

土木工程数值分析与工程软件应用系列教程

PLAXIS 2D

PLAXIS 2D 基础教程 JICHU JIAOCHENG

刘志祥 张海清 编著



附赠超值光盘



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

土木工程数值分析——PLAXIS 2D | 教程

PLAXIS 2D

基础教程

刘志祥 张海清 编著



机械工业出版社

PLAXIS 2D 是一款发展成熟、性能优越并在国际上广受赞誉的岩土工程通用有限元分析软件,它操作流程简明清晰,具备强大的建模、计算及后处理功能;能考虑岩土体的非线性、时间相关性、土与结构相互作用及流固耦合、热流耦合等复杂特性,在很多国家和地区被广泛用于各类岩土工程计算分析和辅助设计。

本书全面讲解 PLAXIS 2D 软件的功能特性及其在岩土工程中的应用方法。全书分为两大部分共 26 章,其中第 1 部分(1~10 章)详细介绍从输入土层、定义结构、指定材料参数、施加荷载、设定(塑性、渗流、动力、热)边界条件、划分网格,到定义施工阶段、设置计算控制参数、执行计算和输出计算结果等整个分析过程中涉及的各项操作细节,可使读者全面了解软件的架构和各个功能;第 2 部分(11~26 章)以 16 个典型岩土工程问题为例,深入讲解利用 PLAXIS 2D 进行实际岩土工程计算分析的方法流程,包括模型构建、参数取值、计算条件设定及计算结果输出与分析的全过程,可使读者具备基本的实战能力。

本书附赠光盘包含与书中各示例课程相配套的 PLAXIS 模型文件及其他相关文件(2D 模型文件基于 PLAXIS 2D 2015 版创建)。

本书作为土木工程数值分析与工程软件应用系列教程之一,适于广大岩土工程师和研究人员入门使用。

图书在版编目(CIP)数据

PLAXIS 2D 基础教程/刘志祥,张海清编著. —北京:机械工业出版社,2017.1

土木工程数值分析与工程软件应用系列教程

ISBN 978-7-111-55417-2

I. ①P… II. ①刘… ②张… III. ①土木工程-应用软件-教材
IV. ①TU-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 278286 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:李 帅 责任编辑:李 帅 臧程程

责任校对:陈延翔 封面设计:张 静

责任印制:李 昂

三河市宏达印刷有限公司印刷

2017 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·29.75 印张·4 插页·727 千字

标准书号:ISBN 978-7-111-55417-2

ISBN 978-7-89386-088-1(光盘)

定价:79.80 元



凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线:010-88379833

机工官网:www.cmpbook.com

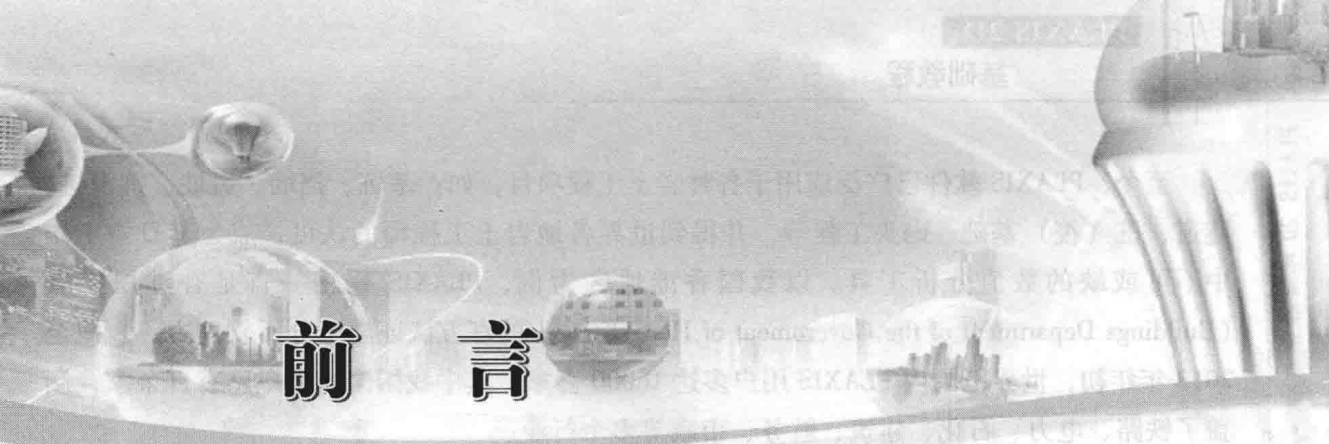
读者购书热线:010-88379649

机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

金书网:www.golden-book.com



前言

随着近几年中国经济飞速发展，尤其是城镇化的发展，国家对城乡建设和基础设施建设大举投入，在城建、交通和港口等众多领域不断涌现出大型岩土工程项目，随之引发的工程事故和经济损失也越来越多。因此，对于地质条件、施工工况和周边环境等比较复杂的岩土工程项目，尤其是大型项目，在确定设计施工方案之前，进行方案比选、预判关键变形受力部位并提出改进建议，以及在项目实施过程中，对突发工程事故原因进行分析判断，提出并验证应对措施合理性和有效性等，以确保施工的安全、顺利进行，已逐渐成为整个工程项目中必不可少的重要环节，相关的监测技术、试验研究也越来越受到重视。这就需要能够模拟整个施工过程、能够考虑复杂荷载工况及地下水条件、考虑土-结构相互作用及流-固耦合作用的专业的岩土分析软件来辅助我们完成这些工作。同时，随着理论与工程经验的不断积累与发展，业内专家学者及专业技术人员也逐渐认识到，单纯依靠常规的传统算法已经无法满足日益复杂的岩土工程项目的计算分析需求，在各类岩土工程的设计施工方案的专家评审会上，已普遍要求使用岩土有限元程序进行分析校核。

