

V-88

曲げひびわれ幅に及ぼすかぶりの影響

中部大学 正会員 ○愛知五男

中部大学 正会員 平沢征夫

1. まえがき

RC構造物のひびわれは、ある程度ひびわれを許容すれば合理的な設計が可能であり、そのひびわれ幅が許容値以下であれば耐久性を損なうことは一般に少ないことがよく知られている。一方、RC部材のひびわれ幅と鉄筋の発錆との間には、かぶりも重要であり、かぶりの効果が認められている。本報告では、鉄筋のかぶりとひびわれ幅の関係を、はりの曲げ試験により求め、土木学会とCEB/FIPの提示式及び昨年行なった両引試験の結果などを含めて比較検討した。

2. 実験概要

本実験に用いた材料は、コンクリートの圧縮強度 330 kgf/cm^2 、引張強度 25.4 kgf/cm^2 、ヤング係数 $3.17 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$ を用い、主鉄筋には降伏点 3850 kgf/cm^2 の異形鉄筋D13を2本使用した。曲げ供試体の配筋ならび形状寸法は図-1に示したが、かぶりは供試体底面から主鉄筋表面までの距離とした。かぶりの条件は4種類として、同一条件の供試体を4本作製した。試験材齢28日まで恒温室内にて養生した後、2体は曲げ試験機により曲げ性状を調べ、その結果を表-1に示した。一方、同時に作製した同一要因の供試体2本を一組として、図-1に示す載荷装置により、供試体下縁に一定範囲 ($0.25\text{--}0.30\text{mm}$) のひびわれ幅を生じさせた。漸増載荷時のひびわれ幅は、下縁及び鉄筋位置にチップを取り付けコンタクトゲージにより測定した。

上述のひびわれ幅の荷重を保持した状態で、2-3本の表面ひびわれ幅を下縁から1cm間隔でオプティカルメーターにより測定した。測定後ひびわれにゴム球を付け樹脂注入し硬化後1体は、図-2に示したブロックをコンクリートカッターで切り出し、内部ひびわれ幅と性状などを求めた。他の1体については、補強効果の確認実験を目的とした曲げ試験を行ない健全な供試体と比較した。

3. 実験結果及び考察

下縁ひびわれ幅と鉄筋応力度の関係を図-3に示した。ひびわれ幅が 0.05mm ほどで、鉄筋応力度が 700 kgf/cm^2 以下の比較的小さい作用応力であれば、かぶりによりひびわれ幅への影響が殆どなく、ひびわれ幅で見れば目視可能な 0.04mm 程度に相当するものと思われる。鉄筋応力度が 700 kgf/cm^2 以上に増加すれば、かぶりの影響が顕著で有効高さ、曲率半径の相違などによりひびわれ幅に大きく差異が生じている。ここには示されていないが、ひびわれ幅を各かぶりごとに学会示方書の提案式により求めた結果、鉄

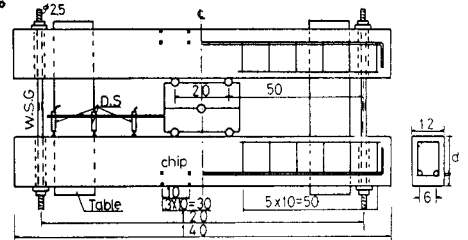


図-1 形状寸法と載荷装置

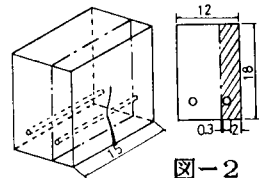


図-2

表-1 曲げ試験の結果

供試体	有効鉄筋比 $p(\%)$	有効荷重 $P_{cr}(\text{tf})$	降伏荷重 $P_y(\text{tf})$	破壊荷重 $P_u(\text{tf})$	ひびわれ幅 ^{a)} の荷重 (tf)
S-2.0	1.38	0.95	4.81	6.30	4.5
S-3.5	1.53	0.84	4.32	5.62	3.3
S-5.0	1.71	0.80	3.86	4.84	2.6
S-6.5	1.95	0.78	3.36	4.22	1.8

