

第6章 土压力

主讲：刘勇健

广东工业大学土木与交通工程学院



本章目录

- § 6.1 作用在挡土墙上的土压力
- § 6.2 朗肯 (Rankine) 土压力理论
- § 6.3 库仑 (Coulomb) 土压力理论
- § 6.4 土压力计算的讨论
- § 6.5 挡土墙的设计



问题:

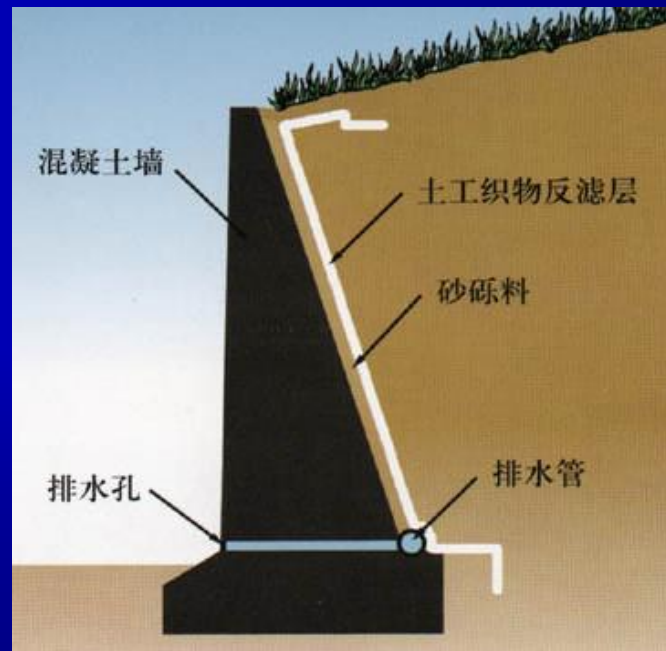
- ✓什么是挡土墙?
- ✓什么是土压力?
- ✓边坡的稳定性及挡土墙作用?



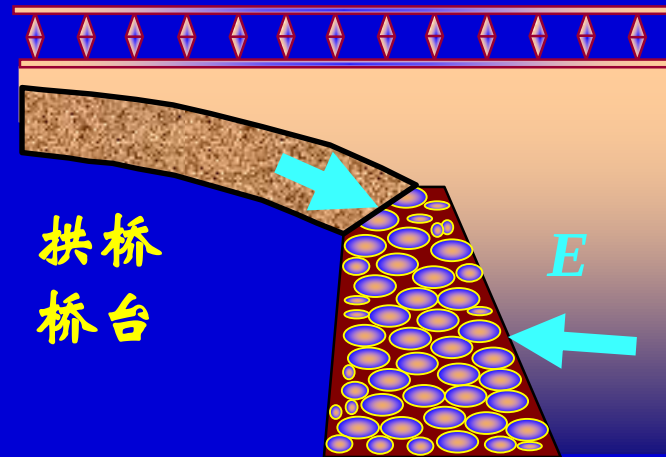
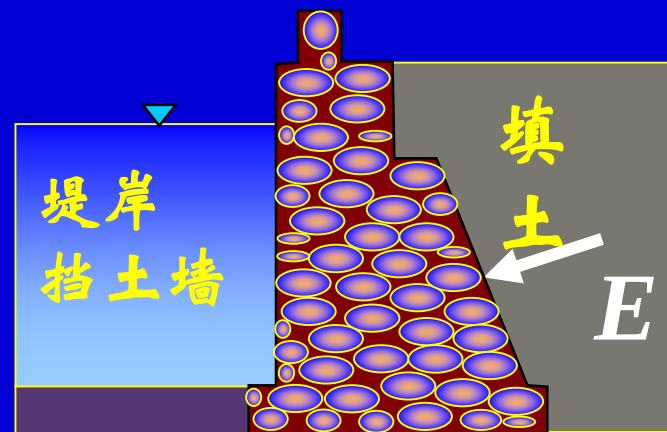
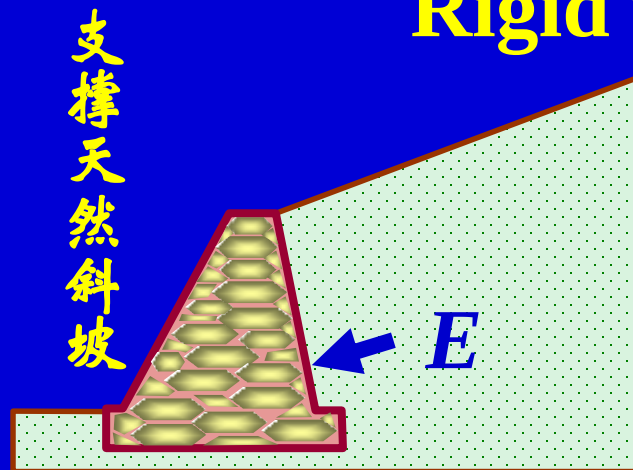
•挡土墙

