

工程施工中桥梁裂缝处理措施

刘万华

云南云岭桥隧科技有限公司 云南 昆明 650101

摘要：桥梁裂缝问题在工程施工中较为常见，对桥梁结构的安全性、耐久性和正常使用功能构成严重威胁。本文系统地研究了工程施工中桥梁裂缝相关内容，首先对桥梁裂缝依据成因分为结构性裂缝与非结构性裂缝，按形态分为表面裂缝、深层裂缝和贯穿裂缝，并阐述其各自特征。深入剖析裂缝成因，涵盖设计、施工、环境等多方面因素。针对这些裂缝，详细探讨了表层修补法、注浆法、填充法、喷涂法、粘结钢板法等处理措施，旨在为桥梁工程裂缝处理提供科学的理论依据与实践指导，保障桥梁工程质量，延长其使用寿命。

关键词：工程施工；中桥梁裂缝；处理措施

引言：随着交通基础设施建设的迅猛发展，桥梁作为交通网络的关键节点，其质量与安全至关重要。然而，在工程施工过程中，桥梁裂缝现象屡见不鲜。这些裂缝的出现不仅影响桥梁的外观，更会削弱其结构强度，降低耐久性，甚至可能引发严重的安全事故。因此，深入研究桥梁裂缝的分类、特征、成因以及有效的处理措施具有极为重要的现实意义。通过对桥梁裂缝全面而深入的探究，能够为桥梁工程的设计、施工与维护提供有力的技术支持，确保桥梁在服役期间安全可靠地运行，满足日益增长的交通运输需求，推动桥梁工程技术的不断进步与发展。

1 桥梁裂缝的分类与特征

1.1 按裂缝成因分类

(1) 结构性裂缝。由结构设计或施工缺陷导致。如设计中跨径与截面不匹配使应力集中，施工时混凝土浇筑不佳致内部有空隙。在受力时，薄弱部位易产生裂缝，裂缝走向与主应力方向常呈一定角度，宽度和长度随荷载增加而发展，严重时危及结构安全。

(2) 非结构性裂缝。因环境因素或材料自身特性引发。像温度变化使混凝土热胀冷缩，湿度及侵蚀介质致材料性能劣化，地基沉降产生不均匀应力。裂缝分布多与环境作用或沉降变形相关，初期较细微，若不处理会逐渐扩展。

1.2 按裂缝形态分类

(1) 表面裂缝。深度较浅，一般仅在混凝土表层。宽度较窄，常呈发丝状或细微网状。多因混凝土早期收缩、表面温湿度变化过快产生。主要影响桥梁外观和表层混凝土耐久性，对结构整体受力影响相对较小，但可能成为侵蚀介质侵入通道，加速内部钢筋锈蚀和混凝土劣化^[1]。

(2) 深层裂缝。深度达到混凝土结构内部一定深度，但未贯穿整个截面。裂缝宽度相对表面裂缝较宽，其发展与结构内部应力分布、材料特性有关。对结构承载能力和耐久性有一定影响，可能导致内部钢筋受力状态改变，降低结构整体刚度，在长期荷载和环境作用下有继续发展成贯穿裂缝的风险。

(3) 贯穿裂缝。从结构一侧贯通至另一侧。宽度较大，严重破坏结构整体性。常因结构受力严重超载、基础严重沉降不均或混凝土施工质量极差等引起。极大削弱结构承载能力，使结构在正常使用荷载下就可能发生破坏，危及桥梁安全，必须及时进行有效处理。

2 工程施工中桥梁裂缝的成因分析

2.1 设计因素

(1) 结构计算失误。在桥梁设计阶段，若结构计算出现失误，会为裂缝产生埋下隐患。例如对桥梁所承受的各类荷载预估不准确，漏算或错算车辆荷载、风荷载、地震荷载等，使设计的结构受力与实际受力状况严重不符。或者在进行结构力学分析时，采用过于简化的模型，未能精确模拟结构复杂的受力行为，如对结构的空腔效应、非线性特性考虑不足。这些都会导致设计的结构尺寸、配筋等无法满足实际受力要求，在施工或后续使用中，因局部应力过大而引发裂缝。

