

## コンクリートの線膨張係数に関する基礎的研究

(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

コンクリートの線膨張係数は、温度応力の発現性状に影響を与える重要な値である。一般に線膨張係数は、 $8\sim 12 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ とされているものの、温度履歴下の硬化過程においては試験方法が確立されておらず未解明な部分が多い。そこで、温度履歴下におけるコンクリートの線膨張係数を簡易に求める方法を検討し、各種セメントを使用したコンクリートの硬化過程および硬化後の線膨張係数を推定した。

## 2 試験概要

## 2.1 使用材料およびコンクリートの配合

使用材料を表1に示す。セメントは、ポルトランドセメント(N,M,L)と高炉セメント B 種(BB)の合計4種類を使用した。

コンクリートの配合は、表2に示すとおり、水セメント比を55%とし、単位粗骨材量を一定とした。また、練上がり直後の目標スランブを $12\pm 2.5\text{cm}$ とした。

表1 使用材料

材料	種類(産地)
セメント (C)	普通ポルトランドセメント(N),密度 $3.16\text{g}/\text{cm}^3$
	中庸熱ポルトランドセメント(M),密度 $3.21\text{g}/\text{cm}^3$
	低熱ポルトランドセメント(L),密度 $3.24\text{g}/\text{cm}^3$
	高炉セメント B 種(BB),密度 $3.04\text{g}/\text{cm}^3$
混和剤	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 コンクリートの配合

セメント	W/C (%)	単位量( $\text{kg}/\text{m}^3$ )			スランブ (cm)	空気量 (%)
		W	C	G		
N	55.0	154	280	1064	12.0	4.7
M		154	280		14.0	4.2
L		150	273		12.5	4.0
BB		150	273		12.2	4.4

## 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に示す型枠にコンクリートを打ち込み、上面を封緘したものをを用いた。これに、実構造物を模擬した温度履歴を与え、硬化過程および硬化後における線膨張係数を求めた。また、養生方法による影響を検討するため、 $20^{\circ}\text{C}$ 一定温度で14日間封緘養生したのちの硬化コンクリートについても調査した。

## ①硬化過程における線膨張係数試験方法

実構造物における温度履歴を再現するため、図2に示す柱状構造物について温度解析を行い、中心部における温度履歴(図3)を温度可変装置で供試体に与えた。コン

クリートの線膨張係数は、所定材齢時(0.5,1,3,7,14日)に供試体を一時冷却し、そのときの温度変化とひずみの関係から求めた。供試体の冷却は、内部応力の発生を抑制すること、ならびに自己収縮の影響を小さくすることが望ましい。冷却方法について試行を繰り返した結果、型枠に気泡緩衝材を2巻きすることで供試体中心部から型枠側にかけての温度勾配を小さくでき、また、 $20^{\circ}\text{C}$ の恒温室で供試体を60分間と短時間冷却することで自己収縮の影響を回避できることが判明し、この方法により線膨張係数を推定した。

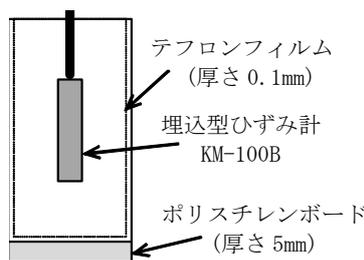


図1 型枠

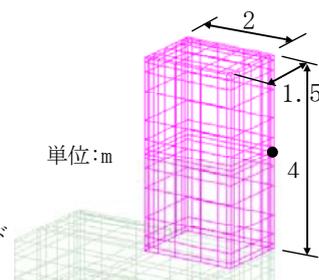


図2 1/4対称断面モデル

キーワード：線膨張係数，温度解析，低熱ポルトランドセメント，高炉セメント B 種

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

②硬化後の線膨張係数試験方法

硬化過程の線膨張係数を求めたのち、図4に示す温度履歴を与えて、硬化コンクリートの線膨張係数を求めた。また、養生方法による影響を検討するため、温度20℃の恒温室で14日間封緘養生した供試体についても調査した。

