



北京金土木信息技术有限公司
Beijing Civil King Information Technology Co.,Ltd

PLAXIS 通用岩土有限元 分析系列软件

PLAXIS 2D PLAXIS 3D

工 程 实 例

北京金土木信息技术有限公司

Plaxis.b.v

北京金土木信息技术有限公司

地址：北京首体南路9号2号楼2层 邮编：100044

网址：<https://www.civilking.cn> 电话：13901292045（邵经理） E-mail：shaochangkun@cbs.com.cn

PLAXIS 软件是由荷兰公共事业与水利管理委员会提议，于 1987 年由代尔夫特技术大学开始研发，最初目的是为了解决荷兰特有低地软土的岩土模拟分析问题。1993 年，Plaxis 公司正式成立，并于 1998 年发布第一版 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，2010 年，PLAXIS 公司又给我们带来了惊喜——新一代 PLAXIS 软件 PLAXIS 2D 和 PLAXIS 3D（现已发展到 2D 2017 和 3D 2017）。

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，日渐成为其日常工作中不可或缺的数值分析工具。截至 2017 年初，世界范围内 PLAXIS 售出多达 20,000 个产品；其中国内用户已有百余家用户，分别是：交通、建筑、航务、电力、石化、等行业设计院及高校和科研院所。

PLAXIS 2D 通用岩土有限元分析软件

PLAXIS 2D 是一款用于分析岩土工程变形和稳定性的二维有限元软件。它提供方便的建模方式、先进的本构模型和计算方法，以模拟土和岩石的非线性、时间相关性和各向异性，计算土的静水压力及超静水压力，分析土与结构的相互作用。其主要功能及特性表现如下：

本构模型：

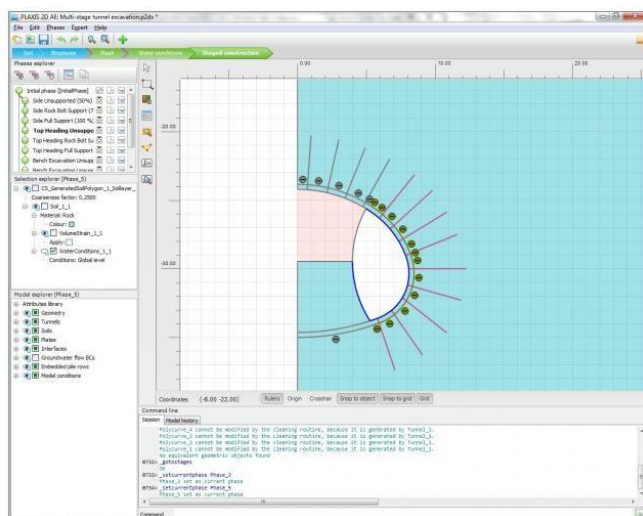
线弹性、莫尔库伦、节理岩体（JR）、土体硬化（HS）、小应变土体硬化（HSS）、软土蠕变（SSC）、软土（SS）、修正剑桥粘土（MCC）、霍克-布朗准则（岩石）、NGI-ADP 各向异性剪切强度模型（近海）、Sekiguchi-Ohta 模型（针对正常固结粘土）、用户自定义本构。

建模：

CAD 式建模并支持 CAD 图形导入、命令流（API 远程脚本）、15 节点高阶单元、自动划分网格。

施工过程仿真模拟

逻辑性施工阶段、真实的模拟各种复杂支护体系、精确获得各阶段的地下水瞬态渗流过程、按需进行各施工阶段的稳定性分析、分项系数设计（结合规范）、64 位计算内核，多核并行运算



完全流固耦合与地下水渗流：

“高级模式”将执行变形和渗流的完全耦合计算；
考虑不饱和土体中的吸力和渗透系数衰减；
“渗流模式”可分析复杂时间边界水头；

土工实验室：

模拟三轴试验、侧限压缩试验、
等应变率压缩试验、直剪试验、常规三轴试验
可导入真实土工实验室曲线进行拟合和参数优化

隧道设计器：

圆形及非圆形的隧道断面
可施加曲线荷载
盾构隧道及新奥法隧道的模拟
初衬、二衬等支护条件模拟

特色结构：

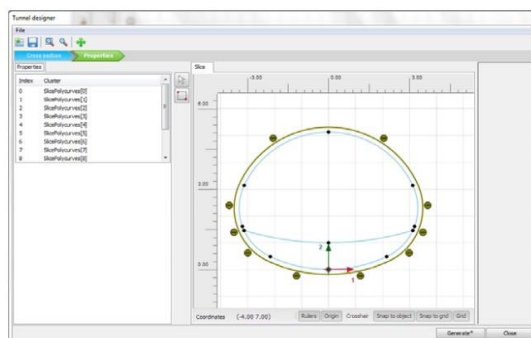
embedded 排桩单元、弹塑性梁（板）
带残余强度的锚杆单元和界面单元

动力分析：

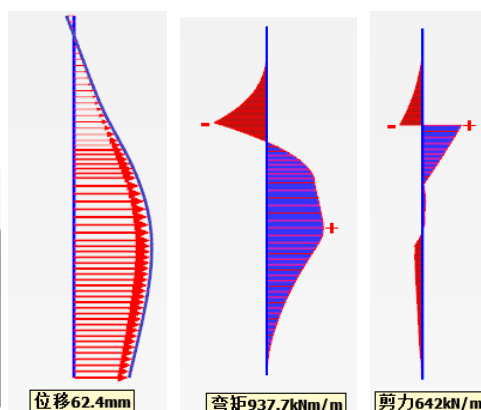
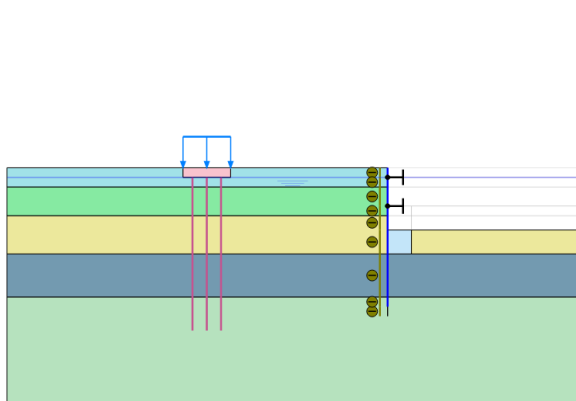
自由边界场、吸收边界、波速及瑞利阻尼
施加独立水平、竖向加速度乘子
自由振动分析、动力时程分析

热力学分析：

材料模型和结构单元的热力属性
土、结构的热膨胀、施加温度、热量流出
流入、（气候和冷冻管）对流边界条件



沿海软土地层某基坑开挖及其对相邻桥基的影响



模型概况

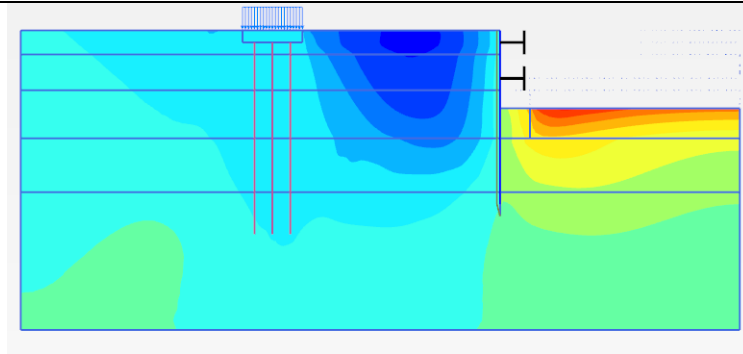
- 采用排桩单元考虑基桩的空间效应
- 采用灌注桩/混凝土支撑/坑内降水

- 小应变本构 HSS

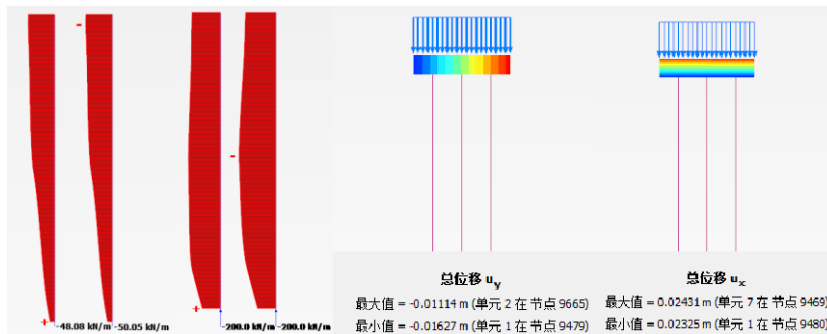


挡墙变形与受力

- 坑底软土水平变形较大
- 被动土区域加固减少了排桩弯矩
- 挡墙水平位移极值达到 62.4mm
- 第一、二道支撑轴力为 2647kN、9228kN



坑外沉降与坑内隆起
(坑外沉降达到 52.83mm; 影响区域达到桥桩)



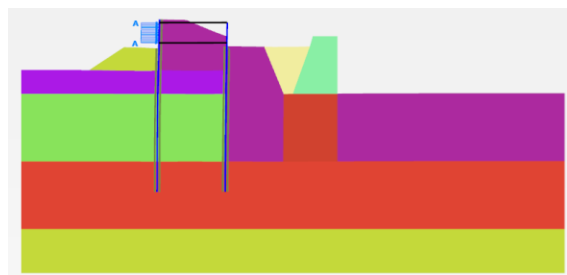
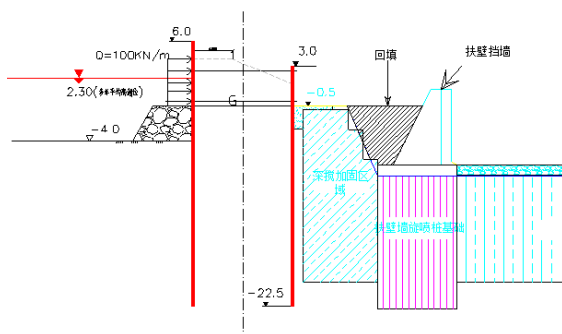
桩基与基桩

