

文章编号: 1005-0523(2000) 02-0064-05

减缓砖混房屋温度裂缝的理论探讨

苏天成¹, 何 军²

(1. 呼铁局工程建设监理站, 内蒙 乌海 016000; 2. 呼铁局包头第二房建段, 内蒙 包头 014000)

摘要: 通过一些资料分析了砖混结构房屋温度裂缝是墙体裂缝的主要原因, 同时按材料力学角度从理论上分析了砖砌体与钢筋混凝土构件所组成的墙体在有温差存在时的受力特点, 提出了减轻温度裂缝的方法¹⁹。

关 键 词: 砖混结构; 温度裂缝; 控制方法

中图分类号: TU 713⁺. 3 **文献标识码:** A

0 引 言

随着我国综合国力的提高, 新的建筑物层出不穷, 缓解了人们对房屋的迫切需求, 同时, 一些危及房屋使用安全的问题也引起人们的重视, 同地震、房屋偏斜等破坏一样, 裂缝已经成为影响房屋使用、美观和耐久性的一大因素¹⁹。

砖砌体发生裂缝的情况很普遍, 其成因也较复杂, 而且人们对某些问题的看法, 至今尚未统一, 从大量的统计资料表明, 产生裂缝的主要根源是温度引起收缩, 以及地基的不均匀沉降, 河北省某市曾对 73 栋新建砖混结构进行了裂缝调查, 其中砖墙发生裂缝的有 68 栋, 占 93.2%¹⁹按裂缝的成因分, 由温度与收缩造成的有 59 栋, 占 86.6%; 由地基不均匀沉降造成的有 6 栋, 占 8.8%; 由上述 2 种原因共同造成的有 3 栋, 占 4.4%¹⁹。这说明温度裂缝是墙体裂缝的主要形式, 研究由温度引起房屋开裂这一课题, 对于消除裂缝, 提高房屋的耐久性有着深远的意义¹⁹。

由于温差变化导致墙体开裂这一现象, 在我国现有的各种出版物中, 将其成因解释为“由于自然界温度变化, 房屋各构件产生的拉应力超过材料的抗拉强度时, 就会开裂”。也就是说, 把裂缝的产生归结为由温差产生的附加应力超过了材料的抗拉强度极限所致¹⁹。

对于砖混结构房屋, 墙体除承受设计内力外, 还受自然界温度变化的影响, 我们设计砖混结构房屋时, 根据抗震规范的要求, 通常在每楼层的板底标高处设置一道钢筋混凝土圈梁, 以增加结构的线膨胀系数不同(砖砌体线膨胀系数 $5 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$, 钢筋混的线膨胀系数 $10^{-5} / ^\circ\text{C}$), 由于室内部分, 地下部分与外露于自然界部分的温差不同, 就会造成不同材料之间互不相同的变形趋势, 由于我们人为地把砖混结构房屋设计成一个整体结构, 这种整体结构约束了不同材料间的变形。因此, 在有温差存在时, 钢筋混构件和砖砌体中, 就存在着附加应力¹⁹。

1 理论分析

为了能够从理论上分析砖砌体与钢筋混构件所组成的墙体有温差存在时的受力特点,我们先从材料力学的角度了解砖砌体和钢筋混构件的性能¹⁹.

由材料的线膨胀特性可知,钢筋构件在温度变化时,其长度的变化规律为

$$\Delta L_1 = \alpha \Delta T L \quad (1)$$

其中: α 为钢筋混线膨胀系数; ΔT 指混凝土凝固时的温度(现浇结构)或构件安装时的温度(预制装配式结构)与当地最高或最低气温之间的差值; L 为钢筋混构件变形方向总长; ΔL_1 —— ΔT 变化引起钢筋混构件的变形¹⁹.

国内的许多研究证明,砖砌体和钢筋混构件是一种弹塑性材料,在变形较小的情况下,可以看做是一种弹性体构件,因此

$$\Delta L_2 = NL/EA; \quad N = \Delta L_2 EA/L \quad (2)$$

其中: E 为钢筋混的弹性模量; N 为当构件发生 ΔL_2 变形时所应施加的力; A 为钢筋混构件截面积¹⁹.

