

土质工程学练习

应用篇

〔日〕 河 上 房 义 著
徐 绍 利 张 秀 山 译



武汉地质学院水文系

1985年11月

土质工程序贯

前言

按我国传统观念，土质土力学乃是工程地质学的重要组成部分。它们从工程地质观点研究土石的工程地质特征和工程建筑物与土石相互作用过程中，土体内应力与应变之间的相互关系。其共同目标，即是如何使工程建筑物座落在更安全、更合理和更经济的部位上，从而使其更加符合客观规律。

但是，由于我国勘察与设计长期脱节，致使上述良好愿望，至今仍难以实现。在工程实践中，往往一些人脱离或忽视工程地质条件而单纯从实验室及计算方面去着手；另一些人，又缺乏对地基基础知识的了解，仅对工程地质条件作一般论证，提出的指标又不尽合理。因此，客观上使建筑的不经济性时有发生，而且，某些工程往往还潜伏着一定的危害性。

近年来，美、加、日等国已逐渐将勘察与设计的有关学科内容结合起来，发展成“岩土工程学”。日本国河上房义根据大量工程建设提出来的问题，最近一段时间连续出版了“土质工程学练习基础篇”与“土质工程学练习应用篇”等书。他在“应用篇”中，又集中将(1)地基的稳定与沉降问题；(2)深基础的承载力问题；(3)地基的动力学性质等内容编著出来。这是一本在实际设计、施工时需要的技术性很强的书。无疑，它不仅是工程地质、土木建筑、道路桥涵、水利工程等专业在校学生重要的参考书，同时对从事上述各项建设的工程技术人员也将有一定的参考价值。

鉴于我国目前勘察、设计、施工配合不甚协调的实际情况，我们翻译了“土质工程学练习应用篇”一书，作为推动这种结合的借鉴，同时或可能对从事这方面工作的技术人员有所裨益，对四化建设有所帮助。

本书的第一、二章由徐绍利翻译，第三章由张秀山翻译，全书由张杰坤同志统译和校对，李秋华同志任责任编辑。由于水平所限，错误难免，深望指正。

目 录

(08)	 $1.0 = K$ 代算地基系数, 恒水荷载..... (1)
(09)	 计算地基系数和土压力..... (1.1.1.1)
(10)	 $1.0 = K$ 代算地基系数, 恒水荷载..... (1)
(22)	 恒水荷载..... (2)
(72)	 $1.0 = K$ 代算地基系数, 恒水荷载..... (2)
(14)	 代算地基系数..... 第二章
(第一章)	地基的稳定与沉降..... (1)
(1.1)	地基的固结沉降..... (1)
(1.1)(1)	按矩形分割法计算地基内垂直应力..... (1)
(2.1)	固结沉降量的计算..... (1)
(1.1)(3)	固结速度的计算..... (2)
(8.1)	练习问题 (1.1)..... (3)
(0.1)(1.1.1)	填土造成的固结沉降..... (3)
(8.1) (a)	自重压力的计算..... (3)
(0.1) (b)	固结附加应力的计算..... (4)
(0.1) (c)	固结沉降量的计算..... (4)
(0.1) (d)	固结沉降速度的计算..... (5)
(1.1)(1.1.2)	建设钢板厂引起的固结沉降..... (6)
(1.1) (a)	只由工作台造成的附加应力的计算..... (7)
(1.1) (b)	只由屋顶荷重造成的附加应力的计算..... (8)
(2.1) (c)	工作台部分沉降量的计算..... (11)
(2.1.2)	固结性地基的稳定分析..... (12)
(2.1)	练习问题 (1.2)..... (14)
(2.1)(1.2.1)	住宅用地固结沉降量的计算..... (14)
(1.1) (a)	调查方针..... (14)
(1.1) (b)	调查结果..... (14)
(1.1) (c)	计算结果..... (14)
(2.1)(1.2.2)	对软弱地基滑动破坏的探讨..... (23)
(2.1) (a)	计算条件..... (23)
(2.1) (b)	滑动安全率..... (23)
(2.1.3)	土结构物边坡的稳定分析 (特指堆积坝而言)..... (25)
(2.1)(1)	边坡稳定计算公式..... (25)
(2.1)	练习问题 (1.3)..... (25)
(2.1)(1.3.1)	对坝身标准断面的稳定探讨..... (25)
(2.1) (a)	下游边坡的稳定计算..... (27)
(2.1) 1)	完成后不久, 处于未蓄水状态..... (27)
(2.1) 2)	蓄满水时, 考虑地震力 $K=0.1$ (28)
(2.1) (b)	上游边坡的稳定计算..... (30)
(2.1) 1)	蓄满水时, 考虑地震力 $K=0.1$ (30)
(2.1)(1.3.2)	对修正断面的稳定探讨..... (30)

