

# 菱镁轻质墙板基本力学性能试验研究

孙跃东<sup>1</sup>, 孙汉兵<sup>2</sup>, 赵建超<sup>1</sup>, 侯鹏飞<sup>1</sup>

(1. 山东科技大学 土木建筑学院, 山东 青岛 266590; 2. 青岛亿欣达轻质墙板厂, 山东 青岛 266314)

**摘要:**通过对厚度为 90 和 120 mm 的菱镁轻质墙板的抗压强度、弹性模量、抗弯强度等的受力性能试验,研究了菱镁轻质墙板的基本力学性能和受力性能。结果表明,菱镁轻质墙板的抗压强度、抗弯破坏荷载均超过国家规范的要求,并有足够的安全储备。菱镁轻质墙板具有良好的力学性能和抗弯受力性能,用于一些受力构件是可行的。

**关键词:**菱镁轻质墙板;抗压强度;弹性模量;抗弯试验

中图分类号: TU317

文献标志码: A

文章编号: 1672-3767(2013)04-0086-05

## Experimental Study of Basic Mechanical Properties of Magnesium Lightweight Wallboard

Sun Yuedong<sup>1</sup>, Sun Hanbing<sup>2</sup>, Zhao Jianchao<sup>1</sup>, Hou Pengfei<sup>1</sup>

(1. College of Civil Engineering and Architecture, Shandong University of Science and Technology, Qingdao, Shandong 266590, China; 2. Lightweight Wallboard Factory of Qingdao Yi Xingda, Qingdao, Shandong 266314, China)

**Abstract:** Through the tests of compressive strength, elastic modulus, and bending strength of magnesite light wallboard with the thickness of 90 mm and 120 mm, the basic mechanical properties of magnesite light wallboard were studied. Experiments show that the compressive strength and bending failure load of magnesite light wallboard exceed the national standard with enough safety storage. In addition, magnesite light wallboard, which has good mechanical properties and flexural capacity, can be used for some members bearing load.

**Key words:** magnesite lightweight wallboard; compressive strength; elastic modulus; bending test wind loads

菱镁轻质墙板是以轻烧氧化镁、氯化镁以及硅、钙等复合胶凝材料为主体,通过添加菱镁调和剂等高分子聚合物,掺入工业废渣制成的轻质高强的墙体材料<sup>[1]</sup>。这类轻质墙板具有减轻墙体自重、降低能耗、增加使用面积,便于安装、提高施工效率等优点,被越来越多地应用于建筑物内墙、维护结构等<sup>[2-5]</sup>。目前,菱镁轻质墙板的强度较低、易于开裂,不同生产厂家的产品质量和力学性能差异较大,主要应用于建筑物的内墙、分割墙体以及一些维护墙体等。为了提高菱镁轻质墙板的基本力学性能,扩大其应用范围,使其应用于建筑物外墙、屋面板等受力构件,必须对板的基本力学性能和受力性能进行试验研究。本研究采用青岛亿欣达轻质墙板厂生产的菱镁轻质墙板,对两种规格的墙板进行了抗压强度、弹性模量和抗弯性能试验,研究了其基本力学性能和受力性能,为菱镁轻质墙板力学和受力性能的深入研究和工程应用提供试验和理论参考。

## 1 力学性能试验

### 1.1 抗压强度

试验采用青岛亿欣达轻质墙板厂生产的菱镁轻质墙板,墙板的尺寸为 90 mm×600 mm×3300 mm 和 120 mm×600 mm×3300 mm 两种规格。在厚度为 90 和 120 mm 的板上,加工 90 mm×100 mm×100 mm 和 120 mm×100 mm×100 mm 的试块各三个(图 1),用电子万能试验机测定其抗压强度。随着荷载的增

收稿日期: 2013-05-08

作者简介: 孙跃东(1962—),男,山东梁山人,教授,博士,主要从事混凝土结构基本理论与应用方面的研究。

E-mail: sunydl236@126.com

加,当加载到破坏荷载的 50%左右时,试件的中部出现一条细微的裂缝;随着荷载的增加裂缝继续向试件顶部和底部延伸;当达到峰值荷载时,裂缝数量增多,主要裂缝迅速向上下方开展并贯通,试件破坏。抗压强度见表 1,试件的破坏形态见图 2。

