

冷弯薄壁型钢结构体系中自攻螺钉连接的抗剪性能试验研究

郝际平¹, 刘 斌¹, 邵大余¹, 王奕钧¹, 李科龙¹, 李月晨²

(1. 西安建筑科技大学土木工程学院, 陕西 西安 710055; 2. 陕西省建筑设计研究院有限责任公司, 陕西 西安 710018)

摘要: 为了研究钢板与钢板、钢板与定向刨花板 (OSB 板) 以及钢板与硅酸钙板 (CSB 板) 之间 (自钻) 自攻螺钉连接的抗剪性能, 对 32 个螺钉连接试件进行了试验研究, 研究了螺钉连接试件的受力过程和受力模式, 分析了钢板厚度、板材受拉纤维方向的差异、加载速度以及螺钉至板材边缘距离等参数对试件受剪承载力的影响。试验结果表明: 钢板与钢板连接的破坏形态为螺钉孔处钢板局部承压和螺钉头被剪断; 钢板与 OSB 板连接最终发生自攻螺钉的过度倾斜和 OSB 板端部的劈裂分层; 钢板与 CSB 板连接的破坏模式为自攻螺钉处 CSB 板被净截面拉断。随着钢板厚度以及螺钉至板材边缘距离的增加, 自攻螺钉连接的受剪承载力有所提高; 随着加载速度的增加, 钢板与钢板连接以及钢板与 CSB 板连接试件的受剪承载力略有增加, 钢板与 OSB 板连接试件的受剪承载能力出现一定降低。OSB 板与 CSB 板的方向性导致纵向纤维受拉试件的受剪承载力明显高于横向纤维受拉试件。

关键词: 冷弯薄壁型钢; 螺钉连接; 抗剪性能; 试验研究; 受剪承载力

中图分类号: TU392.1; TU317.1

文献标志码: A

文章编号: 1006-7930(2014)06-0769-05

冷弯薄壁型钢结构体系是将冷弯薄壁型钢骨架和轻质墙面板 (如定向刨花板、硅酸钙板及加劲薄钢板等) 通过自攻螺钉连接形成的轻型结构体系^[1]。螺钉主要分为自钻自攻螺钉与自攻螺钉两种, 钢板之间一般采用自钻自攻螺钉连接, 钢板与轻质墙面板之间采用自攻螺钉连接。轻质墙面板与型钢骨架之间的蒙皮效应使冷弯薄壁型钢墙体的受剪承载力显著提高, 墙体的破坏主要发生在自攻螺钉连接处^[2-4]。Fülöp^[5]、Serrette^[6]、Nithyadharan^[7]、石宇^[8]等学者对钢板与钢板连接以及不同类型墙面板与钢板连接的自攻螺钉抗剪性能进行了试验研究。由于自攻螺钉连接的抗剪性能数据具有一定的离散型, 本文对钢板与钢板、钢板与定向刨花板 (OSB 板) 以及钢板与硅酸钙板 (CSB 板) 三种连接形式的抗剪性能进行试验研究, 研究不同连接类型的破坏模式, 探讨钢板厚度、加载速率、板材纤维受拉方向的差异以及螺钉至板材边缘距离等参数对自攻螺钉连接抗剪性能的影响。

1 试验概况

1.1 试件设计

按照试验中连接板件的类型, 对自攻螺钉连接的抗剪性能试件分为三组: (1) 钢板与钢板连接; (2) 钢板与 18 mm 厚 OSB 板连接; (3) 钢板与 10 mm 厚 CSB 板连接。根据钢板厚度、连接板件类型、板材取样位置、螺钉与板材边缘距离以及加载速度等参数, 共设计 32 个试件, 试件编号说明如图 1 所示。参照美国规范 AISI TS-4-02^[9]的规定, 对试件的加载装置进行设计, 如图 2 所示。板材尺寸为 300 mm×50 mm, 板件之间采用一颗 (自钻) 自攻螺钉连接。其中钢板与钢板之间采用 ST4.8 级自钻自攻螺钉连接, 钢板与 OSB 板和钢板与 CSB 板之间采用 ST4.2 级自攻螺钉连接。在试验过程中, 为了防止 OSB 板和 CSB 板被试验机夹头局部夹坏, 在板材端部配置-150 mm×50 mm×4 mm 的钢板夹头, 背面配置-70 mm×50 mm×4 mm 的钢夹板, 钢夹板与试验板材之间通过 4 个 8.8 级 M6 高强螺栓连接。

