

大体积混凝土温控抗裂措施研究

白金涛 张鸿选

中交第一航务工程局有限公司总承包工程分公司 天津 300000

摘要: 温控抗裂在大体积混凝土施工过程中具有一定的广泛性和普遍性, 是一项较为复杂的难题。如何做好预见性温控措施, 降低混凝土在施工过程中产生的内外温差, 以达到降低混凝土裂缝产生的效果, 温差引起的裂缝是造成混凝土结构大裂缝诸多因素中的首要原因。本文依托华岳武鸣河大桥拱座大体积混凝土施工, 针对如何做好大体积混凝土温控抗裂措施进行了研究分析。

关键词: 大体积混凝土; 温控抗裂; 冷却管

Study on temperature control and crack resistance measures for mass concrete

Bai Jintao, Zhang Hongxuan

China Communications First Aviation Engineering Bureau Co., LTD. General Contracting Engineering Branch, Tianjin 300000

Abstract: Temperature control and crack resistance in the construction process of large volume concrete has a certain universality and universality, is a more complex problem. How to do a good job of foresight temperature control measures, reduce the temperature difference between inside and outside concrete in the construction process, in order to reduce the effect of concrete crack, the crack caused by temperature difference is the primary cause of many factors of large crack in concrete structure. Based on the construction of mass concrete of Huayue Wuming River Bridge, this paper analyzes how to do the temperature control and anti-crack measures of mass concrete.

Key words: mass concrete; temperature control and crack resistance; cooling pipe

1 施工背景

位于华岳村西的华岳武鸣河大桥, 采用主跨140米、一孔横跨武鸣河的中承式钢管混凝土拱桥, 全长140米。主桥采用中承式有推力钢管混凝土拱桥结构, 主孔跨径140米, 单幅桥梁全宽24.15米, 基座采用C30钢筋混凝土实体扩大基础, 基座呈多边形, 基座长24.15米、宽18米、高14米, 为大体积混凝土结构, 全桥共4座。拱座内布置拱肋预埋件及冷却水管。拱座基础持力层为下方强风化岩层, 拱座底标高为75.841米, 拱座顶标高为88.841米。

2 大体积混凝土施工技术要点

(1) 单体混凝土体积较大, 单个拱形最大浇筑方量达到5213.7m³, 分层浇筑, 以减少大体积混凝土施工过程中产生的水化热, 避免因水化热形成的内外温差过大而造成混凝土开裂;

(2) 拱座共14米高, 其中地下埋深约为13米, 且拱座结构尺寸较大, 需对基坑进行放坡开挖, 基坑深达13米, 为深基坑。施工过程中需做好相应防护, 拱座施工完成后及时进行回填, 避免基坑积水浸泡, 造成基坑失稳, 且影响混凝土

施工质量。

3 大体积混凝土温控抗裂措施

在大体积混凝土结构施工过程中, 应从混凝土的选料、配比设计和混凝土的拌合、运输、浇筑、振捣、养护等全过程进行控制, 以达到控制裂缝的形成和发展的目的, 从而达到控制混凝土质量、控制混凝土内部最高温度、控制混凝土内表温差和内外约束的作用。本文主要从原材料控制、分层浇筑、通水降温、温控和养护五个方面进行阐述^[1]。

3.1 原材料控制

(1) 在选择水泥品种时, 应综合考虑大体积混凝土结构的水化热、强度和坍落度等因素, 尽可能选择水化热低、凝结时间长的水泥, 优先选择中热硅酸盐水泥、低热矿渣硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、坝体水泥、粉煤灰硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥等;

(2) 粗骨料应选用连续级配, 细骨料应选用中等大小的砂粒;

(3) 减水剂宜选用缓凝羧酸类高性能减水剂, 能有效降低混凝土单方混凝土用水量和水胶比, 提高混凝土强度, 耐

久性,降低混凝土干缩。延长混凝土的缓凝时间,可以延缓和消减水化热温峰,减少冷缝的产生;

(4) 大体积混凝土需要在保证设计要求的情况下,尽量减少水泥用量,提高掺合料和集料的含量,以达到控制混凝土升温,降低温度应力,减少混凝土开裂的目的;

(5) 在符合《公路桥涵施工技术规范》(JTG/T3650-2020)中关于大体积混凝土最大水泥用量不得超过350kg/m

定的情况下,同时不降低混凝土标号的前提下,需进行配比试验,并选用水泥用量较少的混凝土配比。

3.2 拱座大体积分层浇筑

(1) 在拱座大体积混凝土施工前对拱座结构尺寸及形状进行分析,并结合每个拱座的不同结构形式进行分层划分,建立每个温控单元。利用有限元软件模拟进行温控应力仿真分析,冷却水管布设提供有力依据;

