

Analysis on Key Points of Highway Construction Technology in Alpine Areas—Taking Qiaowa Town to Yuanbazi Reconstruction Project in Muli County, China as an Example

Jie Qin

CCCC First Highway Engineering Group Co., Ltd. Haiwei Engineering Construction Co., Ltd., Beijing, 100000, China

Abstract

In order to explore the technical points of highway construction in the alpine zone, taking the reconstruction project from qiaowa town to yuanbazi in Muli County as an example, this paper focuses on the temperature control technology of concrete in the alpine zone. This paper analyzes the key points of concrete construction technology through the whole process analysis of concrete configuration in alpine zone, and focuses on the temperature control of concrete configuration engineering under the project. It is hoped that the configuration analysis of construction concrete in alpine zone can provide help for relevant personnel or units.

Keywords

alpine region; highway; construction technique

高寒地区公路施工技术要点分析——以中国木里县乔瓦镇至园坝子改建工程为例

秦杰

中交一公局集团有限公司海威工程建设有限公司, 中国·北京 100000

摘 要

为探究高寒地带公路施工的技术要点, 将以木里县乔瓦镇至园坝子改建工程为例, 重点对该工程下混凝土在高寒地带的温度控制技术进行探究。通过高寒地带混凝土配置全过程分析的方式分析混凝土施工技术要点, 重点对该工程下混凝土配置工程的温度控制进行探究。希望通过对高寒地带施工混凝土的配置分析能够为相关人员或单位提供帮助。

关键词

高寒地区; 公路; 施工技术

1 引言

在高寒地带工程项目需要重点考虑因混凝土温度不同所带来的建设风险。对于木里县乔瓦镇至园坝子改建工程而言, 因施工地区的政策与环境因素影响, 导致在工程进入 10 月份之后便会面临昼夜巨大温差问题的影响, 而过低的气温会直接导致施工使用的混凝土出现结构质量问题, 进而影响后续的施工安全。为此, 论文将针对高寒地区混凝土温控技术进行研究。

2 工程概况

本工程建设规模: 本工程全长 40km, 使用沥青混凝土铺设路面, 路基需挖方 1023 千立方米, 工程作业量较大,

路基排水及防护工程共约 180 千立方米, 工程施工过程中沥青砼路面约 295 千平方米, 工程中设四座大桥, 中小型桥梁两座, 涵洞八十五道。除此之外, 中短型隧道共设四座, 新建青岗坪隧道长 463m, 改建烟岗一号隧道 337m 烟岗二号隧道 763m、核桃坪隧道 662m, 平面交叉十处。本项目施工严格按照三级公路标准进行建设, 路基宽度 7m, 但是困难路段需在保证行车安全的基础上适当降低技术指标, 桥梁宽度 8m。路面类型为沥青混凝土。其余施工操作指标严格按照 (JTGB01—2014)《公路工程技术标准》中的规定执行。

工程在施工前, 要做好前期的准备工作, 首先应当审核该地区多年的地质数据。在施工阶段工程地质的工作重点要放在冻土现象发育地段、冻土条件相对复杂的地段, 对于需要进行重点工程的路段, 提前做好对冻土层的勘测。此外, 还要根据具体的施工要求, 对施工当地的气候条件以及地理自然环境以及水、电、路灯等技术设施做好提前的了解。并要根据当地的实际情况做好冬季施工的准备, 除了做好

【作者简介】秦杰 (1983—), 男, 土家族, 中国湖南永顺人, 本科, 工程师, 从事工程管理研究。

最基础的保暖措施外,还要根据施工设计的实际情况来做好冬储以及运输等工作,为第二天春融后能尽快地进入工作状态做好充分的准备。此外若在冬季施工,还要注意水源供应以及排水的工作问题。

