

# 温度荷载下砌体结构顶层山墙裂缝计算分析 Computation Analysis for Cracks in the Top of Masonry Structure under Temperature Loads

温 川

WEN Chuan

(广西华蓝设计(集团)有限公司, 广西南宁 530003)

(Guangxi Hualan Design & Consulting Group, Nanning, Guangxi, 530003, China)

**摘要:**应用有限元法对某砌体6层住宅平面进行由温度引起钢筋混凝土屋盖与山墙砌体收缩膨胀不均而产生的水平剪力和砌体的抗剪承载力计算,比较烧结砖砌体和单排孔灌孔混凝土砌块砌体的抗剪承载力,从而发现单排孔灌孔混凝土砌块在抵抗温度应力方面的优点。在砌体结构中优先采取灌孔混凝土砌块砌体可以达到减少裂缝的目的。

**关键词:**裂缝 温度荷载 砌体结构 抗剪承载力

**中图分类号:**TU362.02 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-7378(2009)03-0198-03

**Abstract:** The capacity of resistance to horizontal shear and the bearing capacity of shearing resistance of the top of masonry structure under temperature loads are calculated using the finite element method for a 6-layer house planar chart instance and the bearing capacity of shearing resistance of temperature loads between fired common brick masonry and concrete small hollow block masonry are analyzed comparatively. Based on the computation results, this paper finds some advantages of concrete small hollow block masonry in preventing temperature stresses. Therefore, concrete small hollow block masonry should be pay prior attention for the purpose of reducing the gable cracks.

**Key words:** crack, temperature load, masonry structure, bearing capacity of shearing resistance

目前,砌体结构的裂缝问题成为房屋用户投诉最多的问题。在砌体结构的裂缝中,顶层山墙“八”字形斜裂缝是比较普遍的问题。砌体属于脆性材料,裂缝的存在降低了墙体的质量,如整体性、耐久性和抗震性能,而且对居住者在观感和心理上造成不良影响。在出现裂缝的房屋竣工验收资料和各项材料的检测报告中,砌块和砂浆的强度均达到设计要求。根据以往工程经验分析,裂缝往往是由于温度引起屋面混凝土楼板与山墙砌体收缩膨胀不均匀而造成的。但是这仅是工程经验的定性分析,科学依据不充分。因此,作者应用有限元法对某砌体6层住宅平面图进行由温度引起钢筋混凝土屋盖与山墙砌体收缩膨胀不均而产生的水平剪力和砌体的抗剪承载力计

算,比较烧结砖砌体和单排孔灌孔混凝土砌块砌体的抗剪承载力,从而发现单排孔灌孔混凝土砌块在抵抗温度应力方面的优点。在砌体结构中优先采取灌孔混凝土砌块砌体可以达到减少裂缝的目的。

## 1 温度荷载作用下页岩烧结砖的抗剪承载力计算

某砌体6层住宅,底部2层砌体采用M7.5混合砂浆砌筑190厚MU10页岩烧结砖,其余楼层砌体采用M5混合砂浆砌筑190厚MU10页岩烧结砖,施工质量控制等级为B级,山墙边最大房间尺寸为3.6m×3.9m,平面布置图如图1所示。

M5混合砂浆砌筑MU10页岩烧结砖的抗压强度设计值 $f = 1.50\text{N/mm}^2$ ,抗剪强度设计值 $f_v = 0.11\text{N/mm}^2$ ,100厚的钢筋混凝土屋盖包括屋面做法的恒载标准值为 $6.7\text{kN/mm}^2$ ,阴影部分为Ⓔ~

收稿日期:2009-07-02

作者简介:温 川(1974-),男,工程师,主要从事建筑结构设计工作。

Ⓜ墙段受荷面积。屋面周边女儿墙高 1.5m,重量为  $4.26\text{kN/m}^2 \times 1.5\text{m} = 6.39\text{kN/m}$ 。钢筋混凝土屋盖下Ⓜ~Ⓜ墙段在永久荷载设计值作用下产生的水平截面平均压应力为:  $\sigma_0 = 1.35 \times [6.7 \times 10^3 \times (0.3 + 3.9) / 2 \times 1.8 \div (190 \times 3900) + 6.39 \times 10^3 \div (190 \times 1000)] = 0.092\text{N/mm}^2$  (永久荷载的组合系数  $\gamma_G$  取 1.35)。

