

不規則波による二次元海浜変形に関する実験的研究

東海大学大学院海洋学研究科 学生会員 宮崎 由成

東海大学海洋学部 非会員 塚本 知広

東海大学海洋学部 非会員 渡部 健太

東海大学海洋学部 正会員 田中 博通

1. はじめに

海浜の地形変化を取扱う研究はこれまで半世紀以上にも続けられてきた。しかし、現在までに数多くの研究報告が発表されてきたものの、われわれが汀線の変化を自信を持って予測できる段階までには至っていない¹⁾とされているように漂砂現象にはまだまだ未知なところが多くある。例えば、海浜変形の相似則に関する問題は清水²⁾、土屋³⁾が検討を行っている。

本研究は、堀川・砂村⁴⁾⁵⁾の海浜断面の分類指標を基に実験結果と比較検討し、海浜変形に対し考察した。本実験は、粒径の異なる2種類の砂を移動床として用い、各粒径に対して海底勾配、波浪条件を変えて実験を行い、実験より得られた地形変化、海底砂の体積変化量、汀線移動量を測定し、海底砂移動のメカニズムを2次元的に把握することを目的とした。

2. 研究の内容

本実験は、長 52.0m、幅 1.0m、深さ 1.5m の 2 次元水路を用い、6 号珪砂（平均粒径 $d_m=0.27\text{mm}$ 、実験シリーズA）と 4 号珪砂（平均粒径 $d_m=0.78\text{mm}$ 、実験シリーズB）の 2 種類の底質について 2 次元海浜変形実験を行った。沖側平坦部の水深は 0.6m に統一し、初期海底勾配 $\tan\beta$ は 1/10、1/15、1/30 の 3 種類とした。実験波浪は自然の風浪を考慮し Bretschneider-光易型を目標スペクトルとする不規則波を用いた。代表波高（有義波高 $H_{1/3}=4.0\text{cm}$ 、8.0cm、14.0cm）の 3 種類の波に対してそれぞれ合田の式⁶⁾より周期を算出し計 18 ケースの

実験を行った。波作用時間は海浜変形がほぼ平衡状態に達するまでの時間⁷⁾を考慮し最低限であろうと思われる 20 時間を作用させた。海底地形変化の測定には砂面計を用い、1 ケース当たり 6 回の測定を行っている。

表 - 1 に実験条件を及び実験結果を示す。シリーズAは使用する砂の粒径が $d_m=0.27\text{mm}$ 、シリーズBでは $d_m=0.78\text{mm}$ となっている。均等係数はそれぞれ 1.55、1.46、比重は 2.59 である。各粒径に対し、海底勾配と波浪条件を変えた計 18 ケースについて実験を行っている。なお、模型縮尺は 1/50 である。波浪条件は、実用上の見地より、合田の式⁶⁾より波高に対する周期を決定した。表 - 1 に示したC値は、(1)式より算定される汀線の前進・後退を示す指標である。模型実験におけるC値による分類は、不規則波の条件であれば $3.5 < C$ であれば堆積型、 $3.5 < C < 9$ で中間型、 $9 < C$ で侵食型⁸⁾とされている。原型では $9 < C$ であれば堆積型、 $C < 18$ が侵食型の境界²⁾とされている。

$$\frac{H_0}{L_0} = C(\tan \beta)^{-0.27} \left(\frac{d}{L_0}\right)^{0.67} \dots \dots (1)$$

3. 主要な結果と考察

表 - 1 の実験結果にある C 値に基づき、本実験結果から得た前進と後退の代表的なケースを比較する。ケース A-9 と B-2 の C の値はそれぞれ 12.5 と 3.1 の前進と後退の条件である。各ケースの海浜変形図は図 - 2 と図 - 3 である。結果的に、最終地形の汀線変化量は -33cm の侵食型であった。

