

并筋梁正截面承载力的试验分析

李家康 杨澄秋 吴建华

(杭州应用工程技术学院 土木系 杭州 310012)

喻丕用

(中国电子工程设计院 北京 100840)

摘 要 对16根并筋梁正截面承载力的试验结果进行了研究,分析了并筋对承载力的不利影响。

关键词 混凝土并筋梁 正截面承载力 试验

中图分类号 TU375.1-03

在大跨、重型结构中,在截面相对较小的T型、I型截面构件中,钢筋通常都比较密集.随着结构、材料技术的发展,高强、预加应力混凝土使用日益广泛,结构构件的配筋量较普通混凝土的要大.按照我国现行混凝土的设计、施工规范要求,受力钢筋之间必需保持既不小于钢筋直径,也不小于25mm的间距.因此,在上述情况下,不得不采用多排布筋的方式来配置钢筋.从承载力方面来看,多排配筋减小了截面的有效深度,截面承载力降低.在施工上,要准确地固定这些钢筋的位置,并使上下排对齐,就要增加架立钢筋.并且增加施工作业量.

解决这个问题的一种有效而又经济实用的办法是采用并筋,即把受力钢筋2根、3根甚至4根并列捆扎起来,以钢筋束的形式配置.但是并筋也带来了一些新的问题需要研究解决.钢筋由单根配置改变为并筋配置,其粘结锚固性能发生变化,从而影响到结构的性能发生变化^[1].

在我国并筋的粘结锚固性能研究始于80年代,当时中国建筑科学研究院曾做过少量的探索性试验,1992年正式列入混凝土结构设计规范第5批重点科研课题,1993年该课题受到国家自然科学基金的资助.研究表明,并筋的粘结性能降低,它与并筋的数量有关,并筋越多,降低也越大.并筋导致钢筋束的承载面积与横肋间距内的锚固面积比值减小^[2].粘结键的变化直接影响到结构承载力、刚度以及裂缝等性能.本文对16根并筋梁正截面承载力试验结果进行了研究,分析并筋对正截面承载力的不利影响.

1 试验概况

试验采用2点加载的标准梁方案,试件与试验装置如图1所示.

并筋的粘结锚固研究表明,并筋的数量是导致并筋影响的最主要因素.试验梁的受力钢筋分别配置了3并筋、2并筋以及单筋.钢筋采用目前工程上普遍使用的月牙纹Ⅱ级钢筋.为了进一步了

解并筋影响在不同钢筋直径以及不同混凝土强度条件下的情况, 试件主筋选择了 $\Phi 12$ 、 $\Phi 14$ 、 $\Phi 16$ 三种规格, 混凝土设计强度为 $f_{cu} = 30\text{MPa}$ 和 50MPa 2 个等级。

试件正截面设计的破坏类型为延性破坏. 试验梁截面配筋量的选择考虑了使截面相对受压区高度 ξ 尽量复盖延性破坏的范围。

试验梁截面尺寸相同, $b \times h = 200\text{mm} \times 300\text{mm}$. 配筋量相同的并筋与单筋截面, 其截面有效深度 h_0 相同, 试验梁的设计资料汇总于表 1。

