

建筑学专业材料力学课程强度设计方法改进的探讨^{*}

汪菁, 苏炜

(中州大学 工程技术学院, 河南 郑州 450005)

[摘要] 材料力学课程是建筑结构专业的专业基础课,也是学生最早接触到杆件强度设计的一门课程。文章分析了建筑学专业材料力学课程中容许应力法和结构设计中概率极限状态设计法的不协调,并进行了改进探讨。

[关键词] 材料力学;容许应力法;概率极限状态设计法

[中图分类号] TU501-4

[文献标识码] A

[文章编号] 1005-2909(2004)02-0041-02

Discussion on improvement of the strength design method in the material mechanics course of building structure specialty

WANG Jing, SU Wei

(College of Engineering Technology, Zhongzhou University, Zhengzhou 450005, China)

Abstract: In the paper, it has been analyzed that the method of sufferance stress in material mechanics course is out of harmony with the design method of probability high-point of building structure specialty, and the improvement fashion is discussed.

Key words: material mechanics; the method of sufferance stress; the design method of probability high-point

建筑结构设计早在1985年就采用了国际上较先进的概率极限状态设计法,其设计理论和方法是以《建筑结构设计统一标准》为基础的。在建筑结构专业的专业课程中均采用概率极限状态设计法,并在相关专业的课程中都详细的给予介绍。而在作为建筑学专业基础课的材料力学课程中,在处理杆件强度时,仍采用容许应力设计法。由于容许应力法和概率极限状态设计法在前后不同的课程中并存,破坏了同一专业的各门课程教材间应有的整体性和内容的连续性,会对教师的教学和学生的学习带来一定的影响。

如何将建筑学专业材料力学强度设计方法与我国现行《建筑结构设计统一标准》中的概率极限状态设计法统一,增强同一专业课程之间的连续性和整体性,以便于学生更好的掌握建筑结构设计理论是值得探讨的。

一、容许应力法与概率极限状态设计法

容许应力法与概率极限状态设计法是结构设计的两种基本方法,在概率极限状态设计法成熟应用以前,建筑结构设计均采用容许应力法。

用材料力学理论对杆件进行强度计算时,目前仍采用容许应力法,即用一个总的的安全系数来考虑结构的实际工作和设计计算的差异。单一安全系数法计算简单、方便,它的设计准则是结构或构件按荷载标准值(使用荷载)用线性弹性理论计算的最大应力 σ_{max} 不超过材料的容许应力 $[\sigma]$ 即:

$$\sigma_{max} \leq [\sigma] = \frac{\sigma_u}{K}$$

其中: σ_u ——为材料的极限应力;K为大于1的系数,称为安全系数。

安全系数的选择是从两方面考虑的,一方面是主观认识与客观实际的差异;另一方面给构件以必要的安全储备。主观认识与客观实际的差异主要有:①实际使用材料的极限应力值有可能低于这种材料由试件抽样试验确定的极限值;②实际构件横截面尺寸可能会小于规定的尺寸;③由于荷载估算存在较大难度,实际荷载可能超过设计中采用的设计荷载;④计算简图与实际结构有一定的差异,可能产生偏于不安全的结果。

从1985年1月1日起,我国开始施行《建筑结构设计统一标准》(GBJ68-84)。该标准设计方法

* [收稿日期]2004-03-08

[作者简介]汪菁(1964-),女,河南开封人,中州大学副教授,从事结构工程研究。

采用概率极限状态设计法,它标志着我国在建筑结构设计理论上前进了一大步,在结构设计方法上迈入了国际先进行列。目前,我国《建筑结构可靠度设计统一标准》(GB50068)仍然采用概率极限状态设计法。

概率极限状态设计法是将影响结构功能的若干因素作为随机变量,对所设计结构的功能只给出一定的概率特征,即认为任何设计都不能保证绝对安全,而是存在着一定的风险。但只要其失效概率小到人们可以接受的程度,便可以认为所设计的结构是安全的。其承载能力极限状态的实用设计式为:

$$\gamma_0(\gamma_{G_K} S_{G_K} + \gamma_{Q_1} S_{Q_{1K}} + \sum_{i=2}^n \gamma_{Q_i} \Psi_{C_i} S_{Q_{iK}}) \leq \frac{R_K}{\gamma_R}$$