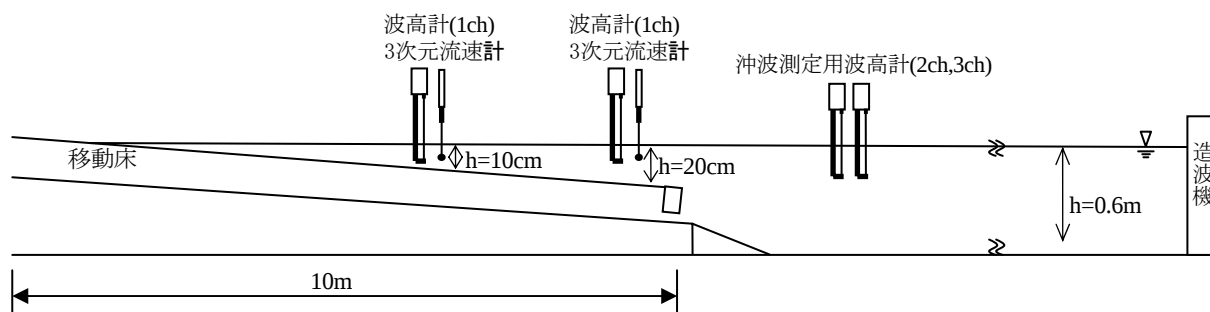


図 - 1 模型概略図

表 - 1 実験条件および結果

シリーズA 6号珪砂 $d_m=0.27\text{mm}$												
No.	初期 勾配	模型条件				実験値						
		$H_0(\text{cm})$	$T_0(\text{s})$	$L_0(\text{cm})$	C	条件	$H_0(\text{cm})$	$T_0(\text{s})$	$L_0(\text{cm})$	C	条件	
A-1	$i=1/30$	4.0	0.72	80.8	4.2	中間	3.5	0.76	90.0	3.6	中間	
2	"	8.0	1.12	188.6	6.4	中間	8.0	1.11	185.7	6.4	中間	
3	"	14.0	1.59	324.1	9.3	侵食	13.9	1.57	318.5	9.3	侵食	
4	$i=1/15$	4.0	0.72	80.8	5.1	中間	4.0	0.75	87.7	5.0	中間	
5	"	8.0	1.12	188.6	7.7	中間	8.0	1.12	188.6	7.7	中間	
6	"	14.0	1.59	324.1	11.3	侵食	14.7	1.57	318.5	11.9	侵食	
7	$i=1/10$	4.0	0.72	80.8	5.7	中間	4.0	0.74	85.4	5.6	中間	
8	"	8.0	1.12	188.6	8.6	中間	8.0	1.12	188.6	8.6	中間	
9	"	14.0	1.59	324.1	12.6	侵食	14.2	1.60	326.9	12.5	侵食	

シリーズB 4号珪砂 $d_m=0.78\text{mm}$												
No.	初期 勾配	模型条件				実験値						
		$H_0(\text{cm})$	$T_0(\text{s})$	$L_0(\text{cm})$	C	条件	$H_0(\text{cm})$	$T_0(\text{s})$	$L_0(\text{cm})$	C	条件	
B-1	$i=1/30$	4.0	0.72	80.8	2.1	堆積	3.9	0.75	87.7	2.0	堆積	
2	"	8.0	1.12	188.6	3.1	堆積	7.9	1.12	188.6	3.1	堆積	
3	"	14.0	1.59	324.1	4.6	中間	14.0	1.58	321.3	4.6	中間	
4	$i=1/15$	4.0	0.72	80.8	2.5	堆積	4.0	0.75	87.7	2.4	堆積	
5	"	8.0	1.12	188.6	3.8	中間	8.0	1.13	191.5	3.8	中間	
6	"	14.0	1.59	324.1	5.5	中間	14.0	1.57	318.5	5.6	中間	
7	$i=1/10$	4.0	0.72	80.8	2.8	堆積	3.9	0.75	87.7	2.6	堆積	
8	"	8.0	1.12	188.6	4.2	中間	8.0	1.13	191.5	4.2	中間	
9	"	14.0	1.59	324.1	6.2	中間	14.0	1.57	318.5	6.2	中間	

