

緩勾配斜面の捨石の波に対する安定限界

徳島大学大学院 学生員○琢磨 雅人
徳島大学工学部 正会員 三井 宏
徳島大学工学部 正会員 中野 晋

1. まえがき 離岸堤間や自然海浜の侵食が異常に進む場合の対策工法として、侵食部分を捨石により面的に被覆する工法が考えられるが、被覆材が波力により移動すると十分に目的を果さない結果となってしまう。そこで、自然海浜程度の緩勾配上における捨石、ブロックの波力による移動方向および安定重量を知るため、本研究では模型実験を行い、捨石の移動方向と従来の海浜変形の実験結果とを比較するとともに、捨石やブロックの安定重量算定式に用いられているハドソン式の適用可能性を検討する。さらに、波のエネルギーと被害率の関係およびモリソン式の抗力項と慣性力項の大きさを考察する。

2. 実験装置と実験方法 水路長 30m、水路床水平部水深35cm、幅1.0mの実験水路の終端部に模型海浜を設置し、模型前面での水面の横振動を防止するために水路幅を整流板で4等分した。模型海浜は1:n (nは5, 7, 10の3種類) の一様勾配の砂浜全表面を砂利(粒径範囲10~15mm, 1個当りの平均重量2.92 g, 比重2.64)により3層被覆したものである。実験終了時にこれら被覆材の移動を確認しやすいように表層砂利の上側半面のみを2色交互に20cm間隔で帯状に着色した。

上述の模型海浜に波を入射させ、入射波の波高と周期、碎波波高、碎波峯高、碎波点位置、碎波の突込点位置を測定し、作用波数1000で実験終了とした。なお、被覆材模型の移動個数は着色した20cmの帯状ごとに数え、その移動方向は全体の移動砂利の卓越方向とした。被害率Dは任意の帯状領域iにおいて移動した被覆材の個数 n_i と総数 N_i の比率とした。

3. 実験結果および考察 各勾配の海浜における代表的な実験結果を図-1に示す。ここに、B.P., P.P.はそれぞれ碎波点および突込点である。

砂利の移動方向の実験結果、およびRector、服部、Battjesによるそれぞれの海岸変形の分類結果を表-1に比較する。ここに、表中の ξ_b はsurf similarity parameterである。表-1より海底勾配1:10および1:7の実験結果はほとんどのケ

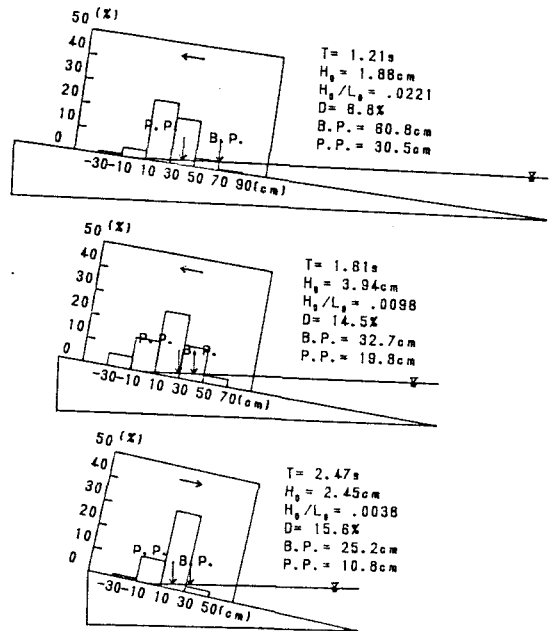


図-1 実験結果

表-1 海浜変形の分類法による移動方向分類と実験結果

海底勾配 1:10

CASE No.	ξ_b	服部	Battjes	Rector による分類	実験結果
1	1.34	step型	bar型	暴風海浜	岸向き
2	1.17				
3	0.95				
4	0.87	bar型	bar型	暴風海浜	岸向き
5	0.67				
6	0.49				
7	1.12	step型	step型	正常海浜	共存
8	0.91				
9	1.53				
10	2.20	step型	step型	正常海浜	共存
11	2.01				

海底勾配 1:7

CASE No.	ξ_b	服部	Battjes	Rector による分類	実験結果
1	1.74	step型	bar型	暴風海浜	岸向き
2	1.45				
3	1.21				
4	1.03	step型	step型	暴風海浜	岸向き
5	2.10				
6	1.86				
7	1.41	step型	bar型	正常海浜	共存
8	1.40				
9	2.07				

海底勾配 1:5

CASE No.	ξ_b	服部	Battjes	Rector による分類	実験結果
1	3.33	step型	step型	正常海浜	共存
2	3.38				
3	5.30				
4	2.07	bar型	bar型	暴風海浜	岸向き
5	2.39				
6	1.64				
7	1.09	step型	step型	正常海浜	共存
8	2.98				
9	4.28				
10	4.03	step型	step型	正常海浜	共存
11	3.34				
12	2.69				
13	3.91	step型	step型	正常海浜	共存
14	5.85				
15	4.27				
16	4.06	step型	step型	正常海浜	共存
17	3.24				

