

冷弯薄壁型钢在低层结构中的应用与开发

剧锦三^①

周浩

姚俊淦

(中国农业大学水利与土木工程学院) (内蒙古大兴安岭林管局) (清华大学)

摘要 介绍了国外冷弯型钢在低层别墅中的应用。遵循冷弯薄壁型钢结构设计规范,对一别墅进行了空间结构分析和构件设计,同时研制出一套轻型钢结构设计软件作为该工作的基础。

关键词 别墅;结构设计;轻型钢结构;冷弯薄壁型钢

分类号 TU 311.41

Application and Development of Thin-walled Cold-rolling Steel in Lower Structure

Ju Jinsan

(College of Conservancy and Civil Engineering, CAU)

Zhou Hao

Yao Jungan

(Inner Mongolia Daxing'anling Forest Department) (Tsinghua University)

Abstract The application of cold-rolling steel in lower villa abroad is introduced. According to the design rule of thin-walled cold-rolling steel structure, the analysis on spatial structure and the design of components of a villa are put forward based on the software of light steel structure design.

Key words villa; structure design; light steel structure; thin-walled cold-rolling steel

1 简介

与各种传统的高层楼房建筑法相比较,轻质钢、混凝土复合结构等节省能源的建筑技术更为适合环保要求。在国外,这种形式在低层房屋中表现为冷弯薄壁型钢结构。冷弯薄壁型钢常见的有槽钢、卷边槽钢、Z形钢等。由于冷弯薄壁型钢在加工上不再存在技术难点,且因其适应配套材料的涌现,有关标准规范的问世,实践经验的积累,而逐渐显示出在低层房屋设计中的优越性。

近年来我国迅速发展起来的轻型彩色压型钢板结构体系及其他的轻型维护墙板,已逐渐代替大型屋面板和大型墙板,这给我国轻型钢结构创造了一个很好的发展机遇。目前,我国轻型钢结构研究和开发的主要结构形式有:1)单跨或多跨单层工业厂房刚架体系;2)薄壁型钢桁架结构体系;3)轻型房屋钢网架或网壳体系;4)多层多跨轻型钢结构建筑体系^[1]。而在这些研究当中,最薄弱却最有潜力、最有市场,在国外也是较成熟的领域就是轻型钢结构在低层房屋中的实用模式——以冷弯薄壁型钢结构别墅为代表的低层房屋建筑体系和施工方式。

收稿日期:1998-12-21

^①剧锦三,北京清华东路17号中国农业大学(东校区)59信箱,100083

2 轻钢结构别墅在国外的现状及存在的问题

冷弯薄壁型钢结构形式灵活,施工安装简便,在国外已广泛用于低层民用住宅和别墅,并形成了工业化生产。结构主要包括钢框架、墙板和基础。结构形式主要有墙板系统和框架系统,其最终的结构形式相同,设计原理也基本相同。

现以墙板系统为例来具体说明。

墙板系统第1层为墙板,一般采用水泥板、夹板、金属皮、纤维板等;第2层为冷弯薄壁型钢,一般采用槽钢,厚度为2~3 mm,间距1 m左右;第3层为由聚亚胺脂与塑胶泡沫的混合物制成,其中聚亚胺脂可粘附于任何物体上,且具有较强的韧性,其隔温能力很强。

墙板的基本尺寸为1 200 mm×2 400 mm×100 mm,而地板、屋顶及人字形墙板、墙端板可根据不同的需要特别设计。墙板与墙板用角栓连接,在2块板之间留50 mm的空位。当墙板竖立后,墙板的空洞可用泡沫填塞,最后涂一层没有膨胀力的聚亚胺脂。屋角板单独设计成L形,为结构上最强的部位,而且可免除节点处理,使结构更坚固。墙脚锁牢于基板上。整个系统用聚亚胺脂扣牢。

墙板具有很好的隔热、保温功能;由于聚亚胺脂中掺入了非燃剂,符合防火要求。墙板的受力性能较好,根据不同处理还可用作楼面,屋面板等。用作屋顶的板可承受 $4.5 \text{ kN}\cdot\text{m}^{-2}$ 的雪载。墙板可承受时速为161 km的风力,并可承受最强烈的地震。这种墙板可容纳用电系统的装置。