1) 蓄满水时, 考虑地震力 $K=0.1$	(30)
(1.3.3) 再经修正断面稳定性的探讨.....	(30)
1) 蓄满水时, 考虑地震力 $K=0.1$	(30)
2) 蓄水位急剧下降时.....	(35)
3) 低水位时, 考虑地震力 $K=0.1$	(37)
第二章 深基础的承载力	(41)
2.1 桩基础.....	(41)
练习问题(2.1).....	(41)
(2.1.1) 桥底座桩基础的设计.....	(41)
(a) 桩的容许垂直承载力.....	(42)
(b) 桩的容许拔出力.....	(44)
(c) 桩的容许水平承载力.....	(46)
(d) 分担荷重与变位的计算.....	(46)
(e) 桩中产生的应力.....	(48)
(f) 结果探讨.....	(50)
(2.1.2) 存在液化砂层时, 探讨地震时桩基础的稳定.....	(50)
(a) 桩的容许垂直承载力.....	(50)
(b) 桩的容许拔出力.....	(51)
(c) 桩的容许水平承载力.....	(51)
(d) 分担荷载与变形的计算.....	(51)
(e) 桩中产生的应力.....	(52)
(f) 结果探讨.....	(52)
(2.1.3) 桥底座基础的设计(变换支持层时).....	(53)
(a) 桩的容许垂直承载力.....	(53)
(b) 桩的容许拔出力.....	(54)
(c) 桩的容许水平承载力.....	(54)
(d) 分担荷载与变形的计算.....	(54)
(e) 桩中产生的应力.....	(55)
(f) 结果探讨.....	(55)
(2.1.4) 关于负周面摩擦的探讨.....	(57)
(2.1.5) 摩擦桩产生的桥底座基础的垂直承载力.....	(58)
2.2 沉箱基础.....	(63)
练习问题(2.2).....	(63)
(2.2.1) 用沉箱做桥底座基础的探讨.....	(63)
(物部法).....	(63)
(a) 埋置长度.....	(63)
(b) 最大水平地基反力.....	(65)
(c) 垂直承载力.....	(66)
(d) 作用于沉箱的挠矩和剪切力.....	(67)
(池原、横山法).....	(67)

(08)	(a) 埋置长度	(67)
(08)	(b) 最大水平地基反力	(68)
(08)	(c) 垂直承载力	(69)
(08)	(d) 作用于沉箱的挠矩与剪力	(74)
	第三章 地基的动力学性质	(71)
(30)	3.1 振动与衰减	(71)
(30)	练习问题(3.1)	(71)
(30)	(3.1.1) 频率与周期	(71)
(30)	(3.1.2) 位移、速度及加速度的关系	(72)
(30)	(3.1.3) 弹性体内传播波的种类	(72)
(30)	(3.1.4) 弹簧和重物振动系	(73)
(30)	(3.1.5) 弹簧—质点系的固有周期	(74)
(30)	(3.1.6) 具有粘性阻力的弹簧—质点系	(74)
(30)	(3.1.7) 根据振动记录求衰减常数的方法	(75)
(30)	(3.1.8) 根据振动记录求固有频率和衰减常数	(75)
(30)	(3.1.9) 承受振动外力的弹簧—质点系	(76)
(30)	(3.1.10) 根据共振曲线求衰减常数的方法	(77)
(30)	(3.1.11) 基础座的共振曲线与地基反力系数和衰减常数	(77)
(30)	(3.1.12) 弯曲振动、剪切振动和同步振动的形态	(78)
(30)	3.2 地震与设计地震烈度	(78)
(30)	练习问题(3.2)	(78)
(30)	(3.2.1) 地震波的产生与传播	(78)
(30)	(3.2.2) 地震波的种类	(79)
(30)	(3.2.3) 在地层界面波动的折射与反射	(79)
(30)	(3.2.4) 过去的地震记录	(80)
(30)	(3.2.5) 随加速度、速度、位移不同地震波形的差别	(80)
(30)	(3.2.6) 加速度与气象厅地震烈度级	(81)
(30)	(3.2.7) 根据墓碑倒转调查计算加速度	(82)
(30)	(3.2.8) 水平、上下同时加振时的块体倒转条件	(82)
(30)	(3.2.9) 块体的倒转加速度	(83)
(30)	(3.2.10) 块体的倒转与滑动安全率	(83)
(30)	(3.2.11) 考虑垂直震度时的倒转和滑动安全率	(84)
(30)	3.3 地基的震动	(84)
(30)	练习问题(3.3)	(84)
(30)	(3.3.1) 地基的平时微动与最佳周期	(84)
(30)	(3.3.2) 根据平时微动划分地基种类	(85)
(30)	(3.3.3) 剪切波入射时的地基振动方程式	(86)
(30)	(3.3.4) 剪切波入射时双层地基的反应	(86)
(30)	(3.3.5) 双层地基的固有周期及反应放大率	(80)
(30)	(3.3.6) 双层地基的一次固有周期与最大反应放大率	(88)

