

文章编号:1005-0523(2001)03-0037-02

高层建筑底层混凝土楼板收缩开裂分析

徐海燕, 薛海宏

(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产生原因进行了分析,并结合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: TU723.3

文献标识码: A

0 引言

高层建筑当建筑长度达到或超过《高层建筑规范》规定时,为避免混凝土收缩造成结构开裂,需设置收缩缝。而当建筑物长度接近规范的设缝长度,一般设计都不太注意,此时由于种种原因可能造成混凝土楼面开裂,这种情况在某些文献中只是提出要注意加以注意,但具体的分析及防范意见却较少,更缺乏量化分析。

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,楼板上方的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,加以量化分析,提出造成裂缝的主要原因,进而提出相应的防范措施。

1 计算模型

底层楼面板的收缩应力主要由:(1) 楼板浇捣混凝土硬化时产生的收缩应力;(2) 气温骤变引起的收缩应力。对于底层楼面纵向梁来说,除上述因素外,

还有上部楼层的温度变形引起的应力。根据分析,板和梁的收缩应变和温度变化应变分别按如下模型计算:



图1 板的计算模型

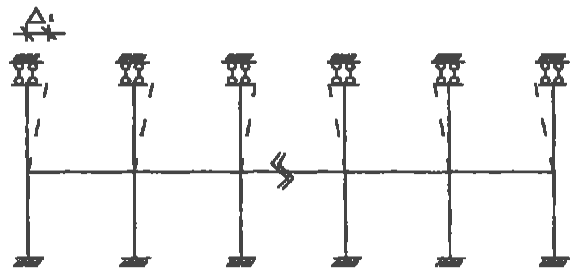


图2 梁的计算模型

1.1 板的计算模型

分析中假定:结构纵向中点不动;当楼面板收缩时,肋梁对板有一定的横向约束,将这种约束简化为图1中所示的弹性支座。

楼面板有收缩应变主要考虑两个方面

1) 温度应变 按照文献^[2],这种应变可按式计算

$$\epsilon = -\alpha \Delta T \left(1 - \frac{1}{\text{ch} \frac{2Cx}{HE}} \right) \frac{2}{L} \quad (1)$$

式中: Cx - 混凝土板约束边剪应力与水平变

收稿日期:2001-05-13

作者简介:徐海燕(1955-),男,吉林怀德人,华东交通大学副教授(13)

成线性的比例系数,及水平阻力系数,这里取 $1.5\text{N}/\text{mm}^3$;

\bar{H} — 混凝土板换算宽度,这里取板宽;

L — 结构总长^[13]

2) 硬化收缩应变 混凝土硬化过程中的收缩应变,即假定楼面混凝土均匀自由收缩其应变为 $\epsilon_s(t, t_s)$,对于钢筋混凝土楼板¹⁹按照文献^[1]模式规范,其值可按式计算

$$\epsilon_s(t, t_s) = \epsilon_{os} \beta_s(t - t_s)$$

其中 $\epsilon_{os} = \beta_{RH} [160 + \beta_{cC} (90 - f_c)] \times 10^{-6}$

$$\beta_{cC} = 5$$

$$\beta_{RH} = -1.55[1 - (RH/100)^3]$$

$$\beta_s(t - t_s) =$$

$$\frac{(t - t_s) / [0.035(2Ac/u)^2 + (t - t_s)]}{t \text{ 和 } t_s \text{ 为混凝土的龄期和开始发生收缩时的龄期(天); } f_c \text{ 为混凝土的抗压强度, } \text{N}/\text{mm}^2; Ac \text{ 为构件的横截面面积, } \text{mm}^2; u \text{ 为大气接触的截面周界长度(mm) } [13]}$$

因为硬化收缩对板的影响与温度变化时类似,所以借用公式(1),稍作修改得约束应变公式

$$\epsilon = -\epsilon_s(t, t_s) \left(1 - \frac{1}{\text{ch} \frac{2Cx}{HE} \frac{1}{L}}\right) \quad (3)$$

