

廃瓦を複合利用した機能性覆砂材の性能評価と安全性評価

Evaluation of performance and safety assessment on functional overlaying sand capping made of used tile

○福岡孝紘^{*}, 福頼優^{**}, 兵頭正浩^{***}, 野中資博^{****}
FUKUOKA Takahiro^{*}, FUKUYORI Yu^{**}, HYODO Masahiro^{***}
and NONAKA Tsuguhiro^{****}

1. はじめに

これまでに、覆砂代替材の検討として、産業廃棄物であるコンクリート微粒分（以下FDC）をセメントと複合し造粒した機能性覆砂材の基礎性能の評価を行ってきた¹⁾。その結果、機能性覆砂材から溶出するカルシウムイオンが底泥中に含まれるリン酸イオン、硫酸イオンを固定化することが明らかとなり、覆砂材として利用されている天然砂以上の性能を発揮することが明らかとなった。しかし、これは淡水域を対象とした実験条件のもとでの性能評価であったため、汽水域や海水域での性能評価する必要がある。そこで本報では、汽水域での利用を想定し、夾雑イオンを含んだ中海湖水を用いて性能評価を行った。また、既往の研究より、機能性覆砂材はセメント材料を主成分としていることから、溶媒を高アルカリ性へ変化させることが明らかとなっているため、島根県の地域未利用資源である廃瓦を複合した廃瓦機能性覆砂材を試作し、pHの影響およびリン酸イオン、硫酸イオンの除去性能について検討した。

2. 実験概要

本実験に用いた機能性覆砂材・廃瓦機能性覆砂材の配合を表-1に示した。作製方法は、表-1に示した材料を練り混ぜ、造粒機にて造粒し、7日間の標準水中養生を行い、粒径5mm以下のものを使用した。また、廃瓦は多孔質体であることからイオン交換容量が大きく、リン吸着性があることが考えられたため、2mm以上5mm以下に破碎し

表-1 機能性覆砂材・廃瓦機能性覆砂材の配合

Mix proportion of overlaying sand made of used tile and FDC

C(g)	FDC・廃瓦(g)	W(g)	W/C
40	160	45	22.5

^{*} C:微粉高炉セメント, FDC:解体コンクリート微粒分(粒径0.6mm以下) 廃瓦:廃瓦微粒分(粒径0.6mm以下), W:水道水, W/C:水セメ

た廃瓦も併せて覆砂代替材として検討した。

実験方法は、縦22cm横36cm高さ26cmの水槽の底部に、中海より採取した底泥を30mm敷き詰め、覆砂材をそれぞれ10mmの厚さで敷設した機能性覆砂材区、廃瓦機能性覆砂材区、廃瓦区および未覆砂区に加え、対象区として天然砂区の合計5試験区とした。その後、中海より採取した湖水（汽水）を底質の攪乱を防止しながら静かに水槽に投入した。実験は、底泥からリン酸イオンが最も溶出しやすい夏期の条件を再現するため、サーモスタットにより水温を25℃に保ち、窒素曝気により、溶存酸素量を1.0mg/L以下となるようにした。

各試験区において経時的に採水し、試料水中のリン酸イオンをモリブデン青吸光光度法、硫酸イオンをイオンクロマトグラフィー法により分析し、pHについては比較電極法により測定した。また、セメントは若干ではあるが重金属などの有害物質を含んでいる可能性があることから、ICP発光分光分析法により、As, Cd, Cr, Pb, Mn, Seを分析した。

3. 結果と考察

pHの経時変化を図-1に示した。図-1を見ると機能性覆砂材区と比較して、廃瓦機能性覆砂材区の方がpHの上昇が小さいこ

^{*}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, ^{**}島根県庁, Staff of SHIMANE prefecture, ^{***}積水化学工業株式会社, SEKISUI CHEMICAL CO.LTD., ^{****}島根大学生物資源科学部, Faculty of Life and Environmental Science, Shimane University, キーワード: セメント, 廃瓦, 覆砂

