

I S S N 0386—5878

土 研 資 料 第1962号

土 木 研 究 所 資 料

有明海芦刈・福富海岸波浪模型実験報告書

昭和58年 3 月

建 設 省 土 木 研 究 所

河 川 部 海岸研究室

Copyright © 57年度 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。

ま え が き

有明海の湾奥部に位置する有明海岸は、その背後に佐賀平野および白石平野をひかえ、また人口約30万人の佐賀市が位置している。これらの平野は筑後川や六角川から運ばれた土砂によって形成された干潟を干拓することにより造られた。

一方、有明海は台風の常襲コースに位置しており、遠浅の海岸が続いているために高潮が発生しやすく、潮位偏差も2mを越える場合がある。干拓地は地盤が低く、満潮位より低い地域が存在するために、ひとたび海岸堤防が破壊されるような事態になると、その被害はきわめて大きなものになると考えられる。これら台風による高潮災害を防止するために海岸堤防が造られており、昭和35年4月からは延長25.1kmの海岸が直轄海岸事業区域に指定され、海岸堤防のかさ上げや補強、防潮水門の建設等の事業が行なわれてきた。

海岸堤防の計画天端高はT.P.+7.5mであるが、有明粘土と呼ばれる軟弱地盤上に堤防が造られているために、沈下がはげしくそのかさ上げは容易ではない。現在、暫定施工高T.P.+6.1mを目標に工事が行なわれているが完成までには長期間を要すると考えられた。そのために現況の堤防が有する越波防止機能の評価、捨石等による越波防止効果の検討、計画堤防高の見直し等を行う必要があると考えられた。これらの項目についての検討を行うには水理模型実験が適当と考えられ、昭和54年度より九州地方建設局武雄工事々務所の依頼により実験を行ってきた。

昭和56年度においては、造波水路を使用した縮尺1/15 および1/20の水理模型実験によって、海岸堤防への波のうちあげ高や越波量について検討を行いその成果について報告した。特に、堤防の断面形状を現況断面、計画断面、捨石によるマウンドや離岸堤を設けた断面、堤防表のり勾配を緩勾配にした断面とした場合について調べ、各種波浪条件とうちあげ高や越波量の関係を得た。

今年度においては六角川河口に位置する芦刈海岸および福富海岸について、浅海における波浪の変形と堤防への波のうちあげ高について水理実験を行った結果について報告する。模型実験は縮尺1/50の平面模型を用い、計画潮位の条件のもとで波浪条件を数種類変えて波高およびうちあげ高の分布を測定した。またこれらの成果を利用して、実際のうちあげ高および越波量を推定した。

昭和58年 3 月

海岸研究室 室 長 橋 本 宏
研究員 田 中 茂 信
弘 田 英 人

目 次

ま え が き

1. 有明海岸の概要	1
2. 実 験 目 的	2
3. 相 似 率	5
4. 実 験 方 法	9
4.1 実験装置および模型	9
4.2 実 験 方 法	10
5. 実 験 条 件	17
6. 実 験 結 果	19
6.1 波浪の変形と波うちあげ状況	19
6.2 入射波波高の影響	26
6.3 入射波周期の影響	31
6.4 入射波波向の影響	38
6.5 波の減衰	42
6.6 波高およびうちあげ高の変動	45
7. 現地への適用	49
7.1 海底摩擦の補正	49
7.2 波の不規則性	63
8. ま と め	68
参 考 文 献	69
付 録	71

1. 有明海岸の概要

有明海は九州の西部に位置し、長崎県、佐賀県、福岡県、熊本県の四県に囲まれた面積約 1700Km^2 、海岸線延長 540Km 、最大水深 60m の内海である。有明海岸は、有明海周囲の海岸のうちで、湾奥部に位置する大詔間海岸から鹿島海岸に到る海岸を総称したものである。その概要についてはすでに武雄工事事務所で刊行している「有明海岸」¹⁾ の概要や前年度の報告書²⁾ に述べられている。

沿岸部は干拓によって造られた土地が多く、地盤高は満潮位よりも低い場所があるために、海岸には堤防が造られており、これによって海水の浸入が防がれている。海岸堤防の規模を決定する根拠となった計画諸元については、昭和35年から37年にかけて検討が行なわれ決定された。基本的な考え方としては、昭和34年9月に来襲した台風14号を計画台風とし、この台風によって生じる潮位偏差および波高を求めて堤防高が決定された。潮位偏差については、気圧の低下による海面の上昇と、風による吹き寄せの和と考え、また波浪についてはSMB法によって求めた値を採用した。海岸堤防に対する波のうちあげ高については、入射波高とうちあげ高の比が1.0として計算されている。計画値は筑後川河口における値が採用され、これは表-1に示す通りであり計画潮位 T.P. + 5.02 m、堤防高 T.P. + 7.50 m となっている。

海岸に直接波が来襲する地点については計画堤防高を T.P. + 7.5 m とし、また波が斜めに入射したり埋立地等の影になる地点については計画堤防を T.P. + 6.1 m としている。前者は前面堤と呼ばれ、後者は側面堤と呼ばれている。

昭和35年に直轄海岸として施工が始まった頃は、堤防天端高は T.P. + 4.5 m 程度であり、堤体の補強や樋管の新設が行なわれた。昭和45年度から始った第1次海岸事業5ヶ年計画においては堤防天端高を T.P. + 6.1 m とすることが目標とされた。基礎地盤が軟弱なために、堤防のかさ上げは容易ではなく、緩速施工と押え盛土の組合せ工法によって施工が行なわれた。現在までの施工状況については、沈下が大きいために暫定堤防高である T.P. + 6.1 m に達していない地点もあるが、一部では T.P. + 7.5 m の計画堤防高に達している。

表-1 計 画 諸 元

項 目	数 値
朔望平均満潮位	T. P. + 2.66 m
気圧低下による潮位上昇	0.48 m
吹き寄せによる潮位上昇	1.88 m
計 画 潮 位	T. P. + 5.02 m
浅海域での波高	2.56 m
浅海域での周期	6.58 sec
計 画 堤 防 高	T. P. + 7.50 m

今回検討の対象とした芦刈海岸および福富海岸は地盤が悪いために現況の堤防高は $T.P. + 6.5 m$ 以下であり、計画堤防高 $T.P. + 7.5 m$ とするには緩速施工ではかなりの期間を必要とする。これらの海岸は六角川の河口に位置しており、上流になるほど河幅はせまくなる地形的特性を有している。

2. 実 験 目 的

有明海岸の堤防は軟弱地盤上に造られているために、計画堤防高まで早急にかさ上げすることができないという問題を有している。このため、現在施工中の暫定堤防高 $T.P. + 6.1 m$ 、および現況の堤防高を有する海岸堤防がどの程度の越波防止機能を有しているかを知っておく必要がある。また計画堤防高についても、現在の計画値が妥当なものであるか、越波を防止するための対策工はないかなどの点についても検討を行なう必要があると考えられた。

有明海沿岸における建設省所管の海岸は図-1に示す通りであり、このうち東与賀海岸、芦刈海岸、鹿島海岸など8海岸、延長約2.6 kmが直轄施工区間となっている。計画堤防高は図-2に示すように有明海に面した海岸では $T.P. + 7.5 m$ 、また入江や河口周辺では $T.P. + 6.1 m$ となっている。昭和49年度までに暫定堤防高 $T.P. + 6.1 m$ で施工が行なわれたが、圧密沈下などによって、現況の堤防高は $T.P. + 6.1 m$ 以下の箇所もある。これまで用いられてきた緩速施工法では計画堤防の完成までには長い年月を必要とすると考えられる。このため暫定堤防および現況堤防でどの程度の越波防止効果を有しているかを明らかにしておく必要があると考えられた。

現在計画している海岸堤防の標準断面は、図-3に示すように前面に捨石を置き、背後は盛土をする構造であるが、消波工や離岸堤等を設置して越波防止をはかることも考えられる。これらの問題については造波水路を使用した模型実験によって検討を行ない、その成果はすでに報告した。検討の結果によれば、計画潮位が $T.P. + 5.02 m$ とかなり高いために、構造物も高くしなければならず有効な越波防止工は見出せなかった。

計画堤防高はすでに述べたように有明海に面した海岸では $T.P. + 7.5 m$ 、入江等では $T.P. + 6.1 m$ となっているが、これらの値は計算によって求められたものである。高潮の潮位偏差や計画波浪はモデル台風を設定し、それにもとづいて推算されたものである。また入射波高 H に対するうちあげ高 R の比は $R/H = 1.0$ を採用しており、この値は実験の結果によれば小さすぎる恐れもある。しかし最近では計画堤防高を波のうちあげ高ではなく、越波量によって決める考え方も用いられており、波の不規則性を考慮すれば、計画堤防高は低くなる可能性も有している。特に有明海においては堤防前面の海底勾配が非常に緩く、かつ浅いこともあり堤防前面に到達する波は屈折や砕波によって小さくなる可能性もある。また海岸近くに来襲した波は回折や屈折を行ない、特に海岸線が屈曲している場所では波の分散や集中が生じやすい。従って、海岸付近での波の変形、堤防へのうちあげ高と越波量について検討をしておく必要があると考えら

图-1 有明海岸平面图¹⁾

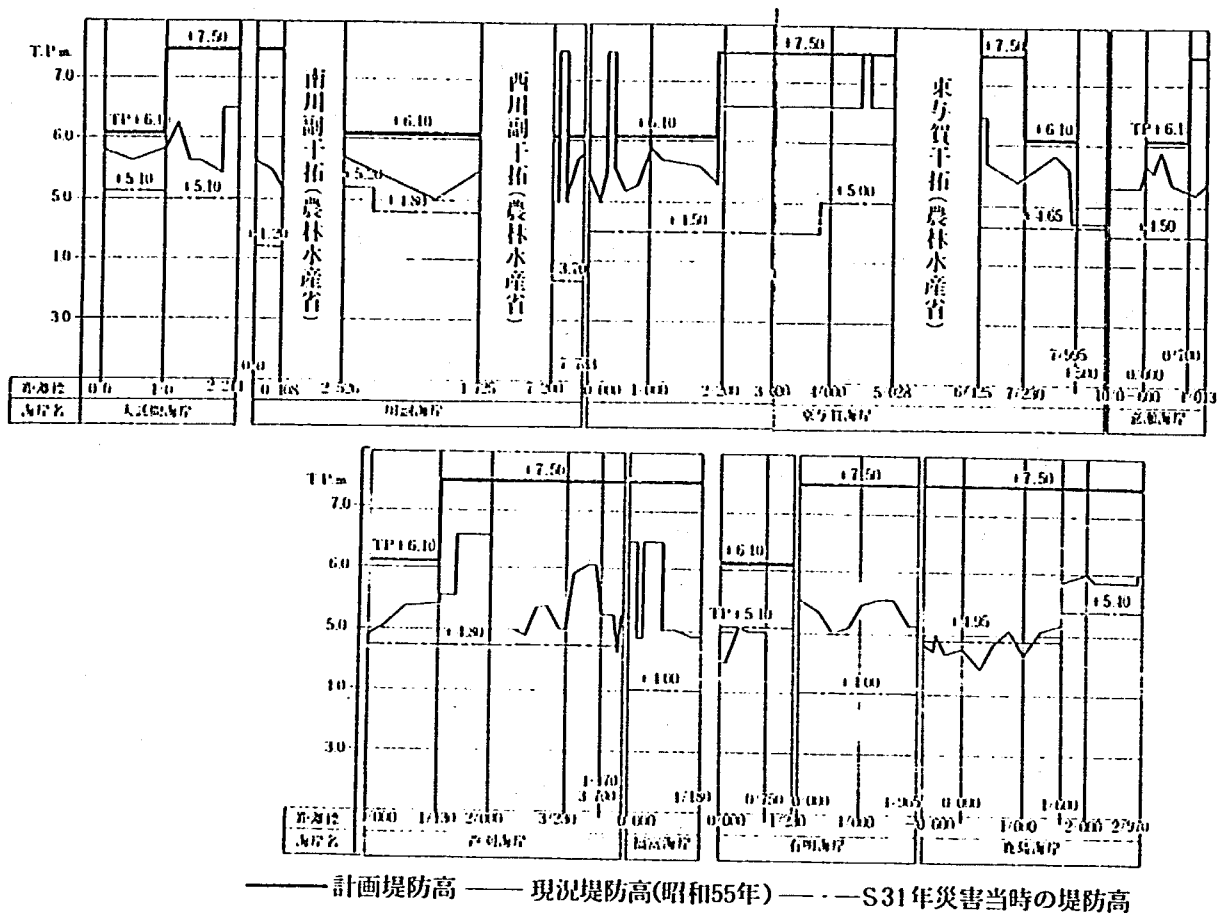


図-2 有明海岸堤防高分布図¹⁾

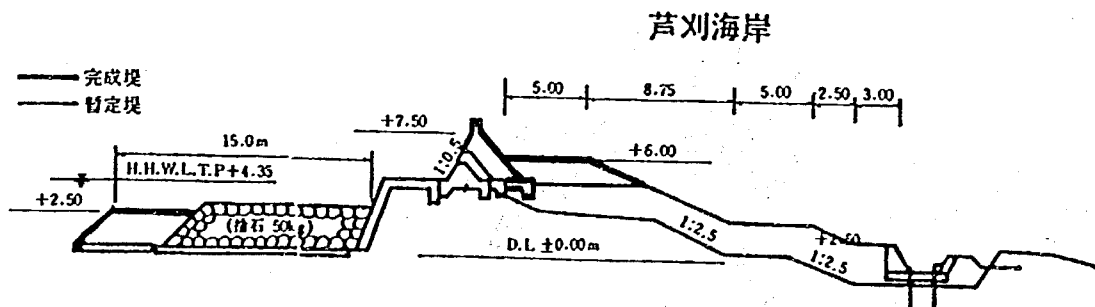


図-3 海岸堤防標準断面¹⁾

れた。ここでは六角川河口に位置する芦刈、および福富海岸をとり上げ、平面波浪実験によってこれらの項目について検討した。

海岸に来襲する波は屈折、回折、反射、砕波、海底摩擦等により変形する。屈折は浅海では波速が水深によって異なるために、海底地形が一様でなければ浅い部分に波が曲がる現象で、波の集中や分散を生じる。特に河口付近では一般に両岸が浅く、中央部が深くなっているために、入射波は両岸に向って屈折し、あまり奥まで進まない。

海岸に防波堤が造られていたり、岬状の地形となっている場合には、影になっている場所にも波が進入する現象があり回折と呼ばれている。屈折および回折した波は海岸堤防などにうちあげるとともに反射する。特に直立堤防の場合には反射波が大きく、これがさらに進行する。反射に際しては、一般に波のエネルギーの一部が失われる。

海岸に浅瀬があると砕波を生じる。緩勾配の海岸においては水深の約80%よりも波高が大きくなると砕波を生じ、波のエネルギーは失われる。この他のエネルギー減衰機構としては、海底摩擦による損失がある。水深の浅い部分が広く存在すると海底摩擦によっても波高は減衰する。

海岸近くで屈折などにより波の分散や集中が生じると、海岸堤防にうちあげる高さや越波量についても当然場所によって変動する。したがって波の集中する場所については堤防を高くしたり、消波工等による対策を必要とする。以上述べた波の変形やうちあげについては平面水槽による水理実験によって検討を行った。

暫定堤防および計画堤防の越波防止効果については、平面模型実験の結果および前年度に報告した水路実験による入射波と越波量の関係などを用いて検討することとした。また、湾奥では屈折等により大きな波が到達しない場所もあるために、計画堤防高T.P.+7.5 mを必要としない場合もあろう。これらの点についても実験の成果にもとづいて考察した。

3. 相 似 率³⁾

模型実験においては実物と模型が相似でなければならない。すなわち海底および海浜の形状が相似であるとともに、波の運動自体も相似である必要がある。実際の現象および模型で支配的な力としては、慣性力、重力、粘性力、表面張力、圧力、海底せん断力があげられ、これらは次のように表わされる。

$$\text{慣 性 力} \quad F_i = ma = \rho l^2 v^2 \quad (1)$$

$$\text{重 力} \quad F_g = \rho g l^3 \quad (2)$$

$$\text{粘 性 力} \quad F_\mu = \mu l v \quad (3)$$

$$\text{表 面 張 力} \quad F_s = \sigma l \quad (4)$$

$$\text{圧 力} \quad F_p = \rho l^2 \quad (5)$$

$$\text{海底せん断力} \quad F_b = C \rho l^2 v^2 \quad (6)$$

ここで m は質量、 a は加速度、 l は長さ、 v は速度、 ρ は密度、 g は重力の加速度、 μ は粘性係数、 σ は表面張力、 C は摩擦係数である。

これらのうちで実物および模型で最も支配的なのは慣性力と重力であり、これらの力の比を実物と模型で同じにすることから次のフルードの相似則が導かれる。

$$F_r = \sqrt{\frac{F_i}{F_g}} = \frac{v}{\sqrt{g l}} \quad (7)$$

ここで Fr : フルード数であり、模型と実物でフルード数を同じにすれば相似性が保たれる。

慣性力と粘性力の比を同じにするとレイノルズの相似則が求められる。

$$Re = \frac{Fi}{Fr} = \frac{Lv}{\nu} \quad (8)$$

ここで Re : レイノルズ数, ν : 動粘性係数である。実物では粘性力はほとんど無視できるが、模型では粘性の影響が入る可能性があり、模型の縮尺をできるだけ大きくする必要がある。また模型で流体として水を用いればフルード数とレイノルズ数の両者を実物と模型で一致させることはできない。

表面張力については、周期の非常に短い波はその影響を受けるために、波速や波形が通常の波と異なる特性を示す。したがって、この場合も表面張力の影響を受けない範囲で実験を行なう必要がある。砕波現象では波の峰で曲率半径が大きくなるために表面張力の影響を受けやすいと考えられる。デーフス (Diephus)⁵⁾ は波の周期や波形勾配の変化に伴う砕波水深の変化を実験的に調べ、図-4 に示す結果を得ている。周期が短くなると相対的に深い水深で砕波するようになる。本模型実験では波形勾配 H_0/L_0 は 0.04 以下であり、図-4 から周期 $T = 0.8 \text{ sec}$ より長い周期の波で実験を行えばよいと考えられる。

海底のせん断力については、海底摩擦による波高の減衰に関係するが、慣性力とせん断力の比を同一にすると摩擦係数が実物と模型で同一とならなければならない。すなわち添字 p で実物を、 m で模型での値を表すと次のようになる。

$$C_p/C_m = 1 \quad (9)$$

摩擦係数は梶浦,⁶⁾ ヨンソン (Jonsson)⁷⁾, リデル (Riedel)⁸⁾ 等によって検討が行われており、リデルは実験的に図-5 に示すような結果を得ている。なおこの図で f_w は次式で定義した摩擦係数である。

$$\tau_b = \frac{f_w}{2} \rho U_b^2 \quad (10)$$

τ_b : 波による海底面での最大せん断力, U_b : 海底面での水粒子速度の振幅である。摩擦係数は海底面の粗度とレイノルズ数の関数として表される。この図で Re は次のように定義される。

$$Re = \frac{U_b a_\delta}{\nu} \quad (11)$$

ここで a_δ は底面での水粒子軌道振幅, ν : 動粘性係数であり、図中の k_s はニクラーゼの等価粗度を表わす。等価粗度は海底面の粒子の径や砂れんのある場合はその高さなどによって変化するものである。底面の流れが乱れており、砂れんのない場合はリデルによれば粒径と次のような関係があるとしている。

$$k_s = 2 D_{90} \quad (12)$$

ここで D_{90} は粒子が 90% 通過する粒径である。

摩擦係数は底面の粗度と流れの状態，すなわち層流か乱流かによって支配的変数が変化する。底面の状況については図-6 に示す結果が得られている。底面が滑面で層流の場合は摩擦係数はレイノルズ数によって変化する，次のように表される。

$$f_w = \frac{2}{\sqrt{Re}} \quad (13)$$

また底面が粗で乱流の場合には粗度のみが関係し，次のように表される。

$$\frac{1}{4.95\sqrt{f_w}} + \log \frac{1}{4\sqrt{f_w}} = 0.122 + \log \frac{a_\delta}{k_s} \quad a_\delta/k_s > 25 \quad (14)$$

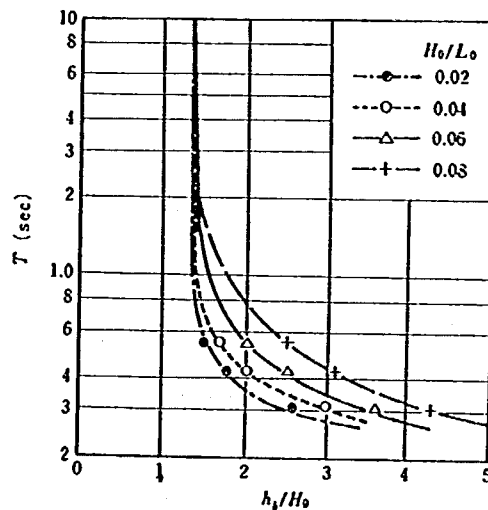


図-4 周期による碎波水深の変化

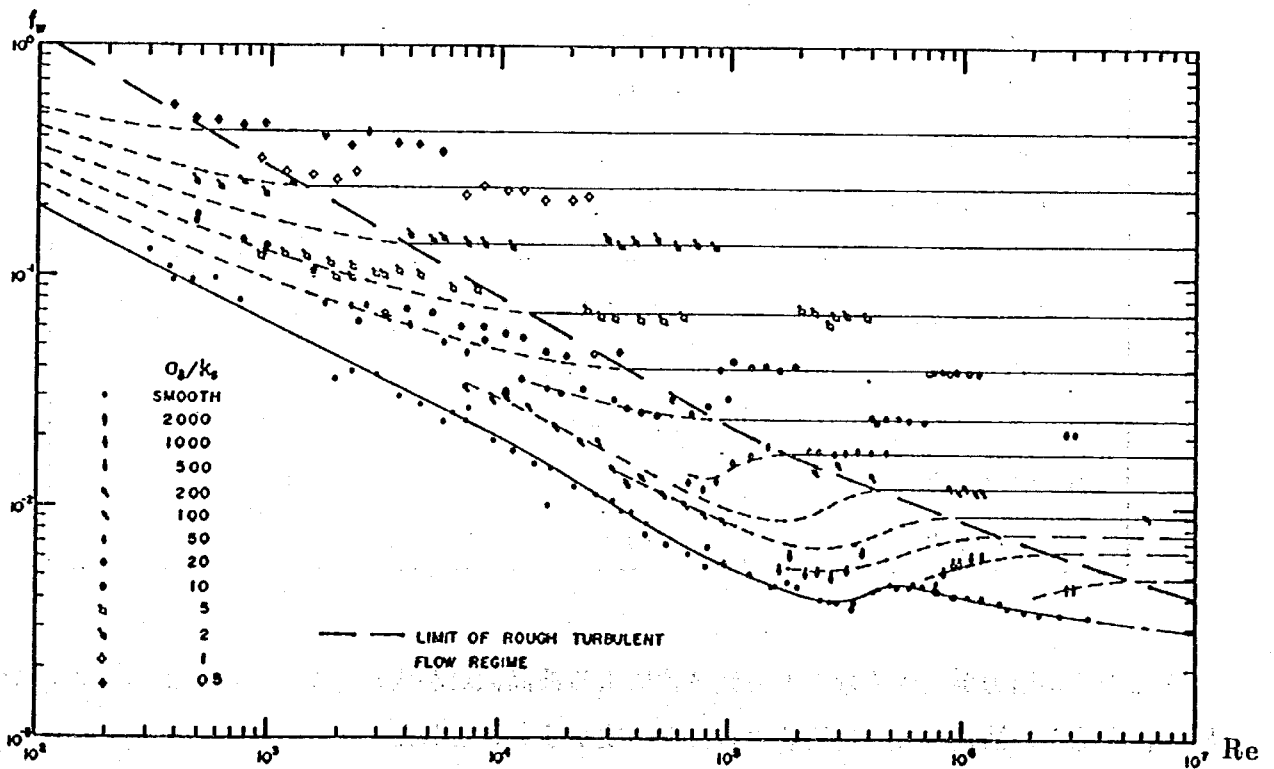


図-5 摩擦係数とレイノルズ数の関係

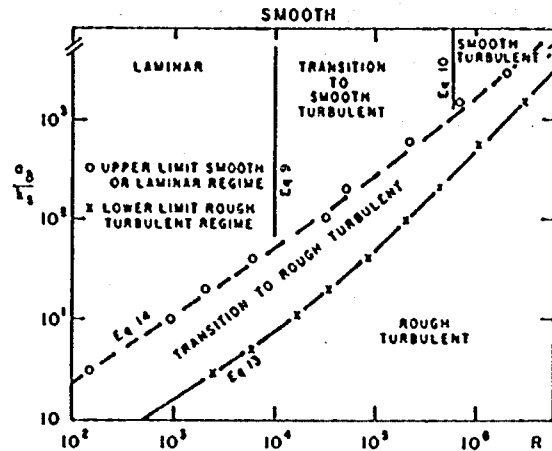


図-6 底面での流れの状態

$$f_w = 0.25 \left(\frac{k_s}{a_\delta} \right)^{0.77} \quad 0.1 < a_\delta / k_s \leq 25 \quad (15)$$

実物および模型でこれらの値がどの程度になるかを計算してみると表-2のようになる。底面での流れの状況は実物では粗で乱れているにもかかわらず、模型では層流から乱流の遷移領域にある。また摩擦係数については実物では $f_w=0.02$ 程度ではあるが模型では $f_w=0.08$ 程度である。したがって底面のせん断力を実物と模型で相似にすることは困難である。

表-2 実物および模型の摩擦係数

変 数	実 物	模 型
周 期 T	6.5 sec	1.0 sec
水 深 h	10 m	10 cm
波 高 H	1 ~ 2.5 m	1 ~ 5 cm
底面水粒子速度の振幅 U_b	0.34 ~ 0.85 m/sec	2.5 ~ 12.7 cm/sec
水粒子の軌道振幅 a_δ	0.35 ~ 0.88 m	0.4 ~ 2.0 cm
レイノルズ数 Re	$1.1 \times 10^5 \sim 7.5 \times 10^5$	$10^2 \sim 2.5 \times 10^3$
相 対 粗 度 k_s	2 mm ~ 2 cm	≈ 2 mm
a_δ / k_s	18 ~ 440	2 ~ 10
摩 擦 係 数 f_w	≈ 0.02	≈ 0.08
$c_f = f_w / 2$	0.01	0.04

底面のせん断力が大きくなると海底摩擦による波高減衰が大きくなる。したがってここでは実験値をもとに補正を行って実物の状況を推定することとした。

各相似則について検討した結果、この模型実験においてはフルードの相似則に従って実験を行うこととし、他の項目については影響のない範囲で実験を行うか、または影響を補正する等

の方法で対処することとした。したがって長さの縮尺を $1/S$ とした場合の他の量の縮尺は表-3に示すようになる。また後述するように相似性や実験装置の能力、実験範囲等を考慮して決定した縮尺 $1/50$ の場合の実物と模型の各量の比も合せて示してある。

表-3 模型の縮尺

物 理 量	記 号	縮 尺
長さ, 波高, 波長	L	$1/S = 1/50$
時間, 周期	T	$1/\sqrt{S} = 1/7.07$
速 度	V	$1/\sqrt{S} = 1/7.07$

4. 実 験 方 法

4.1 実験装置および模型

実験施設として土木研究所海洋沿岸実験施設内の平面実験場を使用した。造波機としては表-4に示す能力を有する規則波を発生する装置を使用した。

海岸の模型は、検討の対象とする芦刈海岸および福富海岸を含み、海岸近くの屈折等が再現できるようにその範囲を決めた。図-1に示すように建設省の直轄区域は芦刈および福富海岸であるが、これに接して農林水産省所管の久保田海岸および代行干拓の福富地区が位置している。したがって、これらの海岸の一部も模型に含めることとした。また西側は六角川の河川堤防に接続しているために、波の進入が考えられる六角川 3.5 Km までの範囲とした。

模型の縮尺は検討の対象とする海岸の範囲、実験施設の規模や能力、相似性などを考慮して決定した。実験の範囲としては久保田海岸、福富海岸から六角川 3.5 Km までとした。平面実験場は幅 43 m、長さ 90 m あり、また模型で発生する波の周期を 0.8 sec 以上とすることなどから縮尺は $1/50$ とした。

表-4 造波機の性能

型 式	ペンジュラム型
連 動 方 式	連動軸接続によるモートル同期運転
周 期	0.5 ~ 4.0 sec
ス ト ローク	0 ~ 600 mm
発 生 波 高	最大 25 cm
発 生 波 形	疑似正弦規則波

海岸の模型は図-7に示すように久保田海岸 $\#6 \sim 12$, 芦刈海岸 $1.3\text{Km} \sim 4.18\text{Km}$, 六角川左岸 $3.1\text{Km} \sim 3.5\text{Km}$, 福富代行海岸 $\#1 \sim \#8$, 福富海岸 $0 \sim 1.18\text{Km}$, 六角川右岸 $2.0\text{Km} \sim 3.5\text{Km}$ の範囲とした。これらの地形は昭和55年6月に測量した結果にもとづいて模型で再現した。測量は実物で 100m 間隔に海岸線にほぼ直角に測線を設けて行った。海底地形は平面的に xy 座標を図-7に示すように設けて, 各測線の位置および横断形状を横断板によって設定し, その間を一樣に変化しているものとしてモルタルにて製作した。また堤防については現況を主体とし, うちあげ高の測定を行うために $\text{T.P.} + 12\text{m}$ まで製作した。

海岸に沿って存在する構造物としては芦刈海岸の水産試験所棧橋, 福富海岸の住ノ江漁港棧橋, 石油荷役棧橋を実物に合せて製作した。各測線の横断形状を付図に示すが, 平均海底地盤高は $\text{T.P.} 0 \sim -2.0\text{m}$ であり, 模型中央部の芦刈 3.5Km 付近で水深が浅くなっている。

沖側については, 福富代行 $\#8$ の断面より沖側については約 $1/10$ の勾配で地盤高 $\text{T.P.} -10.0\text{m}$ の水平面にすり付けた。

実験装置としては水平部に置かれた造波機の他に, 波が発散しないように導波板を両側に設け, また波を消すために造波機の周囲に消波装置を設けた。この他に図-7に示す久保田海岸の屈曲部, 境川河口および上流部に消波装置を設けた。また給水装置および排水装置も合せて設けてある。

4.2 実験方法

模型実験は, 水位を計画潮位に設定し, 造波機によって波を入射させて波高分布およびうちあげ高の測定を行った。高潮時には水位も時間的に変化するが, 波の周期に比較してかなりゆっくりしたものであり, 流れの波におよぼす影響も少ないために, 水位は高潮時の水位に保って実験を行った。波は造波機によって発生させたが, 実験条件に適合した波高, 周期, 波向を設定して与えた。

測定は水位, 波高, うちあげ高について行った。水位についてはポイントゲージで測定を行い, 波高とうちあげ高については容量式波高計を用いて測定した。

波高は入射波高を図-8に示すように福富代行海岸の $\#8$ の測線に沿って3点で測定し, 各断面の波高分布については測定用台車を用いて表-5に示すように実物で約 500m 間隔で測定した。また模型終端の六角川 3.3Km においても3点で波高を測定した。各測定断面の横断形状と測定範囲または測定点を図-9に示す。測定台車は波高計を載せて 5cm/sec の一定速度で移動しながら波高分布を測定する装置である。連続的に水面波形を測定しているために, 波高を求める際には山の位置と谷の位置が模型で約 2.5cm ずれるが測定には問題にならないと考えられる。

波のうちあげ高については, 堤防ののり面に沿って測定しなければならないために, 図-10に示す装置を用いて容量式波高計によってうちあげ高を測定した。波のうちあげ高の測定点は海岸に沿ってうちあげ高の分布がほぼ明らかになるように実物で約 200m 間隔で図-8に示すように配置した。また海岸堤防の法線が大きく変化する点についてもうちあげ高の測

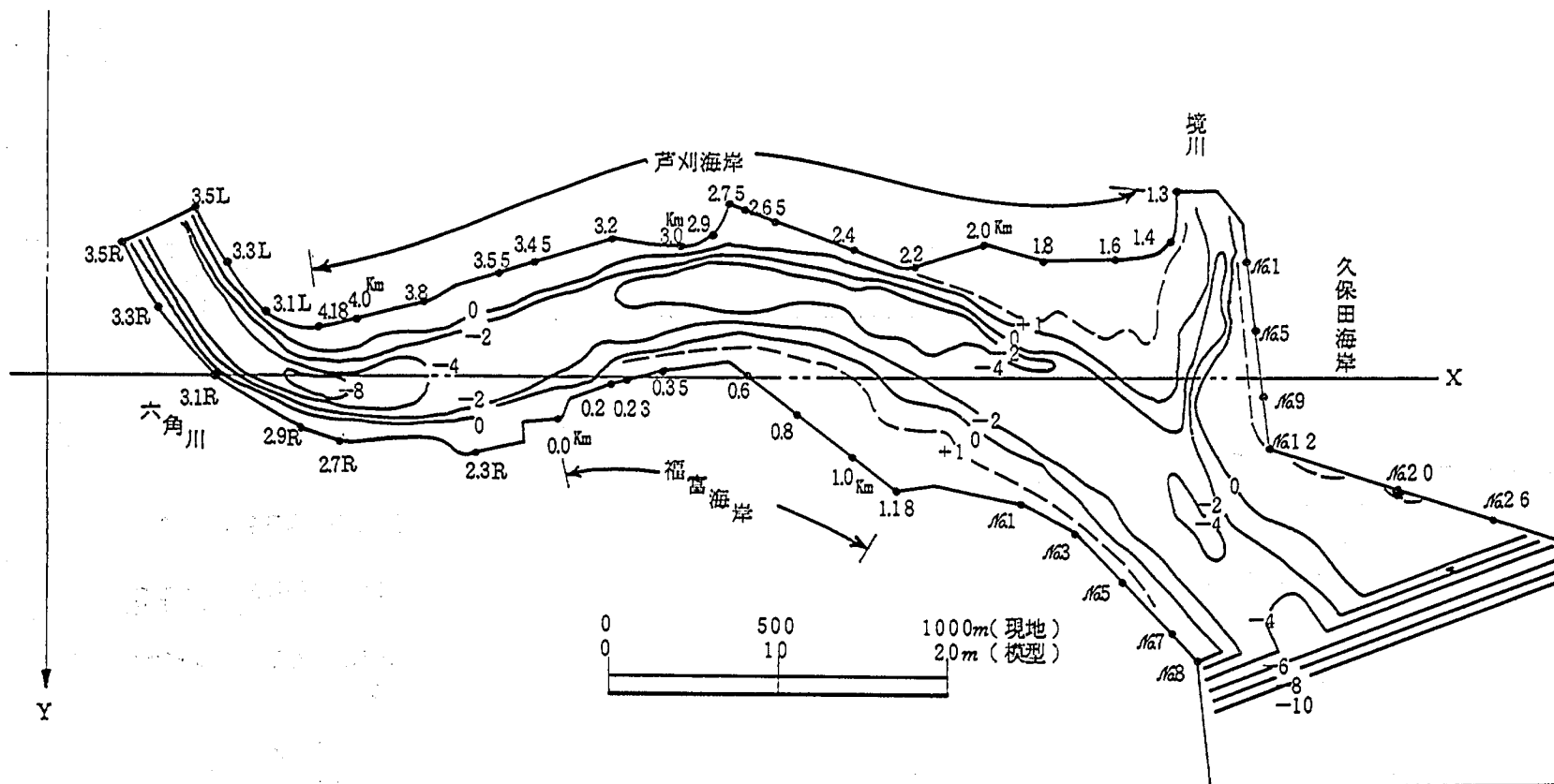


図-7 模型配置図

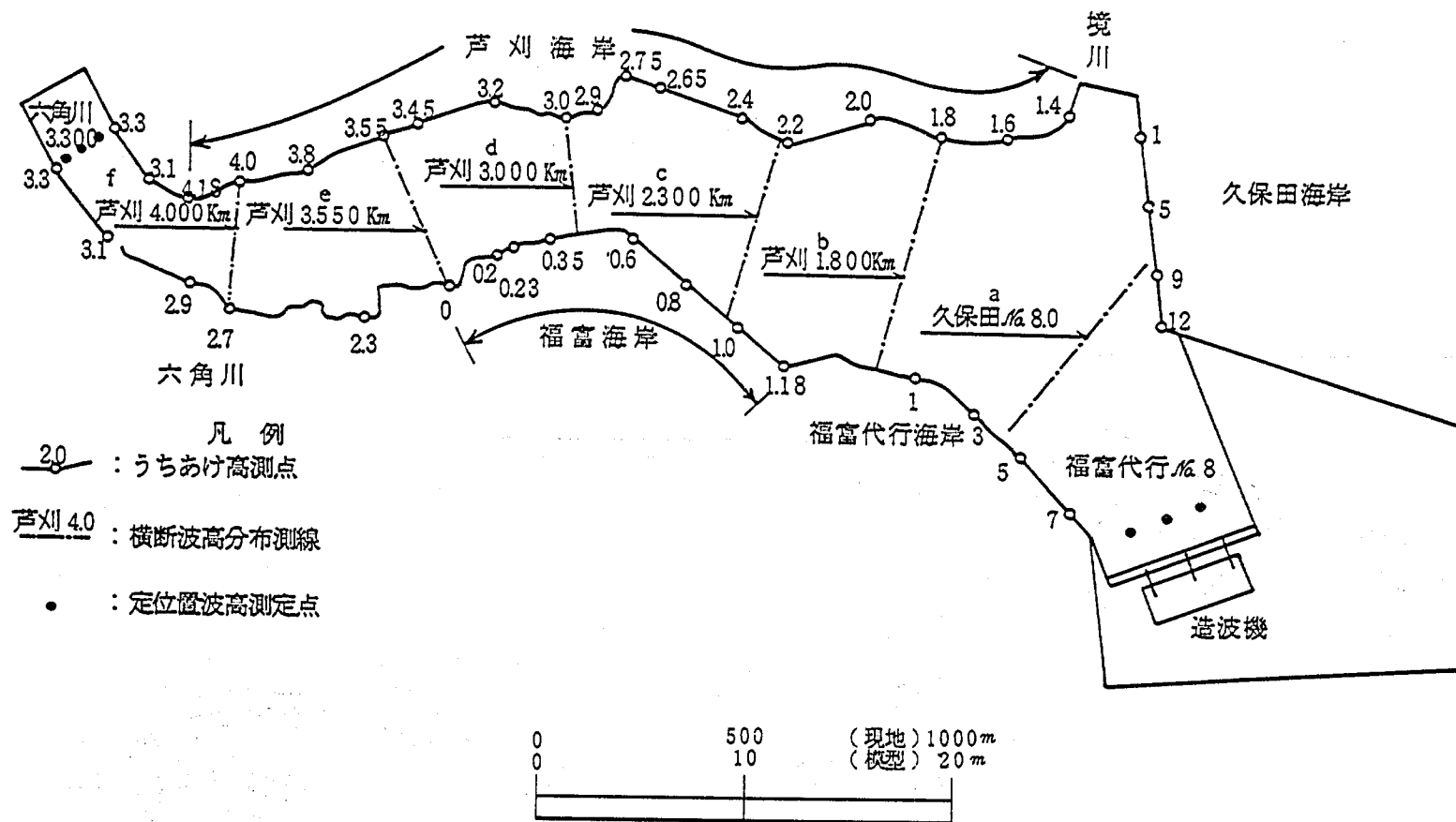


図-8 測定点配置図

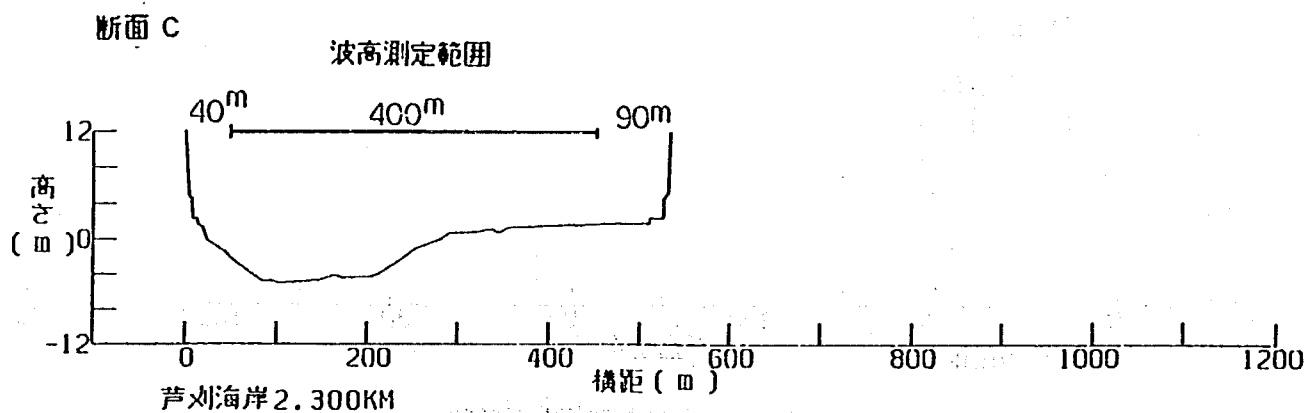
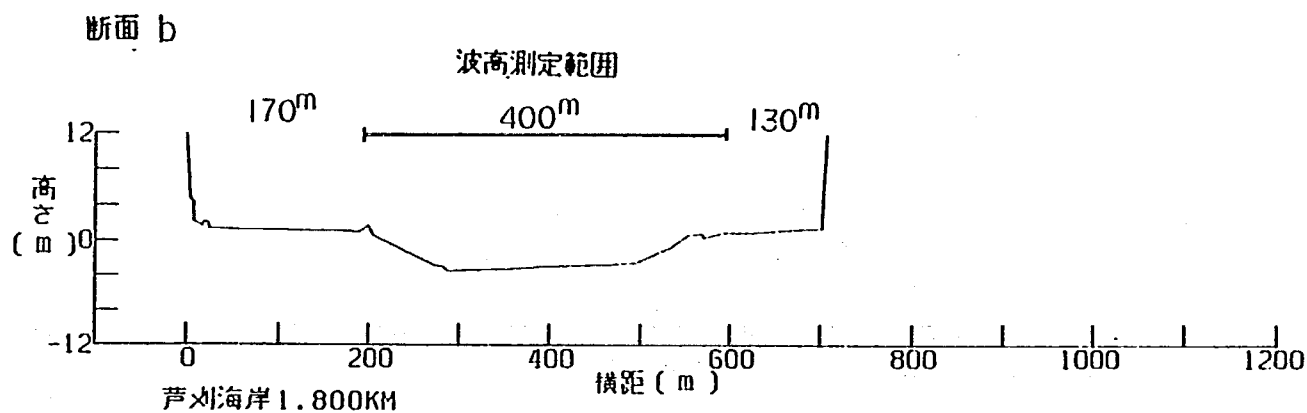
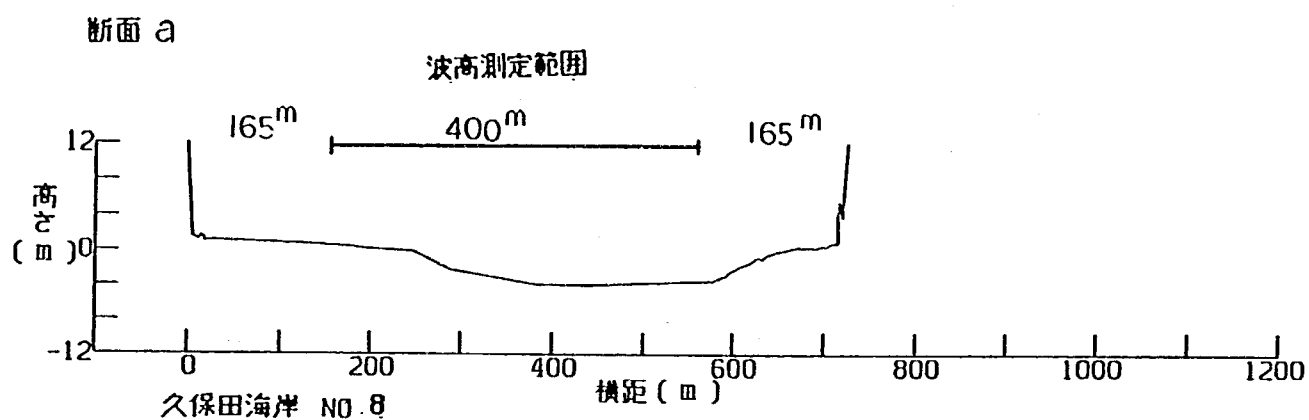
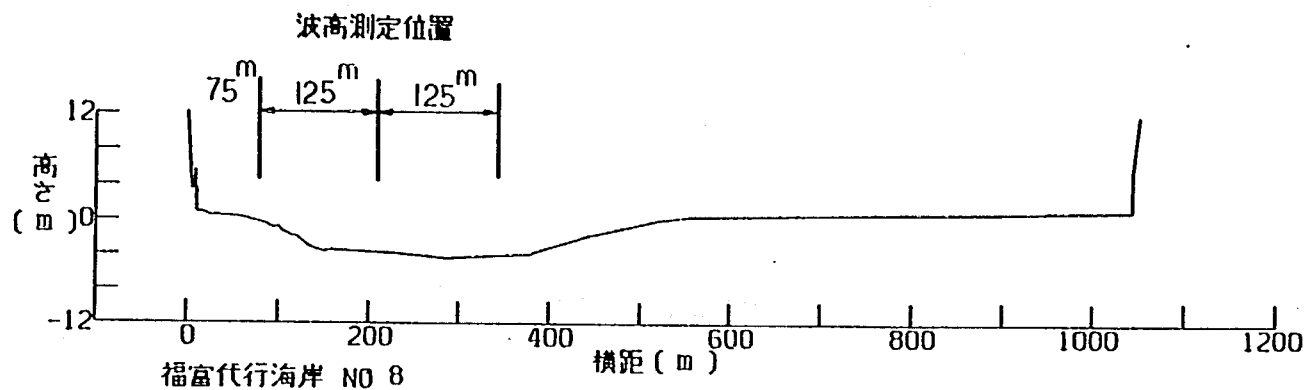


図-9 波高分布測定断面形状

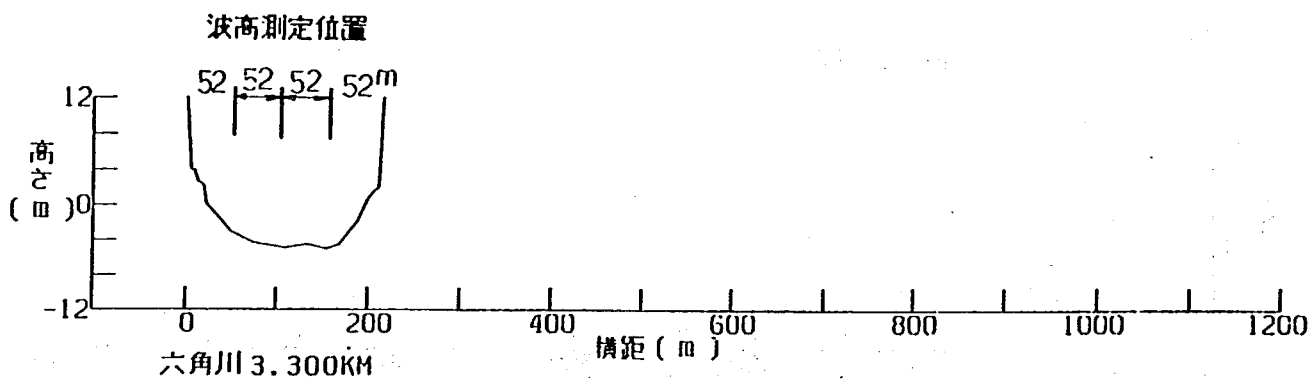
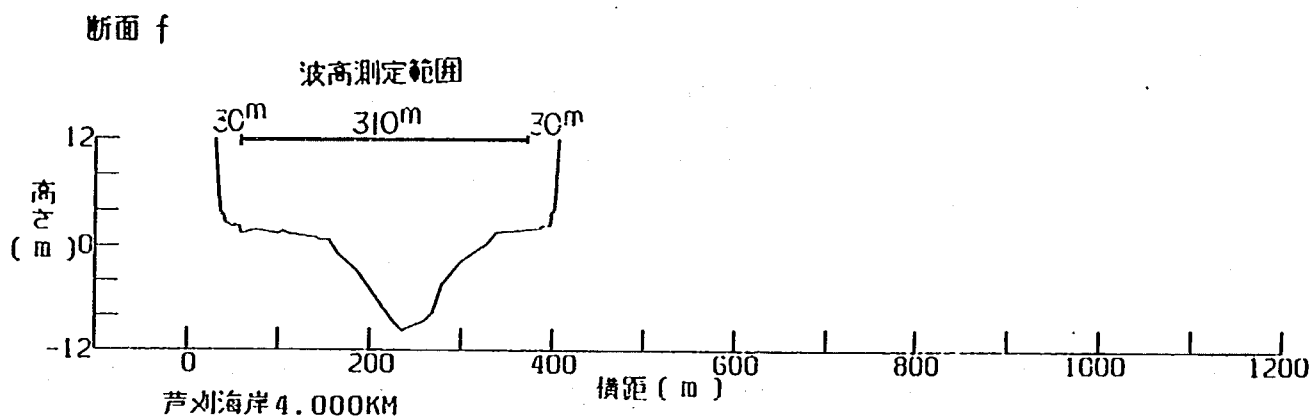
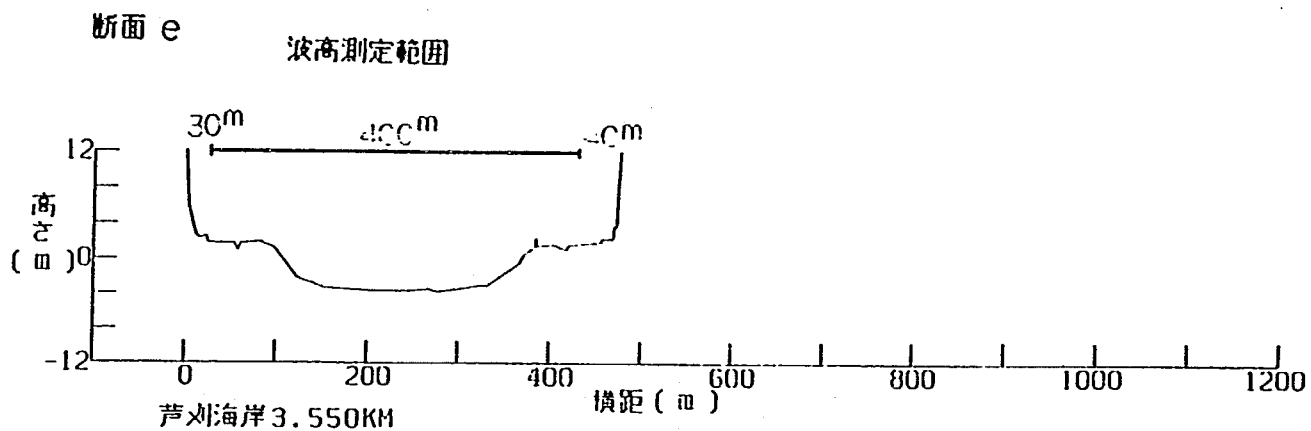
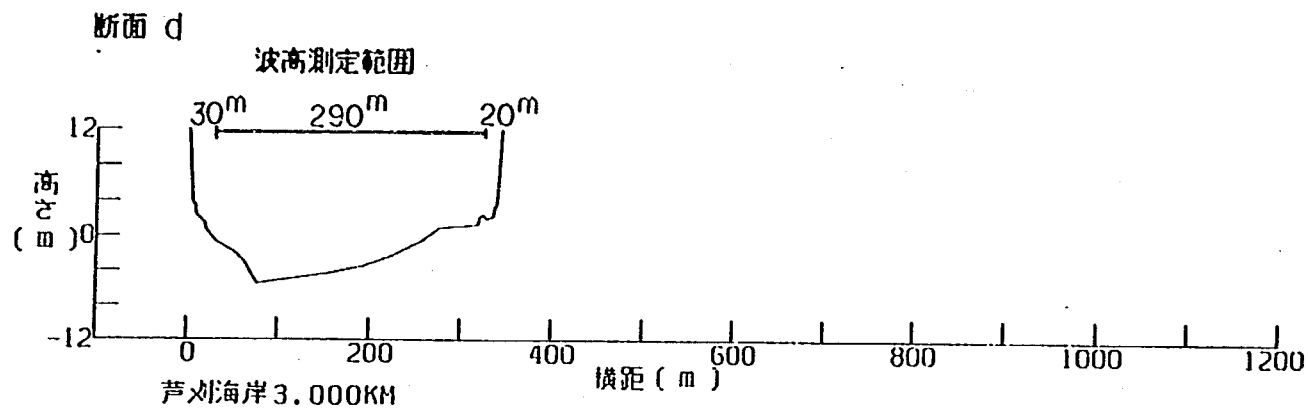


図-9 波高分布測定断面形状

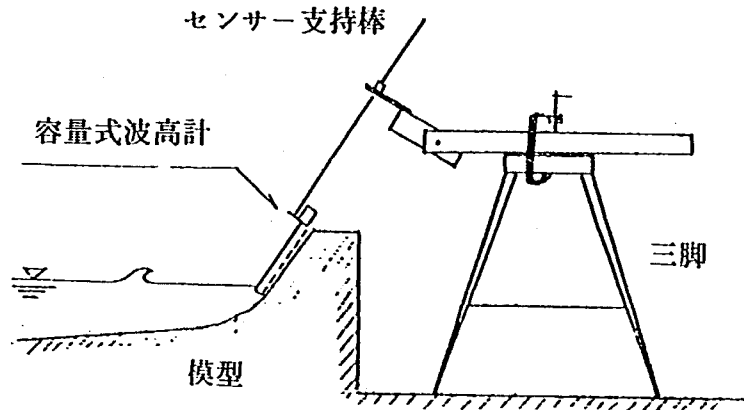


図-10 うちあげ高測定装置

定を行った。測定点は39点になる。各測点の位置を表-5に示す。

波高計によって得られたデータは実験自動化装置によって処理した。固定点における波高とうちあげ高は0.1sec間隔でAD変換し、それをフロッピーディスクに一時収録しておき、まとめて波高やうちあげ高の計算を行った。波高は波が造波機によって発生した後に定常状態にある20波をとり、ゼロアップクロス法によって一波を定義し、その間の最大値と最小値の差を波高とした。またうちあげ高については、波は波高と同様に定義し、うちあげ高はあらかじめ測定しておいた静水面からの水の高さとして求めた。測定値は20波の波高またはいちあげ高の平均値で表示してある。また20波中の最大値や標準偏差も合せて求めた。

台車を用いた横断方向の波高分布の測定においては波高の位置と波形を0.1sec間隔でデジタル量として測定し、フロッピーディスクに収録した後に計算を行った。波はゼロアップクロス法³⁾によって定義し、その間の波形の最大値と最小値の差で波高を定義した。また各地点の波高が求められており、これを横断方向に模型で50cm間隔、実物で250m間隔で平均し各点の波高を求めた。また合せて標準偏差等も求めた。

波高とうちあげ高の測定は潮位および入射波を同一条件として三回行ない、それらの平均値で一般に表示してある。

波の測定開始および終了時間について、造波機によって発生した波が定常に達した後に測定を開始し、模型終端からの反射が生じないうちに測定を終了するのが望ましい。また久保田海岸で反射した波が沖へ向い造波板で再反射する可能性もある。各測定断面で造波開始後に波が到達する時間 T_1 および造波した波が定常になる時間 T_2 を予備実験によって調べると図-11に示すようになった。これで明らかなように測定開始時刻を各断面ごとに変えなければならないが、データ収録装置の記憶容量に制約があるために、断面a, b, cの有明海側と断面d, e, fの六角川側に分けて測定を行うこととした。有明海側は造波開始後60secから測定を始め、また六角川側は造波開始後120secから測定を始めることとした。

表-5 波高およびうちあげ高測定点

。 波高測定断面		(6 測点)	
福富代行海岸 № 8 (入射波高)		六角川 3.300m	
。 波高分布測定断面		(6 断面)	
久保田海岸 № 8		芦刈海岸 3.000m	
芦刈海岸 1.800m		" 3.550	
" 2.300		" 4.000	
。 うちあげ高測定位置		(39 測点)	
芦刈海岸 1.400m	芦刈海岸 3.800m	六角川右岸 2.300m	
" 1.600	" 4.000	" 2.700	
" 1.800	" 4.180	" 2.900	
" 2.000	六角川左岸 3.100	" 3.100	
" 2.200	" 3.300	" 3.300	
" 2.400	福富海岸 0.000	久保田海岸 № 1	
" 2.650	" 0.200	" № 5	
" 2.750	" 0.230	" № 9	
" 2.900	" 0.350	" № 12	
" 3.000	" 0.600	福富代行海岸 № 1	
" 3.200	" 0.800	" № 3	
" 3.450	" 1.000	" № 5	
" 3.550	" 1.180	" № 7	

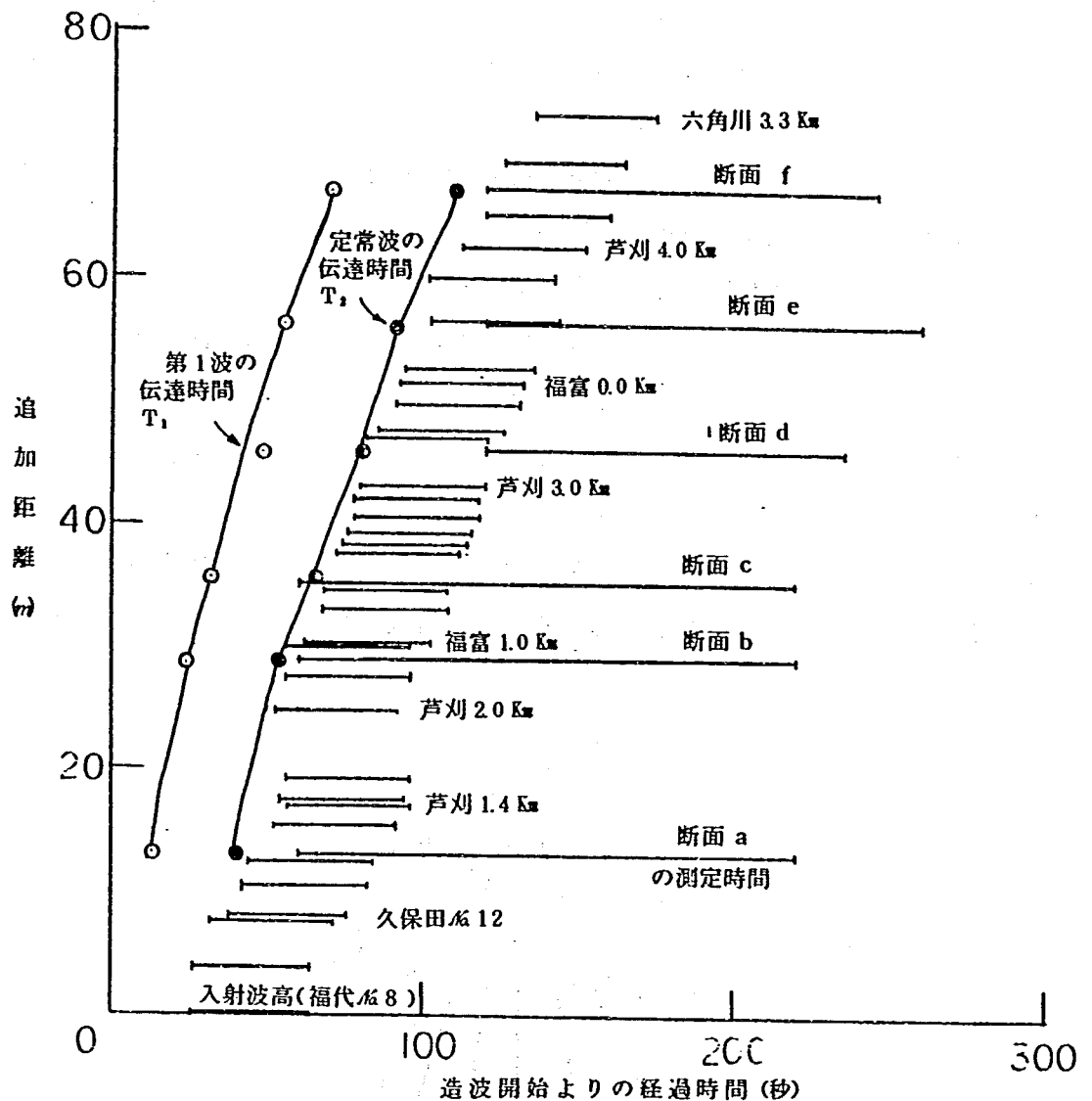


図-11 波浪の伝播時間

5. 実験条件

浅海域での波浪の変形および海岸堤防への波のうちあげに関する模型実験においては、海底形状、波高、周期、波向などの波浪条件、潮位等についての条件を設定しなければならない。これらの条件は現地の自然条件および実験の目的によって決められる。芦刈および福富海岸における実験条件としては、現況の海底形状にもとづいて、波高、周期、波向を変化させて18ケースの実験を行った。

海底形状は波の屈折等による浅海における変形に大きな影響を与える。有明海は筑後川などから流出した浮遊物質によって徐々に浅くなっており、ここで検討の対象とした海岸においても、いわゆる「ガタ土」の堆積によって生じたものである。したがって将来は海底がさらに浅くなることも予想されるが、その形状については明らかでなく、また浅くなる場合には一般には碎波等によって堤防への波のうちあげ高が現況よりも小さくなる可能性があるために、現況

地形，すなわち昭和55年6月に測量された海底地形にもとづいて実験を行うこととした。

海岸堤防の断面形状については計画断面が決められており，また現況もほぼ計画断面に近い形状で施工されているために，これらの断面にもとづいて実験を行うこととした。

波浪条件については，波高，波向，周期を設定する必要があるが，これらは浅海での波の変形特性，実験の目的，自然条件をもとに決めた。波高については，一般には入射波高が大きいほど堤防への波のうちあげ高は高くなると考えられるが，場合によっては碎波を生じるために小さい入射波高でもうちあげ高が大きくなる場合がある。特に堤防前面に浅瀬のあるような場合には波高が大きいと碎波するために通過波は低く，逆に波高が小さいと碎波しないために波高が減衰しない場合がある。したがってここでは計画波高である2.5 mと，それより0.5 m低い2.0 mの入射波高について実験を行うこととした。

波向については，浅海における屈折や反射の状況が波向によって変化するために，種々の条件について検討しておく必要がある。図-12に各波向別の吹送距離を示すが，最も吹送距離の

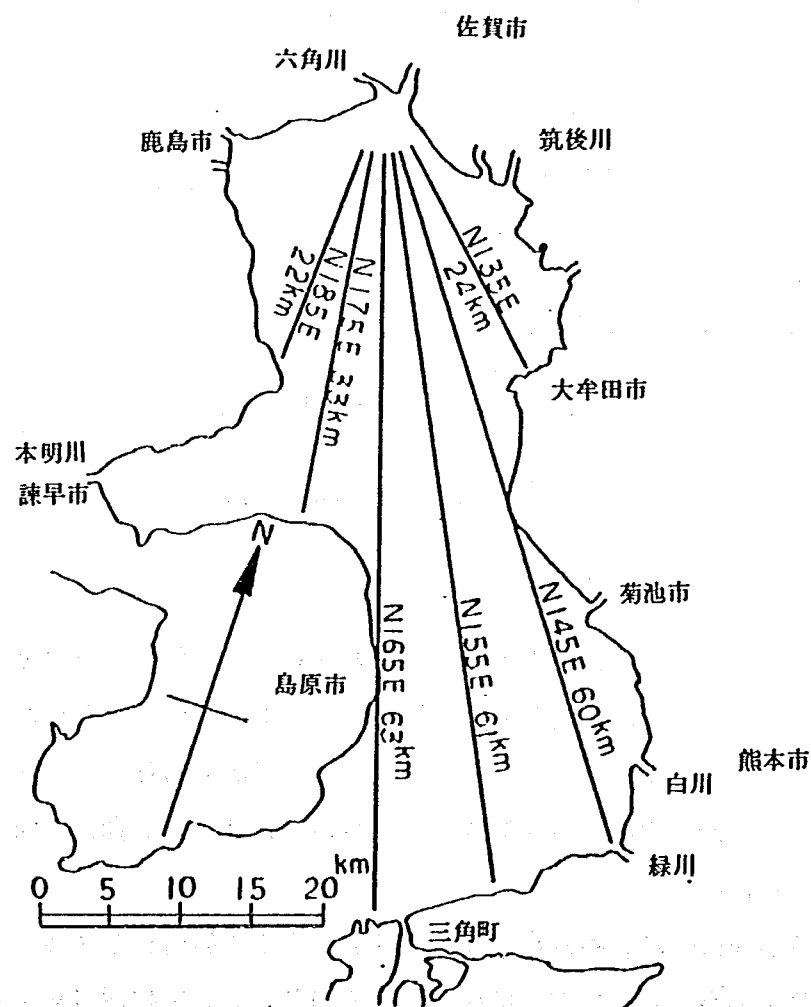


図-12 各方向の吹送距離

長いのは $N165^{\circ}E$ の方向である。また海岸堤防へのうちあげや、六角川河口への波の侵入を考えると東から入射する場合ほど六角川の河道内まで波が入ると考えられる。一方、実際の海の波は各方向の成分をもっており、海岸には種々の方向からの波が入射するが、この実験では波高、周期、波向の一定な規則波について実験を行うこととしており、実際の海の波の不規則性を考えると種々の方向から波を入射させる必要があると考えられた。したがってここでは北を基準に時計廻りに 145° 、 155° 、 165° の三方向から波が入射する場合について実験を行った。波の不規則性を考慮すると来襲波の波高としては更に広い範囲と考えられるが、吹送距離も考慮するとこの程度の範囲でよいと思われる。

波向は周期と同様に、浅海における波の屈折や反射の状況に関係し、波の集中する場所や分散する場所が、これらの値によって変化する。したがって波向や周期の変化に伴ってうちあげ高の最大となる場所がずれることになるが、計画堤防高としては条件の悪い場所を抱絡するように決めるために、すべての条件について実験を行う必要はないと考えられる。

周期については屈折状況が変化するとともに、周期が長いほど海底摩擦の影響を受けやすくなる。計画波の周期は $T = 6.58 \text{ sec}$ であるが、実際の海の波は種々の周期または周波数の波が含まれている。一般に波のうちあげ高は周期の長いほど高くなり、また屈折も生じやすいため、計画波の周期を中心にそれより長いものと短いものについて検討することとした。したがって実験条件としては、 $T = 7.0 \text{ sec}$ 、 6.58 sec 、 6.0 sec の3種類について検討した。

以上述べた実験条件を示すと表-6のようになる。台風が来襲した場合には、高潮によって六角川の河道を遡る流れが存在するとともに、上流域での雨によって洪水が発生する可能性がある。海岸に来襲する波は流れの影響によって屈折や碎波を生じるが、六角川からの洪水の流出は上流への波の侵入を防ぐ状況となる。高潮および高波時に必ず洪水が発生するという保証はないために、ここでは波浪の侵入しやすい流れのない状態で実験を行うこととした。

6. 実験結果

6.1 波浪の変形と波のうちあげ状況

芦刈海岸および福富海岸は六角川の河口に位置しており、一部は河川区域にもなっている。したがって、図-7に示すように両海岸の間にはみお筋が存在する。有明海で発達した波は、海岸に近づくにつれて海底地形の影響を受けて屈折するが、みお筋では水深が深く、芦刈および福富海岸の前面では水深が浅くなっているために来襲した波は両海岸に向って屈折し、堤防にうちあげる。

海岸堤防ののり勾配はきついたために、堤防に入射した波のエネルギーの一部は反射する。また堤防の前面に浅い場所があれば碎波によって波のエネルギーは失われる。みお筋が存

在するために、入射波は両岸に向かって屈折し、六角川の河口上流部には進入しにくい地形となっている。

沖から岸へ、また河口から上流への波高および波のうちあげ高の変化を代表的な場合について調べてみると次のようになる。図-13は最も波高の大きな波が来襲すると考えられる 155° の方向から $H_0 = 256\text{ m}$ の波が入射した場合の各断面における波高分布を示したものである。

有明海に面した部分が a 断面であり、約 0.5 km 間隔で六角川の上流に向かって f 断面まで 6 断面をとり、各断面の横断方向の波高分布を示す。横軸の基準点は北側および六角川左岸側の距離標としており、縦軸は 2.5 m 区間の平均波高である。なお、横断方向の波高分布は断面すべての区間については測定しておらず、測定装置の制約から模型で 8 m、実物で 400 m の区間の波高分布を示す。