在众多有限元程序中，PLAXIS 软件以其专业性、友好性和优质性广受用户的认可。与 ANSYS 和 ABAQUS 这类大型通用有限元软件不同，PLAXIS 始终专注于岩土工程问题解决方案，如果说前者所走的是“博、广、通”的路线，那么 PLAXIS 走的则是一条“专、精、深”的路线。PLAXIS 拥有更全面丰富的岩土本构模型和专门针对岩土工程分析特点设计的易于使用的操作界面。与此同时，它的计算内核稳定且高效，其计算结果可靠性在国际岩土工程界得到广泛认可。近年来，PLAXIS 软件在国内大型岩土工程项目应用中已经充分展示了它的专业性和高品质。

PLAXIS 软件是由荷兰公共事业与水利管理委员会提议，于 1987 年由荷兰 Delft 工业大学开始研发，最初是为了解决荷兰本地的与软土相关的岩土模拟分析问题。1993 年，PLAXIS 公司正式成立，并于 1998 年发布第 1 版 Windows 系统的 PLAXIS 软件。同时，着手三维计算内核的研发，并在 2001 年、2004 年逐步推出 PLAXIS 三维隧道分析程序 (3DT)、三维基础程序 (3DF)。随着技术的不断累积，2015 年，PLAXIS 公司又推出了新一代 PLAXIS 软件 PLAXIS 2D 2015 和 PLAXIS 3D AE，二者的操作界面基本一致。

至今, PLAXIS 软件已广泛应用于各种岩土工程项目, 如: 基坑、挡墙、边坡、抗滑桩、隧道、桩(筏)基础、码头工程等, 并得到世界各地岩土工程师的认可, 成为其日常工作中不可或缺的数值分析工具。以我国香港地区为例, PLAXIS 程序一直是香港屋宇署 (Buildings Department of the Government of Hong Kong) 的官方认证岩土分析软件之一。截至 2012 年年初, 世界范围内 PLAXIS 用户多达 16000 多家, 其中我国国内用户已有百余家, 涵盖了铁路、电力、石化、建筑、航务、市政等多个行业。

我们在 2015 年 2 月和 10 月相继出版了《PLAXIS 3D 基础教程》与《PLAXIS 高级应用教程》, 填补了国内 PLAXIS 3D 教程与 PLAXIS 高级教程的空白。PLAXIS 2D 2015 软件与旧版软件在交互界面、操作方式上已有很大不同, 分析功能也更加丰富和完善, 为此, 我们编写了这本《PLAXIS 2D 基础教程》。

为了便于广大工程师与学者能够尽快熟悉和使用 PLAXIS 2D 软件, 本书系统而详细地讲解了 PLAXIS 2D 各项功能和常见工程项目中的应用方法。全书分为两个部分: 功能特性和应用示例。第 1 部分功能介绍 (1~10 章), 第 1、2 章介绍程序的概况和一般规定; 第 3~6 章讲述输入程序中的土、结构等建模功能和材料属性设置等前处理功能; 第 7 章讲述网格划分和计算设置; 第 8~10 章讲述输出程序的界面、输出结果及生成曲线等后处理功能。第 2 部分应用示例 (11~26 章) 以 16 个典型岩土工程问题为例, 深入讲述利用 PLAXIS 2D 进行实际岩土工程计算分析的方法流程, 包括模型构建、参数取值、计算条件设定及计算结果输出与分析的全过程。另外, 在附录中给出了程序的安装说明及相关问题解决方法。

本书的编写由刘志祥与张海清完成。感谢中国建筑标准设计研究院北京金土木信息技术有限公司各位领导对本书的重视与大力支持; 感谢前同事卢萍珍在早些年所做的工作; 最后要感谢国内的广大 PLAXIS 用户, 你们对新版 PLAXIS 2D 中文教程的需求正是我们编写本书的动力源泉。

由于编者水平和时间的限制, 书中难免存在错漏之处, 敬请广大读者批评指正。也请您在发现错误后反馈给我们, 以便再版时进行更新与修正, 再次感谢广大读者。

编 者

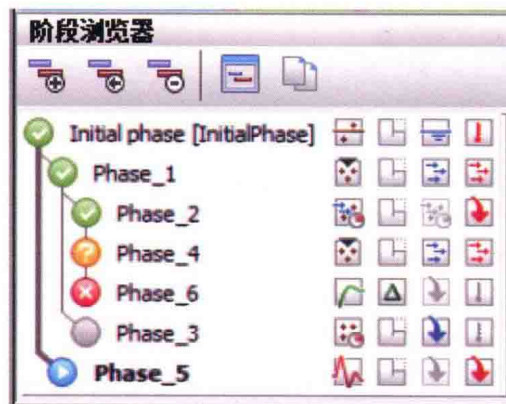


图 3-12 “阶段浏览器”窗口

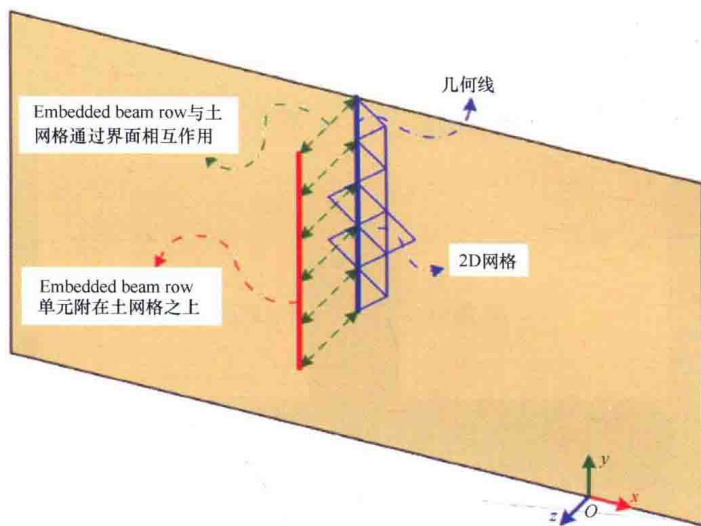


图 5-17 Embedded beam row 示意图 (Sluis, 2012)

