

東北大学工学部 正員 植田紳治, 〇外門正直

東北大学大学院 学生員 渡辺正法 朝倉 肇

1. まえがき 一般に付着特性のよい異形鉄筋を用いた両引張試体の鉄筋を両側に引張った場合、鉄筋における引張力は鉄筋とコンクリートとの付着によってコンクリートに伝えられ、コンクリートにおける引張応力度がその後の引張荷重の増加によって引張強度を越えるとき、はじめてコンクリートに横ひびわれ(初期ひびわれと呼ぶ)が発生する。この初期ひびわれの発生する時期は、十分長い両引張試体を用いれば、大略鉄筋応力度(σ_s = 両引荷重/鉄筋断面積)が 500~1000 歳の比較的低応力度の範囲であり、更に σ_s を増加させても初期ひびわれの本数はもはや増加しない。しかし供試体内部の鉄筋周辺には、鉄筋のふしによる剪断作用によってコンクリート表面にはでてこない小さい横ひびわれ(内部ひびわれと呼ぶ)が数多く発生するものである。更に引張荷重の増加によって σ_s が大きくなると、鉄筋のふしのくさび作用によって、鉄筋軸方向の縦ひびわれが初期ひびわれの附近に生ずることがあり、又コンクリート表面に二次的に新たな小さい横ひびわれが発生することがある。このような二次的な横ひびわれは、初期ひびわれとは本質的に発生要因が異なり、上に述べた内部ひびわれのあるものが、 σ_s の増加にともなって成長しコンクリート表面に達したものと思われる。

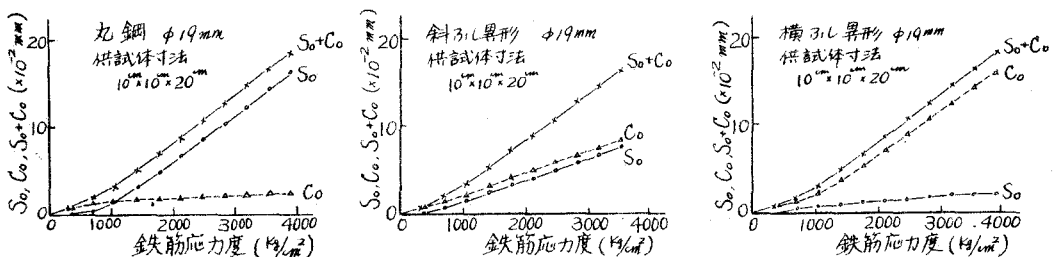
一般に鉄筋コンクリート部材引張部に生ずる初期ひびわれの間隔や中に関しては、従来より数多くの研究がなされているが、上記の内部ひびわれについての研究は非常に少なく、不明の事柄が多いようである。このような内部ひびわれについて検討を加えることは、鉄筋コンクリートのひびわれに関する本質的な問題の解明に役立ち、鉄筋とコンクリートとの付着に対する異形鉄筋の理想的な表面形状を明らかにする上からみても重要であると思われる。

本報告は、二三の表面形状の異なる鉄筋を用いて、内部ひびわれについて、その発生時期、発生状況や内部ひびわれに対する σ_s 、鉄筋表面形状の影響等について実験を行った結果である。

2. 実験概要 実験に用いた両引張試体は 15×15 の正方形断面とし、長さは初期ひびわれが生じない最大ひびわれ間隔よりやや短いものと、初期ひびわれの生ずる十分長いものと2通りである。鉄筋は比較のための普通丸鋼と横ふし、斜ふしの2種の異形鉄筋を用い、いずれもJIS規格にあった市販品である。実験方法は供試体の内部に鉄筋から10mm前後離れた距離に鉄筋と平行に細い孔をあけておいて、両引張荷重中に赤インクを注入し、試験後鉄筋中心線にそって割裂し、内部ひびわれの状況を観察した。載荷方法は単純両引と30, 100, 200回のくり返し載荷を行った。