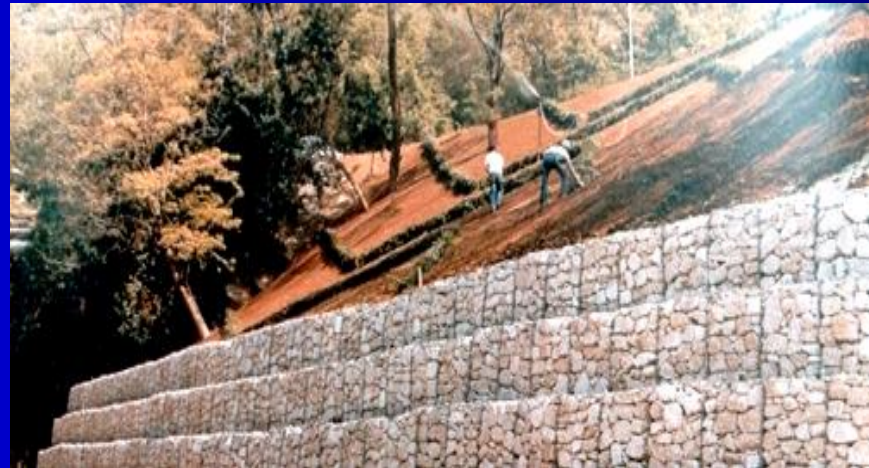
用来支挡天然或人工边坡，防止土体坍塌，维持边坡稳定性的构筑物。

广泛应用于房屋建筑、水利、铁路、道路和桥梁工程。



Rigid wall

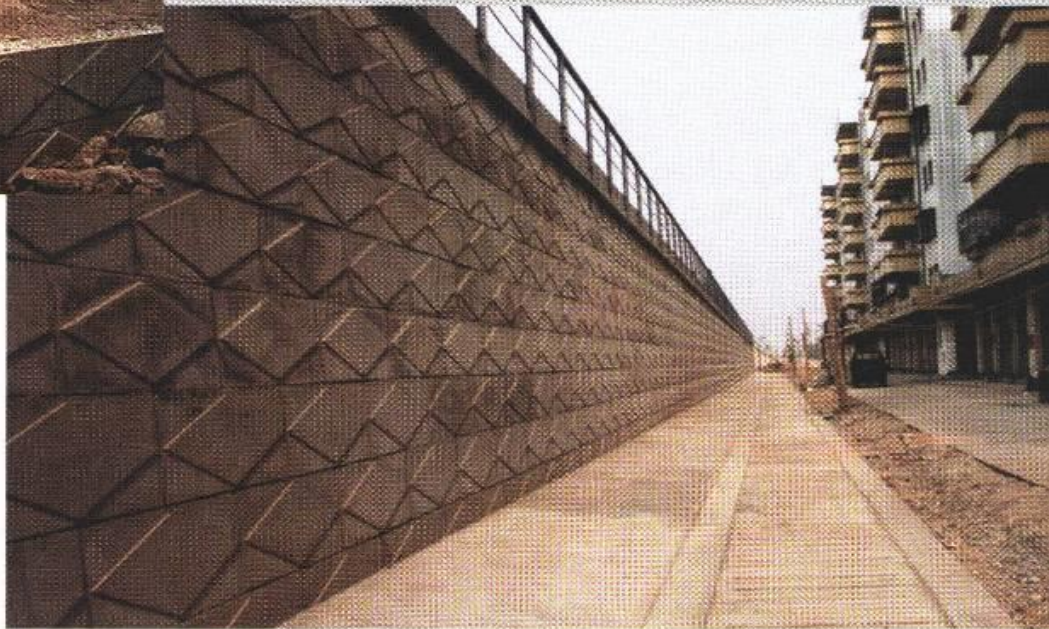




护坡桩形成的挡土结构



土工格栅加筋挡土墙





加筋土挡墙



土压力



土压力——是指挡土墙后因填土自重或外荷载作用对挡土墙产生的侧向压力。

土压力大小及分布十分复杂，它与挡墙类型和刚度、填土性质、挡墙墙高与形状，挡墙位移方向和大小等因素有关。

两大理论：古典**朗肯土压力**（1857）和**库仑土压力**（1773）

边坡

边坡：可分为由地质作用而形成的天然边坡和因人类工程活动（平整场地、开挖基坑）而形成的人工边坡。

边坡失稳：由于某种原因，边坡岩土体出现局部滑动而丧失其稳定性。



土的强度理论应用

三方面 { 土压力计算
土坡稳定性分析
地基承载力计算

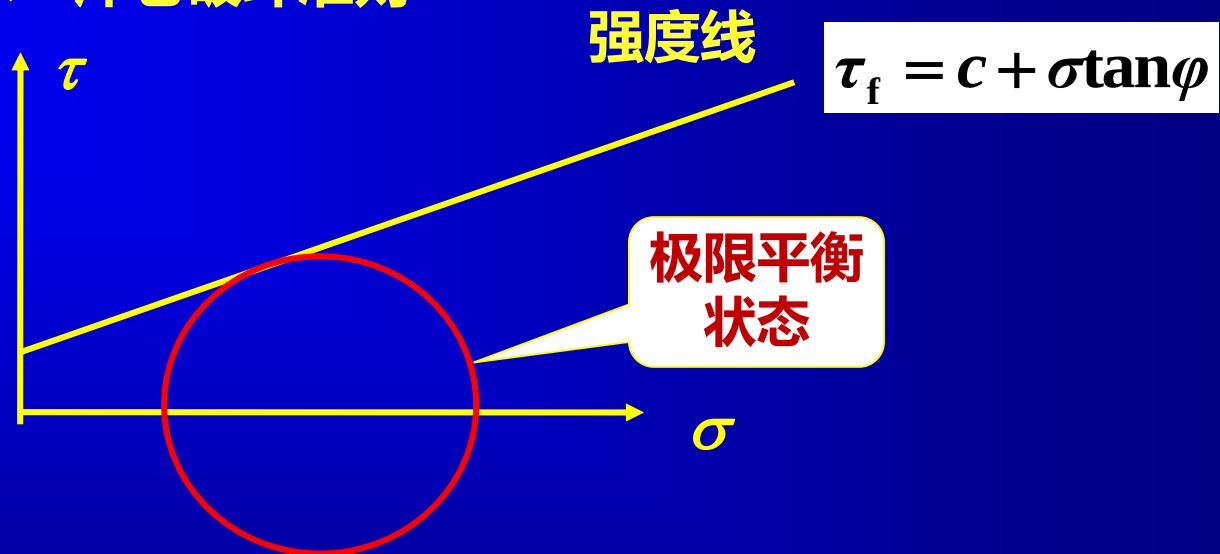
第六章 土压力

第七章 边坡稳定性

第八章 地基承载力



莫尔 - 库仑破坏准则



**莫尔应力圆与库仑强度线相切的应力状态作为
土的破坏准则**



极限平衡条件

$$\sigma_1 = \sigma_3 \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) + 2c \cdot \tan \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right)$$

$$\sigma_3 = \sigma_1 \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) - 2c \cdot \tan \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)$$

$$\alpha_f = \frac{1}{2} (90^\circ + \varphi) = 45^\circ + \frac{\varphi}{2}$$



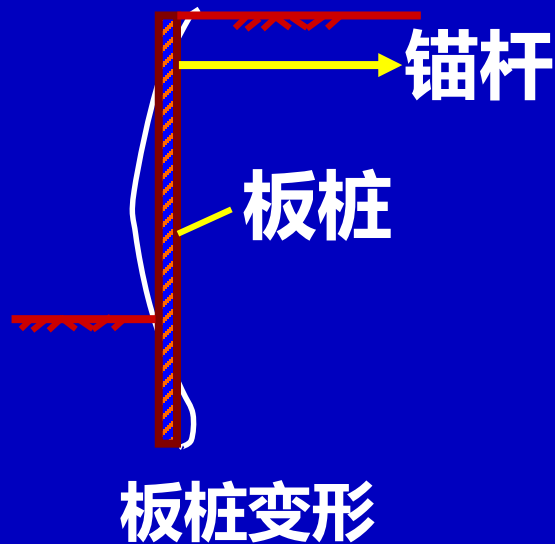
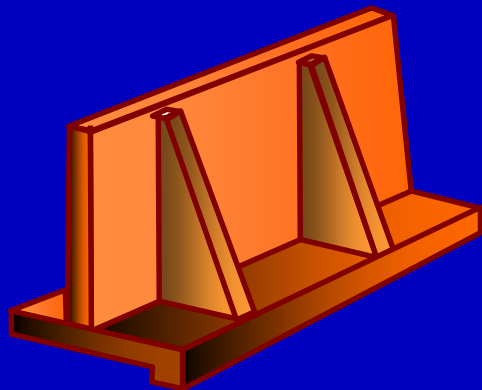
§ 6.1 作用在挡土墙上的土压力



