

# 離岸堤に関する研究 (第1報)

永井 莊七郎\*・久保 直\*\*

## 1. 緒 言

離岸堤の目的は砂浜の侵食を防止することと、海岸構造物が波によって破壊されることを防ぐことの2つに大別される。前者は一般に海岸に砂が多く存在し、その砂の移動を防ぐとともに、積極的に海浜の砂を堆積させることを主な目的とし、後者は一般に海岸には砂が少なく、海岸構造物に波が直接衝突して、構造物が破壊されるのを防ぐことを目的としている。

したがって離岸堤を設置する場所、配置、構造および天端高は離岸堤の目的に応じて、また、その海岸に浸入する波の特性を考慮して決定されなければならない。

離岸堤に関する研究は、2次元の実験<sup>1)</sup>で検討されたものや、全国の侵食海岸に実施されたものを実測<sup>2), 3)</sup>し、その結果を検討されたもの、あるいは潜堤における、主に伝達波高を検討されたものがあるが<sup>4)</sup>、3次元の実験で漂砂におよぼす離岸堤の効果を検討されたものは少ないようである。3次元実験に用いる移動砂については多少の問題はあるが、海岸侵食が多い今日、離岸堤のもっとも効果的な配置、形状を検討することは意義深いものと考えられる。

この研究は海岸侵食を防止するとともに、積極的に漂砂を堆積させて、汀線付近の勾配を小さくし、しかもその面積がもっとも大きく形成されるような離岸堤の配置、形状を求めるのが目的である。

模型の対象は兵庫県北部の日本海に面した香住湾を選

んだ。図-1は湾奥部の前浜および外浜付近の10年間における侵食状況を示すものである。この海岸における波浪は、冬の季節風が主で、低気圧が日本海を通過するたびに2～3日間は、数メートルの波浪が継続して来襲し、海岸の砂が1晩で侵食されることがある。

## 2. 実験設備と方法

実験は図-2に示すように香住湾の1/60の模型を作

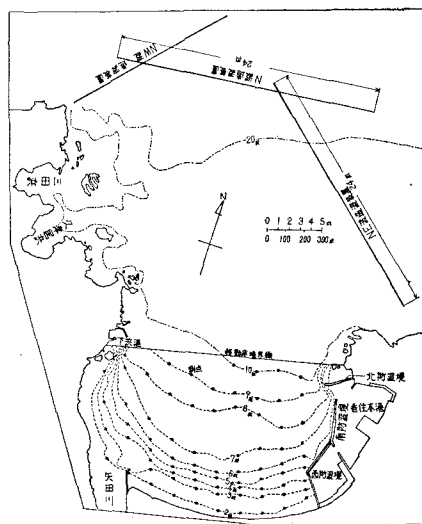


図-2 模型平面図

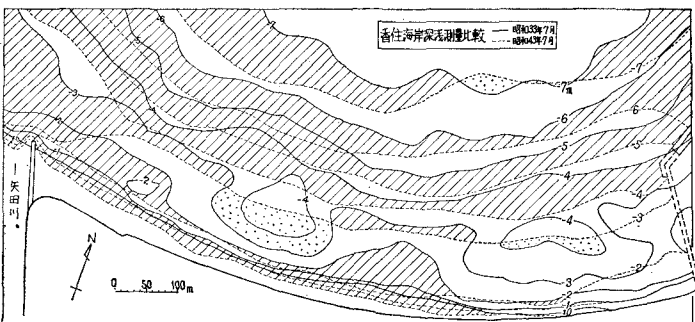


図-1 香住海岸の侵食状況図

製して検討した。海底は-10mより深い部分を固定床とし、それより浅い部分を移動床とした。移動床に用いた砂は、今まで当実験場における多くの実験でよい成果を修めた鉢形水俣を用いた。波浪はNW, N, NE波を発生できるように設備したが、この海岸の漂砂にもっとも大きな影響をおよぼす方向はN波およびNW波で、NE波はその影響が小さい。したがってN波を対象に検討し、最後に1部をNW波と比較検討した。なお今回は主に離岸堤の設置場所および平面形状による相対的な漂砂

