

钢桁架转换梁在改造工程中的应用

黄纯万¹, 陈彬磊², 宋文华¹

(1. 中国建筑第八工程局天津公司, 天津 300452; 2. 北京市建筑设计研究院, 北京 100045)

[摘要] 介绍了钢桁架转换梁在某楼房加固改造工程中的应用情况, 包括转换梁设计方案的确定和转换梁详细的施工过程, 最后还介绍了对转换梁施工过程的监测结果。

[关键词] 加固改造工程; 转换梁; 设计; 施工; 监测

[中图分类号] TU391.3

[文献标识码] A

[文章编号] 1002-8498(2006)09-0058-03

Application of Steel Truss Transition Beam in Rebuilding Project

HUANG Chun-wan¹, CHEN Bin-lei², SONG Wen-hua¹

(1. Tianjin Company, China Construction Eighth Engineering Division, Tianjin 300452, China;

2. Beijing Institute of Architecture Design, Beijing 100045, China)

Abstract: In this article, authors introduce the application of steel truss transition beam in a strengthening and rebuilding project. What authors introduce include the selection of design scheme of the transition beam and the construction process. At last, the monitoring results of the construction are stated.

Key words: strengthening and rebuilding engineering; transition beam; design; construction; monitor

随着社会的发展, 人们对建筑功能的要求日益提高, 相当一部分老房子选择了改造的方式进行结构调整, 为尽可能地满足现有的各种功能要求, 在改造过程中不可避免地会出现拆梁换柱的情况。

国家商务部改造工程1号楼, 地下2层、地上9层, 于1987年设计, 1989年竣工并正式投入使用。该建筑檐高40.85m, 原结构为框架剪力墙板柱结构, 柱网尺寸7 800mm×7 800mm, 柱子截面尺寸由750mm×750mm渐变为600mm×600mm, 楼板为无梁楼盖。由于功能需要, 要求在1号楼2层东侧设置一个大空间的签字大厅, 为此需要将2层相关的2根柱子拆除, 在4~5层间增加2根大的转换梁用以承托上部荷载。如图1、2所示。

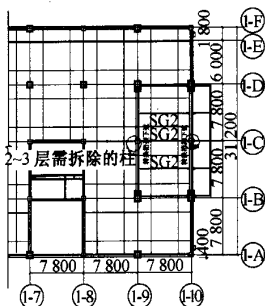


图1 1号楼3层顶板结构
局部平面示意

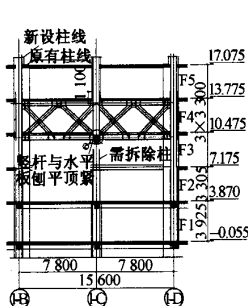


图2 转换桁架立面示意

1 转换梁的设计

转换大梁可以采用钢筋混凝土结构、预应力混凝土结构、钢桁架等形式, 本工程由于原结构楼板为无梁楼板体系, 且不同于新建结构先做转换大梁再施工上部结构的正常顺序, 而是在上部有6层结构荷载的情况下做转换大梁再拆除下部的柱子, 对设计、施工都是挑战。

设计初始计划采用钢筋混凝土结构, 但这种结构自重大, 经初步核算每榀大梁自重达2 000kN, 这无疑给转换梁本身及原结构带来极大的负担, 同时, 钢筋的加工绑扎难度大、模板体系也难以保证要求; 更重要的是, 如何很好地将拆除柱子上部的荷载传至转换大梁上, 新老混凝土无法很好地结合, 也不便于保证施工中的安全。

采用预应力混凝土虽然可以减轻一部分转换梁自身的重量, 但工期较长, 同时也无法很好地解决新老混凝土的结合及传力的有效性。

针对上述分析, 混凝土结构无法很好地解决本工程的转换大梁问题, 最后决定采用钢桁架这一结构形式。钢结构首先存在强度及刚度大、自重轻的特点, 经

[收稿日期] 2006-03-01

[作者简介] 黄纯万(1970—), 男, 四川广安人, 中国建筑第八工程局天津公司高级工程师, 北京市海淀区板井路77号706室 100089, 电话: (010)88508452

计算,2榀钢结构大梁总重量为1 800kN,每榀大梁重量仅为900kN,不到混凝土结构的一半,同时钢结构易于加工成型,便于解决结构的传力问题,施工速度快。

在一般的结构设计中,在考虑结构稳定性的情况下,满足材料的强度和规范要求的挠度极限值要求即可。而对本工程钢桁架转换梁,仅考虑满足上述要求是远远不够的,原结构经过多年的使用及在各种荷载的作用下,结构变形已基本完成,在新梁形成且拆除下部柱子后,大梁将经过一定的变形协调来达到其受力的目的,这一变形最为明显的就是15.6m跨大梁的挠度,将会带动与其相连接的原有结构随之变形,如果挠度过大,将给原混凝土结构造成伤害,因此在设计此梁时是以刚度来进行控制的,即控制转换梁的竖向变形值来达到设计目的。

