

V-27 様々な環境下における高強度コンクリートの自己収縮及び乾燥収縮挙動

東北大学 学生員 ○ 鈴木慎一
 東北大学 佐藤純也
 東北大学 正会員 岩城一郎

1. はじめに

高強度コンクリートは優れた強度特性を示すだけでなく高耐久性をもたらしことが知られているが、その反面、自己収縮及び乾燥収縮に起因した収縮ひび割れに対する抵抗性が低いことが指摘されている¹⁾。この原因の一つとして、高強度コンクリートは普通強度のコンクリートと比較し、材齢初期の自己収縮が卓越し、これに乾燥収縮の影響が加わることで収縮量が增大するためであると考えられる。自己収縮及び乾燥収縮挙動はセメントの水和反応速度や細孔からの水分の逸散速度に依存し、さらにこれらの要因は、温度や湿度といった環境条件に支配されと考えられる。そこで本研究では、高強度コンクリートの収縮挙動を把握するため、高強度モルタルと普通強度のモルタルを作製し、異なる温湿度条件下における両者の自己収縮及び乾燥収縮挙動について比較検討することを目的とした。

2. 実験概要

表-1 配合表

モルタルは表-1に示される高強度コンクリート（PI25）と普通強度のコンクリート（PI60）の配

記号	粗骨材の最大寸法 (mm)	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単位量 (kg/m ³)						
				水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	混和剤		
PI25	20	25	48	170	680	711	844	9.52	0.024	
PI60	20	60	42	170	283	759	1149			0.071

合から粗骨材を取り除くことにより作製した。結合材には普通ポルトランドセメントのみ用いている。供試体の寸法は4×4×16cmの角柱供試体である。供試体は打込み後24時間20℃一定封かん養生を行い、その後乾燥を開始させた。ただし、一部供試体については自己収縮挙動を調べるため、そのまま封かん養生を継続した。乾燥後の温湿度条件として20℃60%RH、30℃30%RH、30℃60%RH、5℃45%RHの4種類を用意した。長さ変化率の測定はJIS A 1129に従いダイヤルゲージ法により行い、各材齢における供試体3本の平均値を算定した。なお、供試体は測定前に5℃から30℃の温度にさらされているため、20℃恒温室内において測定を行う際、温度の上昇、下降に伴い膨張、収縮する。そこで本研究ではこの影響を補正し、見掛け上、供試体の含水状態を変化させずに供試体温度が20℃に達した時の長さ変化率を算定した。また、モルタル供試体に生じる水分逸散量と収縮量との関係についても考察するため、各材齢における供試体の質量変化率を測定した。

3. 実験結果および考察

図-1は材齢の経過に伴う長さ変化率を示したものである。高強度モルタル（PI25）の収縮挙動に着目すると、封かん養生を継続した場合（20℃sealed）においても、顕著な収縮（自己収縮）を示し、これに乾燥の影響が加わると、収縮が一層助長する結果となった。温湿度条件の違いに着目すると、30℃30%RHで、材齢初期の収縮速度及び材齢35日における収縮量が共に最大となっている。30℃60%RHでは、初期の収縮は促進するものの、早期に頭打ちの

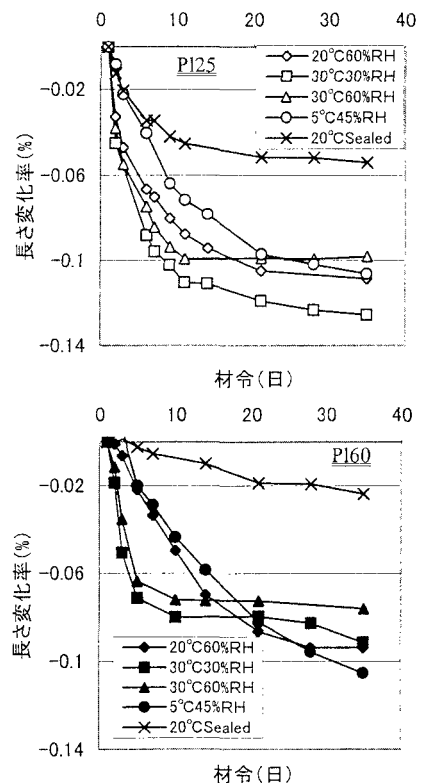


図-1 長さ変化率測定結果

傾向を示している。20℃60%RH、5℃45%RHでは初期の収縮は遅延するものの、その後も増加し続け、30℃60%RHの収縮を追い越している。一方、PI60の収縮挙動に着目すると、20℃Sealedの収縮量（自己収縮）は、PI25と比較して明らかに小さいことがわかる。また、30℃30%RH、30℃60%RHでは初期の収縮が急増するものの、早期に頭打ちの傾向を示し、20℃60%RH、5℃45%RHの収縮に追い越される結果となった。このように、高強度モルタルと普通強度のモルタルでは各温湿度条件下の収縮挙動は類似しているものの温湿度条件間での収縮量の相対的な関係は異なる結果となった。

