

白良浜の海浜流の数値シミュレーション

京都大学防災研究所 正会員 土屋義人
 岐阜大学工学部 “ 安田孝志
 京都大学防災研究所 “ 山下隆男
 京都大学大学院 学生会員 辻谷 潤一

1. 緒言 周知のように、和歌山県白浜町の白良浜は、その名の示すとおり白砂の典型的な pocket beach であり、温暖な気候と背後に温泉を有する近畿地方屈指のリゾートゾーンとして愛されてきた浜である。しかしながら、この浜は冬期季節風による飛砂や、台風および季節風時の波浪による海浜変形のため、比較的安定な海浜形状を有しているにもかかわらず、近年海浜の保全対策の必要性が叫ばれるようになってきた。これから自然外力による要因のみならず、砂採取等の人工的要因が存在することはもちろんであるが、今後この浜を侵食から守っていく意味においても、この浜の海浜流の特性を知ることは重要である。本研究では、風および台風時の波浪を対象とした数値シミュレーションにより、白良浜の海浜流特性を検討する。

2. 計算条件および方法 ここを対象とする外力は、W, NW, および SW 方向の風(風速 20 m/sec)および台風 7920 号による典型的な波浪条件についてであり、後者の冲波条件は図-1のとおりである。また、計算の対象領域は図-2に示すように、 $\Delta x = 5m$ の格子粗で鉛山湾を分割した。波浪計算は数値波動解析法を用い、海浜流計算には次式と有限差分法で解くことにした。

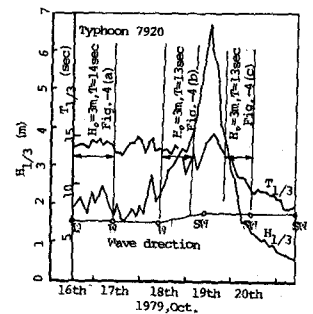


図-1 台風7920号による冲波の条件

$$\begin{cases} M/\partial t + \partial(MU)/\partial x + \partial(MV)/\partial y = -g(\bar{\eta} + \bar{\eta}_s)\partial \bar{\eta}/\partial x - (\partial \bar{\eta}_{sx}/\partial x + \partial \bar{\eta}_{sy}/\partial y) + T_{sx} - T_{sx} \\ N/\partial t + \partial(NU)/\partial x + \partial(NV)/\partial y = -g(\bar{\eta} + \bar{\eta}_s)\partial \bar{\eta}/\partial y - (\partial \bar{\eta}_{sx}/\partial x + \partial \bar{\eta}_{sy}/\partial y) + T_{sy} - T_{sy} \\ \partial \bar{\eta}/\partial t + 1/\rho (\partial M/\partial x + \partial N/\partial y) = 0 \end{cases} \quad (1)$$

ここに、 $M = (\bar{\eta} + \bar{\eta}_s)U$, $N = (\bar{\eta} + \bar{\eta}_s)V$, $\bar{\eta}$: 平均海面, $\bar{\eta}_s$: 水深, $\bar{\eta}_{sx}, \bar{\eta}_{sy}$: radiation stress, 海底でのせん断応力 $(T_{sx}, T_{sy}) = \rho g (U_s V_s) / \sqrt{U_s^2 + V_s^2}$, 海面せん断応力 $(T_{sx}, T_{sy}) = \rho C_D (U_s, V_s) / \sqrt{U_s^2 + V_s^2}$, U_s, V_s : 風速, ρ : 水の密度, および g : 重力加速度である。一方数値波動解析法による波の平面分角は、次式の基礎方程式と、汀線において無反射、潟湖側で反射率 0.2, 権現崎側で 0.05 と与え、さらに碎波帯内、外にエネルギー保存則を満たすような補正係数 f_0 と導入し、差分法により解いた。

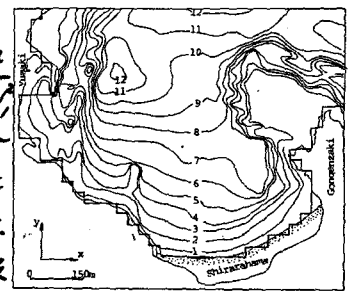


図-2 計算領域

$$\partial \bar{\eta}/\partial t = -C^2 \partial \bar{\eta}/\partial x, \quad \partial \bar{\eta}_s/\partial t = -C^2 \partial \bar{\eta}_s/\partial x, \quad \partial \bar{\eta}/\partial x + \partial \bar{\eta}_s/\partial x + \partial \bar{\eta}_s/\partial y = 0 \quad (2)$$

ここに、 $C^2 = g \bar{\eta} \tan h k \bar{\eta}$, $\partial \bar{\eta}/\partial x = \int_{-\infty}^{\infty} u dx$, $\partial \bar{\eta}_s/\partial x = \int_{-\infty}^{\infty} v dx$, (u, v) : 波の水平水粒子速度, $\bar{\eta}$: 水面変動, および $\bar{\eta}_s$: 波数である。なお、碎波帯外の補正係数は $f_0 = (\bar{\eta}_s/\bar{\eta})^{-1/2}$, $\bar{\eta}_s = 1/2 (1 + 2 \bar{\eta}_s/\bar{\eta} \sin h 2k \bar{\eta})$ および碎波帯内では $f_0 = (C_s/C)^{1/2} (\bar{\eta}_s/\bar{\eta})$, $C_s = \sqrt{g \bar{\eta}_s \tan h k \bar{\eta}_s}$ である。