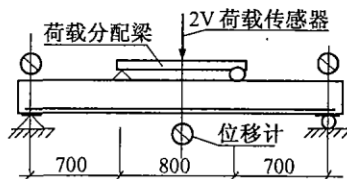


图 1 试件与试验装置

表 1 试验梁截面的设计资料

NO.	f_{cu} (MPa)	a (mm)	A_s	A_{sw}	设计 破坏截面	数量(根)
6·1·16	30	46.7	6 $\Phi 16$ (非并筋)	2 $\Phi 10$, @120	正截面	1
2·3·16	30	46.7	6 $\Phi 16$ (3并筋)	2 $\Phi 10$, @120	正截面	2
6·1·14	30	45.0	6 $\Phi 14$ (非并筋)	2 $\Phi 8$, @120	正截面	1
2·3·14	30	45.0	6 $\Phi 14$ (3并筋)	2 $\Phi 8$, @120	正截面	2
6·1·12	30	43.3	6 $\Phi 12$ (非并筋)	2 $\Phi 6$, @120	正截面	1
2·3·12	30	43.3	6 $\Phi 12$ (3并筋)	2 $\Phi 6$, @120	正截面	2
4·1·16	30	33.0	4 $\Phi 16$ (非并筋)	2 $\Phi 8$, @150	正截面	1
2·2·16	30	33.0	4 $\Phi 16$ (2并筋)	2 $\Phi 8$, @150	正截面	2
4·1·14	30	32.0	4 $\Phi 14$ (非并筋)	2 $\Phi 6$, @150	正截面	1
2·2·14	30	32.0	4 $\Phi 14$ (2并筋)	2 $\Phi 6$, @150	正截面	2
4·1·12	30	31.0	4 $\Phi 12$ (非并筋)	2 $\Phi 6$, @150	正截面	1
2·2·12	30	31.0	4 $\Phi 12$ (2并筋)	2 $\Phi 6$, @150	正截面	2
H6·1·16	50	46.7	6 $\Phi 16$ (非并筋)	2 $\Phi 10$, @120	正截面	1
H2·3·16	50	46.7	6 $\Phi 16$ (3并筋)	2 $\Phi 10$, @120	正截面	2
H6·1·12	30	43.3	6 $\Phi 12$ (非并筋)	2 $\Phi 8$, @150	正截面	1
H2·3·12	30	43.3	6 $\Phi 12$ (3并筋)	2 $\Phi 8$, @150	正截面	2
S6·1·12	30	43.3	6 $\Phi 12$ (非并筋)	2 $\Phi 6$, @170	斜截面	1
S2·3·12	30	43.3	6 $\Phi 12$ (3并筋)	2 $\Phi 6$, @170	斜截面	2

试验梁在试验室现浇, 钢模板成型, 振动棒捣实. 每相同主筋配筋量的 3 根梁为 1 组, 对应留 1 组混凝土试块, 在相同自然条件下养护。

2 试验结果分析

全部试验梁的试验均达到设计预期的正截面延性破坏类型. 24 根试验梁中有 1 根梁由于仪器故障未测得破坏荷载值. 本文试验的破坏荷载值对应于荷载的峰值, 即正截面承载能力的极值。

在不同的配筋强度 $A_s f_y$ 下, 并筋梁与非并筋梁正截面承载力示于图 2, 对试验结果统计分析得到:

$$\text{并筋梁} \quad M_u = [0.1539 \ln(A_s f_y) - 1.717] f_{cm} b h_0^2 \quad (1)$$

$$\text{非并筋梁} \quad M_u = [0.1652 \ln(A_s f_y) - 1.840] f_{cm} b h_0^2 \quad (2)$$

式中: M_u ——正截面弯矩承载力; A_s ——正截面受拉钢筋截面面积; f_y ——受拉钢筋的屈服强度; f_{cm} ——截面受压区混凝土应力折算成等效矩形应力图形时的强度。

图 2 显示并筋梁的正截面承载力较非并筋梁的低, 并且承载力降低的量随配筋强度的增加有

增大的趋势.对全部试验梁的试验结果统计计算得到,并筋梁与非并筋梁正截面相对承载力比值 $\frac{M_u^{Ab}}{f_{cm}bh_0^2} / \frac{M_u}{f_{cm}bh_0^2}$ 为 0.9397(均值),变异系数 $\delta = 0.04988$.

