

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyh.2021.07.055

大体积混凝土的温度监测及控制技术措施

杨宝良

(云南交投集团云岭建设有限公司, 云南 昆明 650000)

摘要:在大体积混凝土施工中,温度裂缝是最易产生的病害,也是施工控制的重点和难点。对于大体积混凝土的浇筑,由于混凝土体积较大,混凝土内水化热作用产生的温度升高较快,而体积大散热较慢,致使混凝土体内温度较高、混凝土表里温差较大,极易引起混凝土开裂。因此,对大体积混凝土进行温度监测并实施有效控制十分必要。通过在混凝土内布设温度传感监测系统,并在混凝土内埋设通水冷却系统,根据温度监测数据实时进行有效的温度控制,以降低混凝土体内温度,减少表里温差,使混凝土表里温差始终处在允许范围内,避免温度裂缝的产生,保证大体积混凝土的工程质量。

关键词:大体积混凝土;温度监测;控制;技术措施

中图分类号: TU528

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2021)07-0207-04

0 引言

大体积混凝土结构在大跨径桥梁墩台基础及大型建筑工程基础上应用广泛,保证大体积混凝土的工程质量十分重要。在大体积混凝土质量病害中,温度裂缝是常见通病,如何有效防治混凝土温度裂缝,是质量管理工作重点之一。现以召泸高速公路响水管2号大桥3号墩大体积承台施工中温度监测及控制措施为例,通过采用温度传感监测系统及埋设冷却管通水冷却系统,达到了对混凝土温度的实时监测和控制,使混凝土表里温差产生的应力控制在混凝土容许抗拉应力范围内,防止温度裂缝的产生,达到了工后无裂缝的良好效果。

1 工程概况

响水管2号大桥位于云南昭夸至泸西高速公路,为跨越河谷而设,是该项目的控制性工程之一。该桥分左右两幅,每幅桥宽均为16.5 m,桥跨布置为:(2×30)m连续小箱梁+(73+130+73)m连续刚构+(3×30)m连续小箱梁,全桥长432 m。该桥主墩承台设计尺寸为长×宽×高=13.2 m×13.2 m×5 m,单个承台混凝土的直接用量为871.2 m³。根据桥墩承台专项施工方案要求,主墩承台厚度为5 m,按整体一次浇筑完成。

收稿日期: 2020-12-07

作者简介: 杨宝良(1977—),男,本科,高级工程师,从事桥梁、隧道工程施工管理工作。

2 大体积混凝土温度控制的必要性

混凝土是脆性材料,其抗拉强度低,极限拉伸变形量小。当混凝土体温度变化产生的拉应力大于混凝土的抗拉强度或拉应变超过混凝土的极限拉应变时,混凝土就会产生裂缝。特别是大体积混凝土结构,由于水化热作用,混凝土的内部温度将达到70℃左右,而大体积混凝土由于体积大,水化热消散慢,如果不对内部温度进行有效控制,造成混凝土表里温差大于允许范围,将引起大体积混凝土裂缝^[1]。

3 温度冷却管及温度传感器布置设计

3.1 确定温度监测控制方案

以响水管2号大桥右幅3号墩承台施工温度监测及控制为例。首先,对混凝土温度场及温度应力进行了承台水化热仿真计算(注:该承台大体积混凝土的水化热仿真计算分析,采用计算软件midas/civil 2015)。通过仿真分析对不同工况进行计算和比较,确定温度监测控制措施,即确定温度传感器及温度冷却管布设方案,以及温度控制标准及要求。其实施流程见图1所示。

3.2 测温传感器布设

通过对该大体积承台混凝土的温度场及温度应力进行仿真计算分析,需设置5层测点,共布置65个温度测点,为放射状布置,保证测温无盲区和漏点。温度检测仪采用JDC-2型建筑测温仪,温度传感器

