

钢筋混凝土双向压弯构件的截面承载力验算

李 飞 于小军

(盐城工学院建筑工程系, 盐城, 224003)

摘 要 对《混凝土结构设计规范》中双向偏心受压构件承载力的验算公式, 不少文献都涉及了用应力叠加进行解释。但众所周知, 在塑性阶段的极限承载力状态下应力叠加原理是不成立的。引进国外有关研究资料, 对验算公式作出诠释。

关键词 钢筋混凝土 双向压弯构件 承载力验算

分类号 TU755

在公共建筑中, 柱网大多设计成正方形, 要是房屋长短方向平面尺寸相差不大的话, 往往设计成双向框架, 在地震区, 双向框架比单向框架有更高的抗震性, 因此最好设计成双向框架。双向框架相交的柱就是双向偏心受压构件(图1), 它在工程中经常遇到。

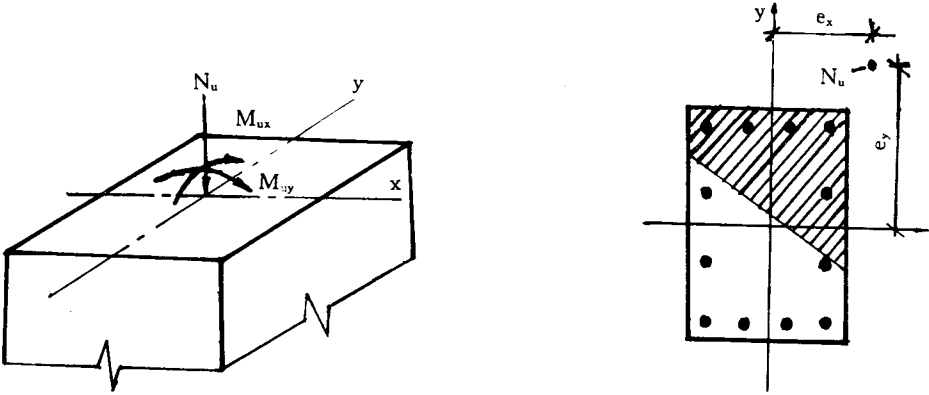


图1 双向偏心受压

双向偏心受压柱沿它的截面四周都要配置纵筋, 周边配筋柱即使是单向偏心受压与常见的偏心受压计算相比, 也有它的特殊性。目前最简单的一种计算方法就是分别按两个方向最不利的(M, N)组合按单向偏心受压计算并对称配筋, 该法有明显不合理的地方: (1)在两次计算中, 重复了轴向压力; (2)承认在两次计算中风荷载产生的弯矩同时存在; (3)在两次计算中截面的受压区有一定范围的重叠。这个方法既不合乎实际, 也无规范依据。有关资料表明用该法计算, 钢筋用量增加近 20%。

• 收稿日期: 1998-08-28

《混凝土结构设计规范》GBJ10—89 第 4.1.22 条首次给出了专门的计算公式,而绝大多数教材因限于篇幅都不曾提及,更谈不上对该公式的解释。下面引进美国学者 Bresler 在这方面的研究,目的在于引起设计人员对双向偏心受压构件计算的重视,理解它的计算方法并取得设计上的效益。

1 相关曲面的基本概念

双向偏心受压构件计算所用的依据仍是极限平衡原理,所采用的基本假定如平截面假定,混凝土及钢筋的本构关系以及不考虑受拉区开裂混凝土受力等与受弯构件正截面计算时完全相同。双向压弯构件的极限承载力是三个变量的函数: N_u 、 M_{ux} 及 M_{uy} ,它也可以用轴向力 N_u 及 x 和 y 两个方向的偏心距 $e_x = M_{uy}/N_u$ 和 $e_y = M_{ux}/N_u$ 的共同作用来表达,或用 $1/N_u$ 、 e_x 及 e_y 来表达,如沿 (x, y, z) 三维正交轴向展开的变量为 $1/N_u$ 、 e_x 及 e_y 来表示。如沿 (x, y, z) 三维正交轴向展开的变量为 $1/N_u$ 、 e_x 及 e_y ,则得相关曲面 S 如图2所示。下面着重介绍应用 S 相关曲面的分析方法。

