

江苏高校品牌专业建设工程

建筑工程技术专业

建筑材料 与检测

主 编 高淑娟
刘淑红
王 倩



南京大学出版社

建筑材料与检测

主 编	高淑娟	刘淑红	王 倩
副主编	徐永红	郭 妍	杨 曲
参 编	韩美玲	徐开胜	



南京大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

建筑材料与检测/高淑娟,刘淑红,王倩主编

—南京:南京大学出版社,2016.8

ISBN 978-7-305-17404-9

I. ①建… II. ①高… ②刘… ③王… III. ①建筑材料—检测—教材 IV. ①TU502

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 188511 号

出版发行 南京大学出版社

社 址 南京市汉口路 22 号 邮 编 210093

出 版 人 金鑫荣

书 名 建筑材料与检测

主 编 高淑娟 刘淑红 王 倩

责任编辑 何永国 编辑热线 025-83686596

照 排 南京理工大学资产经营有限公司

印 刷 南京鸿图印务有限公司

开 本 787×1092 1/16 印张 17.5 字数 404 千

版 次 2016 年 8 月第 1 版 2016 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-305-17404-9

定 价 39.00 元

网 址: <http://www.njupco.com>

官方微博: <http://weibo.com/njupco>

微信服务号: njyuyexue

销售咨询热线: (025)83594756

* 版权所有,侵权必究

* 凡购买南大版图书,如有印装质量问题,请与所购
图书销售部门联系调换

编 委 会

主 任：袁洪志（常州工程职业技术学院）

副主任：陈年和（江苏建筑职业技术学院）

汤金华（南通职业大学）

张苏俊（扬州工业职业技术学院）

委 员：（按姓氏笔画为序）

马庆华（连云港职业技术学院）

玉小冰（湖南工程职业技术学院）

刘如兵（泰州职业技术学院）

刘 霁（湖南城建职业技术学院）

汤 进（江苏商贸职业学院）

李晟文（九州职业技术学院）

杨建华（江苏城乡建设职业学院）

何隆权（江西工业贸易职业技术学院）

徐永红（常州工程职业技术学院）

常爱萍（湖南交通职业技术学院）

前 言

“建筑材料与检测”课程是高职高专土建施工和建设工程管理两大类专业学生必须学习的一门专业基础课。通过学习和训练,学生可以掌握常用建筑材料的基本性能和检测方法,学会阅读标准,学会根据标准规范检测建筑材料性能并判断质量好坏。本书适用于高职高专土建施工和建设工程管理专业的学生使用,也可以作为建筑工程材料专业、建筑装饰材料专业用书。

本书以土建施工中常用建筑材料等的产品质量标准、方法标准为蓝本,将材料员、试验员所要求掌握的建筑材料基本知识、建筑材料物理性能及建筑材料检测方法等相关内容有机地融入教材,注重理论与实践的有机结合,文字表达力求准确、浅显易懂,并加大了实践环节的文字篇幅,重视岗位职业能力的培养。本书在编写过程中引用了国家、行业颁布的最新规范和标准,力求反映最新、最先进的技术和知识。

本书共分8章,第1章为建筑材料检测基本知识,主要介绍材料的基本性质和试样制备、数据修约;第2~7章分别为水泥、骨料、混凝土、预拌砂浆、建筑钢材、防水材料,每一章由项目分析、基本性能、性能检测构成,同时有知识目标、能力目标和素质目标以及课后习题,可以指导学生自主学习或引导学生带着任务学习,并应用所学知识解决工程中的实际问题,培养学生分析问题、解决问题的能力;第8章为仪器自校自检方法,介绍如电热鼓风恒温干燥箱、混凝土拌合物维勃稠度仪等36种仪器的校准方法、校验用标准器具和用品、校验结果评定,指导学生校准常用仪器,这正是重视岗位职业能力培养的体现。

本书由常州工程职业技术学院高淑娟、刘淑红和连云港职业技术学院王倩担任主编,常州工程职业技术学院徐永红、福建林业职业技术学院郭妍和郴州职业技术学院杨曲担任副主编,山西职业技术学院韩美玲和常州工程职业技术学院徐开胜参与编写。

