

## II-79

## 可動斜板堤による3次元波浪変形実験

室蘭工業大学大学院 学生員 山 陰 正 博  
 室蘭工業大学工学部 正 員 近 藤 俣 郎  
 大成建設株式会社 正 員 酒 井 雅 史

## 1. はじめに

近年、海洋空間開発において静穏な海域を創出してその内水域を有効利用するために、より経済的でかつ景観を損なわないような構造物の開発が望まれている。

可動式斜板堤(Beach)は、静穏な海域における低コスト性、可動性、景観性に優れた簡易消波施設の一種として開発された(1),(2)。本報文は、従来の二次元水槽実験(3)で得られた水理特性の他に、可動式斜板堤周辺での波浪変形を調査するために、昨年4月に本学、地域共同研究開発センター(CRDセンター)内に造設された、平面水槽で実験を行い、これまで得られた結果を報告するものである。

## 2. 実験装置および実験方法

実験に使用した水槽は、内側寸法が図-1に示すような長さ9.0m、幅6.0m、深さ0.48mの二次元水槽で、厚さ5cmのモルタル水平床を設け、ペンキで表面塗装している。側壁は、内部に計量ブロックを積み上げて表面をモルタル加工したもので、塩化ビニールシートで全体を覆って水漏れを防いでいる。造波機は造波板の長さが7.5mのフラップ式で、規則波を発生させた。また、この実験では、フルードの相似律を用い、模型縮尺は1/20を想定した。波高は容量式波高計により測定しペンオシロで波形を記録した。また反射率の測定は、入反射分離推定法により行った。なお波高データの記録と取得手順は図-3に示してある。また入射波高は、模型なしの状態では模型設置位置より2m前方の波高を測定して、その値を実験の入射波高とした。実験周期は $T=0.8\text{sec}$ 、 $0.9\text{sec}$ 、及び $1.0\text{sec}$ とし、波高は約1cmで行った。模型は固定式斜板堤と可動式斜板堤の2種類(図-2)を用い、個数はそれぞれ3個とし、並べ方を変えて周辺の波高を測定した。

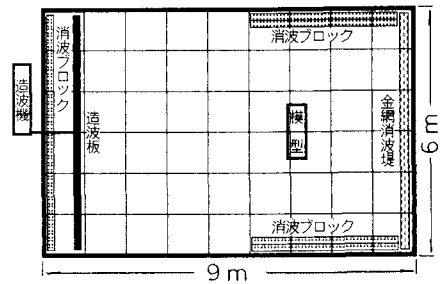


図-1 実験水槽

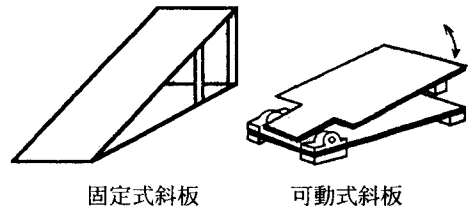


図-2 模型堤体

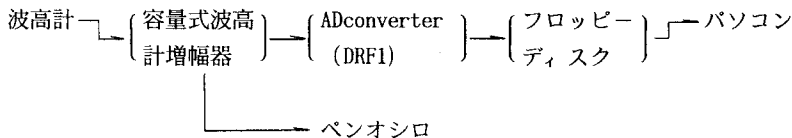


図-3 波高データの記録と取得手順

Three Dimensional Wave Deformation Experiment due to a Movable Breakwater  
 by Masahiro YAMAKAGE, Hideo KONDO, Masasi SAKAI.

