

文章编号: 2095-7386(2015)04-0065-03

DOI: 10.3969/j.issn.2095-7386.2015.04.016

桩柱式桥台背墙、盖梁的数值模拟分析研究

徐伟 杨宽 郭宏磊

(武汉轻工大学 土木与建筑学院 湖北 武汉 430023)

摘要: 借助于有限元软件 ABAQUS 对桩柱式桥台进行非线性接触的三维有限元分析,模拟研究其不同荷载组合下的应力及变形。结果表明:台后车辆荷载对背墙的应力和变形影响很小,设计时可不考虑;盖梁设计时所有荷载都应考虑;主拉应力与主压应力所在区域应适当增强。籍此,有望为桩柱式桥台的设计提供帮助。

关键词: 桩柱式桥台;荷载组合;有限元;应力

中图分类号: U 44

文献标识码: A

Numerical simulation analysis of parados and cap beam on pile pillar abutment

XU Wei, YANG Kuan, GUO Hong-lei

(School of Civil Engineering and Architecture, Wuhan Polytechnic University, Wuhan 430023, China)

Abstract: Three-dimension finite element analysis of non-linear contact is conducted to pile pillar abutment by general finite element program ABAQUS, stress and displacement simulation analysis of pile pillar abutment with different load combinations. The results show that the vehicle load has little impact on stress and displacement of parados, and it can be not considered; all of the load should be considered when designing cap beam; the min principal and max principal region should be strengthened. Based on this, it is expected to provide help for the design of pile pillar abutment.

Key words: pile pillar abutment; load combination; finite element; stress

1 引言

桩柱式桥台具有适用性强、寿命长、维护少和环保的优点,这使其在国内外得到广泛的应用。但在设计时遇到诸多问题,如:背墙受到诸多荷载的影响,现有规范对桥台背墙的受力计算与配筋没有明确的规定,设计人员往往依据经验来为桥台背墙配筋,其合理性缺少理论依据^[1];盖梁计算时,现有规

范把它当作独立的基本构件,但实际上它是同背墙、柱与土协同工作的,所以它的受力比较复杂。笔者借助于有限元软件 ABAQUS 对桩柱式桥台进行非线性接触的三维有限元分析,模拟研究其不同荷载组合下的背墙及盖梁的应力及变形,对桩柱式桥台的设计提出有益的建议。

收稿日期: 2014-12-05 修回日期: 2015-04-16

作者简介: 徐伟(1990-),男,硕士研究生, E-mail: 673407190@qq.com.

通信作者: 郭宏磊(1964-),男,博士,教授, E-mail: gh15186@qiyun.com.

2 有限元模型

2.1 有限元模型结构

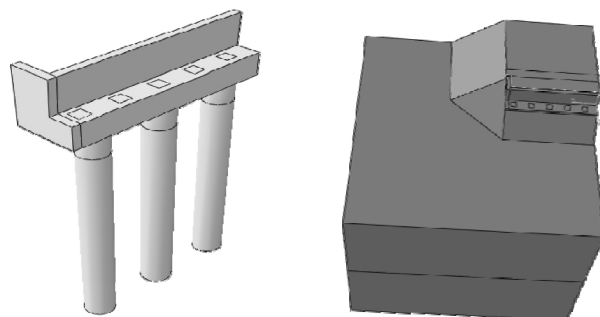
依据相关规范设计某一实际工程桥台。背墙长 12.49 m, 上宽 0.5 m, 下宽 0.4 m, 高 2 m; 盖梁长 12.49 m, 宽 1.9 m, 高 1.6 m; 耳墙宽 0.5 m, 长 2 m, 高 3.6 m; 桩直径为 1.8 m, 长 14.4 m, 间距 4.5 m。

有限元模型见图 1。有限元模型尺寸与实际工程桥台一致。因对称性, 建模时只取一半。根据圣维南原理, 地基土的长宽高均取两倍的桩长。桥台的对称面法向位移为零, 剩余三个面及底面的边界条件为完全固定面。

