

II-46 波による砂れんの形状について

鳥取大学工学部 正員 野田英明
 " " " 岩佐敏博

1. まえがき

波によって底面に発生する砂れんは、波動運動による底質の活遊機構と密接な関係がある。本研究は、波によって底面に形成される砂れんについて、実験的に検討を加え、波の特性や底質特性との関係を明らかにするものである。

2. 実験装置および方法

実験は、長さ25m、深さ140cmの片面ガラス張鋼製水槽で行なった。水槽の中央付近の4mの区間に、5cmの段落ち部を設け、この部分に砂を5cm厚に敷き並べて水平床とした。実験に使用した砂は、中央粒径0.18mm比重2.65の豊浦標準砂であり、波の特性は、周期T=1.4sec~2.6sec、波高Hs=6.7cm~16.6cmおよび水深h=40cmである。実験は、底面が水平な状態より始め、約30分間波を作成させた後造波装置を停止させ、水槽側面のがラス面における砂れん形状を測定し、その波長入と波高比を読み取った。解析に用いた入出力の値は、各実験30~60個の砂れん資料を平均してある。なお波高、水温も同時に測定した。

3. 次元解析

砂れん形状と波および底質特性との関係を明らかにするために、実験結果は次元解析にとづいて整理した。Yalinは、砂れんの形状特性に関する量Aが、 ρ 、 ν （流体の動粘性係数）、 d 、 γ_s （流体中における底質の単位体積重量）、 T 、 a_b の6つの独立変数を用いて、

$$A = \varphi_A (\rho, \nu, d, \gamma_s, T, a_b)$$

と表わされ、最終的に砂れんの形状特性に関する無次元量 π_A として

$$\pi_A = \varphi_A (X, Y, Z)$$

となることを示している。ここで $X = \gamma_s \cdot d^3 / \rho \cdot \nu^2$ 、 $Y = \rho \cdot d / \gamma_s \cdot T^2$ 、 $Z = a_b / d$ であるが、

$\gamma_s = (\delta - \rho) g$ であることを考慮すると、

$$X = (\delta / \rho - 1) g d^3 / \nu^2$$

$$Y = d / (\delta / \rho - 1) g T^2$$

となることがわかる。さらにYおよびZは $a_b = U_b T$ であることから考慮すれば、

$$Y = d / (\delta / \rho - 1) g T^2$$

$$= (d / a_b)^2 \cdot (U_b^2 / (\delta / \rho - 1) g d)$$

$$Z = a_b / d = (g T / U_b) \cdot (U_b^2 / g d)$$

となるので、それそれ、

$$U_b^2 / (\delta / \rho - 1) g d = Y Z^2$$

$$(g T / U_b) \cdot (U_b^2 / g d) = Z$$

と表わすことができる。

4. 実験結果および考察

図-1は、著者ら、Yalin、Kennedy、およびInmanからの実験および現地資料にとづいて、無次元波長 λ/d

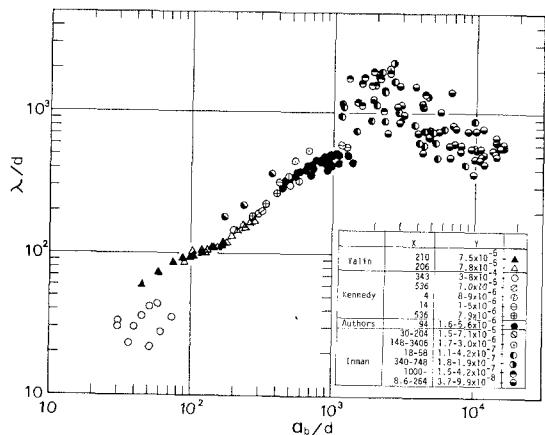


図-1 λ/d と a_b/d の関係

と $\gamma (=a_b/d)$ との関係を示したものである。図における parameter としての X, Y の値は記号のようすに示されているが、Inman の現地資料を除いて、X, Y の値に無関係にはほぼ直線的関係にあり、 a_b/d の値の増大とともに a_b/d の値を増大することがわかる。Inman の現地資料における X の値は、9~3400 程度とかなり広範囲にわたること、現地資料であるため、一定の特性をもつ波が長期間作用していないことによって、砂れんが十分発達しているかどうか疑問しい点もあるのでさらに検討する必要がある。

