

土木工程 材料 学习指导

配“十二五”普通高等教育本科
国家级规划教材《土木工程材料》(第3版)

主编 张永娟 张 雄



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS



土木工程系列丛书

土木工程材料 学习指导

配“十二五”普通高等教育本科
国家级规划教材《土木工程材料》(第3版)

主编 张永娟 张 雄



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

内 容 提 要

本学习指导是按“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材《土木工程材料》(第3版)内容编写的,对教材中绪论、土木工程材料的基本知识、钢材和铝合金、木材、气硬性无机胶凝材料、水泥、混凝土、建筑砂浆、石材、墙体材料和屋面材料、高分子建筑材料、沥青与沥青混合料、建筑功能材料等章节进行重点知识归纳。每章有相应的习题与解答。

本学习指导适用于高等院校、成人教育、网络学院等土木工程相关专业的本科生作课程使用,也可供考研生备考复习之用。书末还附有本科生考试模拟试卷和硕士研究生入学考试模拟试卷。

图书在版编目(CIP)数据

土木工程材料学习指导/张永娟,张雄主编. —上海:
同济大学出版社,2013.12

配“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材《土
木工程材料》(第3版)

ISBN 978-7-5608-5254-6

I. ①土… II. ①张… ②张 III. ①土木工程—建
筑材料—高等职业教育—教学参考资料 IV. ①TU5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 184178 号

土木工程材料学习指导

——配“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材《土木工程材料》(第3版)

主编 张永娟 张 雄

责任编辑 缪临平 责任校对 徐春莲 封面设计 潘向葵

出版发行 同济大学出版社 www.tongjipress.com.cn

(地址:上海市四平路1239号 邮编:200092 电话:021-65985622)

经 销 全国各地新华书店

印 刷 常熟市大宏印刷有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 11.25

印 数 1—3100

字 数 280000

版 次 2013年12月第1版 2013年12月第1次印刷

书 号 ISBN 978-7-5608-5254-6

定 价 28.00 元

本书若有印装质量问题,请向本社发行部调换 版权所有 侵权必究

前 言

本书是同济大学出版社出版的“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材《土木工程材料》(第3版)(吴科如、张雄主编)的配套学习指导书。各章均由两部分组成:第一部分为教材的重点知识提要;第二部分为习题与解答,便于使用者复习。其中,习题包括名词解释、问答题、填空题、是非题、计算题等题型,基本上涵盖了本课程的内容。书末附有本科生考试、硕士研究生入学考试模拟试卷,供复习参考用。

本书由同济大学张永娟教授、张雄教授主编。参编人员有:王劲、杜红秀、鞠丽艳等。

在本书的编写中,尽管我们都尽了很大努力,但难免还会有疏漏和不妥之处,恳请广大师生和读者提出宝贵意见。

编者

2013年9月

Contents

目 录

前 言	
绪 论	1
重点知识提要 / 1	
习题与解答 / 2	
第一章 土木工程材料的基本性质	3
重点知识提要 / 3	
习题与解答 / 8	
第二章 钢材和铝合金	17
重点知识提要 / 17	
习题与解答 / 23	
第三章 木材	33
重点知识提要 / 33	
习题与解答 / 36	
第四章 气硬性无机胶凝材料	42
重点知识提要 / 42	
习题与解答 / 46	
第五章 水泥	51
重点知识提要 / 51	
习题与解答 / 58	
第六章 混凝土	69
重点知识提要 / 69	

