

研究与开发

竹篾帘搭接对结构用竹篾层积材力学性能的影响

高黎, 王正, 任一萍

(中国林科院木材工业研究所, 北京 100091)

摘要: 竹篾帘拼长是制备超长竹篾层积材(LBSL)的必要手段,竹篾帘端头搭接是拼长的方式之一。对LBSL抗弯及抗拉性能的测试结果表明:搭接长度和位置对板材力学性能影响显著;增加搭接长度有利于提高其抗弯和抗拉性能,当搭接长度大于10 mm时,板材的力学性能趋于稳定;搭接接头位于芯层时,板材性能优于接头位于表层。LBSL生产组坯工序要保证竹篾帘搭接长度,同时尽量避免板坯表层出现搭接。

关键词: 竹篾层积材(LBSL); 竹篾帘; 搭接; 抗弯性能; 抗拉性能

中图分类号: S795.9; TS653.3

文献标识码: A

文章编号: 1001-8654(2014)05-0005-04

Influence of Lap Joint in Bamboo Curtain on Mechanical Properties of Laminated Bamboo Sliver Lumber

GAO Li, WANG Zheng, REN Yi-ping

(Research Institute of Wood Industry, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China)

Abstract: Lap joints are necessary for making ultra-long laminated bamboo sliver lumber (LBSL). Effects of the length and the position of lap joints were analyzed by testing the lumber's bending and tensile strength. The results showed that the length and the position had significant influence on bending (MOE and MOR) and tensile strength (ts). The length had no significant effect until it exceeded 10 mm. However, when the joints were at the surface of the lumber there was a negative influence on bending and tensile properties. It was concluded that the length of the joints should be longer than 10 mm and should not be at the surface of the lumber.

Key words: laminated bamboo sliver lumber (LBSL); bamboo curtain; lap joint; bending performance; tensile strength

竹篾层积材是我国研发的特有的高韧性、高强度的复合材料,可替代木材制成木结构建筑中的梁、柱等承重构件^[1-3]。在实际生产中,为满足大尺寸结构用材的需求,需对竹篾帘进行接长处理。笔者前期研究考察了竹篾帘铺装接长时,拼接缝隙对竹篾层积材

抗弯性能的影响,发现拼接缝隙对板材的性能有一定的影响,铺装时应尽量避免形成对接缝隙,宜采用端头搭接^[4]。

抗弯性能和抗拉性能是结构用竹篾层积材加工利用的重要力学性能指标。在前期研究的基础上,笔者以毛竹为对象,考察竹篾帘铺装接长时,端头搭接长度、位置对竹篾层积材抗弯和抗拉性能的影响,以为大尺寸结构用竹篾层积材的生产制备提供技术依据。

收稿日期: 2014-01-15; 修改日期: 2014-07-22

基金项目: 林业公益性行业科研专项“大跨度竹质工程构件制造关键技术与示范”(201204701)。

作者简介: 高黎(1979—),女,中国林科院木材工业研究所助理研究员,博士。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1) 竹篾帘:毛竹(*Phyllostachys pubescen*)去除竹青竹黄,破篾、编织而成,厚度(1.4±0.1)mm,含水率8%~10%。

编织两种规格的竹篾帘:帘宽均为200 mm,帘长分别为100 mm和200 mm,其中短竹篾帘用于层积材铺装时长度方向的搭接。

2) 酚醛树脂(PF)胶:自制,固体含量25%,黏度15 mPa·s(25℃)。

1.2 主要设备

80 t人造板试验压机、万能力学试验机等。

1.3 试验方法

工艺流程:竹篾帘→浸胶→干燥→平行组坯→热压→冷却→裁边

均匀铺装是保证人造板性能稳定的重要手段。考虑到工厂生产采用人工铺装组坯,为了简单易行,本试验设计3层结构竹篾层积材,在竹篾帘的长度方向做单个搭接,搭接位置分别位于板材表层和芯层2个水平,搭接长度6个水平,分别设为0、2、5、10、20、30 mm。

其他工艺参数固定为:竹篾帘的浸胶量约5.8%,浸胶后干燥至含水率9%~11%;热压工艺:温度145~155℃,时间6 min,压力1.5 MPa。每组试验重复3次。

