

凸90°隅角部を有する護岸の越波特性

関西大学工学部 正会員 井上 雅夫
日本シールドエンジニアリング株式会社 正会員 中川 巧

1. ま え が き

近年、埋立護岸の前面水深はいちだんと増大し、またその法線形状も複雑なものが多い。このため、法線の隅角部付近では回折散乱波の影響により、越波量が法線方向に一樣でないことが予想される。そこで本研究では、まず大水深における凸90°隅角部を有する鉛直護岸を対象として、その前面波高および越波量を実験的に検討し、埋立護岸の危険箇所の推定法を確立しようとした。

2. 実験装置および実験方法

長さ20m、幅10m、深さ0.5mの平面水槽内に凸90°隅角部を有する鉛直護岸を設置した。入射波の特性は、波高を前面波高の測定に際しては3~4.5cm、越波量の測定では4cmとし、周期はいずれも、1.0sec、1.2sec、1.4secおよび1.6sec、入射角は45°、60°、90°、120°および135°とした。前面水深は25cm、越波時の静水面上の天端高は30cmである。前面波高の測定は、護岸前面にテレビカメラを設置し、ビデオテープで読みとり、越波量は幅5cmの小容器を護岸背後に置き、前面波高の測定時と同様に、波が定常状態の連続3波を対象として、メスシリンダーで直接測定した。また、越波時の前面波高は容量式波高計で測定した。

3. 実験結果とその考察

まず本実験を行う前に、越波量に及ぼす入射波高の影響および越波時と非越波時の前面波高比の関係について検討を行った。その結果、入射波高が増大すれば越波量も増加するが、越波量の分布形状はほとんど変化しないこと、また非越波時と越波時の前面波高比については、越波時の波高比が小さい場合が多いが、分布形状はあまり変化しないことがわかった。図-1は、入射角が90°のときの実験結果である。図の(a)は波高比 K (前面波高 H と入射波高 H との比)と相対距離 p ($=kr$, k は波数, r は隅角部からの距離)との関係であり、図中の理論曲線は三井の計算結果である。また図の(b)は無次元越波量と相対距離との関係である。これらによると、隅角部付近の越波量分布は一樣でなく、かなり明確な極大、極小値が現われ、それらの出現位置は、図の(a)に示した非越波時の波高比分布におけるものとほぼ一致し、また、三井の回折散乱波理論による計算結果とも多くの場合はかなり一致する。図-2は、極大越波量と前面波高比の出現位置を、それぞれ隅角部からの距離 x と波長 L との比で表わし、それらの関係を示した。これによると、いずれの周期や入射角についても、それぞれの極大値の出現位置はほぼ一致する。図-3は、無次

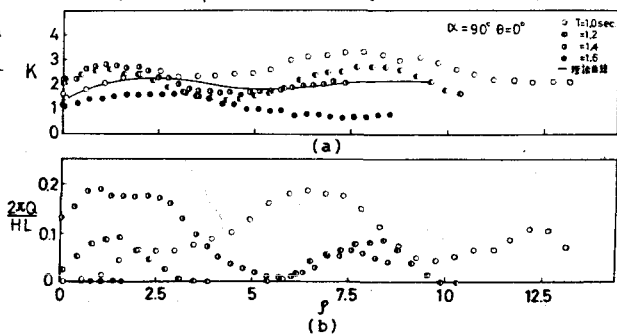


図-1 前面波高および越波量分布

元越波量と前面波高比との比, すなわち波高比に對する無次元越波量の増加率と波の入射角との關係であり, この増加率は周期や入射角にあまり關係なくほぼ一定であることがわかる。図-4は, 無次元越波量をパラメータとした前面波高波長比と入射角との關係である。これによると, 一部の場をを除き, 前面波高比を一定とすれば, 一般に法線に直角に入射する場合の越波量が多くなり, 斜め入射になるほど越波量は減少し, 波の入射角の影響がかなりあることがわかる。こうした越波量を推算するため, 越波量が護岸前面の水位と天端上の流速の積で表わされる次式を用いて計算した。

$$Q = \frac{1}{3} H' \sqrt{gH'} \int_0^{2\pi} (\sin \delta x - 2H_c/H')^2 dt$$

ここに, Q は単位幅1周期当りの越波量, t_1 および t_2 は越波開始および終了時間, H' は前面波高, $H_c = \frac{2\pi Q}{HL}$ は静水面上の天端高, $\delta = \frac{2\pi}{T}$ である。なお, 上式は入射波高として, 前面波高の1/2を仮想入射波高としたものであり, 実際の計算には図-1(a)に示した波高比分布から求めたものを用いた。

