



HONGDIAN JIANSHE GONGCHENG

重点建设工程

施工技术与管理创新 2

北京工程管理科学学会 编

SHIGONG JISHU YU GUANLI CHUANGXIN

中国建筑工业出版社

重点建设工程施工技术与管理创新 2

北京工程管理科学学会 编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

重点建设工程施工技术与管理创新 2/北京工程管理科学学会编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2008
ISBN 978-7-112-10364-5

I. 重… II. 北… III. ①建筑工程-工程施工-施工技术-文集 ②建筑工程-施工管理-文集 IV. TU7-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 142078 号

本书为北京工程管理科学学会继 2007 年推出的《重点建设工程施工技术与管理创新》后的第二本。全书共 34 篇文章, 每一篇文章都是建筑企业施工及管理人员实践经验的总结, 这些文章从不同角度反映了各重点工程建筑中的创新成果, 能够为类似工程提供极具价值的借鉴与启发。

本书共分两大部分: 第一部分为技术创新篇, 包括: 结构工程、钢结构工程、屋盖(屋面)工程、其他工程、改扩建工程五方面的施工技术创新; 第二部分为管理创新篇, 包括: 总承包管理、工程成本管理、阳光工程建设、劳务管理、房地产开发以及环境保护管理六方面的管理理论与成功实践。本书可供广大施工技术及管理人员参考。

责任编辑: 刘 江 赵晓非

责任设计: 肖广慧

责任校对: 汤小平

重点建设工程施工技术与管理创新 2

· 北京工程管理科学学会 编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京密云红光制版公司制版

北京云浩印刷有限责任公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 18 $\frac{3}{4}$ 字数: 455 千字

2008 年 10 月第一版 2008 年 10 月第一次印刷

印数: 1—1,500 册 定价: 40.00 元

ISBN 978-7-112-10364-5

(17167)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

编委会成员

顾问：孙维林 张文龙 郁志桐 丛培经

主任：田振郁

副主任：吴月华 王立平 杨健康 吴培庆 鲍绥意

朱 熾 丁传波 郭延红 周景勤 蔡 晨

主 编：田振郁

副主编：张之伟 刘春丽

委 员：（按姓氏笔画排列）

于钦新 孔繁和 王 星 李胜军

陈 红 林 萌 罗贤标 赵京兰

赵世强 赵俊国

前 言

2007年,北京工程管理科学学会曾出版了论文集《重点建设工程施工技术与管理创新》。2008年,学会又评选出优秀创新论文34篇,定名为《重点建设工程施工技术与管理创新2》,现予以出版。

本论文集由两部分组成。第一部分为技术创新篇,包括:结构工程、钢结构工程、屋盖(屋面)工程、其他工程、改扩建工程五方面的施工技术创新;第二部分为管理创新篇,包括:总承包管理、工程成本管理、阳光工程建设、劳务管理、房地产开发以及环境保护管理六方面的管理理论与成功实践。

应该说,论文收集的每一篇文章都是建筑业企业员工自主创新的成果。创新是国策;是企业发展的动力;也是我们建筑业企业员工义不容辞的责任。我们就是要依靠自主创新,促进科技与管理进步,提高企业竞争能力,使企业得到持续发展。

这些文章又是重点工程的实践总结。重点工程建设是国家发展的重点,也是企业科技与管理实力的展示。这些创新成果,必然对我国建筑行业的发展产生久远的影响。

值得一提的是,论文的作者绝大部分是奋战在施工一线的青年专业技术人员。他们既是课题的攻关者,也是新科研成果进一步传播的推进者。正是由于他们激情、智慧和汗水的播洒,才使得这些重点工程包括奥运工程拔地而起,使得北京的城市交通四通八达,使得北京每天都发生着翻天覆地的变化并成为现代化的国际大都市。这些工程承载着他们的奋斗历程,凝聚着他们热爱祖国的情结,见证着经济和社会的迅猛发展;既充实了企业的自主品牌,也成为了企业核心竞争力提升的新体现和重要标志。

北京工程管理科学学会的办会宗旨是:服务企业、服务政府、服务会员、服务经济社会发展。今年我们把《重点建设工程施工技术与管理创新2》奉献给大家,供大家学习、参考。今后我们会再接再厉,为我国建筑业的发展不断作出新的贡献。

