

粗骨材がコンクリートの乾燥収縮に及ぼす影響のモルタルによる評価

首都大学東京大学院 正会員 ○上野 敦、正会員 宇治公隆、正会員 大野健太郎  
 三菱マテリアル株式会社 後藤貴弘

1. はじめに

粗骨材の特性によるコンクリートの乾燥収縮ひずみに対する影響について、近年、多くの検討が行われ、骨材粒子の収縮特性やヤング率も多孔性に影響されるものとする、粒子の多孔性による影響が顕著となることが示されている<sup>1)</sup>。本研究は、粗骨材の特性によるコンクリートの乾燥収縮ひずみへの影響を、比較的簡易に評価することを目的として、モルタルによる評価方法について検討したものである。

2. 実験概要

2.1 使用材料

セメントは、3社の普通ポルトランドセメントを当量混合して(密度 3.16g/cm<sup>3</sup>)使用した。細骨材は、表-1の特性を持つ(社)日本砕石協会の試験<sup>2)</sup>に使用された9種類の粗骨材を細骨材大に破碎したものであり、粗骨材として用いたときの、ほぼ一定の配合(W/C0.55、SL18cm)のコンクリートの乾燥収縮ひずみ、電気抵抗法

による破碎粒子の連続空隙指標<sup>3)</sup>、窒素吸着の比表面積が既知のものである。また、比較用に標準砂を使用した。骨材粒子の細孔径分布が、乾燥収縮ひずみに影響を及ぼすとされている<sup>4)</sup>ため、水銀圧入法で細孔径分布を測定した。

2.2 モルタルの配合

モルタルの配合は、JIS R 5201の強さ試験用の配合を基準とし、標準砂の絶対容積を、他の細骨材で置換える構成とした。モルタルの配合は、表-2のとおりである。細骨材は絶乾状態で準備し、吸水量分を補正水として加えて攪拌後、使用した。

2.3 乾燥収縮ひずみの測定方法

供試体は、40×40×160mmの角柱とし、水中養生7日後に基長(100mm)を設定し、その後20℃、60%R.H.の恒温恒湿室内に保管した。長さ変化率の測定はJIS A 1129-2に従った。なお、質量変化率および長さ変化率は、質量減少率と乾燥収縮率とし、減少側または収縮側を正として表した。

3. 結果および考察

3.1 モルタルとコンクリートの乾燥収縮率

モルタルの乾燥収縮率は、使用骨材ごとに異なる結果となり、乾燥期間13週から26週にかけてほとんど変化しない結果となった。図-1に乾燥期間13週のモルタルの乾燥収縮率と乾燥期間26週のコンクリートの乾燥収縮率の関係を示す。両者は高い相関を示し、粗骨材を破碎した細骨材を用いた場合は、モルタルの乾燥収縮率の約60%がコンクリートの乾燥収縮率となるとわかる。コンクリートでの収縮率の低減には、骨材の粒径と体積の影響が含まれるが、骨材体積率はモルタルで0.58、コンクリートで0.67程度であるので、体積差だけが乾燥収縮率の差の要因になっているとは言えない。すなわち、粒径の大きな粒子の方が、媒体の収縮を拘束する効果が高いことがわかる。

キーワード：粗骨材、乾燥収縮、モルタル、多孔性

連絡先：〒192-0397 東京都八王子市南大沢1-1、Tel.042-677-1111(代表)、Fax.042-677-2772

表-1 使用細骨材の特性

試料番号	分類	密度(g/cm <sup>3</sup> )		吸水率(%)	BET比表面積(N <sub>2</sub> )		電気抵抗法での傾き	コンクリートの乾燥収縮率(×10 <sup>-6</sup> )
		表乾	絶乾		m <sup>2</sup> /g	m <sup>2</sup> /cm <sup>3</sup>		
1	火成岩	2.70	2.67	1.24	0.5293	1.4116	-249.4	916
2	火成岩	2.92	2.89	0.87	0.5257	1.5218	-756.4	848
3	堆積岩	2.71	2.69	0.75	0.1640	0.4411	-249.8	635
4	火成岩	2.72	2.66	2.20	1.7948	4.7768	-94.6	699
5	堆積岩	2.75	2.73	0.85	0.2360	0.6435	-212.6	569
6	火成岩	2.65	2.63	0.72	0.8153	2.1451	-502.1	591
7	火成岩	2.72	2.68	1.56	0.1881	0.5038	-84.3	805
8	火成岩	2.65	2.63	0.66	0.1506	0.3965	-128.0	683
9	堆積岩	2.61	2.56	1.78	2.6291	6.7419	-62.6	1160
STD	標準砂	2.61	2.60	0.33	-	-	-	-

表-2 モルタルの配合

試料番号	W/C	単位量(g/L)			
		W	W'(補正水)	C	S(絶乾)
1	0.50	254	19.4	508	1562
2		254	14.7	508	1695
3		254	11.8	508	1575
4		254	34.3	508	1558
5		254	13.6	508	1597
6		254	11.1	508	1541
7		254	24.5	508	1568
8		254	10.2	508	1541
9		254	26.7	508	1501
STD		254	-	508	1523