(开挖后基桩轴力增加; 桩基沉降达到 16.27mm; 水平位移达到 24.31mm)

小结

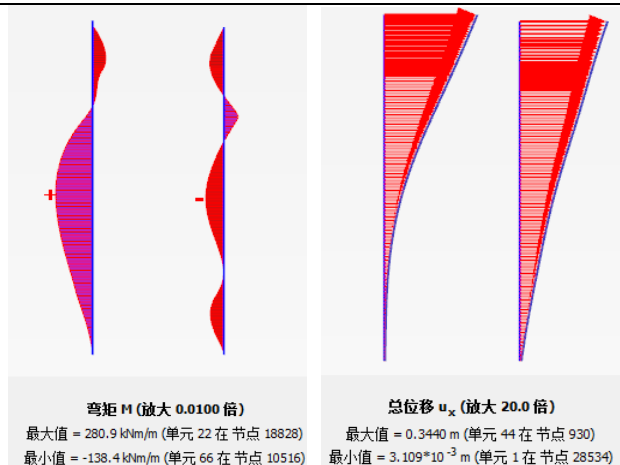
- 软土地区开挖变形不易控制, 对周边环境影响明显
- HSS 小应变对能够精确求解坑外沉降与影响范围
- 桥基变形和基桩受力需要十分注意

双排钢板桩围堰数值模拟



模型概况

采用土体材料替换模拟加固区
模拟双排桩+拉杆+扶壁挡墙+开挖回填



双排桩内力

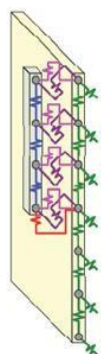
(前排桩弯矩最大值 280.9kNm/m; 桩顶最大水平位移 344mm;)

(第一、二道拉杆内力-238kN (拉)、160kN (压))

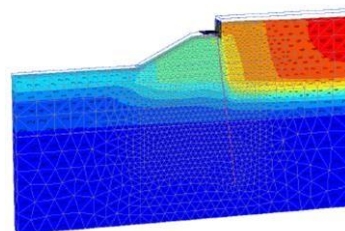
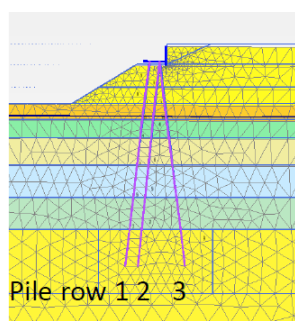
小结

- 双排桩内力和变形随着施工进度而增大
- 扶壁挡墙对双排桩的受力和变形起到一定的控制
- 考虑围堰内水头下降对双排桩的影响

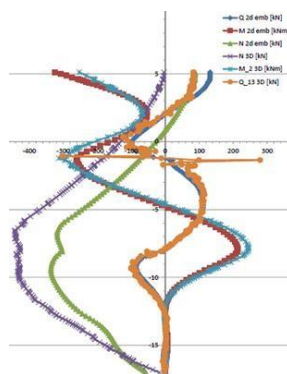
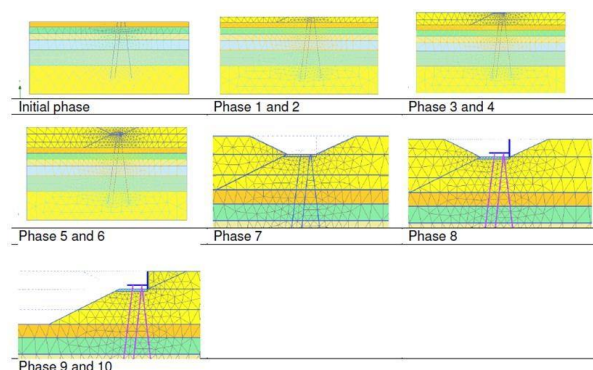
荷兰软土上的桥基桩分析(排桩单元应用)



- 土刚度
- 桩刚度
- 轴向界面刚度
- 法向界面刚度
- 底部界面刚度



- Embedded 排桩单元(自带界面模拟桩-土作用)
- 考虑桩的截面、承载力和桩间距的影响



分析目标:

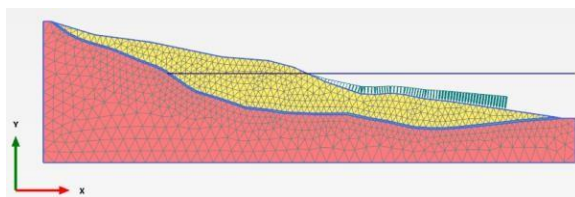
桩的选型

桩基沉降

分析对比:

2D 与 3D 各排桩的弯矩和剪力吻合, 证明 2D 中 embedded 桩的可靠性

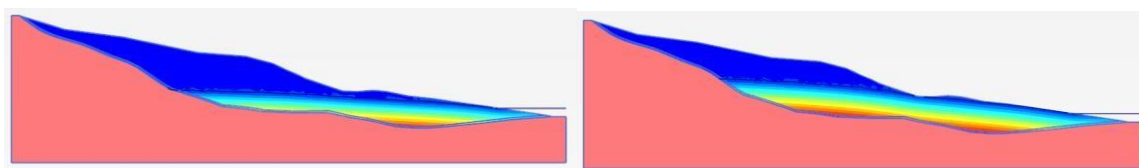
水库滑坡变形特征和预测预报的数值研究



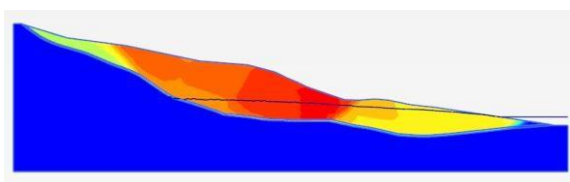
库区地质模型及水位

模型概况

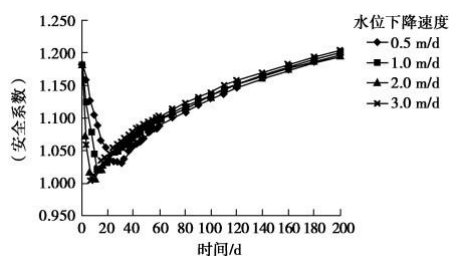
软土蠕变本构模型模拟滑带（软弱夹层）
采用非稳态渗流计算水压并与力学场耦合
采用强度折减法计算坡体安全系数



