

尿素を主成分とした水溶液の塗布および散布による乾燥収縮低減効果の検討

宇都宮大学 学生会員 ○劉 玲玲

正会員 藤原 浩已 丸岡 正知

1.はじめに

既往の研究成果において、尿素をコンクリートに 50 kg/m³ 混和すると、乾燥収縮は約 60%低減するとされる¹⁾。しかし、乾燥収縮の抑制をするために、コンクリート全体に混和材料を用いることは効率的とはいえず、主原因である表面部分にのみ収縮低減効果のある材料を用いることが合理的と考えられる。本研究では上記の状況を考慮し、より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後のコンクリート表面に含浸させることにより、乾燥収縮を低減する方法を開発した。本報告では、尿素または尿素と硫酸ナトリウムを一定の割合で混和した水溶液を塗布または散布した場合の乾燥収縮低減効果についての検討結果を示す。

2. 実験概要

使用材料を表-1 に、コンクリートの配合条件およびフレッシュ性状試験結果を表-2 にそれぞれ示す。

フレッシュ性状の目標値は、スランプ 8.0±2cm, 空気量 4.5±1.5%とした。練混ぜには公称容量 60L の二軸ミキサを使用した。練混ぜ手順はセメント、細骨材、粗骨材を投入した後、空練りを 15 秒行い、あらかじめ SP を混和した練混ぜ水を投入し、60 秒練り混ぜた後排出した。乾燥収縮試験は JIS A 1129-3 に準拠した。供試体作製翌日に脱型し、この日を乾燥期間 0 日とした。脱型後乾燥開始から 3 日目にそれぞれの水溶液を塗布または散布した。測定期間中は 20±3℃, 相対湿度 60±5%の恒温恒湿室にて保管し、長さ変化と質量変化を測定した。

本研究においては、尿素を水に質量比で 50%溶解した水溶液、水に質量比で尿素 45%および硫酸ナトリウム 5%の割合で溶解させた混合水溶液を乾燥収縮低減剤として使用した。塗布は幅 70mm の刷毛を使用し、塗布量を 1m² 当たり 200g 使用することを想定し、供試体の全表面積に対して 36g の水溶液を 30 分に 1 回、供試体全面に満遍なく塗布した。塗布回数は 3 回、6 回、9 回の 3 条件とした。散布では市販の噴霧器を使用し、供試体表面から垂直距離 5cm の位置から、供試体全面に 10cm×10cm の面積当たり 4 回吹き付けた。また、比較のため、散布回数は塗布と同様の 3 条件とした。

3. 試験結果及び考察

各セメント比について、尿素水溶液を塗布した場合の乾燥収縮試験結果を図-1、混合水溶液を塗布した場合の

表-1 使用材料

種別	名称	記号	密度
水	上水道水	W	1.00
結合剤	普通ポルトランドセメント	C	3.16
細骨材	鬼怒川産川砂 (F.M.: 2.65, 吸水率: 1.94)	S	2.56
粗骨材	笠間産碎石 (F.M.: 6.23, 吸水率: 0.75)	G	2.64
混和剤	ポリカルボン酸系高性能AE減水剤	SP	1.00
化学系材料	工業用尿素	U	1.32
	硫酸ナトリウム (Na ₂ SO ₄)	Na	2.68

表-2 配合条件, フレッシュ性状試験結果

W/C (%)	単位量 (kg/m ³)				添加率 (C×%)	フレッシュ性状	
	W	C	S	G	SP	空気量 (%)	スランプ (cm)
40	170	425	716	983	0.10	4.5	8.0
50	172	344	811	947	0.10	4.0	8.0
60	174	290	847	950	0.10	4.0	8.0

