

# II-78

## 海中構造物を通過する波に関する実験的研究

北見工業大学工学部 正員 鵜目 淑範  
 北見工業大学工学部 学生員 野村 俊明  
 北見工業大学工学部 正員 佐藤 幸雄  
 北海道大学工学部 正員 浜中 建一郎

### I. まえがき

近年、海岸に構造物を設置する場合、かつての岸壁などのように完全反射体として波を遮断する形の構造物より波をある程度通過させる形の没水型の構造物を用いることが多くなっている。没水型構造物にも潜堤などのように底部を海底に固定している場合や、基本的に構造物を海底に接触させていない水中構造物がある。これらの海中構造物を通過する波については、反射、回折や、流れの場などに関して種々研究が進められてつある。

本研究においては、海底に接していない水中構造物を考え、この構造物を波が通過した場合について取り扱うこととする。構造物の形状としては、円柱形、角柱形を考えそれぞれ波向に平行におき、構造物前面並びに背後の波形を測定し、入反射分離を行い、構造物前後での波の挙動について調べてみた。

### II. 実験装置および実験方法

本実験には、図-1の様な長さ20m、幅25cm、深さ50cm、の銅製片面ガラス張り水槽を使用し、造波機は吸収式造波装置で、波形の測定には容量式波高計を使用し、図-1のように設置した。造波板背後ならびに水槽末端には、砂利等で消波帯を設けている。

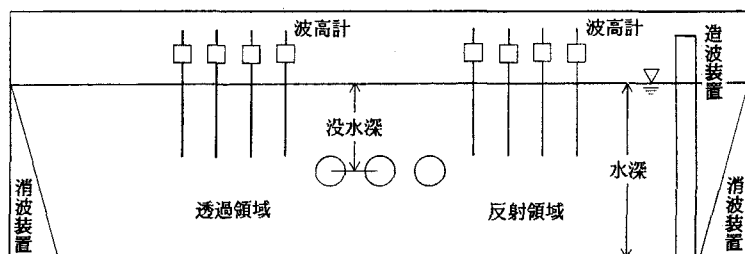


図-1 実験装置

表-1 実験CASE

| CASE | 構造物数 | 水深 $h$<br>(cm) | 没水深 $h_d$<br>(cm) | 構造物間隔 $b$<br>(cm) | $D$<br>(cm) | 周期 $T$<br>(sec) | 入射波高 $H$<br>(cm) |
|------|------|----------------|-------------------|-------------------|-------------|-----------------|------------------|
| I    | 3    | 30<br>35       | 15<br>20          | 20                | 5           | 0.8             | 2.0              |
| II   | 1    |                |                   |                   | 5           | 1.0             | 4.0              |
| III  | 3    |                |                   |                   | 2           | 1.4             | 6.0              |
| IV   | 1    |                |                   |                   | 2           | 1.4             | 8.0              |

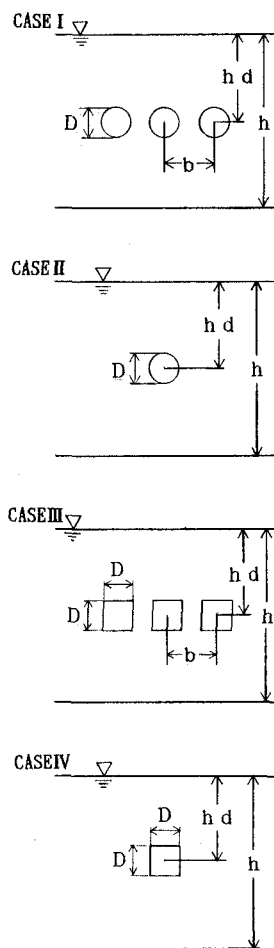


図-2

Experimental study of the waves passing over the underwater structures, by Yoshinori YONOME, Yukio SATOH, Ken-ichiro HAMANAKA and Toshiaki NOMURA