北京工程管理科学学会

理事长 田振郁

2008年7月29日

目 录

技术创新篇

结构工程施工技术

冷轧带肋焊接网片在国家游泳中心中的应用 张 凡 杨 斌 陈 蕾 (2)

国家游泳中心预应力大梁大体积混凝土施工技术 杨 斌 (8)

温州世贸工程混凝土转换层施工 陈 红 杨旭东 何 勇 王晓光 (20)

等强剥肋滚压直螺纹套筒连接技术在公安部办公楼工程的综合应用
..... 常 燕 罗贤标 (26)

混凝土空心楼盖技术在工程中的应用 李相凯 (33)

钢结构工程施工技术

俄罗斯联邦大厦转换层钢结构施工技术 王海涛 (41)

CSPC 南海石化壳牌仓库工程钢结构施工技术 王海涛 (56)

钢制球形减震支座在安福大厦工程中的应用 罗贤标 江益斌 (63)

钢索吊拉大跨度钢筋混凝土悬挑板张拉技术探讨 黄泽栋 江益斌 (67)

屋盖(屋面)工程施工技术

奥林匹克公园网球中心彩色混凝土预制板架空屋面施工技术
..... 赵 蕾 王红媛 (71)

360m 单跨中间无支座管桁架罩棚钢结构安装及卸载技术
..... 彭前立 王海涛 李杰魁 (79)

广州新白云机场航站楼雨篷膜结构工程施工工艺 王海涛 (94)

其他工程施工技术

绿色施工示范工程的规范化与标准化技术研究 刘卫东 (104)

丰台垒球场工程绿色综合施工技术 赵庆凯 魏秀洁 (113)

声学建筑控制噪声达标综合施工技术 隋 坤 (118)

外围结构花格框架后浇节点施工技术
..... 刘为民 房静波 徐 浩 王国栋 王静梅 (132)

大跨度异型预制看台板的制作与安装技术 ... 王海涛 彭前立 王铁铮 李杰魁 (141)

沈阳奥林匹克体育场空间桁架结构大直径钢管加工技术
..... 王海涛 彭前立 李杰魁 (161)

改扩建工程施工技术

综合加固技术在北京工人体育场改建工程中的应用
..... 谢 俊 陈 娣 顾亚军 袁 梅 (170)

阻尼器加固技术在北京工人体育场改建工程中的应用

..... 谢 俊 顾亚军 陈 娣 李佳龙 李晓斌 (174)

国家体育总局训练局比赛馆改扩建工程金属屋面施工技术

..... 王海荣 杜 影 张肇庆 (178)

管理创新篇

总承包管理

首都博物馆新馆工程沟通管理十种关系的处理 臧红星 (190)

做好项目规划, 确保实现奥林匹克篮球馆四大管理目标

..... 唐胜波 张洪峰 郭 欣 王伟利 罗景英 王 瑞 (197)

精心策划, 科学组织, 保证实现奥运村机电安装管理目标

..... 李建武 刘 斌 韩 李 崔京华 冼福海 何 攀 (207)

工程成本管理

奥运工程“五统一”下的施工总承包成本管理 顿雪岭 (215)

机电安装工程安全管理 张松正 (224)

人工挖孔桩施工危险源辨识及控制 张松正 (234)

阳光工程建设

开展“阳光工程”活动, 推动项目管理 臧红星 (242)

劳务管理

加强劳务队伍管理, 提供优质可靠保障 俞振江 (250)

加强劳务建设, 规范用工管理 胡予民 (255)

建筑工程劳务费结算兑付深层次问题分析及解决对策 吕 明 (258)

房地产开发

房地产开发的关键环节与主要内容 罗志平 (265)

浅谈房地产开发项目的成本控制 陈 楠 (284)

环境保护管理

重拳出击狠抓治理, 全力创建绿色施工现场 刘文瑞 (290)

技术创新篇

- 结构工程施工技术
- 钢结构工程施工技术
- 屋盖(屋面)工程施工技术
- 其他工程施工技术
- 改扩建工程施工技术

冷轧带肋焊接网片在国家游泳中心中的应用

张 凡 杨 斌 陈 蕾

(中建一局集团建设发展有限公司)

【摘 要】 钢筋焊接网片在国外已经有九十多年的应用历史, 欧洲、美洲、澳洲、日本、东南亚、香港、台湾等国家和地区都已经普遍应用, 我国国内自 20 世纪 90 年代初引进这项技术, 通过近几年的应用和发展, 已在经济较发达的珠江三角洲、长江中下游地区、京津地区逐步得到推广应用。该技术主要用于体育馆看台、现浇楼板、桥面、地坪、剪力墙的配筋, 取得了良好的效果, 带来了巨大的经济效益和社会效益。

