

波のそ上に及ぼす海浜の透水性の効果

京都大学防災研究所 正 土屋義人

正〇河田恵昭

運輸省 正 矢下忠彦

1. 緒言 一般に海浜は透水性を持っており、これが波のそ上や海浜変形に少なからず寄与すると思われる。とくに、浜砂の *swash movement* の機構をかなり支配しているであろう。しかし、そ上に關する従来の大部分の研究は不透水性海浜を対象としたものであつて、Savage¹⁾による透水性海浜のそ上の実験を挙げられることがない。そこで本研究では、そ上に及ぼす海浜の透水性の効果を見出すために、Savageの実験結果を再整理するとともに、波のそ上機構について若干の検討を加えた。

2. 周期波のそ上に及ぼす粗度および透水性の効果 自然の海浜における波のそ上特性を考察する場合、浜砂による粗度と透水性の効果とを考慮しなければならぬ。Savage は海浜勾配、粗度および透水性を変えて系統的な実験を実施したが、データの整理法が必ずしも適切でなく、この結果によればそ上高に及ぼす粗度と透水性の効果の相対的な比較が困難である。そこで、ここではそ上高に及ぼす両効果はいずれも入射波高 H_0 よりも汀線から

のそ上距離 $R/\sin\beta$ により大きく関係すると考え、粗度の大きさ d とそ上高 R との比をパラメーターとして、無次元そ上高 R/H_0 と沖波の波形勾配 H_0/L_0 との関係はこの実験結果を再整理した。図-1(a)は海浜勾配 $\tan\beta$ が $1/10$ の場合の不透水性粗面の場合であり、図-1(b)は同じ勾配で透水性の場合を示す。波形勾配によって碎波形態が変化し、そ上特性も変化するものと考えられるが、この影響は明確ではない。

これから、滑面 ($d/R=0$) の場合に比べて無次元粗度 d/R が大きくなると、同一の波形勾配に対する無次元そ上高が減少し、透水性海浜の場合にはさらに小さくなることがよくわかる。したがって、波のそ上時には、そ上速度なども透水性のために当然変化すると考えられ、この効果の定量的な把握が海浜のそ上機構を解明するうえで必須であるといえよう。

3. 海浜における波のそ上機構 周期波のそ上機構を理論的に取り扱うことは困難であるので、透水性の効果とを考慮した孤立波のそ上機構を検討することにした。いま、緩勾配の海浜を考え、海浜に沿って x 軸、それに直角上方に y 軸をとると、1次元解析に基づく

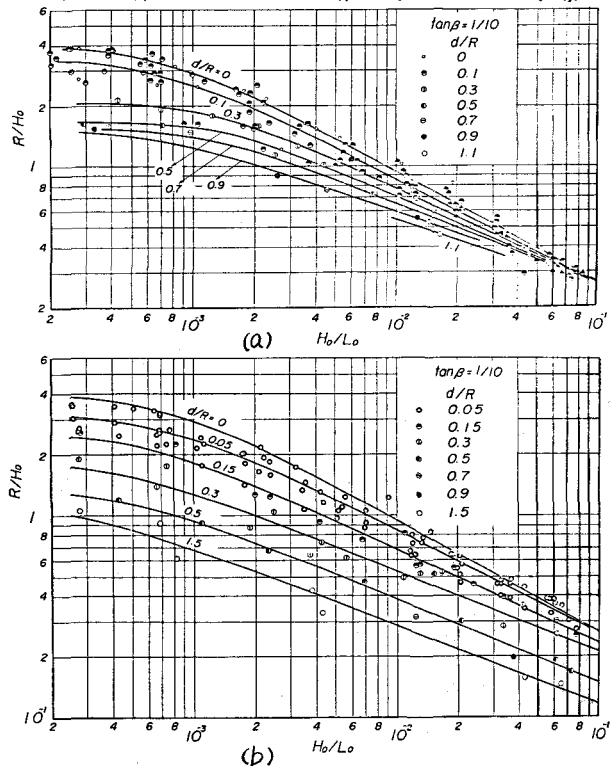


図-1 そ上高に及ぼす粗度と透水性の効果

運動方程式および連続式より、 η の特性曲線の方程式が得られる。すなわち、 $\frac{dx}{dt} = U \pm C$

——(1) の特性曲線上で、 $\frac{d}{dt}(U \pm 2C) = -[I + (1/2)(U/C)^2 + (1/C)(U/C \pm 1)\{\bar{k}(1+C^2/\bar{k}) + q_0\}]$