実験CASEとして表-1のように水深  $h=30\text{cm}$ ,  $35\text{cm}$  の2種類、波高は造波波高で、 $H=2\text{cm}$ ,  $4\text{cm}$ ,  $6\text{cm}$ ,  $8\text{cm}$  の4種類、造波周期は、 $T=0.8\text{sec}$ ,  $1.0\text{sec}$ ,  $1.4\text{sec}$  の3種類とした。構造物模型の大きさは、円柱は直径  $D=10\text{cm}$ ,  $4\text{cm}$  の2種類、角柱は辺長  $D=10\text{cm}$ ,  $4\text{cm}$  の2種類の正四角柱を使用した。円柱は塩化ビニール管を、角柱は木材を使用し表面はアクリル塗装を施し、それぞれ水槽幅に切り、水槽側面に目地材で固定している。また構造物は、図-2の様に設置様式を変化させている。

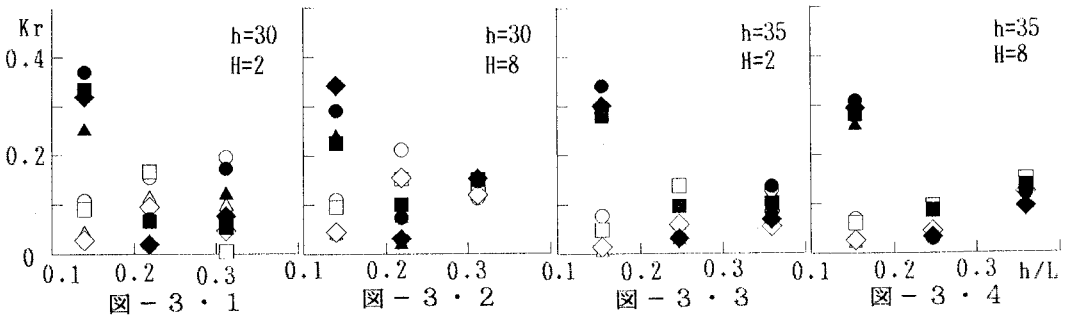
波形の測定にあたっては、サンプリングタイム  $t=0.01$  とし、それぞれ1000個を記録した。入・反射波、透過波の解析は、合田らの方法（合田法）<sup>1)</sup> と、最小2乗法（2乗法）<sup>2)</sup> の2つの方法で行った。

### Ⅲ. 実験結果と考察

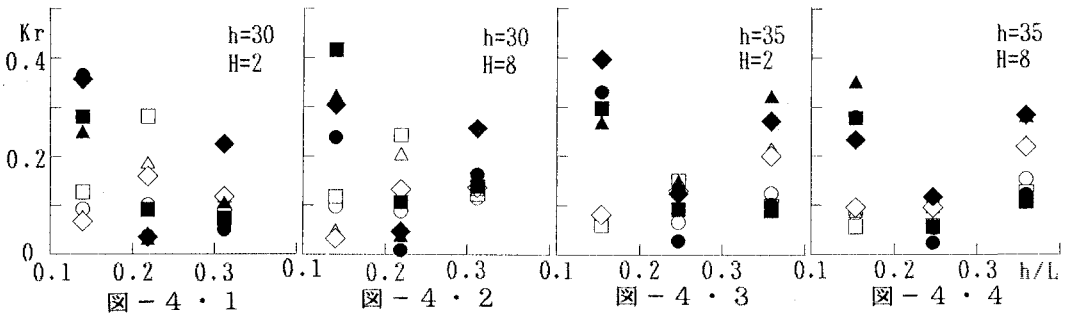
図-3, 4は構造物の反射率  $K_r$  を、CASEごとに分けて示したものである。図を見ると水深  $h$  で比較した場合、 $h=30\text{cm}$  の方が  $h=35\text{cm}$  より  $K_r$  が大きく、構造物本数で比較した場合、CASE I, IIIの方がCASE II, IVより  $K_r$  が大きいことが分かる。しかし、CASE I  $D=4\text{cm}$ , II  $D=4\text{cm}$  の場合と、CASE II  $D=10\text{cm}$  の場合には上記と逆の傾向を示している。周期別に見ると、 $T=1.0\text{sec}$  の場合に他の周期と比較して2乗法では  $K_r$  が大きく現れる。とくにCASE II  $D=10\text{cm}$  の場合その傾向は顕著であるが、合田法では逆に  $T=1.0\text{sec}$  で小さくなっている。 $h=30\text{cm}$  の場合には  $T=0.8\text{sec}$  で2乗法と合田法の  $K_r$  値はほぼ一致した値を示し、 $h=35\text{cm}$  の場合  $T=1.0$ ,  $0.8\text{sec}$  で  $K_r$  値は一致している。

