 DOI: https://doi.org/10.12349/edc.v8i10.12078

Analysis of Construction Technology of Wood Formwork for Cast-in-Place Concrete Cylindrical Columns

Qixuan Guo Lingtong Meng Junjie Jiao Qidi Zhang Qiyun Jing

Beijing Urban Construction Group Co., Ltd., Beijing, 100088, China

Abstract

This paper studies a cylinder forming technology based on tenon-joint wooden formworks to address common quality defects such as formwork bulging, slurry leakage, formwork dislocation and continuous joint deformation during the construction of cast-in-place concrete cylindrical columns. This technology adopts prefabricated tenon-joint wooden cylindrical formworks with a thickness of 18~22 mm and a height of 3 m. Combined with the circumferential reinforcement system of steel strip column hoops and the verticality adjustment system of square wood back ribs, it adopts the staggered joint heightening process to meet the construction requirements of super-high cylindrical columns. Engineering application results show that the technology features simple operation and high assembly efficiency. It can effectively avoid common quality defects in cylindrical column construction, and the flatness and roundness of formed components fully meet the specification requirements. Without complicated repair procedures, it greatly reduces labor and material costs with remarkable economic benefits, which can provide reliable technical reference and practical guidance for similar cylindrical column construction projects of large public buildings.

Keywords

cast-in-place concrete cylindrical columns; cylindrical wood formwork; staggered-joint height-splicing; steel-band column hoops; verticality control

浅析现浇混凝土圆柱木模板施工技术

郭起轩 孟令桐 焦俊杰 张启迪 井启云

北京城建集团有限责任公司，中国·北京 100088

摘要

针对现浇混凝土圆柱施工中存在的涨模、漏浆、错台及通缝变形等质量通病，研究一种基于企口式木模板的圆柱成型技术。该技术采用18~22mm厚、3m高成品企口式圆柱木模板，配合钢带柱箍环向加固及方木背楞垂直度调整体系，通过上下错缝接高工艺适应超高圆柱施工需求。工程应用结果表明，该技术操作简便、组装效率高，能够有效规避圆柱施工常见质量缺陷，构件成型平整度、圆度均满足规范要求，且无需复杂修补工序，大幅节约人工与材料成本，经济效益显著，可为大型公共建筑同类圆柱施工工程提供可靠的技术参考与实践借鉴。

关键词

现浇混凝土圆柱；圆柱木模板；错缝接高；钢带柱箍；垂直度控制

1 引言

当前大型展馆、机场等公共建筑中，现浇混凝土圆柱应用普遍。传统钢模板自重大、吊装成本高、运输及周转不便。

为解决圆柱施工易出现的涨模、漏浆、错台、通缝变形等质量通病，本工程采用18-22mm厚、3m高成品企口式圆柱木模板使用3.2mm宽×1mm厚钢带柱箍及M12×90mm高强螺栓环向加固。圆柱外围搭设操作脚手架，圆柱木模外侧四个方向各设置4根通长竖向50×100mm方木背楞，通过操作脚手架固定水平杆穿入可调顶托顶紧竖向50×100mm方木，调整圆柱木模板垂直度。浇筑高度超3m的圆柱，采用圆柱木模板上下错缝接高工艺，水平接缝位置增设加强钢带柱箍。



图1 成品企口式圆柱木模板安装实例

该工艺无需大型吊装设备、拼装方便，经工程实践验证，圆柱木模板质量稳定、成型效果好、安全可

【作者简介】郭起轩（1995-），男，中国山西汾阳人，本科，工程师，从事建筑施工研究。

靠，周转次数可达5次，经济效益显著。

2 适用范围

适用于建筑工程中现浇钢筋混凝土圆柱的模板施工，尤其适用于浇筑高度超过3m的超高圆柱施工。仅需在圆柱外围搭设操作脚手架即可实施，不受吊装设备条件限制，适用性强。对于缺乏大型吊装机械、物资依赖远洋运输的海外工程及偏远地区工程尤为适用。

