

収縮低減材料を用いたコンクリートの乾燥収縮特性に及ぼす相対湿度の影響

太平洋セメント株式会社 正会員 ○藤澤 竜 大野 拓也
TAIHEIYO SINGAPORE PTE.LTD. 正会員 三谷 裕二
名古屋大学 環境学研究科都市環境学専攻 正会員 丸山 一平

1. はじめに

収縮ひび割れを精度よく予測する手法として、内部鉄筋や既設構造物による外部拘束応力だけでなく、コンクリート表層部と内部の乾燥収縮ひずみの差などにより生じる内部拘束応力の影響を加味した解析方法が検討されている¹⁾。この種の解析精度向上のためには、コンクリートの乾燥収縮と相対湿度の関係を明確にすることが重要であるものの、既往の知見の多くは、相対湿度 60%の条件下におけるものであり、異なる相対湿度での検討は少ないのが現状である。

本検討では、厚さ 10mm のコンクリート供試体を用いた検討方法により、膨張材または収縮低減剤を使用したコンクリートについて、種々の相対湿度環境下における収縮ひずみを測定し、乾燥収縮に及ぼす相対湿度の影響を評価した。

2. 実験概要

2. 1 使用材料および配合

使用材料を表-1、コンクリートの配合を表-2 に示す。水結合材比を 50%とし、普通セメントを用いたコンクリート(N)、普通セメントに膨張材を 20kg/m³ 内割置換したコンクリート(NEX)、N の単位水量に収縮低減剤を 6kg/m³ 内割置換したコンクリート(NSR)の 3 種類について検討した。コンクリートの練混ぜは 20℃・R.H.80%の室内で行い、スランプおよび空気量がそれぞれ 15±2.5cm、4.5±1.5%となるように空気量調整剤の添加量を変化させた。

2. 2 作製供試体および測定方法

本検討では、短期間で乾燥収縮ひずみを測定するために、直径 100mm、厚さ 10mm のコンクリート供試体(以下、円盤供試体)を用いた。円盤供試体はφ100×200mm の円柱供試体を材齢 7 日まで 20℃封緘養生した後、ダイヤモンドカッターを用いて中央部から 10mm の厚さで切り出して作製した。その後、飽和塩水溶液を用いて 20℃・相対湿度(R.H.)33, 45, 59, 75, 85%に調湿した各デシケータ内に円盤供試体を 3 枚ずつ保管した。供試体は、所定の期間で取り出し、質量および長さを測定後、直ちにデシケータに戻し、乾燥期間 182 日まで測定した。円盤供試体の長さは、直行する 2 本の直径方向の

長さを図-1 に示す 4 つのレーザー変位計(精度 0.001mm)によって測定し、乾燥開始後の長さ変化率を乾燥収縮ひずみとした。なお、長さ変化率は直径 100mm、厚さ 10mm のインバー鋼との差によって算出した。

3. 実験結果および考察

表-1 使用材料

材料	記号	物理的性質など
セメント	NC	普通ポルトランドセメント/ 密度: 3.16g/cm ³
膨張材	EX	低添加型石灰系膨張材/ 密度: 3.16g/cm ³
収縮低減剤	SR	低級アルコールポリシリケート付加物
細骨材	S	静岡県掛川市産山砂/ 表乾密度: 2.57g/cm ³
粗骨材	G	茨城県桜川市産砕石(砕石 2005)/ 表乾密度: 2.64g/cm ³
混和剤	AD	AE 減水剤リグニンスルホン酸系
	AE	空気量調整剤

表-2 コンクリート配合

記号	W/B (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)					
			W	NC	EX	SR	S	G
N	50	45.0	169	338	-	-	785	993
NEX			169	318	20	-	785	993
NSR			163	338	-	6	785	993

