

厚淤泥层地区桥梁墩台水平位移的有限元分析

庄泳浩¹, 李江峰²

(1.广州市市政工程设计研究院, 广东广州 510060; 2.西北农林科技大学, 陕西杨陵 712100)

摘要: 该文对厚淤泥层地区桥梁墩台的水平位移进行了研究与探讨, 采用三维有限元方法对厚淤泥塑性流动下的被动桩-土相互作用进行了分析, 获得的结论对类似桥梁加固具有一定的现实意义。

关键词: 桥梁墩台; 厚淤泥; 被动桩; 水平位移; 有限元法

中图分类号: U443.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-7716(2008)06-0038-03

1 概述

珠江三角洲厚淤泥层地区台后填筑对邻近桥梁墩台产生的侧向移动, 一直是设计、施工和工程管理部门关心并希望掌握的问题, 此病害, 轻者影响行车舒适, 重者危及交通及桥梁安全。由于不清楚病害的根本原因, 给桥梁纠偏及加固带来很大限制。本文针对实际工程, 采用有限元分析软件 ADINA 对厚淤泥层中桥梁桩基水平位移机理进行系统研究。通过该问题的研究, 为以后类似工程的设计和加固提供依据, 从而在设计及施工过程中, 可以认真分析桥梁桩基前移的可能性, 事先在设计和施工上采取有效措施, 减少事故的发生, 防患于未然。所以, 该问题的研究具有一定的工程和经济价值。

2 桥梁墩台桩基水平位移有限元计算模型

2.1 工程概况

本文有限元模型以广东珠海市斗门黄镜门大桥为例。该大桥上部结构为: 中间 7 跨为 16 m 钢筋混凝土简支 T 梁, 两边跨为 10 m 空心板梁, 下部结构为钻孔灌注桩基础, 双柱式桥墩。大桥全长 144.74 m, 桥面宽度为: 净 10.5 m+2×0.75 m。

该桥 7# 墩, 位于岸边, 靠近原 8# 桥台, 水深较浅。7# 墩桩基础为 2 根 $\phi 120$ cm 钻孔灌注桩, 桩尖位于中风化砂岩顶面, 桩长约 46 m。从 1990 年通车至 1999 年的 9 年时间内, 桥梁墩台受淤泥土水平推力的作用发生很大的水平位移, 7# 墩实际向河中心方向累计水平位移达到了 30 cm, 已明显可看出偏斜。因此, 有限元模型取 7# 墩进行桩基的水平位移分析。

2.2 计算模型的建立

2.2.1 基本假定

为了使有限元分析既简单又准确, 在计算过程中仅需要考虑主要因素而忽略次要因素, 因此在有限元分析中, 做如下基本假定:

(1) 模型只考虑单列桩与土相互作用, 由对称关系采用一半对称空间进行计算。

(2) 模型各边界范围使用试算法确定合理值。

(3) 将桩基看成是弹性材料, 土体则考虑为塑性材料采用 Mohr-Coulomb 弹塑性模型。

(4) 假定桩顶竖向荷载是一次性加上去的, 不考虑反复荷载的作用。不考虑台后填土车辆荷载作用。

(5) 考虑淤泥土及其以下土体的应力历史, 在不产生初始位移的基础上, 对土体施加重力加速度以形成初始应力场。

(6) 假设台后填土为建桥时施加, 不考虑应力历史, 建桥后才对其施加重力作用。

2.2.2 建立基本框架

由于实际工程的几何形状、边界条件和作用荷载都极其复杂, 要想得到较为精确的计算结果, 处理好计算模型是极为重要的。有限元法虽具有许多优点, 但如果对实际情况的模拟处理不好, 也会严重影响计算结果的正确性, 甚至比常规设计的结果误差还大, 不能真正地模拟实际情况。因而本文在三维实体模型的基础上, 尽量使模型符合实际情况, 实际工程结构尺寸见图 1, 有限元模型基本框架如图 2 所示。

