

T 形、L 形截面钢筋砼双向压弯构件 正截面承载力的研究

③
11-15, 26

陈云霞 刘超 赵艳静 高云海
(天津大学土木工程系 300073)

TU325.02

[摘要] 对 11 根 T 形、6 根 L 形及 2 根矩形截面钢筋砼双向压弯构件进行了试验研究,在此基础上用电算程序进行理论计算,结果与试验结果吻合较好。同时还根据大量电算分析揭示了 T 形、L 形截面双向压弯构件正截面承载力的变化规律。最后,编写了用于配筋计算的电算程序,该程序亦适用于其它任意截面形状压弯构件的正截面承载力计算。

[关键词] T 形、L 形截面 钢筋砼 双向压弯构件 正截面承载力

An experimental research on R. C. members of 11 T-shaped, 6 L-shaped and 2 rectangular section under axial compression and biaxial bending is achieved. On the basis of the experimental results, a computer program is compiled, and the theoretical calculation is conducted. The calculational result coincides with the experimental result well. Simultaneously, the variation regularity of bearing capacity of T, L-shaped columns, subjected to axial compression and biaxial bending is obtained. Finally, a computer program for the calculation of column reinforcement is compiled. It can also be used for the calculation of element bearing capacity with arbitrary shaped cross-section subjected to axial compression and biaxial bending.

Keywords: R. C. members; T and L-shaped section; axial compression; biaxial bending; bearing capacity

一、前言

T 形、L 形截面钢筋砼双向压弯构件正截面承载能力的计算是目前工程设计中急需解决的问题,然而至今国内外尚未提出一个完善的方法,其原因是在双向压弯受力条件下,截面中和轴一般不垂直于弯矩作用平面,亦不与截面边缘相平行,它的位置随截面尺寸、砼强度、配筋、荷载形式及大小等诸多因素的变化而变化。这就对确定受压区面积和压力合力点带来很大困难。本文在试验研究的基础上,采用数值积分方法进行电算分析,研究了 T 形、L 形截面钢筋砼双向压弯构件正截面的极限承载力及其变化规律。最后,编写了用于配筋计算的电算程序。

二、试验研究

试验的主要目的是研究 T 形、L 形截面钢筋砼双向压弯构件正截面承载力的变化规律,验证平均应变的平截面假定在 T 形、L 形截面双向压弯构件中是否成立,从而为理论分析

奠定基础。

(一) 试件及试验

本文设计了 11 根 T 形、6 根 L 形截面构件,另外还设计与 T 形截面具有相同截面面积、宽高比的矩形截面构件以进行对比。试件尺寸及配筋见图 1。各试件的加载角度 α 定义为横向荷载与截面形心轴 x_0 的夹角,以逆时针转动为正,各试件的荷载角示于图 2 中。试件所采用的砼及钢筋的力学指标见表 1、2。

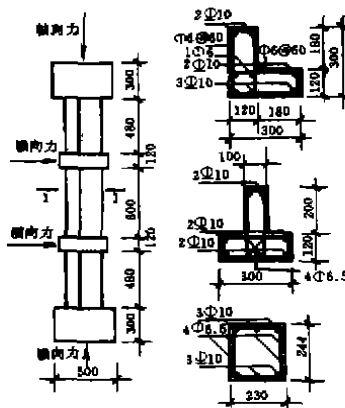


图 1 试件尺寸、配筋及加载方式

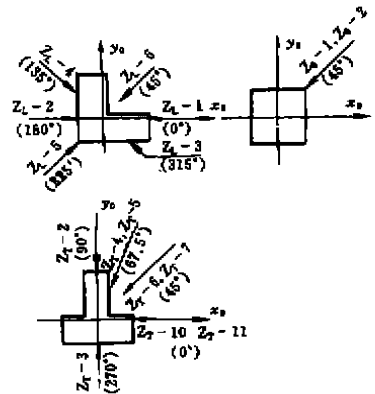


图 2 试件加载角度示意

砼实测力学指标 表 1

组别	试件号	砼立方抗压强度 $f_c(N/mm^2)$	棱柱体抗压强度 $f_l(N/mm^2)$	弹性模量 $E_c(N/mm^2)$
A	Z _T -1,2,3,10	25.04	19.03	2.68×10^4
B	Z _T -6,11	19.30	14.67	2.54×10^4
C	Z _T -4,6,2 _a -1,2	18.0	16.10	2.53×10^4
D	Z _T -5,7,9	25.6	19.46	2.67×10^4
E	Z _L -1,3,4	17.6	13.50	2.37×10^4
F	Z _L -2,5,6	16.4	12.90	2.33×10^4