库区水位下降完成（左图）及 200 天之后（右图）



滑体失稳特征云图



安全系数与库区水位下降速度的关系

时间与孔压

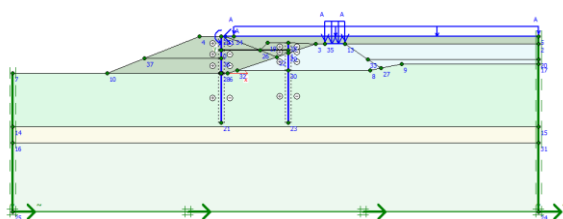
库区水位下降期为 36 天，而滑体水压下降明显滞后。

滑体安全系数具有时间相关性。

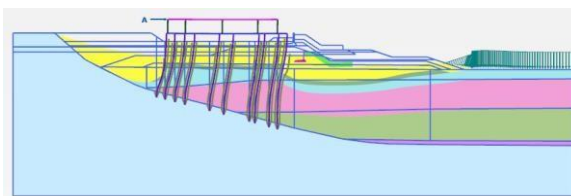
小结

- 模拟库区水位下降速度对坡体稳定性的影响
- 模拟库区水位渗透系数对坡体稳定性的影响
- 滑坡体变形破坏机制的定量研究

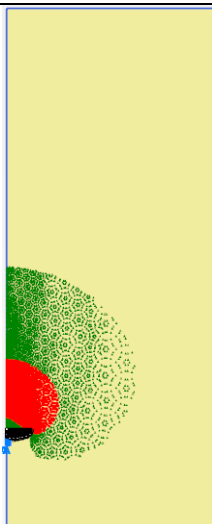
其他工程项目



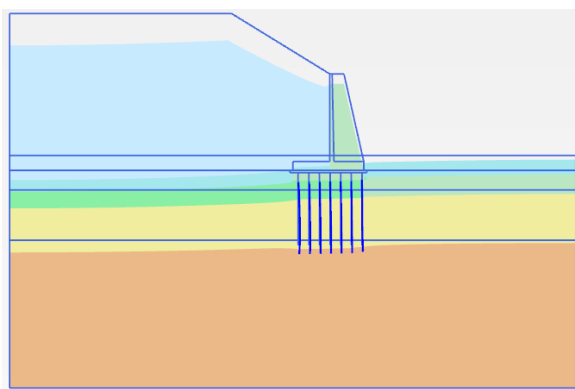
双排钢板桩码头开挖回填分析



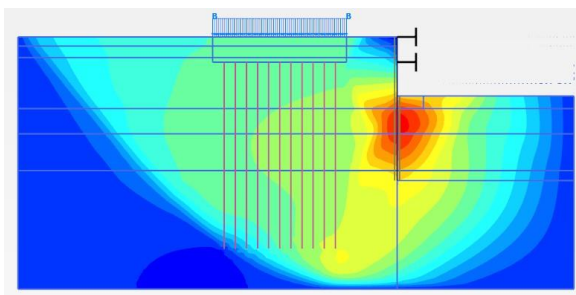
海港转运站结构



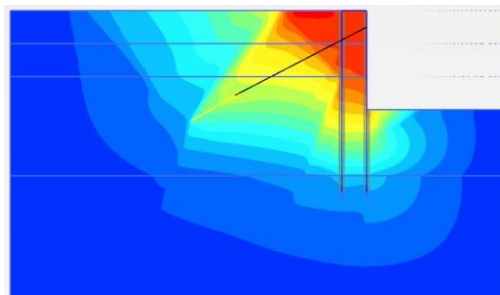
锚板抗拔实验数值模拟



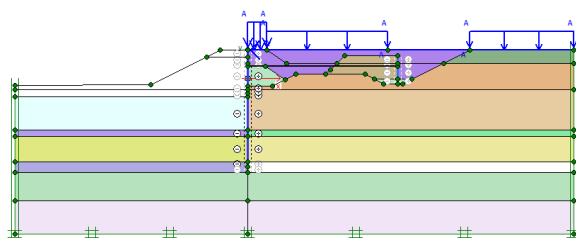
圆形煤库及挡墙设计内力与变形分析



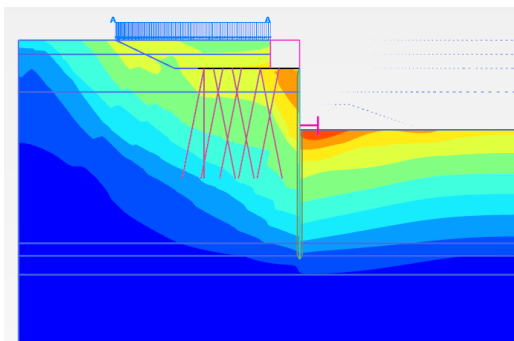
基坑开挖对桩基影响（考虑桩的间距效应）



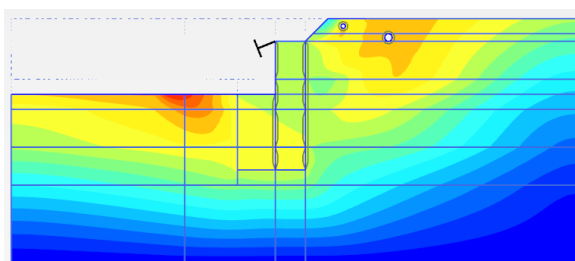
拉锚双排桩基坑



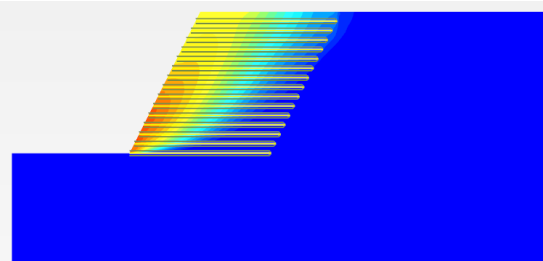
拉锚板桩码头



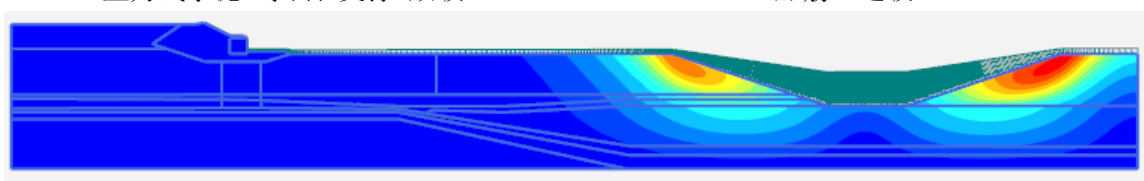
叉桩码头



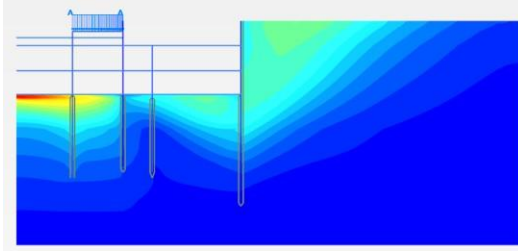
重力式水泥土挡墙+支撑+放坡



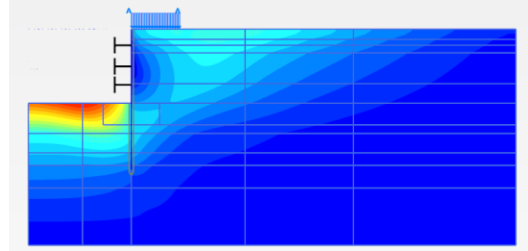
加筋土边坡



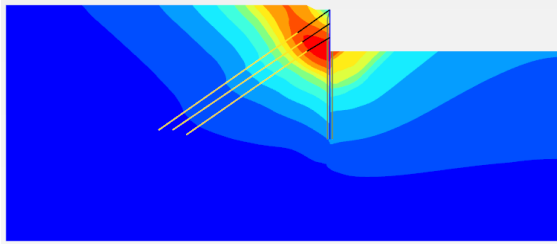
开挖对堤坝的影响评估



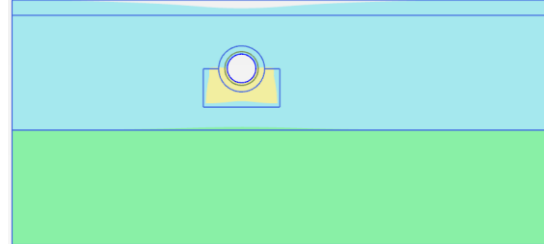
双基坑分步开挖数值模拟



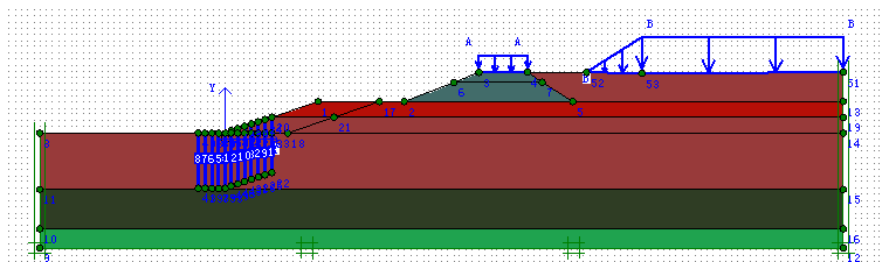
软土地区某高层内支撑基坑



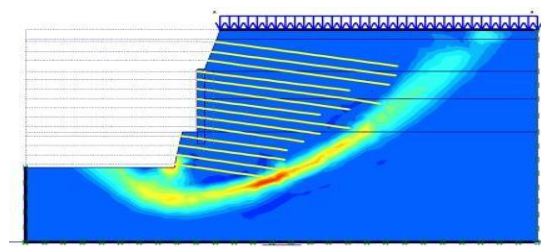
拉锚基坑



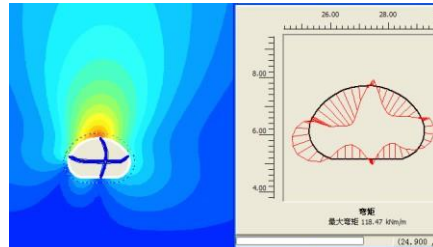
盾构隧道+底部加固



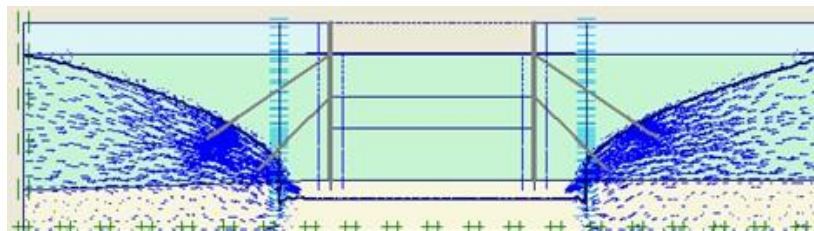
软基上路基加宽工程设计校验



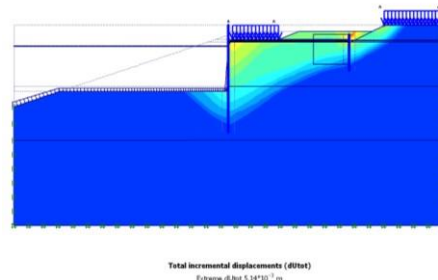
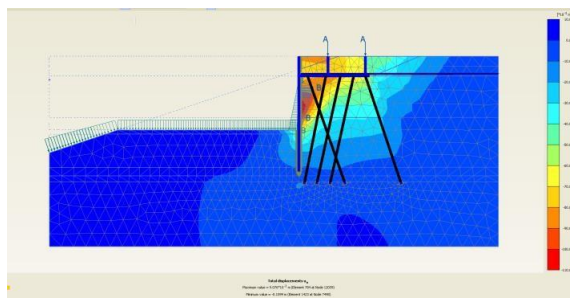
土钉墙安全性分析



CRD 工法隧道施工模拟



基坑外侧降水分析





高桩承台式驳岸

拉锚式驳岸

PLAXIS 3D 有限元分析软件

PLAXIS 3D 2017 是一款国际上广泛使用并受到业界高度认可的岩土有限元分析软件。它操作流程简明清晰，具备强大的建模、分析功能，能模拟复杂岩土结构和施工过程；适于广大岩土工程师和研究工作者使用。

