

公路桥梁裂缝病害形成原因及防治措施

王乐

四川公路桥梁建设集团有限公司公路隧道分公司

DOI:10.32629/btr.v8i8.4981

[摘要] 公路桥梁裂缝病害严重影响其安全运营与使用寿命,本文首先阐述了裂缝按原因和形态的分类情况,接着从设计、施工、材料、环境四方面剖析裂缝病害形成原因,包括结构计算不准、混凝土施工不当、水泥质量不稳、温度湿度变化等。最后针对这些原因,提出设计、施工、材料选择及针对环境因素等阶段的防治措施,旨在为公路桥梁裂缝病害预防和处理提供理论依据与实践指导,保障桥梁安全运营。

[关键词] 公路桥梁; 裂缝病害; 形成原因; 防治措施

中图分类号: U445.7 文献标识码: A

Causes and Preventive Measures of Crack Defects in Highway Bridges

Le Wang

Highway Tunnel Branch of Sichuan Road and Bridge Construction Group Co., Ltd.

[Abstract] Crack defects in highway bridges seriously affect their safe operation and service life. This paper first elaborates on the classification of cracks by cause and morphology. Then it analyzes the causes of crack defects from four aspects: design, construction, materials, and environment, including inaccurate structural calculation, improper concrete construction, unstable cement quality, and temperature and humidity changes. Finally, in response to these causes, preventive measures are proposed at the design, construction, material selection, and environmental factor stages, aiming to provide theoretical basis and practical guidance for the prevention and treatment of crack defects in highway bridges and ensure the safe operation of bridges.

[Key words] highway bridge; crack defect; cause; preventive measure

引言

公路桥梁在交通体系中占据关键地位,其安全运营与使用寿命关乎交通畅通及公众生命财产安全。裂缝病害作为公路桥梁常见问题,严重影响桥梁性能。裂缝类型多样,成因复杂,涉及设计、施工、材料及环境等多方面。本文深入剖析裂缝病害形成原因,并针对性地提出防治措施,对预防和处理公路桥梁裂缝病害、保障桥梁安全运营、延长其使用寿命具有重大现实意义。

1 公路桥梁裂缝病害的类型

1.1 按裂缝产生的原因分类

结构性裂缝因桥梁结构受力不合理或超设计承载能力,结构内部应力超出材料抗拉强度产生。其与桥梁设计、施工及使用中荷载变化紧密相关,设计时结构计算不准确、构造设计不合理、抗震设计不完善,施工时混凝土施工质量控制不当、钢筋施工有缺陷、预应力施工出问题,都可能使结构受力异常,进而产生此类裂缝,对桥梁结构安全影响大,严重时会导致桥梁垮塌^[1]。非结构性裂缝主要由温度变化、混凝土收缩、地基不均匀沉降等非结构受力因素引发。温度变化使混凝土热胀冷缩,

变形受约束产生温度应力,应力超抗拉强度就裂缝;混凝土收缩,尤其是早期干缩,受约束会开裂;地基不均匀沉降使结构受力不均也产生裂缝。非结构性裂缝一般不直接影响结构安全,但若不及时处理,水分、有害物质会侵入,加速钢筋锈蚀、混凝土劣化,影响桥梁耐久性与正常使用功能,如出现渗水、表面剥落等现象。

1.2 按裂缝的形态分类

横向裂缝垂直桥梁轴线,多因桥梁结构受竖向荷载,跨中或支座附近拉应力超混凝土抗拉强度形成。竖向荷载作用下,结构不同部位受力有差异,跨中弯矩大、支座处剪力大,当拉应力超出混凝土承受范围,便产生横向裂缝,影响结构局部受力性能。纵向裂缝平行桥梁轴线,常出现在腹板、翼缘板等部位,由混凝土收缩、温度变化、地基不均匀沉降或结构受力不均引起。混凝土收缩和温度变化使结构产生变形,若受约束就会开裂;地基不均匀沉降使结构各部分沉降不同,产生附加应力导致裂缝。斜向裂缝与桥梁轴线成一定角度,是结构受剪力作用,剪应力较大部位主拉应力超混凝土抗拉强度形成,影响结构抗剪能力。网状裂

缝由多条细小裂缝交织成网状,多因混凝土表面收缩或温度应力反复作用,使混凝土表面产生微裂缝并逐渐发展相连形成,影响桥梁外观和耐久性。

2 公路桥梁裂缝病害形成的原因

2.1 设计因素

(1) 结构计算不准确,设计时若对桥梁结构受力分析有误,计算模型与实际不符,会使结构内力计算出错,某些部位应力集中超出材料承载能力,进而产生裂缝,像对活载、恒载等荷载估计不足,对温度应力、收缩应力等考虑不周全都可能引发裂缝。(2) 构造设计不合理,桥梁构造设计对裂缝影响大,梁板跨高比过大、配筋率过低、钢筋间距过大,会降低结构抗裂性能;桥墩刚度不足、基础形式选择不当,会导致结构受力不均产生变形,从而引发裂缝。(3) 抗震设计不完善,在地震多发地区,若桥梁抗震设计不完善,结构在地震作用下会产生较大内力和变形,导致混凝土开裂,抗震设防烈度取值过低、抗震构造措施不足等,都会影响桥梁抗震性能,增加裂缝产生风险。

