

東京都立大学 正 員 ○大 作 淳

〃 〃 川崎道夫

〃 〃 山崎 淳

地震時の曲げや剪断が設計の支配条件となるような高架橋やモノレールの脚柱部材を対象として、縮小率約 $1/4$ 辺長 350 mm の正方形断面の梁供試体に、圧縮強度 620 kg/cm^2 のコンクリートを用い、降伏負 $4,180 \text{ kg/cm}^2$ の軸方向鉄筋を部材終断面積との比 7% 前後配置して剪断試験を行った。実際の構造物で軸応力は 10 kg/cm^2 程であるが、この実験では加えなかった。脚柱の軸鉄筋のうち、中立軸付近の鉄筋の剪断および曲げに対する影響を検討する為、図 1 のように軸鉄筋の配置を A, B, C の三種に変化させた。A 種は引張縁と圧縮縁にのみ鉄筋を配置してあるもの、B 種は柱部材に通常みられるように、A 種配筋に加えて断面側面にも鉄筋を配置して、これを側方鉄筋と称するもの、および C 種は、B 種における側方鉄筋の曲げに対する貢献分を引張縁に加え、側方鉄筋を配置しないものとした。腹部補強は、ないものと、土木学会規定による柱の最少帯鉄筋量にほぼ等しい補強比が 0.065% のものと、梁の場合の最少鉄筋量の 1.5 倍程の 0.22% の二種とした。剪断スパンと梁の有効高さの比、 a/d は 2.5 と 3.5 の二種とした。これらの変数を表 2 のように組合わせた 12 個の供試体の載荷試験の結果、高強度コンクリートを用いた脚柱部材の剪断挙動について下記の諸点が表示された。

1. 高強度コンクリートを用い、軸方向鉄筋の配置の異なる梁の斜ひびわれ発生荷重および終局強度は、コンクリート強度の影響を平方根で関連づける ACI Code 11.6, 11.7 式で安全側で予測出来る。(表 3, 4)
2. a/d が 3.5 で腹部補強がない梁で、側方鉄筋がない場合は、最初の斜ひびわれが急激に進行して破壊に至った。ひびわれの形は上に凸にわん曲し、頂部はほぼ水平であった。側方鉄筋がある場合は、最初の斜ひびわれの進行が遅らされるとともに、第二、第三のひびわれが生じた。破壊時のひびは、載荷負から支束付近へ向かうほぼ直線状であった。側方鉄筋は、斜ひびわれを分散させるのに有効のようである。終局強度は、側方鉄筋のない A タイプにくらべ B タイプでは 34% 程高くなった。(図 2, 表 3)
3. 腹部鉄筋に、応力が増加し始める剪断力は、ACI 式による斜ひび発生剪断力にほぼ等しかった。(図 3, 4, 5)
4. a/d が 3.5 の場合、載荷負からの距離が d 以内の腹部鉄筋をのぞくすべての腹鉄筋が降伏した後も荷重増加が可能であった。載荷負から距離 d 以内の腹鉄筋は降伏する場合もしない場合もあった。腹鉄筋の降伏開始剪断力は、ACI 式による終局強度予測値より高かった。(表 6)
5. a/d が 3.5 の場合、終局強度は、トラスモデルの斜材角度を 45 度とせずに、観察されたひびわれ角度と等しいと仮定した計算値によって、腹部補強比が大きい方の供試体についてほぼ正しく予測出来た。腹部補強比が小さい場合は、それでも安全側であった。(表 4)
6. a/d が 3.5 の場合、B タイプ供試体の腹鉄筋の降伏開始は、腹部補強比が 0.22% のとき、側方鉄筋の曲げに対する貢献度を ACI 式の軸鉄筋に加えて計算した予測値より 17% 程高くなったが、側方鉄筋のない A タイプの実測値は計算値の 3% 増に過ぎなかった。一方、引張縁に側方鉄筋の曲げへの貢献分を加えた C タイプの実測値は計算値の 14% 増と、B タイプとの差はあまりないように思われた。(表 6)

謝辞：本研究は、村田二郎教授の指導のもとに、文部省科学研究費 485126 により、都立大学土木材料実験室において行った。貴重な御意見と頂いた、セメント協会高強度コンクリート委員会の委員の方々、実験を担当された昭和 54 年度卒業特別研究生、浅沼潔(日本国工開発)、斎藤淳志(大豊建設)、田中修平(大林組)、広中良和(都立大学大学院)の各氏、および高強度コンクリート供試体製造時の管理に留意された三井プレコン岩崎洋氏および日曹マスタービルダーズ川又保満氏、に厚く御礼申上げる。

		軸鉄筋配置		
		A	B	C
		...	...	...
モーメント (t-m)	陽側筋 M_y	340	363	410
	陰側筋 M_x	359	443	455
M_u/M_y		1.05	1.28	1.09
陽側筋 中心軸	c (mm)	121	129	131
	$k = c/d$	0.46	0.46	0.45
	j	0.84	0.82	0.89
鉄筋間中心軸 c (mm)		80	103	97
有効深さ d (mm)	陽側筋	290	277	282
	陰側筋	290	271	280

表-1 曲げ特性

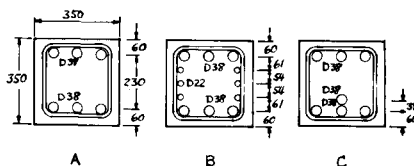


図-1 軸鉄筋配置

		供試体番号											
		1A	1B	2A	2B	3A	3B	3C	4A	4B	4C	5B	6B
軸鉄筋 配置	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
断面寸法 a/d		3.5	2.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
腹鉄筋 P %		0	0	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065

