

II-33 風波による海浜変形に関する実験的研究(1)

京都大学防災研究所 正員 土屋 義人
京都大学大学院 学生員 ○ 吉岡 茂

1. 緒言 従来の海浜変形に関する実験的研究は、そのほとんどが海浜変形に寄与する外力として規則波を用いたものであり、実験結果と現地での現象が必ずしも一致しないことが多い。その原因として模型の縮尺効果とともに波浪の不規則性に関する相違が考えられ、本報において著者らは、風波による海浜の変形特性を長時間にわたる実験によって考察した。

2. 実験の概要 実験水槽は、全長40m、巾0.8m、高さ2.3m、水深1.5mの風洞水槽に長さ20m、勾配1/15の斜面を取り付け、さらにその斜面上に厚さ10cmの砂を敷いて模型海浜とした。実験に用いた砂は平均粒径0.3mmの標準砂であり、風路入口での中心風速11.9 m/sに対して、Fetch = 27.45, 31, 32, 33 mの4点において波高を測定し、継続時間 $t = 0 \sim 130$ hrの海浜の断面変化を2 cm 間隔で測定した。

3. 実験結果とその考察 風速11.9 m/sによって発生・発達した風波の特性は、図-1および図-2に示される。図中実線はFetch = 27.45 m ($t = 0$ hrにおける汀線から沖側にとった水平軸を X とすると、 $X = 7.02$ m)、破線はFetch = 33 m ($X = 1.47$ m)における波を示す。図-1は、周期数分析器によって得られたスペクトル図の一例を示す。図-2は、有義波高 $H_{1/3}$ と有義周期 $T_{1/3}$ の時間的変動特性を示す。沖波と考えられるFetch = 27.45 mにおける波浪は、 $H_{1/3}$ および $T_{1/3}$ に関して時間的に変動せず、ほぼ一定と考えられる。一方、Fetch = 33 mにおける波高は、shoalingによる波の変形を考慮した図中の一点鎖線よりも0.5~1.0 cm程小さく、その差は $t = 50$ hrまで時間とともに次第に増加しているが、これは海浜変形に伴う底面摩擦のためと考えられる。図-3は海浜の断面変化を示すもので、図中の直線はinitial-slopeを表わす。図-4はbeach-crestのinitial-slopeからの高さ Z_{max} の時間的な変化を示す。 Z_{max} は $t \approx 50$ hrまで t に関してほぼ指数的大増の割合を示し、 $t > 50$ hrに対しては一定値をとる。図-5は、浜漂砂量 $\bar{s}_s$ および汀線の水平方向の移動速度 $\partial X_s / \partial t$ を時間 t に対して示す。ただし $\bar{s}_s$ は漂砂量に関する連綿の式から近似的に求めたもので、 $\bar{s}_s = \bar{s}(X_k; X_k = X_s)$ 、 $\bar{s}(X_k, \frac{t_n + t_{n-1}}{2}) = -(1-\lambda) \times \frac{\Delta X}{t_n - t_{n-1}} \times \sum_{X_k = X_0}^{X_k} \{Z(X_i, t_n) - Z(X_i, t_{n-1})\}$ の2式で示される。ここに X_0 : 波が到達する最遠点、 Z : 静水面より鉛直下向きにとった軸である。図-5から、汀線より岸側の海浜