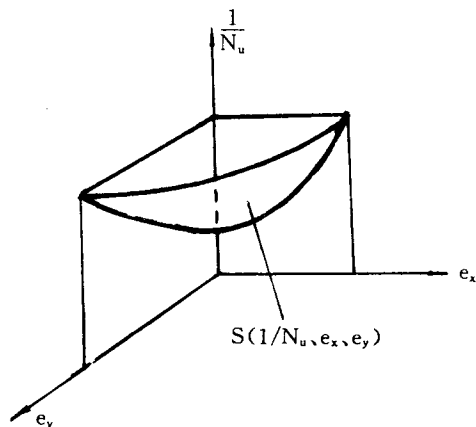


图2 压弯构件相关曲面 S

2 Bresler 压力倒数法

Bresler 在对 S 曲面的计算过程中,发现在压力倒数曲面 S 上的一点 $(1/N_u, e_{xA}, e_{yB})$ 可以与通过 A, B, C 三点的 S' 上的一点 $(1/N_u', e_{xA}, e_{yB})$ 近似地对应,如图3所示。也就是说,整个 S 曲面可以用无穷多个平面来近似逼近。

下面的问题就是要通过假定与位于对应平面 S' 的点 N_u' 等价,来决定存在双向偏心距 e_{xA} 及 e_{yB} 共同作用时的极限承载力 N_u ,这一特定平面位于相关曲面 S 上的三个点: $A(e_{xA}, 0, 1/N_{uy})$; $B(0, e_{yB}, 1/N_{ux})$; $C(0, 0, 1/N_{uo})$ 。此处, N_{uo} 是仅存在轴向压力而无任何偏心率情况下的名义极限承载力, N_{ux} 是仅存在单向偏心率 e_{yB} 时的名义受压极限承载力;而 N_{uy} 是仅存在单向偏心率 e_{xA} 时的名义受压极限承载力。平面 S' 的方程式可根据 A, B, C 三点坐标来描述,令 $x=e_x, y=e_y, z=1/N_u$,可得到一个通用的平面方程式:

$$A_1x + A_2y + A_3z + A_4 = 0 \quad (1)$$

将 A, B, C 三点坐标分别代入上式得:

$$A_1e_{xA} + 0 + A_3 \frac{1}{N_{uy}} + A_4 = 0 \quad (2a)$$

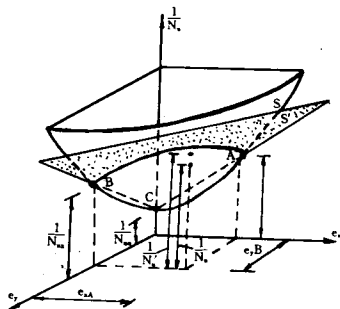


图3 压力倒数法图示

$$0 + A_2 e_{yB} + A_3 \frac{1}{N_{ux}} + A_4 = 0 \tag{2b}$$

$$0 + 0 + A_3 \frac{1}{N_{uo}} + A_4 = 0 \tag{2c}$$

解方程组,并以 A_4 表达 A_1 、 A_2 、 A_3 可得:

$$A_1 = \left(\frac{N_{uo}}{N_{uy}} - 1\right) A_4 / e_{xA} \tag{3a}$$

$$A_2 = \left(\frac{N_{uo}}{N_{ux}} - 1\right) A_4 / e_{yB} \tag{3b}$$

$$A_3 = -N_{uo} A_4 \tag{3c}$$

再将 A_1 、 A_2 、 A_3 代入方程(1)式得:

$$A_4 \left[\frac{x}{e_{xA}} \left(\frac{N_{uo}}{N_{uy}} - 1\right) + \frac{y}{e_{yB}} \left(\frac{N_{uo}}{N_{ux}} - 1\right) - N_{uo} z + 1 \right] = 0 \tag{4}$$

将上式除以 N_{uo} ,则平面 S' 的方程为:

$$\frac{x}{e_{xA}} \left(\frac{1}{N_{uy}} - \frac{1}{N_{uo}}\right) + \frac{y}{e_{yB}} \left(\frac{1}{N_{ux}} - \frac{1}{N_{uo}}\right) - z + \frac{1}{N_{uo}} = 0 \tag{5}$$

对于与相关曲线 S 上的点($x=e_{xA}$, $y=e_{yB}$, $z=1/N_u$)相对应的平面 S' 上的点($x=e_{yA}$, $y=e_{yB}$, $z=1/N_u'$),方程式(5)变为:

$$\left(\frac{1}{N_{uy}} - \frac{1}{N_{uo}}\right) + \left(\frac{1}{N_{ux}} - \frac{1}{N_{uo}}\right) - \frac{1}{N_u'} + \frac{1}{N_{uo}} = 0$$

