

縦スリット直立消波工の消波特性に与える 模型縮尺の影響

大阪市立大学工学部	正会員	角野 昇八	小田 一紀
	正会員	重松 孝昌	
大阪府	正会員	○玉木 博	
東洋建設(株)	正会員	芳田 利春	

1. はじめに

直立消波構造物の一形式である縦スリット直立消波工については、既に多くの研究者によってその水理機能が模型実験や各種の理論によって確認されている。しかしながらその消波特性は波がスリットを通過する際に生ずる渦等による波の非線形エネルギー損失によるものであるため、縮尺影響の有無が懸念されてきた。本研究は、断面は相似であるが、寸法の異なる2種類の縦スリット直立消波工の模型実験より得られた反射率の値及びそれより逆算される損失係数(f)の値を通じて縮尺影響の有無について考察を加えるものである。

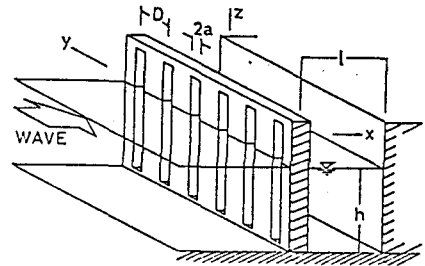


図-1 縦スリット直立消波工

2. 方法

検討は、既に実施の一边が 5cm の正方形角柱の前面板を有する模型(造波水槽長 50m、水深 50cm)による実験値¹⁾及び今回実施の 20cm 角柱を用いたもの(造波水槽長 100m、水深 2m)による実験値を用いて行った。以後、前者を実験1、後者を実験2と称することにする。なお、実験1における反射率の測定は Healy の方法により、また、実験2では入反射波分離法によっている。いま、現地で一边が 1m の角柱を持つ消波工(水深 10m)を想定するとき、実験1の模型縮尺は 1/20、実験2では 1/5 となる。

非線形損失係数 f の逆算方法は、まず反射率(K_R)を表す理論式

$$K_R = \sqrt{1 - \frac{4kC_2'(1-\cos 2k(l-\delta))}{2k^2((C+\delta)^2+C_2'^2)(1-\cos 2k(l-\delta))-2kC\sin 2k(l-\delta)+1+2kC_2'(1-\cos 2k(l-\delta))}} \quad (1)$$

より線形損失係数 C_2' を求め、さらにそれと f とを関係づける式

$$f = \frac{9(2a/D)^2(\sinh 2kh+2kh)}{16(\sinh^2 kh+3)} \frac{1}{r} \frac{L}{H} \frac{D}{L} \frac{C_2'}{D} \quad (2)$$

より f を逆算するものである。なお、式中の、 $k=2\pi/L$ 、 L :波長、 C : blockage coef.、 $\delta=\pi/6 \cdot b(1-2a/D)$:列の厚みの影響量、 b :柱体断面の波向き方向辺長、 $2a$:スリット幅、 D :スリット中心間距離、 l :消波室幅、 H :波高、 h :水深であり、式(2)の r は

$$r = \sqrt{\frac{1-4kC_2'(1-\cos 2k(l-\delta))}{2k^2((C+\delta)^2+C_2'^2)(1-\cos 2k(l-\delta))-2k(C+\delta)\sin 2k(l-\delta)+1+2kC_2'(1-\cos 2k(l-\delta))}} \quad (3)$$

である。

3. 結果

図-2に両実験より得られた反射率の実験値及び $f=1.5$ として式(1)より算定された反射率の理論曲線を示す。ただしここでは $H/L=0.01$ の条件下のデータのみを示した。図より、両実験より得られた K_R の合致の程度が良好であることより、この縮尺の範囲内では縮尺効果は存在しないか、あるいは存在したと

Shohachi KAKUNO, Kazuki ODA, Takaaki SHIGEMATU, Hiroshi TAMAKI, Toshiharu YOSHIDA

しても無視できる程度であることが結論付けられる。また、理論曲線と実験値もよく合致していることより、この縮尺変化の範囲では損失係数の値として $f=1.5$ を用いれば良いことも結論付けられる。

