

4.2 快 冻 法

4.2.1 本方法适用于测定混凝土试件在水冻水融条件下，以经受的快速冻融循环次数来表示的混凝土抗冻性能。

4.2.2 试验设备应符合下列规定：

1 试件盒(图 4.2.2)宜采用具有弹性的橡胶材料制作，其内表面底部应有半径为 3mm 橡胶突起部分。盒内加水后水面应至少高出试件顶面 5mm。试件盒横截面尺寸宜为 115mm×115mm，试件盒长度宜为 500mm。

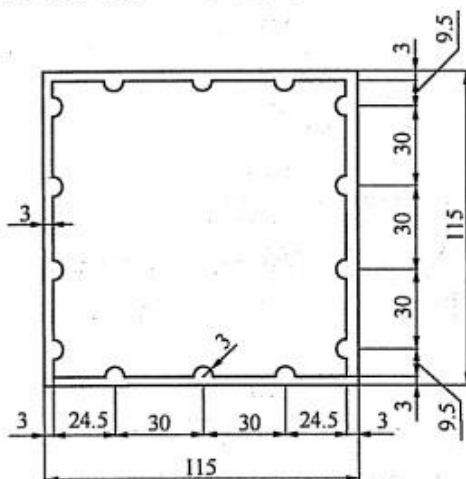


图 4.2.2 橡胶试件盒横截面示意图(mm)

2 快速冻融装置应符合现行行业标准《混凝土抗冻试验设备》JG/T 243 的规定。除应在测温试件中埋设温度传感器外，尚应在冻融箱内防冻液中心、中心与任何一个对角线的两端分别设有温度传感器。运转时冻融箱内防冻液各点温度的极差不得超过 2℃。

3 称量设备的最大量程应为 20kg，感量不应超过 5g。

4 混凝土动弹性模量测定仪应符合本标准第 5 章的规定。

5 温度传感器(包括热电偶、电位差计等)应在(-20~20)℃范围内测定试件中心温度，且测量精度应为±0.5℃。

4.2.3 快冻法抗冻试验所采用的试件应符合如下规定:

1 快冻法抗冻试验应采用尺寸为 $100\text{mm} \times 100\text{mm} \times 400\text{mm}$ 的棱柱体试件, 每组试件应为 3 块。

2 成型试件时, 不得采用憎水性脱模剂。

3 除制作冻融试验的试件外, 尚应制作同样形状、尺寸, 且中心埋有温度传感器的测温试件, 测温试件应采用防冻液作为冻融介质。测温试件所用混凝土的抗冻性能应高于冻融试件。测温试件的温度传感器应埋设在试件中心。温度传感器不应采用钻孔后插入的方式埋设。

4.2.4 快冻试验应按照下列步骤进行:

1 在标准养护室内或同条件养护的试件应在养护龄期为 24d 时提前将冻融试验的试件从养护地点取出, 随后应将冻融试件放在 $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ 水中浸泡, 浸泡时水面应高出试件顶面 $(20 \sim 30)\text{mm}$ 。在水中浸泡时间应为 4d, 试件应在 28d 龄期时开始进行冻融试验。始终在水中养护的试件, 当试件养护龄期达到 28d 时, 可直接进行后续试验。对此种情况, 应在试验报告中予以说明。

2 当试件养护龄期达到 28d 时应及时取出试件, 用湿布擦除表面水分后应对外观尺寸进行测量, 试件的外观尺寸应满足本标准第 3.3 节的要求, 并应编号、称量试件初始质量 W_{0i} ; 然后应按本标准第 5 章的规定测定其横向基频的初始值 f_{0i} 。

3 将试件放入试件盒内, 试件应位于试件盒中心, 然后将试件盒放入冻融箱内的试件架中, 并向试件盒中注入清水。在整个试验过程中, 盒内水位高度应始终保持至少高出试件顶面 5mm。

4 测温试件盒应放在冻融箱的中心位置。

5 冻融循环过程应符合下列规定:

1) 每次冻融循环应在 $(2 \sim 4)\text{h}$ 内完成, 且用于融化的时间不得少于整个冻融循环时间的 $1/4$;

