

路基施工灾害防治方法的研究

崔海燕

青岛西海岸新区交通运输局, 山东 青岛 266400

[摘要]常见公路自然灾害主要有山洪、崩塌、路基沉陷、危岩、小桥涵毁损、泥石流、地震等。当前学术界, 针对公路水毁灾害的研究, 同水运、矿山、铁路、国土等部门使用的研究方法类似, 按照灾害诱发状况可以分成小流域山洪、崩、滑、沉陷、流、冲刷等类型。现阶段战队水毁灾害的分类中并未清楚表明公路结构受力模式, 因此, 对解决公路破坏的力学机制研究也带来一些不便。现阶段, 国内公路养护、管理部门在开展工作时, 并未养成风险评估意识, 也不具备较强的未雨绸缪地质安全观, 基本上都是在公路被自然或人为破坏后才被动地展开处置和抢通工作。此方式所花费的代价要比事前主动评估、开展预防养护要大得多。所以, 从成本和安全角度看, 合理开展公路水毁类型分类, 深入公路破坏力学机制研究, 转变公路养护意识, 革新公路养护机制, 丰富公路养护内涵, 在公路减灾决策中融入风险评估意识, 逐步完善国内公路养护理论以及公路地质安全减灾理论体系, 是当前路基建设的最迫切需要。

[关键词]路基。灾害防治; 评估; 方法研究

DOI: 10.33142/aem.v4i5.6036

中图分类号: U415.1

文献标识码: A

Study on Disaster Prevention Methods of Subgrade Construction

CUI Haiyan

Qingdao West Coast New Area Transportation Bureau, Qingdao, Shandong, 266400, China

Abstract: Common highway natural disasters mainly include mountain torrents, collapse, subgrade subsidence, dangerous rocks, damage of small bridges and culverts, debris flow, earthquake, etc. At present, the research on highway flood disaster in academic circles is similar to the research methods used by water transportation, mining, railway, land and other departments. According to the disaster induced situation, it can be divided into mountain torrents, landslides, landslides, subsidence, flow, scouring and other types in small watersheds. At present, the classification of flood damage disaster does not clearly indicate the stress mode of highway structure. Therefore, it also brings some inconvenience to the study of mechanical mechanism to solve highway damage. At this stage, the domestic highway maintenance and management departments do not develop the awareness of risk assessment and have a strong concept of geological safety in advance. Basically, they passively carry out the disposal and rescue work after the highway is damaged by nature or man-made. The cost of this method is much higher than that of proactive assessment and preventive maintenance in advance. Therefore, from the perspective of cost and safety, it is the most urgent need for the current subgrade construction to reasonably carry out the classification of highway flood damage types, deeply study the mechanism of highway damage mechanics, change the awareness of highway maintenance, innovate the mechanism of highway maintenance, enrich the connotation of highway maintenance, integrate the awareness of risk assessment into the decision-making of highway disaster reduction, and gradually improve the domestic highway maintenance theory and the theoretical system of highway geological safety disaster reduction.

Keywords: subgrade; disaster prevention and control; evaluation; method study

1 研究的背景及其意义

幅员辽阔的土地上山川纵横, 在公路建设中便会遇到自然地质条件复杂、气候多变、暴雨洪涝频发、地质灾害多样的问题, 而从现实情况看, 因泥石流、崩塌、滑坡等客观灾害引起的公路灾害问题越发严重, 再加上水流、胀冻等对工程质量的负面影响, 公路灾害对人类经济发展、人类生活影响凸显, 成为业内业外重点关注对象。长达500万公路的交通网, 承载着经济发展的命脉, 公路已经成为我国最主要运输方式, 而且也是经济发展的基础设施。我们曾宣传“要想富, 先修路”, 由此可见, 公路建设直接关乎国民经济发展。在西部开发、路网建设等国家政策

支持下, 国内公路建设突飞猛进, 公路里程飞速增长。公路作为一种空间跨多较大的构造物, 有时需要跨越多种类型的地质构造单元、自然环境和地质条件。在建设期间, 工程项目会对地质环境造成一定影响, 而这种影响也会作用于公路。公路建设中需要开挖高边坡、修筑高路堤等, 这些建筑设施会改变自然环境, 甚至会引发灾害, 进而反过来破坏公路。公路需要长期布设于地表, 同其他类型建筑物一样, 在长期风吹日晒下难免会受到多种灾害的威胁或破坏, 因此从持久使用看要做好路基施工全程防治。

