

(V-19) コンクリートの自己収縮に及ぼす温度の影響

足利工業大学 正会員 宮澤伸吾

1. まえがき

水結合材比の小さいコンクリートではセメントの水和に伴う自己収縮が大きくなり、ひび割れの発生原因になる場合がある事が報告されている。マスコンクリートのひび割れ制御に際しても水セメント40%程度以下の場合には自己収縮についての検討が必要であるとされている¹⁾。しかし、自己収縮に及ぼす温度および部材寸法の影響についてはほとんど検討されていない。本研究では、異なる温度で養生したコンクリート供試体および寸法の異なるコンクリート供試体の自己収縮計測データを用いて、自己収縮に及ぼすこれらの要因の影響について検討したものである。

2. 実験概要

セメントには普通ポルトランドセメント、細骨材には鬼怒川産川砂（比重2.60、吸水率1.76%、粗粒率3.15）、粗骨材

には鬼怒川産川砂利（比重2.75、吸水率1.26%、最大寸法25mm、粗粒率7.03）を使用した。また、ポリカルボン酸系の高性能AE減水剤(HRWRA)およびシリカフューム(200,000cm²/g)(SF)を使用した。コンクリートの配合は表-1に示す通りである。水結合材比(W/B)は20%である。

鋼製型枠を用いて10×10×40cmおよび40×40×160cmコンクリート供試体を作製し、材齢1日で脱型し直ちに水分の逸散を防ぐためにアルミ箔粘着テープでシールし温度20±2℃、相対湿度85±5%R.H.の室内に静置した。供試体の中心に埋込型ひずみ計（弾性係数50N/mm²）を埋設し、長手方向のひずみを打込み直後から測定した。ひずみ計測を打込み直後から行うため、型枠による拘束を低減するために、底面にテフロンシート(厚さ1mm)、両端面にポリスチレンボード(厚さ3mm)を挿入し、さらにこれらの内側にポリエステルフィルム(厚さ0.1mm)を挿入した。

3. 結果および考察

シール供試体(10×10×40cm)を異なる一定温度で養生した場合の自己収縮は、図-1に示すように温度が高いほど初期材齢における自己収縮が大きくなる²⁾。著者らが提案している自己収縮ひずみの予測式(式(1)~(3))³⁾を用い、温度の影響はCEB-Model code 90を参考にして式(4)に示す有効材齢により評価することを試みた。

$$\varepsilon_c(t) = \gamma \varepsilon_{c0}(W/B) \beta(t) \quad (1)$$

ただし、

$$\varepsilon_{c0}(W/B) = 3070 \exp \{-7.2(W/B)\} \quad (2)$$

$$\beta(t) = 1 - \exp \{-a(t - t_0)^b\} \quad (3)$$

表-1 コンクリートの配合

W/B (%)	s/a (%)	Mass, kg/m ³					HRWRA g/m ³	Slump cm	Flow cm	air %	Tem. °C
		W	C	SF	S	G					
20	30	160	720	80	426	1053	13600	21.0	42x42	2.5	22.9

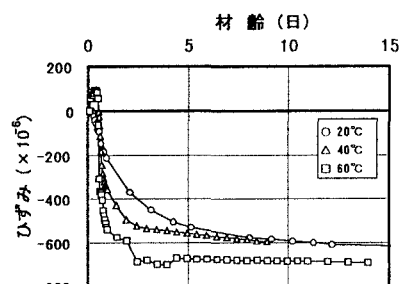


図-1 自己収縮に及ぼす温度の影響

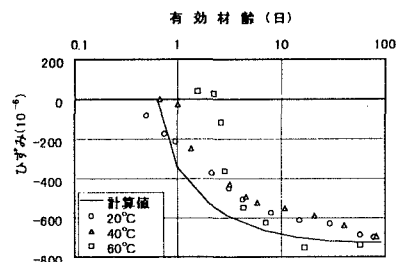


図-2 有効材齢と自己収縮の関係

ここに、

$\varepsilon_c(t)$: 材齢 t における自己収縮ひずみ ($\times 10^{-6}$)

γ : セメントおよび混和材の種類の影響を表す係数

$\varepsilon_{c0}(W/B)$: 自己収縮ひずみの終局値 ($\times 10^{-6}$)

