

セメントを結合材とした浮島型リン吸着資材の開発

Development on phosphorous adsorption material of which type is artificial float using cement binder

○ 佐藤 周之*, 村上 悠**, 阿部 公平***, 野中 資博**

SATO Shushi*, MURAKAMI Yu**, ABE Kouhei*** and NONAKA Tsuguhiko**

1. はじめに

河川や湖沼、海域などの停滞・閉鎖性水域における水質悪化が問題となって久しい。この問題に対して、公共用水域を対象とした法整備は鋭意進められてきているが、例えば指定湖沼の環境基準達成率は一向に改善されていないのが現実である。このような水環境の本質的な改善には、流域単位の水環境管理といった施策的な取り組みを導入すると同時に、様々な水環境における浄化技術の開発が必要となる。

上記の停滞・閉鎖性水域に注目すると、その水環境の修復には、流入する水質汚濁物質の抑制が不可欠である。そして同時に、既に流入・蓄積した水質汚濁物質の系外排出が必須となる。後者に対する浄化技術のうち、現在までに研究成果・事例が報告されているものは、主に直接浄化技術とされる植生浄化法などの生物学的な浄化能力に期待するものである。しかしながら、浄化能力自体が低いこと、季節的・気候的な影響により浄化能力が変動すること、最も重要となる系外排出が困難であることなどが課題となっている。

本研究では、上記水域における直接浄化技術として、水環境中のリン除去を可能とする浮島型のセメント系材料の開発を目的とした。既往の研究成果から、ハイドロタルサイト化合物 (HT) を利用したリン吸着コンクリート (P-CON) の基礎的なリン除去性能が明らかになっている。そこで、セメントと発泡剤を用いて軽量化したエアミルクに HT を複合化した浮島型リン吸着資材の開発を試みた。

2. 実験の概要

本研究では、浮島を浮力体部分とリン吸着部分とのユニット構造とした。ユニット構造とすることにより、仮にリン吸着部分が飽和しても、その部分だけを取り替えることが可能となり、長期的な低コス

表-1 供試体の配合条件
Mix proportion of specimens

No	C (g)	W (g)	HT (g)	気泡剤 (g)	W/C (%)
A-1	1000	500	-	1	50
A-2	1000	500	-	10	50
A-3	1000	500	-	20	50
A-4	1000	500	-	30	50
B-1	300	150	50	3.0	50
B-2	300	150	100	3.0	50
B-3	300	150	150	3.0	50
B-4	300	180	100	3.0	60

ト化を図ることも可能となる。浮力体部分には起泡剤 A (以下, A 剤) で作製したエアミルクを、リン吸着部分には起泡剤 B (以下, B 剤) を用いて発泡させたエアミルクに HT を加えた HT エアモルタルを使用した。浮力体を構成するエアミルクの検討項目は比重および強度であり、リン吸着部分となる HT エアモルタルの検討項目は比重およびリン除去性能である。

浮力体部分の検討にあたって、A 剤の添加量はセメント重量に対し 0.1, 1, 2, 3% とした。これは標準的な A 剤添加量の下限値から上限値となっている。そして、浮力体部分の評価項目は強度および比重である。一方、リン吸着部分の検討にあたって、B 剤の添加量はセメント重量に対して 1% であり、標準的な B 剤添加量の上限値とした。検討した浮力体部分 (A-1~4) およびリン吸着部分 (B-1~4) の配合を表-1 に示す。リン吸着部分のリン除去性能評価にはバッチ法を用いた。使用したリン酸水溶液は 10mg-PL (32mg-PO₄/L) であり、各 1.0g 重量の試料を浸漬し、25°C 恒温室にて 48 時間攪拌した。その間、経時的にリン酸水溶液を採取し、モリブデン青吸光光度法にてリン酸イオン濃度を測定した。

*高知大学農学部, Faculty of Agriculture, Kochi University, **島根大学生物資源科学部, Faculty 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, キーワード: リン吸着コンクリート, 浮島型, 直接浄化技術

表-2 浮力体部の試験結果 Test results of floats

No.	曲げ強さ (N/mm ²)	圧縮強さ (N/mm ²)	表乾比重
A-1	522	229	1.671
A-2	1.60	543	0.998
A-3	1.06	385	0.921
A-4	0.88	290	0.941

