

文章编号: 1000-5013(2012)01-0065-04

高强钢筋搭接焊缝的性能试验

袁彬, 郭子雄

(华侨大学 土木工程学院, 福建 厦门 361021)

摘要: 提出焊接高强闭合箍筋形式,开展 8 组高强钢筋搭接焊缝性能的拉拔试验,研究焊缝长度、焊缝形式和焊缝厚度对焊接试件屈服强度和极限强度的影响.试验结果表明:焊接试件的屈服强度略低于单根钢筋试件,极限强度较为接近;在试验参数取值范围内,随着焊缝长度的增加,双面搭接焊试件的屈服强度和极限强度略有增加;单面焊与双面焊对试件性能的影响不明显;加厚焊缝可以提高焊缝的可靠度.

关键词: 高强钢筋; 搭接焊; 焊缝强度; 受力性能; 变形性能

中图分类号: TU 511.3 **文献标志码:** A

长期以来,钢筋混凝土结构通常采用弯钩箍筋,存在一些问题和不足^[1-3],如箍筋加密处操作困难及不利混凝土浇捣等.焊接封闭环式箍筋是解决上述问题行之有效的实用技术之一,并已被列入国家标准 GB 50010—2002《混凝土结构设计规范》、GB 50204—2002《混凝土结构工程施工质量验收规范》和行业标准 JGJ 18—2003《钢筋焊接及验收规程》.焊接闭合箍筋约束能显著提高混凝土的轴向抗压强度和变形能力^[4],而焊缝性能是保证焊接闭合箍筋充分发挥约束作用的前提.高强钢筋用作箍筋^[5-10]时,能显著提高混凝土的抗压强度和变形能力,但需要较长的锚固长度,不利于混凝土的浇捣.本文提出焊接高强闭合箍筋形式,开展了高强钢筋搭接焊缝性能的试验研究.

1 试验概况

1.1 试件制作及试验参数

共制作 8 组,每组 2 个相同的试件,其中第 1 组为单根高强钢筋试件,其余均为高强钢筋搭接焊试件,如图 1 所示.

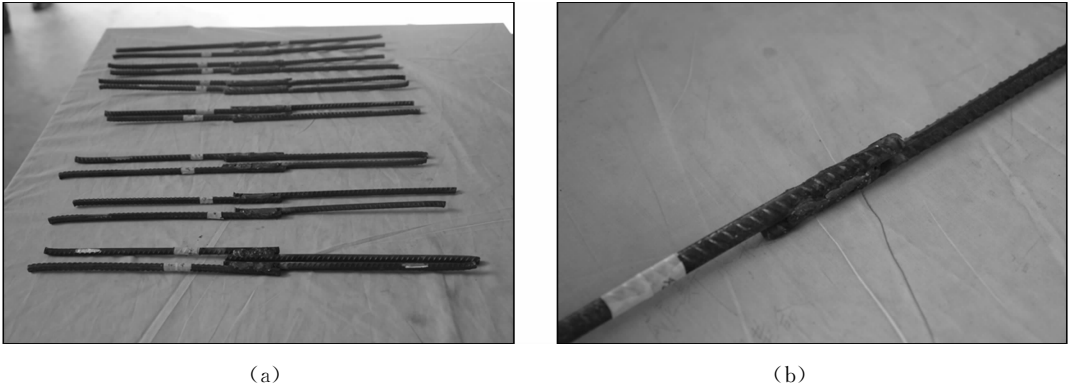


图 1 试件实物图

Fig. 1 Photos of specimens

一般情况下,主要焊接方法有搭接电弧焊接、气压对焊和闪光对焊 3 种方式.文中采用搭接电弧焊接方式,相对于气压对焊和闪光对焊,它具有施工操作方便、性能可靠的优点.所用钢筋为福建省三钢集

团有限责任公司开发的直径 8 mm 的 HRB 500 热轧带肋高强钢筋.第 1 组试件长度为 400 mm,其余试件为相同两根高强钢筋通过搭接电弧焊接而成,焊条采用 E4313,焊接后试件总长为 500 mm.

