

公路桥梁预应力混凝土空心板梁典型病害机理及处治措施研究

陈雪峰

(青岛市黄岛区交通运输局, 山东 青岛 266400)

【摘要】本文通过对公路桥梁预应力混凝土空心板梁的典型病害进行研究,探讨了其产生的机理,并提出了相应的处治措施。研究发现,预应力混凝土空心板梁主要存在裂缝、渗漏、锈蚀、碳化等病害,这些病害的产生与施工质量、材料性能、使用环境等因素有关。为有效控制和处治这些病害,需要从设计、施工、养护等方面采取针对性的措施。这项研究为延长公路桥梁预应力混凝土空心板梁的使用寿命,保证桥梁安全提供了参考。

【关键词】公路桥梁; 预应力混凝土; 空心板梁; 病害; 机理; 处治

引言: 公路桥梁中, 预应力混凝土空心板梁作为一种重要的结构形式, 具有特殊的构造特点。其结构主要由上下翼缘板、纵向墙板、横向隔板等组成, 内部通过预应力筋进行有效预应力控制, 以提升梁体的承载能力。空心结构设计有助于减轻自重, 降低材料消耗, 并能有效减缓温度变化对梁体的影响。这种独特的构造设计使得预应力混凝土空心板梁成为一种在桥梁工程中被广泛采用的结构形式, 具有较好的经济性和实用性。

一、预应力混凝土空心板梁的结构特点

预应力混凝土空心板梁作为一种结构特殊、性能优越的构件, 在公路工程中具有广泛的应用。预应力混凝土空心板梁的结构特点体现在其设计结构轻盈、整体性强。这种梁的截面采用空心设计, 即在梁体横截面内部保留一定空间, 因此其自重相对较轻, 使得整体结构更加轻便灵活。这一特性使得在工程设计中能够更充分地优化结构设计, 减少材料使用, 从而节约成本并提高工程效率。通过预应力张拉技术, 在施工前给混凝土施加一定的预应力, 使得梁在受力状态下具有一定的预应力, 从而能够克服混凝土本身的弱点, 增强其抗拉性能。这种设计有效地提高了梁的荷载承受能力和整体的稳定性, 使其具有更好的抗震、抗风、抗挠曲性等性能。采用空心结构设计不仅减轻了自身重量, 还能有效减少使用的混凝土和钢材等原材料, 降低了对资源的消耗, 有利于节约能源和保护环境。同时, 预应力技术的应用也能降低结构厚度和截面尺寸, 使得建筑构件在实现强度和稳定性的同时, 减少了施工所需的物资消耗, 符合现代社会绿色可持续发展的理念。

二、预应力混凝土空心板梁的典型病害

(一) 裂缝病害机理

裂缝病害的形成与混凝土本身收缩性质和结构应力状态有关。混凝土干燥收缩会产生内在应力;

而桥梁承受荷载时, 不同部位的应力分布不均匀, 都导致微裂缝。如果缺乏及时的维护治理, 这些微裂缝会逐渐扩展蔓延, 逐步削弱结构抗裂阻断能力。实际使用中, 应采取有效措施控制混凝土收缩开裂, 并优化结构设计减轻应力集中, 从源头减少裂缝病害的产生。

(二) 渗漏病害机理

桥梁的板梁经常暴露在自然风雨中, 水分的渗透是导致渗漏病害的主要原因。混凝土结构本身具有多孔性质, 这使得它在面对水分侵蚀时表现出较差的抗渗性。此外, 由于接缝处和构件连接点容易形成微小的裂隙和间隙, 这些地方成为水分侵入混凝土结构的入口。随着时间的推移, 水分进入这些开裂的地方, 逐渐破坏混凝土结构, 最终导致板梁出现渗漏损坏现象。为了有效应对这种情况, 有必要提高材料本身的抗渗性, 加强设计中的防水层措施, 以及进行定期的维护保养, 以免长期的水分浸泡损害混凝土结构。

(三) 锈蚀病害机理

钢筋锈蚀是一种复杂的化学反应, 其发生需要水分、氧气和铁离子三者共同作用。当混凝土出现开裂时, 钢筋便暴露在空气中, 与此同时, 渗水也会带来铁离子。这两者的共同作用导致钢筋表面发生电化学腐蚀的过程。腐蚀产物的积聚会使钢筋的受力截面减小, 这进而削弱了结构的承载能力。为了控制钢筋的锈蚀, 需要采取有效的防水、保护和维修措施。这些措施旨在阻止钢筋暴露于空气和水分中, 从而减少化学反应的发生, 保护钢筋免受锈蚀的影响, 最终维护和延长预应力混凝土结构的使用寿命。

