

砕波帯における流れの鉛直構造について

岐阜大学 学生会員 ○飯野智彦・加藤 茂, 正会員 安田孝志

【1. 緒 言】

海岸付近における海浜流場の評価は、漂砂移動や物質の拡散現象を考える場合に非常に重要である。このため、海浜流の3次元性が重要視されるようになり、いくつかの3次元モデルが提案されている（例えば、岡安ら, 1993, 黒岩ら, 1997）。しかし、計算結果と比較を行うための現地観測データは、その観測が困難であるために非常に限られている。したがって、現地における海浜流場の評価、特に砕波帯近傍においては、未だ未解明な部分を多く残していると言える。

本研究では、京都大学防災研究所災害観測実験センター大渦波浪観測所所有のT型栈橋において得られた現地観測データを解析し、砕波帯近傍における流れの特性および風・波が流れの鉛直構造に及ぼす影響について検討を行う。

【2. 観測概要】

現地観測は、1997年3月2日から3月13日に行われた。観測データは、T型栈橋に設置された7台の波高計群(WG1～WG7)による水位変動データ、水深6.5mおよび7.0m地点に設置された2台のADCPによる流速の鉛直分布データ、コーシンペーン風速計による10m高度の風速・風向データが得られている（図-1）。水位変動データは、サンプリング周波数10Hzの20分間定時観測データである。流速データは、アンサンブル平均時間2sの連続観測データであり、0.25m間隔（30層）での鉛直分布が測定されている。風速・風向データは、30分間の平均風速および風向データである。本研究では、その中の3月10日から12日までの3日間の観測データを対象として解析を行った。水位変動および流速データは、それぞれ20分間および30分間における有義波高 $H_{1/3}$ 、主波向 θ_H 、2方向平均流速 u, v 、平均流向 θ_V を求めた。また、流速データとの比較を行う場合には、WG4の水位変動データを用いて、比較・検討を行った。

【3. 観測結果】

図-2は、WG4における平均風速 U ・風向 θ_U 、 $H_{1/3}$ 、 θ_H および $z = 1, 2, 3, 4, 5, 6\text{m}$ （ $z=0$: 基準水面, 下向き: 正）における平均流速の岸沖方向成分 V_n および沿岸方向成分 V_s の経時変化を示している。波向および風向は共に吹き出しおよび進行方向であり、風向は北から、波向は海岸線に平行方向（北から時計回りに 45° ）から時計回りの角度を示している。波の減衰期である3月10日では、波高は1m未満まで徐々に減少し、波向は岸に直角方向から若干北向きに安定している。そして、風速は比較的弱く、風向は大きく変動している。このとき、平均流速の鉛直分布は、上層ほど速く下層になるほど減少する傾向が見られる。しかし、3月11日3:00頃から風向はほぼ岸に直角な方向へと変わり、風速も急激に増大し、冬期日本海で特徴的に見られる北西方向からの強風へと変化する。それに伴って、波高も増大し、波向は岸に直角方向よりやや西向きからの入射へと変化する。その後、波高が1m程度に減少するまで入射方向はほとんど変化しない。このような波・風の変化に伴って、3月11日の正午以降の強風・高波浪下では、平均流速は上層から下層までほぼ一様な分布となる。その後、風が弱まり、波高が減少するにつれて、対象期間前半と同様に上層で強く、下層になる程、流速が減少する鉛直分布へと変化する。3月13日正午以降では、 $z \geq 4\text{m}$ で流速はほとんどゼロとなる。

図-3は、波が発達した時刻における平均水位の岸沖変化を示した図である。WG4とWG5の間で平均水位が低下し、WG5からはWG6、WG7と岸に向かうにつれて緩やかに上昇している。この平均水位の上昇は、wave setupであると考えられ、このような平均水位の岸沖方向変化から、WG4およびADCPによる観測地点は、砕波帯の外縁に位置すると考えられる。

【4. 平均流の岸沖および沿岸方向成分の鉛直分布】

図-4は、平均流の岸沖方向成分 V_n および沿岸方向成分 V_s の鉛直分布を6時間毎に示している。 V_n と V_s の鉛直分布は明らかに異なり、岡安ら(1992)が実験結果より示した螺旋状の分布と同様な鉛直分布を有していることがわかる。

図-2と比較すると、風が強まり波が発達し始める（3月11日0時以降）と、それまで上層で沖向きの流れであった V_n は岸向きの流れに変わる。また、 $z \geq 2\text{m}$ では、それまでほとんどゼロであった流速が、波が最も発達した3月11日正午以降、沖向きの流速を持つようになる。その後、風・波が減少するにつれて、戻り流れは減少しており、風・波の発達・減衰が平均流の鉛直分布に影響していることがわかる。 V_s は、 V_n に比べて比較的一様な鉛直分布をしており、 $H_{1/3} < 1\text{m}$ ではSW方向（ $V_s < 0$ ）もしくはゼロになり、 $H_{1/3} \geq 1\text{m}$ ではNE方向（ $V_s > 0$ ）の流れとなり、波・風の発達・減衰に伴って流速が変化していることがわかる。

現地観測データでは底面付近においても流速がゼロにならない場合があり、これは底面付近にまでおよぶ沖向きの流れを生成するような強い岸向きの質量輸送が海面付近で生じているためと考えられる。そして、この海面付近での岸向きの質量輸送の原因としては、砕波が考えられる。

