

審査の結果の要旨

氏名 小出 貴夫

コンクリートに発生するひび割れは、構造物の機能性や耐久性の低下をもたらすことがある。特に、地下水の侵入に対してある程度の止水性が求められる地下構造物やトンネルでは、供用開始以降にひび割れからの漏水対策に多くの予算と労力が割かれている。一方、コンクリート自らが発生したひび割れを修復できるように、コンクリートに予めひび割れ自己治癒機能を付与しようとする研究開発も近年盛んに行われているが、未だ、実用化に繋がる足掛かりを明確に与えるものは存在しない。このような背景の下、本論文は、無機系自己治癒材料を造粒して練り混ぜ水との接触機会を抑制して温存する技術、ひび割れが選択的に通る骨材界面にコーティングにより自己治癒材料を効率的に配置する技術、更には自己治癒材料の骨材界面への選択的配置をレディーミクストコンクリート製造プロセスに組み込む技術を開発し、ひび割れ自己治癒コンクリートの実用化に大きく踏み出し得る具体的な足掛かりを与える実践的な取組みを行ったものである。

第1章は序論であり、本論文の背景と目的および構成を述べている。

第2章では、モルタルおよびコンクリートのひび割れ自己治癒に関する既往の研究を調査し、本研究の位置付けを示している。また、既存の膨潤性粘土鉱物等を含む自己治癒材料は、優れたひび割れ自己治癒性能を有するが、高吸水性の微粉末材料を含有するため、コンクリートに混和した際に流動性を大幅に低下させる課題を明らかにしている。

第3章では、造粒技術およびコーティング技術に関する既往の研究を調査し、コンクリート用混和材の製造では、実用上許容されるコストの上限が存在するため、製薬あるいは食品分野で使用されている高度な造粒技術、コーティング技術、マイクロカプセル化技術は、コスト的に適用困難であるとし、比較的簡易な装置を用いて低コストで造粒物を製造できる攪拌造粒、転動造粒を採用することとしている。

第4章では、攪拌造粒および転動造粒を用いて、高吸水性の粘土鉱物を含む無機系材料（微粉末材料）を細骨材と同等の粒度分布を有する造粒物に加工する検討を行っている。そして、この造粒物を細骨材置換で40～50kg/m³混和したW/C=50%前後のコンクリートをレディーミクストコンクリート工場で3シーズンに渡って実機製造し、粉体として混和

していた自己治癒材料を造粒物として混和することによってコンクリートのフレッシュ性状を改善することが可能であることを示している。

第 5 章では、通常細骨材の代替として、潜在水硬性を有する粒径 2.5mm の高炉スラグ細骨材を用いた検討を行っている。まず、 $W/C=50\%$ のモルタルにおいて、細骨材全量を高炉スラグ細骨材とし、刺激剤として水酸化カルシウム、無水石膏を高炉スラグ細骨材の $7.5\text{vol}\%$ 置換したモルタルで円柱供試体を用いた通水試験を行い、ひび割れの自己治癒性能を示し、圧縮強度にも支障がないことを示している。さらに $W/C=50\%$ のコンクリート試験では、細骨材全量を高炉スラグ細骨材とし、刺激剤として水酸化カルシウムを $50\text{kg}/\text{m}^3$ およびブリーディング低減用に高炉スラグ細骨材の微粒分 $50\text{kg}/\text{m}^3$ を併用したところ、フレッシュ性状に問題がなく、桁形 RC 試験体による屋外通水試験で長期間に渡ってひび割れが自己治癒することを確認している。

第 6 章では、ひび割れはペーストと骨材の界面を通過するケースが多いと考え、骨材の界面に自己治癒材料を選択的に配置することによりひび割れを効率よく自己治癒させることができるとの想定の下、セメント系材料をコーティングした細骨材を作製し、コーティング細骨材およびこれを細骨材置換で混和したモルタルの物性について検討している。そして、細骨材の表面に自己治癒材料をコーティングすることで、効果的にひび割れを治癒させ得ることを示している。

第 7 章では、自己治癒材料を粗骨材の界面に選択的に配置した場合の効果について検討している。さらに、骨材に対して事前に処理を施すことなく、レディーミクストコンクリート工場におけるコンクリートの製造過程でコンクリートを自己治癒化させることを想定し、無機系材料の選択的配置手法（コーティング技術）をレディーミクストコンクリート製造プロセスに組み込むための検討を行っている。そして、容量 0.1m^3 の二軸強制ミキサおよび容量 1m^3 の小型アジテータを用いて実証実験を行い、製造したコンクリートが自己治癒能力を有することを示している。

第 8 章では、以上の検討をまとめ、本研究の結論を示している。

以上のように、主として、材料の化学的特性に着目した工夫ではなく、造粒・コーティングおよびそれらの製造プロセスといった物理的な工夫によってコンクリートのひび割れ自己治癒性能を高める取り組みは極めて独創的であり、費用対効果の観点から見て実用化に大きく踏み出し得る具体的な足掛かりを与える実践的な取り組みと評価できる。

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。