

II-81 波動場中のシートの運動に関する基礎的実験

北見工業大学工学部	正 員	鰺 目 淑 範
北見工業大学工学部	学生員	福 田 健
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
東急建設株式会社	正 員	加 藤 雅 也

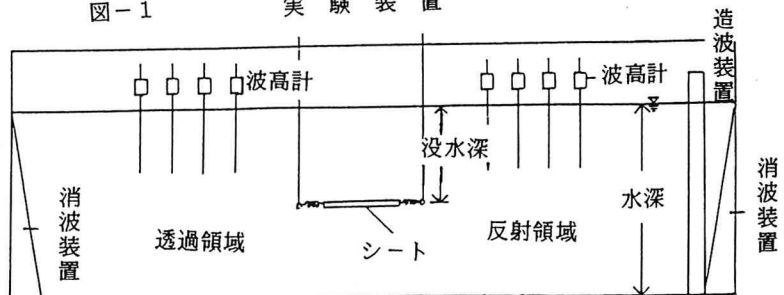
I. まえがき

最近、海浜あるいは陸岸より少々離れた海中に波浪制御を目的として種々のタイプの消波構造物を設置することが考えられ、その性能、効果について研究が行なわれている。その中でも構造物が水面より突出しないような没水型の構造物で、しかも、波浪制御の特性が優れているものが海上の景観および船舶の航行等の問題から要求されている。また、このような没水型の消波構造物の研究としてはすでに可撓性シートおよび硬質板を使用した場合の研究¹⁾が行なわれ、ある程度の消波効果が得られることが述べられている。

その他では古くから潜堤による消波効果の研究も多く見られる。本研究では基本的に上述の没水型の可撓性シートの研究に沿ったものであるが、新しいタイプと云えるのは可撓性シートの両端にスプリングを取り付け、そのスプリングの個数を変えることによってシートに加わる張力を変化させ、波浪制御の効果を調べることである。しかし、この種の問題を実験的に調べようとするとき、構造物に関する条件と波浪に関する

水理条件との組合せから多くの実験CASEが必要となる。そこで今回は基礎的実験としてシートの長さが一定の場合、主としてシートに加える張力の変化に対するシート設置箇所前後の反射率および透過率について調べることにした。その結果シートに加える張力が波浪制御に大きく関与していることが見出されるのでここに報告するものである。

