

関西大学工学部 正会員 井上 雅夫  
 関西大学大学院 学生会員 松永 博史

1. ま え が き

著者は、理立護岸の越波による危険箇所の推定法を確立する目的で、単純凸90°隅角部周辺の越波分布特性を検討してきた。その結果、隅角部周辺の越波量は一様に分布するのではなく、極大値を示す箇所があり、その位置は前面波高の極大値の位置とほぼ一致すること、波高比を一定とすれば、法線に直角に入射するとき越波量も、とても大きく、斜め入射になるほど減少すること、前面波高を用いた越波量の計算値は、一般に実験値よりも大きく、特に斜め入射波の場合にその傾向が著しいことなどが明らかになった。本研究では、法線形状が二つの単純凸90°隅角がむかい合った河口堤防を対象として、その越波分布特性を実験的に検討しようとした。

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°隅角部を有する二つの鉛直堤を図-1のように組み合わせて設置した。入射波の特性は、前面波高および越波量のいずれの測定に際しても、波高Hは4cmと一定にし、周期Tは1.0secおよび1.2sec、入射角 $\alpha$ は45°、60°および90°とした。前面水深 $h_0$ は24.5cm、越波時の静水面上の天端高さHcは3.0cmである。また、河口幅 $l$ は、 $\alpha=45^\circ$ でT=1.0secの場合だけ0.7m、1.3mおよび2.0mに変化させ、その他の場合は2.0mとした。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

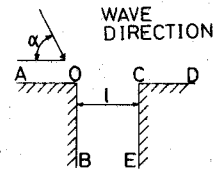


図-1 河口堤防

3. 実験結果とその考察

図-2および3は、入射角が45°の場合の法線OAおよびCE沿いの実験結果である。それぞれの図の上図は波高比K、下図は無次元越波量 $2\pi Q/HL$ の分布を示し、横軸は相対距離 $p$ である。ここに、 $p = \lambda x / L$ で、 $\lambda$ は波長、 $x$ は隅角からの距離であり、図中の理論曲線は三井によるものである。まず、これらの理論値と実験値とを比較すると、それぞれの極大および極小値の出現位置は99%の場合ほぼ一致したが、波高比には若干の差がみられた。なお、こうした理論と実験の相違は図-2および3に示した入射角が45°の場合、特に顕著であった。また、河道外のOAおよび河道内のCEのいずれの法線に沿っての越波量分布も、単純凸90°隅角部周辺の場合と同様に、法線方向に一様でなく、かなり明確な極大および極小値をもち、それらの出現位置は非越波時の波高分布における極大および極小値の出現位置にはほぼ一致する。図-4は、越波量と波高比の分布の対応をより明確にするために、極大越波量と前面波高の出現位置と距離 $x$ と波長 $L$ との比で表わし、各法線ごとに周期と入射角とをパラメータとして示した。また、図-5は河道幅を変化させた場合のものであり、パラメータは河道幅 $l$ と波長 $L$ との比 $l/L$ である。これらによると、越波量が極大となる位置は、いずれの周期、入射角および河道幅についても、非越波時の波高比の極大とな

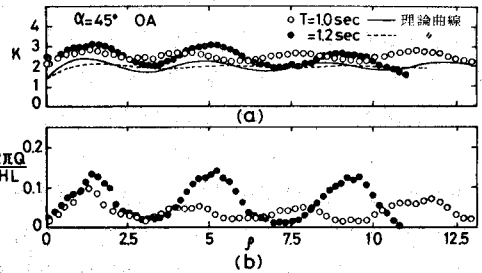


図-2 前面波高および越波量分布 (河道外)

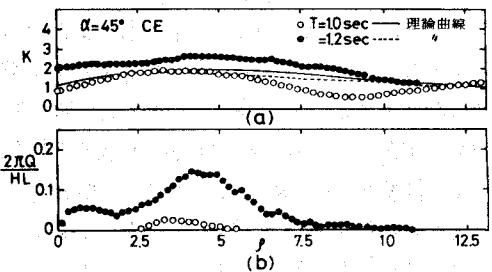


図-3 前面波高および越波量分布 (河道内)

図-5は河道幅を変化させた場合のものであり、パラメータは河道幅 $l$ と波長 $L$ との比 $l/L$ である。これらによると、越波量が極大となる位置は、いずれの周期、入射角および河道幅についても、非越波時の波高比の極大とな

る位置にほぼ一致し、単純隅角の場合と同様に、表高分布から越波量が極大となる箇所の推定が可能なることがわかる。図-6は、無次元越波量と前面波高比との比、すなわち波高比に対する無次元越波量の増加率と入射角との関係であり、この増加率は周期や入射角にあまり関係なく、ほぼ0.15で一定である。なお、単純凸90隅角の場合には、この値は0.10でやはり一定であった。図-7は、越波量の増加率と河道幅との関係であり、この場合も河道幅によって越波量の増加率はほとんど変

