

V-11 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われについて

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

(株) P・S 正会員 諸橋克敏

1. はじめに

コンクリートの製品を製造する場合、一般に促進養生方法として蒸気養生が広く用いられている。近年、蒸気養生において製造したコンクリートの表面に普通養生の場合には、あまり見られない微細なひびわれが検出されることがあり問題になっている。

そこで、本報告は、蒸気養生コンクリートの養生過程で発生する微細なひびわれの発生機構を解明することを目的に、種々の蒸気養生条件において発生した微細ひびわれの性状をX線造影撮影法を用い検出し、さらに鉄筋およびコンクリートの内部ひずみの変化と温度とを測定した結果をまとめたものである。

2. 実験方法

2. 1 使用材料：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。鉄筋は、横筋異形鉄筋SD345、D16を用いた。

2. 2 供試体寸法および蒸気養生条件：供試体の寸法は、図-1に示すように $15 \times 15 \times 40 \text{ cm}^3$ 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。前養生として、 20°C の恒温室中に4時間放置したものと、前置なしの2種類行い、昇温時間はそれぞれ3時間と1時間、最高温度は 55°C で4時間保持した。また後養生は、それぞれ徐冷と急冷とした。なお、打設後24時間で養生を終了した。

2. 3 測定：ひびわれの検出には、X線造影撮影法を用いた。養生終了後、X線撮影時に表面および表面付近の微細なひびわれをより鮮明に映し出すために、供試体表層部を厚さ2cmにダイヤモンドソーで切断し、造影剤を微細ひびわれに浸透させ、X線撮影をした。そして現像したフィルムを読影機にかけてひびわれの観察を行った。

コンクリートと鉄筋のひずみおよび温度の測定には、埋め込み型ゲージとストレインゲージおよび熱伝対を使用した。これらの測定は、打設後より15分毎に養生終了後まで行った。

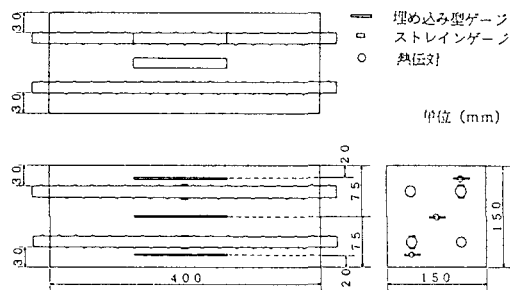


図-1 供試体寸法

表-1 蒸気養生条件

供試体	前養生時間	昇温時間	最高温度	後養生
NO	前養生温度	(hr)	保持時間	温度
4-3	A	3	55°C	20°C
		3		-30°C
4-1	A	1		20°C
		1		-30°C
0-3	A	3	4 hr	20°C
		3		-30°C
0-1	A	1		20°C
		1		-30°C
C-1	普通養生		20°C	

3. 実験結果および考察

3. 1 微細ひびわれの性状：蒸気養生過程で、コンクリートには骨材とペーストとの剥離（写真-1）、モルタル部における骨材間を連結するような微細なひびわれ（写真-2）および比較的大きな気泡を起点とする放射状の微細ひびわれ（写真-3）が発生することが分かった。骨材とペーストとの剥離は、主として後養生温度を急速に下げた場合に生じること、モルタル部における骨材間を連結する微細ひびわれは、主と

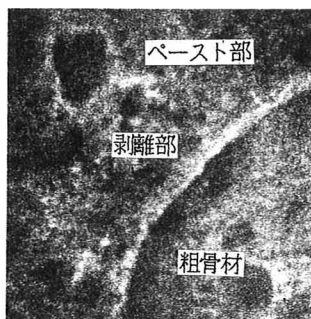


写真-1 骨材の剥離状況(10倍)



写真-2 モルタルひびわれ(10倍)

