

膨張コンクリートはりの膨張性状に及ぼす温度の影響

群馬大学大学院 学生会員 ○小山 厚徳
 電気化学工業㈱ 正会員 保利 彰宏
 群馬大学大学院 学生会員 原田 真剛
 群馬大学工学部 フェロー 辻 幸和

1. はじめに

これまで、膨張コンクリートの膨張性状に及ぼす温度の影響については、様々な研究成果が報告されている。しかし、その多くは小型の供試体における膨張性状を対象としたものである。本研究では、夏季および冬季と異なる温度条件の下において作製し、養生した膨張コンクリートを用いた鉄筋コンクリートはりの長さ変化率を測定し、比較検討を行った。膨張材には開発されて間もない低添加型膨張材と従来型膨張材を用い、膨張材の違いが膨張性状に与える影響についても検討した。また、「膨張コンクリートがなす仕事量の概念」に基づき、A法一軸拘束供試体の膨張ひずみより、はり供試体に導入される膨張ひずみを推定した解析値と実測値との比較を行った結果も報告する。

2. 実験概要

2.1 使用材料および示方配合

セメントは普通ポルトランドセメント（密度 3.16g/cm^3 、比表面積 $3310\text{cm}^2/\text{g}$ ）を、低添加型膨張材としてはエトリンガイト石灰複合系膨張材（密度 3.20g/cm^3 、比表面積 $2650\text{cm}^2/\text{g}$ ）を、従来型膨張材としてはエトリンガイト系膨張材（密度 2.94g/cm^3 、比表面積 $3000\text{cm}^2/\text{g}$ ）を使用した。粗骨材には碎石（最大寸法 20mm 、密度 2.92g/cm^3 、吸水率 0.72% ）を、細骨材には陸砂（密度 2.64g/cm^3 、吸水率 2.03% ）を使用した。混和剤には、ポリカルボン酸エーテル系高性能 AE 減水剤を用いた。各コンクリートの示方配合を表-1に示す。

表-1 コンクリートの示方配合

コンクリートの種類*	Gmax (mm)	スランプ (cm)	W/B (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m^3)					高性能AE減水剤 ($\times B\%$)
					水 W	セメント C	膨張材 Ex	細骨材 S	粗骨材 G	
P-20	20	18	55	41.5	185	316	20	727	1134	夏季:0.9、冬季:0
C-30						306	30			夏季:0.9、冬季:0

* Pは低添加型膨張材、Cは従来型膨張材を示し、数字は単位膨張材量を示す。

2.2 供試体

はり供試体の形状寸法を、図-1に示す。各季節において引張鉄筋をD16の一定とし、圧縮鉄筋をD10（A断面）、D13（B断面）と変化した2体のはり供試体およびJIS A 6202 附属書2（参考）に規定するA法一軸拘束供試体3体を、配合ごとに作製した。

打込みから脱型までの間は湿布養生をし、十分な水分供給を行った。夏季においては各供試体を材齢1日で脱型し、冬季においては材齢1日における強度が不十分であったため、材齢2日で供試体の脱型を行った。その後、全ての供試体を材齢28日まで、室内水槽にて水中養生を行った。表-2に供試体の成型時および養生時の温度条件を示す。

3. 膨張ひずみの推定方法

膨張ひずみは、断面内において直線的に分布すると仮定する。鉄筋とコンクリートの特性を考慮し、「単位体積あたりの膨張コンクリートが拘束鋼材に対してなす仕事量は、拘束の程度に関わらず一定である」という仕事量の概念に基づき、A法一軸拘束供試体の膨張ひずみより、はり供試体断面内のひずみ分布を推定した¹⁾。

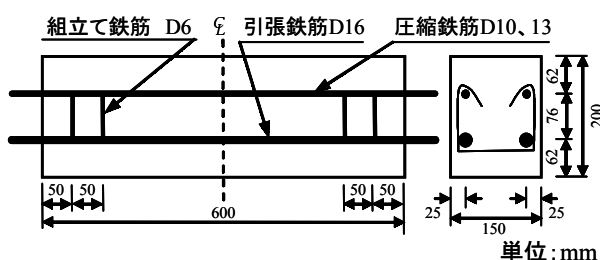


図-1 はり供試体の形状寸法

表-2 温度条件

	供試体成型時		養生時
	外気温 (°C)	練上がり温度 (°C)	水中温度 (°C)
夏季	27±1	28±2	31±1
冬季	8±2	10±1	13±2

4. 実験結果

4. 1 膨張ひずみの経時変化

図-2に、夏季および冬季における各供試体の鉄筋あるいは拘束鋼材の膨張ひずみの経時変化を示す。

夏季においては膨張の速度は大きく、材齢2日以降のひずみの変化はほとんど見られない。それに反し、冬季においては、膨張の速度は小さく、材齢1日以降にひずみが増加し始め、長期にわたり緩やかに増加していく。膨張ひずみの発現には、温度条件による膨張材自体の反応やセメントの強度発現の違いが大きな影響を与えることが確かめられた。このことは、どちらの膨張コンクリートを使用した供試体にも共通している。

