

陕西省图书馆反弧挑檐施工技术

郭 锐 宋 晗 李 恒

(陕西建工集团总公司 710003 西安)

摘 要:本文简要介绍陕西省图书馆B、C、D段裙房屋面女儿墙反弧挑檐的施工方法。

关键词:反弧挑檐;型钢挑架及计算;曲面砼

1 工程概况

陕西省图书馆位于西安市南二环路长安路立交桥西北角,由中国建筑西北设计院设计、陕西建工集团总公司总承包。

本工程建筑面积47714 m²,内设书库、阅览室、目录厅、报告厅、多功能厅等。是集藏书、阅览、科研为一体的大型图书馆,藏书量可达400万册。

本工程结构平面分为六段,A段高层书库(地下二层、地上十二层),总高72m;B、C、D段为阅览室(地下一层,地上五层),E段为报告厅(地下一层,地上二层),F段为门廊(地下一层),其中B、C、D段的女儿墙栏板,均为反弧挑檐,楼梯间顶层上均作了四个塔楼,象三本张开的书,起到了不凡的立面装饰效果。

2 施工难点简析

2.1 反弧挑檐位于屋面结构标高22.5m处,曲面半径 $R=1.7m$,外挑1.923m。B、C、D段反弧挑檐共190m长,其剖面结构见图1:

2.2 反弧挑檐外立面做法为外墙面砖,对挑檐砼成型质量要求较高,因此必须严格组织好模板的放样、定型支撑体系的选用及施工测量工作。

2.3 弧形曲面砼浇筑,要认真解决好砼密实度及曲面砼浇筑流淌问题。

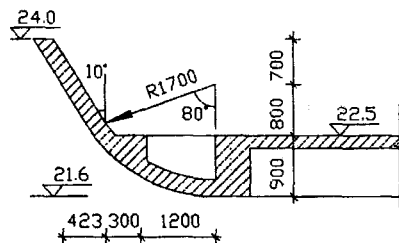


图 1

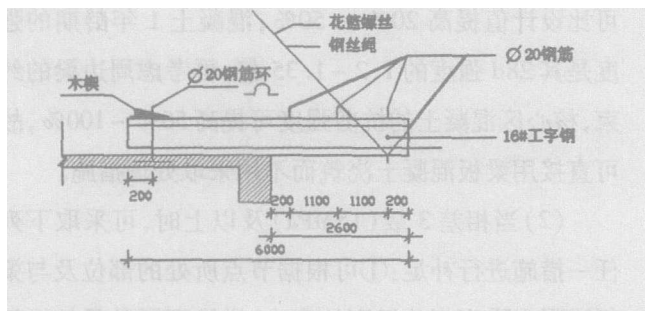


图 2

3 模板支撑体系及设计

采用型钢悬挑式外架,悬挑外架由下一层梁板上开始搭设,其荷载主要考虑施工荷载及外墙装修、安全防护的荷载。

3.1 悬挑构件:悬挑构件选用16#工字钢外挑2.6m,内与预埋于板内的钢筋环连接,安装时加木楔固定。靠外侧悬挑的一端在外架内、外立杆的位置焊接 $\Phi 20$ 钢筋头,防止外架内、外立杆搭设时滑移,其间距为1.1m。

3.2 型钢与建筑物拉接:每跨用两根 $\Phi 17.5\text{mm}$ 钢丝绳将工字钢与建筑物拉结,型钢底部加焊接点。钢丝绳穿过柱上预留孔洞,用卡环及花篮螺丝将 16#工字钢与建筑物拉接,如图 2:

3.3 型钢上钢管脚手架搭设:型钢间距 1.5m,其上立杆横距 1.1m,纵距 1.5m,步距 1.5m,架体外侧用密目网封闭,如图 3:

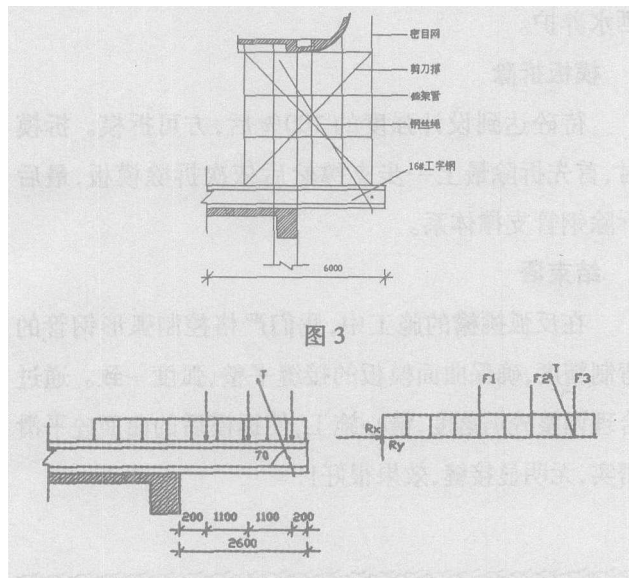


图 3

3.4 架体设计计算:钢管脚手架高度为 5.5m,按规范可不进行验算,故仅需对型钢挑梁进行受力验算。

3.4.1 基本假定:

假定型钢挑梁根部锚筋与楼面联接无相对位移,钢挑梁近似为一端固定,一端自由的悬臂件。其计算简图如图四:

3.4.1.1 脚手架恒载

立杆 $38.4 \times 3 \times 1.5 = 172.8\text{N}$ 大横杆 $38.4 \times 2.6 = 99.84\text{N}$

小横杆 $38.4 \times 1.51 = 57.6\text{N}$ 扣件 $8 \times 15 = 120\text{N}$

共三步 $450.2 \times 3 = 1350.6\text{N}$ 弧形钢管 $3.27 \times 38.4 = 125.7\text{N}$

水平钢管 $38.4 \times 1.5 \times 5 = 288\text{N}$

砼重量 $1.5(3.27 \times 0.1 + 0.3 \times 0.2) \times 2500 \times 9.8 = 14222.25\text{N}$

总计: 15986.55N

3.4.1.2 施工荷载(活荷载取 1.5KN/m^2) $1500 \times 1.5 \times 0.6 = 1350\text{N}$

3.4.1.3 荷载组合 $1.2 \times \text{恒载} + 1.4 \times \text{活载}$

组合力 $= 1.2 \times 15986.55 + 1.4 \times 1350 = 21073.86\text{N}$

3.4.1.4 型钢重量 $20.5\text{kg/m} = 200.9\text{N/m}$

3.4.1.5 型钢受力计算

$$T = \frac{21 \times 0.2 + 21 \times 1.3 + 21 \times 2.4 + \frac{0.2 \times 2.6^2}{2}}{2.4 \sin 70^\circ} = 35.1\text{kN}$$

$$R_y = 21 \times 3 + 0.2 \times 2.6 - 35.1 \times 0.93 = 30.877\text{ kN}$$

$$R_x = T \cos 70^\circ = 35.1 \times 0.34 = 11.93\text{ kN}$$

最大弯矩:

$$M_{\max} = R_y \times 0.2 - 1/2 q \times 0.2^2 = 30.877 \times 0.2 - 0.1 \times 0.04 = 6.17\text{kN} \cdot \text{m}$$

3.4.1.6 钢梁强度验算

$$W_x = 141\text{cm}^3 \quad I_x = 193.8\text{cm}^4$$

查表: $Y_x = 1.05$

$$\frac{M_{\max}}{Y_x W_x} = \frac{6.17 \times 10^6}{1.05 \times 141 \times 10^3} = 41.68\text{N/mm}^2 < [f] =$$

215N/mm²

满足要求

3.4.1.7 钢梁整体稳定验算,略。

3.4.1.8 钢丝绳验算

选用双道 $6 \times 3 \Phi 17.5\text{mm}$ 钢丝绳

查表:拉力 $F_g = 412\text{kN}$

$$\frac{F_g}{T} = \frac{412 \times 10^3}{35000} = 11.77 > [R] = 10 \quad \text{满足要求}$$

