

盈建科

建设工程软件培训教材

盈建科基础设计软件 工程应用与实例分析

林 柏 主编



扫码即可免费获得精品PPT

中国建筑工业出版社

建设工程软件培训教材

盈建科基础设计软件 工程应用与实例分析

林 柏 主编



中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

盈建科基础设计软件工程应用与实例分析/林柏主

编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2017. 11

建设工程软件培训教材

ISBN 978-7-112-21287-3

I. ①盈… II. ①林… III. ①桩基础-建筑设计-计算机
辅助设计-应用软件-技术培训-教材 IV. ①TU473.1-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 239227 号

本书通过 40 余例有着较为可靠长期实测沉降数据桩基础工程实例的计算与对比, 发现盈建科基础设计软件的桩基沉降计算结果保证率大多数远小于 80%, 且该软件给出的沉降计算书不符合相关地基规范规定。由此得出的初步结论为, 盈建科基础设计软件的桩基沉降计算结果直接应用于桩基础内力计算, 将明显偏于不安全。

本书适合建筑结构专业设计人员、在校师生学习使用。

责任编辑: 李 明 李 阳 李 慧

责任校对: 焦 乐 李美娜

建设工程软件培训教材
盈建科基础设计软件工程应用与实例分析
林 柏 主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京海淀三里河路 9 号)

各地新华书店、建筑书店经销

唐山龙达图文制作有限公司制版

廊坊市海涛印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 11 字数: 266 千字

2018 年 1 月第一版 2018 年 1 月第一次印刷

定价: 35.00 元 (附网络下载)

ISBN 978-7-112-21287-3

(30918)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本书编委会

主 编：林 柏

副 主 编：章 华 徐和财

编写人员：

王青松	傅宏兵	方 成	李达欣	丁文湘
张健晖	冯林振	王焕珍	陈厚飞	杨 鑫
楼志辉	钟 坤	李志坚	黄 磊	尤 为
徐时全	钟海峰			

主编单位：

浙江省工业设计研究院

前 言

《盈建科基础设计软件工程应用与实例分析》是《PKPM 地基基础设计软件 JCCAD 工程应用与实例分析》（以下简称《JCCAD 工程应用与实例分析》）的姊妹篇，因此《JCCAD 工程应用与实例分析》中进行详细探讨的桩基沉降计算原理，本书仅作简略介绍。

结构设计人员可能有这样一种误解，“盈建科基础设计软件”与“JCCAD 基础设计软件”就像 PKPM 上部结构设计软件一样，是通过有关部门鉴定的。其实关于桩基的沉降计算，现行国家标准《建筑地基基础设计规范》与《建筑桩基技术规范》就一共给出了 6 套不同的公式，以及各自的经验系数。由此可见，既然桩基沉降计算结果不是唯一的，因此无论哪种基础设计软件是否通过所谓“鉴定”，就属于无关紧要的事，最后的计算结果仍然需要经过设计人员的判断。除非有大量的有关数据支持，否则无论是设计、审核人员，还是设计审查人员，就常常对基础设计软件的计算结果，采取一种默认的态度。一旦工程实践中出现异常现象，或是将责任推诿于施工，或是陷入“沉降计算不可靠”的迷惑。

对上述 6 套不同的桩基沉降计算公式进行探讨，最方便的办法是对《建筑地基基础设计规范》关于桩基沉降计算的 62 栋房屋、《建筑桩基技术规范》关于桩基沉降计算的 157 例工程实例进行探讨。但这些数据对于未参加规范编制的人来说是遥不可及的，据悉有些数据还被封存，不得外泄。

于是在编写《JCCAD 工程应用与实例分析》时，为探讨桩基沉降计算问题而建立了一个“资料库”，其中包含有 2400 余篇（部）学位论文、期刊文献与有关专著，460 余例工程实例。这些工程实例包含沉降、桩土荷载分担、基础钢筋应力等原位实测数据。

依据这个“资料库”，本书对上述 6 套不同的桩基沉降计算公式、桩土荷载分担计算的适用范围进行探讨，并得出与《建筑桩基技术规范》所提供数据与沉降计算经验系数有着相当大差别的初步结论，可供同行们参考。

《JCCAD 工程应用与实例分析》对盈建科基础设计软件（YJKS1.8 版）有所涉猎，但限于篇幅，并未以盈建科基础设计软件为主。现利用上述“资料库”对盈建科基础设计软件（YJKS 1.8.1 版）的应用原理与局限性进行深入广泛的探讨。

在工程实践中，大家还发现对于桩承台一底板基础与桩筏基础，由“盈建科基础设计软件”计算所得的底板内力，常小于“JCCAD 基础设计软件”的计算结果，且幅度还不算很小，“盈建科软件”的有关资料就介绍说可减少 20% 左右。这已经影响到设计人员对软件计算结果的正确判断。本书也依据“资料库”对这种现象进行初步探讨。

本书有关章节的初步结论如下：

1. 盈建科基础设计软件计算单桩与小桩群的疑难与探讨

初步结论：由 8 例非硬土地地区的单桩与小桩群的盈建科基础设计软件计算值与实测沉降量之比可知，当桩长不小于 20m 左右，平均比值为 1.5 左右，可能偏于保守；当桩长不大于 15m 左右，平均比值为 0.4 左右，可能偏于不安全。

