

1. まえがき

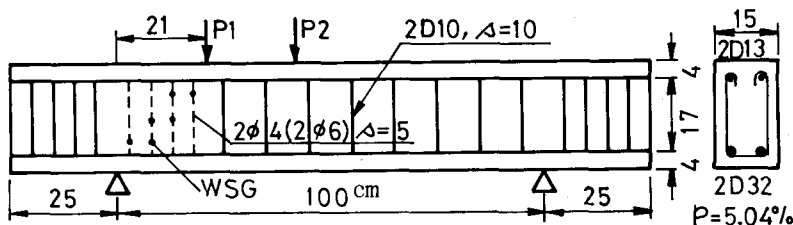
断面寸法が一定の単純はりであっても、スパン内のそれぞれの区間が潜在的に有しているせん断強度は一定ではなく、支点の付近および集中荷重荷点付近の区間の強度は他の区間に比べて大きいことが実験的にも確かめられており[1],このような性質を考慮してはり支点付近のせん断力に対する設計を合理的に行なおうとする動きも活発である[2]。著者も上記のような“区間強度の概念”を用いて等分布荷重を受ける単純はりのせん断強度を解析して良好な結果を得ている[1]。しかし、せん断スパンが極めて短いディープビームのような場合を除けば、一般には支点の極く近傍でせん断破壊を起こすことは希であり、この部分の耐力に関する情報は極めて少ないといえる。本研究は、支点の近くでせん断破壊を起こすようなRCはりの載荷試験を行って、この部分のせん断挙動を明らかにすることを目的として実施しているものである。

2. 実験概要

用いた供試体は図1に示すような単純はりである。S00シリーズでは $a/d=1$ の位置に1個の集中荷重を、S15シリーズは $a/d=1$ および1.5に、S20シリーズは $a/d=1$ および2に、S25シリーズは $a/d=1$ および2.5にそれぞれ等しい大きさの2個の集中荷重P1およびP2を載荷した。その他の変数はせん断補強量で、支点から $a/d=1$ の荷重P1までの試験区間のせん断補強量 r_{fy} を0, 10, 19および22.62 kg/cm^2 の3種とした。支点および荷重点には、幅8cm、厚さ3cmの鋼支圧板を用いた。また、載荷試験は単調増加荷重によった。

図1

供試体の形状・寸法



3. 実験結果

載荷試験結果の概要は表1に示した。支点からP1までの試験区間にはせん断応力($v = V/bd$)が30~35 kg/cm^2 の段階でWeb Shear Crackが発生した。荷重の増加に従って支点と荷重点の支圧板を結ぶ領域内には複数の斜めひびわれが発生・発達して、試験区間はこの領域のコンクリートを圧縮ストラットとするアーチ的耐荷機構に移行していることが明瞭に観察された(図2参照)。最終的には、いずれの供試体も、斜めひびわれを含む圧縮ストラットのコンクリートが圧縮破壊を起こすことにより、試験区間内でせん断破壊を起こした。上記の経過は、荷重P2の位置、せん断補強量の相異に拘わらず、すべての供試体に共通であった。

