

1) 改質ペーストの流動設計を通じる改質骨材の膜厚算定及び改質骨材コンクリートの定量的な調合システム構築

原骨材の表面の改質処理材として使用される改質ペーストは高流動-高強度の概念に基づいた低水結合材比で膜厚ができる限り薄くするための良好なワーカビリティが要求される。そのため、既存の普通コンクリート調合より高い粘性及び流動性とともにより酸化鉄含有によって発生される材料分離に対する抵抗性が要求され、この膜厚の定量的な評価のためのフレッシュ状態の改質ペーストの流動特性が非常に重要である。従って、改質ペーストのフレッシュ状態の定量的な膜厚を評価するための提案としてフレッシュ状態コンクリートを連続体と仮定してこれをビンガム流体(Bingham Fluid)にモデリングして解析・考察をする高流動コンクリートのレオロジー的解析の適用が可能である。この時レオロジー定数「降伏値(Yield Value)」と「塑性粘度(Plastic Viscosity)」を使用することとともに改質ペーストの付着特性によってフレッシュ時の重要な特性である材料分離抵抗性を検討し、改質骨材の膜厚算定とそれらの組合せから、一般コンクリートの要求性能（スランプ、空気量、強度）及びコストなどが同等になる改質骨材コンクリートの定量的な調合システム構築を目的とする。

2) 無機質材料の改質処理による改質骨材及び改質骨材コンクリートの力学的性能向上のための多角的なアプローチ

一般的なコンクリート硬化体で骨材とセメントペーストの間には第三の相、すなわち、境界相が存在する。このような境界相はミクロ的な観点で水和組織と骨材周辺の空隙で構成され、一般的にこの両者を合して遷移帯と呼ばれている。遷移帯は骨材とペーストの間の不連続的であり、多孔質的な領域を示し、コンクリートの物性及び耐久性に大きい影響を及ぼすと報告されている。遷移帯が生成される主な原因としてはコンクリートの混練後骨材表面に自由水による水膜が形成され、この結果、水酸化カルシウムが析出しやすく、一方、析出された水酸化カルシウムは骨材との反応性がないため、新しい水和物を形成することができずにそのまま存在するからコンクリートの中で必ず存在する弱点部分として認められている。従って、本研究では、誘電材料である酸化鉄(Fe_2O_3)が混入された高密度セメントペーストで原骨材の表面をコーティングし、改質骨材とセメントマトリクスとの物理的・化学的な結合力の向上によってコンクリートの弱点部である遷移帯を改善し、コンクリートの力学的特性の向上を目標とする。

3) マイクロ波加熱方式を用いた表面改質骨材の分離及び回収性能の向上のための多角的なアプローチ

現在までのマイクロ波関連技術は軍事利用をはじめとする多目的レーダ、食品加熱への応用、木材の加工・接着、有機材料の合成及び環境負荷低減などの全産業分野に広範囲に適用されている。しかし、コンクリート分野でのマイクロ波応用技術はほぼ基礎的な段階

に止まっている状態である。また、既往のセメント・コンクリートの高温時の脆弱化特性の理論によると、セメント硬化体は約 300℃ 以上の高温環境で水和物の分解反応が発生し、これによる内部空隙量の増加及び残存強度の減少現象が表れる。このような脆弱化メカニズムは、既に再生骨材の製造技術に適用され、骨材表面の付着モルタルを取り除くための技術として実用化段階になった。しかし、外部熱源による加熱方式はエネルギー効率が低いため再生プロセスを通じたエネルギー消費及び温室ガス発生量などの高い問題点がある。従って、コンクリート産業の再生骨材の分野におけるマイクロ波加熱方式の利用は、誘電材料のみの選択的加熱が可能であるため、本研究での誘電材料が混入された改質ペースト部分をマイクロ波で照射時、改質ペースト及びセメントマトリクスの効果的脆弱化によって低エネルギーでの高品質な再生骨材の生産が可能になる。さらに、既存の再生骨材生産システムにおけるエネルギーやコストの増大、副産微粉末の処理、再生骨材の品質低下などの問題点とともにクローズドループリサイクルが実現できないコンクリート産業における骨材などのバージン資源枯渇の解決案の提示及び再生骨材の品質確保を極大化する技術を提案することを目標とする。

本論文では、全 7 章で構成され、各章の概要及び主な内容を下記のようにまとめる。

第一章では、本論文の背景と研究目的について簡略に説明する。

第二章では、既往研究および技術の現況に関する検討により、環境の観点から骨材資源枯渇、廃コンクリート、再生骨材、再生骨材の現況および活用を概観し、今まで、再生骨材コンクリートに利用における当面課題を整理する。また、低エネルギーで高品質再生骨材の生産を達成するため、既存の再生骨材の汎用技術と改質技術について整理する。

第三章では、原骨材表面をコーティングする改質ペーストのフレッシュ状態における、レオロジー定数(降伏値と塑性粘度)及び付着性能の検討を行い、材料分離が発生しない改質骨材の定量的な膜厚決定及びこの調合設計に関する検討を実施する。

第四章では、第 3 章の改質ペーストの調合設計の考え方にに基づき、原骨材を被覆させる改質ペーストの調合設計と普通コンクリートの目標性能（スランプ、空気量、強度）およびコストが同等になるような調合設計の考え方を基にして、一般強度(W/C=55%)において、一般強度コンクリートと同一水準の改質骨材を用いたコンクリートの定量的調合設計の実施・評価する。

第五章では、第 3 章の改質骨材の調合設計の方法と第 4 章の改質骨材コンクリートの調合設計の方法の考え方を基にした改質骨材を用いたコンクリートを製作し、本章では、原

骨材と改質ペースト及び改質ペーストとセメントマトリクスとの確実な付着、すなわち一体性を前提とした議論をする。以後、原骨材と改質ペースト及び改質ペーストとセメントマトリクスとの物理的・化学的な結合力の向上によってコンクリートの弱点部である遷移帯の改善と改質骨材コンクリートの力学的特性及び耐久性の向上方案などを検討・評価する。

第六章では、第 3、4、5 章を基に、高い誘電率を有する改質材料を骨材表面に塗布し、マイクロ波加熱方式によって改質ペースト中の誘電材料のみの選択的に加熱・脆弱化させ、低エネルギーで高品質の再生骨材を回収し、骨材の完全リサイクル化の実現技術を提案するため、改質骨材コンクリートの昇温特性ならびに骨材回収性能に関する検討を実施・評価する。

第七章では、本研究の成果および今後の課題について総括して述べる。