2.2 荷载组合

有限元模型承受的荷载为: 混凝土自重、台后填土自重、上部传来的 T 梁自重、台后的车辆荷载、桥

上的车道荷载、冲击荷载和支座摩阻力(双向)。其中混凝土自重、台后填土自重、上部传来的 T 梁自重由设计资料给出。台后的车辆荷载、桥上的车道荷载、冲击荷载和支座摩阻力根据《公路桥涵设计通用规范》JTG D60-2004^[2] 计算而得。这些荷载的组合见表 1。



(a)桥台的有限元模型

(b)桥台与土组装后的有限元模型

图 1 有限元模型

表 1 荷载组合

荷载组合	荷载					
工况一	模型自重	T 梁自重	桥上车道荷载	冲击荷载	正摩阻力	
工况二	模型自重	T 梁自重	桥上车道荷载	冲击荷载	负摩阻力	
工况三	模型自重	T 梁自重	台后车辆荷载			
工况四	模型自重	T 梁自重	台后车辆荷载	桥上车道荷载	冲击荷载	正摩阻力
工况五	模型自重	T 梁自重	台后车辆荷载	桥上车道荷载	冲击荷载	负摩阻力

注: 背离填土的摩阻力为正摩阻力, 指向填土的摩阻力为负摩阻力。

2.3 本构关系和接触处理

桥台和土均采用线弹性模型。材料的物理力学性质见表 2。其中土的物理力学性质根据设计资料和参照《公路加筋土设计规范》JTJ 015-91^[3] 选取, 混凝土等级为 C30, 其物理力学性质参照《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010^[4] 选取。

表 2 材料的物理力学性质

类别	重度/(kN/m ³)	弹性模量/MPa	泊松比
台后填土	19	30	0.35
路基土	19	30	0.35
地基土	18	16	0.35
混凝土	25	3×10^4	0.2

在桥台与台后填土、路基土、地基土间建立接触单元, 接触类型为表面与表面接触。接触分为切向行为和法向行为。采用罚单元法处理切向行为, 摩擦系数为 0.4; 采用硬接触处理法向行为中的压力过盈, 且允许接触后分离。

2.4 应力路径和网格划分

应力路径模拟实际加载过程, 分为两步。第一

步考虑台后土的自重, 路基土的自重, 混凝土的自重; 第二步考虑桥跨荷载(包括 T 梁自重、桥上车道荷载、冲击荷载以及摩阻力)和台后车辆荷载。有限元模型网格划分见图 2。有限元模型单元网格由台后填土单元、地基土单元、路基土单元以及桥台单元组成, 单元类型均为四节点线性四面体单元。

3 有限元计算结果及分析

3.1 背墙应力及水平位移分析

在荷载作用下, 图 3 为背墙应力云图, 图 4 为背墙水平位移云图, 图 5 为背墙应力曲线, 图 6 为背墙水平位移曲线。从图 3 可以看出应力沿高度从上到下是逐渐增大的; 图 4 看出水平位移沿高度从上到下是逐渐减小的。根据图 5 可知工况三下背墙的应力相对较小, 而其余四种工况下相差不大, 也就是说台后有无车辆荷载以及摩阻力的方向对背墙的应力基本没有影响, 而桥上有无车道荷载对背墙的应力有很大的影响。由图 6 可知五种工况下背墙的水平位移由大到小依次是: 工况四 > 工况一 > 工况五

> 工况二 > 工况三, 进而可知桥上有无车道荷载及摩阻力的方向对水平位移影响比较大, 而台后有无车辆荷载对背墙水平位移有一定影响。

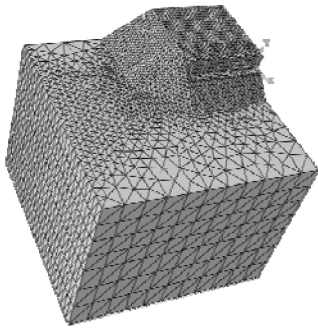


图 2 有限元模型网格划分

由《公路钢筋混凝土及预应力桥涵设计规范》^[5]知背墙是按照偏心受压构件设计的, 受到的力为背墙自重、恒载土压力和作用在台后的车辆荷载。在按照规范实际计算过程中发现台后的车辆荷载对背墙受到弯矩影响很小, 也就是对应力和位移影响很小, 可以不予考虑, 这与模拟计算结果相符。因为台上车道荷载是作用在盖梁上的垫块上, 规范在进行背墙的计算时没有考虑, 但实际上背墙与盖梁是相连, 所以台上的车道荷载对背墙也有很大的影响。

