

大阪大学工学部 正員 工博 榎 木 亨

大阪大学工学部 正員 工修 ○ 古土井 光昭

1. 緒言: 近年、海岸堤防前面に堤脚部の洗掘防御と消波の目的で各種の異形ブロックを用いた消波構造物がつくられているが、その消波ブロックの沈下、散乱の問題は海岸防御の面から重要な研究課題となっている。先に著者の一人榎木は消波能力を有するブロックの沈下、散乱の大きな原因が消波堤前面の洗掘にもとづくものとし、この洗掘現象が波の特性、消波堤の法面角度、設置水深などの影響を含んだ反射率に密接に関係することを単断面の透過性法面を有する堤防の実験により明らかにし、法先の洗掘によるブロックの沈下に対して法面傾斜角は 20° 以下の緩勾配にすることが望ましいことを示した。しかし法面角度を単断面で 20° 以下にすると、堤体容積が増加するとともに、背後の海岸堤防がすべて構築されている場合、設置水深が洗掘の大きな危険水深に近づく場合が多くなる。このような場合に対して図-1に示す複合断面を有する消波堤構造を提案した。これは法先部に水中にもぐった小段(a)をもうけて法先の反射を小さくし、法先洗掘を小さくするとともに、背後の静水面上にあらわれた消波堤部(b)の法先水深 h_2 を浅くして反射率を小さくし、洗掘量を小ならしめようとしたものである。この断面における小段長さ l は複合法面の堤防のうちあげ高における Saville の方法と同様に図-1の破線と示すような一様勾配をもつ仮想法面を考えて決定した。すなわち、図-1の法先地点Aと波のその上最高点Bを結び仮想法面を考え、先の単断面の結果を参照して、この仮想法面の勾配をブロックの沈下に安定な 20° 前後の勾配にとることが適当と推定した。著者はさらに以上のような消波堤の安定断面に対する推論を検証するとともに仮想法面勾配 α によって表わされる小段長さ l の効果を明らかにするためにつぎのような実験を行った。

2. 実験方法: 実験は長さ30m、巾0.8m、深さ0.9mの水槽を用い、堤防は図-2に示すように $1/15$ の勾配の海底に設置し仮想法面角度 $\alpha = 15^\circ, 20^\circ, 30^\circ$ 法先水深 $h_1 = 8, 6, 4$ cm 小段水深 h_2 は $h_1 = 0, 0.2, 0.4$ となるよう変化させた。実験波は表-1に示す。底質粒径 d_{50} は0.4mm。堤防模型は単断面の場合と同様堤防前面は $\phi 15$ mmの孔をあけた空隙率30%のアクリル板で、背面は不透過の木板でつくり、その中にガラス玉(空隙率40%)を入れた。底面変化の測定は先の実験で60分まで平衡状態に達したのでポイントゲージを用いて0分から毎5分毎に60分後まで測定し、法先最大洗掘深さを求めた。波高は5cm間隔に設置した50ヶの抵抗線式水位計で記録し、その各点の波高を用いて Healy の部分重複波理論で反射率を求めた。なおブロックの沈下量が洗掘深さと関係があるかどうかを検討するために図2のような特定のブロックを選び、その沈下状況も洗掘深さの計測と同時にやった。

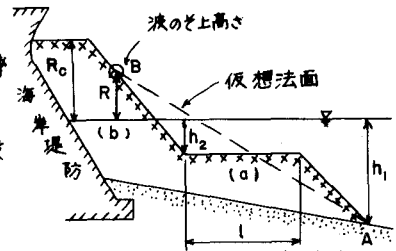


Fig. 1 消波ブロックの安定断面

Table - 1
実験波

NO.	T_0 sec	H_0 cm	H_0/L_0
1	1.6	8.0	0.02
2	1.31	8.0	0.03

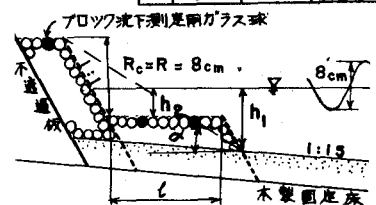


Fig. 2 複合断面を有する消波堤模型

3. 実験結果: まず反射率 r と仮想法面勾配 α の関係をみると、図-3 のようになる。いずれの波形勾配に関しても仮想法面角度 α の増加と共に r は増加する傾向にあるが、その α に伴う増加率は大きくなく、その絶対値も単断面のそれぞれの法面角度に比較してわずかに小さく表われている。つぎに実験開始後の堤脚部の底面形状を大別すると

