

V-467

T形RCはり部材のせん断耐荷特性とその解析

大阪工業大学大学院 学生員 栗栖 開 大阪工業大学大学院 学生員 伊藤 崇則
大阪工業大学工学部 正 員 井上 晋 大阪工業大学工学部 正 員 小林 和夫
大阪工業大学工学部 正 員 仁枝 保

1. はじめに

RC部材のせん断抵抗メカニズムを詳細に検討することは、合理的なせん断に対する設計を目指す上で重要な課題である。本研究では、曲げ・せん断を同時に受けるRCはり部材のせん断耐荷挙動におよぼすスターラップ量、コンクリート強度の影響を実験的に検討するとともに、修正圧縮場理論を用いた解析を行い、スターラップひずみやコンクリートが負担するせん断力等について、実測値と比較・検討した。

2. 実験概要

本実験で用いたRCはり部材の断面形状を図1に、また載荷形式・配筋図を図2に示す。いずれの供試体も主鉄筋は2D16 ($f_{sy}=370\text{N/mm}^2$)、せん断補強筋にはD6 スターラップ ($f_{vy}=410\text{N/mm}^2$) を用いた。また、スターラップの配置間隔は ∞ （スターラップ無）、16cm、8cmの3種類を選定した。さらにコンクリートの設計基準強度は 40N/mm^2 、 80N/mm^2 の2種類とした。これらの要因の組み合わせにより合計6体のはりを作製した。それらの詳細を表1に示す。なお、載荷時には荷重、スパン中央たわみの他スターラップひずみ、コンクリートの主引張・主圧縮ひずみ等を計測した。載荷方法は全長160cmに対し曲げスパン30cm、せん断スパン40cmとした ($a/d=2.34$) 対称2点集中荷重方式とした。

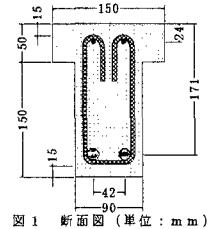


図1 断面図（単位：mm）

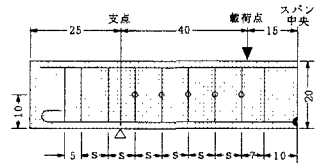


図2 載荷形式・配筋図（単位：cm）

3. 解析方法

せん断耐荷挙動を解析する方法として、斜めひび割れ間のコンクリートの引張抵抗ならびに横方向引張ひずみによる圧縮強度の低下を考慮したCollinsらによる修正圧縮場理論¹⁾を用いた。同理論によるせん断耐力は(1)式より算出される。なお、解析に用いるコンクリートの引張強度として、 $\phi 10 \times 20\text{cm}$ 円柱供試体での割裂引張試験による引張強度を用いたもの（解析値1）、Collinsらによる $f_t = 0.33\lambda \sqrt{f'_c}$ ($\lambda=1.00$ 、 f'_c ：圧縮強度、単位： N/mm^2) としたもの（解析値2）の2種類を用いた。

$$V = V_c + V_s = f_1 b_w j d \cot \theta + \frac{A_v f_v}{s} j d \cot \theta \quad (1)$$

f_1 ：主引張応力、 A_v, f_v, s ：スターラップの断面積、応力および配置間隔、 θ ：ひび割れの傾斜角

なお、比較のためにコンクリート標準示方書式 $V = V_{cd} + V_{sd}$ を用いた。ここで、 V_{cd} はせん断補強筋のないはりのコンクリートの分担せん断力、 V_{sd} はひび割れ傾斜角を45度と仮定したトラス理論から算定されるせん断補強筋の分担せん断力である。

4. 考察

表-1に実験結果を、また図3-(1)~(3)に作用せん断力とコンクリート・せん断補強筋の分担せん断力の関係の一例を実験値、解析値ともに示す。

スターラップの無い供試体はせん断破壊したが、他の供試体は、計算上せん断破壊するはずのT-40-16、せん断耐荷挙動、スターラップひずみ、ひび割れ傾斜角、RCはり、修正圧縮場理論

〒535 大阪市旭区大宮 5-16-1 TEL06-954-4742 FAX06-957-2131

表-1 供試体の種類と最大荷重の実測値と計算値

供試体	スターラップ 間隔 s(cm)	実コンクリート 強度 f'_c (N/mm^2)	終局曲げ 破壊荷重 計算値 $P_{ua}(\text{kN})$	終局せん断 破壊荷重 計算値 $P_{vu}(\text{kN})$	最大荷重	
					実測値 $P_u(\text{kN})$	破壊形状
T-40-00	∞	51.5	112.2	44.5	56.4	せん断
T-40-16	16	51.5	112.2	92.5	127.1	曲げ
T-40-08	8	52.5	112.4	140.8	134.4	曲げ
HT-40-00	∞	91.7	115.5	58.9	74.7	せん断
HT-40-16	16	91.7	115.5	101.9	130.3	曲げ
HT-40-08	8	92.4	115.6	150.1	152.4	曲げ

