

文章编号 1000-5013(2000) 02-0178-04

楼板裂缝问题浅析

苏世灼^① 戴秋莲^②

(① 华侨大学建筑设计院, ② 华侨大学机电工程系, 泉州 362011)

摘要 分析楼屋面板开裂的多种原因, 引进收缩梯度概念, 衡量在正常配筋情况下楼板两个方向出现裂缝可能性的相对大小, 应用于工程实例计算, 分析结果与实际情况相符. 最后提出预防楼板出现裂缝的设计要点和施工注意事项.

关键词 钢筋混凝土, 楼板, 收缩, 裂缝

中图分类号 TU 156. 4⁺ 4

文献标识码 A

在土建工程实践中, 现浇钢筋混凝土楼屋面板(以下简称“楼板”)的裂缝问题, 是个常见而且棘手的问题. 其原因主要有计算错误、设计不合理、偷工减料, 以及施工方法不当等. 本文重点分析单向板开裂的原因, 认为混凝土的凝结收缩和热胀冷缩现象是狭长单向板出现裂缝的重要原因. 引进“收缩梯度”的概念, 衡量在正常配筋情况下, 楼板两个方向出现裂缝的可能性的相对大小. 最后提出防止楼板出现裂缝的设计要点和施工注意事项.

1 楼板产生裂缝的原因

1. 1 计算错误或偷工减料

常规双向板, 如办公室、卧室和客厅等的楼板, 这类板的双向尺寸都较大, 基本符合计算假定. 一般地说, 这类楼板出现裂缝(图 1), 是由于楼板的实际强度严重不足. 这有两方面原因, 一是设计时计算错误; 二是施工时的偷工减料行为(如少放钢筋、使用劣质钢材、减薄楼板厚度或者混凝土强度不足等). 单向板或长短边比例较大的双向板出现平行于长边的裂缝(图 2), 也是上述原因所致. 所以, 只要设计者认真计算, 施工单位按图施工、不偷工减料, 就可避免这类裂缝的出现.

1. 2 供电套管设置不当

按规定, 供电套管应该敷设在楼板上下钢筋之间. 设在板底钢筋下面, 迫使板底筋上抬, 会减小楼板的有效高度. 正常情况下, 允许楼板有一定的工作裂缝(裂缝宽度小于 0. 3 mm). 由于套管(一般是塑料套管)在楼板钢筋的混凝土保护层内, 裂缝就可能先沿套管集中出现. 随着荷载的增加, 裂缝继续扩展, 直至上下贯穿. 某工程中, 卧室、卫生间的个别楼板虽然跨度不大, 却出现沿套管的裂缝(图 3). 从图可见, 裂缝沿套管从板角向板中心扩展. 所以, 施工时一定要保证把套管放在楼板上下钢筋之间. 如果局部位置的管线较多, 则应加大楼板厚度.

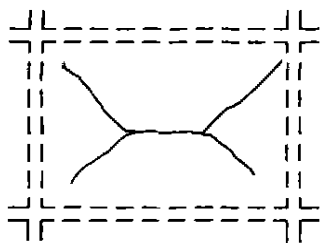


图1 双向板的裂缝

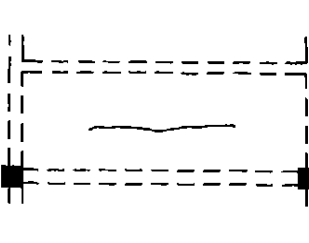


图2 单向板的裂缝

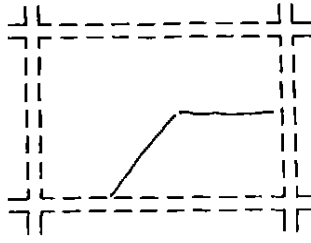


图3 沿套管的裂缝

1.3 过早拆模和支撑不善

按规定^[1], 一般跨度的楼板在其混凝土强度大于 75% 的设计强度后方可拆模. 当施工荷载产生的效应大于板的承受能力时, 必须经过验算, 加设临时支撑. 有些项目为赶进度盲目快上. 施工过程中过早拆模, 施工荷载大大超过楼板的承受能力. 这都将导致楼板出现早期裂缝. 根据笔者经验^[2], 拆模时间可根据浇注楼板时实验室制作的试块强度确定. 但应请设计单位验算批准. 如果施工荷载大于使用荷载, 可以请设计单位加大设计荷载, 重配板筋. 可以考虑采用拆模后回顶支撑的办法, 但需设计单位验算批准.

1.4 人为损坏

建筑装修时, 经常有一些水泥砂浆掉落在楼板上并结成块. 为了清除这些砂浆块, 往往几个工人边聊天边用粗大的钢钎撞击砂浆块. 虽然清除了砂浆块, 楼板却被撞出了裂缝.

