

软土地基 沉降计算

折学森 著

RUANTU DIJI CHENJIANG JISUAN

人民交通出版社

112968

Ruantu Dijì Chénjiāng Jìsuàn

软土地基沉降计算

折学森 著

人民交通出版社

内 容 提 要

本书以饱和软粘土地基的沉降问题为研究对象。书中对公路、铁路在 13 处软土地段 80 余个沉降观测断面的实测数据作了汇总分析,从土中一点在任意时刻的变形连续条件出发,系统地研究了土中有效应力、孔隙水压力以及土体应变在地基沉降过程中的相互影响关系;对土中应力的计算、地基一维和多维沉降的计算以及固结度的计算等问题作了较全面的理论分析和公式推导,进而对地基沉降计算方法作了进一步的完善和较明显的改进。此外,本书还对砂井地基固结理论的计算和桩体复合地基变形与稳定性分析等问题进行了探讨。

图书在版编目(CIP)数据

软土地基沉降计算/折学森著.-北京:人民交通出版社,1998

ISBN 7-114-02890-3

I. 软… II. 折… III. 软土地基-沉降(土建)-计算

IV. TU433

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 01896 号

软土地基沉降计算

折学森 著

责任印制:张 凯 版式设计:刘晓方 责任校对:尹 静

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街 10 号)

各地新华书店经销

北京牛山世兴印刷厂印刷

开本:850 × 1168 1/32 印张:7.5 字数:201 千

1998 年 5 月 第 1 版

1998 年 5 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数:0001-3000 册 定价:18.00 元

ISBN 7-114-02890-3

U · 02061

前 言

地基沉降是土力学中的主要研究课题之一,早在 20 世纪初, K. Terzaghi 等人(1925 年)就曾建立了经典的地基沉降分析法,此后又有很多人为该方法的改进和完善做出了重要贡献。70 年代以来,随着计算机技术的进步,采用有限元分析法计算地基沉降也成为可能,但时至今日,地基沉降课题仍然困扰着土木工程技术人员。就一般的土木工程而言,仍在普遍沿用 K. Terzaghi 等人建立的经典分析法;在实用计算中,工程人员的经验和技能往往起着关键作用。究其原因,可概括为如下几个方面:一是,新的理论和技能尚不成熟,且对技术人员的素质和工程测试手段提出很高要求。有人曾断言,虽然有限元技术的发展已为分析地基沉降提供了一种有用手段,但即使在将来,也不会在工程中完全替代经典分析法。二是,地基沉降的分析需要理论与实践密切地配合,而工程技术人员总希望地基沉降的计算方法能够尽可能地简便直观,所需试验参数少而易确定,对各种工程情况均有良好的适应性,这就难免使地基沉降分析中需要加入一定的经验成分。三是,地基沉降的分析中涉及到地面外荷载的计算、土中应力的计算、土体固结度的计算、土体变形的计算,以及土体试验参数的选用等许多环节,各环节之间又互有影响,其相互关系也随时间而变化,因此,地基沉降的分析也是一项复杂的系统工程,每一环节的疏忽都可能导致错误的结果。

诚然,地基沉降是很复杂的课题,对此,纯经验或纯理论的观点都是不可取的。有限元技术的发展为人们研究解决沉降课题带来了希望,并给予了許多启迪和想象;而经典分析法的简便直观则对工程技术人员来讲具有无限的魅力。从广义上将两种方法进行

比较可见,经典分析法中采用分层总和计算地基沉降可视为有限元方法的高度简化,其主要区别在于计算单元的划分方式以及对土体应力应变关系的模拟分析方法。因此,人们可以探索介于上述两种方法之间的一种地基沉降分析法。例如采用分层总和法时,对于地基的每一土体分层,根据有限元法的基本思路,从土中一点在任意时刻的变形连续条件出发进行理论公式推导和计算。这样,地基沉降的计算过程也许能得到简化,并可望较合理地模拟土体的应力应变过程,这种方法可被称之为有限层分析法。若理论公式的推导过程较为合理,则沉降计算的系统误差就可能大大减小,而且,结合具体工程情况进行经验修正或反算分析也就能较容易和较合理些。近十几年来,国内外对于饱和软粘土基本特性和变形规律的研究已经非常深化;随着我国公路、铁路建设的发展,工程中已积累了十分丰富的软土地基沉降试验资料,这就为地基沉降计算方法的改革和完善奠定了基础。本书正是在这样的有利条件下通过近7年的艰苦探索编著而成的。

