

上海市民用建筑设计院編

磚砌体按極限設計 計算步驟說明及图表

上海科学技术出版社

基工

目 录

序 言	1
計算步驟說明及例題	2
一、无筋砌体	2
(1) 軸心受压——矩形截面	2
(2) 小偏心受压——矩形截面	4
(3) 大偏心受压——矩形截面	6
(4) 小偏心受压——T 形截面	8
(5) 大偏心受压——T 形截面	10
(6) 局部受压(承压)	14
(7) 軸心受拉	16
(8) 受弯构件(矩形截面)	17
(9) 受剪(矩形截面)	18
二、网状配筋砌体	20
(1) 軸心受压——矩形截面	20
(2) 小偏心受压——矩形截面	22
三、纵配筋砌体	24
(1) 軸心受压——矩形截面	24
(2) 偏心受压——矩形截面	28
(3) 偏心受压——T 形截面(翼缘为受压区)	32
四、組合結構	34
(1) 軸心受压——矩形截面	34
(2) 偏心受压——矩形截面	36
五、用筒箍加强的构件	40
(1) 軸心受压——矩形截面	40
(2) 偏心受压——矩形截面	42
六、磚过梁計算	44
表和曲线图	48
用表例題說明	48
表 1 每皮高为 5~15 cm 磚砌体受压强度值表	51
表 2 磚砌体沿水平和豎向灰縫破坏时軸心受拉, 撓曲受拉, 受剪和撓曲时受拉主应力强度值表	51

表 3	磚砌体沿齿縫截面在磚块中及豎向灰縫中破損时軸心受拉、撓曲受拉、受剪和撓曲时受拉主应力强度值表	51
表 4	配筋砌体中鋼筋强度值表	51
表 5	磚砌体彈性特征 α 值表	51
表 6	縱向撓曲系数 φ 值表	52
表 7	矩形截面軸心受压磚砌体計算表, (N_k, N_a 值) 表	53
表 8	每公尺長磚墙的承载能力 (N_k 值) 表	57
表 9	矩形截面偏心受压磚砌体 (无筋) 按裂紋开展計算 (ξ_{mp} 值) 表	57
表 10	矩形截面偏心受压磚砌体計算表 (ξ 值表)	58
表 11	网状配筋磚砌体 $\frac{2Pm_a R_a}{100}$ 值表 (八五磚用)	59
表 12	网状配筋磚砌体 $\frac{2Pm_a R_a}{100}$ 值表 (标准磚用)	60
表 13	网状配筋鋼筋百分率 P 值表 (八五磚用)	61
表 14	网状配筋鋼筋百分率 P 值表 (标准磚用)	61
表 15	网状配筋磚砌体的彈性特征 α_a 及 $\sqrt{\frac{1000}{\alpha_a}}$ 值表	61
表 16	$L/H \leq 2.0$ 时墙的极限高度值 (m) 表	62
表 17	$2.0 < L/H < 2.5$ 时墙的极限高度值 (m) 表	63
表 18	$2.5 \leq L/H < 3.5$ 时墙的极限高度值 (m) 表	63
表 19	$L/H \geq 3.5$ 时墙的极限高度值 (m) 表	64
表 20	窗間墙及立柱的极限高度值 (m) 表	64
表 21	平砌式磚过梁表	65
表 22	标准的和計算的荷载及超载系数	66
图 1	T 形, II 形截面計算重心 y_1 及慣性矩 J 之图表	67

序 言

在目前的工业建筑和民用建筑中,磚結構的应用仍很广;且对于节约鋼材、水泥、木材等主要建筑材料来说,磚結構也起了很大的作用。

自1957年以来,我国的建筑设计机构,都已先后采用按极限状态计算方法来代替原来的按破坏阶段计算方法。我院为了使这项新的计算方法先在本院内广泛使用,曾于1957年第二季度編“磚砌体按极限設計計算步驟說明及图表”。在計算步驟說明部分中,主要依据了“磚石及鋼筋磚石結構設計标准及技术规范”(H II TY-120-55)中有关构件計算的条文。計算步驟及說明均編成表格形式,且附有計算实例,故表达得很明确。应用图表亦系依据规范中的有关公式編制而成。經我院一年来的实际使用,觉得尚有推广价值。

磚結構按极限状态的計算,無論在强度与稳定性方面,均較过去按破坏阶段的計算来得合理与經濟。尤其对民用建筑来说,更能节约用料,平均达7.5%左右。下面将本书中的例题1軸心受压磚柱作一个比較:

用100号磚,25号重混合砂浆砌筑的(工作等級B級),截面为 $49\text{ cm} \times 37\text{ cm}$,两端为不动鉸接,高4m的磚柱,其强度与稳定性驗算結果如下:

按破坏阶段驗算时: 柱的允許高度为3.55m 柱的允許軸心荷載为12470 kg

按极限状态驗算时: 柱的允許高度为4.88m 柱的允許标准荷載为13600 kg

两者比較,在稳定性方面,如按破坏阶段驗算时,柱的截面显然不够,必須加寬;而按极限状态驗算时,則完全能符合稳定性要求, $49\text{ cm} \times 37\text{ cm}$ 截面的磚柱,其允許高度可达4.88m。在强度方面,本例的磚柱按极限状态計算,可比按破坏阶段計算增加允許承載能力約9%。由此可見,推广磚結構按极限状态計算,对节约磚等有关材料起着重要的作用。