1.2 材性属性

钢材选用 Q235B 级镀锌钢板, 单面镀锌层厚度约为 20~30 μm, 试验所用钢板厚度有 1.0 mm、1.2 mm 和 1.5 mm 三种。根据 GB/T 228.1-2010《金属材料 拉伸试验 第 1 部分: 室温试验方法》^[10]的规定, 对钢材进行材性试验, 结果见表 1。

OSB 板和 CSB 板为各向异性板, 对板材的横向和纵向力学性质均进行测试。按照 GB/T 17657-1999

收稿日期: 2014-02-26

修改稿日期: 2014-11-26

基金项目: 陕西省“13115”科技创新工程重大科技专项项目 (2009ZDKG-66); 住房和城乡建设部科学技术项目 (2012-K2-17); 国家自然科学基金青年项目 (51408461)

作者简介: 郝际平 (1959-), 男, 工学博士, 教授, 博士生导师, 主要从事结构力学与结构工程研究。E-mail: haojiping@xauat.edu.cn

《人造板及饰面人造板理化性能试验方法》^[11]的规定,对 18 mm 厚 OSB 板和 10 mm 厚 CSB 的密度、弹性模量和静曲强度进行试验,结果见表 2.

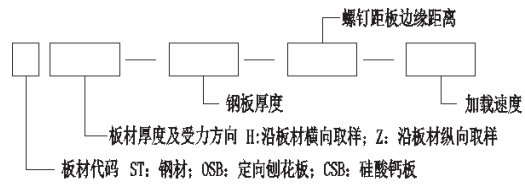


图 1 试件编号说明
Fig.1 Specimen number

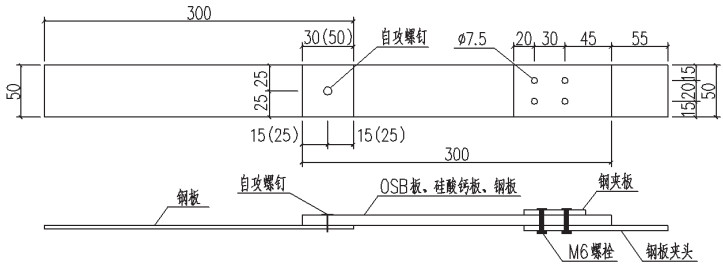


图 2 试件几何尺寸及构造
Fig.2 Geometric dimension and detailing of specimens

表 1 钢材材性 Tab.1 Properties of steel				
板厚 / mm	屈服强度 / MPa	抗拉强度 / MPa	弹性模量 / MPa	延伸率 / %
1.0	290.08	351.82	1.64×10^5	29.81
1.2	291.32	352.51	1.95×10^5	34.21
1.5	311.92	438.96	1.91×10^5	31.83

表 2 OSB 板与 CSB 板材性 Tab.2 Properties of OSB and CSB					
板材	密度 / $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$	横向		纵向	
		静曲强度 / MPa	弹性模量 / MPa	静曲强度 / MPa	弹性模量 / MPa
OSB 板	650	13.96	1 770	24.53	3 890
CSB 板	1 370	9.32	5 370	14.04	7 450

1.3 试验装置及加载制度

试验在西安建筑科技大学力学实验中心进行,采用 20 kN 万能试验机进行加载控制和数据采集,试件的相对滑移量采用量程为 2.5 cm 的电子应变引伸计测量,试验装置如图 3 所示.试件加载采用位移控制,加载速度采用 0.5 mm/min 和 1.0 mm/min 两种.试验加载前,需调节试件两端夹具,保证试件受力在一条直线上.

