

第一章 材料基本性质

1.1 基本定义

Definition 1.1.1. 四种密度

1. 密度 ρ :绝对密实情况。碾成粉然后采用排水法。
2. 视密度 ρ_a :仅包含闭口孔隙
3. 表观密度 ρ_o :考虑开口和闭口孔隙。
4. 堆积密度 ρ'_o :考虑开闭口孔隙，同时考虑空隙。

显然:

$$\rho > \rho_a > \rho_o > \rho'_o$$

密实度是材料体积内被固体物质充实的程度。按下式计算:

$$D = \frac{V}{V_0} \times 100\% \quad \text{或} \quad D = \frac{\rho_0}{\rho} \times 100\%$$

孔隙率是材料体积内，孔隙体积所占的比例。按下式计算:

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

Remark. $D+P=1$ 或密实度+孔隙率=1

Definition 1.1.2. 耐水性

材料抵抗水破坏作用的性质称为耐水性，用软化系数表示，即

$$K_R = \frac{f_b}{f_g}$$

Definition 1.1.3. 抗渗性:材料抵抗压力液体渗透的能力

当材料两侧存在不同压力时，一切破坏因素（如腐蚀性介质）都可通过水或气体进入材料内部，然后把所分解的产物代出材料，使材料逐渐破坏，如地下建筑、基础、压力管道、水工建筑等经常受到压力水或水头差的作用，故要求所用材料具有一定的抗渗性，对于各种防水材料，则要求具有更高的抗渗性。

Definition 1.1.4. 渗透系数的物理意义是：在一定时间t内，透过材料试件的水量Q，与试件的渗水面积A及水头差成正比，与渗透距离(试件的厚度) d成反比，用公式表示为

$$K = \frac{Qd}{AtH}$$

Definition 1.1.5. $S=10H-1$

式中：S—抗渗等级； H —试件开始渗水时的压力(MPa)

1.2 作业题

Example 1.2.1. 考虑孔隙率变化，材料性质会如何改变, P_o 是开口孔隙率, P_c 是闭口孔隙率（第二、三行孔隙率不变，只改变开口或者闭口孔隙率）

孔隙率	密度	表观密度	强度	吸水性	吸湿性	抗冻性	抗渗性	导热性	吸声性
$P \uparrow$	=	↓	↓	↑	↑	↓	↓	↓	↑
$P_o \uparrow$	=	=	↓	↑	↑	↓	↓	↑	↑
$P_c \uparrow$	=	=	↑	↓	↓	↑	↑	↓	↓

表 1.1: 孔隙率与其他物理性质变化的关系表

Remark. 开口孔隙会降低强度，但是微闭口孔隙会提高强度。

表观密度包括开口也包括闭口孔隙，所以不变。

开口孔隙会降低抗冻性。

Example 1.2.2. 1-2 今有湿砂100.0kg，已知其含水率为6.0%，则其中含有的水的质量是多少？

$$\frac{m_{ssd} - m}{m} \times 100\% = 6.0\%$$

其中 $m_{ssd} = 100.0\text{kg}$

$$m = 94.3\text{kg}$$

$$m_w = m \times W_m = 5.66\text{kg}$$

Example 1.2.3. 某石材在气干、绝干、水饱和条件下测得的抗压强度分别为74.0、80.0、65.0 MPa，求该石材的软化系数，并判断该石材可否用于水下工程。P9

$$K_R = \frac{f_b}{f_g} = \frac{65}{80} = 0.81 < 0.85$$

不可用于水下工程

Remark. 用绝干来计算

Example 1.2.4. 称取堆积密度为 1480kg/m^3 的干砂300g，将此砂加入已装有250mL水的500mL容量瓶内，充分摇动排尽气泡，静止24h小时后加水到刻度，称得总重量为876g；将瓶内砂和水倒出洗净后，再向瓶内重新注水到刻度，此时称得总重量为690 g。再将砂敲碎磨细过筛(0.2 mm)烘干后，取样53.81 g，测得其排水体积 $V_{\text{排水}}$ 为 19.85 cm^3 。试计算该砂的空隙率。

空隙率计算公式为： $P = \left(1 - \frac{\rho'_0}{\rho}\right) \times 100\%$ ，我们需要知道堆积密度和绝对密度

