

RCはりの終局せん断耐力に関するマクロ的考察

大阪府立工業高等専門学校 正員 ○山田 昌昭
大 阪 府 大 戸 口 真 吾

1. まえがき

斜ひびわれ発生後のRCはりのせん断力は図-1に示すような4つの分力 V_c , V_s , V_a , V_d により分担されるものと考えられている。ここで V_c は圧縮部コンクリートのせん断抵抗、 V_s はスターラップの引張力、 V_a は斜ひびわれに沿う骨材のまさつ力 (Aggregate Interlock; A.I.と略す)、 V_d は主鉄筋のダウエル作用である。

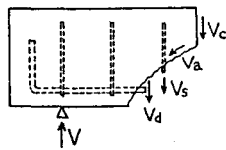


図-1. せん断分力図

本研究ではこれらのせん断分力のうちA.I.作用を静的載荷時並びに繰返し載荷時に測定し、それらをもとにRCはりのせん断耐力機構を修正トラス理論を用いてマクロ的に考察したものである。

2. 実験概要

実験に用いた供試体は図-2に示す通りである。供試体Ⅰは通常のRCはりで、スパンは1.2m、荷重位置はせん断破壊の最も生じやすい状態を選び、せん断スパン $a = 40$ cm ($a/d = 2.35$)とした。主鉄筋はD-13, 16, 22の三種類を使用し、スターラップは $\phi 6$ および $\phi 9$ の二種類とした。供試体ⅡはⅠと同様の供試体で、はりの片側にビニールシートを二重にして作成した人工クラックをスターラップを横切るように設置したものである。人工クラック部のスターラップのひずみと自然クラック発生部のスターラップのひずみの差を測定することによりA.I.作用を測定した。実験は静的載荷を破壊直前まで行ない、その後、繰返し載荷(1000回, 5000回, 10,000回)を行ないその後再度静的載荷試験を行ない、たものである。繰返し載荷の荷重はD-13

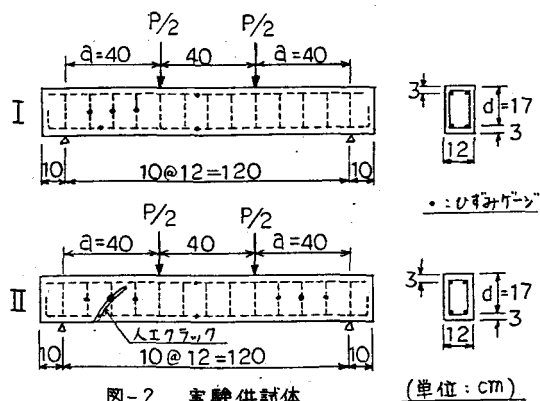


図-2. 実験供試体

(単位: cm)

表-1 実験結果一覽表

スパン径	種別	主鉄筋径	f'_c (kg/cm^2)	終局曲げ荷重(t)		斜ひびわれ荷重(t)		破壊荷重(t)	状況
				計算	実験	計算	実験		
$\phi 6$	Ⅰ	D-13	342	7.0	5.9	4.5	4.0	9.8	B
		D-16	338	11.2	11.3	5.3	5.0	14.8	S
		D-22	338	17.7	18.8	6.1	6.0	21.9	〃
	Ⅱ	D-13	320	6.9	6.8	4.4	5.0	9.8	〃
		〃	347	7.0	7.3	4.5	6.0	10.0	〃
		D-16	320	11.1	11.1	5.2	5.0	11.9	〃
		〃	347	11.2	10.7	5.3	5.0	13.0	〃
		D-22	320	17.4	—	6.0	6.0	15.0	〃
		〃	347	17.7	—	6.1	7.0	13.0	〃
	$\phi 9$	D-13	327	6.9	7.7	4.4	6.0	10.2	B
		D-16	316	11.0	10.8	5.2	6.0	15.0	〃
		D-22	316	17.4	19.6	6.0	7.0	23.0	S
	Ⅱ	D-13	321	6.9	7.5	4.4	5.0	9.6	B
		〃	341	7.0	6.7	4.5	6.0	10.0	〃
		D-16	341	11.2	10.5	5.3	5.0	14.7	〃
		〃	345	11.2	10.4	5.3	7.0	15.9	〃
		D-22	321	17.4	15.3	6.0	7.0	21.0	S
		〃	341	17.7	18.0	6.1	6.0	18.0	〃

