

免拆模空心楼盖施工关键技术难点与对策研究

王国峰

中冶天工集团有限公司 天津 300300

摘要: 本文聚焦于免拆模空心楼盖施工,深入剖析其关键技术难点,包括空心管材的固定与定位、混凝土浇筑过程中的浮管与偏移、楼盖内部质量把控等。针对这些难点,提出相应的解决对策,如优化固定体系、改进浇筑工艺、加强质量检测等。通过实际工程案例验证对策的可行性与有效性,旨在为免拆模空心楼盖施工提供技术参考,提高施工质量和效率,推动该技术在建筑领域的广泛应用。

关键词: 免拆模空心楼盖; 施工难点; 对策研究; 质量把控

1 引言

随着建筑行业的不断发展,对建筑结构的性能和施工效率提出了更高要求。免拆模空心楼盖作为一种新型的楼盖结构形式,具有自重轻、跨度大、隔音隔热效果好等优点,能够有效降低建筑物的整体造价,提高空间利用率,因此在现代建筑中得到了越来越广泛的应用。然而,免拆模空心楼盖施工过程涉及多个环节,技术要求较高,存在一些关键技术难点,如处理不当将严重影响楼盖的质量和性能。本研究旨在深入分析免拆模空心楼盖施工中的关键技术难点,并提出切实可行的解决对策,以提高免拆模空心楼盖的施工质量,确保建筑结构的安全性和可靠性。同时,为相关工程技术人员提供参考和指导,推动免拆模空心楼盖技术的进一步发展和应用。

2 免拆模空心楼盖技术概述

2.1 免拆模空心楼盖的结构特点

免拆模空心楼盖是在楼盖结构中按照一定规则布置空心管材,形成空心孔洞,从而减轻楼盖自重。其上下翼缘混凝土板和肋梁构成整体受力结构,空心管材在施工完成后无需拆除,直接作为永久性模板留在楼盖内部^[1]。这种结构形式不仅减少了模板的使用量和拆除工序,还提高了施工效率,同时具有良好的力学性能和空间使用效果。

2.2 免拆模空心楼盖的施工流程

免拆模空心楼盖的施工主要包括以下步骤:先进行模板安装和支撑体系搭设,依设计图纸确保模板平整度偏差不得超过3mm、垂直度偏差不得超过5mm,支撑体系用满堂或盘扣式脚手架,立杆间距0.8m-1.5m、水平杆步距不超1.8m;接着按设计排版安装空心管材,管材间距200mm-800mm,用专门卡具或铁丝固定在钢筋骨架上,固定点间距不大于500mm;然后绑扎肋梁(搭接长度一般不小于35d,同一连接区段内搭接接头面积百分率不宜超50%)和上下翼缘板(间距均匀,保护层厚度偏差不得

超过5mm)钢筋;再用混凝土泵车等设备浇筑混凝土,坍落度控制在160mm-200mm,分层分段浇筑,每层不超500mm;最后浇筑完成及时养护,覆盖薄膜洒水保湿不少于14天,达设计强度后拆除模板支撑体系。

3 免拆模空心楼盖施工关键技术难点分析

3.1 空心管材的固定与定位难题

在免拆模空心楼盖施工中,空心管材的固定与定位是关键环节之一。由于空心管材自重较轻,一般每米重量在0.5kg-2kg之间,在施工过程中容易受到外力作用而发生位移或上浮。特别是在混凝土浇筑过程中,混凝土的冲击力和侧压力较大,以C30混凝土为例,其浇筑时的侧压力可达30kN/m²-50kN/m²,会使空心管材产生浮动和偏移,导致管材间距不均匀、位置偏差过大。根据实际工程检测数据,若固定措施不当,管材上浮量可达20mm-50mm,位置偏差可达30mm-80mm,这将严重影响楼盖的结构性能和受力分布,降低楼盖的承载能力。

3.2 混凝土浇筑过程中的浮管与偏移问题

混凝土浇筑是免拆模空心楼盖施工的核心环节,但在此过程中容易出现浮管与偏移问题。一方面,混凝土的流动性会使空心管材受到浮力作用,浮力大小与混凝土的密度、管材的体积和排开混凝土的体积有关。根据阿基米德原理,当管材完全浸没在混凝土中时,浮力等于管材排开混凝土的重力。若固定措施不当,管材会上浮至混凝土表面,导致楼盖底部出现空洞,空洞面积可达管材横截面积的20%-50%,严重影响楼盖的承载能力^[2]。另一方面,混凝土浇筑时的不均匀冲击力可能使空心管材发生偏移,改变设计位置,破坏楼盖的结构整体性。实际工程中,管材偏移量可达20mm-60mm,使楼盖的受力体系发生变化,降低结构的安全性。

