

某桥梁墩柱环向裂缝成因分析与加固方案

谢文汇

三峡大学(湖北)设计咨询研究院有限责任公司

【摘要】桥梁墩柱的环向裂缝是比较常见的桥梁病害,本文结合工程实例,结合有限元软件对桥墩裂缝的加固设计进行了有限元模拟,证明加固型混凝土置换设计对桥墩加固具有良好效果。但是依托于有限元对桥墩的环向裂缝进行荷载状况下的分析研究还较少,裂缝作为混凝土病害的一种,在混凝土结构中比较常见,它的出现会使结构或构件存在安全隐患。结合论点展开研究,分析产生裂缝原因的同时提出切实可行的加固方案。

【关键词】桥墩;环向裂缝分析;钢抱箍加固

1 工程概况

某互通匝道桥上部结构桥跨布置为预应力混凝土现浇箱梁,桥跨布置为(3×30m+4×30m+3×30m),桥梁全宽8.5m,桥梁全长304m。桥面采用10cm沥青混凝土铺装,桥梁两侧采用外包式防撞护栏;下部结构采用柱式桥墩,桩接盖梁桥台,钻孔灌注桩基础。设计荷载为公路-I级。

2 裂缝特征

该桥3#墩柱发现6条环向裂缝,最大缝宽为0.40mm,其中有4条长度超过墩身直径,立柱直径为1.5m,裂缝最长为3.03m。

裂缝分布典型特征表述如下:

(1)该桥墩裂缝产生于桥梁完成施工后,车辆荷载运行一段时间后发现,桥墩浇筑后查阅相关质量检查资料未记录有裂缝产生。

(2)同一墩身环向裂缝方向相同,均朝向圆曲线外侧,分布于墩柱呈现典型的横向(桥宽方向)弯曲受拉裂缝特征。

(3)裂缝长度未超过墩柱半个周长,对称墩柱自身中心,越往外,裂缝宽度越大。

3 裂缝成因分析

桥梁墩柱环向裂缝是指在桥梁墩柱结构中,裂缝沿着墩柱的环向(垂直于延伸方向)发展形成的裂缝。桥梁结构受到季节性温度变化的影响,随着温度的升降,材料会发生热胀冷缩。这种温度变化和热胀冷缩引起的应力变化可能导致结构的收缩和膨胀,造成墩柱的环向应力集中,最终导致环向裂缝的形成。桥梁结构在使用过程中承受着车辆荷载、重力荷载等不均匀加载和变形。这些荷载和变形会导致墩柱受到不均匀应力的作用,长期累积下来可能引起墩柱的环向开裂。如果在桥梁墩柱的施工过程中存在缺陷,如混凝土浇筑不均匀、浇筑过程中的振捣不当等,会导致墩柱内部应力的不均匀分布,

进而引发环向裂缝的形成。桥梁墩柱使用的材料质量问题也可能是环向裂缝的成因之一。如果墩柱材料的强度不符合设计要求,或者存在材料缺陷、质量不合格等问题,就会降低墩柱的整体强度和承载能力,从而容易导致环向裂缝的出现。自然环境因素,如地震、风加载、冻融循环等,也可能对桥梁墩柱产生影响。这些因素会导致结构受到不均匀的外力作用,引发墩柱的环向应力集中,并造成环向裂缝的产生。要预防和处理桥梁墩柱环向裂缝,需要对桥梁结构进行全面的设计、施工和维护。结构设计应考虑温度变化、荷载和变形等因素,并进行合理的应力分析和加固措施。施工过程中要严格控制质量,确保墩柱的一致性和稳定性。定期的维护和检查也是重要的措施,及时发现并处理裂缝,采取补强措施,以保障桥梁结构的安全和稳定运行。

混凝土裂缝产生的原因有很多种,尤其是作为桥梁下部结构桥墩的受力构件,要从多个方面进行裂缝成因分析。从非结构性的方面分析,收缩裂缝是因混凝土内部约束结构表面混凝土的变形,产生的拉应力而引起的混凝土开裂。此病害主要发生在结构浇筑完成模板拆除后,因养护不及时,未按照施工标准进行保湿措施致使结构表面水分蒸发较快引起收缩裂缝。温度裂缝是因水泥水化热存在。因混凝土大体积的特点,水化热产生的热量不易散发,内部与外部存在差异而产生非线性温差,前期(3d左右)加之混凝土强度低,容易产生温度裂缝。结构性裂缝的形成主要是因为结构的受力、基础的不均匀沉降致使结构受力不均。在车荷载的作用下,结构竖向力大会使结构产生裂缝,依据裂缝特征描述,并结合工程的实际情况,通过受力分析判断裂缝为结构性裂缝。对3#桥墩立柱进行空间有限元分析表明,在原设计荷载(04规范)作用下,墩柱的偏心受压承载能力、结构抗裂均满足规范要求。但通过计算分析可知,在荷载(15规范)作用下,墩柱的偏心受压承载能力、结构抗裂均不满足规范要求。通过检测报告并结合现场调查表明,该桥桥墩的垂直度、梁体的线形均满足规范要求,伸缩

