

新时代公路桥梁设计与施工中裂缝成因及预防研究

孙良 张金辉

赤峰市中交公路勘察设计有限责任公司

DOI:10.32629/bd.v9i8.4612

[摘要] 公路桥梁作为交通基础设施的关键部分,其安全性和耐久性至关重要,然而裂缝问题却时常威胁着桥梁的正常使用。本文探讨了新时代公路桥梁设计与施工中裂缝的危害、成因及预防。裂缝影响结构强度、耐久性及美观;成因包括设计不准确、材料质量差、施工操作不规范及环境因素。预防措施包括优化设计,精确结构计算、合理构造及抗震设计;严格把控材料质量;规范施工操作,确保浇筑振捣、养护及工艺合理;采取环境应对措施,如控制温度湿度、处理地基,以减少裂缝产生,保障桥梁安全。

[关键词] 新时代;公路桥梁设计;施工;裂缝成因;预防

中图分类号: U445 文献标识码: A

Research on the Causes and Prevention of Cracks in Highway and Bridge Design and Construction in the New Era

Liang Sun Jinhui Zhang

Chifeng Zhongjiao Highway Survey and Design Co., Ltd.

[Abstract] As a key component of transportation infrastructure, the safety and durability of highway bridges are of vital importance. However, cracks frequently threaten the normal service of bridges. This paper discusses the hazards, causes, and prevention of cracks in highway and bridge design and construction in the new era. Cracks affect structural strength, durability, and appearance. Their causes include inaccurate design, poor material quality, improper construction practices, and environmental factors. Preventive measures include optimizing design through accurate structural calculations, reasonable structural detailing, and seismic design; strictly controlling material quality; standardizing construction operations to ensure proper concrete placement, vibration, curing, and construction processes; and adopting environmental countermeasures, such as controlling temperature and humidity and treating foundations, to reduce crack formation and ensure bridge safety.

[Key words] new era; highway and bridge design; construction; causes of cracks; prevention

引言

在新时代交通建设迅猛发展的背景下,公路桥梁作为重要的交通基础设施,其设计与施工质量直接关系到交通安全与运营效率。然而,裂缝作为桥梁结构中的常见病害,不仅影响结构强度和承载能力,还降低耐久性与美观性,甚至威胁行车安全。本文深入剖析了公路桥梁设计与施工中裂缝的成因,包括设计、材料、施工及环境等多方面因素,并有针对性地提出了优化设计、严格把控材料质量、规范施工操作及采取环境应对措施等预防策略。

1 新时代公路桥梁设计与施工中裂缝的危害

(1)影响结构强度和承载能力。裂缝出现会直接削弱桥梁结构截面尺寸,原本完整的结构截面因裂缝变得不连续,进而降低结构刚度。结构刚度不足,在承受荷载时,应力分布情况改变,原本均匀的应力分布被打破,部分区域应力集中,其他区域应力

减小。这种不合理的应力分布状态,使得结构在荷载作用下更容易出现变形和损伤,严重影响桥梁承载能力。当荷载超过结构所能承受的极限时,结构可能发生破坏,给桥梁安全运营带来极大威胁,甚至可能引发严重的交通事故。(2)降低结构耐久性。裂缝为水分、氧气以及其他有害物质进入混凝土内部创造了条件,这些物质进入后,会加速钢筋锈蚀进程。钢筋锈蚀后体积膨胀,会对周围混凝土产生挤压,导致混凝土开裂、剥落。同时,有害物质还会促使混凝土碳化,破坏混凝土碱性环境,削弱对钢筋的保护作用。随着钢筋锈蚀和混凝土碳化程度不断加深,结构耐久性大幅下降,桥梁使用寿命也会随之缩短,增加后期维护和修复成本。(3)影响桥梁美观和使用功能。从外观上看,裂缝破坏了桥梁表面平整性和完整性,严重影响桥梁外观质量。在使用功能方面,裂缝可能导致桥面不平整,车辆行驶时会产生颠簸,降低行车舒适性^[1]。在寒冷地区,裂缝中的水分结冰

