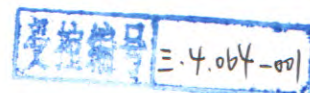




中华人民共和国国家标准

GB/T 4111—2013
代替 GB/T 4111—1997



混凝土砌块和砖试验方法

Test methods for the concrete block and brick

2013-12-31 发布

2014-09-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会

发布



目 次

前言	Ⅲ
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 尺寸偏差和外观质量	1
5 抗压强度	3
6 抗折强度	3
7 块体密度和空心率	5
8 含水率、吸水率和相对含水率	7
9 干燥收缩值	8
10 软化系数	9
11 碳化系数	10
12 抗冻性	11
13 抗渗性	12
14 试验报告	13
附录 A (规范性附录) 块材标准抗压强度试验方法	14
附录 B (规范性附录) 块材抗压强度试验方法(取芯法)	18
附录 C (资料性附录) 试件抹面和找平用水泥砂浆参考配合比	21

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替了 GB/T 4111—1997《混凝土小型空心砌块试验方法》。

本标准与 GB/T 4111—1997 相比主要变化如下：

- 标准更名为《混凝土砌块和砖试验方法》，扩大了标准的适用范围。
- 增加了第 2 章规范性引用文件和第 3 章术语和定义。
- 修改了尺寸测量的取值方法(1997 版 2.2.1、2.2.2；本版 4.2.1、4.2.2)。
- 增加和完善了抗压强度试验具体步骤要求、试件找平和粘结材料的内容和要求(本版附录 A)；增加了不规则尺寸和形状特殊混凝土块材抗压强度试验方法(本版附录 B)。
- 修改了块体密度和空心率试验、含水率、吸水率和相对含水率试验的试验步骤(1997 版 5、6；本版第 7、8 章)。
- 碳化系数试验方法中统一了碳化试验设备，规定了碳化试验箱箱内的环境条件和试验周期(1997 版 9.3.2；本版 11.1.2)。
- 抗冻性试验增加了砌块的单块抗压强度损失率计算公式(1997 版 10.4；本版 12.5)。
- 抗渗性试验进行了重新修订(1997 版 11；本版第 13 章)。

本标准由中国建筑材料联合会提出。

本标准由全国墙体屋面及道路用建筑材料标准化技术委员会(SAC/TC 285)归口。

本标准负责起草单位：河南建筑材料研究设计院有限责任公司，江苏扬建集团有限公司，中交第四公路工程局有限公司，中国建筑砌块协会。

本标准参加起草单位：哈尔滨工业大学，上海苏科建筑技术发展有限公司，中国建筑材料科学研究院总院，贵州省建材产品质量监督检验院，新星宇建设集团有限公司，苏州东华试验仪器有限公司，安徽华普节能房屋材料有限责任公司，昆山通海建材科技有限公司。

本标准主要起草人：袁运法、陈胜强、邹厚存、陈红军、赵云、杜建东、林新元、王凤来、胡建兵、谢剑、王武祥、夏莉娜、蒋德勇、陶乐然、刘迎春、王雪昌、袁杰、刘立、薛念念、姚峰元。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 4111—1983、GB/T 4111—1996。

混凝土砌块和砖试验方法

1 范围

本标准规定了混凝土砌块和混凝土多孔(空心)砖的术语和定义、尺寸偏差、外观质量、抗压强度、抗折强度、块体密度、空心率、含水率、吸水率、相对含水率、干燥收缩值、软化系数、碳化系数、抗冻性和抗渗性的试验方法。

本标准适用于建筑工程用的混凝土小型空心砌块、混凝土实心砌块和混凝土多孔(空心)砖(以下统称块材);水利、交通、市政等构筑物用混凝土砌块(砖)可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB 175 通用硅酸盐水泥

GB/T 1346 水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法

GB/T 17669.3 建筑石膏力学性能的测定

GB/T 17671 水泥胶砂强度检验方法(ISO 法)

GB/T 18968 墙体材料术语

GB 20472 硫铝酸盐水泥

JG/T 247 混凝土碳化试验箱

3 术语和定义

GB/T 18968 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

主块型砌块 **main shape block**

外形为直角六面体,长度尺寸为 400 mm 减砌筑时竖向灰缝厚度,砌块高度尺寸为 200 mm 减砌筑时水平方向灰缝厚度,条面封闭完好的砌块。

3.2

辅助砌块 **auxiliary block**

与主块型砌块配套使用的、外形为直角六面体,尺寸特殊的砌块,如圈梁砌块、清扫孔砌块、七分头块、半块等。

3.3

异形砌块 **special shaped block**

外形不是直角六面体的砌块。

4 尺寸偏差和外观质量

4.1 量具

钢直尺或钢卷尺:分度值 1 mm。

4.2 尺寸测量

4.2.1 外形为完整直角六面体的块材,长度在条面的中间、宽度在顶面的中间、高度在顶面的中间测量。每项在对应两面各测一次,取平均值,精确至 1 mm。

4.2.2 辅助砌块和异形砌块,长度、宽度和高度应测量块材相应位置的最大尺寸,精确至 1 mm。特殊标注部位的尺寸也应测量,精确至 1 mm;块材外形非完全对称时,至少应在块材对立面的两个位置上进行全面的尺寸测量,并草绘或拍下测量位置的图片。

4.2.3 带孔块材的壁、肋厚应在最小部位测量,选两处各测一次,取平均值,精确至 1 mm。在测量时不考虑凹槽、刻痕及其他类似结构。

4.3 外观质量

4.3.1 弯曲

将直尺贴靠坐浆面、铺浆面和条面,测量直尺与试件之间的最大间距(见图 1),精确至 1 mm。

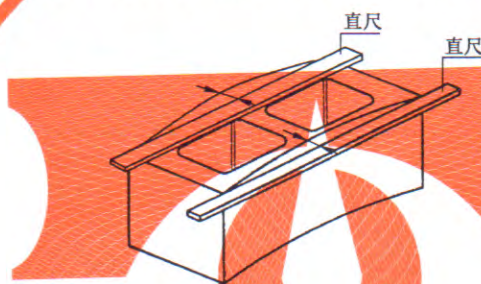
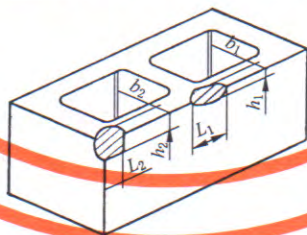


