# 砕波に伴う浮遊砂濃度の時空間分布に関する研究

金沢工業大学大学院	学生会員	植松	達也

金沢工業大学 正会員 鷲見 浩一

# 1.はじめに

砕波時の波内部では,波峰前面に水平渦が発生し,波頂部後方には斜降渦が出現する.そして,これらの渦 と乱れにより底質が浮遊する.砕波帯内での渦による底質の浮遊現象については,岡安ら<sup>1)</sup>が底質の浮遊には 斜降渦の海底面への到達が支配的であることを実験的に確認している.また,浮遊砂濃度に関しては,柴山ら <sup>2)</sup>が底質を浮遊させる起動力によって砕波帯内を三つの要素に分割し,各要素における水深方向の浮遊砂濃度 の分布を基準点濃度と拡散係数を用いて定量的に推定する方法を提案している.このように砕波帯内での底質 の浮遊現象については,多くの研究が行われ,浮遊砂濃度の鉛直分布に関しては,重要な知見が得られている. しかし,砕波に伴う浮遊砂濃度の時空間分布を検討した研究や,平衡断面の相違による浮遊砂濃度の分布特性 について考察した研究は少数であり,波の伝播に伴う砕波帯内での浮遊砂濃度の時空間分布については,不明 な点が多い.本研究では浮遊砂濃度の広範囲におよぶ空間分布を,入射波の砕波過程と関連づけて考究する.

#### 2.実験概要

本研究では,海浜の平衡断面の相違による浮遊砂濃度の 分布特性を検討するために移動床実験を実施した.実験は, 図-1 に示す片面ガラス張りの 2 次元造波水槽(長さ 18.0m, 幅 0.7m, 高さ 1.0m)を用いて行った.水深 h=40cm の水路 床上に外枠をアクリル板で作成した勾配 i=1/10 の一様海底 勾配(長さ 4.8m, 高さ 0.48m)を設置した.海底勾配の内部 には、ケイ砂(中央粒径 d<sub>50</sub>=0.3mm)を敷き詰めた.実験波は 波高 H<sub>I</sub>=6.0cm,周期 T=0.8s と H<sub>I</sub>=8.0cm, T=0.8s の2種類 の規則波とした.砕波形式は,それぞれ Spilling 砕波と Plunging 砕波の中間の性質を持つ Spilling-Plunging 砕波(以 下に S-P 砕波とする)と Spilling 砕波である.海浜の平衡断 面形状を分類する無次元係数 C は.S-P 砕波で中間型の C=7.4, Spilling 砕波で侵食型の C=9.8 である. 浮遊砂濃度の 測定は、一様傾斜面に実験波を造波し、海浜形状が平衡断 面に漸近した後に行った.浮遊砂濃度の計測には光ファイ バー径が φ = 2mm の光学式濁度計(KENEK 製: PMT5-50)を 用いた.測定範囲は図-2 に示すように水深 16cm の静水面 を原点として、水平方向は原点から岸側に135cm,鉛直方向 は波谷レベル以深から砂面の 1cm 上方とした.なお図中の 破線と実線はそれぞれ波峰と波谷のレベルを、黒丸は計測 点を表す.計測点の間隔は,岸沖方向は砕波点近傍で2cm,



水深方向は 1cm とした.計測点の総数は,中間型と侵食型の両平衡断面において約 170 点となる.計測対象 波は,造波機の始動から9波目~13 波目とした.浮遊砂濃度の測定と同時に,容量式水位計で水面変動も計測 した.また,浮遊砂濃度と水位の値は,造波開始後の9波目~13 波目までの5 波による位相平均値を採用した.

キーワード 砕波,浮遊砂濃度,光学式濁度計 連絡先 〒921-8501 石川県石川郡野々市町扇が丘 7-1 金沢工業大学 環境・建築学部 環境土木工学科 (076)294-6713