钢筋实测力学指标 表 2

钢筋规格	直径 (mm)	屈服强度 $f_y(N/mm^2)$	极限强度 $f_u(N/mm^2)$	弹性模量 $E_s(N/mm^2)$	截面形式
I	6.5	320	410	2.35×10^5	T、口
I	6.5	310.2	436.1	1.93×10^5	L
II	10	433.8	629.3	2.08×10^5	T、口
II	10	412.8	607.7	2.03×10^5	T、口
II	10	499.3	661.4	2.00×10^5	L

主要试验结果 表 3

试件	水平力加载角 (°)	轴力 N (kN)	轴压比	极限弯矩 (kN·m)		$M_{\text{H}}/M_{\text{H}}$	破坏形态
				M_{R}	M_{H}		
Z _T -1	/	1120	/	/	/	/	轴压
Z _T -2	90	560	0.525	56.55	56.24	1.006	压坏
Z _T -3	270	560	0.525	72.8	61.05	1.192	压坏
Z _T -4	67.5	560	0.621	50.1	48.24	1.039	压坏
Z _T -5	67.5	280	0.256	54.4	50.88	1.069	拉坏
Z _T -6	45	560	0.680	62.5	50.45	1.239	压坏
Z _T -7	45	280	0.256	57.6	47.44	1.214	拉坏
Z _T -8	22.5	560	0.621	62.8	48.11	1.305	压坏
Z _T -9	22.5	280	0.256	60.4	46.24	1.306	拉坏
Z _T -10	0	560	0.525	58.6	51.26	1.143	压坏
Z _T -11	0	280	0.340	61.2	43.81	1.397	拉坏
Z _L -1	0	220	0.281	47.96	38.33	1.251	拉坏
Z _L -2	180	220	0.296	44.85	37.45	1.198	拉坏
Z _L -3	315	220	0.281	62.10	48.06	1.292	拉坏
Z _L -4	135	370	0.472	72.45	52.38	1.383	界限破坏
Z _L -5	225	220	0.296	34.50	33.47	1.031	拉坏
Z _L -6	45	220	0.296	46.58	35.03	1.330	拉坏
Z _a -1	45	560	0.621	54.4	40.88	1.331	压坏
Z _a -2	45	280	0.311	48.0	38.78	1.240	拉坏

试验时首先施加轴向力到预定值,并保持该值不变,再反复施加横向力直至破坏。在各级荷载下钢筋及砼的应变,通过设在测量区段钢筋上的电阻应变片及砼表面 400(500)mm 标距手持式应变仪的脚标,用电阻应变仪及手持式应变仪测得。

(二)试验结果分析

1. 破坏形态:试验表明,T形、L形截面钢筋砼双向压弯构件的破坏形态与矩形截面单向压弯构件相类似。根据轴向力或相对偏心距的大小也可分为受压破坏和受拉破坏两类。但对于同一截面,在各种荷载角情况下,两类破坏的界限轴力或相对偏心距并非定值,有时相差甚大。

- 2. 主要试验结果:各试件的主要试验结果见表3。
- 3. 平均应变的平截面假定

试件加载时做出的 500(400) mm 标距内平均应变在横截面上的分布图(略)表明:构件平均应变沿截面高度的分布,自加载初期至破坏基本上是符合平截面假定的,因而平均应变的平截面假定在 T形、L形截面双向压弯构件中仍然适用。

4. T形、L形截面钢筋砼双向压弯构件正截面的承载力

综观表 3 试验结果可以看到:

(1)在轴向力、砼强度、配筋、截面尺寸相同的情况下,同类型构件截面的抗弯能力因荷载角不同而异(上述现象可由 Z_T-2,3;Z_L-6,2,5;Z_L-1,3 的试验极限弯矩 M_u看出)。对截面最大主轴的抗弯能力最大(Z_L-3,4;Z_T-3),而对截面最小主轴的抗弯能力最小(Z_L-5),其变化规律将通过计算机理论分析在下面详述。

(2)在加载角、砼强度、配筋、截面尺寸相同的情况下,同类型构件截面的抗弯能力因轴向力大小而异(Z_L-3,4)。

(3)对比试件 Z_T-6,Z_a-1,前者与后者的截面面积及宽高比相同、配筋率相同、砼强度及轴向力相近。横向荷载加载角为 45°时,T形截面构件的双向压弯承载力高于矩形截面构件。

上述试验结果及这几类压弯构件正截面承载力的规律可通过电算进行理论分析。

三、T形、L形截面钢筋砼双向压弯构件正截面承载力的电算分析方法

本文编写了钢筋砼双向压弯构件正截面承载力的电算程序。运用该程序,可得到截面极限破坏时的 N-M 相关曲线和 M_x-M_y 相关曲线以及中和轴的位置。在此基础上,可与本文的试验结果进行比较,并对 T形、L形截面双向压弯构件正截面承载力的变化规律进行分析。

(一)电算程序的基本原理

在双向压弯条件下,钢筋砼构件的正截面承载力可用一个三维(N-M_x-M_y)的封闭曲面来表示。实际上,这一包络曲面是由无数个 N-M 相关曲线或 M_x-M_y 相关曲线组成的,因而,只需得到若干个 N-M 相关曲线或 M_x-M_y 相关曲线,即可拼合得到整个包络曲面。要解决的是 N-M 相关曲线和 M_x-M_y 相关曲线的电算程序。

(二)电算程序中采用的基本假定

程序在计算正截面承载力时采用的基本假定:

- (1)钢筋的应力-应变曲线采用斜直线加平直

线的理想弹性模型,受拉钢筋的极限拉应变取 0.01;

(2) 砼的应力-应变曲线采用抛物线加平直线的模型,其极限压应变 ϵ_{cu} 取 0.0033。该模型不考虑砼的受拉,只考虑受压;

(3) 截面应变保持平截面假定;

(4) 本程序采用数值积分的方法进行计算,将截面划分成有限多个小方格单元,近似地认为小方格单元内的应力和应变均匀分布,其合力点即为小方格的形心。

(三) 坐标系的建立

为了建立应变方程和中和轴方程的需要,本程序中的坐标系将截面的最大应变点放在原点或最靠近原点的位置,并使截面始终处于第一象限。这样,每个截面可能有四种情况,如图 3 所示。

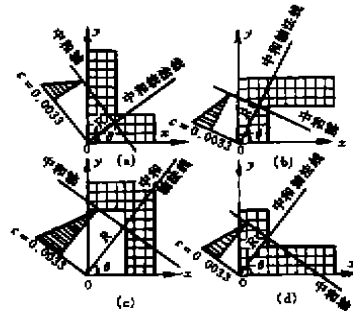


图 3 坐标系的建立及可能出现的四种情况

(四) 基本计算公式

在上述坐标系下,截面的中和轴方程可表达如下:

$$\frac{x}{R} \cos \theta + \frac{y}{R} \sin \theta = 1 \quad (1)$$

式中, R 为原点到中和轴的距离; θ 为中和轴法线与 x 轴的夹角。任一点的应变可表示为

$$\epsilon = c \left(1 - \frac{x}{R} \cos \theta - \frac{y}{R} \sin \theta \right) \quad (2)$$

式中, c 为砼最大应变(图 3 中的(a),(b),(d)三种情况)或应变平面延伸至原点的名义应变(图 3 中的(c)情况)。在本程序中,应变 ϵ 的取值以受压为正。