2 试验现象

(1) 钢板-钢板连接:当荷载处于 $0.4 P_{\max}$ (峰值荷载)之前,螺钉与钢板之间出现一定的剪切挤压变形,螺钉连接处基本完好;随着荷载的不断增大,螺钉与钢板之间的剪切挤压变形逐渐增大,螺钉开始倾斜;当达到峰值荷载 P_{\max} 时,螺钉倾斜严重(图 4a),由于钢板局部承压,螺钉孔径加大(图 4b);随着连接处变形的不断增加,荷载逐渐下降,最终螺钉被剪断(图 4c).



图 3 试验装置
Fig.3 Test set-up



图 4 钢板与钢板连接的破坏特征
Fig.4 Failure modes of connection between steel and steel

(2) 钢板与 OSB 板连接:随着荷载的不断增大,OSB 板与自攻螺钉之间的剪切挤压变形逐渐增加,钢板与 OSB 板之间出现相对滑移,螺钉开始倾斜;当荷载接近峰值荷载时,螺钉头内陷于 OSB 中(图 5a),螺钉倾斜加剧,OSB 板端部开始掉渣;随着荷载的逐渐下降,螺钉倾斜加剧,OSB 板端部劈裂分层(图 5b).试件 OSB(H)-1.0-15-1.0 螺钉头最终被剪断(图 5c).

(3) 钢板与 CSB 板连接:CSB 板属于脆性材料,材料强度和韧性较差,螺钉的存在削弱了螺钉连接处板材截面.在试验过程中,随着荷载的不断增大,钢板与 CSB 板之间产生相对滑移,螺钉略微内陷于 CSB 板中;当达到峰值荷载时,螺钉连接处的 CSB 板出现横向裂缝,荷载迅速下降;随着位移的不断增大,最终连接处的 CSB 板被净截面拉断(图 6a),个别试件螺钉下部的 CSB 板出现竖向劈裂裂缝(图 6b).

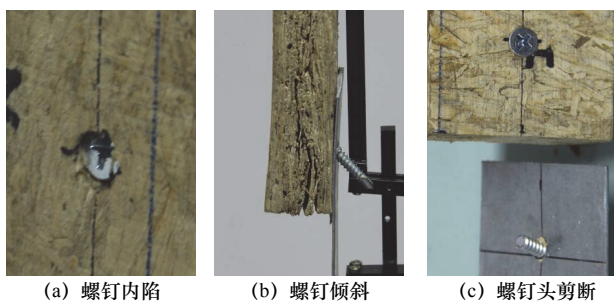


图5 钢板与OSB板连接的破坏特征

Fig.5 Failure modes of connection between steel and OSB

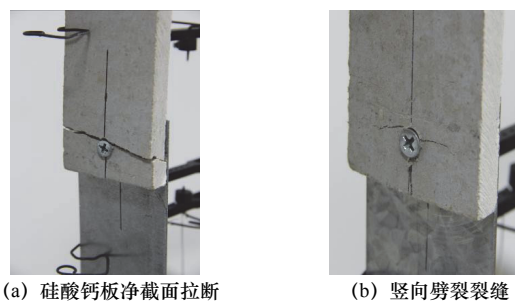


图6 钢板与CSB板连接的破坏特征

Fig.6 Failure modes of connection between steel and CSB

3 抗剪性能指标与分析

将试验数据进行整理得到三种类型螺钉连接的荷载-位移 ($P-\Delta$) 曲线,如图7所示,其中相对位移 Δ 为电子应变引伸计的实时测量数据.由于加载端夹具存在一定偏心,试件 CSB(Z)-1.0-15-1.0 在试验过程中端头处出现破坏,该试件予以剔除.