図-2は、水分逸散量と収縮量の関係を調べるために、質量変化率に対する長さ変化率を示したものである。図より、PI25では、質量変化率の増加とともに長さ変化率が増加しており、その挙動は温湿度条件間で大きな差異は見られない。ただし、質量変化率が大きくなると30℃30%RH、30℃60%RHの傾きが多少小さくなる傾向を示す。一方、PI60では質量変化率がある程度大きくなるまで長さ変化率は増加しない。これは、PI60では収縮を伴わない水分の逸散量が多いことを示しており、余剰水が多く、細孔組織も粗いため、乾燥収縮を引き起こすのに十分な収縮力が作用しないためと考えられる。また、温湿度条件により、長さ変化率の立ち上がり位置及び質量変化率に対する長さ変化率の傾きが大きく異なり、特に30℃30%RHでは、長さ変化率の立ち上がりが著しく遅れると共に、傾きが、他の温湿度条件と比べて小さくなっている。このような傾向を示した理由として、高温低湿環境に曝されることにより細孔組織が粗雑化すると共に水和に必要な水分が強制的に排除されて早期に水和反応が停止したためであると考えられる。このように、モルタルの収縮挙動は配合条件、温湿度条件の違いにより、大きく異なることが確認された。その理由として、高強度モルタルと普通強度のモルタルの水和反応速度の違い、温湿度条件の違いによる細孔構造及び水分逸散速度の変化等により、収縮力とマトリクスの剛性の相互関係が変化したためであると考えられる。

4. 結論

本実験により、自己収縮及び乾燥収縮に起因するモルタルの収縮挙動は温湿度条件、配合条件に大いに依存することが確認された。すなわち、高温では、材齢初期に収縮が急激に進行し、その後は頭打ちの傾向を示すのに対し、常温あるいは低温下では、初期の収縮は遅延するものの、長期にわたり増進することが明らかになった。また、高強度モルタルでは、高温低湿環境下で、材齢初期の収縮速度、材齢長期における収縮量ともに最大となったのに対し、普通モルタルでは、高温下での収縮挙動を常温あるいは低温下での収縮挙動が追い越す結果となった。以上の収縮挙動は、質量変化率と長さ変化率との関係から説明可能であることが示された。

【参考文献】

- 1) 例えば、Karl Wiegink, Shashidhara Marikunte, and Surendra P. Shah: Shrinkage Cracking of High-Strength Concrete, *ACI Materials Journal*, Vol.93, No.5, pp.409-415, September-October 1996

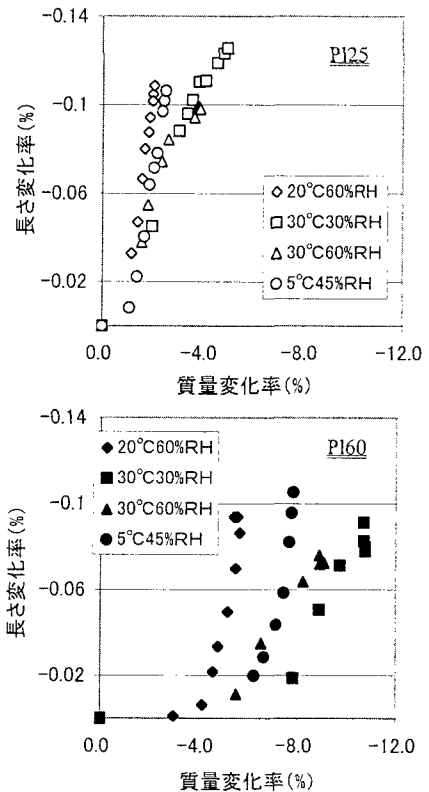


図-2 質量変化率と長さ変化率との関係