顺便提及,作者已就本书推荐的有关方法编制了相应的计算机程序,并已在一些工程中进行了试用。

本书内容是作者的一些浅显探索,在理论分析和公式推导中也引用了众多研究者的理论成果和试验资料,作者在此对他们深表感激和敬意。鉴于作者的水平所限,书中难免有许多不足和疏漏,恳请读者能给予谅解,并提出宝贵意见。最后,作者对所有为本书的完成和出版给予支持的人们表示最衷心地谢意。

作 者

1997年3月于西安

目 录

第一章 绪论	1
1.1 研究课题的提出	1
1.2 软土地基沉降计算方法综述	2
1.3 研究方法与内容.....	11
第二章 软土地基沉降试验资料分析	14
2.1 软土地基沉降试验资料概况.....	14
2.2 软粘土物理力学指标的统计分析.....	20
2.3 软土地基沉降规律分析.....	25
2.4 小结.....	35
第三章 软土地基中应力的计算	37
3.1 水位以下粘性土当 $0 < I_L < 1$ 时的自重应力计算	37
3.2 基底附加压力随地基沉降变化的分析及土中附加应力计算.....	42
3.3 先期固结应力对有效应力增长规律影响的分析.....	47
3.4 小结.....	48
第四章 软粘土的应力应变关系	50
4.1 软粘土在侧限条件下的应力应变关系.....	50
4.2 软粘土的体积变形分析.....	57
4.3 软粘土的不排水变形分析.....	61
4.4 小结.....	68
第五章 软土地基固结沉降的线弹性计算	70
5.1 软土地基一维固结沉降的线弹性计算.....	70
5.2 软土地基多维固结沉降的线弹性计算.....	74
5.3 地基一维与多维固结沉降线弹性计算公式的比	

较分析.....	79
5.4 小结.....	82
第六章 软土地基沉降的非线性计算	83
6.1 软土地基一维固结沉降的非线性计算.....	83
6.2 软土地基多维固结沉降的非线性计算.....	85
6.3 地基一维与多维固结沉降非线性计算公式的比较 分析.....	90
6.4 软土地基瞬时沉降计算.....	98
6.5 小结	103
第七章 土体一维固结理论的计算.....	104
7.1 土体的一维固结微分方程及其解析方法	104
7.2 地基平均固结度的计算	108
7.3 土中一点应力固结度的计算	116
7.4 土体一维固结度的计算分析	119
7.5 小结	123
第八章 土体多维固结理论的计算.....	125
8.1 土体多维固结微分方程及其解析方法	125
8.2 土体平均附加应力系数 α_m 的近似拟合函数.....	129
8.3 土体多维固结理论解的简化计算	135
8.4 地基多维平均固结度的计算	139
8.5 土中一点多维应力固结度的计算	149
8.6 土体多维固结度的计算分析	153
8.7 小结	163
第九章 土体轴对称固结理论的计算.....	164
9.1 土体轴对称固结理论概述	164
9.2 土体轴对称固结的微分方程及其解析方法	165
9.3 砂井地基平均固结度的计算	170
9.4 砂井地基土中一点应力固结度计算	177
9.5 小结	181
第十章 桩体复合地基变形与稳定性分析.....	182

10.1	桩体复合地基概述·····	182
10.2	桩体复合地基变形与稳定性分析的基本方程·····	183
10.3	桩体复合地基变形与稳定性的线弹性分析·····	189
10.4	计算分析·····	193
10.5	小 结·····	198
第十一章	软土地区公路路基沉降的计算·····	200
11.1	地基沉降计算的基本公式及使用方法·····	200
11.2	软土地区公路路基的特点及沉降估算方法·····	212
11.3	工程实例计算·····	215
参考文献	·····	224

第一章 绪 论

1.1 研究课题的提出

地基沉降是土力学中的重要研究课题之一。自从 Terzaghi (1923 年)的一维固结理论问世以来,地基沉降的理论研究已取得了长足的进展,并且在工程建设中发挥了巨大的指导作用。然而,从工程建设的发展与要求来看,还需对现有的地基沉降计算理论作进一步的研究和改进。正如泰国学者 Balasubramaniam 和 Brenner 在文献[1]中所指出的那样,地基沉降计算理论“尽管有了很大改进,但沉降的预估比一般的土工计算更具技术性。今天,在许多情况下已能够预估出误差不超过 10%~20%的最终沉降量(Akagi, 1979 年),但是,预估沉降与时间关系的能力仍然相当差”。