由于编者水平有限,本书存在疏漏和不足之处在所难免,敬请读者批评指正。

本书在编写过程中还得到了有关兄弟院校老师和企业专家的帮助和支持,同时在编写过程中参考了大量文献资料,在此一并表示衷心的感谢。

本书采用基于二维码的互动式学习平台,读者可通过微信扫描二维码获取本教材相关的电子资源,体现了数字出版和教材立体化建设的理念。

编 者

2016年7月

目 录

第 1 章 材料性能检测的基本知识	1
1.1 材料的基本性质	1
1.2 试样的准备	10
1.3 试验数据的处理	11
习题一	15
第 2 章 水泥	17
2.1 水泥基本知识	19
2.2 水泥的取样	26
2.3 水泥细度检验方法 筛析法	28
2.4 水泥比表面积测定方法 勃氏法	32
2.5 水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法	37
2.6 水泥胶砂强度检验方法(ISO 法)	44
2.7 检测水泥胶砂流动度	48
习题二	51
第 3 章 骨料	54
3.1 砂的基本知识	55
3.2 碎石和卵石的基本知识	62
3.3 现行砂、石检测标准	67
3.4 检测砂含泥量	67
3.5 检测砂泥块含量	68
3.6 检测砂表观密度、堆积密度	69
3.7 检测砂颗粒级配、细度模数	72
3.8 检测砂含水率	74
3.9 检测碎石、卵石颗粒级配	74
3.10 检测碎石、卵石表观密度	75
3.11 检测碎石、卵石含水率	77
3.12 检测碎石、卵石含泥量	78
3.13 检测碎石、卵石泥块含量	79
3.14 检测碎石、卵石的针、片状颗粒总含量	80

3.15 检测石子的压碎指标	82
习题三	83
第4章 混凝土	85
4.1 混凝土基本知识	86
4.2 检测混凝土稠度	97
4.3 检测混凝土表观密度	101
4.4 检测混凝土凝结时间	102
4.5 检测混凝土强度	106
4.6 检测混凝土渗透性	110
4.7 检测混凝土抗冻性	113
4.8 混凝土的动弹性模量试验	124
4.9 检测混凝土抗蚀性	125
习题四	127
第5章 预拌砂浆	129
5.1 预拌砂浆基本知识	131
5.2 取样及试样制备	140
5.3 检测砂浆稠度	141
5.4 检测砂浆表观密度	142
5.5 检测砂浆分层度	143
5.6 检测砂浆保水性	144
5.7 检测砂浆凝结时间	146
5.8 检测砂浆抗压强度	147
5.9 检测砂浆拉伸黏结强度	149
5.10 检测砂浆抗冻性能	151
5.11 砂浆收缩试验	153
5.12 检测砂浆含气量	154
5.13 砂浆吸水率试验	155
5.14 砂浆抗渗性能试验	156
习题五	157
第6章 防水材料	159
6.1 防水材料基本知识	160
6.2 检测沥青针入度	168
6.3 检测沥青的延度	172
6.4 检测沥青软化点	174
6.5 沥青取样法	178

6.6	检测沥青防水卷材拉伸性能	182
6.7	检测高分子防水卷材拉伸性能	184
6.8	检测沥青和高分子防水卷材不透水性	186
6.9	检测沥青防水卷材耐热性	188
6.10	检测沥青防水卷材低温柔性	192
6.11	检测高分子防水卷材低温弯折性	194
6.12	沥青和高分子防水卷材抽样	196
	习题六	197
第7章	建筑钢材	199
7.1	建筑钢材基本知识	200
7.2	钢筋拉伸性能检测	219
7.3	钢筋冷弯性能检测	226
	习题七	228
第8章	仪器自校自检方法	230
8.1	电热鼓风恒温干燥箱校验方法	230
8.2	可调温电炉校验方法	231
8.3	电热恒温水浴箱校验方法	232
8.4	低温实验箱校验方法	233
8.5	混凝土实验用搅拌机校验方法	234
8.6	混凝土拌合物维勃稠度仪校验方法	235
8.7	坍落度筒及捣棒校验方法	237
8.8	混凝土拌合物容量筒校验方法	238
8.9	混凝土成型用标准振动台校验方法	239
8.10	混凝土抗压试模校验方法	240
8.11	混凝土抗折试模校验方法	241
8.12	标准养护室校验方法	242
8.13	建筑用砂试验筛校验方法(1)	243
8.14	建筑用砂试验筛校验方法(2)	244
8.15	建筑用石子试验筛校验方法(1)	246
8.16	建筑用石子试验筛校验方法(2)	247
8.17	建筑用砂、石容积升校验方法	249
8.18	石子针、片状规状仪校验方法	250
8.19	石子压碎指标值测定仪校验方法	251
8.20	砂浆稠度仪校验方法	252
8.21	砂浆分层度仪校验方法	252
8.22	砂浆抗压试模校验方法	253

