

## 不規則波の質量輸送について

京都大学防災研究所 正会員 工屋義人

京都大学防災研究所 正会員 山下隆男

京都大学大学院 学生会員 大下哲朗

1. 緒言：漂砂や海岸変形などの海岸過程においては、波による質量輸送を的確に把握することが大切である。本研究では、スペクトル解析法と波別解析法とを用いて、波速の定義との関係を考慮した定形進行波の質量輸送速度の理論的表示を適用して、不規則波の質量輸送速度を定式化する。ついで、二重床式不規則波流波水槽を用いて不規則波の質量輸送に関する実験を行い、理論的表示と比較して、その適用性を究明する。

2. 不規則波の質量輸送の理論：不規則波の質量輸送に関する研究は、最近2, 3発表されているが、規則波の場合ほど数多くない。すなわち、Ming-Shun Changは、粘性流体と完全流体の場合について水粒子の運動方程式をセツ動法を用いて解き、第2次近似解を求め、不規則波の質量輸送を表示した。また、John A.T. Byeは不規則波の周波数スペクトルを用いて質量輸送速度を表し、P.P.G. Dyke-S.F. Barstowらは不規則波を個々の波の重ね合せと考え、質量輸送速度の表示を与えている。

①波別解析法による質量輸送速度の表示 不規則波を定形進行波の重ね合せと考え、Dyke・Barstowらの計算法を参考にして、その質量輸送速度の表示を誘導する。

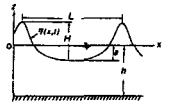


図-1 座標系

i) Lagrange座標 まず、土屋・安田のStokes波理論より誘導された、波速の定義によらない定形進行波の質量輸送速度を適用して、不規則波のそれの表示を求めると、次式のようになる。

$$U_s = \int_0^h [C_{0i}(k_i a_i p_i)^2 / 4 \sinh^2 k_i h \{1 + 2 \cosh 2k_i(h+z) - k_i a_i p_i / \sinh k_i h\}] \quad \dots (1)$$

ここに、 $i$ は $n$ 番目の定形進行波を意味し、 $C_{0i}$ ：波速、 $k_i$ ：波数、 $a_i$ ：振幅、 $p_i$ ：重みおよび $h$ ：水深であり、座標は図-1で示すようにしている。また、波速の第1定義および第2定義の場合の不規則波の質量輸送速度の表示は、それぞれ次式のようになる。

$$U_s = \int_0^h [C_{0i}(k_i a_i p_i)^2 / 4 \sinh^2 k_i h \cdot \cosh 2k_i(h+z)] \quad \dots (2)$$

$$U_s = \int_0^h [C_{0i}(k_i a_i p_i)^2 / 4 \sinh^2 k_i h \cdot \{ \cosh 2k_i(h+z) - \sinh 2k_i h / k_i h \}] \quad \dots (3)$$

ii) Euler座標 この場合、従来のStokes波理論によると規則波の質量輸送は存在しないが、土屋・安田のStokes波理論によると存在し、不規則波の質量輸送速度の表示は、次式となる。

$$U_s = \int_0^h [C_{0i}(k_i a_i p_i)^2 / 4 \sinh^2 k_i h] \quad \dots (4)$$

②スペクトル解析法による質量輸送速度の表示 不規則波の特性を周波数スペクトルで表し、その質量輸送速度をByeの計算法を用いて誘導する。一般に、周波数スペクトル $S(\omega)$ をもつ不規則波の質量輸送速度の表示は、次式のようになる。

$$U_s = 2 \int_0^b S(\omega) d\omega \quad \dots (5)$$

ここに、 $a$ および $b$ は対象とするスペクトルの積分範囲であり、理論的には、 $a=0$ 、 $b=\infty$

TSUCHIYA YOSHITO, YAMASHITA TAKAO, OHSHIMO TETSUNORI

i) Lagrange座標  $A$ として、土屋・安田のStokes波理論による表示を適用すれば、式(5)より不規則波の質量輸送速度の表示は、次式のようになる。

また、同様な方法で、波速の第1および第2定義の場合は、それぞれ次式で表される。

$$U_2 = [C_0 k^2 C_0^{-5} \exp[C_0 z^*] / 2 \sinh^2 kh \cdot \{2 \cosh 2k(h+z) - \sinh 2kh\}] dz \quad \dots (8)$$

$$\bar{u} = \int_0^{\infty} C_0 b^2 C_0^{-5} \exp[C_0^{-4}] / 2 \sinh^2 kh \cdot d\sigma \quad \dots (9)$$

山車実験装置および方法 実験は図-2に示すような長さ19.2m

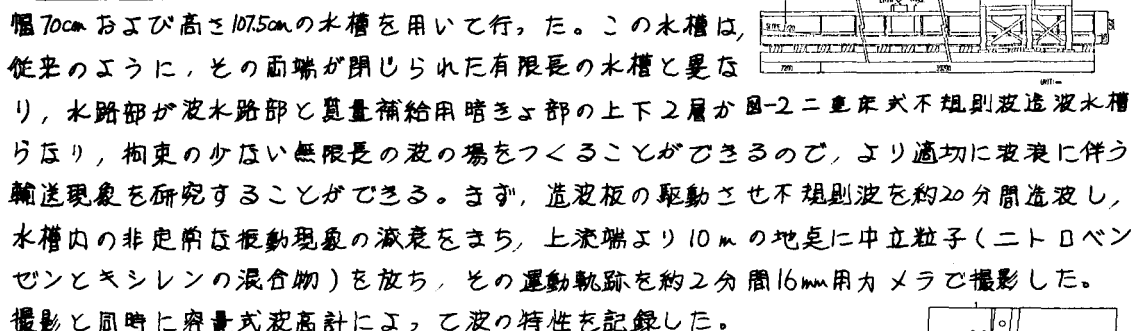


図-3 混別解析法による理論曲線と実験結果の比較 (opened,  $h=20.8\text{cm}$ )

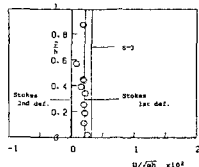


図-4 スペクトル解析法による理論曲線と実験結果の比較 (opened,  $h=20.08\text{cm}$ )

II - 87 - 2