内容 Content

土力学试验

1 颗分 1 Sieve analysis

2 密度 2 Density

3 含水率 3 Water content

4 液塑限 4 Atterberg limits

5 击实 5 Compaction

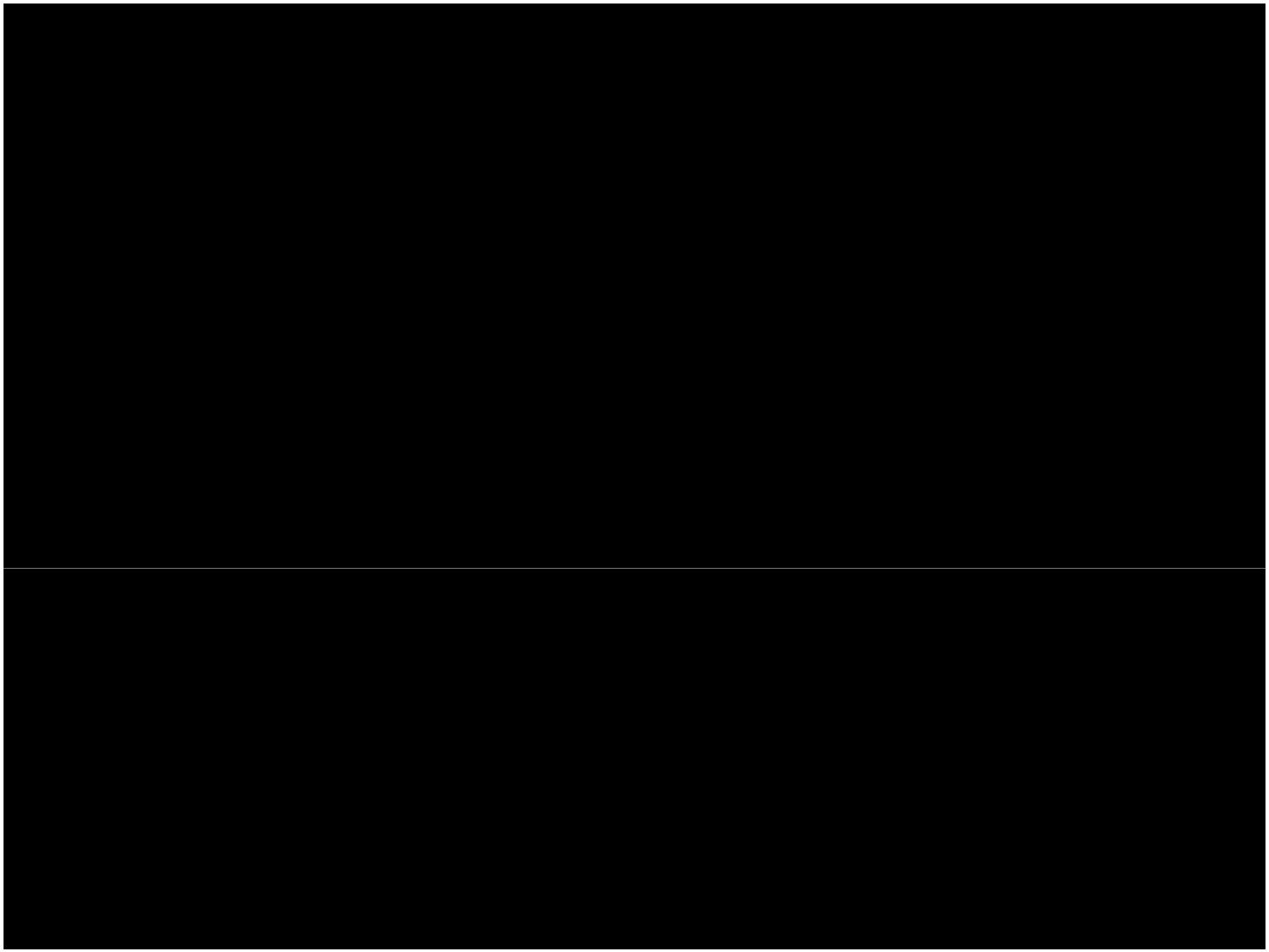
6 渗透 6 Permeability

7 固结 7 Consolidation

8 直剪 8 Direct shear

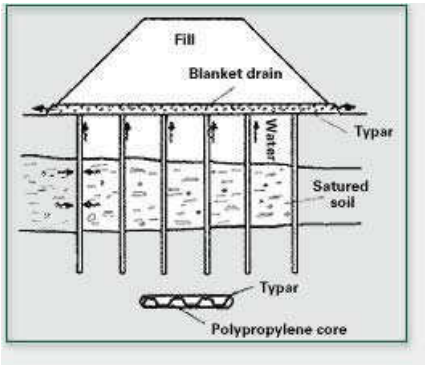
9 三轴 9 Triaxial shear

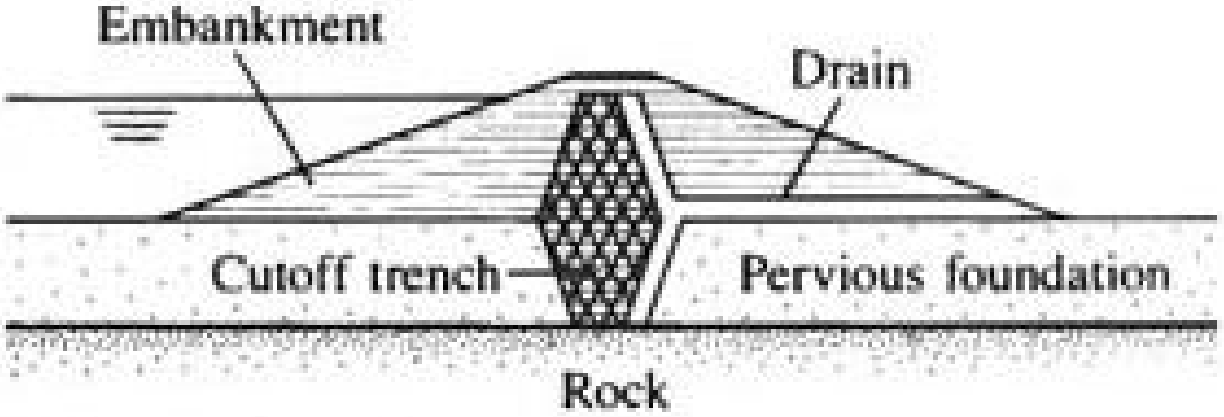
试验7. 固结试验
Consolidation testing



渚碧礁Subi Reef/永暑礁Fiery Cross Reef

South China Sea 美济礁(Mischief Reef)


Fill
Blanket drain
Typar
Water
Satured soil
Typar
Polypropylene core



(d) Central core dam on pervious foundation

目的

侧限条件的变形和压力关系

计算土的压缩系数等指标

判定土的压缩性

要点

快速固结法试验步骤

试验结果的计算与整理

7.1 压缩指标测定方法

室内固结法　　本试验采用的方法

荷载板法　　野外测定的方法

旁压仪法

7.2 试验原理

土在外荷载作用下，水和空气逐渐被挤出，土的骨架颗粒之间相互挤紧，封闭气体的体积减小，从而引起土的压缩变形。固结试验就是将天然状态下的原状土样或扰动土样，制备成一定规格的试件，然后置于压缩仪内，在不同荷载和在有侧限条件下测定其压缩变形。

