

東北学院大学 正員 大塚浩司
東北学院大学 正員 森 植夫

1. まえがき

高強度の異形鉄筋には種々の利点があるが、まわりのコンクリートに鉄筋軸方向の縦ひびわれを生じ、鉄筋とコンクリートとの付着を破壊しやすいという欠点がある。引張を受ける異形鉄筋の重ね継手は、一般に、この縦ひびわれによって破壊する。従って、異形鉄筋の重ね継手の問題を検討する際には、まず縦ひびわれの性状について調べる必要がある。縦ひびわれの発生には、異形鉄筋のフシ前面のくさび作用ばかりではなく、異形鉄筋のまわりのコンクリートに発生する内部ひびわれの密接な関係をもっている。また、異形鉄筋の重ね継手の端部付近からは、幅の大きい横ひびわれが発生することが多く、部材の耐久性から問題となることもある。しかしながら、これまでに、このような縦ひびわれ、内部ひびわれ、横ひびわれなどのひびわれに関する異形鉄筋の重ね継手の研究は少なく、まだ明らかにされていない点が多くある。

この報告は、以上のことを考慮して、異形鉄筋を用いた鉄筋コンクリート単純はりにより、異形鉄筋の重ね継手部コンクリートに発生する、横ひびわれ、縦ひびわれ、内部ひびわれなどのひびわれ性状に重点を置いて行なう実験の結果をまとめたものである。

2. 実験材料

鉄筋は市販の直角横フシ異形鉄筋D16 (SD35)を使用した。
セメントは、小野田早強ポルトランドセメントを使用し、骨材は砂、砂利とも宮城県白石市産のもの（粗骨材最大寸法20cm）を使用した。

3. 供試体および実験方法

供試体は、表-1および図-1に示すような、スパン22mおよび20m、有効高さ0.17mの鉄筋コンクリート単純はりであり、No.1~No.19は主として、2組の重ね継手を平行に配置したものであり、横ひびわれの発生状況および縦ひびわれの発生、成長、継手破壊強度などに及ぼすかぶり、重ね合わせ長さの影響を調べるためのものである。No.20~No.31は3本の主鉄筋と重ね継手なしから全部継手まで種々の配置方法が、横ひびわれおよび内部ひびわれの発生状況に及ぼす影響を調

図-1 供試体形状

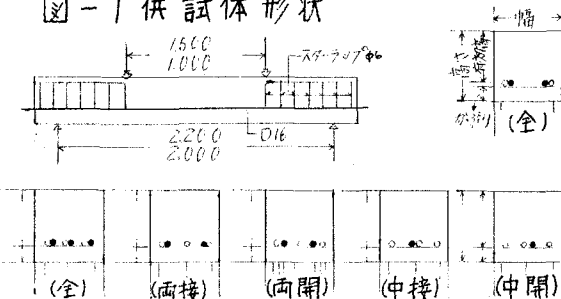


表-1 供試体詳細

供試体番号	断面形状					鉄筋		重ね継手	備考
	高さ (cm)	有効高さ (cm)	幅 (cm)	かぶり (cm)	スパン (m)	種類	本数		
1	20	17	12	2.2	2.2	SD35	2	なし	継手なし
2	"	"	"	"	"	"	"	"	"
3	"	"	14	"	"	SD35	"	"	"
4	"	"	"	"	"	"	"	35	継手あり
5	"	"	"	"	"	"	"	40	"
6	"	"	"	"	"	"	"	45	"
7	"	"	"	"	"	"	"	50	"
8	"	"	"	"	"	"	"	55	"
9	"	"	"	"	"	SR30	"	なし	継手なし
10	"	"	"	"	"	"	"	42	継手あり
11	"	"	"	"	"	"	"	47	"
12	22	"	18	4.2	"	SD35	"	なし	継手なし
13	"	"	"	"	"	"	"	35	継手あり
14	"	"	"	"	"	"	"	40	"
15	"	"	"	"	"	"	"	45	"
16	"	"	"	"	"	"	"	50	"
17	"	"	"	"	"	"	"	55	"
18	"	"	"	"	"	SR30	"	なし	継手なし
19	"	"	"	"	"	"	"	47	継手あり
20	20	17	21	2.2	2.0	SD35	3	なし	継手なし
21	"	"	"	"	"	"	"	45	全
22	"	"	"	"	"	"	"	"	両接
23	"	"	"	"	"	"	"	"	両開
24	"	"	"	"	"	"	"	"	中接
25	"	"	"	"	"	"	"	"	中開
26	22	"	25	4.2	"	"	"	なし	継手なし
27	"	"	"	"	"	"	"	45	全
28	"	"	"	"	"	"	"	"	両接
29	"	"	"	"	"	"	"	"	両開
30	"	"	"	"	"	"	"	"	中接
31	"	"	"	"	"	"	"	"	中開

