

备案号:14579—2004

JC

中华人民共和国建材行业标准

JC/T 453—2004

代替JC/T 453—1992(1996)

自应力水泥物理检验方法

Method of physical test for self-stressing cement

2004-10-20 发布

2005-04-01 实施

中华人民共和国国家发展和改革委员会 发布

前 言

本标准是在JC/T 453—92(1996)《自应力水泥物理检验方法》基础上进行修订的。

本标准自实施之日起,代替JC/T 453—92(1996)。

本标准与JC/T 453—92(1996)相比主要修改有:

- 自应力、自由膨胀率和强度试件测定用的标准砂改用 ISO 标准砂,成型方法按 GB/T 17671—1999《水泥胶砂强度检验方法(ISO 法)》进行,并重新确定了胶砂加水系数 K 值和脱模强度指标(92 版的 6.5,本版的 6.5);
- 强度的测定以 GB/T 17671—1999 代替 GB/T 177—1985《水泥胶砂强度检验方法》(92 版的 6.9,本版的 6.8);
- 自由膨胀率测定用钉头改为台阶形(92 版的 6.1.5,本版的 6.1.5);
- 将 JC 715—1996《自应力硫铝酸盐水泥》和 JC 437—1996《自应力铁铝酸盐水泥》中的 28 天自应力增进率测定方法附录归入本标准并作了修订(本版第 7 章);
- 原方法标准中的附录 A 纳入本方法标准正文(92 版附录 A,本版的 6.4.2)。

本标准由中国建筑材料工业协会提出。

本标准由全国水泥标准化技术委员会(SAC/TC184)归口。

本标准负责起草单位:中国建筑材料科学研究院。

本标准主要起草人:张秋英、张大同、郭俊萍、刁江京、王旭方。

本标准首次发布于1992年。本次为第一次修订。

自应力水泥物理检验方法

1 范围

本标准规定了自应力水泥物理检验方法的术语和定义、比表面积、细度、凝结时间、自由膨胀率、限制膨胀率、强度等检验方法以及28天自应力增进率的测定。

本标准适用于自应力硅酸盐水泥、自应力硫铝酸盐水泥、自应力铁铝酸盐水泥、自应力铝酸盐水泥及其它指定采用本标准的水泥物理性能检测。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 208 水泥密度测定方法

GB/T 1345 水泥细度检验方法(80 μm筛筛析法)

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 1346—2002, eqv ISO 9597: 1989)

GB 4357 碳素弹簧钢丝

GB/T 8074 水泥比表面积测定方法(勃氏法)

GB/T 17671—1999 水泥胶砂强度检验方法(ISO法)(idt ISO 679: 1989)

JC/T 726—1996 水泥胶砂试模

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

自由膨胀 free expansion

在无约束状态下，水泥水化硬化过程中的体积膨胀。

3.2

限制膨胀 restrained expansion

在约束状态下，水泥水化硬化过程中的体积膨胀。

3.3

自应力 self-stress

水泥水化硬化后的体积膨胀能使砂浆或混凝土在受约束条件下产生的应力。

4 水泥比表面积、细度检验方法

比表面积、细度分别按GB 8074和GB 1345进行检验，但水泥试样不进行烘干处理。

5 凝结时间检验方法

凝结时间按GB 1346进行检验。但初凝开始测定时间应不迟于产品标准规定的初凝时间前10 min。

6 自由膨胀率、限制膨胀率、强度检验方法

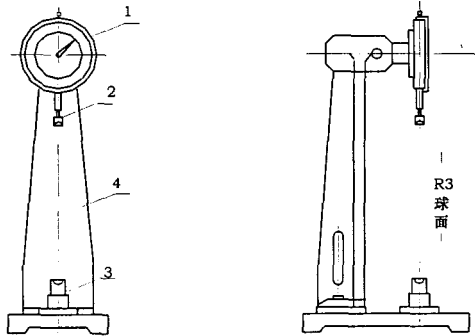
6.1 仪器设备

6.1.1 蒸汽养护箱

养护箱篦板与加热器之间的距离大于50 mm，内外箱体之间应加保温材料隔热，箱的内层由不锈钢的金属材料制成，箱口与箱盖之间用水封槽密封，箱盖内侧应成弓形，温度控制精度 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，试件放入后温度回升至控制温度所需时间最长应不大于10 min，试验期间水位要低于篦板，高于加热器，并不需补充水量。

6.1.2 比长仪

单位为毫米



- 1—百分表；
- 2—上顶头；
- 3—可调下底座；
- 4—支架。

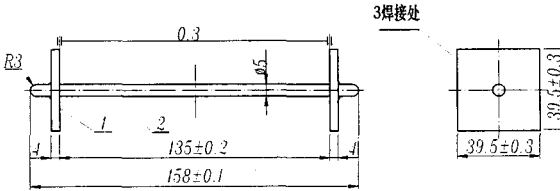
图1 比长仪

比长仪由百分表和支架组成(图1)，并带有基长标准杆。百分表最小刻度为0.01 mm，支架底部应装有可调底座，用于调整测量基长。测量自由膨胀时基长为176 mm，测量限制膨胀时基长为156 mm，量程不小于10 mm。在非仲裁检验中，允许使用精度符合上述要求的其它形式的测长仪。

