

基坑开挖过程的 Marc 二次开发

刘新龙,王帅杰

(西安工业大学 建筑工程学院,陕西 西安 710032)

【摘要】探讨基于 Marc 有限元软件的基坑开挖过程,通过 Marc 有限元软件开放式程序接口,开发了 Uactive 用户子程序,实现了对基坑开挖过程的数值模拟,并通过简单算例说明了开发的子程序的合理性和可行性。

【关键词】Marc; 基坑开挖过程; 二次开发; 用户子程序

【中图分类号】TU463 **【文献标识码】**A **【文章编号】**1673-1891(2014)01-0044-02

1 前言

Marc^[1]作为一款功能强大的有限元软件,在工程领域有着广泛的应用。在岩土工程中,Marc 也同样有着出色的表现。但是,鉴于 Marc 是一种大型通用有限元软件,它在岩土工程领域的应用广度与深度,取决于它与岩土工程实践的结合程度。

基坑工程是基础工程的重要组成部分,对基坑开挖过程进行 Marc 有限元数值模拟,对于预测和掌控基坑变形的形成和发展状况具有较大的应用价值。对基坑开挖过程进行 Marc 数值模拟,是一个通用到具体案例的转化过程。基坑开挖过程在 Marc 有限元软件中的实现,有不同的方法。本文探索的方法,是通过对 Marc 有限元软件的二次开发,达到这一目的。

2 基坑开挖过程的 Marc 二次开发

在 Marc 有限元软件中,提供了大量的用户子程序接口,通过自行编写子程序可以实现 Marc 未提供的功能。针对基坑开挖过程而言,需要用到的是 Uactive 用户子程序。

对于基坑开挖过程 Marc 数值模拟中的建模、材料参数、几何与边界条件、荷载工况等环节,本文不再赘述,重点探讨基坑开挖过程的二次开发有关问题。基坑开挖过程的 Marc 有限元二次开发主要包括以下方面:

一是开发环境与开发语言。Marc 有限元软件用户子程序的开发语言为 Fortran^[2]语言,鉴于现在的操作系统一般为 Windows7 及以上版本,需要安装 Intel(R) Visual Fortran 语言及 Microsoft Visual Studio^[4]开发环境的较高版本。同时,在三个软件的安装次序上,必须按 Microsoft Visual Studio、Intel(R) Visual Fortran、Marc 依次安装。另外,还需要对 Marc 及计算机环境变量进行设置,使 Marc 指向前两个软件,以便 Marc 在调用 Uactive 用户子程序时能够进行编译和运行。

二是开挖网格模块的划分。在建模时,对于拟定的开挖层数和层深,每一分层均需划为单独模块,并单独划分网格,这一方面是考虑在编写 Uactive 用户子程序时便于参数条件的设定,因为只有单独划分,在单元编号时,才能使每一开挖分层的单元编号保持连续性和单独性,而这对 Uactive 用户子程序是极为重要的,因为 Uactive 用户子程序需要对单元编号连续调用,以实现单元杀死功能。另一方面保证分层模拟开挖的精确度^[6]。

三是 Uactive 用户子程序的开发。这其中包括两个要点,一方面,每一分层的开挖起始时间,需要结合荷载工况中的有关每一工况的运行步骤及时间参数进行设定,根据每一分层开挖之前步骤所需步数及每一步的时间,求得本分层的开挖起始时间点,作为 Uactive 用户子程序中的 time 值。另一方面,通过 Intel(R) Visual Fortran^[3]语言选择结构和循环结构,对单元编号进行判定,所有在开挖分层模块内的单元均将其 mode 值设定为 -1,通过这一关键步骤杀死单元,使其不再参与之下环节的运算,实质上实现基坑开挖数值模拟的目的。

3 算例

某基坑^[5],开挖尺寸为长 38m,宽 16m,深 5m,土体参数: $\gamma = 20.3 \text{ kN/m}^3$, $c = 26 \text{ kPa}$, $\varphi = 12^\circ$, $E = 15 \text{ Mpa}$, $\nu = 0.34$,外加荷载为 $p = 13 \text{ kPa}$ 。

