

文章编号:1006-544X(2004)02-0168-04

浅析组合结构在房屋改建中的应用

金凌志, 顾艳阳, 曹霞

(桂林工学院 土木工程系, 广西 桂林 541004)

摘要: 很多建筑物因为功能的变化, 需要改动原结构受力体系及增设一些结构构件, 或需要进行扩建, 新建结构与原结构之间必须合理衔接才能保证其新旧结构整体安全可靠. 通过对某综和楼改建分析, 提出了用锚筋和钢梁所形成的组合结构的方法来处理, 经受力分析及强度计算, 选用厚度为 12 mm 的钢板、4Φ18 锚筋与 C20 混凝土组合, 其承载力可以达到工程要求.

关键词: 组合结构; 锚筋; 钢梁

中图分类号: TU398.9

文献标识码: A^①

建筑物建设时都是根据当时所要求的使用功能和标准规范进行设计和施工的, 其中某些建筑物在经过多年的使用后, 随着技术进步和社会发展以及人民生活水平的提高, 已不能满足人们生活和生产的需要; 或者因社会体制和生产工艺的变革, 原来设计之初的标准和用途都已经不适应了; 或者因为建筑物设备和生产设备的过时, 使用荷载的变化, 要求增加设备或者负荷而改变建筑物的某一部位的结构等, 均需要按照现行标准和规范, 对现有建筑物进行修补、改建和扩建^[1]. 桂林榕盐工贸实业有限公司综和楼改建项目便是其中之一.

1 改建原因分析

1.1 改建原因

桂林榕盐工贸实业有限公司综和楼原来为办公大楼, 后来由于经济原因而需要改建为具有营业性质的综合大楼. 该项目投资 800 多万元, 占地面积为 1 750 m², 建筑面积大约为 11 386 m², 结构主体原来为现浇钢筋混凝土框架结构, 地上 7 层, 地下 1 层. 为了节省投资, 应业主要求, 当初设计师没有考虑设置电梯, 后来由于建筑物使

用功能的改变因而需要在原来建筑物内增加设置电梯. 按照设计要求, 除电梯井范围内的墙体要全部拆除外, 还需要变动该范围内的横向受力体系 (即梁和板), 而且由于原来主体结构采用现浇梁柱和预制或现浇的混凝土板, 这就需要切除电梯井范围内的板与梁, 致使原来结构的传力体系改变, 因而需要增设新的结构构件来承受荷载.

1.2 受力分析

在楼板上开洞, 其原有的传力体系便会被破坏, 必须考虑新的传力系统来将上部荷载传至基础^[2]. 通常主要考虑是否需要架设小梁和设置附加加强钢筋, 但该处由于增加设置电梯, 其电梯轨道与零件的重量以及其正常使用的荷载量大小与相邻楼板结构有很大的差异, 会产生不均匀沉降. 为了避免不均匀沉降的出现, 原有的结构就必须与新增设的电梯设备脱开, 建立新的支撑体系来支撑原来的楼板, 所以在该处设置附加钢筋远远达不到使用要求; 为了保证原建筑物的安全, 施工时不得产生大量的震动力, 因此也不宜使用钢筋混凝土小梁. 经过综合受力分析后, 在该处使用以钢梁加上锚筋所形成的剪力连接件所构成的组合构件来承受及传递力.

① 收稿日期: 2003-09-03

作者简介: 金凌志 (1959-), 女, 高级工程师, 工民建专业.

2 组合结构的应用分析

本工程采用钢梁与钢筋混凝土框架梁柱拼接，沿横向与预制或现浇板拼接，其主要受力部位在纵向与原框架梁柱的搭接节点上。因为该节点是钢梁与原混凝土框架梁柱所形成的组合结构的剪力连接点^[3]，剪力连接是确保钢材与钢筋混凝土构件所构成的整体共同受力和协调变形的重要手段，也是组合构件必须解决的基本问题之一。

