

# 生态型多孔混凝土物理与力学性能试验方法

## 1 范围

本文件规定了生态型多孔混凝土的抗压强度、抗折强度、劈裂抗拉强度、密度、连续孔隙率、透水系数、收缩性、抗冻性的试件制作和试验方法。

本文件适用于具有明显透水性的、多孔的现浇多孔混凝土和预制多孔混凝土制品的性能评价。

## 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 2611 试验机通用技术要求
- GB/T 3722 液压式压力试验机
- GB/T 4111 混凝土砌块(砖)试验方法
- GB/T 10002.1 给水用硬聚氯乙烯(PVC-U)管材
- GB/T 14685 建设用卵石碎石
- GB/T 50080 普通混凝土拌合物性能试验方法标准
- GB/T 50081 普通混凝土力学性能试验方法标准
- GB/T 50082 普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准
- JG/T 243 混凝土抗冻试验设备

## 3 术语和定义

### 3.1 生态型多孔混凝土

主要由粗集料及水泥基胶结料经拌合、浇注或模注成型,具有连续孔隙结构、良好透气和透水性能,可以改善周围生态环境和营造生物多样性的混凝土或混凝土制品。

### 3.2 连续孔隙率

生态型多孔混凝土内部连通的、水可渗透经过的孔隙的体积与生态型多孔混凝土体积之百分比。

## 4 基本要求

### 4.1 材料试验机或压力试验机应符合GB/T 3722标准

和GB/T 2611标准中的技术要求外,其测量精度应达到 $\pm 1\%$ ,试件破坏荷载应位于试验机全量程的20%~80%之间。

4.2 施工现场留样试件的取样应符合GB/T 50080中的规定,试验室试件制作应采用符合JG237规定的试模制作。试件的养护应符合GB/T 50081中的规定。

4.3 采用切割、钻孔取芯法获取试件时,多孔混凝土或多孔混凝土制品的养护龄期应不小于28d。宜用切割机和磨平机首先对获取的试样进行加工处理,使试件尺寸公差符合规定的要求。

4.4 试验所用钢直尺的分度值为0.5mm。

## 5 抗压强度试验

### 5.1 试件的制作

5.1.1 生态型多孔混凝土抗压强度值检测试件数量为3块。

5.1.2 宜采用150mm×150mm×150mm的立方体试件为标准试件。当采用钻芯取样法获取试件时,试件直径应为 $100\text{mm}\pm 2\text{mm}$ ,高径比以1.00为基准,亦可采用高径比0.8~1.2的试件。

### 5.1.3 试件的公差

1)用试模制作试件的尺寸公差应满足相邻面间的夹角为 $90^\circ\pm 0.5^\circ$ 。

2)切割获取的立方体试件的尺寸公差应满足相邻面间的夹角为 $90^\circ\pm 1^\circ$ 。

3)钻芯取样法获取的圆柱体的直径公差为 $100\text{mm}\pm 2\text{mm}$ 。

### 5.1.4 试件承压面的抹平处理

1)在抗压试验前先应对试件承压面按本标准附录A进行坐浆抹面处理。试件承压面抹面工作应在抗压强度测试前至少三天前完成。

2)对于试模制作的试件,应选择两个正对的非成型面作为承压面。

注:试件成型应与实际施工采用的方法相类似,选择合适的振捣压实方法、成型时间及振动台等。振捣压实结束后,刮取顶部多余的混凝土,用抹刀抹平;观察试件表面不得有孔径大于骨料最大粒径(骨料最大粒径的确定,依据GB/T 14685标准)的孔隙,如有,

在试件成型时需作适当填补压实。试件成型完成后应及时将试模覆盖、做保湿处理,或移入养护室放置。

试件拆模时不得严重磕碰边角,使得骨料脱落;检查试块表面,如试块表面存在较多处孔径大于骨料最大粒径的孔隙,则试件做弃用处理,重新成型。拆模后,及时将合格试块进行编号,并放入养护室进行养护。

### 3) 承压面积的测量:

在承压面的中间测量承压面的宽度和长度。每项在对应两面各测一次,精确至 0.5mm,面积修约至 0.5mm,面积修约至 1mm<sup>2</sup>。

## 5.2 试验方法与步骤

5.2.1 抗压试验的具体步骤,应依照参照 GB/T 50081 中的规定执行。

5.2.2 试验机的上、下压板应有一端为球纹支座,可随意转动。

5.2.3 加荷速度宜取 0.2MPa~0.4MPa。

5.2.4 结果计算及确定:

1) 混凝土立方体抗压强度应按下式计算

$$f_{cc} = \frac{F}{A}$$

式中: $f_{cc}$ —多孔混凝土试件抗压强度(MPa),精确至 0.1MPa。

$F$ —试件破坏荷载(N),读数精确至 50N。

$A$ —试件承压面积(mm<sup>2</sup>),计算精确至 1mm<sup>2</sup>。

5.2.5 试件强度值的确定应符合下列规定:

1) 以三个试件检测值的算术平均值作为该组试件的强度值(精确至 0.1MPa)

2) 三个检测值中的最大值或最小值中如有一个与中间值的差值超过中间值的 15%时,则把最大及最小值一并舍除,取中间值作为该组试件的抗压强度值;如最大值和最小值与中间值的差均超过中间值的 15%,则该组试件的试验结果无效。

## 6 抗折强度试验

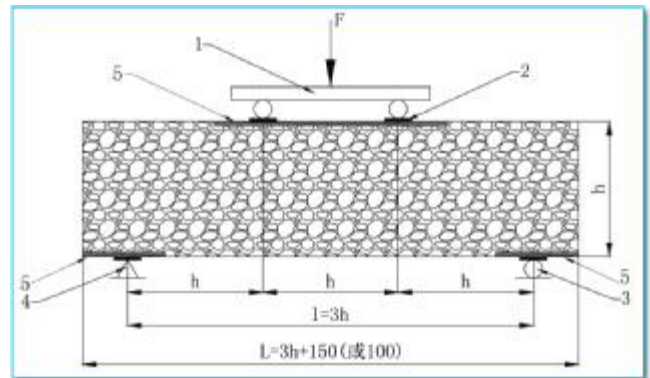
### 6.1 试验设备

6.1.1 抗折试验机、万能试验机或带有抗折试验架的压力试验机,除应符合本标准 4.1 条的规定外,并应带有能使二个相等载荷同时作用在试件跨度 3 分点处的抗折试验装置,见图 1。

6.1.2 支座和加荷头应采用直径为 20mm~40mm、长度不小于  $b+10$ mm 的硬钢圆柱,支座立脚点固定铰支,其它应为滚动支点。

6.1.3 垫条板宜采用五合板,宽度 20mm、厚度  $(4\pm 1)$  mm、长度 160mm~180mm,不得重复使用。

### 6.2 试件的制作



1—加荷头;2—垫条;3—圆柱支座;

4—固定铰支;5—抹面

图1 抗折试验装置

6.2.1 应采用 150mm×150mm×600mm (或 550mm) 的试模制作棱柱体试件,每组试件数量为 3 块。

6.2.2 试件制作方法、养护方法、尺寸偏差,应符合 GB/T 50082 的规定。

6.2.3 试件脱模后,应首先检查试件表面,并按图 1 所示位置进行试件抹面处理。抹面方法和抹面材料按本标准附录 A 要求。

1) 在试件长度方向中部 1/3 区段内不得有最小投影尺寸长度大于骨料最大粒径的缺角和凹坑。如有,用试件成型时相同的配合比混凝土需作适当填补压实。

2) 试件完成承载面抹面处理后,应及时将试件放入标准养护室。

注:骨料最大粒径的确定,依据 GB/T 14685 标准。

### 6.3 试验步骤

6.3.1 试件试验时的养护龄期应不小于 28d。

6.3.2 试件从养护室取出后应及时进行试验。将试件表面擦干净,检查试件表面和承载面是否存在缺陷,测量并确定每个试件的高度和宽度。

6.3.3 按图 1 所示将试件置于抗折试验架内,安装尺寸误差应控制在  $\pm 1$ mm。在试件和各个支撑构件之间垫上准备好的胶合板垫条,使支座及承压面与圆柱的接触面保持平稳、均匀。

6.3.4 以  $(200\pm 50)$  N/s 的速度均匀、连续施加荷载,直至试件破坏,记录破坏荷载及试件下边缘断裂位置。

### 6.4 试验结果计算及确定

6.4.1 若试件下边缘断裂位置处于二个集中荷载作用线之间,则试件的抗折强度按下式计算:

$$f_f = \frac{Fl}{bh^2}$$

式中: $f_f$ —多孔混凝土试件抗折强度(MPa),精确至 0.1MPa。

$F$ —试件破坏荷载(N),读数精确至 10N。

- l — 支座间跨度(mm),读数精确至 0.5mm。
- b — 试件截面宽度(mm),读数精确至 0.5mm。
- l — 试件截面高度(mm),读数精确至 0.5mm。

6.4.2 抗折强度值的确定应符合本标准第 5.2.5 条中的规定,抗折强度计算应精确至 0.1MPa。

6.4.3 三个试件中若有一个折断面位于两个集中荷载之外,则混凝土抗折强度值按另两个试件的试验结果计算。若这两个测值的差值不大于这两个测值的较小值的 15%时,则该组试件的抗折强度值按这两个测值的平均值计算。否则该组试件的试验无效。若有两个试件的下边缘断裂位置位于两个集中荷载作用线之外则该组试件试验无效。

