

十字加劲钢板墙的简化模型

李 峰¹, 吴冠男², 李 慎¹, 王 栋³

(1. 西安建筑科技大学土木工程学院, 陕西 西安 710055;
2. 南京长江都市建筑设计股份有限公司, 江苏 南京 210002;
3. 成都基准方中建筑设计事务所, 四川 成都 610017)

摘 要:受薄钢板剪力墙简化计算模型——斜拉杆模型的启发, 提出双向拉压杆模型(LY-S)来简化模拟十字加劲钢板墙, 其简化计算方法有助于工程设计与模拟分析. 利用有限元软件 ANSYS 对拉压杆模型进行单向荷载分析以及循环荷载分析, 并与相对应的十字加劲钢板墙模型进行对比分析, 验证了双向拉压杆简化模型模拟十字加劲钢板墙的合理性; 双向拉压杆模型的初始弹性刚度较十字加劲钢板墙模型偏小, 在内填钢板高厚比大于 170 时, 二者拟合良好.

关键词:十字加劲钢板墙; 简化模型; 双向拉压杆; 有限元分析

中图分类号: TU 392.4

文献标志码: A

文章编号: 1006-7930(2013)02-0177-08

目前我国现行的《高层民用建筑钢结构技术规程》(JGJ99-98)^[1]中钢板剪力墙所采用的设计原则是不允许墙板屈曲, 以弹性剪切屈曲荷载 τ_{cr} 作为承载能力的极限. 加拿大规范(CAN/CSA S16-2002)^[2]以及美国规范(ANSI/AISC 360-05)^[3]明确提出了利用钢板剪力墙的屈曲后强度, 并推荐采用斜拉杆模拟薄墙板屈曲后形成的拉力带. 钢板剪力墙作为优良的抗侧体系其优势就在于合理有效的利用钢板屈曲后强度, 设计规范的滞后影响了钢板剪力墙在国内的推广应用. 在结构设计中, 结构工程师采用复杂的有限元程序来模拟分析十字加劲钢板剪力墙需要大量的计算时间, 因此, 寻求精确模拟墙板屈曲后机制的简化计算模型至关重要.

1 理论基础

1.1 传统等代模型

1983 年加拿大学者 Thorburn^[4]提出了斜拉杆模型. 如图 1 中所示, 该模型是忽略墙板的屈曲荷载, 将墙板替换为一系列倾角相同的拉杆(只拉不压), 且拉杆两端与周边框架铰接. 2005 年加拿大学者 Shishkin 等^[5]认为没有体现墙板受压区的作用, 提出了修正斜拉杆模型, 即在斜拉杆模型基础上增加一道压杆来反映受压区的作用, 用来弥补原模型初始刚度及承载力的不足, 如图 2 中所示.

1.2 修正等代模型

由于在内填钢板上施加十字加劲肋的作用, 钢板墙的受力性能发生了改变, 加劲肋对内填钢板的限制使板的面外变形在小区格内先进行发展, 并没有像非加劲钢板墙

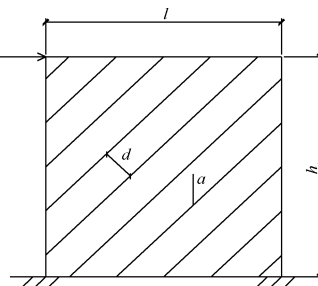


图 1 传统等代模型

Fig. 1 Diagonal tie model

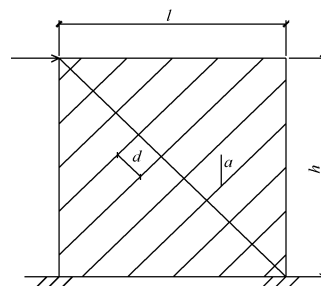


图 2 修正斜拉杆模型

Fig. 2 Modified diagonal tie model

收稿日期: 2012-11-22 修改稿日期: 2013-03-27

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(50878181)

作者简介: 李 峰(1963-), 女, 河南郑州人, 副教授, 博士, 主要从事钢结构教学与研究.

那样从板的中心对角线开始形成拉力带^[6-9],图3为典型十字加劲钢板剪力墙拉力带的发展过程。

纯板理论中拉力带的形成及发展过程中,施加荷载不断增大,拉力带间的钢板屈曲时,主压应力不再增加;而主拉应力可增长到钢材的抗拉极限强度,主压应力的大小与主拉应力相比可以忽略不计,即忽略了板的弹性屈曲承载力。十字加劲钢板墙在内填钢板上施加纵横加劲肋,拉力带发展过程中,板整体主拉力带并没有很快形成,拉力带间的压应力较纯板要大得很多,所以板的受压区压力不予忽略。因此,本文提出采用双向拉压同性杆来模拟内填钢板的拉压杆简化模型(简称LY-S),如图4所示。