后体积膨胀,会对裂缝产生挤压,进一步加剧裂缝发展,影响桥梁正常使用。

2 新时代公路桥梁设计与施工中裂缝的成因分析

2.1 设计因素

一是结构计算不准确。设计时若对桥梁结构受力分析有误,计算模型与实际状况偏差大,会使结构部分部位应力集中,进而引发裂缝。结构受力复杂,涉及多种荷载组合,若计算时未全面考虑各种因素,或对某些关键参数取值不准确,都会导致计算结果与实际受力情况不符,造成局部应力超出设计值,产生裂缝。二是构造设计不合理。桥梁构造设计对裂缝产生重大影响。伸缩缝、沉降缝设置不当,在温度变化、基础沉降时,结构无法自由变形,会产生过大应力,引发裂缝。混凝土保护层厚度设计不合理,过薄时,外界环境中的水分、氧气等易侵入,加速钢筋锈蚀,钢筋锈蚀膨胀会挤压周围混凝土,导致开裂;过厚则会使混凝土表面与内部收缩差异增大,易在表面产生裂缝。三是抗震设计不足。在地震多发区域,若桥梁抗震设计不充分,地震发生时,结构会产生较大动力响应。地震力作用会使混凝土承受较大拉、压应力,当应力超过混凝土抗拉或抗压强度时,就会导致混凝土开裂,严重时甚至引发结构破坏,影响桥梁安全和使用功能。

2.2 材料因素

第一是混凝土质量。混凝土作为公路桥梁主要建材,其质量关乎桥梁抗裂性能。若混凝土配合比不合理,水灰比偏大,会使混凝土收缩加剧,进而容易产生裂缝。同时,骨料级配不佳、含泥量过高,会削弱混凝土强度与耐久性,增大裂缝出现的可能性。因为骨料级配不良会影响混凝土密实性,含泥量过高会降低混凝土与钢筋的黏结力,影响结构整体性。第二是钢筋质量。钢筋质量对桥梁结构性能极为关键。若钢筋强度不足、韧性差,或者钢筋表面存在锈蚀、油污等缺陷,会降低钢筋与混凝土间的黏结力^[2]。黏结力不足会使结构受力不均,在荷载作用下,某些部位应力集中,当应力超过混凝土或钢筋的承载能力时,就会引发裂缝。第三是其他材料质量。除混凝土和钢筋外,桥梁施工中用到的预应力筋、锚具、支座等其他材料,若质量不达标,同样会影响桥梁结构整体性能。这些材料在桥梁结构中起着传递荷载、保证结构稳定等重要作用,质量不合格会导致结构受力异常,从而产生裂缝,影响桥梁安全与正常使用。

2.3 施工因素

(1)混凝土浇筑与振捣。混凝土浇筑时,若浇筑顺序不合理、浇筑速度过快,混凝土内部易出现分层、离析情况。分层会使混凝土不同层面间结合不紧密,离析则造成骨料与水泥浆分离,这些都会破坏混凝土结构的整体性,增加裂缝产生风险。振捣不密实同样危害大,它会使混凝土内部存在空隙和蜂窝麻面,降低混凝土强度与密实性,让混凝土在受力时更易出现裂缝。(2)混凝土养护。若养护不及时,混凝土表面水分会过快蒸发,导致干缩;养护方法不当,如养护温度过高或过低、养护湿度不足,也会使混凝土表面水分散失异常。水分过快散失会引发混凝土干缩,进而产生干缩裂缝,影响桥梁结构质量。(3)施工工艺不当。在

桥梁施工中,预应力张拉工艺不合理,会造成预应力损失过大或结构受力不均。预应力损失过大会削弱结构抗裂能力,受力不均则使部分区域应力集中,易产生裂缝。模板拆除过早,混凝土结构未达到足够强度就承受荷载,超出其承载能力,也会导致裂缝出现。

