

高炉スラグ微粉末および尿素を使用したコンクリートの諸特性

徳島大学 学生会員 ○崎山晴希 和歌山高専 正会員 三岩敬孝
高知高専 正会員 横井克則

1. 目的

水和熱に起因する温度ひび割れおよび乾燥収縮ひび割れはコンクリートのひび割れの主要原因である。近年、低品質な骨材を使用することによる収縮ひび割れが問題となってきた。このため、尿素をコンクリートに使用することで、単位水量の低減により収縮量を低減させる研究が進められてきている。尿素とは、無色無臭で水溶性があり水に溶けやすく、また、農業用肥料としても利用されてきた。コンクリートに尿素を添加した場合、練混ぜ直後の吸熱反応による温度低減効果と硬化時におけるセメントの水和反応の抑制効果により、コンクリートの水和熱低減効果を発揮するといった一連の研究結果が報告されている^{1), 2)}。

そこで、本研究では、高炉スラグ微粉末および尿素を混入したコンクリートのフレッシュ特性、また、強度が凍結融解に対する抵抗性におよぼす影響や乾燥収縮、さらにコンクリートに浸透する塩化物イオンに対する抵抗性等の硬化後特性について検討を行った。

2. 概要

(1) 使用材料

結合材は普通ポルトランドセメント(密度 3.15g/cm³)、高炉スラグ微粉末(密度 2.89g/cm³)、尿素は工学用尿素(密度 1.32g/cm³)、細骨材は砕砂(表乾密度 2.60g/cm³)、粗骨材は碎石(表乾密度 2.62g/cm³、最大寸法 20mm)を使用した。

(2) 配合

本研究で使用したコンクリートの配合は、単位結合材量及び単位骨材量は一定とし、尿素 0%のコンクリートの水セメント比を 60%とした。尿素量は単位水量の容積比に対する割合をそれぞれ 0%、10%、20%とし、高炉スラグ微粉末量は高炉セメント B 種に相当するように単位セメント量の質量比に対する割合を 50%とした。

(3) 試験項目

乾燥収縮による長さ変化試験は JIS A 1129-2「モルタル及びコンクリートの長さ変化試験方法-コンタクトゲージ方法-」準拠して行った。また硬化後の試験として、凍結融解試験、気泡間隔係数測定および塩水浸漬試験を行った。凍結融解試験は JIS A 1148「コンクリートの凍結融解試験方法」の A 法(水中凍結水中融解試験方法)を行い、劣化度は共鳴振動数を測定することにより評価した。気泡間隔係数はコンクリートの気泡組織測定装置を使用して測定し、塩水浸漬試験は、塩分計で測定した。

3. 実験結果および考察

(1) 凍結融解試験

図-1 に凍結融解試験(尿素の使用量による影響)、図-2 に凍結融解試験(圧縮強度の違いによる影響)をそれぞれ示す。図-1 より、凍結融解 300 サイクル終了時の相対動弾性係数はセメントの種類に関係なく全ての配合において 60%以上であるため、凍結融解に対する抵抗性を有しているといえる。しかし、高炉スラグ微粉末を使用したコンクリートは 300 サイクル終了時の相対動弾性係数はほとんど低下していないものの普通ポルトランドセメントに 20%の尿素を使用したコンクリートは、大幅に低下している。このことから、普通コンクリートに比較して高炉スラグ微粉末を使用したコンクリートの凍結融解に対する抵抗性が高いといえる。また、図-2 から同様のことがいえる。

(2) 乾燥収縮による長さ変化試験

図-3 に乾燥収縮による長さ変化試験結果を示す。この図より、普通コンクリートに比較して高炉スラグ微

粉末を使用したコンクリートの場合、乾燥収縮が大きくなるものの、尿素を使用することで乾燥収縮を大幅に低減できるといえる。特に、単位水量に対して 20%の尿素を使用することによって普通コンクリートの場合約 250×10^{-6} 、高炉スラグ微粉末を使用したコンクリートの場合約 150×10^{-6} の収縮量を低減することができた。このことから、高炉セメントを使用したコンクリートは乾燥収縮が大きくなるものの、その低減対策として尿素の使用は有効であると考えられる。

(3) 塩水浸漬試験

図-4 に塩水浸漬試験の結果を示す。この図から普通コンクリートおよび高炉スラグ微粉末を使用したコンクリートの塩化物イオン濃度は、表面からの深さが深いほど低くなるがセメントの種類による違いは認められなかった。これより尿素を使用することによる塩化物イオン濃度の浸透に対する抑制効果は見られず、また、セメントの種類の違いもないと考えられる。