缝也未发现明显病害。由此,可判断非地基沉降等原因造成桥墩产生裂缝。由以上分析可见,该桥墩墩柱环向裂缝为结构受力性裂缝,不具备非结构性裂缝的特征,是由于在超载、偏压等作用下产生的弯曲拉应力裂缝,该裂缝的产生会直接影响结构的安全性和耐久性,必须进行处治。

4 加固方案及效果

4.1 加固方案

对墩柱存在的环向裂缝,按常规措施处理后再采用钢抱箍方案进行处治,以提高立柱承载能力和抗裂性。针对桥梁墩柱环向裂缝,可以采取以下加固方案。

4.1.1 裂缝注浆加固

首先,对裂缝进行处理。清理裂缝内的杂物和灰尘,确保裂缝表面干燥和清洁,以提供良好的粘结表面。选择适合的注浆材料进行加固。常见的注浆材料包括聚合物、环氧树脂或水泥浆液。根据裂缝的具体情况和加固要求,选择合适的注浆材料。使用注浆设备将选定的浆液材料注入裂缝中。通常使用专用注浆针或注浆管,在裂缝处逐渐注入浆液。注浆应从裂缝的一侧开始,逐渐向另一侧注浆,确保裂缝内充满浆液。注浆时需要控制注浆压力和速度。注浆压力通常根据裂缝的宽度、深度和材料特性进行调整。注浆速度应适中,避免过快或过慢,以确保浆液能够充分填充裂缝并粘结牢固。注浆完成后,需要进行适当的养护。养护时间通常根据所选用的注浆材料和环境条件而定。在养护期间,应保持注浆部位的湿润和避免外力作用,以确保注浆材料的完全固化和加固效果的稳定性。

4.1.2 加固环向钢筋

在进行加固之前,进行详细的结构评估和设计,以确定所需的加固钢筋的数量、尺寸和布置方式。这涉及对墩柱的负荷、裂缝情况和加固目标的分析。在墩柱的环向方向上,将加固钢筋包裹或镶嵌在墩柱周围。加固钢筋可以是纵向钢筋的延伸,也可以是额外添加的横向钢筋。钢筋的布置应根据设计要求进行,以增加墩柱的整体刚度和承载能力。在加固钢筋的布置过程中,确保钢筋与墩柱的连接牢固。这可以通过焊接、搭接或使用连接件等方式实现。连接和固定方法应符合相关规范和要求,以确保加固钢筋与墩柱之间的可靠连接。在加固钢筋布置完成后,应保证足够的混凝土覆盖层,即钢筋与混凝土之间的保护层。这有助于防止钢筋锈蚀,提供增强后的墩柱的耐久性和抗腐蚀性。通过在墩柱的环向方向加固钢筋,可以提高墩柱的整体强度和刚度,增加

其抗弯能力,从而预防裂缝的进一步发展。

4.1.3 增加环向拉杆

环向拉杆通过连接墩柱顶部和底部的环向构件,形成横向连结和支撑。这种连结可以有效地增加墩柱的整体刚度和稳定性,减小墩柱在横向方向上的位移和变形。墩柱在受到垂直荷载时,容易产生应力集中现象,导致裂缝的发展。环向拉杆的加入可以通过增加墩柱的连结强度和刚度,将一部分荷载分散到拉杆上,并通过拉杆的拉伸作用将应力分散到整个墩柱结构中,减小局部应力集中现象。墩柱的倾覆和抗震能力是结构的重要指标。通过增加墩柱顶部和底部之间的环向拉杆,可以增加墩柱在侧向和水平方向上的抗力和稳定性,提高墩柱的抗倾覆和抗震能力。环向拉杆的加入可以限制墩柱的变形和位移,减少裂缝的发展。它提供了额外的约束和支撑,防止裂缝的扩展和发展,提高墩柱的耐久性和结构的可靠性。

4.1.4 吸湿加固

受湿度变化影响引起的环向裂缝问题,可以采用吸湿加固的方法来控制墩柱内部湿度变化,减缓墩柱的膨胀和收缩,并降低裂缝产生的可能性。选择适合的吸湿材料进行加固。常见的吸湿材料可以是具有吸湿性能的物质,例如小孔水泥、沥青、纤维素材料等。这些材料能够吸收并释放湿气,减少墩柱内部湿度的变化。吸湿材料可以通过多种方式应用于墩柱表面,例如包覆、喷涂、贴附等。根据具体情况和加固需求,选择合适的加固方式。吸湿材料的施工应遵循相关规范和要求,确保加固效果的稳定性和可靠性。吸湿材料具有饱和和释放湿气的能力。周期性维护是确保吸湿材料持续有效的关键。定期检查和维修吸湿材料,确保其正常工作并具备吸湿的能力,以控制墩柱内部湿度的变化。吸湿加固方法的效果取决于所选用的吸湿材料的性能和施工质量。在实施加固之前,应先进行结构评估和设计,分析湿度变化对墩柱的影响,并选择适当的吸湿材料进行加固。此外,加固工作应由具备相关经验和资质的工程师或专业机构进行,以确保加固效果和结构的安全性。

