

若材齢期における膨張コンクリートの体積変化特性について

山口大学大学院 学生会員 ○ 蛸谷祐至

山口大学工学部 正会員 吉武 勇

株式会社エイトコンサルタント 正会員 三村陽一

萩森興産株式会社 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

膨張コンクリートの体積特性は、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。橋梁床版等へ膨張コンクリートを適用する場合、鋼材との付着特性に加えて、その体積変化特性の定量評価は極めて重要となる。本研究は、種々の環境下における膨張コンクリートの長さ変化実験を通じて若材齢期における体積変化特性の評価を試みたものである。

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型枠による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、供試体軸方向の長さ変化(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時間毎に測定した。実験を行った環境湿度・温度条件を表-2に示す。

2.3 用語の定義

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(以下プレーン)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。

3. 実験結果

3.1 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、プレーンではほとんど収縮ひ

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

記号例: $F \frac{20}{20} - \frac{20}{100}$ (側面部: 無拘束
単位膨張材量20kg/m³
環境温度20
環境湿度100%)

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	20	35
0 kg/m ³	---	R.H.60% R.H.100%	---
20 kg/m ³	R.H.60%		R.H.60%
30 kg/m ³	---		---

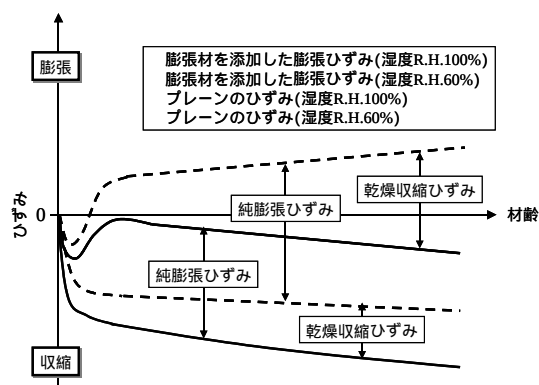


図-2 重ね合わせ則に基づくひずみ成分

キーワード 膨張コンクリート, 若材齢コンクリート, 体積変化, 環境温度, 環境湿度

連絡先 〒755-8611 宇部市常盤台2丁目16-1 山口大学工学部社会建設工学科 TEL:0836-85-9349

ずみが生じていないが、膨張コンクリートは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、内部の相対湿度低下をもたらした結果と考えられる．

3.2 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/m³ 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、その他の供試体ではほぼ収束している．材齢 14 日時の終局ひずみをみると、R.H.60%から 100%とすることで型枠による拘束の有無に関わらず、膨張材量 20kg/m³ のコンクリートで約 4.0 倍となり、膨張材量 30kg/m³ で約 3.0 倍に及んだ．これは、膨張コンクリート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．

3.3 種々の環境温度下におけるひずみ

環境湿度 R.H.60%における膨張材量 20kg/m³ のコンクリートに与える温度の影響を図-5 に示す．環境温度が高くなると打設直後から急激にひずみが大きくなるが、ほぼひずみ値が収束してからの膨張ひずみ挙動には大きな差異はみられない．したがって環境温度の影響は極若材齢に著しいものと推察される．ここで計測終了とした材齢 14 日時点における無拘束供試体の終局ひずみと環境温度の関係を図-5 に示す．図-5 より、一部反応過程にあるものの、各環境温度の膨張ひずみはほぼ線形の相関性があり、その回帰直線から得られる勾配は 15.8×10⁻⁶/ 程度であった．

4. 純膨張ひずみ推移の推定

本研究では膨張コンクリートの純膨張ひずみに対し、以下の 3 要素式を用いて回帰を行った．

$$\epsilon_{Ex} = a \left(1 - e^{-bt} \right) + ct$$

ここに、 ϵ_{Ex} ：純膨張ひずみ(×10⁻⁶)、 t ：材齢(日)
 a, b, c ：回帰係数

図-6 に回帰の一例を、図-7 に最小二乗法により回帰した結果を示す．図-6 の一例に示すように終局材齢(14 日)までのひずみの推移は非常に精度よくひずみの推定が行えており、比較的若材齢範囲ではあるものの、上式を用いて長さ変化挙動を捕らえることができた．

5. まとめ

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．
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 3～4 倍程度の差異がみられた．
無拘束条件下の膨張コンクリートの終局ひずみは、環境温度に対して強い線形の相関性が認められた．
若材齢の純膨張ひずみは 3 個の変数を用い、精度良く推定できることが認められた．

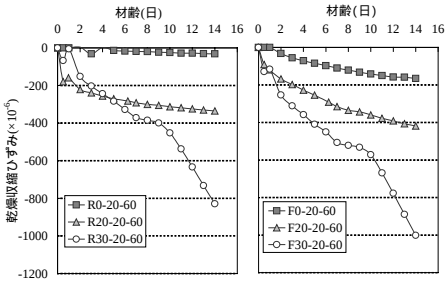


図-3 乾燥収縮ひずみ

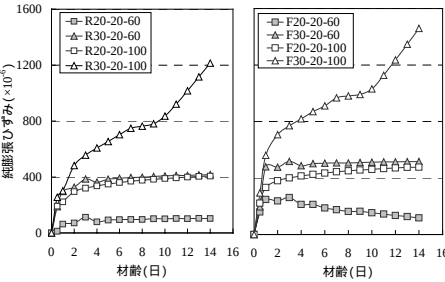


図-4 純膨張ひずみ

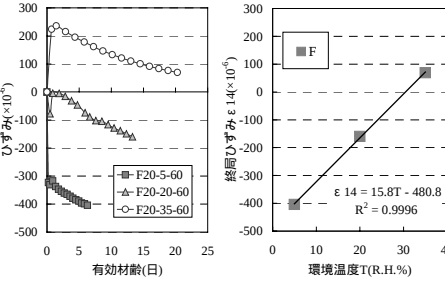


図-5 環境温度の影響

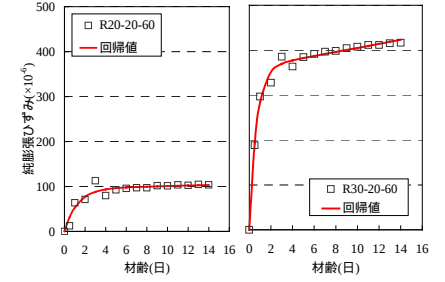


図-6 純膨張ひずみ推定の一例

表-7 回帰式の係数一覧

供試体	回帰係数		
	a	b	c
R20-20-60	95	0.8	0.6
F20-20-60	262	2.3	-10.7
R30-20-60	360	1.5	4.5
F30-20-60	509	1.5	0.2
R20-20-100	307	1.5	7.9
F20-20-100	390	1.7	6.8
R30-20-100	1114	0.2	-1.7
F30-20-100	1444	0.2	-6.8