习题与解答 / 81

第七章 建筑砂浆 98

重点知识提要 / 98

习题与解答 / 100

第八章 石材、墙体材料和屋面材料 105

重点知识提要 / 105

习题与解答 / 112

第九章 高分子建筑材料 120

重点知识提要 / 120

习题与解答 / 123

第十章 沥青与沥青混合料 129

重点知识提要 / 129

习题与解答 / 134

第十一章 建筑功能材料 139

重点知识提要 / 139

习题与解答 / 144

土木工程材料模拟试卷 151

本科生考试模拟试卷一 / 152

本科生考试模拟试卷一参考答案 / 156

本科生考试模拟试卷二 / 158

本科生考试模拟试卷二参考答案 / 161

硕士研究生入学考试模拟试卷一 / 164

硕士研究生入学考试模拟试卷一参考答案 / 166

硕士研究生入学考试模拟试卷二 / 169

硕士研究生入学考试模拟试卷二参考答案 / 170

绪论

重点知识提要

土木工程中使用的各种材料及制品统称为土木工程材料。

一、分类

土木工程材料可按不同原则(材料来源、使用部位、功能、化学成分等)进行分类。

目前,通常根据组成物质的种类及化学成分,将土木工程材料分为无机材料、有机材料和复合材料三大类,如表 0-1 所示。

表 0-1 土木工程材料分类

无机土木工程材料	非 金 属		金 属	
	天然石材、烧土制品、胶凝材料、混凝土及其制品		有色金属、黑色金属	
有机土木工程材料	植物类	合成高分子材料		沥青类
	木材、竹材	塑料、黏结剂、涂料等		防水材料、沥青混合料
复合材料	金属与非金属复合		无机与有机复合	
	预应力混凝土、钢纤维混凝土		聚合物浸渍混凝土	

二、规范与技术标准

我国技术标准分为四级:国家标准,代号为 GB;行业标准,如建材行业标准代号为 JC,建工行业标准的代号为 JG,交通行业标准代号为 JT;地方标准,代号为 DB;企业标准,代号为 QB。国家标准分为强制性和推荐性两类,推荐性标准用 T 表示,即 GB/T。

国际或外国标准主要有:国际标准,代号为 ISO;美国材料试验学会标准,代号为 ASTM;日本工业标准,代号为 JIS;德国工业标准,代号为 DIN;英国标准,代号为 BS;法国标准,代号为 NF 等。

习题与解答

一、问答题

1. 说明土木工程材料在土木工程中的重要性。

答:土木工程材料指土木工程中使用的各种材料及制品,它是一切土木工程的物质基础。在我国现代化建设中,土木工程材料占有极为重要的地位。由于组分、结构和构造不同,土木工程材料品种门类繁多、性能各不相同、价格相差悬殊,同时在土木工程中用量巨大。因此,正确选择和合理使用土木工程材料,对整个土木工程的安全、实用、美观、耐久及造价有着重大的意义。

2. 叙述土木工程对土木工程材料的要求。

答:(1) 强度 土木工程材料必须具备足够的强度,能够安全地承受设计荷载;自身的重量以轻为宜,以减少下部结构和地基的负荷。

(2) 耐久性 具有与使用环境相适应的耐久性,以便减少维修费用。

(3) 功能 满足功能要求。用于装饰的材料,应能美化房屋并产生一定的艺术效果;用于特殊部位的材料,应具有相应的特殊功能,例如:屋面材料要能绝热、防水,楼板和内墙材料要能隔声等。

(4) 生态环保 生产过程中还应尽可能保证低能耗、低物耗及环境友好。

3. 土木工程材料的技术标准有哪几级?

答:土木工程材料的技术标准有:国家标准、行业标准、地方标准和企业标准。

第一章

土木工程材料的基本性质

重点知识提要

材料在建筑物中所处的环境和部位不同,所起的作用也各不相同,为此要求材料必须具备相应的基本性质。

第一节 材料的组成、结构与性质

一、材料的组成

1. 化学组成

化学组成指构成材料的基本元素与化合物。习惯上,金属材料的化学组成以主要元素的含量来表示,无机非金属材料则以各种氧化物含量表示。

2. 矿物组成

矿物是具有一定化学成分和一定结构特征的化合物或单质。矿物组成是指构成材料的矿物种类和数量。

二、材料的结构

材料的结构同样决定着材料的性质。一般从宏观、细观和微观三个层次来分析研究材料的结构与性质的关系。

1. 宏观结构

宏观结构(或称构造)是指材料宏观存在的状态,即用肉眼或放大镜就可分辨的粗大组织,其尺寸在 10^{-3} m 级以上。

2. 细观结构

细观结构(也称显微或亚微观结构)是指用光学显微镜所能观察到的材料结构,其尺寸范围在 $10^{-3} \sim 10^{-6}$ m。

3. 微观结构

微观结构是指材料原子、分子层次的结构,其尺寸范围在 $10^{-6} \sim 10^{-10}$ m,可借助电子显微镜、X 射线衍射仪等手段来分析研究该层次上的结构特征。

