

学位論文審査の結果の要旨

氏名	兵頭 正浩
審査委員	主査 野中 資博 ㊞ 副査 佐藤 利夫 ㊞ 副査 北村 義信 ㊞ 副査 石井 将幸 ㊞ 副査 緒方 英彦 ㊞
題目	自然環境修復材による閉鎖性水域の水質改善に関する研究 -自然帯の再生・維持と底質環境改善-
審査結果の要旨 (2,000字以内)	
<p>本論文は、閉鎖性水域の水質改善に関して、そのうち特に自然帯の再生・維持と底質環境改善を目的とする自然環境修復資材について探求したものである。その際、多様化する産業副産物の循環利用に鑑み、より一層その利用を促進させるための基本となる安全性の評価手法を提案すると共に、今後大量発生が予測される産業副産物のひとつであるコンクリート微粒分の再資源化方法を確立することを目的にした一連の研究結果を記述したものである。</p> <p>以下に、本論文で得られた結果を要約する。</p> <p>1. セメント結合材を環境水中で供用する際の安全性評価手法の提案</p> <p>①セメント系材料を環境水中で供用する際に、従来から利用される環境庁告示第13号「産業廃棄物に含まれる重金属等の検定方法」(公定法)で適切な安全性評価が得られるか検討した。また、今後は用途に合わせて様々なセメントが結合材として使用されることやコスト縮減の観点から、解体現場で直接セメント結合材を使用して再利用を図るという構図も成り立つことが考えられる。そのため、セメントの種類・材齢を対象とした重金属類の溶出特性についても検討した。その結果、セメントに含まれる各種元素は、pHの影響に応じて溶出特性が異なるため、公定法は、実環境を想定している試験方法とは言い難く、一部の元素においては安全性が過小もしくは過大評価されることが明らかとなった。セメントの材齢については、水和反応が十分に進行していない若材齢(1,3日)ではCrやSeの溶出量は増加することから、安全性確保の観点において少なくとも7日間以上の養生期間が必要となることが明らかとなった。</p>	

②公定法では、実際の供用条件とは異なることが示唆されたため、セメント結合材を用いた、自然環境修復資材の実使用を想定し、環境水中と同じ中性域での安全性評価手法を提案した。また、公定法では0.5-5.0mmに破碎した検体を使用することから、粒度分布により溶媒と検体の接触面積が大きく異なることが考えられた。つまり、同じ検体を用いて安全性を評価したとしても、溶媒との接触面積が大きいほど有害物質の溶出量が多くなり、逆に溶媒との接触面積が小さいほど有害物質の溶出量が少なくなることが考えられた。そのため、検体と溶媒との接触面積が一定となる条件下での安全性評価手法について検討した。その結果、アルカリ域と中性域では、Ca, Al, As, Cr, Pb, Se 元素の溶出特性が異なることが明らかとなり、実環境と異なる結果が得られることが分かった。そのため、適切な定量的安全性評価を得るためには、溶媒のpHをコントロール（中性）すること、溶媒と検体の接触面積を一定とすることは有益であると考えられた。

2. コンクリート微粒分の再資源化方法の確立

覆砂工法に用いられる天然砂の代替材について検討した。一般的な覆砂工法は、天然砂を底泥上に敷設し、直上水との水交換を遮断することで栄養塩類の溶出を抑制している。しかし、天然砂は枯渇資源であることから採掘は困難であり、採掘が可能であっても、栄養塩類の溶出抑制効果の持続性に関して不安定であることが問題点として挙げられている。そこで、本研究では産業副産物である解体コンクリート微粒分を機能性覆砂材という形で再資源化し、閉鎖性水域の底泥から溶出するリンを指標として溶出抑制効果の有無を検討した。

その結果、機能性覆砂材から溶出したカルシウムが環境水中のリンを固定化することが明らかとなり、一般的な覆砂工法により得られるリン酸イオンの溶出抑制効果に加えて、化学的観点からもリン酸イオンの溶出抑制効果を期待できることが示された。また、機能性覆砂材はリン溶出抑制効果を有していることから、覆砂工法の材料として用いられる天然砂と比較して覆砂を薄層化することが可能であることが示された。さらに、硫酸イオンの存在条件下においては、悪臭の原因といわれている硫化水素の発生を間接的に抑制する性能を有することも明らかとなり、それは機能性覆砂材から溶出するカルシウムが底泥中の硫酸イオンと反応し、硫酸カルシウム（石膏）として固定化するためと推測された。化学的安全性についても、機能性覆砂材から溶出する有害物質濃度は環境基準値以下であり、環境水中で供用した際にも新たな二次汚染を引き起こす可能性が低いことを確認できた。

以上のように、本論文は、産業副産物であるコンクリート微粒分の水環境修復資材としての再資源化と、再資源化した資材の安全性評価手法を同時に提案した一連の研究結果を記述したものである。今後、水環境修復と併せて資源循環型社会への移行を推進する上で有用な知見を示しており、学位論文として十分な価値を有するものと判定した。