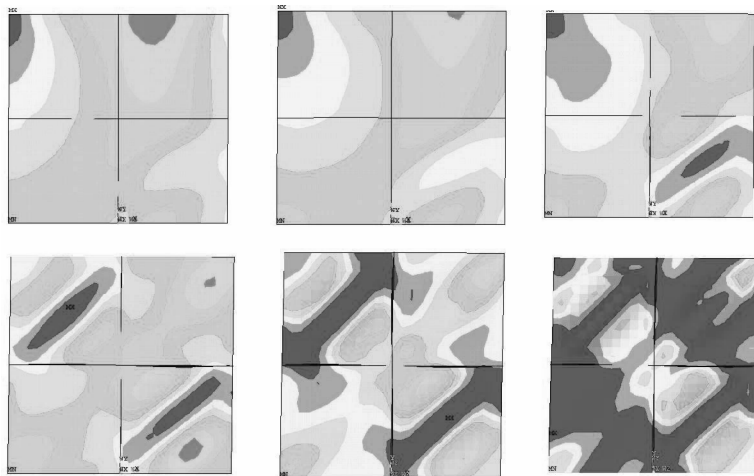


图3 十字加劲钢板墙的拉力带发展过程

Fig. 3 Tension field process

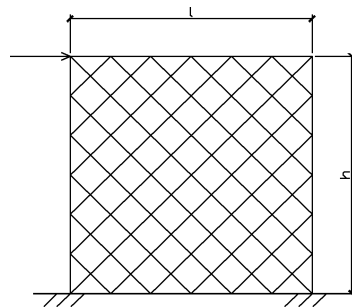


图4 双向拉压杆简化模型(LY-S)

Fig. 4 Simplified model of bi-directional bar

2 简化模型验证

传统斜拉杆模型中,板条宽度等于拉杆之间的间距,每根拉杆的面积等于板条的宽度与板厚的乘积。每根拉杆的截面面积为:

$$A_{st} = \frac{(l \cos \alpha + h \sin \alpha) \cdot t}{n} \quad (1)$$

根据文献[6]中十字加劲钢板墙采用的基本模型尺寸:内填钢板的尺寸为 $1\,200 \times 1\,200 \times 4$,框架梁截面为 $\text{HN}300 \times 150 \times 6.5 \times 9$,框架柱截面为 $\text{HW}200 \times 200 \times 8 \times 12$,单位均为mm,十字加劲肋的截面尺寸是变化的。根据计算分析得到:加劲肋宽厚比为10、加劲肋厚度略大于内填板厚度、肋板刚度比为50时,十字加劲模型受力较为合理,加劲肋能发挥延后钢板屈曲的作用,因此,将此类模型定义为“受到条件限制的十字加劲钢板剪力墙”(简称SX-HS)。并通过静力单调加载分析,将SX-HS等效为非加劲钢板墙,得到二者内填板厚度之间的简化回归方程为:

$$y = 1.22x - 0.2 \quad (2)$$

式中: y 为非加劲钢板墙内填板厚度; x 为十字加劲钢板墙内填板厚度。

据前人研究成果表明,斜拉杆模型中的拉杆倾角 α 对钢板墙的性能的影响较小,取倾角恒等于为 45° 。结合公式(2),通过大量试算对公式(1)进行简化推导,给出模拟十字加劲钢板墙的双向拉压杆模型中每根杆的截面积的计算简化公式:

$$A_{so} = \frac{0.7 \cdot (l + h) \cdot (t - 1)}{n} \quad (3)$$

式中: l, h 为内填板的宽度及高度(只适应于 $l=h$ 情况的墙板); t 为内填钢板厚度; n 为拉压双向所有杆的个数。

2.1 杆的根数影响

考虑杆的根数 n 对结构性能的影响,取拉压杆的根数分别为14、22、30和38进行对比。由公式(3)计算得到杆截面积与相对应的十字加劲钢板墙之间关系见表1。

采用 ANSYS 对四个简化模型进行单调加载, 计算得到的荷载-位移曲线分别如图 5 中所示, 图例中厚度值表示将拉压杆截面积转化为墙板时对应的墙板厚度. 随着杆的截面积的变化, 荷载-位移曲线变化规律相似且变化幅度呈不断减小趋势; 在对应板厚为 9mm 时, 曲线变化幅度明显减小, 曲线末段承载力有所下降.

图 6 表示初始弹性刚度、屈服承载力和极限承载力随着板厚度的变化趋势. 显而易见, 当杆数不同时, 几种模型的关键性能指标几乎相同, 在杆根数达到 22 以上时, 两种模型之间的初始弹性刚度差值均在 1% 以内; 屈服荷载在模型杆数超过 22 根时, 模型间差距达到 3%; 模型之间的极限承载力差值基本在 3% 左右. 综合考虑各项关键性能指标的对比结果可知, 在拉压杆的根数不同时, 拉压杆模型的关键性能指标几乎相同, 随着杆的面积增大, 差别会稍微变大. 杆的根数超过 22 根, 几种模型之间差别很小.

模型最终状态的应力云图如图 7 所示. 杆数为 14 根时, 柱的变形过大; 杆数增加至 38 根时, 模型中的右柱柱脚应力比较集中, 变形也较大. 分析结果表明: 拉压杆的根数的变化对钢板墙的性能影响很小, 几乎可以忽略不计, 杆数取值宜适中, 在 20~30 根较为适宜, 本文采用 22 根拉压杆模型进行简化模型验证.

