

高等学校教材

===== 专 科 适 用 =====

建筑材料

山东水利专科学校 邱忠良 编

水利电力出版社

高等学校教材

===== 专 科 适 用 =====

建筑材料

山东水利专科学校 邱忠良 编

水利电力出版社

(京)新登字115号

高等学校教材
专科适用
建筑材料

山东水利专科学校 邱忠良 编

*

水利电力出版社出版

(北京三里河路6号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

北京市京东印刷厂印刷

*

787×1092毫米 16开本 9.5印张 210千字

1991年10月第一版 1991年10月北京第一次印刷

印数 0001—4590 册

ISBN 7-120-01323-8/TV·462

定价2.55元

内 容 提 要

本书讲述水利水电工程常用的各种主要建筑材料的成分、生产过程、技术性能、质量检验、合理使用及运输储存等内容。其中以材料的技术性能、质量检验及合理使用为重点。全书共分九章，即建筑材料的基本性质；气硬性胶凝材料；水泥；水泥混凝土；砂浆；沥青及沥青防水材料；建筑钢材；木材；合成树脂及塑料。书中还附有建筑材料试验，包括水泥、混凝土骨料、混凝土拌和物、混凝土、砂浆、沥青材料的一些基本试验方法。

本书可作为高等学校专科水利水电工程建筑、农田水利工程、水利工程管理及其它水利水电类专业的教材。也可供水利工程技术人员参考。

目 录

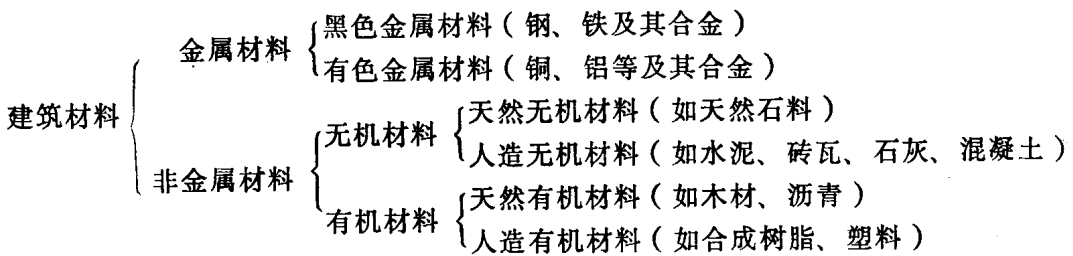
前 言	
绪 论	1
第一章 建筑材料的基本性质	3
第一节 材料的物理性质	3
第二节 材料的力学性质	3
第三节 材料的耐久性	11
第四节 材料的组成、结构、构造及对材料性质的影响	12
第二章 气硬性胶凝材料	15
第一节 石灰	15
第二节 石膏	17
第三节 水玻璃	18
第三章 水泥	20
第一节 硅酸盐水泥	20
第二节 混合材料及掺混合材料的硅酸盐水泥	27
第三节 其它品种水泥	32
第四节 水泥的应用	36
第四章 水泥混凝土	38
第一节 概述	38
第二节 混凝土的主要技术性质	39
第三节 混凝土的组成材料	48
第四节 混凝土的质量控制	58
第五节 混凝土的配合比设计	63
第六节 其它混凝土	70
第五章 砂浆	73
第一节 砂浆的组成材料	73
第二节 砂浆的技术性质	73
第三节 砌筑砂浆的配合比设计	75
第四节 其它砂浆	76
第六章 沥青及沥青防水材料	78
第一节 沥青材料	78
第二节 沥青防水材料及制品	84
第三节 水工沥青混合料	88
第七章 建筑钢材	95
第一节 概述	95
第二节 建筑钢材的力学性能	96