図-5, 6は透過率  $K_t$  を各CASEごとに示したものである。図を見ると水深  $h=30\text{cm}$  の方が  $h=35\text{cm}$  より大きい。構造物本数ではCASE II, IVの方がCASE I, IIIより  $K_t$  は大きい、CASE I  $D=10\text{cm}$  の場合  $K_t$  は大きくなる。また  $T=1.0\text{sec}$  の場合、2乗法では  $K_t$  が大きく現れ、 $h=30\text{cm}$  で  $K_t$  がほとんど1を上回っているが、合田法では逆に  $T=1.0\text{sec}$  で  $K_t$  は小さく現れている。入射波高  $H$  に関しては、 $H$  が大きい程透過率

$K_r$  CASE III, IV



$K_r$  CASE I, II



2乗法 : ○CASE III  $D=10\text{cm}$  □CASE IV  $D=10\text{cm}$  △CASE III  $D=4\text{cm}$  ◇CASE IV  $D=4\text{cm}$   
 合田法 : ●CASE III  $D=10\text{cm}$  ■CASE IV  $D=10\text{cm}$  ▲CASE III  $D=4\text{cm}$  ◆CASE IV  $D=4\text{cm}$

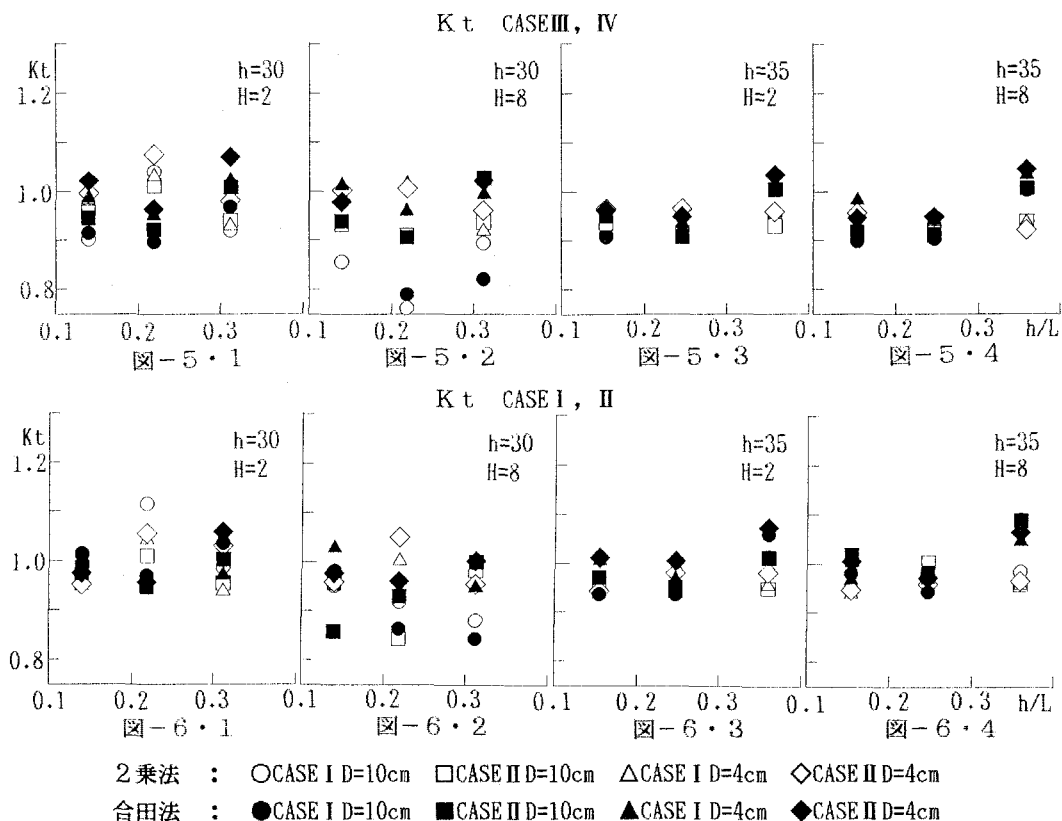
Kt は小さくなっている。

図-7, 8は各CASEの入射波高 $H_i$ と構造物のないCASEの入射波高 $H_{ical}$  との比を構造物の沖側、岸側別に示したものである。図-7を見ると、円柱形の場合の方が角柱形と比較して $h=30\text{cm}$ 、 $h=35\text{cm}$ ともに乱れが小さい。 $h=35\text{cm}$ の場合には、CASEIVD=10cmを除いて構造物本数に関係なくほぼ一定の値を示しているが、 $h=30\text{cm}$ の場合にはCASEIII, IVと角柱の時に乱れが生じているが、CASE I, IIの円柱の場合には、あまり大きな乱れは生じていない。