### 3. 実験結果と考察

#### (1) 水槽特性実験について

実験水槽は図-1に示したものを使用した。模型を設置する前に、まず模型設置位置周辺の波高を測定した。実験周期は0.8, 0.9, 1.0secで、造波波高は造波板より3mの位置で約1cmとした。波高測定時間は約10secとし、波高はその平均値とした。その波高比分布図を図-4に示す。水槽は左右対称なので、測点は片側に1m間隔で12点取った。また、図に示した数値は入射波高に対する各測点の割合(%)で、上方より周期0.8, 0.9, 1.0secの値を示している。これらの値を見ると、0.8, 0.9secでは、一部を除きどの測点でもほぼ均一な波が認められたが、周期1.0secでは、測点によりかなりばらつきが認められた。これは水槽側面と後端に設置した消波工があまり有効ではなく、壁からの反射の影響が長周期になるほど大きくなるためと考えられる。したがって、模型設置時の波浪変形実験においては、このことを考慮に入れて考察を行った。

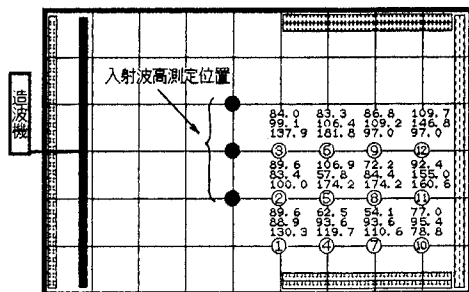


図-4 無堤体時の波高比分布図

〔※各測点の3つの数値は上から順に〕  
周期0.8, 0.9, 1.0secの値を示す。〕

#### (2) 波浪変形実験について

実験は、模型3体を用いて入射波方向に対し垂直に横一直線に並べた形(A型)と、中央の模型を模型長の1/2ずらした千鳥型(B型)について行った。また波を受けて斜板部が動く可動式に対して、斜板部が固定している固定式も用いてこれらの違いを比較検討した。

