

第V部門

コンクリートの膨張およびせん断補強筋の付着・定着がRCはり部材のせん断耐荷性状に及ぼす影響

大阪工業大学大学院 学生員 ○大下寛司
 大阪工業大学工学部 学生員 澤井健二
 大阪工業大学工学部 学生員 波多野雄士
 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鉄筋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 はり部材のせん断耐荷性状に及ぼす影響を検討することを主目的とし, コンクリート膨張およびせん断補強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, 図-1 に示すような, $100 \times 200 \times 1800 \text{ mm}$ の長方形断面 RC 単純はりを用いた. 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 (60 mm ϕ :スターラップの直径) 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. コンクリートの膨張の影響については総セメント量の40%を膨張材に置換した膨張コンクリートを使用した. コンクリートの設計基準強度は $f'_{ck} = 24 \text{ N/mm}^2$ (実強度は $f'_c = 32.2 \text{ N/mm}^2$, 膨張コンクリートは1週間膨張拘束後の強度 $f'_c = 8.7 \text{ N/mm}^2$) とし, 主鉄筋には 2-D16 ($f_{sy} = 338 \text{ N/mm}^2$), せん断補強筋には D6 スターラップ ($f_{wy} = 422 \text{ N/mm}^2$) を用いた. せん断補強筋間隔は 100 mm ($p_w = 0.63\%$) ならびに 140 mm ($p_w = 0.45\%$) とした. これらの要因の組合せにより計 10 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 300 mm 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. なお, 載荷時ののはりの平均的な膨張拘束ひずみは 230μ 程

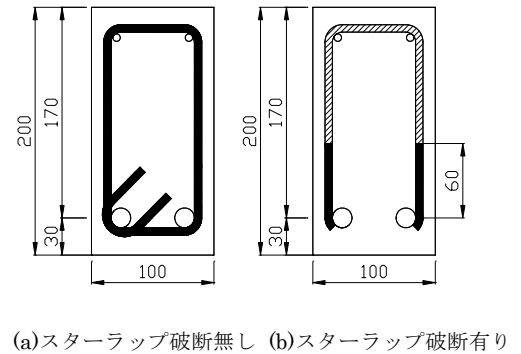


図-1 供試体図(単位: mm)

表-1 供試体の詳細と載荷試験結果

供試体	コンクリート膨張	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
B100	有	無	良	100	35.10	13.92	39.50	53.42	106.84	61.01	曲げ破壊
B100F	有	無	不良*1	100	35.10	13.92	39.50	53.42	106.84	56.60	曲げ破壊
B100T	有	有	良	100	35.10	13.92	39.50	53.42	106.84	51.70	せん断付着破壊
B100FT	有	有	不良*2	100	35.10	13.92	39.50	53.42	106.84	41.16	せん断付着破壊
B140	有	無	良	140	35.10	13.92	28.23	42.15	84.30	61.01	曲げ破壊
B140F	有	無	不良*1	140	35.10	13.92	28.23	42.15	84.30	59.05	曲げ破壊
B140T	有	有	良	140	35.10	13.92	28.23	42.15	84.30	50.23	せん断付着破壊
B140FT	有	有	不良*2	140	35.10	13.92	28.23	42.15	84.30	46.06	せん断付着破壊
N100T	無	有	良	100	66.79	21.53	39.50	61.03	122.06	73.26	曲げ破壊
N140T	無	有	良	140	66.79	21.53	28.23	49.76	99.52	66.15	斜め引張破壊

*1: 全周付着無し, *2: 切断位置より 10ϕ 区間付着無し

Hiroshi OOSITA, Kenji SAWAI, Yuji HATANO, Susumu INOUE, and Kazuo KOBAYASHI

度であり、これにより導入されるケミカルプレストレスは 2.81N/mm^2 程度であった

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・定着不良ならびにケミカルプレストレスは考慮していない。

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 (B100F, B140F) では、鋭角フックによりその端部がコアコンクリート内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 (B100, B140) 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は比べ小さくなっている。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 (B100FT, B140FT) 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、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せん断補強筋が健全なものの 65~75% まで低下し、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。なお、膨張コンクリートを用いた供試体のうち曲げ破壊したものの最大耐力は普通コンクリートを用いて曲げ破壊を生じた供試体 (N100T) と比較すると小さくなるものの、シリンダー強度を用いて計算される値よりもかなり大きくこのことは部材内部での材料強度の低下はシリンダー強度に比べて小さく、ASR により劣化した部材の耐力の判定の際にはそのことを考慮する必要があることを物語っている。

(2) 荷重-変位関係

図-2 に荷重-中央変位関係の一例を示す。膨張コンクリートを用い、せん断補強筋を破断させた供試体 (B100T, B100FT) 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、せん断補強筋は破断しているがコンクリートが膨張していない供試体 (N100T) はせん断補強筋が付着によりせん断力に抵抗できたため、曲げ破壊に至った。また、全周の付着がなくても破断を生じていない供試体 (B100F) は、ひび割れ発生後の剛性が健全なものとは比較して若干小さくなる傾向があるものの、変形性能についてはさほど大きな差は生じていない。

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。またコンクリートの膨張機構が実際の ASR とは異なることから、この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小さいのではないかと推察される。

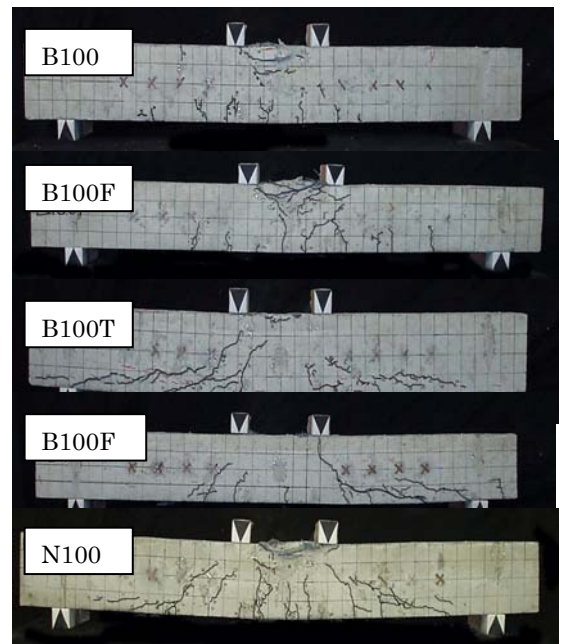


写真-1 供試体の破壊状況例

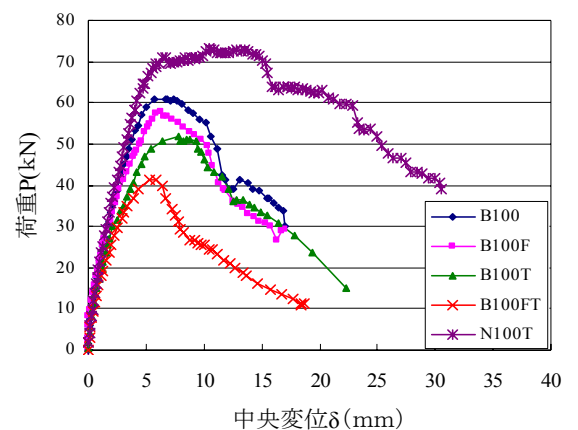


図-2 荷重-中央変位関係の一例