材料的微观结构可分为晶体、玻璃体和胶体三类。

(1) 晶体

晶体是由其内部质点(离子、原子、分子)按特定的规则在空间呈有规律的排列所形成的结构。因此晶体有以下特征:具有一定的几何外形,各向异性,有固定的熔点和化学稳定性,结晶接触点和晶面是晶体破坏或变形的薄弱部分。

(2) 玻璃体

玻璃体是熔融物在急速冷却时形成的无定形体。其质点呈无规则空间网络结构,其微观结构为近程有序、远程无序。故其具有化学不稳定性,亦即存在化学潜能,容易和其他物质反应或自行缓慢地向晶体转换。另外,由于质点排列无规律,具有各向同性,没有固定的熔点。

(3) 胶体

胶体是物质以极微小的质点(粒径为 $1 \sim 100 \mu\text{m}$)分散在介质中所形成的结构。由于胶体的质点很微小,其总的表面积很大,因而表面能很大,有很强的吸附力,所以胶体具有较强的黏结力。胶体可以经脱水或质点的凝聚作用而形成凝胶,凝胶具有固体的性质,但在长期应力作用下,又具有黏性液体的流动性质。

第二节 材料的物理性质

一、与质量状态有关的物理性质

真实密度 $\rho = \frac{m}{V}$ (简称密度,又称为真密度、绝对密度)是材料在绝对密实状态下单位体积的质量。表观密度 $\rho' = \frac{m}{V'}$ (又称为视密度、近似密度, apparent density)表示材料单位细观外形体积(包括内部封闭孔隙)的质量。容积密度 $\rho_0 = \frac{m}{V_0}$ (又称为体积密度或容重, volume density)表示材料单位宏观外形体积(包括内部封闭孔隙和开口孔隙)的质量。当材料含有水分时,它的质量和体积都会发生变化。堆积密度 $\rho'_0 = \frac{m}{V'_0}$ (bulk density)是指散粒材料或粉状材料,在自然堆积状态下单位体积的质量。

二、与构造状态有关的物理性质

1. 孔隙率与密实度

孔隙率(P)指材料内部孔隙体积占其总体积的百分率。

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

密实度(D)即材料体积内被固体物质充实的程度, $D = 1 - P$ 。

材料孔隙率或密实度大小直接反映材料的密实程度。材料的孔隙率高,则表示密实程度小。

材料的孔隙率 P 可分为开口孔隙率(P_k)和闭口孔隙率(P_b),即: $P = P_k + P_b$ 。开口孔隙率按下式计算:

$$P_k = \frac{V_k}{V_0} = \frac{m_{\text{sat}} - m_{\text{dry}}}{V_0 \rho_w} \times 100\%$$

式中, m_{dry} 为干燥试样的质量, g; m_{sat} 为水饱和试样的质量, g; ρ_w 为试验时室温水密度, g/cm³。

材料的孔隙特征有大小、形状、分布、连通与否等之分。

2. 空隙率和填充率

空隙率(P')是指在某堆积体积中, 散粒状材料颗粒之间的空隙体积所占的百分率。

$$P' = \frac{V'_0 - V_0}{V'_0} = \left(1 - \frac{\rho'_0}{\rho_0}\right) \times 100\%$$

填充率(D')是散粒状材料在某堆积体积中被其颗粒填充的程度, $D' = 1 - P'$ 。

三、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润湿的性质称为亲水性。材料与水接触时不能被水润湿的性质称为憎水性。

材料的亲水性与憎水性可用润湿边角 θ 来说明。 θ 愈小, 表明材料易被水润湿。当 $\theta \leq 90^\circ$ 时, 该材料被称为亲水性材料; 当 $\theta > 90^\circ$ 时, 称为憎水性材料。

2. 吸水性与吸湿性

(1) 吸水性

材料在水中吸收水分的能力称为吸水性。吸水性的 大小常以吸水率表示。有以下两种表示方法: ①质量吸水率(W_m): 指材料吸水饱和时, 所吸水量占材料绝干质量的百分率; ②体积吸水率(W_v): 指材料吸水饱和时, 所吸水分的体积占绝干材料自然体积的百分率。体积吸水率在数值上等于开口孔隙率。