表 1 杆数不同 LY-S 模型相应的杆截面积

Tab. 1 Cross area of LY-S models

板厚度 /mm	加劲肋尺寸 /mm×mm	A_{so}/mm^2			
		LY-S-14	LY-S-22	LY-S-30	LY-S-38
3	-39×3.9	240.00	152.73	112.00	88.42
4	-48×4.8	360.00	229.09	168.00	132.63
5	-57×5.7	480.00	305.45	224.00	176.84
6	-65×6.5	600.00	381.82	280.00	221.05
7	-73×7.3	720.00	458.18	336.00	265.26
8	-81×8.1	840.00	534.55	392.00	309.47
9	-88×8.8	960.00	610.91	448.00	353.68

注: LY-S-14——表示拉压杆简化模型采用的拉压杆根数为 14, 其他类同;

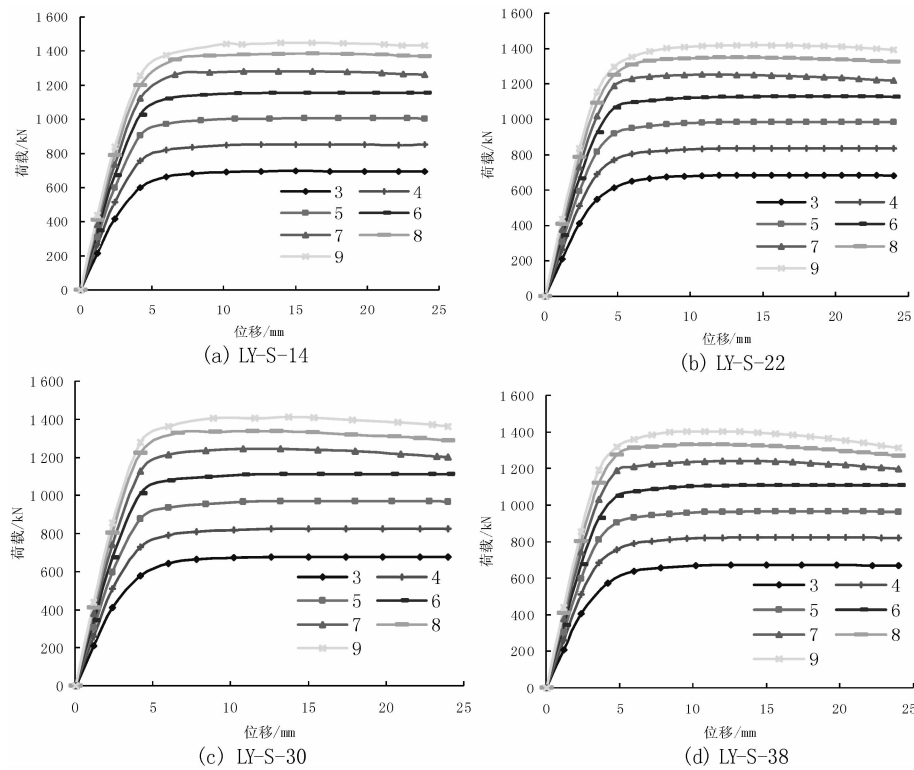


图 5 杆数不同的 LY-S 模型变化杆截面积时的荷载-位移曲线

Fig. 5 Load-displacement curves of LY-S models

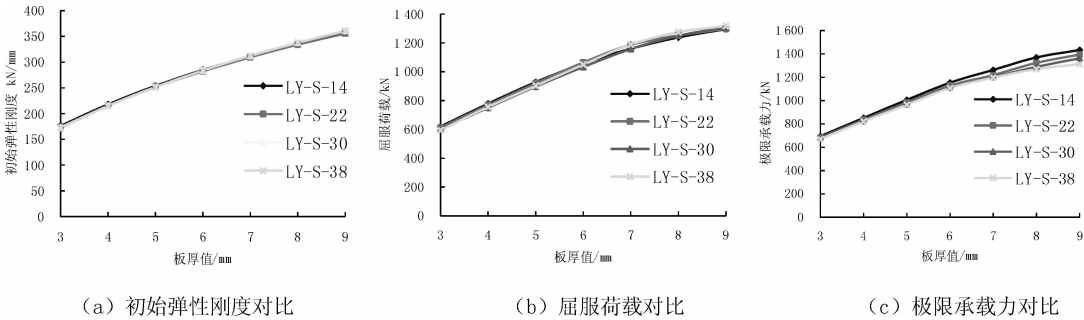


图 6 杆数不同 LY-S 模型的关键性能指标对比

Fig. 6 Key performance indicators of LY-S models

2.2 拉压杆简化模型的验证

通过公式(3)将拉压杆简化模型(LY-S)中拉压杆截面积进行细化,并与相对应的十字加劲钢板墙(SX-HS)模型进行对比。如图8所示,图例中厚度值表示与拉压杆简化模型中拉压杆截面积相对应的墙板厚度。细分杆的截面积之后,LY-S模型曲线变化幅度比较均匀,与SX-HS模型的荷载-位移曲线变化规律保持一致,可以对两种模型进行比较。将十字加劲钢板墙与双向拉压杆简化模型的三个力学性能指标分别进行对比,见表2所示。三个力学性能指标对比结果如图8所示。

