

堤体前面に設置された消波ブロックの安定性について

総合コンサルタント 正員 ○横井 俊弘
鳥取大学大学院 学生員 糟谷 恭啓
鳥取大学工学部 正員 瀬山 明

1.はじめに：消波ブロックの安定に関しては、従来よりHudson公式により評価が行われてきたが、この安定重量の算定式が波高と堤体の比重だけで与えられる形式のものとなっているため、その妥当性については従来より疑問が持たれ、多くの研究が行われているが、現在まだ新しい算定式が提案されるまでに至っていない。そこで、本研究はブロックの安定重量算定式を確立する第1歩として、種々の条件のもとでブロックに作用する波力を測定し、安定性を評価するとともに、Hudson公式における K_D の値が、従来用いられて来たような定数でよいかどうかを明らかにすることを検討したものである。著者らはすでに昨年度の報告¹⁾において、堤体前面において波が、CollapsingあるいはPlunging型砕波をする時にブロックに作用する波力（揚力）が最大になることを明らかにしている。ここでは特に、上のタイプの砕波が生じた時の衝撃波力の堤体全体にわたる分布ならびにその作用方向を検討した。

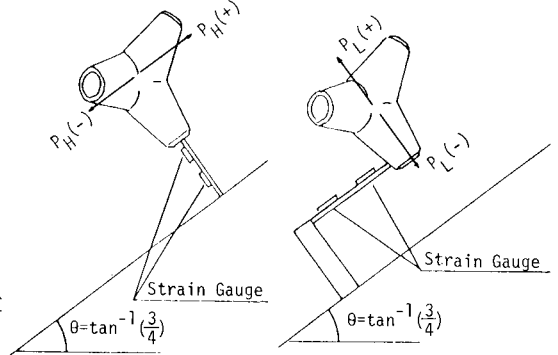
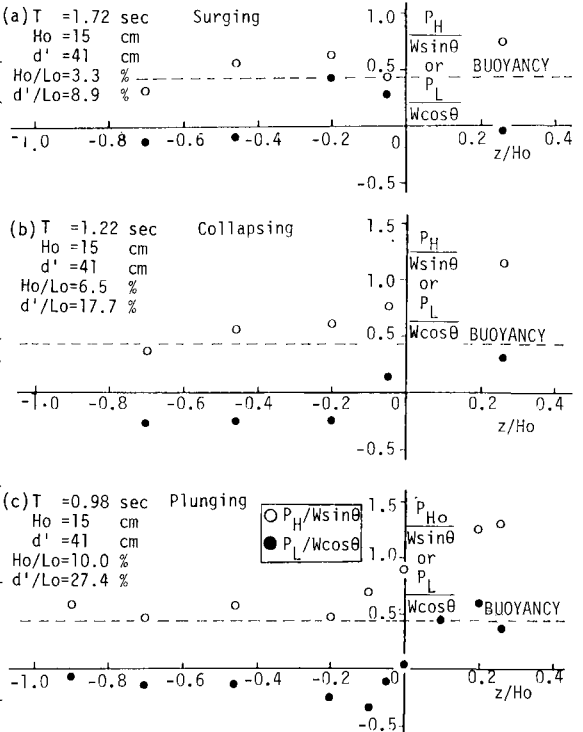


図-1 波力測定装置

2.実験方法：実験は、水路の一端に1/10勾配のスロープを設け、その上に水平に対して3/4勾配の堤防模型を(a)T=1.72 sec
Ho=15 cm
d'=41 cm
Ho/Lo=3.3 %
d'/Lo=8.9 %
設置し、堤体法面全体に消波ブロックを2層整積みにして行った。消波ブロックはテトラポッド3.2t模型（縮尺1/25, 184g）を用い、下部捨て石層にはテトラポッド重量の1/20～1/10の碎石を用いた。消波ブロックに作用する波力を堤体法面に平行な水平力成分 P_H と垂直な揚力成分 P_L に分離して取り出すため図-1のような2種類の波力測定装置を用いて測定した。測定用ブロックは、堤体法面上に2層整積みを設置した時に同じ高さになるように、また、隣り合うブロックと接触しないように設置した。



3.結果及び考察：図-2(a)～(c)には各周期ごとに衝撃波力の水平力成分と揚力成分の場所的変化を示したものであり、縦軸は質量のそれぞれの方向成分で無次元化した $R/W\sin\theta$, $R/W\cos\theta$, 横軸には静水面から測定装置設置位置までの距離 z を波高で無次元化した z/H_o で表わしている。符号は図-1に示す。 $P_H/W\sin\theta$ の最大値は砕波型式がSurging→Collapsing→Plunging型に遷移するにつれて、大きくなり、最大値の発生位置はどの場合も静水面より上である。砕波による衝撃力が作用した時、

