

粘型钢法加固预应力空心板

李曰辰 李秀君¹

(武汉大学水利水电学院, 武汉 430072; 武汉天弘建筑加固技术有限公司¹, 武汉 430070)

摘要 某通信站将三间办公室改为通信机房, 使用荷载大幅度增加, 原预应力空心板承载力不能满足要求, 必须进行加固。经计算分析确定采用粘接型钢法对楼板进行加固。介绍了粘型钢加固方案的设计方法以及加固施工的过程和重点。工程实践证明, 运用粘型钢技术加固预应力空心板, 安全可靠, 速度快, 干扰小, 效果好。

关键词 预应力空心板 粘型钢 增载加固 植筋锚固

中图法分类号 TU391.2; **文献标志码** B

1 工程概况

某通信基站大楼为钢筋混凝土框架结构, 共5层, 楼板采用混凝土预应力空心板。

如图1所示, 大楼四楼有三间房屋, 即(3-1)-(5)轴/(A)-(B)跨, 三间房屋大小一样, 长5 m, 宽3 m, 每间房楼板均布置8块预应力空心板YKB3051, 每块板长2 980 mm, 厚120 mm, 宽490 mm, 混凝土设计强度为C30, 受拉区预应力钢丝采用 Φ^b4 冷拔低碳钢丝, 设计活荷载为 2.5 kN/m^2 。

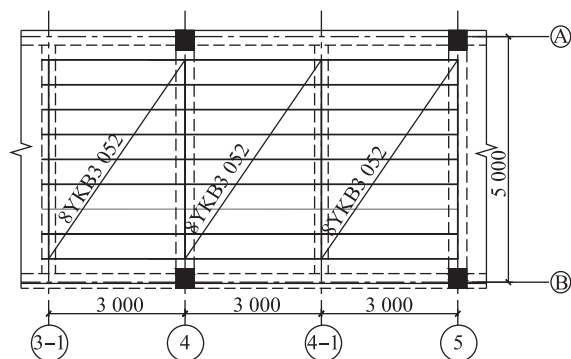


图1 增载部位平面示意图

该三间房屋原作为普通办公室使用, 现由于通信扩容的需要, 将这三间房屋改为通信机房, 安装重型通信设备, 使用荷载将达到 5 kN/m^2 , 远远超出原设计荷载。

为确保结构安全, 对房屋结构承载力进行了核算^[1], 结果表明, 大楼原有梁、柱构件承载力满足要求, 预应力空心板承载力不能满足要求, 必须进行加固。

2 结构加固方案选择

对混凝土板的加固, 传统的办法是在原板表面浇筑一层新板组成叠合板, 增加板的厚度和配筋量, 提高板的承载力和刚度。但是这种叠合法在构造方面有比较大的缺点, 就是如何解决新旧混凝土的共同工作问题。对于受弯构件而言, 上下新旧结构之间的结合面剪应力比较大, 而新旧混凝土的结合面往往又是最薄弱的环节, 其抗剪强度远远低于整体浇筑混凝土结构的抗剪强度, 这将大大影响加固的效果。另外该方法施工速度慢, 混凝土需要较长的养护期, 工期无法保证; 施工需要较大型的设

备, 占用大量的空间, 施工噪音大, 为确保新浇筑板受力效果, 还必须拆除现有墙体, 对基站生产、生活影响较大。

2010年6月12日收到

第一作者简介: 李曰辰(1972—), 男, 武汉人, 工程师, E-mail: liyc1000@163.com。

新旧结合问题,也非常适用于加固混凝土结构。粘贴加固技术的原理是将钢板或碳纤维等通过高强粘接剂粘贴在混凝土构件外表面上形成三相结构:混凝土-胶-钢板(或碳纤维)的复合系统共同工作,以提高结构的强度和刚度,由于粘接剂有着优异的物理化学性能,粘贴加固法可以让加固钢板或碳纤维与被加固结构致密结合,完全连成整体共同受力。而且,粘贴加固法施工简便、速度快、不影响结构外观,对基站正常生产生活基本没有影响,各方面优点很突出。

但是,粘贴钢板(或碳纤维)有着数量上的局限性,粘贴过厚或过多层地复粘,会产生超筋现象,导致被加固构件产生脆性破坏,同时也会使钢板或碳纤维端部的粘贴界面出现较大的应力集中而产生剥离现象,导致粘贴失效。因此,常规的粘贴钢板或碳纤维加固方法提高被加固结构承载力的幅度相对有限,根据相关计算和试验,粘钢板或碳纤维加固受弯构件,承载力提高的幅度一般不会超过25%。对本工程,板面荷载提高幅度很大,单纯地粘贴钢板或碳纤维布不能满足要求。

