ISSN 2186-5647

1-17

堤体の空隙率の相違による人工リーフの消波効果に関する基礎的研究

日大生産工(院)　○岡野谷　知樹
日大生産工　鷲見　浩一

１ はじめに

没水型の海岸構造物である人工リーフは，入射波の強制砕波により堤体背後域の波高分布を制御する．人工リーフの消波効果に関する研究としては，宇多らによる皆生海岸の人工リーフ嵩上げの効果に関する実験等，種々の研究が行われているが，堤体を構成する捨石の空隙率と入射波の不規則性を同時に考慮して，人工リーフの消波機能を実験的に検討した研究は少数である．したがって，不規則波作用時における混合粒径の砕石で形成された人工リーフの消波効果に与える影響については，不明な点が多いのが現状である．

そのため，本研究では，単一粒径の砕石および混合粒径の砕石で堤体が構成された人工リーフへ不規則波が作用した場合の消波効果について比較考究した．

２ 実験方法および測定方法

不規則波の作用時に，人工リーフを構成する砕石の空隙率の相違が断面変化に及ぼす影響を検討する水理実験は，縮尺を 1/60 として行った．図-1 に示すように両面ガラス張りの反射吸収制御機能を備えた 2 次元造波水槽(長さ 30.0 m，幅 0.7 m，高さ 1.0m)の水平床上に木材で作成した固定床となる一様勾配斜面(勾配 i=1/30)を設置した．砕石を基礎マウンドとする人工リーフの初期断面を図-2 に示す．同図にあるように，本研究では作用波による砕石の移動現象を検討するために，被覆材は設置していない．人工リーフの初期条件における断面諸元は法面勾配 s=1/3, 天端幅 B=86.0cm, 堤体高 d=6.0cm, 天端水深 R=0.0cm, 3.0cm, 5.0cm であり， R の変化に伴い水路水平床部での水深は h=45.0, 48.0, 50.0cm と変化する．人工リーフのマウンド材には，JIS A 5001(道路用砕石)に規定されている種類が単粒度砕石，呼名が S-5(7 号)と S-20(5 号)の 2 種類，ならびに両砕石を混成させた混合砕石の計 3 種類を用いた. 太田ら [3]のように無作為抽出した砕石 100 個の標本から求めた平均質量は，S-5(7 号)で 0.1g，S-20(5 号)で 6.7g であり，空隙率は S-5(7 号)で 39.7%，S-20(5 号)で 41.3%，混合砕石で 40.5%である．実験波は期待スペクトルを修正ブレッドシュナイダー･光易型として，表-1 に示す 5 種類の不規則波を 1000 波造波した．混合砕石における砕石の混合比は，人工リーフの設計の手引き(改訂版)[4]に基づいて，マウンド材の質量が現地換算で 500kg/個となるように S-5(7 号)と S-20(5 号)を，それぞれ 43%と 57%とした．

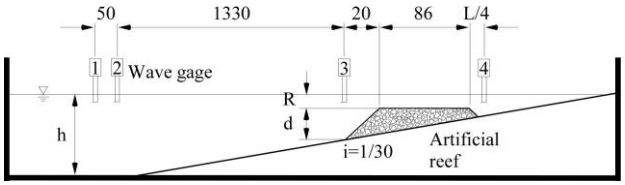

図-1　実験水槽(単位：cm)

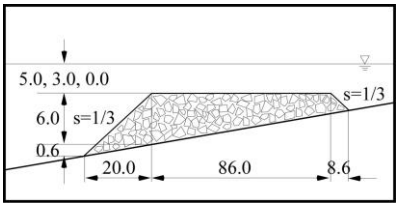

図-2　断面諸元(単位：cm)

表-1　実験ケース

有義波高 $H_{1/3}$(cm)	有義周期 $T_{1/3}$(s)	天端水深 R(cm)					
		0	3		5		
		砕石	砕石		砕石		
		S-20	S-20	混合	S-5	S-20	混合
10.0	1.6	○	○		○	○	
13.3	1.9	○	○		○	○	
16.3	2.1	○	○		○	○	
20.0	2.3	○	○		○	○	
23.3	2.4	○	○	○	○	○	○

４　実験結果および検討

図-4 は K_T の波の作用時間における変化をマウンド材の相違をパラメータとして示したものである．K_T は透過波高を，一定水深位置(h=48～50cm)での入反射分離法から得た入射波高値で除して算出している．

Study on Wave Dissipation of artificial Reefs Due to Difference in Porosity

Tomoki OKANOYA, Hirokazu SUMI

相対天端水深 R/Ho=0.215 と R/Ho=0.129 において, t/T が増加しても K_T の変化は S-20(5 号)の単一砕石と S-5(7 号)と S-20(5 号)の混合砕石の両者において，ほぼ一定である．つづいて，構成材の相違の観点から K_T の特性について考察すると，S-20(5 号)の単一砕石で構成された堤体の K_T よりも, S-5(7 号)と S-20(5 号)の混合砕石で築造された堤体の K_T がすべての t/T において，小さくなっている．これは，K_T を低下させるための因子として，マウンドを構成する砕石の相違が影響的であることを示している．

