

文章编号:1673-2049(2007)04-0021-08

L 形柱结构附加扭转试验及剪扭承载力分析

刁 波,王 茜,孙 洋,李淑春,罗佑新

(北京航空航天大学 土木工程系,北京 100083)

摘要:在试验的基础上,考察了在低周反复荷载作用下 L 形柱所产生的扭转效应,并借鉴规范对复合受力构件剪扭承载力的计算方法,定量地分析了附加扭矩对 L 形柱所产生的影响。研究结果表明:单个 L 形柱和结构中的 L 形框架柱受扭性能不同,前者对水平荷载的加载角度表现敏感,非对称加载时,附加扭矩的影响不可忽略,设计中应考虑弯剪扭的复合作用;而后者作为结构中协同工作的一部分,抗扭性能明显改善。

关键词:异形柱结构;扭转效应;L 形柱结构;剪扭;承载力

中图分类号:TU375.3

文献标志码:A

Experiment on Additional Torsion of L-shaped Column Frame and Bearing Capacity Analysis of Shear and Torsion

DIAO Bo, WANG Qian, SUN Yang, LI Shu-chun, LUO You-xin

(Department of Civil Engineering, Beihang University, Beijing 100083, China)

Abstract: The torsion effect of L-shaped column under low cyclic loading was discussed based on the experiment. The bearing capacity calculation method of shear and torsion of component under combined forces was gained by referring to standard, at the same time, the influence of additional torque to L-shaped column was quantitatively analyzed. The result shows that the torsion performance in single L-shaped column is different with that in column frame; the former is sensitive to loading angle of horizontal load, and its additional torque influence can not be ignored under asymmetric loading, meanwhile, the composite action of bending, shear and torsion in design should be considered in terms of the re-torsion capacity of latter, as a part of the structure that works together is advanced obviously.

Key words: special-shaped column frame; torsion effect; L-shaped column frame; shear and torsion; bearing capacity

0 引 言

L 形截面柱作为钢筋混凝土异形柱框架结构体系中的角柱,应用十分广泛。由于其剪力中心和截面形心不重合,所以 L 形柱受力形态复杂,常常伴随着附加扭转的产生,使其处于压、弯、剪、扭的复合

受力状态^[1-4]。

本文中笔者分别从单个构件和结构中的框架柱两个方面,通过试验来考察 L 形截面柱在低周反复荷载作用下所产生的附加扭转的差异,并借鉴规范对复合受力构件的剪扭承载力计算方法,定量地分析附加扭矩对 L 形柱所产生的影响。

收稿日期:2007-11-05

基金项目:国家自然科学基金项目(50678016)

作者简介:刁 波(1958-),女,山东烟台人,教授,博士生导师,工学博士,博士后,E-mail:diaobo@263.net。

1 L 形柱试验

1.1 试验参数及方法

试验模型选取钢筋混凝土 L 形柱,按 1 : 3 比例缩尺,剪跨比 $\lambda=3.24$,肢厚比值为 2.5,轴向压力 $N=55\text{ kN}$,轴压比 $n=0.12$,试件基本尺寸及配筋见图 1,混凝土保护层厚度为 10 mm。采用 C30 细石混凝土,配合比为 1 : 0.45 : 1.99 : 2.75。除底座钢筋为 HRB335 外,其余受力钢筋均采用 HPB235。考虑到地震荷载方向的不确定性,试验以加载角为主要变化参数,加载角分别为 0° 、 30° 、 45° 。

试验采用驱动程序为 TUST 的电动伺服加载系统,相应的配套设施有油压千斤顶、位移传感器、裂缝塞尺等。试件加载装置如图 2 所示。

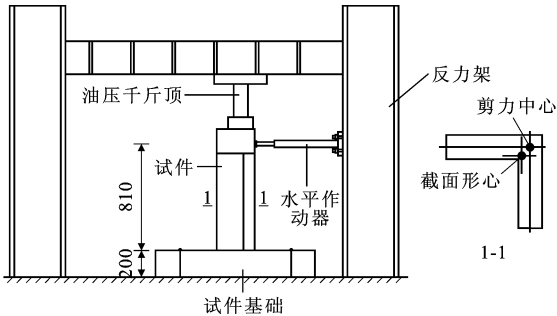


图 2 试件加载装置(单位:mm)

Fig. 2 Loading Equipment of Specimen(Unit:mm)

竖向轴压力通过油压千斤顶施加,一次性加至设计值。低周反复水平荷载由电动伺服加载系统完成,按荷载-位移双控制进行加载,当试件承载力降至极限荷载的 85% 左右时,认为试件破坏,试验中止。加载方向的规定:从右向左施加的水平荷载定义为正向加载,反之为反向加载。

1.2 扭转变形的量测及计算方法

截面的扭转变形,主要通过沿柱高范围内布置的位移传感器量测得出,位移传感器布置见图 3。其中,水平往复荷载 P 作用线通过位移计 1、2 所在截面(I-I 截面),附加扭转角 α 的计算方法如图 4 所示。