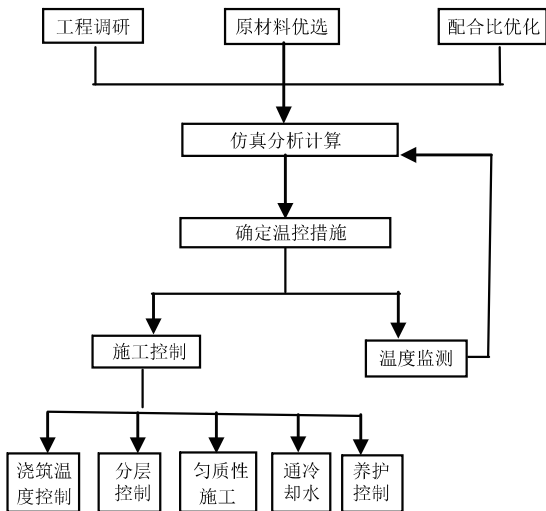


图1 温度监测控制方案实施流程图

为热敏电子传感器。温度传感器埋设完成后须对传感器进行测试,确保所有传感器正常工作。其布设如图2、图3所示。

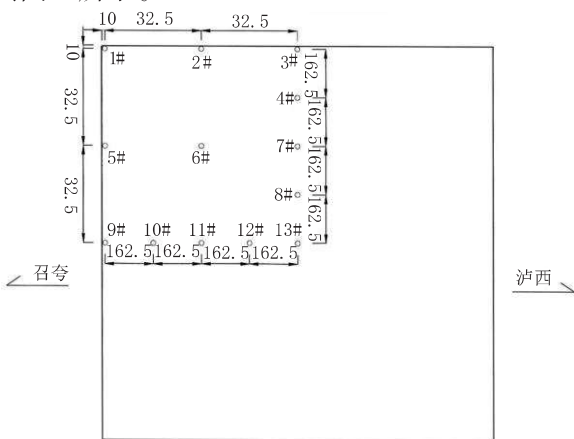


图2 温度测点平面布置图(单位:cm)

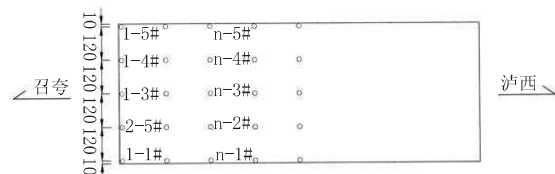


图3 温度测点立面布置图(单位:cm)

3.3 冷却管布设

通过对该大体积承台混凝土的温度场及温度应力进行仿真计算分析,为满足一次浇筑要求,并能有效地进行通水控温,需设置5层冷却水管,平面冷却管层与层之间采用#字形交错布置,其布设如图4~图6所示。

温控冷却管安装完毕后,须进行通水测试,确保通水正常。

4 温度监测及控制

4.1 温度监测控制标准

温度监测及控制标准根据《大体积混凝土温度

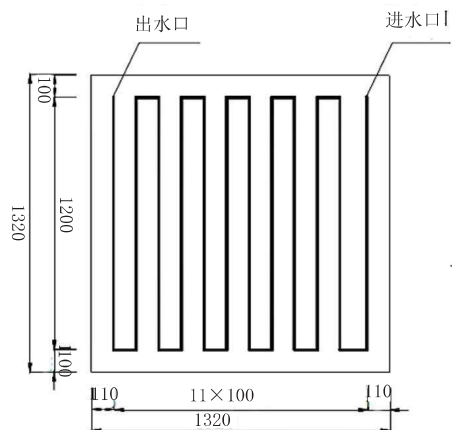


图4 承台一、三、五层冷却管平面布置图(单位:cm)

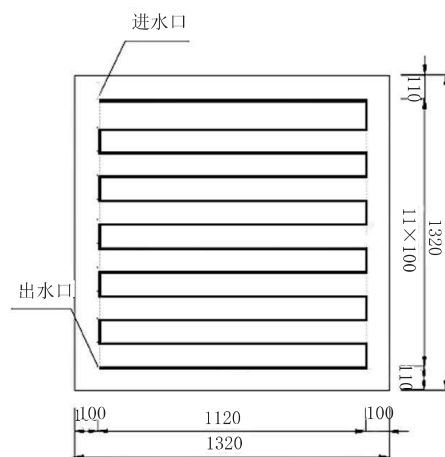


图5 承台二、四层冷却管平面布置图(单位:cm)