【关键词】 国家游泳中心; 冷轧带肋; 焊接网片; 应用

1 工程概况

国家游泳中心位于北京奥林匹克公园 B 区, 北邻规划成府路, 东邻规划景观路, 南接北顶娘娘庙, 西邻规划景观西路。本工程总建筑面积为 87283m^2 (赛时总面积为 79532m^2), 其中地上 5 层, 地下 2 层, 主要供 2008 年北京奥运会游泳、跳水、花样游泳、水球等比赛使用。

为加快施工进度、提高钢筋工程的施工质量, 本工程在楼板下层钢筋部位 (地下二层至地上四层的顶板) 及混凝土看台踏步板部位采用冷轧带肋焊接网 (钢筋直径 $\Phi^R5 \sim \Phi^R12$) 替代原设计中的由人工现场绑扎的热轧带肋钢筋 (钢筋直径 $\Phi 10 \sim \Phi 16$)。钢筋焊接网片是采用低碳盘条钢筋经过冷轧、矫直后, 用焊接设备将纵横向钢筋分别以一定的间距排列, 交叉点均用电阻点焊而成的 (图 1)。

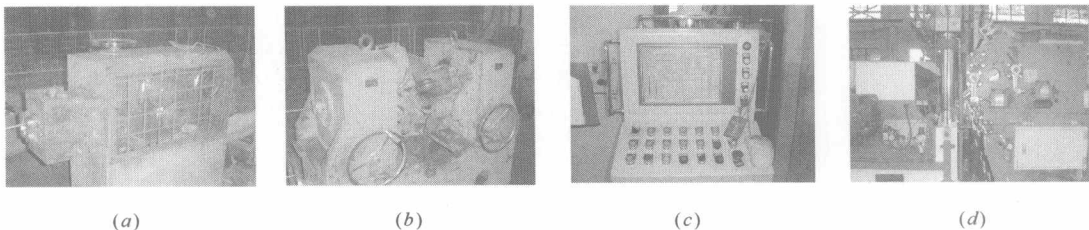


图 1 钢筋焊接网片制作

(a) 钢筋原材 (圆钢) 调直; (b) 钢筋压肋; (c) 钢筋网片焊接程序输入; (d) 钢筋网片的焊接

2 热轧带肋钢筋与冷轧带肋钢筋网片性能的对比

性能的对比见表 1。

冷轧带肋钢筋网片与热轧带肋钢筋性能对比

表 1

序 号	项 目	冷轧带肋钢筋网片	热轧带肋钢筋
1	抗拉强度标准值	550N/mm ²	335N/mm ²
2	抗拉（抗压）强度设计值	360N/mm ²	300N/mm ²
3	弹性模量	1.9×10 ⁵ N/mm ²	2.0×10 ⁵ N/mm ²

3 钢筋焊接网片设计原则

(1) 设计原理：截取楼板任一区域，根据钢筋等强代换的原则，将原设计中设计强度较低的热轧带肋钢筋替换成设计强度较高的冷轧带肋钢筋（同时考虑钢筋代换后板的配筋率和混凝土裂缝计算符合原设计要求）。

(2) 将双向板的纵向钢筋和横向钢筋分别与非受力筋焊接成纵向网和横向网。

(3) 底网受力筋伸入支座的锚固长度不得小于 $10d$ ，且不小于 100mm，同时板底受力钢筋伸入梁支座不小于 $1/2$ 梁宽，板底受力钢筋锚入剪力墙的长度不小于锚固长度 l_{aE} ，最小锚固长度见表 2。

纵向受拉带肋钢筋焊接网最小锚固长度 l_a (mm)

表 2

钢筋焊接网类型	混凝土强度等级（ d 为纵向受力钢筋直径）				
	C20	C25	C30	C35	≥C40
锚固长度内无横筋	$40d$	$35d$	$30d$	$28d$	$25d$
锚固长度内有横筋	$30d$	$26d$	$23d$	$21d$	$20d$

