

II-430

斜板消波潜堤（SURF）に作用する波力の特性

㈱ 間 組 技術研究所 正員 斉藤栄一・沖 政和
 大成建設㈱ 技術研究所 正員 上野成三・佐藤明美
 東急建設㈱ 土木技術部 正員 原 幸一・加藤雅也
 建設省 土木研究所 正員 宇多高明・小俣 篤

1. まえがき

斜板消波潜堤（SURF）の安定性検討に必要な波力特性を調べるために、筆者らは海底勾配 $i = 1/10$ の条件で波力および滑動実験を行い、砕波しつつ進行し、切り立った波面を持つ波がSURFの前面壁へ衝突する際に鋭いピークを有する衝撃波力が発生することを明らかにした¹⁾。しかしながら、海底勾配が緩やかになると、砕波形態が変わり、このような衝撃波力は小さくなると考えられる。そこで本研究では、勾配が緩い条件（ $i = 1/30, 1/80$ ）での波力実験を行い、SURFに作用する波力の特性を調べた。また、前報¹⁾と同様に、波力実験の妥当性を検討するために滑動実験を実施した。そして、勾配 $i = 1/10$ の実験結果を含め、広範囲の海底勾配条件におけるSURFの波力特性について考察した。

2. 実験方法

(1) 波力実験

実験は、㈱間組技術研究所の2次元造波水路（ $50 \times 0.8 \times 1.5\text{m}$ ）を用いた。例として、海底勾配 $i = 1/30$ の場合の実験装置を図-1に、また、堤体模型の概要を図-2に示す。

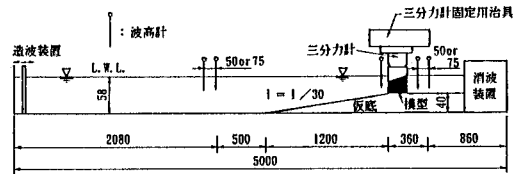
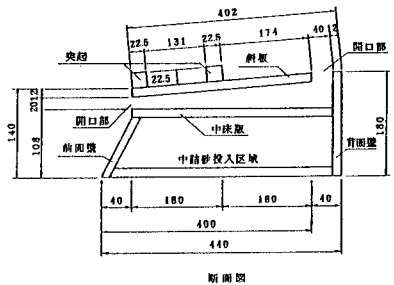


図-1 実験装置

(単位: cm)

波力は三分力計により測定した。堤体模型は、片持梁を介して水槽の天端に固定した三分力計に取り付けた。これは、三分力計を堤体模型の底版に取り付ける方法では揚圧力を過大評価してしまう¹⁾ためである。堤体設置水深 h はL.W.L.時とH.W.L.時を想定して、 $h = 18\text{cm}$ （没水深 $R = 0\text{cm}$ ）、 22cm （ $R = 4\text{cm}$ ）とした。周期 T は1.1～2.8secの間で6種類、波高 H は砕波後の波も含めて5～24cmの範囲で変化させた。砕波条件での波高には、仮想通過波高を用いた。



断面図

単位: mm

図-2 堤体模型の概要

(2) 滑動実験

波力実験では、分力計が砕波の影響を受けないように分力計と片持梁で吊るされた堤体模型との距離を長く took たために、測定系の固有振動数 f_N は14Hzと低くなった。したがって、前報¹⁾のように立ち上がりの鋭い衝撃力作用時の波力を過小評価することが危惧された。そこで、波力実験の妥当性を検討するために滑動実験を実施した。

実験装置は波力実験と同一のものをを用い、水平床の上に設けた捨石マウンドの上にSURFの模型を設置した。滑動は、1波毎10波分の変位量を計測した。滑動量は中間値（10波中大きい方から5番目の値）を採用した。波浪条件は、非砕波領域から砕波領域までの数種類を選定した。

3. 実験結果

H と滑動限界水中重量 W_c の関係を図-3, 4に示す。 W_{cfm} (□) は、波力実験による岸向き最大水平力 ($F_{x\max}$) と上向き最大鉛直力 ($F_{z\max}$) を式(1)に代入して求めた滑動限界水中重量である。

$$W_c = F_x / \mu + F_z \quad (1)$$

ここで、 μ は堤体と捨石マウンドの静止摩擦係数で、水中載荷試験より $\mu = 0.54$ とした。 W_{cfp} (○) は、 F

$F_{x\max}$ と $F_{z\max}$ の位相差を考慮して求めた滑動限界水中重量である。 W_{cs} (Δ) は、滑動実験で求めた滑動限界水中重量である。図-3, 4はそれぞれ海底勾配 $i=1/30, 1/80$ の結果に対応する。どちらも、非砕波領域および砕波領域において、 W_{cs} は W_{cfm} , W_{cfp} とはほぼ同様な値を示す。 $i=1/10$ の実験では、砕波領域で立ち上がりの鋭い衝撃波力が発生していたために、 W_{cs} の値が他の2つより非常に大きくなった。しかし、今回はその様な傾向は見られず、緩勾配($i=1/30, 1/80$)の条件では、立ち上がりの鋭い衝撃的な波力は発生していなかったと考えられる。