(四) 碳化病害机理

混凝土碳化是长期缓慢的物理化学过程。空气中的二氧化碳渗透进入混凝土内部, 与铁氢氧化物反应生成碳酸盐, 降低混凝土碱度, 破坏其通透性。这削弱了混凝土的耐久性和对钢筋的保护作用。工程实

际中，应选择质量优异的混凝土，并采取表面处理，减缓混凝土碳化进程。

三、预应力混凝土空心板梁病害的处治措施

（一）设计阶段的处治措施

1. 合理选择材料

我们在设计之初就要慎重考虑所用材料的性能。混凝土作为该结构的主要材料，其配合比的设计需要精心斟酌。既要确保强度和稳定性，又要兼顾构件的抗渗性。如果配合比设计不当，会导致混凝土强度不足或干缩变形过大。这样不但影响结构承载力，还诱发裂缝等病害。因此，我们必须选择抗渗性能良好、收缩和膨胀变形小的混凝土配合比，使混凝土胜任预应力混凝土空心板梁的使用要求。水泥、骨料、掺合料等都是影响混凝土品质的关键因素，我们要对这些材料的品种与性能进行严格的标准化管埋，从源头确保其质量符合要求。举例来说，水泥的选型要确保早强和后期强度的平衡，粗细骨料要按一定比例配置等。只有严格控制混凝土的组成材料，才能使其在强度、耐久性等方面满足设计需求。我们要选择抗腐蚀性能优异的低放松钢，减少预应力的损耗。同时严控钢材的制造工艺和检测标准，保证其力学性能完全符合要求。材料的合理选择需要我们综合考虑各因素，做出科学的决策。这将大幅降低结构在使用过程中的病害发生率，延长其寿命。

2. 优化结构设计

结构设计优化是确保预应力混凝土空心板梁质量的关键环节。我们要充分发挥工程设计人员的专业素养，对设计结构进行全面的计算和分析，使结构性能达到最佳。预应力太小会导致结构刚度不足，太大则会使构件产生过大内力。我们要选择最合理的预应力水平，既保证结构刚度，又不致引起损伤。然后要研究如何合理采用各种预应力传力系统，比如粘结预应力、非粘结预应力等，根据具体情况选择最优方案，以最大限度减少预应力的损失。除了预应力设计，我们还要通过计算分析优化板梁的截面尺寸。增大截面尺寸能显著提高整个部件的刚度，改善其抗疲劳性能。当然，增大截面会带来材料使用量的增加，所以要权衡经济效益找到最佳平衡点。最后，我们要通过合理的结构布置，避免应力过度集中，引发疲劳问题。比如设置预应力传力锚固段，改变板梁间距，布设合理的横向配筋等，以将应力平均分布，减轻局部应力集中。

3. 加强配筋设计

加强配筋设计是关键的一步。必须合理设置配筋比例，确保混凝土受压区和受拉区的配筋对称充分。在这个过程中，需要特别关注横向配筋的设置，它能够有效约束开裂扩展，从而增强结构的抗裂性能。为了提高结构的抗疲劳能力，应当加密易损疲

劳区域和预应力传力端的配筋，这样设计上的加强可以有效地控制裂缝的产生和扩展，进而增强整体结构的承载力。对于混凝土受力区和受拉区的配筋设计，需要对称合理，以确保结构的均衡性。尤其是横向配筋的加固，能够有效地限制开裂的扩展，提高结构的整体抗裂能力。此外，针对易损疲劳部位和预应力传力端的加密配筋设计，不仅能有效增强结构的抗疲劳能力，还能有效控制出现的裂缝，提高结构的耐久性。

（二）施工阶段的处治措施

1. 规范养护措施

混凝土浇筑时，应严格按照设计要求进行操作，避免出现空洞和裂缝等问题。在浇筑前，应对模板进行检查，确保其平整度和稳定性。同时，还应控制好混凝土的配合比，保证其强度和耐久性。此外，在浇筑过程中，应注意振捣密实，避免出现蜂窝、麻面等缺陷。混凝土的温度和湿度对其性能有着重要影响。过高的温度会导致混凝土过早失水，从而产生龟裂和开裂等问题；而过低的温度则会导致混凝土凝结缓慢，影响其强度发展。因此，在施工过程中，应根据天气情况和混凝土的特性，采取相应的措施来控制温度和湿度。例如，可以采用遮阳网或喷水等方式来降低混凝土的温度；也可以采用湿布覆盖或喷水养护等方式来保持混凝土的湿度。在混凝土浇筑完成后，应及时进行养护工作。养护的方式可以根据具体情况选择，常见的方式有喷水养护、湿布覆盖养护等。通过养护，可以保持混凝土的适宜湿度，防止过早失水和龟裂等问题的发生。