为使钢桁架与原有混凝土结构很好地结合,同时为便于施工,采取将安装桁架梁部位的3~5层楼板拆除,桁架施工完成后,在2榀转换大梁间加设包裹梁,重新浇筑4.5层的楼板混凝土(而不再设3层楼板,使2、3层合并成大空间),同时将支撑转换大梁两侧柱子及拆除的柱子上部加固。这样有效地解决了转换梁与混凝土结合的问题。

2 转换梁施工

将整个施工划分成4个阶段。各阶段施工均不得出现任何问题,否则会造成施工范围内上部结构的严重破坏,甚至倒塌,后果不堪设想。

2.1 原结构楼板拆除

在转换大梁施工前要将3~5层该部位的楼板先拆除,拆除该部位楼板后与其相邻余下的楼板就无可靠的连接及支撑点,确保该部位的楼板不被破坏是拆除楼板前必须考虑和解决的问题。同时还要确保在拆除过程及日后的施工中不发生较大变形。故此阶段如何采取简便而又切实可行的支撑体系,就成解决问题的关键,根据现场的实际情况最终决定采用满堂脚手架支撑,为防止硬性传力而使下层楼板破坏,除在需要拆除的楼板部位下加支撑外还需将其向下再支撑1层,即从首层开始搭设脚手架一直到4层。并在脚手管与混凝土相接的部位加设通长脚手板或木方,以增加其受力面积。为确保支撑体系的可靠性,根据现场的实际情况,结合原结构的施工图及支撑搭设体系方案,建立了结构受力模型来对其进行理论上的验证,经ANSYS程序建模分析,脚手架可以满足受力及变形要求。

2.2 柱子外包钢板施工

楼板拆除后与转换桁架有关的6根柱子就成了一根根长细杆,支撑转换桁架的4根柱子由于还有两面的楼板与其可靠相连而影响不大,但中间需拆除的柱

子长度达13.2m,长细比远远超出了结构的要求,同时上部还有4层结构的重量需要其支撑,另按结构包钢加固的要求,需在4层及上下各1m范围沿柱周围按250mm梅花形间距打孔安放大型的胀栓,孔深270mm,由于孔位较多较深,使得柱子变成一个“蜂窝”柱,加大了柱子的危险程度。为减少施工的危险,对⑨/⑩柱子在4、5层楼板拆除时特意保留一侧楼板混凝土与其不断开(此部位的包钢板断开)。但对于⑪/⑫柱却无法做到这一点。

包钢前还需将原结构柱进行剔毛外理,包钢完成后在包钢与原混凝土间用高强灌浆料进行处理,使其形成一个整体。

原本很长的柱子进行表面剔毛后再在其周围打孔,一道道工序使原本脆弱的柱子异常危险,经过多次专家会议,决定在不影响桁架大梁安装的情况下,在需拆除的两柱间加临时水平连接杆,提供侧向支点,以解决柱子计算长度过长的问題。

设计要求外包钢板30mm厚,每块钢板重达7.15kN,与多达52个胀栓相连,在施工胀栓时由于原结构柱内有较多的钢筋,在胀栓打孔施工中遇上钢筋时就必須移位,同时也使得多数孔位不能与柱面垂直,导致了多数胀栓安装后与柱面不垂直,这样就加大了外包钢板的就位难度,如钢板开孔与现场胀栓位置不符,钢板就无法顺利就位。为此在施工时采取了先用塑料板代替钢板来进行预装,然后在塑料板上印出胀栓的实际位置,再将其脱模到外包钢板上进行开孔,很好地解决了这一施工难题,收到了良好的效果。

相邻两块外包钢板就位后需要及时焊接,焊缝要求熔透一级坡口焊缝,由于钢板厚度较厚,焊接量大,施工时采用了二氧化碳气体保护焊。经现场探伤,每条焊缝均达到一级焊缝要求。

2.3 安装钢梁(见图3)



a 上弦及腹板安装

b 下弦安装

c 安装完成

图3 钢桁架安装示意

钢梁共计4根,每部分重量达200kN,钢梁安装时还没有形成支撑作用前,要拆除的长细柱又将承受很大的风险,在施工中如何确保柱子安全,同时还要考虑到存放钢梁的下部结构的承载力,安全有效地将其安装到位,是整个转换梁施工中的关键。有利的是此时柱子的包钢及灌浆已完成,增加了柱子的强度及刚度。

每榀大梁由两部分组成,为减少施工环节,在加工时将每根梁均拆成三部分,即上弦、腹杆和下弦,各部

分间采用摩擦型高强螺栓连接,施工时按上弦、腹杆、下弦的安装顺序吊至安装位置,吊装好一部分后再吊装另一部分进行组装。从而有利于解决存放大梁楼板(2层楼板)的承载力问题,同时上弦就位后及时与柱子的包钢相焊接,使其对柱子起到了一个强大的支撑作用,上弦、下弦均焊接完后,整个柱子的稳定性得到了彻底的解决。

