

地基基础简易计算

张 军 郑卫锋 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



TU47/41

2008

地基基础简易计算

张 军 郑卫锋 主编

机械工业出版社

本书依据国家最新颁布实施的地基基础工程相关的设计规范、施工规范编写而成。主要内容包括：天然地基、浅基础、箱形基础、筏形基础、桩基础、复合地基、地基处理等的设计计算，地基与基础工程的施工计算。内容丰富，操作性、实用性强，可供地基工程设计人员、施工人员及相关专业大中专院校师生学习参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

地基基础简易计算/张军, 郑卫锋主编. —北京: 机械工业出版社, 2008.1

ISBN 978-7-111-22927-8

I. 地… II. ①张…②郑… III. 地基—基础 (工程)—工程计算 IV. TU47

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 183926 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 何文军 责任校对: 樊钟英

封面设计: 姚毅 责任印制: 李妍

北京中兴印刷有限公司印刷

2008 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

119mm×165mm · 11.625 印张 · 391 千字

标准书号: ISBN 978-7-111-22927-8

定价: 28.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

销售服务热线电话: (010)68326294

购书热线电话: (010)88379639 88379641 88379643

编辑热线电话: (010)68327259

封面无防伪标均为盗版

《地基基础简易计算》

编 写 组

主 编 张 军 郑卫锋

参 编 (按姓氏笔画排序)

于 申	于 驰	于 贺	王开友
王 刚	田文静	刘长春	孙 聘
李华伟	李 生	吴善喜	何 枫
杨永清	段文民	段红霞	赵 伟
袁旭东	黄 梅	瞿义勇	

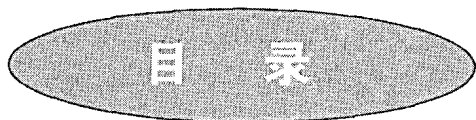
前 言

随着我国基本建设的发展，城市建设向多层、高层和地下建筑发展成为必然趋势。加之人均土地资源有限，因此地基基础工程向着技术复杂、工程量大、工期长的方向发展。要使基础工程既安全又合理，而且在保证质量的前提下完成，必须深入了解地基情况及掌握相关资料。为适应目前地基基础结构建筑的发展需要，我们根据国家最新颁布实施的地基基础工程各相关设计规范、施工规范，并结合有关方面的著述，编写了这本《地基基础简易计算》。

本书的主要内容包括：天然地基、浅基础、箱形基础、筏形基础、桩基础、复合地基、地基处理等的设计计算和地基与基础工程施工计算。本书内容丰富，操作性、实用性强，可供地基工程设计人员、施工人员及相关专业大中专院校的师生学习参考。

本书在编写过程中参阅和借鉴了许多优秀书籍、专著和有关文献资料，并得到了有关领导和专家的帮助，在此一并致谢。由于建筑行业的飞速发展，加之作者的学识和经验所限，虽经编者尽心尽力但书中仍难免存在疏漏或未尽之处，敬请有关专家和读者予以批评指正。

编 者



前言

1 天然地基	1
1.1 岩土的工程特性计算	1
1.1.1 土的抗剪强度计算	1
1.1.2 土的压缩性计算	11
1.2 地基承载力计算	22
1.2.1 承载力计算	22
1.2.2 变形计算	44
1.2.3 稳定性计算	79
1.2.4 修正后地基承载力特征值计算	80
1.3 特殊土地基	84
1.3.1 黄土湿陷性评价	84
1.3.2 膨胀土地基计算	89
1.3.3 压实填土地基计算	96
1.4 场地与地基抗震计算	98

2 浅基础	101
2.1 无筋扩展基础计算	101
2.2 扩展基础计算	114
2.2.1 柱下钢筋混凝土独立基础高度 计算	114
2.2.2 柱下钢筋混凝土独立基础弯矩 及配筋计算	118
2.2.3 双柱钢筋混凝土矩形联合基础 计算	122
2.2.4 双柱钢筋混凝土梯形联合基础 计算	140
2.3 柱下钢筋混凝土条形基础计算	145
3 箱形基础	154
3.1 底板厚度计算	154
3.2 内力计算	156
3.3 墙身斜截面受剪承载力计算	167
3.4 墙身洞口过梁截面计算	170
4 筏形基础	178
4.1 基础底面积计算	178
4.2 基础底面的地基净反力计算	179

