

膨張材と収縮低減剤を用いたコンクリートおよびモルタルの供試体寸法が乾燥収縮に及ぼす影響

正会員 ○大野吉昭 1*
正会員 鹿毛忠継 2**

乾燥収縮 膨張材 収縮低減剤
供試体寸法 調合

1. はじめに

鉄筋コンクリート造建築物に生じる有害なひび割れの要因のひとつ乾燥収縮がある。そのため、乾燥収縮の予測を行うことは、建築物の長期使用のためにも重要である。日本建築学会「鉄筋コンクリート造建築物の収縮ひび割れ制御設計・施工指針(案)・同解説」(2006年)(以下、指針とする)¹⁾では、調合、使用材料、環境条件等の影響を考慮した収縮ひび割れ予測式が提案されている。しかし、予測式ではコンクリートに使用される材料のうち、乾燥収縮に影響を及ぼす要因として考慮されていないものがあるため、このような材料を適切に評価することは難しい。

例えば、膨張材を使用する場合は、乾燥収縮の低減効果の多くを初期膨張で発揮し、水和初期の膨張量について測定方法が幾つか提案されているが、それを評価する方法は難しい。また、初期膨張以外にも材齢経過に伴い水和反応が生じるため、その収縮低減効果に及ぼす影響についても把握する必要がある。

また、コンクリートの乾燥収縮の評価は、100×100×400mmの角柱供試体の測定結果を基に行われることが多い。指針の予測式では体積表面積比(V/S)の影響が考慮されているが、実建築物は画一的な形状ではないため、乾燥収縮の評価では、供試体の体積表面積比が乾燥収縮におよぼす影響を十分に把握する必要がある。

本研究では、膨張材がコンクリートの乾燥収縮に及ぼす影響を把握するため、指針で低減係数が示されている収縮低減剤との比較を中心とし検証を行った。また、供試体の寸法乾燥収縮に及ぼす影響を把握するためコンクリートとモルタルについても乾燥収縮に及ぼす影響について実験的検証を行った。

2. 試験体および実験方法

2.1 使用材料と調合および試験体の作成方法

使用材料は、普通ポルトランドセメント(密度 3.16g/cm³)、細骨材は大井川産川砂(表乾密度 2.57g/cm³、吸水率 1.02%)を、粗骨材は岩瀬産の硬質砂岩砕石(表乾密度 2.65g/cm³、吸水率 0.71%)とし、化学混和剤は、リグニンスルホン酸系 AE 減水剤を使用した、膨張材は石灰系の低添加型を、収縮低減剤はグリコールエーテル系誘導体を用いた。供試体の採取方法は、各調合のコンクリート

表1 供試体寸法と組合せ

記号	種類	混和材料	寸法(mm)
N-C	コンクリート	無し	100×100×400 (各3体)
EX-C		膨張材	
SR-C		収縮低減剤	
N-M	モルタル	無し	100×100×400 40×40×160 (各3体)
EX-M		膨張材	
SR-M		収縮低減剤	

表2 コンクリートの調合

記号	単位容積質量 kg/m ³						Ad C%
	W	C	S	G	EX	SR	
N	172	344	864	902	-	-	0.60
EX	172	324	864	902	20	-	0.55
SR	166	344	864	902	-	6.0	0.55

を練混ぜた後、コンクリートおよびウェットスクリーニングしたモルタルを採取し、鋼製型枠で各調合3体ずつ作成し成型した。試験体は、表1に示す100×100×400mmのコンクリート供試体および100×100×400mm(標準)または40×40×160mm(小型)のモルタル供試体とした。コンクリートの調合は表2のとおり、水セメント比 W/C=50%、単位粗骨材かさ容積を 0.56m³/m³、目標スランプを 18±1.5cm、目標空気量を 4.5±1.0%で計画した。

