

河道与岸坡处理对邻近铁路的影响

本案例的模型为一河道的清淤、岸坡开挖、回填过程对邻近铁路与桥梁影响的分析模型。主要展示计算过程中出现的“土体倒塌”错误的解决办法。

使用软件/SOFTWARE

PLAXIS 3D CE V24

模型简介/MODEL

模型长宽为 $100 \times 100\text{m}$ ，土层厚约 60m ，既有铁路的路基采用实体单元模拟，轨道采用梁单元模拟，既有的桥梁采用实体单元模拟，模型中河流的河道需要进行清淤开挖，河流的岸坡需要进行开挖及块石护坡处理，模型需要分析河道及岸坡处理过程对既有铁路的影响。该模型总体可分为三个主要的分析阶段：1、计算当前状态下的岩土体应力场。2、模拟河道清淤过程，计算铁路变形；3、模拟岸坡处理过程，计算铁路变形。

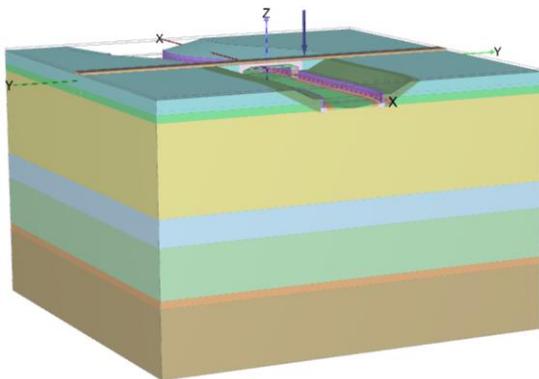


图1 模型示意图

问题描述/PROBLEM

在进行当前状态的应力场计算时，出现“土体倒塌”的错误提示。

上次计算的日志信息
土体似乎要倒塌。请核对输出结果。[错误代码：
101]

图2 错误提示

解决办法/SOLUTION

对于“土体倒塌”错误，首先应预览当前计算步的结果，考虑很可能是土体的破坏行为引起的计算无法收敛。

首先查看当前结果中的土层增量位移云图（图3），初步判断破坏点位于桥梁顶部的铁路路基位置处。

对照塑性应力点分布图（图4），从图中判断，模型中发生破坏的土层为整个铁路路基层，破坏类型为土层的受拉破坏（图4中白色的点）。

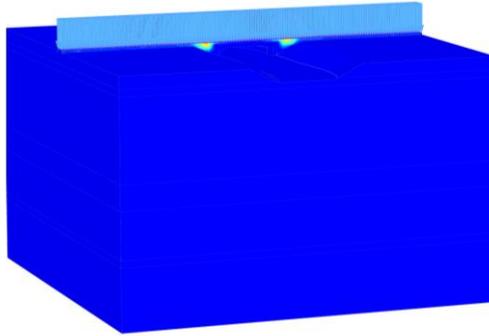


图3 增量位移云图

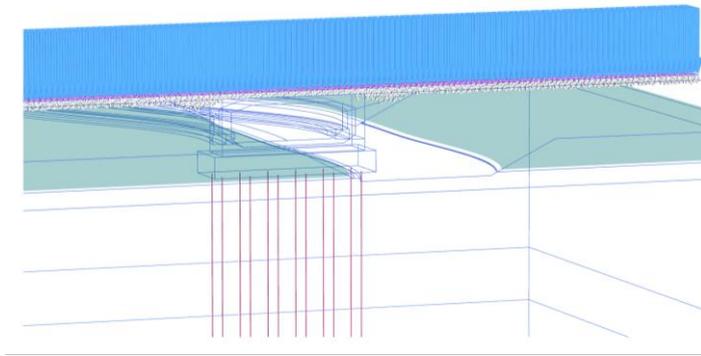


图4 塑性应力点分布图

正常情况下，既有铁路路基整体应该属于受压状态，不会受到拉应力。该模型需要进行整体检查，分析造成路基土受到拉应力的原因。根据经验，可能的原因包括：几何模型的精确性（路基是否是悬浮的）、网格质量问题、分析阶段布置有误等等，也有可能是各种错误设置的叠加引起的。

首先检查几何模型，通过 `check geometry 0.1` 命令，检查模型中是否存在距离小于 0.1 的相邻对象，或面积/体积小于 0.1 的面/体对象，在该模型中未发现几何精确性问题。

