

桥台基础施工阶段分析

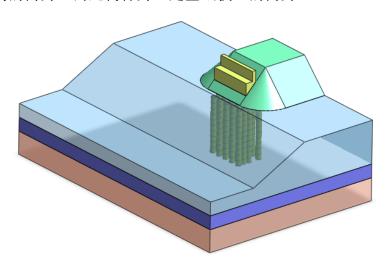
1 学习目的及概要

1.1 学习目的

按施工阶段评价桥台基础的水平位移及桩的稳定性。本模型不仅仅使用相对简单的梁单元,而且采用桩界面单元来分析岩土-结构的相互作用。桩界面单元类似于植入式梁单元形式,所以不需要节点耦合,便于三维建模时的使用;同时桩界面单元形式能够用来评价桩和相邻岩土之间界面效应,这对模拟岩土-结构的相互作用有很大的帮助。

本教程演示了三维桥台基础的建模流程,并基于堆土和荷载阶段,分析了基础的变形及桩基础的构件力。分析结果分为直接采用桥台基础和添加桩基(减少下部沉降)2种情况,这在一个模型内可以创建两个施工阶段分析工况来比较结果。此外,在基础板上部定义测量板单元(Gauging Shell)用来计算结构的内力,而此构件力正是基础板上的内力。

▶分析模型概要图



通过本例题可以学习如下主要功能及分析方法。

- 三维地层建模(采用 Mohr-Coulomb 模型)
- 桩界面单元建模(基于荷载加载的桩界面摩擦力研究)
- 设置荷载加载步骤
- 按阶段检查桥台水平位移
- 按阶段生成荷载-沉降结果图



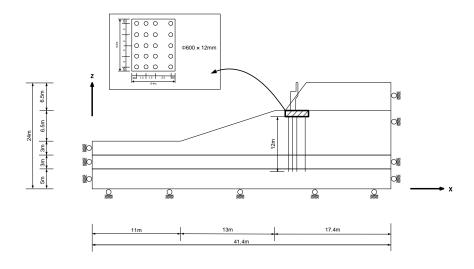
适用测量板单元(Gauging Shell)(实体单元的剖面的内力研究)

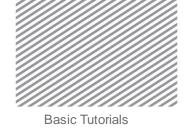
1.2 模型及分析概要

在本例题中,模型由相互不同的3个地层和邻接倾斜地基的桥台基础及 桩组成。本例按基于堆土体施工及荷载加载的施工阶段分析。在 6.4x10m的 基础板上端建立桥台,在堆土体上部把100(kN/m2)的荷载分成5个阶段加 载。在每一阶段中,桥台水平位移及沉降趋势将被分析。同时在基础下部添 加 20 个规格为 600x12mm 的钢管桩,并分析其对基础沉降的影响。生成 2 个 分析工况——使用桩基础前/后进行对比分析,以此来判断桩基础的适用性。

地层构成和模型区域如下图。

▶分析剖面图





2设置分析条件

[启动附加的开始文件(06_Pile Element_start)]

* * : 分析>分析工况>设置(Analysis > Analysis Case > Setting)

首先,设置模型类型、重力方向及初始参数,确认分析中使用的单位制。单位制可在建模过程及确定分析结果时修改,输入的参数将被自动换算成设置的单位制。

本例题是以 Z轴为重力方向的三维模型,单位制使用 SI 单位(kN,m)。





3 定义材料及属性

定义岩土及结构材料后,在划分网格时定义各单元上所需要分配的属性。

3.1 定义岩土及结构材料

岩土材料可采用一般性弹塑性行为分析的莫尔-库伦模型,结构材料可采用不考虑材料非线性的弹性模型和分析桩土界面摩擦力的桩界面单元。

各地层/结构构件上使用的材料如下表。

▶表.岩土材料

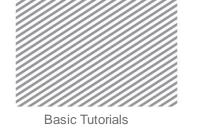
名称	风化土	风化岩	软岩	堆土	桥台
材料	各向同性	各向同性	各向同性	各向同性	各向同性
模型类型	莫尔-库伦	莫尔-库伦	莫尔-库伦	莫尔-库伦	弹性
一般					
弹性模量 (E)	1.2E+04	1.2E+05	1.2E+06	3.0E+04	2.1E+07
泊松比 (v)	0.33	0.3	0.25	0.3	0.18
容重 (r)	19	20	24	18	25
K 0	0.5	0.5	0.74	0.5	1
非线性					
粘聚力	2	34	200	15	-
内摩擦角	28	33	37	25	-

