

II-283

Radiation stress に及ぼす入射波浪の不規則性の影響

日本テトラポッド応用水理研究所 正会員○榎 正坤
 大阪大学工学部 正会員 出口一郎
 大阪大学工学部 正会員 榎木 亨

1. はじめに

現地海岸で生じている漂砂移動量の推定精度を上げるためには、来襲波の方向分散性も含めた不規則性が漂砂移動量に及ぼす影響を与えるかということも明らかにする必要がある。本研究は、その第一歩として、漂砂輸送流れとしての海浜流の推進力となる radiation stress に着目し、それに及ぼす入射波の方向分散性及び不規則性の影響について、波別解析法に基づいて数値的な検討を加えたものである。

2. 多方向不規則波浪による radiation stress の推定方法

水深の比較的深い線形理論が適用可能な領域

表-1 radiation stress の表現方法

における radiation stress の表現方法について

ては、すでに方向スペクトルに基づいた方法がいくつか提案されている。ここでは、顕著な海浜流（沿岸流）が発生するような浅海域における radiation stress を対象とするため、波の場は波別解析法によって表現されているものとする。したがって、radiation stress も、主として波別解析法によって、以下に示す4つの方法で推定し、radiation stress に及ぼす入射波浪の不規則性、方向分散性の影響について検討を加えた。すなわち、Case-1：代表波（rms波高、平均周期、 T_m 及び主方向 θ_p ）によって評価する方法、Case-2：rms波高、平均周期を用い、方向分散性のみを考慮する方法、Case-3：代表波向を用い、波浪の不規則性（波高、周期の不規則性（分散））を考慮する方法、Case-4：波浪の不規則性及び方向分散性を考慮する方法、である。それぞれの Case における radiation stress の表現を表-1 にまとめて比較してある。

推定方法	radiation stress の表現式	入射波浪の諸元
CASE-I	$S_{xx} = E \frac{C_g}{C} \cos^2 \theta + \frac{E}{2} \left(2 \frac{C_g}{C} - 1 \right)$ $S_{xy} = E \frac{C_g}{C} \sin \theta \cos \theta$ $S_{yy} = E \frac{C_g}{C} \sin^2 \theta + \frac{E}{2} \left(2 \frac{C_g}{C} - 1 \right)$	H_{rms} ：波高、主方向 (θ_p) C ：波速 C_g ：群速度 $E=1/8 \rho g H^2$
CASE-II	$S_{xx} = \sum_{K=1}^{NGK} S_{xx}(K) p(K)$ $S_{xy} = \sum_{K=1}^{NGK} S_{xy}(K) p(K)$ $S_{yy} = \sum_{K=1}^{NGK} S_{yy}(K) p(K)$	波向の結合分布 $p(K) = \frac{(K) \text{ 番目の波の出現波数}}{\text{全波数}}$
CASE-III	$S_{xx} = \sum_{I=1}^{NGI} \sum_{J=1}^{NGJ} S_{xx}(I,J) p(I,J)$ $S_{xy} = \sum_{I=1}^{NGI} \sum_{J=1}^{NGJ} S_{xy}(I,J) p(I,J)$ $S_{yy} = \sum_{I=1}^{NGI} \sum_{J=1}^{NGJ} S_{yy}(I,J) p(I,J)$	波高、周期の結合分布、主方向 (θ_p) $p(I,J) = \frac{(I,J) \text{ 番目の波の出現波数}}{\text{全波数}}$
CASE-IV	$S_{xx} = \sum_{I=1}^{NGI} \sum_{J=1}^{NGJ} \sum_{K=1}^{NGK} S_{xx}(I,J,K) p(I,J,K)$ $S_{xy} = \sum_{I=1}^{NGI} \sum_{J=1}^{NGJ} \sum_{K=1}^{NGK} S_{xy}(I,J,K) p(I,J,K)$ $S_{yy} = \sum_{I=1}^{NGI} \sum_{J=1}^{NGJ} \sum_{K=1}^{NGK} S_{yy}(I,J,K) p(I,J,K)$	波高、周期及び波向の結合確率分布 $p(I,J,K) = \frac{(I,J,K) \text{ 番目の波の出現波数}}{\text{全波数}}$ NGI : 波高の分割数 NGJ : 周期の分割数 NGK : 波向の分割数

3. 入射波浪条件と計算方法

計算に用いた波浪は、Bretschneider-光易型周波数スペクトルを持つ波浪（有義波高、 $H_1/3=0.9m$ 、有義周期、 $T_1/3=3.5sec$ ）で、Longuet-Higgins の理論に基づき、波向・周期の結合出現分布に変換し、波高、周期をそれぞれ10分割（区間幅 15cm 及び 0.6sec）し、計算対象波浪とした。方向関数は、方向集中度の影響も含めて検討するために、 $S_{max}=10$ 及び 70 の光易型 ($\theta_p=210^\circ$) を適用し、周波数別の方向関数を推定し、周波数に関して18分割して計算波浪を決定した。波浪変形の計算領域は、一様海底勾配 0.05 の平衡等深線を持つ海岸を考え、沖側境界における水深は 6m とし、汀線方向に y 軸、沖向に x 軸をとった座標系で格子点法によって変形計算を行った。格子点間隔 D_s は、周期 $T \leq 2sec$ の波に対しては 0.5m、 $2sec < T \leq 3sec$ の波に対しては 1m、 $T > 3sec$ の波に

