

港湾技研資料

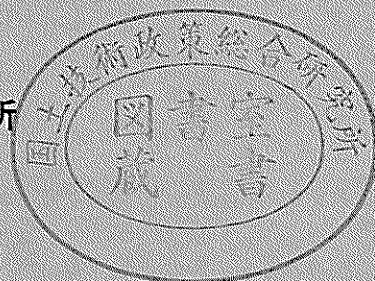
TECHNICAL NOTE OF
THE PORT AND HARBOUR RESEARCH INSTITUTE
MINISTRY OF TRANSPORT, JAPAN

No. 419 June 1982

河原子レクリエーション海浜造成に関する模型実験

木 村 久 雄
佐 藤 昭 二

運輸省港湾技術研究所



目 次

要 旨	3
1. はしがき	3
2. 河原子海岸の自然条件	3
2.1 風および波浪	3
2.2 潮位および潮流	4
2.3 漂砂について	6
3. 実験方法	9
3.1 実験施設	9
3.2 測定方法	11
3.3 実験ケース	13
4. 漂砂に関する実験	14
4.1 実験外力の決定	14
4.2 離岸堤の施工順序	16
4.3 離岸堤および突堤の適性配置	18
4.4 65年次確認実験	23
4.5 波高および海浜流の測定	25
5. 潮流拡散に関する実験	31
5.1 予備実験	31
5.2 流況分布	32
5.3 拡散分布	34
6. 結 論	36
参考文献	38

Model Experiments Related to a Recreational Beach at Kawarago

Hisao KIMURA*

Shoji SATO**

Synopsis

The prefectural authority of Ibaragi is planning to construct an artificial recreational beach at the north coast of Kawarago Port, which is being now enlarged to develop the local industry. This paper shows the results of model experiments both on the variation of sea-bed topography and on the exchange of sea water conducted in order to find the suitable arrangement of structures and suitable beach profile.

There is a reef of nearly M.W.L. in height in front of the center of the planning area. It is planned to construct offshore breakwaters in the both sides of the reef, and to widen the sand beach behind those breakwaters and the rocky shoal by artificial nourishment.

The model is 1/200 in horizontal scale and 1/100 in vertical one. In the sea-bottom-change experiment, the shallower area than $-3 \sim -5$ m below L.W.L. was made of fine sand as a movable bed, and the deeper area than there was done as a fixed bed.

In the preliminary test, was selected by the method of trial and error a wave which is suitable to reproduce the evolution of beach topography in winter and summer at the site. By using this wave under a periodical fluctuation of tide level, various arrangements of offshore breakwaters and groins were tested to find out the measure to protect the nourished sand beach.

In the sea-water-exchange experiment, movable bed was replaced to fixed one. Tide, constant current and small summer swell were reproduced. In this model, then, the suitable arrangement of offshore breakwaters and groins, which was found out in the above sea-bottom-experiment, was tested using fluorescent dye.

Finally the most suitable plan of structural arrangement and profile of artificial beach was proposed.

* Senior Research Engineer, Marine Hydrodynamics Division.

** Deputy Director General.

河原子レクリエーション海浜造成に関する模型実験

木村久雄*

佐藤昭二**

要 旨

茨城県では、河原子港の建設に伴ないその北海岸のレクリエーション海浜の整備事業が計画されている。しかし、まだ海浜環境整備にあたって建設される海岸構造物の有効な配置計画が決定していない。そこで、当海岸に適した養浜形状および構造物配置について実験を行った。

本報告は、この河原子海岸の模型を水平1/200、鉛直1/100の縮尺で潮流平面水槽内に作り、そうして移動床による漂砂および固定床による潮流拡散実験した結果を述べたものである。

まず漂砂実験では移動砂として細砂を用い、予備実験において実験波の諸元を決定したのち、本実験に入り突堤や離岸堤を種々配置して養浜地形の波および潮位変動による海浜の変化を調べた。一方潮流拡散実験では、漂砂実験で得られた最適な配置の構造物を用い、そして前浜に汚水の代りとしてウラン染料を投入し、その拡散状況を写真撮影して調べた。最後に以上の実験結果に基づき最適な養浜形状および構造物配置計画を提案した。

1. はしがき

人工海浜の造成は、近年急速にその需要を高めつつある。古くから海水浴場として利用されている日立市の河原子海岸は、太平洋岸に面し沿岸漂砂の移動もはげしく、最近では海浜が狭くなり海水浴時期の砂浜の維持が困難となって来ている。さらに海水浴客も年々増加の傾向を示しているため、浜幅を広げ健全なレクリエーション・ゾーンとすることが計画されており、その手始めとしてまず河原子港の北側海岸を整備することになった。

一方、地方港湾の河原子港は係留施設がないため、漁船は砂浜におき漁獲物の水揚げは主として隣接の他港で行われている。そこで、安全で所要の広さを有する港湾を整備するとともに、これと合せて埋立による土地造成を行い、海岸道路や駐車場の公共スペースを確保して上述の海岸レクリエーションの核としても活用することが望ましく、この港湾の整備事業を昭和54年より着手している。

著者らは、ここ数年このような人工海浜造成に関する研究を行って来ているが、^{1) 2) 3)} 上述の背景のもとに、河原子港の建設計画も考慮に入れて北側地区に適した養

浜形状や構造物配置を見出すために、漂砂・潮流・波浪の模型実験を茨城県の依頼により行った。本報告はこれらの実験結果を述べたものである。

2. 河原子海岸の自然条件

河原子海岸（河原子港）は、図-2.1に示すように日立港の北方に位置し中央部が凸形状に突出した海岸である。

2.1 風および波浪

河原子海岸では、風および波浪の長期間の観測資料がないため、約9km南下した東海村にある日本原子力東海研究所および建設省による久慈浜沖の観測資料⁴⁾にもとづいて考察することにする。なお、河原子港において昭和55年7月25日から8月8日にかけて波浪目視観測が行われている。しかし、短期間の資料なので参考程度にとどめることにした。

(1) 風について

図-2.2は、日本原子力東海研究所で観測された昭和41年から45年の資料にもとづいた5年間の四季別風向・風速・強風図を示したものである。観測場所は図-2.1に示してある。風向別にみると、WNW~NNWあ

*海洋水理部 主任研究官（流況解析担当）

**次長

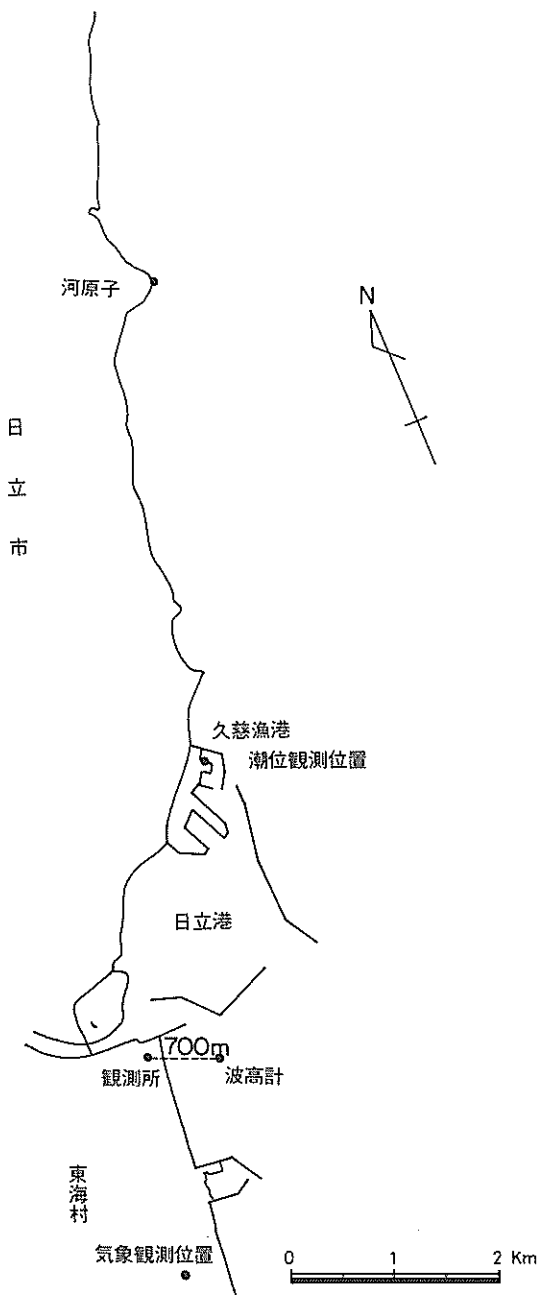


図-2.1 河原子海岸位置

るいはNNE~ENEの風が支配的であり、風速が大きいほどこの傾向が強いことがわかる。これらの内、海風はNNE~ENEの風であるが、その内頻度が著しいのはNNE~NEである。また、6 m/s以上の強風を季節別にみる

と、春・夏・秋はNEを中心とする海風が最も多く、冬季はNWの陸風が多いことがわかる。また、年間通じて海風としてのS~E方向の風は少ない。

(2) 波浪について

建設省常陸工事事務所によって久慈浜の沖合700m地点の水深9mにおいて、(図-2.1参照) 擺動抵抗型波高計による観測が、昭和43年12月から昭和45年9月にかけて行われた。

図-2.3は、その1年10か月間の波の記録から有義波についての波向別波高出現回数を図化したものである。これによると、波向はE方向が最も多く全体の約40%を占め続いてESEとなる。また、有義波高は1m以下が約75%を示す。なお、周期は8~12秒程度であり、長周期の13秒以上は29回観測されている。

図-2.1において、昭和43年~45年当時に南防波堤は着工していなかったが、東防波堤はその相当部分が延長されていたために北寄りの波は、その防波堤によって遮蔽あるいは回折されたものと思われる。したがって、河原子海岸は凸部に位置しているため、図-2.3のE方向に集中している波向の相当部分が河原子海岸では、NE方向に分散しその方向の波はもっと多いと考えてよいであろう。このことは、前述した風の資料からも十分推定される。

2.2 潮位および潮流

潮位観測は、昭和50年から54年にかけて日立港に隣接する久慈漁港で行われた(図-2.1参照)。その結果は、図-2.4および表-2.1に示すようにD.L.を基準に示してある。河原子港は久慈漁港から5km北側であるのでこれとはほぼ同じく、朔望平均満潮位はD.L.+1.45m、朔望平均干潮位はD.L.+0.08mと考えてよいであろう。

図-2.5は昭和55年7月から8月にかけて⁵⁾小野式流速計(3昼夜連続で6測点の海面下2m)によって測定された恒流図を示したものである。すなわち、恒流は陸岸に沿うように湾曲しながら全体として南に向う。その

表-2.1 朔望平均満・干潮位(日立久慈漁港)

年次	潮位	朔望平均満潮位	朔望平均干潮位
昭和50年		D.L.+1.450m	D.L.+0.070m
51		+1.440	+0.060
52		+1.400	+0.060
53		+1.420	+0.080
54		+1.510	+0.130
5か年平均		D.L.+1.444m	D.L.+0.080m

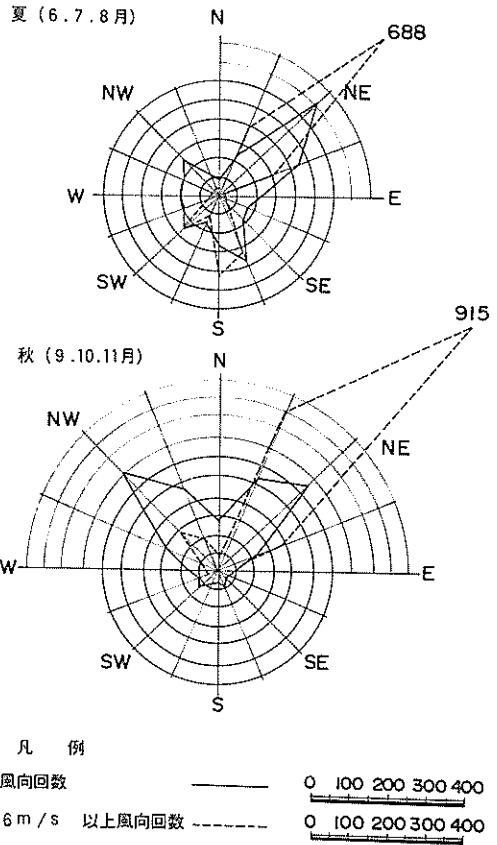
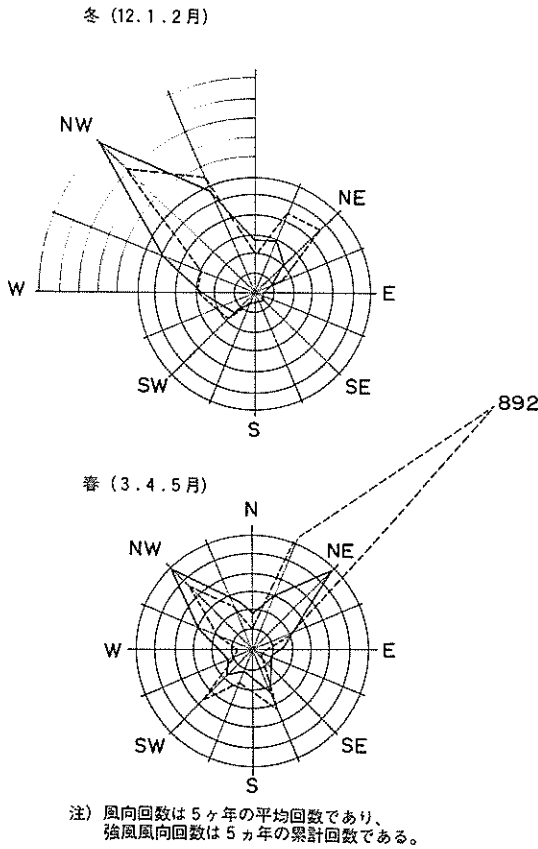


図-2.2 四季別風向, 風速, 強風図

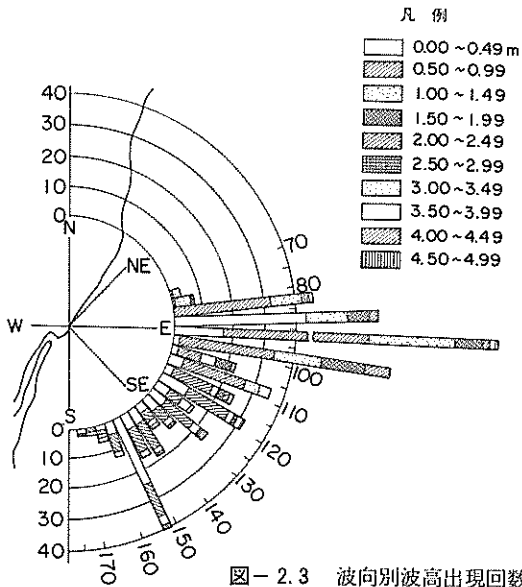


図-2.3 波向別波高出現回数

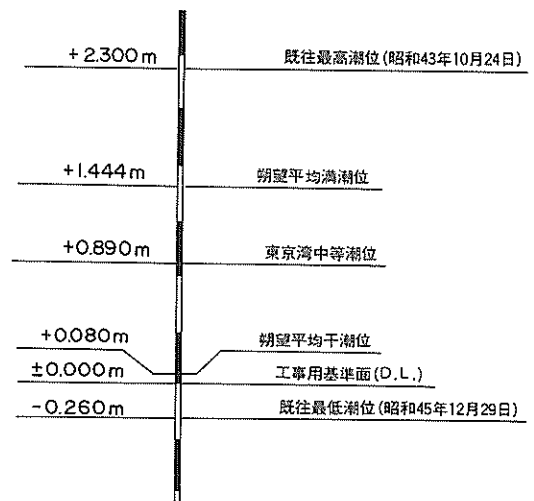


図-2.4 潮位図(日立久慈漁港)

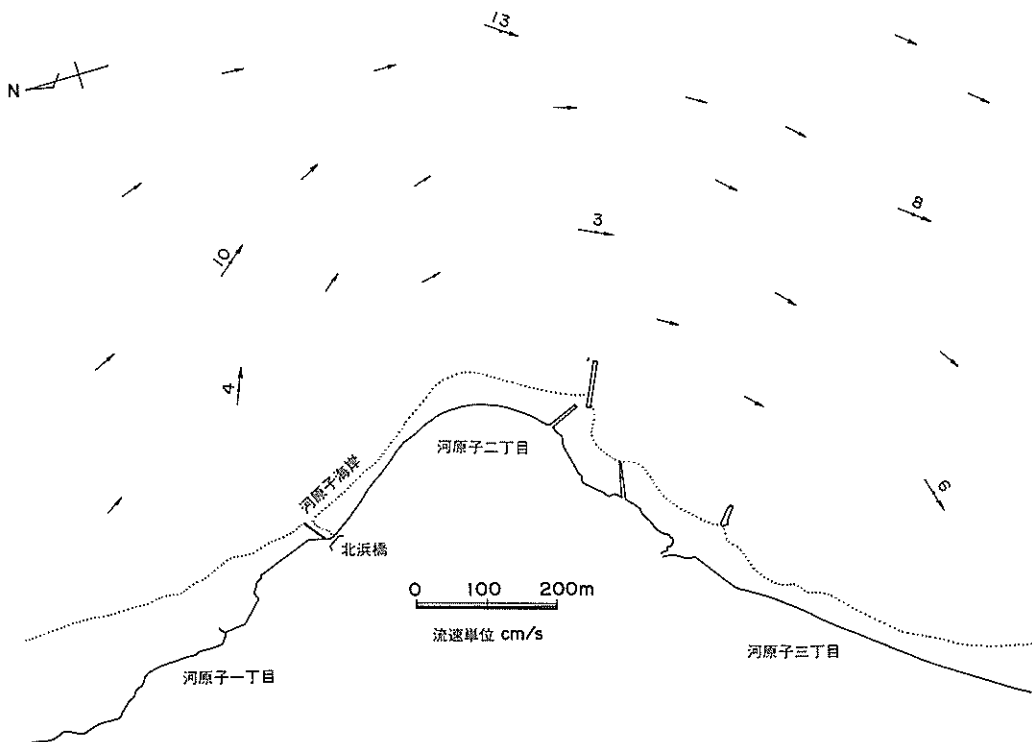


図-2.5 現地恒流図

流速は小さく海岸よりで約3~5 cm/s, 沖合で約13 cm/s程度である。さらに、図示していないけれど、大潮期の最強でも沖合で約30 cm/s, 岸よりで約10 cm/sに過ぎない。

2.3 漂砂について

図-2.6には、-5 m以浅の等深線が示してある。中央の陸岸突出部から大島間の海底は水深-1~-2 mの岩礁地帯となっており、水深-1 m以浅には干潮時に露出する礫が多数点在している。この区間の海底には砂がほとんどみられないが、陸岸近くは砂浜となっている。この突出部から北側に離れるにつれて、海底にも砂が存在するようになる。そうして、梶沢川付近の沖側は水深-5 mまで海底は砂層であるが、その沖は図-2.7に示すように起伏の激しい岩礁地帯となり、凹部に砂がみられる。大島の南側には深みが陸側にせまっており、その傾斜面はもちろん岩盤であり、深みの底には砂が存在するようである。鳥帽子岩から大川付近にかけてが河

原子港であり、それから南側にかけて砂浜が存在し、海底にも砂が存在する。なお、大島はその頂部は大部分+0.5 m程度の平坦な地形となっているが、南北両端には満潮時でも一部露出する+2 m程度のところもある。前浜底質は中央粒径を、図-2.6に示すように全般的に中粒砂(0.23~0.48 mm)を主体とする砂である。

次に図-2.7に示す深浅図において、±0 m等深線以深は昭和54年3月の測定結果を用い、それより以浅の前浜は昭和55年4月の測定結果を示す。なお、図中の+1.0 m等深線は55年4月欠測だったので、±0 mと+1.5 mの海底地形から推定し記入した。また、図示の点線内を拡大し、当海岸の4月および10月の海浜部の地形を図-2.8および図-2.9に示す。特に+2 mの等深線に注目するとわかるように、4月は東防波堤寄りに浜の前進がみられ、10月にはそれか後退している。前者は冬の北寄りの波による結果であり、後者は夏期の南寄りの波による結果であると推定される。

