

Temperature and Crack Control of Mass Concrete during Construction in Cold Region

Yaqin Zhang¹, Chengbin Zhang², Kun Tian¹, Xuepo Li³, Hui Cheng¹

¹No. 4 Branch Company of China Petroleum Pipeline Engineering Co. Ltd., Langfang Hebei

²Design Branch Company of China Petroleum Pipeline Engineering Co. Ltd., Langfang Hebei

³Personnel Department of China Petroleum Pipeline Engineering Co. Ltd., Langfang Hebei

Email: 289692592@qq.com

Received: Dec. 17th, 2017; accepted: Mar. 17th, 2018; published: Jun. 15th, 2018

Abstract

With the development of pipeline construction, the area of pipeline application in China was getting larger and larger; more construction problems induced also increased in cold regions, especially the issues of cracks in mass concrete. Based on the field management of actual construction, the reasons of cracks in mass concrete are analyzed according to the calculation and construction, and measures of how to prevent and inspect the cracks in mass concrete are proposed.

Keywords

Mass Concrete, Cold Region, Crack, Temperature Control

大体积混凝土严寒地区施工中的温度及裂缝控制措施

张亚琴¹, 张成斌², 田 坤¹, 李雪坡³, 程 慧¹

¹中国石油管道局工程有限公司第四分公司, 河北 廊坊

²中国石油管道局工程有限公司设计分公司, 河北 廊坊

³中国石油管道局工程有限公司人事部(党委组织部), 河北 廊坊

作者简介: 张亚琴(1984-), 女, 硕士, 工程师, 主要从事油气长输管道、站场和储罐等项目技术与管理
工作。

Email: 289692592@qq.com

收稿日期: 2017年12月17日; 录用日期: 2018年3月17日; 发布日期: 2018年6月15日

摘 要

随着管道建设的发展, 在国内所覆盖的区域越来越大, 严寒地区建设工程暴露出的问题也越来越多, 其中大体积混凝土基础产生的裂缝问题尤其突出。通过实际工程的现场施工管理, 从设计计算和施工的角度, 分析了造成大体积混凝土裂缝的原因, 并提出了如何预防和检查大体积混凝土裂缝的主要技术措施。

关键词

大体积混凝土, 严寒地区, 裂缝, 温度控制

Copyright © 2018 by authors, Yangtze University and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

中俄原油管道二线工程加格达奇泵站位于严寒地区加漠公路 7.5 km 处, 常年受西伯利亚寒流影响, 其冬季时间较长(5~6 个月)。站内有 4 座 1900 kW 大型输油泵, 泵基础尺寸为 2.85 m × 6.7 m × 4.5 m, 属于典型的大体积混凝土基础。由于混凝土体积较大浇筑时间长, 并且需要一次成型, 加之现场环境温度恶劣(夜间温度极低, 昼夜温差较大), 如何在混凝土养护过程中控制温度及裂缝成为关键点[1] [2] [3] [4] [5]。单一对大体积混凝土加热、保温的方法很难保证混凝土养护成型, 而一旦形成大面积开裂无论从工期和经济成本角度来讲, 都会造成重大损失。因此, 从施工的筹备环节, 就借鉴了大量的相关资料和施工工法, 并按照数模理论从裂缝产生的原因到各变量可能带来的影响与偏差, 从理论计算到实时监测进行周密的分析, 最终采取密闭蓄热保温棚对 4 台泵基础进行保温。

2. 混凝土裂缝产生的原因

混凝土裂缝的产生, 通常发生在养护阶段, 是由混凝土内部温度应力及变形、内外约束的影响、外

界气温的影响以及材料的性质变化等因素引起的。产生的裂缝虽然在规范允许范围内，对泵基础的结构抗压强度不产生影响，但是泵基础的耐久性却大大减少，所以在施工过程中，对混凝土裂缝要进行严格控制。

1) 混凝土内部温度应力及变形。混凝土浇筑完成后，随着龄期的增加，内部温度会逐渐升高，达到700℃左右，甚至更高。内部急剧增加的热量会造成混凝土内外产生温差，随着温差的增大，导致混凝土产生温度应力变形，尤其在大体积混凝土施工过程中，温度应力引起的变形及裂缝的几率就越高。

2) 混凝土内外约束的影响。混凝土在养护期由于内部水化热温度高，产生热膨胀，中心部位产生压应力，而混凝土表面承受拉应力，当拉应力大于混凝土的抗拉强度和钢筋的约束作用时，混凝土表面会有细小的开裂。