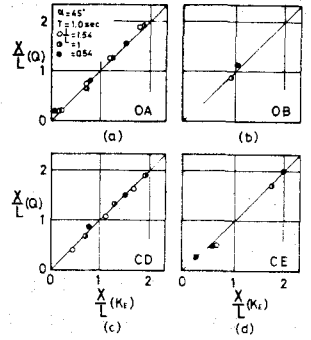
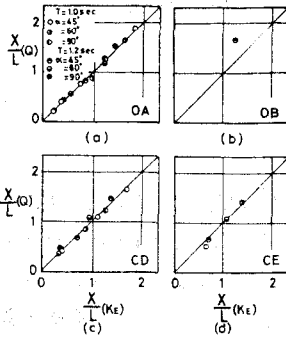


図-4 極大越波量と極大波高比の出現位置の比較 図-5 極大越波量と極大波高比の出現位置の比較

化しないことがわかる。なお、法線CEなどの河道内についてのこうした検討は、実験値が少なくできなかった。図-8は、前面波高と波長の比  $H/L$  と入射角との関係を無次元越波量をパラメータとして示した。これによると、前面波高を一定にすると、堤防法線に直角に入射する場合の越波量がもっとも多くなり、斜め入射になるほど越波量は減少し、河口堤防の場合も単純凸90隅角部の場合と同様に、越波量に及ぼす波の入射角の影響が大きいことがわかる。図-9は、前述の  $H/L$  と河道幅との関係であり、前面波高が一定の箇所については、河道幅がせまいほど越波量は多くなる傾向がみられる。しかし、河道幅が波長程度以上になると、越波量に及ぼす河道幅の影響はあまりみられなくなるようである。図-10(a)および(b)は、

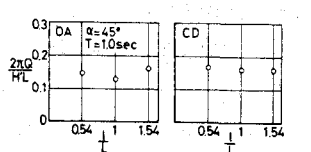
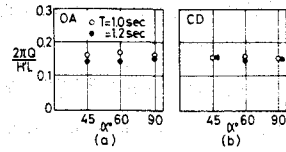


図-6 越波量の増加率と入射角との関係

図-7 越波量の増加率と河道幅との関係

入射角が90および45の場合の法線OA沿いの越波量の計算値と実験値とを比較したものである。なお、越波量の計算に際しては、前面波高の1/2を仮想入射波高として、単位幅1周期当りの越波量Qを次式によって求めた。

$$Q = \frac{1}{3} H \sqrt{gH} \int_{t_1}^{t_2} (\sin \sigma t - 2H_0/H)^{3/2} dt$$

ここに、記号は前出のほがもおよびは越波の開始および終了の時間、 $\sigma = 2\pi/T$ である。これらによると、一般に計算値の方が実験値よりも大きく、この傾向は斜め入射波の場合が著しい。入射角が90の場合の計算値は実験値の1~2倍程度であるが、45の場合には図中に法線を考慮して二つの直線を記入したが、なお計算値の方が大きい。このように前面波高から越波量を計算によって求めると、計算値の方が一般にかなり大きくなるが、このことは単純隅角の場合についても同様であった。したがって、非越波時の前面波高だけから越波量を求めるためには、特に斜め入射波の場合には何らかの補正が必要であろう。

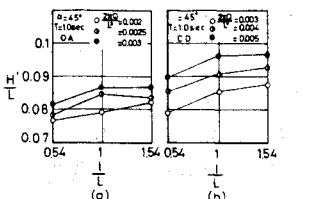
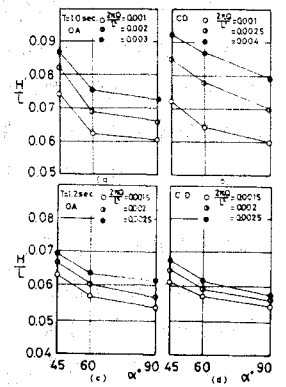


図-8 前面波高と入射角との関係

図-9 前面波高と河道幅との関係

最後に、本研究は文部省自然災害特別計画研究(代表者:京大土屋義人教授)によるものであることを明記するとともに、実験に大いに助力した前関西大学学生伊藤基嗣、庄司恭介、菅原久宗および中西正利の諸君をはじめ、研究室の諸氏に謝意を表す。

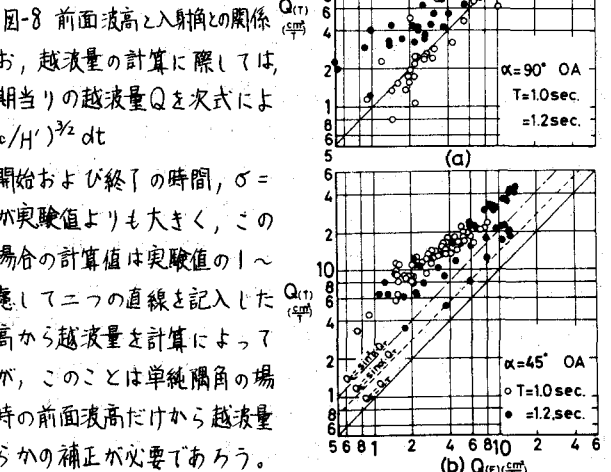


図-10 越波量の計算値と実験値との比較