

预制箱梁温度自适应数控养生施工技术

赵 鹏

甘肃顺达路桥建设有限公司 甘肃 兰州 730000

摘 要:为了更好的控制箱梁混凝土养生质量,提高箱梁混凝土的耐久性,研制了一种预制箱梁温度自适应蒸汽养生系统,有效解决了预制箱梁内外部温度梯度无法控制的问题,确保了养生质量,提高了箱梁混凝土强度和耐久性。

关键词:蒸汽养生;温度自适应;智能数控;低碳喷淋;强度;温度

引言

在箱梁预制过程中,蒸汽养生温控问题是困扰箱梁养生施工的技术难题之一,蒸汽养生温度过高有可能导致箱梁内外温差过大,导致混凝土内外收缩不同步出现裂纹,蒸汽养生温度过低,其箱梁蒸汽养生棚内湿度不够,不能满足混凝土养生的湿度要求,箱梁表面会出现干缩裂纹,进而影响混凝土的施工质量,使箱梁耐久性变差。针对箱梁蒸汽养生温度、湿度控制不严所造成的箱梁混凝土局部出现收缩裂纹的情况,通过技术改造研制了一种温度自适应蒸汽养生系统,其主要为解决预制箱梁内外部温度梯度无法控制的问题,确保混凝土养生质量。采用“蒸汽+低碳喷淋”养生系统,提高了养生效率,节约了能源,确保了箱梁成品强度。

1 技术工艺原理

采用预制箱梁温度自适应数控养生施工技术,以对比较监控养生混凝土内部温度与外部环境温度的关系,确定混凝土的养生规律。该装置由五大系统构成,分别为锅炉及恒压控制系统、温湿度传感系统、数据处理系统、电磁阀控制系统和温湿度监控预警系统。锅炉及恒压控制系统,由蒸汽锅炉系统和其安装的电极点压力表组成,其主要保证蒸汽锅炉恒压在一个压力上,确保管道内蒸汽压力满足施工需求。温湿度传感系统,其主要是在养生棚内安装温湿度传感器,随时动态监控养生棚内各个区域的养生温湿度,然后将养生温湿度监控信息传递给数据处理系统。数据处理系统,其主要是根据温湿度传感系统传来的数据和梁体混凝土内部温度监控数据进行对比分析,确定箱梁蒸汽养生棚内的温湿度养护规范区间,然后将信息传递给电磁阀控制系统。电磁阀控制系统根据数据处理系统反馈回来的信息,对电磁阀下达指令,进而控制养生棚内的温湿度。温湿度监控预警系统,其主要通过手机APP对蒸汽棚内的温湿度进行动态监控,当温湿度要求没有达到养生规范要求的范围内时,其温控设备会发出温湿度预警信息,该信息会通过

短信提示的方式发送到管理者的手机上,管理者可通过手机APP远程调控。

在箱梁蒸汽养生结束后进行箱梁喷淋养生,喷淋养生采用光伏喷淋养生台车,其主要由太阳能电池板、行走系统、蓄电池、水泵、雾化喷头、时间控制器、行程控制器、定位装置等构成。其主要采用太阳能电池板对蓄电池进行充电,然后利用蓄电池电源驱动喷淋台车行走,其定位装置根据系统输入的位置进入养护区域,然后时间控制器和行程控制器下达养护指令,水泵启动进行箱梁的喷淋养护。养护结束后其自动返回到待机位置进行光伏充电,以此循环进行箱梁喷淋养生。

2 温度自适应蒸汽养生技术及操作要点

箱梁蒸汽养生精确控制施工技术主要包括以下施工步骤:箱梁台座蒸汽管道放线、箱梁台座蒸汽管道预埋、箱梁台座蒸汽管道安装、管道耐高温电磁阀安装、台座电磁阀线路铺设、蒸汽养生棚温控系统安装、安装温湿度感应探头和显示屏、监测混凝土内部温度、箱梁蒸汽养生、箱梁喷淋养生。

2.1 箱梁台座拼装及管道预埋

首先对台座位置及蒸汽管道位置进行放样,确保台座和管道位置准确,台座纵向管道采用直径为50mm的钢管布设。

台座纵向管道布设完成后,在其上等间距安装布设出气孔,并在出气孔位置安装耐高温电磁阀,控制出气孔阀门的开关状态。

2.2 移动蒸汽养生棚

箱梁蒸汽养护在养生棚内进行,用5*10cm方钢焊接而成,其宽5.4米,高3.2米,其底部安装驱动电机,利用液压模板轨道进行行走,确保养生棚能正常移动。底部与轨道接触的地方采用胶皮密封,使用时通过遥控器按钮指挥养生棚移动。