4.3 筏板内力计算	180
5 桩基础	185
5.1 桩基的设计规定	185
5.1.1 两种极限状态及其相应荷载 组合计算	185
5.1.2 定值法与概率极限状态设计法	186
5.2 桩数的计算	188
5.3 单桩竖向承载力计算	193
5.3.1 桩顶作用效应计算	193
5.3.2 桩基竖向承载力特征值与 设计值计算	199
5.3.3 单桩竖向极限承载力计算	207
5.4 群桩竖向承载力计算	226
5.4.1 群桩效应系数法计算	226
5.4.2 分项群桩效应系数法计算	227
5.4.3 极限平衡理论法计算	233
5.5 特殊条件下的桩基计算	238
5.5.1 软土地区的桩基计算	238
5.5.2 季节性冻土和膨胀土地基中的 桩基计算	239
5.5.3 桩的负摩阻力计算	243
5.5.4 软弱下卧层的承载力计算	249

VIII

5.6 桩基沉降计算	255
5.6.1 单桩沉降计算	255
5.6.2 群桩沉降计算	257
5.7 桩基水平承载力计算	267
6 复合地基	280
6.1 设计要求	280
6.1.1 复合地基承载力特征值计算	280
6.1.2 计算变形的荷载	281
6.2 碎石桩复合地基	282
6.2.1 承载力计算	282
6.2.2 变形计算	286
6.3 搅拌水泥土桩复合地基	286
6.3.1 承载力计算	286
6.3.2 变形计算	294
6.4 夯实水泥土桩复合地基	301
6.4.1 承载力计算	301
6.4.2 变形计算	302
7 地基处理	311
7.1 换土垫层	311
7.1.1 垫层宽度计算	311
7.1.2 垫层厚度计算	312

7.2 强夯法和强夯置换法	319
7.2.1 强夯法计算	319
7.2.2 强夯置换法计算	320
8 地基与基础工程施工计算	321
8.1 重锤夯实施工计算	321
8.1.1 夯锤重量与锤底直径计算	321
8.1.2 预留土层厚度计算	321
8.1.3 基坑底面的夯实宽度计算	322
8.1.4 补充加水量计算	323
8.2 灰土挤密桩施工计算	324
8.2.1 布桩桩距计算	324
8.2.2 布桩排距计算	326
8.2.3 布桩总数计算	326
8.2.4 布桩总用料量计算	326
8.3 砂石桩施工计算	327
8.3.1 布桩桩距计算	327
8.3.2 布桩排距计算	329
8.4 喷粉桩施工计算	332
8.4.1 粉体喷出量计算	332
8.4.2 灰土搅拌次数计算	333
8.4.3 桩体强度计算	334
8.4.4 桩面积置换率计算	335

8.4.5 桩总数计算	336
8.5 硅化加固地基施工计算	340
8.5.1 单孔加固半径计算	340
8.5.2 注液孔孔距计算	341
8.5.3 灌浆注浆量计算	342
8.5.4 分层注浆计算	344
8.6 振冲法加固地基施工计算	345
8.6.1 桩有效影响范围计算	345
8.6.2 孔位布置和桩距	346
8.6.3 布桩数量、面积、用料量计算	348
8.7 深层搅拌法加固地基施工计算	348
8.7.1 桩水泥渗入比及渗入量计算	348
8.7.2 桩的总数计算	352
8.7.3 搅拌桩下卧层强度验算	352
8.7.4 搅拌桩沉降验算	354
8.8 高压喷射注浆法加固地基施工计算	355
8.8.1 加固有效桩径计算	355
8.8.2 加固桩柱总面积计算	355
8.8.3 加固桩柱数量计算	356
8.8.4 高压喷射注浆浆液用量计算	357
8.9 沉井施工计算	359
8.9.1 刃脚承垫木铺设数量计算	359
8.9.2 砂垫层铺设厚度计算	360