有了任一点的应变,就可以根据钢筋及砼的应力-应变关系,求出钢筋及砼的应力 $\sigma_{s,i}$, $\sigma_{c,i}$, 然后用下面的公式求出截面的内力:

$$\begin{cases} M_x = \sum_{i=1}^n A_{c,i} \sigma_{c,i} (y_{c,i} - y_0) + \sum_{j=1}^n A_{s,j} \sigma_{s,j} (y_{s,j} - y_0) \\ M_y = \sum_{i=1}^n A_{c,i} \sigma_{c,i} (x_{c,i} - x_0) + \sum_{j=1}^n A_{s,j} \sigma_{s,j} (x_{s,j} - x_0) \\ N = \sum_{i=1}^n A_{c,i} \sigma_{c,i} + \sum_{j=1}^n A_{s,j} \sigma_{s,j} \end{cases} \quad (3)$$

式中, M_x , M_y 分别为关于 x_0 , y_0 轴的弯矩,这里 x_0 , y_0 轴为过截面形心并平行于 x , y 轴的轴线; N 为轴向力; n_c 为砼截面的划分单元数; n_s 为钢筋的根数; $\sigma_{c,i}$, $A_{c,i}$ 为第 i 个砼单元的应力和面积; $\sigma_{s,j}$, $A_{s,j}$ 为第 j 根钢筋的应力和面积; $x_{c,i}$, $y_{c,i}$ 为第 i 个砼单元的形心坐标; $x_{s,j}$, $y_{s,j}$ 为第 j 根钢筋的形心坐标。

式(3)的三个方程中实际上有 5 个未知数: θ , R , M_x , M_y , N , 这是一个非线性方程组,需要确定其中的两个参数才能得出唯一解。

(五) 电算程序简介

根据上述原理及基本算式, $N - M (M_x / M_y)$ 为常数 $M_x - M_y$ (N 为常数) 相关曲线问题的电算程序框图见图 4, 5。

(六) 电算结果与试验结果的比较

1. 截面中和轴位置

通过电算得到的试验构件极限破坏时截面中和轴的位置示于图 6, 该图与试验结果基本一致。由图看出, T 形、L 形截面双向压弯构件截面中和轴和方向一般均不与弯矩作用平面相垂直, 只有当荷载作用在对称主轴上时(如 $Z_L - 5, 6$; $Z_T - 2, 3$) 例外。即使在同一荷载角时, 截面中和轴的方向、高度也因轴向力大小、砼强度的不同而异(如 $Z_T - 4, 5$; $Z_T - 6, 7$; $Z_T - 8, 9$; $Z_L - 3, 4$), 其受压区图形迥然不同。计算还表明, 不同配筋条件也直接影响截面中和轴的位置。