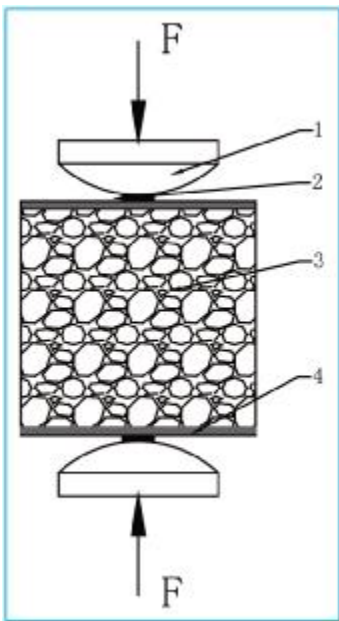
## 7 劈裂抗拉强度试验

7.1 材料试验机、垫块、垫条和支架,均应符合 GB/T 50081 的规定。

### 7.2 试件制作

7.2.1 采用 150mm×150mm×150mm 的立方试件为标准试件,每组试件数量为 5 块。试模制作或切割获取的试件,尺寸误差应符合 GB/T50081 的规定。允许对试件先进行磨削处理,使尺寸误差满足要求。

7.2.2 采用取芯法获取的圆柱体试件时,试件直径宜为 100mm、高 100mm,每组试件数量为 5 块。试件的尺寸误差应符合 GB/T 50081 的规定。允许用与所取样处多孔混凝土一致的配合比混凝土对试件进行修补,但修补量与试件体积总量的比值不得大于 0.1;修



1-垫块;2-五合板垫片;3-多孔混凝土试件;4-抹面层

图2 劈裂抗拉试验装置

补过试件应在标准养护条件下至少再养护 3d。允许用磨削设备对试件的高度方向进行加工。

注:当多孔混凝土的最大骨料粒径超过 25mm 时,宜用更大直径和高度的取芯法试件进行劈裂抗拉强度试验,例如直径和高度均为 150mm 的取芯试件。

7.2.3 每组试件应在试验前至少三天,按本标准附录 A 的抹面方法进行试件承载面的抹面。立方体试件的承载面应在试验报告中用图示方法明确标注清楚。

### 7.3 试验步骤

7.3.1 试件从养护环境下取出后,将试件表面擦干净,用钢尺和铅笔在承载面上画出中线作为受力截面的位置线。立方体试件的中线为承载面不相邻的两条棱线中点的连线;圆柱体试件的中线为承载面的直径。

7.3.2 测量、计算试件劈裂面的面积。用钢尺测量的读数精确至 0.5mm,面积计算值修约至 1mm<sup>2</sup>。

7.3.3 试验应在试件离开养护环境后 12 小时内完成。试验方法依据 GB/T 50081 的规定,以 0.015MPa/s~0.03MPa/s 的速度均匀、连续施加荷载,直至试件破坏,记录破坏荷载 F。

### 7.4 结果计算与评定:

7.4.1 每个试件的劈裂抗拉强度按下式计算,精确至 0.01MPa。

$$f_{ts} = \frac{2F}{\pi A} = 0.637 \frac{F}{A}$$

式中: $f_{ts}$  — 多孔混凝土劈裂抗拉强度(MPa)

F — 试件破坏荷载(N),读数精确至 10N。

A — 试件劈裂面积(mm<sup>2</sup>),精确至 1mm<sup>2</sup>。

9.4.2 五个试件测值的算术平均值作为该组试件的劈裂强度值,精确至 0.01MPa。

## 8 密度和连续孔隙率试验

### 8.1 仪器设备

8.1.1 鼓风烘箱:能使温度控制在(105±5)℃;

8.1.2 电子秤:称量 20kg,感量精度 5g;其型号及尺寸应能允许在臂上悬挂盛试样的吊篮,并能将吊篮放在水中称量。

8.1.3 吊篮:直径和高度均为 250mm,由孔径为 1mm~2mm 的筛网或钻有 2mm~3mm 孔洞的耐锈蚀金属板制成。吊索或吊绳的比重应大于 1.2g/cm<sup>3</sup>,上面应有供记录的刻度标识。

8.1.4 盛水容器:有溢流孔;水温控制在 15℃~25℃。

8.1.5 温度计,读数精度 0.5℃;搪瓷盘,毛巾等。

8.2 每组试件数量为三块。宜采用 150mm×150mm×150mm 立方体试模制作的试件;当采用其它试件(切

割法、取芯法获取的试件)时,应在试验报告中标注清楚试件制作方式和每块试件的具体尺寸值。试件的混凝土龄期应不小于28d。

### 8.3 试验步骤

8.3.1 检查每个试件表面的平整情况,不得有最小投影尺寸长度大于骨料最大粒径的缺角和凹陷。允许使用相同配合比的混凝土进行修补,但修补量与试件体积总量的比值不得大于0.1;修补过的试件应在标准养护条件下至少再养护3d。