质量吸水率与体积吸水率的关系为: $W_v = W_m \cdot \rho_0$

(2) 吸湿性

材料在潮湿空气中吸收水分的性质称为吸湿性。材料的吸湿性常以含水率($W_{\text{含}}$)表示, 含水率等于含水量占材料绝干质量的百分率。含水率随环境温度和空气湿度的变化而改变。与空气温湿度相平衡时的含水率称为平衡含水率。

材料的亲水性越大, 连通微细孔越多, 则吸水率越大, 含水率也越大。

四、材料与热有关的性质

1. 导热性

材料传导热量的性质称为导热性。材料的导热性常用导热系数(λ)表示。材料的导热系数愈小, 表示其导热性愈差、绝热性能愈好。通常将 $\lambda \leq 0.23$ 的材料称为绝热材料。

2. 热阻

材料层厚度 δ 与导热系数 λ 的比值, 称为热阻 R , 它表明热量通过材料层时所受到的阻力。在同样的温差条件下, 热阻越大, 通过材料层的热量越少。

3. 传热系数

表示在稳态条件下, 建筑围护结构两侧空气温度差为 1K, 1h 内通过 1m² 面积传递的

热量。

4. 热容量

材料受热时吸收热量,冷却时放出热量的性质,称为热容量,用比热(c)表示。比热 c 与材料重量 m 的乘积,称为热容量。热容量对于保持室内温度稳定性具有重要意义。

五、材料与声有关的性质

1. 吸声性

材料能吸收声音的性质称为吸声性,用吸声系数(α)来表示。

吸声系数 α 越大,表示材料吸声效果越好。材料的吸声特性与声波的频率和入射角度有关,为了全面反映材料的吸声特性,以声波无规入射方式测量 125Hz, 250Hz, 500Hz, 1000Hz, 2000Hz 和 4000Hz 6 个频带的实用吸声系数。以上述 6 个频带实用吸声系数的算术平均值为材料的吸声系数(α), $\alpha \geq 0.20$ 的材料称为吸声材料。

2. 隔声性

材料隔绝声音的性质称为隔声性,隔绝空气传播声的能力用隔声量(R)表示。材料越密实,质量越大,隔绝空气声的效果越好。弹性材料、软质材料隔绝固体声最有效。

第三节 材料的基本力学性质

一、强度和比强度

1. 强度

材料在外力作用下抵抗破坏的能力称为强度。通常以材料在外力作用下失去承载能力时的极限应力来表示,亦称极限强度。土木工程材料通常有抗拉强度、抗压强度、抗弯强度、以及抗剪强度。土木工程材料通常根据其强度值划分为若干不同的等级,便于选用。

通常材料的孔隙率越大,孔径越大,其强度越小。材料的强度还与测试条件和方法等外部因素有关。同样的材料,小试件的强度测值大于大试件的,快速加荷时强度测值偏高,试件受压面不平时强度测值偏低,吸水饱和时的强度低于干燥时的强度。

2. 比强度

比强度是按单位体积的质量计算的材料强度,其值等于材料强度与其容积密度之比。比强度是衡量材料轻质高强的重要指标。

二、弹性与塑性

1. 弹性

材料在外力作用下产生变形,当外力除去后,变形能完全消失的性质称为弹性。材料的这种可恢复的变形称为弹性变形,其数值大小与外力成正比;这时应力与应变之比为常数,称为弹性模量。弹性模量愈大,材料抵抗变形的能力愈强,刚度愈好。刚度对结构用材至关重要。

2. 塑性

材料在外力作用下产生变形,当外力除去后,材料仍保留一部分残余变形且不产生裂缝

的性质称为塑性。这部分残余变形称为塑性变形,如永久变形,属不可逆变形。

三、材料的脆性与韧性

1. 脆性

外力作用于材料并达到一定限度后,材料无明显塑性变形而发生突然破坏的性质称为脆性,具有这种性质的材料称脆性材料。脆性材料的抗压强度远大于其抗拉强度,可高达数倍甚至数十倍,但脆性材料承受冲击或震动荷载的能力很差。

2. 韧性

在冲击或震动荷载作用下,材料能吸收较大能量,同时产生较大变形,而不发生突然破坏的性质称为材料的冲击韧性(简称韧性)。韧性材料的特点是变形大,特别是塑性变形大,抗拉强度接近或高于抗压强度。在土木工程中,对于要求承受冲击荷载和有抗震要求的结构,其所用材料均应具有较高的韧性。

