

文章编号: 1005-0523(2002)03-0034-03

预应力屋架施工质量事故分析与处理

翁志坚

(福州铁路第四工程公司, 福建 福州 350013)

摘要: 结合预应力屋架下弦杆件应用构件外部粘钢技术加固的实例, 介绍了构件外部粘钢技术的应用情况和施工工艺。

关键词: 预应力; 构件外部粘钢; 加固

中图分类号: TU

文献标识码: A

0 前言

某单层厂房工程在进行预应力钢筋混凝土屋架预应力施工前, 发现有一榀屋架下弦杆强度达不到设计要求, 为此, 施工单位对这一质量事故进行分析后, 引进构件外部粘钢加固先进技术, 提出了既保证结构安全、又满足工期要求、确保经济效益的加固处理方案。

1 工程概况及事故简介

该单层厂房为排架结构, 由主跨(跨度 24 米)、边跨(跨度 18 米)和辅助车间(跨度为 9 米)三跨组成, 面积为 4520 平方米。主跨厂房屋盖为预应力钢筋混凝土屋架, 设有 9 米跨度的天窗架。存在质量事故的屋架型号为 YWJA-24-4Bf(选自 G415(三)国家标准图集)。屋架几何简图如下:

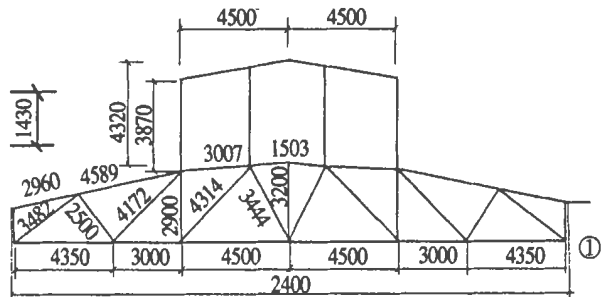


图 1 屋架几何简图

按照设计要求此屋架下弦杆件预应力筋采用 4-15 ϕ^S 5 高强碳素钢丝, 屋架下弦杆件混凝土等级为 C48, 但是混凝土试块检验报告、回弹检测结果确定屋架下弦杆件混凝土等级仅为 C43。通过对技术交底、施工组织等技术资料的分析, 施工单位判断质量事故的主要原因是屋架混凝土浇灌时, 由于刚下完雨, 砂石料含水率较高, 但配合比未做合理调整, 造成混凝土水灰比偏大, 降低了强度。

2 处理方案制定

2.1 处理方案确定

考虑到重新浇注新的混凝土屋架的施工周期太长, 无法满足业主投产的时间要求, 屋架质量事故的处理方案拟运用构件外部粘钢加固先进技术对屋架下弦杆件进行加固, 即在屋架下弦杆件截面左右对称粘贴 2 δ 5 \times 50A3 扁钢(通长), 如图 2 所示:

构件外部粘钢技术的原理是: 将强度高的钢板粘贴于被加固的钢筋混凝土构件受力前沿, 既能保证混凝土和钢板作为一个新的整体共同受力, 且能最充分发挥粘钢的强度, 封闭粘贴部位加固构件的裂缝, 约束混凝土变形, 从而有效地提高加固构件的刚度和抗裂性。

2.2 处理方案验算

2.2.1 计算简图

收稿日期: 2002-03-09

中国知网 <https://www.cnki.net> 翁志坚, 福建莆田人, 工程师。

屋架在荷载作用下是一个多次超静定的刚接桁架,其计算十分复杂.为简化计算,将上弦假定为不动铰支的折线形连续梁,按铰接桁架计算屋架各杆件的轴向力,其计算简图如下图所示,其中节点荷载 P_i 可近似地按上弦各段为简支梁求得,下弦杆不考虑自重弯矩的影响,为预应力混凝土轴心受拉构件.

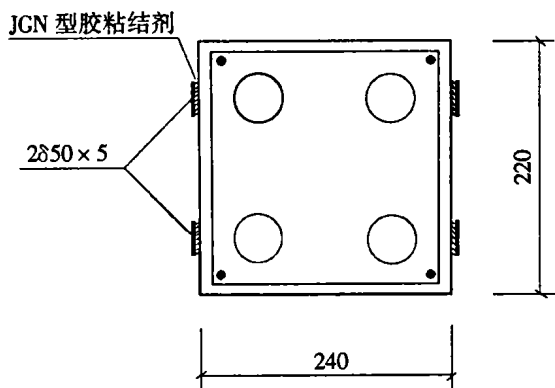


图2 屋架加固断面示意图

2.2.2 荷载及其组合

作用于屋架上的荷载,有屋面板传来的恒荷载与活荷载(屋面使用荷载、雪荷载或灰荷载)、屋架及支撑自重、天窗架主柱传来的集中荷载等.考虑各杆最不利内力,对作用于屋架上的荷载进行以下3种组合:①全跨恒载+全跨屋面活荷载;②全跨恒载+半跨屋面活荷载;③半跨屋面板重+半跨屋面活荷载+屋架及支撑重.

