

V-194 蒸気養生コンクリートに発生する表面微細ひび割れと耐凍害性との関係に関する研究

東北学院大学大学院 学生員 阿波 稔
 東北学院大学工学部 正会員 大塚浩司
 八戸工業大学工学部 正会員 庄谷征美
 （株）ビー・エス 正会員 小関憲一

1. まえがき

コンクリート製品を促進養生において製造する場合、一般に、常圧蒸気養生が用いられている。しかし、この様な蒸気養生を用いて製造したコンクリート製品の表面には非常に微細なひび割れが発生することがある。筆者らは、これまでに蒸気養生コンクリートの蒸気養生過程および、その後の二次養生過程でその表面に発生する微細ひび割れをX線造影撮影法を用いて検出し、その発生条件や発生機構などの性状について研究し報告してきた。¹⁾そこで、本研究は、この結果を用いて、蒸気養生コンクリートの蒸気養生過程および二次養生過程で発生した表面微細ひび割れを持つ供試体の凍結融解試験を行い、蒸気養生コンクリートに発生する表面微細ひび割れと耐凍害性との関係を明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

実験で用いたセメントは、早強ポルトランドセメントである。骨材は、細骨材として川砂、粗骨材として最大寸法20mmの碎石を使用した。コンクリートは、水セメント比 50%、Air 5%のAEコンクリートとした。

供試体は、寸法10×10×40cmの角柱である。本実験で用いた養生方法は、蒸気養生および普通養生の2種類であり、その概要を表-1に示す。また、二次養生は、気中養生として温度20℃、湿度50%の恒温恒湿室中で行った。

蒸気養生終了後、供試体表層部を厚さ2cmにダイヤモンドソーで切断し、蒸気養生過程で発生した表面微細ひび割れを検出した。微細ひび割

表-1 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 (℃/hr)	最高温度保持時間 (℃) (hr)	降温速度 (℃/hr)
1	蒸気養生	0	12	55	5.8
2	蒸気養生	2	12	55	4.9
3	蒸気養生	4	12	55	4.0
4	蒸気養生	6	12	55	3.1
5	普通養生				

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測定し、それをトレース面積で除したひび割れ長さ密度を求めた。

その後、この供試体の底面を除く全ての面を樹脂でシールし、恒温恒湿室中に放置した。そして、蒸気養生過程で発生した表面微細ひび割れが、気中二次養生の過程で初期乾燥により時間と伴に増加成長する性状を観察した。

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、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。また、二次養生を行った供試体は、1週間の吸水を行った後に、シールして試験を開始した。

3. 実験結果および考察

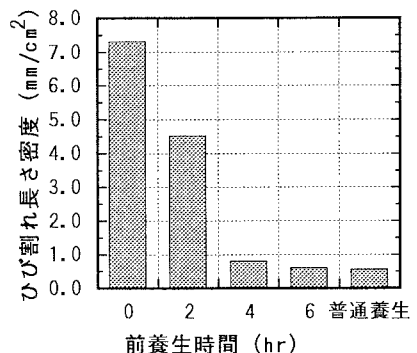


図-1 微細ひび割れ長さ密度
 （蒸気養生終了直後）

3. 1 蒸気養生条件の影響

図-1は、前養生を0時間から6時間および普通養生を行った場合の蒸気養生終了直後におけるひび割れ長さ密度を示したものである。この図から、前養生時間が短くなると、非常に多くの微細ひび割れが発生していることが分かる。この場合の微細ひび割れをSEMで観察した結果、そのひび割れ幅は、極めて小さく0.01～0.03mm程度であった。

図-2は、前養生0時間、4時間および普通養生を行った場合の蒸気養生終了後における凍結融解試験の結果を示したものである。この図に示される様に、何れの条件の場合も、相対動弾性係数の低下にはあまり大きな差が見られなかった。

これは、蒸気養生過程で発生した表面微細ひび割れのひび割れ幅が極めて小さいために、耐凍害性にあまり大きな差が現れないものと考えられる。

3. 2 気中二次養生過程の影響

図-3は、前養生を0時間、4時間および普通養生を行った場合の気中二次養生過程における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、蒸気養生終了後、二次養生の過程で初期乾燥を受けると表面微細ひび割れは、経時変化と共にその数を増して行った。何れの条件の場合も乾燥開始1ヶ月程度までは、微細ひび割れの著しい増加が見られたが、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。この場合の微細ひび割れをSEMで観察した結果、そのひび割れ幅は、0.05～0.1mm程度と蒸気養生終了直後と比べて4倍程度大きくなっていった。

図-4は、前養生を0時間、4時間および普通養生を行った場合の1ヶ月の気中二次養生後における凍結融解試験の結果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大きくなる傾向が見られた。

これは、蒸気養生過程で発生した表面微細ひび割れが、気中二次養生の過程で初期乾燥を受けたために、さらに増加進展し、部材の耐凍害性を低下させたものと考えられる。

4. まとめ

蒸気養生過程で発生した表面微細ひび割れは、蒸気養生終了時点で耐凍害性に及ぼす影響は小さいものと考えられる。しかし、このような表面微細ひび割れが、二次養生の過程で初期乾燥の影響を受けると、さらに増加進展し、部材の耐凍害性に有害なものとなると思われる。従って、適切な二次養生を行うことが重要である。

参考文献

- 1) 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

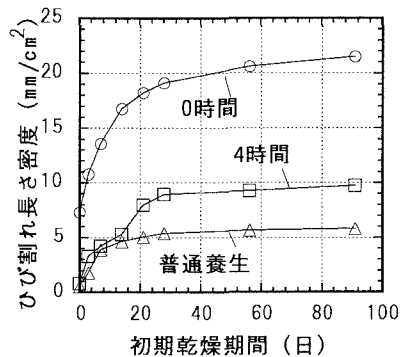


図-2 凍結融解試験結果
(蒸気養生終了後)

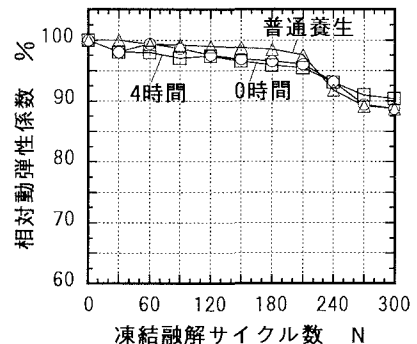


図-3 微細ひび割れ長さ密度
(気中二次養生過程)

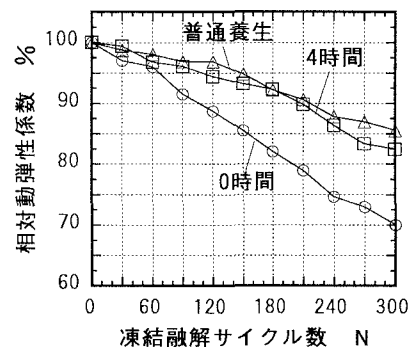


図-4 凍結融解試験結果
(1ヶ月の気中二次養生後)