### 3.考察

砕波に伴う平衡断面の相違による浮遊砂濃度の空 間分布の実験結果を図-3.4 に示す.(a)は砕波時,(b) は砕波後の空間分布図である.図中のハッチ部分は 海浜の平衡断面形状を,破線は造波開始前の初期斜 面を,白丸の中心は容量式水位計で計測した水表面 の座標を表す、入射波が砕波するときの時刻は、中 間型で t/T=0.6125(図-3(a)), 侵食型で t/T=0.2375(図 -4(a))である.また,時刻tは図示領域内のX/L=0.5 に計測対象波の波頂が到達した時刻を基準としてい る.砕波瞬時の浮遊砂濃度の分布は,中間型と侵食 型の両平衡断面において,バー近傍とバー沖側の凹 み部分(中間型0.6≤X/L≤0.75 侵食型0.3≤X/L≤0.45) で 10g/ℓ以上の高濃度の砂が浮遊する.砕波後の浮 遊砂濃度はバー近傍で 10g/ℓ以上の高濃度域,バー 沖側の凹み部分では,中間型の平衡断面において 8g/ℓ, 侵食型の平衡断面において 12g/ℓとなった. また、砕波時の浮遊砂の高濃度域は波の進行に伴っ て移流することが判明した.中間型と侵食型で浮遊 砂濃度を比較すると,侵食型の浮遊砂濃度が全体的 に高いことが判明した.

図-5 は,中間型の平衡断面のバー沖側の凹み部分 での水面変動と浮遊砂濃度の関係(X/L=0.7)を示した ものである.図中の実線は水面変動であり,三つの 破線は,それぞれ Z=-6cm,-7cm,-8cm での浮遊砂濃度 の時間波形である、グラフ作成に使用した水位と浮 遊砂濃度のデータは、造波開始から9波目と10波目 のものである、グラフより水位がゼロアップクロス 点から上昇し波峰に向かうと,浮遊砂濃度も高くな る.このように,浮遊砂濃度は水面の変動に同調す るように変化する.浮遊砂濃度のピークは水位のピ ークよりも t/T ≅ 0.1 の遅れで出現することが判明し た.

#### 0.2 Incident wave 0.1 an 0.0 00 ~-0.1 지 -0.2 初期斜面 -0. H<sub>I</sub>=6.0(cm),T=0.8(s) t/T=0.6125 -0.4 0.0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 1.0 1.1 1.2 1.3 XL (a)t/T=0. 6125 0.2 Incident wave 0.1 0 0 0.0 2000 -0.1 Zh -0.2 初期斜面 -0 ' =6.0(cm),T=0.8(s) t/T=0.7625 -04 0.0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 1.0 1.1 1.2 1.3 X/L (b)t/T=0.7625 図-3 中間型平衡断面における浮遊砂濃度の時空間分布 0.2 Incident wa 0.1 æ 0.0 0 0 년-0.1 N -0.2 -0.3 初期斜面 H<sub>I</sub>=8.0(cm),T=0.8(s) t/T=0.2375 (unit:g/ -0.4 0.0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 1.0 1.1 1.2 1.3 (a)t/T=0.23750.2 Incident way 0.1 0 o aaraaaaaaaaaaaaaa 0.0 ң-0.1 N -0.2 -03 初期斜面 ),T=0.8(s) t/T -0.40.5 0.6 0.7 0.8 0.9 1.0 1.1 1.2 1.3 X/L 0.0 0.1 0.2 0.3 0.4 (b)t/T=0.4625図-4 侵食型平衡断面における浮遊砂濃度の時空間分布 (g/l) (cm)5.0 25.0 - Z=-6cm 4.0 - Z=-7cm 20.0 E O 3.0 Sediment Concentra 2.0 15.0 1.0 10.0 0.0 -1.0 5.0 -2.0 -3.0

#### 4.まとめ

中間型平衡断面におけるバー沖側の凹み部分での 図-5 水位と浮遊砂濃度の関係(X/L=0.7)

t/T

砕波瞬時の浮遊砂濃度の分布は ,中間型と侵食型の両平衡断面において ,バー近傍とバー沖側の凹み部分(中 間型 0.6≤X/L≤0.75, 侵食型 0.3≤X/L≤0.45)で高濃度の砂が浮遊し, この高濃度域は波の進行に伴って移流し た.また,浮遊砂濃度のピークは水位のピークよりもt/T ≅ 0.1 の遅れで出現することが判明した. 参考文献

0.0

- 1) 岡安章夫,敦賀仁,松川祐, Nimal Wajiayaratna, 片山裕之:画像解析による斜降渦の特性とその発生分布に ついて,土木工学会,海岸工学論文集,第47巻,pp.141-145,2000.
- 2) 柴山知也, M.P.R.Jayaratne (2003):砕波帯内浮遊砂量の評価方法, 土木工学会, 海岸工学論文集, 第 50 巻, pp,451-455,2003