乾燥収縮試験結果を図-2、また、混合水溶液を散布した場合の乾燥収縮試験結果を図-3 にそれぞれ示す。

図-1 と図-2 より、両水溶液の塗布による乾燥収縮の低減効果が認められた。これは、供試体表面の空隙から水溶液が供試体表層の微細空隙に浸入し、空隙内で水分の逸散に伴う尿素濃度の上昇および、尿素的再結晶化が生じることで、硬化組織中の空隙が埋められたためと考えられる。また水溶液の浸入により、供試体内部に残存する水分の逸散を防止する保水効果が現れ、多くの水分が硬化体中に残ることによって乾燥収縮を抑制したと考えられる。しかし、水セメント比 40%において、塗布 3 回の長さ変化率は無処理と同様になった。これは硬化体が緻密となる低水セメント比の条件では水溶液は表面から浸透しにくいためと考えられる。また、いずれの水溶液においても塗布回数が多くなるほど、収縮低減効果が大きくなることがわかった。これは塗布回数が多くなるほど、コンクリート表面の空隙から水溶液が内部へ浸入する量が増加し、その後乾燥した時に多くの尿素が硬化組織中で再結晶化し残存するためと推察される。

図-3 より、全ての乾燥収縮試験において、混合水溶液の散布により、乾燥収縮の低減効果が認められた。また、水溶液の散布回数を 3 回、6 回、9 回とした場合、いずれの水セメント比においても回数を多くなるほど、収縮低減効果が大きくなることがわかった。これは塗布の場合と同様の原因だと考えられる。また、散布回数を 3 回とした場合、水セメント比 50%および 60%の乾燥収縮

キーワード 散布 塗布 乾燥収縮低減剤 尿素 硫酸ナトリウム

連絡先 〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学工学部 TEL 028-689-6003

低減効果は水セメント比 40%の場合より大きくなった。これは、硬化体組織が比較的に粗となる高水セメント比の方が水溶液は硬化体表面から浸透しやすいためと考えられる。また、水セメント比 60%の場合、各施工回数について、混合水溶液散布の収縮低減割合は塗布より大きかった。これは、散布の水溶液はコンクリートの表層付近に多く分布し、塗布の水溶液が表層より深く内部に分布していると考えられる。散布の水溶液は、含浸量に表れない形でコンクリート表層においてより多く結晶することで、収縮低減効果が顕著に表れると考えられる。

4. まとめ

尿素水溶液および混和水溶液を塗布または散布した場合の乾燥収縮低減効果が認められた。施工方法について、散布の収縮低減割合は塗布と同程度もしくはそれ以上の値を示した。これより、実大構造物に作業しやすい散布は実施工において適用しやすいと考えられる。

参考文献

- 1) 河井徹・阪田憲次：尿素を用いたコンクリートの諸特性，コンクリート工学，Vol.29，No.1，2007

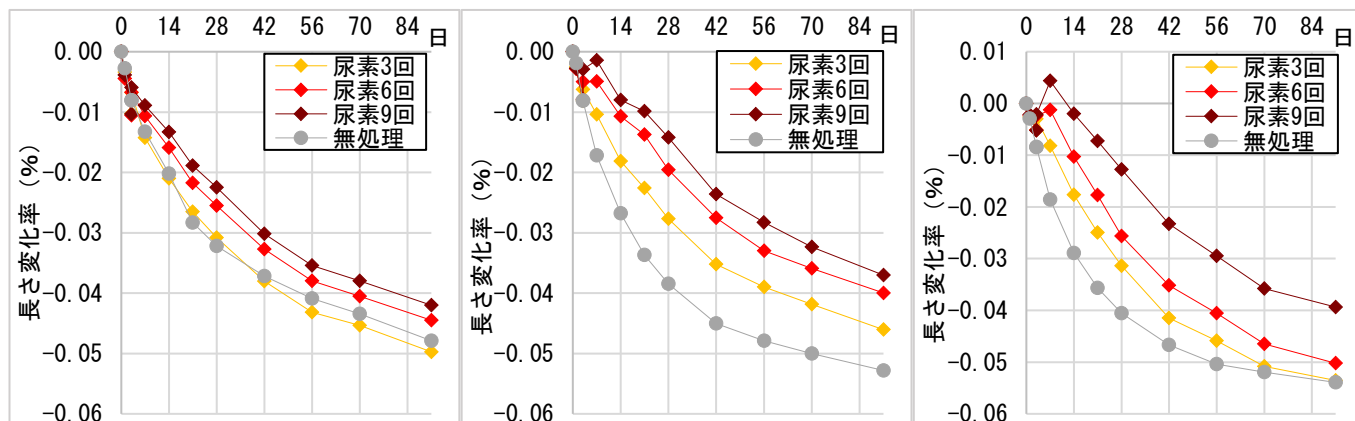


図-1 尿素水溶液塗布の乾燥収縮試験結果(左：40% 中：50% 右：60%)

