

JIANZHU CAILIAO SHIYAN JIANCE

张玉稳 任淑霞 主编

建筑材料试验检测



黄河水利出版社

建筑材料试验检测

主 编 张玉稳 任淑霞

副主编 张玉明 程吉泉



黄河水利出版社

· 郑 州 ·

内 容 提 要

本书主要对土木工程中常用的建筑材料的常规试验项目,依据技术标准,从试验目的、主要仪器设备、试验方法与步骤、试验记录与数据处理、分析及讨论等方面提供系统性、规范性的指导。全书共包括九章内容,具体包括建筑材料基本性质及其试验检测、水泥技术性质及其试验检测、骨料技术性质及其试验检测、普通混凝土技术性质及其试验检测、建筑砂浆技术性质及其试验检测、砌墙砖技术性质及其试验检测、钢筋技术性质及其试验检测、石油沥青技术性质及其试验检测、沥青混合料技术性质及其试验检测等,均依据现行相关国家标准、行业(部颁)标准进行编写。

本书可作为高等学校土建类专业的试验教材,也可作为高等职业院校、中等职业院校实习、实训教材或参考书,还可作为试验检测技术人员的工具书。

图书在版编目(CIP)数据

建筑材料试验检测/张玉稳,任淑霞主编. —郑州:黄河水利出版社,2017. 11

ISBN 978 - 7 - 5509 - 1910 - 5

I. ①建… II. ①张…②任… III. ①建筑材料 - 材料试验 - 高等学校 - 教材②建筑材料 - 性能检测 - 高等学校 - 教材 IV. ①TU502

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 296768 号

组稿编辑:李洪良 电话:0371 - 66026352 E-mail:hongliang0013@163.com

出版社:黄河水利出版社

网址:www. yrcp. com

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼 14 层

邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371 - 66026940, 66020550, 66028024, 66022620(传真)

E-mail:hhsclbs@126.com

承印单位:河南承创印务有限公司

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:9.5

字数:220 千字

印数:1—2 000

版次:2017 年 11 月第 1 版

印次:2017 年 11 月第 1 次印刷

定价:18.00 元

前 言

建筑材料课程是土建类专业一门重要的专业基础课,该课程的最显著特点就是实践性强。而《建筑材料试验检测》则是建筑材料课程的一个不可或缺的重要组成部分。通过建筑材料试验,主要使学生了解常用建筑材料的主要技术指标的检测评价原理,熟练掌握检测手段、技能以及试验结果分析处理的方法,以具备对建筑材料品质进行检测的基本能力,为今后从事相关专业工作打下坚实的基础。

《建筑材料试验检测》依据现行相关国家标准、行业(部颁)标准进行编写,从基本概念、技术标准出发,主要从试验目的、主要仪器设备、试验方法与步骤、试验记录与数据处理、分析及讨论等方面,为教师和学生试验准备、试验操作全过程等提供系统而规范性的指导。在教学过程中如遇新标准、新规范颁布实施,应参照最新标准、规范执行。

本书所涉及的内容主要为建筑材料的常规试验项目,教师在试验教学中可根据专业特点和教学大纲的要求有针对性地选择试验内容。

本书包括九个方面的试验内容,分九章编写。其中第一章、第二章由山东农业大学任淑霞副教授编写,第三章至第五章由山东农业大学张玉稳高级实验师编写,第六章、第七章由山东农业大学张玉明讲师编写,第八章、第九章由山东农业大学程吉泉讲师编写。全书由张玉稳、任淑霞主编。

由于编者水平有限,本书缺点或不妥之处在所难免,恳请广大师生和读者在使用过程中提出宝贵意见,以便今后改进。

编 者

2017 年 10 月

学生试验守则

建筑材料课程是一门实践性很强的课程,《建筑材料试验检测》是建筑材料课程的一个重要组成部分,也是与课堂理论教学相匹配的一个重要的实践性教学环节。通过建筑材料试验,一是使学生熟悉、验证、巩固所学的理论知识;二是使学生熟悉主要建筑材料的技术指标要求,并具备进行相应质量检测评定的能力;三是使学生受到科学研究的基本训练,培养其分析问题、解决问题的能力。为此,要求学生必须做到以下几点:

(1)试验前做好预习,了解本次试验的目的、原理、试验步骤、主要仪器设备的操作要点、试验数据的分析处理方法等。

(2)要树立严谨的工作态度。试验时,要仔细观察试验过程,准确测定试验数据,详细做好试验记录,注意发现问题和分析问题。及时将测试数据交由指导老师进行审查,对数据误差超过规定要求的试验应予以重做。

(3)在试验过程中,要爱护试验设备,遵守实验室的规章制度,尤其要注意安全制度,严禁违规操作,杜绝发生人身伤亡事故或损坏仪器设备。为此,在正式操作前,应在指导老师的指导下,熟悉仪器设备的使用方法,切实掌握其工作性能、特点和操作规程。凡在试验过程中,因不慎损坏仪器设备或丢失仪器中的附件,均应及时主动报告指导老师,并按实验室有关规章制度处理。

(4)各试验环节结束,小组成员应及时清洗或擦拭所用的仪器设备,并将试验废弃物、杂物等清理干净,放到指定地点,不得随意丢弃,更不能放入自来水槽中而堵塞下水道,确保仪器设备清洁,实验室环境整洁。

(5)试验完毕,各小组应认真填写好试验卡片,由指导老师审阅签字后方可离开实验室。

(6)应及时、独立完成试验报告。在试验报告编写过程中,应复习相关的理论知识,使其得以消化和深化。

(7)在整个试验过程中,应严格按照现行的国家或行业(部颁)技术标准及试验规程进行,一般包括选取试样、确定试验方法、试验操作、试验数据分析处理、填写试验报告(或表格)等过程。

目 录

前 言

学生试验守则

第一章 建筑材料基本性质及其试验检测	(1)
第一节 建筑材料基本性质	(1)
第二节 建筑材料基本性质试验检测	(1)
第二章 水泥技术性质及其试验检测	(11)
第一节 水泥技术性质	(11)
第二节 水泥技术性质试验检测	(15)
第三章 骨料技术性质及其试验检测	(37)
第一节 骨料技术性质	(37)
第二节 骨料技术性质试验检测	(42)
第四章 普通混凝土技术性质及其试验检测	(59)
第一节 普通混凝土技术性质	(59)
第二节 普通混凝土技术性质试验检测	(61)
第五章 建筑砂浆技术性质及其试验检测	(78)
第一节 建筑砂浆技术性质	(78)
第二节 建筑砂浆技术性质试验检测	(79)
第六章 砌墙砖技术性质及其试验检测	(85)
第一节 砌墙砖技术性质	(85)
第二节 砌墙砖技术性质试验检测	(88)
第七章 钢筋技术性质及其试验检测	(99)
第一节 钢筋技术性质	(99)
第二节 钢筋技术性质试验检测	(102)
第八章 石油沥青技术性质及其试验检测	(109)
第一节 石油沥青技术性质	(109)
第二节 石油沥青技术性质试验检测	(113)
第九章 沥青混合料技术性质及其试验检测	(122)
第一节 沥青混合料技术性质	(122)
第二节 沥青混合料技术性质试验检测	(124)
参考文献	(130)
附录 常规建筑材料实验报告	(132)

第一章 建筑材料基本性质及其试验检测

第一节 建筑材料基本性质

建筑材料是土木工程中使用的各种材料和制品的总称,是构成土木工程建筑物的物质基础。建筑材料性能对于建筑物性能具有重要影响,建筑材料质量更是决定工程质量和耐久性能的关键因素。为使建筑物获得结构安全、性能可靠、耐久、美观、经济适用的综合品质,必须合理选择与正确使用材料。为此,必须掌握建筑材料的性质及其质量检测方法,以便于选用质量合格的建筑材料。同时在工程实际中还应注意,建筑材料使用在不同的建筑物中,处于不同的环境,起着各种不同的作用,对其性能要求有所侧重。