注：1. 表中的数值均是针对 CRB500 级钢筋焊接网而言的；

2. 任何情况下，针对冷轧带肋钢筋而言，不论锚固区内是否有横筋，焊接网的锚固长度均不应小于 200mm；

3. 本工程钢筋网片按四级抗震等级考虑， $l_{aE}=l_a$ 。

4 钢筋焊接网片的加工及进场检查

4.1 外观要求

每批焊接网应抽取 5%且不少于 3 片的网片进行外观质量和几何尺寸的检验：

(1) 钢筋焊接网交叉点开焊数量不应超过整张网片交叉点总数的 1%，并且任一根钢筋上开焊数量不得超过该钢筋上交叉点总数的 50%。焊接网最外边钢筋上的交叉点不得开焊。

(2) 焊接网表面不得有影响使用的缺陷，可允许有毛刺、表面浮锈以及因取样产生的钢筋局部空缺，但空缺必须用相应的冷轧带肋钢筋搭接绑扎补上。

(3) 焊接网几何尺寸的允许偏差详见表 3, 且在一张网片中纵横向钢筋的数量应符合设计要求。

焊接网几何尺寸的允许偏差表

表 3

序号	项 目	允许偏差	序号	项 目	允许偏差
1	网片的长度、宽度 (mm)	±25	3	对角线差 (%)	±1
2	网格的长度、宽度 (mm)	±10			

注: 对角线差是指网片最外边两个对角焊点连线之差。

(4) 钢筋焊接网应从每批中随机抽取一张网片进行重量偏差检验, 钢筋焊接网的实际重量与理论重量的允许偏差为±4.5%。

4.2 复试要求

(1) 钢筋焊接网的技术性能指标应符合《钢筋混凝土用钢筋焊接网》(GB/T 1499.3—2002) 中的有关规定。

(2) 每批焊接网应随机抽取一张网片, 在纵横向钢筋上各截取 2 根试样, 分别进行强度 (包括伸长率) 和弯曲试验。每个试样应含有不少于一个焊接点, 试样长度应足以保证夹具之间的距离不小于 20 倍试样直径, 且不小于 180mm。焊接网的拉伸、弯曲试验结果如不合格, 则应从该批焊接网的同一型号网片中再取双倍试样进行不合格项目的检验, 复验结果全部合格时, 该批焊接网方可判定为合格。

(3) 每批焊接网中随机抽取一张网片, 在同一根非受拉钢筋 (一般为较细的钢筋) 上随机截取 3 个抗剪试样, 钢筋焊接网焊点的抗剪力不应小于试件受拉钢筋规定屈服力值的 0.24 倍, 抗剪力的试验结果应按三个试样的平均值计算。焊接网抗剪试样结果平均值如不合格, 则取双倍试样进行复验, 当试验结果平均值均合格时, 该批焊接网方可判定合格。

5 施工流程及施工工艺要求

施工准备 (包括钢筋焊网进场检验合格、顶板模板验收合格及梁钢筋绑扎合格等) → 铺设短向钢筋底网 → 铺设长向钢筋底网 → 开设顶板预留洞口并在洞口部位按要求加设附加钢筋 → 铺设马凳、机电管道预埋 → 人工绑扎顶板上层钢筋 (验收合格) → 顶板混凝土浇筑。

(1) 在钢筋焊接网片施工过程前, 应先在顶板模板上弹好钢筋网片布置控制线, 然后再进行网片的铺设。

(2) 本工程板块均按双向板考虑钢筋网片的配置, 故在施工过程中网片之间均采用分布排筋的施工方式。即, 当某板块的某一方向上的底网多于 3 片时, 按照先两侧后中间的原则进行铺设, 两块钢筋网片之间的距离 (即最外侧主筋距离) 应控制在设计的主筋间距范围内, 网片边缘的第一根主筋距离梁 (或墙) 边的宽度不得大于 50mm。

(3) 钢筋网片铺设时, 应先进行短向底网的铺设, 将网片的一端深插入至梁 (或墙) 内, 待网片的另一端也插入梁 (或墙) 内后, 按照弹好的控制线将网片进行粗略定位, 然

后用同样的方法进行长向底网的铺设。

(4) 当网片插入梁（或墙）受阻时，可利用网片的弯曲变形性能，先将网片的中部向上弯曲，使得网片两端可先后顺利插入，若此法施工亦困难时，可将定位筋剪断，但注意不得剪断主筋。