とが分かる。これより廃瓦を複合材料として利用することで、pH への影響を緩和できることが明らかとなった。

次に、リン酸イオン濃度の経時変化を図-2 に示した。図-2 より、天然砂区では 108 時間以降に溶出が確認されるが、廃瓦区では 168 時間以降まで溶出していない。これより廃瓦は天然砂以上の抑制効果を有している可能性が示唆された。また、機能性覆砂材区、廃瓦機能性覆砂材区においては、測定期間中におけるリン酸イオンの溶出は確認されなかった。これより機能性覆砂材は汽水中においても利用可能であること、また廃瓦はその複合材として利用できることが考えられた。

次に、硫酸イオン濃度の経時変化を図-3 に示した。図-3 より機能性覆砂材区においては硫酸イオン濃度の顕著な濃度低下が確認された。これより、機能性覆砂材は環境水中に含まれる硫酸イオンに関しても大きな固定化能力を有していることが確認された。また、廃瓦のみによる硫酸の抑制効果は見られなかったが、これを複合利用した廃瓦機能性覆砂材区においては、天然砂区、未覆砂区との比較より、若干の抑制効果を有することが明らかとなった。

また安全性評価については、対象とした重金属類において As 以外の元素に関しては測定期間中の溶出は確認されず、安全であることがわかった。また、検出された As に関しても、未覆砂区において最も溶出していたため、底泥に起因するものであると考えられ、セメントからの溶出に関しては安全であると考えられた。

4. まとめと今後の展開

本実験より、汽水域においても機能性覆砂材の性能が発揮されることが明らかとなったこと、また、廃瓦機能性覆砂材について、pH への影響を緩和することができることが確認された。

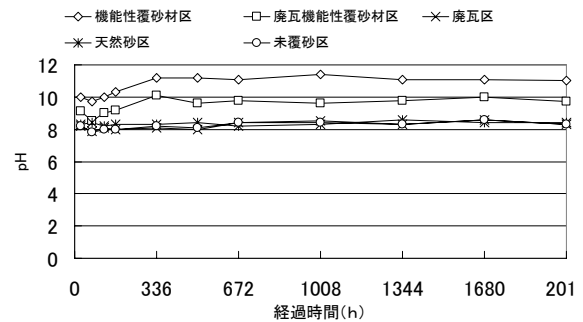


図-1 pH の経時変化
Change with time of pH

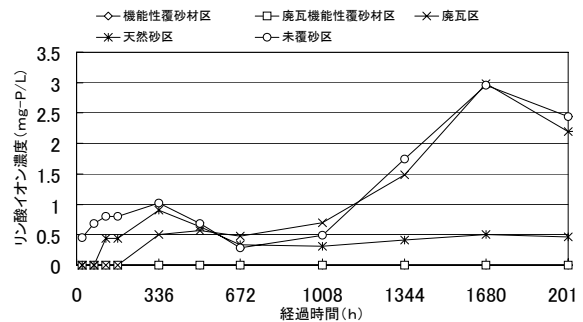


図-2 リン酸イオン濃度の経時変化
Change in concentration of phosphate ion

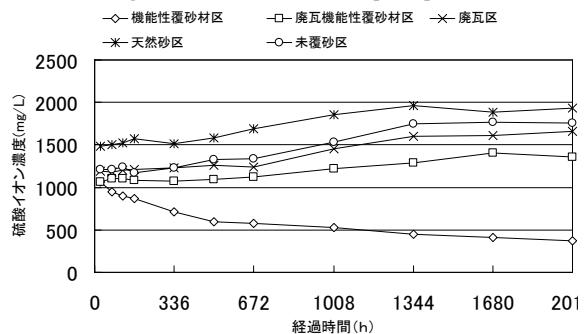


図-3 硫酸イオン濃度の経時変化
Change in concentration of sulfide acid ion

今後は、実施工における影響への対策として、覆砂に伴う底質の巻き上がり、圧密沈下を定量的に評価し、これらを抑制するための機能性覆砂材の最適な粒径や比重の検討を行う予定である。

参考文献

- 1) 兵頭正浩・桑原智之・佐藤周之・野中資博：解体コンクリート微粒分の機能性覆砂材としての再資源化，農業農村工学会論文集，第 257 号，PP19-25
- 2) 兵頭正浩・桑原智之・佐藤周之・野中資博：環境水中で用いるセメント系結合材の安全性評価手法に関する研究，コンクリート工学年次論文集，29 (2)，343-348