岩土具有非线性、时间相关性及各向异性等特点，因此在岩土工程中需要利用高级本构模型来模拟；其次，土为多相材料，需要专业的程序来模拟其静水压力及非静水孔压特性；另外，在很多工程中除了要模拟土体本身的力学行为，还要模拟结构，以及土和结构之间的相互作用；而 PLAXIS 3D 恰恰能很好地解决上述问题。

输入界面友好：

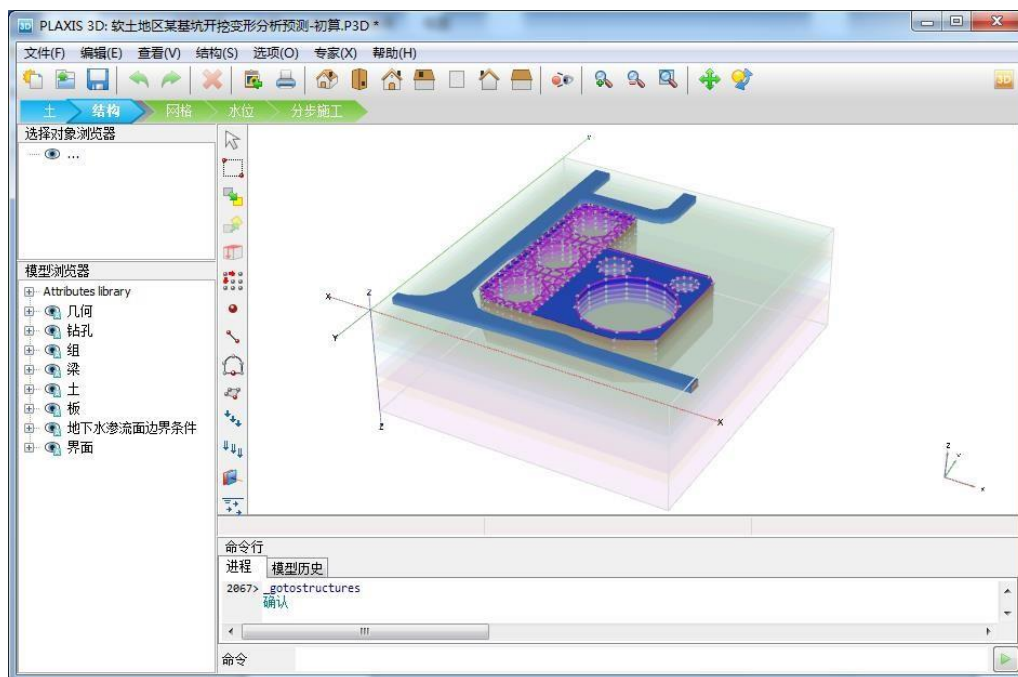
- 三维图形化建模界面
- Python高级汇编语言
- 交互式命令行
- 全自动网格划分
- 非线性几何对象
- 地质钻孔输入土层
- 支持DXF、DWG、3DS及地形图导入
- 分类框选
- 交叉、合并、旋转、阵列
- 隧道开挖流程设计工具
- 岩石锚杆

3D计算特性：

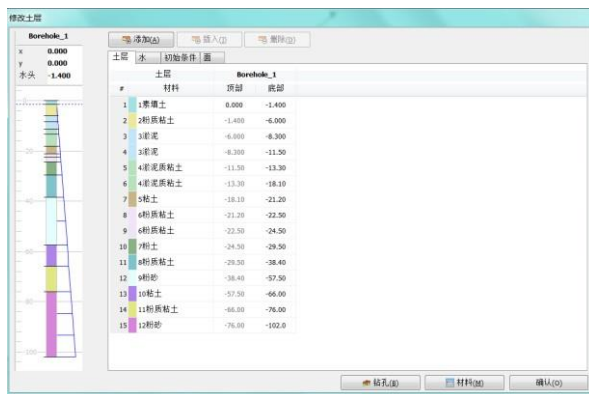
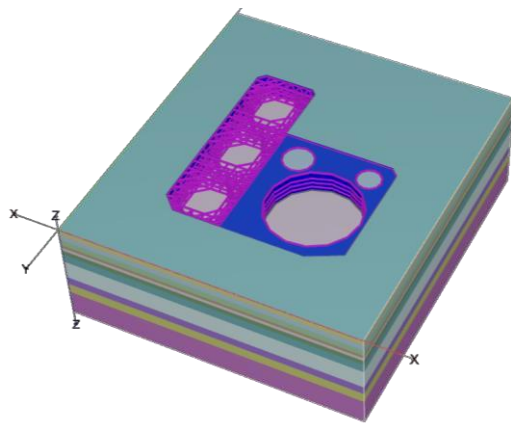
- 广受认可、功能强大的计算内核
- 64位计算内核、并行计算、批处理
- 完全流-固耦合、塑性、固结、安全性
- 非稳态渗流
- 动力分析、自由场

输出特性：

- 等值线、云图、等势面及矢量分布图
- 可移动剖面输出
- 高级数据分割
- 报告和动画

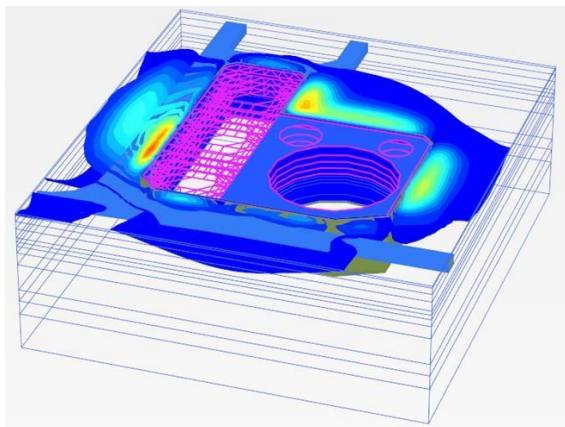


某软土深基坑开挖变形分析

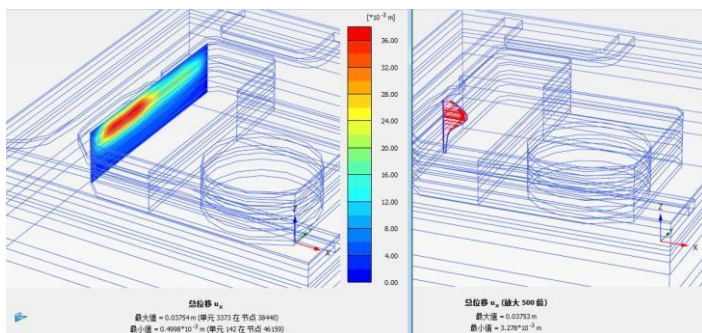


模型概况

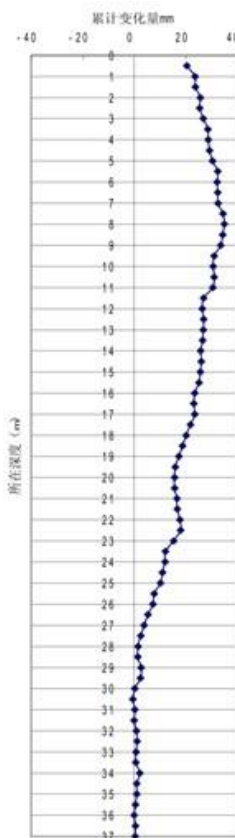
- 软土双基坑、开挖深度 27m
- 范围 280m×320m
- 采用 HSS 本构模型



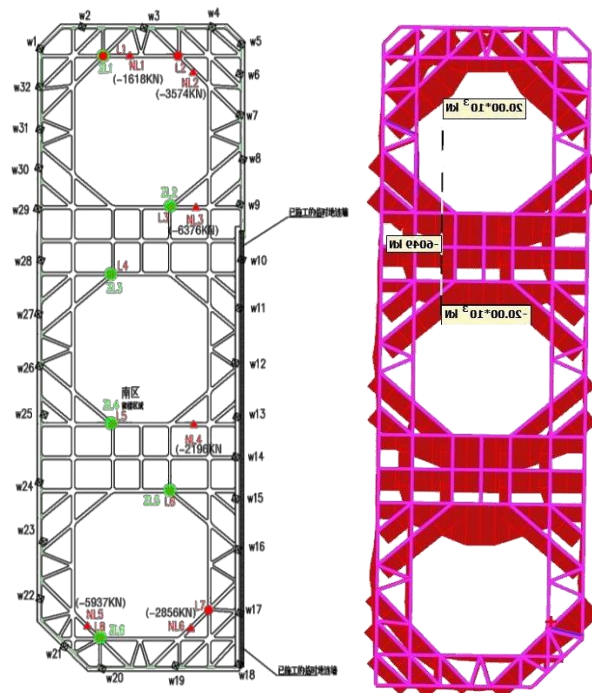
沉降图



西墙水平位移



实测结果



内支撑内力监测结果与实测对比

计算结果

沉降最大位置确定

挡墙水平变形与实测相符

内力结果与实测相符

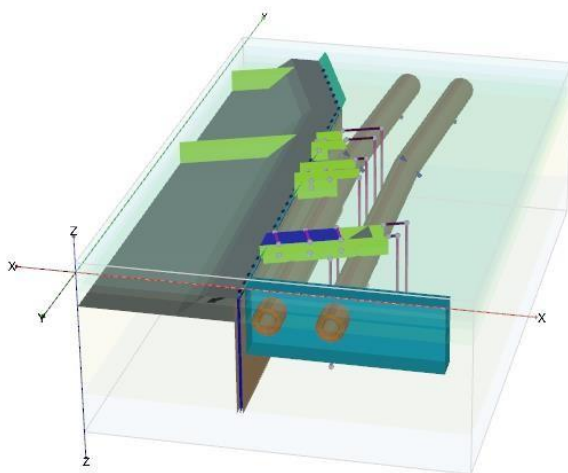
砂卵石地区深基坑对既有隧道的影响

模型概况

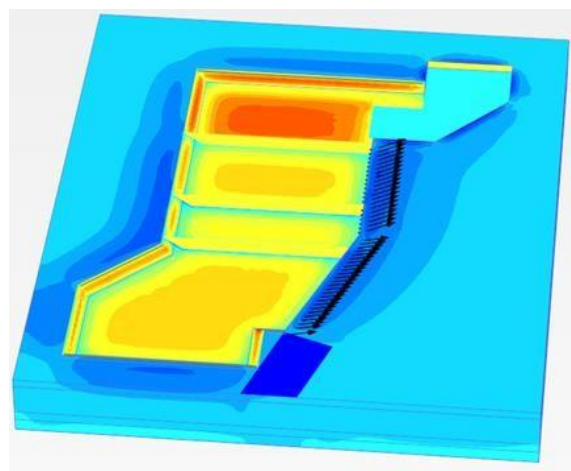
370m×450m，分为 5 个基坑，采用混凝土咬合桩+预应力斜钢撑+预应力锚杆+坡顶放坡。基坑与相邻既有盾构双隧道的边线最近只有 4.5m。