(5) 钢筋网片铺设时应注意，短向钢筋网片的定位筋在此网片主筋的下方，长向钢筋网片的定位筋在此网片主筋的上方。

(6) 当双层网片均安装到位后，用铁丝进行绑扎以保证受力筋的整体性，每平方米绑扎点不得少于 1 个（梅花型布置），为保证钢筋网片的整体定位，在边角部位亦应用铁丝将钢筋网片和梁（或墙体）主筋绑扎在一起，绑扎点应不少于边角钢筋交叉点的 50%。

(7) 当板块超长（长度大于 12m）时，钢筋网片需采用平搭（搭接区域内两张网片中有一片无定位筋）的方式进行施工，搭接宜设置在梁边 1/3 净跨区段内，搭接长度 $1.3l_{aE}$ （当搭接区内纵向受力钢筋的直径 $d \geq 10\text{mm}$ 时，搭接长度应按本条的计算值增加 $5d$ ），且不应小于 300mm，搭接区域内的交叉点均应用铁丝绑扎牢固，详见图 2。

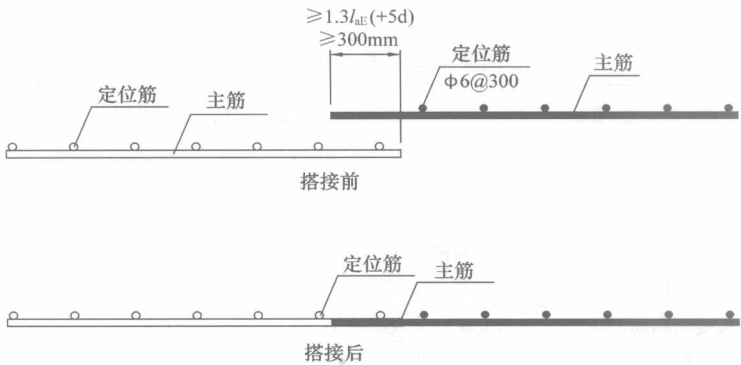


图 2 钢筋网片搭接

(8) 针对如下情况需在现场采取配筋下料、人工绑扎的处理方式：当楼板上开洞时，可将洞口位置处的钢筋焊接网片割断，在洞口周边按照原设计要求进行现场加筋处理；当边角部位或不适用钢筋网片的部位，因施工需要而破坏了部分钢筋网片主筋或板底钢筋在墙体部位锚固需弯折弯钩时，亦采用现场加筋的处理方式；钢筋网片设计图中未配置钢筋网片的板跨。

(9) 为保证钢筋网片（即最底层主筋）的保护层厚度，采用塑料垫块或与楼板混凝土同等强度的豆石混凝土垫块按间距 500mm 梅花形布置在最底层钢筋下面，详见图 3。

(10) 冷轧带肋钢筋严禁采用电弧焊焊接。

(11) 钢筋焊接网片现场安装见图 4。

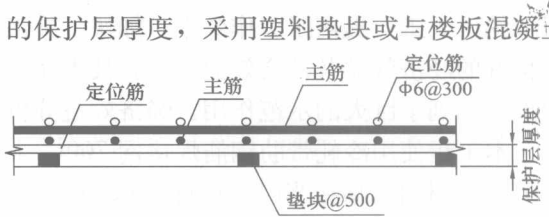


图 3 钢筋网片排放位置



(a) (b)

图4 钢筋网片现场安装及效果
(a) 网片安装; (b) 现场效果

6 钢筋网片施工质量要求 (表4)

钢筋工程安装允许偏差表

表 4

序号	项 目		允许偏差 (mm)	检查工具及方法
1	绑扎骨架	宽、高	±5	钢卷尺
		长	±10	
2	箍筋、横向 筋焊接网片	间距	±10	钢卷尺
		网格尺寸	±10	连续 5 个间距
3	保护层厚度	板、墙、壳	±3	钢卷尺
4	梁、板受力钢筋搭接 锚固长度	入支座、节点搭接	+10, 0	钢卷尺
		入支座、节点锚固	+5	

7 结论

根据钢筋焊接网片的实际应用, 现将其优缺点分析如下。

(1) 钢筋焊接网片在加工厂进行加工, 运输到现场后无需再进行加工, 且在绑扎过程中整片安装, 无需对每根钢筋都进行定位绑扎, 虽然材料价格比采用热轧带肋钢筋稍贵, 但节约了人工, 提高了工作效率, 加快了施工进度, 又保证了钢筋的成型质量, 并且创造了良好的经济效益及社会效益, 此新技术在本工程中的应用对冷轧带肋钢筋焊接网的大面积推广起到了巨大的示范作用。经济效益分析如下:

本工程使用冷轧带肋钢筋焊接网 700t, 材料价格为 3800 元/t。若使用热轧带肋钢筋需 770t, 材料价格按当时市场价 3500 元/t 计算, 绑扎钢筋人工费为 400 元/t (含加工制作与安装), 冷轧带肋钢筋焊接网人工费为 300 元/t。

材料费节约 = $3500 \times 770 - 3800 \times 700 = 3.5$ 万元;

人工费节约=400×770-300×700=9.8 万元;

合计=材料费节约+人工费节约=3.5+9.8=13.3 万元。

(2) 钢筋焊接网片采取将设计数据输入至计算机中,由计算机操纵进行机械化、自动化成型的加工方法,使得钢筋间距误差小,交叉点焊接牢固,相对于钢筋现场绑扎质量得到了较大的提高。

(3) 钢筋焊接网片在国家游泳中心的应用如表 5 所示。

钢筋焊接网片在国家游泳中心的应用

表 5

序 号	原 设 计 钢 筋	采用钢筋网片代换后的钢筋
1	HRB335 $\phi 12@150$	CRB550 $\phi 11@150$
2	HRB335 $\phi 12@100$	CRB550 $\phi 11@100$
3	HRB335 $\phi 14@150$	CRB550 $\phi 11@100$
4	HRB335 $\phi 16@150$	CRB550 $\phi 12@100$

经过核算,钢筋经过代换后,强度高于原设计钢筋,但在结构抗裂验算方面,上表中序号 1、2 中钢筋代换后的结构裂缝与代换前没有明显的区别(裂缝增大但幅度很小),序号 3、4 中钢筋代换后的结构裂缝明显变小,所以在选择钢筋网片代换时,应优先考虑型号小而间距密的钢筋,以保证或提高混凝土的抗裂性能。

(4) 国家游泳中心工程结构较为复杂,边角等不规则形状的部位较多,钢筋焊接网片在规则的情况下加工速度较快,在不规则的情况下存在着加工的技术问题,故现场边角不规则的位置仍需现场绑扎,且遇有楼板上开洞的情况、钢筋网片现场取样情况时需现场在钢筋焊接网片上用钢筋剪剪出相应的洞口,并在洞口边按照要求进行加筋处理。

(5) 根据本工程的相关要求,冷轧带肋钢筋未能用于抗震结构,仅用于非抗震结构中规则排布的大面积施工中。

参考文献

- [1] 顾万黎.我国冷轧带肋钢筋应用技术的进展.建筑结构,1999.
- [2] 林振伦,张云.冷轧带肋钢筋焊接网在工程中的应用.建筑结构,1999.

国家游泳中心预应力大梁大体积混凝土施工技术

杨 斌

(中建一局集团建设发展有限公司)

【摘 要】 国家游泳中心工程为 1.5m (宽) $\times$ 3.5m (高) $\times$ 34m (跨度) 预应力大梁结构, 在夏季高温天气下, 大体积混凝土温度裂缝控制是本工程混凝土施工的重点之一。本文提出以下温度裂缝控制措施: 混凝土初始温度控制, 即通过对搅拌站拌合用水、水泥、砂、石分别进行降温, 根据外界环境温度控制混凝土入泵温度; 混凝土绝热温升控制, 即混凝土配合比设计, 采用高效减水剂和粉煤灰, 降低了单方水泥用量, 降低了水化热延缓了水化速度; 混凝土浇筑控制; 混凝土养护控制; 预应力钢筋提前分步张拉等措施。本文总结了控制较高强度预应力大体积混凝土施工温度裂缝的经验, 为今后工程类似情况提供了借鉴。

【关键词】 国家游泳中心; 大体积; 混凝土; 预应力; 裂缝控制; 施工技术

1 绪论

1.1 工程背景

国家游泳中心工程是 2008 年北京奥运会主要场馆之一, 场馆内部为钢筋混凝土结构, 外墙及屋顶为新型延性多面体空间钢框架结构。国家游泳中心热身池上空设计为赛后溜冰场, 为达到溜冰场防震动要求, 溜冰场楼板下设计了 8 根有粘结预应力混凝土大梁, 每根大梁截面尺寸为 1.5m (宽) $\times$ 3.5m (高), 跨度为 34m。预应力大梁由 16 根直径为 1.2m 的圆柱支承, 预应力大梁混凝土等级为 C40, 与之相交的梁板等级为 C30, 两边支承的圆柱等级为 C50。混凝土浇筑时间为 2005 年 7 月中旬, 此时室外温度达到 35℃ 左右, 温度较高。