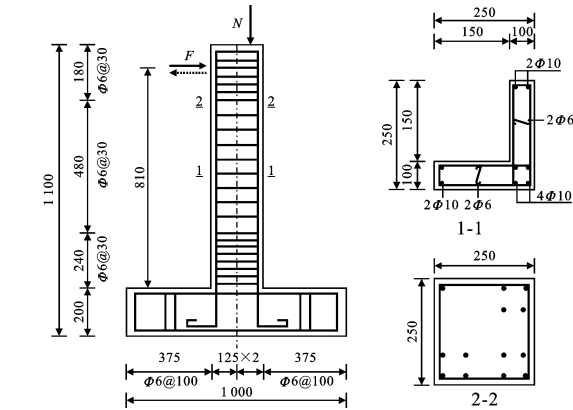


图 1 试件基本尺寸及配筋(单位:mm)

Fig. 1 Basic Size and Reinforcement of Specimens(Unit:mm)

试验所用试件为 6 个,编号依次为 YXZ-1~YXZ-6,其中,YXZ-1、YXZ-2 加载角为 0° ;YXZ-3、YXZ-4 加载角为 45° ;YXZ-5、YXZ-6 加载角为 30° 。混凝土及钢筋的实测力学性能指标见表 1、2。

表 1 混凝土实测力学性能指标

Tab. 1 Measured Mechanical Property

Indexes of Concretes		MPa
试件编号	立方体抗压强度 f_{cu}	棱柱体抗压强度 f_c
YXZ-1	21.53	16.36
YXZ-2	23.67	17.99
YXZ-3	28.21	21.44
YXZ-4	24.52	18.64
YXZ-5	24.63	18.72
YXZ-6	25.31	19.24

表 2 钢筋实测力学性能指标

Tab. 2 Measured Mechanical Property Indexes of Rebars

直径 d/mm	屈服强度 f_y/MPa	极限强度 f_u/MPa	弹性模量 $E_s/10^5\text{ MPa}$
10	345	415	1.95
6	272	350	2.05

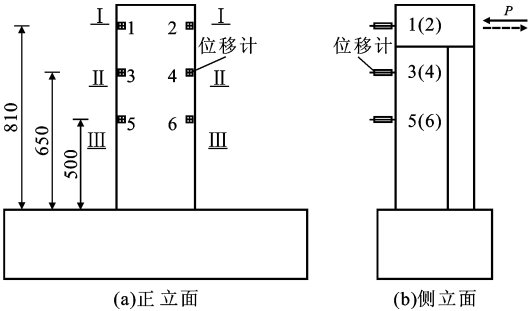


图 3 位移传感器布置(单位:mm)

Fig. 3 Layout of Displacement Transducer(Unit:mm)

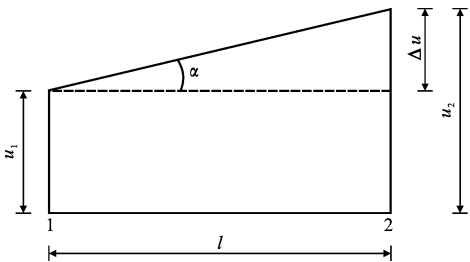


图 4 附加扭转角的计算

Fig. 4 Calculation of Additional Torsion Angle

1.3 试验现象描述

各试件破坏形态基本相同,均为典型的延性破坏(各主要阶段承载力实测结果见表 3);裂缝最初都出现在柱的根部,随着水平位移的增大,柱身不同截面处陆续出现新的裂缝;钢筋屈服后,不再有新的裂缝产生,同时,根部裂缝不断发展,而根部以上的

裂缝在受压时闭合,几乎看不出来,即使受拉也没有最初开展时明显,这说明钢筋屈服后,变形集中在根部,并最终在根部形成水平通缝。总的看来,破坏程度是根部重、上部轻,裂缝根部平、上部平中带有零星细小斜裂缝,这体现了不同高度处截面弯矩和剪扭比值的变化。

表 3 试件各主要阶段承载力实测结果

Tab. 3 Measured Results of Bearing Capacity of Specimens at Main Stages

试件编号		初 裂		屈 服		极 限		破 坏		$y_4 \cdot y_2^{-1}$
		荷载 P_1 /kN	位移 y_1 /mm	荷载 P_2 /kN	位移 y_2 /mm	荷载 P_3 /kN	位移 y_3 /mm	荷载 P_4 /kN	位移 y_4 /mm	
YXZ-1	正向	6.99	2.0	20.72	18.0	23.78	28.0	23.18	45.0	2.5
	反向	11.34	4.0	28.14	18.0	32.30	28.0	30.99	45.0	2.5
YXZ-2	正向	7.00	2.0	21.61	18.0	24.42	36.0	20.08	50.0	2.7
	反向	12.00	4.0	27.50	18.0	33.22	36.0	29.42	48.0	2.6
YXZ-3	正向	5.00	1.8	19.08	12.0	23.41	30.0	19.68	60.0	5.0
	反向	3.21	1.8	20.32	12.0	28.10	30.0	23.00	60.0	5.0
YXZ-4	正向	6.83	1.8	20.52	12.0	24.60	24.0	20.45	72.0	6.0
	反向	2.87	1.8	19.40	12.0	24.66	36.0	19.59	72.0	6.0
YXZ-5	正向	7.82	1.8	17.50	8.0	22.07	24.0	18.75	64.0	8.0
	反向	4.92	1.8	19.05	8.0	28.74	32.0	23.20	56.0	7.0
YXZ-6	正向	7.75	1.8	21.63	10.0	26.70	19.8	21.62	49.8	5.0
	反向	2.84	1.8	18.80	10.0	23.50	29.8	19.35	59.8	6.0

