

関西大学工学部 正会員 井上 雅夫
 関西大学工学部 正会員 島田 広昭
 静岡ユースック 斎藤 順一

1. ま え が き

越波量におよぼす海底勾配の影響はきわめて大きい。このため港湾構造物設計基準では、研破点から岸側に設置する海岸堤防の天端高は、海底勾配に依じた定数を水深(河線上では波高)に乘じ、その値を計画潮位に加えることになっている。また合田は、直立護岸の越波流量の計算に際して、海底勾配の影響に対する補正図表を提案しているが、それによると、海底勾配の影響は水深波高比が小さく、相対堤高が大きいほど著しく、 $1/10$ 勾配の越波量は、 $1/50$ 勾配の10～100倍にも達する場合がある。しかし、こうしたことの実験的な検討は十分でなく、これまでの実験のほとんどは、勾配を2種類に変化させる程度にとどまっている。このため前報では、鉛直堤前面の海底勾配を $1/5 \sim 1/50$ の5種類に変化させ、その越波量におよぼす影響を、特に研破水深との関連において、ある程度明らかにした。ここでは、鉛直堤の場合については、さらに2種類の勾配を追加するとともに、傾斜堤を対象とした実験を行い、越波量におよぼす海底勾配の影響をいっそう明確にしようとするものである。

2. 実験装置および実験方法

実験水槽は、長さ24.0 m、幅0.5 m、深さ0.6 mの片面一部ガラス張りのもので、その一端にはフラッター型造波機があり、他端に勾配 $1/5$ 、 $1/10$ 、 $1/50$ および $1/30$ の模型海床を設け、その上に傾斜角が 45° で鉛直高さが10 cmの傾斜堤を設置した。なお、鉛直堤についての追加実験は模型海床の勾配を $1/5$ と $1/15$ にしたが、それ以外の条件は傾斜堤の場合とまったく同じである。実験波は周期 $T=1.2$ sec、波高 $H_0=5 \sim 15$ cmとし、あらかじめ水深 $h=2$ cmおよび4 cmの2種類とした。波高は一樣水深部に抵抗線式波高計を置き、リニヤコードに記録させ、越波量は堤防背後の小容器に入る水量をメスシリンダで直接測定した。また、研破高や研破水深を測定するために、水槽側方からビデオカメラにより、研破の状況を撮影するとともに、越波時の堤防天端上や前面の流速を測定するために、超小型プロバ(直径5 mm)流速計を天端上1.0 cmおよび堤防前方4.0 cmで静水面上1.0 cmの位置に設置し、リニヤコードの記録から、それぞれの最大流速を求めた。実験はまず入射波の測定を行ったのち、波高が一樣となる造波機始動後の6波目からの数波について、すべての測定を行った。また、この種の実験では、各勾配における斜面の長さ、あるいは一樣水深部の水深を一定にする方法があるが、この場合には後者によることにした。

3. 実験結果とその考察

図-1は、傾斜堤の場合の無次元越波量と波形勾配との関係を、海底勾配をパラメータとして示し、越波量に

およぼす波高の影響を表した。水深波長比が0.009で $1/5$ 勾配の場合には、波高の増大とともに越波量も増加するが、 $1/10$ 勾配の場合には、波形勾配が約0.04で極小値を示すが、このことは鉛直堤の場合も、まったく同じであり、多段研破の影響と考えられる。水深波長比が0.018の場合は、 $1/5$ と $1/10$ 勾配はさきの場合と同じ傾向であり、 $1/50$ 勾配では波高の影響はあまりなく、 $1/50$ 勾配では $1/10$ 勾配と同じような変化を示しているが、その変動量は小さく、これらの結果も鉛直堤の結果とほぼ同じである。

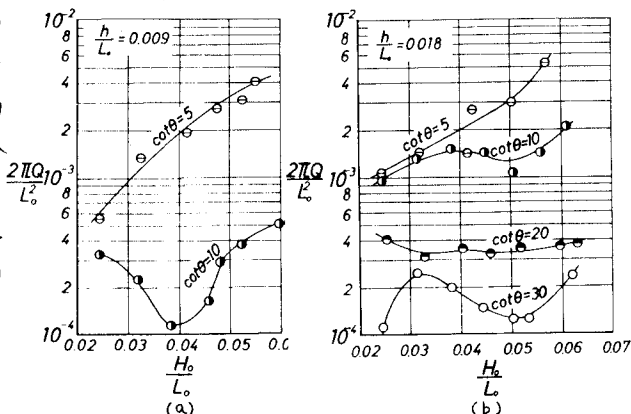


図-1 無次元越波量と波形勾配との関係

図-2は、図-1から無次元越波量と海底勾配

との関係を、波形勾配をパラメータとして示し、越波量に
よる海底勾配の影響を表した。いずれ
の場合も砕波後の波
が堤防に衝突して越
波するため、海底
勾配の影響は大きく、
特に、水深波長比が