周期Tに関して見ると、 $h=30\text{cm}$ の場合 $T=1.0\text{sec}$ で $H_i/H_{ical}$ は大きくなる。特にCASE I D=4cm, II D=10cmの場合にこの傾向が顕著である。入射波高Hで見ると、CASE II, IVの $h=35\text{cm}$ の場合Hが大きくなると $H_i/H_{ical}$ が小さくなる。

図-8の岸側では、 $h=35\text{cm}$ の場合にはCASEIVD=10cmを除いて、ほぼ一定の値を示しているが、 $h=30\text{cm}$ の場合には各CASEとも乱れが大きく現れ、ほとんどのCASEで、1.0以下の値を示している。これは、水深が小さいほど没水深が小さくなり、構造物による影響が大きく現れるためと考えられる。 $h=35\text{cm}$ の場合には、入射波高Hが大きいが $H_i/H_{ical}$ は小さくなる。

図-9, 10は、構造物前後の波高計に記録された波形の波高中分面と静水面との差で、FSWLは沖側、BSWLは岸側の値である。図-9においては $h=35\text{cm}$ の場合、 $h=30\text{cm}$ の構造物1本の場合には、ほぼ0付近で一定の値を示しているが、 $h=30\text{cm}$ の構造物3本の場合には各CASEで乱れた値を示す。 $h=30\text{cm}$ の場合CASEIIIでは波高中分面は静水面よりかなり低くなる。しかしCASE I D=10cmの場合には逆に波高中分面が高くなっている。

図-10では、 $h=30\text{cm}$ 、 $h=35\text{cm}$ ともに各CASEで、波高中分面は静水面より高くなっている。特に構造物が3本の場合には、その傾向が強くなり、板状構造物に波が遡上しているような状態になっていると考えられる。



#### IV. おわりに

今回の実験においては、周期が3種類と少なかったため、傾向が明確には出来なかった。今後は周期の種類を増やすとともに、楕円形状構造物についても実験を行っていきたい。また実験と同時に、Green関数などを用いた数値解析も行っていく必要がある。最後に本研究をまとめるにあたって、多大な協力をしてくれた高沼英範君に謝意を表します。

