

分析水闸混凝土的温控及施工技术

居强¹ 王琰²

1. 身份证号码: 321084198803170812

2. 身份证号码: 320722198612077330

摘要: 水闸是我国沿海地区的一项重要水利工程, 但水闸混凝土在工程施工中易发生裂缝等问题, 至今尚无彻底、行之有效的解决办法。为充分把握和控制这些因素, 确保水闸混凝土施工的质量, 文章通过实例, 分析了中小水闸混凝土温度控制的问题。介绍了水闸混凝土施工过程中的温度控制和动态控制的运行方案, 并在实践中取得了较好的效果。

关键词: 水闸; 混凝土; 温控技术

Analyze the temperature control and construction technology of sluice concrete

Qiang Ju¹, Yan Wang²

1. ID number: 321084198803170812

2. ID number: 320722198612077330

Abstract: Sluice is an important water conservancy project in the coastal areas of China, but the crack of sluice concrete is easy to occur in the project construction, and there is no thorough and effective solution. In order to fully grasp and control these factors and ensure the quality of sluice concrete construction, the concrete temperature control of small and medium sluice is analyzed. The operation scheme of temperature control and dynamic control in the construction process of sluice concrete is introduced, and good results are obtained in practice.

Keywords: Sluice; Concrete; Temperature control technology

引言:

水闸是一种广泛使用的水利设施。水闸混凝土结构在施工过程中, 如果出现不利的裂缝, 将会对混凝土工程的耐久性产生影响。但目前为止, 水闸混凝土的温度开裂问题只是得到改善还没有得到彻底的解决, 因此, 在实际操作中, 对水闸混凝土的温度进行适当的控制是一种可靠的减少裂缝的方法。本文通过对中小闸门混凝土温度控制的研究, 给出了一种适用于水闸混凝土温度控制的设计及施工过程中的动态控制的运行方案, 并在实践中取得了较好的效果。

一、水闸温控动态控制原理

在水闸工程设计和施工中, 为了避免混凝土温度开裂, 通过相关计算, 对施工中的温度控制方案进行实时的动态调节, 以确保控制方案能经济有效地指导施工^[1]。具体的动态温度控制流程见图1。

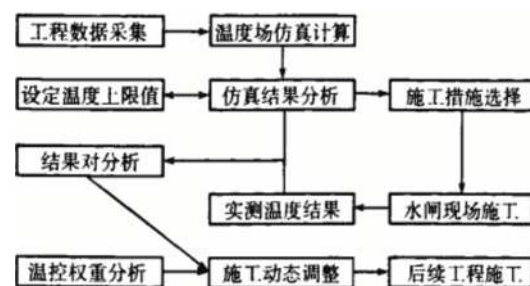


图1 混凝土温控动态控制流程

1. 资料收集与仿真计算

为了防止温度控制设计中的误差, 必须对施工环境、材料、混凝土热工、施工工艺等方面的数据进行准确的采集。然后, 利用温度应力公式, 结合实际工程 and 实际情况, 利用有限元模拟方法, 对由于内外温差、上下温差等因素产生的混凝土拉应力进行了数值模拟。利用固体传热方程作为混凝土的有限元模拟计算方法, 在考虑

浇筑的初始和边界条件的基础上,利用有限元数值模拟方法对浇筑体进行了离散化。计算程序综合考虑了不同的温度控制措施和环境影响因子,对混凝土浇筑后50天的温度变化进行了仿真^[2]。

2.温控方案

(1)为了改善混凝土抗裂性能,采用添加抗裂纤维。

(2)为降低水泥水化热和混凝土硬化后的干缩变形,掺加高效减水剂和优质粉煤灰。

(3)采用通水法对集料进行降温,加入冰水拌和混凝土,使混凝土降温;减少运输距离,减少在运输过程中的温度损耗。

(4)合理地选用浇筑顺序,使浇筑速率更快。应尽量减少浇筑混凝土之间的间隔,并进行分层浇筑。

(5)采用预埋冷却循环管对混凝土进行降温,从而有效地控制水化温度和内外温度的变化。

(6)为了降低温度应力,底板设有后浇带。

(7)强化混凝土施工的保温措施,防止因日夜温度变化过大而产生的表面开裂。

(8)将温度计、应变仪埋入混凝土内,监测和记录混凝土的温度和应力^[3]。

3.施工动态控制

在施工前,要严格按照施工方案,规范施工,规范养护,并通过实地测量获得混凝土的温度变化数据;通过模拟计算与试验数据的比较,分析了两种方法的适用性。在符合良好条件下,预设方案具有经济性和合理性;在此基础上,通过对控制措施所占的比重进行调整,从理论上对其进行了拟合,并对后续的控制措施进行经济合理的调整,从而有效地控制混凝土的温度开裂^[4]。在同样的情况下,采用局部温度控制的方法进行冷却,其作用的影响程度如表1所示。

表1 相同条件下部分温控措施降温效果

温控措施	未采取措施	掺加粉煤灰25%	降低浇筑温度10℃	分层浇筑	设置冷却水管	设置后浇带
最大温升℃	37.6	34.2	30.1	27.7	22.3	19.2
内外温差℃	29.6	26.2	22.1	19.7	14.3	11.2
等效降温幅度℃		3.4	4.1	2.4	5.4	3.1
权重%		18.6	22.3	13	29.3	16.8

