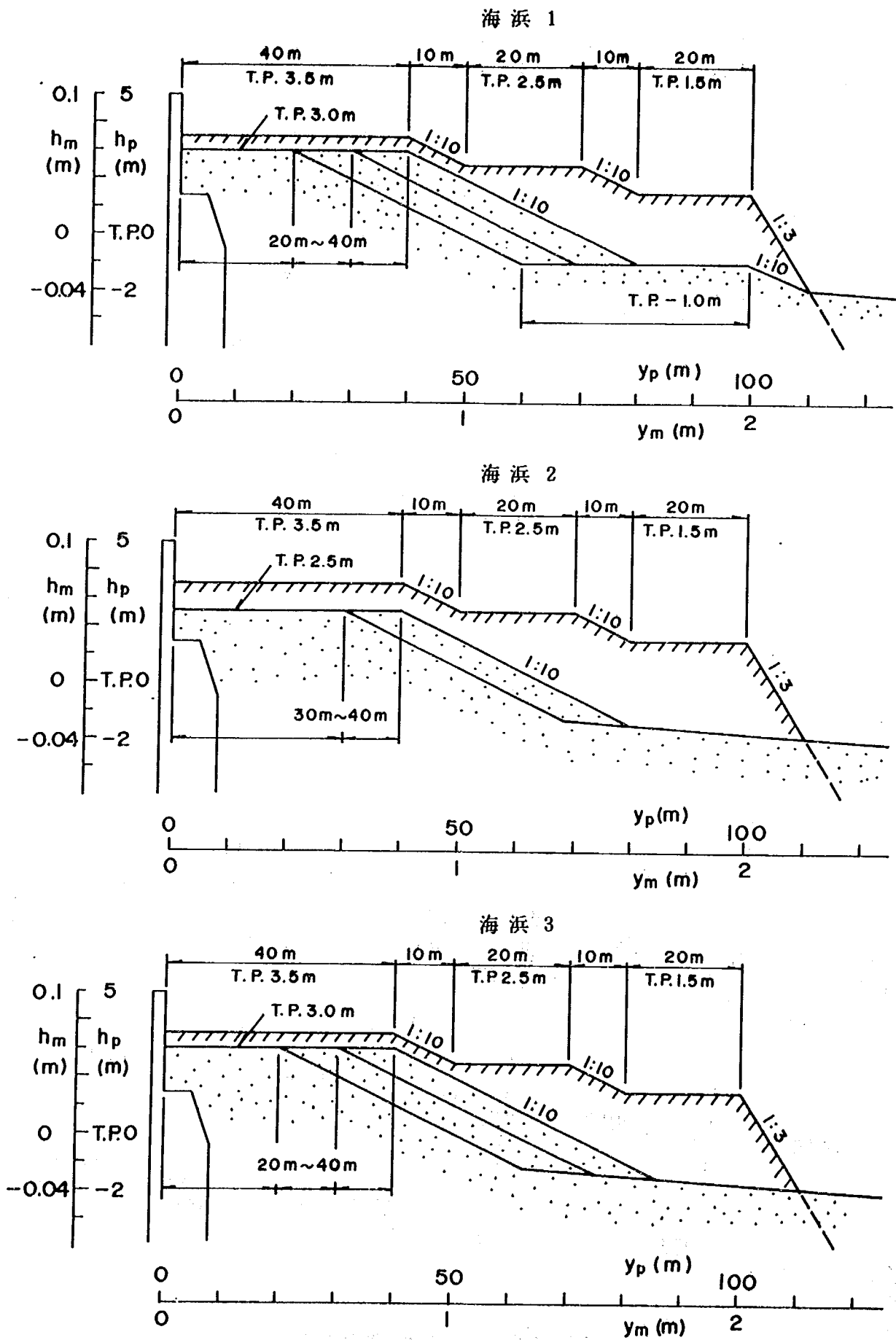


図-4.7 ケース③の海浜断面形状

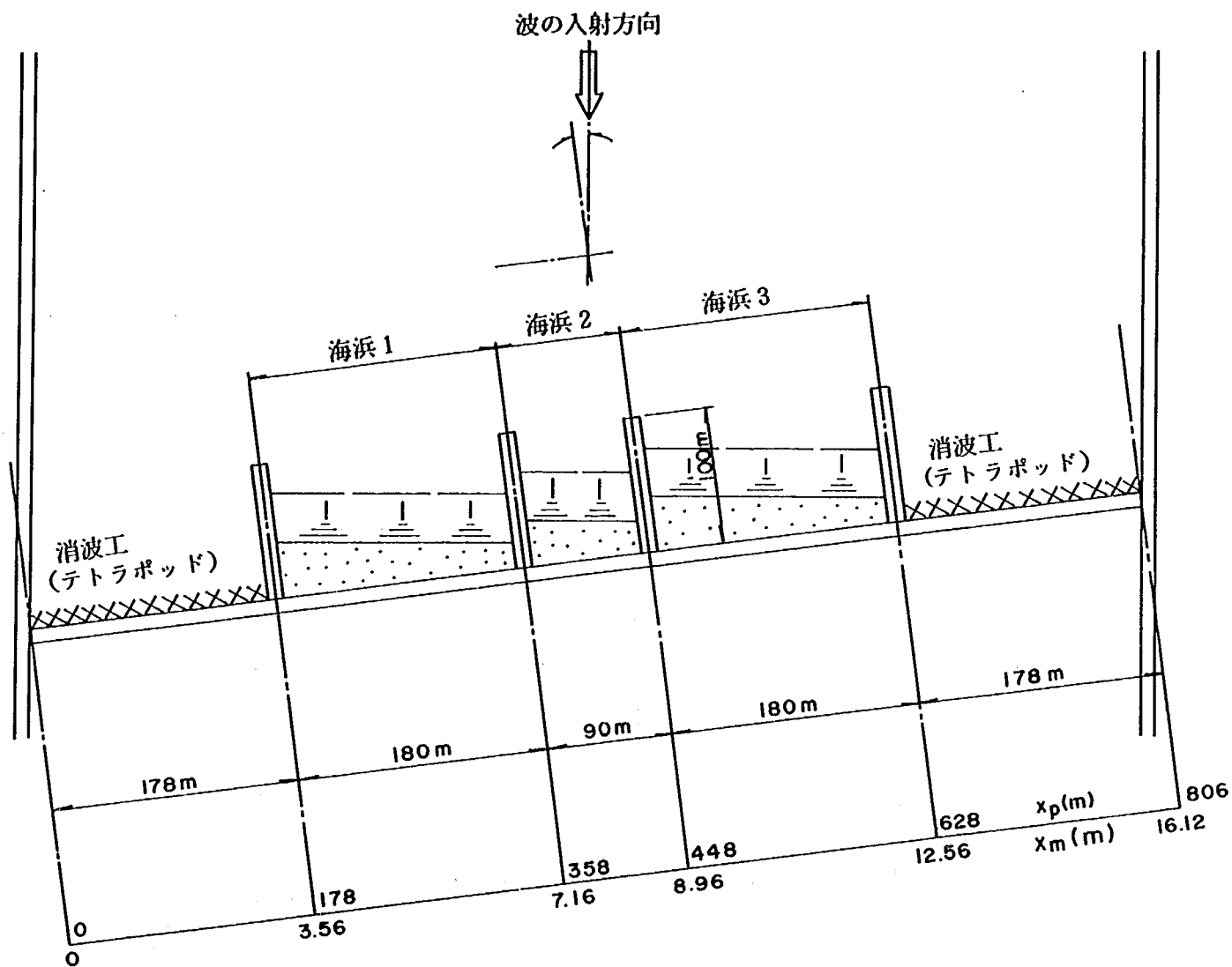


図- 4.8 ケース④の平面形状

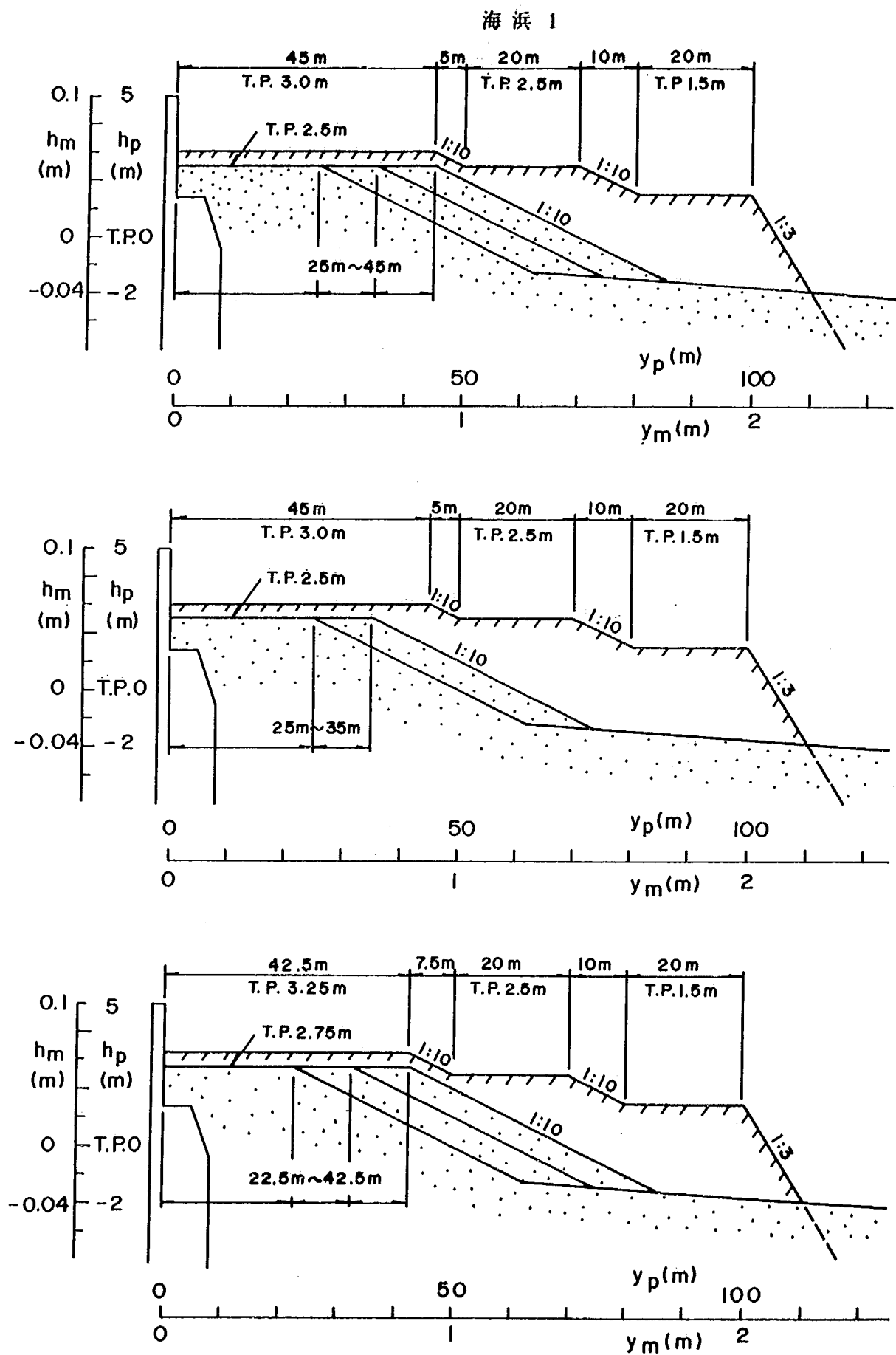


図- 4.9 ケース④の海浜断面形状

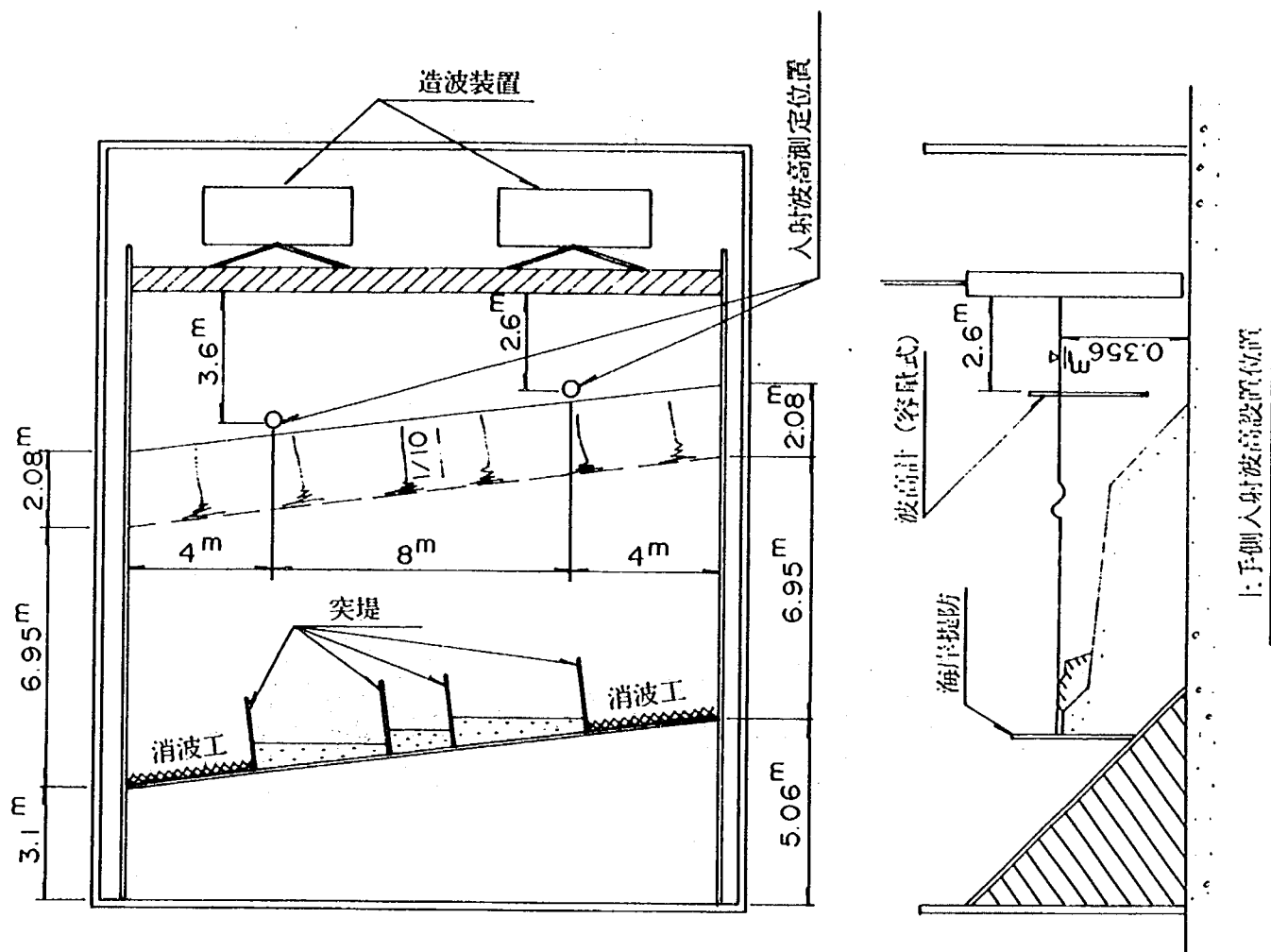


図- 4.10 入射波高の測定位置

