



中华人民共和国国家标准

GB/T 41060—2021

水泥胶砂抗冻性试验方法

Test method for determining frost resistance of cement mortar

2021-12-31 发布

2022-07-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构与起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国建筑材料联合会提出。

本文件由全国水泥标准化技术委员会(SAC/TC 184)归口。

本文件起草单位：中国建筑材料科学研究总院有限公司、苏州第一建筑集团有限公司、中铁十九局集团有限公司、中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司、中建协和建设有限公司、中国建筑科学研究院有限公司、山东莒州浮来山水泥有限公司、中国电建集团昆明勘测设计研究院有限公司、山东建业工程科技有限公司、黄河勘测规划设计研究院有限公司、福建磊鑫(集团)有限公司、成都佳合混凝土工程有限公司、新疆交通建设集团股份有限公司、武汉理工大学、山东北斗检测科技有限公司、成都建工预筑科技有限公司、大元建业集团股份有限公司、绍兴市容纳测控技术有限公司、中铁九局集团工程检测试验有限公司、中交一公局厦门检测技术有限公司、湖南湘建智科工程技术有限公司、四川省川铁枕梁工程有限公司、内蒙古蒙西水泥股份有限公司、山西铁力建材有限公司、铁正检测科技有限公司、中铁十八局集团有限公司、北京建工新型建材有限责任公司、北京建工集团有限责任公司、中鑫建设集团有限公司、浙江新华建设有限公司、中建西部建设新疆有限公司、中铁二十三局集团第一工程有限公司、山西省宏图建设集团有限公司、中国石油集团工程技术研究院有限公司、山西焕星科技有限公司、北京耐尔得智能科技有限公司、河北科析仪器设备有限公司、杭州特斯曼建材科技有限公司、安徽华瓴建工集团有限公司、上海建研建材科技有限公司、贵州省建材产品质量检验检测院、济源中联水泥有限公司、山西卓越水泥有限公司。

本文件主要起草人：张金山、王昕、方韧、周林才、王振地、尚尔海、李红泽、任金明、李新宇、马保国、刘晨、苏龙辉、张金龙、周永祥、李习花、翟祥军、武玲、郑旭、杜勇、朱明峰、张树立、张金良、陈学理、洪秀君、刘郎、田帅、王成、黄勇、余红印、孔文艺、范晓玲、马允超、回丽丽、李永顺、陆国良、聂念朝、罗超、张磊、谢生华、龚明子、安帆、杨奉源、刘丽芬、郭文斌、苏磊、矫恒信、刘晏斌、陈喜旺、孔凡敏、王桦、杨丽芳、孟书灵、路兆印、刘延龙、邵江、刘永红、于永金、李炳星、张卉伊、王文茹、于毅、陈悦、柏光山、柳玉强、樊俊江、张军昌、孙立军、杜平。

水泥胶砂抗冻性试验方法

1 范围

本文件规定了水泥胶砂抗冻性试验方法的方法概要、仪器设备、材料、试验室条件、试体成型、试体养护、抗冻性能检测、试验结果的处理、抗冻性能参数计算和检测方法允许偏差。

本文件适用于水冻水融条件下通用硅酸盐水泥抗冻性能的检测。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 17671 水泥胶砂强度检验方法（ISO 法）
- GB/T 50082 普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准
- JC/T 243 混凝土抗冻试验设备
- JC/T 681 行星式水泥胶砂搅拌机
- JC/T 682 水泥胶砂试体成型振实台
- JC/T 723 水泥胶砂振动台
- JC/T 726 水泥胶砂试模
- JC/T 960 水泥胶砂强度自动压力试验机

3 术语和定义

GB/T 50082 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

动弹性模量 **dynamic modulus of elasticity**

动力荷载条件下材料弹性变形阶段应力和应变间的比例系数。

3.2

相对动弹性模量 **relative dynamic modulus of elasticity**

共振法检测计算得出的冻融前后试件动弹性模量之比，通常用试件的基频振动频率平方比百分数表示。

4 方法概要

按 GB/T 17671 方法平行成型两组 40 mm×40 mm×160 mm 水泥胶砂试体，在标准条件下养护至一定龄期后，通过检测冻融循环前后试体的强度损失率、质量损失率以及相对动弹性模量，以表征水泥抗冻性能。

