

讨论与建议

结构胶合板几种力学检测方法的探讨

吕斌,付跃进,杨帆,孙学东

(国家人造板质量监督检验中心,北京 100091)

摘要: 在不同加荷、不同跨距和不同加荷头数量的检测方法下,对杨木结构胶合板的静曲强度和弹性模量进行检测,比较 3 种方法对应测试结果的可互换性。对结果的分析表明,3 种条件下测试的静曲强度值存在明显的相关性,说明试验设定的 3 种检测方法可以互换;而弹性模量的对比结果则差异显著,相关性较低,表明 3 种检测方法不存在替代性。

关键词: 结构胶合板;力学性能;检测方法

中图分类号: TS653.3, S781.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-8654(2004)05-0021-03

A Study on Methods for Determing Mechanical Properties of Structural Plywood

LU Bin, FU Yue-jin, YANG Fan, SUN Xue-dong

(National Centre for Quality Supervision and Testing of Wood-based Panels, Beijing 100091, China)

Abstract: For measuring modulus of rupture (*MOR*) and modulus of elasticity (*MOE*) of structural plywood, the three methods were established on a single loading point with the span of 220 mm and 340 mm, and double points with 357 mm span. The test results indicated that there was an obvious linear relativity among the *MOR* values, while the *MOE* values were different from each other distinctly. The authors concluded that these methods could be comparable to each other for measuring *MOR* of plywood, but incomparable for measuring *MOE*.

Key words: Structural plywood; Mechanical property; Test method

一种新产品所遵循的标准可以是先于产品之前,也可以在新产品出现以后再适时研制。新标准及时、准确的出台,可以节约和优化社会资源,维护市场秩序,促进社会进步。标准是行业共同遵循的准则,适用的标准能够经受实践的考验,指导生产,保证质量,并不断得到完善和发展。标准的制定和修订必需通过大量的试验研究,以保证标准中规定的指标值具有科学性和准确性。适宜的测量方法是取得客观、公正、可对比的指标值的必需和重要的手段。因此,试验方法的研究是制定及更新标准的必要前提。

结构型人造板在西方广泛用于建筑、桥梁、房屋、道路、运输等领域。近年来,随着我国经济的高速发展和人们生活水平的提高,基础设施建设尤其是建筑行

业、交通运输行业等得到飞速发展,健康、环保的木质结构房屋正被越来越多的国人所接受。据报导,国外已有多家公司在我国大规模开发木结构别墅,为结构人造板提供了巨大的发展空间和舞台^[1]。

本研究正是基于我国结构人造板的现实情况和发展的需要而展开和确立的,以酚醛树脂杨木结构胶合板为对象,在不同检测方法下测定其静曲强度和抗弯弹性模量指标值,探讨不同的检测方法对板材测定结果的影响,为标准的制定提供依据。

1 材料和方法

1.1 试验材料

本试验选用市场出售的、五层酚醛树脂杨木 (*Populus* spp.) 结构胶合板(市场名:室外型新型旋切厚芯细木工板),含水率为 6%~10%。板材规格为 2 440mm×1 220 mm×17 mm,其表板和背板厚度为

收稿日期:2004-03-25
基金项目:科技基础性工作专项资金项目“人造板及制品品质和加工质量标准制定与升级”之一。
作者简介:吕斌,男,国家人造板质量监督检验中心副主任,高级工程师。

1 mm,中间三层的厚度各为 5 mm。

1.2 试验条件

在同一张板材上分别锯取 3 种不同尺寸的试件,即 270 mm×50 mm×17 mm;390 mm×50 mm×17 mm;407 mm×50 mm×17 mm,每种规格 50 个,并分别对应如下 3 种检测方法进行检测:①单加荷头,跨距 220 mm;②单加荷头,跨距 340 mm;③双加荷头,跨距 357 mm。

1.3 检测项目

参照日本结构用单板层积材标准 JAS LVL STANDARD-1993,进行酚醛树脂五层结构胶合板静曲强度(MOR)和抗弯弹性模量(MOE)的检测。

1.4 仪器和设备

精密台式锯、万能力学试验机等。

2 结果与分析

2.1 不同检测方法对板材 MOR 测定结果的影响

3 种检测方法测得 50 组试件的 MOR 值见表 1。

表 1 不同检测方法的 MOR 值

Tab.1 MOR of samples tested under 3 different conditions				
静曲强度 /MPa	①单加荷头 跨距 220 mm	②单加荷头 跨距 340 mm	③双加荷头 跨距 357 mm	
平均值	45.10	45.63	48.84	
标准差	5.81	7.02	8.39	

