J-1

石炭灰造粒物の養浜材料への検討に関する研究

Consideration to the beach nourishment material of coal ash granulated product

○橋本佳樹[1]，小林昭男[2]，宇多高明[3]，野志保仁[2]
*Yoshiki Hashimoto[1]，Akio Kobayashi[2]，Takaaki Uda[3]，Yasuhito Noshi[2]

Abstract: The coarse-graded material nourishment, revealed that beach nourishment material is stably deposited. However, ensuring the beach nourishment material has been cited as a problem. In order to perform the beach nourishment using coal ash granulated product as a gravel substitute in the present study, an object of the present invention is to consider whether the same effect as the gravel at the beach nourishment possible material that can be confirmed. The results of the water tank experiment, the difference of shape due to the difference in specific gravity was seen. However, little consideration information, it is necessary to further comparative experiment.

1.　研究背景と目的

2000 年に海岸法が大きく改正され，従来のようにハードなコンクリート構造物による海岸の防護に代わって，砂を投入する養浜が法律上行いやすくなるとの期待が高まった．しかし，従来から行われてきた細砂による養浜では，砂の投入後容易に砂が流失し，養浜自体が効果的ではないと判断されてきた[1]．そこで神向寺海岸等で行われてきた礫養浜では，養浜材料が護岸前面に安定的に堆積して根固め効果が発揮されることが明らかになった[2]．しかし，礫養浜は養浜材料の確保が課題として挙げられている[3]．

そこで，本研究では礫の代用品として石炭灰造粒物（以降は人工礫と呼ぶ）を用いて養浜を行うために，人工礫が養浜可能な材料で礫と同様な効果が確認できるのかを検討することを目的とする．なお，人工礫とは石炭火力発電所から発生する石炭灰（フライアッシュ）に少量の高炉セメントや水を混ぜ，造粒・固化した材料である．実際に瀬戸内海では覆砂材等の環境改善材および地盤改良材として活用されている．

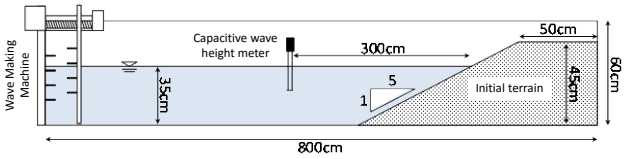


Figure 1. Apparatus of the two-dimensional moving bed experiment

Figure 2. Gravel used

Figure 3. Artificial gravel used

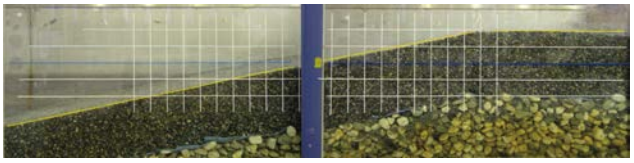
2.　研究方法

人工礫を礫の代用品として活用するためには，人工礫の材料特性を調べなければならない．その後，礫と人工礫を比較し検討していかなければならない．そこで，礫と人工礫を用いて水槽実験を行った．実験には長さ 8 m，幅 0.4 m，深さ 0.6 m の二次元造波水槽を用いた（Figure 1）．水槽の一端に中央粒径（d_{50}）7 mm の礫（Figure 2）と同粒径の人口礫（Figure 3）をそれぞれ用いて模型海浜を造った（Figure 4）．模型海浜の初期勾配は 1/5 とした．また，波浪条件は入射波高 5 cm，7.5 cm，1 cm として，波形勾配が変化しないように周期を設定した．その波浪条件表を Table 1.に示す．それぞれの波を礫と人工礫に十分な時間作用させ，安定地形の形状を比較した．

3.　主な結論

Figure 5 a）は礫で模型海浜を造り，各入射波高を作用させたときの各安定地形の縦断地形形状である．入射波高を 5 cm, 7.5 cm, 1 cm と作用させるにつれ，バーム高さが高くなっていることが確認できる．また，より岸方向でバーム頂が形成されていることがわかる．移動限界水深では徐々に深くなっているこ

a）Gravel



b）Artificial gravel

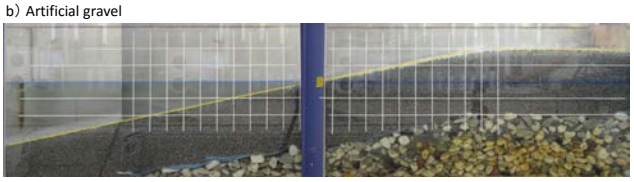


Figure 4. Initial terrain

1:日大理工・院（前）・海建　2:日大理工・教員・海建　3:土木研究センター・理事長

とが確認できる．

Figure 5 b）は人工礫で模型海浜を造り，各入射波高を作用させたときの各安定地形の縦断地形形状である．各波高でのバームや移動限界水深は礫と同様な違いが確認できる．

礫と人工礫を比較してみると，人工礫の方ではバームが礫より沖方向へ形成されていることがわかる．これは礫と人工礫の比重差が影響していると考えられる．礫の比重は 2.5 g/cm^3 程度なのに対し，人工礫の比重は 1 g/cm^3 程度ほどしかない．比重が軽いと滑落しにくく，同じ粒径でも前浜勾配が急になる．そのため，バーム頂が礫より沖方向で形成されると考えられる．

