

蒸気養生過程で発生する鉄筋コンクリート部材の微細ひび割れ性状に関する実験的研究

東北学院大学工学部 学生員○吉目木祐也

東北学院大学工学部 正会員 大塚 浩司

（株）ピー・エス 正会員 諸橋 克敏

東北学院大学大学院 学生員 阿波 稔

1. まえがき

コンクリート製品を製造する場合、一般に常圧蒸気による促進養生が行われている。しかし、このような蒸気養生において製造したコンクリート製品の表面に微細なひび割れが発生していることがある。そのような微細なひび割れは、耐久性の低下の原因の一つとなると考えられる。そこで、本研究は、このような初期欠陥としての微細ひび割れについてこれまで殆ど報告されていないことから、蒸気養生過程で発生する微細ひび割れの発生機構を実験的に検討することを目的としたものである。なお、本研究では、コンクリート表面付近の微細ひび割れを検出する手段としてX線造影撮影法を独自に開発し使用している。

2. 実験の概要

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の砕石を使用した。

供試体の寸法は、図-1に示すように150×150×400mmの矩形であり、長軸方向にD16鉄筋を4本配置した。蒸気養生条件を表-1に示す。前養生は、20℃の恒温室中に6時間、4時間および2時間放置したもの、0時間の場合の4種類とした。昇温速度はそれぞれ11.7℃/h、20℃/hおよび35℃/hとした。最高温度は、55℃とし、その継続時間は各養生条件において蒸気停止までの積算温度が同一となるように変化させた。降温速度は、3℃/hおよび85℃/hの2種類とした。

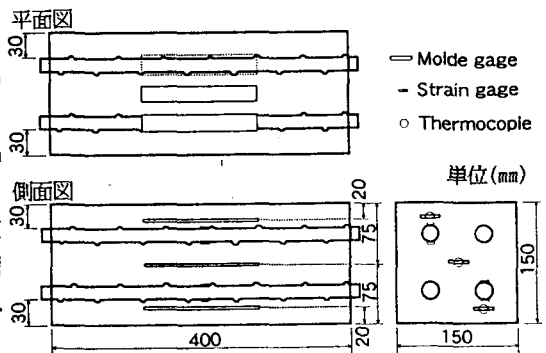


図-1 供試体形状

表-1 蒸気養生条件

供試体 No.	前置時間 (h)	昇温速度 (℃/h)	最高温度	降温速度 (℃/h)	
6-3	A	11.7	55℃	3	
	B			85	
4-3	A			3	
	B			85	
4-2	A	20.0			3
4-1	A	35.0			85
	B				
2-3	A	11.7			3
	B			85	
0-3	A			3	
	B			85	
0-1	A	35.0			3
	B			85	

3. 実験結果および考察

蒸気養生過程で発生する微細ひび割れは、モルタルひび割れ(写真-1)、気泡ひび割れ(写真-2)、骨材とペーストの剥離(写真-3)の、主として、3種類に大別できることが分かった。

前置時間が微細ひび割れの発生に及ぼす影響は、他の条件である昇温速度と降温速度の影響をできるだけ小さく一定としても極めて大きく、前置時間を短縮すると、非常に多数の微細ひび割れが発生することが分かった(表-2)。前置時間の短い場合のひび割れには、モルタルひび割れが比較的多く見られた。ひずみの測定結果より前置時間が短いもののほどひずみの増加率が高く、その最大ひずみ値も大きくなる傾向が見られた(図-2)。これは、前置時間が短いものは、長いものと比べて未だ流動状態であり、熱膨張率が大きいため

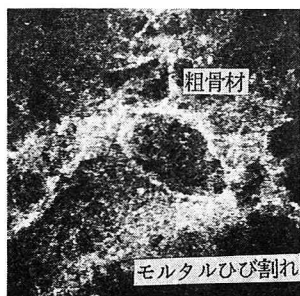


写真-1 モルタルひび割れ(4倍)