第四节 材料的耐久性

材料在长期使用过程中,抵抗周围各种介质的侵蚀而不破坏的性质,称为耐久性。

一、耐水性

材料长期在饱和水作用下不破坏,而且强度也不显著降低的性质称为耐水性。材料的耐水性用软化系数($K_{\text{软}} = f_{\text{软}} / f_{\text{干}}$)表示。软化系数愈小,表示材料的耐水性愈差。工程上,通常将 $K_{\text{软}} \geq 0.85$ 的材料称为耐水性材料。

二、抗渗性

材料抵抗压力水渗透的性质称为抗渗性(不透水性)。材料的抗渗性可用渗透系数 K 或抗渗等级 P 表示。渗透系数愈小或抗渗等级愈大,表示材料的抗渗性愈好。

材料抗渗性好坏,与其孔隙率和孔隙特征有关。绝对密实的材料和具有闭口孔隙的材料,或具有极细孔隙的材料,可以认为是不透水的。开口大孔材料抗渗性最差。此外,亲水性材料的毛细孔由于毛细作用而有利于水的渗透。

三、抗冻性

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称为抗冻性。材料的抗冻性用抗冻等级 F 表示,即在一定条件下能够经受的冻融循环次数。材料的孔隙率低、孔径小、开口孔隙少,则抗冻性好。另外还与材料吸水饱和的程度、材料本身的强度以及冻结条件等有关。

四、耐候性

材料对阳光、风、雨、露、温度变化和腐蚀气体等自然侵蚀的耐受能力称为耐候性。

第五节 绿色土木工程材料

一、绿色土木工程材料材料

所谓绿色土木工程材料,是指统筹考虑土木工程材料在全寿命周期内(即包括原材料开采、运输与加工、建造、使用、维修、改造和拆除等各个环节),不仅具有满意的使用性能、所用的资源和能源的消耗量最少,而且在生产与使用过程对生态环境的影响最小,再生循环率最高。

二、材料的环境负荷性及其使用的健康安全性

满足如下几点的材料即为环境负荷性小、使用健康安全材料:①满足国家产业政策的要求;②所用的土木工程材料要就地取材;③选材时考虑土木工程材料的循环利用性能;④采用废弃物生产的土木工程材料。

习题与解答

一、名词解释

1. 密度 2. 表观密度 3. 堆积密度 4. 密实度 5. 空隙率 6. 憎水性 7. 润湿角
8. 吸水性 9. 吸湿性 10. 强度 11. 比强度 12. 脆性 13. 韧性 14. 塑性 15. 导热系数
16. 热容量 17. 抗渗性 18. 抗冻性 19. 耐水性 20. 软化系数 21. 耐久性
22. 耐候性 23. 平衡含水率 24. 绝热材料 25. 吸声性 26. 吸声材料 27. 隔音材料

名词解释答案

1. 密度:密度是材料在绝对密实状态下,单位体积的质量。
2. 表观密度:表观密度(又称为视密度、近似密度)表示材料单位细观外形体积(包括内部封闭孔隙)的质量。
3. 堆积密度:堆积密度是指散粒材料或粉状材料,在自然堆积状态下单位体积的质量。
4. 密实度:材料体积内被固体物质充实的程度。
5. 空隙率:空隙率是指散粒或粉状材料在某堆积体积中,颗粒之间的空隙体积占其自然堆积体积的百分率。
6. 憎水性:材料与水接触时不能被水润湿的性质称为憎水性。
7. 润湿角:水滴滴在固体材料表面时以固-液-空气三相点出发对包含液相的表面作切线,该切线与固-液表面形成的夹角称为润湿角。
8. 吸水性:材料在水中吸收水分的能力称为吸水性。
9. 吸湿性:材料在潮湿空气中吸收水分的性质称为吸湿性。
10. 强度:材料在外力作用下抵抗破坏的能力称为强度。