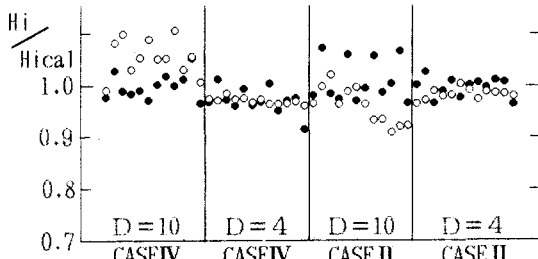


図-7・1 Hi/Hical 沖側 構造物本数1本

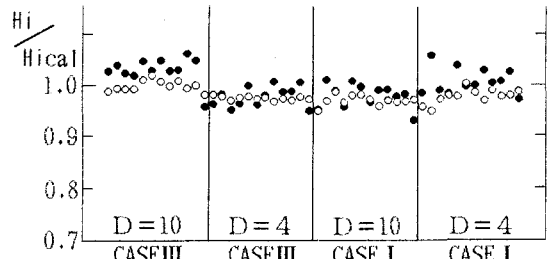


図-7・2 Hi/Hical 沖側 構造物本数3本

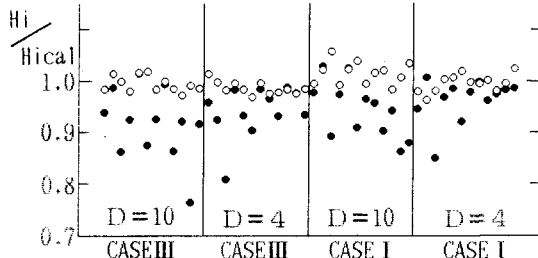


図-8・2 Hi/Hical 岸側 構造物本数3本

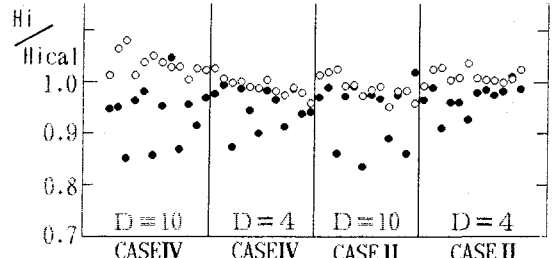


図-8・1 Hi/Hical 岸側 構造物本数1本

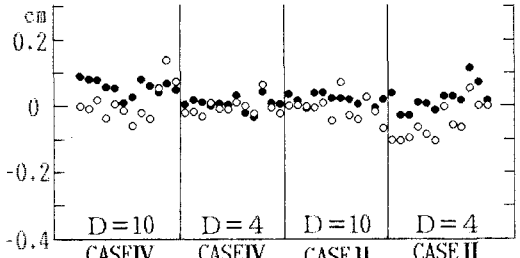


図-9・1 FSWL 構造物本数1本

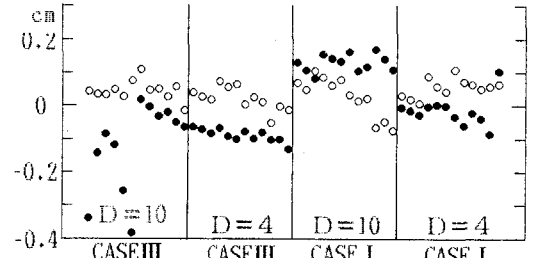


図-9・2 FSWL 構造物本数3本

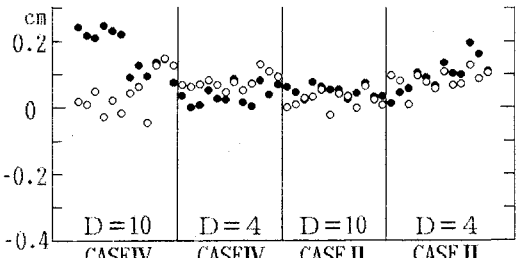


図-10・1 BSWL 構造物本数1本

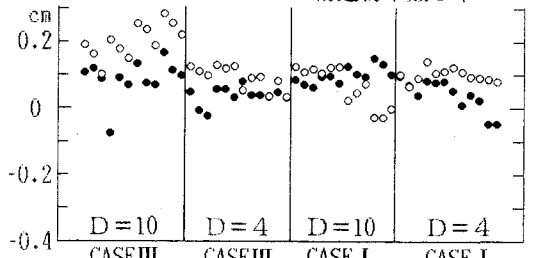


図-10・2 BSWL 構造物本数3本

図-7～10 凡例 ● h=30cm ○ h=35cm

#### 【参考文献】

- 1) 合田・鈴木・岸良・菊地；不規則波実験における入反射波分離推定法、港湾技研資料、1976
- 2) 鯉目・佐藤・浜中；最小2乗法を用いた入反射波分離法について、土木学会北海道支部論文報告集第49号、1994