

横浜国立大学 正会員 池田 尚治
同上 正会員 山口 隆裕
同上 学生員 〇野川 和宏

1. まえがき

鉄筋コンクリートはりのせん断挙動は部材の寸法、部材の応力状態、コンクリート固有の不均一性、斜めひびわれの入り方、等によって大きく影響される⁽¹⁾。ここではこれらのうち、部材の応力状態に着目して腹鉄筋の配置されていない鉄筋コンクリートはりのせん断抵抗と曲げモーメントとの関係について実験を行ない検討を加えることにした。あわせて現場での配筋の容易な水平腹鉄筋の効果についても検討を行なった。

2. 実験概要

曲げモーメントは一定の端モーメントを与えることとし、せん断力と曲げモーメントの大きさを種々の状態とする方法として本研究では図-1に示すように単純ばりの一端を張り出してその先端に一定荷重を作用させる方式とした。供試体は幅15 cm、有効高さ27 cmの長方形断面を有するはりとした。断面の鉄筋比は1.25%および2.50%の2段階とし、等量の圧縮鉄筋を配置した。図-2に各供試体の断面形状を示す。各供試体のせん断試験区間と有効高さの比(v/d)は2.96である。図-3のようにモーメントの反曲点の位置を基準としてせん断支間 a または a' を考える。ここでせん断区間におけるせん断力を S 、載荷点 F および中間支点 B におけるモーメントをそれぞれ M_F および M_B とする。

$$S = (P_0 W + P u) / (u + v), \quad M_F = (P v - P_0 W) \cdot u / (u + v), \quad M_B = P_0 W, \quad a = (P v - P_0 W) \cdot u / (P_0 W + P u)$$

実験に使用したレデーミクストコンクリートの配合を表-1に示す。試験時のコンクリート圧縮強度は34.5 kgf/cm²、引張強度は27.3 kgf/cm²、ヤング係数は0.266 × 10⁶ kgf/cm²であった。使用した鉄筋の品質を表-2に示す。載荷は、まず張出部先端に所定の荷重 P_0 を作用させた後に一定荷重装置によって一定に保ったままの状態では支間中央に荷重 P を作用させた。一部の供試体には P を繰返し作用させた。

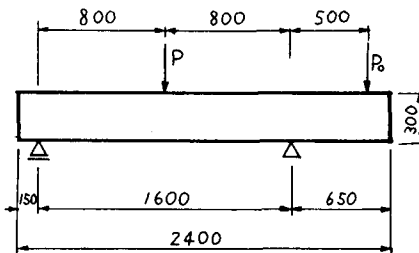


図-1 載荷状態

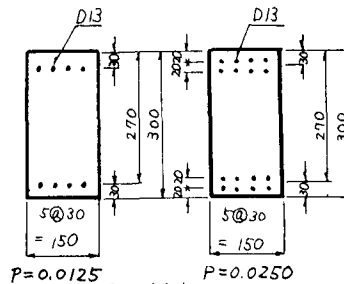


図-2 各供試体の断面形状

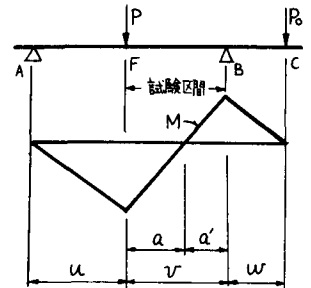


図-3 モーメントの状態と記号

表-1 レデーミクストコンクリート配合表

呼び 強度 (kgf/cm ²)	日 産 スラン (mm)	粗骨 材最大 寸法 (mm)	日 産 スラン (mm)	水セ メント 比 (%)	粗骨 材率 (%)	単位 量 (kg/m ³)	水和剤 (kg/m ³)
160	8	20	40	64.5	46.0	248 160 863 1034	0.62

表-2 供試体に使用した鉄筋の品質

	規格	寸法 (mm)	降伏点 (kgf/mm ²)	引張強度 (kgf/mm ²)	伸び (%)	試験 備考
	SD30	D6	41	53	24	GOOD MILL SHEET
A	SD30	D13	36.6	56.8	24.9	TEST
B	SD30	D13	35.6	53.8	26.9	TEST

3. 実験結果

表-3に供試体の実験結果の一覧を示す。この表では斜めひびわれ時荷重として単にひびわれが斜めに成長したときとせずに残存アーチ機構に移行する前の最大荷重の値とした。表-3より、鉄筋比が大きいほど斜めひびわれ時耐力が大きいことがわかる。また、負の端モーメントが作用すると見かけのせん断支間 a が小さくなり残

存アーチ耐力が増加することにより斜めひびわれ時および最大荷重

表-3 実験結果一覧

時せん断耐力が増加している。正の端モーメントが作用すると曲げひびわれが発生しやすいためにせん断耐力が低下することが考えられるが、その影響は小さかった。また、繰返し載荷をすることによるせん断耐力への影響も小さかった。表-3を $M/(sd)$ で表わすと、せん断耐力と $M/(sd)$ の関係は図-4のようになる。この図から明らかなように端モーメントを受ける単純ばりのせん断耐力を通常のはりと同様にせん断強度と α/d あるいは $M/(sd)$ の関係として表わすことができる。