▶表. 结构材料

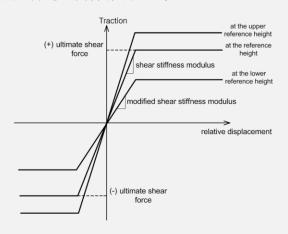
分类	桩	桩 (界面)
材料	各向同性	界面和桩界面
模型类型	弹性	桩界面
弹性系数 (E)	2.10E+08	-
泊松比 (v)	0.3	-
单位重量(r)	74	-
最终剪力	-	650
剪切刚度模量(Kt)	-	50000
法向刚度模量(Kn)	-	500000



桩界面单元行为可以分为两个部分:法向行为和切向行为。首先假设法向行为是桩界面和岩土单元进行完全一致的协同变形,并将切向行为视为非线性弹性行为。非线性弹性行为的定义分为:屈服力的方法和用函数定义的方法。



下图是指在按屈服力定义的情况下,相对位移和摩擦力的关系。如果使用函数,可以定义更加精确的相对位移-摩擦力关系曲线。



桩端界面单元用于反映岩土单元和桩端节点之间的相对行为,即实体-顶点间的界面行为。分析过程中,假设桩端的法向行为与桩的行为协同进行刚体运动,切向行为视作非线性弹性行为。

为了定义桩界面单元行为的材料及属性,本例中基于荷载试验结果进行参数输入。

更多关于桩界面单元参数的相关内容请参考用户手册第四章(一般材料)或者 F1 (在线帮助)。

3.2 定义属性

对于岩土属性,设置使用何种类型的岩土材料。对构筑物设置为结构特性,设置结构构件类型及截面形状(截面刚度)。

若采用桩界面单元,可以设置桩端界面上的承载力和弹簧刚度。

使用梁单元作为抗拉压/剪切/扭转的结构构件,并且定义桩界面周围和桩端上的刚度,以确定桩与相邻土体的摩擦行为和相对位移。桩界面单元和界面单元的差异在于可以考虑桩与相邻岩土不共享节点(节点不耦合),这在三维建模时使用较方便。

测量板单元用在实体单元的边界单元面上,用于分析实体构件内力的情况下。在本例题中,为了研究基础板上作用的轴力/剪力/弯矩等的内力,在基础板上部单元面上建立测量板单元。

各岩土的属性如下表。



▶表.岩土属性

名称	风化土	风化岩	软岩	堆土体	桥台
属性	3D	3D	3D	3D	3D
材料	风化土	风化岩	软岩	堆土体	桥台

各结构构件的属性如下表。设置截面形状后自动计算截面刚度。

▶表.结构属性

 名称	 桩	 桩界面	 桩端界面	
类型	1D	<u>Д</u> 1D	其它	2D
模型类型	梁	-	桩端	测量板
材料	桩	桩界面	-	-
截面形状	管	-	-	-
截面尺寸	600×12	-	-	-
厚度	-	1	-	-
桩端承载力	-	-	4000	-
桩端弹簧刚度	-	-	160000	-
刚度比例系数	-	-	-	1e-06



4 建模

[开始建模]

本例题结合三维形状及单元生成的建模过程,并以基础沉降趋势的分析为重点,从岩土/结构材料属性的定义及三维模型的几何文件导入开始学习。

4.1 几何形状建模

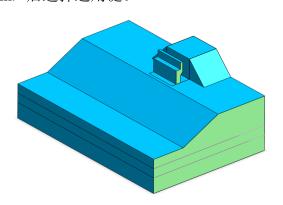
* ³:几何 > 顶点与曲线 > 直线(Geometry > Protrude > Extrude)

由选择的点、线、面形状,生成更高级的线、面、实体形状的过程。由闭合区域的线,可以一次性生成实体。

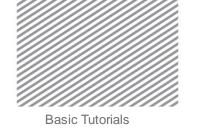
建立三维地基、桥台基础及堆土体实体后,生成区分各地层的面。

- 目标形状选择地基区域对应的面(1个)。
- 延伸>扩展:方向选择 Y 轴后,长度输入所要分析区域的范围 60(m)。
- 选择适用键,确认生成的实体。
- 目标形状选择桥台面(2个)。
- 方向选择 Y 轴后, 输入桥台长度 10 (m), 选择适用键。
- 目标形状选择堆土体面(3个)。
- 方向选择 X 轴后, 以整体坐标系为准勾选反向。
- 长度输入10(m)后选择适用键。