表-6 実 験 条 件

ケース	波 向	周 期		波 高	
		模 型	現 地	模 型	現 地
ケース 1	N 155° E	0.93 ^{sec}	6.58 ^{sec}	5.12 ^{cm}	2.56 ^m
ケース 2	"	0.99	7.00	5.12	2.56
ケース 3	"	0.85	6.00	5.12	2.56
ケース 4	"	0.93	6.58	4.00	2.00
ケース 5	"	0.99	7.00	4.00	2.00
ケース 6	"	0.85	6.00	4.00	2.00
ケース 7	N 145° E	0.93	6.58	5.12	2.56
ケース 8	"	0.99	7.00	5.12	2.56
ケース 9	"	0.85	6.00	5.12	2.56
ケース 10	"	0.93	6.58	4.00	2.00
ケース 11	"	0.99	7.00	4.00	2.00
ケース 12	"	0.85	6.00	4.00	2.00
ケース 13	N 165° E	0.93	6.58	5.12	2.56
ケース 14	"	0.99	7.00	5.12	2.56
ケース 15	"	0.85	6.00	5.12	2.56
ケース 16	"	0.93	6.58	4.00	2.00
ケース 17	"	0.99	7.00	4.00	2.00
ケース 18	"	0.85	6.00	4.00	2.00

波
高
(m)

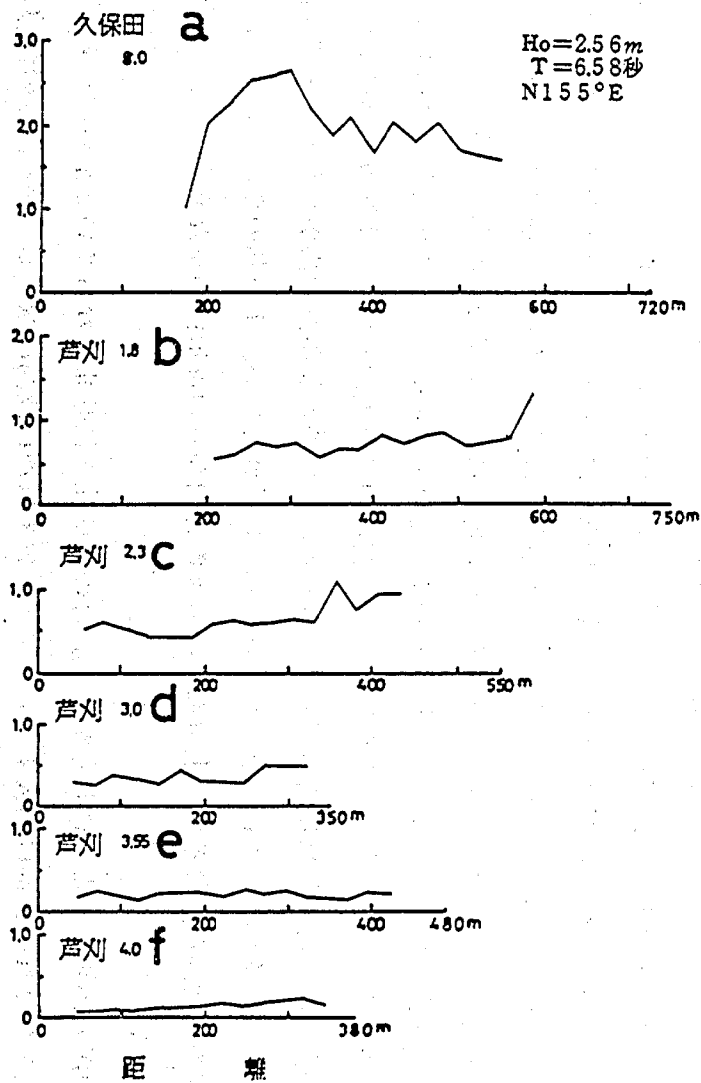


図-13 波高分布(ケース1)

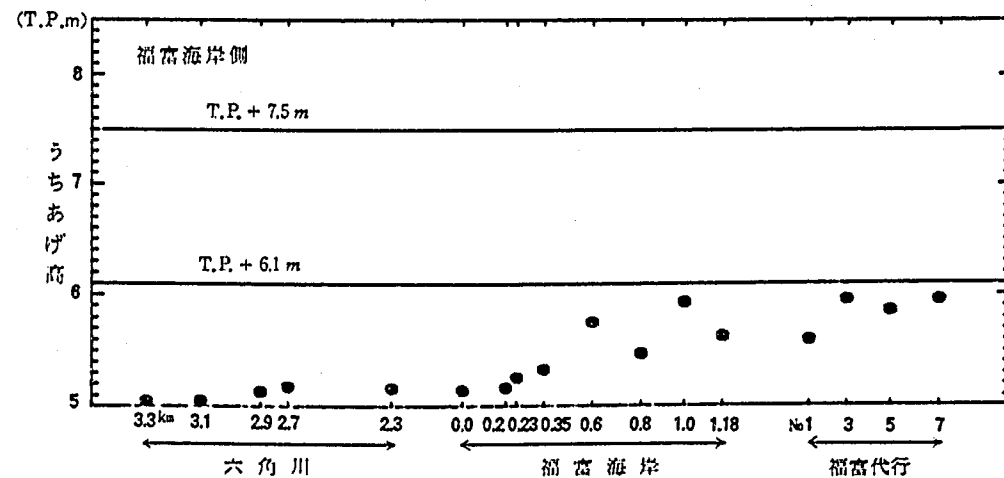
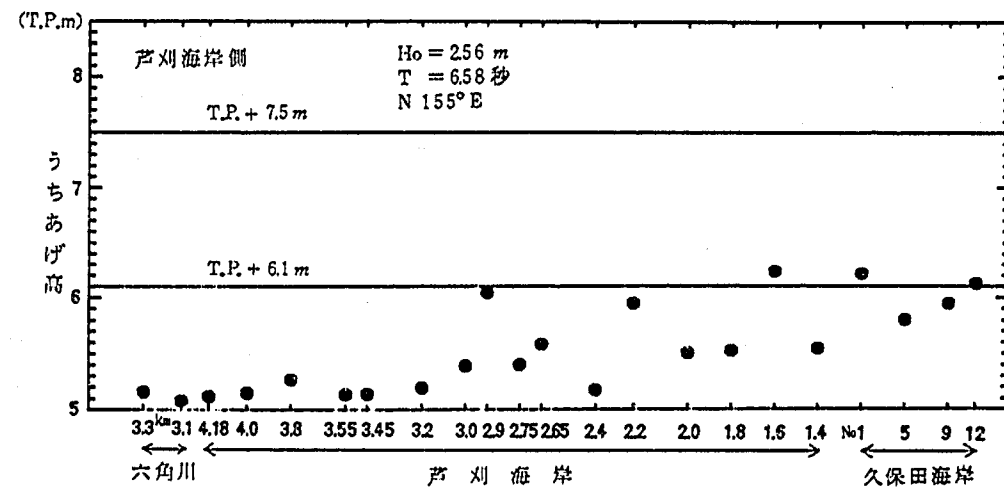


図-14 うちあげ高分布(ケース1)

海岸堤防への波のうちあげ高の分布を図-14に示す。芦刈海岸側と福富海岸側に分けて、各地点におけるうちあげ高を、計画潮位 T.P. + 5.02 m に加え、うちあげ高の絶対値で表示してある。なお T.P. + 7.5 m は前面堤の計画堤防天端高であり、また T.P. + 6.1 m は側面堤の計画堤防天端高および暫定堤防の天端高である。

波高および波のうちあげ高は、六角川の上流に向うほど減衰している。入射波高は 2.56 m であるが、断面 a ではこれが約 2 m にまで減衰し、断面 a, b 間では約 1/2 に減り、さらに断面 d, f 間でも減衰は大きい。各断面における波高の変動もかなりあるが、断面 d, e, f では平均化されている。うちあげ高は芦刈海岸の 3.0 Km までは T.P. + 6.0 m 程度であるが、これより上流ではうちあげ高は低くなっている。福富海岸側では、福富海岸でうちあげ高は T.P. + 6.0 m 程度であるが、これより上流では対岸と同様にうちあげ高は低くなっている。またうちあげ高の場所的な変動もかなりある。

うちあげ高が部分的に高くなっている地点を調べると、芦刈海岸側では久保田海岸の 1.1 Km 地点、芦刈海岸の 1.6 Km, 2.2 Km, 2.9 Km 地点である。また福富海岸側では福富海岸の 1.0 Km, 0.6 Km の地点である。また部分的にうちあげ高が低くなっているのは芦刈海岸側では 1.8 Km および 2.4 Km 地点であり、福富海岸側では 1.18 Km と 0.8 Km 地点である。これらの変動と地形特性を比較すると、地形的に突出している有明海側では波のうちあげが高く、六角川の上流側では低くなっている傾向がある。すなわち有明海に面した地点では、波が進入しやすくうちあげ高は高くなり、逆に波の進入方向に対して影になる部分では低くなっている。したがって全体的には芦刈海岸側が福富海岸側に比較して高くなっている。

波高および波のうちあげ高の分布から波の進入状況を考察してみると次のようになる。有明海から進入した波は、海底地形の影響により屈折するが、中央部の水深が深くなっているために芦刈海岸および福富海岸に向って屈折し、断面 a のほぼ中央付近で波高が小さくなっている。福富海岸側では波高分布を測定していないために明確ではないが屈折を生じ波高が高くなっていると考えられる。したがって入射した波は、芦刈海岸と福富海岸の両者に分かれる傾向を示す。福富海岸側に屈折した波は、海岸に沿って進むと考えられる。

海岸の突出部については波が直接うちあたるとともに海底の地形も対応して突出していれば、屈折によって波が集中する傾向を示す。波高の横断方向の変動およびうちあげ高の沿岸方向の変動は、波の反射によってもたらされる。入射波と反射波の山が重なり合えば波高やうちあげは高くなり、逆に山と谷が重なる場合には低くなる。下流部の断面 a, b では比較的規則的に変動が生じるが、上流部では種々の方向からの反射波が重なり合うために規則性を示さない。

断面が a から f になるにしたがって、その幅は徐々にせまくなっているためにエネルギーの損失がなければ波高は増大する。しかし実験では逆に波高は減衰している。この減衰の機構としては海底の摩擦、碎波、反射が考えられる。海底の摩擦については、すでに相似率の検討の際に述べたように実物よりも模型では大きいために、この寄与はかなりあると考えら

れる。具体的なその割合については、後で検討する。砕波に関しては、反射波が重なり合うために、重複波の砕波限界よりも波高が大きくなって砕波を生じることがまず考えられる。また堤防の前面では浅くなっているために、進行波でも砕波する可能性がある。海底の地盤高は高い場所でも T.P. + 2.0 m 程度であり、高潮時には潮位が T.P. + 5.0 m あるために水深は 3 m となる。一方入射波高は 2.56 m であるが断面 a 付近を除けば波高としては 2 m 程度であり、砕波限界付近である。したがって進行波としての砕波を生じるのは少なく、重複波または部分重複波となり波高が大きくなった場合に砕波するケースが多いと考えられる。この他に堤防に波がうちあげ反射する場合にも波のエネルギー損失がある。これはのり面上での摩擦および部分的に波が砕波することによって生じる。反射波については、堤防や海底地形の急変点で生じるが、これは上流側にも進むが、逆に入射波と反対方向に進むものもあり、波のエネルギーが沖へもどるために上流側には波が入射しない。特に断面 d の芦刈海岸 3.0 Km 付近では対岸との距離がせまくなっており、沖への反射も存在すると考えられる。

波向が 10° 北へ変化した 145° から波高 2.56 m、周期 6.58 sec の波が入射するケース 7 の場合の波高横断分布および、うちあげ高の分布を図-15 と図-16 に示す。断面 a から f になるにしたがって波高が減衰し、また波高の変動があるのはケース 1 の場合と同じ特性を有しているが、変化の状況は異なっている。

入射波の波向が、波が進入しやすい方向に変化したために、波高が大きくなるとともに屈折状況が異なってくる。入射した波は芦刈海岸に向うが、福富海岸に沿うもの、また断面の中央部付近を進入するものに分けられる。断面 b、c では福富側で波高が高くなっている。

波のうちあげ高については芦刈海岸側では、久保田海岸の 4.5 地点、芦刈海岸の 2.2 Km、2.9 Km 地点で高くなり、福富海岸側では、福富代町の 3、福富海岸の 1.0 Km、0.6 Km 地点で高い。また芦刈の 1.8 Km および 2.4 Km、福富の 1.18 Km および 0.8 Km 地点ではうちあげ高は低くなっている。ケース 1 と同様に外海に向いた地点では高く、逆に波の進入に対して影となる地点ではうちあげ高は低い。

横断方向の波高分布および波のうちあげ高の分布から推定すると入射した波は芦刈海岸側、福富海岸側、および中央部を進み、さらに中央部を進む波が両側に分かれると考えられる。福富海岸側では 0.6 Km 付近に波が入射し、芦刈海岸側では 2.9 Km からその奥に進入し断面 d、e では芦刈海岸側の波高が高くなっている。

波向が南に変化した場合については、入射角を 165° とし、波高 2.65 m、周期 6.58 sec のケース 13 の場合を図-17 と図-18 に示す。入射した波は断面 a においては中央より芦刈海岸側で最大値をとっている。ここには示されていないが、両側でも波高は屈折のために大きくなっていると考えられる。横断方向の波高分布はあまり変動がなく、一部断面 e において福富海岸側で波高が高くなっている。

波
高
(m)

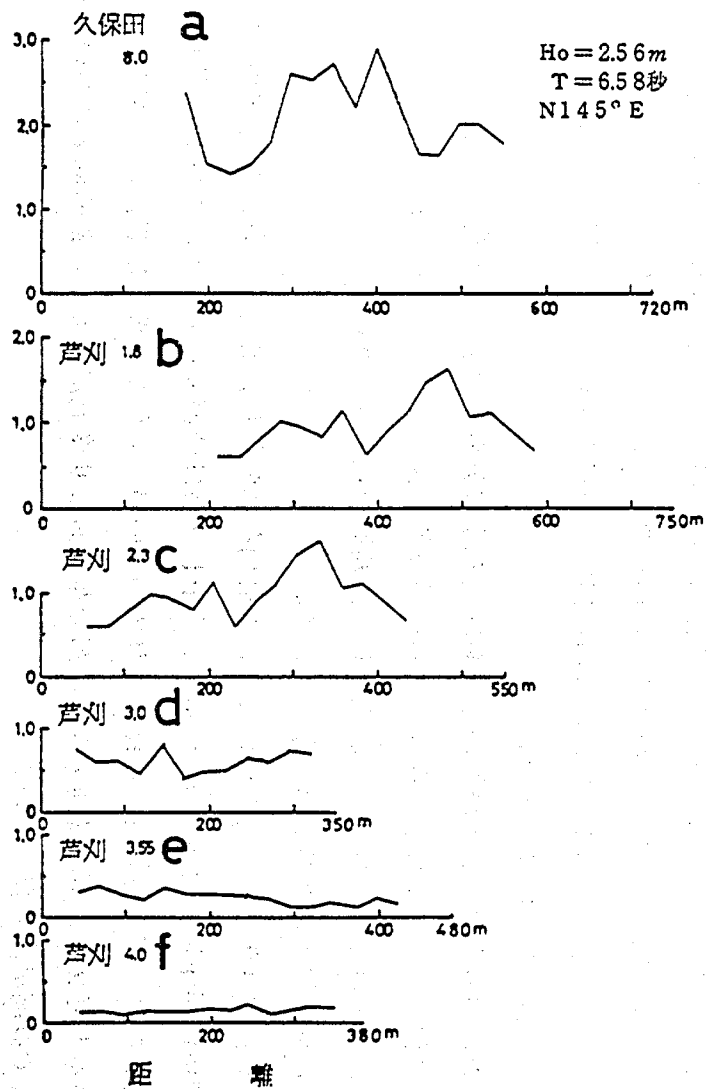


図-15 波高分布(ケース7)

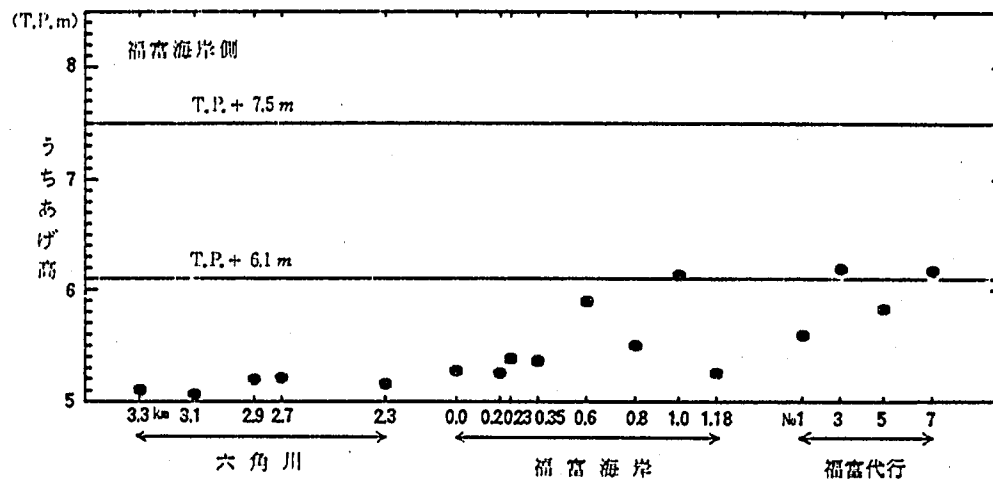
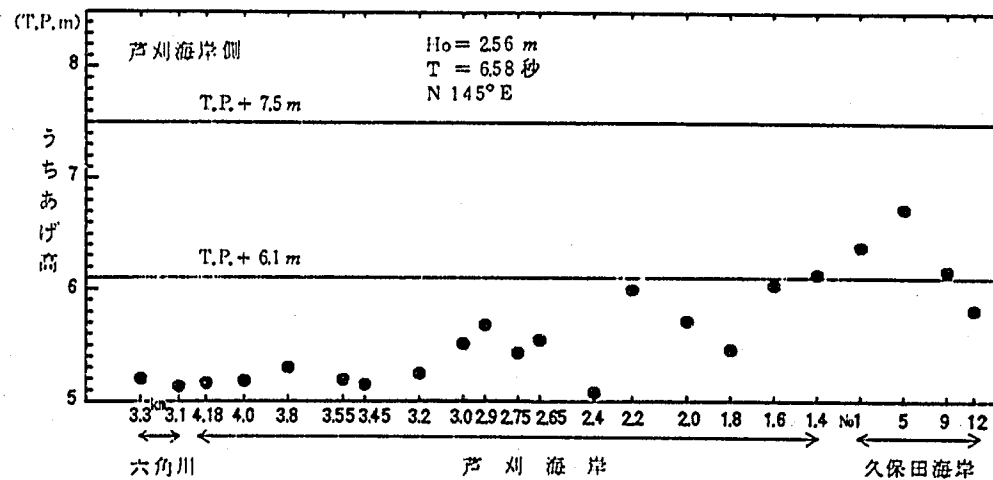


図-16 うちあげ高分布(ケース7)

波 高 (E)

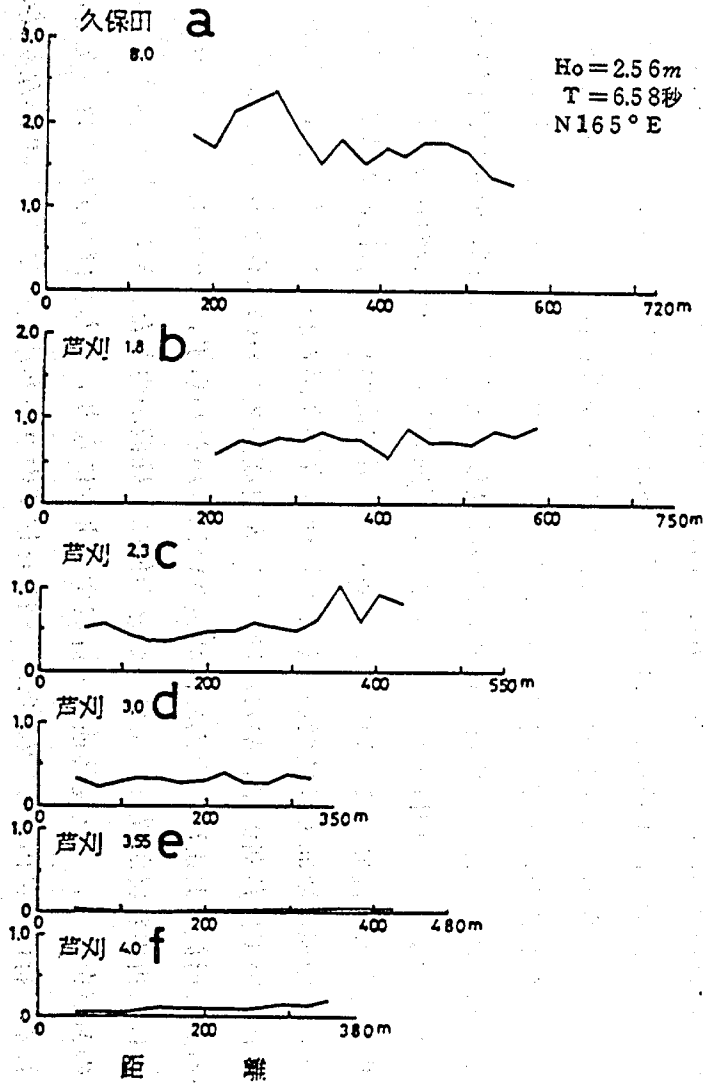


図-17 波高分布 (ケース 13)

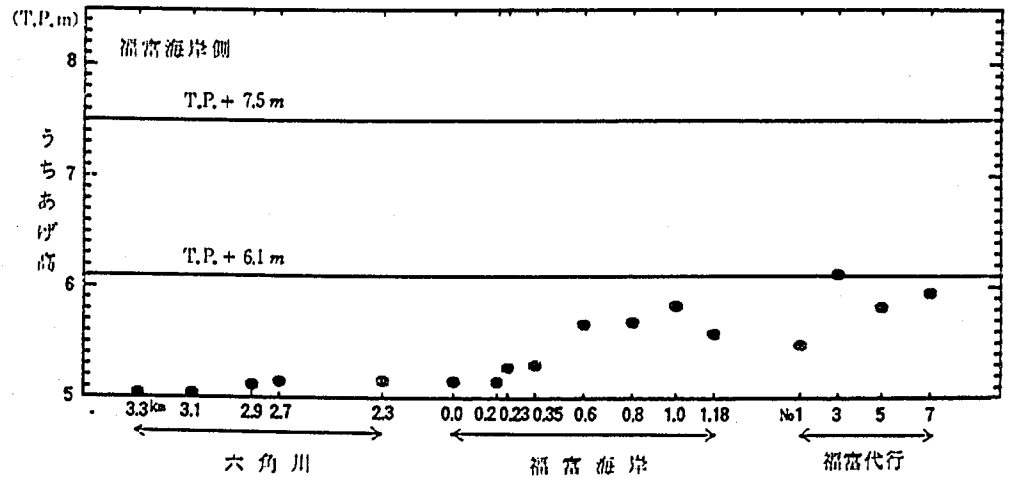
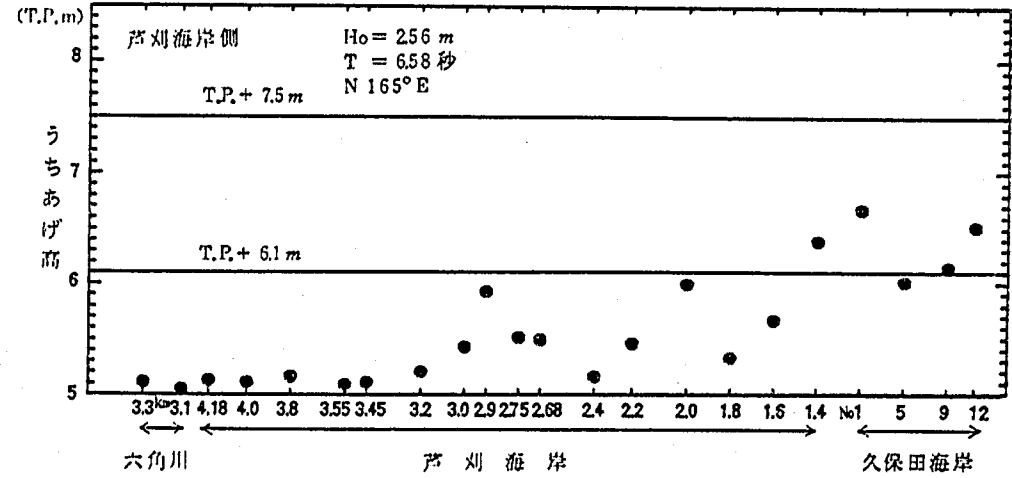


図-18 うちあげ高分布 (ケース 13)

波のうちあげ高については久保田海岸で T.P. + 7.0 m を越える地点があり、また芦刈海岸の 2.0 Km および 2.9 Km 地点ではうちあげ高が高く、福富海岸側では福富代行から福富海岸の 0.6 Km にかけてうちあげ高は T.P. + 6.0 m となっている。

波高の横断分布およびうちあげ高の分布から波の進入状況を推定してみると、入射波はまず福富海岸に沿って入射すると考えられる。またその一部は直接久保田海岸にうちあげる。福富海岸に沿って入射した波は屈折のために海岸に沿って進入し堤防にうちあげ、福富海岸の 0.6 Km 付近まで到達する。横断方向の波高分布があまり変化していないことから上流部は種々の方向からの反射波が存在して、波高が特に高くなる場所が生じないものと考えられる。また芦刈海岸において 2.0 Km および 2.9 Km 地点の波のうちあげ高が高くなっているのは、この地点が突出しており、波が集中しやすいためと考えられる。

波の変形とうちあげの状況を波高 2.56 m、周期 6.58 sec、波向 145°、155°、165° の実験結果をまとめると、入射波は芦刈海岸側と福富海岸側に分かれ、また 145° から入射する場合にはほぼ中央部を進入する波もあることが明らかになった。進入した波は海底摩擦や碎波によって減衰し、波高はかなり小さくなり、また反射波のために河道横断方向の波高分布は変動している。波のうちあげ高については突出部および進入波の方向に面した海岸ではうちあげ高が高く、逆に影になる海岸では低くなっている。

6.2 入射波波高の影響

入射波の波高が変化すると碎波状況や屈折状況が変化すると考えられる。特に碎波に関しては波高が大きいほど生じやすいために、浅瀬などがあると波高が大きいほど碎波によるエネルギー減衰を生じ、それを通過する波の高さは、碎波しない小さな波ほど高くなる可能性がある。また堤防への波のうちあげ高についても堤防前面で碎波する波ほどうちあげ高は高くなり、入射波高が大きく沖で碎波する場合には、逆にうちあげ高としては低くなる場合がある。また波形勾配が大きくなると波速が増加し、このために波の屈折状況も変わる可能性がある。

さきに示した計画波の条件で実験を行ったケース 1、ケース 7、ケース 13 の場合と、入射波高を 2.0 m と低くした場合の河道横断方向の波高分布とうちあげ高の分布の比較を図-19 から図-24 に示す。図-19 は入射波向が 155° で、周期 6.58 sec の場合の比較を行ったものである。横断方向の波高分布については、断面 a で入射波高の低い場合に進入波も低くなっており、またその他の断面では変動があるために明瞭な特性が表われていない。しかし波のうちあげ高については芦刈海岸、福富海岸ともに入射波高 2.0 m の場合がうちあげ高は高くなっている。入射波高および河道内の波高が低いにもかかわらず、波のうちあげ高が高くなっているのは屈折の状況が異なっていることの他に、碎波が生じたために上流へ向う波のエネルギーの減衰を生じ、また堤防前面で碎波するようになり、うちあげ高が高くなったものと考えられる。特に久保田海岸では T.P. + 7.0 m 程度のうちあげ高を生じておりかなり高い。また福富海岸においては 0.6 Km までではうちあげ高は T.P. + 6.0 m ~ 6.5 m の範囲にあり、変動が少なくなっている。

波の入射角が 145° の場合のケース7とケース10の比較を示したのが図-21と図-22である。この結果によれば、横断方向の波高分布はさきの図-19に比較すると大きく異なっている。ケース1とケース4の場合は波高分布はほぼ同じで入射波高が高い場合ほど全体的に波高は高かった。一方波の入射角が 145° の場合には、入射波高が小さい場合に断面aでは芦刈海岸側の波高は高く、また断面bでは福富海岸側の波高が高くなっている。またこれより上流側については大きな違いは生じていない。入射波高が低いにもかかわらず断面aにおいて波高が高くなっているのは砕波の影響があるのではないかと考えられる。波高が異なるために屈折状況が変化する場合には、波速におよぼす波形勾配の影響はあまり大きくないために、横断方向の波高分布形状が大きく変わることはないであろう。ケース1とケース4を比較すると分布形状に大きな差異がないことから、ケース7については砕波の影響があると考えられる。

波のうちあげ高の比較については図-22に示す。変動があるためにあまり明確ではないが、入射波高の小さい場合に芦刈海岸の2.0 Km地点でうちあげ高が T.P. + 7.0 m 程度になっており、入射波高が 256 m の場合のうちあげ高 T.P. + 6.5 m より高くなっている。これは反射波が重なったとも考えられるが、断面aでの波高分布を考慮に入れると砕波せずに入射したためにうちあげ高が高くなったものと考えられる。福富海岸側においては全体的に入射波高が高いほどうちあげ高も高くなっている。

入射波の波向が 165° に変化した場合の横断方向の波高分布の比較およびうちあげ高の比較を図-23と図-24に示す。横断方向の波高分布については、図-23で明らかなように、断面a, b, c では入射波高が低いほど、横断方向の波高も低くなっている。絶対値については差異はあるが、相対的な分布形状については違いはない。うちあげ高の比較については図-24に示すが、全般的には入射波高が高いほどうちあげ高も高くなっている。しかし福富海岸の3.1 Kmより上流では、入射波高が2.0 mの場合に横断方向の波高は高くなっている。入射波の波向が福富海岸に沿った方向の場合には屈折が支配的となり、入射波高に対応した波高分布および波のうちあげ高となっている。したがって砕波による影響はあまりないと考えられる。入射波高の差異に比較して六角川上流部で波高分布に大きな違いがなく、むしろ入射波高が小さいほど大きな傾向を示すのは、砕波の影響が幾分含まれるためと考えられる。

入射波高の違いによる進入波および波のうちあげ高の違いについては入射角が 155° および 165° の場合には屈折が支配的なために波高やうちあげ高の絶対値については入射波高が高いほど高くなる傾向を示すが、その分布形状についてはほぼ同じである。しかし入射角が 145° の場合には入射波高が256 mの場合には砕波によってエネルギーが減衰するために芦刈海岸に向う波のエネルギーが少なく、入射波高2.0 mの場合がうちあげ高は高くなっている。したがって砕波や屈折の状況によっては入射波高が低いほど進入しやすい場合もある。また波のうちあげ高についても堤防前面で砕波する場合にうちあげ高が高くなるために、必ずしも入射波高が高いほどうちあげ高は高くない。

波
高
(m)

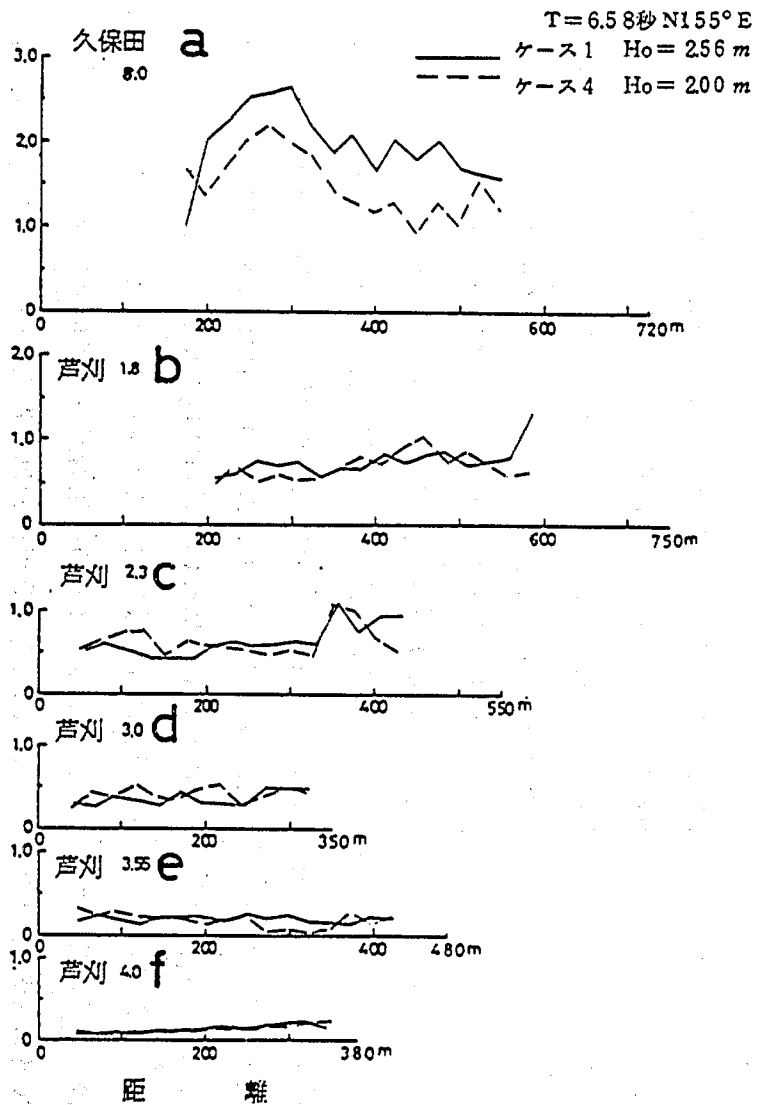


図-19 入射波高の違いによる波高分布の比較
(ケース1とケース4)

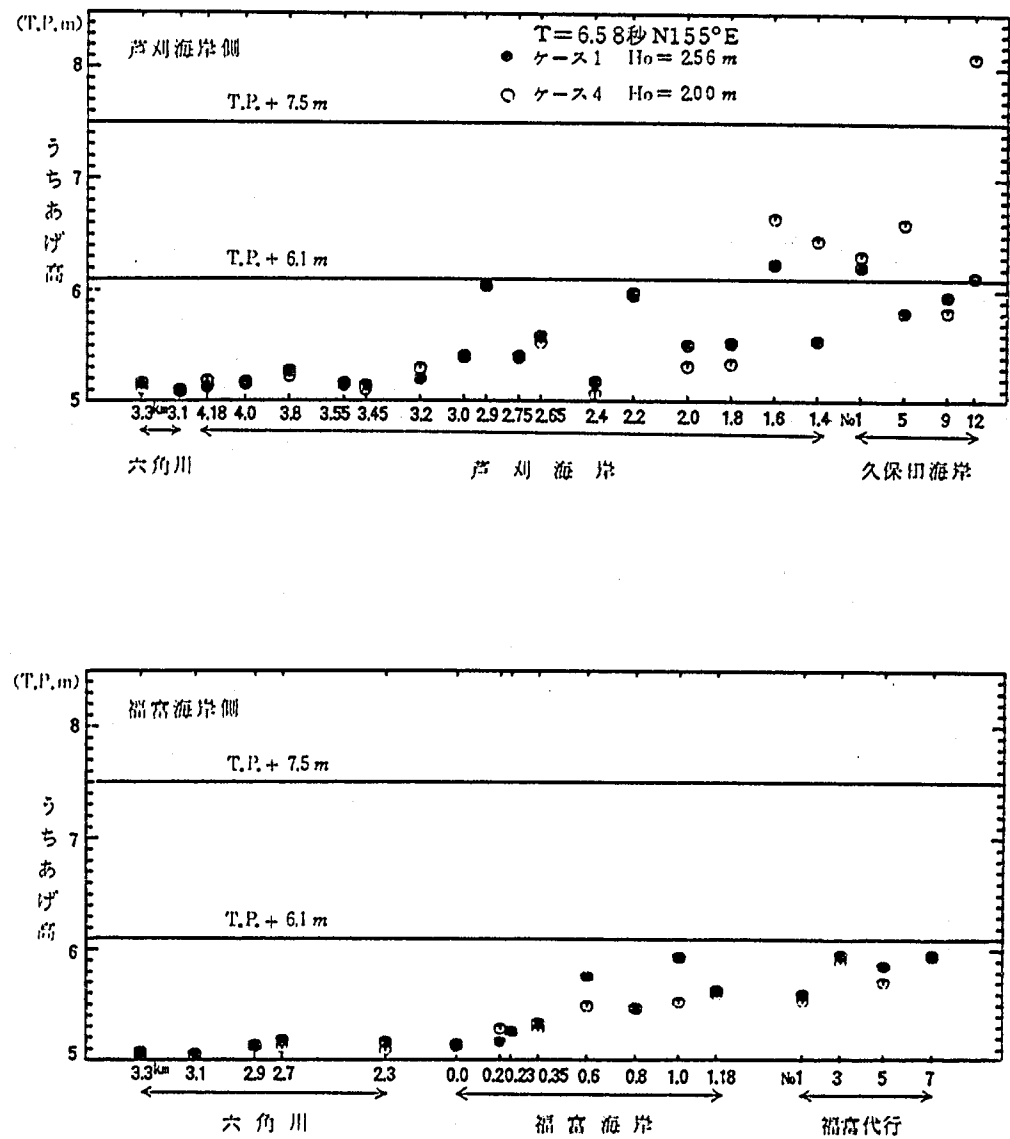


図-20 入射波高の違いによるうちあげ高の比較
(ケース1とケース4)

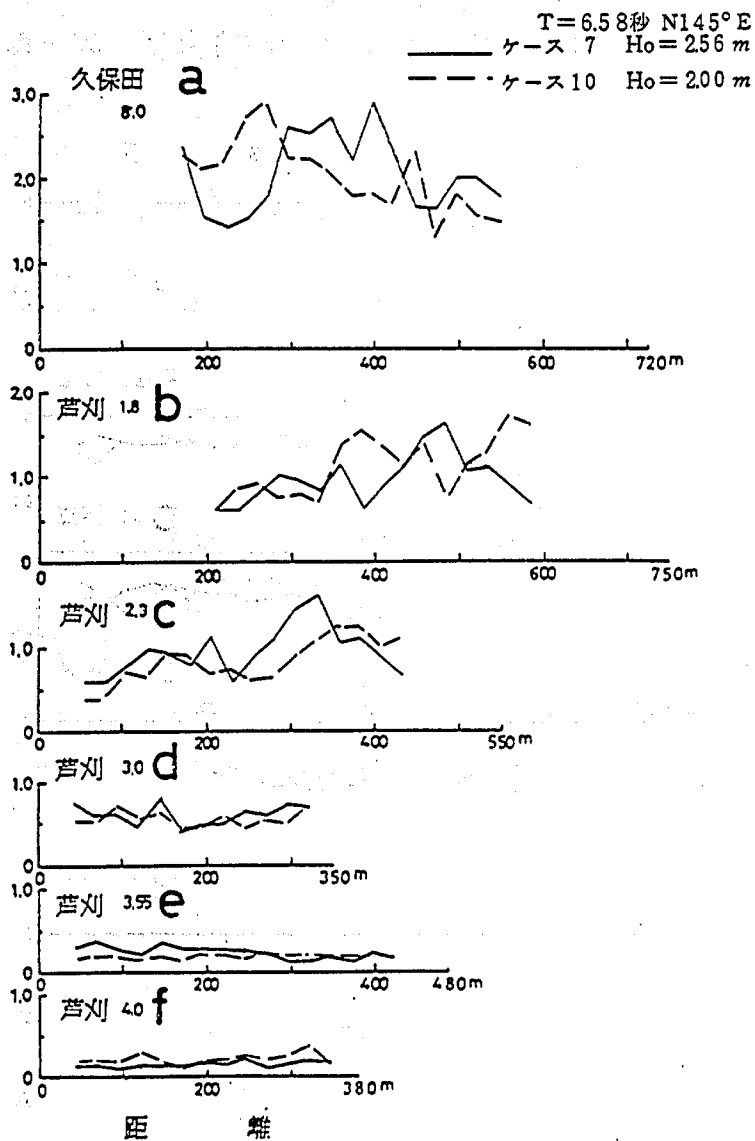


図-21 入射波高の違いによる波高分布の比較
(ケース7とケース10)

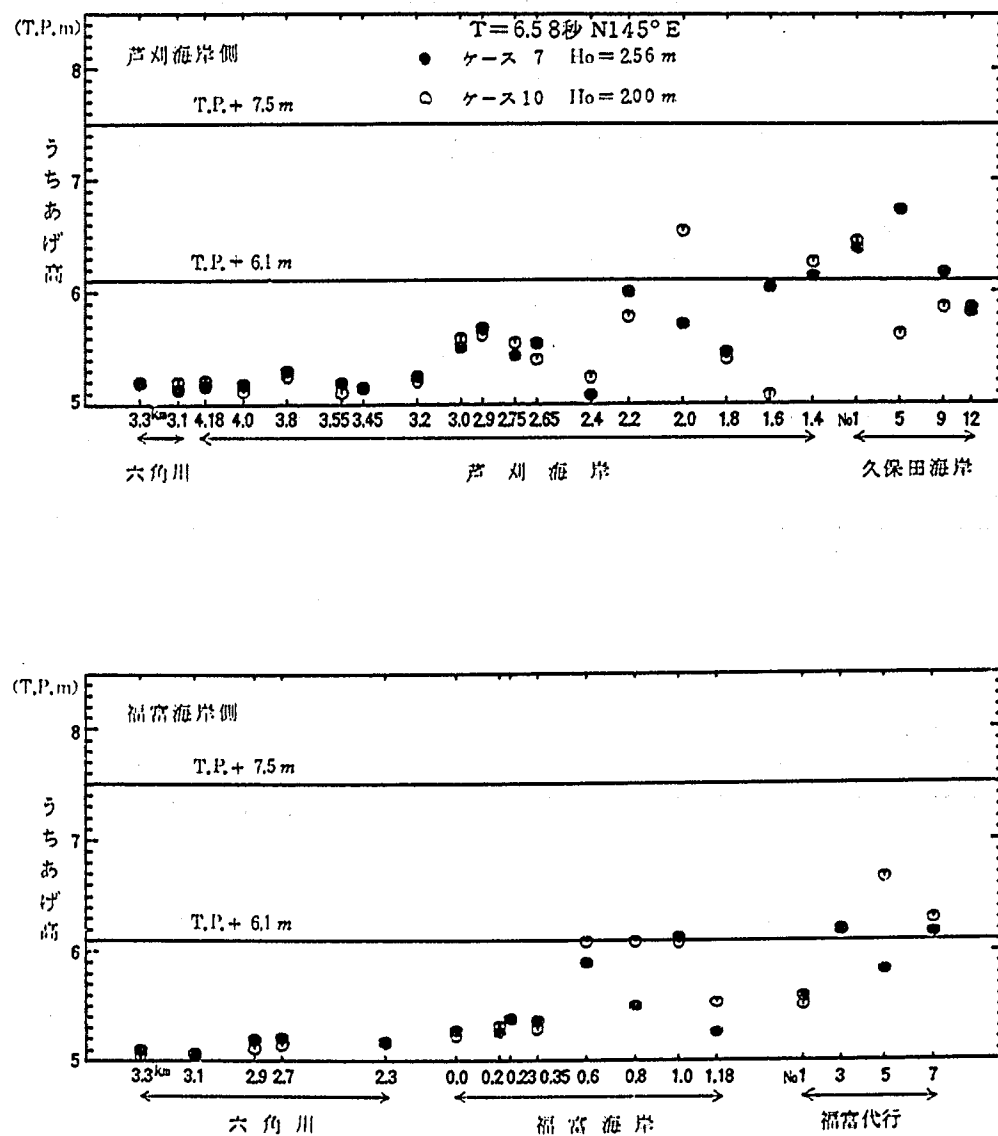


図-22 入射波高の違いによるうちあげ高の比較
(ケース7とケース10)

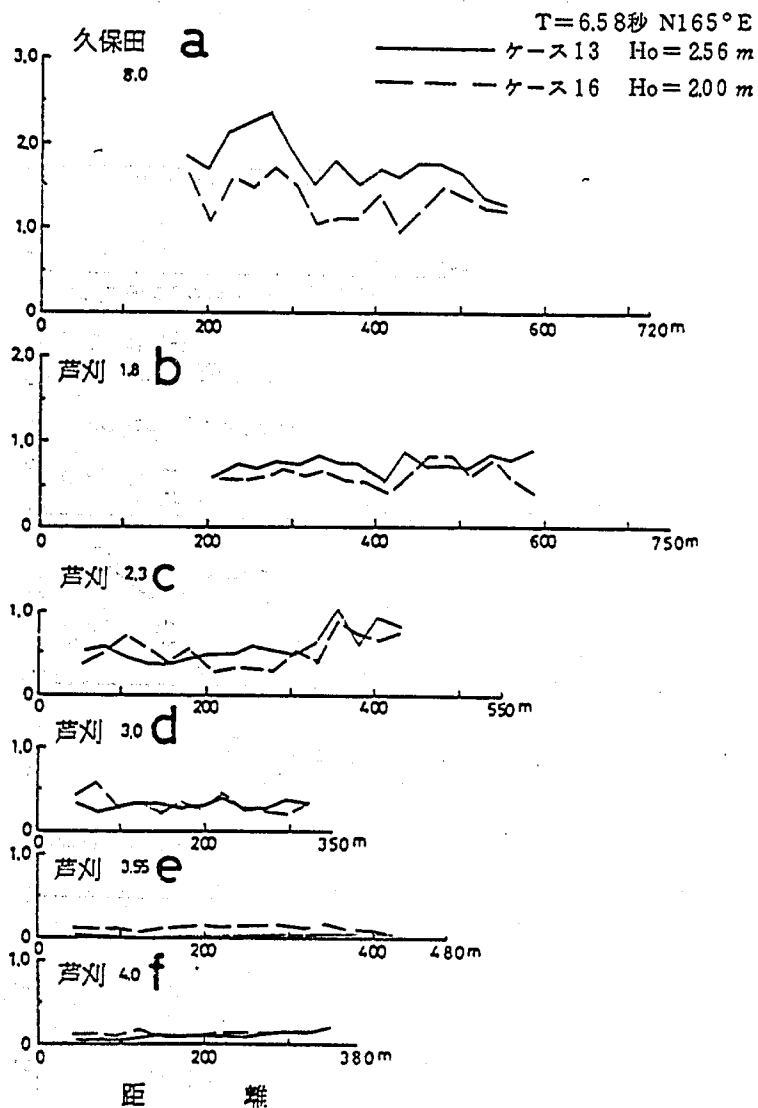


図-23 入射波高の違いによる波高分布の比較
(ケース13とケース16)

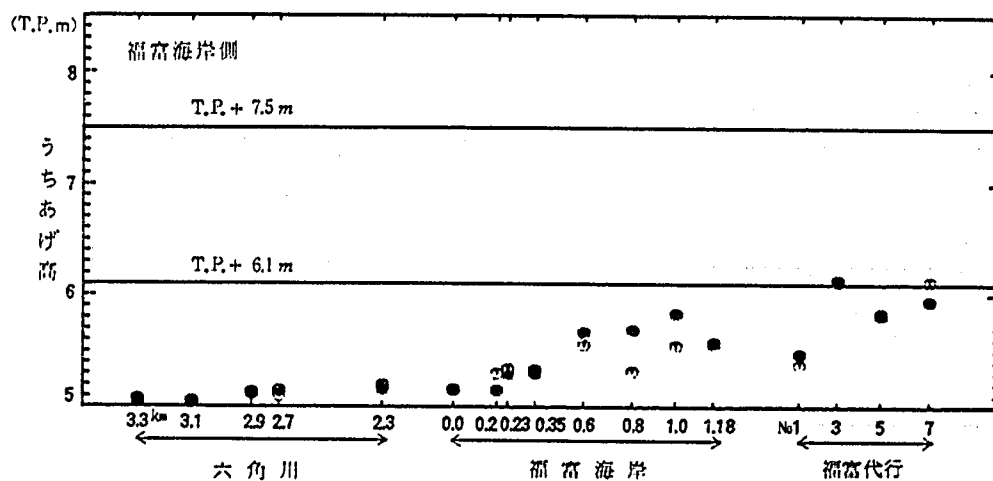
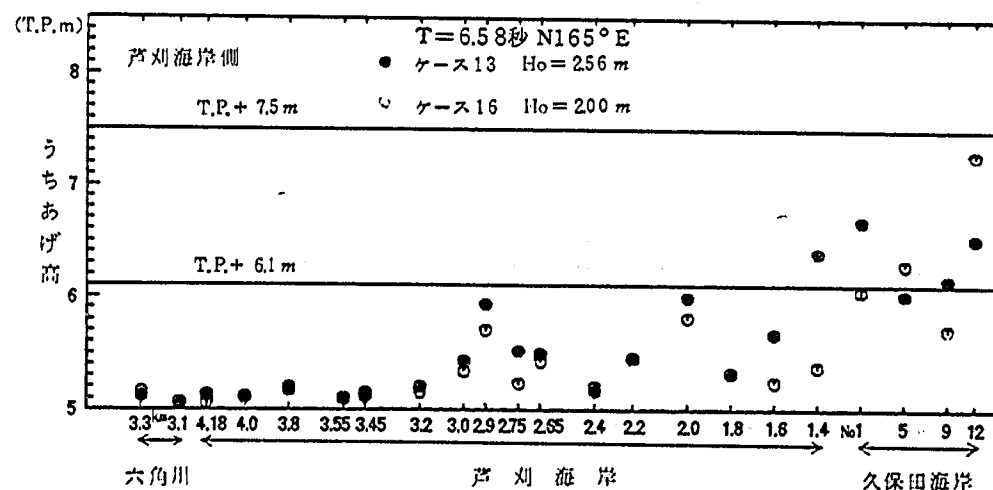


図-24 入射波高の違いによるうちあげ高の比較
(ケース13とケース16)

6.3 入射波周期の影響

波の屈折による変形は一般にスネルの法則によって表わされ、これは基準となる位置での波速 c_0 、波の入射角 α_0 、波数 k_0 とすると、ある点での波速 c 、入射角 α 、波数 k との間の関係を表わすもので次のようになる。

$$\frac{\sin \alpha}{c} = \frac{\sin \alpha_0}{c_0} \quad (16)$$

または $k \sin \alpha = K = k_0 \sin \alpha_0$

すなわち波速 c が小さくなれば入射角は小さくなることを表わしている。

ここでは海底地形が両岸で浅く、中央部で深くなっており、このような地形での波の屈折は模式的には次のようになる。平面的に x 軸と y 軸をとり、図-25に示すように x 方向には水深が変化し、 y 方向には一様な場合に、斜めに波が入射する場合を考える。この場合の波数、すなわち波長の逆数は図に示すように、水深の浅い場所では大きく、深い場所では小さい。この波数の最小値を k_{min} とする。入射波が波数 k_0 、入射角 α_0 で進入する場合に $K = k_0 \sin \alpha_0 = K_2 < k_{min}$ の場合には、図-25に示すようにまず浅い部分に向って屈折し、最深部を通過すると、逆に対岸の浅い部分に向って屈折する。一方 $K = K_1$ が k_{min} より大き

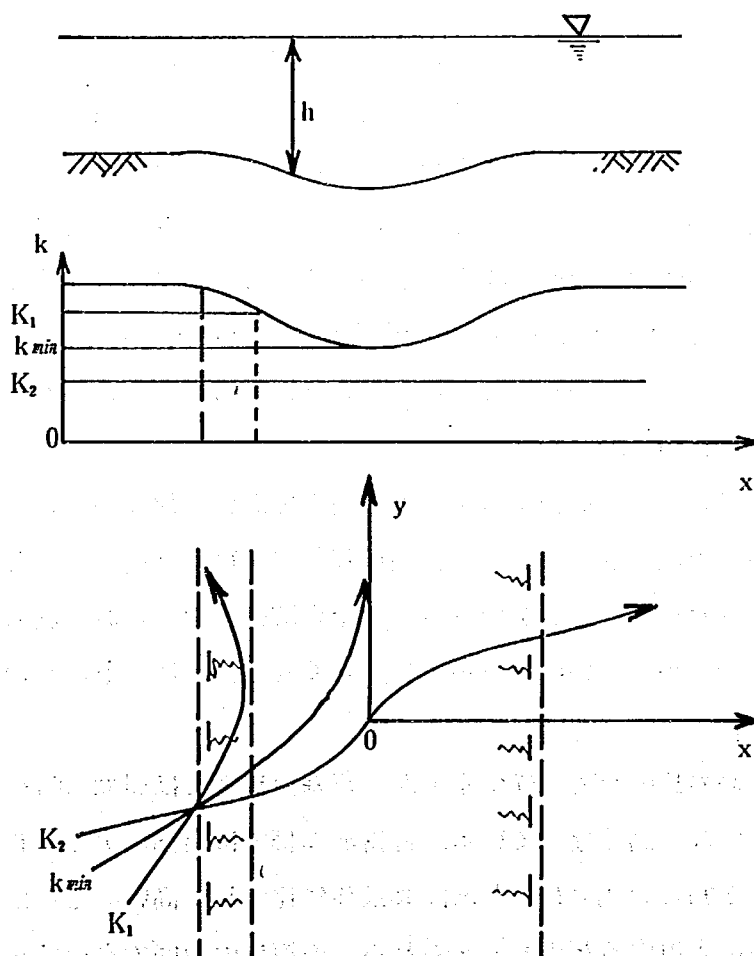


図-25 みお筋がある場合の屈折

い場合、すなわち波数が大きい、入射角が大きい場合には波数が K_1 より小さい場所には式(16)の関係から波は入射せずに、深い部分に向う波は $k = K_1$ の位置で逆に浅い部分に向うようになる。したがってこの場合には対岸には到達しない。また $K = k_{\min}$ の条件で入射する波については深い部分に沿って進むことになる。これらの変化は波数および波の入射角によってその特性が変化し、波数は水深と周期の関数であるために、当然周期の変化に伴って屈折状況が異なることになる。

海岸に米襲する波は屈折するために、入射波の周期が変化すると波速が変化し屈折状況が異なる。周期の長い波ほど屈折しやすい。また、反射波が重なり波高分布が変動する場合に、波高やうちあげ高が極大値をとる間隔が波長に関係しており、当然周期の影響をうける。したがって波のうちあげ高の極大となる位置が周期によって異なる。波のうちあげ高については、他の条件が同じであれば周期が長いほど波のうちあげは高くなる。

実験条件として波向および波高を同一条件として周期を $T = 6.0 \text{ sec}$, 6.58 sec , 7.0 sec の三種類に変えており、これら三種類の周期について比較を行った。入射波高が 2.56 m と 2.00 m の違いは波向 155° および 165° の場合にはあまりないために波向が 145° の場合のみ波高を変えた場合について検討した。

入射波向を 155° 、波高を 2.56 m とし周期を変えた場合の横断方向の波高分布についての比較を図-26に、またうちあげ高の比較を図-27に示す。波高分布の変動状況は、周期が異なっても大きな違いは生じていない。特に断面aではまだ屈折が始まったばかりであり、入射波向の違いによる波高分布の差異は表われにくい。波が進行するにしたがって違いが生じ始める。一般に周期が長いほど屈折しやすいために、波高の変動が大きくなるのではないかと考えられるが、その傾向が断面aでうかがわれる。各周期ごとの波高分布はほぼ似ているが、周期 6.0 sec の場合に断面bにおいて芦刈海岸側で波高が大きくなっており、周期 7.0 sec および 6.58 sec の場合と少し異なっている。これは福富海岸や久保田海岸に屈折しない成分が残ったとも考えられる。

入射した波は浅い場所で碎波するが、同じ波高であれば周期の短いほど碎波しやすい。したがって六角川の上流へ進入する波の波高は周期の長いほど高くなると考えられるが、図-26からもこのような傾向がうかがわれる。また堤防に入射した波が反射する場合においても、周期が短く波形勾配が大きいほど反射率は小さくなるために、上流への向う波エネルギーは少ないと考えられる。

波のうちあげ高の比較を図-27に示すが、芦刈海岸側では周期 7.0 sec の場合の変動が大きく、またうちあげ高も高くなっている。福富海岸側では周期による分布形状の変化はあまりないが、周期が 7.0 sec の場合にうちあげ高は他に比較して高い。これは周期の長い波ほど屈折して福富海岸に入射するためと考えられる。両海岸の中間で水深は深くなっているために、芦刈海岸に向う波は複雑な屈折をし、周期の違いによってその状況が変化する一方、福富海岸に向う波は、浅い部分を屈折した波が入射するために周期が変化すると波高も系統的な変化を示すと考えられる。

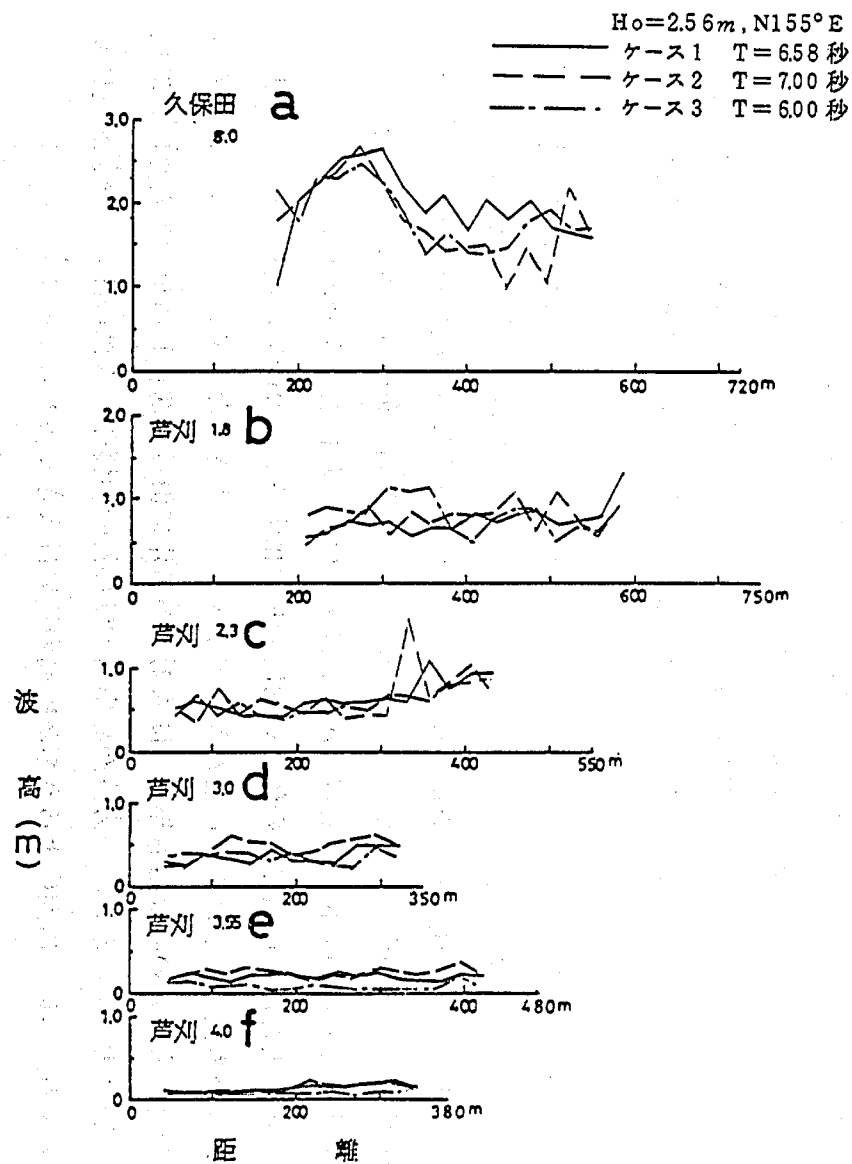


図-26 周期の違いによる波高分布の比較
(ケース1, ケース2, ケース3)

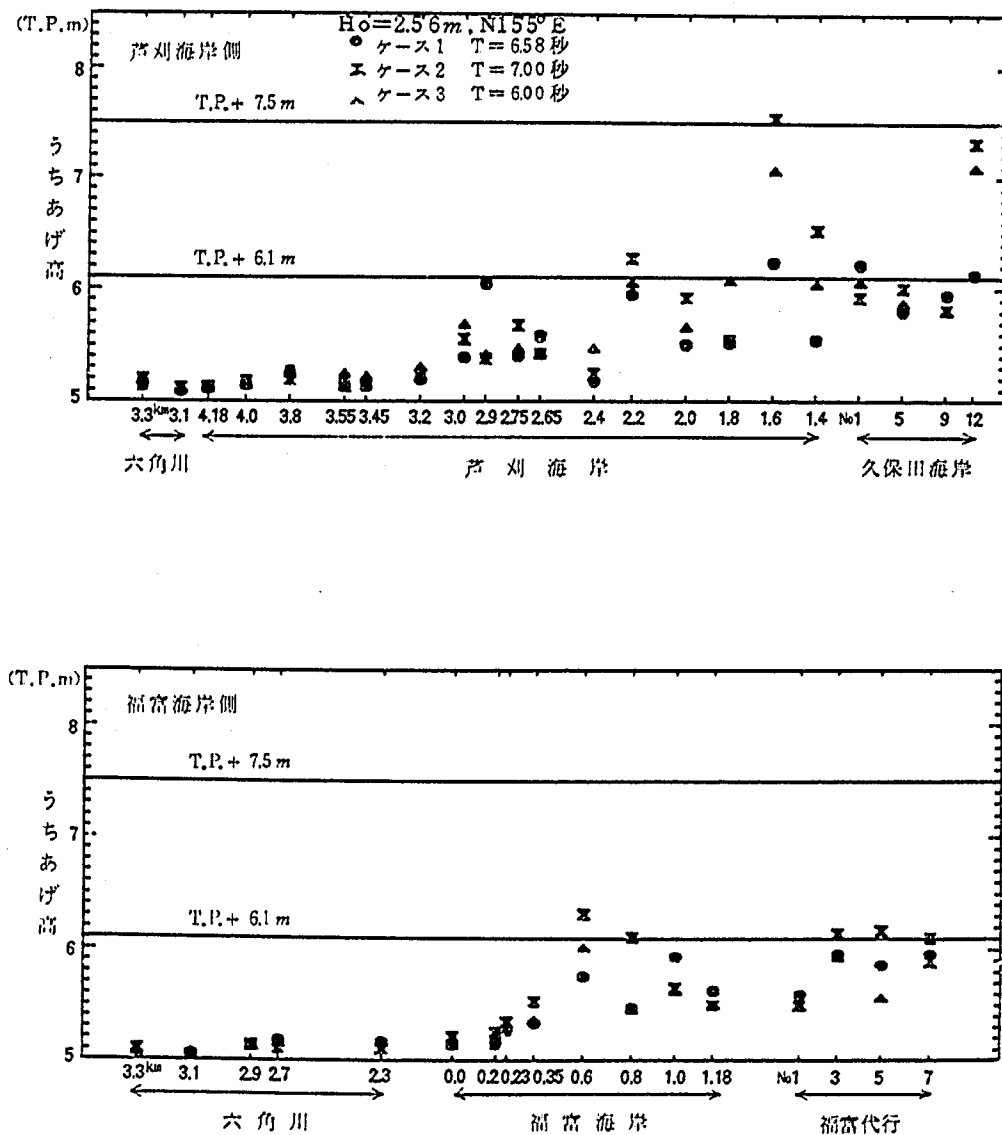


図-27 周期の違いによるうちあげ高の比較
(ケース1, ケース2, ケース3)

入射波の波向が 145° で波高が 2.56 m の場合の、周期の変化に伴う横断波高分布とうちあげ高の比較を図-28と図-29に示す。波高の横断分布は入射波の周期によって大きく異なっている。断面 a では分布形状に類似性があるが、断面 b 、 c と進むにつれて変化し、断面 b では周期 7.0 sec の場合には中央部で、また周期 6.58 sec の場合に福富海岸側でそれぞれ波高が高くなっている。また断面 c においても周期 7.0 sec では芦刈海岸側で、 6.58 sec では中央部で、周期 6.0 sec では福富海岸側で波高は高くなっている。また周期の長いほど奥での波高は高くなっており、周期が短いほど碎波などの影響で波高が減衰していると考えられる。

波のうちあげ高については、周期 7.0 sec の場合に、波高分布に対応して芦刈海岸の 2.0 km および 2.2 km 地点においてうちあげ高が高くなっている。また福富海岸側では、周期 7.0 sec の場合が他の周期の場合に比較して全般的にうちあげ高が高くなっている。これらの特性は入射角が 155° の場合とほぼ同様である。

入射波の波向が 145° で波高が 2.0 m の場合の、周期の違いによる波高およびうちあげ高の違いを図-30と図-31に示す。波高分布については断面 a 、 b 、 c まではほぼ同じ特性をもっており、入射波高が 2.56 m の場合と異なり、周期による違いは表われていない。周期が短いほど変動が小さいようであるが明確ではない。波のうちあげ高については、波高の変化があまりないために、当然うちあげ高も周期による変化は明瞭に表われていない。いく分違いはあるものの大きな違いはなく、入射波高が 2.56 m の場合と異なる。したがってさきに述べた入射波高 2.56 m の場合の周期による波高やうちあげ高の分布の違いは、屈折特性が変化したためというよりは碎波条件が周期の違いによって変化したために生じたものと考えられる。

入射波の波向が 165° 、波高が 2.56 m の場合の波高およびうちあげ高の周期による違いを図-32と図-33に示す。各断面の波高分布を比較すると、例えば断面 a で中央部の波高が低く、両側が高いという傾向はいずれの周期の場合も生じており、周期による波高分布の変化は大きく表われていない。細かく見ると違っている部分もあるが、波高の極大となる位置がずれる程度である。

波のうちあげ高についても波高分布と同様に、周期による違いはあまり表われていない。

入射波の周期が異なる場合の、波高やうちあげ高分布の違いは、屈折状況が異なるために生じる変化と、碎波特性が異なるために生じる変化に分けられる。波高の小さい場合の状況から判断すると周期が変化するため屈折状況が変化し、波高分布やうちあげに影響を与える場合よりも碎波特性の変化による場合が影響は大きい。これは特に芦刈海岸側に表われ、うちあげ高が極大となる位置やその値が周期により変化する。一般的には周期 7.0 sec の場合がうちあげ高も高く、また上流に進む波のエネルギーも大きくなっている。また波高やうちあげの変動幅も大きい。福富海岸側では入射波が海岸に沿って進行し屈折するために、周期による違いは大きくはない。一方芦刈海岸側では碎波の影響や、水深の深い部分を通過して波が進入するために、周期によるうちあげ高の違いは大きく表われている。

波 高 (E)

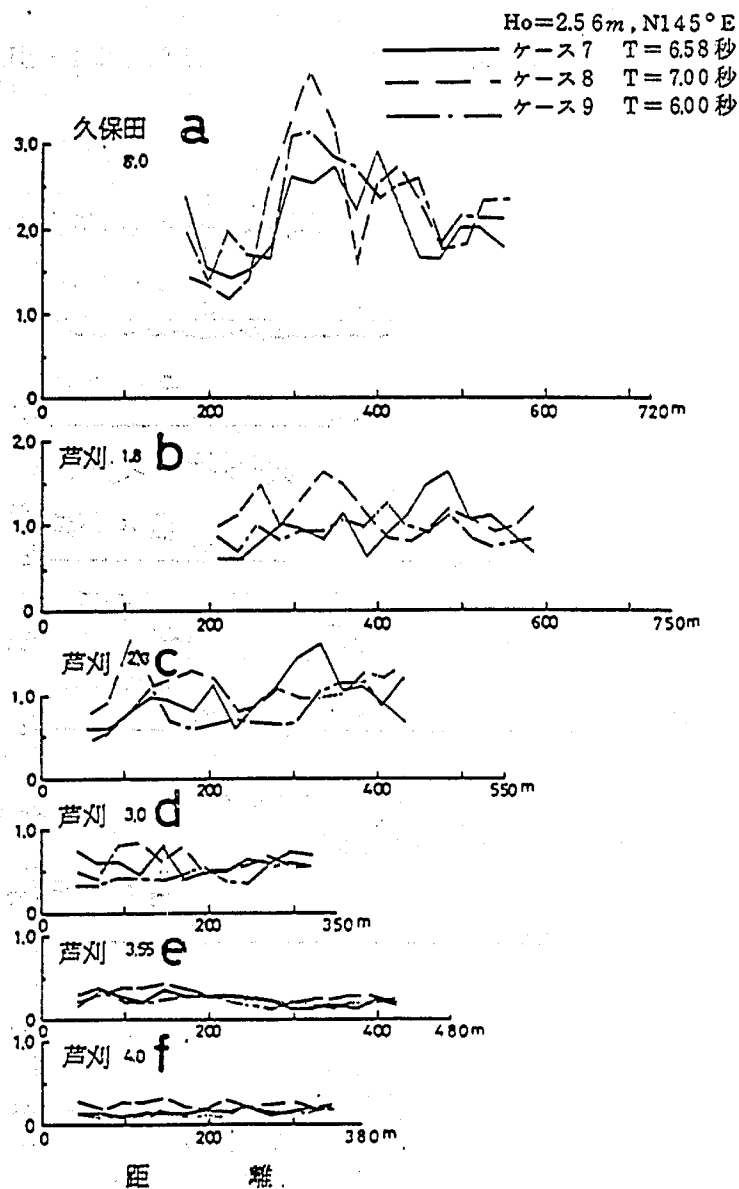


図-28 周期の違いによる波高分布の比較
(ケース7, ケース8, ケース9)