第三节	钢的成分及组织结构	98
第四节	钢材的冷加工及热处理	101
第五节	常用的建筑钢材	102
第八章	木材	106
第一节	木材的构造	106
第二节	木材的物理力学性质	107
第三节	木材及综合利用	110
第九章	合成树脂及塑料	112
第一节	概述	112
第二节	水工中常用的合成树脂及塑料	113
第三节	聚合物混凝土	115
附录	建筑材料试验	118
一、	水泥试验	118
二、	混凝土用骨料试验	123
三、	混凝土拌和物试验	130
四、	混凝土试验	133
五、	砂浆试验	138
六、	沥青材料试验	141

绪 论

建筑材料是指各类土木建筑工程（水利、房屋、道路、港口）中所用的材料。

建筑材料通常可分为金属材料及非金属材料两大类。



另外，还有用两种或几种材料复合制成的复合材料，如钢筋混凝土、纤维混凝土、聚合物混凝土、纤维增强塑料（玻璃钢）等。

建筑材料是各项基本建设的重要物质基础、在土建工程中，使用材料数量往往是相当大的，一般工程用于材料的费用往往占工程造价的30%~50%，在有些水利工程中甚至要占70%~80%。合理使用材料，对降低工程造价，提高工程的经济效益有相当重要的作用。

建筑材料的质量直接影响着工程的质量与寿命，合理选择材料品种及规格，对工程的经济性也会带来不可低估的影响。

工程的结构型式及施工方法会对材料提出要求。反过来说，材料的性能对工程的结构型式和施工方法也会产生极大的影响。

历史已证明，一种新材料的出现，会使结构设计理论大大地向前推进，使一些本来无法实现的构想变为现实，乃至使整个社会的生产力发生飞跃。

建筑材料的发展史，是人类文明史的一部分。随着社会生产力和科学技术的发展，建筑材料也在逐步发展中。人类从不懂得使用材料到简单的使用土、石、树木等天然材料，进而掌握人造材料的制造方法。从烧制石灰、砖、瓦，发展到烧制水泥和大规模炼钢。建筑结构也从简单的砖木结构，发展到钢或钢筋混凝土结构。材料的发展反过来又使社会生产力和科学技术得到了发展。20世纪中期以后，建筑材料的发展速度更加迅速。传统材料朝着轻质、高强、多功能方向发展，新材料不断出现，高分子合成材料及复合材料更是异军突起，越来越多地被应用于各种建筑工程上。

材料科学是一门由基础科学互相渗透而形成的新学科。它主要研究材料的内部结构与材料性能的关系，并探索用外部因素来改变材料的性能。由于在研究中采用现代技术，使材料科学近年来取得了较大的进展。不久将来，人类按指定性能设计和制造新材料的时期将会到来。

《建筑材料》是一门专业基础课。它除了为后续的建筑结构、水工建筑物、水利工程施工等专业课提供必要的基础知识外，也为在工程实际中解决建筑材料的问题提供一定的

基本理论知识和基本试验技能。

《建筑材料》主要学习水利水电工程中常用建筑材料的原料、成分、生产过程、技术性能、质量检验、合理使用及运输储存。作为一个水利工程技术人员，在工作中主要是使用材料，所以应着重掌握材料的技术性能、质量检验及合理使用。对材料的原料、生产及储运也要有所了解。

《建筑材料》是一门实践性较强的课程，在学习中除要掌握与材料有关的一些基本理论外，更应掌握如何在工程实际中，正确使用各种材料，以达到既安全可靠、经久耐用，又经济合理的目的。

建筑材料试验是建筑材料学科的一个重要组成部分。通过试验除能验证学过的理论知识，丰富感性认识外，还能学习基本的试验技能，提高动手能力和分析问题、解决问题的能力。所以，必须十分重视试验课，要切实做到人人动手，按章操作，仔细记录，准确计算，认真分析，并要及时完成试验报告。另外，在今后的教学及生产实习中，在接触材料问题时，要善于运用已学过的知识来分析、解决问题，进一步巩固和深化对建筑材料的认识。

