

无梁楼盖地坪结构逆作法施工技术*

姜振兴,唐 潮,许继祥,蒋兴伟,张 余
(中建八局第三建设有限公司,江苏 南京 210046)

[摘要] 以长三角(盛泽)现代供应链产业园二期(仓储物流区)项目为研究对象,针对结构地坪施工中存在的成品保护难度大、工期长的问题,采用 BIM 模拟技术与细部节点优化方法,在确保结构安全与施工质量的前提下,提出逆作法施工技术,即先行施工 2 层结构,再穿插进行 1 层结构地坪作业。结果表明,该技术可在 2 层结构施工的同时完成地坪结构层施工,有效提升了施工质量与工程进度,解决了地坪结构层工期长及成品保护难的问题。

[关键词] 无梁楼盖;预制;地坪;逆作法;建筑信息模型;施工技术

[中图分类号] TU753

[文献标识码] A

[文章编号] 2097-0897(2025)20-0131-05

Top-down Construction Technology of Beamless Floor Floor-on-grade Structure

JIANG Zhenxing, TANG Chao, XU Jixiang, JIANG Xingwei, ZHANG Yu

(China Construction Eighth Engineering Division Third Construction Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu 210046, China)

Abstract: Taking the second phase (warehousing and logistics area) project of Yangtze River Delta (Shengze) modern supply chain industrial park as the research object, aiming at the problems of difficult product protection and long construction period in the construction of structural floor-on-grade, BIM simulation technology and detail joint optimization method are adopted. On the premise of ensuring structural safety and construction quality, the reverse construction technology is put forward, that is, the 2-layer structure is constructed first, and then the 1-layer structure floor-on-grade operation is carried out. The results show that the technology can complete the construction of the floor-on-grade structure layer at the same time as the construction of the 2-layer structure, effectively improve the construction quality and project progress, and solve the problems of long construction period of the floor-on-grade structure layer and difficult protection of finished products.

Keywords: beamless floor; prefabrication; floor-on-grade; reverse method; building information modeling (BIM); construction

1 工程概况

长三角(盛泽)现代供应链产业园二期(仓储物流区)位于江苏省苏州市吴江盛泽镇,总建筑面积约 25.09 万 m²,包括 12 栋仓库、2 栋冷库及相关配套设施。项目仓库地坪采用无梁楼盖结构地坪,板厚 250mm,柱间距 12m×12m,通过在结构板下施工 400mm×400mm 短柱搭配 400mm 高柱帽将柱间跨度缩小至 3~4m。

2 施工方案选择

2.1 方案 1:框架柱中预留直螺纹套筒

在框架柱与地坪结构板钢筋交接处预留直螺纹套筒,拆模后将板钢筋与套筒连接。然而,在实际试验中发现,直螺纹套筒与柱钢筋骨架的连接需设置定位钢筋,否则一旦预埋位置出现偏差,将导致板钢筋无法顺利连接。板钢筋标准间距为 150mm,但在框架柱与地坪结构板交接处设有柱帽附加板钢筋,该区域钢筋间距缩小至 75mm,导致框架柱混凝土浇筑施工难度显著增加,极易出现露筋等质量问题。

2.2 方案 2:预留板钢筋

经讨论,决定提高承台内预埋波纹管的埋设高度,并采用分段式施工。承台至地坪结构板以下短

* 中国施工企业管理协会研发项目:大型现代物流园装配式建筑工业化建造技术研究(2024-C-045)

[作者简介] 姜振兴,项目总工程师,工程师,E-mail: 764524040@qq.com

[收稿日期] 2025-07-20

柱采用木模板施工,框架柱从地坪结构板(绝对标高 3.600m)处起柱,周边地坪结构板仅施工至柱帽顶部(即板底标高位置),钢模板可直接支设于柱帽。该做法有效避免了地坪结构板钢筋穿越钢模板的问题,且未改变结构整体受力性能。

综上所述,选择方案 2 进行施工。

3 施工技术

3.1 施工工艺流程(见图 1)



图 1 施工工艺流程
Fig. 1 Construction process

3.2 操作要点

3.2.1 施工准备

- 1)成立 1 层无梁楼盖地坪结构板逆作法施工攻关小组,明确组织结构和人员分工。
- 2)根据原设计图纸进行优化,针对 1 层金刚砂结构地坪一次成型成品保护困难、2 层结构吊装作业需等待地坪结构板施工完成且达到设计强度后才能施工的问题,通过调整施工顺序,采用逆作法先进行 2 层结构吊装作业。
- 3)仔细分析施工图纸并优化图纸,理解设计意图和深度,拟定适合现场施工的地坪结构板逆作施工方案。
- 4)结合现场实际情况、方案可操作性及成型后的质量,最终确定 1 层无梁楼盖地坪结构板逆作施工工艺流程。
- 5)对所有工人进行技术交底和岗前技术培训交底。

