

V-462 コンクリートの自己収縮と乾燥収縮

広島大学工学部 正会員 宮沢伸吾
 // 正会員 田澤栄一
 // 佐藤 剛

1. まえがき

コンクリートの乾燥収縮については古くから数多くの研究がなされてきたが、自己乾燥についてはその大きさが高々 100×10^{-6} 程度とされ¹⁾、設計やひびわれの解析等には無視されてきた。著者らは、セメントペーストについての長期の測定結果から、水セメント比が小さい場合極めて大きな自己収縮が生じることを報告した²⁾⁻⁴⁾。本報告ではモルタルやコンクリートの自己収縮について乾燥収縮と比較しながら述べる。

2. 実験概要

普通ポルトランドセメント(N)および早強ポルトランドセメント(H)を用い、混和材として粉末タイプのシリカヒューム(比表面積 $20 \text{ m}^2/\text{g}$)を用いた。モルタルおよびコンクリートの配合は表1、2に示す通りである。図中配合は(セメントの種類)(水結合材比%)-(シリカヒューム置換率)-(高性能(AE)減水剤添加率)と略記する。 $4 \times 4 \times 16 \text{ cm}$ モルタル供試体および $10 \times 10 \times 40 \text{ cm}$ コンクリート供試体を用いて材令1日で脱型した後、直ちにアルミ箔粘着テープにより全面シールし $20 \pm 1^\circ \text{C}$ 室内で供試体長手方向の自己収縮ひずみを測定した。また $10 \times 10 \times 40 \text{ cm}$ モルタル供試体について材令7日まで水中養生した後の自己収縮ひずみおよび乾燥収縮ひずみを測定した。

3. 結果および考察

図1および図2は、材令1日を原点にして測定したモルタルおよびコンクリートの自己収縮を示したものである。水セメント比が小さいほど自己収縮が大きくなり、またシリカヒュームを混入することにより自己収縮は増大した。高性能AE減水剤およびシリカヒュームを用いて水結合材比を0.20としたコンクリートでは、材令91日で約 400×10^{-6} と大きな自己収縮を生じた。

表1 モルタルの配合

W/C	Unit content (kg/m ³)					V _a	Aggregate
	W	C	SF	S	ad.		
0.30	487	1622	0	0	0	0	Rhyolite (2.5-5mm)
	438	1460	0	268	0	0.10	
	340	1135	0	803	0	0.30	
	243	810	0	1337	0	0.50	
0.50	288	883*	98	981	0.40* ²	0.39	Decomposed granite (0-5mm)
	282	563*	0	1408	0.11* ³	0.54	
0.70	317	452*	0	1408	0.07* ³	0.54	

no mark: Ordinary Portland cement
 *: High-early strength Portland cement
 *2 β -naphthalen sulfonate formaldehyde high condensates (SP1)
 *3 Lignin sulfonic acid (WR)

表2 コンクリートの配合

Slump (cm)	Air (%)	w/c	Unit content (kg/m ³)					ad. (%/C)
			W	C	SF	S	G	
25	1.1	0.20	160	720	80	443	1075	0.75* ¹
20.5	2.2	0.30	195	649	0	586	993	0.40* ²
-	-		190	570	63	586	993	0.40* ²
6.0	3.5	0.50	180	360	0	799	1056	0.14* ³

*1 Aromatic aminosulfonate macromolecule (SP5)
 *2 β -naphthalen sulfonate formaldehyde high condensates (SP1)
 *3 Lignin sulfonic acid (WR)
 Coarse aggregate: Rhyolite (Maximum size=20mm)
 Fine aggregate: Decomposed granite
 SF: Condensed silica fume

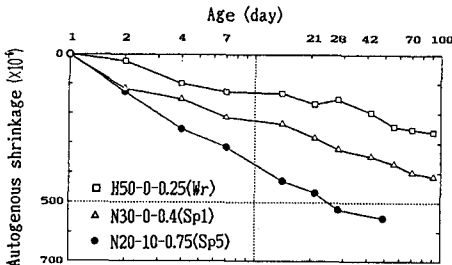


図1 モルタルの自己収縮

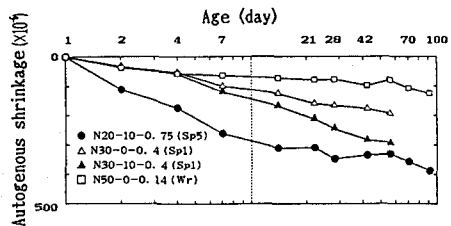


図2 コンクリートの自己収縮

図3は、材令7日まで水中養生した後の、モルタル供試体の自己収縮および乾燥収縮を示したものである。水セメント比が低い場合、乾燥収縮に占める自己収縮の割合がかなり大きくなっている。図4は、図3と同一条件の供試体の曲げ強度を測定したものであるが、水セメント比が小さい場合、水中養生後乾燥を受けなくても自己収縮により曲げ強度が著しく低下することを示している。