图 1 弯曲测量法

4.3.2 缺棱掉角

将直尺贴靠棱边,测量缺棱掉角在长、宽、高度三个方向的投影尺寸(见图 2),精确至 1 mm。



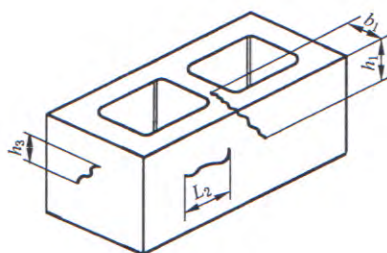
说明:

- L —— 缺棱掉角在长度方向的投影尺寸;
- b —— 缺棱掉角在宽度方向的投影尺寸;
- h —— 缺棱掉角在高度方向的投影尺寸。

图 2 缺棱掉角尺寸测量法

4.3.3 裂纹

用钢直尺测量裂纹在所在面上的最大投影尺寸(如图 3 中的 L_2 或 h_3),如裂纹由一个面延伸到另一个面时,则累计其延伸的投影尺寸(如图 3 中的 b_1+h_1),精确至 1 mm。



说明:

L —— 裂纹在长度方向的投影尺寸;

b —— 裂纹在宽度方向的投影尺寸;

h —— 裂纹在高度方向的投影尺寸。

图 3 裂纹长度测量法

4.4 测量结果

4.4.1 尺寸偏差以实际测量值与规定尺寸的差值表示,精确至 1 mm。

4.4.2 弯曲、缺棱掉角和裂纹长度的测量结果以最大测量值表示,精确至 1 mm。

5 抗压强度

5.1 外形为完整直角六面体的块材,可裁切出完整直角六面体的辅助砌块和异形砌块,其抗压强度按附录 A 进行。

5.2 无法裁切出完整直角六面体的异形砌块,根据块型特点,按附录 B 进行。

5.2.1 标识某一块型辅助砌块的抗压强度值时,应将相同配合比和生产工艺、养护龄期相差不超过 48 h 的辅助砌块与主块型砌块,分别同时按附录 B 进行试验得到取芯试件的强度平均值。

5.2.2 当辅助砌块取芯试件的强度平均值不小于主块型砌块的取芯试件的强度平均值的 80% (以主块型砌块的平均值为基准) 时,可以用主块型砌块按附录 A 试验方法获得的抗压强度值,来标注辅助砌块的抗压强度值。

5.3 水工护坡砌块、异形干垒挡土墙砌块的抗压强度宜按附录 B 进行。

6 抗折强度

6.1 设备

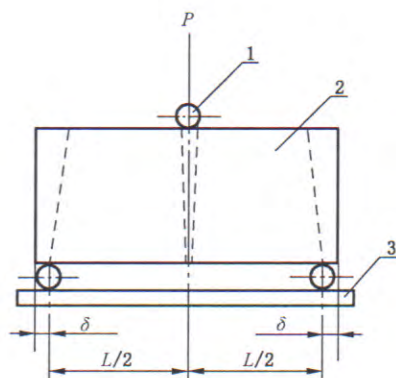
6.1.1 材料试验机

试验机加荷速度应在 100 N/s~1 000 N/s 内可调。试验机的示值误差应不大于 1%,量程选择应能使试件的预期破坏荷载落在满量程的 20%~80% 之间。

6.1.2 支撑棒和加压棒

直径 35 mm~40 mm,长度应满足大于试件抗折断面长度的要求,材料为钢质,数量为 3 根;加压棒应有铰支座。在每次使用前,应在工作台上用水平尺和直角靠尺校正支撑棒和加压棒,满足直线性的要求时方可使用。

支撑棒由安放在底板上的两根钢棒组成,其中至少有一根是可以自由滚动(见图 4)。



说明:

1——钢棒;

2——试件;

3——承压板。

δ取值:混凝土空心砌块取 1/2 肋厚;混凝土多孔(空心)砖取 10 mm。

图 4 抗折强度试验方法示意

6.2 试件

6.2.1 本方法只适用于外形为完整直角六面体的块材,可裁切出完整直角六面体的辅助砌块和异形砌块。

6.2.2 试件数量为五块。

6.2.3 试样处理、试件制备和养护,按 A.3.3.1 和 A.4 的规定进行。

6.2.4 按 4.2.1 的方法测量每个试件的高度和宽度,分别求出各个方向的平均值。混凝土空心砌块试件还需测量块两侧端头的最小肋厚,取平均值,精确到 1 mm。

6.3 试验步骤

6.3.1 在块材试件的两大面上分别划出水平中心线,再在水平中心的中心点引垂线至上、下底部(试件抹浆面),分别连接试件上、下底部中心点形成抹浆面的中心线。沿抹浆面中心线与块材底部(图 4)棱边向两边画出 $L/2$ 的位置(支座点), L 为公称长度减一个公称肋厚。

6.3.2 将试件置于材料试验机承压板上,调整位置使试件的上部中心线与试验机中心线重合,在试件的上部中心线处放置一根钢棒。可以用试验机自带抗折压头直接替代加压棒使用。试件底部放上两钢棒分别对准试件的两个支座线,形成如图 4 的结构受力图,使其满足 δ 的取值要求。

6.3.3 使加压棒的中线与试验机的压力中心重合,以 50 N/s 的速度加荷至试验机开始显示读数就立即停止加荷。用量具在试件两侧测量图 4 中的 L 值、两侧的 δ 值,以及加压棒居中程度。 L 值取试件两侧面测量值的平均值,精确至 1 mm。加压棒与试件长度方向中心线重叠误差应不大于 1 mm、两侧的 δ 值相差应不大于 1 mm,有一项超出要求,试验机需卸载、试件重新放置,直至满足要求。

6.3.4 以 (250 ± 50) N/s 的速度加荷直至试件破坏。记录最大破坏荷载 P 。

6.4 结果计算

每个试件的抗折强度按式(1)计算,精确至 0.01 MPa。抗折强度以五个试件抗折强度的算术平均值和单块最小值表示,精确至 0.1 MPa。

$$f_z = \frac{2PL}{2BH^2} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

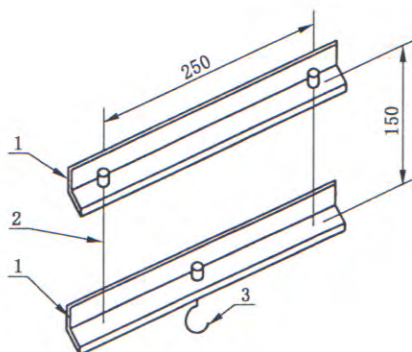
- f_z ——试件的抗折强度,单位为兆帕(MPa);
 P ——破坏荷载,单位为牛顿(N);
 L ——抗折两支撑钢棒轴心间距,单位为毫米(mm);
 B ——试件宽度,单位为毫米(mm);
 H ——试件高度,单位为毫米(mm)。

