

V—38

コンクリート表面における微細ひびわれ検出に関する研究

東北学院大学 工学部 学生員○町田 啓介

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

蒸気養生で製造した鉄筋コンクリート部材の表面には、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発生することがある。この微細なひびわれは材令の初期には検出が困難なため見過ごされやすいものである。しかし、この微細なひびわれには、やがてコンクリート表面の乾燥と共に肉眼でもはっきり見えるようになり、製品のクレームの原因となることがある。さらに、このひびわれに浸透した水が凍結融解し、凍害の原因となる恐れがある。

そこで、この研究は蒸気養生した鉄筋コンクリート部材に発生する微細なひびわれの性状や発生機構などをX線造影撮影法を用いて実験的に調べることを目的としたものである。

2. 実験方法

実験供試体の寸法は、 $200 \times 150 \times 450$ (mm) でありD16鉄筋を6本使用した。(図1) 供試体を湿らせた布で包みビニールで密封し、恒温室中で温度制御しながら昇温し、最高温度(55℃)で4時間持続させたのち、一方は温度55℃から45℃まで徐々に温度が低下する電気を切った恒温室に10時間放置し、その後温度14℃の室内に置いた。また他方は、最高温度に持続させた後、すぐに温度-15℃の冷凍庫にいった2種類の後養生を行った。養生終了後、供試体の仕上げ面と底面を厚さ5mmでスライスした。これはX線造影撮影時に、表面の微細なひびわれを鮮明に写し出すためである。そして造影剤注入前後のX線造影撮影を行った。また、コンクリート中の鉄筋中央部に貼付したストレインゲージによって養生中の鉄筋ひずみの測定も行った。

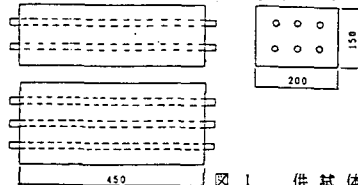


図1 供試体寸法 (mm)

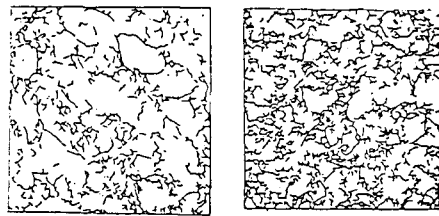


図2 後養生温度14℃ 図3 後養生温度14℃

造影剤注入前

造影剤注入後

仕上げ面トレース図

仕上げ面トレース図

造影剤注入前後のX線撮影フィルムを読影機にかけて、検出されたひびわれをトレースした。

3. 実験結果

実験結果の一例として後養生の違う供試体No.5およびNo.6について述べる。図2から図5は造影剤注入前後の仕上げ面のトレースである。この図からわかるように、造影剤を表面に浸透させることによって、造影剤を使用しない場合よりも数多くの微細ひびわれが検出されている。また温度14℃で後養生したものより、温度-15℃で後養生した供試体の方がより多くひびわれが発生していた。このトレース面10(cm)×10(cm)の範囲で検出された多数の微細ひびわれの個々のひびわれ長(cm)をキルビメーターで計測し、それらの全長をトレース面積(cm^2)でわったものをひびわれ密度(cm/cm^2)とした。

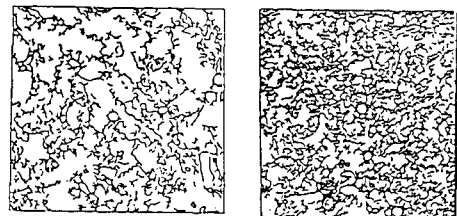


図4 後養生温度-15℃ 図5 後養生温度-15℃

造影剤注入前

造影剤注入後

仕上げ面トレース図

仕上げ面トレース図

表1に、造影剤注入前後のひびわれ全長、密度およびひびわれ全長差、密度差を示す。前述からもわかるように、ひびわれ密度で最大のものは温度 -15°C で後養生した造影剤注入後の仕上げ面で $3.70(\text{cm}/\text{cm}^2)$ であった。また、造影剤注入前と注入後の密度差で最大であったのも温度 -15°C で後養生した供試体の仕上げ面であった。その密度差は、 $1.04(\text{cm}/\text{cm}^2)$ であった。このような結果は、後養生の違いからあらわれたと考えられる。

