

海岸堤防堤脚部の局所洗掘機構について

大阪大学工学部
大成建設正会員 根木 亨
正会員 高畑 市三

1. まえがき 海岸堤防堤脚部の洗掘現象は、堤防の破壊および堤防前面に設置された消波工の沈下・散乱の原因となるので、従来からいくつかの研究が行われてきた。本研究は、いくつかの形状を示す洗掘形態のうちから図-1に示すような逆直角三角形洗掘孔をまじめるような場合に水を局所洗掘と名づけるを取り上げ、この洗掘機構を法面のもとり流れとの関連において考察しようとするものである。

2. 局所洗掘の実態 図-1に示すような局所洗掘形態に“もとり流れ”が関係することを実験的に検証するために、“もとり流れ”を除去する装置を取り付けた単断面堤防(図-2)を用い、その装置を操作させて“もとり流れ”による局所洗掘をまじめないようにする移動床実験を行ない、操作しない場合と比較した。なお、本研究における“もとり流れ”とは、波が堤防に打ち上げられた後、まじめる水塊が堤防法面に沿って流下する jet flow に似た流体運動を言う。

この場合の実験条件は表-1に示すとおりであって、地形変化の計測は、造波開始後、5分、10分、15分、20分、40分、60分ごとに波を一時的に止めて、堤防から沖方向に2cmずつ70cmまで行なった。さらに、地形計測と同時に、堤防前面の重複波高を測定し、Healyの方法で反射率を計測した。この反射率の測定結果によると、法勾配を操作した場合の反射率は、操作しない場合と比較してわずかに低いが、操作した場合も反射率そのものにはほとんど変化を与えていないことがわかった。この結果から、法面を操作した場合と操作しない場合に地形の差違が主であれば、反射率による差違ではなく、“もとり流れ”を除去したためと考え、差し支えないと言える。

図-3は各日ごとの操作した場合と操作しない場合の地形計測の結果であるが、どの法面角度に対しても操作しない場合は洗掘されるのに対し、操作しない場合はほとんど洗掘されないという明白な地形の差違を示している。以上の結果から、堤防堤脚部の局所洗掘は“もとり流れ”が最大の原因であると推察できる。



図-1 局所洗掘
可動堤防法面

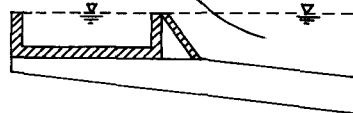


図-2 操作可動断面堤防

液砂勾配 (H_0/L_0)	0.03
水深波高比 (h/H_0)	0.5
平均粒径 (d_{50} mm)	0.42

表-1 実験条件

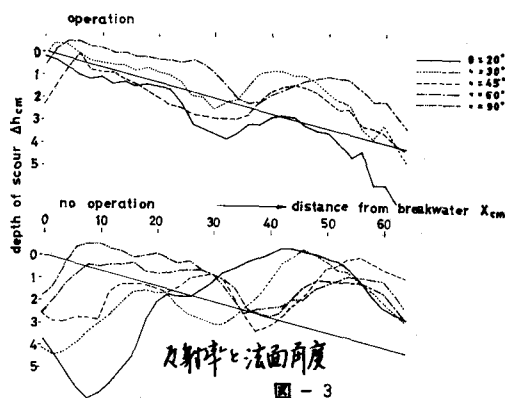


図-3

3. “もとり流水”について 前述の結果から局所洗掘現象を把握するには、まず、この“もとり流水”の特性を明らかにする必要があると考えられるので、本研究では、“もとり流水”の流速を固定床実験によって測定した。実験は、静水面より上の法面上の領域でのもとり流速(V_d)および堤脚部近傍の最大もとり流速(V_s)の二つに分けて行ない、 V_d についてはトビナを注入してその動きを64コマの16mmカメラで撮影し、計測した。 V_s についてはピトー管を用いた差圧式流速計で計測した。 V_d についての実験結果は図-4に示すとおりで、図の横軸は最終打ち上げ時刻からの経過時間 t を示し、縦軸はもとり流速 V_d を示す。図中の曲線は、Brantzaeg¹⁾の提案したモデルから導かれた式に示すような流速算定式にもとづくものである。

$$V_d = A B \tanh(A/B \cdot t) \quad (1)$$

$$A^2 = g(\sin \theta - \tan \beta \cdot \cos \theta) \quad (2)$$

$$B^2 = \Sigma \Sigma / f \quad (3)$$

図から実験値は、計算式中の係数($B \cdot \Sigma$)を正確につかむことにより計算で求めることがわかる。一方、 V_s についての実験結果は図5に示すとおり法面角度 θ が大きいほど、堤脚部流速の減衰が大きいことがわかる。これは、堤脚部近傍の“もとり流水”の性質が下流水深の影響と法面勾配によって露出射流の状態からSubmerged jump(もとり跳水)の状態に移行するためと考えられる。なお明確でない。

4. 最大洗掘深さと“もとり流水”の関係 局所洗掘にはこの V_s が密接な関係を示すものと推定できる。3.で述べたように V_s の実態が明確でないが、次元解析によって最大洗掘深さ Δh_m と V_s の関係を示すと図-6のようになる。このことから Δh_m は V_s^4 にほぼ比例するようと思われる、さらにこの V_s の検討を必要としよう。最後に実験に協力していただいた出口一郎君に謝意を表する次第である。

(参考文献)

- 1) Anton Brantzaeg ; "A Simple Mathematical Model of Wave Motion On a Rubble Mound Breakwater slope", Proceedings, 8th Conference on Coastal Engineering, 1963, P.444ff.

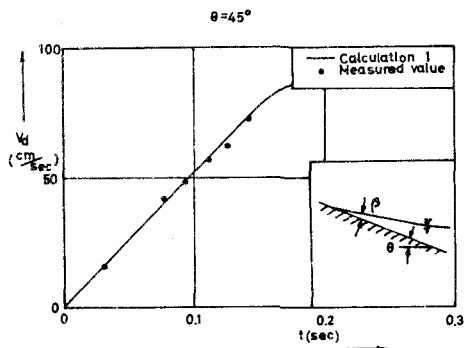


図-4 もとり流速の時間的変化

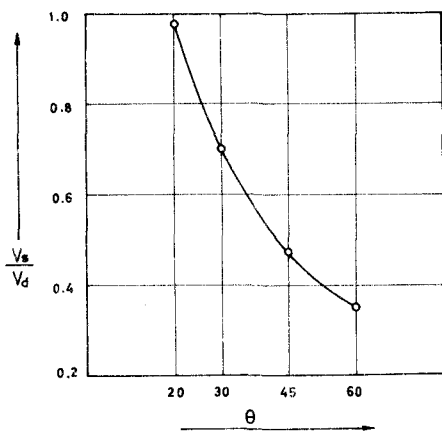


図-5 もとり流速の減衰

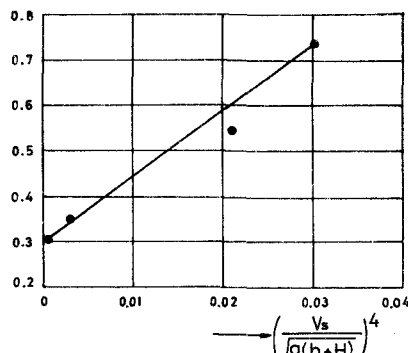


図-6 最大洗掘深さともとり流速の関係