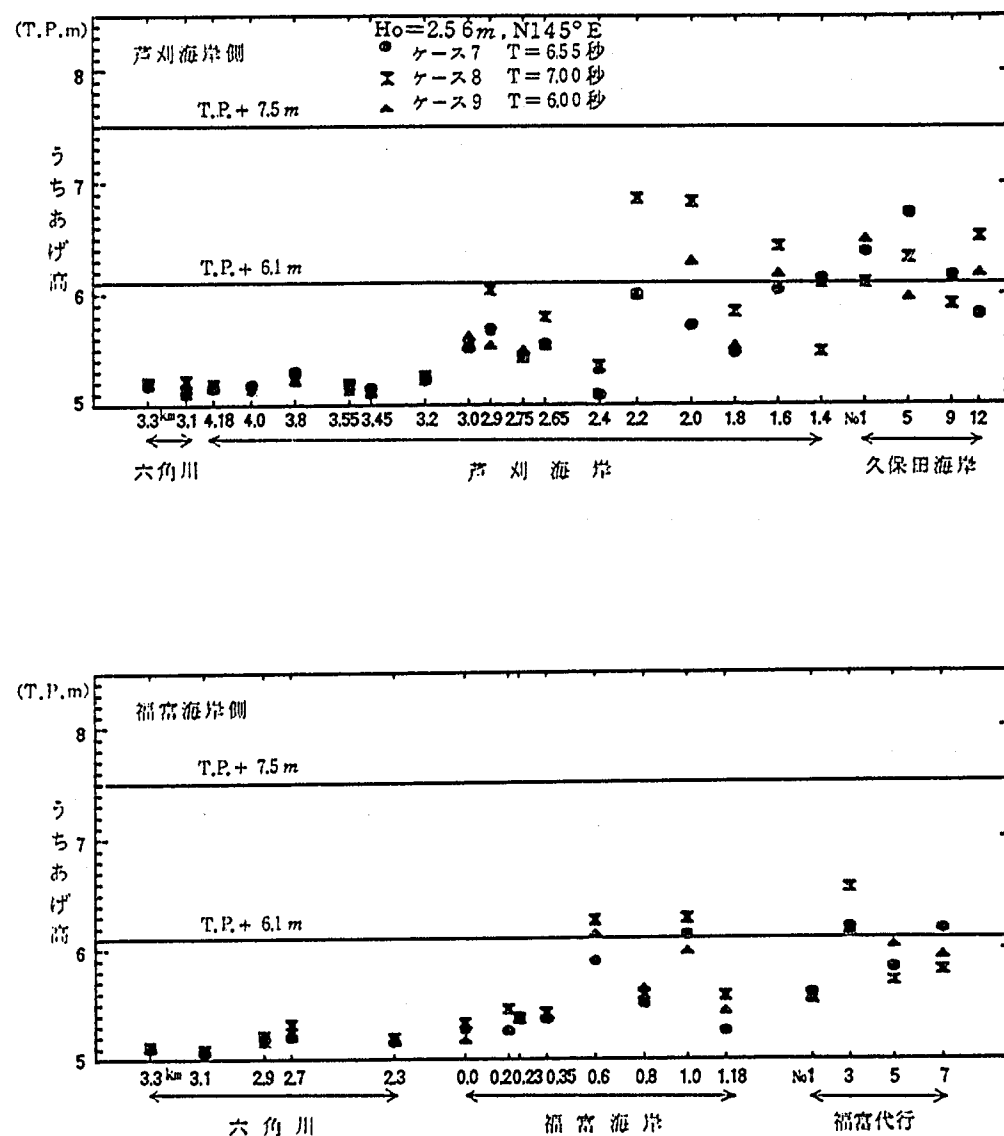


図-29 周期の違いによるうちあげ高の比較
(ケース7, ケース8, ケース9)

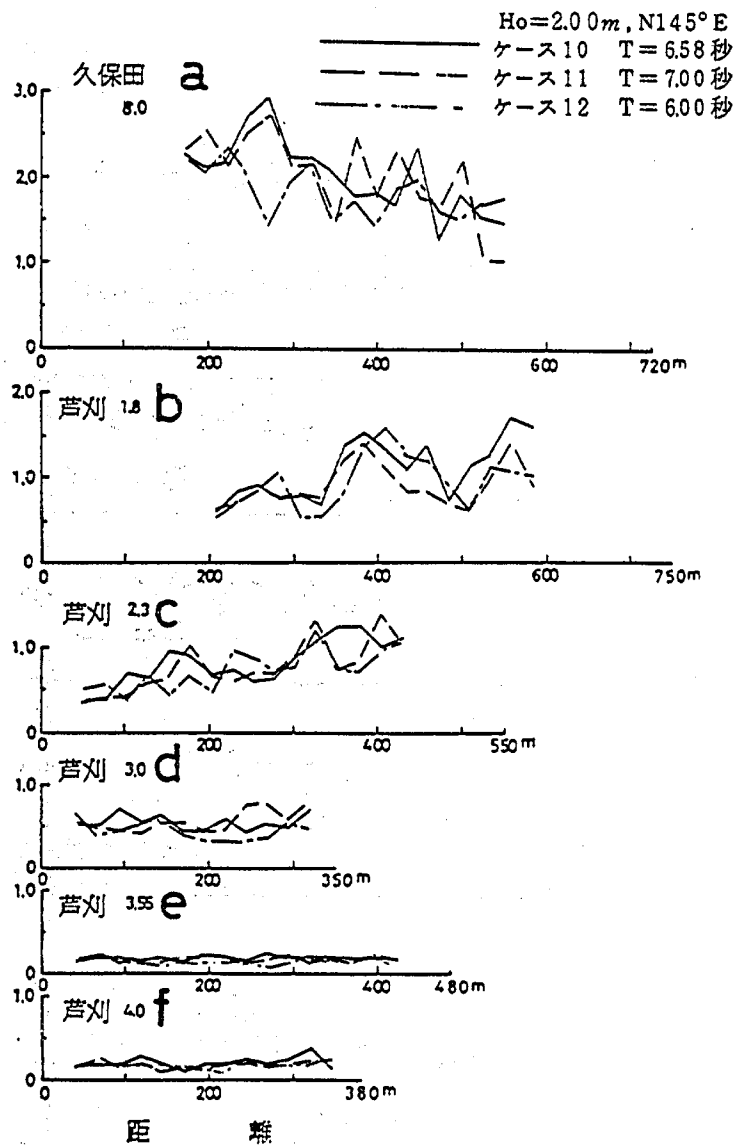


図-30 周期の違いによる波高分布の比較
(ケース10, ケース11, ケース12)

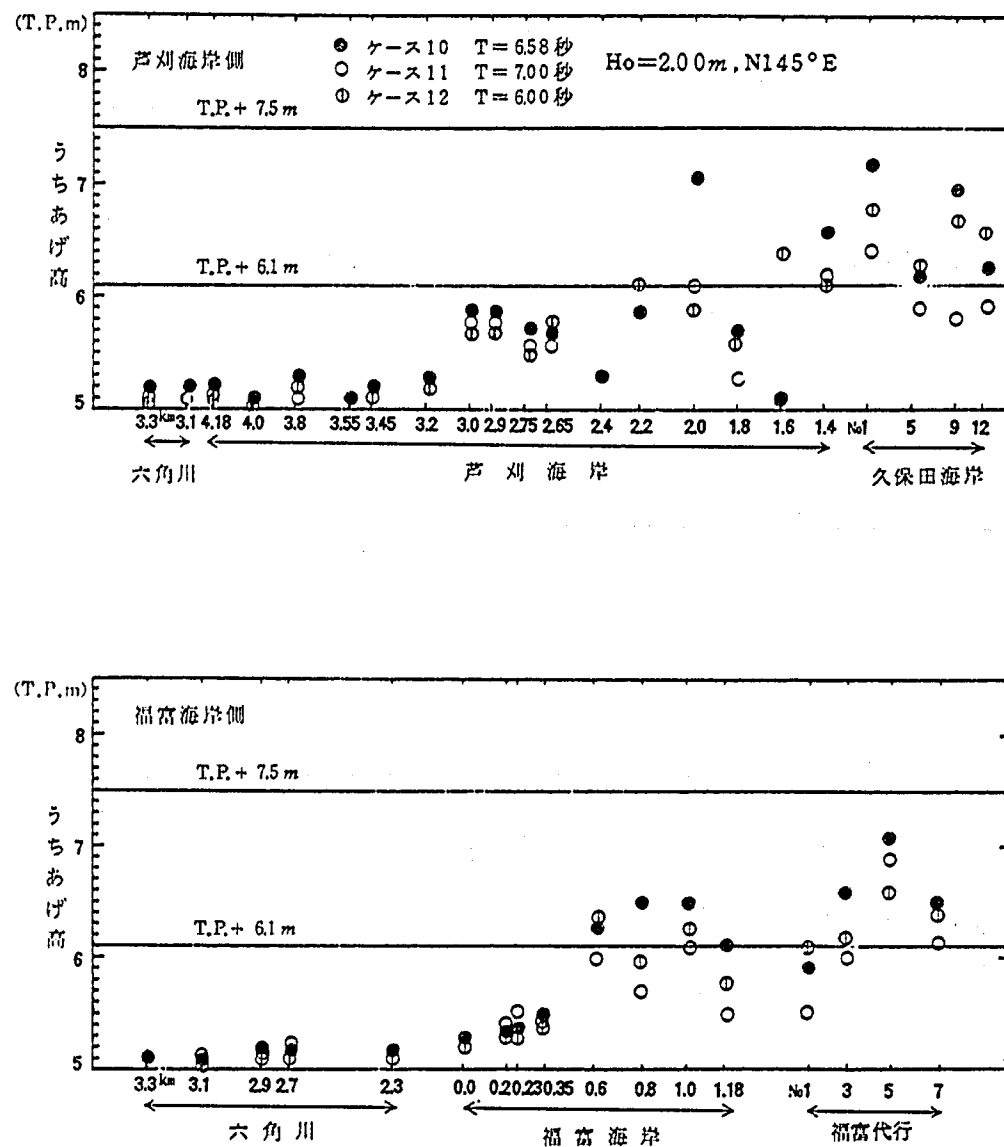


図-31 周期の違いによるうちあげ高の比較
(ケース10, ケース11, ケース12)

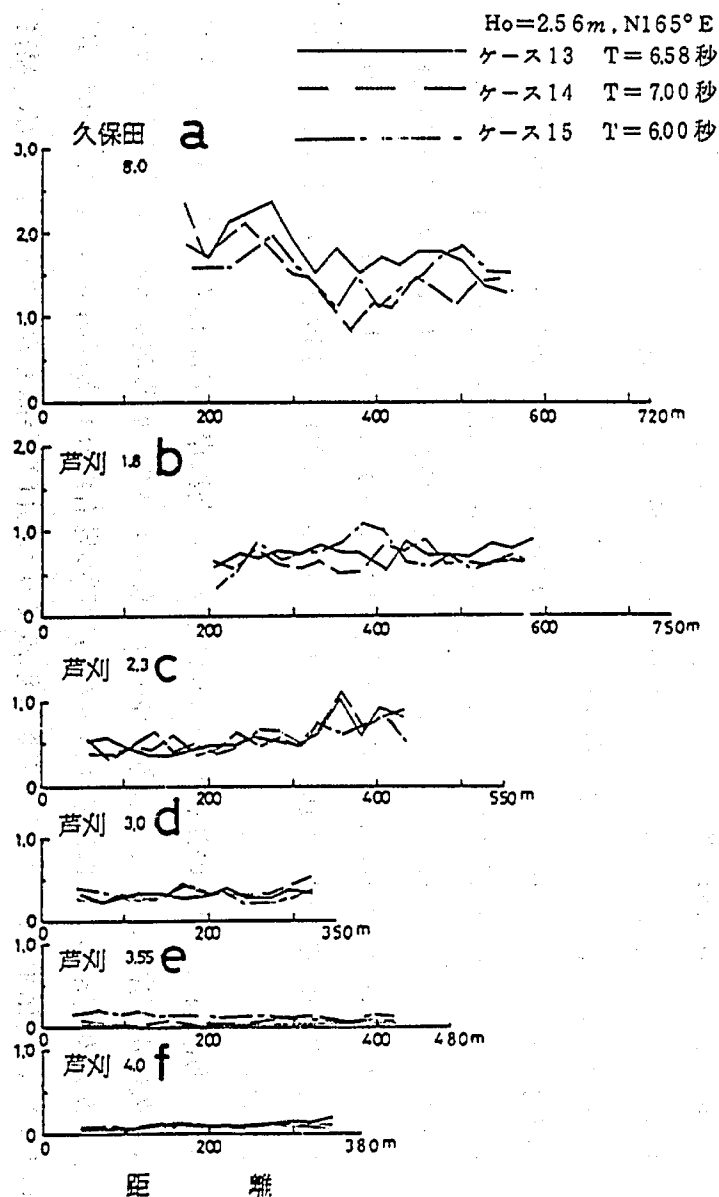


図-32 周期の違いによる波高分布の比較
(ケース13, ケース14, ケース15)

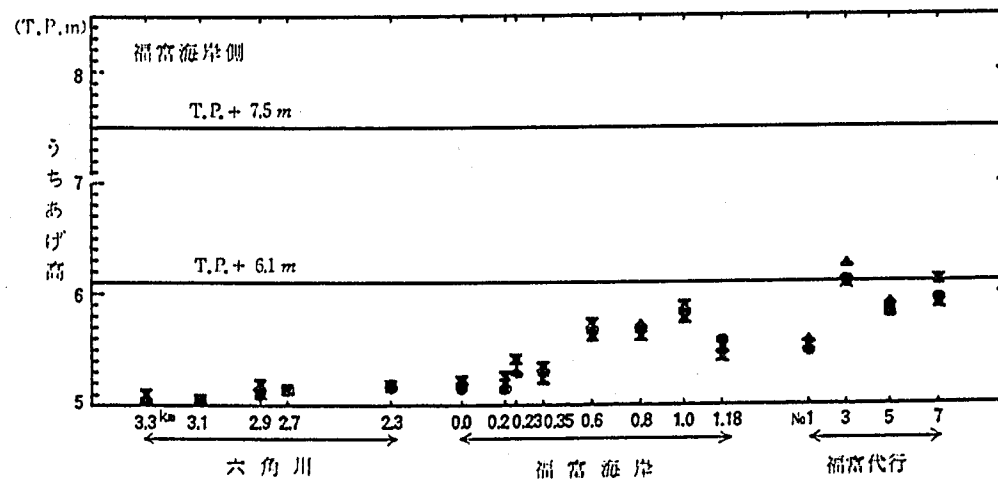
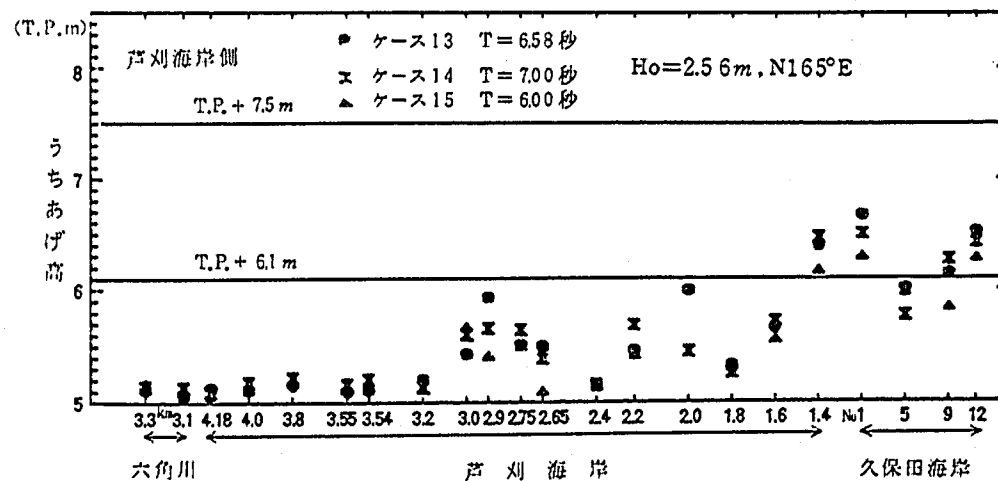


図-33 周期の違いによるうちあげ高の比較
(ケース13, ケース14, ケース15)

6.4 入射波波向の影響

波向は周期とともに波の屈折や碎波状況に変化を与えるために、波高およびうちあげ高に影響を与える。特に波の集中する地点が波向によって異なると考えられる。波向の変化による屈折の変化は、さきの図-25に示されている。これらの図において、周期または波数が同じであっても $K = k \sin \alpha$ であり、入射角 α が変化すれば当然 K の値が変化する。したがって対岸まで到達する場合もあれば、一方の岸に沿って進む場合もある。

入射波の波高が 2.00 m 、周期 6.58 sec の場合の横断方向の波高分布およびうちあげ高の分布を比較したのが図-34と図-35である。これによって、碎波の影響があまりない場合の状況を把握することができよう。まず横断方向の波高分布を見て気付くのは、入射角が 145° の場合に波高が高く、入射角が 155° 、 165° と変化するにしたがって低くなることである。最も波の進入しやすい方向は 145° よりさらに東によった 130° の方向であり、ここで検討した条件ではいずれもみな筋に対して福富海岸側から斜めに入射することになる。したがって入射角が傾くほど波高は小さくなる。

屈折がない場合に、図-36に示すように単純に波向が斜めの場合について波高がどのようになるかを調べてみると入射波の波高を H_1 、その幅を b_1 とするとある地点での波高 H はその地点の幅を b とするとき、エネルギーの連続から次のように表わされる。

$$\frac{H}{H_1} = \sqrt{\frac{b_1}{b}} \quad (17)$$

入射角を θ とすると $b_1 = b \cos \theta$ となり上式は次のようになる。

$$H / H_1 = \sqrt{\cos \theta} \quad (18)$$

各入射角についてこれらの値を計算すると表-7のようになり、入射角が 10° 異なるごとに波高は約 10% 小さくなる。図-34によれば断面 a では波高はこれ以上小さくなっており、この他に屈折等の影響もあると考えられる。

入射波向の違いによる波高分布の違いは、波高の値そのものが異なっている他に分布形状も異なっている。入射波向が 145° の場合には断面 a では芦刈海岸側が高く、 165° の場合には波高変化が小さくなっている。この断面では両岸近くの波高を測定していないために明瞭ではないが、入射角が 145° の場合には中央部を進入する波があるが、 165° の場合には芦刈海岸および福富海岸の両岸に向って屈折したと考えられる。入射角が 155° と 165° の違いはあまり大きくない。

波のうちあげ高についての比較を図-35に示す。芦刈海岸側では 155° および 165° の入射角の場合に久保田海岸の $\#12$ でうちあげ高が高くなっており、直接波が入射したのと考えられる。また芦刈海岸の 2.0 km 地点では入射角 145° の場合がうちあげ高が高く、入射角が 165° から 145° に変化するにしたがって奥の地点でうちあげ高が高くなっている。一方、福富海岸側では入射角が 145° の場合が全体的に高く、特に福富海岸の $0.6 \sim 1.0\text{ km}$ では他に比較して高い。また入射角が 165° と 155° の場合の違いはあまりない。

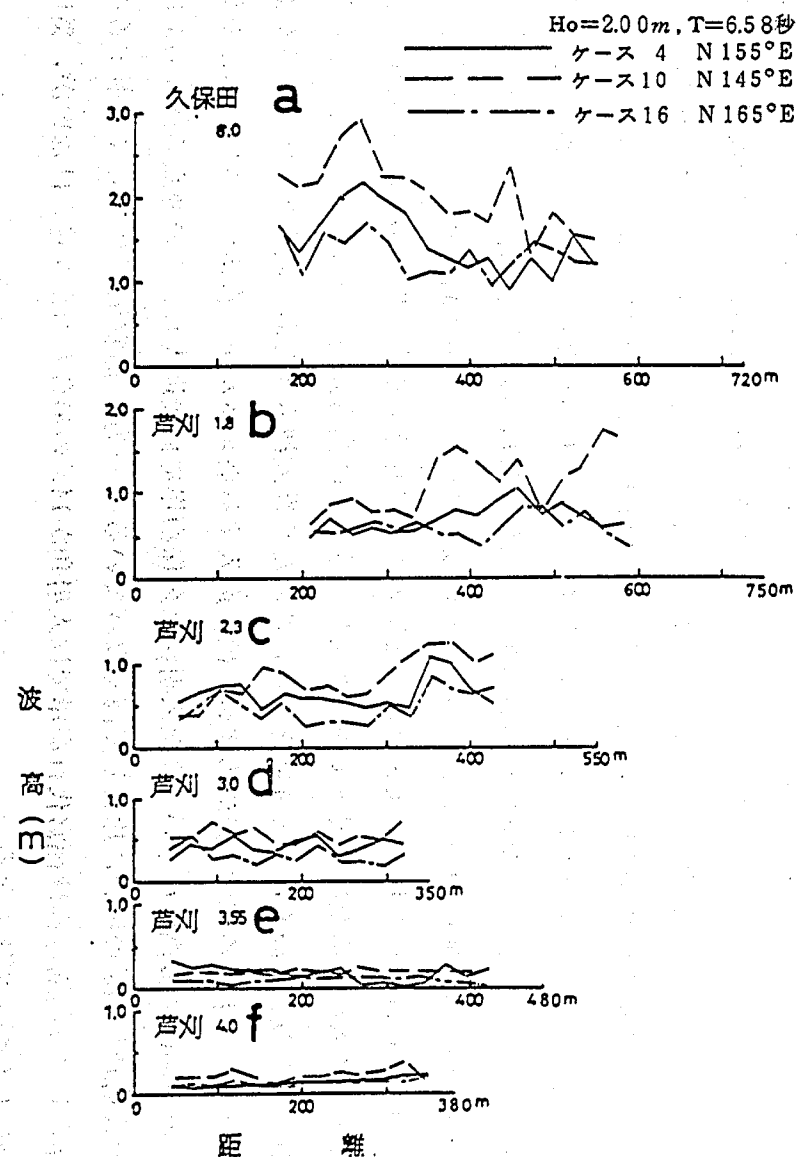


図-34 波向の違いによる波高分布の比較
(ケース4, ケース10, ケース16)

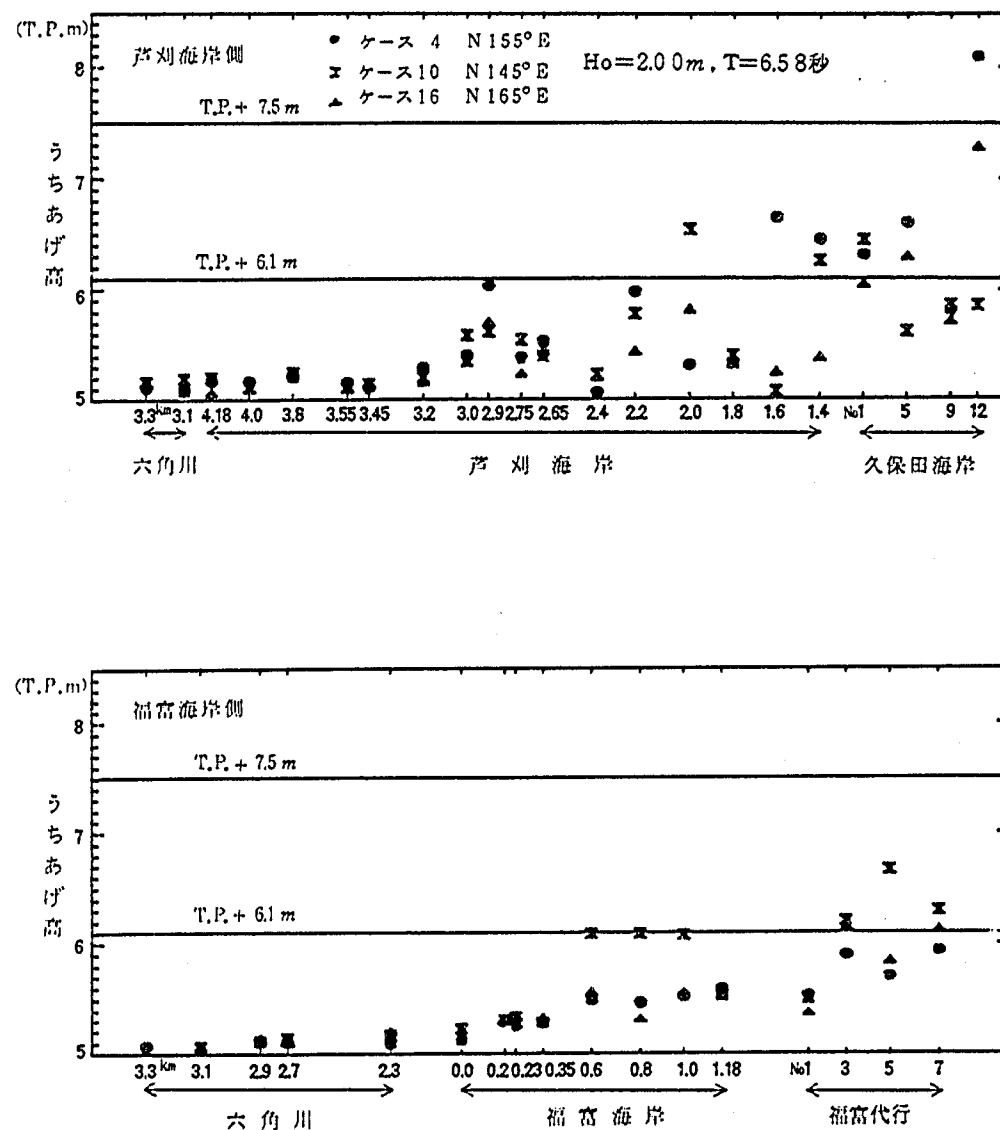


図-35 波向の違いによるうちあげ高の比較
(ケース4, ケース10, ケース16)

表-7 入射波向と波高比の関係

入 射 波 向	横 断 幅	直角入射に対する傾き	波 高 比
130°	550 m	0°	1.00
145°	480 m	15°	0.935
155°	400 m	25°	0.85
165°	300 m	35°	0.74

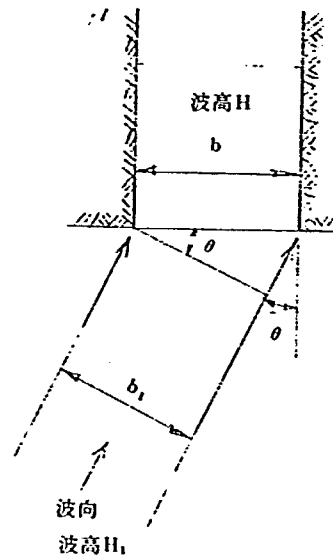


図-36 斜め入射の場合

入射波の波高が 256m，周期が 6.58sec の場合の波向変化による波高およびうちあげ高の分布の違いを図-37 と図-38 に示す。波高については全体としては入射波高が 2.0 m の場合と同様に入射角が 145° の場合が高くなっている。しかし断面 a においては芦刈海岸側で入射角が 145° の場合の波高が低くなっており，これは碎波の影響によるものと考えられる。他の断面においては入射角が 145° の場合が高く，入射角 155° と 165° の違いはあまりない。

芦刈海岸側においては 145° から入射する場合にもあまり高くならず，むしろ奥では低くなる傾向を示す。これは断面 a で芦刈海岸側の波高が入射角 145° の場合に低いことに対応している。福富海岸側については入射角が 145° の場合に少しうちあげ高が高くなっている。

入射波の波向の影響についてまとめると次のようになる。まず入射角が 145° の場合ほど海岸に平行に入射するために奥まで波は進入し，うちあげ高も波高も一般に高くなる。しかし，入射波高があまり高くなると碎波を生じ，このため進入波もうちあげ高も低下する場合がある。斜めに入射する 155° と 165° の場合には，進入する波エネルギー自体が小さいために全体的にうちあげや波高は小さい。また入射波は久保海岸に直接進入し，この地点ではうちあげ高は入射角が 145° の場合に比較して高くなっている。一方，福富海岸に沿って入射する波も存在し，うちあげ高は福富代行海岸では入射角が 145° の場合とあまり違いはないが，奥に進むにしたがって低くなる。

波 高 (E)

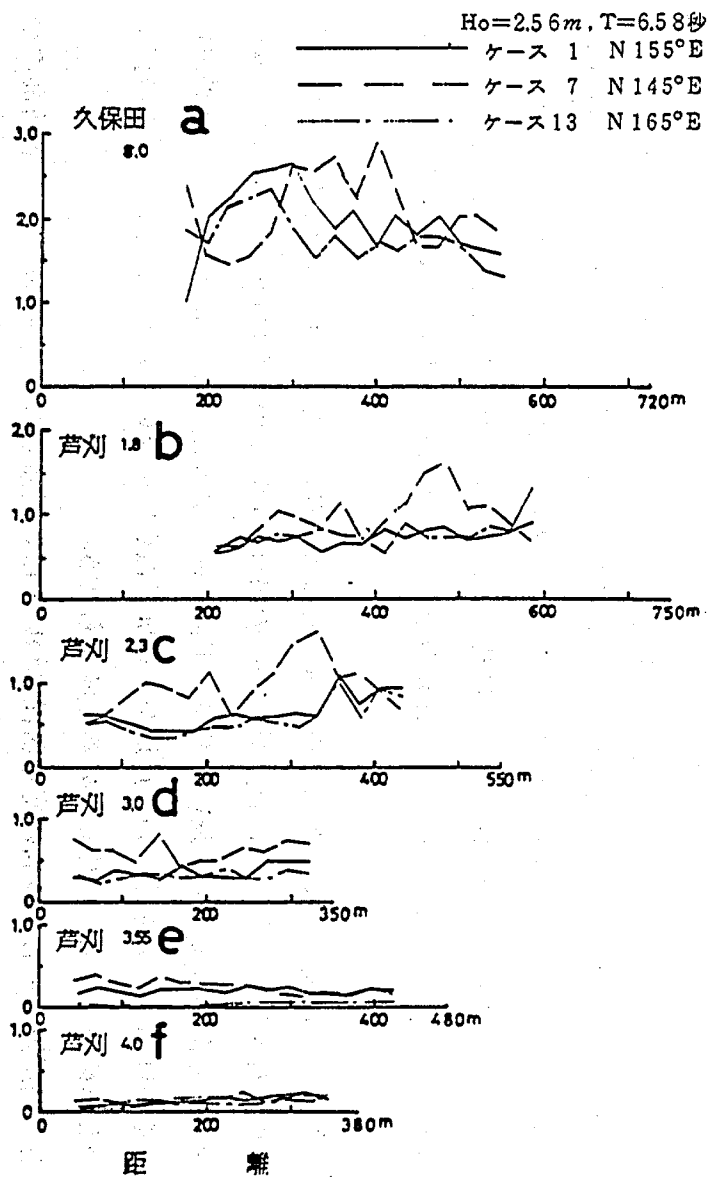


図-37 波高の違いによるうちあげ高の比較
(ケース1, ケース7, ケース13)

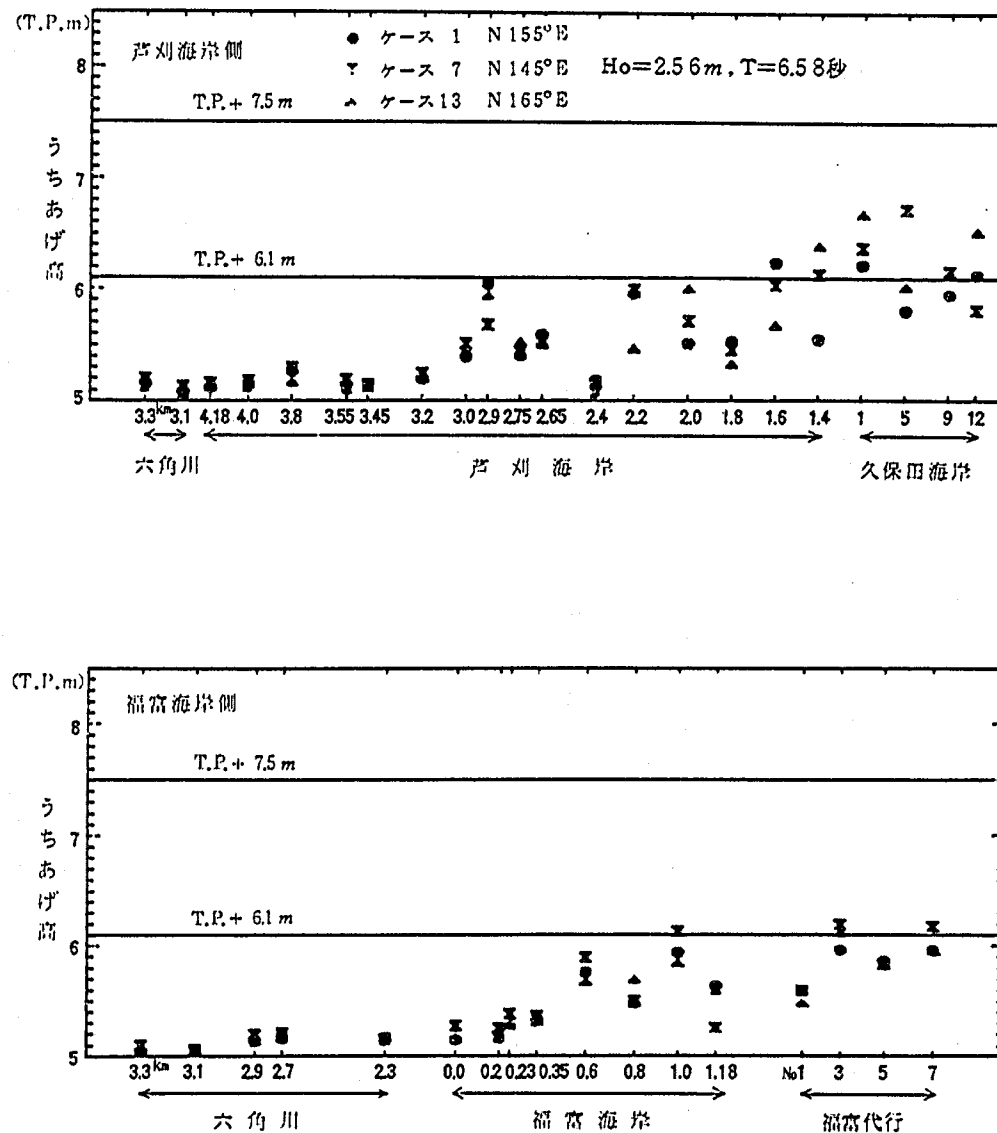


図-38 波向の違いによるうちあげ高の比較
(ケース1, ケース7, ケース13)

6.5 波の減衰

海岸に入射する波は、屈折、反射、砕波などによって変形するが、波のエネルギーは種々の機構で変化し、六角川への進入波は小さくなる。エネルギーの変化は、海底の摩擦や砕波による減衰、堤防等での反射による沖への移行、うちあげに際しての斜面の摩擦や砕波による減衰などによって生じると考えられる。

砕波によるエネルギーの減衰は水深が浅く、波形勾配がきつい場合に生じる。したがって堤防の近くで波高が大きくなる場合に生じ、また周期が短いほど生じやすい。海底の摩擦は実物ではあまり大きくないが、模型では摩擦係数が大きいため波高の減衰を生じる。これは後述するように波長に比較して水深が浅いほど大きくなる。堤防によって反射した波が沖に向って進むために、六角川の上流に向って進む波のエネルギーは少なくなる。堤防の法線が屈曲しているために、このような機構による波高の変化も考えられる。堤防への波のうちあげや反射によるエネルギー損失は、堤防斜面での摩擦や砕波によって生じる。これは入射波の波向、波形勾配、のり先水深、堤防ののり勾配などによって変化し、波形勾配がきついほど、またのり勾配や緩いほど損失は大きくなる。一般には反射率として表わされている。以上の機構の他に、模型実験では非常に短周期の波が波の峰や堤防に沿って波が進む場合の堤防との接触面で生じており、周期の長い波から短い波へのエネルギーの移行もあると推定される。これは波形勾配がきついほど生じやすいと考えられる。

実験値にもとづいて波高の変化について調べてみる。波のエネルギーについて検討することも可能ではあるが、波の進行方向が明確でないことなどから、各波高測定断面の平均波高にもとづいて変化特性を調べた。図-39 から図-41 は、各波高測定断面 *a* から *f* までの間の断面平均波高の変化を示したものである。模型では 3 Km 進むと波高は約 $1/20$ 低下している。また低下の状況は距離に対して一様ではなく、地形の影響を受けていることを示している。断面 *b* (芦刈 1.8 Km) では幅が拡大しているために波高は低くなっており、これに反し断面 *c* (芦刈 2.2 Km) では逆に幅が縮小しているために波高の低下はあまりない。断面 *d* と *e* の間では芦刈 3 Km において幅が部分的にせまいために、それより上流へは波が進入しない。

海底の摩擦による減衰については、計算の結果によれば波高変化のほぼ 50 % を占めている。

入射波の周期が変化することによる波高の変化状況の違いを調べてみると、いずれの場合にも他の条件が同じであれば、周期が 7.0 sec の場合が 6.0 sec の場合に比較して、波高の減衰が少ない。したがって周期が長いほど奥まで波は進入することになる。しかし、これら周期による差異はあまり大きくない。周期が長いほど減衰は少ないということは、海底の摩擦よりもむしろ砕波や反射が関係していると考えられる。

入射波高が違う場合の波高の変化状況については、当然入射波高が高いほど、各断面の平均波高は高くなっているが、奥になるほど違いは少なくなり、断面 *f* (芦刈 4.0 Km) においてはほぼ同じ値となっている。このことは入射波高が低いほど、減衰は小さいことを表して

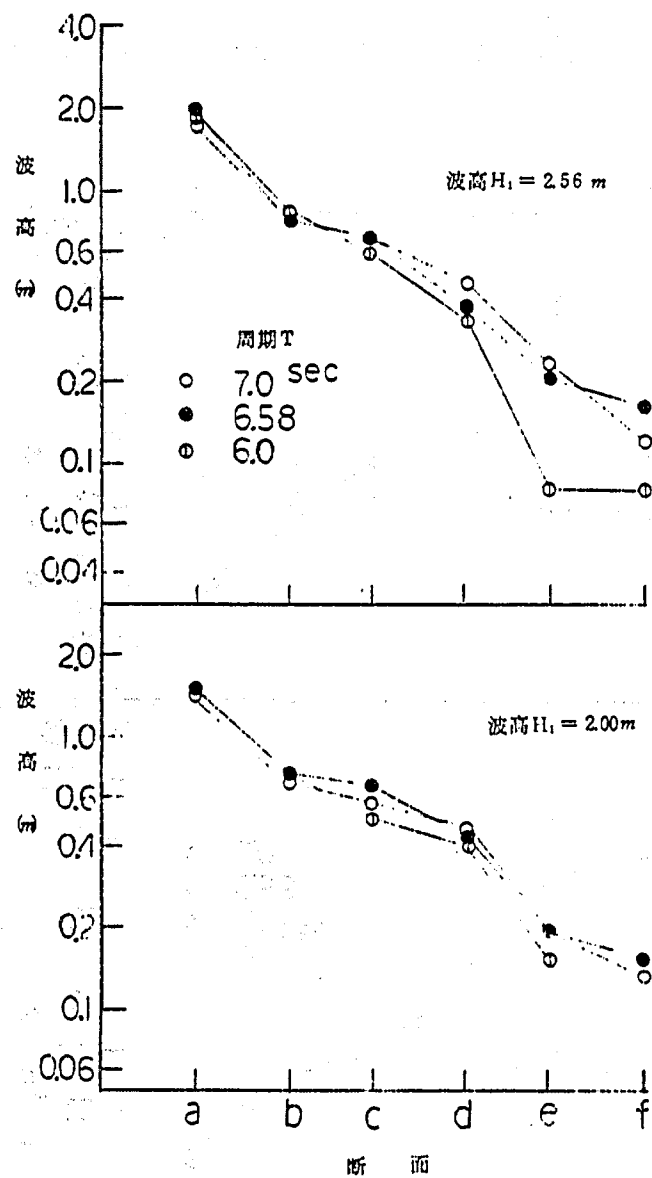


図-39 断面平均波高の変化 (波向 155°)

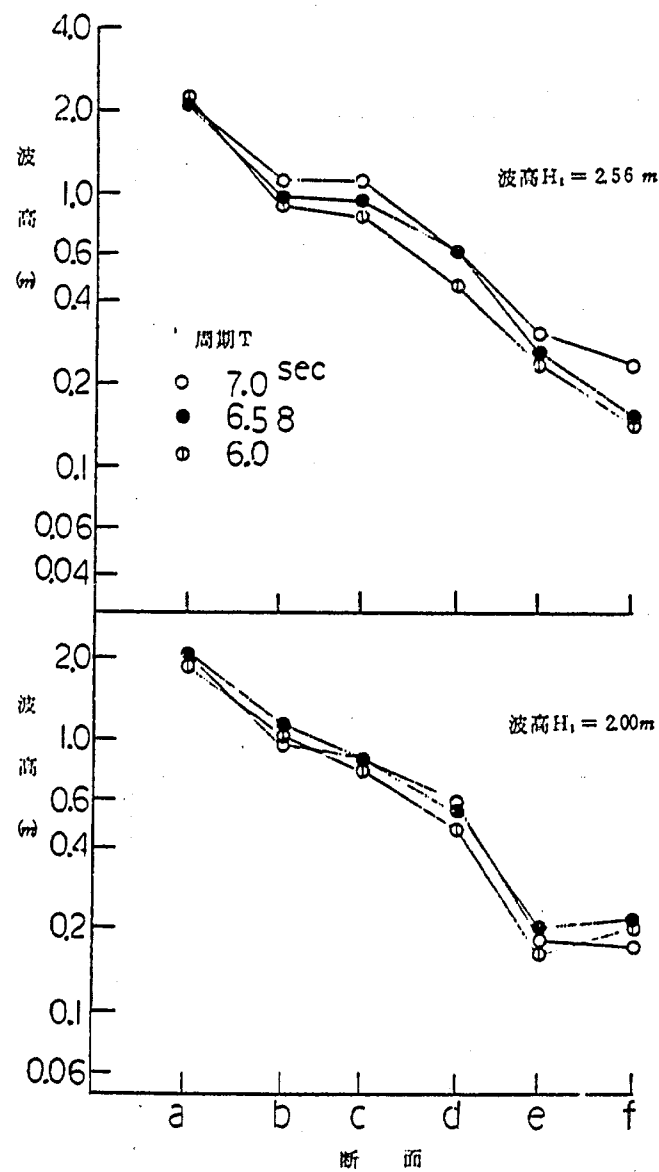


図-40 断面平均波高の変化 (波向 145°)

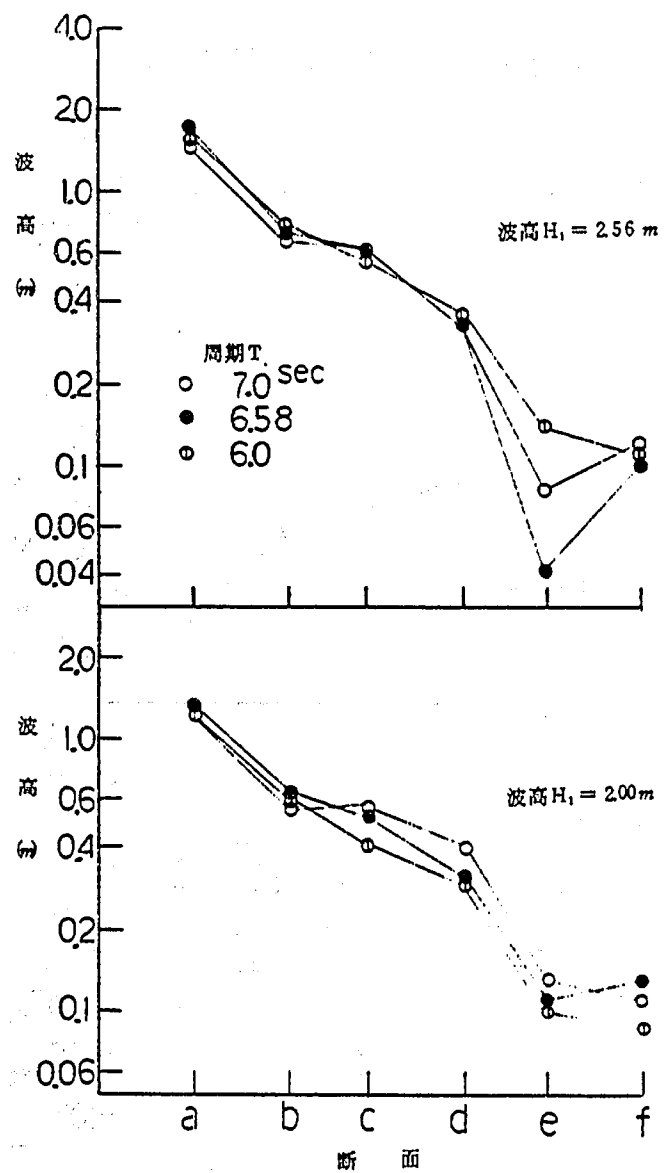


図-41 断面平均波高の変化 (波向 165°)

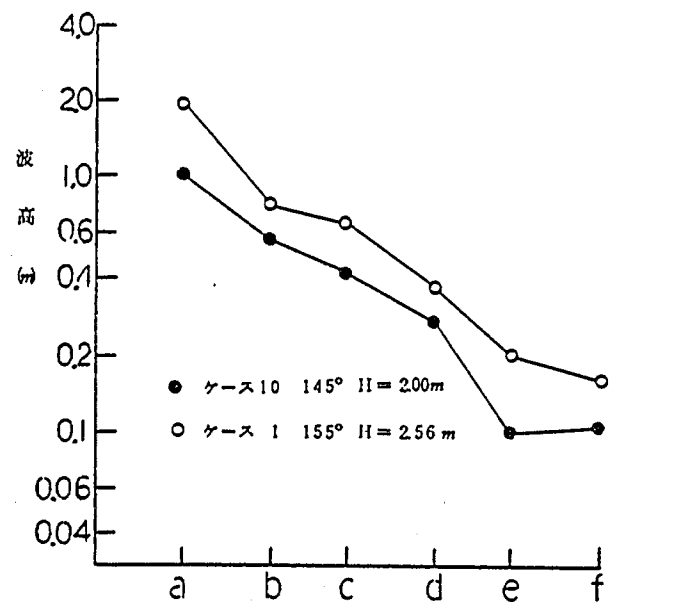


図-42 平均波高の比較 (ケース1とケース10)

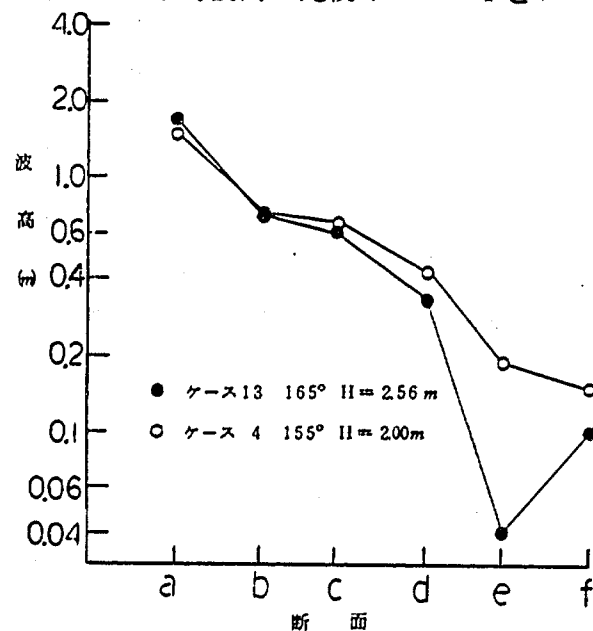


図-43 平均波高の比較 (ケース4とケース13)

いる。各地点間の波高の減衰率を比較してみると、入射波高の小さいほど減衰は小さい。このことは砕波や反射による波エネルギーの損失があることを示している。

入射波の波向が異なることによる波高の変化状況については波高が変化することによってその変化状況が異なるために、注意して比較する必要があるが、入射波の波向が 145° で波高が 2.00m の場合と入射波の波向が 155° で波高が 2.56m の場合の断面 a における波高がほぼ等しいために、この両者を比較してみる。その結果は図-42に示すように、波向が 145° の場合に波高が高くなっている。また同様に入射波の波向が 155° 、波高が 2.00m の場合と波向が 165° 、波高が 2.56m の場合の比較を行ったのが図-43であるが、この場合には波向が 155° の場合に波高は高くなっている。したがっていずれの場合においても斜めに入射すると進入波高は減衰が大きいという結果になっている。

斜めに入射する場合には、海岸に沿って波が入射する場合に比較して奥へ進入しにくくなり、また反射を繰返すためにその度に減衰し、また沖への反射も生じやすいと考えられる。堤防に斜めに波が入射する場合の反射率については、入射角によって反射率が変化すると考えられるが、検討された事例が少なく明確でない。

横断方向に平均した波高をもとに波のエネルギー変化について検討を行った。進入した波は海底の摩擦や砕波などによって減衰するが、入射波高が高く、周期の短い波形勾配の大きい波の減衰が大きく、砕波や堤防にうちあげる際のエネルギー損失が大きな役割をしないと考える。また海底の摩擦による損失もかなりの割合となっている。入射波の方向に関しては斜めに入射する場合ほど六角川の上流部へ進む波高は小さくなっている。これは反射する際のエネルギー損失や沖へ向う反射波が生じやすいためと考えられる。

6.6 波高およびうちあげ高の変動

入射波は規則波であるが、各地点の波高やうちあげ高は時間的にも、また空間的にも変動する。ある地点において測定したうちあげ高や波高の変動がどの程度あるかを調べてみる。一般的に測定値の変動を表わす量としては標準偏差や最大値または最小値があげられる。測定値の数が少なければ最大値と最小値の差すなわち範囲によっても標準偏差の推定を行うことができる。しかしこの場合は測定回数も考慮しなければならない。

うちあげ高の変動を表わすものとして、測定された約20波中の最大値 R_{max} をとり上げ、これと平均値 R_{mean} の関係を図-44に示す。この図で明らかなように、ばらつきはあるが、最大値は平均値の約1.5倍になっている。うちあげ高の平均値と標準偏差を求め、その比である変動係数を計算してみると平均値としては約0.3になっている。最大値は約20波中のうちあげ高から求められたものであるために、もし分布形状が正規分布をしているのであれば、平均値と最大値の関係は次のように求めることができる。

$$R_{max} = 1.96 \times 0.3 R_{mean} + R_{mean} = 1.59 R_{mean} \quad (19)$$

この関係も図-44に示してあるが、ほぼ実験値と一致している。

入射波高の変動は変動係数が5%程度であるにもかかわらず、うちあげ高の変動係数が

30%にも増加する原因については平均水面が波の周期よりも長い周期で変動すること、碎波現象は波高が限界値を越えなければ生じないこと、重複波となる場合には位相のわずかなずれによって波高分布が大きく変化することなどが考えられる。

波のうちあげ高はある固定点での時間的な変化を測定しているが、横断方向の波高分布を用いると空間的な波高の変動を調べることができる。図-45はケース1について断面a, b, cにおける横断方向の一波ごとの波高分布を示したものである。この図で明らかなように断面aでは大きな波長をもった波高の変動とともに実物で約50mの波長をもつ変動が見られる。これは入射波と反射波が重なり合って部分重複波を形成し、その節と腹における波高変化が表われたものと考えられる。また断面がb, cと変わるにしたがって波長の短い変動が卓越している。またこれは種々の方向からの波が重なり合うようになるためと考えられる。

横断方向に測定した波高の頻度分布を示したのが図-46であるが、分布形状はほぼ正規分布をしており、またその変動はかなり大きい。断面aでは変動係数は約30%であるが、断面b, cと進むにしたがって40%, 50%とそれぞれ変化している。変動量はかなり大きい。

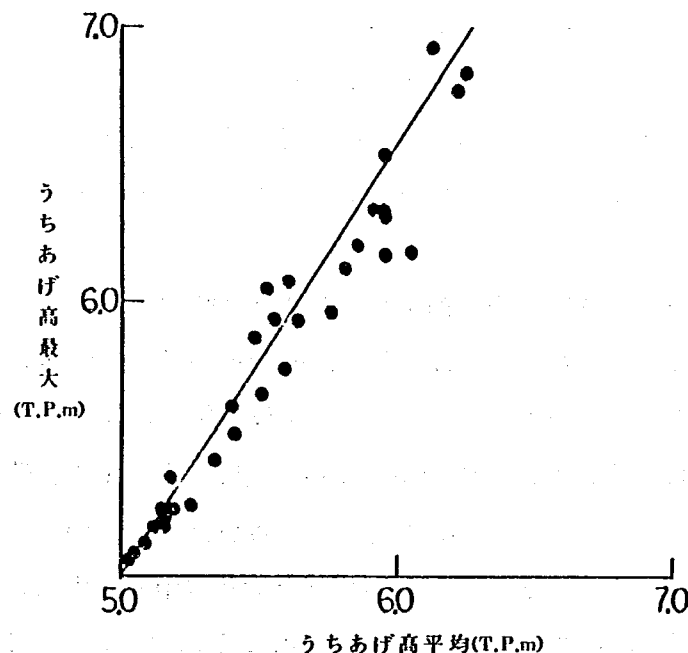


図-44 うちあげ高の最大値と平均値の比較

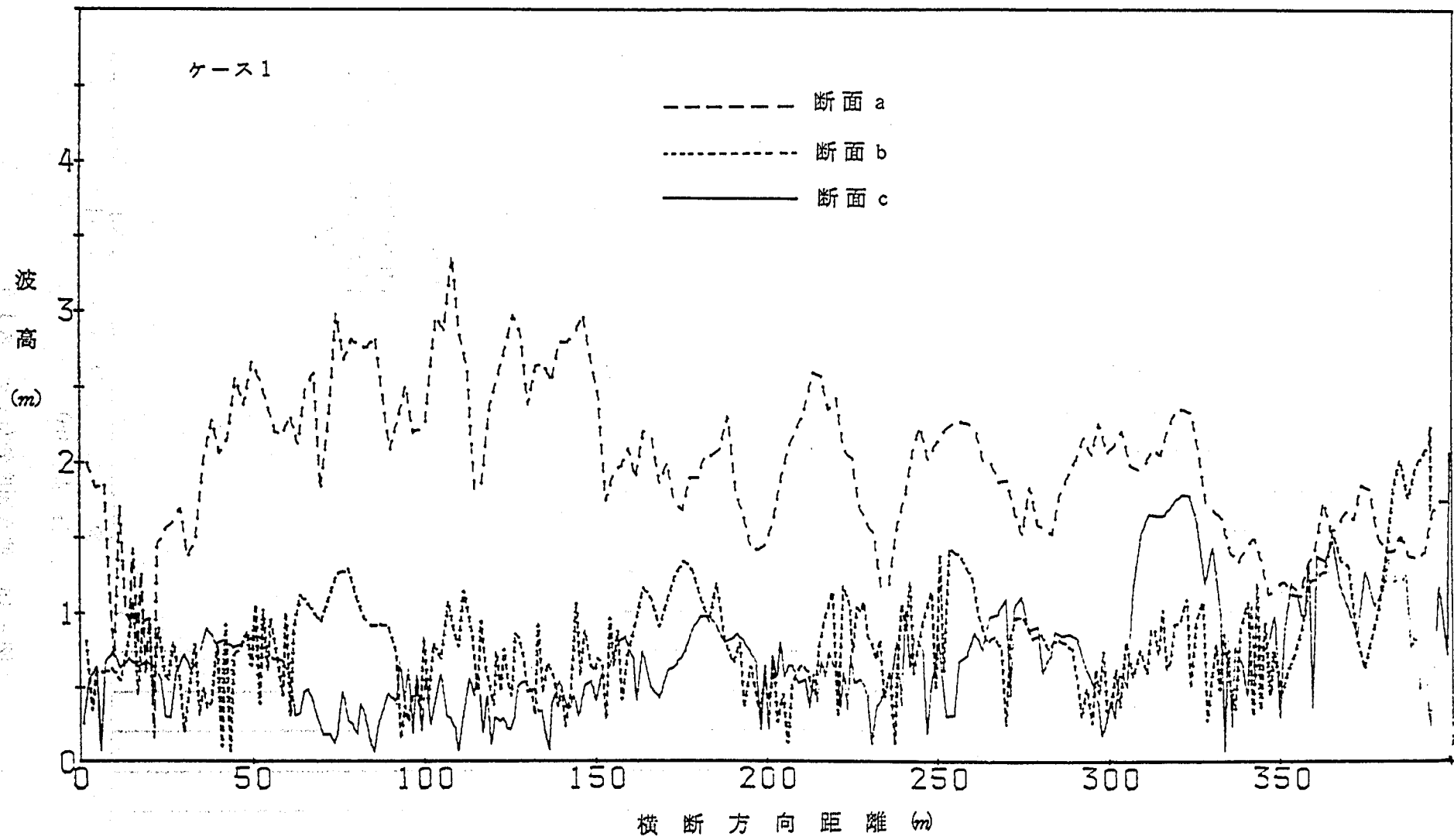


図 - 45 横断方向の波高分布 (ケース 1)

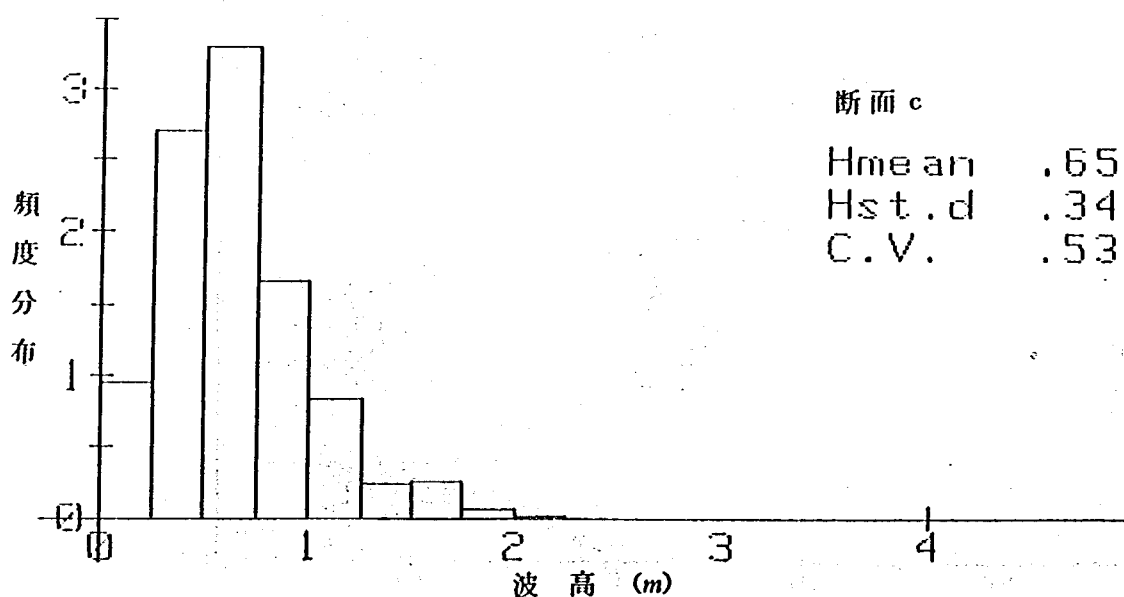
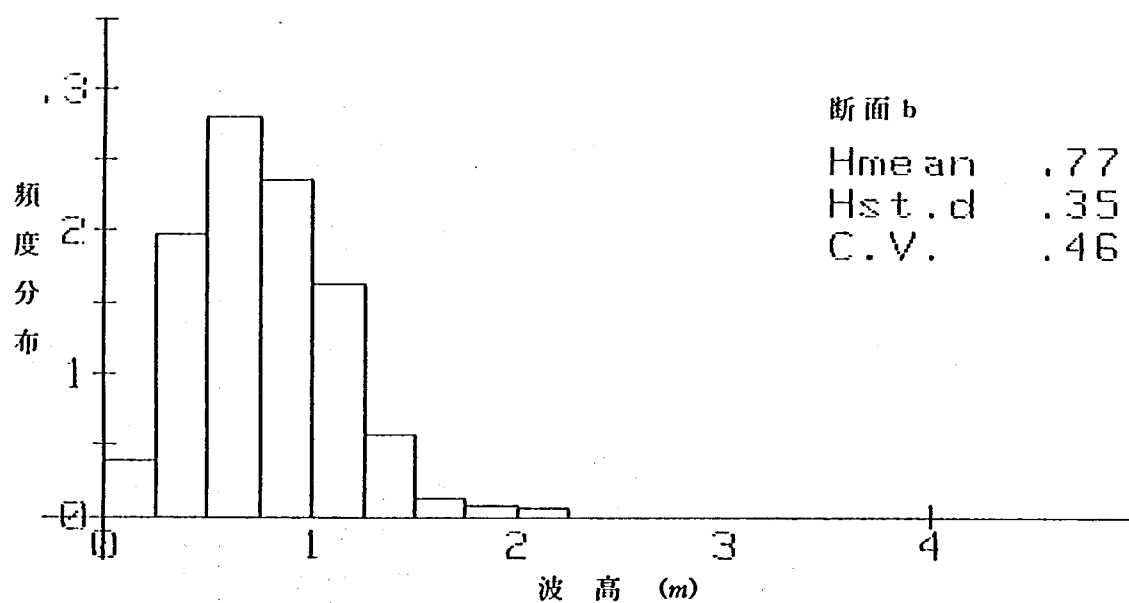
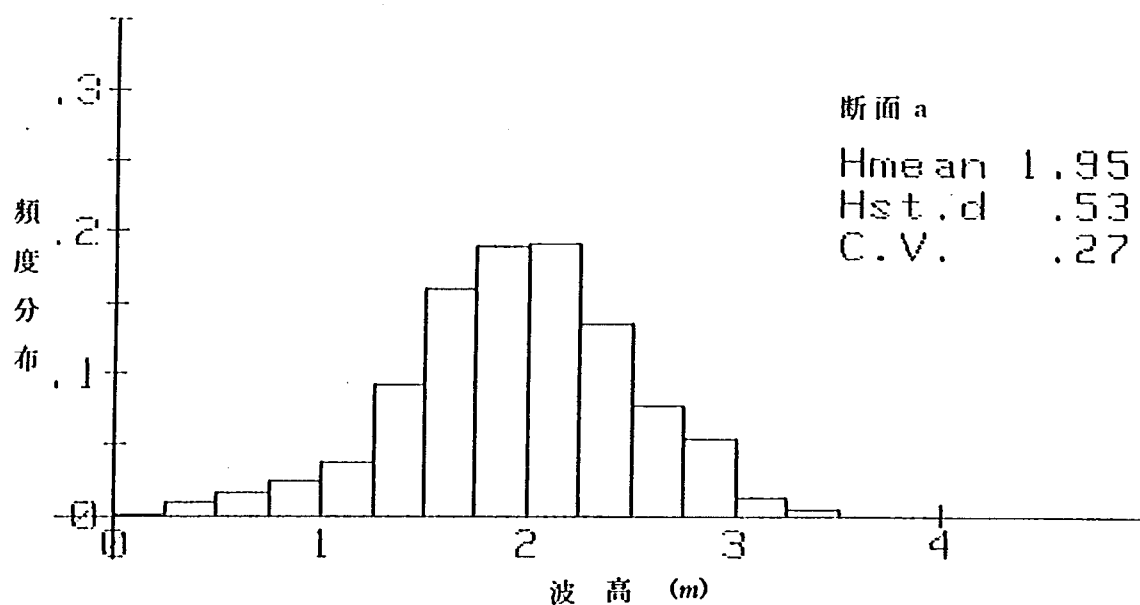


図-46 波高頻度分布 (ケース1)

7. 現地への適用

模型実験の結果を直ちに現地へ適用することは、模型における海底の摩擦によるエネルギー損失が大きいこと、また実際の海の波は不規則であるにもかかわらず、模型では規則波を使用していることなどの点から困難である。したがって、これらの項目を考慮した場合に、実際の状況がどのようなようになるかを推定しなければならない。したがってここでは、海底摩擦の補正と波の不規則性について検討をする。

7.1 海底摩擦の補正

模型における海底の摩擦係数は相似率の項でも述べたように実物に比較するとかなり大きいために、波高の減衰が実物に比較して大きくなる。したがってこの量を補正しなければならない。その方法としては、模型における波高の減衰量を推定し、それにもとづいて測定値を補正することにする。

一般に単位時間、単位面積当りの海底摩擦によるエネルギー損失 D_f は次のように表わされる。

$$D_f = \frac{2}{3\pi} f_w \rho U_b^3 \quad (20)$$

ここで f_w : 摩擦係数, ρ : 海水の密度, U_b : 海底面での水粒子速度の振幅で、微小振幅波理論によれば次のように表わされる。

$$U_b = \frac{\pi H}{T} \frac{1}{\sinh \frac{2\pi h}{L}} \quad (21)$$

ここで H : 波高, T : 周期, h : 水深, L : 波長である。模型における摩擦係数は、さきに検討したように滑面から粗面の遷移領域にあるために適当な式は提示されていないが、図-5を参照にして次のように表わされると考える。

$$f_w = \frac{2K}{\sqrt{Re}} \quad (22)$$

ここで K は係数で、 $K=2$ とおくと遷移領域での摩擦係数を表わすことができると考えられる。なお層流で滑面の場合の摩擦係数は式(13)のようになり、この $1/K$ である。またレイノルズ数 Re は式(11)で表わされる。これらの関係よりエネルギー損失は次のようになる。

$$\frac{d(C_g E)}{dx} = D_f = \frac{4}{3} \pi \rho K \sqrt{\frac{2\pi\nu}{T}} \frac{H^2}{T^2 \sinh^2 \frac{2\pi h}{L}} \quad (23)$$

ここで x : 距離, C_g : 群速度, $E = \rho g H^2 / 8$, T : 周期, ν : 動粘性係数である。水深が一定の場合には式(23)は積分できて次のようになる。

$$H = H_1 \exp \left\{ -\frac{16}{3} \sqrt{2} (2\pi)^{3/4} \cdot k \left(\frac{\nu^2}{gL^3} \right)^{1/4} \cdot \frac{x}{L} \frac{(\tanh \frac{2\pi h}{L})^{3/4}}{\left(1 + \frac{4\pi h}{L} \cdot \frac{1}{\sinh \frac{4\pi h}{L}} \right)} \sinh^2 \frac{2\pi h}{L} \right\} \quad (24)$$

ここで H_1 は $x = 0$ の地点の波高で、 H は x 点での波高である。

一方実物における海底摩擦による波高変化は表示式としては式(14)のようになり、もし摩擦係数 f_w が定数で、水深が一定の場合には次式を積分して波高変化が求まる。

$$\frac{d(C_g E)}{dx} = D_f = \frac{2}{3\pi} f_w \rho U_b^3 \quad (25)$$

波高変化は次のようになる。

$$H = \left[1 + \frac{32}{3} \frac{\pi^3}{g^2} \cdot \frac{f_w H_1 x}{h^2} \left(\frac{h}{T^2} \right)^2 \frac{K_s}{\sinh^3 \frac{2\pi h}{L}} \right]^{-1} \cdot H \quad (26)$$

ここで、

$$K_s = \frac{1}{\tanh \frac{2\pi h}{L} \left(1 + \frac{4\pi h}{L} \cdot \frac{1}{\sinh \frac{4\pi h}{L}} \right)^{1/2}} \quad (27)$$