如图1所示，电梯井尺寸为2 570 mm × 2 650 mm，其位置在②轴线与②轴线之间，钢梁选用 I25a 型钢梁与原来框架梁 KJ-4, KJ-5 连接，该部位连接属于剪力连接。此处不宜使用由 4YG2 - M16 膨胀螺栓与钢板构成的剪力连接件，只在不得已时，作为辅助、补救措施，通常不作为连接的常规手段。用锚筋与钢板来组成的剪力连接件，其主要做法是：先在框架梁柱上钻孔，而后用 4Φ18 的钢筋穿入，端头用双螺母拧紧，再用环氧胶泥填塞密实；型钢梁与穿柱梁锚筋的钢板用焊接来传递与承受力，型钢梁与原来的楼板之间用无收缩的水泥浆填充以利于荷载的直接传递。

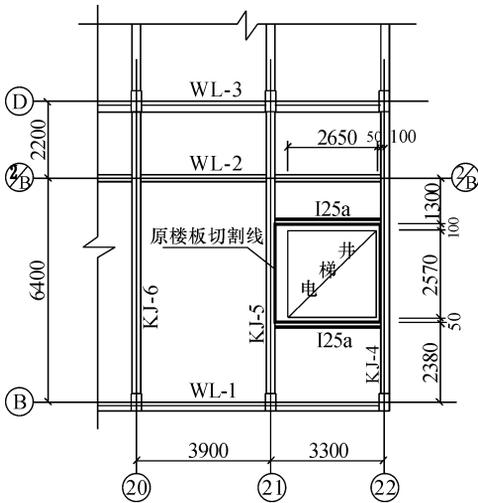


图1 电梯井位置

Fig. 1 Elevator raise in plan

由于建筑物层高较低，其空间有限，为了减少构件尺寸，增大使用空间，使建筑物美观、轻盈，在该位置上使用组合结构来设计是比较合适的。组合结构本身可以充分利用钢材与混凝土的强度，提高组合结构的抗弯刚度。由于钢梁与原来钢筋混凝土框架梁相互依托，互为支撑，其所组成的整体共同工作、协调变形，其整体稳定性

和局部稳定性能均能充分改善，并且有利于施工和降低工程造价^[3]。

2.1 组合结构中的剪力连接件的受力分析

作用于剪力连接件上的力主要是纵向剪力，其次还承受拉弯及横向剪力等。本工程所使用的剪力连接件由钢板与锚筋所组成，该剪力连接件承担了钢梁与混凝土板交界面上的纵向剪力；同时因混凝土板的掀起作用，又使其承受拉力作用，而且钢梁上传来的较大的横向剪力，以及与钢梁正交的钢筋混凝土框架梁柱所产生的横向剪切作用，使剪力连接件作用力分布十分复杂，几乎不可能简化出很合理的力学模型。因此精确计算分析该连接件是十分困难的，目前在工程实践中一般都采用经验分析来确定。

2.2 组合结构中的剪力连接的强度计算

组合结构中常用的剪力连接传递力的方法^[5]有粘结力、机械咬合力、胶合力和摩擦力4种类型。工程中常用的剪力连接件是由粗头螺栓和槽钢、粘钢或者压力型钢板组合板等构成，其中栓钉与槽钢主要靠机械咬合力，而粘钢则主要靠胶合力，压力型钢板组合板则靠粘接力来传递力。本工程所使用的由锚筋与钢板所组成的剪力连接件则主要靠摩擦力与机械咬合力及锚筋本身的拉力的共同作用来传递和承受力，其具体分布如图2所示。

