

V - 1 乾燥条件が高強度コンクリートの収縮挙動に及ぼす影響

東北大学 正会員 ○ 岩城 一郎
 東北大学 木村悠一郎
 東北大学 フェロー 三浦 尚

1. はじめに

高強度コンクリートの普及に伴い、その様々な物性が明らかにされつつある。このうち自己収縮及び乾燥収縮に起因した収縮挙動並びに収縮ひび割れ性状に関する既往の研究より、高強度コンクリートは自己収縮が卓越し¹⁾、これに乾燥収縮の影響が加わると耐久性上有害なひび割れの発生に至ることが指摘されている²⁾。これらの研究は、主としてコンクリートの使用材料や配合に関する影響を調べたものであり、高強度コンクリートの収縮挙動に及ぼす周囲の温湿度条件に関する影響については未だ研究例が少なく、その機構も十分に解明されているとは言い難い。そこで本研究では、周囲の温湿度条件、並びに乾燥開始材齢を変化させた高強度コンクリート及び普通強度コンクリート供試体の収縮挙動を比較検討すると共に、同一供試体により各材齢の動弾性係数を測定し、剛性の経時変化と収縮挙動を関連付けて考察を行うこととした。

2. 実験概要

本実験に使用したコンクリートの配合表を表-1に示す。W/C25は結合材として普通ポルトランドセメントのみ

表-1 配合表

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			セメント			
				W	C	S	G	SP	AE-1	AE-2
W/C25	20	25	48	170	680	711	844	8.84	0.024	
W/C60	20	60	42	170	283	759	1149			0.071

を使用した水セメント比25%の高強度コンクリートであり、高性能減水剤を添加し、高流動性（スランプフロー650±50mm）を付与している。一方、W/C60は水セメント比60%の普通強度コンクリートである。両コンクリートとも単位水量は170kg/m³一定とし、十分な耐凍害性が得られるよう、AE剤を添加している（空気量5.0%±1.0%）。供試体は、10×10×40cmの角柱供試体で、その長さ変化率は、JIS A 1129-2 2001に従い、型枠脱型（材齢2日）以降の各材齢における供試体両側面に貼り付けたゲージプラグ間（基長300mm）の長さを測定することにより算出した。乾燥条件として、我が国の気象条件を想定した4種類の温湿度条件（20℃60%RH、30℃60%RH、30℃30%RH、5℃45%RH）と3種類の乾燥開始材齢（2日、7日、28日）を選定した。供試体は、乾燥開始材齢に達するまで20℃一定封かん養生を行った。供試体の長さ変化率は、各恒温器内で測定することが困難なため、20℃恒温器で測定した。その際、5℃あるいは30℃恒温器から取り出した供試体は、熱膨張の影響を考慮する必要があるため、本研究では事前に各配合の熱膨張係数を測定しておき、この影響を補正することとした。さらに同一供試体により、JIS A 1127 2001に従い各材齢における動弾性係数を測定することにより、水和の進行に伴う組織の緻密性や乾燥による微細ひび割れの発生に伴う組織の弛緩に応じた剛性の経時変化を評価することとした。

2. 実験結果及び考察

図-1に各乾燥条件に対する高強度コンクリートと普通強度コンクリートの材齢と長さ変化率との関係を示す。図より、高強度コンクリートは普通強度コンクリートと比較し、自己収縮が卓越しているが、型枠脱型以降の全収縮量に大きな差は見られない。また、同一乾燥開始材齢での温湿度条件の影響に着目すると、収縮量は30℃30%RH>30℃60%RH>20℃60%RH>5℃45%RHの順となっており、温度が高く相対湿度が低いほど収縮量が大きくなる傾向を示している。ただし、30℃30%RHと30℃60%RHでは、湿度は異なるものの

乾燥後しばらくは同様の収縮挙動を示しており、高温環境下では乾燥開始直後の収縮挙動に及ぼす湿度の影響は小さい可能性が示唆される。一方、乾燥開始材齢の影響に着目すると、同一温湿度条件であれば一般に、乾燥開始材齢が遅いほど全収縮量も小さくなるが、本実験条件中最も乾燥条件の厳しい30℃30%RHでは、材齢28日から乾燥を開始させた場合、材齢70日までに乾燥開始材齢7日の収縮挙動に追いつく傾向を示した。