软土在我国的沿海和内陆地区都有相当大的分布范围。由于软土地基的压缩性高,渗透性低,固结变形持续时间长,所以,软基沉降量及其速率的预估就成了工程设计中的主要问题。随着我国基本建设的发展,在软土地区兴建公路、铁路、水利、建筑、机场以及码头等项目将会日益增多,并对地基沉降估算要求也将不断提高。因此,革新或改进估算地基沉降的计算方法具有重大学术价值与社会效益。

80 年代以来,我国的公路建设进入了快速发展时期,在沿海软土地区修建了许多条高等级公路;与此同时,在公路施工和营运期间对路基沉降的预估遇到了很大困难。有些公路在建成后不久,就因路基下沉过大而导致路面开裂或桥头错台,甚至经过多次返

修也未能彻底整治病害,在人力和物力上造成很大浪费。为此,各地公路部门相继开展了很多次规模较大的路基沉降观测试验工作,有些工点目前仍在进行。这些沉降观测工作所取得的成果,为当地的高等级公路设计与施工提供了可贵资料,同时也为软基沉降计算方法的进一步革新或改进提供了基础。

地基沉降的理论分析方法可归纳为两种类型:一类是理论公式法;另一类是数值分析法。理论公式法建立在 Terzaghi 等人创立的经典土力学基础上,其中引入了许多简化假定。这类方法具有简便、直观、计算参数少且易取得等优点,因而在工程中得到了广泛应用。数值分析法则近代土力学研究的产物。70 年代以来,随着计算机和有限元应用技术的发展,人们可以将复杂的土工计算问题编制成有限元计算程序,通过计算机运算,从而得到较准确的计算结果。利用数值分析法,可以较全面地考虑土体的变形特性及其边界条件,理论上较严密。但这种方法有一定难度,缺乏理论公式法所具有的许多优点,因此,在工程中未能得到广泛应用。

为了适应我国高等级公路以及其它土木工程对提高软土地基沉降计算水平的迫切要求,本书将对我国近年来所取得的软土地基沉降试验观测资料进行整理分析,并在此基础上,对其沉降计算的理论公式进行较系统、深入地研究。

1.2 软土地基沉降计算方法综述

地基沉降计算的理论公式,一般表示为

$$S(t) = S_s(t) + S_d + S_c(t) \quad (1.2.1)$$

式中: $S(t)$ ——地基在时间 t 的总沉降;

$S_s(t)$ ——地基的次固结沉降;

S_d ——地基的瞬时沉降;

$S_c(t)$ ——地基的排水固结沉降。

次固结沉降一般被定义为,当土中超静水压力基本消散后地基所产生的沉降。这部分沉降通常较小,且历时很久。根据曾国熙

先生等(1994 年)的研究,次固结沉降在总沉降中所占比例,一般都小于 10%(按 50 年计)。因此,将不讨论地基的次固结沉降问题,仅讨论另外两项沉降。

一、瞬时沉降计算

瞬时沉降是地基土在不排水加载期间产生的。对于严格的土体一维变形情况,瞬时沉降很小。当土体完全饱和时,由于土中水及土颗粒本身的变形可忽略不计,故瞬时沉降接近于零。对于土体的二维(平面应变)或三维变形情况,则瞬时沉降在地基总沉降量中占有相当大的比例。瞬时沉降与加载方式和加载速率有很大的关系,如采用瞬时一次加载方式时,地基的瞬时沉降比均匀慢速加载的情况要大得多。这主要是由于在不同增量加载的时刻,土中有效应力随着土体的固结而增大,土体的变形模量也相应增大。Simos(1971 年)曾用伦敦原状粘土在三轴仪上进行了各种应力路径的不排水压缩试验,试验结果表明,土体的不排水变形模量随主应力比 $\frac{\sigma'_1}{\sigma'_3}$ 及平均有效应力 σ'_m 的变化而变化。当主应力比一定时,变形模量与施加偏应力前土体上受到的平均有效应力成正比;当平均有效应力一定时,变形模量随主应力比的增大而减小。

瞬时沉降的理论计算方法主要有如下几种:(1) 根据土体的不排水变形模量按线弹性理论计算,也包括 D'Appolonia 等人(1971 年)经有限元分析提出的修正方法;(2) Lambe 等人(1967 年)提出的应力路径法;(3) 徐少曼(1983 年)提出的根据三轴不排水试验的归一化曲线进行计算。在这几种方法中,唯有 Lambe 等人(1967 年)提出的应力路径法可以考虑加载方式和加载速率的影响,但该方法过多地依赖室内试验,试验工作量相当大,且对试验技术要求很高,所以在工程中应用非常不便。