3.3 楼盖内部质量把控困难

免拆模空心楼盖内部存在空心孔洞,这使得对楼盖

内部质量的把控变得困难。传统的质量检测方法,如敲击法、超声波检测法等,在检测空心楼盖内部质量时存在一定的局限性。敲击法通过敲击楼盖表面,根据声音的差异判断内部是否存在空洞或裂缝,但这种方法主观性较强,对于微小缺陷难以准确检测。超声波检测法利用超声波在混凝土中的传播特性,检测内部缺陷,但由于空心管材的存在,超声波在传播过程中会发生反射和折射,影响检测结果的准确性。

3.4 钢筋绑扎与空心管材安装的协调问题

在免拆模空心楼盖施工中,钢筋绑扎和空心管材安装需要相互协调进行。然而,由于空心管材的形状和布置方式特殊,钢筋绑扎时需要绕过管材进行布置,这增加了钢筋绑扎的难度和工作量。以一个标准层的楼盖施工为例,钢筋绑扎工作量相比传统实心楼盖可增加20%-30%。同时,在钢筋绑扎过程中,如果不小心碰撞到空心管材,可能会导致管材移位或损坏,影响施工质量。据统计,在钢筋绑扎过程中,因碰撞导致的管材移位率可达5%-10%,管材损坏率约为2%-5%。因此,如何实现钢筋绑扎与空心管材安装的有机协调是施工中的一个难点问题。

4 解决免拆模空心楼盖施工关键技术难点的对策

4.1 优化空心管材的固定与定位体系

为解决空心管材的固定与定位难题,可采用多种固定方式相结合的方法。在空心管材下方设置混凝土支撑垫块,垫块强度等级不低于C20,尺寸根据管材直径确定,一般为100mm×100mm×50mm,通过调整垫块的高度确保管材的标高准确,标高偏差控制在±5mm以内。在管材两侧设置定位钢筋,定位钢筋采用直径为8mm-12mm的HRB400级钢筋,间距为500mm-800mm,将定位钢筋与楼盖的钢筋骨架焊接或绑扎牢固,限制管材的横向位移,横向位移偏差不得超过10mm。在管材顶部设置压筋,压筋采用直径为10mm-14mm的HRB400级钢筋,间距为1000mm-1500mm,通过压筋的重量和与钢筋骨架的连接防止管材上浮,上浮量控制在5mm以内。此外,还可以采用专用的管材固定卡具,卡具采用高强塑料或钢材制成,固定点间距为300mm-500mm,进一步提高固定效果和定位精度。

4.2 改进混凝土浇筑工艺

针对混凝土浇筑过程中的浮管与偏移问题,可改进浇筑工艺。采用分层分段浇筑的方法,控制每层混凝土的浇筑厚度和浇筑速度,每层浇筑厚度不超过400mm,浇筑速度不超过1.5m³/h,减少混凝土对空心管材的冲击力和浮力。在浇筑过程中,先浇筑管材两侧的混凝土,待混凝土初步凝固具有一定强度后,一般初凝时间为2h-

3h,再浇筑管材中间的混凝土,这样可以有效防止管材上浮^[3]。同时,在混凝土浇筑过程中安排专人负责检查管材的位置和固定情况,每30分钟检查一次,及时发现并处理管材的浮动和偏移问题。对于已经出现浮动或偏移的管材,及时采用千斤顶等工具进行调整和复位。

4.3 加强楼盖内部质量检测与控制

为确保免拆模空心楼盖的内部质量,应加强质量检测与控制。除了采用传统的质量检测方法外,还可引入先进的无损检测技术,如红外热成像检测技术和雷达检测技术等。红外热成像检测技术可以通过检测混凝土表面的温度分布差异,判断楼盖内部是否存在空洞或裂缝等缺陷。当楼盖内部存在空洞或裂缝时,混凝土的热传导性能会发生变化,导致表面温度分布异常,通过红外热成像仪可以清晰地显示出这些异常区域。该技术对空洞的检测准确率可达85%-90%,对裂缝的检测准确率约为90%-95%。雷达检测技术则可以利用电磁波在混凝土中的传播特性,检测空心管材与混凝土之间的粘结质量和楼盖内部结构情况。电磁波在不同介质中的传播速度和反射特性不同,通过分析反射波的波形和参数,可以判断楼盖内部是否存在缺陷。该技术对内部缺陷的检测准确率可达90%以上^[4]。此外,在混凝土浇筑过程中,应加强振捣密实,采用插入式振捣棒和平板振捣器相结合的方法进行振捣。插入式振捣棒的移动间距不超过300mm,振捣时间不少于20s,确保混凝土充分填充空心管材之间的空隙,提高楼盖的密实度。经检测,采用优化后的振捣工艺后,楼盖内部不密实区域的面积可降低至2%以内。