6.1.3 限制钢丝骨架

限制钢丝骨架由直径 $\Phi 5$ mm钢丝与4 mm厚钢板铜焊制成，钢丝应符合GB 4357的要求。构造如图2所示。钢板与钢丝的垂直偏差不大于 5° 。钢丝应平直，两端测点表面应用铜焊1 mm~2 mm厚，并使之呈球面。

钢丝极限抗拉强度应大于1 200 MPa，铜焊处拉脱强度不低于800 MPa。限制钢丝骨架可重复使用，但不应超过五次，当其受到损伤影响自应力值测定时，应及时更新。



- 1—钢板;
- 2—钢丝。

图2 限制钢丝骨架

6.1.4 试模

自由膨胀率、限制膨胀率、强度成型试模均采用符合JC/T 726—1996要求的40 mm×40 mm×160 mm三联试模。其中自由膨胀试模应在两端板内侧中心钻孔，以安装测量钉头，孔的直径 $\Phi 6_0^{+0.03}$ mm，深8 mm，小孔位置必须保证测量钉头在试件的中心线上，装测量钉头后内侧之间的长度为135 mm。

6.1.5 测量钉头

测量钉头用铜材或不锈钢制成，尺寸见图3。

单位为毫米

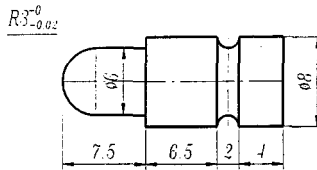


图3 测量钉头

6.1.6 其它仪器设备

胶砂搅拌机、振实台、压力试验机和抗折机均应符合GB/T 17671—1999的有关规定。

6.2 试验条件及材料

6.2.1 试验室温度、湿度应符合 GB/T 17671—1999 的有关规定。

6.2.2 水泥试样应充分混合均匀。

6.2.3 标准砂应符合 GB/T 17671—1999 的有关要求。

6.2.4 试验用水应是洁净的淡水。

6.3 蒸养温度的规定

自应力水泥的蒸汽养护温度按品种规定为：

- 自应力硅酸盐水泥，85℃±5℃；
- 自应力硫铝酸盐水泥，42℃±2℃；
- 自应力铁铝酸盐水泥，42℃±2℃；

——自应力铝酸盐水泥，42℃±2℃。

6.4 脱模强度的规定

6.4.1 自应力水泥的脱模强度规定为 10 MPa±2 MPa，要达到该脱模强度，应预先确定蒸养时间。

6.4.2 脱模强度蒸养时间的测定按 6.5.1~6.5.3 成型两组强度试件，按 6.5.4 要求进行蒸养。一组蒸养约 1h，另一组蒸养约 2h，分别脱模冷却测其强度，用两个时间的对应强度作一直线，根据水泥脱模强度的要求，用内插法找出该水泥的蒸养时间，见图 4。

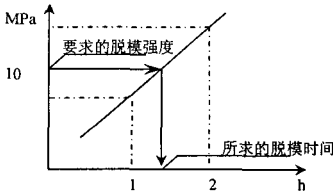


图4 内插法找蒸养时间

6.5 试件的制备与养护

6.5.1 试件成型用试模

一个样品应成型自由膨胀试件三条，限制膨胀试件三条，强度试件九条；试模内表面涂上一薄层模型油或机油，试模模框与底座的接触面应涂上黄油，防止漏浆；将涂有少许黄干油的测量钉头圆头插入自由膨胀试模的两端孔内，并敲击测量钉头到位，测量钉头接触水泥端不应沾有油污；在限制膨胀试模内，装入干净无油污的限制钢丝骨架。

6.5.2 胶砂组成

胶砂中水泥与砂的比例为1:2.0(质量比)，每锅胶砂需称水泥675 g，标准砂1 350 g(1袋)。

胶砂的用水量按式(1)计算：

$$W = \frac{(P + K) \times C}{100} \dots\dots\dots(1)$$

式中：

W ——胶砂加水量，单位为克或毫升(g或ml)；

P ——水泥标准稠度用水量，单位为百分比(%)；

K ——加水系数，取11%；

C ——水泥用量，单位为克(g)。

注：如按K值取11%加水成型时，胶砂在振动完毕后，试模内仍有未被胶砂充满的地方，则可提高K值，提高时以一个百分点的倍数，直至胶砂能充满整个试模为止。

6.5.3 成型操作

一个样品的全部试件应在45min内完成成型、刮平和编号等成型操作，成型后的试件应在试验室中静置。具体操作按GB/T 17671—1999中第7.1~7.2条进行。