Figure 5 で示した礫と人工礫の安定形状を安定時間（T_S）とバーム高（h_R），前浜勾配（$\tan\beta_C$），移動限界水深（h_C），についての結果は Table 2 に示す．また比較したものを Figure 6 で示す．安定時間は 0～5 min まででは 1 min ごとに計測し，5 min 以降では 5 min ごとに計測し，地形が変化しなくなるまでの時間を計った．安定時間，バーム高，前浜勾配，移動限界水深の近似直線の傾きは 1.2，1，1.5，1.5 であることがわかった．安定時間の傾きは 1.2 と礫より人工礫の方が早く安定したことがわかる．これは比重が軽い場合，一度の波で動く粒量が多いために早く安定すると考えられる．また移動限界水深の場合でも，傾きが 1.5 と礫より人工礫の方が深い地点から移動していることがわかる．これも安定時間と同様に，少ない波力でも動き易いために，より深い地点でも移動できるためと考えられる．一方，バーム高さ，前浜勾配は礫と人工礫で傾きがあまり変わらないことがわかる．バーム高さは主に波高で波の遡上高さが決まるため，比重差の影響がなかったと考えられる．また前浜勾配では波高による差は確認できなかったが，礫と人工礫の前浜勾配では人工礫の方が急なことがわかる．これは Figure 5 で示したように，礫より人工礫の比重の方が軽いため，同粒径でも急になったと考えられる．

水槽実験では礫と人工礫の比重差による違いが，安定時間や移動限界水深で確認できた．しかし，現状では人工礫で養浜を行うためには検討材料が少なく，さらなる比較実験を行う必要があると考えられる．

Table 1. Wave conditions

	Wave period T(s)	Wave height H(m)
Gravel	1.5	0.05
	2.1	0.075
	2.7	0.1
Artificial gravel	1.5	0.05
	2.1	0.075
	2.7	0.1

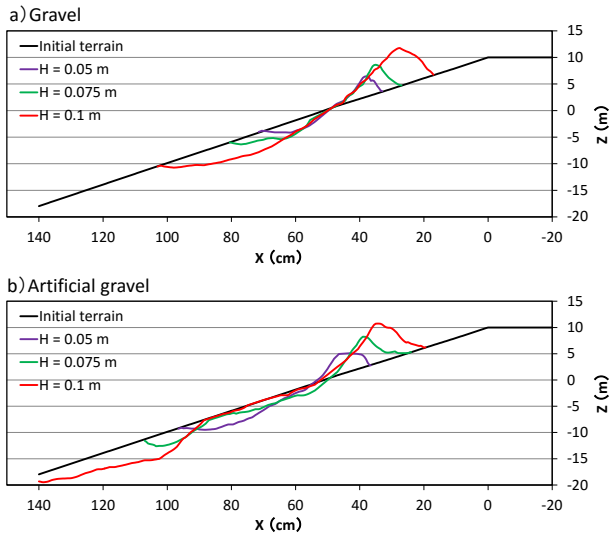


Figure 5. Artificial gravel used

5.　参考文献

[1] 細井寛昭・平野宜一・神保正暢：海浜の粒径に着目した試験養浜効果の把握とその検証，海岸工学論文集，Vol.B2-65，No.1，pp696-700，2009

[2] 石井秀雄・中村友和・宇多高明・大木康弘・熊田貴之・芹沢真澄：茨城県神向寺海岸での粗粒材養浜による砂浜の安定化，海洋開発論文集，Vol.22，pp887-892，2006

[3] 村上啓介・小野剛：河川掘削土砂の海岸養浜への適用性について，土木学会西部研究発表会，2009

Table 2. Experimental result

	Wave height H(m)	Stability time Ts(min)	Foreshore slope $\tan\beta_C$	Berm height h_R(cm)	Move critical depth h_C(cm)
Gravel	0.05	10	1/1.8	6.4	−3.8
	0.075	15	1/1.6	8.9	−6
	0.1	20	1/1.9	11.8	−10.3
Artificial gravel	0.05	3	1/1.5	5.1	−9.3
	0.075	10	1/1.3	8.2	−11.6
	0.1	15	1/1.6	10.7	−18.8

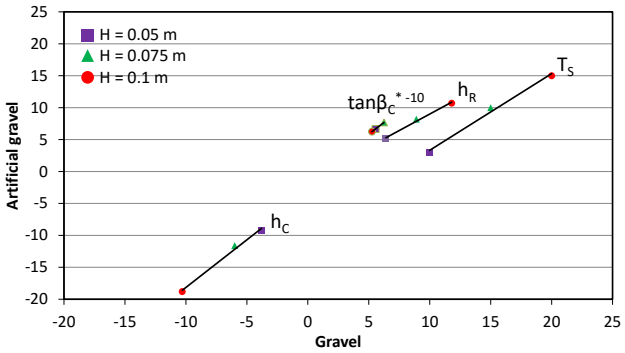


Figure 6. Comparison of the stable terrain of gravel and artificial gravel