2. 盈建科基础设计软件计算常规桩基的疑难与探讨

初步结论：盈建科基础设计软件的“上海地基基础规范法”计算沉降与实测之比平均为 0.53；偏于不安全；该软件的“等效作用分层总和法”计算建筑单体的“承台群”沉降，若沉降计算经验系数取 1.0，软件自动按单个承台计算沉降；若沉降计算经验系数取 1.0 以外任何数目，则桩基等效沉降系数为 1.0，计算结果明显不合理；该软件“考虑桩径影响的明德林应力公式法”的计算沉降与实测之比平均为 0.30，明显偏于不安全。

3. 盈建科基础设计软件计算复合桩基的疑难与探讨

初步结论：《建筑桩基技术规范》提供的复合桩基实测桩土荷载分担资料远不能满足工程设计应用；盈建科基础设计软件关于复合桩基的计算方法，其沉降计算结果与实测沉降之比平均为 0.20，明显偏于不安全。且土反力分担比取值越大，沉降计算值越偏小。

4. 盈建科基础设计软件计算主裙连体桩基的疑难与探讨

初步结论：盈建科基础设计软件的“上海地基基础规范法”、“等效作用分层总和法”与“考虑桩径影响的明德林应力公式法”的计算沉降，均可能明显偏于不安全，计算结果难以修正。且不应由软件计算所得各点的沉降值，直接计算承台板的内力。

5. 盈建科基础设计软件计算复合地基的疑难与探讨

初步结论：因复合地基土反力分担比一般均大于复合桩基，因此盈建科基础设计软件计算的沉降值远小于实测值。

6. 盈建科基础设计软件计算软土地基减沉复合疏桩基础的疑难与探讨

初步结论：盈建科基础设计软件“考虑桩径影响的明德林应力公式法”的计算结果与实测值之比平均为 0.23，明显偏于不安全。复合疏桩基础承台底土抗力计算值与实测值之比为 1.77~13.33，计算值明显偏大。

7. 盈建科基础设计软件计算天然地基的疑难与探讨

初步结论：必须考虑实际沉降差对主裙楼连体天然地基基础计算内力的影响。独立基础——构造板基础的构造板底土反力原位实测证明，土反力荷载分担比例为 20% 左右，不容忽视。

目 录

1. 盈建科基础设计软件计算单桩与小桩群的疑难与探讨	1
1.1 引言	1
1.2 《建筑桩基技术规范》单桩、单排桩沉降计算系数初探	1
1.3 《建筑桩基技术规范》单排桩计算工程实例的探讨	2
1.4 盈建科基础设计软件计算单桩、小桩群沉降的疑难	3
1.5 小结	19
2. 盈建科基础设计软件计算常规桩基的疑难与探讨	21
2.1 引言	21
2.2 等效作用分层总和法之挤土效应系数的探讨	21
2.3 盈建科基础设计软件计算常规桩基沉降的疑难	27
2.4 小结	69
3. 盈建科基础设计软件计算复合桩基的疑难与探讨	70
3.1 引言	70
3.2 承台底基土承载力特征值的定义探讨	70
3.3 计算土抗力与实测值对比以及实测承台底土抗力分担比的探讨	72
3.4 盈建科基础设计软件计算复合桩基的疑难	79
3.5 小结	86
4. 盈建科基础设计软件计算主裙楼连体桩基的疑难与探讨	87
4.1 引言	87
4.2 主裙楼连体桩基工程的实测沉降资料与沉降计算的必要性	87
4.3 上海某 12 层主裙楼连结桩基工程沉降计算探讨	89
4.4 上海某主裙楼连体、变刚度桩基工程的承台板内力计算探讨	95
4.5 小结	100
5. 盈建科基础设计软件计算复合地基的疑难与探讨	103
5.1 引言	103
5.2 主裙连体复合地基工程实测沉降资料	104
5.3 复合地基工程的原位实测资料	104
5.4 复合地基工程的沉降计算疑难	116

5.5 小结	120
6. 盈建科基础设计软件计算复合疏桩基础的疑难与探讨	121
6.1 引言	121
6.2 大比例模型试验与复合桩基础工程的本质区别	121
6.3 盈建科基础设计软件计算复合疏桩基础沉降的疑难	142
6.4 小结	155
7. 盈建科基础设计软件计算天然地基的疑难与探讨	156
7.1 引言	156
7.2 天然地基弹性地基梁板计算的沉降基床系数与位移基床系数	156
7.3 天然地基筏板原位实测钢筋应力及初步探讨	157
7.4 独基—构造板（防水板）的实测土反力及构造板荷载取值初步探讨	159
7.5 小结	163
8. 总结	164
主要参考文献	168

1. 盈建科基础设计软件计算单桩与小桩群的疑难与探讨

1.1 引言

大底盘地下室、主裙楼连体、变刚度桩基建筑的外扩地下室下桩基一般均属于单桩与小桩群（指 6 桩以下的桩基），裙楼下桩基常采用 50 桩以下的小桩群。

外扩地下室与主楼的沉降差基本上就能够决定底板内力的计算结果。而单桩与小桩群的沉降计算一直属于桩基沉降计算的难点之一。因此单独列为一章。

《建筑桩基技术规范》推出不考虑桩径影响的明德林应力解作为单桩与小桩群沉降的计算方法，并提供了北京、济南洛口共 33 例单桩、单排桩静载荷试桩的实测沉降值与计算值的对比，建议沉降计算经验系数可取 1.0；并给出一例工程实例的计算过程。