在編写本书时,对墙柱稳定性方面发现了一些問題。规范(H II TY-120-55)第128条中規定:“柱的高厚比限值 β ,按表36中的数值,乘以表39中的折减系数后采用”。我們觉得当柱的截面最小边尺寸小于30公分时,配合我国在这方面的經驗与过去一些实际工程,我們提出当磚柱截面最小边尺寸小于30公分时,柱的高厚比限值 β 可按规范中表37的数值乘以表38中的折减系数 K 再乘以表39中的折减系数后采用较为合理,同时也可更节约一些。在本书中,图表20就是考虑了这个原則而編制的。

本书中一些經過計算的数值,皆用計算尺算得,因之末位数字可能与用精确的計算工具算得者稍有出入,但在实用上并不妨碍所要求的精确度。在計算例题中,縱向力 N 及弯矩 M 等均系指計算荷載而言。

本书除了供具体設計者簡化計算应用之外,可作为建筑专业的教学参考书和土建技術人員学习规范(H II TY-120-55)及复习参考之用。但因編写整理,甚为仓促,同时对规范的研究亦很不够,疏漏之处在所难免,深望讀者們提供宝贵的意見,以便修正。

上海市民用建筑设计院研究室 1958.8.5

計算步驟說

一、无筋

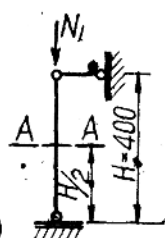
(1) 軸心受压

內 容	說 明
1. 列出已知数值: 砌体截面($b \times h$); 高度(H); 上端支承条件; 砖号; 砂浆号; 砌体工作等级等 求: 轴心受压的承载能力	一般砖砌体用10号及10号以上的砂浆, 其砌体组别为I级; 采用4号砂浆, 其砌体组别为II级
2. 驗算砌体高厚比是否符合规定: $H \leq k[\beta] a$ 由规范 89 页表 36, 查得 β 值; 各种墙再根据规范 90 页表 38, 予以折减, 柱根据规范 91 页表 39, 予以折减, 对自由独立的墙和柱, 再降低 30% 采用	可由表 16、17、18、19 及 20 分别查得墙及柱的极限高度 墙的高厚比限值 β, 符合规范 90 页第 127 条规定时, 可予以提高
3. 計算 $N = m m_k \varphi R F$ 砖砌体 $m_k = 1$ 当构件面积 F 大于 0.3 m^2 时, $m = 1$; 构件面积为 0.3 m^2 及以下时, $m = 0.8$; R 值可由计算图表第 51 页表 1 查得 φ 值計算如下: (i) 根据上端支承条件, 决定 l_0 值(可由表 6 附注查得) (ii) 根据所采用砂浆标号由表 5 查出 α 值 (iii) 計算 $\beta_{np} = \frac{l_0}{a} \sqrt{\frac{1000}{\alpha}}$ (式中 a 为截面的较小边长) (iv) 再根据 β_{np} 值由表 6 查得 φ 值	$N = m m_k \varphi R F = \bar{N} \varphi$ 对于一般常用截面, $\bar{N}$ 值可利用图表計算: (i) 砖柱由表 7 查得; (ii) 砖墙由表 8 查得 在計算不移动的上端支承点的墙及柱时: 对于上下两支承点处的截面, 可不考虑纵向弯曲影响, 当計算砌体中間 $1/3$ 高度范围内各截面时, 按 φ 值采用之, 如計算自支承点至 $1/3$ 高度处范围, 則纵向弯曲系数可采用 1 与 φ 的数值, 用內插法求得。具有弹性或自由上端支承点的墙及柱: 当計算砌体 $0.5H$ 以下部分各截面时, 应按表列 φ 值采用; 計算 $0.5H$ 以上部分各截面时, 采用 1 与表列 φ 值間的数值, 用內插法求得