3. 実験結果 図-1は供試体長さを一定とし丸鋼、横ふし、斜ふしの各鉄筋を用いて、鉄筋応

図-1



力度の増加にともなう供試体端面における鉄筋の抜け出し量(S_0)、端面のコンクリートのふくらみ量(C_0)、および供試体端面における縁辺と鉄筋との相対変位(S_0+C_0)の変化を測定した結果を図示したものである。図-1において S_0 や C_0 は δ_s が大概1000~2000 $\frac{kg}{cm^2}$ の範囲では、 S_0+C_0 と同様ほぼ直線的関係にあり、鉄筋の表面形状による相違が明確にあらわれている。付着のよい横ふし異形鉄筋の場合は δ_s の増加とともに C_0 の値も増加し、かなり大きい値となるものであって、この端面測定結果からも鉄筋周辺のコンクリートはその伸び能力をはるかに越えており、内部ひびわれの発生が十分考えられる。

写真-1は横ふし異形鉄筋を用い、 $\delta_s=2000\frac{kg}{cm^2}$ のときに、又写真-2,3,4は横ふし異形鉄筋を用い、 $\delta_s=350\sim 2000\frac{kg}{cm^2}$ の範囲で30回、100回および200回くり返し載荷をしてインクを注入した試験結果の一例である。これらより内部ひびわれの方向をみると、端面附近では大概45°の方向に発生し、徐々にその傾斜が鉄筋に直角方向に傾く傾向にあつて、ひびわれ間隔中央附近を中心に左右ほぼ対称形に発生している。 $\delta_s=350\sim 2000\frac{kg}{cm^2}$ でのくり返しの影響をみると、くり返し回数が増加するにしたがつて新しい内部ひびわれが供試体端面より順次奥に向かってゆくことがわかる。又 δ_s の増加につれて同様に新しい内部ひびわれは奥に進行してゆき、写真-5でわかるように $\delta_s=5000\frac{kg}{cm^2}$ ではほぼ供試体中央附近にまで達している。それと同時に前に生じていた内部ひびわれはコンクリート表面に向つて成長して行き、なかにはコンクリート表面に達したもののみられる。内部ひびわれの発生位置は、一般に鉄筋のふしの部分より生じ、横ふしと斜ふしのものを比較すると、横ふしの方が内部ひびわれの本数が多く、端面の測定結果の C_0 に反映があると思われる。写真-6は斜ふし異形鉄筋を用い、長い供試体で $\delta_s=5000\frac{kg}{cm^2}$ のときのものでありこれよりわかるように、新たに生じた初期ひびわれをほとんど内部ひびわれの傾斜が逆になっていることから、その附近の内部ひびわれは初期ひびわれが生じた後に発生したことがわかる。丸鋼を用いた実験においては内部ひびわれは観察できず、発生していないと思われる。現状はお樹脂などを用いて内部ひびわれ幅の測定を考へ端面測定値 C_0 と内部ひびわれ幅との関係を検討中である。



写真-1 横フシ異形鉄筋 $\phi 19mm$
15 $cm \times 15cm \times 40cm$ $\delta_s=2000\frac{kg}{cm^2}$



写真-2 横フシ異形鉄筋 $\phi 19mm$
15 $cm \times 15cm \times 40cm$ $\delta_s=350\sim 2000\frac{kg}{cm^2}$ 30回くり返し



写真-3 横フシ異形鉄筋 $\phi 19mm$
15 $cm \times 15cm \times 40cm$ $\delta_s=350\sim 2000\frac{kg}{cm^2}$ 100回くり返し



写真-4 横フシ異形鉄筋 $\phi 19mm$
15 $cm \times 15cm \times 40cm$ $\delta_s=350\sim 2000\frac{kg}{cm^2}$ 200回くり返し

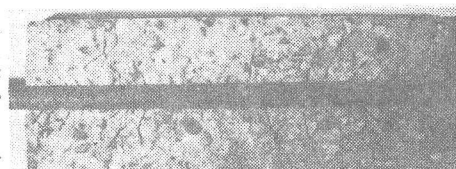


写真-5 横フシ異形鉄筋 $\phi 19mm$
15 $cm \times 15cm \times 40cm$ $\delta_s=5000\frac{kg}{cm^2}$

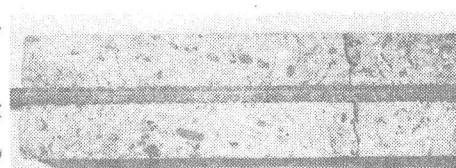


写真-6 斜フシ異形鉄筋 $\phi 19mm$
15 $cm \times 15cm \times 80cm$ $\delta_s=5000\frac{kg}{cm^2}$