

道路桥梁施工中混凝土裂缝成因及应对措施

周吉安

安徽省安庆市潜山市交通运输局, 安徽 安庆 246000

[摘要]随着我国交通基础设施建设持续推进,道路桥梁工程大量兴起,混凝土作为主要建筑材料在桥梁施工中广泛应用。但混凝土在硬化或者服役期间很容易出现各类裂缝,这既影响桥梁结构的耐久性与承载力,又有可能引发严重安全隐患。从混凝土裂缝的类型以及危害着手,深入剖析其产生的关键原因,涵盖材料质量、施工操作、结构设计以及环境荷载等层面,并且在此基础上给出针对性的预防和控制办法,期望能为道路桥梁工程施工质量管理给予理论依据和技术参照。

[关键词]道路桥梁施工;混凝土裂缝;裂缝成因;应对措施

DOI: 10.33142/aem.v7i5.16799

中图分类号: U448

文献标识码: A

Causes and Countermeasures of Concrete Cracks in Road and Bridge Construction

ZHOU Ji'an

Anhui Anqing Qianshan Transportation Bureau, Anqing, Anhui, 246000, China

Abstract: With the continuous promotion of transportation infrastructure construction in China, a large number of road and bridge projects have emerged, and concrete is widely used as the main building material in bridge construction. However, concrete is prone to various types of cracks during hardening or service life, which not only affects the durability and bearing capacity of bridge structures, but also may cause serious safety hazards. Starting from the types and hazards of concrete cracks, this article deeply analyzes the key causes of their occurrence, covering aspects such as material quality, construction operation, structural design, and environmental loads. Based on this, targeted prevention and control methods are proposed, hoping to provide theoretical basis and technical reference for the construction quality management of road and bridge engineering.

Keywords: road and bridge construction; concrete cracks; cause of crack formation; countermeasures

引言

道路桥梁工程属于交通运输体系里极为重要的一部分,其结构的安全状况以及耐久性能对于交通运行的效率还有人民的生命财产安全有着不容忽视的重要意义,在桥梁施工的过程当中,混凝土裂缝的问题频频出现,这已然变成了影响工程质量以及运营安全的一项关键技术方面的难题,裂缝的形成通常是多种因素相互共同作用之后产生的结果,其中既涵盖了原材料以及施工工艺等等内因,同时也受到了外部环境的变化以及交通荷载等等外因的作用,所以说,全面且系统地去分析混凝土裂缝形成的种种原因,并且提出科学有效并且行之有效的应对办法,已经变成了提升道路桥梁施工质量以及延长其结构寿命的一项十分重要的研究课题。

1 道路桥梁施工中混凝土裂缝的类型及危害性分析

1.1 混凝土裂缝类型

在道路桥梁施工中,经常使用钢筋混凝土,在使用该材料的时候容易出现裂缝。根据道路桥梁结构的承载力,裂缝可以划分为结构性裂缝及非结构性裂缝,若无法采取有效措施进行处理,将影响到工程的正常使用。从结构性裂缝这一方面来讲,造成这一问题的原因较多,其主要就

是桥梁本身的承载力降低,以及外力对桥梁的施加,比如在道路桥梁投入使用后,外部承载力及车辆的通行使得道路桥梁变形。若是外部承载力超过桥梁的承受能力,桥梁内部失衡,导致桥梁变形,将造成不同程度的裂缝。从非结构性裂缝这一方面来讲,其主要成因包括了混凝土相关成分的变化、雨水的侵蚀、温度变化等外部因素,若是桥梁存在非结构性裂缝,不仅会影响到工程的使用安全及使用寿命,也将影响到工程的美观性。

1.2 混凝土裂缝的危害性

混凝土出现裂缝之后,结构的整体性以及密实性会受到削弱,钢筋暴露在空气中,加速锈蚀和碳化,影响桥梁耐久性,裂缝还可能让桥梁失稳,引发次生灾害,降低行车安全性和舒适性,增加后期养护成本,在恶劣气候或复杂荷载条件下,这种影响更为严重,需要高度重视。

