

# 大体积混凝土水化热控制浅析

吴维彬<sup>1</sup> 韦丘德<sup>1</sup> 吴育俊<sup>2</sup> 黄荣幸<sup>2</sup>

1. 广西交通工程检测有限公司 广西南宁 530011

2. 南宁市交通运输综合行政执法支队 广西南宁 530011

**摘要:** 本文以某桥基础大体积混凝土水化热监控为背景, 分析总结桥梁大体积混凝土水化热控制的关键点, 控制过程中可能出现的主要问题和解决方法。本文可为类似工程提供参考和借鉴。

**关键词:** 大体积混凝土; 水化热; 温度控制

## 前言:

本文以某桥基础大体积混凝土水化热监控为背景, 通过现场监测结果, 分析总结水化热控制的关键点、可能产生的问题和解决方法。本文可为类似工程提供参考和借鉴。

## 一、工程概况

该工程为一桥梁基础, 基础尺寸约为 20m × 13m × 6m 的大体积混凝土, 分3层浇筑。浇筑过程及浇筑后对结构进行温度监控。

## 二、控制目标

- ①混凝土浇筑体内部最高温度不大于 75℃;
- ②混凝土浇筑体里表温差不大于 25℃;
- ③混凝土浇筑体的降温速率不大于 2.0℃/d;
- ④冷却水温与内部混凝土温差不大于 20℃;
- ⑤冷却管进、出水温差宜控制在 10℃ 以内。

## 三、有限元模拟

采用 midas/civil 软件对结构进行离散, 输入基础材料的力学、热学参数, 根据实际情况定义边界条件, 按照施工方案划分施工阶段, 模拟基础的施工过程, 计算得到结构的理论温度场、应力场等仿真分析结果。结构

离散模型见图 3-1, 分析结果见图 3-2。

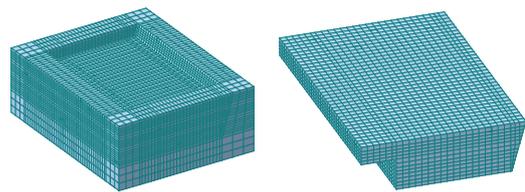


图 3-1 结构离散图

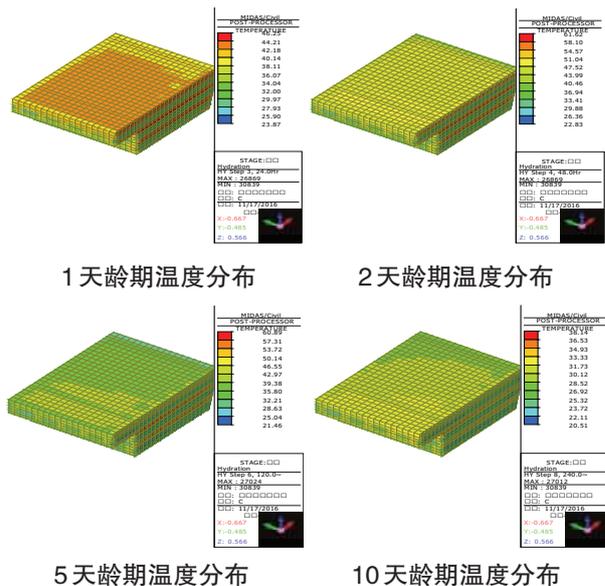


图 3-2 分析结果图

## 作者简介:

1. 吴维彬 (1988.11-) 男, 汉族, 四川邛崃人, 硕士研究生, 工程师, 主要从事桥梁检测与加固设计工作;
2. 韦丘德 (1988.10.08-) 男, 壮族, 广西柳州鹿寨县人, 硕士研究生, 工程师, 主要从事交通工程质量检测工作;
3. 吴育俊 (1989.08-) 女, 汉族, 海南东方人, 硕士研究生, 工程师, 主要从事公路水运工程质量安全监督工作;
4. 黄荣幸 (1989.8-) 男, 壮族, 广西南宁人, 本科学历, 工程师, 主要从事交通运输综合行政执法方面的研究工作。

## 四、测点布置

- ①监测点布置在基础平面图对称轴线的半条轴线上, 分层布置;
- ②监测点的位置与数量根据基础混凝土温度场和应力场的分布情况及温控的要求, 并按照理论计算得到温度场和应力场的最不利位置选取;
- ③传感器布置考虑结构的几何尺寸;
- ④沿混凝土厚度方向, 每一点位均布设传感器;
- ⑤环境温度监测点根据平面尺寸确定, 一般布设 1~2 个测点。

## 五、监控方法

①根据仿真分析结果优化施工过程, 加强施工过程及浇筑后的水化热监测;

②从开始浇筑混凝土时即可进行数据采集, 间隔时长不大于2小时, 宜半小时采集1次, 当混凝土内部与外界环境温差连续24小时小于 $25^{\circ}\text{C}$ 时即可停止温度监测;

