

建設省土木研究所 正会員 清水 孝男

同 上 正会員 神長 耕二

同 上 正会員 浅沼 秀弥

1. まえがき

従来、鉄筋コンクリート部材のせん断に対する設計は、主として中立軸上の斜め引張応力に着目し、コンクリートの引張強度に対して照査するものであったが、近年の研究等により、実際にはそのように単純な破壊機構ではないことが知られるようになった。本調査においても、前回の行った実験により、鉄筋比0.4%の低鉄筋比の部材ではせん断耐力が予想より小さいこと、およびディープビームにおけるせん断耐力の増加が確認された。そこで今回は、鉄筋比が変化した場合の破壊性状と、はりの特性を表わすパラメータであるせん断スパン比の考え方の検討を目的として実験を行った。

2. 実験概要

供試体の形状および実験方法は、図-1に示した通りである。左側が単点支承の場合、右側が多点支承の場合を示す。形状は、基本的には前回と同様であるが、前回に比べると有効高が1.5倍の60cmとなっている。

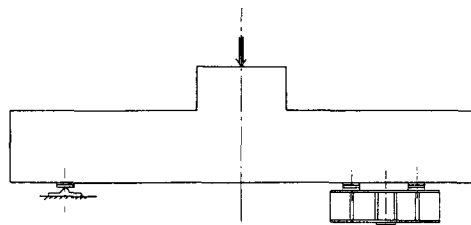


図-1 実験方法

表-1 供試体の試験要因

供試体の種類は、表-1に示したように、鉄筋とPC鋼棒それぞれに対して6種類づつの計12体とした。このうち、せん断スパン比は、せん断耐力が低い $a/d = 3$ を中心として、鉄筋比を0.4%~1.0%まで変化させ、それぞれの場合のせん断耐力と、曲げ破壊とせん断破壊とどちらが卓越するかを調べた。また、多点支承のモデルにより、 M/d と a/d とが対応するかを調査した。

なお、PC鋼棒については、前回のものより異形鉄筋に近い、本ジ状リフ付異形鋼棒を採用し、付着等による鉄筋との差を縮めた。

3. 実験結果

実験結果の概要を表-2に示した通りであるが、破壊の状況はModel 1を除いて全て同様でせん断破壊を生じた。すなわち、斜め引張により曲げせん断ひびわれを生じると、間もなく、図-2に示したような破壊に至る、ねばりのよいぜい性的破壊であった。以下実験結果について考察する。

まず、終局時のせん断応力度と鉄筋比との関係を示したものを図-3に示す。これをみると、一般的傾向としては、鉄筋比が増加す

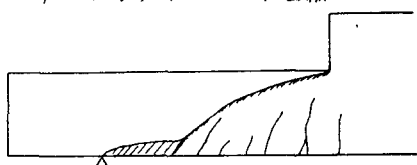


図-2 破壊状況（斜引張）

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
せん断スパン比	1.5					○						○
	2.0			○					○			
	2.5				○	○					○	○
	3.0	○	○	○			○	○	○			
	3.5				○						○	
鉄筋比	0.4	○					○					
	0.6		○		○	○		○		○	○	○
	1.0			○					○			
鋼材	鉄筋	○	○	○	○	○	○					
	PC							○	○	○	○	○

その他の諸元

有効高さ = 60cm

コンクリート強度 = 240 N/mm^2

鋼材 SD35 D16~D22

SSBPD95/110 ϕ 22

表-2 実験結果

MODEL	幅b	斜めひびわれ荷重	鉄筋破壊値	斜めせん断応力度	斜めひびわれ応力	斜めせん断応力度	破壊性状
1	415mm	24.1	26.6t	3.9 N/mm^2	4.8 N/mm^2	5.3 N/mm^2	曲げ破壊
2	400	26	30	3.9	5.4	6.3	斜め引張破壊
3	385	32	34	3.9	6.9	7.4	斜め引張破壊
4	400	37	44	3.9	7.7	9.2	斜め引張破壊
5	400	28	29	3.9	5.8	6.0	斜め引張破壊
6	400	35	51	3.9	7.3	10.6	斜め引張破壊
7	345	25	27	3.9	6.0	6.5	斜め引張破壊
8	460	33	35	3.9	6.0	6.3	斜め引張破壊
9	415	33	35	3.9	6.6	7.0	斜め引張破壊
10	460	—	56	3.9	—	10.1	斜め引張破壊
11	460	336	38.1	3.9	6.5	6.9	斜め引張破壊
12	460	41	65	3.9	7.4	11.8	斜め引張破壊

るとせん断耐力も増加していることがわかる。鉄筋比が0.4%の場合、鉄筋を用いた供試体とPC鋼棒を用いた供試体とで差が出ているのは、鉄筋の場合は、終局時に鉄筋が降伏し、曲げ破壊を生じているためである。