为了能够大幅度提高受弯构件的承载力,文献[2]提出了粘型钢加大截面加固技术:将槽钢、工字钢或H型钢等各类型钢制作成需要的截面,用结构胶将其粘接在被加固梁、板等受弯构件底部,再辅以化学植筋或其他锚固措施将被加固构件和型钢连接起来,使后加的型钢与被加固的混凝土构件形成一个整体共同工作。研究表明:型钢和原构件很好地结合成一个整体联合工作,由于构件截面惯性矩大幅度增大,承载力可以大幅度甚至成倍地提高,且破坏时具有良好的延性。

3 加固设计

根据本工程具体情况,经过核算^[1,3,4]与论证,确定采用粘接型钢并改变结构传力方式的方法来加固楼板。任取一个房间为例,加固方案平面示意图见图2。

将三根 HW200 × 200 × 8 × 12 型钢梁布置成

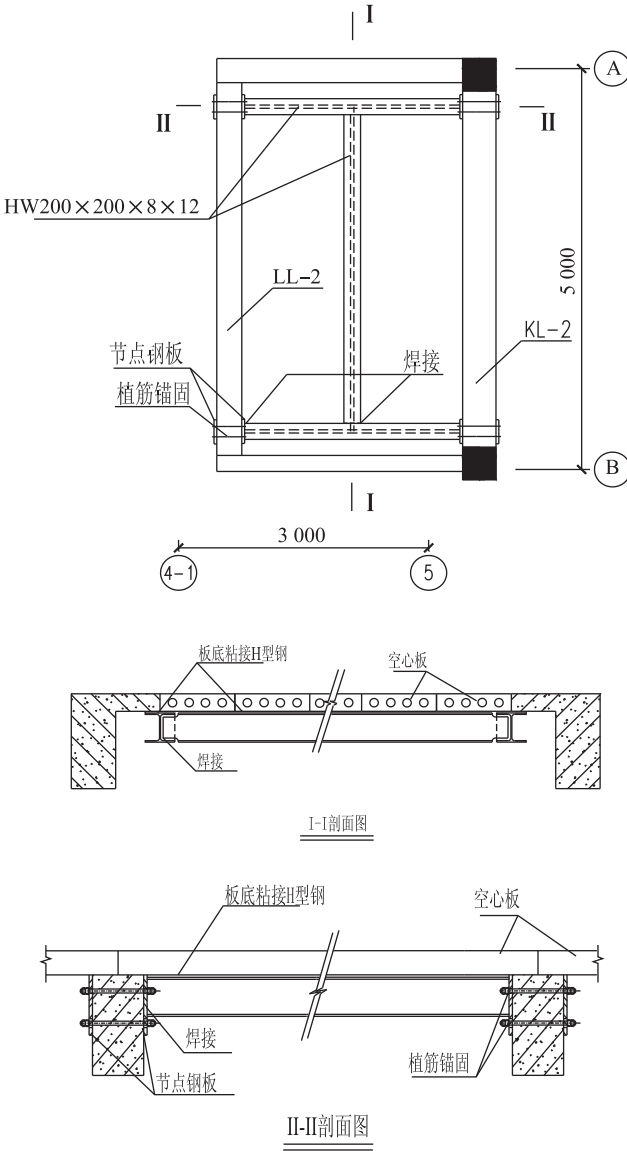


图2 加固方案示意图

“工”字形,粘贴在板底面,两端的H型钢与空心板为平行方向,中间的H型钢与空心板方向垂直正交,且处于空心板中线位置。端部两根H型钢的两端通过节点钢板与原结构梁连接,先将节点钢板通过植筋锚固和结构胶粘贴固定在框架梁侧面,再将H型钢端部与节点钢板焊接起来,另外,三根H型钢之间也通过焊接进行连接^[5]。板底型钢梁施工完毕后,在板面上沿中间钢梁中心轴线方向将空心板上表面切开,深度30—40mm,宽度不大于20mm,消除负弯矩对空心板的影响,使空心板处于简支状态。

通过这种加固方式,将型钢梁和原结构板、梁粘接在一起,形成整体共同承载。空心板跨度变为原来的 $1/2$,且仍处于两端简支状态,楼面活荷载虽然增加一倍,但根据简支受弯构件在均布荷载作用下的内力计算公式:

$$\text{端部最大剪力 } V_{\max} = ql/2;$$

$$\text{跨中最大弯矩 } M_{\max} = ql^2/8。$$

可知,最大剪力基本不变,最大弯矩反而可以大幅度减小,因此,原空心板结构可以满足增载后承载力的安全使用要求。

4 加固施工

1. 目前,外粘钢板加固技术已经是一项比较成熟的技术,施工中的要点主要有三个:(1)结构胶的质量和调配,首先,粘接剂必须是满足国家相关规范^[3]规定的合格产品,其次,施工现场必须严格按照规定的操作要求进行调配,不然将会影响胶体的强度等性能,严重时甚至会使胶体失效。(2)粘贴面的处理,钢和混凝土粘贴面必须进行打磨、清洗、冲吹等处理,确保粘贴面干净、干燥,才能保证粘贴效果。(3)加压固定,必须在外粘钢上施加足够的压力并将其固定,将钢紧贴在混凝土表面,才能确保结构胶固化的效果和粘贴的强度。