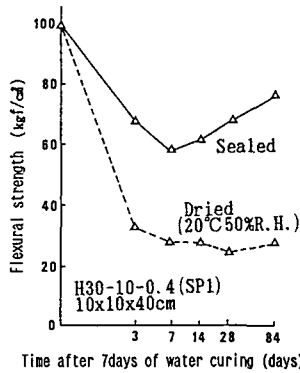


図4 モルタルの曲げ強度

図5は材令7日まで水中養生した後の10×10×40cmモルタル供試体の自己収縮および乾燥収縮(20°C, 50%R.H., 2面乾燥)、図6は材令1日を原点にして測定したコンクリートの自己収縮を単位セメント量当りのひずみとして示したものである。モルタルおよびコンクリートの自己収縮は水セメント比が小さくなるにしたがって大きくなり、この傾向は乾燥収縮の場合と全く逆になることを示している。

図7, 8は、モルタルの自己収縮および乾燥収縮に及ぼす骨材量の影響を示したものである。自己収縮および乾燥収縮は共に骨材量の増加とともに減少し、Pickett⁵⁾やHobbs⁶⁾のモデルを用いた予測値とほぼ一致した。

4. 結論

コンクリートの自己収縮は水セメント比が小さいほど大きくなり、ひびわれの解析などにあたり乾燥収縮のみでなく自己収縮の影響を考慮する必要がある。

<参考文献>

- 1) Davis, H. E.: Autogenous Volume Changes of Concrete, Proc. ASTM, 40, pp. 1103-1110, 1940
- 2) 田澤栄一他: 水和反応による硬化セメントペーストの体積減少, セメント・コンクリート論文集, pp. 122-127, 1991
- 3) 田澤栄一, 宮沢伸吾, 佐藤 剛: セメントペーストの自己収縮, 第46回セメント技術大会講演集, 1992 (発表予定)
- 4) Tazawa, E. and Miyazawa, S.: Autogenous Shrinkage of Cement Paste with Condensed Silica Fume, 4th CANMET/ACI International Conference on Fly Ash, Silica Fume, Slag and Natural Pozzolans in Concrete, Istanbul, Turkey, 1992 (to be published)
- 5) Pickett, G.: Effect of Aggregate on Shrinkage of Concrete and a Hypothesis Concerning Shrinkage, Journal of ACI, Vol. 52, No. 5, pp. 581-590, 1956
- 6) Hobbs, D.W.: Influence of Aggregate Restraint on the Shrinkage of Concrete, Journal of ACI, Vol. 71, No. 9, pp. 445-450, 1974

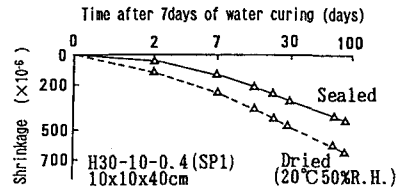


図3 モルタルの長さ変化

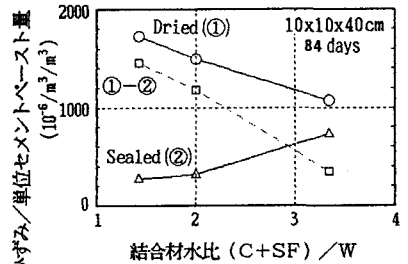


図5 結合材水比とモルタルの自己収縮および乾燥収縮の関係

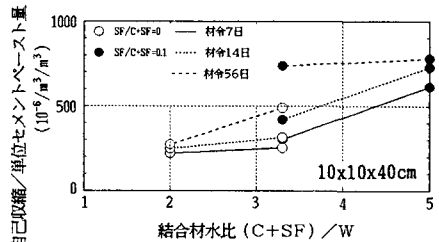


図6 結合材水比とコンクリートの自己収縮の関係

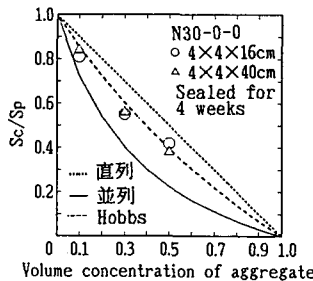


図7 自己収縮に及ぼす骨材濃度の影響

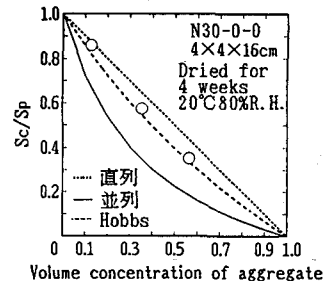


図8 乾燥収縮に及ぼす骨材濃度の影響