一、挡土墙按刚度分类

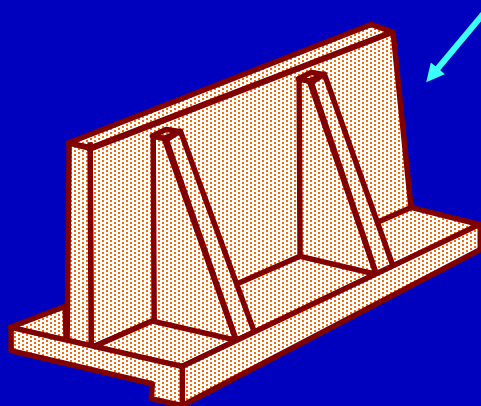
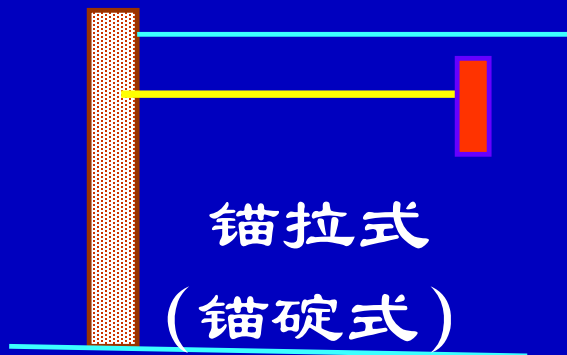
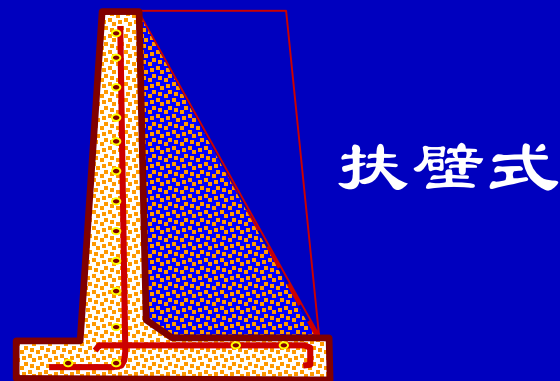
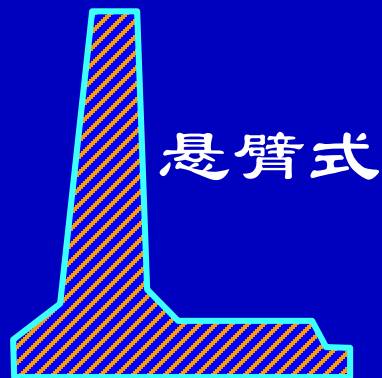
(1) 刚性挡土墙

(2) 柔性挡土墙



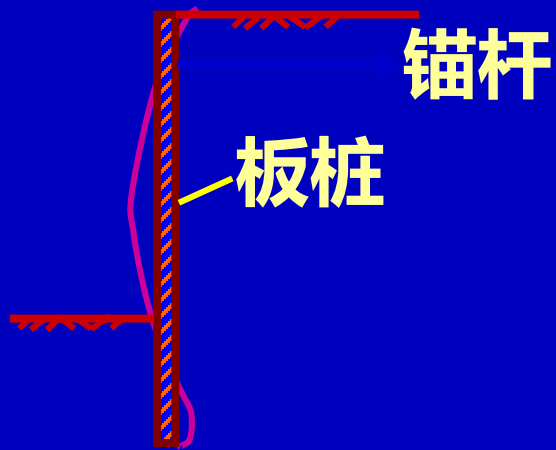
刚性挡土墙

➤ 本身变形极小，只发生整体位移（移动或转动）

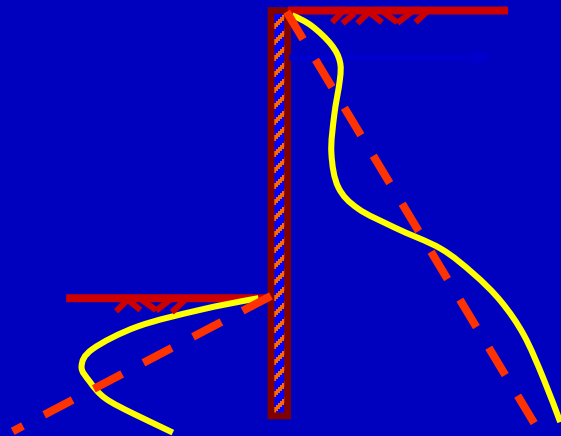


柔性挡土墙

➤ 本身会发生变形，墙上土压力分布形式复杂



板桩变形



板桩上土压力
—— 实测
- - - 计算

二、挡土墙上的土压力的影响因素

- (1) 挡土墙类型及刚度
- (2) 填土的性质
- (3) 挡土墙移动方向
- (4) 挡土墙位移大小
- (5) 挡墙墙高、形状
- (6) 墙背与土体间的摩擦