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{53.81}{19.85} = 2.71\text{ g/cm}^3$$

$$\rho_0 = 300 \times \frac{1}{300 + 690 - 876} = 2.63\text{g/cm}^3$$

$$P = \left(1 - \frac{\rho'_0}{\rho}\right) \times 100\% = \left(1 - \frac{2.63}{2.71}\right) \times 100\% = 43.73\%$$

Example 1.2.5. 一块砖块，其真实密度 $\rho = 2.60\text{ g/cm}^3$ ，绝干状态下的质量 $m_0 = 2000\text{ g}$ ，将它浸没于水中，吸水饱和后取出表面，测得其饱和质量 $m_h = 2350\text{ g}$ ；另外用静水天平测得其浸泡于水中的质量 $m_2 = 1150\text{ g}$ 。求该砖的表观密度、体积吸水率、孔隙率、开口孔隙率和闭口孔隙率。

Remark. 静水天平的测量原理:物体在空气中的重力和在水中产生的荷载的差，为浮力，可以同时测量质量和体积。

表观密度(实际上对应浙大版的视密度, 只算了开口孔):

$$\rho_o = \frac{m_0}{m_0 - m_2} = \frac{2000}{2000 - 1150} = 2.35 \text{ g/cm}^3$$

体积密度(实际上对应浙大版的表观密度, 因为开口和闭口孔都算上了):

$$\rho_w = \frac{m_0}{m_1 - m_2} = \frac{2000}{2350 - 1150} = 1.67 \text{ g/cm}^3$$

孔隙率:

$$P = \left(1 - \frac{\rho_w}{\rho_t}\right) \times 100\% = \left(1 - \frac{1.67}{2.60}\right) \times 100\% = 35.8\%$$

体积吸水率(只算开口孔):

$$W_v = P = \left(1 - \frac{\rho_w}{\rho_e}\right) \times 100\% = \left(1 - \frac{1.67}{2.35}\right) \times 100\% = 28.9\%$$

开口孔隙率:

$$P_o = W_v = 28.9\%$$

闭口孔隙率:

$$P_c = P - P_o = 35.8\% - 28.9\% = 6.9\%$$

Example 1.2.6. 称取堆积密度为 1480 kg/m^3 的干砂 300 g , 将此砂加入已装有 250 mL 水的 500 mL 容量瓶内, 充分摇动排尽气泡, 静止 24 h 小时后加水到刻度, 称得总重量为 876 g ; 将瓶内砂和水倒出洗净后, 再向瓶内重新注水到刻度, 此时称得总重量为 690 g 。再将砂敲碎磨细过筛(0.2 mm)烘干后, 取样 53.81 g , 测得其排水体积 $V_{\text{排水}}$ 为 19.85 cm^3 。试计算该砂的空隙率。

首先可以轻松算出绝对密度:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{53.81}{19.85} = 2.71 \text{ g/cm}^3$$

其次, 这里 $(876-690) \text{ g}$ 的砂比同体积的水重的质量, 所以砂的体积就是 $300 - (876-690) \text{ g}$ 的水的体积:

因此表观密度就是(这里你可能疑惑为什么开口闭口啥都没说, 为啥就是表观密度了?但是就是, 我也不知道为啥, 查规范查的):

$$\rho_0 = 300 \times \frac{1}{300 + 690 - 876} = 2.63 \text{ g/cm}^3$$

因此, 孔隙率就是:

$$P = \left(1 - \frac{\rho'_0}{\rho}\right) \times 100\% = \left(1 - \frac{2.63}{2.71}\right) \times 100\% = 43.73\%$$

Example 1.2.7. 评价材料耐水性的指标是什么?

软化系数: $K_R = \frac{f_b}{f_g}$, 大于0.85为耐水材料, 类似的有渗透系数, 描述渗水能力, $K = \frac{Qd}{AtH}$ (H是两侧压强的水头差), $S = 10H - 1$, 渗透等级(H — 试件开始渗水时的压力(MPa))。

Example 1.2.8. 缩写解释题, 历年卷有考过的几个高频考点:F50 C25 M7.5 Q235 MU20 42.5R什么意思?

抗冻能力, 用符号F_n表示, 其中n即为最大冻融循环次数。例如F25、F50等。类似需要复习的符号有C25(C是混凝土符号, 25是指28天标准抗压强度为25MPa), M7.5(砂浆28天标准养护的抗压强度), 42.5(水泥28天标准养护的抗压强度, 当然还要比较抗折强度, 带R的是早强的), Q是钢材的屈服强度, 大于235MPa, 然后MU 是砖块的抗压等级, 大于20MPa。。