

季冻区装配式组合防撞墙冻融病害和加固措施研究

穆永乐 张意明 胡雅绮 刘拓 李帆
吉林建筑大学, 中国·吉林 长春 130000

摘要: 本研究关注季冻区装配式组合防撞墙在冻融环境下的病害问题, 提出材料改良和加固措施。结合高性能混凝土、预制构件和快速施工理念, 研发出更佳性能的防撞墙。分析季冻区道路和桥梁的冻融环境, 为防撞墙设计维护提供指导。实地调查和文献综述确定冻融病害类型, 包括冻胀、冰压、裂缝和融化沉降。通过试验和数值模拟研究这些病害对防撞墙结构的影响, 提出加固措施。采用抗冻抗冲击高性能混凝土提高抗冻融能力, 研制导电高性能混凝土实现自加热养护和融雪化冰功能。利用高延性减轻车辆碰撞损害, 采用装配式工艺提升施工质量和速度, 节约维修成本, 延长使用寿命。

关键词: 防撞墙; 冻融; 病害; 裂缝; 维修; 加固; 相关问题

Research on Freeze-thaw Damage and Reinforcement Measures of Prefabricated Composite Anti-collision Walls in Seasonal Frozen Areas

Yongle Mu Yiming Zhang Yaqi Hu Tuo Liu Fan Li
Jilin Jianzhu University, Changchun, Jilin, 130000, China

Abstract: This study focuses on the disease of the assembled composite anti-collision wall in the freezing-thaw environment, and proposes the measures for material improvement and reinforcement. Combined with high performance concrete, prefabricated components and rapid construction concept, the development of better performance of anti-collision walls. Analyze the freezing and thawing environment of roads and Bridges in the seasonal area to provide guidance for the design and maintenance of anti-collision wall. Field investigations and literature reviews identify the types of freeze-thaw diseases, including frost, ice pressure, cracks, and melting settlement. Through test and numerical simulation, the influence of these diseases on the collision wall structure is studied, and the reinforcement measures are proposed. The freezing and impact resistant high performance concrete is used to improve the freezing and thawing resistance, and the conductive high performance concrete is developed to realize the function of self-heating curing and snow melting ice. Use high ductility to reduce vehicle collision damage, use prefabricated process to improve the construction quality and speed, save the maintenance cost and extend the service life.

Keywords: anti-collision wall; freezing and thaw; disease; crack; maintenance; reinforcement; related problems

1 桥梁冻融病害基本概念

桥梁冻融病害是指在季节性冻结地区, 桥梁结构由于冻融循环所引起的损害和破坏。冻融循环是指地面温度周期性变化, 导致桥梁结构内部发生冰的形成和融化的过程。桥梁冻融病害可能对桥梁的结构完整性和安全性产生负面, 影响桥梁结构, 可能出现钢筋锈蚀、混凝土剥落、粉化等损伤, 降低结构的承载能力。因此, 在设计、建造和维护桥梁时, 需要充分考虑并采取相应的预防和修复措施, 以确保桥梁在冻融环境下的可靠性和持久性。桥梁冻融病害是指在季节性冻结地区, 桥梁结构由于冻融循环所引起的损害和破坏。冻融循环是指地面温度周期性变化, 导致桥梁结构内部发生冰的形成和融化的过程。

2 桥梁冻融病害研究目的

①保障交通安全;

②提高桥梁的耐久性;

③优化结构设计;

④降低维护成本。

3 季冻区桥梁冻融病害研究

季冻区, 这个特殊的地理环境, 以其湿润的气候而闻名。在长时间的雨雪天气中, 防护栏杆所承受的压力和腐蚀程度是不容忽视的。这些防护栏杆, 原本是为了保障行人和车辆的安全而设立, 但在持续的湿润气候下, 它们却渐渐失去了原有的功能和美观度。这是因为, 雨水和雪水中携带的酸性物质和盐分, 会对金属材质的防护栏杆造成腐蚀, 导致栏杆表面出现锈蚀、剥落等现象。这不仅影响了防护栏杆的使用寿命, 还大大降低了其安全防护能力。