の状況を求めるために潮位、波の諸元などをもっとも漂砂の激しいものを選んだ。したがって潮位は D.L.+1.0

\* 正会員 工博 大阪市立大学教授 工学部土木工学科  
\*\* 正会員 大阪市立大学講師 同

m, 波の周期  $T=13.0$  sec, 波高  $H=6.0$  m とし, 離岸堤, 突堤の平面形状を 図-3 に示すように, 数種について比較検討した。さらに堆積量の大きい形状のものについては離岸距離を変えて検討した。実験の種類を示すと表-1 のようである。図-4 は実験における離岸堤の

基本断面を示す。

なお漂砂の状況は波浪の継続時間  $t=24$  時間 (現地) (値) 後におけるものを等深線法で測定し, 各実験ごとに基本等深線に復元して検討した。基本等深線は昭和43年 7 月に実測 (図-1 参照) されたものを用いた。

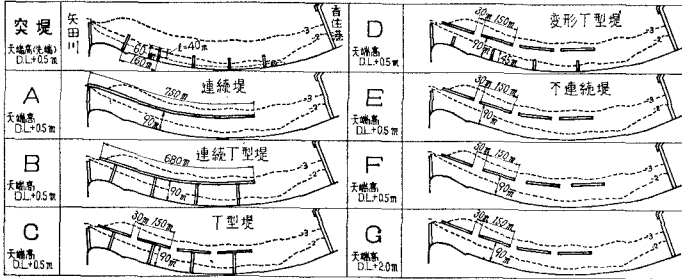


図-3 離岸堤の平面形状図

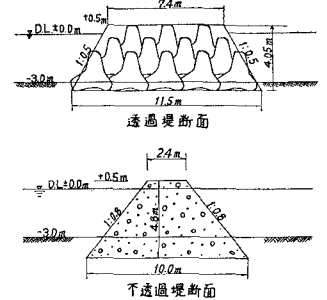


図-4 実験における離岸堤の標準断面図

表-1

| 波 向 | 周 期<br>$T(\text{sec})$ | 波 高<br>$H(\text{m})$ | 継続時間<br>(t) | 突堤, 離岸堤 |       | 離岸距離<br>$l(\text{m})$ | 天端高<br>(m)           | 突 堤       |            |     | 離 岸 堤     |            |     |
|-----|------------------------|----------------------|-------------|---------|-------|-----------------------|----------------------|-----------|------------|-----|-----------|------------|-----|
|     |                        |                      |             | 堤の形状    | 堤の構造  |                       |                      | 長さ<br>(m) | 間 隔<br>(m) | 基 数 | 長さ<br>(m) | 間 隔<br>(m) | 基 数 |
| N   | 13.0                   | 6.0                  | 24          | 突 堤     | 不 透 過 | —                     | +0.5<br>(先端)<br>+0.5 | 60        | 160        | 5   | —         | —          | —   |
| "   | "                      | "                    | "           | 離岸堤 A   | "     | 90                    | "                    | —         | —          | —   | 750       | —          | 1   |
| "   | "                      | "                    | "           | " B     | "     | "                     | "                    | 90        | 180        | 4   | 680       | —          | 1   |
| "   | "                      | "                    | "           | " C     | "     | "                     | "                    | "         | "          | "   | 150       | 30         | 4   |
| "   | "                      | "                    | 8           | " D     | "     | "                     | "                    | 45        | "          | "   | "         | "          | "   |
| "   | "                      | "                    | 24          | " E     | "     | "                     | "                    | —         | —          | —   | "         | "          | "   |
| "   | "                      | "                    | "           | " F     | "     | "                     | "                    | —         | —          | —   | "         | 50         | "   |
| "   | "                      | "                    | "           | " G     | "     | "                     | +2.0                 | —         | —          | —   | "         | 30         | "   |
| "   | "                      | "                    | "           | " E     | 透 過   | "                     | +0.5                 | —         | —          | —   | "         | "          | "   |
| "   | "                      | "                    | "           | " E     | 不 透 過 | 60                    | "                    | —         | —          | —   | "         | "          | "   |
| "   | "                      | "                    | "           | " E     | "     | 120                   | "                    | —         | —          | —   | "         | "          | "   |
| NW  | "                      | "                    | 8           | " E     | "     | 90                    | "                    | —         | —          | —   | "         | "          | "   |
| "   | "                      | "                    | 24          | " E     | "     | "                     | "                    | —         | —          | —   | "         | "          | "   |