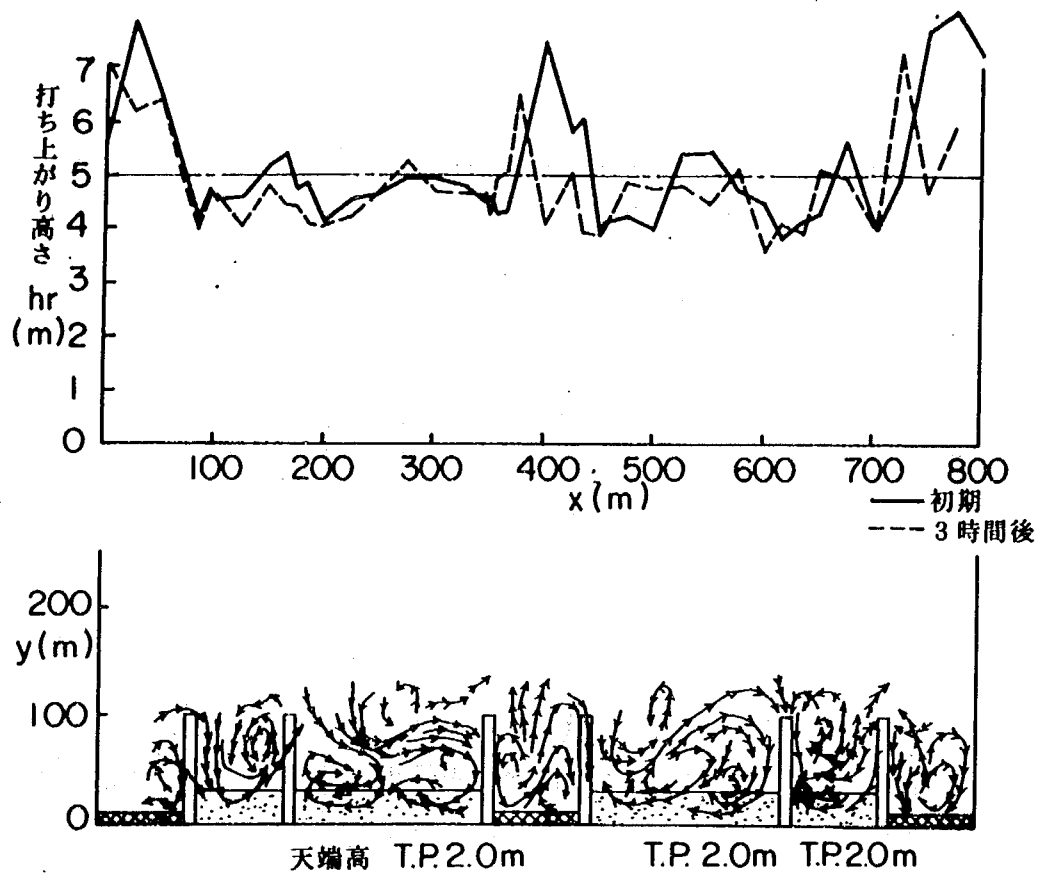


図- 4.11 ケース①の打ち上がり高さの分布

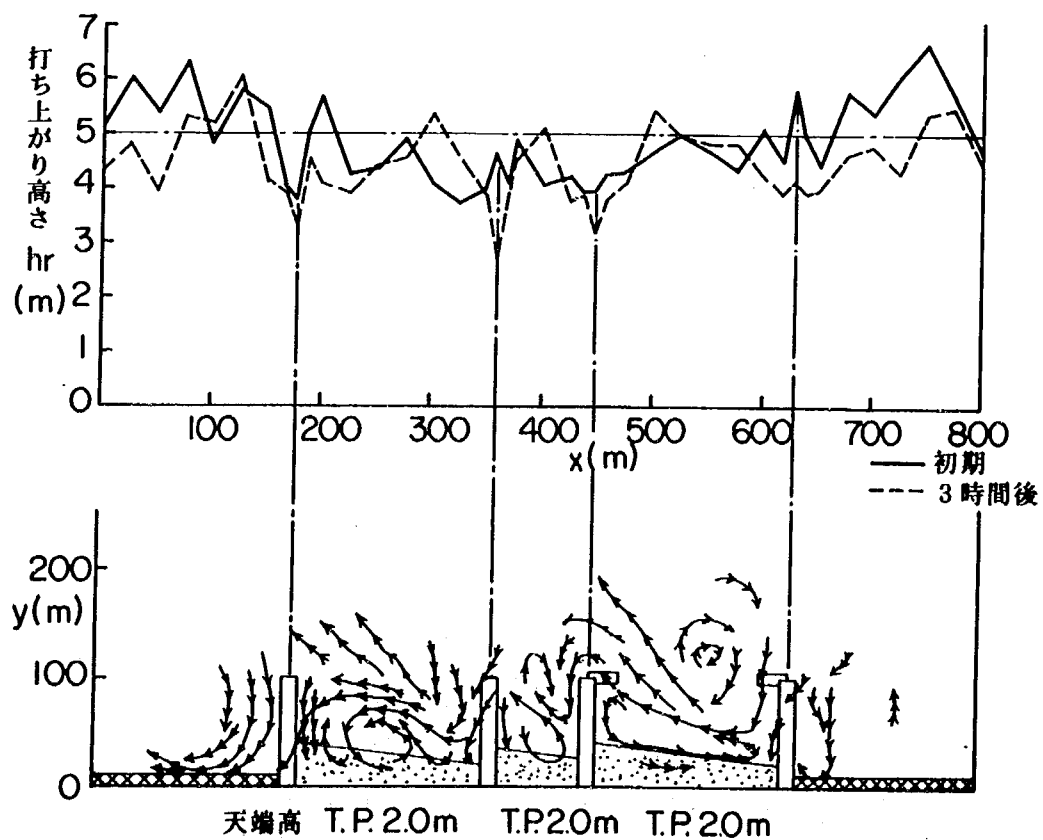


図- 4.12 ケース②の打ち上がり高さの分布

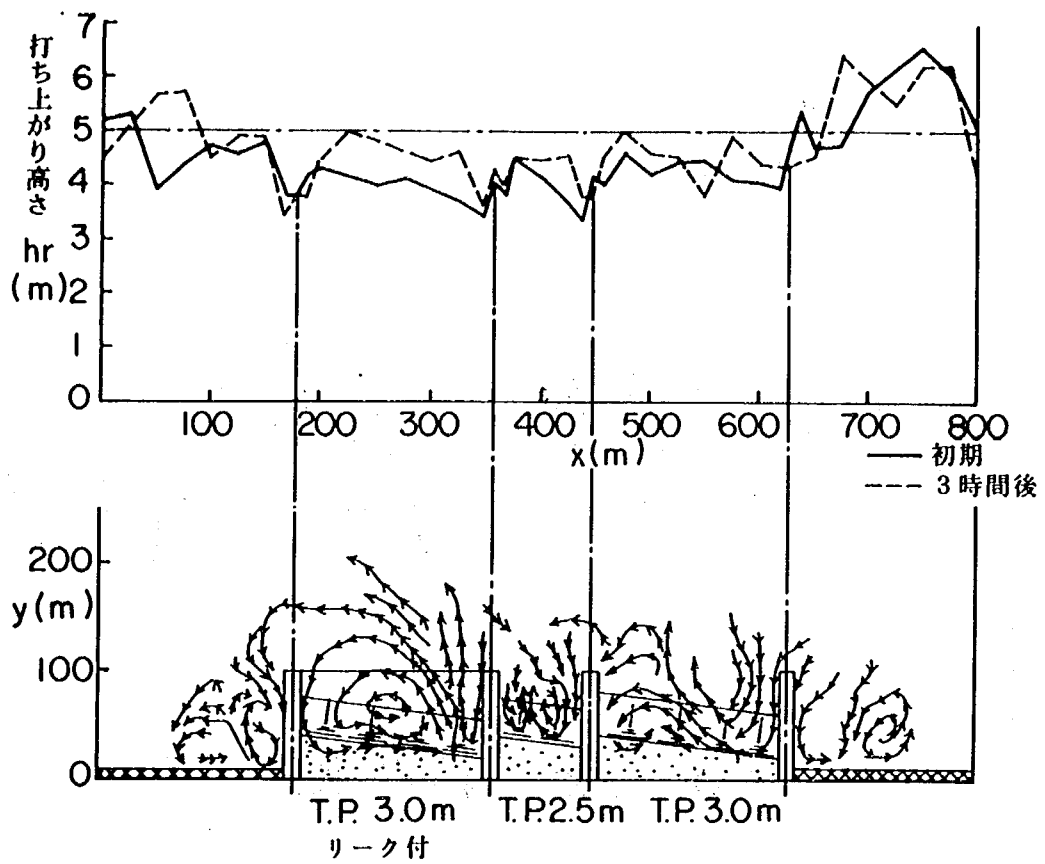


図- 4.13 ケース③の打ち上がり高さの分布

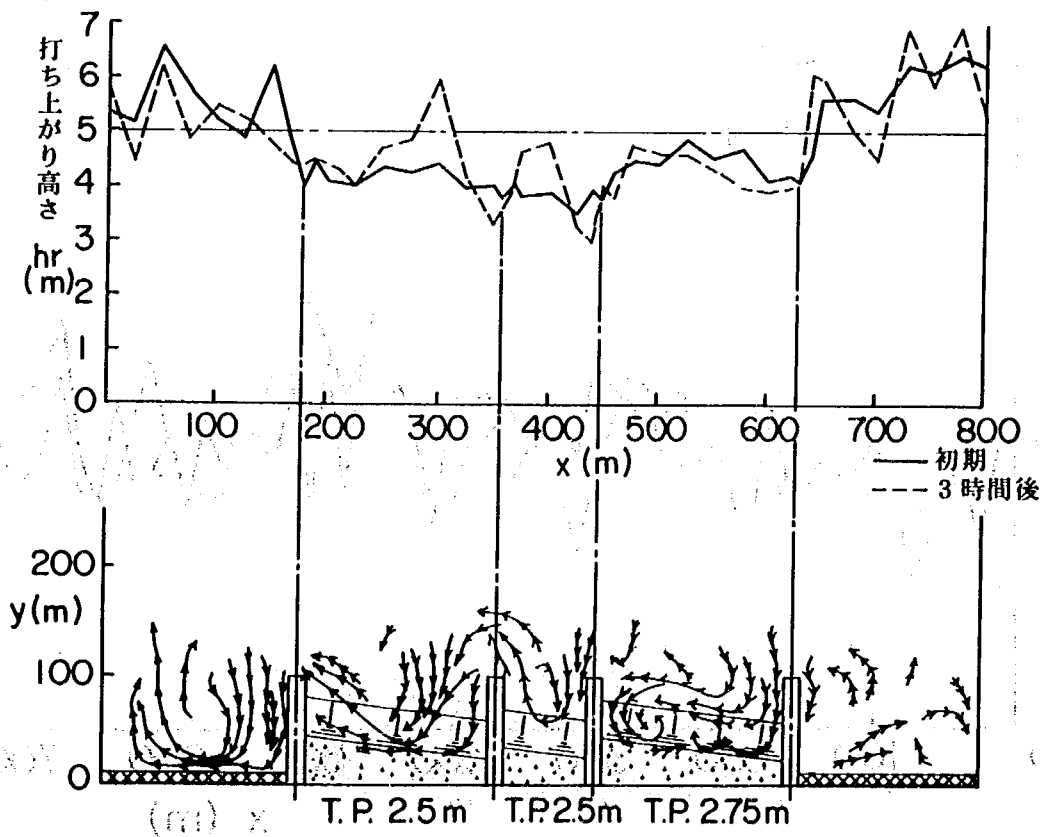


図- 4.14 ケース④の打ち上がり高さの分布