4. 海底勾配の違いによる波力特性の比較

海底勾配の違い($i=1/10, 1/30, 1/80$)による波力の特性を検討する。ここで、 $i=1/10$ の $F_{x\max}$ には、筆者らが前報¹⁾で提案した滑動実験より得られた W_{cs} , μ , および波力実験より得られた $F_{z\max}$ を用いて、式(1)を変形して算定した値を用いた。図-5には、 $h=18\text{cm}$, $T=1.98\text{s}$ の条件での、海底勾配の違いによる単位面積当たりの水平力を比較して示す。図中には、波力係数を表示してある。まず、非砕波領域では $F_{x\max}/A_x$ は海底勾配によらずほぼ同じ割合で H に比例して増加する傾向を示す。砕波領域では、 $i=1/10$ の条件で、その増加の割合が急激に大きくなるのに対し、 $i=1/30, 1/80$ では逆に緩やかに減少する。波力係数 a の最大値は、 $i=1/10$ では $a \approx 1.1$ となるのに対して、 $i=1/30, 1/80$ では、たかだか $a \approx 0.5$ である。次に、鉛直波力の特性を図-6に示す。 $i=1/10$ の砕波領域で波力の増大傾向が見られるが、 $F_{x\max}/A_x$ に見られたほど急激な増加ではない。非砕波・砕波領域ともに、 H に比例して増加する傾向になっている。波力係数は $a=0.2 \sim 0.5$ 程度である。以上の検討より、鉛直方向には立ち上がりの鋭い衝撃波力は作用しにくいことが分かる。

5. 結論

① $i=1/30, 1/80$ の条件について、波力実験と滑動実験の結果を比較したところ、両者から求まる滑動限界水中重量 W_c の一致度は高く、この条件では立ち上がりの鋭い衝撃砕波力は発生していないと判断された。

② $T=1.98\text{s}$, $h=18\text{cm}$ ($R=0\text{cm}$)の条件で、海底勾配の違い($i=1/10, 1/30, 1/80$)による単位面積当たりの波力を比較した結果、 $i=1/10$ では砕波領域で立ち上がりの鋭い衝撃波力が発生するため、 $F_{x\max}/A_x$ の値が急激に増加し、最大値は $a \approx 1.1$ となった。これに対して、 $i=1/30, 1/80$ ではたかだか $a=0.5$ 程度となった。鉛直方向には、立ち上がりの鋭い衝撃波力は作用しにくく、波力係数は全体的にほぼ同様な値で、 $a=0.2 \sim 0.5$ となった。

参考文献

1)建設省土木研究所海岸研究室(1990): 海域制御構造物の開発に関する共同研究報告書(11), 第9章, 斜波消波潜堤(SURF)に作用する波力の特性-海底勾配 $1/10$ の場合-, 共同研究報告書, No. 46., pp. 109~128.

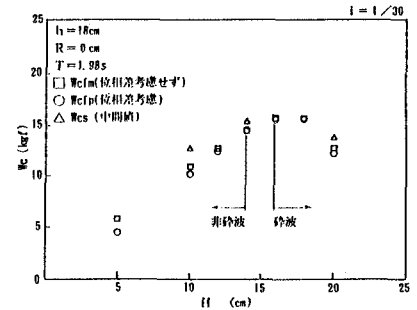


図-3 滑動限界水中重量と H の比較
($i=1/30, h=18\text{cm}, R=0\text{cm}, T=1.98\text{s}$)

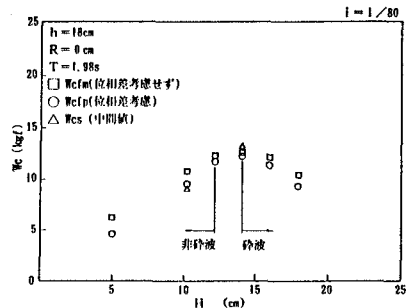


図-4 滑動限界水中重量と H の比較
($i=1/80, h=18\text{cm}, R=0\text{cm}, T=1.98\text{s}$)

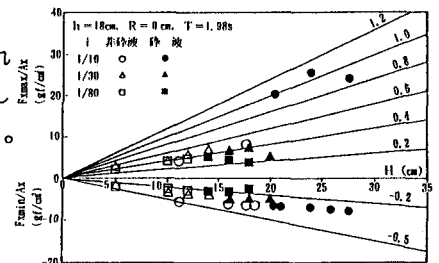


図-5 $F_{x\max}/A_x$, $F_{x\min}/A_x$ と
 H の関係($h=18\text{cm}, R=0\text{cm}, T=1.98\text{s}$)

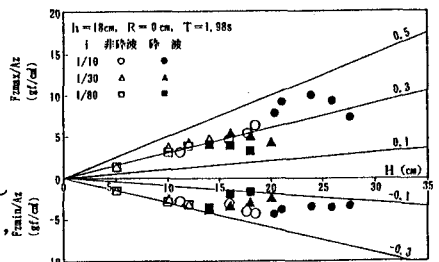


図-6 $F_{z\max}/A_z$, $F_{z\min}/A_z$ と
 H の関係($h=18\text{cm}, R=0\text{cm}, T=1.98\text{s}$)