7 块体密度和空心率

7.1 设备

- 7.1.1 电子称,感量精度 0.005 kg。
 7.1.2 水池或水箱,最小容积应能放置一组试件。
 7.1.3 水桶:大小应能悬浸一个块材试件。
 7.1.4 吊架:见图 5。

单位为毫米



说明:

- 1——角钢(30 mm×30 mm);
 2——拉筋;
 3——钩子(与两端拉筋等距离)

图 5 吊架

- 7.1.5 电热鼓风干燥箱,温控精度 $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

7.2 试件数量

试件数量为三个。

7.3 试验步骤

7.3.1 根据分类,分别按 4.2.1 或 4.2.2 的方法测量完整块材试件的长度、宽度、高度,分别求出各个方向的平均值,分别用 l 、 b 、 h 表示,单位为毫米。

7.3.2 将试件浸入 $15\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的水中,水面应高出试件 20 mm 以上,24 h 后将其分别移到水桶中,称出试件的悬浸质量 m_1 ,精确至 0.005 kg。

称取试件的悬浸质量将磅秤置于平稳的支座上,在支座的下方与磅秤中线重合处放置水桶。在磅秤底盘上放置吊架,用铁丝把试件悬挂在吊架上,此时试件应离开水桶的底面且全部浸泡在水中。将磅秤读数减去吊架和铁丝的质量,即为悬浸质量 m_1 。

7.3.3 将试件从水中取出,放在铁丝网架上滴水 1 min,再用拧干的湿布拭去内、外表面的水,立即称其饱和面干状态的质量 m_2 ,精确至 0.005 kg。

7.3.4 将试件放入电热鼓风干燥箱内,在 $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 温度下至少干燥 24 h,然后每间隔 2 h 称量一次,直至两次称量之差不超过后一次称量的 0.2% 为止。

7.3.5 待试件在电热鼓风干燥箱内冷却至与室温之差不超过 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 后取出,立即称其绝干质量 m ,精确至 0.005 kg。

7.4 结果计算

7.4.1 每个试件的体积按式(2)计算。

$$V = l \times b \times h \times 10^{-9} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

V ——试件的体积,单位为立方米(m^3);

l ——试件的长度,单位为毫米(mm);

b ——试件的宽度,单位为毫米(mm);

h ——试件的高度,单位为毫米(mm)。

7.4.2 每个试件的密度按式(3)计算,精确至 10 kg/m^3 。块体密度以三个试件块体密度的算术平均值表示。精确至 10 kg/m^3 。

$$\gamma = \frac{m}{V} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

γ ——试件的密度,单位为千克每立方米(kg/m^3);

m ——试件的绝干质量,单位为千克(kg);

V ——试件的体积,单位为立方米(m^3)。

7.4.3 每个试件的空心率按式(4)计算,精确至 1%。块材的空心率以三个试件空心率的算术平均值表示。精确至 1%。

$$K_v = [1 - (m_2 - m_1) / (\rho \times V)] \times 100 \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

K_v ——试件的空心率,%;

m_1 ——试件的悬浸质量,单位为千克(kg);

m_2 ——试件饱和面干状态的质量,单位为千克(kg);

V ——试件的体积,单位为立方米(m^3);

ρ ——水的密度,取 $\rho = 1\,000\text{ kg/m}^3$ 。

7.5 水工护坡砌块、干垒挡土墙砌块、路面砖和路缘石等非建筑物墙用块材的混凝土密度计算。

7.5.1 按式(5)计算块材混凝土的实际体积。

$$V = (m_2 - m_1) / \rho \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

m_1 ——试件的悬浸质量,单位为千克(kg);

m_2 ——试件饱和面干状态的质量,单位为千克(kg);

V ——试件的体积,单位为立方米(m^3);

ρ ——水的密度 $1\,000\text{ kg/m}^3$ 。

7.5.2 按 7.4.2 计算混凝土密度,精确至 10 kg/m^3 。

8 含水率、吸水率和相对含水率

8.1 设备

8.1.1 电热鼓风干燥箱,温控精度 $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

8.1.2 电子称,感量精度 0.005 kg 。

8.1.3 水池或水箱,最小容积应能放置一组试件。

8.2 试件数量

试件数量为三个。取样后应立即用塑料袋包装密封。

8.3 试验步骤

8.3.1 试件取样后立即用毛刷清理试件表面及孔洞内粉尘,称取其质量 m_0 。如试件用塑料袋密封运输,则在拆袋前先将试件连同包装袋一起称量,然后减去包装袋的质量(袋内如有试件中析出的水珠,应将水珠擦干或用暖风吹干后再称量包装袋的重量),即得试件在取样时的质量 m_0 ,精确至 0.005 kg 。

8.3.2 将试件浸入 $15\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的水中,水面应高出试件 20 mm 以上。 24 h 后取出,按7.3.3的规定称量试件饱和面干状态的质量 m_2 ,精确至 0.005 kg 。

8.3.3 按7.3.4、7.3.5的方法将试件烘干至恒重,称取其绝干质量 m 。

8.4 结果计算

8.4.1 每个试件的含水率按式(6)计算,精确至 0.1% 。块材的含水率以三个试件含水率的算术平均值表示。精确至 1% 。

$$W_1 = \frac{m_0 - m}{m} \times 100 \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中:

W_1 ——试件的含水率, $\%$;

m_0 ——试件在取样时的质量,单位为千克(kg);

m ——试件的绝干质量,单位为千克(kg)。

8.4.2 每个试件的吸水率按式(7)计算,精确至 0.1% 。块材的吸水率以三个试件吸水率的算术平均值表示。精确至 1% 。

$$W_2 = \frac{m_2 - m}{m} \times 100 \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中:

W_2 ——试件的吸水率, $\%$;

m_2 ——试件饱和面干状态的质量,单位为千克(kg);

m ——试件的绝干质量,单位为千克(kg)。

8.4.3 块材的相对含水率按式(8)计算,精确至 1% 。

$$W = \frac{\overline{W}_1}{\overline{W}_2} \times 100 \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中:

W ——块材的相对含水率, $\%$;

$\overline{W}_1$ ——三个块材含水率的平均值, $\%$;