根据文献[1]中的 5.5.1 条验算Ⓜ~Ⓜ1m 长墙段抗剪承载力:  $\gamma_G = 1.35, \mu = 0.23 - 0.065\sigma_0/f = 0.23 - 0.065 \times 0.092 \div 1.5 = 0.226, V_0 = (f_v + \alpha\mu\sigma_0)A = (0.11 + 0.64 \times 0.226 \times 0.092) \times 190 \times 1000 \times 10^{-3} = 23.43\text{kN}$ 。

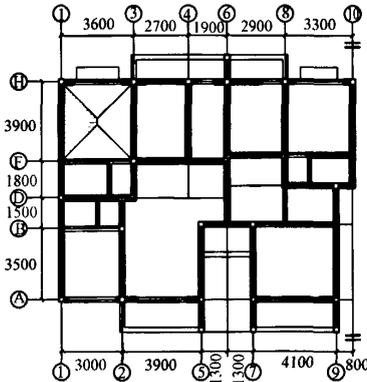


图 1 砌体 6 层住宅平面布置(单位: mm)

假设该砌体住宅砌体施工时的温度为 15℃,当室外温度高于房屋施工期间的温度时,钢筋混凝土屋盖的温度变形受到墙体的约束,在屋盖中引起压应力,同时会在墙体产生拉应力和剪应力。而南方地区在夏季烈日暴晒下屋面温度至少可以达到 40~50℃,因此在采用 PMSAP 软件通过有限元法计算楼板在温度荷载作用下的面内 X 向正应力时取的温度差为 30℃,按全楼同温加载,计算得到的楼板在温差 30℃ 的温度荷载作用下的面内 X 向正应力的等值线如图 2 所示。

屋面板在Ⓜ~Ⓜ墙段 A、B、C、D、E, 5 点的面内 X 向正应力分别为  $214.92\text{kN/m}^2$ 、 $836.86\text{kN/m}^2$ 、 $836.86\text{kN/m}^2$ 、 $214.92\text{kN/m}^2$ 、 $25.34\text{kN/m}^2$ , 取 5 点平均值  $425.78\text{kN/m}^2$  作为屋面板在Ⓜ~Ⓜ墙段平均 X 向正应力。取 1m 板带计算约束压力  $N = 425.78 \times 1 \times 0.1 = 42.58\text{kN}$ 。由文献[2]知混凝土线膨胀系数  $\alpha_c$  为  $1 \times 10^{-5}/\text{C}$ , 由文献[1]知烧结砖砌体线膨胀系数为  $5 \times 10^{-6}/\text{C}$ , 两者受热膨胀不均匀, 相比之下烧结砖砌体膨胀小于钢筋混凝土屋盖膨胀, 钢筋混凝土屋盖的温度变形受到墙体的约束,

因此视屋面板受温度荷载产生的约束压力同时反作用于山墙的砌体,即烧结砖砌体所受的水平剪力  $V$  等于屋面板产生的约束压力  $42.58\text{kN}$ 。在温差 30℃ 的温度荷载作用下页岩烧结砖砌体的抗剪承载力  $V_0 = 23.43\text{kN}$  小于实际受到的水平剪力  $V = 42.58\text{kN}$ , 因此页岩烧结砖砌体因抗剪承载力不足而产生裂缝。

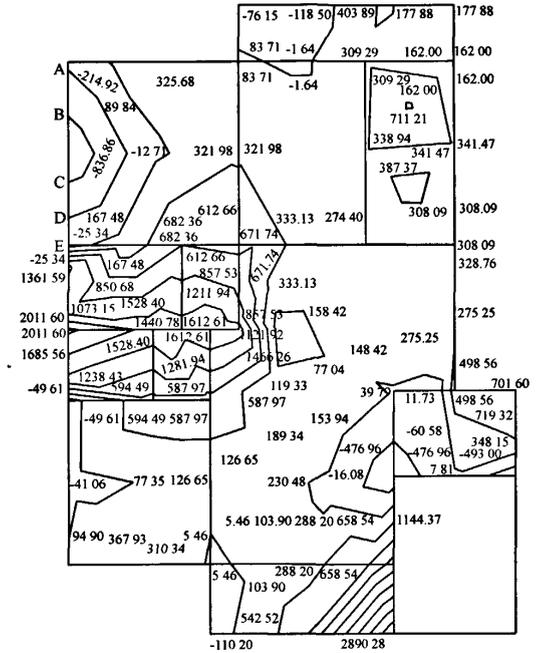


图 2 温差 30℃ 的温度荷载作用下的面内 X 向正应力 (kN/m²) 的等值线

## 2 温度荷载作用下单排孔混凝土砌块的抗剪承载力计算

另外,在同等温度条件和荷载条件作用下,假设山墙砌体为 Mb5 砌块砌筑砂浆砌 190mm 厚 MU10 单排孔混凝土砌块,混凝土砌块孔洞率  $\delta = 35\%$ ,砌体灌孔率  $\rho = 33\%$ ,灌孔混凝土强度等级 Cb20 ( $f_c = 9.6\text{N/mm}^2$ ),施工质量控制等级为 B 级。试通过计算对比混凝土砌块与页岩烧结砖两种材料的抗剪承载力的差别。

