

消波護岸 (Box Slit Caisson) の斜め入射波に対する特性実験

その1-----反射率特性

東洋建設(株) 正会員 芳田利香

同上 正会員 松永博史

1. まとがき Box Slit Caisson による消波護岸は、反射率を小さくし港内静穏度を高めるに有効であり、沖波条件と要求される静穏度に対して適切な断面を決めるに必要な種々の実験的、理論的検討がなされてきた。¹⁾ 斜め入射波に対する反射率特性については、理論解析²⁾がなされているが、ここでは、平面水槽で波向を変えて実験を行なった結果と若干の考察を以下に紹介する。

2. 無限堤としての斜め入射波に対する反射率

角野他²⁾の理論に従い堤法線軸直角方向の波高 η_c と反射率 K_r は次式で表わされる。

$$\eta_c = A \cdot \cos(\beta - \sigma t) \quad (1)$$

$$A^2 = 1 + r^2 + t^4 + 2rt^2 \cos\{2R(\frac{l}{\sin\theta} - \epsilon_r)\} + 2[t^4 + 2rt^2 \cos\{2R(\frac{l}{\sin\theta} - \epsilon_r)\} + r^2]^{\frac{1}{2}} \cos(2R\{l \sin\theta + \alpha\}) \quad (2)$$

$$\tan \alpha = \frac{t^2 \sin\{2R(\frac{l}{\sin\theta} - \epsilon_r)\}}{r + t^2 \cos\{2R(\frac{l}{\sin\theta} - \epsilon_r)\}} \quad (3)$$

$$K_r = [t^4 + 2rt^2 \cos\{2R(\frac{l}{\sin\theta} - \epsilon_r)\} + r^2]^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

ここで、 θ :入射角度、 r, t :前面透過壁の反射率と透過率、 R :波数、 l :消波室幅、 ϵ_r :前面透過壁での透過波の入射波に対する位相差である。

3. 実験施設と実験方法 図-1に示す縮尺 $1/40$ の断面形状の模型堤体と、当室所有の平面水槽(長さ $24.8m$ ×幅 $20m$ ×高さ $1m$)で図-2のように配置して実験を行なった。反射率の測定としては、入射波と反射波が重なる領域で、堤体模型中央を通り堤法線軸直角方向の測線上で波高を $(L/2 \sin\theta)/30$ の間隔($2 \sim 10cm$)で測定した。これより得られた堤前面での波高分布より相隣り合ひ腹と節の波高を用いて Healyの方法により算定した反射率のうち、最大値をもってその実験ケースの反射率とした。実験条件を表-1に示す。

4. 実験結果と考察

(1) α について 平面水槽での堤法線軸直角方向の波高分布測定結果の一例を図-3に示す。堤前面の部分重複波の腹と節の位置は式(2)の右辺第二項より

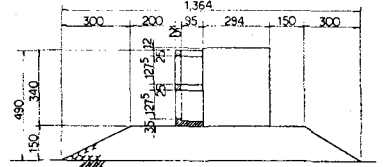


図-1 模型断面

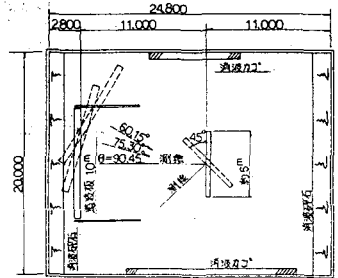


図-2 平面水槽での実験配置

堤板幅 P (CM)	水深 h (CM)	波高 H (CM)	周期 T (SEC)	波角 H/L
11.25	37.5	90	0.6	0.01 ~ 0.1
		75	0.65	
225	400	60	0.7	
		45	0.75	
450	425	30	1.1	
		15	1.35	
∞	425	30	1.5	
		15	1.85	

表-1 実験ケース

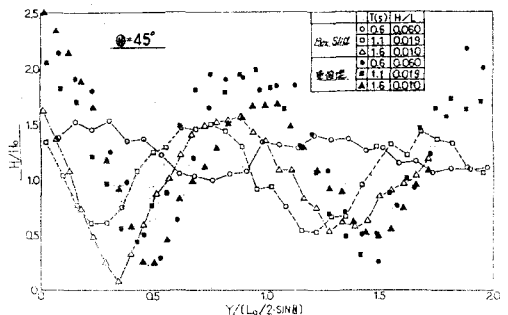


図-3 波高分布測定結果の一例

Toshiharu YOSHIDA, Hiroshi MATUNAGA

$$\varphi/(L/2\sin\theta) = n/2 - \alpha/2\pi \quad (n=0,1,2,\dots) \quad (5)$$

となる。上式により実験値から α を求め図-4に示す。この図より $\alpha/2\pi$ は周期 $0.7 \sim 0.75^{\text{sec}}$ で一種不連続であるが、これは堤直前で波高が $H/H_0 < 1$ となる $0.25 < \alpha/2\pi < 0.5$ では遊水部での表面波形の位相差が大きく、流れによる乱れにより波高分布が変化するためと考えられる。