其中: γ_0 ——为结构重要性系数,按安全等级取值,

一般的建筑物可取: $\gamma_0 = 1.0$;

$\gamma_G, \gamma_{Q_1}, \gamma_{Q_i}$ ——分别为永久荷载、第一个可变荷载、第*i*个可变荷载分项系数;

$S_{G_K}, S_{Q_{1K}}, S_{Q_{iK}}$ ——分别为永久荷载标准值、第一个可变荷载标准值、第*i*个可变荷载标准值产生的效应;

Ψ_{C_i} ——第*i*个可变荷载组合值系数;

R_K ——结构构件抗力标准值;

γ_R ——结构构件抗力分项系数。

二、材料力学强度设计与结构设计方法的统一

如前所述,材料力学中对杆件的强度设计方法为容许应力法,计算 σ_{\max} 时荷载采用标准值,容许应力 $[\sigma]$ 为材料的极限应力 σ_0 除以安全系数。与容许应力法不同,概率极限状态设计法在计算荷载产生的效应(如 σ_{\max})时采用荷载设计值,即将荷载标准值乘以荷载分项系数,结构的抗力也采用设计值,将抗力标准值除以抗力分项系数。

为使材料力学中的强度设计方法与建筑结构设计方法统一,首先可在材料力学课程中适当引入概率极限状态设计法的概念,使学生对这种设计方法有初步的认识。另外,在材料力学课程中对构件的强度计算按概率极限状态设计法改进时,要坚持简单、直观的特点,在计算形式上保留材料力学的特征。为此可作如下的简化处理:结构重要性系数及可变荷载组合值系数均取为1.0,即 $\gamma_0 = 1.0, \Psi_{C_i} = 1.0, \Psi_{C_i} = 1.0$;荷载分项系数按定值给出,可取 $\gamma_G = 1.2, \gamma_{Q_1} = 1.4$;取结构构件抗力标准值 $R_K = f_K$ (材料

性能标准值)、令 $\frac{f_K}{\gamma_R} = f$ (材料强度设计值)。承载能力极限状态实用设计式可简化为:

$$S_d \leq f \quad (1)$$

其中: S_d ——荷载设计值产生的效应, $S_d = \gamma_G S_{G_K} + \gamma_{Q_1} S_{Q_{1K}}$; f ——材料强度设计值。

按(1)式轴向拉(压)、扭转、弯曲等强度计算条件作如下处理。

1. 轴向拉(压)时,正应力强度条件:

$$\sigma_d = \frac{N_d}{A} \leq f(\text{或 } f_c)$$

2. 扭转时,剪应力强度条件:

$$\tau_d = \frac{M_{td}}{W_p} \leq f_v$$

3. 弯曲时

① 正应力强度条件:

$$\sigma_d = \frac{M_d}{W_z} \leq f(\text{或 } f_c)$$

② 剪应力强度条件:

$$\tau_d = \frac{Q_d S_z^*}{I_z d} \leq f_v$$

其中: σ_d, τ_d ——分别为按荷载设计值计算的正应力、剪应力;

$A, W_p, W_z, S_z^*, I_z, d$ ——分别为横截面的面积、抗扭截面模量、抗弯截面模量、静矩、惯性矩和所求剪应力点处的截面宽度;

N_d, M_{td}, M_d, Q_d ——分别为按荷载设计值计算的轴力、扭矩、弯矩和剪力;

$f(\text{或 } f_c), f_v$ ——分别为材料抗拉(压)、抗剪强度设计值。

三、结论

材料力学课程是建筑专业的专业基础课,也是学生最早接触到杆件强度设计的一门课程。将先进的结构设计概念及时地反映到材料力学教材中,可使学生较早、较系统的接受结构设计理论和设计方法,对后期的建筑专业课程的学习无疑有着积极的作用。再者,从理论分析证明将概率极限状态设计法应用于材料力学教学中是可行的。

【参考资料】

- [1] 孙训方,方孝淑,关来泰.材料力学(第三版)[M].北京:高等教育出版社,1994.
- [2] GB500868,建筑结构可靠度设计统一标准[S].

(责任编辑:周虹冰)