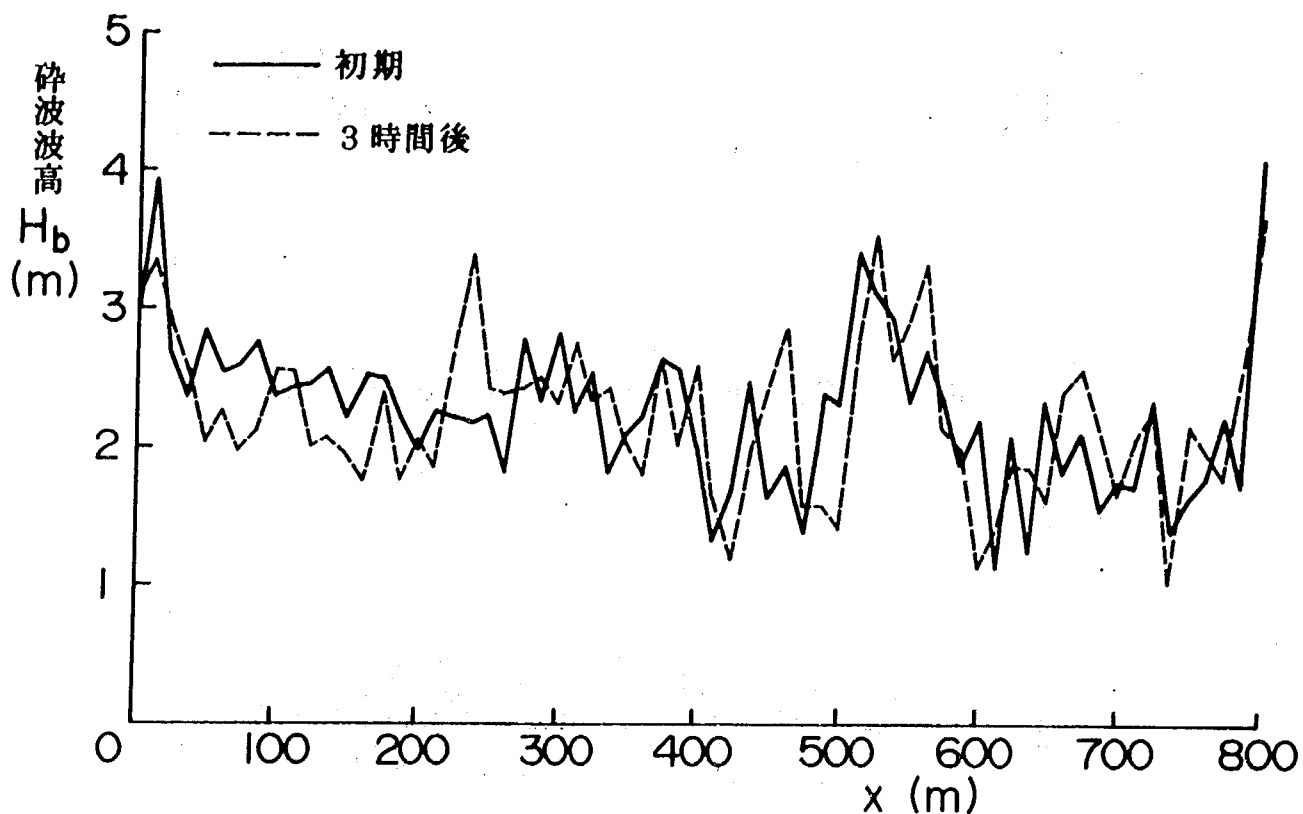


図-4.15 碎波波高の沿岸方向分布 (ケース①)

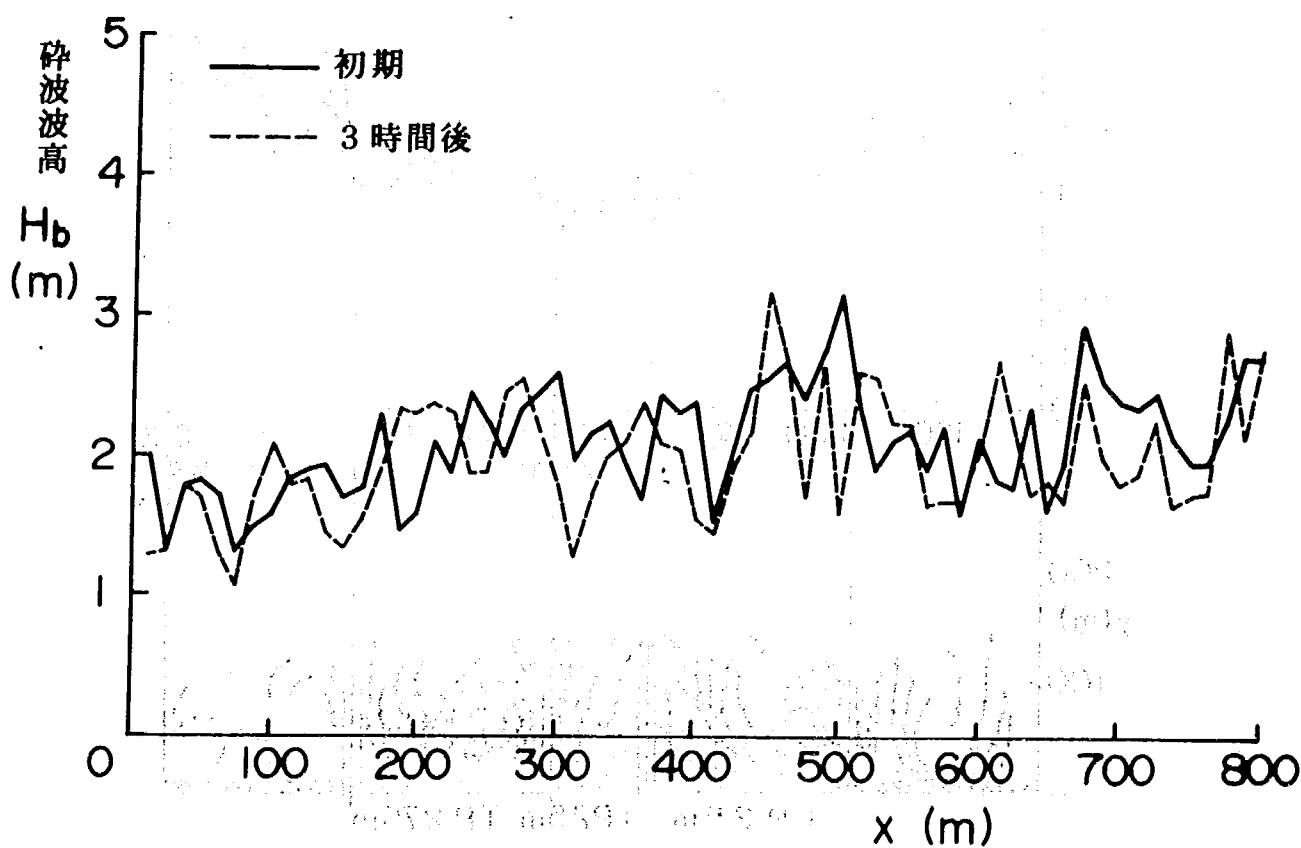


図-4.16 碎波波高の沿岸方向分布 (ケース②)

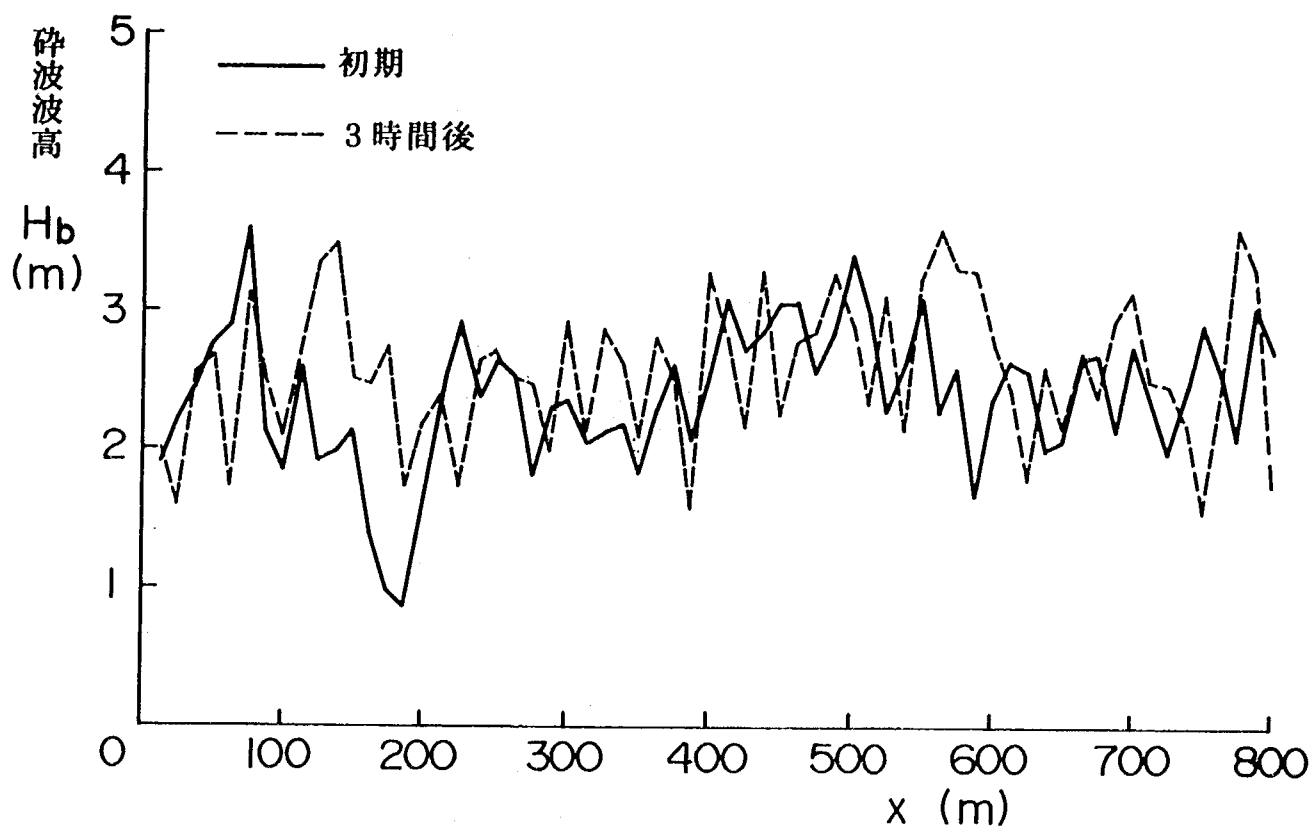


図-4.17 碎波波高の沿岸方向分布 (ケース③)

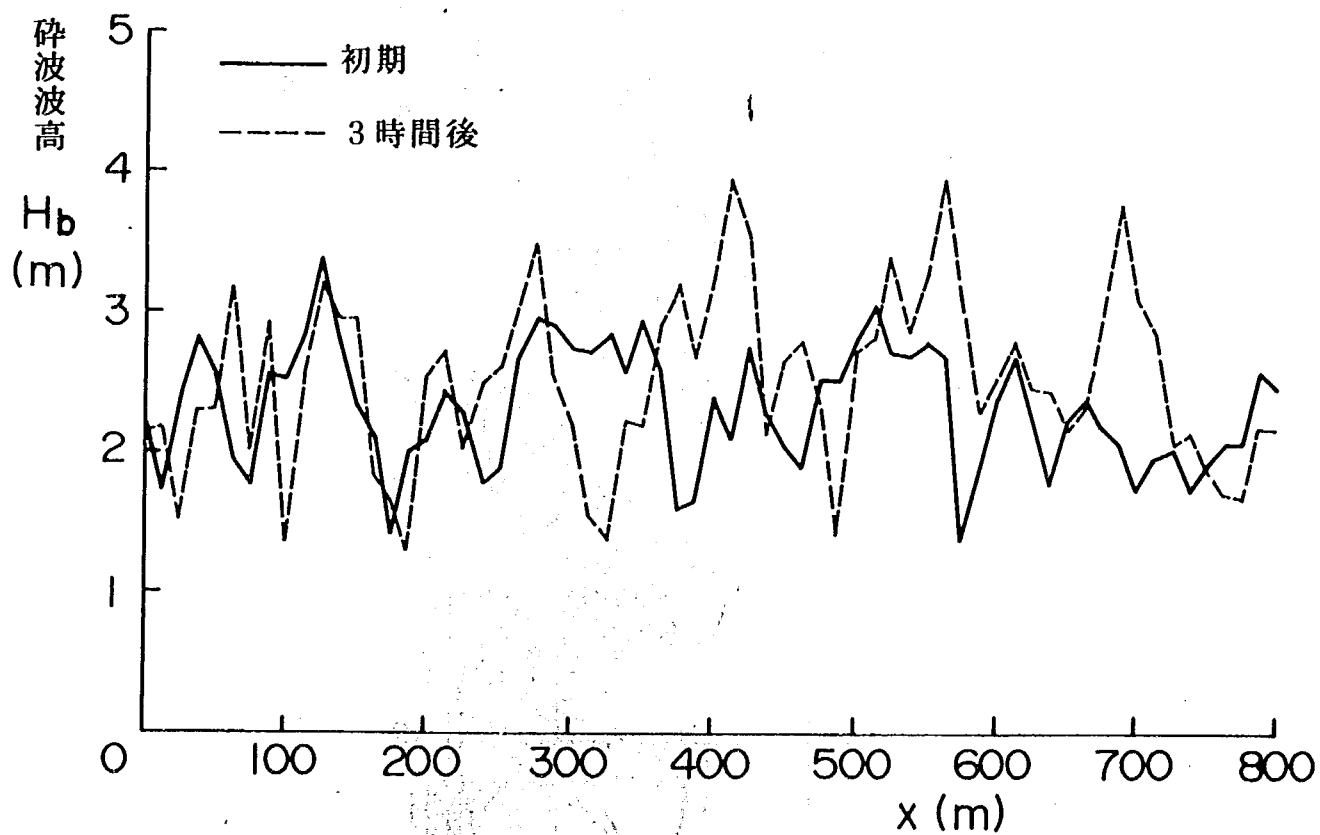


図-4.18 碎波波高の沿岸方向分布 (ケース④)