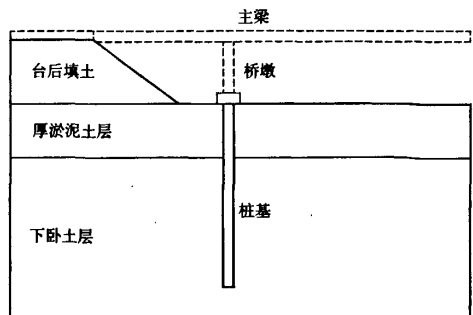


图 1 实际工程结构尺寸图

收稿日期: 2008-02-22

作者简介: 庄泳浩(1980-), 男, 广东饶平人, 助理工程师, 从事桥梁工程设计工作。

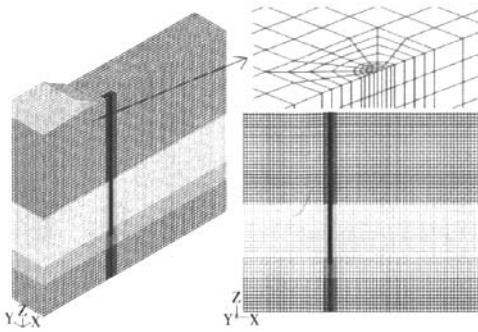


图2 计算模型网格划分及细节图

3 计算结果及其分析

3.1 淤泥水平位移分析

图3、图4为沿X向地表两侧边线的X向位移及X向应力分布图,一侧边线为有桩,另一侧为无桩,以此表示有无桩基存在时的X向位移及X向应力变化情况,来研究桩基存在对淤泥侧向流动的影响。图中Y轴数值为地表X向位置,Y=0处为台后填土坡脚,从Y=0至Y正方向为模型坡脚沿斜坡线直到坡顶,Y=0至Y负方向为模型坡脚到X轴负方向边界。

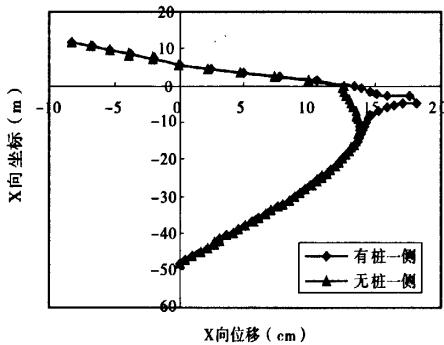


图3 地表两侧边线有桩及无桩状态下X方向位移分布图

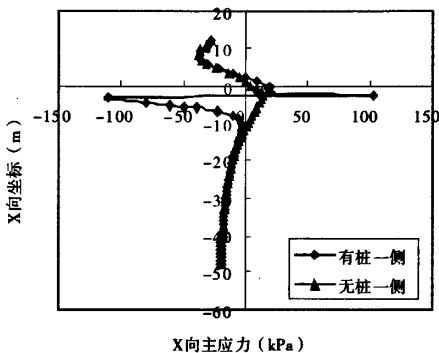


图4 地表两侧边线有桩及无桩状态下X向应力分布图

由图中可看出,坡顶到坡脚区域,两曲线的地

表X向位移及X向应力基本相等。从坡脚开始,有桩一侧由于桩基的存在对淤泥土移动产生阻挡作用,使得淤泥土移动速度减慢,后面淤泥土不断作用下来,从而此处的淤泥土X向位移不断增大直到桩基处发生突变。相应地,无桩一侧淤泥土无桩基阻挡作用而做均匀移动。从数值中可明显看出:有桩一侧在桩基位置淤泥土位移达到18.28 cm,而相应的另一侧土体位移只有13.42 cm。整体来看,从两曲线的区别之处可明显看出桩基存在对淤泥土X向位移的影响,有桩一侧突出的曲线正好表示出桩基的位置。同样地,X向应力在桩基存在处发生明显突变,可见淤泥土层对桩基产生了作用,并推动桩基侧向位移。

3.2 桩基水平位移及沉降分析

由图5可知,随着深度的变化,桩身水平位移规律性变化,呈凸抛物线型。桩顶水平位移为18.60 cm,由于淤泥层在中上部(距桩顶11 m处)位移最大,从而在11 m处的桩基水平位移最大,达到24.14 cm,并平滑地向上下递减。越往深处,桩基水平位移明显减少,在桩底处只有0.4 cm,这是因为土层强度随深度不断加强,在持力层处的较坚硬土层中基本不发生侧向位移。

