

審査の結果の要旨

氏名 齋藤 尚

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、地下水の流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の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。しかし、コンクリートに代表されるセメント硬化体にひび割れが入って漏水が生じた際に、セメント硬化体自らがひび割れを治癒して漏水を抑制する効果の検証はそれぞれの研究者が独自に設定した比較的効果の発現が容易な好条件で行われることが多く、統一的な評価方法の確立が重要な課題となっている。また、比較的厳しい現実の供用条件下でも確実に効果を発揮し費用対効果にも優れる自己治癒技術の開発が望まれている。このような背景の下、本論文では、モルタル供試体を用いて漏水抑制効果に及ぼす試験体材令・ひび割れ幅・水頭の影響を確認した上で、自己治癒効果を評価するための適切な試験条件・評価方法および評価指標の提案を行っている。そして、徐放性を有する有機系材料で反応性粉体をコーティングすることにより準カプセル化を図った自己治癒材料の開発を行い、ひび割れ幅 0.3mm という比較的厳しい条件でも明確な漏水抑制効果を有していることを示したものである。

本論文は全6章から構成されており、第1章では研究の背景、目的および論文の構成について述べている。

第2章では、セメント系材料の自己治癒技術について既往の研究を調査し、材料開発および効果の評価方法に関する技術的課題を整理した上で、本研究の課題設定を行っている。

第3章では、自己治癒材料を混和したセメント硬化体の混練時の流動性低下を改善し、自己治癒効果の温存性を確保するために、徐放性を有する有機系材料のコーティングにより準カプセル化を図った自己治癒材料を試作し、着想した基本コンセプトの妥当性について検討している。まず、徐放成分の水溶性評価によって有望と考えられる徐放材料の選定を行った上で、水を全く使用せずに反応性粉体材料を有機系の徐放材料によってコーティングした自己治癒材料を試作した。そして、粒度分布

が細骨材の粒度分布に近いことを確認した上で、自己治癒材料を用いたモルタルの物性評価を行い、強度発現性に顕著な悪影響を及ぼさないことを確認し、提案手法による準カプセル化技術の可能性を確認している。

第4章では、ひび割れからの通水量に基づく自己治癒効果の評価方法として、試験方法と評価指標の提案を行っている。まず、自己治癒材料を使用しないモルタルを用いて、ひび割れ導入までの養生期間、表面ひび割れ幅、水頭差および供試体厚さをパラメータとしてひび割れからの通水量の変化を測定し、第1次スクリーニングのための試験条件としては、ひび割れ導入までの養生期間28日、表面ひび割れ幅0.3mm、水頭差100mmおよび供試体厚さ30mm、さらに過飽和状態ではない水を用いることが好ましいことを示している。そして、既往の研究で提案されている低反応活性セメントを自己治癒材料として用いたモルタルと、自己治癒材料を添加していない比較用のモルタルに対して提案した自己治癒効果の試験方法を適用し、試験方法としての妥当性を確認している。

また、通水量の経時変化から自己治癒材料の良否や材料間の優劣を評価可能な指標について検討し、経時的に変化する通水量を初期値で除して無次元化した通水量比を用いて、自己治癒材料の使用の有無による通水量比の差を、自己治癒材料を用いていない試料の通水量比で除した値を自己治癒指数と定義し、自己治癒材料の効果を定量的に評価することができる新たな評価指標として提案している。

第5章では、反応性材料として採用した普通ポルトランドセメント、膨張材およびベントナイトをそれぞれ徐放材料でコーティングした細骨材状の自己治癒材料を作製し、これを様々な割合で混和したモルタルのフレッシュ性状および強度性状を確認するとともに、前章で提案した試験方法と評価指標を用いて自己治癒性能を評価している。その結果、自己治癒材料を用いていないモルタルに比較して、ひび割れからの通水量が大幅に低減することを確認し、提案手法によって自己治癒効果を適切に付与できることを示している。特に、膨張材系自己治癒材料を 40kg/m^3 、もしくはベントナイト系自己治癒材料を 80kg/m^3 を用いたケースでは、0.3mmという比較的大きなひび割れ幅であっても、既往の研究で提案された自己治癒材料よりも高い自己治癒効果を得ている。

第6章は本論文の結論であり、本論文で得られた成果をまとめている。

以上のように、セメント系材料のひび割れ自己治癒効果を定量的に評価するための適切な試験条件・試験方法および評価指標の提案を行うと共に、ひび割れ幅0.3mmという比較的厳しい条件でも明確な漏水抑制効果を有する独自の自己治癒技術を提案した本研究の意義は極めて高く、有用性に富む独創的な研究成果と評価できる。

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。