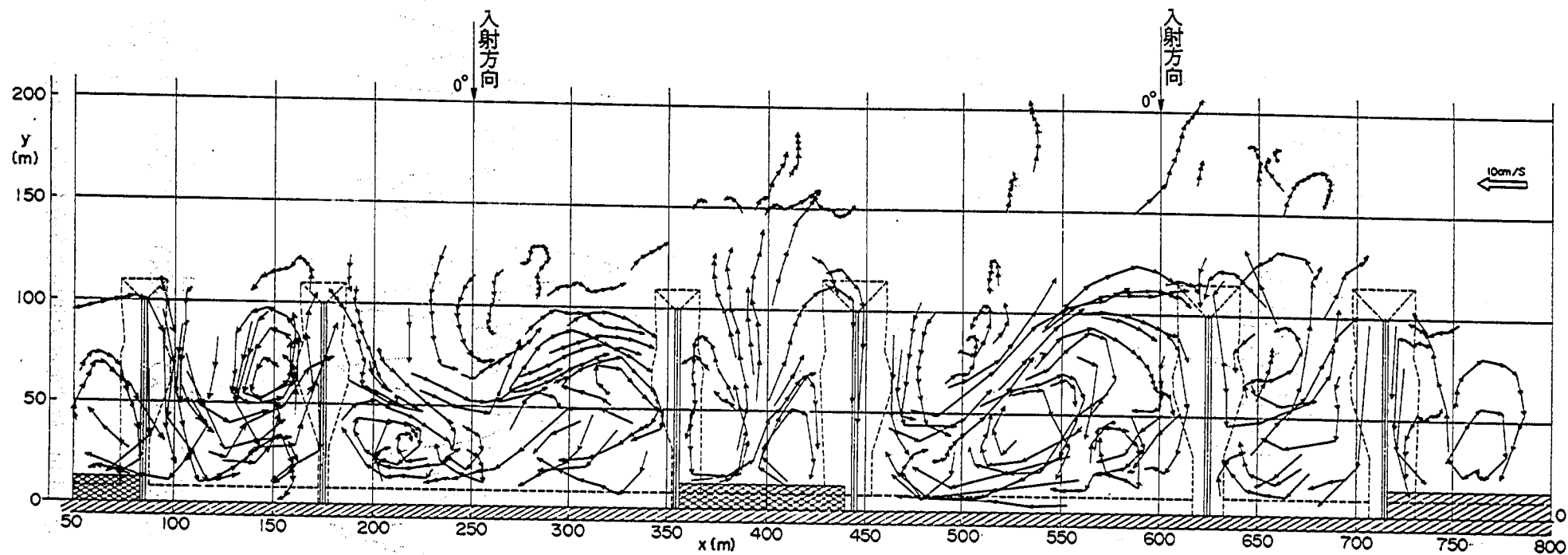


図-4.19 海浜流の流況図 (ケース①, 0時間)

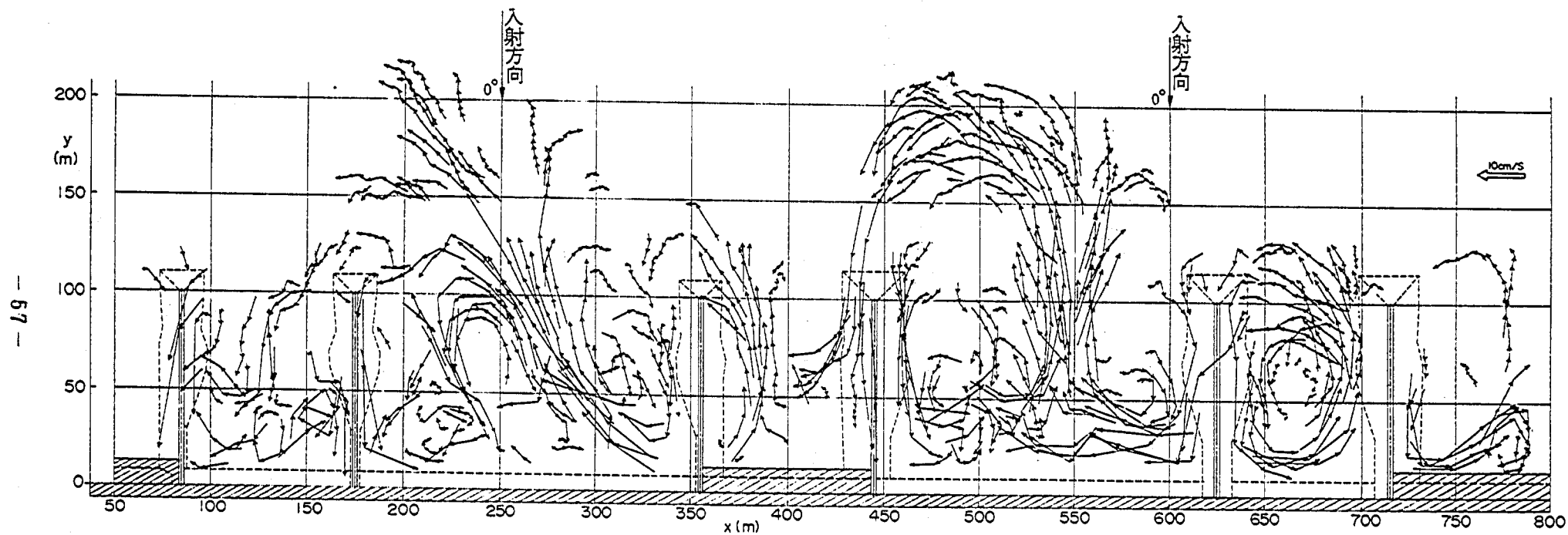


図-4.20 海浜流の流況図 (ケース①, 3 時間後)

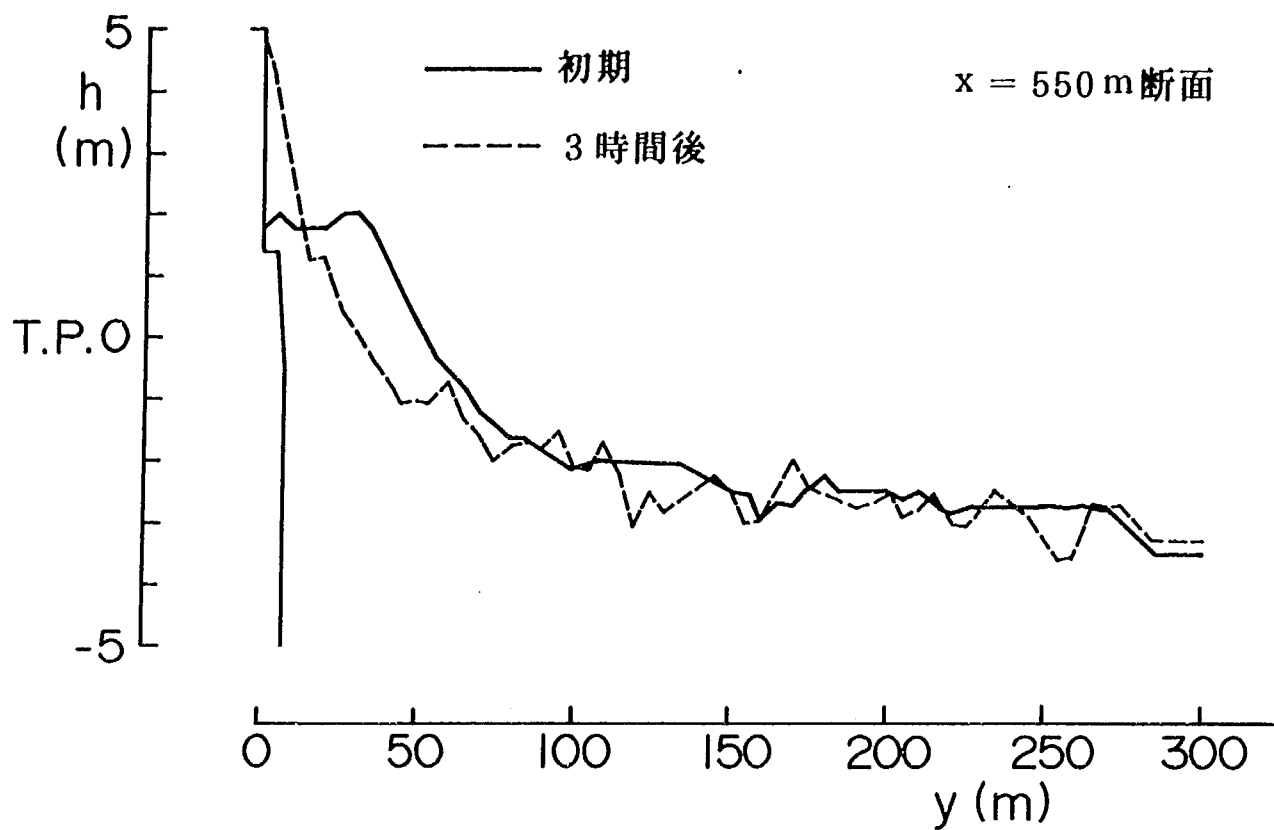


図-4.21 海浜断面形状 (ケース①, x = 550 m 断面)

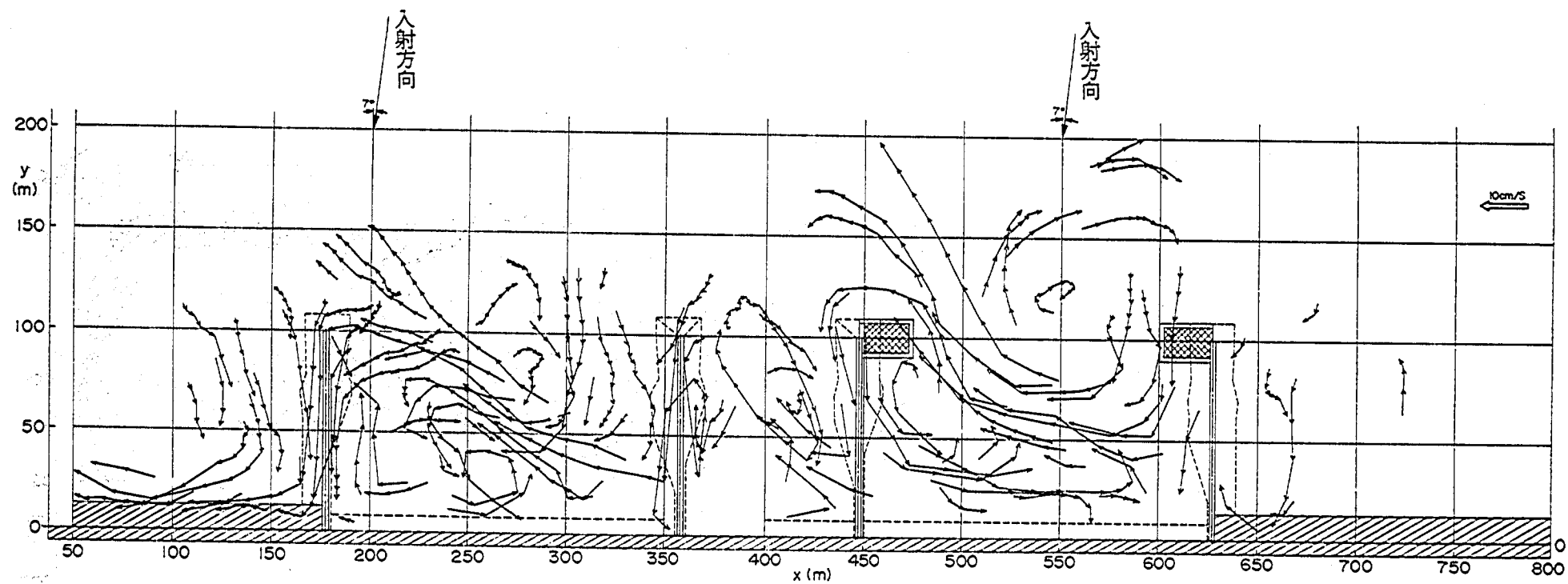


図-4.22 海浜流の流況図 (ケース②, 0 時間)