8.9.3	水下封底混凝土厚度计算	362
8.9.4	沉井下沉验算	365
8.9.5	沉井下沉稳定性验算	368
8.9.6	沉井抗浮稳定性验算	372
8.9.7	垫架拆除井壁强度验算	375
8.10	地下连续墙施工计算	378
8.10.1	槽壁稳定性分析与验算	378
8.10.2	连续墙挖槽速度计算	382
9	标准符号、计算用数据表	383
9.1	标准符号	383
9.2	土的承载力标准值	386
9.3	修正后地基承载力特征值 f_a 计算表	391
9.4	方形独立基础底板弯矩配筋表	576
9.5	单桩竖向承载力特征值计算表	621
参考文献		731

1 天然地基

1.1 岩土的工程特性计算

1.1.1 土的抗剪强度计算

1. 抗剪强度的库仑公式

土体的破坏通常都是剪切破坏。抗剪强度指土体抵抗剪切破坏的极限能力。土的抗剪强度取决于土的基本性质，即在不同环境和应力历史作用下所形成的土的组成、状态和结构；抗剪强度还取决于土体当前所受的应力状态。

土的抗剪强度可用库仑公式表示：

$$\text{总应力法} \quad \tau_f = c + \sigma \tan \varphi \quad (1-1)$$

式中 τ_f ——剪切破裂面上的剪应力，即土的抗剪强度；

σ ——破坏面上的法向应力；

c ——土的粘聚力，对于无粘性土， $c=0$ ；

φ ——土的内摩擦角。

其中 c 、 φ 称为土的总应力抗剪强度指标。

【例 1-1】 已知土的抗剪强度指标 $c = 20\text{kPa}$ ， $\varphi = 22^\circ$ ，若作用在土中某平面上的正应力和剪应力分别为

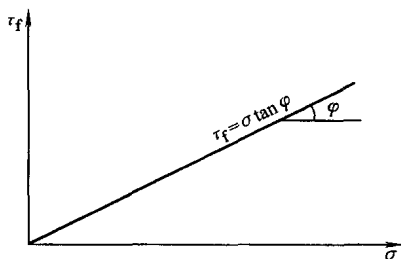
$\sigma=100\text{kPa}$ 、 $\tau=60.4\text{kPa}$ ，则该平面是否会发生剪切破坏？

解

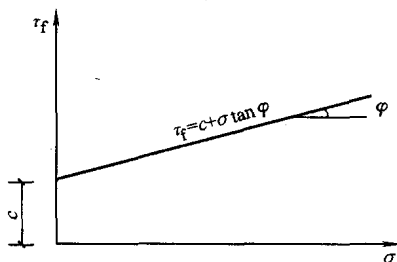
$$\tau_f = c + \sigma \tan \varphi = 20 + 100 \tan 22^\circ = 60.4\text{kPa}$$

因为 $\tau_f = \tau$ ，所以该平面会发生剪切破坏。

对于无粘性土，由于 $c=0$ 。因此在 $\tau_f - \sigma$ 坐标中，库仑公式表示为过原点的直线，如图 1-1a 所示。



a)



b)

图 1-1 抗剪强度与法向应力之间的关系

a) 无粘性土 b) 粘性土

根据太沙基的有效应力概念，土体中的剪应力只能由土的骨架承受。因此，土的抗剪强度不是取决于剪切面上的法向总应力 σ ，而是取决于该面上的法向有效应力 σ' ，故土的抗剪强度规律可以用有效应力法表示：

$$\tau_f = c' + \sigma' \tan \phi' = c' + (\sigma - u) \tan \phi' \quad (1-2)$$

式中 $(\sigma - u)$ ——破坏面上的有效法向应力；

c' ——土的有效粘聚力；

ϕ' ——土的有效内摩擦角。

【例 1-2】 已知某土样的强度指标 $c' = 20\text{kPa}$ ， $\phi' = 26^\circ$ ，所承受的有效大主应力 450kPa ，有效小主应力 150kPa ，试问该土样是否达到了极限平衡状态？

解

$$\begin{aligned} \sigma_3' &= \sigma_1' \tan^2(45^\circ - \phi'/2) - 2c' \tan(45^\circ - \phi'/2) = \\ &= 450 \times \tan^2 32^\circ - 2 \times 20 \times \tan 32^\circ = 150\text{kPa} \end{aligned}$$