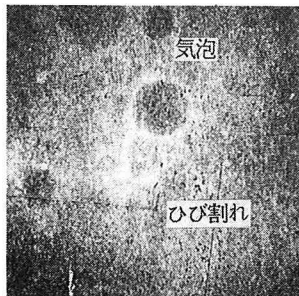


写真-2 気泡ひび割れ(4倍)

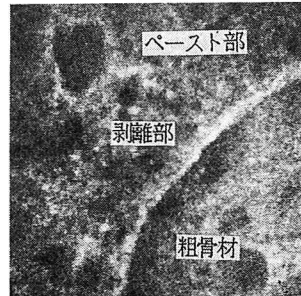


写真-3 骨材の剥離(4倍)

あると考えられる。このようなペースト部の熱膨張率と骨材の熱膨張率との差がモルタルひび割れの発生原因となると考えられる。

前置時間と降温速度の影響を十分に小さく一定とした場合に、昇温速度が微細ひび割れの発生に及ぼす影響を調べた結果、この影響は比較的小さいことが分かった(表-2)。

また、ひずみの測定結果より昇温速度が20と35℃/hのものは、11.7℃/hと比べてひずみの増加率が大きい(図-3)。これは、コンクリートを急速に加熱したことによりコンクリート中の空気や水が加熱され膨張したため、その過程でひび割れが発生すると考えられる。

降温速度が微細ひび割れの発生に及ぼす影響は、前置時間と昇温速度の影響をできるだけ小さく一定とした場合でも大きく(表-2)、降温速度が急な場合の

ひび割れには、骨材とペーストの剥離が比較的多く見られた。また、コンクリートおよび鉄筋のひずみの測定結果より、降温速度を急激にすると、部材の内外の温度差により、部材の表面と中心のひずみ差や、鉄筋の拘束が生じた(図-4)、このようなひずみ差や鉄筋の拘束は、骨材とペーストの剥離を発生させる原因の一つではないかと考えられる。

4. まとめ

蒸気養生の各段階で発生する初期欠陥としての微細ひび割れの性状、また、それらの微細ひび割れの発生原因および発生機構について基礎的な知見が得られた。

5. あとがき

本研究は、発表者の他に、平成5年度東北学院大学工学部土木工学科卒業研修生、武田哲也が行ったものである。

表-2 ひび割れ総長・総本数

前置時間	供試体速度(℃/h)		ひび割れ総長(mm)	ひび割れ総本数
	昇温	降温		
6h	11.7	3	70	26
		85	351	201
		3	141	42
		85	436	273
4h	20.0		303	172
		3	377	192
		85	521	336
		35.0		
2h	11.7	3	616	300
		85	1033	526
		3	957	468
		85	1394	730
0h	35.0	3	1350	955
		85	1905	1103

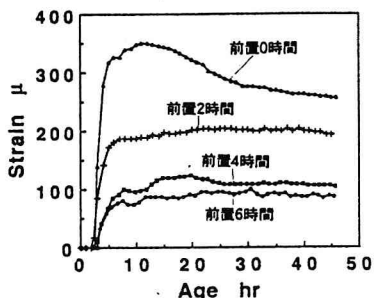


図-2 ひずみの経時変化(前置時間)
昇温速度11.7℃/h、降温速度3℃/h

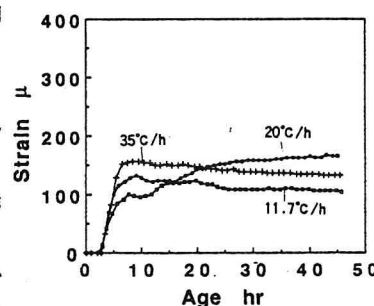


図-3 ひずみの経時変化(昇温速度)
前置4時間、降温速度3℃/h

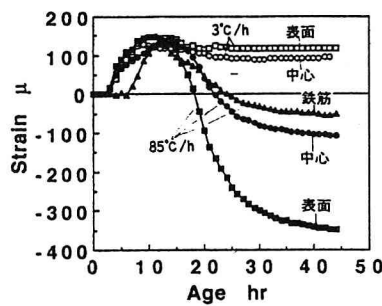


図-4 ひずみの経時変化(降温速度)
前置4時間、昇温速度11.7℃/h