土压力分类

根据挡墙位移方向和墙后土体的应力状态，可将土压力分为三种：

三种土压力 { 静止土压力
主动土压力
被动土压力

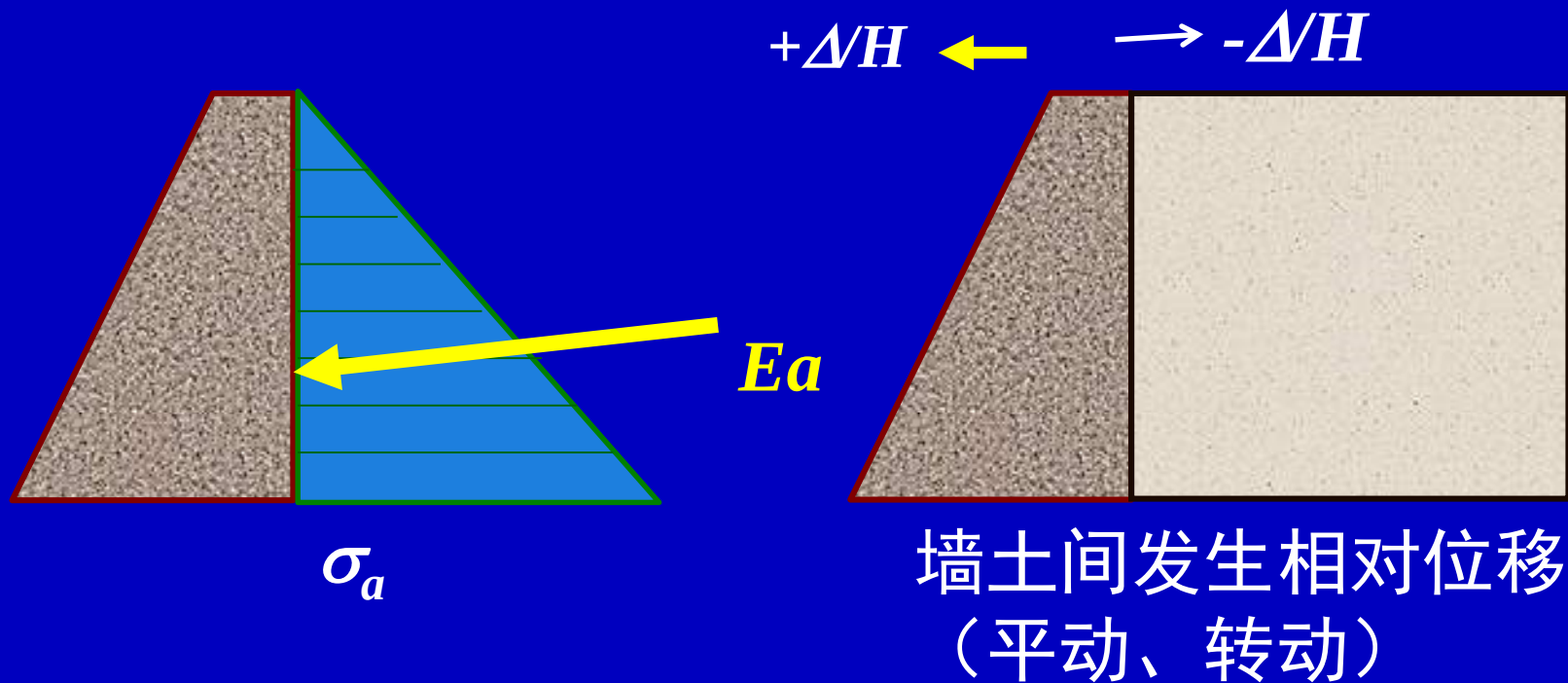


三种土压力

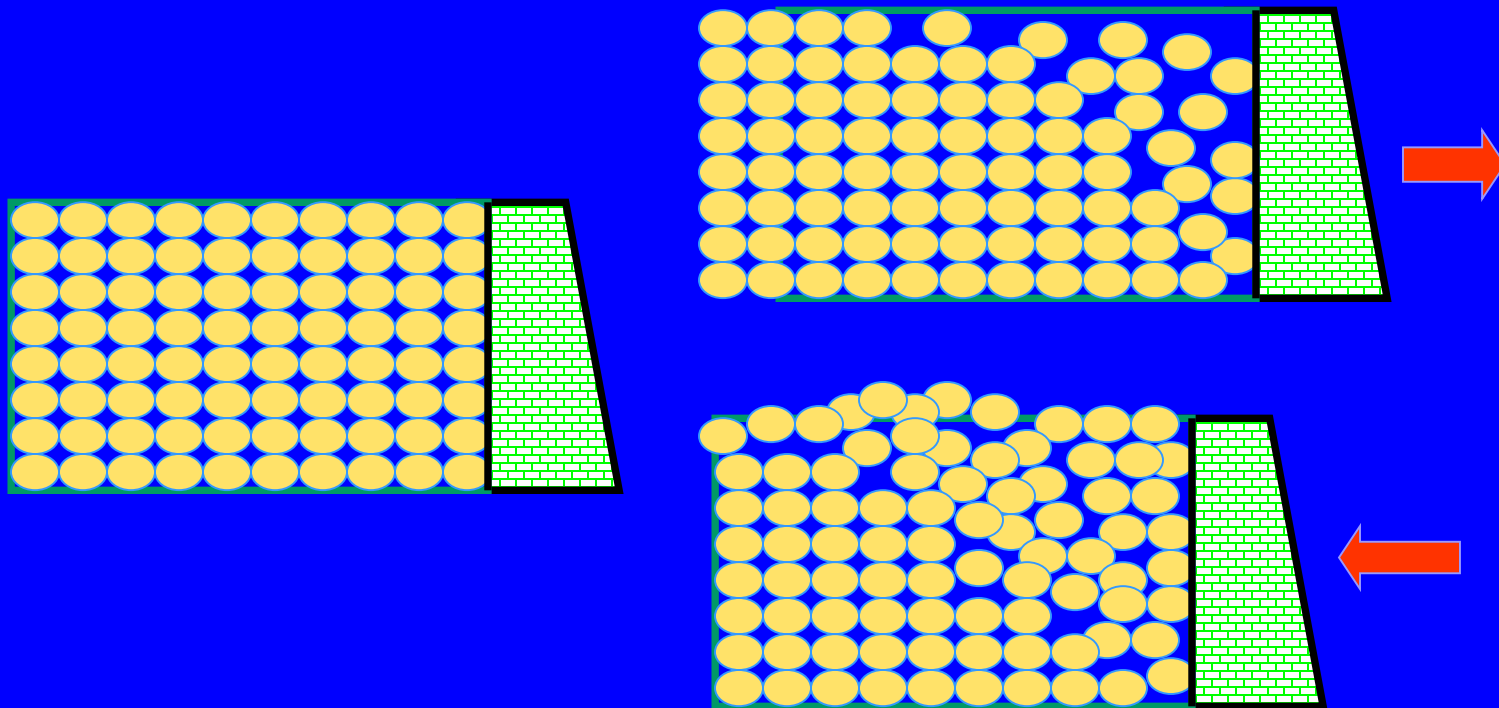


讨论：

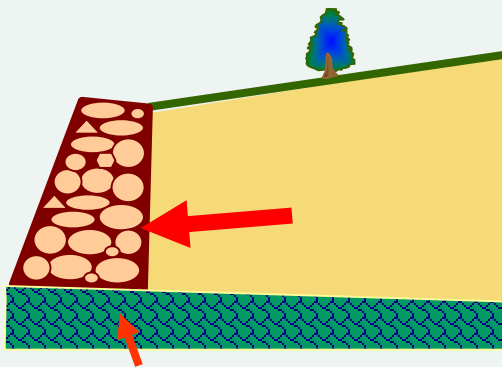
刚性挡土墙上土压力性质及土压力计算



墙体位移与土压力类型