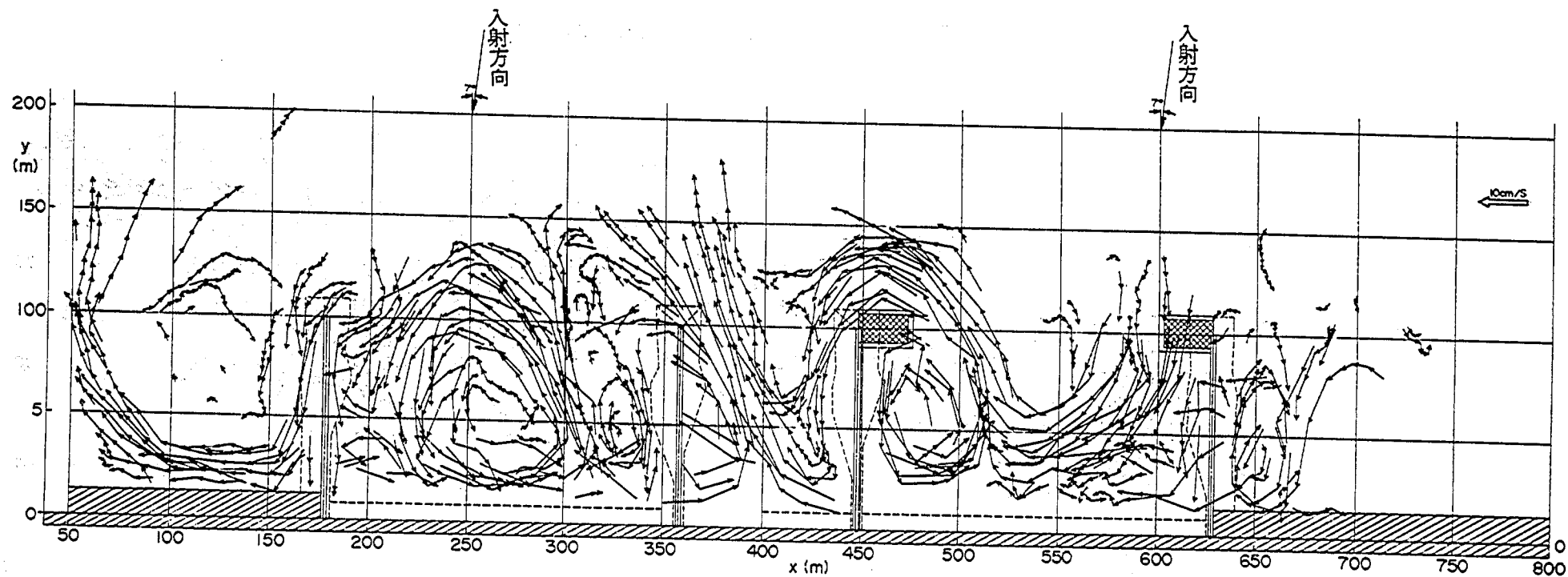


図-4.23 海浜流の流況図 (ケース②, 3時間)

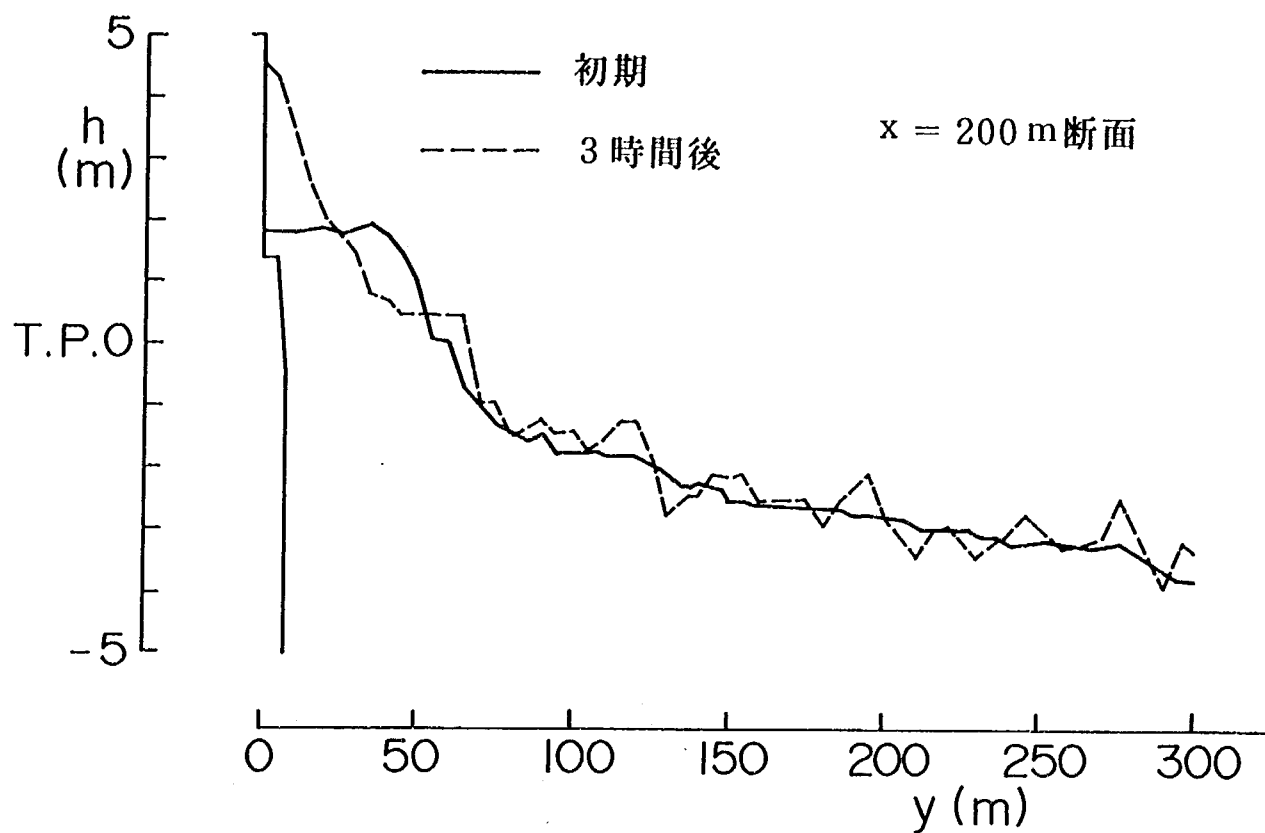


図-4.24 海浜断面形状 (ケース②, $x = 200$ m断面)

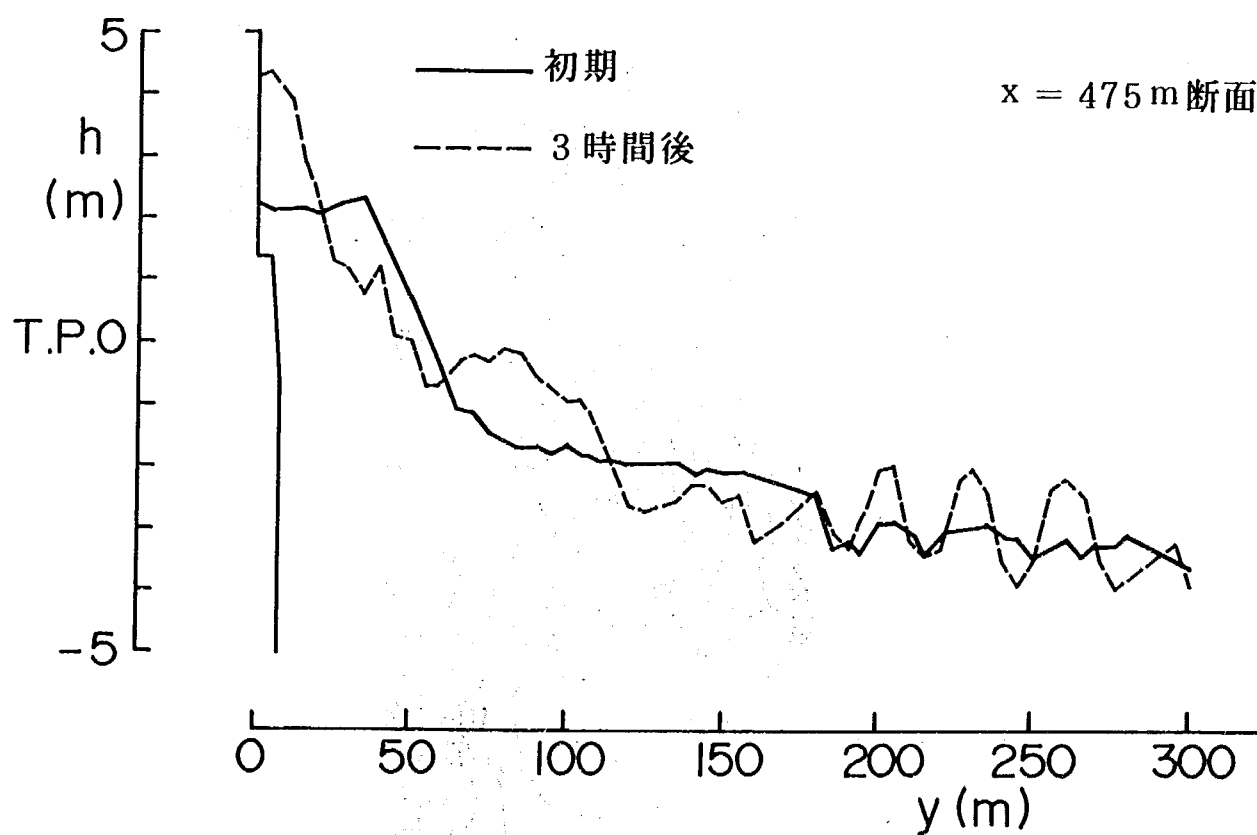


図-4.25 海浜断面形状 (ケース②, $x = 475$ m断面)

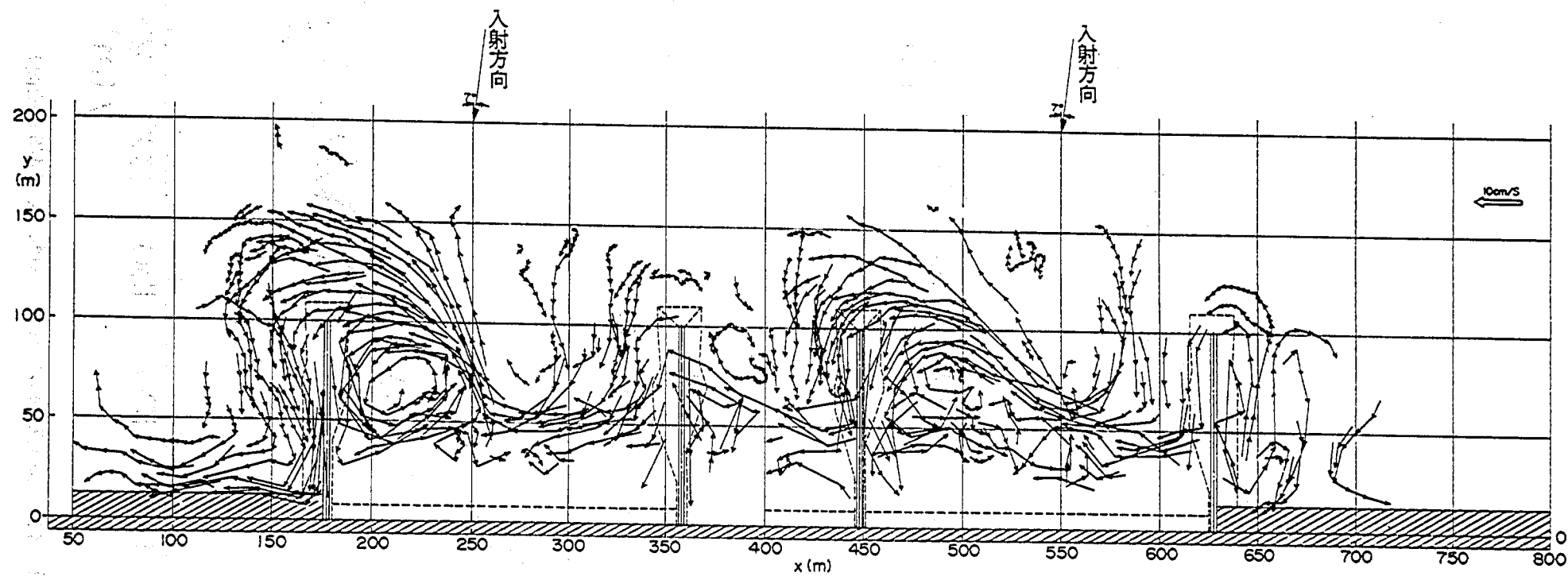


図-4.26 海浜流の流況図 (ケース③, 0時間)

