

# 混凝土结构课程的教学方法初探\*

王秋萍<sup>1</sup>, 李宏伟<sup>2</sup>

(1. 东北农业大学 水利与建筑学院, 黑龙江 哈尔滨 150030;  
2. 哈尔滨工业大学 土木工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150090)

[摘要] 本文首先对混凝土结构课程的特点进行了分析, 然后分别从如何把握课程的基本思路、用何种教学方法阐述实验结果、与其它课程的联系、如何加强理论分析教学的逻辑性、如何讲解构造内容、重视实践和规范应用以及如何确定考题形式等几个方面, 对课程的教学方法进行了初步的探讨。

[关键词] 教学方法; 混凝土结构; 理论分析

[中图分类号] TU37-4

[文献标识码] A

[文章编号] 1005-2909(2005)01-0059-03

## Research on approach of teaching of concrete structure course

WANG Qiu-ping<sup>1</sup>, LI Hong-wei<sup>2</sup>

(1. Faculty of Water Conservancy and Building Engineering, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China;

2. Faculty of Civil Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin 150090, China)

**Abstract:** Characteristics of the concrete structure course are analyzed firstly. And the way to study the course, the approach to discuss the experimental results, the relation with the other courses, conformation contents of the course, practice and criterion application of the course are separately discussed.

**Key words:** approach of teaching; concrete structure; theory analyzing

混凝土结构的应用已有 160 年左右的历史, 由于它具有就地取材、耐火性和耐久性好、变形小、可塑性好等优点, 其应用范围也大大拓宽, 无论地上和地下或水上和水中, 很多结构都广泛采用。因而, 它是土木类大学生必修的一门重要课程。混凝土结构的教科书、专著和论文很多, 但有关它的教学方法研究方面的论文却极为少见。基于这一点, 本文从农业建筑与能源环境专业的教学出发, 对混凝土结构的教学方法进行了探讨。

### 一、课程的特点和基本思路

混凝土结构课程包括基本构件和基本理论两大部分。基本构件是工程结构的基本单元, 主要有受弯、受压、受扭和受拉构件。截面的基本受力形态有: 正截面受力(压、弯、拉、压弯和拉弯)、斜截面受力(受剪和受弯)、扭曲截面受扭。而基本构件受力往往是这些基本受力形态的复合。

学生在基本理论的学习过程中应注意两点: 首先, 混凝土结构的基本理论主要是研究钢材和混凝土组成的复合结构构件的特殊材料力学。由于钢筋混凝土是弹塑性材料, 非线性, 力学性能的影响因素很多, 离散性较大, 不仅使得构件的受力分析十分复杂, 也使材料力学(假定材料为弹性)的许多公式不能直接应用, 甚至无法建立理论分析方法。但材料力学分析问题的基本思路, 即由材料的物理关系、变形的几何关系和受力的平衡关系建立的理论分析方法, 同样适用于混凝土材料。其次, 结构构件的基本受力性能主要取决于钢材和混凝土两种材料的力学性能及两种材料间的相互作用。两种材料的配比关系(数量和强度上)会引起受力性能的改变, 当两者的配比关系超过一定的界线时, 受力性能会有显著差别, 这是在单一材料构件中所没有的。

因此, 我们在教学中要抓住“实验——基本假定——应力图形——基本公式——设计”这个线索。

\* [收稿日期] 2005-01-28

[作者简介] 王秋萍(1972-), 女, 黑龙江哈尔滨人, 东北农业大学讲师, 从事结构工程研究。

实验和基本假定是基础,应力图形是中心,基本公式和设计是目的。无论讲哪一类构件,均要分析实验结果,阐明基本假定,画出应力图形,推导基本公式,介绍设计方法。对受弯构件和受压构件均是如此。

学生对混凝土结构课程的学习首先需要掌握基本构件的受力性能,然后根据一定的理论对各种受力性能进行分析,建立有关计算方法,进而过渡到基本构件的设计,最后对由基本构件组合成的结构体系进行设计。受力性能和理论分析构成了本学科的基本理论,是混凝土结构的基本知识,而构件设计直至结构设计是将基本理论应用于解决实际工程问题,两者既有密切的联系,又有层次上的不同<sup>[1]</sup>。