(2) ε_R について $\alpha/2\pi$ の実験値を用い、反射率と透過率をそれぞれ $0.8, 0.2$ とし、式(3)より二分法にて ε_R を求め、図-5に示す。この図より透過波の入射波に対する位相差 ε_R は一定でなく、相対消波室幅 L/L によって変わるといえるが、島堤として端部で散乱波の影響、透過壁の特性等がまだ明確でなく、今後の課題である。

(3) 反射率 K_R 反射率と相対消波室幅の関係を図-6に示す。この図より二次元消波水路と平面水槽での実験結果は比較的良好に一致しているといえる。また入射角が変化した場合、最小反射率を与える L/L の値はそれ程変化していない。このことは遊水部の水面変動を観察すると、入射角度が小さくなる程、波は堤法線軸直方向に折れて進んでおり、波の直進性の仮定はとれないようである。次に波向 θ について整理したのが図-7である。この図より波向 θ が小さくなっても極端に大きな反射率の増大はないといえる。計算値での極端な増大は、 $t_0 = t_{p0} \sin \theta$ の仮定によるものと考えられるが、波向 $\theta=0$ を考えると、透過壁前後面での水位差により波が壁背面に伝播されることから、透過率は零ではなく、 θ が小さい場合何らかの補正が必要と思われる。水深の影響をみたのが図-8である。水深 40cm と 42.5cm では波向に関係なくほぼ同じで、水深 37.5cm の場合若干反射率が大きくなっているが、前面透過壁の透過率と反射率が、この程度の水位変化ではあまり変わらないことから、下面板上の水位に関係していると考えられる。隔板ピッチについて整理したのが図-9であるが、これより隔板ピッチによる反射率の変化は明瞭でない。

5. 今後の課題 前面透過壁の反射率、透過率特性、無限堤としてではなく島堤としての理論解析と実験結果との比較検討を引き続き行ないたい。

参考文献 1 永井, 角野: スリット型防波堤に関する研究, 第23回海峯論文集, 1976

2 角野他: 斜め入射波に対する箱型消波工の反射率, 第34回土木学会論文, 1979

3 角野: 透水性鋼管防波堤の水理特性に関する研究, 数値解析論文, 1970

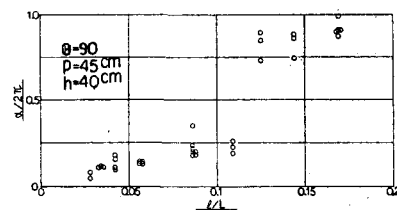


図-4 位相角 α

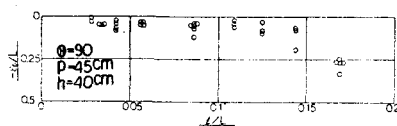


図-5 位相差 ε_R

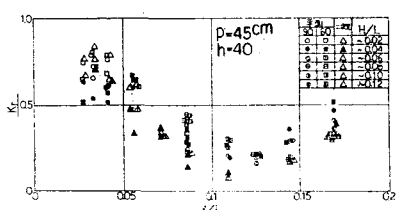


図-6 反射率と相対消波室幅

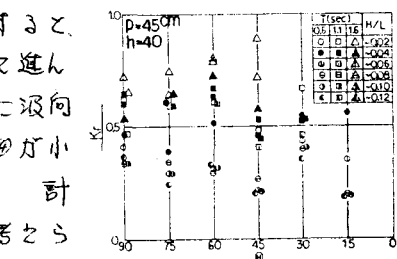


図-7 反射率と波角 θ

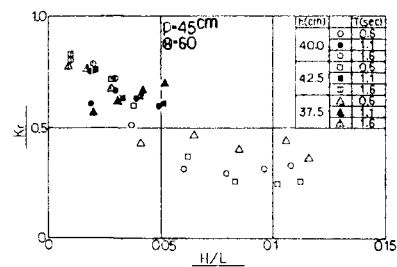


図-8 水深の影響

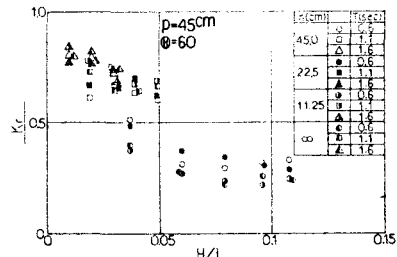


図-9 隔板の影響