一般来讲,建筑材料基本性质包括物理性质、力学性质、化学性质等。而建筑材料基本性质主要指其物理力学性质,如材料与其结构、构造有关的性质(材料的密度、表观密度、堆积密度、孔隙率、空隙率)、材料与水有关的性质(材料的亲水性、憎水性、吸水性、吸湿性、耐水性)、材料与热有关的性质(材料的导热性、热容量、比热)、材料的力学性质(强度、弹性、塑性、脆性、韧性、徐变松弛)、材料的耐久性(耐候性、耐水性、抗渗性、抗冻性)等。这些基本性质的概念教材中均有详细介绍,在此不另赘述。

第二节 建筑材料基本性质试验检测

建筑材料基本性质内涵丰富,相应的性能试验项目较多。对于不同材料,测试的项目应根据用途及具体要求而定。以下主要介绍材料密度、表观密度(视密度)、堆积密度、吸水率等基本物理性质指标试验。

试验要求:掌握材料的密度和表观密度的测定原理和方法,计算材料的孔隙率及空隙率,从而了解材料的构造特征;掌握材料吸水率的试验方法。

一、密度试验

密度是指材料在绝对密实状态下,单位体积(不包括开口与闭口孔隙体积)的干质量,以 g/cm^3 表示。

(一) 试验目的

密度是建筑材料的基本性质指标之一。通过测定密度和表观密度,主要用来计算材料的孔隙率和密实度,作为判定材料质量的指标之一。

(二) 依据的规范标准

本试验依据《水利水电工程岩石试验规程》(SL 264—2001)进行。

(1) 密度瓶: 又名李氏瓶, 分度值 0.1 mL, 见图 1-1。

(2)天平或电子秤:称量 1 kg,感量 0.001 g。

(3) 恒温水槽、烘箱、筛子(孔径 0.20 mm 或 900

(3) 恒温水槽、烘箱、筛子(孔径 0.20 mm 或 900 孔/cm²)、无水煤油、温度计、量筒、干燥器、漏斗、小勺等。

(1) 试样准备:将试样研磨后,称取试样约 400 g,用筛子筛去筛余物,放在 $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ 的烘箱中,烘至恒重,烘干时间一般为 6~12 h,然后放入干燥器中冷却至室温备用。

(2) 在李氏瓶中注入与试样不起反应的液体(如无水煤油),使液面达到 0 至 1 mL 刻度值之间。

(3) 将李氏瓶放在水温为 $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$ 的恒温水槽中, 使刻度部分完全浸入水中, 并用铸铁支架夹住李氏瓶, 以防浮起或歪斜。经 30 min, 待瓶中液体与恒温水槽的水温相同时, 读取并记录李氏瓶内液面(下弯液面)的刻度值 V_1 , 精确至 0.05 mL。

(4) 用天平称取 60 ~ 90 g 试样 m_1 (精确至 0.01 g), 用小勺和玻璃漏斗小心地将试样徐徐送入密度瓶中, 不准有试样黏附在瓶颈内部, 且要防止在密度瓶喉部发生堵塞, 直到液面上升到 20 mL 刻度值左右。

再称剩余的试样质量 m_2 (精确至 0.01 g), 计算出装入瓶内的试样质量 $m = m_1 - m_2$ (g), 精确至 0.01 g。

(5) 用瓶内的液体将黏附在瓶颈和瓶壁上的试样洗入瓶内液体中,反复摇动密度瓶,使液体中的气泡排出;经 30 min,待瓶内液体温度与水温一致时,第二次读取下弯液面刻度值 V_2 (精确至 0.05 mL),根据前后两次液面读数,算出瓶内试样所占的绝对体积 $V = V_2 - V_1$ 。

(1)按式(1-1)算出试样密度 ρ (计算精确至 0.01 g/cm^3)。

$$\rho = \frac{m_1 - m_2}{V_2 - V_1} = \frac{m}{V} \quad (1-1)$$

式中 m_1 ——备用试样的质量, g;

m_2 ——剩余试样的质量, g;

m ——装入瓶中试样的质量, g;

V_1 ——第一次液面刻度数, cm^3 ;

V_2 ——第二次液面刻度数, cm^3 ;

