

第五章 岩体的力学性质

§ 5.1 岩体的基本概念

§ 5.2 岩体结构

§ 5.3 岩体的变形特征

§ 5.4 岩体的强度特征

§ 5.5 岩体质量评价及其分类

§ 5.4 岩体的强度特性

5.4.1 岩体强度的测定

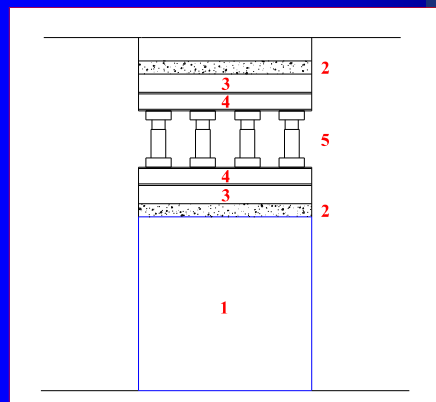


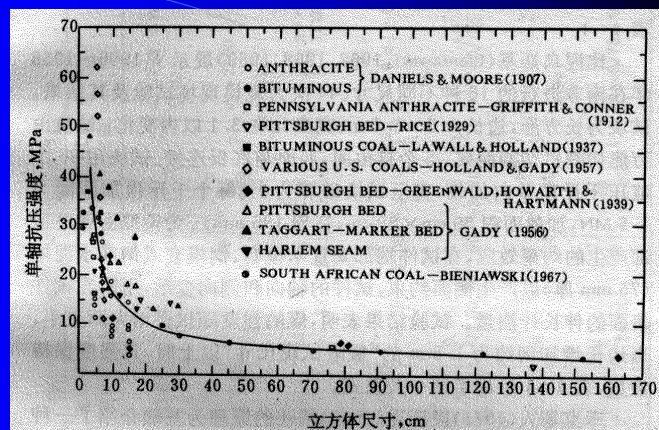
图4-15 岩体单轴抗压强度测定

- 1—试体;
- 2—水泥砂浆;
- 3—方木;
- 4—工字钢;
- 5—千斤顶

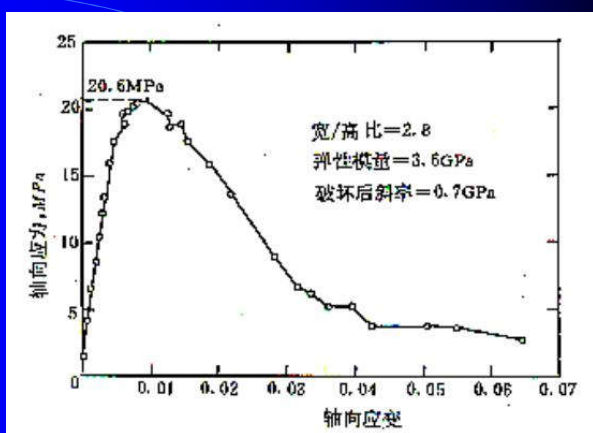


附图 5-1

煤体抗压强度试验现场

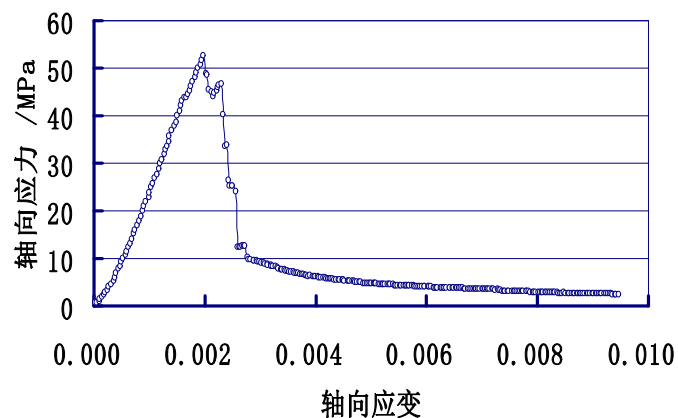


附图5-2 立方体试样尺寸与其强度关系

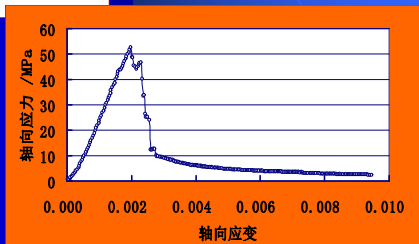
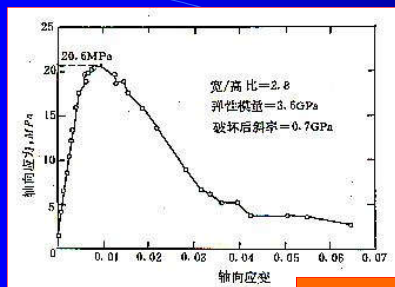


