

大跨连续刚构桥梁腹板施工裂缝成因分析

余思昕

广东省高速公路有限公司 广东 广州 510000

摘要: 大跨连续刚构桥梁作为一种结构独特且受力性能优越的桥梁形式,其腹板施工裂缝问题备受关注。本文深入分析了大跨连续刚构桥梁腹板施工裂缝的成因,包括设计因素(如结构尺寸、预应力布置)、施工因素(如混凝土浇筑、预应力张拉)、材料因素(如混凝土配合比、骨料含泥量)以及环境与荷载因素。通过综合考量这些因素,为腹板裂缝的预防与控制提供了理论依据和实践指导。

关键词: 大跨连续刚构桥梁;腹板施工;裂缝成因

引言:大跨连续刚构桥梁以其独特的结构形式和优越的受力性能,在现代桥梁工程中占据重要地位。然而,腹板作为桥梁的关键组成部分,在施工过程中常出现裂缝问题,这不仅影响桥梁的美观性,更对其结构安全构成潜在威胁。本文旨在深入剖析大跨连续刚构桥梁腹板施工裂缝的成因,从设计、施工、材料选择及环境荷载等多方面进行综合考量,以期为预防和控制裂缝提供科学指导,确保桥梁工程的质量和安全性。

1 大跨连续刚构桥梁概述

1.1 结构特点与构造原理

1.1.1 基本构造与工作原理

大跨连续刚构桥梁是一种结构独特、受力性能优越的桥梁形式。其基本构造特点是上部结构连续,且上下部结构固结,墩梁形成一个整体共同受力。这种结构形式使得桥梁在承受荷载时,能够有效地分散和传递力,从而增强了桥梁的稳定性和承载能力。其工作原理基于预应力混凝土的结构特性,通过预应力筋的张拉,使得桥梁在受力前即产生一定的反拱,从而提高了桥梁的跨越能力和承载能力。

1.1.2 结构受力特性与腹板作用

在结构受力特性方面,大跨连续刚构桥梁的正弯矩和负弯矩分布均匀,能够有效地减小桥梁的变形和内力。腹板作为桥梁的重要受力构件,其主要作用是承受桥梁的竖向荷载、水平荷载以及扭矩。在受力状态上,腹板需要承受较大的拉应力和剪应力,因此其设计和施工需要特别注意。腹板的开裂现象是施工过程中常见的问题之一,需要采取有效的措施进行预防和控制。

1.2 施工方法与工艺流程

(1) 施工步骤与关键技术。大跨连续刚构桥梁的施工一般采用悬臂浇筑法或悬臂拼装法。施工步骤包括基础施工、墩身施工、0号块施工、悬臂段施工以及合拢

段施工等。关键技术在于确保悬臂施工过程中桥梁的稳定性和安全性,以及合拢段施工的精度和质量。在施工过程中,需要进行严格的监测和控制,以确保桥梁的内力和变形与理论设计状态相吻合。(2) 腹板施工关键环节与注意事项。腹板施工是大跨连续刚构桥梁施工中的重要环节之一。在施工过程中,需要注意腹板的模板安装、钢筋绑扎、预应力筋的张拉以及混凝土的浇筑等关键步骤。特别是在混凝土浇筑过程中,需要采取分层浇筑、振捣密实等措施,以确保腹板的质量和性能。此外,还需要注意对腹板的养护和保护,以避免其出现开裂等质量问题^[1]。

2 大跨连续刚构桥梁腹板施工裂缝成因分析

2.1 设计因素

(1) 结构尺寸与跨径布置的合理性。桥梁的结构尺寸与跨径布置直接影响腹板的受力分布。过大的跨径或不合理的主梁高度可能导致腹板在承受弯矩和剪力时应力集中,从而增加裂缝产生的风险。设计时应综合考虑桥梁的整体刚度和局部受力状态,合理确定跨径和腹板尺寸,以减少应力集中现象。(2) 预应力钢束布置与竖向预应力筋设计。预应力钢束的布置对腹板的受力性能有重要影响。合理的预应力钢束布置可以显著提高腹板的抗裂性能,减少裂缝的产生。竖向预应力筋的设置也能增强腹板的竖向抗压能力,有助于抵抗由温度应力和混凝土收缩引起的裂缝。设计时应精确计算预应力的作用和布置位置,确保预应力效果得到充分发挥。(3) 温度应力与混凝土收缩徐变的考虑。温度变化会引起桥梁结构的热胀冷缩,从而在腹板中产生温度应力。混凝土在硬化过程中还会发生收缩,长期荷载作用下还会产生徐变。这些效应叠加在一起,可能导致腹板在受力时产生裂缝。设计时应充分考虑这些因素,采取适当的措施,如设置温度缝、采用低收缩徐变混凝土等,以减少