7.3 试验仪器

A 固结容器

由环刀、护环、透水板、水槽、加压上盖组成

B 加压设备

7.3 试验仪器

C 变形量测设备

量程 10mm，最小分度值为 0.01mm 的百分表或准确度为全量程 0.2 %的位移传感器

D 其他：刮土刀、天平、秒表等

7.4 试验步骤

快速固结试验：规定试样在各级压力下的固结时间为1小时，仅在最后一级压力下除测记1小时的量表读数外，还应测读达压缩稳定时的量表读数。

A试样制备 B装入试样 C确认接触 D加压读数 E分级加压 F延时读数

7.4 试验步骤

根据工程需要，切取原状土试样或制备给定密度与含水量的扰动土样。

测定试样的密度及含水量

A试样制备 B装入试样 C确认接触 D加压读数 E分级加压 F延时读数

7.4 试验步骤

在固结容器内放置护环、透水板和薄滤纸，将带有环刀的试样，小心装入护环内，然后在试样上放薄滤纸、透水板和加压盖板，置于加压框架下，对准加压框架的正中，安装量表。

A试样制备 B装入试样 C确认接触 D加压读数 E分级加压 F延时读数

7.4 试验步骤

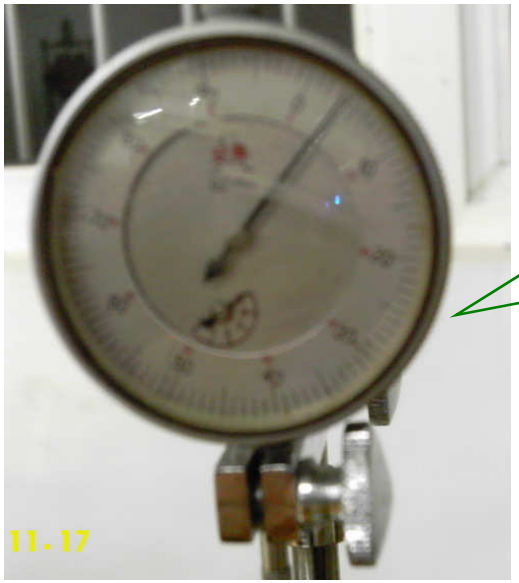
装样完成

放在框架下

A试样制备 B装入试样 C确认接触 D加压读数 E分级加压 F延时读数

7.4 试验步骤

在固结容器内放置护环、透水板和薄滤纸，将带有环刀的试样，小心装入护环内，然后在试样上放薄滤纸、透水板和加压盖板，置于加压框架下，对准加压框架的正中，安装量表。



装百分表

A试样制备 B装入试样 C确认接触 D加压读数 E分级加压 F延时读数

7.4 试验步骤

施加1kPa的预压压力，使试样与仪器上下各部分之间接触良好，然后调整量表，使指针具有初读数，例如5mm。

预压

A试样制备 B装入试样 C确认接触 D加压读数 E分级加压 F延时读数

7.4 试验步骤

施加第1级压力----50KPa，立即向水槽中注水至满。加压至规定时间后读数S1。

A试样制备 B装入试样 C确认接触 D加压读数 E分级加压 F延时读数

7.4 试验步骤

依次施加后面的各级压力（100、200、400kPa），分别加压至规定时间后记下百分表读数S2、S3、S4。

分级加压

A试样制备 B装入试样 C确认接触 D加压读数 E分级加压 F延时读数

7.4 试验步骤

最后一级压力延长规定时间后记下百分表读数S5。

7.5 各级压力与加载砝码对应值见表

序号	时间			砝码	荷载	读数	土厚变化	孔隙比总缩量	孔隙比 e 修正后	压缩系数 α_v	侧限模量 E_S
	标准 h	快速 h	教学实验 min	kg	kPa	mm	mm				
					0	S_0			e_0		
1	24	2	10	1.275	50	S_1	$\Sigma\Delta h_1 = S_0 - S_1$	$\Delta e_1 = \Sigma\Delta h_1 / h_S$	$e_1 = e_0 - K\Delta e_1$	$\alpha_{v1} = (e_0 - e_1)/50$	$(1+e_0)/\alpha_{v1}$
2	24	2	10	2.55	100	S_2	$\Sigma\Delta h_2 = S_0 - S_2$	$\Delta e_2 = \Sigma\Delta h_2 / h_S$	$e_2 = e_0 - K\Delta e_2$	$\alpha_{v2} = (e_1 - e_2)/50$	$(1+e_0)/\alpha_{v2}$
3	24	2	10	5.1	200	S_3	$\Sigma\Delta h_3 = S_0 - S_3$	$\Delta e_3 = \Sigma\Delta h_3 / h_S$	$e_3 = e_0 - K\Delta e_3$	$\alpha_{v3} = (e_2 - e_3)/100$	$(1+e_0)/\alpha_{v3}$
4	24	2	10	10.2	400	S_4	$\Sigma\Delta h_4 = S_0 - S_4$	$\Delta e_4 = \Sigma\Delta h_4 / h_S$	$e_4 = e_0 - K\Delta e_4$	$\alpha_{v4} = (e_3 - e_4)/200$	$(1+e_0)/\alpha_{v4}$
		24	20	10.2	400	S_5	$\Sigma\Delta h_5 = S_0 - S_5$	$\Delta e_5 = \Sigma\Delta h_5 / h_S$			

