

# II-61 浮防波堤に関する研究

大阪市立大学 正員 工博 永井 莊七郎  
同 上 正員 〇久保 弘一

## 1 諸言

近年各地で大規模な浚渫、埋立工事が実施され、多数の大型浚渫船が稼働している。これら工事の遅速は浚渫船の稼働率、特に冬期季節風時の稼働率に支配されることが多い。従って工事能率を促進するためには、多少の荒天時にも浚渫船が充分稼働し得るような比較的静穏な水面(作業可能な最大波高は70~80cm程度と言われている)を作る必要がある。このためには可動防波堤によって外海の波浪を遮断することが考えられる。可動防波堤としては、空気防波堤、浮防波堤、流れによる防波堤等種々のものが内外の諸国で考案、実施され、港内の静穏維持等に役立っているが、

いづれもかなり大規模で、かつ相当の経費を要するもので、浚渫水面の静穏維持の目的のためには、経費、移動の頻度等の点から見てやゝ不適当であると考えられる。それ故、浚渫工事には必ず使用され、かつ移動も容易な排砂管用フロートを改良して浮防波堤として利用することを考え、この浮防波堤の配列、吃水、繫留方法等と波高減衰効果との関係について研究を行なったのである。

## 2 波のエネルギーの分布

波のエネルギーは水面付近に集中し、深さを増すにつれて急激に減少する。いま波長 $L$ 、水深 $h$ 、波高 $H$ であるとき、水面から水深 $C$ までのエネルギー $E_c$ は、Gerstnerのトロコイド波理論によれば次のようになる。

$$E_c = \frac{1}{8} \rho g H^2 L \left[ 1 - \frac{1}{2} \left\{ \left( \frac{\sinh \frac{2\pi}{L}(h-C)}{\sinh \frac{2\pi}{L} h} \right)^2 + \frac{\sinh \frac{4\pi}{L}(h-C)}{\sinh \frac{4\pi}{L} h} \right\} \right]$$

$$\therefore E_c/E = 1 - \frac{1}{2} \left\{ \left( \frac{\sinh \frac{2\pi}{L}(h-C)}{\sinh \frac{2\pi}{L} h} \right)^2 + \frac{\sinh \frac{4\pi}{L}(h-C)}{\sinh \frac{4\pi}{L} h} \right\} \quad (1)$$

ただし、 $E = \frac{1}{8} \rho g H^2 L$ ；水面から水深までの全エネルギー  
従って吃水 $C$ の浮防波堤を設置すれば、これによるエネルギーの反射率 $r$ 、透過率 $i$ は

$$r = E_c/E, \quad i = \frac{E - E_c}{E} = 1 - r \quad (2)$$

堤内に侵入する波浪は $E_c$ なるエネルギーによって再生されるから、堤内外における水深、波長が変化しないとすれば、堤内の波高 $H'$ は

$$H' = H\sqrt{1-r} = H\sqrt{\frac{1}{2} \left\{ \left( \frac{\sinh \frac{2\pi}{L}(h-C)}{\sinh \frac{2\pi}{L} h} \right)^2 + \frac{\sinh \frac{4\pi}{L}(h-C)}{\sinh \frac{4\pi}{L} h} \right\}} \quad (3)$$

波浪条件として水深 $h = 9m$ 、周期 $T = 4 \sim 6sec$ 、波高 $H = 1 \sim 2m$ の場合について、浮防波堤吃水 $C$ と堤内外波高比 $H'/H$ との関係(3)式から求めると図-1の通りである。図-1によれば、 $C = 2.5m$ 程度にすれば波高は50~70%に減少するから、 $H < 1.5m$ の波についてはほぼその目的を達することが出来、 $C = 1.5 \sim 2m$ では波高は60~80%になるから、 $H < 1m$ の波では波高は80cm以下となる。

