

波・流れ共存場における砂連と漂砂現象

東北大学工学部 学生員 ○八木 宏
東北大学工学部 正会員 小川由信
東北大学工学部 正会員 首藤伸夫

1. 緒言

河口あるいは碎波帯における海岸変形を精度よく予測するためには、波・流れ共存場における漂砂機構の解明が不可欠である。著者の一人はこれまで、これらに関する基礎実験を行ない、為遊砂量予想モデルを提案した。しかしながらモデルにおける個々の仮定に関しては必ずしも十分な検証はなされていない。そこで本研究では、漂砂機構を理解する上で重要である、為遊砂濃度、水粒子速度なども測定し、生じている現象を詳細に検討する。

2. 実験装置及び実験方法

実験に用いた水路は、幅30cm、深さ50cm、長さ11mの片面ガラス張の矩形開水路で、上流部の定水位水槽及び下流部に設けられたフラップ式造波機により波と流れを逆行させることができる。実験は、水路中央部に比重2.82、中央粒径0.02cmの砂を厚さ5cm、長さ2mにわたって敷いて行なった。測定項目は、砂連形状、砂連進行速度、砂連背後渦中心の為遊砂濃度、水粒子速度、漂砂量である。実験条件及び結果を表1に示す。

3. 結果と考察

(1) 砂連形状

図1、2は、砂連スケールと水理量の関係を示したものである。ここで、 η : 砂連波高、 λ : 砂連波長、 τ : シールズ数、 d_b : 底面水粒子軌道距離、 $\hat{u}_b$: 底面水粒子速度振幅、 d : 中央粒径、 U_c : 沖向き定常流速を表す。また図中の曲線は田中(1984)による実験式である。図1を見るとアーセル数の大きいケースBで実験式にもよりの定常流成分の増加に従い η/λ の減少が小さいが、アーセル数が小さいケースAの場合は、定常流成分の増加に伴い η/λ の減少が大きい。これは、アーセル数が小さい場合に定常流の η/λ に及ぼす効果を考慮する必要があることを表している。また図2の砂連波長は、本実験の範囲内で田中の式にほぼ一致している。

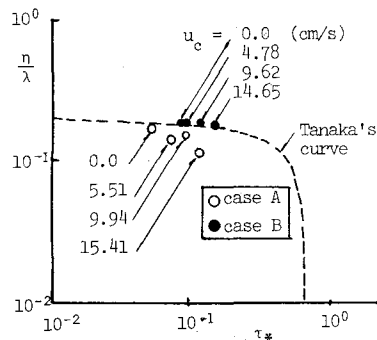


図-1 砂連の波形勾配

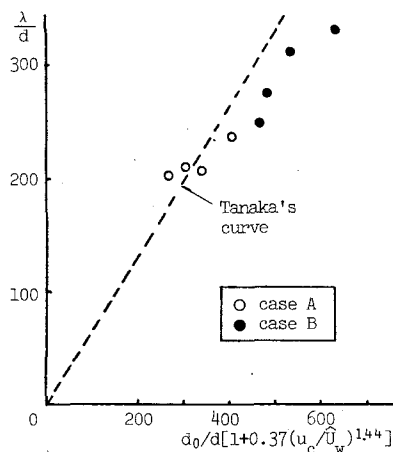


図-2 砂連の波長

表-1. 実験条件および実験結果

case	Experimental Condition						Experimental Results					
	H(cm)	T(s)	D(cm)	U_c (cm/s)	U_r		Q_{s1}	Q_{s2}	C_s	α/λ	λ (cm)	n (cm)
A-1	4.75	1.24	20.18	0.0	14.6		0.30	0.68	-0.020	0.47	4.02	0.669
A-2	5.06	1.24	20.26	5.51	14.64		2.52	1.52	-0.100	0.57	4.17	0.633
A-3	5.25	1.23	20.16	9.94	14.43		2.72	1.72	-0.056	0.57	4.12	0.629
A-4	5.50	1.25	20.15	15.41	14.94		0.73	9.51	0.393	0.67	4.71	0.526
B-1	6.19	1.61	20.10	0.0	34.45		2.03	7.17	-0.872	0.40	5.46	1.024
B-2	5.75	1.60	20.08	4.78	30.56		0.66	8.57	-0.443	0.47	4.95	0.982
B-3	6.10	1.61	20.16	9.62	37.57		6.70	9.07	-0.029	0.53	6.22	1.170
B-4	6.56	1.61	20.02	14.65	33.01		10.40	19.40	0.180	0.57	6.57	1.150

