

III-A 351 海岸崖侵食に及ぼすアブレーションの影響

茨城大学大学院 学正会員 ○ 佐々木康子  
 茨城大学工学部 正会員 安原 一哉  
 同上 正会員 村上 哲  
 大林 道路 灰塚 栄二

1. はじめに

日本の海岸は激しい侵食を受けている。海岸崖侵食を促進させる要因としては、波のエネルギーや海浜堆積物などによる波の攻撃力、そして岩石の力学的特性や構造特性による岩石の抵抗力、海浜砂のアブレーション(研磨)などが挙げられる。

これまでの著者ら<sup>1)2)</sup>の研究において、岩石の抵抗力が海岸崖侵食に及ぼす影響について調べられ、その結果から、岩石の強度低下に伴って侵食が促進されるという知見が得られている。本研究では、この侵食を受ける側の岩石の抵抗力(圧縮強度)に加えて、侵食を及ぼす側の海浜堆積物に着目した。具体的には、海岸崖侵食を侵食模型実験を行うことによって再現し、崖前面に堆積する前浜砂の密度を変化させ、海岸崖侵食に及ぼす前浜砂のアブレーションの影響を調査した。

2. 海岸崖侵食に関する模型実験

2.1実験概要：本研究は崖侵食を再現するために、アクリル製の二次元造波水路を用いた。水路の一端には、崖模型(幅280mm、高さ300mm)を設置し、その前面に1/25の勾配をもつ海底地形を作成、崖の基部には前浜砂を敷いた。崖模型は、早強ポルトランドセメント・豊浦標準砂・水を2:100:30の割合で配合し固結させ、圧縮強度を0.067MPaに統一した。なお、配合時には固結促進材としてセメント量の2%のCaCl<sub>2</sub>を加えた。また、波高と周期は宮崎の研究<sup>1)</sup>に習ってそれぞれ8cm、1.5secとした。表-1に現地における崖侵食の要因と実験におけるパラメータとの対応を示す。

表-1 要因とパラメータの対応

| 要因          | 実験パラメータ       |
|-------------|---------------|
| 崖基部での岩石の抵抗力 | 崖モデルの圧縮強度     |
| 崖基部での波の侵食力  | 波高2m以上の波の作用時間 |
| 海浜砂の研磨作用    | 前浜砂の有無、密度の変化  |

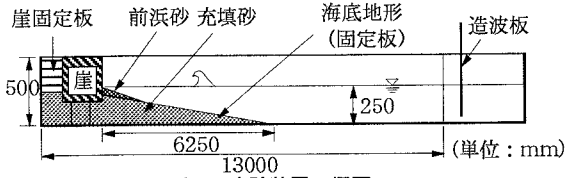
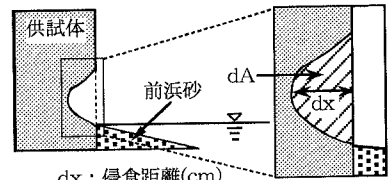


図-1 実験装置の概要

本研究では、特に前浜砂のアブレーションに着目し、前浜砂の密度を変化させ侵食実験を行った。前浜砂には、豊浦標準砂に金属成分(ここでは砂鉄)を0%、1%、5%、10%含有させたものを用いた。密度はそれぞれ、2.64g/cm<sup>3</sup>、2.66g/cm<sup>3</sup>、2.69g/cm<sup>3</sup>、2.71g/cm<sup>3</sup>である。実験装置の概要と各侵食量の定義を図-1、図-2に示す。



dx: 侵食距離(cm)  
 B: 供試体幅 28(cm)  
 dA: 侵食断面積(cm<sup>2</sup>)  
 図-2 各侵食量の定義

2.2実験結果及び考察：密度(砂鉄含有率)別の累積侵食距離及び累積侵食断面積の経時変化を図-3、図-4に示す。この図から、金属成分含有率

5%、10%での崖模型の侵食距離は類似した経時変化を示すことが分かる。これに対し侵食断面積は、金属成分含有率0%、1%はほぼ同一の経時変化であるが、5%、10%では明らかに異なった経時変化を示している。これは、前浜砂が波に巻き込まれ研磨材として崖に作用(アブレーション)するため、金属成分の増加に伴い侵食断面積が増加するためであると考えられる。以上のことから、金属成分含有量の増加、つまり密度増加は侵食促進に大きく寄与していると思われる。

3. 海岸崖侵食の予測

宮崎の研究<sup>1)</sup>結果から崖の圧縮強度S<sub>c</sub>(MPa)と侵食速度v<sub>i</sub>(m/year)の関係は次式で近似される。

$$v_1 = v_0 S_c^a \quad (1)$$

ここで、 $v_0$ は単位圧縮強度(1MPa)のときの侵食速度(0.14m/year)、 $a$ は実験定数(-0.29)である。この式(1)は、前浜砂を豊浦標準砂に統一して行った実験結果から得られた。本研究では、強度の影響のみを考慮した式(1)に

