

関西大学大学院 学生員 藤野 真人
 関西大学工学部 正員 井上 雅夫
 関西大学工学部 正員 島田 広昭
 東急建設 土木技術部 正員 上山 美登里

1. まえがき

大水深域に建設される人工島護岸の背後地を有効に利用するためには、異常波浪時の越波量を推算する必要がある。本研究では、大水深域における直立護岸、開口率が30%の有孔壁と遊水部からなる直立消波護岸、のり面勾配が4/3割である消波護岸を対象として、すでに著者ら¹⁾が提案した越波量の推算方法について、不規則波による越波実験を行い、その妥当性を検討した。

2. 越波量推算方法の概要

1周期あたりの越波量 Q_e が天端上における越波時の水位 η と流速 u の積で表せるとすれば、次式のようになる。

$$Q_e = \int_{t_1}^{t_2} \eta \cdot u dt \quad (1)$$

ここに、 t_1 、 t_2 は越波開始および終了時間である。ここで、時間波形を三角形で近似すれば、越波時の最高水位 η_{max} および最大流速 u_{max} を用いて、式(1)は次式で表される。

$$Q_e = \frac{1}{2} \eta_{max} \cdot u_{max} \cdot \Delta t_e, \quad \text{ここに、} \Delta t_e = t_2 - t_1 \quad (2)$$

3. 実験結果との比較

この方法の妥当性を検討するために水理実験による検証を行った。実験は、二次元水槽内に三種類の護岸を勾配が1/50の傾斜海浜上にそれぞれ設置し、天端上における越波時の最高水位、最大流速および越波時間を測定した。実験波はBretschneider・光易型スペクトルを有する不規則波であり、のり先水深・波高比 h/H を1.88で一定にして、有義波周期 T を0.8~1.4sの4種類、無次元風速 $V/\sqrt{gH}$ を0と6の2種類に変化させた。なお、この方法の実験による検証は、不規則波群中の最大越波量を示す波を対象として行った。

図-1は、越波時の最高水位の実験値 η_e と計算値

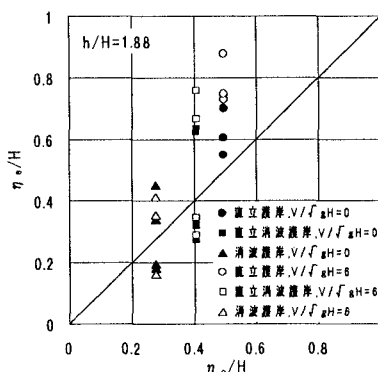


図-1 最高水位の実験値と計算値との比較

η_e を比較したものである。ここで、 η_e は護岸前面における微小振幅重複波の振幅 a から護岸天端高 H_c を差し引いた $(a-H_c)$ で表され、反射率 k_r と入射波高 H_i を用いて、次式で表される。

$$\eta_e = \left(\frac{1+k_r}{2} \right) H_i - H_c \quad (3)$$

k_r はそれぞれ実験から得られた1.00(直立護岸)、0.82(直立消波護岸)および0.56(消波護岸)を用いて計算した。

これによると、風の有無にかかわらず、直立消波護岸と消波護岸の一部のものを除いて、実験値が計算値に比べると大きい。これは式(3)の計算に際しては、有限振幅の影響や波の打ち上げの効果が考慮されていないためである。

図-2は、越波時の最大流速の実験値 u_e と計算値 u_c を比較したものである。ここで、砕波しないで越波する場合の平均流速の最大値 u_c は次式で表される²⁾。