TSUCHIYA YOSHITO YASUDA TAKASHI YAMASHITA TAKAO TSUTITANI JUNICHI

3. 白良波の海浜流の特性 図-3はSW, WおよびNW方向の風による吹送流の流速の計算結果で、流れのパターンは海底地形により規定されていることがわかる。すなわち、NW方向の場合には権現崎を通過して流れが白良波の北端奥深くまで回り込んだ流れが中央部に離岸流を形成している。またSW方向では、波の前面で北向きの流れが生じ、この流れは権現崎の先端を大きく回って外海へ出ていくことがわかる。一方、図-4は図-1に示した波浪条件のもとで、計算された波高分布およびそれに伴う波浪流を示したものである。この図から明らかなように、白良波における流れは、台風時のSWの波向きの場合にもS方向の流れが卓越し、波の北端部でこのと反対方向の反時計回りの小さなセルが生じている。これは波高の分布にみられるように、権現崎の沖に存在する高波浪領域においては、碎波のため波浪エネルギー勾配が急になっているため、権現崎を通過する波浪流によって流れが規定されると考えられる。一方権現崎側においては、波向によって波浪流の方向が変化するが、この傾向は波高分布によく表われている。

4. 結 語 以上、鉛山湾を対象とした風および波浪による流れの特性と数値シミュレーションにより考察した結果、鉛山湾の波浪特性としては、波向によって湯崎側と権現崎側とで波高分布が異なり、それに対応して海浜流の特性も変わるが、台風時においても、白良波近傍にS方向の流れが卓越することになった。また、外海へ出てゆく流れは、一般的に湾中央部の水深の深い所を通り、権現崎を回っていくことがわかった。

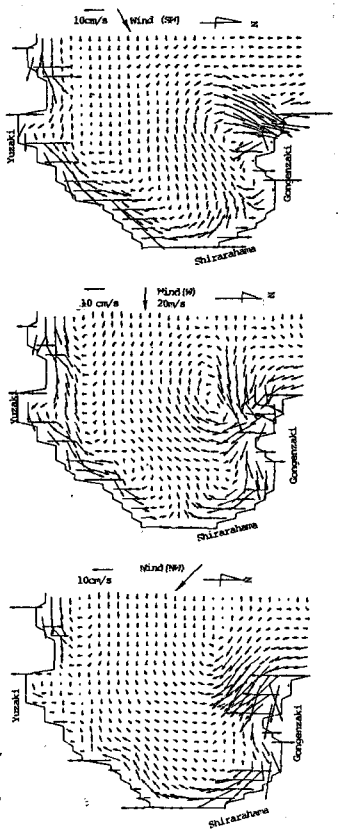


図-3 吹送流の流速分布

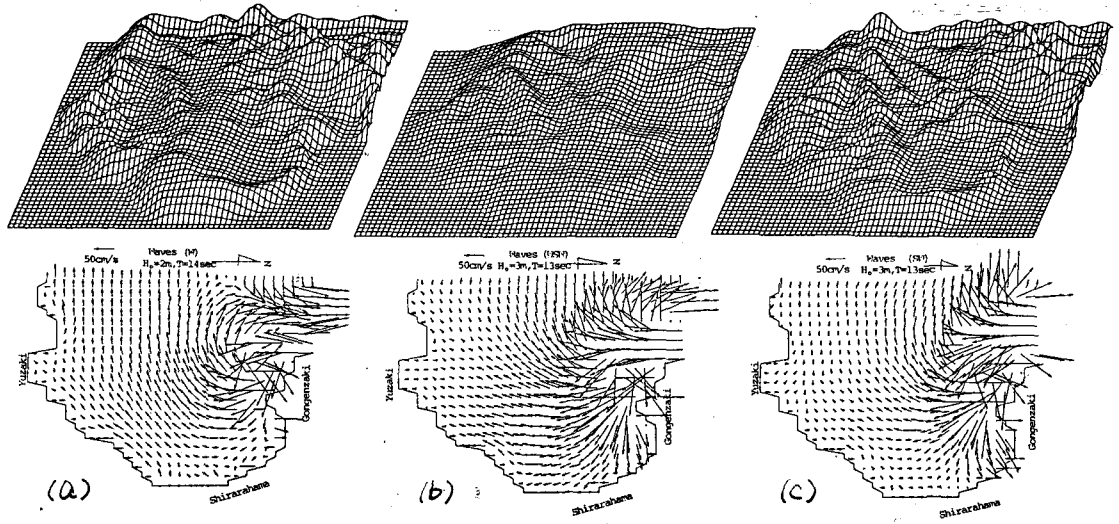


図-4 海浜流の平面分布