

充腹型SRC構造の曲げひびわれ幅について

鹿児島大学○学生員 米盛司郎

同 上 正 員 松本 進

同 上 小 浜 磨

同 上 有 馬 均

1. まえがき

鉄筋コンクリート(以下RCと略記)部材に発生する曲げひびわれの研究はこれまでに数多くなされ、現コンクリート標準示方書では、鋼材の種類、鋼材応力度の増加量、かぶり、鋼材径、鋼材の中心間隔などを要因としてひびわれ幅の算定式が定められている。一方、鉄骨鉄筋コンクリート(以下SRCと略記)部材の曲げひびわれの検討は、現示方書では鉄骨の付着性の問題から $A_{ss}/A_s(\%)$ (ここに、 A_{ss} :引張側鉄骨の断面積、 A_s :引張側鋼材の断面積)に応じて、鋼材の引張応力度の上限値を定めており、その応力度を用いて検討を行うこととし、算定式は特別定められてはいない。一般にSRC部材に発生する曲げひびわれ幅は、RC部材の場合に考えられた要因の他に、 $A_{ss}/A_s(\%)$ 、鉄筋と鉄骨の断面中の配置などが影響するものと思われる。本研究は、この2つを要因として取り上げ、SRC部材に発生する曲げひびわれ幅の検討を行ったものである。

2. 実験概要

供試体は全部で9本あり、断面形状は図-1に示すように幅150、高さ200、長さ180(cm)の矩形ばりで、鉄骨はすべて100×50×5×7(mm)のH型鋼とし、鉄筋はD10、D16、D22の3種類を用いた。実験要因として表-1に示すように、 $A_{ss}/A_s(\%)$ 、鉄筋の重心位置と鉄骨の下フランジの重心位置との距離(以下ここではS:相対距離

表-1 実験要因

供試体名	A_{ss}/A_s	鉄筋	相対距離
D101	71(%)	2-D10	0(cm)
D102	71(%)	2-D10	2(cm)
D103	71(%)	2-D10	4(cm)
D161	47(%)	2-D16	0(cm)
D162	47(%)	2-D16	2(cm)
D163	47(%)	2-D16	4(cm)
D221	31(%)	2-D22	0(cm)
D222	31(%)	2-D22	2(cm)
D223	31(%)	2-D22	4(cm)

相対距離:鉄筋の重心位置と鉄骨の下フランジの重心位置との距離

A_{ss} :引張側鉄骨の断面積

A_s :引張側鋼材の断面積

鉄骨はH型鋼100×50×5×7(mm)

と称する)を考慮した。試験方法は等曲げモーメント区間を58(cm)とした2点載荷で行い、鉄筋の応力度が $A_{ss}/A_s(\%)$ に応じて定められた応力度になるまで、0.25または0.5(t)ピッチで2回繰り返した後、3回目破壊した。測定項目として、ひずみはスパン中央および載荷点より1(cm)内側の鉄骨上下フランジ、鉄筋、スパン中央の圧縮側コンクリート表面で計測し、たわみの計測はスパン中央および支点位置で行った。また、ひびわれ幅の測定にはπ型変位計を使用し、鉄筋位置および鉄骨の下フランジ位置でのひびわれ幅の測定を行った。

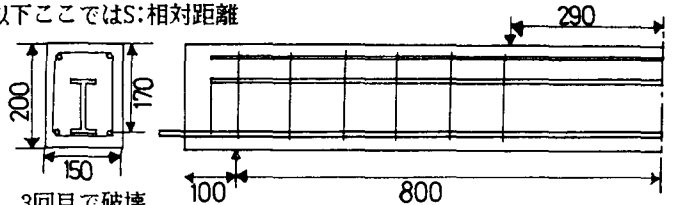


図-1 供試体形状の一例 単位(mm)

3. 実験結果および考察

図-2、図-3は $A_{ss}/A_s(\%)$ がそれぞれ71、31(%)の場合の相対距離を0、2、4(cm)とした供試体について、3回目の載荷時における鉄筋位置での平均ひびわれ幅と鉄筋の応力度との関係を示したものである。いずれの $A_{ss}/A_s(\%)$ においても、鉄筋の応力度が増加するにつれて相対距離

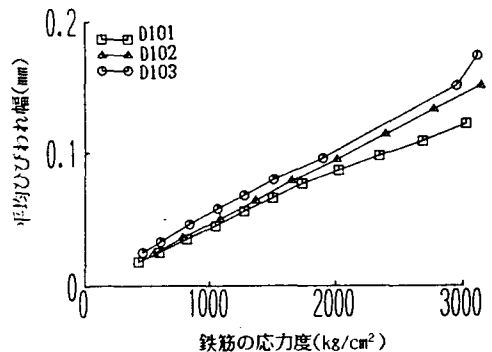


図-2 平均ひびわれ幅と鉄筋の応力度との関係

が大きくなるほど、同じ鉄筋応力度に対する平均ひびわれ幅は大きくなる傾向が見られる。これは、鉄骨の下フランジと鉄筋の位置が離れることで、鉄骨自身のかぶりが大きくなるためと考えられる。従って、SRC部材に発生する曲げひびわれ幅には鉄骨自身のかぶり厚の影響があるものと思われる。

