

電磁誘導型流速計による方向スペクトルについて

愛媛大学工学部	正 員	神沼忠男
愛媛大学工学部	正 員	伊福 誠
三井不動産建設(株)	正 員	丸岡貞典
東洋建設(株)	正 員	藤原隆一

1. まえがき

海岸構造物を計画・設計する際、波高、周期とともに波向を正確に把握する必要がある。波向は、一般に波挙線に直角であるとされているが、不規則波を無限個の正弦波の波の重ね合わせと考える場合、各成分波のエネルギーおよび進行方向は異なることが考えられる。海岸波浪の特性がほぼ、線型理論によって説明可能な比較的深い領域での方向スペクトルについての研究はなされてはいるが、水理特性が明確でない砕波帯での研究はない。こうしたことから、図-1に示すように平均水深1.5mの地点に設置した圧力計内蔵の2台の電磁誘導型流速計で得た流速資料および波表資料をもとに方向スペクトルを求めた。

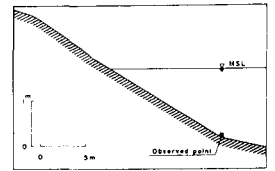


図-1 流速計設置点

なお、方向スペクトルの算出法としては、Fourier 級数法を用い、0.024~0.464 Hz までの周波数帯について解析した。

図-2は、岸側および岸側の圧力波形、岸沖、沿岸および鉛直方向の流速波形を示したものである。

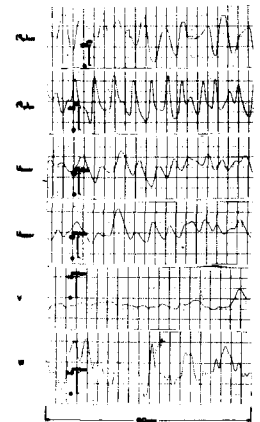


図-2 圧力および流速資料

2. 解析結果

エネルギー・スペクトルのモーメント $N_{pg}(\sigma)$ は、式(1)で定義される。

$$N_{pg}(\sigma) = \int_{-\pi}^{\pi} l^p m^g S(\sigma, \theta) d\theta \quad (1)$$

ここに、 $l = K \cos \theta$ 、 $m = K \sin \theta$ 、 K : 波数、 $S(\sigma, \theta)$: 方向スペクトル、 $g = (0, 1, 2, \dots)$ である。

式(1)のモーメントから、式(2)で得られる流れの principal direction について示したものが図-3(a), (b)である。

$$\theta_0 = \frac{1}{2} \tan^{-1} \left(\frac{2N_{11}}{N_{20} - N_{02}} \right) \quad (2)$$

(a) および (b) は、それぞれ、非砕波および砕波の資料についてである。

(a) をみると、0.024, 0.071, 0.098 および 0.464 Hz で流れの主流向が E~NE であることを除くと、ほぼ ESE の方向であることをわかる。(b) をみると、(a) に比較して流れの主流向の範囲は狭くなっているようであり、各周波数成分ともほぼ ESE の方向へ流れていることがわかる。

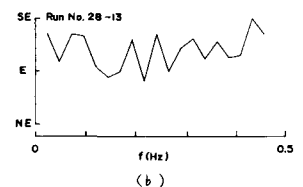
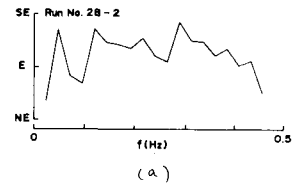
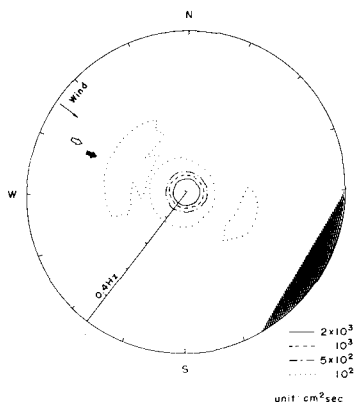


図-3(a), (b) principal direction

図-4(a)~(c)は、方向スペクトルを示したもので、影を付けた部分は河原の方向、白抜きおよび黒く塗った矢印は、それぞれ、岸沖方向の水粒子速度および圧力変動のパワースペクトルのピーク周波数での方向分布関数の値が最大となる方向を示したものである。(a), (b) および (c) は、それぞれ、非砕波、砕波し始めおよび砕波中のものである。(a) の圧力変動および岸沖方向の水粒子速度のパワースペクトルのピーク周波数は、両者とも 0.203 Hz である。