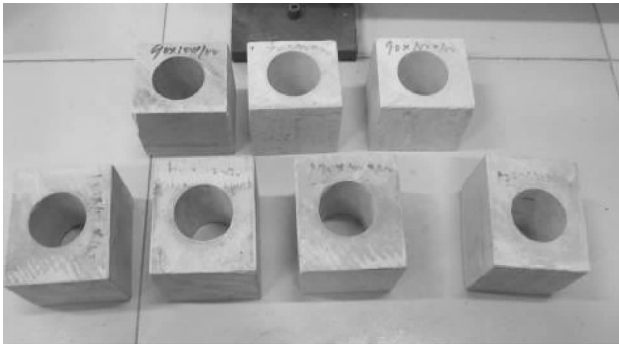


图 1 试验试块

Fig.1 Test specimen

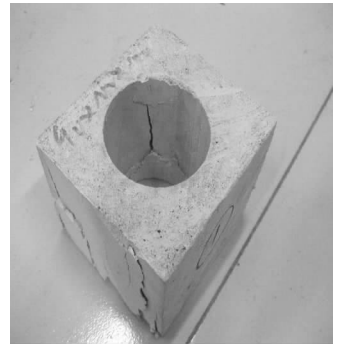


图 2 试块破坏形态图

Fig.2 Failure patterns

《建筑用轻质隔墙条板》(GB/T 23451—2009)<sup>[1]</sup>中规定,轻质墙板的抗压强度大于等于 3.5 MPa。从表 1 可以看出,厚度 90 mm 板的抗压强度的平均值为 10.95 MPa,是规范要求的 3.1 倍,厚板 120 mm 板的抗压强度的平均值为 7.61 MPa,是规范要求的 2.2 倍。因此,该两种类型墙板的抗压强度完全满足规范要求,并有充足的强度储备。

### 1.2 弹性模量

《建筑用轻质隔墙条板》(GB/T 23451—2009)<sup>[1]</sup>中对轻质墙板的弹性模量没有要求,但弹性模量是菱镁轻质墙板的重要力学性能,它反映了菱镁轻质墙板所受应力与所产生应变之间的关系,是计算墙板结构变形、裂缝开展和温度应力所必须参数之一。本研究参考混凝土弹性模量的试验方法,进行了菱镁轻质墙板的弹性模量的试验研究,试验结果见表 2。

表 1 抗压强度试验结果表

Tab.1 Test results of compressive strength

试件规格/mm	试件数量	抗压强度/MPa	
		试验值	试验平均值
90×100×100	3	10.89	10.95
		11.12	
		10.83	
		7.70	
120×100×100	3	7.51	7.61
		7.61	

表 2 弹性模量的试验结果表

Tab.2 Test results of the elastic modulus

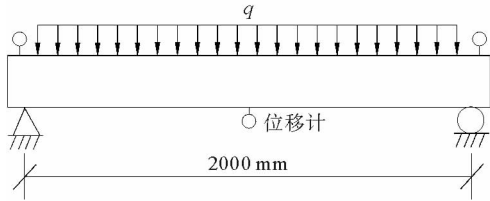
试件规格/mm	试件数量	弹性模量/MPa	
		试验值	试验平均值
90×100×300	3	4889	4840.2
		4701	
		4750	
		4760	
120×100×300	3	5055	4886
		4886	

从表 2 中的试验结果可知,菱镁轻质墙板具有较高的弹性模量,其值约为 C15 混凝土弹性模量的 1/5~1/4,因此具有一定的抵抗外荷载和变形的能力。

## 2 抗弯性能试验

按照规范<sup>[1]</sup>中轻质墙板抗弯性能的试验方法,选取 2000 mm×600 mm×90 mm 和 2000 mm×600 mm×120 mm 的板各三块,按照图 3 所示的加载装置施加均布荷载。在跨中和支座分别布置了三个位移计,以便

测量板的位移。将筛好的细砂称重装入塑料袋,用来模拟均布荷载。用堆载的方式从两边向中间均匀加载,荷载采用分级施加,加载初期,每级荷载为板重的 30%,加载后期每级荷载为板重的 20%,直到构件破坏。在每级荷载作用下,静止 5 min,观察板的变形和裂缝,读取位移计的读数。每级累计荷载下板的跨中挠度与均布荷载的试验结果见表 3 和表 4,跨中挠度和均布荷载的关系曲线见图 4。