取基坑剖面的一半建模如图 1,其中拟开挖部分单独划分模块,采用平面应变数值模拟。

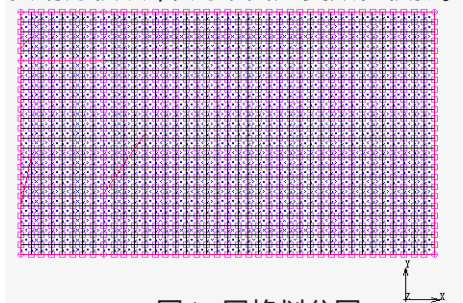


图1 网格划分图

开挖单元编号为 1 - 40 ,开挖时间起点为 0 ,此例中基坑开挖过程用户子程序如图 2 :

```

subroutine uactive(m,n,mode,irststr,irststn,inc,time,timinc)
  implicit integer m,n,mode,time
  real timinc,irststr,irststn,inc

c      m      element number
c      n      is the internal element number
c      mode    -1    deactivate
c              2    keep
c              1    active
c      irststr set to 1 to reset stresses to 0
c      irststn set to 1 to reset strains to 0
c      inc     increment number
c      time    time at the beginning
c      timinc  increment time

      m=1
      do while(time.eq.0. and m.ge.1. and m.le.160)
        mode=-1
        m=m+1
      end do
      return
end

```

图 2 基坑开挖过程用户子程序

Marc 有限元数值模拟结果的水平和垂直方向位移云图如图 3、图 4 :

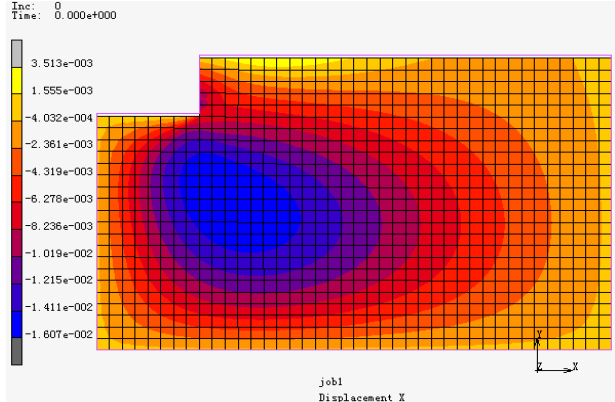


图 3 水平方向位移云图

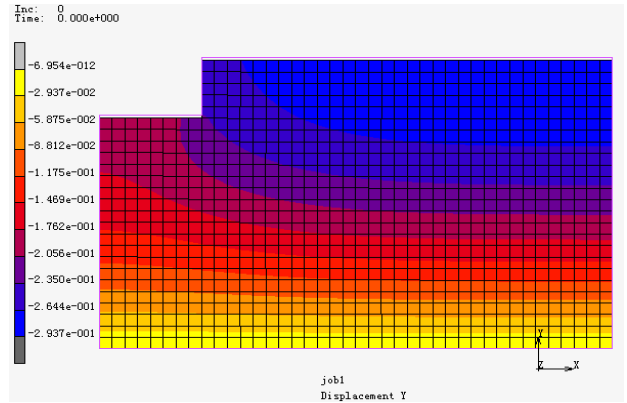


图 4 垂直方向位移云图

4 分析和结论

以上第一个位移云图为 X 方向位移云图 ,位移呈泡状分布 ,第二个位移云图为 Y 方向位移云图 ,位移随深度逐加大 ,这些特征均与土力学及实际工程位移相吻合。因此 ,通过上述计算成果分析 ,可以认为前述的基坑开挖过程在 Marc 有限元二次开发子程序中的方法是合理有效的。

通过以上论述及验证 ,可以得出如下结论 :本文通过运用 Marc 有限元软件对岩土工程中基坑开挖过程数值模拟问题的简单探讨 ,并列举简单算例进行研究 ,说明采用本文的处理方法后 ,能够成功地实现基坑开挖过程数值模拟。这一案例也提供了一个强大的启示 :具有强大弹塑性分析功能的有限元软件 Marc 在岩土工程模拟与分析中 ,将有广阔的应用空间。

注释及参考文献 :

- [1]冯超等.全新 MARC 实例教程与常用问题解析[M].北京 :中国水利水电出版社,2012.
- [2]谭浩强.FORTRAN 语言[M].北京 :清华大学出版社,2000.
- [3]周振强等. FORTRAN90 / 95 高级程序设计[M].郑州 :黄河水利出版社,2005.
- [4]明日科技.VISUAL BASIC 从入门到精通[M].北京 :清华大学出版社,2012.
- [5]韩冰.延安地区建筑边坡稳定性分析.[D].长安大学,2009.
- [6]史海莹.双排桩支护结构性状研究.[D].浙江大学,2010.

Marc Secondary Development in the Process of Foundation Pit Excavation

LIU Xin-long ,WANG Shuai-jie

(Architecture College, Xi'an Technological University, Xi'an ,Shaanxi 710032)

Abstract: This paper investigate the excavation process based on finite element software Marc, the subroutine Uactive is developed by the program interface of Marc finite element software, and realized the numerical simulation of excavation process, and the development of subroutines is feasible and reasonable through a simple example instructions.

Key words: Marc; excavation process; secondary development; user subroutine