

# 北京城铁北三环西路桥连续梁施工技术

袁爱民

(中铁十六局集团第一工程有限公司,北京 100000)

**摘 要:**介绍了在钢筋混凝土连续梁现浇施工中,对大体积混凝土从原材料使用、配合比设计、施工养护等方面控制和避免产生裂缝的措施。

**关键词:**连续梁;大体积混凝土;裂缝;温度监控;应力

我单位承建的北三环西路桥位于北京城市铁路 02 标段,与北三环西路正交上跨,上部构造为 7 孔现浇钢筋混凝土连续板梁,全长 98.85m,桥面宽 10.6m,底宽 6.2m,梁高 1.2m,混凝土强度等级为 C40,方量为 851m<sup>3</sup>。采用一次性连续浇筑,不留施工缝。

## 1 工程特点

(1) 三环路车流量大,为保证主路原来的三车道通行能力,变更设计将支架跨度加大,从而造成梁底净空只有 4m,支架受到超高层的严重威胁,支撑体系和高空作业人员的安全难以保证。

(2) 桥位外部施工条件差。本桥两侧各有一座立交桥,与本桥相距 4~8m,对本桥施工干扰大,场地狭窄,机械就位作业困难。地处三环路的坡底,坡度大,车速快,交通安全防护困难。

(3) 工期紧,由于召开大运会,工期由原来的三个月压至 45 天。

(4) 梁体结构尺寸大,对于大体积混凝土应采取有效措施防止梁体开裂。

## 2 施工准备

### 2.1 交通安全防护

(1) 在桥两侧三环路的出入口处设置限高门架和绕行标志,并设专人全天守卫,防止超高车辆撞倒限高架后继续前行。

(2) 在距桥 1000m、500m 和 100m 处设置警示牌、警示灯、防撞桶和导向桶,并派专人在桥两侧 50m 处维持交通,禁止施工人员横穿公路。

(3) 施工中在支架各面均挂设高密度安全网,避免物体下落对行人及车辆造成伤害。

### 2.2 支架设计

一般地段采用 WDJ 碗扣式满堂脚手架,立杆间距 90cm × 60cm,在跨路段采用了门架式支架,承力柱采用密排碗扣式脚手架,间距 30cm × 30cm,横梁 H 型钢。经受力检算,主路采用 H588 × 300 型钢,辅路采用 H400 × 200 型钢,设计挠度均按跨度的 1/1000 计算。

### 2.3 支架安装

安装前对土地面换填了 30cm 厚二灰砂砾,用振动压路机碾压密实,并做好临时排水沟,防止积水造成支架下沉。安装好后对其进行预压,预压荷载为 1.2 倍恒载,并对观测结果进行分析,确定了沉降量及底模的预拱度值。

### 2.4 模板体系

面板全部采用竹胶板,外衬 5cm 厚木板,板缝用胶条处理。采用方木支撑,其尺寸和间距能满足强度、刚度要求。

### 2.5 机具布置

本工程配备了 2 台 36m 汽车泵和 14 辆混凝土运输车。另有 1 台 32m 汽车泵备用,进行周边补充,既防止设备故障,又缓解车辆积压,确保混凝土坍落度满足施工要求。

## 3 配合比设计及温度应力计算

### 3.1 配合比设计思路

在配合比设计中充分考虑大体积混凝土的特点,既要保证混凝土的强度,满足施工所需的和易性、可泵性,同时又要尽量降低水泥用量、水胶比,从而降低水泥水化热引起的混凝土内部温升,防止温度应力过大,超过混凝土抗拉强度而产生开裂。

### 3.2 混凝土原材料选择

采用 42.5<sup>#</sup> 普通水泥,同时大量掺加粉煤灰,既降低混凝土水化热,同时还可消耗混凝土中的碱,有效地预防碱-集料反应。集料为低碱活性集料。同时掺加防水掺合料 UEA,既满足梁体抗渗要求,又可补偿混凝土收缩而防止开裂。掺加高效缓凝减水剂,保证混凝土初凝时间 > 10h 以上,终凝时间在 18h 左右,一方面延长了施工工艺的可操作性,保证混凝土的连续浇筑;另一方面使水泥水化热的释放时间加长,达到水化热不能集中释放以降低混凝土内外温差的目的。

### 3.3 配合比确定

同时做 3 种不同的水胶比和 3 种不同掺和料用量的配合比进行正交试验,择优选用配合比为 (kg/m<sup>3</sup>) 水泥 水 砂 碎石 粉煤灰 减水剂 膨胀剂 = 340 150 760 1030 100 12.9 45,混凝土的碱含量为 2.81kg/m<sup>3</sup>,水胶比为 0.3,混凝土坍落度为 18~20cm。

### 3.4 温度及应力计算

(1) 浇筑温度:浇筑在 7 月下旬进行,时间选择在温度较低的时段,定于 18:00~6:00,平均气温按 25℃ 计,水泥 T<sub>ce</sub> = 35℃,砂 T<sub>sa</sub> = 24℃,碎石 T<sub>g</sub> = 25℃,水 T<sub>w</sub> = 20℃,搅拌机棚封闭,棚内温度 20℃,浇筑温度 T = 26℃。