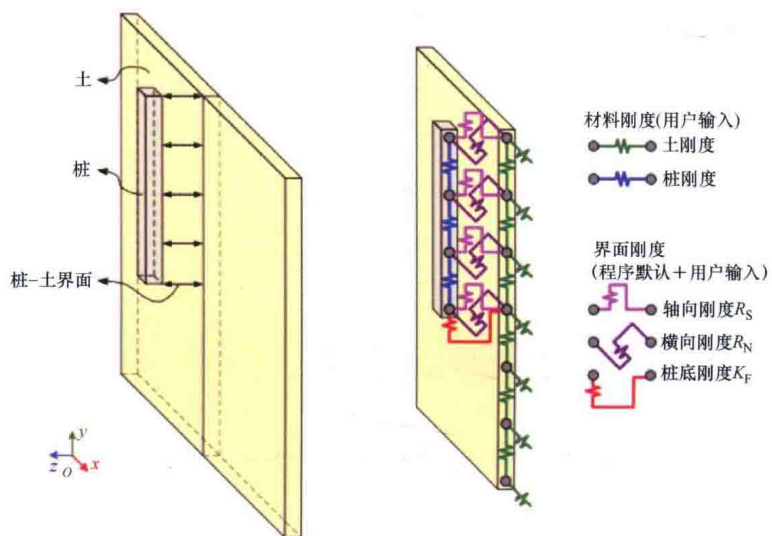


图 5-19 Embedded beam row 单元与土相互作用 (Sluis, 2012)

