

リン吸着コンクリートの諸性能に関する研究

Study on various performances of phosphorus adsorption concrete

芦田英聖* 佐藤周之** 野中資博*

ASHIDA Hidemasa* , SATO Shushi** and NONAKA Tsuguhiko*

1. はじめに

我が国では、生活排水による公共用水域の水質汚濁が進行し、社会問題にまで発展してきている。その中でも、水中のリン等の栄養塩が増加することによって引き起こる富栄養化現象が特に問題視されている。富栄養化現象は、アオコ、赤潮の発生を促し、環境に多大なるダメージを与える。ところが、従来行われてきたBOD除去システムだけでは、水域に負荷されるリン量の増加を削減することはできない¹⁾。したがって、これからの水環境の保全及び修復には、現状のBOD除去対策と併せてリンの除去対策を実施することが必須と考えられる。さらに、以前から指摘されているリン資源の枯渇問題を鑑みるに、水環境修復のためだけにリンを除去するのではなく、リンを回収・循環再利用する技術が必要となる。これらの諸問題を解決すべく、リン除去・回収が可能な機能を有する建設材料の開発を行うことは必要不可欠といえる。また、産業副産物や未利用資源を積極的に使用し、不足資源を回収するという、循環型社会形成への取り組みも忘れてはならない。

そこで本研究では、リン吸着機能を有するハイドロタルサイト化合物 (HT) を、セメントを結合材としたコンクリートという形に複合化し、その水環境修復用資材としての利用性について検討する。実験に用いたコンクリート供試体は即時脱型製法で作製した。即時脱型製法を用いたのは、充填率を操作することが可能であり、コンクリートの諸性能を改質することが可能なためである。

2. 実験の概要

実験にはHTを配合したもの (HTCON) と配合しないもの (CONT) の2種類とした。コンクリートの配合を表-1に示す。この配合を基本として充填率を変化させ、各々75、80、85、90%の充填率で作製し、それぞれCONT75、CONT80、CONT85、

表-1 コンクリートの配合
Mix proportion of concrete

供試体名	Gmax (mm)	W/C (%)	s/a (%)	空隙率 (%)
CONT	15	36.9	55	0
HT		42.9	53	

供試体名	単位量 (kg)					
	W	C	HT	S1	G1	AD
CONT	121	328	0	1091	945	0.89
HT	142	331	100	953	895	1.16

CONT90、HT75、HT80、HT85、HT90とした。圧縮強度試験はマルイ製耐圧試験機を用いて材齢14日目に行った。また、リン吸着試験にはバッチ法を用いた。供試体を炉乾燥機にて60℃で24時間乾燥し、絶乾状態にした。その後、約5gになるように切断し、pH7.0に調整した濃度10mg PLのリン酸水溶液10lに浸漬してマグネティックスターラーにて攪拌した。その溶液を0、1、2、4、8、12、24、48、72、96、120、144、168、336時間後に45μm孔径のメンブランフィルターにて採取した。採取した溶液は、モリブデン青吸光度法によりリン酸イオン濃度を測定した。また、セメントは高アルカリ性物質であり、水環境指標の一つであるpHにどのような影響を及ぼすか調べるために、pHについても経時

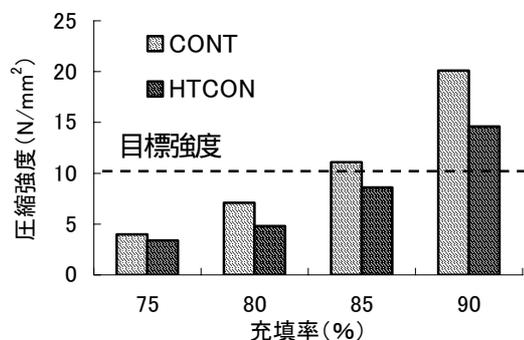


図-1 圧縮強度試験結果

Compressive strength examination result

*島根大学生物資源科学部, Faculty of Life and Environmental Science, Shimane University, **高知大学農学部, Faculty of Agriculture, Kochi University, キ-ワ-ド: リン吸着コンクリート, ハイドロタルサイト化合物, 即時脱型製法

