

(株) 鴻池組 正会員 妹尾 平八
関西大学工学部 正会員 井上 雅夫

1. ま え が き

著者らは、これまで、河口堤防を対象として、堤防法線隅角部周辺の越波特性と左右両岸の法線形状が河道の中心線に対して対称な場合やそれがずれてやや複雑な形状となった場合などについて実験的な検討を行い、波向や河道幅等の影響および河道内の沿い波に関していくつかの定性的な結果を得てきた。本研究の目的は、越波による河口堤防の危険箇所を推定し、そこにおける越波量を推算することであるが、ここでは、特に、沖波波形勾配を一定として周期を変化させた実験を行い、河口堤防の越波に関する周期特性を明らかにしようとした。

2. 実験装置および方法

長さ20m、幅10m、深さ0.5mの平面水槽内に図-4(a)に示すような凸90°隅角部を有する1辺の長さが3.0mの鉛直堤を組合せて河口堤防とし、水深は26.0cm、天端高は2.0cm、河道幅は1.0L(Lは入射波長)と一定にした。実験波としては、沖波波形勾配が $H_0/L_0=0.04$ の場合には周期を $T=0.8, 1.0, 1.2$ sの3種類とし、 $H_0/L_0=0.03$ と0.02の場合についても同様に3種類の周期を用いて実験を行い、入射角 α は45°および90°とした。また、非越波時の前面波高の判定には、十分な高さをもつ堤防前面にテレビカメラを設置し、ビデオコーダでできるだけ定常状態の連続3波を法線方向5.0cm間隔で読みとり、越波量は、幅が5.0cmの小容器を堤体背後に置き、直接採取した水をメスシリンダーで測定した。

3. 実験結果および考察

図-1は、周期をパラメータとし、 $H_0/L_0=0.04$ とした場合について、各法線上での越波量分布の周期特性をみたものであり、縦軸は無次元越波量 $2\pi Q/HL$ 、横軸は相対距離 ρ である。なお、河道外堤防の結果である(a)および(b)図の ρ は堤体中央を原点、造波板に向、て右側を正とし、河道内堤防の(c)図では、隅角部を $\rho=0$ としている。これらによると、河道外堤防では、周期あるいは入射角にかかわらず、堤体中央($\rho=0$)に関してほぼ対称な分布形状となるが、周期が長くなるにつれて越波量分布の極大値は明確となり、越波量自体も増加している。したがって、その発生位置の推定はきわめて重要な問題となる。また、河道内堤防についても、長周期になるほど越波量は増大し、その極大値も明確になっている。しかし、その分布形状については、極小値の発生位置はほぼ一致しているが、隅角部から第2番目に現われる極大値の発生位置は若干ずれるようである。

図-2は、越波量の極大値発生位置 $\rho(Q)$ と前面波高比の極大位置 $\rho(K)$ との関係を示したものであるが、これまでの研究成果同様、周期が変化しても両者はほぼ一致している。