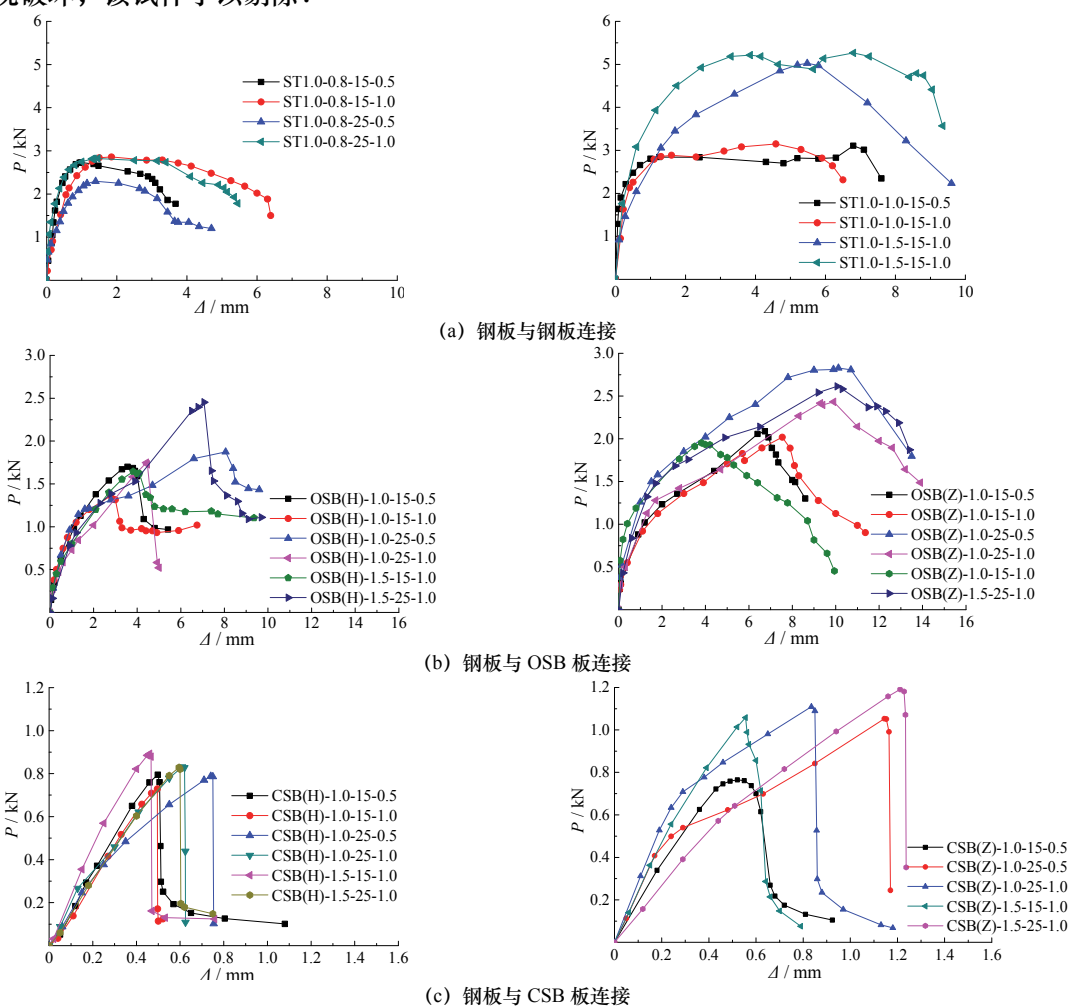


图7 试件荷载-滑移曲线

Fig.7 The load-slip curves of specimens

根据文献[7]的规定, P_{\max} 为峰值荷载,对应试件荷载-位移曲线中的荷载最大值, Δ_{\max} 为曲线中峰值荷载 P_{\max} 对应的相对位移值.自攻螺钉连接的弹性荷载 $P_e = 0.4P_{\max}$, 弹性位移 Δ_e 为弹性荷载 P_e 对应的相对位移.自攻螺钉连接的抗剪刚度,按下式计算^[12]:

$$k = 0.8P_{\max} / \Delta_{0.8P_{\max}} \quad (1)$$

式中: k 为自攻螺钉连接的抗剪刚度; P_{\max} 为试件的峰值荷载; $\Delta_{0.8P_{\max}}$ 为 $0.8P_{\max}$ 对应的相对位移.