除了防护栏杆的问题, 季冻区的防撞墙也面临着一系列挑战。一些防撞墙的线型设计并不顺畅, 存在着平面或纵

面上的弯折或突变, 这些设计缺陷在紧急情况下可能会对车辆造成额外的伤害。此外, 墙身的砼质量也是一个不容忽视的问题。由于施工过程中的种种原因, 防撞墙的砼表面可能会出现气孔、蜂窝麻面、析砂及鱼鳞状斑纹等质量问题。这些缺陷不仅影响了防撞墙的美观度, 更可能降低其强度和稳定性, 从而对行人和车辆的安全构成潜在威胁。

除了上述问题, 防撞墙的砼还可能有色差或冷缝现象。这些色差可能是由于不同批次砼的原材料、配比或施工条件不同造成的, 而冷缝则是由于砼浇筑过程中未能充分融合而形成的。这些问题不仅影响了防撞墙的整体美观度, 还可能影响其使用寿命和安全性。

此外, 防撞墙的砼表面还可能受到污染和杂色的影响。这些污染可能来自施工过程中留下的污渍、雨水冲刷带来的泥土或其他环境因素。这些污染和杂色不仅影响了防撞墙的美观度, 还可能影响其表面的清洁度和防滑性能, 从而对行人和车辆的安全造成潜在风险。

3.1 季节对防撞墙的破坏

本省地处季冻区, 防撞墙作为最后的几道工序之一, 常因进入初冬或温度骤降影响施工质量。冬季桥面撒盐除雪引起的雪水盐蚀和冻融循环引起的冻胀, 会造成防撞墙根部混凝土的破坏, 事故车辆对防撞墙的撞击, 也会破坏墙体, 同时造成人员伤亡。做好防撞墙施工技术, 提高防撞墙质量, 才能真正提高高速公路的使用寿命和道路安全。

3.2 冻融对防撞墙的破坏

冻胀问题, 当内部水分在低温下结冰时, 会引起体积膨胀, 从而导致防撞墙的表面产生裂缝和破坏。随着冻融循环的重复, 裂缝逐渐扩大, 进一步削弱防撞墙的结构强度和稳定性。

在冻结过程中, 墙体中的水分凝结成冰, 冰的体积膨胀导致墙体产生弯曲、变形和破坏。尤其是在冰层持续增厚和冰的黏附力较大的情况下, 冰压会对防撞墙施加更大的力量, 造成严重的变形和损坏。

冻融循环会引起防撞墙表面和内部的开裂。在冻胀和冰压作用下, 墙体表面会出现裂缝, 从而降低其整体的强度和稳定性。同时, 冻融过程中温度和湿度的变化也会导致防撞墙内部产生裂缝, 增加墙体的脆性和破坏风险。

在冻融过程中, 墙体内部的冰会融化, 从而导致墙体的沉降。这种融化沉降会导致墙体的不均匀沉降, 进而引起墙体的变形和破坏。

这些冻融破坏作用会逐渐积累, 导致防撞墙的结构强度和稳定性下降, 从而降低其抵御碰撞和保护功能。因此, 在季冻区设计和维护防撞墙时, 需要考虑冻融破坏的可能性, 并采取相应的材料选择、结构设计和维护措施, 以提高防撞墙的抗冻融性能和使用寿命。

4 季冻区桥梁冻融病害解决思路

4.1 保证施工质量

在建设过程中, 建筑质量应受到严格控制和严厉惩罚, 混凝土振捣、模板密封和模板泄漏等非法现象; 桥式甲板必须在角落里放置防水层, 不能有任何遗漏; 墙防撞线必须受到严格控制, 墙防撞偏转, 浇注时的外悬架和其他现象应被禁止。

如果安装在墙上的防倒装置中如果有路石, 路石可以用与墙抗力相同的细颗粒混凝土建造, 灰浆不应该用于砌筑。当路缘处于施工阶段时, 隔板被用来阻挡墙壁对抗碰撞基准, 防止混凝土浇筑和过度利用基础空间对抗碰撞。