1.5 打凿洞口

设计时未考虑通烟(气)道孔洞的开洞影响和相应的隔墙荷载. 施工时未按图预留给、排水管道孔洞, 也未设置附加钢筋. 安装水管时打凿楼板, 往往会导致楼板出现裂缝. 特别是卫生间和厨房, 临时增设通风道或烟道. 这往往需要开凿较大的洞口, 打断多支板底钢筋和支座钢筋, 洞边还要砌砖墙. 这样既降低楼板的强度又增加其荷载, 楼板就很容易产生裂缝. 通气(烟)道洞口一般设在墙角, 所以, 经常出现板角斜向裂缝(图4). 因此, 设计时要按构造要求注明洞口位置, 并设附加钢筋. 如果洞口较大, 还应考虑墙体荷载, 加设翻口梁或次梁.

1.6 收缩裂缝

混凝土凝结及工作温度的变化都会引起楼板收缩或伸长. 如果收缩引起的应力大于楼板的抗拉强度, 楼板就会出现裂缝. 施工时, 水灰比或工作温差越大, 这种现象就越严重. 单向板(特别是梯间屋面等狭长形板)或长短边比例较大的双向板, 往往出现垂直于长边的裂缝(图5). 这主要是由于混凝土的收缩引起.

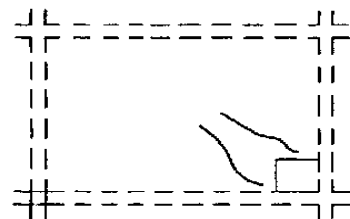


图4 洞边裂缝

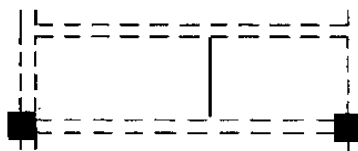


图5 垂直长边的裂缝

2 收缩裂缝可能性的量化分析

2.1 基本定义和基本公式

混凝土材料因凝结硬化或热胀冷缩引起的体积缩小现象,称为收缩.普通混凝土构件凝结时的收缩率(ϵ_0)可达 $0.3 \sim 0.5 \text{ mm} \cdot \text{m}^{-1}$,平均为 $0.4 \text{ mm} \cdot \text{m}^{-1}$.施工时水灰比过大导致板收缩量成倍加大,这将增大收缩裂缝出现的可能性.另一方面,随着温度的变化,混凝土的体积将发生热胀冷缩.普通混凝土的热膨胀系数一般为 $0.01 \text{ mm} \cdot (\text{m} \cdot ^\circ\text{C})^{-1}$ 左右^[6].所以,工作温差较大的楼梯间顶单向板很容易出现裂缝.钢筋混凝土的收缩率(ϵ)与配筋率(μ)有关,公式为^[8] $\epsilon = \eta \cdot \epsilon_0$, $\eta = 100 / (100 + n \cdot \mu)$.式中 η 为配筋率影响系数, n 为混凝土与钢筋弹性模量的比值, μ 为配筋率(%), ϵ_0 为普通混凝土构件凝结时的收缩率.

2.2 收缩梯度

由公式 $\epsilon = \eta \cdot \epsilon_0$ 可知,配筋率越大,收缩率越小.混凝土收缩时,由于边框梁的配筋率比楼板的大,所以梁的收缩率比楼板的小.边框梁就会阻碍楼板的收缩,对楼板产生张拉作用.为反映这种作用的强弱,引进一个概念,称为收缩梯度 $T(\text{mm} \cdot \text{m}^{-1})$,即 $T = (\Delta_{bx} - \Delta_x) / B_y$.式中, Δ_{bx} 为板在 X 方向的收缩量(mm), Δ_x 为 X 方向边框梁的收缩量(mm), B_y 为 Y 方向边框梁长度(m)的一半.根据引起收缩的原因,收缩梯度可分为凝结收缩梯度和降温收缩梯度.

2.3 工程实例

某学院图书馆阅览室的楼板被次梁分成 $5 \text{ m} \times 1.25 \text{ m}$ 的单向连续板,其结构布置如图 6 所示.短向板底钢筋 $\phi 6 @ 200$,长向板底钢筋 $\phi 6 @ 350$,板的厚度为 80 mm ,混凝土强度等级为 C20.虽然单向板设计符合计算假定,结果还是出现了不少垂直于长向的裂缝.

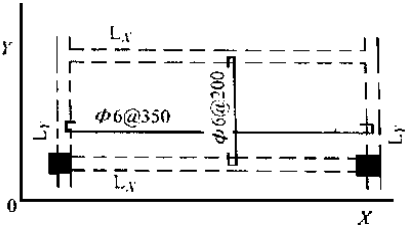


图 6 单向板结构布置

2.4 计算分析

假设边框梁 L_x 为 $200 \text{ mm} \times 400 \text{ mm}$,纵向钢筋共配 $6\phi 18$,边框梁 L_y 为 $250 \text{ mm} \times 500 \text{ mm}$,纵向钢筋共配 $6\phi 20$,不计板的支座钢筋.单向板的凝结收缩梯度计算过程,如表 1 所示.