V ——装入瓶中试样的绝对体积, cm^3 。

(2) 材料的密度试验应以两个试样平行进行, 以其结果的算术平均值作为最后结果, 但两个结果之差不应超过 0.02 g/cm^3 ; 否则, 应重新测试。

密度试验(李氏瓶法)记录与结果处理按表 1-1 进行。

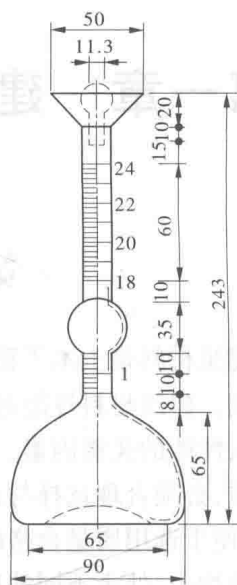


图 1-1 密度瓶(李氏瓶)
(单位:mm)

表 1-1 密度试验(李氏瓶法)记录与结果处理表

试验日期		环境温度(℃)		环境相对湿度(%)	
试验 序号	密度瓶刻度值 (cm ³)		绝对密实体积 $V = V_2 - V_1$	试样质量 $m = m_1 - m_2$	密度 ρ (g/cm ³)
	V_1	V_2	(cm ³)	(g)	单值 试验结果

试验者： 记录者： 校核者： 日期：

分析及讨论：

二、表观密度(视密度)试验

表观密度又称视密度,是指单位体积(含材料的实体矿物成分及闭口孔隙体积)物质颗粒的干质量,以 g/cm³表示。

(一)试验目的

测出形状规则或不规则石料的体积(含孔隙体积)及其质量,计算其表观密度,并为计算材料孔隙率、确定其体积及结构自重等提供必要数据。此外,通过测得的表观密度可估计材料的某些性质(如导热性、抗冻性、强度等)。

(二)依据的规范标准

本试验依据《水利水电工程岩石试验规程》(SL 264—2001)进行。

(三)主要仪器设备

- (1)游标卡尺:分度值 0.02 mm。
- (2)天平:感量 0.01 g。
- (3)液体静力天平:感量 0.01 g。
- (4)锯石机、石蜡、烘箱及干燥器、漏斗、直尺等。

(四)试验方法与步骤

1. 试件制作

1) 游标卡尺法

对于形状规则的试样,将试样加工成立方体(或圆柱体)试件至少 3 个,多孔材料试样的最小尺寸不得小于 70 mm,致密和微孔材料试样的最小尺寸不得小于 50 mm。用毛刷刷去表面的碎渣,放入(105±5)℃的烘箱内烘干至恒重,并在干燥器内冷却至室温备用。

2) 蜡封法

将试样加工成边长为 50 ~ 70 mm 的试件 3 ~ 5 个。

2. 形状规则试件试验(游标卡尺法)

(1) 用天平称出试件质量 m (g), 精确至 0.01 g。

(2) 用游标卡尺量测试件尺寸。当试件为立方体时, 每个需要量测的面(长、宽、高)要量 3 处, 取各自的平均数作为长、宽、高的尺寸。当试件为圆柱体时, 可在其两个平行底面上, 通过中心作两条相互垂直的线, 沿此线量出圆柱体上、下底面和高度中央处 6 个直径与 4 个高度值, 精确至 0.01 mm, 各取其平均值作为试件直径及高的尺寸。

(3) 根据上述尺寸按几何公式计算试件体积 V_0 (cm³)。

3. 形状不规则试件试验(蜡封法)

(1) 称出试件在空气中的质量 m (g), 精确至 0.01 g。

(2) 将试件放入熔融的石蜡中, 1 ~ 2 s 后取出, 使试件表面沾上一层蜡膜(膜厚不超过 1 mm)。如蜡膜有气泡, 应用烧热的细针将其刺破, 然后用热针带蜡封住气泡口, 以防水分渗入试件。

(3) 称出蜡封试件在空气中的质量 m_1 , 精确至 0.01 g。

(4) 用液体静力天平称出蜡封试件在水中的质量 m_2 , 精确至 0.01 g。

(五) 结果计算与数据处理

1. 形状规则试件试验结果的处理

(1) 按式(1-2)计算表观密度 ρ_0 (计算精确至 0.01 g/cm³)。

$$\rho_0 = \frac{m}{V_0} \quad (1-2)$$

式中 m —— 试件的质量, g;