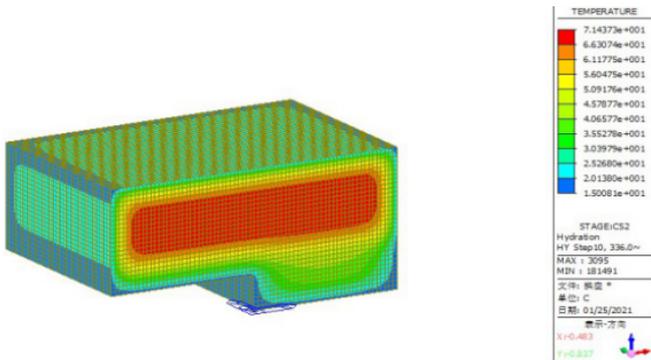


图1 拱座内部温度场

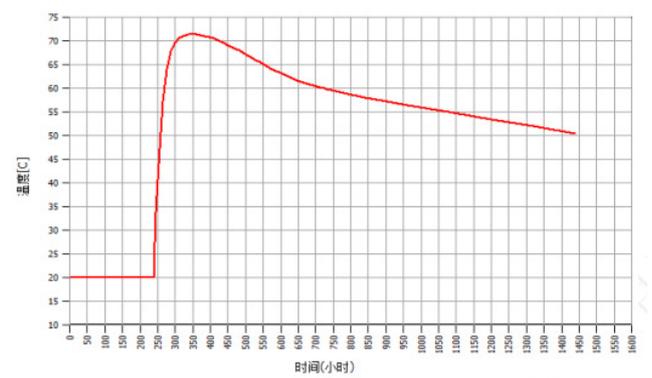


图2 拱座内部温度随时间变化曲线(模拟)

(2) 采用分层浇筑拱座大体积混凝土,在第一层混凝土达到设计强度80%后,再浇筑第二层混凝土,分层厚度为2米或2.5米;

(3) 宜采用整体水平分层连续浇筑混凝土。浇筑时,为避免胶凝材料浆液流动过长,周围堆积产生较大的温度应力和收缩应力而增大混凝土侧边和边角开裂的危险,应采取由四周向中心布面紧贴模板,并在边角部位加强振捣,以保证较好的整齐性和混凝土的密实性;

(4) 在施工过程中尽量降低混凝土塌落程度,保证可泵送即可,防止后期因混凝土表面浮浆过厚造成收缩不一致而产生裂缝;

(5) 每层的接触面在浇筑时都需要一定深度以上的振捣深度,以保证二次振捣后再进行初凝。捣时要均匀地插点,成行或错行前进,以免震得过大或漏振,以免在离下料口较远的地方,用振捣棒横拖冲开混凝土的拌和物,造成太多的沙浆而产生裂纹;

(6) 为消除混凝土暴露表面迅速失水引起的塑性沉降裂缝和塑性收缩裂缝,振捣后应及时且至少进行二次抹压收浆。应在浇筑顶面混凝土并最终凝结后及时凿毛,应对周边部先行凿毛。凿毛时不能中断覆盖保温养护;

(7) 拱座大体积混凝土层与层之间设置粘结石筋,按照60cm间距梅花形布置。

(8) 施工过程中,严格控制上下层浇筑时间间隔,防止冷缝产生。

(9) 混凝土浇筑过程中,严格控制上下层之间的浇筑时间间隔,避免间隔时间过长出现冷缝。混凝土浇筑间歇时间一般控制在 ≤ 7 天,最长不超过10天。

3.3 通水降温

(1) 结合拱座分层及施工图纸要求,合理进行冷却水管及测温孔布置。冷却管采用外径D50 \times 2.5的钢管,按照蛇形布设,水管间采用热熔焊接连接,并确保不漏水^[2];

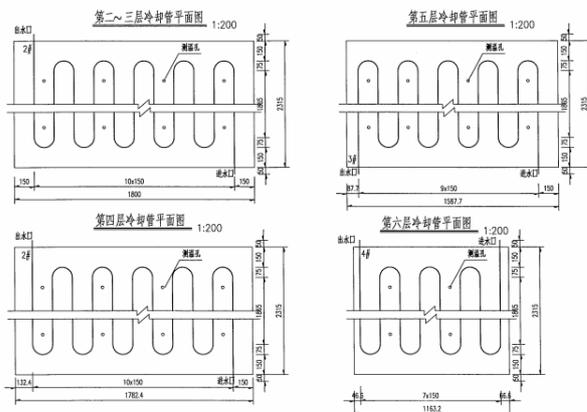


图3 冷却水管布置示意图



图4 冷却水管安装

(2) 冷却水管的埋设要有固定的措施, 在布设完毕后, 要做好防漏、阻水工作。同时外部接进出水总管、水泵, 待测试畅通后, 采用木塞或胶带将冷却管的端头进行封堵牢固, 避免后续砼浇注时灌进冷却水管;

