

文章编号 :1007 - 6492(2000)04 - 0074 - 04

# 高效预应力圆孔板的特点及工程应用造价分析

李 骞<sup>1</sup>, 谢丽丽<sup>2</sup>, 焦晓亚<sup>2</sup>

(1. 郑州工业大学土木建筑工程学院, 河南 郑州 450002; 2. 郑州工业大学综合设计研究院, 河南 郑州 450002)

摘 要: 介绍了采用新型高强材料生产的高效预应力混凝土圆孔板的结构特点, 并对实际工程中现浇楼盖的设计进行了设计更改, 对两种不同设计进行了材料用量、经济性能等方面的分析和比较. 结果表明, 高效预应力混凝土圆孔板楼盖在几乎不增加造价的情况下, 满足了现代建筑大开间的要求, 又解决了现浇楼盖的裂缝问题, 是一种理想的结构形式.

关键词: 高强钢丝; 预应力; 长向板; 经济性能

中图分类号: TU 209 文献标识码: A

## 0 引言

我国预制混凝土构件尤其是板类构件有着长期的应用历史, 传统的混凝土预制空心板多采用冷加工钢筋制作(如冷拔低碳钢丝、冷轧带肋钢筋、冷拉钢筋等), 存在配筋多、跨度小、承受荷载较轻、延性差、抗裂及整体性差等缺点. 现代建筑如小康住宅、办公楼、商场、仓库、停车楼、天桥等需要大跨度、重荷载的楼盖, 传统的预制空心板楼盖已无法适应建筑市场变化的需要, 近年来有逐渐被钢筋混凝土现浇楼盖所取代的趋势. 但随着商品混凝土的出现, 外加剂的使用, 泵送混凝土技术的发展, 为便于施工, 混凝土成分中粉剂的含量增大, 混凝土的收缩值增加, 造成钢筋混凝土现浇楼盖因混凝土收缩和温度变化而产生裂缝的现象比较普遍. 尤其是我国正在实行住宅商品化, 房屋的裂缝问题已引起住户和房屋建造商以及施工单位的普遍关注, 在有的地方因房屋开裂甚至造成法律纠纷和社会问题. 因此, 解决大跨度钢筋混凝土现浇楼盖的开裂问题, 研究采用新型的大跨度楼盖的结构形式具有重要意义.

## 1 高效预应力混凝土圆孔板的结构性能

高效预应力混凝土圆孔板是近年来研制的一种新型大跨度楼盖构件, 它采用中强螺旋肋钢丝

(强度 800 ~ 1470 MPa) 高强螺旋肋钢丝(强度 1570 MPa) 或高强钢绞线(强度 1570 ~ 1860 MPa) 作为受力主筋, 以及较高强度的混凝土(C40 以上) 制作. 由于其采用的主筋强度高、锚固性能及延性较好(螺旋肋钢丝、钢绞线的均匀伸长率  $\delta_{gt}$  均能达到 5%<sup>[1, 2]</sup>), 因此高效预应力混凝土圆孔板具有优良的结构性能:

(1) 跨度可达 4.5 ~ 18 m, 承受外加荷载可达 10 kN/m<sup>2</sup> 以上, 且有相当大的安全储备.

(2) 螺旋肋钢丝及钢绞线的外形确定了其良好的粘结锚固性能. 在单板试验中, 构件开裂较迟, 裂缝细而密, 且裂缝宽度增加缓慢, 不断出现新的裂缝来吸收受拉区的变形.

(3) 构件在开裂前的弹性阶段挠度很小, 标准荷载下的挠度仅为  $l/600$  ( $l$  为板的跨度) 左右. 开裂后挠度迅速增加, 刚度衰减较快, 构件试验的破坏标志均为跨中挠度超过  $l/50$  ( $l$  为板的跨度), 是典型的延性破坏, 破坏前有明显的预兆.