附图5-3 1.4 m³煤体全应力-应变曲线

(比涅乌斯基, 1975)



附图5-4 协庄煤矿砂泥岩试件全应力-应变曲线



§ 5.4 岩体的强度特性

5.4.2 结构面的强度效应

结构面AB存在下，
图4-18岩体破坏有两种可能：

- a) 沿AB结构面滑移；
- b) 产生新破裂面，沿新破裂面滑移。

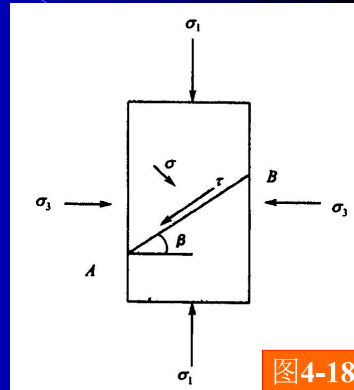


图4-18

§ 5.4 岩体的强度特性

5.4.2 结构面的强度效应（单）

解：

(1) 完整岩体的强度：

$$\sigma_1 = \frac{2C \cos \varphi_0}{1 - \sin \varphi_0} + \frac{1 + \sin \varphi_0}{1 - \sin \varphi_0} \sigma_3$$

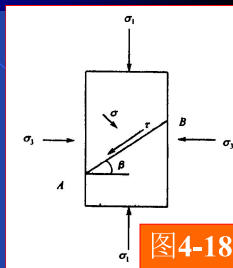


图4-18

这时岩体破坏面与最大主应力的
夹角为：

$$\beta_0 = \frac{\pi}{4} + \frac{\varphi_0}{2}$$

§ 5.4 岩体的强度特性

5.4.2 结构面的强度效应（单）

解：（2）结构面的强度：

结构面AB上正应力与剪应力为：

$$\sigma = \frac{1}{2}(\sigma_1 + \sigma_3) + \frac{1}{2}(\sigma_1 - \sigma_3) \cos 2\beta$$

$$\tau = \frac{1}{2}(\sigma_1 - \sigma_3) \sin 2\beta$$

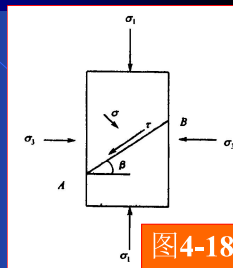


图4-18

结构面强度： $\tau = c_w + \sigma \tan \varphi_w$

§ 5.4 岩体的强度特性

5.4.2 结构面的强度效应（单）

解：（2）结构面的强度：

结构面强度：

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \frac{2(C_w + \sigma_3 \cdot \tan \varphi_w)}{(1 - \tan \varphi_w \cdot \cot \beta) \sin 2\beta}$$

$$= \sigma_3 + \frac{2(C_w + \sigma_3 \cdot f_w)}{(1 - f_w \cdot \cot \beta) \sin 2\beta}$$