►创建地基/结构实 体







选择目标形状及方向时,可以在模型目录树上选择相应的目标形状或在模型窗口内直接选择。

- 用同样的方法创建用来分割地层的面。
- 把主选择过滤变更为线,目标形状选择地层线(2个)。
- 方向选择 Y 轴后输入足以分割地层区域范围的长度 70 (m)。
- 取消勾选反向后,点击确认键。



创建分割实体的面时,最好输入大于实体的尺寸。面的大小小于实体时,即使二 者差异微小也不能分割。

* : 几何 > 延伸 > 旋转(Geometry > Protrude > Revolve)

按输入的角度旋转点、线、面的形状,生成更高级的线、面、实体形状的方式。

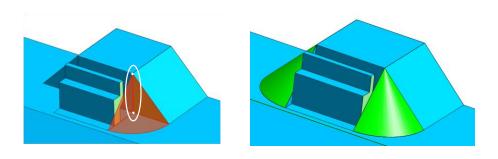
旋转堆土体的部分面,建立弯曲的倾斜实体。

- 目标形状选择堆土体倾斜部分的面,如下图。
- 旋转轴选择2点矢量,如下图,依次选择2点矢量。
- 角度输入90后,选择形状预览键,确认生成的形状。、
- 用同样的方法生成另一部分的实体。





▶创建堆土体实体





2 点矢量:选择两点把经过两点的方向矢量设置为基准轴。这时点的选择顺序作为矢量方向。旋转角度(+)值是指顺时针方向旋转。

* ³:几何 > 延伸 > 扩展(Geometry > Protrude > Extrude)

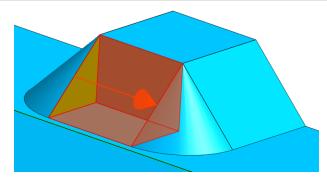
完成创建堆土体和桥台接合部的实体。

- 目标形状选择实体内部面,如下图。
- 方向勾选轮廓法线。
- 长度输入10(m)后,选择确认键,确认生成的实体。



Basic Tutorials

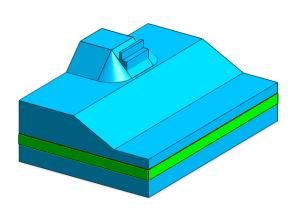
▶完成堆土体实体



* :几何 > 分割 > 实体(Geometry > Divide > Solid)

- 区分地层而分割形成对应区域。
- 利用地层面分割生成的实体。
- 目标实体选择生成的岩土区域实体。
- 辅助面选择所有生成的地层面(2个)。
- 选择确认键,确认分割的区域。

▶完成地层分割



* ¹:几何 > 布尔运算> 实体(Geometry > Boolean > Solid)

是通过实体运算操作合并或删除重叠部分的过程。

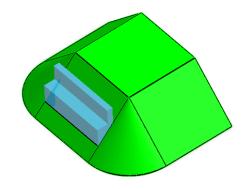
这里为了方便选择, 可把之前阶段生成的堆土体实体合并成一个实体。

- 选择并集菜单。
- 目标实体选择之前过程生成的堆土体实体(6个)。
- 勾选合并面后,选择确认键。



Basic Tutorials

▶合并堆土体实体



* 🔁 : 形状 > 曲面与实体 > 自动连接(Geometry > Surface & Solid > Auto Connect)

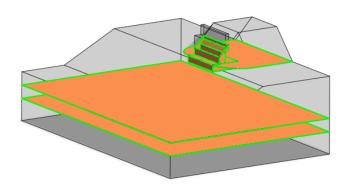
是删除生成的所有实体之间重叠的部分,并自动生成共享面的过 程。只有生成了共享面才能在生成单元时在各区域的边界部分确保节点 连接。

选择工作空间上的所有实体(6个)后,选择确认键。



为防止单元之间节点没有连接而发生的分析错误,应当在生成单元之前确认是否 生成共享面。用共享面自动生成功能可以一次性的生成所有实体间的共享面,通过形 状>工具>检查形状>检查重复形状可以确认共享面生成与否。

▶检查重叠形状-自 动生成共享面





4.2 划分网格

网格的形状及质量在有限元分析中是非常重要的。基于压缩、剪切变形 而发生塑性破坏的岩土分析的情况下,三维以六面体为主、二维以四边形为 主生成单元对分析的稳定性更有利,可利用映射网格或自动生成以六面体单 元为主的混合网格。单元越小网格质量提升越高,但为了考虑分析的效率最 好合理确认单元的大小。