从表2中可以看出,用拉压杆简化模型模拟十字加劲钢板墙,初始弹性刚度比十字加劲钢板墙模型稍低,随着内填钢板的厚度的增加,两种模型的差距越来越大,差值在13.04%~19.48%之间,平均达到17%左右;两种模型的屈服荷载吻合较好,在内填板厚度小于4 mm时,二者误差在5%左右,内填板厚度在4~7 mm之间时,两种模型的差距基本在2%以内,板厚大于7 mm时,二者差距逐渐变大,误差达到1.55%~9.40%;与前两个力学性能指标不同,在内填板厚度为3~6 mm之间时,拉压杆模型的极限承载力与十字加劲钢板墙相比较,且两种模型的差值是随着板的厚度增加而变

大的,当板厚大于7 mm时,拉压杆模型的极限承载力开始小于十字加劲钢板墙模型。内填钢板厚度达到8 mm以上时,三个力学性能指标差别变大,初始弹性刚度差距几乎达到20%,屈服荷载与极限荷载接近10%,可以认为此时十字加劲钢板墙与厚板墙受力机理相似。分析结果表明:用拉压杆简化模型可以较好地模拟十字加劲钢板墙,初始弹性刚度的差别过大主要是由于用拉压杆来模拟内填钢板时,各个杆之间没有任何相互作用,而实际情况是内填钢板形成拉力带时,拉力带之间还是有一定的牵制作用,拉压杆并不能很精确的模拟出内填钢板真实的受力机理。由图9也可以看出,两种模型的初始弹性刚度有一定误差,而屈服荷载与极限承载力模拟较好,特别在内填钢板的厚度在3~7 mm之间,板厚大于7 mm之后,差距变大,因为板较厚时,形成的斜拉力带不充分,板的剪切作用所占比重增大。

拉压杆简化模型与十字加劲钢板墙的荷载-位移曲线比较如图10所示,当内填钢板较薄时,曲线吻合较好;随着内填板厚度的增加,曲线在弹性阶段的差别逐渐增大,但曲线的整体趋势保持一致。当板厚达到8 mm后,杆截面积较大,由于柱脚发生破坏,柱刚度急剧下降,拉压杆简化模型的受力性能明显开

