

論文審査の結果の要旨

氏名 島 裕 和

本論文は、今後、高度成長期に多数建設されたコンクリート構造物が解体の時期を迎えることで排出量の増大が懸念されているコンクリート塊に関し、その水平リサイクルを実現するために開発された加熱すりもみ法による高品質再生骨材製造技術について、ライフサイクル分析や、コンクリート塊発生量予測モデルで推定した将来の同発生量において、最適化モデルを用いたコンクリートリサイクルシステムの推定を行ない、同技術の実機適用性、導入可能性を評価するものである。

本論文は8章で構成され、第1章では序論を述べ、第2章では、コンクリートリサイクルの現状と課題について述べ、本研究の目的の妥当性を確認している。

第3章では、本研究の評価対象である加熱すりもみ法による高品質再生骨材製造技術について述べ、コンクリート塊から品質基準を満足する高品質再生骨材が製造できることと、同再生骨材を用いて製造した再生骨材コンクリートの品質が普通骨材コンクリートと同等であることを体系的なコンクリート試験を行ない確認している。

第4章では、加熱すりもみ法による高品質再生骨材製造技術のライフサイクル分析を行いCO₂排出量、エネルギー消費量の観点から同技術の適用性について検討している。このとき、副産微粉の発生量に対し、控除できるセメント製造量を示す品質係数の算出や、微粉をクリンカ原料に適用したときに、原料の調合の変化からクリンカ製造における環境負荷の削減量の算出方法を確立した。その結果、加熱すりもみ法による再生骨材製造は、CO₂の排出を抑制できる有効な技術であることが分かった。

第5章では、コンクリートリサイクルシステムの設計に不可欠なコンクリート塊の発生量予測を行なっている。建築物の解体は、構造物の物理的寿命のみに依存して起こるものではなく、各種経済指標にも影響を受ける。そこで、固定資産データから得た減失率を、観察年における経済成長率等を説明変数とした比例ハザードモデルで推定し、以下の知見を得ている。

(1) 経済成長率の増加と共に、減失率は増大、つまり解体が促進されることが分かった。

(2) 減失率から寿命を計算して推定したコンクリート塊の発生量は1991年にピークを迎えた後に減少、再び増加し、2030年付近には1億トンを超える。

第6章では、コンクリートリサイクルで回収される骨材や副産する骨材回収微粉が一般産業のマテリアルフローに与える影響を明らかにするため、一般産業のうちコンクリート関連項目については、原材料の種類によって詳細に分割し、加熱すりもみ法の他、機械摩砕法、低品質再生骨材製造、路盤材製造等のコンクリートリサイクルプロセスを追加してカスタマイズしたコンクリート関連拡張産業連関表を作成している。

第7章では、6章で作成したコンクリート関連拡張産業連関表を用いて、最適化モデルにより、将来における最適なコンクリートリサイクルシステムを決定し、結果として以下の知見を得ている。

(1) 2020年に加熱すりもみ法によるコンクリートからの高品質骨材製造が導入された。その導入量はコンクリート塊が年間約2億トン発生する2030年において年間1,700万トンである。

(2) 炭素税が導入されると、CO₂排出量を削減できる加熱すりもみ法の導入量は増加する。また、高品質再生骨材製造について補助金を交付することは、同技術の普及に有効であった。

(3) 加熱すりもみ法の稼働量を増加させるためには、微粉のセメント混合材として混合割合を高める技術の開発、再生骨材製造時の骨材の歩留まりを向上させ、微粉の発生率を低減させる技術の開発が必要と考えられた。

第8章では以上を総括し結論を述べた。

コンクリートリサイクルの既往研究では、コンクリート塊からの再生骨材製造技術及びライフサイクル分析に関するものは存在するが、複数のコンクリートリサイクル技術やそのリサイクル製品や副産物を利用するセメント、生コンクリート、建設等の産業をシステムとして捉え、社会コストを最小とするコンクリートリサイクル像について検討するものは存在しなかった。また、本論文では、将来の同システムの推定に不可欠であるコンクリートの発生量を新たに開発した経済指標を説明変数とするモデルで推定し、精度を上げている。以上、本研究は、内容がオリジナルであるばかりでなく、高品質再生骨材を用いた将来のコンクリートリサイクルシステムを提案するという社会的意義を持つものである。

したがって、博士（環境学）の学位を授与できると認める。