2 道路桥梁施工中混凝土裂缝的主要成因分析

2.1 材料因素

混凝土裂缝的出现跟原材料的质量有着极为紧密的关联,在材料选取以及配比设计不够妥当的时候,就更容易引发裂缝方面的问题。水泥属于主要的胶结材料,它的化学成分还有水化热释放速率这两方面的情况,会对混凝土的体积稳定性产生直接的影响。比如说,那种高 C_3A 含

量的水泥,在水化的初期阶段,放热的情况是比较激烈的,这就容易使得温度应力出现集中的状况,最终形成裂缝。骨料的质量同样是非常重要的,要是骨料的粒径级配不太合理,含泥量超出了标准规定的范围,或者其中还存在着一些有害的杂质,那么这些情况都会使得混凝土的整体结构的致密性有所削弱,进而让干缩开裂的风险得以提升。除此之外,在配合比设计的过程中,要是水灰比的控制不够严格,水灰比过高的时候,就会使混凝土的抗渗性以及早期强度都降低,而水灰比过低的时候,则又会影响到混凝土的施工性能。掺合料像粉煤灰、矿粉等,如果它们的使用比例出现失衡的情况,那么也会改变混凝土早期强度的增长曲线以及收缩变形的程度,对裂缝的控制效果产生影响。为了更为系统地呈现出材料因素对于裂缝类型所造成的影响,相关内容如下表所示:

表 1 常见材料问题对混凝土裂缝类型的影响及控制建议

材料问题类型	主要影响机制	常见裂缝表现形式	技术建议
水灰比过高	降低强度,增加干缩和泌水	干缩裂缝、沉降裂缝	控制水灰比 ≤ 0.45
水泥 C_3A 含量过高	水化热集中、热胀冷缩	温差裂缝、表面开裂	优选低 C_3A 水泥,控制水化热
骨料含泥量高	黏结差、易失水	蜂窝麻面、表面裂缝	骨料含泥量 $< 2\%$,严控杂质
掺合料使用不当	收缩性能异常,反应活性波动	收缩裂缝、表面龟裂	控制掺量,建议粉煤灰 20%左右
外加剂不兼容	凝结时间异常、流动性下降	微裂纹、界面开裂	实验验证兼容性,稳定供应渠道
水泥早期强度偏低	承载不足,抗裂能力差	承载裂缝、贯通裂缝	选用 42.5 级以上早强水泥

2.2 施工因素

施工工艺存在不规范的情况,这无疑是混凝土裂缝产生的一个重要且直接的诱发因素,会对结构的质量以及耐久性造成直接影响。就好比在混凝土浇筑期间,要是振捣工作的完成情况不够理想,那么混凝土内部就极有可能会出蜂窝麻面以及孔洞等状况。而这些缺陷一方面会作用于混凝土的密实度,另一方面还能够促使微细裂缝形成,最终对整体结构的强度以及稳定性产生影响。倘若振捣过度,那么就会致使骨料出现沉降以及离析的现象,如此一来,混凝土的组成便不再均匀,局部强度也会有所下降,进而容易形成结构上的弱点。要是施工节奏安排不合理,在浇筑过程之中出现了间歇时间过长的情况,又或者施工缝没有得到妥善的处理,那么都会形成冷缝,这无疑会成为裂缝萌生以及扩展的潜在隐患。除此之外,养护工作要是不到位或者不及时开展,那么就会致使混凝土表面过早地处于干燥状态,水分也会快速蒸发,进而引发干缩裂缝,这对混凝土的耐久性会产生极为严重的影响。尤其是在冬季进行施工的时候,要是没有采取有效的保温举措,那么混凝土就很容易因为冻胀效应而产生裂缝,进而使得结

构的整体性以及使用寿命都受到降低。所以说,施工全过程中严格的质量控制显得尤为重要,应当着重加强针对施工工艺的管理工作以及监督力度,尤其是在那些关键工序节点之上,务必要细致地做好技术交底以及操作指导方面的工作,以此来确保每一工序都能够符合规范的相关要求,从根源之处防止裂缝的出现,从而切实保障道路桥梁工程施工的质量以及结构的安全。