本工程中预应力梁截面尺寸大, 施工复杂, 裂缝控制等级为二级, 是工程混凝土结构施工中的一个重点。

梁柱结构布置及立面示意图见图 1。

梁内设计了 12 束预应力筋, 每束由 9 根 $\phi 15.24\text{mm}$ (1 $\times$ 7) 1860 级高强低松弛有粘结钢绞线组成。预应力筋按双向抛物线曲线布置, 有粘结预应力孔道采用镀锌波纹管。预应力筋布置见图 2。

1.2 同类工程调查研究

以下是对北京市近年施工的同类混凝土大梁工程成功案例的调查:

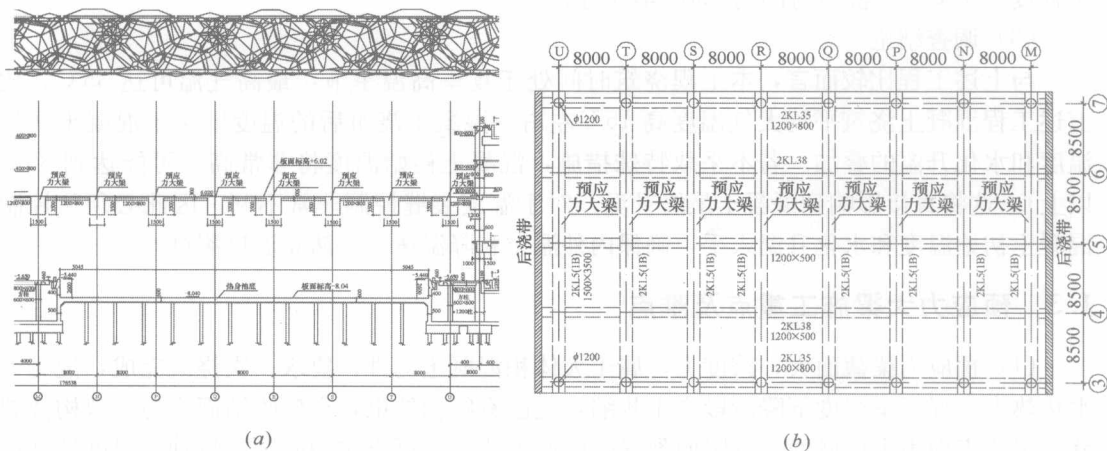


图1 大梁立面及平面布置示意图
(a) 大梁立面示意图；(b) 梁柱平面结构示意图

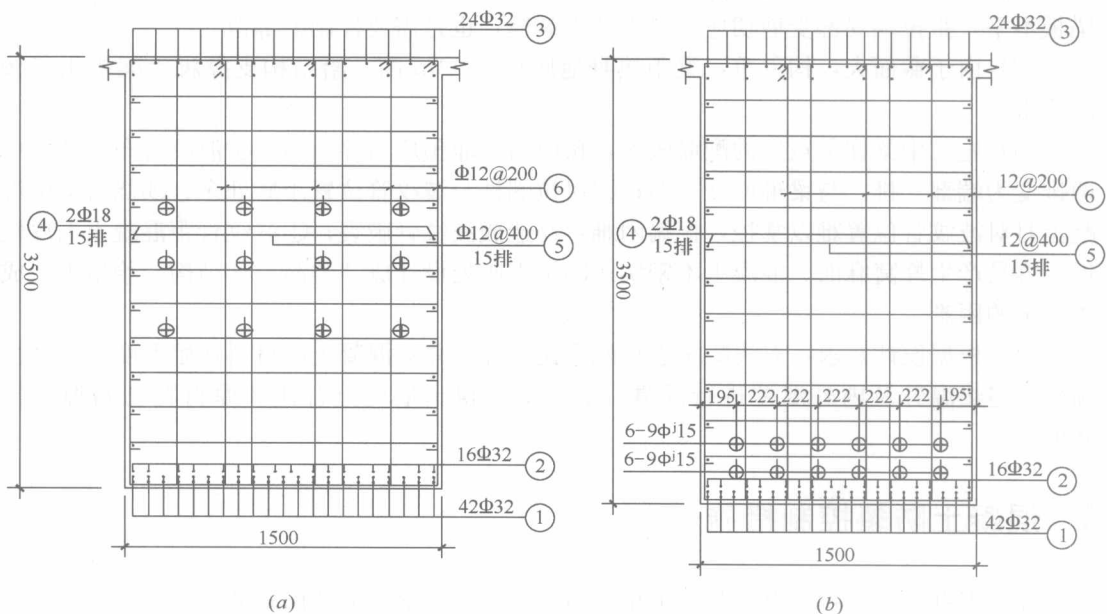


图2 预应力筋布置示意图
(a) 跨中三排波纹管及钢筋位置图；(b) 梁端处变两排波纹管及钢筋位置图

(1) 国家大剧院 560m 长壳体底环梁工程

梁截面为 2m (高) × 3~4.3m (宽)，位于钢结构壳体底部。分三次浇筑完成，最厚一次浇筑 1.2m，每隔 35m 设一个微膨胀加强带，混凝土强度等级 C50，浇筑时间为 2003 年 3~5 月。

(2) 银泰大厦转换层大梁工程

梁截面为 6m (高) × 2m (宽)，位于混凝土和钢结构转换层。一次浇筑完成，混凝土

土强度等级 C60, 浇筑时间为 2005 年 3 月。

(3) 调查结论

与上述工程比较而言, 本工程浇筑时间处于夏季高温季节, 最高气温可达 35°C , 比上述工程混凝土浇筑平均大气温度高 15°C 左右, 混凝土浇筑后的温度取决于混凝土初始温度和水化升温的叠加。若不采取特殊措施, 混凝土初始温度将非常高 (可能达到 35°C 以上), 这将直接影响到混凝土最终升温, 对于温度裂缝控制非常不利。因此必须从控制混凝土初始温度和水化升温入手, 确保内外温差和降温速度, 防止温度裂缝产生。