(3.3.7)	软弱复盖层的固有周期和反应放大率.....	(89)
(3.3.8)	随基岩剪切波速度不同反应放大率的差别.....	(89)
(3.3.9)	地基的高次固有周期.....	(90)
(3.3.10)	四层地基对输入调和波的反应.....	(90)
(3.3.11)	剪切波的反射与穿透法则.....	(91)
(3.3.12)	多层地基的地震反应.....	(91)
3.4	土的动力学变形特征.....	(92)
	练习问题(3.4).....	(93)
(3.4.1)	弹性波速度与弹性常数的关系.....	(93)
(3.4.2)	土的弹性波速度的概略值.....	(93)
(3.4.3)	地基的弹性波速度的求法.....	(93)
(3.4.4)	N 值与弹性波速度之间的关系.....	(94)
(3.4.5)	土的剪切弹性系数的主要影响因素.....	(95)
(3.4.6)	实验室求土的变形系数的方法.....	(96)
(3.4.7)	粘弹性体的粘性衰减特性.....	(97)
(3.4.8)	土的前期衰减特性.....	(97)
(3.4.9)	土的变形系数、衰减系数与应变的依存性.....	(98)
3.5	地基的液化.....	(100)
(1)	饱和砂的液化.....	(100)
(a)	液化的定义.....	(100)
(b)	影响液化发生的主要因素.....	(101)
(c)	以阐明地基条件为目的的调查.....	(102)
(d)	以了解发生液化标准为目的的试验.....	(102)
	练习问题(3.5).....	(103)
(3.5.1)	孔隙水压上升与抗剪强度下降.....	(103)
(3.5.2)	动直剪试验时应力状态.....	(103)
(3.5.3)	液化与流砂状态.....	(104)
(3.5.4)	根据重复动三轴试验确定液化发生标准.....	(105)
(3.5.5)	根据重复动三轴试验求相对密度与应力比的关系.....	(106)
(3.5.6)	从颗粒级配判断液化的可能性.....	(106)
(2)	砂土地基发生液化可能性的探讨.....	(107)
(a)	按施德和爱德利斯的方法.....	(107)
(b)	根据道路桥规范及其说明书方法.....	(108)
	练习问题(3.6).....	(112)
(3.6.1)	按施德及爱德利斯方法探讨液化的可能性.....	(112)
(3.6.2)	根据道路桥规范及其说明书方法探讨液化的可能性.....	(115)

参考文献

(08)	土质工程学中经常出现的重力单位和SI单位换算表	(8.1)
(08)		(8.1)
(08)		(8.1)

第一章 地基的稳定与沉降

1.1 地基的固结沉降

(1) 按矩形分割法 计算地基内应力

在矩形面积内有均匀分布的荷重时,则在矩形面积的隅角正下方Z深度处的应力,据纽玛克(Newmark)公式应为:

$$\sigma_z = \frac{q}{4\pi} \left[\frac{2mn\sqrt{m^2+n^2+1}}{m^2+n^2+1+m^2n^2} \frac{m^2+n^2+2}{m^2+n^2+1} + \tan^{-1} \frac{2mn\sqrt{m^2+n^2+1}}{m^2+n^2+1-m^2n^2} \right] \quad (1.1)$$

式中 q : 均匀分布荷重的强度

m, n : 矩形两边之长 被

所求应力深度除所得之商。

令式(1.1)为 $\sigma_z = q \times$

$f_B(m, n)$, 如对于 m, n 值制

作求 $f_B(m, n)$ 的图表, 则可得

如图 1.1 所示结果。据此

图如求出 $f_B(m, n)$, 那么,

便可求得矩形隅角正下方的

垂直应力 σ_z 。如果所求应力

点不在矩形隅角正下方, 这时

则应假设 n 个矩形, 再把

所求应力点放在其隅角, 求

由分布于该面积上的荷重所

产生的应力, 再通过适当的

加减即可求得。例如, 为求

在图 1.2 所示矩形荷载面 ab

cd 以外分布的 A 点下地层中

的垂直应力, 这时则可求由

ae 及 ag 面上的荷载所

产生的 A 点下的垂直应力 σ_z

之和, 再减掉 $aebf$ 和 $agdh$

面上之荷载产生的 A 点下垂

直应力 σ_z 即可。

(2) 固结沉降量的计算

固结性地基基础产生的

沉降量, 可根据固结试验结

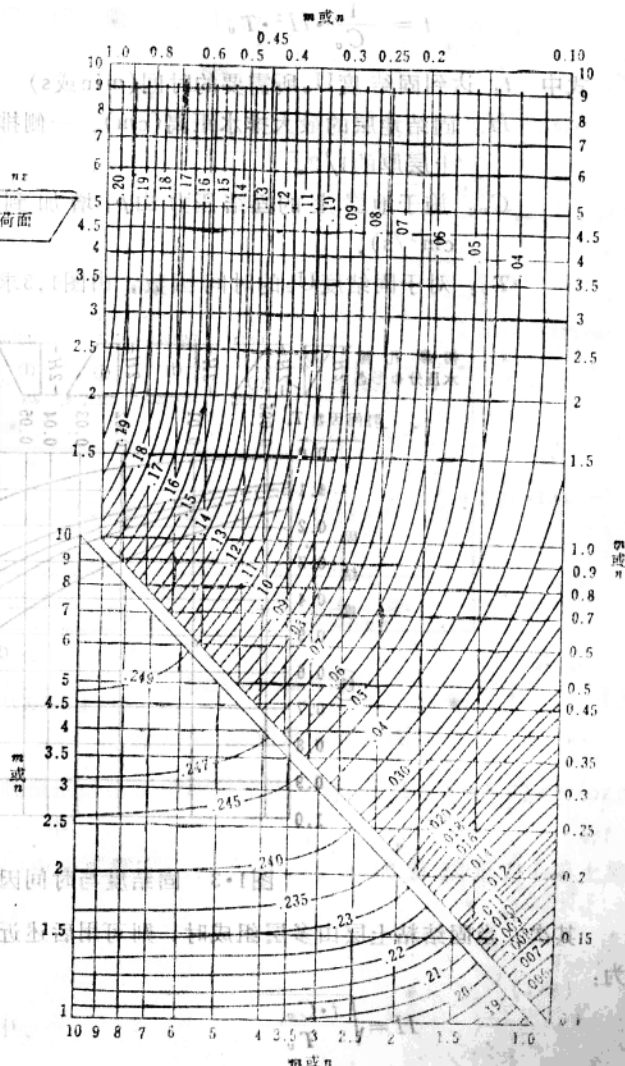
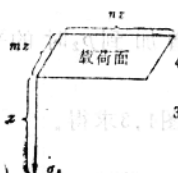


