

基于ABAQUS的空箱式挡土墙有限元结构分析

陈丽刚 马 俊

黄河勘测规划设计研究院有限公司 河南 郑州 450000

摘 要:空箱式挡土墙结构受力复杂,常规结构计算需简化计算模型,难以反应结构真实应力状态。本文以十堰百二河项目为依托,建立空箱式挡土墙有限元结构分析模型,对挡土墙结构稳定、位移及应力进行了分析,快速提取典型断面弯矩、应力,实现结构的配筋计算,为类似工程的结构计算提供一定的参考。

关键词:挡土墙;有限元;abaqus

1 引言

随着城市建设的不断升级,城市河道治理工程中用地越来越紧凑,周边环境越来越复杂,周边存在道路、地下管线、地铁线路等,挡土墙作为河道治理过程中的常见水工建筑物,由于需融合多种需求,结构设计往往是多种空间结构的组合体,受力分析是一个比较复杂的问题。

挡土墙常规结构计算方法有结构力学法、材料力学法。结构力学法和材料力学法在结构应力及稳定分析计算中比较简单,但是对于比较复杂的结构过于简化计算模型将导致计算结果不能反映结构的实际应力状态,尤其在某些应力状态比较复杂的部位由于过于简化而引起计算结果错误,有限元法把结构和地基作为一个系统进行分析,建立有限元模型,考虑地基土体的非线性以及结构与地基间的接触,不仅能够准确地反应出在不同工况下结构的位移应力变化趋势,而且能够准确地反应出结构复杂的受力变形情况,与实际工程比较相近。

本文利用ABAQUS有限元软件,结合具体的工程设计实例,对空箱式挡土墙结构与地基基础相互作用进行模拟分析,实现对空箱式挡土墙稳定、位移及受力计算,并对典型断面配筋计算^[2]。

2 基于 ABAQUS 的空箱式挡土墙有限元模型

2.1 工程概况

百二河生态修复工程位于十堰市城区,工程设计范

围南起百二河水库,北至神定河批发市场,东临沿河路、河北路,西至朝阳路。工程主要内容有:河道景观工程、综合管沟工程及综合管线工程。六堰蓄水闸位于堰中市场桥上游40m处,采用液压升降坝,闸高2.0m,宽96.10m,上游蓄水位229.80m,闸底板高程227.80m。根据工程布置,六堰闸上、下游翼墙需与市政管廊合建,采用钢筋混凝土空箱式挡土墙,挡墙顺水流方向与铺盖、消力池长度一致,顶宽为0.5m,选取最不利消力池段挡墙进行有限元分析。挡墙结构见图1。

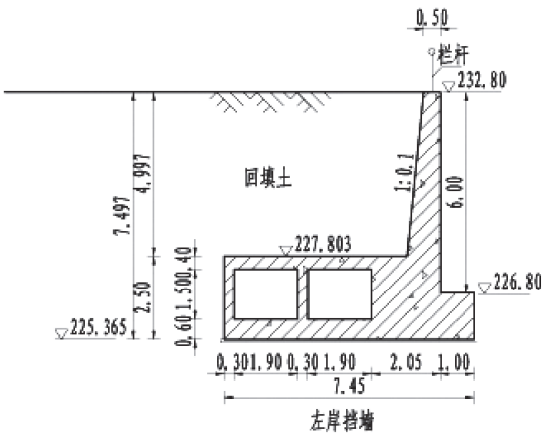


图1 挡墙结构图

2.2 计算模型

分析以消力池段挡墙为研究对象,建立挡墙、地基之间的有限元分析模型。挡墙地基土体为弹塑性材料,定义地基土体服从Mohr-Coulomb屈服准则,采用ABAQUS中Mohr-Coulomb模型,挡墙混凝土材料本构关系采用广义Hooke定律,用线弹性材料模拟。地基与挡墙底板之间设置接触,选择挡墙底板作为主控接触面,地基作为从属接触面,接触间的摩擦系数取0.5。挡墙地基尺寸宽30m,深20m,采用结构化剖面网格,墙身采用扫描剖分网格,均采用CPE4平面应力单元,离散为6155个单元,6659个结点,计算模型详见图2。

