

文章编号: 1000-5013(2007)02-0205-03

大跨度现浇钢筋混凝土拱型结构的设计

苏世灼

(华侨大学 建筑设计院, 福建 泉州 362021)

摘要: 以某高校 40 m 跨度拱形大门为例, 探讨了大跨度现浇钢筋混凝土拱形结构在结构布置、计算方法和基础选型等方面难点和处理技巧. 提出可以通过设置横梁连接几个相对独立的拱圈, 实现上部结构的稳定; 通过调整独立基础底面的倾斜角, 抵抗拱圈的水平推力; 适当加大独立基础的重量, 可提高整体稳定性.

关键词: 大跨度拱型结构; 钢筋混凝土; 推力; 侧向稳定; 倾斜基础

中图分类号: TU 208.5

文献标识码: A

现浇普通钢筋混凝土因其价格低、施工方便且抗压强度较高, 得到了广泛的应用. 但由于其自重较大, 会引起较大的内力, 是设计人员必须认真对待的问题, 这也在一定程度上限制了它的应用. 对于较大跨度的结构, 往往采用钢构、网架等轻型结构以减轻自重, 即使采用钢筋混凝土结构, 一般也会选择预应力钢筋混凝土结构以减小挠度、减轻自重. 拱形结构拱脚的支配固定方案一直是困扰设计人员的难题, 大跨度现浇普通钢筋混凝土拱形结构尤为突出. 本文以某高校大跨度现浇普通钢筋混凝土拱形大门为例, 对其存在横向尺度小、侧向稳定性差和支座内力(弯矩和推力)大等不利因素, 通过对多个设计方案进行分析, 并从安全、经济和施工方便等方面, 论证所采用的设计和计算方案的合理性.

1 结构设计

1.1 工程概况

某高校主大门由中央拱圈和左右两个对称的传达室组成. 拱圈剖面如图 1 所示. 中央拱圈是由 6 片厚度仅 0.4 m, 外直径达 36.8~40.0 m (最外侧拱圈最大, 内侧拱圈较小), 内直径 32.8~36.0 m 的拱圈组成, 截面高度 2 m, 单片拱圈的高宽比最大达 50, 拱圈间净距 0.7~1.0 m. 根据工程地质勘察报告, 该场地范围内以深厚残积砂质粘性土层为主. 该层为中粗粒花岗岩风化产物, 呈紫红、灰黄等花斑色, 可塑至硬塑状. 校正后, 标贯击数平均为 16.63 击, 天然状态下力学强度较高. 但该层属特殊性土, 具有泡水易软化、崩解的不良特性, 其承载力特征值为 220 kPa.

通过调研和对比, 选用 PKPM 系列软件的线弹性组合结构有限元分析程序 PMSAP 为主要计算分析软件. 该软件应用时间不长, 部分功能不够完善, 其计算结果无法直接链接到基础计算软件 JCCAD. 所以分别采用结构力学理论分析^[1]、拱内力计算公式^[2]和 2005 版 SATWE 软件^[3]的计算结果与 PMSAP^[4]的计算结果对比、分析和校核, 并与 JCCAD 链接进行基础设计.

1.2 竖向拱圈的平面外稳定

在竖向荷载作用下可能局部失稳, 在横向荷载(风或地震)作用下整体是失稳倾覆, 因此应重点解决竖向拱圈的稳定问题. 通过设置横向框架梁把各拱圈联系(“串”)起来, 让 6 片独立的拱圈片形成一个宽度达 6.8 m 整体结构体系, 如图 2 所示. 利用其框架作用抵抗横向荷载, 这样的框架体系高宽比最大仅

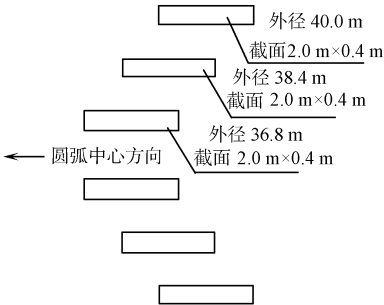


图 1 拱圈剖面图

Fig.1 Arch section

收稿日期: 2006-11-23

作者简介: 苏世灼(1963-), 男, 高级工程师, 主要从事结构工程的研究. E-mail: su@hqu.edu.cn.

