

围堰支护分析中的结构内力结果不合理问题

本案例主要展示施工步骤设置及岩土参数取值中的常见问题



使用软件/SOFTWARE

PLAXIS 2D CE V23



模型简介/MODEL

如图 1 所示，模型长 100m，土层厚 50m，水位位于地表以上 2.6m。土层中插入两排钢板桩（采用板单元模拟），钢板桩顶部依赖一根钢拉杆（采用点对点锚杆单元）进行连接，两排钢板桩中间以及钢板桩右侧进行块石回填。

整体施工步骤包括：1、钢板桩施工；2、表层清淤；3、刚拉杆施工；4、土层回填。

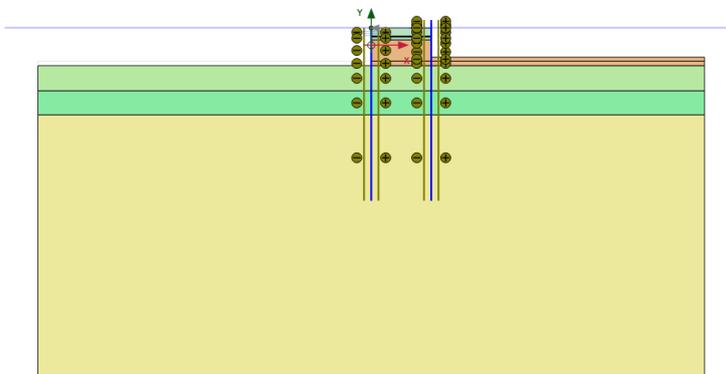


图 1 几何模型示意图



问题描述/PROBLEM

计算完成后，钢板桩弯矩结果整体偏大，与预估值和其它程序计算值差距较大。



解决办法/SOLUTION

考虑影响结构内力结果的主要因素包括：有限元网格及模型整体设置、分析阶段布置、结构单元参数、土层参数、地下水的设置等。

首先查看模型整体设置及网格的密度与质量，未发现错误。

检查分析阶段布置，原模型中，共布置 4 个分析阶段：Initial Phase-K0 方法生成初始应力；Phase1-表层淤泥挖除、激活钢板桩以及钢拉杆对象；Phase2-块石回填、施加上部压实荷载。此处存在一个问题，当前的 Phase1 中存在两种应力路径，卸载（挖除淤泥）和加载（激活结构对象），加载和卸载同时进行，而真实情况中，挖除淤泥以后才进行结构施工，是“先卸载后加载”。所以，该模型应该将 Phase1 拆成两个分析阶段，在两个阶段中分别挖除淤泥和激活结构对象。

检查结构单元参数，未发现结构单元参数错误。

检查土层参数，该模型中，回填块石采用摩尔-库伦本构模型，土层采用土体硬化模型。由于模型中并未发现明显的塑性行为，所以主要检查土层的刚度参数设置，场地中分布的主要土层为淤泥质黏土层，典型土层刚度参数如图 2 所示。

E_{50}^{ref} 、 E_{oed}^{ref} 的值是基于固结试验经验转换来的， E_{ur}^{ref} 基于地区经验，由 E_{oed}^{ref} 换算。对于软土而言，三个参数相对比较合理。m 值存在较为明显的问题，m 是刚度与应力水平相关的幂率，前面的三个刚度参数均为 100kpa 的参考应力水平下的，程序基于公式（图 3）将参考应力水平下的模量转换为当前应力水平下的模量。

刚度		
E_{50}^{ref}	kN/m ²	4200
E_{oed}^{ref}	kN/m ²	2580
E_{ur}^{ref}	kN/m ²	20.64E3
ν_{ur}		0.2000
等效替代		
使用替代选项		<input type="checkbox"/>
C_c		0.1891
C_s		0.02669
e_{init}		1.119
应力相关		
幂指数 (m)		0.5000
p_{ref}	kN/m ²	100.0

图 2 土层刚度参数图

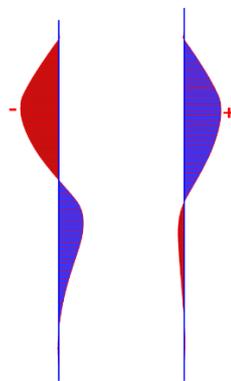
对于软土而言， m 值一般在 0.9-1，而原模型中输入的是 0.5，会较严重低估模型中土层的整体刚度，引起土、结构变形与结构内力增大，与实际情况不符。

$$E_{50} = E_{50}^{ref} \left(\frac{c \cos \varphi - \sigma'_3 \sin \varphi}{c \cos \varphi + p^{ref} \sin \varphi} \right)^m \quad E_{oed} = E_{oed}^{ref} \left(\frac{c \cos \varphi - \frac{\sigma'_3}{K_0^{nc}} \sin \varphi}{c \cos \varphi + p^{ref} \sin \varphi} \right)^m \quad E_{ur} = E_{ur}^{ref} \left(\frac{c \cos \varphi - \sigma'_3 \sin \varphi}{c \cos \varphi + p^{ref} \sin \varphi} \right)^m$$

图 3 硬化土模型中土层刚度的应力相关性

检查地下水的设置，模型中未发现明显问题。

整体修改完后的钢板桩弯矩分布如图 4 所示，-275.5kNm/m-264.7kNm/m，回到了一个较为合理的范围。



弯矩 M (放大 0.0100 倍)
 最大值 = 264.7 kN m/m (单元 26 在 节点 2907)
 最小值 = -275.5 kN m/m (单元 21 在 节点 6692)

图 4 结构弯矩分布图