図-5は, 上式で求めた計算値 $Q(T)$ と実験値 $Q(E)$ とを比較したものである。これらによると, 図の(a)に示した入射角 α が 90° の場合には, 計算値と実験値とは比較的よく一致するが, (b)に示したように斜め入射波の場合には, 一般に計算値の方がかなり大きくなる。たとえ入射角の方向を考慮して計算値に $\sin \alpha$ あるいは $\sin^2 \alpha$ を乗じても, 計算値の方が若干大きく, 斜め入射波の越波量は入射角の影響が大きいことがわかる。今後, こうした原因を明らかにするためには, 斜め入射波の越波時の水位や流速を詳細に実測する必要がある。最後に, 本研究は自然災害特別研究費による研究の一部であることを明記するとともに, 本研究に助力した前関大学生野田, 藤島, 松永の諸君をはじめ, 研究室の諸氏に謝意を表す。

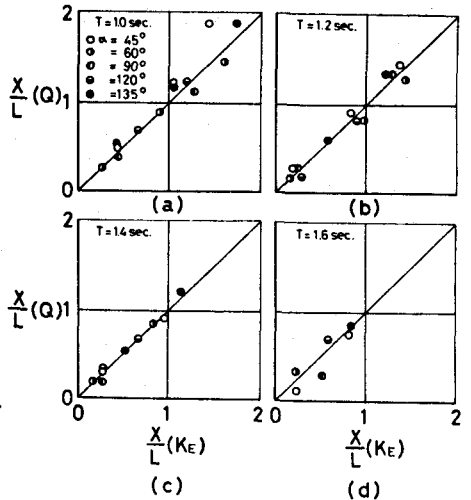


図-2 極大越波量と前面波高比の出現位置の比較

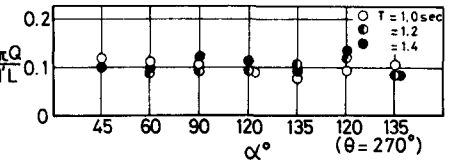


図-3 無次元越波量・前面波高比と入射角との関係

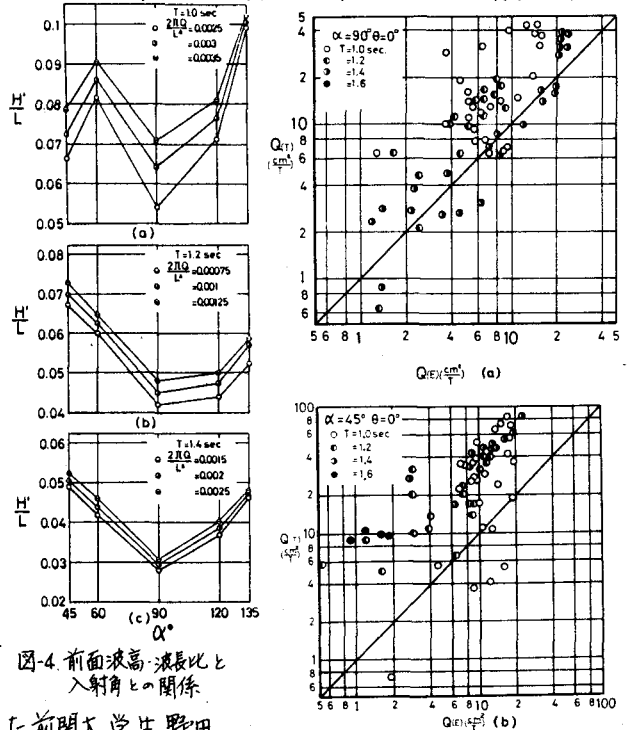


図-4 前面波高・波長比と入射角との関係

図-5 計算値と実験値との比較