假设房屋的变形是由于温差所致,由于砖砌体与钢筋混构件之间粘结力的约束作用,在房屋没有变形前, $\Delta L_1 = \Delta L_2$ ¹⁹也就是说,温差 ΔT 所引起的构件的变形与构件在 $\Delta T = 0$ 的情况下附加一个变形方向相同的力 N 所发生的变形效果一样,从而得

$$N = \alpha \Delta T EA \quad (3)$$

由式(3)可知,在前提假设成立的情况下,由温度变形产生的附加力 N 与外界的温差、钢筋混截面面积有关,与房屋变形方向钢筋混构件的长度无关¹⁹.可以说只要有温度差存在,尽管房屋本身的总长度很短,这个力 N 也始终存在作用于钢筋混圈梁与墙体之间¹⁹.

既然砖混房屋都存在由温差造成的内力 N ,且无关,为什么有的房屋(特别是较长的房屋)就产生了裂缝,有的房屋没有产生裂缝?为了说明这一问题,我们引入材料力学中的另一概念——弹性体的应变能来解释这一问题¹⁹.

如图1所示为一砖混房屋顶层有温度差情况下的变形为 ΔL ,假设底层温差变化值为0,因为房屋的开裂首先在顶层出现,故忽视了层间变形的影响和砖砌体本身对温差变化的影响¹⁹.

为增强房屋的抗震性能,挑檐、圈梁与砖砌体是紧密粘结的,二者之间的粘体结力的作用,使钢筋混顶层圈受剪、受拉,使砖砌体构件受剪、受压¹⁹.如图1所示,钢筋混构件加给砖砌体的推力 N_2 与砖砌体给钢筋混凝土圈梁的约束力 N_1 是一对大小相等、方向相反的力¹⁹.即 $N_1 = N_2$,2个力同时存在,同时消失¹⁹.

由公式(1)、公式(3)可知,钢筋混构件在 ΔT 温差条件下所受附加内力 $N = \alpha \Delta T EA$,在内力作用方向产生的变形为 $\Delta L = \alpha \Delta T L$ (13)

根据材料力学知识,当钢筋混圈梁(弹性体)的内力与变形不超过材料的比例极限时, N 与 ΔL 成线性关系,即为钢筋混杆件在内力 N 作用下沿构件变形 ΔL 方向所做的功

$$W = \frac{N \Delta L}{2} = \frac{\alpha \Delta T^2 E A L}{2} \quad (4)$$

由公式(4)可知:1) 任何一个砖混结构的房屋,只要有温差存在($\Delta T \neq 0$),在砖砌体中就会产生应变能;2) 砖混结构房屋砖砌体的应变能在室外自然温差 ΔT 恒定的情况下,随房屋总长的增大而增大¹⁹.

当一个砖混结构房屋总长 L 很短时,房屋在温差 ΔT 恒定的情况下,随房屋总长的增大而增大;当一个砖混结构房屋总长 L 很短时,房屋由温差 ΔT 所产生的变形很小,砖砌体内部所积蓄的应变能 U 很小,使砖砌体处于弹性工作状态¹⁹当 $\Delta T \rightarrow 0$ 时,砖砌体将积蓄的能量释放,并恢复到变形前的状态,此时的房屋不会有什么损坏¹⁹.但如果房屋的总长过长,在相同温差 ΔT 影响下,房屋砖砌体所积蓄的应变能将比总长短的房屋积蓄的应变能要大,当房屋总长 L 足够大,在 ΔT 变化时,外墙砖砌体所积蓄的应变能超出了它本身的承受能力,砖砌体的弹性消失,变形后不能恢复到原来的状态,由温差产生的附加力 N 在砖砌体内部产生的主拉应力 δ 超过了砖砌体的抗拉强度¹⁹.在这种情况下,砖砌体内部的应变能通过门窗洞口等应力集中处或在房屋变形较大的两端以开裂的形式释放出来,房屋的变形量 ΔL 总是中间为 0,随着房屋长度的增加逐渐向两边增大¹⁹因此,一个建筑中,两边是积蓄应变最多的地方,也是最易破坏的地方¹⁹.房屋越长,就越容易在两边发生温度裂缝¹⁹.