8.23	水泥净浆搅拌机校验方法·····	254
8.24	水泥标准稠度及凝结时间测定仪校验方法·····	255
8.25	水泥雷氏夹校验方法·····	256
8.26	水泥细度标准筛校验方法·····	257
8.27	水泥胶砂流动度测定仪校验方法·····	258
8.28	水泥胶砂搅拌机校验方法·····	259
8.29	水泥试模校验方法·····	260
8.30	水泥胶砂试体振实台校验方法·····	261
8.31	水泥沸煮箱校验方法·····	262
8.32	水泥抗压夹具校验方法·····	263
8.33	沥青针入度仪校验方法·····	264
8.34	沥青延度仪校验方法·····	265
8.35	石油沥青软化点仪校验方法·····	266
8.36	玻璃量瓶、量筒校验方法·····	267
参考文献·····		269

第 1 章 材料性能检测的基本知识



扫一扫可见
本章电子资源

本章主要介绍建筑材料的基本物理性质、力学性质、与水有关的性质,以及建筑材料的耐久性、外观、外形等;介绍试样的取样方法和处理方法;较详细地介绍试验数据的处理方法。通过学习应掌握材料的基本性质和基本的数据处理方法。

1.1 材料的基本性质

构成建筑物的建筑材料在使用过程中要受到各种因素的作用,例如用于各种受力结构的材料要受到各种外力的作用;用于建筑物不同部位的材料还可能受到风吹、日晒、雨淋、温度变化、冻融循环、磨损、化学腐蚀等作用。为了保证建筑物经久耐用,就要求所选用的建筑材料能够抵抗各种因素的作用。而要能够合理地选用材料,就必须掌握各种材料的性质。

本章所讲述的材料基本性质,是指材料处于不同的使用条件和使用环境时,必须考虑的最基本的、共有的性质。对于不同种类的材料,由于在建筑中所起的作用不同,应考虑的基本性质也不尽相同。

1.1.1 材料的密度、表观密度与堆积密度

1. 密度

密度是指材料在绝对密实状态下单位体积的质量,用下式表示。

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1-1)$$

式中, ρ 为密度, g/cm^3 ; m 为材料在干燥状态的质量, g ; V 为材料在绝对密实状态下的体积, cm^3 。

材料在绝对密实状态下的体积是指不包括孔隙在内的体积。除了钢材、玻璃等少数材料外,绝大多数材料内部都存在一些孔隙。在测定有孔隙的材料密度时,应把材料磨成细粉,干燥后,用密度瓶(李氏瓶)测定其体积,用李氏瓶测得的体积可视为材料绝对密实状态下的体积。材料磨得越细,测得的密度值越精确。

2. 表观密度

表观密度是指材料在自然状态下单位体积的质量,用下式表示。

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

式中, ρ_0 为表观密度, g/cm^3 或 kg/cm^3 ; m 为材料的质量, g 或 kg ; V_0 为材料在自然状态下

的体积, cm^3 或 m^3 。

材料在自然状态下的体积又称为表观体积,是指包含材料内部孔隙在内的体积。几何形状规则的材料,可直接按外形尺寸计算出表观体积;几何形状不规则的材料,可用排水法测量其表观体积,然后按式(1-2)计算出表观密度。

