

大分高専 正員 上床隆彦

1. 緒言

著者は先に砕波帯における波の観測を行い¹⁾、浅海の方向スペクトルおよび平衡スペクトルを求めた。^{2,3)} 今回は先の観測により得られたスペクトルにより浅海における波の反射率について報告する。従来、波の反射率は Healy の方法により算出していたのであるが実際の海面のように不規則波の場合にはこの方法は適用されない。本報告では砕波帯における2点観測を行い、2点間の Co-spectrum, quad-spectrum を用いて砕波帯内の構造物および傾斜海岸の波の反射率を求めた。測定結果は波の方向性の問題はあが浅海領域の不規則波の反射率に対して周波数スペクトルを用いることにより、測定が可能であることを示している。

また、この測定をすることによって入射波の power spectrum の推定ができるのでその結果についても述べている。なおこの測定には種々の問題点、例へば多方向性の波に対する反射波の考え方等があるので今後この点について研究を進めていく予定である。

2. 2点観測による反射率測定法

波向に沿って距離 λ なる2点 A および B で水面変動を計測し、それらの相互相関より Co-spectrum $C_g(f)$ および Quad-spectrum $Q_g(f)$ が求められ、また A 点（または B 点）の水面変動の Power spectrum $C_o(f)$ が得られた場合、次式によって入射波 λ の Power spectrum $E_{ii}(f)$ 、反射波 λ の Power spectrum $E_{rr}(f)$ 、反射率 $\gamma(f)$ が算定される。⁴⁾

$$E_{ii}(f) = \left\{ C_o^2(f) + C_g^2(f) + Q_g^2(f) - 2C_o(f)C_g(f)\cos k\lambda - 2C_o(f)Q_g(f)\sin k\lambda / 4\sin^2 k\lambda C_o(f) \right\} \quad \cdots (1)$$

$$E_{rr}(f) = \left\{ C_o^2(f) + C_g^2(f) + Q_g^2(f) - 2C_o(f)C_g(f)\cos k\lambda + 2C_o(f)Q_g(f)\sin k\lambda / 4\sin^2 k\lambda C_o(f) \right\} \quad \cdots (2)$$

$$\gamma(f) = \left\{ C_o^2(f) + C_g^2(f) + Q_g^2(f) - 2C_o(f)C_g(f)\cos k\lambda + 2C_o(f)Q_g(f)\sin k\lambda / C_o(f) + C_g^2(f) + Q_g^2(f) - 2C_o(f)C_g(f)\cos k\lambda - 2C_o(f)Q_g(f)\sin k\lambda \right\}^{1/2} \quad \cdots (3)$$

3. 観測例(反射率の実測)

観測資料は先に報告した奈多海岸(福岡県)でステレオ式波高計により得たものを使用する。観測点付近の状態は図-1および図-2に示すようである。図-1の No.1 は防波堤前面にあり、図-2の No.7 は約100分の1の傾斜海岸にある。波向に沿った2点観測の距離 λ は No.1 で 5.0m, No.7 で 2.0m である。式(1), (2), (3)の計算に必要な測点 No.1 と測点 No.7 の $\cos k\lambda$, $\sin k\lambda$ を図-3に示す。波向は先に報告した方向スペクトルにより最もエネルギーの強い方向とした。

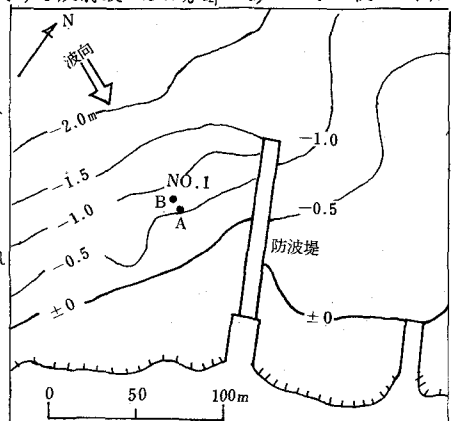


図-1 防波堤前面の測点図(奈多)

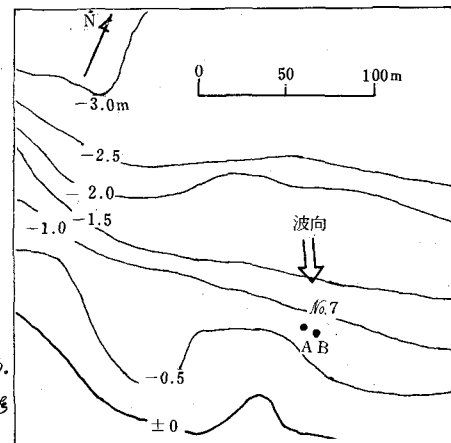


図-2 傾斜海岸測点図(奈多)

(1) 防波堤の反射率(測点 No.1)