(4) 构件具有极强的恢复能力. 在破坏试验结束后, 卸载观察残余的挠度和裂缝宽度, 两者的值都很小, 且随时间的增加还能有少许恢复.

单板试验表明, 高效预应力混凝土圆孔板具有优良的结构性能, 克服了传统的预制空心板容易脆断、安全储备小的缺点, 完全可以适应新型大开间建筑楼盖大跨度、重荷载以及抗裂性好的要

收稿日期: 2000 - 06 - 20; 修订日期: 2000 - 08 - 15

基金项目: 河南省科技攻关项目(991150208)

作者简介: 李 骞(1976 - ), 男, 湖南省长沙市人, 郑州工业大学硕士研究生.

万方数据

求,同时在构造方面对板与板之间的拼缝和连接采取了增大板侧边槽深、增加板间拼缝宽度、拼缝配筋加膨胀混凝土、硬架支模等措施进行加固与改进,增加了楼板的整体刚度,既具有类似现浇楼板的整体性又解决了现浇楼板的裂缝问题,是大开间建筑的一种较为理想的楼盖结构形式<sup>[3]</sup>。

本文结合郑州市明鸿新城别墅区花园式住宅楼的实际工程对原设计的现浇板进行了采用高效预应力空心板的设计更改,且对更改前后的工程造价进行了比较,为建设部推广大开间住宅结构体系提供参考依据。

## 2 结构设计方案比较

### 2.1 原设计方案

该花园式住宅楼位于郑州市经三路以东,农业路以北,地上七层,层高为 2.9 m,房屋总高度 20.75 m,总建筑面积为 11041.1 m<sup>2</sup>。结构形式为砖混结构,抗震设防烈度为 7 度。根据勘察公司提供的地质报告,采用粉喷桩处理地基,要求复合地基承载力标准值≥170 kPa,基础设计为墙下钢筋混凝土条形基础。

图 1 为原设计单元平面布置图,本工程共 8 个单元,抽出两个单元作比较(由于楼梯在设计更改前后没有变化,为方便起见,楼梯未参与比较),两个单元建筑面积 244.8 m<sup>2</sup>。

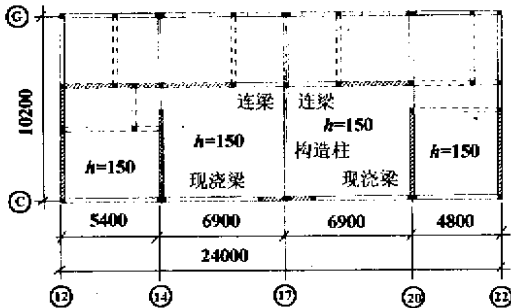


图 1 原设计单元平面布置图

楼板为钢筋混凝土现浇楼板,图中未标明的板厚度均为 80 mm,现浇板及梁的受力主筋均为Ⅱ级螺纹钢,所有现浇板负筋、分布筋均为 Φ6@

250。

墙体均为 240 mm 厚粘土砖墙,−0.030 以下采用 Mu 10 机制砖,M 10 水泥砂浆;−0.030 ~ 11.970 采用 Mu 10 机制砖,M 10 混合砂浆;11.970 以上采用 Mu 10 机制砖,M 7.5 混合砂浆;图 1 中阴影部分墙体在 8.970 以下部位配置钢筋,钢筋网片采用 Φ3@30(冷拔低碳钢丝乙级)焊接网,每三皮砖放置一片墙体,圈梁沿墙体布置,构造柱布置见图示。

最大基础宽度 3.4 m,受力钢筋采用Ⅱ级螺纹钢,混凝土采用 C 20。

### 2.2 更改后的设计方案及特点

图 2 为更改设计后的单元平面布置图,为满足现代住宅大开间的需求,将原设计中的隔墙取消,所形成的大开间可以随用户采用轻质隔墙自由分隔,而不必受原来建筑设计的约束。板的跨度共有 4.8 m、5.4 m、6.9 m 3 种,根据不同的跨度选择采用不同板跨的高效预应力圆孔板,板的选用见表 1。