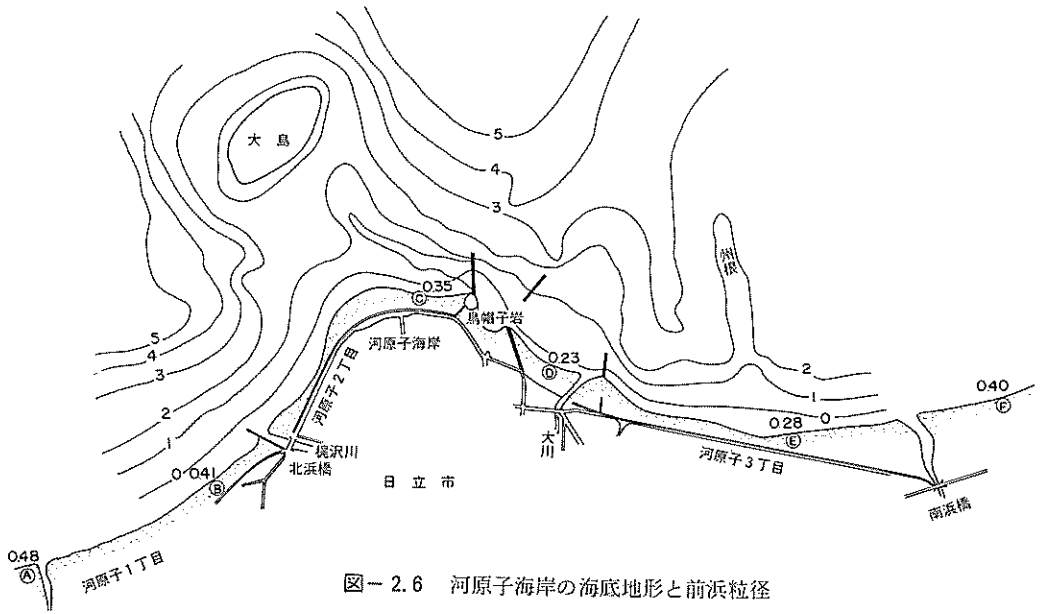


図-2.6 河原子海岸の海底地形と前浜粒径

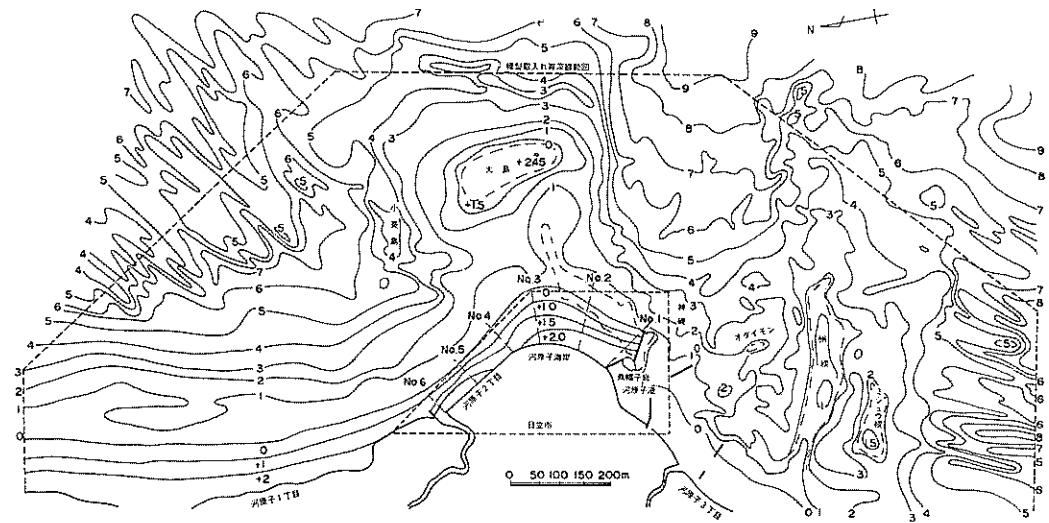


図-2.7 現地周辺深淺図

昭和55年4月の海浜地形

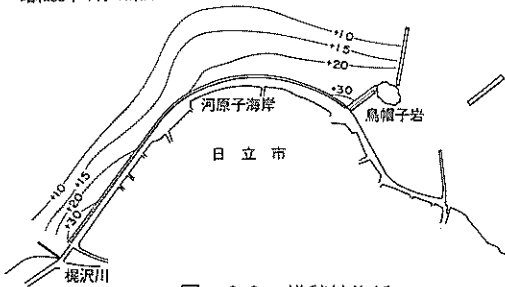


図-2.8 堆積性海浜

昭和55年10月の海浜地形

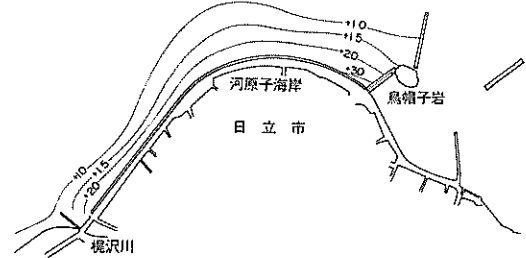


図-2.9 侵食性海浜

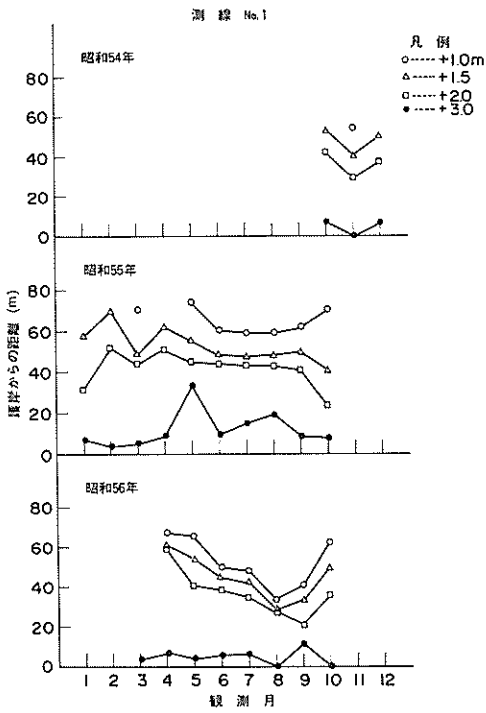


図-2.10 等深線変化

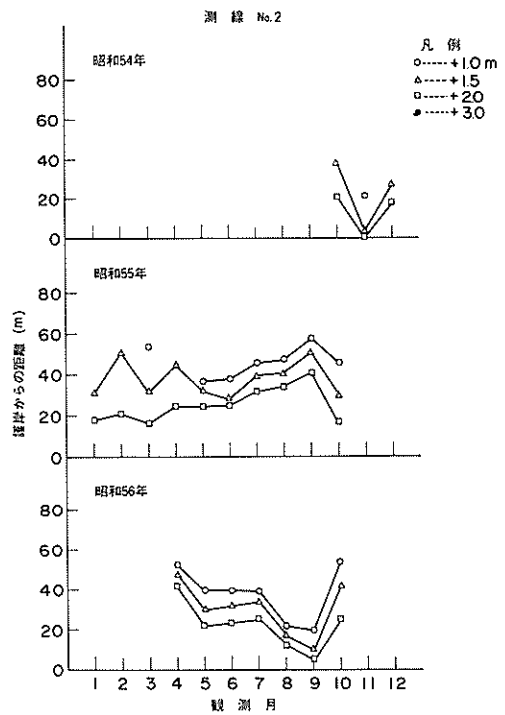


図-2.11 等深線変化

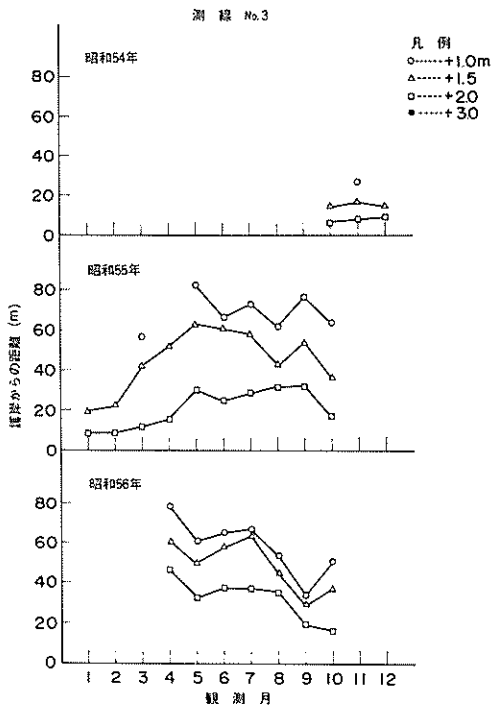


図-2.12 等深線変化

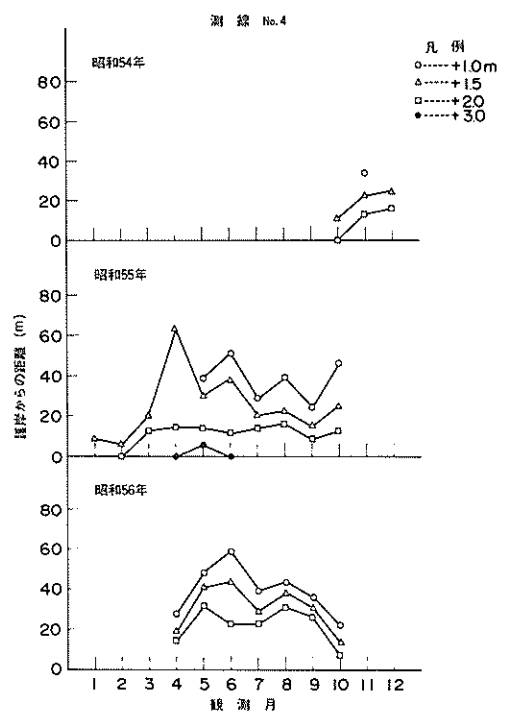


図-2.13 等深線変化

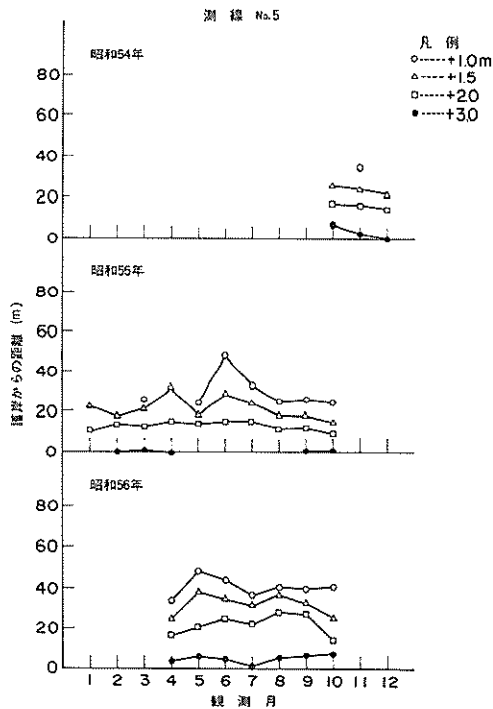


図-2.14 等深線変化

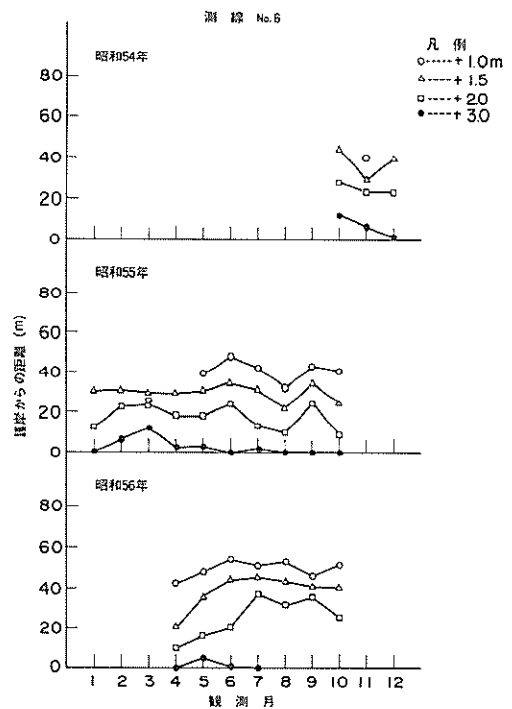


図-2.15 等深線変化

そこで、上述の漂砂移動をより明らかにするため、昭和54年10月から昭和56年10月まで行われた海浜部の測量データにもとづき、図-2.7に示す陸岸突出部のNo. 1~No.6測線に沿う+1.0、+1.5、+2.0および+3.0mの地点の海岸堤防からの距離の月別変化を図-2.10~図-2.15に示す。ただし、昭和55年11月から昭和56年3月までの間は測量が行われなかった。

この図から、前浜の斜面に相当する+1.5と+2.0mの高さの位置の出入に注目してみる。まず、図-2.10の測線No.1をみると、+1.5と+2.0mの地点は54年11月から55年4月にかけて沖向きに前進し、その後緩やかに後退し、55年10月にはもっとも後退している。その後56年4月には全体的に前進し、8月まで後退した後再び前進に転じている。測線No.3については、前浜に相当する+1.5と2.0mの等深線は54年10月~55年2月にかけては、No.1よりも後退しており、3月から5月にかけて前進した後、除々に後退し55年10月でもっとも後退する。56年4月では前浜は前進しているがその時期からNo.1では一様に8月まで後退しているに反して5月から7月間は前進を示している。No.4については、No.1 No.3が前進を示している55年2月においてもっとも後退し、それから5月頃まで前進しつづけた後に緩やかに後

退している。56年では、前浜は4月は相当に後退しており、6月まで前進した後に後退に転じている。No.5、No.6については、それほど大きい出入りはないが、一般に冬期は後退し夏期に前進する傾向がわづかながらみられる。

以上のことから、この陸岸突出部付近では、冬期は北寄りの波によって東防波堤近くに漂砂が堆積してその付近の前浜を前進させ、夏期は南寄りの波によってその堆積した砂が北側に運ばれる傾向が強いと考えられる。特に、東防波堤から陸岸突出部にかけては冬期堆積、夏期欠損の傾向が明瞭である。

3. 実験方法

3.1 実験施設

港湾技術研究所流理実験室内の潮流流平面水槽（5.5×14.5m）を使って図-3.1に示すように、河原子町の鳥帽子岩付近を中心に約2km区間の模型を水平1/200、鉛直1/100の縮尺で製作した。

この水槽には、潮流発生装置と水位変動装置が装備されている。潮流発生装置はその主要部が図の右上にあり、1台のポンプにより往復流を機械的に発生させるもので実験水槽の左右両端にある吸込吐出し兼用の潮流ヘッダ

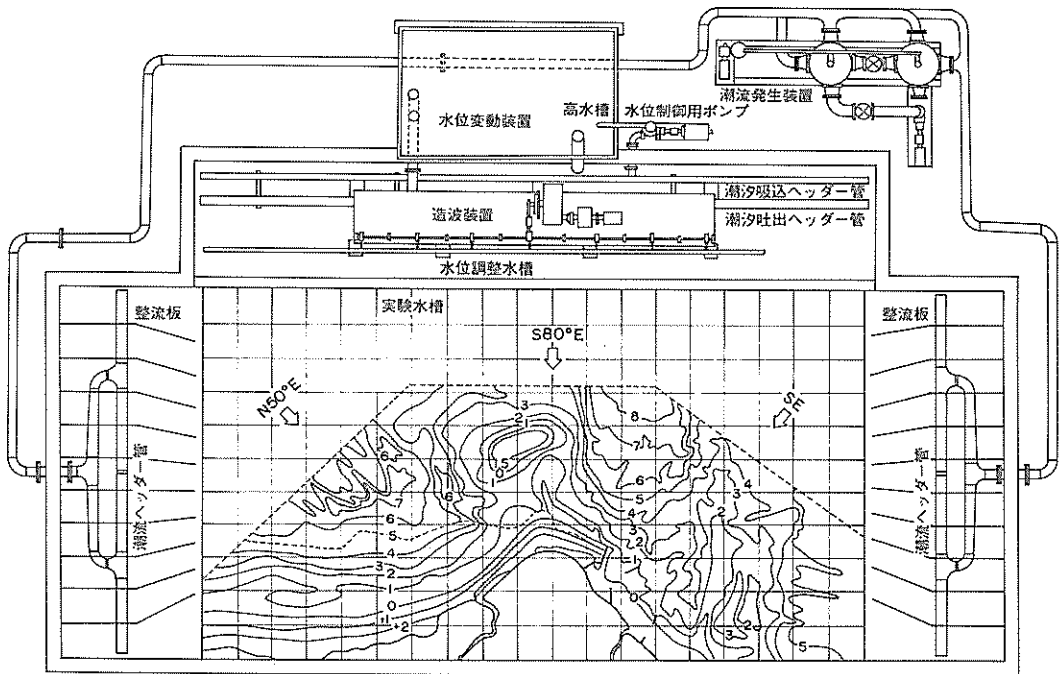


図-3.1 実験施設一般図

一管とともに構成される。すなわち 潮汐ヘッダー管は水循環用のパイプ（φ 150 mm）と回転バルブを介してポンプに接続されている。ポンプの最大量は 60 l/s、周期 9～120 分の近似正弦波形の非定常流および定常流を起すことができる。水位変動装置は、高水槽からその前面の水位調整水槽に水頭差を利用して定量水を流入させながら、一方高水槽へポンプアップする水量を変化させることにより、実験水域の水位を制御することができる。水位調整水槽の実験水槽の堺界には格子があり、水は自由に出入りできる仕組みになっている。その潮位範囲は、最大潮位差 4 cm、周期 9～120 分で制御にはマイクロコンピュータを用いている。この場合、潮位周期に対する潮流周期を任意の位相に合せることができ、自然海域で現われる潮汐に伴う変動流を再現することが可能である。

漂砂実験では、図に示すように模型面は現地深淺図を用いて海底地形を再現し、造波機設置の関係から沖側の点線外は一律な一定水深とし、その海底地形と平坦部の接続は波の変形を考慮して約 1/15 勾配とした。また、海岸よりの破線内は、平均粒 0.198 mm の細砂による移動床として現地の海浜（昭和 55 年 4 月）を作り、そのほかは防水モルタル仕上げの固定床とした。実験に用いた移

動床部分の砂は 0.25 mm のフルイを通し、0.074 mm のフルイに止ったものを用いたが、その粒径加積曲線を図-3.2 に示す。造波機は、延長 7 m のフラップ型で図中に矢印で示すように沖側の平坦部の 3 方向に設置した。この実験では、波と同時に潮位変動も加えて行った。

潮流拡散の実験では、先に述べた漂砂実験での移動床部分を防水モルタルの固定床にして行った。また、実験での染料濃度の判別や測定位置の決定に便利のように、

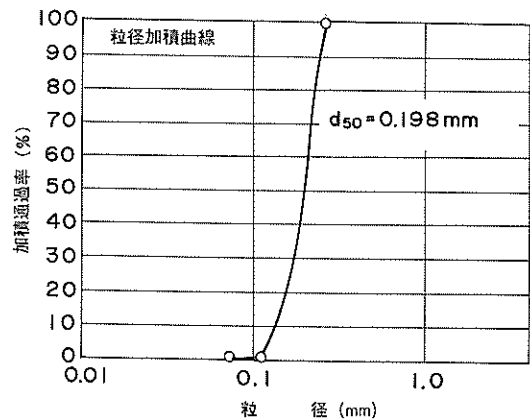


図-3.2 模型砂の粒径加積曲線

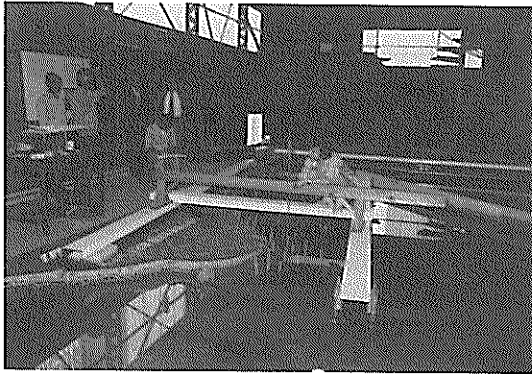


写真-3.1 地形測量作業
(ポイントゲージによる海底高測定中)



写真-3.2 漂砂実験模型
(ケース14の波作用中)



写真-3.3 漂砂実験模型
(ケース17の波作用後)



写真-3.4 潮流拡散模型
(染料の拡散状況, 写真中薄黒部分が染料)

模型底面には白ペイントを塗り、緑色ペイントで一辺50cmの格子線を描いた。造波機は、潮流を阻害しないように水位調整水槽内に設置した。流れの実験では、図-3.1で左から右へ流れる定常流に波を加えた。また拡散の実験では、恒流・波および潮位変動を加えて行った。

3.2 測定方法

(1) 漂砂実験の場合

この実験の測定事項は、海底地形、波高分布、海浜流である。海底地形すなわち深淺測量は、ポイント・ゲージを用い約340点について測定した。測定間隔は海岸線方向25cm(現地50m)、海岸線直角方向10cm(現地20m)とした。しかし、養浜地形に対しては汀線を基準にして沖側25cm、岸側25cmすなわち50cm(現地100m)は5cm間隔(現地10m)とした。また、深淺測量と並行してφ6mmの白糸を等深線0、+1、+2、+3mに沿っておき、模型上5mの高さから写真撮影を行った。移動床の部分には、現地地形および養浜地形の各等深線

