

冬季道路桥梁施工中混凝土浇筑技术应用分析

宋雷雷

新疆兵团水利水电工程集团有限公司, 新疆 乌鲁木齐市 830000

[摘要]在当前新时期背景下,我国路桥工程建设规模呈现出不断提升态势,而北方地区不可避免地会在冬季低温情况下进行施工,这就给混凝土浇筑施工带来严峻挑战。基于此,本篇文章研究中对低温环境对混凝土的影响进行分析,同时结合实际案例,对冬季条件下道路桥梁工程混凝土浇筑技术应用要点进行分析。

[关键词]道路桥梁工程;冬季;混凝土浇筑

DOI: 10.33142/ect.v2i7.12746

中图分类号: U416.1

文献标识码: A

Application Analysis of Concrete Pouring Technology in Winter Road and Bridge Construction

SONG Leilei

Xinjiang Bingtuan Water Resources and Hydropower Engineering Group Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract: In the current context of the new era, the scale of road and bridge engineering construction in China is showing a continuous improvement trend, and construction in the northern region is inevitably carried out under low temperature conditions in winter, which poses serious challenges to concrete pouring construction. Based on this, this article will analyze the impact of low temperature environment on concrete, and combine practical cases to analyze the key application points of concrete pouring technology in road and bridge engineering under winter conditions.

Keywords: road and bridge engineering; winter; concrete pouring

在当前经济发展和城市化建设进程加速背景下,各领域发展对道路交通网完善性提出更高要求,路桥工程规模和数量稳步增长,为满足交通需求,冬季施工成为必然选择。然而,冬季施工需面临诸多挑战,尤其是混凝土浇筑环节,低温环境会影响混凝土质量,导致混凝土强度、凝固时间以及化学性质受到影响。当前建设领域内针对混凝土冬季施工提出一系列措施,如加大新型保温材料和施工工艺研究与应用力度、强化施工现场管理和监督,切实保障施工作业规范性、改善施工现场环境等。目前继续提升冬季施工条件下的混凝土浇筑施工质量也成为建筑领域研究重点内容。

1 低温环境对混凝土浇筑的影响

1.1 影响混凝土强度性能

混凝土温度变化主要受其内部储存热能影响,当混凝土材料与环境温度存在温差时,即会产生热交换。类似水在冬天结冰,混凝土也会随环境温度降低而内部温度下降。新拌混凝土的温度下降速度与其水化程度相关。水化反应是混凝土强度增长的关键,热交换越剧烈,混凝土温度下降越快,进而会导致水化反应放缓,最终影响混凝土强度增长。若混凝土过早冻结,其强度增长将停止,同时低温环境会增加混凝土内部水分,结冰后产生冻胀力,当其超过一定阈值时,会损害混凝土质量,影响整体工程质量,严重情况下甚至可能引发安全事故。

1.2 影响混凝土凝固时间

水泥的水化过程对温度极为敏感,两者之间关联呈现出明显正相关关系。常规设定养护温度范围大约为 $\pm 20^{\circ}\text{C}$,在

该区间内,随着温度上升,水化速率呈现加速态势;相反,温度下降则会导致反应减缓,直至 -0.5°C 以下完全停滞。低温环境对混凝土强度增长存在显著的影响,比如在 4°C 的条件下,混凝土固化时间相较于常温可能会翻倍。主要原因在于低温使混凝土内的自由水分转化为固态,阻碍水化进程。同时冻结状态下,水泥与混合物间的结合力也会丧失,新拌混凝土一旦冻结,不仅强度受损,还会引发裂纹问题。冻结状态下,附着于碎石的自由水分会结成冰层,削弱与灰浆的粘附力,导致粗颗粒材料与灰浆的结合强度明显降低,进而削弱混凝土与钢筋的附着稳定性。需注意的是,混凝土浇筑后最初3~6h若遭遇冻结,因其内部尚未充分固化,强度损失相对较轻;然而一旦开始硬化后受冻,损失则更为严重。因此,低温施工对混凝土质量的影响不容忽视。