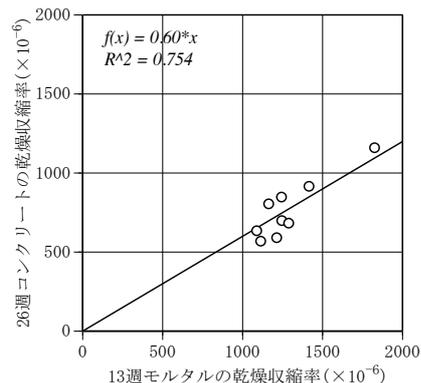


図-1 モルタルとコンクリートの乾燥収縮率

3. 2BET 比表面積と硬化体の乾燥収縮率

細骨材の BET 比表面積とモルタルまたはコンクリートの乾燥収縮率の関係を整理すると、図-2 のようになる。既往の知見<sup>1)</sup> のとおり、細骨材または粗骨材の BET 比表面積が大きくなると、硬化体の乾燥収縮率は直線的に増加することがわかる。また、BET 比表面積とモルタルまたはコンクリートの乾燥収縮率の関係は、ほぼ平行の関係にある。すなわち、モルタルとコンクリートでは乾燥収縮率の値は異なるが、骨材の BET 比表面積による硬化体の乾燥収縮率への影響は、モルタルとコンクリートではほぼ同程度となることがわかり、コンクリートの乾燥収縮率への粗骨材の影響を、粗骨材を破砕した細骨材を用いたモルタルで評価できるものと考えられる。

3. 3 電気抵抗法による連続空隙指標と硬化体の乾燥収縮率

電気抵抗法で得られる細骨材粒子の連続空隙指標<sup>3)</sup> とモルタルまたはコンクリートの乾燥収縮率の関係を図-3 に示す。電気抵抗法からの指標(傾き)は、絶対値が大きくなるほど密な骨材粒子であることを意味している。電気抵抗法での傾きが大きくなると、モルタルおよびコンクリートの乾燥収縮率は小さくなる傾向にある。また、前節と同様に、両者の関係は、モルタルとコンクリートではほぼ平行の関係にあることがわかる。

3. 4 骨材の細孔容積と硬化体の乾燥収縮率

骨材の細孔半径が 15 ~ 150nm の範囲の細孔容積とモルタルまたはコンクリートの乾燥収縮率の関係は、図-4 のとおりである。図-4 の関係は、良好な正の相関を示しており、この範囲の細孔容積の増加に伴って、モルタルまたはコンクリートの乾燥収縮率が大きくなることがわかる。また、前述の BET 比表面積や電気抵抗法による骨材の連続空隙指標と同様で、モルタルやコンクリートの乾燥収縮率に対する骨材粒子の特定範囲径の細孔容積による影響は、モルタルとコンクリートで同程度となることがわかる。

4. まとめ

- (1) コンクリートに用いた粗骨材を破砕した細骨材を試料とした場合、モルタルの乾燥収縮率とコンクリートの乾燥収縮率に非常に高い相関がある。
- (2) 粗骨材または細骨材の特性とコンクリートまたはモルタルの乾燥収縮率の関係は、モルタルとコンクリートではほぼ平行の関係性を示し、粗骨材によるコンクリートの乾燥収縮率への影響をモルタル試験によって評価できる可能性がある。

謝辞：本研究は、(社)日本コンクリート工学会コンクリートの収縮特性評価およびひびわれへの影響に関する研究員会の活動の一環として実施した。試料は、社団法人日本砕石協会より提供を受けた。

参考文献

- 1) 例えば、今本啓一ほか：各種骨材を用いたコンクリートの乾燥収縮特性と骨材比表面積の影響、日本建築学会構造系論文集、No. 606、pp. 9-14、2006
- 2) 日本砕石協会乾燥収縮問題対策委員会：委員会報告書、2011
- 3) 篠永龍毅ほか：電気抵抗法による細骨材比表面積の検討とモルタルの乾燥収縮ひずみの関係、土木学会第65回年次学術講演会講演概要集、第5部、pp. 569-570、2010
- 4) 後藤貴弘ほか：骨材の細孔構造とコンクリートの乾燥収縮、「コンクリートの収縮特性評価およびひび割れへの影響」に関するシンポジウム論文集、日本コンクリート工学協会、pp. 7-12、2010

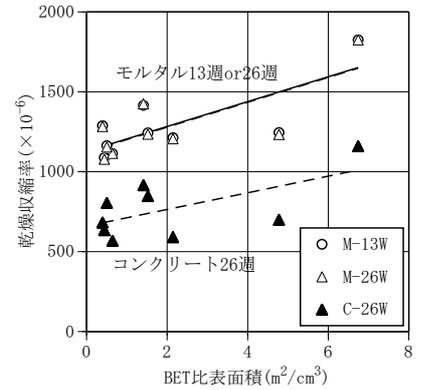


図-2 BET 比表面積と乾燥収縮率

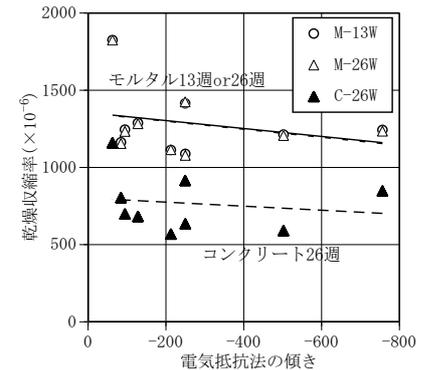


図-3 電気抵抗法の傾きと乾燥収縮率

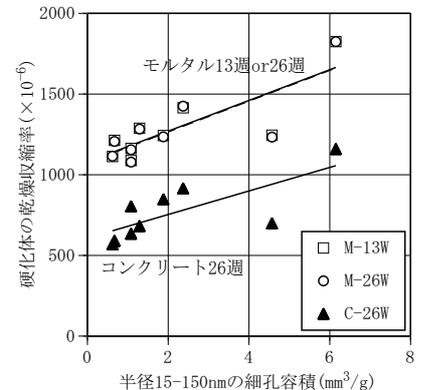


図-4 骨材の半径 15-150nm の細孔容積と乾燥収縮率