

V-85

水和反応によるセメント系材料のマクロな体積減少

広島大学 正会員 宮沢伸吾
 広島大学 正会員 田澤栄一
 大成建設㈱ 重川幸司
 広島大学 正会員 三宅啓文

1. まえがき

セメントと水の反応生成物は反応前の体積と比べて減少する。この硬化収縮により凝結後の硬化体には内部空隙が形成されるが、マクロな体積減少はほとんど生じないと考えられていた。セメントペーストを脱型直後から封かん養生すると、大きな収縮ひずみを生じることをすでに報告した¹⁾。本報告では水セメント比が高い場合、および骨材混入の影響を含めて検討した結果について述べる。

2. 実験概要

使用材料および配合を表-1, 2, 3にそれぞれ示す。供試体は4X4X16cmあるいは10X10X40cmとし、材令1日まで20℃, 100% R. H. の室内に静置し、その後は20℃で水中養生あるいは封かん養生(アルミ箔粘着テープ(厚さ0.05mm)で全面シール)とした。長さ変化の測定は、材令1日を原点とし精度1/1000mmのダイヤルゲージにより行った。

表-1 使用材料

セメント	早強ホルトランドセメント(比重3.14)
細骨材	風化花崗岩系山砂(F.M.:3.00, 比重:2.59, 吸水率:1.14%)
粗骨材	石灰岩質碎石(最大寸法15mm, 比重:2.71, 吸水率:0.32%)
混和剤	リグニンスルホン酸塩系A/B減水剤 (wr)
	ナフタリン系高性能減水剤 (sp)
混和材	シリカフェウム(比表面積 2×10^5 cal/g)

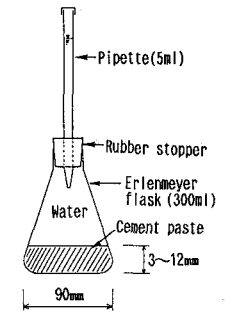


図-1 硬化収縮試験

表-3 コンクリートの配合

Gmax (mm)	Slump (cm)	Air (%)	W/C (%)	s/a (%)	Unit content (kg/m ³)				
					W	C	S	G	ad. (cc)
15	22	1.5	30	38	180	600	600	1037	7143(sp)

表-2 モルタルの配合

W/C (%)	S/C	Unit content (kg/m ³)			
		W	C	S	ad. (cc)
30	1.00	288	981	981	9800(sp)
50	2.50	282	563	1408	1408(wr)

図-1に示すように、セメントペーストを練り上がり後直ちに打ち込み高さ3~12mmとなるように300ml三角フラスコに採り、ピペットの目盛位置まで水を加え、20℃室内での水面位置の経時変化から硬化収縮率(内部空隙増加率+マクロな体積減少率)を測定した²⁾。

3. 結果および考察

図-2, 3は、セメントペースト(4X4X16cm)の封かん養生中の長さ変化率から求めたマクロな体積減少率、および硬化収縮率(図-1)とマクロな体積減少率の差すなわち内部空隙増加率を示したものである。硬化収縮の大部分は内部空隙の形成により補われることを示している。しかし、図-4に示すように、長さ変化率としては極めて大きな値となり、特にW/C=30%程度で収縮ひずみは極大となり、またシリカフェウムの混入により増大した。

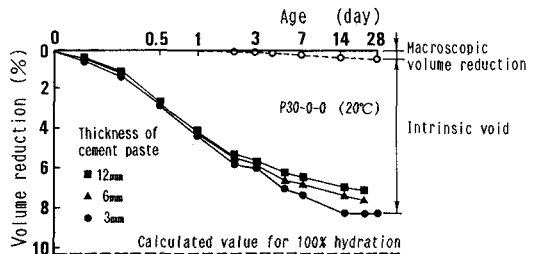


図-2 水和反応による体積減少率(W/C=30%)

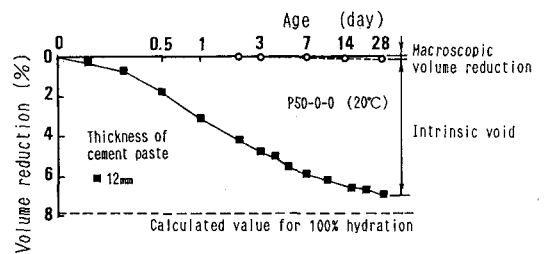


図-3 水和反応による体積減少率(W/C=50%)