2. 正截面承载力电算值与试验值的比较

电算得到各试验构件的极限抗弯能力 $M_{电}$ 列在表 3 中, 可看出计算值 $M_{电}$ 与试验值 $M_{试}$ 有较好的

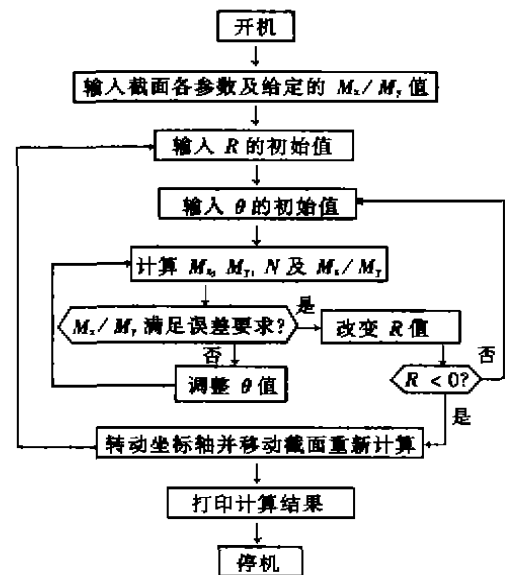


图 4 $N - M$ 相关曲线电算程序框图

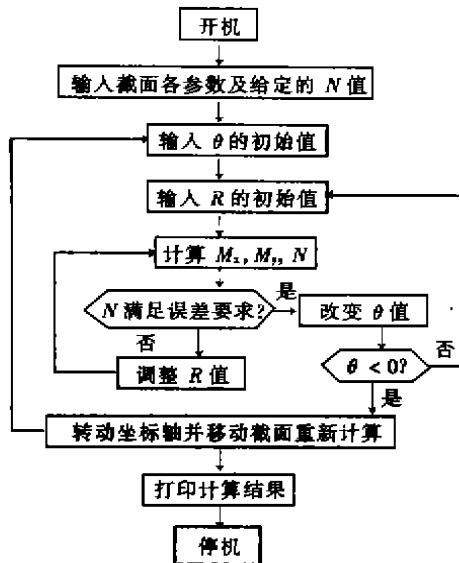


图5 $M_x - M_y$ 相关曲线电算程序框图

一致性, $M_{\text{实}}/M_{\text{理}}$ 在 1.069 ~ 1.397 之间, 平均为 1.22。其差异的主要原因是试验中构件的砼实际强度、砼保护层厚度、钢筋位置不准确等因素与理论计算时所采用值的差异所致。

四、T形、L形截面钢筋砼双向压弯构件正截面承载力的变化规律

为深入研究 T形、L形截面双向压弯构件正截面承载力的变化规律, 对图 7 所示三种截面双向压弯构件进行电算分析(为对比用, 方形截面构件与 T形、L形截面面积及配筋率相同), 得到如下结果。

1. $N - M$ 相关曲线的变化规律

图 8 中 (a), (b), (c) 三图分别为 L形、T形、方形截面在五种荷载角情况下的 $N - M$ ($M = \sqrt{M_x^2 + M_y^2}$)

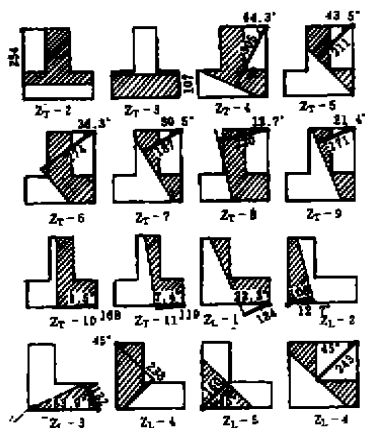


图6 极限破坏时截面中和轴的位置

相关曲线, 可看出, 在不同荷载角 α 情况下, 截面的 $N - M$ 相关曲线与单向偏心受压构件有着类似的规律: 当截面受拉破坏时, 轴力增大, 抗弯能力随之增大; 当受压破坏时, 随着轴力的增大, 抗弯能力降低。但对于 L形、T形截面构件, 各种荷载角时截面的抗弯能力及界限偏心点有着很大的差异。

L形截面双向压弯构件, 当荷载角 $\alpha = 180^\circ$ 时界限偏心点最靠上, $\alpha = 90^\circ$ 时界限偏心点最靠下, 其它荷载角时界限偏心点处于二者之间; T形截面双向压弯构件界限偏心点的最上和最下点分别发生在荷载角 α 为 270° 和 90° 的情况下。

对比之下, 方形截面双向压弯构件在各种荷载角下截面的承载力及界限偏心点的差异不大, $\alpha = 45^\circ$ 时截面的承载力最小。

2. $M_x - M_y$ 相关曲线的变化规律

图 8 中 (d), (e), (f) 三图分别为 L形、T形、方形截面在五种轴压比 μ_N 情况下的 $M_x - M_y$ 相关曲线。

由图 8 中 (d), (e) 二图可以看出, 在轴压比较小 ($\mu_N = 0.1$) 时, $M_x - M_y$ 相关曲线近似为一个三角形; 随着轴压比的增大, 该相关曲线逐渐变成一个类椭圆形 ($\mu_N = 0.5$), 所包络的面积也增大; 当轴压比继续增大 ($\mu_N = 0.9$) 时, 该相关曲线又逐渐变成反向三角形, 所包络的面积也变小。 $M_x - M_y$ 相关曲线对称于截面的对称主轴。