図-4 に示すようなA型、B型と最初A型で、時間の経過と共にB型に移るC型にわけられる。最大堆積、洗掘深さと法面角度の関係は図-5 に示すが、先の単断面における実験においてはA型あるいはC型が多いのに反し、本実験のような複合断面を砕波後に設置した場合B型あるいはC型がほとんどで、A型の法先洗掘が卓越するのは $\alpha=15^\circ$ で $h_1/h_2=0.4$ の場合のみで、単断面の洗掘状況とはおもむきを異にしている。すなわち単断面の実験に

よれば法先の洗掘は反射率の増大にしたがって増加するのに対して、 $\alpha=15^\circ\sim 30^\circ$ の緩勾配の複合断面では明確な α の効果はみとめられず、 α の小さな(反射率の小さな)15°の場合に比較的大きな法先洗掘がみられる。この事実、複合断面の法先の洗掘現象は単断面における

ごとく、単に反射率の大小のみで法先の洗掘を判定することが困難であることを示している。この理由として考えられるのは小段長さの効果である。すなわち α が小さくて l が長い場合、堤前で砕波した波はうち上げられ、水流となって小段を走る間にブロックの中に吸収され、消波効果は大きい(反射率が小さい)がそれにともなつて小段ブロック中に浸透する水量が大きくなり堤前面の洗掘に大きな影響を与える。一方、小段長が短かく、 h_2 が小さな場合、小段ブロックを通しての浸透量も少なく、堤前面

の洗掘に対しての影響度が小さくあらわれるのであろう。現在、このブロックを浸透する水流の洗掘に対する効果は本実験では十分に明らかにできなかったが、この反射率の減少にともなつて増大する浸透水量の効果を考慮すれば、透水性法面を有する堤防においては、緩勾配の場合必ずしも前面洗掘に対して安全とはいえない。すなわち、反射率の洗掘に対する効果と、それに相及する効果を $\frac{h_{am}}{H_0}$ もつ勾配変化にともなう透水量の洗掘に対する効果ともあわせ考慮しなければならぬであろう。

今後この二つの洗掘に対する効果度を明らかにして合理的断面を決定するとともに、その洗掘機構を漂砂の運動から検討していきたい。

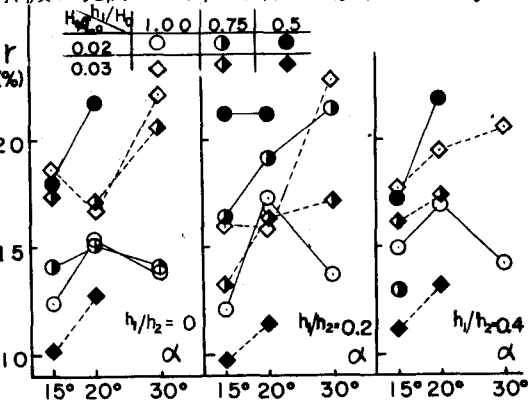


Fig. 3 反射率 r と仮想法面勾配 α との関係

よれば法先の洗掘は反射率の増大にしたがって増加するのに対して、 $\alpha=15^\circ\sim 30^\circ$ の緩勾配の複合断面では明確な α の効果はみとめられず、 α の小さな(反射率の小さな)15°の場合に比較的大きな法先洗掘がみられる。この事実、複合断面の法先の洗掘現象は単断面における

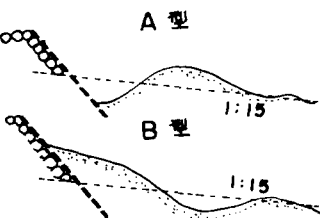


Fig. 4 堤脚部の底面形状の分類

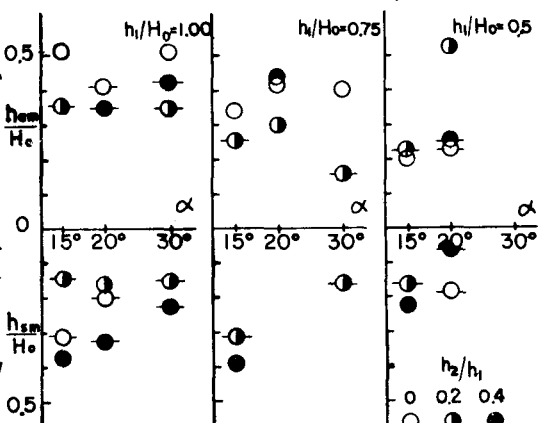


Fig-5 最大堆積高 h_{am} 、最大洗掘深 h_{sm} と仮想勾配 α の関係 ($H_0/L_0 = 0.02$ の場合)
図中○はC型で洗掘領域、堆積領域にも値を示しておく。