

膨張材および収縮低減剤の線膨張係数低減効果

(株)宇部三菱セメント研究所 正会員 ○後藤 貴弘
 (株)宇部三菱セメント研究所 久芳 昭二
 (株)宇部三菱セメント研究所 高尾 昇
 (株)宇部三菱セメント研究所 白石 良太

1 はじめに

従来から、コンクリートの線膨張係数は骨材の種類に依存し、セメント種類の影響はほとんど無いと言われてきた。しかし、著者らの研究では、セメント種類でコンクリートの線膨張係数が異なり¹⁾、原因としてペースト硬化体の細孔構造が影響していると推察された²⁾。そこで本研究では、細孔構造に大きな影響を及ぼすことが知られている膨張材および収縮低減剤を用いて、線膨張係数と細孔構造との関係を調査した。

2 試験概要

2.1 使用材料および配合

使用材料を表1に示す。セメントは普通ポルトランドセメントを用い、膨張材および収縮低減剤はいずれも市販品を使用した。セメントペーストは、水セメント比を30%とし、膨張材および収縮低減剤を所定量添加した表2の配合とした。コンクリートは、水セメント比を55%とし、膨張材を30kg/m³、収縮低減剤をC×2%添加した表3の配合とした。

表1 使用材料

材料	種類および産地
セメント(C)	普通ポルトランドセメント(N),密度 3.16g/cm ³
膨張材(EX)	エトリンサイト系, 標準添加量 30kg/m ³
収縮低減剤(SR)	グリコールエーテル系, 標準添加量 C×1~4%
混和剤(Ad)	リグニンスルホン酸系 AE 減水剤
細骨材(S)	千葉県木更津産山砂
粗骨材(G)	埼玉県両神産砕石 2005

表2 セメントペーストの配合

試料名	W/B (%)	1 バッチあたりの量(g)			
		W	C	EX	SR
ブレーン	30	900	3000	0	0
EX 6%			2830	170	
EX12%			2679	321	
SR 2%		840	3000	0	60
SR 4%		780			120

$$B=C+EX$$

2.2 線膨張係数試験方法

供試体は、テフロンフィルムおよびポリスチレンボードで加工した図1に示す型枠にペーストおよびコンクリートを打ち込み、上面をビニルで封緘した。その後、自己収縮および自己膨張を取り除く目的で、20℃の恒温槽で14日間封緘養生したのち、図2に示す温度履歴を繰り返し与え、温度とひずみの関係から線膨張係数を算出した。

表3 コンクリートの配合

試料名	W/B (%)	単位量(kg/m ³)				混和剤(C×%)		スランプ [°] (cm)
		W	C	EX	G	Ad	SR	
ブレーン	55.0	154	280	0	1064	0.25	0	12.0
EX12%			250	30			0	14.0
SR 2%			280	0			2.0	13.5

3 試験結果

3.1 セメントペーストの線膨張係数

膨張材および収縮低減剤を添加したセメントペーストのひずみを図3に、線膨張係数を図4に示す。図4から、膨張材および収縮低減剤の添加量が増えるにつれて、セメントペーストの線膨張係数は小さくなる傾向を示した。膨張材の添加で最大20%、収縮低減剤の添加で最大40%と、収縮低減剤の効果が特に顕著であった。

キーワード：線膨張係数，膨張材，収縮低減剤，細孔径分布

連絡先：〒807-0812 福岡県北九州市八幡西区洞南町 1-1 TEL 093-641-4125 FAX 093-642-6041

3.2 コンクリートの線膨張係数

コンクリートの線膨張係数を図5に示す。図から、コンクリートの場合は、骨材の容積が7割程度占めるため、セメントペーストほど顕著な傾向は見られないが、膨張材の添加で約5%，収縮低減剤の添加で約10%，線膨張係数が低減した。

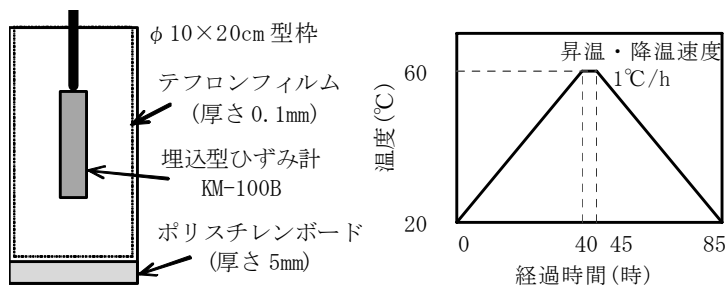


図1 型枠

図2 温度履歴

3.3 線膨張係数と細孔構造の関係

セメントペーストの細孔径分布を測定して線膨張係数との関係を調査した。試料は、EX6%とSR2%とし、水銀圧入式ポロシメータで測定した。1～100nm内の平均細孔径とセメントペーストの線膨張係数を図6に示す。図から、EX6%およびSR2%の平均細孔径は、プレーンに比べて大きくなり、線膨張係数と相関関係にあることが確認できた。既往の文献から、膨張材は、水酸化カルシウムやエトリンガイトの生成によって、100nm～数 μm の比較的マクロな細孔を生成する³⁾。一方、収縮低減剤は、毛細管水の表面張力を低下させることで、100nm以下の比較的ミクロな細孔の小径化を抑制する⁴⁾。今回の試験結果から、セメントペーストの線膨張係数は、毛細管レベルの比較的ミクロな細孔構造と密接な関係にあると考察された。

