

鉛直消波護岸の消波効果に関する二、三の実験
—透過壁の厚い場合—

下阪工学工学部 正会員 榎木亨
下阪工学工学部 正会員 岩田好朗
下阪工学大学院 学生員 富土川洋一

1. 緒言: 著者は、すでに規則波に打ちあたる壁の薄い鉛直消波岸壁の理論解析、並びにその妥当性を水理実験により検証してきた。しかしながら、実際の鉛直消波護岸においては、壁厚が有限な構造をとらざるを得ず、またその壁厚が波の位相差に影響するものと考えられるので、透過壁の厚い護岸をモデルとして取り上げ、すでに壁厚を無視した従来の理論解析の適用の可否を、規則波、不規則波に打ち、主として水理実験の立場から検討を加えようとしたものである。

2. 規則波に打ちあたる消波効果:

(1) 理論解析: 解析方法は著者のうち榎木岩田がすでに示した複素ベクトルを用いる方法である。図-1に示す前面透過壁と後面不透過壁間の波の反射が線型的な無限の重ね合せで表現できるとすると、消波護岸の反射率 α_R^* ($|R^*|/|H_i|$) と遊水部内の無次元水位変動 $|R^*|/|H_i|$ は、おのおの式(1)、式(2)で与えられる。

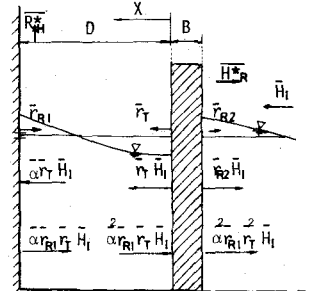


図-1

$$\alpha_R^* = \frac{|R^*|}{|H_i|} = \frac{\alpha_{R1}^2 + \alpha_{R2}^4 + \alpha_T^4 - 2\alpha_{R2}^3 \cos(-4\pi D/L) + 2\alpha_{R2} \alpha_T^2 \cos(-4\pi D/L + 2\theta_T) - 2\alpha_{R2} \alpha_T^2 \cos 2\theta_T}{1 + \alpha_{R2}^2 - 2\alpha_{R2} \cos(-4\pi D/L)} \quad (1)$$

$$\frac{|R^*|}{|H_i|} = \frac{2\alpha_T}{\sqrt{1 - 2\alpha_{R2} \cos(4\pi D/L) + \alpha_{R2}^2}} \quad (2)$$

なお式(1)、(2)において、反射率 α_{Rj} の添字は $j=1$ 後方不透過壁、 $j=2$ 前方透過壁の値、 α_T は透過率、 B は壁厚、 L は入射波長、 θ_T は複素ベクトルを示す。また α_{R1} は完全反射であると $\alpha_{R1} = 1.0$ 、位相差は透過時の際のみ考慮し θ_T を用いるものとした。式(1)において、前方透過壁による波の位相のずれ θ_T が重要な要素となり、式(2)については全く寄与しないことがわかる。

(2) 実験装置と実験方法: 実験は片面ガラス張りの座

外鋼製造波水槽(長さ50m、幅0.55m、高さ1.0m)を用いて行った。水位変動は全て電気抵抗線式水位計で計測し、ペン書きレコーダに記録した。実験波は直波板による再反射の影響を受けない波を採用し、前面面波高は模型前面より1cm間隔が必要な場合は0.5cm間隔で計測し、不透過壁前面で計測した。反射率はHealyの方法より求めた。実験諸元をTable-1に示す。

	hcm	Tsec	Hcm	H/L	h/L	Bcm	D/B
RUN-1	25.0	1.15	6.0	0.308	0.159	11.3	0.25 10.0
RUN-2	25.0	1.15	6.0	0.308	0.159	22.6	0.25 7.5 24case

TABLE-1

による再反射の影響を受けない波を採用し、前面面波

高は模型前面より1cm間隔が必要な場合は0.5cm間隔で計測し、不透過壁前面で計測した。反射率はHealyの方法より求めた。実験諸元をTable-1に示す。

3. 実験結果とその検討:

(1) 遊水部内の水位変動: RUN1で得られた実験値と理論式(2)との比較を示したのが図2

である。 $|R_H/H_E|$ の実験値は、壁厚の薄い場合と同様に D/L が $1/4$ ごとに極大値と極小値を示し、壁厚の効果がないことがわかる。これらの傾向と理論式(2)とは比較的良好一致しており式(2)より、 $|R_H/H_E|$ の算定が可能である事が判明した。また本論では図示していないが、RUN 2 についても同様の傾向が認められる。

(1)護岸前面の反射率：前節と同様に図-3に反射率 R_H の実験値と理論式(1)が示されている。実験値は極小値と極大値を交互に示すが、前節の $|R_H/H_E|$ や、 σ で判明している壁厚の薄い場合に比べて極小値は $(D+B)/L = 1/4$ より小さくなり、極大値は $(D+B)/L = 1/2$ より大きくなる。このことより壁厚による位相のずれの効果は薄い場合に比べて無視できない事がわかる。図-3の理論式(1)の値は、位相のずれを壁厚 B のみによるものとして仮定し $\sigma = (-2\pi B)/L$ として求めてあるが、図-3よりこの理論曲線は実験値と良く一致しており、 $\sigma = (-2\pi B)/L$ と仮定したことが妥当と考えられる。

3. 不規則波に対する消波効果：

(1)実験装置と実験方法：不規則波に対する実験は、規則波と同じ条件下で屋内フラップ型造波水槽で行なった。造波方法としては、white-noise 発生装置よりバンドパスフィルターを通した電気信号をあらかじめデータレコーダに記録したものを造波機への入力信号として反復使用した。なお実験波は造波板による再反射以前の波を採用することは、規則波と同様である。護岸前面水位変動並びに溺水部内不透過壁前面の水位変動はすべて電気抵抗線式水位計で計測し、磁気テープに記録し、最大波高・有義波高を求めた。護岸前面の水位変動は前面より 3cm 間隔で 180cm まで、溺水部内打ち上げ高は不透過壁前面で計測した。実験は2種目を行い、各進入波の調和解析結果は図4に示す。実験諸元は Table-2 に示す。

(2)実験結果とその検討：

(1)護岸前面水域の波高分布：護岸前面より 3cm

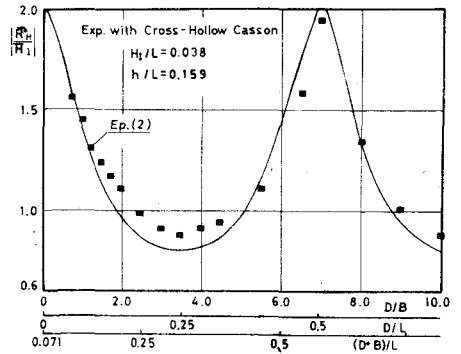


図 - 2

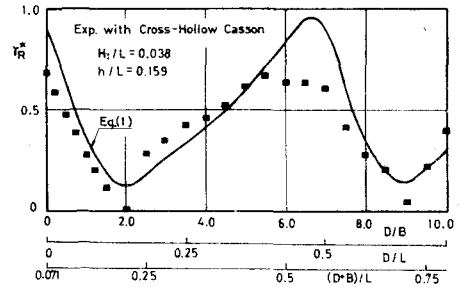


図 - 3

WAVE HEIGHT OF FOURIER ELEMENTARY WAVE

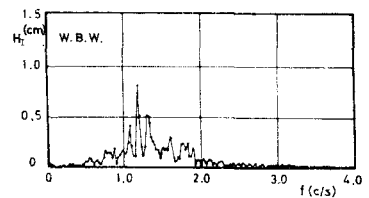


図 - 4 (Run-3)

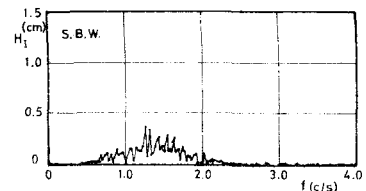


図 - 5 (Run-4)

	cm h	cm H _{1max}	sec T _{Cmax}	cm H _{1/10}	sec T _{C1/10}	cm H _{1/3}	sec T _{C1/3}	cm B	D/B
RUN-3 (WBW)	25.0	3.81	0.7	3.41	0.71	2.73	0.77	11.3	0.25-2.0
RUN-4 (SBW)	25.0	3.25	0.7	2.58	0.69	2.05	0.69	11.3	0.25-2.0