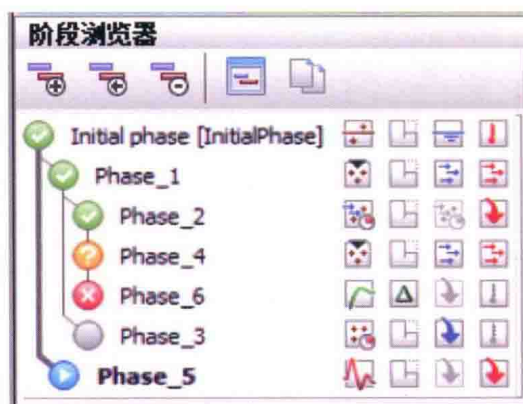


图 7-3 “阶段浏览器”窗口

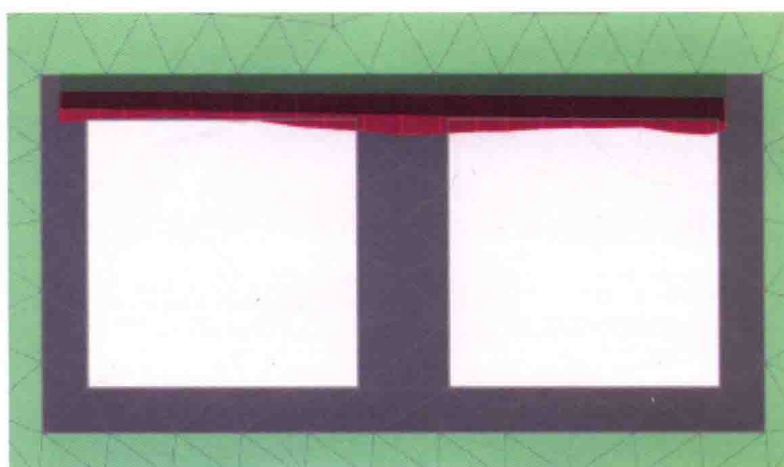


图 9-13 实体单元的结构内力及其默认范围

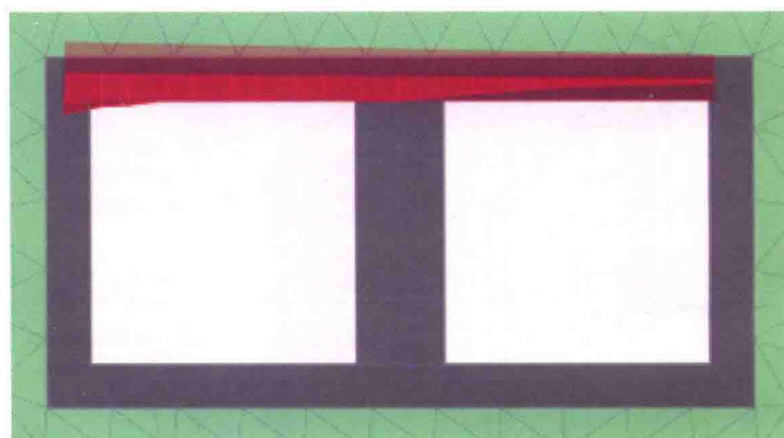


图 9-14 实体单元的结构内力及修改后的范围

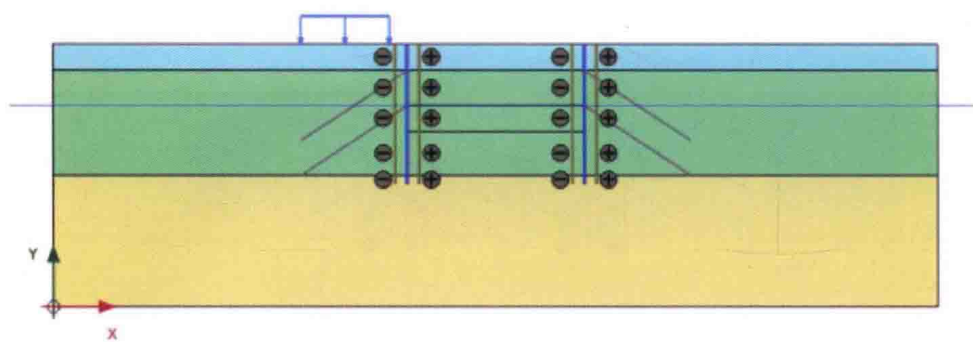


图 13-8 阶段 1 几何模型

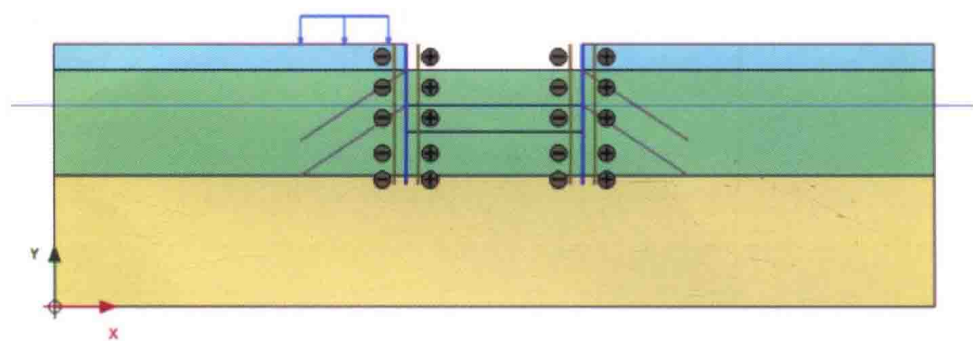


图 13-9 阶段 2 几何模型

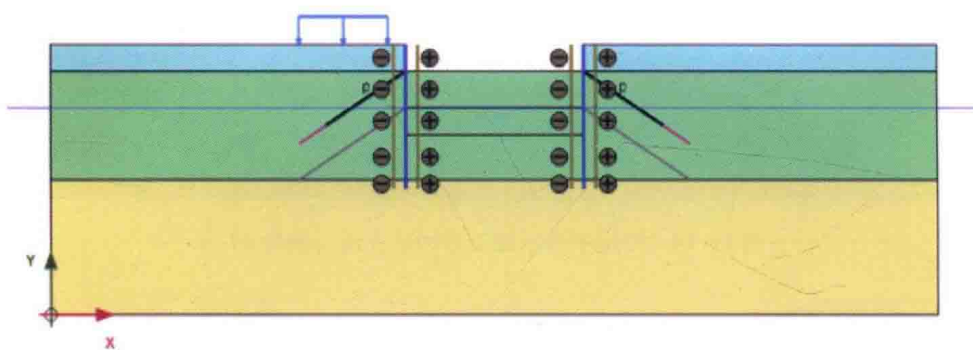


图 13-10 阶段 3 几何模型

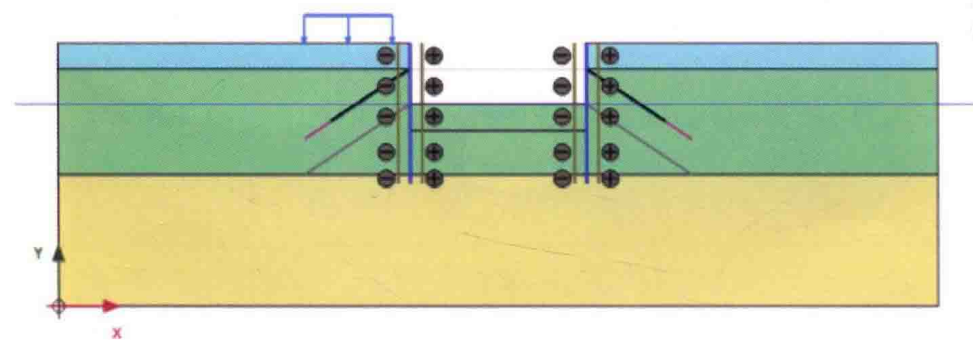


图 13-11 阶段 4 几何模型