我们在给农业建筑与能源环境专业和工程管理专业的班级讲课时,先讲钢筋混凝土构件的基本理论和基本算法,后讲构件设计,在其中又先讲承载能力极限状态,后讲正常使用极限状态。课程一开始我们就介绍材料的力学性能,紧接着介绍受弯构件的正截面强度计算(此内容为整个课程教学的重点和后续内容的基础)。由于材料的力学性能不是课程的重点和难点,作业少,学生得不到练习,加之正截面强度计算约6次课就可讲完,在学生还未反映过来的情况下,重点内容已经讲完。我们认为材料的力学性能宜快讲,正截面强度计算宜慢讲。即讲完材料的力学性能后,帮助学生归纳主要内容;在讲正截面强度计算时,适当安排实验课、实习课、习题课等,放慢讲授进度,让学生有时间巩固所学知识,起到加强重点、打好基础的作用。

## 二、用对比、分析因果关系的方法阐述实验结果

由于混凝土材料物理力学性能的复杂性,使得构件在许多情况下的受力分析十分复杂,很难建立理论分析方法。因此,在许多情况下需要依赖实验分析来帮助确定理论分析中难以确定的参数或直接依赖试验结果建立经验公式。同时,对于直接在工程中应用的计算理论和共识也必须经过试验验证,保证安全可靠。所以,学生在学习时应重视实验研究方法,了解反映试验中规律性现象的受力性能,以及掌握按试验规律建立计算理论和公式的条件及适用范围。学生对混凝土结构课程的理论分析比较感兴趣,听实验分析课觉得枯燥无味,因此,我们讲解时要尽量采用对比、分析因果关系的方法,使学生正确地理解。

我们在讲预应力混凝土的基本理论和构件设计时,可与普通钢筋混凝土的基本理论和基本构件进

行对比讲解,使学生更好地了解和认识预应力混凝土,加深印象。

柱破坏时混凝土应变为0.0014~0.0023,规范取0.002,钢筋强度最多只能发挥 $0.002 \times 2 \times 10^5 = 400\text{MPa}$ ,因此,在柱中不宜用高强钢筋,否则,将浪费钢材。这同埋没人材的说法相似,这样讲显得生动。

我们在讲偏压柱实验研究时,可将三种破坏类型采用对比方法讲述,如表1所示,这样把引起三种破坏特征的原因清晰直观地表达出来。

表1 偏心受压柱破坏类型对比

破坏类型	破坏原因		破坏特征
	相对偏心 $e_0/h_0$	受拉钢筋 数量 $A_s$	
受拉破坏	大	中等	受拉钢筋屈服后混凝土被压碎;压碎区较小;受拉区裂缝较宽
界限破坏	中等	中等	受拉钢筋屈服的同时受压区边缘混凝土被压碎
受压破坏	小 大	中等 多	面全部或大部分受压;压碎区较大

## 三、重视与基础课程的联系

混凝土结构课程和许多课程密切相关,我们应培养学生综合运用各门课程的知识解决问题的能力。如建筑材料提供了钢筋和混凝土的材料性能;结构力学对各种结构的内力和变形的计算为钢筋混凝土提供了基本的内力数据和计算原理;房屋建筑学中的建筑方案、建筑构造做法为钢筋混凝土结构方案确定、构件选型、恒荷载计算等提供了依据。因此混凝土结构是在上述课程基础上研究结构及构件设计的。

## 四、加强理论分析教学的逻辑性

混凝土结构的理论教学不算复杂,重在使学生掌握分析问题的方法。我们应讲清基本假定,由基本假定画出应力图形,对照应力图形,根据平衡条件列出基本公式,然后对基本公式进行分析,加以应用,为结构计算、结构设计服务。举一个简单例子,如讲单筋矩形截面梁正截面设计时,由基本假定可画出应力图形(如图1)<sup>[2]</sup>。

$$\text{由力的平衡条件得 } \alpha_1 f_c b x = f_y A_s \quad (1)$$

$$\text{由力矩的平衡条件得 } M_u = \alpha_1 f_c b x (h_0 - x/2) \quad (2)$$

或  $M_u = f_y A_s (h_0 - x/2)$  (3)

由理论力学可知,对截面上任一点取力矩平衡均可,但对受拉钢筋合力点取力矩,公式中(1)中包含了两个未知量  $A_s, x$ ,而公式(3)中只包含了一个未知量  $x$ ,我们自然要从公式(3)开始求  $x$ ,然后就很容易由式(1)求出  $A_s$ ,问题得到解决。