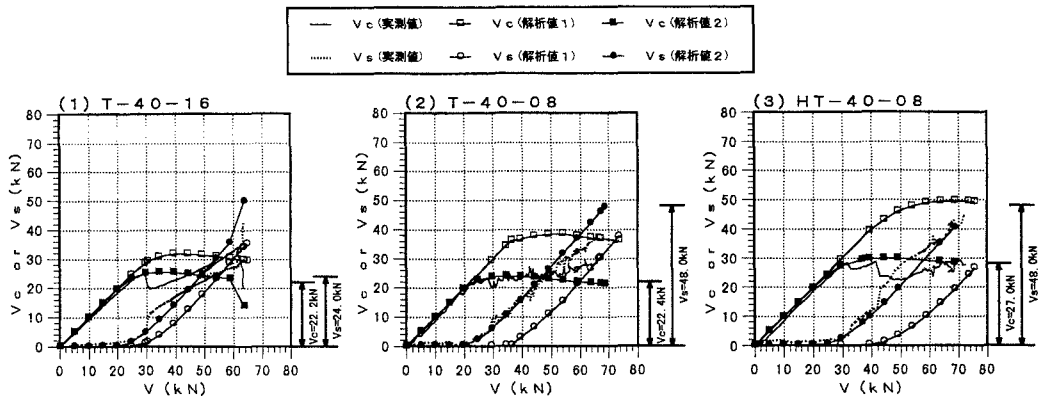


図3 作用せん断力-コンクリート・スターラップ分担せん断力関係

HT-40-16 を含め、全て曲げ引張破壊をした。なお、ここではスターラップひずみが明瞭に発生した支点から 22cm 位置に着目して以下の考察を進める。

斜めひび割れ発生後、高強度はりのコンクリート分担せん断力は一時減少し、その後一定もしくは微増する傾向にあるが、普通強度はりにおけるコンクリート分担せん断力の減少は前者に比べ小さかった。また、スターラップ量の少ないはりでは斜めひび割れ発生後近傍でのコンクリート分担せん断力の減少が顕著であった。

修正圧縮場理論による解析値 2 と実測値はほぼ等しいが、一方、解析値 1 はコンクリートの分担せん断力を過大評価する傾向が認められる。この一因として、解析値 1 では $\phi 10 \times 20\text{cm}$ の円柱供試体から求めた引張強度を用いているが、はり供試体では寸法効果等により引張強度が減少していることが考えられる。

いずれの供試体においてもコンクリートの分担せん断力の実測値はコンクリート標準示方書の設計値（ただし、材料係数・部材係数は 1.0）にほぼ等しく、斜めひび割れ発生後のコンクリートの分担せん断力は一定であるというコンクリート標準示方書の考え方に近い結果が得られた。しかし、大変形下で繰返しを受ける場合、コンクリートの分担せん断力が著しく減少することが報告されており、このことを考慮した解析手法については今後検討していく必要がある。

図 4 にひび割れ傾斜角と作用せん断力の実測値、解析値 1・2 とともに示す。図より解析値 2 は実測値をよく推定していることがうかがえる。また、解析値の角度の減少率においてスターラップ配置間隔による顕著な差は見られなかったが、角度が減少し始めるときの作用せん断力はすべての供試体において解析値 2 の方が解析値 1 に比べ小さくなっていった。一方、実測値では最終的に 40 度程度となるものが多く、一般に用いられているひび割れ傾斜角 45 度という仮定と違った結果が得られた。

5. まとめ

修正圧縮場理論による解析結果は実測値と多少差異があるものの、コンクリートの引張強度を適切に評価すれば、同理論はせん断耐力の照査等に十分に適用できると考えられる。コンクリートの負担せん断力は一方向荷重下ではコンクリート標準示方書により安全側に評価できるが、大変形繰返し下での挙動やひび割れ傾斜角の影響を考慮した設計手法を今後検討していく必要があると思われる。

参考文献 1) M.P. Collins and D. Mitchell: Prestressed Concrete Structures, PRENTICE HALL, 1991

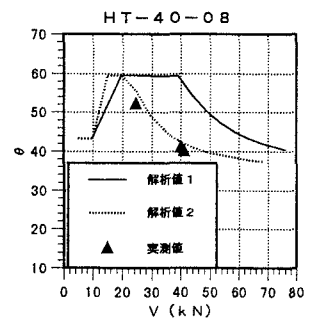


図4 作用せん断力-ひび割れ傾斜角関係