

大阪工業大学大学院 学生員 ○寺田 荘史 大阪工業大学大学院 学生員 松田 国臣
大阪工業大学工学部 正員 井上 晋 大阪工業大学工学部 フェロー会員 小林 和夫
大阪工業大学工学部 正員 仁枝 保

1. はじめに

地震荷重を受ける部材においては、繰返し作用するせん断力の影響が大きく、その耐荷・変形特性を的確に把握しておくことが重要である。そこで本研究では、曲げ破壊先行型の矩形断面 RC はり部材を対象として、正負交番繰返し载荷下のコンクリート負担せん断力の低下メカニズム、ならびに全変位に占める曲げ変形量とせん断変形量との割合に関する検討を行った。

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、また载荷スパン・配筋図を図 2 に示す。主鉄筋には上下 2-D16 ($f_{sy}=317\text{N/mm}^2$)、せん断補強筋には D6 スターラップ ($f_{sy}=407\text{N/mm}^2$) を用いた。実験要因としては、断面の幅 (10cm、15cm)、せん断補強筋の配置間隔 (8cm、16cm)、载荷履歴 (同一変位での繰返し回数各 1 回、各 3 回)、ならびにコンクリート強度 ($f_{ck}=27\text{N/mm}^2$ 、 $f_{ck}=80\text{N/mm}^2$) の 4 種類を選定した。これらの要因の組合せにより合計 14 体のはり供試体を作製した。それらの詳細を表 1 に示す。なお、計算上はすべてのはりが曲げ破壊するように設計した。载荷方法は対称二点集中荷重方式とし、供試体の降伏変位 (δ_y) の整数倍で正負交番を与えた。

3. 実験結果と考察

(1) 荷重－たわみ関係

表 1 に実験結果を、また図 3 に荷重－たわみ履歴包絡線の一例を示す。いずれの供試体も曲げ降伏後、繰返し変位の増加とともに最終的にせん断破壊を呈した。なお、ここでは荷重－たわみ履歴の包絡線において断面耐力が降伏耐力まで低下した時点を終局時としている。普通強度はり、高強度はりとも断面幅の影響は比較的小さく、せん断補強筋量の違いによる影響が顕著に現れている。また高強度はり是对応する普通強度はりに比べ終局変位、じん性率が若干大きくなる傾向がみられた。

表 1 供試体の詳細と実験結果

※供試体名称	コンクリート強度 f_c (N/mm^2)	せん断破壊発生荷重 (実測値) P_u (kN)		最大荷重 (実測値) P_u (kN)		耐力低下で生じた変位
		正	負	正	負	
RC-1-1-1	34.2	44.0	-46.0	83.7	-81.3	-8 δ_y
RC-1-2-1	35.3	54.0	-48.0	79.4	-77.2	-7 δ_y
RC-1-1-2	34.2	48.0	-44.0	81.0	-79.5	+5 δ_y
RC-1-2-2	35.3	46.0	-32.0	71.6	-74.0	+5 δ_y
RC-2-1-1	34.2	54.0	-50.0	92.2	-88.6	-11 δ_y
RC-2-2-1	35.3	55.0	-40.0	78.9	-76.7	-8 δ_y
RC-2-1-2	34.2	58.0	-44.0	82.9	-80.8	-10 δ_y
RC-2-2-2	35.3	50.0	-41.0	74.7	-72.9	-9 δ_y
HRC-1-1-1	83.8	40.0	-20.0	93.7	-91.0	-9 δ_y
HRC-1-2-1	83.2	38.0	-25.0	86.5	-86.9	-7 δ_y
HRC-1-1-2	83.8	20.0	-20.0	89.5	-86.5	-7 δ_y
HRC-1-2-2	83.2	35.0	-17.0	82.9	-80.8	+6 δ_y
HRC-2-1-1	83.2	46.0	-20.0	92.4	-93.6	-10 δ_y
HRC-2-2-1	83.2	50.0	-30.0	90.8	-85.2	-7 δ_y

※供試体名称の最初の記号はコンクリート強度、最初の番号は断面幅、

2 番目の番号はせん断補強筋間隔、3 番目の番号は载荷履歴を表す。

コンクリート強度：RC は $f_{ck}=27\text{N/mm}^2$ 、HRC は $f_{ck}=80\text{N/mm}^2$

断面の幅：1 は 10cm、2 は 15cm

せん断補強筋配置間隔：0 は ∞ 、1 は 8cm、2 は 16cm

载荷形式：正負交番繰返し载荷で、1 は同一変位での繰返し回数各 1 回、2 は繰返し回数各 3 回

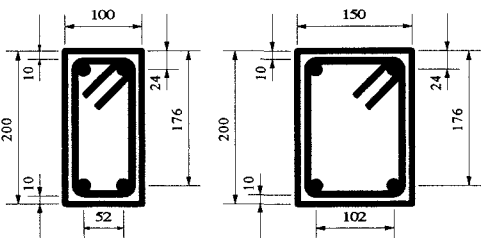


図 1 供試体断面図 (単位：mm)

