

沙漠戈壁公路沥青路面裂缝成因分析及处治措施

赵磊

(中交第二航务工程勘察设计院有限公司, 湖北 武汉 430060)

摘要:我国沙漠戈壁公路在建成不久后路面病害就显现出来,特别是裂缝类病害,尤为严重。以G215国道柳园至敦煌公路沥青路面裂缝为例,横向裂缝、纵向裂缝广泛分布。调查分析裂缝的特征,分析出沙漠戈壁的极端气候,路面材料选择不当,盐渍土对路基、路面的侵蚀及过往施工质量问题是沥青路面裂缝病害的成因。根据裂缝形成的原因,提出沙漠戈壁公路沥青路面裂缝的处治措施,可为同类工程提供经验。

关键词:沙漠戈壁公路;沥青路面;路面裂缝;成因分析;处治措施

中图分类号:U418.6

文献标志码:B

文章编号:1009-7716(2021)05-0065-03

1 概述

G215国道柳(园)-敦(煌)公路为二级公路,起点位于柳园镇,终点位于敦煌市,路线穿越沙漠戈壁。为满足敦煌大力发展旅游的需要,同时推进甘肃省“一带一路”国家战略部署,将柳敦公路升级改造造成高速公路。原有二级公路作为高速公路半幅,与新建半幅共同组成G215线柳敦高速公路,将柳园高铁站、G30连霍高速与敦煌市直接连接起来。柳敦公路地处河西走廊内陆,气候干燥,降雨量小,蒸发量大,多风沙,气温日差较大,是典型的中温带大陆性荒漠气候。由于地下水位高,地表蒸发强烈,盐渍土在公路沿线分布较广。

柳敦公路设计速度80 km/h,路基宽度12.0 m,路面全铺,路面结构为:4 cm AC-13细粒式沥青混凝土+5 cm AM-16中粒式沥青碎石+36 cm水泥稳定碎石基层+20 cm全深式冷再生底基层。2017年经过一次维修改造,部分段落落在路基顶面以下换填30 cm天然砂砾+30 cm碎石隔断层的方式,进行了盐渍土处理。在区域气候及日益增长的交通量等多种因素影响下,在通车后一、二年内就出现路面裂缝,而目前原有柳敦公路升级为高速公路半幅,需处治路面病害后加铺面层才能满足高速公路使用要求。现通过剖析路面裂缝的形成,提出具体的处治措施,为类似工程提供参考。

2 沥青路面裂缝类型

通过对G215国道柳敦公路全线实地考察,路段内存在的路面典型病害类型有:裂缝、坑槽、车辙,上、下行线均有分布。其中:车辙、拥包、坑槽、松散等病害较少,裂缝类病害为主。横向裂缝、纵向裂缝、龟裂,以及不规则裂缝各种类型的裂缝在路段内均有出现。其中,又以纵向裂缝最为严重。

2.1 横向裂缝

横向裂缝发育长度一般为3~6 m,少数已贯穿全幅(12 m);间距一般10~30 m一道,部分横向裂缝分布较为规律;缝宽且较顺直,缝壁无沉陷或松散现象,支缝极少。

绝大部分横向裂缝已在过往养护中进行过灌缝处理,采用骑缝灌缝方式,灌缝材料采用热沥青。而养护后一段时间内,部分裂缝又重新开裂,且有继续发育迹象(见图1)。



图1 沥青路面横向裂缝之实景

2.2 纵向裂缝

纵向裂缝是G215国道柳敦公路上最为严重的路面病害。调查路段内的纵向裂缝基本分布于行车

收稿日期:2020-09-12

作者简介:赵磊(1993—),男,硕士,助理工程师,从事道路工程设计工作。

道中线及行车道边线处。

调查路段内的纵向裂缝较顺直,支缝较少,沿着路线方向发育距离较长,一般长 20 ~ 100 m,部分裂缝甚至达 1.5 km 长。裂缝缝宽一般为 0.5 ~ 2 cm,较为严重裂缝能达到 3 ~ 4 cm 宽。根据调查路段内的纵向裂缝有以下特点:纵向裂缝长度越长,缝宽越宽,沉陷或松散现象越严重。