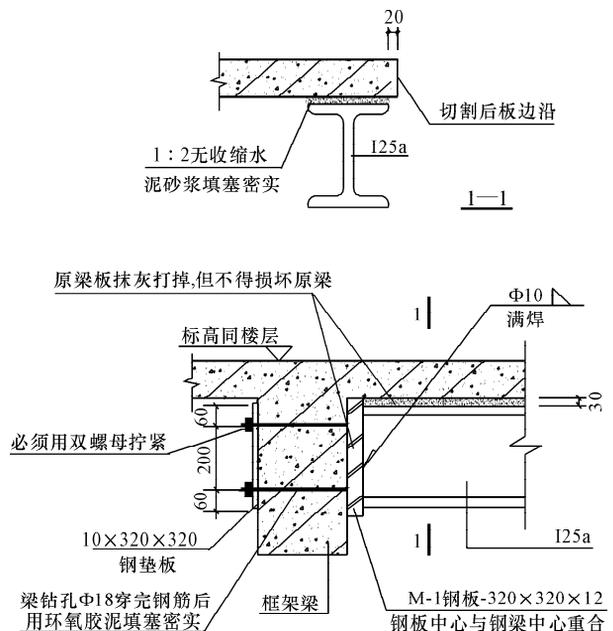


图2 钢梁节点详图

Fig. 2 Details of steel beam

由于考虑到原来该工程在电梯井附近设置的是现浇钢筋混凝土梁柱和钢筋混凝土板,所以钢梁与混凝土板交界面上的纵向剪力与因钢筋混凝土板的掀起作用而产生的拉力作用很小,其影响在计算时可以忽略,只需要考虑 I25a 钢梁本身所传来的较大剪力以及与钢梁正交的钢筋混凝土框架梁柱本身所产生的横向剪切作用及相应的弯矩效应. 通过荷载分析计算,预先选用厚度为 12mm 的钢板与 4Φ18 锚筋来作为本工程的剪力连接件,从受力分析中可知该连接件主要承受与钢梁和钢筋混凝土梁连接部位所传来的剪力及相应的弯矩,则锚筋的承载力计算近似于组合结构中的栓钉计算情况,所以可以先按栓钉的纯剪受力模型计算,然后再考虑其他的作用,其计算过程如下^[6].

$$P_d = Kd^2 \sqrt{f_c E_c} < 0.7\pi(d/2)^2 f, \quad (1)$$

式中: P_d —单根栓钉(锚筋)的抗剪承载力; K —经验系数,其值取决于栓钉的长度 h 与直径 d 之比,而且与建立连接形式有较大的关系,具体数值可以查阅规范^[2]; f_c —混凝土的轴心抗压强度设计数值; E_c —混凝土的弹性模量; f —栓钉(锚筋)的抗拉设计强度数值,由钢筋的屈服强度设计值来确定.

若考虑由于混凝土的梁与板的掀起作用因而产生的拉力及其所带来的交互作用关系,则还需要计算 T_d 与交互作用下的安全验算条件,此时,剪力 P 与拉力 T 由前面的荷载计算可以知道,只需要将其数值代入下式^[6]

$$T_d = CC_{sp} h^2 f_{ct} < (\pi/4) d^2 f, \quad (2)$$

式中: T_d —单根栓钉(锚筋)的抗拉承载力; C —混凝土的密度影响系数; C_{sp} —折减系数(该系数的大小与栓钉长度及其间距相关); f_{ct} —混凝土的抗拉强度设计值.

$$\left(\frac{P}{P_d}\right)^{\frac{5}{3}} + \left(\frac{T}{T_d}\right)^{\frac{5}{3}} < 1. \quad (3)$$

除此^[7]之外,还需要考虑型钢梁与钢板的连接,在这里,采用对接焊缝连接,由于该点的受力只有弯矩和剪力. 根据规范^[2]可知

$$\text{正应力} \quad \sigma = \frac{M}{W} + \frac{T}{A_w} < f_t^w,$$

其中:截面抗弯刚度 W 由翼缘抗弯刚度 W'_f , W_f 和腹板抗弯刚度 W_b 共同组成, $W = W'_f + W_f + W_b$; 而 f_t^w

为焊缝的抗拉强度数值; A_w 为焊缝的截面面积.

$$\text{剪应力} \quad \tau = \frac{PS_w}{I_w t} < f_v^w,$$

其中: S_w 表示焊缝的截面面积矩; I_w 表示焊缝的截面惯性矩; t 表示焊缝的高度; f_v^w 表示焊缝的抗剪强度设计数值. 而且由于弯矩与剪力共同存在,所以还需要考虑翼缘与腹板交界处的折算应力: $\sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} < 1.1 f_v^w$.

通过计算可知:本工程选用厚度为 12 mm 的钢板与 4Φ18 锚筋及 C20 混凝土组合,其承载力足以达到工程使用要求.

3 结 论

(1) 由相关的实验研究表明:单根锚筋的抗剪能力与锚筋直径的平方成正比,与混凝土的轴心抗压强度平方根成正比,但不大于锚筋本身截面的抗剪能力.