図-2 衝撃波力の場所的変化

水平力は常に斜面に沿って上向きとなっており、Plunging型砕波の時砕波先端の水粒子速度が最大となり、大きな衝撃力がブロックにかかる。揚力もやはり、砕波型式がPlunging型に遷移していくにつれて $R/W \cos \theta$ の最大値が大きくなり、浮力より大きな揚力が作用するのはこのPlunging型砕波の場合だけである。揚力が最大値を示す堤体上の位置はSurging $\rightarrow$ Collapsing $\rightarrow$ Plunging型と砕波型式が遷移するにつれて静水面より下から静水面より上へ移動し、それとともに、 $R/W \cos \theta$ の正負が逆転する位置が静水面付近に移っていった。これは、up rush時にブロック層内に前波による水が滞留しているか否かによるようである。すなわち、down rushによりブロック層内が水で飽和されている時、次の波の砕波先端部があたり、強い上向き表層流によってブロックに上向きの揚力が作用する。それ以外の位置ではブロックを下に押しつけるように作用すると考えられる。つまり、Surging $\rightarrow$ Collapsing $\rightarrow$ Plunging型に変化するにつれて、down rushが完了する位置が静水面より下から静水面より上へ移るため、ブロック層内の水の飽和状態が異なり、また、砕波型式による水粒子速度の違いにより、以上のような結果が生じると考えられる。水平力と揚力を合成した衝撃波力の方向と大きさを各位置、砕波型式ごとに分類したものが図-3である。図から静水面付近から上の位置では斜面より上向きの衝撃波力が働いている。さらに、測点1, 2では砕波型式ごとにその作用方向が異なり、Plunging型砕波の時最大の上向き衝撃波力が生じていることがわかる。

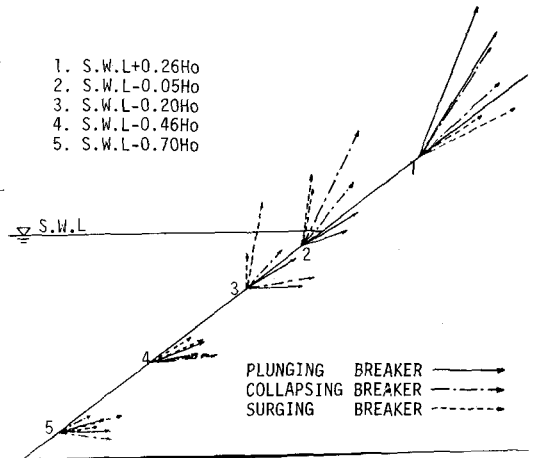


図-3 衝撃波力の方向と大きさ

以上のような上向き衝撃波力によってブロックの動揺、転倒の可能性が生じる。ブロックが運動を開始する時の回転モーメント中心は2層整積みの場合図-4中に示したB点である。衝撃波力による回転モーメントが重力によるモーメントより上まわる時、動揺、転倒の可能性が生じてくる。前者と後者の差がブロック設置位置、波力作用位置にかかわらず正にならない最大の波高を安定限界波高 H_{ZD} とした。ブロックに作用する衝撃波力がその作用方向のブロックの断面積 $\times$ 流速の2乗に比例しかつブロック設置位置が同じならば衝撃波力の作用方向は砕波型式ごとに定まると仮定して、Per Bruun²⁾と同様にして安定係数を計算した。その結果が図-5であり、横軸には $\chi (= \tan \theta / \sqrt{H_b/L_o})$ をとり、縦軸には安定係数 N_{ZD}

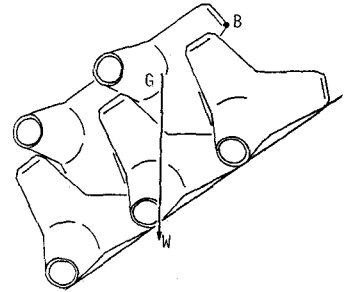


図-4 回転モーメント中心

(これはHudson公式の K_D 値に対応するものである。)をとって示した。従来言われているように、Hudson公式における K_D 値が定数でなく、 χ に伴い増大することがわかる。また、これは砕波型式がSurging $\rightarrow$ Collapsing $\rightarrow$ Plunging型に変化するにつれて、小さい波高の波で動揺、転倒の可能性が大きく、従来用いられている K_D 値では危険な状況になることがある。

〔参考文献〕

- 1) 佐々木 瀬山 穂谷；昭和57年度中四概要
- 2) Bruun, Gunbak; Coastal Engg., 1977.

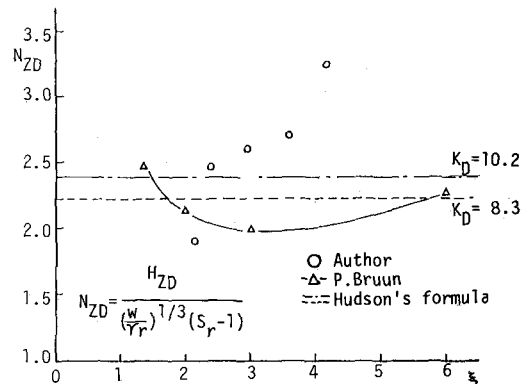


図-5 安定限界波高算定結果