表-2 供試体変数一覧表

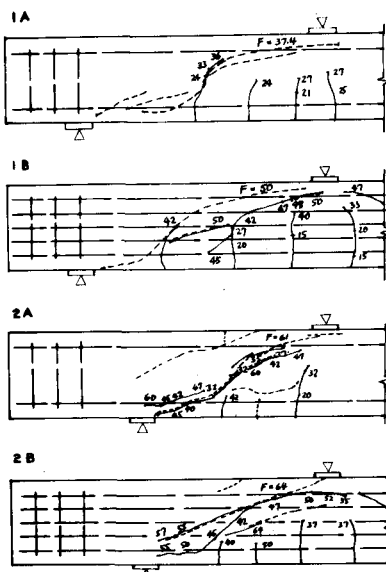


図-2 腹部補強のない梁のひびわれ図

供試体 番号	実測値		ACI 計算値		実測値		ACI 計算値	
	荷重 (t)	断面力 (t)	荷重 (t)	断面力 (t)	V_u	V_c	V_u	V_c
1A	36	37.4	16	16.6	15.7	1.11	1.16	1.16
1B	42.5	50.1	18.7	22.5	16.0	1.30	1.55	1.55
2A	32.6	61.4	16.3	30.7	16.4	1.06	2.05	2.05
2B	42.6	64.0	21.3	32.0	16.7	1.42	2.14	2.14

表-3 腹部補強のない梁の試験結果

供試体 番号	ACI 計算値 $V_u(t)$		実測 終局強度 角度	
	$\theta=45^\circ$	$\theta=90^\circ$	$\theta=45^\circ$	$\theta=90^\circ$
3A	16.3	18.9	23	23
3B	16.2	19.4	19	19
3C	16.2	19.4	19	19
4A	21.8	35.6	19	19
4B	21.5	35.2	19	19
4C	21.5	35.2	19	19
5B	16.8	19.0	25	25
6B	22.2	30.0	25	25

表-5 ACIによる終局強度計算値

供試体 番号	実測値		断面力		計算値	
	荷重 (t)	断面力 (t)	荷重 (t)	断面力 (t)	V_u	V_c
3A	40	59.6	17.6	26.2	1.61	1.39
3B	45	66	19.9	29.0	1.78	1.67
3C	40	63	17.6	27.7	1.70	1.40
4A	43	72.5	18.9	31.9	1.48	0.90
4B	52.3	78.5	23.0	34.5	1.60	0.98
4C	42.5	78.8	18.7	34.7	1.61	0.99
5B	50	90.3	25	45.2	2.46	2.38
6B	55	96	27.5	48	2.78	1.60

表-4 腹部補強のある梁の試験結果

供試体 番号	実測値 (t)		断面力		計算値		ACI 計算値	
	荷重 (t)	断面力 (t)	荷重 (t)	断面力 (t)	V_u	V_c	V_u	V_c
3A	43	59.6	18.9	26.2	1.39	1.39	1.39	1.16
3B	50	66	22	29	1.32	1.61	1.34	1.34
3C	43	63	18.9	27.7	1.46	1.61	1.17	1.17
4A	51	72.5	22.4	31.9	1.42	2.18	1.03	1.03
4B	57	78.5	25.1	34.5	1.37	2.15	1.17	1.17
4C	56	78.8	24.6	34.7	1.41	2.15	1.14	1.14
5B	50	90.3	25	45.2	1.81	1.68	1.49	1.49
6B	57	96	29	48	1.66	2.22	1.31	1.31

表-6 腹鉄筋の降伏との関係

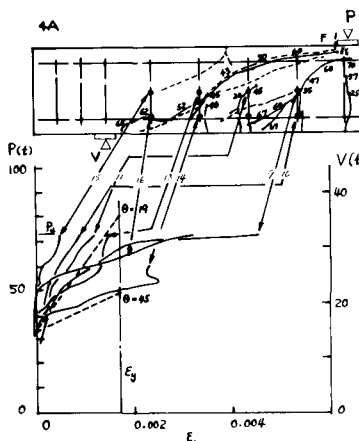


図-3 試験結果, 4A

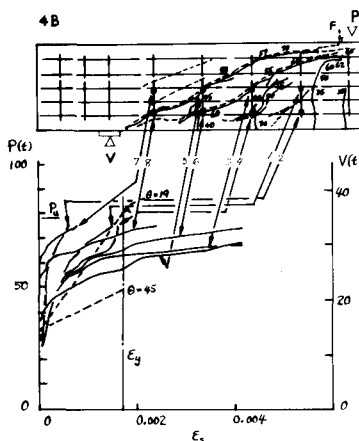


図-4 試験結果, 4B

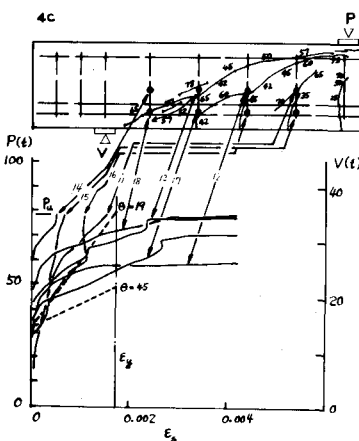


図-5 試験結果, 4C