当材料含有水分时,其质量和体积将发生变化,影响材料的表观密度。故在测定表观密度时,应注明其含水情况。一般情况下,材料的表观密度是指在气干状态(长期在空气中干燥)下的表观密度。在烘干状态下的表观密度,称为干表观密度。

3. 堆积密度

堆积密度是指粉状(水泥、石灰等)或散粒材料(砂子、石子等)在堆积状态下单位体积的质量,用下式表示。

$$\rho_0' = \frac{m}{V_0'} \quad (1-3)$$

式中, ρ_0' 为堆积密度, kg/cm^3 ; m 为材料的质量, kg ; V_0' 为材料的堆积体积, m^3 。

材料的堆积体积包含了颗粒内部的孔隙和颗粒之间的空隙。测定材料的堆积密度时,按规定的方法将散粒材料装入一定容积的容器中,材料质量是指填充在容器内的材料质量,材料的堆积体积则为容器的容积。

在建筑工程中,计算材料的用量和构件的自重,进行配料计算以及确定材料的堆放空间时,经常要用到密度、表观密度和堆积密度等数据。表 1-1 列举了常用建筑材料的密度、表观密度和堆积密度。

表 1-1 常用建筑材料的密度、表观密度和堆积密度

材料名称	密度/(g/cm^3)	表观密度/(g/cm^3)	堆积密度/(g/cm^3)
建筑钢材	7.85	7.85	—
普通混凝土	—	2.10~2.60	—
烧结普通砖	2.50~2.70	1.60~1.90	—
花岗岩	2.70~3.0	2.50~2.90	—
碎石(石灰岩)	2.48~2.76	2.30~2.70	1.40~1.70
砂	2.50~2.60	—	1.45~1.65
粉煤灰	1.95~2.40	—	0.55~0.80
木材	1.55~1.60	0.40~0.80	—
水泥	2.8~3.1	—	1.20~1.30
普通玻璃	2.45~2.55	2.45~2.55	—
铝合金	2.7~2.9	2.70~2.90	—
黏土空心砖	2.2~2.5	1.00~1.40	—
轻骨料混凝土	—	0.80~1.90	—
黏土	2.50~2.60	—	1.60~1.80

1.1.2 材料的密实度与孔隙率、填充率与空隙率

1. 密实度与孔隙率

(1) 密实度。

密实度是指材料体积内被固体物质充实的程度,以 D 表示。可按下式计算。

$$D = \frac{V}{V_0} = \frac{\rho_0}{\rho} \times 100\% \quad (1-4)$$

(2) 孔隙率。

孔隙率是指在材料体积内,孔隙体积所占的比例,以 P 表示。可按下式计算。

$$P = \frac{V_0 - V}{V_0} = 1 - \frac{V}{V_0} = \left[1 - \frac{\rho_0}{\rho} \right] \times 100\% \quad (1-5)$$

材料的密实度和孔隙率之和等于 1, 即 $D + P = 1$ 。

孔隙率的大小直接反映了材料的致密程度。孔隙率越小,说明材料越密实。

材料内部孔隙可分为连通孔隙和封闭孔隙两种构造。连通孔隙不仅彼此连通而且与外界相通,封闭孔隙不仅彼此封闭而且与外界相隔绝。孔隙按其孔径尺寸大小可分为细小孔隙和粗大孔隙。材料的许多性能(如强度、吸水性、吸湿性、耐水性、抗渗性、抗冻性、导热性等)都与孔隙率的大小和孔隙特征有关。

2. 填充率与空隙率

(1) 填充率。

填充率是指散粒材料在堆积体积中被其颗粒所填充的程度,以 D' 表示。可按下式计算。

$$D' = \frac{V_0}{V_0'} = \frac{\rho_0'}{\rho_0} \times 100\% \quad (1-6)$$

(2) 空隙率。

空隙率是指散粒材料在堆积体积中,颗粒之间的空隙所占的比例,以 P' 表示。可按下式计算。

$$P' = \frac{V_0' - V_0}{V_0'} = 1 - \frac{V_0}{V_0'} = \left[1 - \frac{\rho_0'}{\rho_0} \right] \times 100\% \quad (1-7)$$

