

膨張コンクリートの長さ変化特性に与える環境温度・湿度の影響

山口大学大学院 学生会員 ○宮本圭介

山口大学大学院 学生会員 蛭谷祐至

山口大学工学部 正会員 吉武 勇

(株)エイトコンサルタント 正会員 三村陽一

萩森興産(株) 正会員 吉岡国和

山口大学工学部 正会員 浜田純夫

1. はじめに

膨張コンクリートは主に乾燥収縮に対する収縮補償用として使用されている。しかし、膨張材によるコンクリートの膨張特性は、配合条件や環境条件などの様々な要因に大きく影響される。このため、一部工場製品ではしばしば使用されるものの、一般のコンクリート構造物においては、十分に活用されるまでに至っていない。本研究は、膨張材の適用範囲のさらなる拡大のため、種々の環境下における膨張コンクリートの長さ変化特性を定量化し、設計へ反映させることを目的とするものである。

2. 実験方法

2.1 供試体の配合条件および作製方法

本研究で用いるコンクリートの配合条件を表-1 に示す。膨張コンクリートの長さ変化に対して側面拘束の影響を検討するため、拘束供試体としてφ100×200mm形状の鋳鉄製型枠を用い、無拘束供試体として塩化ビニルパイプで極力拘束を与えないように加工した型枠を用いた。なお、以降の図表等に用いる記号は図-1 に準ずるものとする。

2.2 計測方法および養生方法

本研究では、埋め込み型ひずみゲージを供試体中央に設置し、供試体軸方向のひずみを材齢 24 時間までは 1 時間毎に、それ以降材齢 14 日までは 6 時間毎にひずみを測定した。本研究において実験を行った環境湿度・温度を表-2 に示す。

2.3 ひずみの定義

本研究では供試体軸方向の長さ変化に対して各ひずみの成分分離を行うことを目的とし、ひずみの重ね合わせ則が成立すると仮定した上で各ひずみ成分を求めた。図-2 に示すように、膨張材を添加したコンクリートのひずみからほぼ同等の配合である膨張材無添加のコンクリート(以下ブレン)のひずみを差し引いたものを「純膨張ひずみ」として求めた。また、同配合・同温度条件下において、環境湿度(R.H.60%, 100%)の差異から生じるひずみ差を各コンクリートの「乾燥収縮ひずみ」として評価した。なお、埋め込み型ひずみゲージがコンクリート内に定着すると考えられる材齢 12 時間のひずみを基準(ゼロ)として評価を試みた。

表-1 配合条件

W/B (%)	W/C (%)	単位量(kg/m ³)				
		C	W	E	S	G
55	55	280	154	0	870	1022
55	59	280	165	20	849	997
55	61	280	171	30	838	985

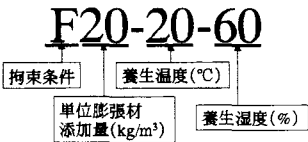


図-1 図表記号の意

表-2 環境湿度および環境温度

単位量	環境温度		
	5°C	20°C	35°C
0 kg/m ³	---	R.H.60% R.H.100%	---
20 kg/m ³	R.H.60%		R.H.60%
30 kg/m ³	---		---

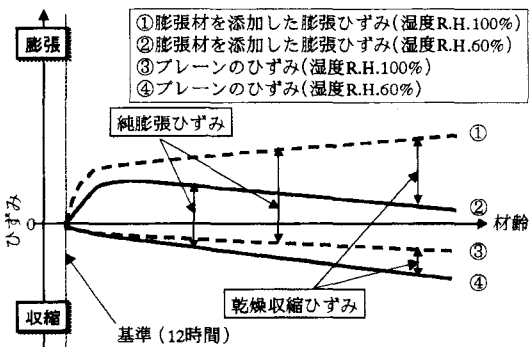


図-2 用語の概念図

3. 実験結果

3.1 圧縮強度特性

各条件下における圧縮強度試験結果を表-3 に示す。無拘束供試体において、プレーンの R.H.100%に対し、膨張材添加量 20kg/m^3 の場合では約 1.1 倍の強度上昇を示したが、 30kg/m^3 では約 0.9 倍と強度低下を示した。これは標準添加量の 1.5 倍の量を添加したことで内部組織構造が緩くなったためと考えられる。これは R.H.60%でも同様な傾向が確認された。また、拘束条件下では無拘束条件下と比較すると強度上昇が認められる。これは拘束型枠によるケミカルプレストレス作用から密実な組織形成がなされた結果と考えられる。

