

乾燥時の温湿度条件が高強度コンクリートの収縮ひび割れに及ぼす影響

東北大学 正会員 岩城一郎

東北大学 学生員 鈴木慎一

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は一般に耐久性にも優れていると考えられているが、普通コンクリートと比較し、自己収縮が大きく、これに乾燥収縮の影響が加わると、収縮ひび割れが発生しやすいという問題が指摘されている¹⁾。当該分野の既往の研究は、使用材料や配合条件の違いが高強度コンクリートの自己収縮あるいは乾燥収縮挙動に及ぼす影響について検討したものが多く、その結果発生する収縮ひび割れ性状について言及したものは数少ない。また、この種のひび割れは、セメントの水和反応性や形成された細孔組織からの水分逸散性にも大いに依存すると考えられるが、これらの性質を左右する主たる外的要因である乾燥時の温湿度条件が収縮ひび割れ性状に及ぼす影響については十分に明らかにされていない。そこで本研究では、乾燥時の温湿度条件が高強度コンクリートの収縮ひび割れに及ぼす影響について、普通コンクリートと比較検討すると共に、同一温湿度条件下でのモルタルの自由収縮挙動と関連付けて考察を行うこととした。

2. 実験概要

表1に配合表を示す。セメントは普通ポルトランドセメントを使用した。表より、W/C25は水セメント比25%の高強度コンクリートであり、高性能AE減水剤を多量

表1 配合表

記号	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		
							SP	AE-1	AE-2
W/C25	25	48	170	680	711	844	9.52	0.024	
W/C60	60	42	170	283	759	1149			0.071

に添加することにより、高流動性（スランプフロー $650 \pm 50\text{mm}$ ）も付与している。W/C60は比較用に作製した普通コンクリートである。両コンクリートとも単位水量 170kg/m^3 一定とし、所定の空気量（ $4.5 \pm 0.5\%$ ）を得るためタイプの異なるAE剤を添加している。収縮ひび割れ測定用供試体は、 $10 \times 10 \times 38\text{cm}$ の角柱供試体で、断面中央にD32の異形鉄筋を1本埋設している。供試体は打込み後24時間、20℃一定封かん養生を行った後脱型し、20℃60%RH、30℃30%RH、30℃60%RH、5℃45%RHの恒温器内でそれぞれ乾燥を開始させた。ひび割れの評価にあたっては、所定の材齢において各供試体に発生したひび割れ1本毎の長さとその幅の平均値を測定し、供試体1本当りのひび割れ面積を算出した。一方、上述した4種類の温湿度条件にさらされたモルタルの自由収縮挙動を把握するため、表1の配合から粗骨材を除いたモルタルにより、両端にゲージプラグを取り付けた角柱供試体（ $4 \times 4 \times 16\text{cm}$ ）を作製し、ダイヤルゲージ法により各供試体の乾燥開始後の長さ変化率を測定した。長さ変化率は20℃恒温室において、各恒温器から供試体を取り出した後速やかに測定することとしたが、測定値には供試体温度が異なる影響が含まれるため、この影響を補正し、供試体の含水状態を変化させず、供試体温度が20℃に達した段階での長さ変化率を算出することとした。

3. 実験結果及び考察

図1に高強度コンクリート（W/C25）と普通コンクリート（W/C60）に対する各環境下におけるひび割れ面積測定結果を示す。図より、高強度コンクリートのひび割れ面積が普通コンクリートに比べ、明らかに大きいことがわかる。またひび割れ面積は材齢91日まで徐々に増加する傾向を示している。乾燥条件の違いが

キーワード：自己収縮，乾燥収縮，収縮ひび割れ，高強度コンクリート，ひび割れ面積

〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 06 東北大学大学院工学研究科土木工学専攻 TEL & FAX 022-217-7428

高強度コンクリートのひび割れ面積に及ぼす影響に着目すると、ひび割れ面積は材齢によらず 30 30%RH > 30 60%RH > 20 60%RH > 5 45%RH の順になっており、高温環境下（30 30%RH, 30 60%RH）で収縮ひび割れが顕著に現れるのに対し、低温環境下（5 45%RH）ではひび割れの進展が著しく遅延する結果となった。一方、普通コンクリートでは 20 60%RH のひび割れ面積が最大となっているが、値そのものが小さく、供試体間のばらつきも大きいので、乾燥条件によって明確な違いが見られたとは言い難い。しかしながら 5 45%RH においては高強度コンクリート同様、明らかにひび割れの進展が遅延する傾向が認められた。