* * : 网格 > 生成 > 3D (Mesh > Generate > 3D)

是在三维岩土区域上创建单元的过程。选择岩土/结构实体创建单元。

创建单元时可以按各实体分配属性。可以单独选择实体指定属性,也可以一次性生成整体实体网格后再按各区域分别修改为对应的参数。

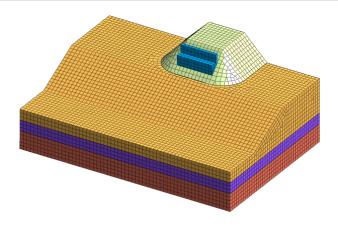
包含混凝土结构的堆土体、风化土区域按混合网格划分、底部的风化岩及软岩层按映射网格,这样可最大限度地生成六面体单元为主的网格。

- 选择自动-实体选项。
- 选择 4 个(桥台、基础板、堆土体、风化土层)实体。
- 单位大小输入 1。
- 在过滤菜单内选择混合网格生成器(六面体为主)。
- 选择预览键,确认要生成的单元节点位置。
- 选择适用键,确认生成的单元。
- 选择映射-实体选项。
- 选择风化岩、软岩层实体(2个)。
- 单元大小上输入1后选择确认键。



Basic Tutorials

▶创建实体单元

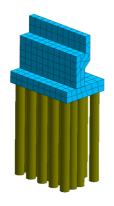


* ■: 网格>生成>1D(Mesh>Generate>1D)

是创建桩界面单元所需的梁单元的过程。

- 选择所有桩线(20个),分割数输入1。
- 属性选择桩,网格组输入"桩梁单元"。
- 选择[确认]键。

▶创建桩梁单元





创建桩界面单元之前梁单元的大小、分割数量没有太大意义,这是因为梁单元的 节点和岩土的节点在生成桩界面单元后会自动连接。单独考虑的梁单元只有在与相邻 岩土是节点连接的情况下才能生成,但在使用桩界面单元的情况下可以不考虑节点连 接。

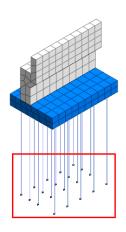


* : 网格 > 单元 > 桩界面/桩端界面单元(Mesh > Element > Pile/Pile Tip)

是添加生成桩界面/桩端界面单元的过程。

模拟桩和岩土的相互行为。桩界面单元利用前一阶段中生成的桩梁单元,来创建桩界面单元和桩端界面单元。

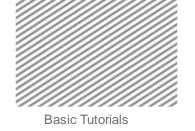
- 选择桩界面选项。
- 选择生成的所有桩梁单元(20个)。
- 选择桩界面属性后,选择适用键。
- 选择桩端界面选项。
- 按下图选择桩端的节点(20个)。
- 特性选择桩末端后,选择确认键。



* I : 网格>单元>建立(Mesh>Element > Create)

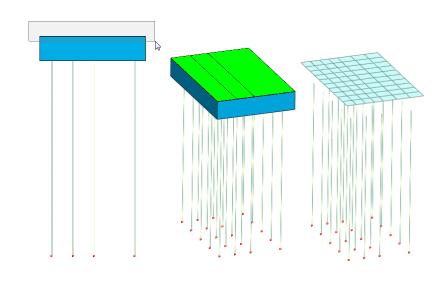
为了确认基础板实体单元的内力,可添加生成测量板单元。选择目标实体和边界面(生成测量板单元),创建测量板。

- 选择其它选项。
- 在过滤中,选择测量板。
- 构件选择基础板实体。(隐藏几何形状的情况下,在工作目录树上勾选显示。)
- 选择面按下图框选生成测量板单元的基础板上部面(3个)。



• 属性选择测量板后,选择确认键。

▶创建桩界面/桩端 界面/测量板





创建桩界面单元之前应当预先生成相邻岩土单元。在没有岩土单元的梁单元上是 无法生成模拟界面行为的桩界面单元的。

* Ⅲ:网格 > 单元 > 网格参数(Mesh > Element > Parameters)