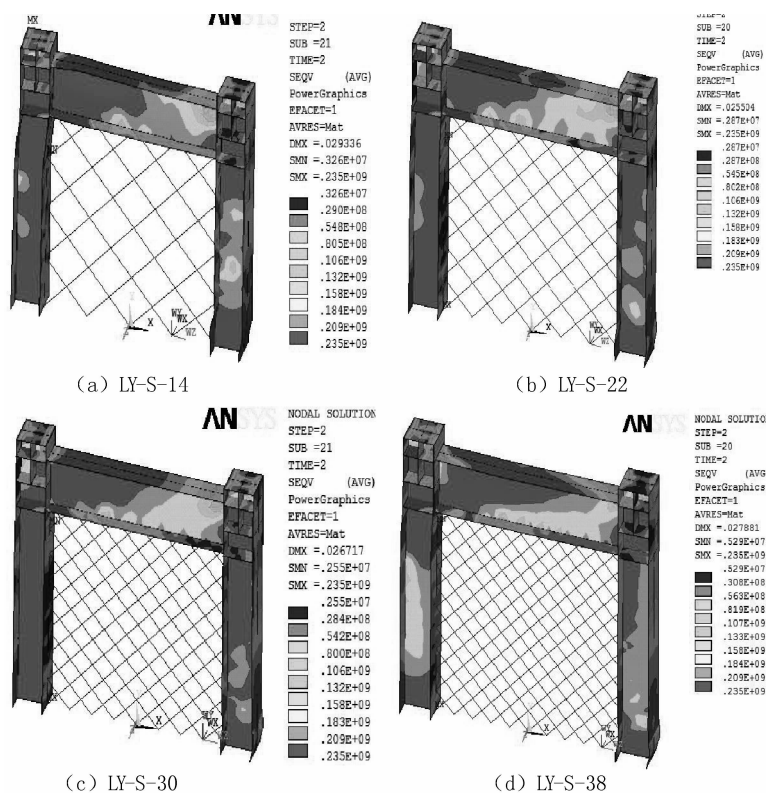


图7 杆数不同 LY-S 模型的应力云图

Fig. 7 Stress distributing graph of LY-S models

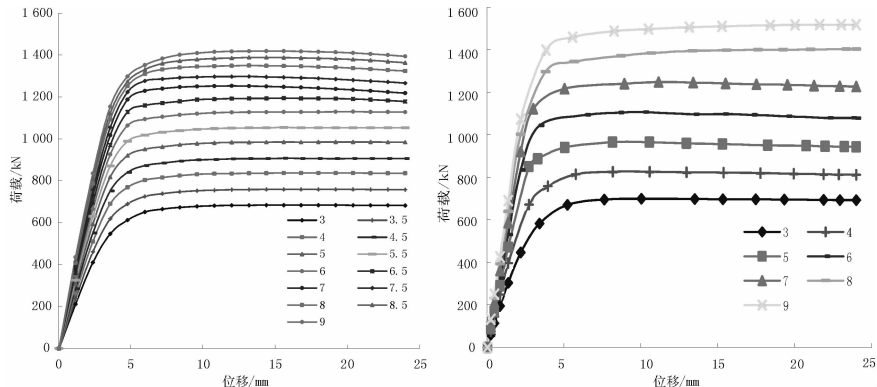


图8 LY-S 与 SX-HS 模型的荷载-位移曲线

Fig. 8 Load-displacement curves of LY-S model and SX-HS model

表 2 SX-HS 与 LY-S 的力学性能指标对比

Tab.2 Mechanical property indicators of LY-S model and SX-HS model									
墙板厚度 对比	初始弹性刚度			屈服荷载			极限承载力		
	SX-HS	LY-S	误差/%	SX-HS	LY-S	误差/%	SX-HS	LY-S	误差/%
3.0	240	209	-13.04	650	613	-5.78	692	682	-1.45
3.5	272	232	-14.65	717	690	-3.85	752	758	0.73
4.0	305	255	-16.39	784	769	-1.91	812	836	2.90
4.5	330	276	-16.34	859	840	-2.17	878	906	3.21
5.0	355	296	-16.63	933	920	-1.39	943	984	4.36
5.5	378	315	-16.64	1 000	989	-1.09	1 010	1 053	4.19
6.0	401	333	-17.03	1 066	1 064	-0.21	1 078	1 128	4.64
6.5	423	350	-17.32	1 136	1 128	-0.69	1 152	1 178	2.28
7.0	445	366	-17.77	1 206	1 187	-1.55	1 227	1 218	-0.71
7.5	466	381	-18.15	1 264	1 223	-3.20	1 314	1 266	-3.70
8.0	486	396	-18.55	1 322	1 252	-5.29	1 402	1 324	-5.59
8.5	506	410	-18.97	1 377	1 273	-7.53	1 460	1 364	-6.60
9.0	526	423	-19.48	1 432	1 298	-9.40	1 518	1 394	-8.20

注:1. SX-HS、LY-S——表示受条件约束的十字加劲钢板墙和拉压杆模型模拟的钢板墙;2. 初始弹性刚度单位为 kN/mm,承载力单位为 kN.

始低于十字加劲钢板墙模型. 可以认为在板厚较大时,十字加劲钢板墙等效于厚板墙,受力机理发生变化,公式不再适用.

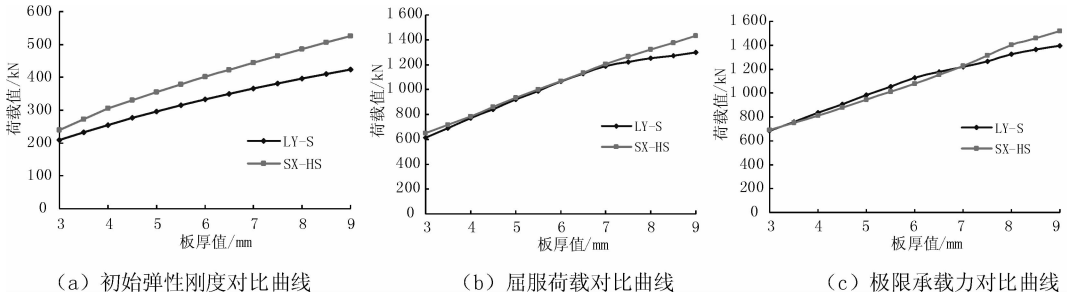


图 9 SX-HS 与 LY-S 模型的关键性能指标对比

Fig. 9 Key performance indicators of LY-S model and SX-HS model

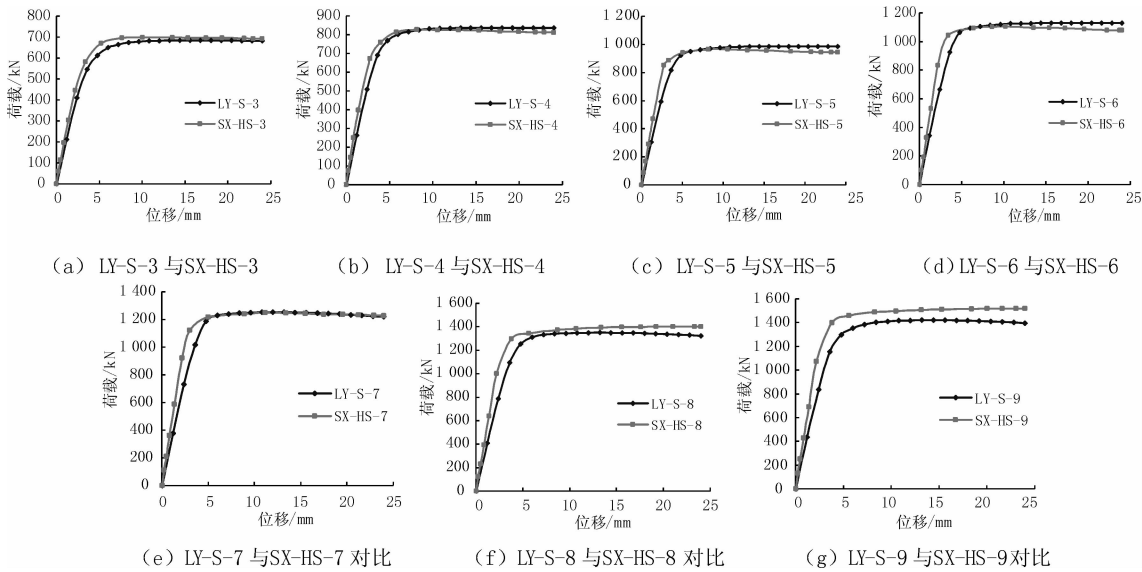


图 10 LY-S 与 SX-HS 模型荷载-位移曲线对比

Fig. 10 Load-displacement curves of LY-S model and SX-HS model

注:1. SX-HS-3、LY-S-3 分别表示内填板厚 3 mm 的 SX-HS 模型和杆截面由厚 3 mm 十字加劲板计算得到的 LY-S 模型,其他类同.

