

敷設した機能性覆砂材の安定性に関する基礎的研究

Basic study on stability of functional overlying sand

○ 福頼 優*, 兵頭 正浩**, 桑原 智之***, 野中 資博***

FUKUYORI Yu*, HYODO Masahiro**, KUWABARA Tomoyuki*** and NONAKA Tsuguhiko***

1.はじめに

閉鎖性水域における水環境悪化問題の一つとして、湖底のヘドロ化が挙げられる。これは、底生生物の生息空間を消失させるだけでなく、嫌気的環境になるとヘドロ自体から栄養塩であるリンや窒素を水域内に回帰させる内部負荷の要因ともなっている。

主な対策としては、覆砂工法が挙げられる。これは、ヘドロの直上に砂を敷設することで、底生生物の生息空間を修復すると同時に、栄養塩の溶出を防止するというメリットを有している。しかし、工法としては優れているが、覆砂材として用いられる天然砂は枯渇が危惧されている資源であるため、大量に入手することが困難であるというデメリットがある。したがって、天然砂に替わる材料があれば、覆砂工法を持続して実施することが可能と考えられる。

そこで著者らは、産業廃棄物として処理されている解体コンクリートの微粉末を造粒化した機能性覆砂材を試作した。現在までに、機能性覆砂材が有する水環境修復効果としては、機能性覆砂材から溶出するカルシウムイオンにより、ヘドロから溶出するリンを固定できる¹⁾ことを確認した。また、機能性覆砂材を湖底に敷設する際のリスク評価として、底生生物である二枚貝の一種のヤマトシジミを用いて、機能性覆砂材の直上で生育評価を行い、十分に生育可能であるということを確認した²⁾。

しかし、覆砂工法を実施するためには、波浪における材料の流亡を防止しなければならないため、安定性について評価する必要がある。本報では、機能性覆砂材の実施工までのプロセスの一環として、敷設した際の機能性覆砂材の安定性について検討した。

2. 実験概要

2.1 機能性覆砂材の作製方法

表-1に機能性覆砂材の材料を示す。まず、解体コンクリート微粒分(0.6mm以下)と高炉セメント

表-1 機能性覆砂材の材料

Materials of functional overlying sand

C(g)	FDC(g)	W(g)	W/C
40	160	45	1.125

C: 高炉セメント, FDC: 解体コンクリート微粉末(0.6mm以下), W: 水道水, WC: 水セメント比

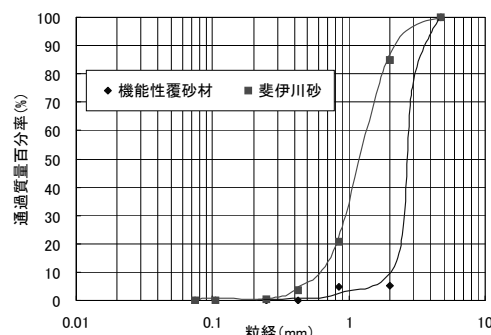


図-1 粒度曲線
Grading curve

を空練りし、これに水を加えて練混ぜ、マルメライザー(ダルトン製)を用いて造粒した。その後、7日間の標準水中養生を行い、5mm以下に分級したものを機能性覆砂材とした。

2.2 水路実験

実験は断面35cm×45cm、長さ18mのアクリル水路で行った。水路内の流速については、島根県東部に位置する宍道湖を参考にした。宍道湖底層の年平均流速は4cm/s程度であるが、平均水深は4.5mと浅いことから突発的な底質の巻き上がりが頻繁に生じること、および宍道湖と中海を結ぶ大橋川の下層(水深4.3m)において底層水の最大流速が60cm/s程度となることから水路内の流速をコンピュータ制御により0~60cm/sに調節した。この水路内に、断面28cm×32cm、長さ58cmの流れ方向が開いた小型水槽を設置し、機能性覆砂材および斐伊川砂をそれぞれ10cm厚さで敷設した。本実験で用いた機能性覆砂材および斐伊川砂の粒度分布を図-1に示す。

安定性の評価方法として、鶴崎ら³⁾はシールズ

*島根大学大学院生物資源科学研究科, Graduate School of Life and Environmental Science, Shimane University, **鳥取大学大学院連合農学研究科, United Graduate School of Agricultural Science, Tottori University, ***島根大学生物資源科学部, Faculty of Life and Environmental Science, Shimane University, キーワード: 機能性覆砂材, 安定性, シールズ数