上にφ4mmの真鍮棒をさし、それに実験開始時($t=0$)における海浜高のマークを入れ砂面調整に便なるようにした。

次に波高測定は 実験波の決定の際には容量式波高計で測定し、ペンオシロに記録させた。また、実験中の波高分布測定には物差を用いた。海浜流の測定は、まず全体的な流れのパターンについては過マンガン酸カリ水溶液をスポイトで投入し、一定区間を数回繰り返すことによって流況図を作成した。そして場所的な流速を求める方法としては、たばこのフィルターφ2mmを用いそのフィルターが一定区間を移動するに要する時間をストップウォッチにより測定した。写真-3.1、写真-3.2および写真-3.3には漂砂模型の状況を示す。

(2) 潮流拡散実験の場合

流れの測定には、プラスチック製の球形φ8mmのフロートを模型面に印した格子点の水面上に投入し、フロートの落下による慣性がなくなってから、そのフロート

表-3.1 漂砂実験ケース

実験ケース		波 向			沖 波 $H_0=5.8\text{m}$ $L_0=10\text{s}$	水 位 (M.W.L.)		沿岸 流の 測定	地形及び構造物の概要
		南寄	東寄	北寄		+1.48m	+0.90m		
1	実験波の 諸元決定実験	○			○	○		現況地形(昭和55年4月から55年10月)	
2				○	○	○		現況地形(昭和55年10月から56年4月及び55年4月)	
3	離岸堤の施工 順序決定実験	○		○	○	○		東防波堤延長(昭和57年末) 東防波堤に接して離岸堤を設置 ($L=50\text{m}$, $H=+3\text{m}$)	
4		○		○	○	○		東防波堤より20m離して離岸堤を設置 ($L=100\text{m}$, $H=+3\text{m}$)	
5		○		○	○	○	○	東防波堤より150m離して離岸堤を設置 ($L=100\text{m}$, $H=+3\text{m}$)	
6	離岸堤及び突堤の 適性配置実験 (60年度港湾施設)	○		○	○	○	○	養浜前面の南地区は、東防波堤より20m離しNo.1離岸堤さらに30m離してNo.2離岸堤を設置($L=100\text{m}$, $H=+3\text{m}$) 北地区は大島寄りNo.3離岸堤($L=100\text{m}$, $H=+3\text{m}$)それより50m離してNo.4離岸堤を設置($L=150\text{m}$, $H=+3\text{m}$)	
7		○		○	○	○	○	南地区はケース6と同じであり、北地区は離岸堤3基(No.1~No.5)に変更($L=100\text{m}$, $H=+4\text{m}$)それぞれの間隔は50mとする。なお、南地区のみ養浜幅減少	
8		○			○	○	○	No.2の離岸堤を25m延長して $L=125\text{m}$ 遊歩道の北端に突堤 ($L=60\text{m}$, $H=+3\text{m}$)	
9		○			○	○	○	No.2の離岸堤を25m縮少して $L=100\text{m}$ 中央突堤を設置 ($L=102\text{m}$, $H=+3\sim+2$)	
10		○		○	○	○	○	中央突堤の天端1mかさ上げ ($H=+4\sim+3$)	
11			○		○	○	○	ケース10と同じ	
12			○		○	○	○	中央突堤の先端部に平行堤を取付け ($L=40\text{m}$, $H=+3\text{m}$)	
13		○		○	○	○	○	ケース12に同じ	
14		○		○	○	○	○	同 上	
15		65年次確認実験 (65年度港湾施設)		○		○	○	○	同 上
16			○		○	○	○	同 上	
17	○			○	○	○	○	同 上	

注) 波向の南寄はSE, 東寄はS80°E, 北寄はN50°Eであり, 沖波 $H_0=5.8\text{m}$, $T_0=10\text{s}$ は台風時の波に相当する。
また、水位+1.48mは0.9m+0.58m, 水位+0.9mは平均水面を表す。

表-3.2 潮流拡散実験ケース

実験ケース	波 向			沖 波 $H_0 = 26\text{cm}$ $T_0 = 10\text{s}$	定 常 流 M.W.L + 0.90 m	非 定 常 流 M.W.L + 0.90 m	地 形 及 び 構 造 物 の 概 要		
	東 寄						養浜地形	離岸堤及び突堤	65年度港湾施設
1	潮流実験 (流況分布)			○			○		○
2		○	○	○			○		○
3		○	○	○			○	○	○
1	拡散実験 (染料分布)	○	○			○	○		○
2		○	○			○	○	○	○

注) 沖波 $H_0 = 26\text{ cm}$ 、 $T_0 = 10\text{ s}$ は夏のうねりに相当する。また、非定常流の場合は平均水面+0.90mを基準にとりほぼ大潮平均潮流に等しい0.84mを与えた。

が一区間を移動するに要する時間をストップウォッチにより測定した。この場合、流速が極端に小さいため、潮流発生装置をスタートさせた後、測定部内の流れが十分定常状態になるよう約2時間ほど待ってから測定を開始した。また、水を流し始めると測定部下流の潮流ヘッダー管付近に汚れた水の被膜が生じるため、表面水をくみ取ることにより、まず被膜を十分除去するようにした。

拡散実験については、取り扱いが便利な染料ウランin溶液をトレーサーとして用いた。一回の染料投入量は、現地の値そのものでなく、写真撮影上から1投入点当り150ccと適当に定め、前浜汀線の平均水位付近に等間隔に配置した7点から3分の間に連続投入した。なお、トレーサー溶液の温度は水温より10°高くし、染料が水底に沈澱するのを防いだ。そのトレーサーの拡散状況は、模型上5mの高さに設置した広角レンズ付カメラを用いて2潮汐(模型72分)内を一定の時間間隔でカラー撮影して調べた。また、この時模型面に濃度の異なる4種類の染料サンプルをおき、これを基準として濃度分布図を作成した。写真-3.4には潮流拡散模型の状況を示す。

3.3 実験ケース

この実験では、人工海浜の予定地すなわち河原町町の烏帽子岩から北側の海岸約600mを重点にし、かつ港湾施設についても考慮して次のような実験ケースを選定した。

(1) 漂砂実験ケース

表-3.1に示すように、17ケースの地形および構造物配置について行った。

まずケース1およびケース2は、2.3で述べた現地の海底地形変化を模型上に再現するに適する実験の波および潮位を決定するために行った検証実験である。

ケース3~5は、離岸堤の施工順序を決める実験でこれは、建設中の港湾への影響を調べるためである。

ケース6~13は、港湾施設は60年完成時とし、養浜地形および離岸堤や突堤の適性配置について検討した。

ケース14~17では、港湾施設は65年完成時とし、上述のケース6~13の中から最も適した構造物配置で確認実験を行った。

なお、離岸堤は金鋼棒の中に小砂利をつめた幅5cm

表-3.3 実験水域波浪実験ケース

実験ケース	波 向			沖 波 $H_0 = 5.8\text{ m}$ $T_0 = 10\text{ s}$	水 位		地 形 及 び 構 造 物 の 概 要		
	南寄	東寄	北寄		H.W.L + 1.32 m	L.W.L + 0.48 m	養浜地形	離岸堤及び突堤	65年度港湾施設
1	○			○	○	○			○
2		○		○	○	○			○
3			○	○	○	○			○
4	○			○	○	○	○	○	○
5		○		○	○	○	○	○	○
6			○	○	○	○	○	○	○

(現地10m)の透過構造(空隙率60%)とし、突堤は木製の不透過構造とした。

(2) 潮流拡散実験ケース

表-3.2に示すように、潮流実験3ケースおよび拡散実験2ケースについて検討した。実験は、いずれの場合も65年度港湾施設および養浜地形を施し、そうして離岸堤や突堤のある場合とない場合について比較した。なお、構造物の配置は上述した漂砂実験結果に基づき最適なものを選んだ。

(3) 実験水域波浪実験ケース

表-3.3に示すように、先に述べた潮流拡散実験と同じく離岸堤や突堤がある場合とない場合について6ケース行った。

4. 漂砂に関する実験

4.1 実験外力の決定

漂砂に関する模型実験においては、普遍的な相似則は存在せず、また本実験では養浜形状の変化が重要であるので、前述した現地の海浜変化の特性を再現するに適する潮位および波を試行的に選定することにした。

このため、まず55年4月の海底地形に波向はSEに固定し、周期8~12秒、波高2~6mの種々の波を作用させて地形変化を調べた。その結果、次に示す波高5.8m、周期10秒で平均水位+1.48mのとき、波作用後の地形が55年10月の地形にもっとも近くなることがわかった。実験の平均水位については、現地における平均水位+0.9mで実験した場合には、前浜に対する波のそ(廻)上が十分でなく、55年10月に類似の地形変化が

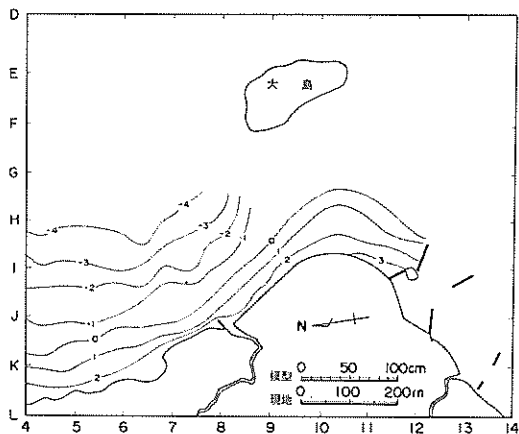


図-4.1 深浅図(ケース1 t=0分)

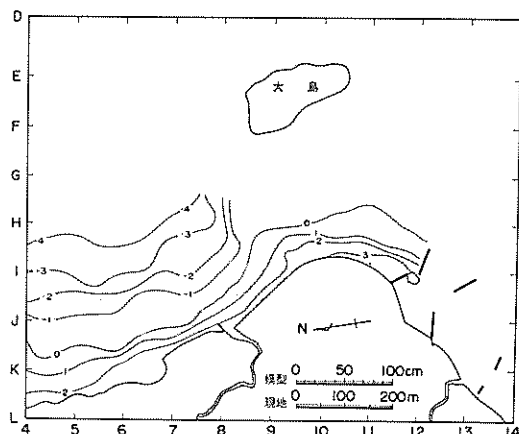


図-4.2 深浅図(ケース1 SE t=144分)

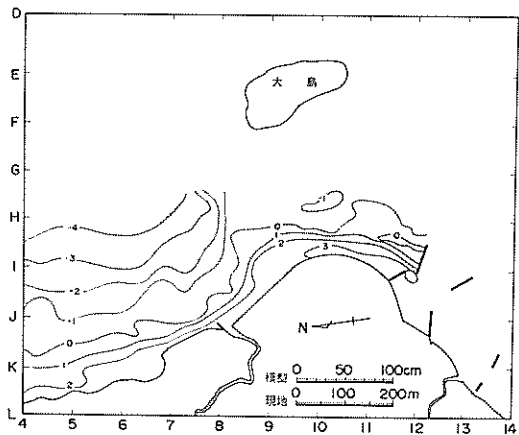


図-4.3 深浅図(ケース1 SE t=216分)

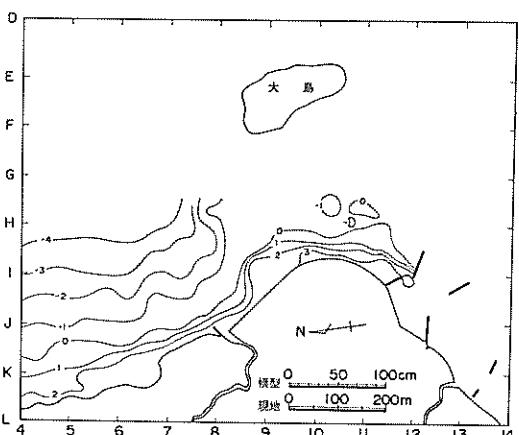


図-4.4 深浅図(ケース1 SE t=288分)

得られなかったので沖波の1割0.58mをそれに加えD.L.+1.48mとした。これは、現地での波による水位上昇は通常波高の1割程度であるが、造波装置の両端にそれと直角に設けた導波板は汀線より少し沖側までとしたので、実験波それ自身による碎波帯内の水位上昇は十分起りにくいであろうと考えたためである。また、本海岸の前面には水深の浅い岩礁地形が広がっているので、潮位変動に伴って前浜に作用する波高の変化が大きい。このために、実験は一定水深で行うのではなく潮位変動を加えることにした。すなわち、水位変動の振幅としては、大潮平均振幅0.42mを採用した。この0.42mの値は鹿島および小名浜港の M_2+S_2 潮の値を参考として決めた。

1) ケース1

このケースは、前述した春季地形すなわち図-2.8から秋季地形すなわち図-2.9を再現させるため、波向として南寄りの波を作用させた場合の実験である。

波の作用前の深浅図を図-4.1、波の作用後144分と216分および288分の深浅図を図-4.2と図-4.3および図-4.4に示す。なお、波作用144分は4潮汐目、216分は6潮汐目、288分は8潮汐目に対応する。そして、固定床と移動床の境界部分が欠壊しないよう移動床部分の沖側から4潮汐ごとに200ccの割合で砂を補給した。

図-4.1は、陸岸突出部付近の±0m～+3mの等深線は昭和55年4月、-1m～-4m等深線は昭和54年3月の海底地形を模型上に再現したもので、先に述べた2.3で示した図-2.7に対応している。±0mの等深線と護岸との距離をみると、東防波堤付近では約110m、陸岸突出部で約130mであるが、北側に向うにつれ次第に短くなり、梶沢川付近では約70mとなる。このような地形に波を作用させると図-4.2～図-4.4のような地形に変化する。これらの図から波を作用させる前の海底地形と波を作用させた後の海底地形を比較すると次のようになる。

梶沢川東防波堤間に注目し、±0mの等深線をみると、時間経過に伴ない北へ移動する傾向がはっきり現われる。そうして288分後には、陸岸突出部で護岸から約45mと著しく後退を示し、その北側海浜の測線No.8～9の中間点では反対に前進し、それから梶沢川寄りにかけては後退する。

以上の結果、波作用後288分の海底地形変化は、2.3で述べた侵食性海浜(図-2.9)と比較して部分的に多少の差はあるが、全体的な傾向としてはほぼ一致しているとみてよい。

2) ケース2

このケースは、前述したケース1の最終地形(図-4.

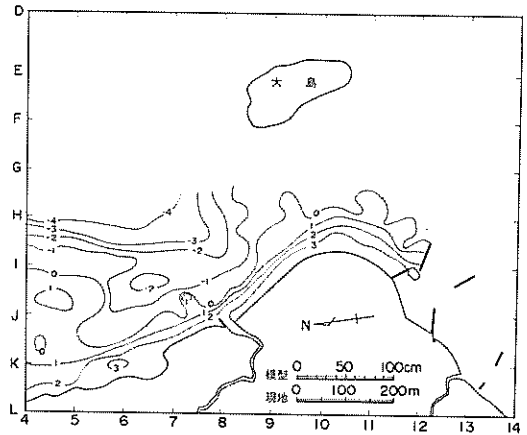


図-4.5 深浅図(ケース2 N50°E t = 144分)

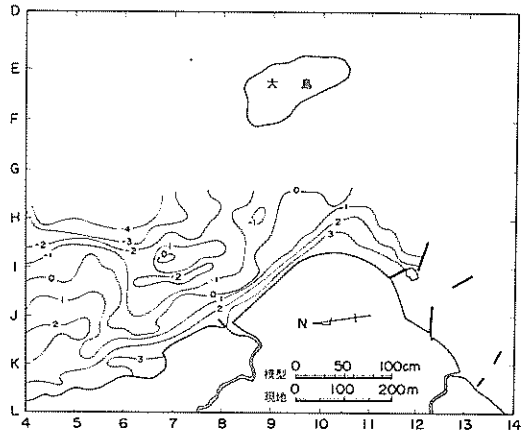


図-4.6 深浅図(ケース2 N50°E t = 288分)

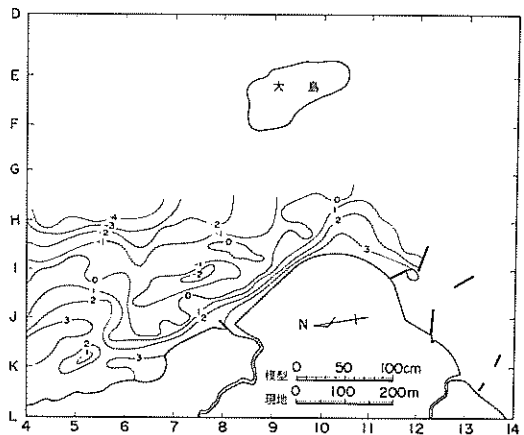


図-4.7 深浅図(ケース2 N50°E t = 432分)

4) に北寄りの波を作用させ、ケース1での波作用前の海底地形に復元させるための実験である。

波の作用後144分と288分および432分(12潮汐目)の深浅図を図-4.5と図-4.6および図-4.7に示す。

これらの図からわかるように、ケース1と同様にそれぞれ時間経過に伴ない各等深線は南へ移動した分布を示す。梶沢川東防波堤間に注目すると、ケース1の図-4.4ではその中間地点から東防波堤よりにみられた+3m線がケース2では海浜全体に出現する。

そこで海浜の復元性をみるため、ケース2の図-4.7をケース1における図-4.1の波作用前の海底地形と比較すると次のようになる。各等深線が梶沢川と陸岸突出部先端間で護岸に近づき、陸岸突出部東防波堤間では、やや南に片寄っているが、全体としてはよく似た形状をしている。

以上のように、ケース1およびケース2が比較的現地に近い海底地形変化を再現したものと思われるので、本実験での波高、潮位等はこのケースと同じものを基準とした。

4.2 離岸堤の施工順序

今回の漂砂実験においては、養浜砂の流失を防止するために建設される離岸堤の配置を決めるのが主目的である。しかし、昭和54年より人工海浜予定地に接して港湾の整備を着手し、すでに東防波堤も延長されつつある。先に述べたように、北側海浜のレクリエーション海浜造成工事として、まず東防波堤近くに離岸堤2基の設置を計画しているが、それを同時に着工することはできない。したがって、ここでこれらが港内側への漂砂侵入防止および東防波堤寄りの海浜安定等にどのような影響を与え

るかを調べ、その着工順序を決めようとするものである。なお、実験形状としては養浜なしの現況地形で東防波堤の延長は昭和57年末の状況として、離岸堤の配置を変えた3ケースについて検討した。そこで、各ケースの離岸堤配置は表-3.1に示したように、ケース3は東防波堤に接し、ケース4は東防波堤より20m離し、ケース5はそれより150m離して設置した場合である。

1) ケース3

図-4.8および図-4.9には、波向が南寄りの波作用後288分およびその後つづけて北寄りの波作用後432分の深浅図を示す。なお、波の作用前の模型浜はケース1の図-4.1と同じである。

この実験では、上述したように港内側への影響を調べることに主眼をおいているため、梶沢川から以南の海浜を重視してその結果を述べることにした。また、これらの図に示した以外の時間においてもケース1,2と同様に測定しているが、繁雑になるのでそれらは省略してある。

図-4.8の結果をみると、離岸堤($L=50\text{m}$, $H=+3\text{m}$)を設置した場合、先に述べた現況ケース1の図-4.4と比較して海底地形は変化する。すなわち、+3mの等深線をみると、陸岸突出部の測線No.10~11で著しく欠壊し+3mの等深線はみられなくなり、そして0m以上の砂浜幅がケース1にくらべ約1/2に縮小される。この欠壊砂は、波によってその北側のNo.8~9付近に運ばれ移動堆積したものと思われる。また、南方向の波に対しては、離岸堤の設置は東防波堤寄りの前浜を遮蔽し、その部分で+1m以上の等深線はケース1より前進している。陸岸突出部の欠壊が多くなったのはそこから北側へ移動する漂砂量は変わらないとしても、離岸堤の

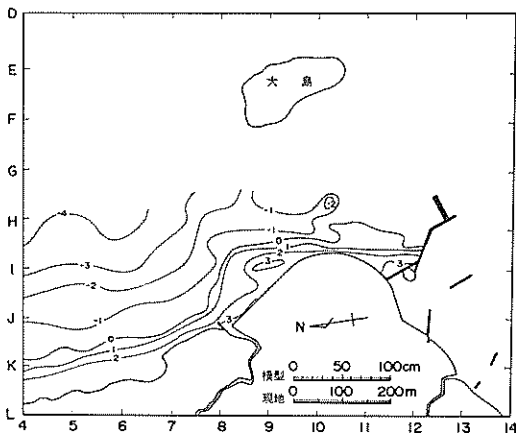


図-4.8 深浅図(ケース3 SE $t=288$ 分)

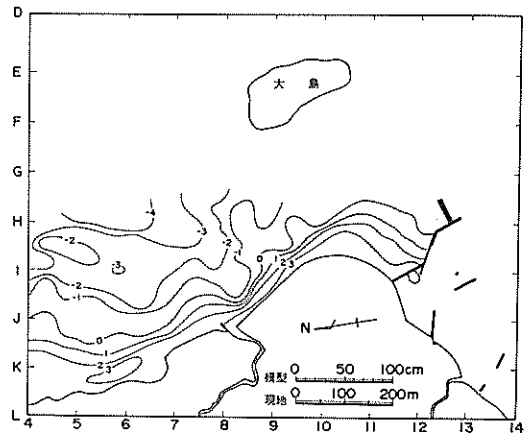


図-4.9 深浅図(ケース3 N50°E $t=432$ 分)