ただし, 突堤の場合は汀線からの距離  $l=40$  m とする。

### 3. 実験結果の考察

図-5~13 は突堤, 離岸堤の平面形状によって異なった状況を示す汀線付近の漂砂状況である。なお突堤の配置は, 香住湾における波浪の方向を考慮し, もっとも漂砂が多く堆積するような配置にした<sup>5), 6)</sup>。したがって海岸線と防砂堤の角度  $\theta=90^\circ$ , 突堤の間隔は  $4l$  とした。

突堤を設置すると, 矢田川と第 1 突堤間の洗掘を除いて, その先端を結ぶ線まで一様に堆積が生じるが, 先端までの距離は  $l=40$  m で堆積面積は比較的小さい。

連続堤では堤内および堤外ともかなり広い部分に堆積を生じる。しかし, 汀線に沿って溝状の洗掘が起こり安定した海浜は得られ難い。

今回検討したほとんどの離岸堤は, 天端を水面下  $-0.5$  m に設定し, 比較的多量の波を越波させ, 波とともに飛び込む砂を堤内に堆積させる積極的な方法を採用している。したがって砂は離岸堤の内側から堆積が始ま

り, 汀線に向って砂堆が発達するが, 砂堆がある程度発達すると, 堤内の水面下の断面積が小さくなり, 流速は大きくなる。連続堤においては主にこの流れのために溝状の洗掘が起こる。

連続 T 型堤は, 堤内の流れを阻止するために海岸線から突堤を設け連続堤に連結したもので, これによって溝状の洗掘を防止することができる。しかし平面の形状がます状となるため堤内の排水が困難となる。したがって離岸堤の天端に強い戻り流れを生じ, 堤外側の基礎が洗掘される。また離岸堤を越えて浸入する波浪は, 突堤および汀線に衝突して反射波を生じ, 堤内が著しく乱され, 洗掘が激しい。

次に, T 型堤における堤内波は連続 T 型堤と同じ程度の乱れが生じるが, 開口部が設けられている関係で堤内の排水が良く, 離岸堤前面の洗掘は少ない。しかし開口部に戻り流れが集中し, 開口部の洗掘が激しくなる。

変形 T 型では汀線に沿って発達する流れを突堤によ

て阻止し、溝状の洗掘を防ぐ。また突堤と離岸堤が離れているため堤内の排水はこの部分と開口部に分散し、開口部の深掘れが小さくなる。しかし、離岸堤からの侵入波が突堤に衝突して堤内の乱れが生じ、このため突堤付近が洗掘される。

不連続堤では全般的に堆積が大きく、しかも開口部における洗掘は小さい。この形状の離岸堤では比較的勾配の整った海岸が形成される。しかし矢田川に近い第1離岸堤の背後では汀線付近の洗掘が著しい。突堤と離岸堤を組合せた連続T型堤およびT型堤ではその部分の洗掘がなく、むしろ堆積している。また突堤、離岸堤(連続堤も含む)および変形T型堤の場合ではこの部分はすべて洗掘されている。これは堤内にある程度の堆積が生ずると矢田川河口に向かって流れるので汀線付近の砂が矢田川河口の方向へ運び去られるからである。変形T型堤のような突堤ではこれを防ぐことは困難である。

このように波浪の下流方向に位置する最終端では2次元実験では決定し難いものがあり、波浪の方向などに留意して3次元的に決めなければならない。したがってこの場合は、この部分をT型堤にして洗掘を防ぐ必要があるが、その他の場所では図-10に示す不連続堤を設けることで安定した海浜が得られる。

図-11は不連続堤において開口部 $b=50\text{m}$ とした場合のもので、開口部を広くすると侵入波が大きく、堤内が乱れて、汀線沿いに洗掘が生ずる。

図-12は不連続堤で開口部 $b=30\text{m}$ とし、天端を $D.L.+2.0\text{m}$ にしたものであるが、この場合でも汀線沿いに洗掘が生じ、安定した海浜は得られない。

図-13は安定した海浜が得られた離岸堤(図-10)に対して、波の方向を変えてNW方向の波で検討したものである。このように波浪の方向が変化すると湾全体の漂砂の動行は大きく変化するが、堤内における堆積はN波とほぼ同じようで、この場合でも安定し

