

潜堤背後の流速場特性と海底地形変化に関する実験的研究

九州大学工学部 学生員 ○酒井英之 山城 賢 越智宏充
九州大学工学部 正会員 吉田明徳 小野信幸 入江 功

1 まえがき

潜堤背後の領域では局所洗掘や海底地形の変化といった問題が生じることが報告されている(例えば中田ら(1992))。海滨断面における研究では、海底地形変化の一因として底面流速波形の非対称性を考え、これに関する研究が幾つかなされている(例えば小野ら(1999))。本研究では沖合の一定水深域に潜堤を設置した場合を想定している。潜堤背後の海域における流速場は、波と潜堤との非線形干渉や潜堤上で生じる砕波によって複雑なものとなり、それにとまって底面流速波形は非対称性を有し、海底地形変化に影響するものと思われる。そこで本研究は、潜堤背後の海底砂移動のメカニズムを明らかにすることを目的に、底面流速波形の非対称性と海底地形の変化との関連について実験的に検討したものである。

2 実験装置および実験方法

実験は、図-1に示す反射吸収式2次元造波水路に潜堤を設置して、固定床実験および移動床実験をおこなった。

まず固定床実験において、潜堤背後における水底から2cmの高さでの水平流速を、超音波流速計を用いて測定した。データ個数は8192個、サンプリング間隔は0.1secである。入射波は、周期(T)が1.79, 1.43sec($kh = 0.75, 1.00$)、波高(H)が8cmの規則波および有義周期($T_{1/3}$)が1.79, 1.43sec($kh = 0.75, 1.00$)、有義波高($H_{1/3}$)が8cmの不規則波とした。潜堤は、法肩勾配が1:1、天端水深(qh)が0.2h、天端幅(B)が水深(h)の2, 4倍($B/h = 2.0, 4.0$)の台形型不透過潜堤とした。測定した底面流速の時系列データから波形の上下非対称性を表す指標であるSkewness(Sk)および前後非対称性を表す指標であるAtiltness(At)を算定した。次いでおこなった移動床実験では、 $B/h = 2.0$ の潜堤を対象とし、その背後にガラスビーズ(粒径0.09mm)を厚さ約3cmでおよそ6mにわたって敷き詰め、 $T = 1.79\text{sec}$ ($kh = 0.75$)、 $H = 14\text{cm}$ の規則波を12時間作用させ、目視およびビデオ撮影により地形変化の様子と砂移動の方向を確認した。なお全ての実験において、水深は $h = 38\text{cm}$ と固定した。

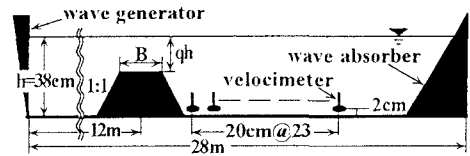


図-1: 実験装置図

3 結果と考察

図-2(a)に規則波で $T = 1.79\text{sec}$ ($kh = 0.75$)、 $H = 8\text{cm}$ 、図-2(b)に不規則波で $T_{1/3} = 1.79\text{sec}$ ($kh = 0.75$)、 $H_{1/3} = 8\text{cm}$ の場合についての Sk と At の分布を示す。海滨断面に関する研究においては、 Sk が+であることは沖向き漂砂への寄与を意味し、 At が+であることは岸向き漂砂への寄与を意味するとされており、両者の符号が-であれば漂砂の方向はそれぞれ逆になる。横軸の x/L は潜堤の岸側法先からの距離を入射波の波長(L)で無次元化したもので、不規則波の場合には有義波の波長としており、図-2のケースでは規則波、不規則波ともに $L = 3.18\text{m}$ である。規則波が入射する場合は、入射波と潜堤との非線形干渉により励起した高次の周波数成分波と基本周波数成分波の位相速度が異なるため、流速波形が空間的に変化し、ある距離に達すると再び同じ流速波形を繰り返す、 Sk と At は空間的に周期的な変動を示す。不規則波の場合、 Sk と At は潜堤直後で極値をとった後減少し、潜堤法先から有義波のおよそ1波長の位置より岸側ではほぼ0となり、規則波の場合とは分布の様子が大きく異なる。図-2(a), (b)中の矢印は Sk , At がそれぞれ寄与する漂砂の向きを示している。侵食は漂砂の向きが変わる位置で最も大きくなると推測され、その位置は図-2の結果から規則波の場合 $x/L = 0.7$ 、不規則波の場合 $x/L = 1.1$ 付近となる。この推測を現地のデータにより検証した。図-3に侵食海岸として有名な新潟西海岸における海底地形の断面図を示す。この海岸では汀線から約400mの位置に潜堤が設置されて