8.3.2 对采用切割法或取芯法获取的试件,应将试件放置在承接容器内,使用自来水洗出试件中夹杂的泥砂、杂质等。对试件的三个非相对面进行反复冲洗,直至承接容器中的水,目测清澈为止。

8.3.3 对每一立方体试件测量其长度、宽度、高度方向的平均值,分别用l、b、h来表示,单位毫米,测量读数精确至0.5mm。

注:取芯法圆柱体试件,测量其直径和高度的平均值。每一圆形端面两个测量值,取四个测量值的平均值;高度取四个圆柱体棱线测量值的平均值。

8.3.4 将清洗干净的试件放在烘箱中于(105±5)℃下烘干至少12小时,然后每间隔1小时称量一次,直至两次称量之差不超过10g为止。

8.3.5 待试件在烘箱内冷却至与室温之差不超过20℃后取出,立即称其绝干质量m,精确至5g。

8.3.6 将试件浸入室温15℃~25℃的水中,水面应高出试件20mm以上,12小时后将其移出,放在铁丝网架上悬置5~8分钟,立即称出试件湿状态的质量W<sub>1</sub>,精确至5g。

8.3.7 取一个试件放入吊篮内,并一起浸入盛水容器中。水液面至少高出试件表面80mm。用上、下升降吊篮的方法来排除气泡(试件不得露出水面),上下升降

10次,每次升降间隔5~10秒;吊篮每升降一次约用时1秒,升降高度控制在30mm~50mm。

8.3.8 称取吊篮及试件在水中的质量W<sub>2</sub>,精确至5g。同时记录(或标记)吊篮的吊索(或吊绳)在水面的具体位置。称量时盛水容器中水面的高度由容器的溢流孔控制。

8.3.8 提起吊篮,将试件取出,然后称出吊篮在水中同样悬挂高度时的质量W<sub>3</sub>,精确至5g。称量时盛水容器的水面高度由溢流孔控制。

### 8.4 试验数据处理

8.4.1 试件体积和密度的计算,按GB/T 4111的规定进行。

注:试件为取芯圆柱体时,试件体积计算应采用圆柱体体积计算公式。

8.4.2 单块试件的连续孔隙率试验结果计算及确定应按下式进行:

$$P(\%) = \left(1 - \frac{W_1 - W_2 + W_3}{V \cdot \rho_{\text{水}}}\right) \times 100$$

式中:P—多孔混凝土中的连续孔隙率(精确至0.01%);

W<sub>1</sub>—多孔混凝土试件湿状态质量(kg);

W<sub>2</sub>—吊篮及多孔混凝土试件在水中的悬浮质量(kg);

W<sub>3</sub>—吊篮在水中的悬浮质量(kg);

V—多孔混凝土试件的表观体积(m<sup>3</sup>);

ρ<sub>水</sub>—试验时水的密度,1×10<sup>3</sup>kg/m<sup>3</sup>。

8.4.3 连续孔隙率的确定应符合下列规定:

1)三个试件的算术平均值作为该组试件的连续孔隙率值,精确至0.1%;

2)三个测值中的最大值或最小值中如有一个与中间值的差值超过5.00%,则舍除偏差较大者,取另两者的平均值作为该组试件的连续孔隙率;

3)如最大值和最小值与中间值的差均超过5.00%,则该组试验无效。

## 9 透水系数试验

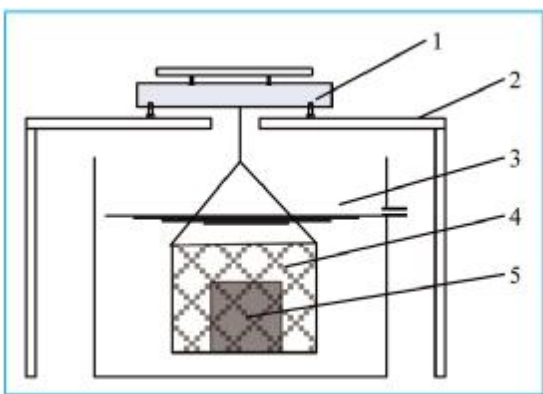
9.1 多孔混凝土的透水系数试验按本标准附录B进行。

9.2 检测多孔混凝土透水系数的试件,应符合以下规定:

1)评估透水性路面的多孔混凝土的透水系数时,试件的厚度应与路面多孔混凝土设计厚度值一致。若路面多孔混凝土设计值大于200mm,检测试件厚度统一取200mm。

2)评估预制多孔混凝土产品时,试件的厚度应与产品使用时水渗透方向厚度值一致。

3)对多孔混凝土开展试验研究时,评估透水系数



1-电子秤;2-支架;3-盛水容器;4-吊篮;5-试件

图3 悬浸法示意图

的试件厚度统一为 100mm。

4)采用取芯法获取试件时,如有必要应先对试件进行修补和磨削处理,以使其规格尺寸满足要求。试件在试验前应用自来水进行冲洗,除去残留在试件内的杂质。

## 10 收缩性试验

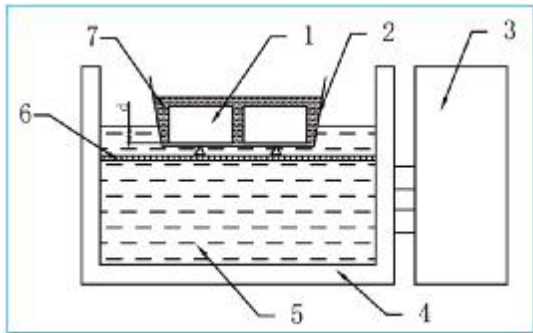
10.1 本方法适用于无约束状态下多孔混凝土的自收缩变形或无约束和规定温湿度条件的收缩变形的测定。

10.2 应采用试模试件,按照GB/T 50082的规定进行。

## 11 抗冻性试验

### 11.1 设备

11.1.1 冻融试验装置应符合 JG/T243 的要求,应包括冷冻和加热装置、试验槽、温度控制装置和测温系统(见图 5)。测温系统的精度 0.5℃。



1—试样;2—容器;3—冻融试验机;4—冻融试验槽;  
5—冻融液;6—网格架;7—水

图5 冻融试验装置示意图

11.1.2 电子台秤,感量精度 0.1g。

### 11.2 试件

抗冻性试验采用试模制作的 150mm×150mm×150mm 的立方体试件,每组试件为 5 块,并应同时制备对比组试件 5 块。试件成型完成拆模后,将试件编号标识后放置在 20±5℃、相对湿度大于 80%的环境下养护,试件养护 28d 后方可进行冻融试验。

### 11.3 试验步骤

11.3.1 将试件浸没在水中约 2 小时,取出悬置在钢丝网架上 10 分钟,再用湿布擦除试件表面水分后,立即称量初始质量。

11.3.2 在冻融槽内(见图 5)注入冻融液乙二醇,依靠冻融液的温度变化来进行冻融循环。在冻融槽中不锈钢网格架上放置一个不锈钢容器,在容器内横置五块试件,并在容器底和试件之间用 3cm~5cm 厚橡胶垫铺

设。调整容器浸入冻融液中的深度,使得试件浸没深度 d 为 7cm~8cm;再向容器内放自来水,使水面浸没至试件顶面 5cm 以上(见图 5)。在试件的上表面、下表面放置温度计,测量试件温度,并在冻融液上部与下部放置测温装置。

### 11.3.3 冻融制度

启动冻融试验机,一个冻融循环时间为 4 小时,其中降温 2 小时,升温 2 小时。冻结时的水介质的最低温度应控制在 -20℃~-15℃范围内,融解时最高温度应控制在 5℃~10℃范围内,乙二醇液体的温度应在 -25℃~+20℃的范围内。

### 11.4 试件质量损失率和强度损失率的测量

#### 11.4.1 质量损失率

11.4.1.1 测定时间:开始试验后,每 5 个循环对冻融试件进行一次外观检查和称重。当一组五块试件的平均质量损失率大于 5%,或单块试件的质量损失率大于 25%时,即可停止其冻融循环试验;

11.4.1.2 测定方法:最近一次冻融循环过程的融解结束后,立即从水中取出试件,在室温条件(20±5℃)的钢丝网上悬置大约一个小时,再快速测定试件的质量,精确到 1g;并详细记录试件表面破损、裂缝以及边角缺损情况。

#### 11.4.1.3 质量损失率的确定

1)单块试件的质量损失率按下式进行计算:

$$\Delta W_n = \frac{W_0 - W_n}{W_0} \times 100$$

式中:  $\Delta W_n$  — 经 n 次冻融循环后试件的质量损失率(%)  
精确至 0.1%;

$W_n$  — 经 n 次冻融循环后试件的质量(g),读数精确至 1g。

$W_0$  — 冻融循环试验前试件的质量(g),读数精确至 1g。

2)试件的质量损失率计算:

删除单块试件的质量损失率中的最大和最小值,取中间三个试件的平均值为试件的质量损失率测定值。但当三个值均为负值时,求平均值时取测定值为 0;当其中两个值为负值时,则正值除 3,为平均值;其中一个为负值时,则由两正值相加、再除以 3 为平均值。

#### 11.4.2 强度损失率

11.4.2.1 在试件进行冻融循环期间,一组 5 个对比试件应置于温度 20±5℃、相对湿度不低于 80%的环境下养护。

11.4.2.2 当试件达到设定冻融循环次数或因质量损

失率超出规定停止冻融循环,取出试件,经称重量和外观检查,并详细记录试件表面破损、裂缝及边角缺损情况。再将经冻融试件和一组对比试件同时进行承载面抹面处理,抹面方法见附录 A;再按本标准第 5 章规定方法进行试件抗压强度试验。