由上面所述的房屋构件的变形,附加内力,砖砌体中的应变能三者的关系,我们认为:

1) 引起砖砌房屋开裂的主要原因并不是由于温差变化产生的温差应力超出砖砌体的抗剪强度,很大的温度应力,没有把总长小的房屋拉裂,主要因为总长较小的房屋,不生的温差变形小,砖砌体内积蓄的应变能小,砖砌体在弹性范围内工作¹⁹砌体中温差引起的主拉应力 δ 在砖砌体的抗剪强度范围内工作的原因¹⁹²⁾ 任何一个房屋,有温差变化,砖砌体中就会存在应变能,温差应力和变形、并不是总长小的房屋,在规范允许的范围内,就不存在这种影响¹⁹.

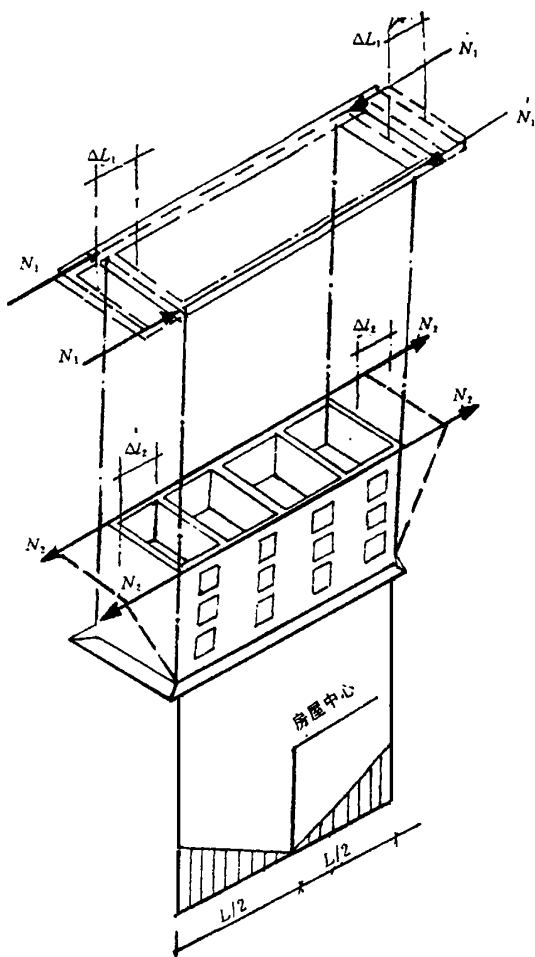


图 1

2 温度裂缝控制的方法措施

中国知网 <https://www.cnki.net>

我们通过研究温度应力、变形、应变能的关系,可以从理论方面提出几种减轻砖混结构房

屋墙体温度裂缝的办法¹⁹。

1) 减少砖混房屋的总长

我们经常会遇到这样的问题,一个采用木结构或砖结构楼盖(屋盖)的房屋虽然不存在钢筋混构件和砖砌体之间因线膨胀系数不同而产生的温度应力,变形和应变能¹⁹但当它长度超过一定的数值,也会产生裂缝,因为当气温 ΔT 变化时,砖砌体的外墙产生变形,而基础部分因线膨胀系数不同,也受到土壤的保护¹⁹。因而温差变化没有暴露在大气中的墙体显著,可以看成是基本无变形¹⁹。因此,基础在整个房屋的变形过程中始终对客观存在起着约束¹⁹。

这样,在砖砌体的外墙中就产生了温度应力和应变能¹⁹。当房屋过长时,由于墙体内部积蓄的温差应变能超过了砖墙在弹性范围内所能承受应变能的能力,就会以墙体开裂的形式将应变能释放出来¹⁹。为防止砖混房屋过长而引起的温差裂缝,根据大量的调查研究和实践经验,我国对规范砖砌体房屋采用设温度伸缩缝的方法来减少裂缝的发生¹⁹。

2) 在房屋的顶层采用预制挑檐,顶层钢筋混圈梁截面尽量缩小或采用钢筋砖圈梁¹⁹。

钢筋混顶层圈梁,对于增强房屋的整体刚度,承受地基的不均匀沉降作用很大,从这一角度来看,圈梁的截面应该就是越大越好的,但从温度应力方面,由公式(1)、(2)可知,外界在有温差存在时,由温差引起的外墙砖砌体的附加应力和应变能与顶层现浇钢筋混圈梁和挑檐的截面积成正比¹⁹。通常层面的保温层做到挑檐的根部¹⁹。