(3) 浇筑混凝土时必须立即将冷却水通到冷却管中, 连续12d不间断地通水。冷却水管孔需有足够的压力, 流量宜控制在20-30升/分(该范围内流量可使得冷却管内部形成紊流, 从而带走更多热量)。进出水方向每天更换2次, 水温在开始7天内控制在5-10摄氏度, 以增加冷却作用;

(4) 在通水过程中, 要严格控制水管的流量和进水温度, 使进水口的水温在保证不超过25℃的情况下降到最低,

以确保与混凝土内部温度最高的差值, 使进水温度达到标准;

(5) 根据混凝土内部温度的变化, 决定通水时间。

(6) 冷却管停水后, 每隔12小时对测温孔内的混凝土进行一次测温, 直到浇筑新混凝土时, 在测温孔中填入封孔的小石子混凝土, 并进行灌浆封孔、裁剪等工序, 直到注浆封孔后, 再对伸出拱形的冷却管进行注浆封孔。

3.4 预埋无线测温元件温控

在拱座大体积混凝土浇筑前, 在拱座内预埋无线测温元件, 对拱座内部不同位置进行高分辨率温度实时监控, 对温控状态采集、温控成果分析与动态控制进行全过程管理。

【寰宇夺标®大砼云测温】-温度随时间变化曲线:

SN: [57FF69066785534940261967], 时间段: [2021-03-24 06:30:00至2021-04-10 09:00:00]

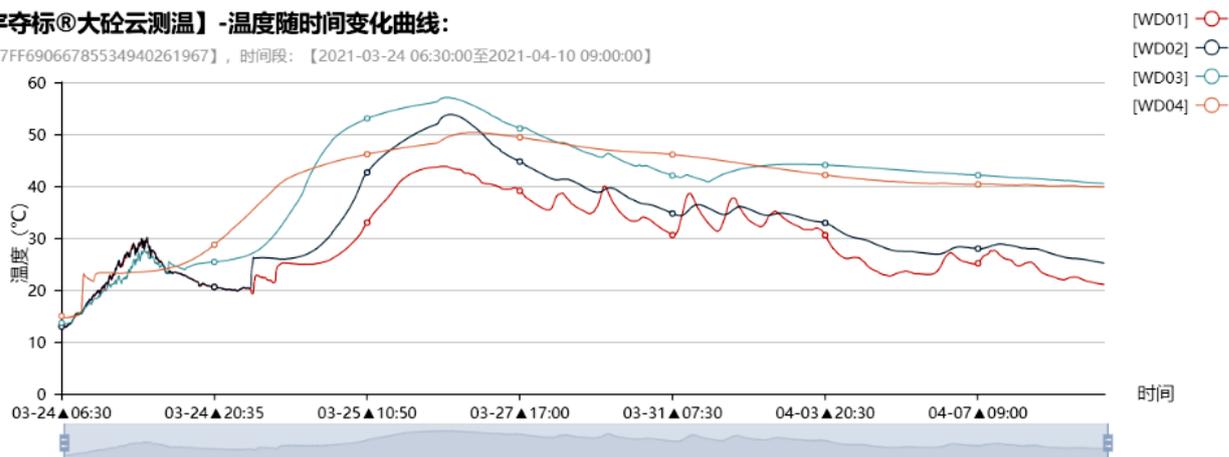


图5 温控数据采集

3.5 洒水覆盖养护

(1) 在混凝土内部采用冷却水管通水降温的同时, 严格按照“内降外保”的原则, 对混凝土外部采用覆盖式储热储水保温措施, 对大体积混凝土进行温度控制; 加强混凝土保湿养护, 减少因混凝土干缩而产生的表面裂缝。可用塑料薄膜+土工布做侧面的带模养护或覆膜; 顶面可用保鲜膜盖边收面, 盖上保鲜膜+土工布, 初凝后即可^[3];

(2) 浇筑完成后, 对浇筑好的混凝土及时进行覆盖和保湿保养, 维护时间不少于14d。在天气寒冷或气温骤降的情况下, 浇筑的混凝土应适当延长养护时间, 同时加强外围覆盖和保温。

4 结语

华岳武鸣河大桥拱座大体积混凝土施工从开始施工阶

段至拱座施工结束全过程严格按照既定方案进行施工, 从温控分析、通水降温、覆盖洒水养护等多方面做到“内降外保”, 同时利用原有温控对大体积混凝土的不同部位进行温度监控, 有效降低了有害裂缝的产生, 从原材控制至覆盖养生各阶段分别进行研究, 为后续类似于大体积混凝土的施工提供了参考和借鉴。

参考文献:

- [1] 《公路桥涵施工技术规范》(JTG/T 3650-2020);
- [2] 《天峨-北海公路平果至南宁段施工图设计》(第四册第七分册)。
- [3] 《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB50204-2015)。