明 及 例 題

砌 体

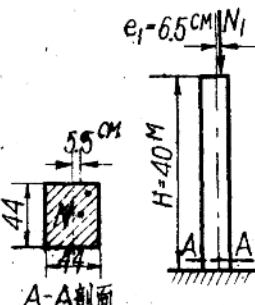
— 矩 形 截 面 —

例 題 1	例 題 2
已知：磚柱截面 $49\text{ cm} \times 37\text{ cm}$，磚號 100，用 25 号重混合砂漿砌成；工作 B 級，上端為不動鉸接；$H=4.0\text{ m}$ 求：柱上端軸心受壓的承載能力 N_1（計算荷載值） 	已知：磚柱截面為 $37\text{ cm} \times 37\text{ cm}$，用 75 号磚，50 号重混合砂漿砌成；工作 B 級，上端為彈性支承點（單檁房屋）；$H=3.0\text{ m}$ 求：柱的軸心受壓承載能力（包括磚柱本身荷重）
由規範 89 頁表 36，根據砌體組別及砂漿標號，查得 $[\beta]=22$ 由規範 91 頁表 39，根據柱的厚度小於 50 cm，查得 $k_c=0.60$ $\therefore k_c[\beta]a = 0.6 \times 22 \times 0.37$ $= 4.88\text{ m} > H = 4.0\text{ m}$ 因之可按承載能力計算磚柱	由表 20，根據 $a=37\text{ cm}$ 及 50 号砂漿查得極限高度值為 $5.55\text{ m} > H=3.0\text{ m}$
(i) $F=49 \times 37=1813 < 3000\text{ cm}^2$ $\therefore m=0.8$ (ii) 上端為不動鉸接，$l_0=H=4\text{ m}$，由計算圖表第 51 頁表 5 查得 $\alpha=750$ $\frac{l_0}{a} = \frac{400}{39} = 10.8$ 由表 6 查得 $\varphi=0.828$ (iii) 由表 1 查得 $R=13$ (iv) $N=mm_c \varphi R F = 0.8 \times 0.828 \times 13 \times 1813 = 15600\text{ kg}$ (v) 在截面 A-A 上，柱本身自重為： $P_g = n_g P_g^H = 1.1 \times 1800 \times 0.1813 \times 2 = 720\text{ kg}$ $\therefore N_1 = 15600 - 720 = 14880\text{ kg}$	(i) 由表 7，根據磚柱截面 $37\text{ cm} \times 37\text{ cm}$，75 号磚，50 号砂漿，查得 $\bar{N}_x = mm_c R F = 14.23\text{ T}$ (ii) 上端為彈性支承（單檁房屋） $l_0 = 1.5H = 4.5\text{ m}$ 由表 5 查得 $\alpha=1000$ $\frac{l_0}{a} = \frac{450}{37} = 12.2$ 由表 6 查得 $\varphi=0.834$ (iii) 計算荷載值 $N = \bar{N}_x \varphi = 14.23 \times 0.834 = 11.85\text{ T}$

(2) 小 偏 心 受

内 容	说 明
1. 列出已知数值: 砌体截面($b \times h$), 偏心距 e_0; 高度(H); 上端支承条件; 砖号; 砂浆号; 砌体工作等级等 求: 小偏心受压的承载能力	小偏心距 $e_0 = \frac{M}{N} \leq 0.45y$ y—截面重心至偏心方面截面边缘的距离 (矩形截面时, $y = \frac{h}{2}$)
2. 验算砌体高厚比是否符合规定 $H \leq k[\beta]a$ 由规范 89 页表 36, 查得 β 值; 各种墙再根据规范 90 页表 38 予以折减, 柱根据规范 91 页表 39, 予以折减, 对自由独立的墙和柱, 再降低 30% 采用	可由表 16、17、18、19 及 20 分别查得墙及柱的极限高度 墙的高厚比限值 β, 符合规范 90 页第 127 条规定时, 可予以提高
3. 计算 $N < \frac{mm_k \varphi R F}{1 + 2 \frac{e_0}{h}}$ (i) 砌砌体 $m_k = 1$ (ii) 当构件面积 F 大于 0.3m^2 时, $m = 1$; 构件面积为 0.3m^2 及以下时, $m = 0.8$ (iii) φ 值的计算: 先根据上端支承条件决定 l_0 值 (可由表 6 附注查得); 再根据所采用砂浆标号, 由表 5 查出 α 值, 计算 $\frac{l_0}{a}$; 根据 $\frac{l_0}{a}$ 值及 α 值由表 6, 查得 φ 值 (iv) R 值可由表 1 查得	$N = \frac{mm_k \varphi R F}{1 + 2 \frac{e_0}{h}} = \bar{N}_k$ $\bar{N}_k$: (i) 砖柱可由表 7 查得 (ii) 砖墙可由表 8 查得 ξ: 根据 $\beta = \frac{l_0}{a} \sqrt{\frac{1000}{\alpha}}$ 及 $\frac{e_0}{y}$ 值, 由表 10 查得