材料的填充率和空隙率之和等于 1, 即 $D' + P' = 1$ 。

空隙率的大小反映了散粒材料的颗粒之间互相填充的致密程度。空隙率可作为控制混凝土骨料级配及计算砂率的依据。

1.1.3 材料与水有关的性质

1. 亲水性与憎水性

材料与水接触时能被水湿润的性质称为亲水性。具备这种性质的材料称为亲水性材料。大多数建筑材料,如砖、混凝土、木材、砂、石等都属于亲水性材料。

材料与水接触时不能被水浸润的性质称为憎水性。具备这种性质的材料称为憎水性材料,如沥青、石蜡、塑料等。憎水性材料一般能阻止水分渗入毛细管中,因而可用做防水材料,也可用于亲水性材料的表面处理,以降低其吸水性。

2. 吸水性

材料在水中吸收水分的性质称为吸水性。吸水性的大小用吸水率表示,吸水率有两种表示方法:质量吸水率和体积吸水率。

(1) 质量吸水率。

质量吸水率是指材料在吸水饱和时,所吸收水分的质量占材料干燥质量的百分比。质量吸水率的计算公式如下。

$$W_{\text{质}} = \frac{m_{\text{湿}} - m_{\text{干}}}{m_{\text{干}}} \times 100\% \quad (1-8)$$

式中, $W_{\text{质}}$ 为材料的质量吸水率; $m_{\text{干}}$ 为材料在干燥状态下的质量,kg; $m_{\text{湿}}$ 为材料在吸水饱和后的质量,kg。

(2) 体积吸水率。

体积吸水率是指材料在吸水饱和时,所吸收水分的体积占材料自然状态体积的百分比。体积吸水率的计算公式如下。

$$W_{\text{体}} = \frac{V_{\text{水}}}{V_1} = \frac{m_{\text{湿}} - m_{\text{干}}}{m_{\text{干}}} \times \frac{1}{\rho_{\text{水}}} \times 100\% \quad (1-9)$$

式中, $W_{\text{体}}$ 为材料体积吸水率; V_1 为材料在自然状态下的体积, m^3 ; $V_{\text{水}}$ 为材料在吸水饱和时水的体积, m^3 ; $\rho_{\text{水}}$ 为水的密度, kg/cm^3 。

质量吸水率与体积吸水率存在以下关系。

$$W_{\text{体}} = W_{\text{质}} \frac{\rho_0}{\rho_{\text{水}}} \quad (1-10)$$

材料的吸水性取决于材料本身的亲水性,也与孔隙率大小及孔隙特征有关。一般孔隙率愈大,吸水率也愈大。如果材料具有细微而连通的孔隙,则其质量吸水率较大,往往超过100%,这时最好用体积吸水率表示其吸水性,如加气混凝土、软木等轻质材料。若是封闭型孔隙,水分就不容易渗入,水分虽然容易渗入封闭型粗大的孔隙,但仅能浸润孔壁表面而不易在孔内存留。所以封闭或粗大孔隙材料,其体积吸水率较低,常小于孔隙率,这类材料常用质量吸水率表示它的吸水性。

各种材料的质量吸水率相差很大,如花岗岩等坚密岩石的质量吸水率仅为0.5%~0.7%;普通混凝土为2%~3%;黏土砖为8%~20%;而木材或其他轻质材料的质量吸水率则常大于100%。

3. 吸湿性

材料在潮湿空气中吸收水分的性质称为吸湿性。吸湿性的大小用含水率表示。含水率是指材料含水的质量占材料干燥质量的百分比,可按下式计算。

$$W_{\text{含}} = \frac{m_{\text{含}} - m}{m} \times 100\% \quad (1-11)$$

式中, $W_{\text{含}}$ 为材料的含水率, %; $m_{\text{含}}$ 为材料含水时的质量, g 或 kg; m 为材料在干燥状态下的质量, g 或 kg。

当较干燥的材料处于较潮湿的空气中时, 会吸收空气中的水分; 而当较潮湿的材料处于较干燥的空气中时, 便会向空气中释放水分。在一定的温度和湿度条件下, 材料与周围空气湿度达到平衡时的含水率称为平衡含水率。