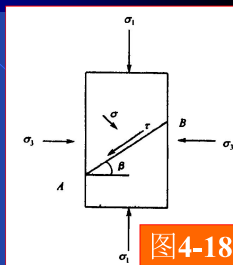
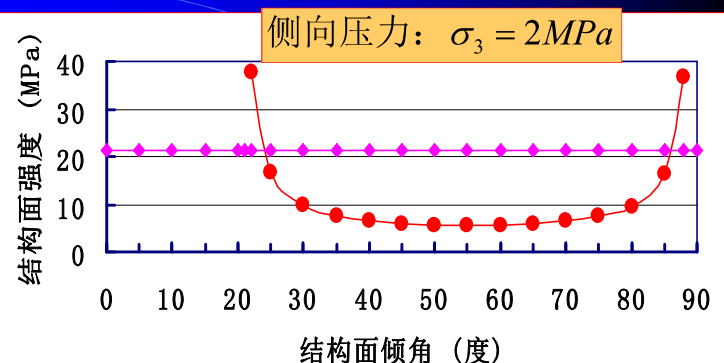
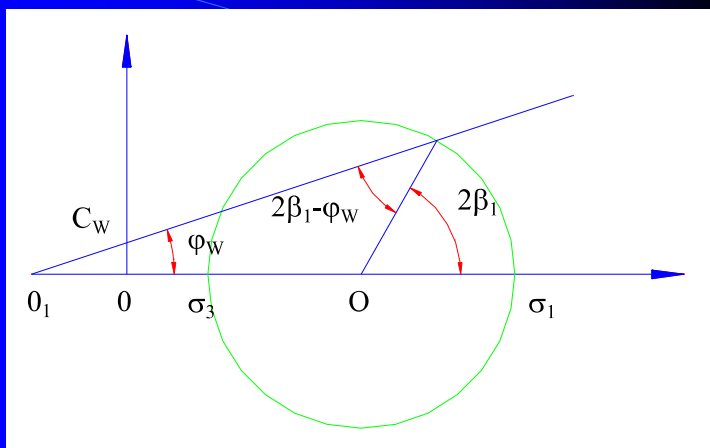


图4-18



完整岩体： $C_0 = 2 \text{ MPa}; \varphi_0 = 45^\circ$

结构面： $C_w = 0.5 \text{ MPa}; \varphi_w = 20^\circ$



β_1 值计算图

§ 5.4 岩体的强度特性

5.4.2 结构面的强度效应（多）

5.4.3 岩体强度的估算

$$K_v = \left(\frac{V_{mp}}{V_{rp}} \right)$$

V_{mp} ——岩体中弹性波纵波传播速度；

V_{rp} ——岩块中弹性波纵波传播速度。

一般条件下岩体结构面抗剪强度参数

结构面类型	内摩擦角 (°)	内摩擦 系数f	粘聚力 /MPa
泥化岩	10~20	0.18~0.36	0~0.50
粘土岩/页岩层面	20~30	0.36~0.58	0.05~0.10
砂岩/石灰岩层面	30~40	0.58~0.84	
云母片岩片理面	10~20	0.18~0.36	0~0.05
一般片理面	20~30	0.36~0.58	0.05~0.10
光滑破碎面	30~40	0.58~0.84	0.05~0.10
粗破碎面	40~48	0.84~1.11	0.08~0.30

岩体与岩块比较（安欧，1992）

项目	岩 块	岩 体
介质结构	连续岩块、大小从显微镜下到10余m、分布最广尺寸为0.4~2.5m	裂而不碎的连续体\破裂成碎块体
变形机制	由岩石和晶体组构改变造成块体变形	由结构面变形和错动及块体变形构成总体变形
体积变形	$\mu=0.5$ 表示强塑性变形和微裂； $\mu>0.5$ 表示发生了微裂和膨胀	$\mu=0.5\sim 1.0$ 表示主要由结构面张开构成

岩体与岩块比较（安欧，1992） 续1

项目	岩 块	岩 体
各向异性	由岩石晶粒组成，各向异性系数为1~10	主要由结构面和岩块组成，各向异性系数为1~100
变形性质	变形模量 D_b 弹性模量 E_b 蠕变模量 C_b 泊松比 μ_b	$D_m=(0.001\sim 0.1) D_b$ $E_m=(0.05\sim 0.1) E_b$ $C_m=(0.01\sim 0.1) C_b$ $\mu_m=(1.3\sim 3) \mu_b$

岩体与岩块比较（安欧，1992） 续2

项目	岩 块	岩 体
强度性能	抗断强度： 抗张强度 R_{tb} 抗剪强度 R_{sb} 抗压强度 R_{cb} 内摩擦强度	残余强度： $R_{tm}=(0\sim 0.1) R_{tb}$ $R_{sm}=(0.01\sim 0.1) R_{sb}$ $R_{cm}=(0.05\sim 0.6) R_{cb}$ 面摩擦强度
液体渗流	由岩石孔隙控制，基本均匀，有孔隙水压，渗透率为 χ_b	主要由结构面控制，各向不同，有裂隙水压，渗透率 $\chi_m=(10^4\sim 10^7) \chi_b$