

関西大学工学部 正会員 井上 雅夫

1. ま え が き

著者はすでに、大水深に設置される護岸構造を究明する目的で、逆勾配護岸の越波特性を検討し、逆勾配護岸の越波量はその傾斜角が 120° で極小値を示したのち、 135° で極大値をとり、ふたたび減少する場合のあることを明らかにするとともに、こうした特性は逆勾配護岸の反射特性に起因すること示した。しかしながら、逆勾配護岸を実際に施工する場合には、施工面や経費の面ばかりでなく、一般に波動運動が水面で大きく、水底にいくにしたがって小さくなることを考慮すれば、特に大水深の水底から天端までの全のり面を逆勾配にすることは、非常に無駄のようなものである。こうしたことから、ここでは越波防止機能が秀れ、しかも実際に施工が可能と考えられるような逆勾配護岸の断面形状を明らかにするとともに、実際の海岸に來襲する波はいろいろな周期からなる不規則波であるため、その周期特性についても若干の検討を行なお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 24.0m 、幅 0.5m 、深さ 0.6m の片面一部ガラス張りのもので、その一端に逆波機があり、他端の一樣水深部に逆勾配護岸を設置した。護岸の傾斜角はいずれも 120° とし、その鉛直高さはすべて 50cm とした。図-1は、逆勾配護岸の断面を示したものである。

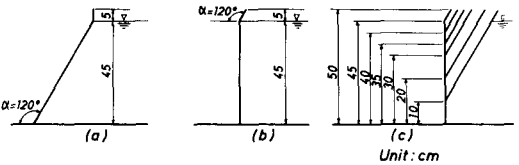


図-1 逆勾配護岸の断面

実験波は、断面形状の影響については周期 $T = 1.20\text{sec}$ 、波高 $H = 4 \sim 8\text{cm}$ 、り先水深 $d = 45\text{cm}$ とし、周期特性については、周期を 0.85sec 、 1.00sec 、 1.20sec 、 1.50sec および 1.80sec の5種類に変化させ、波高およびり先水深は丁玉の場合と同じにした。波高は水槽一樣水深部に抵抗線式波高計を置き、リニャコードに記録させ、越波量は護岸背後の小容器に入る水量をメスシリンダーで直接測定した。実験はまず護岸をとり除き入射波を測定したのち、護岸を設置して、波高が一樣な造波機始動後の $6 \sim 8$ 波目までの越波量を測定した。

3. 実験結果とその考察

(1) 越波量に及ぼす断面形状の影響：図-2は、図-1(a)および(b)に示すような静水面下部および上部だけが逆勾配で、他の部分は鉛直とした断面についての越波量と波高との関係を示したものである。なお、図中には参考のため鉛直堤と全のり面が逆勾配の場合の実験値も記入した。これによると、実験を行なった波高の範囲内については、越波量が少ない断面は、当然のことながら、全のり面が逆勾配のもの、静水面の上部だけが逆勾配のもの、静水面の下部だけが逆勾配のもの、鉛直堤の順であり、この傾向は波高が小さいほど顕著である。たとえば、鉛直堤と上部逆勾配の越波量の比は、波高が 5cm 、 6cm および 7cm の場合、それぞれ、それぞれ、それぞれ 1.5 であり、鉛直堤と下部逆勾配の越波量の比は、それぞれ、それぞれ 1.4 および 1.1 である。したがって、逆勾配

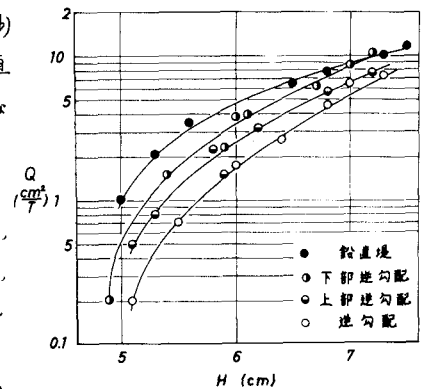


図-2 越波量と波高との関係

護岸の越波防止効果には、静水面上および下部のいずれの逆勾配部分も寄与しているが、静水面下の長い部分を逆勾配にすることよりも、静水面上のわずかの部分を逆勾配にした方が効果的であることがわかる。しかしながら、静水面下部の逆勾配部分も多少、越波を防止する機能を有しているので、水底からどれだけの位置から逆勾配にすれば効果的であるかを検討した。図-3は、図-2(c)に示したように上部逆勾配の鉛直部分の長さ H_v を変化させた場合の越波量と波高との関係を示したものである。なお、図中 $H_v = 0\text{cm}$ および 50cm の実験値はそれぞ