在安装防撞墙模板之前, 要进行试拼装, 消除接缝和高低差并进行编号拼装, 确保拼装质量, 保证线型顺畅、高度准确。进行测量放样, 定出防撞墙内边线位置, 并在预埋筋上定位高度, 以控制防撞墙的位置和高度。设置控制点, 每 5m 一个, 纠正防撞墙预埋钢筋的位置和方向。钢筋制作和安装要严格按照图纸施工, 并加强焊接质量工作以确保内在质量, 遇到问题要及时向建设单位及设计院汇报并寻求解决方案。混凝土采用 C25 普通混凝土, 同厂同号水泥确保表面一致, 分层连续施工以防止冷缝等问题的出现。控制振捣过程, 减少气泡和流砂现象, 保证表面质量。设置每隔 10m 距离一道沉降缝。封头板采用泡沫板外覆 12mm 竹胶板, 在封头板两侧用钢筋电焊固定, 以确保封头板位置正确且不变形, 在浇筑混凝土时不影响防撞墙的质量。其他要求按照 JTG/T3650—2020《公路桥涵施工技术规范》执行。

4.2 提高结构合规性

可以设计一个 0.1m 高的防爆墙基础部分, 与横梁同时建造, 防爆墙的部分可以放置在原处。这保证了混凝土的质量和防冲击墙与桥的密度。

一种特殊的防水结构可以在防冲击墙的下角设计, 以防止海水从源头流入防冲击墙的主要混凝土中。

降低贴面石脆性。花岗岩能防盐蚀, 因为花岗岩是酸性岩石抗氯离子氧化。若经试验验证花岗岩确实易碎, 影响防撞墙施工。可以选用同样是酸性, 但结晶颗粒更细腻的隐晶质酸性岩: 流纹岩、霏细岩或隐晶质中性岩: 英安岩^[1]。

4.3 优化冬季维护进程

控制降雪量, 及时清除雪, 可以有效地避免防震墙内部积雪的长期积累。鼓励使用有机雪犁而不是氯盐, 这些雪是腐蚀性的, 污染了桥梁结构中的环境。

4.4 采取模块化设计

模板制作模板采用定型钢模, 面板用 $\delta=5\text{mm}$ 钢板制作, 标准节长度为 1.2m, 板后加钢肋以保证其刚度。筋槽采用 6.3 槽钢, 背槽次采用 8 槽钢标准节在防撞墙顶部上部 6.5cm 处设置横向 3 排对拉螺栓, 在梁顶 5cm 处设置下部 3 排对拉螺栓, 连接法兰螺栓采用 M16×50, 对拉螺栓采用

M16。每节底模安装采用 8 个螺栓与外模连接,内外模与相邻模板各采用 8 个螺栓连接,底模与梁体接触位置采用双面胶密贴。内侧要处理以保证光洁度,拼缝采用打孔配合固定,保证无缝隙。顶部按图设圆顺撇角,模板线型要顺滑、顺接。模板的设计制作要保证栏杆施工线型流畅、平整度和拼缝的质量。模板进入工地前要严格验收才可交付使用。

5 季冻区装配式组合防撞墙冻融病害和加固技术方案

5.1 防撞墙表面防腐涂层的设计

对于本项目中防撞墙的维护,首先应该使用适当工具去除外层防撞板已经被腐坏侵蚀的部分,对完成打磨的部分应该使用维护用聚合物进行均匀填涂,对于表面复合材料进行养护后,内部混凝土同样需要维护,阻止进一步的对于防撞墙的腐蚀。

就一般而言,常见的对混凝土的防腐蚀处理是进行表面防腐涂层的涂抹以隔绝其与腐蚀性物质的接触,但进一步提高混凝土的抗腐蚀能力,就必须优化其自身化学物理性质,强化其对于盐类腐蚀和淡水腐蚀的抵抗力,使其有效使用期限得到显著的提升,涂层材料的选择离不开材料自身的防水性、抗氧化性、抗盐类腐蚀性。使用环氧封闭漆来隔绝外界空气接触,减小内部混凝土与外界的接触面积,如混凝土表面粗糙暴露于空气中的面积大,需适当加大涂料涂层的厚度,如果混凝土表面暴露于空气中面积较小则可适当减小涂层厚度,减少维护成本。

