

第V部門

せん断補強筋および主筋の付着・定着がRCはり部材の耐荷性状に及ぼす影響

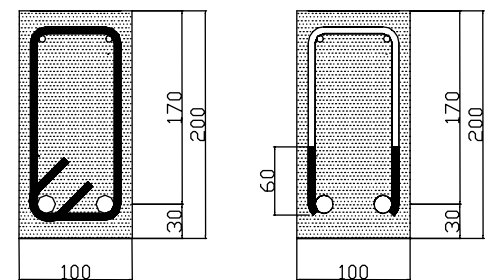
大阪工業大学大学院 学生員 ○田邊 睦
 大阪工業大学工学部 正会員 井上 晋
 大阪工業大学工学部 フェロー 小林和夫

1. はじめに

近年、ASR によるコンクリート構造物中の鋼材破断が報告されている。本研究では、せん断補強筋隅角部の破断が RC はり部材の耐荷性状に及ぼす影響を検討することを主目的として、せん断補強筋および主筋の付着・定着状況を変化させた RC はり部材の載荷試験を実施した。

2. 試験概要

供試体には $100 \times 200 \times 1800\text{mm}$ の矩形断面 RC 単純はりを用いた。その断面形状を図1に示す。せん断補強筋の破断ならびに付着不良を模擬するために、せん断補強筋の断面引張側隅角部を切断した供試体（図1-(b)）、全周にわたって付着を無くした供試体（グリースを塗り、その上からビニールテープを巻き付けて作製、図1-(a)の黒塗り部分）、断面引張側隅角部を破断させ、破断位置より 10ϕ （60mm）区間の付着を無くした供試体（図1(b)の黒塗り部分）を作製した。なお、すべての供試体で主筋端部には



(a) スターラップ破断無し (b) スターラップ破断有り

図1 供試体の断面形状（単位：mm）

は定着用フックを設けず、また、一部の供試体では、載荷点から有効高さ（170mm）より外側の主筋の付着を無くすことにより、主筋の付着が耐荷性状に及ぼす影響を併せて検討した。コンクリートの設計基準強度は $f'_{ck} = 24\text{N/mm}^2$ （実強度 $f'_c = 34.5\text{N/mm}^2$ ）とし、主鉄筋には 2-D16（ $f_{sy} = 334\text{N/mm}^2$ ）、せん断補強筋には D6 スターラップ（ $f_{wy} = 382\text{N/mm}^2$ ）を用いた。せん断補強筋間隔は 100mm（ $p_w = 0.63\%$ ）ならびに 140mm（ $p_w = 0.45\%$ ）とした。これらの要因の組合せにより計 11 体の供試体を作製した。その詳細を表1に示す。載荷は曲げスパンを 300mm とした対象 2 点集中荷重方式（ $a/d = 3.53$ ）とし、破壊に至るまで単調漸増載荷を実施した。

3. 試験結果および考察

(1) ひび割れ性状と破壊形式

表1に各供試体の曲げ耐力ならびにせん断耐力の土木学会コンクリート標準示方書による計算値、最大荷重の実測値、破壊形式を一括して示す。なお、計算値の算定に際して付着・定着不良は考慮していない。写真1に最

表1 供試体の詳細と載荷試験結果

供試体	主筋 付着	スターラップ 破断	スターラップ 付着	スターラップ 間隔 s (mm)	曲げ耐力 計算値 P_u (kN)	V_c (kN)	V_s (kN)	V_y (kN)	せん断破壊 荷重計算値 P_{su} (kN)	最大荷重 実測値 P_{max} (kN)	破壊形式
N100	良	無	良	100	67.5	22.1	35.8	57.9	115.8	76.2	曲げ破壊
N100F	良	無	不良*1	100	67.5	22.1	35.8	57.9	115.8	74.2	曲げ破壊
N100T	良	有	良	100	67.5	22.1	35.8	57.9	115.8	68.4	斜め引張破壊
N100FT	良	有	不良*2	140	67.5	22.1	35.8	57.9	115.8	62.5	斜め引張破壊
N140	良	無	良	140	67.5	22.1	25.5	47.6	95.2	76.9	曲げ破壊
N140F	良	無	不良*1	140	67.5	22.1	25.5	47.6	95.2	76.7	曲げ破壊
N140T	良	有	良	140	67.5	22.1	25.5	47.6	95.2	73.3	曲げ破壊
N140FT	良	有	不良*2	140	67.5	22.1	25.5	47.6	95.2	59.3	斜め引張破壊
F140F	不良	無	不良*1	140	67.5	22.1	25.5	47.6	95.2	55.9	せん断付着破壊
F140T	不良	有	良	140	67.5	22.1	25.5	47.6	95.2	51.5	せん断付着破壊
F140FT	不良	有	不良*2	140	67.5	22.1	25.5	47.6	95.2	39.0	せん断付着破壊