由于板跨的增加,墙体作为板的支撑,为了满足承载力的要求,采用了配筋砌体(墙厚不变)。−0.030 以下采用 Mu 10 机制砖,M 10 水泥砂浆;−0.030 ~ 5.970 采用 Mu 10 机制砖,M 10 混合砂浆;5.970 以上采用 Mu 10 机制砖,M 7.5 混合砂

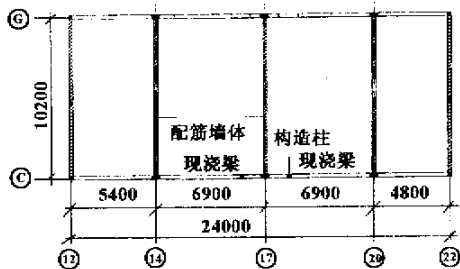


图 2 更改设计后的单元平面布置图

浆,图 2 中阴影部分墙体配置钢筋,钢筋网片采用 Φ3@30(冷拔低碳钢丝乙级)焊接网,5.970 以下每二皮砖放置一片,5.970 以上每三皮砖放置一片,圈梁沿墙体布置,构造柱的布置见图 2。

表 1 高效预应力混凝土圆孔板参数

板跨/m	混凝土等级	板宽/mm	板厚/mm	主筋
4.8	C 40	600	180	1470 MPa 高强螺旋肋钢丝(4Φ <sup>9</sup> )
5.4	C 40	600	180	1470 MPa 高强螺旋肋钢丝(6Φ <sup>9</sup> )
6.9	C 40	600	210	1570 MPa 三股钢绞线(6Φ <sup>12.7</sup> )

基础形式同原设计,最大基础宽度 4.2 m,埋深不变,受力钢筋采用Ⅱ级螺纹钢,混凝土采用 C

20。由于墙体的减少及部分墙体承重的增加,基础长度和截面尺寸都有相应变化,部分基础配筋增

加。

3 两种方案的经济比较分析

设计的更改包括楼板、墙体及基础的变化,由此带来了造价的改变,这也是业主和住户最关心的问题。本文对原设计和更改后的设计都做了工程预算,并对两种设计方案做了经济分析比较。工程预算以河南省建筑与装饰标准定额(1999年版)为依据,材料价格均以2000年7月郑州的市场价格为依据。

混凝土:C 20,213.7元/m<sup>3</sup>;C 40,283.6元/m<sup>3</sup>。

钢筋:Ⅰ级钢筋,2700元/吨;1470 MPa螺旋肋钢筋,3900元/吨;Ⅱ级钢筋,2700元/吨;1570 MPa三股钢绞线,4100元/吨。

表2为原设计的一个标准层及基础(两个单元)的材料用量和工程造价(包含定额直接费和附加费等)。

表3为更改设计后的一个标准层及基础(两个单元)的材料用量和工程造价(包含定额直接费和附加费等)。

表 2 原设计的材料用量和工程造价

项目	钢筋/吨	混凝土/m <sup>3</sup>	粘土砖/千块	造价/万元
楼板	3.21	37.28	—	3.85
墙体	1.35	13.73	47.68	2.97
基础	4.85	112.05	61.9	7.80

说明:表中的基础没有包括垫层及地基处理,墙体没有包括8.970以下的钢筋网片。

表 3 更改后设计的材料用量和工程造价

项目	钢筋/吨	混凝土/m <sup>3</sup>	粘土砖/千块	造价/万元
楼板	2.42	27.74	—	4.09
墙体	1.47	8.83	39.73	2.82
基础	4.41	101.45	34.1	6.39