C-30 およびP-20 配合での単位膨張材量は一般に収縮補償用コンクリートのものとされ、材齢7日におけるA法一軸拘束供試体の膨張率が 150×10^{-6} 以上、 250×10^{-6} 以下であることを標準としている²⁾。どちらの膨張コンクリートも夏季、冬季ともにこの範囲内にひずみが収まっており、所要の膨張率を得られている。

また、材齢28日での膨張ひずみを比較した際、C-30 配合の供試体では冬季における膨張ひずみは夏季に比べ若干減少する傾向が見られる。一方、P-20 配合の供試体では冬季での膨張ひずみが夏季に比べ大きくなっており、低添加型膨張材と従来型膨張材とでは、温度の違いが材齢28日での膨張量に及ぼす影響が異なっている。

4. 2 断面内の膨張ひずみ分布

図-3に、材齢28日での各供試体中央断面における膨張ひずみ分布の実測値と解析値を示す。解析値のひずみ分布は3、で述べた推定方法により求めた。

ほとんどの場合で、解析値は実測値の配筋の違いによる分布の傾きおよび大きさをよく反映したものとなっている。夏季および冬季の温度条件の下で、作製および養生した膨張コンクリートはりに導入される膨張ひずみの推定を、「膨張コンクリートがなす仕事量の概念」に基づき、良い精度を持つて行うことができる。

5. まとめ

本研究の結果をまとめると、膨張コンクリートはりの膨張性状について以下のことが言える。

- 1) どちらの膨張材を用いた場合にも、温度の違いにより膨張ひずみの発現に変化が生じ、その影響は大きい。
- 2) 低添加型膨張材を用いた場合では、材齢28日における膨張ひずみは夏季に比べ冬季の方が大きくなる。
- 3) 異なる温度条件で作製および養生された膨張コンクリートはりの、中央断面における膨張ひずみ分布の推定は、「膨張コンクリートがなす仕事量の概念」に基づいて、精度よく行うことができる。

参考文献

- 1) 辻 幸和：コンクリートにおけるケミカルプレストレスの利用に関する基礎研究、土木学会論文報告集 第235号、p.111~124、1975。
- 2) 土木学会、膨張コンクリート設計施工指針、コンクリートライブラリー75号、1993。

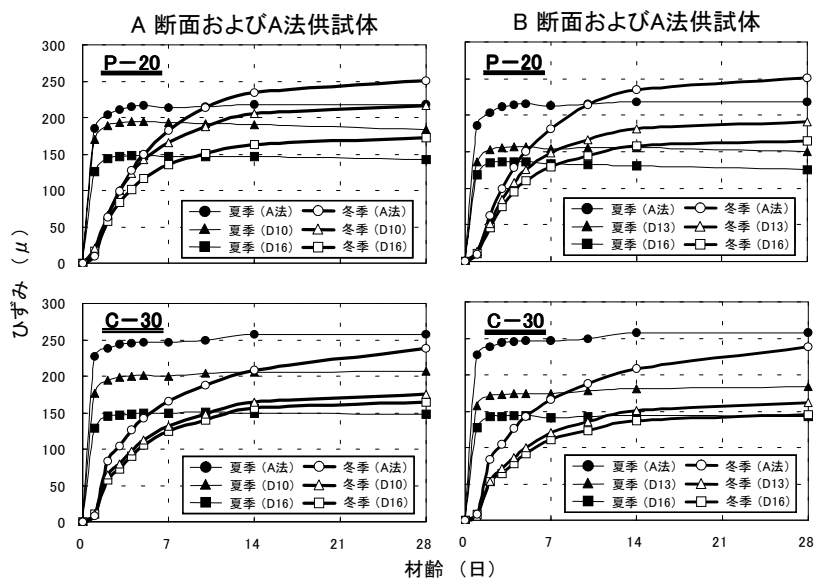


図-2 膨張ひずみの経時変化

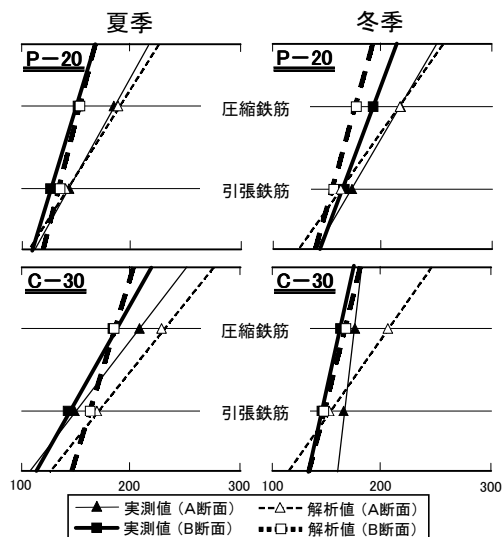


図-3 膨張ひずみ分布