である。

具体的に模型実験で得られた測定結果を補正する方法としては種々考えられるが、ここでは次の方法を用いた。まず波の進行方向があるが、これはほぼ兩岸の中間点に沿って進むものと考えた。屈折や反射等によって進行方向は変化するが、ここでは平均的な摩擦による損失を評価するためにこのように考え、具体的な経路は図-47に示すように設定した。また水深が変化する場合には式(24)で明らかなように減衰率が異なるが、ここでは各断面の平均水深を求め、模型で5 m、実物で250 m間隔でその区間の平均水深を設定し、各区間では水深は一定として式(24)を適用した。各断面の平均水深はT.P. + 5.02m以下の水面積を求め、これをT.P. + 5.02mの高さでの断面の幅で割って水深とした。すなわち図-48に模式的に示すように水面積をA、幅をBとすると平均水深 h_m は次のようになる。

$$h_m = \frac{A}{B} \quad (28)$$

計算結果を図-49に示す。この図には各5 m区間の平均水深も合せて示してある。なお数値については付表にまとめてある。海底の平均地盤高としてはT.P. - 2.0m ~ 0mの間にほとんどが位置し、水深としては5 ~ 7 mである。

入射波高の測定点(福富代行 8)における波高に対する各点の波高の比、すなわち海底摩擦による損失を K_f とすると、これは図-50のようになる。なお数値については付表に示す。この計算においては動粘性係数 $\nu = 0.01 \text{ cm}^2/\text{sec}$ とした。周期によって K_f の値は少し異なるが図-50にはその違いは表われていない。また摩擦による減衰は模型で波が20 m(実物で1 km)進むと約70%に波高が低下する。

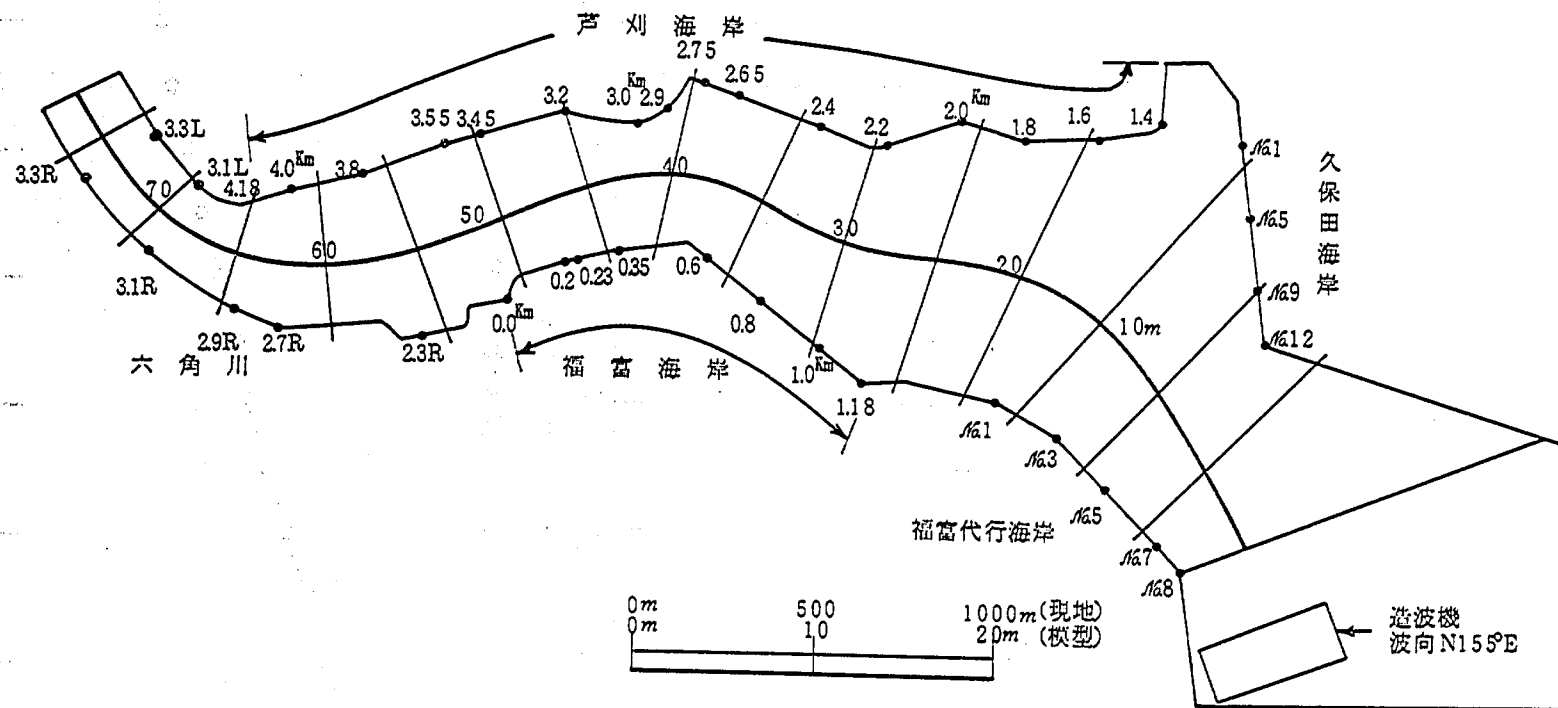


図-47 仮定した波の進入経路

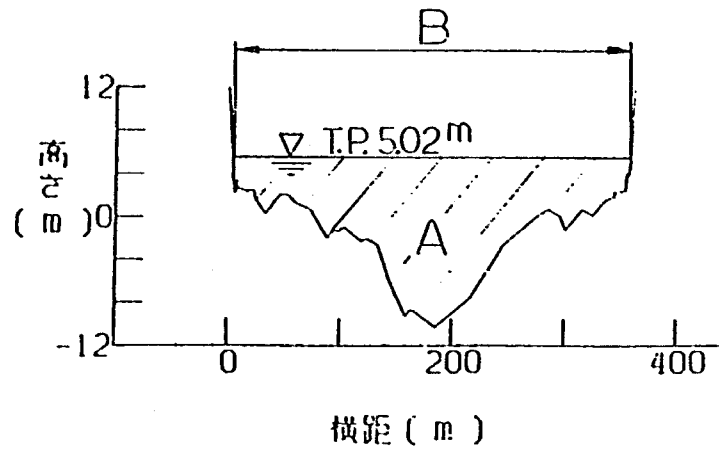


図-48 断面平均水深模式図

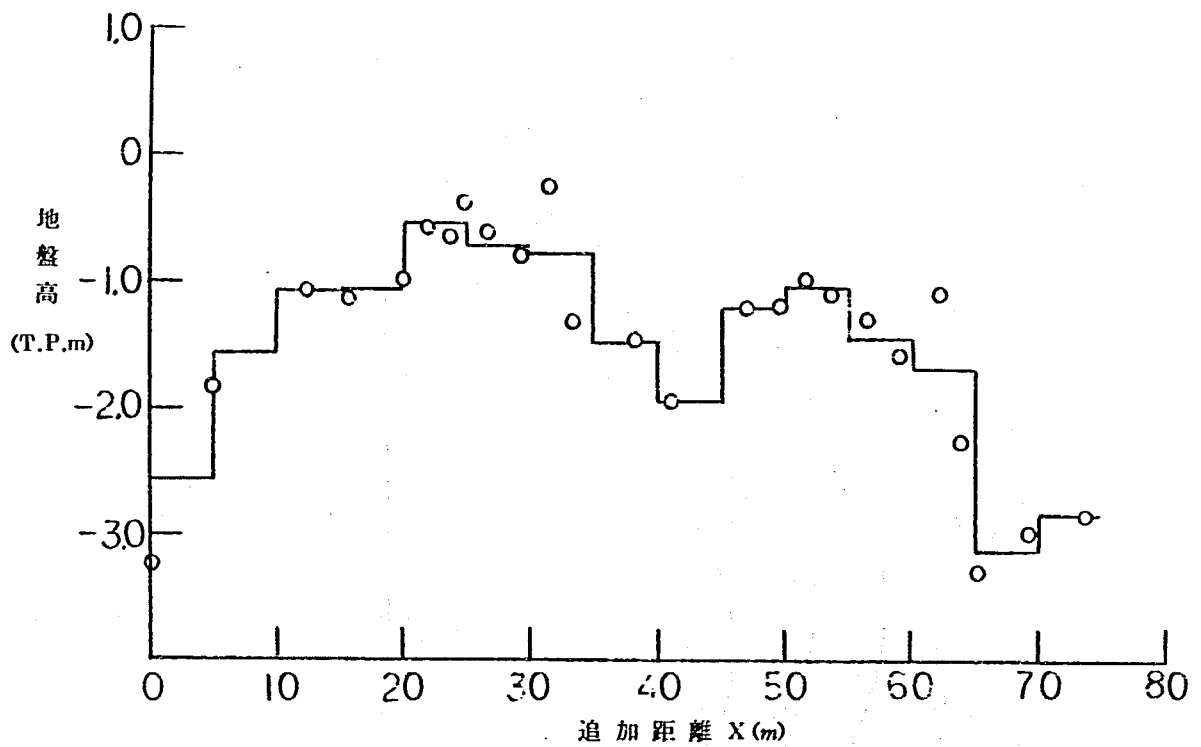


図-49 平均地盤高の縦断変化

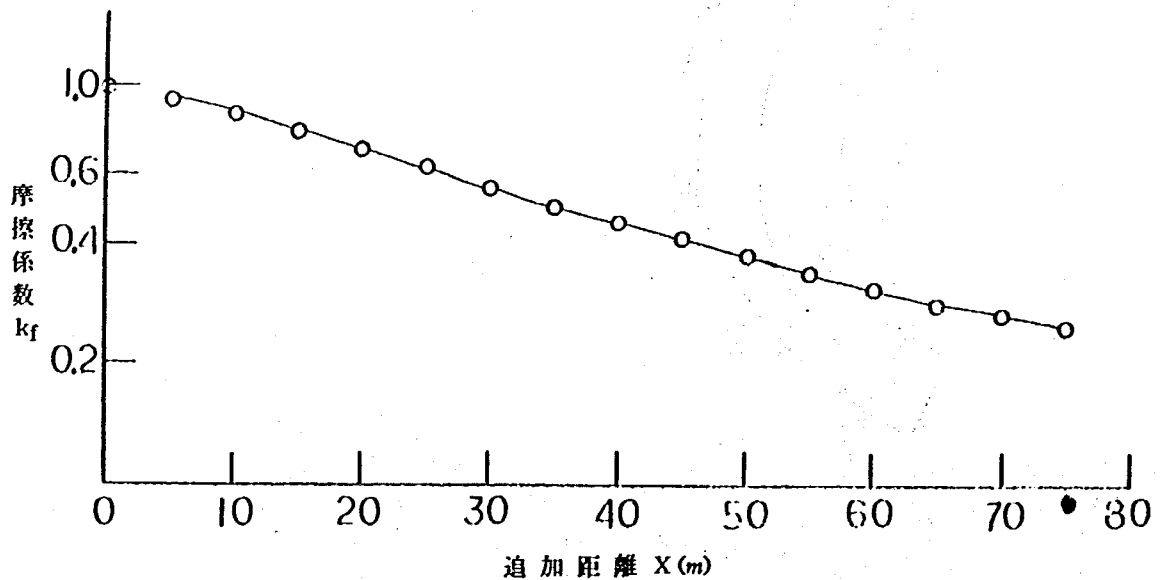


図-50 模型における海底摩擦による波高の減衰

実際における海底摩擦による波高の減衰は、一般に用いられている摩擦係数 $f = 0.01$ を用いると波高 $H = 2.56 \text{ m}$ ，周期 $T = 6.58 \text{ sec}$ ，水深 $h = 6.0 \text{ m}$ ，波の進行距離 $x = 1 \text{ km}$ とすると $K_f = 0.92$ となり減衰は小さい。さらに砕波等によって波高が減衰すれば K_f の値が 1 に接近する。これは実物での摩擦による損失が式 (26) で明らかなように波高が小さいほど減衰も小さくなっているためである。したがって $x = 4 \text{ km}$ としても砕波等による減衰を考慮すれば、摩擦のみによる減衰は $K_f = 0.80$ よりも大きいと考えられる。このため誤差は考えられるもののその大きさが小さいために、ここでは実物での摩擦による減衰は無視することとした。

実際に波高の減衰する要因としてはさらに摩擦係数 f の値の問題がある。現地に堆積しているガタ土が移動したり、砂れんが形成されると摩擦係数 f の値は 0.01 よりも大きくなることが考えられる。しかし具体的な測定値がないために、ここでは従来から用いられている値で検討した。

台風時には風が波を発達させることも考えられる。模型実験ではこの機構を再現することは困難であるが、波の風による発達曲線を用いて発達状況を推定することも可能である。現地における海底摩擦および風による波の発達を考慮して波浪の変形を計算した事例¹⁰⁾もある。その結果によれば、風による発達と摩擦による減衰がほぼ釣り合い、数 km 進んでも減衰率は 0.9 程度であった。以上の結果により摩擦による減衰は考えられるもののあまり大きなものではないためにここでは無視した。これらの検討が必要な場合には計算を行うことが可能である。

実物における波高およびうちあげ高は、模型における摩擦損失が求められ、また実物における摩擦損失は小さいと考え無視すると次式によって求めることができる。

$$H_p = S (H_m / K_{fm}) \quad (29)$$

$$R_p = S (R_m / K_{fm}) \quad (30)$$

ここで H は波高， R はうちあげ高， K_f は摩擦による波高減衰率，添字 p と m でそれぞれ実物と模型での値を表わす。また $1/S$ は縮尺である。

模型実験の結果によれば、入射波高や各点の波高が高いほど波高減衰率が大きく波形勾配の影響のあることを示している。したがって、もし摩擦による減衰が模型で生じなければ、砕波等が生じやすくなり、摩擦以外の機構による減衰も大きくなる可能性はあるが、その影響を評価することが困難なために、ここでは一応これらの影響を無視することとした。

これまでに述べた方法によって各実験ケースごとのうちあげ高を推定すると図-51に示すようになる。うちあげ高の変化特性は当然実験値と同じであるが、その絶対値が異なる。特に芦刈海岸 3.0 km 付近のうちあげ高が高くなっている。

全体的には久保田海岸、芦刈海岸の 1.4~3.0 km，福富海岸ではうちあげ高が高く、芦刈海岸の 3.2 km より上流側では低くなっている。前者の区間についてはうちあげ高が計画堤防高 T.P.+7.5m を越える地点もある。また後者の区間については暫定堤防高 T.P.+6.1m 以下となっている。特にうちあげ高の高くなるのは久保田海岸 1.2，芦刈海岸 1.6 km，2.0 km，2.2 km，福富海岸 0.6 km の海岸が突出している部分である。

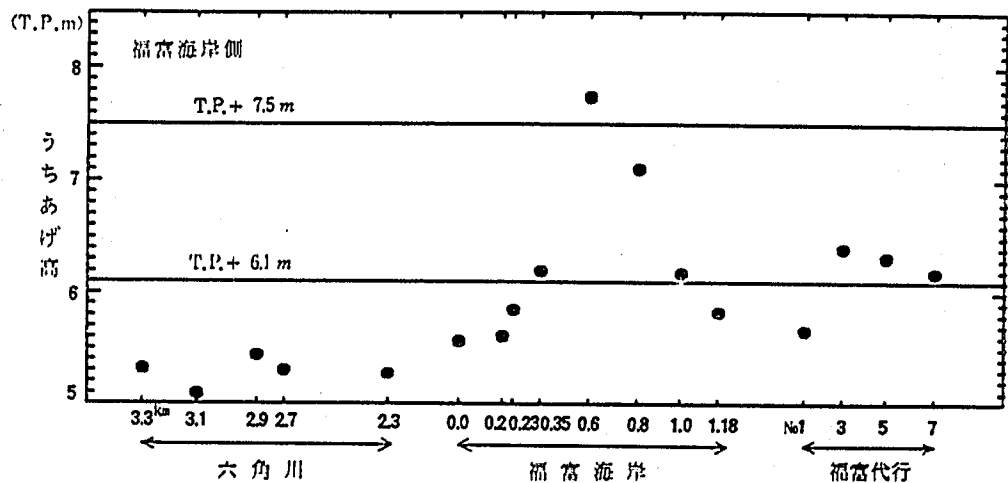
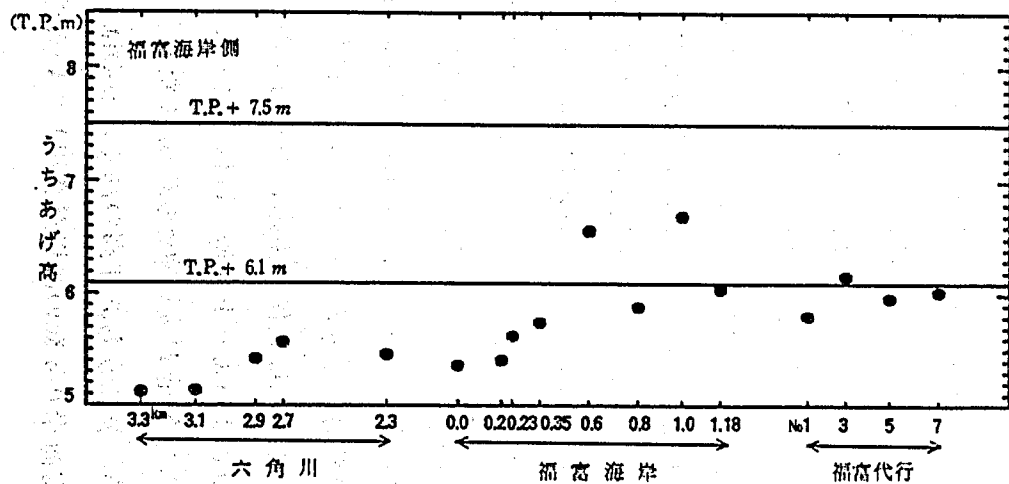
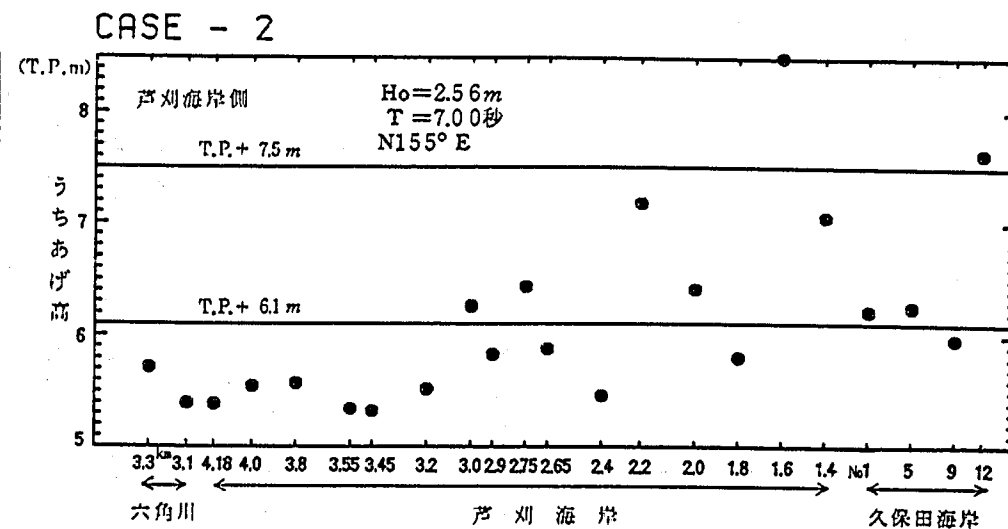
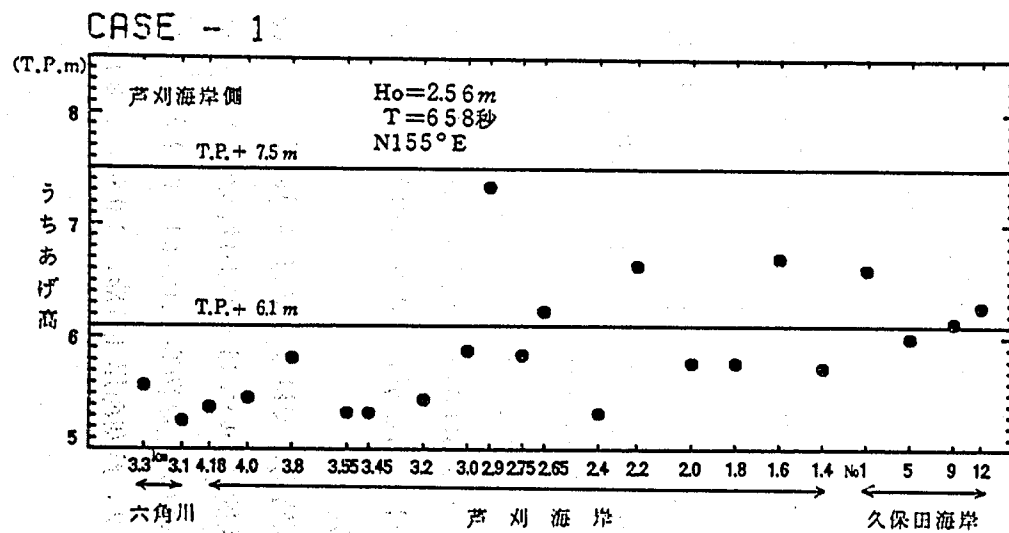
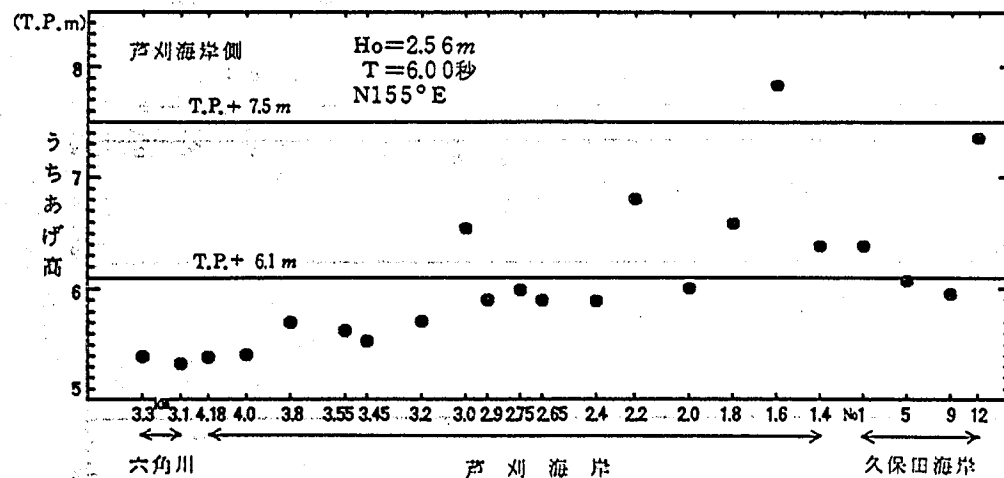


図-51 現地におけるうちあげ高の推定値(ケース1)

図-51 現地におけるうちあげ高の推定値(ケース2)

CASE - 3



CASE - 4

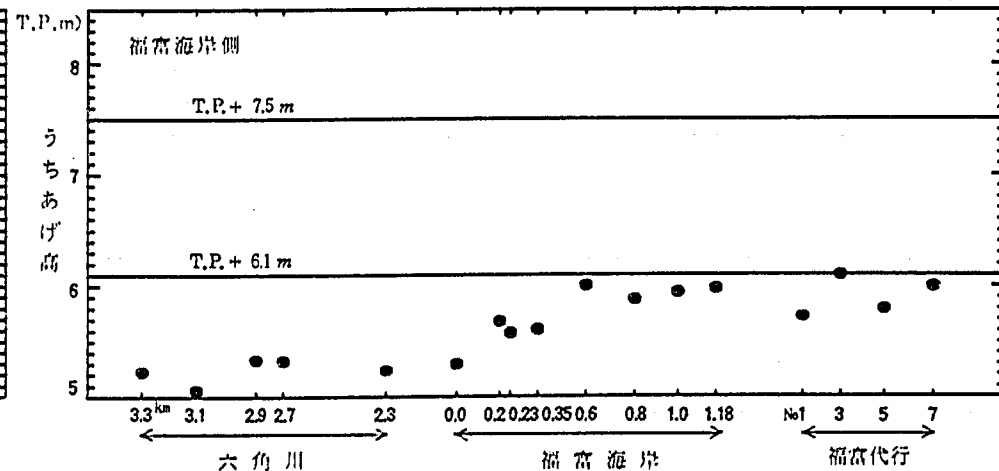
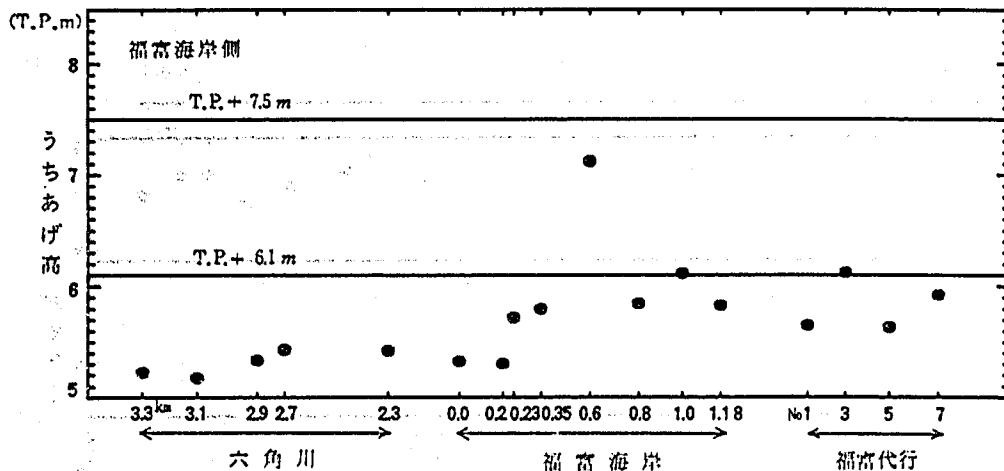
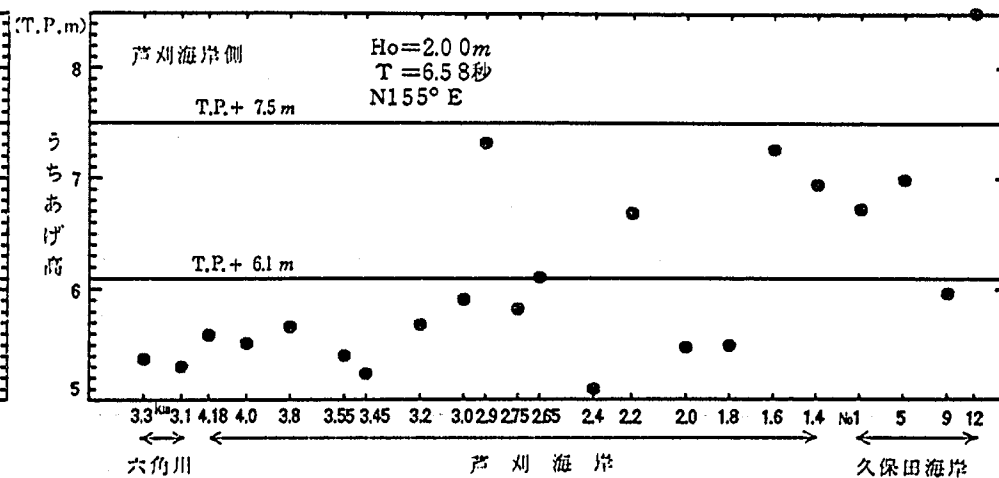
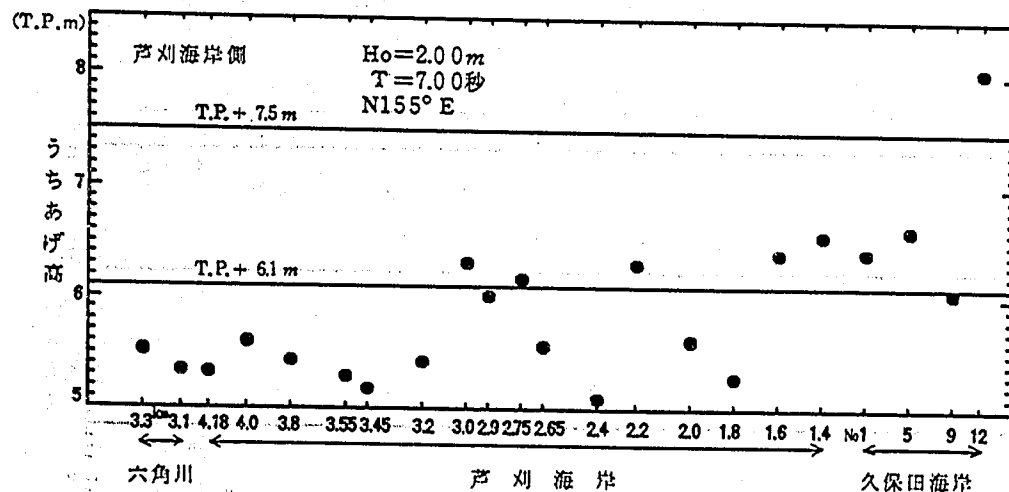


図-51 現地におけるうちあげ高の推定値(ケース3)

図-51 現地におけるうちあげ高の推定値(ケース4)

CASE - 5



CASE - 6

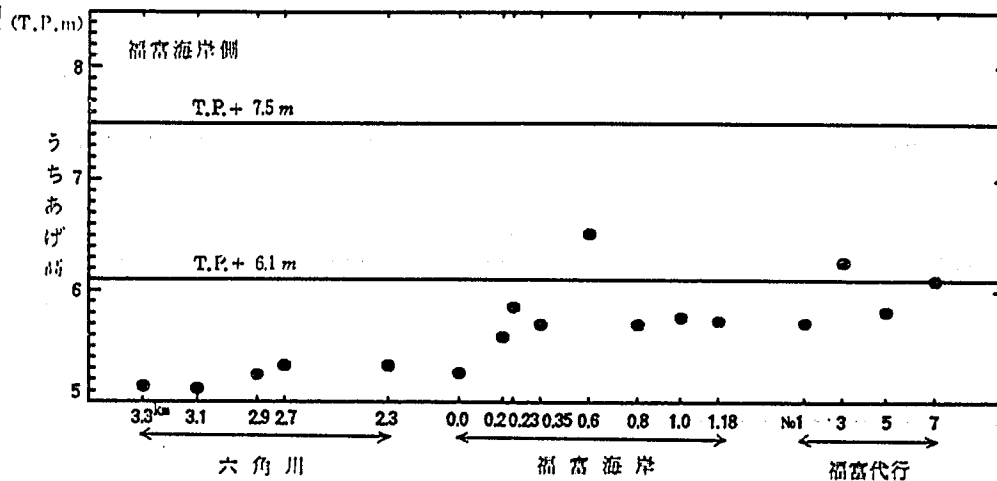
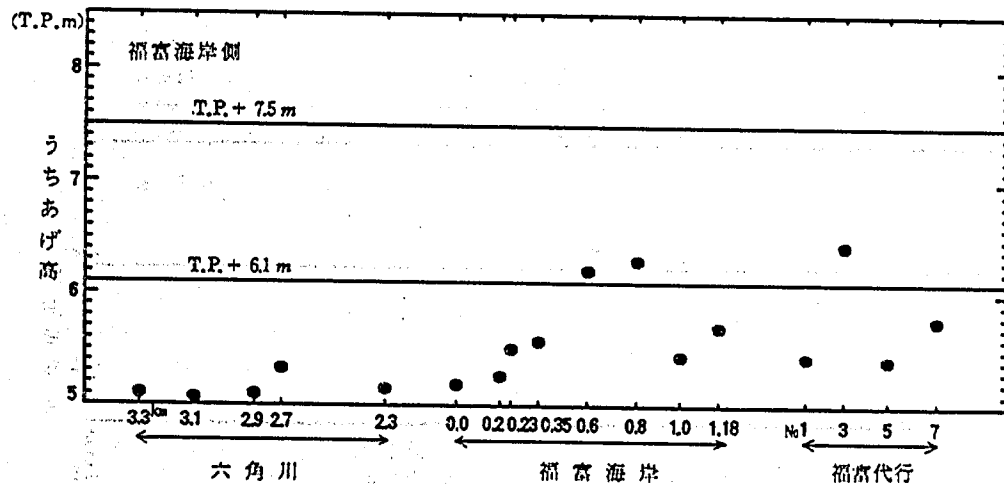
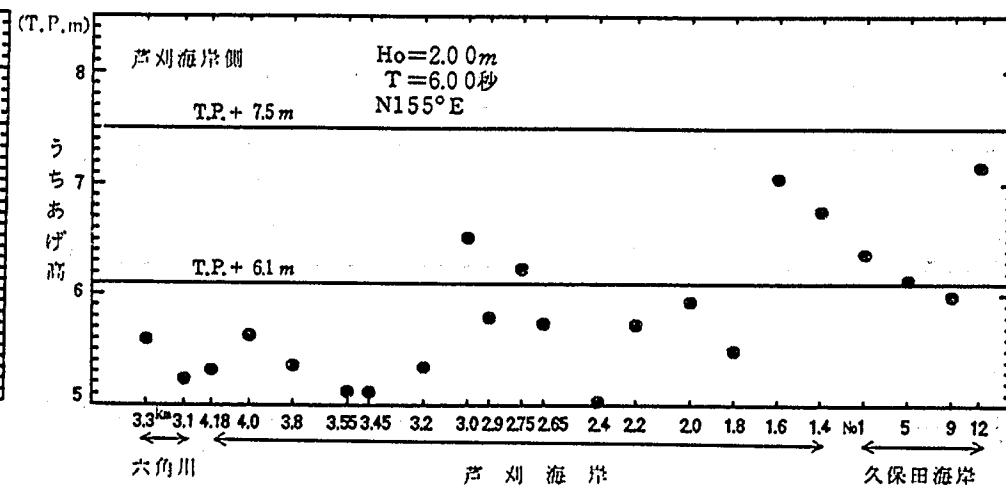
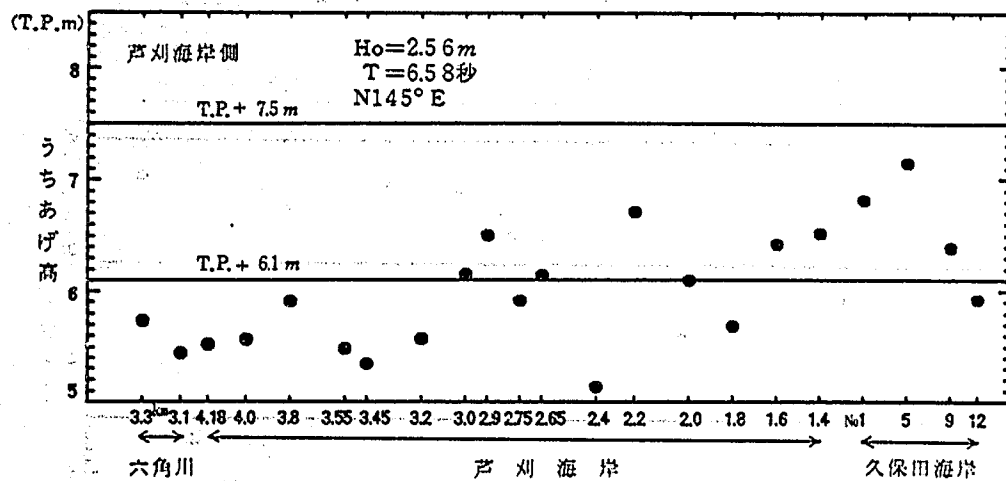


図-51 現地におけるうちあげ高の推定値(ケース5)

図-51 現地におけるうちあげ高の推定値(ケース6)

CASE - 7



CASE - 8

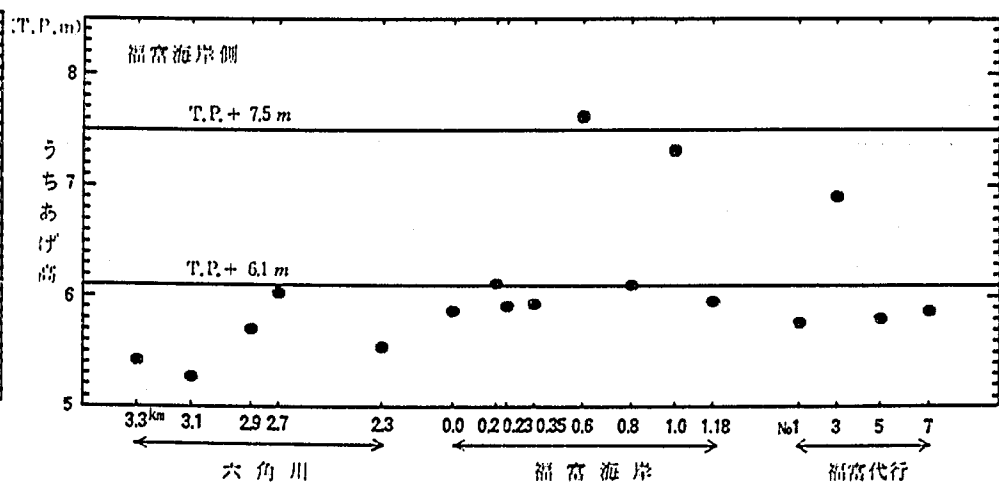
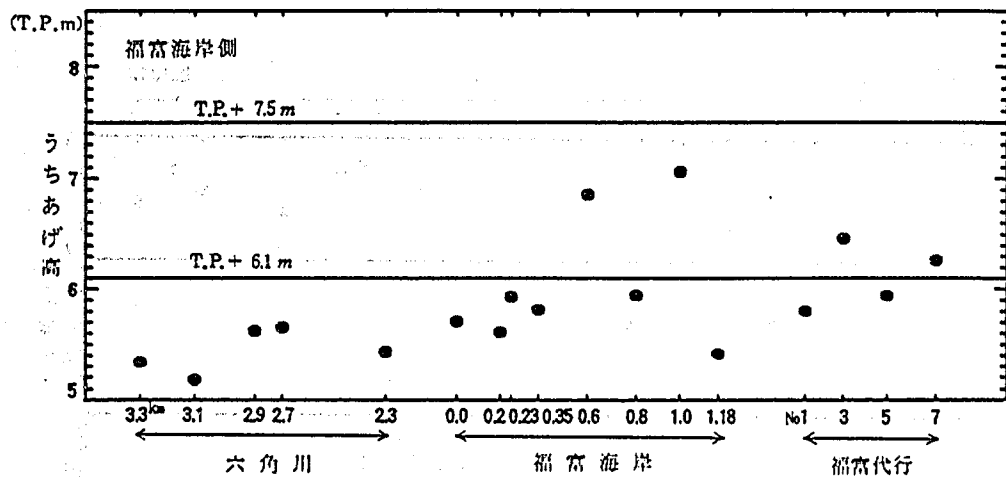
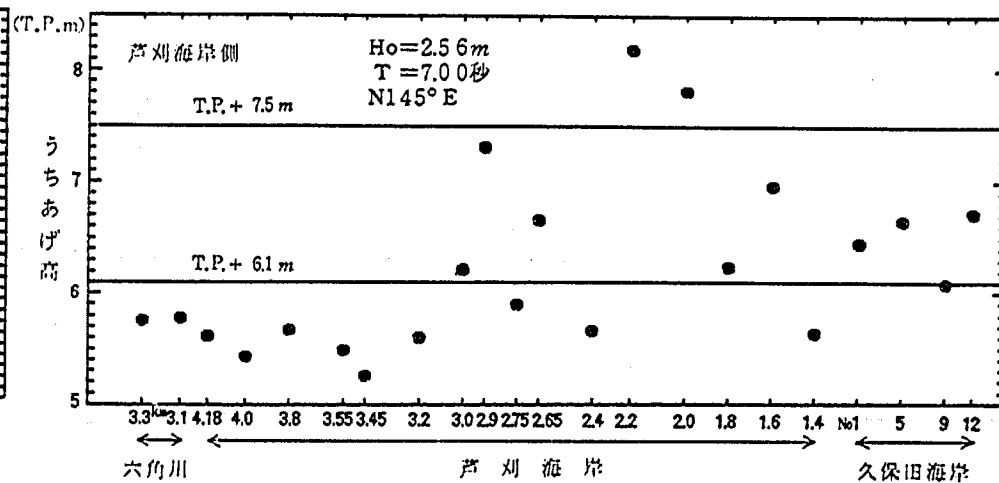
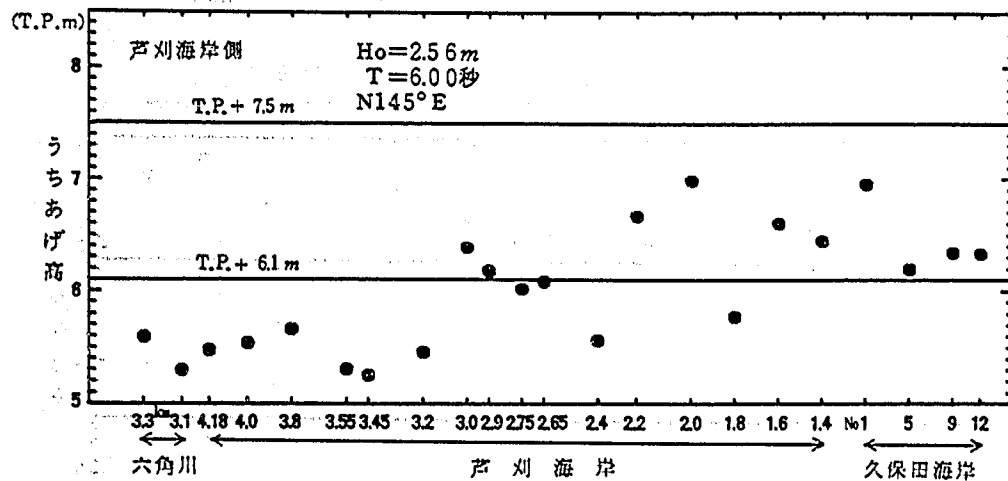


図-51 現地におけるうちあげ高の推定値(ケース7)

図-51 現地におけるうちあげ高の推定値(ケース8)

CASE - 9



CASE - 10

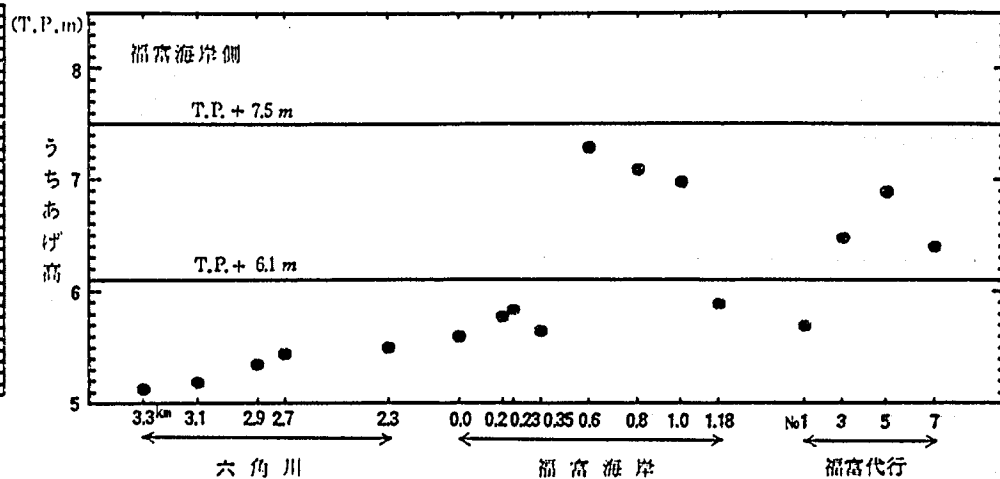
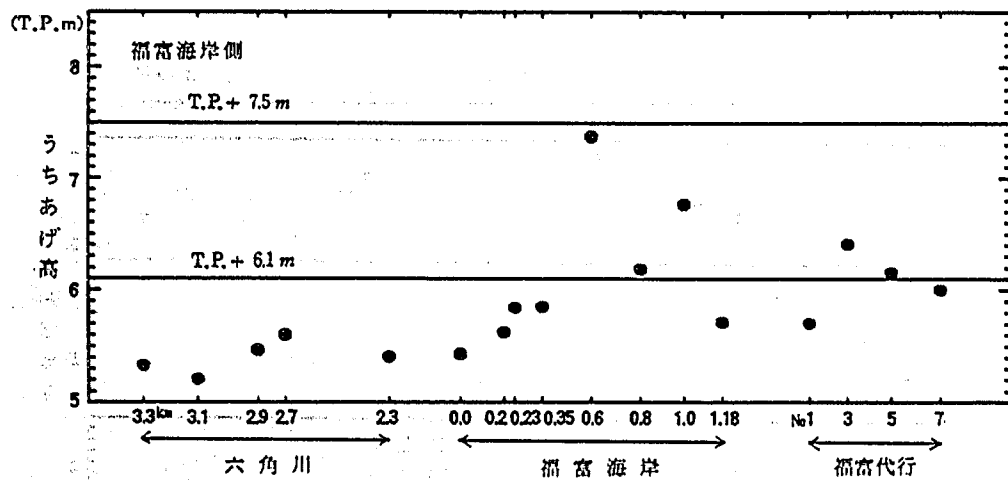
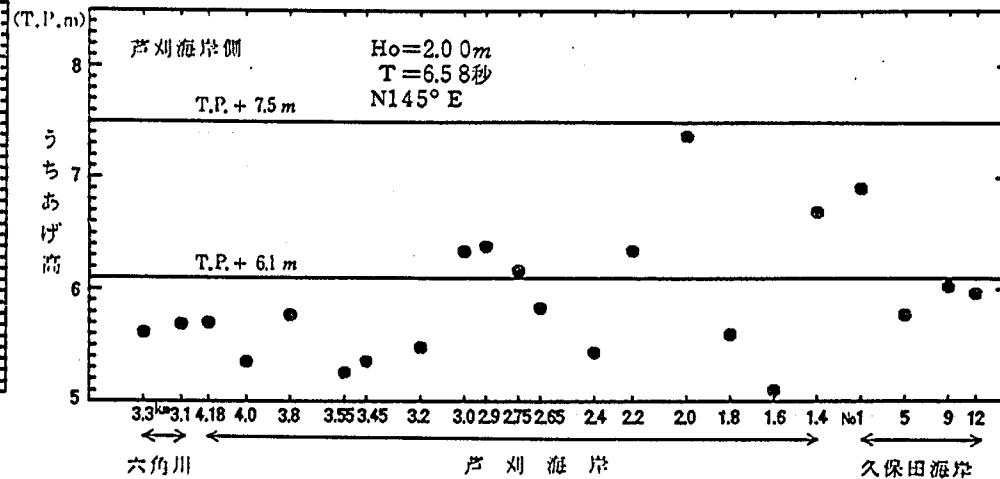
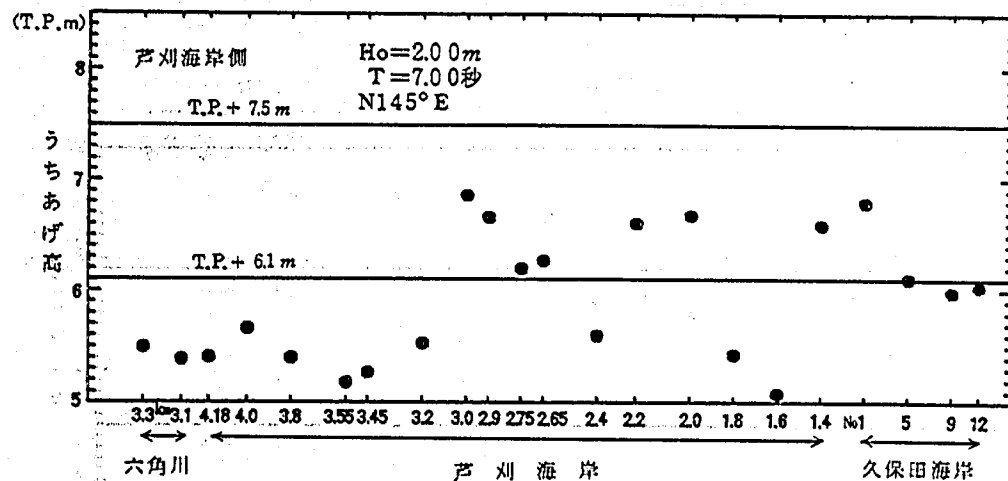


図-51 現地におけるうちあげ高の推定値(ケース9)

図-51 現地におけるうちあげ高の推定値(ケース10)

CASE - 11



CASE - 12

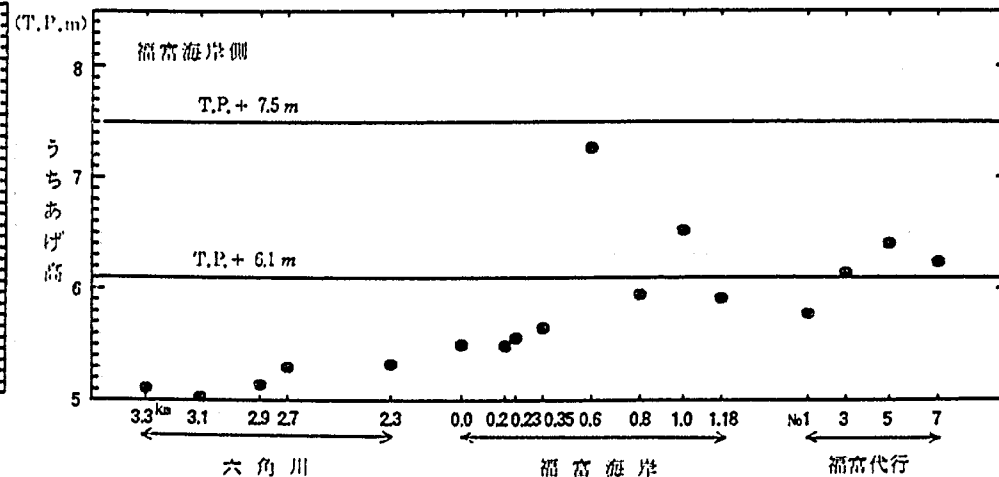
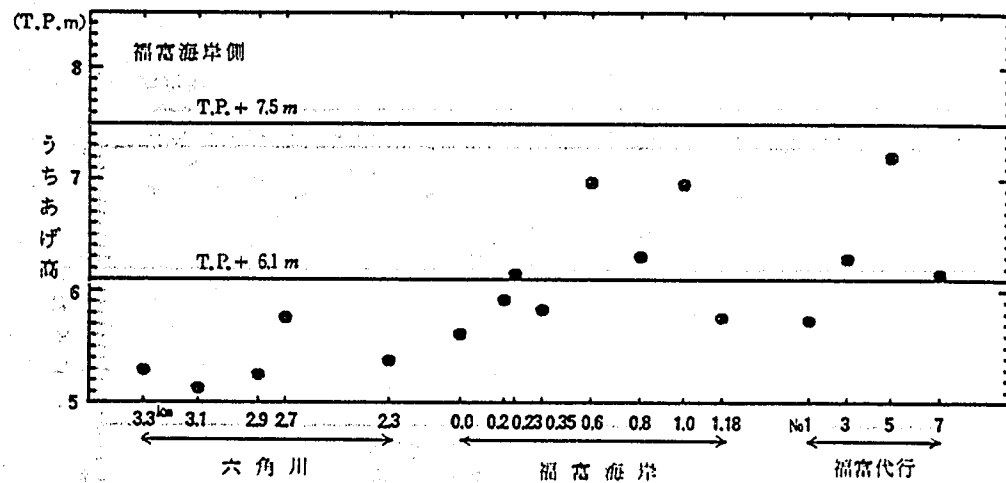
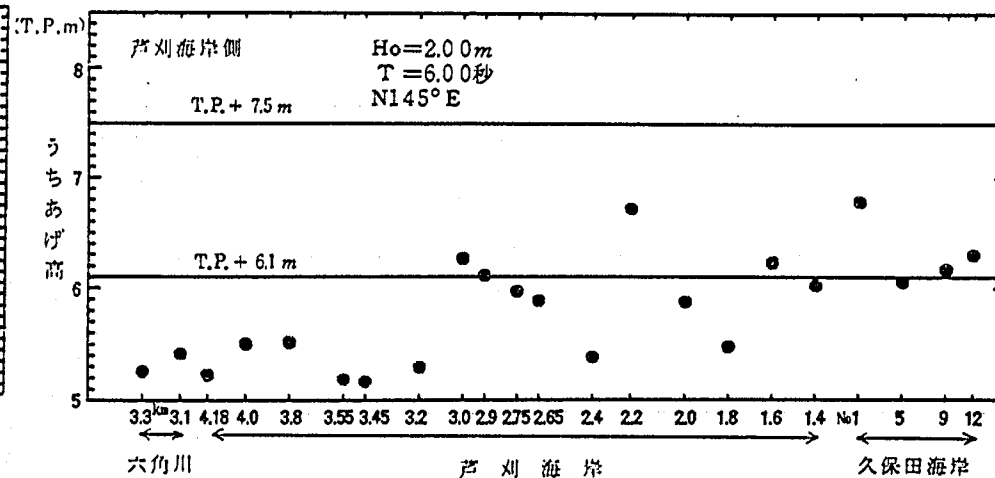
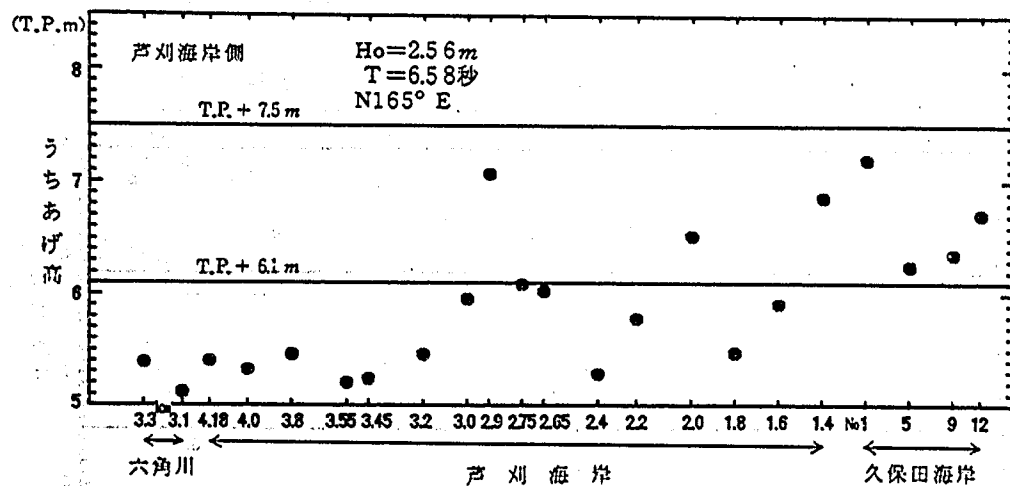


図-51 現地におけるうちあげ高の推定値(ケース11)

図-51 現地におけるうちあげ高の推定値(ケース12)

CASE -- 13



CASE -- 14

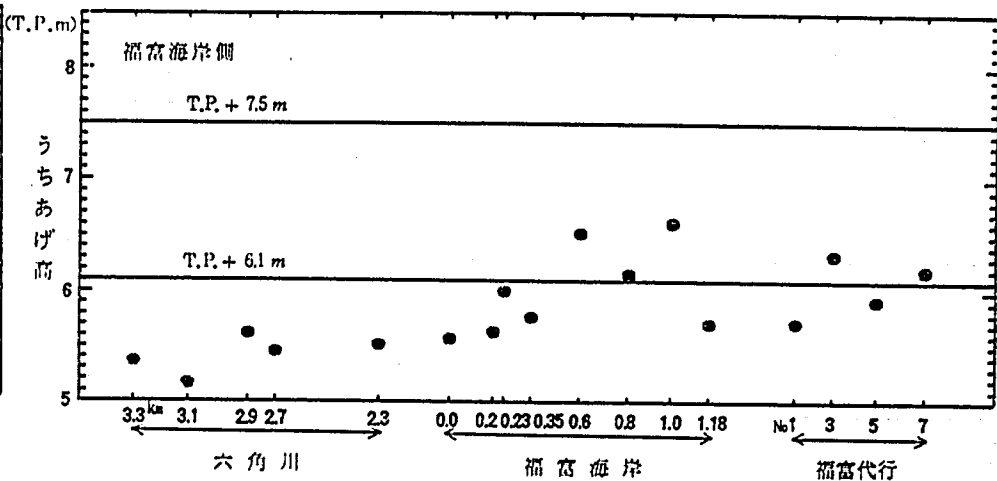
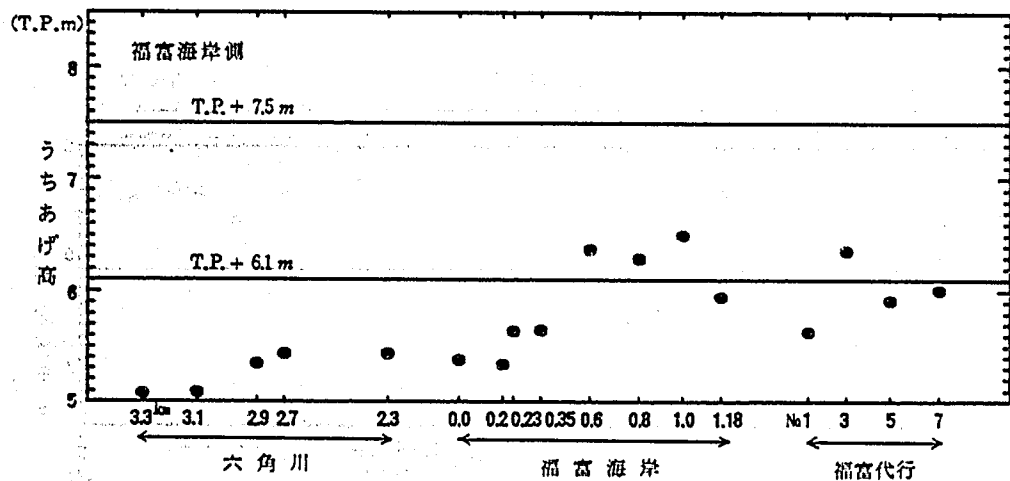
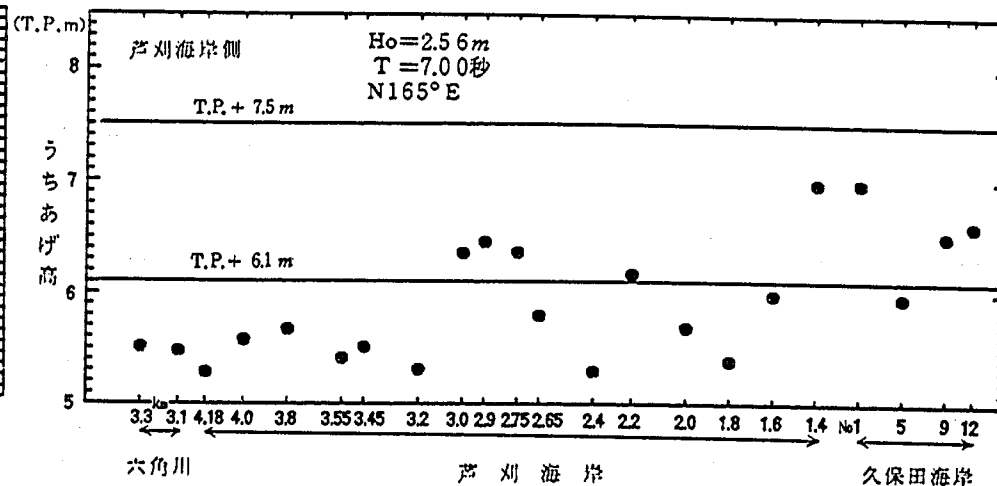
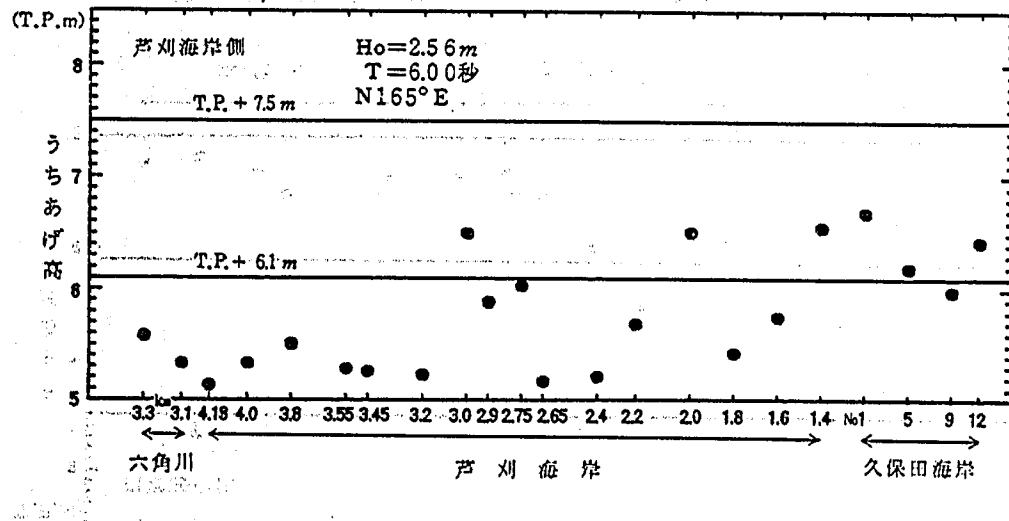


図-51 現地におけるうちあげ高の推定値(ケース13)

図-51 現地におけるうちあげ高の推定値(ケース14)

CASE - 15



CASE - 16

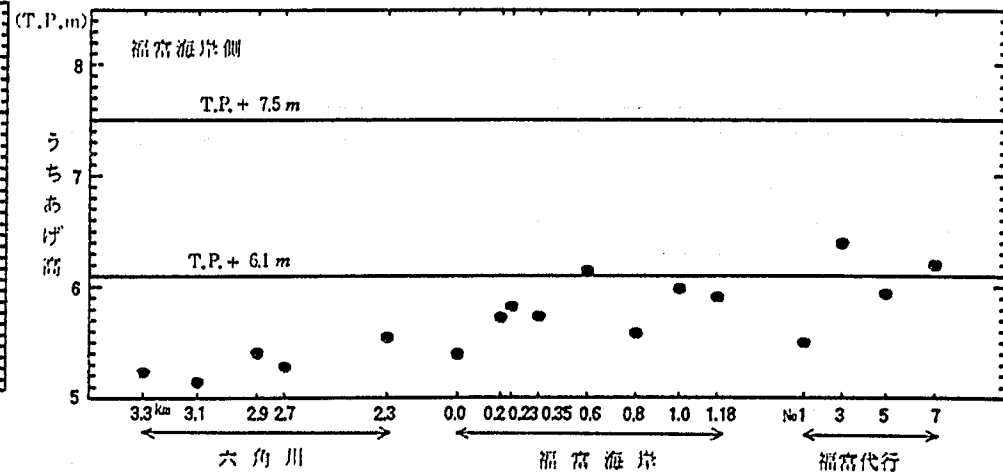
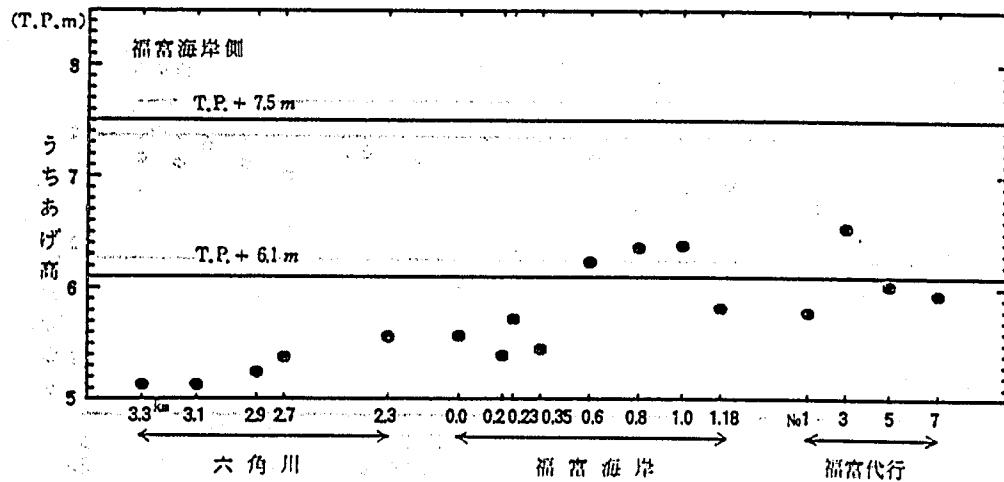
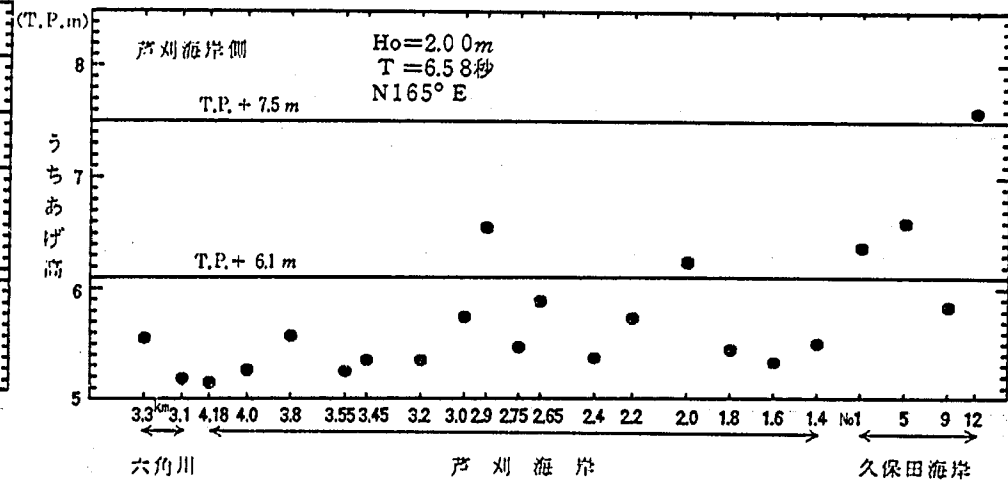
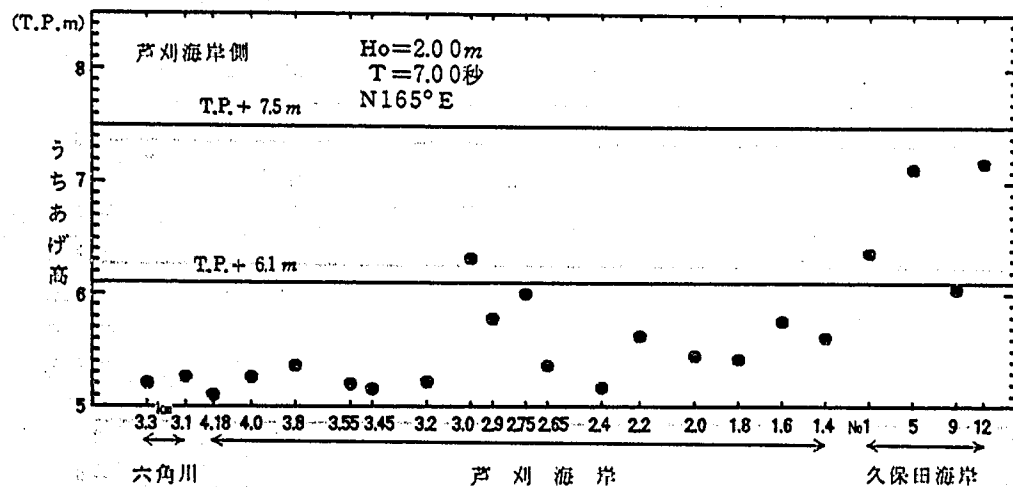


図-51 現地におけるうちあげ高の推定値(ケース15)

図-51 現地におけるうちあげ高の推定値(ケース16)