3) 混凝土外界气温变化的影响。加格达奇泵站位于严寒地区，周围环境气温低，混凝土在浇筑阶段会受到环境气温变化的影响，当周围温度低、混凝土表面散热快，表面快速收缩，而混凝土内部的温度散热较慢逐步向外扩算的同时内部收缩缓慢，当混凝土内外变形不同时，混凝土表面也将开裂。

3. 大体积混凝土裂缝控制措施

大体积混凝土裂缝的产生主要是由混凝土的体型、材料的水化热和外界环境温度变化所决定，裂缝的控制可以从4个方面采取有效的设计和施工管理方案。

3.1. 混凝土掺和外加料和外加剂

在购买商品混凝土和现场搅拌混凝土时，可掺入一定量的粉煤灰，提升混凝土的密实度，尽量选择C3A和C3S含量较低的低水化热水泥，减小水泥的细度，例如矿渣水泥；另外，可掺入适量的膨胀剂补偿混凝土的收缩，提升混凝土的抗拉强度。

3.2. 混凝土的保温隔热

混凝土保温隔热是蓄热的关键，可以避免内外的温度扩散速度不同而产生的裂缝，在地下低温环境下保温需要大量的保温隔热材料，如棉被，毛毡，塑料布，聚氨酯泡沫板等；为避免混凝土表面散热过快，在模板上增加保温隔热材料是延缓降温的方法，建议大体积混凝土在支模方式上采用双层木胶模板(中间夹裹泡沫保温板)(图1)，改善混凝土浇筑和养护期的保温和保湿能力，减小温差防止温度应力过大。



Figure 1. Diagram of framework

图 1. 支模方式示意图

3.3. 暖棚保护

为改善大体积混凝土在浇筑期和养护期具有相对恒温的环境,在大体积混凝土基础周围搭建暖棚并通过节能燃煤锅炉供暖以提高暖棚温度,并以工业电热风供暖作为备用方案应对故障突发情况,将暖棚内温度控制在 10℃ 左右,保持大体积混凝土养护期处于恒温状态,以避免冷空气来袭,温度骤降,引起裂缝。

该泵站施工前,根据建模理论,提供一个足够的热源来维持棚内的环境温度,从经济安全考虑,主热源采用 2 t 燃煤锅炉供暖,辅助热源由 100 kW 发电机带动 20 台大功率工业热鼓风机(备用);其他常规热源如碳筒、煤油炉等加热方式也在考虑范围内(由于有 CO 中毒风险,放在最后的备用方案里)。主要方法是沿暖棚四周布置热源(散热盘管),用锅炉加热的热水进行棚内温度提升,再通过热水循环的方式持续 24 h 不间断供暖,以维持环境温度 5℃ 的一个暖棚内温度。

根据实验阶段建模理论的各项模拟变量测定,进行了为期 10 d 左右的稳定数据采集与分析,对各变量进行调差处理;混凝土冬季施工,采取常规加热各组分骨料,科学配比投料与温水搅拌(水温在 40℃ ~60℃)等措施,进行自搅拌及“地泵”输送浇筑,完成施工任务。

3.4. 混凝土内部冷却循环系统

为保证大体积混凝土内部温度与外界温差不超过 25℃,可以在混凝土基础内设置直径 60 mm × 3.5 mm 的钢管循环冷却系统,降低混凝土内部温度。通过对混凝土进行热工计算来确定循环冷却系统方案,根据混凝土配比、保温措施及养护方案明确混凝土热工计算的系数,从而计算出第 3、6、9、12 d 的混凝土内部和外界的温度,若出现温差超过 25℃,则需要安装循环冷却系统。

混凝土热工计算需要从混凝土绝热温升、混凝土中心温度、混凝土表面温度、混凝土收缩变形值、混凝土收缩当量温差、混凝土最大综合温差、温度应力(表 1)、抗裂度是否满足要求等多方面来计算确定。

Table 1. The statistics of thermal parameters calculation results of concrete in various periods

表 1. 各龄期混凝土热工参数计算统计表

天数/d	混凝土绝热温升/℃	混凝土中心温度/℃	混凝土中心温度—施工期大气平均温度/℃	混凝土表面温度/℃	混凝土中心温度—混凝土表面温度/℃	混凝土收缩变形值/10 ⁻⁵	混凝土收缩当量温差/℃	混凝土最大综合温差/℃	温度应力/(N·mm ⁻²)
3	37.5	54.4	24.4	34.7	19.7	1.94	-1.94	3.06	-0.06
4	48.6	60.1	30.1	35.8	24.3	3.82	-3.82	8.57	-0.29
9	51.9	60.6	30.6	35.9	24.7	5.64	-5.64	8.94	-0.37
12	52.8	55.4	25.4	34.9	20.5	7.41	-7.41	7.82	-0.33
15						9.13	-9.13	6.29	-0.29
18						10.79	-10.8	4.68	-0.22
21						12.41	-12.4	3.08	-0.15

