

海岸堤防の越波実験における縮尺効果について

京都大学防災研究所 正会員 岩 垣 雄 一
 京都大学防災研究所 正会員 井 上 雅 夫
 京都大学工学部 学生会員 金 田 孝 之

1. ま え が き

海岸堤防の設計に際して、越波量を正確に推定することは重要な問題であるが、越波の機構が複雑なため、越波量を模型実験によって推定するのが現状である。一般に模型実験において最も重要なことは、模型と実物の力学的相似関係を見出すことであり、この関係がはたまりしていないまま、実験結果を用いて実際の構造物を設計すると、危険な構造物や、無駄な過大の構造物を作ったりする恐れがある。従来の越波実験は、Froudeの相似律によって行なわれ、その結果を実際問題に適用する場合には、十分な検討が行なわれないままであった。この研究は、鉛直堤を対象とした縮尺の異なる越波実験を行ない、海岸堤防の越波実験における縮尺効果を明らかにしようとするものである。

2. 実験装置および実験方法

実験は、入射波の周期 T が 0.8sec 、 1.0sec および 1.3sec の場合は小水槽($2\text{m} \times 0.5\text{m} \times 0.6\text{m}$)、 2.0sec の場合は中水槽($4.0\text{m} \times 0.8\text{m} \times 2.3\text{m}$)、 3.0sec の場合は大水槽($8.0\text{m} \times 1.0\text{m} \times 1.5\text{m}$)を用い、水槽の一端には、鉛直堤を勾配 $1/5$ の斜面上に設置した。図-1は実験装置の概略図である。実験波の波波波形状勾配 H/L は、それぞれの周期について 0.01 、 0.02 および 0.03 とし、同一の H/L について、比水深 h/L (h は法先水深)の値を 0.01 、 0.02 、 0.03 および 0.04 に変化させ、種々の状態で越波するようにした。相対堤高 H_c/H_0 (H_c は静水面上の天端高)はすべて 0.8 とした。なお、堤防の幅については、従来の水槽を分割して使用する方法は用いず、水槽の全幅にわたって堤防を設置した。実験はまず、堤防をとり除き、所定の波を得るようにしたのち、堤防を設置して、造波機始動後の4〜6波までの越波量を測定した。

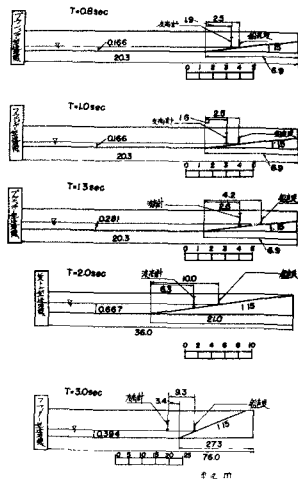


図-1 実験装置概略図

3. 実験結果とその考察

越波実験における縮尺効果を明らかにするためには、各実験で一樣水深部の水深や波高計設置位置の水深をできるだけ相似にすることが望ましいが、やむを得ないときは、こうした影響がどの程度あるかを明らかにしておかなければならない。図-2は、一樣水深部の水深 d の越波量 Q に及ぼす影響を示した一例であるが、この実験の範囲内では越波量にはあまり一樣部水深の影響はなく、むしろ、実験値のばらつきに含まれるようである。しかし、こうした影響をできるだけ少なくするため、一樣部水深については、 1.0sec 、 1.3sec および 2.0sec の場合を、波高計設置位置の水深に

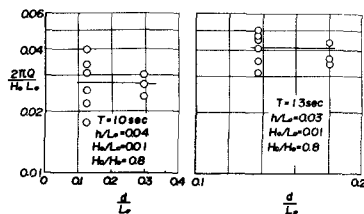


図-2 一樣部水深の越波量に及ぼす影響

いては、0.8sec, 1.0sec, 1.3secおよび2.0secの場合を相似にした。図-3および4は、波形勾配が0.01および0.02の場合の無次元越波量と周期との関係、実験値のばらつきの範囲と平均値とで表わし、越波実験における縮尺効果を示したものである。なお、図-3の小円で表したものは大水槽での実験値である。これらの図から、いずれの波形勾配や比水深についても、越波実験には明らかに縮尺効果があり、周期の短い波ほど、越波量は多くなることがわかる。いま、3.0secの場合の越波量を基準にとると、2.0sec, 1.3sec, 1.0secおよび0.8secの場合の越波量は、それぞれ、約1.0~1.3倍, 1.1~1.5倍, 1.2~2.0倍および1.5~5.0倍になり、周期が2.0secよりも長い波を用いると、縮尺効果はほとんどないが、1.0secよりも短い波では縮尺効果が顕著にあらわれ、越波量は急激に増大することがわかる。このことは、越波実験では波の周期が2.0sec程度以上になるように模型縮尺を決定することが必要であることを示している。

この縮尺効果の原因については、いまのところ明らかでないが、この実験においては、堤防天端幅も狭く、そこでの粘性や表面張力の影響とは考えられないため、重複波の状態で越波する場合については、越波するまでの波形を調べた。

図-5は、越波量を測定したときの入射波の波形を比較したものであり、横軸は時間 t と周期 T との比、縦軸は静水面からの水位 η と波高 H との比である。図中、3.0secの波形は、測定位置の水深が他の場合と異なるため、直接の比較はできない。しかし、周期が1.0secと2.0secとの波形を比較してみると、1.0secの波形は峰の部分鋭く、静水面上の水位も高いが、谷は平坦で水位の下がり方も少ない。このようなことが原因となって、堤防前面での水位を上昇させ、越波量を増加させるのかもしれない。しかしながら、こうした波形の相違が造波機特性によるものか、あるいは、波の周期によるものかは明らかでない。今後は、入射波ばかりでなく、堤防前面の重複波の波形についての詳細な解析が必要である。また、砕波した波が越波する場合の縮尺効果の原因としては、Diephuis がすでに指摘しているような、砕波そのものについての縮尺効果も考えられる。

以上、鉛直堤の越波実験の結果にもとづいて、その縮尺効果を考察したが、今後は、こうした縮尺効果の原因を明らかにするため、堤防前面の波の特性や砕波の機構を明らかにしなければならない。なお、この研究は文部省特定研究費による研究の一部であることを明記して謝意を表す。

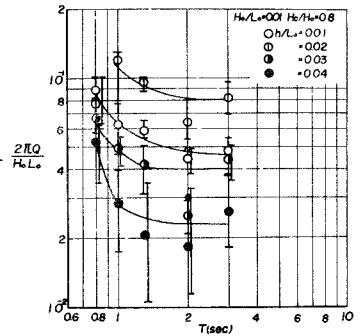


図-3 越波実験における縮尺効果(1)

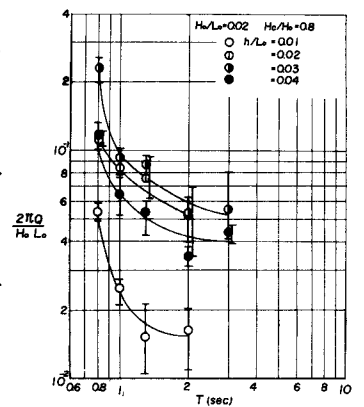


図-4 越波実験における縮尺効果(2)

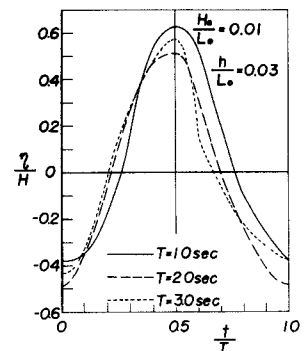


図-5 実験波形の比較