2.2 実験方法

硬化コンクリートおよびモルタルは、材齢 7, 28, 91 日で圧縮強度(JIS A1108:2006 コンクリート供試体が(φ100×200mm)、モルタル供試体が(φ50×100mm))をそれぞれ3体の測定を行った。乾燥収縮は、JIS A1129-1:2010「モルタル及びコンクリートの長さ変化測定方法-第1部:コンパレータ方法」に準じた。標点距離は、コンクリート供試体が約 340mm、モルタル供試体が約 140mm(または340mm)であり標準水中養生後の材齢 7 日を基長とした。測定は、基長後の乾燥材齢 1, 3, 7, 14, 28, 56, 91 日で行った。また、供試体を乾燥させる恒温恒湿室は、温度 20±2℃、湿度 60±5%の環境で行った。

3. 実験結果および考察

3.1 フレッシュ性状と圧縮強度

表3にフレッシュコンクリートと圧縮強度の結果を示

表3 フレッシュコンクリートと圧縮強度の結果

記号	フレッシュコンクリート結果*		圧縮強度(N/mm ²)		
	スランプ (cm)	空気量 (%)	7日	28日	91日
N-C	19.5	3.8	32.6	45.8	50.1
EX-C	18.0	3.5	31.6	46.4	53.6
SR-C	19.5	3.5	32.5	47.4	52.9
N-M	—	—	38.7	53.9	55.1
EX-M	—	—	38.2	56.6	62.9
SR-M	—	—	40.7	59.9	63.8

※-C:コンクリート, -M:モルタル, N:膨張材及び収縮低減剤無し,
EX:膨張材, SR:収縮低減剤を示す。

す。スランプは 18.0~19.5cm, 空気量は 3.5~3.8%の範囲であった。また, 材齢 28 日の圧縮強度は, コンクリートが 45.8~47.4N/mm², モルタルが 53.9~59.9N/mm² の範囲にあり, モルタルの圧縮強度が 20%程大きい結果を示した。

3.2 膨張材と収縮低減剤が乾燥収縮におよぼす影響

図 1 に乾燥収縮および質量変化率に及ぼす膨張材の影響を示す。なお, 図中の記号で「_S」が付記されている供試体は, 小型供試体の結果を示す。乾燥材齢 91 日の乾燥収縮の比は, N-M を基準とした EX-M が 0.84, N-M_S を基準とした EX-M_S が 0.88 であり, 10~15%ほど収縮が低減された。図 2 に乾燥収縮および質量変化率に及ぼす収縮低減剤の影響を示す。乾燥材齢 91 日の乾燥収縮の比は, N-M を基準とした SR-M が 0.61, N-M_S を基準とした SR-M_S が 0.71 であり, 30~40%ほど収縮が低減された。

混和材料の添加が無い場合と比較した質量減少率は, 膨張材と収縮低減剤ともに標準供試体ではほぼ同じ, 小型供試体では 0.5%ほど質量減少率が大きい結果を示した。

3.3 供試体の寸法および種類が乾燥収縮におよぼす影響

図 3 に供試体の寸法および種類の影響を示す。供試体種類の影響による乾燥収縮の比は, N-C を基準とした N-M が 2.13, EX-C を基準とした EX-M が 1.90, SR-C を基準とした SR-M が 1.99 であり, 乾燥収縮の比はいずれも 2 倍前後であるが, 供試体寸法の影響による乾燥収縮の比は, N-M を基準とした N-M_S が 1.06, EX-M を基準とした EX-M_S が 1.06, SR-M を基準とした SR-M_S が 1.26 であり, 何れも供試体が小さいほど乾燥収縮が大きい。

図 4 は, 調合 N-M を基準とした EX-M と SR-M の乾燥収縮比と供試体寸法を体積表面積比 V/S で表した場合の関係を示す。供試体寸法の影響は, 膨張材より収縮低減剤影響が大きい。

4. まとめ

1) 乾燥収縮の低減は, 混和材料による影響が膨張材で 0.84~0.88, 収縮低減剤で 0.61~0.71, 供試体寸法の影響が標準を基準とした場合に小型で 1.06~1.26 であり,

