

II-431

沿岸漂砂量の水深方向分布の算定

—鹿島港南海岸の現地データを利用して—

建設省土木研究所海岸研究室

正会員 宇多高明

建設省土木研究所海岸研究室

正会員 山本幸次

建設省土木研究所海岸研究室(株)アイエー

正会員 板橋直樹

1. まえがき

筆者らは、沿岸漂砂量の水深方向分布を与えることにより、浜崖の形成をも含む3次元的な海浜変形の予測が可能な等深線変化モデルを開発した(宇多ほか, 1990; 1991)。そして水理模型実験データとの比較を通じ、モデルはかなり高い精度で海浜断面変化を予測可能であることを明らかにした。しかし、モデルで仮定した沿岸漂砂量の水深方向分布については、現地データとの比較は十分ではなかった。本研究は、鹿島港南海岸での土砂投棄時の海浜断面変形データ(日本港湾協会, 1974)をもとに、この点について検討するものである。

2. 海浜断面変化と漂砂の移動高

日本港湾協会(1974)によると、鹿島港南海岸で1964年～1972年に行われた土砂投棄時の海浜断面変化は図-1のようであった。図には鹿島港の南防波堤の南側海岸の4測線に沿う海浜断面変化が示されている。初期地形は昭和39年(1964年)6月のものであり、それから45年(1970年)10月まで土砂投棄により海浜断面が前進したあと、47年(1972年)4月まで波の作用によりいずれの海浜断面

も後退した。図-1によると、沖合の海浜断面形は、多少の変動はあるもののほぼ-8mで収束している。このことは、この海岸において波により顕著な地形変化が収束する限界水深(地形変化の限界水深)がほぼ-8mにあることを示している。また海浜断面が前進・後退する場合、海浜断面はほぼ一様な変化を遂げている。このことは、投入土砂が主として沿岸漂砂により移動したことを示す。一方、陸上部については、明らかに人工的改変によると考えられる部分を除けば、ほぼ+3mまでの範囲で地形変化が生じている。測線 No. 58～No. 70の海浜断面変化のデータより、海面下での断面積変化量(ΔA_{sub})と汀線変化量(Δy)とを求め、両者の相関を調べると図-2となる。両者の間にはほぼ次式が成立する。

$$\Delta A_{sub} = 6.0 \Delta y - 500 \quad (1)$$

ここに、 ΔA_{sub} 、 Δy の単位はそれぞれ m^2 と m であり、それらの変域は $1640 m^2 \leq \Delta A_{sub} \leq 3900 m^2$ 、 $280 m \leq \Delta y \leq 740 m$ である。両者の回帰係数は、海面下での漂砂の移動高(h_{sub})を与える。したがってこの場合には $h_{sub} = 6m$ となる。一方、海浜断面変化を改めて調べてみると、土砂投入時に人為的改変が加えられたと考えられる標高3m以上の部分を除くと、汀線+3mの範囲の断面形はほぼ平行移動していることから、陸上部における地形変化に関しては移動高を約3mとおくことができる。以上より、この海岸では漂砂の移動高は両者の和として約9mとなる。

3. 沿岸漂砂量の水深方向分布の推定

図-1に示した4測線の海浜断面変化によると、ごく一部の例を除き、土砂投入とともに海浜断面が次々

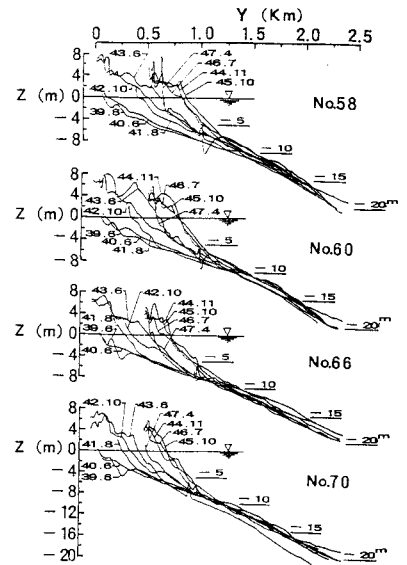


図-1 鹿島港南海岸での土砂投棄に伴う海浜断面変化
(日本港湾協会, 1974)