用于按区域确认是否正确的分配了材料属性。当整体单元按一个属性自动生成后,可通过修改参数来方便的修改各区域材料属性。

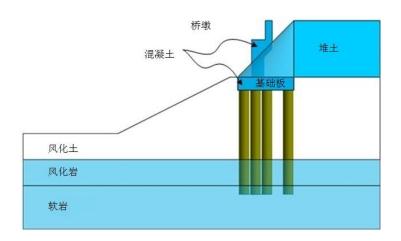
- 选择 3D 选项。
- 按各地层形状对应的网格组修改属性。(基础板设置"风化土"属性后,需要在后续阶段中修改为混凝土属性,这里可利用"改变属性"功能定义成边界条件来指定混凝土)
- 目标选择上选择网格组后,选择对应于相关网格组的属性。
- 选择适用键修改属性。
- 在工作目录树上选择网格组时,可以在"属性"目录树中确认相关网格组的 材料/属性。

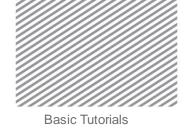






▶模型名称及对应位 置概要(剖面图)





5设置分析

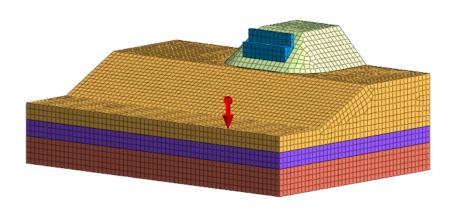
5.1 设置荷载条件

* ≟: 静力/边坡分析 > 荷载 > 自重(Static/Slope Analysis > Load > Self Weight)

设置自重的操作。岩土、结构构件上输入的容重乘以自动设置的重力加速度后,自动计算重力。自重可通过输入基于方向的比例因子进行设置。不同模型类型对应的重力方向默认值不同。

• Gz 上输入 -1, 荷载组输入自重后, 选择确认键。

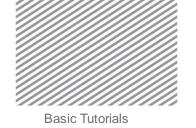
▶输入自重



* ➡: 静力/边坡分析 > 荷载 > 压力(Static/Slope Analysis > Load > Pressure)

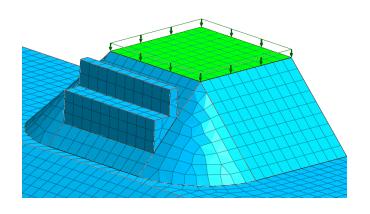
输入堆土体上部作用的上覆荷载的操作。可以设置等分布或者线性/ 非线性分布荷载。

- 选择面选项。
- 类型选择面。(只有显示了实体时才能选择。)
- 选择堆土上表面。
- 荷载方向按法向设置。
- 勾选等分布后在 P 或 P1 项目上输入 100(kN/m2)。
- 可以用预览键确认荷载方向和适用范围。



荷载组名称输入"上覆荷载"后,选择确认键。

▶设置上覆荷载





定义荷载时,目标形状可以直接选择几何形状(线、面)以及单元边界(线、面)。所有荷载按节点作用自动换算并反应到分析中,所以采用什么样的目标形状对分析结果没有影响,这只是为了实现选择的便利。利用几何形状选择的情况下,几何形状应当是生成单元时使用过的形状,即具有节点信息的形状。

5.2 设置边界条件

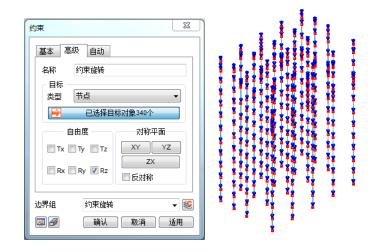
* ➡: 静力/边坡分析 > 边界> 约束(Static/Slope Analysis > Boundary > Constraint)

这里将学习如何设置边界条件来约束位移以及模型在整体坐标系中的旋转。首先,运用"自动"选项,自动生成边界条件。然后,设置 Rz 约束选择自由度以防止自由度约束不足的错误发生。

- 选择自动选项。
- 勾选考虑整体网格组后,边界条件组名称输入"地基边界"。
- 选择适用键。
- 在模型目录树上,显示全部网格,确认设置的约束条件。
- 选择高级选项,仅显示桩梁单元。
- 类型选择节点,选择生成的桩梁单元整个节点后,勾选 Rz。
- 边界条件组名称输入"约束旋转"后,选择确认键。



▶设置桩旋转约束



[∗] ¹ : 静力/边坡分析 > 边界> 改变属性(Static/Slope Analysis > Boundary > Change Property)

是根据施工阶段对材料/属性需要变更的单元设置边界条件的操作。 一个的单元上只能分配一个的属性,通过变更单元属性功能设置边界条件,边界条件在施工阶段中激活时,变更的属性就会反映到分析上。