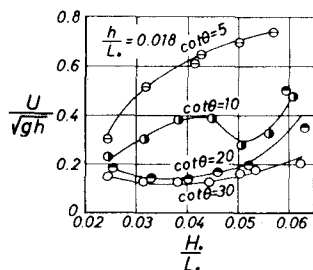
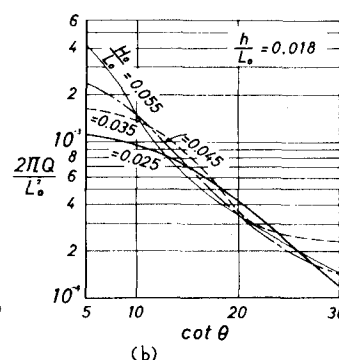
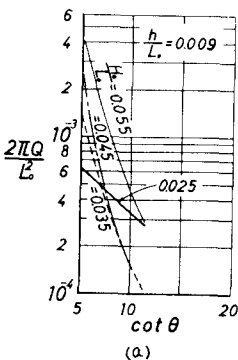


図-3 無次元流速と波形勾配との関係

図-2 越波量に及ぼす海底勾配の影響

小さいほど、海底勾配の減少による越波量の減少率は大きい。しかし、波形勾配の影響はあまり明確でない。図-3は、越波時の天端上における最大流速の無次元量と波形勾配との関係を、海底勾配をパラメータとして示した。図中の曲線の傾向は、 $1/30$ 勾配の一部を除いて、図-1(b)の曲線の傾向にかなりよく一致している。また図-4は、天端上の最大流速と海底勾配との関係を、波形勾配をパラメータとして示したものであり、この傾向も図-2(b)の傾向によく一致している。これらのことから、海底勾配の変化による越波量の変動の原因として、越波時の天端上での流速の変化が十分に考えられるが、流速の測定方法には、まだ疑問な点が多く、今後は堤防前面の波形の変化とともに詳細に検討すべきであろう。図-5は、無次元越波量と堤防設置位置と砕波点間の距離 X_0 と波長の比との関係である。なお、砕波点の位置は、堤防を設置すると反射波の影響でかなりばらつくため、合田の砕波水深を与える図表から算出した。これによると、海底勾配の影響は砕波水深の影響に置換され、傾斜堤の場合も、鉛直堤の場合と同様に、砕波点の沖への移動が越波量の減少の原因となっていることがわかる。図-6は、 $1/30$ 勾配の越波量を1として、海底勾配の越波量に及ぼす影響を示した。図中には相対堤高が1.0と0.5の場合の合田による補正曲線を記入したが、鉛直堤($\alpha=90^\circ$)と傾斜堤($\alpha=45^\circ$)のいずれの実験値も相対堤高は0.75であり、ほとんどの実験

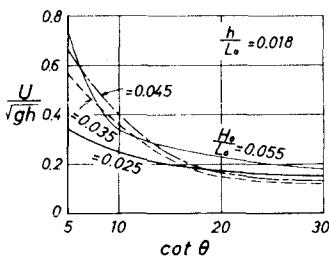


図-4 天端上流速に及ぼす海底勾配の影響

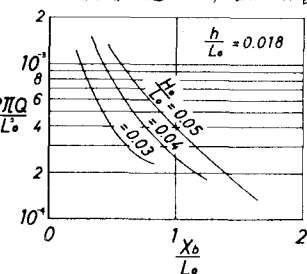


図-5 無次元越波量と砕波点との関係

値は両曲線を上下限とする範囲に含まれ、補正曲線の妥当性を示している。また、海底勾配が $1/30$ よりも急な場合の実験値も、両曲線を延長した破線を上下限とする範囲内に含まれる。このことは、補正曲線の海底勾配に対する適用範囲が拡大できる可能性のあることを示唆している。図-7は、無次元越波量と海底勾配との関係を、鉛直堤と傾斜堤の場合について、波形勾配ごとに示した。これによると、ほとんどの場合、傾斜堤の方が鉛直堤よりも越波量が多いが、海底勾配の減少による越波量の減少率はほぼ同じであり、堤防の型式によらず、越波量に及ぼす海底勾配の影響の仕方はあまり変化しないということができよう。

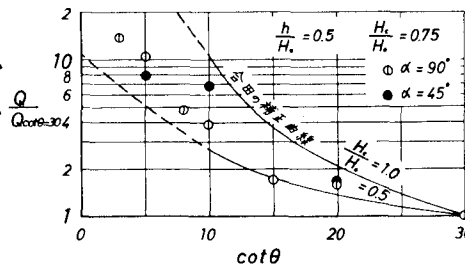


図-6 合田の補正曲線の検討

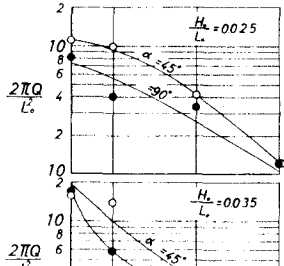


図-7 鉛直堤と傾斜堤との比較