

変形型浮体構造物の消波特性に関する実験的研究

豊橋技術科学大学 学生員 ○松園 昌久・古川 上
豊橋技術科学大学 正 員 和田 清・石原 安雄

【1. はじめに】 近年沿岸海域の有効利用のために、新しい形式の海岸構造物の研究が盛んに行われている^{1) 2)}。特に没水型の構造物は、景観や海水交換面で優れた機能を有している。本研究では、没水型構造物の一つとして、flexibleな膜体と剛体から形成される圧気型の潜水係留浮体を取り上げる。その柔モデルを用いて、浮体条件（没水深・空気室内の水位変化）に伴う消波特性（反射率・透過率・エネルギー損失）と、構造物通過後の波峰分裂によって生じる高周波数成分の特性について実験的検討を行ったので報告する。

【2. 実験概要】 実験は、豊橋技術科学大学環境防災実験棟の一部両面ガラス張りの2次元鋼製造波水槽（全長20m、幅0.8m、側壁高0.65m）で行われた。水槽の一端にはACサーボモータによるピストン式の造波装置が、他端には約1/6 勾配の消波用フレーム上にパンチングメタルおよびサンフレックスで形成される消波装置が設置されている。使用した模型浮体は、厚さ2mmの透明ビニールで覆われた円弧状のもの（柔部分）とアルミ製のアングルで囲まれた長方形のフレーム（剛部分）から形成されている。また、表-1に示すように、実験は静水深 h を一定（45cm）とし、浮体条件（没水深 q と空気室内の水位 d ）と波浪条件（入射波の波形勾配 H/L ）を種々変化させた計76種類である。なお、模型浮体の係留索は、4本のステンレス製ワイヤー（直径2mm）を使用し、水平床と係留索となす角度が約45度になるように緊張係留し、発生波は規則波に限定した。また反射率を浮体沖側、透過率を浮体岸側の2地点で、それぞれ計測された水位変動を使って2点法による分離推定法で算定し、浮体の動揺および碎波状況などは、ビデオカメラで撮影・解析した。

【3. 結果および考察】 ①反射率・透過率およびエネルギー損失： 図-1 (a)、(b)、(c) は、波形勾配 $H/L = 0.02$ の場合の反射率 K_R 、透過率 K_T およびエネルギー損失 $K_L^2 (= 1 - K_R^2 - K_T^2)$ を無次元浮体長 B/L の関係で表したものである。なお、図中黒塗りは碎波が生じたことを示す。同図(a)(b)から、case AとBを比較すると K_R はほぼ同様な変化をしているにもかかわらず、 K_T はBの方が小さくなっている。これは q が小さくなる、つまり浮体が静水面に接近するほど静水面近傍に集中している波のエネルギーの伝達域が狭くなるため波は透過しにくく反射しやすくなること、 q が小さくなるほど碎波が生じやすくなり、碎波によるエネルギー損失が K_T を減少させる方向に作用することから、碎波が発生するとエネルギーが保存されないために、 K_T が減少しているにもかかわらず K_R はあまり大きくないものと考えられる。case AとGを比較すると、碎波が生じない場合には K_R 、 K_T の変化はほぼ同様であるが、 q が若干小さいGでは周期が長くなると先に碎波が起こりはじめ、両者には有意な差異が生じている。さらに、case BとEを比較すると、両者はほとんど碎波しているにもかかわらず、 K_R 、 K_T および K_L^2 には大きな差異がみられる。これらは、空気量が少ないと浮体の rollingが生じやすく、碎波によるエネルギー損失などにも差異があることが主な原因である¹⁾。このように、空気量を減少させ没水深が大きい場合、構造物は水粒子と同様な動きに近くなるので消波効果は期待できず、空気量を増加し没水深を小さくして強制碎波励起とする方法が消波効果は高い。以上のことから、本変形浮体は碎波と天端上でのエネルギー損失だけではなく、浮体自身の動揺・変形によって発生する発散波（radiation wave）と入射波との位相干渉²⁾、浮体周辺に発生する渦などによって、効果的に消波が行われる可能性を示すものと考えられる。

②構造物通過後の波峰分裂に伴う高周波数成分の特性： 図-2 (a)、(b) は、浮体沖側および岸側で計測された波高計の水位記録から、それぞれの基本成分と2倍周波数成分の波高比（ H_2/H_1 ）を示したものである（ $H/L = 0.02$ ）。浮体沖側では部分重複波が形成されているが、同図 (a) から、 $H_2/H_1 < 0.2$ であり2倍周波数成分の混在はほとんどなく、波の非線形性の影響は小さい。一方、同図 (b) では、没水深が大きく空気室内の水位が高いcase Aの場合を除き、ほとんどのcaseにおいて、浮体通過後の波は顕著な