$\overline{W}_2$ ——三个块材吸水率的平均值, $\%$ 。

9 干燥收缩值

9.1 设备和仪器

9.1.1 手持应变仪

测量装置应用带表盘的千分表,并应有足够大的测量范围。

9.1.2 恒温恒湿箱或电热鼓风干燥箱

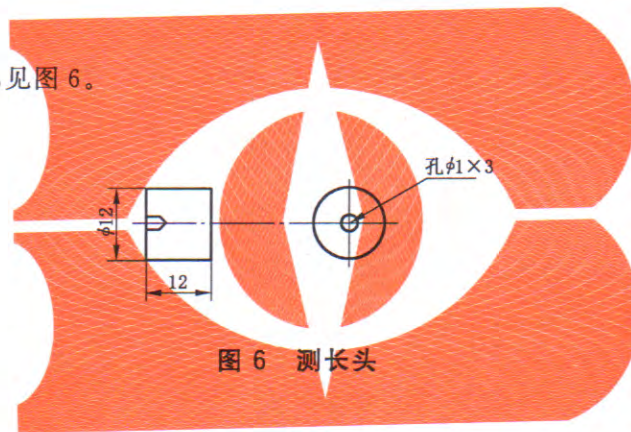
恒温恒湿箱或电热鼓风干燥箱的最小容积应能放置三个完整的测试试件,并且每一个测试试件四周的净空间距至少 25 mm 以上;能满足 $(50\pm 1)^{\circ}\text{C}$ 的温度和 $(17\pm 2)\%$ 相对湿度控制精度要求。

9.1.3 水池或水箱

最小容积应能放置一组试件。

9.1.4 测长头

由不锈钢或黄铜制成,见图 6。



单位为毫米

图 6 测长头

9.1.5 台钻或麻花钻

带有深度限位尺,精度为 1 mm。

9.2 试件

9.2.1 试件数量

试件应为完整砌块,数量为三个。

9.2.2 测长头安装

在每个试件任一条面上划出中心线,用手持应变仪配备的标距定位器,在中心线上确定测长头安装插孔的位置。在确定的位置上用直径为 12 mm 的钻头钻孔,孔深 $14\text{ mm}\pm 2\text{ mm}$ 。

安装测长头前,测长头插孔应干燥且无灰尘。用黏合剂(水泥—水玻璃浆或环氧树脂)注入插孔后,用标距杆把测长头挤压到合适的标距。擦掉多余的黏合剂。砌块试件的测量标距为 250_{-2}^{+0} mm ,砖试件的测量标距为 150_{-2}^{+0} mm 。

9.3 试验步骤

9.3.1 将测长头粘结牢固后的试件浸入室温 $15^{\circ}\text{C}\sim 25^{\circ}\text{C}$ 的水中,水面高出试件 20 mm 以上,浸泡 4 d。但在测试前 4 h 的水温应保持在 $20^{\circ}\text{C}\pm 3^{\circ}\text{C}$ 。

9.3.2 将试件从水中取出,放在铁丝网架上滴水 1 min,再用拧干的湿布拭去内外表面的水分,立即用手持应变仪测量两个测长头之间的初始长度 L ,记录初始千分表读数 M_1 ,精确至 0.001 mm。手持应变仪在测长前需用标准杆(长度为 L_0 ,一般标注在标准杆上)调整或校核,并记录千分表原点读数 M_0 ,一般宜取千分表量程的一半。要求每组试件在 15 min 内测完。

9.3.3 将试件静置在温度 $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度应大于 80% 的空气中;2 d 后放入满足 9.1.2 要求的恒温恒湿箱内或电热鼓风干燥箱内,相对湿度用放在浅盘中的氯化钙过饱和溶液控制。当电热鼓风干燥箱容量为 1 m^3 时,溶液暴露面积应不小于 0.3 m^2 ;在整个测试过程中,在盘子或托盘内,应含有充足的固体氯化钙,从而使晶体露出溶液的表面。氯化钙溶液每 24 h 至少彻底的搅拌一次,如果需要的话,可以搅拌更多的次数,以防止氯化钙溶液形成块状或者表面生成渣壳。

9.3.4 试件在满足 9.1.2 要求的条件下放置 3 d,然后在 $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下冷却 3 h 后取出,用手持应变仪测长一次,并记录千分表读数 M_2 。

9.3.5 将试件进行第二周期的干燥。第二周期的干燥及以后各周期的干燥延续时间均为 2 d。干燥结束后再按 9.3.4 的规定冷却和测长。为了保证干燥的均匀一致性,在每一次测量时,在干燥箱里的每一个试样,都要被轮换到不同的位置,反复进行干燥和测长,直到试件长度达到稳定。长度达到稳定系指试件在上述温、湿度条件下连续干燥三个周期后,三个试件长度变化的平均值不超过 0.005 mm。此时的长度即为干燥后的长度,记录测量时千分表读数 M 。

9.4 结果计算

每个试件的干燥收缩值,按式(9)计算,精确至 0.001 mm/m。块材的干燥收缩值以三个试件干燥收缩值的算术平均值表示,精确至 0.01 mm/m。

$$S = \frac{M_1 - M}{L_0 + M - M_0} \times 1\,000 \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中:

- S —— 试件干燥收缩值,单位为毫米每米 mm/m;
- M_1 —— 测量试件初始长度时千分表读数,单位为毫米(mm);
- M —— 测量试件干燥后长度时千分表读数,单位为毫米(mm);
- L_0 —— 标准杆长度,单位为毫米(mm);
- M_0 —— 千分表原点,单位为毫米(mm);
- 1 000 —— 系数,单位为毫米每米(mm/m)。

10 软化系数

10.1 设备

10.1.1 抗压强度试验设备同 A.1。

10.1.2 水池或水箱,最小容积应能放置一组试件。

10.2 试件

10.2.1 试件数量为两组 10 个。

10.2.2 试样处理、试件制备和养护按 A.3、A.4 的规定进行,试件找平和粘结材料应采用水泥砂浆。所需块材试样数,需根据产品采用的强度试验方法(附录 A 或附录 B 中的一种),够制作两组十个抗压强度试件的需要。

10.3 试验步骤

10.3.1 从经过养护后的两组试件中,任取一组五个试件浸入室温 $15\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的水中,水面高出试件

20 mm 以上,浸泡 4 d 后取出,在铁丝网架上滴水 1 min,再用拧干的湿布拭去内、外表面的水。另外一组五个试件放置在温度 $20\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 $(50\pm 15)\%$ 的试验室内进行养护。

10.3.2 将五个饱和面干的试件和其余五个同龄期的气干状态对比试件,按产品采用的抗压强度试验方法的规定进行试验。

10.4 结果计算

块材的软化系数按式(10)计算,精确至 0.01。

$$K_1 = \frac{f_1}{f} \quad \dots\dots\dots (10)$$

式中:

K_1 ——块材的软化系数;

f_1 ——五个饱和面干试件的抗压强度平均值,单位为兆帕(MPa);

f ——五个气干状态的对比试件的抗压强度平均值,单位为兆帕(MPa)。

11 碳化系数

11.1 仪器设备

11.1.1 抗压强度试验设备

抗压强度试验设备同 A.1。

11.1.2 碳化试验箱

碳化试验箱应符合 JG/T 247 标准要求,容积至少放一组以上的试件。箱内环境条件应能控制在:二氧化碳体积浓度为 $(20\pm 3)\%$,相对湿度为 $(70\pm 5)\%$,温度为 $(20\pm 2)\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的范围内。

11.2 酚酞乙醇溶液

质量浓度为 $1\%\sim 2\%$ 酚酞乙醇溶液,用质量浓度为 70% 的乙醇配制。

11.3 试件数量

试件数量为两组十二个。一组五块为对比试件,一组七块为碳化试件,其中两块用于测试碳化情况。当制作试件的块材试样的强度检测采用附录 A 的方法、块材的高宽比 $H/B < 0.6$ 时,所需制作试件的块材数量,要满足 A.3.3.2 规定制作两组 10 个强度试件需要的同时,再加 2 块块材试样。

11.4 试验步骤

11.4.1 将需碳化的块材放入碳化箱内进行碳化试验,块材间距应不小于 20 mm;抗压强度对比块材放置的环境条件为:相对湿度 $(70\pm 5)\%$,温度 $20\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

11.4.2 碳化 7 d 后,每天将同一个测试碳化情况的块材端部敲开,深度不小于 20 mm。用质量浓度为 $1\%\sim 2\%$ 的酚酞乙醇溶液检查碳化深度,当测试块材剖面中心不显红色时,即测试块材已完全碳化,则认为碳化箱中全部块材已全部碳化,碳化试验结束;若测试块材剖面中心显红色,即测试块材尚未完全碳化,应继续进行碳化试验,直至 28 d 碳化试验结束。

11.4.3 将已完全碳化或已碳化 28 d 仍未完全碳化的全部块材,与同龄期抗压强度对比块材同时按 A.3、A.4、A.5、A.6 进行试件制备、养护和抗压强度试验。

11.5 结果计算

块材的碳化系数按式(11)计算,精确至 0.01。

$$K_c = \frac{f_c}{f} \quad \dots\dots\dots (11)$$

式中:

K_c ——块材的碳化系数;

f_c ——碳化后 5 个试件的抗压强度平均值,单位为兆帕(MPa);

f ——未碳化的 5 个对比试件的抗压强度平均值,单位为兆帕(MPa)。

11.6 当块材需按附录 B 进行抗压强度试验时,碳化块材和对比块材的抗压强度试件的制作、养护和抗压强度试验,应同时对应按附录 B 的要求进行。试件数、计算和评定方法不变。

12 抗冻性

12.1 设备

12.1.1 冷冻室、冻融试验箱或低温冰箱:最低温度可调至 -30°C 。

12.1.2 水池或水箱,最小容积应能放置一组试件。

12.1.3 毛刷。

12.1.4 抗压强度试验设备同 A.1。

12.2 试件

抗冻性试验的试件数量为两组十个。所需试样数,需根据产品采用的强度试验方法(附录 A 或附录 B 中的一种),够制作两组 10 个强度试件的需要。

12.3 试验步骤

12.3.1 分别检查两组 10 个试件所需试样,用毛刷清除表面及孔洞内的粉尘,在缺棱掉角处涂上油漆,注明编号。将块材逐块放置在试验室内静置 48 h,块与块之间间距不得小于 20 mm。

12.3.2 将一组 5 个冻融试件所需块材,均浸入 $15^{\circ}\text{C}\sim 25^{\circ}\text{C}$ 的水池或水箱中,水面应高出试样 20 mm 以上,试样间距不得小于 20 mm。另一组 5 个对比强度试样所需试样,放置在试验室,室温宜控制在 $20^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ 。

12.3.3 浸泡 4 d 后从水中取出试样,在支架上滴水 1 min,再用拧干的湿布拭去内、外表面的水,在 2 min 内立即称量每个块材饱和面干状态的质量 m^3 ,精确至 0.005 kg。

12.3.4 将冻融试样放入预先降至 -15°C 的冷冻室或低温冰箱中,试样应放置在断面为 20 mm $\times$ 20 mm 的格栅上,间距不小于 20 mm。当温度再次降至 -15°C 时开始计时。冷冻 4 h 后将试样取出,再置于水温为 $15^{\circ}\text{C}\sim 25^{\circ}\text{C}$ 的水池或水箱中融化 2 h。这样一个冷冻和融化的过程即为一个冻融循环。

12.3.5 每经 5 次冻融循环,检查一次试样的破坏情况,如开裂、缺棱、掉角、剥落等,并做出记录。

12.3.6 在完成规定次数的冻融循环后,将试样从水中取出,立即用毛刷清除表面及孔洞内已剥落的碎片,再按 12.3.3 的方法称量每个试样冻融后饱和面干状态的质量 m_4 。24 h 后与在试验室内放置的对比试样一起,按试样不同的抗压强度试验方法进行抗压强度试件的制备,在温度 $20^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 $(50\pm 15)\%$ 的试验室内养护 24 h 后,再按 12.3.2 和 12.3.3 方法进行饱水,然后进行试件的抗压强度试验。试件找平和粘结材料应采用水泥砂浆。

12.4 结果计算

12.4.1 报告 5 个冻融试件所需试样的外观检查结果。

12.4.2 试件的单块抗压强度损失率按式(12)计算,精确至 1%。

$$K_i = \frac{f_t - f_i}{f_t} \times 100 \quad \dots\dots\dots(12)$$

式中:

K_i ——试件的单块抗压强度损失率,%;

f_t ——5 个未冻融抗压强度试件的抗压强度平均值,单位为兆帕(MPa);

f_i ——单块冻融试件的抗压强度值,单位为兆帕(MPa)。

12.4.3 试件的平均抗压强度损失率按式(13)计算,精确至 1%。

$$K_R = \frac{f_f - f_R}{f_f} \times 100 \quad \dots\dots\dots(13)$$

式中:

- K_R —— 试件的平均抗压强度损失率,%;
- f_f —— 5 个未冻融试件的抗压强度平均值,单位为兆帕(MPa);
- f_R —— 5 个冻融试件的抗压强度平均值,单位为兆帕(MPa)。

