

V-31

乾燥により発生するコンクリートの表面微細ひび割れと耐凍害性との関係に関する研究

八戸工業大学工学部 学生員○畑 聡

八戸工業大学工学部 正会員 庄谷征美

東北学院大学工学部 正会員 大塚浩司

東北学院大学大学院 学生員 阿波 稔

1. まえがき

コンクリートが乾燥するとその表面には、非常に微細なひび割れが発生することが多い。しかし、この種の微細ひび割れは、肉眼での観察が困難であるため、その性状や耐久性との関連性についてはあまり明らかになっていない。しかし、このような表面微細ひび割れは、コンクリート表層部の緻密さを欠如させる原因となり、部材の耐久性を低下させる恐れがあると考えられる。筆者らは、これまでに、このような微細ひび割れの性状についてX線造影撮影法を用いて研究し、文献1)、2)などにおいて報告してきた。そこで、本研究は、その結果を用いて、乾燥によって発生した表面微細ひび割れを持つ普通養生および蒸気養生コンクリート供試体の凍結融解試験を行い、乾燥により発生する表面微細ひび割れと耐凍害性との関係を明らかにすることを目的としたものである。

2. 実験材料および方法

セメントは、早強ポルトランドセメントを用いた。骨材は、細骨材として川砂、粗骨材として最大寸法20mmの砕石を用いた。コンクリートは、水セメント比 50% Air $5 \pm 0.5\%$ のAEコンクリートとし、その配合を表-1に示す。

供試体の寸法は、図-1に示す様に、 $10 \times 10 \times 40$ cmの角柱である。本実験で用いた養生方法は普通養生および蒸気養生の2種類であり、その概要を表-2に示す。

表面微細ひび割れ検出用の供試体は、養生終了後、

供試体表層部を厚さ2cmにダイヤモンドソーで切断し、供試体底面を除く全ての面を樹脂でシールした。

これは、表面微細ひび割れの発生には、表層付近の粗骨材の拘束力の影響が大きく、非乾燥側からの拘束力の影響は、それほど大きくないと考えられるためである。そして、この供試体を温度 20°C 、湿度50%の恒温室中に置き、乾燥により時間と共にコンクリート表面に発生する微細ひび割れを観察した。

微細ひび割れの検出には、造影剤を微細ひび割れに浸透させ、X線透過撮影を行い、撮影したフィルムを読影器にかけてひび割れの検出を行う、X線造影撮影法を用いた。

凍結融解試験は、ASTM-C666 A法、水中凍結水中融解法に準じて行ったが、本実験の供試体は、図-1に示される様に、乾燥終了後、底面を除く全ての面を樹脂でシールし、一面から劣化させるようにした。

試験供試体のたわみ一次共鳴振動数の測定は、30サイクル毎に行い、相対動弾性係数を求めた。また、硬化コンクリートの気泡組織の測定は、ASTM

表-1 コンクリートの配合

G _{max} (mm)	Sl (cm)	Air (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)				
					W	C	S	G	AE
20	8±1	5±1	50	46	192	384	744	923	0.096

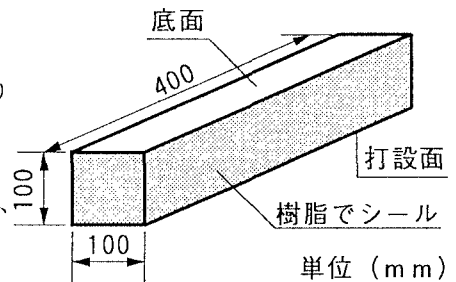


図-1 凍結融解試験用の供試体

表-2 養生方法および条件

実験 No.	養生方法	養生条件			
		前養生時間 (hr)	昇温速度 ($^{\circ}\text{C}/\text{hr}$)	最高温度保持時間 ($^{\circ}\text{C}$)	降温速度 ($^{\circ}\text{C}/\text{hr}$)
1	普通養生				
2	蒸気養生	0	12	55	5.8
3	蒸気養生	4	12	55	4.0