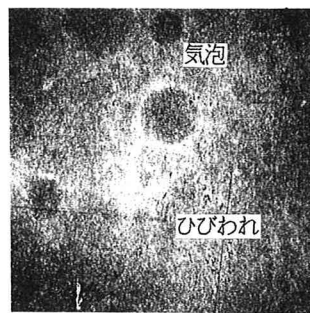


写真-3 空隙ひびわれ(10倍)

して、前養生時間が不足した時に生じること、気泡を起点とした放射状の微細ひびわれは、主として、温度上昇速度が大きいときに生ずるようである。

また、ひびわれを $10 \times 10 \text{ cm}^2$ の範囲でトレースし、その微細ひびわれの総長および本数の測定結果を表-2に示す。これより前置時間が短く、温度上昇速度が急でさらに後養生温度の低いものほどひびわれの総長および本数ともに増加した。

3.2 コンクリートのひずみ： 蒸気養生過程のコンクリートのひずみ測定の結果、図-2に見られるように前置時間が不足したり、上昇速度が大きか

ったりすると最高温度に達した時点のコンクリートのひずみが他の条件の場合よりもかなり大きくなり、また、温度下降時の収縮量も大きくなることが分かった(図-3)。

3.3 後養生の影響： 後養生温度の急激な下降は、コンクリート内部と外部との温度の違いにより供試体表面と中心に大きなひずみ差を生じさせた。その一例を図-4に示す。また図-5より内部の鉄筋と表面のコンクリートのひずみ差も大きくすることが分かった。そのひずみの差は、イニシャルテンションとなり微細ひびわれを発生させるのに十分な大きさであった。

表-2 ひびわれ総長・本数

供試体			総ひびわれ長さ	総ひびわれ本数
養生時間(H)・温度(C)			(cm)	(本)
前置	昇温	後養生		
4	3	20	12.60	39
		-30	42.05	282
	1	20	48.25	232
		-30	76.05	402
0	3	20	94.10	457
		-30	139.35	730
	1	20	134.95	955
		-30	190.50	1103

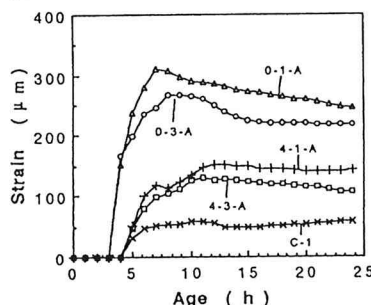


図-2 ひずみの経時変化(徐冷)

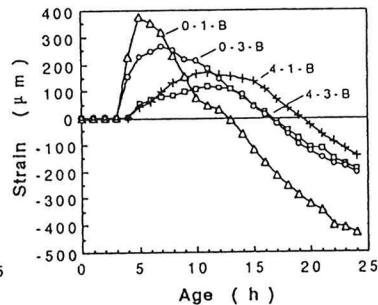


図-3 ひずみの経時変化(急冷)

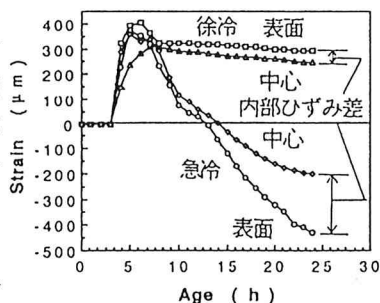


図-4 内部ひずみ差
前置0時間、昇温1時間

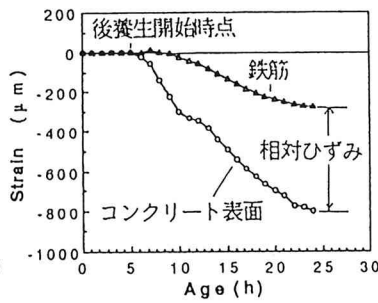


図-5 コンクリートと鉄筋の相対変位(急冷)
前置0時間、昇温1時間

4. あとがき

本研究は、平成4年度東北学院大学工学部土木工学科卒業研修として、発表者の他、大平信吾、三浦康彦が行ったものである。