

混凝土结构中单向板肋梁楼盖课程设计思考

刘雁, 邹小静

(扬州大学 建筑科学与工程学院, 江苏 扬州 225127)

摘要:国内大多数土木工程专业的混凝土结构理论教学,一般都会有一周左右的时间进行混凝土单向板肋梁楼盖课程设计。从20世纪70年代后期到现在,尽管混凝土结构设计规范已经几经更替,但该课程设计的形式和内容变化不大。随着建筑物震害的调查和对建筑结构体系的进一步认识,混凝土结构教材中的单向板肋梁楼盖课程设计采用的内框架结构形式已基本退出结构舞台。文章分析了单向板肋梁楼盖课程设计中存在的不足之处,并提出了相应的改革措施。

关键词:单向板肋梁楼盖;课程设计;混凝土结构

中图分类号:TU37;G642 **文献标志码:**A **文章编号:**1005-2909(2012)01-0107-04

混凝土结构是土木工程专业的主要课程之一,很多土木院校将该课程设置在第五、六学期进行。第五学期主要学习混凝土基本构件的设计理论,第六学期重点为混凝土结构设计。一般在第五学期末,在学生完成混凝土基本构件的设计理论的学习后,安排一个钢筋混凝土单向板肋梁楼盖课程设计,让他们将所学到的理论知识与设计方法运用到具体的工程设计实践中,以提高他们的结构设计能力,使所学知识能够融会贯通。

钢筋混凝土单向板肋梁楼盖课程设计是学生遇到的第一个专业课程的实践性教学环节,其中涉及到受弯构件正截面、斜截面承载力的计算理论,考虑塑性内力重分布和按弹性理论方法分析内力的计算理论,以及梁的内力组合、内力包络图、抵抗弯矩图和配筋方法等知识。经过这一教学环节的实践后,学生增强了综合运用所学理论知识分析和解决工程实际问题的能力,特别是学会了如何将计算配筋、构造钢筋在图纸上的表达,获得了初步的施工图绘图技能,增强了混凝土结构理论教学的效果。

一、单向板肋梁楼盖课程设计存在的主要问题

(一)单向板肋梁楼盖课程设计的要求

一般钢筋混凝土单向板肋梁楼盖课程设计都是要求学生设计一个工业厂房楼盖或民用建筑楼盖(如商场、图书馆书库等),给学生的建筑平面图一般都是内部为混凝土框架,四周为370 mm厚砖墙的内框架结构形式^[1-2],单向板肋梁楼盖课程设计要求为以下几方面。

收稿日期:2011-12-10

作者简介:刘雁(1963-),男,扬州大学建筑科学与工程学院副院长,教授,主要从事工程结构抗震、现代木结构、轻钢结构研究,(E-mail)liuyan@yzu.edu.cn。

第一,了解单向板肋梁楼盖的荷载传递关系及其计算简图的确定;

第二,掌握板厚和梁系截面尺寸的确定方法;

第三,通过板和次梁的计算掌握按考虑塑性内力重分布分析内力的计算方法;

第四,通过主梁的计算,掌握按弹性理论分析内力的计算方法,熟悉内力包络图和材料图的绘制方法;

第五,掌握板、梁的配筋计算;

第六,了解并熟悉现浇梁板结构的有关构造要求;

第七,掌握钢筋混凝土结构施工图的表达方法、制图规定,进一步提高制图的基本技能;

第八,学会编制钢筋材料表。

为了促进学生独立思考,自主完成课程设计规定内容,多数高校都通过改变跨度、进身和荷载大小的形式,做到一人一题。

(二)钢筋混凝土单向板肋梁楼盖课程设计存在的不足

钢筋混凝土单向板肋梁楼盖课程设计,主要存在3点不足。

1. 楼盖依存的结构体系不合理

内框架结构形式是中国20世纪经济困难时期的发明,该结构缓解了人口增长、建筑需求和经济之间的矛盾,但这种结构形式在历年各种地质灾害中,特别是2008年汶川特大地震和2009年青海玉树地震,由于整体性较差、刚度变化不均匀、抵抗地震能力较差,该结构形式的建筑物破坏比较严重。随着中国经济实力的飞速增长,目前国内大多数地区内框架结构已经鲜见,现行《建筑结构抗震规范》(GB50011-2010)^[3](简称为抗震规范)中也已经删去内框架房屋的内容,说明该结构形式不能满足抗震设防区的要求,内框架结构的历史使命已经完成。因此,肋梁楼盖课程设计采用内框架结构的楼盖与现行规范和建筑业的发展明显不符,必须对钢筋混凝土单向板肋梁楼盖课程设计方案进行调整,选择更符合目前规范和工程实际的结构形式。