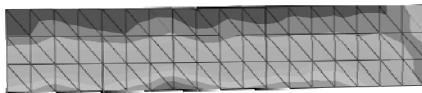


图 3 背墙应力云图

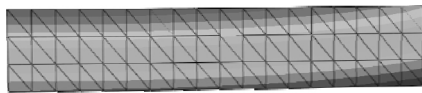


图 4 背墙水平位移云图

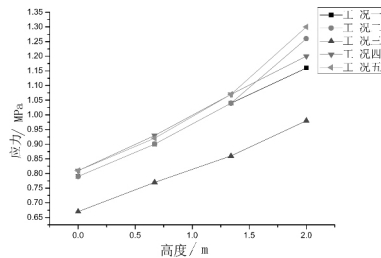


图 5 背墙应力曲线

3.2 盖梁应力及水平位移分析

在荷载作用下, 图 7 为盖梁应力云图, 图 8 为盖梁水平位移云图, 图 9 为盖梁应力曲线, 图 10 为盖梁水平位移曲线。从图 7 可以看出应力沿高度从上到下是逐渐增大的, 图中应力集中点为桩所在位置;

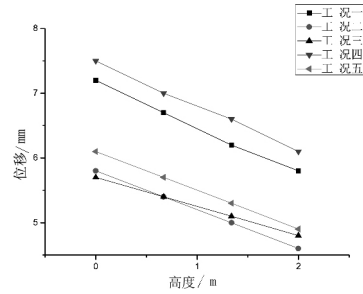


图 6 背墙水平位移曲线

图 8 可以看出水平位移沿高度从上到下是逐渐减小的。根据图 9 可知工况三下盖梁的应力相对较小, 而其余四种工况下相差不大, 也就是说台后有无车辆荷载以及摩阻力的方向对盖梁的应力基本没有影响, 而桥上有无车道荷载对盖梁的应力有很大的影响。由图 10 可知五种工况下背墙的水平位移由大到小依次是: 工况四 > 工况一 > 工况五 > 工况三 > 工况二, 进而可知桥上有无车道荷载、台后有无车辆荷载、摩阻力的方向对盖梁水平位移都有影响, 但桥上车道荷载对盖梁水平位移的影响相对较大。

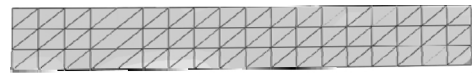


图 7 盖梁应力云图

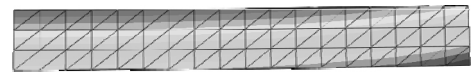


图 8 盖梁水平位移云图

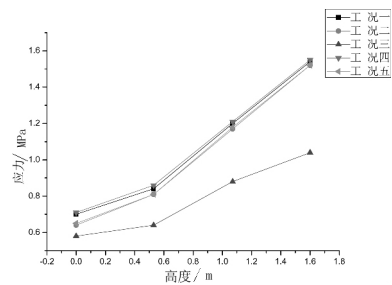


图 9 盖梁应力曲线

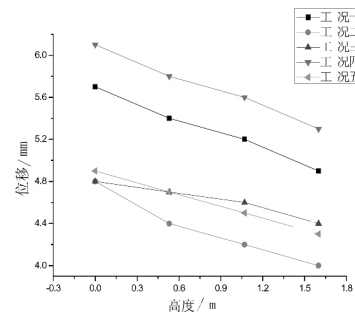


图 10 盖梁水平位移曲线

(下转第 112 页)