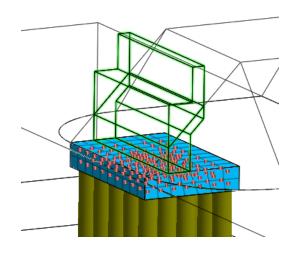
在设置基础板阶段中,把具有风化土属性的基础板区域变更为混凝土属性,以模拟嵌入到风化土中的混凝土基础板。

- 选择一般选项。
- 选择基础板的各单元(252个)。
- 把特性变更为混凝土。
- 边界条件组名称输入"结构"后,选择确认键。



Basic Tutorials

▶变更基础板单元属



5.3 定义施工阶段

* #: 静力/边坡分析 > 施工阶段 > 施工阶段组(Static/Slope Analysis > **Construction Stage > Stage Set)**

是为了模拟施工过程而逐阶段分析的过程。本例题的情况下,根据是否 采用桩基础来生成两个施工阶段组。对于上覆荷载,可以逐阶段加载。因为 各施工阶段分析中按名称区分激活/钝化的对象,所以最好事先在工作目录树 中按施工的工序和材料属性区分并命名网格组。

- 阶段类型指定为[应力分析]。
- 选择"添加"键,创建2个施工阶段组。
- 各组分别点击[定义施工阶段]来创建施工阶段。
- 各组施工阶段的构成如下。



▶设置施工阶段组





当需要修改部分施工阶段时,可以使用复制施工阶段组功能,并对复制的施工阶段进行简单修改即可。

施工阶段组-1(未添加桩基础)

1阶段 - 名称:原场地

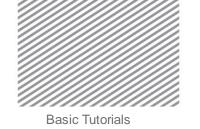
- 激活数据网格: [基础板]、[风化土]、[风化岩]、[软岩]
- 激活数据边界条件: [地基边界]
- 激活数据静力荷载: [自重]
- 勾选位移清零
- 保存后选择添加键定义下一个阶段。



设置施工阶段时,1 阶段是为了计算原场地状态的应力分布的初始阶段。因为原场地被视作是不发生追加变形的平衡状态,所以基于自重的地基施工前的变形应排除在外,更关心的应是基于此状态相对变化的后续变形结果,因此此阶段应勾选"位移清零"。

2阶段-名称:开挖

• 钝化数据网格:[基础板]



• 保存后选择添加键定义下一个阶段。

3阶段-名称:配置结构

- 激活数据网格: [桥台]、[基础板]、[测量板]
- 激活数据边界条件: [结构]
- 保存后选择添加键定义下一个阶段。

4阶段-名称: 堆土体

- 激活数据网格: [堆土体]
- 保存后选择添加键定义下一个阶段。

5阶段-名称:荷载加载

- 激活数据静力荷载: [上覆荷载]
- 选择[分析控制]后"荷载步骤"数量上输入5,选择每增量步。
- 把总计 100(kN/m2)的荷载分 5个阶段加载,按各阶段保存所有结果。
- 选择保存键后,把施工阶段组变更为"施工阶段组-2",定义添加桩基础的 施工阶段组。

施工阶段组-2(添加桩基础后)

1、2、4、5阶段构成与施工阶段组-1相同,设置 3阶段时按如下操作添加激活桩界面单元。

3阶段-名称:配置结构

激活数据单元: [桥台]、[基础板]、[测量板]、[桩界面]、[桩端界面]、[桩梁单元]



5.4 设置分析工况

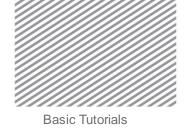
是设置分析方法和分析中使用的模型数据的操作。可以定义分析控制及输出结果类型。分析类型为施工阶段的情况下,将按各阶段设置分析中使用的数据。

在输出控制中,为输出和桩界面单元在界面行为时发生的桩体与岩土之间的相对位移,应当在勾选单元输出 >应变后执行分析。



* ■:分析 > 分析工况 > 新建(Analysis > Analysis Case > General)

- 输入名称后,分析类型选择施工阶段。
- 在分析控制 > 一般选项内,把初始阶段 > 应力分析初始阶段设置为"1: 原场地"。(因为原场地不是水平的,所以不选择 K0 条件,按重力法自动计算)
- 选择确认键。
- 分别生成对应于两个施工阶段组的分析工况。



5.5 执行分析

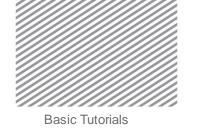
完成分析后对结果进行分析。完成分析后自动转换成后处理模式(查看结果),若后续再次修改模型及变更选项应当转换到前处理模式。