れ全のり面が逆勾配および鉛直堤の場合のものである。これによると、水底からの鉛直部分の長さに関係なく、波高とともに越波量も増加している。大水深に設置される護岸の越波特性としては、波高が増大しても越波量が急激に増加しないものが望ましいが、逆勾配護岸でこうした特性をもたせるためには、傾斜角を15°以上にしなければなら

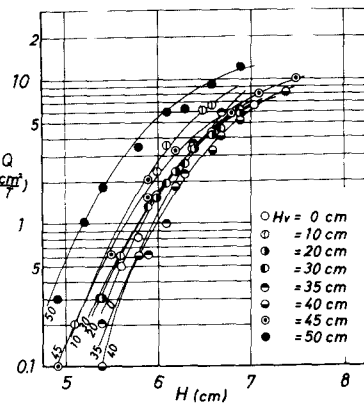


図-3 越波量と波高との関係

らず、この場合には、逆勾配の傾斜角が120°であるため、いずれの断面についても、波高の増大に伴う越波量の増加の仕方は鉛直堤の場合とほぼ同様であり、大水深の護岸として好ましい越波特性はみられない。図-4は、越波量と水底から鉛直部分の高さHvとの関係を波高をパラメータとして示したものである。これによると、いずれの波高についても越波量が極小となる断面は、Hv=40cm、すなわち静水面上部および下部をそれぞれ入射波高よりもやや小さい5cmずつ逆勾配にした場合であることがわかる。また、この傾向は波高が小さいほど顕著であり、同様なことが図-2にもみられたが、このことは、波高が大きくなると相対的な逆勾配部分の長さが短くなり、その結果、越波防止効果があまりなくなるためと考えられる。さらに、Hv=10cm、すなわち水底から10cmの部分鉛直にし、その上部を逆勾配にした場合には、さらに上部の位置から逆勾配にした場合よりも越波量が多くなる傾向がいずれの波高についてもみられるが、その原因については明らかでない。

(2) 越波量に及ぼす入射波周期の影響：実際の海岸の波は種々の周期からなる不規則波である。したがって、ある周期の波に対してだけ非常に越波防止機能のある護岸であっても、周期がわずかに変化すれば、越波量も大幅に変化するようなものであれば、実際にはまわめて危険な護岸であろう。そのため不規則波を対象として、こうした検討を行なうことが望ましいが、ここでは実験施設などの制約で、規則波であるが周期を前述の5種類に変化させて実験を行なった。対象とした護岸の断面は図-1(c)のHv=40cmのものである。図-5は、越波量と波高との関係を示したものであり、いずれの周期についても、波高の増大とともに越波量も増加している。図-6は、越波量と周期との関係を波高をパラメータとして示したものである。これによると、越波量に及ぼす周期の影響はあまり顕著でないが、越波量は周期が1.0sec~1.2secで最も少なく、それ以上の周期になると若干増加するようである。また、この傾向は波高が大まいほど著しい。以上の結果、逆勾配護岸は越波防止立場だけに限れば、静水面上下部を入射波高程度を逆勾配にすればよく、また、こうした断面は周期特性もあまりシャープでないことがわかった。したがって、逆勾配護岸は、大水深で波高の小さい箇所の護岸としては、かなり有効な越波防止機能を期待することができよう。

最後に、この研究は文部省自然災害特別研究代表者：京都大学岩垣雄一教授による研究の一部であることを明記して感謝するとともに、実験に大いに助力した前関西大学学生魚谷美代治、三国 勇の両君に謝意を表する。

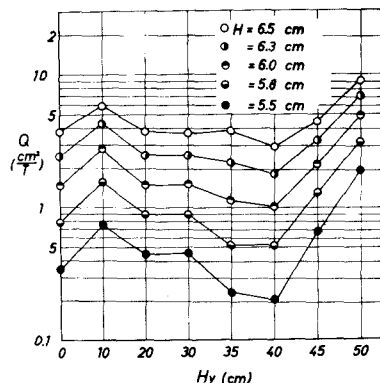


図-4 越波量と水底から鉛直部の高さとの関係

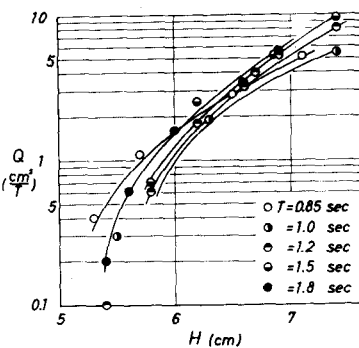


図-5 越波量と波高との関係

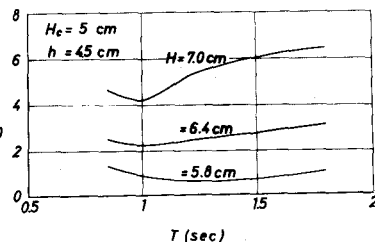


図-6 越波量と周期との関係