压—矩形截面

例 题 3	例 题 4
已知：砖柱截面 $44\text{ cm} \times 44\text{ cm}$; $N_1 = nN_1^H = 8.5\text{ T}$, $e_1 = 6.5\text{ cm}$, 砖柱用 100 号砖 25 号重混合砂浆砌成, 工作 B 级, $H = 400\text{ cm}$, 上端无铰结, 为自由端  验算：砖柱小偏心受压时的承载能力	已知：砖墙厚 22 cm (无空洞) 墙的偏心距 $e_0 = 4\text{ cm}$; 墙的自由长度, $L = 800\text{ cm}$, 墙高 $H = 280\text{ cm}$; 上端为不动铰接; 采用 100 号砖, 4 号砂浆砌成, 工作 B 级 验算：砖墙(每公尺长)的承重能力
验算砌体高厚比: $k[\beta]a = 0.7 \times 0.6 \times 22 \times 44 = 405 > H = 400\text{ cm}$ 砖柱自重 $P_g = 1.1 \times 1.8 \times 44 \times 44 \times 4 = 1.53\text{ T}$ $M = N_1 e_1 = 8.5 \times 6.5 = 55.2\text{ T-cm}$ 在 A-A 截面上 $N = N_1 + P_g = 8.5 + 1.53 = 10.03\text{ T}$ $e_0 = \frac{M}{N} = \frac{55.2}{10.03} = 5.5\text{ cm}$ $\frac{e_0}{y} = \frac{5.5}{22} = 0.25 < 0.45$	$\frac{L}{H} = \frac{800}{280} = 2.86$ 由表 18; 根据已知条件查得砖墙的极限高度为 $3\text{ m} > H = 2.8\text{ m}$, 因之可按承载能力计算 $\frac{e_0}{y} = \frac{4}{11} = 0.364 < 0.45$
$F = 44 \times 44 = 1936 < 3000\text{ cm}^2$ $\therefore m = 0.8, l_0 = 2H = 8\text{ m}$, 由表 5 查得 $\alpha = 750$; 由表 1 查得 $R = 13\text{ kg/cm}^2$ $\beta_{np} = \frac{l_0}{a} \sqrt{\frac{1000}{\alpha}} = \frac{800}{44} \sqrt{\frac{1000}{750}} = 20.9$ 由表 6 查得 $\varphi = 0.63$ $[N] = \frac{m m_k \varphi R F}{1 + 2 \frac{e_0}{a}} = \frac{0.8 \times 0.63 \times 13 \times 1936}{1 + 2 \frac{5.5}{44}} = \frac{12900}{1.25} = 10150\text{ kg} > N = 10030\text{ kg}$ 注：在本例中, 由于 e_0 较小, 砖柱自重与 N_1 比例较大, 因之验算下端 A-A 截面	(i) 由表 8 查得 $\bar{N}_k = 19.80\text{ T/m}$ (ii) 计算 $\beta = \frac{l_0}{a} \sqrt{\frac{1000}{\alpha}} = \frac{280}{22} \sqrt{\frac{1000}{500}} = 18$ (α 值由表 5 查出) (iii) 由表 10 查得 $\xi = 1.95$ (iv) $\therefore$ 计算荷载值 $N \leq \frac{\bar{N}_k}{\xi} = \frac{19.80}{1.95} = 10.15\text{ T/m}$

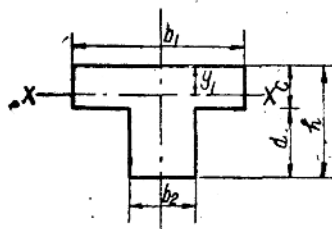
(3) 大 偏 心 受 压

内 容	说 明
1. 列出已知数值: 砌体截面 ($b \times h$); 偏心距 (e_0); 高度 (H); 上端支承条件; 砖号; 砂浆号; 砌体工作等级等 验算: 大偏心受压的承载能力	大偏心受压 $e_0 = \frac{M}{N} > 0.45y$ y —截面重心至偏心方面截面边缘的距离 (矩形截面时 $y = \frac{h}{2}$)
2. 验算砌体高厚比是否符合规定 $H \leq k[\beta] a$	同轴心受压计算, 亦可由表 16、17、18、19 及 20 分别查得墙及柱的极限高度
3. 验算 e_0/y 值是否符合规定 当主要荷载组合时, e_0 不得大于 $0.9y$; 附加及特殊组合时, e_0 不得大于 $0.95y$	如 $e_0 > e_{np}$, 尚需按裂纹展开进行计算, 当主要组合时, $e_{np} = 0.7y$, 当附加组合时, $e_{np} = 0.8y$ (不宜使 $e_0 > e_{np}$ 值)
4. 计算 $N \leq m_{mp} \varphi_a R F \sqrt{\left(1 - \frac{2e_0}{h}\right)^2}$ φ_a 的计算如下: (i) 先根据轴心受压求 φ 的方法求出 φ 值 (ii) 计算 $\beta_c = \frac{h'}{h - 2e_0} \sqrt{\frac{1000}{\alpha}}$; 式中 h' ——构件具有同号弯矩图形部分的高度, 如有变号的弯矩图形时, 为了简化计算可采用 $h' = \frac{1}{2} H$ (iii) 根据 β_c 由表 6 查得 φ_c (iv) $\varphi_a = \frac{\varphi + \varphi_c}{2}$ 其余符号同小偏心受压	利用图表, 简化计算如下: $N \leq m_{mp} \varphi_a R F \sqrt{\left(1 - \frac{2e_0}{h}\right)^2} = \frac{\bar{N}_x}{\xi}$ $\bar{N}_x$: (i) 砖柱可由表 7 查得 (ii) 砖墙可由表 8 查得 ξ : 根据 $\beta = \frac{l_0}{a} \sqrt{\frac{1000}{\alpha}}$ 及 $\frac{e_0}{y}$ 值可由表 10 查得
5. 如 $e_0 > e_{np}$, 验算受拉区裂纹展开 $N \leq \frac{m_{mp} R_{pu} F}{\frac{6e_0}{h} - 1}$ 式中: R_{pu} ——砌体沿通缝挠曲时受拉, 可由表 2 查得 m_{mp} ——按裂纹展开计算时, 砌体的工作条件系数, 可由规范 45 页表 27 查得	利用图表, 简化计算如下: $N \leq \frac{m_{mp} R_{pu} F}{\frac{6e_0}{h} - 1} = \left(\frac{m_{mp} R_{pu}}{\frac{6e_0}{h} - 1} \right) F = \xi_{mp} F$ ξ_{mp} 值可由表 9, 根据 $\frac{e_0}{y}$ 、砂浆标号及 m_{mp} 值查得