## 3 実験施設

**実験水槽** 長さ58.5m、幅10m、深さ1.5mのコンクリート水槽で(図-2参照)、一端にフラッター型造波機を設置し、他端は反射波の影響をさけるため消波構造の斜面とし、 $1/10$ の縮尺で実験を行なった。

**浮防波堤** 重量約36tのフロートを対称とし、この $1/10$ 模型を相互に連結して浮防波堤と

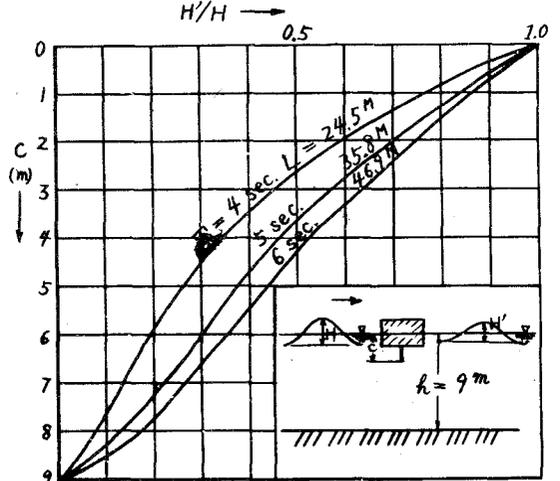


図-1 C-H'/H 曲線

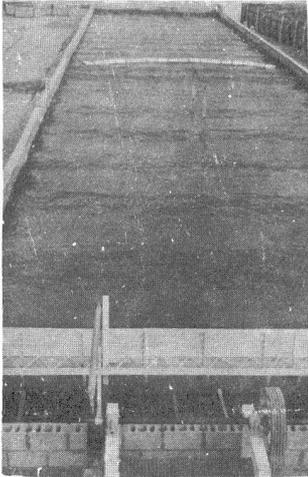


図-2 実験水槽

のため、フロート下部に図-3のように遮浪板を取付けた。遮浪板の高さは1m, 2m(模型では10, 20cm), 従って吃水 $c$ は1.5m, 2.5mの2種とし、長さ $l$ は6m(模型では60cm)として隣接の遮浪板と互いにoverlapさせるようにした。

**波浪** 波高は $H_p$ は1~2m(模型では $H_m=10\sim 20\text{cm}$ ), 周期 $T_p$ は4~6sec( $T_m=1.27\sim 1.90\text{sec}$ ),  $L_p=24\sim 47\text{m}$ ( $L_m=2.45\sim 4.7\text{m}$ ), 水深は常に $h_p=9\text{m}$ ( $h_m=90\text{cm}$ )とした。

#### 4 実験結果およびその考察

浮防波堤を1列にならべた場合(図略)  $c=1.5\text{m}$ ,  $c=2.5\text{m}$ とも波高減衰効果はほとんど見られず、 $T$ は4~6secで $H'/H=0.9\sim 1.02$ , 特に周期の長い場合には減衰効果は全く見られなかった。また遮浪板の深さによる相異もほとんどない。この原因は、フロートが左右に連結されているだけで、上下方向の運動は何ら

した(図-3)。フロートの吃水は排砂管を搭載しない場合の吃水(約45cm, 模型では45cm)に合せたが、模型を注意の吃水にし得るように重量調節孔を設け、フロート内部に砂を入れて重量を調節した。

#### 遮浪板 フロートの吃水を大きくする

の吃水を大きくする

の拘束をうけていないため、フロートは波浪に完全に同調して上下するたため、特に急勾配の波では、波の斜面にのって大きく前後に傾く。このような状態があるため、浮防波堤前面での波の反射はほとんど観察出来なかった。従って浮防波堤1列を anchor なしで並べただけでは、波高を減衰することは困難であることがわかった。減衰効果を大なりしめためには(a)浮防波堤を2列以上にす。 (b) anchoring を行なってフロートの運動を抑制する。(c) 浮体の重量を大きくする。などが考えられるが、まず浮防波堤を2列にした場合の波高減衰効果について述べる。

2列にならべた場合の波高減衰効果(図-4) 浮防波堤を2列に並べた場合にも、遮浪板の深さ1mの場合には1列の場合に比べてあまり効果はないが、遮浪板を2mにするると、1mの場合に比べて波高減衰率が大きく $H'/H$ は70~90%程度となる。従って2列の場合には、遮浪板の深さが波高減衰に及ぼす効果はかなり大きい。(図-4)は浮防波堤の列間隔 $l=10\text{m}$ とした場合であるが、列間隔によって波高減衰効果が異なると考えられるので、列間隔 $l=20\text{m}$ の実験を行った。その結果によると、全体的に $l=10\text{m}$ の場合の方が $H'/H$ がやや小さくなっている。目で観察した結果でも、 $l=10\text{m}$ 場合には浮防波堤の前列を通過した波浪が後列の浮防波堤で反射しているのが明らかに認められる。

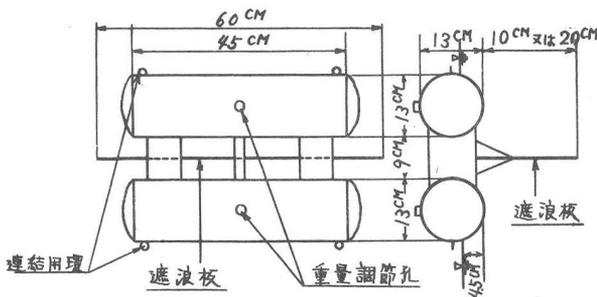


図-3 フロート模型

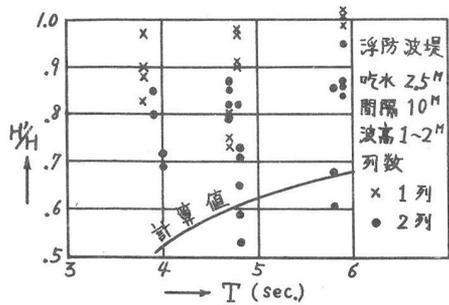


図-4 波高の減衰