表-2 はマウンド材が異なる場合の透過率 K_T，反射率 K_R，エネルギー散逸率 K_{loss} の値を示している．なお，同表の実験における作用波は，$H_{1/3}$=23.3cm，$T_{1/3}$=2.4s と同一である．R が小さくなり，単一砕石よりも混合砕石の場合に K_{loss} は大きくなる傾向がある．図-4 において判明した混合砕石のほうが単一砕石よりも K_T が小さく消波効果が高いのは，混合砕石で築造された堤体での空隙率の低下に起因すると考えられる砕波の促進による効果的な波動エネルギーの消散が示唆される．

容量式水位計にて時間間隔 0.05s で収集した時系列水位記録に FFT を適用して求めた周波数スペクトルを図-5 に示す．図-5 は，実験波 $H_{1/3}$=23.3cm，$T_{1/3}$=2.4s における R=3cm の場合の堤体前面と背後域での周波数スペクトルに移動平均を行い平滑化したものである．図-5 に示す透過波のスペクトル分布は，堤体を構成する砕石の相違により異なることが判明した．すなわち，透過波における混合砕石のスペクトル分布は，単一砕石よりも広い周波数帯で小さくなっている．また，両砕石において有義波周期の成分が減衰している．

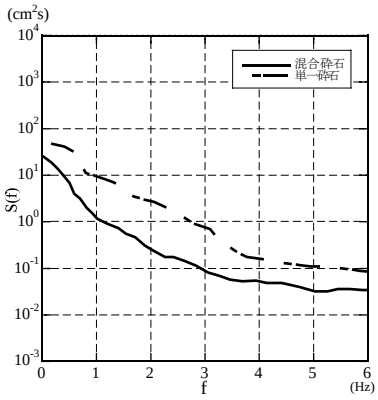

図-4　堤体背後域での周波数スペクトル

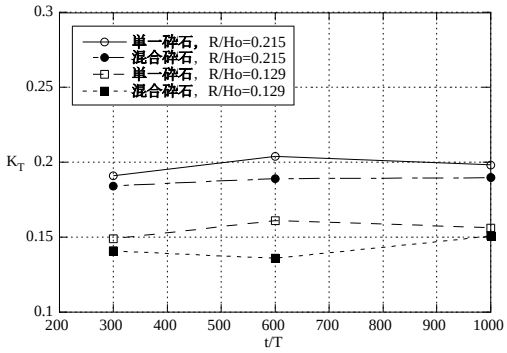

図-5　マウンド材の相違による透過率

表-2　マウンド材の相違による透過率，反射率，エネルギー逸散率

マウンド材 相対天端水深	K_T	K_R	K_{loss}
単一砕石 S-20(5 号) R/Ho=0.215	0.198	0.199	0.960
混合砕石 S-5(7 号), S-20(5 号) R/Ho=0.215	0.188	0.191	0.963
単一砕石 S-20(5 号) R/Ho=0.129	0.155	0.195	0.968
混合砕石 S-5(7 号), S-20(5 号) R/Ho=0.129	0.143	0.199	0.970

5　まとめ

本研究では，人工リーフを構成する砕石の粒径の相違が及ぼす影響を検討する水理実験を実施した．人工リーフ岸側の水位の周波数スペクトル分布は，堤体を構成する砕石の相違に依存することが判明した．

「参考文献」

1) 荒木進歩，藤原由康，宮崎敏弘，出口一郎：個別要素法を用いた捨石潜堤の断面変形計算，海岸工学論文集，第47巻, 2000. pp.761-765.
2) 荒木進歩，小竹康夫，金澤剛，松村章子，出口一郎：VOF法と個別要素法の連成解析による傾斜捨石護岸の変形予測, 海岸工学論文集, 第48巻, 2001, pp.931-935.
3) 太田隆夫，小林信久，木村晃：断面変化を伴う人工リーフ上での波浪変形計算について，海岸工学論文集，第52巻, 2005，pp.51-55.
4) 国土交通省 河川局 海岸室：人工リーフ設計の手引き(改訂版)，2004 ，pp.80-83.
5) 合田良実，鈴木康正，岸良安治，菊地治：不規則波実験における入・反射分離推定法，港湾技研資料，No.248, 1976, 248p.
6) 宇多高明，藤原博昭，上橋昇，大木孝志，田代洋一，酒井和也：皆生海岸の人工リーフの嵩上げの効果に関する実験，土木学会論文集B2，2010