

電力中央研究所 正会員 金津 努

電力中央研究所 正会員 西内達雄

1. はじめに

原子力関連のコンクリート構造施設を対象として、高温条件下での鉄筋コンクリートの力学的性状を把握することを目的として実験的な検討を行っている。高温下では、コンクリートや鉄筋の物性が温度とともに変化することに加えて、鉄筋とコンクリート間の熱膨張ひずみの差によりコンクリートに引張応力が発生し、温度上昇量が大きい場合にはひびわれが発生する。既報¹⁾では、100℃を越えて昇温する場合には、鉄筋とコンクリートの熱膨張ひずみ差に起因してひびわれが発生する事を実験的に確認し、ひびわれ幅は温度（鉄筋とコンクリートの熱膨張ひずみ差）とほぼ比例関係にあることを示した。本報告では、所定温度まで昇温後さらに引張荷重が作用する場合に、ひびわれ性状に与える温度の影響を実験的に把握し、考察したものである。

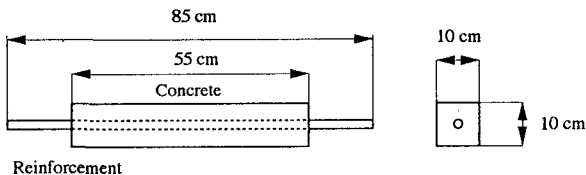


図-1 鉄筋コンクリート棒状試験体

2. 鉄筋コンクリート棒部材の高温下での引張試験

図-1に示すような全長55cm、断面10×10cmの鉄筋コンクリート棒状部材を所定温度まで昇温し、その後鉄筋が降伏するまで引張荷重を载荷した。図-2に示すように鉄筋の縦リブ位置に溝を削り、ここにひずみゲージを貼付して、昇温時および载荷時の鉄筋ひずみの挙動を測定した。棒部材の温度は、所定位置に熱電対を埋め込んで測定した。実験要因は表-1に示すように、温度条件4種類、鉄筋比2種類で、同一条件で2体の試験を行った。昇温速度は約10℃/h r.で、昇温後1～2日間所定温度を保持し、その後载荷試験を行った。

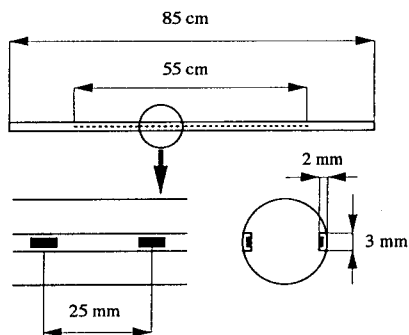


図-2 鉄筋ひずみゲージの貼付方法

以降のひびわれ幅の実験値は、平均鉄筋ひずみ（実測値）と平均ひびわれ間隔（実測値）を乗じて求めたものである。

3. 昇温時に発生するひびわれの幅

昇温時に発生するひびわれ幅の熱膨張ひずみ差（+乾燥収縮ひずみ）に対する変化を図-3に示した。HL試験体では温度が65℃と低いので、昇温によってひびわれは発生していない。HM試験体ではひびわれがちょうど発生する温度条件で（約100℃）ひびわれ幅は0.1mm程度である。このときの鉄筋とコンクリートの熱膨張ひずみ差は約200μで、ひびわれ本数は1～2本である。HH試験体の昇温後のひびわれ幅は0.2～0.25mmでかなり大きい。このときの熱膨張ひずみ差は約1200～1400μで、ひびわれ本数は3本であった。鉄筋比の相違による

表-1 鉄筋コンクリート棒部材の諸元

試験体	温度条件 (℃)	鉄筋径 (mm)	鉄筋比 (%)
NTS16	常温	16	1.71
NTD16			
NTS19		19	2.48
NTD19			
HLS16	65	16	1.71
HL D16			
HLS19		19	2.48
HL D19			
HMS16	100	16	1.71
HMD16			
HMS19		19	2.48
HMD19			
HHS16	200	16	1.71
HH D16			
HHS19		19	2.48
HH D19			

ひびわれ性状の差は認められない。

4. 引張荷重載荷時のひびわれ幅

図-4および図-5は、全試験体の引張荷重を載荷した場合のひびわれ幅の変化を、鉄筋のひずみ（引張荷重から算出したひずみ）との関係で示した。

HL試験体では、鉄筋とコンクリートの熱膨張ひずみ差がほとんど無く、物性変化も小さいので、ひびわれ幅は常温の場合とほとんど同じ変化をしている。ややバラツキが大きいものの、1000 μ で0.2mm、降伏時点で0.3~0.35mmと、従来常温下で認識されている鉄筋ひずみとひびわれ幅の関係に対応している。

