

大阪工業大学大学院 学生会員○示 敬三 大阪工業大学工学部 正会員 小林 和夫
大阪工業大学工学部 正会員 井上 晋 大阪工業大学工学部 正会員 仁枝 保

1. はじめに

本研究では、RCはり部材の曲げ・せん断特性に及ぼす、スターラップ量、コンクリート強度、断面形状、の影響を実験的に検討するとともに、せん断耐荷挙動を修正圧縮場理論を用いて解析し、実験値と比較・検討を行った。

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に示す。いずれの供試体も主鉄筋は2D16($f_{sy}=3740\text{kgf/cm}^2$)とし、せん断補強筋にはD6スターラップ($f_{sy}=4150\text{kgf/cm}^2$)を用いた。また、スターラップの配置間隔は ∞ (スターラップ無し)、16cm、8cmの3種類を選定した。

さらにコンクリートの設計圧縮強度は 400kgf/cm^2 (実強度 536kgf/cm^2)と 800kgf/cm^2 (実強度 943kgf/cm^2)の二種類とした。これらの要因の組合せにより合計8体のはりを製作した。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ほか、スターラップひずみ、コンクリートの主引張・主圧縮ひずみ等を測定した。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($a/d=2.31$)対称二点集中荷重方式とした。

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応力とひび割れ後の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抵抗力は次式より算出される。なお、解析は10φ20供試体から求めた引張強度を用いたもの(解析値1)及び $f_t = 0.5f_c^{2/3}$ としたもの(解析値2)の二種類行った。

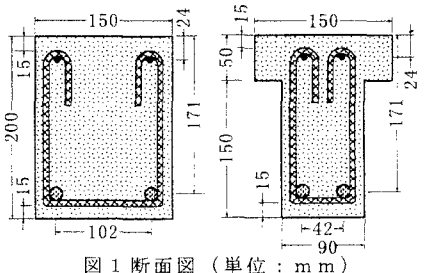


図1 断面図 (単位: mm)

$$V = V_c + V_s = f_t b_w j d \cot \theta + \frac{A_v f_v}{s} j d \cot \theta$$

f_t : 主引張応力、 A_v , f_v , s : スターラップの断面積、応力及び配置間隔、 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 $V_{yd} = V_{cd} + V_{sd}$ を用いた。

4. 考察

図2-(1)~(3)に作用せん断力とコンクリート、せん断補強筋のせん断抵抗力の関係を実験値、解析値とも示す。

スターラップの無いものはせん断破壊したが他の供試体は曲げ引張破壊した。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、高強度コンクリートを用いたはりではコンクリートせん断抵抗力が一時急激に減少するがその後は一定値もしくは微増の傾向にあり、普通強度コンクリートはりでの減少は前者程のものではない。また、普通強度はりの終局荷重域では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、

Keizo SHIME, Kazuo KOBAYASI, Susumu INOUE, Tamotu NIEDA

表-1 供試体の種類と最大荷重の実験値と計算値

供試体	断面形状	スターラップ 間隔 s(cm)	コンクリート 強度 f'_c (kgf/cm^2)	終局曲げ 破壊荷重	終局せん断 破壊荷重	最大荷重	
				計算値 Pub(tf)	計算値 Pus(tf)	実測値 Pu(tf)	破壊形式
R-40-00	矩形	∞	400	11.46	6.42	9.20	せん断
R-40-16	矩形	16	400	11.46	11.31	14.0	曲げ
R-40-08	矩形	8	400	11.46	16.21	13.8	曲げ
T-40-08	T形	8	400	11.46	14.36	13.7	曲げ
HR-40-00	矩形	∞	800	11.79	7.81	8.50	せん断
HR-40-16	矩形	16	800	11.79	12.70	15.22	曲げ
HR-40-08	矩形	8	800	11.79	17.60	16.12	曲げ
HT-40-08	T形	8	800	11.79	15.35	15.55	曲げ