3 高寒地区公路路基施工技术分析

3.1 冻土地区通风片块石路基技术

在高寒地区公路路基的施工过程中,通常会采用通风片块石加固施工技术,以保持公路路面的强度。首先在片块石材料的选择方面,不要刻意挑选单一粒径,而是要在自然爆破后经过进一步筛选、破碎,以满足填筑时的粒径要求。填筑时采用倾倒填充的方法,并要一次性填筑到预设高度,将石料用机械整平,特殊部位需人工用小石块找平,在投料时要注意不能对边部已经码砌的石料进行损毁,已经损毁的要进行及时的修复。填料过程中要采用先低后高、先两侧后中央的方式进行,并要按照设计要求对地面的紧实度进行控制,保证其平整和稳定。

对于片块石路基的压实工作,应选取重型振动压路机来进行压实,在直线路段采取先两侧后中央的方式,在曲线路段采用先内侧后外侧的方式。碾压过程中要重复碾压,碾压遍数一般为6~8次,碾压的纵向行与行之间应重叠0.5m左右,前后相邻区段应重叠2m以上,在碾压过程中应注意其均匀程度,还要对片石层的整体稳定性进行控制,压路机的压线力度应该和片石的极限抗压强度相匹配,避免后续因片石破碎和积压导致骨架结构的破坏。在片、块石路基的空隙内部不能够填充碎石和其他杂物,施工结束后,耗子啊片石层全宽范围内填筑20cm厚碎石整平层,碎石的粒径要在5~10cm,然后在其之上在填筑30cm左右的厚砂砾层,最后再用重型振动压路机压实。此外还要对片块石路基的边坡采取必要的保护措施,还要保证路基两侧的排水通畅。

3.2 公路路基采用的热棒技术

高寒地区由于常年都处于低温环境的影响下,所以地底冻土层,在冻土之上进行公路路基的铺设,会极易使得路基和路面受到冻土膨胀的影响,导致路面凸起给行驶过的车辆带来安全隐患。到夏季随着冻土层的融化,会使体积虽小,导致路面出现凹陷的情况。在这两种作用的反复影响下会使路面产生翻浆、冒泥等现象,此外还会使得平整的路面变得高低不平,对路面带来损坏。因此,在高寒地区路基建设的过程中通常会采用热棒技术,目前热棒技术已经成为高寒地区建设地基过程中的重要施工技术,在确保工程质量方面发挥着重要作用。在高寒地区公路路基中通常会在其两侧设置斜插的热棒,热棒的外直径通常为4.5~10.8cm,沿路线走向分布,纵向间的间距为4m,长度在6~18m之间,深入地下的部分一般为9m,地面的露出长度为4m左右,热棒和铅垂线有15°夹角。在施工前,首先要把热棒堆放在离施工现场较近的地方,避免其进行长距离的搬运,并且要对热泵

的吊起装置进行合理的选择,在安装过程中不能破坏热棒的散热器及防腐涂层,此外在施工时还要对钻孔设备进行恰当的选择,提前备好针孔用的回填材料,如此才能发挥热棒的应有作用,提高热棒的使用寿命。

3.3 SPRE 挡水板铺设技术

这项技术的主要工作原理:通过所铺设的SPRE高分子复合防水卷材材料来有效防止地下水的深入现象,从而防止地下水渗入到公路路基的基层,如此能够有效消除热源,使公路地基的温度降低。SPRE的挡水板通常放置在路基坡脚的外部,大约在外部2.5m左右的位置上,基坑的宽度大约为1m,深度要达到冻土上限以下半米左右,挡水板的外部裸露部分不超过20cm。一般来讲,这项技术的使用时间有限制,基坑的开挖时间做好在10~11月份或者是3~4月份,因此时温度较低,基坑开挖后周围很难融化,能够最大程度上的保护冻土。并且此基坑的开挖最好采用人力开挖的方式,如此可以减少基坑暴露的时间,避免水沟被暴晒或被雨水浸泡的现象。在铺设SPRE挡水板时基坑两侧应该同时分层回填并进行夯实处理,路基的两侧应该尽可能地采用回填黏性土,回填材料必须进行粉碎处理后才能进行填筑,这样能够确保填筑的密实度,提升填筑的质量。