裂缝的产生。

2.2 施工因素

(1) 混凝土浇筑与振捣的质量控制。混凝土浇筑和振捣的质量直接关系到混凝土的密实度和均匀性。如果浇筑不均匀或振捣不充分,将导致混凝土内部出现空洞和气泡,降低其力学性能,从而增加裂缝产生的风险。施工过程中应严格控制混凝土的浇筑速度和振捣力度,确保混凝土内部密实、均匀。(2) 预应力张拉工序的控制。预应力张拉是控制腹板裂缝的关键工序之一。如果张拉控制不当或有效预应力损失过大,将导致腹板在受力时无法得到充分的预应力支撑,从而增加裂缝的风险。施工时应严格按照设计要求进行预应力张拉,并加强张拉后的监测和维护工作,确保预应力效果得到充分发挥^[2]。(3) 支架沉降控制。支架沉降是桥梁施工过程中常见的问题之一。如果支架沉降控制不足,将导致桥梁结构在受力时产生不均匀沉降,从而影响腹板的受力状态。施工时应加强对支架沉降的监测和控制工作,确保桥梁结构在受力时能够保持稳定。

2.3 材料因素

(1) 混凝土配合比设计不合理。混凝土配合比设计不合理是导致腹板裂缝的常见原因之一。若水灰比过大、掺合料用量不当或骨料级配不合理,将导致混凝土的收缩量超标,增加腹板开裂的风险。因此,设计时应充分考虑混凝土的收缩性能,采用合理的配合比参数,以减少腹板的收缩裂缝。(2) 骨料含泥量过高。骨料含泥量过高会降低混凝土的界面粘结强度,从而影响混凝土的整体性能。当骨料表面的泥质物含量过高时,会与水泥浆体形成较弱的界面过渡区,使得腹板在受力时容易产生裂缝。因此,施工过程中应严格控制骨料的含泥量,确保混凝土的性能满足设计要求。(3) 预应力管道压浆不密实。预应力管道压浆是桥梁施工中的一道重要工序。如果压浆不密实,将导致预应力钢绞线暴露于外部环境中,从而引发钢绞线的锈蚀问题。钢绞线的锈蚀将削弱其力学性能,降低预应力的传递效率,进而增加腹板裂缝的风险。因此,在压浆过程中,应严格控制压浆的质量和密实度,确保预应力钢绞线得到充分的保护。

2.4 环境与荷载因素

(1) 温度循环作用下的应力波动。温度循环会导致桥梁结构的热胀冷缩,从而在腹板中产生应力波动。若温度应力超出混凝土的抗拉强度,腹板将出现裂缝。因此,设计时应充分考虑温度应力的影响,采取如设置温度缝、使用隔热材料等措施来降低应力波动。(2) 重载车辆反复作用。重载车辆的反复作用会对桥梁腹板产生

持续的荷载效应,导致其疲劳损伤累积,力学性能逐渐下降,裂缝更易产生。为此,应严格控制重载车辆的通行,避免其对桥梁产生过大荷载。同时,定期检测与评估桥梁状况,及时发现并处理潜在损伤至关重要。(3) 氯离子侵蚀加速混凝土碳化。氯离子侵蚀是桥梁耐久性的主要问题之一。氯离子渗透混凝土内部,与水泥反应降低碱性,导致钢筋锈蚀和混凝土开裂剥落。此外,氯离子还会加速混凝土碳化,进一步削弱其力学性能。因此,应采取有效的防腐措施,如使用高性能混凝土、增加保护层厚度、涂覆防腐涂料等,以延缓氯离子侵蚀过程,确保桥梁腹板的长期稳定性。

3 大跨连续刚构桥梁腹板施工裂缝的预防与控制措施

3.1 设计优化建议

(1) 改进结构尺寸与跨径布置。针对大跨连续刚构桥梁腹板的设计,应充分考虑结构的整体刚度和局部受力特点。通过合理的结构尺寸和跨径布置,可以优化腹板的受力状态,减少应力集中现象,从而降低裂缝产生的风险。建议在设计阶段采用有限元分析等方法,对桥梁结构进行全面的力学分析,确保结构尺寸和跨径布置的合理性。(2) 优化预应力钢束布置与竖向预应力筋设计。预应力钢束的布置对腹板的抗裂性能具有重要影响。合理的预应力钢束布置可以有效地抵抗腹板所受的弯矩和剪力,提高腹板的承载能力。同时,竖向预应力筋的设置也能增强腹板的竖向抗压能力,进一步减少裂缝的风险。建议在设计时精确计算预应力的位置和布置位置,并考虑腹板不同部位的受力特点,对预应力钢束和竖向预应力筋进行合理布置^[3]。(3) 考虑温度应力与混凝土收缩徐变的合理取值。温度变化会引起桥梁结构的热胀冷缩,从而在腹板中产生温度应力。混凝土的收缩和徐变也是导致腹板裂缝的重要原因。在设计时,应充分考虑这些因素对腹板受力的影响,采用合理的温度应力和混凝土收缩徐变取值,以减少裂缝的产生。同时,可以设置温度缝或采用补偿收缩混凝土等措施,进一步降低温度应力和收缩徐变对腹板的影响。