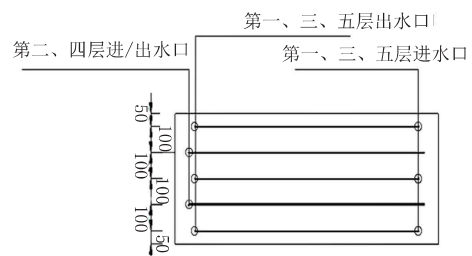


图6 承台冷却管立面布置图(单位:cm)

测控技术规范》(GB/T 51028—2015)^[2]执行。

(1)表里温差控制值应符合表5.2-1规定,如表1所列。

表1 混凝土表里温差控制值一览表

混凝土厚度/m	<1.5	1.5~2.5	>2.5
表里温差/℃	20	25	28

(2)混凝土的降温速率和表里温差应满足该规范第5.3.3条下限值,且混凝土最高温度与环境最低温度之差连续3d小于25℃时,可停止温度监测^[2]。

4.2 温度监测内容及要求

温度监测主要内容包括混凝土温度场测量及环境体系温度测量。其中,温度场温度测量的是已浇筑各部位混凝土的实际温度及温度分布;环境体系温

度测量的是气温、冷却水温度(冷却水管进出口水温)及混凝土浇筑温度等。温度监测过程及要求如下:

(1)浇筑块温度场测量:浇筑完成后开始初读数,开始3d每隔2~4h观测一次,之后3d到7d每隔4~8h时观测一次,之后根据温度测试情况每天选取气温典型变化时段进行测量。在监测过程中,发现温度过高时,可加强测试频率,并针对具体问题提出有效可行的解决方案。

(2)大气温度测量:与混凝土温度同步观测。

(3)通水冷却过程温度测量:与浇筑块温度场测量过程同步进行。

(4)特殊情况下,如寒潮期间,适当加密测量次数。

(5)混凝土全部浇筑完毕后,根据温度场及应力场的预测计算结果,结合与监测结果的对比分析,确定终止测量的时间^[3]。

4.3 监测异常时的处理措施

根据温控措施及方案要求,对温度监测及控制严格把关。当监测发现异常情况时,采用以下预防措施处理,如表2所列。

表2 质量风险及相应的预控措施表

Table with 4 columns: 作业活动, 质量风险描述, 可能引起的事故, 预控措施. It details temperature monitoring risks like '最高温度偏高' and '表里温差偏大' and their corresponding control measures.

4.4 温度监测及控制情况

该大体积混凝土工程于2018年9月11日下午3点开始浇筑,于9月12日下午4点承台浇筑完成。现场采用热水循环+掺入小部分冷水控制进水温度。当传感器测得温度高于40℃时,分别开启此传感器附近的冷却管循环水。控制进水温度在比混凝土中心温度低15~25℃之间,进出水口温度之差介于2~6℃之间。

(1)环境温度监测。该项温度监测共历时16d,共测环境温度60组,其中最高温度为28.0℃(2018年9月21日中午12:30),最低温度为16.2℃(2018年9月13日上午9:00),环境平均温度为21.0℃。

(2)冷却管进出口水温监测。现场采用热水循环+掺入小部分冷水控制进水温度,通过对水温的及时调控,控制进水温度在比混凝土中心温度低15~25℃之间,进出水口温度之差介于2~6℃之间。

(3)混凝土温度监测。混凝土入模温度:该承台于2018年9月11日下午3点开始浇筑混凝土,9月12日下午4点承台浇筑完成。测得混凝土入模温度4组,平均温度25.6℃。混凝土最高温度:测得右幅3#桥墩承台混凝土最高温度为64.4℃,距承台浇筑完成后17h,位于6-2#测点。降温速率:右幅3#桥墩承台混凝土最大降温速率为2.7℃/d(9月20日下午6点至9月21日下午6点),最小降温速率为1.3℃/d(9月14日下午6点至9月15日下午5点),平均降温速率为1.75℃/d。各测点混凝土的温度统计如表3所列。

