

氏名	山内 守		
授与した学位	博士		
専攻分野の名称	工学		
学位授与番号	博甲第	5754	号
学位授与の日付	平成30年 3月23日		
学位授与の要件	環境生命科学研究科 環境科学専攻 (学位規則第4条第1項該当)		
学位論文の題目	スラグ骨材の利用拡大及びコンクリートの品質改善に関する研究		
論文審査委員	准教授 藤井 隆史	教授 綾野 克紀	教授 前野 詩朗
	准教授 比江島慎二		

学位論文内容の要旨

本論文は、銅製錬所の産業副産物である銅スラグ細骨材を用いたコンクリートの利用拡大を図ることを目的としたもの及び製鉄所の産業副産物である高炉スラグ細骨材を用いたコンクリートの耐久性改善と利用拡大を図ることを目的としたものである。

銅スラグ細骨材については、銅スラグ細骨材の環境安全性改善によるコンクリートの品質向上や銅スラグ細骨材の粒形改善によるコンクリートの品質向上が図られ、産学官連携による利用拡大への取り組みが行われている。特に中国四国地域では銅スラグの生産拠点である銅製錬所が集中立地していることから、地産地消を考慮した産学官連携による用途拡大、あらかじめ混合砂の検討、環境配慮型重量コンクリートによる高知港海岸（三重防護）の整備促進など利用拡大の具現化が進められており、これらの状況をとりまとめた。

一方、製鉄所の産業副産物である高炉スラグ細骨材を用いたコンクリートの凍結融解抵抗性メカニズムを検討して、細骨材の影響、結合材の影響、養生方法の影響、増粘剤の影響などを実験により多面的に検証した。また、高炉スラグ細骨材を用いた高耐久性コンクリート床版を用いることで、凍害の中でも対応が難しいとされている土砂化に対応することなど、利用拡大への取り組みの状況をとりまとめた。

サステナビリティ（継続性）が理解され、循環型社会形成や環境負荷を低減する取り組み、低炭素社会の構築を目指す動きが各種行われている。建設やコンクリートの分野では高炉スラグ、銅スラグ、石炭灰などの産業副産物を資源として活用する環境配慮型コンクリートの利用拡大や長寿命コンクリートによる国土強靱化に向けてのインフラ形成の具現化が重要である。

また、政府の推進する未来投資等の経済政策や働き方改革への建設分野の動きも大切で、国土交通省ではi-Constructionのもと、生産性向上の取り組みを積極的に推進されている。その方策の柱がコンクリート構造物のプレキャスト化であり、産業副産物を活用したプレキャスト部材がインフラ整備や建築構造物などで広く使われることが期待される。インフラの大規模更新などが進められており、より耐久性のある高炉スラグ細骨材を用いたプレキャストコンクリート部材が、少しでも多く貢献することを願っている。

貴重な資源である高炉スラグ、銅スラグ、石炭灰などの産業副産物をコンクリート材料に活用することで、環境負荷低減や長寿命コンクリートでのインフラ形成が進展し、サステナビリティに貢献したい。

論文審査結果の要旨

本論文では、瀬戸内海地域において多く副産されている銅スラグおよび高炉スラグの利用拡大を図ることを目的としたものである。銅製錬所の産業副産物である銅スラグ細骨材は、コンクリート材料として用いて適切に用いることで、コンクリートの乾燥収縮が低減できる効果などのある有用な資源である。一方で、砒素、鉛、カドミウムといった重金属を含有しており、環境安全品質を確保する必要がある。本研究では、環境安全品質を満足できるよう、銅スラグ細骨材混合率を容積比で 30%以下として用いることで、銅スラグ細骨材コンクリートの溶出量と含有量が、環境安全品質基準に設定されている検査項目の全ての項目で検査基準未滿となることを確認した。また、瀬戸内海地域での地産地消を考慮した産学官連携による用途拡大、あらかじめ混合砂の検討、環境配慮型重量コンクリートによる南海トラフ巨大地震・津波対策（三重防護）の整備促進など、利用拡大の具現化し、一部の地域では、JIS 生コンクリートとして一般流通させるなど、利用拡大が進めた。銅スラグの利用拡大は、銅製錬所の事業継続に重要な課題であり、本研究の成果は、循環型社会形成、環境負荷低減や低炭素社会の構築に資するものである。

また、製鉄の副産物である高炉スラグは、これまで主にセメント原料やコンクリート混和材として多く利用されてきた材料である。本研究では、高炉水砕スラグをコンクリートの細骨材として利用することで、耐久性、とくに凍結融解抵抗性が向上することとそのメカニズムについて検討を行った。高炉スラグ細骨材がセメントペーストと反応することでモルタル部の耐凍害性が向上すること、粗骨材周辺に集積する水酸化カルシウムが高炉スラグの反応によって消費されることで、骨材周辺が改善されることを示した。本研究の成果は、これまで砂の代替として使われていた高炉スラグを、より付加価値の高いものとして利用できることを示している。

本研究の成果は、銅スラグおよび高炉スラグを有効に活用し、産業の活性化ならびにコンクリートの品質向上に資する成果を上げている。よって、本論文は、学位論文に値するものと判断する。