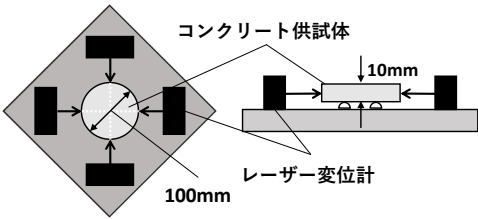


図-1 測定方法

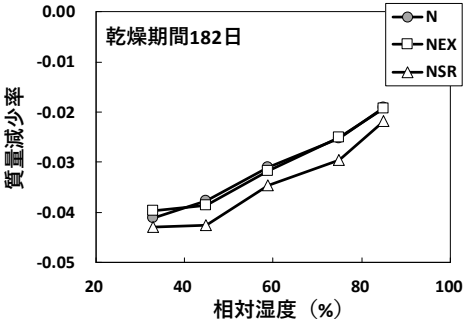


図-2 相対湿度と質量減少率の関係

キーワード 相対湿度、乾燥収縮、膨張材、収縮低減剤

連絡先 〒285-8655 千葉県佐倉市大作 2-4-2 太平洋セメント(株) 中央研究所 TEL : 043-498-3915

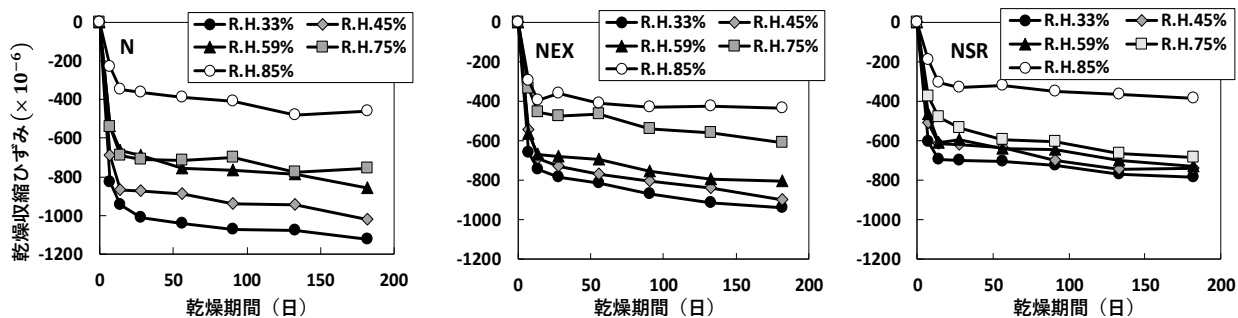


図-3 乾燥収縮ひずみ

3. 1 質量減少率

図-2 に乾燥期間 182 日における質量減少率と相対湿度の関係を示す。質量減少率は乾燥前質量と各乾燥期間での質量の差を乾燥前質量で除すことで算出した。質量減少率は、相対湿度が低いほど大きく、相対湿度に対し概ね直線となる傾向であった。N と NEX はいずれの相対湿度下においても明確な差は認められないが、NSR は N と比べて 0.5% 程度大きくなった。NSR の質量減少率が N より大きくなった要因として、収縮低減剤の使用により間隙水の表面張力が低下し、相平衡となる気液界面のケルビン半径が小さくなることが報告されている²⁾。

3. 2 乾燥収縮ひずみ

図-3 に乾燥収縮ひずみと乾燥期間の関係を示す。総じて、相対湿度が低いほど乾燥収縮ひずみが大きくなる傾向が認められ、概ね 56～91 日程度でほぼ一定となる傾向を示した。

図-4 に乾燥期間 182 日における乾燥収縮ひずみと相対湿度の関係を示す。いずれの相対湿度においても、NEX、NSR は N と比べて小さくなり、R.H.59% 下では NEX、NSR でそれぞれ 5%、15% 程度小さくなった。一方で R.H.33、45% 下では、NEX は 10～15%、NSR は 25～30% 程度小さくなり、低湿度環境下ほど収縮低減効果が大きかった。NSR については、コンクリートの乾燥に伴って、空隙中の収縮低減剤の濃度が増大することで、収縮低減効果が大きくなった可能性が考えられる。

図-5 に乾燥期間 182 日における乾燥収縮ひずみと相対湿度の関係について、R.H.59% 下の乾燥収縮ひずみに対する各相対湿度の乾燥収縮ひずみの比を示す。図中には、各水準の実験結果に基づく回帰式を併記しているが、いずれの水準においても概ね一義的な曲線で表現できる可能性がある。なお、各回帰式を比較すると、N と NEX は同程度、NSR は低湿度環境下で N より小さくなっていた。

4. まとめ

以下に本研究で得られた知見を示す。

- (1) 質量減少率は、相対湿度が低いほど大きくなった。また、

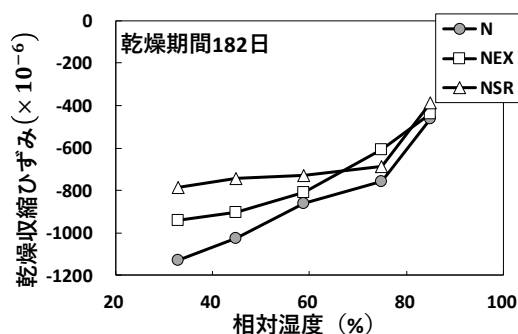


図-4 相対湿度と乾燥収縮ひずみの関係

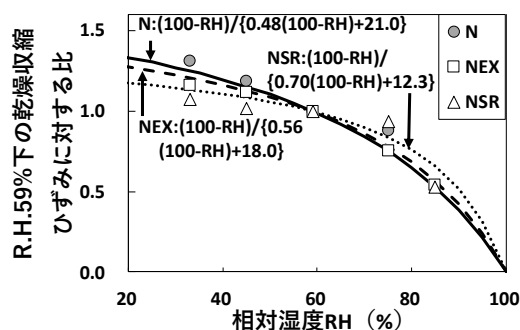


図-5 R.H.59%環境下の乾燥収縮ひずみに対する収縮比

収縮低減剤を用いたコンクリートは普通コンクリートより 0.5% 程度大きくなった。

- (2) 乾燥収縮ひずみは相対湿度が低いほど大きくなった。また、相対湿度 33、45% における膨張材および収縮低減剤を用いたコンクリートの乾燥収縮ひずみは、普通コンクリートよりそれぞれ 10～15%、25～30% 程度小さく、低湿度環境下において顕著であった。
- (3) 膨張材および収縮低減剤を用いたコンクリートの乾燥収縮ひずみと相対湿度の関係は、一義的な回帰曲線で表現できる可能性がある。

【参考文献】

- 1) 日本コンクリート工学会：コンクリートの収縮特性評価およびひび割れへの影響に関する調査委員会報告書，pp.127-132 (2012)
- 2) 栗原諒ほか：収縮低減剤の添加濃度と収縮ひずみの関係に関する実験的検討，セメント・コンクリート論文集，Vol.69，pp.118-123 (2015)