

# 大体积混凝土温度监测及模拟分析

许震

(盐城工学院 土木工程学院, 江苏 盐城 224051)

**摘要:**大体积混凝土在固化过程中释放的水化热会产生较大的温度变化和收缩,由此产生的温度应力是导致混凝土出现裂缝的主要因素。通过对混凝土内部温度进行理论预测和现场监测,得到了大体积混凝土硬化期间温度及时间的典型曲线。

**关键词:**大体积混凝土;温度;裂缝

**中图分类号:**TU375 **文献标识码:**A **文章编号:**1671-5322(2009)04-0068-02

目前大体积混凝土、高强混凝土以及耐久性混凝土正被广泛应用于实际工程中,由于水化热内部升温 and 外界温度不一致以及边界的约束条件等,从而产生混凝土裂缝。

一般水化热产生的为贯通裂缝,对结构的耐久性会产生巨大影响。由于内外温升不一致,形成较大的温度梯度,内部的裂缝主要是后期混凝土内部降温从而产生拉应力,当温度产生的应力超过混凝土初期的抗拉强度时就会产生裂缝。另外由于已浇筑的混凝土或地基约束了正在浇筑混凝土的温度变形而产生应力。

本文通过软件模拟大体积混凝土施工过程中温度变化与实测温度变化,并把仿真温度值与实测结果进行比较,及时了解大体积混凝土施工过程中温度变化的曲线规律,从而对该类桥梁承台提供施工监控的依据。

## 1 工程简况

某桥混凝土承台的平面尺寸为 14.8 m × 10 m,高 4.8 m。混凝土等级为 C30,该斜拉桥承台混凝土浇筑量较大,为减小混凝土的内外温差,降低温度峰值,使混凝土产生的水化热尽可能散发,将承台分两次浇筑。第一次浇筑高度为 2.4 m,7d后再次浇筑剩余 2.4 m。为了解其温度变化的规律,在承台内部埋设热电偶作为测温元件,其平面与立面布置如图 1、图 2。传感器将分两批布置,各布置 15 个测点。

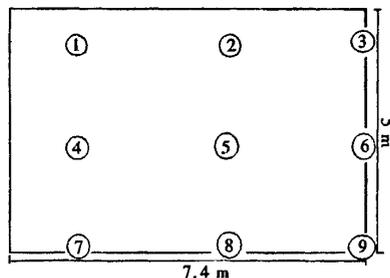


图1 1/4 承台测点布置图

Fig. 1 1/4 temperature point front plan of pile cap

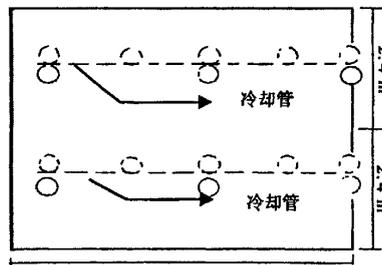


图2 1/4 承台测点立面布置图

Fig. 2 1/4 temperature point vertical view of pile cap

该桥承台施工时室外白天温度为 18 ~ 23 °C,每阶段施工在内部埋设一层冷却管,通入循环水进行降温。冷却管水平间距为 1.5 m,如图 2。

## 2 有限元模拟

为了模拟水化热的温度和应力效应,利用有

收稿日期:2009-09-24

作者简介:许震(1975-),男,安徽无为,人,讲师,硕士,主要研究方向为桥梁理论。

限元程序对该承台进行了分析。对下层的 1/4 承台划分 216 个单元,节点 410 个。上层的 1/4 承台单元为 216 个,节点 350 个。其中心处各节点位置如图 3。

本次承台分两次浇筑,第二次浇筑起始时间距第一次浇筑间隔 170 h。图 4 为有限元模拟第一阶段中心各节点温度变化示意图:

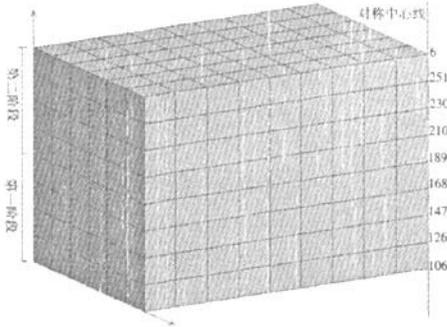


图 3 承台 1/4 模型图  
Fig.3 1/4 model of pile cap

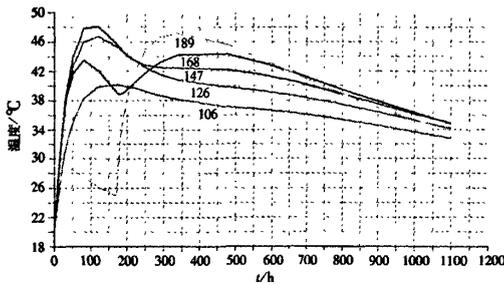


图 4 节点温度变化图  
Fig.4 Temperature changes node

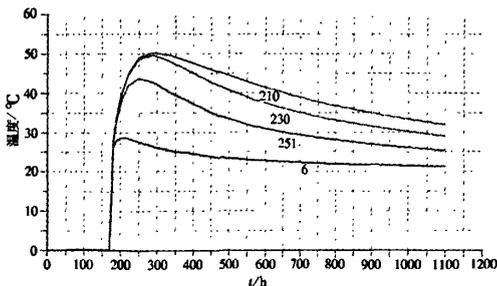


图 5 节点温度变化图  
Fig.5 Temperature changes node

从图中 4 可以看出,承台第一层浇筑后,各节点在 3-5 d 内温度达到最高值,最高温度出现在 147 号节点处,约 48 °C。其中 189 号节点和 168

号节点出现的“V”形处是受到了第二次浇筑混凝土放热的影响。而其他各点由于离第二次浇筑面较远,因此基本没有影响。在高温出现后,各点的温度开始下降,且下降速率远小于升温阶段。

