

白良浜の海浜変形に関する研究

高山知司* 山下隆男**

1. はじめに

安定海浜工法は、現在わが国ではヘッドランド工法とも呼ばれているが、1960年代にSilvesterにより提案された工法で、自然界に見られるS型の安定なポケットビーチを模した海浜を形成させることで、侵食に対して強い、安定な海浜を造成しようとする方法である。シンガポールでのヘッドランド工法の成功後、京都大学防災研究所において、土屋ら（1982）により、この工法の海岸工学的な基礎研究が行われ安定海浜工法として確立された。この工法は、わが国では和歌山県の白良浜に最初に適用され、その後、ヘッドランド工法と称されて、茨城県の大野鹿島海岸、西湘海岸等多くの海岸に適用されるようになった。自然の法則に逆らわないで海岸波浪のエネルギーを消散させ、漂砂量を制御し海浜を安定化させる点がこの工法の長所であり、養浜工と併用すれば、少ない維持養浜で、効率的な自然海浜の造成が可能となる。わが国のように、養浜砂に費やす経費が大きい場合に適した工法である。

白良浜では、平成元年から12年までの間、約65,000m³の砂を投入し養浜を行ってきた。近年、浜幅が狭くなったとか、浜に隣接する漁港等で堆砂問題が生じている等の、地元からの報告があり、養浜事業の再検討が必要な状況になってきている。本研究では、まず白良浜の問題点について整理を行い、問題点を明確にするための実施された観測・調査データを解析し、防護機能の現況と課題を検討するとともに、養浜砂流出機構として最も可能性の高い離岸流に着目した、海浜流の3次元数値計算を行った。

2. 白良浜の漂砂、地形変化に関する調査データの解析

地形変化の検討資料として、深浅測量や空中写真、さらに漂砂機構の検討資料として底質調査や波浪観測株式会社NEWJECによって実施された。ここでは、データの解析結果の概要を示す。

2. 1 養浜砂流出範囲の検討結果

（1）養浜水城（T型突堤と権現崎に囲まれた水域）とその沖とでは、底質の粒径や鉱物組成が異なることから、養浜砂の影響範囲は養浜水城程度である。

（2）T型突堤先端は養浜砂の影響を受けているが、湯崎漁港側の底質は沖の影響が強く、養浜砂の影響を受けていない。

（3）湯崎漁港側の堆砂は沖砂の漂砂現象の1つであり、養浜砂の直接的な影響は少ない。よって養浜工が継続されなくても堆砂する可能性があり、湯崎漁港の堆砂が助長されることのない、対策工の検討が必要である。

2. 2 海浜地形変化の検討結果

（1）海浜土量の変化：深浅測量から求めた土量変化は、平成4年以降、滞留率（60%）に大きな

*京都大学・防災研究所・教授、**同・助教授

変化はない。

(2) 海浜断面の変化：養浜工の効果により、水深 2 m 程度から陸側の地盤高が 1 m 以上上昇しているが、沖側の大きな断面変化は見られない。

(3) 汀線の変化：一時的な汀線の後退は生じているが、基本的には平成 4 年以降の汀線の大きな変化は見られない。

以上から、海浜土量、海浜断面、汀線の各変化からは、平成 4 年以降の変化がいずれも小さくなっており、養浜工の効果により安定な海浜地形に達しているため、これ以上、養浜を継続しても十分な効果が得られないと考えられる。

2. 3 対策工の必要性

浜中央部から右岸部では防災上必要な護岸断面が確保されていない。このため、浜幅を拡張するか、護岸天端高を上げる必要がある。特に、右岸側の汀線を前進させる対策工の検討が必要である。計画時は浜中央部を代表断面とし、浜全体の浜幅を決定していたが、波浪変形計算を左岸部、右岸部で詳細に検討した結果、防護上必要となる浜幅を達成できない。

一方、海浜の利用面積の現況調査では、1 日平均利用者数は 10,000 人/日程度となっており、ピーク利用者数が 24,000 人を超えるのは、利用期間 (62 日) のうち 10 日程度である。この状況では、現在の浜幅では 1 人当たりの利用面積は計画値に達していないことになり、汀線を前進させる対策工が必要である。

防災面からも、利用面からも、浜の右岸部で汀線を前進させる必要があることが判明したが、これを養浜砂の継続的な投入だけで達成することは、費用便益面からは好ましくないため、何らかの対策工を施工することが望ましい。また、設計波浪の波向きは WSW となっているが、冬季における潮岬での波浪観測結果から、WNW 方向の波浪に対しても検討が必要となる可能性があるため、設計波浪の波向きを WNW 方向としたときの検討を行う必要がある。