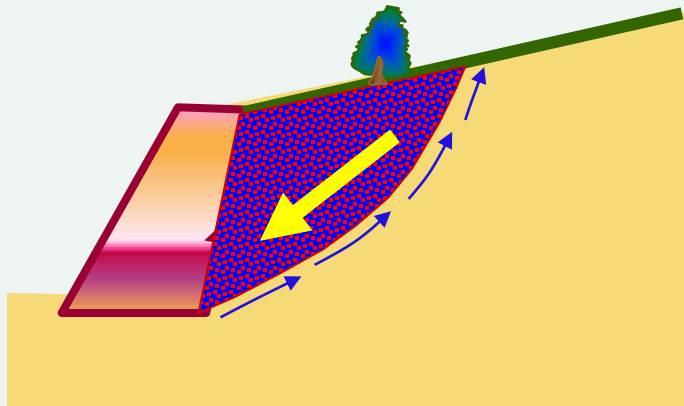


三种土压力：

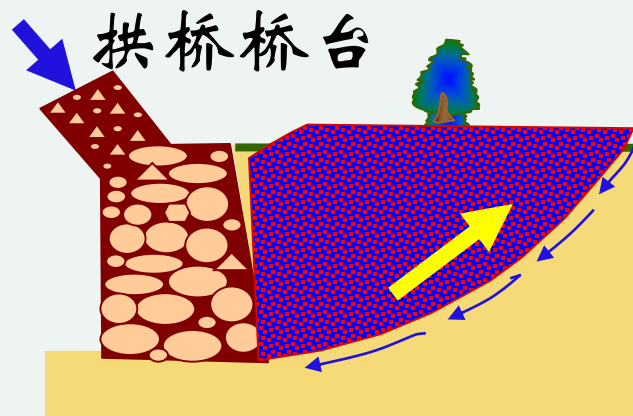


岩石

1. 静止土压力

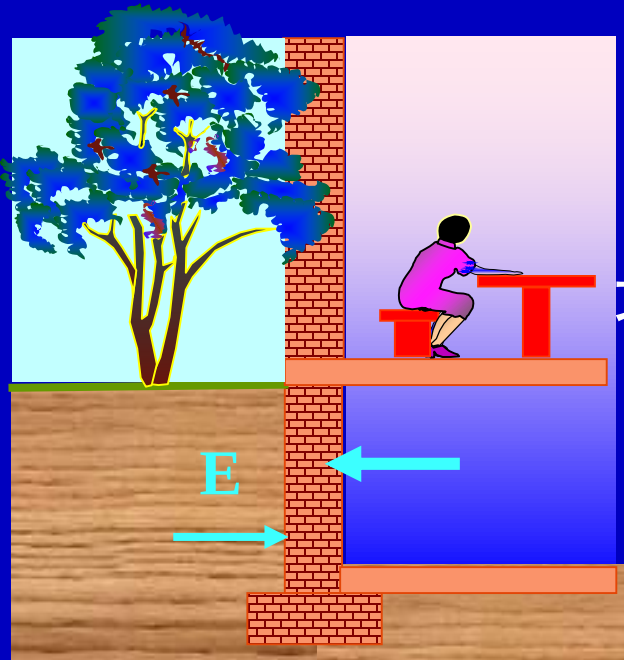


2. 主动土压力

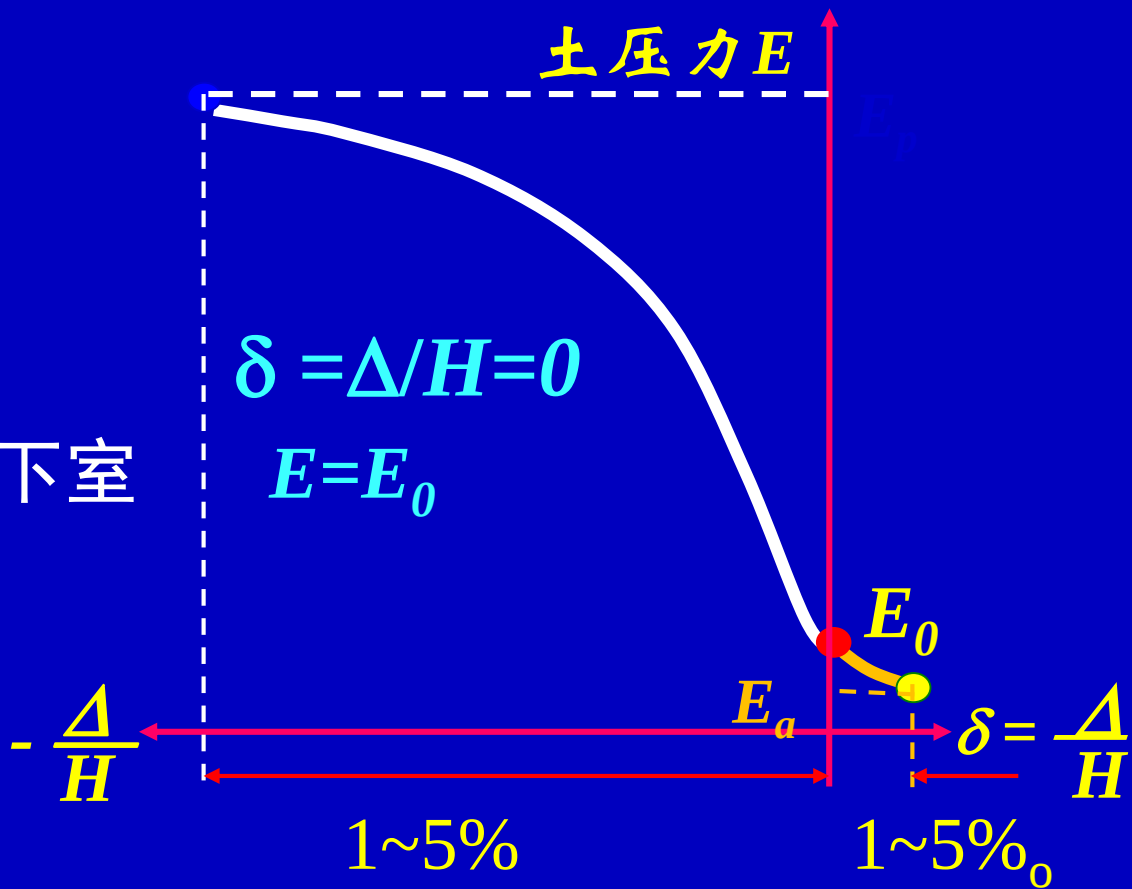


3. 被动土压力

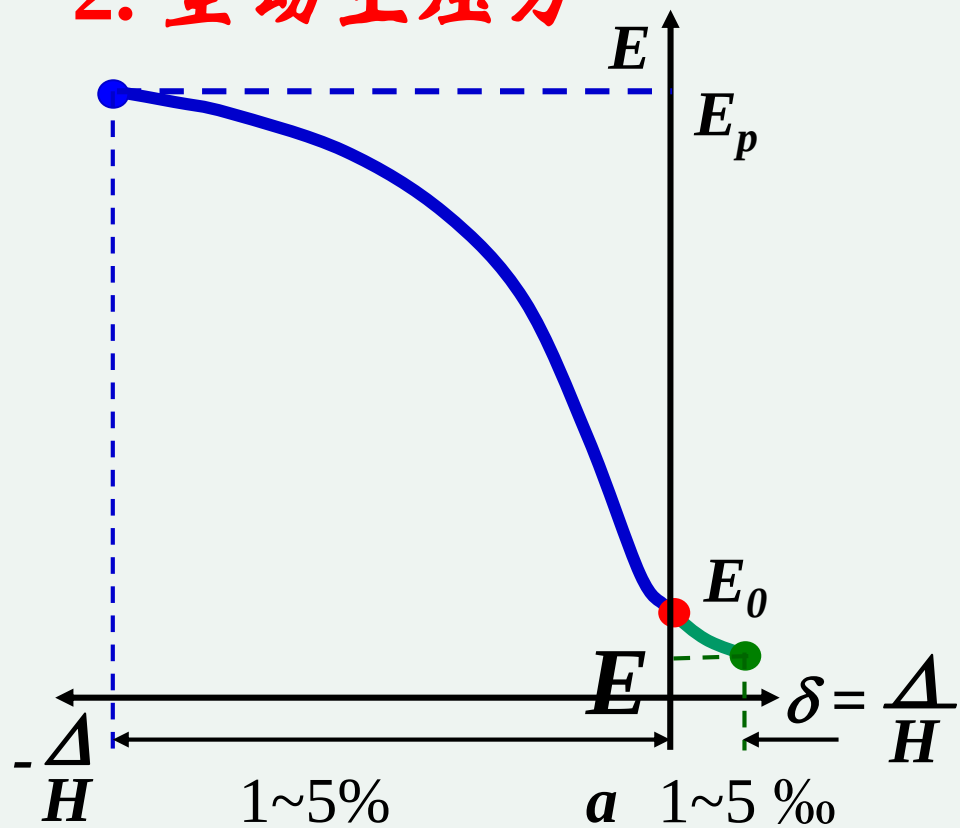