框架系统的不同之处是在现场拼接冷弯型钢梁柱,然后立墙板和灌浆(聚胺脂),最终结构形式和受力方式与墙板系统并无区别。

这种体系施工方便且速度快。一支富有经验的5人队伍,可以每日建造1幢房的结构,其余的包括接通水电在内的全部工程在2周之内可全部完成。利用这种体系,可以随意建造任何款式和设计的房屋,包括从单层平房到2层楼房,从普通、廉价的房屋到大型的欧洲款式的豪华住宅。

该设计系统存在的问题是一般按平面结构来考虑,偏于保守,因而用钢量较大,杆件较多,不能充分发挥冷弯型钢的优势。

3 轻钢结构的研究及开发

冷弯型钢体系可在常温下加工成型。这种成型方式有很大的灵活性,能根据需要生产出材料分布最优的合理截面形状,因此,冷弯型钢的问世及应用,开拓了主要借助优化截面形状而不是单纯依赖增加材料用量及改善材料性能来提高材料利用率的新途径。这对于节约能源和资源具有十分重要的意义,特别是像我国这样一个发展中国家,重视冷弯型钢这种高效经济型材的开发和推广应用尤为重要。

我国推广应用冷弯薄壁型钢结构体系的关键在于采用轻型屋面材料、灵活的结构形式以及适宜的保温材料。

为普及冷弯薄壁型钢结构的应用,充分发挥其优势,笔者从冷弯薄壁型钢结构别墅入手,参考国外的设计方法和体系,研究与开发轻钢结构别墅的结构设计与节点连接,以期形成符合我国国情的设计体系。鉴于国外对此多按平面结构考虑,用钢量较大,为降低用钢量,并使结

构更合理,初始设计便从空间结构出发。

本设计从钢结构开始,然后再考虑板材维护。别墅为2层楼:底层包括大客厅(43.2 m²)、车库、服务员室、厨房、餐厅、洗衣房、卫生间等,建筑面积129.7 m²;2层包括2个主卧室、1个起居室、2个卫生间以及阳台等,建筑面积103.3 m²。屋顶可上人,视主人爱好可用于夏夜乘凉。2层顶与屋顶之间为阁楼,可放置杂物兼作到屋顶的通道,建筑面积同底层。整幢别墅别致、华贵、典雅,是仿西欧庭园建筑,属于较豪华档次,总建筑面积约363 m²。

别墅结构采用空间框架体系,梁柱节点为刚接(采用高强度螺栓),柱与基础铰接,所有结构构件均为冷弯卷边槽钢^[2]。结构设计计算时,采用AutoCAD建模,转入结构分析软件Super Sap 91成为结构模型后,输入荷载和约束条件进行结构计算。最后的构件设计和计算采用自编的轻型钢结构设计软件,该软件能直接读入Super Sap 91的结构内力数据文件,然后遵循冷弯薄壁型钢结构设计规范^[3],对整个结构构件进行设计。最后统计的用钢量为7 518 kg,最大C型构件截面为280 mm×160 mm×75 mm×3.5 mm,平均用钢量为20.7 kg·m⁻²,达到当今世界水平。

笔者配合设计开发出一套相应的结构分析和构件截面设计软件系统,用于对轻型钢结构别墅及低层轻型钢结构住宅等进行分析和设计,以尽量减少烦琐的设计工作。具体内容包括平面和空间结构内力分析、冷弯薄壁型钢结构构件设计和门式刚架构件设计。其中平面和空间结构内力分析主要采用已有的程序如Super Sap 91和其他有限元分析程序^[4],本软件用于对数据文件作前后处理。构件设计参照与其相应的设计规范或规程,其特点是考虑了有效截面的影响,使设计更符合实际情况。

整个系统以WIN 95为操作系统平台,软件开发环境采用Visual Basic 5.0。

利用本软件可实现对别墅进行较为复杂的空间结构分析和构件设计,充分体现冷弯薄壁型钢在低层结构中的优势,为该结构体系的设计和推广提供了方便。

参 考 文 献

- 1 Zhao Xiaoling, 郭彦林. 21世纪轻型钢结构的发展与展望. 见:陈肇元主编. 中国土木工程学会第八届年会论文集. 北京:中国建筑工业出版社,1998. 103~109
- 2 张中权. 冷弯薄壁型钢结构设计手册. 北京:中国建筑工业出版社,1996. 50~55
- 3 GBJ 18—87 冷弯薄壁型钢结构技术规范. 北京:中国建筑工业出版社,1986. 1~10
- 4 王文明. 变截面门式钢刚架结构体系的稳定研究:[学位论文]. 北京:清华大学,1998. 10~50