

ゴムフラップ型波浪制御構造物の消波特性

神戸市役所 正 員○金山 和義
 徳島大学工学部 正 員 三島 豊秋
 徳島大学工学部 正 員 中野 晋
 徳島大学工学部 正 員 三井 宏

1. はじめに 余暇時間の増大等を社会的な背景として、スポーツ、レクリエーション、および観光等の人々が楽しむ場としての海浜の役割への認識が高まっている今日、海岸環境の保全や整備に対する要請は一層強くなっている。そこで、近年景観を妨げない海岸構造物の一つとして水産協調型の特色を併せ持つゴムフラップ型波浪制御構造物が提案された。本研究では、実験により測定された流速とゴムフラップの変位に基づいてこの構造物の消波特性に強く関係すると考えられる抗力係数を推算し、同時に波の減衰特性等の諸特性の解析も行う。

2. 実験方法 波高減衰の実験には全長約25m、幅約1.0mおよび高さ約1.0mの水槽を使用した。実験用のゴムフラップ型波浪制御構造物の模型には、長さ約25cm、幅約5cmおよび厚さ約0.8cmの形状のゴムフラップ175枚を縦250cm

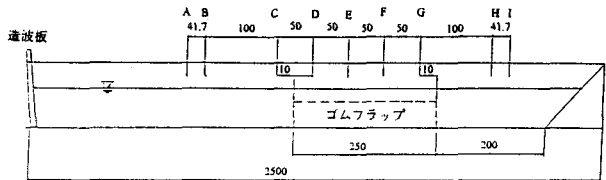


図-1 実験の状況図

および横100cmのベニア板にそれぞれ10cm間隔で7行25列に敷設したものを用いた。模型を設置したときの波形と流速の測定位置を図-1に示す。流速分布を求めるための流速の測定位置は図中のE点におけるゴムフラップ1枚につき5ポイントとした。模型上への入射波とそこからの透過波は点AとBおよび点HとIのそれぞれで計測した。模型上での波高減衰は点C、D、E、F、およびGで計測した。また、ゴムフラップの運動の計測は点Eでのガラス窓側のゴムフラップを対象にビデオ撮影によって行った。このとき、ゴムフラップの撮影と同時に波形と流速を同時に計測した。なお、使用したゴムフラップの材料特性はヤング率 2.02×10^6 (kgf/m²)および粘性係数0.117 (kgfs/m²)である。

3. 実験結果および考察 入射波高をパラメータに周期の関数としての反射率を示したものが図-2である。データはかなりばら

ついているが、全体的に周期の増加にともない反射率も増大する傾向にある。入射波高に対する依存度はこの図を見る限り明確には表れていない。図-3に入射波高をパラメータに周期の関数としての透過率を示す。反射率と同様にデータはかなりばらついているが、周

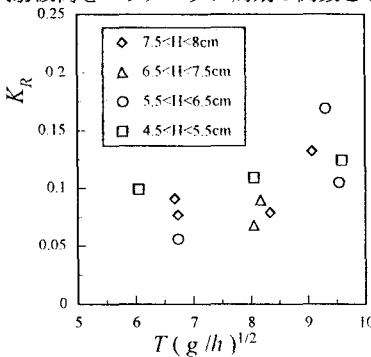


図-2 反射率

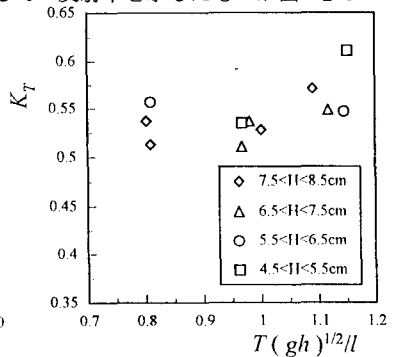


図-3 透過率

期の増加に伴い透過率も増加する傾向にある。ゴムフラップ上での波高減衰は指数関数的であると仮定し、最小2乗法を用いてゴムフラップ上での波高の減衰係数を解析した。これより求められる減衰係数を入射波高をパラメータに周期の関数として整理したものが図-4である。全体的に周期の増加に伴い減衰係数も増加する傾向が見られる。また、入射波高が大きいものほど減衰係数は大きくなる傾向にあるよ

うに思われる。ゴムフラップの揺動特性を調べた結果として、case-4におけるゴムフラップの水平変位 ξ の時間変化を図-5に示す。これを見るかぎりゴムフラップの水平変位はほとんど正弦振動していると考えて良いようである。