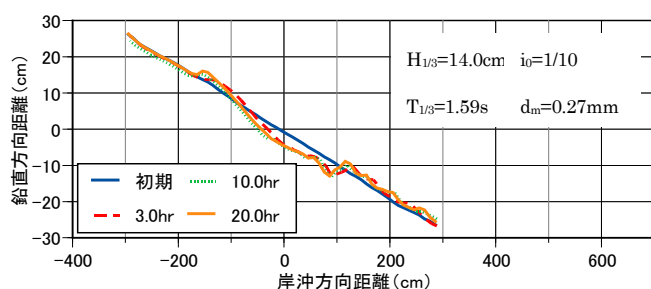


図 - 2 A-9 海浜変形

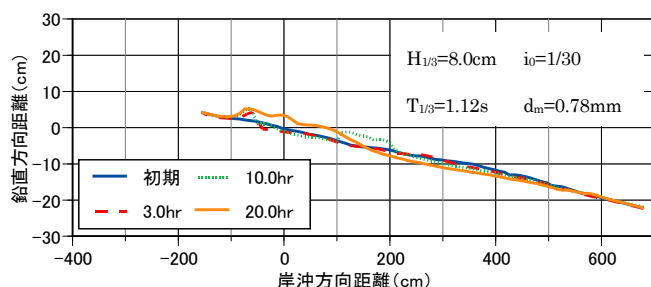


図 - 3 B-2 海浜変形

また、このケースでは $h \approx 10\text{cm}$ 付近にberが形成され、ber付近の水深はおよそ有義波高と同じ水深である。砕波点もこのberの付近であった。図 - 2 と海底砂の体積変化量を算出した結果より、海底砂は砕波点より岸側の砕波帯で初期地形よりも削られ、砕波帯より沖側（berの沖側）で初期地形よりも堆積していたことがわかる。砕波帯付近の砂が沖側方向へと移動したものと考えられる。ケースB-2は、初期勾配が1/30と緩やかで、粒径は粗砂である。緩やかな勾配で砕波点が安定しないことからstep地形となったと思われる。緩やかな勾配で砕波点が広範囲に及ぶとトラフが形成されにくく、海底砂は広範囲に亘って移動する。体積変化量からは、 $h \approx 8 \sim 16\text{cm}$ 付近の海底砂は徐々に岸側方向に移動していることが分かり、最終地形の汀線変化量は

+84cmの堆積型となった。両ケースともC値による分類と一致した。その他のケースと、大塚ら⁸⁾の海浜変形の分類をまとめたものが図 - 4 である。

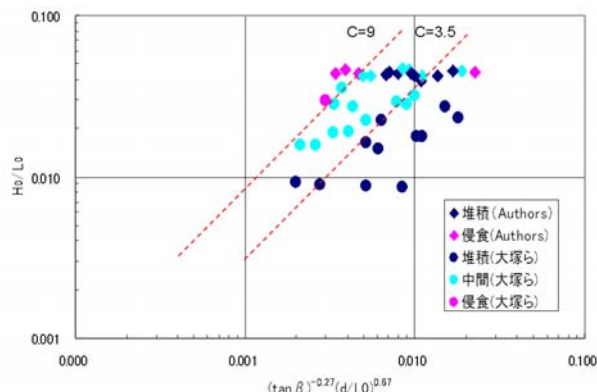


図 - 4 汀線の前進・後退

4. おわりに

本実験結果において、C値の算出は沖波有義波高を用いて海浜変形の分類を行った。大塚らは不規則波において汀線の前進、後退に与える影響には平均波を用いている。しかし、本実験とは有義波高を用いることで非常に一致した。観察結果から、砂移動（汀線変化）には砕波帯の波によって生じたシートフローに影響されるもののがかなり重要だと判断された。図 - 4 より、C値による分類は $3.5 < C$ ならば堆積型、 $3.5 < C < 9$ で中間型、 $9 < C$ で侵食型であることが言える。本研究では引き続き、波高と水深から砂移動がどのようなになるか、また、河床形状を考慮して検討する予定である。

参考文献

- 1) 合田良実：浮遊砂輸送に着目した海浜変形問題に対する新しい取り組みについて，pp1-24，2001。
- 2) 清水隆夫：岸沖海浜変形実験の相似性，電力中央研究所我孫子研究所報告書，1988。
- 3) 土屋義人・伊藤政博：海浜変形の相似則に関する実験的研究，pp315-319，1981。
- 4) 堀川清司・砂村継夫・近藤浩右：波による二次元海浜変形に関する実験的研究，pp193-199，1974。
- 5) 堀川清司・砂村継夫・近藤浩右・岡田滋：波による二次元汀線変化に関する一考察，pp329-334，1975。
- 6) 合田良実：Wilson 推算式による波浪の簡易計算について，ECOH/YG 技術論文 No.1，2002。
- 7) 堀川清司・砂村継夫・鬼頭平三：波による海浜変形に関する一考察，第20回海岸工学講演会論文集，1973。
- 8) 大塚行則・三村信男：不規則波による二次元海浜変形と岸沖漂砂，第31回海岸工学講演会論文集，1984。