

透水混凝土的透水系数及耐磨性试验方法研究

方波青, 张 铎

(中国水利水电第七工程局有限公司 一分局, 四川 彭山 620860)

摘要:透水混凝土作为新型生态环保型产品,对城市生态环境的改善具有重要的意义。相对于常规混凝土而言,透水混凝土在保证一定强度的同时,其突出特性是透水性和耐磨性,是发挥透水混凝土性能特点的重要指标。介绍了透水混凝土的技术指标及对原材料的要求,阐述了透水系数及耐磨性测试原理、方法与应用,可供类似工程借鉴。

关键词:透水系数;耐磨性;测试方法;透水混凝土

中图分类号:TV41;TV43

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2018)增2-0147-03

1 概述

透水混凝土是由粗集料及水泥基胶结料经拌和形成的、具有连续孔隙结构的混凝土,是一种绿色环保生态型路面材料,可以有效解决“热岛效应”“洪涝灾害”等环境问题,在海绵城市建设的背景下具有重要的经济效益和社会效益。目前国内透水混凝土施工工法已经成熟,但其成型后的主要性能才是检测透水混凝土施工质量的关键。在透水混凝土配合比设计验证阶段及施工取样阶段,应严格按照要求进行技术指标检测,以保证其特性的发挥。

2 透水混凝土原材料要求及性能指标

2.1 原材料

(1)水泥。采用强度等级不低于42.5级的硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥。

(2)增强料。分有机材料和无机材料两类,材料技术指标应符合表1中的规定。

表1 增强料技术指标表

| 聚合物乳液 | 含固量/% | 延伸率/% | 极限拉伸强度/MPa |
|--------------------|---------------------------|-------|------------|
| | 40~50 | ≥150 | ≥1 |
| 活性SiO ₂ | SiO ₂ 含量应大于85% | | |

(3)集料。

必须使用质地坚硬、耐久、洁净、密实的碎石料,性能指标应符合表2中的规定。

集料尺寸分三级:粒径为2.4~4.75 mm、粒径为4.75~9.5 mm、粒径为9.5~13.2 mm。

2.2 透水混凝土性能指标

透水混凝土的性能应符合表3中的规定。

表2 集料性能指标表

| 项目 | 单位 | 指标 |
|---------------|-------------------|----------|
| 尺寸 | mm | 2.4~13.2 |
| 压碎值 | % | <15 |
| 针片状颗粒含量(按质量计) | % | <15 |
| 含泥量(按质量计) | % | <1 |
| 表观密度 | kg/m ³ | >2 500 |
| 紧密堆积密度 | kg/m ³ | >1 300 |
| 堆积孔隙率 | % | <47 |

表3 主要技术指标表

| 项目 | 单位 | 技术要求 | |
|-----------|-----------------|------|-----|
| 耐磨性(磨坑长度) | mm | ≤30 | |
| 透水系数(15℃) | mm/s | ≥0.5 | |
| 抗冻性 | 25次冻融循环后抗压强度损失率 | % | ≤20 |
| | 25次冻融循环后质量损失率 | % | ≤5 |
| 连续孔隙率 | % | ≥10 | |
| 强度等级 | - | C25 | |
| 抗压强度 | MPa | ≥25 | |
| 弯拉强度 | MPa | ≥3 | |

透水混凝土的抗冻性、强度指标测试与常规混凝土类似,孔隙率与透水性成正相关关系。基于透水混凝土的特殊性,笔者主要阐述了其透水系数及耐磨性的测试方法及其应用。

3 测试原理

3.1 透水系数的测试

采用透水混凝土试块进行测试,每组3个试块,试块为直径100 mm,高50 mm的圆柱。主要利用透水系数测试装置测试某一段时间t的透水

量 Q , 利用透水系数 $K_t = QL/AHt$ 的公式进行计算。式中 L 为试样的厚度 (mm); A 为标准环内截面面积 (cm^2); H 为水位差 (mm); t 为测试时间 (s)。透水系数 K_t 的单位为 mm/s 。

3.2 耐磨性测试

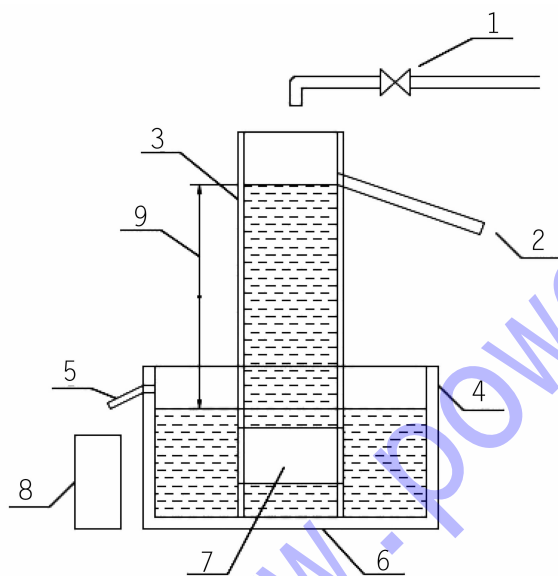
采用透水混凝土试块进行测试, 每组 5 个试块, 试块的厚度与施工现场一致, 长宽均不能小于 10 cm, 测试时间在 2 min 以内, 磨料在转动的钢轮与试块的缝隙中通过对试块所造成的磨损程度进行测定, 最终以磨坑平均长度计, 耐磨性单位为 mm。