6.5.4 养护和脱模

当从同一样品的第一个试模成型加水时开始计时，达到45min时，应将这个样品的全部试件带模移入已达蒸养温度的蒸养箱中的同一层篦板上。按预先确定的蒸养时间蒸养。蒸养时间从全部试件放入蒸养箱时开始计时，蒸养完毕取出试件立即脱模，脱模时应防止试件损伤，脱模后的试件摊开在非金属篦

板上冷却,从脱模开始算起在1h~1.5h内检测脱模强度,按6.6.2测量自由膨胀和限制膨胀试件初始值,测量后连同强度试件放入20℃±1℃水中养护。

每个养护水池只能养护同品种的水泥试件。

6.6 自由膨胀率的测定

6.6.1 龄期

分为3d、7d、14d、28d四个龄期。但可根据产品膨胀稳定期要求增加测量龄期。

6.6.2 试件的测量

测量前从养护水池中取出自由膨胀试件,擦去试件表面沉淀物,应将试件测量钉头擦净,在要求龄期±1h内按一定的试件方向进行测长。测定值应记录至0.002mm。每次测长前和测长结束时应用标准杆校准百分表零点,如结束时发现百分表零点相差一格以上时,整批试件应重新测长。

6.6.3 计算

自由膨胀率 ε_1 按式(2)计算,计算至0.001%:

$$\varepsilon_1 = \frac{L_{X1} - L_1}{L_{O1}} \times 100 \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

ε_1 ——所测龄期的自由膨胀率,单位为百分数(%);

L_{X1} ——所测龄期的自由膨胀试件测量值,单位为毫米(mm);

L_1 ——脱模后自由膨胀试件测量值,单位为毫米(mm);

L_{O1} ——自由膨胀试件原始净长,135mm。

6.6.4 结果处理

自由膨胀率以三条试件测定值的平均值来表示,当三个值中有超过平均值±10%的应予以剔除,余下的二个数值平均,不足二个数值时应重做试验。

6.7 自应力的测定

6.7.1 自应力值

自应力值是通过测定水泥砂浆的限制膨胀率计算得到。

6.7.2 限制膨胀率龄期

同6.6.1。

6.7.3 限制膨胀率测量

测量前从水中取出限制膨胀试件,接着按6.6.2自由膨胀率的操作进行测长。

6.7.4 限制膨胀率计算

限制膨胀率 ε_2 按式(3)计算,计算至0.001%:

$$\varepsilon_2 = \frac{L_{X2} - L_2}{L_{O2}} \times 100 \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中:

ε_2 ——所测龄期的限制膨胀率,单位为百分数(%);

L_{X2} ——所测龄期的限制膨胀试件测量值,单位为毫米(mm);

L_2 ——脱模后限制膨胀试件测量值,单位为毫米(mm);

L_{O2} ——限制膨胀试件原始净长,135mm;

6.7.5 限制膨胀率取值

限制膨胀率 ε_2 的取值按6.6.4的规定进行。

6.7.6 自应力值的计算

自应力值 σ 按式(4)计算, 计算至0.01 MPa:

$$\sigma = u \cdot E \cdot \varepsilon_2 \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

σ ——所测龄期的自应力值, 单位为兆帕(MPa);

μ ——配筋率, 1.24×10^{-3} ;

E ——钢筋弹性模量, 1.96×10^5 MPa;

ε_2 ——所测龄期的限制膨胀率, 单位为百分数(%)。

6.8 强度检验

6.8.1 龄期

分为脱模、7 d、28 d三个龄期或按各品种水泥标准规定。

6.8.2 强度试验

到龄期的试件应在±1 h内进行强度试验, 试验时应在试验前15 min从水中取出、用湿布擦净。加荷速度应符合GB/T 17671—1999的规定。

6.8.3 计算与结果处理

抗折强度、抗压强度的计算与结果处理, 按GB/T 17671—1999规定进行。

7 28天自应力增进率的测定

7.1 28天自应力增进率(K_{28})是采用出厂自应力值检测结果, 按照25天至31天期间的日平均自应力值增长值来表示。

7.2 要测定28天自应力增进率时, 只需将测自应力值的样品同时增加35天龄期的自应力值测定; 若没有要求自应力值测定的样品, 应按6.5的要求制备试件, 并测定14天、21天、28天、35天的自应力值。

7.3 以龄期(X)和对应的自应力值(Y)作乘幂函数曲线, 求对应的关系式, 把25天(X_1)和31天(X_2)龄期代入乘幂函数关系式, 求出对应的自应力值(Y_1)和(Y_2), 按式(5)计算, 计算至0.001 MPa/d:

$$K_{28} = \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1} = \frac{Y_2 - Y_1}{6} \quad (\text{MPa/d}) \quad \dots\dots\dots (5)$$

为了减少偏差最好用计算机进行作图和求乘幂函数关系式。

注: 本项测定适用于自应力硫铝酸盐水泥和自应力铁铝酸盐水泥, 其它自应力水泥采用时需研究本规定的适用性。