1.4 试验结果与分析

根据位移计 1~6 采集到的数据及图 4 可以得到各试件不同截面在整个加载史上的扭转变形情况。试件 YXZ-2、YXZ-6 在正、反 2 个方向荷载作用下沿柱高度的扭转变形曲线见图 5、6,其中, y_2 为钢筋屈服时所施加的水平位移; y_i 为试验过程中各个加载段所施加的水平位移。

由图 5、6 可知,加载角为 0° 、 30° 时,L 形柱沿截面高度的扭转变形曲线呈反 S 形,特别是到了加载后期,这种趋势更加明显,整个曲线更加饱满。在同一荷载作用下(某 1 根曲线),随着截面高度的增大,由于附加扭矩的作用而产生的相应扭转变形也随之增加。试件顶部作为水平位移和竖向力的加载端,在一定程度上限制了截面扭转变形的发展,从而使 I-I 截面(柱高 810 mm 所在截面)测得的扭转角反而小于 II-II 截面(柱高 650 mm 所在截面)的扭转角;同时,由图 6 可以看出,钢筋屈服之前,附加扭转角很小。 0° 加载时,直至钢筋屈服,II-II 截面最大扭转角只有大约 1° ; 30° 加载时,同一截面上最大扭转角也不超过 1.5° ;但到了钢筋屈服、大位移加载之后,扭转角开始有了较大的发展。

通过对试验数据的处理和分析发现,当加载角为 45° 时,同一截面上两测点的位移差很小,始终在

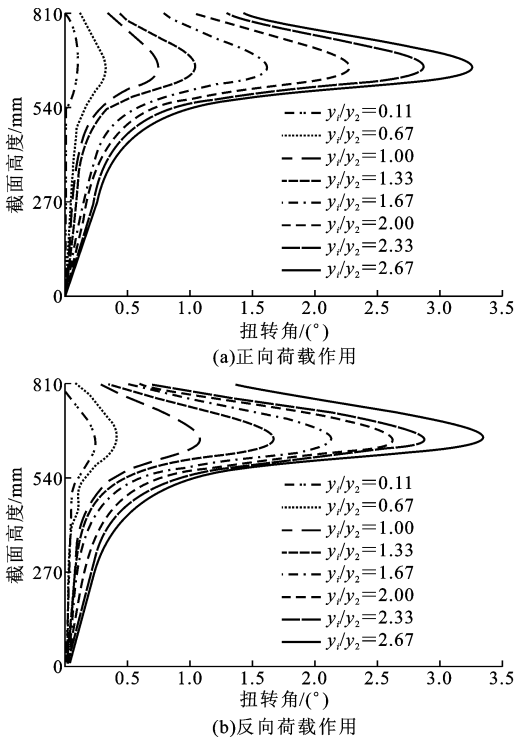


图 5 试件 YXZ-2 的扭转变形曲线

Fig. 5 Torsion Distortion Curves of Specimen YXZ-2

0° 附近上下变动,且最大扭转角不超过 1° ,这说明 45° 对称加载时,截面内几乎没有附加扭矩的产生。

根据施加的水平荷载和计算所得的截面扭转

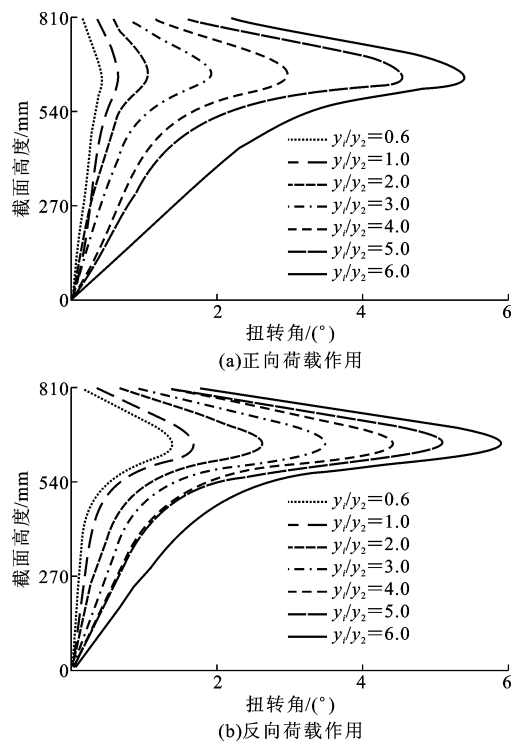


图 6 试件 YXZ-6 的扭转变形曲线

Fig. 6 Torsion Distortion Curves of Specimen YXZ-6

角,试件 YXZ-2、YXZ-6 荷载-扭转角曲线见图 7。由图 7 可知,加载至 20 kN 左右时,钢筋屈服;钢筋屈服之前,曲线可近似看作直线;钢筋屈服之后,曲线出现转折点,扭转角急剧增大。继续加载至极限荷载后,试件承载力下降,而其扭转变形则继续增加。相对而言,加载角为 30°时下降段发展更为充分,但无论加载角是 0°还是 30°,延性发展最好的截面都是 II-II 截面,这由图 5、6 也可以看出。