図-4には、ブリージングを減少させるためにダブルミキシングで製造したW/Cの高いセメントペーストのデータも示したが、この場合もかなりの収縮ひずみを生じた。

図-5, 6はモルタル(4x4x16cm)、また図-7はコンクリート(10x10x40cm)の封かん養生中の長さ変化率を示したものである。図中には、セメントペーストの測定値を用いて

$$\epsilon = \epsilon_p \cdot V_p \dots\dots\dots (1)$$

ϵ : モルタルあるいはコンクリートの収縮ひずみ

ϵ_p : セメントペーストの収縮ひずみ, V_p : セメントペーストの体積比

により求めた計算値、また骨材の拘束効果を考慮したPickett³⁾の式による計算値も併記した。

コンクリートの場合はほとんど収縮ひずみを生じなかった。

図-8, 9は水中養生あるいは封かん養生したセメントペーストの強度を示したものである。圧縮強度は養生方法により大きな差は認められないが、封かん養生供試体の曲げ強度は、W/C=4.0%程度以下では水中養生した場合に比べ著しく小さくなった。

表-4は、W/C=30%のセメントペースト、モルタルおよびコンクリートの圧縮強度および曲げ強度を示したものである。封かん養生したモルタルおよびコンクリートの

曲げ強度は、セメントペーストの場合と異なり、水中養生した場合と比べて大きな低下は認められなかった。

表-4 セメントペースト、モルタル、コンクリートの圧縮強度および曲げ強度(W/C=30%, 材令7日)

	供試体寸法	曲げ強度 (kgf/cm ²)		曲げ強度比		圧縮強度 (kgf/cm ²)		圧縮強度比	
		封	水	封/水	封	水	封/水	封	水
ペースト	4x4x16cm	44.7	136	0.33	692	824	0.84		
モルタル	4x4x16cm	93.6	134	0.70	515	702	0.73		
ペースト	10x10x40cm	74.4	109	0.68	---	---	---		
コンクリート	10x10x40cm	80.0	98.3	0.81	777	837	0.93		

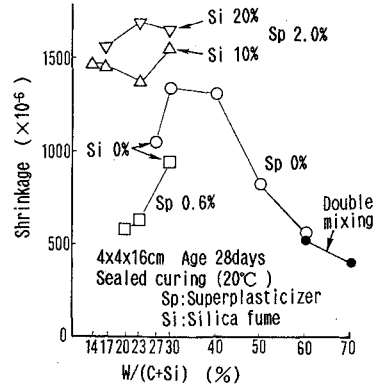


図-4 セメントペーストの長さ変化率(封かん養生)

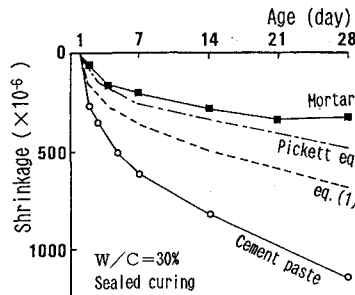


図-5 モルタルの長さ変化率

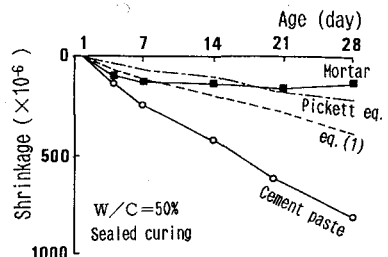


図-6 モルタルの長さ変化率

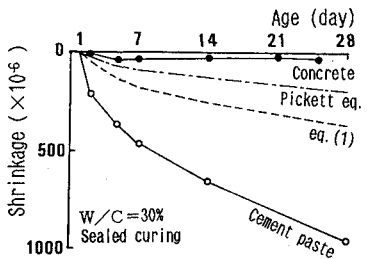


図-7 コンクリートの長さ変化率

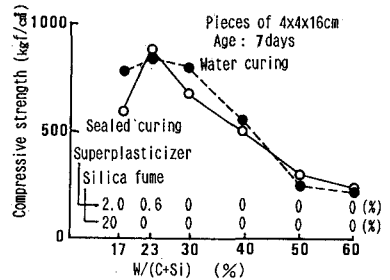


図-8 セメントペーストの圧縮強度

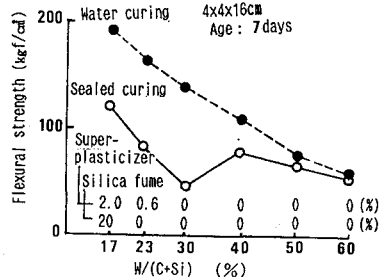


図-9 セメントペーストの曲げ強度

【参考文献】

- 1) 田澤栄一他;水和反応による硬化セメントペーストのマクロな体積減少, 第45回セメント技術大会講演集, 1991 (投稿中)
- 2) 田澤栄一他;セメントの硬化収縮と硬化体の内部空隙について, セメント技術年報, 40, 1986
- 3) G.Pickett; Effect of Aggregate on Shrinkage of Concrete and a Hypothesis Concerning Shrinkage, J. of ACI, Jan., 1956