

市政桥梁大体积素混凝土裂缝控制技术研究

钟 波

(中国水利水电第七工程局有限公司 第一分局,四川 彭山 620860)

摘 要:天保湾大桥是天府新区锦江生态带整治项目(二期)中的其中一座,位于天府新区成都直管区沈阳路西段,西接益州大道,东连天府大道南段,是锦江西片区接入天府大道的重要通道。主桥为跨径 230 m 的中承式钢桁架拱桥,位于东、西岸两侧桥头堡之间。桥头堡坐落于扩大基础上,扩大基础采用三层 C35 素混凝土设计,单层扩大基础最大方量为 3 626.6 m³,属于大体积素混凝土结构。由于扩大基础是整个主桥的主要受力结构之一,因此,扩大基础的施工质量将直接影响到整个主桥的耐久性及结构功能,其中大体积混凝土的裂缝控制即成为重中之重。介绍了市政桥梁大体积素混凝土裂缝的控制过程。

关键词:市政工程;大体积素混凝土;裂缝;控制;天保湾大桥

中图分类号:U445;U442;U444

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2019)05-0024-03

Study on Control Technology of Cracks in Mass Plain Concrete of Municipal Bridges

ZHONG Bo

(First Branch of Sinohydro Bureau 7 Co., LTD, Pengshan, Sichuan, 620860)

Abstract: Tianbaowan Bridge is the one bridge of the Jinjiang Eco-belt Renovation Project (Phase II) in Tianfu New Area, which is located in the west section of Shenyang Road, Tianfu New Area (Chengdu Direct Management Area). It connects Yizhou Avenue in the west and south Tianfu Avenue in the east. It is an important passageway for Jinjiang West Area to access Tianfu Avenue. The main bridge is a midheight deck steel truss arch bridge with a span of 230m, which is located between the bridgehead on both side of the east and west bank. Bridgehead is located on the enlarged foundation which is designed with three layers of C35 plain concrete. The maximum concrete quantity of single-layer enlarged foundation is 3626.6m³, which belongs to mass plain concrete structure. As the enlarged foundation is one of the main stress structures of the whole main bridge, the construction quality of the enlarged foundation will directly affect the durability and structural function, among which the cracks control of mass plain concrete becomes the most important. The control process of cracks in mass plain concrete of municipal bridges is introduced.

Key words: municipal project; mass plain concrete; cracks; control; Tianbaowan Bridge

1 概 述

众所周知,混凝土裂缝在施工中是经常出现的问题,尤其是在大体积混凝土施工时尤为突出。混凝土裂缝的出现严重影响结构安全、耐久性和安全运营。据分析,裂缝出现的原因主要有以下三个方面:

- (1)由外部荷载引起,即混凝土承受了自身不能承受的荷载而造成结构开裂,进而产生裂缝。
- (2)由结构性应力引起,即由于实际工作状态与假设模型不符所致。
- (3)由形变应力引起,即由温度、收缩膨胀、不均匀沉降、施工等因素引起的结构形变^[1]。

施工中主要从浇筑方案、混凝土配合比以及温度等方面对大体积混凝土裂缝进行控制。

2 浇筑方案控制

2.1 设计结构

天保湾大桥扩大基础分为三层,每层高度为 3 m,底层设计了 3 级、0.5 m×4 m 的抗推抗滑移台阶,中层和顶层为矩形结构。底层平面尺寸为 57.91 m×25 m,浇筑方量为 3 626.61 m³;中层平面尺寸为 54.91 m×20.5 m,浇筑方量为 3 376.9 m³;顶层平面尺寸为 51.91 m×16 m,浇筑方量为 2 491.7 m³;整个扩大基础未设计结构钢筋,仅外表面设计了一层 φ10 防裂钢筋网(@100),属于大体积素混凝土施工(图 1)。