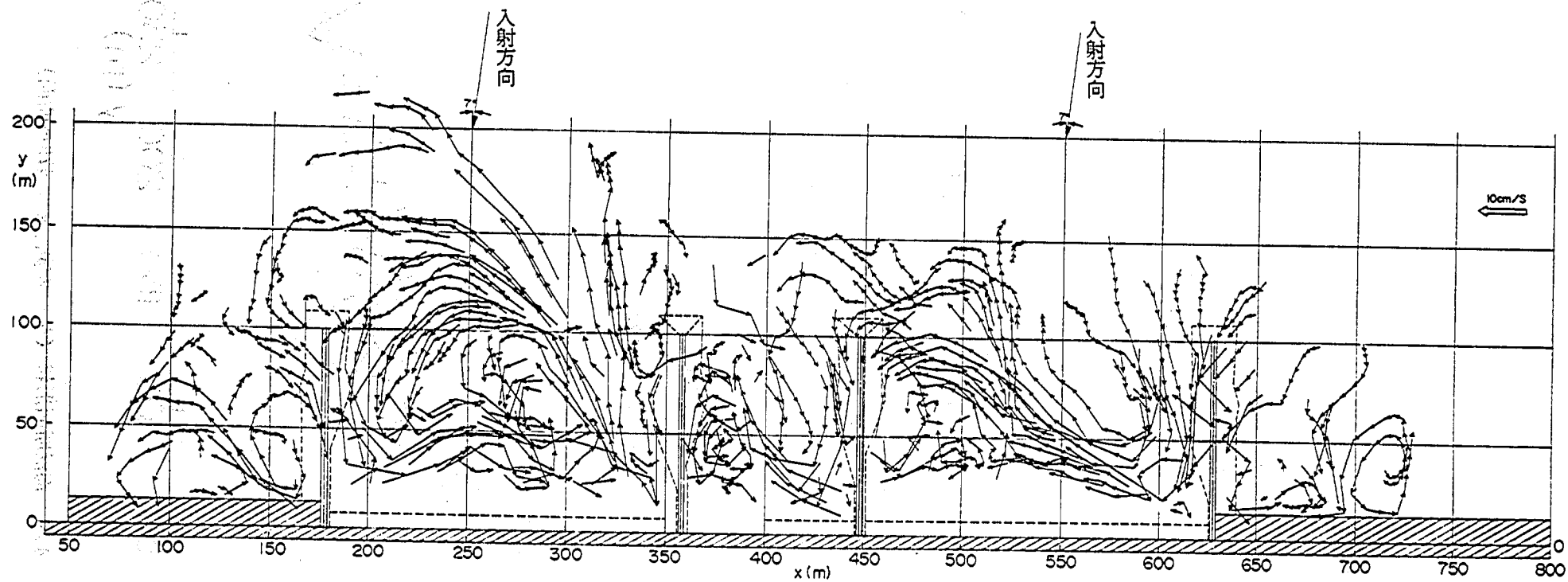


図-4.27 海浜流の流況図 (ケース③, 3時間後)

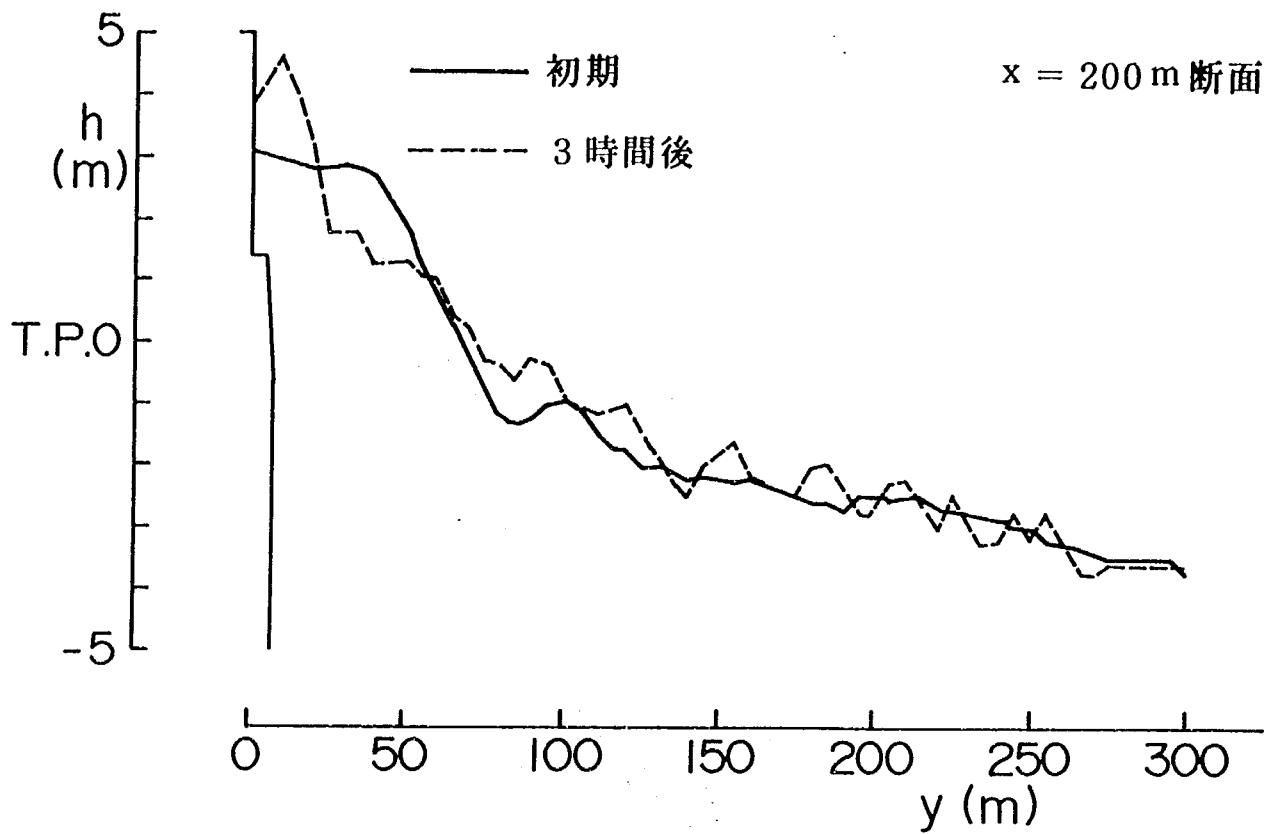


図-4.28 海浜断面形状 (ケース③, $x = 200$ m断面)

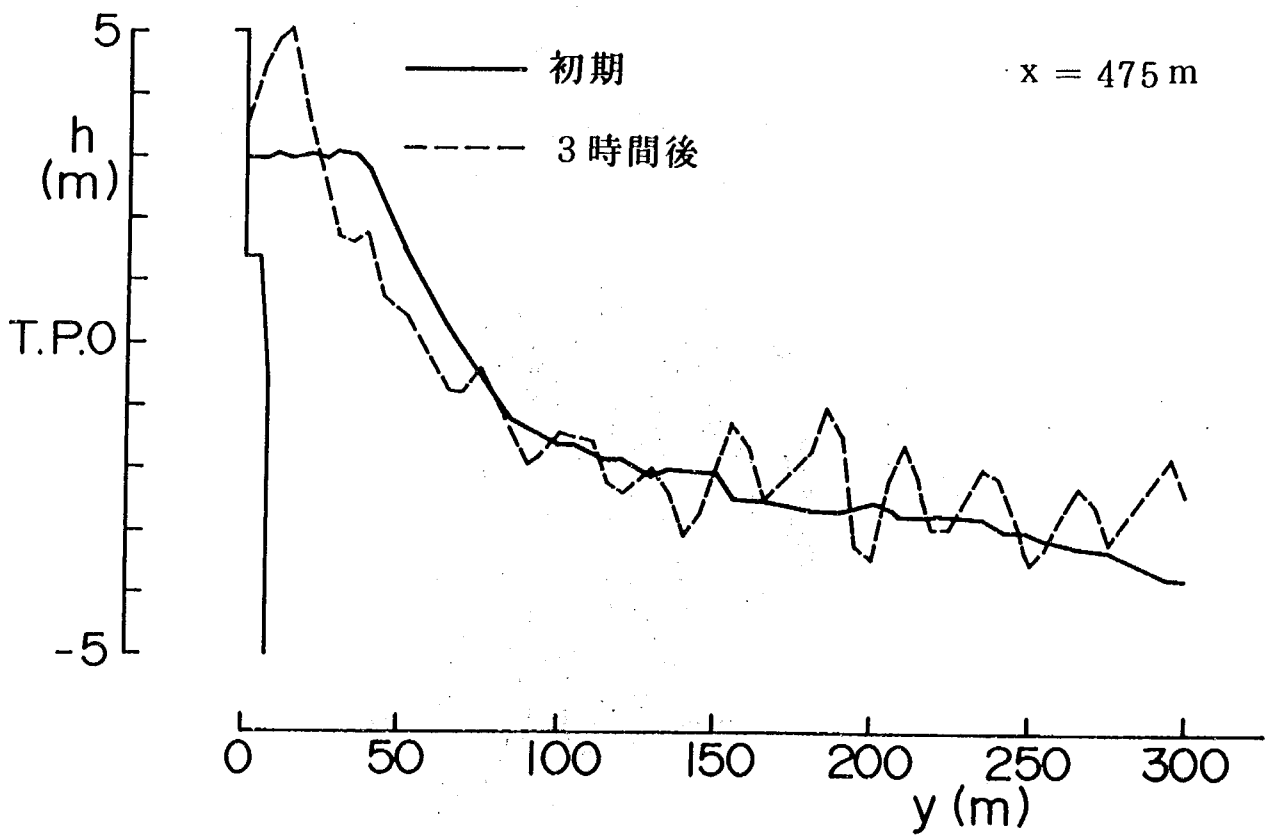


図-4.29 海浜断面形状 (ケース③, $x = 475$ m断面)

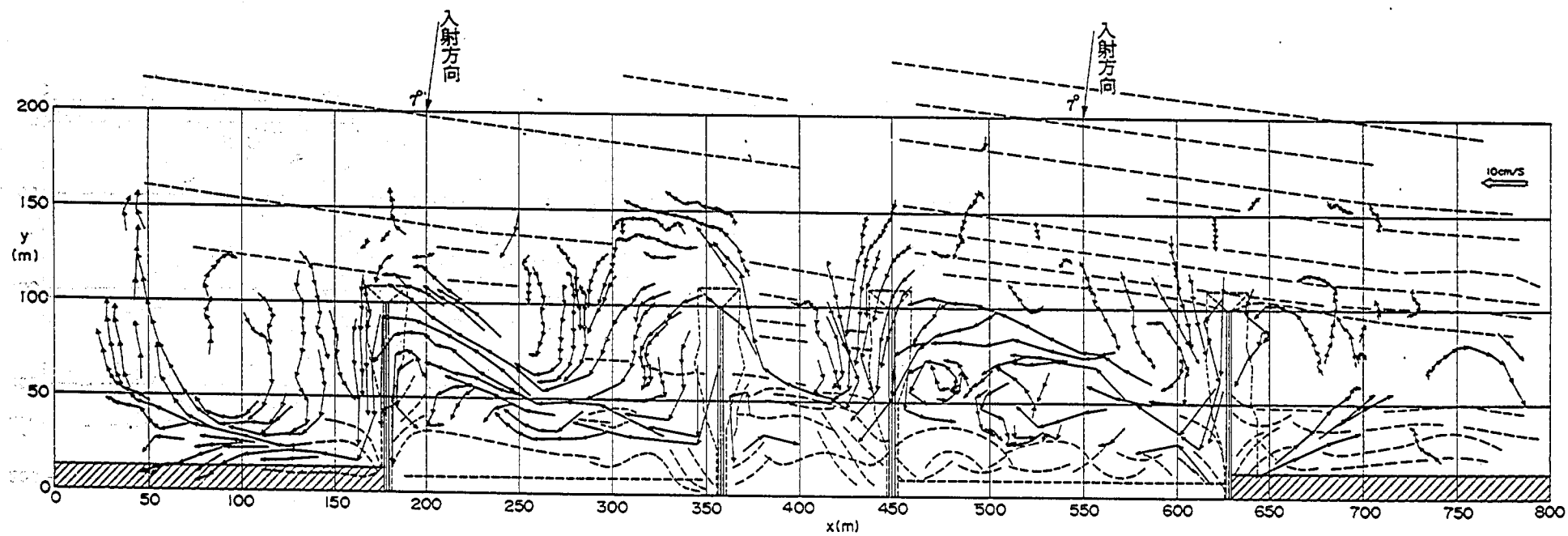


図-4.30 海浜流の流況図(ケース④, 0時間)

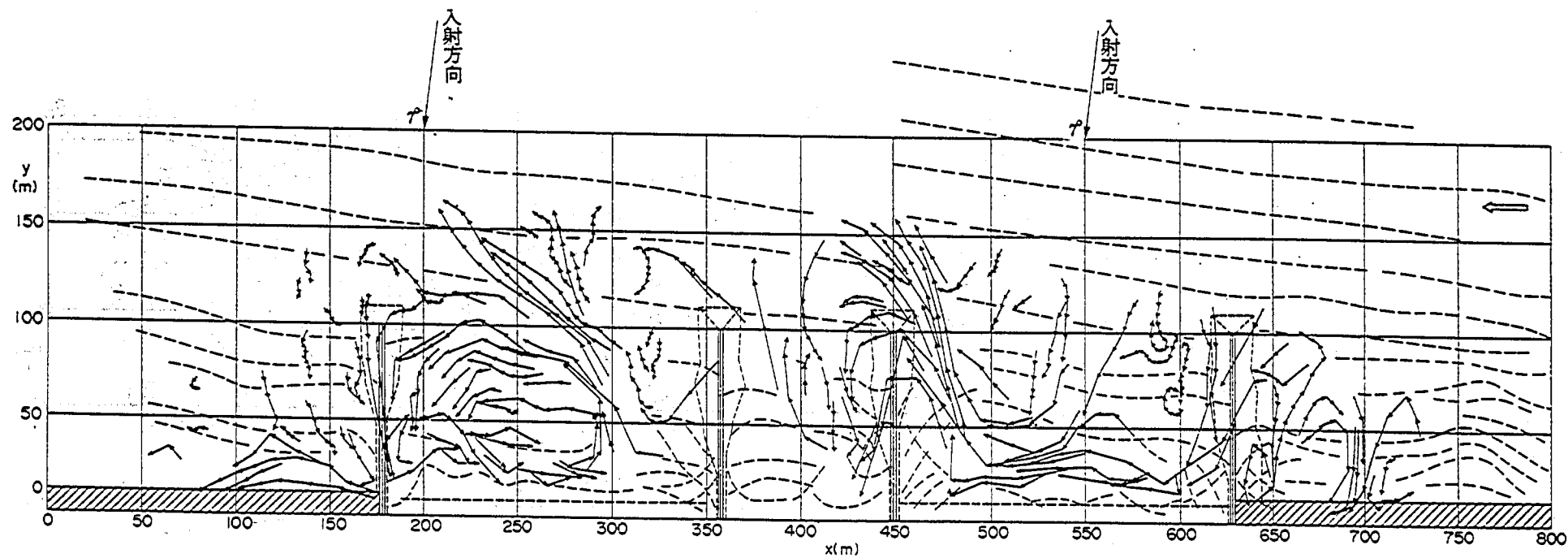


図- 4.31 海浜流の流況図 (ケース④, 3時間後)