按照上述计算方法得到各试件的试验结果特征值,见表3,将各试件的峰值荷载作为自攻螺钉连接的受

剪承载力,具体数据对比如图 8 所示.由试验结果可知,钢板厚度、OSB 板与 CSB 板中受拉纤维方向的差异性、板材密实度、螺钉至板材边缘距离、加载速度以及施工质量等因素均对自攻螺钉连接的抗剪性能有一定的影响,试验数据具有一定的离散性.根据试验数据,将各参数对试件受剪承载力的影响进行分析.

表 3 试验结果特征值

Tab.3 Characteristic values of test results									
连接类型	序号	试件编号	Δ_e / mm	P_e / kN	$\Delta_{0.8P_{max}}$ / mm	$0.8P_{max}$ / kN	k / kN·mm ⁻¹	Δ_{max} / mm	P_{max} / kN
第一组 钢板与钢板 连接	1	ST1.0-0.8-15-0.5	0.17	1.09	0.42	2.18	5.15	0.98	2.73
	2	ST1.0-0.8-15-1.0	0.26	1.14	0.75	2.29	3.03	1.85	2.86
	3	ST1.0-0.8-25-0.5	0.16	0.92	0.65	1.83	2.82	1.40	2.29
	4	ST1.0-0.8-25-1.0	0.08	1.13	0.44	2.26	5.19	1.46	2.82
	5	ST1.0-1.0-15-0.5	0.06	1.24	0.51	2.49	4.90	6.80	3.11
	6	ST1.0-1.0-15-1.0	0.18	1.26	0.81	2.52	3.10	4.58	3.15
	7	ST1.0-1.5-15-0.5	0.58	2.01	2.73	4.02	1.47	5.48	5.02
	8	ST1.0-1.5-15-1.0	0.31	2.11	1.44	4.21	2.92	6.80	5.27
第二组 钢板与 OSB 板 连接	9	OSB(H)-1.0-15-0.5	0.60	0.68	2.05	1.36	0.66	3.56	1.70
	10	OSB(H)-1.0-15-1.0	0.35	0.54	1.35	1.09	0.81	2.79	1.36
	11	OSB(H)-1.0-25-0.5	0.61	0.75	4.79	1.50	0.31	8.06	1.87
	12	OSB(H)-1.0-25-1.0	0.92	0.70	3.21	1.40	0.44	4.42	1.75
	13	OSB(H)-1.5-15-1.0	0.65	0.66	2.45	1.32	0.54	3.82	1.65
	14	OSB(H)-1.5-25-1.0	1.36	0.98	5.27	1.96	0.37	7.07	2.45
	15	OSB(Z)-1.0-15-0.5	0.84	0.84	4.61	1.67	0.36	6.74	2.09
	16	OSB(Z)-1.0-15-1.0	0.89	0.81	4.54	1.62	0.36	7.54	2.02
	17	OSB(Z)-1.0-25-0.5	0.85	1.13	5.20	2.26	0.44	10.13	2.83
	18	OSB(Z)-1.0-25-1.0	1.05	0.97	6.45	1.95	0.30	9.90	2.43
	19	OSB(Z)-1.5-15-1.0	0.18	0.78	2.10	1.56	0.74	3.82	1.95
	20	OSB(Z)-1.5-25-1.0	0.90	1.05	5.87	2.09	0.36	10.07	2.61
第三组 钢板与 CSB 板 连接	21	CSB(H)-1.0-15-0.5	0.19	0.32	0.37	0.64	1.71	0.50	0.80
	22	CSB(H)-1.0-15-1.0	0.20	0.29	0.37	0.58	1.56	0.50	0.73
	23	CSB(H)-1.0-25-0.5	0.20	0.32	0.52	0.63	1.21	0.74	0.79
	24	CSB(H)-1.0-25-1.0	0.19	0.33	0.45	0.66	1.48	0.61	0.83
	25	CSB(H)-1.5-15-1.0	0.15	0.36	0.34	0.71	2.13	0.46	0.89
	26	CSB(H)-1.5-25-1.0	0.22	0.33	0.45	0.66	1.48	0.60	0.83
	27	CSB(Z)-1.0-15-0.5	0.16	0.31	0.35	0.61	1.74	0.52	0.77
	28	CSB(Z)-1.0-25-0.5	0.18	0.42	0.85	0.84	0.99	1.14	1.05
	29	CSB(Z)-1.0-25-1.0	0.16	0.44	0.52	0.89	1.72	0.84	1.11
	30	CSB(Z)-1.5-15-1.0	0.18	0.42	0.41	0.85	2.08	0.56	1.06
	31	CSB(Z)-1.5-25-1.0	0.36	0.48	0.89	0.95	1.07	1.21	1.19