通过以上分析可知,单个钢筋混凝土 L 形柱,除加载角为 45°对称加载不产生附加扭矩外,其他加载角度均有不同程度的扭转变形出现,尤其是钢筋屈服之后,钢筋混凝土 L 形截面柱的扭转变形已不容忽视,扭转变形占总变形的比例已达到 10% (表 4)。但在试验过程中并没有主要的扭转裂缝生成,这说明试件中虽然存在附加扭矩,但附加扭矩的作用是有限的,并没有达到威胁试件破坏的程度。

2 剪扭承载力分析

关于异形柱的受剪承载力,《混凝土异形柱结构技术规程》(JGJ 149—2006)(以下简称规程)有明确的说明,本文中考虑地震作用

$$V_c \leq \frac{1}{\gamma_{RE}} \left(\frac{1.05}{\lambda + 1.0} f_t b_c h_{co} + 0.056 N + f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_{co} \right) \quad (1)$$

但是,规程中并未给出此类构件与受扭承载力相关

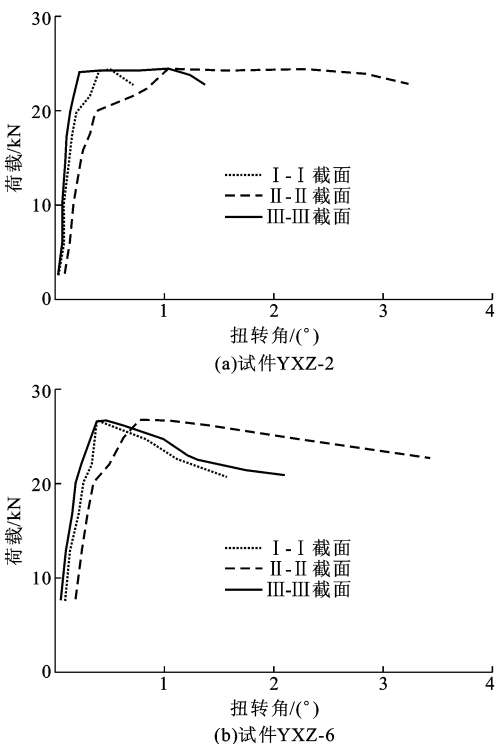


图 7 各级荷载作用下异形柱不同截面的扭转角曲线

Fig. 7 Torsion Angle Curves of Different Sections of Special-shaped Column Under Gradual Loading

表 4 试件扭转变形所占比例

Tab. 4 Ratios of Torsion Distortion of Specimens

试件	$y_i \cdot y_2^{-1}$	0.3	0.7	1.0	1.2	1.6	2.0	2.5
	扭转变形占总变形的比例/%	4.2	6.3	7.8	8.0	8.6	10.8	11.7
试件 YXZ-2	$y_i \cdot y_2^{-1}$	0.7	1.0	1.3	1.7	2.0	2.3	2.7
	扭转变形占总变形的比例/%	3.4	5.1	6.7	8.0	9.8	10.1	10.5
试件 YXZ-5	$y_i \cdot y_2^{-1}$	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0	6.0	8.0
	扭转变形占总变形的比例/%	5.8	6.5	7.0	8.9	10.0	10.6	10.8
试件 YXZ-6	$y_i \cdot y_2^{-1}$	0.6	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0
	扭转变形占总变形的比例/%	5.1	6.0	6.5	7.7	9.0	11.0	11.2

的条文。本文中将借鉴《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)(以下简称规范)对复合受力构件剪扭承载力的计算方法,在试验的基础上,对 L 形柱因剪力中心和截面形心不重合所产生的附加扭矩做定量的分析。

2.1 L 形截面纯扭构件的开裂扭矩

混凝土是介于弹性和理想塑性之间的弹塑性材料,在计算构件的开裂扭矩时,通常的做法是将截面应力按全塑性状态分布,并将材料强度适当降低。规范中取混凝土抗拉强度降低系数为 0.7,得到的开

裂扭矩 T_{cr} 为

$$T_{cr} = 0.7f_tW_t \tag{2}$$

式中: W_t 为截面受扭塑性抵抗矩,对于矩形截面, $W_t = \frac{b^2}{6}(3h-b)$ 。

对带翼缘的 L 形截面,其受扭塑性抵抗矩 W_t 同样可按处于全塑性状态时的截面剪应力分布。为了简化计算,可将 L 形截面视为腹板和翼缘的组合(图 8),用分块计算合力与力偶的方法得到其截面受扭塑性抵抗矩 W_t 为

$$W_t = \frac{b^2}{6}(3h-b) + \frac{h_f'^2}{4}(b_f'-b) \tag{3}$$

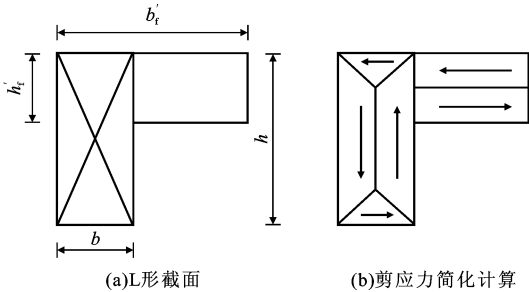


图 8 L 形截面及受扭塑性抵抗矩的近似计算
Fig. 8 L-shaped Section and Approximate Calculation of Torsion Plastic Resistance Torque