1.3 影响水泥化学性质

在常规条件下制作混凝土并急速冷却至冰点以下必然会对混凝土结构产生影响。研究人员针对低温环境对水泥内在性质的影响展开深入研究,其选择常用的52.5等级普通水泥,并设计一系列实验,每组样本的养护条件和配方各异,具体实验设置如表1所示。在样品养护过程中,技术人员采取特殊步骤,将处理后的样本置于 900°C 的真空烘箱中干燥并精确称量,以此来评估其结合水含量,该指标是衡量水泥水化程度的重要参数。实验结果显示,随着水泥水化进程逐渐推进,其化学结合水的含量呈上升趋势。以1号样本为例,自成型起,结合水率逐渐增长,此情况与水泥常规水化过程相吻合。然而2号样本中,当其处于

低温环境中,结合水率几乎保持恒定。而当温度回升至冰点之上,结合水率开始上升,尤其在解冻后的25d,其结合水率接近于1号样本在相同时间点的数据。该发现充分显示当拌合水由液态变为固态时,水泥的水化反应并非持续进行,而是经历一段暂停期,但该中止并非永久性的破坏。当温度回升至零度以上,水化反应会重新开始。因此,低温对水泥化学性质的影响主要体现在物理层面,而非化学性质。

表1 试样技术条件

试样编号	水灰比	外加剂(水泥重%)	养护条件
1号	0.4	—	20℃/56d
2号	0.4	—	-10℃/28d
3号	0.35	亚硝酸钠:7	-10℃/28d

2 工程案例概述

为深入探究冬季低温环境下,路桥工程混凝土浇筑技术应用要点,本文研究中将结合实际案例进行详细阐述。案例工程为某地区新建道路桥梁工程。建设路段起止桩号为K7+000至K8+950,其中包含一座主线桥,共计52跨。该桥梁基础部分采用钻孔灌注桩设计,而承台部分则选用典型的钢筋混凝土结构。中墩与公用墩均采用双柱墩设计,盖梁部分设计采用预应力钢筋混凝土结构。考虑到该桥梁工程混凝土施工环节需在冬季条件下进行,因此有必要深入剖析其施工方案。

3 道路桥梁工程冬季混凝土浇筑技术应用要点

3.1 混凝土生产要点

考虑到冬季低温环境会对混凝土材料造成一定影响,由此案例工程技术人员为避免因混凝土受低温影响出现质量问题,进而导致浇筑质量受影响,针对混凝土生产制定出详细方案,具体包括如下几方面:(1)在冬季低温环境下进行混凝土拌和作业时,必须配备加热系统,以实时调节水温至适宜状态。同时为避免混凝土遭受冻害,技术人员选择水灰比低且坍落度有限的混凝土材料,同时对水分摄入量进行严格控制。在保持原料不变情况下,适度添加8%~10%的抗冻剂实现增强混凝土耐寒性目标。(2)技术人员要求所有拌和设备,尤其是外加剂储存罐和管道必须进行密封存并保温,确保施工完毕后迅速排出水管余水。在开始搅拌前,务必用热水预热滚筒。遵循已确定混凝土配比方案进行生产,严禁私自修改,搅拌机需预热10min,并将搅拌时间延长至常温情况下的1.5倍。在具体作业中需实时监测拌和水实际温度,确保在40℃~60℃区间内。(3)骨料对混凝土生产质量具有重要影响,由此技术人员对易碎冰块或杂质混入情况进行严格监控。骨料抵达后需立即实施保温防冻措施。砂石料应全面覆盖以保持其温度。在开始混凝土搅拌作业前,需确保滚筒充分预热。(4)在混凝土运输过程中,需迅速装卸,途中不得停留,车辆需预先进行保温处理。若发现坍落度显著减小或出现快速凝固,应对加热温度进行相应调整。同时技术人员制定出如下运输策略:选择最短路线以缩短运输时间、使用专用