4.1.5 应力释放缝设计

对于存在较大温度变化和热应力的桥梁墩柱,可以在设计阶段预留应力释放缝。应力释放缝位于墩柱中部,可以在承受温度变化时缓解应力集中,减少环向裂缝的发生。

以上措施需要根据具体的桥梁结构和裂缝情况进行评估和设计。在实施加固方案之前,最好由专业结构

工程师进行详细的结构评估和设计计算, 确保加固措施的有效性和安全性。另外, 定期的检查和维护工作也是防止和处理桥梁墩柱环向裂缝的重要手段, 及时发现问题并及时采取维修和加固措施, 以保障桥梁结构的安全和稳定运行。

4.2 工艺流程

立柱表面清洗→裂缝处理→安装第一节钢套箍→逐节安装剩余钢套箍→灌注灌浆料→钢套箍防腐处理。

4.3 施工工序

清洗立柱表面: 先对立柱表面进行清洗, 确保表面清洁, 以便于后续的处理和灌浆操作。

灌浆处理: 根据要求, 对立柱的裂缝进行灌浆处理。使用适合的灌浆材料注入裂缝中, 填充裂缝并增加立柱的承载能力和稳定性。

打磨和清洗钢套箍: 对待加工的钢套箍内侧进行打磨, 确保内表面光滑。使用丙酮进行清洗, 去除污垢和杂质, 以保证钢套箍的质量和附着性。

拼装和焊接钢套箍: 将加工好的钢套箍拼装并进行焊接。根据现场实际施工条件, 分段安装钢套箍, 并预留合适的间隔。拼接好的钢套箍可以采用剖口焊进行焊接, 同时使用 M16 高强对拉螺栓进行拧紧, 增加连接的紧固度和稳定性。在焊缝上还可以焊接钢板条, 提高钢套箍的刚度。

设灌浆孔并灌浆: 在钢套箍上下间隔约 50cm 的位置, 设立梅花形布置的灌浆孔。然后, 将灌浆料注入钢套箍的空间中, 确保钢套箍与立柱之间紧密贴合。

防腐处理: 最后, 在钢套箍的外表面进行防腐处理, 以保护钢套箍免受环境腐蚀的影响, 并延长其使用寿命。

4.4 质量评定方法

钢套箍加固的质量检验与验收应严格按照《公路桥梁加固施工技术规范》(JTG/TJ23—2008) 10.9 条进行。

加固质量检查: 在钢套箍加固施工完成后, 应进行加固质量检查。检查包括对钢套箍的安装质量、焊缝连接质量、灌浆质量等方面进行检验, 确保加固的质量符合规范要求。

尺寸测量和几何要求: 钢套箍的尺寸和几何要求是

加固质量评定的重要指标之一。应对钢套箍的外径、内径、高度、厚度等进行测量, 同时检查钢套箍的垂直度、圆度等几何要求是否符合规范要求。

焊缝评定: 对于采用焊接方式固定钢套箍的加固方法, 焊缝的质量评定非常关键。应对焊缝的外观质量、焊缝断面质量、焊缝的连续性和均匀度等进行检查和评定。焊缝应具备足够的强度、良好的质量和外观。

灌浆质量评定: 灌浆是保证钢套箍与立柱之间紧密贴合并提升加固效果的重要环节。应对灌浆的密封性、填充效果、灌浆材料的扩散性等进行评定。灌浆应具备良好的密实性和与立柱间的充填效果, 确保加固效果和稳定性。

在质量评定过程中, 可以采用现场检查、尺寸测量、焊缝检验、灌浆质量监测等方法 and 手段进行评定。相关的检验设备和工具, 如测量工具、焊接检测设备、灌浆监测仪器等, 也有助于对加固质量进行评定和验收的过程中使用。

5 结语

通过对工程实例的研究分析可知, 该桥墩裂缝的差生原因为偏心受压承载能力、抗裂不满足最新规范的要求, 属于结构性裂缝, 理论与实际相结合的方法研究了裂缝成因, 为同类型工程病害的裂缝分析提供了思路。由分析研究的数据可知, 工程加固后, 结构验算抗裂的作用值提高 30%, 证明工程病害加固方案作用明显。对承载能力、抗裂不足的桥墩立柱而产生的裂缝病害, 在工程病害处理的方式上采用钢抱箍加固。由于紧箍力的作用, 墩柱的承载能力、抗裂能力提高明显、效果显著。相对于其他加固方案而言, 钢抱箍施工方便、快速, 具有一定的适用和实用性。同时, 此方案也为其他类似工程的病害分析和工程病害加固提供了参考与借鉴。

【参考文献】

[1]刘志伟.低墩桥梁墩柱环向裂缝的原因分析与加固方案[J].中国市政工程, 2012(4):82-84.

[2]李卫军.混凝土桥墩裂缝的成因分析及处理方法[J].交通标准化, 2012(13):150-152.

[3]李秋生, 王晓峰.桥墩常见裂缝及加固措施[J].公路交通科技(应用技术版), 2012, 8(7):79-80.