*1：全周付着無し，*2：切断位置より 10ϕ 区間付着無し

終破壊状況の例を示す。

表1からわかるように、せん断補強筋が全周にわたって付着切れを生じていても、破断を生じていない供試体（N100F, N140F）では、鋭角フックによりその端部がコアコンクリートに定着されているため、最終的にせん断破壊を生じず、最大耐力も付着・定着不良のない供試体（N100, N140）とほぼ同等となっている。ただし、この場合、せん断補強筋に付着がないため、斜めひび割れがある程度開口した時点でせん断力に抵抗し始めることから、斜めひび割れ幅の抑制効果は健全なものと比べ小さくなっている。一方、せん断補強筋を破断させた供試体（N100T, N140T）では、破壊形式に相違が見られ、N100T が斜め引張破壊したのに対し、N140T は最終的に曲げ破壊した。供試体数が少ないので定かではないが、N100T では予め破断させたせん断補強筋にかなり大きなひずみが生じていることから、斜めひび割れ発生後にトラス作用が形成されたものの、荷重の増加に伴うせん断ひび割れの開口によって、せん断補強筋が付着切れを生じ、その結果斜め引張破壊したものと推察される。これに対して、せん断補強筋量の少ないN140Tでは、斜めひび割れ発生後のせん断補強筋ひずみが相対的に小さく、どちらかといえばアーチ作用によってせん断力に抵抗した結果、最終的に曲げ破壊したと思われる。なお、せん断補強筋の付着・定着不良の両者が生じた供試体（N100FT, N140FT）は、斜めひび割れ発生後比較的早い段階でせん断補強筋が滑ることにより抵抗力が発揮できず、60kN程度で斜め引張破壊を生じた。主筋の付着不良を想定した供試体（F140F, T, FT）は、早い荷重段階で付着を無くした位置（載荷点よりせん断スパン側へ170mm）に発生した曲げひび割れが曲げせん断ひび割れに進展し、最終的には主筋のダウエル力によって生じた付着割裂ひび割れの進展によりせん断付着破壊を生じた。この場合の最大荷重は健全なものと比較して30～50%低下し、特に、せん断補強筋の付着・定着とも不良を生じた供試体の低下率が大きくなっている。

（2）荷重－変位関係

図2に荷重－変位関係の一例を示す。せん断補強筋を破断させた供試体（N100T, N100FT）では、有効な補強効果が得られず、降伏荷重直前でその付着切れによって急激に耐力が減少している。これに対して、全周の付着がなくても破断を生じていない供試体（N100F）は、ひび割れ発生後の剛性が健全なものと比較して若干小さくなる傾向があるものの、最大耐力や変形性能についてはさほど差は生じていない。また、主筋の付着不良がある供試体（F140FT）は、40kN付近で主筋のすべりが生じ、急激な耐力低下を示している。

4. まとめ

本研究では破断したせん断補強筋の定着長など、実構造物と比較してかなり厳しい条件下で検討を行っているため、結果がそのまま実構造物に対応するわけではない。しかしながら、せん断補強筋隅角部の破断が耐力や変形性能に及ぼす影響は比較的大きく、特に、ASRによりコンクリートの付着強度が低下している場合は注意が必要であると考えられる。一方、せん断補強筋が鋭角フックにより内部コンクリートにしっかりと定着されている場合は、ASR損傷によるかぶりコンクリートの付着強度低下の影響は比較的少ないのではないかと推察される。

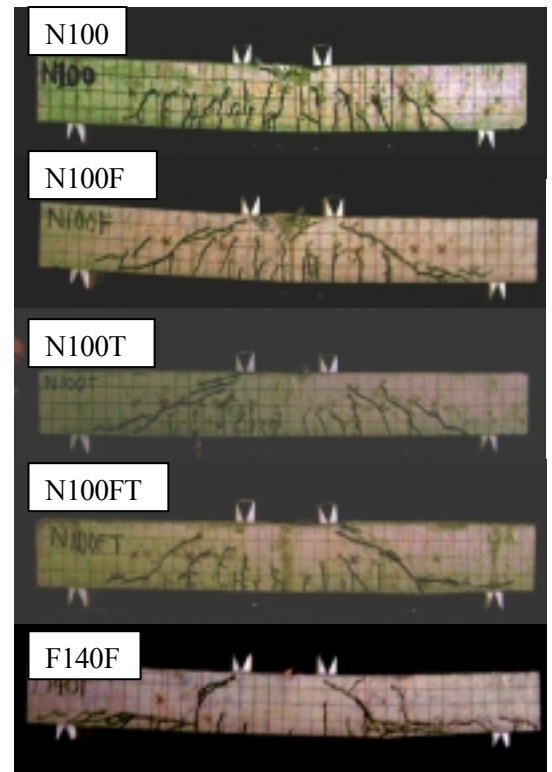


写真1 供試体の破壊状況例

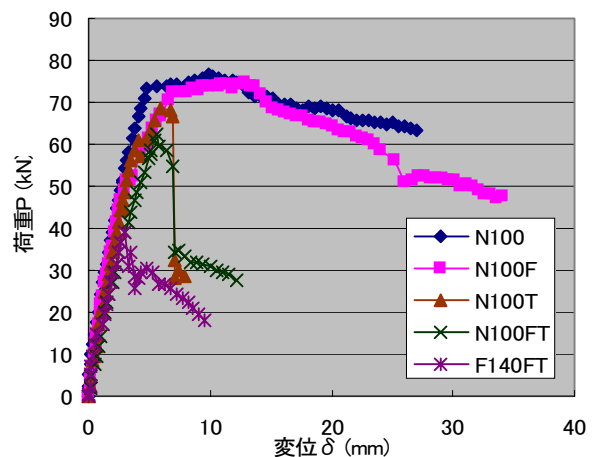


図2 荷重－変位関係の一例