然后检查网格质量，发现模型中存在一些质量较差的单元，主要集中在河道与岸坡的位置。该模型需要通过调整局部土体的粗糙因数来进行网格的优化。

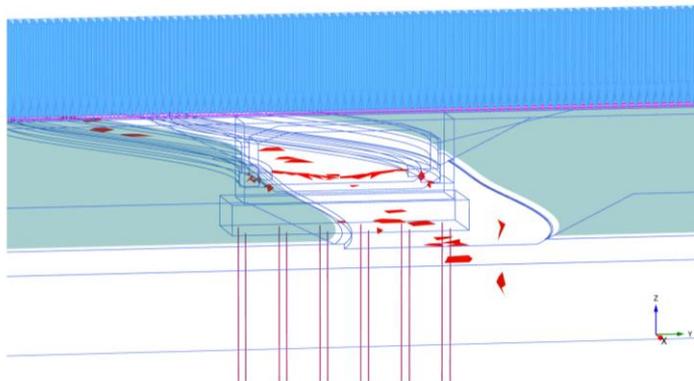


图5 网格质量图

检查模型中的分析阶段设置，发现该模型仅用了两个 Phase 来计算当前状态的岩土体应力场。其中 Initial Phase 为全水平土层，计算类型为 K0 方法，Phase1 直接进行了河道的开挖、桥梁、铁路的施工。该分析阶段设置存在较为明显的问题。首

先，应先判断河道是否为人工开挖河道，如果为天然河道，建议 Initial Phase 中直接将河道部分冻结，采用重力加载的方式来计算。其次，河道、桥梁、铁路路基、铁路轨道、铁路运营荷载等对象的激活和冻结不应在一个阶段同时完成，河道对象的冻结为卸载过程，桥梁和铁路对象的激活为加载过程，如果不将几何过程分开处理，会引起模型中应力路径与应力状态混乱。同时发现模型中土层包含了排水类型为“不排水”的黏土层，在计算初始应力时，模型中的河道、桥梁、铁路的施工过程均属于长期过程，不应计算由黏土层的不排水行为引起的超静孔隙水压力或负的超静孔隙水压力（卸载）。

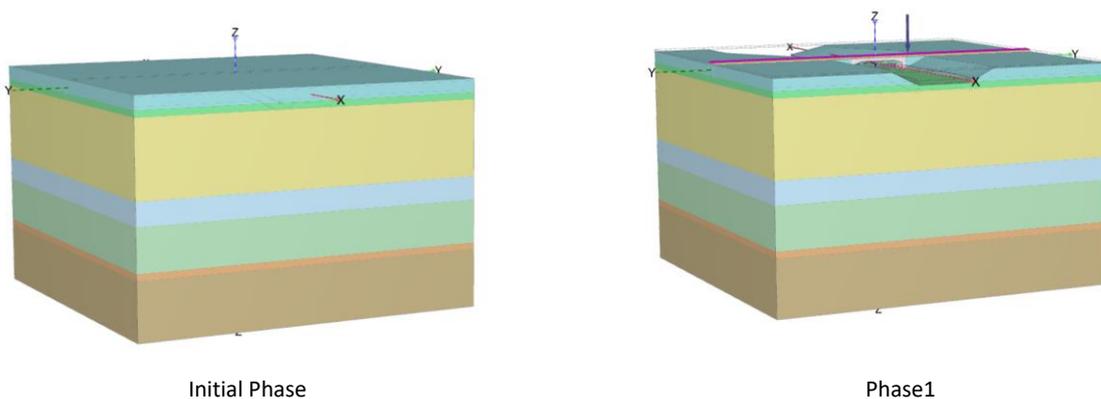


图 6 分析阶段设置图

对于分析阶段的修改，整体修改过程包括：

- 1、 修改 Initial Phase，计算方法采用重力加载方法，同时冻结河道部分。
- 2、 Phase1 设置为既有桥梁的施工。
- 3、 Phase2 设置为既有铁路的施工与运营。
- 4、 在 Initial Phase、Phase1、Phase2 中的变形控制参数中，勾选“忽略不排水行为”选项。

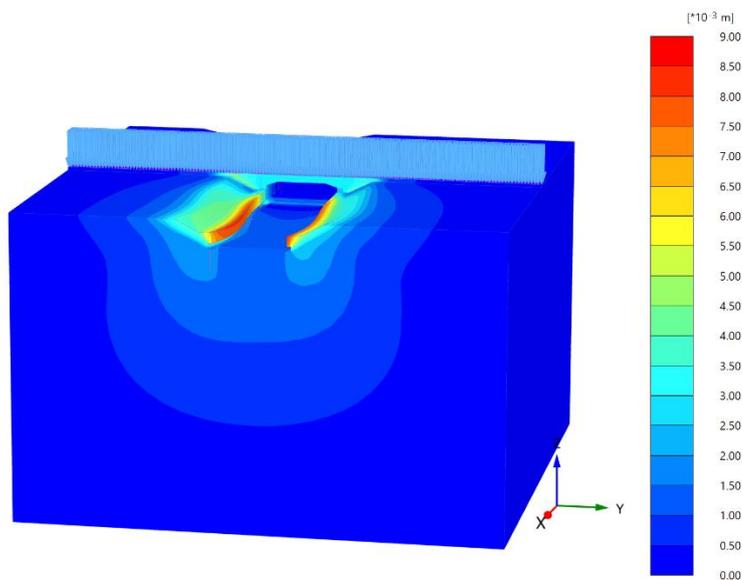


图 6 河道清淤及岸坡处理引起的场地整体位移云图

编写：郭晓通