刚刚达到平衡状态。

【例 1-3】 已知某土样的排水抗剪指标 $c' = 20\text{kPa}$ ， $\phi' = 26^\circ$ ，当所受的总应力 $\sigma_1 = 500\text{kPa}$ ， $\sigma_3 = 220\text{kPa}$ ，土样内尚存在孔隙水压力 50kPa ，试问该土样是否达到了极限平衡状态？

解

$$\begin{aligned} \sigma_3' &= \sigma_1' \tan^2(45^\circ - \phi'/2) - 2c' \tan(45^\circ - \phi'/2) = \\ &= 450 \times \tan^2 32^\circ - 2 \times 20 \times \tan 32^\circ = \end{aligned}$$

$$150\text{kPa} < 220\text{kPa} - 50\text{kPa} = 170\text{kPa}$$

没有达到平衡状态。

2. 土的强度理论与极限平衡状态

根据莫尔-库仑理论，当土体任意一点在某一平面上的剪应力达到土的抗剪强度时，该点就发生剪切破坏，即该点处于极限平衡状态。此时，代表该点各个方向面上的应力状态的莫尔应力圆将与土的抗剪强度线相切，如图 1-2 所示（在切点 A 所代表的平面 mn 上，剪应力 τ 正好等于抗剪强度 τ_i ）。

与大主应力 σ_1 作用平面成任意角 α 的斜面上的正应力 σ 和剪应力 τ 可按式 (1-3) 计算：

$$\sigma = \frac{1}{2}(\sigma_1 + \sigma_3) + \frac{1}{2}(\sigma_1 - \sigma_3)\cos 2\alpha \quad (1-3)$$

根据土体中一点达到极限平衡状态时的莫尔应力圆与土的抗剪强度线的几何关系（图 1-2），可建立如下极限平衡条件：

$$\sigma_1 = \sigma_3 \tan^2\left(45^\circ + \frac{\varphi}{2}\right) + 2c \tan\left(45^\circ + \frac{\varphi}{2}\right) \quad (1-4)$$

$$\sigma_3 = \sigma_1 \tan^2\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right) - 2c \tan\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right) \quad (1-5)$$

【例 1-4】 土样内摩擦角为 $\varphi = 26^\circ$ ，粘聚力为 $c = 20\text{kPa}$ 。承受大主应力和小主应力分别为 $\sigma_1 = 450\text{kPa}$ ， $\sigma_3 = 150\text{kPa}$ ，试判断该土样是否达到极限

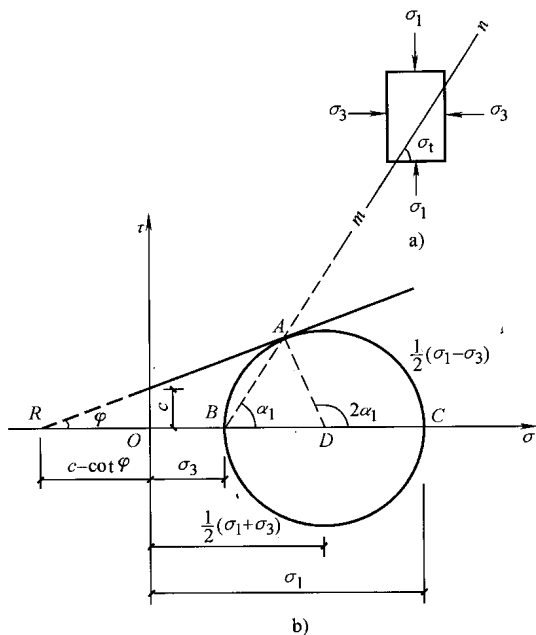


图 1-2 土体中一点达到极限平衡状态时的莫尔圆

a) 单元微体 b) 极限平衡状态时的莫尔圆

平衡状态。

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

$$150 \times \tan^2 \left(45^\circ + \frac{26^\circ}{2} \right) + 2 \times 20 \times \tan \left(45^\circ + \frac{26^\circ}{2} \right) =$$