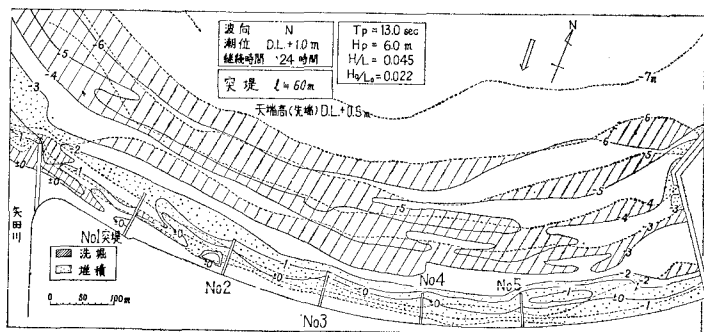


図-5 突堤を設けた場合の漂砂状況

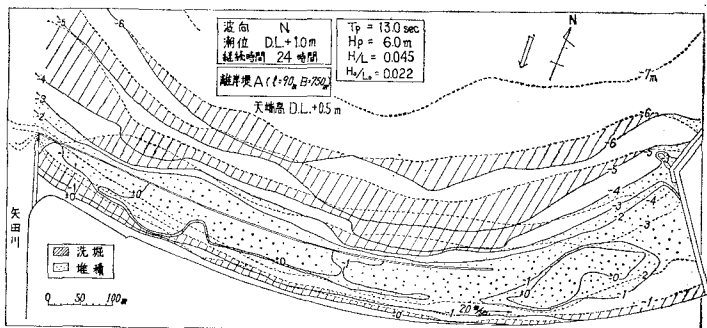


図-6 連続堤を設けた場合の漂砂状況

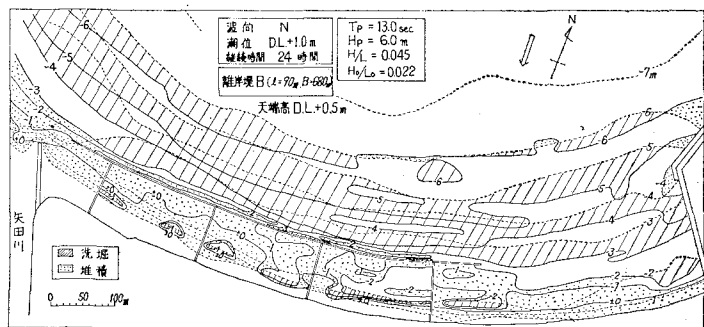


図-7 連続T型堤を設けた場合の漂砂状況

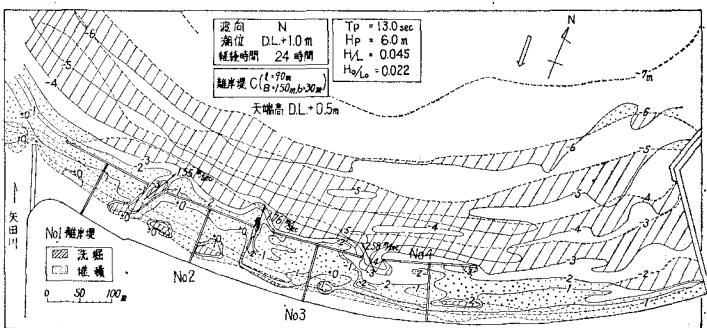
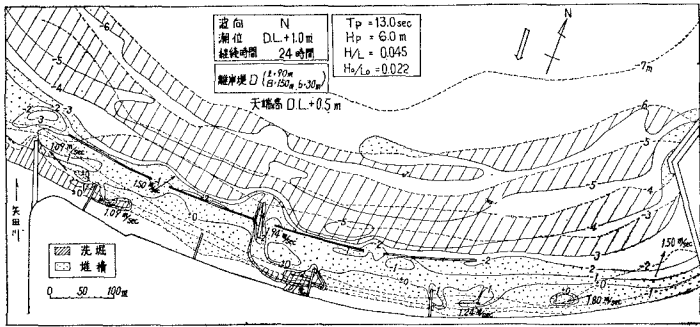
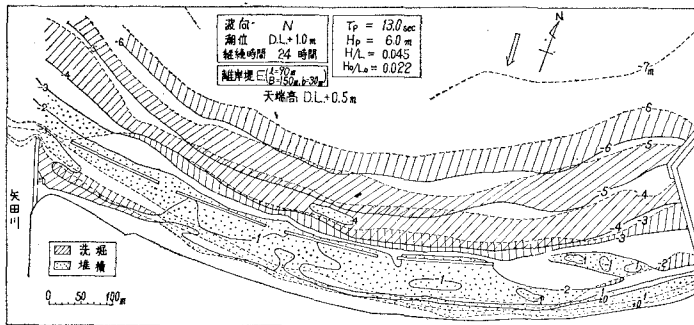