绝大部分纵向裂缝已在过往养护中进行过灌缝处理。采用骑缝灌缝方式,灌缝材料采用热沥青。而养护后一段时间内,部分裂缝又重新开裂,且会继续产生凹陷,沉陷或松散现象愈发严重(见图 2)。



图 2 沥青路面纵向裂缝之实景

3 路面裂缝成因分析

3.1 气温导致的开裂

G215 国道柳敦公路地处沙漠戈壁区,自然环境恶劣,气温日差较大,项目区最高气温 35 ~ 37℃,最低气温 -10.4 ~ -28℃(见表 1)。

表 1 敦煌气象站多年平均气象资料一览表

单位:℃

项目	月份												年均
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
月平均气温	-9.2	-2.4	4.3	12.7	19.2	24.2	25.5	23.6	17.7	8.9	0.6	-7.7	9.8

部为硫酸-亚硫酸盐渍土。

盐渍土盐胀松胀作用对路基影响极大,气温日差大时,盐渍土地基反复冻融,导致路基变形,最终导致路面产生裂缝。盐渍土对路面材料的影响也较大,盐分随毛细水上升至路面后,使材料本身有较大的结晶压力^[2],致使路面开裂;盐分对沥青也有一定的腐蚀作用,能降低沥青的抗剪性能^[3],降低沥青与集料的粘附性,加速了沥青路面裂缝的发育。

在柳敦公路升级改造开挖涵洞基坑处观察裂缝情况,发现裂缝贯通至碎石垫层处,而碎石垫层以下无裂缝发育。取路面结构层以下裂缝两侧填土检测含盐量,检测结果如表 2 所列。图 3 为沥青路面裂缝竖向剖面之实景。

沥青混凝土可依据材料的高温稳定性和低温抗裂性来抵抗气温对路面的影响,但水稳基层作为半刚性材料,在温度变化较大的情况下,较易出现裂缝。面层层底拉应力过大时,就会反射至沥青面层形成反射裂缝。而且,沙漠戈壁区冬天温度很低,沥青面层温度应力来不及通过应力松弛抵消,逐渐积累,使沥青面层产生温缩裂缝^[1]。横向裂缝大部分属于基层开裂反射裂缝或沥青层低温收缩产生的裂缝。因此,气温也是裂缝经过灌缝处治后仍会发育开裂的原因之一。

3.2 路面材料选择不当

柳敦公路线路较长,且初期投资较少,路面材料选择了工艺较为成熟的 AC-13 密级配混合料和 AM-16 沥青碎石。虽说 AC 类混合料有多个优点,但施工中大多按照规范要求采用中值级配。工程应用表明,取规范中值级配的混合料离析现象比较突出、压实困难、容易产生水损害。同时,靠近规范中值的 AC 混合料为悬浮密实结构,粗集料在混合料中呈悬浮状态。因此,该结构高温稳定性欠佳,在高温、重载交通的作用下,路面出现裂缝的几率很大。

3.3 盐渍土对路基、路面的影响

公路沿线范围内盐渍土分布广泛,属于河西走廊-阿拉善漠境碱化、戈壁氯盐-硫酸盐盐渍土片区边缘地带,土层大多可划分为弱-中氯盐渍土,局

表 2 探坑内土样检测结果一览表

	项目	天然含水率 /%	易溶盐
探坑 1	路面以下 0.65 ~ 0.95 m	2.50	非盐渍土
	路面以下 1.25 ~ 1.40 m	26.75	弱盐渍土
	路面以下 2 ~ 2.3 m	22.0	过盐渍土
探坑 2	路基以下 0.65 ~ 1.20 m	6.30	弱盐渍土
	路面以下 1.8 ~ 2.1 m	20.6	过盐渍土