防波堤前面50mにおける点AのPower spectrum $C_0(f)$, 点Aと5m離れた点BとのCo-spectrum $C_g(f)$ とquad-spectrum $Q_g(f)$ を図-4に示す。スペクトルは0.2cpsをピークとし、0.1~0.3cpsに集中していることがわかる。式(1)(2)(3)の係数 $\cos k\xi$, $\sin k\xi$ は図-3のNo.1に示すように、0.1~0.3cpsで変化が急激であるのでスペクトル計算において精度が悪くなっている。これらの資料から式(3)により防波堤前面の反射率を図-5(a)に示す。反射率 $r(f)$ はスペクトルのピークの0.2cpsを中心にしてほぼ一定値0.83を示しているが、これは他の研究の結果に比べると過大な値である。その理由としては他方向の反射波がかなり入っていることによると考えられ、一方向性の波に対して求められた式(3)の反射率の計算では無理であると考えられる。

(2) 傾斜海岸の反射率(測点 No.7)

図-2におけるNo.7のA, Bが測点であり、AB測点方向の距離は5mであるが図-3に示すNo.1の $\cos k\xi$, $\sin k\xi$ のような急激な変化をさせないため波の進行方向に対して2点間の距離を2mとすると図-3のNo.7の $\cos k\xi$, $\sin k\xi$ になる。反射率の計算はNo.1と同様にして行い、結果は図-5(b)に示す。傾斜海岸の反射率としてはやや大きいが波向とAB測点方向を一致させて観測すると更に正しい値が得られると考えられる。

4. 入射波のPower spectrumの推定

図-6は測点No.1の入射波のPowerspectrumを式(1)より推定したものである。他方向の反射の影響により推定値は小さくなっている。

5. 結論

(1) 浅海における不規則波に対して一方向性の波の反射率を求める

のに(1),(2)式の周波数スペクトルを用いると測定可能である。

(2) 多方向性の波や構造物に対して直角に入射しない波に対して

(1)式, (2)式を適用するのは無理で一般的な反射率は方向スペクトルにより入射方向を求め、(1), (2)式に方向性を考える必要が実測により確認された。

最後にこの報告を書くにあたり、九州大学工学部井島武士教授に有益な御助言をいただきました。ここに厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) Ijima, T. and T. Matsuo: Coastal engineering in Japan, Vol. 11 (1968)
- 2) 井島・松尾: 第16回海岸工学講演会講演集 (1969)
- 3) Ijima, T., Matsuo, T. and K. Koga: Proc. of the twelfth coastal engineering conference (1970, Washington)
- 4) 鹿島達一: 電力中央研究所技術研究所報告 (1969)
- 5) 室田 明: 第14回海岸工学講演会講演集 (1967)

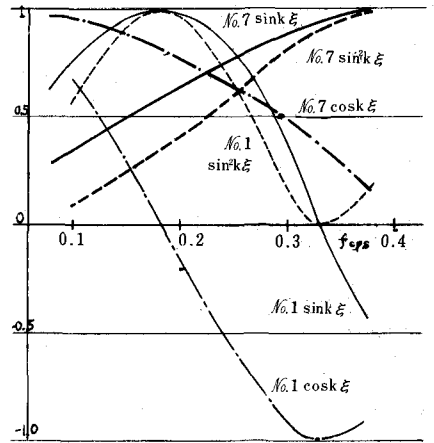


図-3 No.1, No.7における $\cos k\xi$, $\sin k\xi$, $\sin k\xi$

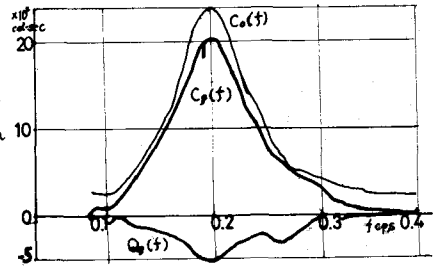


図-4 No.1における $C_0(f)$, $C_g(f)$, $Q_g(f)$

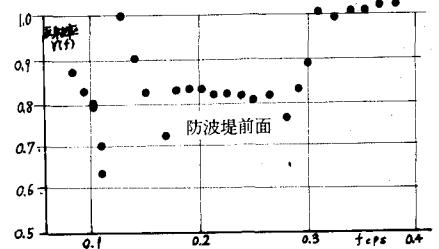


図-5(a) 防波堤前面の反射率 $r(f)$

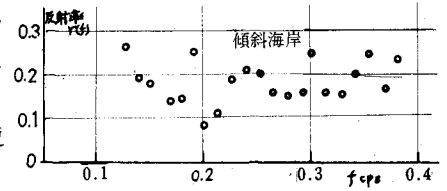


図-5(b) 傾斜海岸の反射率 $r(f)$

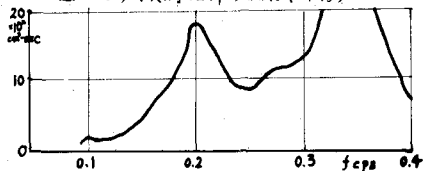


図-6 No.1の入射波のPowerspectrumの推定