但众所周知，静载荷试桩与同一工程桩基的实测沉降一般均存在着较大差别，因此上述建议不够严谨。何况还有未列入《建筑桩基技术规范》的济南洛口单排桩长期静载荷试桩实测沉降数据，与常规静载荷试桩的沉降有较大差别。

本章第 2 节对上述问题进行初步探讨，认为经验系数可取 1.0 的建议不够严谨。

本章第 3 节对《建筑桩基技术规范》给出的工程实例算例进行分析，发现该算例的设定可能并不适用于实际工程，因此仅为单桩、小桩群沉降计算过程的演示。

本章第 4 节基于上海、山西、辽宁等地的实际工程单桩、小桩群实测沉降与计算值的对比，可知《建筑桩基技术规范》关于单桩与小桩群沉降计算的经验系数建议值，尚不能适用于所有地区。并就“盈建科基础设计软件”有关单桩与小桩群沉降计算的结果，与手算结果、实测沉降值的对比，对沉降计算经验系数进行初步探讨。

纯地下室小桩群的实测沉降资料并不少见，本书第 4 章提供了 30 例主裙楼连体桩基工程的个点沉降实测数据，其中包括外扩纯地下室的桩基沉降。《建筑桩基技术规范》关于单桩、小桩群沉降计算的探讨，未采用这些数据，原因不明。

全国单层厂房（桩基）工程数以百万计，但能够检索到的长期实测沉降文献也很少。即使有了长期实测沉降数据，可惜那些文献一般均不提供详细的荷载与地质资料。这些遗憾严重制约了本章给出结论的实用价值。

《建筑桩基技术规范》编制组应该能够收集到小桩群实测沉降数据，但未采用这些数据作为验证单桩与小桩群沉降计算经验系数的依据。具体原因不明。

1.2 《建筑桩基技术规范》单桩、单排桩沉降计算系数初探

《建筑桩基技术规范》给出北京、济南洛口共 33 例单桩、单排桩静载荷试桩的实测沉

降与计算值对比的表 11。

表 11 中,北京地区的 30 例单桩静载荷试桩实测沉降,是否与同一工程桩基的实测沉降接近,因为未检索到相关数据,暂且不论。

而表 11 中济南洛口的 3 例单排桩静载荷试桩,就值得探讨。

济南洛口小鲁庄的群桩试验场中,共进行了 52 组承台桩静载荷试桩。其中有 2 组长期荷载试验(历时 108 天): $n=1\times 2(D-10)$ 与 $n=3\times 3(G-25)$ 。(刘金砺,1987.11)

在已检索或购买的 12 份论文或专著中,均无 $n=1\times 2(D-10)$ 承台桩长期荷载试验的数据,也无该试验是否失败的信息。唯一缺少的文献为《钻孔群桩工作机理与承载能力的研究》。故未能将 $n=1\times 2(D-10)$ 承台桩长期荷载试验的实测沉降,与 $n=1\times 2(D-8)$ 承台桩短期荷载试验的实测沉降进行对比,以便确定单桩、单排桩沉降计算结果与实测值的差异。

不过由 $n=3\times 3(G-25)$ 承台桩长期荷载试验的实测沉降,与同样情况的 $n=3\times 3(G-5)$ 承台桩短期荷载试验的实测沉降进行对比,可以初步判断双桩承台桩长期荷载试验与短期荷载试验的实测沉降差异。

长期荷载试验 G-25 承台桩(荷载 1000kN)的 108 天实测沉降为 9.4mm(刘金砺,1990.7),短期静载荷试桩 G-5(荷载 1150kN)的实测沉降量 6.0mm(刘金砺,1995.11)。由此类推,长期荷载试验 D-10 承台桩的 108 天实测沉降,也应该远大于短期静载荷试桩 D-8 的实测沉降量 20mm。

由此可见,《建筑桩基技术规范》采用短期静载荷试桩的实测沉降,作为单桩、单排桩沉降计算结果的校核对象,得出单桩与小桩群沉降计算的经验系数可取 1.0 的建议,可能就不够严谨了。

1.3 《建筑桩基技术规范》单排桩计算工程实例的探讨

再考察《建筑桩基技术规范》给出的北京某框架—核心筒结构的单排桩沉降计算例题。

该例题是将框架—核心筒结构的外围框架柱下桩筏基础按单排桩计算沉降的。但若这种设定能够成立,则大量的疏桩复合桩基就可以按单排桩计算沉降了,因为大多数疏桩复合桩基工程均为沿轴线布置的单排桩。由疏桩复合桩基工程的实测沉降可知,上述设定是不能成立的。

其次,按《建筑桩基技术规范》第 285 页给出的数据,对北京某框架—核心筒结构的核心筒下桩筏与外围边框架柱下桩筏附加压力进行复核,就可以知道核心筒下桩筏的附加压力 680kPa(扣除了 26m 埋深的土自重压力 546kPa),而外围边框架柱下桩筏的附加压力 382kPa(未扣除了 26m 埋深的土自重压力 546kPa),而扣除土自重压力后的基底附加压力则为负数: $382-546<0$ 。

由此可见,上述《建筑桩基技术规范》给出的例题,只是演示单桩、单排桩沉降计算的过程,并不能作为真实的工程实例。而真实的工程实例应该是单层结构(如厂房)与纯地下室的桩基。