压—矩 形 截 面

例 题 5	例 题 6
已知: 磚柱截面 $37\text{ cm} \times 49\text{ cm}$; $e_0=18\text{ cm}$ (在 $b=49\text{ cm}$ 的方向上); $H=450\text{ cm}$, 上端为不动铰接(无变号挠矩备形); 磚柱采用 75 号磚, 50 号砂浆砌成, 工作等級 B 級; 建筑物耐久等級 III 級	已知: 磚柱截面 $49\text{ cm} \times 49\text{ cm}$; 采用 100 号磚, 50 号重混合砂浆砌成; $H=4.5\text{ m}$, 上端无支撑(自由端); 工作等級 B 級, 建筑物耐久等級 II 級; 在頂端截面上有 $N_1=nN_1^H=4.2\text{ T}$, $e_0=19\text{ cm}$
由表 20, 查得磚柱的极限高度为 $k\beta a=5.55 > 4.50\text{ m}$	由表 20, 查得磚柱的极限高度为 $k\beta a=7.35 \times 0.7=5.15\text{ m} > H=4.5\text{ m}$
$e_0/y=18/24.5=0.735 > 0.7$ (e_{np}) < 0.9 因之尚須按裂紋展开計算	在頂端截面稍下处: $e_0/y=19/24.5=0.775 > 0.7$, 因之須按裂紋展开計算 在下端截面上: $N=N_1P_r=4.2+1.1 \times 1.8 \times 0.49^2 \times 4.5$ $=6.34\text{ T}$ $M=4.2 \times 19=79.9\text{ T-cm}$ $e_0=79.9/6.34=12.6\text{ cm}$ $e_0/y=12.6/24.5=0.515 < 0.7$
$l_0=H=450\text{ cm}$, $\beta_{np}=\frac{50}{49}=9.2$ 由表 6 查得 $\varphi=0.896$ $h'=l_0=450$ $\beta_c=\frac{450}{49-2 \times 18}=34.6$ 由表 6 查得 $\varphi_c=0.38$ $\varphi_n=\frac{\varphi+\varphi_c}{2}=\frac{0.896+0.38}{2}=0.638$ $N=mm_k\varphi_nRF\sqrt[3]{\left(1-\frac{2e_0}{h}\right)^2}$ $=0.8 \times 0.638 \times 13 \times 37 \times 49$ $\times \sqrt[3]{\left(1-\frac{2 \times 18}{49}\right)^2}$ $=4950\text{ kg}=4.95\text{ T}$	驗算頂端截面: (i) 由表 7 查得 $\bar{N}_k=28.8\text{ T}$ (ii) $\varphi_n=1$, $\sqrt[3]{\left(1-\frac{2e_0}{h}\right)^2}=\sqrt[3]{(1-0.775)^2}=0.37$ (iii) $N=\frac{\bar{N}_k}{\xi}=28.8 \times 0.37=10.65\text{ T} > 4.5\text{ T}$ 驗算下端截面: (i) $\bar{N}_k=28.8\text{ T}$ (ii) $\frac{l_0}{a} \sqrt[3]{\frac{1000}{a}}=\frac{450 \times 2}{49}=18.4$ (iii) 由表 10 查得 $\xi=3.15$ (iv) $N=\frac{28.8}{3.15}=9.15\text{ T} > 6.34\text{ T}$
驗算裂紋展开: 由规范 45 頁表 37 查得 $m_{mp}=3$ 由表 2 查得 $R_{pu}=1.2$ $\therefore N=\frac{m_{mp}R_{pu}F}{\frac{6e_0}{h}-1}=\frac{3 \times 1.2 \times 37 \times 49}{\frac{6 \times 18}{49}-1}$ $=\frac{6520}{1.2}=5440\text{ kg}=5.44\text{ T} > 4.95\text{ T}$ 采用最小值, $\therefore N=4.95\text{ T}$	仅需驗算頂端稍下截面: 由表 9, 查得 $\xi_{mp}=1.81$ $\therefore N=1.81 \times 49 \times 49=4340\text{ kg}$ $=4.34\text{ T} > 4.2\text{ T}$ 因之砌体承载偏心受压能力是足够的