表 1 单向板的凝结收缩梯度计算表

方向	板			梁			B/m	$T/\text{mm} \cdot \text{m}^{-1}$
	$\mu/(\%)$	$\epsilon/\text{mm} \cdot \text{m}^{-1}$	Δ/mm	$\mu/(\%)$	$\epsilon/\text{mm} \cdot \text{m}^{-1}$	Δ/mm		
X	0.101	0.396 7	1.983 5	1.909	0.345 7	1.728 3	0.625	0.102 1
Y	0.177	0.394 3	0.492 8	1.508	0.355 8	0.444 8	2.500	0.004 8

由表 1 可知,单向板在 X 方向(长向)上的凝结收缩梯度比 Y 方向上的大得多.同理推算, X 方向上由于温差引起的降温收缩梯度也比 Y 方向大得多.这说明楼板在 X 方向上受边框梁的张拉作用较强.而楼板在 X 方向的配筋比 Y 方向少得多.所以,单向板在 Y 方向上出现收缩裂缝的可能性比 X 方向大得多.在设计和施工中,往往把长短边比例接近 2 的双向板当作单向板处理.这样也容易出现类似的收缩裂缝.双向板两个方向的边界条件和收缩应力都比较接近.两向尺寸都较大的双向板虽然收缩量较大,但收缩梯度较小.因而收缩应力较小,边框梁对板的张拉作用就较弱.而且这种板的配筋率较大,所以不易出现收缩裂缝.两向尺寸都较小的双向板,其收缩量和收缩应力都较小,实际配筋往往大于计算配筋,所以也不易出现收缩裂缝.

3 预防措施

3.1 结构设计方面

(1) 结构布置时, 尽量不要出现过于狭长的单向板, 以减小两个方向收缩梯度的差别. 这可通过设置次梁减少单向板的长度来实现. 如果建筑专业需要有狭长的单向板, 则应适当增加(长向)分布筋的配筋率. (2) 对于长短边比例接近2的双向板, 如果跨度较大, 即使短向钢筋按单向板计算、设置, 长向板筋也不能按构造设置分布筋, 而应严格按双向板计算、设置, 并适当增加配筋率. (3) 对于楼梯间和水箱板等受温差影响较大的板, 其中狭长板考虑采用双面双向配筋, 双向板则考虑在支座筋之间设置钢丝网, 以增加板的抗裂性能. (4) 设计时, 应适当考虑收缩应力, 酌情增大长向配筋率.

3.2 施工方面

(1) 不要自作主张把单向板的长向配筋改为构造配筋, 以保证板的抗裂性能. (2) 浇捣混凝土时, 应注意严格控制水灰比, 以减少板的收缩量. (3) 浇捣混凝土后, 应注意养护, 以提高板的强度和抗裂性能; 对于狭长板(特别是楼梯间屋面), 还应及时覆盖保护并尽早作防水隔热层, 以防因爆晒而产生太大的温差应力. (4) 保证钢筋的混凝土保护层厚度, 减缓钢筋锈蚀的速度, 也有利于避免楼板在使用期间出现裂缝^[6].

参 考 文 献

- 1 国家建设部. GBJ 50204-92 混凝土结构工程施工与验收规范[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1993. 9~10
- 2 苏世灼. 新加坡的工程监理与质量监督[J]. 福建建筑, 1999, (3): 55~56
- 3 国家建设部. GBJ 10-89 混凝土结构设计规范[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1989. 10~12
- 4 中国建筑科学研究院混凝土研究所. 混凝土实用手册[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1989. 267~308
- 5 曾家民. 混凝土碳化对钢筋锈蚀的影响及防护措施探讨[J]. 华侨大学学报(自然科学版), 1994, 15(1): 58~62

An Analysis on the Crack of RC Floorslab

Su Shizhuo^① Dai Qiulian^②

(^① Inst. of Arch. Design, Huaqiao Univ.,

^② Dept. of Mech. & Electr. Eng., Huaqiao Univ., 362011, Quanzhou)

Abstract An analysis is made on the causes led to the cracking of floorslab in a building. The concept of "shrink gradient" is recommended in order to judge the possible degree of cracking in two directions of floorslab under normal reinforcement. The result of analysis tallies with actual situation when it is applied to the calculation of engineering example. For preventing the cracking of floorslab, main points in designing and matters needing attention in construction are advanced.

Keywords reinforced concrete, floorslab, shrink, crack