CASE - 17



CASE - 18

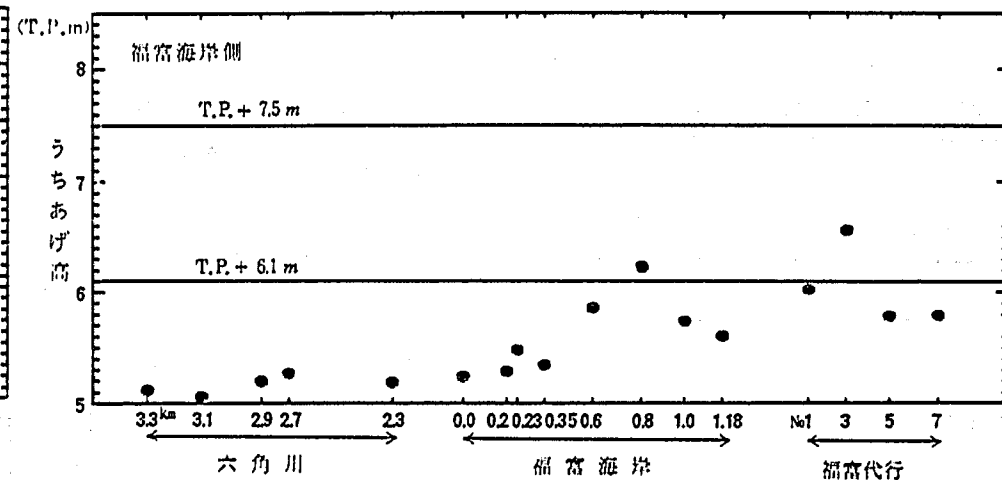
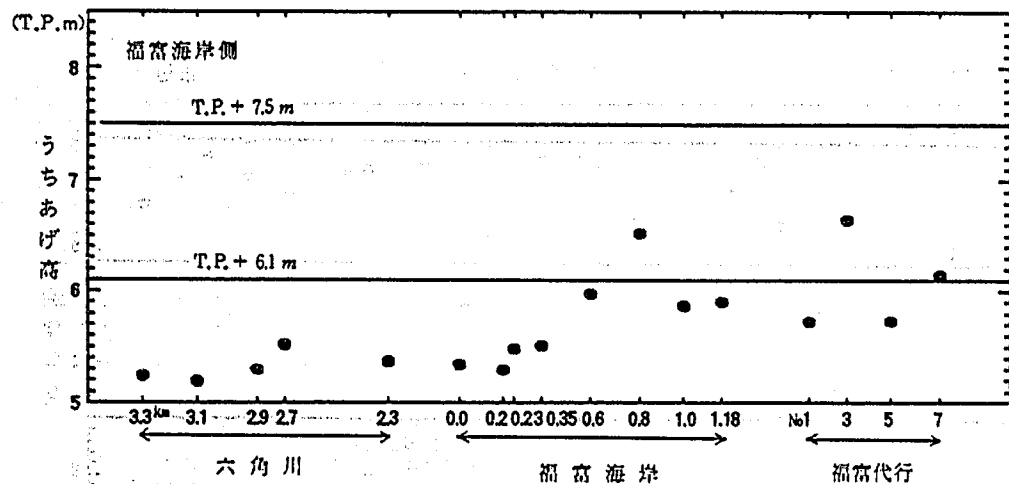
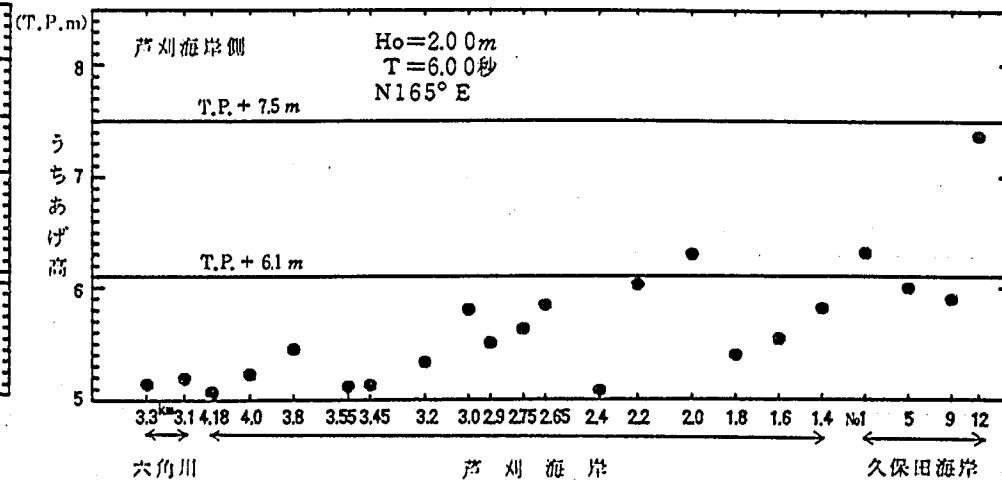


図-51 現地におけるうちあげ高の推定値(ケース17)

図-51 現地におけるうちあげ高の推定値(ケース18)

7.2 波の不規則性

実際の海の波は波高、周期ともに不規則に変動しているが、この模型実験では規則波を用いており、不規則波の場合にどのようなになるかを推定する必要がある。一般に海の波の波高分布はレーレー分布をしている。これは次のように表わされる。

$$P(H) = \frac{\pi}{2} \frac{H}{H_m^2} \exp \left[-\frac{\pi}{4} \left(\frac{H}{H_m} \right)^2 \right] \quad (31)$$

ここで $P(H)$ は波高 H の波の確率密度関数、 H_m は平均波高である。また有義波高や最大波高は平均波高と次のような関係にある。

$$H_{1/3} = 1.60 H_m \quad (32)$$

$$H_{1/10} = 2.03 H_m \quad (33)$$

$$H_{max} = 1.53 H_{1/3} \quad (\text{波数が } 100 \text{ 波の場合}) \quad (34)$$

$$H_{max} = 1.64 H_{1/3} \quad (\text{波数が } 200 \text{ 波の場合})$$

周期についてもある分布を有しているが、その分布形状は一定していない。また波向についても種々の方向から来襲する波の成分を含んでいる。

模型実験によって不規則波、特に波の方向も不規則である波を発生することは困難である。周期および波高の不規則な波を発生することは比較的簡単であるが、測定に際して多量のデータを処理しなければならない。したがって不規則な波が入射してくる場合の特性を調べる場合には規則波による結果を重ね合せて推定することも行なわれている。重ね合せによる方法が有効なのは線形な現象、すなわち波高の絶対値が関係しないような場合である。この実験では波高が大きい場合にかなりのエネルギー損失があることから線型な重ね合せによる方法はあまり適当でないと考えられる。

広島港に流入する太田川の高潮対策に関連して、その一派川である天満川について波の進入状況を模型実験によって調べた。¹⁾ その際に波高および周期が不規則に変動する波についても実験を行い、規則波による実験の結果と比較を行った。その結果によれば、河道内の波高の分布形状はほぼ同じであるという結果が得られた。不規則波が入射する場合には、周期の異なった成分波が含まれているために、入射波と反射波が重なり合って重複波を形成する場合に、重複波の腹と節での波高の違いが規則波に比較して小さくなり、波高分布が平滑化されている。したがって、不規則波の場合には全体のエネルギーや平均の波高については規則波の場合とあまり変わらないが、変動が平滑化されるという結果が得られている。

波のうちあげ高について、不規則波と規則波の比較を行ったものが図-52である。不規則波の入射波高としては規則波の入射波高と同じ値をもつ有義波高を用い、各地点での規則波と不規則波のうちあげ高を示したものである。この結果によればばらつきはあるものの平均的には規則波と不規則波のうちあげ高はほぼ一致している。規則波の場合にはほぼ均一な波を入射させているが、不規則波の場合には変動しており、且つ波のエネルギーも小さい。例えば有義波高より大きい波高をもつ波は1.3%しかない。波エネルギーの減衰が碎波等によ

って生じているのであれば、不規則波の場合には砕波を生じる頻度が少なくなるために減衰しにくくなる。この傾向は図-52でも明瞭ではないがうかがわれ、うちあげ高が小さい場合には規則波の値が不規則波の値より小さくなる傾向を示している。

うちあげ高の頻度分布については天満川河口での模型実験の結果によれば、ほぼレーレー分布をしており、波高と同じ分布型をとると考えられる。

これら不規則性の効果については、波高の小さい地点では少し問題のあるものの規則波による結果を不規則波の値と等しいとおいてもよいと考えられる。ただ変動があることについては考慮しておかなければならない。

海岸堤防の高さはうちあげ高または越波量を考慮して決定される。うちあげ高によって決める場合には有義波を規則波で代表し、規則波のうちあげ高にもとづいて設定する方法がある。この場合には不規則性を考慮すると越波も生じる可能性が高いために、堤防の表のり、天端および裏のりを被覆することとしている。またオランダにおいてはうちあげ高の不規則性を考慮して、全体の2%の波が越えるうちあげ高を $R_{2\%}$ とし、この高さを堤防の天端高とする考え方が採用されている。¹²⁾ 有義うちあげ高 $R_{1/3}$ と $R_{2\%}$ の関係は、レーレー分布をしている場合には次のように表わされる。

$$R_{2\%} = 1.36 R_{1/3} \quad (35)$$

この考え方によれば堤防の高さとしては図-51に示したうちあげ高の約1.4倍の高さが必要であることになる。

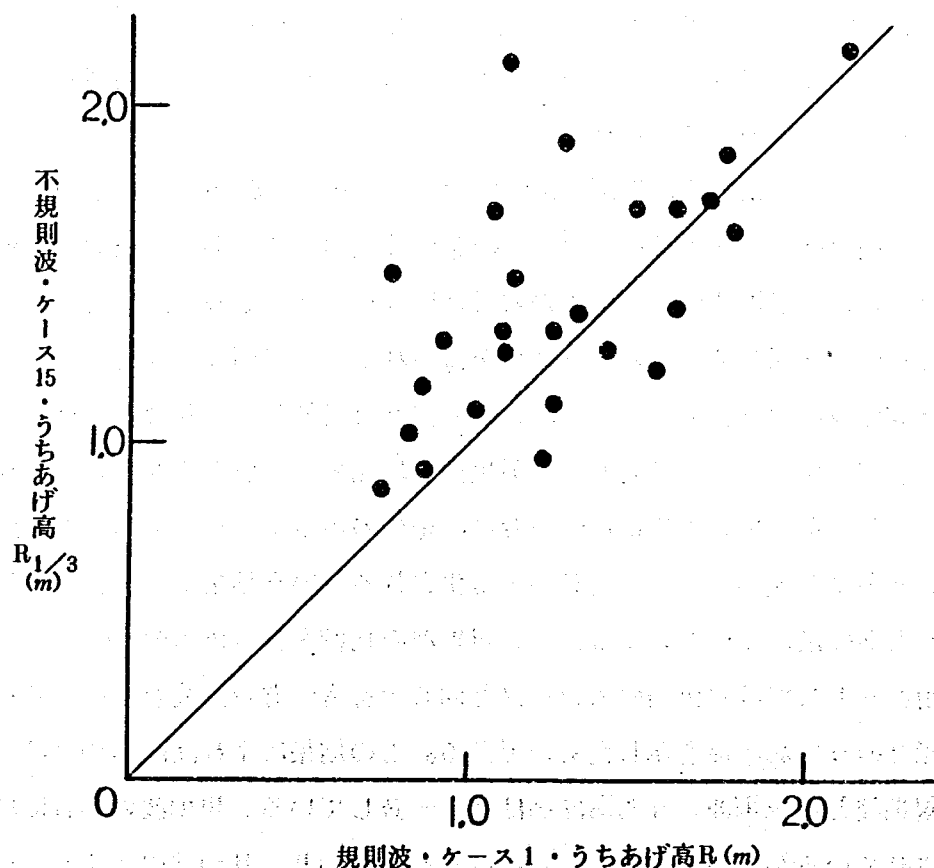


図-52 不規則波によるうちあげ高と規則波によるうちあげ高の比較¹¹⁾

堤防高はうちあげ高の他に越波量によって決める考え方もある。そのためには各堤防高について越波量の推定を行わなければならない。越波量の推定は、前年度に報告したうちあげ高と越波量の関係を用いることとする。

規則波および不規則波が堤防に入射する場合のうちあげ高と越波量の関係については、造波水路を用いた模型実験によって検討した。堤防の天端高としては T.P. + 6.1 m および 7.5 m とし、周期を $T = 6.58 \text{ sec}$ の場合について実験を行い、その結果は規則波の場合に図-53、不規則波の場合に図-54に示される。規則波の場合には越波量が不規則波の場合に比較して多く、またうちあげ高の増加に伴って越波量は増えている。この結果によれば、有義うちあげ高で堤防高を決めた場合には、越波量は $0.005 \text{ m}^3/\text{m} \cdot \text{sec}$ 程度であり、また $R_2\%$ で堤防高を決めた場合には、越波量は $0.001 \text{ m}^3/\text{m} \cdot \text{sec}$ 程度となっている。

不規則波の有義うちあげ高が、海底摩擦の影響を補正して求められた規則波のうちあげ高と等しいとすると、図-54を用いて越波量を推定することができる。図-54によって求められた値を参考までに付表に示しておく。さきの結果によればうちあげ高の最大値は絶対高で T.P. + 8.5 m、海面からは $R = 3.5 \text{ m}$ であり、この値から越波量を図-54を用いて推定すると越波量は $0.01 \text{ m}^3/\text{m} \cdot \text{sec}$ 程度となる。

許容越波量は、越波による堤防の破壊、背後の利用や家屋などの有無、越波した水の排水能力などによって決められる。堤防の構造上の安全性に関係する許容量としては合田¹³⁾によって表-8に示す値が提案されており、また越波があっても交通に支障のない量としては表¹⁴⁾ -9に示す値が提案されている。越波した水の排水能力については例えば越波量 $0.01 \text{ m}^3/\text{m} \cdot \text{sec}$ の場合には延長 1 Km で $10 \text{ m}^3/\text{sec}$ の水を排水するか、一時的に溜める必要がある。したがって許容量としては種々の条件を考慮して決めなければならないが、その数値についてはかなりの幅がある。

海底摩擦の影響を補正し、かつ波の不規性を考慮すると、芦刈海岸の 1.4 Km ~ 3.0 Km および福富海岸においては、暫定堤防 T.P. 6.1 m の場合に堤防は三面張りにすれば構造物は安全であるが、かなりの越波のあること、計画堤防高 T.P. 7.5 m の場合には施設を必要とせず処理できる越波量であるが、堤防背後の交通などは問題になることなどの結果が明らかになった。また六角川の 2.0 Km より上流、芦刈海岸 3.2 Km より奥においては波のうちあげ高も低く、越波量もかなり減少することが明らかになった。

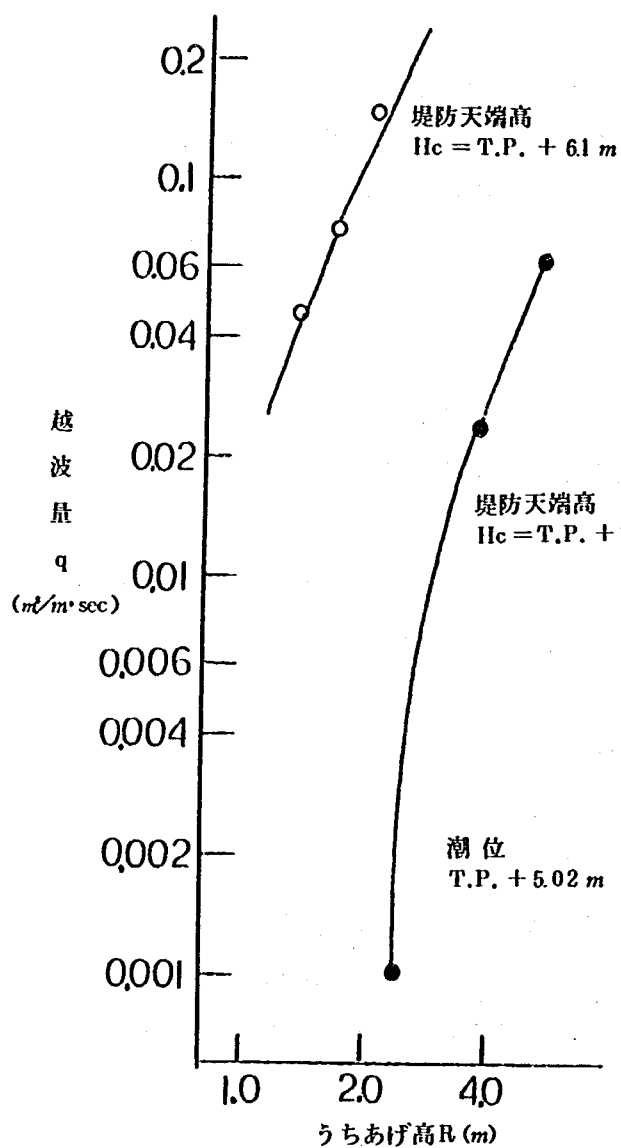


図-53 規則波のうちあげ高と越波量の関係

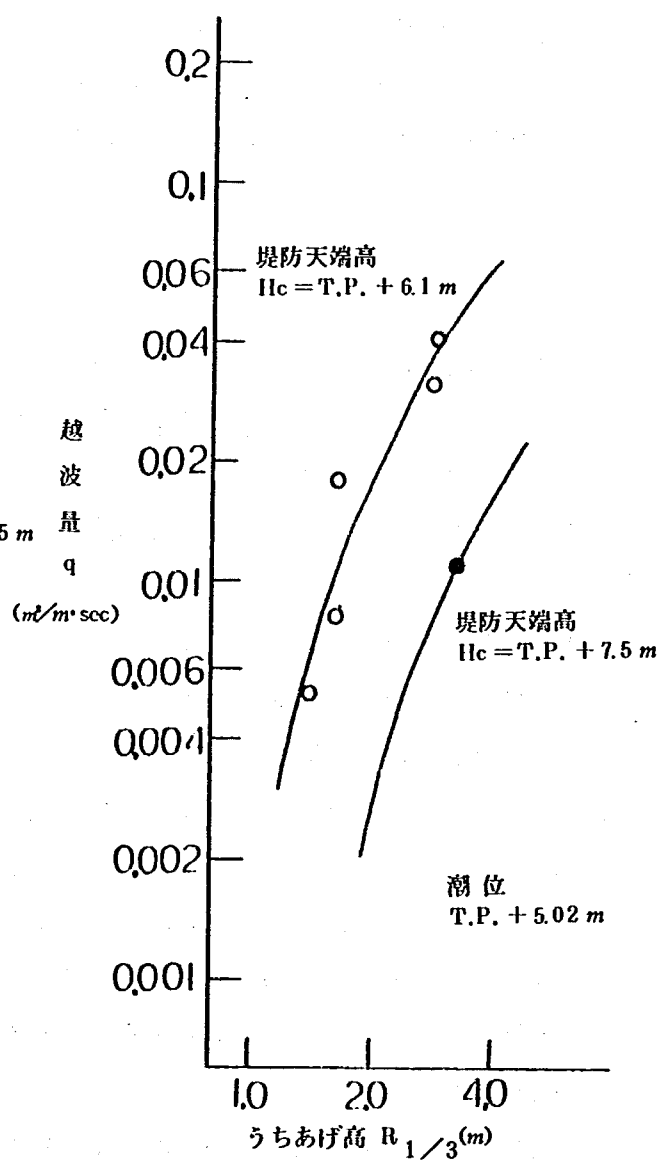


図-54 不規則波のうちあげ高と越波量の関係

表-8 越波による堤防・護岸の被災限界¹³⁾

種 別	被 覆 工	越波流量 ($m^3/m \cdot sec$)
堤 防	天端・裏法面とも被覆工なし	0.005 以下
	天端被覆工あり, 裏法面被覆工なし	0.02
	三面巻き構造	0.05
護 岸	天端被覆工なし	0.05
	天端被覆工あり	0.2

表-9 許容越波流量¹⁴⁾

堤防背後における状況	許容越波流量
人が危険なく歩行	$m^3/m \cdot sec$
50%の安全度	2×10^{-4}
90%の安全度	3×10^{-5}
高速で自動車が通過	
50%の安全度	2×10^{-5}
90%の安全度	1×10^{-6}
家屋が大丈夫	
50%の安全度	7×10^{-5}
90%の安全度	1×10^{-6}

注：堤防より10m離れると許容量は1桁多くてもよい

8. ま と め

有明海の湾奥に位置する芦刈海岸、福富海岸および六角川河口部の縮尺 1/50 の模型を用いた波浪実験によって、浅海での波の変形や堤防への波のうちあげ高を調べ、暫定堤防および計画堤防の越波防止効果について検討を行い、次のような結果が得られた。

海岸に来襲し、六角川に向って進入する波の断面平均波高は海底の摩擦と碎波などによって 3 Km の間に約 1/20 に減衰する。その減衰率は入射波の周期が短く、波高が高いほど大きくなっている。また海岸に斜めに入射する場合には、進入する波高自体が小さくなる。

波高の場所的な変動は屈折と反射のために大きくなり、波の集中する場所と分散する場所が分けられる。入射波の波向が 155° および 165° の場合は福富海岸に沿って進入する波と、対岸の久保田海岸に進む波に分けられる。一方、波向が 145° の場合には福富海岸に沿う波と、奥に向う波が卓越する。

波のうちあげ高については、海岸堤防の法線が突出した場所に波が集中するために、久保田海岸 1.2 Km、芦刈海岸 1.6 Km および 2.2 Km 付近、福富海岸の 0.6 Km でうちあげ高は高くなっている。これに対応し逆に影になる地点、例えば福富海岸 1.18 Km ではうちあげ高は低くなっている。

模型実験においては海底の摩擦係数が実物に比較して大きいためその補正を行うと、うちあげ高としては芦刈海岸の 1.4 Km ~ 3.0 Km および福富海岸では計画堤防高の T.P. + 7.5 m 程度になるが、芦刈海岸 1.6 Km および 2.2 Km 付近、福富海岸の 0.6 Km 地点では T.P. + 7.5 m より高くなる。芦刈海岸 3.2 Km より六角川 3.5 Km の間は、うちあげ高は暫定堤防高である T.P. + 6.1 m 程度となる。

波の不規則性を考慮して越波量を求めると、計画堤防高 T.P. + 7.5 m では全体的に越波量は $0.005 \text{ m}^3/\text{m} \cdot \text{sec}$ 以下であり、部分的には $0.01 \text{ m}^3/\text{m} \cdot \text{sec}$ 程度になると推定される。また暫定堤防高である T.P. + 6.1 m では、部分的には三面張り堤防の破壊限界である $0.05 \text{ m}^3/\text{m} \cdot \text{sec}$ 以上になる地点もある。

本模型実験は九州地方建設局武雄工事事務所の依頼により行ったものである。実験の遂行に際しては工事事務所の皆様、特に調査課の方々には色々お世話になった。ここに記して感謝の意を表します。

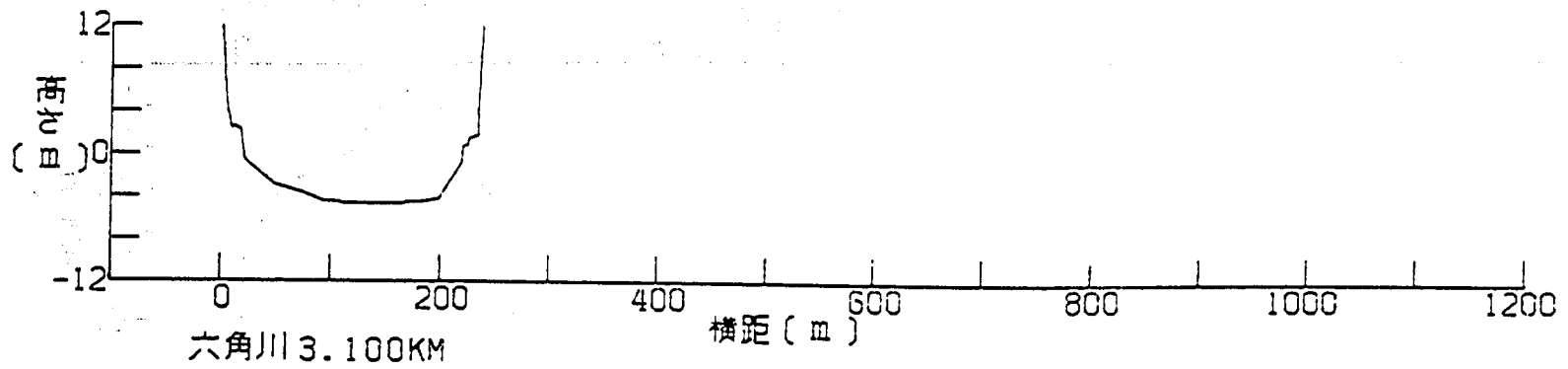
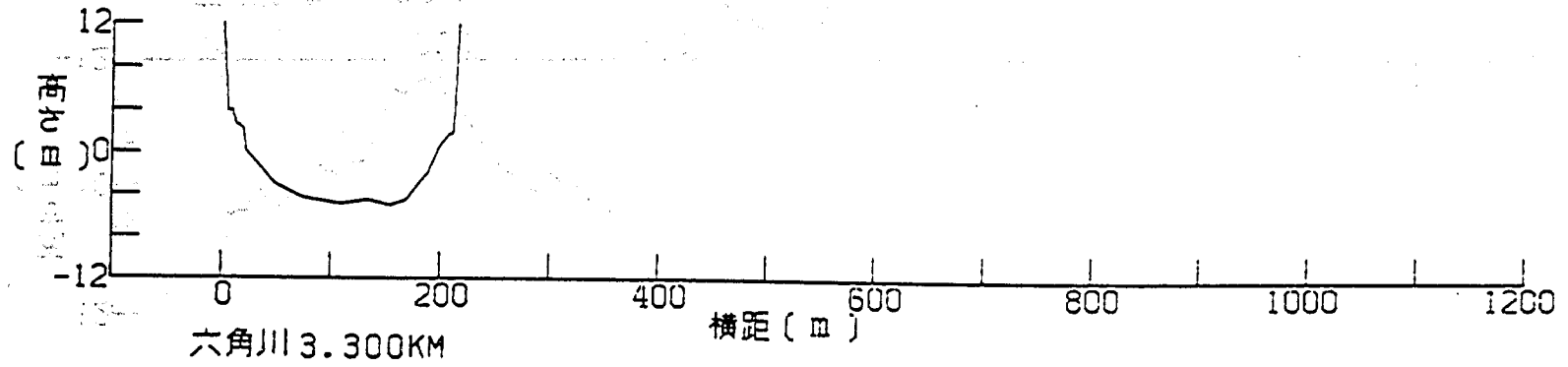
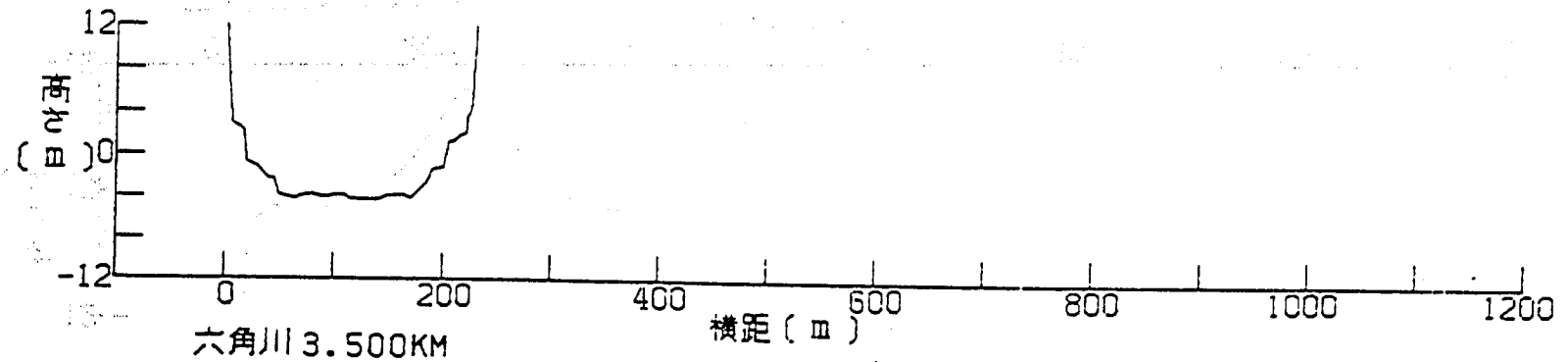
参考文献

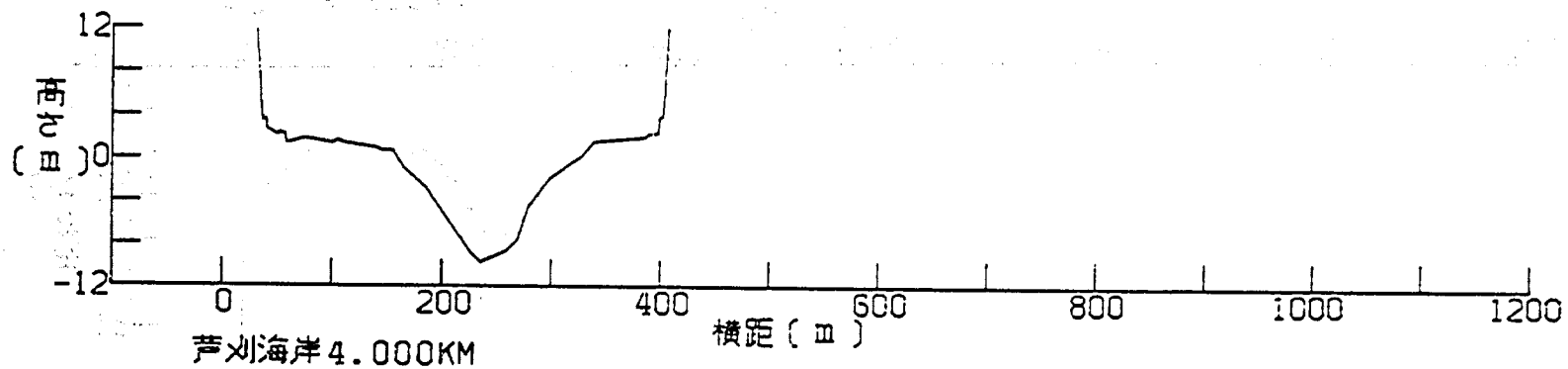
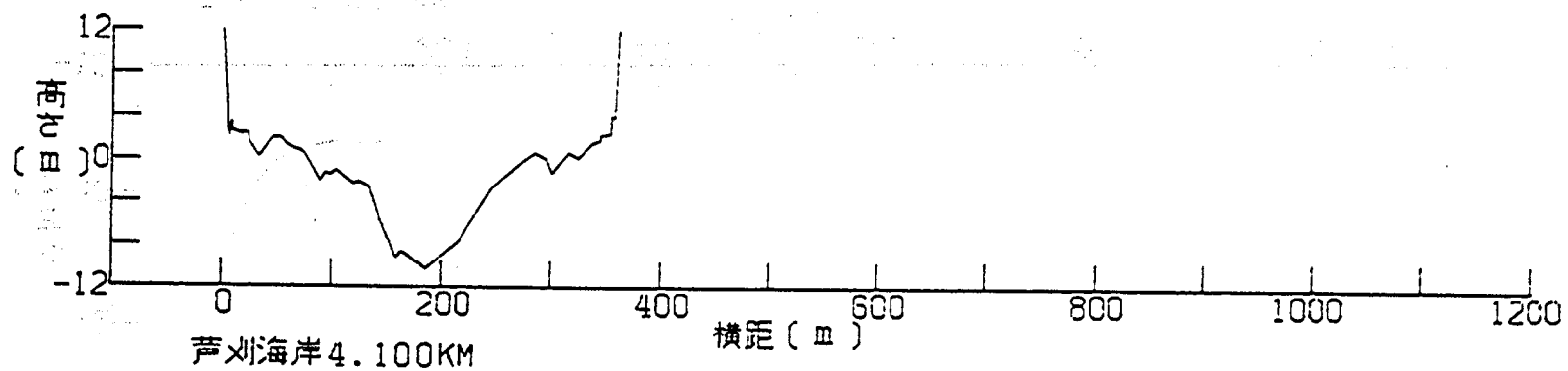
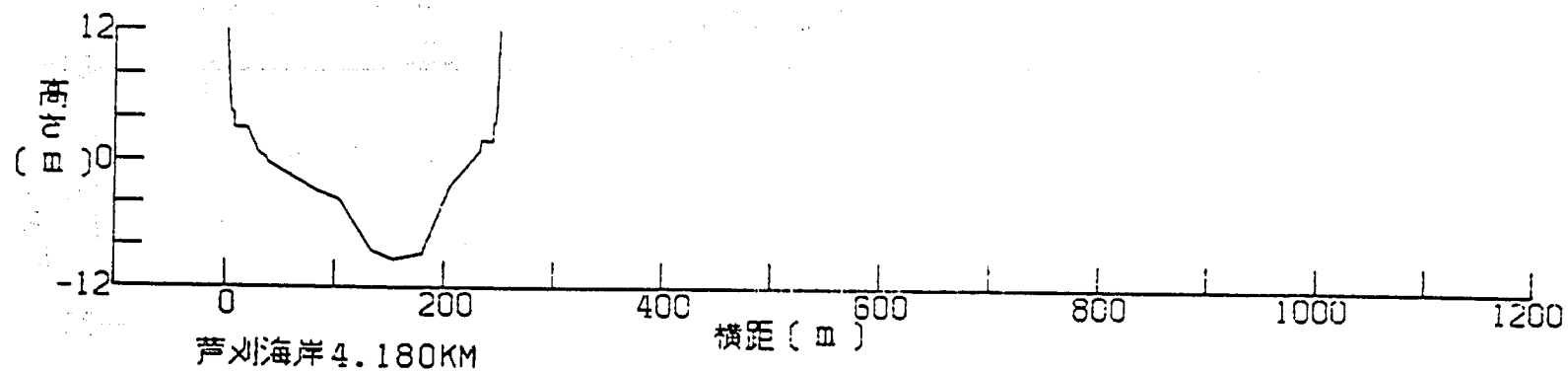
- 1) 有明海岸：武雄工事々務所
- 2) 橋本 宏，山口 修，弘田英人：有明海岸堤防水理模型実験報告書，土木研究所資料第 1825 号，建設省土木研究所，57. 3.
- 3) 水理公式集，昭和45年度改訂版，土木学会，45. p. 475.
- 4) 江守一郎，D.J. シューリング：模型実験の理論と応用，技報堂，48. (1973)
- 5) Diephus, J.G.H.R. : Scale effects involving breaking waves, Proc. 6th Conf. on Coastal Eng., 1958.
- 6) Kajiura, K : A model of the bottom boundary layer in water waves, Bull. Earthquake Res. Inst., vol. 46. pp. 75. 1963.
- 7) Jonsson, I.G. : Measurements in the turbulent wave boundary layer, 10th Congress I.A.H.R., London, pp. 85. 1963.
- 8) Riedel, H.P., J.W. Kamphuis and A. Brebner : Measurement of red shear stress under waves, Proc. 13th Coastal Eng. Conf. pp. 587 ~ 603, 1972.
- 9) Kamphuis, J.W. : Friction factor under oscillatory waves, J. Waterways, Harbors and Coastal Eng. Division, ASCE, vol. 101 /WW2, pp. 135 ~ 143, 1975.
- 10) 東京湾高潮対策調査報告書：関東地方建設局，40. 3.
- 11) 橋本 宏，山口 修，弘田英人：太田川高潮堤防模型実験報告書，土木研究所資料第 1671 号，建設省土木研究所，56. 3.
- 12) Wassing, F : Model investigation on wave run-up carried out in the Netherlands during the past twenty years, Proc. 6th Conf. on Coastal Eng., 1958.
- 13) 合田良実：港湾構造物の耐波設計，鹿島出版会，p. 120 52. 10.
- 14) 福田伸男，宇野俊泰，入江 功：防波護岸の越波に関する現地観測（第2報），第20回海岸工学講演会論文集，土木学会，1973. pp. 113 ~ 118.

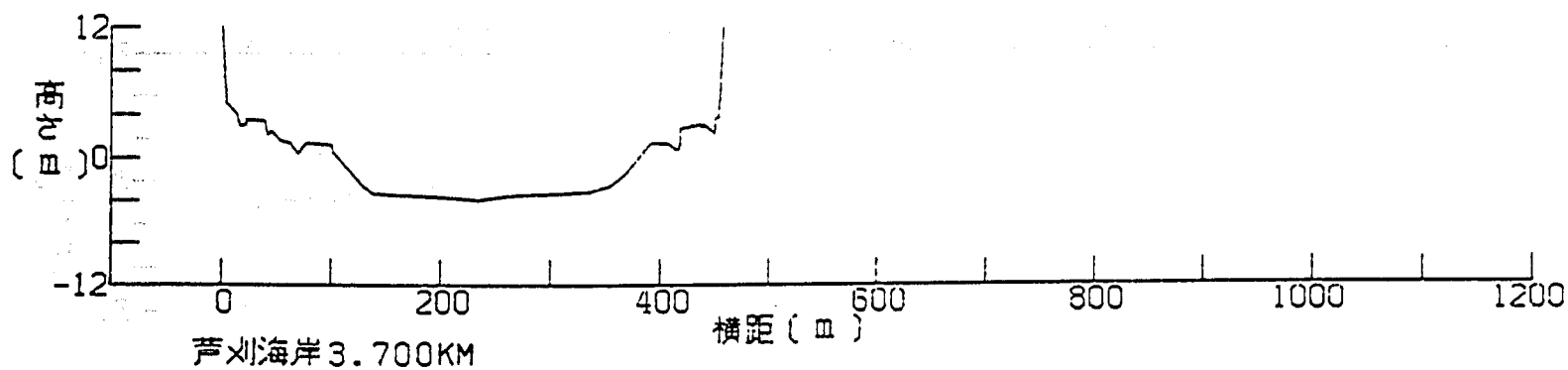
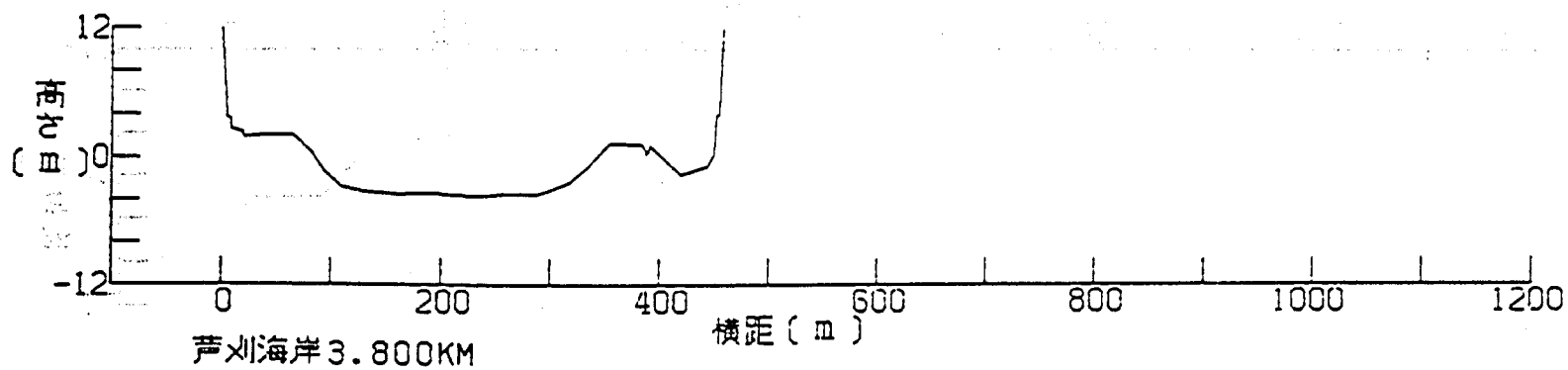
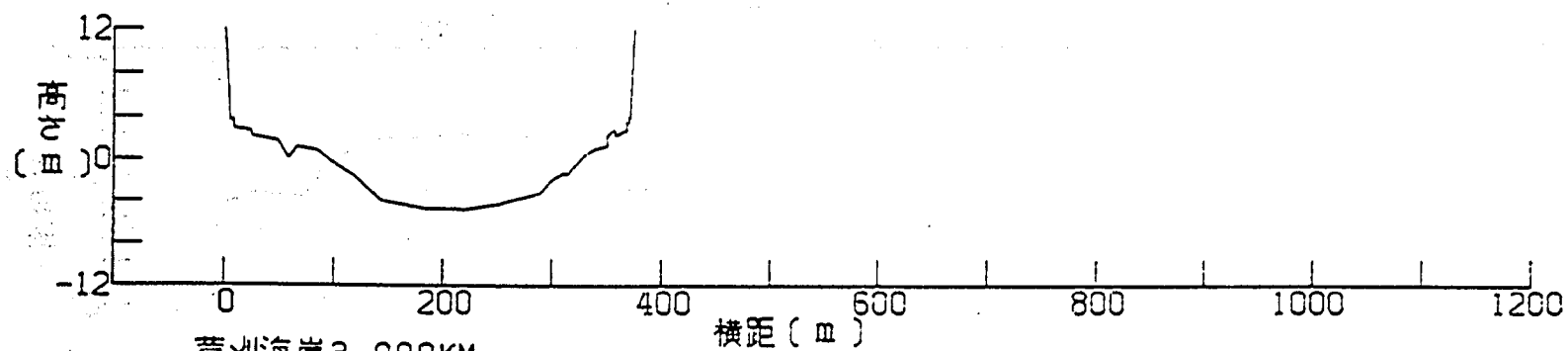
付 録 目 次

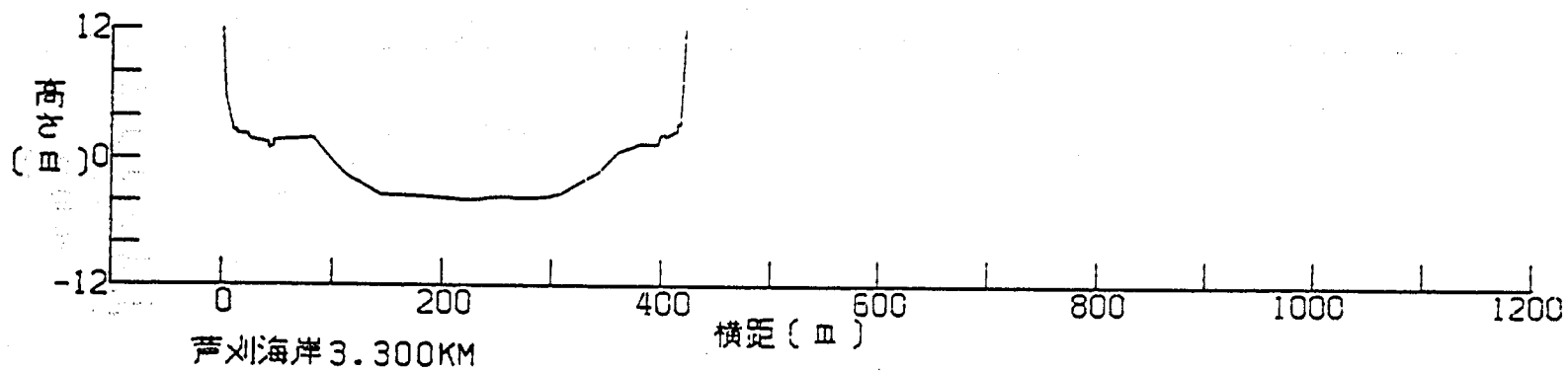
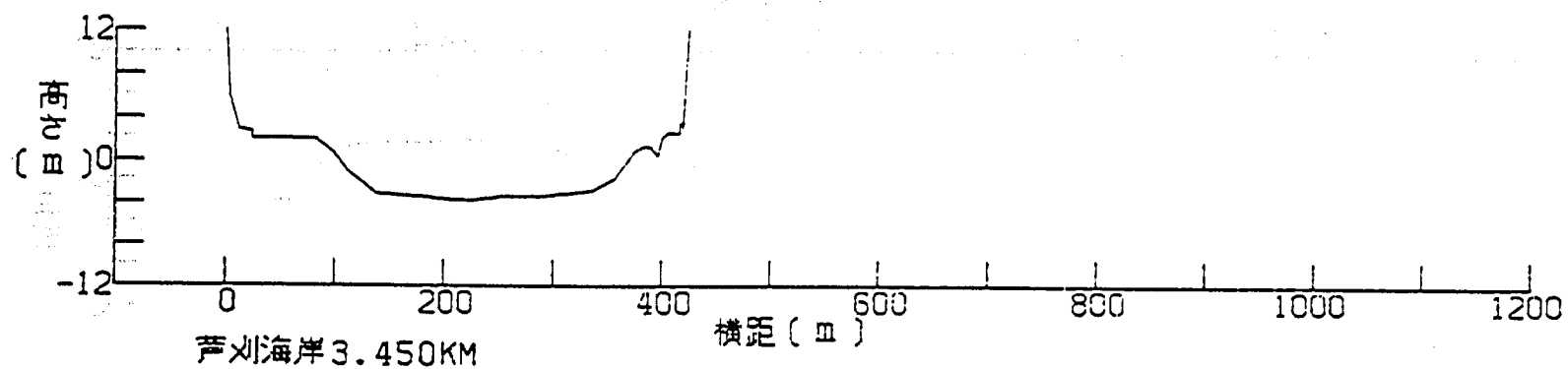
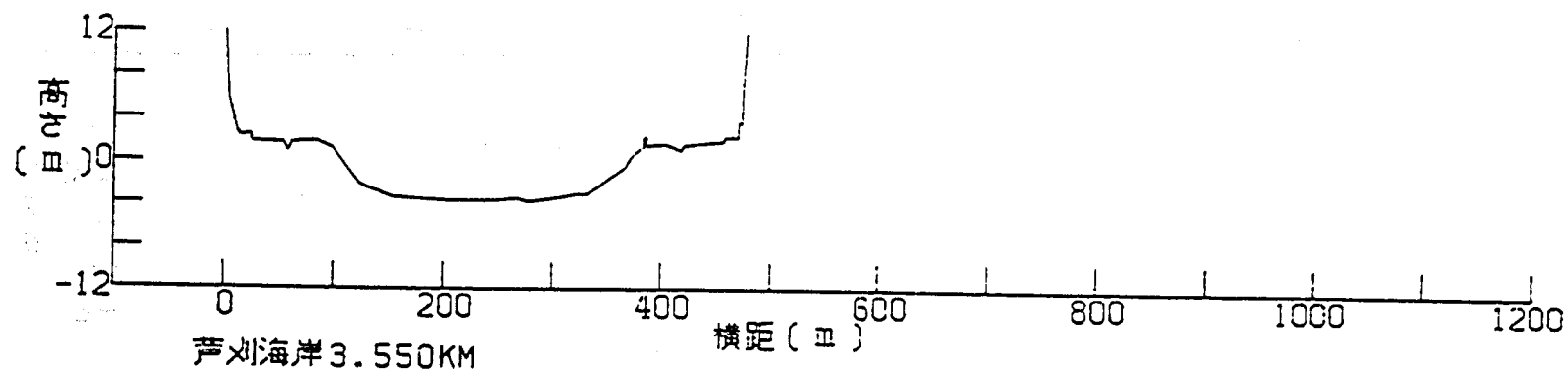
付図-1	海床横断面図	71
付図-2	入射波高の頻度分布	92
付表-1	測線の座標値 (現地)	93
付表-2	各断面の追加距離, 平均地盤高, 最低地盤高 (現地)	95
付表-3	入射波高の平均値と標準偏差	96
付表-4	波高, うちあげ高の測定値	97
付表-5	摩擦の影響を考慮した波高とうちあげ高	102
付表-6	越波量の推定値	107
写 真	実験状況写真	110

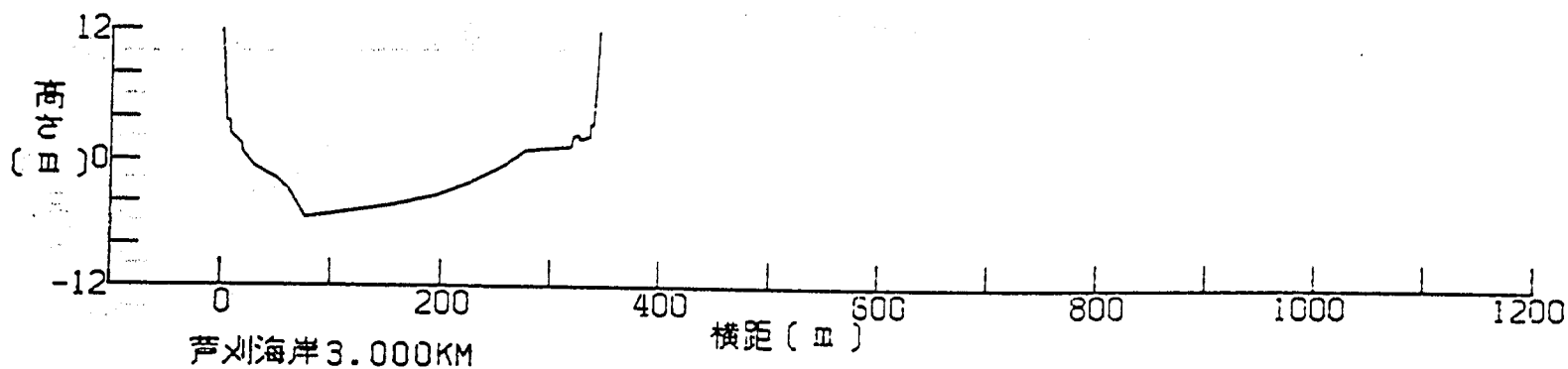
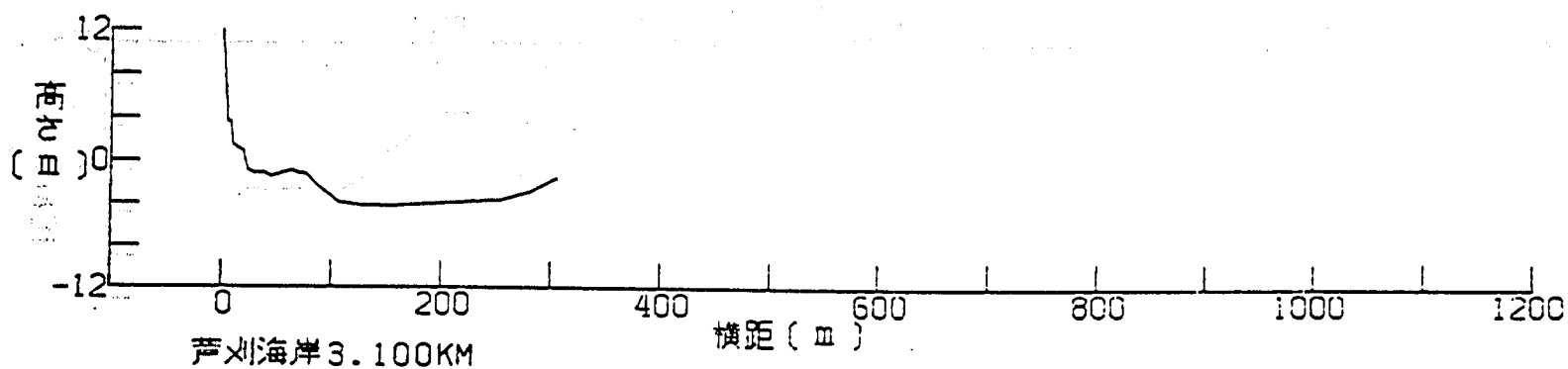
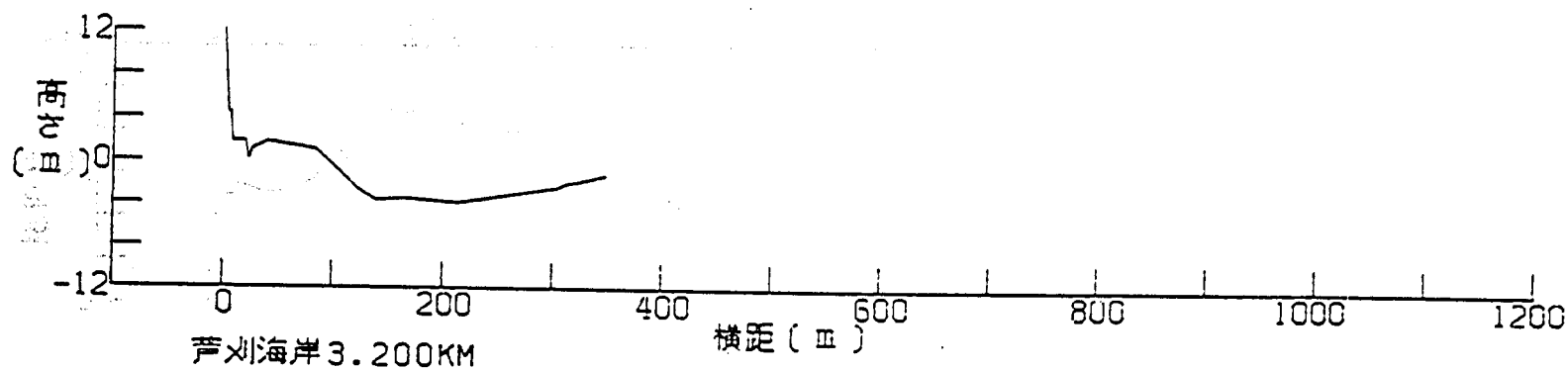
付図-1 海床横断面図

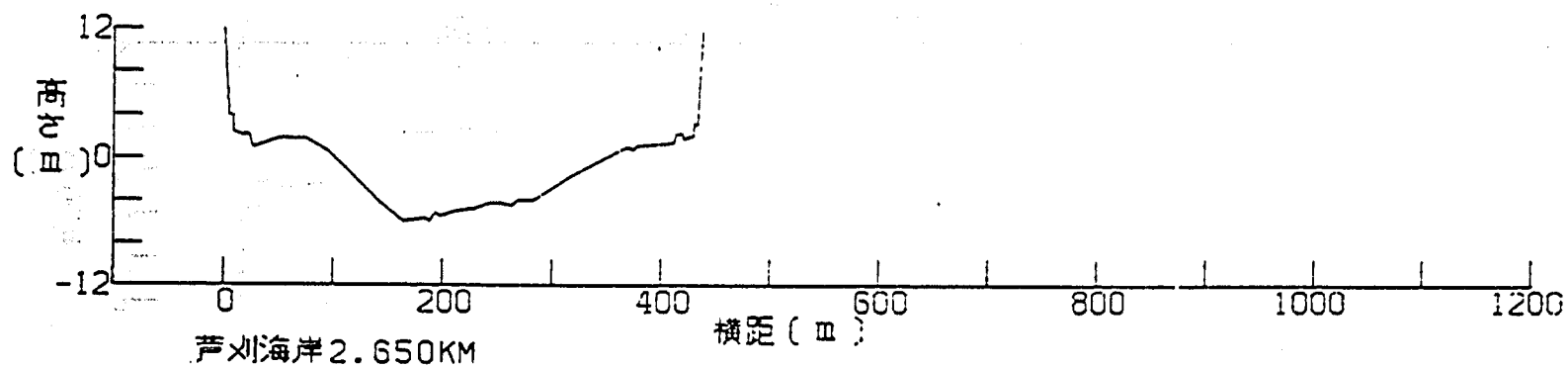
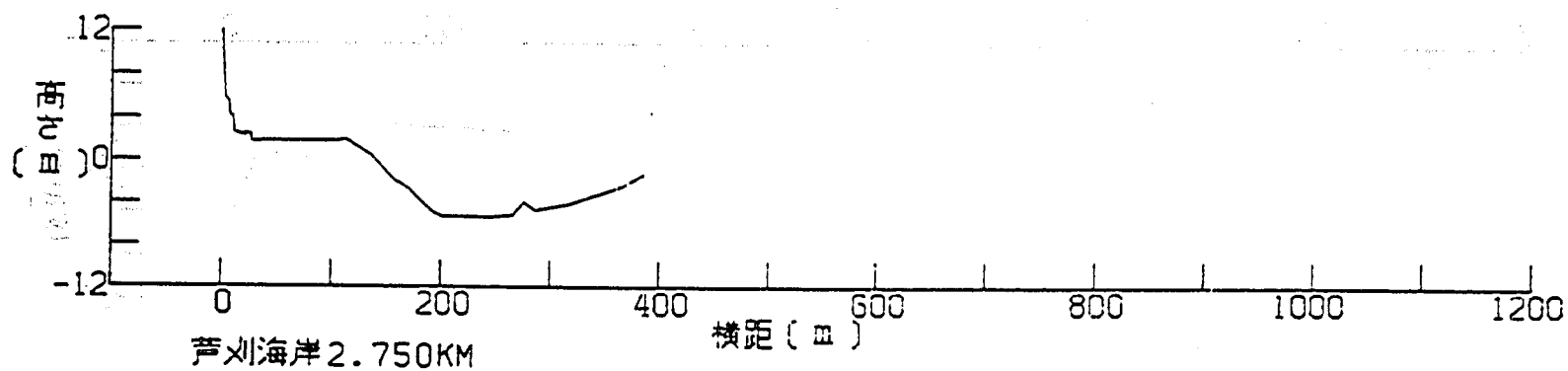
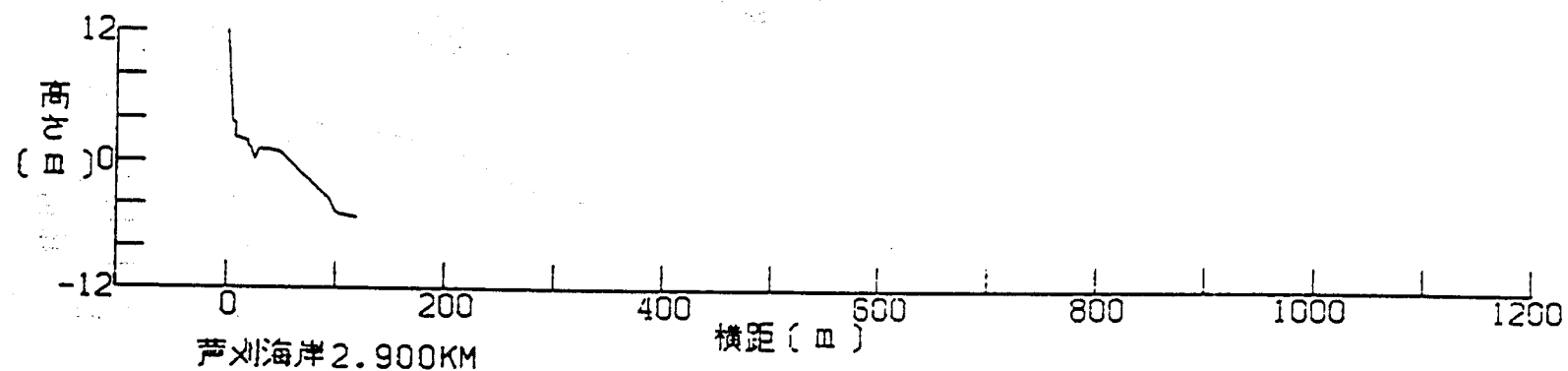


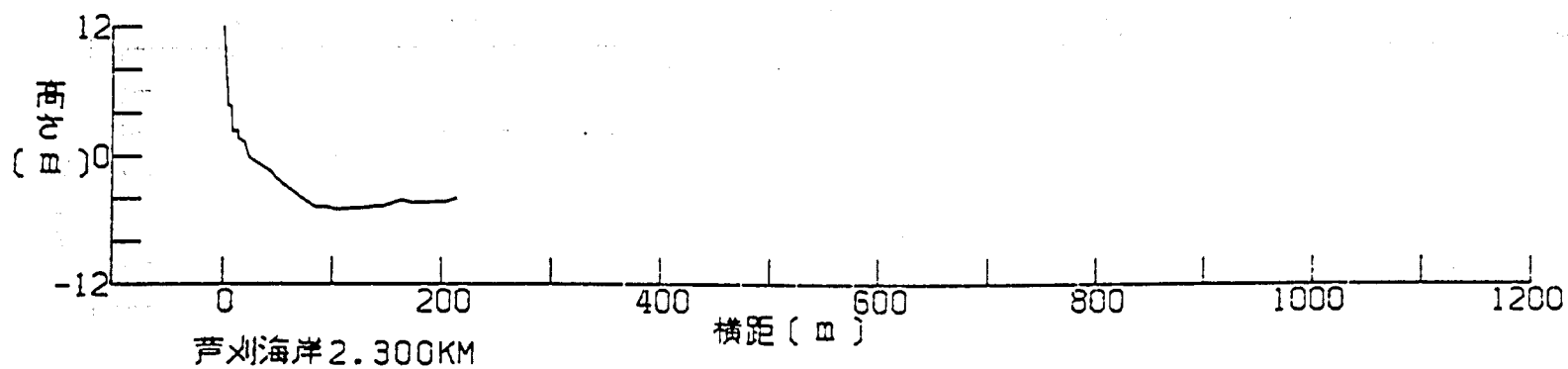
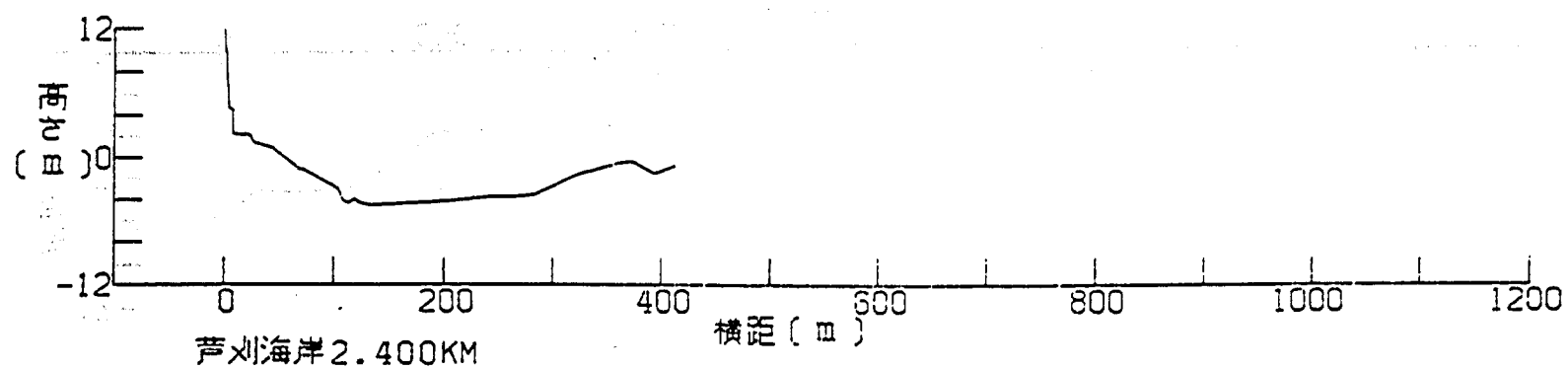
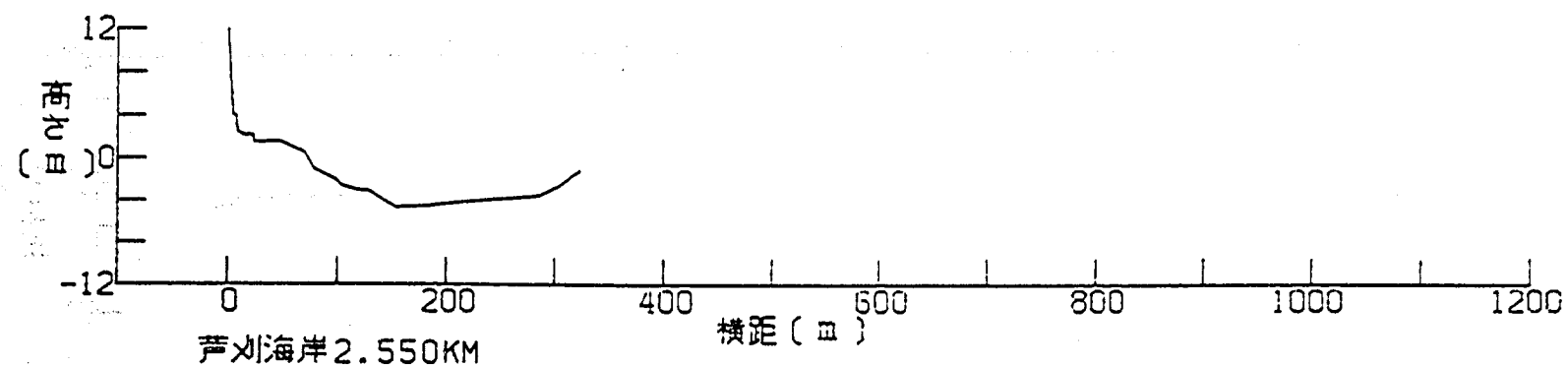


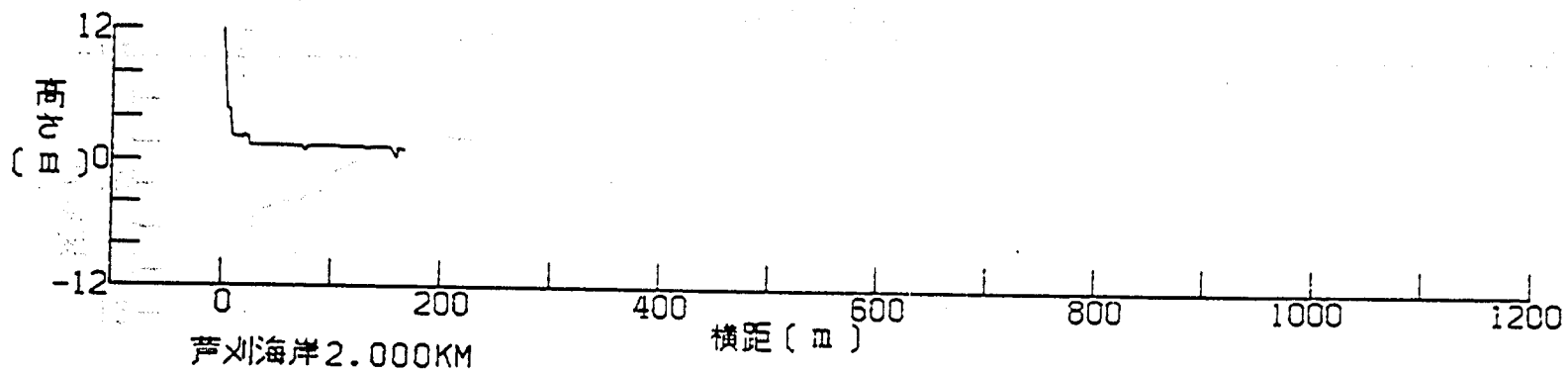
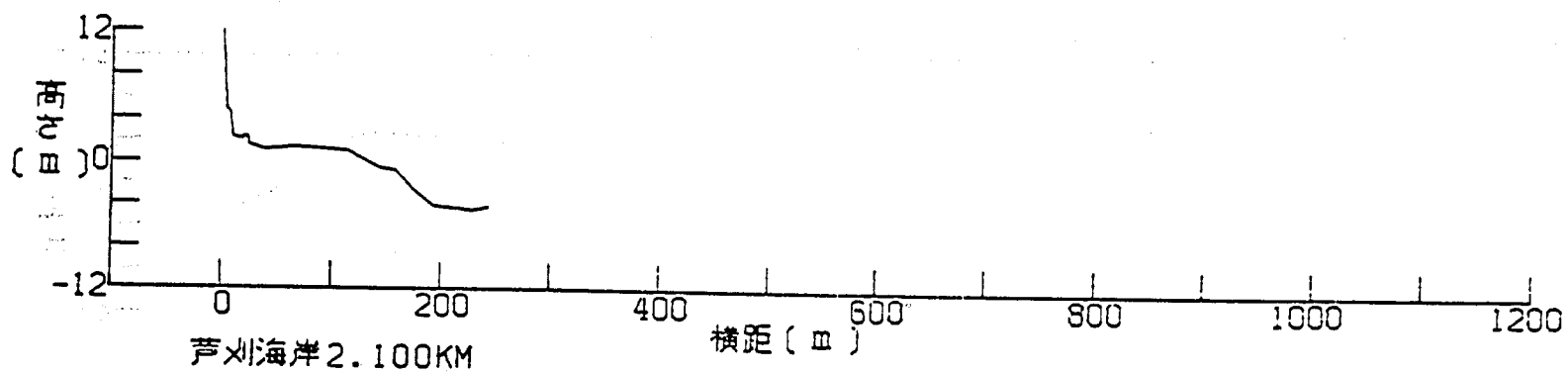
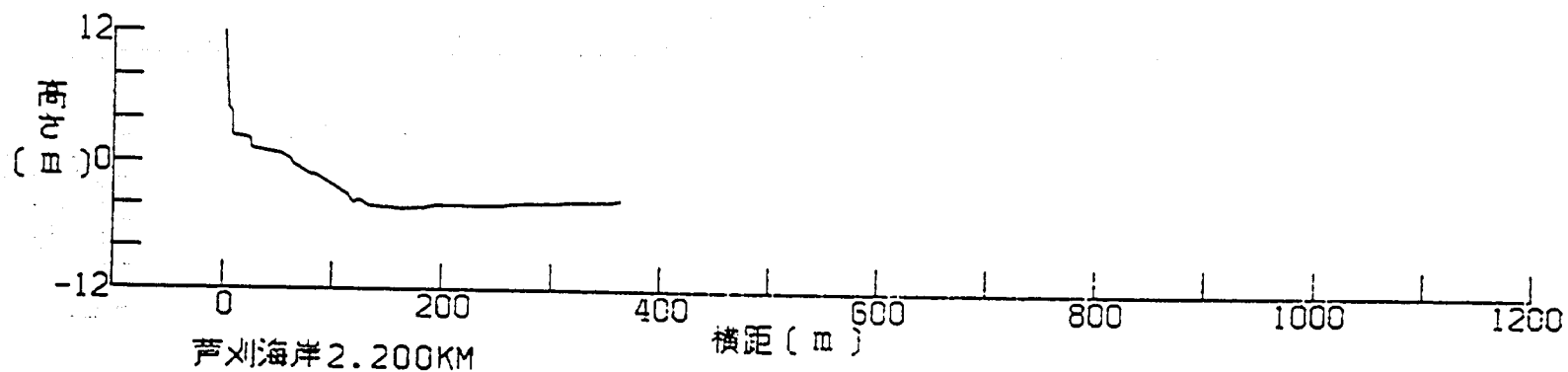