2.2 施工因素

混凝土施工质量控制不当,配合比不合理时,水泥用量多、水灰比大,会增大混凝土收缩;砂石级配差、含泥量高,影响密实性与抗裂性。搅拌不均匀使各组分分布不均,强度和收缩性不一致,硬化易应力集中引发裂缝。浇筑和振捣不当,浇筑高度过高、速度过快或振捣不密实,混凝土内部出现空洞、蜂窝等缺陷,降低强度与抗裂性,受力或温度变化时易裂缝。养护不及时或不到位,混凝土表面水分蒸发快,收缩加剧产生干缩裂缝,高温、大风或干燥天气养护更重要^[2]。钢筋施工存在缺陷,钢筋位置偏差,绑扎、安装位置不准,保护层厚度变化,过薄钢筋易锈蚀撑裂混凝土,过厚降低粘结力影响受力易裂缝。钢筋连接质量问题,连接方式不当或质量差,如焊接接头有缺陷、机械连接接头松动,降低传力性能,受力时连接部位应力集中致混凝土开裂。预应力施工问题,预应力张拉控制不准确,张拉力过大使混凝土承受过大拉应力易裂缝,过小不能发挥预应力作用降低抗裂性。预应力管道压浆不密实,预应力筋易锈蚀,影响与混凝土粘结力,导致结构受力不均产生裂缝。

2.3 材料因素

(1) 水泥质量不稳定,其品种、强度等级、安定性等性能指标若不达标,像水泥中游离氧化钙含量过高、强度等级不符合要求,会使混凝土硬化中产生不均匀体积变化,进而引发裂缝。骨料质量不佳,粒径、级配、含泥量、有害物质含量等都会影响混凝土性能。(2) 骨料质量不佳,骨料粒径过大、级配不良,混凝土拌合物和易性变差,难以振捣密实,易出现蜂窝、孔洞等缺陷,降低抗裂性能;骨料含泥量过高或有有害物质,会影响水泥与骨料粘结,导致混凝土强度降低,产生裂缝。(3) 外加剂选择不当或使用不合理,虽外加剂能改善混凝土性能,但减水剂用量过多会使混凝土泌水、离析,增加收缩;早强剂使用不当会让混凝土早期强度增长过快,产生较大温度应力,容易引发裂缝。

2.4 环境因素

其一是温度变化,混凝土有热胀冷缩特性,环境温度改变会使桥梁结构产生温度变形,若变形受约束,结构内部会产生温度应力,当应力超过混凝土抗拉强度就会产生温度裂缝,夏季桥梁表面温度升得快、内部慢形成温度梯度,表面收缩受内部约束易裂缝,冬季结构整体收缩受基础等约束也会裂缝^[3]。其二是湿度变化,环境湿度降低时混凝土水分蒸发体积收缩,收缩受约束会产生干缩裂缝,混凝土早期强度低时干缩变形大更易裂缝,长期处于潮湿环境且保护层厚度不足,钢筋易锈蚀,锈蚀产物膨胀会撑裂混凝土。其三是冻融循环,在寒冷地区,混凝土孔隙中的水低温结冰体积膨胀约9%,对孔隙壁产生压力,冰融化压力释放,反复冻融循环使混凝土内部产生疲劳应力,导致混凝土疏松、剥落产生裂缝,处于水位变化区或常受雨水冲刷的桥梁结构,冻融破坏更严重。

3 公路桥梁裂缝病害的防治措施

3.1 设计阶段的防治措施

精确进行结构计算,需采用先进设计软件与计算方法,对桥梁结构开展精确受力分析,全面考量各种荷载组合及不利工况,保证结构内力计算精准无误。同时,详细计算结构的温度应力、收缩应力等,依据计算结果采取对应构造措施,降低应力集中程度,提升结构抗裂性能,防止因应力超出材料承受范围而产生裂缝。优化构造设计方面,要依据桥梁使用功能与受力特性,合理选定结构形式与构造尺寸。适当减小梁板跨高比、增加配筋率、优化钢筋间距,可增强结构抗裂能力;合理设计桥墩刚度与基础形式,能确保结构在受力时均匀变形,避免因不均匀沉降引发裂缝,保障结构整体稳定性与安全性。加强抗震设计在地震多发地区尤为关键,要严格依照抗震规范要求开展桥梁抗震设计工作^[4]。合理确定抗震设防烈度,挑选适宜的抗震结构体系,强化结构抗震构造措施,如设置防震缝以释放地震能量、加强节点连接保证结构整体性等,通过这些措施提高桥梁抗震性能,降低地震作用下结构产生裂缝的可能性,确保桥梁在地震等灾害发生时仍能保持较好使用功能与结构安全。