民族的精神文化内涵的符号。可以说,已经深深烙印在中国人的文化情感中。因此,将山水元素的意境和寓意融入在平面广告中,寄托着人们的生活方式和思想情感,是文化符号与视觉形式完美结合,也是对民族化设计的准确把握,实际上已通过某种表现形式对民族文化艺术所进行的创新展示,使得作品具有厚重的文化底蕴和民族特性。这是培养中华民族的审美心理、审美习惯的一个恰好方式。

在新技术与新观念的更新下,中华民族长期积淀的文化成果是不会失色的。它具有顽强的生命力,这是中华民族的精神灵魂。当代平面设计要得以延伸发展,则必须打造自己的民族形式,以东方的思想意念、审美情趣作指导,在民族文化艺术的基础上取其“形”,延其“意”,传其“神”^[5]。如此只有准确把握本土文化要素的人文特征,理解广告设计要素的内涵,才能创作出符合民族认同感的广告作品。

4 结束语

时代在变迁,物质水平的发展也在提升人类的精神文化需求。创新是灵魂,也是永恒不衰的动力。

这对平面广告设计提出了要求,创造了难度,也提供了出路。可喜的是,浩瀚的中国民族文化,如中国山水画为中国的广告设计提供了广阔的施展舞台。将其注入于广告中,不仅为广告表现形式创造更多的视觉想象力,也使充满金钱味的广告具有相当的文化深度,让观者感受到浓浓的民族设计情怀,同时也促使中国民族文化以新的艺术形式实现更广泛的传播。

参考文献:

- [1] 徐宏. 平面形态的创意与表现 [M]. 北京: 中国纺织出版社, 2012.
- [2] 谭平. 山水画是寄寓思想的表意艺术 [J]. 名作欣赏, 2015(2): 163-167.
- [3] 崔勇, 杜静芬. 艺术设计创意思维 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2013.
- [4] 谈鹏. 浅谈中国山水画中的“势” [J]. 青年文学家, 2014(18): 170.
- [5] 陈汗青, 曹亚丽. 解读设计符号语言及其本土文化内涵 [J]. 装饰, 2005(12): 7.

(上接第67页)

3.3 最大主拉应力与最大主压应力分析

图11为主压应力云图,图12为主拉应力云图。最大主拉应力数值为4.52MPa,所在区域为图中A、

B、C点;最大主压应力数值为7.39MPa,所在区域为图中D、E、F点。由此知最大主拉应力与最大主压应力所在区域为危险区域,应适当增强,但所做的是线弹性计算,考虑塑性应力重分布,结构应是安全的。

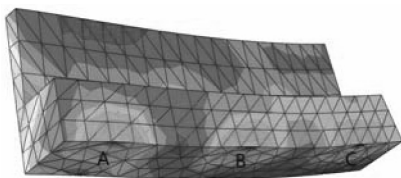


图11 主压应力云图

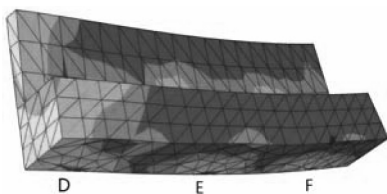


图12 主拉应力云图

4 结论

(1) 桥上的车道荷载对背墙的应力和变形有较大影响,但相关规范设计时却没有考虑;台后车辆荷载对背墙的应力和变形几乎没有影响,而相关规范是将其换算成等代土柱来计算的,可知规范稍显保守。

(2) 盖梁的应力和变形受多种荷载影响,但工况四最不利,所以盖梁设计时可按工况四进行。

(3) 应适当增加最大主拉应力与最大主压应力所在区域的强度;所做的是线弹性计算,考虑塑性应力重分布,结构应是安全的。

参考文献:

- [1] 王龙海. 桩柱式桥台背墙受力分析及其参与盖梁受弯分析 [D]. 咸阳: 长安大学, 2011.
- [2] JTG D60-2004, 公路桥涵设计通用规范 [S].
- [3] JTJ 015, 公路加筋土设计规范 [S].
- [4] GB 50010-2010, 混凝土结构设计规范 [S].
- [5] JTG D62-2004, 公路钢筋混凝土及预应力桥涵设计规范 [S].