3.2 乾燥収縮ひずみ

図-3 に各コンクリートの乾燥収縮ひずみ変化を示す。拘束条件下においても、プレーンではほとんど収縮ひずみが生じていないが、膨張材量に応じて乾燥収縮ひずみが増加している。これは、膨張反応過程でコンクリート中の水分を消費し、内部の湿度低下をもたらした結果と考えられる。

3.3 純膨張ひずみ

図-4 に純膨張ひずみ変化を示す。環境湿度 R.H.100%，膨張材量 30kg/m^3 のコンクリートは、材齢 14 日時点でも膨張作用の継続がみられるが、そのほかはほぼ収束している。材齢 14 日の終局ひずみをみると、R.H.60%から 100%とすることで拘束条件下において、膨張材量 20kg/m^3 のコンクリートで約 2.4 倍となり、膨張材量 30kg/m^3 で約 4.2 倍に及んだ。また、無拘束条件下においては、膨張材量 20kg/m^3 のコンクリートで約 2.7 倍となり、膨張材量 30kg/m^3 で約 2.6 倍に及んだ。これは、膨張材の膨張特性は環境湿度に大きく影響を受けることを示している。

3.4 環境温度の影響

環境湿度 R.H.60%における膨張材量 20kg/m^3 のコンクリートに与える環境温度の影響を図-5 に示す。なお、同図においてひずみは熱ひずみを差し引いており、乾燥収縮ひずみなどが含まれている。環境温度 35°C と高くなると、 5°C の場合と比較して膨張が早い段階で生じ、膨張が収束する時期も早まるという傾向が確認できた。

4. まとめ

- ① プレーンの R.H.100%に対し、膨張材量 20kg/m^3 の場合では無拘束条件で約 1.1 倍、拘束条件で約 1.3 倍の圧縮強度上昇を示し、膨張材量 30kg/m^3 の場合で無拘束、拘束条件ともに約 0.9 倍の圧縮強度低下を示した。
- ② 膨張材量の増加に応じて乾燥収縮ひずみは大きくなった。
- ③ 環境湿度 R.H.60%下と環境湿度 R.H.100%下では、純膨張ひずみが 2～4 倍程度の差異がみられた。

表-3 圧縮強度試験結果

膨張材 (kg/m^3)	環境温度 ($^\circ\text{C}$)	環境湿度 (R.H.%)	圧縮強度 (N/mm^2)	
			拘束 R	無拘束 F
0	20	60	28.1	20.2
		100	25.7	27.5
20	5	60	35.6	15.1
		60	36.6	22.9
	20	100	34.1	30.7
		60	32.2	29.2
30	20	60	24.2	15.6
		100	24.1	24.0

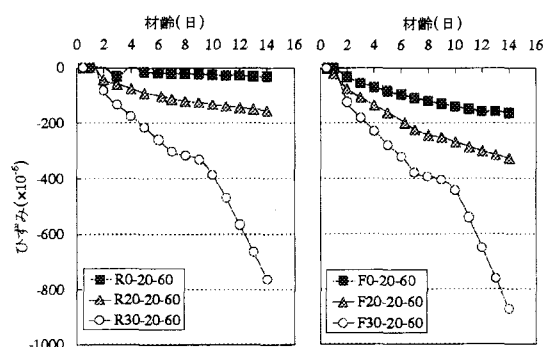


図-3 乾燥収縮ひずみ

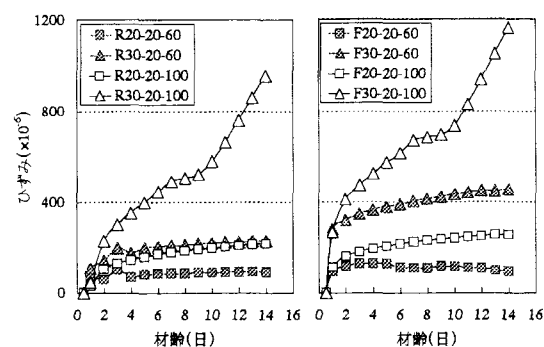


図-4 純膨張ひずみ

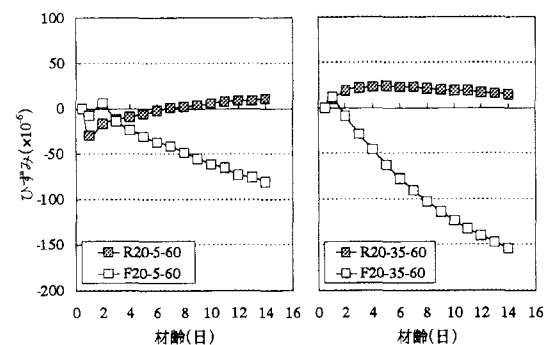


図-5 環境温度の影響