4 测试方法

4.1 透水系数的测试

(1) 试验设备与仪器准备。

① 试验设备。试验测试装置见图 1。



1 - 供水系统; 2 - 圆筒的溢流口; 3 - 水圆筒; 4 - 溢流水槽; 5 - 水槽的溢流口; 6 - 支架; 7 - 试样; 8 - 量筒; 9 - 水位差

图 1 透水系数测试装置示意图

水圆筒为设有溢流口并能保持一定水位的圆筒; 溢流水槽为设有溢流口并能保持一定水位的水槽; 抽真空装置应能装下试样并应保持 90 kPa 以上的真空度。

② 测量器具。

量具: 分度值为 1 mm 的钢直尺及类似量具。

秒表: 精度为 1 s。

量筒: 容量为 2 L, 最小刻度为 1 mL。

温度计: 最小刻度为 0.5 °C。

③ 试验用水。

试验用水使用无气水, 可采用新制备的蒸馏水进行排气处理, 试验时水温宜为 (20 ± 3) °C。

(2) 试样数据记录。

用钢尺量取试样的直径和厚度, 测 2 次, 取平均值, 精确至 1 mm, 计算试样的表面积。

(3) 试块的处理。

试验前, 将透水混凝土试块的四周用密封材料封好, 水仅能从试块的上下表面渗透。密封好后, 将试块放入真空装置, 抽真空至 (90 ± 1) kPa, 保持 30 min。在保持真空的同时, 加入足够的水覆盖试样至少 10 cm, 停止抽真空, 浸泡 20 min 后将其取出。

(4) 测试过程。

将处理好的试块放入透水系数测试装置。

将试块与透水圆筒连接并密封好, 放入溢流水槽, 打开供水阀门, 试验用水采用无气水, 待溢流水槽的溢流孔出水时调整供水阀门, 使透水圆筒保持一定水位 (约 15 cm), 待溢流水槽和透水圆筒溢流孔流量稳定后, 用量筒从出水口接水, 记录 5 min 流出的水量 Q , 量测 3 次, 取平均值。

(5) 数据的处理。

试验结果以 3 个试块的平均值计, 精确至 1×10^{-2} mm/s。

4.2 耐磨性测试

(1) 试验设备与仪器准备。

① 钢轮式耐磨试验机。

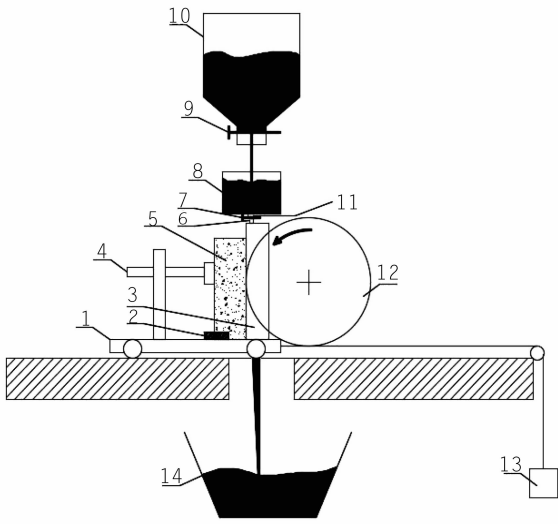
钢轮式耐磨试验机由摩擦钢轮、磨料料斗、导流料斗、夹紧滑车和配重等组成 (图 2)。

摩擦钢轮的材质为 45 号钢, 硬度为 HB203 ~ HB205, 钢轮直径为 $200 \text{ mm} \pm 0.2 \text{ mm}$, 厚度为 $70 \text{ mm} \pm 0.1 \text{ mm}$ 。

将夹紧滑车安装在耐磨试验机轨道上, 将设有紧固试件的装置通过 $14 \text{ kg} \pm 0.01 \text{ kg}$ 配重使试件与摩擦钢轮接触, 以控制试件与摩擦钢轮之间的压紧力。