由于现场空间的限制,无法采用机械设备进行吊装,各构件的水平就位选用5t倒链进行水平拉运,为防止2层楼板的堆载破坏,要求各大型构件不得同时存放在同一跨楼板上,在存放及运输的路线上加铺脚手板,以增大楼板的受力面积,并事先核算了楼板的承载力,以确保安全。

钢构件水平就位后垂直吊装采用10t倒链,高空拼装难度较大,故所有构件尺寸均按现场的实际进行精确测量计算后再在厂内加工,为确保一次安装到位,在厂内进行了预拼装,为现场一次拼装到位打下了基础。

2.4 柱子拆除

转换大梁施工完成后,按设计的要求,将6根柱子做了加固处理,钢结构的各种检测符合设计要求,柱子加固的混凝土强度也达到了设计的强度要求,具备了柱子拆除条件,但这一阶段是最后的一关,也是检验前面所有工作成效的关键。

由于设计是按变形进行控制的,经精确计算,大梁在正常工作时的受力强度仅是其极限强度值的60%左右,就这一点来讲可以确定不会出现结构倒塌的情况,决定直接拆除下部的柱子,不再做上层柱的支撑。

2.4.1 拆除方法

下部柱子拆除后上部柱子的荷载将通过胀栓传给与其相连的包钢,再通过包钢传给桁架大梁,为防止胀栓受剪破坏使上部柱子从包钢内滑出,设计要求,拆除后在下部加设钢托板与包钢焊接,给上部柱子一个可靠的硬支撑。柱子切断分3步进行,即每次切除柱子的1/3宽度,将柱下的托板同样分3块进行施工,然后再将其连接成一体,这样自始至终均有2/3的支撑在起作用,从而大大减少了危险性。为减小对结构的振动,要求采用静力切割的方法进行拆除,并设置专门的仪器,对转换桁架进行应力、挠度的同步观测,以便施工控制。

在实际施工过程中,发现切除1/3后余下的混凝土没有什么变化,各种变形也极小,此时经分析认为:在切除余下的混凝土的过程中有2种情况发生:①再切除1/3后余下的1/3混凝土没有被压坏,也就是说只要1/3的混凝土有支撑就可“临时”满足上部的受力及变形要求,可以大胆地将余下的混凝土连续切断;②再

切除1/3后或切除过程中余下的混凝土由于上部大梁的整体变形而破坏,也就是说此时余下的混凝土已经失去了承载力的作用,也就没有再保留的必要。故2种情况均说明可将余下的2/3的混凝土一次性切除。实际上也证明了这一观点,混凝土在切除到只余下50mm时被突然压碎。

2.4.2 位移观测

在柱子拆除中,上部大梁不可避免地要发生变形,也只有通过变形协调来达到承重的作用,据设计精确计算,总的挠度应 $\leq 6\text{mm}$,结合现场的各种因素,设计确定以挠度4mm为现场控制界线,如果挠度 $< 4\text{mm}$ 则认为结构安全,如果 $\geq 4\text{mm}$ 则要求暂停施工,对结构安全进行重新评价。

如何判断变形是否超过了预期要求的4mm,在施工时我们采用了高精度的水准仪和高精度微机监控测试系统——IMP测试系统,来双向监测其挠度值,IMP测试系统测试点放置在挠度最大位置处——大梁的跨中部位(即柱子拆除部位);同时在桁架受力较大的部位,即传力上下翼缘、各腹杆,用应变片通过计算机采集数据来连续测量应变变化情况,柱子拆除完成后再继续观测几天,直到变形达到稳定为止。经过3d多方面连续测量,最大的挠度值为3.8mm,通过应变值得出的最大应力值为极限值的51%,没有超过钢材强度的60%,很好地吻合了预期的数值。

3 结语

本工程经过每一环节的精心组织、精心施工,综合各方面的经验和智慧,成功地将2根柱子拆除,为今后类似工程提供了一个成功的范例。

参考文献:

- [1] 冶金工业部建筑研究总院. GB50205-2001 钢结构工程施工质量验收规范[S]. 北京:中国计划出版社,2002.
- [2] 中国建筑科学研究院. GB50204-2002 混凝土结构工程施工质量验收规范[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2002.
- [3] 建设部标准定额研究所. JGJ81-2002 建筑钢结构焊接规程[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2002.
- [4] 湖北省建筑工程总公司. JGJ82-91 钢结构高强度螺栓连接设计、施工及验收规程[S]. 北京:中国建筑工业出版社,1993.
- [5] 中国建筑科学研究院. GB50300-2001 建筑工程施工质量验收统一标准[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2001.

欢迎登录《施工技术》网站

www.shigongjishu.cn