3.4 采用 XPS 保温板技术

在高寒地区路基铺设的工程当中通常还会采用XPS保温技术,通过铺设XPS保温板来有效避免外部雨水或公路日常维修过程中所造成的对冻土的侵蚀现象,从而避免了外界热量对路基的干扰,避免了地下冻土融化的现象。采用该技术时XPS板导热系数不能大于0.03,而其容量则不能大于40~45kg/m³,抗压强度不能小于0.65MPa,应将XPS板放置在路面结构层30cm处。在施工前应将XPS板下面的结构层整平压实,施工过程中不能让任何车辆以及机械设备对其进行直接碾压。若要采用XPS技术,去路基下层的填料必须用纯净的中粗砂,沙土中泥含量要小于5%,沙中不能有杂草、垃圾及直径大于1cm的石块。在铺设的过程中应采用搭接的方式进行铺设,摊铺宽度后面宽度一致,而在曲线上,XPS板应采用直向积累集中拼缝的方法进行摊铺。XPS铺设板间应用高粘度的胶进行粘结,避免其在碾压过程中出现脱节的现象。

4 高寒地区公路施工混凝土处理技术要点

4.1 高寒混凝土配置要点

4.1.1 配合比设计检验

高寒地区混凝土的配合比设计应以(JGJ55—2000)《普通混凝土配合比设计》为基础标准进行设计。在试验验证混凝土配合比设计前应明确混凝土结构形式、适用范围,使用环境、强度、抗渗、工艺以及施工方案等要求。每次调整混凝土配合比之后需在设计环境温度下制作试件,每天记录试件的结构韧性与抗压强度,以此调试出最适高寒混凝土配合

比^[1]。

4.1.2 掺合料选择

混凝土掺合料选择应当首先考虑抗寒性。以案例工程为例,该工程选用普通硅酸盐水泥(P.O32.5)作为原材料,在配备中加入抗冻、抗渗等外加剂调整混凝土的抗寒性能。掺和在混凝土中的掺合料也应当符合抗寒标准,如在案例工程中所用骨料(粉煤灰、磨细高炉矿渣以及硅灰)皆维持温度在 0℃以上,且掺合料表面不粘结冰雪与冰块,应用在高强度承力结构的混凝土中需掺和带有钾、钠离子的防冻剂,因此掺和骨料中还需要控制不得混有与钾、钠离子反应的活性材料,以避免碱同骨料发生反应降低混凝土的抗寒能力。

4.1.3 外加剂的选择与使用

在案例混凝土抗寒外加剂的选择中,采用聚羧酸高性能减水剂和优质引气剂作为基础结构控制剂,其中减水剂含气量低于总配比的 3%;引气剂控制在水泥用量的 0.007%~0.013%或减水剂用量的 1%左右,以此方式控制混凝土内部水分子与空气的含量,继而达到提高混凝土的抗寒能力。另外,外加剂应当混入 70℃~90℃的热淡水中进行稀释,不得直接混入混凝土掺合料中,以免造成外加剂混合不均匀和混凝土构件出现区域性低强度的问题^[2]。

此外,在混凝土的运输过程中应尽量减少倒运的次数,对混凝土的运输设备必须要采用保温措施,若是水平运输应采用搅拌车来进行运输,施工结束后要用热水或蒸汽水将设备上残留的混凝土冲洗干净。混凝土浇筑之前,仓内温度必须达到正温,并且要清理干净。浇筑过程中应采用薄层连续浇筑法来进行浇筑,以此来增加浇筑间隙,在方便散热的同时还能避免冷缝的出现。在高寒地区混凝土的浇筑还可以采用二次振捣工艺来提升混凝土的抗拉伸强度和密实度,对于大面积的仓面要拍打振实,将浮浆去除,同时采用二次抹面来减少混凝土表面的收缩裂缝。