对于 L形截面双向压弯构件(图 8(d)), 当轴压比

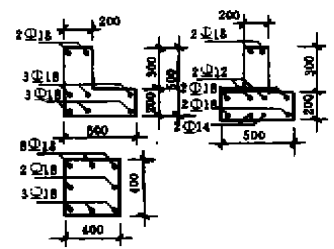


图7 电算分析所采用的三种截面尺寸及配筋

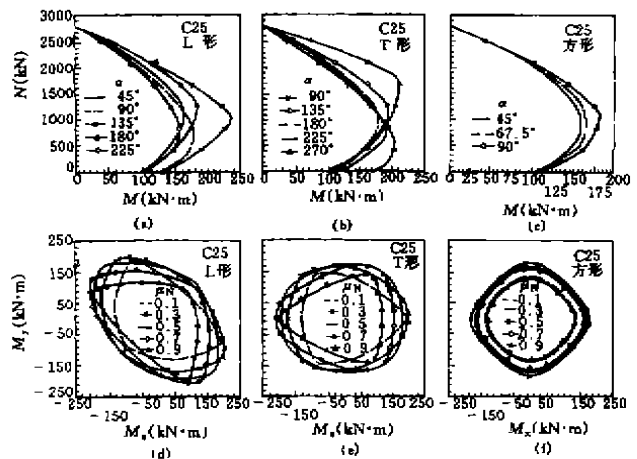


图8 L形、T形、方形截面 $N - M$ 及 $M_x - M_y$ 相关曲线图

$\mu_N = 0.5$ 左右时,作用在最小主轴方向的抗弯能力最大。轴压比增大或减小,相应于最大抗弯能力的荷载作用方向在最小主轴左右变化。在不同轴压比情况下,作用于最大主轴方向的抗弯能力大致为最小。

对于T形截面双向压弯构件,在低轴压比($\mu_N = 0.1 \sim 0.3$)时,加载角 α 为 270° (荷载作用在翼缘一边的对称主轴上)时,截面抗弯能力最小;荷载作用在相反方向($\alpha = 90^\circ$)时截面抗弯能力最大,这是因为在小轴压比情况下,截面受拉破坏控制承载力,此时翼缘处于受拉区,受拉钢筋数量多,内力臂相对较大,故抗弯能力最大。在高轴压比($\mu_N = 0.7 \sim 0.9$)情况下,截面最小及最大抗弯能力的荷载角 α 分别为 90° 及 270° ,规律恰好与小轴压比时相反。

对于方形截面构件, $M_x - M_y$ 相关曲线为一组类圆,其形状不随轴压比的不同而变化,且最大和最小承载力对应的荷载角分别为 0° 和 45° 左右,也不随轴压比变化而变化(图8(f))。

3. 配筋率 ρ 对双向压弯构件正截面承载力的影响

图9为L形、T形两种截面双向压弯构件在荷载角 $\alpha = 45^\circ$ 时,变换四种配筋率所得的 $N - M$ 相关曲线。由图可见,随着配筋率的增大,承载力随之增大,且基本上呈线性变化。另外配筋率对界限偏心点所对应的轴力影响甚微。

4. L形、T形、方形截面双向压弯构件正截面承载力的比较

对图7所示三种截面和配筋的双向压弯构件,若采用同一种砼强度等级(C25)进行电算分析,可得到六种荷载角情况下的 $N - M$ 相关曲线(图10)。可以看出,当荷载角 $\alpha = 180^\circ$ 时,三种截面的 $N - M$ 相关曲线非常接近;除 135° 荷载角外,在其它荷载角情况下,L形与方形截面构件 $N - M$ 相关曲线比较接近,而T形截面构件的 $N - M$ 相关曲线基本上包络在它们的外面。可见,T形截面构件的总体承载力比方形、L形截面构件要高。

五、异形截面双向压弯构件截面配筋计算方法

对异形截面双向压弯构件,由于破坏时截面中和轴方位的不确定性,一般手算非常困难,只有利用计算机来解决。当已知柱的截面尺寸和外力 N, M_x, M_y ($M = \sqrt{M_x^2 + M_y^2}$)及荷载角 α ($\alpha = \arctg(M_y / M_x)$),需确定截面配筋时,可按图11所示的步骤进行计算。图11中截面抵抗荷载角 $\beta = \arctg(M'_y / M'_x)$ 。

