文章编号:1005－0523(2003)04－0008－03

高层建筑楼板施工中的开裂分析

秦 鸣

(华东交通大学 土木建筑学院,江西 南昌 330013)

摘要:通过建立简化分析模型,对高层建筑混凝土楼板开裂缝产生原因进行了分析,并结合一实际工程的计算分析了各种因素的影响程度,在此基础上指出了该结构混凝土楼面板开裂的主要原因.提出了预防混凝土楼面开裂的一些建议.

关 键 词:裂缝;收缩;温度变化

中图分类号:TU375 **文献标识码**:A

0 引 言

我国现行规范明确规定当建筑长度达到或超过一定值时,为避免建筑物因温度变化等原因混凝土收缩造成结构开裂,必须设置温度伸缩缝.而在实际工程中有不少建筑物长度接近但未达到规范的设缝长度值,这种情况在设计中一般都不太注意,往往不设缝.然而由于种种原因在施工或使用中出现了不少混凝土开裂的工程结构,一些文献对这类问题应在施工中引起重视,但量化分析较为缺乏.

实际工程中,由于高层建筑施工周期较长,施工过程中在外部围护结构未做,一旦气温发生骤变,底层楼面下面的地下室温度变化较小,楼板上方温度随气温变化而变化.这种温差可能在楼板上引起较大的应力.当楼板上混凝土的硬化收缩和温度收缩的组合应力超过混凝土的抗拉强度,就会使底层楼板开裂.

本文通过建立一种简化的力学模型,对结构中混凝土楼面的硬化收缩和温度变化收缩进行简化计算,并结合实际工程给出算例,通过量化分析,提出造成裂缝的主要原因,进而提出相应的防范措施.

收稿日期:2003－01－17

作者简介:秦 鸣(1956－),女,浙江温州人,副教授.

中国知网 http://www.cnki.net

1 混凝土的收缩应力及应力松弛

1) 自由收缩

混凝土在硬化过程中体积发生收缩,文献[1]对素混凝土的收缩应变推荐如下指数表达式,

$$\varepsilon_y(t)=\varepsilon_y^0\cdot M_1\cdot M_2\cdots M_n(1-e^{-tb}) \qquad (1)$$

式中:b－经验系数(一般取 0.01～0.03);ε_y^0－标准状态下的极限收缩,一般取 $\varepsilon_y^0=3.24\times10^{-4}$;$M_1\cdot M_2\cdots M_n$－考虑各种非标准条件的修正系数.

2) 钢筋混凝土结构的收缩应力

钢筋混凝土结构当混凝土硬化收缩体积变化,混凝土内的钢筋组织混凝土自由收缩,钢筋上产生压应力的同时在混凝土上产生拉应力.由截面内力平衡关系(图 1),可得到结构上混凝土的拉应力

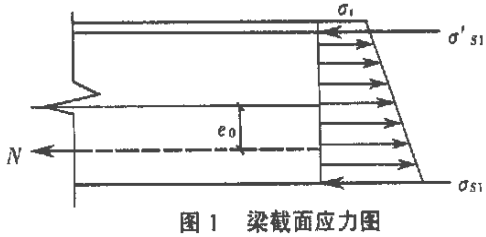

图 1 梁截面应力图

当钢筋上下均匀分布

$$\sigma_c = \frac{N}{A} \tag{2}$$

当钢筋上下非均匀分布

$$\sigma_c = \frac{N}{A} \mp \frac{Ne_0 y}{I} \tag{3}$$

式中:N 为钢筋阻止混凝土自由收缩的内力,

$N = \varepsilon_{sh} E_s (A_s + A_s)$;

ε_{sh} 为混凝土自由收缩时的收缩应变.

3) 应力松弛

混凝土硬化收缩后混凝土上产生内应力,混凝土材料在持续应力作用下将产生徐变,而徐变又将使内力随时间的延长而逐渐减少,既产生"应力松弛".这种"应力松弛"使结构上混凝土的收缩应力较弹性计算值小,其关系可表示为

$$\sigma_c^*(t) = H(t) \cdot \sigma_c \tag{4}$$

式中:$\sigma_c^*(t)$—考虑"应力松弛"后,t 时间混凝土上的收缩应力;$H(t)$—"应力松弛"系数;σ_c—按式(2)、(3)计算的混凝土弹性收缩应力.

2　气温骤降的混凝土温度应力

高层建筑施工周期长,在施工过程中当强冷空气侵袭作用时,使混凝土结构外表面迅速降温,结构物中形成不同的温度分布状态,产生温差应力.对高层建筑中不同的楼层,因结构物表面温度不同,其上的温度变形应力也不同.