影響でそこへ東防波堤側からくる漂砂が減少あるいはなくなったためであると考えられる。

図-4.9は、波向を北寄りに変えて波を432分作用させた後の海底地形である。そこで現況ケース1の図-4.7と比較すると、特に東防波堤寄りの測線No.11~12の汀線を含めた比較的浅いところにおいて等深線がより一層南に傾いている。これは、大島の南側で回折して東防波堤に沿って入ってくる波と、東防波堤に沿って沖に向う沿岸流が離岸堤の設置によって減殺されたためであろう。

2) ケース4およびケース5

ケース3と同様に波作用後288分と432分の深浅図を図-4.10と図-4.11および図-4.12と図-4.13に示す。また、その波作用前の海底地形は図-4.1に示した

ものと同じである。

ケース4の図-4.10と図-4.11の結果を前述のケース3の図-4.8、図-4.9と比較すると次のようになる。まず南寄りの波の場合をみると、ケース3で著しく後退を示した突出部のNo.10では多少後退したのみで、東防波堤寄りのNo.11~12にかけて反対に±0mから+1mが前進を示している。一方北寄りの波では、ケース3にくらべ堆積パターンが大きく変化していることがわかる。すなわち、+3mの等深線は大幅に前進を示したがそれより以深の等深線間隔が狭く前浜勾配が急になり、東防波堤先端への漂砂の侵入がほとんどみられない。特に東防波堤寄りで±0mの等深線が陸側に寄っている。これは、離岸堤と東防波堤の開口から波が侵入してくるためである。

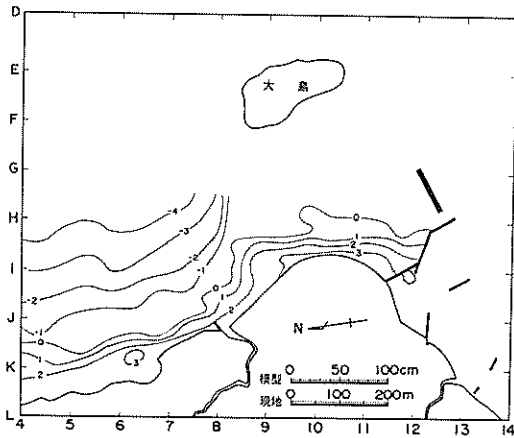


図-4.10 深浅図(ケース4 SE t=288分)

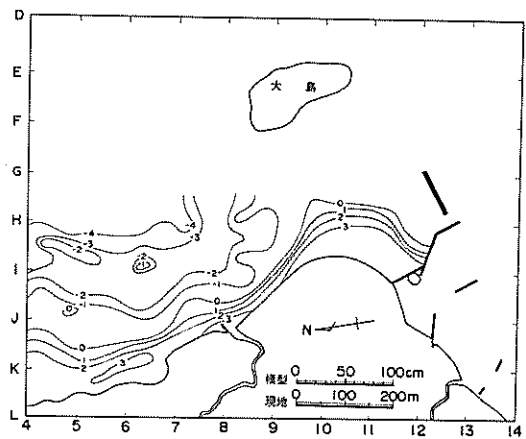


図-4.11 深浅図(ケース4 N50°E t=432分)

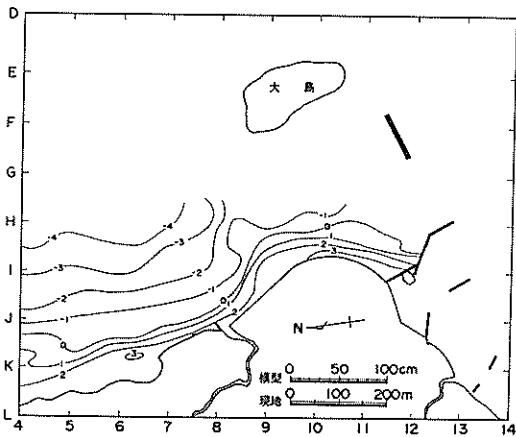


図-4.12 深浅図(ケース5 SE t=288分)

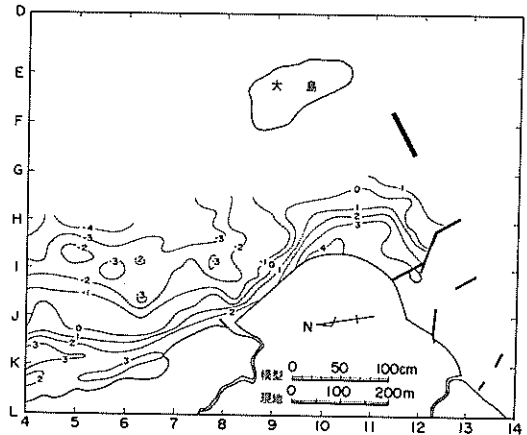


図-4.13 深浅図(ケース5 N50°E t=432分)

次に、ケース5の図-4.12と図-4.13の海底地形変化は、ケース3(図-4.8, 図-4.9)やケース4(図-4.10, 図-4.11)と比較して次のような特徴がある。南寄りの波では、離岸堤と東防波堤の開口部が150mあるので、波の侵入が容易になったことに関連し、各等深線が全域にわたって整った分布形を示すが、突出部のNo.10~11付近における±0m線を見ると、ケース3よりも著しく前進を示し、ケース4とは多少の差異はみられるがほぼ似た傾向を示している。一方北寄りの波については、梶沢川突出部間に注目すると、+2m以上の等深線が消え突出部先端には新たに+4mの等深線が出現し、そこから東防波堤の間により多くの砂が堆積した。このことは、離岸堤を沖側の深いところに移動させたために、突出部付近は大島の南からの回折波がより一層減殺されたことによるものと思われる。また、±0m以上の等深線が他のケースにくらべ東防波堤寄りに偏って広くなり、港口への砂の侵入が考えられる。

以上の3ケースについて、東防波堤近くの等深線の変化形状から判断して、港内側への漂砂侵入防止および東防波堤寄りの海浜安定対策の観点からケース4を最初に施工するのが妥当と考えられる。

4.3 離岸堤および突堤の適性配置

河原子海岸では、先に述べたように海水浴場としての利用浜が狭く、また背後地も人家が密集しているので、養浜により浜幅を広げることが検討されている。そこで、この実験形状としては、まず養浜地形および60年度港湾施設を初期地形として、当初に計画された離岸堤の配置から実験を開始した。

1) ケース6

図-4.14には、その養浜の一計画案の波作用前の模型浜を示したものである。この図から代表海浜断面とし

てNo.1離岸堤(東防波堤寄り表-3.1参照)の背後を例にとると、護岸から25m離して遊歩道を設け、そうして+3mの砂浜幅を約80mとり、それから±0mまで約1/13の勾配とした。

他のケースと同様に、波作用後288分と432分の深淺図を図-4.15と図-4.16に示す。これらを波作用前後の深淺図すなわち図-4.14と比較する。

まず南寄りの波288分について、養浜区域内に注目して+3mの等深線を見ると、北地区の測線No.6~8では多少変化する程度、測線No.9で著しく北に傾き舌状に前進するが、それより以南の東防波堤寄りNo.10~12では反対に直線的な後退がみられ、新たに+4mの等深線が出現する。±0m線は、測線No.9で+3m等深線と同様に堆積し、No.1離岸堤の背後すなわちNo.11~12で凹凸形の欠壊パターンとなる。また、No.3離岸堤とNo.4離岸堤の開口部に注目すると、-9mの

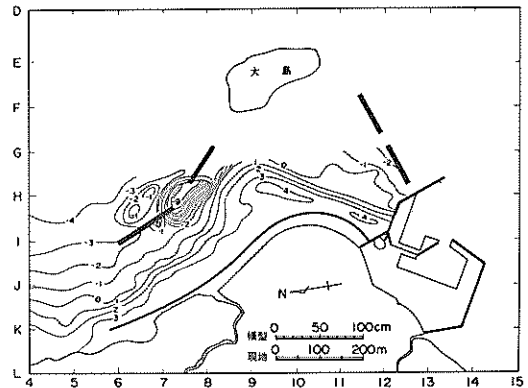


図-4.15 深淺図(ケース6 SE t = 288分)

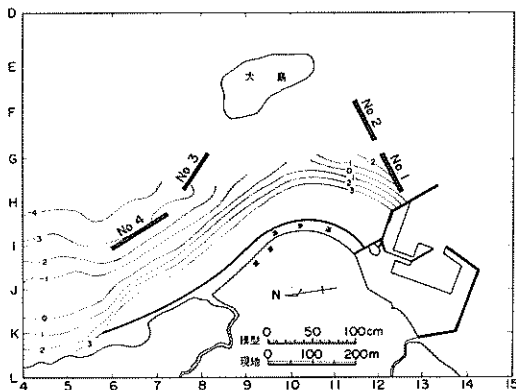


図-4.14 深淺図(ケース6 t = 0分)

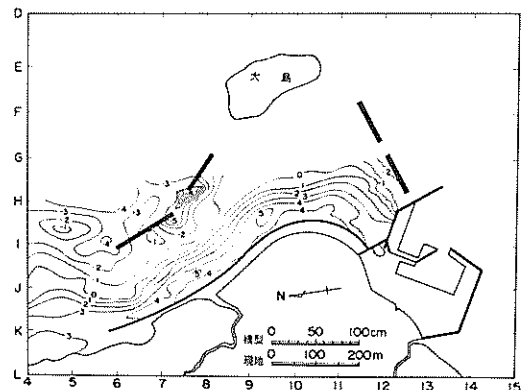


図-4.16 深淺図(ケース6 N50°E t = 432分)

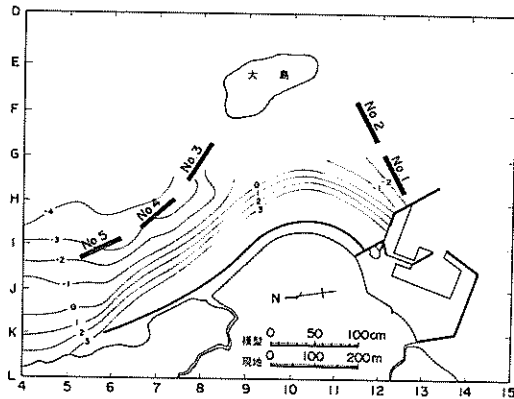


図-4.17 深浅図 (ケース7 $t=0$ 分)

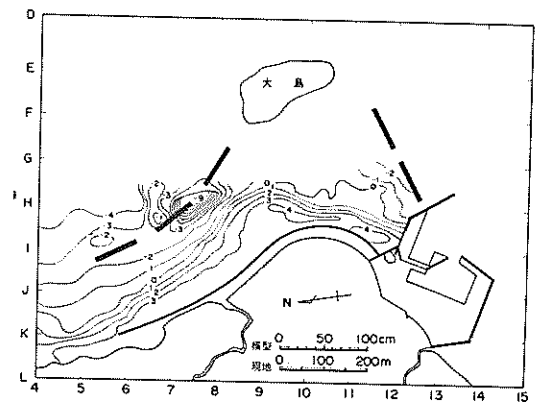


図-4.18 深浅図 (ケース7 SE $t=288$ 分)

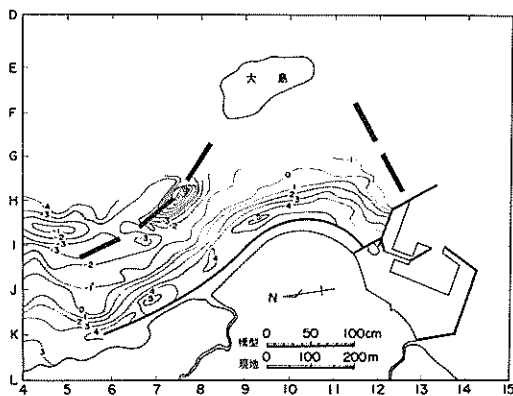


図-4.19 深浅図 (ケース7 N50°E $t=432$ 分)

等深線が示すように著しい洗掘が目立つ。これは、大島の磯続きが带状をなして島の陸岸側に存在し、その浅瀬を波が越え南から北に向うかなり強い流れがこの開口部付近に集中するためであるが、それについては後述する4.5で触れる。

一方、北寄りの波432分を作用させると図-4.16のような地形に変化した。養浜区域に注目し+3mの等深線を見ると、測線No.7およびNo.9で後退し、測線No.6とNo.8およびNo.11~12にかけて前進を示す。特にNo.9付近の後退およびNo.11付近での前進が顕著であり、全体的に凹凸形の分布を示す。汀線を見ると、多少の差異はあるがほぼ初期地形に戻るようである。No.3~4離岸堤開口部に注目すると、南寄りの波でみられた大きな洗掘地形は弱まる。これは、それらの離岸堤の沖すなわち北側海浜における侵食区域の広がりからわかるように、この侵食された砂が波によってこの付近に運

ばれたものと考えられる。

2) ケース7

このケースは、先に述べたケース6の結果では養浜砂の移動がはげしいため、北地区の離岸堤を1基増やし3基に変えた。さらに、各離岸堤の天端を1mかさ上げして+4mとし、南地区の東防波寄りの養浜幅を約45mに縮小した。これは、ケース6での東防波堤寄りの養浜砂量が過多であったと思われるからである。また、北地区の離岸堤の法線は、養浜の等深線とほぼ平行にした。

波作用前の深浅図を図-4.17に波作用後288分および432分のそれを図-4.18と図-4.19に示す。そこで図-4.17および図-4.18の深浅図を比較すると次のようになる。

まず、海浜中央のNo.9から東防波堤間の288分の+3mの等深線を見ると、測線No.8~9では著しく前進しNo.10以南が反対に後退する。この傾向はケース6と同じであるが、ここで注目すべきことは、東防波堤付近では初期養浜幅を縮小したにもかかわらず、ケース6とはほぼ類似した海浜幅を示す。これはいうまでもなく離岸堤の天端かさ上げ効果であろう。さらに、測線No.8~9の前進傾向がケース6よりも小さいのは、養浜幅縮小による砂量の減少に関連するものと思われる。なお、No.3~4離岸堤開口部の洗掘は消えないが、ケース6よりは若干その範囲が縮小されている。

図-4.18の地形に北寄りの波を作用させると図-4.19の地形に変化した。+3mの等深線は、北地区寄りの測線No.6~8ではほとんど変化はみられず、海浜中央No.9で著しく後退し、No.10~12では反対に前進を示している。±0m付近においても同様に北地区は欠陥、南地区は堆積のパターンがはっきり現われる。

3) ケース 8 および ケース 9

ケース 8, 9 における波作用前の海底地形はケース 7 の図-4.17 と同じである。波の作用後の深浅図を図-4.20 と図-4.21 に示す。

ケース 7 にみられた南地区の欠陥を防ぐため、ケース 8 では No. 2 離岸堤をさらに大島寄りに 25 m 延長し、遊歩道の北端に突堤を設けた。この理由としては、大島寄りの侵入波を少しでも和らげることおよび養浜北側寄りの海浜を安定させることである。しかし、その結果は図-4.20 と図-4.18 との比較から明らかのように、海浜中央 No. 9 以南の海底地形はケース 7 にくらべ若干の差異はみせるがそれほど大差はない。また、養浜北側では突堤設置により砂の保持能力はケース 7 の場合より優れ、+3 m 等深線が前進し突堤の効果が顕著である。しかし、南地区の欠陥は依然残るので実験は南寄りの波で中止した。

そこで、ケース 9 では No. 2 離岸堤を 25 m 縮小して元に戻すとともに、一連の実験でみられた南側の養浜砂

が北側に片寄ることを防ぐため、東防波堤から約 200 m 離れた位置に中央突堤 $L = 102$ m を設置した。この突堤は、養浜断面に合せ遊歩道から 60 m は砂浜高と同じ +3 m とし、それから 42 m 間はしだいに低くし先端部分は +2 m の完全不透過とした。

図-4.21 の深浅図からわかるように、中央突堤から南側の海浜では、突堤付近の ± 0 m ~ +2 m 等深線が多少前進する程度ではかはケース 8 と似た傾向を示す。これは、突堤先端が砂浜高と同じ +3 m であることから、多量の砂が突堤を越えて北側に運ばれたためと思われる。しかし、中央突堤より北側の海浜 No. 9 ~ 10 では -1 m ~ ± 0 m はケース 8 のような著しい前進を示さない。この実験も南寄りの波で終り、海浜安定効果のより高い工法を見出すためさらに以下の実験を行った。

4) ケース 10 および ケース 11

ケース 10, 11 における波の作用後の 288 分と 432 分および 144 分の深浅図を図-4.22 と図-4.23 および図-4.24 に示す。また、その波作用前の海底地形は図-

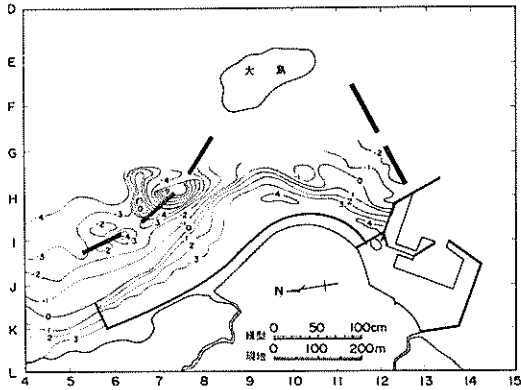


図-4.20 深浅図 (ケース 8 SE $t = 288$ 分)

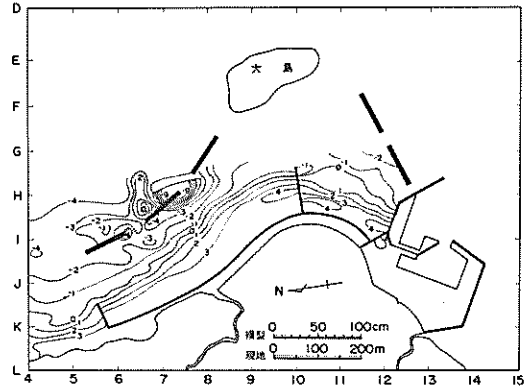


図-4.21 深浅図 (ケース 9 SE $t = 288$ 分)

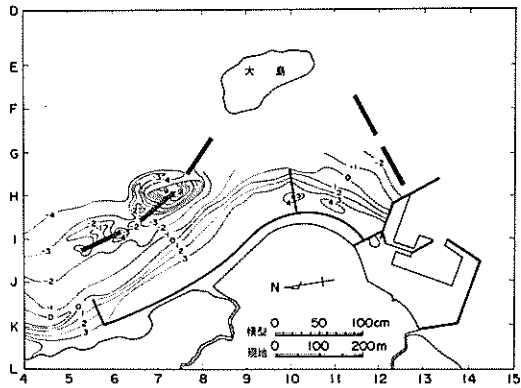


図-4.22 深浅図 (ケース 10 SE $t = 288$ 分)

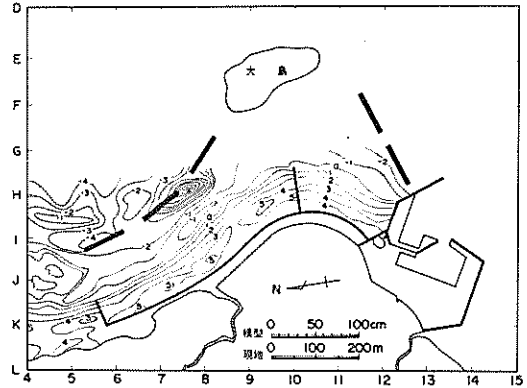


図-4.23 深浅図 (ケース 10 N50°E $t = 432$ 分)

4.17と同じである。

ケース10は、突堤が有効に働くようケース9よりも突堤天端高を全体に1mだけ高くした場合の実験である。その結果は図-4.22からわかるように、中央突堤から南側の海浜に注目し、+1m~+3mの等深線をみると、ケース9にくらべ前進しかつ凹凸形の等深線は消失する。このことが汀線付近にも現われ、緩やかな曲線分布になるとともに、±0mと+1m等深線の間隔が狭くなり、前浜地形が一様勾配に近づいたことを意味し、中央突堤のかさ上げ効果は大きい。また、中央突堤の北側No.9~10ではケース9にくらべ±0mは若干前進し、+1m~+3mは多少後退する。これは、天端のかさ上げによって南側から突堤を越す養浜砂量を弱めた結果である。