対策工の代替案として、図-1 のように、権現崎側に突堤を設置することを想定し、これによる波浪減衰特性および海水交換率の検討を行った。波浪減衰効果については、突堤を潜堤とする場合でも、越波災害を防止するための所定の低減効果が確認された。

2. 4 対策工による水質への影響

突堤内の海域体積 430,000 m³、海面面積 100,000 m²、平均水深 4.3 m の海域を対象として、対策工を設置した場合の海水交換特性を検討した。海域での水質は、主に水温の上昇する 8～9 月にかけて最も悪化する。特にこの期間の海域が静穏な時期が問題になるため、潮汐による海水の流動が停滞している場合にはその海域の水質悪化が進行する。ここでは、平均水深が 4.3 m の対象海域に対して、潮汐による海水交換を検討した。潮位差は $H.W.L. - L.W.L. = 2.1\text{m}$ であるので、約 12 時間の潮汐により対象海域ではおよそ $2.1\text{m}/4.3\text{m} = 49\%$ の海水が交換する。海域の閉鎖性を表す以下のような指標を用いて検討した。

【閉鎖性指標*1】 = 【海域面積】 1/2 × 【海域の平均水深】 / 【開口部面積】

【閉鎖性指標】 > 2 : 閉鎖性海域

2 ≥ 【閉鎖性指標】 > 1 : 半閉鎖性海域

1 ≥ 【閉鎖性指標】 : 開放性海域

白良浜の対象海域での閉鎖性指標は 0.8 となり、開放性海域に属する。このため、対策工実施後も海水交換による水質悪化は起こらないと考えられる。ただし、海藻類の繁茂による海水浴場として

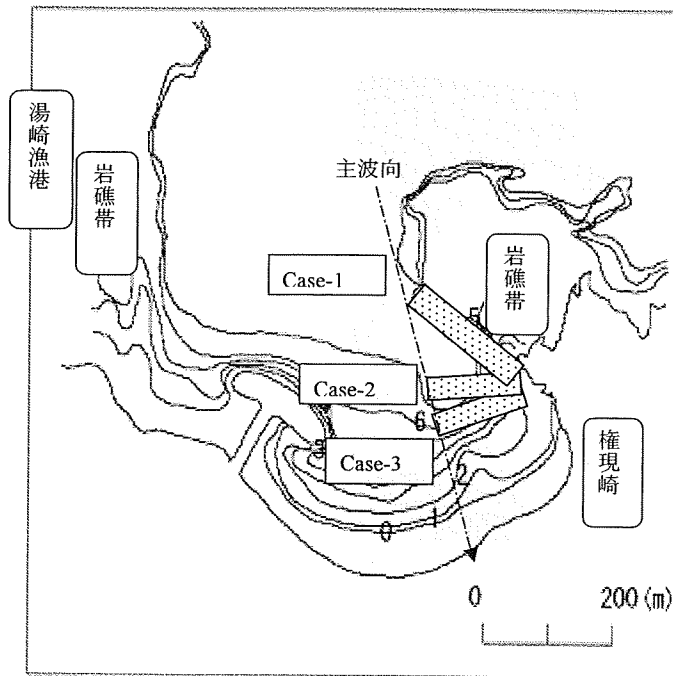


図-1 対策工として権現崎側に突堤を設置する代替案

の質の低下や、海藻類の腐食による水質悪化に関しては、今後さらに検討する必要がある。

3. 海浜流の数値解析

三次元海浜流モデルによる離岸流 (rip current) 発生の数値計算を実施した。汀線は固定とし、計算条件および波浪、乱流モデルは以下のようにした。

水平方向：X=710m ($\Delta x=10\text{m}$, $n_x=71$)、Y=750m ($\Delta y=10\text{m}$, $n_y=75$)、鉛直方向 (分割層数)： $n_z=10$ の σ 座標。計算時間：T=0~36000s (10hrs)、結果出力：10分毎で、来襲波浪；Hs (有義波高) = 2.0m、Ts (有義波周期) = 10.0s で一定とした。碎波モデルはSurface Rollerモデル (碎波せん断応力)、鉛直方向の渦動粘性係数は2方程式系の乱流モデル (Mellor-Yamadaモデル)、水平方向はSmagorinskyの流速勾配タイプ (次式) を用いた。

$$v_h = C \Delta x \Delta y \left[\left(\frac{\partial u}{\partial x} \right)^2 + \frac{1}{2} \left(\frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial y} \right)^2 \right]^{1/2}$$

図-2 に、計算に用いた水深および水平2次元の流速場 (鉛直積分値)、図-3 に3次元計算結果の表層および下層の流速分布の定常解を示す。2次元、3次元計算の両者とも、海浜内に形成される流れは、T型突堤の右側を通過して湯崎漁港方面に流出することがわかる。