1.4 性能检测

参照GB/T 17657-2013《人造板及饰面人造板理化性能试验方法》进行抗弯性能和抗拉性能测试。由于本试验的板材厚度仅4 mm,且竹篾宽度一般为20~30 mm,根据实际情况,抗弯性能测试试件的裁切宽度为15 mm,长度为140 mm,跨距为100 mm,采用三点弯曲方法,搭接位置位于压头正下方;搭接位于表层时,分为上表面和下表面两个变量。

将由接长竹篾帘制备的三层结构竹篾层积材的力学性能测试结果,与无拼接竹篾层积材进行比较,每组取6个以上有效数据进行方差分析。

2 结果与分析

在不同搭接长度和接头位置条件下,竹篾层积材力学性能的测试结果列于表1。

• 6 •

表1 竹篾层积材的力学性能测试结果

Tab. 1 Mechanical properties of laminated bamboo sliver lumber

组号	搭接长度/mm	搭接位置	MOE/GPa	MOR/MPa	ts/MPa
1	0	芯层	12.98	160.34	122.06
2	2	芯层	12.85	185.01	95.78
3	5	芯层	12.44	177.39	111.61
4	10	芯层	14.24	202.82	132.11
5	20	芯层	12.49	175.51	125.17
6	30	芯层	13.29	179.34	130.47
7	0	表层	9.07(上) 10.39(下)	86.35(上) 87.14(下)	105.71
8	2	表层	11.42(上) 12.04(下)	128.36(上) 75.59(下)	71.70
9	5	表层	11.00(上) 12.13(下)	141.61(上) 96.81(下)	119.71
10	10	表层	12.21(上) 11.37(下)	179.50(上) 111.58(下)	112.04
11	20	表层	12.32(上) 11.85(下)	186.94(上) 127.02(下)	125.94
12	30	表层	12.91(上) 12.04(下)	160.91(上) 157.94(下)	116.76
无拼接对比板			14.83	207.54	156.41

由表1数据可发现,搭接使板材的抗弯性能降低,板材的抗拉性能对缺陷更敏感^[5],说明搭接对板材性能存在不可逆的负面影响。

对测试结果进行方差分析,结果列于表2。

表2 变量因子对竹篾层积材性能影响的方差分析

Tab. 2 Variance of analysis on properties of laminated bamboo sliver lumber

性能	变量	自由度	平方和	均方	F _{0.05}	显著性
MOE	搭接长度	5	39.84	7.97	2.07	0.0722
	搭接位置	2	94.84	47.42	12.32	<0.0001
MOR	搭接长度	5	64864.45	12972.89	11.49	<0.0001
	搭接位置	2	160778.43	80389.21	71.18	<0.0001
ts	搭接长度	5	18664.88	3732.97	6.39	<0.0001
	搭接位置	1	2573.45	2573.45	4.41	0.0389

表2数据显示,搭接长度对竹篾层积材MOR和ts的影响非常显著;搭接位置对板材MOR和MOE的影响非常显著。

2.1 搭接长度的影响

搭接长度对竹篾层积材抗弯和抗拉性能的影响,如图1所示。

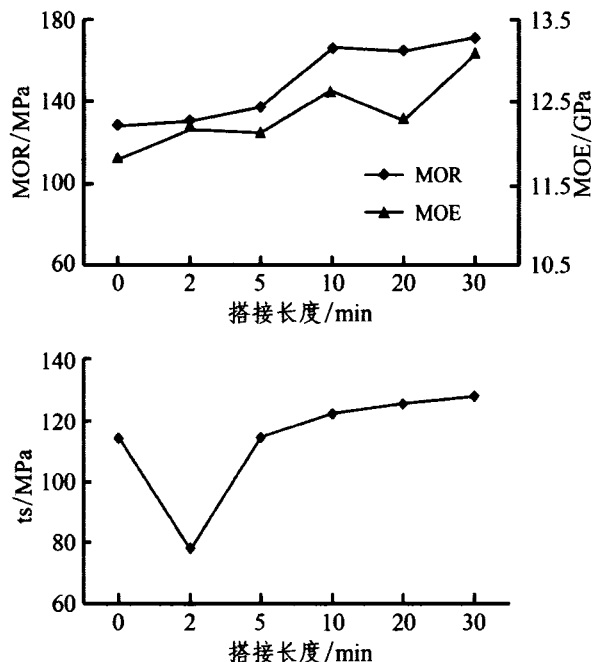


图1 搭接长度对板材性能的影响

Fig. 1 Effect of lap joint's length on properties of laminated bamboo sliver lumber