12.4.4 试样的单块质量损失率按式(14)计算,精确至 0.1%。

$$K_m = \frac{m_3 - m_4}{m_3} \times 100 \quad \dots\dots\dots(14)$$

式中:

- K_m —— 试样的质量损失率,%;
- m_3 —— 试样冻融前的质量,单位为千克(kg);
- m_4 —— 试样冻融后的质量,单位为千克(kg)。

质量损失率以五个冻融试件所需试样质量损失率的平均值表示,精确至 0.1%。

13 抗渗性

13.1 设备

13.1.1 抗渗装置

抗渗装置见图 7。试件套应有足够的刚度和密封性,在安装试件时不宜破损或变形,材质宜为金属;上盖板宜用透明玻璃或有机玻璃制作,壁厚不小于 6 mm。

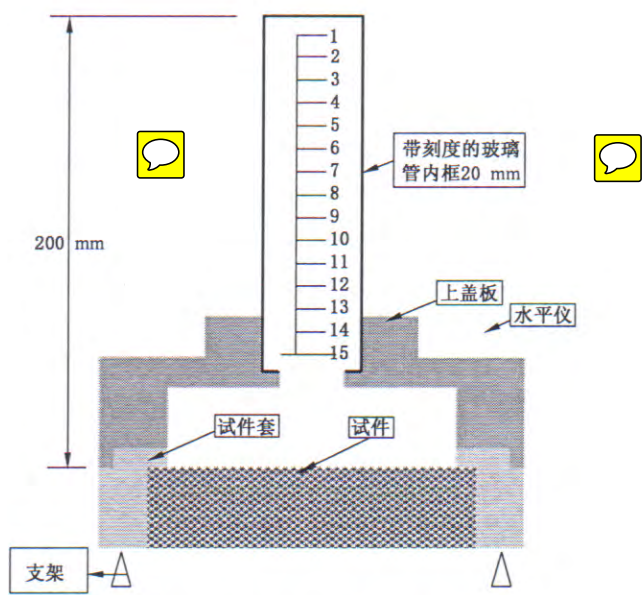


图 7 抗渗试验装置示意

13.1.2 混凝土钻芯机

混凝土钻芯机,内径 100 mm;应具有足够的刚度、操作灵活、并应有水冷却系统。钻芯机主轴的径向跳动不应超过 0.1 mm,工作时噪音不应大于 90 dB。钻取芯样时宜采用金刚石或人造金刚石薄壁钻

头。钻头胎体不应有肉眼可见的裂缝、缺边、少角、倾斜及喇叭口变形。钻头胎体对钢体的同心度偏差不应大于 0.3 mm, 钻头的径向跳动不应大于 1.5 mm。

13.1.3 支架

支架材质宜为金属, 应有足够的刚度。

13.2 试件

13.2.1 试件数量

3 个直径为 100 mm 的圆柱体试件。

13.2.2 试件制备

在 3 个不同试样的条面上, 采用直径为 100 mm 的金刚石钻头直接取样; 对于空心砌块应避免开肋取样。将试件浸入 $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的水中, 水面应高出试件 20 mm 以上, 2 h 后将试件从水中取出, 放在钢丝网架上滴水 1 min, 再用拧干的湿布拭去内、外表面的水。

13.3 试验步骤

13.3.1 试验在 $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 空气温度下进行。

13.3.2 将试件表面清理干净后晾干, 然后在其侧面涂一层密封材料(如黄油), 随即旋入或在其他加压装置上将试件压入试件套中, 再与抗渗装置连接起来, 使周边不漏水。

13.3.3 如图 7 所示, 竖起已套入试件的试验装置, 并用水平仪调平; 在 30 s 内往玻璃筒内加水, 使水面高出试件上表面 200 mm。

13.3.4 记录自加水时算起 2 h 后测量玻璃筒内水面下降的高度, 精确至 0.1 mm。

13.4 试验结果

按三个试件测试过程中, 玻璃筒内水面下降的最大高度来评定, 精确至 0.1 mm。

14 试验报告

试验报告内容应包括:

- a) 受检单位;
- b) 试样名称、编号、数量及规格尺寸;
- c) 送(抽)样日期;
- d) 检验项目;
- e) 依据标准;
- f) 检验类别;
- g) 试验结果;
- h) 其他应记录的项目。

附录 A
(规范性附录)

块材标准抗压强度试验方法

A.1 仪器设备

A.1.1 材料试验机

材料试验机的示值相对误差不应超过 $\pm 1\%$,其量程选择应能使试件的预期破坏荷载落在满量程的20%~80%之间。试验机的上、下压板应有一端为球铰支座,可随意转动。

A.1.2 辅助压板

当试验机的上压板或下压板支撑面不能完全覆盖试件的承压面时,应在试验机压板与试件之间放置一块钢板作为辅助压板。辅助压板的长度、宽度分别应至少比试件的长度、宽度大6 mm,厚度应不小于20 mm;辅助压板经热处理后的表面硬度应不小于60 HRC,平面度公差应小于0.12 mm。

A.1.3 试件制备平台

试件制备平台应平整、水平,使用前要用水平仪检验找平,其长度方向范围内的平面度应不大于0.1 mm,可用金属或其他材料制作。

A.1.4 玻璃平板

玻璃平板厚度不小于6 mm,面积应比试件承压面大。

A.1.5 水平仪

水平仪规格为250 mm~500 mm。

A.1.6 直角靠尺

直角靠尺应有一端长度不小于120 mm,分度值为1 mm。

A.1.7 钢直尺

分度值为1 mm。

A.2 找平和粘结材料

A.2.1 总则

如需提前进行抗压强度试验,宜采用高强石膏粉或快硬水泥。有争议时应采用42.5普通硅酸盐水泥砂浆。

A.2.2 水泥砂浆

A.2.2.1 采用强度等级不低于42.5的普通硅酸盐水泥和细砂制备的砂浆,用水量以砂浆稠度控制在65 mm~75 mm为宜,3 d抗压强度不低于24.0 MPa(建议配合比可参见附录C)。