对于内部的混凝土的处理则不宜刷上过厚的涂料以免妨碍后续的维护后的安装复位,如果涂层过厚,应该使用机器打磨涂层并重新进行养护。在完成养护后,需要抽样,使用工具观察其表面是否有缝隙,表面不允许有裂纹,表面涂层不可以有明显脱落情况,对于施工要求严格执行才能保证维护后材料的合格率。

5.2 复合材料表面防腐涂层的处理^[2]

用机器进行打磨处理防撞墙表面的涂层,除去表面复合材料上的杂质,根据实际利用溶剂去除油渍,处理工作结束之后,保证外层复合材料表面较平滑以吹干、烘干的方式让外层材料保持干燥状态,维持表面复合材料进行涂装前的干燥状态。待外层复合材料干燥涂以防腐漆料。

内部混凝土部分以溶剂型环氧—氟碳体系、水性环氧—聚氨酯的涂料体系以及聚脲涂料体系。溶剂型环氧—氟碳体系、水性环氧—聚氨酯体系以及聚脲体系能有效提高混凝土的抗冻性能,混凝土结构采取涂刷防腐涂层的防护措施,可明显降低氯离子腐蚀环境对混凝土结构产生的破坏。

5.3 质量保证措施

项目部的对于质量验收的标准应按照“点、线、面全面规范”的原则建立,在施工中、施工后和验收三个检测在施工过程中予以全过程构成进行分别检查,要对施工人员进行充分培训确保其技术执行水平。

项目部应该对施工质量负责,定时开展项目进度检验活动,并成立检验工作小组,对难以解决的技术痛点和常见的细节问题进行规范,保证全程工作效果进度可控,质量有保证。对于监理工程师的技术性指导以及安全方面要求,予以坚决执行,提供技术人员要求提供的技术设备和技术资料坚决满足。

对于总体施工方案需要提前制定,坚决执行,应该给予施工班组当前施工阶段的计划。灵活地对人工以及材料、机械设备等生产资料进行调配确保各施工环节顺利,工作开展顺利且有序。

5.4 涂层质量的检验

在处理完毕满一周之后,对处理后的装配式组合防撞墙外墙进行外层涂料厚度检验,需要严格遵守相关厚度要求标准。对于内部混凝土表面的涂料同样应该按照标准进行涂料厚度以及配比的检测验收最关键的是,涂层的厚度、涂装的完整度等都要满足设计标准,要想落实第二层涂装,就要确保第一层涂装工作检验结果符合质量要求,并且在涂装施工 7 天后对干膜厚度予以测试^[3]。

5.5 防腐材料的使用

高速公路防撞墙中使用柔性防腐材料的性价比较高,柔性防腐材料的使用需要进行计算和规划,对于不同的柔性材料的使用,需要根据其各自特殊的性质区分其使用位置和方法。防腐材料的使用位置次序需要考虑其作为柔性材料的特殊性,适宜从底部和内表面开始使用,在防撞墙底部的施工过程中应该等到材料干燥后再进行下一步操作。在底部施工完成后,应该优先进行防撞墙顶部的施工,该部分必须等到足够干燥和足够厚度之后才可以进行最后的侧面刷漆工作。涂装工作优先使用干燥较快的材料。涂装的方法应该进行科学的设定,施工人员应该经过全面的操作培训,培训后的施工人员技术素养应足够,具备技术素质应该足够高,技术人员的技术水平应可以保证施工后的产品性能可以符合设计指标,务必在完成工作后进行实地考察负荷确定材料性能后再进行交付。

参考文献:

- [1] 黄泽超,吴芳.寒冷地区桥梁防撞墙盐蚀渗水问题分析[J].北方交通,2018(6):49-51.
- [2] 杨奇.表面防腐涂层体系对季冻区桥梁混凝土结构耐久性影响的研究[J].北方交通,2020(11):17-20.
- [3] 孙景方.高速公路桥梁防撞墙防腐技术应用分析[J].全面腐蚀控制,2018,32(6):24-25.

作者简介:穆永乐(2003-),男,中国山东济宁人,在读本科生,从事道路桥梁与渡河工程研究。

基金项目:吉林省大学生创新创业训练计划项目(编号:S202310191055)“针对季冻区桥梁装配式组合防撞墙关键技术研究”。