HM試験体では昇温時にひびわれは発生するものの、熱膨張ひずみ差がそれほど大きくないので、載荷に伴うひびわれ幅も常温下の場合とほとんど差がない。

HH試験体では熱膨張ひずみ差が大きく、載荷後も他の試験体よりひびわれ幅は大きい。

各試験体とも鉄筋ひずみとひびわれ幅の間に直線関係が認められ、ややバラツキはあるがその傾きは温度条件が高い方が小さい。これは温度条件の高い方がひびわれ本数が多く（HM、HH試験体とも3本、NT、HL試験体は2本、しかもHH試験体では昇温時にすべてが発現）、載荷に伴う鉄筋ひずみがひびわれ幅に寄与する程度は高温下の方が小さくなるためと考えられる。したがって、鉄筋降伏時のひびわれ幅を見ると、HHとNTでは、昇温時にHHに発生したひびわれ幅ほどの差は認められない。

図-3と図-5のひずみ軸を連続させると、HH、HM試験体のひびわれ幅は、「熱膨張ひずみ差+載荷時の鉄筋のひずみ」と直線関係が認められる。理論的にも熱膨張ひずみ差と載荷に伴う鉄筋ひずみは同じようにひびわれ幅に寄与する量であるので、高温下の鉄筋コンクリートのひびわれ幅は、「熱膨張ひずみ差（+乾燥収縮ひずみ）+載荷時の鉄筋ひずみ」を従来の鉄筋ひずみと同じ指標とすることができる。

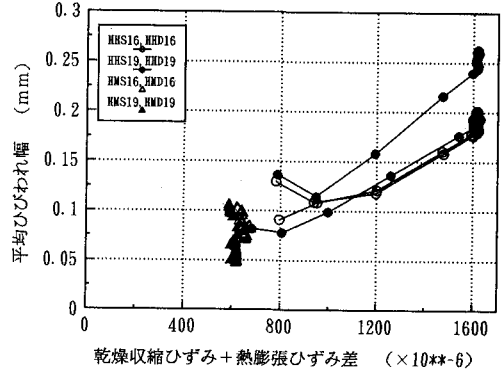


図-3 昇温時のひびわれ幅と熱膨張ひずみ差の関係

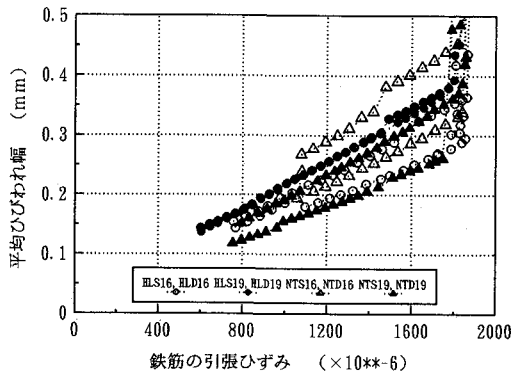


図-4 載荷時のひびわれ幅と鉄筋ひずみの関係；NT、HL

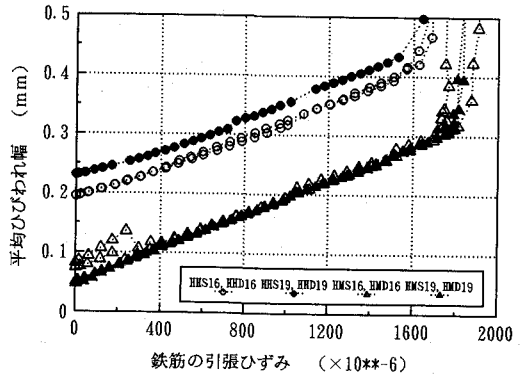


図-5 載荷時のひびわれ幅と鉄筋ひずみの関係；HM、HH

5. まとめ

- (1) 鉄筋とコンクリートの熱膨張ひずみ差に起因してひびわれが発生するので、高温下の方が常温下に比較してひびわれ本数は多くなる傾向がある。
- (2) 100℃程度までの温度条件では、熱膨張ひずみ差がひびわれ幅に与える影響は顕著ではないが、200℃の温度条件では熱膨張ひずみ差が大きくなり、ひびわれ幅をかなり大きくする。
- (3) ひびわれ幅は、「熱膨張ひずみ差+載荷時の鉄筋ひずみ」とほぼ直線関係にある。

【参考文献】1)金津、石田、西内；高温下の鉄筋コンクリートの付着とひびわれ性状、第48回年次講演会、1993