运输车并确保运输供应与施工需求同步,避免混凝土长时间滞留、运输车辆需采用有效的防滑措施,尤其在桩基施工区域,避免冬季冰雪条件下可能引发侧翻事故。

3.2 混凝土浇筑作业要点

案例工程混凝土浇筑正式开始前,施工单位首先依照工艺要求对浇筑区域进行彻底清洁,确保基面干净无污、无积水,以此作为保证混凝土浇筑质量的基础。任何杂质或水分均可能对混凝土附着力和强度造成。为切实在无水环境下施工,施工单位在作业中使用吸水材料、干燥机等工具对基面进行预处理。同时,在浇筑前,施工单位应严格依照工艺要求完成所有施工准备工作,包括材料准备、设备检查、人员培训等,以确保施工高效性。该举措不仅可显著提高施工速度,还可以减少工序衔接时间,降低施工成本。

为降低低温环境对混凝土浇筑质量的影响,选择适当的浇筑时间具有重要作用。为此,案例工程技术人员选择每天气温较高的时段,如上午11:00至下午3:00进行浇筑作业,主要原因在于此时段内混凝土硬化速度较快,有利于提高其强度。同时,施工单位依照工艺要求,避免在恶劣天气如降雪、大风等条件下进行浇筑作业,以免混凝土表面受到不良影响。

此外,施工单位在实际作业中严格依照工艺要求保证浇筑施工连续性,以确保混凝土均匀性和整体强度。为此,技术人员设计将实际间隔时间控制在2h以内,以防止混凝土出现干缩裂缝。在分层浇筑时,技术人员设计每层厚控制在30cm以下,切实保障每层混凝土均可得到充分振捣和硬化。避免因混凝土层过厚导致振捣不足,进而影响混凝土的质量。混凝土浇筑后,应迅速进行振捣,此环节为确保混凝土密实度的关键环节。振捣作业的目的在于促使混凝土中骨料均匀分布,消除内部空隙和裂缝。为降低温度损失,案例工程施工单位作业中对振捣速度进行相应提高,以缩短混凝土暴露在外的时间。

最后,为确保混凝土入模温度符合工艺要求,案例工程施工单位指派专人测量到场混凝土的实际温度。若混凝土温度不符合要求,则不得用于浇筑作业中,以免影响混凝土的硬化和强度性能提升。

3.3 混凝土保温养护要点

保温养护是确保混凝土浇筑作业质量的关键环节,考虑到案例工程所涉及混凝土浇筑作业项目较多,本文研究中以桩基础以及桥墩部分为例,对保温养护工作要点进行分析。

3.3.1 桩基础混凝土保温养护要点

在桩基础部分混凝土浇筑作业完成后,施工单位依照工艺要求立即启动蓄热保温程序,桩顶部分则采用岩棉被和双层草帘作为保暖措施。面对低温钻孔条件时,保障施工养护质量的关键在于防止泥水分离导致泥浆黏度过低或胶体率骤降。在泥浆拌制作业中,施工单位选用高品质黏土作为泥浆原料,同时技术人员针对冻结情况做出相应处置

方案,即将冻结泥浆粉碎并置于融浆池中解冻。泥浆池上覆盖防水布,循环管路则采用防寒材料包裹,同时为钻机配置备用管道,以防冻堵施工受阻。同时技术人员在实际工作中对泥浆材料性能进行重点监控,确保其满足表2中所示要求。

表2 砂浆性能要求

性能指标	要求
含砂率	≤4%
胶体率	≥95%
失水率	≤20mL/30min
泥皮厚度	≤3mm/30min
酸碱度 pH 值	8~11

钻孔设备需定期维护,确保设备性能稳定。在混凝土调配中,骨料需排除冰雪团块,确保无冻害。混凝土浇筑温度应保持在5℃以上,必要时可加热拌和水,水温应控制在80℃以下。具体施工中遵循骨料、水、水泥顺序依次添加,搅拌时间较常规情况应增加约50%,以实现增强混凝土流动性与操作性目标。浇筑完成后,如桩头暴露或受冻,须立即覆盖保温,进行养护处理。

3.3.2 桥墩混凝土保温养护要点

在桥墩部分混凝土保温养护中,为有效降低混凝土与外界环境温度差,同时确保入模温度控制在5℃以上,在混凝土浇筑前需首先对模板进行升温预处理。为了实现该目的,案例工程施工单位决定采用暖棚法进行处理,通过在墩柱混凝土周围设置8~10个火炉,并提前升温,确保模板温度提升至10℃以上。