在总体上,并筋梁的正截面承载力较非并筋梁低,这可能与并筋的粘结性能降低有关.在试验中观察到并筋梁的裂缝开展比非并筋梁大,裂缝数量稳定后的裂缝间距也明显增大.实测并筋梁的裂缝宽度约为非并筋梁的 2.6 倍.在纯弯区段,并筋梁的裂缝间距为 40.2mm($\delta = 0.109$),而非并筋梁则为 32.1mm($\delta = 0.0709$).裂缝开展较大导致混凝土受压区实际高度减小,压区混凝土提前达到破坏;在另一方面,混凝土受压区实际高度减小所引起的截面抵抗弯矩内力臂的增大尚不足以补偿上述不利影响,因此截面承载力降低.

虽然以上原因的分析只是一种假设,也可能承载力降低的原因还要复杂得多,但是试验证实了承载力随压区混凝土高度减小而降低的结果.由截面上内力平衡条件可得:

$$\xi = \frac{f_y A_s}{f_{cm} b h_0} \quad (3)$$

式中: ξ ——正截面混凝土受压区的相对高度.

把图 2 的横坐标变换为 ξ ,便可知不论并筋梁还是非并筋梁,正截面承载力均随截面混凝土受压区高度的减小而降低.详见图 3.

正截面弯矩承载力试验值 $M_{u, test}$ 与计算值 $M_{u, cal}$ 的比值随截面受压区相对高度 ξ 的变化如图 3 所示.3 并筋梁 $\frac{M_{u, test}}{M_{u, cal}}$ 的均值为 1.905,变异系数 $\delta = 0.02637$.

2 并筋梁 $\frac{M_{u, test}}{M_{u, cal}}$ 的均值为 1.119,变异系数 $\delta = 0.03346$.

上述数据说明,并筋数量增加,并筋对梁正截面承载力的不利影响有增大的趋势.

3 结论

对于单根多排配筋来说,并筋虽然有几乎无可替代的优点,但并筋对梁正截面承载力也存在不利的影响,设计时应予以适当的考虑,尤其在并筋数量较多的时候.

参 考 文 献

- 1 中国建筑科学研究院混凝土结构设计规范国家标准管理组编.混凝土结构设计规范第五批科研课题综合报告汇编.北京:中国建筑科学研究院,1996.14~16
- 2 全国混凝土结构标准技术委员会节点连接学组与结构抗震学组编.混凝土结构节点连接及抗震构造研究与应用.北京:中国建筑工业出版社,1996.1~15

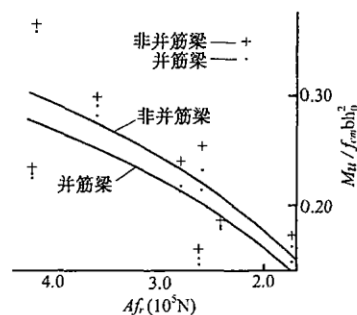


图 2 不同配筋强度下梁的正截面承载力

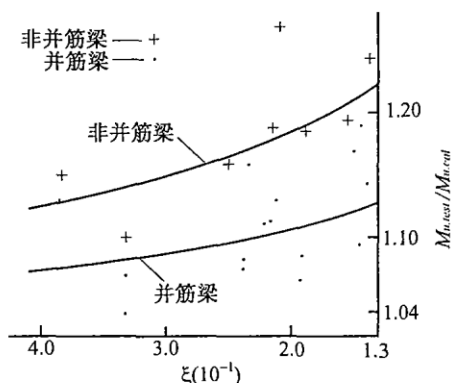


图 3 试验梁正截面承载力试验值与计算值的比较

(上接第 26 页)

Experimental study on the cross-section loadcapacity of R.C.beam with abreast-arranging deformed bars

Li Jiakang Yang Chengqiu Wu Jianhua
(Hangzhou Institute of Applied Engineering, Hangzhou 310012)

Yu Peiyong
(Electronics Engineering Designing Institute of China)

Abstract The test results of the cross-section loadcapacity of 16 R.C.beams with abreast-arranging deformed bars are studied, and the unfavourable effects of using abreast-arranging deformed bars on cross-section loadcapacity are analysed in this paper.

Key words R.C.beam with abreast arranging deformed bars cross-section loadcapacity test