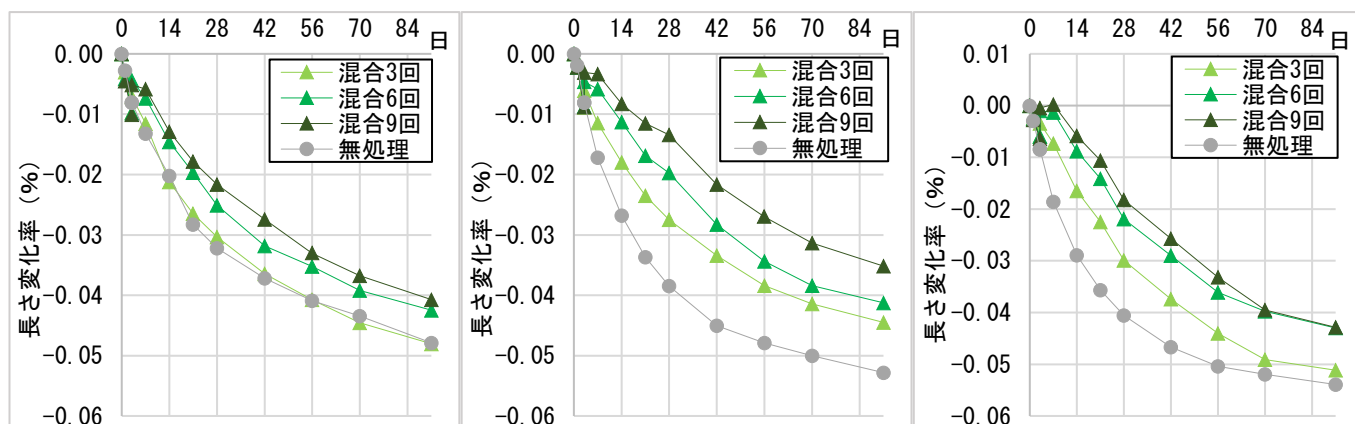


図-2 混合水溶液塗布の乾燥収縮試験結果(左：40% 中：50% 右：60%)

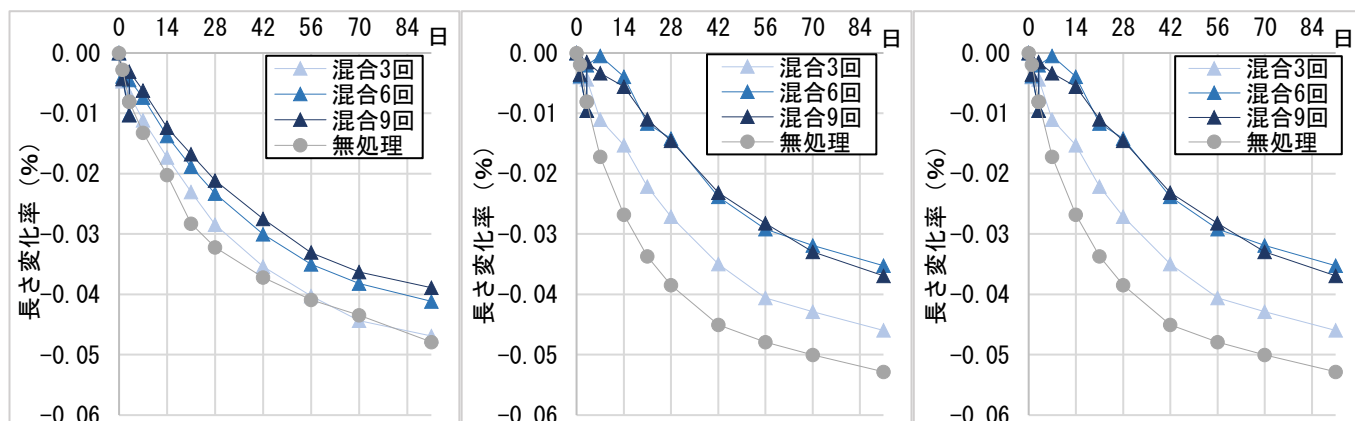


図-3 混合水溶液散布の乾燥収縮試験結果(左：40% 中：50% 右：60%)