図-4、図-5は相対距離が0、4(cm)で鉄筋の応力度が1400、1600、1800、2000(kg/cm²)の場合の A_{ss}/A_s (%)と最大ひびわれ幅との関係を示したものである。なお、図中の $\times$ は示方書に定められた一般環境の場合の許容ひびわれ幅0.005C(C:かぶり)を表す。いずれの応力度に対しても A_{ss}/A_s (%) が大きくなるほど、最大ひびわれ幅も大きくなっておりSRC部材の曲げひびわれ幅に A_{ss}/A_s (%) が大きく関与していることが認められる。すなわち、SRC部材の曲げひびわれ幅を算定する場合には、 A_{ss}/A_s (%) の影響をも考慮する必要がある。また、示方書に定められた A_{ss}/A_s (%) における引張鋼材応力度の上限値で今回の実験での最大ひびわれ幅を検討してみると、許容ひびわれ幅と最も近い所でも許容ひびわれ幅の約 8割程度である。従って、今回の実験においては A_{ss}/A_s (%) に応じて定められた引張鋼材応力度の上限値に対する最大ひびわれ幅は、許容ひびわれ幅に対して十分安全側であることが確認された。

図-6は各供試体について鉄筋の使用状態程度の応力を用いて、CEB-FIP Model Code(1978)に従って鉄骨下フランジを主筋と同じ径の異形または丸鋼と置き換えて計算した場合と、以下に示すように示方書の曲げひび割れ幅算定式に A_{ss}/A_s (%)、相対距離Sをパラメータとして加えた式において計算した場合の実測値との比較を示したものである。

$$W = (1 + 0.3(A_{ss}/A_s)^2)(4c + 0.4s + 0.7(C_s - \phi))(\sigma_{so}/E_s)$$

ここに、W:ひびわれ幅 C:かぶり C_s :鋼材の中心間隔

ϕ :鋼材径 σ_{so} :鉄筋応力度の増加量 E_s :鋼材の弾性係数

なお、ここでは乾燥収縮の影響を考慮する数値は除いた。どの算定式においてもデータのばらつきはあるものの、今回行った実験の範囲では、CEB方式においては丸鋼の場合の方が安全側となり算定される。また、上記した算定式においては、今回のデータの傾向をよく表していると言える。しかしながら、この算定式は今回の実験範囲内での適用にとどまっているので、もっと数多くの実験を踏まえて検討する必要があると思われる。

参考文献:内田・長滝:鉄骨鉄筋コンクリート部材のひびわれ性状に関する実験的研究、土木学会第38回年次学術講演会

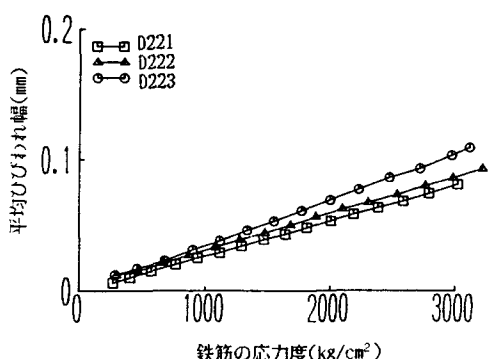


図-3 平均ひびわれ幅と鉄筋の応力度との関係

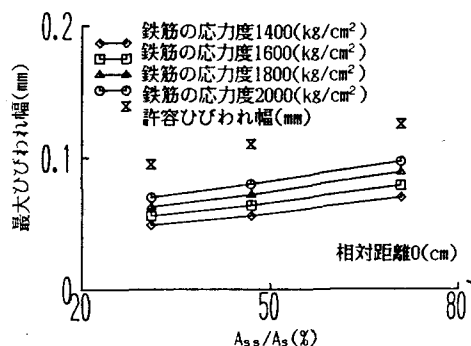


図-4 最大ひびわれ幅と A_{ss}/A_s との関係

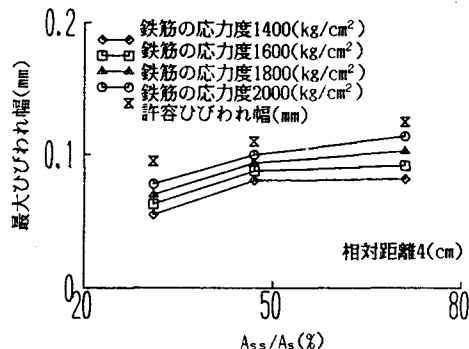


図-5 最大ひびわれ幅と A_{ss}/A_s との関係

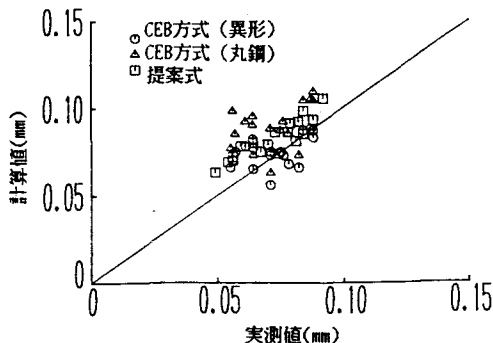


図-6 最大ひびわれ幅の実測値と各算定値との比較