TABLE - 2

間隔ご沖則180cmまで計測した波高分布(周期分布)の無次元表示は(最大水面変動)/(最大入射波高), (H_{cmax}/H_{imax}), (有義水面変動)/(有義入射波高), ($H_{c1/10}/H_{i1/10}$)を用い, 周期も同様に表示した。これを図-5(a),(b),(c)に示す。実験値の分布形状は, 最大波高(周期)比, 有義波高(周期)比ととにほとんど一致しており, 以下の議論においては, 最大波高(周期)比の議論で十分であると考えられる。

(ii)遊水部内の水位変動: R_{Hmax}/H_{imax} と D/L の関係を規則波RUN1の結果と合せて図-6に示す。RUN3は一稜鎖線, RUN4は二稜鎖線の曲線で示したが $D/L=1/4$ で規則波と同様に極小値を示し, D/L の変化による R_{Hmax}/H_{imax} の変化の割合も極めて良く一致しており, 不規則波においては $D/L_{imax} \approx 1/4$ となるように D の長さを決定すれば規則波と同等の取り扱いが可能であることが結果として得られた。

(iii)規則波に対する消波効果との比較検討:

H_{cmax}/H_{imax} と D/L の関係も規則波RUN1の結果とともに図-7に示す。記号は図-6と同様である。不規則波はともに $(D+B)/L \approx 0.22$ で極小値を示す。遊水部内の水位変動に比べて図-7においては, 規則波と不規則波には, $(D+B)/L$ の値に若干の差が生じて極小値をとるために, 不規則波の方が遊水部長 D を大きくする必要がある。また H_{cmax}/H_{imax} の変化の割合は, 規則波に比べてゆるやかで, 極小値もそれほど小さくならないことが判明した。このこと

の理由として, 本実験において壁厚が大きいために透過の際の位相のずれが $\theta_T = (-2\pi B)/L$ ではなく若干各成分波ごとに異なる事, 卓越成分以外の成分波の効果が無視できな事が考えられる。

4. 結 語:

遊水部内の水位変動は壁厚が厚い場合も薄い場合と同様の傾向を示し, 規則波は式(9)より算定することができ, 不規則波も最大波高の波長を用いる事に依り, $D/L_{imax} = 1/4$ で極小値を示す。また護岸前面の反射率は規則波については, $\theta_T = (-2\pi B)/L$ とし近似的に式(1)に代入する事に依り壁厚の薄い場合と同等に取り扱える。不規則波は $(D+B)/L \approx 0.22$ で極小値を示すがその値は規則波ほど顕著ではない。なお本実験に協力をしていただいた本学栗田有明技官に謝意を表す次第である。

(参考文献) 1) 櫻井岩田好朗: 多孔壁式鉛直消波岸壁に関する2,3の考察-工学会論文報告書No.220, 1973

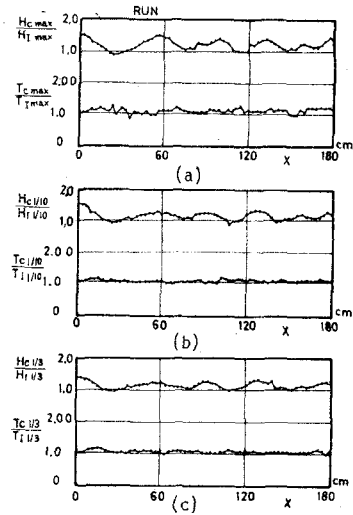


図-5

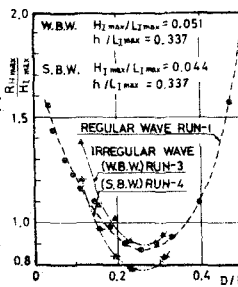


図-6

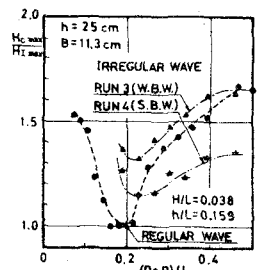


図-7