注:试件 CSB(Z)-1.0-15-1.0 为非正常破坏,该试件予以剔除,表中未列出该试件数据.

(1) 钢板厚度对受剪承载力的影响

钢板与钢板连接:钢板厚度对连接件的抗剪性能影响显著,板厚为 1.0 mm 和 1.5 mm 的试件与板厚为 0.8 mm 的试件相比,受剪承载力分别提高了 10%~14%和 83%~84%;随着钢板厚度的增加,自攻螺钉连接的延性显著改善,试件的极限位移明显增加.

钢板与 OSB 板连接:OSB 板材料具有一定方向性,材料的横向力学性能低于纵向.钢板厚度对与纵向 OSB 连接的螺钉抗剪性能影响较大,钢板厚度为 1.5 mm 的试件与板厚为 1.0 mm 的试件相比,受剪承载力提高了 21%~40%;钢板厚度对与纵向 OSB 连接的螺钉受剪承载力影响较小,1.5 mm 厚钢板与纵向 OSB 板连接的受剪承载力约为板厚为 1.0 mm 试件的 0.97~1.07 倍.

钢板与 CSB 板连接:由于 CSB 板的强度较低以及连接处 CSB 板截面被部分削弱,钢板与 CSB 板自攻螺钉连接试件的破坏模式为连接处 CSB 板被净截面拉断,而螺钉并未发生破坏,钢板厚度对硅酸钙板与钢板连接的抗剪性能影响较小,钢板厚度为 1.5 mm 的试件与板厚为 1.0 mm 的试件相比,受剪承载力提高了 7%~22%.

(2) 板材纤维受拉方向差异对抗剪性能的影响

OSB 板和 CSB 板为正交异性材料,板材受拉纤维的方向对连接试件的抗剪性能有一定的影响.OSB

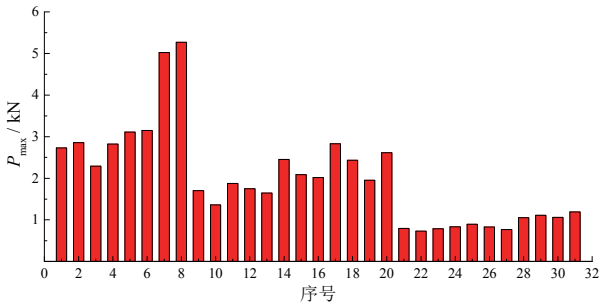


图 8 试件峰值荷载

Fig.8 Peak loading of specimens

板纵向纤维受拉试件与横向纤维受拉试件相比,抗剪承载力提高了7%~51%;CSB板纵向纤维受拉试件与横向纤维受拉试件相比,抗剪承载力提高了33%~34%。

(3) 加载速度对抗剪性能的影响

提高加载速度可在一定程度上提高钢板与钢板连接和钢板与CSB板连接试件的受剪承载力:对于钢板与钢板连接,加载速度为1.0 mm/min的试件与0.5 mm/min的试件相比,受剪承载能力提高了1%~23%;对于钢板与CSB板连接,加载速度为1.0 mm/min的试件与0.5 mm/min的试件相比,受剪承载能力提高了约5%。对于钢板与OSB板连接,加载速度从0.5 mm/min增至1.0 mm/min,承载能力降低了约3%~20%,主要原因是木材硬度相对较小,这种连接的主要破坏形式是自攻螺钉与OSB板之间相互剪切挤压破坏,加载速度的提高在一定程度上加剧了连接处的局部破坏,连接件的承载力能力有所减低。