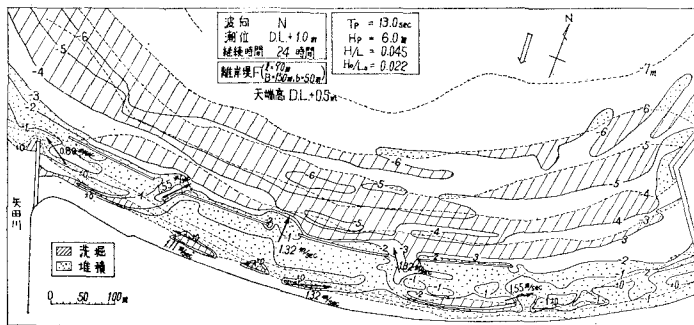
図-8 T型堤を設けた場合の漂砂状況



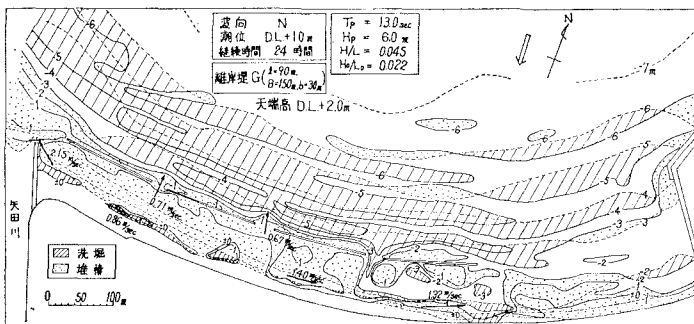
図—9 変形 T 型堤を設けた場合の漂砂状況



図—10 不連続堤を設けた場合の漂砂状況



図—11 不連続堤を設けた場合の漂砂状況



図—12 不連続堤を設けた場合の漂砂状況

た海浜が形成される。

図—14~16 は離岸距離  $l=60\text{m}$ ,  $90\text{m}$ ,  $120\text{m}$ , における海底勾配の変化を示したもので、離岸堤 No. 1~4 およびその開口部の断面を示した。  $l=60\text{m}$  および  $90\text{m}$  では堆積量が大きく、安定した海浜が得られるが  $l=120\text{m}$  では堆積量が小さく汀線付近では深掘れする場合が多い。

以上 3 種類の実験結果によると、離岸距離が小さいほどその堆積量が大きい。しかも汀線付近の洗掘がなく、安定した海浜が得られる。しかし離岸距離が小さいと、堆積面積が小さくなって、広い海浜を得ることができない。したがって安定した海浜を形成し、しかも比較的広い面積を得る離岸距離は  $l=90\text{m}$  である。

図—17 は離岸距離を  $l=90\text{m}$  とし、透過性断面の離岸堤を設置した場合の海底断面の変化を示すものである。

離岸距離を  $l=120\text{m}$ , 天端高 D.L.+2.0m における結果を示すと図—18 のようである。このように離岸距離を大きくとる場合は天端を高くして、浸入波を防ぐことで汀線付近にトンボロが発生する。

#### 4. 結 語

離岸距離を大きくとって、多量の越波を許さないような天端の高い離岸堤を設置すると、トンボロが発生することが知られているが、今回報告した離岸堤は天端を低くして越波を許し、波とともに飛び込む砂を積極的に堆積させようとするものである。したがって漂砂の堆積は主に離岸堤の背後から始まり、汀線方向に延びてゆくもので、離岸距離を大きくとって、天端を低くするとその効果が小さくなる。したがって離岸距離を大きくとる場合は、天端を高くしてトンボロを発生させて海岸を侵食から守る必要がある。

この研究は実験場において離岸堤に関する基礎的応用的研究を行ない、その結果を現地に実施して、実験と現地との比較検討をしようという一連の研究の第 1 報であって、今回は特定の波