3 滞回分析

3.1 骨架曲线

由滞回分析得到的十字加劲钢板墙模型与拉压杆简化模型的骨架曲线对比如图 11 所示. 对 SX-HS 与 LY-S 模型的数据进行分析,采用通用屈服弯矩法求得屈服荷载和屈服位移,极限位移取峰值荷载下降 85%时的荷载对应的位移. 延性为极限位移与屈服位移之比,计算得到的力学性能指标如表 3 中所示.

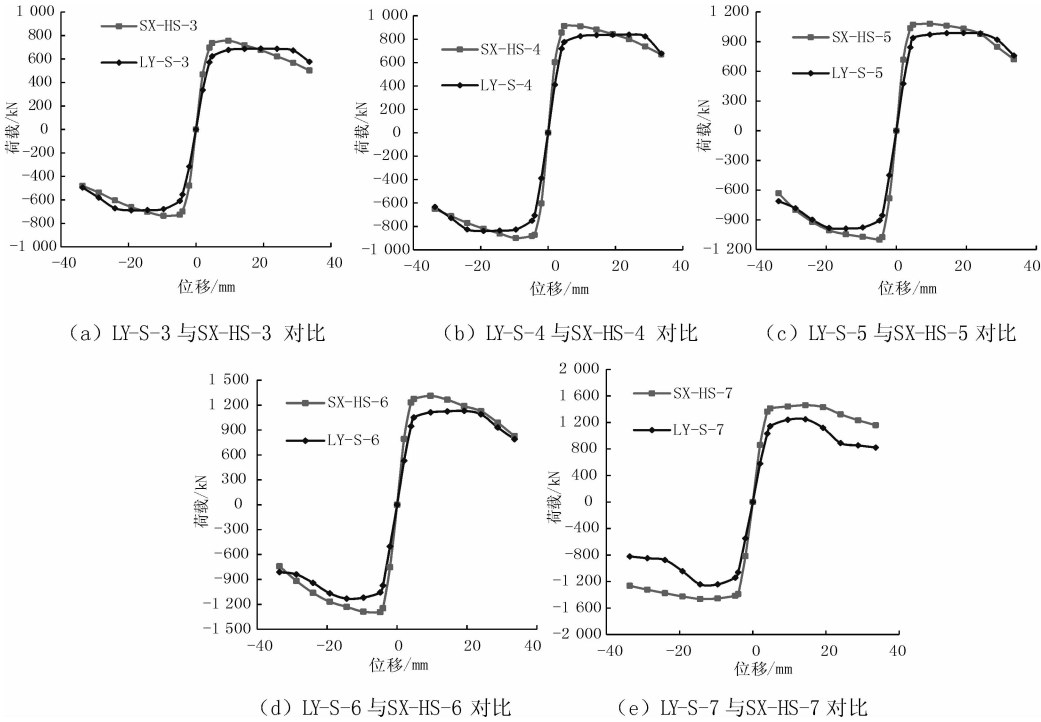


图 11 SX-HS 与 LY-S 模型的骨架曲线对比

Fig. 11 Skeleton curves of LY-S model and SX-HS model

表 3 SX-HS 与 LY-S 模型的力学性能指标数据对比

Tab. 3 Mechanical property indicators of LY-S model and SX-HS model

板厚	指标比较	屈服荷载			屈服位移			侧向刚度			延性		
		SX-HS	LY-S	比值	SX-HS	LY-S	比值	SX-HS	LY-S	比值	SX-HS	LY-S	比值
3.0	推向	623.00	585.00	0.94	3.93	4.83	1.23	158.73	121.02	0.76	5.66	5.85	1.03
	拉向	618.00	591.00	0.96	3.66	5.08	1.39	168.76	116.34	0.69	6.12	5.61	0.92
	平均	620.50	588.00	0.95	3.79	4.96	1.31	163.57	118.62	0.73	5.88	6.22	1.06
4.0	推向	751.00	728.00	0.97	3.68	4.71	1.28	203.96	154.41	0.76	7.03	6.88	0.98
	拉向	758.00	734.00	0.97	3.55	4.94	1.39	213.57	148.51	0.70	6.86	5.94	0.87
	平均	754.50	731.00	0.97	3.62	4.83	1.34	208.68	151.39	0.73	6.95	6.40	0.92
5.0	推向	897.00	864.00	0.96	3.62	4.74	1.31	247.61	182.30	0.74	7.25	6.61	0.91
	拉向	938.00	886.00	0.94	3.78	4.89	1.29	248.10	181.28	0.73	6.14	5.38	0.88
	平均	917.50	875.00	0.95	3.70	4.81	1.30	247.86	181.79	0.73	6.68	5.99	0.90
6.0	推向	1 093.00	1 023.00	0.94	3.97	4.71	1.19	275.24	217.02	0.79	6.14	5.90	0.96
	拉向	1 014.00	1 043.00	1.03	4.39	4.88	1.11	230.85	213.62	0.93	5.12	4.79	0.94
	平均	1 053.50	1 033.00	0.98	4.18	4.80	1.15	251.93	215.29	0.85	5.60	5.33	0.95
7.0	推向	1 242.00	1 108.00	0.89	4.00	4.86	1.21	310.19	228.04	0.74	7.11	4.23	0.59
	拉向	1 241.00	1 128.00	0.91	4.22	5.00	1.18	293.84	225.77	0.77	7.01	3.78	0.54
	平均	1 241.50	1 118.00	0.90	4.11	4.93	1.20	301.80	226.89	0.75	7.06	4.00	0.57

注:表中荷载单位为 kN,位移单位为 mm,刚度单位为 kN/mm.