图1.1 求矩形均匀分布荷重四角下的 σ_z 图表

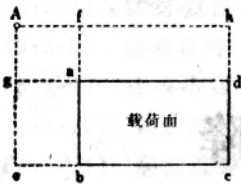


图1.2

果,按式(1.2)进行计算。

$$S_n = \frac{e_1 - e_2}{1 + e_1} \cdot H_n \quad (1.2)$$

式中 S_n : 在 n 层的最终固结沉降量(cm)

e_1 : 建筑物建筑前的孔隙比,即相对于建筑物建筑前固结性土层厚度中心的有效应力 p_1 的孔隙比,可根据固结试验所求 $e-\log p$ 曲线求得。

e_2 : 建筑物建筑后的孔隙比,即与建筑物建筑后增加的有效应力相对应的孔隙比,可根据 $e-\log p$ 曲线求得。再者,有效应力 p_2 可按在(1)项中所述方法求得。

除用式(1.2)计算沉降量之外,有时还用 C_v 或 m_v 求得。而且当地基基础由固结性质不同的许多水平地层组成时,则可应用式(1.2)分别对各层进行计算,然后将各 S_n 相加即可。

(3) 固结速度的计算

达某固结度 U_z 所需的时间为:

$$t = \frac{1}{C_v} \cdot H^2 \cdot T_v \quad (1.3)$$

式中 t : 达到固结度 U_z 所需要的时间(min或s)

H : 固结地层的最大排水距离(cm),一侧排水时为粘土层总厚,两侧排水时为粘土层厚的1/2。

C_v : 施于地层上的固结压力由 p_1 增加到 p_2 时的平均固结系数(cm^2/min 或 cm^2/s)。

T_v : 对于固结度 U_z 的时间因数,由图1.3求得。

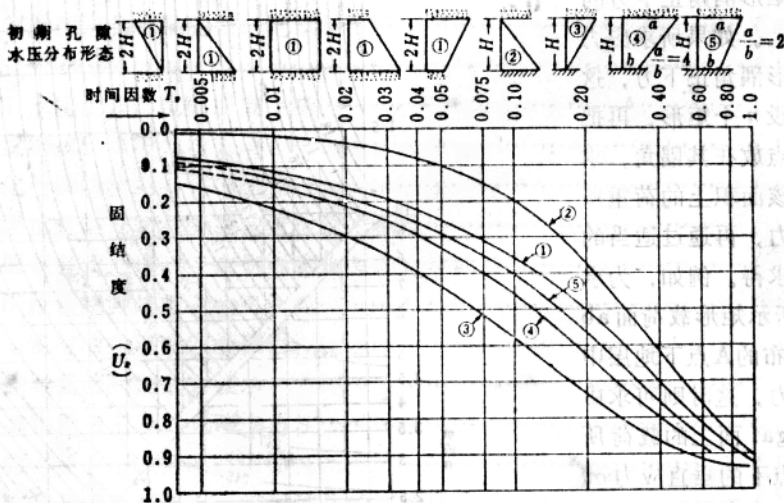


图1.3 固结度与时间因数的关系

其次,当固结粘土层由多层组成时,则可用下述近似方法求得。现将将式(1.3)变形则为:

$$H = \sqrt{\frac{t \cdot C_v}{T_v}} \quad (1.4)$$

今设有一固结系数为 C_v' 的地层, 如果它与固结系数为 C_v 、排水距离为 H 的地层在相同时间内达到相同固结度的话, 那么其排水距离 H' 应为:

$$H' = \sqrt{\frac{t \cdot C_v'}{C_v}} \quad (1.5)$$

因此

$$H' = H \sqrt{\frac{C_v'}{C_v}} \quad (1.6)$$

故当固结粘土层由不同 C_v 的 n 个地层组成时, 结果将它换算成均质的 C_v' 的单一地层, 其层厚则可按下式求得。

$$Z = H_1 \sqrt{\frac{C_v'}{C_{v1}}} + H_2 \sqrt{\frac{C_v'}{C_{v2}}} + \dots + H_n \sqrt{\frac{C_v'}{C_{vn}}} \quad (1.7)$$

练习问题 (1.1)

表1.1 固结系数 C_v

使用资料	$C_v(\text{cm}^2/\text{s})$
S-1	3.25×10^{-1}
S-2	
S-3	2.85×10^{-1}
S-4	
S-5	3.90×10^{-1}
S-7	
S-8	

(1.1.1) 填土造成的固结沉降

在图1.4所示厚20m的软弱地基上填土($\gamma_t = 1.6 \text{ t/m}^3$)高5m (其中砂层1.0m)

时, 试求其固结沉降量和固结速度。而根据固结试验所得原状土样 S-1~S-8 的 $e-\log p$ 曲线和 C_v 等皆已表示于图 1.5 和表 1.1 中。