修正系数：

$K = \Delta e_5 / \Delta e_4 = \Sigma\Delta h_5 / \Sigma\Delta h_4$

7.6 计算与制图

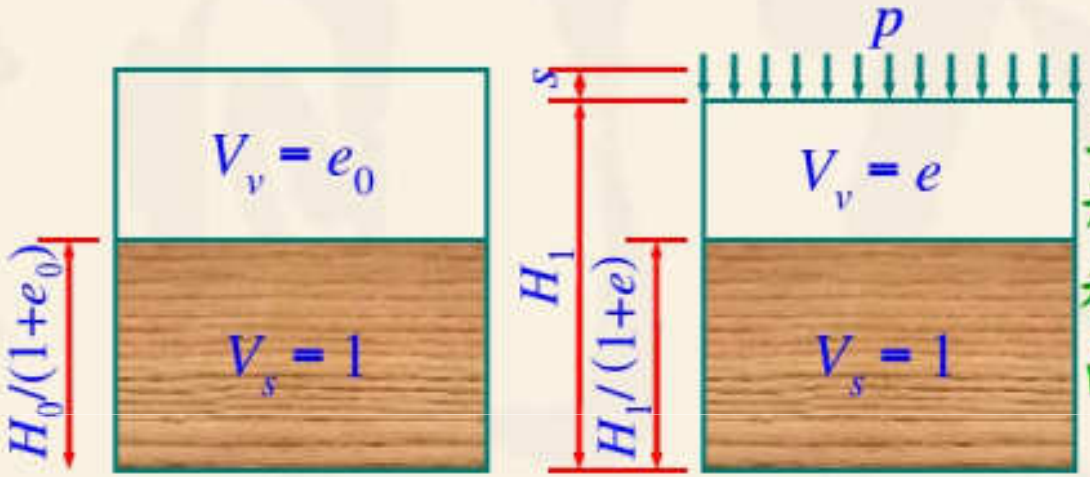
A 按下式计算试样的初始孔隙比e0

$$e_0 = \frac{\rho_w G_s (1 + 0.01 w_0)}{\rho_0} - 1$$

式中：ρ_0—试样初始密度，g/cm^3；

w_0—试样的初始含水量，%。

基本原理



土样在压缩前后变形量为s，整个过程中土粒体积和底面积不变

土粒高度在受压前后不变

$$\frac{H_0}{1+e_0}=\frac{H_1}{1+e} \quad \xrightarrow{\text{整理}} \quad e=e_0-\frac{s}{H_0}(1+e_0)$$

