

V-430

棒部材のせん断挙動に及ぼす断面形状と軸方向筋剛性の影響に関する研究

住友建設(株) 技術研究所 正会員 佐藤 剛

住友建設(株) 技術研究所 正会員 中井裕司

1. まえがき

筆者らは、コンクリート標準示方書に示されるせん断補強筋のない棒部材のせん断耐力算定式が、RC部材のせん断耐力を過小評価しているという考察を示す報告を既に行った[1]。しかし、それらの供試体は軸方向筋端部に微小な滑りを生じていた事、また、供試体がT形断面であった事等の問題を有していた。本研究においては、軸方向筋の剛性の相違と供試体の断面形状の相違とに着目してせん断補強筋のないRCはりの載荷試験を実施し、そのせん断特性および耐荷機構の検討を行った。

2. 試験方法

表-1 供試体の諸元

供試体は、(1) 軸方向筋の種類 (2) 供試体の断面形状 (T形および矩形) を実験変数として表-1に示す6種類を作製した。載荷方法および測定項目を図-1に示す。スパン長を3000mmの単純支持とし、せん断スパン比 (a/d) を2.5とする4点对称載荷とした。載荷方法は変位制御により行い、曲げひび割れが断面図心を超えた時点および明確なせん断ひび割れが発生した時点で除荷し、以後破壊まで単調に載荷した。

供試体名	軸方向筋	断面積 (cm ²)	弾性係数比	断面2次モーメント (cm ⁴)	a/d
T B	異形鉄筋	19.27	1.00	251593	2.5
T S	PC鋼より線	4.16	0.95	202470	2.5
T A	アラミド繊維	3.39	0.26	190761	2.5
R B	異形鉄筋	19.27	1.00	132974	2.5
R S	PC鋼より線	4.16	0.95	110772	2.5
R A	アラミド繊維	3.39	0.26	104839	2.5

3. 試験結果および考察

試験結果の一覧を計算値と比較して表-3に示す。曲げひび割れ発生荷重は下縁のコンクリート応力が引張強度に至る荷重とし、せん断ひび割れ発生荷重は全断面有効としたせん断スパンの図心位置におけるコンクリート主応力が引張強度に至る荷重とした。曲げ耐力はコンクリート標準示方書に従い安全係数を1とした荷重であり、せん断耐力は以下に示す二羽らの式により求めた。

$$V_c = 0.94 \cdot f_c^{1/3} \cdot (100pw)^{1/3} \cdot (100/d)^{1/4} \cdot \left(0.75 + \frac{1.4}{a/d}\right) \cdot bw \cdot d \quad (1)$$

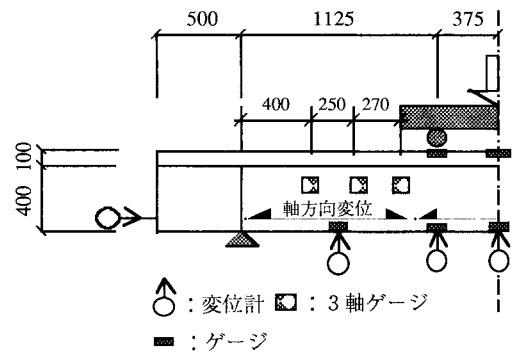


図-1 載荷方法および測定項目

表-2を見ると曲げひび割れ発生荷重は計算値より高い値を示しているが、せん断ひび割れ発生荷重は曲げひび割れもしくは微細な軸方向筋の付着割裂ひび割れの延長上にせん断ひび割れが発生したために、計算値より大幅に低い値を示している。

表-2 実験結果の一覧

供試体名	コンクリート			曲げひび割れ			せん断ひび割れ			最大耐力					破壊形式
	圧縮強度	引張強度	弾性係数	P _{test}	P _{cal}	P _{test} /P _{cal}	P _{test}	P _{cal}	P _{test} /P _{cal}	P _{test}	P _{bc}	P _{sc}	P _{test} /P _{bc}	P _{test} /P _{sc}	
TB	485.5	36.9	3.34	6.80	5.42	1.26	19.60	26.54	0.74	24.06	42.50	17.27	0.57	1.39	Shear
TS	567.4	37.3	3.51	5.20	4.11	1.26	12.00	25.93	0.46	23.70	52.80	10.91	0.45	2.17	Shear
TA	530.5	41.8	3.43	4.00	4.27	0.94	9.00	28.72	0.31	12.50	51.20	9.97	0.24	1.25	Shear
RB	484.2	38.5	3.19	4.40	4.25	1.03	20.40	26.45	0.77	27.00	37.50	17.26	0.72	1.56	Shear
RS	531.8	39.0	3.27	4.40	3.25	1.36	9.80	26.81	0.37	20.40	24.20	10.68	0.84	1.91	Shear
RA	481.3	36.8	3.34	3.40	2.83	1.20	8.30	25.23	0.33	8.30	20.90	9.65	0.40	0.86	Shear