5 仪器设备

5.1 水泥胶砂搅拌机

应符合 JC/T 681 的规定。

5.2 振实台

应符合 JC/T 682 的规定。

5.3 振动台

应符合 JC/T 723 的规定。

5.4 试模

应符合 JC/T 726 的规定。

5.5 天平

应符合 GB/T 17671 的规定。

5.6 压力试验机

应符合 JC/T 960 的规定。

5.7 温度传感器

温度传感器(包括热电偶、电位差计等)应在 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 范围内测定试体中心温度,且测量精度应为 $\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

5.8 快速冻融循环试验机

应符合 JC/T 243 的规定。试验机中心与任何一个对角线两端应分别设有温度传感器,设备运行时冻融箱内防冻液各点温度极差应不超过 $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

5.9 试体盒

试体盒应为具有弹性的橡胶材料制成的长方形试盒,外形规格尺寸宜为 $55\text{ mm}\times 55\text{ mm}\times 220\text{ mm}$,试体盒内表面应有半径为 3 mm 的半圆形橡胶凸起,试体盒底部有橡皮垫层。试体盒规格尺寸见图 1。

单位为毫米

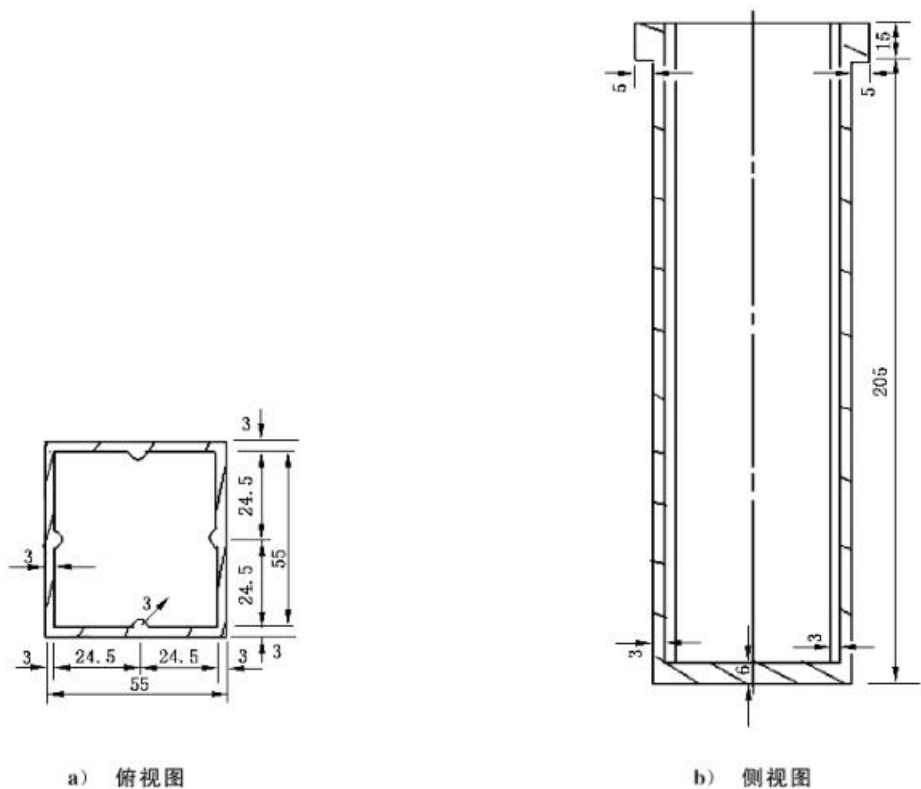


图 1 试体盒示意图

5.10 共振法动弹性模量测定仪

应符合 GB/T 50082 的规定。

6 材料

标准砂和试验用水，均应符合 GB/T 17671 的规定。

7 试验室条件

试验室温度、湿度要求，应符合 GB/T 17671 的规定。

8 试体成型

水泥胶砂质量配比按 GB/T 17671 的规定，每锅胶砂成型 3 条试体，平行成型 2 组，每组 6 条。其中，掺火山灰质混合材料的普通硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥和复合硅酸盐水泥成型水灰比为 0.50，且胶砂流动度应不小于 180 mm；当流动度小于 180 mm 时应按 GB 175 中有关规定进行相应调整。

9 试体养护

水泥试体养护按 GB/T 17671 有关规定进行,养护龄期为 28 d。高掺量混合材($\geq 50\%$)水泥,经与客户协商,养护龄期可至 90 d,且应在检测报告中予以注明。

10 抗冻性能检测

10.1 冻融前应先制作基准试体。即按本文件第 7 章和第 8 章要求制备相同规格的水泥胶砂试体,并将温度传感器埋于试体中心处。基准试体抗冻能力高于待测冻融试体,且 25 次冻融后试体无明显损坏。基准试体冻融介质宜为饮用水。