(2) 由于上述计算中考虑与钢梁正交的钢筋混凝土梁因其本身的挠度变形而带来的剪力连接件的滑移问题,其计算结果与实际结果之间应还有相当大的误差,该误差可进一步通过后续的实验来研究探讨.

(3) 由于本工程在电梯井的增建与改建上采用组合结构可以加快施工进度,缩短施工周期,免除了模板制造、支撑、拆除等工序,大大简化了工序,加快了施工进度,也提高了施工效率,为今后组合结构大量地应用在建筑物的改建和维修中提供参考.

参考文献

- [1] 朱伯龙, 陆洲导, 吴虎南. 房屋结构灾害检测与加固 [M]. 上海: 同济大学出版社, 1995. 115-130.
- [2] GB 50010-2002, 钢筋混凝土设计规范 [S].
- [3] 万墨林, 韩继云. 混凝土结构加固处理 [M]. 北京: 中国建材工业出版社, 1995. 52-63.
- [4] 张有才, 段敬民. 建筑物的检测、鉴定、加固与改造 [M]. 北京: 冶金工业出版社, 2001. 82-101.
- [5] 范锡盛, 曹 薇, 岳清璐. 建筑物改造和维修加固新技术 [M]. 北京: 中国建材工业出版社, 1999. 152-171.
- [6] CECS 77-96, 钢结构加固技术规范 [S].
- [7] GBJ 17-88, 钢结构设计规范 [S].

Analysis of application of composite structure in building renovation

JIN Ling-zhi, GU Yan-yang, CAO Xia

(Department of Civil Engineering, Guilin Institute of Technology, Guilin 541004, China)

Abstract: For many buildings, the original forces transmitting system will be changed and some new structures or enlargement added because of their function's transforming. There are difficulties in integrating the original structure with the new one safely. A composite structure is introduced in specific building renovation. The composite structure consists of a 12 mm steel plate, 4Φ18 anchoring bars and C20 concrete. It is proved by mechanical analysis that the composite structure can satisfy the requirements of the project.

Key words: composite structure; anchoring bar; steel beam

吴虹研究员在第一届环境遥感 国际研讨会上宣读论文

在云南丽江市召开的第一届环境遥感应用技术国际研讨会(2003年10月21-23日)上,桂林工学院资源与环境工程系遥感应用研究所吴虹研究员作题为《高分辨率卫星遥感在矿山生态环境调查中的应用》的大会发言。这是本次会议上唯一一篇关于高分辨率商用卫星 Quickbird-2 应用的论文,充分显示了该院掌握运用当今世界上先进遥感技术的能力和水平。

吴虹研究员介绍了我院近年来开展 SPOT 和 Quickbird 这两种高分辨率卫星遥感在矿山生态环境调查应用研究中所取得的成果,以直观、无可辩驳的事实说明:矿山既是人类向地球大规模掘取矿产资源的场所,同时也是破坏自然生态环境之地。随着我国经济建设加速发展,对矿产资源需求量的增长与采矿导致的矿山生态环境恶化矛盾更加突出。矿山生态环境作为地球整体生态环境的一环,对周边区域环境产生直接和间接影响。我们必须高度重视这种影响。

遥感新技术在快速发展,我国资源卫星 2 号已发射成功,传回影像质量非常高。美国超高分辨率卫星 Ikonos-2 遥感影像产品空间分辨率达 0.27m 和 0.47m,比 Quickbird-2 还要高出一倍!利用高分辨率卫星遥感能更好地对地球环境进行定量调查评价。

本次会议由国家环境保护总局主办,国家环保总局环境卫星中心筹备办公室、中国遥感应用协会环境遥感分会等单位承办。来自中国、法国、日本和韩国的正式代表共 120 人。其中绝大部分为遥感专家、学者和科技人员。有 108 篇论文入选会议论文集,36 位代表大会发言。会议共设 6 个主题:环境遥感发展综述;环境遥感基本方法;空气环境遥感技术与应用;水环境遥感技术与应用;生态环境遥感技术与应用;城市与工程环境遥感技术与应用。