

## 審査の結果の要旨

氏名 ヴー ヴィエット フン ~~VU-Viet Hung~~

コンクリート構造物にひび割れが発生し、そこから水が浸入すると、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。そこで、コンクリートに発生したひび割れをコンクリートに予め付与したひび割れ自己治癒機能によって修復させようとする試みが近年盛んに行われている。高分子材料分野においては、自己治癒成分をカプセル中に封入し、ひび割れ発生時に有効成分を放出させるというコンセプトが自己治癒技術の常道として広く認識されているが、材料単価が極めて低い建設材料の分野において、同種の概念を可能とする技術は存在していない。このような背景の下、本論文は、コンクリート分野においても、既往の自己治癒技術が抱える様々な課題を克服し実用に足る技術を確立するためには、同種の概念を可能とする技術の開発が必要として、準カプセル化効果を有する造粒技術の開発に取り組み、建設分野で適用可能な安価で効果に優れた造粒技術の確立に道筋をつけたものである。

第1章は序論であり、研究の背景として、優れたひび割れ自己治癒性能を有する既存の膨潤性粘土鉱物等を用いた自己治癒材料が有する課題と、それを克服するためのアプローチとして試みられた造粒技術の課題を整理した上で、本論文の目的と構成を述べている。

第2章では、コンクリートが示す自然治癒現象と共に、様々な研究機関で検討が進められている自己治癒技術の特徴を整理している。具体的には、粉体系材料を使用したもの、有機繊維を効果的に使用したもの、バクテリアの生物代謝反応を利用したもの、粗挽きしたセメントクリンカーを使用したものなどを取り上げている。

第3章では、本論文で取り組んだ準カプセル化効果を有するひび割れ自己治癒材料の造粒化技術のコンセプトと開発方針を明らかにすると共に、採用した実験方法・結果の評価方法など、研究の方法論を述べている。

第4章では、まず、セメント・各種ポゾランおよび既往の膨張材・膨潤材併用系の自己治癒材料等の粉体材料に対して、一般的なミキサを用いた各種の造粒方法の検討を行っている。ここでは、安価な造粒方法の

検討に主眼を置き、傾胴ミキサ・オムニミキサ・パドル型ペーストミキサ・モルタルミキサなどの各種の一般的なミキサを用いて数多くの造粒物を試作している。また、それらの造粒物を自己治癒材料として使用してひび割れ自己治癒に関する通水試験を実施し、偶然の産物ながら、若材齢のみならず、作製から1年が経過した後においても急速にひび割れ箇所での止水性を回復する自己治癒造粒物の製造に成功している。また、ひび割れ閉塞状況の詳細観察、ひび割れ閉塞物質の化学分析、造粒物の粒径分布測定を行い、自己治癒効果の検証と条件の確認を行っている。

第5章では、さらに造粒物の高度化を目指した種々の検討を行っている。具体的には、鉄球を使用した造粒技術の検討、珪砂などを造粒核として用いた検討、造粒物表面での造殻方法の検討を行っている。その結果、第4章で作製した造粒物の性能を上回る造粒物を開発することはできなかったが、その過程を通して、第4章で作製した造粒物が高い性能を示した要因を考察し、造粒物が準カプセル化効果を有するために必要な要件を整理している。具体的には、造粒物はコンクリート中に均等に分散するために粒径2mm以下の細かいものが好ましいこと、表層のコーティング層は十分に強固で周りのマトリックスとの結合性に優れると共に止水性を有することが望ましいこと、内核部分は練混ぜや運搬過程では破壊しないが、ひび割れが入ったときには割れる必要があることから、高過ぎも低過ぎもしない適度な強度を有すると共に、ひび割れ導入後は内部の有効成分を効果的に放出する機能を備えることが望ましいことを明らかにしている。

第6章では、検討過程で実施したレディーミクストコンクリート工場での自己治癒コンクリートの製造と実規模高架橋模型の床版打ち替え部分への適用について述べている。

第7章では、以上の検討をまとめ、本研究の結論と今後の課題を示している。

以上のように、一般的なミキサを用いた安価な造粒技術の高度化により、造粒物に準カプセル化効果を持たせるための要件を明らかにすると共に、実際にコンクリートの製造から一年後においても極めて高いひび割れ自己治癒性能を示す造粒物を作製したことは極めて独創的な成果であり、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。