対しては 2m の等方格子とした。Radiation stress の計算は、以上の方法で計算された波浪諸元を用いて計算される個々波の radiation stress に基づいて、表-1 に示す方法で推定した。なお、計算では、向岸方向に進行する波浪のみを考えているので、 $\pi/2 < \theta < 3\pi/2$ の波浪のみが計算の対象となる。したがって、方向関数の定義域を半平面とすると、計算対象波浪に含まれない波浪エネルギーが存在することになるが、これについては、丸山らの方法にしたがって方向関数の定義域を変更した。

4. 数値計算結果と考察

図-1、(a),(b),(c) は、 $S_{max}=10$ の不規則波に対して、Case-I~IV の方法で推定された radiation stress S_{xx} , S_{xy} , S_{yy} の岸沖方向分布の比較を示したものである。 S_{xx} , S_{yy} に対しては、波浪の不規則性、及び不規則性と方向分散性の両方を考慮した Case-III 及び IV の結果は、代表波を用いて評価した Case-I の結果に比べて代表波の砕波点周辺においても滑らかな分布を示し、その勾配が不連続にはならない。また、 S_{xy} は方向分散の影響を強く受け、代表波向を用いた Case-I 及び III は、方向分散を考慮した Case-II 及び IV よりも大きな値を推定している。

図-1、(d),(e),(f) は、 $S_{max}=70$ の場合に Case-I~IV の方法で推定された radiation stress の比較を示したものである。 $S_{max}=70$ の場合は、方向集中度が強いため、 $S_{max}=10$ の場合にみられた S_{xy} の推定値の差異は顕著には現れていない。また、 $S_{max}=10$ の場合と同様に、波浪の不規則性を考慮した Case-III 及び IV の方法で推定される radiation stress は、代表波の砕波点近傍においても滑らかな分布形状を示す。

これらの結果より、波浪の不規則性及び方向分散性を考慮した Case-IV の方法によって推定された radiation stress が、真の値に近い推定値を与えているものと考え、方向集中度が小さい $S_{max}=10$ の場合は、入射波浪の方向分散性の影響は無視できない（図-1、(a)）。しかし、 S_{max} が大きい方向集中度の高い場合は、方向分散性の著しい影響は現れず、波浪の不規則性のみを考慮すればよいことがわかる。

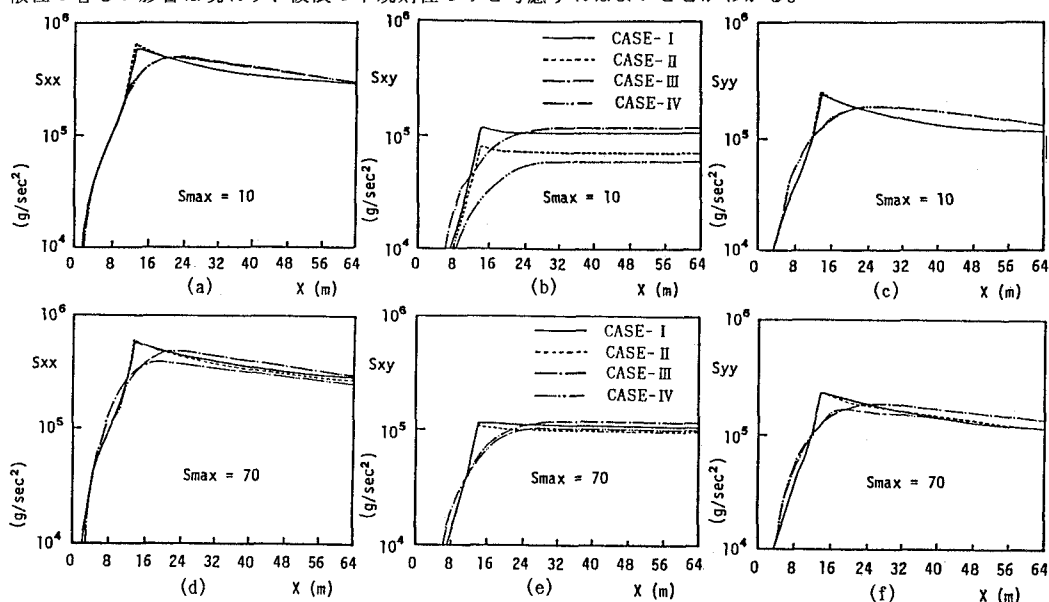


図-1 radiation stress の推定値の岸沖方向分布の比較

6. あとがき

多方向不規則波浪による漂砂輸送流れを推定する場合に必要な radiation stress の推定方法について数値的な検討を加えた。今後、現地観測等によってその妥当性について検討を加えて行くつもりである。