(主) (全): 全部継手 (両接): 両側密接継手 (両開): 両側開き継手
(中接): 中央密接継手 (中開): 中央開き継手
(全): 中央連続 (両接): 両側連続 (両開): 両側連続 (中接): 中央連続 (中開): 中央連続

べるにのりものである。

はりの載荷方法としては、No.1~No.19までのはり供試体は、鉄筋応力度 3000 kg/cm^2 （鉄筋の許容応力度）まで載荷し、その後 $0\text{ kg/cm}^2 \rightarrow 2,000\text{ kg/cm}^2$ と9回繰り返しした後、10回目をはりの最大荷重（継手破壊又は鉄筋降伏）まで載荷した。No.20~No.31までのはり供試体は、鉄筋のごく近くに鉄筋と平行にあらかじめコンクリート中にあけておいた小さな孔に、載荷前から赤インクを圧入しておき、鉄筋応力度 3000 kg/cm^2 まで載荷し、除荷後、鉄筋軸を含む面を縦割りにして内部ひびわれの発生状況を調べた。

横ひびわれ幅の測定は、20倍のマイクロスコープで測定した。

4. 実験結果の概要

はりの重ね継手部の一般的な破壊性状は、継手両端に発生した横ひびわれ面から鉄筋に水平な方向に縦ひびわれの発生し、その縦ひびわれの急激な成長による、割裂付着破壊であった。

表-2に、最大荷重 P_{max} まで載荷したはり（No.1~No.19）の実験結果および供試体コンクリートの圧縮強度、引張強度を示す。

図-2は最大荷重と重ね合わせ長さとの関係を示すものである。かぶり 4.2 cm の場合は、重ね合わせ長さ 40 cm 以上は継手破壊せず、鉄筋が降伏した。しかし、かぶり 2.2 cm の場合には重ね合わせ長さ 55 cm でほぼ鉄筋の降伏応力度になったが、それ以下はすべて継手破壊した。この図から分るように、重ね合わせ長さが長い程、またかぶりが大きい程、継手強度は大きくなる。

図-3は横ひびわれ間隔の分布を調べた結果を示すものである。この図から、かぶりの小さい方が大きい方に比べて、横ひびわれ間隔の小さいものが多く発生すること、重ね継手部内の方が部外よりも横ひびわれ間隔の大きさにばらつきが大きく、やや大きさも大きいことなどがわかる。

図-4は重ね継手端部に発生した横ひびわれ幅と継手をもうけないうりに発生した横ひびわれ幅との比較を示すものである。この図から、重ね継手端部に発生した横ひびわれの幅は、継手をうけないうりの横ひびわれ幅よりもかなり大きくなるのがわかる。その傾向は、重ね合わせ長さが長くなる程、またかぶりが大きくなる程、小さくなるようである。

表-2 試験結果

はりのNo.	鉄筋強度 f_{ty} (kg/cm^2)	引張強度 f_{tk} (kg/cm^2)	P_{max} (t)	Mu (kg/cm)
1	331	27.2	8.76	2.628
2	376	30.5	7.50	2.256
3	345	32.5	6.18	2.454
4	345	28.4	7.84	2.352
5	404	33.2	7.66	2.166
6	347	26.5	6.96	2.668
7	347	28.5	8.66	2.466
8	370	31.1	8.62	2.566
9	345	32.5	7.86	2.166
10	345	28.4	7.26	2.166
11	404	33.2	7.66	2.100
12	370	31.1	8.30	2.496
13	405	33.3	8.72	2.616
14	405	33.3	8.80	2.664
15	360	36.3	7.84	2.352
16	360	28.6	8.46	2.676
17	360	36.3	8.84	2.652
18	374	36.0	7.66	2.280
19	374	36.0	7.36	2.268

図-2 最大荷重と重ね合わせ長さの関係

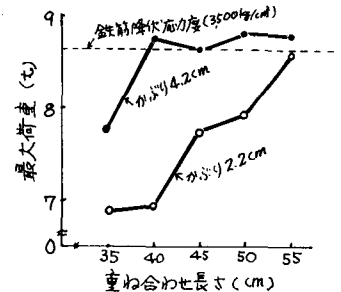


図-3 横ひびわれ間隔の分布

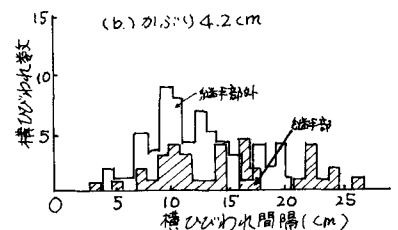
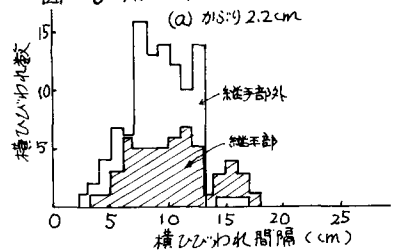


図-4 重ね継手端部の横ひびわれ幅

