

应用技术

落叶松结构胶合板力学性能

孙玉慧, 郑海威, 刘一楠, 刘巍岩, 王厚军, 顾 颜, 林利民

(黑龙江省木材科学研究所, 黑龙江哈尔滨 150081)

摘要: 为促进国产落叶松结构胶合板在建筑领域的应用,参考了日本农林标准《日本农林胶合板标准-结构用胶合板》,对7种厚度落叶松结构胶合板的面外剪切强度和大试件弯曲强度进行检测,旨在提供准确的设计和施工技术参数。结果显示,7种厚度胶合板的面外剪切强度和大试件弯曲强度,超过日本标准要求的指标值。

关键词: 落叶松; 结构胶合板; 大试件; 面外剪切强度; 弯曲性能

中图分类号: TS653.3; S781.2; S791.22 文献标识码: B 文章编号: 1001-8654(2015)06-0040-03

Mechanical Properties for Larch Structural Plywood

SUN Yu-hui, ZHENG Hai-wei, LIU Yi-nan, LIU Wei-yan, WANG Hou-jun, GU Yan, LIN Li-min

(Heilongjiang Province Institute of Wood Science, Harbin 150081, Heilongjiang, China)

Abstract: According to the Japanese Agricultural Standard for structural plywood, outside shear strength and bending strength for larch structural plywood with seven different panel thicknesses were tested. The results showed that the outside shear strength and the bending strength of the samples met the requirements of the Japanese standard.

Key words: larch; structural plywood; full-scale testing samples; outside shear strength; bending strength

结构胶合板是重要木质工程材料之一,主要用于木结构建筑的墙板、屋顶板、地板及木工字梁腹板。而准确测试和评价其力学性能,对木结构建筑的安全性和降低建筑材料成本非常重要。胶合板的面外剪切强度和大尺寸试件的弯曲强度,是其用于剪力墙、木工字梁腹板等设计的科学数据。

落叶松木材力学强度高、耐久性好、材质坚硬、纹理美丽,是优异的工程和建筑材料,是制造结构单板人造板的最佳原料之一。

与传统小试件相比,大尺寸试件更接近结构胶合

板的实际应用尺寸,检测得到的弯曲强度更贴近其实际性能。我国目前尚未颁布相关检测标准,因此,参照日本农林水产省告示第303号农林标准(2014年)《日本农林胶合板标准-结构用胶合板》,笔者等首次测定了7种厚度国产落叶松胶合板的面外剪切强度和大试件弯曲强度,以期国产落叶松结构胶合板的建筑应用,提供设计和施工技术参数。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1) 落叶松(*Larix gmelinii*)胶合板,由大兴安岭漠河县某企业订制生产,试板幅面1220 mm×2440 mm,依据日本标准要求及常用胶合板厚度,设定7种试板厚度,见表1。

2) 酚醛胶,自制,固体含量48.5%,pH值

收稿日期: 2015-01-28; 修改日期: 2015-10-10

基金项目: 林业公益性行业科研专项“工程木质复合材料结构承载性能检测技术研究”(201304514); 国家标准《结构胶合板》项目(20121510-T-432)。

作者简介: 孙玉慧(1985-),女,黑龙江省木材科学研究所助理研究员。

11.38,游离酚含量 0.38%,游离甲醛含量 0.32%。

3) 制板工艺参数:参照工厂实际生产工艺,设定单板涂胶量 350 g/m²(双面),预压时间 30 min;单板厚度 1.8~2.5 mm,根据试板公称厚度调整压缩率,热压压力 1.0~1.3 MPa,温度 125~135 ℃,时间 1.5 min/mm。采用厚度规控制试板厚度。

试板的规格尺寸偏差、外观质量和胶合强度合格率等,符合 GB/T 22349-2008《木结构覆板用胶合板》要求。密度、含水率和胶合强度合格率见表 1。

表 1 落叶松结构胶合板密度、含水率和胶合强度合格率

Tab. 1 Qualification of density, moisture content and bonding strength for larch structural plywood samples