ところで、上述の地形に北寄りの波を作用させると、図-4.23に示すような海底地形変化となる。養浜地形に注目し北側の海浜をみると、北突堤から中央突堤間の

前浜は全体的に後退するようである。一方、それより南側の海浜では後浜に堆積された+4mの等深線が海浜幅一ばいに存在するが、+3m以浅の前浜はほぼ一様な勾配を示す。

そこでケース11は、ケース10と同じ構造物配置で波向を東寄りに変えた場合の実験である。これは、河原子海岸で年間を通じて最も卓越する波向である。

図-4.24の結果をみるとわかるように、波の主方向が海岸方向に直角であるため、沖合に存在する大島が海岸侵入波に与える影響は大きく、結果としてトンボロ発生的な海浜変形が起るのは当然考えられる。すなわち、中央突堤付近が堆積しその両側に向って欠壊が現われる。この突堤付近の堆積は、大島の磯が離岸堤の役割を示すためと考えられよう。

したがって、以上のような突堤形状では海岸に直角に侵入する波に対して海浜維持が困難なので、さらに効果の高い工法を見出すために以下の実験を行った。

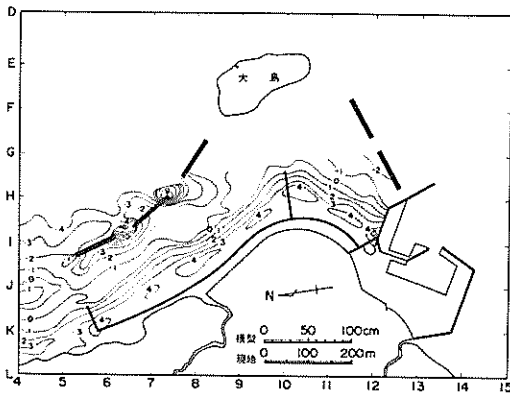


図-4.24 深浅図 (ケース11 S80°E t = 144分)

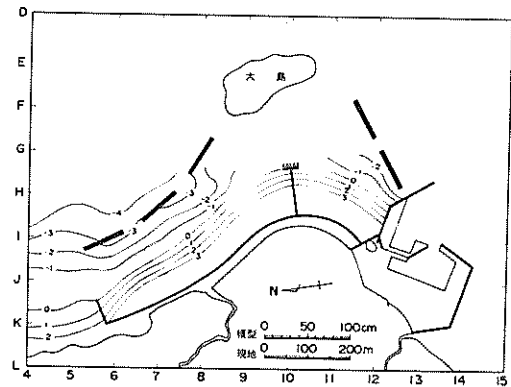


図-4.25 深浅図 (ケース12 t = 0分)

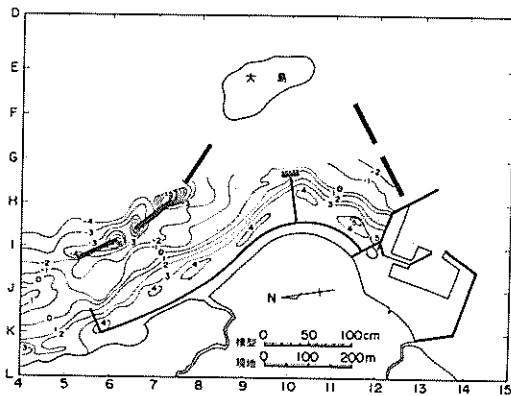


図-4.26 深浅図 (ケース12 S80°E t = 144分)

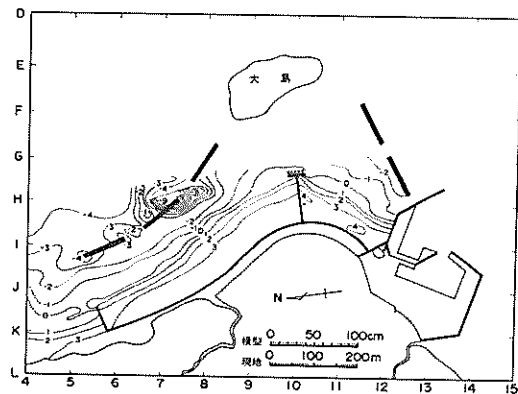


図-4.27 深浅図 (ケース13 SE t = 288分)

5) ケース 12 および ケース 13

ケース 12, 13 は, ケース 11 における中央突堤の先端に平行堤 ($L = 40 \text{ m}$, $H = 3 \text{ m}$) を設けて T 字形にした場合である。なお, 平行堤前面には消波工を設け, その部分の基礎洗掘を防止するとともに波を減殺して反射を小さくした。

波作用前の深浅図を図-4.25, 波作用後 144 分および 288 分と 432 分のそれを図-4.26 および図-4.27 と図-4.28 に示す。

まず, ケース 12 の東寄りの波については, 図-4.26 の結果をケース 11 の図-4.24 と比較してみる。T 字形堤から南側の海浜では凹凸形状の緩やかな曲線を描き, $\pm 0 \text{ m}$ 等深線は多少後退したのみで, $+1 \text{ m} \sim +3 \text{ m}$ 等深線は反対にやや前進を示す。一方, T 字形堤より北側の海浜では全体に前進している。

次に, ケース 13 における南寄りの波についても図-4.27 の T 字形堤と図-4.22 の突堤を比較する。T 字形堤か

ら南側海浜の各等深線をみると, 東防波堤寄りで多少後退し, T 字形堤寄りでは反対に前進を示す。また, T 字形堤より北側の海浜では, $\pm 0 \text{ m}$ が T 字形堤寄りで前進する以外はすべての等深線が後退する。このことは, 中央突堤の場合と T 字形堤の場合とは, 南から突堤先端をまわって北に向う漂砂量に相当の差が生じたことを意味している。また, No. 3 ~ 4 離岸堤の開口部における洗掘もケース 10 にくらべ弱まる。

このような地形に北寄りの波を作用させると, 図-4.28 に示すような地形になる。ここでも波の作用後 432 分の深浅図から図-4.23 と図-4.28 を比較すると, T 字形堤から北側の海浜では, T 字形堤寄りで $\pm 0 \text{ m} \sim +2 \text{ m}$ の等深線の後退が目立つ程度でその他の海浜は, 全般的にケース 10 と似た傾向を示すようである。また, T 字形堤より南側の海浜では, T 字形堤寄りで $\pm 0 \text{ m}$ の等深線以外は後退を示す。これは, T 字形堤にした結果は北から南に向う沿岸漂砂量が減少したことを示し, 先に述べた

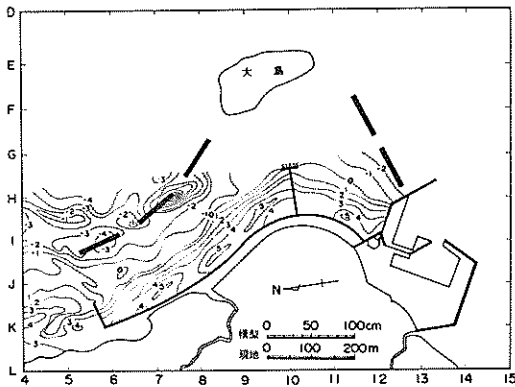


図-4.28 深浅図 (ケース13 N50°E t = 432分)

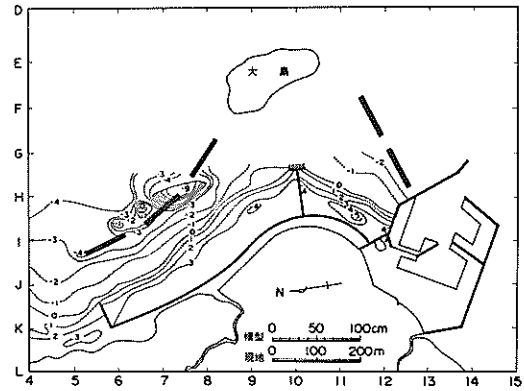


図-4.29 深浅図 (ケース14~1 SE t = 288分)

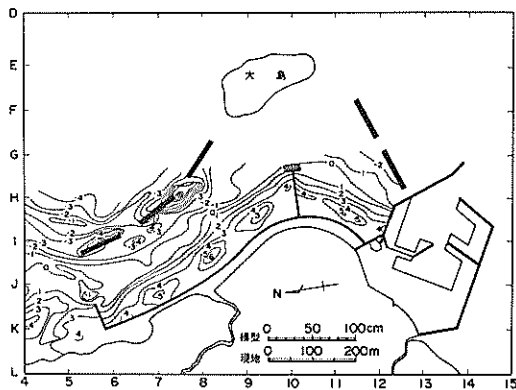


図-4.30 深浅図 (ケース14~1 N50°E t = 432分)

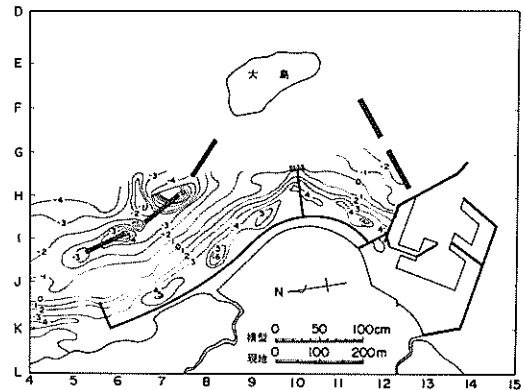


図-4.31 深浅図 (ケース14~2 SE t = 576分)

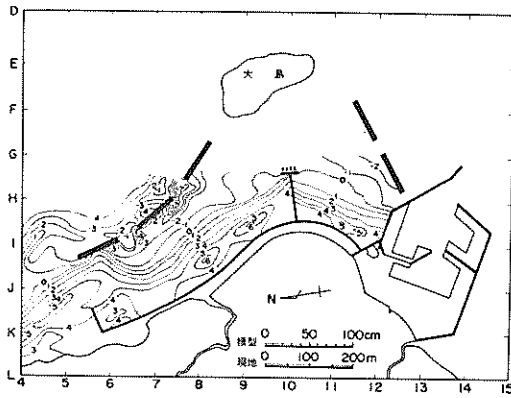


図-4.32 深浅図 (ケース14~2 N50°E t = 864分)

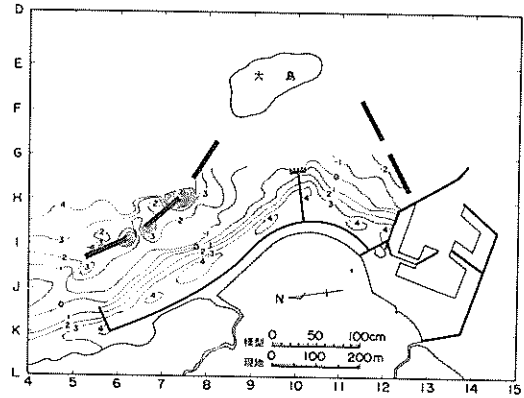


図-4.33 深浅図 (ケース15 S80°E t = 144分)

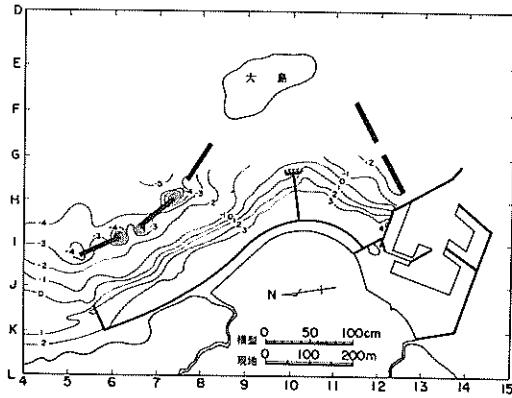


図-4.34 深浅図 (ケース16 S80°E t = 144分)

南寄りの波の場合と同じような現象が生じている。このことは、海浜の砂が汀線に沿って一方に片寄ることを防いだことになる。すなわち、図-4.28を図-4.27と比較すると、T字堤の北側海浜で図-4.28に+5m等深線がみられる以外は両者の海底地形変化は大差はない。この+5m等深線の出現は、養浜区域の北側からの漂砂侵入によるものと考えられる。

4.4 65年次確認実験

この実験は、今まで行った実験結果から当海岸に適した養浜地形および構造物配置としてケース12を選び、そうして港湾施設を65年完成時とした場合についての養浜形状を検討した。

ところで一通の実験においては、高潮位および高波で海底砂を十分動かすことのできる荒天時すなわち異常気象時に相当する波を対象としたが、ここでは参考のために平均水位のみ現地の平均水位に変えた場合についても実験を行った。

1) ケース14

この実験では、南北の波向を2回繰り返し、長時間の波を作用させた場合について、どのような海浜変形を示すかを調べることにした。

波作用前の地形(図-4.25と同じ)に各々の実験と同様に南寄りの波288分を作用させた後(図-4.29)北寄りの波432分を作用させ(図-4.30)、さらにその地形に2回目の南寄りの波576分(図-4.31)および北寄りの波864分(図-4.32)を作用させた。

そこで、1回目の南北方向から波を作用させた図-4.29、図-4.30と60年港湾施設図-4.27、図-4.28を比較すると次のようになる。

まず、海浜変形が目立つ箇所は、南寄りの波でT字堤から南側海浜の汀線付近が後退する。しかし、T字堤より北側海浜では多少の差異はあるが、ケース13と同様な分布形状を示している。また、北寄りの波についても全体的な傾向としては、ケース13とほぼ似た海底地形変化を示す。このことは、港湾施設の形状は異なるが、その位置から判断して離岸堤内すなわち養浜地形への影響は少ないものと考えられる。

次に2回目の南から波作用後の地形図-4.31を1回目の図-4.29と比較すると、南地区では汀線付近が前進し、北地区では逆に各等深線が後退し、岸側に堆積が現われている。しかし、北地区の等深線間隔は一様になる。一方、2回目の北寄りの波を作用させた後の地形図-4.32を1回目の図-4.30と比較すると、北地区では北突堤寄り汀線がNo.5離岸堤に接し、ほかの等深線も同様に異状に前進する。これは、養浜区間よりも北側の移動床部が造波機に接近しているため、その部分の漂砂移動が実状より大きく、それが長時間の波作用でこの付近に移動堆積したことによる。ところでNo.4離岸堤T字

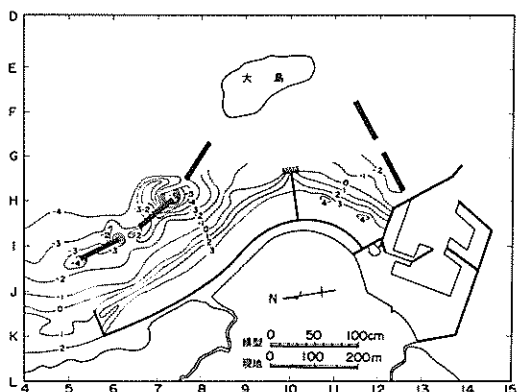


図-4.35 深浅図 (ケース17 SE t = 288分)

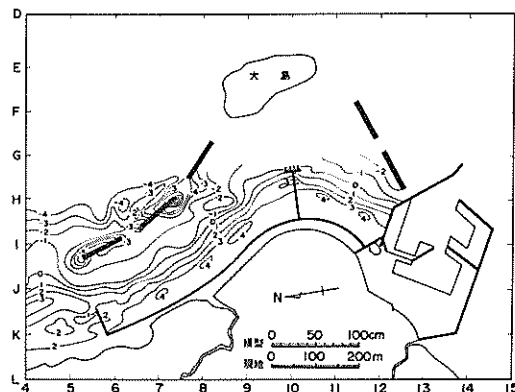


図-4.36 深浅図 (ケース17 N50°E t = 432分)

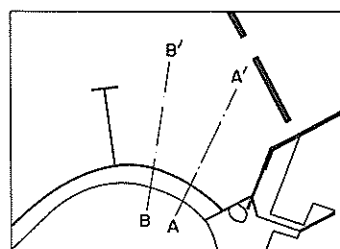
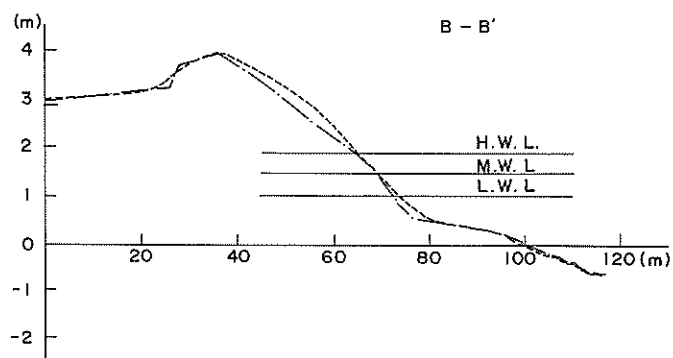
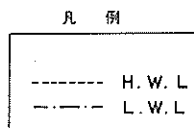
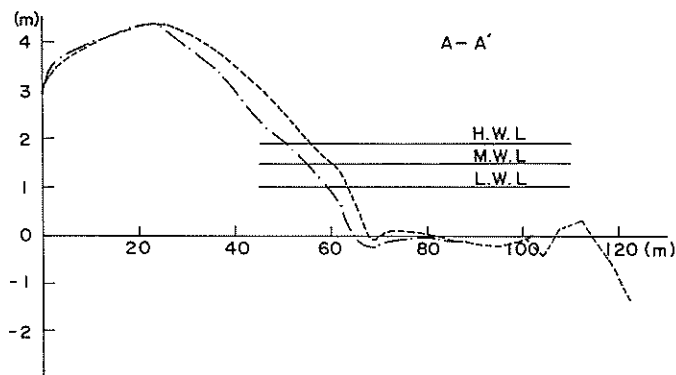


図-4.37 潮位変動に伴う海浜変形

堤間では、前進や後退が交互に現われるが、どちらかといえば前進の傾向が強い。さらに、T字堤より南側海浜では汀線付近から岸側にかけて±0m～+3mの等深線がやや後退する。

以上のように、長時間の波作用の海底地形変化は局地

的に相当の差は生じるが、ある程度海浜変形が進んだ後は比較的ゆっくりとした変形ではほぼ平衡な海浜を保つことがわかった。

2) ケース 15

この実験は、波向を東寄りに変更した場合ではかはけ

ース14と同じである。波作用後の144分の深浅図を図-4.33に示す。また、波作用前の模型浜は図-4.25に示したケース12に対応する。

T字堤東防波堤間に注目して±0m以高の高深線をみると、全体的にケース12よりも多少後退しているが、T字堤より北側の海浜ではほぼケース12と似た傾向であり変化していない。

3) ケース16およびケース17

ケースは16, 17における波の作用前の模型浜は、先に述べたケース12(図-4.25参照)と同じである。波の作用後の深浅図を図-4.34および図-4.35と図-4.36に示す。なお、この実験は平均水位を低下させ+0.9mとして行った場合である。

まず、ケース16の図-4.34をケース15(図-4.33)と比較する。T字堤東防波堤間に注目すると、汀線より岸側にかけての各等深線は全般にケース15より前進し、またT字堤より北側の海浜においても若干前進するようである。この結果、全体的な傾向としてみると、ケース16のほうがケース15にくらべ汀線の前進に伴ない、それより以深の-1m~-2m水深との間隔が狭くなり一様な分布形状を示す。

次にケース17の南寄りの波図-4.35をみると、図からわかるように波作用前(図-4.25)と比較し、各等深線は養浜地形全域にわたってやや後退し、T字堤東防波堤間に小規模ではあるが+4m線が出現する。また、高潮位のケース14-1(図-4.29)と比較し、特に変化量の大きいT字堤東防波堤間の汀線に注目すると、全体に著しく前進している。さらに、岸側にかけての各等

深線も汀線と同様に前進の傾向を示す。以上のことが北側の海浜に影響し、ケース14よりも後退する傾向は南側からの漂砂移動が減少したためであり当然の結果といえるであろう。

この地形に北寄りの波を作用させると、図-4.36のような地形に変化した。No.3~4離岸堤開口部の前浜に注目し、±0m~-2m等深線をみると、著しく後退しそれよりT字堤寄りにかけて反対に前進を示す。また、T字堤より南側の海浜では中央付近が若干後退し、その両側で多少前進するようである。

以上のように、潮位基準面が低下すると養浜形状すなわち海底地形の変化も小さくなるのがわかった。これは、前浜付近における砂の動きは主としてそれをそ上する碎波と沿岸流に左右され、その潮位基準面の差によって碎波点が沖側に移動したことが原因の一つであろう。

ところで今回の実験には水位変動を加えているため、水位が上昇する時は前浜が堆積し、低下する時は前浜が侵食されるような海浜変形を示した。

図-4.37は、実験ケース13で南寄りの波を4潮汐間作用させた頃のT字堤と東防波堤間の海浜断面を示す。点線はH.W.L.時の断面、一点鎖線はL.W.L.時の断面である。A, B両断面においてH.W.L.時がL.W.L.時よりも堆積傾向にあることがわかる。したがって、地形変化が潮位変化と密接な関係があることも確認した。

4.5 波高および海浜流の測定

1) 波高分布

図-4.38から図-4.43には、養浜地形および構造物を設けない場合の波高分布を示す。実験に使用した波は、

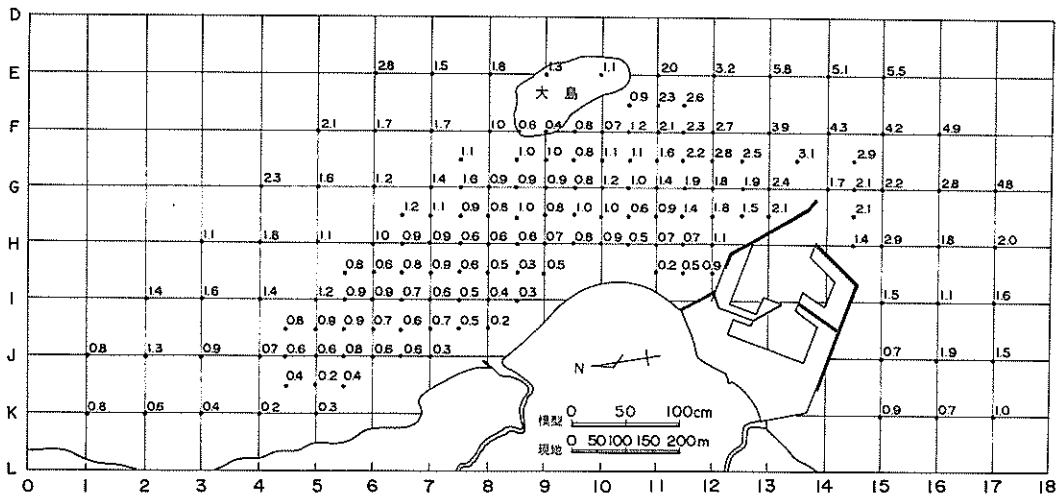


図-4.38 波高分布 (ケース1 SE H.W.L.)