11. 比强度:比强度是按单位体积的质量计算的材料强度,其值等于材料强度与其表观密度之比。

12. 脆性:外力作用于材料并达到一定限度后,材料无明显塑性变形而发生突然破坏的性质称为脆性。

13. 韧性:在冲击或震动荷载作用下,材料能吸收较大能量,同时产生较大变形,而不发生突然破坏的性质称为材料的冲击韧性(简称韧性)。

14. 塑性:材料在外力作用下产生变形,当外力除去后,材料仍保留一部分残余变形且不产生裂缝的性质称为塑性。

15. 导热系数:导热系数是评定材料绝热性能的主要指标。其大小受材料的孔隙结构、含水状况影响很大。导热系数还与材料的组成、温度等因素有关。

16. 热容量:材料受热时吸收热量,冷却时放出热量的性质,称为热容量,其值为比热容 c 与材料质量 m 的乘积。

17. 抗渗性:材料抵抗压力水渗透的性质称为抗渗性(不透水性)。

18. 抗冻性: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称为抗冻性。

19. 耐水性:材料长期在饱和水作用下不破坏,而且强度也不显著降低的性质称为耐水性。

20. 软化系数:材料在吸水饱和状态下的抗压强度与材料在干燥状态下的抗压强度之比,称为软化系数。

21. 耐久性:材料在长期使用过程中,抵抗周围各种介质的侵蚀而不破坏的性质,称为耐久性。

22. 耐候性:材料对阳光、风、雨、露、温度变化和腐蚀气体等自然侵蚀的耐受能力称为耐候性。

23. 平衡含水率:与空气温湿度相平衡时的含水率称为平衡含水率。

24. 绝热材料:通常将导热系数 $\lambda \leq 0.23 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 的材料称为绝热材料。

25. 吸声性:材料能吸收声音的性质称为吸声性。

26. 吸声材料:吸声系数 ≥ 0.20 的材料称为吸声材料。

27. 隔音材料:用于隔断声音传播的材料,包括隔空气声和隔固体声。

二、问答题

1. 材料的含水状况对密度、表观密度、容积密度、堆积密度是否有影响?如何影响的?

答:材料含水后对四者的影响为:因测定密度时材料必须是绝对干燥的,故对密度没有影响;因内部封闭孔隙不会吸水,故含水对表观密度没有影响;因开口孔隙吸水,使容积密度增大;含水对堆积密度的影响则复杂,因含水后材料堆积状态下的质量和体积都会发生变化,一般来说是使堆积密度增大。

2. 试分析材料的强度、吸水性、抗渗性、抗冻性、导热性及吸声性与材料孔隙率及孔隙结构的关系。

答:孔隙率是指材料内部孔隙体积占其总体积的百分率。孔隙率的大小直接反映材料的密实程度。

一般来说,孔隙率增大,材料的强度降低、容积密度降低、绝热性能提高、抗渗性降低、抗冻性降低、耐腐蚀性降低、耐久性降低、吸水性提高。

材料内部的孔隙各式各样,十分复杂,孔隙特征主要有大小、形状、分布、连通与否等。孔隙特征对材料的物理、力学性质均有显著影响。若是开口孔隙和连通孔隙增加,会使材料的吸水性、吸湿性和吸声性显著增强,而使材料的抗渗性、抗冻性、耐腐蚀性等耐久性能显著下降。若是封闭的细小气孔增加,则对材料的吸水、吸湿、吸声无明显的影响;但对绝热、抗渗性、抗冻性等性能则有影响。在一定的范围内,增加细小封闭气孔,特别是球形气孔,会使材料的绝热性能和抗渗性、抗冻性等耐久性提高。在孔隙率一定的情况下,含大孔、开口孔隙及连通孔隙多的材料,其绝热性较含细小、封闭气孔的材料稍差。

3. 脆性材料和韧性材料各有何特点? 它们在实际应用中有何区别?

答:脆性材料特点:材料在外力作用下,达到破坏荷载时的变形值很小,破坏时表现为突发性破坏,没有任何预兆;脆性材料的抗压强度远大于其抗拉强度,可高达数倍甚至数十倍;脆性材料承受冲击或震动荷载的能力很差。脆性材料适宜承受静压力,用于受压部位。

韧性材料特点:在冲击或震动荷载作用下,材料能吸收较大能量,同时产生较大变形,特别是塑性变形大,破坏前有明显预兆;抗拉强度接近或高于抗压强度。韧性材料主要适合承受拉力或动载,对于要求承受冲击荷载和有抗震要求的结构,均应具有较高的韧性。

4. 同种材料为何在不同测试条件下结果不一样?