(4) 螺钉至板材边缘距离对抗剪性能的影响

对于钢板与钢板连接,螺钉至板材边缘距离对试件受剪承载力的影响较小,可忽略不计;对于钢板与OSB板连接,螺钉至板材边缘距离由15 mm增加至25 mm,试件的抗剪承载力提高约10%~49%;对于钢板与CSB板连接,由于增加螺钉至板材边缘距离可以防止试件在试验过程中螺钉下部出现竖向劈裂裂缝(图6b),螺钉至板材边缘距离由15 mm增加至25 mm,试件的受剪承载力提高约13%~38%。

4 结论

本文对冷弯薄壁型钢结构体系中自攻螺钉连接的抗剪性能进行了试验研究,得出以下结论:

(1) 钢板与钢板连接的破坏形态为螺钉孔处钢板局部承压和螺钉头被剪断;钢板与OSB板连接最终发生自攻螺钉的过度倾斜和OSB板端部的劈裂分层;钢板与CSB板连接的破坏模式为自攻螺钉处CSB板被净截面拉断。

(2) 随着钢板厚度以及螺钉至板材边缘距离的增加,自攻螺钉连接的受剪承载力有所提高;随着加载速度的增加,钢板与钢板连接以及钢板与CSB板连接试件的受剪承载力略有提高,钢板与OSB板连接试件的承载能力出现一定的降低。

(3) OSB板与CSB板具有方向性,纵向纤维受拉试件的受剪承载力明显强于横向纤维受拉试件。由于CSB板与OSB板相比脆性较强,钢板与OSB板连接试件的抗剪性能优于钢板与CSB板连接试件。

参考文献 References

- [1] 周绪红,石宇,周天华,等.低层冷弯薄壁型钢结构住宅体系[J].建筑科学与工程学报,2005,22(2):1-14.
ZHOU Xuhong, SHI Yu, ZHOU Tianhua, et al. Cold-formed steel framing system of low-rise residential building[J]. Journal of Architecture and Civil Engineering, 2005, 22(2): 1-14.
- [2] CHENG Y. Shear resistance of cold-formed steel framed shear walls with 0.686 mm, 0.762 mm, and 0.838mm steel sheet sheathing[J]. Engineering Structures, 2010, 32(6): 1522-1529.
- [3] 周天华,石宇,何保康,等.冷弯型钢组合墙体受剪承载力试验研究[J].西安建筑科技大学学报:自然科学版,2006,38(1):83-88.
ZHOU Tianhua, SHI Yu, HE Baokang, et al. Experimental research on the shear resistance of cold-formed steel stud composed wall[J]. J. Xi'an Univ. of Arch. & Tech.: Natural Science Edition, 2006, 38(1): 83-88.
- [4] 苏明周,黄智光,孙健,等.冷弯薄壁型钢组合墙体循环荷载下抗剪性能试验研究[J].土木工程学报,2011,44(8):42-51.
SU Mingzhou, HUANG Zhiguang, SUN Jian, et al. Experimental study of the shearing behavior of cold-formed steel wall panels under cyclic load[J]. China Civil Engineering Journal, 2011, 44(8): 42-51.
- [5] FÜLÖP L A, DUBINA D. Design criteria for seam and sheeting-to-framing connections of cold-formed steel shear panels[J]. Journal of structural engineering, 2006, 132(4): 582-590.
- [6] SERRETTE R, PEYTON D. Strength of screw connections in cold-formed steel construction[J]. Journal of structural engineering, 2009, 135(8): 951-958.
- [7] NITHYADHARAN M, KALYANARAMAN V. Experimental study of screw connections in CFS-calcium silicate board wall panels[J]. Thin-Walled Structures, 2011, 49(6): 724-731.
- [8] 石宇,周绪红,聂少锋,等.冷弯薄壁型钢结构住宅螺钉连接的抗剪性能试验研究[J].建筑结构学报,2009(S1):184-188.
SHI Yu, ZHOU Xuhong, NIE Shaofeng, et al. Experimental investigation on shear behavior of screw connections in cold-formed steel residential building[J]. Journal of Building Structures, 2009(S1): 184-188.
- [9] AISI TS-4-02 Standard test methods for determining the tensile and shear strength of screws[S]. Washington, D.C.: American Iron and Steel Institute, 2002.
- [10] GB/T 228.1-2010 金属材料 拉伸试验 第1部分:室温试验方法[S].北京:中国标准出版社,2011.
GB/T 228.1-2010 Metallic materials-tensile testing- Part 1: Method of test at room temperature[S]. Beijing: Standards Press of China, 2011.