1.1 有关水源灾害的分类模式

现阶段, 从水源灾害研究角度和相关标准来看, 国内

将其分成多种公路水毁灾害分类体系。将地质安全、风险理念融入多样化公路水毁灾害分类系统中,进而构建具有差异性的公路水毁风险分类模式。从广义公路水毁角度看,目前山区沿河公路水毁灾害主要包括:

(1)以斜坡、边坡岩土体在重力作用下运动形式为分类标准,具体分成崩塌、坍塌、沟谷泥石流、危岩、滑坡、坡面泥石流等。

(2)从水毁灾害出现的时间因素角度看,具体可分成缓发性灾害、突发性水毁灾害。

(3)以导致公路水毁灾害营力为标准,具体可分成外营力引发的水毁灾害和地球内动力引发的水毁灾害。比如因河流动力等地质作用下出现的重力地貌演化、冲刷情况,进而引发的崩滑流等地质灾害。

1.2 国内外路基灾害研究现状

国内外学术界针对路基灾害研究起步较早,但是早年研究较浅。随着公路灾害日渐频发,近些年针对灾害和公路结合研究日渐受到学术界广泛关注。由频繁出现的自然灾害引发的水毁、地质灾害已经成为国内外灾害科学研究重点对象。

现如今随着自然灾害现象逐年增加,人类在减灾工作上重视程度陡增。1971年,Hewitt和Burton在学术研究中提出一地多灾(all-hazards-at-a-place)研究计划。该计划针对某一地区破坏性事件的全体类型进行统计聚集特征分析,描述类型间相互关系。在计划中重点提到九类影响较大的地质灾害。国内学者研究期间从多角度出发,以不同地区公路路基实际状况出发,设计优化方案。在研究中众多学者提出多类型防灾评价指标,在防灾管护上成绩显著。但针对过程突发性、复杂性灾害问题对策研究较少,层次不够,我们在路灾研究上仍有很长一段路要走,急需研究出一套科学、针对性强的理论体系。

2 有关季节性冻土公路路基的冻害破坏形式

大量工程实践和路基病害处治经验表明国内季节性冻土区路基冻害可以分成翻浆、冻胀两种,这也是冻土路基频发的问题。

冻胀问题研究:冻胀主要因为冬季低气温下土中水的冻结以及冰体体积增大引发的土体膨胀、地表隆起。出现冻胀后地面会出现不均匀变形,进而出现冻胀垄岗。冻胀形成原因:a.土中水冻结后冰体体积增大;b.土冻结期间中下部还没有冻结的土中水分开始向上迁移,逐渐向冻面富集;c.水分相对集中,水土分离后形成冻夹层或冰透镜体,致使地下土体膨胀。据杜兆成等人的研究来看,道路变形危害中危害程度最大的为路面横向挠曲变形。该变形危害主要特征是横向表现不均匀,总变形量大,经常出现纵向裂缝。从现实中出现的例子分析发现,长余高速冻胀后出现大面积横向挠曲变形情况,半幅路面两侧冻胀量比中间小60mm。冬季,易受冻温影响的地区很容易出现冻胀裂缝,尤其是新修筑道路出现频率更高。随着冻融循环以及行车荷载逐年增加,如果没有及时处置早期冻

胀裂缝,随着雪水、雨水的长期侵入,裂缝宽度会不断扩大,长度延长致使路面破坏更严重。

冻胀问题相关对策:一方面以基土的含水量为切入点,在降温前,施工时提前做好排水措施,从而遏制水分补给,如果没有水分就不会形成冻胀,这是现如今较为常见的处置方法。防水措施多使用高墙、布置排水措施阻断水分流入。但因为毛细水的出现有带来新的问题,毛细水时由于地下水上升到地面3里面处后,因为土壤本身吸水性能是无法改变的,所以还是会影响到地基土壤,使得完全切断水分补给难度增加。另一方面通过改变基土组成结构进而实现防冻胀效果。有效方法之一便是换土,将原本地基处使用的颗粒细小、束缚水含量大的基土换成大颗粒基土。不过新基土要比冻土基土厚,这种大规模更换基土的工程量较大。此类解决方法常见于冻土深度较小的渠道出现冻胀问题。不过在实际运用施工人员通常会综合运用解决方法,争取实现相辅相成的效果。另外,部分路段还会使用苯板进行路面防冻胀。苯板具有非常理想的保温功能,按照当前对苯板的抗冻试验结果来看,10cm左右厚度的苯板所达到的保温效果同100cm左右厚度的砂或戈壁层基本相同。苯板所带来的保温效果远大于塑料膜,渠道的基土免受低温困扰,让冻胀不再发生。

