

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. まえがき

コンクリート製品を蒸気養生で製造する場合において、時々コンクリート内部および表面に微細ひびわれが発生することがある。このような微細ひびわれは、耐久性の低下の一つの原因となると考えられる。しかし、微細ひびわれと蒸気養生の各過程の関連性、また、その発生状況や発生機構を検討した研究は少なく不明な点が多い。

そこで、本報告は、鉄筋コンクリートの蒸気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する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の碎石を使用した。鉄筋は、横節異形鉄筋SD345、D16を用いた。

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本配筋した。

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 20°C の恒温室（徐冷）または -30°C の冷凍庫（急冷）に放置した。

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電対を使用した。

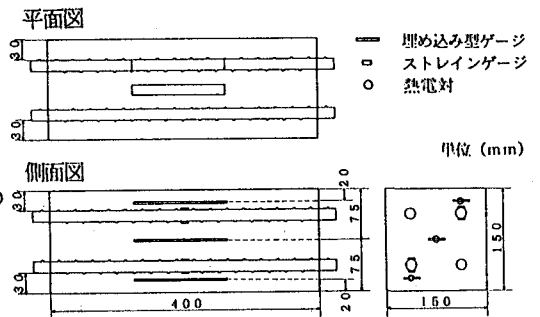


図-1 供試体寸法

表-1 蒸気養生条件

供試体	前置時間	昇温時間	最高温度	後養生
NO	前置温度	(h r)	保持時間	温度 (°C)
4-3	A	3	55°C	20
	B	3		-30
4-1	A	1		20
	B	1		-30
0-3	A	3	4 h r	20
	B	3		-30
0-1	A	1		20
	B	1		-30

3. 実験結果および考察

蒸気養生過程で、コンクリートには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-1）、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-2）および骨材とペーストとの剥離（写真-3）の3種類の微細ひびわれが発生した。モルタル部における骨材間を連結する微細ひびわれは、主として、前養生時間が不足した時に生じ、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ために生じ、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



写真-1 モルタルひびわれ(10倍)

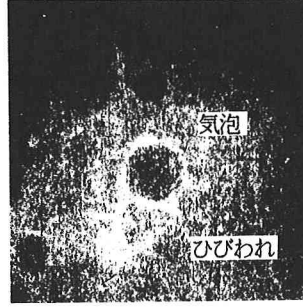


写真-2 空隙ひびわれ(10倍)



写真-3 骨材の剥離状況(10倍)

るようである。

また、微細ひびわれを $10 \times 10 \text{ cm}^2$ の範囲でトレースし、ひびわれの総長および総本数の測定結果を表-2に示す。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総本数ともに増加する傾向が見られた。

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増加した(図-3)。

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相対ひずみも大きくすることが分かった。このような相対ひずみによるイニシャルテンションは、コンクリート部材内の表面と中心に生じるひずみ差に加えて微細ひびわれ発生要因であると推察される。

表-2 ひびわれ総長および総本数

供試体			ひびわれ総長	ひびわれ総本数
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

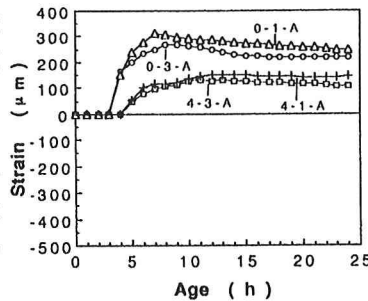


図-2 ひずみの経時変化(徐冷)

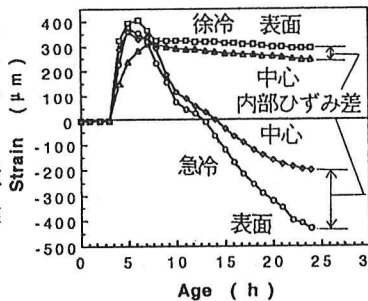
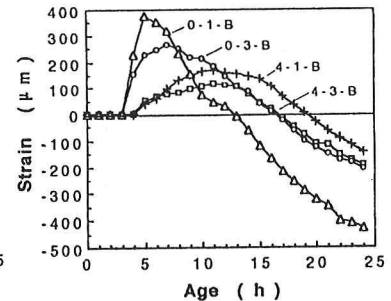
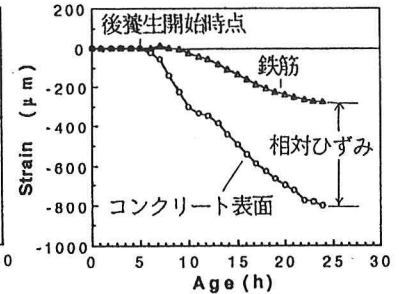

図-4 内部ひずみ差
前置0時間、昇温1時間


図-3 ひずみの経時変化(急冷)


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. まとめ

蒸気養生の各段階で3種類の異なる微細ひびわれが発生すること、また、それらのひびわれの発生原因および機構について基礎的な知見が得られた。

【参考文献】

- 1) 阿波 大塚 諸橋：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 土木学会東北支部技術研究発表会 1993 pp502~503
- 2) 阿波 大塚 諸橋：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 コンクリート工学年次論文報告集 Vol 15 1993