基坑开挖场区地层变形及结构内力

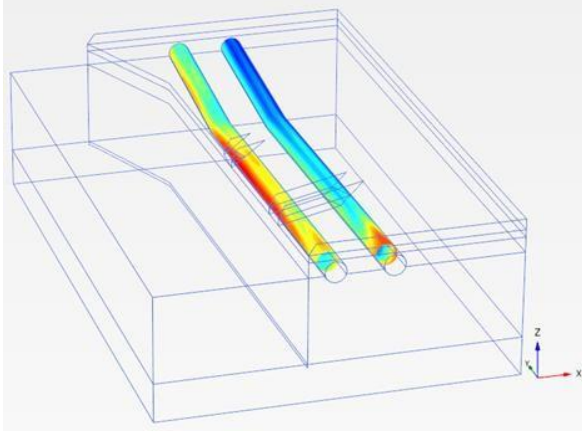
评估既有隧道变形



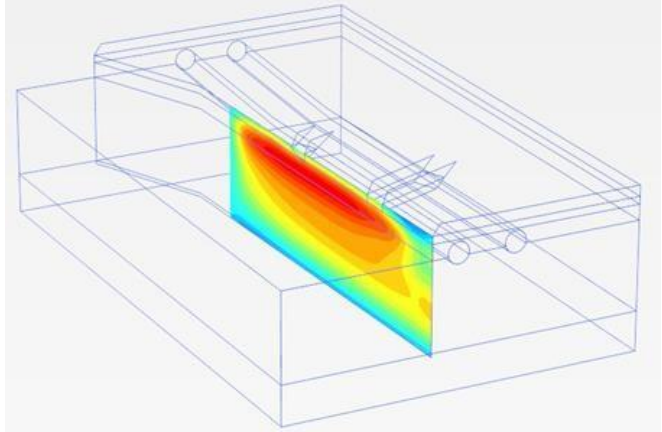
局部模型



整体模型总位移



既有隧道变形

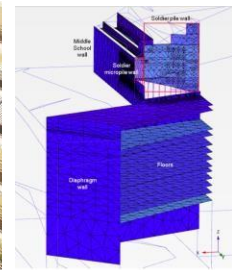


基坑挡墙变形

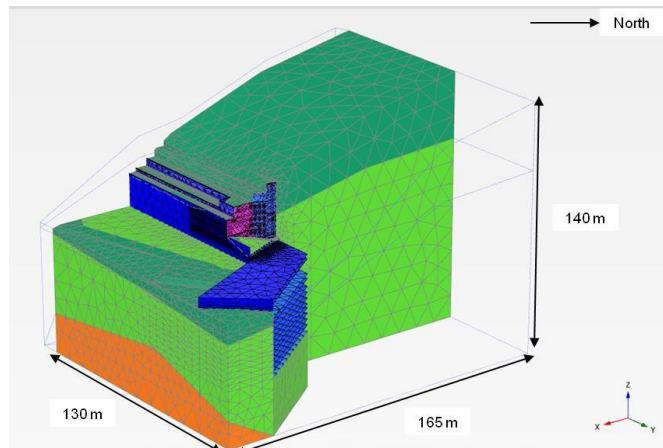
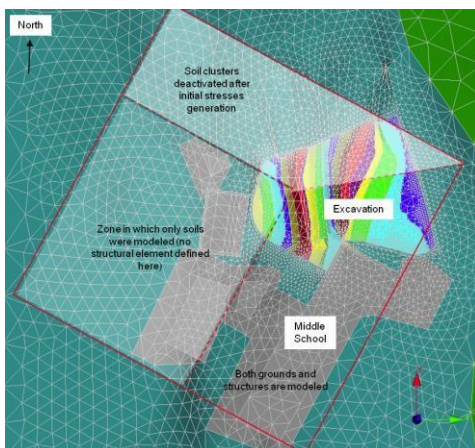
小结:

- 基坑开挖影响下隧道位移增加仅 3.8mm, 变形控制理想

摩纳哥深基坑支护工程

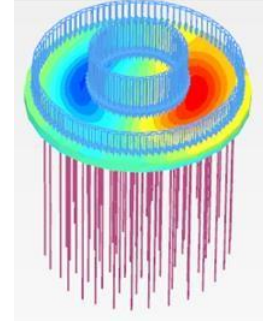
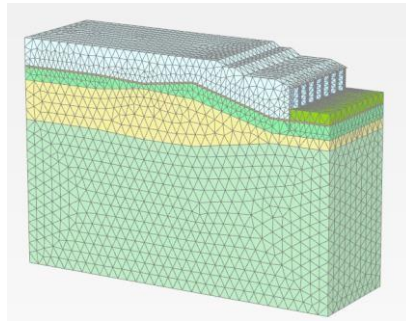
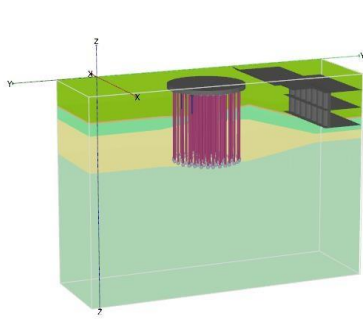


临近ft体 10层地下室逆作法基坑/分析开挖过程对相邻的建筑和挡墙的影响/考虑ft区的地形

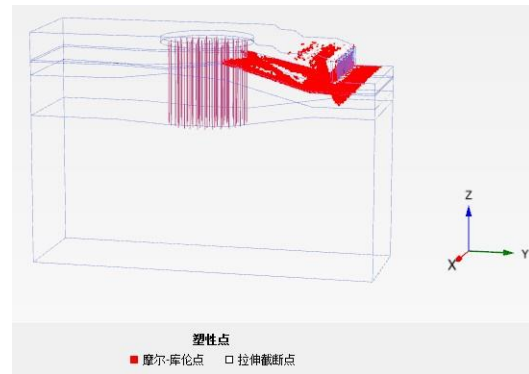
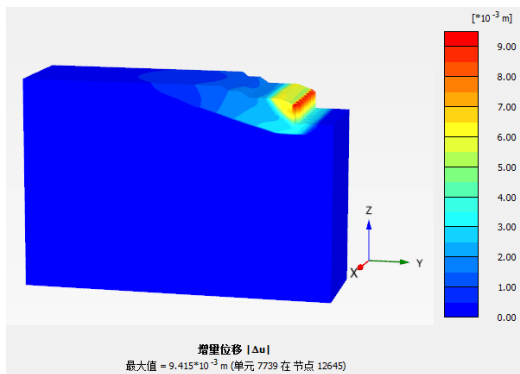


开挖分 48 个阶段/计算出附近各个支护挡墙的位移和受力

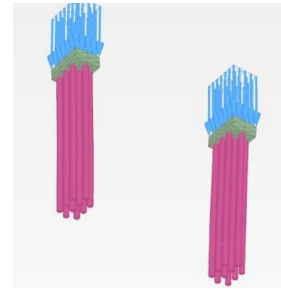
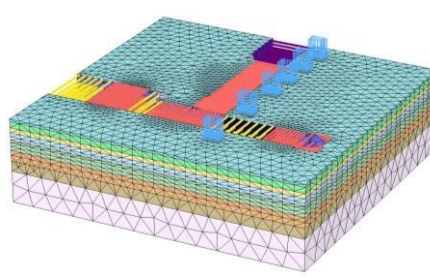
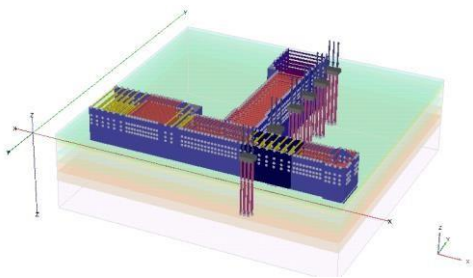
氧化铝仓基础与边坡相互影响