③根据施工现场实际情况及监测结果实时调整温控措施。

## 六、常见问题与处理方法

### ①混凝土浇筑后内部升温过快

多数导致该情况发生的原因因为冷却管未及时通水降温或水流速过慢导致散热不及时。

②温度监测前1~3天比较正常, 温度正常降低一段时间后突然发现温度异常升高, 且此时并未进行后续施工等其他活动。

导致该情况发生多数为中途冷却管中断通水或其他形式的通水异常, 而水化热反应仍在继续, 散热不畅导致温度异常升高。

### ③混凝土表面开裂

在混凝土温度监测显示较为正常, 但是现场巡查发现混凝土出现裂缝时, 需对混凝土里面温度监测数据进行分析, 判断是否为混凝土里面温差过大导致的开裂。查看现场养护设施设备及养护记录, 分析是否为养护不到位导致的混凝土表面在高温作用下水分快速流失而产生的干缩裂缝。

### ④监控显示降温速率过快

当降温速率过快时, 应分析进出口温差数据, 及时调整水流速度, 控制降温速率。

### ⑤混凝土最高温度超过 $75^{\circ}\text{C}$ 及应对措施

当混凝土最高温度超过 $75^{\circ}\text{C}$ 时, 首先应及时查看冷却管进出口水温差值, 分析通水降温是否有效, 是否异常; 其次, 查看混凝土入模温度, 确认入模温度是否过高(大于 $28^{\circ}\text{C}$ ), 如过高则根据实际入模温度修正理论最高温度并与实测值对比分析, 确认是否为入模温度过大导致该情况发生; 最后, 查看现场, 加强保湿养护, 防止混凝土开裂。

### ⑥升温降温异常处理

当监测过程中发生升降温异常时, 应及时查看分析监测数据初步判断异常发生的可能原因, 并通过采取调整水流流速、进水水温等方式来控制温度变化率, 并根据实际情况调整计算参数, 重新分析计算。

### ⑦混凝土表面裂缝处理

当现场巡查发现混凝土表面出现裂缝时, 应及时进行保温保湿养护, 并分析裂缝形成原因。

根据第一阶段现场控制结果反馈优化下一阶段冷却管布置, 混凝土入模温度控制、冷却水流速、流量及入口温度、养护方法等, 保证混凝土浇筑结果良好, 无开裂等异常情况。

## 七、监控结果

基础大体积混凝土水化热温度监控结果汇总如下:

- (1) 混凝土内部最高温度 $68.5^{\circ}\text{C} < 75^{\circ}\text{C}$ ;
- (2) 混凝土里面最大温差 $23.9^{\circ}\text{C} < 25^{\circ}\text{C}$ ;
- (3) 混凝土降温速率最大 $2.5^{\circ}\text{C}/\text{d}$ , 其中仅小部分时段降温速率 $>2.0^{\circ}\text{C}/\text{d}$ , 大部分时段均 $<2.0^{\circ}\text{C}/\text{d}$ ;
- (4) 冷却管进出口温差 $15.4^{\circ}\text{C} \sim 26.7^{\circ}\text{C}$ ;
- (5) 混凝土表面未出现裂缝。

混凝土水化热温度变化曲线见图7-1。

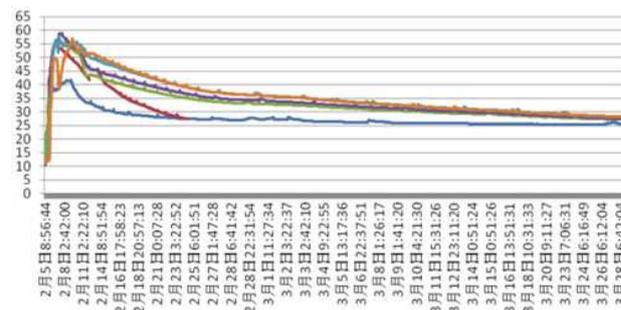


图7-1 混凝土水化热温度变化曲线

## 八、结语

- (1) 通过仿真分析结果合理布设测点能够有效监控大体积混凝土水化热的温度分布情况;
- (2) 通过监控数据分析可以快速准确的找到异常原因并及时处理问题;
- (3) 根据温度监控过程中出现的问题、处理措施及处理效果综合分析, 能进一步优化后续监控工作;
- (4) 通过合理的措施能较为有效的控制混凝土内部的最高温度、降温速率与里表温差, 并最终做到混凝土表面不开裂;
- (5) 本文可为类似工程提供参考和借鉴。

### 参考文献:

- [1] GB 50496-2009, 大体积混凝土施工规范[S].
- [2] JTG D60-2015, 公路桥涵设计通用规范[S].
- [3] JTG 3362-2018, 公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范[S].