1. 静止土压力



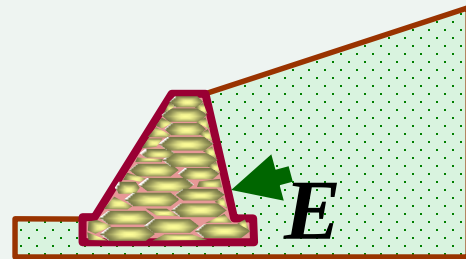
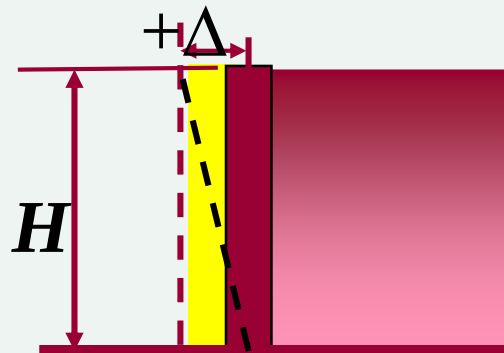
地下室



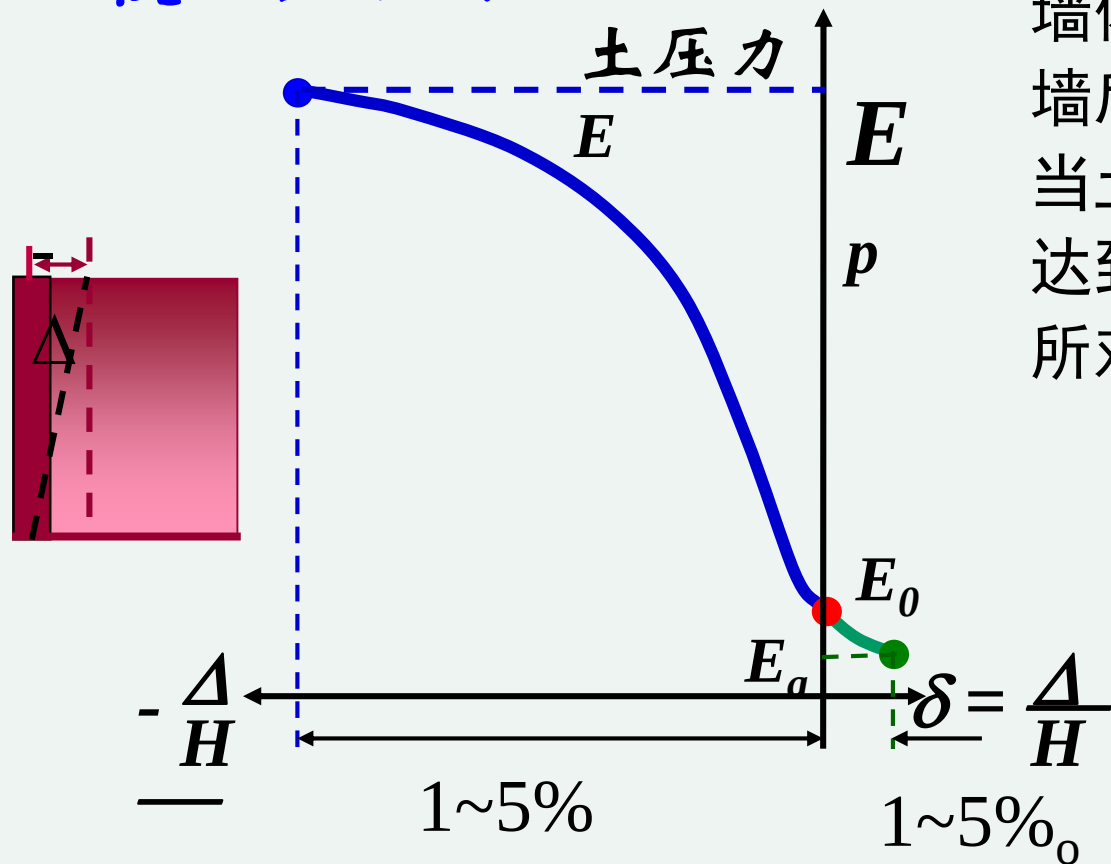
2. 主动土压力



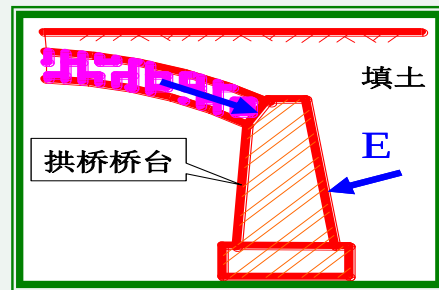
墙体外移，
墙后侧压力逐渐减小，
当土体破坏，达到极限平衡
状态时所对应的土压力最小



