

1. 研究目的

法線形状が凹隅角をなす護岸前面の重複波高は、再反射により入射波高の数倍になることがある。このような海面に存在し得る最大波高や峯高は、波圧や護岸天端高の算定基礎となる重要な量である。本研究は、これらの2量を明らかにする目的で模型実験を行い、碎波高と峯高を測定し、考察したものである。

2. 実験方法

模型護岸は図-1に示す凹90°および凹120°隅角の2種類で、いずれも鉛直壁、開角(海域)を2等分する入射角である。水深は一樣で10, 15, 20, 25cmの4種類、入射波の波高は2.4~8.3cm, 周期は0.64~1.93secを用いた。造波板のストロークを一定にして周期を小さくして行くと碎波が発生するが、実験対象としたのは隅角点およびその両隣の壁面に位置する最初の碎波である。碎波が始まったこれらの地点の水面形を16ミリ撮影機で寫し、碎波高 $h_b$ と峯高 $h_p$ を読み取った。水槽の中央とその両側3.75m位置で抵抗線式波高計により入射波高を測定し、実験値の整理にはこれらの地点の平均値を用いている。

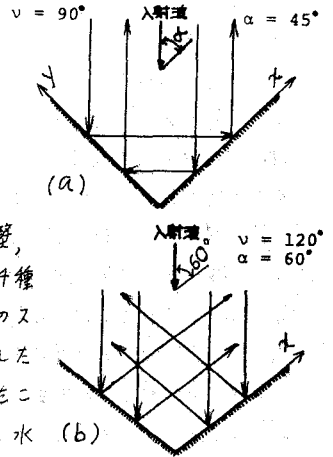


図-1 波の反射状況

3. 微小振幅波理論との対比

通常の完全重複波、凹90°隅角における4方向重複波、凹120°隅角における3方向重複波は、微小振幅波理論により、それぞれ次式で表示される。

$$f = e^{ikx} + e^{-ikx} = 2 \cos \frac{2\pi x}{L} \tag{1}$$

$$f = e^{ikr \cos(\theta - \alpha)} + e^{ikr \cos(\theta + \alpha)} + e^{-ikr \cos(\theta - \alpha)} + e^{-ikr \cos(\theta + \alpha)} = 4 \cos(\sqrt{2} \pi x / L) \cdot \cos(\sqrt{2} \pi y / L) \quad (\alpha = 45^\circ) \tag{2}$$

$$f = e^{ikr \cos(\theta - 60^\circ)} + e^{ikr \cos(\theta + 60^\circ)} + e^{-ikr} = 2e^{i\pi x / L} + e^{-i2\pi x / L} \quad (\theta = 0 \text{ および } 120^\circ) \tag{3}$$

凹90°隅角に対する式(2)は実数部のみであるから、式(1)と同様に定常波であり、通常の完全重複波と同様な碎波機構であると想像される。凹120°隅角に対する式(3)によれば、壁面に沿い入射波と同一波高、波速で隅角点から外方に進む波と、入射波の2倍の波高、波速で外方から隅角点に進む波が重なっている。この場合の碎波機構は重複波と進行波の間であると想像される。通常の完全重複波の碎波高 $h_b$ (腹の波高)を求めるのに、水面における水粒子の加速度鉛直成分が $g$ に等しいと置いて、微小振幅波理論を適用すると次式のようになる。

$$H_b / L_0 = 1 / \pi = 0.318 \tag{4}$$

岸に<sup>1)</sup>ならい浅水度を考慮に入れるため右辺に  $\tanh^2 kh$  を掛け、さらに両辺に  $L_0 / L$  を掛けると有限振幅重複波理論による結果と同じ形の式が得られる。

$$H_b / L = 0.318 \tanh^2 kh \tag{5}$$

右辺の係数は有限振幅電波理論では、Wiegel<sup>2)</sup> 0.218 (Penney と Price の深海波理論に浅水度を考慮したもの)、岸0.188である。式(5)の係数は、上述の碎波条件と微小振幅波による限り、腹の波高を $h_b$ とすれば、凹90°隅角の

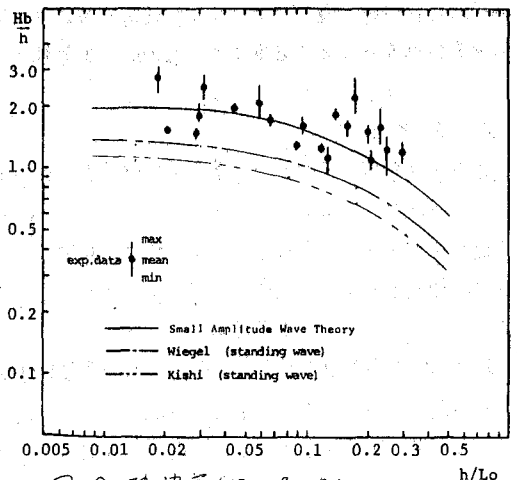


図-2 碎波高(凹90°隅角)

のよ)に4方向進行波による重複波の場合でも係数は変わらない。  
式(5)の両辺に $L_0/h \cdot \tanh kh$ を掛けて $H_b/h$ と $h/L_0$ の関係  
を求め、図-2, 3に実線を示す。1点および2点鎖線はそれぞれ  
此Wiegelおよび岸の有限振幅重複波理論による曲線である。