又可简化为下面求 N_u' 值的表达式:

$$N_u' = 1 / \left(\frac{1}{N_{ux}} + \frac{1}{N_{uy}} - \frac{1}{N_{uo}}\right) \tag{6}$$

Bresler 根据方程(6)求得的 N_u' 值与真实的实验结果十分接近,其最大误差为 9.4%,平均误差 3.3%。我国规范采用了上述压力倒数法,如果定义要求轴向压力设计值 $N \leq N_u'$,则得 GBJ10-89《规范》中公式(4.1.22)。

$$N \leq 1 / \left(\frac{1}{N_{ux}} + \frac{1}{N_{uy}} - \frac{1}{N_{uo}}\right)$$

式中 N_{ux} 及 N_{uy} ——轴向力分别作用于 x 轴及 y 轴,按全部纵向钢筋计算的构件单向偏心受压承载力设计值;

N_u ——构件的截面轴心受压承载力设计值。

3 两点说明

(1)(4.1.22)/GBJ10-89 是承载力验算形式。要作配筋设计,那只能按图 4 用试算法决定。而试算法的关键在于假设初值恰当,对于无经验的设计者,这是该法的不足。

(2)规范 GBJ10-89 在附录 5 中还提供了另一种计算方法,其目的在于能直接计算配筋,规范给出了一系列计算公式及配套的计算曲线。经计算发现,这种方法在使用上有较大的

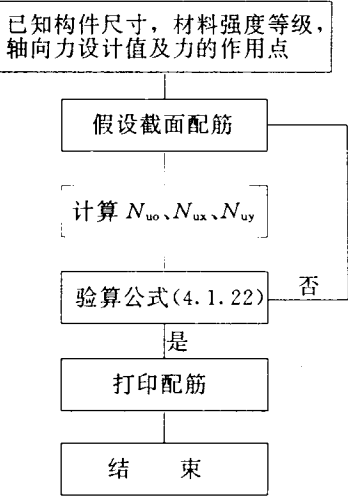


图4 压力倒数法配筋设计

局限性,当两个方面的偏心弯矩相差不多时,计算结果较合理,当两个方向的偏心弯矩相关较大时,计算结果会出现异常。

参 考 文 献

- 1 GBJ10—89. 混凝土结构设计规范
- 2 Chu—kia Wang, charles G · Salmon. Reinforced Concrete Design. 3—nd Edition, 1979
- 3 施岚青, 张玉祥. 混凝土结构设计规范指导. 北京: 地震出版社, 1991
- 4 Arthur H · Nilson George Winter. DESIGN OF CONCRETE STRUCTURES. Me Graw—Hill, Inc. New York 1991

Calculating of Sectional Bearing Capacity of Reinforced Concrete Two-way Eccentric Compression Member

Li Fei Yu Xiaojun

(Department of Constrction Engineering of Yancheng
Institute of Technology, Yancheng, 224003, PRC)

Abstract Many documents involve the principle of superimposed stresses in explaining the formula of bearing capacity of two-way eccentric compression member in codes of civil Engineering of concrete structures. But it is well known that the principle of superimposed stresses is not correct under ultimate limit states of plastic stage. This article quotes foreign concerned research informations and explains the formula.

Keywords reinforced concrete; two-way eccentric compression member; calculating of bearing capacity

(上接第 4 页)与企业的合作伙伴关系不断发展。真正形成一种优势互补,互助互利,企业参与的紧密型合作的高等职业教育新模式。

3.3 沟通普通高等教育、高等职业教育和成人高等教育,构建我国高等教育的大网络

随着经济社会的发展,科技的进步,我国的经济结构、产业结构和就业结构正在不断地调整,这就对教育提出了新的要求,打破普通高校的单一化办学模式,形成多层次、多规格、全方位的立体化办学格局。要达到这个要求,就必须互相沟通,互相承认,共同依存,协调发展。学生在修完规定的课程,经考核合格,都应获得相应的学分,达到证书或学位规定的要求,即可获得相应的证书和学位,这些学分还应当得到互相承认。使我国的高职教育和成人高等教育真正与普通高等教育“联网”。只有这样,才能摆脱我国长期形成的重普通高教、轻职教成教的影响,营造继续教育、终身教育在我国的良好氛围,以迎接 21 世纪知识经济所带来的学习化社会的到来。

The Surveying Report on High-Professional Education in Australia