10.2 试体按第 8 章要求养护至规定龄期后,取一组试体按 GB/T 17671 有关要求检测冻融前水泥胶砂强度(e_0);另一组试体进行冻融试验。

10.3 冻融试验开始前先擦去待测试体表面水分,并准确称量试体质量(m_0)精确至一位小数。同时,按 GB/T 50082 方法的有关规定检测试体横向基频振动频率初始值(f_0),并记录试体外观情况。

10.4 将水泥胶砂试体放入试体盒中,注入饮用水并没过试体顶面 3 mm~5 mm。然后,将其放入冻融试验机试体架中进行冻融试验。每次冻融循环应在 2 h~4 h 内完成,且融化和冻结时间均应不低于 1 h,冻结和融化时试体中心温度分别控制在 $-18\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。每次冻融过程中,试体从 $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 降至 $-16\text{ }^{\circ}\text{C}$ 所用时间不应少于冻结时间的 1/2,试体从 $-16\text{ }^{\circ}\text{C}$ 升至 $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 所用时间也不应少于整个融化时间 1/2。冻融循环次数宜为 25 次,也可根据需要适当增加冻融次数,但应在检测报告中予以注明。每次冻融试验中由于外因中止冻融试验的次数不应超过 1 次。

10.5 冻融试验完成后取出试体擦去表面水分,检测冻融后试体质量(m_i)及试体横向基频振动频率(f_i),记录试体外观情况;并按 GB/T 17671 检测冻融后水泥胶砂强度(e_i)。检测过程中应防止试件失水,待测试件需用湿布覆盖。

10.6 按公式(1)~公式(3)计算试体冻融前后相对动弹性模量、强度损失率和质量损失率,以表征水泥抗冻性能。

11 试验结果的处理

11.1 基频振动频率

每个试体的基频振动频率应平行进行两次检测,且两次检测结果应不超过平均值的 0.5%,并以两次结果的平均值作为该试体的基频振动频率。

11.2 抗压强度

抗压强度以每组 3 个试体 6 个检测值的平均值作为检测结果。检测值的剔除与处理,按 GB/T 17671 的有关规定进行。

12 抗冻性能参数计算

12.1 相对动弹性模量

水泥试体相对动弹性模量按公式(1)计算,计算结果精确至小数点后一位:

$$P = \frac{f_i^2}{f_0^2} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- P —— i 次冻融循环后水泥试体相对动弹性模量，%；
- f_0 —— 冻融循环前试体横向基频振动频率初始值，单位为赫兹(Hz)；
- f_i —— i 次冻融循环后试体横向基频振动频率，单位为赫兹(Hz)。

水泥试体相对动弹性模量以每组 3 个试体检测值的平均值作为最终检测结果。当 3 个试体相对动弹性模量中最大值或最小值与平均值之差超出平均值 15% 时，应将其剔除后以余下检测值的平均值作为检测结果。当最大值和最小值与平均值之差均超出平均值 15% 时，则以中间值作为检测结果。

12.2 强度损失率

水泥试体强度损失率按公式(2)计算，计算结果精确至小数点后一位：

$$S = \frac{e_0 - e_i}{e_0} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- S —— i 次冻融循环后水泥试体强度损失率，%；
- e_0 —— 冻融循环前水泥试体抗压强度，单位为兆帕(MPa)；
- e_i —— i 次冻融循环后水泥试体抗压强度，单位为兆帕(MPa)。

12.3 质量损失率

水泥试体质量损失率按公式(3)计算，计算结果精确至小数点后一位：

$$w = \frac{m_0 - m_i}{m_0} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- w —— i 次冻融循环后水泥试体质量损失率，%；
- m_0 —— 冻融循环前试体质量，单位为克(g)；
- m_i —— i 次冻融循环后试体质量，单位为克(g)。

水泥试体质量损失率以每组 3 个试体的质量损失率的平均值作为最终检测结果。当检测值中出现负值时，应将其取零后以余下 2 个检测结果取平均值计算。当 3 个检测值中有一个超出平均值 1% 时，应剔除此值后以余下 2 个检测结果平均值作为检测结果；当 3 个检测值中有 2 个超过平均值 1% 时，则取中间值作为检测结果。

13 检测方法允许偏差

13.1 重复性

同一样品由同一试验室、同一操作人员、相同设备检测的水泥抗压强度损失率允许偏差应不超过 5%。

13.2 再现性

同一样品由不同试验室、不同人员、不同设备检测的水泥抗压强度损失率允许偏差应不超过 7%。