2.1.1 不同检测方法检测结果相关性的对比

(1) 以检测方法①测得的 MOR 值为 y 值,以检测方法③测得的 MOR 值为 x 值,通过回归法分析 2 种检测方法的相关性。结果见图 1。

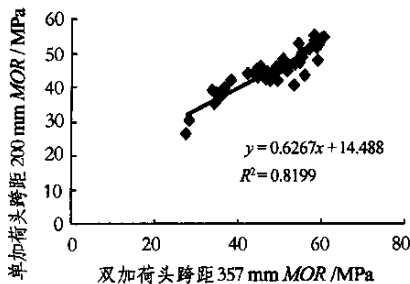


图 1 2 种检测方法测得 MOR 的相关性

Fig.1 Linear relativity of MOR tested under condition 1 and 3

如图 1 可见,y 值和 x 值存在明显的相关性,说明这 2 种检测方法之间具有很强的可互换性,即此 2 种检测方法对试件 MOR 的测试结果影响不大。

(2) 以检测方法②测得的 MOR 为 y 值、检测方法③测得的 MOR 为 x 值,通过回归法分析 2 种检测方法的相关性,结果见图 2。

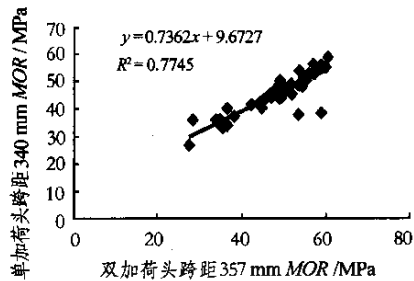


图 2 2 种检测方法测得 MOR 的线性相关性

Fig.2 Linear relativity of MOR tested under condition 2 and 3

图 2 结果与图 1 相似,说明这 2 种方法之间也不存在本质差异,可以根据实际条件选用。

2.1.2 3 种方法的 MOR 检测结果方差分析 3 种检测方法的方差分析见表 2,即以跨距作为单因素进行方差分析,得到 F 值(均方比)为 4.01,略大于 F_{0.05},可以知道不同的跨距造成的 MOR 的结果稍有差异,但不显著。

表 2 3 种 MOR 检测结果的方差分析

Tab.2 Variance analysis of MOR tested from the three test methods

差异源	离差平方和	自由度	均方	均方比	F _{0.05}
组间	410.18	2	205.09	4.01	3.06
组内	7517.84	147	51.14		
总计	7928.02	149			

通过检测结果分析可知,双加荷头跨距与单加荷头不同跨距检测的 MOR 值具有明显的线性相关性,即不同的检测方法对试件的 MOR 结果影响不大。

2.2 不同检测方法对板材 MOE 测定结果的影响

3 种检测方法测得 50 组试件的 MOE 值见表 3。

表 3 不同检测方法测得的 MOE 值

Tab.3 MOE of samples tested under 3 different conditions

弹性模量 /MPa	①单加荷头 跨距 220 mm	②单加荷头 跨距 340 mm	③双加荷头 跨距 357 mm
平均值	4281	5819	6735
标准差	372	354	602

2.2.1 不同检测方法检测结果相关性的对比

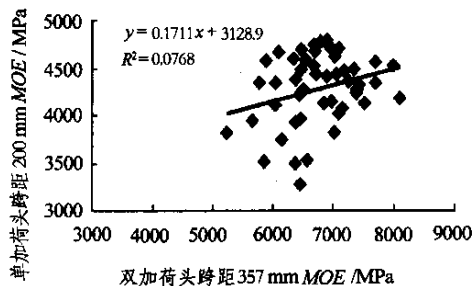


图 3 2 种 MOE 检测方法的线性相关性

Fig.3 Linear relativity of MOE tested under condition 1 and 3

(1) 以检测方法①测得的 MOE 为 y 值,以检测方法③测得的 MOE 为 x 值,通过回归法分析 2 种检测方法的相关性,结果由图 3 可见, y 值和 x 值相关性不明显,相关系数很低,说明不同检测方法的测定结果存在较为明显的差别。

(2) 以检测方法②测得的 MOE 为 y 值,以检测方法③测得的 MOE 为 x 值,通过回归法分析 2 种检测方法的相关性。结果如图 4 所示,表明 2 种检测方法所测得的 MOE 也没有线性相关性,检测结果颇有差异。