図-2に両コンクリートの各乾燥条件に対する材齢と動弾性係数との関係を示す。図中の太線は封かん養生を継続した場合の動弾性係数の変化を示しており、高強度コンクリートは普通強度コンクリートに比べ、材齢2日までに剛性が急激に増加し、その後はゆっくりと増加する傾向を示している。乾燥後の動弾性係数の変化に着目すると、乾燥開始材齢2日の場合、剛性は概して一旦増加し、すぐに減少に転じるのに対し、材齢7日及び28日から乾燥させた場合には、全ての条件で剛性は直ちに低下しており、その低下量は30℃30%RHで最も大きく現れる結果となった。これらの傾向は水和の進行と乾燥に伴う微細ひび割れの発生による影響を示しているものと考えられる。また、乾燥後の剛性の低下は、W/C25は乾燥開始材齢7日、W/C60では28日で最も大きく現れており、高強度コンクリートと普通強度コンクリートで異なる結果となった。その理由として、高強度コンクリートでは材齢7日で既に材齢28日に近い水和レベルに達し、なおかつ細孔中に自由水が残存している状態であるのに対し、普通強度コンクリートでは材齢7日では水和が十分に進行しておらず、組織も緻密化していないため、剛性の低下が小さく現れたと考えられる。

4. 結論

コンクリートの収縮挙動は温湿度条件、乾燥開始材齢によって大きく変化し、その理由は乾燥時の細孔組織の緻密性と含水状態、並びに乾燥後の温湿度条件に依存した水和反応性と水分逸散性に依存していることが示唆される結果を得た。またこれらの物性は高強度コンクリートと普通強度コンクリートで異なるため、その結果両者の収縮挙動に違いが生じたものと判断される。

【参考文献】

- 1) 例えば、自己収縮研究委員会報告書、日本コンクリート工学協会、1996。
- 2) 例えば、Wiegink, K. et al. :Shrinkage Cracking of High-Strength Concrete, ACI Materials Journal, Vol.93, No.5, pp.409-415, 1996。

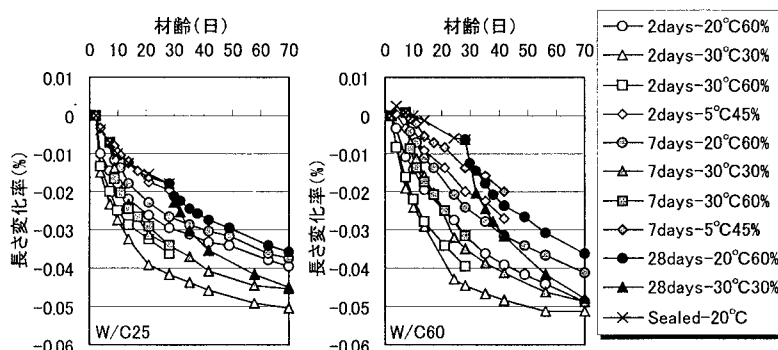


図-1 各乾燥条件に対する材齢と長さ変化率との関係

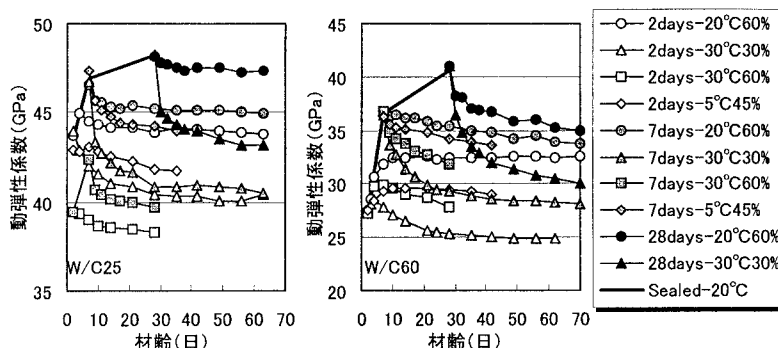


図-2 各乾燥条件に対する材齢と動弾性係数との関係