3 技术原理

3.1 模板加固体系构成及受力原理

模板加固体系由企口式圆柱木模板、环形钢带柱箍、竖向方木背楞、可调顶托及外围操作脚手架等组成。新浇混凝土侧压力由环形钢带柱箍环向箍紧圆柱木模板承受，将侧压力转化为钢带的环向拉力，抵抗新浇混凝土侧压力。竖向方木背楞通长紧贴模板外壁，通过操作脚手架固定水平杆上的可调顶托顶紧，约束模板整体位移并调整模板垂直度。操作脚手架作为稳定的外围约束体系，为模板提供可靠的侧向支撑，同时兼作钢筋绑扎、模板安拆及混凝土浇筑的施工作业平台。

3.2 新浇混凝土侧压力计算与柱箍设计

新浇筑混凝土对模板的侧压力标准值可按下列公式计算，并应取其中的较小值：

$$F=0.28\gamma_c t_0 \beta V^{\frac{1}{2}} \qquad (式3.2-1)$$

$$F=\gamma_c H \qquad (式3.2-2)$$

式中：γc—混凝土重力密度（kN/m³），取24kN/m³；

t_0—新浇混凝土初凝时间（h），本工程位于西非布基纳法索，实测新浇混凝土

初凝时间为2h；

β—混凝土坍落度影响修正系数，坍落度按180mm考虑，取1.0；

V—混凝土浇筑速度（m/h），实测混凝土浇筑速度8m/h；

H—新浇混凝土高度（m），实际柱浇筑混凝土高度4.4m。

上述两式的计算均与圆柱直径无关，以实际柱浇筑混凝土高度4.4m为例计算：

① $F=0.28\times24\times2\times1\times8^{\frac{1}{2}}=38.01kN/m^2$

② $F=24\times4.4=105.6\ kN/m^2$

虽然式①计算结果较小，但实际施工中可能出现浇筑速度大于10m/h，或混凝土坍落度大于180mm的情况。规范条文规定，当浇筑速度大于10m/h，或混凝土坍落度大于180mm时，新浇筑混凝土对模板的侧压力的标准值可按公式（式3.2-2）计算。本着安全考虑，侧压力按105.6kN/m²考虑。

根据计算所得新浇筑混凝土对模板的侧压力105.6 kN/m²，使用品茗软件进行计算，3.2mm宽×1mm厚钢带柱箍，第一道柱箍中心距地面100mm，距地面2.9m范围，柱箍间距按250mm设置，柱上部1.5m范围，柱箍间距按350mm设置。当实际柱浇筑混凝土高度超过4.4m时，应按上述公式重新计算，并相应调整柱箍布置。

3.3 超高圆柱错缝接高工艺原理

当圆柱浇筑高度超过3m时，以实际柱浇筑混凝土高度4.4m为例，采用3m标准模板与1.4m高模板，上下错水平缝接高。相邻两节模板的水平企口拼缝沿环向相互错开布置，消除模板水平贯通的横向通缝，避免模板接缝处形成受力薄弱带。在两节模板水平接缝位置增设一道加强环形钢带柱箍，补强模板水平接缝刚度，使拼接的两节模板形成整体受力的组合圆筒，实现超高圆柱的高精度、高质量成型。

4 施工操作要点

测量放线：根据结构轴线放出柱外皮控制线，做好醒目标记，作为模板安装、校正基准，复核无误后方可进入下道工序。

操作架搭设：圆柱四周搭设操作脚手架，内排立杆距圆柱外皮不小于300mm，立杆间距1.5m，步距1.5m，搭设扫地杆及纵横向水平杆，架体验收合格后方可进行钢筋绑扎。

模板拼装：采用成品企口圆柱木模板，企口精准咬合拼接，保证拼缝严密无空隙、无错台，模板底部与楼板缝隙粘贴海绵条密封。

竖向背楞布设：圆柱木模板外侧四向均匀布置4根50×100mm通长方木，紧贴模板外壁，通过操作脚手架竖向间距1500mm水平杆穿入可调顶托顶紧方木，调整模板垂直度。