——(2) $X = x/h_0$, $T = \sqrt{g \cos \beta / h_0 t}$, $I = \sin \beta$, $C = \sqrt{(h + \eta)/h_0}$, $\bar{k} = k/\sqrt{g h_0 \cos \beta}$, $\bar{l} = l/h_0$ および $q_0 = q_0/\sqrt{g h_0 \cos \beta}$ ——(3) ここで、 h_0 :

一様水深、 η : 水面変動、 t : 抵抗係数、 k : 透水係数、 l : 浜砂の堆積厚および q_0 : ポンプによる単位面積当りの排水量である。式(2)

における右辺第3項は運動方程式と連続式において、海浜の透水性とポンプ排水による影響を考慮した結果生ずるものである。式(1)および(2)を数値計算する場合、海浜勾配が十分小さく、 $\sin \beta \approx \beta$ および $\cos \beta \approx 1$ とおけるものとし、初期条件は、波形として孤立波を与えた。図-2はその結果の1例であって、(a)は滑面、(b)は粗面および(c)はさらに透水性の効果を見出すために、 $q_0 = 0$ とした場合の計算結果であり、いずれの場合も段波が発生した。ただし、式(1)および(2)を導く際に、定常浸透の関係を使用したので、海浜における浸透特性と若干相違あると考えられるが、ここでは、とりあえず、この効果を見出すこととを目的とした。これらの図から、まずと上高が滑面、粗面および透水性が加わった順に小さくなっており、また同一の無次元時間に対してこの順序で波速が小さくなっていくことがわかる。また、抵抗係数の表示法には問題はあるが、海浜の透水性の効果は粗度とすくとも同程度以上に評価されるようである、と上機構の解明にあたってはこの効果は無視できないといえる。図-3は透水性海浜における孤立波のと上に関する

実験結果の1例である、(a)はup-rush、(b)はdown-rushにおける波形の時間的变化を示す。この図から、汀線近傍では段波状になってと上する様子が見える。図-2(c)には汀線直前の実験波形と計算波形との比較を示すが、周知のように、特性曲線法によると上機構

の解析では、汀線が特異点になるの

で、この位置における仮定(今回の計算では汀線で波速 $C = \text{const.}$)の妥当性や透水性の表示に若干問題はあるが、汀線直前の両者はかなりよいものである。

4. 結 語 以上、波のと上および粗度および透水性の効果を Savage の実験結果を再整理して評価し、また孤立波のと上機構に関する若干の計算結果を示したが、海浜の透水性の効果はかなり大きいことがわかったので、今後各種の透水性をもつ海浜でのと上機構を定量的に評価していきたい。

参考文献 1) Savage, R.P.: Technical Memorandum No. 109, B.E.B., 1959.

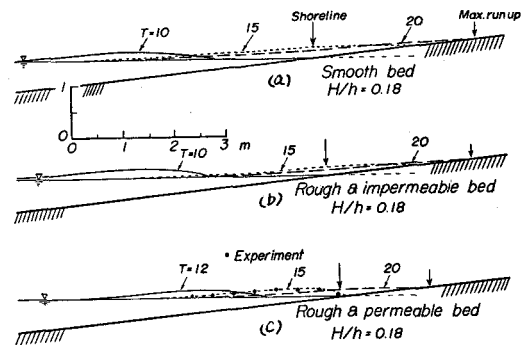


図-2 海浜条件によると上特性の変化

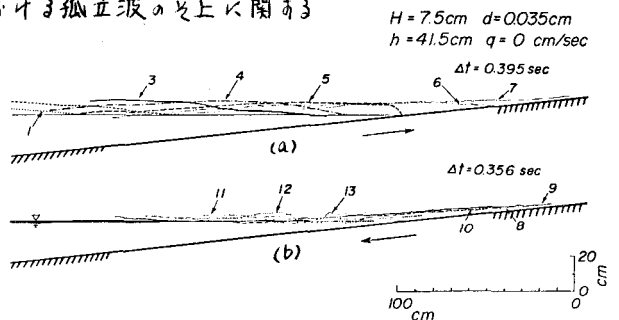


図-3 孤立波のと上特性