磨料料斗容积大于 5 L 并带有控制磨料料斗开启和停止输出的调节阀; 导流料斗容积大于 1 L, 其中磨料高度应始终不小于 25 mm。导流料斗带有用于调节磨料流速的调节阀, 能够使磨料以恒定的流速通过导流料斗长方形下料口流到摩擦钢轮上, 其流速可调且不小于 1 L/min。

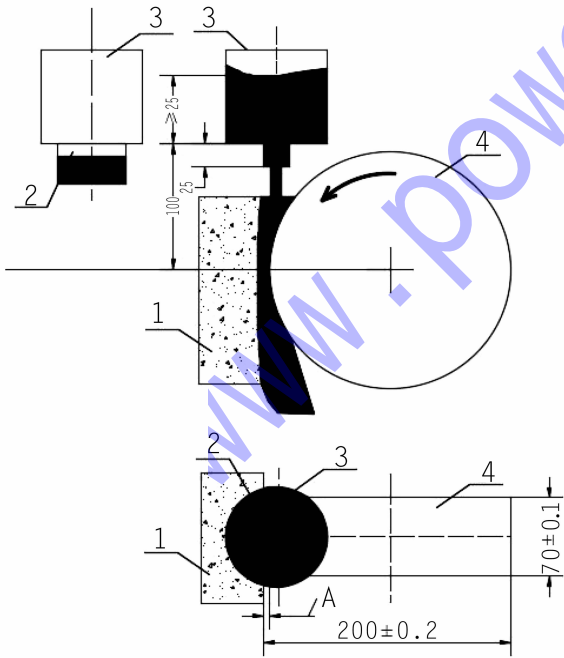
导流料斗的长方形下料口的内口长度应为



1 - 夹紧滑车; 2 - 垫块; 3 - 导流槽; 4 - 紧固螺栓; 5 - 试块; 6 - 磨料流; 7 - 导流料斗调节阀; 8 - 导流料斗; 9 - 磨料料斗调节阀; 10 - 磨料料斗; 11 - 长方形下料口; 12 - 摩擦钢轮; 13 - 配重; 14 - 磨料收集器

图 2 钢轮式耐磨试验机示意图

71 mm ± 0.5 mm, 下料口到摩擦钢轮中心线的距离应为 75 mm, 磨料流与摩擦钢轮边缘的距离应控制在 5 mm (图 3)。



1 - 试件; 2 - 长方形下料口; 3 - 导流料斗; 4 - 摩擦钢轮
注: A 为料流与摩擦钢轮边缘距离, 应为 5 mm。

图 3 下料口相对于摩擦钢轮的位置示意图

②游标卡尺: 量程为 0 ~ 125 mm、分度值为 0.02 mm 的游标卡尺。

③试验筛: 筛孔尺寸为 0.3 mm 的方孔筛。

④磨料: 采用粒度为 36# 的磨料, 其最大含水量不大于 1%。磨料可重复使用 5 次, 每次使用之前用试验筛筛分, 除去粒径小于 0.3 mm 的部分。

(2) 试块的处理。

将试块放置在温度 105 °C ~ 110 °C 中烘至恒重, 烘干后用硬毛刷清理试件表面, 若该表面有突出部位时, 应将突出部分进行处理以保证试件表面平整。

(3) 测试过程。

测试采用钢轮式耐磨试验机。

用粒度为 36# 的磨料装入料斗中并使其流入导流料斗, 将试块固定在夹紧滑车上, 使试块表面平行于钢轮的轴线且垂直于底座, 并使摩擦钢轮侧面距离试块边缘的距离至少为 15 mm。

调节阀门使磨料以 1 L/min 的流速从导流料斗长方形下料口均匀地落在摩擦钢轮上, 在配重作用下, 使试件表面与摩擦钢轮接触。启动电动机, 摩擦钢轮的转速为 75 r / (60 ± 3) s, 打开料斗调节阀并开始计时, 转动 2 min 后, 停止设备运行, 取下试件。

(4) 数据的处理。

在试件表面用 6H 铅笔画出磨坑的轮廓线, 再用游标卡尺测量试件表面的磨坑宽度, 精确到 0.1 mm, 取平均长度, 最终试验结果以 5 个试件的平均长度计。

5 结 语

笔者通过对某工程透水混凝土主要技术指标采用的测试方法进行总结, 对透水系数及耐磨性测试方法加以介绍, 主要内容包括测试原理、测试方法与测试参数。该方法能够准确地测定透水混凝土的主要指标, 能够为类似透水混凝土施工以及透水混凝土配合比的设计提供参考。

作者简介:

方波青 (1979-), 男, 安徽安庆人, 工程师, 一级建造师, 从事水利水电与市政工程施工技术与管理工作;

张 铎 (1991-), 男, 陕西安康人, 助理工程师, 学士, 从事市政工程施工技术与管理工作。

(责任编辑: 李燕辉)