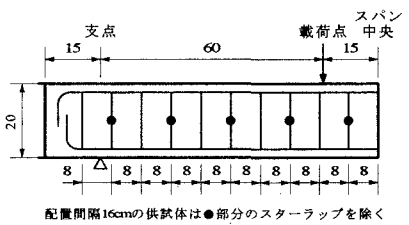


図 2 载荷スパン・配筋図 (単位：cm)

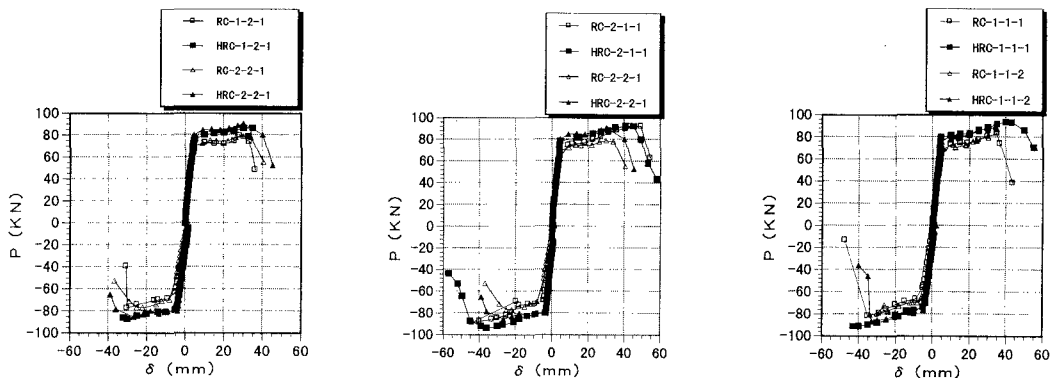


図-3 荷重—たわみ包絡線

(2) コンクリート負担せん断力—変位関係

図4にコンクリート負担せん断力と載荷変位の関係の一例を示す。漸増3回繰返しを行った場合、高強度コンクリートを用いた供試体は普通強度コンクリートを用いた供試体に比べ、コンクリートの負担せん断力の低下が小さくなっていた。また普通強度コンクリート・高強度コンクリートともせん断補強筋を十分に配置した供試体では、コンクリートとせん断補強筋がせん断力を程良く分担するようになり、非常にじん性に富むものとなった。また、せん断補強筋量が部材に及ぼす効果は、同一変位での載荷履歴を多くしたような場合の方がより大きなものとなった。

(3) 曲げ・せん断変形量の分離

図5に曲げ・せん断変形量の割合と載荷変位の関係の一例を示す。ここでは便宜上実験より得られたM-φ曲線から曲げ変形を算出し、せん断変形は全変形から曲げ変形を差し引いた値とした。普通強度コンクリート・高強度コンクリートとも曲げ降伏後、繰返しの進行に伴ってせん断変形が増大し、4δ_y時で全体の20～30%を占める結果となった。終局時にはこの割合はさらに大きくなる傾向にあり、せん断変形は無視できないものであると思われる。

5. まとめ

- (1) せん断補強筋量を8cm間隔($k_w=0.53$ および0.79%)で配置した供試体では、せん断補強筋がせん断力をほどよく受け持ち、コンクリートにかかる負担割合を抑える効果が確認された。
- (2) 高強度コンクリートを用いた場合、普通強度コンクリートを用いた供試体に比べて繰返し作用によるコンクリートの負担せん断力の低下が改善された事が認められた。
- (3) 変形を分離計算することによって、繰返し変位の増大に伴ってせん断破壊が生じるような部材においては、せん断変形の全変形への寄与を無視することができないことが確認された。

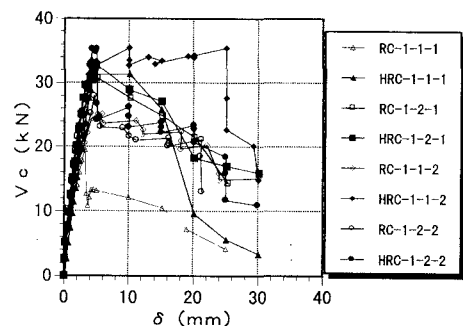


図-4 コンクリートの負担せん断力と変位関係

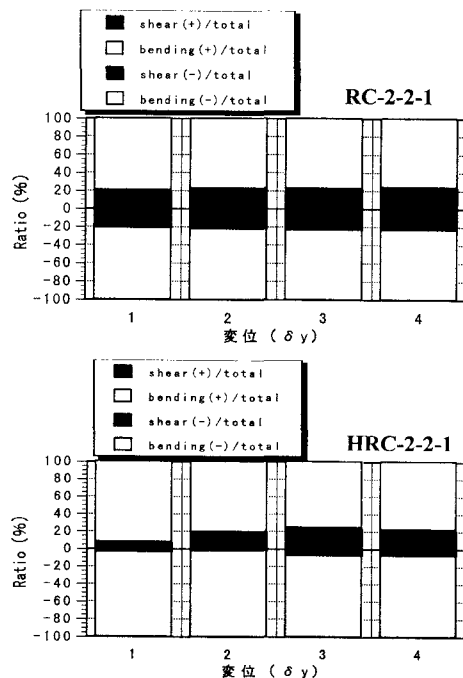


図-5 曲げ・せん断変形量の割合