(4) 小 偏 心 受 压

内 容	说 明
1. 列出已知数值: 砌体截面 (b_1, b_2, c, h); 偏心距 e_0 值及其偏心方向; 砌体高度 (H), 上端支承条件; 砖号; 砂浆号; 砌体工作等级等 验算: 砌体小偏心受压的承载能力	小偏心距 $e_0 = \frac{M}{N} \leq 0.45y$ y——截面重心至偏心方向截面边缘的距离
2. 计算砌体的截面积 F, 重心位置, 惯性矩 J_x, 及回转半径 $r_x = \sqrt{\frac{J}{F}}$ 按 T 形截面的相当厚度, 根据相当厚度 $a' = 3.5r$, 验算砌体高厚比是否符合规定 (同矩形截面小偏心受压)	根据 $\frac{c}{h}$ 及 $\frac{b_2}{b_1}$ (见下图) 可利用图 1 查出 α 及 β 值, 重心离翼缘的距离 $y_1 = ah$ 惯性矩 $J = \beta \frac{b_1 h^3}{12}$  注: 在一般情况下, $r_y > r_x$, 因之 r_y 可不求出
3. 计算 $N < \frac{mm_k \varphi R F}{1 + \frac{e_0}{h - y}}$ φ 值的计算如下: (i) 计算 $\lambda_{np} = \frac{l_0}{r} \sqrt{\frac{1000}{\alpha}}$ (ii) 根据 λ_{np} 值, 由表 6 查得 φ 值 其余符号同矩形截面小偏心受压, 不另作说明	

T 形、截面

例 题 7

$$b_1 = 160 \text{ cm}$$

$$b_2 = 62 \text{ cm}$$

$$h = 62 \text{ cm}$$

$$c = 37 \text{ cm}$$

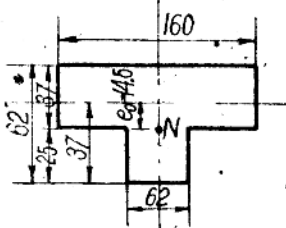
$$N = nN^H$$

$$= 53.8 \text{ T}$$

$$M = nM^H$$

$$= 7.8 \text{ T} \cdot \text{m} \text{ 偏于肋边;}$$

$H = 450 \text{ cm}$ 上端为不动铰接; 砖砌体采用 100 号砖, 25 号重混合砂浆砌成, 工作 B 级



$$F = 160 \times 37 + 25 \times 62 = 5920 + 1550$$

$$= 7470 \text{ cm}^2$$

$$\therefore F > 0.3 \text{ m}^2, \therefore m = 1$$

重心离翼缘边的距离

$$y_1 = \frac{5920 \times 18.5 + 1550 \times 49.5}{7470} = 25 \text{ cm}$$

$$\therefore y = 62 - 25 = 37 \text{ cm}$$

$$J_s = \frac{160 \times 25^3}{3} + \frac{160 \times 12^3}{3} + \frac{62 \times 25^3}{12}$$

$$+ 62 \times 25 \times 24.5^2 = 1.94 \times 10^6 \text{ cm}^4$$

$$r_s = \sqrt{\frac{J_s}{F}} = \sqrt{\frac{1940 \times 10^3}{7.47 \times 10^3}} = 16.1 \text{ cm}$$

$$a' = 3.5r_s = 3.5 \times 16.1 = 56.4 \text{ cm}$$

由表 20, 查得极限高度为 $8 \text{ m} > 4.5 \text{ m}$

$$e_0 = \frac{M}{N} = \frac{780}{53.8} = 14.5 \text{ cm} < 0.45y = 16.6 \text{ cm}$$

$$l_0 = H = 450 \text{ cm}, \lambda_{np} = \frac{450}{16.1} \sqrt{\frac{1000}{750}} = 32.1$$

由表 6 查得 $\varphi = 0.897$

$$\begin{aligned} \therefore [N] &= \frac{mm_k \varphi R F}{1 + \frac{e_0}{h-y}} = \frac{0.897 \times 13 \times 7470}{1 + \frac{14.5}{25}} \\ &= \frac{87100}{1.58} = 55100 \text{ kg} \\ &= 55.1 \text{ T} > 53.8 \text{ T} \end{aligned}$$

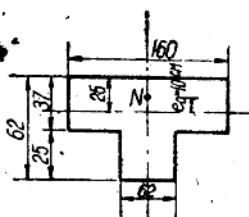
例 题 8

同例题 7 但

$$N = nN^H = 65 \text{ T}$$

$$M = nM^H = 6.5 \text{ T} \cdot \text{m}$$

且偏于翼缘一边



$$F = 7470 \text{ cm}^2$$

y_1 及 J_s 值采用图表计算

$$\frac{c}{h} = \frac{37}{62} = 0.598; \quad \frac{b_2}{b_1} = \frac{62}{160} = 0.388$$

由图 1, 查出

$$\alpha = 0.403, \quad \beta = 0.61$$

$$\therefore y_1 = \alpha h = 0.403 \times 62 = 25 \text{ cm}$$

$$y = 25 \text{ cm}$$

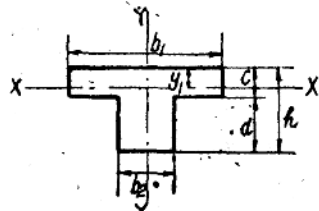
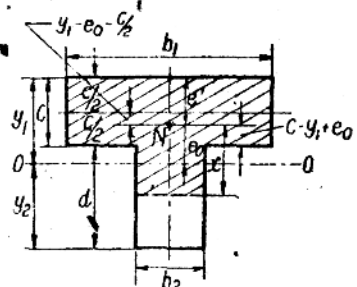
$$\begin{aligned} J_s &= \beta \frac{b_1 h^3}{12} = 0.61 \times \frac{160 \times 62^3}{12} \\ &= 1.94 \times 10^6 \end{aligned}$$

$$e_0 = \frac{M}{N} = \frac{650}{65} = 10 \text{ cm} < 0.45y = 11.2 \text{ cm}$$

因之同样地 $\varphi = 0.897$

$$\begin{aligned} \therefore [N] &= \frac{mm_k \varphi R F}{1 + \frac{e_0}{h-y}} = \frac{0.897 \times 13 \times 7470}{1 + \frac{10}{62-25}} \\ &= \frac{87100}{1.27} = 68600 \text{ kg} \\ &= 68.6 \text{ T} > 65 \text{ T} \end{aligned}$$