图 3 沥青路面裂缝竖向剖面之实景

由检测结果可知,路床填土含盐量较少,路堤填土含盐量较高,说明裂缝形成的原因是由路基盐胀松胀,以及盐分随裂缝上升至路面,侵蚀路面材料两方面原因导致的。

3.4 过往施工质量问题

柳敦公路历史上经历过数次维修改造,路基由最初的9 m扩宽至现在的12 m,施工质量直接影响公路质量。路基拼宽施工质量不好导致路基不均匀沉降。不均匀沉降过大时,路面层底拉应力过大,导致路面形成长大纵向裂缝;路基隔断层施工质量不好导致盐分随毛细水上升至路基,盐渍土的盐胀松胀导致路面网裂;路基两侧边坡无防护,直接受到生态漫灌水冲刷,影响路基稳定,导致路基滑移,最终影响路面结构形成裂缝(见图4)。



图4 路基边坡滑移之实景

4 处治措施

4.1 注浆加固路基

对于路基开裂导致的路面裂缝,挖除原路面面层后,采用小型钻机钻穿水稳层,钻入路基,进行竖向花管注水泥浆加固。通过花管注浆的方法,使得土体强度在注浆中得到提高,改善地层状态,提高路基的稳定性,减小路基不均匀沉降,把路面沉降控制在合理的范围内,达到预期的效果^[4]。

4.2 灌缝

对于裂缝宽度较小的轻度裂缝,结合国内成功应用的经验,盐渍土地区的灌缝处治施工工艺大致如下:采用手动切割机对缝宽小于2 mm的裂缝扩缝,使其缝宽大于2 mm;以工程用水清洗裂缝,消除盐分对灌缝材料和路面材料的后续影响;用鼓风机清除缝中杂物,以免影响灌缝效果;采用密封胶灌缝。

4.3 贴抗裂贴

对于裂缝宽度大于3 mm,缝壁散落严重,支缝多的裂缝应定义为重度裂缝。对于重度裂缝应沿裂

缝外轮廓的裂缝发育方向铣刨病害范围内上、下面层并进行扩槽。扩槽铣刨后,采用大功率空压机将槽底、槽壁清理干净。接着,对槽底发育的裂缝进行密封胶灌缝。然后,在槽底裂缝上铺设抗裂贴,即在水稳层上铺设抗裂贴。最后,重铺路面面层。

抗裂贴是以工程纤维机织物为表面增强层,工程纤维毡为胎基,聚合物改性沥青为上下浸渍涂层,聚酯膜为底面隔离膜,具有自粘防水与抗裂等功能,被广泛运用于路面裂缝处治(见图5)。

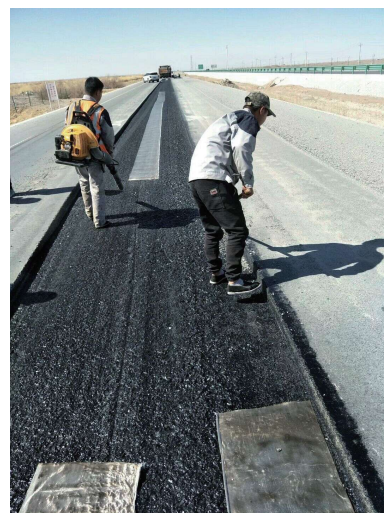


图5 沿缝抗裂贴之实景

4.4 加铺上面层

在做好下部裂缝处治措施后,加铺SMA上面层。SMA属于骨架密实结构,是按照内摩擦角最大的原则,以间断级配的粗集料形成相互嵌挤的矿料骨架;然后按照空隙率较小的原则,以沥青玛蹄脂填充骨架的空隙,形成一种骨架密实结构的沥青混合料。SMA混合料的高温稳定性,低温抗裂性都优于AC混合料,而且SMA混合料构造深度大,抗滑性能好。因此,SMA混合料是沙漠戈壁公路比较好的面层材料选择。

根据柳敦公路养护历史,处治前,基本每年均需进行灌缝处治,且处治效果不理想。经过以上几种措施处治裂缝后,根据跟踪观测,效果显著,路面裂缝不易再次开裂,耐久性得到较大提高(见图6)。

