

波打帯の水理特性に関する現地観測

東北大学大学院 学生員 ○小川由信
東北大学工学部 正会員 首藤伸夫

1. はじめに

波打帯 (swash zone) での砂移動は、汀線の前進・後退、あるいは、河口砂州の形成に密接に係わっているにもかかわらずこれに関する系統的な研究例は少ない。その原因の1つとして、波打帯の水面変動、流速変動、さらには底面摩擦係数といった外力特性が明らかでないことが挙げられる。

そこで、本研究では、現地観測結果をもとに、波打帯の水面変動の周波数特性、波の統計的性質に関し検討する。

2. 現地観測

観測は、1981年9月5日に、茨城県大洗海岸で行なった。現象を簡単化するために、波向線に平行に、幅1.5m、長さ約20mの二次元木製水路を設置し、その中で測定を行なった。測定項目は、砕波帯内1点、波打帯4点での水面変動、およびドライベッドでの波先端軌跡であり、それぞれ、容量式波高計、容量式波先端計で測定した。図-1に、現地での測定器の配置、縦断地形を示す。測定時間は約3時間であり、サンプリング間隔は、0.1秒である。以上の他に、水深約6mの地点(以下、入射波と呼ぶ)での圧力式波高計による水面変動データが得られている。

3. 観測結果と考察

(1) 水面変動特性

観測で得られた生データの一例を図-2に、また、入射波、測点①～③の水面変動、および波先端軌跡のパワースペクトルを図-3に示す。これらの図から、以下の事柄が指摘される。

- i) 測点①で、主な波のtroughを結ぶと、周期が40～60秒程度の長周期の変動を示す。
- ii) 測点②～③で波はうち上がり始め、ドライベッドにうちあがる波と、それに続いて進行する波が共存する。
- iii) 測点④～⑤では、波はほぼドライベッドにうちあがるものだけになる。
- iv) 入射波のパワースペクトルは、ほぼ0.2 Hz ($T=5$ sec)に明確なピークがあり、長周期の成分にも比較的パワーがある。
- v) 測点①では、入射波に比べ、長周期変動のパワーがやや大きくなり、また、砕波変形のために、入射波で見られた明確なピークがなくなり、高周波数側のパワーが増大する。
- vi) 波打帯の測点②③では、長周期成分のパワー(特に、0.05 Hz)が増大し、逆に高周波数側は、削られて、傾きが一樣

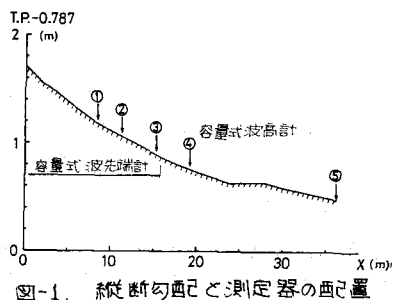


図-1. 縦断断面図と測定器の配置

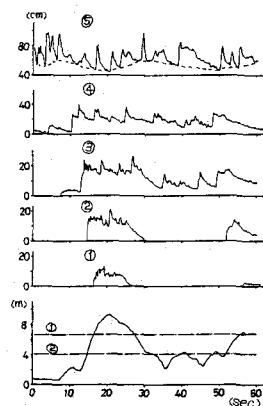


図-2. 生データの一例

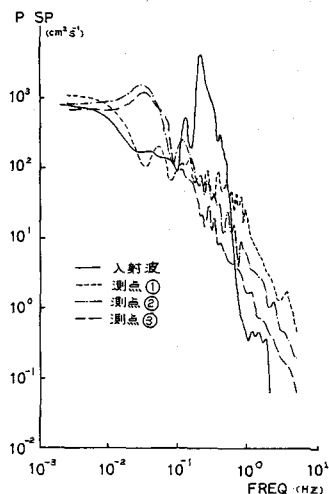


図-3. パワースペクトル

化していく。

以上のことから、各点での水面変動は、風波数別に見て、
①岸に向かい、常に振幅を増す、長周期の変動
②砕波によりピークのパワーを失い、更に汀線近くでパワーの傾きが一様化していく風波成分
の2つに分類されることわかる。