当日光照射到钢筋混挑檐上时,挑檐吸收的热量 Q 将逐渐传至顶层圈梁内,引起顶层圈梁温度变化¹⁹。所以,顶层圈梁虽没有暴露在大气中,仍可使墙体中产生温差应力,只能起适得其反的效果¹⁹。我们提倡在满足抗震规范的前提下、减少顶层圈梁的截面面积,或在顶层设置钢筋砖圈梁,提倡采用钢筋混凝土予制挑檐减少房屋较大时温差对房屋的影响¹⁹。

3) 在房屋的外墙有门窗洞口等应力集中处、在檐口下和房屋四角的一定范围内的墙体中设拉结筋,增加砖砌体的抗拉、抗剪强度¹⁹。

无论何种形式的破坏,都要从构件的最薄弱环节开始,外墙开有门窗洞口时其边缘就成为整个墙体的薄弱环节,增加这些薄弱环节的抵抗能力,实质使墙体的整体抵抗能力增强,实践证明:增加门窗洞口的配筋,不仅有利于控制温差裂缝,而且对其它因素引起的墙体开裂(如地基的不均匀沉降)都是很有益的¹⁹。

4) 从设计角度减少温差影响

房屋的裂缝,其根源是温差变化,如果没有温差变化,我们现浇楼盖的范围越大,顶层圈梁的截面越大,对于增加房屋的整体性有百利而无一害¹⁹。寒暑交替,春去冬来是自然界的规律,不以人的意志为转移,人们通常在设计中采用了一些保温措施,尽量阻止热量传入线膨胀系数较大的钢筋混凝土构件中,如屋盖设蛭石保温层、设置钢筋混凝土圈梁时,圈梁尽量不暴露在大气中,或在圈梁四周抹保温砂浆隔热,都是非常有效的措施¹⁹。

5) 合理组织施工进度

我们前面讲过“引起温度应力的温差指的是钢筋混凝土凝固时的温度(对现浇结构)、构件安装时的温度(对予制装配式结构)与最高或最低气温三者之间的差值”¹⁹。对于现浇整体或装配式钢筋混屋盖,当气温低于其形成时的温度时,钢筋混屋盖就发生收缩,进而产生附加应力,导致房屋的开裂¹⁹。所以,如果在春秋季节施工,温差将小得多,如果在酷暑施工,现浇混凝土构件表面温度通常在 40°C 以上,温差很大,对严寒地区,会更加剧裂缝的产生¹⁹。

我们从温差应力,应变能的角度阐述了砖混结构房屋产生裂缝的原因及预防裂缝采用的方法,目的在于使更多的人从理论上了解裂缝的成因,这对裂缝的防治,提高工程质量有着十分重要的意义¹⁹.

由于裂缝的产生其成因很多,涉及的技术领域非常广泛,而且本文公式的推导提出了种种假设条件¹⁹因此,我们对裂缝的研究只是理论上的研究,对于其防治也只是在构造上设置,要想从根本上弄清裂缝产生、发展,还需做很多的工作,由于作者的实际经验和理论水平有限,文中不足之处,敬请读者批评指正¹⁹.

[参 考 文 献]

- [1] 孙训方,方孝淑,关来泰¹⁹.材料力学[M]¹⁹.北京:高等教育出版社,1987¹⁹.
- [2] GBJ10-89,混凝土结构设计规范[S]¹⁹.北京:中国建筑工业出版社,1993¹⁹.
- [3] 季直苍¹⁹.砖柱包加固的构造要求和计算[M]¹⁹.建筑科学,1991¹⁹.
- [4] GBJ11-89,建筑抗震设计规范[S]¹⁹.北京:中国建筑工业出版社,1993¹⁹.

A Theretical Exploration of Alleviating Temperature Cracks in Brick-Concrete

SU Tian-chen¹, HE Jun²

(¹. Huhhot Railway Bureau Engineering Construction Supervise Station, Wuhai 016000, China; ². Huhhot Railway Bureau Baotou No.2 House Build Section, Baotou 014000, China)

Abstract: Based on an analysis of some data, the author indicates that wall cracks result mainly from temperature cracks in the brick concrete building. Meanwhile, in the light of mechanics of materials, the author theretically analyzes the strength-sustaining characteristics of the brick and steel reinforced concrete wall at the different temperature and thus come up with a method to reduce temperature cracks.

Key words: brick-concrete stucture; temperature cracks; contrlling method