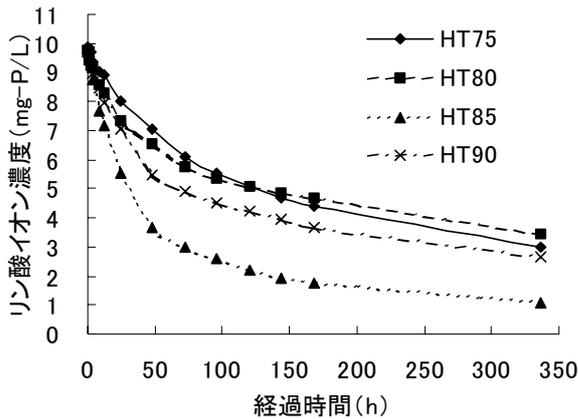


図-2 リン濃度の経時変化

Change with time of phosphorous concentration

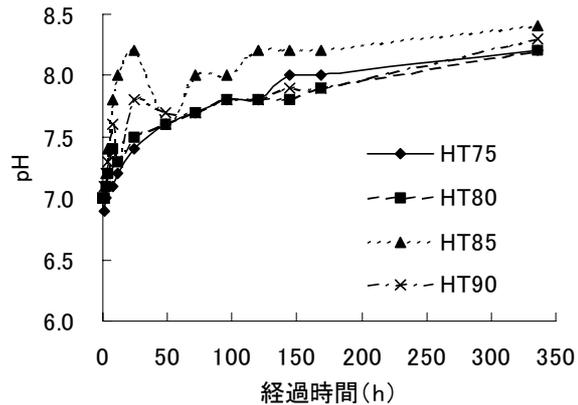


図-3 pHの経時変化

Change with time of pH

的に測定した。

3. 結果と考察

3.1 充填率と圧縮強度の関係

各供試体の圧縮強度を図-1に示す。充填率の低下に伴い圧縮強度が低下することがわかる。これは、充填率が低下すると供試体内部の空隙部分が増すことから、耐荷部分が小さくなり、圧縮強度が低下したためと考えられる。また、HTCONは、CONTに比べ、圧縮強度が小さくなる。本研究では、HTを細骨材置換として配合したが、その量は単位量からみれば僅かである。しかしその結果、圧縮強度において差が生じたということは、HTの強度発現への寄与はほとんどないと考えられる。

3.2 供試体のリン除去性能

各充填率のHTCONのリン濃度の経時変化を図-2に示す。各供試体とも48時間まで早い速度でリンを吸着しているが、その後のリン吸着速度は低下する傾向にあることがわかる。このことは、リン吸着コンクリートに関する既往の報告にもあるように、バッチ試験開始直後はHTのイオン交換によるリン酸イオンの吸着と、セメント水和分である水酸化カルシウムがイオン化して生じるカルシウムイオンとの晶析反応という二つのリン除去機構が働いたためと考えられる²⁾。ところが、48時間以降は、HTによるリン酸イオン吸着が卓越したといえる。

一方、充填率の違いがHTCONのリン除去性能に及ぼす影響を見てみると、HT75、80、90では充填率に関わらず一様なリン除去量を示すが、HT85だけ優れたリン除去を行うことがわかる。したがって、

即時脱型製法によりリン吸着コンクリートを作製する場合、リン吸着性能の面からは充填率85%が最適であるという可能性が示唆された。

3.3 リン酸水溶液のpHの変化

各リン酸水溶液のpHの経時変化を図-3に示す。各供試体ともpHが徐々に上昇していることがわかる。これは、先述したように、水酸化カルシウムの水酸化物イオンの影響と考えられる。しかし、336時間後のpHであっても8.6未満であり、環境基準値を下回っていることから、コンクリートが水環境に与える影響は少ないと考えられる。

4. まとめと今後の展開

今回の実験結果を整理すると以下のようになる。まず、充填率と圧縮強度の関係から、所要の性能を満たす充填率はおよそ85%以上であった。また、HTCONのリン除去性能の結果からは、充填率85%が最も高い性能を発揮した。以上の結果を総合すると、水環境修復を目的としたリン吸着コンクリートの充填率は85%であることがわかった。

今後は、産業副産物であるクリンカーアッシュ、発泡ガラス、炭化物あるいは、地域資源であるゼオライト等の資源を利用することにより、更なる機能・性能の向上を図る技術について検討していく予定である。

参考文献

- 1) 稲森悠平(1998.12):生活排水対策,産業用水調査会
- 2) 佐藤ら(2004):リン吸着コンクリートのリン酸イオン除去性能に関する基礎的研究,コンクリート工学年次論文集