

京都大学工学部 准員 榎木 亨

著者は昭和31年11月の土木学会関西支部秋季講演会において、宮津海岸の沿岸過程の長期傾向を沿岸流速分布から定性的に論じたが、ここではまず波の特性が漂砂量に及ぼす影響について考察し、ついでこの海岸における年間漂砂量の推定を試みた。

1. 漂砂量に及ぼす波の諸要素の影響

漂砂量に及ぼす沖波の波形勾配 $\frac{H_b}{L_b}$ 及び入射角 α_b の影響については、すでに Saville および Johnson らによって実験的に明らかにされている。また漂砂量と入射波のエネルギーとの関係については Caldwell が Anaheim Bay 及び Florida 海岸における実測値にもとづいてつぎのような形の実験式を求めた。

$$Q = k E_{bl}^m \quad \text{----- (1)}$$

ここに k , m は常数, Q は単位時間当りの漂砂量, E_{bl} は海岸に沿っての単位長さ, 単位時間当りの沿岸方向の砕波のエネルギーであって, 孤立波理論を用いると,

$$\begin{aligned} E_{bl} &= w \left(\frac{4}{3} h_b H_b \right)^{\frac{3}{2}} \cdot \sin \alpha_b \cdot \cos \alpha_b \cdot \frac{1}{T} \\ &= \frac{w}{2} \left(\frac{4}{3} h_b H_b \right)^{\frac{3}{2}} \cdot \sin 2\alpha_b \cdot \frac{1}{T} \quad \text{----- (2)} \end{aligned}$$

によって与えられる。ただし w は水の単位体積重量, h_b は砕波水深, H_b は砕波高, α_b は砕波水深における波の入射角, T は波の周期である。

図-1 は Florida 海岸及び宮津海岸の実測値をプロットしたものであり, 実線は Caldwell が求めた実験式である。両海岸の実測値が一致しないのは, 底質粒径の相違や来襲波の性格などによるものと考えられるが, ここではそれぞれの海岸で Q と E_{bl} の間に (1) 式が成り立つものとして, Saville 及び Johnson によって得られた実験結果に対して若干の考察を行い, またこれを宮津海岸に適用して, この海岸の漂砂の特性を論じてみたい。

a) 沖波の入射角 α_b が Q に及ぼす影響: いま H_b , T と一定とし, $\frac{H_b}{L_b} = \text{一定}$ の関係を用いると, (2) 式はつぎのように変形される。

$$E_{bl} = k_1 H_b^3 \sin 2\alpha_b \quad k_1: \text{常数} \quad \text{----- (3)}$$

α_b 及び $\frac{H_b}{L_b}$ は, 等深線が平行で直線の海岸に対しては $\frac{H_b}{L_b}$ 及び α_b の函数であり, α_b はいかなる $\frac{H_b}{L_b}$ の値に対しても $\alpha_b = 60^\circ \sim 70^\circ$ で最大値をとる。この α_b 及び $w H_b$ を用いて $H_b^3 \sin 2\alpha_b$ と α_b , $\frac{H_b}{L_b}$ の関係を求めたのが図-2 であり,

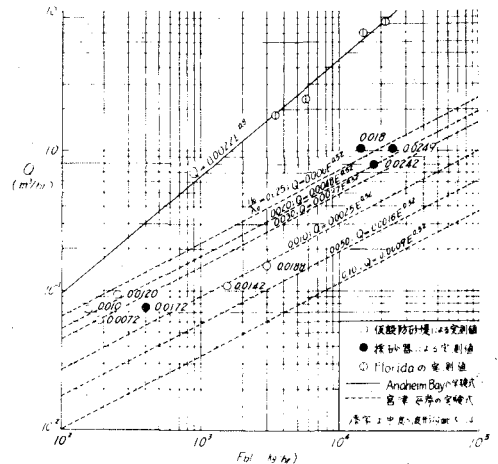


図-1. 漂砂量 Q と沿岸方向の砕波のエネルギー E_{bl} の関係

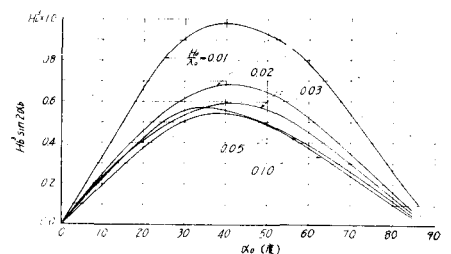


図-2. $H_b^3 \sin 2\alpha_b$ と α_b 及び $\frac{H_b}{L_b}$ の関係

この図から $H_0^3 \sin 2\alpha_0$ は $\frac{H_0}{\lambda_0}$ の値にかかわらず $\alpha_0 = 30^\circ \sim 40^\circ$ で最大値をとることがわかり、従って(1)式および(3)式より Q は $\alpha_0 = 30^\circ \sim 40^\circ$ の場合に最大となる。このことは J.W. Johnson の実験結果と非常によく一致している。