図-5は $z \geq 0.5\text{m}$ における沖向きの総質量フラックスとWG4における $H_{1/3}$ の岸沖方向成分 H_n （沖向きを正）の経時変化を示している。これより、波が発達したときほど水面下における沖向きの総質量フラックス（質量輸送量）は大

きくなることがわかる。したがって、海面付近において波（砕波）による岸向きの質量輸送が生じ、それを補うように水面下で強い沖向きの流れ（戻り流れ）が生じていると推測できる。

【4. 結 語】

本研究では、大湊海岸において得られた砕波帯近傍における現地観測データの解析を行い、岸沖方向と沿岸方向で平均流の鉛直分布は異なるが、それらは、波・風の発達・減衰に依存していることを明らかにした。また、岸沖方向においては、波・風が発達するに伴って海面付近では岸向き、下層では沖向きの流れとなり、下層での戻り流れは海面付近における砕波による強い岸向きの流れ（質量輸送）を補うために生じていると推測される。

【参考文献】

- 岡安章夫・瀬尾貴之・柴山知也 (1993): 砕波による運動量を考慮した海浜流の準3次元数値モデル, 海岸工学論文集, 第40巻, pp.251-255.
 黒岩正光・野田英明・芳地康征 (1997): 準3次元海浜流場の数値シミュレーションに関する研究, 海岸工学論文集, 第44巻, pp.151-156.
 岡安章夫・原 幸司・柴山知也 (1992): 斜め入射波による砕波帯内定常流の3次元分布, 海岸工学論文集, 第39巻, pp.66-70.

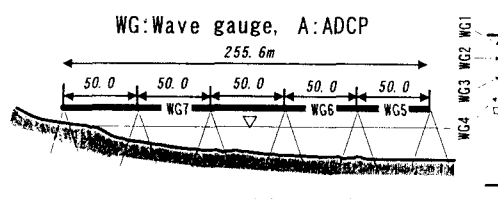


図-1 波高計およびADCPの設置位置

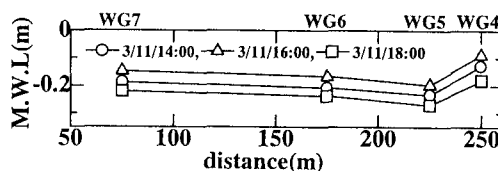


図-3 平均水位の岸沖方向変化

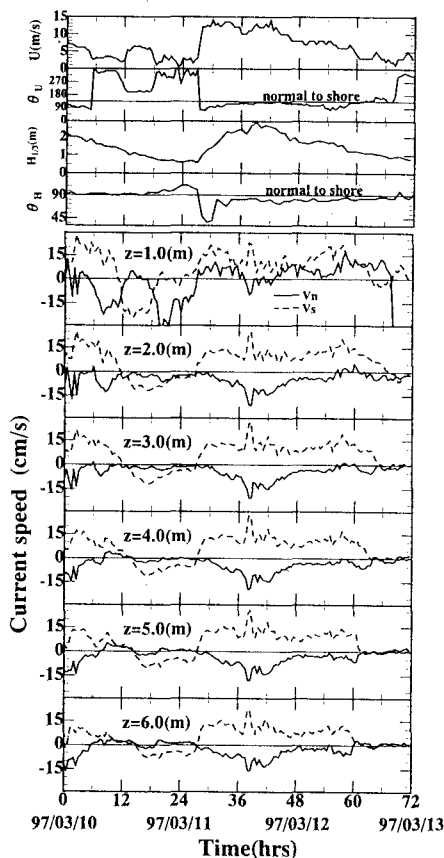
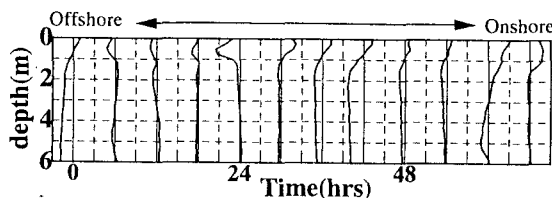
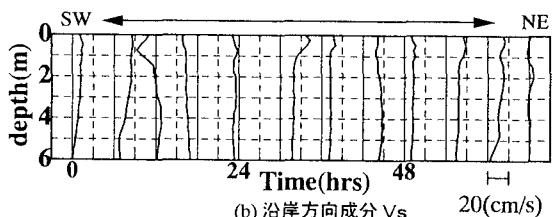


図-2 平均風速 U , 風向 θ_w , 有義波高 $H_{1/3}$, 主波向 $\theta_{H_{1/3}}$ および平均流の岸沖方向成分 V_n , 沿岸方向成分 V_s の経時変化



(a) 岸沖方向成分 V_n



(b) 沿岸方向成分 V_s

図-4 平均流の鉛直分布

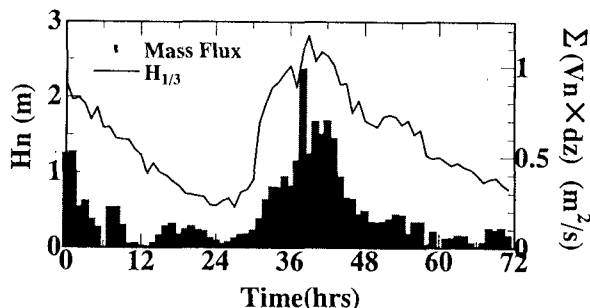


図-5 沖向き総質量フラックスと波の岸沖方向成分 H_n の経時変化の比較