表 1 为试验参数.表 1 中: Φ 为钢筋直径;焊接方式栏中的 DT, DN, ST, SN 分别表示采用双面加厚、双面常规、单面加厚、单面常规搭接焊方式.

表 1 试件焊接方式
Tab. 1 Welding methods of specimens

试件编号	Φ /mm	焊接方式	试件编号	Φ /mm	焊接方式	试件编号	Φ /mm	焊接方式
CH1-1	8	—	CH4-1	8	DN	CH6-2	8	SN
CH1-2	8	—	CH4-2	8	DN	CH7-1	8	ST
CH2-1	8	DT	CH5-1	8	SN	CH7-2	8	ST
CH2-2	8	DT	CH5-2	8	SN	CH8-1	8	SN
CH3-1	8	DN	CH6-1	8	SN	CH8-2	8	SN
CH3-2	8	DN						

1.2 加载装置和加载制度

加载装置采用万能材料试验机,如图 2 所示.试验时,将试件两端夹持于试验机上下端夹具中,根据《金属材料拉伸试验方法》(GB/T13329-2006)相关要求控制加载进程.

在试件钢筋表面粘贴电阻应变片,以检测试验过程中钢筋的应变.试验荷载和试件变形由试验装置自动实时量测采集,直至搭接焊缝破坏或钢筋断裂,试验终止.

1.3 试件破坏形态

试件的破坏形态主要有如下 2 种.

1) 单根高强钢筋(CH1). 荷载较小时,荷载与位移呈现明显线性关系,当超过试件屈服荷载后,荷载-位移曲线出现拐点,此后试件变形迅速增加,中部附近截面出现颈缩,并在达到极限荷载时试件断裂.

2) 搭接焊试件(CH2~CH8). 荷载较小时,荷载与位移呈现明显线性关系,随着加载的进行,试件轴向伸长逐渐发展. 由于焊接的两根钢筋不位于同一轴线,当荷载达到一定程度后,搭接焊缝附近截面开始出现弯折,到最后弯折后所焊接的两根钢筋趋近于同一轴线,并在达到极限荷载时,试件在焊缝边缘截面处断裂.

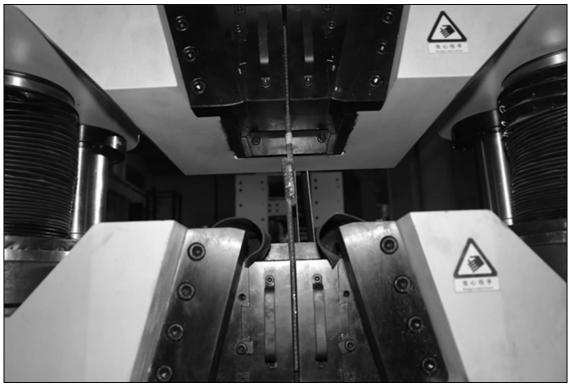


图 2 试验装置
Fig. 2 Test set-up

2 试验结果与分析

2.1 搭接焊的影响

搭接焊的主要试验结果,如表 2 所示.表 2 中: l_w, l_s 分别为焊缝长度和试件长度; P_y, σ_y 分别为屈服荷载和屈服强度; P_u, σ_u 分别为极限荷载和极限强度.在实际焊接时,焊缝长度与设计值存在偏差,故表 2 分别列出了双面焊缝及单面焊缝的实测长度.

表 2 搭接焊的主要试验结果
Tab. 2 Test results of lap welding

试件编号	l_w /mm	l_s /mm	P_y /kN	σ_y /MPa	P_u /kN	σ_u /MPa
CH1-1	—	400	25.87	515	30.60	610
CH1-2	—	400	25.87	515	31.20	620
CH2-1	40-40	500	23.90	475	30.90	615
CH2-2	40-45	500	24.06	480	30.30	605
CH3-1	40-35	500	23.66	470	28.19	560
CH3-2	40-40	500	23.84	475	30.84	615