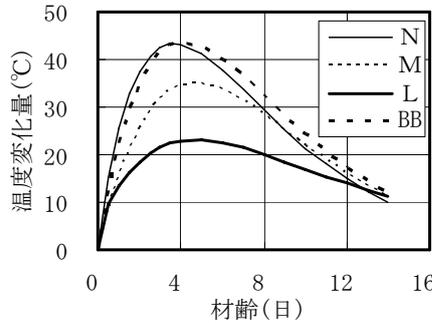


図3 硬化過程に与えた温度履歴

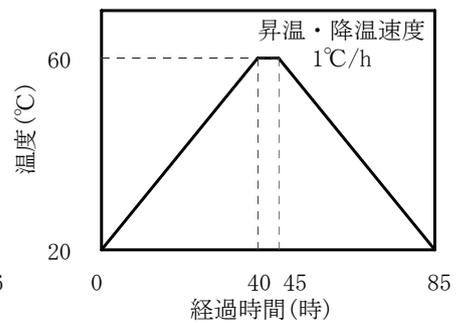


図4 硬化後に与えた温度履歴

3 試験結果

3.1 硬化過程の線膨張係数

温度およびひずみの測定例を図5に示す。図から、供試体を一時冷却した時、温度およびひずみが同時に変化しているのが分かる。線膨張係数と材齢の関係を図6に示す。図から、硬化過程におけるコンクリートの線膨張係数は、材齢0.5日以降(Lは1日以降)、いずれのセメントもほぼ一定値を示し、材齢の経過に伴う変化は見られなかった。

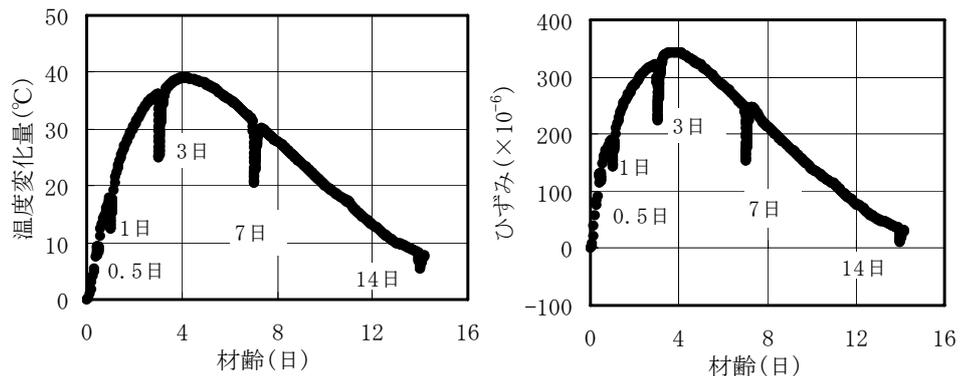


図5 温度およびひずみの測定結果の一例 (N)

3.2 硬化後の線膨張係数

硬化コンクリートの線膨張係数を図7に示す。図から、温度履歴後と20℃養生後の線膨張係数は、いずれのセメントもほぼ同じ値となった。また、硬化コンクリートの線膨張係数は、図6に示す硬化過程における値とほぼ同等であった。

なお、いずれの試験結果もセメント種類によって線膨張係数が異なり、BB>N>M>Lの順で大きくなる傾向を示した。

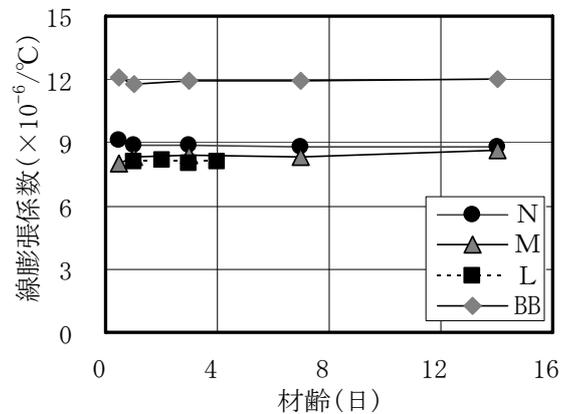


図6 硬化過程の線膨張係数

4 まとめ

各種セメントを使用して、硬化過程および硬化後におけるコンクリートの線膨張係数を推定した。この結果、コンクリートの線膨張係数は、硬化過程および硬化後も同等であり、また、養生温度を20℃一定とした場合も変わらないことが判明した。なお、いずれの試験結果もセメント種類によって線膨張係数が異なり、BBが大きく、Lが小さい結果となった。

セメント種類に着目した線膨張係数の研究は、十分とは言えず未解明な部分が多い。温度応力解析によるひび割れ指数にも影響を及ぼすことが予想されるため、今後、更なる検討を要する。

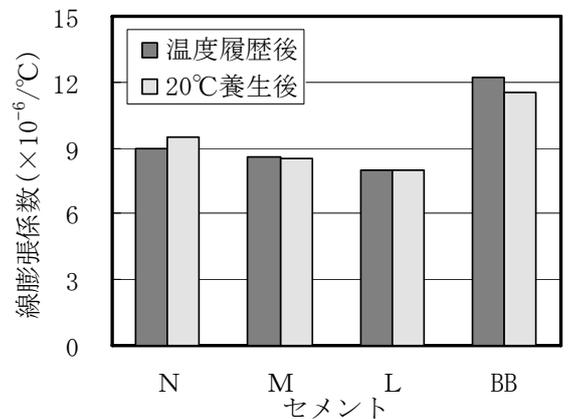


図7 硬化後の線膨張係数