由图 11 可知,SX-HS 与 LY-S 模型的骨架曲线基本吻合较好,当板厚大于 7 mm 时,二者的曲线差别较大;在弹性阶段,SX-HS 模型的刚度大于 LY-S 模型;两种模型的骨架曲线峰值荷载差别较大,SX-

HS模型的峰值荷载大于LY-S模型;表3列出了各模型的屈服荷载、屈服位移、侧向刚度和延性.由表中数值可以看出,SX-HS与LY-S的屈服荷载相差在5%之内,当板的厚度在7 mm时,十字加劲钢板墙与其等效模型差值达到10%;两种模型的屈服位移差别较大,LY-S比SX-HS模型的屈服位移大30%左右,这导致两种模型的侧向刚度差距也接近30%,SX-HS与LY-S模型的延性吻合较好,基本在10%以内,但板厚为7 mm时,二者误差达到45%.综上所述:在弹性阶段,简化模型可以较好的模拟十字加劲钢板墙的力学性能,为实际工程应用提供参考;拉压杆截面计算公式得到的值偏小,可以对其进行进一步修正,给出一定的放大系数.SX-HS与LY-S模型的骨架曲线以及力学性能指标对比有一定误差,分析是由如下原因造成的:二者的屈服荷载比较吻合,采用拉压杆来模拟内填钢板较为可行;而由于杆之间没有约束作用,不能精确的模拟内填钢板的受力性能,屈服位移有所差异.

3.2 滞回曲线

滞回环包围的面积反映了试件在往复荷载、地震反应时耗散能量的能力,其包围的面积愈大,耗能力愈好.数值分析得到的滞回曲线对比如图12中所示.

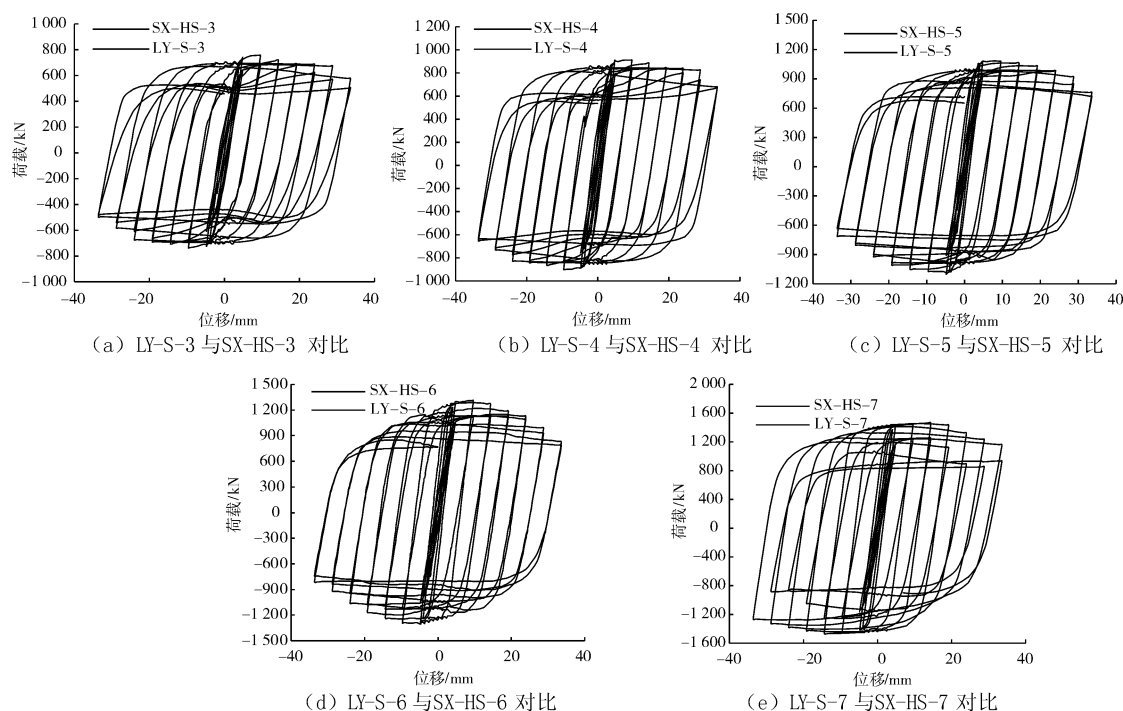


图12 SX-HS与LY-S模型的滞回曲线对比

Fig. 12 Hysteretic curves of LY-S model and SX-HS model

SX-HS模型的滞回曲线中有明显的捏缩效应,LY-S模型的滞回曲线非常饱满且无明显捏缩效应,耗能能力较好;两种模型的滞回曲线吻合较好,拉压杆简化模型可以模拟十字加劲钢板墙.当板厚7 mm时,曲线差距较大,SX-HS模型滞回环包含的面积大于LY-S模型,而根据已有研究结论,厚板墙刚度大、承载力高、滞回耗能饱满,可以认为十字加劲钢板墙在内填板板厚达到7 mm时接近厚板范畴,受力机理发生改变,拉压杆不宜模拟十字加劲厚钢板墙,此时误差较大.