図2に乾燥開始後の各温湿度条件下における高強度モルタルと普通モルタルの長さ変化率測定結果を示す。図より W/C25 では、高温低湿環境（30 30%RH）において、材齢初期の収縮が著しく促進すると共に、材齢 91 日での収縮量も最大値を示している。また、30 60%RH では、初期の収縮は促進するものの、材齢 20 日前後で収縮が停滞し、その後 20 60%RH, 5 45%RH に追い越される結果となった。ひび割れ面積測定結果と併せて考察すると、ひび割れ面積は材齢初期の収縮が促進した 30 30%RH, 30 60%RH において卓越するのに対し、初期の収縮が遅延する 5 45%RH では、小さい値を示しており、高強度コンクリートでは材齢初期の収縮速度が収縮ひび割れ量と密接な関係にあることが示唆される結果となった。一方、W/C60 の収縮挙動は、W/C25 同様、30 30%RH, 30 60%RH において初期の収縮が促進するものの、早期に停滞し、両者とも 20 60%RH, 5 45%RH に追い越される結果となった。ひび割れも 30 30%RH, 30 60%RH で特に顕著に現れているとは言えず、普通コンクリートでは必ずしも初期の収縮速度とひび割れ面積が対応する結果とはならなかった。

4. まとめ

本実験の範囲内において、高強度コンクリートは普通コンクリートと比較し、収縮ひび割れが卓越することが明らかになった。また高強度コンクリートに発生する収縮ひび割れは、乾燥時の温湿度条件に大いに依存し、特に初期の収縮が促進する高温環境下で収縮ひび割れが増大する傾向が示された。一方、低温環境下においてはひび割れの進展が著しく遅延する結果となった。

参考文献

- 1) 例えば、大野俊夫、魚本健人：コンクリートの収縮ひび割れ発生予測に関する基礎的研究，土木学会論文集，No.662，pp.29-44，2000。

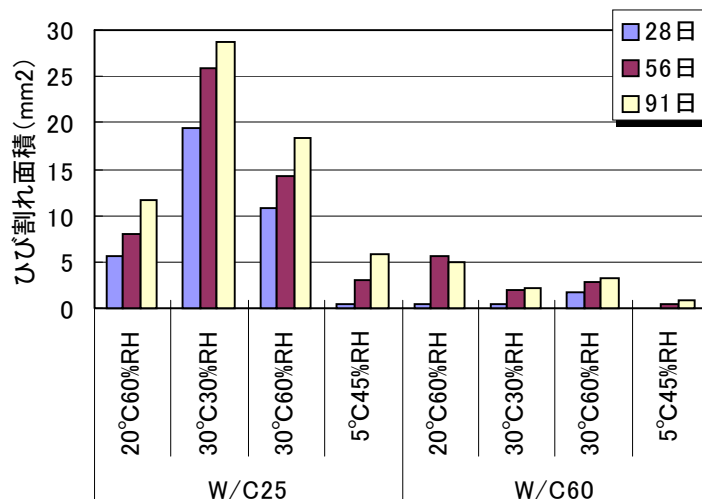


図1 ひび割れ面積測定結果

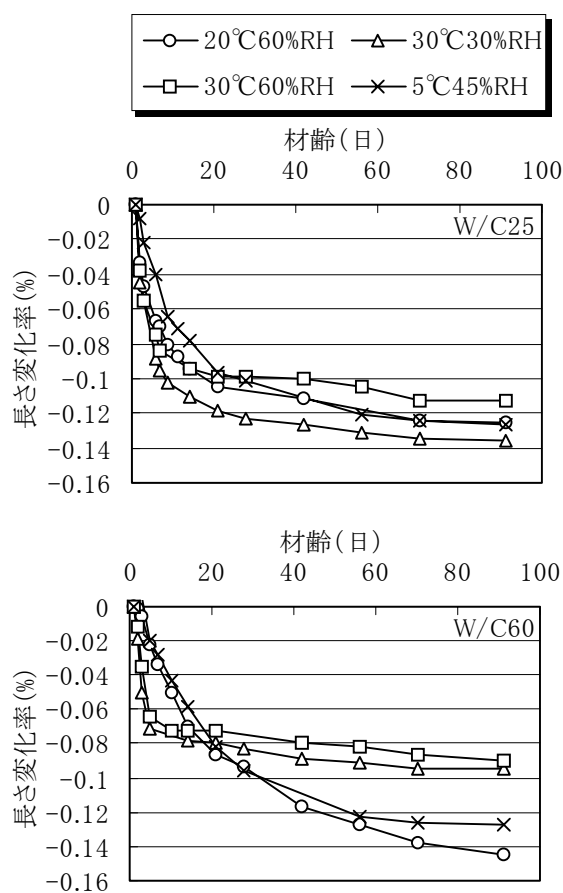


図2 長さ変化率測定結果