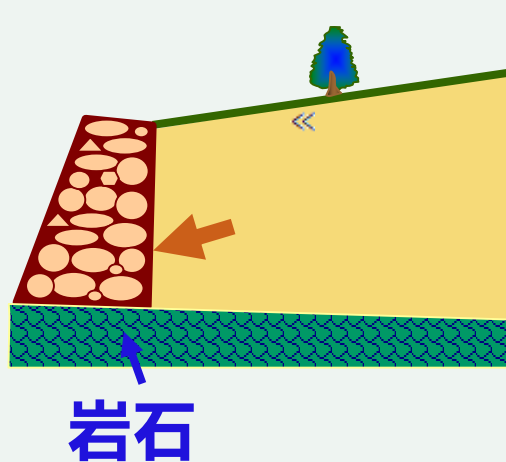
3. 被动土压力



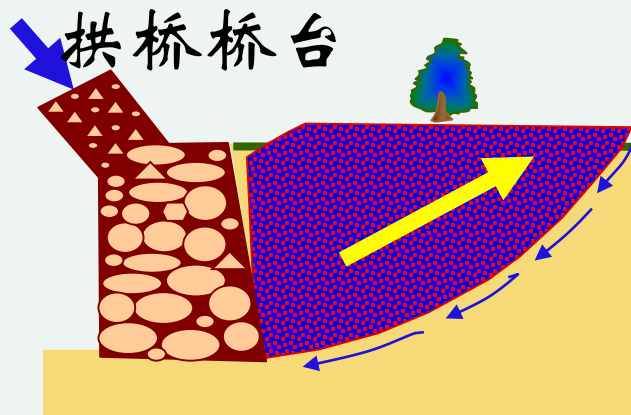
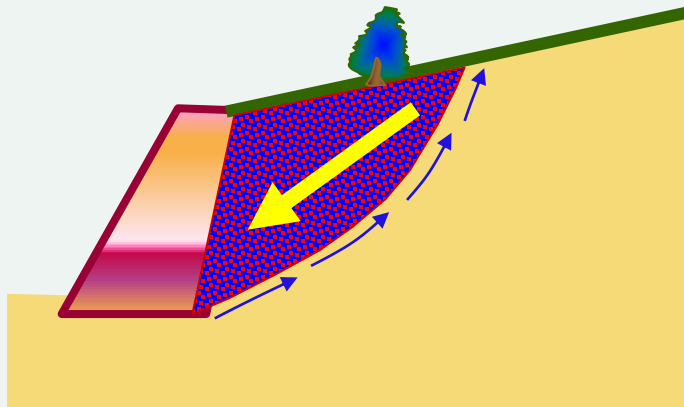
墙体向填土方向移动，
墙后侧压力逐渐增大，
当土体破坏，
达到极限平衡状态时，
所对应的土压力最大



墙体位移和土压力性质



岩石



拱桥桥台

1. 静止土压力

2. 主动土压力

3. 被动土压力

■ 对同一挡墙材料，同一种填土：

■ 相对大小： $E_a < E_o < E_p$

■ 相对位移： $\Delta_p \gg \Delta_a$

静止土压力计算



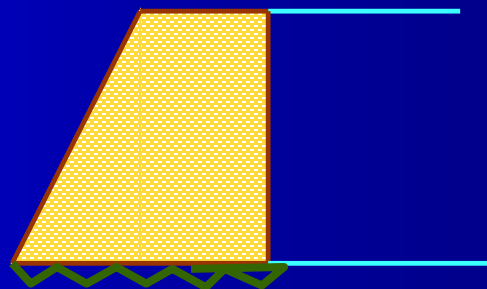
静止土压力计算

静止土压力

墙体不发生任何位移

$$\delta = 0$$

相当 k_0 应力状态

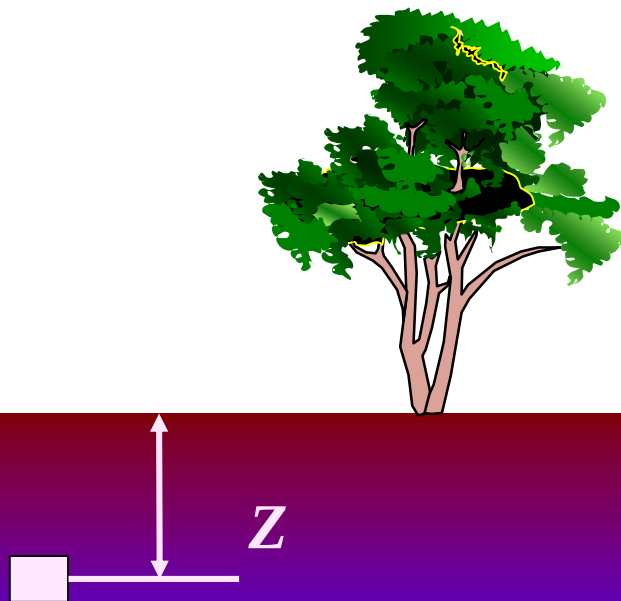
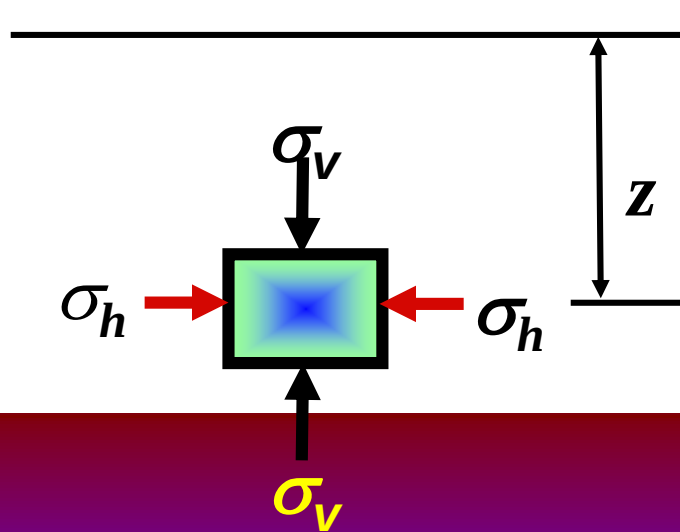