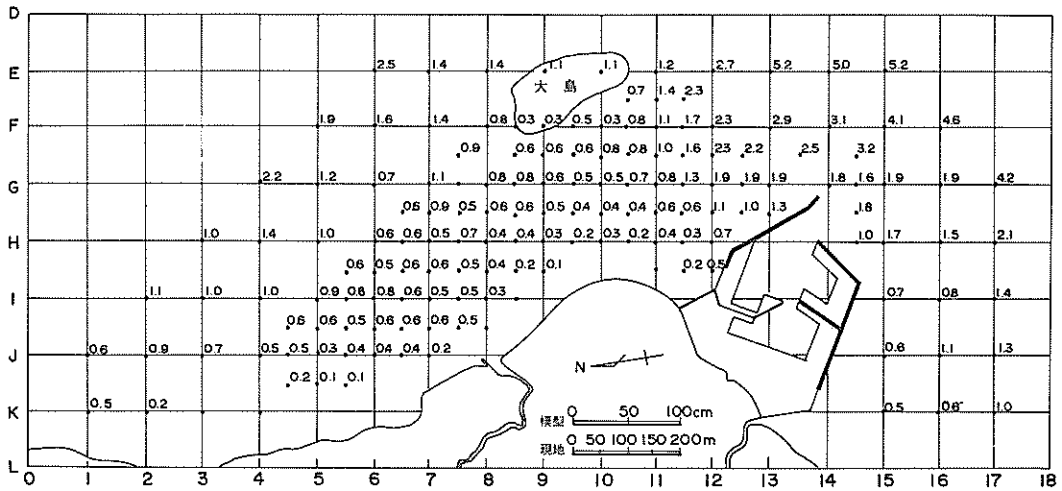


図-4.39 波高分布 (ケース1 SE L.W.L.)

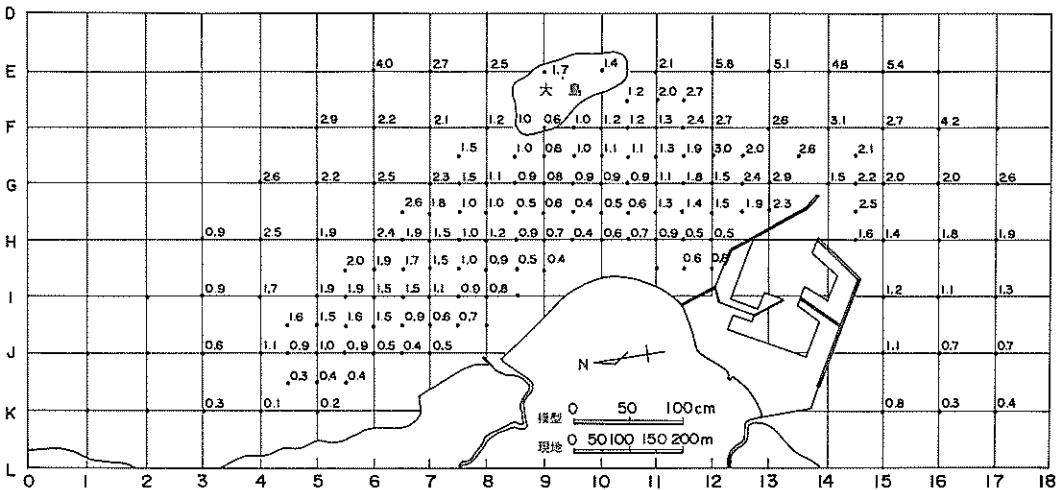


図-4.40 波高分布 (ケース2 S80°E H.W.L.)

漂砂実験と同じくSE, S80°E, N50°Eの3方向とし、それぞれの波向で一定水深のH.W.L.およびL.W.L.について $H_0 = 5.8\text{ m}$ 、 $T_0 = 10\text{ s}$ の波を作用させた。記入されている数値は現地換算した波高の値である。

まずケース1の図-4.38~39をみると、全体として大島と東防波堤の中間沖側の側点E-13の波高が大きく、海岸に近づくにつれ波高が小さくなる。これは、先に述べたように海岸前面の沖合地形には起伏の激しい岩礁が存在し、その上水深も大きいところで-5mと比較的浅いため、ほとんど波が砕波状となるためである。

次にケース2の図-4.40~41をみると、波向が東寄りすなわち海岸線に直角方向であるため、大島の遮蔽効

果が著しくその背後に当る水域でははかにからべ波高が小さくなる。このことは、先に述べた海浜地形の変化図とよく対応していることがわかる。

ケース3の図-4.42~43をみると、ケース1~2と同様に海岸近くでは波高が小さくなるが、全体的にケース1~2よりは波高が大きい。なお、いずれの波高もH.W.L.がL.W.L.より波高が大きく当然の結果といえる。

図-4.44から図-4.49には、漂砂実験で得られた最適な養浜地形および構造物配置(ケース14に対応)の波高分布を示す。ここでは、前述したケース1~3と実験波を等しくしているため、構造物のある場合とない場合について比較する。

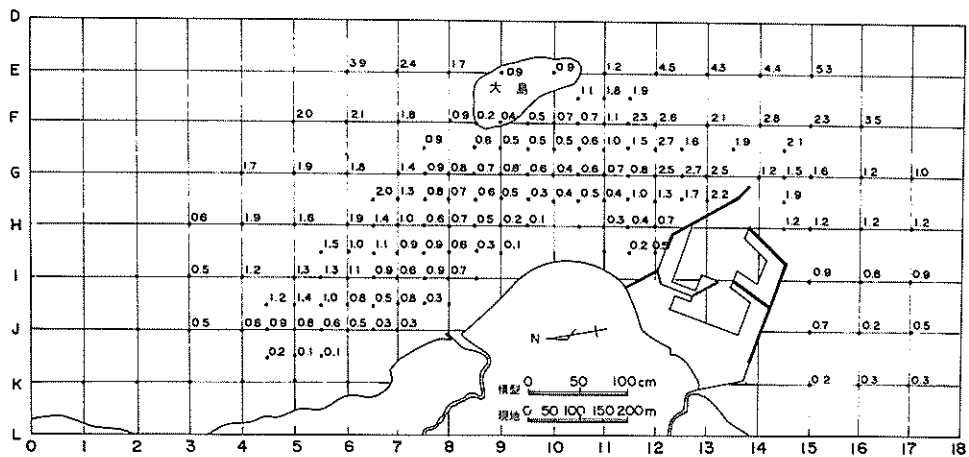


図-4.41 波高分布 (ケース2 S80°E L.W.L.)

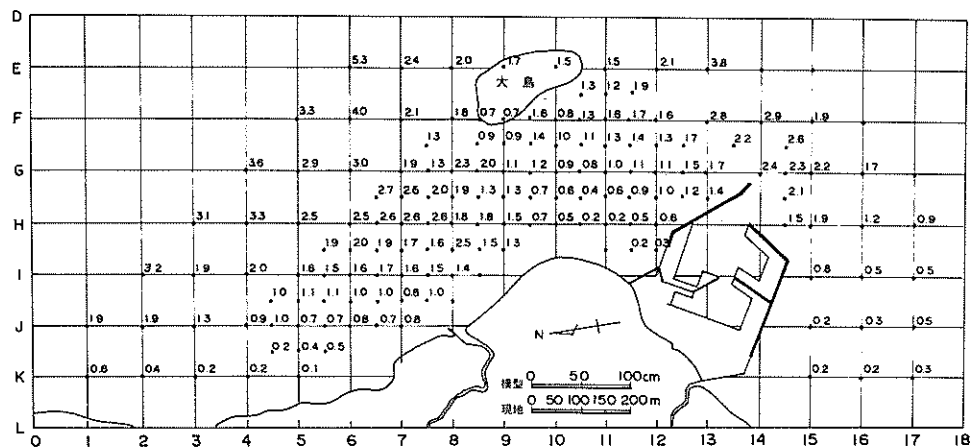


図-4.42 波高分布 (ケース3 N50°E H.W.L.)

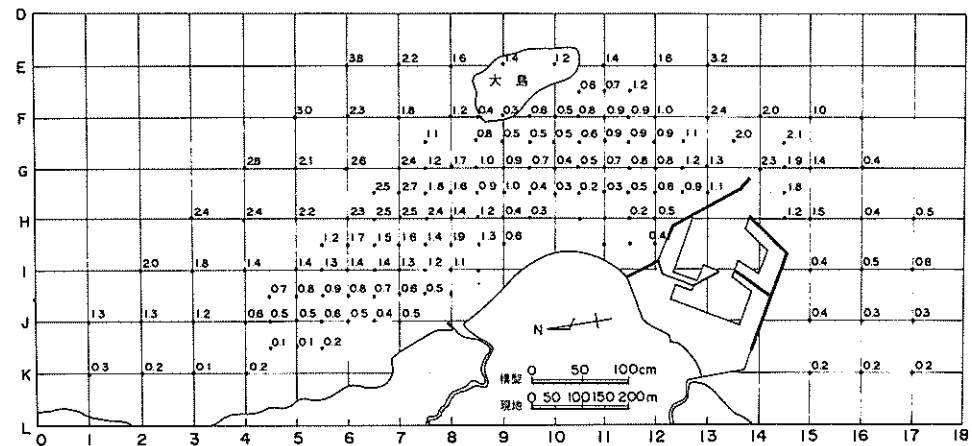


図-4.43 波高分布 (ケース3 N50°E L.W.L.)

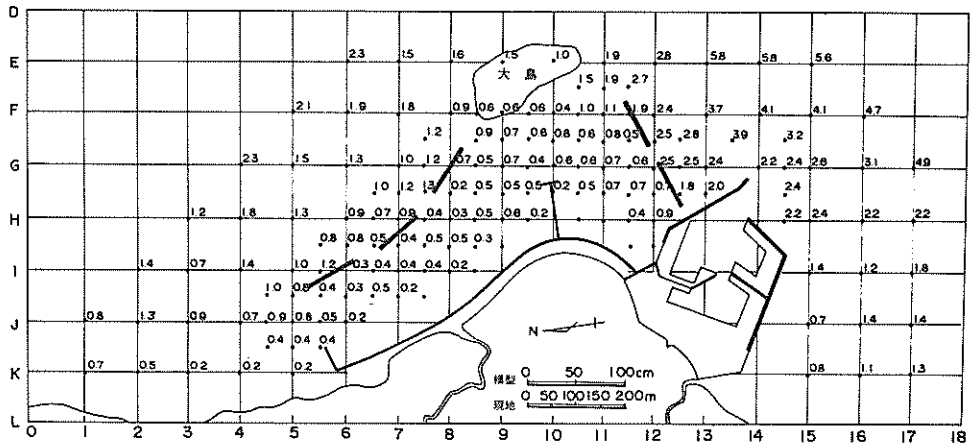


図-4.44 波高分布 (ケース4 SE H.W.L.)

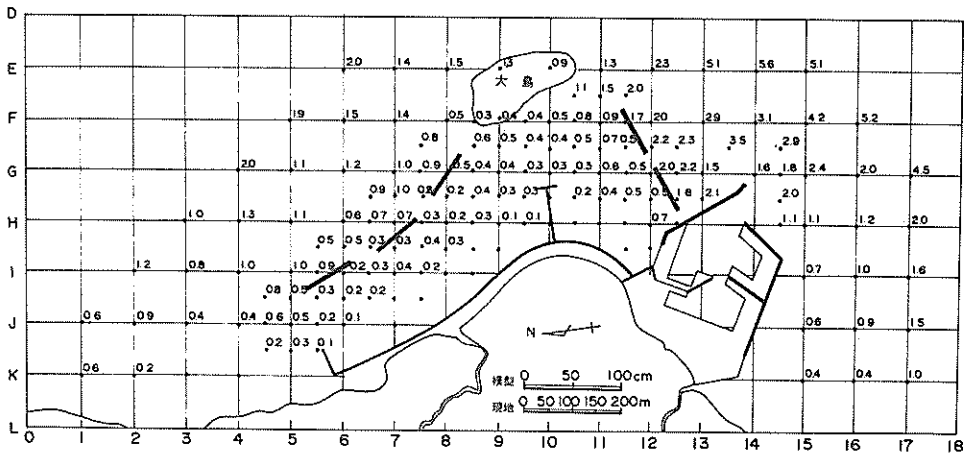


図-4.45 波高分布 (ケース4 SE L.W.L.)

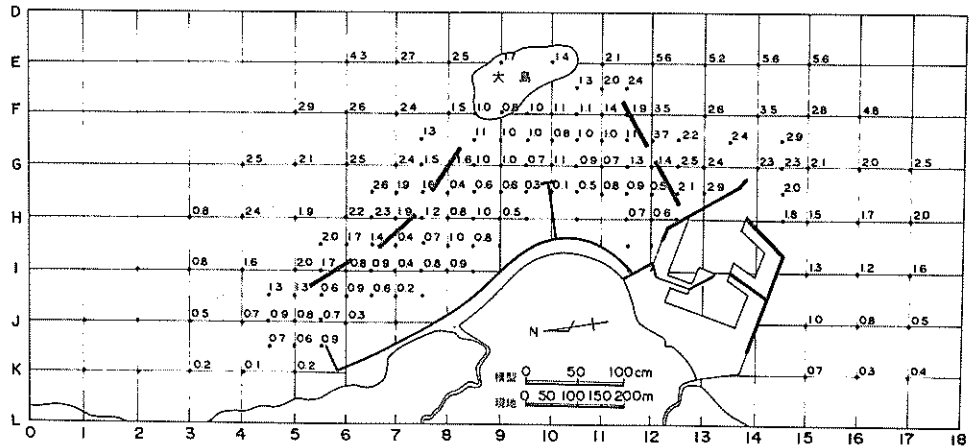


図-4.46 波高分布 (ケース5 S80°E H.W.L.)

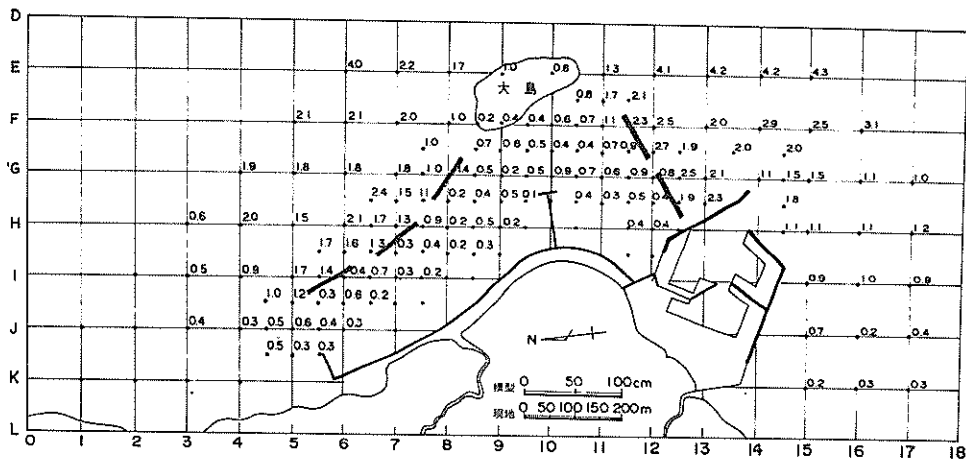


図-4.47 波高分布 (ケース5 S80°E L.W.L.)

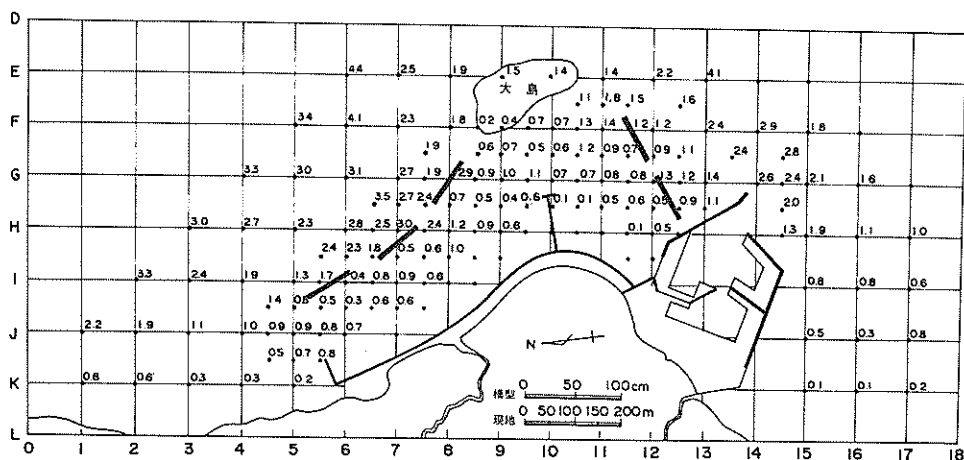


図-4.48 波高分布 (ケース6 N50°E H.W.L.)

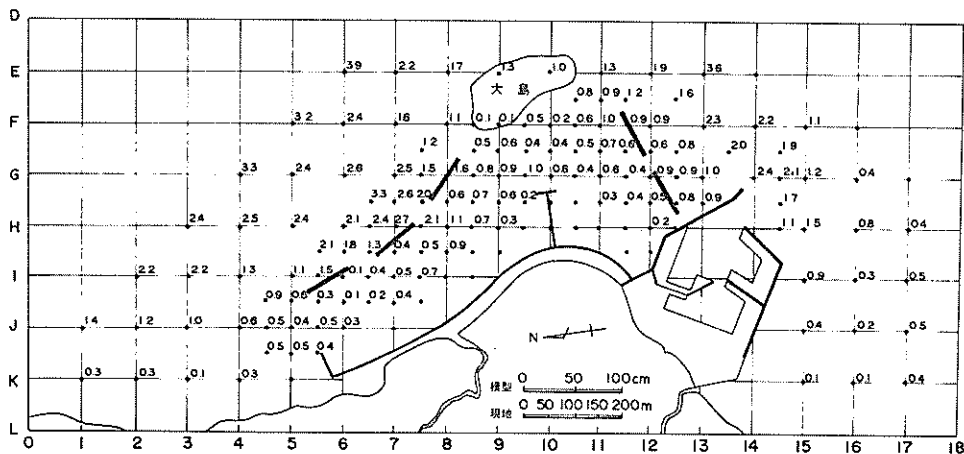


図-4.49 波高分布 (ケース6 N50°E L.W.L.)