(解) (a)各地层(I、II、III、IV)中心点深度 Z_1 、 Z_2 、 Z_3 、 Z_4 的自重压力(填土施工前的地下应力) p_1 的计算。

按式(1.8)计算 p_1 。

$$p_1 = \gamma_t Z (\text{t/m}^2) \quad (1.8)$$

现将 p_1 的计算结果表示于表1.2中。

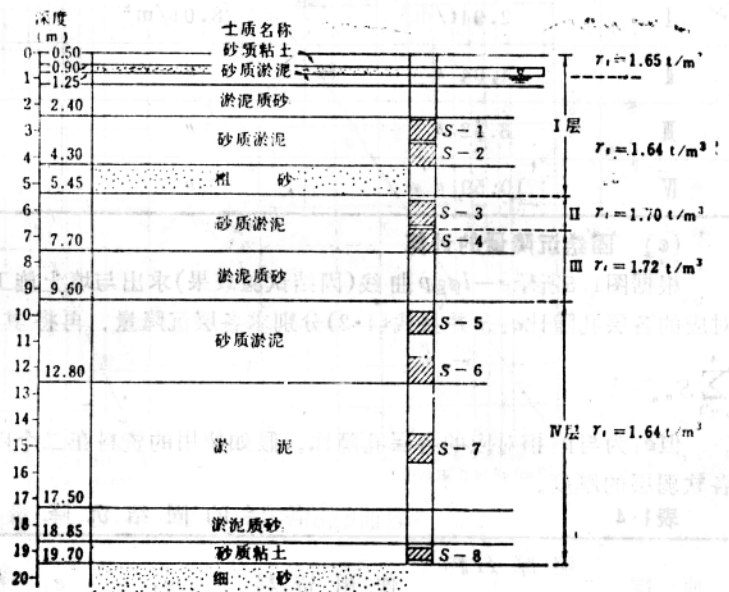


图1.4 软弱地基柱状图

表1·2 填土施工前的地下应力 p_1 的计算结果

地 层	到 中 心 点 深 度 (m)	容 重 (t/m ³)	$p_1 = \gamma \cdot Z$ (t/m ²)
I	$Z_1 = 3.175$	0~0.9m $\gamma_1 = 1.65$ 0.9~3.175m $\gamma_{sub} = 0.64$	2.94
II	$Z_2 = 6.225$	$\gamma_{sub} = 0.70$	4.94
III	$Z_3 = 8.300$	$\gamma_{sub} = 0.72$	6.42
IV	$Z_4 = 14.650$	$\gamma_{sub} = 0.64$	10.59

(b) 固结附加应力的计算

填土高为5m(其中沙层1m),但填土范围却遍及全调查区,因此,因填土而增加的应力在各深度处皆为: $\gamma_s \cdot h = 1.6\text{t/m}^3 \times 5\text{m} = 8.0\text{t/m}^2$ 。

表1·3 填土施工后的地下应力 p_2

地 层	填土施工前应力 p_1	附 加 应 力 Δp_1	填土施工后应力 $p_2 = p_1 + \Delta p$
I	2.94t/m ²	8.0t/m ²	10.94t/m ²
II	4.94 "	"	12.94 "
III	6.42 "	"	14.42 "
IV	10.59 "	"	18.58 "

(c) 固结沉降量的计算

根据图1.5所示 $e - \log p$ 曲线(固结试验成果)求出与填土施工后地下应力 $p_2 = p_1 + \Delta p$ 对应的各层孔隙比 e_2 ,并按式(1·2)分别求各层沉降量,再将其结果相加即得总沉降量

$$\sum_{n=1}^4 S_n$$

但 e_1 为与 p_1 相对应的各层孔隙比。假如使用的资料在二个以上,则取平均值。而 H_n 为各软弱层的厚度。

表1·4 各层的固结沉降量

地 层	层 厚 H_n (m)	使 用 资 料	e_1	e_2	$S_n = \frac{e_1 - e_2}{1 + e_1} \times H_n$ (cm)
I	4.55	S-1	1.60	1.50	21.35
		S-2	1.90	1.75	
II	1.55	S-3	2.39	2.08	14.20
III	2.60	S-4	1.20	1.08	14.70
IV	10.10	S-5	1.65	1.58	24.68
		S-7	1.35	1.26	
		S-8	1.55	1.53	
					$\Sigma S_n = 74.68\text{cm}$