注) B: 曲げ破壊 S: せん断破壊

Masaaki YAMADA, Shingo KIDOGUCHI

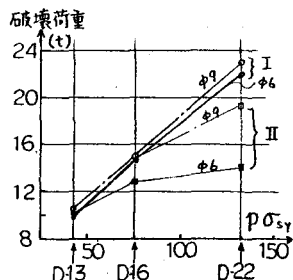


図-3 破壊荷重 - 主鉄筋

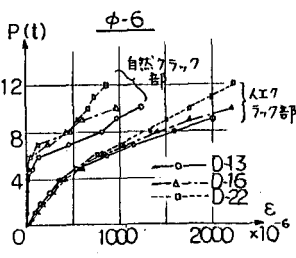


図-4 静的試験時のスターラップ 荷重-ひずみ曲線

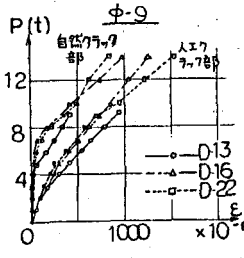


図-5 静的試験時のスターラップ 荷重-ひずみ曲線

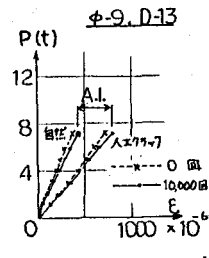


図-6 繰返し試験後のスターラップ 荷重-ひずみ曲線

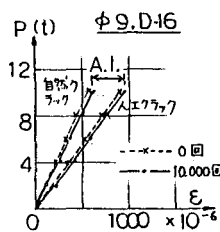


図-7 繰返し試験後のスターラップ 荷重-ひずみ曲線

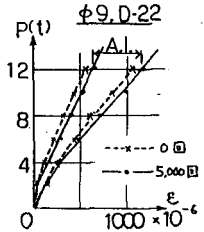


図-8 繰返し試験後のスターラップ 荷重-ひずみ曲線

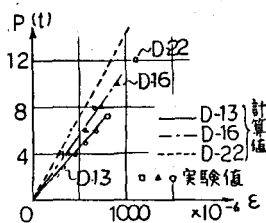


図-9 スターラップ荷重-ひずみ関係図 (計算値と実験値の比較)

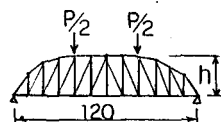


図-10 修正トラス計算モデル

使用のはりでは 2 ~ 6 t, D-16, 22 のはりでは 2 ~ 8 t とした。なお使用した鉄筋の降伏点はそれぞれ、φ6 ($\sigma_{sy} = 4350 \text{ kgf/cm}^2$)、φ9 (3360 kgf/cm^2)、D-13, 22 (3500 kgf/cm^2)、D-16 (3800 kgf/cm^2) であり、供試体の試験時のコンクリート圧縮強度は表-1 の f'_c に示した通りである。

3. 実験結果

実験結果をまとめたものが表-1 である。終局曲げ荷重は主鉄筋が降伏点応力に達したときの荷重である。また斜ひびわれ荷重の計算値は土木学会「限界状態設計法指針案」の V_{cd} の式より計算したものである。Ⅱの供試体の破壊はほとんど人エクラック部のクラックが伸長して破壊したもので、Ⅰの供試体より全般的に破壊強度は低くなっている。このことを示したのが図-3で、スターラップ径の細いもの、主鉄筋径の太いものはこの傾向が顕著である。破壊強度の差はA.I.作用の有無がせん断破に与える影響を示していると考えてよい。図-4, 5は自然クラック部と人エクラック部のスターラップの荷重ひずみ曲線で、この二曲線の差が静荷重載荷時のA.I.作用と考えてよい。図-6 ~ 9は繰返し載荷後に静的載荷試験を行った場合の自然クラック部と人エクラック部の荷重ひずみ曲線で図-4, 5の処女曲線と異なり、いずれも直線となりこれら二直線の差がA.I.作用となる。A.I.作用の大きさはD-13使用の場合、全せん断力の27%、D-16で16%、D-22で26%となっている。図-9は図-10に示す圧縮力軸線を双曲線と仮定した修正トラスモデルを用いて計算したスターラップの荷重ひずみ関係で、D-13, D-16の場合は人エクラック部のスターラップの荷重ひずみ曲線の実験値(図-6, 7)とよく一致している。D-22の場合は実験値の方が大きくなっているが、これは静荷重載荷時にはり圧縮部がかなり破壊し、そのためスターラップに余分な力が分担されたためである。