材料含水率的大小, 除与材料的孔隙率、孔隙特征有关外, 还与周围环境的温度和湿度有关。一般材料孔隙率越大, 材料内部细小孔隙、连通孔隙越多, 材料的含水率越大; 周围环境温度越低, 相对湿度越大, 材料的含水率也越大。

材料吸水或吸湿后, 质量增加, 保温隔热性下降, 强度、耐久性降低, 体积发生变化, 多对工程产生不利影响。在常用的建筑材料中, 木材的吸湿性特别强, 它能在潮湿空气中大量吸收水分而增加质量, 降低强度和改变尺寸, 因此木门窗在潮湿环境中往往不易开关。保温材料如果吸收水分后, 会大大降低保温效果, 故对保温材料应采取有效的防潮措施。

4. 耐水性

材料长期在饱和水作用下不破坏, 其强度也不显著降低的性质称为耐水性。一般材料遇水后, 强度都有不同程度的降低, 如花岗岩长期浸泡在水中, 强度将下降 3% 左右, 普通黏土砖和木材强度下降更为显著。材料耐水性的大小用软化系数表示。软化系数计算公式如下。

$$K_{\text{软}} = \frac{f_{\text{饱}}}{f_{\text{干}}} \quad (1-12)$$

式中, $K_{\text{软}}$ 为材料的软化系数; $f_{\text{饱}}$ 为材料在吸水饱和状态下的抗压强度, MPa; $f_{\text{干}}$ 为材料在干燥状态下的抗压强度, MPa。

软化系数的值在 0~1 之间, 软化系数越小, 说明材料吸水饱和后的强度降低越多, 其耐水性就越差。通常将软化系数大于 0.85 的材料称为耐水性材料, 耐水性材料可以用于水中和潮湿环境中的重要结构; 用于受潮较轻或次要结构时, 材料的软化系数也不宜小于 0.75。处于干燥环境中的材料可以不考虑软化系数。

5. 抗渗性

材料抵抗压力水(也可指其他液体)渗透的性质称为抗渗性。建筑工程中许多材料常含有孔隙、空洞或其他缺陷, 当材料两侧的水压差较高时, 水可能从高压侧通过材料内部的孔隙、空洞或其他缺陷渗透到低压侧。这种压力水的渗透, 不仅会影响工程的使用, 而且渗入的水还会带入腐蚀性介质或将材料内的某些成分带出, 造成材料的破坏。因此长期处于有压水中时, 材料的抗渗性是决定工程耐久性的重要因素。材料抗渗性的大小用渗透系数或抗渗等级表示。

(1) 渗透系数。

根据达西定律, 渗透系数的计算公式如下。

$$K = \frac{Qd}{AtH} \quad (1-13)$$

式中, K 为材料的渗透系数, cm/h; Q 为时间 t 内的渗水总量, cm³; d 为试件的厚度, cm; A 为材料垂直于渗水方向的渗水面积, cm²; t 为渗水时间, h; H 为材料两侧的水压差, cm。

渗透系数 K 越小,材料的抗渗性越好。对于防水、防潮材料,如沥青、油毡、沥青混凝土、瓦等材料,常用渗透系数表示其抗渗性。

(2) 抗渗等级。

对于砂浆、混凝土等材料,常用抗渗等级来表示抗渗性。抗渗等级是以规定的试件在标准试验方法下所能承受的最大水压力来确定。抗渗等级以符号“P”和材料可承受的水压力值(以 0.1 MPa 为单位)来表示,如混凝土的抗渗等级为 P6、P8、P12、P16,表示分别能承受 0.6 MPa、0.8 MPa、1.2 MPa、1.6 MPa 的水压而不渗水。材料的抗渗等级越高,其抗渗性越强。

材料抗渗性的好坏与材料的孔隙率特征有关,孔隙率小且封闭孔隙多的材料,其抗渗性就好。对于地下建筑及水工构筑物,要求材料具有较高抗渗性;对于防水材料,则要求具有更好的抗渗性。