续表

Continued table

试件编号	l_w/mm	l_s/mm	P_y/kN	σ_y/MPa	P_u/kN	σ_u/MPa
CH4-1	60-65	500	24.18	480	31.08	620
CH4-2	65-65	500	25.14	500	31.23	625
CH5-1	50	500	22.47	450	30.79	615
CH5-2	50	500	24.79	495	30.66	610
CH6-1	70	500	24.45	485	28.42	570
CH6-2	70	500	24.01	480	31.55	630
CH7-1	75	500	24.07	480	31.43	625
CH7-2	70	500	23.81	475	31.10	620
CH8-1	90	500	23.60	470	31.50	635
CH8-2	90	500	24.29	485	31.45	625

从表 2 可以看出,单根钢筋试件的屈服强度比搭接焊试件高,极限强度则较为接近.这主要是由于加载时搭接焊试件的两根钢筋不位于同一直线,加载过程中存在偏心,当荷载加到一定程度后搭接焊缝附近钢筋开始出现一定程度的弯折,应变增大,首先达到屈服,故屈服强度小于单根钢筋试件.继续加载时,焊接的两根钢筋趋近于同一轴线,使得试件趋向于轴心受拉,所以极限强度与单根钢筋试件接近.

2.2 焊缝长度的影响

焊缝长度(l_w)与试件应力(ϵ)关系曲线,如图 3 所示.图 3 中,对于各组试件的试验结果是分别求取其平均值的.从图 3 可以看出,在试验参数取值范围内,随着焊缝长度的增加,双面搭接焊试件的屈服强度和极限强度略有增加.对于焊缝长度为 40 mm 的 CH3 组试件,其平均屈服强度和极限强度分别为 473,588 MPa;对于焊缝长度为 65 mm 的 CH4 组试件,其平均屈服强度和极限强度分别为 490,623 MPa,相比于 CH3 组试件分别提高了 3.59%和 5.95%,并且极限强度已达到对比试件的极限强度,说明焊缝能够保证高强钢筋强度的充分发挥.

然而,随着焊缝长度的增加,单面搭接焊试件的屈服强度和极限强度的变化规律不明显,这主要是由于试件数量有限产生的误差,同时各组试件材料性能皆已得到充分的发挥.对于焊缝长度为 50,70 和 90 mm 的 CH5,CH6 和 CH8 组试件,其平均屈服强度较为接近,约为 478 MPa,其平均极限强度分别为 613,600 和 630 MPa,都接近或达到对比试件的极限强度.

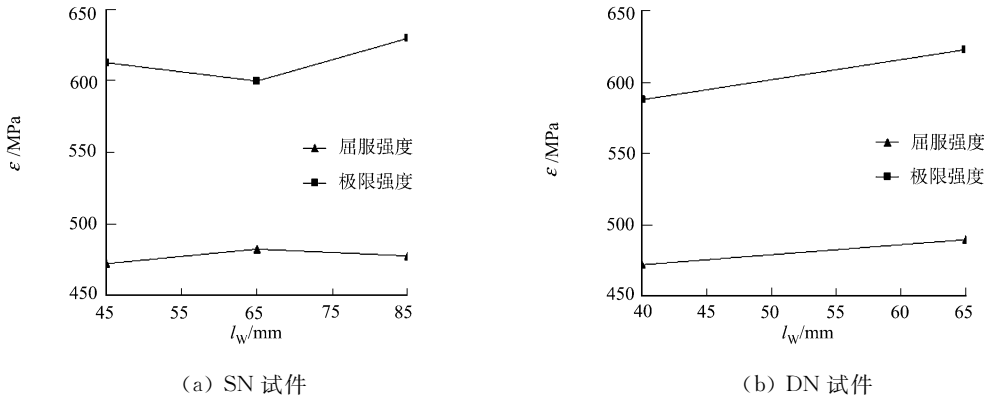


图 3 焊缝长度与试件应力关系

Fig. 3 Curves of weld length to stress

2.3 单面焊与双面焊的影响

从表 2 还可以看出,单面焊与双面焊对试件屈服强度和极限强度的影响不明显,这主要是由于足够的焊缝长度确保了钢筋材料性能的充分发挥.