收稿日期:2019-07-06

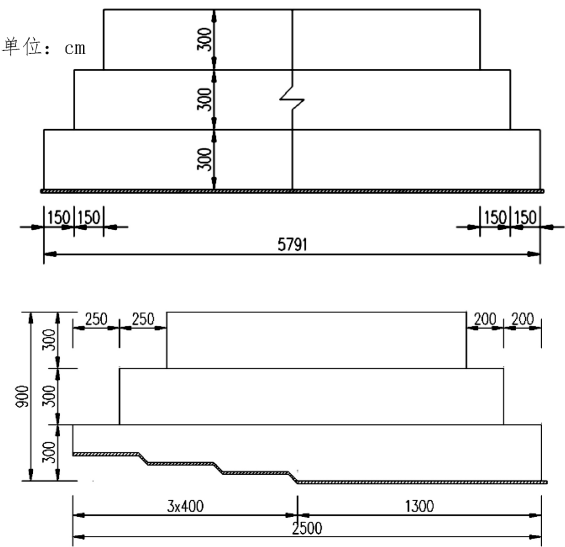


图 1 扩大基础结构图(正面、侧面)

2.2 分层分块方案

由于扩大基础单层面积较大、高度较高,故采取分层分块浇筑方案。分层分块浇筑可以增大散热面积,减小混凝土集中升温,有效控制混凝土由于温度应力产生的裂缝。每块混凝土之间设置后浇带,对施工缝设置键槽并设置连接插筋,以保证结构的整体性。

扩大基础的单层设计厚度为 3 m,共分 2 层浇筑,每一层浇筑厚度为 1.5 m;每层再分为 6 大块浇筑,并设 3 m 宽后浇带。上下两层竖向、纵向施工缝相互错开,后浇带在先浇块浇筑至少 7 d 后浇筑。

2.3 冷却水管的布置

在大体积混凝土施工中,混凝土浇筑后将会产生数量可观的水化热。其中,水泥的水化热一般发生在早期,也就是混凝土浇筑之后的不久。在此期间,混凝土的温度上升将会很快,直至达到一定温度后开始下降。由于混凝土导热性能较差,水泥水化热产生的热量需要在很长一段时间才能散发完,从而导致在施工期间形成混凝土内部温度和表面温度的不一致,进而产生表面裂缝。在混凝土降温阶段,会因为体积的收缩所引起的各种原因导致变形引起拉应力,拉应力超过混凝土抗拉能力时往往导致混凝土开裂。而对混凝土温度变化进行控制是能够防止其产生温度应力的

一种有效手段。

在大体积混凝土内布置冷却水管,通过循环冷却水可以有效地控制混凝土的内部温度。根据结构特点,冷却水管的布置形式多种多样。天保湾大桥扩大基础冷却水管采取分层布置方式,采用 D48×3 mm 普通钢管,利用 φ25 和 φ20 架立钢筋支撑。冷却水管水平间距为 1.5 m,在每层(厚 1.5 m)中间位置布置,距上下混凝土结构面各 0.75 m,进、出水口伸出混凝土表面 50 cm 并引流至模板外的基坑内,避免水流淤积在混凝土保温层上。

在大体积混凝土内还需布置测温管,用于混凝土温度监控。测温管采用 φ50 PVC 管,竖直安装,沿扩大基础纵横向中轴线对称布置。测温点竖直布置,一般每个测温管内布置一组、3 个,分别布置在混凝土的上、中、下位置,上下测点均布置在距离混凝土表面 10 cm 处,另外,在离开基础周边一定的距离埋设 2 个测温点用于测量环境温度。

3 混凝土配合比控制

混凝土水化热主要由水泥产生,因此,水泥的选择、水泥的用量以及外加剂的配比是控制混凝土水化热的关键因素。为了有效降低混凝土的水化热,扩大基础混凝土的水泥用料,最终选用低热硅酸盐水泥。普通硅酸盐水泥 3 d 水化热为 240 kJ/kg,7 d 水化热为 270 kJ/kg。而低热硅酸盐水泥 3 d 水化热为 198 kJ/kg,7 d 水化热为 239 kJ/kg^[2]。

根据设计要求,采用 60 d 或 90 d 龄期的强度指标并将其作为混凝土配合比设计、混凝土强度评定及工程验收的依据。根据设计强度(C35)制定了初始配合比(表 1)。

表 1 初始配合比表							/kg
材料名称	水	水泥	掺合料	细骨料 1	细骨料 2	粗骨料	外加剂 1
每 m ³ 用量	174	294	126	627	111	1 062	6.3
重量比	0.41	1		1.5	0.26	2.53	0.015