図-4.38と図-4.44を例にとると、図から明らかなように両者間において相当の差が生じる。すなわち、ケース1の図-4.38の測点G-11では1.4mの波高を示すが、ケース4の図-4.44の同じ測点G-11で0.7mと1/2の減少を示し、離岸堤の効果が著しく現われる。しかし、同じ堤内でも測点G-9をみると、ケース1では0.9m離岸堤を設けたケース4でな0.7mとそれほど大差はない。これは、図からわかるように波向が南寄りであることおよびその地点が大島とNo.2離岸堤の開口部線上に位置するためであり、さらに北寄りのNo.3~5離岸堤の背後付近においても同じ結果となる。また、L.W.L.の場合も図-4.39と図-4.45からわかるようにH.W.L.ほどの差はみられないが離岸堤の効果は現われている。

次にケース5の図-4.46~47をみると、全体としてそれぞれ開口部付近の波高が大きく、離岸堤の背後は波高が小さい。また、離岸堤があるにもかかわらず堤内の

波高がケース2(図-4.40および41)と比較して顕著に減少していないのは、大島寄りから波が侵入するためである。

ケース6の図-4.48~49をみると、No.3~5離岸堤が有効に働いていることがわかる。すなわち、波向に対して離岸堤が直角に位置すれば遮蔽効果は上がり、測点HJ-7~8でケース3とケース6を比較すると、1.6mが0.6mに減少することからも明確である。

以上の結果、離岸堤配置による堤内波高分布は波向によって異なるが、総合的にみて離岸堤を設けると前浜付近では波高が小さくなる。そして、漂砂実験で述べた海浜地形変化図とよく対応している。

2) 海浜流の分布

海浜流の測定は、漂砂実験と並行して波の作用中はほぼ安定した海底地形で行った。その中から代表的なケースを選び図-4.50から図-4.55に示す。なお、図中の実線は表層流、点線は下層流、そして海浜の曲線は水際線

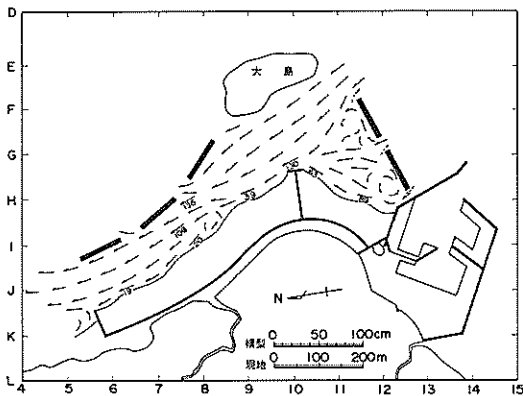


図-4.50 海浜流分布(ケース14 SE H.W.L.)

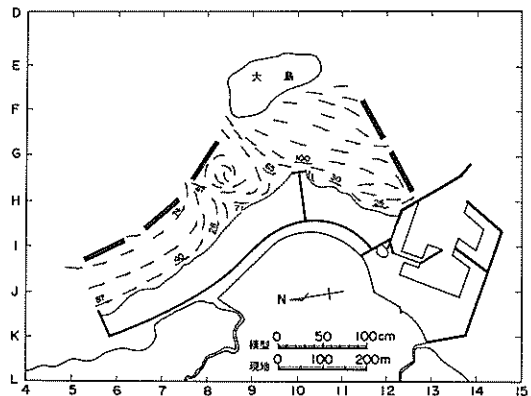


図-4.51 海浜流分布(ケース14 N50°E H.W.L.)

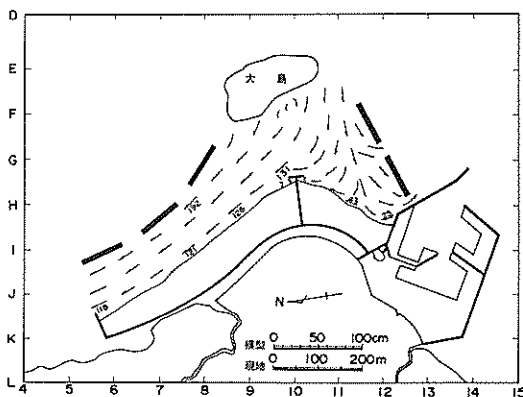


図-4.52 海浜流分布(ケース15 S80°E H.W.L.)

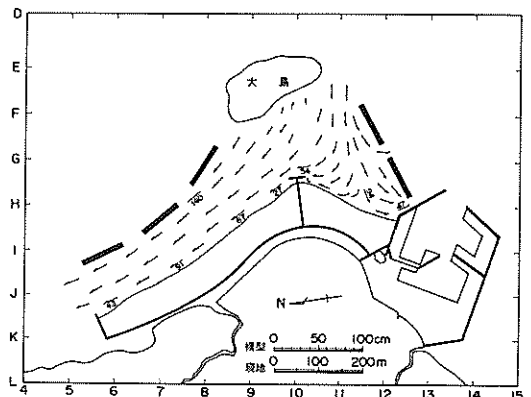


図-4.53 海浜流分布(ケース16 S80°E H.W.L.)

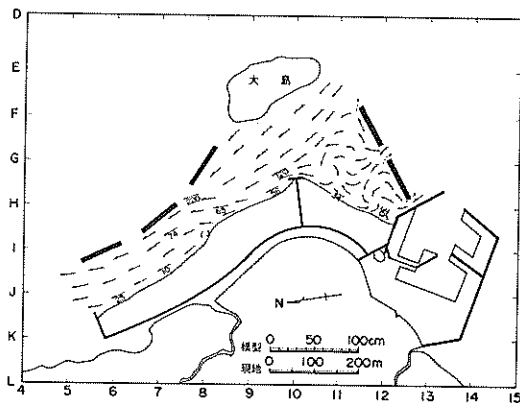


図-4.54 海浜流分布 (ケース17 SE H.W.L.)

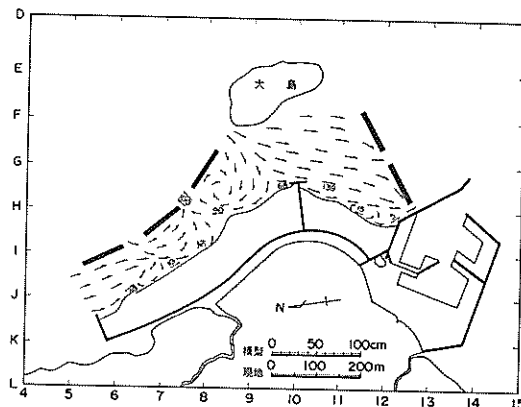


図-4.55 海浜流分布 (ケース17 N50°E H.W.L.)

を表わし、数字は現地換算した流速値である。

図-4.50～52は、平均水位+1.48mの場合のケース14, 15に対応し、それぞれの波向でH.W.L.付近数分間のみ測定し、その潮汐周期を数回繰り返して流れのパターンを作成した。

図-4.50の南寄りの波の場合には、堤内の流れは南から北に向いT字堤の前面およびNo.3～4離岸堤開口部付近において約130cm/sを示す。T字堤と東防波堤間に注目すると、離岸堤2基の背後に2つの環流が発生し、それぞれの開口部では表層流は堤内に流入、下層流は堤外に流出する。これは、環流の影響によるものと考えられよう。一方T字堤より北側の海浜では、No.3～4離岸堤開口部に当る前浜に小規模な逆流が生じている。

図-4.51の北寄りの波の場合には、北方より堤内に流入した流れはNo.3～4離岸堤開口部から沖向きに流出し、東防波堤寄りへの流れは主として大島とNo.3離岸堤の間からの流入によることが明瞭である。この結果は、No.3離岸堤の背後に大規模な環流が発生する。このことは、先に述べた地形変化とよい対応をなし、T字堤による砂移動の減少傾向が凹凸形状の変化からも推察できる。

図-4.52の東寄りの波をみると、図からわかるようにほかの波向と比較し、特にT字堤より北側海浜の前浜で約110～130cm/sの流速を示し、離岸堤寄りの流速192cm/sが示すように、この区間の流れはほぼ一様な分布といえる。

図-4.53～55には、潮位を低下(平均水位+0.9m)させた場合で漂砂実験のケース16, 17に対応している。そこで、前述した高潮位の場合と各波向について比較する。まず東寄りの波図-4.52および図-4.53では、全般的によく一致した流況パターンを示すが、流速値に大

きな差が生じるようである。すなわち、T字堤より北側の海浜における前浜のほぼ同地点で高潮位126cm/s、低潮位67cm/sと大幅な減少となる。また、南北の波について図-4.50と図-4.54および図-4.51と図-4.55と比較すると、まず南寄りの波では、T字堤東防波堤間において低潮位が一層複雑な流況を示すようである。一方北寄りの波では、北突堤T字堤間で南寄りの波と同様に低潮位のほうが複雑になる。

ところで、以上述べたH.W.L.時以外のL.W.L.時についても測定を行っているが、複雑になるのでそれらは省略してある。参考までに、H.W.L.とL.W.L.を比較してみることにする。特に、T字堤東防波堤間において潮差による水域面積が著しく変化するため、L.W.L.の場合離岸堤と砂浜の間が狭く不規則な流れとなる。また、流れの強さは全体にH.W.L.時のほうが大きくなる。

5. 潮流拡散に関する実験

今回の実験では、主として漂砂実験を重点的にやっているため、潮流拡散の実験は単に漂砂実験結果で得られた構造物配置について、その構造物による堤内と堤外の海水交換を調べるに止った。また、実験に使用できる的確な現地データの欠除および実験期間の制約も潮流拡散実験を簡便にした理由の一つである。

5.1 予備実験

まず本実験に先立って、2.2で述べた現地観測結果の恒流に合わせるため、模型上に任意に流量を一方方向に流しながら、上流および下流の整流板を種々かえて調整した。結果的には、現地の潮流が弱くかつ図-2.5と比較するとわかるように実験形状が異なることから、大島から以南特に港湾施設周辺は相当の差が生じるが、ほかの水域はほぼその特徴を把えたものと思われる。

ケース1の図-5.1は、その現地観測による恒流分布に対応する模型中の流れの分布を示したものである。実験形状は養浜地形で構造物を設けない場合とした。なお、図中の矢印は流れの方向を表わし、数字は現地換算値 cm/s である。

図から明らかなように、全体的な流れのパターンは順流域と反流域に区別される。すなわち、沖合の順流は海岸地形に沿うように湾曲して流れる南流が現われる。しかし、岸側では反対に北流が大部分を占め、港湾の南側水域から大島礁にかけて北東流の反流域が発生する。流速は順流域で約3~6 cm/s程度である。しかし、反流域の流れは不規則な流動を示す。

ところで今回の実験条件としては、模型内の流れを次のように定めた。

まず流速の換算にあたっては、現地と模型とで鉛直断面の平均流速についての運動方程式から成立つフルード相似則すなわち、鉛直縮尺の平方根を流速の縮尺とした。前述したケース1の再現実験では、平均水位すなわち、D.L. + 0.9 mの一定水位にある定常流を流した。また、後述するケース2, 3では、ケース1の流れに波高26 cm(模型2.6 mm)、周期10 s(模型1 s)の当海岸に卓越す

る波向E方向を加えた。このような波を用いた理由としては、本海岸では夏期低いうねりが比較的多いためである。さらに、拡散実験では上述した潮流および波に時間的な潮位変動を加えた。すなわち、潮位周期は1周期12時間25分(模型36分)、潮位差はL.W.L.からH.W.L.の0.84 m(模型8.4 mm)とした。

5.2 流況分布

図-5.2は、前述したケース1に波を加えた場合の流況分布を示す。ケース2(図-5.2)とケース1(図-5.1)の流況を比較すると、波が加わった結果その流況パターンが大きく変化することがわかる。たとえば、大島礁の南端付近における測点E-11をみると、流向がケース2とケース1で正反対を示し流速も増大する。これは、岩礁のため水深が浅くこの部分で波が砕け、さらに回折波となって流れが増速されるためである。このことは、それより北方に向う流れの状況からも観察される。また、その影響で反流の流線が整い沖側の順流より流速が大きくなり、そして大島礁北方の環流が礁よりに移動するとともにその環流パターンが明瞭になる。以上の結果、全体としてケース2はケース1よりも流速が著しく増加し、かつ流況パターンも顕著である。

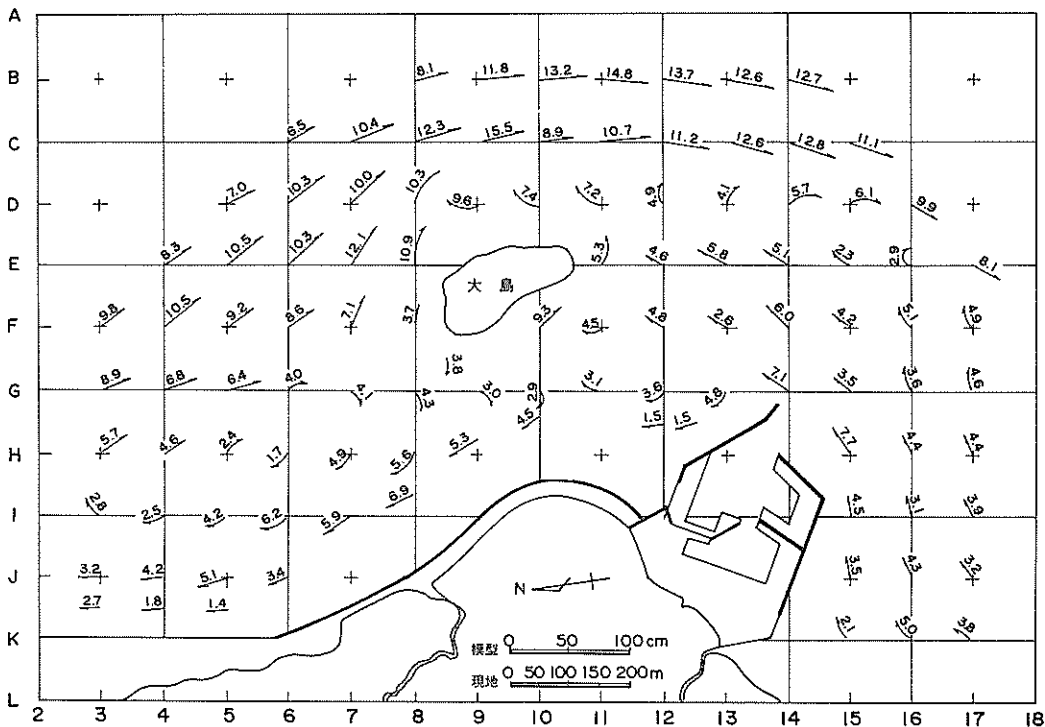


図-5.1 流況分布(ケース1 恒流)

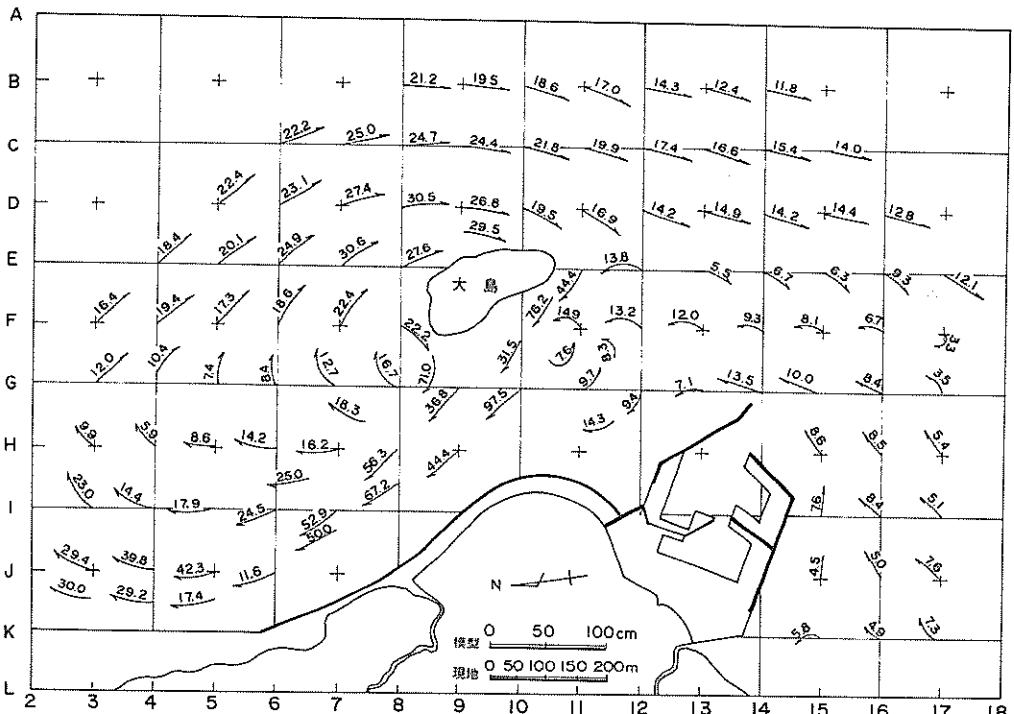


図-5.2 流況分布 (ケース2 $H_0 = 26\text{ cm}$, $T_0 = 10\text{ s}$, E)

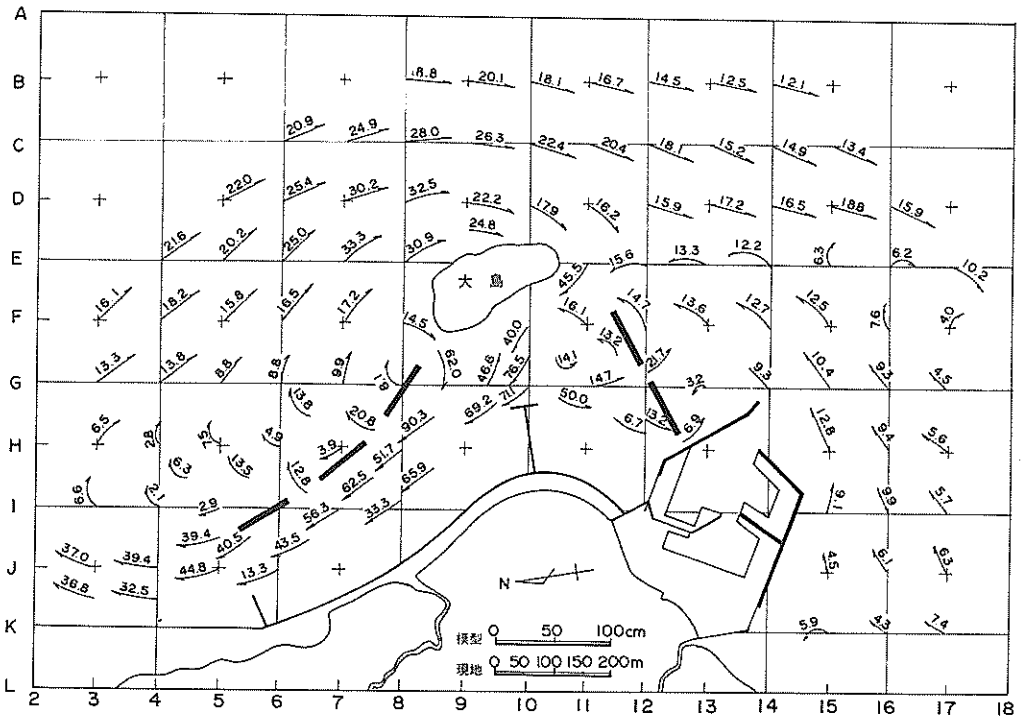


図-5.3 流況分布 (ケース3 $H_0 = 26\text{ cm}$, $T_0 = 10\text{ s}$, E)

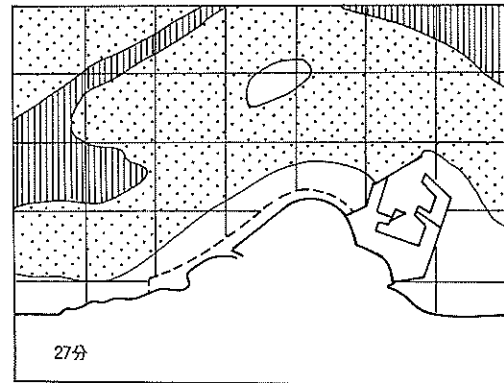
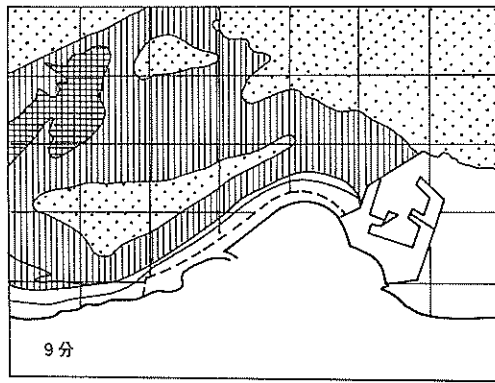
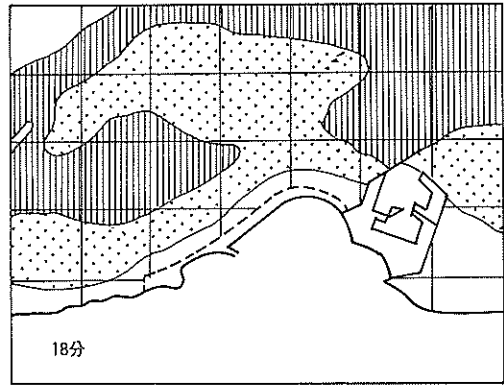
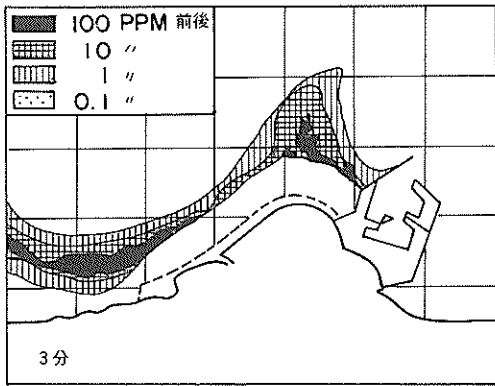