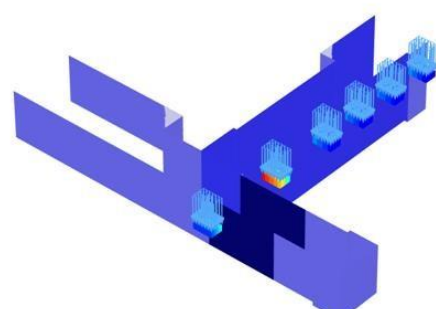
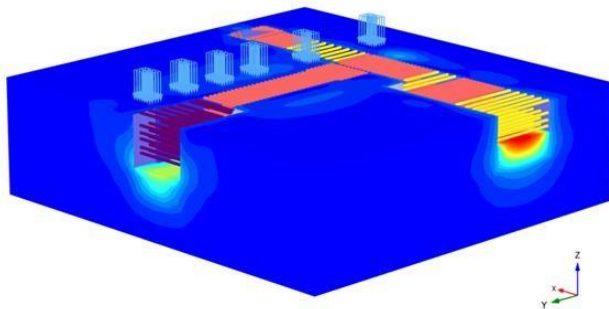
圆形桩筏基础/荷载分别施加在仓体内外壁/分析边坡的失稳对基础的影响/分析基础建造对边坡稳定性的影响/边坡抗滑桩挡墙采用实体



软弱夹层的存在使边坡滑移面出现在软弱层/塑性点(红色)显示边坡发生整体滑移
地铁明挖对相邻桥基的影响



两个新建车站基坑同时开挖对临近桥基的影响分析/连续墙和多道内撑/桥基为群桩承台基础



支撑体系变形量小/最大总位移是坑底隆起位移

下穿高架桥基坑对临近桥基影响最大

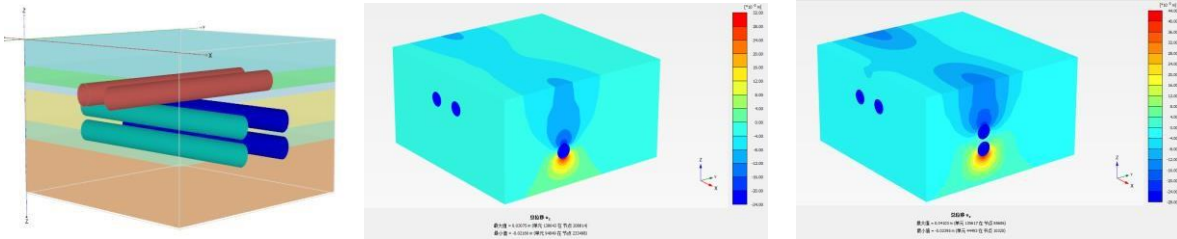
北京金土木信息技术有限公司

地址: 北京首体南路9号2号楼2层 邮编: 100044

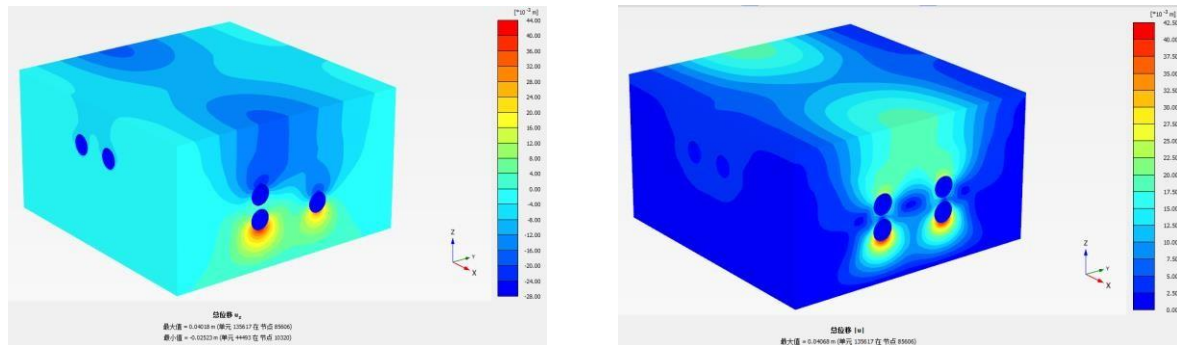
网址: <https://www.civilking.cn> 电话: 13901292045 (邵经理)

E-mail: shaochangkun@cbs.com.cn

四隧道下穿已有隧道的影响分析

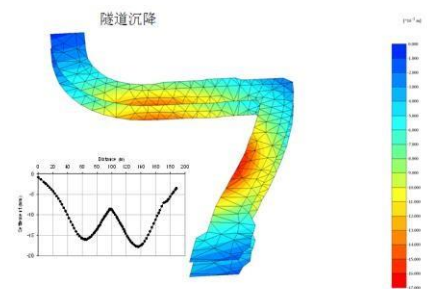
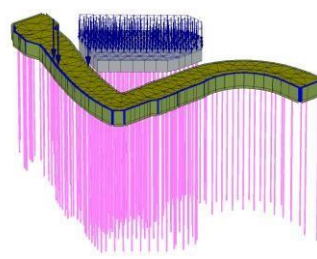
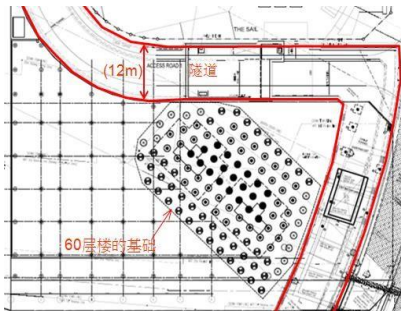
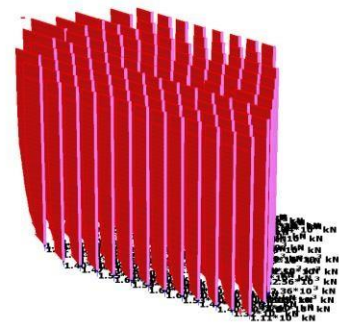
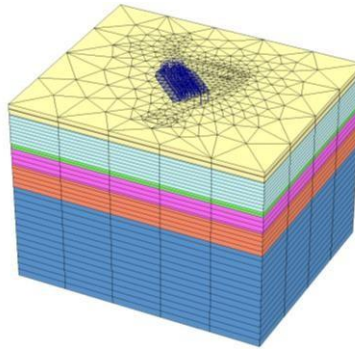