11.4.2.3 单块试件的质量损失率大于 20%时,此块试件不再做抗压强度检测。该单块试件的强度损失率取值为 100%。

11.4.2.4 强度损失率试验结果的计算

1)单块试件的强度损失率应按下式进行计算:

$$\Delta f_c = \frac{f_{c0} - f_{cn}}{f_{c0}} \times 100$$

式中:  $\Delta f_c$  — 经 n 次冻融循环后单块试件的抗压强度损失率(%),精确至 0.1;

$f_{c0}$  — 对比组五块试件的抗压强度测定平均值(MPa),精确至 0.1MPa;

$f_{cn}$  — 经 n 次冻融循环后单块试件的抗压强度测定值(MPa),精确至 0.1MPa。

2)测试试件的强度损失率,取五块冻融试件强度损失率的平均值。

## 附录 A (规范性附录)

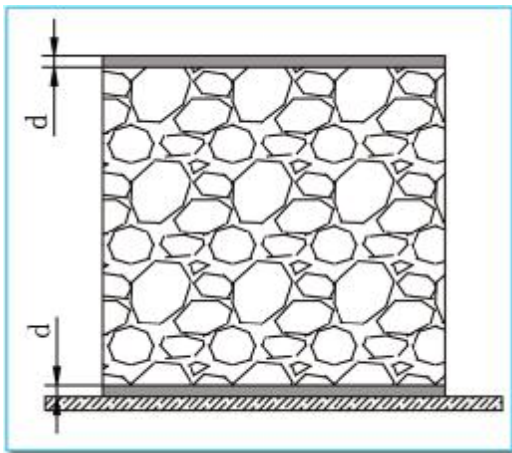
### 生态型多孔混凝土试件座浆抹面处理方法

#### A.1 试验设备

水泥净浆搅拌机,玻璃平板(面积应大于 200mm×200mm,厚度大于 6mm),塑料薄膜,刮刀,钢直尺(分度值 1mm)。

#### A.2 抹面材料

采用强度等级不低于 42.5 硅酸盐水泥,水灰 0.3-



图A.1 立方体试件座浆法抹面示意图

0.45,拌合成塑性良好的水泥净浆,水泥净浆试块 72 小时试块强度不低于 30MPa。

允许掺外加剂,来调整水泥净浆的初、终凝时间,或提高早期强度值。

#### A.3 抗压强度、劈裂抗拉强度试件的抹面处理步骤

A.3.1 将玻璃板擦干净、表面润湿,取面积比玻璃板稍大的塑料薄膜绷紧贴实覆盖于玻璃板之上,保持塑料薄膜的平整且与玻璃板之间无较大的气泡。

A.3.2 将搅拌好的抹面材料倒入水平放置的覆盖塑料薄膜的玻璃平板上,并用刮刀抹平,保证浆体厚度约为 3mm~5mm,面积约为 170mm×170mm。

A.3.3 将试件的某一承载面朝抹面材料,从竖直方向自上而下置于浆体之上,并稍用力压实贴紧玻璃平板;用刮刀将试件周围多余浆体刮去,使试件四周刮平;对试件抹平面周围孔隙较大处用浆体填充并抹平。用直角靠尺来调控试样的垂直度,坐浆后的承载面至少与两个相邻侧面成 90°垂直关系;在坐浆抹平过程中,薄膜应保持绷紧,尽量不起皱。

A.3.4 当承载面的水泥净浆终凝 2h 后,先将试件连同玻璃板一起倒立放置,取下玻璃平板,剥离塑料薄膜。清除承载面因座浆产生的多余边角。

A.3.5 重复 A.3.1~A.3.4 步骤,对试件承载的另一面进行座浆处理。

A.3.6 对于圆柱体试件的抹面,可参照进行操作。

#### A.4 抗折强度试验试件的抹面处理步骤

A.4.1 将试件与加载装置接触的支点位置,分别画直线示意,做好标记。

A.4.2 将两块玻璃板擦干净、表面润湿,取面积比玻璃板稍大的塑料薄膜绷紧贴实,覆盖于玻璃板之上,保持塑料薄膜的平整且与玻璃板之间无较大的气泡。

A.4.3 将搅拌好的抹面材料倒入被塑料薄膜覆盖的玻璃板上,并用刮刀抹平,浆体厚度约为 3mm~5mm。依据图 A.4 和试件的尺寸,来确定浆体覆盖面积的大小。

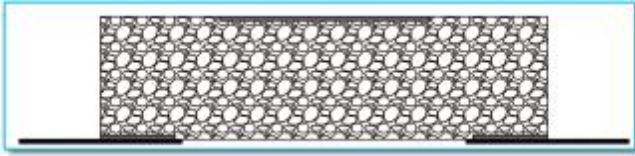
A.4.4 将两块覆盖抹面材料的玻璃板平行对齐放置于水平桌面上,依据图 1 中的相关尺寸。调整两块玻璃平板之间的中心距离,使得试件上的标识线左右两侧有 20mm~30mm 宽度范围的座浆面积。