2. 楼盖的结构布置不当

钢筋混凝土单向板肋梁楼盖课程设计的楼盖结构,一般都是一个方向布置主梁,另外一个方向布置

次梁(包括与柱相连的梁),这种结构布置形成楼盖两个方向的刚度差别较大,结构整体性差,不利于学生建立整体的结构概念,会使他们形成结构设计只需要注意一个方向的错误观点。

3. 不能满足“强柱弱梁”设计原则

在钢筋混凝土单向板肋梁楼盖课程设计的主梁设计中,要求按照弹性理论计算,并考虑内力的最不利组合。设计时假定主梁与柱线刚度之比大于4,柱子对主梁的约束作用简化为铰支,主梁简化为多跨连续梁,这个设计的假定和主梁计算简图与实际工程结构的情况明显不符,严重违背了现行抗震规范中要求的“强柱弱梁”设计原则^[3],不利于学生建立正确的结构概念。同时课程设计的主梁设计与后续课程“混凝土结构设计”中讲授的框架结构设计方法也不相同,课程前后内容不一致。

以上3点是目前单向板肋梁楼盖课程设计任务书中与现行规范不相符的原则性硬伤,必须对其进行整体的改革,否则就是对学生的不负责任。

4. 楼盖配筋方式落后

在单向板肋梁楼盖课程设计的配筋计算时,要求学生在根据计算钢筋面积选择钢筋时,尽量做到梁上下钢筋直径一致;在绘制配筋图时考虑梁中钢筋的弯起和截断,抵抗弯矩图尽可能贴近内力包络图,以达到节约钢材的目的。随着中国混凝土结构研究的进一步深入,以及中国的钢产量增长和经济发展,建筑设计理念已从“节约用钢”过渡到“合理用钢”。笔者对在设计院和施工现场调研发现,设计院的结构设计已不采用弯起钢筋的配筋形式,且目前新规范也已不考虑弯起钢筋的作用。因此,课程设计中的配筋要求也必须适应形势,做必要的修改。

二、单向板肋梁楼盖课程设计的改革建议

鉴于以上分析,针对目前单向板肋梁楼盖课程设计中存在的问题,有必要对其进行改革,教学内容结合实际工程并与现行规范相一致,以便学生真正学有所得、学有所获。

(一) 结构体系的选择

鉴于内框架结构形式已从抗震规范中删去的现实,单向板肋梁楼盖依存的结构体系不能再内框

架结构,而应选择新的结构体系。考虑到混凝土框架结构体系在中国量大面广,是目前最常用的结构形式之一。现浇框架结构具有整体性好、平面布置灵活的特点,当结构布置规则、对称时,框架结构纵横向刚度分布均匀,整个结构具有良好的抗震性能。鉴于此,单向板肋梁楼盖课程设计宜选择现浇混凝土框架结构作为依存的结构体系。学生在混凝土基本结构学习过程中就知道框架结构,学会肋梁楼盖的结构布置和设计方法,这对后续课程的学习和毕业设计以及将来的工作都大有裨益。

(二)板和次梁的设计

板和次梁的设计,仍然按照教材中的内容进行,对于板,选取1 m作为计算单元,计算简图仍为多跨连续梁,按考虑塑性内力重分布查表计算板的内力;次梁计算单元的宽度取次梁左、右(或上、下)各半个次梁间距,计算简图也为多跨连续梁,按考虑塑性内力重分布查表计算次梁承受的弯矩和剪力。在板和次梁内力计算时,要考虑其端部支座(主梁)对板和次梁的转动约束,查表时要按端部为梁的情况考虑。

板和次梁的配筋设计,应根据计算结果,选择板和次梁的上、下部钢筋。在画板和次梁配筋图时,可按教材规定进行。教材中给出分离式配筋和弯起式两种构造简图,分离式配筋因施工方便,已成为工程中的主要配筋方式。建议板和次梁的上、下部钢筋不要采用弯起钢筋的配筋形式,以便和今后的工作实践更好地吻合。对板还要考虑板中的构造钢筋,特别是当长短边长度比在2~3之间时,沿长边方向按分布钢筋配筋尚不足以承担该方向弯矩,应适度增大配筋量^[4]。

在建筑结构中,因混凝土楼盖的造价占土建造价的20%~30%,在高层建筑中这一比例高达50%~60%。尽量降低楼盖自重,楼板厚度宜小这一观点是正确且必要的。但在确定楼板厚度时还应考虑正常使用极限状态要求,以及其余工种配套管线对结构的影响,特别是过小的板厚对在板中常见的预埋电管并不合适。而在课程设计例题中一般按80 mm考虑,建议适当加大。