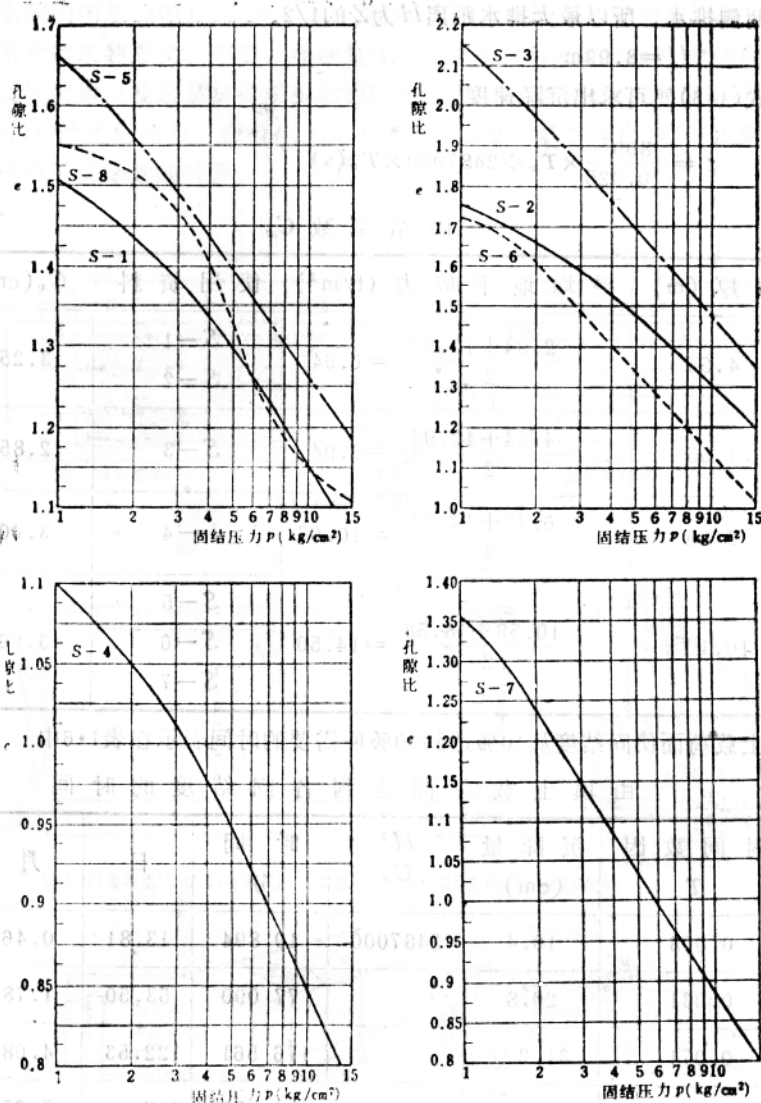


图1.5 S-1~S-8的 $e-\log p$ 曲线

(d) 固结沉降速度的计算

1) 各软弱层的固结系数 C_v 乃根据固结试验成果求与上述 p_1 和 p_2 的平均值相对应的 C_v 而得。其结果如表1.5所示。

2) 换算层厚度的计算

由于各软弱地层有四种不同的固结系数 C_{v1} 、 C_{v2} 、 C_{v3} 、 C_{v4} ，所以应据式(1.7)把它换算成只有固结系数为 C_{v1} 、层厚为 Z 的单一的软弱地层。

$$Z = H_1 \sqrt{\frac{C_{v1}}{C_{v1}}} + H_2 \sqrt{\frac{C_{v1}}{C_{v2}}} + H_3 \sqrt{\frac{C_{v1}}{C_{v3}}} + H_4 \sqrt{\frac{C_{v1}}{C_{v4}}}$$

$$= 4.55 \times 1 + 1.55 \sqrt{\frac{3.25}{2.85}} + 2.60 \sqrt{\frac{3.25}{3.40}} + 10.10 \sqrt{\frac{3.25}{3.90}}$$

$$= 4.55 + 1.66 + 2.54 + 9.22 = 17.97 \text{ m}$$

因从上下两侧排水，所以最大排水距离 H 为 Z 的 $1/2$ 。

$\therefore H=8.99\text{m}$

因此，据式(1.3)便可求出沉降速度。

$$t = \frac{899^2}{0.325} \times T_v \div 2487000 \times T_v(s)$$

表1.5 固结系数 C_v

地 层	层 厚 (m)	平 均 地 下 应 力 (t/m ²)	使 用 资 料	$C_v(\text{cm}^2/\text{min})$
I	4.55	$\frac{2.94+10.94}{2}=6.94$	S-1 S-2	3.25×10^{-1}
II	1.55	$\frac{4.94+12.94}{2}=8.94$	S-3	2.85×10^{-1}
III	2.60	$\frac{6.42+14.42}{2}=10.67$	S-4	3.40×10^{-1}
IV	10.10	$\frac{10.59+18.58}{2}=14.59$	S-5 S-6 S-7	3.90×10^{-1}

现将由填土载荷而使固结度从10%达到90%所需要的时间表示在表1.6中

表1.6 由填土载荷而达到各固结度的时间

固 结 度 $U\%$	时 间 数 因 T	沉 降 量 (cm)	$\frac{H^2}{C_v}$	时 间 分	日	月	年
10	0.008	10.4	2487000	19 894	13.81	0.46	0.040
20	0.031	20.8		77 090	53.50	1.78	0.146
30	0.071	31.2		176 561	122.53	4.08	0.336
40	0.126	41.6		313 233	217.4	7.25	0.596
50	0.197	52.0		489 894	339.9	11.33	0.931
60	0.287	62.4		713 704	495.3	16.51	1.357
70	0.403	72.8		1002 169	695.5	23.18	1.904
80	0.567	83.2		1410 000	978.5	32.61	2.680
90	0.848	93.6		2108 782	1463.5	48.77	4.008

[1.1.2] 在问题(1.1.1)中高5m的填土上修建如图1.6所示钢板厂，试求在此情况下所产生的固结沉降量。

[解]

如将由工作台荷重造成的固结附加应力在软弱层中的分布典型化，则如图1.7所示，呈

现重叠互为影响的图形(a图), 且在平面上如图b所示, 斜线下的附加应力取由相邻八个工作台的荷重重叠起来的形式。亦即, 经试算证明: 在长78m×宽30m的基础面上, 工作台总荷重和货场支柱荷重以及起重机荷重相加的附加应力, 与被78m×30m面积除所得均匀分布荷重 $q=0.5t/m^2$ 产生的应力, 在数值上几乎相等。因此, 我们用(1)项所述矩形分割法求附加应力, 并进行了沉降量的计算。