A.4.5 依据标识线位置将试件对准着玻璃平板,稍用力使得试件压实贴紧玻璃平板,同时保证两端水平;用刮刀将试件周围多余浆体刮去,并对试件坐浆面周围有较大孔隙处用浆体填充并抹平。用直角靠尺来调控试件的垂直度,坐浆后承载面至少与两个相邻侧面成 90°垂直关系;在座浆抹平过程中,薄膜应保持绷

紧,尽量不起皱。

A.4.6 当承载面的水泥净浆终凝 2h 后,将试件翻身,取下玻璃平板,剥离塑料薄膜,清除坐浆产生的多余边角;

A.4.7 于对试件另一承载面进行座浆处理。操作步骤可参照 A.3。应保证本标准图 1 所示加荷点均落在座浆面内。



图A.2 抗折强度试件座浆法抹面示意图

A.5 抹面处置后的试件,应在抹面完成后立即将试件放入养护室进行养护,三天后才能进行试验。

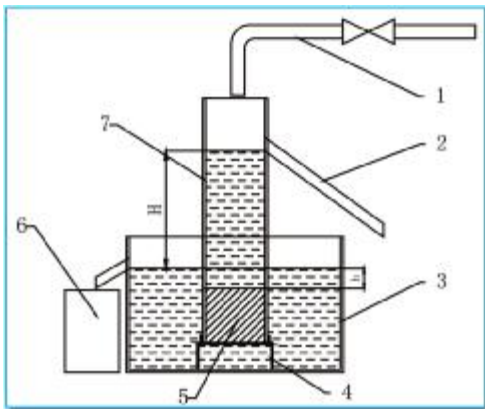
## 附录 B (规范性附录)

### 生态型多孔混凝土透水系数的试验方法

#### B.1 仪器设备

##### B.1.1 透水试验装置

透水系数试验装置如图 3 所示。



1—供水系统;2—溢流口;3—溢流水槽:具有排水口并保持一定水位的水槽,水位与试件上沿的高差 $h \geq 5\text{cm}$ ;4—支架;5—试件;6—量筒;7—透水圆筒:具有溢流口并能保持一定水位的透明圆筒,外径为110mm

图B.1 透水系数试验装置

##### B.1.2 抽真空装置

能装下试件,并保持在 90KPa 以上真空度的试验装置。

##### B.1.3 计量设备:

B.1.3.1 量具:分度为 0.1cm 的钢直尺及类似量具;

B.1.3.2 量筒:容量为 2L,最小刻度为 1mL;

B.1.3.3 秒表:精度为 0.1s;

B.1.3.4 温度计:最小分度值不大于 0.5 摄氏度。

B.1.4 试验室温度应控制在 15℃~28℃。

#### B.2 试验用水

试验可使用无气的普通自来水,水的 PH 值应满足在 6~9 范围内,但应于试验前在试验室环境下静置 24h 以上;或在试验前对所用水进行排气处理(将水装入盛水容器中,使其置于抽真空装置中,慢慢抽真空至 90KPa 真空度,直至吸气瓶无气泡冒出为止。仲裁性试验应使用新制备的蒸馏水,同样需先进行排气处理。

#### B.3 试样

B.3.1 透水系数试验的试件为一组三块。

B.3.2 制备透水系数试验试块,宜采用公称外径为  $\phi 110\text{mm}$  的 PVC 管材(符合 GB/T 10002.1《给水用硬聚氯乙烯(PVC-U)管材》中的技术要求,最小壁厚 3.2mm)作为模具。PVC 管的截取高度应能完全复盖本标准 9.2 条规定的试件高度。

1)PVC 管的两个截面需与管材纵向保持垂直;截面光滑平整,管体完好。

2)当采用试件在 PVC 管内直接浇注成型时,PVC 管内壁不应涂覆脱模剂;试件成型完成后,PVC 管不得有严重变形破损,试件成型断面不得有较大缺角。在 PVC 管内多孔混凝土成型高度,应依据本标准 9.2 条的规定,误差控制在 $\pm 10\text{mm}$ 。试件制作好后不需脱模,带模进行透水系数试验。