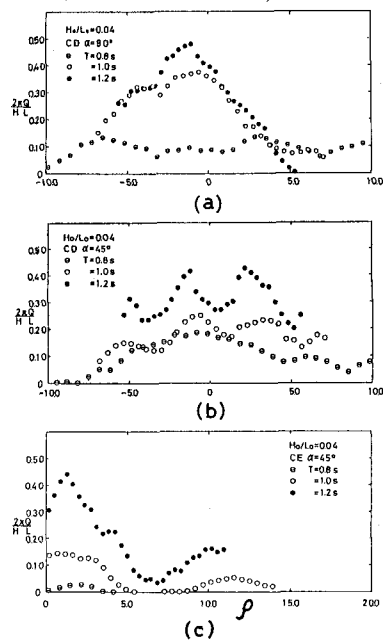


図-1 越波量分布の周期特性

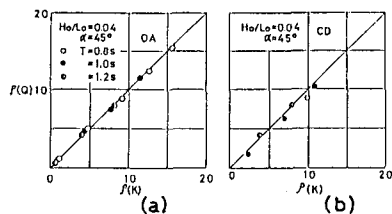


図-2 極大越波量と極大前面波高の出現位置

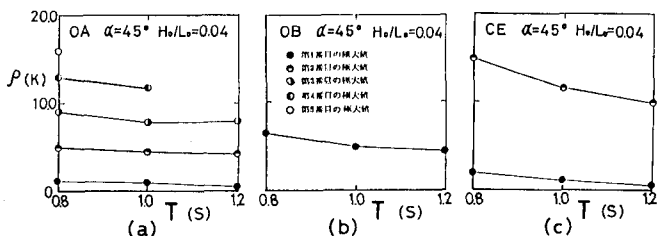


図-3 極大前面波高の出現位置の周期による変化

図-3では、周期の変化によって極大前面波高の出現位置が変化することを示した。(a)図の河道外OA面では、斜め入射波で周期が長くなると、極大値の個数は減少し、その出現位置は若干隅角部に近づく傾向がみられ、極大値間の相対距離はほぼ一定であることがわかる。これに対して、(b)および(c)図で示した河道内堤防の場合には、長周期になるほど極大値の発生位置は明らかに隅角部に近づくことがわかり、特に、CE面で隅角部より第2番目に現われる極大値にその傾向が顕著に現われている。したがって、図-4では、これらのことを具体的に検討してみた。すなわち、(b)図の縦軸にはCE面とOB面で現われたそれぞれの極大値の出現位置の相対距離の差 $\Delta P(K)$ 、横軸には周期をとリ、(a)図で示される $P(CE2)-P(OB)$ および $P(OB)-P(CE1)$ の値を調べた。これによると、 $P(CE2)-P(OB)$ の値は周期が長くなるにつれて直線的に減少しており、このことは、比較的短周期の場合には、幾何学的な反射を考えれば、ある程度極大値の出現位置が予測できるのに対し、周期が長くなると、河道上流部では、必ずしもそうしたことがあてはまらなくなることを示している。なお、このような現象は、周期と河道幅との相対的な関係で決定されるものと考えられるので、さらに広範囲な実験的検討が必要である。

図-5は、河道内堤防での越波量と前面波高比との関係と最小自乗法により一次回帰し、パラメータは周期である。これらによると、周期が長くなるにつれて直線の勾配が急になり、沖波波形勾配が一定であれば、前面波高に対する越波量の増加率は長周期波ほど大きくなることわかる。また、この傾向は、OB面あるいは図中の破線で示したCE面で第2番目に現われる極大値付近において顕著である。

最後に、図-6は、河道内のCE面について非越波時前面波高の $1/2$ を仮想入射波高として、いくつかの越波量推算式から求めた越波量分布と実験値との比較である。前報では、河道内沿い波による越波については、計算値がかなり大きくなったが、これらの図では、周期が長くなるほどその傾向が著しい。また、同一の沖波波形勾配で実験を行、たため、長周期波ほど入射波高は大きくなるが、そのため、各推算式の示す特性も周期によってかなり異なってくるようである。たとえば、(a)図と(b)図を比較すると、近藤と井上の式による計算値はその大小関係が逆になり、また、(c)図では、近藤の式による値はほとんど変動しない。したがって、周期が変化した場合の越波量の推算においても、越波量係数の適切な選定あるいは各式の適用限界は重要な問題である。

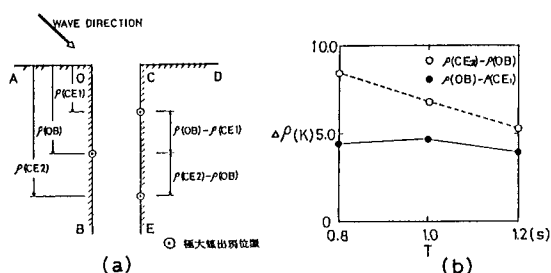


図-4 極大前面波高の出現位置のずれと周期との関係

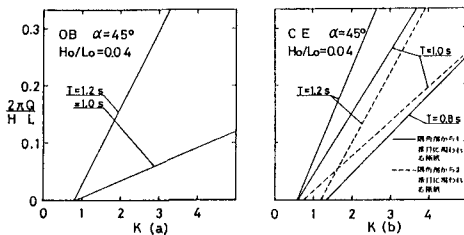


図-5 前面波高比と越波量との関係

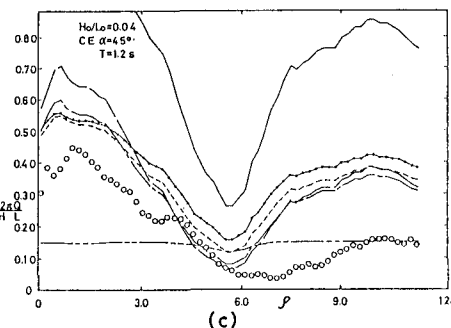
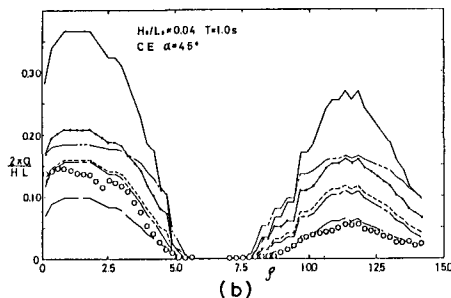
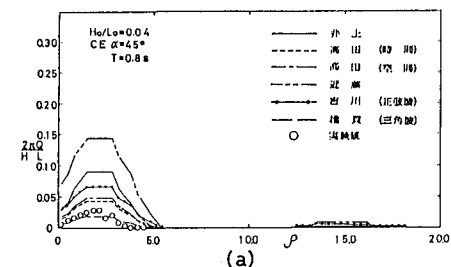


図-6 越波量分布の計算値と実験値との比較