(a) 试验加载示意图  
(a) Test loading sketch



(b) 试验加载装置图  
(b) Test loading device

图 3 试验装置图

Fig. 3 Test device

表 3 2000 mm×600 mm×90 mm 板跨中挠度与荷载的试验结果表

Tab. 3 Test results of the mid-span deflection and load for 2000 mm×600 mm×90 mm slabs

加载次序	一次加载 /kN	累计加载 /kN	均布荷载 /(kN/m <sup>2</sup> )	跨中位移/mm			备注
				板 1	板 2	板 3	
1	1.90	1.90	1.59	0.40	0.35	0.35	每级加载为板重的 30%
2	1.90	3.81	3.17	0.78	0.46	0.68	
3	1.90	5.71	4.76	1.10	1.01	1.04	
4	1.90	7.62	6.35	1.39	1.33	1.33	
5	1.90	9.52	7.93	1.68	1.64	1.66	
6	1.27	10.79	8.99	1.87	1.86	1.87	每级加载为板重的 20%
7	1.27	12.06	10.05	2.09	2.09	2.01	
8	1.27	13.33	11.11	2.27	2.38	2.22	
9	1.27	14.60	12.16	2.45	2.73	2.40	
10	1.27	15.87	13.22	2.64	3.04	2.59	
11	1.27	17.14	14.28	2.8	3.39	2.75	
12	1.27	18.41	15.34	2.99	3.56	2.94	
13	1.27	19.68	16.40	3.20	3.72	3.24	
14	0.63	20.31	16.93	3.55	3.91	3.52	每级加载为板重的 10%
15	0.63	20.94	17.45	3.78	4.13	3.80	
16	0.63	21.58	17.98	4.13	4.28	4.14	
17	0.63	22.21	18.51	—	4.49	4.46	
18	0.63	22.85	19.04	—	4.72	4.62	

表 4 2000 mm×600 mm×120 mm 板跨中挠度与荷载的试验结果表

Tab. 4 Test results of the mid-span deflection and load for 2000 mm×600 mm×120 mm slabs

加载次序	一次加载 /kN	累计加载 /kN	均布荷载 /(kN/m <sup>2</sup> )	跨中位移/mm			备注
				板 1	板 2	板 3	
1	3.0	3.0	2.5	0.19	0.18	0.19	
2	3.0	6.0	5.0	0.41	0.37	0.39	
3	3.0	9.0	7.5	0.63	0.58	0.57	每级加载为板重的 30%
4	3.0	12.0	10.0	0.83	0.78	0.77	
5	3.0	15.0	12.5	1.01	0.90	0.95	
6	2.0	17.0	14.2	1.04	0.96	1.03	
7	2.0	19.0	15.8	1.10	1.01	1.10	
8	2.0	21.0	17.5	1.15	1.09	1.16	
9	2.0	23.0	19.2	1.24	1.21	1.24	每级加载为板重的 20%
10	2.0	25.0	20.8	1.35	1.31	1.33	
11	2.0	27.0	22.5	1.46	1.40	1.39	
12	2.0	29.0	24.2	1.54	1.52	1.47	
13	2.0	31.0	25.8	1.65	1.60	1.56	
14	2.0	33.0	27.5	1.76	1.70	1.63	
15	2.0	35.0	29.2	1.87	1.82	1.73	
16	2.0	37.0	30.8	1.97	2.21	1.81	
17	2.0	39.0	32.5	2.05	2.00	1.88	
18	2.0	41.0	34.2	2.14	2.10	1.96	
20	2.0	43.0	35.8	2.25	2.19	2.03	
21	2.0	45.0	37.5	2.34	2.30	2.11	
22	2.0	47.0	39.2	2.46	2.39	2.17	
23	2.0	49.0	40.8	2.53	2.49	2.24	
24	2.0	51.0	42.5	2.64	2.58	2.30	
25	2.0	53.0	44.2	2.75	2.67	2.37	
26	2.0	55.0	45.8	2.83	2.75	2.44	
27	1.0	56.0	46.7	2.91	2.82	2.52	每级加载为板重的 10%
28	1.0	57.0	47.5	2.99	2.90	2.60	
29	1.0	58.0	48.3	3.08	2.96	2.69	
30	1.0	59.0	49.2	3.15	3.04	2.77	
31	1.0	60.0	50.0	3.24	3.11	2.87	
32	1.0	61.0	50.8	3.32	3.20	2.96	
33	1.0	62.0	51.7	3.41	3.26	3.04	
34	1.0	63.0	52.5	3.51	3.33	3.15	
35	1.0	64.0	53.3	3.59	3.40	3.23	
36	1.0	65.0	54.2	3.67	3.49	3.32	
37	1.0	66.0	55.0	3.76	3.56	3.41	
38	1.0	67.0	55.8	—	3.62	3.49	
38	1.0	68.0	56.7	—	3.71	3.77	