V_0 —— 试件的体积, cm³。

(2) 当试件结构、构造均匀时, 以 3 个试件测值的算术平均值作为试验结果; 当试件结构、构造不均匀时, 应以 5 个试件测值的算术平均值作为试验结果, 并标明最大值及最小值。

2. 形状不规则试件试验结果的处理

(1) 按照式(1-3)计算表观密度 ρ_0 , 计算精确至 0.01 g/cm³。

$$\rho_0 = \frac{m}{(m_1 - m_2)/\rho_{\text{水}} - (m_1 - m)/\rho_{\text{蜡}}} \quad (1-3)$$

式中 m —— 试件在空气中的质量, g;

m_1 —— 蜡封试件在空气中的质量, g;

m_2 —— 蜡封试件在水中的质量, g;

$\rho_{\text{水}}$ —— 水的密度, 一般取 1.0 g/cm³;

$\rho_{\text{蜡}}$ —— 石蜡的密度, 一般取 0.93 g/cm³。

(2) 当试件结构、构造均匀时, 以 3 个试件测值的算术平均值作为试验结果; 当试件结构、构造不均匀时, 应以 5 个试件测值的算术平均值作为试验结果, 并注明最大值及最小值。

(3)将密度和表观密度的值代入公式(1-4)计算孔隙率:

$$P = (1 - \frac{\rho_0}{\rho}) \times 100\%$$

(1-4)

(六)表观密度(视密度)试验记录与结果处理

表观密度(视密度)试验记录与结果处理按表 1-2、表 1-3 进行。

表 1-2 表观密度(视密度)试验记录与结果处理表(一)

试验日期						温度(℃)				相对湿度(%)			
形状规则试件	长方体	测量次数	第一次		第二次		第三次		平均值		试样质量 (g)	表观密度 ρ_0 (g/cm ³)	
		长(mm)											
		宽(mm)											
		高(mm)											
		体积(cm ³)											
	圆柱体	测量次数	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	第六次	平均值	试样质量 (g)	表观密度 ρ_0 (g/cm ³)		
		直径(mm)											
		高度(mm)											
		体积(cm ³)											

试验者:

记录者:

校核者:

日期:

分析及讨论:

表 1-3 表观密度(视密度)试验记录与结果处理表(二)

试验日期		温度(℃)				相对湿度(%)				
形状不规则试件	序号	试件在空气中的质量 $m(g)$	蜡封试件在空气中的质量 $m_1(g)$	蜡封试件在水中的质量 $m_2(g)$	水的密度 $\rho_{\text{水}}$ (1.0 g/cm ³)	石蜡的密度 $\rho_{\text{蜡}}$ (0.93 g/cm ³)	表观密度 ρ_0 (g/cm ³)			
							单值	试验结果		

试验者:

记录者:

校核者:

日期:

分析及讨论:

三、堆积密度试验

堆积密度是指散粒材料在堆积状态下,单位体积(包括物质颗粒固体及其闭口、开口孔隙体积及颗粒间空隙体积)物质颗粒的质量,有干堆积密度与湿堆积密度及松散堆积密度与紧密堆积密度之分,以 kg/m^3 表示。

(一) 试验目的

测定细骨料、粗骨料在松散状态或振实状态下的堆积密度,可供混凝土配合比设计用,也可以用来估计运输工具数量或堆场面积等。根据骨料的堆积密度和表观密度还可以计算其空隙率。

(二) 依据的规范标准

本试验依据《建设用砂》(GB/T 14684—2011)、《建设用卵石、碎石》(GB/T 14685—2011)进行测定。

(三) 主要仪器设备

- (1) 标准漏斗。
- (2) 容量筒。
- (3) 台秤:称量 10 kg,感量 5 g。
- (4) 垫棒、天平、直尺、搪瓷盘、毛刷等。

(四) 试验方法步骤

1. 细骨料堆积密度试验

(1) 用搪瓷盘取试样约 3 L,放在烘箱中于 $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$ 下烘干至恒重,待冷却至室温后,筛除大于 4.75 mm 的颗粒,分为大致相等的两份备用。