2.4 环境因素

一是温度变化。混凝土具备热胀冷缩特性,温度改变时,桥梁结构会产生温度应力。一旦温度应力超出混凝土抗拉强度,裂缝便会产生。在昼夜温差悬殊或者季节温差显著的地区,温度频繁升降,结构反复经历热胀冷缩过程,温度裂缝出现得更为频繁,对桥梁结构完整性造成威胁。二是湿度变化。湿度改变对混凝土收缩和膨胀有着直接影响。在干燥环境里,混凝土表面水分快速蒸发,内部与表面收缩程度不同,从而产生干缩裂缝;而在潮湿环境中,混凝土长时间遭受水浸泡,其内部结构会受到破坏,强度降低,在荷载等因素作用下也容易产生裂缝,影响桥梁的耐久性^[3]。三是地基不均匀沉降。当地基出现不均匀沉降时,桥梁结构会产生附加应力。若地基地质条件复杂,不同部位承载能力差异大,或者地基处理方式不当,无法为桥梁提供稳定支撑,附加应力就可能超过结构承载能力,导致结构开裂,严重影响桥梁的安全性和正常使用。

3 新时代公路桥梁设计与施工中裂缝的预防措施

3.1 优化设计

(1)精确结构计算。运用先进设计软件与计算方法,对桥梁结构展开精准受力分析。要保证计算模型准确可靠,全面考量各类荷载组合以及不利工况,像车辆荷载、风荷载、地震荷载等同时作用的情况。同时,合理预估预应力损失等关键参数,避免因计算偏差导致结构某些部位应力集中,从源头上降低裂缝产生概率。(2)合理构造设计。依据桥梁的使用功能与环境条件,科学设置伸缩缝、沉降缝等构造,这些构造能让结构在温度变化、基础沉降时自由变形,避免因变形受阻产生过大应力。此外,严格控制混凝土保护层厚度,过薄易使钢筋锈蚀,过厚会导致混凝土表面开裂,合适的厚度能保证钢筋与混凝土良好黏结,增强结构整体性。(3)加强抗震设计。需严格按照抗震规范要求开展桥梁抗震设计,选用合理的抗震结构体系,如减隔震体系等,并采取有效的抗震措施,设置阻尼器等,提升桥梁抗震性能,使桥梁在地震作用下能保持较好完整性,减少裂缝产生。

3.2 严格把控材料质量

一是混凝土质量控制。需精心优化混凝土配合比设计,依据桥梁工程需求,挑选适配的水泥品种、合理的骨料级配以及恰当的外加剂。通过降低水灰比,有效减少混凝土收缩,降低裂缝产生风险。同时,对混凝土原材料质量进行严格管控,对水泥的强度、安定性,骨料的粒径、含泥量,外加剂的性能等逐一检验,保证所有原材料均符合相关标准要求,为混凝土质量提供坚实保障。二是钢筋质量控制。要选用质量达标的钢筋,对钢筋的强度、韧性、化学成分等关键指标进行全面检验,确保钢筋性能满足桥梁结构受力需求。并且,钢筋表面必须清洁,不存在锈蚀、

油污等缺陷, 以此保证钢筋与混凝土之间具备良好的黏结力, 使二者协同工作, 共同承受荷载, 避免因黏结力不足导致结构受力不均而产生裂缝^[4]。三是其他材料质量控制。对于预应力筋、锚具、支座等其他材料, 同样要依照相关标准进行严格检验与验收, 从材料的规格、尺寸到性能指标, 都要逐一核对, 确保其质量完全符合设计要求, 为桥梁结构整体质量与安全奠定基础。