4 结 论

基于传统的斜拉杆简化模型,提出采用双向拉压杆模型来模拟十字加劲钢板墙,给出拉压杆截面计算公式;通过有限元分析软件ANSYS对拉压杆简化模型进行单调加载分析,验证了简化模型的可行性;对拉压杆简化模型进行了滞回分析,通过对比简化模型与十字加劲钢板墙之间的性能,得到以下结论:

(1)拉压杆简化模型中拉压杆根数对结构的性能影响很小,宜取20~30根;(2)采用拉压杆简化模型可以较好地模拟十字加劲钢板墙,通过关键性能指标的对比可以发现,拉压杆简化模型的初始弹性刚

度弱于十字加劲钢板墙模型,但二者计算所得的屈服荷载和极限承载力吻合较好;(3)两种模型的骨架曲线以及相关指标的对比可知,拉压杆之间没有制约作用,在塑性阶段,用拉压杆不能十分精确地模拟出内填钢板的受力机理;(4)两种模型的滞回曲线以及各项力学性能指标之间的对比分析,表明拉压杆简化模型的滞回性能很好,滞回环没有明显的捏缩效应,当内填钢板的高厚比超过170时,即在中厚板或者薄板范畴内与十字加劲钢板墙的滞回曲线吻合良好,误差在10%之内。

参考文献 References

- [1] JGJ99-98 高层民用建筑钢结构技术规程[S]. 北京:中国建筑工业出版社,1998.
JGJ99-98. Technical specification for steel structure of tall buildings[S]. Beijing: China Architecture and Building Press, 1998.
- [2] CAN/CSA-S16-2001 Limit States Design of Steel Structures[S]. Rexdale, Ontario: Canadian Standards Association, 2001.
- [3] ANSI/AISC 360-2005 American National Standard Specification for Structural Steel Buildings[S]. Chicago Inc., IL, 2005.
- [4] THORBUM L J, KULAK G L, MONTGOMERY C J. Analysis of steel plate shear walls. Structural Engineering Rep, No. 107[R]. Canada, Edmonton: Dept. of Civil Engineering University of Alberta, 1983.
- [5] SHISHKIN J J, DRIVER R G, GRONDIN G Y. Analysis of steel plate shear walls using the modified strip model Struct, Engrg Rep. No. 261[R]. Canada, Edmonton: Dept. of Civil and Environmental Engineering, University of Alberta, 2005.
- [6] 吴冠男. 十字加劲钢板剪力墙的性能研究[D]. 西安:西安建筑科技大学,2012.
WU Guan-nan. Research on behavior of steel plate shear wall with cross stiffeners[D]. Xi'an: Xi'an University of Architecture and Technology, 2012.
- [7] 陈国栋, 郭彦林. 十字加劲钢板剪力墙的抗剪极限承载力[J]. 建筑结构学报, 2004, 25(1): 71-78.
CHEN Guo-dong, Guo Yan-lin. Ultimate shear-carrying capacity of steel plate shear walls with cross stiffeners[J]. Journal of building structures, 2004, 25(1): 71-78.
- [8] 万红霞, 谢伟平, 王小平. 考虑屈曲后强度的钢板剪力墙极限剪力计算[J]. 钢结构, 2004, 72(3): 66-68.
WAN Hong-xia, XIE Wei-ping, WANG Xiao-ping. Calculation of steel plate shear walls ultimate shear capacity which considering the post buckling strength [J]. Steel Construction, 2004, 72(3): 66-68.
- [9] 陈国栋, 郭彦林, 范珍, 等. 钢板剪力墙低周反复荷载试验研究[J]. 建筑结构学报, 2004, 25(2): 19-26.
CHEN Guo-Dong, GUO Yan-lin, FAN Zhen, et al. Cyclic test of steel plate shear walls[J]. Journal of Building Structures, 2004, 25(2): 19-26.

Simplified model of cross-stiffener steel plate shear walls

LI Feng¹, WU Guan-nan², LI Shen¹, WANG Dong³

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

2. Nanjing Changjiang Urban architectural design CO., LTD. Nanjing 210002, China;

3. Jizhunfangzhong architectural design associates, Chengdu 610017, China)

Abstract: Inspired by the simplified calculation model of thin steel plate shear wall, or the oblique rod model, bidirectional trolley-strut model (LY-S) was proposed to simplify cross-stiffened steel plate walls. Compared with the analysis of cross-stiffened steel plate wall model, the unidirectional load analysis and cyclic loading analysis of the LY-S were conducted by finite element software ANSYS. The validation of LY-S to simulate the cross-stiffened steel plate walls was verified. The initial elastic stiffness of the LY-S is weaker than the cross-stiffened steel plate wall model. When the height-thickness ratio of the infill steel plate was greater than 170, two models fitted well.

Key words: cross-stiffened steel plate walls; simplified model; LY-S; finite element analysis