2.3 结构设计因素

结构设计的合理性对于预防结构性裂缝而言是极为关键的。倘若在设计环节当中,并没有充分地去考量像混凝土的收缩情况、膨胀状况以及温度应力等相关因素,又或者构造方面的诸多细节,比如伸缩缝、后浇带等设置得不够妥当,那么就极有可能会在那些受力相对集中的部位形成应力裂缝。不仅如此,要是钢筋的布置不够合理,或者是配筋率存在不足的情况,这同样会使得混凝土抵御裂缝的能力有所降低。尤其是在梁、板、柱相互交界之处以及发生转折的部位等等这些应力集中区域,裂缝出现的可能性更是会大大增加。一味地去追求结构的轻薄化,或者是希望通过节省钢筋成本的方式来达成某种目的,虽说从短期的角度来讲,这样做或许能够在一定程度上降低工程的造价,然而从长远的角度来分析,却很可能会为后续埋下裂缝方面的隐患,甚至对结构的安全性都造成影响。

2.4 环境与荷载因素

外部环境以及服役荷载方面出现的变化,这无疑成为了混凝土裂缝得以发展的强力助推器。当处于像强烈日晒、温度骤然变冷又骤然变热或者长时间遭受暴雨袭击这样的自然状况之下时,混凝土的体积会发生极为剧烈的变化,进而非常容易滋生出温度裂缝以及湿胀裂缝。桥梁结构属于那种会长期受到交通荷载作用影响的工程设施,在其不断反复承受力的作用过程当中,同样也会致使裂缝产生并且持续扩展,尤其是在那些车辆来往通行极为密集、荷载变化频发的桥面板所在区域更是如此。除此之外,有一部分桥梁所处的环境是重工业区,或者是沿海地区那种高盐的环境,在这样的环境下,化学侵蚀以及碳化作用同样会加速裂缝的形成,对混凝土的保护层造成破坏,进而引发钢筋出现锈蚀的情况。所以说,务必要在设计以及施工这两个阶段,针对环境可能产生的影响给予充分的评估,从而去挑选那些具备适应性的材料以及构造方式。

3 混凝土裂缝的预防与控制措施

3.1 优化材料选用与配合比设计

合理地去选择混凝土所用的原材料,并且科学地来设计其配合比,这可是提升抗裂性能的根基所在。应当选用那种质量比较稳定、粒径也较为合理的砂石骨料,要对砂率以及细度模数加以控制,优先选用低水化热水泥,以此来降低温度应力。与此通过掺加粉煤灰、矿渣粉这类活性矿物掺合料,能够有效地对混凝土的体积稳定性予以改善,

让水化热释放的速度得以减缓,降低出现早期收缩的风险。在配合比设计的过程当中,需要严格把控水灰比,防止因为水分过多而使得混凝土出现泌水以及离析的现象,进而促使密实度以及强度得以提高。除此之外,适宜添加高效减水剂,这样可以减少单位用水量,提升混凝土的工作性以及耐久性,进一步增强其抗裂的能力。

3.2 合理的施工工艺控制

3.2.1 浇筑与振捣控制

在施工期间,得依照结构的具体类型以及混凝土坍落度的实际状况来挑选恰当的浇筑方式,务必要保证作业能够连续开展下去,如此才能避免冷缝出现。就振捣作业来讲,需严格遵守“快插慢拔、均匀布点”这样的原则,要是振捣力度不够,那极有可能会出现空鼓、蜂窝麻面等情况;而一旦振捣过度,又容易引发骨料离析的问题^[1]。模板在支设的时候,一定要做到牢固且严密,这样才能防止漏浆这类现象发生。