3.3 规范施工操作

第一, 在混凝土浇筑与振捣操作上, 必须制定科学且合理的浇筑方案。要清晰地确定浇筑顺序以及浇筑速度, 因为一旦浇筑顺序有误、速度过快, 混凝土内部就极易出现分层、离析现象, 这会严重破坏混凝土结构的整体性, 为后续裂缝的产生埋下隐患。同时, 要精心挑选适配的振捣设备, 并采用恰当的振捣方法, 以此确保混凝土能够振捣密实。只有混凝土内部不存在空隙和蜂窝麻面, 其强度与密实性才能得到有效提升, 进而降低裂缝产生的可能性。第二, 混凝土养护环节至关重要。要强化对混凝土养护工作的重视程度, 根据不同的环境条件, 选择合适的养护方法, 如覆盖保湿养护、喷涂养护剂等。在养护过程中, 要严格控制养护的温度和湿度, 让混凝土表面始终保持湿润状态。这是因为水分散失过快会在混凝土内部产生干缩应力, 从而引发干缩裂缝, 而良好的养护能够有效减少此类裂缝的出现。第三, 在改进施工工艺方面, 要着重优化预应力张拉工艺。操作时必须严格按照张拉顺序和张拉控制应力进行, 避免出现预应力损失过大的情况, 保证桥梁结构受力合理。此外, 要合理安排模板拆除时间, 必须等待混凝土结构达到足够的强度后再进行拆模, 防止因过早拆模使结构承受不合理的荷载, 导致应力集中而产生裂缝, 切实保障桥梁施工的质量与安全。

3.4 采取环境应对措施

(1) 温度控制措施。高温季节施工, 为降低混凝土入模温度, 可对混凝土原材料采取降温手段, 用冷水搅拌、对骨料喷淋冷水等, 同时搭设遮阳棚, 避免阳光直射原材料和模板。低温季节施工, 则要做好保温工作, 对浇筑后的混凝土及时覆盖保温材料, 如草帘、棉被等, 也可采用暖棚法施工, 在施工现场搭建暖棚, 通过供热设备维持棚内适宜温度, 防止混凝土受冻, 影响强度发

展和抗裂性能。(2) 湿度控制措施。干燥环境中施工, 要增加混凝土表面保湿措施, 通过喷水养护, 定时向混凝土表面洒水, 保持其湿润; 或覆盖塑料薄膜, 减少水分蒸发。潮湿环境施工时, 需采取排水措施, 通过设置排水沟、集水井等, 降低地下水位, 避免混凝土长期浸泡在水中, 导致强度降低, 进而产生裂缝。(3) 地基处理措施。桥梁施工前, 对地基进行详细勘察检测, 了解地质情况^[5]。依据不同地质条件, 选用合适处理方法, 如软弱地基可采用换填法, 用强度较高的材料替换软弱土层; 也可采用强夯法, 通过重锤夯实提高地基承载力; 还可采用桩基础, 将桩打入地下, 将荷载传递到深层土层, 提高地基均匀性, 减少不均匀沉降对桥梁结构的影响。

4 结语

综上所述, 公路桥梁设计与施工中的裂缝问题关乎结构安全、耐久性及使用功能, 不容忽视。裂缝成因复杂, 涉及设计、材料、施工及环境等多方面。通过优化设计、严格把控材料质量、规范施工操作以及采取有效的环境应对措施, 可显著降低裂缝产生概率。只有全方位、全过程地严格把控, 才能提升公路桥梁建设质量, 保障桥梁安全、耐久地运营, 为交通运输事业的高质量发展奠定坚实基础。

【参考文献】

- [1] 罗江. 公路桥梁设计与施工中裂缝成因及预防研究[J]. 运输经理世界, 2024(35): 96-98.
- [2] 金建鹏. 公路桥梁设计与施工中裂缝成因及预防分析[J]. 运输经理世界, 2023(6): 130-132.
- [3] 速建永. 公路桥梁设计与施工中裂缝成因及预防措施[J]. 低碳世界, 2024, 14(2): 124-126.
- [4] 高钰. 桥梁混凝土施工裂缝成因及预防措施分析[J]. 工程技术研究, 2018(4): 165-166.
- [5] 蒲桥荣. 道路桥梁施工中的裂缝成因及预防对策[J]. 中国图片(中英文), 2024(15): 51-52.

作者简介:

孙良(1980—), 男, 汉族, 内蒙古人, 本科, 副高级工程师, 研究方向: 道路桥梁设计。