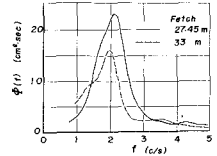


図-1 スペクトル図

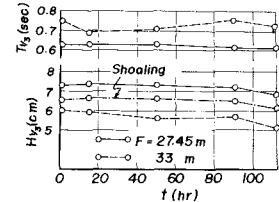


図-2 $H_{1/3}$ と $T_{1/3}$ の時間的变化

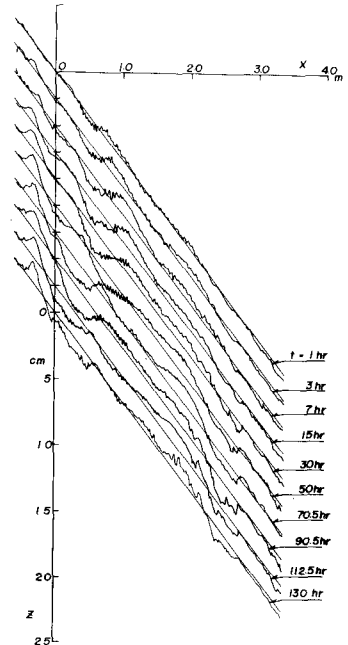


図-3 海浜断面の時間的变化

の2式で示される。ここに X_0 : 波が到達する最遠点、 Z : 静水面より鉛直下向きにとった軸である。図-5から、汀線より岸側の海浜

変形の過程について、 $t \leq 10$ hr という初期の段階では、局所的な変動性が高いために、 $\bar{q}_s$ と $\partial X_s / \partial t$ との関連性は明確ではないが、beach-crestの高さがほぼ一定値をとる $t \approx 50$ hr あたりから次第に、両者の時間的変動性は顕著に類似してくる。すなわち、 $t \geq 50$ hr になって beach-crest が安定した形状をもつようになると、前浜部の堆積と汀線の前進、あるいは前浜の侵食と汀線の後退とが顕著に対応するようになる。このことは、汀線の変動から漂砂量の推定への一つの示唆を与えるものである。図-6は、汀線の変動と沿岸砂州の移動状況を示す。図中矢印の点は bar というよりもむしろ step に近いものであり、また曲線 B_1 、 B_2 、 B_3 はそれぞれ異なる砂州を示すものであるが、 B_2 と B_3 は同種の砂州と考えられる。すなわち、 B_2 と B_3 は B_1 という初期の砂州が沖方向に移動・定着し外浜を形成した後に発生した砂州で、 B_2 、 B_3 ともにほぼ同じ位置に定着する傾向にある。図-6において最も興味深い事実は、 X_B および X_s の時間的変動特性の傾向がよく一致していることである。すなわち、汀線の前進から後退への変化および砂州の発生がともに間歇的な現象であり、しかも前者の現象にある time-lag をもって後者の現象が続いている。このことは汀線付近が侵食され、それが風波の破壊特性に関連して、bar あるいは step の形で沖方向に運搬されることを示している。ただし、砂州 (B_1) の場合は time-lag がほとんどなく、必ずしも汀線付近の砂粒が砂州を形成したとは考えられない。図-7は、砂州の移動範囲内にある4点での水深の変動を示す。 $X=49$ cm における2つの極小点は、 B_2 、 B_3 という2つの砂州の通過を示し、 $X=109$ cm において $t \geq 50$ hr ではほとんど変動していないが、これは B_1 という砂州が外来に定着したことを示すものである。図-8は、漂砂量 $\bar{q}_s$ の場所的変動特性を示す。海浜変形の初期の段階においては、海浜全体にわたって漂砂量が大きく、時間とともに顕著に減少している。 $t \geq 50$ hr に対して、前浜部における $\bar{q}_s$ はほぼ0に等しく前浜は安定した形状をもつようになり、ただ最終破砕点より沖側の領域においてのみ断面の変動が続く。また、 $t=2$ hr に対応する $\bar{q}_s$ に注目すれば、 $0.2 \leq X \leq 0.7$ m の領域でとくに侵食がはげしく、 $0.7 \leq X \leq 1.0$ m の領域で堆積の傾向を示しているが、これは図-6における砂州 (B_1) の発生にともなう現象と解釈されるであろう。

以上風波による海浜変形に対する実験結果について述べたが、さらに種々の風速のもとで同種の実験を行ない、規則波によるものととの相違、scale-effect および海浜変形にともなう風波の変形などに関して研究を進めるつもりである。

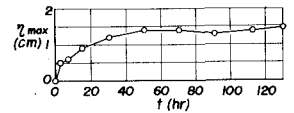


図-4 beach-crest の変化

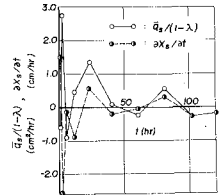


図-5 $\bar{q}_s$ と $\partial X_s / \partial t$ の変動

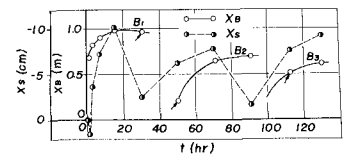


図-6 砂州と汀線の時間的変動

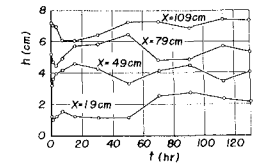


図-7 水深の時間的変動

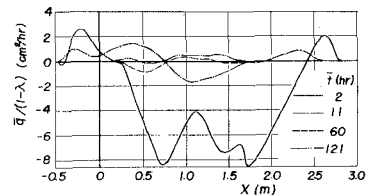


図-8 漂砂量の場所的変動特性