

DOI: 10.7672/sjgs2019170126

大规模加载孔预埋件精确定位安装技术*

李洪¹, 刘天苹², 蒋永金¹, 蒋晓蓉¹, 王扬¹, 罗传玲¹

(1.重庆建工集团股份有限公司, 重庆 401122; 2.中国科学院力学研究所, 北京 100080)

[摘要] 针对加载孔预埋件数量众多, 预埋件定位精度要求高, 且结构内部布置了大量用于定位预埋件的型钢骨架, 同时还布置有受力用预应力筋束及非预应力筋网, 纵横交错, 施工难度大问题。采用新型施工工艺, 在预埋件固定、预埋件位置调节两方面做了创新改进, 确保预埋件施工精确; 同时, 结合 BIM 技术进行施工模拟, 有效规避钢骨架、预埋件、结构钢筋的碰撞, 优化施工方案。

[关键词] 加载孔; 预埋件; 定位; 安装; 优化; 数值模拟; 施工技术

[中图分类号] TU758.7

[文献标识码] A

[文章编号] 1002-8498(2019)17-0126-04

Accurate Positioning and Installation Technology of Mass Loading Hole Embedded Parts

LI Hong¹, LIU Tianping², JIANG Yongjin¹, JIANG Xiaorong¹,
WANG Yang¹, LUO Chuanling¹

(1. Chongqing Construction Engineering Group Co., Ltd., Chongqing 401122, China;

2. Institute of Mechanics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080, China)

Abstract: Mass loading hole embedded parts in reactions test-bed should be accurately installed, meanwhile, there are huge of steel skeleton, prestressing tendon and reinforcement in structure. All the factors take into consideration, the construction becomes difficult. This paper adopts new construction process, making innovations in fixing and adjustment of embedded parts to ensure accurate construction of embedded parts. This paper also adopts BIM technology to simulate construction process and optimize the construction schedule, avoiding crash of steel skeleton, embedded parts and reinforcement.

Key words: loading hole; embedded parts; positioning; installation; optimization; simulation; construction

0 引言

为建设具有世界一流大学水平的土木学科, 满足未来复杂工程试验研究及科学研究, 高校建立功能多样化的大型结构实验室已是大势所趋^[1]。然而, 大型土木工程实验室的建设本身便具有不同于普通工程的突出特点。实验室中的反力系统即反力墙与反力台座是最重要、最复杂、工程质量精度要求最高的分部工程, 其建设施工集中了土木实验室建设最主要的关键技术。反力墙主要用来固定电液伺服作动器和油压千斤顶, 并能在其施力时提供反力支撑; 而反力台座则是用于施加竖向力, 同

时起到固定构件的作用, 并防止构件转动和移动^[2]。目前国内反力台座加载孔预埋件施工多以预埋件单体现场调位安装工艺为主^[3]。调研发现: 加载孔、抗剪键及预埋螺栓等预埋件现场调位安装是制约反力墙及反力台座施工工期的重要环节。预埋件现场施工工艺不当, 将导致现场调位困难, 安装精度无法满足设计要求, 出现返工现象, 严重制约施工工期。因此, 预埋件现场定位施工是反力墙及反力台座施工的重点^[3]。经过调研总结出目前反力台座中加载孔预埋件通常直接焊接到槽钢定位支架上, 或在槽钢或卡板上钻孔, 将预埋件两端插入槽钢或卡板孔中^[2, 4-5], 这些方法安装的预埋件位置难以调节, 在加载孔预埋件规模越来越大的形势下, 整体精度控制非常困难, 易引起返工。通过工程实践, 研发了针对大规模加载孔预埋件的易调节高精度定位安装技术, 保障了预埋件的施工质

* 重庆市建设科技计划项目: 复杂建筑智慧建造与绿色施工研究应用(2018-0561)

[作者简介] 李洪, 教授级高级工程师, E-mail: 2320803325@qq.com

[收稿日期] 2019-01-17

量 效果良好。

1 工程概况

重庆交通大学土木建筑工程专业教学实验基地是国家重点实验室基地,位于重庆市江津双福新区福星大道1号,于2016年11月16日开工,2018年6月5日竣工,建筑面积38 831.32m²,由学科综合楼、道路实验楼、桥梁实验楼、隧道实验楼及地下设备用房通过空中连廊组合而成,其桥梁实验室的箱式反力台座尺寸为73m(长)×34m(宽),底板厚1.0m,顶板厚1.0m,台座中布置有间距0.6m×0.6m的加载孔预埋件2 164个(见图1)。