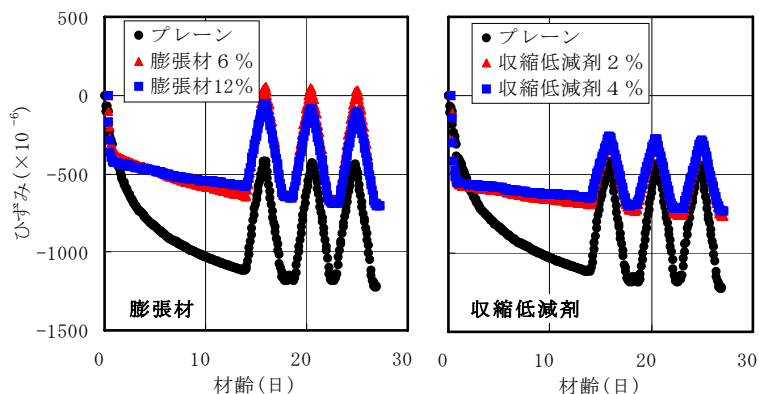


図3 セメントペーストのひずみ測定結果

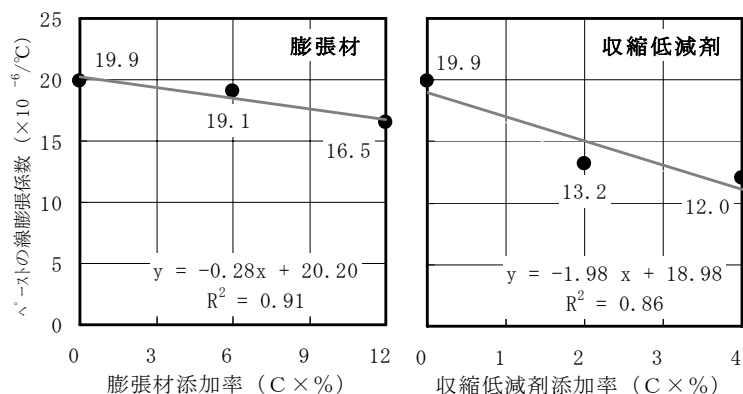


図4 膨張材および収縮低減剤添加率と線膨張係数の関係

4 まとめ

コンクリートの線膨張係数がセメント種類で異なる原因を硬化体の細孔構造に着目して調査した。この結果、セメントペーストの線膨張係数は、膨張材の添加で約20%，収縮低減剤の添加で約40%と大幅に低減されることが分かった。また、セメントペーストの線膨張係数は、1～100nm内の平均細孔径と相関関係にあり、毛細管レベルの比較的ミクロな細孔構造と密接な関係にあることが分かった。

参考文献

- 1) 後藤ほか: コンクリートの線膨張係数に関する基礎的研究, 土木学会第62回年次学術講演会(平成19年9月) pp1177～1178
- 2) 白石ほか: 各種セメントを用いたペースト硬化体の線膨張係数について, 第62回セメント技術大会講演要旨(2008)
- 3) 盛岡ほか: 膨張材を混和したセメント硬化体の微細構造, コンクリート工学年次論文集, Vol20, No.2(1998) pp169～174
- 4) 張ほか: 有機系収縮低減剤を用いた硬化ペーストの長さ変化と微細構造, コンクリート工学年次論文集, Vol24, No.1(2008) pp189～194

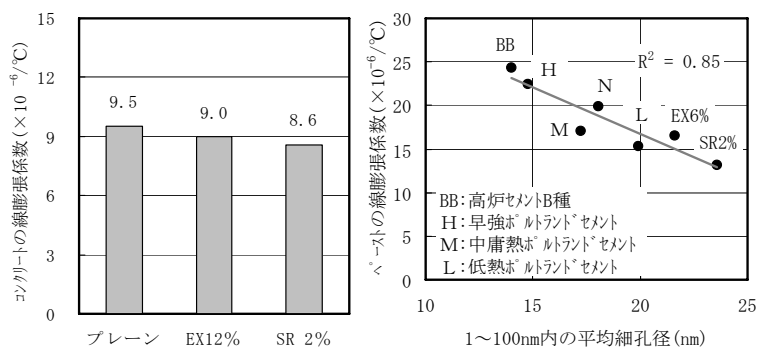


図5 コンクリートの線膨張係数

図6 細孔径と線膨張係数の関係