波峰分裂を起こし2倍周波数成分が新たに発生していることがわかる。しかも、砕波が生じていない領域でも H_2/H_1 は1を越える有意な値となっている。ただし、case B の最大値 ($B/L \approx 0.7$) は、透過率がその付近で最小値を示すため H_1 が小さくなることに起因している。また、case E, G は、ほぼ同様な変化を示しているが波高比 H_2/H_1 はEの方が小さい。したがって、2倍周波数成分を卓越させるためには、空気室内の水位が低い場合には没水深が大きいほど、空気室の水位が高い場合には没水深が小さいほど効果的である。このように、波峰分裂によって励起された高周波数成分の振幅がある大きさに成長すると透過波の見かけの周期が入射波のそれよりも不規則に短縮されることになり、変形型浮体は入射波を短波長の有義波に変換する機能をもつと考えられる。

【4. おわりに】 以上、変形型浮体構造物(柔モデル)は、没水深と空気室内の水位変化によってその消波特性と構造物通過後の波峰分裂によって生じる高周波数成分の特性が大きく異なることを述べた。今後、剛体模型、係留方法および解析解との比較検討を行い、浮体動揺・変形によって生じる radiation wave の特性や波峰分裂現象と周期特性の変化などを明らかにする必要がある。

【参考文献】 1) 岩田好一朗他：第35回海講、1988.

2) 田中正博他：第34回海講、1987.

表-1 実験条件

波形勾配 (H/L) = 0.01, 0.02

水深 $h = 45\text{cm}$ 、浮体長 $B = 100\text{cm}$

case	D (cm)	qh (cm)	d (cm)
A	10.9	11.0	17.6
B	18.9	2.8	17.4
E	17.2	2.0	14.3
G	11.1	7.7	13.6

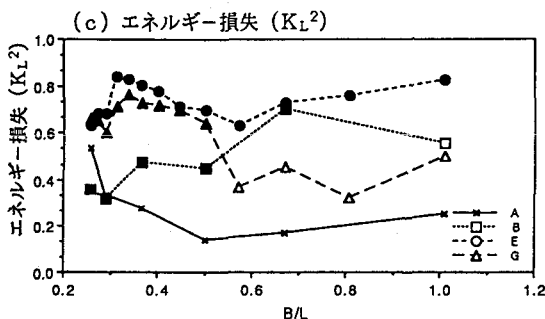
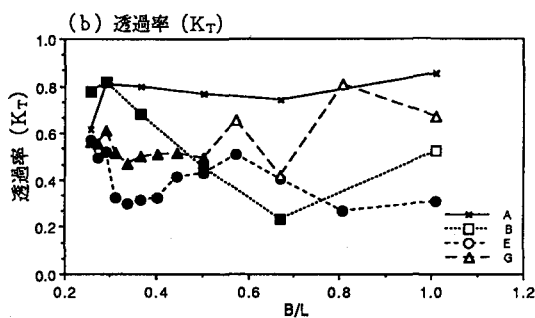
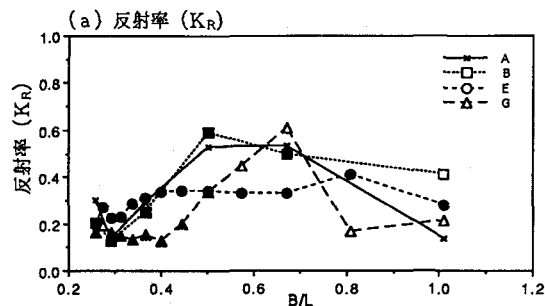
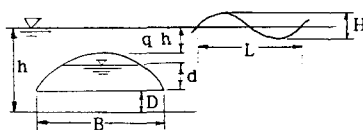


図-1 消波特性 (K_R 、 K_T および K_L^2)

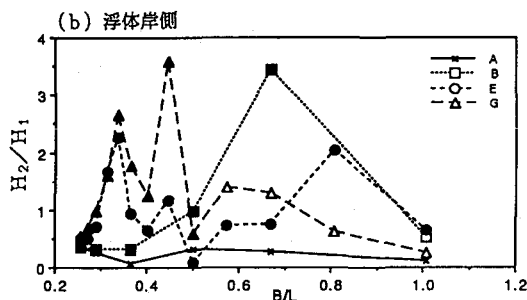
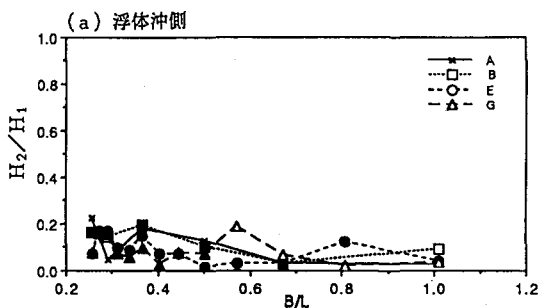


図-2 基本成分と2倍周波数成分の波高比