1.4 盈建科基础设计软件计算单桩、小桩群沉降的疑难

探讨单桩、小桩群沉降计算的最大疑难是缺少公认的单桩与小桩群基础长期沉降监测的资料。单层厂房桩基属于小桩群基础，主裙连体大底盘地下室的裙楼与纯地下室桩基大多属于小桩群或单桩基础。前者的可靠的长期沉降监测资料较少，且收集不易；后者的资料较多，但有关文献一般均不提供荷载与详细的地质资料，尤其是地基土的压缩曲线。

缺少地基土各层土压缩曲线的影响是致命的，因为那将使得案例的沉降计算结果完全失去了探讨的价值。

但又不可能指望大家都公开自己掌握的详细资料，为此统计了上海地区 15 项工程实例的地基土各层土压缩曲线，得到有关压缩模量的近似换算系数，并应用于下述案例的探讨。

上海第 5 层褐灰色粉质黏土： $E_{s0.2\sim0.3}/E_{s0.1\sim0.2}=1.3$ ， $E_{s0.3\sim0.4}/E_{s0.1\sim0.2}=1.6$ ；

上海第 6 层暗绿—褐黄色粉质黏土： $E_{s0.2\sim0.3}/E_{s0.1\sim0.2}=1.3$ ， $E_{s0.3\sim0.4}/E_{s0.1\sim0.2}=1.5$ ， $E_{s0.2\sim0.4}/E_{s0.1\sim0.2}=1.58$ ， $E_{s0.4\sim0.6}/E_{s0.1\sim0.2}=2.1$ ；

上海第 7₁ 层草黄色砂质粉土： $E_{s0.2\sim0.3}/E_{s0.1\sim0.2}=1.4$ ， $E_{s0.3\sim0.4}/E_{s0.1\sim0.2}=1.7$ ， $E_{s0.2\sim0.4}/E_{s0.1\sim0.2}=2.5$ ， $E_{s0.4\sim0.6}/E_{s0.1\sim0.2}=2.7$ ；

上海第 7₂ 层草黄色粉细砂： $E_{s0.2\sim0.3}/E_{s0.1\sim0.2}=1.4$ ， $E_{s0.3\sim0.4}/E_{s0.1\sim0.2}=1.7$ ， $E_{s0.2\sim0.4}/E_{s0.1\sim0.2}=2.4$ ， $E_{s0.4\sim0.6}/E_{s0.1\sim0.2}=2.7$ 。

关于小桩群的桩数尚无明确定义，本节按一般看法取 6 桩以下的承台桩群。

1.4.1 上海某跨线桥 23m 单桩的沉降计算探讨

[案例 1.4.1] 为静载荷试压维持 3 个月的上海某跨线桥工程 $\phi 0.8\text{m}\times 23\text{m}$ 单桩试桩工程。地基土的物理力学性质指标及承载力，见表 1.4.1-1。

地基土的物理力学性质指标及承载力表

表 1.4.1-1

层序	土的名称	物理性质		力学性质			钻孔灌注桩		单桥静力触探平均贯入阻力值 P_s (kPa)
		厚度 h (m)	重力密度 ρ (kN/m ³)	剪切试验		压缩试验	桩周土摩擦力极限值 f_s (kPa)	桩端土承载力极限值 f_p (kPa)	
				内摩擦角 ϕ (°)	内聚力 C (kPa)	压缩模量 $E_{s0.1\sim0.2}$ (MPa)			
1	填土	1.2	17.0	—	—	—	—	—	
2-1	粉质黏土	1.5	18.9	17.6	24.3	4.66	15	200	820
2-2	黏质粉土	2.4	18.6	27.5	4.0	7.59	15	200	1490
3-1	淤泥质粉质黏土	3.8	18.0	20.4	14.83	3.80	15	200	770
3-2	黏质粉土	2.9	18.6	34.7	3.33	8.71	20	200	2270
3-3	淤泥质粉质黏土	3.1	17.6	15.5	14.0	3.48	20	200	1040

续表

层序	土的名称	物理性质		力学性质			钻孔灌注桩		单桥静力触探平均贯入阻力值 P_s (kPa)
		厚度 h (m)	重力密度 ρ (kN/m ³)	剪切试验		压缩试验	桩周土摩擦力限值 f_s (kPa)	桩端土承载力限值 f_p (kPa)	
				内摩擦角 ϕ (°)	内聚力 C (kPa)	压缩模量 $E_{s0.1\sim 0.2}$ (MPa)			
4	淤泥质黏土	7.0	17.2	9.6	12.0	2.48	20	400	820
5-1	黏土	6.0	17.6	10.1	14.83	3.14	35	350	1020
5-2	砂质粉土	3.7	18.0	30.0	4.0	7.61	45	1200	540
5-3	粉质黏土	3.6	20.0	17.0	45.0	7.41	55	800	2170
5-4.1	粉质黏土	2.9	19.0	—	—	5.40	65	1500	2980
5-4.2	黏质粉土	3.1	19.5	—	—	9.36	70	1800	4950
8-1	黏土	13.0	17.8	14.1	17.92	3.82	45	1000	2000
8-2	粉质黏土	未穿	18.8	15.0	27.0	4.10	50	1200	2700