数を用いている。シールズ数 ϕ は粒子の動きやすさを表すことが可能であり、本報では以下の式(1)より算出し、安定性評価の指標として用いた。

$$\phi = \frac{1}{2} fu / sgd_{50} \quad \dots(1)$$

ただし、 u ：底面近傍の流速、 S ：覆砂材料の水中比重、 f ：Jonssonの摩擦係数(式(2)から算出)

$$f = 5.21 \exp \left\{ \left(\frac{u}{\rho k_s} \right)^{-0.194} - 5.98 \right\} \quad \dots(2)$$

ただし、 k_s ：粗度(65%粒径の2倍)

また、底質移動の様子を目視確認によって行い、その移動形態を0型：移動なし、I型：動揺または一部の粒子のみ移動、II型：掃流移動の3つに分類した。

3.結果と考察

図-2に機能性覆砂材および斐伊川砂それぞれについて、流速とシールズ数の関係、また目視による分類型(0, I, II型)を示した。図-2を見ると、まず、0型からI型に移行する際の流速については、機能性覆砂材では24.2cm/s、斐伊川砂では23.7cm/sと、ほぼ一致していることがわかる。本実験において、この際に移動を確認した粒子の大きさを同定することはできなかったが、目視により、動揺または移動している粒子は様な大きさではなく、ばらつきがあることを確認した。これは、比重の小さい粒子の移動に加え、覆砂表面におこる乱流により、局所的な洗掘作用等が影響していたものと考えられた。

一方、I型からII型への移行に関してみると、機能性覆砂材での掃流移動開始流速は46.0cm/sであったのに対し、斐伊川砂では34.9cm/sであった。この理由として、図-1に示す各試料の粒度分布に関して、機能性覆砂材は1mmから5mmの粒径($d_{50}=2.18\text{mm}$)が支配的であるのに対して、川砂は0.1mmから2mmの粒径($d_{50}=0.64\text{mm}$)が支配的であったことに起因すると考えられた。つまり、機能性覆砂材より小さい粒径が支配的である斐伊川砂が先行して掃流移動した結果であると考えられた。

一方、Shibayama・Honikawa(1982)⁴⁾によると、シールズ数 $\phi > 0.1$ となると掃流移動を開始すると分類されているが、本実験では機能性覆砂材・斐伊川砂ともに $\phi = 0.05$ 付近でII型に移行していることが分か

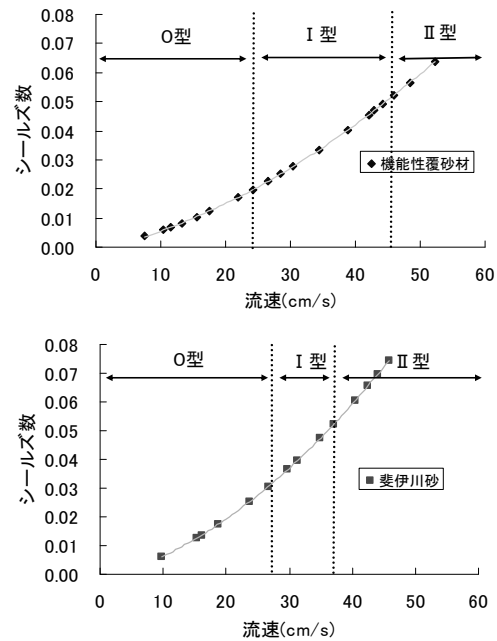


図-2 流速-シールズ数の関係
Relationship between velocity and Shields number

る。水産工学の分野においては、シールズ数の算定方法にはいくつかの方法があるため、これらと合わせて適切な評価方法を確立できれば、今後の事業計画の策定に貢献できると考えられた。

4.まとめと今後の展開

本報では、機能性覆砂材を実用化するまでのプロセスの一環として、覆砂工法を採用した際の安定性についての基礎的検討を行った。その結果、機能性覆砂材は天然砂以上の安定性を有することが示唆された。今後は、地域によって異なる流速に対応するために、機能性覆砂材の配合条件を調節し、粒度組成の異なるものを作製することで、適材適所における利用性について検討していく。また、この粒度組成について、生物の生息基盤という観点からも検討し、水環境修復に適した機能性覆砂材について研究を進めていく予定である。

参考文献

- 1)兵頭ら：機能性覆砂材による内部負荷抑制効果の検討，農業農村工学会中国四国支部，平成19年度概要集，pp.75-77
- 2)福頼ら：機能性覆砂材直上における底生生物への影響評価，農業農村工学会中国四国支部，平成19年度概要集，pp.95-97
- 3)鶴崎ら(2005)：底質の移動限界と浮遊砂フラックスにおける吹送流の影響，海岸工学論文集，第52巻，pp.386-390
- 4)Shibayama・Honikawa(1982)：Sediment transport and beach deformation, Proc. 18th Int. Conf. on Coastal Eng., pp.1439-1458.