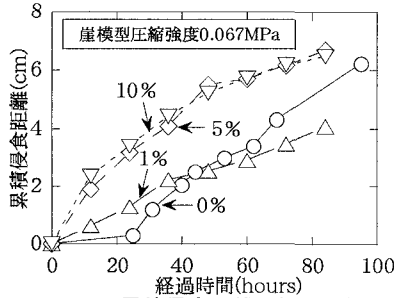


図-3 累積侵食距離の経時変化

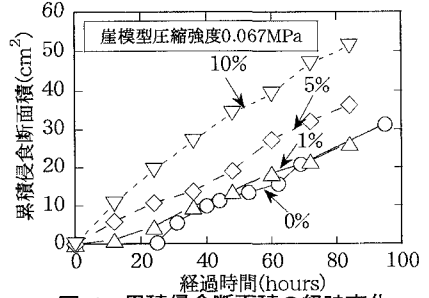


図-4 累積侵食断面積の経時変化

さらに前浜砂の密度の影響を考慮するため、圧縮強度一定(0.067 MPa)のもとでの侵食速度変化率 $m$ を次のように定義した。

$$m = \frac{\text{ある } \rho_s \text{ の時の侵食速度}}{\rho_{s0} \text{ の時の侵食速度}}$$

ここで、 $\rho_s$ :前浜砂の密度( $g/cm^3$ )、 $\rho_{s0}$ :規準密度(豊浦標準砂 $2.64 g/cm^3$ )である。密度と上述した侵食速度変化率の関係を図-5に示す。この関係は次式で近似することができる。

$$m = \exp(b(\rho_s - \rho_{s0})) \quad (2)$$

ここで、 $b$ は $\log m$ と $\rho_s$ をプロットしたときの近似直線の傾き(17.8)である。以上より既存式(1)に式(2)の前浜砂の密度変化の影響を考慮し、次の予測式を得た。

$$V = v_0 \cdot S_c^a \cdot \exp(b(\rho_s - \rho_{s0})) \quad (3)$$

#### 4. 予測式の現地への適用

予測式を適用する海岸は、茨城県北部に位置する6海岸である。表-2にこれらの海岸の

| 崖海岸名               | 侵食速度 (m/year) | 岩石の種類 | 圧縮強度 $S_c$ (MPa) | 密度 $\rho_s$ ( $g/cm^3$ ) | 波浪出現頻度 $w$ (%) |
|--------------------|---------------|-------|------------------|--------------------------|----------------|
| 五浦 <sup>2)</sup>   | 0.62          | 泥質砂岩  | 3.73             | 2.58                     | 9.1            |
| 高戸 <sup>2)</sup>   | 0.47          | 泥岩    | 1.82             | 2.60                     | 9.1            |
| 小貝ヶ浜 <sup>2)</sup> | 0.33          | 泥岩    | 3.64             | 2.63                     | 9.1            |
| 日高 <sup>2)</sup>   | 1.00          | 泥岩    | 2.47             | 2.59                     | 9.1            |
| 大みか <sup>2)</sup>  | 0.23          | 泥岩    | 3.15             | 2.71                     | 9.1            |
| 屏風ヶ浦 <sup>3)</sup> | 0.75          | 泥岩    | 3.25             | 2.85                     | 8.7            |

特性を示す。予測は、式(3)の各パラメータを現地スケールに換算して行った。各海岸における地形図から求めた侵食速度(実測値)と予測式から求めた侵食速度(予測値)の対応を図-6に示す。予測式を適用した結果、実測値と予測値は、高戸海岸以外の海岸でほぼ同値の結果が得られた。このため、前述した予測式は厳密な侵食速度は求めたいが、ある程度の誤差の範囲で予測が可能であると言える。

#### 5. 結論

本研究で得られた知見は、以下の通りである。

- 1) 海岸崖侵食は、前浜砂の密度(金属成分の含有量)の増加に伴い速く進行する傾向がある。2種類の侵食量のうち、侵食距離はある程度の密度を越すと類似した経時変化を示し、侵食断面積は密度増加に伴い異なった経時変化を示す傾向がある。これは、波に巻き込まれた前浜砂のアブレーション(研磨)が崖の侵食促進に大きな影響を及ぼすためであると考えられる。
- 2) 模型実験結果より定式化した予測式から求めた予測値は、地形図から求めた実測値と良く対応する。

引用文献 1)宮崎数礼・安原一哉・村上哲・佐々木康子：海岸崖侵食における崖の圧縮強度と侵食速度の関係、土木学会第50回年次学術講演会講演概要集、pp. 670-671、1995。 2)佐々木康子・安原一哉・宮崎数礼・村上哲：茨城県北部海岸における海崖侵食特性、海岸工学論文集、第42巻、pp. 541-545、1995。 3)堀川清司・砂村継夫：航空写真による海蝕崖の後退に関する研究、第14回海岸工学講演会講演集、pp. 315-324、1967。

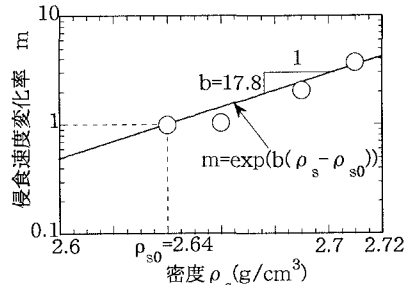


図-5 密度と侵食速度変化率の関係

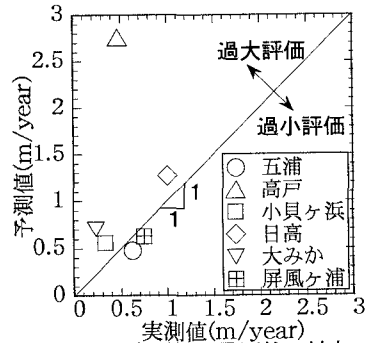


図-6 実測値と予測値の対応