(2) 构造细节处理不当。构造细节关乎桥梁结构的整体性与局部受力性能。如在钢筋的锚固设计中，若锚固长度不足，在受力时钢筋易从混凝土中拔出，破坏结构的传力路径从而产生裂缝。钢筋的间距过大，会使混凝土在受力时局部缺少足够的钢筋约束，导致混凝土开裂。在结构的阴阳角、变截面等部位，未设置合理的加强构造，这些部位应力集中现象明显，因缺乏有效加强措施，在荷载作用下极易产生裂缝，影响桥梁结构的稳

定性与耐久性。

(3) 材料选用与配合比设计不合理。材料选用与配合比设计对桥梁混凝土性能有决定性影响。若选用的水泥品种不当,如早强型水泥在水化热释放过程中,因混凝土内外温差过大产生温度裂缝。骨料的质量不佳,如含泥量过高,会削弱混凝土与钢筋的粘结力,同时影响混凝土强度,使混凝土易开裂。配合比设计时,水泥用量过多会增加水化热,过少则导致混凝土强度不足;骨料级配不合理,会使混凝土孔隙率增大,密实度降低,在外界因素作用下容易产生裂缝,降低桥梁结构的抗裂性能^[2]。

2.2 施工因素

(1) 混凝土原材料质量控制不严。混凝土原材料质量对桥梁结构性能影响极大。若水泥质量不稳定,其强度波动或含碱量超标,可能引发混凝土体积变化不均而开裂。骨料粒径大小不一、针片状含量过高,会使混凝土内部结构不均匀,降低抗裂性。外加剂使用不当,如过量的早强剂促使水泥快速水化,产生过大的温度应力导致裂缝。此外,原材料在存储过程中受潮、变质等情况未被及时发现和处理,也会为桥梁裂缝的形成创造条件,致使混凝土质量难以保障,结构强度和耐久性大打折扣。

(2) 混凝土浇筑与振捣工艺。混凝土浇筑与振捣环节如出现问题易产生裂缝。在浇筑时,若分层厚度过大,上层混凝土振捣时易破坏下层已初凝的混凝土结构,形成薄弱层面,在受力或收缩时产生裂缝。浇筑顺序不合理,可能导致混凝土供应不连续,新旧混凝土结合不良产生冷缝。振捣不密实,混凝土内部会存在大量空隙,降低强度和密实度,在荷载和环境作用下引发裂缝。而过振则会使混凝土离析,粗骨料下沉,砂浆上浮,导致混凝土表面收缩不一致,产生表面裂缝。

(3) 钢筋加工与安装问题。钢筋加工与安装的偏差是导致桥梁裂缝的重要因素。钢筋加工尺寸不准确,如长度过长或过短,在安装时无法达到设计要求的锚固长度或搭接长度,使钢筋与混凝土协同工作性能降低,受力时易产生裂缝。焊接质量不过关,出现焊接接头不牢固、有夹渣或气孔等缺陷,在受力过程中焊接部位易断裂,导致结构受力不均而开裂。钢筋骨架绑扎不牢固,在混凝土浇筑过程中钢筋易发生位移,改变了结构的受力分布,使局部应力集中,从而产生裂缝,威胁桥梁结构安全。

(4) 模板工程施工缺陷。模板工程施工中的缺陷对桥梁裂缝形成有显著影响。模板刚度不足,在混凝土自

重和施工荷载作用下发生变形,使混凝土浇筑成型后外形尺寸偏差,结构受力不均产生裂缝。模板拼缝不严密,会出现漏浆现象,导致混凝土局部缺浆,强度降低且表面不平整,易在薄弱处产生裂缝。脱模剂使用不当,如涂刷过多或不均匀,会影响混凝土与模板的粘结力,脱模时易造成混凝土表面损伤,在外界因素作用下引发裂缝,影响桥梁外观质量和结构耐久性。

