

京都大学防災研究所 正会員 中村望久

1. 概説 海岸付近の人間活動を安全に保つためには、海岸付近での災害を未然に防止する必要がある。また、海岸付近に構造物を設け、その機能を發揮させるようにしなければならない。この目的を達するための施策は多様であり、経験的資料にもとづく判断による例が多いようである。海岸付近での波を消すこともその目的の一つであり、そのための消波構造物が設けられる。ここでは、消波構造物の一例として不透過性防波堤に焦点をあてる。

この種の不透過性防波堤の消波性能については、従来、水槽を用いて多数の研究が行われ、理論と実験との対比が検討されてきた。それらの研究成果はシミュレーションの手法にもとづき実際の問題に応用されてきた。ところで、実験的検証にあつて波動実験水槽を用いるという手法は、従来よく行われてきたところであり、力学的相似律を考慮すれば現地海岸に対応できるものとされてきた。実際に近々模倣はさるにはよく対応するという思想から、近年の水槽による模倣実験は大型化の道をたどっている（土木学会誌、Vol. 61, No. 5, 1971）。この場合、経費、労力および時間も大型化することも考慮する必要がある。

近年、海の波の問題に關して音波モデルを利用することが提議され、また、若干の実験的研究の例もみられるようになった。ここでは、音波モデルというものが、海岸構造物の問題に利用できるかどうか。できるとすれば、そのとき注意すべきことは何かについて若干の検討を加えてみたい。

2. 音波モデルによるシミュレーションの条件 以下に水槽中の水面波モデルと音波モデルとの対比を表示する。

	水面波	音波
運動方程式	$dv_w/dt_w = -(1/\rho_w) \partial p_w / \partial x_w + \nabla_w (\mu' \nabla_w v_w)$	$dv_s/dt_s = -(1/\rho_s) \partial p_s / \partial x_s + \nabla_s (\mu \nabla_s v_s)$
連続の条件	$\partial \zeta / \partial t_w + v_w \nabla_w \zeta = 0$	$\partial \rho_s / \partial t_s + v_s \nabla_s \rho_s = 0 \quad (\rho v = 1, \quad \rho v = R\theta)$

これから、物理量それぞれの対応関係をアナロジーで与え、さらに縮尺あるいは相似律に対応する量を導く。

図 3	水面波モデル	音波モデル	アナロジー比
長さ	L_w, λ_w^{-1}, r_w	L_s, λ_s^{-1}, r_s	$(L_w/L_s) = L_r$
時間	T_w, t_w, f_w^{-1}	T_s, t_s, f_s^{-1}	$(T_w/T_s) = T_r$
密度	ρ_w	ρ_s	$(\rho_w/\rho_s) = \rho_r$
速度	v_w	v_s	$(v_w/v_s) = v_r$
圧力	p_w	p_s	$(p_w/p_s) = p_r$
粘性係数	μ'	μ	$(\mu'/\mu) = \mu_r$

上の表の対応関係は音波モデルで音場の平均圧は比ベて音圧が微小な場合と水面波の微小振幅波とは限つて成立つと考えられる。

3. 実験装置 音波モデルを用いる装置を水槽実験と対応させて説明する。

音波モデル	水槽実験
波源（スピーカー、伯用波アンプ）	波源（プアンジェ、連続電圧入力増幅器）
アクリル製海岸構造物モデル	水槽（コシタ製モデル）
小型マイク、ブク管アンプ	波高計、A2書きレコーダー

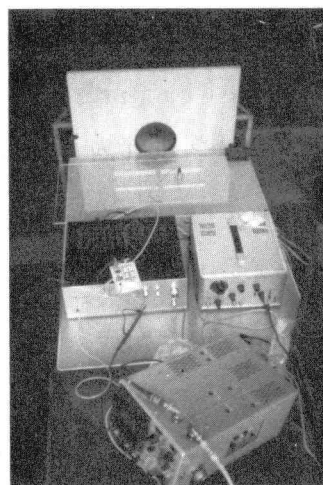


図-1 音波モデルの例

4. 港湾モデルの予備実験例 着者の長周期波制御における不透過性防波堤に關して用いた水槽（第22回海工）の幾何学的に $1/10$ の音波モデルを用いて実験結果を比較した（図-1参照）。気温 14°C （1気圧下）の空気中の音速 0.94% と水槽開口部水深に対する長波の波速 0.885% とから $(L_w/c_s) = 2.61 \times 10^3$ を得た。ところで、実験で得られた周波数特性を比較してみると、 $(L_w/L_s) = 10$ に対して $(f_w/f_s) = 2.61 \times 10^{-4}$ にはならずようである。