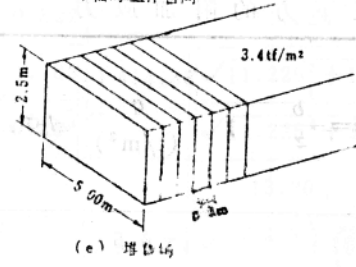
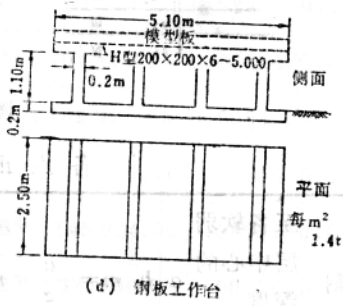
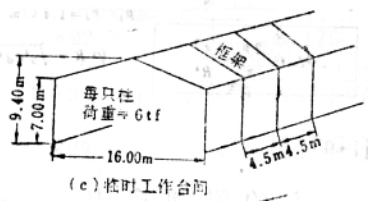
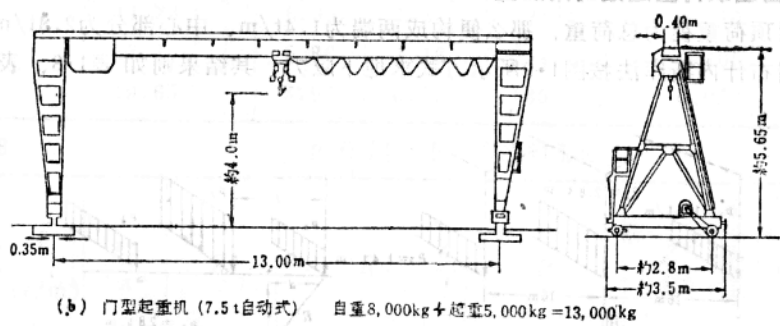
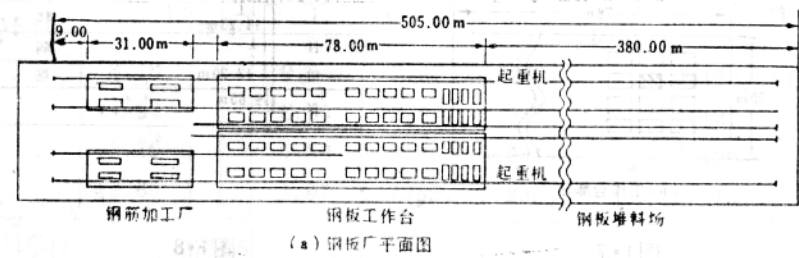


图1·6

(a) 只由工作台造成的附加应力 $\Delta\sigma_{z1}$ 的计算 (矩形分割法)

续表 1-7

B 点	BAGH	39	15			0.5			
I	8.18			4.77	1.83	0.236	0.118	×4	0.47
II	11.23			3.47	1.34	0.222	0.111	(m)	0.44
III	13.30			2.93	1.13	0.211	0.105		0.42
IV	19.65			1.98	0.76	0.175	0.0875		0.35
D 点	DFIG	78	30			0.5			
I	8.18			9.54	3.67	0.247	0.123	×1	0.123
II	11.23			6.95	2.67	0.243	0.121		0.121
III	13.30			5.86	2.26	0.241	0.120		0.120
IV	19.65			3.97	1.53	0.230	0.115		0.115
E 点	EHGD	78	15			0.5			
I	8.18			9.54	1.83	0.236	0.118	×2	0.24
II	11.23			6.95	1.34	0.221	0.110		0.22
III	13.30			5.86	1.13	0.211	0.105		0.21
IV	19.65			3.97	0.76	0.180	0.090		0.18

表1-8

 p_1 作用点正下方的附加应力

层 划 分	至各层 中心点 时的深度 Z(m)	p (t/m)	$\frac{2p}{\pi}$	Z^3	R	R^4	$\frac{Z^3}{R^4}$	$\Delta\sigma_{z,z}$	$\Delta\sigma_{z,z}$ (t/m ²)
I	8.175	1.4	0.892	546.34	8.175		0.1223	0.1091	0.1188
		2.8	1.783		$\sqrt{8.175^2+16^2}$	104 219.21	0.00524	0.0093	
		1.4	0.892		$\sqrt{8.175^2+32^2}$	1 189 910.09	0.000459	0.0004	
II	11.225	1.4	0.892	1 414.36	11.225	15 876.16	0.08909	0.0795	0.0978
		2.8	1.783		$\sqrt{11.225^2+16^2}$	145 924.00	0.009692	0.0173	
		1.4	0.892		$\sqrt{11.225^2+32^2}$	1 322 500.00	0.001069	0.0010	
III	13.30	1.4		2 352.64	13.30	31 290.07	0.07519	0.0671	0.0910
		2.8			$\sqrt{13.30^2+16^2}$	187 393.75	0.001256	0.0024	
		1.4			$\sqrt{13.30^2+32^2}$	1 442 13.79	0.001631	0.0015	
IV	19.65	1.4	0.892	7 587.31	19.65	149 090.59	0.05089	0.0454	0.0816
		2.8	1.783		$\sqrt{19.65^2+16^2}$	412 318.09	0.01840	0.0328	
		1.4	0.892		$\sqrt{19.65^2+32^2}$	1 988 438.41	0.00382	0.0034	