六、结论

(1) 本文提出的理论方法分析结果与试验结果

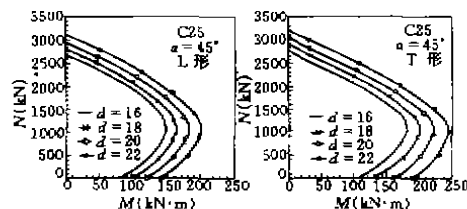


图9 配筋率的影响

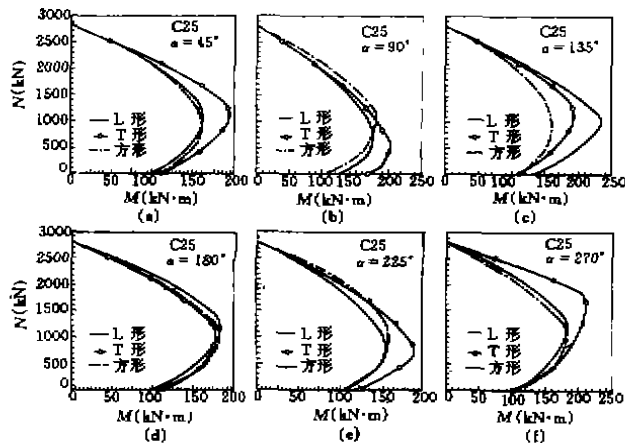


图10 L形、T形与方形截面 $N - M$ 相关曲线的比较

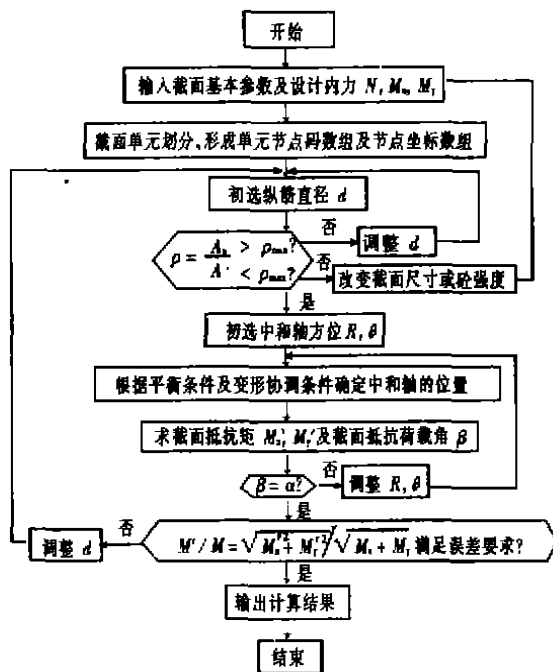


图11 异形截面钢筋砼双向压弯构件的截面配筋计算框图

有很好的-致性。

(2) L形、T形截面钢筋砼双向压弯构件的正截面承载力,除了与所采用的材料强度、截面尺寸有关外,

(下转第26页)

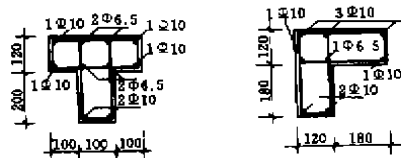


图6 实验截面

T形截面极限承载力计算值与试验值对比¹⁷¹表6

编号	荷载角 $\alpha(^{\circ})$	轴向力 (kN)	轴压比 n	极限弯矩(kN·m)		
				$M_{\text{算}}$	$M_{\text{试}}$	$M_{\text{算}}/M_{\text{试}}$
Z-2	0	560	0.525	56.55	56.24	1.005
Z-3	180	560	0.525	72.8	61.05	1.192
Z-4	22.5	560	0.621	50.1	45.64	1.097
Z-5	22.5	280	0.256	54.4	50.88	1.069
Z-6	45	560	0.680	62.5	48.63	1.285
Z-7	45	280	0.256	57.6	45.59	1.263
Z-8	67.5	560	0.621	62.8	45.16	1.390
Z-9	67.5	280	0.256	60.4	44.58	1.355
Z-10	90	560	0.525	58.6	51.26	1.143
Z-11	90	280	0.340	61.2	43.81	1.396

试验值结果对比如表5, 6所示, 表明该程序的计算值与实验值吻合较好。证明该程序是可行的。

参考文献

1. Cheng-Tzu, Thomas Hsu. T-Shaped Reinforced Concrete Members Under Biaxial Bending and Axial Compression. ACI Structural, Julu-August, 1989.
2. Zak M L. Computer Analysis of Reinforced Concrete