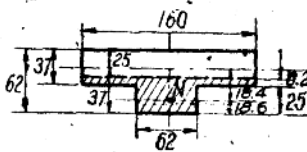
(5) 大 偏 心 受 压

内 容	说 明
1. 列出已知数值, 砌体截面 (b_1, b_2, e, h); 偏心距 e_0 值及其偏心方向; 砌体高度 (H), 上端支承条件; 砖号; 砂浆号; 砌体工作等级等 验算: 砌体大偏心受压的承载能力	大偏心 偏心距 $e_0 = \frac{M}{N} > 0.45y$ (y —截面重心至偏心方面截面边缘的距离)
2. 计算砌体的截面积 F , 重心位置, 惯性矩 J_x 及迴轉半徑 $r_x = \sqrt{\frac{J}{F}}$ 根据 T 形截面相当厚度 $a' = 3.5r$, 验算砌体高厚比是否符合规定 (同矩形截面小偏心受压)	根据 $\frac{c}{h}$ 及 $\frac{b_2}{b_1}$, 可利用图 1, 查出 α 及 β 值, 重心离翼缘的距离 $y_1 = \alpha h$, 惯性矩 $J = \beta \frac{b_1 h^3}{12}$ 
3. 验算 e_0/y 值是否符合规定 当主要荷载组合时, e_0 值不得大于 $0.9y$, 附加及特殊组合时, e_0 不得大于 $0.95y$	应使 $e_0 \leq e_{np}$, 如 $e_0 > e_{np}$ 尚须验算按裂纹展开计算 当主要组合时, $e_{np} = 0.7y$ 当附加组合时, $e_{np} = 0.8y$
4. 计算 F_c 及 φ_a 值 (i) 可近似地按下式计算 F_c $F_c = 2(y - e_0)b'$ 式中: F_c —应力图形为矩形时, 截面受压部分的面积 b' —偏心方面的截面翼缘宽度或腹宽	F_c 及 φ_a 较精确的计算公式列下: (一) 由力的作用点到受压区域边界的距离 x 可按下列公式确定 (i) 当偏心距在翼缘方面时 $x = \sqrt{\frac{b_1 c}{b_2} (2e' - c) + (e' - c)^2}$ 当 $e' \leq c/2$ 时, $x = e'$ 

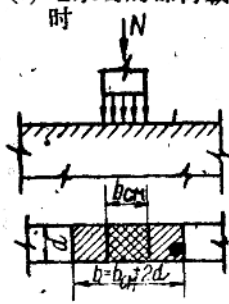
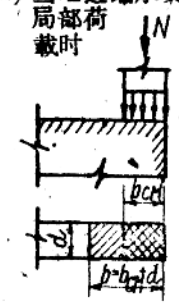
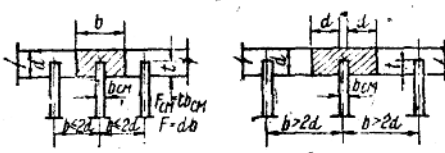
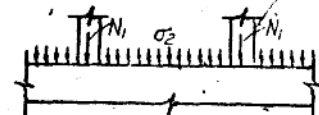
—T 形 截 面

例 題 9	例 題 10
已知: 同例題 7 (I 形截面小偏心受压), 但 $e_0=18.4$ cm (偏于肋部) 驗算: 砌体承载能力	已知: 同例題 7 (T 形截面小偏心受压), 但 $e_0=18$ cm (偏于翼緣方面), 属于 II 級建筑物, 无特殊要求 驗算: 砌体承载能力
由例題 7 中已得出: $F=7470$ cm², $m=1$, $y_1=25$ cm, $y=37$ cm $r_x=16.1$ cm, $h'=l_0=H=450$ cm, $\varphi=0.897$, $R=13$ (100 号磚, 25 号重混合砂浆, 工作 B 級) $b_1=160$ cm, $b_2=62$ cm, $h=62$ cm $c=37$ cm, $J_x=1.94 \times 10^6$ cm⁴	同例題 9, 但 $y=25$ cm
$e_0/y=18.4/37=0.497 > 0.45 < 0.7$ 因之属于大偏心受压, 但不需按裂紋展开計算	$e_0/y=18/25=0.72 > 0.7 < 0.9$ 因之尚需按裂紋展开計算
$F_c=2(y-e_0)b'=2(37-18.4) \times 62$ $=2300$ cm² $\beta_c=\frac{l_0}{2(y-e_0)}\sqrt{\frac{1000}{\alpha}}$ $=\frac{450}{2(37-18.4)}\sqrt{\frac{1000}{750}}=13.9$ 由表 6 查得 $\varphi_c=0.792$ $\varphi_x=\frac{0.897+0.792}{2}=0.844$	采用較精确公式, 計算 F_c 及 φ_x $e'=y-e_0=25-18=7 < \frac{c}{2}=18.5$ $\therefore x=e'=7$ (同近似公式) $F_c=2xb=2 \times 7 \times 160=2240$ cm² $\beta_c=\frac{450}{14}\sqrt{\frac{1000}{750}}=37, \varphi_c=0.35$ $\varphi_x=\frac{0.897+0.35}{2}=0.623$