公称厚度/ mm	单板 层数	密度/ (g·cm ⁻³)	含水率/ %	合格率/ %
6	3	0.78	10.26	100
9	5	0.74	9.48	100
12	7	0.73	8.79	100
15	9	0.72	7.23	83
18	11	0.76	8.06	94
22	13	0.79	7.93	100
25	15	0.84	9.96	100

注:合格率判定以经煮沸-干燥-煮沸处理后,胶合强度>0.8 MPa 试件数量的比例计。

1.2 试验装置

日本产 10 t 木材万能试验机;单压头弯曲测试装置;自制剪切专用固定夹板;自制 400 mm 宽专用双压头弯曲测试装置等。

1.3 性能检测

参照日本标准进行检测。每种厚度试板制备 3 张,每项性能检测各为 6 个试件。

1) 面外剪切强度

面外剪切强度指结构胶合板厚度横截面的抗剪能力。如图 1 所示,利用螺栓使试件与钢板紧密固定,防止滑动。均匀加载,加载速度 2.0 MPa/min,记录试件破坏时的最大载荷。

面外剪切强度按公式(1)计算。

$$F = \frac{p}{hL} \tag{1}$$

式中: F—面外剪切强度,MPa; p—最大破坏载荷,kN; L—试件长度,mm; h—试件厚度,mm。

2) 弯曲强度

大试件测试方法:日本标准规定试件宽度可为

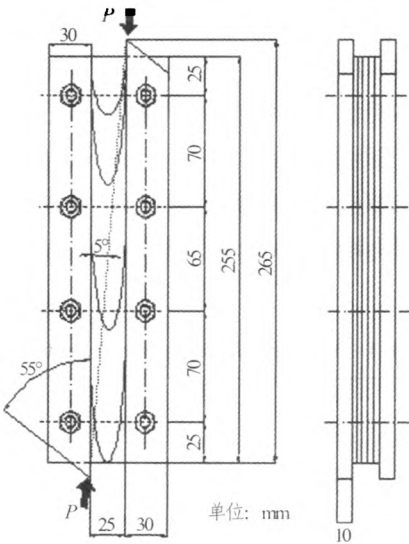


图 1 结构胶合板面外剪切性能检测示意图

Fig. 1 Sketch of testing outside shear strength for larch structural plywood samples

800 mm 或 400 mm。考虑到可操作性,本试验选用试件宽度 400 mm。支座跨距为试件基本厚度的 45 倍,双压头间距为试件基本厚度的 15 倍。压辊和支承辊直径为(30±0.5) mm,其长度应大于试件宽度。

目前,我国的胶合板弯曲强度大部分依据 GB/T 17657-2013《人造板及饰面人造板理化性能试验方法》,采用小试件进行检测,通过对比大试件和小试件的检测结果,为生产企业和应用部门提供参考数据。

2 结果与分析

2.1 面外剪切强度

7 种厚度落叶松结构胶合板的顺纹面外剪切强度检测结果,见表 2。

表 2 7 种厚度落叶松结构胶合板试件的面外剪切强度

Tab. 2 Outside shear strength of larch structural plywood for seven different panel thicknesses

编号	公称厚度 /mm	平均值/ MPa	标准差/ MPa	变异系数/ %
1	6	10.0	1.8	17.7
2	9	10.4	0.5	5.1
3	12	10.6	0.6	5.6
4	15	10.0	1.3	13.4
5	18	10.2	0.8	7.9
6	22	-	-	-
7	25	-	-	-
标准规定值		3.2		

注:编号 6、7 的试板,在测试过程中由于夹具原因没有测到最大破坏载荷。

从表 2 可知,7 种厚度试板顺纹面外剪切强度,超出日本标准规定值。不同厚度试板的面外剪切强度变化不明显,表明在一定范围内,试板厚度对面外剪切强度影响不明显。原因是:面外剪切强度主要是测试每层单板的胶层剪切强度,厚度增加,胶合板承受的剪切力增加,承受剪切力的板材面积亦增加。