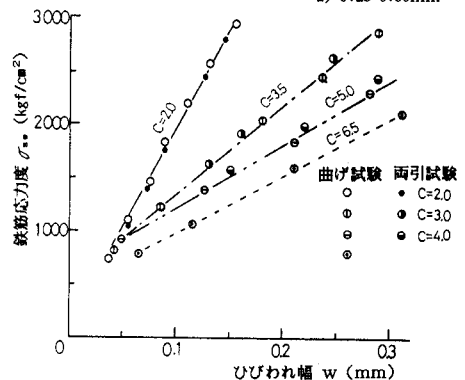
a) $0.25\text{--}0.30\text{mm}$ 

図-3 鉄筋応力度とひびわれ幅の関係

筋応力度が 2400 kgf/cm^2 以下では、実験値がいずれも計算値を下回った。試験方法の違いによる影響を、昨年報告¹⁾した両引試験の結果を併せて図-3に示した。かぶり $c=2.0$ の両者の結果はよく一致し、両引試験の $c=3.5$ 、 $c=4.0$ は、やや大きめではあるが、曲げの $c=3.5$ 、 $c=5.0$ に対応させることが出来るものと考えられる。しかし、両引試験で、 $c=5.0$ 以上になるとコンクリート内部でひびわれが分散し、表面にはさほど大きく現われず、曲げひびわれとは、かなりの違いを示すことが明らかとなった。供試体側面の鉄筋位置におけるひびわれ幅を、図-4に示した。実際の橋では、桁側面の最下段主鉄筋位置と桁底面とにおける横ひびわれ幅は殆ど差がない²⁾ことを示しているが、本実験では、載荷スパン及びたわみ変形などが相違するため、鉄筋位置でのひびわれ幅は、図-3に示した下縁ひびわれ幅に較べて、鉄筋の許容応力度付近で $c=2.0$ では、90% 他のかぶりでは、平均56%と小さく現われた。

学会などで提示された許容ひびわれ幅は、一般的な環境と通常使用される範囲では、許容ひびわれ幅が 0.2 mm 程度であることが示されている。このことから 0.2 mm におけるひびわれ幅を基準として、鉄筋の応力度とひびわれ幅との関係を図-5に示した。実験値の鉄筋応力度は、曲げモーメントより算出して求めた。実験値は学会の曲線に較べ、実験範囲の同一かぶりでは、鉄筋応力度が15-38%と大きく示された。一方、CEB/FIP提示式で計算した曲線とは、かぶりが $c=6.5$ と大きくなるにつれて、若干差異が生じているがほぼ実験値に近似する傾向が見られた。

図-6は、供試体側面の表面ひびわれ幅と内部ひびわれ幅との関係を調べるために、下縁ひびわれ幅を $0.25-0.30 \text{ mm}$ 範囲に保持した試験において、各供試体の下縁ひびわれ幅を基準（1.0）とし、測定したひびわれ幅を、ひびわれ幅率と定義して、 $c=2.0$ 、 $c=5.0$ について求めたものである。これにより内部ひびわれは、表面ひびわれよりも殆どの位置で小さく示され、特に鉄筋位置付近では顕著であるが、これは鉄筋の付着拘束と若干のひびわれが分散したことにより、ひびわれ幅率が小さく現われたものと考えられる。また、この程度のひびわれ幅では、鉄筋とコンクリートとの界面で表面剝離の様子は認められなかった。

4. まとめ

かぶりとひびわれ幅の関係について実験的に求めた結果、両引試験では、かぶりがある大きさ以上になると計算値と合致しない。曲げ試験では、スパン長とたわみ変形量などにより、違いが生ずるものと考えられるが、かぶりとひびわれ幅は、ほぼ計算値に対応出来るものと思われる。鉄筋応力度が、使用限界内であれば、学会式は安全側を与えるものと思われる。

<参考文献>

- 1) 愛知・平沢：土木学会第41回年講，第5部門，61.11
- 2) 土木学会：コンクリートライブラリー第61号改訂資料，61.10

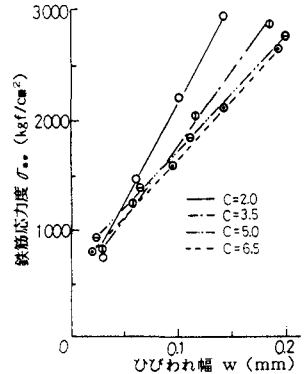


図-4 鉄筋位置のひびわれ幅

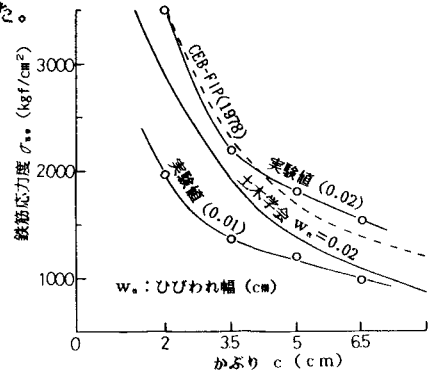


図-5 一定ひびわれ幅による鉄筋応力度

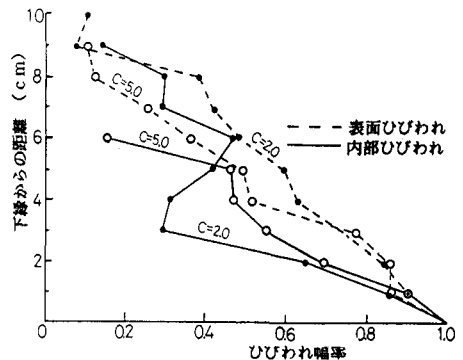


図-6 表面と内部ひびわれ幅との比較