单排孔混凝土砌块的抗压强度设计值  $f = 2.22\text{N/mm}^2$ , 根据文献[1]的 3.2.1-3 条,单排孔混凝土砌块对孔砌筑时,灌孔砌体的抗剪强度设计值  $f_{vg}$  按下式计算:  $\alpha = \delta\rho = 0.35 \times 0.33 = 0.1155, f_g = f + 0.6\alpha f_c = 2.22 + 0.6 \times 0.1155 \times 9.6 = 2.89\text{N/mm}^2, f_{vg} = 0.2f_g^{0.55} = 0.2 \times 2.89^{0.55} = 0.359\text{N/mm}^2$ 。

根据文献[1]的5.5.1条验算⑦~⑧1m长墙段抗剪承载力如下： $\gamma_G = 1.35, \mu = 0.23 - 0.065\sigma_0/f = 0.23 - 0.065 \times 0.092 \div 2.22 = 0.227, V_0 = (f_{vg} + \alpha\mu\sigma_0)A_0 = (0.359 + 0.1155 \times 0.227 \times 0.092) \times 190 \times 10^3 \times (1 - 0.35 + 0.1155) \times 10^{-3} = 52.56\text{kN}$ 。在温差30℃的温度荷载作用下单排孔灌孔混凝土砌块砌体的抗剪承载力 $V_0 = 52.56\text{kN}$ 大于实际受到的水平剪力 $V = 42.58\text{kN}$ ，因此单排孔灌孔混凝土砌块砌体在同等条件下不会因为温度荷载而产生斜裂缝。

### 3 结论

通过以上计算对比，在同等温度条件和荷载条件作用下，在砌体结构中，单排孔灌孔混凝土砌块砌体抵抗温度荷载的能力优于烧结砖砌体，而且查文献[1]可知混凝土砌块的线膨胀系数与混凝土屋面面板相同，在收缩膨胀时与混凝土屋面面板基本同步，墙体受到的水平剪力小于其他砌体材料。因此建议为

了减小温度荷载对斜裂缝产生的影响，在砌体结构中应该优先采取灌孔混凝土砌块砌体；如果采用烧结砖砌体，应加强构造柱的设置，提高对砌体的约束，从而提高烧结砖砌体的抗剪强度设计值，或者减小屋面面板与墙体接触面的摩擦，从而减小水平剪力的传递，最终达到减少裂缝的目的。

#### 参考文献：

- [1] GB50003-2001. 砌体结构设计规范[S].
- [2] GB50010-2002. 混凝土结构设计规范[S].
- [3] 王铁梦. 工程结构裂缝控制[M]. 北京：中国建筑工业出版社，1998.
- [4] 王增忠，郭明昌. 砖混结构墙体裂缝的成因与防治[M]//中国工程建设标准化协会砌体结构委员会. 现代砌体结构. 北京：中国建筑工业出版社，2000：386-389.

(责任编辑：邓大玉)

(上接第197页)

#### 参考文献：

- [1] 申爱琴，张登良. 水泥与水泥混凝土[M]. 北京：人民交通出版社，2000：49-61.
- [2] 蓝俊康. C-S-H结构的演变及其对Pb(Ⅱ)的俘获[J]. 桂林工学院学报：资源与环境专辑，2008，28(增刊2)：69-71.
- [3] 蓝俊康，胡钦君，王焰新. 水化硅酸钙对Cr(VI)的吸附作用[J]. 桂林工学院学报，2006，26(2)：263-267.
- [4] 钟白茜，杨南如，岡田能彦. 用 $^{29}\text{Si-NMR}$ 和TMS-GC

研究由水热合成CSH脱水形成 $\beta\text{-C}_2\text{S}$ 的过程[J]. 硅酸盐学报，1994，22(6)：566-572.

- [5] Cong X, Kirkpatrick R J.  $^{29}\text{Si}$  MAS NMR study of the structure of calcium silicate hydrate[J]. Adv Cem Based Mater, 1996(3):144-156.
- [6] 周芝芹，李峰. 快速测定水化硅酸钙结晶度的XRD方法[J]. 光谱实验室，2001，18(5)：627-628.

(责任编辑：韦廷宗 邓大玉)