

岩质边坡分析时无法获得稳定的安全系数

本案例主要展示用不连续单元模拟岩质边坡并求解安全系数时的常见问题及解决办法



使用软件/SOFTWARE

PLAXIS 2D CE V22



模型简介/MODEL

如图 1 所示，模型中边坡长 80m，高约 30m，为岩质边坡。上部岩层为中风化层，下部为微风化层，边坡在中风化层中发育有 3 条主要节理。中、微风化岩均采用线弹性本构模型，不考虑岩石本身的破坏，节理采用 V22 版本新增的不连续单元模拟。分析阶段包括：1、重力加载方法生成初始应力场。2、强度折减法求解安全系数。

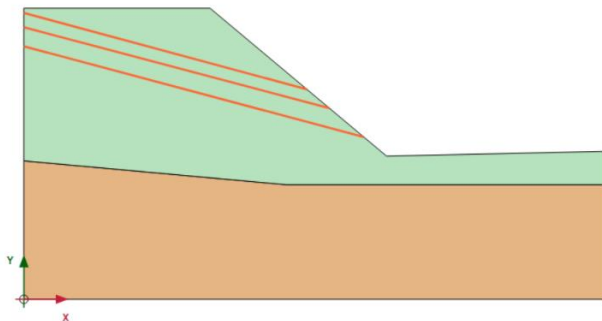


图 1 几何模型示意图



问题描述/PROBLEM

如图 2 所示，安全性计算中， $\Sigma M_s f-U$ 曲线随着荷载步的增加无法平缓，无法得到稳定的安全系数数值。

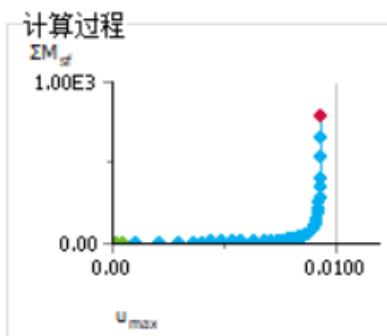


图 2 $\Sigma M_s f-U$ 曲线



解决办法/SOLUTION

在过去的版本中，模拟岩体中的节理、裂隙，我们通常用界面单元，不连续单元是 V22 版本新增的结构单元类型，其原理与界面单元相似，均由两个不同方向的弹簧单元组成（图 3），但相较于模拟土-结构相互作用的界面单元，它更适合用来模拟岩体中的各种不连续结构面。

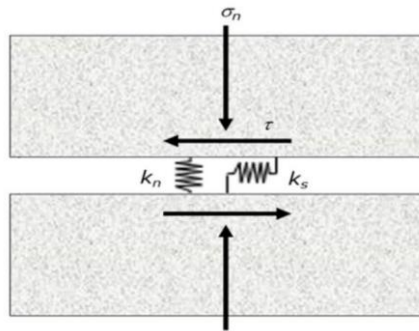


图3 不连续单元的组成

在安全性计算中，程序针对不连续单元进行强度折减，直到某部分岩土体或接触面发生完全的塑性行为，产生无限制的变形，并将强度的折减率作为安全系数。

在该模型中，3个不连续单元均与模型左边界相交。在 PLAXIS 计算中，“模型条件”中默认的位移边界条件会约束模型左右两侧边界上所有节点的法向位移，这意味着该约束同样会影响到不连续单元及其上部岩体，使不连续单元和岩体无法产生无限制的变形，导致无法得到稳定的安全系数数值。

解决方案主要有两个：

- 1、扩大模型左侧边界，使不连续单元不与模型左侧边界相交，如图3所示。
- 2、取消模型左侧边界位置在不连续单元以上的节点的法向约束，改为自由（会存在一定计算误差）。

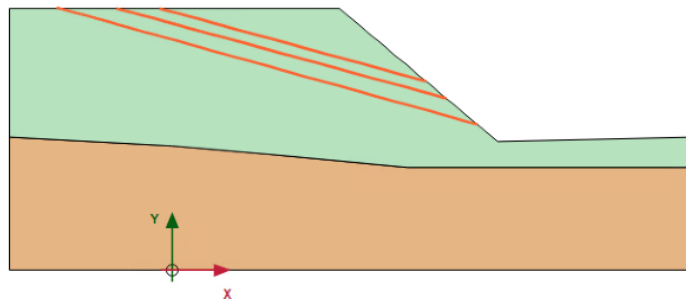


图4 模型修改方案

修改后模型可以得到稳定性的安全系数值。按方法1修正后的岩体破坏趋势如图5所示。

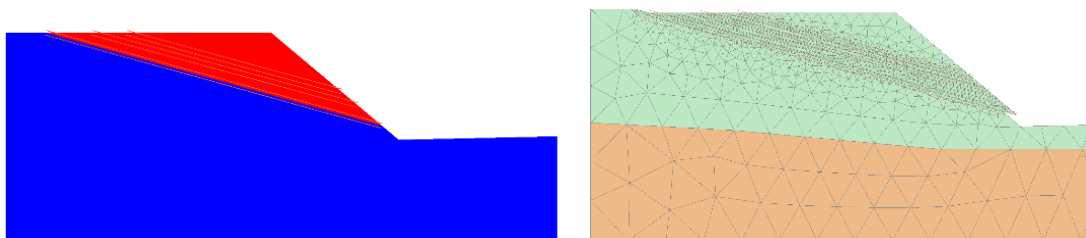


图5 修改后模型的增量位移云图及变形趋势（沿着结构面滑移）