[案例 1.4.1] 单桩试桩静载荷为 1320kN，桩端持力层为第 5-1 层黏土。稳定 3 个月后实测累计沉降 21.02mm，第 3 个月的沉降速率约为 0.049mm/d，尚未达到稳定的标准。

[案例 1.4.1] 试桩实测沉降—时间曲线，如图 1.4.1-1 所示。

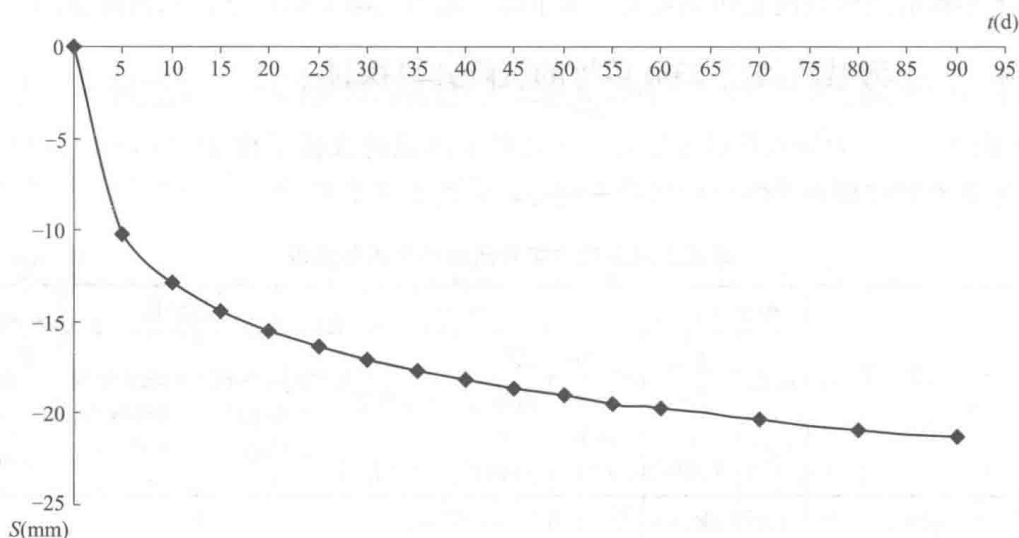


图 1.4.1-1 [案例 1.4.1] 试桩实测沉降—时间曲线

1.4.1.1 由《建筑桩基技术规范》单桩沉降公式计算 [案例 1.4.1] 沉降

$$Q_{uk} = 0.8 \times \pi \times (1.5 \times 15 + 2.4 \times 15 + 3.8 \times 15 + 2.9 \times 20 + 3.1 \times 20 + 7.0 \times 20 + 1.1 \times 35) + \pi \times 0.8^2 \times 350 / 4 = 1216 \text{ kN}, \alpha = 0.145。$$

[案例 1.4.1] 的单桩沉降计算，见表 1.4.1-2。压缩模量取 $1.3 \times 3.14 = 4.08 \text{ MPa}$ 。

1.4 盈建科基础设计软件计算单桩、小桩群沉降的疑难

[案例 1.4.1] 单桩试桩沉降计算

表 1.4.1-2

$Q=1320\text{kN}, \alpha=0.145, l=23\text{m}, d=0.8\text{m}$, 取 $l/d=30, \Psi=1.0$

z/l	I_p	I_{st}	σ_{zi} (kPa)	$0.2\sigma_{ci}$ (kPa)	$E_{s0.1\sim 0.2}$ (MPa)	ΔZ_i (m)	分层计算沉降(mm)
1.004	536.535	15.226	257.830	38.550	4.08	0.092	5.81
1.008	480.071	14.944	233.434	38.690	4.08	0.092	5.27
1.012	407.071	14.281	201.275	38.830	4.08	0.092	4.54
1.016	335.065	13.323	168.924	38.970	4.08	0.092	3.81
1.020	271.631	12.240	139.928	39.109	4.08	0.092	3.62
1.024	220.202	11.162	116.005	39.249	4.08	0.092	2.61
1.028	179.778	10.159	96.878	39.399	4.08	0.092	2.19
1.040	104.344	7.763	60.100	39.808	4.08	0.276	1.36
1.050	(77.880)	(6.544)	46.411	40.160	4.08	0.230	1.05
1.060	51.415	5.344	32.763	41.908	4.08	0.230	0.74
最终沉降量(mm)							31.0

桩身压缩量 $S_e=1.44\text{mm}$ (计算略)。

$S=1.44+31.0=32.4\text{mm}$ 。

[案例 1.4.1] 的手算沉降 32.4mm, 与 3 个月实测累计沉降 21.02mm 之比为 1.54。

1.4.1.2 由盈建科基础设计软件计算 [案例 1.4.1] 沉降

由盈建科基础设计软件计算 [案例 1.4.1] 沉降的计算书, 见表 1.4.1-3。

[案例 1.4.1] 盈建科基础设计软件沉降计算书

表 1.4.1-3

ξ_e	Q_j	L_j	E_c	A_{ps}	S_e
0.67	1337.0	23.0	30000	0.5027	1.3595
ψ	ΔZ	α			
1.00	0.3	0.124			
压缩层 No.	压缩模量(MPa)	厚度(m)	附加应力(kPa)	土的自重应力(kPa)	压缩量(mm)
(1)	4.08	0.30	185.1	208.7	13.6121
(2)	4.08	0.30	113.9	211.1	8.3736
(3)	4.08	0.30	51.5	213.4	3.7897
(4)	4.08	0.30	29.6	215.8	2.1762
S=1.44+28.0=29.4mm					