第二层浇筑后,层内各节点温度曲线变化与第一层类似,最高值约在浇筑 3-5 d 左右,最大值出现在节点 210 处,略大于 50 °C。

### 3 实测温度太降温措施

由于在中心处温度最高,因此测出第一层浇筑的 9 号测温元件的温度随时间的变化曲线,测量频率随着时间的推移而减小,其温度变化曲线如图 6。从图中可以看出,有限元模拟的温度曲线变化规律与实测温度曲线变化规律非常相似。由于实际施工的复杂性,因此仿真分析与实际测量的温度有差值。最大温差为 1.9 °C。

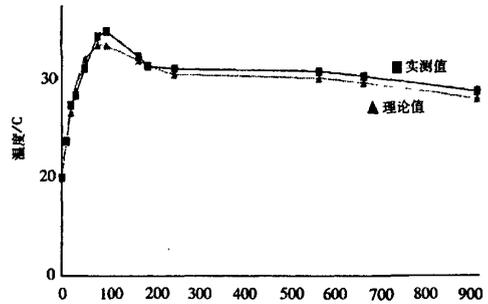


图 6 第一层温度变化图  
Fig.6 Temperature changes of the first layer

降温措施主要采取:(1)尽量采用低热碱性水泥,厚度较大时,要分层浇筑,且每层按要求布置冷却管,有资料表明,冷却管带走的温度高达 5~10 °C。(2)洒水养护,浇筑完混凝土后表面要用洒水覆盖养护。(3)模板外基坑内灌水,保证侧模板温度均衡。(4)第二层混凝土浇注完毕后,表面蓄水覆盖,尽可能减小混凝土内外温差。(5)在降温阶段,要控制降温速率,以免降温过快而引起收缩裂缝。一般可控制在 1.5~2.0 °C/d。

### 4 结论

从仿真分析和实测结果可以看出,仿真温度的变化比较真实地反映了实际温度变化规律,其中,最高温度出现在混凝土的中心。为了确保后期混凝土由于内外温差过大而产生温度收缩裂  
(下转第 76 页)

似性划分到高峰、平峰、低谷三个阶段中(图 7), 这有利于大大提高交通管理部门的工作效率和交

通信息发布的实时性、准确性和可靠性,具有极高的实际意义。

#### 参考文献:

- [1] 姜桂艳,丁同强. 交通工程学[M]. 北京:国防工业出版社,2007.
- [2] 全永荣. 城市交通控制[M]. 北京:人民交通出版社,1989,3.
- [3] 江龙晖. 城市道路交通状态判别及拥挤扩散范围估计方法研究[D]. 长春:吉林大学交通学院,2007.
- [4] 王春娥. 基于数据融合的城市道路交通状态判别方法研究[D]. 长春:吉林大学交通学院,2008.

## Study on the Method of Traffic Time Division Based on C Means Clustering Algorithm

WANG Chun-e

(School of Materials Engineering, Yancheng Institute of Technology, Jiangsu Yancheng 224051, China)

**Abstract:** The change of vehicles in minute has become a pressing research, because the traffic time division based on hour traffic volume can not meet the traffic demand. So the paper firstly determines a reasonable period of data analysis of the 5 ~ 10min. Based on similarity measure of data, C means clustering algorithm can set data into subset. The paper designs the traffic time division method based on the C - means clustering algorithm. The algorithm is accurated and reliable which can be verified by actual data.

**Keywords:** hour traffic volume; traffic time division; change of vehicles; C means clustering algorithm

(责任编辑:范大和;校对:沈建新)

(上接第 69 页)

缝,尽量在浇筑混凝土时就通水降温。另外冷却管通水时间可适当延长,以免后期降温速率过快引起收缩裂缝。由于本次的仿真模拟在室外平均

温度为 20 ℃时实施的,对高于或低于其温度,可适当参考。

#### 参考文献:

- [1] 朱建勋,唐自平. 武广客运专线桥梁承台大体积混凝土施工技术[J]. 铁道工程学报 2007,313-317.
- [2] 孙家瑛,眭少峰. 上海长江隧桥斜拉桥承台大体积混凝土温度及应力监测分析[J]. 混凝土与水泥制品 2008,10-12.
- [3] 杨宏,谭智源. 桥梁大体积混凝土承台施工温度及温度应变观测分析[J]. 华南港工 2007,86-90.
- [4] 陈水生,陈苗韬,何国城. 杭州湾跨海大桥北航道桥斜拉桥承台混凝土温度裂缝控制[J]. 公路,2006,94-96.
- [5] 刘沐宇,徐黎明,汪峰,丁庆军. 广州黄埔大桥承台大体积混凝土温度控制与监测分析[J]. 华中科技大学学报:城市科学版,2008,12-15.

## Temperature monitoring and simulation analysis for mass Concrete

XU Zhen

(School of Civil Engineering, Yancheng Institute of Technology, Jiangsu Yancheng 224051, China)

**Abstract:** The heat of hydration, which is released during the course of solidification of the massive concrete, results in large temperature. Change and shrinkage. The temperature stress because of temperature change is a main factor of the concrete crack. by theoretical prediction and real site tests of the inner temperature of the concrete. The typical curves on development of temperature and time are obtained.

**Keywords:** massive concrete; temperature; crack

(责任编辑:沈建新;校对:张英健)