翻浆问题的研究:春融时期,土基强度快速下降,在道路使用压力影响下,部分路面出现不均匀起伏、破裂冒浆等情况,即翻浆问题。出现此问题的最重要原因为地下水水位变化或排水效果差。另外,基土水分含量、路基结构、温度、土质等因素同样会有所影响,翻浆问题的出现会为交通安全带来巨大威胁。

翻浆问题对策:首先设计高标准路基排水设施。翻浆问题的出现根源在于水。翻浆过程本质上可以看作是水在路基的相变和迁移过程,这也是翻浆问题的前提。针对地面水,处理时可使用截水沟、排水沟、边沟、纵横向坡度拦截等排水措施,避免路面水出现下渗、停积、漫流等情况。针对地下水,可以使用截水暗沟、立式渗井、盲沟等情,通过疏干、截断、降低等方法将水导引到路基范围意外。使用针织物包裹渗沟解决冻胀翻浆问题相比于换填法成本下降80%,比配碎石修建深沟成本下降50%,而且解决冻胀问题效果更为显著。现如今很多城市新建路面在竣工通车不久便出现翻浆问题,深入探究发现主要原因时施工期间没有合理布设排水措施,排水系统效果大打折扣。因此在处理翻浆问题期间首先要细致分析水的来源,使用有效措施阻断水侵入路基。降低地下水位,降低路基原始含水量,完善排水系统,有效切断侵入水源,最终实现改善路基水分的效果。沥青碎石基层沥青路面能较大程度上处理路面结构内部排水问题,在减少路面横向裂缝上效果显著。其次,做好路面防渗处理。霍凯成等人在109国道上进行实地测验时发现,铺设复合土工膜后,路基土中的含冰量、含水量达到历史最低,此实验表明铺设复合土工膜可大幅度降低地面水上渗的危害,因此此项方法多常见

于解决路基的冻胀和翻浆问题。

2.1 雨季灾害问题研究

最近几年,国内多地水灾泛滥,沿线公路、铁路路基在洪水不断冲刷、浸泡下产生较大安全隐患。长此以往,水毁威胁更为严重。在每年的汛期涨水、洪水期间,不断出现水流冲刷、浸泡损害路基造成行车事故的事件,经济损失非常严重。所以,作为建筑从业者必须要深入研究可行性方案有效解决水流对河岸与路堤边坡的冲刷问题,确保路基持久安全。

(1) 山区沿河公路水毁灾害致灾因子强度评价

从水毁灾害的激发条件、诱因条件出发分析公路致灾因子。主要分为以下四个:极端降雨特征(t1);洪水特征(t2);地震条件(t3);人类活动(t4)。从四个致灾因子入手认真分析对水毁灾害体成因的贡献率。山区沿河公路水毁灾害致灾因子研究重点为人类活动、地震、降雨等因素对水毁灾害的影响。同孕灾环境的历年平均降雨因素相比,致灾因子降雨因素关注点更多的放在大雨量、长时间、高强度等极端情况。人类活动使用人口密度等指标加以量化。从这些角度出发,致灾因子强度评价可使用一般函数表达式,表现为一个多因素非线性的数学决策计算问题。具体为:

$$I=g(t_1, t_2, t_3, t_4, \dots)$$

在上述一般函数表达式中, I 代表致灾因子综合强度评价价值; t_j 代表指标, j=1, 2, 3, 4...; g 代表综合强度评价价值同致灾因子指标间存在的非线性函数映射关系。