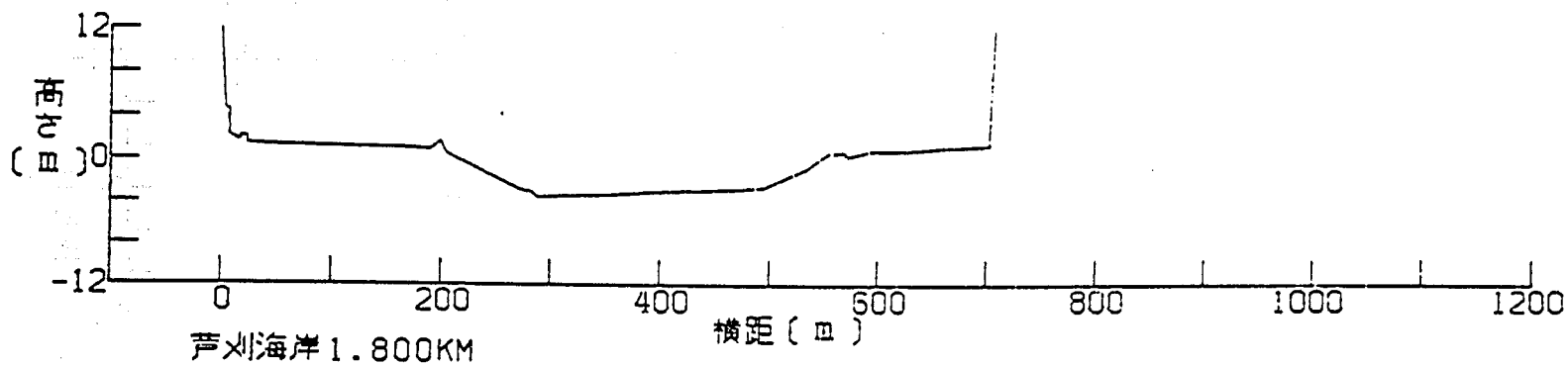
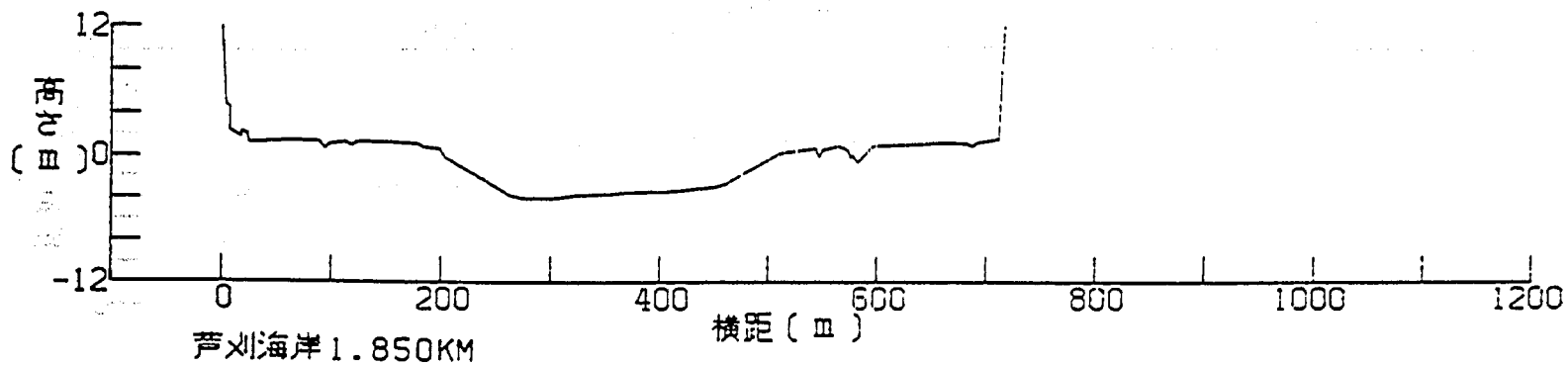
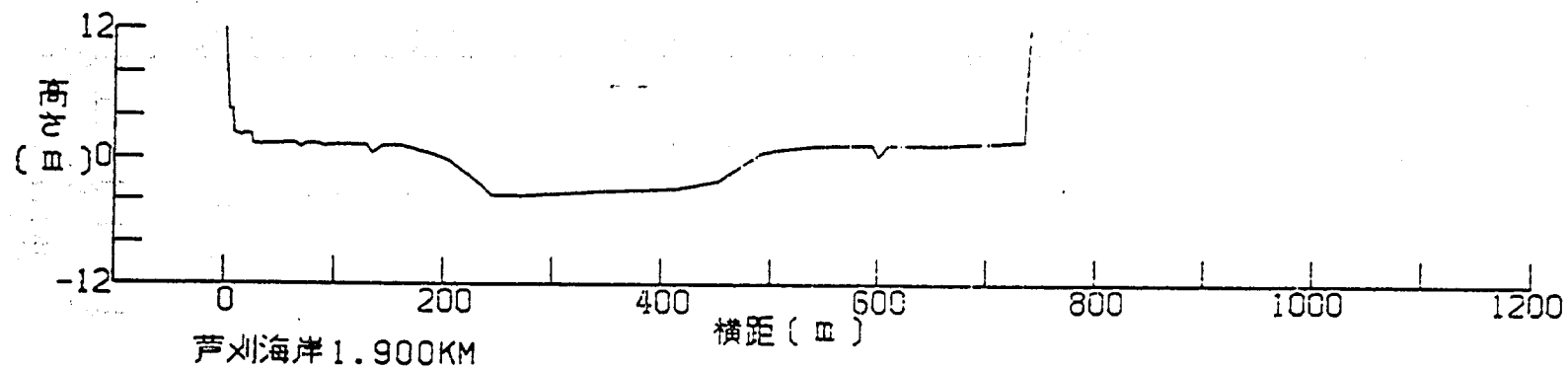


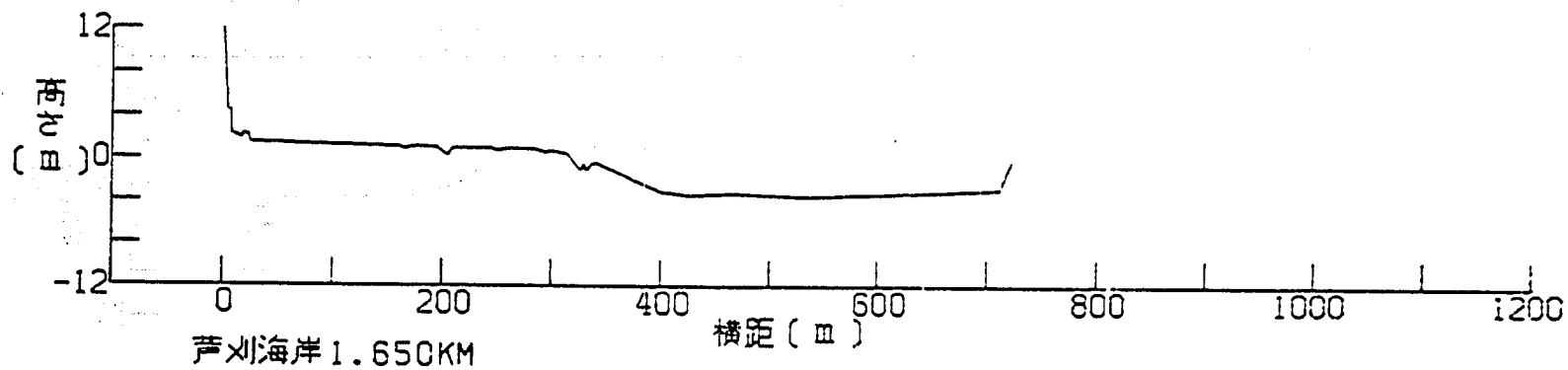
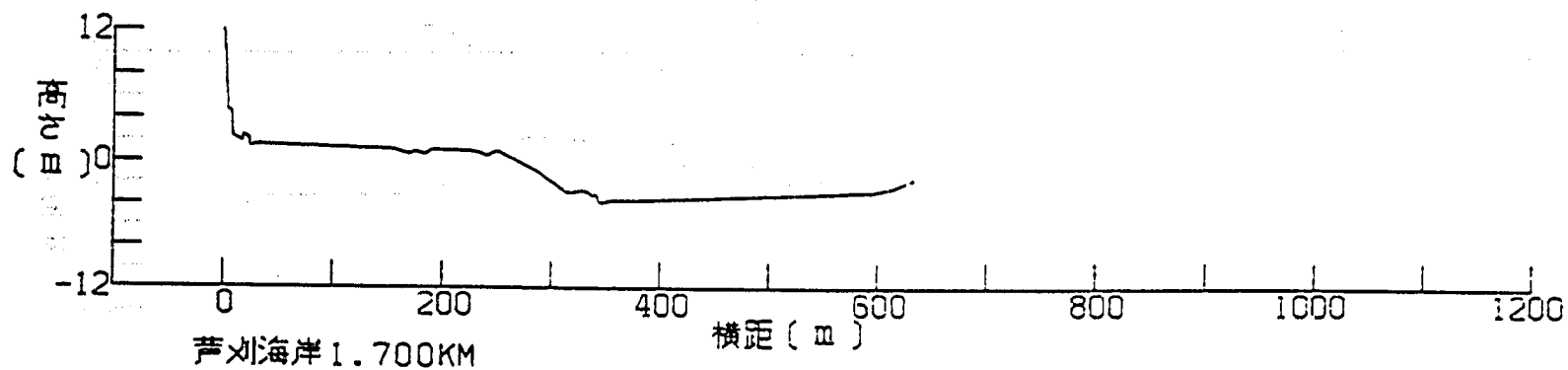
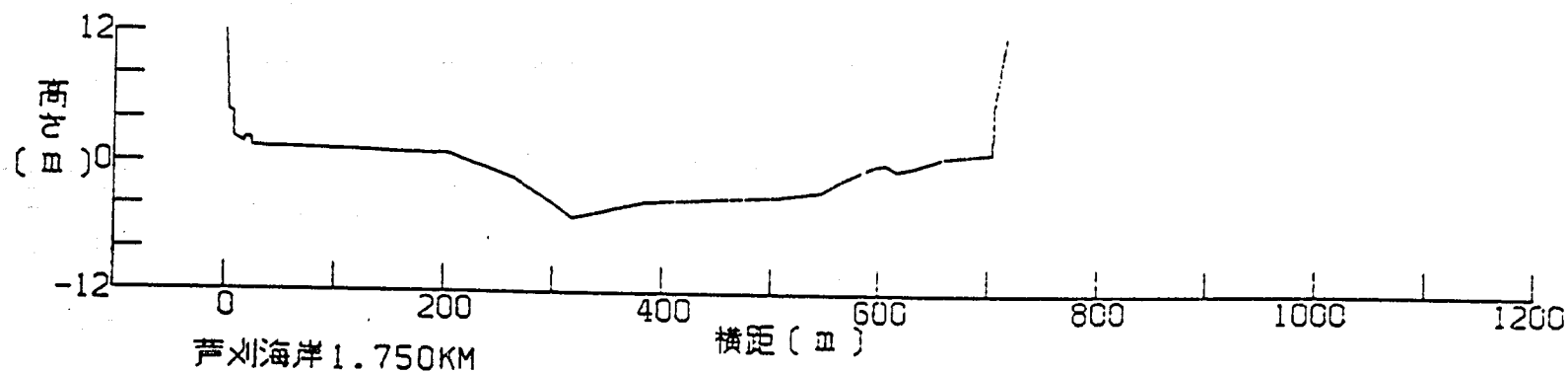


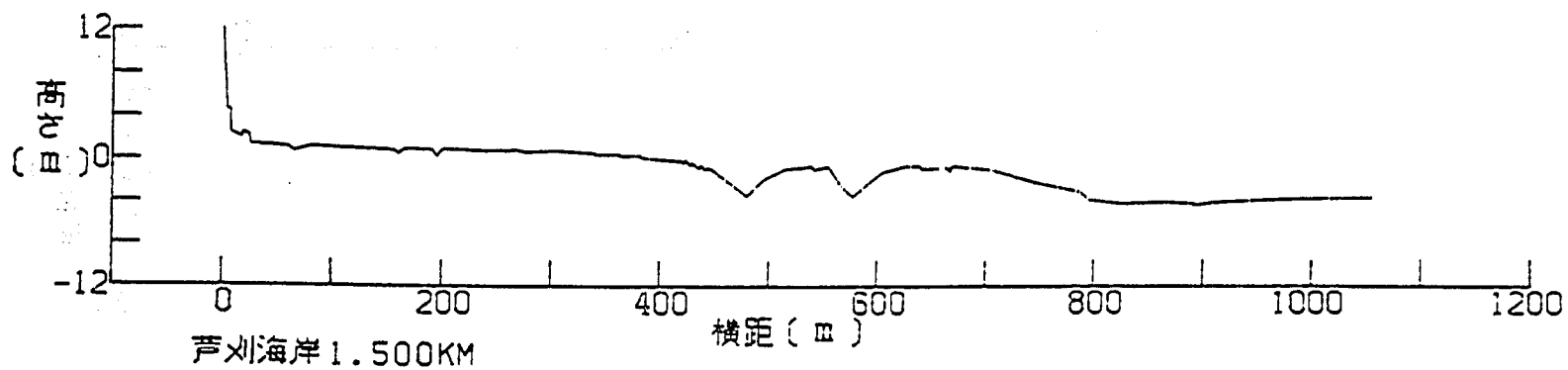
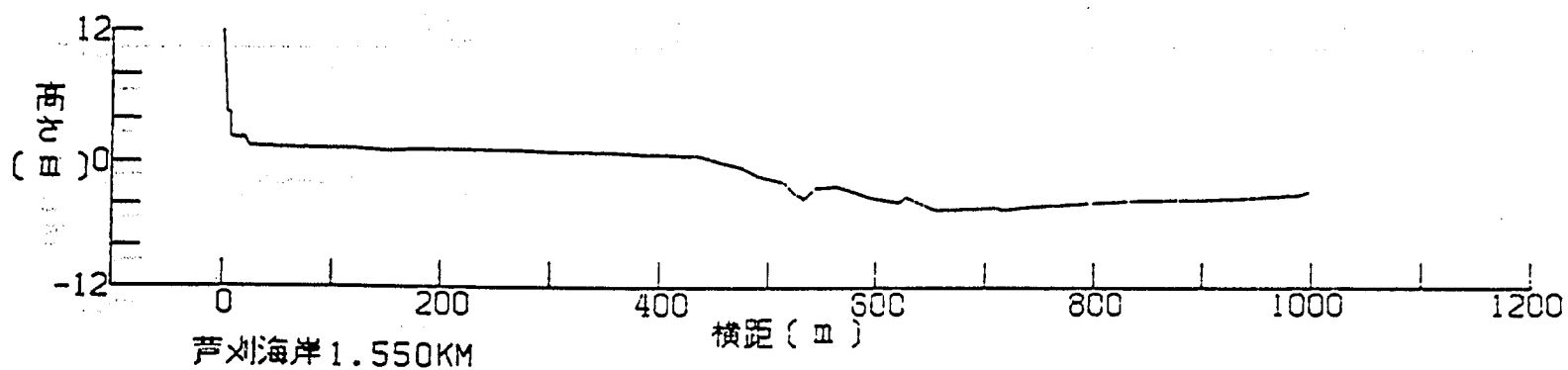
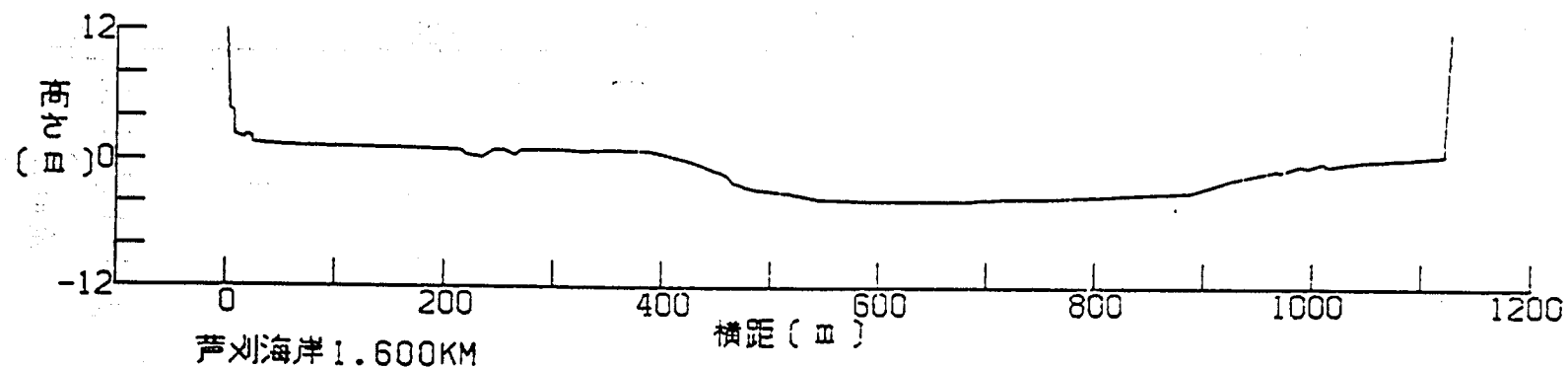


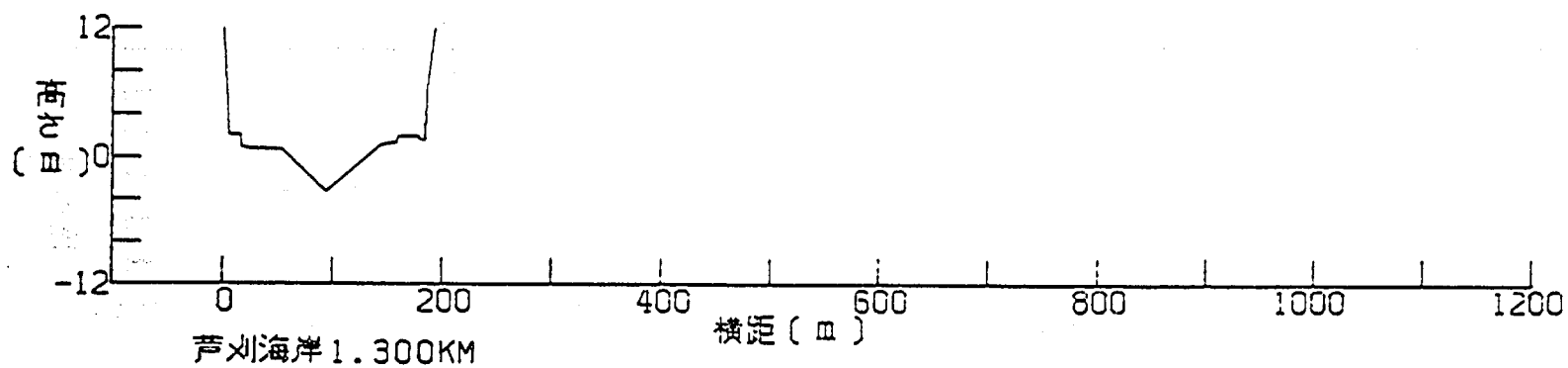
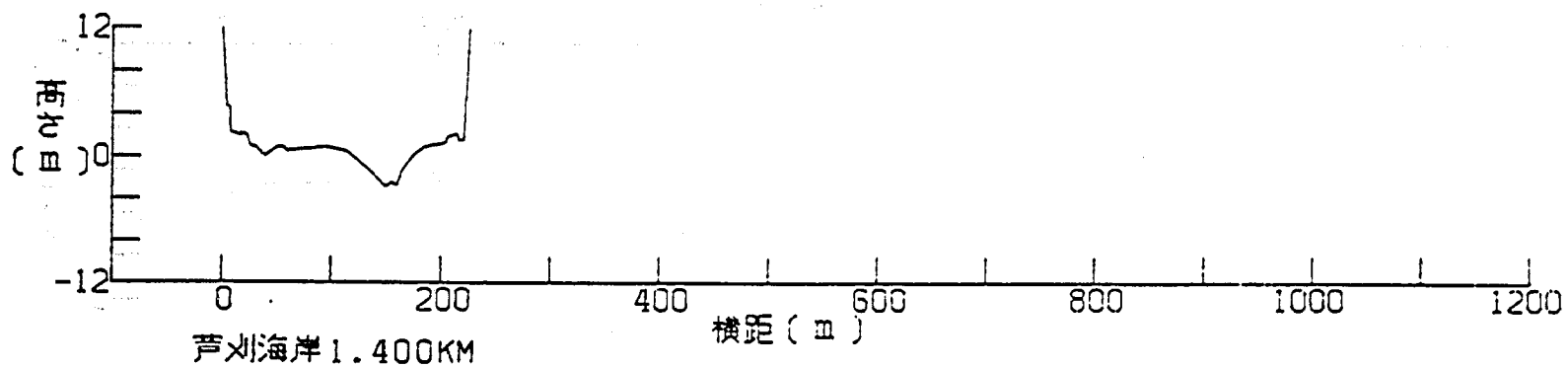
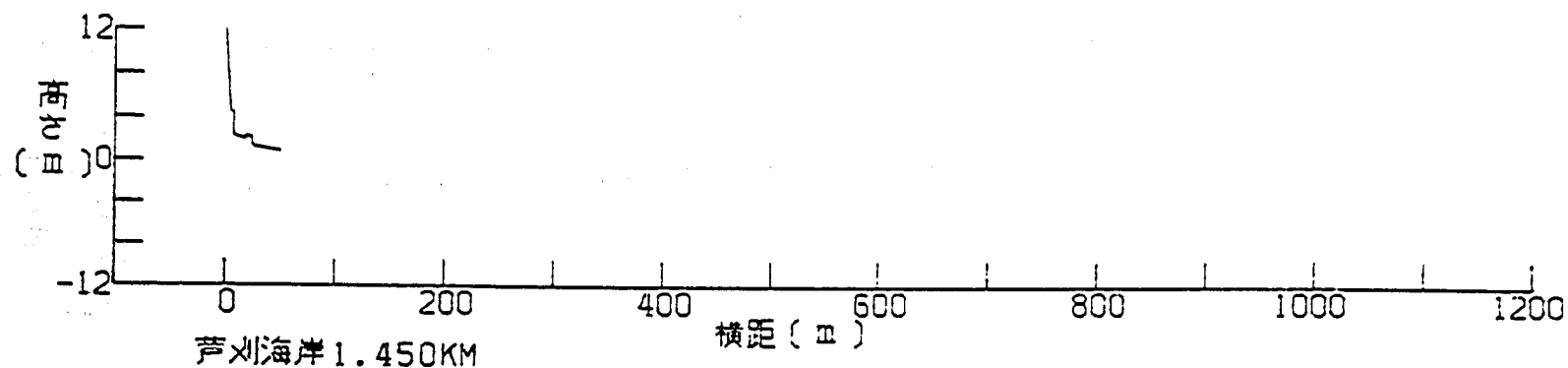


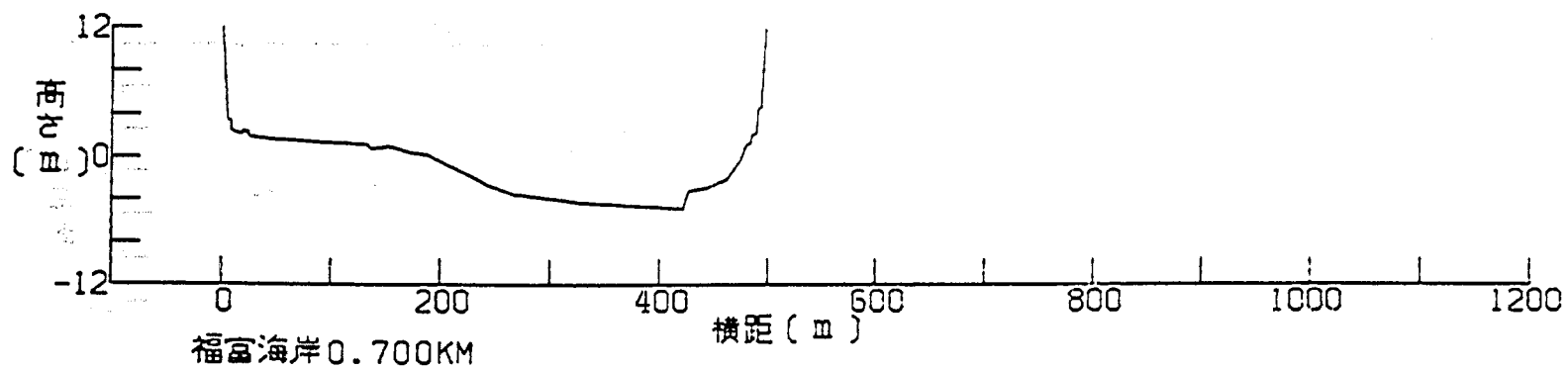
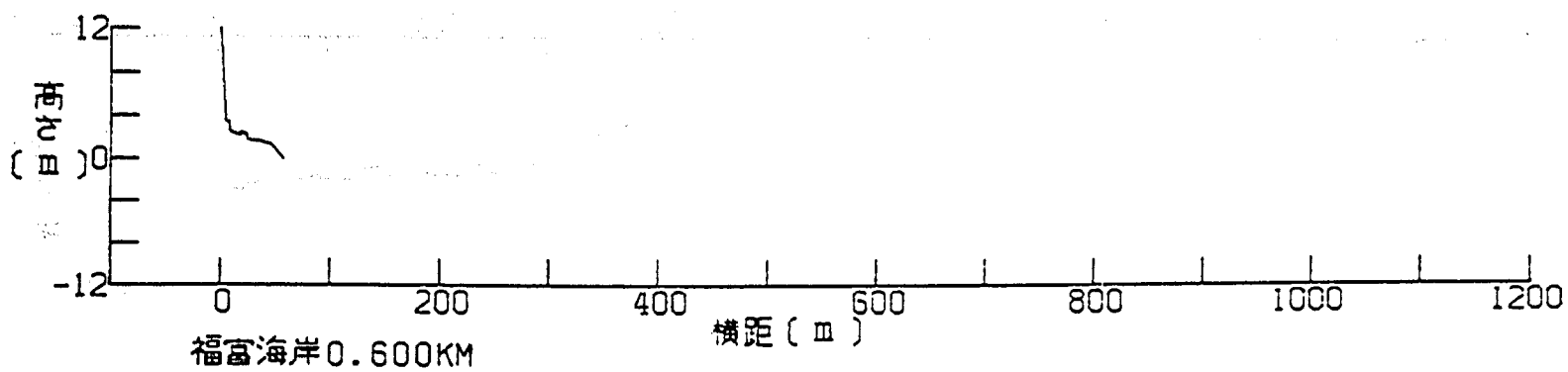
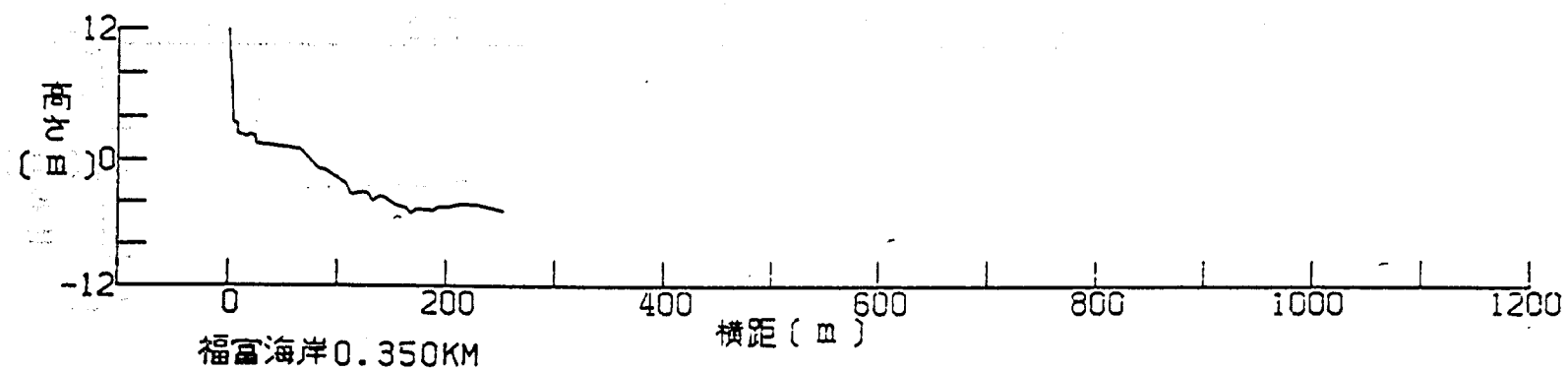


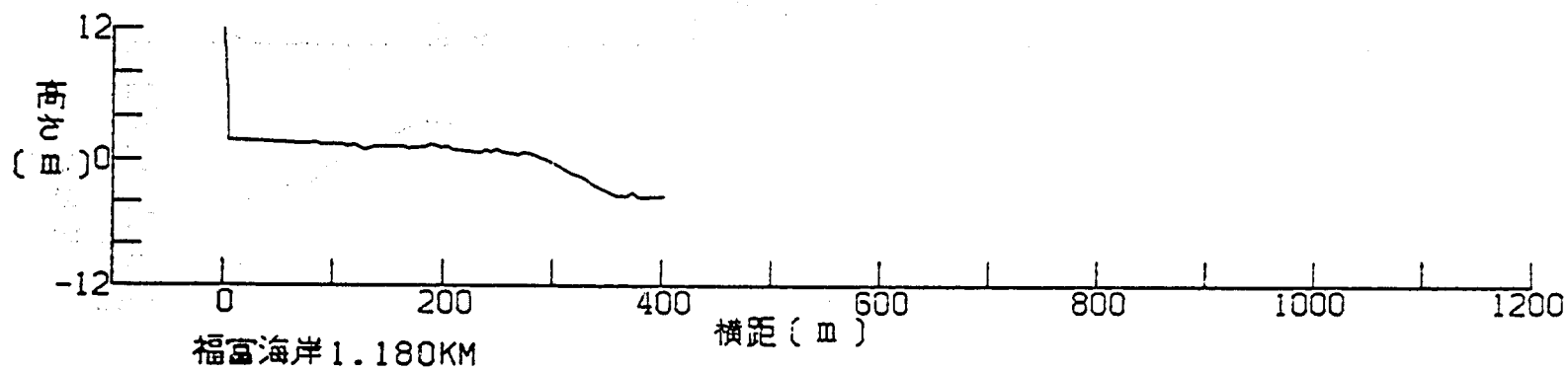
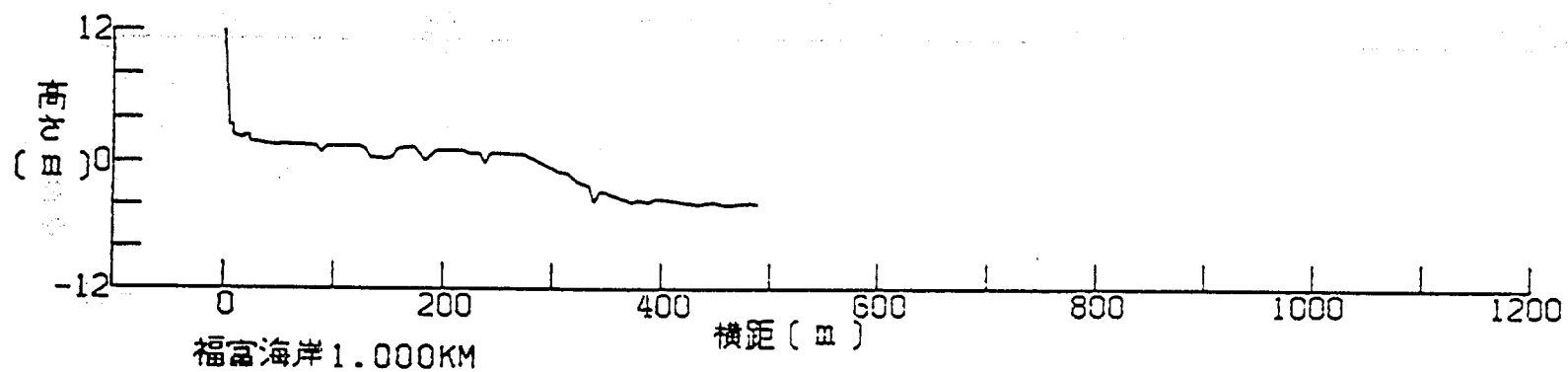
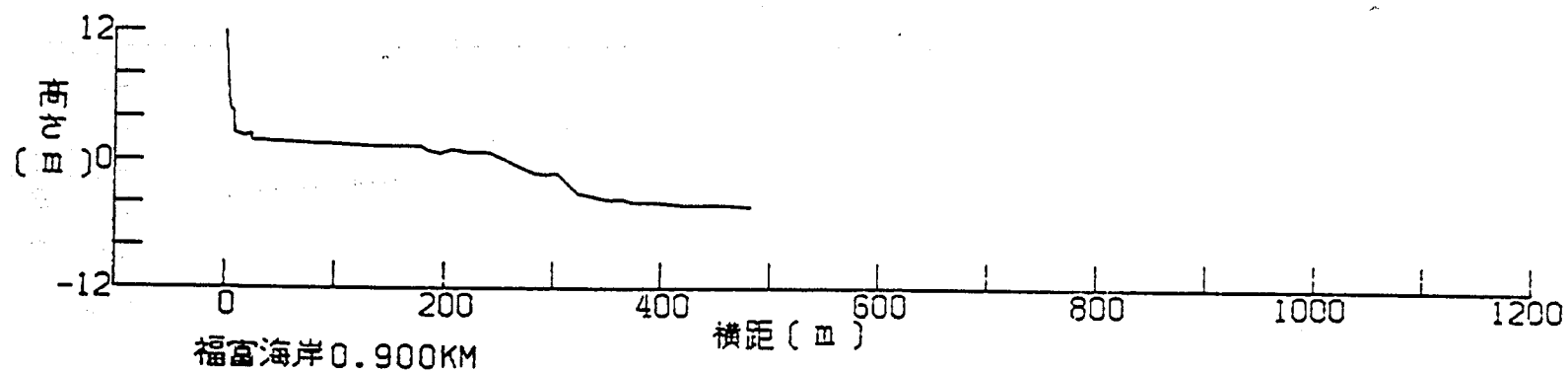


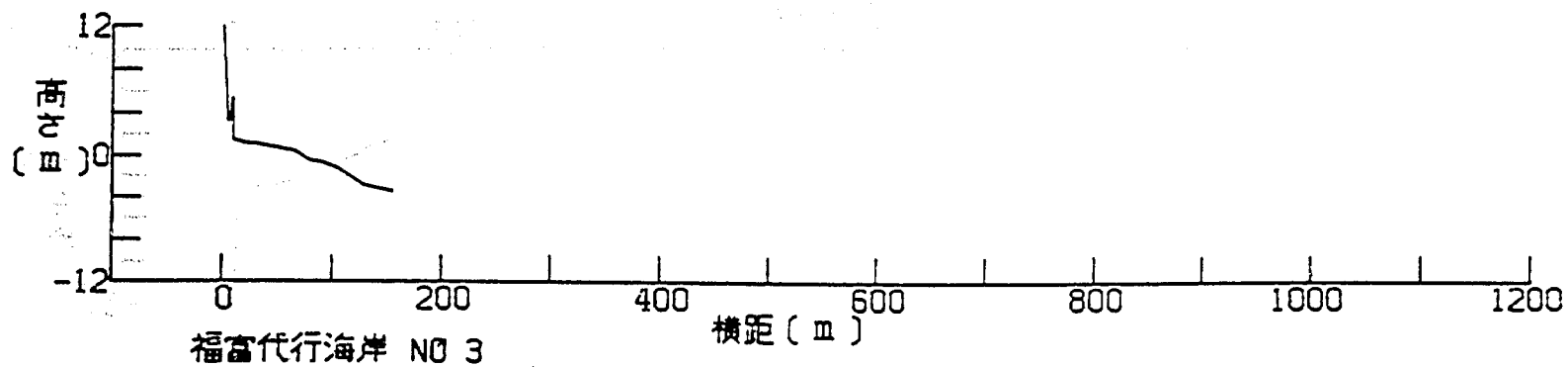
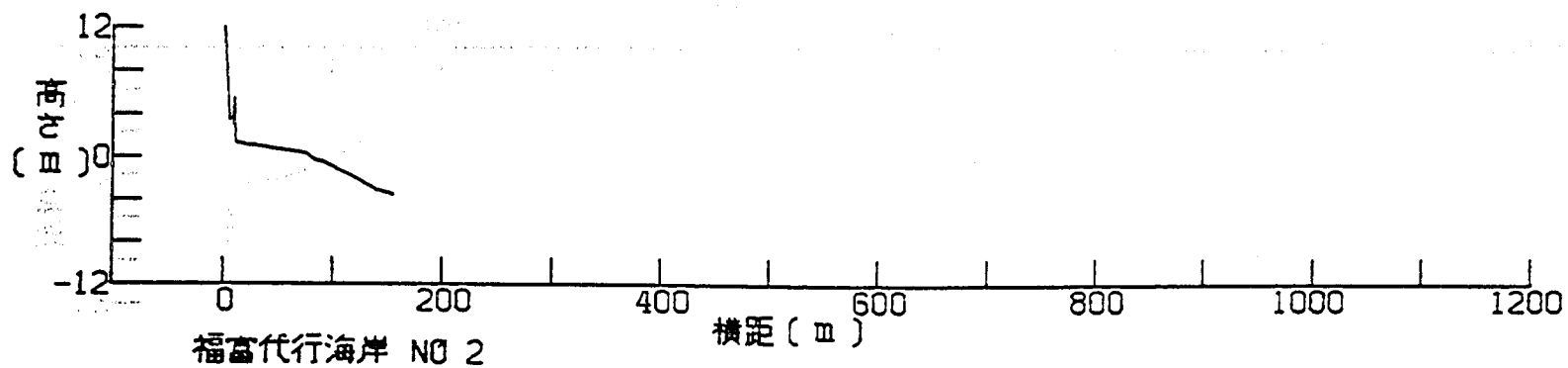
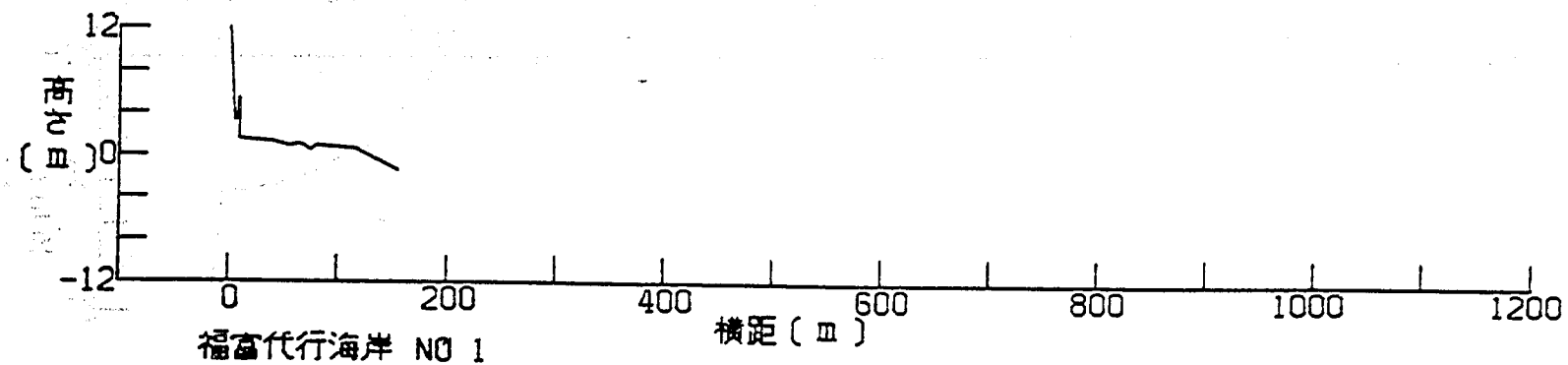


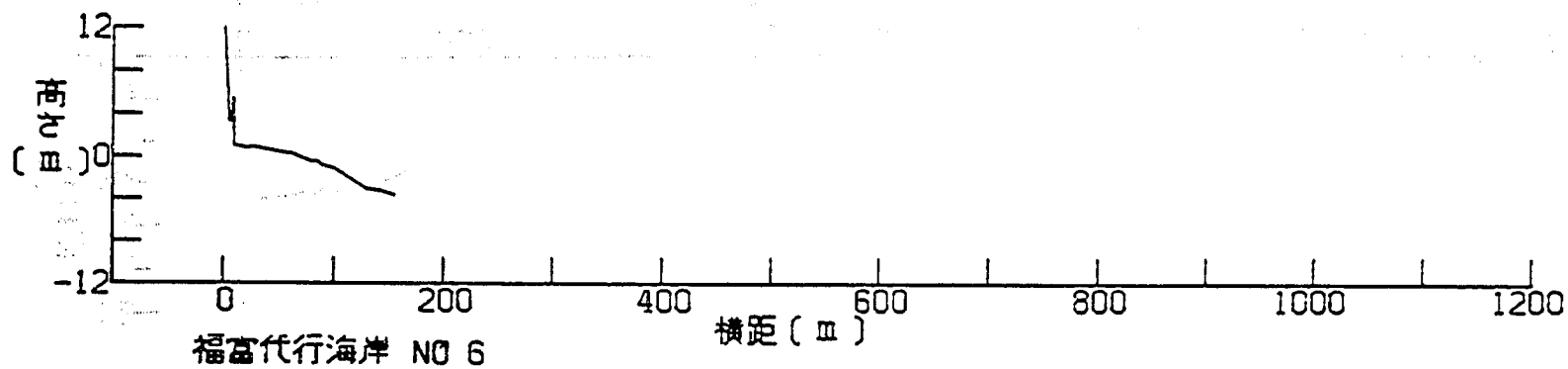
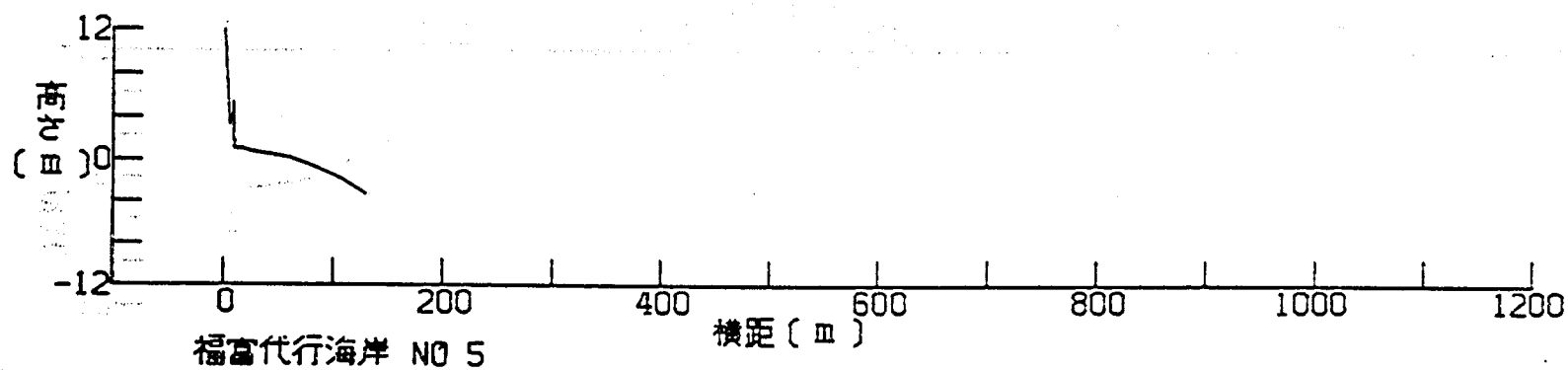
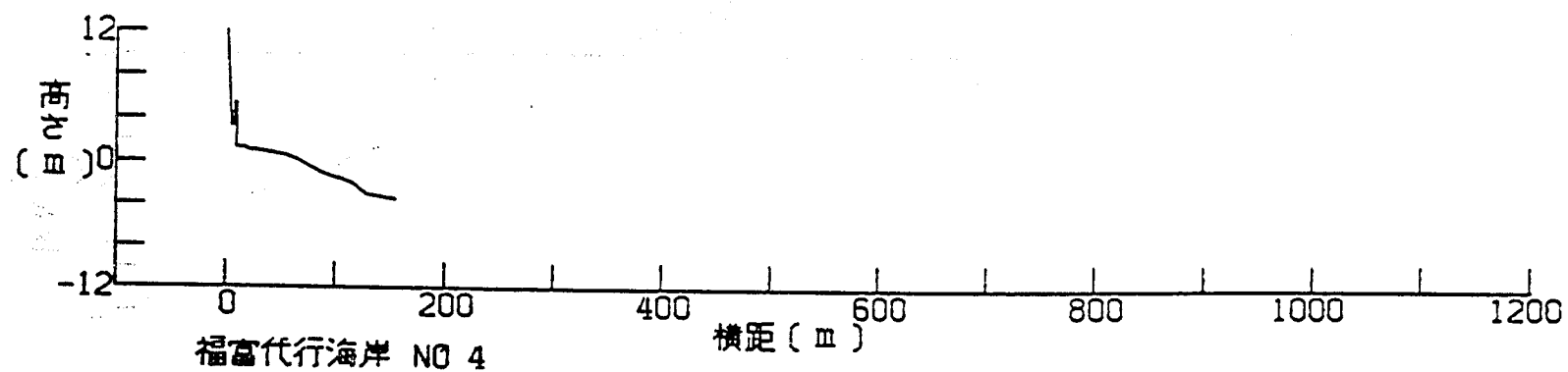


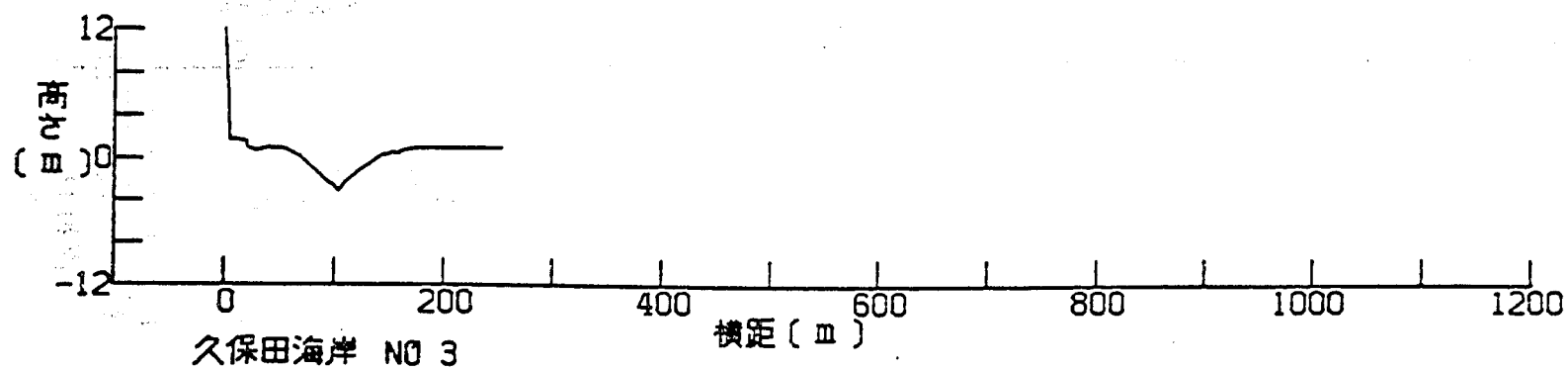
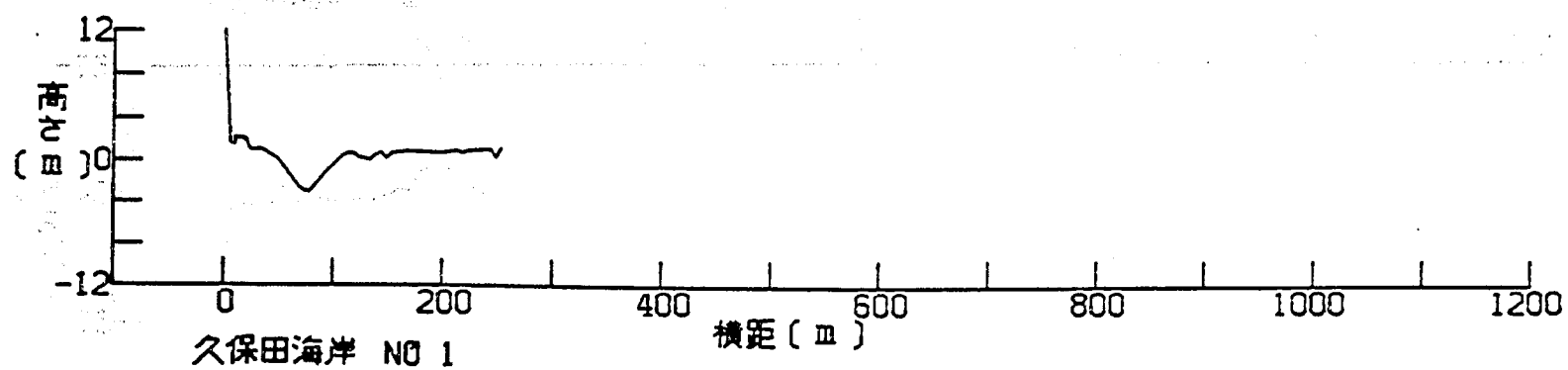
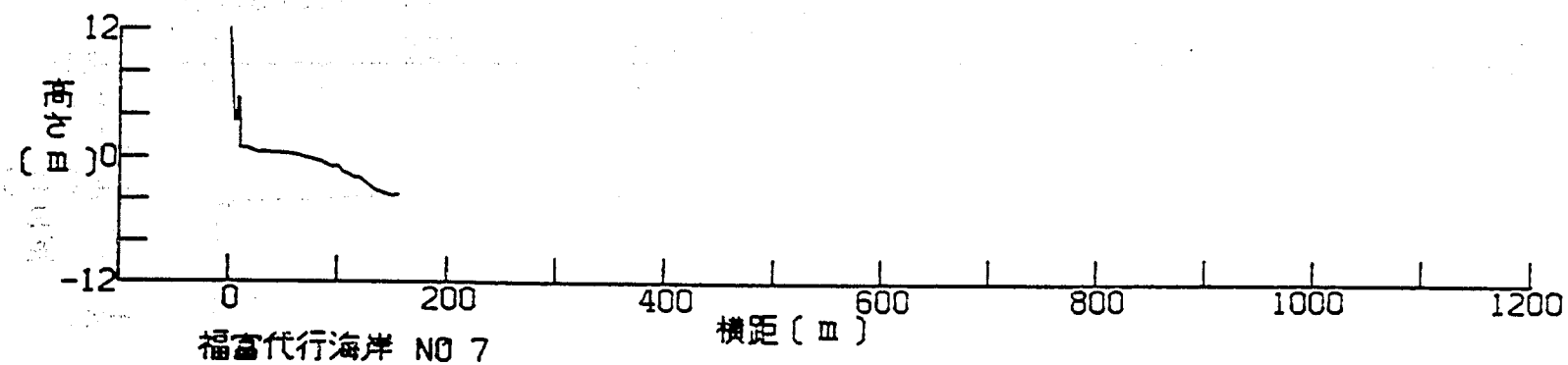


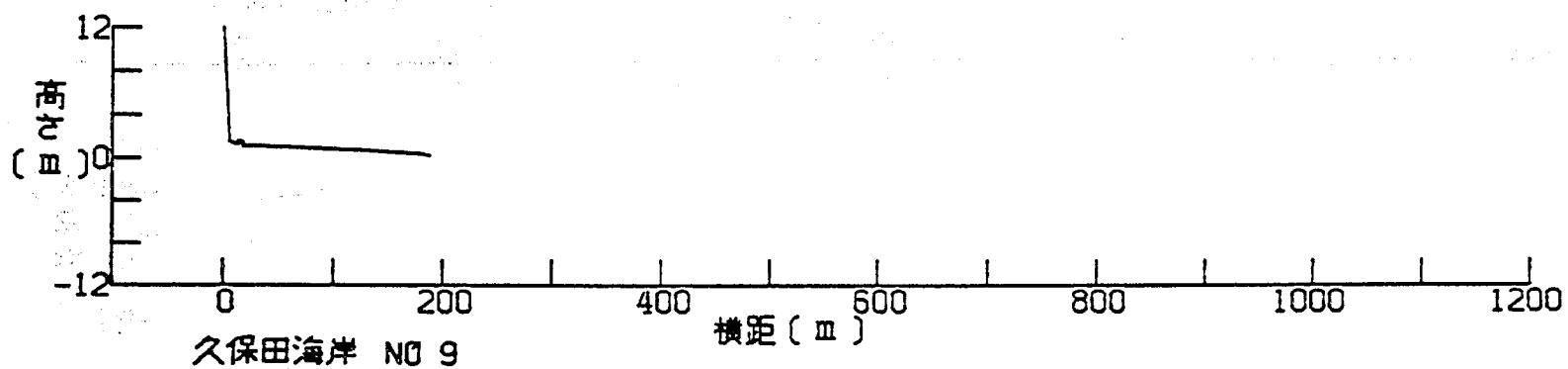
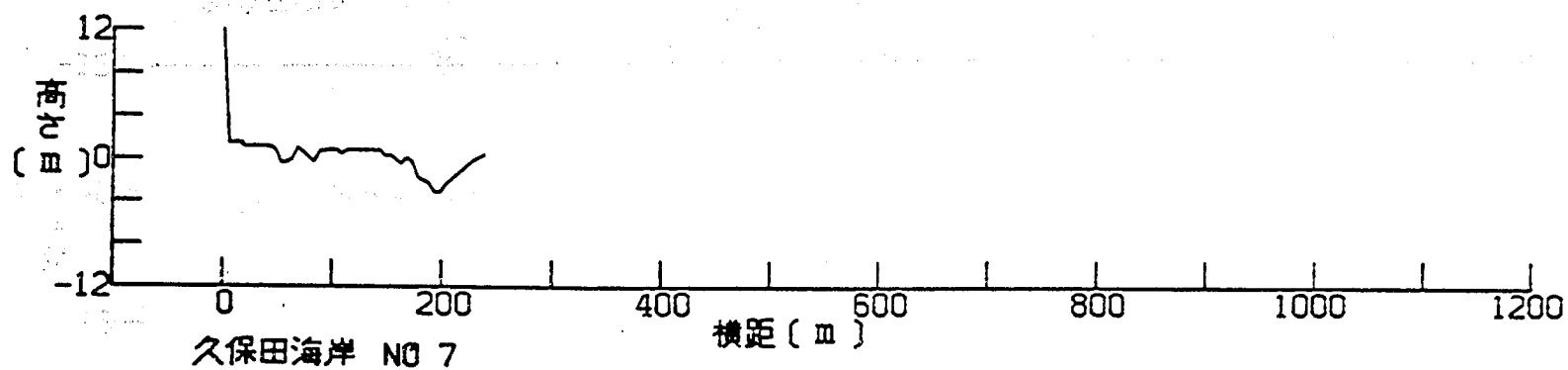
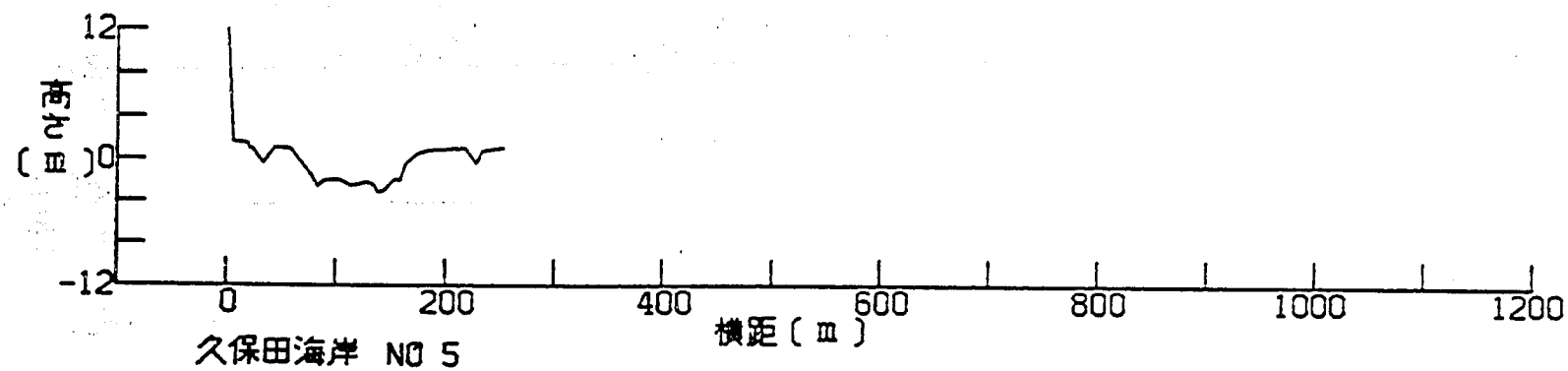


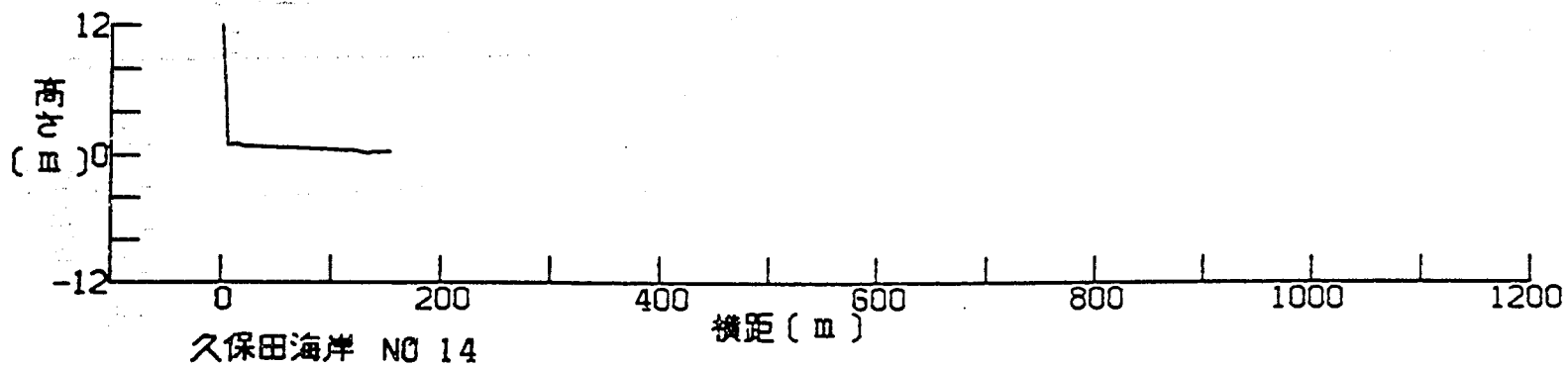
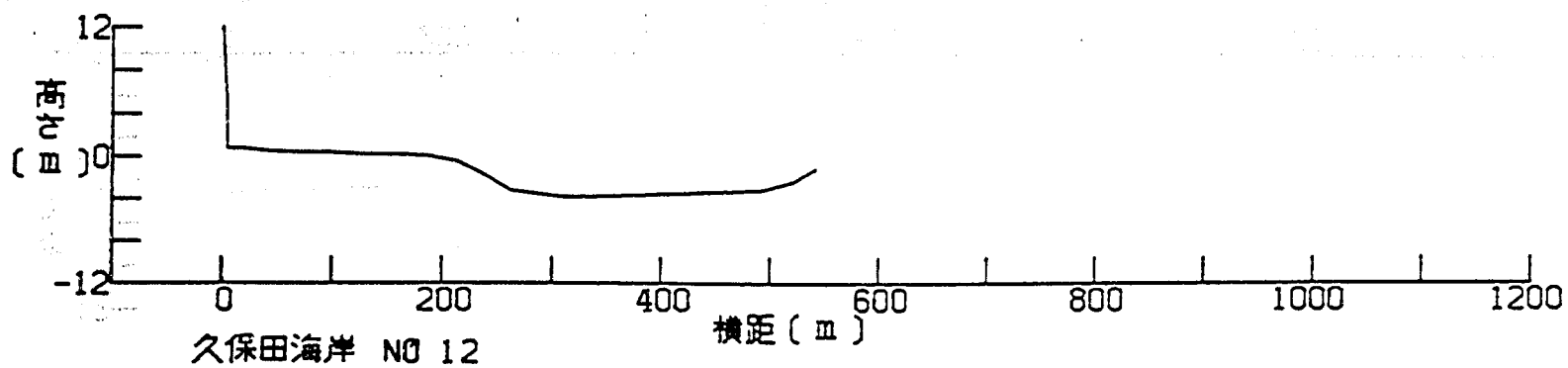
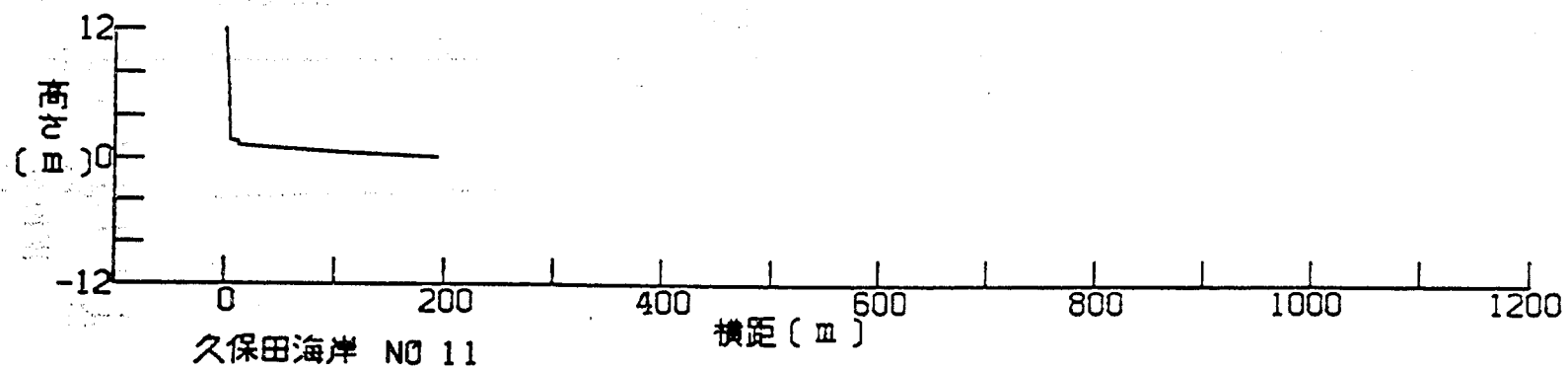


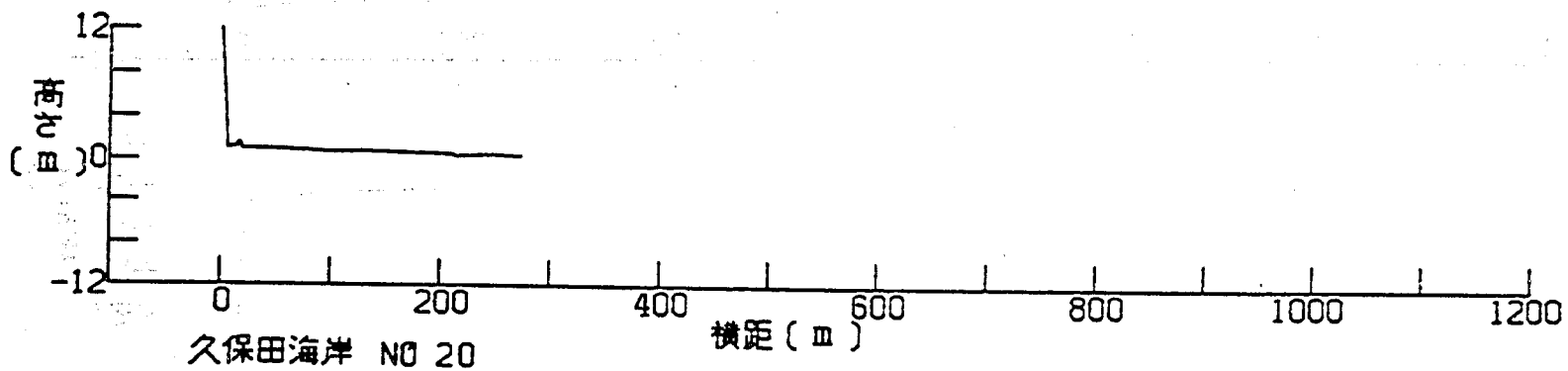
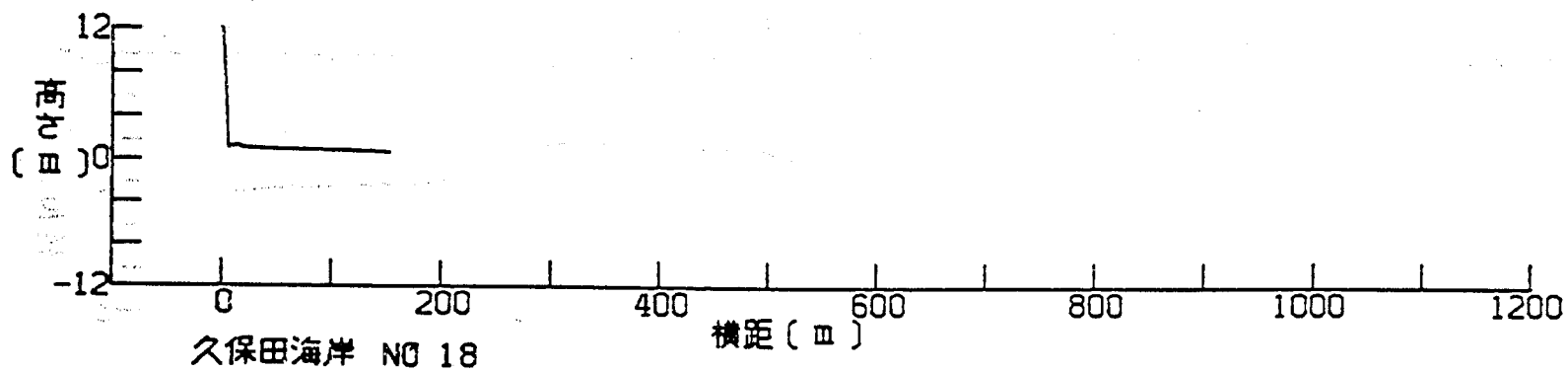
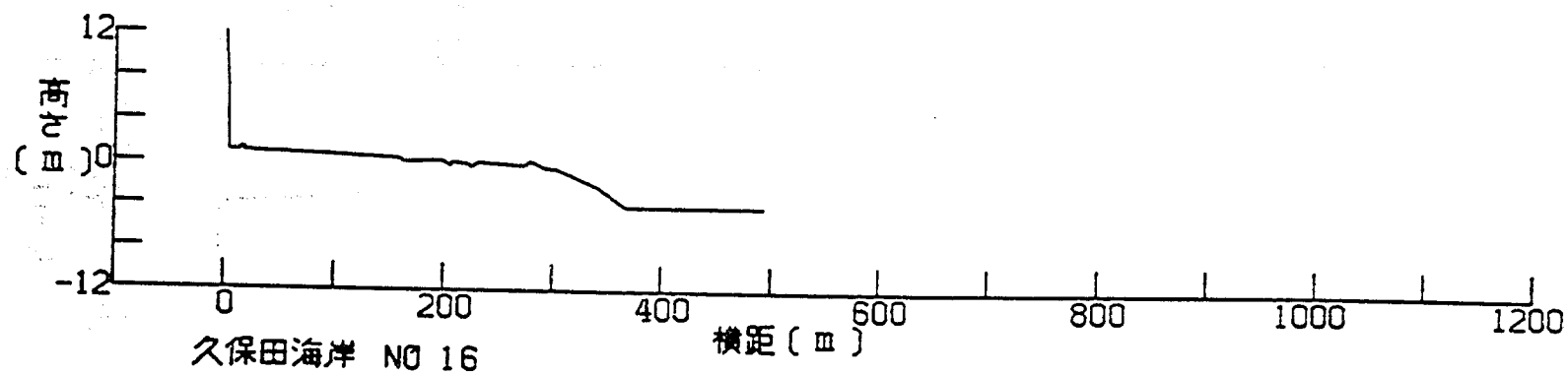