4. まとめ

本研究では、尿素と高炉スラグ微粉末を使用したコンクリートの硬化後の特性である乾燥収縮や強度が凍結融解に対する抵抗性におよぼす影響等について検討を行った。本研究で得られた結果を要約すると以下ようになる。

- (1) 高炉スラグ微粉末を使用することで乾燥収縮が増加する。しかし尿素を添加することで大幅に乾燥収縮を低減できる。
- (2) 普通コンクリートに比較して高炉スラグ微粉末を使用の方が凍結融解に対する抵抗性が向上する。
- (3) 普通コンクリートおよび高炉セメントのいずれにおいても、尿素の添加による塩化物イオン濃度の浸透に対する抑制効果は認められない。

参考文献

- 1) 阪田憲次, 浜田利彦, 岩城圭介: 尿素によるコンクリートの水和熱低減効果に関する研究, セメント技術年報, 42, pp. 403~406, 1988
- 2) 河井 徹, 阪田憲次: 尿素を用いたコンクリートの諸特性, コンクリート工学年次論文集, Vol. 29, No. 1, pp. 639~644, 2007

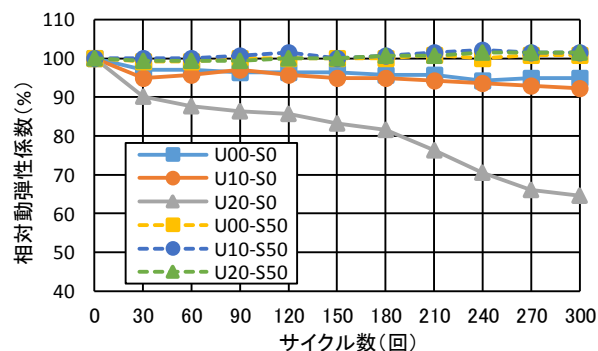


図-1 凍結融解試験(尿素の使用量による影響)

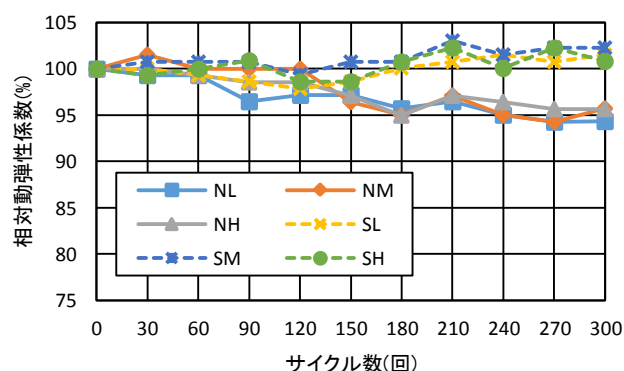


図-2 凍結融解試験(圧縮強度の違いによる影響)

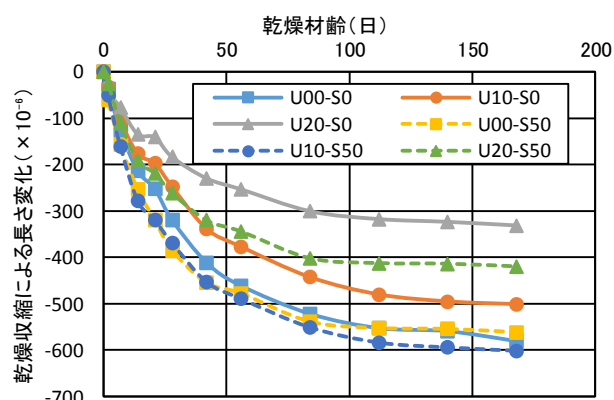


図-3 乾燥収縮による長さ変化試験

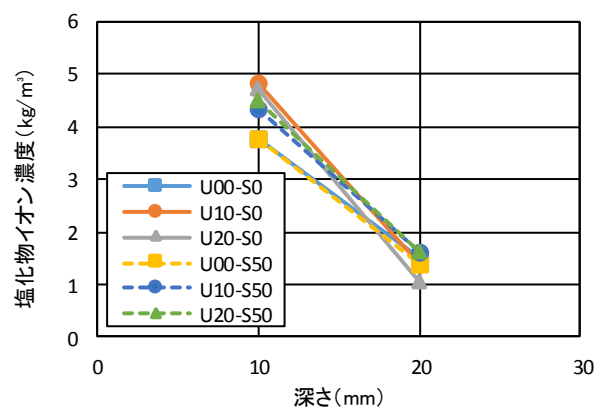


図-4 塩水浸漬試験結果