3. 結果と考察

浮力体部分の曲げ・圧縮強度および表乾比重を表-2に示す。比重測定を行った結果、セメント重量に対し A 剤を 1%以上加えれば水に浮かぶことが確認できた。最も比重の小さかったものは A-3 であり、その比重は 0.921 であった。また、強度試験結果より、浮力体部分の各強度は A 剤の添加量に反比例して低下することが確認できた。これは添加量が増加することで発泡の度合いが大きくなったためである。特に A-1 と A-2 の圧縮強度では約 42 倍もの差があり、大幅な強度低下となった。

本実験の結果から、比重および強度の両者を併せて考えると、浮力体部に最も適していたのは A-3 である。ところが、A-3 は長期的な浮力が確保できず、水浸して 24 時間程度で水没した。結果として、長期的に浮力を確保できたのは A-4 のみであったことから、A-4 の配合条件を本実験における最適な浮力体とした。

続いて、各 HT 配合エアモルタルのリン酸イオン濃度の経時変化を図-1 に、各試料の表乾比重とリン酸イオン吸着量を表-3 に示す。各 HT 配合エアモルタルは全て同等のリン除去能力を示すことから、短期的なリン除去には混合する HT 量の違いがほとんど影響しないことが確認できた。また、攪拌開始後 12 時間までの吸着速度を見ると、B-3 が比較的遅くなっていることが分かる。これは、B-3 の HT 量が最も多く、練混ぜ中に体積が減少し、透水性が低下したためと考えられる。つまり、B-2、B-3 のような配合では、HT 練混ぜ後に気泡を持続させることができなかつたと考えられる。

各試料の比重を測定した結果、B-1、B-4 の比重がほぼ 1.1 前後と非常に小さいことが確認できる。前述したように、HT 配合量の違いによるリン酸イオン吸着量に大差は無いため、これに比重の結果を

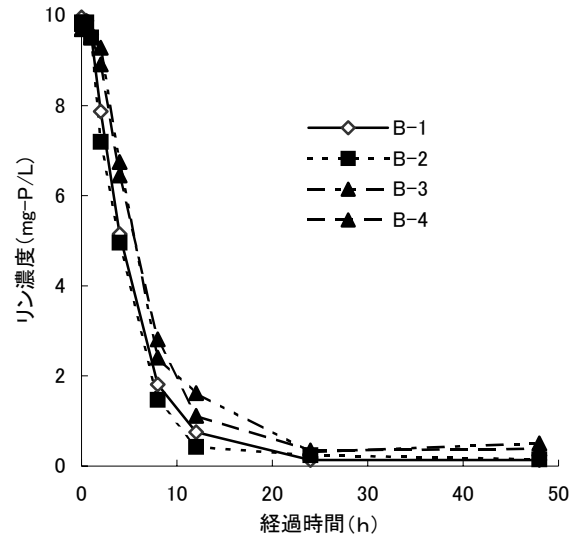


図-1 リン濃度の経時変化
Changes with time of phosphorous concentrations

表-3 リン酸イオン吸着量と比重
Specific gravity and adsorbed amount of phosphate ion

No.	経過時間(h)	残存リン量 (mg-P/L)	リン吸着 割合(%)	表乾比重
B-1	12	0.755	92.4	1.079
	24	0.136	98.6	
B-2	12	0.427	95.7	1.226
	24	0.241	97.7	
B-3	12	1.620	83.3	1.378
	24	0.315	96.8	
B-4	12	1.113	88.7	1.102
	24	0.345	96.5	

併せて考えると、B-1、B-4 は浮島への適用性が高いといえる。よって、リン酸イオン吸着および比重の面からは B-1 がリン吸着部分としては最適と考えられた。

4. まとめと今後の展開

以上の結果から、浮力体部分とリン吸着部分の体積割合を計算すれば、浮島型リン吸着資材の開発が可能であることが明らかとなった。特に、リン吸着部分のリン除去能力は、短期的な場合において HT の配合量に大きな影響を受けないことから、まずは比重を中心に検討すればよいことが確認できた。

今後は、例えば発泡ガラス等を骨材として利用し、浮島型リン吸着コンクリートとすることで、軽量化とコストダウンを図る技術や、リン吸着部分の長期的な性能の検証、さらにはリン吸着部分が吸着したリン資源の再利用方法など、より実用化に向けた取り組みを実施していく予定である。