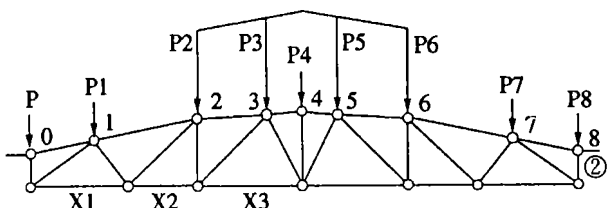


图3 杆件轴向力计算简图

① P_i 包括:屋面荷载+屋面自重及支撑重+活载(具体见组合)与传递道 I 节点上的集中荷载.

② P_2, P_3, P_5, P_6 还包括天窗架传递的集中标准荷载.

2.2.3 内力计算

根据3种荷载组合,按铰接桁架轴向力计算方法,考虑荷载的短期和长期效应组合,求得屋架下弦杆轴向控制力分别为 1035.822 kN;短期效应组合轴向控制力分别为 1035.822 kN;长期效应组合轴向控制力分别为 903.542 kN.

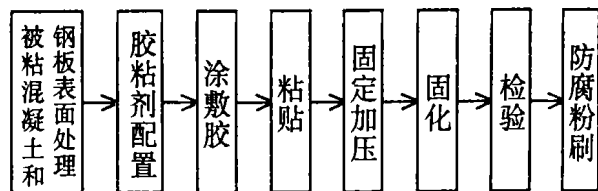
2.2.4 屋架下弦杆件加固后承载力和抗裂验算

屋架下弦杆件使用阶段承载力 $f_p A_n + f_y A_s + f_{ay} A_a = 1070 \times 1176 + 310 \times 452 + 215 \times 1000 = 1613440 \text{ N} =$

$1613.4 \text{ kN} > 1035.82 \times 1.1 = 1139.4 \text{ kN}$,施工阶段的屋架下弦杆件混凝土中的压应力 $\sigma_{pcI} = (\sigma_{con} - \sigma_{lI}) / A_n = (1099 - 80.6) \times 1176 / 53573 = 22.36 \text{ N/mm}^2 < 1.2 f'_c = 1.2 \times 20.7 = 24.84 \text{ N/mm}^2$,满足规范要求.

屋架预应力筋 $f_{ptk} = 1570 \text{ N/mm}^2$,考虑各种预应力损失后,计算出屋架混凝土的有效预压应力分别为 $\sigma_{pc} = 16.85 \text{ N/mm}^2$,在荷载短期效应力和长期效应组合下,混凝土法向应力分别为 $\sigma_{sc} = 17.07 \text{ N/mm}^2$, $\sigma_{lc} = 14.89 \text{ N/mm}^2$.由此推算出 $\sigma_{lc} - \sigma_{pc} = -1.96 \text{ N/mm}^2 < 0$, $\sigma_{sc} - \sigma_{pc} = 17.07 - 16.85 = 0.22 \text{ N/mm}^2 < \alpha_{ct} \gamma_{fc} = 0.3 \times 1 \times 2.54 = 0.76 \text{ N/mm}^2$,满足规范要求.

根据以上验算结果确认加固方案满足设计和规范要求.该方案经业主、设计单位和监理单位审核批准后实施.



3 屋架下弦杆件粘钢加固施工

粘钢加固施工应按下图工艺流程进行

3.1 表面处理

表面处理包括屋架下弦杆件混凝土结合面处理和钢板贴合面处理,是粘钢加固施工过程最关键的工序,应认真进行.屋架下弦杆件混凝土结合面先用磨机将结合面磨平,再用钢丝刷将表面松散浮渣刷去,用棉花沾丙酮擦拭表面.粘贴使用 A3 的钢板贴合面用喷砂、砂布或平砂轮打磨,直至出现金属光泽.打磨粗糙度越大越好,打磨纹路尽量与钢板受力方向垂直.然后用脱脂棉花沾丙酮擦拭干净.