说明:表中的基础没有包括垫层及地基处理。

比较表2和表3的结果,表4中给出了更改设计后的材料用量及工程造价与原设计的比较,从表中可以看出,更改后的设计比原设计的材料消耗要小,基础造价降低,但标准层中的楼板和墙体造价都略有增加。由于大跨度的单向楼板,荷载大,墙体采用了配筋砌体,钢筋网片用量比原设计增多,楼板造价的增加主要是来自预制空心板的运输、安装等费用。对一个标准层来说,两个单元建筑面积244.8 m<sup>2</sup>,仅增加了造价900元,也就是说每平方米增加造价不到4元,这对于业主或者用户来说都是可以承受的。

表 4 更改设计后的材料用量及工程造价与

原设计的比较 %

项目	钢筋/%	混凝土	粘土砖	造价
基础	-9.1	-9.5	-44.9	-18.1
楼板	-24.6	-25.6	—	+6.2
墙体	-37.0	-35.7	-16.7	-5.1

说明:表中的“+”(“-”)表示更改后的设计比原设计增加(减少)。

在我国实行住宅商品化的今天,住户对户型的要求越来越高,希望对购买的商品房进行二次装修而不受其建筑结构设计的限制。传统的预制混凝土圆孔板楼盖体系开间小、承受荷载轻,满足不了现代住宅大开间的要求,而现在盛行的钢筋混凝土现浇楼盖因混凝土的收缩和温度变化引起的裂缝问题难以解决,采用新型高效预应力混凝土圆孔板楼盖,形成了可以由住户任意分割的大开间结构,不再受限于建筑设计的呆板,完全能够满足不同住户对不同户型的要求,同时又解决了钢筋混凝土现浇楼盖的裂缝问题。

4 结论

高效预应力混凝土圆孔板楼盖是一种新型的大跨度楼盖体系。该体系具有跨度大、承受荷载重、延性、裂缝控制性能及恢复性能好等特点,克服了传统预制混凝土空心板楼盖小跨度、轻荷载,易脆断的缺点,又解决了钢筋混凝土现浇楼盖的裂缝问题。本文通过对郑州市明鸿新城别墅区花园式住宅楼的实际工程的设计更改,对新型的高效预应力混凝土圆孔板楼盖与钢筋混凝土现浇楼盖的工程造价进行了经济性能的分析,结果表明新型的高效预应力混凝土圆孔板楼盖造价略有增加,但这种新型楼盖解决了传统预制混凝土空心板楼盖及现浇楼盖的缺点和问题,同时又能满足现代建筑大开间的要求。因此,新型高效预应力混凝土圆孔板楼盖是一种理想的结构形式。

参考文献:

[1] 徐有邻,宇秉训,朱 龙,等.钢绞线基本性能与锚固长度的试验研究[J].建筑结构,1996(3):34-38.  
[2] 张达勇.我国混凝土结构用钢筋(丝)力学性能的分析与比较[D].郑州:郑州工业大学土木建筑工程学院,2000.  
[3] 徐有邻.发展高效预应力预制构件刍议[J].建筑结构,1998(12):25-29.  
[4] 孙祥升,张丽萍.河南省建筑工程预算定额[M].北京:中国计划出版社,1996.

## Characters of High – quality Prestressed Concrete Slab and Cost Analysis of the Practical Design

LI Qian<sup>1</sup> , XIE Li – li<sup>2</sup> , JIAO Xiao – ya<sup>2</sup>

( 1. College of Civil & Building Engineering ,Zhengzhou University of Technology ,Zhengzhou 450002 ,China ; 2. Comprehensive Design and Research Institute of Zhengzhou University of Technology ,Zhengzhou 450002 ,China )

**Abstract** :The characters of high – quality prestressed concrete slab are introduced . Based on design practices , the cast – in – place floor design is changed , and the analysis is conducted on consumption of materials and economy of two kinds of design . The results show that high – quality prestressed concrete slab floor is an ideal structure system , on the condition of a little increase in cost , which can not only solve the problem of cracking of cast – in – place floor but can also meet the long – span requirement .

**Key words** :high – strength steel wire ; prestress ; long – span slab ; economic feature