(2) 松散堆积密度:将试样装入标准漏斗中,将容量筒放在标准漏斗下,打开漏斗活动闸门,使砂从离容量筒口 50 mm 的高处自由落下,直至砂装满容量筒并且超出筒口。然后,用直尺沿筒口中心线向两边刮平(不得振动),称出砂及容量筒的总质量。

(3) 紧密堆积密度:将试样分两次装入容量筒。装完第一层后,在筒底垫放一根直径为 10 mm 的圆钢垫棒,将筒按住,左右交替颠击底面各 25 次,然后装入第二层,第二层装满后用同样的方法颠实(但筒底所垫圆钢垫棒的方向应与第一层的方向垂直),再加试样直至超出筒口,然后用直尺沿筒口中心线向两边刮平,称出试样和容量筒的总质量。

2. 粗骨料堆积密度试验

(1) 按规定取样:当骨料最大粒径为 9.5 ~ 26.5 mm、31.5 ~ 37.5 mm、63 ~ 75 mm 时,分别取不少于 40 kg、80 kg、120 kg 试样,烘干或风干后,拌匀,并把试样分为大致相等的两份备用。

(2) 松散堆积密度:取试样一份,用小铲将试样从容量筒口中心上方 50 mm 处徐徐倒

入,让试样以自由落体落下,当容量筒上部试样呈锥体,且容量筒四周溢满时,即停止加料。除去凸出容量筒口表面的颗粒,并以合适的颗粒填入凹陷部分,使得表面稍凸起部分和凹陷部分的体积大致相等(试验过程应防止触动容量筒),称出试样和容量筒的总质量。

(3)紧密堆积密度:取试样一份,分三次装入容量筒。装完第一层后,在筒底垫放一根直径为 16 mm 的圆钢垫棒,将筒按住,左右交替颠击底面各 25 次,再装入第二层,第二层装满后用同样的方法颠实(但筒底所垫圆钢垫棒的方向应与第一层的方向垂直);然后装入第三层,如上述方法颠实。试样装填完毕,再加试样直至超出筒口,用直尺沿筒口边缘刮去高出的试样,并用合适的颗粒填平凹处,使表面稍凸起部分和凹陷部分的体积大致相等,称取试样和容量筒的总质量。

(五) 试验结果确定

(1)按照式(1-5)计算松散堆积密度或紧密堆积密度 ρ'_0 ,计算精确至 10 kg/m^3 。

$$\rho'_0 = \frac{m_2 - m_1}{V'_0} \times 1\,000 \quad (1-5)$$

式中 m_1 ——容量筒的质量,kg;

m_2 ——试样和容量筒的总质量,kg;

V'_0 ——容量筒的容积,L。

(2)按照式(1-6)计算空隙率 $P_0(\%)$,计算精确至 1%。

$$P_0 = \left(1 - \frac{\rho'_0}{\rho_0 \times 1\,000}\right) \times 100\% \quad (1-6)$$

式中 ρ'_0 ——试样的堆积密度, kg/m^3 ;

ρ_0 ——试样的干表观密度, g/cm^3 。

(3)堆积密度取两次试验测值的算术平均值作为试验结果,精确至 10 kg/m^3 。空隙率取两次试验测值的算术平均值作为试验结果,精确至 1%。

(4)容量筒容积的校正方法:将温度为 $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ 的饮用水装满容量筒,用一块玻璃板沿筒口移动,使其紧贴水面。擦干筒外壁水分,称其质量,用式(1-7)计算筒的容积:

$$V'_0 = \frac{m'_2 - m_1}{1\,000} \quad (1-7)$$

式中 V'_0 ——容量筒的容积,L;

m_1 ——容量筒的质量,kg,精确至 1 g;

m'_2 ——水和容量筒的总质量,kg,精确至 1 g。

(六) 试验记录与结果处理

试验记录与结果处理按表 1-4 进行。

表 1-4 堆积密度试验记录与结果处理表

试验日期				温度(℃)				相对湿度(%)			
序号	容量筒 的质量 m_1 (kg)	水和容量筒 的总质量 m'_2 (kg)	容量筒的 容积 V'_0 (L)	试样和容量筒 的总质量 m_2 (kg)	堆积密度 ρ'_0 (kg/m ³)		空隙率 P_0 (%)				
					单值	试验结果	单值	试验结果			