3.2 配胶

目前结构加固使用胶粘剂中最常用的是 JGN 型胶粘剂. JGN 胶粘剂为甲、乙两组分,使用前应进行现场质量检验,合格后方能使用.使用将甲、乙两种组分按说明书规定混合在一起,用转速为 100~300 r/min 的轴式搅拌器搅拌,至色泽均匀(约 10~15 min)为止.容器内不得有油污,搅拌时应避免用水进入容器,并按同一方向进行搅拌,以免带入空气形成气泡,降低粘结性能.

3.3 粘贴

胶粘剂配制好后,用抹刀同时涂抹在已处理好的混凝土表面和钢板上,厚度 1~3 mm,中间厚边

缘薄为宜.然后将钢板贴于预定位置,因是立面粘贴,为防止流淌,须加一层脱蜡玻璃丝布.粘好钢板后,用手锤沿粘贴面轻轻敲击钢板,如无空洞声,表示已粘贴密实,否则应剥下钢板,补胶,重新粘贴.

3.4 固定与加压

钢板粘贴好后立即用特制U型夹具夹紧(见图4),压力保持为0.05~0.1 MPa,以使胶液刚从钢板边缝挤出为度.

3.5 固化

JGN型胶粘结剂在常温下固化,保持在20℃以上,24h即可拆除夹具或支撑,三天可受力使用.

3.6 检验

撤除临时固定设备后,应用小锤轻轻敲击粘结钢板,从音响判断粘接效果或用超声波法探测粘贴密实度.如锚固区粘结面积少于90%,非锚固区粘结面积少于70%,则此粘结件无效,应剥下重新粘结.为了真实检验其加固效果,施工单位对屋架进行静载试验,在标准荷载作用下,检验屋架下弦杆件的变形和裂缝开展情况.检验结果满足设计和规范要求.

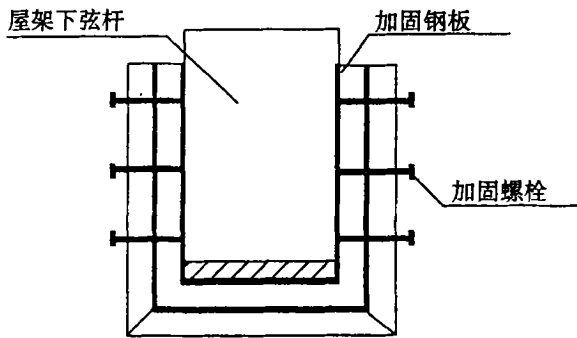


图4 特制U型夹具固定示意图

3.7 防腐处理

屋架下弦杆件粘钢加固后,按要求进行防腐处理.施工单位采取在钢板表面粉刷水泥砂浆保护.由于钢板面积较大,为了有利于砂浆粘贴,施工时在钢板面粘一层铅丝网,并在抹灰时涂刷一道混凝土界面剂.水泥砂浆的厚度大于20 mm.

3.8 加固后的效果

屋架经上述加固处理,至主体结构验收时,未发现屋架下弦杆件有裂缝出现.屋架下弦杆件挠度符合规范要求.该厂房使用两年后,施工单位回访,也未发现异常,证明结构安全,说明加固补强达到原来的设计效果.

4 结束语

构件外部粘钢加固法施工方便、质量好、工效高,是一种值得推广的钢筋混凝土结构补强方法,粘钢加固法的效果取决于施工质量.施工时必须严格执行规范规定,确保每一道工序质量,特别是表面处理尤为重要.对混凝土,必须打磨至坚硬层后,除去油污和粉尘,对于钢板,必须严格进行除锈和粗糙处理.

参考文献:

- [1] 四川省建筑科学研究院. 混凝土加固技术规范[M]. 北京:中国计划工业出版社,1991.
- [2] 朱伯龙. 混凝土结构设计原理(上下册)[M]. 上海:同济大学出版社,1992.
- [3] 卓尚木. 钢筋混凝土结构事故分析与加固[M]. 北京:中国建筑工业出版社,1997.

Analysis and Treatment of Construction Quality Accident of Prestressed Roof Truss

WENG Zhi-jian

(Fuzhou Railway No.4 Engineering Company, Fuzhou 350013, China)

Abstract: Based on the example of the element of prestressed roof truss strengthened by pasting steel plate outside member, the article introduces the situation of application and the construction technology of pasting steel plate outside member.

Key words: prestress; pasting steel plate outside member; strengthen