第一章 建筑材料的基本性质

第一节 材料的物理性质

一、与质量有关的性质

(一) 密度

密度是指材料在绝对密实状态下，单位体积的质量。材料的密度可按下式计算：

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

式中 m ——材料的质量，kg；

V ——材料在绝对密实状态下的体积， m^3 ；

ρ ——材料的密度， kg/m^3 。

材料在绝对密实状态下的体积，是指材料不包含孔隙体积在内的固体物质所占的体积。

(二) 容重

容重是指材料在自然状态下，单位体积的质量。材料的容重可按下式计算：

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

式中 m ——材料的质量，kg；

V_0 ——材料在自然状态下的体积， m^3 ；

γ ——材料的容重， kg/m^3 。

容重是一个使用较为普遍的物理量，过去将其定义为，材料在自然状态下单位体积的重量，单位也是 kg/m^3 。这显然与法定计量单位的规定不一致。现在建筑材料学科中虽仍采用容重这个物理量，但一般是指材料在自然状态下单位体积的质量。

材料在自然状态下的体积，是指包括孔隙体积在内的材料体积。

当材料的孔隙中含有水分时，其质量（包括水的质量）和体积均会发生变化，影响材料的容重，故所测之容重必须注明其含水状态。通常材料的容重是指材料气干状态（长期在空气中的干燥状态）下的容重。另外，在不同的含水状态下，还可测得材料的干容重、湿容重及饱和容重。

(三) 孔隙率

孔隙率是指材料中孔隙体积占材料总体积的百分数，孔隙率可表示为：

$$p = \frac{V_0 - V}{V_0} \times 100\%$$

如以 $V = \frac{m}{\rho}$ 及 $V_0 = \frac{m}{\gamma}$ 代入上式，可得：

p = (1 - \frac{\gamma}{\rho}) \times 100\% (1-3)

式中的 \gamma 须采用材料的干容重。

材料孔隙率的大小，表明材料的密实程度。孔隙率及孔隙特征（如孔隙的大小、是否封闭或连通、分散情况等）影响材料的力学、耐久及导热等性质。

材料的密度、容重、孔隙率是材料的最基本特性，它们反映了材料的密实程度。密度与容重除用以计算孔隙率外，还可用以计算材料的体积与质量。

几种常用材料的密度、容重及孔隙率如表1-1所示：

表 1-1 几种常用材料的密度、容重和孔隙率							
材 料	密 度 (kg/m³)	容 重 (kg/m³)	孔隙率%	材 料	密 度 (kg/m³)	容 重 (kg/m³)	孔隙率%
花 岗 岩	2600~2900	2500~2800	0.5~1.0	沥青混凝土	—	2300~2400	2~4
普通粘土砖	2500~2800	1500~1800	20~40	松 木	1550	380~700	55~75
普通混凝土	—	2300~2500	5~20	建 筑 钢	7850	7850	0

（四）散粒材料的密度、容重、空隙率

砂子、石子等散粒材料，在测定其密度时，绝对体积是指砂子或石子颗粒的体积（包含颗粒内部孔隙的体积），并非绝对密实状态下的体积。因此，所得之密度，实际上是材料的颗粒容重或称表观密度。

测定散粒材料容重时，其自然状态下的体积，包含颗粒之间的空隙在内。因散粒材料呈松散状态，故算得的容重称为松散容重或疏松容重。

散粒材料颗粒间的空隙体积占材料松散状态下总体积的百分数，称为散粒材料的空隙率。在计算空隙率时，仍可采用公式（1-3），但公式中的密度要以颗粒容重代替，容重要以松散容重代替。

二、与水有关的性质

（一）亲水性与憎水性

固体材料在空气中与水接触时，根据其能否被水润湿，可分为亲水性材料和憎水性材料。

当水滴在空气中与固体材料接触并达到平衡后，可能出现图1-1中所示的两种情况。

在材料、水、空气三相交点处，沿水滴表面所作切线与材料表面的夹角，称为润湿边角 \theta。

如水分子间的作用力（即表面张力）小于水分子与材料分子间的相互作用力时，\theta \leq 90^\circ，材料会被水润湿，这种材料称为亲水性材料，如木材、混凝土、砂石等。 \theta 愈小，浸润性愈好。 \theta = 0 时，材料完全被水浸润。

