



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Evaluation of Self-healing Ability of Concrete Produced with Supplementary Cementitious Materials and Superabsorbent Polymer [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	Pattharaphon, Chindasiriphan
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第14240号
Issue Date	2020-09-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/79405
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Pattharaphon_Chindasiriphan_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士 (工学) 氏名 Pattharaphon Chindasiriphan

審査担当者 主 査 特任教授 横田 弘
 副 査 教 授 松本 高志
 副 査 特任教授 千歩 修

学位論文題名

Evaluation of Self-healing Ability of Concrete Produced with Supplementary Cementitious Materials
and Superabsorbent Polymer

(セメント系混和材と高吸水性樹脂を混入したコンクリートの自己治癒能力の評価)

近年セメントコンクリートの経年劣化に関わる問題が顕在化しており、耐久性を向上させる手法の開発や、劣化が軽微なうちに対策を実施する予防保全の手法の開発が進められている。この手法の一つに、ひび割れ脆弱性を有するセメントコンクリートに対して、ひび割れが幅 0.2mm 程度以下の軽微な段階で自らがひび割れを閉塞させる機能を付与させる技術がある。本研究では、これを自己治癒と定義する。自己治癒を実現する技術としては、未水和セメントを利用する方法、フライアッシュや膨張材等の混和材あるいはバクテリアを混入する方法、発熱デバイスを利用する方法などが提案されている。しかし、例えばフライアッシュ等の混和材を用いる方法は長期間コンクリートに水分を供給し続けることが必要であることなどの制約もあり、いまだ自己治癒コンクリートが積極的に実用化されるまでには至っていない。

このようなことから、本研究では、水分を供給するための手法として、高吸水性高分子 (SAP) を用い、これにフライアッシュ (FA) あるいはもみ殻焼却灰 (RHA) を併用することによって得られるセメントモルタルの自己治癒能力について実験的に評価している。まず、SAP と FA を併用したモルタルに幅 0.2mm 程度のひび割れを人為的に発生させ、配合条件と養生条件がひび割れ閉塞能力 (自己治癒能力) に与える影響を明らかにしている。さらに FA に代わる RHA と SAP を併用することにより得られる自己治癒能力を定量的に明らかにしている。また、XRD や TG/DTA 等によりひび割れ閉塞物質の化学組成の同定を行い、自己治癒能力を発揮するメカニズムを明らかにしている。最後に、これらを受けて、SAP からの脱水により発生する空隙のコンクリートの中性化に対する影響について考察を加えている。

本論文は全 5 章から構成されており、各章の内容は次のとおりである。

第 1 章では、研究の背景と既往の研究成果をまとめており、研究の目的および意義を示している。

第 2 章では、FA と SAP の混入割合を変化させたモルタルを用いて、これらの自己治癒能力の程度を実験的に評価している。実験においては、ひび割れを通した漏水量の変化および析出物の成分定量化を行い、これらの材料を用いることの影響をモルタルフロー、圧縮強度、中性化深さの観点から明らかにしている。また、FA 混入量を増加させることでより多くの自己治癒物質 (ひび割れ閉塞物質) が析出し、SAP 混入量を増加させることでよりこれが顕著に現れることも明らかにしている。FA と SAP を併用することで、28 日間の養生によってひび割れ閉塞率 100% を達成できることも示している。これは、これらの材料が浸入水と反応することでカルサイトおよび C-S-H を生

成させるためであることを明らかにし、その物質の生成量を定量化している。

第3章では、自己治癒効果に与える FA と RHA の影響およびモルタルへの適用性について、両者を比較することで明らかにしている。比較項目は、モルタルフロー、圧縮強度、ひび割れ閉塞(透水量)、中性化深さである。また、これらを SAP と併用した場合の自己治癒機構について、TG/DTA および SEM-EDS の成分分析結果に基づいて考察している。その結果、シリカ分をより多く含む RHA では水和反応を促進し、FA と比較してより優れた自己治癒の発現に寄与できることを明らかにしている。成分分析の結果、ひび割れ閉塞および透水量低減は主に C-S-H とカルサイトの生成によって実現され、28 日の養生では FA はひび割れ閉塞および透水量低減により顕著に寄与し、RHA は強度低下からの回復により顕著に寄与することを明らかにしている。

第4章では、FA と SAP によって自己治癒したモルタルの中性化リスクについて検討している。FA の混入ではポルトランドイトの量が低下する一方で、SAP を混入することでカルサイトの量が約 4% 増加することを示しているが、中性化進行には顕著な差がないことを明らかにしている。2 年間の促進中性化試験の結果から中性化進行速度を定量化し、これによって 20 年間の供用期間での中性化リスクについて実用レベルでは問題のないことが結論づけられている。

第5章は、本論文の総括であり、本研究の結論として得られた知見をまとめ、今後の課題を示している。

これを要するに、著者は SAP とセメント系混和材である FA あるいは RHA を併用したコンクリートにおける自己治癒のメカニズムを明らかにするとともに、自己治癒能力をより確実に得るための配合条件等を提案している。これは、コンクリートの自己治癒を期待する場合の材料設計および維持補修に活用できる実用的な知見を得たものであり、コンクリート工学、維持管理工学の発展に貢献するところ大なるものがある。よって、著者は北海道大学博士(工学)の学位を授与される資格があるものと認める。