其中

$$e_0=\frac{G_s(1+w_0)\rho_w}{\rho_0}-1$$

根据不同压力p作用下，达到稳定的孔隙比e，绘制e–p曲线，为压缩曲线

成果整理

（1）按下式计算土的初始孔隙比

$$e_0 = \frac{G_s(1+w_0)\rho_w}{\rho_0} - 1$$

2.计算试样的颗粒（骨架）净高hs

$$h_s = \frac{h_0}{1+e_0}$$

式中：h_0 — 试样初始高度（mm）

3. 计算某级压力下变形稳定后的孔隙比e_i

$$e_i = e_0 - \frac{\sum \Delta h_i}{h_s}$$

式中：$\Sigma \Delta H_i$ — 某级压力下试样高度的累计变形量，mm；

4. 计算某级压力下的压缩系数a 1-2和压缩模量Es

$$a_{1-2} = \frac{e_i - e_{i+1}}{p_{i+1} - p_i} \quad (MPa^{-1})$$

$$E_s = \frac{1 + e_i}{a_{1-2}} \quad (MPa)$$

式中 P_i— 某一级荷重值，MPa。

7.6 计算与制图

B 按下式计算各级压力下固结稳定后的孔隙比e_i

$$e_i = e_0 - (1+e_0)\frac{\Delta h_i}{h_0}$$

式中：Δh_i—某级压力下试样高度变化，即总变形量减去仪器变形量，cm；

h_0——试样初始高度，cm。

7.6 计算与制图

C 按下式计算某一级压力范围内的压缩系数a_v

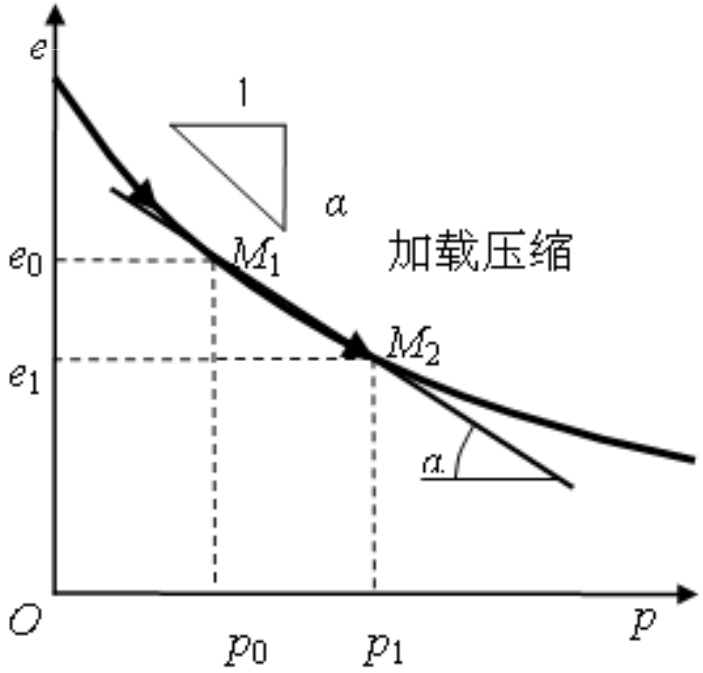
$$a_v = \frac{e_i - e_{i+1}}{p_{i+1} - p_i}$$

在实验报告中将此压缩系数av计算出来
并写在图7.1 e-p曲线旁边（100kPa-200kPa之间的av即可）

7.6 计算与制图

D 绘制e～p的关系曲线

以孔隙比e为纵坐标，压力p为横坐标，将试验成果点在图上，连成一条光滑曲线。



E 要求：用压缩系数判断土的压缩性。

土粒比重由实验室提供。

表 7.3 固结变形实验

ρ_0 = 2.9 g/cm³；w_0 = 18.9 %；G_s = 2.70；

$e_0 = \frac{\rho_w G_s(1+0.01w_0)}{\rho_0} - 1$ = 0.61

时间（mim）	50 KPa 百分表读数	100 KPa 百分表读数	200 KPa 百分表读数	400 KPa 百分表读数
0	0.125	0.153	0.90	1.31
1′	0.40	0.745	1.15	1.61
5′	0.53	0.90	1.31	1.87
10′				
总变形量（mm）	0.53	0.9	1.31	1.87
仪器变形量（mm）	0.01	0.017	0.022	0.027
试样变形量（mm）	0.52	0.883	1.288	1.843
$e_i = e_0 - (1+e_0)\frac{\Delta h_i}{h_0}$	0.568	0.539	0.506	0.461

7.5.4 制图

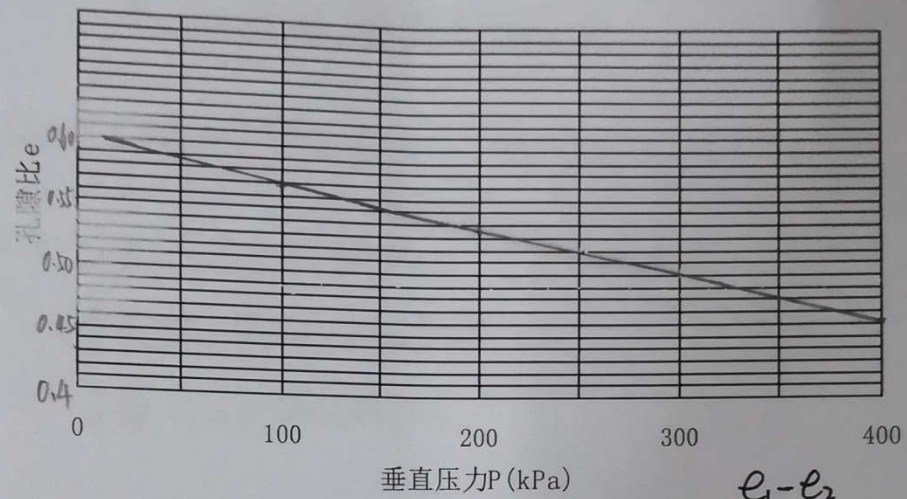


图 7.1 e— p 曲线图

$$a_{1-2}=\frac{e_1-e_2}{P_2-P_1}=\frac{0.539-0.506}{0.1\,MPa}=0.33\,MPa^{-1}$$

$0.1\,MPa^{-1}<a_{1-2}<0.5\,MPa^{-1}$ 为中压缩性土

7.6 思考题

The end

文件名格式：班级 学号 姓名 简略实验名称

邮件标题同文件名

Any questions please 发送至

xingzhengwu@163.com