该配合比强度、塌落度以及入仓温度均能满足设计要求,但是其水泥用量仍然较大。因此,为了尽可能减小水泥用量,在保证混凝土和易

性及耐久性的基础上,对初始配合比进行了优化,优化的目的主要是减少水泥,同时掺加膨胀剂,以补偿混凝土的后期收缩。最终优化得出了以下两种混凝土配合比(表 2、3)。

表 2 优化配合比 1 表								
材料名称	水	水泥	掺合料	细骨料 1	细骨料 2	粗骨料	外加剂 1	外加剂 2
每 m ³ 用量	163	254	126	639	213	1 000	5.89	22.6
重量比	0.43		1	1.65	0.56	2.63	0.015	0.06

表 3 优化配合比 2 表								
材料名称	水	水泥	掺合料	细骨料 1	细骨料 2	粗骨料	外加剂 1	外加剂 2
每 m ³ 用量	174	270	120	604	201	1 025	6.2	23.4
重量比	0.45		1	1.55	0.53	2.63	0.015	0.06

其中外加剂 1 为减水剂,外加剂 2 为膨胀剂。

根据优化后的两种配合比进行室内试拌并成型混凝土试件,两种优化后的配合比对比情况如下:

- (1)拌和物状态。配比 1 混凝土的施工和易性不好,流动性差,不利于泵送,现场施工难度大。
- (2)混凝土试块 7 d 抗压强度试验表明:配比 1 混凝土的抗压强度为 24.2 MPa,配比 2 混凝土的抗压强度为 27.8 MPa。

考虑到混凝土的后期强度以及现场施工情况,最终选用优化配合比 2 为扩大基础混凝土浇筑配合比。

4 温度控制

4.1 温控指标

根据《大体积混凝土施工规范》(GB50496—2009)要求,大体积混凝土温控指标须符合下列规定^[3]:

- (1)混凝土浇筑体在入模温度基础上的温升不宜大于 50 ℃;
- (2)混凝土浇筑块体的里表温差(不含混凝土收缩的当量温度)不宜大于 25 ℃;

(3)混凝土浇筑体的降温速率不宜大于 2 ℃/d;

(4)混凝土浇筑体表面与大气温差不宜大于 20 ℃。

4.2 冷却水管的通水方案

冷却水管在扩大基础混凝土浇筑的同时通水,冷却水采用河道内的天然河水(浇筑期间的常温为 12 ℃),进出水流方向每天交替一次。冷却水的流量应大于 30 L/min,流速大于 1 m/s。冷却水不宜过冷,冷却水水温与混凝土内部的最高温差不宜大于 30 ℃,可采用循环水以及水箱进行调温^[4]。

混凝土浇筑完成后,在其表面铺设土工布并洒水进行保温养护^[5]。安排专人 24 h 对混凝土表面温度、混凝土内部温度以及室外温度进行监控并实时根据测温数据增加或减小通水流量和温度,以保证混凝土的内外温差不超过 25 ℃、内部降温速率不超过 2 ℃/d。为保证施工质量和温控效果,连续通水的时间不宜小于 12 d。

5 结 语

通过对浇筑方案、混凝土配合比以及温度等方面进行控制,天保湾大桥扩大基础混凝土施工顺利完成,混凝土浇筑质量满足设计及规范要求,扩大基础混凝土未产生影响结构功能以及耐久性的裂缝。取得了非常好的效果。

参考文献:

[1] 闫 浩.关于大体积混凝土裂缝的探讨[J].山东交通科技,2017,42(2):81—82.

[2] 吴新强,夏 伟,蔡 敏.大体积混凝土水化热与施工控制[J].工程与建设,2006,44(6):763—764.

[3] GB 50496—2018 大体积混凝土施工规范[S].

[4] 赵文觉,赵维汉.大体积混凝土水化热的控制方法及效果[J].公路,2007,52(2):131—133.

[5] 张 涛.大体积混凝土温度裂缝控制技术研究[J].山西建筑,2013,39(20):90—92.

作者简介:

钟 波(1977-),男,四川仁寿人,工程师,从事水电及市政工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

=====

由水电七局承建的汉州路项目获成都市优质工程(芙蓉杯)

2019 年 2 月 21 日,成都市工程建设质量协会组织的“2018 年度成都市优质工程(芙蓉杯)”评选结果公布,水电七局汉州路项目厦门路西段(益州大道至湖北路)工程位列其中。