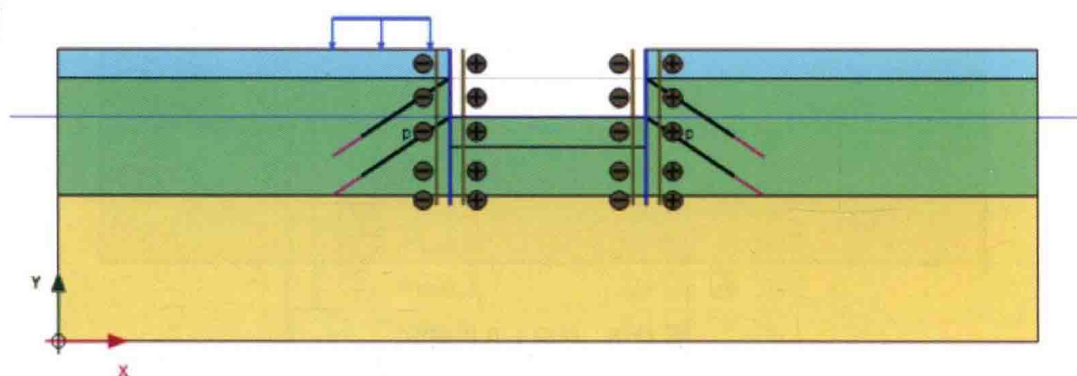


图 13-12 阶段 5 几何模型

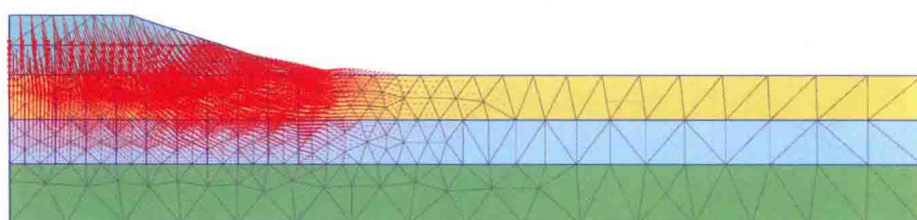


图 14-13 路堤不排水施工后的位移增量（阶段 3）

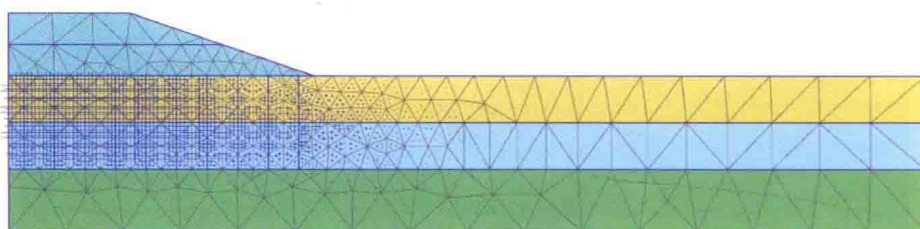


图 14-14 路堤不排水施工后的超孔压（阶段 3）

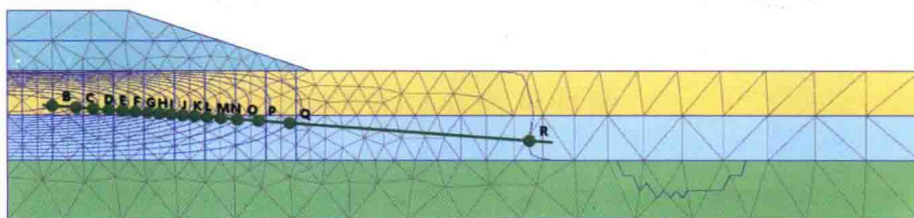


图 14-15 最终固结完成后超孔压等值线（阶段 4， $P_{\text{excess, max}} < 1.0 \text{ kN/m}^2$ ）

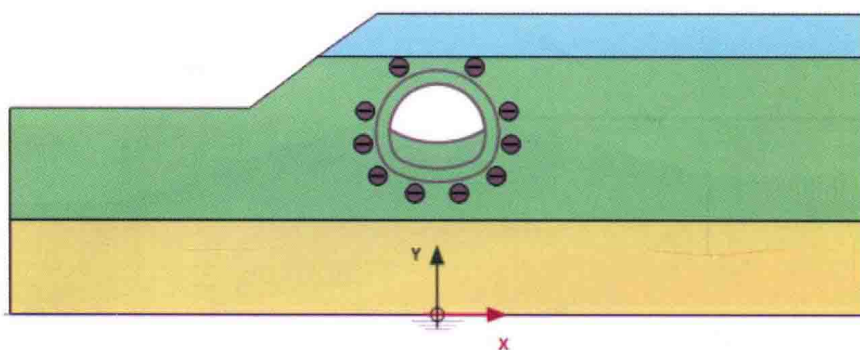


图 16-6 阶段 1 几何模型

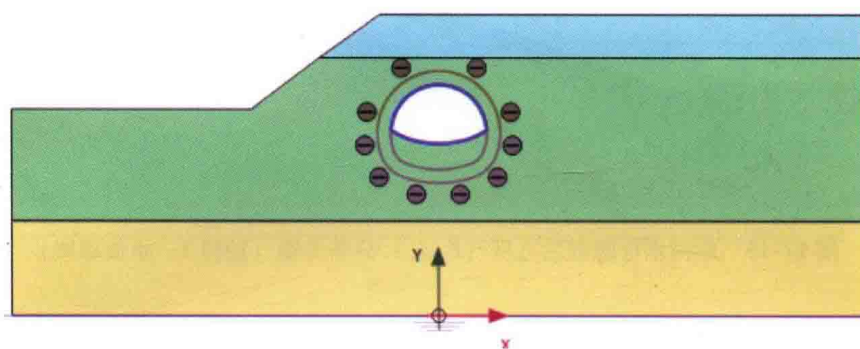


图 16-7 阶段 2 几何模型

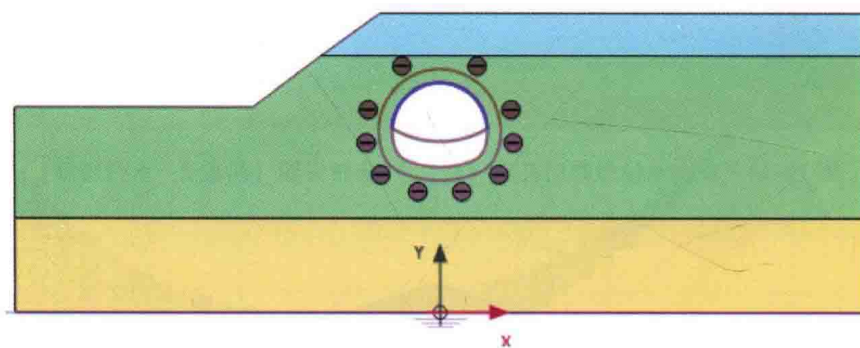


