

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

大阪工業大学工学部 学生員 ○波多野 雄士

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

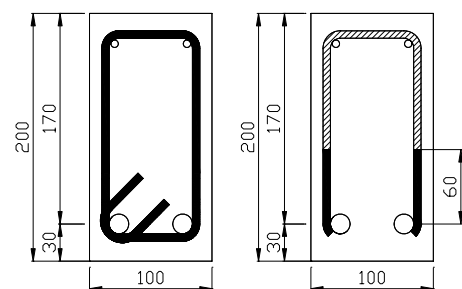
大阪工業大学工学部 正会員 井上 晋

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, コンクリートの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, 100×200×1800mm の長方形断面 RC 単純はりを用いた. せん断補強筋の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切断した供試体 (図1-(b)), 断面引張側隅角部を破断させ, 破断位置より 10φ (60mm 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. 普通コンクリートの設計基準強度は



(a)スターラップ破断無し (b)スターラップ破断有り

図-1 供試体図(単位: mm)

$f'_{ck} = 24\text{N/mm}^2$ (実強度は $f'_c = 32.2\text{N/mm}^2$), 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 $f'_c = 8.7\text{N/mm}^2$, 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 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 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 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. なお, 載荷時の膨張コンクリートを用いたはりの平均的な膨張拘束ひずみは 230μ 程度であり, これにより導入されるケミカルプレストレスは 2.8N/mm^2 程度であった.

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

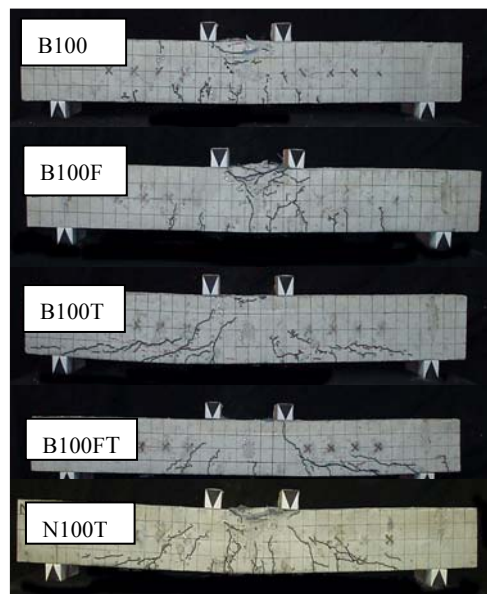
キーワード ASR せん断補強筋の付着・定着 コンクリートの膨張 せん断耐荷特性
連絡先 〒535-8585 大阪府旭区大宮 5 丁目 16 番 1 号 大阪工業大学都市デザイン工学科 TEL06-6954-4182

3. 試験結果および考察

(1) ひび割れ性状と破壊形式

表－1 に最大荷重の実測値，破壊形式，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を一括して示す．ただし，それぞれの供試体の計算値にはせん断補強筋の付着・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．

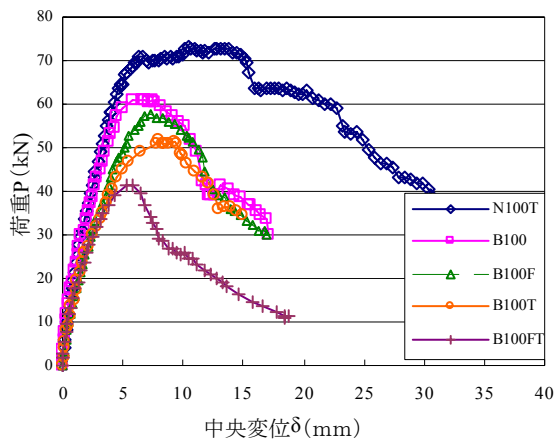
B100F, B140F のようにせん断補強筋の全周にわたって付着不良を生じていても鉄筋が破断していなければ，鋭角フックによりせん断補強筋が定着されている．そのため，せん断補強筋がせん断力に抵抗し，最終的に曲げ破壊へ至った．最大耐力も B100 や B140 のようにせん断補強筋が健全な供試体とほぼ同等になる結果が表－1 から読み取れる．ただし，付着不良を生じるとひずみが平均化されるため，ひび割れがある程度開口しないとせん断力に抵抗しない．そのため，ひび割れ開口の抑制効果やせん断力分担率は健全なものに比べ小さくなっていると言える．なお，B100FT や B140FT のように付着・定着ともに不健全な供試体においては，せん断ひび割れ発生の後，早期にせん断補強筋が滑ることによりせん断力に抵抗できず，主筋のダウエル作用により付着割裂ひび割れ進展後，せん断付着破壊となった(写真－1 参照)．せん断補強筋の定着が不十分な供試体と健全な供試体の最大荷重を比較すると 65～75%まで低下している．また，付着・定着が不十分な供試体においては，特に低下率が大きくなっている．膨張コンクリートを用いた供試体と普通コンクリートを用いた供試体の中で曲げ破壊したものを比較すると，膨張材を使用したものは圧縮強度が低いため最大荷重が小さくなる結果となった．しかし，表－1 の示方書による計算値と比較すると，実際の破壊荷重は計算値よりかなり大きく，ASR により劣化した部材の耐荷力の判定の際には部材のコンクリートの強度とテストピース強度の相違を考慮する必要があると言える．



写真－1 供試体の破壊状況例

(2) 荷重－変位関係

図－2 はせん断補強筋配置間隔が 100mm の供試体の荷重－中央変位関係である．膨張コンクリートを用い，鉄筋が破断している供試体は降伏荷重直前に急激な耐力低下が見られる．これはせん断補強筋がせん断力に抵抗できていないことに起因すると考えられる．これに対し普通コンクリートを用いた供試体は，コンクリートの付着強度が膨張材を使用したものより大きいため，せん断補強筋が付着区切れを生じることなくせん断力に抵抗し，最終的に曲げ破壊に至った．また，せん断補強筋に付着がないが，鉄筋が破断していない供試体においては，ひび割れ発生後の剛性が健全なものに比べ減少しているものの，荷重－中央変位関係はほぼ同じ軌跡をたどっている．



図－2 荷重－中央変位関係の一例

4. まとめ

本研究では，供試体寸法に起因する破断鉄筋の定着長やコンクリートの状態が，実構造物と比較してかなり厳しい条件となっている．本研究結果が ASR を起こした実構造物にそのまま適用できるわけではない．特に膨張コンクリートによる膨張過程 ASR のそれは異なると考えられ，実構造物では付着特性が異なることが予想される．しかし，せん断補強筋の隅角部の破断がコンクリートの部材せん断耐荷力に与える影響は大きく，ASR の進行により付着強度が低下している場合は特に注意が必要である．