6. 抗冻性

材料的抗冻性是指材料在吸水饱和状态下,能经受多次冻融循环作用而不破坏,同时也不严重降低强度的性质。冰冻的破坏作用是由于材料孔隙内的水分结冰而引起的,水结冰时体积约增大 9%,从而对孔隙产生压力而使孔壁开裂。当冰被融化后,某些被冻胀的裂缝中还可能再渗入水分,再次受冻结冰时,材料会受到更大的冻胀和裂缝扩张。如此反复冻融循环,最终导致材料破坏。

材料抗冻性的大小用抗冻等级表示。抗冻等级表示材料经过的冻融次数,其质量损失、强度下降不低于规定值,并以符号“F”及材料可承受的最多冻融循环次数表示。例如混凝土抗冻等级 F25、F50、F100 等,指混凝土所能承受的最多冻融循环次数是 25 次、50 次、100 次,强度下降不超过 25%,质量损失不超过 5%。

材料的抗冻性主要与孔隙率、孔隙特征、抵抗胀裂的强度等有关,工程中常从这些方面改善材料的抗冻性。对于室外温度低于 -15°C 的地区,其主要工程材料必须进行抗冻性试验。

1.1.4 材料的外形尺寸及外观

建筑材料的品种繁多,产品的外观、形状也各不相同,有粉粒状的,如水泥、砂等;有块状、板状、线状的,如各种砖、玻璃、板材、管材等;也有不定型的液体状的,如涂料等。这就涉及这些产品的外形、外观是否符合要求。

1. 材料的外形尺寸

材料的外形尺寸是指具有固定尺寸规格的材料的外形大小,包括长度、宽度、厚度、直径等,一般用毫米或米来表示,其尺寸偏差直接影响产品的等级。

2. 外观

材料的外观主要是指颜色、表面缺陷、表面光泽度、平整度、角直度等,一般外观质量直接影响其产品的等级。

1.1.5 材料的力学性能

1. 材料的强度

材料因承受外力(荷载),所具有抵抗变形不致破坏的能力,称作强度。破坏时的最大

应力,为材料的极限强度。

外力(荷载)作用的主要形式,有压、拉、弯曲和剪切等,因而所对应的强度有抗压强度、抗拉强度、抗弯(折)强度和抗剪强度。图1-1中,列举了几种强度试验时的受力情况,对于识别外力的作用形式和所测强度的类别,是相当直观的。

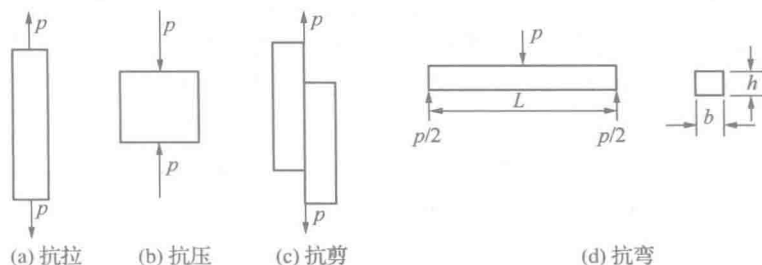


图1-1 材料受力示意图

材料的这些强度是通过静力试验来测定的,故总称为静力强度。材料的静力强度是通过标准试件的破坏试验而测得。材料的抗压、抗拉和抗剪的计算公式为

$$f = \frac{P}{A} \quad (1-14)$$

式中, f 为材料的极限强度(抗压、抗拉或抗剪), N/mm^2 ; P 为试件破坏时的最大荷载, N ; A 为试件受力面积, mm^2 。

材料的抗弯强度与试件的几何外形及荷载施加的情况有关,对于矩形截面和条形试件,当其二支点的中间作用一集中荷载时,其抗弯极限强度按下式计算

$$f_m = \frac{3PL}{2bh^2} \quad (1-15)$$

式中, f_m 为材料的抗弯极限强度, N/mm^2 ; P 为试件破坏时的最大荷载, N ; L 为试件两支点间的距离, mm ; b 、 h 为分别为试件截面的宽度和高度, mm 。