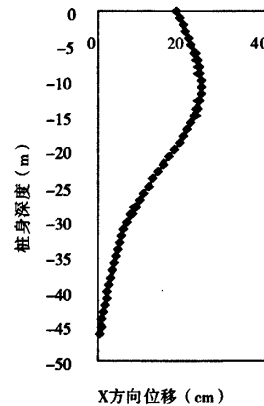


图5 桩身水平位移沿深度变化曲线图

图6为桩身沉降变化曲线。由图6可见,从桩顶往下,随着深度的增加,沉降基本呈均匀递减,与实际的桩基沉降规律相吻合。相应的桩基X向位移及沉降云图见图7和图8,从中可明显看出桩基的变形规律。

3.3 模型整体侧向变形

由图9中模型整体X向变形所示,水平位移主要发生在淤泥土层中,并在桩基位置位移集中并达到最大,淤泥层以下土层水平位移基本较小,且向各边界不断减小。以上现象与实际情况是比较吻合的:淤泥土层在台后填土自重作用下产生

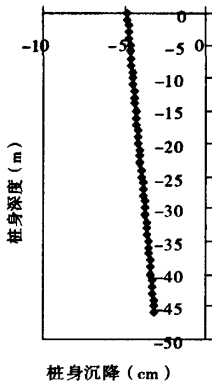


图6 桩身沉降沿深度变化曲线图

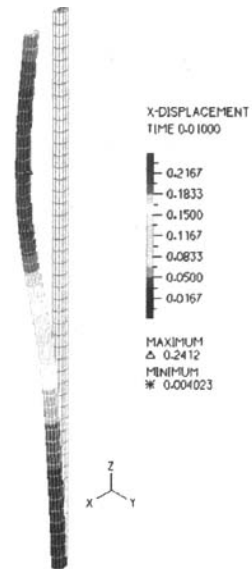


图7 桩基X向位移云图(m)

侧向位移并推动桩基侧向变形。

4 结语

为了更好地分析台后填土自重作用下被动桩沿深度变化的受力机理,本文使用ADINA三维模型对桩沿深度变化规律进行计算分析,研究了厚淤泥层中单排桩与土相互作用的受力及位移机理,得出以下结论:

(1)通过分析模型有桩及无桩一侧的X向位移及X向应力分布情况,来研究桩基存在对淤泥土流动的影响。分析得出,由于桩基的存在对淤泥土移动产生阻挡作用,使得淤泥土移动速度减慢,后面淤泥土不断作用下来,从而此处的淤泥土X向位移不断增大直到桩基处发生突变。相应地,无桩一侧淤泥土无桩基阻挡作用而做均匀移动。

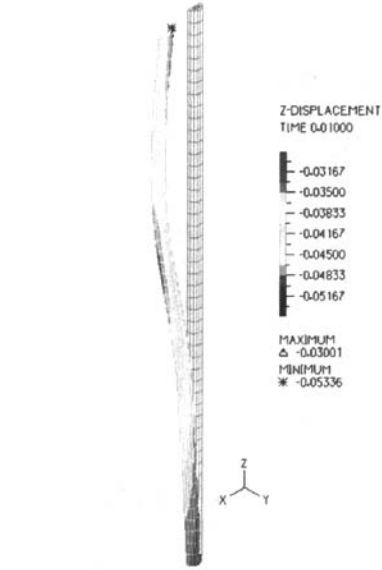


图8 桩基沉降云图(m)

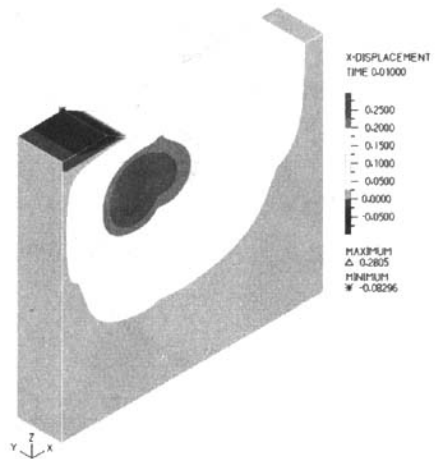


图9 整体模型X向位移云图(m)