表1-9

 p_2 作用点正下方的附加应力

1-1 表型

层划分	$Z(m)$	p (t/m)	$\frac{2p}{\pi}$	Z^3	R	R^4	$\frac{Z^3}{R^4}$	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_{z2}$ (t/m ²)
I	8.175	2.8	1.783	546.34	8.175	4 466.33	0.1223	0.2181	0.2275
		1.4	0.892		$\sqrt{8.175^2+16^2}$	104 219.21	0.00524	0.0047	
		1.4	0.892		$\sqrt{8.175^2+16^2}$	104 219.21	0.00524	0.0047	
II	11.225	2.8	1.783	1414.36	11.225	15 876.16	0.08909	0.1588	0.1760
		1.4	0.892		$\sqrt{11.225^2+16^2}$	145 924.00	0.009692	0.0086	
		1.4	0.892		$\sqrt{11.225^2+16^2}$	145 924.00	0.009692	0.0086	
III	13.30	2.8	1.783	2352.64	13.30	31 290.07	0.07519	0.1341	0.1565
		1.4	0.892		$\sqrt{13.30^2+16^2}$	187 397.75	0.01256	0.0112	
		1.4	0.892		$\sqrt{13.30^2+16^2}$	187 397.75	0.01256	0.0112	
IV	19.65	2.8	1.783	7587.31	19.65	149 090.59	0.05089	0.0907	0.1235
		1.4	0.892		$\sqrt{19.65^2+16^2}$	412 318.09	0.01840	0.0164	
		1.4	0.892		$\sqrt{19.65^2+16^2}$	412 318.09	0.01840	0.0164	

表1-10

E(H)点的沉降量

使用资料	层划分	层厚 $H_n(m)$	p_1 (t/m ²)	e_1	$\Delta\sigma_z = \Delta\sigma_{z1} + \Delta\sigma_{z2}$	$p_2 = p_1 + \Delta\sigma_{z2}$	e_2	$\frac{e_1 - e_2}{1 + e_1}$	ΔS_n	$\sum S_n$ (cm)
S-1 S-2	I	4.55	10.91	1.495 1.748	(0.24) (0.23) 0.47	11.41	1.491 1.740	(0.0016) (0.0029) 0.0023	1.05	
S-3	II	1.55	12.94	2.081	(0.22) (0.18) 0.40	13.34	2.075	0.0019	0.29	
S-4	III	2.60	14.42	1.075	(0.21) (0.16) 0.37	14.79	1.075	0.0010	0.25	
S-5 S-7 S-8	IV	10.1	18.58	1.574 1.257 1.524	(0.18) (0.12) 0.30	18.88	1.573 1.254 1.522	(0.0004) (0.0013) 0.0008	0.81	
										2.40

(c) 工作台部分沉降量的计算

将在(a)、(b)项内求得的附加应力加在一起,并分别计算了由它们在E(H)点、D(F、I、G)点、B点及A(c)点所造的成沉降量。

表1·11

D、F、I、G 点的 沉降量

使用 资料	层 划分	层 厚 $H_n(\text{m})$	p_1 (t/m^2)	e_1	$\Delta\sigma_z = \Delta\sigma_{z1}$ $+\Delta\sigma_{z2}$	$p_2 = p_1$ $+\Delta\sigma_z$	e_2	$\frac{e_1 - e_2}{1 + e_1}$	ΔS_n	ΣS_n (cm)
S-1 S-2	I	4.55	10.94	1.495 1.748	$\begin{pmatrix} 0.12 \\ 0.12 \\ 0.24 \end{pmatrix}$	11.18	1.493 1.743	$\begin{pmatrix} 0.0008 \\ 0.0018 \\ 0.0013 \end{pmatrix}$	0.59	
S-3	II	1.55	12.94	2.081	$\begin{pmatrix} 0.12 \\ 0.10 \\ 0.22 \end{pmatrix}$	13.16	2.079	0.0006	0.09	
S-4	III	2.60	14.42	1.075	$\begin{pmatrix} 0.12 \\ 0.09 \\ 0.21 \end{pmatrix}$	14.63	1.075	0	0	
S-5 S-7 S-8	IV	10.10	18.58	1.574 1.257 1.524	$\begin{pmatrix} 0.12 \\ 0.08 \\ 0.20 \end{pmatrix}$	18.78	1.574 1.255 1.523	$\begin{pmatrix} 0 \\ 0.0009 \\ 0.0004 \\ 0.0007 \end{pmatrix}$	0.71	
										1.39

1·12表

B 点的 沉降量

使用 资料	层 划分	层 厚 $H_n(\text{m})$	p_1 (t/m^2)	e_1	$\Delta\sigma_z = \Delta\sigma_{z1}$ $+\Delta\sigma_{z2}$	$p_2 = p_1$ $+\Delta\sigma_z$	e_2	$\frac{e_1 - e_2}{1 + e_1}$	ΔS_n	ΣS_n (cm)
S-1 S-2	I	4.55	10.94	1.495 1.748	$\begin{pmatrix} 0.47 \\ 0.23 \\ 0.70 \end{pmatrix}$	11.64	1.490 1.739	$\begin{pmatrix} 0.0020 \\ 0.0033 \\ 0.0027 \end{pmatrix}$	1.23	
S-3	II	1.55	12.94	2.081	$\begin{pmatrix} 0.44 \\ 0.18 \\ 0.62 \end{pmatrix}$	13.56	2.070	0.0036	0.56	
S-4	III	2.60	14.42	1.075	$\begin{pmatrix} 0.42 \\ 0.16 \\ 0.58 \end{pmatrix}$	15.00	1.072	0.0014	0.37	
S-5 S-7 S-8	IV	10.10	18.58	1.574 1.257 1.524	$\begin{pmatrix} 0.35 \\ 0.12 \\ 0.47 \end{pmatrix}$	19.05	1.670 1.251 1.520	$\begin{pmatrix} 0.0016 \\ 0.0027 \\ 0.0016 \\ 0.0020 \end{pmatrix}$	2.02	
										4.18