3.2.2 建立模型、施工模拟

建立 BIM 施工模型,模拟 1 层无梁楼盖地坪结构板逆作施工全流程(见图 2),确保施工全过程框架结构穿插施工的合理性及 1 层金刚砂无梁楼盖结构地坪成型质量。

3.3 施工工艺

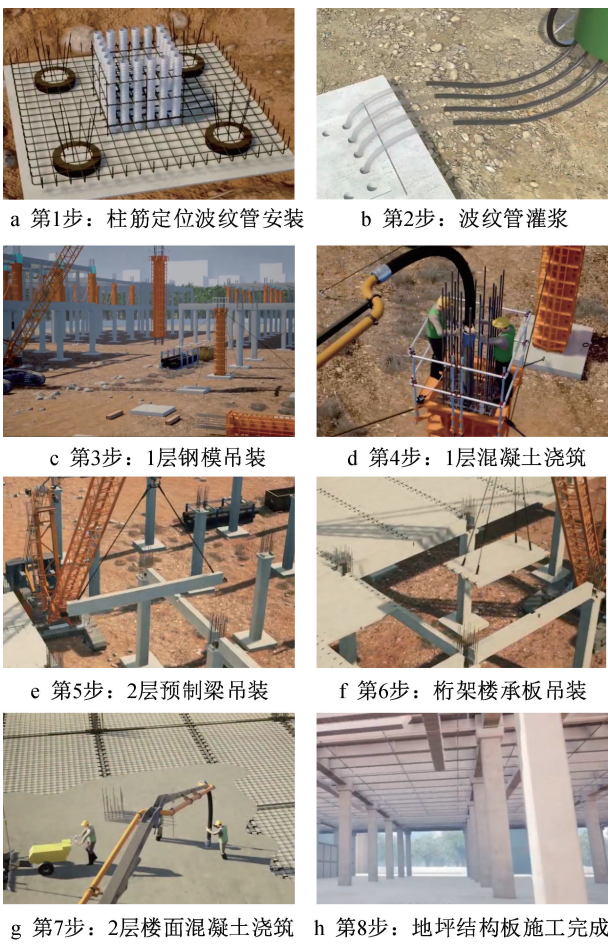


图 2 施工过程模拟
Fig. 2 Simulation of construction process

3.3.1 柱筋定位波纹管安装

- 1)基础柱脚节点选择。柱模找平层底标高取基础短柱顶标高。本做法适用于库内截面 $\geq 800\text{mm}\times 800\text{mm}$ 的柱底,采用波纹管直接预埋至基础短柱柱顶(见图 3)。波纹管的埋设深度与平面定位至关重要;提前固定 1 层框架柱主筋在承台内的位置,埋设深度则决定主筋锚入承台的锚固长度。待 1 层框架柱钢筋骨架连同钢模整体吊装时,为便于主筋架插入承台内埋设的波纹管直径需大于主筋直径(钢筋直径 $\leq 32\text{mm}$ 时,采用 60 型波纹管;钢筋直径 ≥ 36 时,采用 80 型波纹管),柱筋插入前孔内预灌 C60 及以上专用灌浆料。
- 2)波纹管下料。波纹管清洗除去油脂后再下料,下料长度为锚固长度+15cm。下料完成后,下口需采用透明胶临时封口(封口长度 $\leq 10\text{cm}$),预防浇筑混凝土进入波纹管。
- 3)波纹管组合固定。根据波纹管定位图组合固定波纹管钢筋骨架,上、中、下至少设置 3 道 $\Phi 16$ 定位钢筋网片,角部设置 4 $\Phi 12$ 钢筋,侧部 $\Phi 12$ 钢筋间距 $\leq 500\text{mm}$,并与模板固定牢靠(见图 4)。浇

边线和控制线。柱模安装前对短柱顶进行终检,复核标高与坐标,合格后以油性记号笔标出柱模定位点,便于后续就位。

2)柱模底找平。在柱模底利用砂浆找平,高度一般为 50mm,找平层砂浆严禁进入柱截面范围内。

3)设置柱模固定钢筋。在柱模截面每侧植入 2 根模板固定钢筋,一般钢筋直径 $\geq 14\text{mm}$ 。

4)插筋孔灌浆采用与专用灌浆料搅拌机连接的灌浆导管逐孔灌注,严禁直接倾倒以免带入气泡;灌浆料顶面应低于孔口 100mm。自灌浆开始至插筋完成的间隔时间 $\leq 30\text{min}$ 。