図-1 実験装置

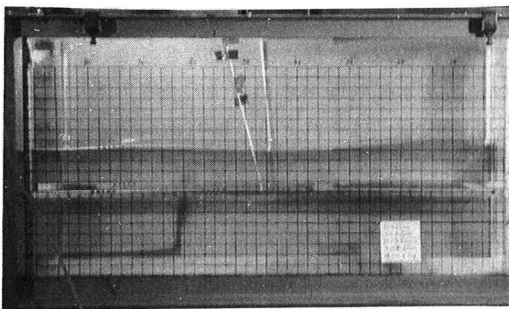


無次元初期張力; $T_0 / \rho g h^2$

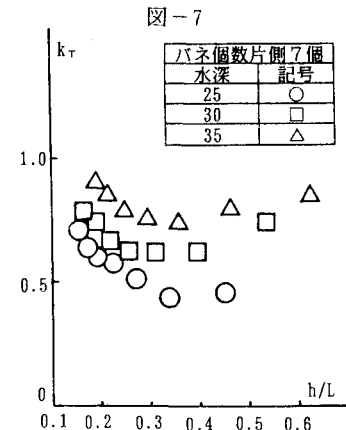
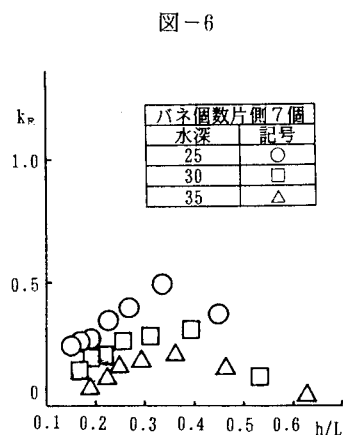
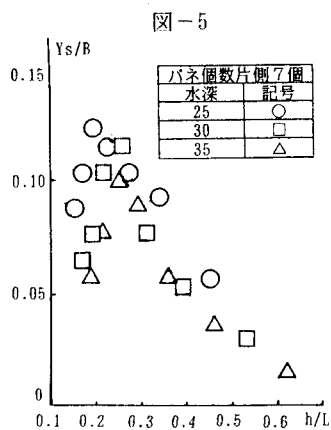
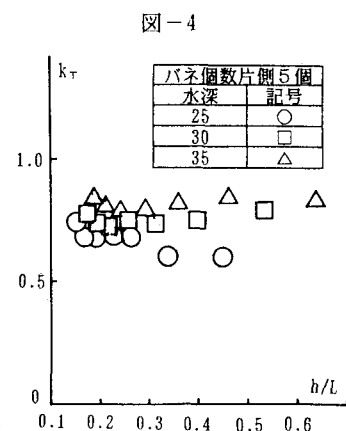
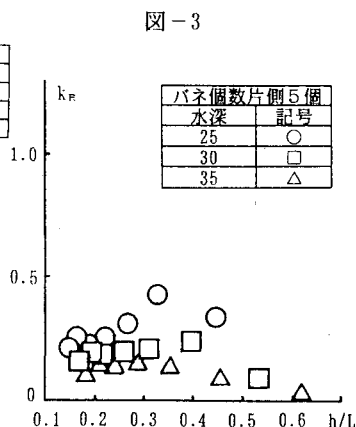
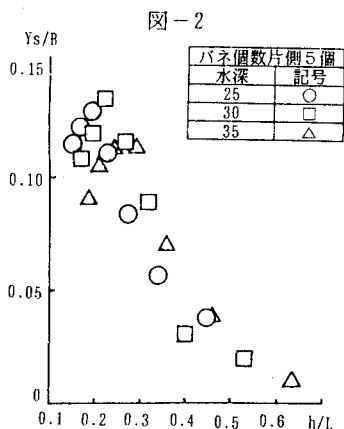
写真-1 $h=25\text{cm}$ スプリング個数 9個
 $T=0.7\text{sec}$

表-1 実験条件 シートの長さ 26(cm)

水深(cm) h	没水深(cm) h_2	バネ個数 (片側)	張力(kg) $T_0/2$ (片側)	実験波	
				周期 $T(\text{sec})$	入射波高 $H(\text{cm})$
35.0	19.3	5	1.025	0.6 ∫ 1.2	2.0 ∫ 4.0
30.0	14.3	7	1.525		
		9	2.150		
25.0	9.3	11	2.450		



Experiments for flexible sheet in wave field, by Yoshinori YONOME, Ken FUKUDA, Yukio SATO, Ken-ichiro HAMANAKA and Masaya KATO.



II. 実験装置および測定方法

造波水槽は幅25cm、深さ50cm、長さ22cm、で側壁は片面ガラス張り、他方の側壁と底面は鋼板製の上に塩ビ板を張ったものである。造波板から9.0mの水槽中央部にアルミ製の部材で枠組みを作り実験用シートの取付装置とした。造波には吸収式造波装置を使用した。造波水槽の他端に小砂利を使用した傾斜面を作り消波帯とした。この消波帯からの反射波は入射波の約2%程度となっている。波高の測定には容量式波高計を使用し、図-1に示すようにシート設置箇所の沖側（反射領域）と岸側（透過領域）の波高をそれぞれ、4本同時に使用して測定した。測定は造波後、波動が定常状態に達してから行った。実験用シートは厚さ0.1mmの力を加えても伸縮しない素材の布地を使用して作り、幅22cm、長さ26cmの大きさで、一種類のみである。実験条件は表-1に示すようにシートの取付け位置を水槽底面から15.7cmの高さで固定し、静水深を $h = 35, 30, 25$ cmの3通り変えた、したがって、シートの没水深はそれぞれ、 $h_2 = 19.3, 14.3, 9.3$ cmとなる。シートの両端に取付けるスプリングの数は片側5, 7, 9, 11個の4通りについて行った。実験時のシート取付け長さは図-1に示すようにスプリングの伸びを含めて軸間隔が35.3cmであり、スプリングの個数を変えても、軸間隔は一定とした。したがって、シートに加わる張力はそれぞれ表-1に示す値である。また、実験波については周期を $T = 1.2 \sim 0.6$ secの間で7種類、入射波波高は $H = 2.0 \sim 4.0$ cm程の波を使用した。