答:影响材料强度测试结果的因素有很多。主要有试件的形状、尺寸、加载速度、试件与压板间的接触情况以及试件表面的平整度,等等。小尺寸的试件测试的强度高于大尺寸试件;立方体试件的测得值高于棱柱体试件;加载速度快时测得的强度值高于加载速度慢的;受压试件与加压钢板间无润滑作用(如未涂石蜡等润滑物时),测得的值高于有润滑作用的;表面平整的试件的测得值高于表面不平整的。

5. 简述影响材料导热系数的因素。

答:(1) 材料的组成和结构 一般来说,金属材料的导热系数比非金属材料为大;无机材料的导热系数较有机材料为大;晶体材料较非晶体材料为大。对于各向异性材料,导热系数随导热方向不同而改变。

(2) 材料的孔隙率 一般而言,孔隙率越大,导热系数越小。大孔、连通孔隙由于空气在其内的对流换热,导热系数较大。封闭的小孔由于空气在其内的对流换热小,故导热系数最小,即对绝热最有利。

(3) 材料的含水率 由于水的导热系数远远大于空气的导热系数,故含水率越大,导热系数越大。这也正是绝热材料在施工、使用中必须保持干燥的原因。

此外,温度也有一定的影响,温度增高,导热系数增大。

6. 影响材料吸水率的因素有哪些? 含水对材料的哪些性质有影响? 影响如何?

答:影响材料吸水率的因素主要有两个:一是材料的亲水性,亲水性材料的吸水率大于憎水性材料;二是材料内部的孔隙率,特别是微细的开口孔隙率,含量越高材料的吸水率越大。

含水对材料的所有性质都有影响。材料含水越多,材料的强度下降得越多、绝热性越差、抗冻性越差、耐腐蚀性越差,其他耐久性也越差、吸声性也变差,同时材料的容积密度相应增加。

7. 影响材料抗渗性、抗冻性的因素有哪些? 如何改善材料的抗渗性和抗冻性?

答:影响材料抗渗性的主要因素有材料的孔隙特征,特别是开口孔隙率和孔径,以及材料的憎水性。

改善抗渗性的措施:降低孔隙率,特别是要降低开口孔隙率,减小孔径尺寸;对材料进行憎水性处理。

影响材料抗冻性的主要因素是材料的孔隙特征,特别是开口孔隙率和孔径,此外还有孔隙内的充水程度、材料自身的强度。

改善材料抗冻性的方法有:①尽量降低材料的孔隙率,特别是开口孔隙率,减小孔径尺寸;②引入适量的球形微细孔,也可显著改善材料的抗冻性。

三、填空题

1. 当材料的孔隙率一定时,孔隙尺寸愈小,材料的强度愈_____,绝热性能愈_____,耐久性_____。

2. 材料的孔隙率较大时(假定大部分为闭口孔),则材料的表观密度_____,强度_____,吸水率_____,抗渗性_____,抗冻性_____,导热性_____,吸声性_____。

3. 外墙保温材料宜选用导热系数较_____的材料,外墙体的热容量较_____,这样可尽可能使室内冬暖夏凉。

4. 软化系数 $K_{\text{软}}$ 指_____,大于_____的材料认为是耐水的。

5. 评价材料是否轻质高强的指标为_____,它等于_____,其值越大,表明材料_____。

6. 无机非金属材料一般均属于脆性材料,最宜承受_____力。

7. 相同材料采用小试件测得的强度较大试件_____;加荷速度快者强度值偏_____;试件表面不平或表面涂润滑剂时,所测强度值偏_____。

8. 材料的吸水性主要取决于_____及_____,_____;_____,且具有_____而又_____孔隙的材料其吸水率往往较大。

9. 一般来说,材料含水时的强度比干燥时_____。

10. 量取 10 L 气干状态的卵石,称重为 14.5 kg,又取 500 g 烘干的该卵石,放入装有 500 ml 水的量筒中,静置 24 h 后,水面升高为 685 ml。则该卵石的堆积密度为_____,表观密度为_____,空隙率为_____。

11. 材料的强度试验值要受试件的_____,_____,_____,_____以及试验时_____,_____等的影响。

12. 材料的弹性模量反映了材料_____的能力。

13. 脆性材料承受冲击或震动荷载的能力很_____。

填空题答案

1. 高,好,愈好 2. 较小,较小,较小,较好,较好,较差,较差 3. 小,大 4. 材料吸水