从此项研究结果来看,水毁灾害主要受致灾因子、受孕灾环境两个要素影响。孕灾环境主要指的是水毁灾害宏观背景,致灾因子则指的是水毁灾害激发或诱发因素。因此,水毁灾害体的发育机理可以分成诱发机理、形成机理。诱发机理以致灾因子为切入点加以分析,细致研究引发灾害的致灾关键要素,从而设计有效应对方案;形成机理,以孕灾环境为切入点加以分析,深入研究宏观孕发条件,从而能更好地研究气象气候条件、生态环境、地质环境等背景因素下如何开展减灾工作,比如近些年提出的控源减灾、孕源减灾等减灾理念。

(2) 水毁防治方案

研究水毁方案时,施工单位需要做到高质量、高时效性养护管理,所以必须要融入科学理念。做好公路全面养护,避免水毁灾害发生,对整个路基进行定期保养维修,确保各路段排水通畅,尤其要重点关注易发生水毁灾害的路段。公路管护单位需要定期对公路路面、路基、桥涵及其它的防护排水设施进行加固,确保其各环节正常运转,有效阻断或降低各类水毁灾害。处理时要做到路面平整结实,路基边沟水流通畅,路拱合适,从季节特点、气候特点出发筛选合适材料进行加固维修,同时还要配备专业管护人员。水汛来临前,要定期检查公路防护工程、排水设施,即检查公路路面、路基排水设施是否通畅,路基边沟、

排水沟是否被破坏、桥涵排水是否通畅、截水沟是否淤塞,石砌防护工程是否完好等。如果在工程设施上发现裂缝要及时修补,以免以洪水深入出现水毁灾害。同时还要做好雨前、雨中、雨后的“巡逻控制”工作。如果出现水毁灾害要第一时间抢修。在巡检或排查期间一旦发现危险因素要采取相应措施加以解决,从源头杜绝水毁事件出现。桥涵排水能力不足同样会造成水毁灾害,所以在汛前要按照河道上游汇水面积情况、汛情预报等信息,结合当地水位观测记录,科学预估河道最大洪峰流量,根据实际情况加以控制。

2.2 路基灾害防治宏观规划

规划公路路网时需要从多个部门,再加上实地考察收集公路所在地区的生物种类、风景名胜、保护区、地质条件、水文气象、文化遗址、聚居区等方面资料。部分因素在时间跨度影响下变化较大,综合考察为公路规划提供足够多参考信息。路基灾害是多致灾因子同时影响造成的,涉及到降水、地质构造、地层岩性、湿度等多方面因素,综合分析才能精准把握。在开展防治工作期间,要着眼于区域整体因素,针对区域内不同路段的自然环境,按照不同灾害,不同等级、重点防治等原则加以区分,使用不同防治方法和工程措施。具体来看,防治时要根据区域或路段划分,以路段为单位开展全面调查,认真调查每个致灾因子涉及到的影响因素。从整体出发全面分析,按照分析所得作出符合实际情况的科学规划,调动每个工程措施最大功效,实现整体最优效果,并达到减灾、降成本、高效益目的。

规划是进步的前提,规划是防灾的优化手段,工程规划时要认真考虑整体同局部灾害间关系,综合考虑公路路线走向。针对路段中已有灾害或易发灾害的地方,要进行方案对比,绕避、防护等措施的使用要认真考虑灾害周边环境和所处状态。公路修建完成后,将公路对环境的影响、灾害扰动影响控制到最低。一般情况灾害体、灾害活动所处环境短暂处于平衡状态。如果在修建公路时未考虑环境因素,打破这种平衡状态,环境会自发寻找新的平衡。而寻找过程就是对公路破坏过程,此过程有快有慢。工程建设时都希望公路同环境达到平衡状态,或扰动后加以防护并实现平衡,或者是扰动后产生不平衡的部分主动寻找平衡的事件跨度要远远超出公路使用寿命,这样就会科学控制公路和环境彼此间的破坏性危害。

[参考文献]

- [1] 罗元华. 地质灾害风险评估方法[M]. 北京:地质出版社,1998.
 - [2] 肖和平. 地质灾害与防御[M]. 北京:地震出版社,2000.
 - [3] 李家春. 公路边坡降雨灾害评价方法与指标研究[D]. 西安:长安大学,2005.
 - [4] 卓万生. 地质灾害风险管理对策论[D]. 成都:地质灾害与环境保护,2006.
- 作者简介:崔海燕(1975.10-)女,就职于青岛区交通运输局,职务路产应急管理科科长,职称:工程师。