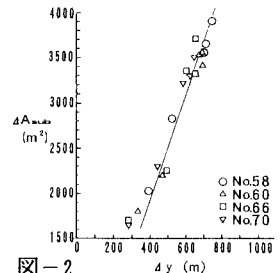


図-2 海面下の海浜断面積変化量(ΔA_{sub})と汀線変化量(Δy)の関係

と沖側へと前進しており、ほぼ水深8m以浅の断面は単調に前進している。このことは、土砂投入により汀線が突出したために、沿岸漂砂により土砂が急速に運ばれたことを意味している。もし、沖向き漂砂により急激な断面変化が生ずるのであれば、汀線付近の侵食と沖合での堆積が同時に生じたはずであるが、そのような断面変化はいずれの測線でも見られない。投入土砂が沿岸漂砂により運ばれたとすると、比較的短い時間間隔で測量が行われていることから、断面変化より沿岸漂砂量の水深方向分布の逆算が可能である。なぜなら、各水深ごとの等深線の水平方向変位量は、沿岸漂砂量の水深方向の分布とほぼ相似形となるからである。いま、No. 58～No. 70の4断面ごとに各測量時期、各水深ごとの等深線の水平方向変位量を求め、それらを汀線前進量で無次元化すると図-3となる。測線ごとにかなりばらつきはあるものの、汀線より深さ方向に単調に減少する点において互いによく似た分布形が得られた。宇多ほか(1991)の開発した等深線変化モデルでは、沿岸漂砂量の水深方向分布 $\xi(Z^*)$ として次式を仮定している。

$Z^* = Z/H_b$ 、 $h_c^* = h_c/H_b$ と置くと、

$-h_c \leq Z \leq h_R$ では、

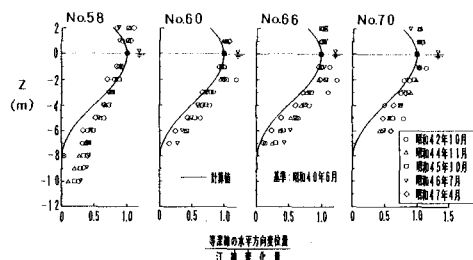
$$\xi(Z^*) = 2/h_c^{*3} (h_c^*/2 - Z^*) (Z^* + h_c^*)^2 \quad (2)$$

$Z < -h_c$ および $Z > h_R$ では、

$$\xi(Z^*) = 0 \quad (3)$$

ここに、 h_c 、 h_R はそれぞれ海面下と陸上部における地形変化の生ずる範囲を定める限界水深と限界高である。図-1

によれば、 $h_c \approx 8\text{m}$ 、 $h_R \approx 3\text{m}$ となる。一方、宇多(1990)図-3 汀線変化量で無次元された各等深線の水平方向変位



は、佐藤・田中の表層移動限界式と地形変化の限界水深の関係を調べ、この限界水深を定める有義波高は、出現確率でほぼ5～20％に相当する比較的高い波浪であることを示した。そこで、佐藤ほか(1974)の示した鹿島海岸における波高、周期の発生確率より、出現確率20％の波高を求めると、 $H_{1/3} \approx 2.5\text{m}$ 、 $T = 7.3\text{s}$ となる。ところで、当海岸の平均的な海底勾配は図-1によると1/210であって、合田の碎波指標によれば $H_b/H_0 = 1.12$ となるから、碎波波高は $H_b \approx 2.8\text{m}$ となる。宇多ほか(1991)は、実験値に対して $h_c \approx 2.3H_b$ 、 $h_R \approx 1.0H_b$ が成立するとしたが、鹿島灘では $h_c \approx 2.9H_b$ 、 $h_R \approx 1.1H_b$ となる。以上の点を考慮して漂砂量の水深方向分布を求め、図-3に実線で示した。これによれば、計算式は実測値とかなりよい対応を示すこと、したがって海浜変形予測に式(2)がかかなり高い精度で適用可能であることがわかる。なお、 h_c を求める時の係数が実験に対し現地データでは大き目となったが、これは現地海岸では粒径波高比が小さく、より深い所まで底質が移動し易いためと考えられる。

4. まとめ

本研究では、鹿島港南海岸の海浜断面変化データより沿岸漂砂量の水深方向分布を求め、移動床模型実験より得られた分布と比較した。この結果、地形変化の限界を定める h_c と h_R の H_b に対する係数が模型実験の場合より若干大きくなることを除けば、現地と実験データはかなりよく対応することがわかった。

参考文献

- 宇多高明(1990):波による移動限界水深を定める代表波の選定法, 海岸工学論文集, 第37巻, pp. 294-298.
- 宇多高明・山本幸次・河野茂樹(1990):沿岸漂砂量の水深方向分布を考慮した海浜変形モデル, 海岸工学論文集, 第37巻, pp. 304-308.
- 宇多高明・山本幸次・河野茂樹(1991):沿岸漂砂による3次元海浜地形変化の予測法, 海岸工学論文集, 第38巻, pp. 386-390.
- 佐藤昭二・田中則男・佐々木克博(1974):鹿島港建設に伴う海底地形変化について-事例研究-, 港湾技術報告, Vol. 13, No. 4(2), pp. 3-78.
- 日本港湾協会(1974):特集“養浜工”, 港湾技術要報, No. 73, 221p.