图 16-8 阶段 3 几何模型

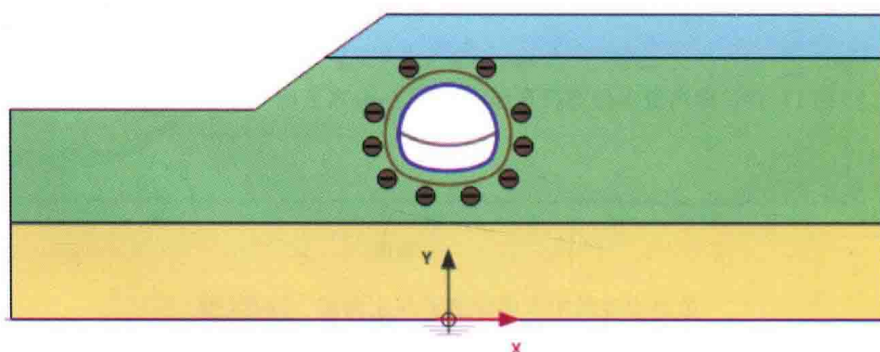


图 16-9 阶段 4 几何模型

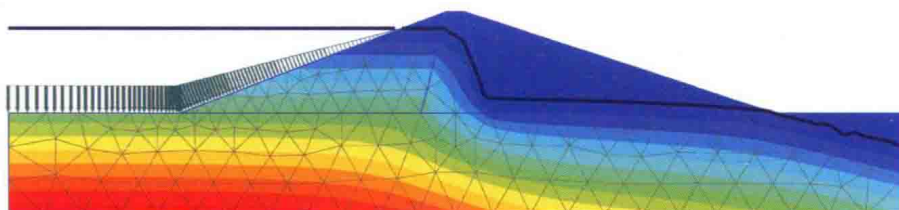


图 17-14 库内高水位运行时孔压 (P_{active}) 分布云图 (初始阶段: 高水位)

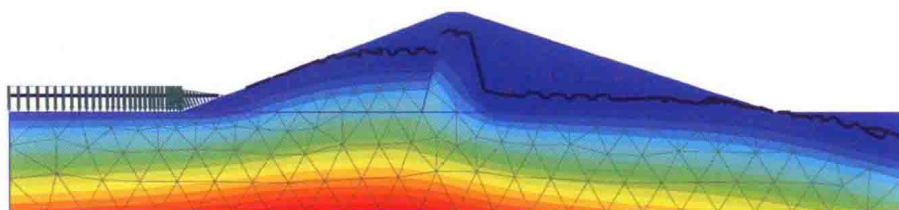


图 17-15 库内水位骤降后孔压 (P_{active}) 分布云图 (阶段 1: 水位骤降)

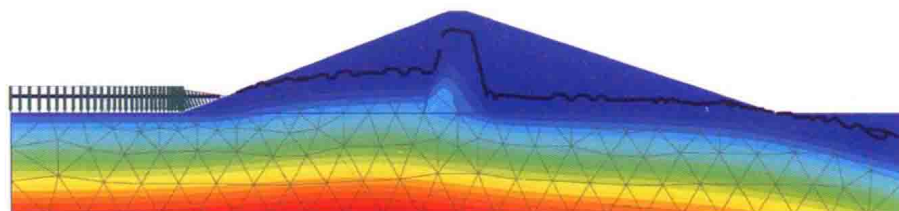


图 17-16 库内水位缓降后孔压 (P_{active}) 分布云图 (阶段 2: 水位缓降)

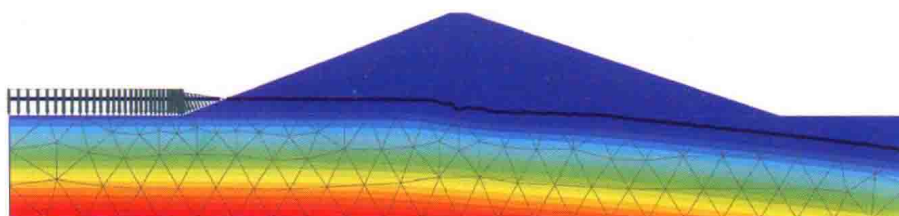


图 17-17 库内低水位运行时孔压 (P_{active}) 分布云图 (阶段 3: 低水位)