b) 周期 T が Q に及ぼす影響: α_0 が一定の場合の、 T が Q に及ぼす影響は、宮津湾のように北東にのみその湾口を開いて、卓越した漂砂を生ぜしめる波の来襲方向が一定しているような海岸においては、とくに重要な問題である。(2)式において単位時間を1時間、 $w = 10^3 \text{ m}^3/\text{hr}$ とおくと、つぎの式がえられる。

$$E_{bl} = 3.96 \times 10^4 \cdot H_0^3 \sin 2\alpha_0 \cdot \frac{1}{T} \quad \text{----- (4)}$$

宮津海岸の場合、 $\alpha_0 = 85^\circ$ であるからこの海岸の E_{bl} と T 及び $\frac{H_0}{\lambda_0}$ の関係を図-2 及び(4)式から求めると図-3に示すようになる。この図からこのような海岸の漂砂量は同じ $\frac{H_0}{\lambda_0}$ の波でも T によって非常に大きな影響を受けることがわかる。

c) $\frac{H_0}{\lambda_0}$ が Q に及ぼす影響: a), b) は(1)式の常数 k が一定と考えて論じてきたが、 E_{bl} の値を一定とした場合の Q と $\frac{H_0}{\lambda_0}$ の関係は Saville の実験結果より図-4のような変化を示し、(1)式における k は $\frac{H_0}{\lambda_0}$ によって大きな影響をうけることがわかる。すなわち(1)式は

$$Q = f\left(\frac{H_0}{\lambda_0}\right) \cdot E_{bl} \quad \text{----- (5)}$$

とあらわされねばならない。そこで図-4及び図-1の宮津海岸における Q と E_{bl} の関係は図-1の実線で示すような $\frac{H_0}{\lambda_0}$ とパラメーターとした直線群であらわされる。従って、宮津海岸に来襲する波の $\frac{H_0}{\lambda_0}$ 、及び T の値がわかれば図-3及び図-1を用いてこの海岸の漂砂量が推定することができる。

2. 年間漂砂量の推定

1. において宮津海岸に来襲する波の特性から、その波による漂砂量の算定方法を述べたが、実際に来襲する波の特性を知ることは困難であり、従って年間の漂砂量を推定することは非常に難しくなる。そこでここでは橋立における防砂堤の砂の堆積状況から、この海岸の年間漂砂量を推定することとした。図-5は昭和31年の夏期6ヶ月間の防砂堤による堆積状況と汀線変化を示したもので、これから夏期6ヶ月間に約129 m^3 の漂砂量があったと考えられる。3月及び9月の実測値から冬期(10月~3月)の波は夏期(4月~9月)の波と比較して、周期 T は夏期で5秒、冬期では4秒、 $\frac{H_0}{\lambda_0}$ は夏期で0.01、冬期では0.03と推定されるから、図-3及び図-1から冬期の漂砂量は夏期の約3倍~4倍で387 $\text{m}^3 \sim 516 \text{ m}^3$ となり、年間漂砂量は516 $\text{m}^3 \sim 645 \text{ m}^3$ と推定される。

なおこの研究は京都府土木部の絶大なる援助によって行われたものであって、御指導を賜った石原教授及び岩垣助教授とともに関係各位に感謝の意を表する。

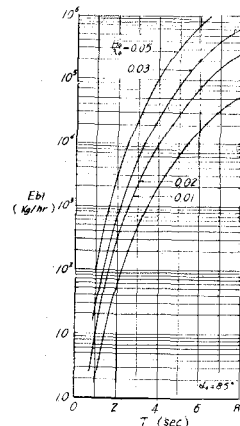


図-3. $\alpha_0 = 85^\circ$ の場合の E_{bl} と T 及び $\frac{H_0}{\lambda_0}$ の関係

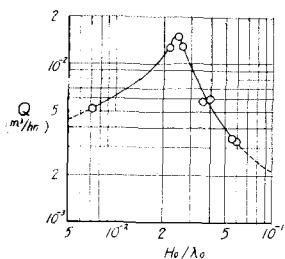


図-4. $E_{bl} = 6 \text{ kg/m}^2$ の場合の Saville の実験による Q と $\frac{H_0}{\lambda_0}$ の関係

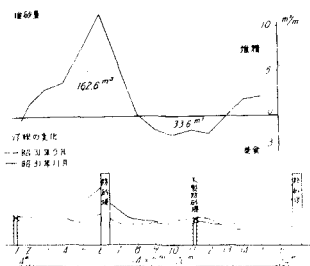


図-5. 宮津海岸の防砂堤による堆積状況と汀線変化