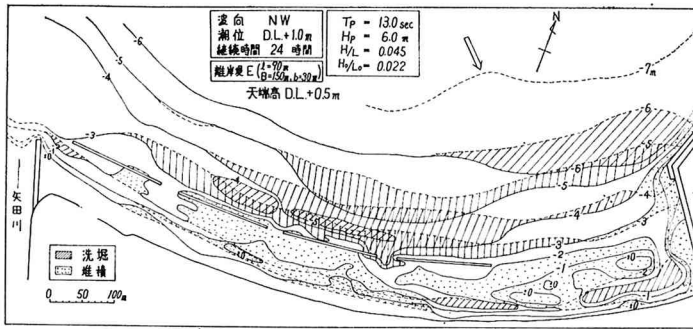


図-13 不連続堤を設けた場合の漂砂状況

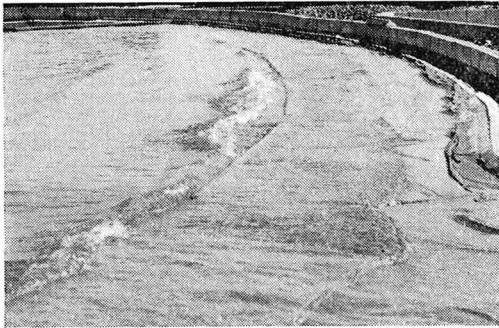


写真-1 不連続堤

$l = 90\text{m}$   
 $B = 150\text{m}$   
 $b = 30\text{m}$

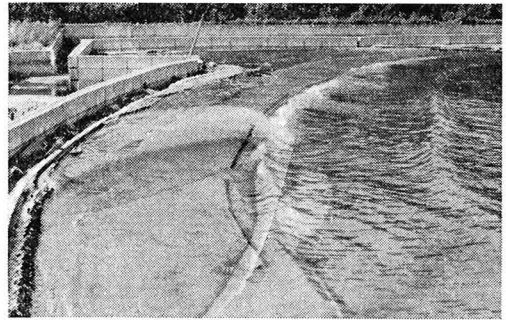


写真-2 不連続堤

$l = 90\text{m}$   
 $B = 150\text{m}$   
 $b = 30\text{m}$

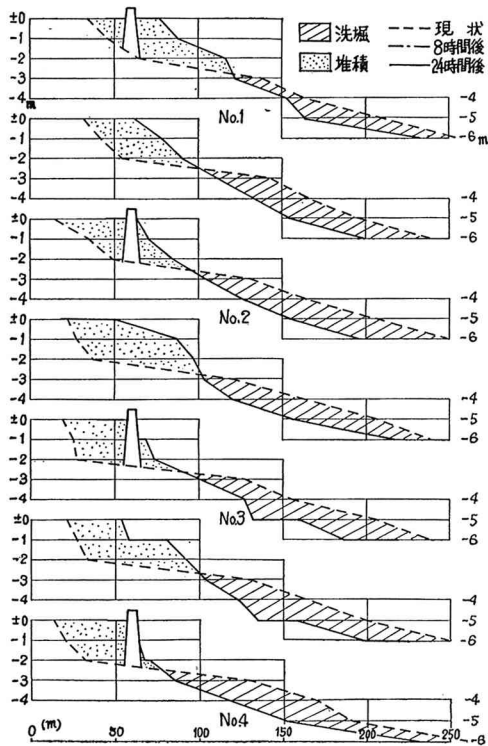


図-14 離岸距離による断面変化

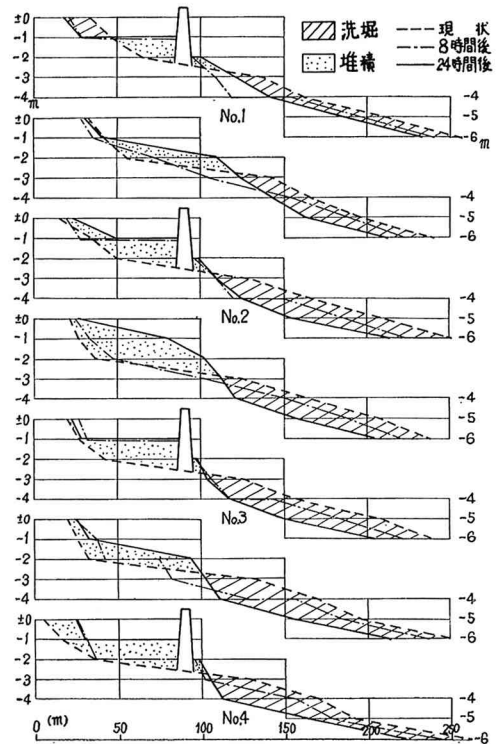


図-15 離岸距離による断面変化

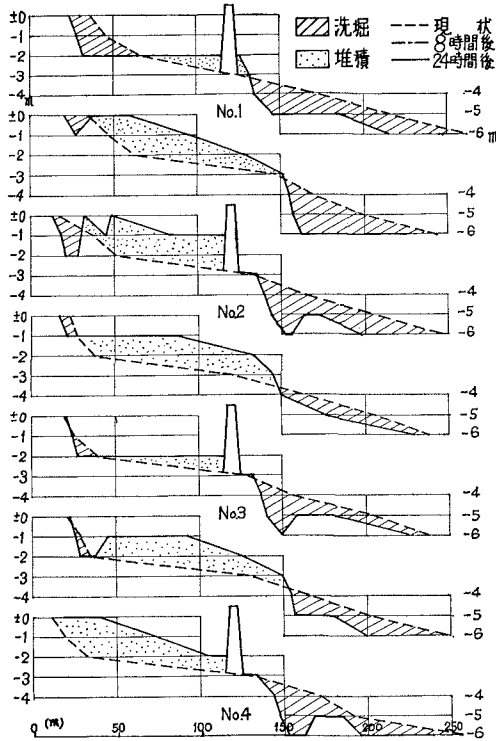


図-16 離岸距離による断面変化

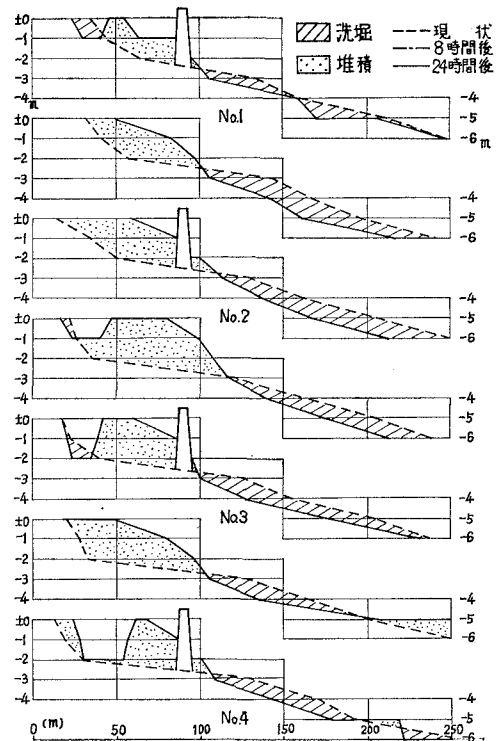


図-17 透過性離岸堤による断面変化

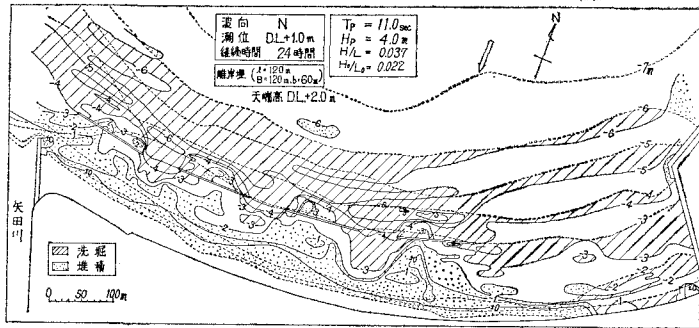


図-18 離岸距離を大きくした場合の状況

浪について平面形状、離岸距離などを求めたが、今後は波浪の特性を変えて、波形勾配、および碎波水深などと離岸距離、天端高、開口幅などの関係を明らかにする予定である。

最後に本実験は当研究室の研究生足立正裕君の協力によって行なわれたことを付記し、謝意を表する。

#### 参考文献

- 1) 篠原謹爾・池田 茂：離岸堤による砂浜変形の特性，第13回海岸工学講演会講演集（1966）
- 2) 豊島 修：離岸堤工法について，第15回海岸工学講演会

講演集（1968）

- 3) 豊島 修：離岸堤の高さについて，第16回海岸工学講演会講演集（1969）
- 4) 中村 充・白石英彦・佐々木泰雄：潜堤による消波について，第13回海岸工学講演会講演集（1966）
- 5) 永井莊七郎：海岸防砂堤に関する研究，第2回海岸工学講演会講演集（1955）
- 6) Shoshichiro Nagai and Hirokazu Kubo：Motion of sand particles between groins, Journal of the Waterways and Harbors Division, Vol. 84, WW 5, ASCE, Dec. 1958