试验者： 记录者： 校核者： 日期：

分析及讨论：

四、吸水性试验

材料吸入水分的能力称为吸水性,其大小可用吸水率和饱和吸水率两项指标来表示。

吸水率是指在规定条件下,材料试样最大的吸水质量与其干燥质量或体积之比,以百分率表示。前者称为质量吸水率,后者称为体积吸水率。如无特别说明均指质量吸水率,简称吸水率。吸水率通常采用自由吸水法测定,此时的吸水率即为饱和面干含水率。

材料吸水率通常小于孔隙率,因为水不能进入封闭的孔隙中。

饱和吸水率是指在强制条件下,材料试样最大的吸水质量与其干燥质量之比,以百分率表示。饱和吸水率的计算方法与吸水率相同,采用沸煮法或真空抽气法测定。

(一) 试验目的

材料吸水率的大小对其堆积密度、强度、抗冻性的影响很大,特别是岩石吸水率和饱和吸水率能有效地反映岩石微裂隙的发育程度,可用来判定岩石的抗冻和抗风化等性能。因此,测定材料的吸水率,可间接判定材料强度及耐久性等性能。

(二) 依据的规范标准

本试验依据标准如下:

- (1)《公路工程岩石试验规程》(JTG E41—2005);
- (2)《公路工程集料试验规程》(JTG E42—2005);
- (3)《建设用砂》(GB/T 14684—2011);
- (4)《建设用卵石、碎石》(GB/T 14685—2011);
- (5)《烧结普通砖》(GB 5101—2003)。

(三) 主要仪器设备

- (1)切石机、钻石机、磨石机等岩石试件加工设备。

- (2)天平:感量 0.01 g,称量大于 500 g。
- (3)烘箱:能使温度控制在 105 ~ 110 ℃。
- (4)抽气设备:抽气机、水银压力计、真空干燥器、净气瓶。
- (5)沸煮水槽。

(四) 试件制备

以岩石吸水率试验为例。

- (1)规则试件:采用圆柱体作为标准试件,直径为 (50 ± 2) mm、高径比为 2:1。
- (2)不规则试件:宜采用边长或直径 40 ~ 50 mm 的浑圆形岩块。
- (3)每组试件至少 3 个;岩石组织不均匀者,每组试件不少于 5 个。

(五) 试验方法与步骤

(1)将试件放入温度为 105 ~ 110 ℃ 的烘箱内烘至恒量,烘干时间一般为 12 ~ 24 h,取出置于干燥器内冷却至室温 (20 ± 2) ℃,称其质量,精确至 0.01 g(后同)。

(2)将称量后的试件置于盛水容器内,先注水至试件高度的 1/4 处,以后每隔 2 h 分别注水至试件高度的 1/2 和 3/4 处,6 h 后将水加至高出试件顶面 20 mm,以利试件内空气逸出。试件全部被水淹没后再自由吸水 48 h。

(3)取出浸水试件,用湿纱布擦去试件表面水分,立即称其质量。

(4)试件强制饱和,任选如下一种方法:

①用沸煮法饱和试件。将称量后的试件放入水槽,注水至试件高度的一半,静置 2 h。再加水使试件浸没,煮沸 6 h 以上,并保持水的深度不变。煮沸停止后静置水槽,待其冷却,取出试件,用湿纱布擦去表面水分,立即称其质量。

②用真空抽气法饱和试件。将称量后的试件置于真空干燥器中,注入洁净水,水面高出试件顶面 20 mm,开动抽气机,抽气时真空压力需达到 100 kPa,保持此真空状态直至无气泡发生(不少于 4 h)。经真空抽气的试件应放置在原容器中,在大气压力下静置 4 h,取出试件,用湿纱布擦去表面水分,立即称其质量。