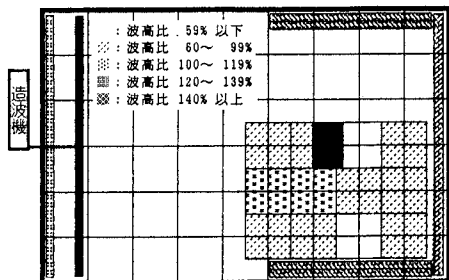


図-5 a T=0.8secにおける固定式斜板堤  
(A型)の模型周辺波高比分布

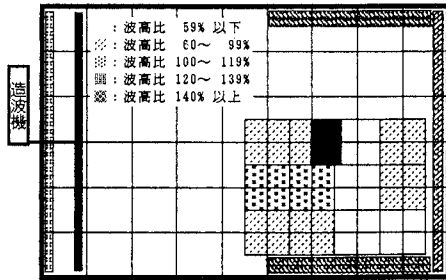


図-5 b T=0.8secにおける可動式斜板堤  
(A型)の模型周辺波高比分布

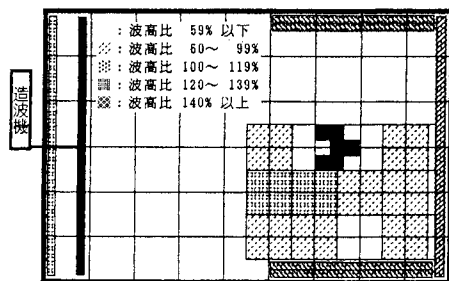


図-5 c T=0.8secにおける固定式斜板堤  
(B型)の模型周辺波高比分布

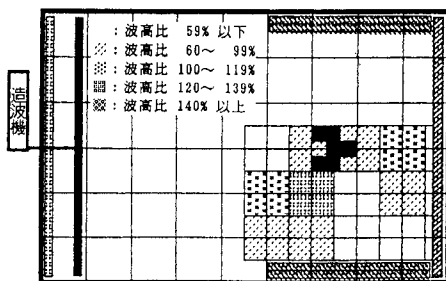


図-5 d T=0.8secにおける可動式斜板堤  
(B型)の模型周辺波高比分布

(a) 固定式と可動式による相違

図-5 a～5 dは、周期0.8secにおける固定式と可動式両方の、模型周辺の波高比分布を示している。まず同一模型において、図-5 aと5 b, 5 cと5 dを見ると、(1) 全体的に見て固定式よりも可動式の方が、波高比は小さめにしている。(2) 可動式の方が測点によるばらつきは小さい。(3) B型で比較すると、模型のすぐ後方の位置(測点⑨)での波高比が、可動式よりも固定式の方が小さい。(4) A型では認められなかったが、B型において模型前面の測点③、⑥における波高比の大小が逆転した。などの現象が認められた。(1), (2)について考えると、可動式は波を受けて斜板が可動するために、波を後方へ伝達させてしまい、模型の反射の影響が固定式に比べて軽減され、全体的にばらつきが小さくなると考えられる。一方固定式は、斜板が動かないので反射の影響が大きくなり、模型前方で波高比が大きくなると考えられる。(3)について、考えると固定式では波を前方へ反射する割合が大きいことが考えられ、このことは後述する反射率のデータからも分かる。(4)については、これはA型には見られないことから、模型をずらすことによって生じ、なおかつ、可動させることによって起こる現象であると考えた。つまり可動式の場合、従来の固定式構造物が波を受けたときに四方八方へ散乱する波(散乱波)を生じるが、そのほかに斜板の運動を伴った造波運動による波(発散波)も発生していて、これらの波の合成波と位相の違いによって入射波を打ち消したり、または増幅しあっていることが考えられる。(4)の現象はそれらの波と位相差によって生じたものと思われる。

(b) 周期による相違

図-6, 7は、周期0.9, 1.0secにおける可動式のB型の波高比分布を示している。図-5 d(周期0.8secにおける可動式のB型の波高比分布図)と合わせて見ると、(1) 測点⑪, ⑫において周期によらず波高比が大きい。(2) 測点⑤で周期0.8secのとき波高比は高く出ているが、0.9, 1.0secでは小さい。(3) 周期0.9secのとき、波高比が測点によらずほぼ一様となった。(4) 周期1.0secのときは、模型前方の波高比が特に高い。などのことが分かった。(1)は模型の影響というよりは、水槽特性のところでも取り上げたが、水槽の後端の消波工があまり有効に機能していないことによる反射の影響が、大きいものと考えられる。(2), (3), (4)はそれぞれ特定の周期に現れる現象であり、このことは、前述した散乱波と発散波及び入射波によって決まるものと考えられ、模型が、特定周期によって、周期特有の動きをしていることから生ずる現象と思われる。この中には、模型をずらしたことにより、中央の模型と両端の模型の動きの違いによって生じる、発散波の位相のずれも関係しているものと思われる。更に、(2)の様な現象が起きるということは、発散波は模型の前後だけに生じるものではなく横方向にも生じていて、これらも関わりあっているものと思われる。