通过计算混凝土各龄期的温差和抗裂度验算,各龄期温差都小于 25℃,抗裂度满足要求,顾可不作内部循环水冷却系统。

若混凝土在计算过程中出现温差大于 25℃时,循环水系统盘可按图 2 布置,但是循环水管长需要单独确定。

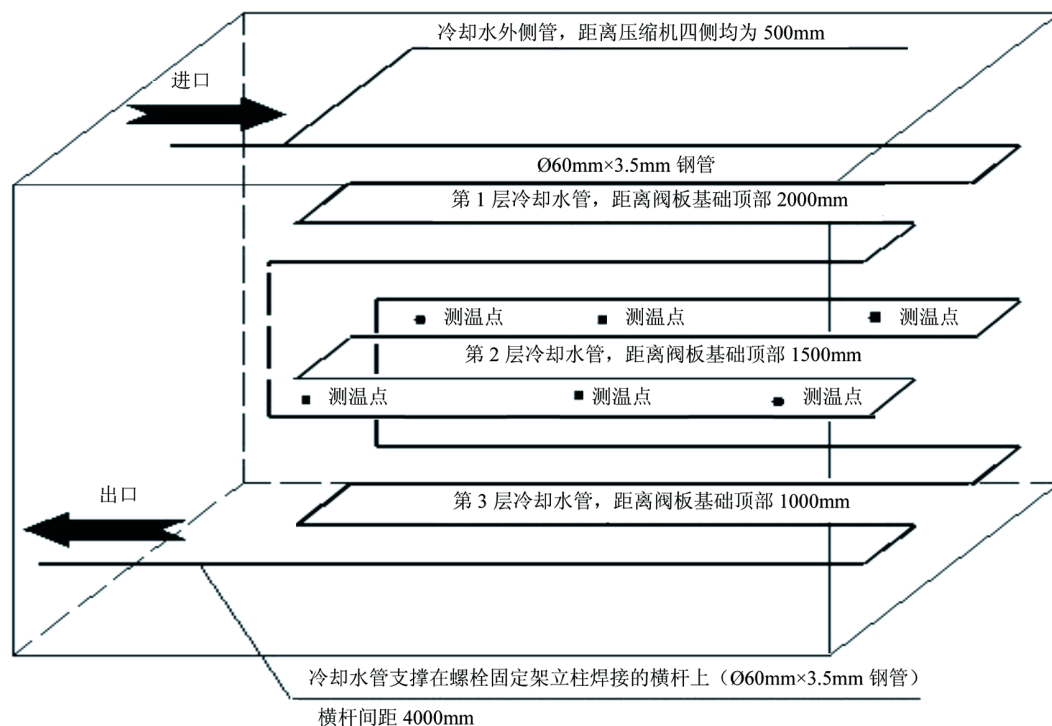


Figure 2. The sketch of circulating water system disk design
图 2. 循环水系统盘设置方案示意图

3.5. 温度监测

该泵站基础温度检测时, 派专人负责记录混凝土内外温差, 在刚浇筑完的 3 d 时间里, 混凝土内部温度与表面温度是相差较大, 因此每隔 2 h 测量 1 次, 之后每隔 4~8 h 测量 1 次。根据测温结果, 随时控制暖棚内的温度变化, 保证内外温差控制在 25℃ 以内。

4. 结语

在加格达奇泵站基础大体积混凝土施工过程中, 针对温度和裂缝控制采取针对性措施, 通过材料选择、掺和外加剂、合理制定养护方法、增设冷却系统及改善周围环境等措施, 使得大体积混凝土基础的裂缝减少到合理范围内。

参考文献

- [1] 徐建标. 地下车库混凝土裂缝综合控制技术[J]. 施工技术, 2003(4): 50-52.
- [2] 张志刚. 大体积混凝土干缩裂缝相关问题探讨[J]. 河南科技, 2010(6): 42.
- [3] 孟志坤. 房建大体积混凝土施工技术[J]. 四川建材, 2013(2): 179-181.
- [4] 王春国. 控制大体积混凝土温度裂缝之浅见[J]. 石河子科技, 2003(3): 43-44.
- [5] 韩爱中. 综合蓄热法在包头站房工程中的应用[J]. 内蒙古科技与经济, 2007(20): 72-75.

[编辑] 龚丹

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2471-7185，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：jogt@hanspub.org