

前言

随着社会的不断发展，地下工程不断地向深层迈进，深层土体往往受到较高围压影响，对于浅层土体的研究成果已不能满足地下工程深层开发的需求。岩土体本构模型的合理选取是通过数值建模方法研究地下工程的基础，虽然现有岩土本构模型很多，但是还存在这样或那样不足。本书介绍基于蛋形函数的本构模型，该模型具有屈服函数处处光滑连续、形状灵活多样等优点，能够很好地反映软黏土的特性。然而自该模型提出以后，由于模型参数较多且物理意义不明确等特点，一直未能得到广泛推广应用。为此，本书在前人研究的基础上，结合室内三轴试验和有限元模拟，一方面研究了高围压下蛋形本构模型参数的稳定性，实现了本构模型的 ABAQUS 二次开发，并进行了单元体试验的有限元验证，另一方面分析了部分蛋形本构模型参数的物理意义。

本书主要内容包括：(1) 以蛋形函数作为屈服准则，以塑性功函数作为硬化参数，采用相关联流动法则，完成了蛋形本构的构建，并给出了各参数的确定方法。整体模型具有 10 个参数，包含了 2 个弹性参数： K_n 、 ν ；4 个屈服函数参数： a 、 b 、

d 、 α 和 4 个硬化参数： m_1 、 m_2 、 n_1 、 n_2 。(2) 利用 20 组不同围压、不同应力路径的室内三轴试验和 1 组等向压缩再回弹试验，通过双线性法、回归分析等方法，确定了各围压下本构模型参数。研究表明：该模型参数在高围压与低围压条件下差别很小，具有良好的稳定性。搜集并计算了 14 组不同土的蛋形本构参数，结果表明：参数 a 、 d 能够共同表征土体粘聚力的情况。对于粘性土而言，形状参数 α 与内摩擦角 φ 的正切值近似成正比，比例系数 $k = 1.72$ 。蛋形屈服函数在低应力条件下近似为直线，直线斜率近似值为 0.34。(3) 基于向后 Euler 隐式算法，推导了蛋形屈服函数和势函数的一、二阶导数，得到了一致性切线刚度矩阵，实现了蛋形弹塑性模型的有限元二次开发。结合杭州、台州黏土两个室内三轴试验算例进行模拟，模拟结果与试验结果趋势上基本一致，验证了 UMAT 子程序的正确性和适用性。

本书由徐日庆(浙江大学)、鞠露莹(浙江科技学院)和朱黄鼎(杭州市拱墅区朝晖街道办事处)共同完成。限于著作水平，不当之处在所难免，敬请读者指正。

作者

2023 年 6 月 18 日