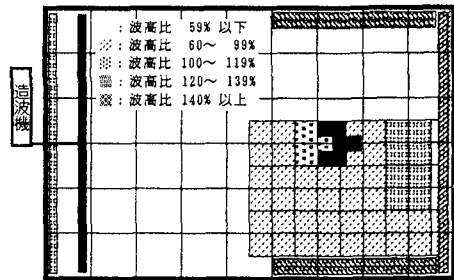


図-6 T=0.9secにおける可動式斜板堤(B型)の模型周辺波高比分布

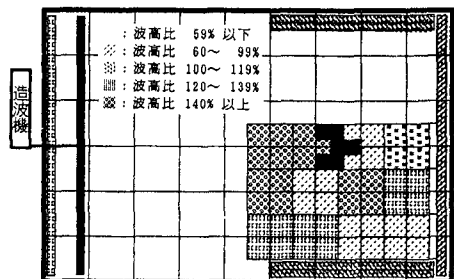


図-7 T=1.0secにおける可動式斜板堤(B型)の模型周辺波高比分布

### (3) 反射率とその考察

反射率は、模型前面約1mの地点に3本の波高計を10cm間隔で設置して波高データを取得し、レコーダー(DRF1)に記録して、そのデータを入反射分離推定法のプログラムにかけ、反射率を得た。模型の形状はA、Bの2つで行い周期は $T=0.8, 0.9, 1.0\text{sec}$ とした。計測時間は、波浪変形実験と同じく模型に波が到達してから10secで行った。図-8は、固定と可動両タイプのA、B型の反射率を示している。図は横軸に $Q/L$ (模型長と波長の比)を取り縦軸に反射率 $K_r$ を取って表した。記号は○をA型、△をB型として可動式を黒塗りで表示した。この図より以下のことが認められた。(1) 全体的に見て、固定式よりも可動式の方が反射率は小さく出た。(2) 可動式の周期1.0secで抜きん出た値が出た。(3) 可動式の周期0.9secで非常に小さな値を示した。(4) 固定式ではA型の方が大きな値を示しているが、可動式ではB型の方が値が大きくなっている。これらについて考

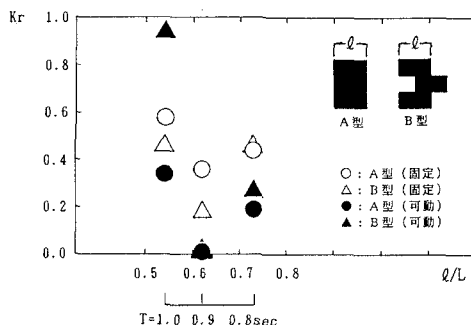


図-8 堤体の反射率

えるとまず(1)は、波浪変形実験の考察でも記述し

たように、可動式の方は波を受けて斜板が動くために、固定式に比べて波を後方へ伝える割合が高いと考えられ、反射率も小さくなると思われる。また(2)の様に、一つだけ大きな値を示すことは、模型を $Q/2$ ずらしたことにより、この周期において入射波と発散波、散乱波とがそれぞれ増幅し合ったためと考えられる。また(3)は、模型をずらしてもずらさなくても、周期0.9secにおいて小さな値を示しているが、(1)で示したとおり動かすことによって更に小さくなっていることと、波浪変形実験でも示したことだが、周期0.9secにおいて波高比がほぼ一様となっていたことから、この周期では入射波、発散波、散乱波がそれぞれ打ち消し合っているものと考えられる。(4)については、固定式の方は、A型よりも模型を $Q/2$ ずらしたB型の方がその分隙間ができるため、反射率は小さくなくなると考えられ、可動式ではその位相差と入射波、発散波、散乱波の関係で、B型の方が大きくなったと考えられる。

### 4. まとめ

可動式斜板堤は波を受けて斜板が動く構造物のため、従来の固定式で生ずる散乱波のほかに造波運動による発散波も生ずるため、波を発散させる。これにより構造物前方への反射の影響が固定式に比べて軽減され、全体的に周辺波高のばらつきが小さくなり、周期と模型の並べ方によってはほぼ一様の波高分布を示すことが分かった。発散波と散乱波の合成波と入射波の位相差によっては部分的にかなり波高を小さくしたり、また逆に増幅させたりできることも分かった。以上のことから、可動式斜板堤ではこれらの特性を生かして、現地の波浪特性に対応した平面配置方法を考案することで、二次元では見出されなかった低反射、低伝達の高性能な消波施設となる可能性が認められた。

最後に本研究に協力してくれた4年目卒論学生の野呂昌司、三井功如君に深く感謝致します。

### 5. 参考文献

- 1) 田中良弘・酒井雅史・近藤俊郎：可動斜板堤(BEACH)の水理特性について，土木学会第45回年次学術講演会概要集，1990。
- 2) 酒井雅史・吉田敦・近藤俊郎：可動斜板堤の消波・波力特性について，土木学会第46回年次学術講演会概要集，1991。
- 3) 吉田敦・酒井雅史・近藤俊郎：可動斜板堤(BEACH)の動揺と消波の特性，土木学会北海道支部論文報告集(第47号)，1992。
- 4) 近藤俊郎・竹田英章：消波構造物，森北出版，1983。