A.2.2.2 普通硅酸盐水泥应符合 GB 175 规定的技术要求。

A.2.2.3 细砂应采用天然河砂,最大粒径不大于 0.6 mm,含泥量小于 1.0%,泥块含量为 0。

A.2.3 高强石膏

A.2.3.1 按 GB/T 17669.3 的规定进行高强石膏抗压强度检验,2 h 龄期的湿强度不应低于 24.0 MPa。

A.2.3.2 试验室购入的高强石膏,应在 3 个月内使用;若超出 3 个月贮存期,应重新进行抗压强度检验,合格后方可继续使用。

A.2.3.3 除缓凝剂外,高强石膏中不应参加其他任何填料和外加剂。高强石膏的供应商需提供缓凝剂掺量及配合比要求。

A.2.4 快硬水泥

应符合 GB 20472 规定的技术要求。

A.3 试件

A.3.1 试件数量

试件数量为 5 个。

A.3.2 制作试件用试样的处理

A.3.2.1 用于制作试件的试样应尺寸完整。若侧面有突出、或不规则的肋,需先做切除处理,以保证制作的抗压强度试件四周侧面平整;块体孔洞四周应被混凝土壁或肋完全封闭。制作出来的抗压强度试件应是由一个或多个孔洞组成的直角六面体,并保证承压面 100% 完整。对于混凝土小型空心砌块,当其端面(砌筑时的竖灰缝位置)带有深度不大于 8 mm 的肋或槽时,可不作切除或磨平处理。试件的长度尺寸仍取砌块的实际长度尺寸。

A.3.2.2 试样应在温度 $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 $(50 \pm 15)\%$ 的环境下调至恒重后,方可进行抗压强度试件制作。试样散放在试验室时,可叠层码放,孔应平行于地面,试样之间的间隔应不小于 15 mm。如需提前进行抗压强度试验,可使用电风扇以加快试验室内空气流动速度。当试样 2 h 后的质量损失不超过前次质量的 0.2%,且在试样表面用肉眼观察见不到有水分或潮湿现象时,可认为试样已恒重。不允许采用烘干箱来干燥试样。

A.3.3 试件制备

A.3.3.1 高宽比(H/B)的计算

计算试样在实际使用状态下的承压高度(H)与最小水平尺寸(B)之比,即试样的高宽比(H/B)。若 $H/B \geq 0.6$ 时,可直接进行试件制备;若 $H/B < 0.6$ 时,则需采取叠块方法来进行试件制备。

A.3.3.2 $H/B \geq 0.6$ 时的试件制备

A.3.3.2.1 在试件制备平台上先薄薄地涂一层机油或铺一层湿纸,将搅拌好的找平材料均匀摊铺在试件制备平台上,找平材料层的长度和宽度应略大于试件的长度和宽度。

A.3.3.2.2 选定试样的铺浆面作为承压面,把试样的承压面压入找平材料层,用直角靠尺来调控试样的垂直度。坐浆后的承压面至少与两个相邻侧面成 90° 垂直关系。找平材料层厚度应不大于 3 mm。

A.3.3.2.3 当承压面的水泥砂浆找平材料终凝后 2 h、或高强石膏找平材料终凝后 20 min,将试样翻身,按上述方法进行另一面的坐浆。试样压入找平材料层后,除坐浆后的承压面至少与两个相邻侧面成

90°垂直关系外,需同时用水平仪调控上表面至水平。

A.3.3.2.4 为节省试件制作时间,可在试样承压面处理后立即在向上的一面铺设找平材料,压上事先涂油的玻璃平板,边压边观察试样的上承压面的找平材料层,将气泡全部排除,并用直角靠尺使坐浆后的承压面至少与两个相邻侧面成 90°垂直关系、用水平尺将上承压面调至水平。上、下两层找平材料层的厚度均应不大于 3 mm。

A.3.3.3 $H/B < 0.6$ 时的试件制备

A.3.3.3.1 将同批次、同规格尺寸、开孔结构相同的两块试样,先用找平材料将它们重叠粘结在一起。粘结时,需用水平仪和直角靠尺进行调控,以保持试件的四个侧面中至少有两个相邻侧面是平整的。粘结后的试件应满足:

- 粘结层厚度不大于 3 mm;
- 两块试样的开孔基本对齐;
- 当试样的壁和肋厚度上下不一致时,重叠粘结时应是壁和肋厚度薄的一端,与另一块壁和肋厚度厚的一端相对接。

A.3.3.3.2 当粘结两块试样的找平材料终凝 2 h 后,再按 A.3.3.1 进行试件两个承压面的找平。

A.3.3.4 试件高度的测量

制作完成的试件,按本标准 4.2.1 测量试件的高度,若四个读数的极差大于 3 mm,试件需重新制备。

A.4 试件养护

将制备好的试件放置在 $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 $(50 \pm 15)\%$ 的试验室内进行养护。找平和粘结材料采用快硬硫铝酸盐水泥砂浆制备的试件,1 d 后方可进行抗压强度试验;找平和粘结材料采用高强石膏粉制备的试件,2 h 后可进行抗压强度试验;找平和粘结材料采用普通水泥砂浆制备的试件,3 d 后进行抗压强度试验。

A.5 试验步骤

A.5.1 按 4.2.1 的方法测量每个试件承压面的长度(L)和宽度(B),分别求出各个方向的平均值,精确至 1 mm。

将试件放在试验机下压板上,要尽量保证试件的重心与试验机压板中心重合(见注)。除需特意将试件的开孔方向置于水平外,试验时块材的开孔方向应与试验机加压方向一致。实心块材测试时,摆放的方向需与实际使用时一致。

注:对于孔型分别对称于长(L)和宽(B)的中心线的试件,其重心和形心重合;对于不对称孔型的试件,可在试件承压面下垫一根直径 10 mm、可自由滚动的圆钢条,分别找出长(L)和宽(B)的平衡轴(重心轴),两轴的交点即为重心。

A.5.2 试验机加荷应均匀平稳,不应发生冲击或振动。加荷速度以 $4\text{ kN/s} \sim 6\text{ kN/s}$ 为宜,均匀加荷至试件破坏,记录最大破坏荷载 P 。

A.6 结果计算

A.6.1 试件的抗压强度 f 按式(A.1)计算,精确至 0.01 MPa。

$$f = \frac{P}{LB} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

f ——试件的抗压强度,单位为兆帕(MPa);

P ——最大破坏荷载,单位为牛顿(N);

L ——承压面长度,单位为毫米(mm);

B ——承压面宽度,单位为毫米(mm)。

A.6.2 试验结果

以 5 个试件抗压强度的平均值和单个试件的最小值来表示,精确至 0.1 MPa。

试件的抗压强度试验值应视为试样的抗压强度值。



附录 B

(规范性附录)

块材抗压强度试验方法(取芯法)

B.1 概述

本附录适用于获取不规则尺寸和形状特殊混凝土块材的混凝土强度信息,如建筑墙体用圈梁砌块、水工护坡砌块、干垒挡土墙砌块等。产品标准可根据本附录的试验方法,给出块材的强度标示方法和数值。