2) 在冷冻和融化过程中, 试件中心最低和最高温度应

分别控制在 $(-18 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ 和 $(5 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ 内。在任意时刻,试件中心温度不得高于 7°C ,且不得低于 -20°C ;

3) 每块试件从 3°C 降至 -16°C 所用的时间不得少于冷冻时间的 $1/2$;每块试件从 -16°C 升至 3°C 所用时间不得少于整个融化时间的 $1/2$,试件内外的温差不宜超过 28°C ;

4) 冷冻和融化之间的转换时间不宜超过 10min 。

6 每隔 25 次冻融循环宜测量试件的横向基频 f_m 。测量前应先将试件表面浮渣清洗干净并擦干表面水分,然后应检查其外部损伤并称量试件的质量 W_m 。随后应按本标准第 5 章规定的方法测量横向基频。测完后,应迅速将试件调头重新装入试件盒内并加入清水,继续试验。试件的测量、称量及外观检查应迅速,待测试件应用湿布覆盖。

7 当有试件停止试验被取出时,应另用其他试件填充空位。当试件在冷冻状态下因故中断时,试件应保持在冷冻状态,直至恢复冻融试验为止,并应将故障原因及暂停时间在试验结果中注明。试件在非冷冻状态下发生故障的时间不宜超过两个冻融循环的时间。在整个试验过程中,超过两个冻融循环时间的中断故障次数不得超过两次。

8 当冻融循环出现下列情况之一时,可停止试验:

- 1) 达到规定的冻融循环次数;
- 2) 试件的相对动弹性模量下降到 60% ;
- 3) 试件的质量损失率达 5% 。

4.2.5 试验结果计算及处理应符合下列规定:

1 相对动弹性模量应按下式计算:

$$P_i = \frac{f_{mi}^2}{f_{0i}^2} \times 100 \quad (4.2.5-1)$$

式中: P_i ——经 N 次冻融循环后第 i 个混凝土试件的相对动弹性模量($\%$),精确至 0.1 ;

f_{ni} ——经 N 次冻融循环后第 i 个混凝土试件的横向基频 (Hz);

f_{0i} ——冻融循环试验前第 i 个混凝土试件横向基频初始值 (Hz);

$$P = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 P_i \quad (4.2.5-2)$$

式中: P ——经 N 次冻融循环后一组混凝土试件的相对动弹性模量(%), 精确至 0.1。相对动弹性模量 P 应以三个试件试验结果的算术平均值作为测定值。当最大值或最小值与中间值之差超过中间值的 15% 时, 应剔除此值, 并应取其余两值的算术平均值作为测定值; 当最大值和最小值与中间值之差均超过中间值的 15% 时, 应取中间值作为测定值。

2 单个试件的质量损失率应按下式计算:

$$\Delta W_{ni} = \frac{W_{0i} - W_{ni}}{W_{0i}} \times 100 \quad (4.2.5-3)$$

式中: ΔW_{ni} —— N 次冻融循环后第 i 个混凝土试件的质量损失率(%), 精确至 0.01;

W_{0i} ——冻融循环试验前第 i 个混凝土试件的质量(g);

W_{ni} —— N 次冻融循环后第 i 个混凝土试件的质量(g)。

3 一组试件的平均质量损失率应按下式计算:

$$\Delta W_n = \frac{\sum_{i=1}^3 \Delta W_{ni}}{3} \times 100 \quad (4.2.5-4)$$

式中: ΔW_n —— N 次冻融循环后一组混凝土试件的平均质量损失率(%), 精确至 0.1。

4 每组试件的平均质量损失率应以三个试件的质量损失率试验结果的算术平均值作为测定值。当某个试验结果出现负值, 应取 0, 再取三个试件的平均值。当三个值中的最大值或最小值与中间值之差超过 1% 时, 应剔除此值, 并应取其余两值的算术

平均值作为测定值；当最大值和最小值与中间值之差均超过 1% 时，应取中间值作为测定值。

5 混凝土抗冻等级应以相对动弹性模量下降至不低于 60% 或者质量损失率不超过 5% 时的最大冻融循环次数来确定，并用符号 F 表示。