(2) 混凝土最高温升值:根据水泥水化热计算混凝土绝热温升值 T = 67.3℃,最大综合温差 T = -40.1℃,第 15 天产生最大拉应力 σ = 1.37N/mm<sup>2</sup>,此时混凝土抗拉强度为 1.8N/mm<sup>2</sup>,抗裂安全度 K = 1.8/1.37 = 1.31 > 1.15。

依据计算结果可知,在第 15 天以前加强混凝土的保温、保湿养护,可以避免温度裂缝的产生,以上配合比设计是可行的。

#### 4 混凝土施工工艺

##### 4.1 浇筑顺序和方法

由梁的两端向桥中心对称一次连续浇筑。采取斜面薄层浇筑的方法,按照浇筑时形成的自然斜面薄层浇筑,循序推进,一次到顶。施工中上、下层浇筑时间间隔不得超过初凝时间,尽量控制在 2h 之内,使混凝土浇筑时间最短,暴露面最小,不留施工缝,保证混凝土的连续性。

##### 4.2 混凝土震捣

采用 14 台插入式震捣棒进行震捣。在每个浇筑带的前后布置 2 道,第一道布置在混凝土坡角处,第二道布置在混凝土卸料点。震捣要依次震捣密实,不能漏振。为避免流淌面过大,混凝土入模坍落度控制在 18~20cm。

##### 4.3 泌水及表面处理

混凝土在浇筑、震捣过程中,上涌的泌水和浮浆顺混凝土坡面流到底模上,通过侧模底部预留孔排除。当浇筑到合拢段接近顶端时改变浇筑方向,形成集水坑,用干海绵吸水排除。

梁顶面先初步用长刮尺刮平、木抹子抹面,在初凝前用铁滚筒碾压数遍,然后用铁抹子抹平、收光,消除表面塑性裂缝,保证梁体表面平整、美观。

##### 4.4 混凝土养护

由于时处夏季,气温较高、水份散失快,混凝土终凝后应立即养护,提高早期强度,防止混凝土干缩裂缝。本桥根据梁的结构特点,采用了蓄水养护的方法,蓄水深度 10~18cm,养护时间 15 天。梁的结构型式如图 1 所示。

##### 4.5 温度监控

采用 JDC-2 型电子测温仪监控混凝土温度,测温点布置在 3 个截面上,每截面分上、中、下三层布点。测温时间从浇筑后 4h 开始,每 2h 测一次,7 天后每天测两次。测温曲线如图 2 所示。

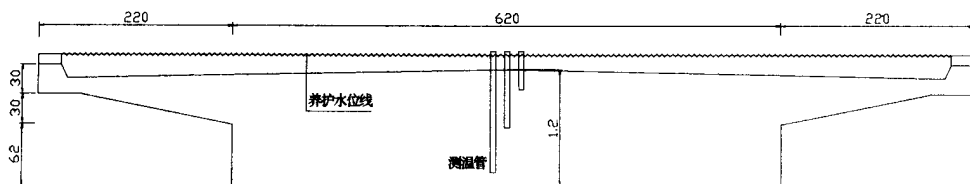


图 1 梁的结构型式图

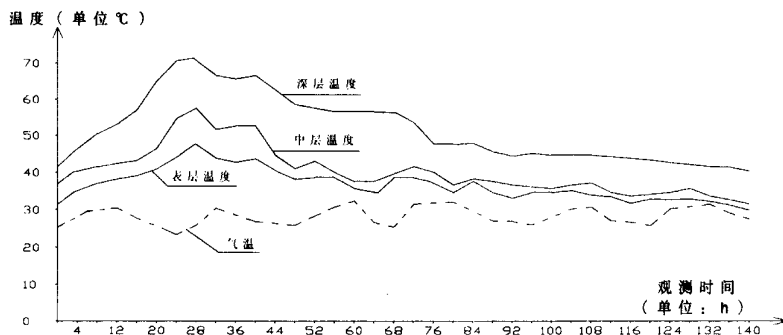


图 2 测温图

从实测温度曲线中看出,28h 达到峰值,最高温度为 72,通过保温、保湿养护,内外温差始终控制在 24 以内。

#### 5 结束语

工程通过精心组织、精细管理,比计划提前了 3 天完成,未发生安全事故,混凝土的 28 天强度达到设计强度的 136%,未出现开裂现象,工程质量经验收达到设计和规范要求,质量评定优良,施工获得了成功,为以后类似工程施工积累了经验。几点体会如下:

(1) 在施工中采用了较小的水泥用量,有效地减少了水化热,降低混凝土的温升值;以大掺量粉煤灰增加混凝土的密实性和体积稳定性;采用高效减水剂降低了水胶比。

(2) 通过蓄水养护,有效地降低了混凝土内外温差,保持了混凝土表面湿润,使 UEA 充分发挥了补偿混凝土收缩的作用。并

且混凝土的强度增长情况远好于标准养护情况,现场同条件养护的试件 3 天已达到设计强度的 99.3%,提高了混凝土的早期强度,从而避免了混凝土产生温度裂缝。

(3) 由于工期要求紧,结合温度监测情况,从第 7 天开始拆除底、侧模,保持喷水养护,结果未发现梁底开裂现象。

(4) 混凝土强度试验结果表明,水泥用量还可进一步减小,配合比还有优化的余地。

#### 参考文献:

- [1] 王铁梦. 工程结构裂缝控制[M]. 北京: 中国建筑出版社, 1997.
- [2] 杨伯科. 混凝土实用新技术手册[M]. 长春: 吉林科学技术出版社, 1998, 1.