ースが岸向きの移動で服部の分類はほぼ一致しているが、その他の方法はほとんど沖方向移動となっている。海底勾配 1:5では、3者とも実験結果に一致せず、実験結果では一部沖向きの移動が見られるようになっている。沖向きと岸向き移動が共存する場合もあることから、海底勾配 1:5は移動方向が変化する遷移勾配であると考えられる。

従来、捨石被覆材の安定所用重量算定式として用いられているハドソン式を用いて本実験結果を図-2に整理する。図中の直線はハドソン式に丸みを帯びた碎石に用いる K_D 値3を代入したものである。ハドソン式が緩勾配斜面にも適用できるのであれば、図中の直線よりも上の部分では被害率0.1%未満でなくてはならないが実験結果はそれよりも大きいものとなっており、ハドソン式は危険側になると言える。この原因として、ハドソン式では波の慣性力を考慮していないこと、捨石の沖方向への転落のみを対象としていることなどが考えられる。

波のエネルギーと被覆材の被害率には何らかの関係があると考え、微小振幅波理論により求めた1波長当りの波のエネルギー $\gamma_w H^2 L$ で捨石1個当りの平均重量 W を無次元化して係数を省き被害率 D との関係を図-3に示した。この図によれば海底勾配が急なものほど小さなエネルギーの波によって大きな被害を受ける。また、同一波高ならば1波長当りのエネルギーが大きい波の方がこの実験範囲内では、大きな被害率となっている。水中の構造物に作用する流体力を表すモリソン式は、球形構造物において次式となる。

$$R_T = \frac{\pi D^2}{16 T} \rho \left\{ u |u| + 4 D \frac{\partial u}{\partial t} \right\}$$

ここに、 D は捨石の平均粒径、 ρ は流体密度、 u は流速であり、式中の第1項、第2項はそれぞれ抗力項、慣性力項である。 u および $\partial u / \partial t$ を微小振幅波理論により求め、第1項と第2項を等しいと置くと

$H/D = 16 \pi h/L$ が得られる。図-4中の直線はこの式によるもので、実験結果はすべてこの直線より上に位置しているので、抗力項が慣性力項よりも卓越しているといえる。抗力項のみを用いて式に若干の変形を加え、実験結果を整理してみたがよい結果は得られなかった。

4. あとがき 本研究で扱うような緩勾配斜面上での捨石の安定性を考えるに当たっては岸方向への移動機構、抗力や慣性力以外の流体力を知ることが必要と思われる。これらを考慮した理論を考えるとともに今後数多くの実験データを収集する予定である。

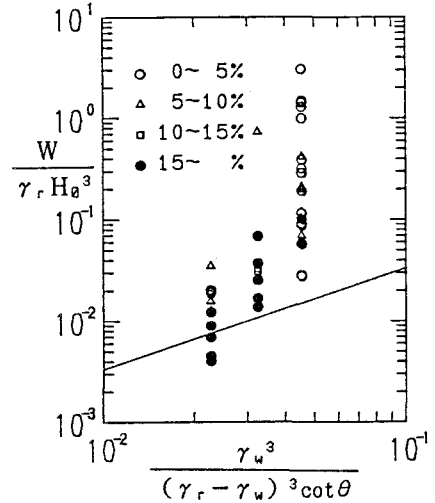


図-2 ハドソン式による評価

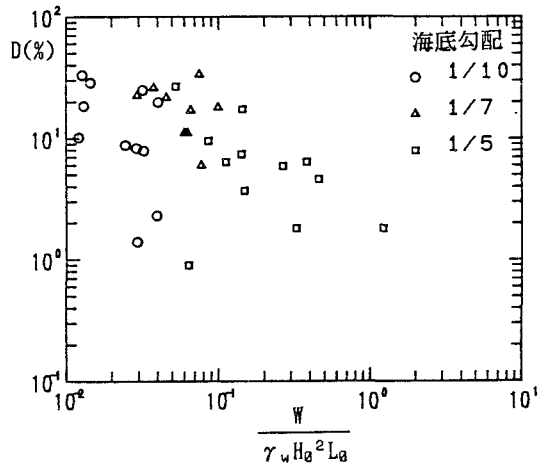


図-3 1波当りの波のエネルギーによる評価

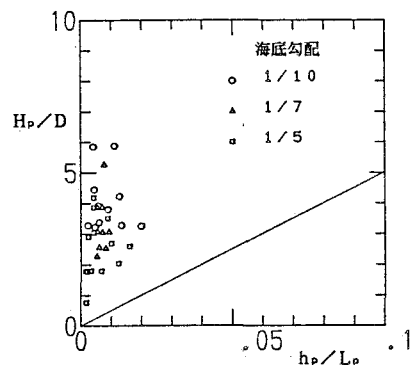


図-4 抗力項と慣性力項の比較