

V-26

自己収縮及び乾燥収縮に起因した高強度コンクリートのひびわれ

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 佐藤純也

1. はじめに

近年急速に開発が進められている高強度コンクリートは、コンクリートに高強度性を付与するだけでなく、細孔組織の緻密化により、外部からコンクリート内部への有害な物質の浸入を防ぐことも可能となるため、高耐久コンクリートとしての役割も担うことが期待されている。一方、既往の研究成果¹⁾より、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、自己収縮が卓越することが知られており、これに乾燥収縮の影響が加わり、さらにこれらの収縮が鉄筋等により拘束されると耐久性上有害なひび割れが発生する恐れがある。これらのひび割れから塩分等有害な物質がコンクリート内部へと浸入すると、鉄筋腐食を始め、劣化が進行し、高強度コンクリートに本来期待される耐久性が著しく損なわれることが予想される。本研究では、高強度コンクリートと普通強度のコンクリートを対象に、乾燥開始材齢、温湿度条件の違いが、自己収縮及び乾燥収縮に起因した収縮ひび割れ性状に及ぼす影響について比較検討することを目的とした。

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。PI25は結合材として普通ポルトランドセメントのみを使用した水

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
PI25	20	25	48	170	680	711	844	9.52	0.024	
PI60	20	60	42	170	283	759	1149			0.071

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700±50mm）も付与している。一方、PI60は普通ポルトランドセメントを用いた水セメント比60%の普通強度のコンクリートである。PI25、PI60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%）。ひび割れ測定用供試体は、10×10×38cmの一軸拘束型鉄筋コンクリート供試体であり、断面の中心にD32の横フシ型異形鉄筋を1本埋設している。実験は、収縮ひび割れ性状に及ぼす乾燥開始材齢の影響を調べるものと、温湿度条件の影響を調べるものの2種類に大別される。乾燥開始材齢の影響を調べる実験では、乾燥開始材齢を1日及び7日とした。供試体はコンクリート打込み後、20℃一定封かん養生を行い、乾燥開始材齢以降、20℃60%±5%RHに制御された恒温恒湿室内に保存した。ひび割れの測定にあたっては、各材齢におけるひび割れの発生状況を観察すると共に、材齢91日、154日、182日において、供試体に発生した各ひび割れの長さとしひび割れ幅（ひび割れを4等分した3箇所測定したひび割れ幅の平均値）の積を累積することにより、供試体1本あたりのひび割れ面積を算出した。温湿度条件の違いによる影響を調べる実験では、乾燥開始材齢を1日とし、その後、20℃60%RH、30℃60%RH、30℃30%RHに制御された恒温恒湿器（室）に供試体を保存し、上述の方法により、各温湿度条件下における供試体のひび割れ状況を観察すると共に、材齢28日におけるひび割れ面積を測定した。また、温度のみ制御可能な5℃恒温室（平均相対湿度約45%）に保存した供試体についても同様の実験を行った。

2. 実験結果及び考察

図-1に乾燥開始材齢の影響に着目したひび割れ面積測定結果を示す。図より、普通強度のコンクリート（PI60）に比べ、高強度コンクリート（PI25）に発生するひび割れ面積が明らかに大きいことがわかる。ひ

ひび割れは、供試体の隅角部から鉛直に進展するものがほとんどで、PI25に発生するひび割れは、ひび割れ発生材齢が7-21日と非常に早く（PI60では56-91日）、材齢182日におけるひび割れ本数は1供試体当たり10本程度、ひび割れ幅の最大値は約0.1mm、ひび割れ長さは50mm-100mmのものが主流であった。乾燥開始材齢に着目すると、PI25においては、1日の場合、7日に比べ明らかにひび割れ面積が上回っている。既往の文献²⁾において、材齢1日で乾燥を開始させた場合、3日及び7日から乾燥させた場合と比較し、全収縮量がむしろ減少する傾向を示すことが指摘されているが、本実験で用いた高強度コンクリートにおいては、早期に乾燥させた場合、ひび割れが卓越する結果となった。一方、PI60では、材齢182日においても乾燥開始材齢によらず両者のひび割れ面積に顕著な違いは見られない。さらに、材齢の経過に伴うひび割れの進展状況に着目すると、PI25、PI60ともにひび割れ面積は材齢91日以降も徐々に増加しており、今後とも増加する可能性があると考えられる。

図-2に温湿度条件の違いに着目したひび割れ面積測定結果を示す。図より、PI25とPI60のひび割れ面積の差は、図-1で示した結果よりも、さらに顕著に現れている。PI25のひび割れ面積は、 $30^{\circ}\text{C}30\%\text{RH} > 30^{\circ}\text{C}60\%\text{RH} > 20^{\circ}\text{C}60\%\text{RH} > 5^{\circ}\text{C}45\%\text{RH}$ の順になっており、温度が同じ場合、相対湿度が低い方が、また、相対湿度が同じ場合、温度が高い方が大きくなる傾向を示している。また、低温養生（ $5^{\circ}\text{C}45\%\text{RH}$ ）を行った場合、他の条件と比較し、ひび割れの進展が著しく遅延することが確認された。一方、PI60では、ひび割れ面積自体非常に小さく、供試体間のばらつきも大きいため、現段階で温湿度条件の違いによる影響を正当に評価することは困難である。本実験は、今後さらに継続していく予定であり、温湿度条件が材齢長期にわたるひび割れの進展状況に及ぼす影響については今後の検討課題である。

4. 結論

本実験の範囲内において、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、自己収縮及び乾燥収縮に起因した収縮ひび割れが著しく助長することが明らかになった。また、今回作製した高強度コンクリートにおいては、早期に乾燥を開始させた場合、収縮ひび割れが過大となることが示された。高強度コンクリートに発生する収縮ひび割れは、温度及び湿度の影響を受け易く、同一温度であれば相対湿度が低いほど、相対湿度が同じであれば温度が高いほど、収縮ひび割れが過大となり、低温環境下におかれた場合、特に収縮ひび割れの進行が遅延する傾向にあることが確認された。

【参考文献】

- 1) 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) 楊楊，佐藤良一，河合研至，結合水量に基づく自己収縮ひずみと乾燥収縮ひずみの定量評価，土木学会論文集，No.690，pp.109-120，2001.

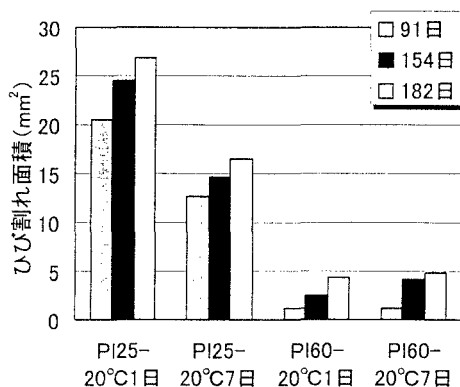


図-1 ひび割れ面積測定結果
(乾燥開始材齢の影響)

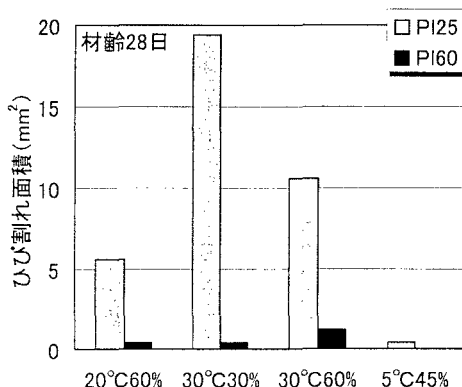


図-2 ひび割れ面積測定結果
(温湿度条件の影響)