(2) うちあがる前の波の統計的性質

上述の結果をふまえて、ここでは、0.05 Hz以下の成分は完全に通過し、0.0625 Hz以上の成分は完全にカットする数値フィルターを通したものを長周期変動、全体の水面変動からこれを差し引いたものを風波成分とする。

統計的性質を議論する際には、波の定義法が問題となるが、ここではとりあえず、ゼロ・アップ・クロス法とゼロ・ダウン・クロス法をとりあげ、波がドライベッドにうちあがる前の測点についてのみを扱う。各定義に従って、波高・周期の分布を描いたのが図-4である。なお、いずれも1 cm以下の微小波は無視した。この図から以下のことが指摘される。

- i) 波高分布については、ゼロ・アップクロス法では、測点①～⑤でかなり異なった分布形状を示す。これに対し、ゼロ・ダウンクロス法では、二次波峰によると考えられる、明確な分布の双曲化が見られ、分布形状は、測点①～⑤であまり変化しない。(風波成分)
- ii) 入射波と、測点①の間で、かなりの波数の増加が見られる。従来の不規則波の波高変化モデルでは、個々の波については、周期は変化しないと仮定しているが、このような波数の増加は、周期の変化を生じさせるため、砕波前後のエネルギーの差を見積る際に過少評価することになり、再検討が必要である。
- iii) 長周期変動については、ゼロ・ダウン・クロス波高は、測点②と③でかなり似た分布形となり、測点①とはかなり異なっている。可能な解釈として、汀線に腹を持つ定常波が考えられるが、波数が汀線に向かい減少するので、それだけでは説明はつがない。

4. おわりに

以上、波打帯の水面変動特性について、パワースペクトル形状と波高・周期分布に着目し、定性的に考察した。今後は、これらの現象のメカニズムについて、より詳細に検討していく予定である。

なお、観測の実施に際し、東北大学工学部土木工学科、山路弘人技官には多大な助手を得た。ここに記して謝意を表す。

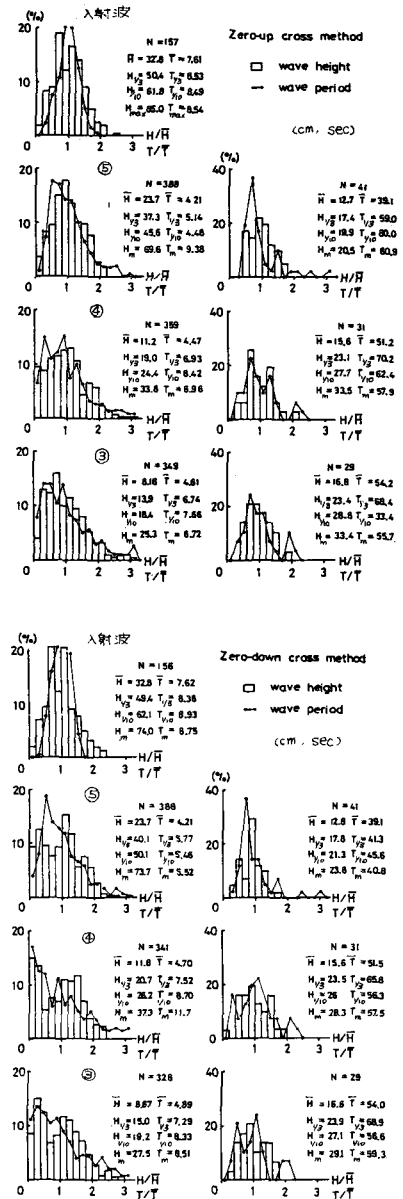


図-4. 波高・周期分布
(左: 風波, 右: 長周期波)