

審査の結果の要旨

氏名 田村雅紀

本論文は、「コンクリート建造物のライフサイクル設計における材料保存ストラテジー」と題したものであり、解体コンクリート塊の全量が再び構造用コンクリートの構成材料として完全にリサイクルされる社会の構築に資することを目的として、コンクリート構成材料が品質低下を起こさないで再生され、構造体を介して永続的に循環し続けるという材料保存の概念と、リサイクル設計を包含するライフサイクル設計の概念を提案するとともに、その概念の実用技術の一つであるセメント回収型・骨材回収型完全リサイクルコンクリートに関する基礎的物性を明らかにし、解体コンクリート塊の構造用コンクリートとしての実用化を進めたものである。

本論文の内容は、「コンクリートの材料保存性が導く生産システム」（第3章）、「コンクリート建造物のライフサイクル設計手法」（第4章）、「セメント回収型—完全リサイクルコンクリートの実証化」（第5章）、「骨材回収型—完全リサイクルコンクリートの実証化」（第6章）および「建築構造用コンクリートに関する需給環境の将来予測」（第7章）に関する内容により構成される。

「コンクリートの材料保存性が導く生産システム」に関しては、既存コンクリート建造物の生産システムを、順工程生産システム（製品の易分解性を考慮せず、製造におけるコスト低減および効率に重点を置いたシステム）と位置づけ、その生産システムに内在する問題点、コンクリート塊の処理方策および資源循環形態を明らかにすると同時に、材料保存性を確保するような新規コンクリート建造物の生産システムは、順逆工程統合生産システム（同一系統の組立性・分解性を保持した構成材料を使用し、生産の順工程を合理化しつつ逆工程を一貫させて資源循環性を確保する生産システム）として位置づけられることを示した。

「コンクリート建造物のライフサイクル設計手法」に関しては、建築物およびその構成要素に対して本質的に要求される機能を具体的に示し、その機能の充足を目的とする個別設計要素（リデュース設計、メンテナンス設計、リユース設計、リサイクル設計）によりライフサイクル設計が構成されることを明確にするとともに、ライフサイクル設計手法は、生産における順工程と逆工程を統合する仕組みの導出を可能にするため、建造物は目標としたライフサイクルで供用される準備が整い、解体処理段階においてはコンクリート構成材料が容易に再資源化され、材料保存性を確保するような状況も導かれることを示した。

「セメント回収型—完全リサイクルコンクリートの実証化」に関しては、産業廃棄物起源材料を有効活用することにより成分調整不要のまま再生セメントとなるような成分調整不要型完全リサイクルコンクリートの基礎的物性を評価し、構造用コンクリートとして使用可能であることを示すと同時に、再生セメントとして完全リサイクルが可能であることを

を示した。また、石灰石骨材を構成材料とした汎用型完全リサイクルコンクリートの基礎的物性を明らかにした上で、完全リサイクルコンクリート標準調合表を作成するとともに実建築物の基礎に適用し、構造用コンクリートとして使用可能であることを実証した。

「骨材回収型—完全リサイクルコンクリートの実証化」に関しては、力学特性に過度な低下が生じない程度に骨材表面に物理的・化学的改質処理を施して、骨材—マトリックス間の付着力を低減し、原骨材を容易に回収することを可能とするコンクリートに関して開発実験を行い、フレッシュ性状に関しては、普通骨材によるコンクリートとほぼ同等の性状が確保できること、力学特性に関しては、骨材界面剥離効果により強度が若干低下するが、骨材種類および水結合材比の調整により、構造用コンクリートとして使用可能とする条件が導かれることを示すとともに、再生骨材の品質および原骨材回収率が向上するため、コンクリートの基礎的物性を確保しつつ、骨材の材料保存性を同時に確保することが可能であることを示した。

「建築構造用コンクリートに関する需給環境の将来予測」に関しては、各種既存コンクリートおよび各種完全リサイクルコンクリートを対象に、将来のセメント消費量、骨材消費量、コンクリート需要量、廃棄物発生量および二酸化炭素排出量の需給変化に関するシミュレーションを実施し、完全リサイクルコンクリートの導入により、セメント原料および天然骨材の消費量は大幅に低下し、それに伴い、廃棄物発生量および二酸化炭素発生量も低減できることを示した。

本論文は、近年の建設構造物解体に伴い多量に発生するコンクリート塊のリサイクル手法に関して独創的な概念を導入するとともに、コンクリートのクローズドなリサイクル体系の実用化に向けての抜本的な糸口を見出したものであり、コンクリート工学の発展に大きく寄与するものである。よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。