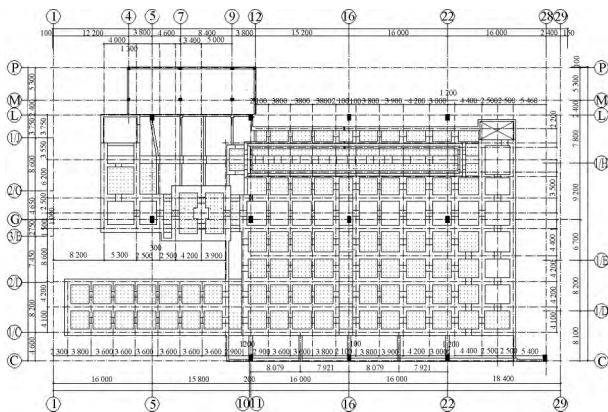


图1 箱式反力台座顶板加载孔平面布置

Fig.1 Plan of loading holes in box-type reaction test-bed

2 施工特点与难点

1) 预埋件定位精度要求高。反力台座上布置加载孔预埋件2 164个,预埋件数量多,定位精度高(见表1),质量控制难度大。

表1 预埋件精度控制

Table 1 The precision control of embedded parts

项目	允许偏差	检验方法
预埋件中心偏差/mm	±1.5	通线
预埋件安装垂直度/(mm·m ⁻¹)	±1	水准仪
相邻加载孔孔距偏差/mm	±3	通线、卷尺测量

在施工过程中,由于浇筑混凝土及振捣等,不可避免地预埋件精度产生影响,普通定位方法无法满足工程要求,施工过程中必须采取特殊的加固方法对预埋件进行加固,使预埋件能与台座形成一个整体的受力体系^[6]。

2) 反力台座内部加载孔数量众多,且布置了大量用于定位的型钢骨架,同时还布置有双层双向预应力筋束及双层双向非预应力筋网,纵横交错,施工难度大。如何有效规避钢骨架、预埋件、结构钢筋的碰撞,优化施工方案,避免返工,缩短工期,是工程难点。

3) 工期紧。整个实验基地从开工到竣工总工

期为19个月,任务重。

3 主要施工技术

3.1 工艺原理创新

设置上、下两层定位钢架,在加载孔预埋件与定位钢架4个方向的8个接触位置处预留5mm间隙,设置可调式双螺母螺栓,安装固定预埋件。当预埋件出现水平位置偏差时,通过螺栓四方微调确保预埋件水平位置准确;当预埋件出现竖向位置偏差时,通过2台千斤顶平行向上提升或加载杆垫木垂直向下挤压确保竖向位置准确^[7]。通过BIM技术进行施工模拟,优化施工方案,避免因碰撞等引起返工。

3.2 施工工艺流程

反力台座加载孔预埋件螺栓调节精确定位安装的工艺流程为:加载孔预埋件定位安装装置深化设计→BIM模拟,优化施工方案→施工准备→钢骨架安装→加载孔预埋件定位安装→加载孔预埋件位置调整及固定。

3.3 加载孔预埋件定位安装装置深化设计

1) 通常反力台座内都会设计钢骨架以安装预埋件,按如下构造原理图深化设计定位安装装置,其主要构件及布置方式为:①支撑钢柱 固定设置在反力台座内;②支撑钢梁 焊接在支撑钢柱的顶端;③定位槽钢 分上、下两层垂直于支撑钢梁,分别焊接在支撑钢梁上、下表面,并与加载孔预埋件之间预留5mm间隙;④定位角钢 分上、下两层垂直于定位槽钢,分别焊接在上定位槽钢上表面和下定位槽钢下表面,并与加载孔预埋件之间预留5mm间隙;⑤定位L型角钢架 分上、下两层焊接固定在定位槽钢和定位角钢上,并使加载孔预埋件位于L型角钢架的槽口中,与加载孔预埋件之间预留5mm间隙;⑥双螺母螺栓 在预埋件与支撑钢架的上、下两层4个方向的8个接触间隙位置,设置可调式双螺母螺栓(见图2)。

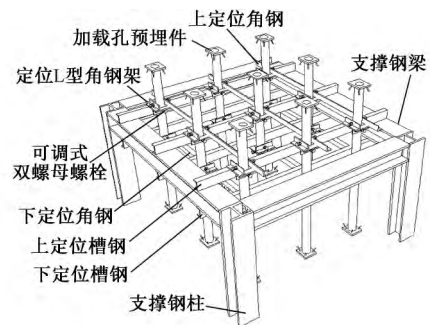


图2 预埋件型钢定位支撑装置

Fig.2 Section steel positioning support device for embedded parts

2) 根据实际工程需求,深化设计确定支撑钢柱、钢梁数量及位置。充分利用原设计图纸中已有钢柱、钢梁,必要时可增补,钢柱柱距宜 $\leq 5\text{m}$ 。4根支撑钢柱及4根支撑钢梁形成的空间单元格,将反力台座中大规模加载孔预埋件分割成有 M 行、 N 列的基本加载孔组。