4 模板放样及安装

反弧曲面砼成型质量要求较高,模板采用厚度为 1cm 的竹胶板组拼,用 50 宽薄胶带贴缝,并均匀涂刷隔离剂,圆弧曲面模板支撑用放大样钢管(弧形钢管)加固,钢管放大样制作要十分精确,必须制做专用胎模弯制弧形钢管,再放到大样上复检,确保曲面尺寸一致;加固好的弧形钢管上用铁丝绑扎水平钢管,水平钢管上铺竹胶板并用铁丝绑扎牢固。如图 5:

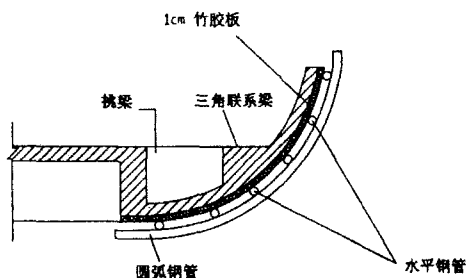


图 5

5 砼浇捣

由于模板是单面曲面模板,在砼浇捣过程中必须解决好砼的流淌和砼的密实度矛盾问题,我们采取以下措施。

5.1 优化砼配合比,由于此部分砼为现场自拌砼,在砼标号不变的前提下我们将砼坍落度控制在 10mm 以内,掺加适量减水剂,并适当提高石子(连续级配)粗粒径含量,以减缓流淌。

5.2 砼浇捣时,由下至上进行。布料时,应左右均匀

布料,严禁集中下料,以免打弯或踩弯面层钢筋。

5.3 掌握好二次振捣时间,布料后,先用铁锹拍振出浆(施工气温在 18℃ - 27℃),再用小型高频振动棒隔点振捣(振动棒不可长时间振击模板),砼振捣密实后,用定制的弧形刮尺刮平,木摸搓平。并注意检查曲面砼厚度及弧度,以确保砼的成型质量。砼浇捣完毕,过 30 分钟后用木抹二次收面后,应立即覆盖并洒水养护。

6 模板拆除

待砼达到设计强度的 100% 后,方可拆模。拆模时,首先拆除最上一步支撑然后依次拆除模板,最后拆除钢管支撑体系。

7 结束语

在反弧挑檐的施工中,我们严格控制弧形钢管的弯制精度,确保曲面模板的接缝平整,弧度一致。通过合理调整砼坍落度,精心施工,使拆模后的曲面砼平滑密实,无明显接缝,效果很好!

(上接第 34 页)

碎石配制的混凝土抗裂效果好于卵石配制的混凝土。高性能混凝土就要求有比较好的拌和物性能,我们可以采用比较低的水泥用量,并采用掺合料来实现。不能单纯的依靠提高混凝土的减水率来实现。

4.5 水化热问题:大体积混凝土只要有一定的保温措施,控制内外温差不超过 25℃ 就不容易产生裂缝。现在筏板基础的侧模都采用的砖模。因此基本上都不会在侧壁产生裂缝。混凝土在施工过程中避免过振,避免出现掺合料的浮浆层,避免过粘的混凝土。基本上就会避免塑性开裂。只要做好保温、保湿,就可以避免温差裂缝。

4.6 成品强度的均匀性问题(对高强混凝土)

现场检测混凝土强度的方法有很多种,主要有回弹、综合、拉拔等方法。对于高强混凝土来说,尤其是泵送高强混凝土,最容易出现强度不均匀的问题。这是由于泵送高强混凝土的流动度过大,砂率也高。在浇注过程中很难使得混凝土形成很均匀的整体。砂浆部分的强度普遍低,粗骨料多的部分的混凝土强度就高一些。因此混凝土在浇注完成以后,应该是一个“远程有序,近程无序”的有机结合体。也可以理解成高强泵送混凝土的整体是由连续的高强部分,和连续的砂浆部分所组成的一个混凝土框架。

依据标准:

[1] 行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 - 2000