根据式(2)、(3)可以得到试件的开裂扭矩 T_{cr} 。表 5 为 0° 、 30° 加载时各试件实测最大扭矩与开裂扭矩的对比结果,其中, T_{cr} 为在纯扭的情况下计算出来的,这与试件的受力状态有所不同。事实上,轴向压力 N 的存在,在一定程度上提高了构件的开裂扭矩,但弯矩、剪力则会产生相反的效果^[5]。迄今为止,未见有关复合受力状态下 L 形截面柱开裂扭矩计算的文献。从表 5 可见,实测最大扭矩与按纯扭计算时开裂扭矩的比约为 85%,而在整个试验过程中,始终没有主要的扭转裂缝生成,这说明式(2)、(3)有一定的指导意义;同时,因为实测最大扭矩

表 5 试件实测最大扭矩与开裂扭矩的比值

Tab. 5 Ratios of Measured Maximal Torque and Crack Torque of Specimens						
试件 编号	$W_{tw}/$ 10^3 mm^3	$W_{tf}/$ 10^3 mm^3	$W_t/$ 10^3 mm^3	$T_{cr}/$ ($\text{kN}\cdot\text{m}$)	$T_{\max}/$ ($\text{kN}\cdot\text{m}$)	$T_{\max}\cdot$ T_{cr}^{-1}
YXZ-1	1.08	0.38	1.46	1.82	1.51	0.83
YXZ-2	1.08	0.38	1.46	1.82	1.54	0.85
YXZ-5	1.08	0.38	1.46	1.82	0.80	0.44
YXZ-6	1.08	0.38	1.46	1.82	0.74	0.41

注: T_{\max} 为水平荷载达到极值时相应的截面最大扭矩; W_{tw} 、 W_{tf} 分别为腹板、翼缘的受扭塑性抵抗矩。

$T_{\max} > 0.175f_tW_t$, 根据规范第 7.6.11 条可知,此时附加扭矩的影响已不可忽略。

2.2 弯剪扭作用下 L 形截面构件受扭承载力

规范第 7.6.13 条规定,在轴向压力、弯矩、剪力和扭矩共同作用下的钢筋混凝土矩形截面柱的受扭承载力应满足

$$T \leq \beta_t(0.35f_t + 0.07\frac{N}{A})W_t + 1.2\sqrt{\xi}f_{yv}\frac{A_{stl}A_{cor}}{s} \tag{4}$$

$0.6 \leq \xi \leq 1.7$

同时,规范第 7.6.9 条规定,T 形、工字形、箱形截面剪扭试件的受扭承载力,可划分为几个矩形截面进行计算,腹板和翼缘分别按剪扭试件和纯扭试件考虑。对于 L 形截面试件,规范中并未提及。这里可以借鉴规范中对 T 形、工字形等截面的承载力计算方法,按照图 8(b)划分截面,求得弯剪扭作用下,L 形截面构件腹板和翼缘的受扭承载力。当 $\xi = 0.6$,在 0° 、 30° 加载时,各试件腹板及翼缘的扭矩 T_w 、 T_f 与腹板、翼缘极限扭矩 T_{wu} 、 T_{fu} 的对比结果如表 6 所示。

表 6 试件腹板及翼缘实测最大扭矩与极限承载扭矩比值
Tab. 6 Ratios of Measured Maximal Torque and Critical Bearing Torque of Web and Flange of Specimens

试件 编号	腹 板			翼 缘		
	$T_w/$ ($\text{kN}\cdot\text{m}$)	$T_{wu}/$ ($\text{kN}\cdot\text{m}$)	$T_w\cdot$ T_{wu}^{-1}	$T_f/$ ($\text{kN}\cdot\text{m}$)	$T_{fu}/$ ($\text{kN}\cdot\text{m}$)	$T_f\cdot$ T_{fu}^{-1}
YXZ-1	1.12	1.46	0.77	0.39	0.89	0.44
YXZ-2	1.15	1.44	0.80	0.40	0.89	0.45
YXZ-5	0.60	1.72	0.35	0.20	0.57	0.35
YXZ-6	0.55	1.74	0.32	0.19	0.59	0.32

注: T_{wu} 、 T_{fu} 分别为按式(4)不等号右边计算所得的腹板、翼缘极限扭矩(取 $\xi = 0.6$); T_w 、 T_f 分别为水平荷载达到极值时腹板、翼缘的扭矩。

本文中试件按规程第 6.2.10、6.2.12 条规定配筋。由表 6 可知,各试件水平荷载达到极值时,实测最大扭矩与试件承受的扭矩之比不超过 80%。这说明,虽然规程中未给出 L 形柱与受扭承载力相关的条文,但按其构造要求加密箍筋,可以抵抗试件因附加扭矩所产生的影响。

3 L 形框架柱试验

3.1 试验参数及加载方法

框架模型为 2 层 2 跨,按 1:3 比例缩尺,开间 1 400 mm,层高 900 mm,肢厚比为 1:2.5。边柱为 L 形截面柱,中间为 T 形截面柱,考虑现浇板对梁的约束作用。柱高宽比为 3.08,剪跨比 $\lambda = 1.54$,短

柱,通高进行箍筋加密,以防止脆性破坏。L 形截面柱主筋配筋率 $\rho=1.57\%$,T 形截面主筋配筋率 $\rho=1.96\%$,试件基本尺寸及配筋见图 9。