(4)混凝土表里温差:

右幅3#桥墩承台混凝土最大表里温差为27.7℃(9月16日晚上9点)。

表3 各测点混凝土温度统计表

单位:℃

Table with 11 columns: 测位, 第1层测点(最大值, 最小值), 第2层测点(最大值, 最小值), 第3层测点(最大值, 最小值), 第4层测点(最大值, 最小值), 第5层测点(最大值, 最小值). It lists temperature data for 13 measurement points across five layers.

4.5 温度监测及控制结果

此次实施的为响水管2号桥梁右幅3#墩承台大体积混凝土温度监测及控制实例。在业主、监理、施工单位及第三方单位的积极配合下,通过16天的温度监测及控制,混凝土最高温度为64.4℃,环境最低温度为16.2℃,直至监测的第14天,混凝土最高温度为40.7℃,与环境最低温度之差为24.5℃,温差小于25℃,并连续3天温差小于25℃,根据《大体积混凝土温度测控技术规范》(GB/T 51028—2015),满足停止监测的条件,故对承台混凝土温度停止监测。所监测的各项温度指标均满足规范要求。承台拆模后,从养护期直至验收,承台混凝土没有出现有害裂缝,混凝土外观质量较好,各项检测指标均符合品质工程要求,为上部结构奠定了一个坚实基础。

5 结 语

综上所述,为了有效地控制混凝土体内温度,有效降低体内最高温度及升温速率、降温速率,采用布设温度传感监测系统及埋设冷却管通水冷却系统。通过温度传感器来进行实时监测内部温度,并根据监测结果实时采取合理通水降温措施,使表里温度差始终保持在规范要求之内,有效避免了温度裂缝的产生,取得了良好的效果,可为今后类似工程的施工提供参考。

参考文献:

- [1] 应泽林,李淑红.添加剂对大体积混凝土温度控制现场试验研究[J].浙江水利水电学院学报,2019,31(6):40-43.
- [2] GB/T 51028—2015,大体积混凝土温度测控技术规范[S].
- [3] 百度文库.《大桥锚定施工温控方案7.1(2)》[EB/OL].<https://wenku.baidu.com/view/187237b6bf23482fb4daa58da0116c175e0e1ec6.html>. (2019-10-16)[2020-12-11].

.....
(上接第175页)

3.2.3 位移控制

位移控制是无支架施工方法的关键,拱脚的位移时刻发生变化,且受下部桥墩的抗推刚度影响,位移控制难度大。该项目通过建立桥梁上、下部整体模型,考虑桩土作用,进行全施工过程的仿真模拟,精确计算各工序作用下的位移。

4 结 语

本文介绍了系杆拱桥无支架施工方法在泰州泰东河大桥中的使用情况,针对系杆拱桥常用的两种施工方法,详细分析了各自的优缺点,并就如何选择做了简单的探讨。先梁后拱支架法技术难度小,在通

航要求不高或地势平坦的情况下可优先选用;在跨越深谷或桥下通航要求高时则应该选用先拱后梁的无支架施工方法。

参考文献:

- [1] 魏乐永.拱式结构体系研究[D].上海:同济大学,2007.
- [2] 邢云,赵荣欣,李博.系杆拱桥典型架设方法的施工控制研究[J].桥梁建设,2012,42(12):42-47.
- [3] 蔡向军.“先梁后拱”下承式系杆拱桥施工工艺[J].中中国水运,2012,12(80):178-179.
- [4] 王肖文.系杆拱上部无支架施工技术[J].铁道建筑技术,2012(增1):72-76.
- [5] 廖加和.无支架法大跨度钢管拱吊吊装施工技术研究[J].黑龙江交通科技,2016(11):98-99.