

海浜部に覆砂した石炭灰造粒物の波浪移動に関する室内基礎実験

中国電力（株） エネルギー総合研究所 ○正会員 渡辺 健一 仁科 晴貴
広島大学大学院 工学研究科 正会員 中本 健二
中国電力（株） 電源事業本部 正会員 樋野 和俊

1. 研究目的

石炭灰造粒物はヘドロが堆積する閉鎖性内湾などの覆砂材に活用され底質改善効果が確認されている。石炭灰造粒物を海浜部へ覆砂する場合、波浪による移動が懸念されることから、その移動特性の把握とその移動予測手法の開発が望まれる。

本研究の目的は、砂礫と材料物性の異なる（比重が軽い、球形）石炭灰造粒物について、海浜部での波浪による岸沖方向の移動特性を水理実験により評価することである。著者らは、本研究を発展させることにより石炭灰造粒物を用いた干潟および浅場造成時の海浜移動予測手法の開発に取り組んでいる。



写真-1 石炭灰造粒物の外観

2. 波浪による海浜部の浸食・堆積型分類

本研究で対象とした波浪は、閉鎖性内湾で観測された風波による波浪と同条件とした。波形勾配が風波を対象とした海域値(0.03~0.08)から大きく外れないことを前提に、以下に示す服部・川又の式をもとに侵食型および堆積型の断面形状が形成されるよう設定した。本研究で実験した全ての分類結果を図-1に示す。ここで、服部・川又の式を用いた理由は、比重が砂と比べて軽い石炭灰造粒物(1.8 t/m³程度)について、粒子の沈降速度を考慮できるためである。

$$\begin{aligned} & \geq && \text{(侵食性海浜)} \\ \left(\frac{H_0}{L_0} \tan \beta\right) / \frac{w_s}{gT} & = && C \quad \text{(平衡海浜)} \\ & \leq && \text{(堆積性海浜)} \end{aligned} \quad (1)$$

ここで、 H_0 、 L_0 ：沖波の波高と波長(m)、 $\tan \beta$ ：海浜勾配、 w_s ：沈降速度(m/s)、 T ：波の周期(sec)、 g ：重力加速度(m/s²)、 C ：実験または現地観測結果から決定される常数である。本研究では、粒径5、10、20 mmを対象とした。服部・川又の式により判定すると、粒径5 mmで波高30 cm、周期1.5 secの場合のみ侵食型で、その他は堆積型変形と判定された。

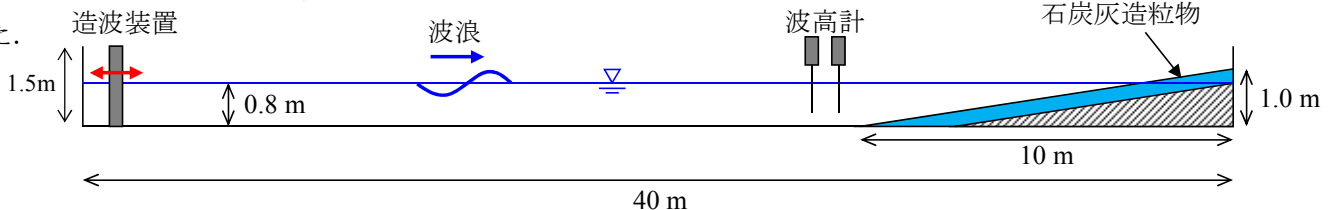


図-2 実験水路縦断面図

表-1 実験に用いた石炭灰造粒物

粒径 d	均等粒径（定義値）
4.75~6.7mm	5mm
9.5~13.2mm	10mm
19.0~26.5mm	20mm

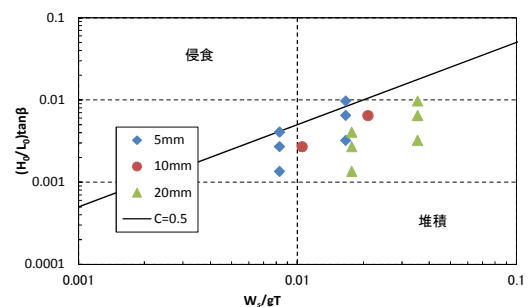


図-1 服部・川又の式による侵食型・堆積型の分類



写真-2 水理実験状況

キーワード 覆砂材、侵食性海浜、堆積性海浜、石炭灰造粒物、干潟

連絡先 〒739-0046 東広島市鏡山 3-9-1 中国電力（株）エネルギー総合研究所 TEL 050-8202-5270

3. 実験方法

長さ 40 m, 高さ 1.5 m, 幅 1.0 m の二次元水路に勾配 1/10 の模型斜面を設置した。石炭灰造粒物を 20 cm 厚で敷均し, 規則波を作用させた。実験水路を図-2 に示す。規則波作用から 1 時間後の断面変化形状を, 二次元水路側面に記した目盛を用いて記録した。水理実験状況を写真-2 に示す。