如水分子间作用力大于水分子与材料分子间相互作用力时，\theta > 90^\circ，材料表面不会被水润湿，这种材料称为憎水性材料，如沥青、石蜡等。

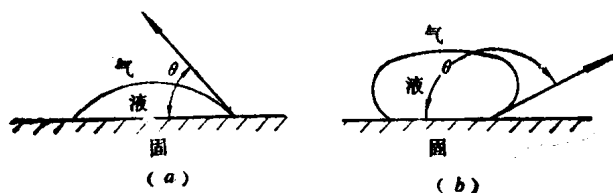


图 1-1 材料的润湿示意图
(a)亲水性材料；(b)憎水性材料

(二) 吸水性与吸湿性

材料吸收水分的性质称为吸水性。

材料吸收空气中水分的性质称为吸湿性。

具有开口孔隙构造的亲水性材料，在水中或在空气中吸收水分后，部分或全部孔隙被水占有。材料中所含水分的多少，可用含水率表示。含水率为材料中所含水的质量与材料干燥质量的百分比，可用下式表示：

$$W = \frac{m - m_0}{m_0} \times 100\% \quad (1-4)$$

式中 W ——材料的含水率，%；

m ——材料含水时的质量，kg；

m_0 ——材料干燥时的质量，kg。

当材料在水中吸水达到饱和（材料孔隙全部被水充满）时的含水率称为材料的吸水率，吸水率是表示材料吸水性大小的指标。

干的材料在空气中，能吸收空气中的水汽；湿的材料在空气中，又会失去水分。最终材料中的水分与周围空气的湿度达到平衡，材料处于气干状态。此时，材料的含水率称为平衡含水率。材料的平衡含水率随周围环境的温度与湿度变化，温度越低，湿度越大，平衡含水率一般也越大。

材料的吸水性，除与材料本身的亲水性或憎水性有关外，还与材料的孔隙率及孔隙特征有关。一般孔隙率越大，吸水性越强。孔隙率相同时，具有开口且连通的微小孔隙构造的材料，吸水性一般要强于封闭的或粗大孔隙构造的材料。

各种材料吸水率相差甚大，如花岗岩等致密岩石，吸水率为0.1%~0.7%，普通混凝土为2%~3%，而木材或其它轻质材料的吸水率常大于100%。

材料吸水后，容重增大，导热性增大，强度降低，体积膨胀，一般说会对材料造成不利影响。

(三) 耐水性

材料在水的作用下，不破坏，强度也不显著降低的性质称为耐水性。

一般材料含有水分时，由于内部微粒间结合力减弱而强度有所降低，即使致密的材料也会因此影响强度。若材料中含有某些易被水软化的物质（如粘土、石膏等），强度降低就更为严重。

材料的耐水性以软化系数 K_s 表示:

$$K_s = \frac{f_w}{f} \quad (1-5)$$

式中 K_s ——软化系数;

f_w ——材料在水饱和状态下的抗压强度, MPa;

f ——材料在干燥状态下的抗压强度, MPa。

软化系数的范围在 0~1 之间。软化系数的大小, 有时成为选择材料的重要依据, 经常位于水下或处于潮湿环境的重要建筑物, 必须选用软化系数不低于 0.85~0.90 的材料建造; 用于受潮较轻或次要的建筑物, 其材料的软化系数也不宜小于 0.70~0.85。

(四) 抗渗性

抗渗性是指材料在压力水作用下, 抵抗渗透的性质。

材料的抗渗性常用渗透系数表示。

根据达西定律, 在一定时间 t 内, 透过材料试件的水量 Q , 与试件断面积 A 及水位差 H 成正比, 与试件厚度 d 成反比, 即

$$Q = K \frac{H}{d} At \quad (1-6)$$

$$\text{或: } K = \frac{Q}{At} \cdot \frac{d}{H}$$

式中 K ——渗透系数, m/s;