2.3 管道、电磁阀、温湿度传感器布置

每个台座布设一道蒸汽管道,采用直径5cm的钢管制

作而成,在管道上布设有4个出气孔,其中3个出气孔安装电磁阀,控制养生棚内的出气量,另外1个出气孔为预留出气孔,对管道检修时的预备出气孔。

温湿度传感器在移动养生棚上安装,每个养生棚均匀布设温湿度传感器3个,通过温湿度传感器将信号传递到温控系统,系统通过传递来的数据将数据分析后下达给电磁阀,控制电磁阀的开闭状态,从而使温湿度变化达到一个动态平衡的状态。

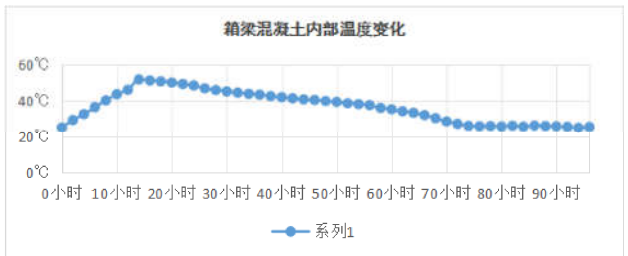
2.4 箱梁混凝土测温点布设

箱梁混凝土浇筑前在箱梁底板、腹板、顶板不同区域埋设箱梁混凝土温度传感线,使其固定牢固并在传感线头处胶带保护,防止混凝土浇筑时破坏传感线。混凝土浇筑完以后拆除保护胶带,使用电子测温仪对混凝土内部温度进行监控。

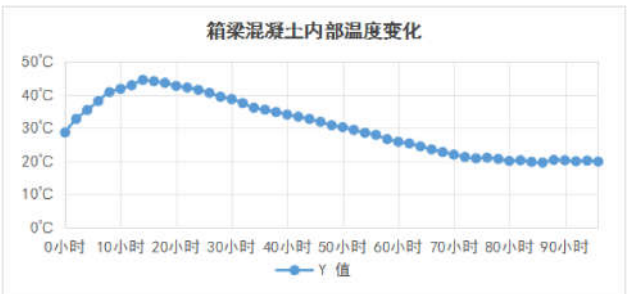
2.5 升降温速度控制

针对箱梁蒸汽养生温湿度变化对箱梁蒸汽养生质量所产生的问题提出以下箱梁蒸汽养生温湿度控制要求。要求升、降温速度均不大于 $10^{\circ}\text{C}/\text{h}$,恒温不超过 60°C 。蒸汽养护过程分:静停、升温、恒温、降温四个阶段。蒸汽养护过程中应严格控制升、降温速率及恒温温度,避免梁体内外温差过大或恒温温度过高而导致梁体混凝土开裂和结构变形。^[1]

2.6 箱梁混凝土温度监控



图(1)箱梁混凝土内部温度变化图



图(2)箱梁混凝土内部温度变化图

箱梁混凝土浇筑后,对箱梁混凝土内部温度每隔2小时进行监控,根据监控数据绘制箱梁混凝土温度变化曲线,图(1)为环境温度在 25°C 左右情况下箱梁混凝土的内部温度变化图,图(2)为环境温度在 20°C 左右混凝土

内部温度变化曲线,由于环境温度变化导致混凝土内部温度也呈曲线变化,在进行箱梁蒸汽养生时首先对环境温度监测,然后测量混凝土内部温度的变化情况根据内部温度变化调整箱梁养生温度,确保养生温湿度对应环境温度和混凝土内部温度,实现动态调整的过程。

2.7 箱梁蒸汽养生棚养生

箱梁拆模后在蒸汽养生棚内进行蒸汽养护,养生棚温湿度变化范围结合箱梁混凝土内部温度变化进行动态调整,根据测量箱梁混凝土内部温度情况设计箱梁养生温湿度变化,确保箱梁养生内外温差小于 20°C 。^[2]

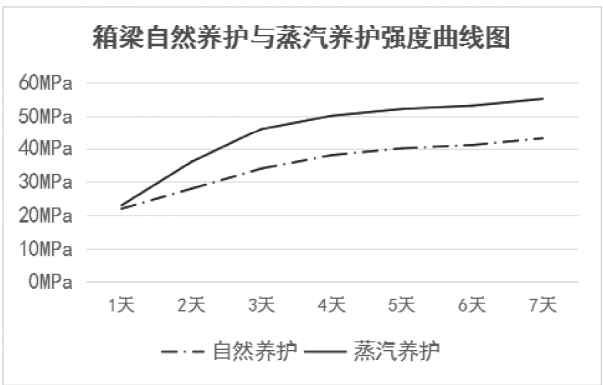
2.8 箱梁蒸汽养生棚温湿度监控

通过手机APP进入箱梁蒸汽养生棚的温湿度控制系统,随时监控养生棚内的温湿度变化情况,可以对养生棚内的温湿度预警信息通过手机APP手动操控电磁阀的开关,达到随时监控预警调节的功能。