供試体寸法の影響が大きい。

2) 供試体寸法が乾燥収縮に及ぼす影響は, 膨張材より収縮低減剤を用いた場合が大きい。

参考文献 1)日本建築学会:鉄筋コンクリート造建築物の収縮ひび割れ制御設計・施工指針(案)・同解説(2006), pp.53-60

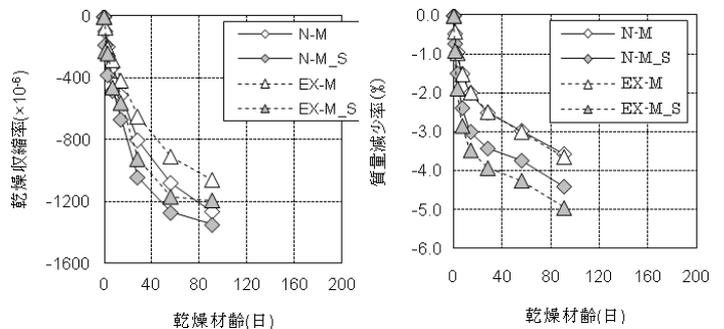


図1 膨張材の乾燥収縮に及ぼす影響

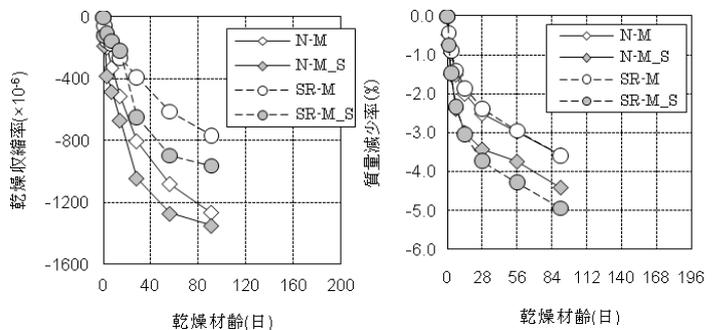


図2 収縮低減剤の乾燥収縮に及ぼす影響

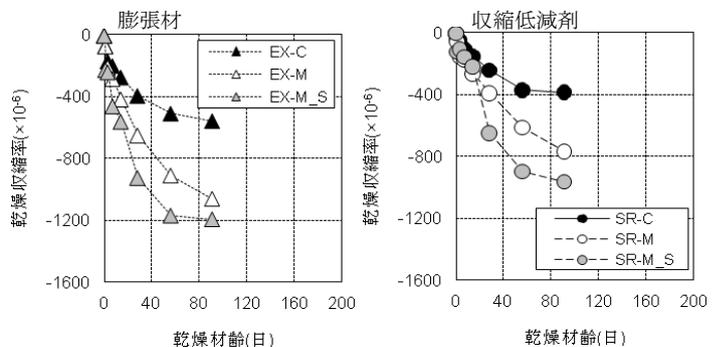


図3 供試体の寸法および種類の影響

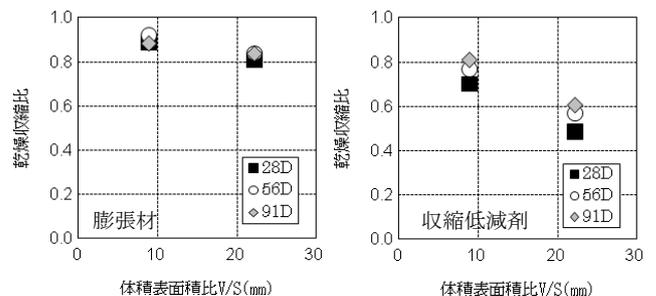


図4 体積表面積比と乾燥収縮比の関係

* (財)ベターリビング つくば建築試験研究センター

** (独)建築研究所 材料研究グループ Ph.D

*Center for Better Living Tsukuba Building Research and Testing Laboratory

**Building Research Institute, Ph.D