作者简介:陈丽刚 男 1984.08 汉族 江西丰城人 硕士研究生,高级工程师,主要从事城市生态水利规划设计与研究工作

联系电话:18937166282

地址:河南省郑州市金水区金水路109号

邮编:450003

邮箱:279271892@qq.com

T202408301729

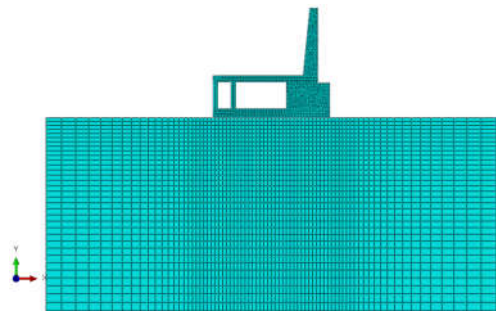


图2 挡墙有限元计算模型

2.3 主要设计参数

根据上述资料知，地基用弹塑性材料模拟，挡墙混凝土用线弹性材料模拟，材料物理力学参数取值如表2.3-1。

表2.3-1 材料物理力学参数表

土层或结构	弹性模量E (Mpa)	泊松比 μ	容重 γ (KN/m ³)	粘聚力 (Kpa)	内摩擦角 φ (°)
挡墙	28000	0.167	25	—	—
回填土	—	—	18	0	30
基础	55000	0.3	24	300	28

计算工况及荷载组合

由于河道蓄水仅1.5m，挡墙两侧水位差较小，仅选取完建进行静力分析。

表2.3-2 计算工况及荷载组合表

工况		荷载					
		自重	水重	静水压力	扬压力	土压力	其他荷载
基本组合	完建	√	—	—	—	√	√

3 挡墙稳定分析

利用在ABAQUS后处理Visualization模块中Activate/Deactivate View cut和View cut manger，运用 free body cut提取基础面的处的弯矩及压力，基础面压力为1367KN，弯矩为133KN·m，数值如图3所示，底面宽7.95m，根据挡土墙稳定计算公式，挡墙基础最大压应力184.57kpa，最小压应力为159.32kpa。

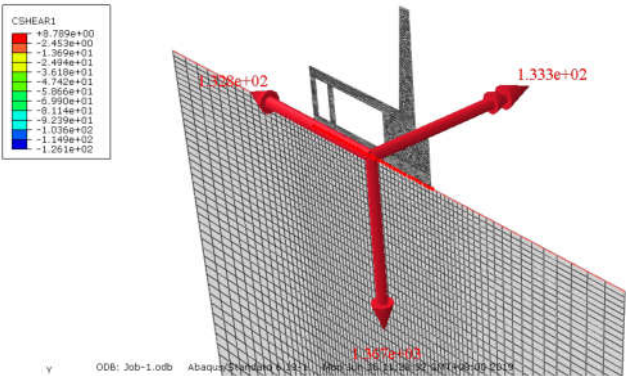


图3 基础面处弯矩、压应力结果图

4 挡土墙结构有限元分析

(1) 挡墙基础沉降分析

根据上述挡土墙有限元计算模型及参数，对挡土墙结构进行平面有限元计算，挡土墙地基沉降最大值为11.80mm，最小值为11.52mm，差值0.28mm。基础沉降量及沉降差均较小，满足规范要求。挡土墙地基沉降分布情况，见图5。