1.3 预应力大梁施工重点及难点

(1) 预应力梁截面大, 跨度大, 属于大体积混凝土构件, 要求一次浇筑完成, 混凝土水化热大, 混凝土温度下降阶段产生收缩, 受已有结构约束, 产生收缩而容易导致构件裂缝, 裂缝表现为大梁侧面出现竖向裂缝, 因此大体积混凝土防裂问题, 特别是温度裂缝控制, 是该部位施工的重中之重。

另外, 拆模后梁底可能出现纵向披裂裂缝, 原因是预应力筋位置不合理, 保护层偏小, 预应力筋张拉后局部应力集中所致; 张拉端锚头部位易出现局部裂缝, 原因是张拉端锚板不平, 张拉端局部受剪切应力过大产生裂缝, 也是需要控制的部位。

(2) 由于截面大, 构件重, 梁距热身池底板约 14m 高, 给结构支撑脚手架提出了较高要求。

(3) 施工中梁柱节点处的配筋较多, 预应力与非预应力穿插多: ①波纹管布设从梁中两排变为端部三排, 与梁箍筋交叉多; ②对拉螺杆与波纹管位置矛盾处多; ③浇筑梁中混凝土时对波纹管位置难以掌控, 振捣困难, 易造成波纹管破裂; ④波纹管距混凝土下皮较近, 容易产生蜂窝麻面、混凝土不密实; ⑤梁支座处设计成“类简支”结构。给施工造成了一定的困难。

(4) 根据设计要求, 对混凝土进行配合比设计, 并对混凝土原材料初始温度、拌合物温度、绝热升温及内外温差进行反复计算, 最终得出最优配合比和原材料初始温度控制值。

2 混凝土防裂控制措施

针对重点及难点, 从设计及施工角度出发, 分别制定了下列控制措施。

2.1 设计构造措施

为降低混凝土受已有结构约束, 防止构造裂缝温度裂缝, 设计单位采取了类简支梁的构造措施, 在梁柱节点断开一部分混凝土连接, 如图 3 所示。

结构设计采用二级裂缝控制, 即无裂缝设计, 通过裂缝控制计算确定预应力筋配筋量, 可通过提前 (拆模前) 施加预应力的措施控制温度裂缝。

2.2 混凝土配合比、原材料温度、拌合物温度及绝热升温的控制

为保证大体积混凝土浇筑时不出现由于混凝土水化热较快而导致温度裂缝的产生, 在