

締めり度による海浜変形制御に関する考察

鹿児島大学工学部○内田 洋海

鹿児島大学工学部 西 隆一郎

鹿児島大学工学部 佐藤 道郎

1. まえがき

自然海浜に高波浪が来襲すれば海浜侵食が生じ、平常時の穏やかな波の作用時には前浜が形成される。このような岸沖漂砂の重要なパラメーターとして、波形勾配、海浜勾配、底質粒径および沈降速度（密度）などがある。一方、侵食された海浜は一般に砂浜表面が堅く締めり、堆積時の海浜では粒径の粗い底質から堆積し空隙が大きくなるために前浜が柔らかく締めりが悪い。したがって、海浜の締めり度は海岸過程の中で考慮されるべきパラメーターであり、これまで締めり度に関する幾つかの研究（西等、1996,1997、田中等、1997、五十嵐等、1998）も、行われている。

本研究では、将来人工的に海浜の締めり度を高めることで、漂砂量を人工的に制御し、結果として生じる侵食量の低減を図る柔軟な海浜制御保全工法を考えるための基礎実験を行った。実験では侵食型と堆積型の波浪を、締めり度の異なる3つの海浜模型に作用させて、海浜縦断形状変化と締めり度の変化を調べた。そして、正味の岸沖漂砂量、汀線変化量等、平均的な砂連サイズ、S.W.L.上の侵食量と堆積量の相違を調べた。また今後、二次元数値海浜変形モデルで、どのように締めり度を取り込むべきかを考察しようと試みた。

2. 実験内容

実験は、2次元水路内に中央粒径 0.2mm、比重 2.6g/cm³ の豊浦標準砂を用いて、一様勾配の海浜模型を設置し、規則波を2時間作用させた。海浜勾配は侵食型の場合 1/10、堆積型の場合 1/10 の初期海浜勾配を用いた。また、海浜模型を作成する場合には、実験1ケース毎に底質を水路外に搬出して自然乾燥させ、その後この砂を水路内に搬出し所定の海浜勾配になる用に整型した。締めり度が異なる模型を制作するために、パイプレータを全く用いないものと、パイプレータを30分、あるいは50分作用させて強制的に砂浜を締め固める手法を採用した。地形と締めり度の測定は、実験開始前と開始後に行った。用いた波浪条件を表-1に示す。

3. 実験結果

締めり度の異なる海浜に侵食性の波と堆積性の波を作用させた場合の地形変化、締めり度の変化、岸沖漂砂量分布、S.W.L.上の体積変化量について、それぞれ考察する。

ケース名	波高 (cm)	周期 (秒)
Case 1	9.8 cm	1.1 秒
Case 2	9.8 cm	1.1 秒
Case 3	11.1 cm	1.1 秒
Case 4	4.5 cm	2.0 秒
Case 5	3.8 cm	2.0 秒
Case 6	4.7 cm	2.0 秒

表-1 波浪条件

3.1. 地形変化

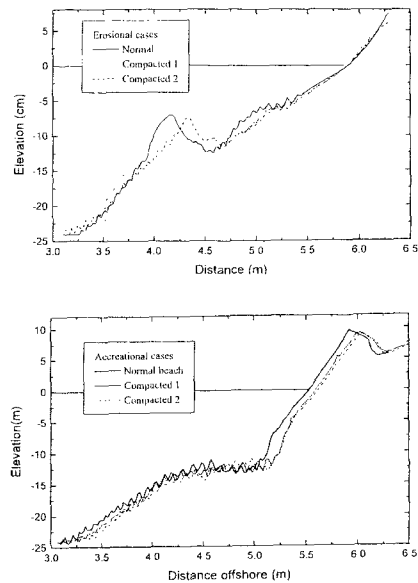


図-1 侵食型と堆積型の地形変化

侵食型においては、締めり度を高めるほど岸側に砂州が形成され、その高さが低下する。加えて、締めり度を増加させると、初期汀線付近の侵食量が低下することも分かる。また、堆積型の場合には、締めり度を増加させるとバーム高が1割程度減少している。

3.2 締めり度の分布

波浪作用前後における締めり度の岸沖分布は、計測用の矢を落下させて、その砂浜への貫入長を4cm間隔で計測した。初期海浜で計測した締めり度の分布を、図-2に示す。図中の横に引いた2本