在混凝土浇筑作业中,施工团队选用内径35~40cm、壁厚2~3mm的串筒,并配合使用机械振动分层连续浇筑技术。为保持暖棚内的恒温环境,施工单位在模板外部布置棉垫,并以0.5m间距配置排气管道,其间距20cm处设置Φ3mm的排气孔。另外,施工人员还覆盖一层塑料薄膜,以创造出封闭且保温的工作空间。在模板内部的保温措施上,施工单位配备2T/h和0.5T/h的蒸汽锅炉,并用10cm厚的岩棉包裹送气管,同时安装排水系统,以预热模板和混凝土表面,保证混凝土入模温度不低于5℃。

在常规养护期间,施工队伍严格维持模板周围温度在20℃~50℃区间范围内。当混凝土温度开始降低,施工单位需确保降温速率不超过5℃/h。若外界温度降至冰点以下,只有在混凝土温度接近外界温度时,才允许拆除模板。

3.4 混凝土拆模作业要点

在冬季施工中,为确保拆模强度符合常规温度条件及抗冻规范,案例工程施工技术人员依照相关规范以及工艺要求制定出如下标准:

第一,侧模拆除中必须确保其实际强度在2.5M以上,同时拆模作业过程中不得对混凝土棱角和表面造成孙少。在底模拆除,其强度要求需要依照结构类型和跨度进行区别设计,具体标准如表3所示。第二,拆模过程中需特别

关注混凝土实际温度与外界气温之间的温差,切实保障温差控制在15℃以内。当温差在10℃~15℃区间范围内时,拆模作业完成后应立即对混凝土进行覆盖保温。混凝土养护完成后,若环境温度在0℃以下,则需等待混凝土自然冷却至5℃后方可进行拆模作业。第三,为确保混凝土强度达标,实际作业中需依照相关规定要求,选取试块进行强度检测。若混凝土未达到受冻条件下临界强度,则不得对保温装置进行拆除。当混凝土自然冷却至5℃且强度满足要求时,方可进行拆模作业。施工现场班组长应根据试验结果向总工提交拆模申请审批。在重点及特殊部位拆模作业过程中,还需提交特殊申请以最大限度地保障施工质量和安全性。

表3 底模拆除要求

结构类型	跨度范围	强度要求
板、拱结构	2m 以内	设计要求的 50%以上
	2~8m	设计要求的 75%以上
	超过 8m	设计要求的 100%
梁结构	8m 以内	设计要求的 75%以上
	8m 以上	设计要求的 100%

4 结语

综上所述,在当前道路桥梁工程建设规模不断扩大背景下,冬季条件下施工不可避免,由此施工单位应注意积极加强对低温环境对混凝土材料的影响重视与研究力度,并充分把握混凝土生产运输、浇筑作业、保温养护以及拆模作业等环节作业质量,为提升道路桥梁工程施工质量提供必要保障。

[参考文献]

[1]张志喙.公路桥梁冬季施工中混凝土浇筑的施工技术研究[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2022(5):4.
 [2]牟振.冬季道路桥梁施工中混凝土浇筑技术要点分析[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2023(4):4.
 [3]金伟.冬季道路桥梁施工中混凝土浇筑技术分析[J].中国厨卫,2023,22(6):129-131.
 [4]徐冰.混凝土浇筑技术在冬季道路桥梁施工中有应用的分析[J].地产,2022(12):3.
 [5]姚芸云.冬季道路桥梁施工中混凝土浇筑技术的应用研究[J].进展:科学视界,2023(6):89-91.
 [6]乔秀峰.关于冬季道路桥梁施工中混凝土浇筑技术浅析[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2022(2):4.
 [7]胡斌.探析道路桥梁冬季施工中混凝土浇筑的施工技术[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2022(3):3.

作者简介:宋雷雷(1990.6—),男,,毕业院校:吉林大学,所学专业:土木工程,当前工作单位:新疆兵团水利水电工程集团有限公司,职务:职员,职称级别:中级。