2.9 箱梁蒸汽养生时间和强度关系

箱梁混凝土在自然养护条件下混凝土强度7天达到45MPa。

箱梁混凝土在蒸汽养护条件下混凝土强度在3天达到45MPa,在7天时强度达到55MPa。因此采用蒸汽养护明显提高了混凝土在单位时间内的强度,加快了模板台座的周转速率,保证了施工进度。其强度与温度时间情况如下图



图(3)箱梁自然养护与蒸汽养护强度曲线图

通过箱梁温控系统,其主要是对箱梁混凝土的动态监控,主要根据混凝土内部温度变化确定箱梁混凝土养生温湿度变化曲线,根据混凝土的变化曲线确定了混凝土养生使得阶段温度升降速率和每个阶段混凝土养生的温湿度,施工中根据总结出的养生温湿度变化进行箱梁的蒸汽养生,可以有效的减少温度变化大而引起的龟裂现象,有效的保证了箱梁的强度指标和外观质量^[3]。

3 低碳喷淋养护

箱梁蒸汽养生完毕以后箱梁混凝土强度已经达到设

计要求的混凝土强度,但为实现箱梁混凝土质量的双控原则强度和弹性模量。为满足箱梁混凝土弹性模量的要求,采用喷淋养护,其养护主要通过箱梁内腔喷淋养生小车和箱梁腹板太阳能养生台车进行箱梁的喷淋养护^[4]。

箱梁内腔养生小车,内腔养生小车安装电机驱动轮,在箱梁内腔内进行行走洒水进行养护。其主要构成有电机、电瓶、时间控制器、行程控制器等。其主要通过设置时间参数和时间间隔,使内腔养生小车在一定时间间隔内对箱梁内腔混凝土进行喷淋养护,养护完成后回到原先起点位置,等待二次养护时间。其端头安装时间控制器和行程控制器,确保箱梁内腔养护能全断面无死角。以30米箱梁为例每秒行走0.25米,需要120秒。

箱梁腹板光伏养生台车,箱梁腹板混凝土喷淋养生采用光伏养生台车,光伏养生台车其主要通过光伏板对养生台车进行充电,光伏板每小时充电0.4度,满足光伏养生台车每小时的耗电量,实现了养生节能化。每个光伏养生台车有自己专门的行走轨道。使用时主要对养生的时间间隔、养生距离及养生台座进行参数设置,设置完成后其对箱梁腹板及顶板进行养生。其主要由光伏板、电机、行走系统、时间控制器、行程控制器等构成。其通过智能化控制系统,对指定区域内的箱梁进行定期的喷淋养护,每秒行走0.3米,20米箱梁需要67秒,30米箱梁需要100秒,40米箱梁需要134秒。当一片梁养护完成后,其自动进入停放区进行光伏充电,当二次养生时间到以后其自动进入养生状态,行走走到对应台座上进行二次养护。并且光伏养生台座管理人员也可通过

手机APP下达养护指令,使其在手机端完成箱梁的喷淋养护^[5]。

结束语

综上所述,采用预制箱梁蒸汽精确控制施工技术明显的提高了预制箱梁的养生质量,保证了箱梁7天养生强度满足设计要求。避免了箱梁养生温度控制不严而导致的局部收缩裂纹的产生。采用预制箱梁数控蒸汽养生施工技术,其有效的减少人员对蒸汽养生的温度监测,实现了智能化温控操作,安全性和社会效益显著。

总之采用箱梁蒸汽养生精确控制系统可以有效的解决混凝土养生温度控制不严所造成的一系列问题,其主要通过温湿度控制系统对养生棚内的箱梁温湿度进行动态监控,保证养生棚内的温湿度符合设计要求的温湿度,从而保证了箱梁温湿度在设计范围内,保证了箱梁蒸汽养生的质量并且整体提高了箱梁的施工质量。

参考文献

- [1]JTG F80/1-2017《公路工程质量检验评定标准》.人们交通出版社出版,2017
- [2]JTG/T 3650-2020《公路桥涵施工技术规范》.人们交通出版社出版,2020
- [3]GB/ 55008-2021《混凝土结构通用规范》.中国建筑工业出版社,2021
- [4]《铁道建筑》2006年01期“铁路混凝土箱型梁现场蒸汽养生工艺探讨”
- [5]《浙江交通科技》2005年03期“预应力混凝土小箱梁蒸汽养生施工工艺研究”