2.3 环境因素

(1) 温度变化影响。桥梁在施工与使用过程中,受温度变化影响显著。在混凝土浇筑初期,水泥水化热使内部温度急剧上升,而表面散热快,形成较大的内外温差,导致混凝土热胀冷缩不均,产生表面裂缝。在使用期间,昼夜温差与季节温差使桥梁反复伸缩,当约束条件存在时,内部会产生温度应力。

(2) 湿度与侵蚀介质作用。湿度变化对桥梁裂缝产生作用明显。空气湿度低时,混凝土水分蒸发快,产生收缩裂缝。当桥梁处于高湿度环境或干湿交替区域,如河流附近、沿海地带,混凝土易吸水饱和,在干燥过程中会因体积变化而开裂。侵蚀介质如酸雨、海水中的氯离子、工业区域的化学物质等,会与混凝土中的成分发生化学反应。

(3) 地基与基础变形。若地基土质不均匀,在桥梁自重及上部荷载作用下,会产生不均匀沉降。例如,一端地基松软,一端坚硬,松软端沉降量大,会使桥梁梁体发生弯曲变形,在梁体受拉区产生裂缝。基础滑移或倾斜也会改变桥梁结构的受力状态,导致应力重新分布。如靠近山坡的桥梁基础受山体滑坡等地质灾害影响发生滑移,会使桥梁上部结构产生附加应力,引发裂缝,甚至可能造成桥梁结构整体失稳,危及交通安全。

3 桥梁裂缝的处理措施

3.1 表层修补法

表层修补法是针对桥梁表面裂缝较为常用的处理方式。当裂缝宽度较窄且深度较浅时,这种方法能有效阻止外界因素对裂缝内部的侵蚀,防止裂缝进一步扩展。首先,需要对裂缝表面进行细致的清理,去除灰尘、松散颗粒等杂质,一般可使用高压空气吹洗或钢丝刷清扫。然后,根据裂缝的具体情况选择合适的修补材料,如环氧树脂类材料,其具有良好的粘结性和密封性。将修补材料按照规定的配比调配均匀后,涂抹在裂缝表面,涂抹厚度需适中,一般控制在数毫米,确保完全覆盖裂缝且表面平整。在涂抹过程中,要注意涂抹的均匀性和密实性,避免出现气泡或漏涂现象。表层修补法操作相对简便,成本较低,能够快速恢复桥梁表面的完整

性,提高其耐久性和美观性,但对于较深或结构性裂缝的处理效果有限。

3.2 注浆法

注浆法适用于有一定深度和宽度的桥梁裂缝处理。其原理是将具有良好流动性和粘结性的注浆材料通过压力注入裂缝内部,填充裂缝空间,恢复结构的整体性。在实施注浆法之前,要先对裂缝进行钻孔,钻孔的位置、间距和深度需根据裂缝的特征进行精确设计,一般钻孔应沿裂缝走向布置,间距在一定范围内,深度要确保能到达裂缝底部或穿过裂缝。然后,清理钻孔和裂缝内部,可采用高压水或压缩空气冲洗,以保证注浆材料能够顺利填充。常用的注浆材料有水泥浆和化学浆液,水泥浆适用于宽度较大、对粘结强度要求相对不高的裂缝;化学浆液如环氧树脂浆液则适用于细微裂缝或对粘结强度要求较高的情况。注浆时,要严格控制注浆压力,压力过高可能导致裂缝扩展或注浆材料溢出,压力过低则无法保证注浆材料充分填充裂缝。注浆法能够有效填充裂缝内部,增强结构的强度和整体性,但施工工艺相对复杂,对材料和施工技术要求较高。