図-5.3は、前述したケース2の養浜地形に構造物を配置した場合の流況分布を示す。なお、この構造物配置は漂砂実験のケース14に対応する。この図を構造物を設けない図-5.2の流況分布と比較すると、まず目につくことは、ケース2にくらべ構造物設置によって流況パターンが大きく変化することである。たとえば、堤内に注目しT字形堤より南側水域をみると、No.1 離岸堤背後の流向が沖向に変化し、さらにそれぞれの開口部から沖へ向う強い流れが現われる。このことは、堤内と堤外との海水循環や交換がスムーズに行われていることを示す。一方、T字形堤より北側水域をみると、ほぼケース2（図-5.2参照）と似た流況でやや流速が低下する傾向にある。

5.3 拡散分布

図-5.4は、養浜地形の前浜から染料を投入したときのケース1の濃度分布の時間変化を示したものである。また、実験形状は前述した潮流実験の図-5.2（ケース2）に示したものと同一である。なお、各図の左下には染料拡散の写真撮影時の測定時間が示してある。すなわ

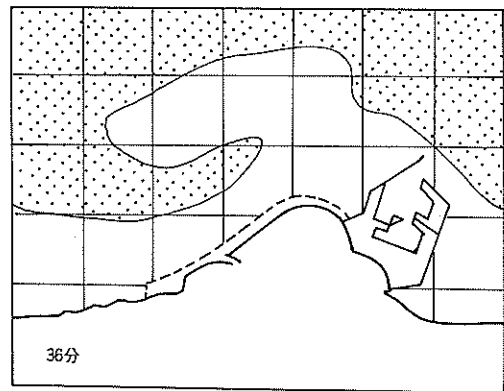
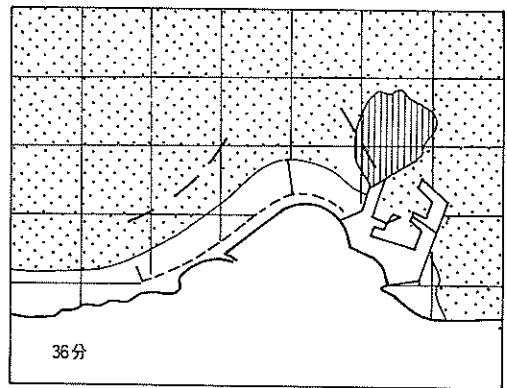
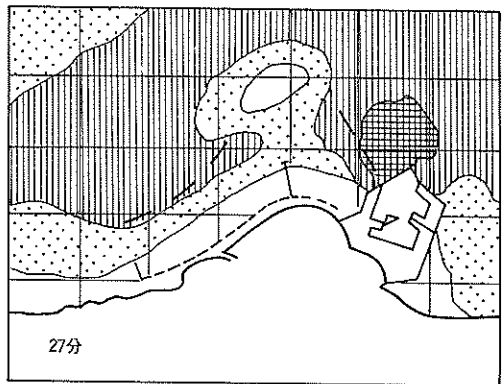
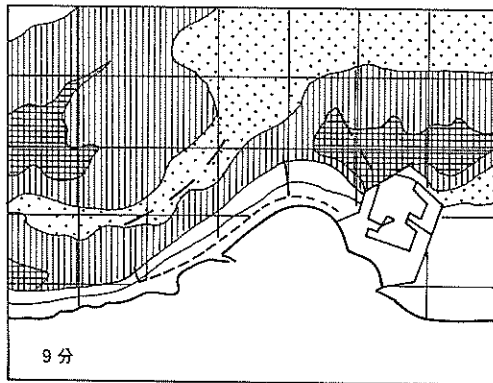
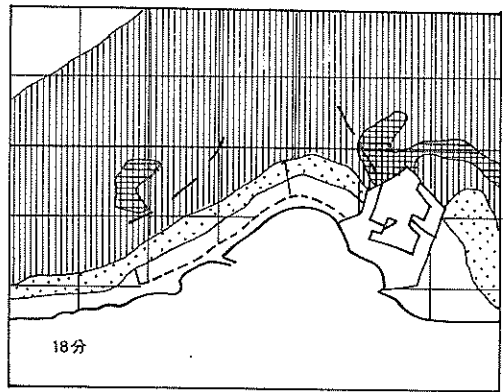
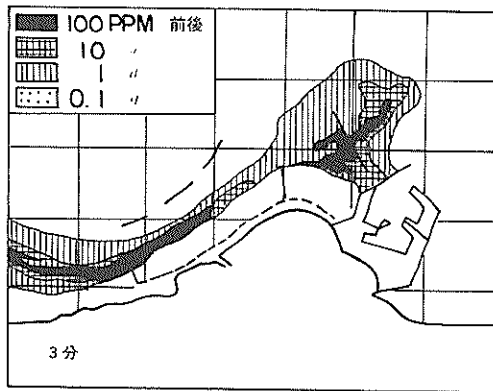


図-5.4 濃度分布の時間変化

ち、3分の図は平均潮位から3分間（平均水面から+1.4 mm）経過後の染料投入終了時、9分の図は満潮位、18分の図は平均潮位、27分の図は干潮位、36分の図は1潮汐目の平均潮位の濃度分布を表わす。



これらの図からわかるように、先に述べた流況パターンとよい対応をなしている。たとえば、時間を追って3、9、18、27分とみて行くと、前浜に放出された染料の拡散は、岸よりの反流に乗って北側に運ばれ、そして沖側の順流によって南側の水域へ向うことがわかる。すなわち、図-5.2に現われた流れのパターンとよい一致をしていることがわかる。したがって、前浜汀線に投入された染料は、時間経過とともに潮汐流に乗って沖側に輸送され混合希釈される。

図-5.5は、上述したケース1の養浜地形に構造物を配置した場合の濃度分布の時間変化を示す。なお、この場合も漂砂実験のケース14に対応する。この図を構造物を設けない図-5.4と比較すると、構造物を設けた場合には沖側への拡散が多少遅くなる。特に南側水域におけるNo.1離岸堤と東防波堤付近に比較的高濃度の染料停滞が目立つ。これは流況分布(図-5.3)で述べたように、離岸堤背後の流れが沖向に変化したことおよび構造物前面から沖側に発生する北東流の反流が主たる要因と考えられる。また、これらの図に示した以外の時間にお

図-5.5 濃度分布の時間変化

いても測定したが繁雑になるのでそれらは省略した。ところで1潮汐目の36分にみられるNo.1離岸堤付近の濃度1ppm、さらに水域全体にみられる0.1ppmは染料投入後ほぼ2潮汐経過すると、当水域内にはこのような染料濃度はみられない。

以上の結果、実験の主対象区域である堤内相当部分において、構造物のある場合とない場合とでは若干の相違はあるが、大勢としては両者間にはあまり差はない。

6. 結 論

河原子港北海岸のレクリエーション海浜の整備事業計画に資するために、河原子港の建設計画も加味して漂砂および潮流拡散実験を行った。まず実験条件を決定するために、本港海岸の風、波浪、潮位および潮流、漂砂特性等について調べた。

風および波浪については、本港での観測資料がないので、前者については約9 km南の東海村原子力研究所での観測値、後者については日立港久慈川河口沖における建設省の観測値を参照して本港について次のように推定した。

- (1) 海風の卓越方向は、年間を通してNNE~ENE方向であり、南寄りのSE~S方向の風はそれよりずっと少ない。
- (2) 沖波の方向は、海岸にほぼ直角なE方向が最も多く、それから北および南に片寄るにつれて頻度は少くなるが、SE方向にもう一つのピークがある。北寄りの波は冬期に南寄りの波は夏期に多い。
- (3) 風向きから推定すると、波向は海岸法線に対して北寄りの方が南寄りより多いと思われるが、波エネルギーの観点からはどちらが多いか不明である。

潮位については、約5 km南側の久慈港、小名浜、鹿島港の資料を参照して実験においては、平均水位D.L.+0.9 m、大潮平均振幅(M₂とS₂潮の和)を0.42 mと定めた。

潮流については、本港周辺でのフロートおよび小野式流速計の観測結果によると、潮汐残差流は海岸に沿って南向きであり、その流速は海岸から200~300 m沖側で10数cm/s、その岸より数cm/sである。また、大潮時の最強潮流の速度は沖側で30 cm/s、岸よりで10 cm/s前後である。

漂砂に関しては、まず海底地形をみると、沖側の大島に向かって陸岸が突出しており、この大島と陸岸の間は水深-1~-2 mの岩礁地帯となっている。大島もその大部は+0.5 mであり部分的に+1~+2 mのところもある。この陸岸の突出部の護岸近くは砂浜となっているが、±0 m以深の岩礁地帯上にはほとんど砂がみられない。この突出したような岩礁地帯の北側は、護岸から水深約-5 mまで海底も砂層であるが、その沖は再び起伏の激しい岩礁地帯となっている。突出した岩礁地帯の南側には河原子港が建設中であり、その南側も北側と同様な海底地形となっている。前浜の底質粒径は0.3~0.5 mmの中央粒

径を示す。

本調査の主たる対象である河原子港の東防波堤の北側海岸の海浜では、冬期の北寄りの波によって東防波堤寄りに漂砂が堆積してその浜幅が広がるが、そこに堆積した砂は、夏期の南寄りの波によって北側に押し戻され、東防波堤から陸岸突出部の中央にかけて浜幅が減少する。

以上のような自然条件の特性を把握した後に、港湾技術研究所にある幅5.5 m、長さ14.5 mの潮汐流平面水槽の中に鉛直1/100、水平1/200の縮尺模型を作り実験を行った。

その実験の主要点を各実験項目ごとに述べると次のようである。

1) 漂砂に関する実験

漂砂実験では、東防波堤から陸岸突出部付近は護岸から約100 m、それより北側では約400 mの間を移動床とし、ほかは固定床として実験を行った。まず、実験条件を決定するために、上述した東防波堤から陸岸突出部にかけての海浜の冬期における堆積、夏期における欠填の状況を再現できるような波を求めるために試行的に実験を繰返した。その結果、その再現に適する沖波は波高5.8 m、周期10 sであった。水位については、現地のD.L.+0.9 mの平均水位に波による水位上昇分として波高の1割を加えたものを実験水槽における平均水位とし、それに大潮平均振幅0.42 mを上下に加えた変動潮位とした。変動潮位を採用したのは実験の主対象区域がきわめて浅く砕波高や波の海浜へのそ上が水位によって大きく変化するからである。また波高としては、SEおよびN50°Eとし、前者を8潮汐間後者を12潮汐間作用することによって、それぞれほぼ1年間の海浜変化現象を再現し得ることが明らかになった。

このようにして決定した波と潮汐の条件を用いて、計画養浜区域の南側の第1、第2離岸堤の位置とその施工順序を決定するため実験を行った。その結果、離岸堤背後の漂砂堆積状況、港への漂砂の侵入状況から判断して、第1離岸堤を東防波堤から20 m離してまず建設するのが適切であることが明らかとなった。

ついで、現在の護岸前面に遊歩道を設け、そして後浜の高さ+3 m、前浜勾配1/13になるように人工養浜し、その前面に大島を狭むように離岸堤を種々に配置して、先に決めた波高5.8 m、周期10 sの波をSE方向から8潮汐間作用させ、続いて同じ波をN50°Eから12潮汐間作用させた。その結果、離岸堤のみでは人工養浜形状を十分に安定させることができず、夏期には東防波堤と陸岸突出部中央において相当程度の養浜海浜の後退が予想

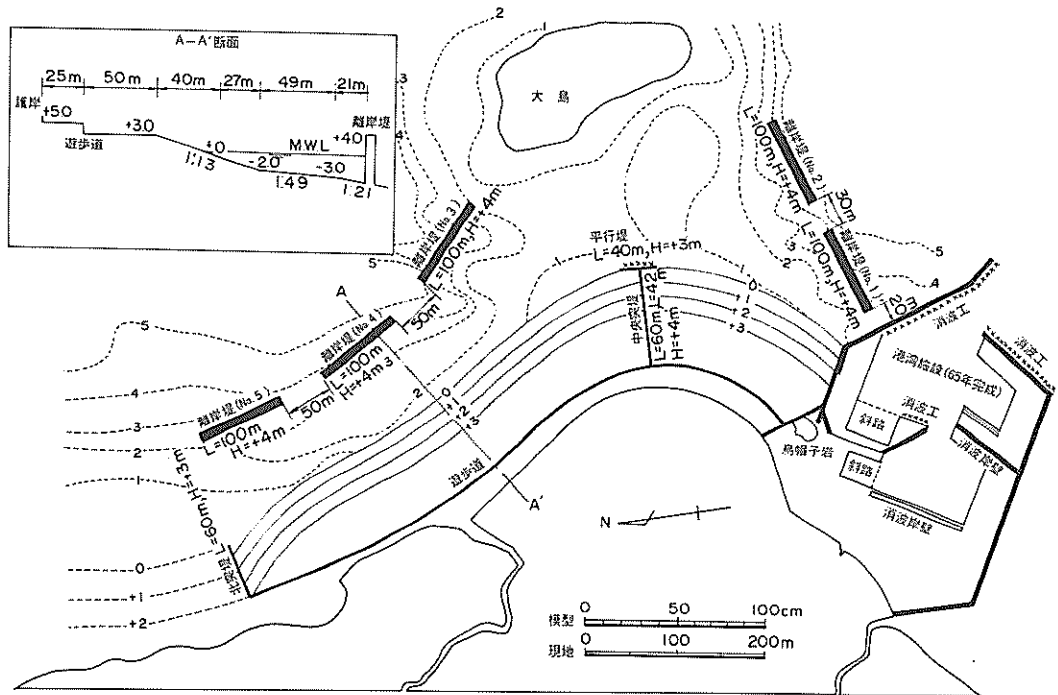


図-6.1 河原子海岸における構造物配置(案)

された。そこで、これを防止するために、その突出中央部に突堤を設けて同様な波による実験を行った結果、人工養浜形状が安定することがわかった。この場合については、海岸にほぼ直角なE方向からも波を作用させ、突堤先端に短い平行堤を設けた方がより良いことも明らかになった。

以上の漂砂実験は、河原子港の60年完成予定の防波堤配置に対して行ったが、これ得られた最適な構造物配置を65年完成予定の防波堤配置に対しても実験を行ったが特に変化はなかった。

なお、この実験に対して波高および海浜流(波によって生じられる流れ)の分布についても測定した。その結果、離岸堤設置によってその直背後の波高は $1/2 \sim 1/3$ 程度に減少するが、大島の背後ではほとんど減少しないことがわかった。すなわち、離岸堤設置後は大島の背後の波高が最も大きく、それから両側の離岸堤方向に行くにつれて小さくなるという波高分布になることがわかった。また海浜流については、離岸堤設置の荒天時においては離岸堤の内側に沿って 1 m/s 以上の沿岸流が、特にSE方向の波によって生ずることが明らかになった。このことは、No. 3~No. 5の離岸堤の脚部洗掘と沈下については十分配慮する必要があることを示す。

2) 潮流拡散に関する実験

漂砂実験によって得られた養浜形状と最適な構造物配置に対して潮汐残差流、夏期の弱いうねりを作用させた時についての流れの分布およびその流れに大潮潮汐を加え海浜に投入した染料の拡散状況を調べた。

流れの分布については、構造物の設置により離岸堤内の流れは多少複雑になり、流速も多少減少し離岸堤開口部から沖へ向う流れが生ずる。しかし、その沖側においては特に目立つ変化はみられない。海浜に投入された染料の沖側への拡散速度は、離岸堤設置によってほとんど変化しない。すなわち、離岸堤設置による堤内の海水停滞の心配はないであろうことが明らかになった。

最後に本実験で得られた構造物の配置を図-6.1に示す。これについても少し詳しく述べると、

- (1) 離岸堤の天端は+4mとする。
- (2) 離岸堤の構造は、全断面異型ブロックによる透過堤でよい。下部は沈下を防止するために、特にNo.3~No.5の離岸堤について透水性を減ずるくふうを加味するのが望ましい。
- (3) 中央突堤の構造は完全不透過とするが、その先端の平行堤前面には異型ブロックによる消波を設けること。

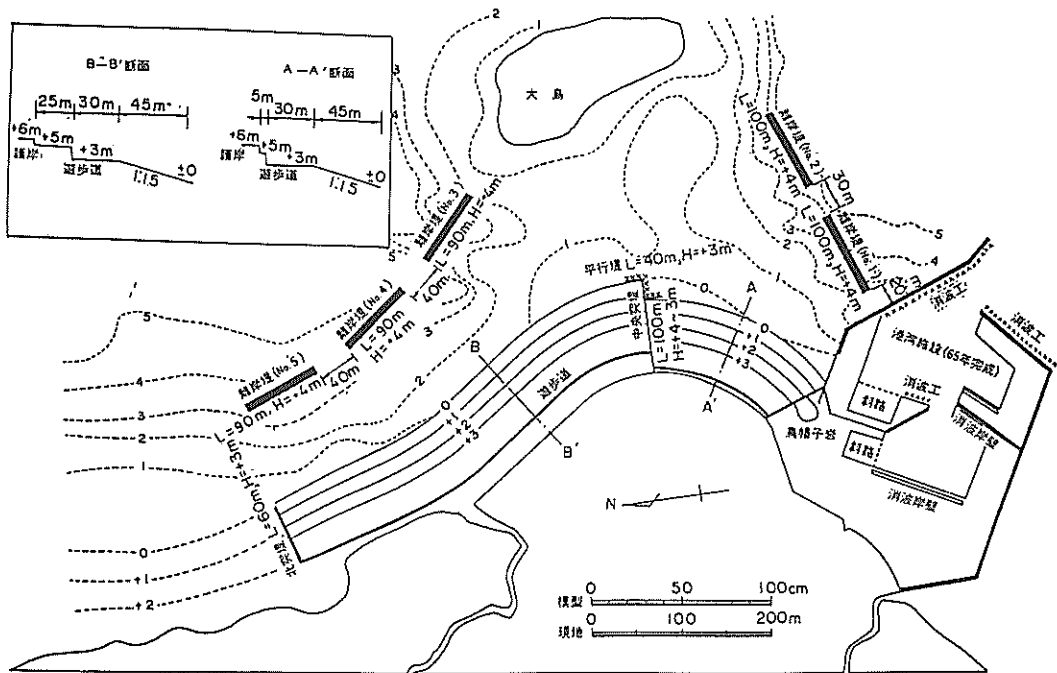


図-6.2 河原子海岸に推奨すべき構造物配置

- (4) 各離岸堤の長さは、D.L.+2mの高さにおいて100mとする。
- (5) 施行順序は、まず離岸堤を施行し、次に遊歩道護岸、中央突堤、北端突堤として養浜の建設とする。離岸堤は第1、第2、第3、第4、第5と南端のものから順に施工する。

(6) 中央突堤は、東防波堤寄りに十分砂が堆積している時期すなわち、春に施工するのがよい。

- (7) 養浜および遊歩道の幅については、現地状況をさらに検討して決定すべきであり、本実験の場合よりそれらを狭くしても本実験で得られた結論にはほとんど影響を与えないと思われる。

実験結果から推奨すべき配置案は図-6.1に示してある。しかし、実験終了後現地との協議により図-6.2に示すように変更した。図-6.1と異なる点は次のようである。

- (1) 離岸堤までの遊泳水域を広くするために、+3mの後浜を30mに縮小した。
- (2) 中央突堤と東防波堤の間において前面にある磯を保存するために遊歩道は幅5mとした。したがって、中央突堤先端の平行堤には段差を付けた。
- (3) 図-6.1では、No.5離岸堤が港湾区域から少し

はみ出したので、北側の各離岸堤の長さを90m、その間隔を40mとした。さらに、北端堤の位置を60m南側に移動した。

最後に、本実験を行うにあたっては、茨城県港湾課および日立港湾事務所から貴重な現地観測資料をいただくとともに種々の御協力をいただいた。また、実験にあたっては株式会社エコーに御協力いただき、ここに関係各位に対して厚く御礼を申し上げる所である。

(1982年3月29日受付)

参考文献

- 1) 佐藤昭二, 木村久雄, 高松恭文: レクリエーション海浜における突堤・離岸堤の汚濁拡散に対する影響, 港湾技術研究所報告, 第16巻, 第2号, 1977年6月, P. 27~62.
- 2) 佐藤昭二, 加藤 始, 木村久雄, 池田高則: 伊東海岸のレクリエーション海浜造成に関する模型実験, 港湾技術資料, No. 318, 1979年6月, 27P.
- 3) 木村久雄, 佐藤昭二: 熱海レクリエーション海浜造成に関する模型実験, 港湾技術資料, No. 370, 1981年3月, 52P.
- 4) 日立港湾計画資料(その1), 昭和56年3月, 日立港湾管理者, 66P.
- 5) 河原子潮流調査報告書, 昭和55年10月, 茨城県, 176P.

港湾技研資料 No. 419

1982.6

編集兼発行人 運輸省港湾技術研究所

発行所 運輸省港湾技術研究所
横須賀市長瀬3丁目1番1号

印刷所 阿部写真印刷株式会社

Published by the Port and Harbour Research Institute
Nagase, Yokosuka, Japan.