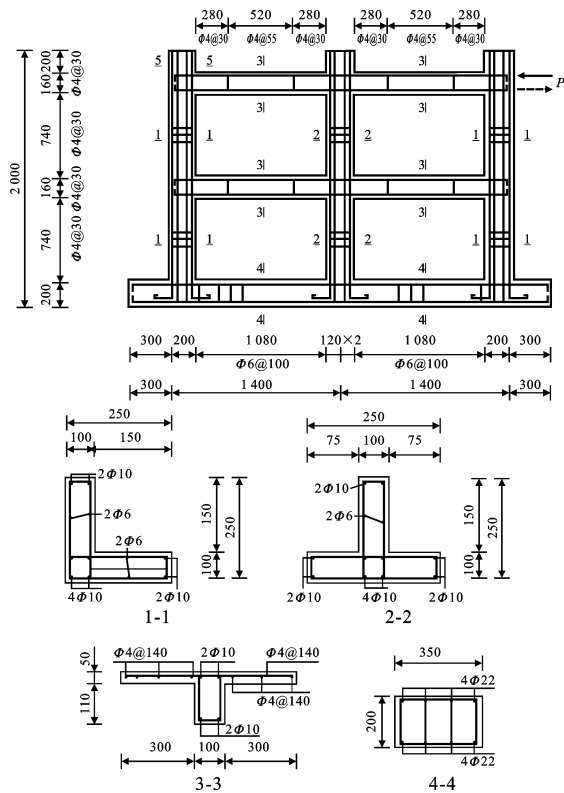


图 9 框架基本尺寸、配筋及加载(单位:mm)
Fig. 9 Basic Size, Reinforcement and Loading
of Frame(Unit:mm)

试验同样采用驱动程序为 TUST 的电动伺服加载系统,通过水平作动器施加低周反复荷载,其加载方法、加载方向同第 1.1 节中的方法。

3.2 扭转变形的量测

扭转变形的量测方法同 L 形构件柱,位移传感器布置见图 10。

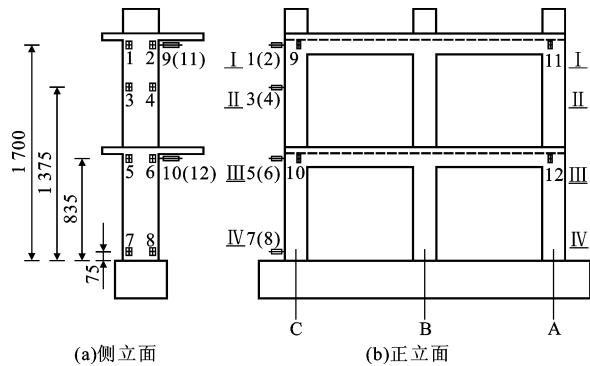


图 10 位移传感器布置(单位:mm)

Fig. 10 Layout of Displacement Transducers(Unit:mm)

为了量测框架中 L 形截面柱的扭转变形,在 C

轴柱上沿柱高布置 4 组共 8 个位移计,同时,为了考察整个框架在水平荷载作用下的扭转变形,在框架上布置 2 组共 4 个位移计。其中,编号为 1、2、9、11 的位移计位于同一水平截面(I-I 截面)内,这正是水平往复荷载 P 通过的截面。

3.3 试验结果与分析

3.3.1 整榀框架的扭转变形

试验过程中,整榀框架的扭转变形很小,即使按刚体计算,相距 2 500 mm 的测点 9、11 在最终破坏时,扭转角也只有 2°左右,实际上,钢筋屈服开始并进行大位移加载后,框架破坏非常严重,尤其到加载后期,构造板呈明显的波浪形,整榀框架由矩形变成平行四边形,此时塑性铰发展完全,梁端混凝土大面积脱落,钢筋外露,裂缝宽度大到可以从正面直接看到背面的程度,此时再按刚体计算,已经明显不合理。大裂缝的产生,使计算所得的扭转角比实际结构因附加扭矩产生的扭转角要大,故图 11 给出的框架水平荷载与扭转角曲线并不完全因为附加扭矩产生,但屈服阶段之前的那一部分(图 11 中 A、B 两点之前)还是相对比较准确的。由图 11 可以看出,框架钢筋屈服之前,整榀框架的扭转变形始终很小,扭转角不超过 1°,可忽略不计。

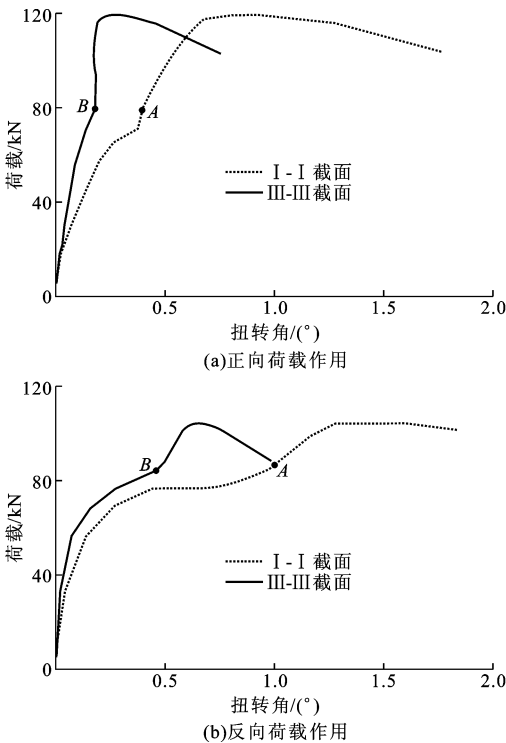


图 11 各级荷载作用下框架不同截面的扭转角曲线
Fig. 11 Torsion Angle Curves of Different Sections
of Frame Under Gradual Loading