在国内的工程设计中,通常是在地基固结沉降计算的基础上,用经验系数进行修正,以便考虑瞬时沉降以及其它因素的影响。对于这种经验方法,虽然在我国的一些地区已积累了不少经验,但

其存在的问题是显而易见的。王引生(1993年)对沪嘉公路软基沉降实测资料的统计分析结果表明,采用单一的经验系数,不能合理地反映地基实际沉降与理论计算值之间的关系。

二、固结沉降的计算

固结沉降是地基土在排水固结过程中由于体积压缩而产生的,通常用下式表示

$$S_c(t) = S_{\infty} \bar{U}_t \quad (1.2.2)$$

式中: S_{∞} ——地基的最终固结沉降量;

$\bar{U}_t$ ——地基的平均固结度。

式(1.2.2)表明,地基固结沉降的计算包括两个部分,即土体固结度的计算和地基最终固结沉降量的计算。以下将分别进行讨论。

1. 线弹性固结理论

式(1.2.2)是在 Terzaghi(1923年)一维固结理论的假定条件下建立的。这些假定条件是:土体为均匀连续各向同性的线弹性体;土体是完全饱和的;土颗粒和土中水是不可压缩的;土体的压缩和孔隙水的挤出只发生于同一方向;土中水的流动服从 Darcy 层流定律;在固结过程中,渗透系数和压缩系数都是常数。

Terzaghi 一维固结理论的推出,极大地促进了土力学理论的发展,强有力地指导了土工建筑物的设计与施工。此后, Rendulic(1936年)又将 Terzaghi 的一维固结理论推广到二维和三维情况,得出 Terzaghi-Rendulic 固结理论。这种理论除了保留 Terzaghi 一维固结理论的假定条件外,还假定在排水固结过程中,土中一点的总应力之和保持不变,即未考虑应力与应变需要满足的相容条件。关于 Terzaghi-Rendulic 固结理论,至今尚没有适用于一般情况的解析解,只能采用有限差分解和有限元解。Boit(1941年)直接从弹性理论出发导出了三维固结理论方程。Boit 固结理论也采用了 Terzaghi 一维固结理论的假定条件,但确保了土中应力和应变所满足的相容条件,所以,被称为真三维固结理论。这个理论可以

同时求解土体在任意时刻的应力和变形,然而,由于数学上的困难,即使采用级数和积分变换等手段,也只能对少数简单的边值问题求出解析解或半解析解。于是,Boit 固结理论一直被束之高阁,使应用者却步。直到 60 年代末,随着电子计算机的发展以及有限元法的应用,它才得到工程界的关注。

由于 Terzaghi-Rendulic 固结理论比 Boit 固结理论简单,所以,在工程中的应用也较多。但这种理论将同一现象的两个方面——固结过程中的孔隙水压力消散和变形发展——人为地分割开来,当做互不关联的独立问题求解,故在某些情况下将会导致很大的误差。Cryer(1963 年)在 Mandel(1957 年)的研究基础上,曾用这两种理论对承受均匀压力并在表面排水的球状试样的固结问题进行求解,然后将其结果进行了比较。他证明,按照 Boit 理论,在固结初期,球心附近的超静水压力不但没有下降,反而持续上升到其初始值以上。这种现象称为 Mandel-Cryer 效应,并被 Gibson(1963 年)和 De Jong(1965 年)的球状试样的固结试验所证实。然而,在简单的 Terzaghi-Rendulic 理论中却未显示出此效应。Schiffman(1969 年)等人的研究则表明,Mandel-Cryer 效应的影响随各种条件而异。虽然 Terzaghi-Rendulic 固结理论不能反映土中孔隙水压力早期增长的这一现象,然而一旦这种早期增长消失后,由 Terzaghi-Rendulic 固结理论给出的超静水压力消散过程与 Boit 理论的精确解十分接近。Schiffman(1969 年)还进一步指出,对于许多实际问题,例如,当底宽与地基压缩层厚度之比大于 0.5 时的路堤型荷载, Terzaghi-Rendulic 固结理论认为已足够精确了。

