

南京某高层裙楼预应力组合网架的结构设计

左 江 夏 乐 夏长春

(南京市建筑设计研究院 210029)

舒赣平

(东南大学 210096)

摘 要: 简要介绍了 $37.6\text{m} \times 44.6\text{m}$ 预应力组合网架的设计情况。对分阶段施加预应力的效果、节点设计和施工方案进行了探讨和研究。

关键词: 预应力 组合网架 节点 多阶段张拉 设计

THE STRUCTURAL DESIGN OF THE PRESTRESSED SPACE GRID IN NANJING NEW CENTURY SQUARE

Zuo Jiang Xia Yue Xia Changchun

(Nanjing Architectural Design & Research Institute 210029)

Shu Ganping

(Southeast University 210096)

Abstract: The design of a $37.6\text{m} \times 44.6\text{m}$ prestressed composite space grid is introduced briefly in this paper. Meanwhile, the effect of the multistage pressing on the structure, the design of joints and the construction program are studied.

Keywords: prestressing composite space grid joint multistage posttensioning design

1 工程概况

南京新世界华威广场工程是位于南京市中心区由两栋分别为 44、43 层的高层塔楼, 5 层商业裙楼和 2 层地下停车场组成的集商业、酒店、办公和公寓于一体的大型建筑群, 占地面积 12276m^2 , 总建筑面积约 $20\text{万}\text{m}^2$ 。两塔楼之间的裙楼平面尺寸为 $37.6\text{m} \times 44.6\text{m}$, 底部柱网 $9.5\text{m} \times 12.5\text{m}$ 。裙楼第 4 层以下为大型百货商场, 每层辟有 $12.5\text{m} \times 25.0\text{m}$ 的共享空间; 第 5 层为室内游泳, 抽去所有中柱而形成大空间, 层高 4.7m , 顶部标高 23.5m , 如图 1 所示。由于裙楼屋面需置空调机组和其它设备, 荷载很大(楼面设计总荷

载超过 $12\text{kN}/\text{m}^2$), 且楼面要求为钢筋混凝土

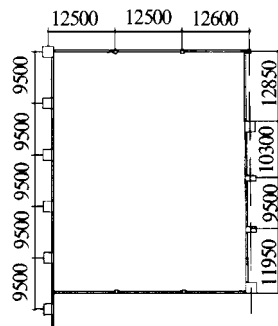


图 1 裙楼 5 层平面图

收稿日期: 1997- 03- 27

120014~1500kN 降至 650~870kN, 挠度也因此减小了 20% 左右。

结构的支座约束条件对其内力分布影响很大, 为减小温度应力, 支座节点采用板式橡胶支座。计算时, 在支座节点的法向引入橡胶支座的剪切刚度作为弹簧刚度进行弹性约束的计算。

3.3 结构设计

本结构的特点是荷载和跨度大。在使用荷载作用下, 下弦最大拉力超过 1200kN, 已不能采用螺栓球节点, 只能采用焊接空心球, 同时, 施加预应力以大幅度降低下弦杆内力。预应力的施加分两个阶段^[4]: 第一阶段, 在预制肋板安装就位, 肋间灌缝混凝土达到强度, 上弦肋板已形成整体时, 进行第一组预应力索的张拉。这组高强钢索锚固于下弦节点端部, 属直线索, 主要减小施工阶段组合网架下弦杆的内力, 选用 2 $\Phi 15$, 1860 级低松弛无粘结构钢绞线; 第二阶段, 在现浇迭合面层达到设计强度后, 进行第二组预应力索的张拉。这组高强钢索锚固于上弦肋板边缘, 属双折线索。为减小预应力损失, 选用 2 $\Phi 15$, 采用同时张拉。

由于单靠预制肋板不足以承担使用荷载产生的局部弯矩, 必须考虑将现浇迭合面层参与共同工作, 除了构造上将预制板的外露钢筋与板缝间的附加钢筋、面层钢筋网连接起来外, 预制板顶事先留出 10mm 深齿槽, 加强迭合面的粘结。预制肋板混凝土为 C30、C40 细石混凝土灌缝, C30 现浇面层。

组合网架的下弦和腹析均采用 Q235 无缝钢管, 以剖口对接焊缝并设短衬管与球节点相连接, 保证等强要求。

3.4 节点构造

本工程组合网架的节点设计遇到了新的难题。由于高强钢索在下弦内穿球而过, 下弦杆拉力又很大, 为此特别设计了双平行加劲肋球节点, 如图 3 所示。这种球节点在国内其它工程已应用过。试验证明, 其承载能力大大

高于单肋球节点, 比十字肋球节点更易制作。本工程的双平行肋球节点为满足穿索需要, 在球体平行肋间互相垂直的方向各开 $\Psi 70$ 的洞, 对球节点有一定削弱。尽管有限元分析表明, 这种球节点能够满足承载力的要求, 但最终仍需进行节点试验加以验证 (另文详叙)。