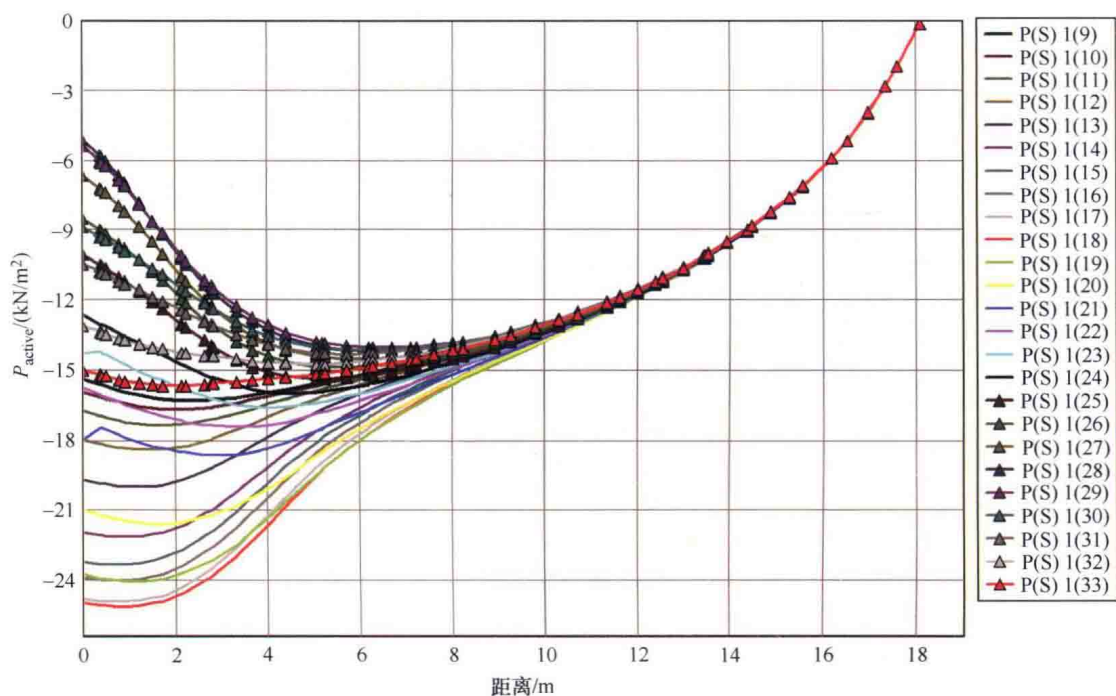


图 19-11 剖面上孔压在阶段 1 中的变化曲线

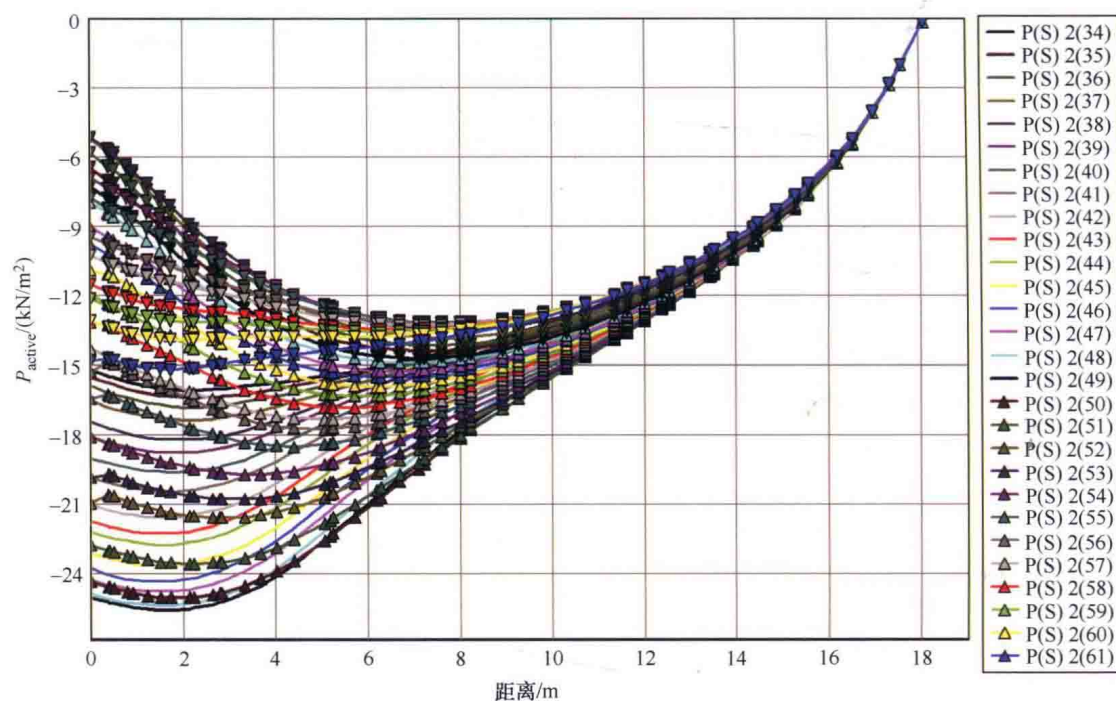


图 19-12 剖面上孔压在阶段 2 中的变化曲线

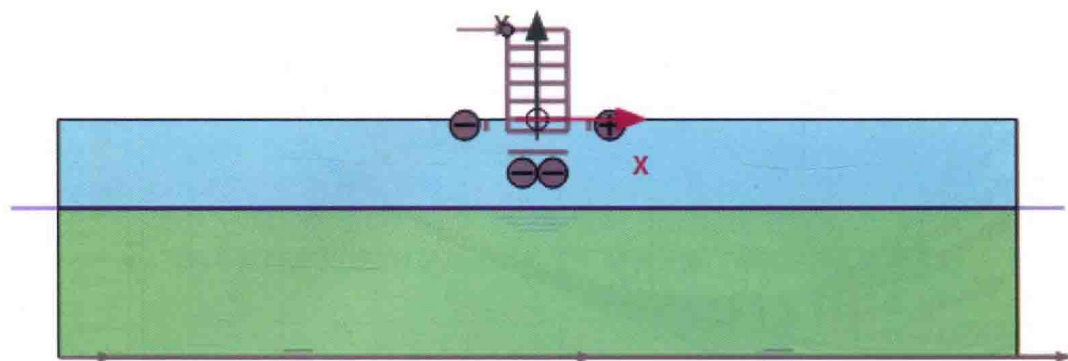


图 24-9 初始阶段

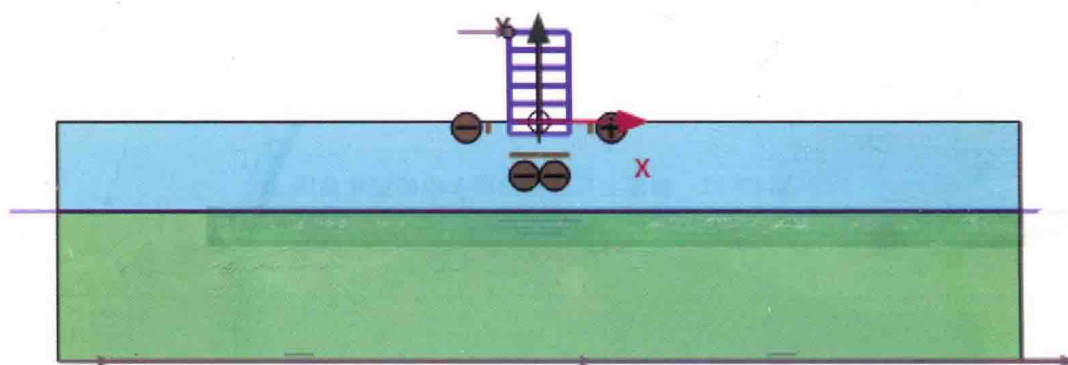


图 24-10 阶段 1：建筑物施工

目 录

前言

第1部分 功能特性

第1章 PLAXIS 2D 软件简介 3

第2章 一般说明 4

- 2.1 单位和符号规定 4
- 2.2 文件管理 6
- 2.3 帮助工具 7

第3章 输入程序概述 8

- 3.1 启动输入程序 8
- 3.2 “输入”程序的界面 15
- 3.3 菜单栏中的菜单 16
- 3.4 输入程序的结构——模式 20
- 3.5 绘图区中的模型 20
- 3.6 命令行一般信息 22
- 3.7 浏览器 24

第4章 地层模拟——土模式 30

- 4.1 调整模型边界 30
- 4.2 创建钻孔 31
- 4.3 土层 32

第5章 荷载和结构——结构模式 39

5.1 辅助工具.....	39
5.2 几何对象.....	40
5.3 荷载.....	44
5.4 指定位移.....	47
5.5 动力荷载.....	48
5.6 结构单元.....	53
5.7 隧道.....	62
5.8 设计方法.....	67
5.9 水力条件.....	71
5.10 热条件	78
5.11 流函数	83
5.12 热函数	88
5.13 导入几何模型	90

第6章 材料属性和材料数据库 92

6.1 土和界面模拟.....	94
6.2 不排水行为模拟	135
6.3 土工试验模拟	137
6.4 板材料数据组	152
6.5 土工格栅材料数据组	155
6.6 Embedded beam row 材料数据组.....	157
6.7 锚杆材料数据组	163
6.8 为几何构件指定材料数据组	165

第7章 网格和计算 167

7.1 网格生成——网格模式	167
7.2 定义计算阶段	170
7.3 分析类型	173
7.4 加载类型	184
7.5 水压力计算	188
7.6 温度计算	190
7.7 加载步骤	191