最上面的红色隧道为既有隧道\先盾构浅蓝色的隧道\再盾构深蓝色的隧道\先盾构下隧道再盾构上隧道



计算获得既有隧道在新建隧道开挖过程中的沉降和内力变化

新加坡金融大厦桩基工程



- 高层基础设计\构单元模拟已有隧道
- 群桩受力分析\Embedded 桩模拟钻孔桩

北京金土木信息技术有限公司

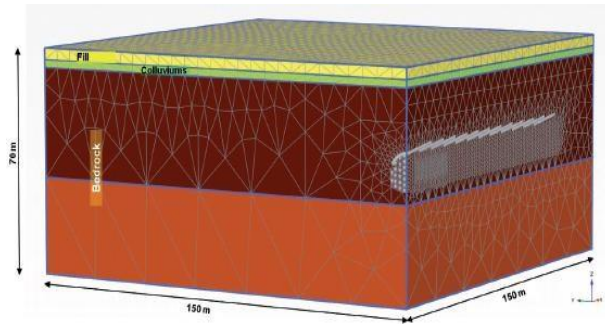
地址：北京首体南路9号2号楼2层 邮编：100044

网址：<https://www.civilking.cn> 电话：13901292045（邵经理） E-mail：shaochangkun@cbs.com.cn

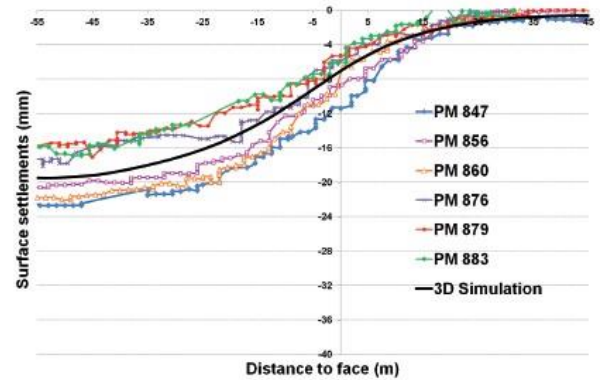


- 确定建筑物荷载对相邻隧道的影响\隧道沉降控制分析

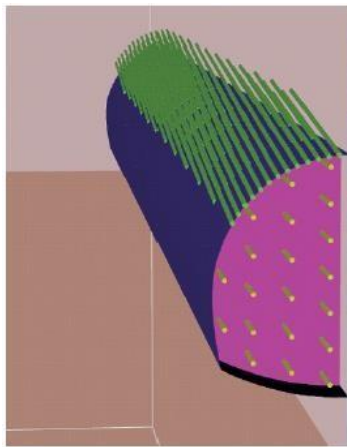
法国土伦管棚支护暗挖隧道数值模拟



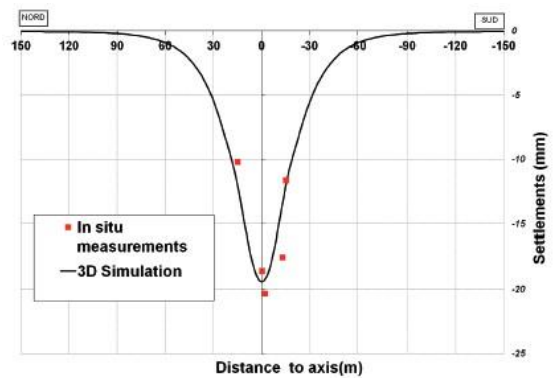
整体模型



掌子面距离与地表沉降的关系

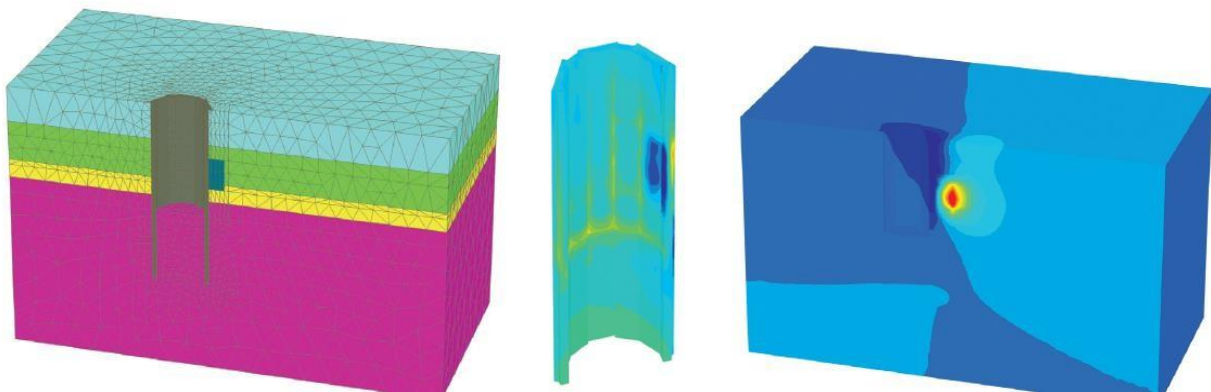


管棚:
数量 13 根
长度 18m
仰角 6 度



◆ 隧道横截面方向的沉降与实测结果对比

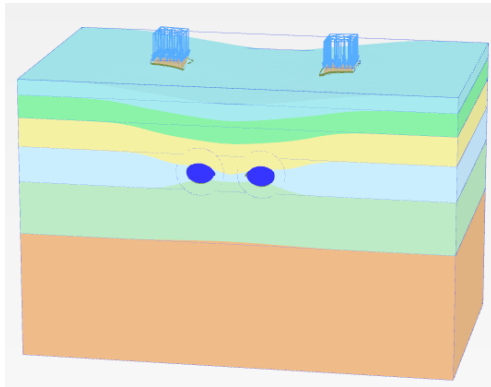
冷冻法竖井施工数值分析



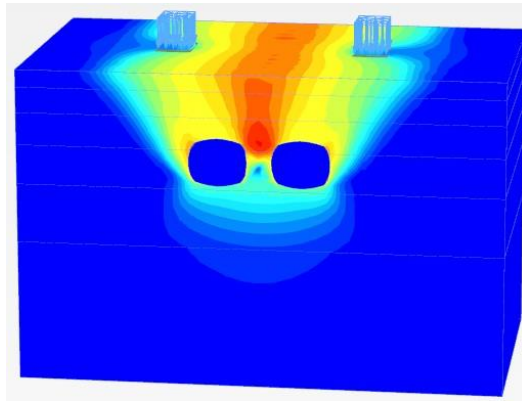
采用体积各向同性体积膨胀模拟冻结带来的体积膨胀作用
冻结后产生的应力和位移

PLAXIS 不仅可以进行地层膨胀下的力学分析, 还可以模拟荷载作用下冻结土体的强度随时间降低

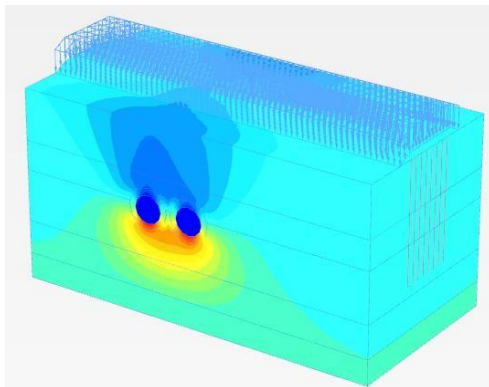
PLAXIS 3D 更多项目



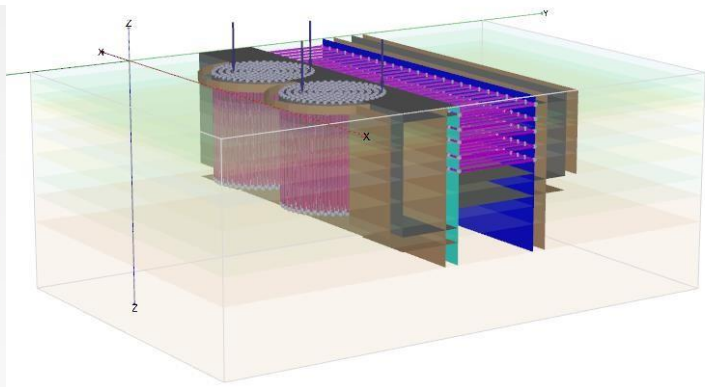
双盾构隧道对既有桥桩的影响



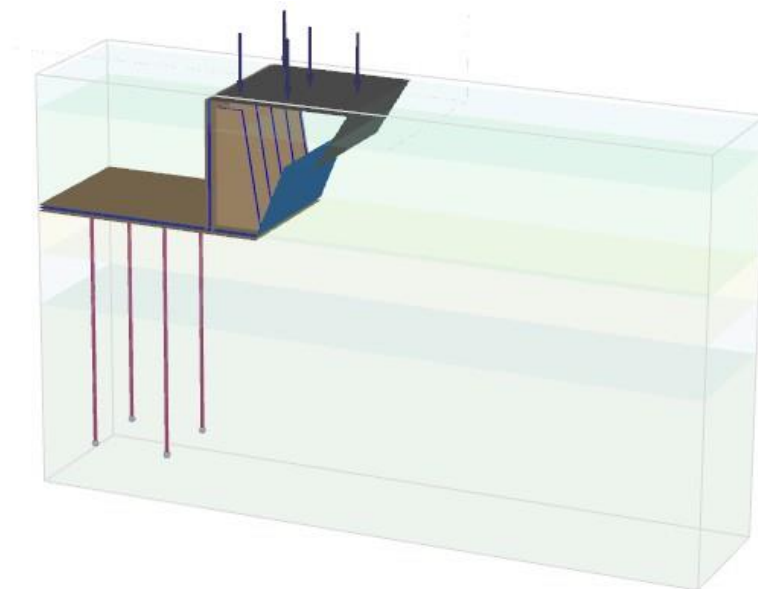
双顶管隧道对既有桥桩的影响



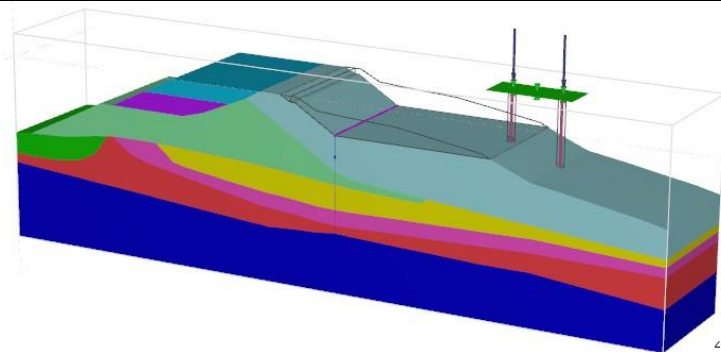
某地铁隧道下穿国铁沉降云图



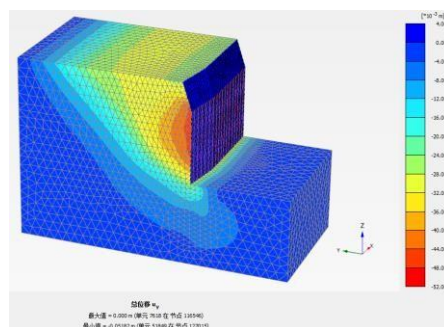
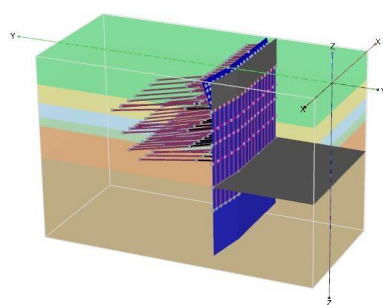
地铁基坑开挖对临近基础的影响