(2)随着深度的变化,桩身水平位移呈凸抛物线型。桩基最大水平位移位于淤泥层中上部(距桩顶11m处),而非桩顶处,并平滑地向上下递减。桩基沉降随深度基本呈均匀递减,与实际的桩基沉降规律相吻合。

参考文献

- [1]周俊锋,刘洪瑞,廖陆.厚淤泥层地区桥墩台严重偏斜的加固处理[J].湖南交通科技,2003.
- [2]王年香.被动桩与土体相互作用研究综述[J].水利水运科学研究,2000(3).
- [3]周洪波,茜平一,杨波,等.水平荷载作用下群桩计算方法研究[J].工程勘察,2000(1).
- [4]陈晓平,黄国怡,梁志松.珠江三角洲软土特性研究[J].岩石力学与工程学报,2003,21(1):137-141.

南方某桥坍塌事故的动力推断分析

宋广君,王新岐

(天津市市政工程设计研究院,天津市 300051)

摘要:该文以南方某桥的坍塌事故为例,对事故原因进行了推断性分析。利用有限元时程分析的手段,对车辆的行驶速度与桥梁的相互作用的关系进行了分析研究,得到的结论可供类似工程参考。

关键词:坍塌事故;行驶速度;时程分析;动位移

中图分类号:U445.71 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-7716(2008)06-0041-03

1 背景问题

近期,南方某桥在一重载车辆快速通过后发生了坍塌事故,令人震惊。在众多关于本次事故报道中有两个共同点值得注意,即“重载车辆”、“快速通过”。车辆的重载是桥梁坍塌的重要原因,这一点毋庸置疑;但是车辆快速通过是否也是桥梁坍塌的诱因,桥梁坍塌与车辆的行驶速度是否存在某种联系,这种现象是个案还是一种普遍现象?这些问题值得思考。本文以该事故为例,对公路车辆和桥梁的相互作用进行了分析研究,并得到了一些结论。

桥梁坍塌现场见图1。



图1 桥梁坍塌现场

2 事故的分析模型与思路

由于没有该桥的详细设计资料和桥梁坍塌前的具体状态,现采用30m跨径的假想桥梁进行验证分析。用简支梁代替原桥的“下承式系杆拱桥”,这样可以使得模型的建立简单而快速,横断面采用一个工字型截面,将桥面铺装的重量作为附加荷载计入计算模型中,同时不考虑非线性效应,也不考虑支座的弹性支撑和混凝土材料的阻尼;以一个竖直向下的集中力模拟汽车荷载。这种简化的分析模型在原理上并不影响问题的本质。

模型的横断面几何特征见图2。

为了该背景问题的种种疑惑,以一个集中荷载在分析模型上分别以不同的速度由左至右移

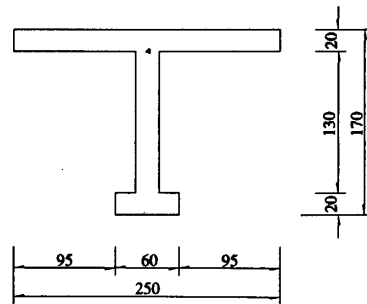


图2 模型的横断面几何特征

动,观察桥梁跨中位置在不同速度的荷载作用下的挠度,以及每次跨中挠度随时间的变化情况。如果在跨中位置的挠度随着移动速度的增加而大大增加,则说明车辆的移动速度是桥梁破坏的重要

收稿日期:2007-12-28

作者简介:宋广君(1976-),男,天津人,工程师,从事桥梁与隧道工程设计工作。

[5]易笃韬.软土地基桥台受力分析与参数研究[D].湖南大学硕士学位论文,2004.

[6]孙钧.岩土材料流变及其工程应用[M].北京:中国建筑工业出版社,1999,1-310.

[7]陈久战,魏汝龙.桩基码头岸坡与桩基相互作用的试验研究[J].水利水运科学研究,1993,(3):267-266.

[8]王年香,孙斌.被动桩与土体相互作用研究[J].岩土工程师,1996,8(4):18-23,56-68.

[9]陈晓平,等.水平荷载下群桩工作性状的数值分析方法[J].武汉水利电力大学学报,1997,30(21).

[10]李仁平.软土地基中被动桩与土体的相互作用及其工程应用[D].博士学位论文,2001.