

V-32

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、このような蒸気養生を用いてコンクリート製品を製造する時、その養生条件が不適切であると、コンクリート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過程で発生する表面微細ひび割れを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⁾ 本報は、このような蒸気養生過程での表面微細ひび割れの発生した供試体を用い、蒸気養生終了直後に凍結融解試験を行い、蒸気養生過程で発生した表面微細ひび割れと耐凍害性との関係を検討しまとめたものである。

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。本実験で用いた蒸気養生条件は、表-2に示す通りである。条件は、現在の示方書類を参考にして、その範囲を外れる条件も含め決定した。また、比較材として普通養生についても試験を行った。

表面微細ひび割れの検出には、養生終了後、供試体底面を厚さ2cmにダイヤモンドソーで切断し、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微細ひび割れの検出を行うX線造影撮影を用いた。そして、検出された微細ひび割れを10×10cmの範囲でトレースし、そのトレース図からひび割れ個数および総長を測定し、それをトレース面積で除したひび割れ個数密度と長さ密度を求めた。

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、養生終了後、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-C457のリニアトラバース法に従って行った。

3. 実験結果および考察

3.1 前養生時間の影響

表-1は、前養生0時間、4時間および普通養生の場合の微細ひび割れの検出結果を示したものである。この表から、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。また、気泡組

表-1 養生条件、微細ひび割れの検出および気泡組織の測定結果

実験 No.	養生条件					表面微細ひび割れ		気泡組織の測定		
	前養生時間 (hr)	昇温速度 (°C/hr)	最高温度保持時間 (°C) (hr)	降温速度 (°C/hr)		個数密度 (個/cm ²)	長さ密度 (mm/cm ²)	気泡の数	空気量 (%)	気泡間隔係数 Lbar (μm)
1	0	12	55	5.8	-3	5.98	7.30	897	4.91	200
2	4	12	55	4.0	-3	0.44	0.79	1118	4.87	155
3	4	35	55	5.5	-3	1.11	2.04	1247	4.77	138
4	4	12	55	4.0	-85	1.93	3.73	995	4.51	167
5	普通養生					0.50	0.55	1058	5.00	167

織の測定結果では、前養生時間が短くなると、気泡間隔係数が幾分大きくなる傾向が見られた。これは、コンクリートが若材令時に加熱されたためであると考えられるが、しかし、一般に耐凍害性に及ぼす影響は小さいと考えられている約250 μ m以下の範囲であった。

図-1は、前養生0時間、4時間および普通養生の場合の相対動弾性係数の推移を示したものである。この図に示される様に、前養生0時間、4時間および普通養生の何れの場合も、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。

3. 2 昇温速度の影響

表-1の昇温速度を12℃/hrおよび35℃/hrとした場合の微細ひび割れの検出結果を見ると。昇温速度が大きい場合には、小さい場合と比べて微細ひび割れの発生数は多くなっているが、その数は、前養生時間が短い場合と比べるとかなり少ない。また、気泡組織の測定結果では、昇温速度がコンクリートの気泡組織に及ぼす影響はほとんど見られなかった。

図-2は、昇温速度を12℃/hrおよび35℃/hrとした場合の相対動弾性係数の推移を示したものである。この図に示される様に、昇温速度が12℃/hrより大きく35℃/hrとなると、相対動弾性係数が少し低下する傾向が見られた。

3. 3 降温速度の影響

表-1の降温速度を-3℃/hrおよび-85℃/hrとした場合の微細ひび割れの検出結果を見ると。降温速度が大きい場合には、多くの微細ひび割れが発生している。また、気泡組織の測定結果では、降温速度がコンクリートの気泡組織に及ぼす影響はほとんど見られなかった。

図-3は、降温速度を-3℃/hrおよび-85℃/hrとした場合の相対動弾性係数の推移を示したものである。この図に示される様に、降温速度が-3℃/hrより大きく-85℃/hrとなると、相対動弾性係数が少し低下する傾向が見られた。

4. まとめ

前養生時間、昇温速度および降温速度などの蒸気養生条件の影響により蒸気養生過程で発生した表面微細ひび割れが、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。これは、ひび割れ幅が極めて小さいためであると思われる。これらの結果から、蒸気養生終了後、部材の適切な二次養生を行えば、蒸気養生過程で発生した表面微細ひび割れが、凍害劣化の主要因子となる恐れは小さいものと考えられる。

5. あとがき

本実験は、発表者の他に、平成7年度東北学院大学工学部土木工学科卒業研修生、成中保之が行ったものである。

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

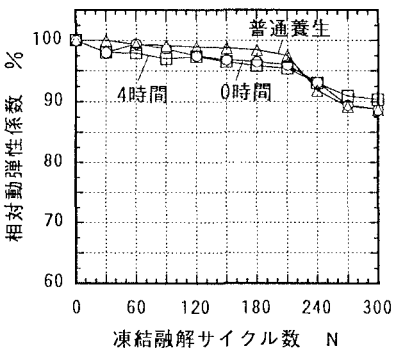


図-1 相対動弾性係数の推移
(前養生時間)

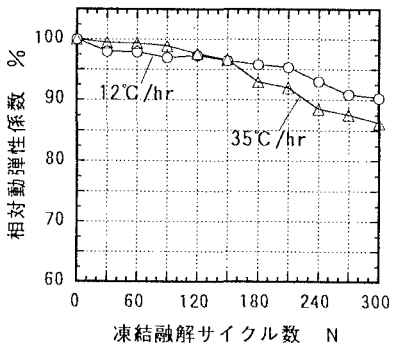


図-2 相対動弾性係数の推移
(昇温速度)

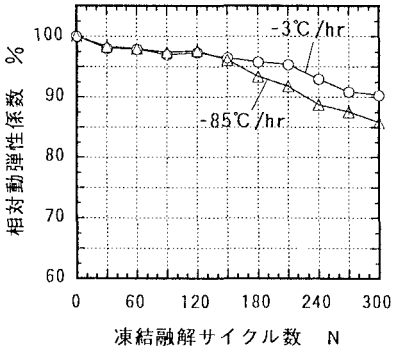


図-3 相対動弾性係数の推移
(降温速度)