4. 抗力係数の算定 抗力係数の算定には、波高減衰

に基づく方法と流速とゴムフラップの運動に基づく方法が考えられる。ここでは後者の方法を採用することにした。ゴムフラップのエネルギー式を時間で一周平均すると次式が導かれる。

$$\overline{C_D} = \left\{ C \int_0^T \xi_t^2 dz - \rho a C_M \int_0^T \frac{du}{dt} \Big|_{x=\xi} \xi_t dz - \rho a \int_0^T \frac{Du}{Dt} \Big|_{x=\xi} \xi_t dz \right\} / \left\{ \frac{1}{2} \rho b \int_0^T |u - \xi_t| (u - \xi_t) \xi_t dz \right\} \quad (1)$$

ここに、 ξ_t はゴムフラップの水平変位速度、 u は流速、 C_D は抗力係数、 C_M は仮想質量力係数、 ρ は流体の密度、 a はゴムフラップの断面積、および b はゴムフラップの幅である。また、 d/dt および D/Dt はそれぞれ

$$\frac{d}{dt} = \frac{\partial}{\partial t} + \xi_t \frac{\partial}{\partial x} \quad \frac{D}{Dt} = \frac{\partial}{\partial t} + u \frac{\partial}{\partial x}$$

で定義される微分を表す。式(1)中に現れるゴムフラップの水平変位速度と流速には実験での測定データを適用することにより抗力係数を推算した。流速と水平変位速度はゴムフラップ上の5点でのみ計測しているため、 z に関する積分は各点を直線で結んだ台形公式を用いて行った。また、時間平均するときにも同様に台形公式を用いた。なお、式(1)の第2および第3項の流速の時間微分項に関しては、流速を空間的に多くの点で計測できなかったため局所加速度として定義した。このようにして推算された抗力係数のレイノルズ数に対する変化を図-6に示す。この時レイノルズ数は静止状態でのゴムフラップ先端部の水平流速振幅とゴムフラップの幅で定義されている。図中にはKobayashiら(1991)が人工海藻上を伝播する波の波高減衰理論と実験結果に基づいて推算した抗力係数の値も示されている。Kobayashiらと同じ仮想質量力係数の値である1を用いたときの抗力係数は、Kobayashiらのものよりも多少大きな値となっている。理論的背景および抗力係数の定義が異なることからこれらと比較することはできないが、オーダーとしては同程度であることから抗力係数は大凡この当たりの値を取ると考えても良いと思われる。

5. おわりに ゴムフラップ型波浪制御構造物は開発段階であるためまだまだ不明な事柄が多く、今後更に多くの実験および研究によってその特性を調べる必要がある。

参考文献 Kobayashi et al. (1991): Research Report. CACR-91-07, Univ. Delaware, Newark, pp.175-213.

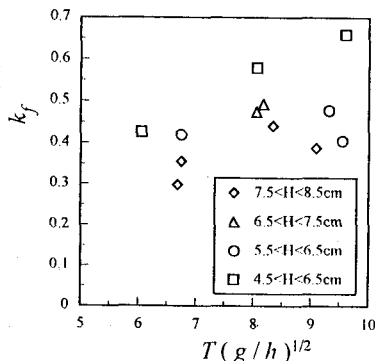


図-4 減衰係数

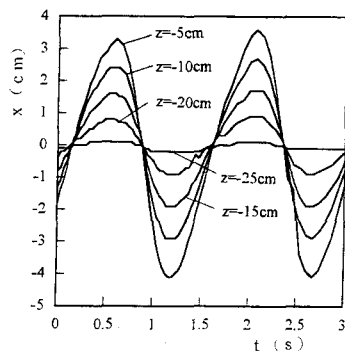


図-5 ゴムフラップの水平変位

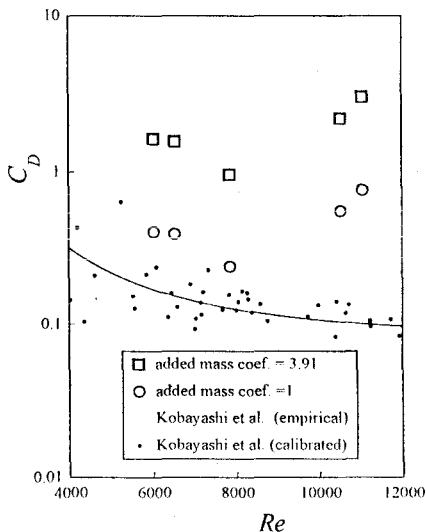


図-6 抗力係数