随着搭接长度的增加,板材总有效胶合面积增加,胶合强度升高,MOR 相应得到提高^[6]。多水平间的差异分析显示,水平1~3 间差异明显,水平4~6 间差异不显著,说明搭接长度超过10 mm 后,板材的MOR 性能趋于稳定。

随着搭接长度的增加,板材的MOE 整体呈上升趋势,水平间差异分析显示,仅水平1、4 及1、6 间差异显著,其他水平间差异不明显。说明搭接长度对板材的MOE 影响较小。

相对于端头对接,当搭接长度为2 mm 时,板材的ts 最低。这是由于竹篾端头为一定厚度的矩形,端头搭接可造成相邻铺装层间形成三角缝隙,缝隙导致层间胶合面积减少,容易发生应力集中,因而板材的强度下降。

随着搭接长度的增加,胶合面积增加,相邻铺装层间形成的三角缝隙间的距离亦增加,有效地分散了应力。搭接产生的三角缝隙与竹篾厚度相关,因此采用薄竹篾帘更有利。

2.2 搭接位置的影响

搭接位置对板材性能的影响,如图2 所示。

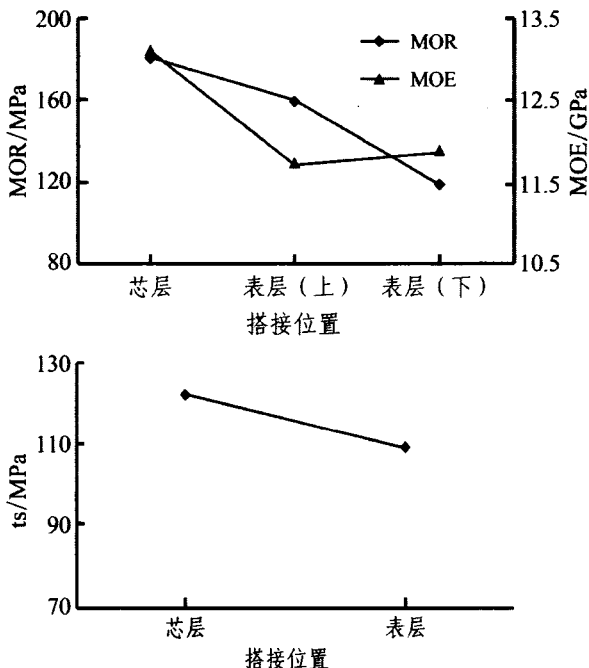


图2 搭接位置对板材性能的影响

Fig. 2 Effect of lap joint's position on properties of laminated bamboo sliver lumber

由图2 可发现,搭接接头位于板材芯层时,板材的抗弯和抗拉性能均较优。进行抗弯性能测试时,厚度中心层应力为零,越靠近中心层,所受应力越小;同样,板材受拉应力时,上下两面的胶合有效抑制了搭接位置的破坏,因此接头位于芯层时,板材的强度较高。反之,搭接接头位于表层时,对板材性能的削弱程度高于芯层,因此,铺装时应尽量减少表层竹篾帘的搭接。

2.3 工厂验证试验

依据前述试验结果,在工厂进行验证试验。按1.3.2 节所述铺装方式,采用三种竹篾帘(长度分别为2 100、1 400、700 mm),在长度方向拼长,厚度方向每3 层重复铺装,实际端头搭接长度20~100 mm,制备长度为6 000 mm、宽度为1 220 mm、厚度为40 mm 的毛竹竹篾层积材,热压时间为1.5 min/mm,其他热压参数相同。

按照 ASTM D 5456-2011 《Standard Specification for Evaluation of Structural Composite Lumber Products》相关方法进行性能测试,垂直抗弯试件尺寸为920 mm×90 mm×40 mm,抗拉试件尺寸为2 000 mm×100 mm×40 mm,测试在中国林科

院木材工业研究所结构实验室内完成。板材实测密度为 0.84 g/cm^3 , 垂直板面方向 MOE 为 11.76 GPa , MOR 为 112.25 MPa , t_s 为 95.96 MPa , 其中 t_s 变异系数 4.35% (t_s 变异系数小于 10% , 可认为板材性能稳定性较高^[7]), 说明按照本研究设计的铺装方式和搭接方法, 生产的结构用竹篾层积材的性能良好且稳定。