4. 実験結果と考察

各粒径について, 波高 20 cm, 周期 3.0 sec の波浪条件における造波 1 時間後および 2 時間後の断面形状を図-3, 4, 5 に示す。実験結果はすべて堆積型となっている。これは服部・川又の式による分類と整合する。また, 全ケースとも造波 1 時間後および 2 時間後の断面形状はほとんど差がない。本実験条件では 1 時間程度で平衡状態に到達することが確認できた。均等粒径 5, 10, 20 mm の結果を比較すると, 粒径が大きくなるほど侵食開始位置が岸側へ移動するとともに, 堆積によるバーム位置は沖側へ移動していることが確認できる。これは粒径が大きくなることで移動限界水深が浅くなり, 移動しにくいためと考察される。粒径が大きくなると移動限界水深が浅くなることは周知である。著者らは石炭灰造粒物にもその関係が成り立つことを明らかにしており¹⁾, 実験結果からもその関係性が確認された。

続いて, 服部・川又の式から断面変形が侵食型になると判定された粒径 5 mm, 波高 30 cm, 周期 1.5 sec のケースの造波 1 時間後と 2 時間後の断面形状を図-6 に示す。断面変形結果は侵食型となり, 服部・川又の式による分類どおりの結果となった。さらに粒径 20 mm の波高 30 cm, 周期 1.5 sec のケースの結果を図-7 に示す。このケースでは, 服部・川又の分類では堆積型となっていたが, 実験結果は侵食型となった。これは, 服部・川又の式の算出過程で用いた実験結果および現地の観察結果と比較して, 覆砂材の粒径が大きいことが原因と考察される。服部・川又の式算出に用いた実験および検討材料は, 粒径 1 mm 以下の天然砂や軽量材料であった。本実験に用いた石炭灰造粒物は 5, 10, 20 mm であることから, 粒径が大きい材料へ服部・川又の式による分類を適用するには改良が必要である。なお, 粒径 5 mm の石炭灰造粒物に対しては適用できることが確認されたため, 5~20 mm の間に適用限界となる粒径が存在すると考察する。この解明については今後の課題である。

5. 結論

水理実験により, 砂礫と材料物性の異なる石炭灰造粒物について, 波浪による岸沖方向の移動特性を評価した。本研究を発展させれば石炭灰造粒物を活用した干潟および浅場の移動予測手法を開発可能と考える。

参考文献

- 1) 仁科晴貴, 中本健二, 中下慎也, 河内友一, 樋野和俊: 混合粒径の石炭灰造粒物の移動限界に関する研究, 海洋開発論文集, Vol.71, pp.305-310, 2015.

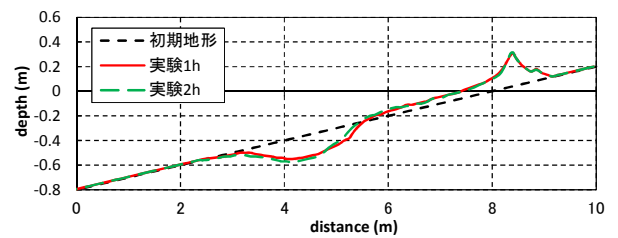


図-3 粒径 5mm, 波高 20cm, 周期 3.0sec 実験結果

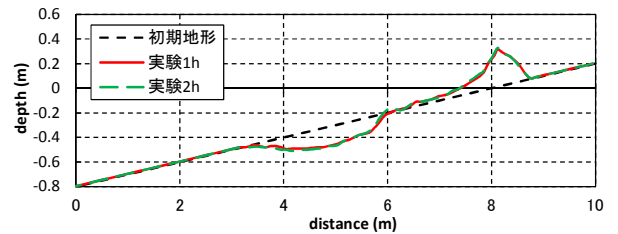


図-4 粒径 10mm, 波高 20cm, 周期 3.0sec 実験結果

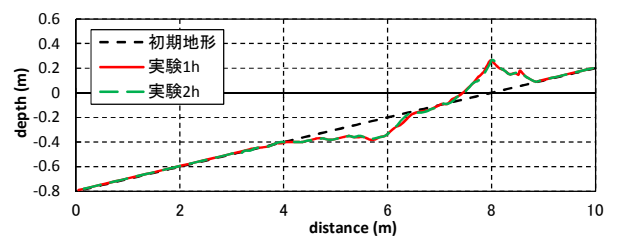


図-5 粒径 20mm, 波高 20cm, 周期 3.0sec 実験結果

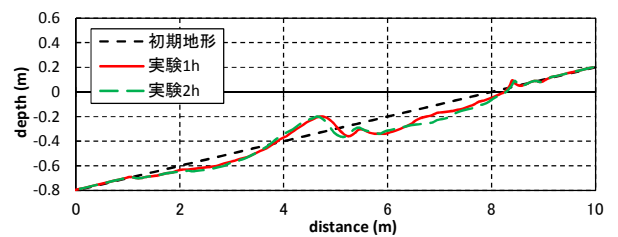


図-6 粒径 5mm, 波高 30cm, 周期 1.5sec 実験結果

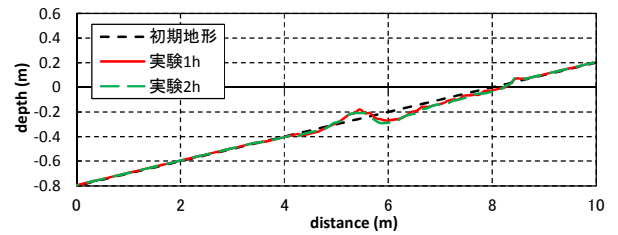


図-7 粒径 20mm, 波高 30cm, 周期 1.5sec 実験結果