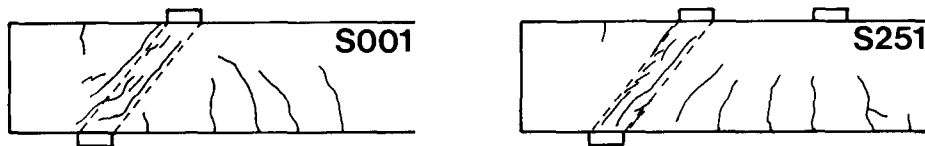


図2 斜めひびわれの発生状況

表1 実験結果の概要

No.	a/d	r_{fy} (kg/cm ²)	$f_{c'}$ (kg/cm ²)	P_u (t)	V_u (t)	V_{uc} (t)	V_{uc}/V_u
S000	1	0	350	40.0	31.6	30.5	0.97
S001	1	10.19	416	40.0	31.6	34.3	1.08
S002	1	22.62	416	40.6	32.1	34.3	1.07
S150	1, 1.5	0	300	40.1	29.6	27.5	0.93
S151	1, 1.5	10.19	312	43.7	32.3	28.3	0.88
S152	1, 1.5	22.62	316	44.3	32.7	28.5	0.87
S200	1, 2	0	357	50.8	34.8	30.9	0.89
S201	1, 2	10.19	346	47.9	32.8	30.3	0.92
S202	1, 2	22.62	293	47.9	32.8	27.1	0.82
S250	1, 2.5	0	353	52.7	33.3	30.7	0.92
S251	1, 2.5	10.19	293	50.7	32.1	27.1	0.84
S252	1, 2.5	22.62	318	54.0	34.2	28.6	0.84
Ave			339		32.5		0.92
C.V.			12.0%		3.9%		8.7%

せん断破壊荷重 P_u および試験区間での破壊時せん断力 V_u は、表1のとうりである。一般にせん断スパン比の小さいはりほど耐力が大であることから類推すれば、各シリーズのはりのせん断耐力は、 $S00 > S15 > S20 > S25$ と考えられるのであるが、実際にはP2の位置、 r_{fy} の大小に拘わらず V_u はほぼ一定の値であった。また、 V_u は $a/d=1, r_{fy}=0$ のディープビームとして、二羽の式[2]によって求めたせん断耐力 V_u とはほぼ一致している。

試験区間ではスターラップの歪も測定したが、試験区間に作用するせん断力とスターラップの歪の関係は各供試体とも大差なく、P2の位置および r_{fy} の値の差異による明瞭な影響は認められなかった。

4. はり端部のせん断強度に関する考察

本実験では、いずれのはりも $a/d=1$ の位置に集中荷重が載荷されており、支点付近に強固な圧縮ストラットが形成され易い条件にあること、また、過早な曲げ破壊を防止する必要上、引張鉄筋比は約5%と大きく、この曲げ剛性による影響も無視できないと思われること、などの限定条件はあるが、支点から d 程度までの区間でせん断破壊を起こす場合には、荷重作用位置に拘わらずせん断耐力はほぼ一定であり、その値ははり端部をディープビームとみなした耐力に近い値であること、また、この場合の破壊は本質的にストラットの圧縮破壊であるため、スターラップによるせん断補強効果は殆ど望めないこと、などが示されたのである。これらのことは、鉄筋コンクリート用FEMプログラムCOMM2[3]を用いた解析の結果からも妥当性が認められた。

上記の事実は、分布荷重と集中荷重などの一般的な組合せ荷重が作用する場合についても、これらの荷重を多数の集中荷重に分解して、個々の荷重に対する支点付近の潜在的耐力の増加を考慮し、それらを重ね合わせるにより支点付近の設計を行おうとする考えかたは、少なくとも支点のごく近傍には適用出来ない可能性が強いことを示唆するものであると思われる。はり端部のせん断挙動については今後さらに十分な検討を要するが、当面は次のような設計法をとるのが現実的であろうと思われる。すなわち、ディープビームの場合を除けば、直接支持されるはりの支点付近において斜め引張破壊あるいはトラス的破壊が生ずることは考えにくく、破壊が生ずるとすればウェブの圧壊であることを考慮すれば、一般には、例えば支点から d までの区間ではウェブ圧壊耐力以外の検討は省略してよい。ただし、支点付近に大きな集中荷重が固定して載荷されるような特殊な場合には、その荷重に対してディープビームとしてのせん断耐力も検討しなければならない。

引用文献

- (1) 檜貝 勇、"等分布荷重を受ける鉄筋コンクリートはりのせん断強度の解析"、第39回年次学術講演会講演概要集第5部、土木学会、昭和59年10月
- (2) 二羽淳一郎、"ディープビーム的なRC部材の設計法に関する提案"、第5回コンクリート工学年次講演会講演論文集、昭和58年
- (3) 前川宏一、"鉄筋コンクリート用解析プログラム「COMM2」"、第2回RC構造のせん断問題に対する解析的研究に関するコロキウム、J.C.I.、昭和58年10月