3.2.2 温控与养护措施

在温控这块,特别是在开展大体积混凝土浇筑作业或者于高温环境施工的时候,务必要采取行之有效的举措来控制水化热集中释放的情况,避免因温度梯度过大而出现温差裂缝。具体而言,可采取诸如分层分段浇筑这样的办法,借助分批浇筑的方式把单次混凝土体积减少下来,以此有效压低内部温度峰值;与此运用预冷材料,像冷却水又或者是冰块等,来降低拌合物在初期阶段的温度,让水化热的累积速度得以减缓;在施工现场应当用保温材料或者保温毯加以覆盖,防止混凝土表面温度出现骤然下降的状况,缩小内外温差,进一步将裂缝产生的风险降下去。就养护方面来讲,需从混凝土初凝阶段便着手开始,立马实施湿养护操作,让混凝土表面能够一直保持湿润状态,避免水分过快地蒸发掉而导致早期干缩裂缝的形成。通常情况下,养护时间起码得有7天之久,在特殊气候条件之下,比如处于干燥、风力较大或者高温的环境当中,还需相应地延长养护周期,以此确保混凝土水化反应可以充分地开展起来。而且,还能够采用喷雾养护、覆盖塑料薄膜亦或是湿麻袋等多种不同的方式,有效地维持混凝土表层的湿度以及温度,保障混凝土结构实现均匀硬化且体积保持稳定,进而大幅度减少裂缝的产生,提升桥梁工程所具备的耐久性与安全性。

3.3 优化结构设计 with 变形控制

3.3.1 合理布置伸缩缝

在设计阶段需充分考量混凝土结构因温度变化以及收缩应力而引发的变形这一问题,要科学地设置伸缩缝与后浇带,以此来释放结构内部的应力,避免出现应力集中

的情况^[2]。并且,伸缩缝的布置要同时兼顾其功能性和可施工性,防止给结构的整体性带来不利影响。

3.3.2 强化裂缝控制设计

裂缝控制设计需充分考量结构的使用功能以及实际承载方面的要求,要科学且合理地去配置构造钢筋,以此来切实提升混凝土构件的抗拉强度以及延性,进而强化整体结构抵御裂缝产生并不断扩展的能力。在开展设计工作的整个过程当中,要格外留意那些关键的受力区域,像是梁端、节点还有连接部位等等,可通过加密配筋的方式或者采用高性能钢筋,以此来强化局部区域的受力性能。除此之外,还能够引入抗裂纤维混凝土材料,凭借纤维较为均匀的分布情况来有效遏制裂缝的形成以及扩展,提高混凝土所具备的韧性以及抗裂能力^[3]。与此还需对截面的形状与尺寸予以合理的优化处理,避免出现尖角以及应力集中的部位,这对于降低局部应力峰值是有帮助的,也能减少裂缝产生的可能性。设计工作应当全面综合地去考量结构的整体稳定性以及耐久性这两个方面,结合有限元分析等较为先进的技术手段,科学地制定出配筋方案,进而达成结构在长时间内保持安全的状态以及性能的稳定,有效提升道路桥梁工程所具有的抗裂性能以及使用寿命。

4 结语

混凝土裂缝属于道路桥梁工程里普遍存有的情况,而且很难被彻底规避掉,其形成的原因多种多样,带来的影响也颇为深远。对裂缝类型以及它所产生的危害展开系统分析,材料方面、施工环节、设计层面还有环境因素各自是如何影响裂缝产生的,明白其中的内在机理,接着依据这些分析成果去提出具备科学性的控制办法,这无疑是一条能够提高桥梁工程质量并让结构寿命得以延长的有效途径。在往后的日子里,需要在施工技术方面的创新、智能监测手段的应用以及耐久性设计理念的打造等诸多方面持续不断地推进相关工作,进一步将混凝土裂缝防控体系完善起来,进而达成桥梁工程实现高质量且可持续发展的目标。

【参考文献】

- [1]曹洪梅.道路桥梁施工中混凝土裂缝成因以及应对措施探讨[J].城市建设理论研究(电子版),2023(20):148-150.
- [2]翟碧霞.道路桥梁施工中混凝土裂缝成因及应对措施[J].四川建材,2024,50(2):190-191.
- [3]董飞.道路桥梁施工中混凝土裂缝成因分析及应对措施[J].运输经理世界,2023(13):80-82.

作者简介:周吉安,毕业院校:国家开发大学,所学专业:法学,就单位:安徽省安庆市潜山市交通运输局,职务:应急科科员,职称级别:助理工程师。