3.3.4 1 层柱筋及大钢模吊装

1)柱模起吊。主钩与副钩同时上升将柱模吊离地面一定高度,提升主钩将柱模吊至垂直状态,为避免钢丝绳与工具式防护栏等碰撞,主钩另挂扁担与柱模上端连接(见图 7)。

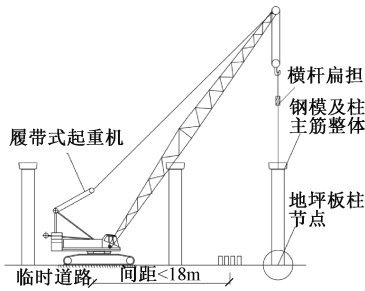


图 7 1 层柱筋及大钢模吊装示意

Fig. 7 Hoisting of 1-layer column reinforcement and large steel formwork

2)钢筋插入灌浆孔。柱模由 3~4 人配合将钢筋笼插入已灌好浆的孔中,并尽量使钢筋笼位于灌浆孔中心。

3)利用经纬仪或柱模悬挂线锤检测垂直度,按结果调节各向紧线器并锁定。中柱钢丝绳固定于四周承台预埋拉钩;边柱、角柱除承台预埋拉钩外,可固定在临时道路路面,路面采用 2 枚 M16 $\times$ 140 膨胀螺栓固定拉钩。

3.3.5 1 层框架柱混凝土浇筑

1)导管绑扎。混凝土泵管出口宜接设 1 段软管,并固定牢靠。

2)混凝土浇筑。控制混凝土坍落度为 180mm,浇筑过程中不得离析;伸入预留空间的泵管边浇筑边缓慢提升,采用 2 根 $\phi 50$ 、长 12m 插入式振捣棒振捣。

3)柱顶梁垫施工。采用木模板或定制钢模板进行梁垫混凝土浇筑,与柱同时浇筑,梁垫顶标高控制值为梁底标高减去 10mm。

4)垂直度复核。混凝土浇筑完成后,利用经纬仪校核垂直度,如垂直度发生变化时,及时通过紧线器进行调整。

3.3.6 2 层预制梁及桁架楼承板吊装

1)起重机站位。2 层矩形梁进行跨内吊装时,采用 50t 以上履带式起重机;进行跨外吊装时,采用 85t 以上履带式起重机。

2)吊装就位。吊装时,先安装主梁,再安装次框梁和次梁,保证梁搁置长度 $\geq 150\text{mm}$ 。吊装时,钢丝绳与水平夹角宜 $\geq 60^\circ$ 且需 $\geq 45^\circ$ 。2 层预制梁吊装如图 8 所示。

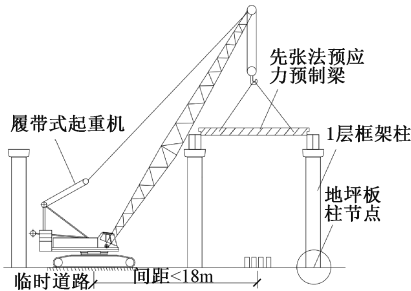


图 8 2 层预制梁吊装示意

Fig. 8 Hoisting of 2-layer prefabricated beam

3)复核安装尺寸。复核预制梁安装尺寸,主要包括梁端搁置长度、垂直度及梁间距。次梁间距偏差会导致楼承板切割或搁置长度不足,增加人工并形成安全隐患;施工前须利用激光测距仪复核梁间距,及时纠偏,误差为 $\pm 5\text{mm}$ 。

4)临时固定措施。边框梁安装完成后,稳定性差,需采取临时加固措施,防止大风吹落造成安全事故。

5)粘贴泡沫胶条。确保楼承板在次梁上的搁置边缘平整并清除灰尘,在搁置面、梁柱节点及主次梁间木模板与楼承板拼缝处粘贴泡沫胶条,防止楼板混凝土浇筑时漏浆。

6)铺设楼承板。楼承板安装工人必须严格做好安全防护工作,按要求佩戴安全带,固定好生命线。铺设楼承板时要将楼承板边缘的拼接扣安装到位,并在拼接扣处打上自攻螺钉,加强楼承板间的连接和整体性。铺设楼承板时,板间设置 ≥ 3 颗自攻钉,施工时确保搁置长度,且应确保竖向支座筋搁置于次梁保护层处(见图 9)。

3.3.7 顶板筋绑扎及混凝土浇筑

1)板筋绑扎及水电预埋。将下好料的钢筋吊装运至楼面,按设计图纸和规范要求穿装主梁、次框梁和次梁上部负筋,次框梁和主梁上负筋较多时,可按 T 形截面绑扎。底筋按图纸要求沿钢筋桁