Q ——渗透水量, m^3 ;

A ——透水面积, m^2 ;

d ——试件厚度, m;

H ——水位差, m;

t ——透水时间, s。

材料的抗渗性也可用抗渗标号表示 (见第四章第二节)。

材料的抗渗性与材料的孔隙率及孔隙特征有关。密实的或具有封闭孔隙的材料, 抗渗性较好。

土工建筑物及地下建筑物, 常受到压力水的作用, 要求所用的材料有一定的抗渗性。用于防水结构的防水材料, 则要求有较高的不透水性。

三、与热有关的性质

(一) 导热性

材料传导热量的性质称为导热性, 材料的导热性可用导热系数表示。

当材料两侧表面存在温度差时, 热量会由温度较高的一面传向温度较低的一面。以单层平板为例, 如图 1-2 所示。若 $t_1 > t_2$, 经过时间 z , 由温度为 t_1 的一侧传至温度为 t_2 一侧的热量为:

$$Q = \lambda \frac{A(t_1 - t_2)z}{d} \quad (1-7)$$

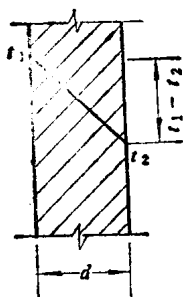


图 1-2 材料导热示意图

$$\text{或 } \lambda = \frac{Q \cdot d}{A \cdot z(t_1 - t_2)}$$

式中 λ ——导热系数, $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ①;

Q ——传导的热量, J ;

d ——材料的厚度, m ;

A ——传热面积, m^2 ;

z ——传热时间, s ;

$t_1 - t_2$ ——材料两侧的温度差, K 。

材料的导热系数越小, 其保温性越好。建筑材料的导热系数一般为 $0.02 \sim 3.00 \text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 。 $\lambda < 0.2 \text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 的材料可作保温隔热材料。

材料的导热性与材料的孔隙率、孔隙特征及含水量有关。一般来说, 孔隙率越大, 其导热系数就越小。具有互不连通封闭的微孔构造的材料, 导热系数要比粗大、连通孔隙构造材料的导热系数小。当材料的含水量增大时, 导热系数也随之增大。

材料的导热系数对建筑物的保温隔热有重要意义, 在大体积混凝土温度及温度控制计算中, 混凝土的导热系数是一个重要的指标。

几种常用材料的导热系数如表1-2。

(二) 热容量

材料在受热温度升高时吸收热量, 冷却温度降低时放出热量。当材料温度升高 1K 所需的热量或温度降低 1K 所放出的热量, 称为材料的热容量。质量为 1kg 材料的热容量, 称为该材料的比热。

材料在加热 (或冷却) 时, 吸收 (或放出) 的热量, 可用下式表示:

$$Q = C \cdot m(t_2 - t_1) \quad (1-8)$$

式中 Q ——材料吸收或放出的热量, J ;

C ——材料的比热, $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ②;

m ——材料的质量, kg ;

$t_2 - t_1$ ——材料受热或冷却前后的温差, K 。

混凝土的比热约为 1×10^3 , 钢为 0.48×10^3 , 松木为 2.72×10^3 , 普通粘土砖为 0.88×10^3 , 水为 4.19×10^3 。

在冬夏季施工中, 对材料加热或冷却进行计算时, 均要考虑材料的热容量。在房屋建筑中, 用比热大的材料, 对保持室内温度的稳定有很大的意义。

① 过去, 导热系数的单位常用 $\text{kCal}/(\text{m} \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C})$, $1 \text{kCal}/(\text{m} \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}) = 1.163 \text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 。

② 过去, 比热的单位为 $\text{kCal}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$, $1 \text{kCal}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}) = 4.1868 \times 10^3 \text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ 。

