

引張異形鉄筋周辺のコンクリートの縦ひびわれについて

東北学院大学 正員 大塚 浩司
 東北大学 学生員 佐藤 英俊
 東北大学 学生員 加藤 正雄

1. まえがき

縦ひびわれは、引張異形鉄筋のまわりのコンクリートに生ずるリングテンションが大きくなり、かぶりコンクリートが鉄筋軸方向に割裂して発生するものである。この縦ひびわれが鉄筋の定着部や重ね継ぎ部などに発生すると、その部材の破壊に直接つながることが多く、きわめて危険である。しかし、このような縦ひびわれに関する研究は、いまだ数少なく、不明の点が多い。この研究は、縦ひびわれの発生・成長に影響を及ぼす要因として異形鉄筋の表面形状と鉄筋の直径とを取り上げ、実験的に検討したものである。

2. 実験材料

セメントは小野田早強ポルトランドセメントを使用した。骨材は砂・砂利とも宮城県白石川産のもの（粗骨材の最大寸法は25mm）を使用した。コンクリートの圧縮強度および引張強度は材令7日で大略それぞれ 300 kg/cm^2 および 25 kg/cm^2 であった。使用した鉄筋の形状寸法（フツ高さ・間隔）を表-1に示す。

3. 実験方法

縦ひびわれの発生・成長はアクリル樹脂製のリングの全周にわたってストレングスを貼付し、防水加工したリングゲージを作成し、それらを所定の鉄筋のまわりのコンクリートに埋設し、その円周方向平均ひずみを測定することによって調べた。実験に用いた供試体は、(I)両引供試体、(II)引張引抜供試体、(III)引抜供試体の3種類である。(I)の両引供試体は作成および試験が簡単であり、応力状態も比較的単純であるので、この型の供試体によって異形鉄筋の表面形状および直径の影響を調べる基礎実験を行なった。(II)の引張引抜供試体は、縦ひびわれが発生しやすい鉄筋の定着部を想定した供試体である。(III)の引抜供試体は、反力を鉄筋のすぐそばでとるので、実際の構造物の定着部の応力状態とは異なっているが、この供試体は一般に縦ひびわれの発生によって割裂破壊する。

4. 実験結果および考察

図-1は、フツ間隔が一定でフツ高さが異なるD32切削横フツ異形鉄筋（B, C, D材）を用いた両引供試体により、鉄筋の横フツの高さと円周方向平均ひずみの関係を示したものである。この図からわかるように、フツの高さが高くなる程、円周方向平均ひずみの増加割合は大きくなる傾向がある。円周方向平均ひずみがコンクリートの伸び能力と考えられる 200×10^{-6} になったときの鉄筋応力度の値を比較すると、フツ高さ3.2mmの場合はフツ高さ1.6mmの場合の約50%ときわ

表-1 鉄筋の表面形状・寸法

記号	直径 mm	製造 方法	表面形状	
			フツ高さmm	フツ間隔mm
A	51	ロール	5.1	30.0
B	32	切削	1.6	21.0
C			2.2	21.0
D			3.2	21.0
E			2.2	15.8
F			2.2	7.0
G	51	ロール	3.5	30.0
H			5.5	30.0
I			3.5	15.0

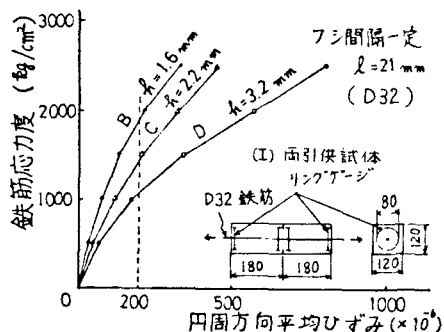


図-1 フツ高さと円周方向平均ひずみとの関係

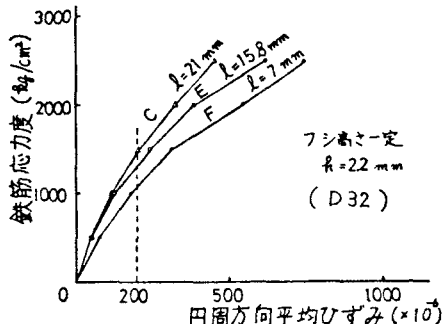


図-2 フツ間隔と円周方向平均ひずみとの関係

めて低い値となっている。このようにフツの高い鉄筋ほど縦びれが発生しやすいといえる。

図-2はフツ高さが一定で、フツ間隔の異なる横フツの削異形鉄筋(C, E, F材)を用いた両引供試体により、鉄筋の横フツ間隔と円周方向平均ひずみとの関係を調べた結果を示したものである。この図からわかるようにフツ間隔が小さくなる程円周方向平均ひずみの増加割合は大きくなる傾向がある。円周方向平均ひずみが 200×10^{-6} になったときの鉄筋応力度の値を比較すると、フツ間隔7mmの場合はフツ間隔21mmの場合の約75%となっており、フツ間隔円周方向平均ひずみに及ぼす影響はフツ高さに比べて小さいといえる。