III. 実験結果および考察

図-8

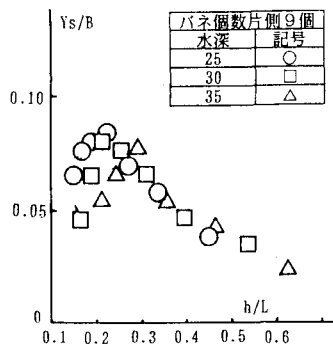


図-9

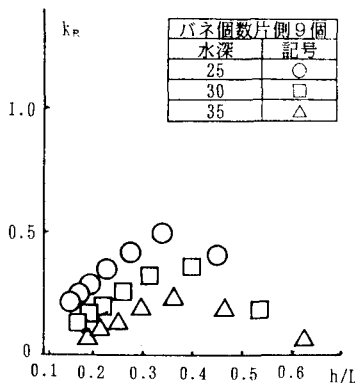


図-10

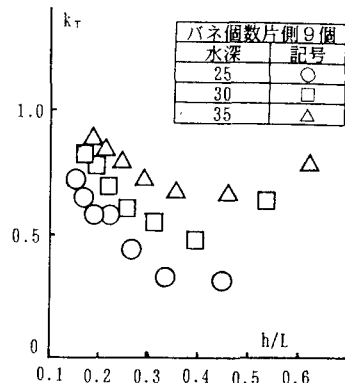


図-11

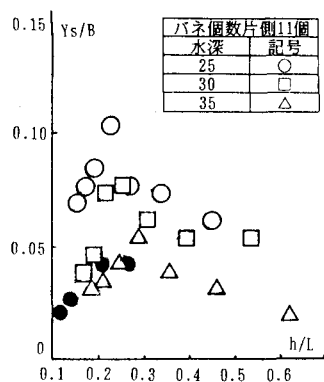


図-12

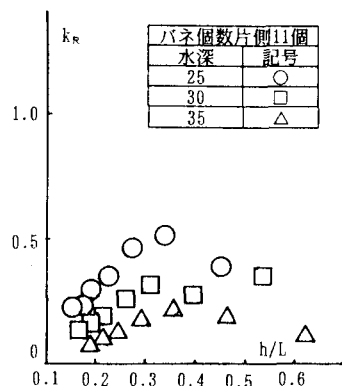
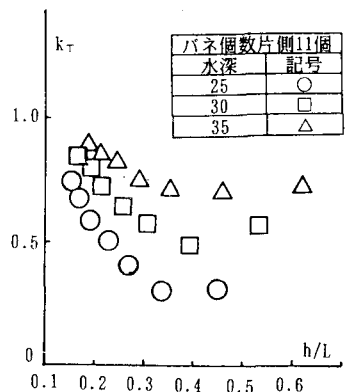


図-13



シートの設置条件と水理条件に関した各実験caseの場合のそれぞれについて、反射領域における波高の測定記録を使用し、最小自乗法によって入射波および反射波を分離して反射率 k_R を求めた²⁾。また同様の方法により透過領域における波高の測定より透過率 k_T を算出した。シートの振幅 Y_s の値はスケールを使用し目視により測った。 L ; 入射波波長, h ; 静水深, B ; シートの長さ(26cm一定)である。

まず最初に、張力が弱いスプリング5個の場合について、静水深 h を変化させた場合、すなわち没水深が変化する場合にシートの最大振幅 Y_s 、反射率 k_R 、透過率 k_T の値を横軸に比水深 h/L を取って図示すると、それぞれ図-2, 3, 4, であり、図-2を見ると Y_s/B の値は h/L が大きくなる程、すなわち波の周期 T が短い程、シート振幅は次第に小さくなるのが分かる。また、最大振幅が現れ $h/L=0.2$ 付近では没水深が浅い方が Y_s/B の値は大きく現れる。この傾向は図-5, 8, 11の張力を次第に強くしたスプリング個数7, 9, 11の場合でも同様と云える。ただし張力が強い程 Y_s/B 値は小さくなって来る。 Y_s の値について、スプリングを使用しない可撓性シートの実験¹⁾で本実験とはほぼ同じ条件の場合($h_2/h=0.3, H/h=0.1$, 無次元初期張力 $T_0/\rho gh^2=0.2$)の実験値(●印)を図-11に示してみると、本実験の場合(□印)はシートの振幅と共にスプリングの伸びが加わるため Y_s/B の値はやや大きい値を示すと云える。つぎに反射率 k_R について見ると、図-3(スプリング5個の場合)では反射率が $k_R=0.2$ 程度で張力が弱いときは反射波は少なく、入射波はほとんどシートを通過して行くと云える。しかし、その中でも没水深が浅くなるに従って k_R の値はやや大きくなると云える。張力が次第に強くスプリング個数が9, 11個の場合になると、図-9, 12のように k_R の値も $h/L=0.3$ 付