第二节 材料的力学性质

一、材料的强度

材料在外力作用下，抵抗破坏的能力，称为强度。

(一) 材料的理论强度

构成材料的微小质点（离子、原子或分子）之间既存在吸引力又有排斥力，这是材料具有强度的根本。在自然状态下，材料质点间的吸引力与排斥力处于初始平衡状态。如图1-3示， r 表示质点间距， f 表示质点间的相互作用力。初始平衡状态时，质点间距为 r_0 ，

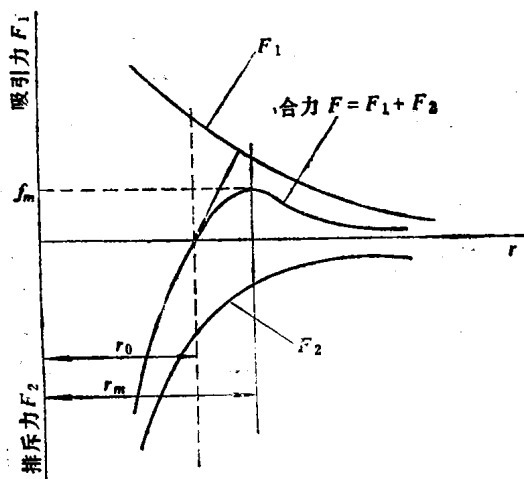


图 1-3 质点相互作用力曲线

质点间吸引力与排斥力相等，合力为零， r_0 称为质点间的稳定平衡距离。

如果在材料上施以压力，质点间距 r 缩小， $r < r_0$ 。此时，由于质点间排斥力增大较吸引力增大快，质点的移近受到斥力的阻力，材料产生抵抗压力的压应力。此阻力将随质点间距缩小而急剧增大，直至达到无限大。如在材料上施以拉力，质点的分离将受到引力的阻力，使材料产生抵抗拉力的拉应力。当两质点间距为 r_m 时，斥力和引力的合力达到最大值 f_m 。对材料的单位断面来说，即为

材料的理论抗拉强度。净作用力曲线在 r_m 处切线的斜率，即是材料的弹性模量($E = \tan \alpha$)。

材料的破坏主要是由于拉力造成质点间结合键断裂，或由于剪切造成质点间的滑动而致。从理论上讲，当质点受压不断靠近时，将会产生很大的斥力来阻止质点靠近，材料不可能被压坏。但由于受压时，材料内部会产生横向的拉应力与剪应力而使材料破坏。

按理论计算，材料的抗拉强度 $f_m \approx \frac{1}{10} E$ 。但由于材料中都有缺陷，如晶格错位、杂质混入、孔穴及微裂纹存在。所以在较小的应力下，就会引起晶格的滑移，并在裂纹尖端和孔穴处出现应力集中，使破坏应力大大低于理论强度。如A₃钢的弹性模量为 $2 \times 10^5 \text{MPa}$ ，其理论抗拉强度应为 2000MPa ，但实际的抗拉强度只有 380MPa 左右。又如300号混凝土的弹性模量约为 $3 \times 10^4 \text{MPa}$ ，理论抗拉强度应为 300MPa ，而实际抗拉强度仅 3MPa 左右。

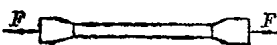
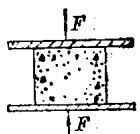
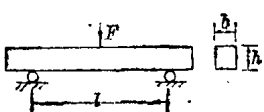
(二) 材料的静力强度

材料抵抗静荷载产生应力的破坏能力，称为材料的静力强度。它是以材料在静荷载作用下达到破坏时的极限应力值来表示的。

由于外力作用的情况不同，材料主要有抗拉、抗压、抗弯、抗剪等四种强度。材料的静力强度是通过对材料试件进行破坏试验而测得的。表1-3列出各种强度测定时，试件的

表 1-3

静 力 强 度 的 分 类

强度类别	受 力 情 况	计 算 式	附 注
抗拉强度		$f_t = \frac{F}{A}$	F —破坏荷载, N; A —受荷面积, mm^2 ; l —跨度, mm; b —断面宽度, mm; h —断面高度, mm
抗压强度		$f_c = \frac{F}{A}$	
抗弯强度		$f_b = \frac{3}{2} \frac{Fl}{bh^2}$	
抗剪强度		$f_s = \frac{F}{A}$	