4. 水平腹鉄筋の効果

この実験と並行して、それぞれ鉄筋比1.25%と2.50%の形状の供試体で、腹部にD13の水平腹鉄筋を両側に配置し腹鉄筋比を0.63%としたものを製作し、これをNo.11, No.12として実験を行なった。鉄筋比1.25%のものは水平腹鉄筋が入ったことにより最大せん断耐力は約30%増加したが鉄筋比2.50%のものは水平腹鉄筋の効果が見られなかった。鉄筋比が2.5%の場合相対的に水平腹鉄筋量が少ないことによるものである。これらの結果から水平腹鉄筋は鉛直なスターラップに比してせん断に有効でないことが示された。

5. 結論

ラーメン隅角部附近の部材には負のモーメントが生じている場合その効果によって斜めひびわれの発生を遅らせたり、せん断耐力を高めたりすることが考えられる。本研究では支点上に一定の端モーメントを有する単純ばりを用いて載荷実験を行なった結果、端モーメントがはりのせ

供試体	鉄筋比 (%)	定荷重 P_0 (2m)	斜めひびわれ時			最大荷重時			破壊モード
			P_2 (ton)	M (kgfcm)	α/d	P_2 (ton)	M (kgfcm)	α/d	
1		0	9.4	13.2	2.96	9.4	13.2	2.96	せん断
2		2.5	10.0	16.2	2.16	13.9	21.7	2.36	せん断
3		5.0	8.4	16.1	1.36	8.6	16.4	1.38	せん断
4	1.25	-2.0	10.3	12.7	3.78	10.3	12.7	3.78	せん断
5		-3.0	10.8	12.5	4.21	10.8	12.5	4.21	せん断
6c		2.5	(8.0)	(13.4)	1.99	14.7	22.8	2.39	曲げ
7c		-2.0	(8.0)	(9.5)	—	8.9	10.7	3.93	せん断
8		5.0	12.6	22.2	1.79	12.6	22.2	1.79	せん断
9	2.50	-4.0	13.7	15.8	4.29	16.7	20.0	4.01	せん断
10		0	11.4	16.1	2.96	15.9	22.4	2.96	せん断
11	1.25	0	12.0	16.8	2.96	12.8	17.9	2.96	せん断
12	2.50	0	13.0	18.4	2.96	13.0	18.4	2.96	せん断

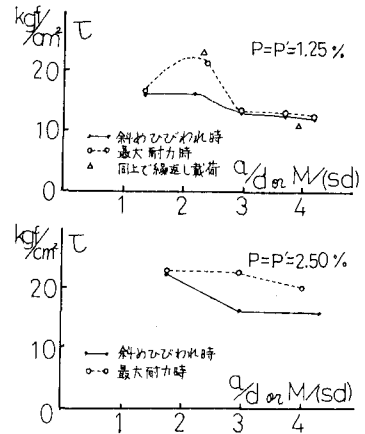


図-4 α/d または $M/(sd)$ の実験結果

ん断耐力に顕著に影響することが明らかとなった。この場合のせん断抵抗の評価方法としてはせん断支間けた高比 α/d と同じ概念である $M/(sd)$ （ここで M は支点上または支間中のピークモーメント、 S はせん断力、 d は有効けた高）で表わせることが明らかとなった。即ち、 $M/(sd)$ が2.5以下では斜めひびわれ発生後の残存アーチ耐力によってせん断耐力が大きくなるのである。この場合は単純ばりの場合に広く知られているせん断耐力と α/d との関係が端モーメントを有するはりの場合にも適用できることを示すものである。ただし、この場合のせん断支間 α はモーメントのピーク点から反曲点までの距離である。また、端モーメントが負でなく正の場合にはせん断支間に曲げひびわれが発生しやすいためにせん断耐力が低下することが考えられるが実験の結果その影響はそれ程顕著でないことが示された。このことは単純ばりで α/d が3以上になるとほぼせん断耐力が一定となることと対応するといえる。

水平腹鉄筋は現場での配置が容易であるが、斜めひびわれと水平鉄筋のなす角度によってはその効果が十分に期待できずせん断力を水平腹鉄筋にのみ負担させることは適当でないが、スターラップと組合せて用いることにより合理的な配筋ができるものと思われる。

謝辞 本研究の実験は卒業研究として横倉誠治君（現戸田建設勤務）の参加を得て行なったものであり、また森下豊技官はじめ研究室の諸氏の協力を得た。ここに記して謝意を表する。なお、本研究は文部省科学研究費補助金一般研究(B) (NO.57460142, 代表者 池田尚治) によって行なった研究成果の一部である。(2)

参考文献 (1) 池田、橋野明；鉄筋コンクリートはりの斜引張破壊耐力に及ぼす影響について、土木学会 第38回年次学術講演会講演要録集 第5部、昭和55年

(2) 池田、橋、山口；鉄筋コンクリートのせん断抵抗の制御に関する研究、昭和58年度文部省科学研究費成果報告書、昭和59年3月