

【論文の内容の要旨】

微視的機構に基づくセメント系廃材と二酸化炭素の 再資源化・有効利用による資源循環システム

金 翰 湜

近年、廃コンクリート量の増大による廃コンクリートの再資源化と全世界的解決課題である地球温暖化現象に対する二酸化炭素の削減対策が強く求められている。廃棄物の再資源化として、コンクリート塊を破砕し構造用コンクリート骨材への利用を試みる研究と、その利用に対する規定も公表されているが、まだその使用量が非常に少なく困難な現象である。その理由としては、再生コンクリートは安価であり廃コンクリートを利用するという点でメリットを持っているが、一般コンクリートに比べ構造的性能が低下するという点と耐久寿命が短縮されるというデメリットを持っている。再生コンクリートの構造的性能と耐久寿命を低下させる最大の要因では、再生骨材の付着ペーストによる空隙率上昇を挙げられる。一般的に、セメントペーストは骨材に比べて多量の空隙を有するし、再生骨材はそのペーストの付着率が増加するほど空隙率が上昇して行く。よって、空隙率の上昇によるコンクリートの圧縮強度低下や劣化抵抗性などが低下する結果になる。このような問題を解決するためには、再生骨材に付着したペーストの空隙を制御できる技術が必要である。このような背景から、本論文では、コンクリートの炭酸化現象に着目し、二酸化炭素の有効利用、セメント系廃材の再資源化手法の開発を目指す。

第1章では、本研究の背景・目的及び特色を整理する。

第2章では、炭酸化反応に基づく二酸化炭素を用いた改質手法における、超微細気泡であるナノバブルの適用可能性に対して検討を行う。ナノバブルの特性に対して既存の文献及び研究に対して開館し、超微細気泡の利用による炭酸水の諸現状に対して実験を行う。それから得られた結果によって、水中での二酸化炭素の液状・気状の平衡及び物質伝達、pHとイオン平衡の各現状を定量化し、本研究への適用を試みる。

第3章では、セメント硬化体を反応場にする炭酸化挙動あたって、炭酸ナノバブル水の利用による炭酸化改質に対して検討を行う。なお、セメント硬化体へ浸透させる二酸化炭素の状態変化(気象、液状)による物質移動特性を検討する。ここでは、セメント硬化体内で空隙水と反応する二酸化炭素の状態及び濃度の変化による炭酸化反応速度を分析し、炭酸ナノバブル水の利用による炭酸化改質手法の有効性に対して検討を行う。また、物質収支に基礎する炭酸化反応による体積変化を定量化し、炭酸化反応による事象をパラメーター

としてシステムに組みこむこととして、炭酸化反応に相互関連して係の体積変化の推定を試みる。

第4章では、物理的触媒作用による炭酸化改質性能向上効果に対して検討を行う。炭酸化反応速度は濃度や温度の反応環境に強く依存するので、反応環境(水中、大気)の変化及び養生方法の変化による改質改善効果に対して、各手法によって変性する材料の諸現状を微視的観点から定量的に分析し、反応環境及び養生方法による改質性能評価を行う。それによって、再生骨材の状態による最適炭酸化改質手法を提案する。

第5章では、劣化を受けたセメント係材料の修復手法に対して検討を実施する。ここでは、大気中に曝露したセメント係材料が各種環境影響によって劣化された場合、材料を元の状態に近く修復する手法を開発する事である。手法を加えた試料に対して、微視的な観点から定量的に細密に分析し、材料の微細組織と組織を成す構成物質の相互関連を考慮し、実現場に適用可能な形態で修復性能評価を行う。

第6章では、2章から6章まで検討して来た改質手法における、改質骨材及びそれを用いた改質モルタルへの適用可能性に対して検討を行う。ここでは、改質手法を適用した再生細骨材の自物性評価と、改質再生細骨材を用いたモルタルの力学特性及び耐久特性に対して検討を実施する。また、現時点の複合モデルは初期段階であり、多くの改良店が残っているが、今まで論じた物理化学及び熱力学理論に基づくモデルを既存のシステムに組み合わせることで複合材料システムに再構築することとして、セメント係廃材の再利用からライフサイクルまで推測する事が可能な [資源循環システム]の構築に対する糸口に対して論ずる。

第7章では、本研究で得られた以上の成果を統べる。