いる。図より侵食している位置は潜堤の岸側法肩から約100mの位置であり、この距離は現地の波浪状況 ($T = 8 \sim 10\text{sec.}$, $L = 68 \sim 88\text{m}$) から考えると入射波長の約1.1～1.5倍となる。図-2(b)に示す不規則波の実験結果によると、 Sk , At により侵食すると推測される位置は、潜堤法肩から有義波の波長の約1.2倍岸側の位置であり、図-3に示す新潟西海岸の侵食位置とほぼ一致した。これは潜堤背後の海底地形変化と Sk , At との関連を示唆するものである。

そこで、 Sk , At の分布と地形変化との関連について確証を得るため、移動床実験により底質移動の向きと Sk , At の分布との比較をおこなった。図-4は固定床実験で得た Sk , At の分布と、移動床実験での地形変化の様子および砂漣形状を示したものである。 Sk , At の分布図に示す矢印は、 Sk , At がそれぞれ寄与する漂砂の向きを示している。また、地形変化の模式図に示す矢印は、目視およびビデオ撮影により確認した底質移動の向きを示している。底質移動の向きと Sk , At が寄与する漂砂の向きを比較すると、 Sk は全体的に合致しており、 At についても漂砂の向きが変わる位置が若干ずれるものの、概ね底質移動の向きとほぼ一致している。砂漣の歪みは Sk で表される岸沖方向に非対称な流速変動により、砂漣頂部の両端で渦の大きさが異なるため生じるものと思われる。小野ら(1999)によると岸向きに歪んだ砂漣は沖向きの漂砂を促進し、沖向きに歪んだ砂漣は岸向きの漂砂を促進する。したがって、 Sk による漂砂の向きと砂漣の形状による漂砂の向きは完全に一致し、この両者の相乗効果により、 Sk の正負が変わる潜堤法先から約2.3mの位置(図-4中の(A))で侵食するものと推測される。この結果から、潜堤背後における海底地形の変化と底面流速波形の非対称性との間に関連があることが確認された。

4 あとがき

潜堤背後における底面流速波形の Sk と At の分布が海底地形変化とよく対応していることを確認した。今後、潜堤背後の海底砂移動のメカニズムを明らかにするため、より詳細な移動床実験をおこない、海底面の砂漣形状の効果を含め、 Sk , At の効果による砂移動を定量的に評価することが必要である。

参考文献

1. 中田ら(1992)：潜堤周辺の地形変化に関する数値モデルと現地観測結果との比較，海岸工学講演会論文集，第39巻，pp.431-435.
2. 小野ら(1999)：砂れん上の底質移動に及ぼす海底勾配の効果と海浜の安定化機構，海岸工学講演会論文集，第46巻，pp.591-595.

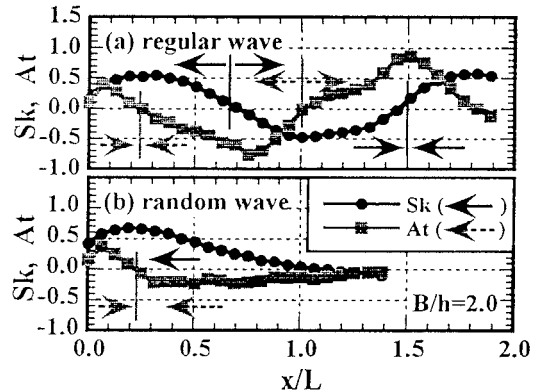


図-2：Skewness, Atiltness

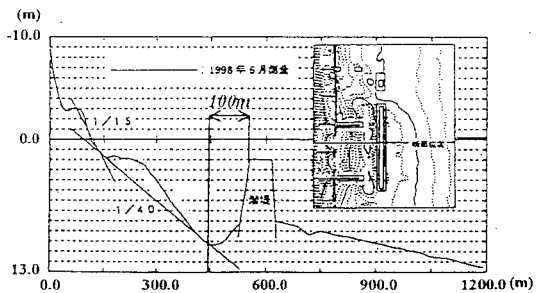


図-3：新潟西海岸における海底地形の断面図

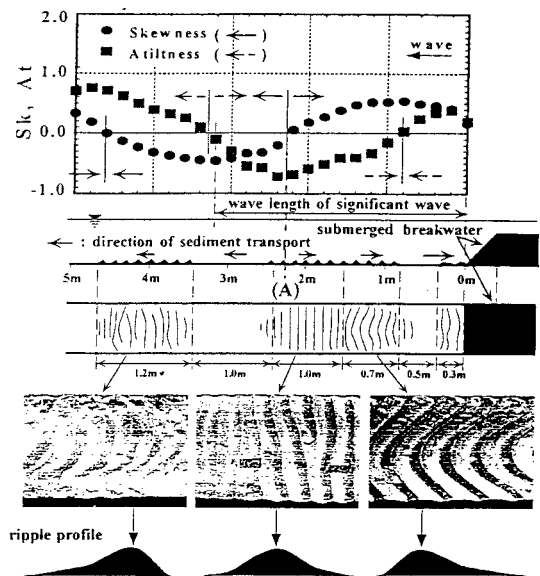


図-4： Sk , At の分布と移動床実験との比較