3 结论

1) 本试验范围内, 竹篾帘的搭接长度大于 10 mm 时, 板材的抗弯及抗拉性能较优; 搭接接头位于板坯芯层, 对板材性能的削弱程度较小。因此, 在竹篾层积材铺装的过程中, 应保证竹篾帘搭接长度大于 10 mm , 并减少在板坯表层进行搭接。

2) 通过拼长组坯设计制备的结构用竹篾层积材具有良好的力学性能, 今后有待对板材的耐候性等开展进一步研究。

参考文献:

- [1] 高黎, 王正, 常亮. 建筑结构用竹质复合材料的性能及应用研究[J]. 世界竹藤通讯, 2008, 6(5): 1-5.
- [2] CHEN Xuhe, WANG Zheng. Bamboo-based panels for structural application[J]. Chinese Forestry Science and Technology, 2005, 4(2): 49-51.
- [3] 魏洋, 张齐生, 蒋身学, 等. 现代竹质工程材料的基本性能及其在建筑结构中的应用前景[J]. 建筑技术, 2011, 42(5): 390-393.
- [4] 高黎, 王正, 赵瑞龙, 等. 竹篾帘拼接缝隙对竹篾层积材抗弯性能的影响[J]. 木材工业, 2013, 27(5): 30-33.
- [5] 李永光, 白秀英. 建筑力学与结构[M]. 北京: 机械工业出版社, 2009.
- [6] DAI C P, YU C M, ZHOU C. Theoretical modeling of bonding characteristics and performance of wood composites. Part I. Inter-element contact[J]. Wood and Fiber Science, 2007, 39(1): 48-55.
- [7] 张俊珍, 任海青, 钟永, 等. 重组竹抗压与抗拉力学性能的分析[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2012, 36(4): 107-111.

(责任编辑 向琴、孟凡丹)

行业简讯

德国 Siempelkamp 再售刨花板生产线

2014 年 7 月, Siempelkamp 公司再传喜讯: 德国 Rauch Spanplattenwerk 有限公司订购了一整条包含 $7' \times 52 \text{ m}$ ContiRoll® 压机的成型和压机线。这项投资是该工厂装备改造升级项目的一部分, 以提高刨花板的生产效率。这一订单不仅有 Rauch 人造板众所周知的优异质量做为后盾, 其高度创新的技术同样达到了里程碑式的水平。

Siempelkamp 将为 Rauch 供应最先进的刨花板生产线: 配备最新第 8 代 ContiRoll® 压机, 宽度可灵活调节, 具备最佳的压力分布能力; 对制胶和施胶系统、铺装设备, 提供了 3 种新产品: 创新型的 Ecoresinator 刨花拌胶系统、经过优化的 EcoFormer 表层风力铺装机以及 SicoFormer 板坯重量秤。

1) 高效拌胶得益于其特殊的喷嘴技术, 刨花通过分流器之后, 被相对错开排列的特殊双元件喷嘴从内向外喷上细胶雾, 极大降低了后续刨花混合过程中的能源消耗。最佳的喷胶压力保证了良好的细胶喷雾, 以及自洁喷嘴的低磨损。

2) 风力铺装机提供了更高的表层铺装精度。创新型的风力分布系统, 使气流均匀分布到多孔板以及

风室中。空气在风室中通过若干料斗, 向各个空气喷嘴流动。机械控制的缓冲板控制和调节气流, 尤其是与产品呈垂直角度的气流, 减少了对材料的消耗, 同时改进了面积重量公差。由于铺装机的压力损失减少, 只需配备能源消耗更低的中小型风机即可。

3) 创新的板坯重量秤分别设在下表层铺装机后、第二个芯层铺装机后、以及预压机后, 确保每层板坯的铺装精度。

这条生产线是参照 Siempelkamp 近几年销售欧洲的配置, 针对特殊人造板产品的先进生产线系列的一部分。目前已供应给德国 Pollmeier 的层积桦木单板生产设备、匈牙利 Falco 的高性能刨花板设备、波兰 Homanit 的超薄 MDF 生产设备、法国 Pavatex 的木纤维绝缘板生产设备以及荷兰 Rockwool 的创新墙板生产线等。

Rauch 公司在德国生产卧室家具已有超过 115 年的历史, Rauch 刨花板的一项特质是具备极佳的表面质量, 能够满足复杂贴面过程的要求; Rauch 的产品还因自身极佳的机械加工性能, 尤其是握螺钉力优异, 而受到客户的好评。

王超摘编