α/λ : onshore-side sand ripple steepness
 Q_s : sediment transport rate (10^3 g/wave/cm)
 suffix 1 ... onshore
 suffix 2 ... offshore
 C_s : sand ripple celerity (cm/min)
 offshore positive
 U_r : Ursell Number

(2) 乗砂の卓越方向と砂連背後の渦の渦度砂濃度

表-1よりアーセル数が大きいケースBでは、定常流の大きさにかかわらず乗砂量は沖向きである。それに対してアーセル数が小さいケースAでは、定常流成分が50~100cm/sの間で乗砂の方向が沖向きから岸向きに逆転する。乗砂の卓越方向が逆転する理由としては、次の2つが考えられる。

i) 砂連形状の非対称性からわかるように、乗砂量逆転状態では $\phi/\lambda = 0.57$ で沖側へ傾いている。このことから沖側渦が大きくなっていることが推定される。よって定常流成分の増加によって沖側渦が、大し、沖向き乗砂をその中にとりこむ割合が大きくなって、その後の岸側への渦の放出で岸向き乗砂になる場合。

ii) 岸向き乗砂条件下の砂連近傍の流れをポリ・スチレン球で観察しているとポリ・スチレン球が突然岸方向に跳躍するような運動が見うけられる。このように砂連近傍の流れが何らかの影響を与えていると考えられる場合。

そこで砂連背後に形成された渦の濃度を測定することで岸沖両側の渦の強さを評価した。その結果が図-3である。渦濃度の傾向としては、ケースBの方が濃度が一般的に大きい。乗砂方向の逆転時に注目して岸沖渦の逆転時に注目して岸沖渦の濃度を比較すると、ケースA-2, 3いずれも岸側渦の濃度の方が大きい。ゆえに説明(i)は成立しなくなる。

(3) 水粒子速度

説明(ii)を検証するために砂連近傍の流れをポリ・スチレン球で測定した。その結果を示したのが図-4である。図-4から、定常流成分にもとづく沖側方向の流速増加及び砂連頂部付近の流速の低下が認められる。しかし、測定点数が少なく詳細な議論は行えない。

4. 結 言

砂連背後の渦の濃度測定より、逆転乗砂は、定常流成分の増加による沖側渦増大のためには起こるのではないことがわかった。逆転乗砂には砂連近傍流れが深く関与しているものと思われる。今後は、砂連近傍の流れを詳細に測定したい。

謝 辞

本研究の実験に際し、東北大学工学部山路弘人技官、福島県片佐藤功氏に多大なる助力、助言を受け賜わった。ここに記して謝意を表す。

参考文献

① 田中・首藤：河口部の砂移動現象に関する実験および、現地観測，第28回水講演，1984, PP137-142。

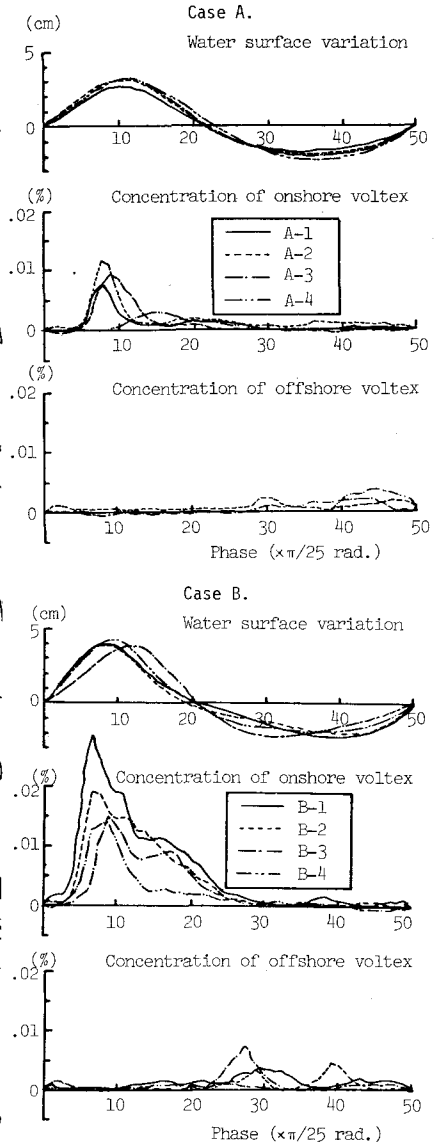


図-3 波形及び岸沖渦の濃度変化

図-4 水粒子速度最大・最小値