嵌岩的挡土墙

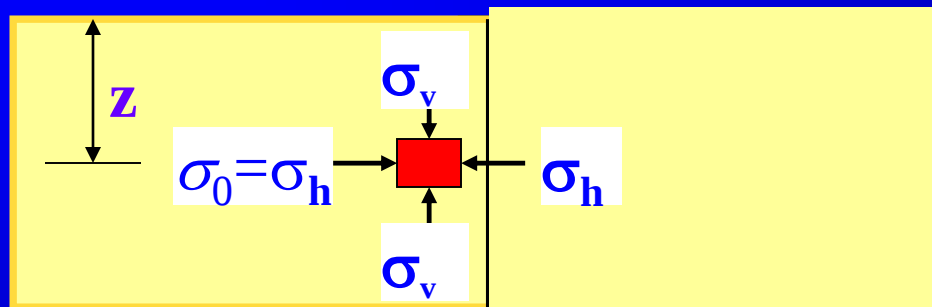


地下室外墙

静止土压力：根据半无限空间弹性体进行计算，如同土体在自重应用作用下无向变形的水平应力状态。



静止土压力计算



$$\sigma_v = \gamma z$$

$$\sigma_h = K_0 \gamma z$$

$$\sigma_0 = k_0 \gamma z$$

单位: kPa

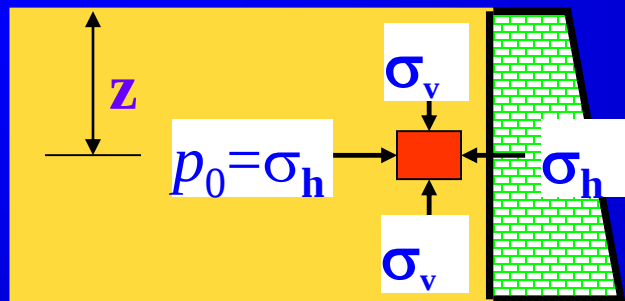
K_0 : 静止土压力系数

对于侧限应力状态, 理论上: $K_0 = \mu / (1 - \mu)$, μ 为泊松比

K_0 常用经验公式计算

$$K_0 = 1 - \sin \varphi'$$

静止土压力计算



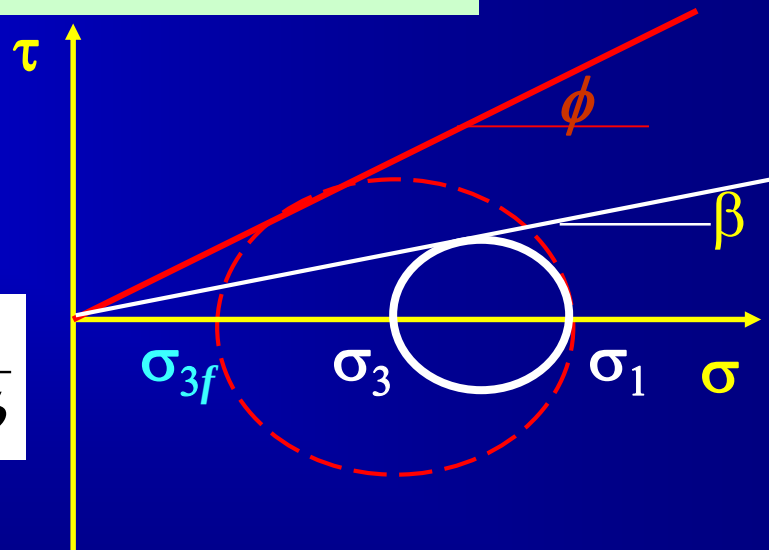
$$K_0 = 1 - \sin \phi$$

$$\sin \beta = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_1 + \sigma_3} = \frac{1 - K_0}{1 + K_0} = \frac{\sin \phi}{2 - \sin \phi}$$

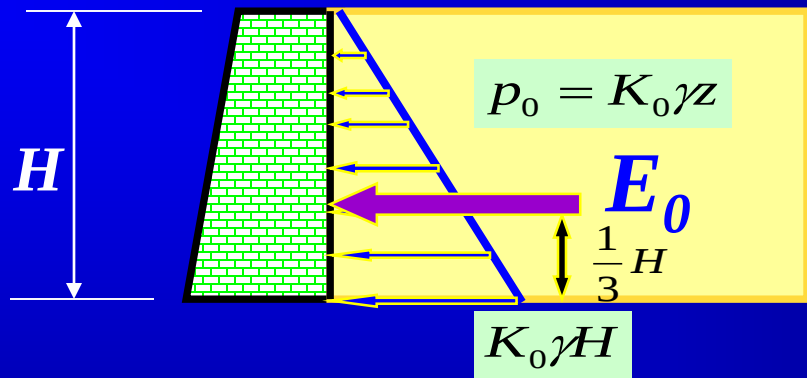
$$\sin \beta < \sin \phi$$

$$\sigma_1 = \sigma_v = \gamma z$$

$$\sigma_3 = \sigma_h = K_0 \gamma z$$



静止土压力计算



总静止土压力

$$E_0 = \frac{1}{2} K_0 \gamma H^2$$

单位: kN/m

静止土压力沿墙高呈三角形分布, 如取单位墙长 $L=1\text{m}$, 则作用在墙上的总侧压力 E_0 , 作用点离墙底 **$\frac{1}{3}H$** 。

《静止土压力》小结

静止土压力：沿墙高呈三角形分布

总静止土压力：

$$E_0 = \frac{1}{2} \gamma H^2 k_0$$

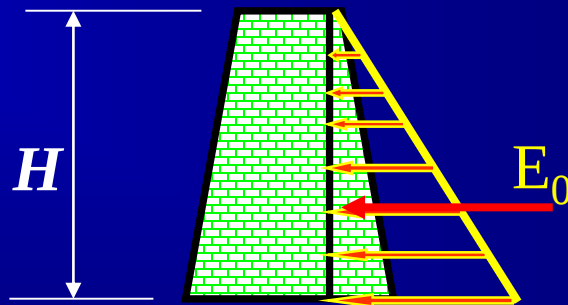
单位：kN/m

合力作用点：离墙底距离 $1/3H$

静止土压力系数 k_0 ：

砂土：0.35~0.50；

粘性土：0.50~0.70。



小结

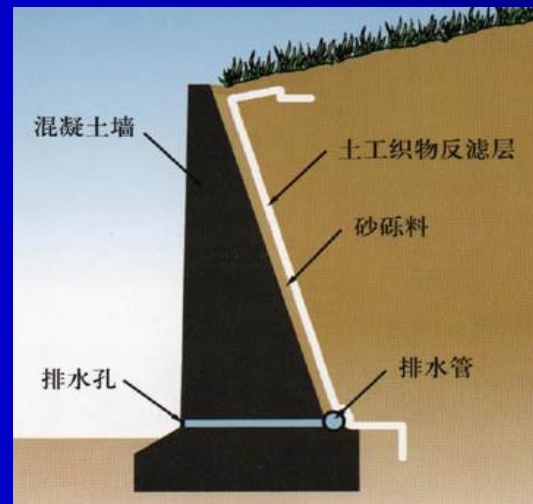
挡土墙

土压力

土压力性质

影响因素

静止土压力计算



如何计算主动 和被动土压力？