受力情况和各种强度的计算公式。

材料的静力强度主要取决于材料的成分、结构和构造。不同种类的材料,其强度不同。同一种材料,受力情况不同时,强度也不同。如混凝土、砖、石等脆性材料,抗压强度较高,抗弯强度很低,抗拉强度更低。塑性材料的抗拉、抗压、抗弯强度大致相同。同一种材料结构、构造不同时,强度也有较大的差异。如孔隙率大的材料,强度往往较低。又如层状材料或纤维状材料会表现出各向强度有较大差异。细晶结构的材料,强度一般要高于同类的粗晶结构材料。

除上述内在因素会影响材料强度外,测定材料强度时的试验条件,如试件尺寸和形状、试验时的加荷速度、试验时的温度与湿度、试件的含水率等也会对试验结果有较大的影响。如测定混凝土强度时,同样条件下,棱柱体试件的抗压强度要小于同样截面尺寸的立方体试件的抗压强度。尺寸较小的立方体试件强度要高于尺寸较大的立方体试件强度。

混凝土立方体试件在压力机上受压时,压力机的上下压板及试件都会发生横向变形。压力机的钢质压板的弹性模量约为混凝土弹性模量的5~15倍,而钢的泊松比却只是混凝土的2倍左右。因此,在荷载作用下,压板的横向应变要小于混凝土的横向应变(无约束下的应变)。这样,压力机上下压板与试件间会产生摩擦力,对试件的横向膨胀产生约束,这被称之为环箍效应。愈接近试件端面,这种约束作用愈大,大约距试件端面 $\frac{\sqrt{3}}{2}a$ (a 为试件的横向尺寸)的范围以外,约束作用消失。所以,试件破坏后为上下两个截头棱锥体[如图1-4(a)]。尺寸较大的试件,中间部分受摩擦阻力影响较小,比尺寸小的试件容易破坏。同时大尺寸试件存在裂缝、孔隙等缺陷的机率较大,故大尺寸试件测得的强

度值偏低。棱柱体试件由于高度较大，中间部分几乎不受环箍效应的作用，其抗压强度要低于同样截面尺寸的立方体试件。

如在压力机压板和试件间加润滑剂，环箍效应将大大减小，试件将出现直裂破坏[如图1-4(b)]，测得的强度也较低。

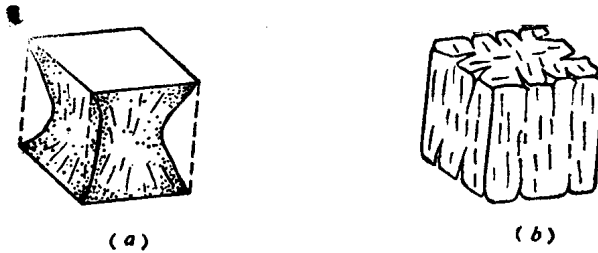


图 1-4 混凝土立方体试件受压破坏情况
(a)有摩擦阻力影响；(b)无摩擦阻力影响

试件受压面上的凹凸不平及缺棱掉角，会引起应力集中而使强度测定值降低。

所以测定材料强度时，必须严格按标准规定的方法进行。

通常，在试验条件下测定的强度，是材料在短期荷载作用下的强度，也称暂时强度。结构物中的材料，一般是承受持久荷载的作用。材料在持久荷载作用下，不致发生破坏的最大应力称为持久强度。由于在持久荷载作用下，材料会发生徐变，所以持久强度都低于暂时强度，如木材的持久强度仅为暂时强度的50%~60%。

(三) 材料的其它强度

1. 冲击韧性

材料在冲击、震动荷载作用下抵抗破坏的性能，称为冲击韧性。冲击韧性以消耗于材料破坏的能量来表示。用于桥梁、路面、吊车梁、桩等受冲击、震动荷载作用的建筑物及有抗震要求的建筑物的材料，要求有较高的冲击韧性。