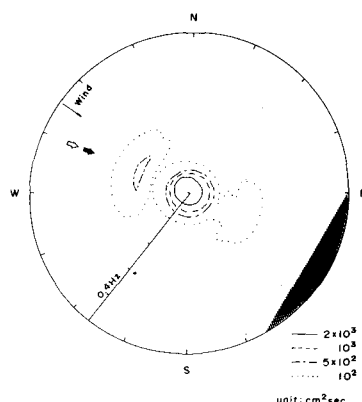
圧力変動および岸沖方向の水粒子速度のピーク周波数と方向分布関数の値が最大となる方向は、それぞれ、 295° および 292.5° でほぼ一致している。また、沖側では、 $0.171 \sim 0.220$ Hz の周波数帯で $250^\circ \sim 320^\circ$ の方向、岸側では、 $0.171 \sim 0.220$ Hz の周波数帯で $100^\circ \sim 135^\circ$ の方向にエネルギー密度の大きい領域が存在するこゝから、WNW の方向から波が入射し、海岸で反射していることがわかる。

Run No.28-2
U,V,W



(a) 非碎波

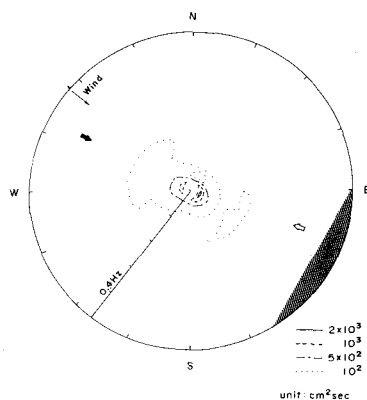
Run No.28-9
U,V,W



(b) 碎波し始め

(b) の圧力変動および岸沖方向の水粒子速度のパワースペクトルのピーク周波数は、両者とも 0.164 Hz であり、(a) に比較するとピーク周波数が低周波側へ移っていることがわかる。圧力変動および岸沖方向の水粒子速度のピーク周波数と方向分布関数の値が最大となる方向は、両者とも 292.5° である。方向スペクトル分布は (a) とほぼ似てゐるが、岸側での点線の領域が僅かになくなり、沖側では 0.171 Hz 付近の周波数帯で $270^\circ \sim 315^\circ$ の方向にエネルギー密度の大きい領域が生じている。

Run No.28-13
U,V,W



(c) 碎波

図-4 (a) ~ (c) 方向スペクトル

(c) の圧力変動および岸沖方向の水粒子速度のパワースペクトルのピーク周波数は、それぞれ、 0.173 Hz および 0.039 Hz であり、圧力変動のピーク周波数は、(b) より僅かに高周波側へ移っているが、岸沖方向の水粒子速度のそれは、かなり低周波側へ移っている。圧力変動および岸沖方向の水粒子速度のピーク周波数と方向分布関数の値が最大となる方向は、それぞれ、 290° および 115° であり、 0.039 Hz 付近の周波数で $90^\circ \sim 120^\circ$ の方向にかけてエネルギー密度の大きい領域が生じている。このことから、碎波の発生頻度が高くなると、岸から沖へ向けての低い周波数の流れが卓越するこゝがわかる。

図-5 は、岸沖方向の水粒子速度のパワースペクトルがピークになる周波数と方向分布関数を示したもので、実線は非碎波、破線は碎波し始め、点線、二点鎖線および一点鎖線は碎波中のものである。非碎波から碎波に移るにつれて方向分布関数の絶対値は徐々に小さくなり、パワースペクトルのピーク周波数も低周波側へ移り、一旦、方向分布関数の絶対値がほぼ等しくなり、流れの卓越方向が顕著でなくなった後、方向分布関数の絶対値も大きくなり、流れの卓越方向も顕著になるこゝがわかる。

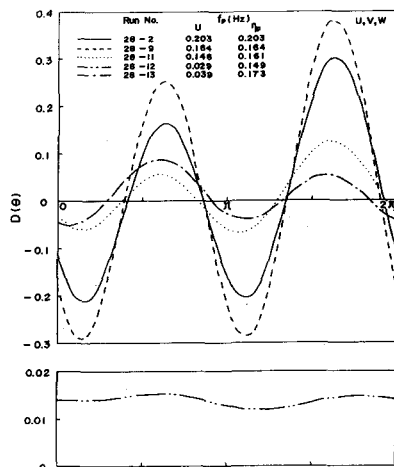


図-5 方向分布関数