(三)主梁的设计

主梁计算单元的宽度取主梁左、右(或上、下)各

半个主梁间距,计算简图原则上为框架结构,不能将主梁简化为多跨连续梁。主梁的内力计算按照弹性理论进行,当计算简图为框架结构时,主梁的内力设计与多跨连续梁就有了本质的不同,建议按照简化计算方法——分层法计算主梁的内力。计算时要考虑主梁的活荷载最不利布置,分别计算恒载、多种活载单独作用下的内力。最后根据计算结果,画出主梁的弯矩、剪力包络图,作为配筋计算的依据。

在主梁配筋计算时,建议不要考虑主梁上、下部钢筋的联系,不使用弯起钢筋,主梁斜截面抗剪由箍筋承担。根据规范的规定:主梁不再单独配置架立筋,而应沿梁全长顶面布置二根通长筋,跨中受压区上部钢筋还应满足实际计算结果;下部钢筋同样设置通长筋,在靠近支座处视具体计算结果考虑是否伸入支座。这样的配筋方式既满足现行规范的要求,也便于施工。在课程设计中,要求按照主梁的抵抗弯矩图来完成主梁的配筋图。这种配筋形式,主梁的抵抗弯矩图现状为:主梁下部一般为通长筋,其各个截面抵抗的弯矩不变,主梁下部的抵抗弯矩图为矩形;主梁上部钢筋部分通长,部分钢筋根据主梁的弯矩包络图在距离柱一定位置处截断,主梁上部的抵抗弯矩图现状为阶梯形。

(四)材料的选用

一般钢筋混凝土单向板肋梁楼盖课程设计都是选用混凝土的强度等级C20,箍筋选用HRB235级的热轧钢筋,纵向受力钢筋选用HRB335级热轧钢筋。这与现行规范和建筑业的发展明显不符,建议选用混凝土的强度等级不低于C25,纵向受力钢筋宜选用不低于HRB400级的热轧钢筋,也可采用HRB335级热轧钢筋,箍筋宜选用不低于HRB335级的热轧钢筋^[4]。

另外,在单向板肋梁楼盖课程设计过程中,各高校都要求学生手算并手绘施工图,以培养学生的计算能力和绘图能力。通过课程设计训练,学生能真正掌握混凝土受弯构件的设计理论和构造要求。对学生课程设计完成后的情况的调查表明,经过课程设计的训练,学生了解了结构布置的基本概念,对受弯构件的弯、剪计算有了进一步的认识,对构造知识有了进一步的理解。结构设计软件是设计院设计工

作的主要工具,在单向板肋梁楼盖课程设计教学期间,宜抽出一些时间,向学生讲解国内设计院应用较多的绘图软件(如探索者等)的应用,对非土建专业的学生还可介绍 PKPM 软件等的应用。学生在手算的同时,不仅学会了利用软件进行设计工作,理解了软件中各类参数的物理意义,而且还能和大一下学期开设的计算机绘图课程更好地衔接起来。

三、结语

混凝土单向板肋梁楼盖课程设计是混凝土结构中十分重要的实践性教学环节,督促学生做好该课程设计,不仅可以帮助他们更好更深入地理解结构概念,而且有助于后续专业课程的学习。

文章分析了单向板肋梁课程设计中存在的不足之处,并提出了相应的改革措施,以保证课程设计的质量,使学生真正能够学有所获。

参考文献:

- [1] 东南大学,同济大学,天津大学. 混凝土结构:上、下册[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2002.
- [2] 蓝宗建,朱万福,梁书亭,等. 混凝土结构与砌体结构[M]. 南京:东南大学出版社,2003.
- [3] 中华人民共和国住建部. GB50011-2010 建筑抗震设计规范[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2010.
- [4] 中华人民共和国住建部. GB50010-2010 混凝土结构设计规范[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2010.

Curriculum design of one-way slab in reinforced concrete structure course

LIU Yan, ZOU Xiao-jing

(College of Civil Engineering, Yangzhou University, Yangzhou 225127, P. R. China)

Abstract: There is always a week or so time to carry on the curriculum design of one-way slab during the reinforced concrete structure teaching in most universities. Since 1970s, although design specifications of concrete structures have been changed several times, the form and content of the curriculum design for the one-way slab have not been changed much. With an investigation of the earthquake damage as well as the further understanding of the building structure system, the system of reinforced concrete frame inner and masonry outside which used as the support structure for the curriculum design of one-way slab has not been permitted to use any more by the Ministry of Housing and Rural Construction. We analyzed the deficiency of current curriculum design of one-way slab and also put forward the corresponding reform proposals.

Keywords: one-way slab; curriculum design; reinforced concrete structure

(编辑 詹燕平)