[案例 1.4.1] 的盈建科基础设计软件计算值略小于手算值, 这与软件计算的土分层厚度较大有关。

1.4.2 上海某跨线桥 29m 单桩的沉降计算探讨

[案例 1.4.2] 为静载荷试压维持 3 个月的上海某跨线桥工程 $\phi 0.8\text{m} \times 29\text{m}$ 单桩试桩工程。地基土的物理力学性质指标及承载力, 见表 1.4.2-1。

地基土的物理力学性质指标及承载力表

表 1.4.2-1

层序	土的名称	物理性质		力学性质			钻孔灌注桩		单桥静力触探平均贯入阻力值 P_s (kPa)
		厚度 h (m)	重力密度 ρ (kN/m ³)	剪切试验		压缩试验 压缩模量 $E_{s0.1\sim 0.2}$ (MPa)	桩周土摩擦力极限值 f_s (kPa)	桩端土承载力极限值 f_p (kPa)	
				内摩擦角 ϕ (°)	内聚力 C (kPa)				
1	填土	1.2	17.0	—	—	—	—	—	—
2-1	粉质黏土	1.7	18.9	17.6	24.3	4.66	15	200	820
3-1	淤泥质粉质黏土	6.4	18.0	20.4	14.83	3.8	15	200	770
3-2	黏质粉土	2.4	18.6	34.7	3.33	8.71	20	200	2270
3-3	淤泥质粉质黏土	3.5	17.6	15.5	14.0	3.48	20	200	1040
4	淤泥质黏土	7.1	17.2	9.6	12.0	2.48	20	400	820
5-1	黏土	6.1	17.6	10.1	14.83	3.14	35	350	1020
5-2	砂质粉土	3.5	18.0	30.0	4.0	7.61	45	1200	540
6-1	粉质黏土	4.1	20.0	17.0	45.0	7.41	55	800	1850
7-1	砂质粉土	3.5	19.0	—	—	5.4	65	1500	6650
7-2	砂质粉土	4.6	19.5	—	—	9.36	70	1800	5530
8-1	黏土	11.5	17.8	14.1	17.92	3.82	45	1000	2000
8-2	粉质黏土	未穿	18.8	15.0	27.0	4.10	50	1200	2700

[案例 1.4.2] 单桩试桩静载荷为 1800kN，桩端持力层为第 5-2 层砂质粉土。试桩静载荷 3 个月实测累计沉降为 13.0mm，第 3 个月的沉降速率约为 0.038mm/d，尚未达到稳定的标准。[案例 1.4.2] 试桩实测沉降—时间曲线，如图 1.4.2-1 所示。

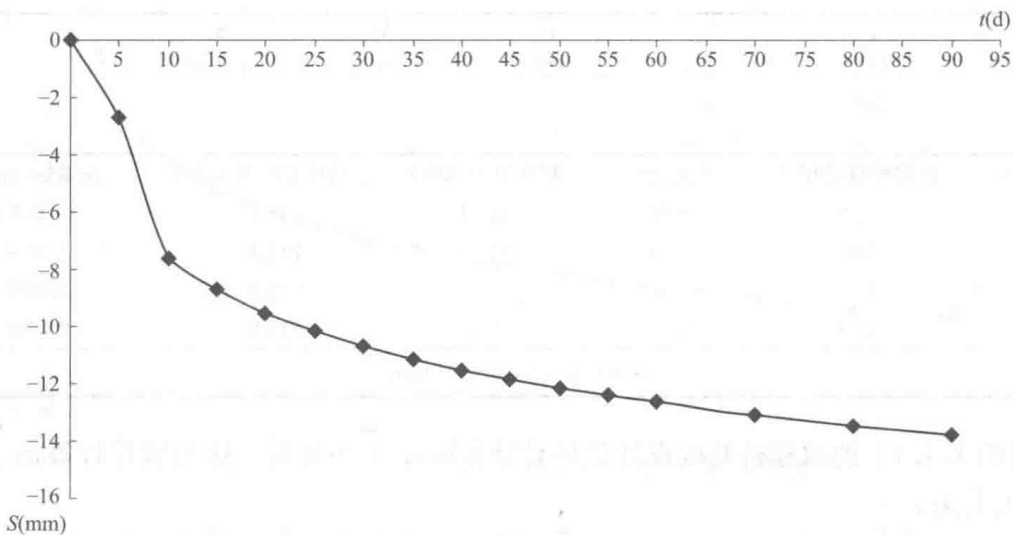


图 1.4.2-1 [案例 1.4.2] 试桩实测沉降—时间曲线

1.4.2.1 由《桩基规范》单桩沉降公式计算 [案例 1.4.2] 沉降

$$Q_{uk} = 0.8 \times \pi \times (1.7 \times 15 + 6.4 \times 15 + 2.4 \times 20 + 3.5 \times 20 + 7.1 \times 20 + 6.1 \times 35 + 0.6 \times$$