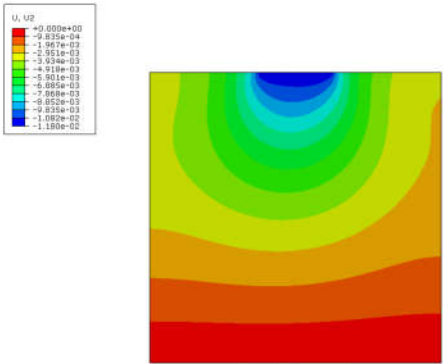


图5 挡土墙地基沉降分布图

(2) 挡土墙有限元位移分析

根据挡土墙有限元模型计算结果，进行挡土墙结构的位移分析^[1]。挡土墙结构位移分布情况，见图6。

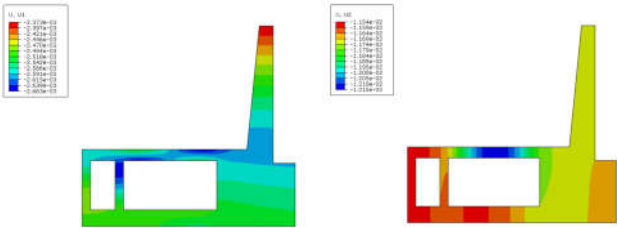


图6 挡土墙结构位移分布图

由计算结果云图可知：挡土墙水平最大位移发生在空箱中隔墙处，为2.66mm，最大竖向位移发生在空箱上部横梁处，最大位移为12.15mm。由于挡土墙结构布置需满足市政箱涵要求，墙踵较长，上部填土较重，墙体向填土侧倾斜，箱涵顶板跨度较大，填土较高，荷载较大，竖向位移较大。

(3) 挡土墙有限元应力分析

1) 挡土墙翼墙正应力分布图

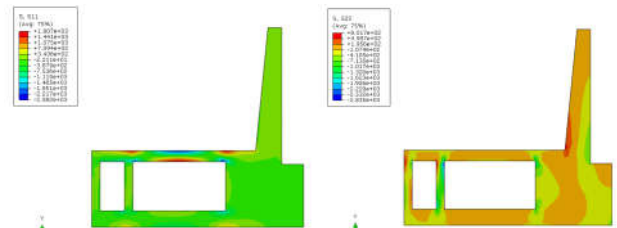


图7 挡土墙结构正应力S11、S22分布图

2) 挡土墙翼墙剪应力及最大主拉应力分布图

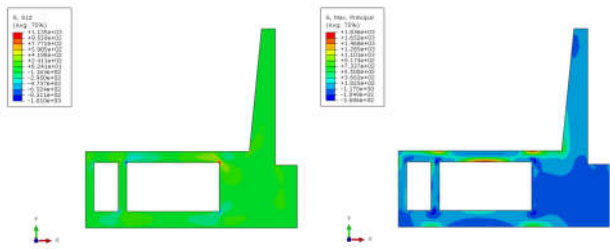


图8 挡土墙结构正应力S12、最大主拉应力分布图

由图7~8可知,挡土墙悬臂末端竖向正应力S22较大,设计值为0.802mpa,箱涵跨度较大顶板固端和跨中水平向正应力S11较大,设计值为1.807mpa;剪应力最大值发生在箱涵角隅处,设计值为1.135mpa,最大主拉应力最大值发生在箱涵顶板跨中,设计值为1.836mpa,悬臂式处0.803mpa,挡土墙结构仅箱涵顶板超过了C25混凝土永许抗拉强度值,需进行配筋计算,其他部位配置构造钢筋即可。运用 free body cut 提取各挡土墙典型界面处最大弯矩,典型部位弯矩值及配筋计算结果见表4.1-1^[3]。

表4.1-1 挡土墙典型部位弯矩值及配筋计算结果表

部位	最大负矩 (kN·m)	配筋型式	配筋面积 (mm ²)	裂缝宽度 (mm)
悬臂	117.15	20@150	2094	0.06
箱涵顶板固端	56.76	16@150	1340	0.13

续表:

部位	最大负矩 (kN·m)	配筋型式	配筋面积 (mm ²)	裂缝宽度 (mm)
箱涵顶板跨中	67.72	16@150	1340	0.16
箱涵底板固端	77.04	18@150	1696	0.08
箱涵底板跨中	43.01	18@150	1696	0.04

结语

本文利用ABAQUS软件,建立百二河空箱式挡土墙有限元结构计算模型。利用模型对空箱式挡墙进行稳定、位移及应力计算,并对结果进行分析。同时快速提取典型断面弯矩及应力,实现结构的配筋计算。为类似工程的结构计算提供一定的参考^[4]。

参考文献

[1]朱伯芳,有限单元法原理与应用[M].北京:中国水利水电出版社,1998.

[2]陈丽刚.基于ABAQUS渗流场与应力场耦合作用的边坡稳定性分析[D].郑州:郑州大学,2010.

[3]水工挡土墙设计规范SL 379-2018[S].北京:中国水利水电出版社.2018.

[4]梁景奇,基于ABAQUS的水闸闸室三维有限元分析[[D]].山东大学硕士论文,2014.