B.2 仪器设备

B.2.1 材料试验机

应符合 A.1 的规定。

B.2.2 混凝土钻芯机

应符合 13.1.2 的规定,但内径可有 70 mm 和 100 mm 两种。

B.2.3 锯切机

应具有冷却系统和牢固夹紧芯样的装置;配套使用的人造金刚石圆锯片应有足够的刚度。

B.2.4 补平装置或研磨机

除保证芯样的端面平整外,尚应保证断面与轴线垂直。

B.2.5 量具

钢直尺,分度值为 1 mm;游标卡尺,分度值为 0.02 mm;塞尺,分度值为 0.0 mm;游标量角器,分度值为 0.1°。

B.2.6 找平和粘结材料

应符合 A.2 的规定。

B.3 试件制备

B.3.1 试件数量为 5 个,试件直径为 $70\text{ mm}\pm 1\text{ mm}$ 或 $100\text{ mm}\pm 1\text{ mm}$,高径比(高度与直径之比)以 1.00 为基准,亦可采用高径比 0.8~1.2 的试件。一组 5 个试件的取芯直径应一致。

B.3.2 从待检的砌块中随机选择 5 块,在每块上各钻取一个芯样,共计 5 个。芯样钻取方向宜与砌块成型时的布料方向垂直。每个芯样试件取好后,测量其直径的实际值,编号备用。

B.3.3 当试验采用 $70\text{ mm}\pm 1\text{ mm}$ 芯样试件,单个芯样厚度(试件的高度方向)小于 56 mm;或试验采用 $100\text{ mm}\pm 1\text{ mm}$ 芯样试件,单个芯样厚度(试件的高度方向)小于 80 mm 时。试件采用取自同一块砌块上的两块芯样,进行同心粘结。粘结材料应满足 A.2 的要求,厚度应小于 3 mm。

B.3.4 试件的两个端面宜采用磨平机磨平;也可采用满足 A.2 要求的找平材料修补,其修补层厚度不宜超过 1.5 mm。

B.3.5 经修复的试件在进行抗压强度试验前,按 A.4 进行养护。

B.3.6 在进行抗压强度试验前,应对试件进行下列几何尺寸的检验:

- 直径。用游标卡尺测量试件的中部,在相互垂直的两个位置分别测量,取其算术平均值,精确至 0.5 mm,当沿试件高度的任一处直径与平均直径相差大于 2 mm 时,该试件作废。
- 高度。用钢直尺在试件由底至面相互垂直的两个位置分别测量,取其算术平均值,精确至 1 mm。
- 垂直度。用游标量角器测量两个端面与母线的夹角,精确至 0.1°,当试件端面与母线的不垂直度大于 1°时,该试件作废。
- 平整度。用钢直尺紧靠在试件端面上转动,用塞尺量测钢直尺和试件端面之间的缝隙,取其最大值,当此缝隙大于 0.1 mm 时,该试件作废。

B.4 试验步骤

B.4.1 将试件放在试验机下压板上时,要尽量保证试件的圆心与试验机压板中心重合。

B.4.2 试验机加荷应均匀平稳,不得发生冲击或振动。70 mm±1 mm 芯样试件的加荷速度以 1 kN/s~3 kN/s,100 mm±1 mm 芯样试件的加荷速度以 2 kN/s~4 kN/s 为宜,直至试件破坏为止,记录极限破坏荷载。

B.5 试验结果

B.5.1 100 mm±1 mm 芯样试件的单个试件抗压强度推定值($f_{\text{cucoe}100}$)直接按式(B.1)计算,精确至 0.1 MPa。

$$f_{\text{cucoe}100} = F_c / (\phi/2)^2 \quad \dots\dots\dots (\text{B.1})$$

式中:

$f_{\text{cucoe}100}$ ——单个试件的抗压强度推定值,单位为兆帕(MPa);

F_c ——极限破坏荷载,单位为牛顿(N);

ϕ ——试件直径,单位为毫米(mm)。

B.5.2 70 mm±1 mm 芯样试件的单个试件抗压强度推定值($f_{\text{cucoe}70}$)按式(B.2)计算,精确至 0.1 MPa。

$$f_{\text{cucoe}70} = 1.273 \frac{F_c}{\phi^2 \times k_0} \times \eta_A \times \eta_k \quad \dots\dots\dots (\text{B.2})$$

式中:

$f_{\text{cucoe}70}$ ——单个试件的抗压强度推定值,单位为兆帕(MPa);

F_c ——极限破坏荷载,单位为牛顿(N);

ϕ ——试件直径,单位为毫米(mm);

η_A ——不同高径比试件的换算系数,可按表 B.1 选用;

η_k ——换算系数,换算成直径和高度均为 100 mm 的抗压强度值, $\eta_k = 1.12$;

K_0 ——换算系数,换算成边长 150 mm 立方体试件的抗压强度的推定值,按表 B.2 选用。

表 B.1 η_A 值

高径比	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2
η_A	0.90	0.95	1.00	1.04	1.07

表 B.2 K_0 值

强度等级	$\leq C20$	C25~C30	C35~C45
K_0	0.82	0.85	0.88

B.5.3 试验结果

以 5 块试件抗压强度推定值的平均值和单个试件的最小值来表示,精确至 0.1 MPa。
试件的抗压强度试验值应视为试样的抗压强度值。

附录 C

(资料性附录)

试件抹面和找平用水泥砂浆参考配合比

C.1 适用范围

本附录适用强度等级不低于 42.5 的普通硅酸盐水泥配制砂浆,作为混凝土砌块(砖)抗压强度试件的抹面和找平材料之用。

C.2 原材料

C.2.1 水泥

符合 GB 175 标准要求的 PO42.5 水泥。

C.2.2 细砂

应采用天然河砂,最大粒径不大于 0.6 mm,含泥量小于 1.0%,泥块含量为 0。

C.2.3 拌合水

自来水。

C.2.4 外加剂

萘系高效减水剂(UNF),NaCl。

C.3 参考配合比

C.3.1 水泥:砂:水=1:(1.5~2.0):(0.4~0.6)。

C.3.2 水泥:砂:NaCl:UNF-5:水=1:(0.5~1):(0.01~0.02):0.01:(0.37~0.39)。

C.4 砂浆强度

试验室购入原材料后,应参照 GB/T 17671,根据本附录给出的参考配合比,进行预配试验,使砂浆试件的 3 d 强度大于 24 MPa。

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
混凝土砌块和砖试验方法
GB/T 4111—2013

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 1.75 字数 42 千字
2014年5月第一版 2014年5月第一次印刷

*

书号: 155066·1-48858 定价 27.00 元



GB/T 4111—2013

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107