3.3.2 框架中 L 形柱的扭转变形

和单个构件一样,框架中的 L 形柱沿截面高度的扭转变形曲线也呈 S 形,但不是反 S 形,如图 12 所示。因为没有竖向荷载的约束,且水平荷载是通过框架梁传递到 C 轴柱上的,所以在整个变形过程中,2 层柱端(图 10 中 I-I 截面)的附加扭转角最大。钢筋屈服前,整个柱的扭转变形很小,即使是附加扭转变形最大的 I-I 截面,其扭转角也不超过 3°;而试件在开始屈服、进入大位移加载阶段后,其扭转变形开始增大。IV-IV 截面上编号为 7、8 的两测点位移差非常小,始终在 0 附近变动,故柱根部扭转角可假定为 0°。

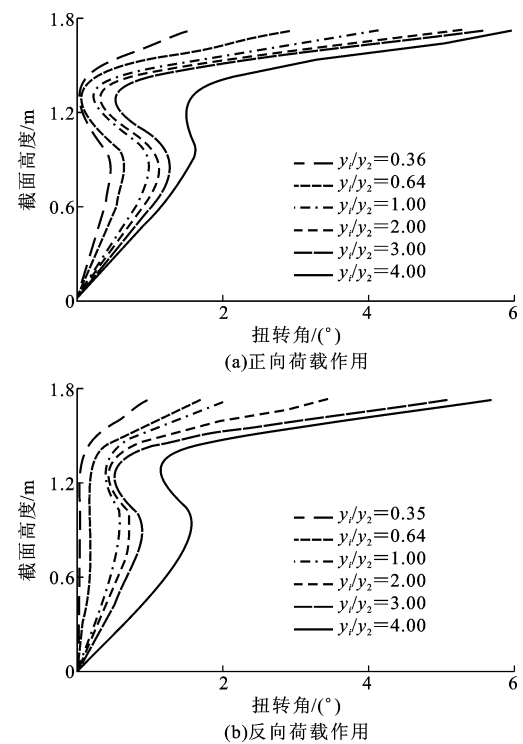


图 12 C 轴柱沿柱身高度的扭转变形曲线
Fig. 12 Torsion Distortion Curves Along Center Line of Column at Axis C

通过对框架中的 L 形柱与单个 L 形构件柱扭转变形的对比分析可以发现,在柱身同一高度处,前者的变形较后者要小很多。这说明在框架中,L 形柱作为结构中协同工作的一部分,其抗扭性能明显改善。本文中取平面框架为试验模型,事实上,真正的框架结构是空间结构,除了横向约束之外,还有纵向约束,所以,尽管 L 形柱具有截面特殊性,其剪切中心和截面形心不重合,但在整体框架结构中,这种缺陷并不是很突出。因此只要采取一定的构造措施,如平面尽可能对称布置、沿柱身加密箍筋或在框

架中施加人字形支撑等^[6-12],都可达到抵抗构件扭转破坏的目的。

4 结 语

(1)单个构件中,L 形截面柱的扭转性能对水平荷载的加载角度表现敏感,45°对称加载时,荷载经过截面剪力中心,没有附加扭矩产生。而对于其他加载角度,则均有不同程度的扭转变形产生。

(2)实测最大扭矩与开裂扭矩的比约为 85%,参照规范的相关条文,此时附加扭矩的影响已不容忽略,设计中应考虑 L 形柱弯剪扭的复合作用。

(3)在试验过程中并没有主要的扭转裂缝生成,这说明附加扭矩产生的影响是有限的。按规程构造要求加密箍筋,能够抵抗构件因附加扭矩所产生的影响。

(4)框架中的 L 形柱作为结构中协同工作的一部分,其抗扭性能明显改善。

参考文献:

References:

[1] 曹万林. 不同方向周期反复荷载作用下 L 形柱的性能[J]. 地震工程与工程振动,1995,15(1):67-72.
CAO Wan-lin. Behavior of L Shaped Column Under Different Directional Cyclic Loadings[J]. Earthquake Engineering and Engineering Vibration,1995,15(1):67-72.

[2] 吴敏哲,郭 棣. 钢筋混凝土 L 形截面柱受力性能分析[J]. 世界地震工程,2002,18(1):66-72.
WU Min-zhe, GUO Di. Behavior AnylYSIS of Reinforced Concrete L Shaped Column[J]. World Earthquake Engineering,2002,18(1):66-72.

[3] 冯建平. 混凝土 L 形截面柱抗剪承载力的试验研究[J]. 华南理工大学学报:自然科学版,1995,23(1):68-75.
FENG Jian-ping. The Experiment Study of Shear Strength of L-shaped Columns[J]. Journal of South China University of Technology:Natural Science Edition,1995,23(1):68-75.