4.2 高寒混凝土的温控技术

4.2.1 混凝土拌和及运输温度控制

在高寒地带施工的混凝土拌合站应做好站内温度的恒定工作,暖棚设计应当密封或半透风,以此保持拌和站内的温度。在拌和混凝土时需提前将各项材料进行预热,确保在掺和过程中不会因某掺合料温度过低而导致整体拌和温度不均匀,若掺和材料原有温度未未能达到掺和需求时,应首先考虑利用热水对其进行预搅拌加热,如果预加热仍不能满足掺和的要求时,则在考虑提高骨料初始温度以此提高整体掺和温度^[3]。在案例工程中因当地防控部门的防火政策要求,导致施工在进入 10 月份之后会面临严重的气温差问题,因此每次开工进行混凝土搅拌之前都需要用热水对搅拌机进行冲洗,冲洗时间约为 10min。在混凝土拌和投料顺序应为石→砂→水→水泥→掺合料→外加剂。其中,在加入适量水后需要稍加搅拌,以调整后续因加热和掺合料中水分对混凝土配比的影响。整个拌和过程中需要随时利用测温枪对拌和

温度进行测量,时刻维持拌和水温在 50℃±10℃之间,若未对骨料进行预加热时可将掺和用水加热到 100℃,但需要注意水泥的加入温度应当低于 80℃,以避免高温影响水泥的化学反应^[4]。在运输过程中应当保证随产随运,避免长距离运输和阶段性倾倒,混凝土罐车的罐体应做好外部保温工作,并加快罐体的搅动速度,以此控制混凝土到达施工现场时的温度。

4.2.2 混凝土温度控制

①高寒混凝土掺合物出机时温度计算式为:

$$t_1 = t_0 - 0.16(t_0 - t_i) \quad (1)$$

上式中: t_1 表示混凝土掺合物的出机温度; t_i 表示拌和站内的室温。

②混凝土经短距离运输到施工现场时的温度可由下式计算得出:

$$t_2 = t_3 - (\alpha t_1 + 0.032n)(t_1 - t_a) \quad (2)$$

上式中: t_2 表示混凝土浇注时的温度; t_3 表示运输到浇注过程的时间; n 表示混凝土在罐车内的转动次数; t_a 表示运输时的环境温度; α 表示混凝土自身温度的损失系数。

α 在不同情况下的系数大小:

当施工队伍采用混凝土搅拌车进行混凝土输送时,

$\alpha=0.25$;

当施工队伍采用开敞式大型自卸汽车运输混凝土时,

$\alpha=0.20$;

当施工队伍采用开敞式小型自卸汽车运输混凝土时,

$\alpha=0.30$;

当施工队伍采用封闭式自卸汽车运输混凝土时,

$\alpha=0.1$;

当施工队伍采用手推车运输混凝土时, $\alpha=0.50$ 。

③混凝土掺合时的温度可按下式计算:

$$t_0 = \left[\frac{0.92(w_c t_c + w_s t_s + w_g t_g) + 4.2 t_w (w_g - p_s w_s - p_g w_g) + c_1(p_s w_s t_s + p_g w_g t_g) - c_2(p_s \times w_s + p_g w_g)}{4.2 w_w + 0.9(w_c + w_s + w_g)} \right] \quad (3)$$

上式中: t_0 表示混凝土掺合物的温度; w_w 表示水的用量; w_c 表示凝胶材料的用量; w_s 表示沙子的用量; w_g 表示石头的用量; p_s 、 p_g 表示砂、石的含水率; c_1 表示水的比热容; c_2 表示水的溶解热。 c_1 与 c_2 在不同起始骨料温度情况下表示数值也是不同的,即:

当抗寒混凝土掺合骨料的温度 $> 0^\circ\text{C}$ 时, $c_1 = 4.2$, $c_2 = 0$ 。

当抗寒混凝土掺合骨料的温度 $\leq 0^\circ\text{C}$ 时, $c_1 = 2.1$, $c_2 = 335$ 。

当案例地区日均施工环境温度在零下 10℃时,上述各项数据的取值分别为: $w_c = 500\text{kg}$; $t_c = 10^\circ\text{C}$; $c_1 = 4.2$; $w_w = 161.5\text{kg}$; $c_2 = 0$; $w_s = 693\text{kg}$; $t_s = 5^\circ\text{C}$; $p_s = 3\%$; $w_g = 1040\text{kg}$; $t_g = 5^\circ\text{C}$; $p_g = 0.2\%$ 。

则可计算出该案例混凝土掺合物的温度,即:

$$t_0 = 12.7^{\circ}\text{C} \quad (4)$$

则 t_1 与 t_2 的温度分别为 10.7°C 和 5.9°C 。

t_0 、 t_1 、 t_2 的计算温度均能够达到高寒施工对混凝土抗寒温度能力的需求,证明该案例的施工技术是完全符合相关标准与规范。

4.3 高寒地区混凝土施工的后续工作

4.3.1 模板

为避免混凝土浇筑过程中因与模板间温差较大导致结构表面强度不合格,需要在构件模板拼装之前清除模板上的冰碴、积雪等杂物。通过物理加热的方法对模板进行升温,使用梁板模板的温度应不低于 5°C ,桥梁类结构物模板的最低温度应不低于 10°C [5],可采用蓄热法或暖棚法加热对其进行加热。箱梁等采用钢模具的模板在浇筑混凝土时应用篷布对模板外侧进行包裹密封,顶面浇筑口需要使用苫布或薄膜形进行覆盖以形成暖棚,以此维持混凝土凝固前的温度。

4.3.2 养生

采用结构物养生法对上述抗寒混凝土进行养生(暖棚法或加热法)。当上述浇筑过程施工完毕之后需要立即在模具周围搭建支架并安装篷布,棚架需要以实际情况设置加热装置,一般以燃烧煤炭制成的火炉为主,通常情况下需要在火炉顶部放置水盆或铁锅,以避免火炉直接加热造成的局部温度过高以及火灾等问题。养生过程需要达到 7~8 天,其间棚内温度应维持在 $14^{\circ}\text{C} \sim 16^{\circ}\text{C}$,以此确保混凝土的正

常凝结与凝结后的强度 [6]。

5 结语

综上所述,以实际案例出发本文重点对案例中的混凝土抗寒技术进行研究,通过重点把控混凝土生产、运输以及浇筑过程中温度的方式证实案例中混凝土施工的科学性。通过本文的分析与计算实现对案例工程混凝土配合比、原材、制作、运输、浇注以及养护等全过程的保温加热分析,希望通过上述研究能够为相关工程提供帮助,促进高寒地区施工过程的各项混凝土施工强度质量控制,切实有效的确保整个冬期施工的混凝土质量可以完全满足恶劣天气的影响。

参考文献

- [1] 余阳.高寒地区公路路基冻胀机理及处治措施研究[J].大众标准化,2020,316(5):26-27.
- [2] 张艳红,侯芸,董元帅.内蒙古自治区沥青路面技术状况评定优化及验证[J].筑路机械与施工机械化,2020,37(4):74-78.
- [3] 王道良.高海拔公路隧道土建工程设计关键技术[J].地下空间与工程学报,2020,126(S1):127-132.
- [4] 谢红星,刘旭强.高寒地区公路沥青路面施工与控制策略分析[J].石化技术,2019,26(2):328.
- [5] 胡丕海.高寒地区公路隧道施工中常见问题及应对策略[J].建筑知识,2017,277(18):143-144.
- [6] 孙文亮,赵春雨.高寒高海拔地区某国道扩容改建方案研究[J].工程建设与设计,2019(3):3.