図-2 は砂れんの波高に関する無次元量 η/d と a_b/d との関係を X および Y の値を parameter として示したものであって、この図から明らかなように、X および Y の値が一定の実験結果に注目すると、 η/d の値は a_b/d の値の増大とともに増大するが、 a_b/d のある値で極大値をとり、さらに a_b/d の値が大きくなると η/d の値は減少し、砂れんの波高がきわめて小さくなることがわかる。とくに、Yalim の結果は X=210, Y=7.5×10⁻⁵ と一定の値に対する η/d と a_b/d の関係を、また著者らおよび Kennedy の結果は Y=2~8×10⁻⁶ と Y の値がほぼ一定であるが、X の値が 4~500 とかなりことなるにちかからず同様の傾向が見い出される。これらに関してはまだその一般的な関係を見出すにはいたっていないが、砂れんの発達・消滅の過程を表すものとしてきわめて興味深い。

図-3 および図-4 は、砂れんの波長と波・底質特性との間の一般的な関係を見い出す一つの試みとして示したものであって、上述した波に関する無次元量 gT/U_b の値が 200 以下の場合、 $(\lambda/a_b)\{U_b^2/(\sigma/\rho-1)gd\}^{1/2}$ が gT/U_b の関数として表わされることを、また、 $gT/U_b \geq 200$ の場合、 $(\lambda/a_b)\{U_b^2/(\sigma/\rho-1)gd\}^{1/2}$ が、 gT/U_b の関数として表わされることを示している。これらの関係には、Inman の資料を含まないが、図-1 に示される Inman の資料のはらつきほど大きくではなく、より一般的な関係であるように考えられる。(しかしながら、かなりのはらつきが存在するため、今後さらに検討する必要があると考えられる。)

なお、砂れんの波高に関するこうした一般的な関係は、現在なお検討中であるが、まだ見い出されていない。これは図-2 に示したように、砂れんが発生・発達・消滅する過程が、波の特性と複雑に関係するため、上述した無次元量では簡単に表現できないことを示している。これらについては、砂れん形成の機構について十分検討する必要があると考えられる。

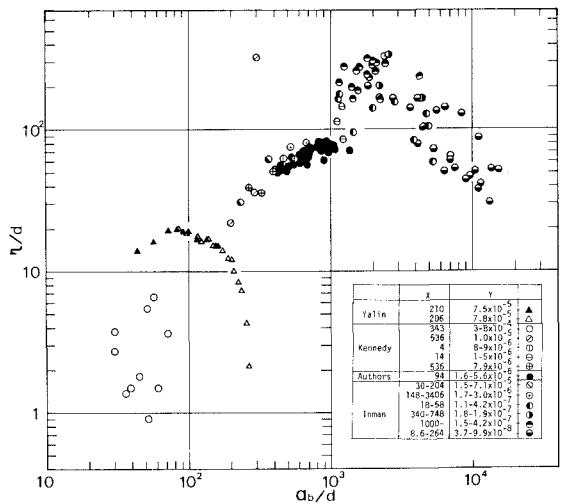


図-2 η/d と a_b/d の関係

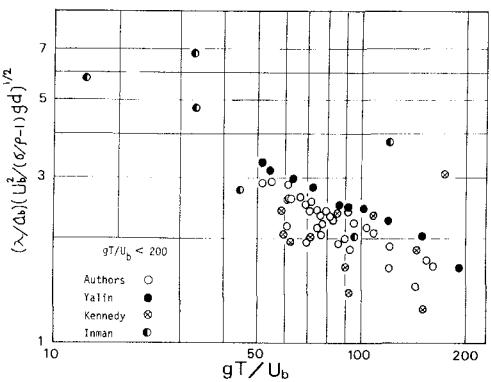


図-3 $(\lambda/a_b)\{U_b^2/(\sigma/\rho-1)gd\}^{1/2}$ と gT/U_b の関係

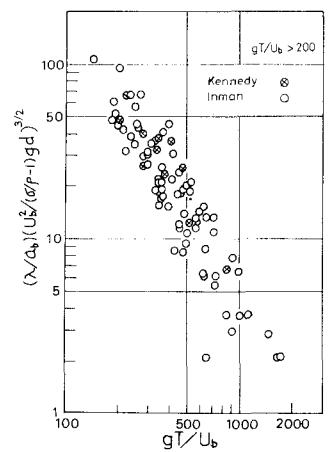


図-4 $(\lambda/a_b)\{U_b^2/(\sigma/\rho-1)gd\}^{1/2}$ と gT/U_b の関係