1) 底层楼板混凝土应力

施工阶段,板面完全暴露在外,而板底是地下室.当气温骤变时,板面温度随气温下降而迅速下降,而板底在地下并被封闭温度变化缓慢.为便与分析,可假定气温骤变过程中板底温度不变.因框架肋梁的约束,楼面板的计算简图(图 2)为

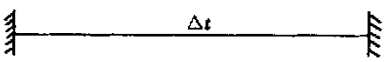

图 2　梁截面应力图

由上图可得到当气温骤变时的楼板上的内力

板轴线处的轴力:

$$N' = \frac{\Delta t}{2} \alpha \cdot E \cdot A \tag{5}$$

板截面上的弯矩:

$$M = \frac{\Delta t}{h} E \cdot I \cdot \alpha \tag{6}$$

则底层楼板因气温变化混凝土上的应力为:

$$\sigma_c = \frac{N'}{A} \pm \frac{M}{I} y \tag{7}$$

中国知网　https://www.cnki.net

2) 其余楼层楼板混凝土应力

施工过程中建筑结构其余各层板面和板底均暴露在外,当气温骤降时上下产生相同的收缩温度,板产生轴向收缩,仅有轴向收缩力.

$$N = \left(\frac{\Delta t + \Delta t}{2}\right) \cdot \alpha \cdot E \cdot A = \Delta t \cdot \alpha \cdot E \cdot A \tag{8}$$

应力为　　$\sigma_c = \Delta t \cdot \alpha \cdot E$　　(9)

从分析中可见,底层楼面板混凝土的气温骤降应力分布是不均匀的,其最大应力大于其余各层的应力.楼面板混凝土的总应力为混凝土硬化收缩应力与气温骤变应力之和.当总应力值超过混凝土的抗拉强度,混凝土楼板就可能开裂.

3　工程算例

南昌市某高层建筑纵向长度 57.6 米,上部 18 层,±0.00 以下地下室一层.主体结构 6 月封顶.7 月份因某些原因底层楼面曾被水浸泡未渗水,表明楼面混凝土结构完好,没有开裂.10 月份冷空气侵入,气温下降 8—10 度,底层楼面板在建筑的中间对称部位开裂,裂缝贯通楼板,贯穿楼面,裂缝最宽处近 10 mm.上部楼层也出现较细的裂缝.

由上述分析和所给计算公式可计算楼面板的应力.根据工程实际情况可认为混凝土硬化收缩时间 t 无穷大,为便于计算假定楼板上下收缩应力相同.则:

1) 混凝土硬化收缩应力

由文献[1]取应力松弛系数 $H(t) = 0.283$,则松弛后应力 $\sigma_y^* = 1.26$ MPa.

2) 楼面板混凝土温降应力

底层:板面 $\sigma_t = 3.21$ MPa;板底 $\sigma_h = 1.34$ MPa

其它层:$\sigma_t = 2.1$ MPa

楼板混凝土的总应力:

底层:板面 $\sigma_t = .47$ Pa;板底 $\sigma_b = 2.61$ MPa

其它层:$\sigma_t = 3.37$ MPa

4　分　析

从所算的数值看,混凝土收缩应力未达到混凝土的抗拉强度,而温度变化影响使混凝土上的收缩应力增大,超过混凝土的抗拉强度最终使建筑物楼面混凝土开裂.

虽然底层楼面板的裂缝很宽,从上述分析可知这种裂缝主要是由于混凝土的硬化收缩和温度变

化收缩引起,对结构的承载力并没有太大的影响,因而结构只需进行补缝处理.

5 建 议

1) 混凝土结构是否开裂,除去施工等因素外还与与建筑物长度、约束情况、暴露在外的面积等多种因素有关.若建筑长度不大(未超过设缝长度),但构件较长或暴露面积很大时,设计中应引起足够的重视,对这类构件应考虑采取相应的构造措施.

2) 有关文献[2]指出混凝土的温度收缩应力不仅与降温速度有关还与风速有关.高层建筑施工周期较长,为避免施工期间因温度骤变对结构构件混凝土收缩的影响,当气温骤变时可通过建筑物外部维护部分的安装或设置临时外部维护以减小温度影响和风的直吹,从而避免混凝土的开裂.

参考文献:

[1] 过镇海.钢筋混凝土原理[M].北京:清华大学出版社,1999.

[2] 王铁梦.工程结构裂缝控制[M].北京:中国建筑工业出版社,1997.

Ananysis of Cracks Caused by Contraction for High-rise Buildings

QIN Ming

(School of Civil Engineering and Architecture, East China Jiaotong University 330013, China)

Abstract: This paper gives a simplified model to analyze the course of crack in the first floor of high-rise buildings. Then combining with an actual construction, it provides an analysis of influence on every major factor. The main reason is found and some recommendations of how to avoid this sort of crack were offered.

Key words: crack; contraction; change of temperature

中国知网 https://www.cnki.net