4. おわりに

白良浜において実施された地形、底質の観測・調査データを解析し、防護機能の現況と課題を検討するとともに、養浜砂流出機構として最も可能性の高い離岸流に着目した、海浜流の3次元数値計算を行った。その結果、T型突堤の右側を通過して湯崎漁港方面に流出する海浜流が発生するこ

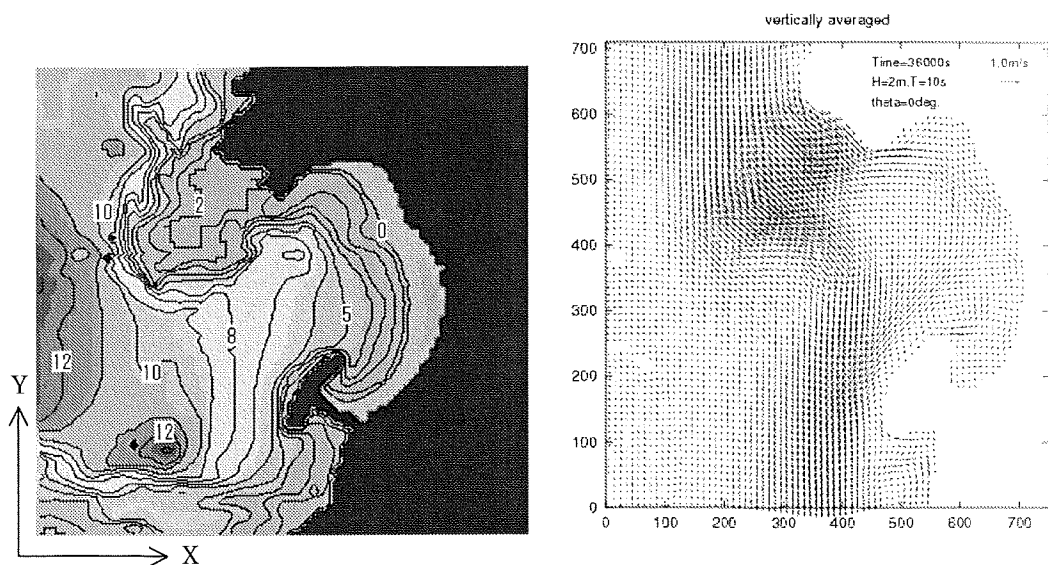


図-2 計算に用いた水深（左）および鉛直積分値で示した水平2次元の流速場の定常解（右）

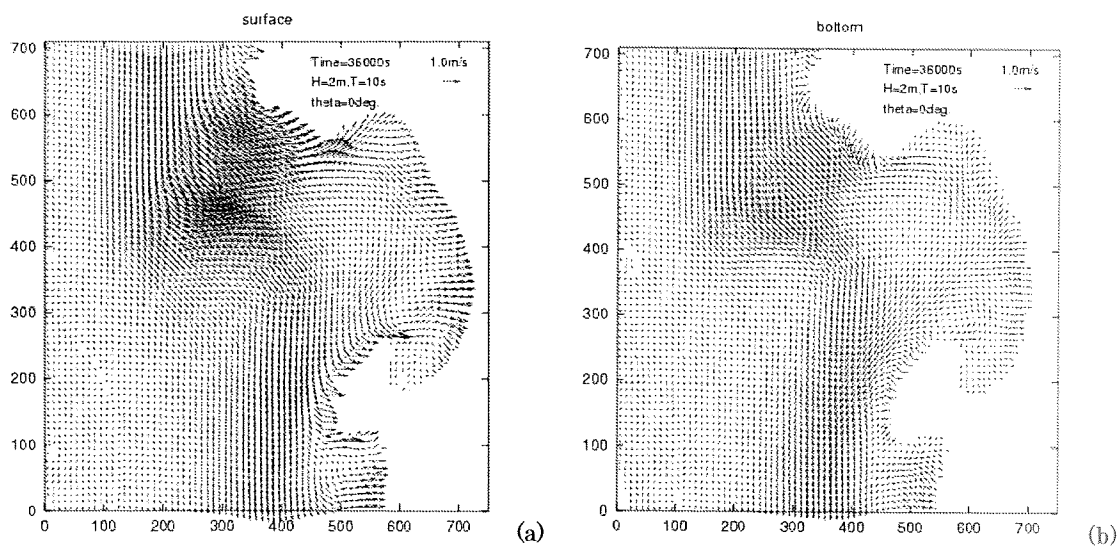


図-3 3次元計算結果の表層（a）および下層（b）の流速分布の定常解

とが明確にされた。今後、この流れが海浜変形において、どのような条件において重要になるかを検討する必要がある。

5. 謝辞

本研究は、株式会社NEWJECの河川・海岸部の技術者と防災研究所の共同研究で実施されたことを明記し、関係各位の調査研究での協力を謝意を表する。