3.2 施工阶段的防治措施

加强混凝土施工质量控制,优化混凝土配合比,依据工程要求与原材料性能经试验确定合理配合比,严控水泥用量、水灰比和砂石级配,降低收缩性、提高抗裂性。确保搅拌均匀,用强制式搅拌机并控制搅拌时间,使各组分混合均匀,避免离析泌水。规范浇筑和振捣操作,合理控制浇筑高度与速度,采用分层浇筑、分段振捣,保证振捣密实,高温、大风或干燥天气采取遮阳、挡风 and 保湿措施减少表面水分蒸发。做好养护工作,浇筑完成后及时养护,依据环境条件与混凝土性能选择合适方法,如洒水、覆盖、喷涂养护剂等,保持表面湿润,养护时间达标。保证钢筋施工质量,严格控制钢筋位置,绑扎安装时用定位架、垫块等确保位置准确、保护层厚度符合设计,加强过程检查及时纠正偏差。确保钢筋连接质量,依据钢筋规格和连接要求选择合适方式,如焊接、机械连接,加强质量控制,按规程施工,对焊接接头外观检查 and 无损检测,对机械连接接头力学性能试验,保证连接可靠。做

好预应力施工管理,精确控制预应力张拉,使用先进设备和检测仪器,按设计要求的顺序和力张拉,实时监测张拉力和伸长值。保证预应力管道压浆质量,选择合适外加剂和水泥浆配合比,采用真空辅助压浆工艺提高密实性,确保管道充满水泥浆保护预应力筋。

3.3材料选择和使用方面的防治措施

选用质量稳定的水泥至关重要,要挑选信誉佳、质量稳定的水泥生产厂家产品,严格把控水泥品种、强度等级和安定性等性能指标。水泥进场后,必须进行全面的检验,只有检验合格的水泥才能投入使用,防止因水泥质量不稳定导致混凝土硬化过程中出现不均匀体积变化,进而引发裂缝。保证骨料质量也不容忽视,应选用粒径适中、级配良好,且含泥量和有害物质含量符合标准的骨料^[5]。同时,加强对骨料的质量检验工作,定期开展筛分、含泥量检测等项目,确保骨料质量始终保持稳定,避免因骨料问题影响混凝土性能,降低结构抗裂能力。合理选择和使用外加剂同样关键,要依据混凝土的性能要求和实际施工条件,科学选定外加剂的品种与掺量。在使用外加剂之前,务必进行试验验证,确认其与水泥及其他原材料具有良好的适应性,避免因不相容产生不良反应。并且,要严格按照外加剂的使用说明书进行准确掺加,严格控制掺量,杜绝过量使用,因为外加剂用量不当可能使混凝土出现泌水、离析等现象,增加收缩,从而引发裂缝。只有从水泥、骨料到外加剂,全方位做好材料选择和使用工作,才能有效减少公路桥梁裂缝的产生,保障桥梁结构的安全与耐久性。

3.4针对环境因素的防治措施

(1)温度控制,夏季高温季节施工,优先选择早晚温度低时段进行混凝土浇筑,规避中午高温时段,同时对混凝土表面覆盖保湿,减少阳光直射以降低表面温度;冬季低温季节施工,则采取保温举措,像对混凝土覆盖保温、采用暖棚法施工等,保证混凝土在正温环境下硬化,防止受冻。(2)湿度管理,对于长期处

于干燥环境的桥梁结构,需定期对混凝土表面洒水保湿,维持混凝土湿度,降低干缩裂缝产生概率;在潮湿环境中,要强化桥梁结构的防水处理,确保混凝土保护层厚度达标,防止钢筋锈蚀,因为钢筋锈蚀产物膨胀会撑裂混凝土。(3)提高结构抗冻性能,在寒冷地区,要选用抗冻性好的混凝土材料,可通过添加引气剂等方式提升混凝土抗冻融能力,同时加强桥梁结构的排水设计,避免积水情况出现,减少冻融循环对结构造成的破坏,因为冻融循环会使混凝土内部产生疲劳应力,导致混凝土逐渐疏松、剥落进而产生裂缝。只有综合做好温度控制、湿度管理以及提高结构抗冻性能等工作,才能有效应对环境因素对公路桥梁的不利影响,降低裂缝产生风险,保障桥梁结构的安全与稳定。

4 结束语

综上所述,公路桥梁裂缝病害成因复杂,涉及设计、施工、材料及环境多方面。设计阶段需精确计算、优化构造、加强抗震;施工阶段要严控混凝土、钢筋、预应力施工质量;材料选择应注重水泥、骨料、外加剂质量;环境方面需做好温度、湿度控制及抗冻设计。多环节协同防治,可有效减少裂缝病害,保障公路桥梁安全运营,延长其使用寿命,为交通运输业稳定发展提供坚实支撑。

[参考文献]

- [1]侯俊杰.公路桥梁养护中的病害检查及防治举措探究[J].四川建材,2023(06):190-191+197.
- [2]侯军军.公路桥梁病害形成原因与维修对策研究[J].交通世界,2023(22):171-173.
- [3]王绪.公路桥梁典型病害成因分析及防治措施研究[J].运输经理世界,2023(06):145-147.
- [4]张宁.公路桥梁常见病害治理及技术状况评定[J].科学技术创新,2022(32):97-100.
- [5]张明成.公路桥梁工程常见病害及处理措施研究[J].工程技术研究,2022(18):62-64.