2. 土体的非线性固结特性

以上的几种固结理论是建立在土体为线弹性变形的假定条件下的,而实际土体通常为非线性变形体。Mikasa(1963 年)经过大量软粘土固结过程的研究后发现,软粘土的固结特性与 Terzaghi 的固结理论不太符合。他认为当土层很软很厚时,土层的自重应力水平对固结过程的影响很大。Gibson 等人(1967 年)提出了一维有

限非线性应变固结理论,它考虑了土体压缩性和渗透性与孔隙比的非线性变化,以及土体自重应力等方面的因素。Gibson 和 Schiffman 等人(1981 年)用有限非线性应变固结理论分析厚层粘土的固结过程时发现,如果考虑土体的非线性,则求得的同一层土的固结速率比用 Terzaghi 理论推求的要快。宴宜、蔡正银等人(1992 年)曾对 Gibson 建立的一维有限非线性应变固结理论得出了简化条件下的解析解,并通过离心试验进行了分析验证。试验结果证明,离心试验与常规试验相比,两者压缩特性一致,而考虑土体自重应力的离心固结试验比常规固结试验的历时短,所得出的固结系数大;离心试验得到的土体固结速率比 Terzaghi 固结理论推算的结果要快,而与有限非线性应变固结理论在简化条件下的解推求的结果基本一致。

由式(1.2.2)可得按地基沉降定义的平均固结度为

$$\bar{U}_t = \frac{S_c(t)}{S_{c\infty}} \quad (1.2.3)$$

在 Terzaghi 的一维固结理论中,地基平均固结度与平均孔隙水压力的消散程度相同,即

$$\bar{U}_t = 1 - \frac{\bar{u}}{\bar{u}_0} \quad (1.2.4)$$

式中: $\bar{u}_0, \bar{u}$ ——地基土中初始的和 t 时刻的平均超静水压力。

式(1.2.4)等于按应力定义的地基平均固结度。

由于土体为非线性变形体,所以,由式(1.2.3)及(1.2.4)得出的结果实际上不相等。对于地基二维和三维变形情况,则在线弹性假定的条件下也不能通过理论推导得出式(1.2.3)与(1.2.4)相等的结论。谢新宇等人(1992 年)、魏汝龙(1994 年)都曾基于土中一点的一维应力应变关系,提出了按应变定义的固结度与按应力定义的固结度之间的换算关系。魏汝龙还进一步指出,“目前在从室内固结试验确定固结系数时,传统地都利用试样的应变固结度来表示应力固结度,这些必须加以修正”,即应该用他所建议的换算关系式算出与实际情况相匹配的固结度,再根据固结理论中相应

的时间因数计算固结系数。这两位学者提出的换算关系是针对土体一维变形情况得出的。对于土体的二维和三维固结变形情况,则就难以得出相应的换算关系。事实上,由于固结度的计算是为了进一步计算地基的沉降,因此,更简捷的方法是改变式(1.2.2)所示传统的固结沉降公式,而直接根据土中一点在任意时刻的有效应力与应变的关系建立沉降公式。此种方法将在本书第六章中进行讨论。

关于土体的固结理论,曾经有很多人研究了土体变形的非线性影响问题。然而,对于线弹性固结理论的任何有意义的改进,都将使计算工作量大大增加,并且还可能增加一些常规试验难以取得的计算参数,从而影响到它的适用性。Barden(1965年)和魏汝龙(1987年)认为,由于在固结过程中土的压缩性和透水性均随有效应力的增大而减小,对于固结系数 C_v 来说,这两种变化的影响能在一定程度上互相抵消,因此, C_v 的变化很小。如果压缩性的减小和透水性的减小接近成比例,则可假设 C_v 为常数。这种假设要比压缩性和透水性不变的假设更加接近于实际。对于这种情况,现有的线弹性固结理论就可被更好地应用。

由 Terzaghi 一维固结理论得出的土体固结度等于按应力定义的固结度,因此,作者结合窦宜等人(1992年)的离心机试验和对一维有限非线性应变固结理论的研究结果,通过比较分析后发现,若将由 Terzaghi 固结理论得出的固结度按魏汝龙所建议的换算关系计算应变固结度,则其计算结果与离心机试验结果以及一维有限非线性应变固结理论推算的结果较接近(见本书第四章)。这表明,魏汝龙等人的上述观点是正确的,即在土体非线性变形的情况下,也可近似采用线弹性固结理论计算土中超静水压力的消散过程。问题的关键在于按变形定义的固结度与按应力定义的固结度之间应按一定的关系进行换算。