—T 形 截 面 (續)

例 題 9	例 題 10
采用較精确公式时: $e'' = y - e_0 = 37 - 18.4 = 18.6 \text{ cm} > \frac{d}{2} = 12.5$ $x = \sqrt{\frac{62 \times 25}{160} (2 \times 18.6 - 25) + (18.6 - 25)^2}$ $= \sqrt{118 + 41} = 12.6 \text{ cm}$ $F_c = b_0 d + b_1 (x + e'' - d)$ $= 62 \times 25 + 160 (12.6 + 18.6 - 25)$ $= 1550 + 990 = 2540 \text{ cm}^2$  計算 $r_c: \frac{b_0}{b_1} = \frac{62}{160} = 0.388, \frac{c}{h} = \frac{6.2}{31.2} = 0.199$ 由图 1 查得 $\beta = 0.57$ $J_c = 0.57 \frac{160 \times 31.2^3}{12} = 23 \times 10^4$ $r_c = \sqrt{\frac{J_c}{F_c}} = \sqrt{\frac{23 \times 10^4}{0.254 \times 10^4}} = 9.5$ $\lambda_{np, c} = \frac{h'}{r_c} \sqrt{\frac{1000}{\alpha}} = \frac{450}{9.5} \sqrt{\frac{1000}{750}} = 54.5$ $\varphi_c = 0.753, \varphi_a = \frac{0.897 + 0.753}{2} = 0.825$	
$[N] = m m_a \varphi_a F R \sqrt{\left(\frac{F_c}{F}\right)^2}$ $= 0.844 \times 7470 \times 13 \times \sqrt{\left(\frac{2300}{7470}\right)^2}$ $= 37300 \text{ kg} = 37.3 \text{ T}$ 采用較精确公式計算 F_c 及 φ_a 时 $[N] = 0.825 \times 7470 \times 13 \times \sqrt{\left(\frac{2540}{7470}\right)^2}$ $= 39000 \text{ kg} = 39 \text{ T}$	$[N] = 0.623 \times 7470 \times 13 \times \sqrt{\left(\frac{2240}{7470}\right)^2}$ $= 27100 \text{ kg} = 27.1 \text{ T}$
	由于系 II 級建筑物, 无特殊要求 $\therefore m_{mp} = 2, R_{pu} = 0.8 \text{ kg/cm}^2$ $J_z = 1.94 \times 10^6 \text{ (例題 7 中已求出)}$ $\therefore [N] = \frac{m_{mp} R_{pu} F'}{\frac{F(h-y)e_0}{J} - 1} = \frac{2 \times 0.8 \times 7470}{\frac{7470(62-25) \times 18}{1.94 \times 10^6} - 1}$ $= \frac{11950}{2.56 - 1} = 7650 \text{ kg} = 7.65 \text{ T}$

(6) 局部受压

内 容	说 明
1. 列出已知数值: 砌体承受荷载的面积 (F_{cm}); 砖号; 砂浆号; 砌体工作等级等。	
2. 确定截面的计算面积 (F) (按照规范 53 页 79 条的规定, 确定 F)	(i) 墙承受局部荷载时  (ii) 当墙边端承受局部荷载时  (iii) 当墙承受梁的末端局部荷载时 
3. 根据 F 值决定 m 值 计算 $R_{cm} = R \sqrt{\frac{F}{F_{cm}}} \leq 2R$ $N \leq m m_n \mu R_{cm} F_{cm}$ 式中: μ —局部荷载的压力图形的完整性系数, 当均布荷载时 $\mu=1$, 当荷载自一面成三角形分布时 $\mu=0.5$	F 大于 0.3 m^2 时, $m=1$; 当 $F \leq 0.3 \text{ m}^2$ 时, $m=0.8$ 对尚未硬化的砌体局部受压时 (砂浆强度在 2 kg/cm^2 及以下时) 采用 $R_{cm}=R$
4. 如果在计算面积上, 已受有由于 N_2 所产生的均布压应力 σ_2 则上述 R_{cm} 应予以降低 $r' = \sqrt{\frac{N_1}{N_1 + N_2}}, \quad R'_{cm} = r' R_{cm}$ $N_1 \leq [N] = m m_n \mu R'_{cm} F'_{cm}$ 注: 本项公式系摘录自 С. В. Поляков 所著“砖石及钢筋砖石计算例题集”一书	 $N_2 = \sigma_2 (F - F_{cm})$