$$u_c = \frac{2}{3} \sqrt{2g\eta_e} \quad (4)$$

これによると、風の有無にかかわらず、直立護岸と直立消波護岸の一部のものを除いて、実験値が計算値に比べて大きくなっている。また、消波護岸の

直立護岸、直立消波護岸、消波護岸、越波量

〒564 吹田市山手町3-3-35 TEL 06-368-0857 FAX 06-368-0857

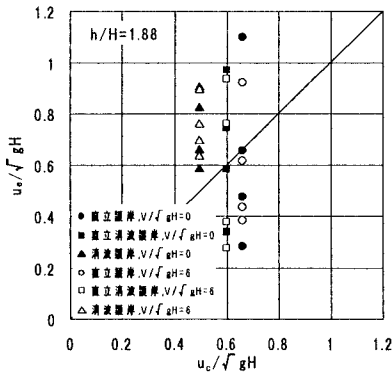


図-2 最大流速の実験値と計算値との比較

ものは、式(4)による計算では過小評価になることがわかる。

図-3は、越波時間の実験値 Δt_e と計算値 Δt_c を比較したものである。ここで、越波時間 Δt_c は、時間波形を正弦波と仮定し、 $H_0 \leq H_i \sin(2\pi t/T)$ となる時間から、次式で表される。ここに、 T は入射波の周期である。

$$\Delta t_c = 2 \times \left[\left(\frac{T}{4} \right) - \frac{T}{2\pi} \sin^{-1} \left(\frac{H_0}{\left(\frac{1+k_r}{2} \right) H_i} \right) \right] \quad (5)$$

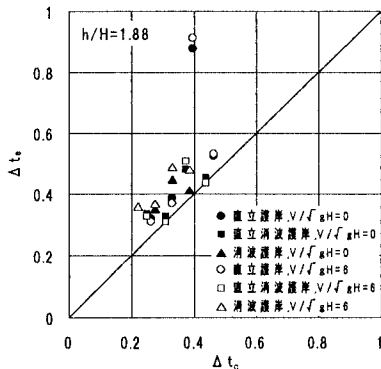


図-3 越波時間の実験値と計算値との比較

これによると、風の有無にかかわらず、いずれの護岸の実験値も計算値に比べやや大きいが、式(5)の計算でほぼ近似できることがわかる。なお、直立護岸の実験値が計算値よりもかなり大きいものがあるが、これは最大越波量を示す波が連続した波であるためである。

図-4は、越波量の実験値 Q_e と計算値 Q_c を比較したものである。なお、式(2)の計算に際しては、式(3)、(4)および(5)で求まる最高水位、最大流速および越

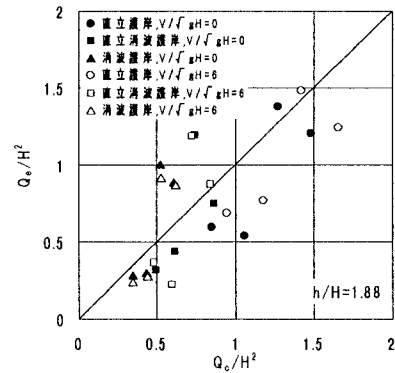


図-4 越波量の実験値と計算値との比較

波時間の計算値に、それぞれの実験値と計算値の比である、水位、流速および時間に関する補正係数を乗じたものを補正值として用いた。また、補正係数については、護岸形式ごとに周期の影響をなくすために、それぞれの周期に対する平均値を用いた。これによると、越波量は、風の有無にかかわらず、全般的にいずれの護岸の実験値も計算値に比べやや小さいが、ほぼ一致している。このことから、越波量は、前述の水量として補正值を用いることにより、式(2)の計算でほぼ近似できることがわかる。

4. あとがき

以上、三種類の護岸を対象に、越波量の推算方法を検討し、水理実験によって、その検証を行った。その結果、越波量は、越波時の水位、流速および越波時間の補正值を用いることにより、計算によってその推定がほぼ可能であることがわかった。しかしながら、その計算に際しては、反射率や補正係数を実験的に求める必要があり、今後、越波機構を詳細に調べることにより、越波量の推算方法を改善していかなければならない。最後に、本研究を行うにあたり、実験やデータ整理に大いに助力してくれた、現在、建設省北陸地方建設局の太田一幸、西宮市の小原裕一郎、大分市の羽田野 清、広島市の松本直樹の諸君に謝意を表する。なお、この研究は関西大学学術研究助成基金による研究の一部であることを明記する。

参考文献

- 1) 上山ら：大水深護岸の越波量算定に関する実験的研究，第51回年講概要集，第2部，pp. 74-75，1996。
- 2) 井上雅夫：海岸堤防の越波機構について，第20回海岸工学講演会論文集，pp. 107-112，1973。