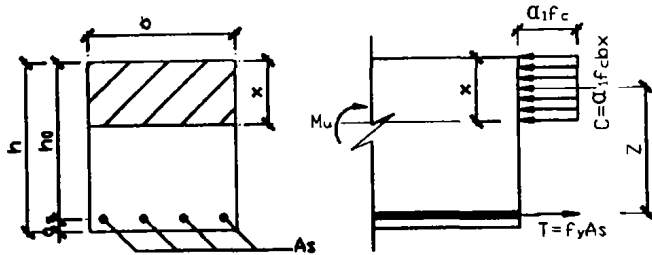


图1 单筋矩形截面受弯构件正截面受弯承载力

这种讲法逻辑性较强,并与结构力学、材料力学及数学知识结合起来,告诉学生一个分析问题和解决问题的方法。因此,我们可以向学生强调,不必死记公式,重在理解应力图形,公式可由应力图形按平衡条件写出。无论哪种设计情况均可转化为求公式中的两个量,关键是要善于分析,灵活运用。

### 五、重视构造措施和恰当剖析构造内容

混凝土构件中钢材和混凝土的共同工作是建立在两者有可靠粘结力的基础上的,一旦两者的粘结力失效,按两种材料共同工作条件建立的力学分析方法就不适用,因此必须充分注意两种材料共同工作的条件是否得到满足。而这通常由构造(对一些不便计算、不必计算和施工要求等的内容进行的规定)措施来保证,必须与计算理论同等重视。

结构和构件设计必须经过计算和构造设计两部分才能完成,因为强度和变形计算并非考虑了结构上的所有作用,且有些简化,还必须用构造设计来补充。构造跟计算一样,都是保证构件达到使用目的不可缺少的条件。我们可能有这样的感受:混凝土理论好讲,就是构造难教。原因是构造部分规定性的内容多且零散,系统性和逻辑性较差。象这样规定性的内容,只有将其进行适当的分类和文字上的加工,使其变为条理化 and 简单化的形式,才能产生良好的理解和记忆效果。仔细分析一下,由混凝土构件的组成可知,构造有其内在的分类,无非就是截面构造、纵筋(主筋)构造和箍筋构造等。如受压构件的构造可分为以下三部分:

1. 截面构造:长细比限制  $L_0/b < 30, L_0/h < 25$ ;

尺寸不宜太小  $> 250 \times 250\text{mm}$ ;尺寸应模数化 50mm 的倍数、100mm 的倍数。

2. 纵筋构造:直径 12 ~ 32mm ;根数  $> 4$ ;净保护层  $> 30\text{mm}$ 。

3. 箍筋构造:等级一般为 I 级;形式为封闭式;直径  $> 6\text{mm}$ ;间距  $\leq 10d$  且  $200\text{mm}$ <sup>[3]</sup>。

我们对构造内容进行分层剖析:第一层分截面、纵筋和箍筋;第二层(如纵筋)分直径、根数、净保护层。这容易使学生对构造内容产生求知欲,符合教学的启发性原则。我们讲构造时宜说明构造的重要性,如讲锚固长度时,要讲明如果不能有效地锚固,钢筋和混凝土就不能共同工作,计算也就毫无意义。我们讲构造时应简单地说明构造的理由,让学生理解其意义,如梁内主钢筋的直径要求在 12 ~ 32mm 之间,太粗不易加工,且钢筋与混凝土之间的粘结力差;太细,则钢筋根数增多,在截面内不易布置。在课堂教学中我们应让学生理解构造的意义、原由和内容,不必要求学生强记。一些常见的构造措施可在听课和练习中自然记忆,进一步的掌握和应用则要通过课程设计和毕业设计来完成。构造宜放在理论分析之后讲,让学生对理论有所了解之后,讲起构造来容易接受些。

### 六、重视实践和规范应用

钢筋混凝土结构是一门理论性和实践性都较强的课程,学生学习时一方面应重视基本知识及理论学习,另一方面还应有目的地到施工现场参观、学习,增强感性认识,积累工程经验。此外,为了更好地配合本课程的学习,还应进一步熟悉、掌握和应用国家颁布的有关结构设计计算和构造要求的技术规范和标准,如《混凝土结构设计规范》(GB50010 - 2002)、《建筑结构荷载规范》(GB50009 - 2001),它是工程技术人员进行设计时必须遵守的法规。

#### [参考文献]

- [1] 叶列平. 混凝土结构(上册)[M]. 北京:清华大学出版社,2002.6.
- [2] 东南大学. 混凝土结构(上册)[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2002.67.
- [3] GB 50010 - 2001, 混凝土结构设计规范[S].

(责任编辑:欧阳雪梅)