[4] 康谷贻,巩长江. 单调及低周反复荷载作用下异形截面框架柱的受剪性能[J]. 建筑结构学报,1997,18(5):22-31.
KANG Gu-yi, GONG Chang-jiang. Shear Properties of Special Shaped Section Frame Columns Under Monotonic and Horizontal Low Cyclic Loadings[J]. Journal of Building Structures,1997,18(5):22-31.

[5] 孙黄胜. 钢筋混凝土复合受扭构件的开裂扭矩计算[J]. 青岛建筑工程学院学报,2001,22(3):5-8.

- SUN Huang-sheng. The Calculation of Cracking Torque of Reinforced Concrete Members Subjected to Combined Torsion[J]. Journal of Qingdao Institute of Architecture and Engineering, 2001, 22(3): 5-8.
- [6] 陆新征, 江见鲸. 利用斜支撑提高异形柱框架结构抗扭性能的研究[J]. 工业建筑, 2002, 32(6): 39-41.
- LU Xin-zheng, JIANG Jian-jing. Studies on Improving the Torsion Resistance Ability of Special Shape Column Frames Using Inclined Supports[J]. Industrial Construction, 2002, 32(6): 39-41.
- [7] 郭军庆, 王雪韵, 雷自学, 等. 加芯混凝土框架柱轴压比限值试验研究[J]. 建筑科学与工程学报, 2005, 22(4): 45-49.
- GUO Jun-qing, WANG Xue-yun, LEI Zi-xue, et al. Experimental Research on Limit Value of Axial Compression Ratio for Concrete Frame Columns with Central Reinforcement[J]. Journal of Architecture and Civil Engineering, 2005, 22(4): 45-49.
- [8] 曹宝珠, 周绪红, 刘永健. 钢管混凝土桁架新型节点试验研究[J]. 建筑科学与工程学报, 2006, 23(1): 45-48.
- CAO Bao-zhu, ZHOU Xu-hong, LIU Yong-jian. Experimental Research on New Joints of Concrete-filled Steel Tube Truss[J]. Journal of Architecture and Civil Engineering, 2006, 23(1): 45-48.
- [9] 单 炜, 李玉顺, 于 玲, 等. 异形截面斜拉桥索塔锚固区节段足尺模型试验研究[J]. 中国公路学报, 2005, 18(3): 60-65.
- SHAN Wei, LI Yu-shun, YU Ling, et al. Experimental Research on Full-scale Model for Anchorage Zone of Pylon of Cable-stayed Bridge with Irregular-shaped Section[J]. China Journal of Highway and Transport, 2005, 18(3): 60-65.
- [10] 楼铁炯, 郭乙木, 王振林, 等. 任意截面无粘结预应力混凝土梁的极限非线性分析[J]. 中国公路学报, 2005, 18(1): 77-80.
- LOU Tie-jiong, GUO Yi-mu, WANG Zhen-lin, et al. Nonlinear Analysis of Unbonded Prestressed Beams with Arbitrary Section at Ultimate[J]. China Journal of Highway and Transport, 2005, 18(1): 77-80.
- [11] 王元清, 张 勇, 石永久, 等. 吊索与钢管混凝土拱桥新型节点承载性能分析[J]. 建筑科学与工程学报, 2005, 22(3): 55-58.
- WANG Yuan-qing, ZHANG Yong, SHI Yong-jiu, et al. Analysis of Load Capacity of New-style Joints Between Cable and Concrete-filled Steel Tube Arch Bridge[J]. Journal of Architecture and Civil Engineering, 2005, 22(3): 55-58.
- [12] 沈蒲生, 孟焕陵. 框筒结构梁柱截面基于剪力滞最小的合理高度[J]. 建筑科学与工程学报, 2005, 22(3): 16-19.
- SHEN Pu-sheng, MENG Huan-ling. Reasonable Section Height of Beam and Column Based on the Minimum Shear Lag in Framed Tube Structures[J]. Journal of Architecture and Civil Engineering, 2005, 22(3): 16-19.

《建筑科学与工程学报》影响力大幅度提高

根据《中国学术期刊综合引证年度报告》(2007)统计,《建筑科学与工程学报》2006 年的影响因子已达到 1.139, 影响力大幅度提高。《中国学术期刊综合引证年度报告》是中国科学文献计量评价研究中心、中国学术期刊(光盘版)电子杂志社根据《中国学术期刊综合评价数据库(CAJCED)》2006 年 6 182 种统计刊源析出的 214 万条中国期刊引文数据及 CNKI“中国期刊网”中心网站 2006 年 1~12 月全文下载记录(1.5 亿篇次)的大样本数据进行统计分析的,具有一定的权威性。此数据表明,《建筑科学与工程学报》在中国土木建筑领域的影响力已得到大幅提升。

《建筑科学与工程学报》自 2005 年改刊名以来,加大了约稿力度,汇集了众多建筑科学领域的名家、大家的稿件,国家自然科学基金、“八六三”、“九七三”等国家级科研项目产生的学术论文占 70% 以上。《建筑科学与工程学报》荣获“2005、2006 年度陕西省科技期刊审读优秀奖”。2006 年 11 月,在教育部科学技术司组织开展的“首届中国高校精品·优秀·特色科技期刊奖评比活动”中,《建筑科学与工程学报》荣获首届中国高校特色科技期刊奖。《建筑科学与工程学报》正在不断进步,不断完善,已成长为建筑领域的权威性学术期刊。