$\beta(t)$: 自己収縮の進行を表す関数

W/B : 水結合材比, a, b : 定数

t : 材齢 (日), t_0 : 凝結の始発 (日)

ただし 20°C 以外の場合は t, t_0 は次式により求める。

$$t \text{ および } t_0 = \sum_{i=1}^n \Delta t_i \cdot \exp \left[13.65 - \frac{4000}{273 + T(\Delta t_i) / T_0} \right] \quad (4)$$

ここに、

Δt_i : 温度が $T^\circ\text{C}$ である期間の日数 (日)

$T(\Delta t_i)$: 期間 Δt_i における温度 ($^\circ\text{C}$), $T_0 = 1^\circ\text{C}$

図-2 に示すように自己収縮ひずみは有効材齢により概ね予測できると考えられる。

図-3 に大型供試体および小型供試体の温度履歴を、また図-4 に供試体の平均温度および熱膨張係数 $12.0 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ (材齢約4ヶ月の時点で測定) を用い、計測されたひずみから温度ひずみを差引いて求めた自己収縮ひずみを示す。大型供試体は小型供試体と比較して、材齢0.5日以前の初期材齢における自己収縮の進行速度が大きくなっているが、それ以降の自己収縮は小さく長期材齢では概ね同等となった。

図-4 を有効材齢を用いて整理すると図-5 に示ようになる。式(1)~(4)による計算値も合わせて示した。なお、 $\gamma=1.0$ 、 $a=1.2$ 、 $b=0.4$ 、 $t_0=0.2$ とした。大型供試体の自己収縮ひずみは有効材齢2日以前において小型供試体より大きくなっている。温度補正において熱膨張係数に及ぼす材齢の影響を無視したが、実際には初期材齢における熱膨張係数は若干小さい可能性がある。また自己収縮は温度の影響に加えて供試体寸法そのものに影響を受けることも考えられ、今後検討が必要である。本予測式は自己収縮ひずみを30%程度過大評価しており、今後データの蓄積が必要である⁴⁾。

参考文献

- 1) 土木学会：コンクリート標準示方書（施工編）平成8年制定，1996
- 2) 筋野晃司・田澤栄一・宮澤伸吾・保明淳二：マスコンクリートのひび割れ発生に及ぼす自己収縮の影響，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.17, No.1, pp.1139-1144, 1995
- 3) 北田悦子・宮澤伸吾・黒井登起雄：普通ポルトランドセメントを用いたコンクリートの自己収縮予測式，第23回関東支部技術研究発表会講演概要集，土木学会，1997（発表予定）
- 4) 日本コンクリート工学協会：自己収縮研究委員会報告書，1996

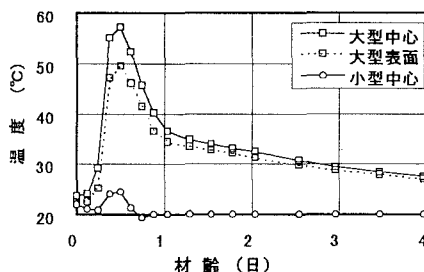


図-3 供試体の温度の経時変化

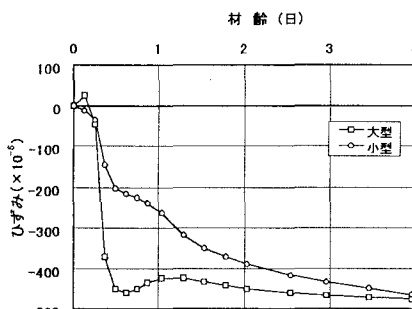


図-4 材齢と自己収縮の関係

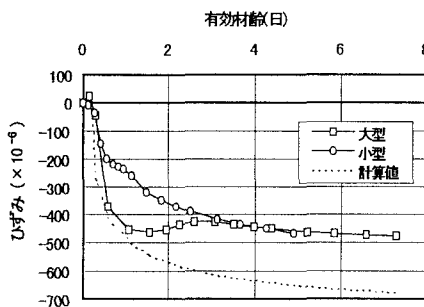


図-5 有効材齢と自己収縮の関係