-C457のリニアトラバース法により行った。

3. 実験結果および考察

3. 1 微細ひび割れの経時変化

図-2は、普通養生および蒸気養生を行った場合のX線フィルム上に検出された表面微細ひび割れを、10×10cmの範囲でトレースし、そのトレース図からひび割れ総長を求め、それをトレース面積で除したひび割れ長さ密度の経時変化を示したものである。この図から分かる様に、普通養生を行った場合は、養生終了直後では、ひび割れの発生はほとんど見られなかった。しかし、蒸気養生を行った場合は、養生終了直後でも、既に表面に微細ひび割れが発生しており、特に、前養生時間を全く取らなかったものは、数多くの微細ひび割れが発生していた。その後、初期乾燥を受けると表面微細ひび割れは、経時変化と伴にその数を増して行き、普通養生および蒸気養生ともに乾燥開始1ヶ月程度までは、微細ひび割れの増加が見られたが、それ以降は、増加率が緩やかになる傾向が見られた。また、蒸気養生を行った場合は、普通養生を行った場合と比べて微細ひび割れの早期における増加率が大きくなる傾向が見られた。

3. 2 凍結融解試験結果

図-3は、普通養生および蒸気養生を行った場合の、1ヶ月間の乾燥終了後の供試体の凍結融解試験を行い、相対動弾性係数の推移を示したものである。この図に見られる様に、養生終了後、初期乾燥を受けた供試体は、蒸気養生で前養生0時間>前養生4時間>普通養生の順で相対動弾性係数の低下率が変化する傾向が見られた。特に、蒸気養生で前養生時間を0時

間とした場合は、相対動弾性係数が凍結融解サイクル初期から著しく低下し始め、300サイクルでは、普通養生の場合と比べて約18%もの低下が見られた。

表-3は、普通養生および蒸気養生を行った場合の、養生終了後と乾燥終了後における硬化コンクリートの気泡組織の観察結果を示したものである。この表に見られる様に、普通養生、前養生0時間および前養生4時間の何れの養生条件の場合も、気泡間隔係数が若干低下する傾向が見られた。

4. まとめ

本実験の範囲内で次の様なことが言える。養生過程で発生した表面微細ひび割れが、養生終了後、初期乾燥を受けると、乾燥の影響によりさらに拡大進展し、部材の耐凍害性に有害なものとなると思われる。従って、養生終了後、適切な二次養生を行うことが重要であると考えられる。

参考文献

1) 阿波 稔、大塚浩司、今野洋一：乾燥によりコンクリート表面に発生する微細ひび割れの性状、コンクリート工学年次論文報告集、17-1、725～730、1995.6
2) 大塚浩司、庄谷征美、小関憲一、阿波 稔：コンクリートの蒸気養生過程で発生する表面微細ひび割れの性状に関する研究、土木学会論文集 No.520/V-28、143-155、1995.8

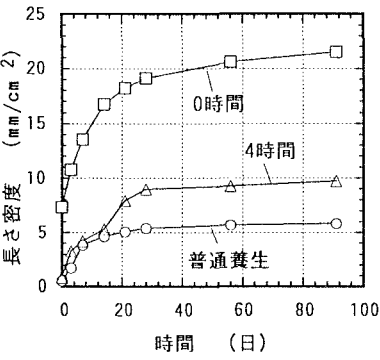


図-2 ひび割れ長さ密度の経時変化

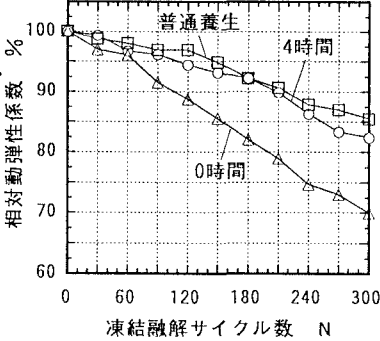


図-3 相対動弾性係数の推移 (乾燥終了後)

表-3 気泡組織の測定結果

養生条件	養生終了後			乾燥終了後		
	気泡の数	空気量 (%)	気泡間隔係数 Lbar (μm)	気泡の数	空気量 (%)	気泡間隔係数 Lbar (μm)
普通養生	1058	5.00	167	1196	5.49	112
前養生0時間	897	4.91	200	1063	4.83	168
前養生4時間	1118	4.87	155	1364	4.54	122