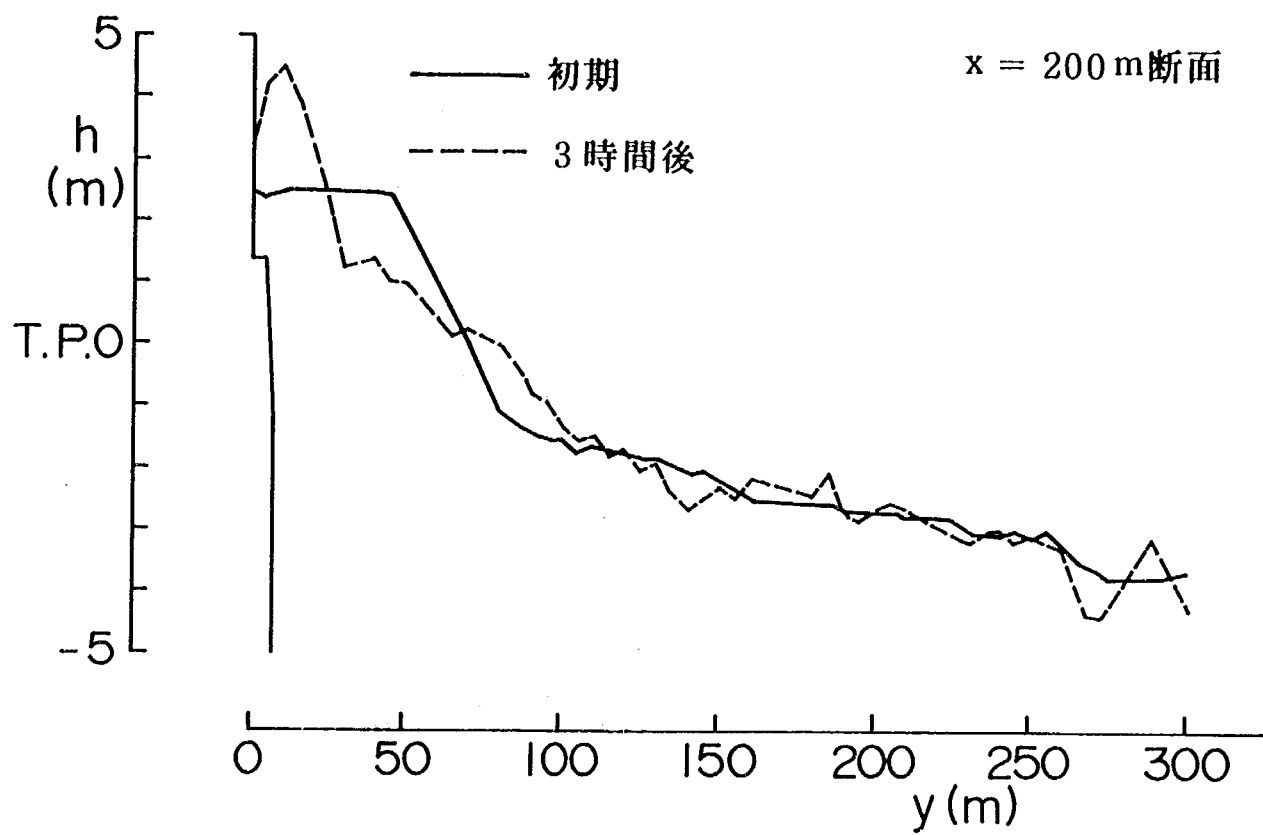


図- 4.32 海浜断面形状 (ケース④, $x = 200$ m断面)

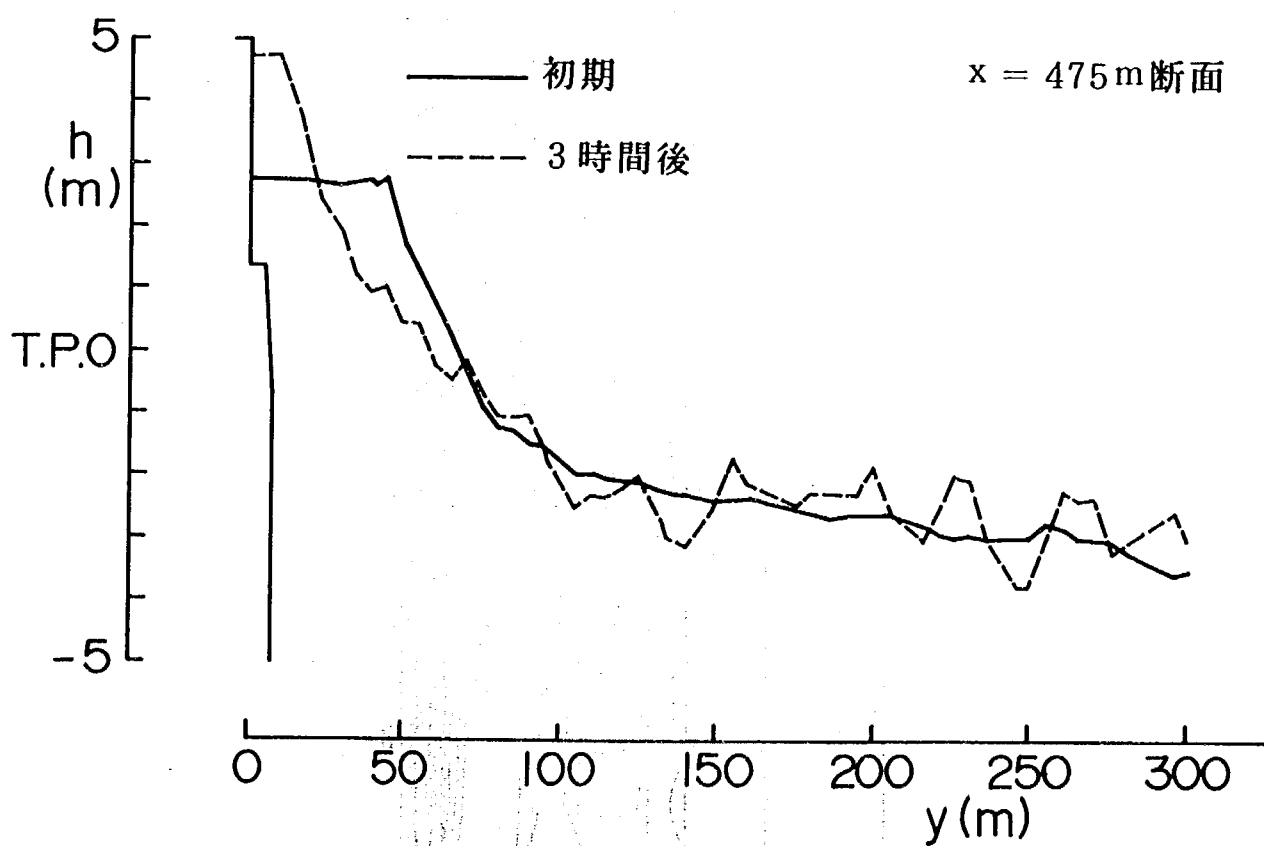


図- 4.33 海浜断面形状 (ケース④, $x = 475$ m断面)

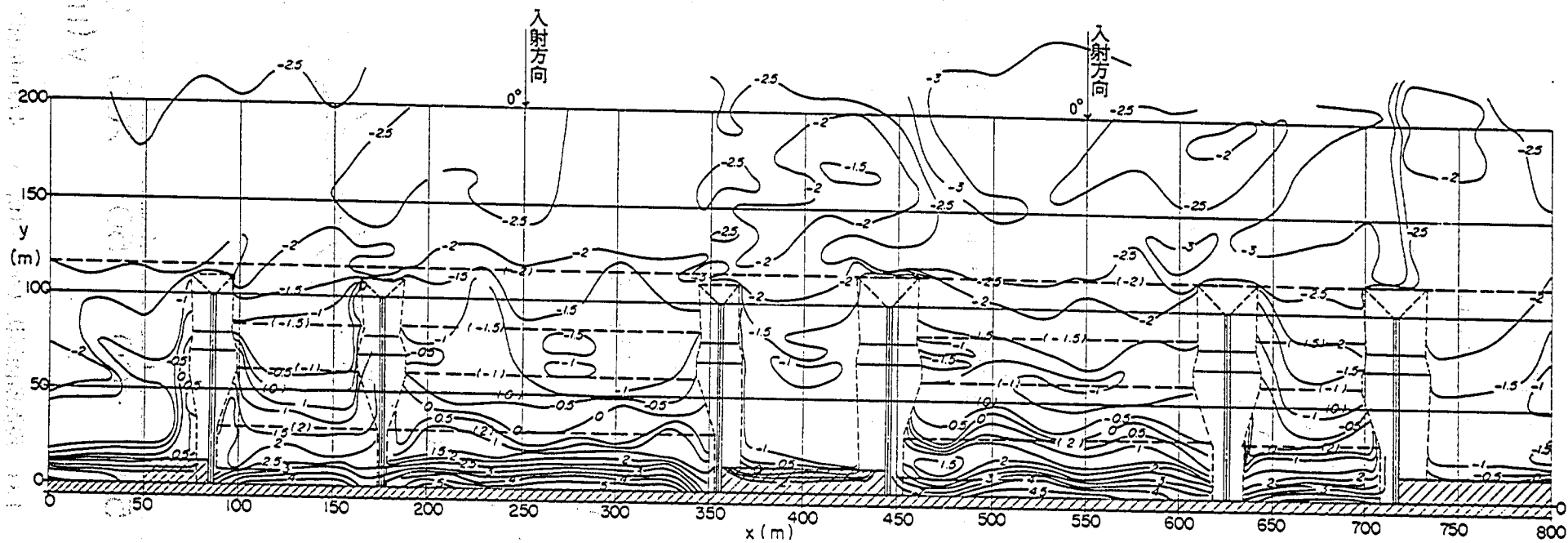
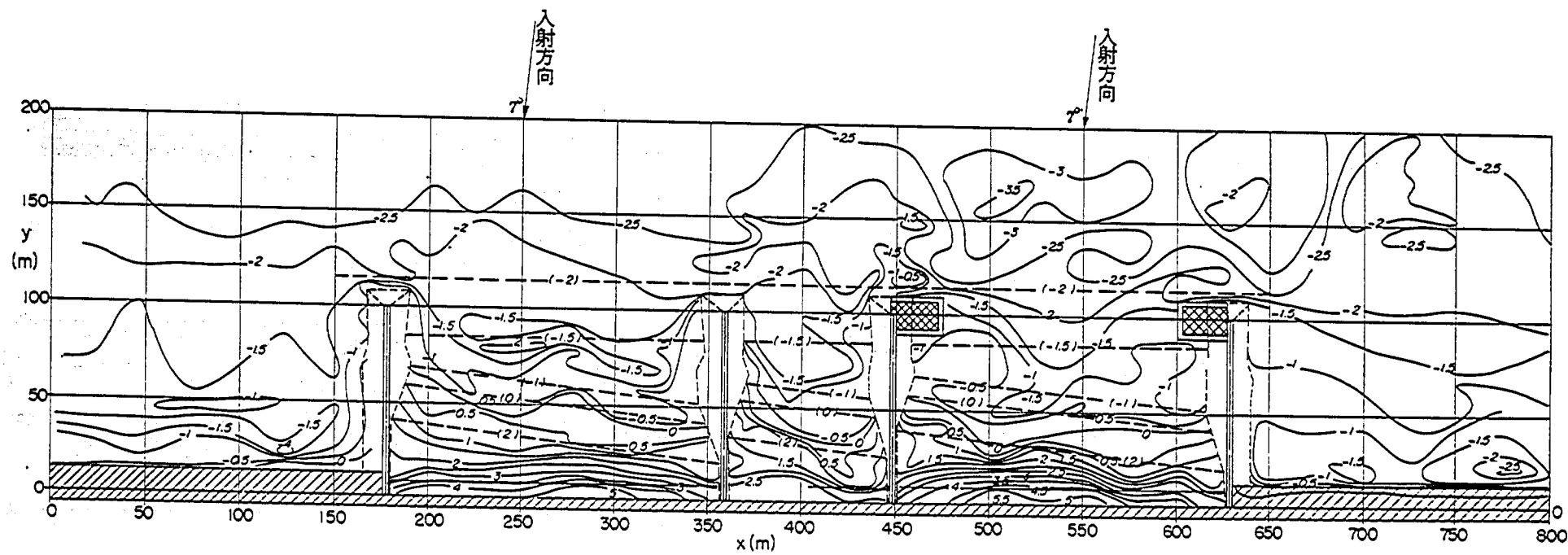


図-4.34 等深線図 (ケース①)