对于粘型钢而言,施工要点与粘钢板基本一致,它的难点在于加压固定,由于型钢成型后刚度很大,不易变形,粘贴时很难将其和混凝土表面贴紧,而且,相对于钢板,型钢又大又重,不容易准确就位。为解决这些问题,本工程施工时采用了“先固定再灌注”的施工方法,先通过化学植筋等构造措施以及撑杆等临时措施将型钢准确就位且和被加固结构贴紧并固定,然后再向粘贴接缝内用压力灌浆的方式将粘钢胶灌入,在粘钢胶固化后再撤去临时支撑。

2. 型钢梁的制作加工要精细,安装要精确;粘接型钢、化学植筋等各个工艺过程的顺序要安排得当。

3. 本工程施工迅速,工期仅用 5 天,加固后,三间机房到目前已使用二年多,在安全以及使用上都满足国家相关规范的要求,效果良好。

5 结论

1. 型钢梁与被加固混凝土结构能够有效地形成整体,共同变形受力,大幅度提高结构的承载力和刚度。

2. 方案设计的假定和方法符合实际,安全可靠。现场的施工措施能够保证粘接型钢的施工质量和安全要求。

3. 采用粘型钢加固技术加固预应力空心板是一种行之有效的新型措施,与其他方法相比具有独特的优点,安全可靠,施工迅速,效果显著,具有一定的推广价值。

参 考 文 献

- 1 中国建筑科学研究院. GB 50010—2002 混凝土结构设计规范. 北京:中国建筑工业出版社,2002
- 2 高作平,周剑波,陈明祥,等. 采用粘结型钢扩大混凝土梁截面进行抗弯加固. 混凝土结构粘结加固技术新进展. 北京:中国水利水电出版社,1999:97—104
- 3 中国建筑科学研究院. GB 50367—2006 混凝土结构加固设计规范. 北京:中国建筑工业出版社,2006
- 4 中国建筑科学研究院. GB 50009—2001 建筑结构荷载规范. 北京:中国建筑工业出版社,2001
- 5 中国建筑科学研究院. GB 50017—2003 钢结构设计规范. 北京:中国建筑工业出版社,2003

(下转第 6337 页)

值可取 $f'_y=f_{yk}/\gamma_f=500/1.1\cong450\text{ MPa}$ 。

5 结束语

根据分析得出以下结论:

- (1) 500 MPa 级钢筋偏压柱的破坏形态与普通钢筋混凝土柱的大小偏压柱的破坏形态较为相似。
- (2) 在配筋合适的情况下,HRB 500 级钢筋能与混凝土较好的协同工作,HRB 500 级钢筋的强度能够得到充分的发挥。
- (3) 现行《混凝土结构设计规范》GB 50010—

2002 中规定的偏压构件正截面承载力计算公式仍适用于 HRB 500 钢筋混凝土柱。

(4) 在采 HRB 500 级钢筋作为主筋的受压构件,钢筋强度设计值可取 $f_y=f_{yk}/\gamma_f=500/1.1\cong450\text{ MPa}$,具有足够的安全储备。

参 考 文 献

1 中华人民共和国建设部. GB 50010—2002 混凝土结构设计规范. 北京:中国建筑工业出版社. 2002
2 刘立新,张艳丽,李 千,等. HRB500 MPa 级钢筋混凝土轴心受压短柱受力性能研究. 郑州大学学报:工学版,2006;27(4):1—5

The Analysis on the Characteristic of HRB500 Reinforced Eccentric Loading Columns by the Exeriment Results

YU Hong-jie, YAO Yan-hong
(Luohe Vocational and Technical College, Luohe 462000, P. R. China)

[Abstract] Based on HRB500 six groups of reinforced concrete column of eccentric loading experiment research, HRB500 reinforced concrete column is discussed in the level of intensity of bias. Using the standard for HRB500 reinforced concrete eccentric loading capacity calculation of hardware will test results and the calculation result is compared, compliance.

[Key words] HRB500 steel bar eccentric loading columns carrying capacity

(上接第 6329 页)

Strengthen Prestressed Hollow by Section-steel Bonded

LI Yue-chen, LI Xiu-jun¹
(School of Water Resource and Hydropower, Wuhan University, Wuhan 430072, P. R. China
Wuhan Teahon Reinforcement Technology Co. , Ltd¹. Wuhan 430070, P. R. China)

[Abstract] Three offices of a communication station would be changed to telecommunication station, load increase significantly, the original capacity of prestressed hollow cannot meet the requirements, must be reinforced. Based on calculation and analysis, determined that to reinforce it by method of section-steel bonded. Describes the process and focus of design and reinforcement construction. The practice proved that strengthen prestressed hollow by method of section-steel bonded, safe and reliable, low investment, fast and interference small, the effect was very good.

[Key words] prestressed hollow section-steel bonded load increase reinforce anchorage