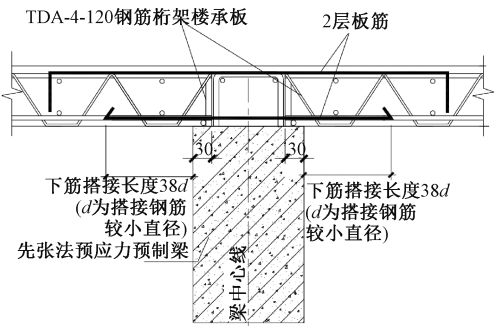


图9 2层桁架楼承板铺装节点剖面

Fig. 9 Section of 2-layer truss floor slab pavement joint

架方向绑扎,底部分布筋和附加筋在另一方向绑扎。按水电、消防专业图纸进行线盒的预留预埋工作,施工中注意不要破坏钢筋。面筋和面筋附加筋按图纸要求沿钢筋格架方向绑扎,上部分布筋和附加筋在另一方向绑扎,并且在搁置处上部绑扎附加筋。

2)混凝土浇筑。楼面浇捣时采用激光找平机及时振捣和粗平。在混凝土浇捣过程中,派2名施工测量人员专门负责标高的现场跟踪复核,保证混凝土水平标高达到设计要求。梁柱节点钢筋排布密集,钢绞线相互交错,在浇捣时,利用振动棒振捣充分。考虑到楼承板荷载承载力,可利用轻型激光找平机进行找平。

3.3.8 地坪结构板施工

1)无梁楼盖地坪结构为架空层,施工时需搭设立杆间距1 200mm×1 200mm的模板支架体系进行底模铺设(见图10),然后再进行钢筋绑扎及混凝土浇筑。

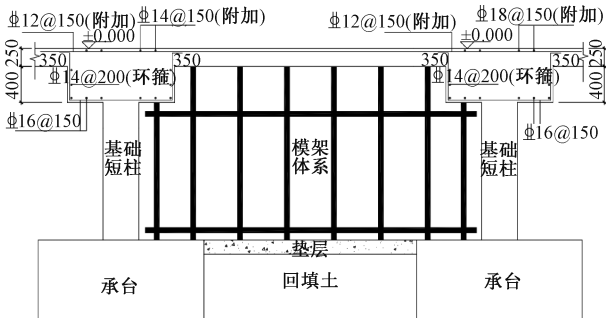


图10 地坪结构板节点剖面

Fig. 10 Section of floor-on-grade structure plate joint

2)地坪表面变硬后撒布金刚砂,采用配金属刀片的机械抹盘进行打磨、抛光,重复3~4遍;边角及狭小部位手工抹光。

3)抛光后的耐磨地面洒水养护7d。

4)混凝土浇筑采用跳仓法,通过跳仓间隔释放混凝土早期温度及干燥收缩变形引起的约束应力,显著减少开裂,避免有害裂缝产生。

4 结语

通过对长三角(盛泽)现代供应链产业园二期(仓储物流区)项目结构1层地坪逆作法施工技术的研究,总结出绿色施工与科学施工管理相结合的经验,为保障工期和提升工程质量提供了有力支撑,可推动类似逆作法施工技术在仓储物流项目中的推广应用。

参考文献:

[1] 王宁.局部逆作法施工技术研究[J]. 工程技术研究,2024,9(21):13-17.
WANG N. Research on construction technology of local inverse construction method[J]. Engineering and technological research, 2024,9(21):13-17.

[2] 甘龙军,裴鸿斌,刘鹏.地下连续墙中预留接驳器施工质量控制[J]. 天津建设科技,2014,24(2):25-26.
GAN L J, PEI H B, LIU P. Construction quality control of reserved connector in underground continuous wall[J]. Tianjin construction science and technology, 2014,24(2):25-26.

[3] 王成民.仓储建筑预制柱原位现浇施工技术[J]. 安徽建筑,2023,30(8):19-20,82.
WANG C M. In-situ cast-in-place construction technology of precast columns in storage buildings[J]. Anhui architecture, 2023,30(8):19-20,82.

[4] 刘戈.建筑信息模型在建筑工程中的应用研究[J]. 科技资讯,2025,23(12):153-155.
LIU G. Research on the application of building information modeling in building engineering[J]. Science & technology information, 2025,23(12):153-155.

[5] 王威,张扬,黄建兴.充气气囊混凝土高低标号拦截施工技术研究[J]. 建设机械技术与管理,2022,35(S1):43-45.
WANG W, ZHANG Y, HUANG J X. Research on construction technology of high and low grade interception of inflatable airbag concrete[J]. Construction machinery technology & management, 2022,35(S1):43-45.

[6] 范章强.预制装配剪力墙结构套筒灌浆施工技术及抗震性能研究[J]. 四川水泥,2025(8):25-27.
FAN Z Q. Research on sleeve grouting construction technology and seismic performance of prefabricated shear wall structure[J]. Sichuan cement, 2025(8):25-27.

[7] 刘怡.钢筋桁架楼承板在装配式混凝土结构施工中的应用[J]. 居业,2025,17(8):46-48.
LIU Y. Application of steel bar truss floor slab in the construction of assembled concrete structure[J]. Create living, 2025,17(8):46-48.