实际应用中,不同场合对板材厚度有不同的要求,板材厚度和强度同时满足使用要求才可。

2.2 弯曲强度

7 种厚度落叶松结构胶合板大试件和小试件的 MOR 和 MOE 检测结果,见表 3。7 种厚度试板的纵、横向 MOR 和 MOE,超出日本标准规定值。

表 3 7 种厚度落叶松结构胶合板的静曲强度和弹性模量

Tab. 3 Modulus of elasticity and modulus of rupture of larch structural plywood for seven different panel thicknesses

厚度 /mm	性能 指标	试件 尺寸	平均值/MPa		标准差/MPa		变异系数/%		日本标准规定值/MPa			
			顺纹	横纹	顺纹	横纹	顺纹	横纹	顺纹 ^a	顺纹 ^b	横纹 ^a	横纹 ^b
6	MOR	大	59.5	22.4	12.9	3.7	21.6	16.4	38.0	27.0	8	5
		小	149.7	31.5	17.2	7.3	11.5	23.3				
	MOE	大	10638	1216	1591	308	15.0	25.4	8500	8000	500	400
		小	15299	953	1049	222	6.9	23.2				
9	MOR	大	82.5	35.5	16.1	7.4	19.6	20.8	32.0	27.0	12	9
		小	79.2	45.8	9.2	11.9	11.6	26.0				
	MOE	大	13936	4102	2557	1108	18.4	27.0	7000	8000	2000	1800
		小	8251	2744	1063	744	12.9	27.1				
12	MOR	大	64.7	36.5	22.1	1.5	34.1	4.1	28.0	27.0	16	10
		小	70.1	38.8	17.7	11.2	25.2	29.0				
	MOE	大	11655	5578	1459	1268	12.5	22.7	6500	8000	2500	2200
		小	7997	4262	1018	580	12.7	13.6				
15	MOR	大	80.9	38.7	12.7	11.6	15.7	30.1	24.0	27.0	20	10
		小	82.1	47.9	7.3	15.0	8.9	31.3				
	MOE	大	13764	5853	1816	494	13.2	8.4	5500	8000	3500	2200
		小	11777	5234	4102	1359	34.8	26.0				
18	MOR	大	56.6	45.3	13.5	7.4	23.8	16.3	22.0	27.0	20	10
		小	70.7	45.6	9.7	12.1	13.7	26.5				
	MOE	大	11462	8064	1887	3680	16.5	45.6	5000	8000	4000	2200
		小	8873	5677	884	1406	10.0	24.8				
22	MOR	大	78.8	60.0	8.7	17.3	11.0	28.9	24.0	27.0	18	10
		小	74.3	43.0	11.0	11.5	14.9	26.8				
	MOE	大	12973	8764	625	1060	4.8	12.1	5500	8000	3500	2200
		小	8434	5393	906	1710	10.7	31.7				
25	MOR	大	52.4	48.4	9.7	6.9	18.5	14.3	24.0	27.0	18	10
		小	66.5	38.1	13.1	8.9	19.7	23.4				
	MOE	大	10430	6495	1214	1610	11.6	24.8	5500	8000	3500	2200
		小	8715	4571	2078	1454	23.8	31.8				

注: a. 日本标准中,按照厚度分级的指标值; b. 日本标准中,按强度分级最高等级指标值。

对比大、小试件测试结果,小试件 MOR 较高,而大试件 MOE 较高。分析原因,主要是材质和加工缺陷对 MOR 的影响较大,小试件板面小缺陷相对较少;而大试件板面较宽,整体刚性增加,故 MOE 较高。

检测结果的变异系数较大,主要受落叶松材质本身差异性和加工工艺及质量的影响。此外,测试时要明确规定胶合板试件表、背板的测试方向,以减少检测结果的差异。

3 结论

1) 7 种厚度国产落叶松结构胶合板的面外剪切强度均达到 9.0 MPa 以上,超出日本标准规定值。

2) 采用大试件检测,7 种厚度国产落叶松结构胶合板的纵向和横向 MOR 和 MOE,均超出日本标准中按厚度分级和按强度分级规定的最高指标值。

3) 本试验订制试板的 MOR 和 MOE 变异系数较大,今后要提高结构胶合板的质量均一性。

(责任编辑 张一萍)