1.2 梁的计算模型

1) 温度应变 当气温发生骤变时,假定二层以上楼层结构混凝土随温度变化均匀收缩,使底层楼面的柱顶产生水平位移,而底层结构因地下室及基础对结构的约束,不能自由收缩¹⁹上部楼层结构由于温度收缩产生的变形使底层柱顶产生水平位移,进而使该层梁产生弯矩,计算模型如图(2)¹⁹。根据此模型可计算框架梁中的温度变化产生的应变¹⁹。

2) 硬化收缩应变 首先按照公式(2)算出自由收缩应变,然后将此应变引起的位移加在底层柱顶,进而可算出由此产生的约束应变¹⁹。

2 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¹⁹主体结构 6 月封顶¹⁹七月份因某些原因层面楼曾被水浸泡未渗水,表明楼面混凝土结构完好,没有开裂¹⁹。十月份冷空气侵入,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¹⁹。

按上述所给计算分工及计算方法可得到楼面纵梁和楼面板的应变:

1) 底层楼面板

混凝土楼面板自然收缩引起裂缝处的应变为 1.12×10^{-4}

因温度变化引起裂缝处楼板的应变为 0.68×10^{-4}

混凝土楼板收缩总应变为 1.90×10^{-4}

2) 底层楼面纵梁

混凝土硬化收缩引起纵梁裂缝处的应变为 0.021×10^{-4}

因上层楼面收缩变形引起的纵梁裂缝处应变为 -0.018×10^{-4}

因本层楼面收缩变形引起的纵梁裂缝处应变为 0.022×10^{-4}

因地下室与底层楼面温差产生的楼面纵梁裂缝处应变为 0.049×10^{-4}

纵梁总应变为 0.074×10^{-4}

3 分析

由文^[1]混凝土受拉构件的试验分析,当混凝土受拉构件平均应变为

$$\epsilon_p = (0.7 \sim 1.4) \times 10^{-4}$$

受拉构件应力应变曲线的切线达到水平,既 σ 达到 f_t ,可认为受拉混凝土构件已达到开裂状态¹⁹。

从所算的数值看,混凝土收缩应变较温度变化应变大,但未达到混凝土开裂状态,而温度变化则最终促成底层楼面混凝土开裂¹⁹。

从板、梁所计算的应变值看,本结构楼板的收缩及温度总应变为 1.90×10^{-4} ,框架梁上的总应变只有 0.074×10^{-4} ¹⁹梁上的总应变远小于板,裂缝出现之前梁对板的开裂能起一定的约束作用¹⁹。而楼面板开裂后,梁上的裂缝则是由于板的开裂贯穿¹⁹。

虽然楼面板的裂缝很宽,从上述分析可知这种裂缝主要是由于混凝土的收缩和温度变化引起,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¹⁹。

4 结束语

混凝土构件是否开裂,除去施工等因素外还与构件长度、约束情况、暴露在外的面积等多种因素有关¹⁹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¹⁹。

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(下转第 42 页)

Test Study on Bearing Capacity of Double-span Masonry Walls Supported on Frame

CAO Zhong-min, XU Hai-yan

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

Abstract: Through test result of $1/2$ -scale model of double-span masonry walls that supported on frame under vertical load, composite action, failure modes and bearing capacity of double-span masonry walls that supported on frame are studied.

Key words: frame supported wall-beam; model test; failure modes; bearing capacity

(上接第 38 页)

响,当气温骤变时可通过设置临时外部维护以减少温度影响¹⁹.

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.

Analysis of Cracks Because of Contraction for High-rise Buildings

XU Hai-yan, XUE Hai-hong

(School of Engineering and Architecture, East China Jiaotong Univ., Nanchang 330013, China)

Abstract: This paper gives a simple model to analyze the course of crack in the first floor of high-rise buildings. Combining with an actual construction, we provide an analysis of influence of every major factor. The main reason was found after that and some recommendations of how to avoid this sort of crack were offered.

Key words: crack; contraction; change of temperature