1.4 盈建科基础设计软件计算单桩、小桩群沉降的疑难

45) $+\pi \times 0.8^2 \times 1200/4 = 2166\text{kN}$, $\alpha = 0.278$ 。

[案例 1.4.2] 的单桩沉降计算, 见表 1.4.2-2。压缩模量取 $1.31 \times 7.61 = 10\text{MPa}$ 。

[案例 1.4.2] 单桩试桩沉降计算

表 1.4.2-2

$Q = 1800\text{kN}$, $\alpha = 0.278$, $l = 29\text{m}$, $d = 0.8\text{m}$, 取 $l/d = 40$, $\Psi = 1.0$

z/l	I_p	I_{st}	σ_{zi} (kPa)	$0.2\sigma_{ci}$ (kPa)	$E_{s0.1-0.2}$ (MPa)	ΔZ_i (m)	分层计算沉降 (mm)
1.004	924.755	20.636	582.124	47.436	10.0	0.116	6.75
1.008	769.156	19.770	488.203	47.621	10.0	0.116	5.66
1.012	595.591	18.119	383.380	47.807	10.0	0.116	4.44
1.016	449.984	16.165	292.723	47.992	10.0	0.116	3.39
1.020	341.526	14.288	225.289	48.178	10.0	0.116	2.38
1.024	263.543	12.638	176.339	48.364	10.0	0.116	2.05
1.028	207.450	11.236	140.797	48.549	10.0	0.116	1.64
1.040	112.989	8.228	79.944	49.106	10.0	0.348	2.79
1.060	53.411	5.500	40.279	50.034	10.0	0.58	2.34
最终沉降量(mm)							31.44

桩身压缩量 $S_e = 2.47\text{mm}$ (计算略)。

$S = 2.47 + 31.44 = 33.9\text{mm}$ 。

[案例 1.4.2] 的手算沉降 33.9mm , 与 3 个月实测累计沉降 13.0mm 之比为 2.61。

1.4.2.2 由盈建科基础设计软件计算 [案例 1.4.2] 沉降

由盈建科基础设计软件计算 [案例 1.4.2] 沉降的计算书, 见表 1.4.2-3。

[案例 1.4.2] 盈建科基础设计软件沉降计算书

表 1.4.2-3

ξ_e	Q_j	L_j	E_c	A_{ps}	S_e
0.61	1829.6	29.0	30000	0.5027	2.1624
ψ	ΔZ	α			
1.00	0.3	0.105			
压缩层 No.	压缩模量(MPa)	厚度(m)	附加应力(kPa)	土的自重应力(kPa)	压缩量(mm)
(1)	10.00	0.30	218.6	250.0	6.5578
(2)	10.00	0.30	138.4	253.0	4.1516
(3)	10.00	0.30	73.2	256.1	2.1972
(4)	10.00	0.30	45.7	259.2	1.3721
$S = 2.47 + 14.3 = 16.8\text{mm}$					

[案例 1.4.2] 的盈建科基础设计软件计算值远小于手算值, 这与软件计算的深度不够有关。

1.4.3 上海某跨线桥 1 号墩小桩群的沉降计算探讨

[案例 1.4.3] 为上海某跨线桥工程 1 号墩, 采用 4 根 $\phi 0.8\text{m} \times 19.5\text{m}$ 钻孔灌注桩, 单桩平均荷载为 595kN 。

地基土的物理力学性质指标及承载力见表 1.4.1-1。

[案例 1.4.3] 的 117 天实测沉降 8.9mm，第 4 个月沉降速率为 0.023mm/d，尚未达到稳定的标准。[案例 1.4.3] 的实测沉降—时间曲线，如图 1.4.3-1 所示。

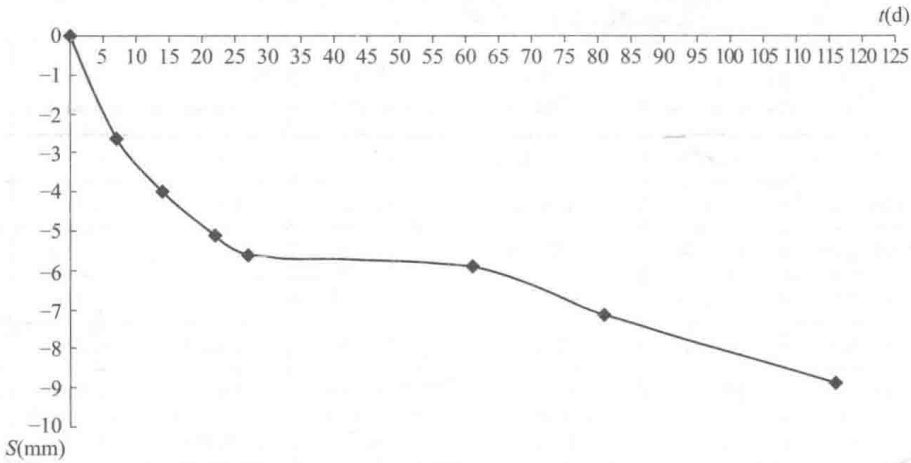


图 1.4.3-1 [案例 1.4.3] 试桩实测沉降—时间曲线

1.4.3.1 由《建筑桩基技术规范》单桩沉降公式计算 [案例 1.4.3] 沉降

$Q_{uk} = 0.8 \times \pi \times (1.0 \times 15 + 2.4 \times 15 + 3.8 \times 15 + 2.9 \times 20 + 3.1 \times 20 + 6.3 \times 20) + \pi \times 0.8^2 \times 400 / 4 = 1287 \text{ kN}$, $\alpha = 0.165$ 。