2.4 加厚焊缝与常规焊缝的影响

对比 CH2 和 CH3 组试件、CH6 和 CH7 组试件的屈服强度和极限强度,可以看出,加厚焊缝并不能提高焊缝的强度.这主要是由于在试验参数取值范围内,常规厚度已能确保焊缝强度,使试件充分发挥强度.另外,从表 2 可以看出,当采用加厚焊缝时,试验值离散性较小,说明了加厚焊缝可以更加确保

焊缝的质量,提高焊缝的可靠度.

3 结 论

通过高强钢筋搭接焊试件的拉拔试验,分析了焊缝长度、焊接方式和焊缝厚度对其性能的影响,可以得到以下 5 点主要结论.

- 1) 在焊缝长度取值范围内,搭接焊试件的屈服强度略低于单根钢筋试件,而极限强度较为接近.
- 2) 随着焊缝长度的增加,双面搭接焊试件的屈服强度和极限强度略有增加,而单面搭接焊试件的屈服强度和极限强度的变化规律不明显.
- 3) 在保证焊缝长度的前提下,单面焊或双面焊对焊缝性能的影响不显著.
- 4) 加厚焊缝不能提高试件的屈服强度或极限强度,但可以提高焊缝的质量和可靠度.
- 5) 对于所采用的直径 8 mm 高强钢筋,适合的单面搭接焊缝长度为 70 mm,双面搭接焊缝长度为 40 mm,即可有效保证高强钢筋材性的发挥.

参考文献:

[1] 杨力列,杨秀敏. 闪光对焊封闭式箍筋应用技术[J]. 工程质量,2004(6):24-26.
[2] 杨力列. 新型对焊封闭式箍筋的应用与质量控制[J]. 施工技术,2000,29(6):44-45.
[3] 杨秀敏,杨力列. 焊接封闭式箍筋应用技术[J]. 广东土木与建筑,2003,(5):41-43.
[4] 李升才,罗小庆,章炯. 焊接环式箍筋约束高强砼柱裂缝开裂[J]. 华侨大学学报:自然科学版,2010,31(4):458-462.
[5] 孙治国,司炳君,王东升,等. 高强箍筋高强混凝土柱抗震性能研究[J]. 工程力学,2010,27(5):128-136.
[6] 司炳君,孙治国,王东升,等. 高强箍筋约束高强混凝土柱抗震性能研究综述[J]. 土木工程学报,2009,42(4):1-9.
[7] 易伟建,吕艳梅. 高强箍筋高强混凝土梁受剪试验研究[J]. 建筑结构学报,2009,30(4):94-101.
[8] 孙治国,司炳君,王东升,等. 高强箍筋高强混凝土柱约束箍筋用量研究[J]. 工程力学,2010,27(10):182-189,213.
[9] 史庆轩,杨坤,姜维山,等. 高强箍筋约束高强混凝土柱的偏心受压试验研究[J]. 工业建筑,2009,39(10):76-80.
[10] 司炳君. 高强箍筋约束高强混凝土柱在轴压下的力学性能研究[D]. 大连:大连理工大学,2010.

Experimental Study on Joint Behavior of
High-Strength Steel Bar Lap Weld
YUAN Bin, GUO Zi-xiong

(College of Civil Engineering, Huaqiao University, Xiamen 361021, China)

Abstract: The types of welded high-strength closed stirrup were proposed. 8 groups of pullout test were carried out to study the effect of weld length, number of weld side and weld thickness on yield strength and ultimate strength of specimens. Test results indicate that the yield strength of weld specimen is slightly lower than that of control specimen, while the ultimate strengths of all specimens are close to each other. Within the parameter range, the yield strength and ultimate strength of specimen with double-side weld increase as weld length increases. Whether single-side weld or double-side weld doesn't influence obviously the specimen behavior. Increment of the weld thickness can enhance the reliability of weld joint.

Keywords: high-strength steel bars; lap welding; weld joint strength; mechanical behavior; deformation capacity

(责任编辑: 黄晓楠 英文审校: 方德平)