次に鉄筋応力の変化を図6に示す。前養生4時間では、二つの供試体とも圧縮力を受けている。蒸気養生中は引張力へと推移している。電気を切った恒温室内に放置後、温度 14°C で後養生した供試体は、蒸気終了11時間から脱枠21時間まで引張力がゆるやかに小さくなっている。脱枠後から測定終了時までには圧縮力へと推移している。測定終了時の値は約 $-43.0(\text{kgf}/\text{cm}^2)$ であった。またこの時のコンクリートは、イニシャルテンションとして約 $2.0(\text{kgf}/\text{cm}^2)$ の引張力を受けている計算になる。温度 -15°C で後養生した供試体の場合は蒸気終了から測定終了まで、急激に引張力が小さくなり、圧縮力へと推移している。測定終了時の値は約 $-45.0(\text{kgf}/\text{cm}^2)$ であった。またこの時のコンクリートはイニシャルテンションとして約 $18.0(\text{kgf}/\text{cm}^2)$ の引張力を受けている計算になる。

この二つのコンクリートに働くイニシャルテンションの差は約 $16.0(\text{kgf}/\text{cm}^2)$ であり、温度 -15°C で後養生した供試体は、温度 14°C で後養生した供試体よりも約9倍のイニシャルテンションが働いていることになる。

4. まとめ

以上の実験の結果から、蒸気養生した鉄筋コンクリート部材表面には後養生温度が低いと、微細なひびわれが多数発生することがわかった。またそのような場合には、コンクリートの内部にかなりの大きさのイニシャルテンションが発生していることがわかった。コンクリート部材の表面付近は初期の乾燥と内部と外部の温度差による影響を受け、内部よりもさらに大きな引張力が働いていると思われる。これが蒸気養生鉄筋コンクリートの表面微細ひびわれの発生に関係していると考えられる。このことから、表面微細ひびわれの発生を防ぐ対策の一つとして、後養生温度勾配をゆるやかにすることが考えられる。

表 1 ひびわれ全長および密度

供試体 番号	養生方法 成型時 脱型後	供試体	造影剤 注入	ひびわれの 全長 (cm)	ひびわれ 密度 (cm/cm ²)	造影剤注入前後 の全長差 (cm)	造影剤注入前後の ひびわれ密度差 (cm/cm ²)
N0.5	蒸気 養生	室温 14 ℃	仕上げ面 前	122.5	1.225		
			後	195.0	1.950	72.5	0.725
		底面	前	49.5	0.495		
			後	60.0	0.600	10.5	0.105
N0.6	蒸気 養生	温度 -15 ℃	仕上げ面 前	266.0	2.660		
			後	370.0	3.700	104.0	1.040
		底面	前	51.5	0.515		
			後	90.5	0.905	39.0	0.390

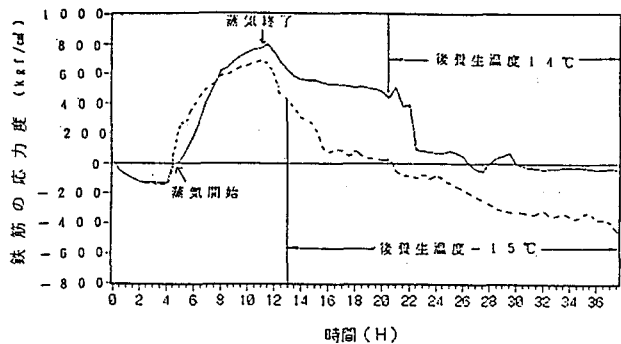


図 6 応力-時間関係グラフ