

真空预压联合堆载预压法软基处理分析中的问题

案例主要介绍流固耦合分析中的常见问题



使用软件/SOFTWARE

PLAXIS 3D CE V22



模型简介/MODEL

如图 1 所示，模型长宽约 $80 \times 1\text{m}$ ，模型取一半并取单位宽度进行分析计算。土层自上而下共 6 层，以软土层为主。模型左侧布置越 25 排塑料排水板（排水线单元模拟），排水板右侧布置近十排三轴搅拌桩（实体单元模拟），真空预压区域设置块石堆填及施工荷载进行堆载+真空联合预压分析。模型采用流固耦合的分析方法进行分析计算，评估真空预压与堆载预压效果及水平影响范围。

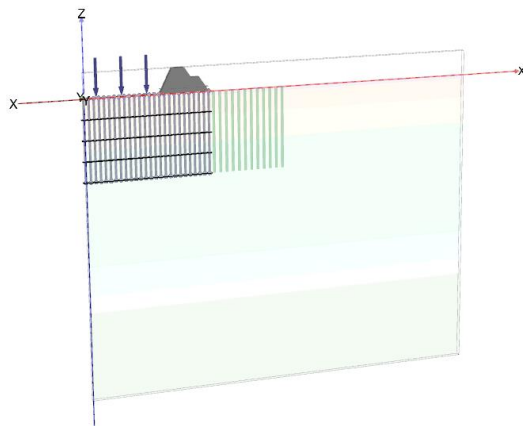


图 1 几何模型图



问题描述/PROBLEM

计算完成后出现警告提示（图 2），计算结果中最大变形出现在保护桩的位置，且在保护桩右侧土体变形仍然较大，与预想情况不符。

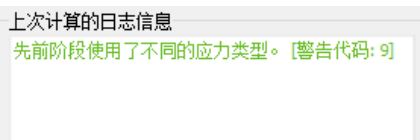


图 2 警告提示

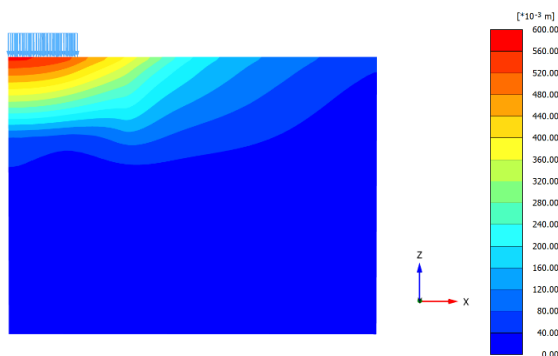


图 3 模型整体变形



解决办法/SOLUTION

首先关于计算完成后出现的警告提示，该提示出现的原因是应力类型不匹配。在流固耦合分析中，程序默认使用毕肖普应力，即始终考虑非饱和区的吸力影响，而在初始应力生成和一般弹塑性分析中，程序默认采用太沙基应力，忽略非饱和区

产生的吸力。出现该提示，在阶段设置中的变形控制参数中取消勾选“忽略吸力”选项即可。

对于孔隙水压力结果不合理的问题，检查真空预压的相关设置。原模型中，真空预压只布置了一个阶段，排水线单元的水头设置为-8.5，流固耦合计算持续 60 天（如图 5）。

变形控制参数	
忽略不排水行为 (A,B)	<input checked="" type="checkbox"/>
将位移重置为零	<input checked="" type="checkbox"/>
重置小应变	<input checked="" type="checkbox"/>
重置状态变量	<input type="checkbox"/>
重置时间	<input type="checkbox"/>
更新网格	<input type="checkbox"/>
忽略吸力	<input checked="" type="checkbox"/>
空化截断	<input type="checkbox"/>
空化应力	100.00 kN/m ²

图 4 忽略吸力选项

常规	
ID	真空预压 [Phase_2]
起始阶段	插板
计算类型	流固耦合
正在加载类型	分阶段施工
ZM_weight	1.0000
时间间隔	60.000 day
第一步	3
最后步骤	8
特殊选项	0

图 5 初始的真空预压阶段设置

在 PLAXIS 中，每个固结、流固耦合分析阶段由多个中间时间步组成，荷载在每个时间步是逐渐施加的，也就是说，初始的设置代表的是在 60 天内，排水板内逐渐抽真空到 85kpa 吸力。而实际情况是，8 天内逐渐抽真空到 85kpa，真空预压总时间为 60 天。所以，该问题需要分为两个阶段来模拟：

阶段一：流固耦合分析，设置时间为 8 天，设置排水线的水头为-8.5；

阶段二：流固耦合分析，设置时间为 52 天，设置排水线的水头为-8.5；

堆载预压中也出现了相似的问题，即堆载预压同样分为两个阶段：1、逐级堆载的过程；2、堆载的持续过程。

此外，流固耦合分析比常规的塑性计算需要更细的网格，在真空预压及右侧排桩区域，继续细化网格以得到相对精确的结果。

调整后的模型结果如图 7 所示，最大土体变形出现在真空预压范围内，由于保护桩的设置，排桩右侧的土体变形整体减小。

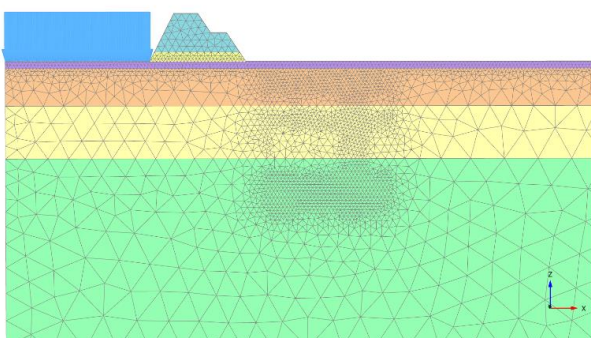


图 6 网格的设置

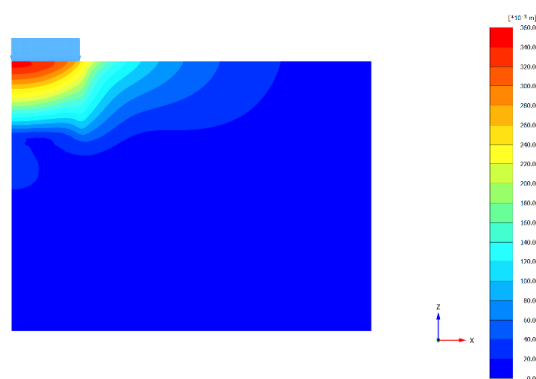


图 7 调整后的模型整体变形

编写：郭晓通