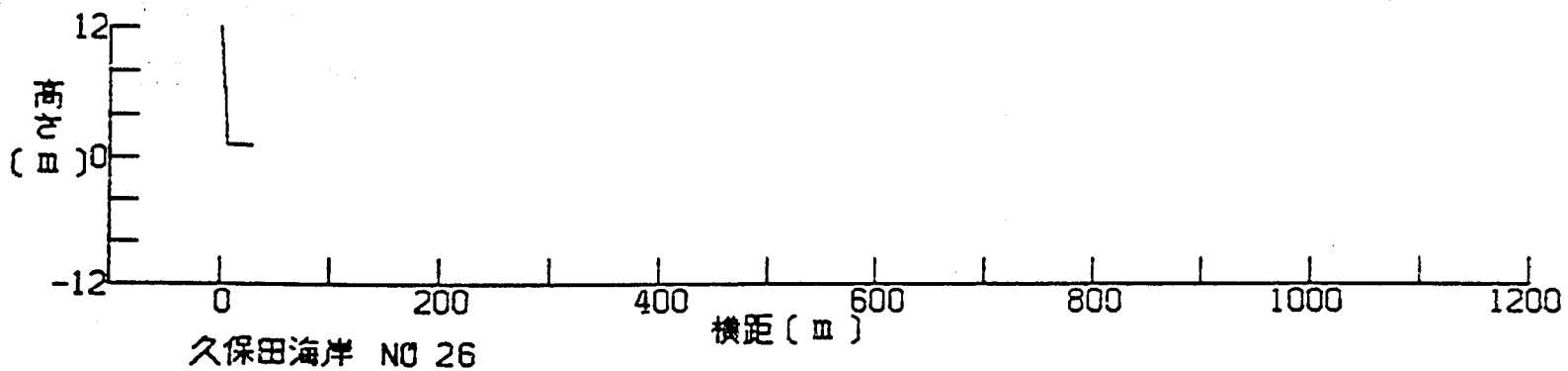
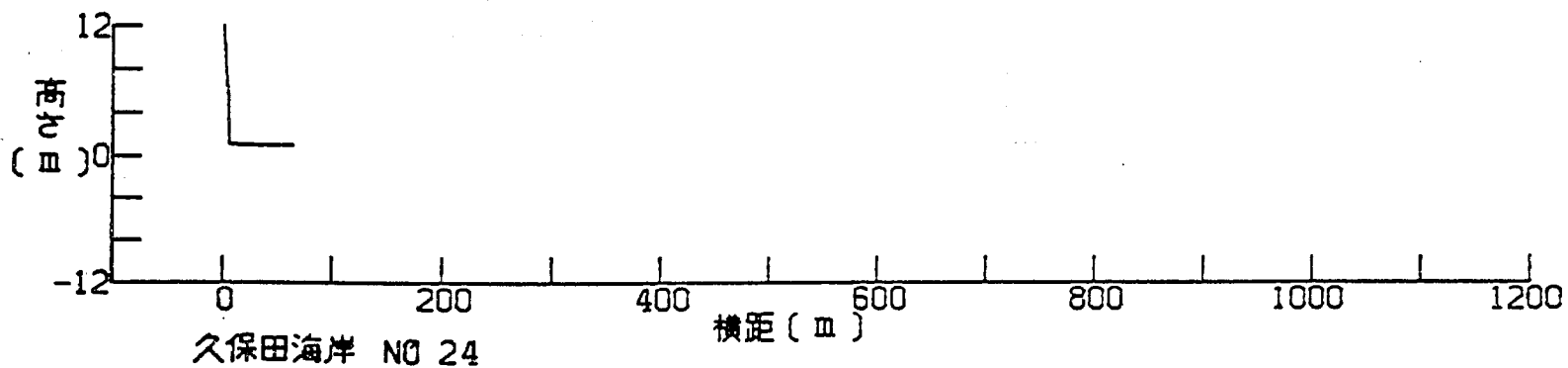
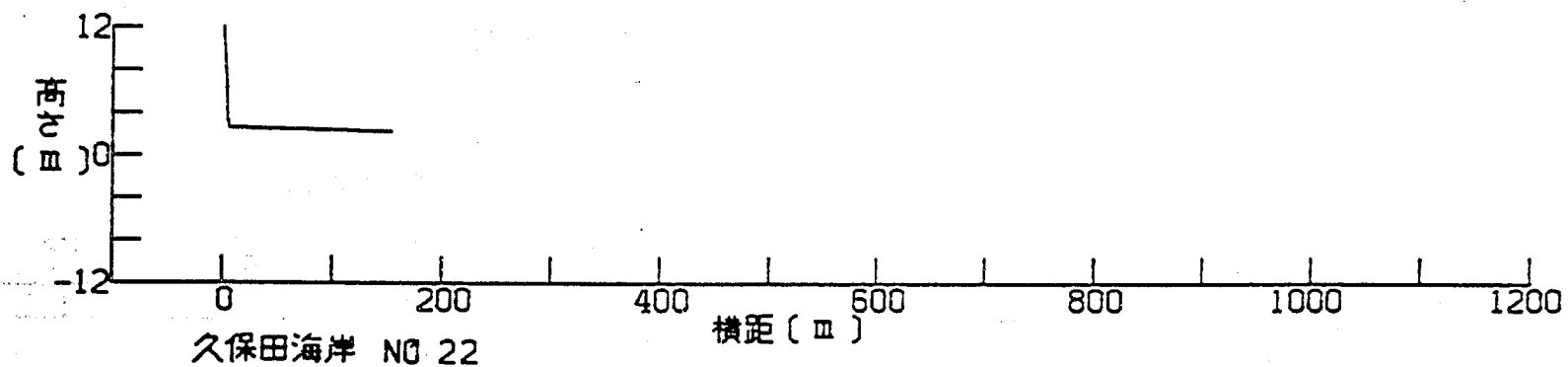


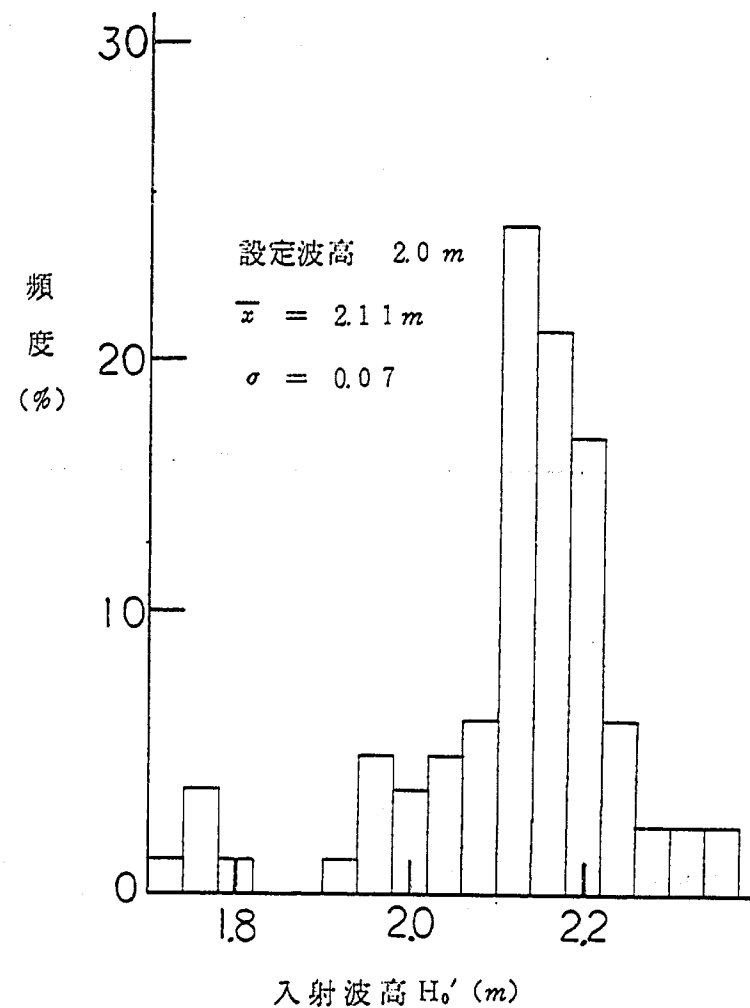
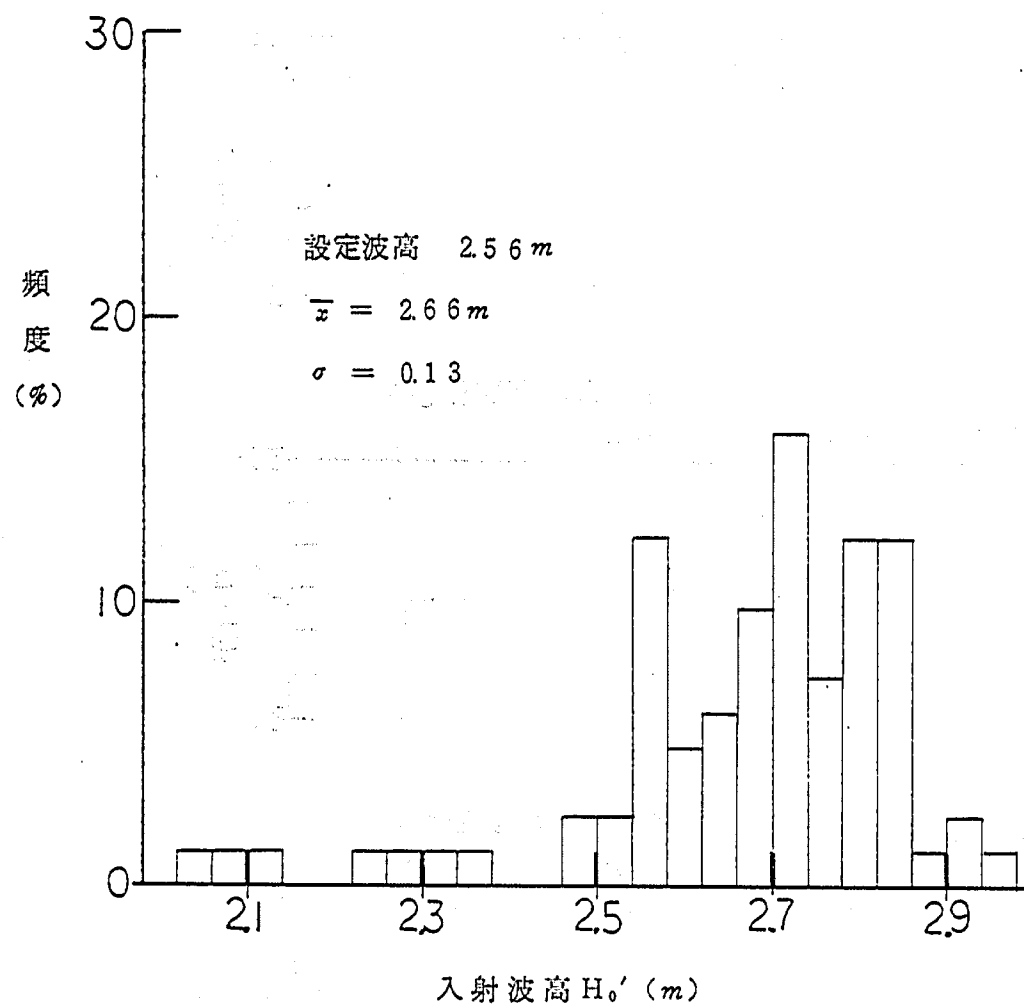












付図-2 入射波高の頻度分布

付表-1 測線の座標値(現地)

測線の始め			測線の終り		
測線名	座標値		座標値		
(距離標)	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)	(距離標)
六角川 3.5 L	332	-489	130	-396	六角川 3.5 R
3.3 L	413	-323	237	-212	3.3 R
3.1 L	529	-176	384	4	3.1 R
芦刈 4.18	638	-120	640	125	2.9 R
4.10	706	-135	819	203	
4.00	795	-166	760	200	2.7 R
3.90	896	-179	974	181	
3.80	993	-203	1,157	218	2.3 R
3.70	1,081	-257	1,319	127	
3.55	1,219	-306	1,401	129	福 富 0.00
3.45	1,313	-341	1,467	49	
3.30	1,455	-388	1,584	8	0.23
3.20	1,548	-402	1,503	-61	
3.10	1,644	-374	1,581	-79	0.20
3.00	1,745	-365	1,784	-30	
2.90	1,837	-397	1,905	-304	
2.75	1,929	-487	1,810	-127	
2.65	2,024	-453	1,888	-43	
2.55	2,118	-425	2,021	-120	
2.40	2,256	-374	1,993	-59	
2.30	2,338	-320	2,277	-119	
2.20	2,436	-318	2,550	31	
2.10	2,531	-348	2,608	-120	
2.00	2,623	-381	2,647	-219	
1.90	2,717	-359	2,448	324	
1.85	2,767	-341	2,504	319	
1.80	2,817	-327	2,629	347	
1.75	2,868	-313	2,767	381	
1.70	2,918	-312	2,893	316	
1.65	2,968	-313	3,011	404	
1.60	3,016	-320	3,211	781	
1.55	3,065	-334	3,263	641	
1.50	3,112	-344	3,356	677	
1.45	3,161	-354	3,170	-310	
1.40	3,188	-392	3,399	-334	
1.30	3,209	-489	3,387	-449	

測 線 の 始 め			測 線 の 終 り			
測 線 名			座 標 値		座 標 値	
(距離標)			X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)
福 富	0.35		1,707	- 14	1,660	-260
	0.60		1,934	- 13	1,968	- 54
	0.70		2,013	52	2,335	-317
	0.80		2,088	115	2,331	-164
	0.90		2,167	182	2,481	-187
	1.00		2,240	247	2,557	-120
	1.18		2,379	344	2,573	- 6
福富代行	1		2,748	378	2,782	232
	2		2,839	412	2,935	296
	3		2,912	477	3,007	361
	4		2,987	542	3,082	426
	5		3,058	604	3,161	509
	6		3,131	697	3,240	593
	7		3,197	766	3,308	665
久 保 田	1		3,400	-329	3,152	-302
	3		3,411	-227	3,162	-199
	5		3,426	-131	3,178	-102
	7		3,437	- 30	3,193	- 3
	9		3,446	67	3,252	91
	11		3,458	167	3,255	194
	12		3,465	219	3,304	734
	14		3,562	248	3,520	392
	16		3,663	278	3,513	786
	18		3,751	303	3,709	447
	20		3,852	339	3,775	619
	22		3,947	368	3,907	513
	24		4,043	393	4,014	496
	26		4,134	425	4,127	449

付表-2 各断面の追加距離, 平均地盤高, 最底地盤高(現地)

断 面 名		追 加 距 離 (m)	平 均 地 盤 高 (T.P.m)	最 底 地 盤 高 (T.P.m)
福富代行	No. 8	0	-3.30	-4.10
久保田	No. 12	245	-1.84	-3.90
芦 刈	1.60	620	-1.08	-3.80
"	1.65	780	-1.13	-3.55
"	1.75	1,000	-0.99	-5.00
"	1.80	1,095	-0.59	-3.50
"	1.85	1,180	-0.67	-4.10
"	1.90	1,235	-0.37	-3.70
福 富	1.00	1,340	-0.62	-3.80
"	0.90	1,465	-0.81	-4.40
"	0.80	1,570	-0.25	-4.22
"	0.70	1,665	-1.32	-4.50
芦 刈	2.65	1,910	-1.47	-6.00
"	3.00	2,100	-1.94	-6.05
"	3.30	2,345	-1.21	-3.91
"	3.45	2,475	-1.20	-3.80
"	3.55	2,575	-0.98	-3.85
"	3.70	2,680	-1.10	-3.95
"	3.80	2,825	-1.31	-3.70
"	3.90	2,955	-1.58	-5.00
"	4.00	3,115	-1.08	-9.85
"	4.10	3,185	-2.27	-10.40
"	4.18	3,255	-3.31	-9.98
六角川	3.10	3,460	-2.98	-4.70
"	3.30	3,680	-2.84	-5.12

付表 - 3 入射波高の平均値と標準偏差

ケース	平均値 H_0' (m)	標準偏差 (m)
ケース 1	2.74	0.03
ケース 2	2.68	0.18
ケース 3	2.63	0.10
ケース 4	2.13	0.20
ケース 5	1.94	0.17
ケース 6	2.08	0.07
ケース 7	2.33	0.21
ケース 8	2.74	0.18
ケース 9	2.65	0.09
ケース 10	2.21	0.10
ケース 11	2.11	0.04
ケース 12	2.16	0.05
ケース 13	2.72	0.14
ケース 14	2.77	0.06
ケース 15	2.71	0.03
ケース 16	2.07	0.07
ケース 17	2.17	0.02
ケース 18	2.15	0.04

付表-4 波高, うちあげ高の測定値

ARIAKE KAIGAN MOKEI JIKKEN Unit : [m]									ARIAKE KAIGAN MOKEI JIKKEN Unit : [m]								
CASE - 1									CASE - 3								
RUN-UP HEIGHT									RUN-UP HEIGHT								
SECTION	No.1	No.2	No.3	AVE.	No.1	No.2	No.3	AVE.	SECTION	No.1	No.2	No.3	AVE.	No.1	No.2	No.3	AVE.
FUK-DAI No.7	6.01	5.93	5.92	5.95	6.13	6.11	6.07	6.10	FUK-DAI No.7	5.95	5.95	5.69	5.86	6.14	5.97	5.67	5.93
FUK-DAI No.5	5.79	5.88	5.89	5.85	6.11	6.25	6.15	6.17	FUK-DAI No.5	5.65	5.70	5.33	5.56	5.74	5.70	5.66	5.70
FUK-DAI No.3	5.94	5.94	5.97	5.95	6.13	6.21	6.10	6.14	FUK-DAI No.3	5.92	5.89	5.94	5.92	6.06	5.80	5.83	5.89
FUK-DAI No.1	5.52	5.56	5.70	5.59	5.47	5.54	5.46	5.49	FUK-DAI No.1	5.48	5.47	5.49	5.48	5.58	5.51	5.51	5.53
FUKTOMI 1.18	5.62	5.66	5.60	5.63	5.53	5.43	5.54	5.50	FUKTOMI 1.18	5.52	5.51	5.45	5.49	5.62	5.55	5.58	5.59
FUKTOMI 1.00	5.89	5.90	6.00	5.93	5.68	5.60	5.69	5.66	FUKTOMI 1.00	5.75	5.62	5.48	5.61	5.67	5.59	5.51	5.52
FUKTOMI 0.80	5.39	5.30	5.72	5.47	5.95	6.32	6.06	6.11	FUKTOMI 0.80	5.47	5.58	5.30	5.45	5.74	5.46	5.19	5.47
FUKTOMI 0.60	5.76	5.82	5.67	5.75	6.29	6.22	6.44	6.32	FUKTOMI 0.60	6.09	5.98	5.96	6.01	5.64	5.49	5.33	5.49
FUKTOMI 0.35	5.40	5.32	5.27	5.33	5.51	5.49	5.59	5.53	FUKTOMI 0.35	5.33	5.33	5.40	5.35	5.37	5.26	5.20	5.27
FUKTOMI 0.23	5.28	5.25	5.24	5.26	5.36	5.40	5.29	5.35	FUKTOMI 0.23	5.22	5.40	5.27	5.30	5.29	5.27	5.16	5.24
FUKTOMI 0.20	5.15	5.18	5.18	5.17	5.22	5.30	5.25	5.25	FUKTOMI 0.20	0.00	5.11	5.15	5.13	5.39	5.18	5.28	5.28
FUKTOMI 0.00	5.10	5.17	5.16	5.14	5.20	5.23	5.22	5.22	FUKTOMI 0.00	5.13	5.13	5.13	5.13	5.10	5.09	5.11	5.12
ROKKAKU 2.30	5.17	5.16	5.16	5.16	5.10	5.10	5.11	5.10	ROKKAKU 2.30	5.15	5.13	5.16	5.15	5.10	5.09	5.08	5.09
ROKKAKU 2.70	5.19	5.18	5.17	5.18	5.10	5.09	5.11	5.10	ROKKAKU 2.70	5.13	5.16	5.13	5.14	5.11	5.10	5.12	5.11
ROKKAKU 2.90	5.14	5.11	5.15	5.13	5.15	5.13	5.13	5.14	ROKKAKU 2.90	5.09	5.13	5.11	5.11	5.15	5.07	5.11	5.11
ROKKAKU 3.10R	5.05	5.05	5.04	5.05	5.03	5.04	5.03	5.04	ROKKAKU 3.10R	5.05	5.07	5.06	5.06	5.03	5.03	5.03	5.03
ROKKAKU 3.30R	5.04	5.04	5.05	5.04	5.13	5.09	5.06	5.09	ROKKAKU 3.30R	5.05	5.10	5.06	5.07	5.08	5.09	5.04	5.07
KUBOTA No.12	6.08	6.02	6.27	6.12	7.03	7.26	7.67	7.32	KUBOTA No.12	7.06	7.11	7.08	7.08	8.16	7.97	8.16	8.10
KUBOTA No. 9	6.00	5.86	5.99	5.95	5.80	5.83	5.81	5.81	KUBOTA No. 9	5.83	5.76	5.82	5.80	5.84	5.80	5.79	5.81
KUBOTA No. 5	5.95	5.75	5.70	5.80	6.21	5.97	5.85	6.01	KUBOTA No. 5	5.89	5.85	5.85	5.86	6.53	6.65	6.61	6.60
KUBOTA No. 1	6.20	6.24	6.19	6.21	5.82	5.95	6.00	5.92	KUBOTA No. 1	6.02	6.12	6.01	6.05	6.31	6.29	6.31	6.31
ASIKARI 1.40	5.66	5.45	5.51	5.54	6.58	6.51	6.49	6.52	ASIKARI 1.40	6.22	6.00	5.86	6.03	6.43	6.38	6.52	6.44
ASIKARI 1.60	6.16	6.28	6.27	6.23	7.04	7.78	7.82	7.54	ASIKARI 1.60	7.18	7.12	6.86	7.06	6.63	6.53	6.76	6.64
ASIKARI 1.80	5.50	5.53	5.53	5.52	5.81	5.46	5.35	5.54	ASIKARI 1.80	6.16	5.89	6.13	6.06	5.41	5.34	5.25	5.33
ASIKARI 2.00	5.49	5.51	5.51	5.50	5.77	5.93	6.05	5.92	ASIKARI 2.00	5.58	5.69	5.69	5.65	5.31	5.34	5.29	5.31
ASIKARI 2.20	5.97	6.10	5.77	5.95	6.27	6.24	6.29	6.27	ASIKARI 2.20	6.11	6.00	6.02	6.05	5.92	6.00	6.02	5.98
ASIKARI 2.40	5.20	5.17	5.16	5.17	5.26	5.27	5.20	5.25	ASIKARI 2.40	5.46	5.46	5.47	5.46	5.06	5.06	5.05	5.06
ASIKARI 2.65	5.61	5.54	5.60	5.58	5.37	5.44	5.46	5.42	ASIKARI 2.65	5.48	5.41	5.39	5.43	5.51	5.53	5.54	5.53
ASIKARI 2.75	5.30	5.48	5.41	5.40	5.59	5.73	5.70	5.67	ASIKARI 2.75	5.35	5.47	5.58	5.46	5.49	5.38	5.29	5.39
ASIKARI 2.90	6.11	5.87	6.14	6.04	5.40	5.34	5.39	5.38	ASIKARI 2.90	5.35	5.39	5.48	5.41	6.14	5.94	6.02	6.04
ASIKARI 3.00	5.41	5.41	5.35	5.39	5.53	5.57	5.57	5.56	ASIKARI 3.00	5.76	5.63	5.63	5.67	5.45	5.40	5.36	5.40
ASIKARI 3.20	5.20	5.19	5.19	5.19	5.25	5.23	5.19	5.23	ASIKARI 3.20	5.27	5.29	5.33	5.30	5.30	5.28	5.29	5.29
ASIKARI 3.45	5.15	5.16	5.10	5.14	5.12	5.16	5.13	5.14	ASIKARI 3.45	5.21	5.21	5.23	5.21	5.07	5.11	5.12	5.10
ASIKARI 3.55	5.12	5.15	5.12	5.13	5.13	5.14	5.14	5.14	ASIKARI 3.55	5.21	5.24	5.26	5.24	5.14	5.15	5.18	5.16
ASIKARI 3.80	5.30	5.26	5.24	5.27	5.21	5.21	5.16	5.19	ASIKARI 3.80	5.23	5.24	5.21	5.23	5.27	5.21	5.18	5.22
ASIKARI 4.00	0.00	5.13	5.16	5.04	5.11	5.21	5.21	5.18	ASIKARI 4.00	5.06	5.14	5.20	5.13	5.09	5.18	5.23	5.17
ASIKARI 4.18	5.13	5.13	5.09	5.12	5.08	5.11	5.17	5.12	ASIKARI 4.18	5.12	5.11	5.13	5.12	5.19	5.19	5.14	5.18
ROKKAKU 3.10L	5.08	5.08	5.08	5.08	5.10	5.13	5.12	5.12	ROKKAKU 3.10L	5.09	5.11	5.10	5.10	5.11	5.10	5.08	5.09
ROKKAKU 3.30L	5.15	5.17	5.15	5.16	5.20	5.22	5.15	5.19	ROKKAKU 3.30L	5.12	5.10	5.11	5.11	5.11	5.10	5.11	5.11
WAVE HEIGHT									WAVE HEIGHT								
FUK-DAI No.8L	2.49	2.48	2.53	2.50	2.28	2.32	2.26	2.29	FUK-DAI No.8L	2.35	2.34	2.32	2.34	2.03	2.05	2.08	2.05
FUK-DAI No.8C	2.55	2.52	2.51	2.52	2.39	2.38	2.45	2.41	FUK-DAI No.8C	2.56	2.58	2.35	2.50	1.99	1.85	1.56	1.80
FUK-DAI No.8R	2.49	2.46	2.47	2.48	2.65	2.69	2.65	2.66	FUK-DAI No.8R	2.37	2.43	2.34	2.38	2.09	2.11	1.74	1.98
ROKKAKU 3.30R	.07	.09	.09	.08	.04	.04	.05	.04	ROKKAKU 3.30R	.10	.13	.19	.14	6.82	.12	.20	2.38
ROKKAKU 3.30C	.19	.17	.19	.19	.10	.15	.16	.14	ROKKAKU 3.30C	.08	.08	.09	.09	4.75	.12	.88	1.92
ROKKAKU 3.30L	.18	.23	.22	.21	.16	.14	.18	.16	ROKKAKU 3.30L	.12	.14	.16	.14	.13	.47	.09	.23

ARIAKE KAIGAN MOKEI JIKKEN

Unit : [m]

CASE - 5

CASE - 6

RUN-UP HEIGHT

ARIAKE KAIGAN MOKEI JIKKEN

Unit : [m]

CASE - 7

CASE - 8

RUN-UP HEIGHT

SECTION	No.1	No.2	No.3	AVE.	No.1	No.2	No.3	AVE.
FUK-DAI No.7	5.74	5.73	5.67	5.71	5.96	6.06	6.04	6.02
FUK-DAI No.5	5.38	5.37	5.35	5.37	5.74	5.73	5.70	5.72
FUK-DAI No.3	6.21	6.12	6.21	6.18	6.04	6.03	6.02	6.03
FUK-DAI No.1	5.31	5.24	5.41	5.32	5.58	5.51	5.49	5.53
FUKTOMI 1.18	5.47	5.44	5.36	5.43	5.43	5.40	5.48	5.44
FUKTOMI 1.00	5.23	5.21	5.32	5.25	5.49	5.42	5.36	5.42
FUKTOMI 0.80	5.58	5.82	5.67	5.69	5.32	5.43	5.37	5.37
FUKTOMI 0.60	5.56	5.63	5.59	5.59	5.59	5.75	5.83	5.73
FUKTOMI 0.35	5.21	5.27	5.29	5.26	5.38	5.29	5.26	5.31
FUKTOMI 0.23	5.26	5.20	5.18	5.21	5.32	5.36	5.36	5.35
FUKTOMI 0.20	5.13	5.07	5.14	5.11	5.24	5.27	5.22	5.24
FUKTOMI 0.00	5.09	5.05	5.10	5.08	5.09	5.12	5.10	5.10
ROKKAKU 2.30	5.07	5.04	5.07	5.06	5.11	5.12	5.12	5.12
ROKKAKU 2.70	5.11	5.11	5.12	5.11	5.10	5.11	5.11	5.11
ROKKAKU 2.90	5.07	5.02	5.03	5.04	5.09	5.06	5.10	5.08
ROKKAKU 3.10R	5.04	5.02	5.03	5.03	5.04	5.05	5.04	5.04
ROKKAKU 3.30R	5.05	5.03	5.05	5.04	5.03	5.05	5.06	5.05
KUBOTA No.12	7.65	7.74	7.69	7.69	6.95	6.82	6.95	6.91
KUBOTA No. 9	5.86	5.89	5.91	5.89	5.78	5.85	5.86	5.83
KUBOTA No. 5	6.25	6.38	6.29	6.31	5.94	5.96	5.83	5.91
KUBOTA No. 1	6.14	6.12	5.98	6.08	6.00	6.02	6.09	6.04
ASIKARI 1.40	6.10	6.08	6.33	6.17	6.32	6.18	6.42	6.31
ASIKARI 1.60	5.98	6.17	5.94	6.03	6.62	6.37	6.49	6.49
ASIKARI 1.80	5.20	5.20	5.19	5.19	5.31	5.34	5.35	5.34
ASIKARI 2.00	5.36	5.45	5.40	5.41	5.56	5.64	5.62	5.61
ASIKARI 2.20	5.67	5.85	5.77	5.76	5.43	5.42	5.42	5.43
ASIKARI 2.40	5.06	5.06	5.05	5.05	5.02	5.02	5.02	5.02
ASIKARI 2.65	5.29	5.19	5.34	5.27	5.39	5.34	5.34	5.35
ASIKARI 2.75	5.57	5.55	5.54	5.55	5.59	5.55	5.59	5.58
ASIKARI 2.90	5.43	5.39	5.57	5.46	5.38	5.38	5.33	5.36
ASIKARI 3.00	5.52	5.65	5.58	5.58	5.64	5.65	5.71	5.66
ASIKARI 3.20	5.19	5.21	5.16	5.18	5.14	5.13	5.18	5.15
ASIKARI 3.45	5.08	5.08	5.08	5.08	5.06	5.04	5.07	5.06
ASIKARI 3.55	5.12	5.11	5.12	5.12	5.05	5.06	5.06	5.06
ASIKARI 3.80	5.13	5.13	5.19	5.15	5.11	5.11	5.15	5.12
ASIKARI 4.00	5.12	5.23	5.23	5.19	5.14	5.22	5.24	5.20
ASIKARI 4.18	5.09	5.11	5.11	5.10	5.10	5.10	5.09	5.10
ROKKAKU 3.10L	5.10	5.09	5.13	5.10	5.07	5.08	5.07	5.07
ROKKAKU 3.30L	5.16	5.14	5.14	5.15	5.15	5.17	5.16	5.16

WAVE HEIGHT

FUK-DAI No.8L	1.96	1.97	1.96	1.96	1.91	1.89	1.90	1.90
FUK-DAI No.8C	1.61	1.62	1.60	1.61	1.99	1.97	1.99	1.98
FUK-DAI No.8R	1.79	1.79	1.64	1.74	1.83	1.83	1.86	1.84
ROKKAKU 3.30R	0.00	7.80	.05	3.93	.24	.20	.19	.21
ROKKAKU 3.30C	.25	3.36	.30	1.30	.32	.32	.29	.31
ROKKAKU 3.30L	.19	12.94	.22	4.45	.13	.21	.22	.19

SECTION	No.1	No.2	No.3	AVE.	No.1	No.2	No.3	AVE.
FUK-DAI No.7	6.20	6.15	6.17	6.18	5.96	5.98	5.48	5.81
FUK-DAI No.5	5.85	5.73	5.91	5.83	5.77	5.67	5.67	5.71
FUK-DAI No.3	6.27	6.10	6.19	6.19	6.55	6.60	6.50	6.55
FUK-DAI No.1	5.64	5.53	5.60	5.59	5.63	5.55	5.51	5.57
FUKTOMI 1.18	5.25	5.20	5.31	5.25	5.53	5.57	5.62	5.57
FUKTOMI 1.00	6.14	5.97	6.27	6.13	6.38	6.16	6.30	6.28
FUKTOMI 0.80	5.36	5.38	5.76	5.50	5.76	5.42	5.58	5.59
FUKTOMI 0.60	5.80	5.87	5.99	5.89	6.36	6.22	6.20	6.26
FUKTOMI 0.35	5.32	5.34	5.41	5.36	5.45	5.46	5.34	5.42
FUKTOMI 0.23	5.41	5.48	5.25	5.38	5.45	5.32	5.36	5.38
FUKTOMI 0.20	5.28	5.24	5.23	5.25	5.57	5.40	5.40	5.46
FUKTOMI 0.00	5.31	5.29	5.21	5.27	5.36	5.31	5.33	5.33
ROKKAKU 2.30	5.20	5.15	5.11	5.15	5.25	5.17	5.16	5.19
ROKKAKU 2.70	5.18	5.21	5.22	5.21	5.49	5.27	5.19	5.32
ROKKAKU 2.90	5.22	5.19	5.16	5.19	5.40	5.13	5.12	5.22
ROKKAKU 3.10R	5.07	5.05	5.05	5.06	5.14	5.05	5.06	5.08
ROKKAKU 3.30R	5.11	5.09	5.10	5.10	5.18	5.09	5.09	5.12

KUBOTA No.12	5.78	5.89	5.77	5.81	6.55	6.41	6.59	6.52
KUBOTA No. 9	6.14	6.10	6.25	6.16	5.75	5.95	6.02	5.91
KUBOTA No. 5	6.81	6.65	6.71	6.72	6.70	5.92	6.36	6.33
KUBOTA No. 1	6.41	6.35	6.37	6.37	6.03	6.15	6.12	6.10
ASIKARI 1.40	6.04	6.15	6.19	6.13	5.35	5.53	5.54	5.47
ASIKARI 1.60	6.00	6.00	6.05	6.03	5.02	6.64	6.21	6.43
ASIKARI 1.80	5.42	5.49	5.47	5.46	5.98	5.93	5.59	5.85
ASIKARI 2.00	5.73	5.67	5.74	5.71	6.92	6.74	6.81	6.82
ASIKARI 2.20	5.93	5.91	6.13	5.99	7.01	6.73	6.81	6.85
ASIKARI 2.40	5.12	5.02	5.03	5.08	5.33	5.35	5.37	5.35
ASIKARI 2.65	5.58	5.51	5.54	5.54	5.72	5.80	5.84	5.79
ASIKARI 2.75	5.36	5.37	5.56	5.43	5.34	5.67	5.26	5.42
ASIKARI 2.90	5.39	5.61	6.03	5.67	6.06	6.16	5.90	6.04
ASIKARI 3.00	5.49	5.41	5.62	5.51	5.50	5.50	5.61	5.54
ASIKARI 3.20	5.22	5.26	5.25	5.24	5.25	5.22	5.30	5.26
ASIKARI 3.45	5.15	5.13	5.14	5.14	5.10	5.10	5.13	5.11
ASIKARI 3.55	5.22	5.17	5.18	5.19	5.17	5.21	5.18	5.19
ASIKARI 3.80	5.25	5.34	5.30	5.30	5.16	5.26	5.24	5.22
ASIKARI 4.00	5.09	5.23	5.22	5.18	5.24	4.95	5.23	5.14
ASIKARI 4.18	5.17	5.15	5.15	5.16	5.14	5.26	5.15	5.18
ROKKAKU 3.10L	5.14	5.12	5.13	5.13	5.17	5.30	5.20	5.22
ROKKAKU 3.30L	5.21	5.20	5.19	5.20	5.19	5.24	5.18	5.20

WAVE HEIGHT

FUK-DAI No.8L	2.36	2.35	2.40	2.37	2.49	2.57	2.52	2.53
FUK-DAI No.8C	1.90	1.92	1.88	1.90	2.59	2.64	2.06	2.43
FUK-DAI No.8R	2.15	2.08	2.11	2.11	2.59	2.60	2.46	2.55
ROKKAKU 3.30R	.16	.21	.16	.18	.24	.23	.14	.20
ROKKAKU 3.30C	.17	.28	.15	.20	.19	.14	.18	.17
ROKKAKU 3.30L	.21	.22	.26	.23	.30	.24	.24	.26

ARIAKE KAIGAN MOKEI JIKKEN

Unit : [m]

CASE - 9

CASE - 10

RUN-UP HEIGHT

SECTION	No.1	No.2	No.3	AVE.	No.1	No.2	No.3	AVE.
FUK-DAI No.7	5.91	5.94	5.95	5.93	6.35	6.26	6.27	6.30
FUK-DAI No.5	5.94	6.07	6.06	6.03	6.80	6.56	6.64	6.67
FUK-DAI No.3	6.16	6.08	6.21	6.15	6.21	6.17	6.22	6.20
FUK-DAI No.1	5.53	5.52	5.51	5.52	5.58	5.47	5.48	5.51
FUKTOMI 1.18	5.45	5.42	5.42	5.43	5.59	5.53	5.47	5.53
FUKTOMI 1.00	5.95	6.04	5.92	5.97	6.26	5.97	6.01	6.08
FUKTOMI 0.80	5.53	5.51	5.83	5.62	6.24	6.09	5.96	6.10
FUKTOMI 0.60	6.08	6.24	6.08	6.13	6.13	6.03	6.12	6.09
FUKTOMI 0.35	5.36	5.38	5.39	5.38	5.37	5.27	5.23	5.29
FUKTOMI 0.23	5.40	5.30	5.33	5.34	5.30	5.37	5.35	5.34
FUKTOMI 0.20	5.27	5.22	5.28	5.26	5.22	5.41	5.32	5.31
FUKTOMI 0.00	5.18	5.15	5.17	5.17	5.19	5.23	5.26	5.23
ROKKAKU 2.30	5.13	5.15	5.15	5.15	5.15	5.20	5.17	5.17
ROKKAKU 2.70	5.23	5.19	5.15	5.19	5.15	5.15	5.13	5.14
ROKKAKU 2.90	5.19	5.13	5.12	5.15	5.12	5.11	5.11	5.11
ROKKAKU 3.10R	5.06	5.08	5.06	5.07	5.04	5.08	5.06	5.06
ROKKAKU 3.30R	5.11	5.09	5.08	5.10	5.04	5.07	5.04	5.05
KUBOTA No.12	6.18	6.22	6.13	6.18	5.80	5.90	5.85	5.85
KUBOTA No. 9	6.13	6.25	5.99	6.12	5.78	5.90	5.89	5.86
KUBOTA No. 5	5.75	5.90	6.24	5.96	5.67	5.51	5.68	5.62
KUBOTA No. 1	6.41	6.56	6.47	6.48	6.40	6.54	6.39	6.45
ASIKARI 1.40	5.98	6.20	6.04	6.08	6.20	6.29	6.29	6.26
ASIKARI 1.60	6.28	6.22	6.00	6.17	5.11	5.06	5.05	5.07
ASIKARI 1.80	5.57	5.47	5.52	5.52	5.41	5.41	5.40	5.41
ASIKARI 2.00	5.89	6.34	6.62	6.28	6.40	6.56	6.65	6.54
ASIKARI 2.20	6.08	5.95	5.88	5.97	5.89	5.71	5.74	5.78
ASIKARI 2.40	5.29	5.33	5.28	5.30	5.23	5.24	5.23	5.23
ASIKARI 2.65	5.52	5.54	5.48	5.51	5.45	5.39	5.36	5.40
ASIKARI 2.75	5.49	5.50	5.45	5.48	5.56	5.33	5.56	5.55
ASIKARI 2.90	5.42	5.50	5.66	5.53	5.55	5.62	5.69	5.62
ASIKARI 3.00	5.51	5.62	5.69	5.61	5.62	5.60	5.55	5.59
ASIKARI 3.20	5.21	5.19	5.19	5.20	5.17	5.20	5.25	5.21
ASIKARI 3.45	5.14	5.08	5.10	5.11	5.15	5.12	5.18	5.15
ASIKARI 3.55	5.12	5.11	5.13	5.12	5.09	5.10	5.12	5.10
ASIKARI 3.80	5.36	5.14	5.16	5.22	5.33	5.23	5.20	5.25
ASIKARI 4.00	0.00	5.17	5.17	5.17	5.08	5.20	5.08	5.12
ASIKARI 4.18	5.13	5.16	5.13	5.14	5.19	5.22	5.21	5.21
ROKKAKU 3.10L	5.08	5.12	5.08	5.09	5.23	5.18	5.17	5.20
ROKKAKU 3.30L	5.07	5.21	5.19	5.16	5.16	5.16	5.18	5.17

WAVE HEIGHT

FUK-DAI No.8L	2.34	2.40	2.30	2.34	2.16	2.13	2.14	2.14
FUK-DAI No.8C	2.42	2.39	2.36	2.39	1.92	1.92	1.93	1.92
FUK-DAI No.8R	2.54	2.54	2.48	2.52	2.00	1.97	2.00	1.99
ROKKAKU 3.30R	.24	.25	.19	.22	.25	.31	.35	.30
ROKKAKU 3.30C	.12	.14	.12	.12	.32	.27	.25	.28
ROKKAKU 3.30L	.52	.36	.27	.39	.49	.32	.28	.36

ARIAKE KAIGAN MOKEI JIKKEN

Unit : [m]

CASE - 11

CASE - 12

RUN-UP HEIGHT

SECTION	No.1	No.2	No.3	AVE.	No.1	No.2	No.3	AVE.
FUK-DAI No.7	6.05	6.07	6.08	6.07	6.17	6.14	6.14	6.15
FUK-DAI No.5	6.90	6.99	6.94	6.94	6.29	6.22	6.20	6.24
FUK-DAI No.3	5.99	6.08	6.06	6.05	5.94	5.96	5.88	5.93
FUK-DAI No.1	5.60	5.50	5.52	5.54	5.63	5.51	5.57	5.57
FUKTOMI 1.18	5.49	5.46	5.43	5.46	5.55	5.55	5.54	5.54
FUKTOMI 1.00	6.15	6.08	6.01	6.08	5.87	5.81	5.82	5.83
FUKTOMI 0.80	5.83	5.65	5.59	5.69	5.43	5.50	5.57	5.50
FUKTOMI 0.60	5.94	5.94	5.97	5.95	6.12	6.02	6.09	6.08
FUKTOMI 0.35	5.36	5.35	5.41	5.37	5.33	5.24	5.30	5.29
FUKTOMI 0.23	5.45	5.44	5.51	5.47	5.24	5.22	5.24	5.23
FUKTOMI 0.20	5.38	5.39	5.36	5.38	5.20	5.19	5.22	5.20
FUKTOMI 0.00	5.23	5.23	5.25	5.24	5.13	5.20	5.24	5.19
ROKKAKU 2.30	5.15	5.13	5.12	5.14	5.09	5.14	5.13	5.12
ROKKAKU 2.70	5.22	5.26	5.23	5.24	5.08	5.11	5.11	5.10
ROKKAKU 2.90	5.08	5.09	5.09	5.08	5.05	5.05	5.06	5.05
ROKKAKU 3.10R	5.03	5.06	5.05	5.05	5.01	5.02	5.03	5.02
ROKKAKU 3.30R	5.07	5.09	5.10	5.09	5.04	5.03	5.05	5.04
KUBOTA No.12	5.95	5.90	5.89	5.91	6.15	6.11	6.19	6.15
KUBOTA No. 9	5.93	5.84	5.71	5.83	5.91	6.00	6.05	5.98
KUBOTA No. 5	6.08	5.95	5.64	5.89	5.77	5.86	5.92	5.85
KUBOTA No. 1	6.26	6.40	6.42	6.36	6.29	6.38	6.40	6.36
ASIKARI 1.40	6.10	6.19	6.27	6.18	5.85	5.83	5.61	5.76
ASIKARI 1.60	5.08	5.07	5.03	5.06	5.98	5.92	5.79	5.90
ASIKARI 1.80	5.26	5.33	5.28	5.29	5.30	5.32	5.35	5.32
ASIKARI 2.00	6.40	6.03	5.82	6.09	5.63	5.52	5.56	5.57
ASIKARI 2.20	5.98	5.98	5.86	5.94	6.01	5.96	6.01	5.99
ASIKARI 2.40	5.35	5.30	5.29	5.31	5.15	5.21	5.25	5.20
ASIKARI 2.65	5.67	5.67	5.47	5.60	5.40	5.48	5.38	5.42
ASIKARI 2.75	5.57	5.51	5.61	5.56	5.50	5.39	5.48	5.45
ASIKARI 2.90	5.78	5.76	5.70	5.75	5.53	5.49	5.48	5.50
ASIKARI 3.00	5.91	5.74	5.81	5.82	5.51	5.61	5.54	5.56
ASIKARI 3.20	5.22	5.25	5.21	5.23	5.14	5.13	5.12	5.13
ASIKARI 3.45	5.14	5.09	5.11	5.11	5.08	5.07	5.07	5.07
ASIKARI 3.55	5.07	5.09	5.07	5.08	5.08	5.09	5.07	5.08
ASIKARI 3.80	5.16	5.14	5.11	5.14	5.15	5.18	5.19	5.17
ASIKARI 4.00	0.00	5.22	5.20	5.21	0.00	5.16	5.15	5.16
ASIKARI 4.18	5.16	5.12	5.10	5.12	5.07	5.07	5.09	5.08
ROKKAKU 3.10L	5.14	5.12	5.09	5.12	5.14	5.10	5.13	5.12
ROKKAKU 3.30L	5.10	5.16	5.16	5.14	5.08	5.07	5.08	5.08

WAVE HEIGHT

FUK-DAI No.8L	1.86	1.87	1.89	1.88	1.89	1.93	1.93	1.92
FUK-DAI No.8C	1.96	1.94	1.93	1.95	2.04	2.04	2.02	2.03
FUK-DAI No.8R	1.96	1.95	1.97	1.96	1.95	1.98	1.97	1.97
ROKKAKU 3.30R	.54	.50	.71	.59	.21	.24	.30	.25
ROKKAKU 3.30C	.42	.41	.36	.40	.20	.17	.24	.20
ROKKAKU 3.30L	.38	.34	.36	.36	.45	.42	.52	.46

ARIAKE KAIGAN MOKEI JIKKEN

Unit : [m]

CASE - 13

CASE - 14

RUN-UP HEIGHT

SECTION	No.1	No.2	No.3	AVE.	No.1	No.2	No.3	AVE.
FUK-DAI No.7	5.93	5.91	5.99	5.94	6.05	6.16	6.12	6.11
FUK-DAI No.5	5.82	5.83	5.79	5.81	5.86	5.84	5.75	5.82
FUK-DAI No.3	6.12	6.13	6.07	6.11	6.13	6.05	6.07	6.08
FUK-DAI No.1	5.45	5.51	5.45	5.47	5.55	5.49	5.56	5.53
FUKTOMI 1.18	5.67	5.53	5.50	5.57	5.49	5.41	5.39	5.43
FUKTOMI 1.00	5.81	5.79	5.88	5.83	5.91	5.93	5.84	5.89
FUKTOMI 0.80	5.57	5.57	5.90	5.68	5.50	5.61	5.74	5.62
FUKTOMI 0.60	5.64	5.70	5.64	5.66	5.77	5.73	5.70	5.73
FUKTOMI 0.35	5.29	5.31	5.28	5.29	5.31	5.34	5.38	5.34
FUKTOMI 0.23	5.33	5.22	5.24	5.26	5.40	5.45	5.39	5.41
FUKTOMI 0.20	5.24	5.11	5.08	5.14	5.27	5.32	5.20	5.26
FUKTOMI 0.00	5.15	5.14	5.16	5.15	5.24	5.22	5.21	5.22
ROKKAKU 2.30	5.14	5.17	5.16	5.15	5.17	5.17	5.20	5.18
ROKKAKU 2.70	5.14	5.13	5.15	5.14	5.15	5.15	5.14	5.15
ROKKAKU 2.90	5.17	5.08	5.09	5.11	5.19	5.19	5.19	5.19
ROKKAKU 3.10R	5.07	5.01	5.02	5.04	5.07	5.05	5.05	5.06
ROKKAKU 3.30R	5.04	5.03	5.03	5.03	5.12	5.10	5.09	5.10
KUBOTA No.12	6.53	6.57	6.44	6.51	6.30	6.44	6.51	6.42
KUBOTA No. 9	6.08	6.03	6.31	6.14	6.04	6.41	6.34	6.27
KUBOTA No. 5	5.86	6.31	5.86	6.01	5.84	5.77	5.70	5.77
KUBOTA No. 1	7.00	6.08	6.92	6.67	6.28	6.62	6.59	6.50
ASIKARI 1.40	6.43	6.27	6.45	6.38	6.46	6.50	6.43	6.46
ASIKARI 1.60	5.59	5.94	5.45	5.66	5.67	5.82	5.65	5.71
ASIKARI 1.80	5.32	5.28	5.36	5.32	5.25	5.26	5.26	5.26
ASIKARI 2.00	5.96	6.06	5.93	5.99	5.60	5.39	5.36	5.45
ASIKARI 2.20	5.51	5.39	5.46	5.45	5.86	5.59	5.60	5.68
ASIKARI 2.40	5.13	5.19	5.14	5.15	5.11	5.19	5.17	5.16
ASIKARI 2.65	5.49	5.53	5.45	5.49	5.42	5.28	5.44	5.38
ASIKARI 2.75	5.51	5.53	5.49	5.51	5.62	5.64	5.66	5.64
ASIKARI 2.90	5.85	5.82	6.10	5.92	5.76	5.53	5.67	5.66
ASIKARI 3.00	5.37	5.48	5.42	5.42	5.68	5.54	5.58	5.60
ASIKARI 3.20	5.23	5.20	5.16	5.20	5.16	5.12	5.13	5.13
ASIKARI 3.45	5.11	5.11	5.09	5.10	5.21	5.20	5.21	5.21
ASIKARI 3.55	5.10	5.09	5.06	5.08	5.14	5.17	5.18	5.16
ASIKARI 3.80	5.13	5.16	5.18	5.16	5.26	5.20	5.22	5.22
ASIKARI 4.00	5.12	5.09	5.12	5.11	5.16	5.18	5.21	5.18
ASIKARI 4.18	5.11	5.11	5.15	5.12	5.09	5.09	5.09	5.09
ROKKAKU 3.10L	5.03	5.04	5.06	5.04	5.14	5.13	5.14	5.14
ROKKAKU 3.30L	5.08	5.10	5.15	5.11	5.16	5.14	5.13	5.14

WAVE HEIGHT

FUK-DAI No.8L	2.58	2.59	2.60	2.59	2.60	2.57	2.56	2.58
FUK-DAI No.8C	2.58	2.59	2.53	2.56	2.46	2.47	2.48	2.47
FUK-DAI No.8R	2.32	2.32	2.32	2.32	2.59	2.56	2.58	2.58
ROKKAKU 3.30R	.06	.05	.05	.06	.32	.34	.37	.34
ROKKAKU 3.30C	.04	.06	.06	.06	.38	.59	.63	.53
ROKKAKU 3.30L	.10	.11	.08	.10	.22	.24	.29	.25

ARIAKE KAIGAN MOKEI JIKKEN

Unit : [m]

CASE - 15

CASE - 16

RUN-UP HEIGHT

SECTION	No.1	No.2	No.3	AVE.	No.1	No.2	No.3	AVE.
FUK-DAI No.7	5.87	5.86	5.89	5.87	6.13	6.12	6.11	6.12
FUK-DAI No.5	5.91	5.91	5.90	5.91	5.83	5.84	5.82	5.83
FUK-DAI No.3	6.23	6.27	6.26	6.25	6.16	6.12	6.13	6.14
FUK-DAI No.1	5.60	5.55	5.57	5.57	5.34	5.39	5.37	5.37
FUKTOMI 1.18	5.44	5.50	5.53	5.49	5.57	5.49	5.57	5.54
FUKTOMI 1.00	5.81	5.70	5.76	5.76	5.51	5.54	5.59	5.54
FUKTOMI 0.80	5.82	5.66	5.66	5.72	5.34	5.25	5.34	5.31
FUKTOMI 0.60	5.62	5.59	5.57	5.59	5.56	5.51	5.58	5.55
FUKTOMI 0.35	5.21	5.20	5.21	5.21	5.32	5.33	5.33	5.33
FUKTOMI 0.23	5.29	5.32	5.28	5.30	5.39	5.30	5.32	5.34
FUKTOMI 0.20	5.16	5.17	5.16	5.17	5.35	5.25	5.29	5.30
FUKTOMI 0.00	5.22	5.21	5.22	5.22	5.17	5.15	5.15	5.15
ROKKAKU 2.30	5.21	5.18	5.19	5.19	5.20	5.20	5.17	5.19
ROKKAKU 2.70	5.13	5.12	5.12	5.12	5.10	5.11	5.09	5.10
ROKKAKU 2.90	5.07	5.10	5.08	5.08	5.13	5.12	5.13	5.13
ROKKAKU 3.10R	5.06	5.05	5.04	5.05	5.07	5.03	5.05	5.05
ROKKAKU 3.30R	5.06	5.05	5.03	5.05	5.07	5.08	5.07	5.07
KUBOTA No.12	6.24	6.27	6.29	6.27	7.31	7.28	7.25	7.28
KUBOTA No. 9	5.82	5.78	5.89	5.83	5.74	5.68	5.69	5.70
KUBOTA No. 5	5.88	5.97	6.03	5.96	6.24	6.34	6.26	6.28
KUBOTA No. 1	6.25	6.28	6.32	6.28	6.08	6.02	6.03	6.04
ASIKARI 1.40	6.12	6.12	6.23	6.15	5.35	5.40	5.37	5.37
ASIKARI 1.60	5.61	5.53	5.51	5.55	5.25	5.28	5.20	5.24
ASIKARI 1.80	5.28	5.31	5.27	5.29	5.28	5.29	5.34	5.30
ASIKARI 2.00	5.90	5.91	6.13	5.98	5.78	5.80	5.83	5.80
ASIKARI 2.20	5.42	5.41	5.39	5.40	5.51	5.35	5.42	5.43
ASIKARI 2.40	5.11	5.11	5.13	5.12	5.20	5.21	5.18	5.20
ASIKARI 2.65	5.09	5.08	5.09	5.09	5.40	5.41	5.46	5.42
ASIKARI 2.75	5.52	5.47	5.46	5.48	5.12	5.27	5.28	5.23
ASIKARI 2.90	5.41	5.39	5.39	5.40	5.65	5.68	5.76	5.69
ASIKARI 3.00	5.71	5.63	5.63	5.66	5.38	5.31	5.30	5.33
ASIKARI 3.20	5.11	5.10	5.10	5.10	5.13	5.16	5.17	5.15
ASIKARI 3.45	5.13	5.10	5.10	5.11	5.11	5.17	5.16	5.14
ASIKARI 3.55	5.12	5.12	5.10	5.11	0.00	5.08	5.12	5.10
ASIKARI 3.80	5.21	5.16	5.15	5.17	5.16	5.23	5.19	5.19
ASIKARI 4.00	0.00	5.11	5.10	5.11	0.00	5.07	5.10	5.09
ASIKARI 4.18	5.08	5.04	5.03	5.05	5.02	5.07	5.07	5.05
ROKKAKU 3.10L	5.13	5.09	5.08	5.10	5.04	5.07	5.07	5.06
ROKKAKU 3.30L	5.16	5.17	5.14	5.16	5.14	5.16	5.16	5.15

WAVE HEIGHT

FUK-DAI No.8L	2.45	2.47	2.45	2.46	1.93	1.93	1.93	1.93
FUK-DAI No.8C	2.47	2.48	2.49	2.48	1.96	1.93	1.96	1.95
FUK-DAI No.8R	2.50	2.52	2.49	2.50	1.83	1.78	1.78	1.80
ROKKAKU 3.30R	.37	.32	.34	.34	.45	.43	.37	.42
ROKKAKU 3.30C	.21	.23	.22	.22	.21	.15	.15	.17
ROKKAKU 3.30L	.28	.27	.30	.28	.28	.36	.34	.33

ARIAKE KAIGAN MOKEI JIKKEN

Unit : [m]

CASE - 17

CASE - 18

RUN-UP HEIGHT

SECTION	No.1	No.2	No.3	AVE.	No.1	No.2	No.3	AVE.
FUK-DAI No.7	6.13	6.03	6.02	6.06	5.80	5.70	5.69	5.73
FUK-DAI No.5	5.73	5.60	5.61	5.64	5.68	5.69	5.70	5.69
FUK-DAI No.3	6.38	6.33	6.32	6.34	6.26	6.31	6.26	6.27
FUK-DAI No.1	5.57	5.50	5.53	5.53	5.68	5.79	5.80	5.76
FUKTOMI 1.18	5.59	5.53	5.51	5.54	5.41	5.31	5.37	5.36
FUKTOMI 1.00	5.55	5.43	5.47	5.48	5.46	5.39	5.36	5.41
FUKTOMI 0.80	5.93	5.74	5.74	5.81	5.69	5.62	5.64	5.65
FUKTOMI 0.60	5.53	5.42	5.48	5.47	5.43	5.40	5.41	5.41
FUKTOMI 0.35	5.33	5.19	5.18	5.23	5.14	5.14	5.19	5.16
FUKTOMI 0.23	5.20	5.21	5.20	5.20	5.21	5.21	5.19	5.20
FUKTOMI 0.20	5.13	5.12	5.13	5.12	5.23	5.11	5.03	5.12
FUKTOMI 0.00	5.12	5.14	5.15	5.14	5.13	5.09	5.07	5.10
ROKKAKU 2.30	5.13	5.13	5.13	5.13	5.10	5.06	5.05	5.07
ROKKAKU 2.70	5.17	5.17	5.16	5.17	5.15	5.07	5.06	5.09
ROKKAKU 2.90	5.09	5.10	5.10	5.10	5.09	5.09	5.03	5.07
ROKKAKU 3.10R	5.05	5.09	5.06	5.06	5.06	5.03	5.00	5.03
ROKKAKU 3.30R	5.09	5.11	5.02	5.07	5.03	5.05	5.05	5.04
KUBOTA No.12	6.90	6.96	0.00	6.93	7.12	7.09	7.08	7.09
KUBOTA No. 9	5.86	5.88	0.00	5.87	5.74	5.77	5.75	5.75
KUBOTA No. 5	6.74	6.68	0.00	6.71	5.78	5.79	5.85	5.80
KUBOTA No. 1	6.07	6.01	0.00	6.04	5.99	5.98	6.00	5.99
ASIKARI 1.40	5.48	5.44	0.00	5.46	5.58	5.61	5.62	5.61
ASIKARI 1.60	5.56	5.55	0.00	5.55	5.38	5.41	5.40	5.40
ASIKARI 1.80	5.28	5.30	0.00	5.29	5.33	5.26	5.22	5.27
ASIKARI 2.00	5.27	5.33	0.00	5.30	5.85	5.78	5.88	5.84
ASIKARI 2.20	5.41	5.33	0.00	5.37	5.70	5.58	5.51	5.60
ASIKARI 2.40	5.07	5.12	0.00	5.10	5.06	5.04	5.06	5.05
ASIKARI 2.65	5.14	5.22	0.00	5.18	5.42	5.40	5.38	5.40
ASIKARI 2.75	5.48	5.46	5.48	5.47	5.27	5.45	5.17	5.30
ASIKARI 2.90	5.30	5.34	5.44	5.36	5.23	5.21	5.26	5.23
ASIKARI 3.00	5.63	5.58	5.54	5.58	5.34	5.36	5.37	5.36
ASIKARI 3.20	5.13	5.07	5.11	5.10	5.17	5.04	5.24	5.15
ASIKARI 3.45	5.05	5.08	5.09	5.07	5.08	5.06	5.04	5.06
ASIKARI 3.55	5.07	5.08	5.10	5.09	5.04	5.06	5.06	5.05
ASIKARI 3.80	5.13	5.13	5.12	5.13	5.20	5.17	5.09	5.15
ASIKARI 4.00	0.00	5.07	5.10	5.09	0.00	5.08	5.08	5.08
ASIKARI 4.18	5.04	5.05	5.04	5.04	5.04	5.03	5.03	5.03
ROKKAKU 3.10L	5.09	5.08	5.08	5.08	5.07	5.06	5.06	5.06
ROKKAKU 3.30L	5.05	5.06	5.08	5.07	5.03	5.05	5.06	5.05

WAVE HEIGHT

FUK-DAI No.8L	1.98	1.97	1.99	1.98	1.95	1.95	1.95	1.95
FUK-DAI No.8C	1.96	1.98	1.99	1.97	1.94	1.93	1.92	1.93
FUK-DAI No.8R	2.01	2.02	2.00	2.01	2.01	2.00	2.03	2.01
ROKKAKU 3.30R	.19	.16	.26	.20	.22	.24	.33	.26
ROKKAKU 3.30C	.44	.36	.34	.38	.12	.13	.15	.13
ROKKAKU 3.30L	.70	.57	.58	.62	.13	.11	.11	.12

付表-5 摩擦の影響を考慮した波高とうちあげ高

ARIAKE KAIGAN MOKEI JIKKEN

Unit : [m]

ARIAKE KAIGAN MOKEI JIKKEN

Unit : [m]

CASE - 1

CASE - 2

CASE - 3

CASE - 4

RUN-UP HEIGHT

RUN-UP HEIGHT

SECTION	No.1	No.2	No.3	AVE.	No.1	No.2	No.3	AVE.
FUK-DAI No.7	6.09	5.99	5.98	6.02	6.21	6.19	6.15	6.18
FUK-DAI No.5	5.89	6.00	6.00	5.96	6.26	6.41	6.30	6.32
FUK-DAI No.3	6.15	6.16	6.18	6.17	6.38	6.48	6.34	6.40
FUK-DAI No.1	5.69	5.76	5.95	5.80	5.63	5.73	5.62	5.66
FUKTOMI 1.18	6.03	6.10	6.00	6.04	5.87	5.72	5.90	5.83
FUKTOMI 1.00	6.62	6.63	6.81	6.69	6.23	6.08	6.25	6.19
FUKTOMI 0.80	5.73	5.55	6.37	5.88	6.80	7.51	7.02	7.11
FUKTOMI 0.60	6.58	6.72	6.40	6.56	7.71	7.54	8.02	7.76
FUKTOMI 0.35	5.90	5.72	5.60	5.74	6.16	6.11	6.35	6.21
FUKTOMI 0.23	5.66	5.60	5.59	5.62	5.87	5.98	5.69	5.85
FUKTOMI 0.20	5.35	5.42	5.43	5.40	5.52	5.72	5.60	5.61
FUKTOMI 0.00	5.25	5.42	5.39	5.35	5.52	5.60	5.58	5.57
ROKKAKU 2.30	5.47	5.45	5.44	5.45	5.26	5.26	5.28	5.27
ROKKAKU 2.70	5.60	5.57	5.52	5.56	5.30	5.25	5.34	5.30
ROKKAKU 2.90	5.45	5.32	5.47	5.42	5.48	5.42	5.42	5.44
ROKKAKU 3.10R	5.13	5.15	5.10	5.13	5.07	5.10	5.07	5.08
ROKKAKU 3.30R	5.08	5.11	5.15	5.11	5.46	5.29	5.19	5.31
KUBOTA No.12	6.22	6.15	6.44	6.27	7.30	7.56	8.02	7.63
KUBOTA No. 9	6.19	6.02	6.18	6.13	5.96	5.98	5.97	5.97
KUBOTA No. 5	6.18	5.93	5.86	5.99	6.50	6.21	6.05	6.25
KUBOTA No. 1	6.59	6.64	6.57	6.60	6.07	6.25	6.32	6.21
ASIKARI 1.40	5.89	5.60	5.68	5.72	7.12	7.03	7.00	7.05
ASIKARI 1.60	6.59	6.75	6.75	6.70	7.81	8.83	8.88	8.50
ASIKARI 1.80	5.74	5.79	5.78	5.77	6.21	5.68	5.51	5.80
ASIKARI 2.00	5.75	5.78	5.79	5.77	6.18	6.43	6.62	6.41
ASIKARI 2.20	6.67	6.89	6.32	6.63	7.20	7.13	7.23	7.19
ASIKARI 2.40	5.37	5.30	5.29	5.32	5.49	5.51	5.38	5.46
ASIKARI 2.65	6.28	6.14	6.25	6.22	5.78	5.91	5.97	5.88
ASIKARI 2.75	5.63	6.02	5.86	5.84	6.25	6.57	6.50	6.44
ASIKARI 2.90	7.50	6.94	7.56	7.33	5.89	5.76	5.86	5.83
ASIKARI 3.00	5.92	5.92	5.79	5.88	6.20	6.30	6.30	6.27
ASIKARI 3.20	5.46	5.44	5.43	5.44	5.58	5.55	5.45	5.52
ASIKARI 3.45	5.36	5.39	5.22	5.32	5.27	5.37	5.32	5.32
ASIKARI 3.55	5.29	5.39	5.30	5.33	5.32	5.36	5.36	5.34
ASIKARI 3.80	5.90	5.80	5.73	5.81	5.61	5.64	5.47	5.58
ASIKARI 4.00	0.00	5.38	5.48	5.08	5.34	5.65	5.65	5.55
ASIKARI 4.18	5.41	5.42	5.28	5.37	5.24	5.36	5.56	5.39
ROKKAKU 3.10L	5.26	5.24	5.25	5.25	5.32	5.45	5.42	5.40
ROKKAKU 3.30L	5.55	5.62	5.53	5.57	5.75	5.84	5.56	5.72

WAVE HEIGHT

FUK-DAI No.8L	2.52	2.52	2.56	2.53	2.31	2.35	2.29	2.32
FUK-DAI No.8C	2.58	2.55	2.54	2.56	2.42	2.42	2.48	2.44
FUK-DAI No.8R	2.52	2.50	2.51	2.51	2.69	2.73	2.69	2.70
ROKKAKU 3.30R	.07	.09	.09	.08	.04	.04	.05	.04
ROKKAKU 3.30C	.19	.17	.19	.19	.10	.15	.16	.14
ROKKAKU 3.30L	.18	.23	.22	.21	.16	.14	.18	.16