3)当采用取芯法的圆柱体试件时,试件应满足本标准 9.2 条的规定。允许先用与所取样处多孔混凝土一致的配合比混凝土对取芯试件进行修补,但修补量与试件体积总量的比值不得大于 0.1;修补过试件应在标准养护条件下至少再养护 3d。允许用磨削设备对试件的高度方向进行加工,加工后需用自来水冲洗干净。用防水密封胶涂于圆柱体试件侧壁上,将试件螺旋推入 PVC 管。在一端用防水密封胶将试件与 PVC 管内壁接触面封死,不会形成接触面渗水现象。

#### B.4 试验步骤

B.4.1 检查试件外部的 PVC 管无损伤,保证侧面不漏水;用钢直尺测量 PVC 管内径和高度作为试件的直径 D 和厚度值,精确至 0.1cm;

B.4.2 使用防水密封胶从外部将透明的透水圆筒紧密粘结在 PVC 管壁上,必须保证连接处密封完整无漏水点;防水密封胶干后,将试样全部浸入图 B.1 所示溢流水槽的水中,并应保证液面高出试件 5cm 以上,饱

水 4h。

B.4.3 确认试件位于溢流水槽中间的支架上,打开供水阀门,使水进入透水圆筒中,等溢流水槽的溢流孔有水流流出时,调整进水量,使透水圆筒保持一定的水位(H=100mm±10mm),待溢流水槽的溢流口和透水圆筒的溢流口流出水量稳定后,用钢直尺测量透水圆筒的水位与溢流水槽水位之差(H),精确至0.1cm;当水位稳定30s后,按下秒表,同时用量筒从出水口接水,记录时间(t)和流出的水量(Q)。每个试件分别测量三次。三次测量记录时间的长短误差,宜控制在5s以内。

B.4.4 记录时间(t)的大小,应根据试件的透水性能大小和所使用量筒容量的大小决定。但t应不小于10s,且不大于305s。

B.4.5 用温度计分别测量记录溢流水槽中水的温度(T),精确至0.5℃。

### B.5 试验结果的处理

B.5.1 每个试件每次测量结果,应按下式进行计算:

$$K_i = \frac{Q_i}{A H t_i} \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:  $K_i$  — 试件*i*次测量的透水系数(cm/s);精确至0.001cm/s  
 $Q_i$  —  $t_i$ 秒内透过混凝土的水量(cm<sup>3</sup>);精确至0.5cm<sup>3</sup>  
 $l$  — 试件的厚度(cm);精确至0.05cm  
 $H$  — 水位差(cm);精确至0.1cm  
 $t_i$  — 测定时间(s);精确至0.1s  
 $A$  — 试件的横截面积(cm<sup>2</sup>),  $A = \pi \left(\frac{D}{2}\right)^2$ 。取  $\pi = 3.1416$ ,  
直径D读数精确至0.1cm;计算精确至0.1cm<sup>2</sup>。

### B.5.2 透水系数的确定

B.5.2.1 生态型多孔混凝土在测试温度下的透水系数用  $K_T$  表示, T 指试验时所记录溢流水槽中水的温度。

表 B.1 水的动务粘滞系数  $\eta_T/\eta_{15}$

温度/℃	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
$\eta_T/\eta_{15}$	1.027	1.000	0.975	0.950	0.925	0.925	0.880	0.859	0.839	0.819	0.800	0.782	.764	0.748	0.731

表注:水温读数出现0.5℃时, /可取表中数据的中值。

$K_T$  确定应符合下列规定:

1) 每个试件三次测定的透水系数值中,舍去最大和最小值,以中间值作为该试件的透水系数值。

2) 三个试件的算术平均值作为该组试件的透水系数值,精确至  $1.0 \times 10^{-3}$  cm/s;

3) 三个试件的透水系数值中的最大值或最小值中,如有一个与平均值的差值超过10%,则舍除偏差较大者,取另两者的平均值作为该组试件的透水系数;

4) 如三个试件最大值和最小值与中间值的差均超过10%,则该组试验无效。

B.5.2.2 生态型多孔混凝土的透水系数系指在水温15℃时测量得到的透水系数值( $K_{15}$ )。在其它水温下试验得到的透水系数( $K_T$ )可用下式换算得到  $K_{15}$ 。水的动力粘滞系数比  $\eta_T/\eta_{15}$ ,见表 B.1。

$$K_{15} = K_T \frac{\eta_T}{\eta_{15}} \dots\dots\dots (B.2)$$

式中:  $K_{15}$  — 标准温度时试样的透水系数,单位 cm/s;  
 $\eta_T$  — T℃时水的动力粘滞系数,单位 kPa·s;  
 $\eta_{15}$  — 15℃时水的动力粘滞系数,单位 kPa·s;

B.6 透水系数检测报告中,应包含试验时溢流水槽中水的温度(T),精确至0.5℃。

(本标准第一起草单位为东南大学,负责人高建民。读者若对本标准有书面修改意见,请通过以下渠道反馈。电邮:jmgao1961@yahoo.cn)