

論文の内容の要旨

専攻名 システム創成工学専攻

氏名 劉 玲玲

持続可能な社会の構築の一環として、構造物を長期にわたり良好な状態で使用することを実現するため、構成材料・部材自体の耐久性を向上させることが世界的に重要な課題である。ここで、コンクリート構造物の耐久性の一つに、乾燥収縮によるひび割れに対する抵抗性が挙げられる。ひび割れ、特に乾燥収縮によるひび割れの発生を抑制するため、これまで多くの研究がなされており、その一部技術は既に実用化されている。その中でも、収縮低減材料を混和する方法が広く用いられている。

尿素をモルタル・コンクリートに混和すると、水和発熱量の低減および乾燥収縮ひずみの低減効果があり、実施工での適用事例も多い。既往の研究より、尿素を50kg/m³混和すると、乾燥収縮は約60%低減するとされている。しかし、レディーミクストコンクリート工場において種々の混和材料を適用する方法は、材料の品数増加・管理の問題、練り混ぜ時に投入する手間などに起因する材料および機材コストや人件費の上昇を招く。また、工場において、一般に使用しない混和材料の投入や骨材の確保・利用は、既存設備のみでは対応できず、材料混和の度に臨時の人手を要するため、混和材料を活用したひび割れ防止策の普及を妨げているのが現状である。

一方、コンクリートの乾燥は主に露出表面部分で生じている。表面付近では湿分の分布に差が生じるが、コンクリートの内部では平衡状態となるためそれほど乾燥は進行しない。このような状態にあるコンクリート全体に対して収縮抑制のための混和材料を用いることは、材料を効率的に利用しているとは言い難く、乾燥する表面部にのみ選択的に収縮低減効果のある材料を含有させることが合理的と考えられる。

このような背景のもと、本研究では安価で簡便な方法として、尿素を主成分とした水溶液を脱型したコンクリートの表面に塗布することにより、乾燥収縮を低減する方法を開発した。

以下に各章の概要を示す。

第1章の序論では、本研究を行うことになった社会的及び技術的な研究背景を述べ、現状の乾燥収縮低減における問題点と本研究の目的を記述した。

第2章では、乾燥収縮低減方法および本研究で使用した材料に関する既往の研究について述べ、本研究の位置づけを示した。

第3章では、尿素水溶液の含浸による乾燥収縮低減効果を検討した。まずは、硬化モルタルの表面に尿素水溶液を含浸させるため、一定時間尿素水溶液に浸漬した後乾燥収縮を測定し、その効果を調べた。さらに、硬化コンクリートにおける尿素水溶液の乾燥収縮低減効果を確認するため、同様に尿素水溶液に浸漬した後乾燥収縮を測定し、効果を調べた。コンクリートにおける乾

乾燥収縮試験の結果から、表面に尿素水溶液を含浸させる方法は、混和材料として使用した場合と比較して、非常に少ない量で簡便に収縮低減効果を得ることができる事が分かった。

第4章では、尿素水溶液を浸漬した場合の収縮低減メカニズムを解明するため、メカニズムの仮説を立て、尿素水溶液が浸透した深さ、尿素水溶液の表面張力および浸透した尿素の再結晶に着目し、仮説メカニズムの検証を行った。

第5章では、尿素水溶液含浸による構造物の耐久性への影響を検討した。尿素を主成分とした水溶液に浸漬したコンクリートについて、凍結融解抵抗性、中性化およびひび割れ抵抗性などの耐久性の検討を行った。

第6章では、実現場においても適用できる尿素水溶液含浸方法の検討として、尿素水溶液を用い、型枠脱型から所定材齢を経過した硬化コンクリート表面に塗布または散布した場合の乾燥収縮低減効果と基本性状について検討した。

第7章では、尿素水溶液に新しい化学材料を添加することにより、本低減方法の問題点を改良し、実用可能な乾燥収縮低減剤を開発することを試みた。実験では構造物が風雨に曝されることを想定し、材齢経過後の尿素水溶液含浸供試体を水に浸漬することで、雨水暴露の模擬実験を行い収縮低減効果の変化を確認したところ、水への浸漬を繰り返す度に収縮低減効果の減少が確認され、含浸した尿素の溶出が認められた。また、尿素水溶液は温度が低下すると溶解度が下がるため、水に溶けていた尿素が低温環境ではコンクリート内部に浸透する前に再び結晶化し析出するため、寒冷時の使用に適していない。そのため本章ではまず、尿素水溶液を含浸した材齢経過後のコンクリート供試体を繰り返し水に浸漬した場合における収縮低減効果維持について検討した。また、不凍液が持つ耐低温性能および耐凍結性能について着目し、不凍液を尿素水溶液に添加することで尿素が浸透する前に結晶化して析出することを抑制することが出来る事を見出し、寒冷時での使用を可能性とした。

第8章では、本研究の結論と考察を述べると共に、今後の課題を示した。

以上の研究の結果、尿素水溶液をコンクリートに塗布することにより、安価で簡便な乾燥収縮低減方法の開発がなされた。この研究開発により、建設工事における、より合理的な乾燥収縮低減方法が可能となるものと考えられる。