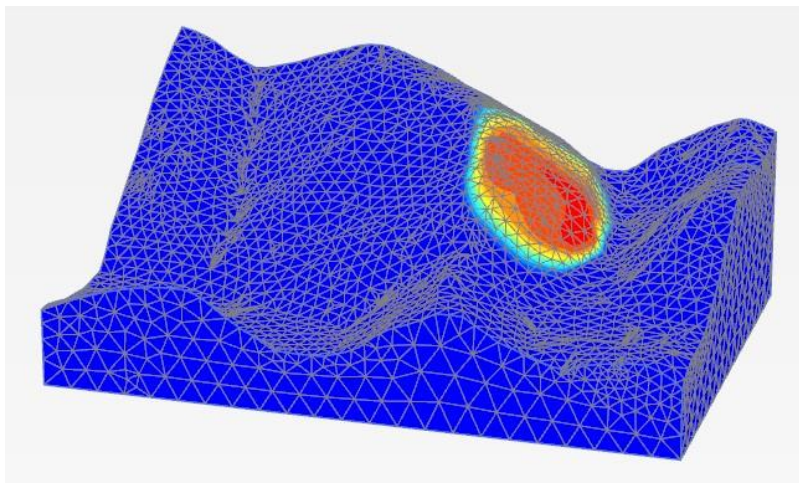
扶壁式挡墙



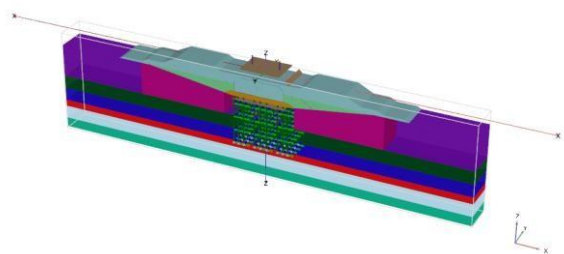
降水对桥梁基础的影响



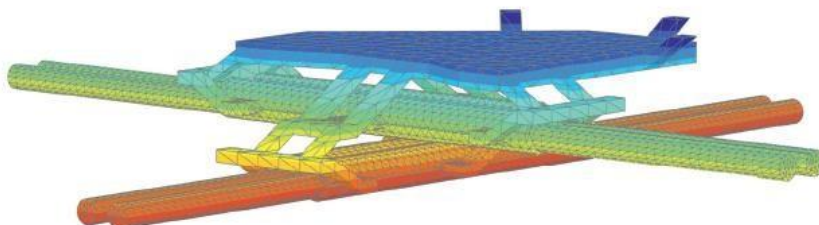
与监测对比研究 189 度阳角对支护结构内力和基坑变形的影响



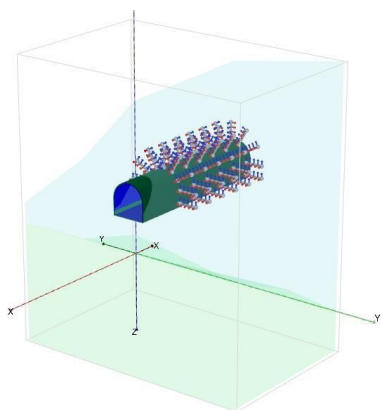
ft体安全性评估（防灾）



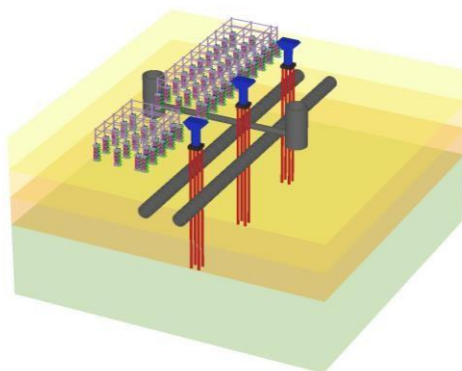
沉箱公路隧道



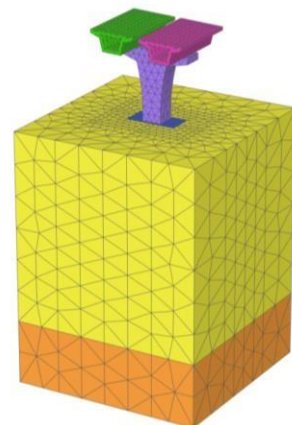
地铁车站



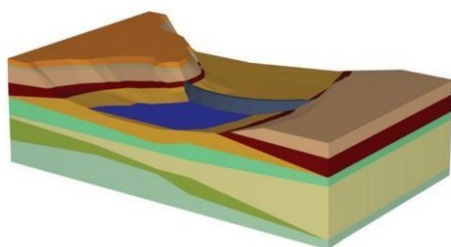
f t体隧道



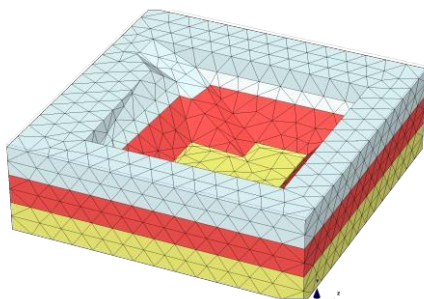
桥桩与隧道相互影响



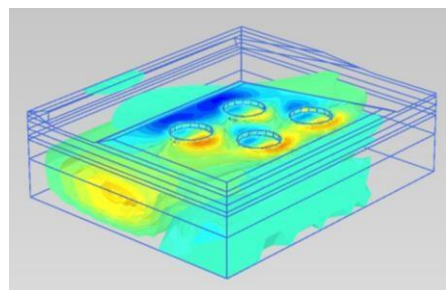
桥桩与隧道相互影响



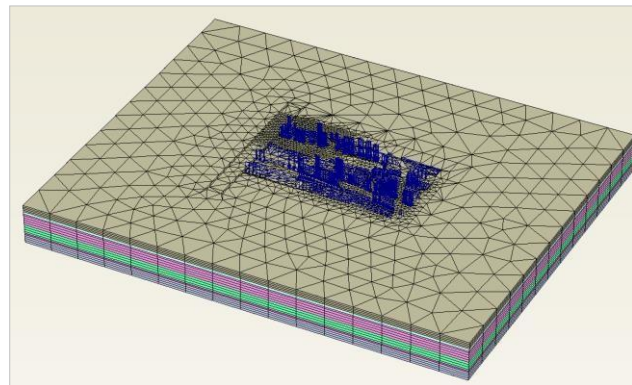
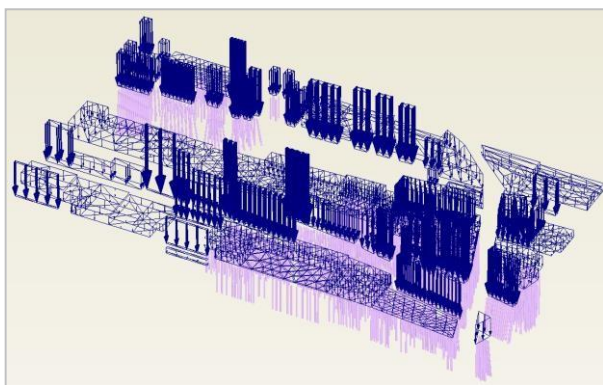
库区



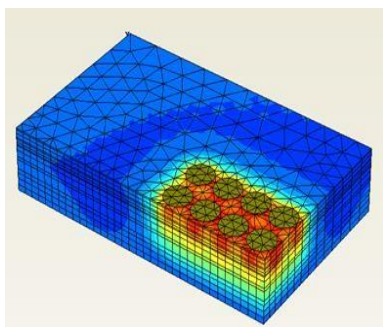
放坡基坑



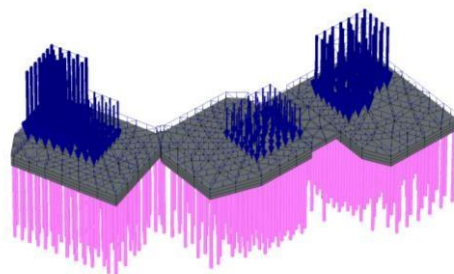
基础群



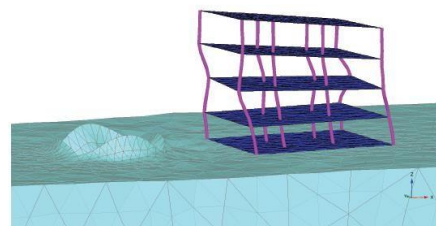
Australia 某建筑群整体分析/1200 根桩



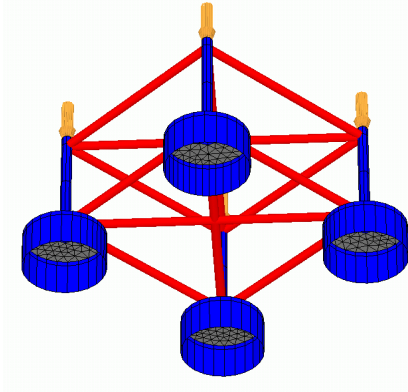
中石油某油库地基分析



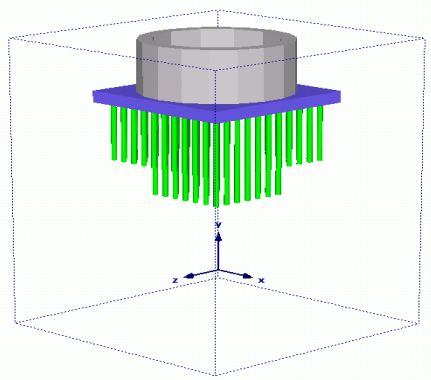
迪拜 Signature Towers 的基础设计



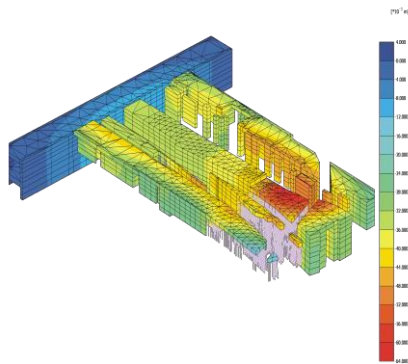
打桩对周边建筑的动力影响



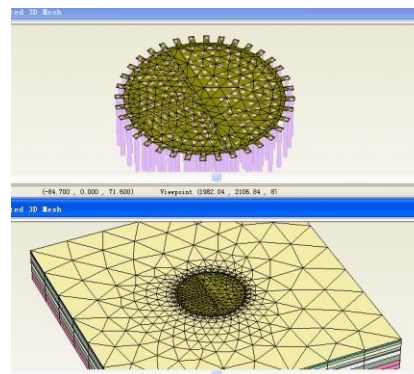
海洋钻井平台受力分析



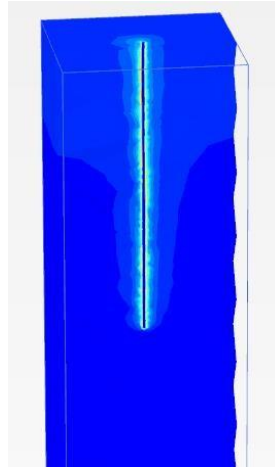
筒仓桩基础优化设计



Australia 某大厦基础整体建模分析



天津某圆形煤库桩筏基础分析



扩孔桩模拟（直径扩 12 倍）