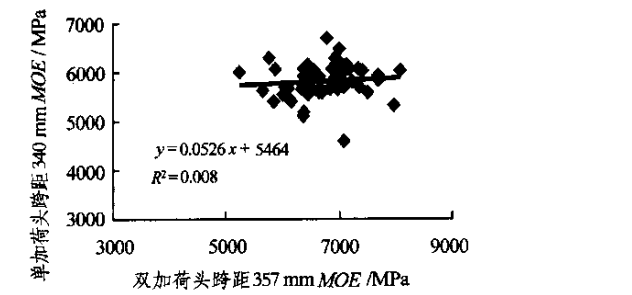


图 4 2 种 MOE 检测方法的线性相关性
Fig. 4 Linear relativity of MOE tested under condition 2 and 3

2. 2. 2 3 种方法的 MOE 检测结果方差分析 3 种 MOE 检测结果的方差分析见表 4。

表 4 3 种 MOE 检测结果的方差分析

Tab. 4 Variance analysis of MOE from three test methods

差异源	离差平方和	自由度	均方	均方比	$F_{0.05}$
组间	153794191	2	76897096	368.28	3.06
组内	30693749	147	208801		
总计	184487940	149			

结果可知,双加荷头与单加荷头不同跨距条件下的 MOE 检测值存在显著差别,两者相关性小,说明检测方法对试件的 MOE 影响显著。

3 讨论

综合上世纪 70 年代以来国外结构用人造板测定的研究结果,以及本研究的有关结果^[1],可以认为:

小型试件采用中间加荷测定 MOR 时,不仅有弯曲应力,而且同时存在剪应力(在弹性力学和材料力学中均有数学论证),特别是在跨距很小时,剪应力的存在明显增加了外力的施加,最终在计算 MOR 时表现为计算值偏大^[2]。于是,有学者提出采用双加荷头测定法,这样可使两个加荷头之间的试件在弯曲时避免产生剪应力,即所谓“纯弯曲测定静曲强度”,测定结果将小于中间加荷方法的测定值^[2]。

由于双加荷头测定时操作较为困难且计算复杂(国内力学试验机目前尚无此自动计算功能),对此,有

研究提出并证实,对于人造板而言,当跨距大于试件厚度的 21 倍(或 24 倍)时,采用中间加荷产生的剪应力对 MOR 计算值的影响很小,可以不予考虑^[3]。

众多的研究结果还一致表明,用 MOR 的方法测定板材的 MOE 时,试件尺寸越大,则测定结果也越大。本研究也得出相同的结论,但目前还未见有充分的理论分析加以证明。

此外,本研究采用的 3 种检测方法测定的 MOE 之间的相关关系不显著,重要的原因之一是目前测量弯曲挠度的手段精确度不够(通常是根据板材的变形量,用位移表来测量挠度),而挠度值对最终的计算结果影响颇大^[4,5]。但当试件数足够多时,测量挠度值的随机误差可能抵消或部分抵消,这样,众多试件的弯曲弹性模量的平均值仍有参考价值。本试验采用 50 个试件进行试验,远高于日本标准中所要求的试件个数,可以很好的抵消测量的随机误差,所以,3 种检测方法测出的试件 MOE 平均值的变化规律与文献资料报道基本一致^[4,5]。

4 结论

从以上试验及分析可以看出,在标准制定或试验安排中,不同的检测方法对测定结果可能产生不同的影响。因此,只有在大量试验的基础上,反复验证和分析以确保检测方法的合理和科学,并在试验中不断得到完善,这样制订出来的标准才具有科学性和可行性,也能符合我国的国情和社会发展需要。可见,加强我国标准方面的基础试验研究工作是非常重要和紧迫的,也是今后标准研究工作的重点。

致谢:本研究得到王维新高级工程师的悉心指导和帮助。

参考文献:

[1] 吕斌,付跃进,虞华强,等. 结构胶合板蠕变测试方法的研究[J]. 木材工业,2004,18(4):16-19.

[2] Bier H. *Pinus Radiata* Plywood; Influence of Panel Width and Loading Method on Bending Properties[J]. New Zealand J of Forest Sci, 1984,14(3):400-403.

[3] Bier H. *Radiata Pine Plywood*; An Experimental Study of the Bending Properties of Structural Plywood[Z]. Forest Research Institute Bull,53 Rotorua, New Zealand,1983,24.

[4] McNatt, J. D. Static Bending Properties of Structural Wood-based Panels; Larg-panel Versus Small-specimen Tests[J]. Forest P J, 1984, 34(4): 50-54.

[5] McNatt J Dobbin, Robert W. Relationships Between Small-specimen and Large Panel Bending Tests on Structural Wood-based Panels[J]. Forest P J, 1990,40(9):36-44.