の点線は、それぞれ自然に成型した海浜と締め固めた海浜の平均的な締め固め度を表している。なお、侵食型の実験 1 では、静水位よりしたの部分の締め固め度を計測していない。実験 1 から 6 までの初期海浜の平均締め固め度は、それぞれ 2.78, 1.99, 1.89, 2.40, 1.81, 1.84 cm であった。波浪作用後の海浜では平均的に、砂が溜まる沿岸砂州部分やバーム付近で締め固め度が高くなる。沿岸砂州が硬くなるのは自然海浜と一致する。一方、バーム部の締め固め度は、単一粒径の底質を用いる実験室条件と、自然の海浜条件では異なる。それは、自然の海浜では前浜に砂が堆積してバームが成長する場合、比較的比重が小さく粒径の粗い底質が溜まるために、空隙が大きく柔らかい海浜が形成されるためである。

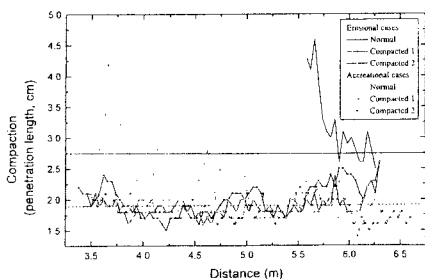


図-2 初期海浜の締め固め度分布

3.3 岸沖漂砂量分布

岸沖漂砂量は計測した水深変化量を沖向き座標 x で次式のように積分して求める。

$$q_1(x) = (1 - \lambda_1) \int_0^x \frac{\partial h_1}{\partial t} dx$$

自然に成型した海浜の空隙率は 0.3 として正味の漂砂量を計算する。また、締め固めて成型した海浜モデルは、自然に成型した海浜と同量の砂を用いて作成したために、次式で漂砂量を求める。ただし、 λ_1 , λ_2 はそれぞれ自然に成型した海浜と、締め固めた海浜の平均的な空隙率である。

$$q_2(x) = (1 - \lambda_2) \int_0^x \frac{\partial h_2}{\partial t} dx = (1 - \lambda_1) \frac{S_{1h}}{S_{2h}} \int_0^x \frac{\partial h_2}{\partial t} dx$$

侵食型のケースの漂砂量を、図-3 に示す。図中、締め固め度が異なる海浜ではあっても、入射波浪がほぼ同一であれば、漂砂量の最大値そのものはほぼ同じであるが、地形変化に結びつく漂砂量の勾配が若干異なることが分かる。

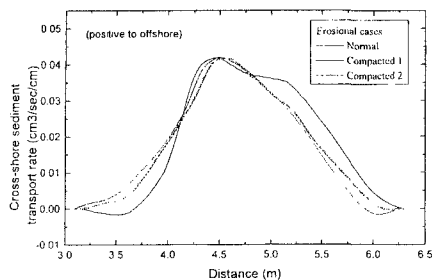


図-3 正味の岸沖漂砂量分布（侵食型）

3.4 締め固め度と静水位上の体積変化量

海浜保全・利用上は、初期静水位汀線背後でどれだけ底質量（体積）の変化が起るかわかることが重要である。そこで、図-4 に初期汀線背後の体積変化量（空隙は無視）と初期海浜の平均締め固め度の関係を示す。図中、横軸は計測用の矢の貫入長を表すが、侵食性の実験の場合、締め固め度を高めると、初期汀線背後の侵食量が 2.9 倍も低下することが分かる。これに対して堆積性の実験の場合には、単一粒径粒子を用いたことも一因と考えられるが、堆積量が 1.06 倍しか減少していない。

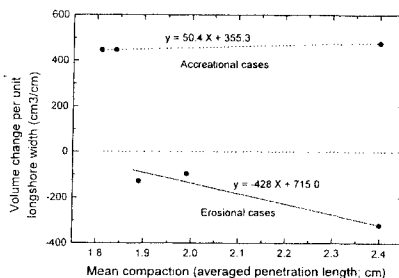


図-4 S.W.L.上の体積変化量と締め固め度の関係

4. 結論

本研究では、海浜の締め固め度を人工的に変化させることで、汀線後退量や侵食量を含む地形変化を人為的に制御するための基礎研究として、締め固め度を変化させた海浜に、侵食性の波と・堆積性の波を作用させてその海浜変形について調べた。その結果、締め固め度を高めると沿岸砂州が岸側に形成され、しかもその高さが低下し、初期汀線付近の侵食量が、場合によっては、3 倍近く低減されることが分かった。一方、堆積過程では、締め固め度がそれほど堆積量を低減させないことが分かったため、締め固め度の制御は十分多自然型工法としての可能性を持つと考えられる。