2. 硬度

材料抵抗其它较硬物体压入的能力，称为硬度。硬度大的材料耐磨性较好，但不易加工。

一般来说，硬度较大的材料，强度也较高，有些材料硬度与强度之间有良好的相关关系。测定硬度的方法简单，而且不破坏被测材料，所以，有些材料可以通过测定硬度来推算其强度。如在测定混凝土结构物强度时，可用回弹硬度值推算其强度的近似值。

3. 磨损及磨耗

材料受摩擦作用而减少质量和体积的现象称为磨损。材料同时受摩擦和冲击作用而减少质量和体积的现象称为磨耗。水利工程中受高速水流及挟砂水流冲刷的溢流坝面、消力池等部位，要求材料有较好的抗磨损、磨耗的性能。

硬度大、强度高、韧性好、构造均匀致密的材料，其抗磨性较好。

二、材料的变形

材料在外力作用下，由于质点间平衡位置改变，质点产生相对位移而形状与体积发生变化，称之为材料的变形。

(一) 弹性与塑性

材料在外力作用下产生变形,当外力除去后,又能恢复原来形状的性质称为弹性,这种能完全恢复的变形称为弹性变形(或瞬时变形)。产生弹性变形,是因为外力改变了材料质点间的平衡位置,但外力并未超过质点间相互作用力。外力作的功,变成材料的内能,外力除去后,内力做功,使质点恢复至平衡位置,变形消失。

在外力作用下,材料产生变形,外力取消后,材料不能恢复到原来的形状,且不产生裂缝的性质称为塑性,这种不能恢复的变形称为塑性变形(或永久变形)。产生塑性变形,是因为外力超过材料质点间的相互作用力,外力做的功未转化为内能,从而造成材料部分结构构造的改变,因而外力除去后,变形不能消失。

实际上完全的弹性材料是没有的。有些材料在应力不大时,表现为弹性,而应力超过某一限度后,即发生塑性变形,如建筑钢材。有的材料受力后,弹性变形与塑性变形同时发生。外力除去后,弹性变形会消失,塑性变形不能消失,如混凝土。

(二) 塑性与脆性

有些材料,当应力达到一定限度后,突然破坏,破坏时无明显的塑性变形。这些材料称为脆性材料,如石料、混凝土、生铁、石膏、陶瓷等。这类材料的抗拉强度远小于抗压强度,不宜承受冲击、震动荷载。

有些材料,在破坏前有显著的塑性变形,这些材料称为塑性材料,如低碳钢、有色金属、木材等。这类材料在冲击、震动荷载作用下,能吸收较大的能量,有较高的韧性。承受冲击、震动荷载的结构,选用材料时要考虑材料的塑性与韧性。

(三) 徐变

固体材料在恒定外力的长期作用下,变形随时间延长而逐渐增大的现象,称为徐变。

对于非晶体材料来说,徐变是由于材料在外力作用下,内部产生类似液体的粘性流动而造成的。

对于晶体材料来说,则由于在剪应力作用下,材料内部晶格错动和滑移而发生徐变。

第三节 材料的耐久性

材料在建筑物中,除受到各种力的作用之外,还长期受到环境中各种自然因素的破坏作用。这些破坏作用包括物理作用、化学作用及生物作用。

物理作用包括干湿变化、温度变化及冻融变化。干湿变化及温度变化引起材料胀缩,并导致内部裂缝扩展,时间长了材料就会逐渐破坏。在寒冷地区,冻融变化对材料的破坏作用更为显著。

化学作用主要是酸、碱、盐等物质的水溶液及气体对材料的侵蚀作用,使材料变质而破坏。

生物作用是指昆虫、菌类对材料的蛀蚀、使材料腐朽等破坏作用。

砖、石、混凝土等矿物质材料,多是由于物理作用而破坏。当处于水中或水位变化区时,还可能受到环境水的化学侵蚀作用。金属材料主要由于化学作用而产生腐蚀。木材等