4.4 做好钢筋绑扎与空心管材安装的协调工作

为解决钢筋绑扎与空心管材安装的协调问题,在施工前应进行详细的施工策划和技术交底。根据设计要求,合理安排钢筋绑扎和空心管材安装的顺序,先安装空心管材,再进行钢筋绑扎。在钢筋绑扎过程中,施工人员应小心操作,避免碰撞空心管材。对于难以绑扎的部位,可以采用预弯钢筋或采用机械连接的方式进行处理。预弯钢筋的弯曲半径应符合设计要求,一般不小于钢筋直径的4倍。机械连接采用直螺纹套筒连接或锥螺纹套筒连接等方式,连接质量应符合相关规范要求,连接接头强度不低于母材强度的95%。同时,加强施工过程中的质量检查,每完成一个施工段落的钢筋绑扎和管材安装,进行一次质量检查,确保钢筋绑扎和空心管材安装符合设计要求和施工规范。

5 工程案例

5.1 工程概况

某商业综合体项目，总建筑面积约为50000平方米，地上10层，地下2层。其中，3-6层采用了免拆模空心楼盖结构，楼盖跨度为12m-15m，设计要求较高。空心管材采用玻璃纤维增强塑料（GFRP）管，管材直径为300mm，管材间距为600mm。混凝土强度等级为C30，钢筋采用HRB400级钢筋。

5.2 施工难点及采取的对策

在该项目免拆模空心楼盖施工过程中，遇到了上述关键技术难点。针对空心管材的固定与定位难题，采用了在管材下方设置混凝土支撑垫块、两侧设置定位钢筋、顶部设置压筋以及使用专用固定卡具的综合固定方法。支撑垫块强度等级为C25，尺寸为120mm×120mm×60mm；定位钢筋直径为10mm，间距为600mm；压筋直径为12mm，间距为1200mm；固定卡具固定点间距为400mm。通过这些措施，有效保证了管材的位置准确和固定牢固，经检测，管材标高偏差控制在±3mm以内，横向位移偏差不超过8mm，上浮量控制在3mm以内。

对于混凝土浇筑过程中的浮管与偏移问题，采用了分层分段浇筑工艺，每层浇筑厚度为350mm，浇筑速度为1.2m³/h。先浇筑管材两侧的混凝土，待混凝土初凝时间为2.5h后，再浇筑中间混凝土。在浇筑过程中安排专人每25分钟检查一次管材情况，及时处理的3处管材浮动和2处管材偏移问题。

在楼盖内部质量把控方面，除了采用传统的敲击法和超声波检测法外，还引入了红外热成像检测技术和雷达检测技术进行全面检测。红外热成像检测发现2处微小空洞，雷达检测发现1处管材与混凝土粘结不密实区域，经及时处理后，确保了楼盖内部质量。同时，加强混凝土振捣密实，采用插入式振捣棒和平板振捣器相结合的方法，插入式振捣棒移动间距为250mm，振捣时间为25s，经检测，楼盖内部不密实区域的面积仅为1.5%。

在钢筋绑扎与空心管材安装协调方面，施工前进行

了详细的策划和交底，合理安排施工顺序。钢筋绑扎过程中，对于难以绑扎的部位，采用预弯钢筋和直螺纹套筒连接的方式进行处理。预弯钢筋弯曲半径为钢筋直径的5倍，直螺纹套筒连接接头强度经检测达到母材强度的98%。加强施工过程中的质量检查，每完成一个施工段落进行检查，确保了钢筋绑扎和管材安装质量。

5.3 实施效果

通过采取上述对策，该项目的免拆模空心楼盖施工顺利完成，经检测，楼盖的各项质量指标均符合设计要求和施工规范。空心管材的位置准确，无浮动和偏移现象；混凝土浇筑密实，内部无空洞和裂缝等缺陷；钢筋绑扎牢固，与空心管材安装协调良好。该项目的成功实施验证了所提出对策的可行性和有效性，为类似工程提供了宝贵的经验参考。

结语

本研究深入剖析免拆模空心楼盖施工关键技术难点，如空心管材固定定位、混凝土浇筑浮管偏移等，结合技术细节与数据提出优化固定体系、改进浇筑工艺等解决对策，经实际工程验证，能有效提升施工质量，保障建筑结构安全可靠。展望未来，随着建筑技术进步，该技术将不断完善。后续研究可探索新型管材材料与固定方式，研发先进检测技术设备，优化施工工艺流程，加强力学性能研究，为更广泛应用提供支持，推动建筑行业绿色高效可持续发展。

参考文献

- [1] 娄方丽.绿色建筑理念下现浇混凝土空心楼盖的施工技术[J].水泥,2025,(06):101-103.
- [2] 罗新军.现浇混凝土空心楼盖的施工应用[J].中国水泥,2024,(04):84-86.
- [3] 刘璐.超高层建筑现浇混凝土空心楼盖施工技术[J].砖瓦,2023,(08):130-132.
- [4] 洪宝佳.浅谈现浇混凝土空心楼盖的施工要点及质量控制[J].四川建材,2023,49(07):137-139+145.