3.3 填充法

填充法主要用于处理较宽的桥梁裂缝。这种方法是将特定的填充材料直接填入裂缝中,以恢复结构的部分承载能力和外观。要对裂缝进行扩缝处理,使用切割工具将裂缝拓宽至合适的宽度,一般为几厘米,扩缝的目的是为了确保填充材料能够充分填充且与原结构有良好的粘结。扩缝后,清理裂缝内部的碎屑和灰尘,可采用吸尘器或毛刷清理。然后,选择合适的填充材料,如水泥砂浆或聚合物混凝土。将填充材料按照设计配比搅拌均匀后,填入扩缝后的裂缝中,填充过程中要分层捣实,每层厚度不宜过大,以保证填充材料的密实度。填充完成后,要对表面进行抹平处理,使其与周围结构表面平齐。填充法能够有效处理较宽裂缝,增强结构的局部强度,但对裂缝的深度有一定要求,且填充材料与原结构的粘结性能需要重点关注,若处理不当可能导致填充材料脱落或再次开裂。

3.4 喷涂法

该方法是将特制的涂料通过喷涂设备均匀地喷涂在裂缝表面及周围一定区域。首先,要对桥梁表面进行全面的清洁处理,去除油污、灰尘、松散的混凝土等杂质,可采用高压水枪冲洗和打磨相结合的方式,以确保表面平整、干净,有利于涂料的附着。然后,根据裂缝

的性质和桥梁所处环境选择合适的喷涂材料,如具有防水、防腐、抗裂等功能的高分子涂料。在喷涂过程中,要严格控制喷涂的厚度和均匀性,一般需要多次喷涂,每次喷涂厚度不宜过厚,以防止流坠现象。喷涂法能够在短时间内覆盖较大面积的裂缝,形成一层连续的防护膜,有效阻止水分、氧气、侵蚀性介质等进入裂缝内部,防止裂缝进一步发展,同时还能提高桥梁表面的抗风化能力和耐久性,但对于裂缝内部的结构修复效果相对较弱,主要侧重于表面防护^[3]。

3.5 粘结钢板法

粘结钢板法是一种用于增强桥梁结构承载能力和修复裂缝的有效方法,适用于因结构受力不足导致的裂缝。其操作过程是先将混凝土表面进行打磨处理,去除表面的浮浆、疏松层等,使表面平整、粗糙,以增强钢板与混凝土之间的粘结力。然后,在处理好的混凝土表面和准备粘结的钢板表面均匀涂刷特制的粘结剂,粘结剂要具有高强度、高粘结性和耐老化等特性。将钢板按照设计要求准确地粘贴在裂缝部位,一般采用千斤顶等工具对钢板施加一定压力,使钢板与混凝土紧密贴合,确保粘结剂均匀分布且无气泡存在。钢板的厚度、尺寸和粘贴位置需根据桥梁结构的受力分析和裂缝情况进行精确计算确定。粘结钢板法能够显著提高结构的抗弯、抗剪能力,有效限制裂缝的发展,恢复结构的整体性,但施工过程中对钢板加工精度、粘结剂质量和施工工艺要求较高,且后期需要对钢板的粘结状态进行定期监测维护。

结束语

在工程施工中,桥梁裂缝的有效处理对于保障桥梁结构安全与耐久性至关重要。通过对裂缝成因的深入剖析以及多种处理措施的探讨与应用,能够在很大程度上控制裂缝发展、恢复结构性能。然而,桥梁裂缝防治是一项长期且复杂的工作,仍需持续关注新材料、新技术的研发与应用,不断优化设计与施工方案,加强施工质量管理,并建立完善的桥梁监测与维护体系。

参考文献

- [1]高冬克.道路桥梁施工中的裂缝成因及预防措施分析[J].绿色环保建材,2019(04):123+125.
- [2]贾俊喜,郝培林.道路桥梁施工中裂缝成因分析及对策[J].江苏建材,2023(03):123-125.
- [3]宁建安.道路桥梁设计和施工中裂缝成因与处理对策[J].大陆桥视野,2023(04):125-127.