steel frames [J]. Engineering Mechanics, 2011, 28(3): 177-184.

An impact analysis on seismic behavior of steel reinforced concrete abnormal exterior joint with effect of short-limb wall

BAI Guoliang, LI Ruiwen, ZHU Jianing

(School of Civil Engineering, Xi'an University of Architecture & Technology, Xi'an 710055, China)

Abstract: The paper presents the studies on different seismic behavior of steel reinforced concrete (SRC) abnormal exterior joint with short-limb wall at different directions, by concrete damaged plasticity model of ABAQUS, based on the steel reinforced concrete frame main power house. Numerical analysis indicates that the short-limb wall at longitudinal direction can improve the ductility and failure mechanism of the joint, avoiding the failure mechanism at column hinge. The short-limb wall at transverse direction can increase capacity and stiffness of the joint substantially, and decrease the degradation rate of stiffness. The short-limb wall can enlarge the area of hysteretic hoop and improve seismic behavior of the joint.

Key words: abnormal exterior joint of SRC; seismic behavior; concrete damaged plasticity model; short-limb wall

(本文编辑 沈波)

(上接第 773 页)

- [11] GB/T 17657-1999 人造板及饰面人造板理化性能试验方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 1999.
GB/T 17657-1999 Test methods of evaluating the properties of wood-based panels and surface decorated wood-based panels[S]. Beijing: China Planning Press, 1999.
- [12] 秦雅菲. 冷弯薄壁型钢低层住宅墙柱体系轴压性能理论与试验研究[D]. 上海: 同济大学, 2005.
QIN Yafei. Theoretical and experimental research of cold-formed steel residential building wall stud system subject to centric axial loads[D]. Shanghai: Tongji University, 2005.

Experimental study on shear behavior of screw connections in cold-formed thin-wall steel structures

HAO Jiping¹, LIU Bin¹, SHAO Dayu¹, WANG Yijun¹, LI Kelong¹, LI Yuechen²

(1 School of Civil Engineering, Xi'an Univ. of Arch. & Tech., Xi'an 710055, China;

2. Shaanxi Architectural Design & Research Institute Co., Ltd., Xi'an 710018, China)

Abstract: In order to investigate the shear behavior of the screw connections between steel and steel, oriented strand boards (OSB) or calcium silicate boards (CSB), a total of 32 specimens of screw connections were tested. The loading process and failure modes were analyzed. The factors such as steel plate thickness, the direction of tension fiber, loading rate and the distance between the center of the screw and the adjacent edge of the sheathing, which influence the shear capacity, were researched. The results indicate that the failure modes of connections between steel and steel are the local compression of screw holes and the shear fracture of screw heads. Screw connections between steel and OSB sheathings happened to the inclination of screws severely and the splitting of the edge of sheathings. The damage phenomena of screw connections between steel and CSB sheathings are the tensile failure of the net section of CSB sheathing on the location of the screw. With the increase of steel plate thickness and the distance between the center of the screw and the adjacent edge of the sheathing, screw connections have larger shear capacity. With the increase of the loading rate, the shear capacity of screw connections between steel and steel or CSB sheathings could be strengthened, but screw connections between steel and OSB sheathings have lower shear strength. Owing to the direction of tension fiber of OSB and CSB sheathings, the perpendicular-to-grain loaded connections may give lower shear capacity compared with the parallel-to-grain loaded connections.

Key words: cold-formed thin-wall steel; screw connections; the shear behavior; experimental study; the shear capacity

(本文编辑 桂智刚)