承台尺寸为 8.0m × 3.8m，承台埋深按 1.7m。扣除承台底土自重压力的平均附加桩顶荷载为 368.1kN。

[案例 1.4.3] 的小桩群沉降计算，见表 1.4.3-1。压缩模量取 $1.3 \times 3.14 = 4.08 \text{ MPa}$ 。

[案例 1.4.3] 小桩群沉降计算表

表 1.4.3-1

$Q = 368.1 \text{ kN}$, $\alpha = 0.165$, $l = 19.5 \text{ m}$, $d = 0.8 \text{ m}$, 取 $l/d = 25$, $\Psi = 1.0$							
0.0 l 范围内的桩为 1 根, 0.12 l 范围内的桩为 1 根, 0.4 l 范围内的桩为 2 根							
z/l	I_p	I_{st}	σ_{zi} (kPa)	$0.2\sigma_{ci}$ (kPa)	$E_{S0.1 \sim 0.2}$ (MPa)	ΔZ_i (m)	分层计算沉降 (mm)
1.004	377.962	14.298	78.265	35.12	4.08	0.078	1.50
1.008	348.548	14.455	73.178	35.23	4.08	0.078	1.40
1.012	309.461	13.840	65.768	35.35	4.08	0.078	1.26
1.016	266.478	13.577	57.945	35.46	4.08	0.078	1.11
1.020	225.388	12.892	50.124	35.57	4.08	0.078	0.96
1.024	189.308	12.149	43.145	35.68	4.08	0.078	0.82
1.028	159.069	11.410	37.203	35.80	4.08	0.078	0.71
1.040	97.908	9.475	24.838	36.13	4.08	0.234	1.42
最终沉降量(mm)							11.44

[案例 1.4.3] 的手算沉降 11.4mm，与 117 天的实测累计沉降 8.9mm 之比为 1.28。

1.4.3.2 由盈建科基础设计软件单桩沉降公式计算 [案例 1.4.3] 沉降

由盈建科基础设计软件单桩沉降公式计算 [案例 1.4.3] 沉降的计算书，见表

1.4.3-2。

[案例 1.4.3] 盈建科基础设计软件沉降计算书

表 1.4.3-2

ξ_c	Q_j	L_j	E_c	A_{ps}	S_e
0.67	380.5	19.5	30000	0.5027	0.3281
ψ	ΔZ	α			
1.00	0.6	0.149			
压缩层 No.	压缩模量(MPa)	厚度(m)	附加应力(kPa)	土的自重应力(kPa)	压缩量(mm)
(1)	4.08	0.60	51.4	182.7	7.5549
(2)	4.08	0.60	13.9	187.4	2.0436
S=9.6mm					

[案例 1.4.3] 的盈建科基础设计软件单桩沉降公式计算值稍小于手算值，这与软件计算的土分层厚度较大有关。

1.4.3.3 由盈建科基础设计软件等效作用法计算 [案例 1.4.3] 沉降

由盈建科基础设计软件等效作用法计算 [案例 1.4.3] 沉降的计算书，见表 1.4.3-3。

[案例 1.4.3] 盈建科基础设计软件沉降计算书

表 1.4.3-3

沉降经验系数	$\psi=1.20$				
桩基等效沉降系数	$\psi_e=0.20$				
计算土层厚度	$\Delta Z=0.6$				
基底附加压力	$P_0=39.7$				
压缩层 No.	压缩模量(MPa)	土层厚度(m)	附加应力(kPa)	土的自重应力(kPa)	压缩量(mm)
(1)	4.08	0.60	39.7	182.7	5.8317
(2)	4.08	0.60	38.8	187.4	5.7123
(3)	4.08	0.60	36.5	192.0	5.3640
S=4.1mm					

[案例 1.4.3] 的盈建科基础设计软件等效作用法计算值与 117 天的实测累计沉降 8.9mm 之比为 0.46。

1.4.4 上海某跨线桥 2 号墩小桩群的沉降计算探讨

[案例 1.4.4] 为上海某跨线桥工程 1 号墩，采用 5 根 $\phi 0.8\text{m} \times 27\text{m}$ 钻孔灌注桩，单桩平均荷载为 988kN。

地基土的物理力学性质指标及承载力，见表 1.4.1-1。

[案例 1.4.4] 的 117 天实测沉降 5.5mm，第 4 个月沉降速率为 0.020mm/d，尚未达到稳定的标准。[案例 1.4.4] 的实测沉降—时间曲线，如图 1.4.4-1 所示。

1.4.4.1 由桩基规范单桩沉降公式计算 [案例 1.4.4] 沉降

$$Q_{uk} = 0.8 \times \pi \times (1.0 \times 15 + 6.4 \times 15 + 2.4 \times 20 + 2.5 \times 20 + 7.1 \times 20 + 6.1 \times 35 + 0.5 \times 45) + \pi \times 0.8^2 \times 1200 / 4 = 2129\text{kN}, \alpha = 0.283.$$

承台尺寸为 10.8m \times 3.8m，承台埋深按 2.0m。扣除承台底土自重压力的平均附加桩顶荷载为 696.5kN。

[案例 1.4.4] 的单桩沉降计算，见表 1.4.4-1。压缩模量取 $1.31 \times 7.61 = 10\text{MPa}$ 。