目前在土力学学科中已有许多种考虑土体非线性变形的地基最终固结沉降计算公式,有些已得到广泛的应用,但当计算地基在任意时刻的沉降时,仍采用式(1.2.2),这就与实际情况不甚符合

了。对于土体非线性变形的情况,即使按魏汝龙等人建议的关系式对土体固结度进行换算,也得不出与式(1.2.2)相似的数学表达式。这是由于魏汝龙等人的换算关系是针对土中一点的变形情况得出的。这样,在地基最终固结沉降以及土体固结理论的计算是完全准确的情况下,按式(1.2.2)计算的地基固结沉降也会有一定的误差。

3. 地基最终固结沉降的计算

关于地基最终固结沉降的计算公式已有很多种。比如地基一维沉降计算有:按 $e-p$ 压缩试验曲线建立的公式;根据压缩模量 E_s 或压缩系数 a_{1-2} 建立的公式;考虑土体应力历史影响的情况下按 $e-\log p$ 压缩曲线建立的公式等。地基二维(平面应变问题)和三维沉降计算有:ФлоруН(1937年)、Egorov(1957年)、黄文熙(1957年)、Davis 和 Poulos(1963年,1968年)以及魏汝龙(1979年)等许多人根据广义虎克定律得出的公式;Lambe(1964年)、Marr 等人(1979年)提出的应力路径法;Skempton 和 Bjerrum(1957年)提出的用三轴不排水条件下得出的三维孔隙水压力计算最终固结沉降的方法等。此外,还有根据半无限均质线弹性体推导得出的弹性理论公式。上述这些公式中的土中应力都需根据线弹性理论进行计算。除了弹性理论公式外,其余所有公式的共同特点是对地基土分层计算其变形,然后求和;而主要区别就在于计算土中一点的竖向变形时所采用的应力应变关系不同。目前,工程中采用一维固结沉降公式计算地基的最终固结沉降较为普遍。但是,当可压缩土层是很厚的软粘土时,采用这种方法将会引起很大的误差。

三、影响地基沉降计算的几个重要问题

影响地基沉降计算的问题不少,其中主要有以下几点:

1. 土体自重应力的计算问题

软土地基中的地下水位通常很高,对于地下水位以下的土体,当其液性指数为 $0 < I_L < 1$ 时,土颗粒是否受到水的浮力作用,浮

力多大,尚无法确定,从而影响到此种情况下的土中应力计算,目前只能按对工程不利情况考虑。在地基沉降计算中是采用浮容重计算自重应力,这对沉降计算结果必然会产生较显著的影响。

2. 基底附加压力随地基沉降变化的问题

当软土地基上的荷载是填土时,一方面,在施工期间的地基沉降由后继填土补填起来,从而使实际填土荷载大于原设计荷载;另一方面,当地下水位很高时,沉至地下水位以下的填土会受到浮力作用,导致基底附加压力减小。对于前一因素,目前还缺少理论分析方法,工程中通常对地基沉降较大的情况作适当的经验修正,即工程上所谓的超填修正问题。对于后一因素,Baligh(1978年)、朱向荣等人(1992年)曾针对地基一维沉降情况,给出了土中应力随地基沉降减小的计算方法。朱向荣等人的计算表明,土中应力的减小对软基沉降计算的影响是相当显著的。此外,Olson 和 Ladd(1979年)也曾用有限差分法对此问题作了计算分析,其结果表明,对较高的路堤,土中应力减小对地基沉降量的影响较之低路堤情况小得多。

事实上,由地基沉降导致的超填荷载与填土浸水后受到的浮力作用,对沉降量的影响具有互补性,故在沉降分析中应对这两方面的影响综合考虑,否则将会导致更大的误差。

3. 土体应力历史的影响问题

工程实践表明,软土地基通常由多种土层组成,其中一些土层可能处于超固结或欠固结状态。如我国沿海地区的软土层上常有1.0m~3.0m的超固结硬壳层,而近海地区的软土层往往处于欠固结状态。土体的应力历史不仅对地基沉降量产生影响,也影响土体的固结特性。如欠固结土,由于先期固结应力小于现在的自重应力,即在自重应力作用下尚未完全固结,当在地基上没有外荷载时,土中有效应力也在增加,直到有效应力增大到自重应力时,土体才完全固结。又如超固结土,先期固结应力大于自重应力,只要外荷载引起的附加应力与自重应力之和小于或等于先期固结应力,土体的变形就必定很小,故可近似认为不产生排水固结变形。