* ➡:分析 > 分析 > 运行(Analysis > Analysis > Perform)

• 执行分析。



运行分析中通过输出窗口可以确认迭代计算、各阶段收敛与否和警告、错误发生与否。各错误代码的原因及解决方案可以参考入门指南。



6分析结果

分析完成后,在结果目录树上,可以查看各施工阶段及各荷载步对 应的岩土及基础的变形和基础板和桩基础的内力等。在本例题中需要分 析的主要结果如下。

- 按施工阶段/荷载步的桥台水平位移分析(横向平动分析)
- 基于桩基础添加与否的桥台沉降量对比分析
- 各荷载步对应的基础板/桩基础额内力(轴力、剪力、弯矩)
- 桩基础的界面摩擦力及相对位移

6.1 位移查看

分析后通过结果目录树的 Displacement 来查看位移。T1, T2, T3 为整体坐标系对应的 X、Y、Z 方向的位移。基于堆土及上覆荷载变化的水平位移及沉降趋势可以分别查看 T1、T3。

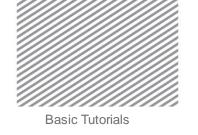
- (V)是指可以同时显示云图及矢量的结果项目,在 GTS NX 上,对于位移及主应力可以同时显示云图/矢量。
- 移动工作窗口下方的移动条可以模拟各施工阶段及各荷载步对应的结果 变化。

▶ ■ | 🔒 💁 🥎 👤 | 等級 3 (正常)

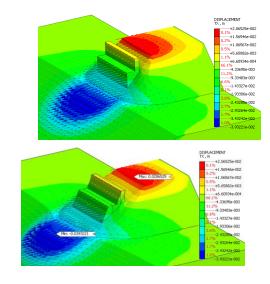
查看完成荷载加载阶段的结果。

- 在结果目录树上,在最后的施工阶段/最后的荷载步后选择 Displacement > TX TRANSLATION(V)。
- 在分析结果 > 一般 > 变形选项,可以直观地了解 X 方向在变形前/后的形状。

(变形后形状的变形程度可以在属性窗口内用比例调整,可以在分析结果>显示/隐藏上,勾选实际变形来查看。)



- 选择分析结果 > 高级 > 结果标记,可以用数值确认鼠标选择位置的节点/ 单元的结果,可以查看最大/最小/绝对最大值的位置和数值。
- ▶水平位移(变形 前)
- **▶▶**水平位移(变形



三维模型的情况下,可以按剖面分割模型,在相应面上查看结果数值。 在 GTS NX上,提供按剪切面功能,以及在模型剖面内部的特定位置上查看 结果的 3D-2D 助手功能。

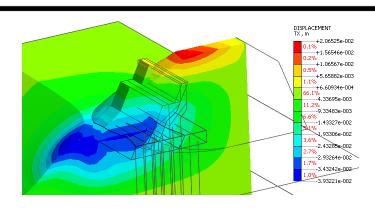
- 首先在添加视图工具条上选择剪切面(□),按如下设置要查看结果的剪切面。可以设置整体坐标系的各轴方向或者同时设置多个任意切面,并且根据平面组合的方式(并集/交集)或修改反方向。
- 按并集将选择的平面组合。
- ▶剪切面选项
- ▶▶剪切面





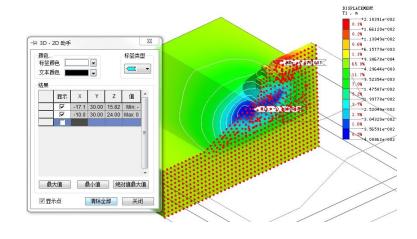


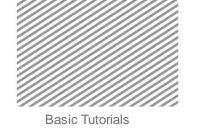
▶基于平面 1 的剪切 面



• 选择高级 > 其它 > 3D-2D 助手。3D-2D 助手是在三维模型按特定平面剖分时,在相应平面上标记查看结果的功能。若勾选"显示点"则可显示可用于结果标记的节点位置。

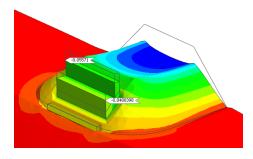
- ▶三维-二维向导
- ▶▶剪切面结果表单

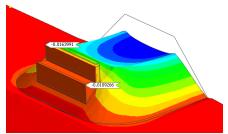




比较/分析基于桩基础添加与否的桥台沉降量。

- 在结果目录树上,在最后的施工阶段/最后的荷载步后选择 Displacement > TZ TRANSLATION (V)。
- ▶竖直位移(适用桩 之前)
- ▶▶数值位移(适用 桩之后)





