

V-347

多点荷重が作用し反曲点を有するRCはりのせん断耐力に関する一考察

北海道大学 正員 古内 仁
北海道大学 正員 角田与史雄

1. まえがき

鉄筋コンクリート構造物において、連続はりの中間支点やラーメン構造あるいは箱型構造の隅角部に負の曲げモーメントが存在し、支間に反曲点がある場合のせん断挙動は複雑である。また、構造物には集中荷重だけでなく分布荷重や多点荷重のように様々な外力が作用する。一般には、同一の荷重レベルでは集中荷重より分散した荷重の方がせん断耐力が増加することが知られている。等分布荷重が作用する単純はりのせん断耐力の研究はいくつかなされておられ、破壊断面を仮定しその断面のせん断力成分を検討する方法や、累積損傷による方法が示されている。

しかし、上述のように多点荷重が作用し、反曲点が存在する場合のせん断耐力は十分な研究がされておらず、不明確となっている。そこで、本研究ではそのせん断耐力を解明するため、既往の実験結果¹⁾を用いて検討を行った。

2. 反曲点を有するはりのせん断耐力(支間内1点載荷)

支間に集中荷重1点が作用し、反曲点が存在する場合はりのせん断耐力の研究²⁾では、破壊状況から次の結果を得た。主たる斜引張ひびわれは、図-1に示すように反曲点を境に、 a_b 区間と a_n 区間に発生している。その進行状況は両区間の大きい方のひびわれが先行するが、破壊直前には小さい方の区間のひびわれが出現して破壊に至る。そこで、耐力の算定にあたっては、図-2に示すように破壊ひびわれを仮定し、 a_b と a_n の両者をせん断スパンとし、斜引張せん断耐力³⁾を表す(1)式を用いて計算を行う。

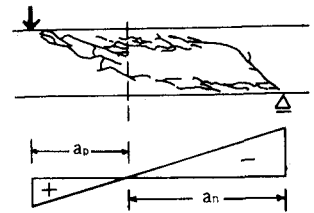


図-1 破壊状況

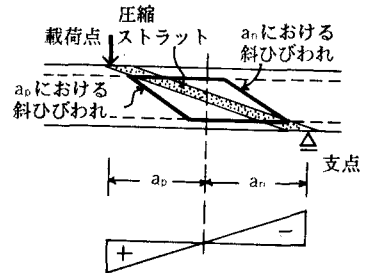


図-2 破壊ひびわれの概念

$$V_c = 0.94(p_w \cdot f_c')^{1/3} (d/100)^{-1/4} [0.75 + 1.4/(a/d)] b_w \cdot d \dots (1)$$

ここに p_w : 鉄筋比(%) f_c' : コンクリート強度(kgf/cm²)
 d : 有効高さ(cm) a : せん断スパン(cm) b_w : 断面幅(cm)

実験結果から部材のせん断耐力はこの両者の計算値の平均値が良く一致することがわかった。ただし、 a_b と a_n の長さが著しく異なる場合は、平均とするよりも大きい方のせん断スパンのひびわれのみによって破壊が起こり、耐力はそのせん断スパンでの算定値が一致するようである。具体的には、 γ (小さいせん断スパン/大きいせん断スパン)をとったとき、この γ の値がおおよそ0.3より小さいときに破壊が、一方だけの斜ひびわれに支配されるようである。

3. 反曲点を有するはりのせん断耐力(支間内多点載荷)

今回、検討を行う供試体の形状および載荷状況を図-3

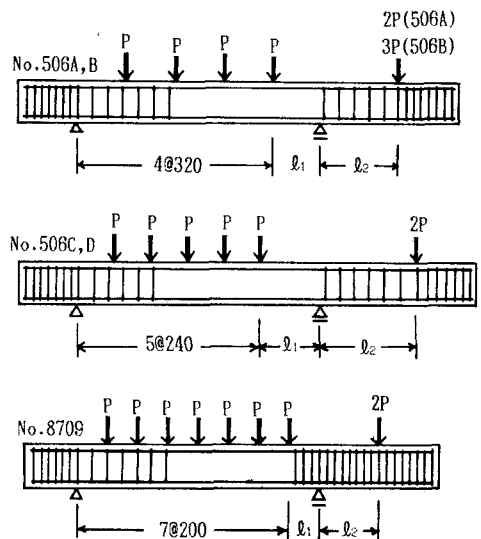


図-3 供試体形状

に示す。供試体は、張出しを有するはりで、支間には数本の多点荷重を行い、また、支間に負の曲げモーメントを作用させるため、張出し端部にも荷重を行っている。断面は、高さ25cm幅15cmの矩形断面で、上下対称に2本の鉄筋（D25またはD16）を配している（図-4参照）。供試体諸元および実験結果等は、表-1に示すとおりである。なお、試験区間を a_p 、 a_n の範囲に限定し、その他の区間ではスターラップ（D10-10cmまたは5cm間隔）によりせん断補強を行っている。ただし、No.8709に限っては a_n 区間も補強を行い、試験区間は a_p としている。