5 结论

(1)沙漠戈壁地区公路裂缝类病害影响因素有很多,气候的影响,路面材料的选择,盐渍土的侵蚀,过往施工质量的问题为主要因素。

(2)选择耐高温、低温的路面材料,做好土工布隔断层隔断盐渍土,可以从一定程度上解决裂缝病害的“祸根”。

(下转第75页)

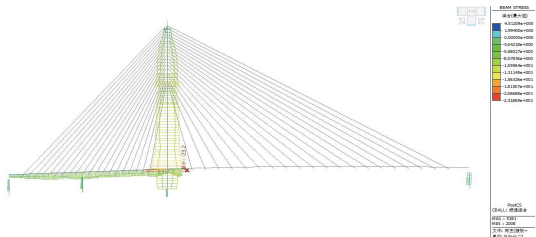


图 7 成桥阶段混凝土塔、梁频遇组合应力(单位:MPa)

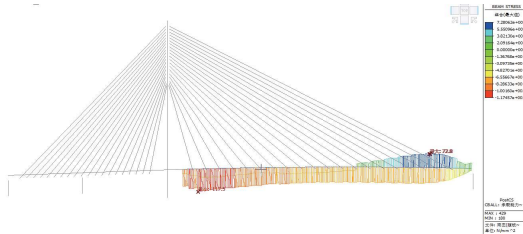


图 8 成桥阶段钢梁基本组合应力(单位:MPa)

位移方面,汽车荷载作用下主梁最大竖向位移为 338 mm(见图 9),小于主梁跨径的 1/500。主塔最大水平位移为 105 mm,约为塔高度的 1/1 457。

此外,通过合理调整索力和适当压重,标准组合下支座均保有一定压力储备,其中主跨边墩 162 t,边跨过渡墩 180 t,边跨边墩 277 t。

3.5 静力稳定性分析

分析了成桥状态下全桥结构的稳定性,结构 1

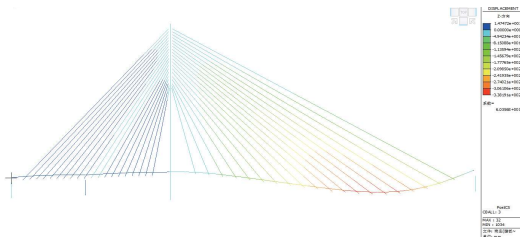


图 9 活载作用主梁最大竖向位移(单位:mm)

阶失稳模态为主塔横桥向侧弯,1 阶弹性稳定系数为 22,满足规范要求。

4 结 语

本文介绍了佛山市南庄大桥的结构体系和施工方案,研究得到该桥合理的成桥状态,并在此基础上给出施工状态和成桥状态下的静力分析结果,对结构的整体稳定安全性进行评估。

参考文献:

[1] 马坤全.大跨径斜拉桥建设与展望[J].国外桥梁,2000(4):60-65.
[2] 刘士林,王似舜.斜拉桥设计[M].北京:人民交通出版社,2006:1-5.
[3] 颜东煌.斜拉桥合理设计状态确定与施工控制[D].长沙:湖南大学,2001.
[4] 梁鹏,肖汝诚,张雪松.斜拉桥索力优化实用方法[J].同济大学学报(自然科学版),2003,31(11):1270-1274.

(上接第 67 页)



图 6 处治后路面效果之实景

(3)对于已经形成的裂缝可根据裂缝形成原因采用注浆加固路基、灌缝、贴抗裂贴、加铺上面层等处治措施,可阻碍裂缝的进一步发展。

(4)从对 G215 国道路面裂缝形成的思考,以及处治措施,可以借鉴到其他沙漠戈壁公路裂缝处治中去,为同类项目提供思路。

参考文献:

[1] 薛明,张俊.沙漠地区沥青路面裂缝的防治技术[J].城市道桥与防洪,2007(3).
[2] 殷源蔚.高速公路盐渍土地基的常见病害及防治处理[J].福建质量管理,2019(15).
[3] 张俊,薛明,李勇,白利荣.基于盐渍土环境的路面裂缝处治技术[J].公路交通科技(应用技术版),2007(9).
[4] 龚晓南.地基处理手册(第三版)[M].北京:中国建筑出版社,2008.