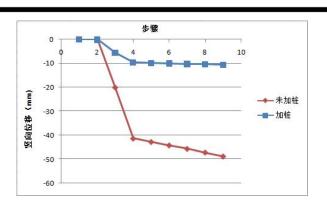
- 对比使用桩基础前/后的沉降量,逐阶段提取和比较桥台顶部的结果。
- 选择结果类型 > Displacement > TZ 后,选择桥台末端节点(22273),或者直接输入节点号后选择表格按钮,在输出的表格上点击鼠标右键可以输出图表。相同的方法在同一的节点上输出结果,可用来比较不同分析工况的沉降结果图表。使用桩之前的最大沉降量约 60mm 左右,而使用桩基础后约减少到 17mm。
- ▶提取结果值
- ▶▶提取表
- ▶▶▶参考图表







▶沉降结果比较图表



6.2 查看构件内力

根据在桥台基础板上部生成的测量板,可以确认单元的内力。与混凝土结构相同,利用实体单元建模后,利用测量板可以查看构件的内力。

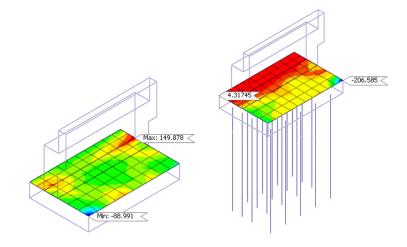
查看测量板和桩基础的内力,并且对使用桩基础前/后的基础板的内力力进行比较。

基础板的构件力可以在 Shell Element Forces/Stresses(板单元内力/应力)查看,桩基础可以在 Beam Element Forces/Stresses(梁单元内力/应力)查看。构件的内力是按照默认设置的单元坐标系为基准输出,如果需要变更的情况下,可以在定义材料/属性时,修改为材料坐标系或在添加分析工况时在输出控制中修改结果输出选项。

完成荷载加载后, 查看最终阶段上的结果。

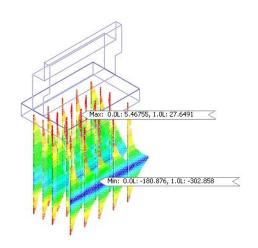
- 在结果目录树上选择最后的荷载对应的 Shell Element Forces > BENDING MOMENT XX , 确认基础板的最大弯矩及分布。
- 若选择分析结果 > 一般 > 无结果 > 排除,则只能查看结构构件的内力。

- ▶基础板弯矩 (使用 桩之前)
- ▶▶基础板弯矩(使 用桩之后)



• 在结果目录树上,使用桩基础后选择荷载步最后阶段内的 Beam Element Forces > BENDING MOMENT Z,确认桩基础的最大弯矩。在模型目录树上,通过勾选显示/隐藏可以按期望的构件类型输出结果。

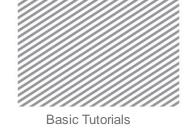
▶桩力矩



6.3 确认桩界面单元/底层的摩擦力及相对位移

从桩界面单元结果中,可以查看桩界面单元的切向和法向与地层的摩擦力及相对位移。按图表逐阶段显示相对位移-摩擦力关系,可以查看桩的极限 承载力。

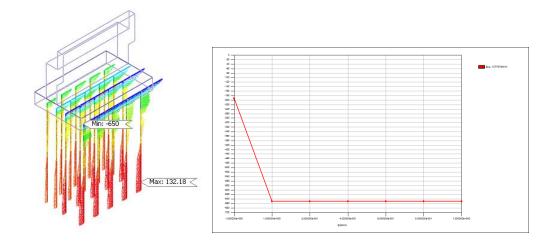
• 在结果目录树上,选择荷载加载的最后步骤中的 Pile Forces>TANGENTIALX,确认桩和地基之间切向的摩擦力。如果按阶段



相对位移关系图示,就可以确认适用的 T-Z CURVE。 分析结果堆土之后 发生桩的极限剪切力,对其以上的荷载显示塑性行为。

• 接着选择 Pile Relative Displacements > TANGENTIAL X , 查看桩界面单元和地基之间的相对位移。虽然这个结果与摩擦力有着相似的趋势,但可以发现超过最终剪力以后,相对位移仍会有增大的趋势。

- ▶桩、摩擦力
- ▶▶桩端
- ▶摩擦力逐渐变化



▶按阶段变化的切向 相对位移