材料的强度与其组成及结构有关,即使材料的组成相同,其构造不同,强度也不同。材料的孔隙率愈大,则强度愈低。对于同一品种的材料,其强度与孔隙率之间存在近似直线的反比关系,如图1-2所示。

一般表观密度大的材料,其强度也高。晶体结构的材料,其强度还与晶粒粗细有关,其中细晶粒的强度高。玻璃是脆性材料,抗拉强度很低,但当制成玻璃纤维后,则成了很好的抗拉材料。

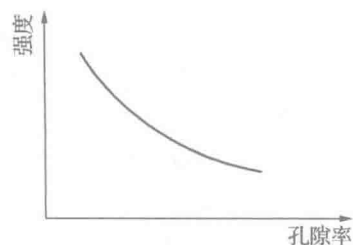


图1-2 材料强度与孔隙率的关系

材料的强度还与其含水状态及温度有关,含有水分的材料,其强度较干燥时的低。一般温度高时,材料的强度将降低,沥青混凝土尤为明显。

材料的强度与其测试所用的试件形状、尺寸有关,也与试验时加荷速度及试件表面形状有关。相同材料采用小试件测得的强度比大试件的高;加荷速度快者,强度值偏高;试件表面不平或表面涂润滑剂的,所测得强度值偏低。

由此可知,材料的强度是在特定条件下测定的数值。为了使试验结果准确,且具有可比性,各个国家都制定了统一的材料试验标准。在测定材料强度时,必须严格按照规定的试验方法进行。材料强度是大多数材料划分等级的依据。

2. 强度等级

各种材料的强度差别甚大。土木工程材料按其强度值的大小划分为若干个强度等级,如烧结普通砖按抗压强度分为 5 个强度等级;硅酸盐水泥按抗压强度和抗折强度分为 4 个强度等级,普通混凝土按其抗压强度分为 12 个强度等级等。建筑材料划分强度等级,对生产者和使用者均有重要意义。它可使生产者在控制质量时有据可依,从而保证产品质量;对使用者则有利于掌握材料的性能指标,以便于合理选用材料,正确地进行设计和便于控制工程施工质量。常用建筑材料的强度见表 1-2 所示。

表 1-2 常用建筑材料的强度

单位:MPa

材料	抗压强度	抗拉强度	抗弯强度
花岗岩	100~250	5~8	10~14
烧结普通砖	7.5~30	—	1.8~4.0
普通混凝土	7.5~60	1~4	2.0~8.0
松木(须纹)	30~50	80~120	60~100
钢材	235~1 600	235~1 600	—

3. 材料的弹性与塑性

材料在外力作用下产生变形,当外力取消后变形即可消失并能完全恢复到原始形状的性质称为弹性。材料的这种可恢复的变形称为弹性变形。弹性变形属可逆变形,其数值大小与外力成正比,其比例系数 E 称为弹性模量。材料在弹性变形范围内,弹性模量为常数,其值等于应力与应变之比,即

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \quad (1-16)$$

弹性模量是衡量材料抵抗变形能力的一个指标。弹性模量愈大,材料愈不易变形,亦即刚度愈好。弹性模量是结构设计的重要参数。

材料在外力作用下产生变形,当外力取消后,不能恢复变形的性质称为塑性。这种不可恢复的变形称为塑性变形,塑性变形为不可逆变形。

实际上,纯弹性变形的材料是没有的,通常一些材料在受力不大时,表现为弹性变形,当外力超过一定值时,则呈现塑性变形,如低碳钢就是典型的这种材料。另外许多材料在受力时,弹性变形和塑性变形同时产生,这种材料当外力取消后,弹性变形即可恢复,而塑性变形不能消失,混凝土就是这类材料的代表。弹塑性材料的变形曲线如图 1-3 所示,图中 ab 为可恢复的弹性变形, bo 为不可恢复的塑性变形。

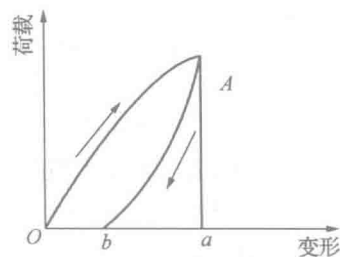


图 1-3 弹塑性材料的变形曲线