#### 4. 実験結果

隅角点およびその両側の合計3地点における壁面での碎波高の  
平均値 $H_b$ (時間的にも5波を平均)と水深 $h$ の比を図-2, 3に  
示す。実験結果の平均値は凹90°隅角の場合、Wiegelおよび岸  
の理論曲線のそれぞれ約1.5倍および2倍、凹120°隅角の場合、  
それぞれ約1.4倍および1.6倍の $H_b/h$ になっている。なお、  
 $H_b/h$ の値はかなり散らばっているのてここには図示しないが、  
その平均値は凹90°で5.9、凹120°で7.1となっており、微小振  
幅理論による $\tau$ および $\gamma$ の約1.4倍であった。

図-4, 5は打ち上げ高に相当する碎波挙高 $\eta_b$ で  
ある。図中の実線は実験結果の平均値、1点鎖線は  
合田による進行波の碎波挙高である。実験結果は進  
行波の曲線と良く似た傾向を示し、凹90°ではこの  
曲線の約2.5倍、凹120°では約2倍である。なお、  
ここには図示していないが、 $\eta_b/H_b$ の実験結果は凹  
90°の場合、 $h/L_0$ が0.01から0.5に対応して  
0.8から0.7であり、凹120°の場合、 $h/L_0=0.03$   
~0.5に対して0.75のほぼ一定値になっている。  
PenneyとPriceの理論値では $\eta_b/H_b=0.65$ であ  
る。以上のように、碎波高 $H_b$ 、挙高 $\eta_b$ ともに凹90°  
隅角の方が凹120°隅角(3方向重複波)より大きい。

また、両者とも有限振幅完全重複波理論値(2方向重複波)より  
もかなり大きい。この原因としては、壁面における碎波であるた  
め非線形性が特に強いこと、また、隅角点付近の水位上昇があっ  
たかも知れないこと(見掛け上、 $\eta_b/H_b$ の実験値は水位上昇があ  
れば大きくなる)が考えられる。

#### 5. あとがき

本研究は自然災害特別研究費(研究代表者 土屋義人 京大防  
災研究所教授)による一連の研究成果のなかの一部であることを  
付記するとともに、実験およびその結果の整理に当る大本組の  
長原秀樹氏ならびに四国電力の富加見徳治氏に厚く感謝する。

#### 参考文献

- 1) 岸力：海岸堤防に関する研究(2)一有限振幅の浅水重複波—、建設省土木研究所報告、90号の3、S.30.
- 2) Wiegel, R.L.: Oceanographical Engineering, Prentice-Hall Inc., pp.21~29, 1964
- 3) 佐藤昭三・合田良実：海岸・港湾、彰国社、p.58、S.54~A11

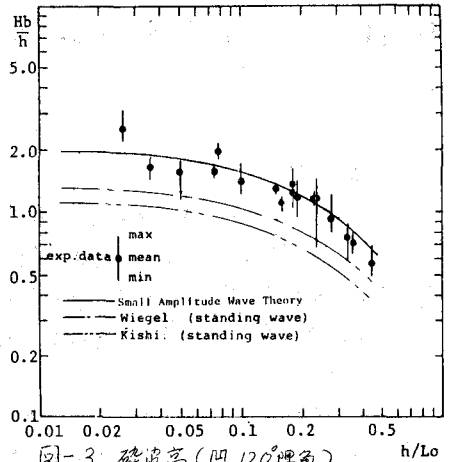


図-3 碎波高(凹120°隅角)

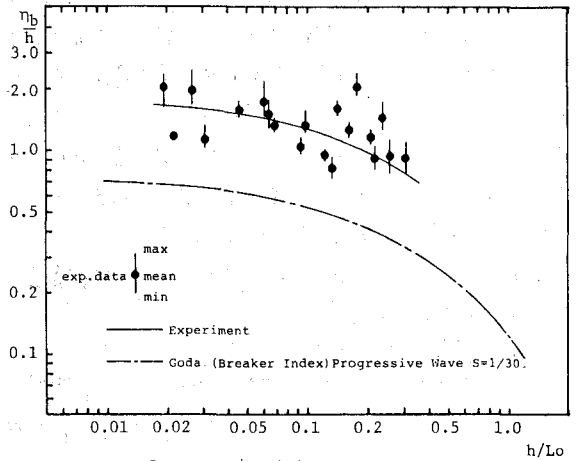


図-4 碎波挙高(凹90°隅角)

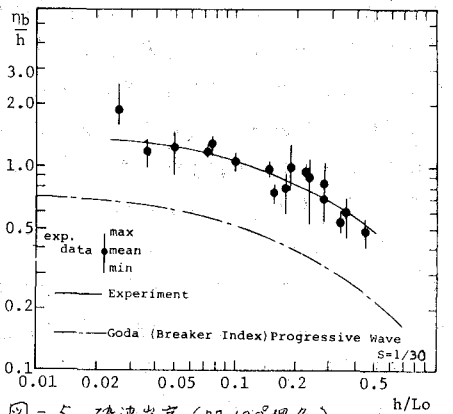


図-5 碎波挙高(凹120°隅角)