高強度になると解析値2でもかなり危険側の値を示す傾向がうかがえる。一方、解析値1はいずれの場合も実測値を危険側に評価する傾向がある。

いずれの供試体においてもコンクリートせん断抵抗力の実測値はコンクリート標準示方書の設計値よりかなり大きくなり、示方書に対してはかなり安全側の結果が得られた。また、斜めひび割れ発生後は示方書のコンクリートせん断抵抗力は一定という仮定にほぼ適応した結果が得られた。しかしながら正負交番荷重を受ける場合はコンクリートせんの断抵抗力が著しく低下することが報告されており、これについては今後の検討が必要である。

また、T形断面ではスターラップのせん断抵抗力が増加し始めるせん断力が小さく、ウェブ幅の減少に伴うコンクリートせん断抵抗力の減少が如実に現れている。

図3にスターラップひずみ(ϵ_s)とせん断力(V)の関係を実測値、解析値1・2ともに示す。図より解析値2は実験値をほどよく推定していることがうかがえる。また、斜めひび割れ発生後のひずみの増加率についてはスターラップの配置間隔による影響は見られないが、スターラップひずみが急激に大きくなる時のせん断力はすべての供試体において、解析値2の方が実測値よりも若干大きくなり、解析値1ではかなり大きくなる傾向が認められた。この原因として解析値1には10φ20cmの円柱供試体より求めた引張強度を用いたが、はり供試体では寸法効果等によりコンクリートの引張強度が低くなっているためと考えられる。

5. まとめ

修正圧縮場理論による解析結果は、実験結果と多少差異があるものの、はり部材のコンクリートの引張強度を適切に評価すれば十分に適用性を有すると考えられる。また、コンクリート標準示方書によるコンクリートせん断抵抗力は、本研究のような方向荷重下では十分な安全性を有することが確認されたが、正負交番荷重を受ける場合については更なる検討が必要である。

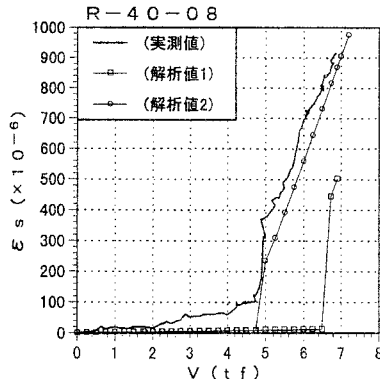


図3 セン断カースターラップひずみ曲線

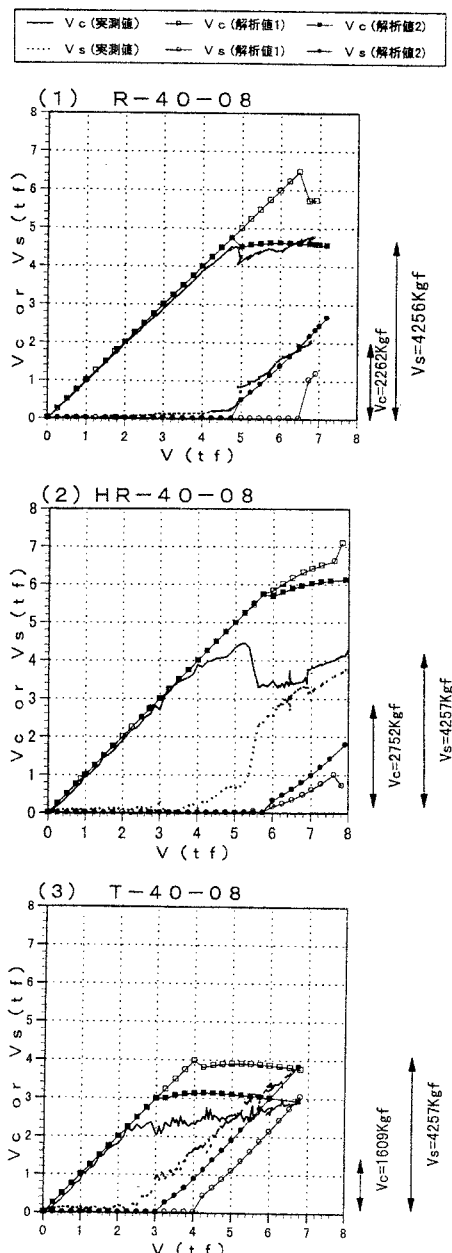


図2 コンクリート・せん断補強筋のせん断抵抗力の関係

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