図-14

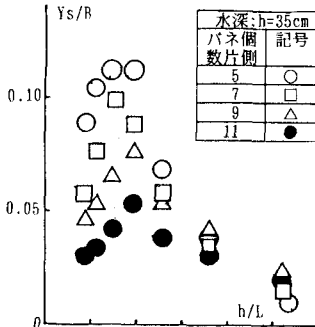


図-15

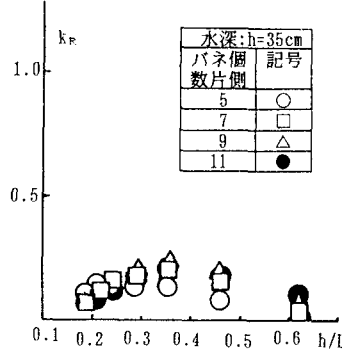


図-16

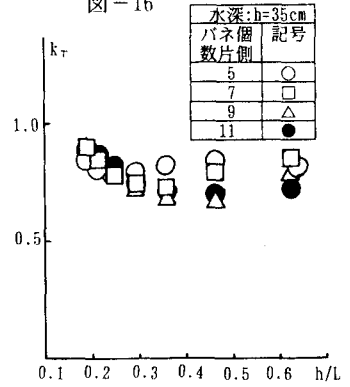


図-17

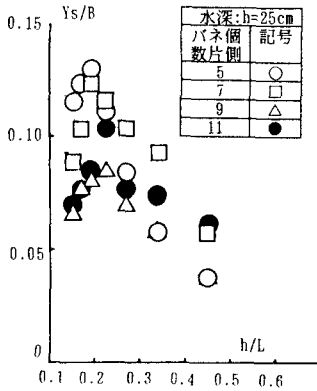


図-18

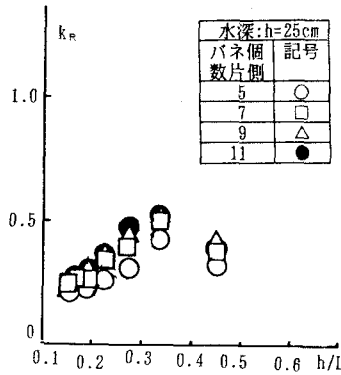
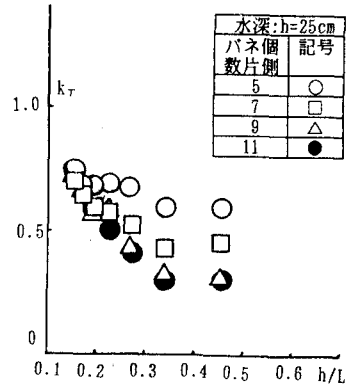


図-19



近で K_R のピーク値が0.5程度まで高くなり反射波が大きくなり逆に透過波は小さくなると云える。没水深の比較ではやはり没水深が浅い方が K_R は大きいことが分かる。図-4, 7, 10, 13 はそれぞれスプリング個数の変化に対する透過率 K_T の変化を示した図である。反射率 K_R と透過率 K_T との間には $K_R^2 + K_T^2 = 1$ の関係が成り立つため、透過率 K_T の図は K_R の図と傾向が丁度反対の様相を示すことになる。しかし、測定値は必ずしも $K_R^2 + K_T^2 = 1$ の関係とはならず $1 - (K_R^2 + K_T^2) = K_L^2$ とおいたとき、 K_L はエネルギー損失量を与えることとなる。このことは、シートの運動と波との位相のズレによるものの他にシート取付け装置のまわりの乱れによるエネルギー損失等があるものと考えられる。図-14~19 は Y_s/B , K_R , K_T の値を透過率の大きい水深 $h=35\text{cm}$ の場合と透過率が小さい $h=25\text{cm}$ の場合について、張力の違いについて示したものであり、各図より没水深が深いとき、 Y_s/B は小さく、透過波波高が大きい、没水深が浅くなると反対に Y_s/B は大きく、 K_T は小さい。また最も K_R が大きい場合は図-18(●印)の $h/L=0.32$ ($T=0.7\text{sec}$)の場合となり、このとき初期張力は最も強い状態である。写真-1 は K_T の小さい場合の実験例を掲載した。今後はさらに実験caseを増やし、シートの運動と最適波浪制御の関係を追求して行きたいと考えている。

＜参考文献＞

- 1) 加藤雅也・渡会英明・仲倉道雄・浜中建一郎；テキスタイル消波構造物の波浪制御特性、海洋開発論文集, VOL.8. pp 295-300, 1992
- 2) 浜中建一郎・早野 亮・佐伯 浩；最小2乗法を用いた微小振幅波の反射率の推定について、土木学会第43回年次学術講演会講演概要集 pp 596-597, 1988