基金项目: 福建省科技计划项目(2001H047)

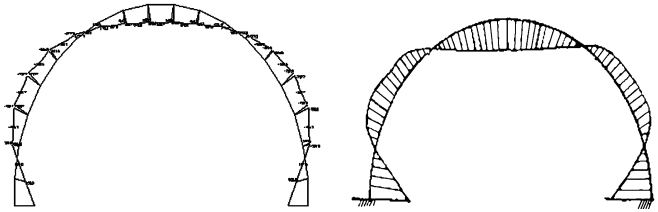
重显然增大, 所以支座竖向轴力肯定会增大, 这是容易理解的. 对于半圆拱圈, 基础对拱圈根部的约束是

表 1 分析计算结果汇总表

Tab. 1 Calculation Results of arches

计算方法	工况	纯半圆拱圈				加 1 m 柱脚			
		$M_m/\text{kN} \cdot \text{M}$	$M_n/\text{kN} \cdot \text{M}$	F_p/kN	F_n/kN	$M_m/\text{kN} \cdot \text{M}$	$M_n/\text{kN} \cdot \text{M}$	F_p/kN	F_n/kN
计算公式	自重	428. 2	998. 0	340. 1	847. 2	—	—	—	877. 6
PMSAP 法	自重	648. 4	1 757. 2	445. 7	1 176. 5	676. 8	1 447. 8	3 75. 6	1 246. 7
SATWE 法	自重	656. 8	1 683. 8	441. 8	1 177. 7	750. 5	1 304. 2	418. 1	1 246. 3
PMSAP 法	最大组合	940. 0	2 655. 6	563. 2	1 435. 9	949. 0	2 445. 5	482. 6	1 477. 9
SATWE 法	最大组合	1176. 7	3 456. 9	958. 8	2 489. 1	1 345. 8	3 320. 9	925. 3	2 832. 9

固定端约束, 而对于加 1 m 柱脚情况, 由于半圆拱圈通过直短柱支承在基础上, 基础对拱圈根部的约束减弱了, 所以拱圈跨中弯矩势必增大, 而支座弯矩和支座水平推力必然减小. 可见, 直短柱参与整体分析的计算结果是合理的, 而且是必须的. 在最大组合工况下, SATWE 软件计算的各項结果都比 PMSAP 大, 这可能与软件的计算模型有关. 根据 SATWE 软件计算, 最大组合工况下的内力和支座反力都比其他计算方面的计算结果大, 但由于拱圈的截面较大, 所以拱圈配筋并不太大. 虽然其基础平面尺寸较大, 但如前所述, 基础略大、略重, 对整体稳定比较有利. 综合上述分析, 本项目最后采用 SATWE 软件, 计算结果确定了构件配筋和进行基础设计是安全、合理和可用的.



(a) SATWE 计算 (b) 理论分析
图 4 拱圈弯矩图

Fig. 4 Bending moment diagram of arch

3 结束语

把多个薄片拱圈组合连成拱平面外合理稳定的体系, 采用公式计算与 SATWE 和 PMSAP 等多个计算软件联合计算, 分析比较计算结果以提高计算结果的可靠性和合理性. 利用底面倾斜 17.7° 的独立基础抵抗拱圈支座的水平推力, 加大埋深、加大基础体积, 可提高结构整体稳定性.

参考文献:

1 魏 珪. 超静定圆拱分析[M]. 北京: 科学技术出版社, 1958: 24-29, 95-128.
2 建筑工程常用数据系列手册编写组. 建筑结构常用数据手册(上)[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1997: 276-281.
3 PKPM 系列软件编写组. SATWE 用户手册与技术条件[M]. 北京: 中国建筑科学研究院, 2005: 50-109.
4 PKPM 系列软件编写组. PMSAP 用户手册与技术条件[M]. 北京: 中国建筑科学研究院, 2005: 29-61.

Structural Design & Research of Long-Span Cast-in Situ RC Arch Gate

SU Shi-zhuo

(Institute of Architectural Design, Huaqiao University, Quanzhou 362021, China)

Abstract: Taking a 40 m span arch gate in university as an example, the structural layout, calculation method and foundation type of long span cast in situ RC arch are discussed, corresponding treatment measures are also put forward. In order to guarantee the stability of the upper arches, the transverse beams are built to link the relatively independent arches. The foundation is slanted to equilibrate the horizontal thrust. To increase properly the weight of single foundation, the whole stability can be improved.

Keywords: long span arch structure; reinforced concrete, thrust; lateral stability; oblique foundation