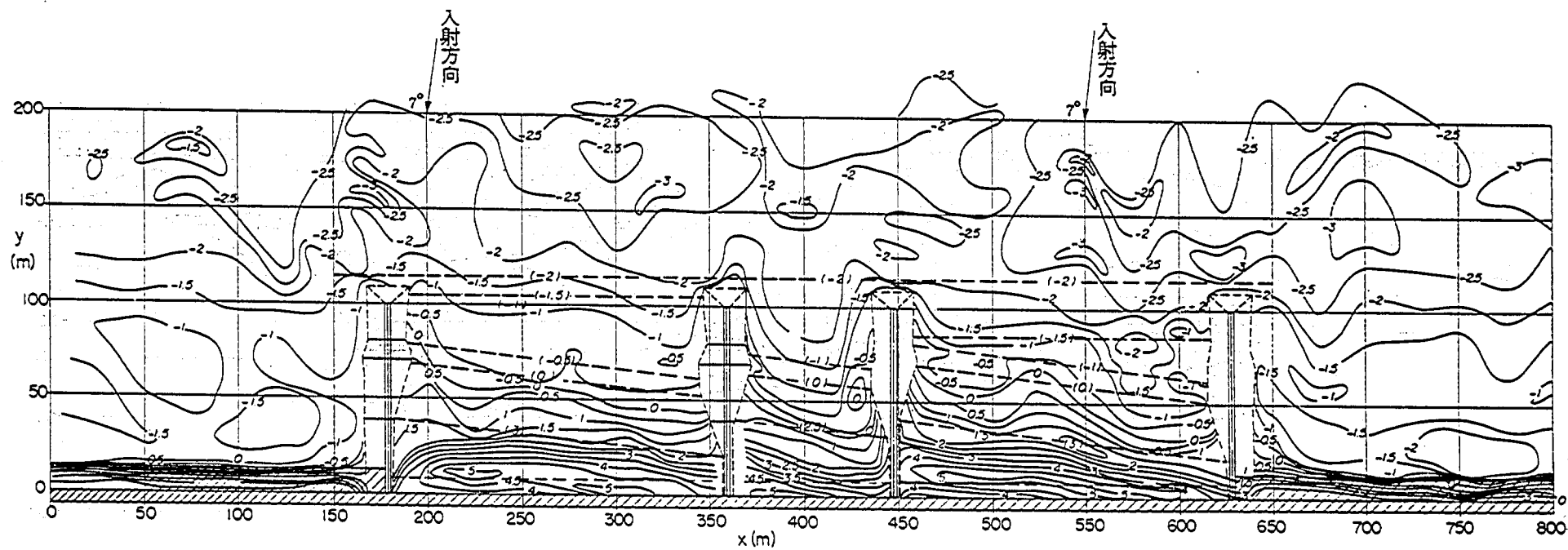


図-4.36 等深線図(ケース③)

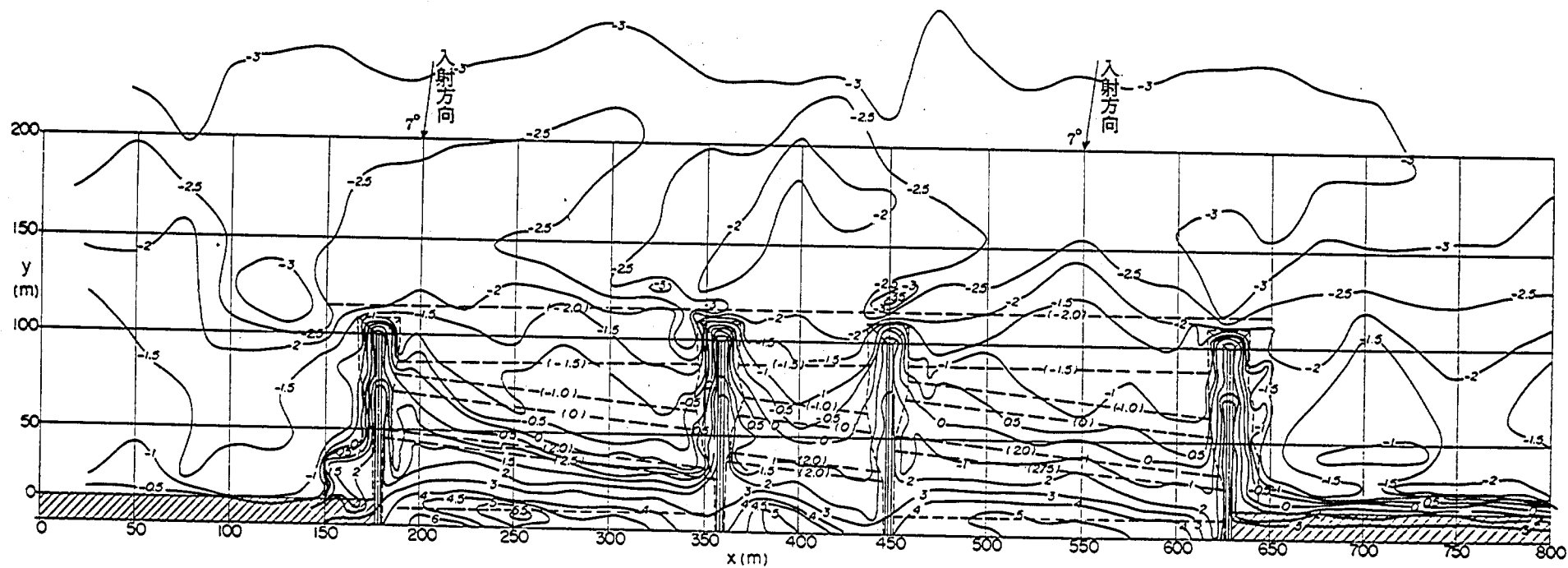


図- 4.37 等深線図 (ケース④)

第 5 章 あ と が き

本報告では、養浜工による護岸からの越波防止効果や、突堤等の構造物による養浜砂の流出防止法を二次元移動床実験および移動床平面実験によって検討した結果について述べた。

二次元実験の結論は第 3.4 節にまとめられているが、打ち上がり高さを海岸護岸の天端高 (T. P. 5m) 以下とするには養浜天端高を T. P. 2.5 m 以上とした方が良いことが明らかになった。また、養浜の天端高を T. P. 2 m にしたままで打ち上がり高さを T. P. 5 m 以下とするには天端幅を 40m 以上とする必要があること、また、実験値よりサビールの仮想勾配法によって打ち上げ高を求めたところ、計算値は実験値より過小な値を与えることがわかった。

平面実験の結果については第 4.6 節にまとめられている。実験結果によると、打ち上がり高さを T. P. 5 m 以下とするには二次元実験と同様に養浜の天端高は T. P. 2.5 m 以上とする必要がある。また、実験では斜め入射の条件でも検討したが、この場合打ち上がり高さは直角入射の場合と比較して減少することが明らかになった。

養浜砂の流出の可能性については、まず突堤を横切る流れは生じにくいため突堤を横切る漂砂は少ないこと、また斜め入射の条件でも突堤の長さが 100 m 程度あれば突堤の先端を回り込む漂砂はほとんどないことがわかった。また離岸流が生じたケースも多かったが、突堤の先端付近ではこの流れに原因する大きな地形変化は測定されなかった。なお、養浜と突堤の天端高との差は 0.5 m を標準として実験は行われている。この差が小さくなると突堤上での岸向き流れが小さくなるとともに、突堤の付け根部分から隣りのブロックへ砂が流出する可能性がある。0.5 m の場合にはこのような土砂移動はほとんど生じなかったが、養浜高さを一定として突堤天端高を 0.5 m より低くした場合については今後さらに検討の必要がある。

最後に、本模型実験に際しては、近畿地方建設局河川計画課および同姫路工事事務所の調査課の方々に大変お世話になった。ここに記して感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) 東播海岸養浜工調査報告書, 建設省近畿地方建設局姫路工事事務所, 昭和57年3月, p. 118.

図 表 一 覧

表-1.1	計画諸元
表-1.2	日最大風速・風向出現頻度表
表-1.3	日最大有義波高の周期別波高出現頻度表 (春期)
表-1.4	〃 (夏期)
表-1.5	〃 (秋期)
表-1.6	〃 (冬期)
表-1.7	〃 (全年)

図-1.1	波高周期出現頻度図 (春)
図-1.2	〃 (夏)
図-1.3	〃 (秋)
図-1.4	〃 (冬)
図-1.5	〃 (全年)
図-1.6	概略施工断面図 (単位: m)
図-1.7	突堤標準断面図 (単位: m)
図-1.8	現地実験施工平面図 (単位: m)
図-1.9	現地実験施工断面図 (単位: m)
図-1.10	突堤標準断面図 (単位: m)

表-3.1	各物理量の縮率
表-3.2	実験ケース一覧

図-3.1	ケース①の模型海浜形状
図-3.2	ケース②の模型海浜形状
図-3.3	ケース③の模型海浜形状
図-3.4	ケース④の模型海浜形状
図-3.5	ケース⑤の模型海浜形状
図-3.6	ケース⑥の模型海浜形状
図-3.7	ケース⑦の模型海浜形状
図-3.8	ケース⑧の模型海浜形状
図-3.9	ケース⑨の模型海浜形状
図-3.10	ケース⑩の模型海浜形状
図-3.11	ケース⑪の模型海浜形状
図-3.12	ケース⑫の模型海浜形状
図-3.13	ケース⑬の模型海浜形状

図-3.14	打ち上がり高さの変化 (1/50模型, 初期形状)
--------	---------------------------

- 図- 3.15 打ち上がり高さの変化 (1/25模型, 初期形状)
- 図- 3.16 天端幅を一定 (T. P. 2 m) とし天端高を変えたときの打ち上がり高さ (1/50模型, 初期形状)
- 図- 3.17 打ち上がり高さの変化 (1/50模型, 3 時間後)
- 図- 3.18 打ち上がり高さの変化 (1/25模型, 4 時間15分後)
- 図- 3.19 海浜断面形状の変化 (その 1)
- 図- 3.20 海浜断面形状の変化 (その 2)
- 図- 3.21 海浜断面形状の変化 (その 3)
- 図- 3.22 海浜断面形状の変化 (その 4)
- 表- 3.3 打ち上がり高さの測定値 (h : 天端高, B : 天端幅, T : 実験時間, H_0/L_0 : 沖波波形勾配, R : 打ち上がり高さ)
- 表- 3.4 サビールの仮想勾配法による打ち上げ高
- 図- 3.23 打ち上げ高の比較 (h_r : 測定値, h'_r : サビールの仮想勾配法による値)
- 表- 4.1 各物理量の縮尺
- 表- 4.2 実験条件一覧表
- 図- 4.1 ケース①の平面形状
- 図- 4.2 ケース①の海浜断面形状
- 図- 4.3 ケース②の平面形状
- 図- 4.4 ケース②の海浜断面形状
- 図- 4.5 ケース②の消波工の断面形状
- 図- 4.6 ケース③の平面形状
- 図- 4.7 ケース③の海浜断面形状
- 図- 4.8 ケース④の平面形状
- 図- 4.9 ケース④の海浜断面形状
- 図- 4.10 入射波高の測定位置
- 図- 4.11 ケース①の打ち上がり高さの分布
- 図- 4.12 ケース②の打ち上がり高さの分布
- 図- 4.13 ケース③の打ち上がり高さの分布
- 図- 4.14 ケース④の打ち上がり高さの分布
- 図- 4.15 砕波波高の沿岸方向分布 (ケース①)
- 図- 4.16 砕波波高の沿岸方向分布 (ケース②)
- 図- 4.17 砕波波高の沿岸方向分布 (ケース③)
- 図- 4.18 砕波波高の沿岸方向分布 (ケース④)
- 図- 4.19 海浜流の流況図 (ケース①, 0 時間)
- 図- 4.20 海浜流の流況図 (ケース①, 3 時間後)
- 図- 4.21 海浜断面形状 (ケース①, $x = 550$ m断面)

- 図- 4.22 海浜流の流況図 (ケース②, 0 時間)
- 図- 4.23 海浜流の流況図 (ケース②, 3 時間)
- 図- 4.24 海浜断面形状 (ケース②, $x = 200$ m断面)
- 図- 4.25 海浜断面形状 (ケース②, $x = 475$ m断面)
- 図- 4.26 海浜流の流況図 (ケース③, 0 時間)
- 図- 4.27 海浜流の流況図 (ケース③, 3 時間後)
- 図- 4.28 海浜断面形状 (ケース③, $x = 200$ m断面)
- 図- 4.29 海浜断面形状 (ケース③, $x = 475$ m断面)
- 図- 4.30 海浜流の流況図 (ケース④, 0 時間)
- 図- 4.31 海浜流の流況図 (ケース④, 3 時間後)
- 図- 4.32 海浜断面形状 (ケース④, $x = 200$ m断面)
- 図- 4.33 海浜断面形状 (ケース④, $x = 475$ m断面)
- 図- 4.34 等深線図 (ケース①)
- 図- 4.35 等深線図 (ケース②)
- 図- 4.36 等深線図 (ケース③)
- 図- 4.37 等深線図 (ケース④)

東播海岸移動床
模型実験報告書

土研資料第2020号

昭和58年8月(1983)

宇多高明・山本幸次

キーワード：養浜，打ち上げ高，模型実験

要旨 実験の目的は，越波防止を図るための最適養浜形状について検討することにある。このため養浜形状を変化させた場合の打ち上げ高の変化を二次元実験によって検討した。打ち上げ高の基本的特性は二次元実験によって明らかにすることができるが，実際の打ち上げ高の分布は，流れの影響や波が斜めに入射することの影響を受ける。また，養浜時，砂の流出防止のため突堤を建設するが，突堤が養浜砂の流出防止にどのような効果を有するかも明らかにしておく必要がある。このため移動床平面実験を行い，海岸護岸への打ち上げ高の分布や，海岸形状の変化を調べた。