从上述试验可以看出,菱镁轻质墙板在均布荷载作用下,其跨中挠度和荷载基本上呈线性关系。在加载过程中,板跨中肉眼观察不出裂缝,当荷载增加到极限荷载时,板在跨中出现一条贯通裂缝,构件挠度突然增加,构件破坏。破坏前没有明显先兆,属于“脆性破坏”,两种不同厚度的板的破坏形态基本形式如图 5 所示。构件破坏时,90 mm 厚板的累计加载 22.85 kN,承受的平均抗弯破坏荷载为板重的 3.53 倍;120 mm 厚板的累计加载 68 kN,承受的平均抗弯破坏荷载为板重的 6.87 倍。我国规范<sup>[1]</sup>规定抗弯破坏荷载不小于板重的 1.5 倍。可见,两种厚度的菱镁轻质墙板均有较好的受力性能,厚度越厚,其抗弯破坏荷载越高,都超过了国家标准要求,并且有足够的安全储备。

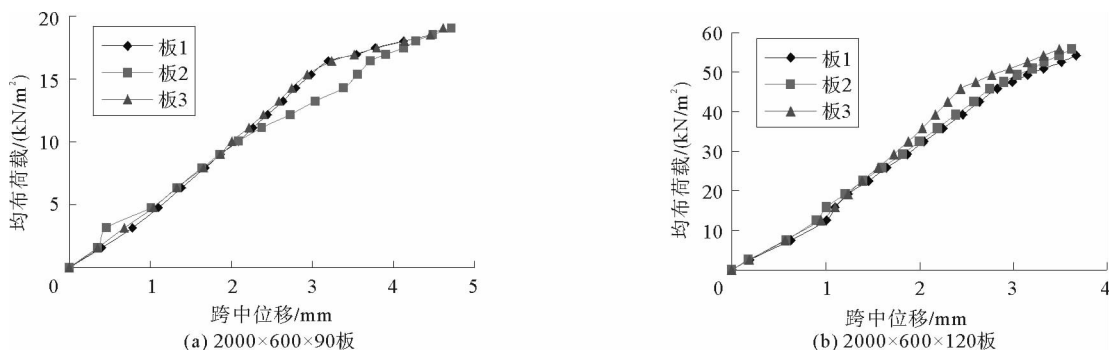


图 4 板跨中位移和荷载曲线图

Fig. 4 Midspan displacement and load curve of slabs



图 5 脆性破坏图

Fig. 5 The brittle failure of slabs

### 3 结论

1)菱镁轻质墙板具有良好的抗压强度和弹性模量。90 mm 厚板的抗压强度的平均值为 10.95 MPa,是规范要求的 3.1 倍,厚度 120 mm 板的抗压强度的平均值为 7.61 MPa,是规范要求的 2.2 倍。

2)菱镁轻质墙板在均布荷载作用下的跨中挠度和荷载曲线接近于线性关系,其极限荷载作用下的破坏为“脆性破坏”。

3)菱镁轻质墙板在均布荷载作用下具有良好的抗弯性能。90 mm 厚板承受的平均抗弯破坏荷载为 3.53 倍板重,120 mm 厚板承受的平均抗弯破坏荷载为 6.87 倍板重,均超过我国规范规定抗弯破坏荷载不小于 1.5 倍板重的要求,并且有足够的安全储备。

本研究只选取了一个厂家生产的菱镁轻质墙板进行基本力学性能的试验研究,样本的代表性不够广泛,今后需要选择更多型号的菱镁轻质墙板进行力学性能和受力性能试验研究,此外,墙板的耐久性能等还需要进一步考察。

(下转第 96 页)