次に計算上、曲げで破壊すると考えられたModelは、1と2であったが、Model2の場合は、実際はせん断破壊を起こし、極限耐力も計算値より小さかった。このことは、現設計法によれば、曲げ破壊を起こすはずの部材でも、実際にはせん断破壊を起こし、当初見込まれたはずのはりのじん性や安全率が、設計より不足することがあり得ることを示唆している。なお、これについては、鉄筋比が0.4%の供試体を中心として、曲げ破壊を起こした前回の実験でも、同様にじん性の不足する結果が得られている。

ところで、図-4に示したように、前回のPC鋼棒を用いた供試体と、今回のネジフシ付PC鋼棒を用いた供試体の比較をすると、鋼材の付着が小さいと思われた前回のModelの方が、せん断耐力が優っている傾向があり、付着の影響がせん断強度に表われることを示している。

最後に、多点支承による影響について調べてみると、図-4からわかるように、平均せん断スパン比 M/sd が3の場合は、終局応力度が単点支承の場合とほとんど同程度であるのに対し、 M/sd が2の場合には、単点の場合より強度が増加する傾向がある。このことは、最内側の支点の位置がある程度短くすると、せん断強度にその支点の影響が表われてくることを示しており、せん断スパン比を表わす a/d と M/sd とが必ずしも同一の尺度として用いることが出来ないことがわかる。

4. まとめ

今回および前回の実験結果より、鉄筋比が低く、せん断スパン比が比較的小さい、せん断補強筋の無いはり部材の曲げおよびせん断耐力について次のことがいえる。

- i) 現行設計法によれば、曲げ破壊を起こすと想定される部材でも、実際にはせん断破壊を起こす場合があり、この場合、当初見込まれたはずのはりのじん性や安全率が、実際には不足している。
- ii) i)の現象が生じるのは、今回の実験の範囲では鉄筋比が0.4%より大きい場合であるが、0.4%でも a/d が3より小さい場合には、鉄筋降伏後にじん性のない破壊を生ずる。
- iii) 現在、一般に用いられている許容せん断応力度は、鉄筋比が小さく、せん断スパン比 a/d が3付近のはり部材に適用する場合にやや大きすぎる傾向がある。
- iv) ディーアビームでは、せん断耐力の増加がみられ、せん断強度の割増しを行なうことに問題は無い。
- v) ディーアビームでも、多点支承等の場合はさらに耐力の増加傾向がある。
- vi) ディーアビームの曲げ耐力の算定は、通常のはりと同様に行なうてさしつかえない。

参考文献 土木学会：無筋および鉄筋コンクリート標準示方書解説、昭和55年版、昭和55年4月

日本道路協会：道路橋示方書Ⅱ下部構造編、昭和55年5月

清水塩平・浅沼：フーゲンでの曲げせん断に関する模型実験、第36回年度学術講演会講演要旨、昭和56年10月

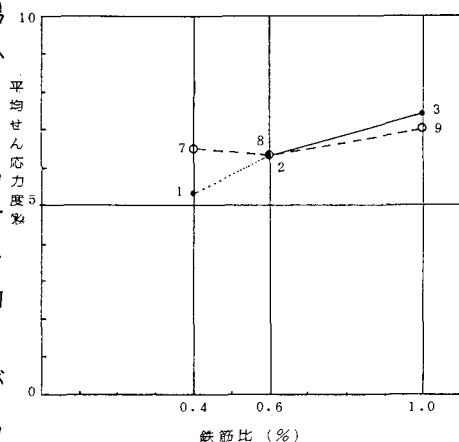


図-3 せん断応力度と鉄筋比

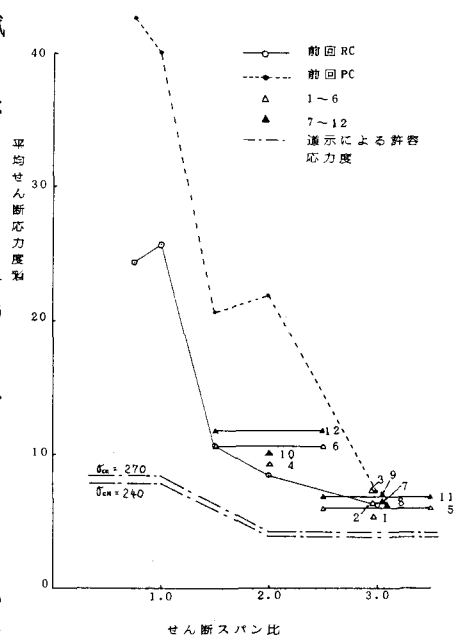


図-4 終局時の平均せん断応力度