3) 深化设计确定定位槽钢、定位角钢的型号及尺寸。

3.4 基于 BIM 技术模拟并优化施工方案

采用 BIM 技术,建立反力台座中支撑钢柱-支撑钢梁-定位槽钢-定位角钢-定位 L 型角钢架-预埋件的三维模型,需同时建立与反力台座相交叉的反力墙结构内的钢构件模型,并对模型进行碰撞检测,调整优化施工方案,避免由于碰撞引起返工,如图 3 所示。

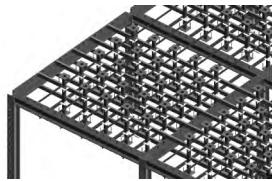


图 3 BIM 技术对大规模加载孔预埋件建模

Fig.3 Model of mass loading hole embedded part by BIM

3.5 施工准备

预埋件加工制作的外观要求为:反力台座加载孔预埋件采用 Q235B 级电焊钢管制作,热浸镀锌处理,镀锌层表面要求光滑美观,光泽一致,无皱皮、无裂缝、无毛刺。镀锌层厚度达 $85\mu\text{m}$ 以上,符合 GB/T 13912—2002《金属覆盖层钢铁制件热浸镀锌层技术要求及试验方法》。

预埋件加工制作的精度要求为:反力台座加载孔预埋件端板平面度的误差限为 $\pm 0.5\text{mm}$,长度偏差限为 $\pm 1\text{mm/m}$ 。

1) 加载孔预埋件制作 委托具备专业资质的机械加工厂制作预埋件,提供加载孔预埋件精准的加工尺寸及数量给加工厂进行精加工,加工流程为:无缝钢管下料 \rightarrow 火焰切割钢板 \rightarrow 螺纹钢筋下料 \rightarrow 车床加工无缝钢管 \rightarrow 车铣床加工两端钢板 \rightarrow 螺纹钢筋弯加工 \rightarrow 焊接两端钢板 \rightarrow 两端钢板校平 \rightarrow 焊接螺纹钢筋 \rightarrow 打磨。

2) 利用加载孔校正模具,对加载孔进行垂直度校正。校正作业时,要检查加载孔端头钢板与校正板之间是否紧密,如有间隙应校正,确保孔中心与两端头钢板的垂直度符合要求。最后利用车床修平端头钢板。

3) 对所有预埋件加工过程及质量进行检查,按设计方案进行对应编号(见图 4)。

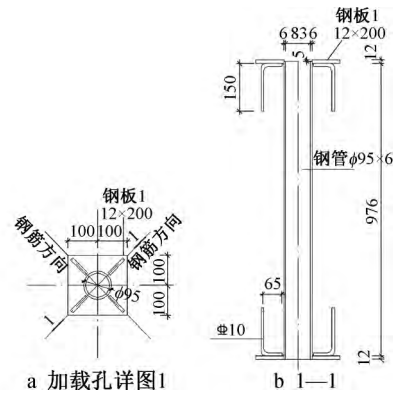


图 4 预埋件大样

Fig.4 Embedded part details

4) 定位槽钢、定位角钢、L 型角钢架制作时沿加载孔中心位置,在型钢腰部钻孔,且在钻孔位置型钢内侧焊接螺母,孔径宜取 14mm ,螺母宜选用 M14。型钢上开孔应采用机械钻孔,加工后的孔周边用砂轮打磨机打磨毛刺。

3.6 施工关键步骤

3.6.1 焊接定位门架

支撑钢柱、支撑钢梁安装完毕,经测量满足规范要求后,沿支撑钢梁上表面通长布置 50×5 ,作为加载孔定位门架。 x, y 双向交叉的定位门架将全部加载孔预埋件分割成若干加载孔预埋件组。在每个由定位门架确定的封闭范围内,对应一个 $M(\text{行})\times N(\text{列})$ 预埋件组,以定位门架作为这 $M(\text{行})\times N(\text{列})$ 预埋件的定位基准。定位门架作为加载孔定位标志,既是安装加载孔的固定参照,也是加载孔轴线放样和复测、安装时检测加载孔的垂直度的参照(见图 5)。



图 5 焊接定位门架

Fig.5 Welding location gantry

3.6.2 定位槽钢、定位角钢安装

拉通线将加载孔中心轴线分别投测到钢梁及定位门架上,然后在钢梁上根据定位线测量出定位槽钢、定位角钢的位置。将定位槽钢及定位角钢运送至安装位置,先安装下定位槽钢、下定位角钢,再安装上定位槽钢、上定位角钢。定位槽钢与支撑钢梁、定位角钢与定位槽钢采用角焊缝焊接连接(见图 6)。