3.2 施工质量控制

(1) 加强混凝土浇筑与振捣的质量控制。混凝土浇筑和振捣的质量直接影响混凝土的密实度和均匀性。为了确保腹板混凝土的施工质量,应加强浇筑与振捣的质量控制。在浇筑过程中,应严格控制混凝土的浇筑速度和振捣力度,确保混凝土内部密实、均匀。同时,还应加强对混凝土坍落度、含气量等指标的监测和控制,确保混凝土性能满足设计要求。(2) 推广智能张拉系统,确保预应力张拉准确。预应力张拉是控制腹板裂缝的关

键工序之一。为了确保预应力的准确施加,应推广使用智能张拉系统。该系统能够实时监测预应力的大小和张拉过程,确保张拉力的准确施加,并及时对张拉后的预应力损失进行监测和补偿。通过智能张拉系统的应用,可以大大提高预应力张拉的准确性和可靠性,从而降低腹板裂缝的风险。(3)严格控制支架沉降,确保结构受力状态稳定。支架沉降是桥梁施工过程中常见的问题之一。为了确保腹板结构受力状态的稳定性,应严格控制支架的沉降。在施工过程中,应加强对支架稳定性的监测和控制,确保支架的承载能力满足施工要求。同时,还应定期对支架进行检查和维护,及时发现并处理支架沉降等问题,确保桥梁结构的整体稳定性。

3.3 材料选择与性能优化

(1)合理设计混凝土配合比,减少收缩量。混凝土的配合比设计直接影响其收缩性能。为了减少腹板的收缩裂缝,应合理设计混凝土的配合比。通过调整水灰比、添加适量的外加剂等方式,可以优化混凝土的配合比,减少收缩量,提高抗裂性能。同时,还应加强对混凝土原材料的质量控制,确保混凝土性能的稳定性和可靠性。(2)控制骨料含泥量,提高界面粘结强度。骨料中的含泥量过高会降低骨料与水泥浆之间的粘结强度,从而影响混凝土的力学性能。为了提高腹板的抗裂性能,应严格控制骨料的含泥量。在采购和使用骨料时,应加强对骨料质量的检测和筛选,确保骨料的含泥量符合施工要求。同时,还应加强对骨料与水泥浆之间界面粘结强度的研究,探索提高界面粘结强度的新技术和新方法。(3)确保预应力管道压浆密实,防止钢绞线锈蚀。预应力管道压浆是确保预应力钢绞线有效传递力的关键步骤。为了确保预应力管道压浆的密实性和钢绞线的防锈性能,应采取有效的压浆工艺和材料。在压浆过程中,应严格控制压浆压力和浆液质量,确保浆液能够充分填充预应力管道内的空隙,形成致密的保护层。同时,还应定期对预应力管道进行检查和维护,及时发现并处理压浆不密实或钢绞线锈蚀等问题,确保预应力钢绞线的有效传递力和桥梁结构的整体安全性^[4]。

3.4 养护与环境保护

(1)实施动态监测,及时发现并处理裂缝。为了及

时发现并处理腹板裂缝问题,应实施动态监测。通过在关键部位安装传感器,实时监测桥梁结构的应力、变形等指标,及时发现异常情况并采取相应措施进行处理。同时,还应定期对桥梁进行全面检查,记录裂缝的位置、宽度、长度等信息,为后续裂缝修补和维护提供依据。(2)采用有效的裂缝修补技术。一旦发现腹板裂缝,应及时采取有效的修补技术进行处理。根据裂缝的宽度、深度和影响范围等因素,选择合适的修补方法,如表面封闭法、压力注浆法、碳纤维加固等。修补过程中,应确保修补材料与原有混凝土之间的粘结强度满足要求,同时还应考虑修补材料的耐久性和抗腐蚀性。(3)应用硅烷浸渍技术等防护措施。为了减缓环境对桥梁结构的侵蚀作用,提高腹板的耐久性和抗裂性能,可以采用硅烷浸渍技术等防护措施。硅烷浸渍技术通过在混凝土表面形成一层致密的硅烷薄膜,有效阻止水分、氯离子等腐蚀性介质的侵入,从而减缓混凝土的碳化和钢筋的锈蚀速度。在应用硅烷浸渍技术时,应严格控制浸渍工艺和浸渍材料的质量,确保浸渍效果满足要求。

结束语

大跨连续刚构桥梁腹板施工裂缝的成因复杂多样,涉及设计、施工、材料以及环境与荷载等多个方面。通过深入分析这些成因,我们可以更好地理解裂缝产生的机理,从而采取有效的预防与控制措施。在未来的桥梁建设中,应继续加强相关研究与实践,不断提升桥梁的耐久性和安全性,确保交通运输的顺畅与人民生命财产的安全。同时,也应注重环境保护与可持续发展,推动桥梁建设事业的健康稳步发展。

参考文献

- [1]孙乃燕.连续刚构桥底板裂缝探究[J].四川水泥,2020,(04):40-41.
- [2]李俊德.连续刚构桥0-#块裂缝处理及预防探讨[J].西部交通科技,2020,(12):129-130.
- [3]刘国强.浅谈大跨度PC连续刚构桥病害成因及加固技术[J].智能建筑与工程机械,2021,(10):108-109.
- [4]王勇.某连续刚构桥病害分析及加固方法的研究[J].山西建筑,2021,(11):114-115.