(六) 结果计算与数据处理

(1)用式(1-8)、式(1-9)分别计算吸水率、饱和吸水率,试验结果精确至 0.01%。

$$w_x = \frac{m_1 - m}{m} \times 100\% \quad (1-8)$$

$$w_{sx} = \frac{m_2 - m}{m} \times 100\% \quad (1-9)$$

式中 w_x ——材料试样吸水率(%);

w_{sx} ——材料试样饱和吸水率(%);

m ——烘干至恒量时的试件质量,g;

m_1 ——吸水至恒量时的试件质量,g;

m_2 ——试件经强制饱和后的质量,g。

(2)用式(1-10)计算饱水系数,试验结果精确至 0.01。

$$K_w = \frac{w_x}{w_{sx}} \quad (1-10)$$

式中 K_w ——材料试样饱水系数^注；
其他符号意义同前。

注：饱水系数一般用于岩石吸水性试验。

(3) 吸水性试验一般用 3 个试样平行进行，最后取 3 个试件的吸水率计算平均值作为测定值；对于组织不均匀的岩石，则取 5 个试件试验结果的平均值作为测定值，并同时列出每个试件的试验结果。

(七) 试验记录与结果处理

试验记录与结果处理按表 1-5 进行。

表 1-5 吸水性试验记录与结果处理表

试验日期		温度(℃)				相对湿度(%)					
序号	规则 试件	不规则 试件	自由 吸水法	煮沸法	抽真空法	吸水率 w_x (%)		饱和吸水率 w_{ss} (%)		饱水系数 K_w	
	干燥质量 $m(g)$		试件面干 饱和质量 $m_1(g)$	试件面干 饱和质量 $m_2(g)$	试件面干 饱和质量 $m_2(g)$	单值	试验 结果	单值	试验 结果	单值	试验 结果

注：一般情况下，仅对岩石试件计算饱水系数。

试验者： 记录者： 校核者： 日期：

分析及讨论：

第二章 水泥技术性质及其试验检测

第一节 水泥技术性质

水泥按其化学成分,可分为硅酸盐水泥、铝酸盐水泥、硫铝酸盐水泥、铁铝酸盐水泥、氟铝酸盐水泥等;按其用途和性能可分为通用水泥、专用水泥、特性水泥。通用水泥是指土木建筑工程中大量使用的具有一般用途的水泥,即硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥、复合硅酸盐水泥等六大品种;专用水泥则是指具有专门用途的水泥,如道路硅酸盐水泥、油井水泥、大坝水泥等;特性水泥是某种性能比较突出的一类水泥,如快硬硅酸盐水泥、膨胀水泥、抗硫酸盐硅酸盐水泥等。水泥品种虽然很多,但在土木建筑工程中仍以硅酸盐类通用水泥为主。因此,本节学习硅酸盐水泥的技术性质及其质量指标的检测方法。

一、通用硅酸盐水泥的技术性质

依据《通用硅酸盐水泥》(GB 175—2007),硅酸盐水泥的技术性质包括物理性质、力学性质、化学性质。

(一) 物理性质

水泥物理性质主要包括细度、标准稠度、凝结时间、安定性等几项。

1. 细度(选择性指标)

细度是描述水泥颗粒粗细程度或水泥的分散程度的参数。用规定筛网上所得筛余物的质量占试样原始质量的百分数或用比表面积来表示水泥样品的细度。

水泥颗粒越细,水化反应速度越快。所以,相同矿物组成的水泥,细度越大,凝结硬化速度越快,早期强度越高。水泥颗粒达到较高的细度是确保水泥品质的基本要求。一般认为,当水泥颗粒粒径小于 $40\text{ }\mu\text{m}$ 时才具有较高的活性。但水泥颗粒太细,需水量增大,水泥硬化收缩较大,使混凝土发生裂缝的可能性增加。此外,水泥颗粒太细,粉磨能耗增加,生产成本提高。为充分发挥水泥熟料的活性,改善水泥性能,同时节约能耗,要合理控制水泥细度。

水泥细度表示方法有如下两种:

(1) 筛析法:以 $80\text{ }\mu\text{m}$ (或 $45\text{ }\mu\text{m}$) 方孔筛上的筛余量百分率表示。筛析法分为负压筛法和水筛法两种,鉴定结果发生争议时,以负压筛法为准。

(2) 比表面积测定法:以单位质量(每千克)水泥颗粒所具有的总表面积(m^2)表示。比表面积采用勃氏法测定。

2. 标准稠度用水量

标准稠度用水量简称稠度,是指水泥净浆达到规定稠度时的加水量,以水泥质量百分