

# 关于刚构桥层台大体积混凝土水化热的浅析

刘龙 张玉恩 王富

贵州宏信创达工程检测咨询有限公司

**摘要:** 经过改革开放近40年的努力,我国已成为名副其实的  
交通大国,现正向交通强国前进,为建设桥梁强国,质量是关键,  
2016年5月,贵州省交通运输厅印发《贵州省公路水运工程  
质量发展纲要(2016-2020年)》,推进“品质工程”,要求对  
公路水运的工程质量进行把控,工程品质要有显著提升。桥梁建  
设作为交通咽喉,而桥梁层台作为桥梁下部结构关键构件,其施  
工质量直接影响桥梁整体性能,层台施工需要解决大体积混凝土  
水化热的问题,本文通过对刚构桥层台深入分析,结合针对性的  
分析理论、采用合理的计算模型、实用的控制软件,完善及科学的  
监控体系对大体积混凝土水化热原理及治理技术进行简要分析。

**关键词:** 大体积混凝土;水化热;自动实时监测

## 一、背景

对于刚构桥大体积混凝土承台,因混凝土硬化过程中会产生大量的水化热,若对混凝土的水化热不采取疏导措施,那么承台很容易产生温度裂缝,从而严重影响到结构安全和结构的耐久性。

混凝土的内部温度取决于它本身贮存的热能。在一般情况下,浇筑后混凝土的温度与外界环境有温差存在,新浇筑混凝土与周围环境之间产生热能交换,混凝土内部温度是入模温度、水泥水化热引起的绝对温度与混凝土浇筑后的散热温度三者的叠加,其变化规律是由低到高,又由高到低,分析较为复杂,原来的水化热监测仅仅是监测混凝土浇筑后不同时段内的温度不超过规范允许值即可,控制较为粗糙,因此在承台大体积混凝土浇筑施工前,可运用三维有限元软件(Midas Fea)对承台大体积混凝土,按照实际冷却水管的布置、水流情况以及各种不同的边界条件、实际施工过程等因素进行了水化热三维温度场的仿真分析,以指导承台养护过程中大体积混凝土水化热的实时监测。

## 二、项目概况

### (一) 工程概况

宜宾至毕节高速公路威信至镇雄段将国高G85、G93连接的四川省宜宾市通过昭通市威信县、镇雄县连接贵州毕节,赤水河特大桥是控制性工程之一,左幅桥跨布置为(90+160+90)m+2×20m,右幅桥跨布置为(90+160+90)m+2×14m,承台尺寸为13.2×13.2×5m,共计871.2m<sup>3</sup>混凝土,属于大体积混凝土。

### (二) 总体思路

在承台大体积混凝土浇筑施工前,运用有限元软件对承台大体积混凝土,按照实际冷却水管的布置、水流情况以及各种不同的边界条件、实际施工过程等因素进行了水化热三维温度场的仿真分析,以指导承台养护过程中大体积混凝土水化热的实时监测。

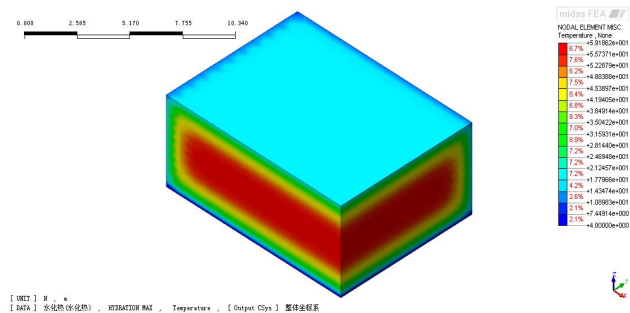


图2-1 承台最高水化热温度云图

### (三) 承台水化热监测

#### 1. 冷却管布设

温度应力是由于浇注混凝土后,水泥的水化反应(放热反应)导致的混凝土体积的膨胀或收缩,在受到内部或外部的约束时而产生的。温度应力引起的裂缝具有裂缝宽、上下贯通等特点,对结构的承载力、防水性能、耐久性等都会产生很大影响。通常降低水化热的方法有使用低热水泥、分段浇筑、骨料预冷、管冷、Sheet 养护等。大桥主墩承台施工采用6层直径为50mm的冷却管降温。

#### 2. 测点布置原则

①根据结构对称性的特点,选取1/2结构作为主要测试区域,在另1/2区域布置关键测点;

②重要测点同时埋设两个测温元件,以防损坏,确保数据完整性;

③充分考虑温度场的分布规律,以及冷却水管位置、进出水口位置等;

④充分反映温控指标的测评。

#### 3. 设备选型

温度测量采用XL-WD01智能型温度传感器,分辨率0.25℃,测试精度0.5℃,温度测量范围-25℃~125℃,该传感器采用半导体材料制作,测量结果不受导线长度影响。测试仪器采用的XL-M32无线数据采集模块软件,该系统可配接32个XL-WD01温度传感器,系统的任意通道均可配接电压输出型的半导体温度传感器或其他电压型温度传感器,测试分辨率0.1,通过RS-232标准串行接口与计算机连接进行自动温度监测。实现了远程自动化监测,弥补了人工采集数据滞后性大,准确性差,工作量繁重的缺点。

#### 4. 数据处理分析

通过采用上述温度传感器及无线自动化采集设备,可实现对承台大体积混凝土水化热效应的实时监测,根据温度监测结果对比可知:混凝土浇筑89小时后,承台内部中心温度达到最高,为62.6℃;承台内部中心混凝土与靠近模板处混凝土及上表面处混凝土最大温差分别为19.0℃、19.0℃、8.1℃,均小于20℃,温度变化均在规范允许控制范围内;进出水管的温差均控制在10℃以内。右幅4#主墩承台混凝土内部温度场的变化规律符合规范要求,有效的防止了温度裂缝的产生,实现了承台温度监控的目标。

### (四) 改进措施

1. 一般刚构桥的承台水化热监测,仅按规范要求控制其指标不超限即可,计算不是重点,对于结果状态的把控能力不强,为此有必要建立承台和主梁节段的局部分析模型,与杆系整体模型相结合指导施工控制,通过监测测点及工况细节布置,在满足控制原则及规范的要求下做到对施工控制理论计算结果精细化;

2. 对于承台水化热的监测,若采用人工现场采集数据的方式,工作量大,工作效率低,数据具有一定的滞后性,采用自动化的监测方案将解决以上问题,监测能力大大加强;

### 三、创新点

(一) 承台水化热采用自动监测方式,解决了工作量大,工作效率低、温度数据具有一定滞后性的问题,监测精度大大提高,效果更好;

(二) 对承台水化热不仅制定了详尽的监测方案,且建立承台水化热计算模型,理论数据与自动监测的大量数据相对比,实现了精细化监测。

### 参考文献

[1] 姜忠. 预埋循环水管降低大体积混凝土温度之探索[J]. 工程建设与设计, 2004年12期.  
[2] 孔祥瑜. 浅谈大体积混凝土施工中水化热的控制[J]. 广西城镇建设, 2007年10期.