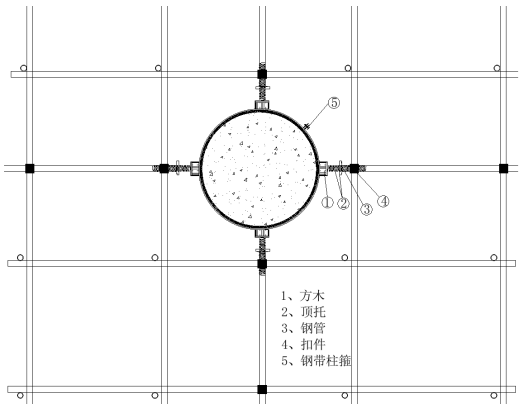


图2 圆柱模板加固体系平面布置图

环形钢带柱箍安装：柱箍严格按受力计算间距布设，保证整体受力均匀。

模板接高（柱高＞3m）：上下两节模板水平错缝拼接，所有水平接缝位置增设一道环形钢带加强柱箍。



图3 圆柱木模板接高加强柱箍安装实例

校正封堵：采用线坠、卷尺复核圆柱木模板垂直度、截面直径，全面检查柱箍、顶托、扣件紧固及模板竖向缝、水平缝、底部缝隙封闭严密情况。

混凝土浇筑：采用分层浇筑、分层振捣工艺，严控浇筑厚度与振捣时间，浇筑全过程安排专人监控模板及支撑体系变形情况。

拆模养护：混凝土达到规范拆模强度后，遵循"先支后拆、后支先拆"原则，依次拆除扣件、钢管、顶托、方木、柱箍及模板。柱拆模后及时覆膜保湿养护，模板清理修补后，分类堆放周转使用。

5 材料与设备

主要材料包括：18-22mm厚企口式圆柱木模板（成品标准高度3m）、适配圆柱直径的3.2mm宽×1mm厚环形钢带柱箍、50×100mm竖向方木背楞、Φ48.3×3.6mm钢管、可调U型顶托、Φ48通用扣件、20×5mm海绵密封条及脱模剂。主要机具有：汽车吊、木锯、扳手、力矩扳手、钢卷尺、线坠、经纬仪、插入式混凝土振捣棒、手持切割机及养护喷淋设备等。

6 质量控制

圆柱木模板安装允许偏差及检查方法按GB50204-2015《混凝土结构工程施工质量验收规范》4.2.10条。

（1）材料进场严格验收，模板企口完好、无翘曲破损，方木无腐朽扭曲，柱箍、扣件、顶托无变形裂纹，不合格材料严禁使用。

（2）4根竖向方木必须通长紧贴模板，顶托顶紧方木，严禁顶托直接顶压模板板面，避免模板局部变形。

（3）超高圆柱必须严格执行模板水平错缝拼接工艺，水平接缝采用柱箍加强，不得遗漏。

（4）扣件拧紧力矩严格控制在40~65N·m。

7 效益分析

本技术采用企口圆柱木模板替代传统钢模板，自重轻、无需塔吊吊装，大幅节约机械使用费。圆柱木模板采购成本远低于钢模板，且可多次周转。混凝土成型质量好，无需后期修补打磨。相较于传统钢模板，每根圆柱施工综合成本降低约50%。

通过企口咬合、错缝接模、拼缝加箍、架体刚性紧固等工艺措施，有效解决了超高圆柱漏浆、错台、涨模、垂直度偏差等质量通病，混凝土成型观感质量优良，提升了工程品质。一体化操作架兼顾施工作业平台与模板加固调整垂直度双重功能，大幅提高了高处作业的安全性，施工高效、有序、环保，符合建筑工程高质量、绿色化发展方向。同时本工艺对吊装设备依赖度低、材料运输便捷，为大型机械缺乏、物流受限的海外工程及偏远地区工程提供了切实可行的圆柱模板施工方案，具有良好的行业推广价值。

8 结语

企口式圆柱木模板施工技术通过标准化模板、错缝接高、环向箍紧及架体顶撑等技术措施，有效解决了现浇混凝土圆柱施工中的质量通病，特别适用于超高圆柱及海外模板资源匮乏国家的工程。该技术操作简便、成本低廉、绿色节能，具有广阔的推广应用前景。

参考文献

[1] GB 50204-2015 混凝土结构工程施工质量验收规范 [S]. 北京：中国建筑工业出版社，2015.

[2] GB 50666-2011 混凝土结构工程施工规范 [S]. 北京：中国建筑工业出版社，2011.

[3] GB 55008-2021 混凝土结构通用规范 [S]. 北京：中国建筑工业出版社，2021.

[4] JGJ/T 130-2019 建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术标准 [S]. 北京：中国建筑工业出版社，2019.

[5] JGJ 162-2008 建筑施工模板安全技术规范 [S]. 北京：中国建筑工业出版社，2008.