7.8 计算控制参数	195
7.9 水力条件	207
7.10 几何配置——分步施工模式.....	213
7.11 计算中使用设计方法.....	220

7.12 开始计算	222
-----------------	-----

第8章 输出程序概述 229

8.1 输出程序的界面布局	230
8.2 菜单栏中的菜单	231
8.3 命令行中的一般信息	236
8.4 输出程序中的工具	237
8.5 显示区	249
8.6 输出程序中的视图	253
8.7 报告生成	253
8.8 生成动画	258

第9章 输出程序的输出结果 260

9.1 单元关联图	260
9.2 变形	260
9.3 应力	264
9.4 结构和界面	270

第10章 曲线 276

10.1 选择曲线点	276
10.2 生成曲线	278
10.3 曲线格式设置	287
10.4 格式设置选项	290
10.5 重新生成曲线	293
10.6 一张曲线图中生成多条曲线	293

第2部分 应用示例

第11章 砂土地基上圆形基础的沉降分析 296

11.1 工程概况	296
11.2 工况 A: 刚性基础	297
11.3 工况 B: 柔性基础	310

第12章 水下基坑开挖分析 317

12.1 几何模型	318
12.2 生成网格	322

12.3	执行计算	323
12.4	查看结果	327

第13章 拉锚地连墙支护基坑降水开挖分析 330

13.1	几何模型	330
13.2	生成网格	335
13.3	执行计算	335
13.4	查看结果	338

第14章 软土地基上路堤填筑稳定性分析 341

14.1	几何模型	341
14.2	生成网格	345
14.3	执行计算	345
14.4	查看结果	348
14.5	安全性分析	350
14.6	使用排水线	354
14.7	更新网格 + 更新水压分析	355

第15章 盾构隧道地表沉降及其对桩基的影响分析 357

15.1	几何模型	358
15.2	生成网格	363
15.3	执行计算	363
15.4	查看结果	364

第16章 新奥法隧道施工过程模拟分析 367

16.1	几何模型	367
16.2	生成网格	371
16.3	执行计算	371
16.4	查看结果	372

第17章 库水骤降坝体稳定性分析 374

17.1	几何模型	374
17.2	生成网格	376
17.3	执行计算	376
17.4	查看结果	382