次に図-3および図-4は、 K_R の実験値を式(1)～式(3)に代入することによって求められる f の値を Re 数あるいは KC 数の関数として示したものである。図中には、全データより f と Re 数あるいは KC 数の関係を最小自乗法を用いて直線近似することによって得られる直線も示した。なお、実験1は $H/L=0.01$ の条件下の値のみによるが、実験2は $H/L=0.02$ および $H/L=0.03$ の条件下のデータによる値も含まれている。また、 Re 数および KC 数の算定に必要な水粒子速度としては入射波の水面における値の最大値を、代表寸法としては角柱の一边長を、さらに動粘性係数値は $20^{\circ}C$ の値を用いた。これらの図によればデータは多少ばらついているものの、最小自乗法より得られる直線は $f=1.5$ において水平かあるいはほぼ水平となることが示されている。次に表-1は種々変化させた f の値に対応する K_R の理論値の90%から110%あるいは80%から120%の範囲に K_R の実験値が収まるケース数の割合(総数114個)を表したものである。表によれば、 $f=1.5$ として得られる理論値が最も多くの実験値を捕捉できることが示されている。

結局、図-3および図-4、表-1より、本研究の縮尺の変化の範囲あるいは Re 数、 KC 数の変化の範囲内では損失係数として $f=1.5$ を用いれば良いことを結論づけることができる。

最後に表-2は現地の構造物諸元および波浪特性として、一辺が $0.5m \sim 1.0m$ の角柱、水深 $5m \sim 10m$ 、波の周期 $T=4sec \sim 8sec$ 、波高 $H=0.5m \sim 2.0m$ (但し波形勾配の最大値 $H/L=0.05$) を想定し、それらより逆算される Re 数および KC 数の値を実験1、実験2の値とともに示したものである。表中の値および図-3、図-4に示される結果を参照すれば、模型実験より得られた K_R の値は現地にもそのまま適用でき、また理論値算定のための f の値も $f=1.5$ を用いることができると結論づけられるとおもわれる。

参考文献

- 1) 角野 昇八、小田 一紀、村本 哲二：第33回 海岸工学論文集、1986。

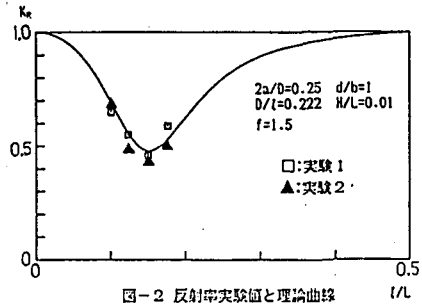


図-2 反射率実験値と理論曲線

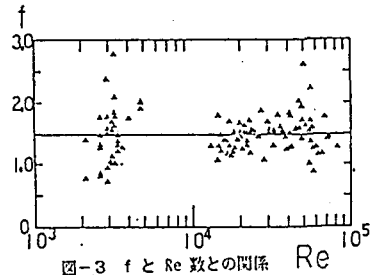


図-3 f と Re 数との関係

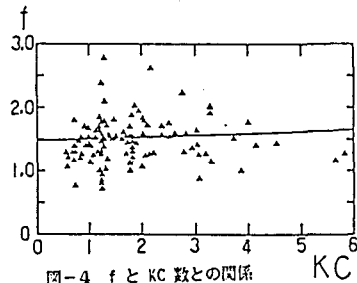


図-4 f と KC 数との関係

表-1
範囲 $K_R \times (1 \pm 0.1)$ $K_R \times (1 \pm 0.2)$

f	(%)	(%)
0.5	5.3	23.7
1.0	30.7	71.9
1.5	69.3	85.1
2.0	28.9	61.4
2.5	8.8	30.7
3.0	1.8	14.0

表-2

	KC 数	Re 数 ($\times 10^4$)
実験 1	0.73~3.27	0.21~0.47
実験 2	0.50~5.06	1.50~8.19
現地(想定)	1.59~23.7	19.8~153