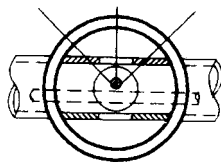


图 3 双平行肋球节点

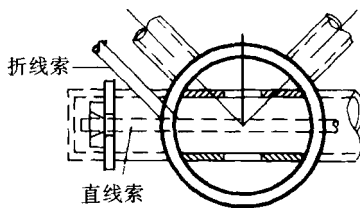


图 4 直线索锚固节点

直线索锚固节点如图 4 所示。预应力张拉后, 可用封板将锚具封闭起来, 内填水泥砂浆, 第二组预应力索也在此转折, 其节点细部尺寸需仔细推敲。

预应力组合网架上弦节点采用图 5 所示的加肋半球节点。为提高半球的强度和刚度, 设置地十字半圆环肋。这种节点刚度大, 构造简单, 与腹杆连接方便, 也易于加工制造。为减小上弦节点的偏心, 节点处肋的高度有所减小。

4 预应力组合网架安装制作方案

本工程第 5 层楼面层高不大, 又具备良好的吊装运输条件, 加之预应力钢绞线的穿索也需要一定的平台空间, 经比较分条拼装滑移和高空散装两个方案, 并结合施工单位的具体条件, 选择了高空散装方案。

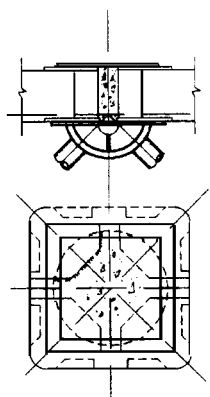


图5 上弦半球节点

施工时, 先将下弦网格焊接定位好, 随后即可同时进行斜腹杆的焊接和穿索工序, 互不影响。将预制肋板吊装就位后, 立即将其四角底部预埋板与上弦球顶板焊接, 尔后在板肋间浇捣细石混凝土和焊接肋板角部的上盖板。待灌缝混凝土达到设计强度后, 张拉第一组预应力索。随后进行现浇面层的浇捣, 达到设计强度后, 张拉第二组预应力索。预应力的施工基本不占工期。

5 结 语

本工程裙楼采用预应力组合网架后, 较

好地解决了大跨度、重荷载和低层高、管道布置复杂等诸多技术矛盾。设计中采用的双平行肋球节点和上弦焊接半球节点, 承载力高, 制造简单, 易于安装。目前, 国内尚未见到类似的工程做法。针对结构的受力特点, 与施工过程中密切配合, 采取分阶段施加预应力方案, 效果明显, 充分发挥了高强钢材的承载能力。设计表明, 对 30~50m 跨度范围的楼面结构, 预应力组合网架是安全经济、造型美观、便于施工、效益明显的结构形式, 值得进一步研究和推广。

参 考 文 献

- 1 董石麟, 马克俭, 严慧等 组合网架结构与空腹网架结构 浙江大学出版社, 1992
- 2 尹思明等 预应力钢网壳的某些静力性能研究 第七届空间结构学术论文集, 1994
- 3 李良勇等 预应力与非预应力螺栓球(环)节点组合网架的设计、研究及应用 第六届空间结构学术会议论文集, 1992
- 4 苟克成 多次预应力钢网壳屋盖设计中应注意的几个问题 钢结构, 1996 (2): 44~48
- 5 陈文辉, 黄茂田, 魏红 抚州体育馆空间网架组合结构的设计 第四届空间结构学术交流会议论文集, 1988
- 6 苗春芳 多层组合板架结构设计与试验研究 第四届空间结构学术交流会议论文集, 1988

(上接第 25 页)

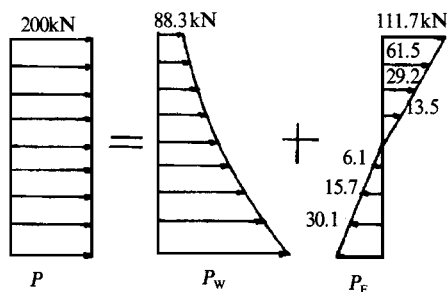


图9 水平力分配

(2) 该计算模型可直接给出剪力墙、刚接连梁的弯矩、剪力、轴力, 不需换算就能直接方便地用于构件配筋设计, 具有很好的

南京某高层裙楼预应力组合网架的结构设计——左江等

实用价值。

(3) 鉴于目前建筑结构的三维空间弹塑性分析尚为困难, 本文过渡单元可较方便地发展或加入到现有的一般空间协同弹塑性分析程序中去, 以便较好地解决框架-剪力墙刚接体系的弹塑性动力分析问题。

参 考 文 献

- 1 梁启智 高层建筑结构分析与设计 华南理工大学出版社, 1992
- 2 刘建新 用墙板单元研究确定剪力墙的合理位置 建筑结构学报, 1995, (5)
- 3 包世华, 方鄂华 高层建筑结构设计 1990