が上部へ突き抜ける様

相を示した。特にTB供試体はコンクリートのせん断破壊後も残存耐力を有し、変位の増分とともに軸方向筋のダウエル効果により支持された。

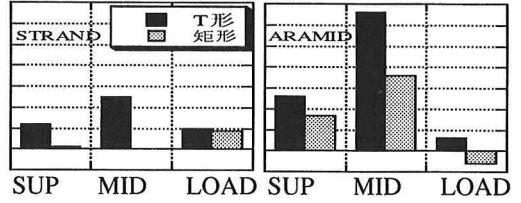
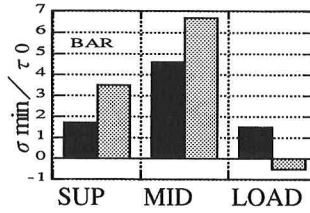


図-2 図心における最小主応力

はりの断面図心付近の最小主応力の実測値をT形供試体と矩形供試体について図-2に示す。縦軸は最小主応力を平均せん断応力で無次元化しており、横軸に示した測定位置はせん断破壊が生じたせん断スパンについて支点側から載荷点側に向けて表わしたものである。図より、矩形断面ではせん断ひび割れ内側の最小主応力が引張状態を示しており、せん断力を支持するせん断ひび割れ内側での圧縮バスの形成は認めにくい。つまり、せん断力はせん断ひび割れの外側の残存アーチによりほぼ支持されていると考えられる。一方T形断面では、せん断ひび割れ内側においても圧縮応力が存在し、圧縮バスの形成が認められる。

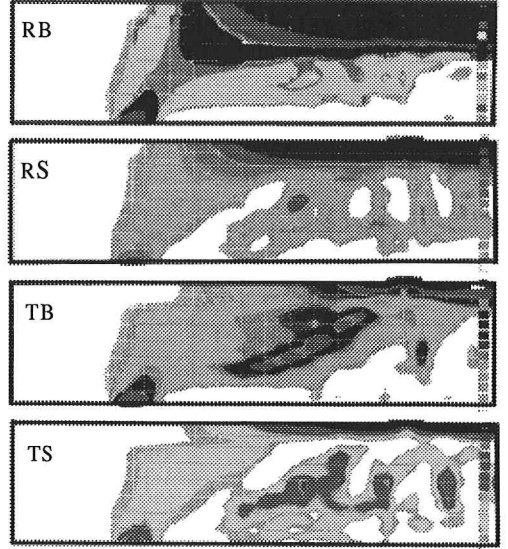


図-3 解析による最小主応力分布

RB、RSおよびTB、TS供試体について分布ひび割れモデルを用いた有限要素法非線形解析により求めた最小主応力分布を図-3に示す。これらはせん断ひび割れ発生荷重載荷時近傍の状態をシミュレートしたものである。図より、矩型供試体（RB、RS）は明確なアーチ機構による耐荷性状を示しているが、T形供試体（TB、TS）はせん断ひび割れ内部に圧縮バスの形成が認められ上記に示した実験結果と一致する傾向を有している。本実験の範囲内では、断面形状の違いによるせん断耐力の定量的な評価を行うに至らなかったが、中立軸の深さにより圧縮バスの方向が決定され、中立軸が浅くなるに従い軸方向筋のダウエル効果によるせん断耐力支持機構の働きが増大するという知見を得た。

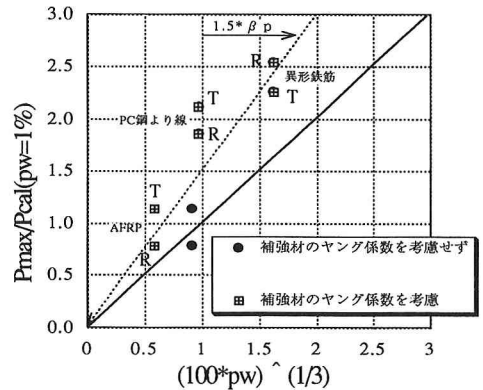


図-4 最大耐力と鉄筋比の関係

はりの最大耐力と鉄筋比の関係を図-4に示す。縦軸は、最大耐力を $p_w=1\%$ として算出した基本せん断耐力で除し無次元化している。図に示すように、軸方向筋の弾性係数を考慮しても最大耐力と鉄筋比との相関は低く1.5倍程度の誤差を有しており、軸方向筋剛性を評価するより合理的な方法が望まれる。ここで鉄筋と比較してせん断抵抗が低くダウエル効果が小さいPC鋼より線を用いたはりのせん断耐力の増加は、軸方向筋の付着特性の影響によると思われる。

4.まとめ

せん断補強筋のないRCはりのせん断実験より得られた結果は以下の通りである。

- (1) 中立軸が浅くなるほど軸方向筋のダウエル効果によるせん断支持機構の働きが増大する。
- (2) はりのせん断耐力算定において、軸方向筋の付着特性の影響を考慮する必要がある。

<参考文献> [1] 中井裕司ほか：連続繊維緊張材を用いたPCはりのせん断性状、コンクリート工学年次論文報告集、15-2、pp. 865-870、1993.6