SECTION	No.1	No.2	No.3	AVE.	No.1	No.2	No.3	AVE.
FUK-DAI No.7	6.01	6.01	5.74	5.92	6.23	6.04	5.72	6.00
FUK-DAI No.5	5.73	5.79	5.37	5.63	5.83	5.79	5.75	5.79
FUK-DAI No.3	6.13	6.09	6.15	6.12	6.29	5.98	6.01	6.09
FUK-DAI No.1	5.65	5.63	5.66	5.65	5.78	5.68	5.69	5.72
FUKTOMI 1.18	5.87	5.85	5.74	5.82	6.04	5.92	5.97	5.97
FUKTOMI 1.00	6.36	6.11	5.86	6.11	6.22	6.06	5.55	5.94
FUKTOMI 0.80	5.88	6.10	5.55	5.84	6.41	5.87	5.35	5.88
FUKTOMI 0.60	7.28	7.05	7.00	7.11	6.34	6.00	5.67	6.01
FUKTOMI 0.35	5.74	5.73	5.90	5.79	5.82	5.56	5.44	5.61
FUKTOMI 0.23	5.52	5.98	5.66	5.72	5.69	5.65	5.38	5.58
FUKTOMI 0.20	0.00	5.25	5.35	5.30	5.96	5.41	5.67	5.68
FUKTOMI 0.00	5.33	5.31	5.33	5.32	5.41	5.21	5.27	5.30
ROKKAKU 2.30	5.43	5.36	5.45	5.42	5.26	5.23	5.20	5.23
ROKKAKU 2.70	5.40	5.50	5.39	5.43	5.33	5.29	5.36	5.33
ROKKAKU 2.90	5.28	5.41	5.34	5.34	5.48	5.20	5.35	5.34
ROKKAKU 3.10R	5.13	5.21	5.17	5.17	5.06	5.06	5.06	5.06
ROKKAKU 3.30R	5.15	5.34	5.18	5.22	5.25	5.30	5.09	5.22
KUBOTA No.12	7.33	7.39	7.35	7.36	8.57	8.56	8.57	8.50
KUBOTA No. 9	5.98	5.90	5.97	5.95	6.00	5.95	5.94	5.96
KUBOTA No. 5	6.10	6.06	6.06	6.07	6.90	7.06	7.01	6.99
KUBOTA No. 1	6.34	6.47	6.33	6.38	6.73	6.70	6.72	6.72
ASIKARI 1.40	6.65	6.35	6.15	6.38	6.92	6.86	7.04	6.94
ASIKARI 1.60	8.01	7.92	7.57	7.83	7.24	7.10	7.42	7.26
ASIKARI 1.80	6.73	6.32	6.69	6.58	5.61	5.50	5.37	5.49
ASIKARI 2.00	5.89	6.05	6.06	6.00	5.47	5.51	5.44	5.47
ASIKARI 2.20	6.92	6.73	6.75	6.80	6.58	6.71	6.76	6.68
ASIKARI 2.40	5.88	5.88	5.90	5.89	5.10	5.10	5.08	5.09
ASIKARI 2.65	6.00	5.86	5.81	5.89	6.06	6.12	6.13	6.10
ASIKARI 2.75	5.73	6.00	6.23	5.98	6.04	5.80	5.61	5.82
ASIKARI 2.90	5.77	5.85	6.07	5.90	7.56	7.11	7.29	7.32
ASIKARI 3.00	6.73	6.43	6.44	6.53	6.02	5.90	5.80	5.91
ASIKARI 3.20	5.64	5.69	5.77	5.70	5.71	5.65	5.67	5.68
ASIKARI 3.45	5.51	5.50	5.56	5.52	5.16	5.27	5.28	5.24
ASIKARI 3.55	5.54	5.63	5.68	5.62	5.36	5.39	5.46	5.40
ASIKARI 3.80	5.70	5.74	5.63	5.69	5.83	5.62	5.53	5.66
ASIKARI 4.00	5.15	5.42	5.64	5.40	5.25	5.55	5.74	5.51
ASIKARI 4.18	5.38	5.34	5.43	5.38	5.64	5.64	5.47	5.59
ROKKAKU 3.10L	5.28	5.35	5.34	5.32	5.35	5.32	5.25	5.30
ROKKAKU 3.30L	5.44	5.35	5.37	5.39	5.38	5.34	5.38	5.37

WAVE HEIGHT

FUK-DAI No.8L	2.39	2.37	2.35	2.37	2.05	2.08	2.10	2.08
FUK-DAI No.8C	2.60	2.61	2.38	2.53	2.01	1.88	1.58	1.82
FUK-DAI No.8R	2.40	2.47	2.37	2.42	2.11	2.14	1.76	2.01
ROKKAKU 3.30R	.10	.13	.18	.14	6.83	.12	.20	2.38
ROKKAKU 3.30C	.08	.08	.09	.08	4.75	.12	.88	1.92
ROKKAKU 3.30L	.11	.14	.16	.14	.13	.47	.09	.23

ARIAKE KAIGAN MOKEI JIKKEN

Unit : [m]

CASE - 5

CASE - 6

RUN-UP HEIGHT

SECTION	No.1	No.2	No.3	AVE.	No.1	No.2	No.3	AVE.
FUK-DAI No.7	5.79	5.78	5.72	5.76	6.03	6.14	6.12	6.10
FUK-DAI No.5	5.42	5.41	5.40	5.41	5.83	5.83	5.79	5.81
FUK-DAI No.3	6.48	6.37	6.48	6.44	6.27	6.26	6.24	6.26
FUK-DAI No.1	5.42	5.32	5.55	5.43	5.79	5.69	5.66	5.71
FUKTOMI 1.18	5.78	5.74	5.39	5.70	5.70	5.67	5.79	5.72
FUKTOMI 1.00	5.41	5.37	5.57	5.44	5.89	5.75	5.64	5.76
FUKTOMI 0.80	6.09	6.56	6.27	6.31	5.59	5.80	5.68	5.69
FUKTOMI 0.60	6.17	6.31	6.22	6.22	6.23	6.57	6.73	6.51
FUKTOMI 0.35	5.46	5.60	5.64	5.58	5.86	5.64	5.58	5.69
FUKTOMI 0.23	5.63	5.48	5.41	5.51	5.79	5.87	5.88	5.85
FUKTOMI 0.20	5.31	5.14	5.33	5.26	5.57	5.64	5.52	5.58
FUKTOMI 0.00	5.21	5.10	5.25	5.19	5.21	5.30	5.25	5.25
ROKKAKU 2.30	5.16	5.08	5.18	5.14	5.31	5.33	5.31	5.32
ROKKAKU 2.70	5.33	5.33	5.35	5.33	5.30	5.34	5.31	5.32
ROKKAKU 2.90	5.21	5.02	5.06	5.10	5.26	5.15	5.30	5.24
ROKKAKU 3.10R	5.10	5.02	5.06	5.06	5.11	5.14	5.09	5.11
ROKKAKU 3.30R	5.12	5.06	5.12	5.10	5.06	5.16	5.17	5.13
KUBOTA No.12	8.00	8.10	8.04	8.05	7.20	7.06	7.20	7.16
KUBOTA No. 9	6.03	6.06	6.08	6.06	5.93	6.01	6.02	5.99
KUBOTA No. 5	6.55	6.72	6.60	6.62	6.17	6.20	6.03	6.13
KUBOTA No. 1	6.50	6.47	6.29	6.42	6.32	6.35	6.43	6.37
ASIKARI 1.40	6.48	6.46	6.79	6.58	6.78	6.39	6.91	6.76
ASIKARI 1.60	6.34	6.60	6.29	6.41	7.23	6.88	7.05	7.05
ASIKARI 1.80	5.29	5.28	5.27	5.28	5.46	5.51	5.52	5.49
ASIKARI 2.00	5.55	5.69	5.61	5.62	5.86	5.98	5.95	5.93
ASIKARI 2.20	6.15	6.46	6.33	6.31	5.74	5.72	5.72	5.73
ASIKARI 2.40	5.09	5.09	5.08	5.09	5.02	5.02	5.03	5.03
ASIKARI 2.65	5.60	5.39	5.71	5.57	5.81	5.70	5.69	5.73
ASIKARI 2.75	6.21	6.18	6.14	6.18	6.25	6.17	6.26	6.23
ASIKARI 2.90	5.95	5.86	6.26	6.02	5.82	5.83	5.71	5.79
ASIKARI 3.00	6.18	6.48	6.32	6.33	6.46	6.47	6.61	6.51
ASIKARI 3.20	5.43	5.47	5.36	5.42	5.33	5.28	5.41	5.34
ASIKARI 3.45	5.17	5.18	5.17	5.17	5.12	5.08	5.15	5.11
ASIKARI 3.55	5.29	5.27	5.30	5.29	5.10	5.13	5.13	5.12
ASIKARI 3.80	5.36	5.36	5.58	5.43	5.30	5.31	5.44	5.35
ASIKARI 4.00	5.36	5.73	5.72	5.60	5.43	5.69	5.76	5.62
ASIKARI 4.18	5.27	5.36	5.33	5.32	5.32	5.32	5.29	5.31
ROKKAKU 3.10L	5.31	5.28	5.43	5.34	5.19	5.25	5.23	5.22
ROKKAKU 3.30L	5.57	5.49	5.51	5.52	5.54	5.63	5.58	5.59

WAVE HEIGHT

FUK-DAI No.8L	1.99	2.00	1.98	1.99	1.93	1.91	1.93	1.92
FUK-DAI No.8C	1.63	1.64	1.62	1.63	2.01	2.00	2.02	2.01
FUK-DAI No.8R	1.82	1.81	1.66	1.76	1.86	1.85	1.89	1.86
ROKKAKU 3.30R	0.00	7.90	.05	3.98	.23	.20	.18	.21
ROKKAKU 3.30C	.25	3.41	.31	1.32	.31	.31	.29	.31
ROKKAKU 3.30L	.20	13.11	.22	4.51	.13	.21	.22	.19

ARIAKE KAIGAN MOKEI JIKKEN

Unit : [m]

CASE - 7

CASE - 8

RUN-UP HEIGHT

SECTION	No.1	No.2	No.3	AVE.	No.1	No.2	No.3	AVE.
FUK-DAI No.7	6.29	6.24	6.26	6.26	6.03	6.05	5.51	5.86
FUK-DAI No.5	5.96	5.82	6.03	5.94	5.87	5.76	5.76	5.80
FUK-DAI No.3	6.56	6.35	6.46	6.46	6.90	6.96	6.84	6.90
FUK-DAI No.1	5.86	5.71	5.81	5.80	5.86	5.75	5.68	5.76
FUKTOMI 1.18	5.41	5.32	5.51	5.41	5.88	5.95	6.03	5.95
FUKTOMI 1.00	7.08	6.76	7.31	7.06	7.51	7.11	7.37	7.33
FUKTOMI 0.80	5.67	5.71	6.43	5.94	6.45	5.78	6.10	6.11
FUKTOMI 0.60	6.66	6.82	7.07	6.86	7.85	7.55	7.51	7.64
FUKTOMI 0.35	5.71	5.76	5.92	5.81	6.01	6.05	5.75	5.94
FUKTOMI 0.23	6.00	6.18	5.60	5.93	6.11	5.78	5.87	5.92
FUKTOMI 0.20	5.69	5.57	5.56	5.61	6.42	5.98	5.97	6.13
FUKTOMI 0.00	5.81	5.78	5.53	5.71	5.95	5.81	5.86	5.88
ROKKAKU 2.30	5.58	5.40	5.29	5.43	5.72	5.47	5.46	5.55
ROKKAKU 2.70	5.58	5.68	5.69	5.65	6.64	5.88	5.59	6.04
ROKKAKU 2.90	5.72	5.61	5.52	5.62	6.37	5.39	5.37	5.71
ROKKAKU 3.10R	5.23	5.15	5.14	5.17	5.49	5.15	5.16	5.27
ROKKAKU 3.30R	5.36	5.29	5.35	5.34	5.67	5.29	5.30	5.42
KUBOTA No.12	5.88	6.00	5.87	5.92	6.75	6.60	6.79	6.71
KUBOTA No. 9	6.36	6.31	6.49	6.39	5.89	6.13	6.21	6.08
KUBOTA No. 5	7.25	7.05	7.13	7.14	7.12	6.14	6.69	6.65
KUBOTA No. 1	6.85	6.77	6.80	6.81	6.36	6.51	6.47	6.45
ASIKARI 1.40	6.39	6.55	6.60	6.52	5.46	5.71	5.72	5.63
ASIKARI 1.60	0.00	6.37	6.45	6.41	5.02	7.26	6.66	6.96
ASIKARI 1.80	5.62	5.73	5.69	5.68	6.46	6.38	5.87	6.24
ASIKARI 2.00	6.12	6.03	6.14	6.09	7.97	7.68	7.80	7.82
ASIKARI 2.20	6.61	6.56	6.95	6.71	8.48	7.99	8.12	8.20
ASIKARI 2.40	5.22	5.02	5.04	5.13	5.62	5.66	5.70	5.66
ASIKARI 2.65	6.21	6.08	6.13	6.14	6.51	6.69	6.78	6.66
ASIKARI 2.75	5.75	5.78	6.20	5.91	5.71	6.43	5.54	5.89
ASIKARI 2.90	5.85	6.35	7.30	6.50	7.37	7.60	7.00	7.32
ASIKARI 3.00	6.11	5.93	6.40	6.15	6.14	6.13	6.39	6.22
ASIKARI 3.20	5.50	5.61	5.58	5.57	5.58	5.52	5.70	5.60
ASIKARI 3.45	5.35	5.32	5.35	5.34	5.22	5.22	5.31	5.25
ASIKARI 3.55	5.56	5.42	5.45	5.48	5.44	5.56	5.47	5.49
ASIKARI 3.80	5.75	6.04	5.92	5.90	5.48	5.80	5.74	5.67
ASIKARI 4.00	5.25	5.74	5.70	5.56	5.78	4.79	5.72	5.43
ASIKARI 4.18	5.55	5.50	5.50	5.52	5.44	5.91	5.50	5.62
ROKKAKU 3.10L	5.48	5.40	5.43	5.44	5.58	6.07	5.69	5.78
ROKKAKU 3.30L	5.78	5.73	5.68	5.73	5.71	5.90	5.66	5.76

WAVE HEIGHT

FUK-DAI No.8L	2.39	2.39	2.43	2.40	2.53	2.61	2.55	2.56
FUK-DAI No.8C	1.93	1.95	1.91	1.93	2.63	2.67	2.09	2.46
FUK-DAI No.8R	2.17	2.11	2.14	2.14	2.63	2.64	2.49	2.59
ROKKAKU 3.30R	.16	.21	.16	.18	.24	.23	.15	.21
ROKKAKU 3.30C	.17	.28	.15	.20	.19	.14	.18	.17
ROKKAKU 3.30L	.21	.22	.26	.23	.30	.24	.24	.26

ARIAKE KAIGAN MOKEI JIKKEN

Unit : [m]

CASE - 9

CASE - 10

RUN-UP HEIGHT

ARIAKE KAIGAN MOKEI JIKKEN

Unit : [m]

CASE - 11

CASE - 12

RUN-UP HEIGHT

SECTION	No.1	No.2	No.3	AVE.	No.1	No.2	No.3	AVE.
FUK-DAI No.7	5.98	6.00	6.01	6.00	6.45	6.35	6.37	6.39
FUK-DAI No.5	6.06	6.21	6.20	6.16	7.03	6.76	6.86	6.88
FUK-DAI No.3	6.41	6.32	6.49	6.41	6.49	6.43	6.50	6.47
FUK-DAI No.1	5.71	5.70	5.69	5.70	5.79	5.63	5.64	5.68
FUKTOMI 1.18	5.74	5.69	5.69	5.71	5.99	5.88	5.78	5.88
FUKTOMI 1.00	6.73	6.89	6.67	6.76	7.29	6.77	6.84	6.97
FUKTOMI 0.80	6.00	5.97	6.57	6.18	7.35	7.08	6.81	7.08
FUKTOMI 0.60	7.25	7.59	7.26	7.37	7.36	7.14	7.34	7.28
FUKTOMI 0.35	5.80	5.85	5.88	5.84	5.82	5.59	5.50	5.64
FUKTOMI 0.23	5.97	5.73	5.81	5.83	5.73	5.91	5.84	5.83
FUKTOMI 0.20	5.67	5.51	5.68	5.62	5.52	6.01	5.77	5.77
FUKTOMI 0.00	5.48	5.38	5.43	5.43	5.49	5.61	5.67	5.59
ROKKAKU 2.30	5.36	5.43	5.42	5.40	5.42	5.57	5.49	5.49
ROKKAKU 2.70	5.73	5.59	5.47	5.60	5.47	5.45	5.39	5.44
ROKKAKU 2.90	5.63	5.39	5.36	5.46	5.37	5.34	5.33	5.35
ROKKAKU 3.10R	5.18	5.24	5.18	5.20	5.11	5.25	5.18	5.18
ROKKAKU 3.30R	5.40	5.30	5.27	5.32	5.09	5.20	5.08	5.13
KUBOTA No.12	6.33	6.38	6.28	6.33	5.90	6.02	5.96	5.96
KUBOTA No. 9	6.35	6.49	6.17	6.34	5.93	6.07	6.06	6.02
KUBOTA No. 5	5.93	6.11	6.54	6.19	5.82	5.63	5.85	5.77
KUBOTA No. 1	6.86	7.06	6.94	6.95	6.85	7.03	6.83	6.90
ASIKARI 1.40	6.32	6.62	6.40	6.45	6.61	6.73	6.73	6.69
ASIKARI 1.60	6.76	6.67	6.38	6.60	5.15	5.08	5.06	5.09
ASIKARI 1.80	5.84	5.69	5.77	5.77	5.60	5.60	5.60	5.60
ASIKARI 2.00	6.37	7.07	7.50	6.98	7.16	7.42	7.54	7.37
ASIKARI 2.20	6.86	6.63	6.52	6.67	6.53	6.22	6.27	6.34
ASIKARI 2.40	5.54	5.62	5.53	5.56	5.43	5.46	5.42	5.44
ASIKARI 2.65	6.09	6.13	5.99	6.07	5.93	5.81	5.75	5.83
ASIKARI 2.75	6.04	6.05	5.95	6.01	6.18	6.12	6.18	6.16
ASIKARI 2.90	5.93	6.10	6.48	6.17	6.22	6.38	6.54	6.38
ASIKARI 3.00	6.15	6.41	6.57	6.38	6.40	6.36	6.25	6.33
ASIKARI 3.20	5.48	5.44	5.44	5.45	5.40	5.46	5.59	5.48
ASIKARI 3.45	5.35	5.17	5.22	5.25	5.35	5.29	5.43	5.36
ASIKARI 3.55	5.28	5.27	5.33	5.30	5.21	5.25	5.30	5.25
ASIKARI 3.80	6.09	5.40	5.47	5.65	6.02	5.69	5.59	5.77
ASIKARI 4.00	0.00	5.54	5.53	5.53	5.21	5.61	5.22	5.35
ASIKARI 4.18	5.43	5.53	5.44	5.46	5.65	5.73	5.71	5.70
ROKKAKU 3.10L	5.23	5.39	5.25	5.29	5.83	5.63	5.59	5.68
ROKKAKU 3.30L	5.24	5.79	5.72	5.58	5.57	5.58	5.68	5.61

WAVE HEIGHT

FUK-DAI No.8L	2.37	2.43	2.33	2.37	2.19	2.16	2.17	2.17
FUK-DAI No.8C	2.45	2.42	2.39	2.42	1.94	1.94	1.96	1.95
FUK-DAI No.8R	2.58	2.58	2.52	2.56	2.03	2.00	2.03	2.02
ROKKAKU 3.30R	.24	.25	.19	.22	.25	.31	.35	.30
ROKKAKU 3.30C	.12	.14	.12	.12	.32	.27	.25	.28
ROKKAKU 3.30L	.52	.36	.27	.38	.49	.32	.28	.36

SECTION	No.1	No.2	No.3	AVE.	No.1	No.2	No.3	AVE.
FUK-DAI No.7	6.12	6.15	6.16	6.14	6.25	6.22	6.23	6.23
FUK-DAI No.5	7.15	7.25	7.20	7.20	6.46	6.37	6.35	6.40
FUK-DAI No.3	6.22	6.33	6.30	6.28	6.15	6.17	6.08	6.13
FUK-DAI No.1	5.81	5.68	5.70	5.73	5.85	5.69	5.77	5.77
FUKTOMI 1.18	5.81	5.75	5.71	5.76	5.91	5.91	5.89	5.90
FUKTOMI 1.00	7.09	6.97	6.83	6.96	6.58	6.47	6.49	6.51
FUKTOMI 0.80	6.57	6.23	6.12	6.31	5.81	5.94	6.08	5.94
FUKTOMI 0.60	6.96	6.95	7.03	6.98	7.34	7.14	7.28	7.25
FUKTOMI 0.35	5.80	5.79	5.91	5.84	5.74	5.53	5.66	5.64
FUKTOMI 0.23	6.11	6.09	6.26	6.15	5.57	5.52	5.57	5.55
FUKTOMI 0.20	5.95	5.95	5.88	5.93	5.47	5.45	5.54	5.48
FUKTOMI 0.00	5.59	5.61	5.65	5.62	5.33	5.51	5.64	5.49
ROKKAKU 2.30	5.42	5.37	5.34	5.38	5.23	5.39	5.35	5.32
ROKKAKU 2.70	5.71	5.83	5.75	5.76	5.24	5.34	5.31	5.30
ROKKAKU 2.90	5.22	5.25	5.27	5.25	5.14	5.12	5.15	5.14
ROKKAKU 3.10R	5.06	5.17	5.14	5.12	5.00	5.02	5.06	5.03
ROKKAKU 3.30R	5.22	5.31	5.33	5.29	5.11	5.06	5.14	5.11
KUBOTA No.12	6.07	6.02	6.00	6.03	6.30	6.25	6.35	6.30
KUBOTA No. 9	6.11	6.00	5.84	5.98	6.08	6.19	6.24	6.17
KUBOTA No. 5	6.34	6.17	5.80	6.11	5.96	6.07	6.15	6.06
KUBOTA No. 1	6.66	6.85	6.87	6.79	6.70	6.82	6.85	6.79
ASIKARI 1.40	6.47	6.59	6.71	6.59	6.14	6.12	5.81	6.02
ASIKARI 1.60	5.10	5.09	5.04	5.08	6.35	6.27	6.08	6.23
ASIKARI 1.80	5.39	5.48	5.42	5.43	5.44	5.46	5.52	5.47
ASIKARI 2.00	7.17	6.59	6.26	6.67	5.97	5.80	5.86	5.87
ASIKARI 2.20	6.68	6.68	6.47	6.61	6.73	6.66	6.74	6.71
ASIKARI 2.40	5.67	5.57	5.54	5.59	5.27	5.40	5.47	5.38
ASIKARI 2.65	6.41	6.42	5.98	6.27	5.84	6.01	5.78	5.88
ASIKARI 2.75	6.20	6.08	6.30	6.20	6.05	5.82	6.01	5.96
ASIKARI 2.90	6.75	6.70	6.56	6.67	6.16	6.09	6.07	6.11
ASIKARI 3.00	7.07	6.69	6.85	6.87	6.16	6.39	6.22	6.26
ASIKARI 3.20	5.50	5.58	5.49	5.53	5.31	5.28	5.28	5.29
ASIKARI 3.45	5.34	5.20	5.24	5.26	5.17	5.15	5.16	5.16
ASIKARI 3.55	5.16	5.21	5.16	5.18	5.18	5.20	5.16	5.18
ASIKARI 3.80	5.48	5.40	5.32	5.40	5.43	5.53	5.56	5.51
ASIKARI 4.00	0.00	5.71	5.61	5.66	0.00	5.49	5.47	5.49
ASIKARI 4.18	5.54	5.37	5.30	5.40	5.22	5.18	5.28	5.23
ROKKAKU 3.10L	5.48	5.38	5.30	5.39	5.46	5.33	5.43	5.41
ROKKAKU 3.30L	5.33	5.58	5.58	5.50	5.25	5.23	5.26	5.25

WAVE HEIGHT

FUK-DAI No.8L	1.89	1.90	1.92	1.90	1.92	1.96	1.96	1.95
FUK-DAI No.8C	1.99	1.97	1.96	1.97	2.06	2.07	2.05	2.06
FUK-DAI No.8R	1.99	1.98	1.99	1.99	1.98	2.00	1.99	1.99
ROKKAKU 3.30R	.55	.51	.72	.59	.21	.24	.30	.25
ROKKAKU 3.30C	.43	.41	.37	.40	.20	.17	.23	.20
ROKKAKU 3.30L	.38	.35	.37	.37	.45	.42	.52	.46

ARIAKE KAIGAN MOKEI JIKKEN

Unit : [m]

CASE - 13

CASE - 14

RUN-UP HEIGHT

SECTION	No.1	No.2	No.3	AVE.	No.1	No.2	No.3	AVE.
FUK-DAI No.7	5.99	5.98	6.06	6.01	6.12	6.25	6.20	6.19
FUK-DAI No.5	5.93	5.93	5.89	5.92	5.97	5.94	5.85	5.92
FUK-DAI No.3	6.37	6.39	6.31	6.36	6.38	6.28	6.31	6.33
FUK-DAI No.1	5.60	5.68	5.61	5.63	5.73	5.65	5.76	5.71
FUKTOMI 1.18	6.12	5.88	5.84	5.95	5.80	5.68	5.65	5.71
FUKTOMI 1.00	6.47	6.43	6.39	6.50	6.65	6.69	6.52	6.62
FUKTOMI 0.80	6.08	6.08	6.71	6.29	5.94	6.14	6.40	6.16
FUKTOMI 0.60	6.32	6.46	6.34	6.37	6.61	6.53	6.45	6.53
FUKTOMI 0.35	5.64	5.69	5.61	5.65	5.68	5.76	5.86	5.77
FUKTOMI 0.23	5.80	5.53	5.57	5.64	5.97	6.11	5.95	6.01
FUKTOMI 0.20	5.58	5.24	5.17	5.33	5.65	5.77	5.49	5.63
FUKTOMI 0.00	5.39	5.34	5.40	5.38	5.62	5.57	5.54	5.57
ROKKAKU 2.30	5.38	5.47	5.44	5.43	5.49	5.49	5.58	5.52
ROKKAKU 2.70	5.43	5.40	5.47	5.43	5.46	5.45	5.44	5.45
ROKKAKU 2.90	5.53	5.23	5.26	5.34	5.61	5.62	5.62	5.62
ROKKAKU 3.10R	5.23	5.00	5.01	5.08	5.22	5.14	5.12	5.16
ROKKAKU 3.30R	5.10	5.06	5.05	5.07	5.42	5.33	5.32	5.36
KUBOTA No.12	6.73	6.78	6.62	6.71	6.47	6.63	6.70	6.60
KUBOTA No. 9	6.28	6.23	6.37	6.36	6.24	6.68	6.60	6.51
KUBOTA No. 5	6.07	6.63	6.06	6.25	6.04	5.95	5.87	5.95
KUBOTA No. 1	7.63	6.42	7.54	7.20	6.69	7.14	7.10	6.98
ASIKARI 1.40	6.92	6.71	6.95	6.86	6.96	7.02	6.93	6.97
ASIKARI 1.60	5.81	6.29	5.62	5.91	5.92	6.13	5.89	5.98
ASIKARI 1.80	5.47	5.41	5.53	5.47	5.37	5.39	5.38	5.38
ASIKARI 2.00	6.48	6.63	6.44	6.52	5.92	5.59	5.54	5.68
ASIKARI 2.20	5.88	5.66	5.79	5.77	6.48	6.01	6.02	6.17
ASIKARI 2.40	5.24	5.34	5.25	5.28	5.20	5.35	5.32	5.29
ASIKARI 2.65	6.02	6.10	5.93	6.02	5.89	5.58	5.92	5.80
ASIKARI 2.75	6.08	6.12	6.04	6.08	6.32	6.37	6.41	6.37
ASIKARI 2.90	6.91	6.82	7.47	7.07	6.70	6.18	6.50	6.46
ASIKARI 3.00	5.82	6.08	5.95	5.95	6.54	6.23	6.31	6.36
ASIKARI 3.20	5.54	5.43	5.37	5.45	5.36	5.26	5.28	5.30
ASIKARI 3.45	5.26	5.25	5.19	5.23	5.52	5.49	5.52	5.51
ASIKARI 3.55	5.23	5.21	5.14	5.19	5.35	5.42	5.46	5.41
ASIKARI 3.80	5.37	5.46	5.53	5.45	5.77	5.59	5.65	5.67
ASIKARI 4.00	5.35	5.26	5.34	5.32	5.49	5.57	5.67	5.57
ASIKARI 4.18	5.36	5.34	5.49	5.39	5.29	5.28	5.27	5.28
ROKKAKU 3.10L	5.05	5.11	5.18	5.11	5.49	5.43	5.49	5.48
ROKKAKU 3.30L	5.25	5.34	5.54	5.38	5.58	5.50	5.44	5.51

WAVE HEIGHT

FUK-DAI No.8L	2.62	2.62	2.64	2.62	2.64	2.60	2.59	2.61
FUK-DAI No.8C	2.61	2.62	2.56	2.60	2.49	2.51	2.51	2.50
FUK-DAI No.8R	2.35	2.35	2.35	2.35	2.62	2.60	2.61	2.61
ROKKAKU 3.30R	.06	.05	.05	.06	.32	.33	.37	.35
ROKKAKU 3.30C	.04	.06	.06	.06	.38	.60	.64	.54
ROKKAKU 3.30L	.10	.11	.08	.10	.22	.24	.30	.25

ARIAKE KAIGAN MOKEI JIKKEN

Unit : [m]

CASE - 15

CASE - 16

RUN-UP HEIGHT

SECTION	No.1	No.2	No.3	AVE.	No.1	No.2	No.3	AVE.
FUK-DAI No.7	5.93	5.93	5.95	5.94	6.21	6.20	6.19	6.20
FUK-DAI No.5	6.03	6.03	6.01	6.02	5.93	5.95	5.93	5.94
FUK-DAI No.3	6.50	6.55	6.55	6.54	6.42	6.37	6.39	6.39
FUK-DAI No.1	5.81	5.75	5.76	5.77	5.46	5.52	5.50	5.49
FUKTOMI 1.18	5.73	5.84	5.87	5.81	5.94	5.82	5.94	5.90
FUKTOMI 1.00	6.47	6.27	6.37	6.37	5.92	5.97	6.06	5.98
FUKTOMI 0.80	6.56	6.25	6.25	6.35	5.64	5.47	5.63	5.58
FUKTOMI 0.60	6.28	6.23	6.17	6.23	6.17	6.05	6.21	6.14
FUKTOMI 0.35	5.45	5.44	5.46	5.45	5.71	5.73	5.75	5.73
FUKTOMI 0.23	5.71	5.77	5.67	5.72	5.96	5.72	5.78	5.82
FUKTOMI 0.20	5.38	5.41	5.38	5.39	5.87	5.60	5.69	5.72
FUKTOMI 0.00	5.57	5.55	5.58	5.56	5.42	5.37	5.38	5.39
ROKKAKU 2.30	5.60	5.51	5.54	5.55	5.56	5.59	5.49	5.54
ROKKAKU 2.70	5.39	5.38	5.35	5.37	5.28	5.31	5.24	5.28
ROKKAKU 2.90	5.19	5.29	5.22	5.23	5.41	5.37	5.42	5.40
ROKKAKU 3.10R	5.16	5.13	5.08	5.12	5.21	5.07	5.14	5.14
ROKKAKU 3.30R	5.17	5.12	5.08	5.12	5.22	5.24	5.21	5.22
KUBOTA No.12	6.40	6.43	6.46	6.43	7.61	7.58	7.55	7.58
KUBOTA No. 9	5.97	5.93	6.06	5.99	5.88	5.81	5.82	5.84
KUBOTA No. 5	6.09	6.20	6.28	6.19	6.54	6.66	6.57	6.59
KUBOTA No. 1	6.65	6.68	6.74	6.69	6.41	6.35	6.35	6.37
ASIKARI 1.40	6.50	6.50	6.65	6.55	5.47	5.53	5.49	5.50
ASIKARI 1.60	5.84	5.72	5.69	5.75	5.34	5.38	5.26	5.33
ASIKARI 1.80	5.41	5.46	5.40	5.42	5.41	5.42	5.50	5.44
ASIKARI 2.00	6.39	6.41	6.74	6.51	6.21	6.22	6.28	6.24
ASIKARI 2.20	5.71	5.69	5.66	5.69	5.87	5.59	5.72	5.73
ASIKARI 2.40	5.20	5.20	5.23	5.21	5.38	5.39	5.35	5.36
ASIKARI 2.65	5.16	5.15	5.17	5.16	5.84	5.85	5.96	5.88
ASIKARI 2.75	6.11	6.00	5.97	6.03	5.23	5.57	5.59	5.47
ASIKARI 2.90	5.91	5.86	5.86	5.88	6.44	6.51	6.69	6.55
ASIKARI 3.00	6.61	6.43	6.44	6.49	5.86	5.70	5.66	5.74
ASIKARI 3.20	5.24	5.22	5.21	5.22	5.28	5.35	5.39	5.34
ASIKARI 3.45	5.30	5.22	5.22	5.25	5.25	5.41	5.37	5.34
ASIKARI 3.55	5.30	5.28	5.25	5.28	0.00	5.19	5.30	5.24
ASIKARI 3.80	5.61	5.46	5.43	5.50	5.47	5.68	5.55	5.57
ASIKARI 4.00	0.00	5.32	5.30	5.32	0.00	5.20	5.30	5.26
ASIKARI 4.18	5.22	5.10	5.04	5.12	5.03	5.21	5.19	5.14
ROKKAKU 3.10L	5.42	5.29	5.25	5.32	5.10	5.22	5.21	5.18
ROKKAKU 3.30L	5.59	5.61	5.51	5.57	5.49	5.57	5.59	5.55

WAVE HEIGHT

FUK-DAI No.8L	2.49	2.51	2.48	2.49	1.95	1.96	1.96	1.96
FUK-DAI No.8C	2.50	2.52	2.52	2.51	1.99	1.95	1.98	1.97
FUK-DAI No.8R	2.53	2.55	2.52	2.53	1.85	1.81	1.80	1.82
ROKKAKU 3.30R	.36	.32	.34	.34	.45	.43	.37	.42
ROKKAKU 3.30C	.21	.23	.22	.22	.21	.15	.15	.17
ROKKAKU 3.30L	.27	.27	.30	.28	.28	.36	.34	.33

ARIAKE KAIGAN MOKEI JIKKEN

Unit : [m]

CASE - 17

CASE - 18

RUN-UP HEIGHT

SECTION	No.1	No.2	No.3	AVE.	No.1	No.2	No.3	AVE.
FUK-DAI No.7	6.22	6.10	6.10	6.14	5.86	5.75	5.74	5.78
FUK-DAI No.5	5.82	5.67	5.69	5.73	5.77	5.78	5.79	5.78
FUK-DAI No.3	6.69	6.62	6.62	6.64	6.54	6.61	6.54	6.56
FUK-DAI No.1	5.77	5.67	5.71	5.72	5.91	6.07	6.09	6.02
FUKTOMI 1.18	5.99	5.87	5.84	5.90	5.68	5.51	5.60	5.60
FUKTOMI 1.00	5.99	5.77	5.84	5.87	5.84	5.70	5.65	5.73
FUKTOMI 0.80	6.77	6.41	6.40	6.52	6.30	6.18	6.20	6.23
FUKTOMI 0.60	6.09	5.86	5.98	5.98	5.89	5.82	5.83	5.85
FUKTOMI 0.35	5.73	5.41	5.38	5.51	5.31	5.31	5.41	5.34
FUKTOMI 0.23	5.46	5.49	5.48	5.48	5.50	5.49	5.44	5.47
FUKTOMI 0.20	5.30	5.27	5.29	5.29	5.56	5.24	5.05	5.28
FUKTOMI 0.00	5.29	5.36	5.37	5.34	5.33	5.21	5.17	5.24
ROKKAKU 2.30	5.36	5.37	5.36	5.36	5.27	5.15	5.12	5.18
ROKKAKU 2.70	5.53	5.52	5.50	5.52	5.46	5.18	5.15	5.26
ROKKAKU 2.90	5.26	5.29	5.30	5.29	5.25	5.26	5.06	5.19
ROKKAKU 3.10R	5.12	5.28	5.16	5.18	5.16	5.06	4.94	5.05
ROKKAKU 3.30R	5.28	5.38	5.03	5.23	5.07	5.15	5.13	5.11
KUBOTA No.12	7.15	7.21	0.00	7.18	7.39	7.36	7.35	7.37
KUBOTA No. 9	6.03	6.05	0.00	6.04	5.88	5.92	5.89	5.90
KUBOTA No. 5	7.17	7.09	0.00	7.13	5.96	5.97	6.06	6.00
KUBOTA No. 1	6.41	6.32	0.00	6.37	6.30	6.29	6.32	6.31
ASIKARI 1.40	5.64	5.59	0.00	5.61	5.78	5.82	5.83	5.81
ASIKARI 1.60	5.77	5.75	0.00	5.76	5.52	5.56	5.54	5.54
ASIKARI 1.80	5.41	5.43	0.00	5.42	5.48	5.38	5.33	5.39
ASIKARI 2.00	5.41	5.49	0.00	5.45	6.31	6.20	6.36	6.29
ASIKARI 2.20	5.69	5.57	0.00	5.63	6.20	6.00	5.87	6.02
ASIKARI 2.40	5.12	5.22	0.00	5.17	5.09	5.06	5.09	5.08
ASIKARI 2.65	5.28	5.45	0.00	5.36	5.88	5.84	5.79	5.84
ASIKARI 2.75	6.03	5.98	6.02	6.01	5.56	5.96	5.34	5.62
ASIKARI 2.90	5.65	5.74	5.98	5.79	5.49	5.44	5.57	5.50
ASIKARI 3.00	6.43	6.31	6.23	6.33	5.75	5.81	5.83	5.80
ASIKARI 3.20	5.29	5.13	5.23	5.22	5.38	5.06	5.55	5.33
ASIKARI 3.45	5.10	5.16	5.20	5.15	5.18	5.13	5.07	5.13
ASIKARI 3.55	5.17	5.19	5.25	5.20	5.09	5.13	5.13	5.11
ASIKARI 3.80	5.38	5.37	5.33	5.36	5.59	5.49	5.26	5.45
ASIKARI 4.00	0.00	5.19	5.31	5.26	0.00	5.21	5.21	5.22
ASIKARI 4.18	5.11	5.12	5.08	5.10	5.10	5.05	5.04	5.06
ROKKAKU 3.10L	5.30	5.23	5.25	5.26	5.23	5.16	5.17	5.19
ROKKAKU 3.30L	5.16	5.19	5.26	5.20	5.05	5.16	5.20	5.14

WAVE HEIGHT

FUK-DAI No.8L	2.01	2.00	2.02	2.01	1.98	1.98	1.98	1.98
FUK-DAI No.8C	1.98	2.00	2.02	2.00	1.96	1.96	1.94	1.95
FUK-DAI No.8R	2.03	2.05	2.03	2.04	2.04	2.03	2.06	2.04
ROKKAKU 3.30R	.19	.16	.27	.21	.22	.24	.33	.26
ROKKAKU 3.30C	.45	.37	.35	.39	.11	.12	.15	.13
ROKKAKU 3.30L	.71	.57	.59	.63	.13	.11	.11	.12

付表-6 越波量の推定値

ARIAKE KAIGAN MOKEI JIKKEN

OVER TOPPING over T.P.+6.10 m	Unit [m ³ /m/sec]					
SECTION	CASE 1	CASE 2	CASE 3	CASE 4	CASE 5	CASE 6
FUK-DAI No.7	.0040	.0054	.0033	.0038	.0022	.0046
FUK-DAI No.5	.0036	.0068	.0015	.0024	.0006	.0025
FUK-DAI No.3	.0052	.0076	.0048	.0046	.0081	.0061
FUK-DAI No.1	.0024	.0016	.0016	.0020	.0007	.0019
FUKTOMI 1.18	.0042	.0026	.0026	.0036	.0018	.0020
FUKTOMI 1.00	.0110	.0054	.0048	.0054	.0007	.0022
FUKTOMI 0.80	.0030	.0170	.0027	.0029	.0065	.0018
FUKTOMI 0.60	.0095	.0300	.0180	.0039	.0057	.0089
FUKTOMI 0.35	.0021	.0055	.0024	.0014	.0012	.0018
FUKTOMI 0.23	.0014	.0027	.0020	.0012	.0009	.0028
FUKTOMI 0.20	.0006	.0014	.0003	.0018	.0002	.0013
FUKTOMI 0.00	.0005	.0012	.0004	.0003	.0001	.0002
ROKKAKU 2.30	.0008	.0002	.0006	.0002	.0001	.0004
ROKKAKU 2.70	.0012	.0003	.0007	.0004	.0004	.0004
ROKKAKU 2.90	.0006	.0007	.0004	.0004	.0000	.0002
ROKKAKU 3.10R	.0000	.0000	.0001	.0000	.0000	.0000
ROKKAKU 3.30R	.0000	.0003	.0002	.0002	.0000	.0000
KUBOTA No.12	.0062	.0270	.0220	.0480	.0370	.0180
KUBOTA No. 9	.0049	.0036	.0035	.0036	.0043	.0037
KUBOTA No. 5	.0038	.0061	.0044	.0150	.0100	.0049
KUBOTA No. 1	.0100	.0057	.0074	.0120	.0078	.0073
ASIKARI 1.40	.0020	.0160	.0074	.0150	.0097	.0120
ASIKARI 1.60	.0110	.0480	.0320	.0200	.0077	.0160
ASIKARI 1.80	.0022	.0024	.0098	.0009	.0003	.0009
ASIKARI 2.00	.0023	.0077	.0038	.0008	.0014	.0033
ASIKARI 2.20	.0100	.0190	.0130	.0110	.0066	.0020
ASIKARI 2.40	.0004	.0008	.0030	.0000	.0000	.0000
ASIKARI 2.65	.0058	.0030	.0031	.0047	.0012	.0020
ASIKARI 2.75	.0027	.0080	.0037	.0025	.0053	.0059
ASIKARI 2.90	.0210	.0026	.0031	.0210	.0040	.0024
ASIKARI 3.00	.0029	.0061	.0092	.0031	.0067	.0090
ASIKARI 3.20	.0007	.0010	.0019	.0017	.0006	.0004
ASIKARI 3.45	.0004	.0004	.0010	.0002	.0001	.0000
ASIKARI 3.55	.0004	.0004	.0014	.0006	.0003	.0000
ASIKARI 3.80	.0025	.0012	.0018	.0016	.0007	.0004
ASIKARI 4.00	.0008	.0011	.0006	.0010	.0013	.0015
ASIKARI 4.18	.0005	.0005	.0005	.0013	.0004	.0003
ROKKAKU 3.10L	.0002	.0006	.0004	.0003	.0004	.0002
ROKKAKU 3.30L	.0012	.0019	.0005	.0005	.0010	.0013

ARIAKE KAIGAN MOKEI JIKKEN

OVER TOPPING over T.P.+6.10 m	Unit [m ³ /m/sec]					
SECTION	CASE 7	CASE 8	CASE 9	CASE 10	CASE 11	CASE 12
FUK-DAI No.7	.0062	.0028	.0038	.0075	.0051	.0059
FUK-DAI No.5	.0034	.0024	.0052	.0140	.0190	.0076
FUK-DAI No.3	.0083	.0140	.0077	.0084	.0064	.0050
FUK-DAI No.1	.0024	.0022	.0018	.0018	.0020	.0022
FUKTOMI 1.18	.0006	.0035	.0019	.0030	.0022	.0031
FUKTOMI 1.00	.0170	.0210	.0120	.0150	.0150	.0090
FUKTOMI 0.80	.0034	.0047	.0054	.0170	.0066	.0034
FUKTOMI 0.60	.0130	.0270	.0220	.0200	.0150	.0200
FUKTOMI 0.35	.0025	.0033	.0027	.0015	.0026	.0016
FUKTOMI 0.23	.0033	.0032	.0027	.0026	.0051	.0011
FUKTOMI 0.20	.0014	.0048	.0015	.0022	.0032	.0009
FUKTOMI 0.00	.0019	.0029	.0007	.0013	.0014	.0009
ROKKAKU 2.30	.0007	.0011	.0006	.0009	.0005	.0004
ROKKAKU 2.70	.0016	.0041	.0013	.0007	.0022	.0003
ROKKAKU 2.90	.0014	.0018	.0008	.0004	.0002	.0001
ROKKAKU 3.10R	.0001	.0002	.0001	.0001	.0000	.0000
ROKKAKU 3.30R	.0004	.0006	.0004	.0000	.0003	.0000
KUBOTA No.12	.0032	.0110	.0068	.0035	.0041	.0065
KUBOTA No. 9	.0075	.0045	.0069	.0040	.0037	.0053
KUBOTA No. 5	.0180	.0110	.0055	.0022	.0047	.0043
KUBOTA No. 1	.0130	.0081	.0150	.0140	.0130	.0120
ASIKARI 1.40	.0089	.0015	.0081	.0110	.0098	.0040
ASIKARI 1.60	.0078	.0150	.0100	.0000	.0000	.0059
ASIKARI 1.80	.0017	.0057	.0022	.0013	.0007	.0008
ASIKARI 2.00	.0046	.0310	.0150	.0220	.0110	.0029
ASIKARI 2.20	.0110	.0400	.0110	.0070	.0100	.0110
ASIKARI 2.40	.0000	.0016	.0012	.0007	.0013	.0005
ASIKARI 2.65	.0050	.0110	.0045	.0026	.0062	.0030
ASIKARI 2.75	.0032	.0030	.0040	.0052	.0055	.0036
ASIKARI 2.90	.0088	.0210	.0053	.0074	.0110	.0048
ASIKARI 3.00	.0051	.0057	.0074	.0069	.0130	.0062
ASIKARI 3.20	.0012	.0013	.0008	.0009	.0010	.0003
ASIKARI 3.45	.0004	.0002	.0002	.0005	.0002	.0001
ASIKARI 3.55	.0008	.0009	.0003	.0002	.0001	.0001
ASIKARI 3.80	.0031	.0017	.0016	.0022	.0006	.0010
ASIKARI 4.00	.0012	.0007	.0010	.0004	.0016	.0009
ASIKARI 4.18	.0010	.0014	.0008	.0018	.0006	.0002
ROKKAKU 3.10L	.0007	.0022	.0003	.0018	.0005	.0006
ROKKAKU 3.30L	.0020	.0021	.0013	.0014	.0009	.0002

ARIAKE KAIGAN MOKEI JIKKEN

OVER TOPPING over T.P.+6.10 m

Unit [m³/m/sec]

SECTION	CASE 13	CASE 14	CASE 15	CASE 16	CASE 17	CASE 18
FUK-DAI No.7	.0039	.0055	.0033	.0056	.0050	.0023
FUK-DAI No.5	.0032	.0033	.0040	.0034	.0020	.0023
FUK-DAI No.3	.0071	.0068	.0092	.0075	.0110	.0095
FUK-DAI No.1	.0015	.0019	.0023	.0009	.0020	.0040
FUKTOMI 1.18	.0034	.0019	.0025	.0031	.0031	.0013
FUKTOMI 1.00	.0087	.0100	.0073	.0037	.0028	.0020
FUKTOMI 0.80	.0064	.0051	.0071	.0012	.0090	.0058
FUKTOMI 0.60	.0073	.0090	.0059	.0050	.0036	.0028
FUKTOMI 0.35	.0016	.0022	.0007	.0020	.0009	.0004
FUKTOMI 0.23	.0015	.0039	.0019	.0025	.0008	.0008
FUKTOMI 0.20	.0004	.0015	.0006	.0020	.0003	.0003
FUKTOMI 0.00	.0005	.0012	.0012	.0006	.0004	.0002
ROKKAKU 2.30	.0007	.0010	.0011	.0011	.0005	.0001
ROKKAKU 2.70	.0007	.0007	.0005	.0003	.0010	.0002
ROKKAKU 2.90	.0004	.0014	.0002	.0006	.0003	.0001
ROKKAKU 3.10R	.0000	.0001	.0000	.0001	.0001	.0000
ROKKAKU 3.30R	.0000	.0004	.0000	.0002	.0002	.0000
KUBOTA No.12	.0110	.0100	.0080	.0260	.0190	.0220
KUBOTA No. 9	.0072	.0088	.0037	.0027	.0042	.0031
KUBOTA No. 5	.0061	.0035	.0055	.0099	.0180	.0038
KUBOTA No. 1	.0190	.0150	.0110	.0073	.0072	.0066
ASIKARI 1.40	.0140	.0150	.0094	.0009	.0014	.0025
ASIKARI 1.60	.0031	.0037	.0021	.0004	.0022	.0011
ASIKARI 1.80	.0008	.0005	.0007	.0007	.0006	.0006
ASIKARI 2.00	.0090	.0018	.0089	.0059	.0007	.0064
ASIKARI 2.20	.0023	.0052	.0018	.0020	.0015	.0040
ASIKARI 2.40	.0003	.0003	.0001	.0005	.0001	.0000
ASIKARI 2.65	.0040	.0024	.0001	.0030	.0003	.0027
ASIKARI 2.75	.0045	.0072	.0041	.0008	.0038	.0015
ASIKARI 2.90	.0170	.0082	.0030	.0093	.0023	.0009
ASIKARI 3.00	.0035	.0071	.0087	.0021	.0067	.0024
ASIKARI 3.20	.0008	.0003	.0002	.0004	.0002	.0004
ASIKARI 3.45	.0002	.0009	.0002	.0004	.0001	.0000
ASIKARI 3.55	.0001	.0006	.0003	.0002	.0001	.0000
ASIKARI 3.80	.0008	.0017	.0009	.0012	.0005	.0007
ASIKARI 4.00	.0004	.0012	.0004	.0002	.0002	.0002
ASIKARI 4.18	.0006	.0003	.0000	.0001	.0000	.0000
ROKKAKU 3.10L	.0000	.0008	.0004	.0001	.0002	.0001
ROKKAKU 3.30L	.0005	.0009	.0012	.0011	.0001	.0001

ARIAKE KAIGAN MOKEI JIKKEN

OVER TOPPING over T.P.+7.50 m

Unit [m³/m/sec]

SECTION	CASE 1	CASE 2	CASE 3	CASE 4	CASE 5	CASE 6
FUK-DAI No.7	.0010	.0014	.0008	.0010	.0006	.0012
FUK-DAI No.5	.0009	.0017	.0004	.0006	.0002	.0006
FUK-DAI No.3	.0013	.0019	.0012	.0012	.0020	.0015
FUK-DAI No.1	.0006	.0004	.0004	.0005	.0002	.0005
FUKTOMI 1.18	.0010	.0007	.0006	.0009	.0005	.0005
FUKTOMI 1.00	.0028	.0013	.0012	.0009	.0002	.0006
FUKTOMI 0.80	.0007	.0043	.0007	.0007	.0016	.0005
FUKTOMI 0.60	.0024	.0074	.0044	.0010	.0014	.0022
FUKTOMI 0.35	.0005	.0014	.0006	.0003	.0003	.0005
FUKTOMI 0.23	.0004	.0007	.0005	.0003	.0002	.0007
FUKTOMI 0.20	.0001	.0004	.0001	.0004	.0001	.0003
FUKTOMI 0.00	.0001	.0003	.0001	.0001	.0000	.0001
ROKKAKU 2.30	.0002	.0001	.0002	.0000	.0000	.0001
ROKKAKU 2.70	.0003	.0001	.0002	.0001	.0001	.0001
ROKKAKU 2.90	.0002	.0002	.0001	.0001	.0000	.0000
ROKKAKU 3.10R	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
ROKKAKU 3.30R	.0000	.0001	.0000	.0000	.0000	.0000
KUBOTA No.12	.0016	.0068	.0054	.0120	.0092	.0045
KUBOTA No. 9	.0012	.0009	.0009	.0009	.0011	.0009
KUBOTA No. 5	.0009	.0015	.0011	.0039	.0026	.0012
KUBOTA No. 1	.0025	.0014	.0019	.0029	.0020	.0018
ASIKARI 1.40	.0005	.0041	.0019	.0037	.0024	.0030
ASIKARI 1.60	.0028	.0120	.0079	.0050	.0019	.0041
ASIKARI 1.80	.0006	.0006	.0024	.0002	.0001	.0002
ASIKARI 2.00	.0006	.0019	.0010	.0002	.0004	.0008
ASIKARI 2.20	.0026	.0046	.0032	.0028	.0017	.0005
ASIKARI 2.40	.0001	.0002	.0008	.0000	.0000	.0000
ASIKARI 2.65	.0014	.0007	.0008	.0012	.0003	.0005
ASIKARI 2.75	.0007	.0020	.0009	.0006	.0013	.0015
ASIKARI 2.90	.0053	.0007	.0008	.0053	.0010	.0006
ASIKARI 3.00	.0007	.0015	.0023	.0008	.0017	.0022
ASIKARI 3.20	.0002	.0003	.0005	.0004	.0002	.0001
ASIKARI 3.45	.0001	.0001	.0003	.0000	.0000	.0000
ASIKARI 3.55	.0001	.0001	.0004	.0002	.0001	.0000
ASIKARI 3.80	.0006	.0003	.0005	.0004	.0002	.0001
ASIKARI 4.00	.0002	.0003	.0002	.0002	.0003	.0004
ASIKARI 4.18	.0001	.0001	.0001	.0003	.0001	.0001
ROKKAKU 3.10L	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0000
ROKKAKU 3.30L	.0003	.0005	.0001	.0001	.0003	.0003

ARIAKE KAIGAN MOKEI JIKKEN

OVER TOPPING over T.P.+7.50 m

Unit [m³/m/sec]

SECTION	CASE 7	CASE 8	CASE 9	CASE 10	CASE 11	CASE 12
FUK-DAI No.7	.0015	.0007	.0010	.0019	.0013	.0015
FUK-DAI No.5	.0008	.0006	.0013	.0035	.0047	.0019
FUK-DAI No.3	.0021	.0035	.0019	.0021	.0016	.0012
FUK-DAI No.1	.0006	.0006	.0005	.0004	.0005	.0006
FUKTOMI 1.18	.0002	.0009	.0005	.0007	.0005	.0008
FUKTOMI 1.00	.0041	.0053	.0031	.0038	.0037	.0022
FUKTOMI 0.80	.0009	.0012	.0013	.0042	.0016	.0009
FUKTOMI 0.60	.0034	.0068	.0056	.0051	.0038	.0050
FUKTOMI 0.35	.0006	.0008	.0007	.0004	.0007	.0004
FUKTOMI 0.23	.0008	.0008	.0007	.0007	.0013	.0003
FUKTOMI 0.20	.0003	.0012	.0004	.0006	.0008	.0002
FUKTOMI 0.00	.0005	.0007	.0002	.0003	.0004	.0002
ROKKAKU 2.30	.0002	.0003	.0002	.0002	.0001	.0001
ROKKAKU 2.70	.0004	.0010	.0003	.0002	.0005	.0001
ROKKAKU 2.90	.0004	.0005	.0002	.0001	.0001	.0000
ROKKAKU 3.10R	.0000	.0001	.0000	.0000	.0000	.0000
ROKKAKU 3.30R	.0001	.0002	.0001	.0000	.0001	.0000
KUBOTA No.12	.0008	.0029	.0017	.0009	.0010	.0016
KUBOTA No. 9	.0019	.0011	.0017	.0010	.0009	.0013
KUBOTA No. 5	.0045	.0026	.0014	.0006	.0012	.0011
KUBOTA No. 1	.0032	.0020	.0037	.0036	.0031	.0031
ASIKARI 1.40	.0022	.0004	.0020	.0028	.0025	.0010
ASIKARI 1.60	.0019	.0037	.0025	.0000	.0000	.0015
ASIKARI 1.80	.0004	.0015	.0006	.0003	.0002	.0002
ASIKARI 2.00	.0012	.0078	.0038	.0053	.0027	.0007
ASIKARI 2.20	.0028	.0100	.0027	.0017	.0025	.0029
ASIKARI 2.40	.0000	.0004	.0003	.0002	.0003	.0001
ASIKARI 2.65	.0013	.0027	.0011	.0007	.0015	.0007
ASIKARI 2.75	.0008	.0008	.0010	.0013	.0014	.0009
ASIKARI 2.90	.0022	.0052	.0013	.0019	.0027	.0012
ASIKARI 3.00	.0013	.0014	.0019	.0017	.0034	.0015
ASIKARI 3.20	.0003	.0003	.0002	.0002	.0003	.0001
ASIKARI 3.45	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0000
ASIKARI 3.55	.0002	.0002	.0001	.0001	.0000	.0000
ASIKARI 3.80	.0008	.0004	.0004	.0006	.0001	.0002
ASIKARI 4.00	.0003	.0002	.0003	.0001	.0004	.0002
ASIKARI 4.18	.0003	.0004	.0002	.0005	.0001	.0000
ROKKAKU 3.10L	.0002	.0006	.0001	.0004	.0001	.0002
ROKKAKU 3.30L	.0005	.0005	.0003	.0004	.0002	.0001

ARIAKE KAIGAN MOKEI JIKKEN

OVER TOPPING over T.P.+7.50 m

Unit [m³/m/sec]

SECTION	CASE 13	CASE 14	CASE 15	CASE 16	CASE 17	CASE 18
FUK-DAI No.7	.0010	.0014	.0008	.0014	.0013	.0006
FUK-DAI No.5	.0008	.0008	.0010	.0008	.0005	.0006
FUK-DAI No.3	.0018	.0017	.0023	.0019	.0026	.0024
FUK-DAI No.1	.0004	.0005	.0006	.0002	.0005	.0010
FUKTOMI 1.18	.0009	.0005	.0006	.0008	.0008	.0003
FUKTOMI 1.00	.0022	.0025	.0018	.0009	.0007	.0005
FUKTOMI 0.80	.0016	.0013	.0018	.0003	.0022	.0015
FUKTOMI 0.60	.0018	.0022	.0015	.0013	.0009	.0007
FUKTOMI 0.35	.0004	.0006	.0002	.0005	.0002	.0001
FUKTOMI 0.23	.0004	.0010	.0005	.0006	.0002	.0002
FUKTOMI 0.20	.0001	.0004	.0001	.0005	.0001	.0001
FUKTOMI 0.00	.0001	.0003	.0003	.0001	.0001	.0000
ROKKAKU 2.30	.0002	.0002	.0003	.0003	.0001	.0000
ROKKAKU 2.70	.0002	.0002	.0001	.0001	.0002	.0001
ROKKAKU 2.90	.0001	.0004	.0000	.0001	.0001	.0000
ROKKAKU 3.10R	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
ROKKAKU 3.30R	.0000	.0001	.0000	.0000	.0000	.0000
KUBOTA No.12	.0029	.0025	.0020	.0065	.0047	.0055
KUBOTA No. 9	.0018	.0022	.0009	.0007	.0010	.0008
KUBOTA No. 5	.0015	.0009	.0014	.0025	.0044	.0010
KUBOTA No. 1	.0047	.0038	.0028	.0018	.0018	.0017
ASIKARI 1.40	.0034	.0038	.0023	.0002	.0004	.0006
ASIKARI 1.60	.0008	.0009	.0005	.0001	.0005	.0003
ASIKARI 1.80	.0002	.0001	.0002	.0002	.0002	.0001
ASIKARI 2.00	.0022	.0004	.0022	.0015	.0002	.0016
ASIKARI 2.20	.0006	.0013	.0005	.0005	.0004	.0010
ASIKARI 2.40	.0001	.0001	.0000	.0001	.0000	.0000
ASIKARI 2.65	.0010	.0006	.0000	.0007	.0001	.0007
ASIKARI 2.75	.0011	.0018	.0010	.0002	.0010	.0004
ASIKARI 2.90	.0042	.0020	.0007	.0023	.0006	.0002
ASIKARI 3.00	.0009	.0018	.0022	.0005	.0017	.0006
ASIKARI 3.20	.0002	.0001	.0000	.0001	.0000	.0001
ASIKARI 3.45	.0000	.0002	.0001	.0001	.0000	.0000
ASIKARI 3.55	.0000	.0002	.0001	.0000	.0000	.0000
ASIKARI 3.80	.0002	.0004	.0002	.0003	.0001	.0002
ASIKARI 4.00	.0001	.0003	.0001	.0001	.0001	.0000
ASIKARI 4.18	.0001	.0001	.0000	.0000	.0000	.0000
ROKKAKU 3.10L	.0000	.0002	.0001	.0000	.0001	.0000
ROKKAKU 3.30L	.0001	.0002	.0003	.0003	.0000	.0000

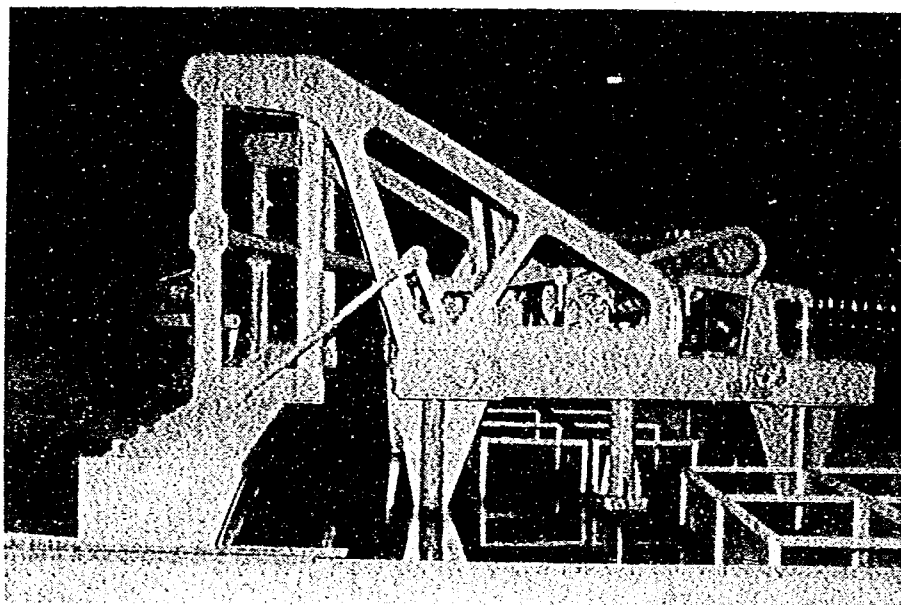


写真-1 造波機

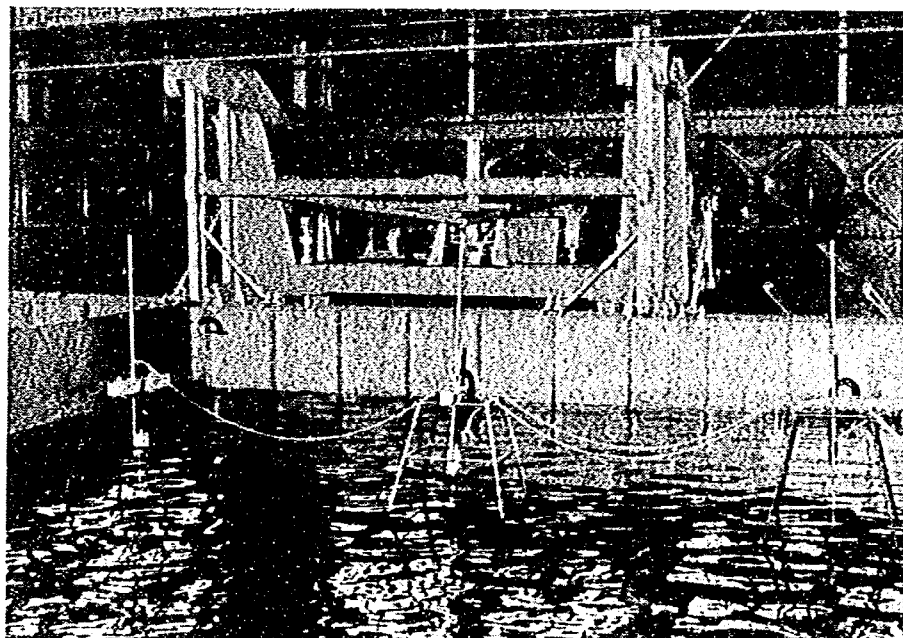


写真-2 造波機及び沖定点

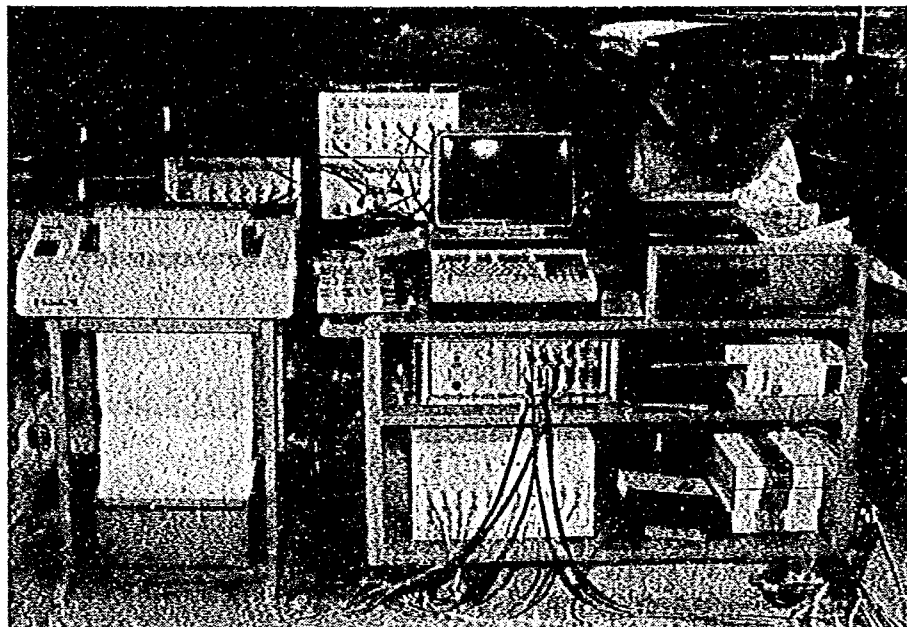


写真-3 データ処理装置
(海洋沿岸実験自動化処理装置)



写真-4 波の侵入状況 (福富代行海岸No.5 付近)

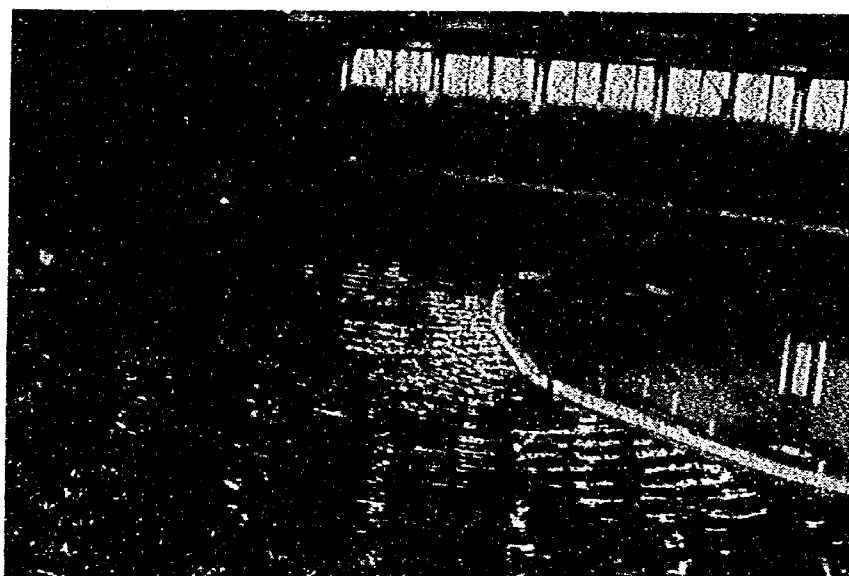


写真-5 波の侵入状況（福富代行海岸_浜1付近）

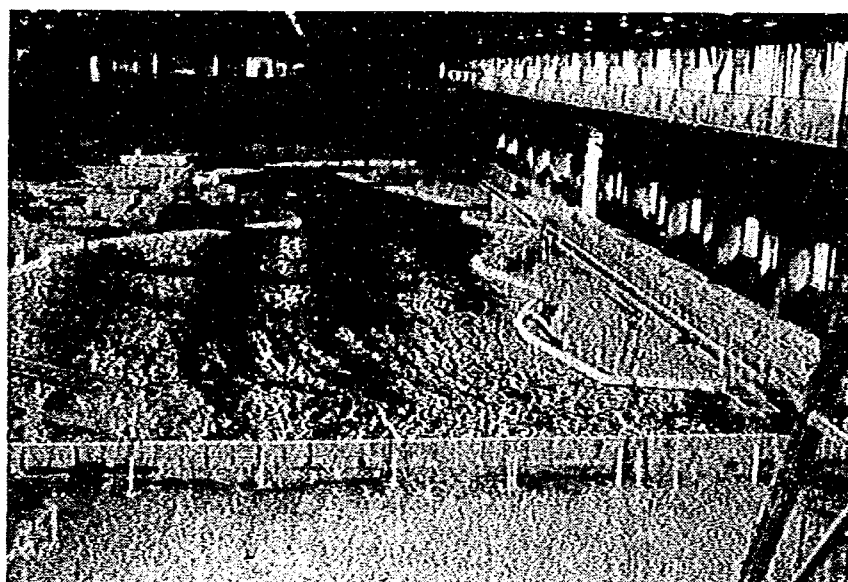


写真-6 波の侵入状況（芦刈海岸）

有明海芦刈・福富海岸
波浪模型実験報告書

土研資料 第1962号
昭和58年3月(1983)
橋本宏・田中茂信・
弘田英人

キーワード 高潮堤防・水理模型実験・うちあげ高・越波量・不規則波

要 旨 六角川河口部の芦刈、福富海岸における高潮対策を検討する
ために堤防へのうちあげ高を水理模型実験で調べた。越波防止
効果について波の不規則性を考慮してうちあげ高から最大越波
量を推定すると計画堤防高T.P.+7.50mで $0.01\text{m}^3/\text{m}\cdot\text{sec}$ 程
度、暫定堤防高T.P.+6.10mで $0.05\text{m}^3/\text{m}\cdot\text{sec}$ 程度になる。



郵便はがき

305-□□

40円切手
をはって
下さい。

茨城県筑波郡豊里町大字旭一番地
建設省土木研究所
海岸研究室 御中

No. _____

No. _____

配布先氏名

配布先住所





土木研究所資料第 1962 号 部
有明海芦刈・福富海岸波浪模型
実験報告書
上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名 印