図-3・4はD51ロール材(G, H, I材)を用いた両引供試体により、フツ高さおよびフツ間隔と円周方向平均ひずみとの関係を調べた結果を示したものである。この図からわかるように、太径鉄筋においても、フツの高さの高低程、円周方向平均ひずみの増加割合は大きくなる傾向がみられる。また、フツ間隔の小さい鉄筋ほど円周方向平均ひずみの増加割合は大きくなる傾向もみられるが、フツの高さの相違による差ほどの明瞭な差はみられない。D32とD51の縦びれ発生時の鉄筋応力度の値を比べるとD51の方が低くなっていることから直径の大きい鉄筋ほど縦びれが発生しやすいといえる。

図-5はD51ロール材(G, H, I材)を用いた引張引抜供試体により、鉄筋表面形状と円周方向平均ひずみとの関係を調べた結果を示したものである。このような引張引抜供試体においても、鉄筋表面形状と円周方向平均ひずみの増加割合との関係は両引供試体の場合とその傾向は同様であるが、このような応力状態ではきわめて縦びれが発生しやすいといえる。

図-6は、D51ロール材(A材)を用いた引抜供試体の円周方向平均ひずみの測定結果を示したものである。この供試体の自由端側には円周方向圧縮力が作用している。a型の供試体は荷端側だけ付着を切ったものだが、この場合には、円周方向圧縮部内では鉄筋は強く締めつけられて付着強度は大きくなる。b型の供試体は、荷端・自由端両側の付着を切ったものである。この型の供試体によれば円周方向引張部のみで付着強度試験ができると思われる。したがって、この型の供試体の検討も必要であると思われる。

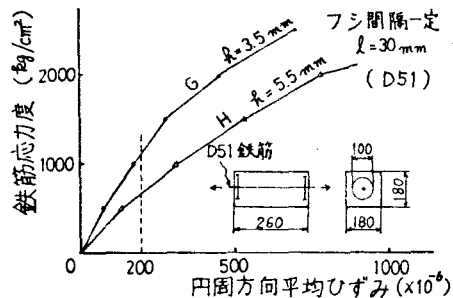


図-3 フツ高さと円周方向平均ひずみとの関係

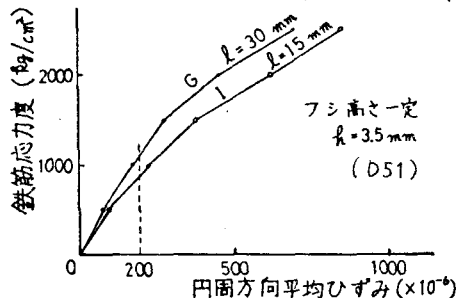


図-4 フツ間隔と円周方向平均ひずみとの関係

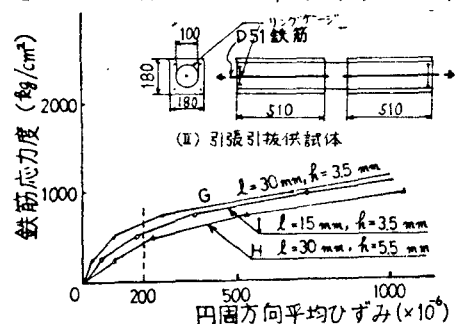


図-5 引張引抜供試体による実験結果 (D51)

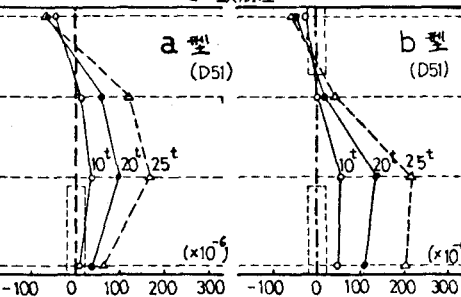
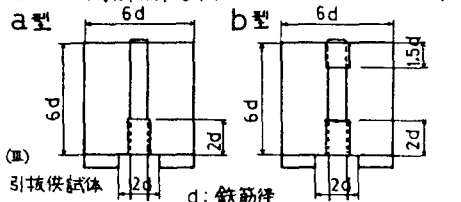


図-6 円周方向平均ひずみ分布