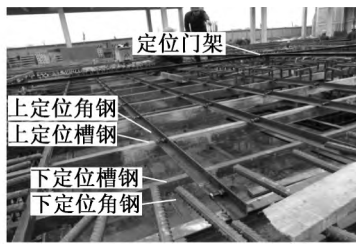


图 6 定位钢梁及定位角钢安装

Fig.6 Installation of location steel beam and location angle steel

3.6.3 加载孔预埋件定位安装

以定位门架对应的预埋件组分组安装预埋件。将加载孔预埋件放置在定位钢梁及定位角钢的槽口处,再将 L 型角钢架焊接固定在定位钢梁和定位角钢上,焊接位置需确保加载孔预埋件定位安装后与定位钢梁、定位角钢及 L 型角钢架内侧各有 5mm 间隙。

沿预埋件上表面钢板边缘 x 、 y 双向拉通线于定位门架上,结合钢尺对加载孔预埋件水平位置进行精准控制;利用吊线锤、游标卡尺对每个预埋件垂直度进行精准控制,确保预埋件在 x 、 y 、 z 3 个方向位置准确,调节上、下双层 8 个双螺母螺栓,使螺杆抵紧固定加载孔预埋件。

3.6.4 加载孔预埋件位置调整及固定

预埋件安装完成后,拉通线复查、调整固定预埋件位置,调整方法如下。

当加载孔预埋件出现水平偏差时,螺栓四方微调以保证加载孔预埋件水平位置准确。

当加载孔预埋件出现标高负偏差时,采用 2 台千斤顶平行提升;当加载孔预埋件出现标高正偏差时,采用加载杆垫木垂直挤压。预埋件标高调整时,采用机具微调,不用松动定位螺栓,避免造成水平偏差情况。

加载孔预埋件位置误差复核:当反力台座预应力筋束及非预应力钢筋网格施工完成后,需再次拉通线对预埋件位置进行复检,确保位置准确。混凝土浇筑完成后,需请第三方检测单位对预埋件位置进行检测(见图 7)。



图 7 加载孔预埋件安装

Fig.7 Installation of loading hole embedded parts

4 结语

1) 通过 BIM 技术进行施工模拟,有效规避钢骨架、预埋件、结构钢筋的碰撞,优化施工方案,避免返工,缩短工期,节约费用。

2) 在加载孔预埋件与定位钢架的接触间隙位置设置可调式双螺母螺栓,通过螺栓的运用调节预埋件位置,实现加载孔预埋件易调节高精度定位。

3) 通过 8 个螺栓紧抵预埋件将其与型钢骨架固定,固定牢靠,避免后续工序或其他因素影响预埋件位置,确保施工质量。

4) 经第三方检测,预埋件平面位置偏差控制在 $\pm 1.5\text{mm}$,相邻加载孔孔距偏差控制在 $\pm 3\text{mm}$,满足设计要求。

参考文献:

- [1] 远芳,李国强,张小东,等.某结构实验室反力墙试验系统设计与受力分析[J].建筑结构,2017,47(24):37-41.
- [2] 陈云滢.大型预应力反力墙施工技术分析与研究[D].南京:东南大学,2016.
- [3] 黄跃,杨炎华,荀东亮.大型结构实验室反力墙及反力台座施工关键技术[J].中国港湾建设,2017,37(6):95-99.
- [4] 荣彤,刘元亮,李红德.大型反力墙结构施工技术[J].建筑施工,2010,32(10):1031-1034.
- [5] 李凤君,郝卫文,马铨斌,等.高精度预埋件位移控制技术[J].施工技术,2017,46(6):579-581.
- [6] 赵阳,闫浩,盛伟严.某大型混凝土反力系统施工技术[J].施工技术,2017,46(3):51-54,127.
- [7] 重庆建工集团股份有限公司.重庆交通大学土木工程专业教学实验基地“桥梁实验室预埋件专项施工方案”[R].2016.

广州车陂隧道预计 2022 年通车

金融城与琶洲有望 1min 直达

广州国际金融城与琶洲粤港澳大湾区数字经济创新试验区有望 1min 直达。由中交四航局承建的车陂路—新滘东路隧道工程首节沉管即将开始浇筑,项目计划 2022 年建成通车,试运营 1 年。

车陂路—新滘东路隧道工程横跨广州天河区和海珠区,南起新港东路,下穿珠江,向北与待建临江大道、花城大道相交,终点止于黄埔大道交叉口,包括天河车陂隧道段、海珠隧道段、水中段,全长共有 2.07km。

车陂隧道是连接广州国际金融城与琶洲粤港澳大湾区数字经济创新试验区的战略发展通道,是连通黄埔、天河、海珠、番禺交通动脉的重要环节。车陂隧道开通后,市民不必借道琶洲大桥和东圃特大桥,便可从车陂路直通新港东路。隧道建成后将建立新滘东路—车陂路—广园快速—内环路—工业大道共同组成的快速环路系统,拉大主城区框架。

(摘自“中国桥梁网”2019-09-11)