- Sections Under Biaxial Bending and Longitudinal Load. ACI. Structural. March-April, 1993.
3. Mallikarjuna, Mahadevappa P. Computer Aided Analysis of Reinforced Concrete Columns Subjected to Axial Compression and Bending - I L-shaped Sections. Computer and Structures, 1992,44(5).
4. Mallikarjuna, Mahadevappa P. Computer Aided Analysis of Reinforced Concrete Columns Subjected to Axial Compression and Bending - II T-shaped Sections. Computer and Structures, 1993,52(6).
5. Dundar C, Sahin B. Arbitrarily Shaped Reinforced Concrete Members Subject to Biaxial Bending and Axial Load. Computer and Structures, 1993, 49(4).
6. 王伟. T形及L形截面双向偏压构件的强度计算. 结构工程师, 1986, (4)
7. 高云海. 钢筋砼T形截面双向压弯构件正截面强度、延性及滞回特性的试验及理论研究. 天津大学硕士论文, 1993, 6.
8. 刘超. 钢筋砼L形截面双向压弯构件正截面强度、延性的试验及理论研究. 天津大学硕士论文, 1994, 3.
9. 曹祖同, 陈云霞等. 钢筋陶粒砼压弯构件强度、延性和滞回特性的研究. 建筑结构学报, 1988, (6).
10. 王传志, 滕志明主编. 钢筋砼结构理论. 中国建筑出版社, 1985, 3.
11. 朱伯龙, 董振祥. 钢筋砼非线性分析. 1984, 10.

(上接第15页)

在加载角不同时其差异是很大的, 所以设计中应由最不利荷载角方向的承载力控制。

(3) 在采用相同的截面面积、配筋率和材料强度的情况下, T形截面双向压弯构件正截面的总体承载力比L形、方形截面要高。

参考文献

1. 曹祖同, 陈云霞等. 钢筋陶粒砼压弯构件强度、延性和滞回特性的研究. 建筑结构学报, 1988, 9(6): 2~16.
2. 刘超. 钢筋砼L形截面双向压弯构件正截面强度、延性的试验及理论研究. 天津大学硕士论文, 1994.
3. 高云海. 钢筋砼T形截面双向压弯构件正截面强度、延性及滞回特性的试验研究. 天津大学硕士论文, 1993.
4. 王伟. T形及L形截面双向偏压构件的强度计算. 结构工程师, 1986.
5. Hsu T C. T-Shaped Reinforced Concrete Members Under Biaxial Bending and Axial Compression. ACI Structural Journal, 1989; 86(4): 460~468.
6. Zahn F A, Park Retal. Strength and Ductility of Square Reinforced Concrete Column Sections Subjected to Biaxial Bending. ACI Structural Journal, 1989; 56(2): 123~131.

第四届全国预应力学术交流会在贵阳召开

由中国土木工程学会和中国科技咨询中心预应力技术专家组共同举办的第四届全国预应力学术交流会于1998年11月26~29日在贵阳市隆重召开, 314名来自全国各地从事预应力科研、设计、施工和材料设备生产单位的代表参加了本次会议。

此届大会是继第三届全国预应力学术交流会纪念预应力技术40周年发展的又一次盛会。杜拱辰等著专家做了特邀报告。与会代表就近年来我国预应力工程的设计与施工经验以及理论和应用的研究成果, 预应力新概念、新构思、新方案及新型体系的研究和设计, 预应力技术的应用和发展前景, 预应力新技术、新工艺、新设备和新材料的开发应用动态及信息等方面进行了热烈的交流和讨论。内容涉及到房屋、桥梁、水工、机场、港口、核电站以及地下工程、海洋工程、通讯工程、市政工程以及各类特种结构等, 其中还对长江三峡工程、黄河小浪底工程、首都国际机场新航站楼工程以及香港新机现场配套工程等超大型工程的预应力技术应用做了专门报告。会议还安排新近出席在荷兰阿姆斯特丹市召开的国际预协第13届会议的专家介绍介绍了该次会议的有关内容及国际预应力发展的动态。

论文集《世纪之交的预应力新技术》共收入论文159篇。会议期间还议定下届会议将由四川省建筑科学研究院承办。(本刊讯)