二、工程实例

溢洪道底板和闸墩均有较大的裂纹,故拟进行溢洪道改造。新建成的溢洪道闸门底板(堰体)及闸墩均为一体式,堰体为实心堰型,闸门上游为30.50m,中间层为60.50m,下游为20.50m,溢流面采用C25混凝土,

80cm厚,内填充C15水泥混凝土。桥墩的布置分为5个洞,其中桥墩23米,厚度20.50米,高约18米,第一阶段浇筑C25,第二阶段浇筑C30,桥墩中部距离14.50m,两侧墩间距70m。

1.工程措施分析

根据设计要求进行分析计算,并参照有关标准,将闸墩各个部分的最大温差设定为:基础温差和上下温差为15~17℃,内外温差 \leq 24℃。中3墩为3级标准砂,其集料为优质的天然河砂和石灰石,水泥为低热水泥,外加一定比例的粉煤灰和外加剂。水泥、粉煤灰、减水剂、砂石=136:230:72:118:632:1344。按照设计方案,闸墩分三段浇筑,浇筑工艺参数详见表2。浇完混凝土后,采用塑料膜和湿草帘覆盖保温。

表2 闸墩各部位浇注参数

浇筑区	浇筑高度/m	浇筑时间	浇筑温度℃	环境温度℃	昼夜温差℃
1期	3.4	04-27-04-28	18.6	16.4	9
2期	8.4	05-09-05-10	19	23.5	10
3期	6.2	06-06	21	16	8

2.温度场仿真计算

首先采用桥墩的三维有限元模型,根据桥墩在桥墩上、下、左、右两个方向的桥墩厚度,考虑了基岩对新浇筑混凝土的约束效应。针对混凝土浇注特性,利用八点六面体等参数进行了计算区域的网格划分,以0.5m为单位,共计8220个单元,11023个结点。应用三维有限元浮置网格方法,对混凝土在不同时期的弹性模量、水化热、导热系数、表面热膨胀系数、表面热膨胀系数等进行了数值模拟,得到了混凝土浇注后50天内的温度变化规律,并列表输出关键点随龄期变化的相应温度数值。

3.1期混凝土施工结果对比

模拟结果表明:在第一阶段浇筑后,混凝土的最大温度为35.6℃,最大内外温差为16.2℃,低于理论上的最大温差。通过对试验数据的分析,发现混凝土的最大温度为42.60℃,最大内外温差为23.6℃,已经达到了理论上的极限。经对比发现,混凝土的最大、最大温差都超过理论值7℃,超过了理论温度的上限,如果温度突然下降,很容易出现裂缝。对其原因进行了分析,由于模拟计算假设了环境温度为18℃,并且在浇筑完成后进行了表面保温处理,使得结构的内部和外部温度梯度分布比较均匀。但在实际施工过程中,温度变化幅度达到14℃,受经济因素制约,没有选用高质量的模板和养护,

造成了温度变化较大, 内外温差较大。

4. 动态控制理论计算

经过对温度控制设计的复核, 考虑到混凝土浇筑时已经进入了高温期, 为了防止出现顶差现象, 应在原有的施工方案中增设降温措施。通过实地考察, 参照表格1, 确定了在后期混凝土中采取了冷却管和混凝土集料预冷的方法, 从而有效地控制了混凝土的内外温差和水化温度。管道主要选用直径为 $\Phi 25\text{mm}$ 的钢管, 按直角排列, 间隔0.9米, 通水量16L/分钟, 每日调整一次, 确保温度和混凝土温度的温差不超过 20°C , 防止管道附近产生过大的拉应力; 通过喷淋水降温, 并在混合过程中加入碎冰片, 从而达到降温效果。通过理论分析, 发现在通水降温过程中, 最大温度下降 6.08°C ; 通过模拟计算, 得到了预冷集料的冷却温度为 2.6°C 。采用上述两种方法, 可以保证混凝土的最大温度和温差都能得到很好的控制。

5. II期及III期混凝土浇筑结果分析

通过对2、3阶段混凝土关键部位的温度变化情况的追踪, 验证了调节后的温控效果。研究表明, 在二阶段使用通水冷却后, 混凝土的最大温度和最大内外温差分别下降了 7.1°C , 达到 15.4°C 。经过一、二段浇筑过程的动态调控, 三段浇筑混凝土的中心温升均能满足设计要求, 减少了温度开裂。通过数值模拟, 可以很好地模拟出闸墩混凝土的温度变化。

参考文献:

- [1] 谢承钺. 论大体积混凝土浇筑温控技术要点[J]. 绿色环保建材, 2021(12): 131-132.
- [2] 孙亦军, 李松, 单丽鹏. 有限元分析在大体积混凝土施工温控中的应用[J]. 建筑, 2021(22): 66-67.
- [3] 徐更晓. 蟒河口大坝混凝土施工温控技术[J]. 陕西水利, 2021(08): 219-221.
- [4] 潘波, 王振东, 潘俊杰. 水库泄洪闸大体积混凝土浇筑温控方法[J]. 云南水力发电, 2019, 35(S1): 81-82.