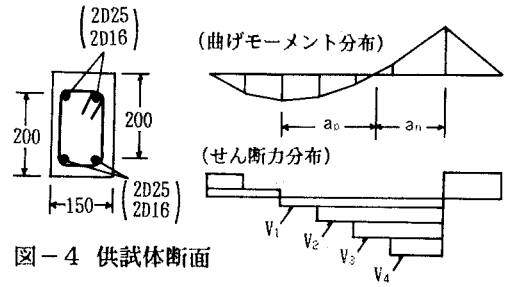


図-4 供試体断面

表-1 形状寸法および実験結果

	形状寸法 (mm)				鉄筋比 (%)	fc' (kg/cm ²)	Ps (tonf)
	l ₁	l ₂	a _p	a _n			
508A	320	344	677	283	3.38	286	4.80
508B	320	536	510	450	3.38	280	4.60
508C	400	720	420	700	3.38	304	2.15
508D	500	655	578	644	3.38	288	2.70
8709	200	400	800	200	1.08	312	3.15

破壊状況は、支間1点荷重のときと同様に2つの区間において主な斜ひびわれが分離して発生して破壊に至っている（図-5参照）。そこで、多点の場合においても1点荷重と同様に、 a_p 区間と a_n 区間の斜ひびわれに対して別々に耐力の算定を行ってみたいことにした。算定方法は、累積損傷の考えを用いて行いが、これは個々のせん断力成分 V_i に対してそれぞれのせん断耐力 V_{ui} を算定し、その比 (V_i/V_{ui}) の合計をとるものである。例えば、図-6に示すような曲げモーメント分布およびせん断力分布があるとき、スパン a_p における斜ひびわれのせん断耐力として、せん断力成分 V_1 に対してはせん断スパンに a_{p1} を用いてせん断耐力 V_{p1} の計算を行い、 V_2 に対しては a_{p2} を用いて V_{p2} の計算を行う。同じく a_n 区間においても V_1 に対して a_{n1} 、 V_2 に対しては a_{n2} を用いて計算を行う。部材のせん断耐力は、それぞれの区間で累積損傷をとり、1点荷重のときと同様に両者の平均値とすることにした。なお、これらの計算には(1)式を用いて行い、上記の平均値 ($(\sum(V_i/V_{pui}) + \sum(V_i/V_{nui})) / 2$) は、

1になれば破壊と定義する。以上の方法による各供試体の計算結果を表-2に示すが、508シリーズの供試体では、0.87から1.30の範囲にあり妥当な結果が得られた。また、No.8709は a_n 区間をせん断補強しているため、若干大きめの値であるが、補強効果をトラス理論により計算 ($V_s=19.9\text{tonf}$) し、 a_n 区間の耐力の増加分として加算すると累積損傷の平均値は、1.04と良好な値を得ることができた。

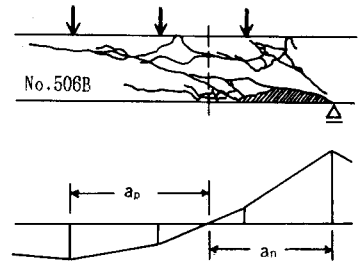


図-5 破壊状況（支間内多点荷重）

表-2 計算結果

	$\sum \frac{V_i}{V_{pui}}$	$\sum \frac{V_i}{V_{nui}}$	AVE.
508A	1.12	0.98	1.05
508B	0.82	1.78	1.30
508C	0.30	1.45	0.87
508D	0.52	1.74	1.13
8709	1.70	0.93	1.31

以上、

4. まとめ

以上の結果から、多点荷重をうけるはりにおいても反曲点を境に2つの区間で斜ひびわれが分離して発生し、その部材の耐力は両者の斜ひびわれの耐力の平均として表すことができた。

なお、本研究の一部は、平成2年度文部省科学研究費・一般研究(C)によるものであることを付記する。

参考文献

- 1) 古内 仁、角田与史雄「張出しを有するRCばりのせん断強度に関する研究」コンクリート工学年次論文 報告集第9巻2号、1987
- 2) 古内 仁、角田与史雄「鉄筋コンクリート部材のせん断耐力に及ぼす反曲点の影響について」土木学会北海道支部論文報告集第47号、1991
- 3) 二羽淳一郎他「せん断補強鉄筋を用いないRCばりのせん断強度式の再評価」土木学会論文集第372号/V-5、1988

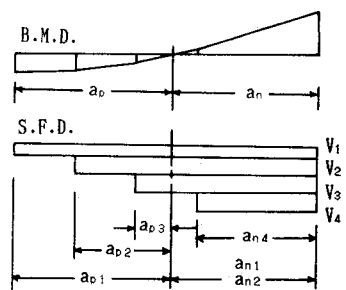


図-6 せん断スパンの定義