2. 严格过程检测

在施工过程中，我们可以采用取样测试的方法来检测混凝土的强度。通过取样测试，我们可以了解混凝土的实际强度水平，判断其是否满足设计要求。如果发现混凝土强度不足，我们可以采取相应的措施来加固或修复，以确保预应力混凝土空心板梁的安全性和稳定性。

钢筋是预应力混凝土空心板梁的重要组成部分，其位置和数量的准确性直接影响到结构的性能和承载能力。在施工过程中，我们可以使用无损检测技术来检测钢筋的位置和数量。例如，可以采用超声波探测仪或电磁波探测仪等设备来扫描钢筋的位置和分布情况。通过这些设备的使用，我们可以准确地了解钢筋的位置和数量是否符合设计要求，从而及时进行调整和修正。预应力是预应力混凝土空心板梁的关键参数之一，其施加情况的准确性直接关系到结构的性能和耐久性。在施工过程中，我们可以使用应力传感器或应变计等设备来监测预应力的施加情况。通过这些设备的使用，我们可以实时了解预应力的施加状态，判断其是否满足设计要求。如果发现预应力施

加不准确或不均匀,我们可以及时进行调整和修正,以确保预应力混凝土空心板梁的安全性和可靠性。

3. 控制施工进度

在制定施工计划之前,我们应该对工程的规模、复杂程度和工期要求进行充分的了解和分析。通过对工程的全面评估,我们可以确定合理的施工周期和进度安排。同时,我们还应该考虑到的不可预见因素,如天气变化、材料供应延迟等,以便及时调整施工计划。

在制定施工计划时,我们应该根据工程的特点和要求,合理安排各个施工工序的顺序和时间。例如,在预应力混凝土空心板梁的施工中,我们可以先进行地基处理和模板安装,然后再进行钢筋绑扎和混凝土浇筑。通过合理安排工序顺序和时间,我们可以确保每个工序都能得到充分的时间和资源支持,从而避免因工期紧张而导致质量问题的发生。在施工过程中,我们应该建立科学的施工组织管理体系,明确各个岗位的职责和任务分工。同时,我们还应该加强对施工现场的监督和检查,及时发现并解决存在的问题。通过加强施工现场的组织和管理,我们可以提高施工效率和质量,确保预应力混凝土空心板梁的施工进度和质量得到有效控制。

(三) 使用阶段的处治措施

1. 加强日常维护

裂缝是预应力混凝土空心板梁常见的病害之一,它会导致梁体的强度下降和结构失稳。因此,我们需要定期检查梁体表面的裂缝情况,包括裂缝的长度、宽度和深度等。如果发现裂缝存在扩大趋势或已经达到危险程度,应及时采取相应的措施进行修复。例如,可以使用注浆修补的方法将缝隙填充,以恢复梁体的完整性和强度。支座是预应力混凝土空心板梁与支撑结构之间的连接部件,其稳定性和功能正常与否直接关系到梁体的受力状态和运行效果。因此,我们需要定期检查支座的状况,包括支座的位置、位移和磨损等情况。如果发现支座存在移位或严重磨损等问题,应及时进行调整或更换,以确保梁体的稳定性和承载能力。除了定期检查外,我们还应该加强对预应力混凝土空心板梁的日常维护工作。这包括保持梁体表面的清洁、防止外界环境对梁体的侵蚀以及及时清理排水系统等。同时,我们还应该加强对梁体周围环境的监测和管理,避免因外部环境的变化而对梁体造成不利影响。

2. 及时处理病害

在使用过程中,由于各种原因,预应力混凝土空心板梁会出现各种病害,如裂缝、渗水、变形等。这些病害如果不及时处理,会逐渐加剧,对梁体的结构性能和承载能力造成严重影响。当发现梁体出现裂缝时,应立即采取措施进行修补。首先,需要清理裂

缝周围的杂物和松散物质,确保裂缝的干净和整洁。然后,使用专用的注浆材料将裂缝填充密实,以恢复梁体的完整性和强度。注浆修补方法具有施工简单、效果显著的优点,可以有效地修复裂缝病害,延长预应力混凝土空心板梁的使用寿命。渗水是预应力混凝土空心板梁常见的病害之一,它会导致梁体内部的钢筋锈蚀和混凝土腐蚀,从而降低梁体的承载能力和耐久性。为了解决渗水问题,可以采用防水材料对梁体进行覆盖或涂抹。防水材料具有良好的耐水性和耐候性,可以有效地阻止水分渗透到梁体内部,保护钢筋和混凝土不受侵蚀。

3. 采取补强措施

当预应力混凝土空心板梁的承载能力不足或结构存在缺陷时,可以采用加固梁体的方式来增加其强度和刚度。常用的加固方法包括增加钢筋数量、加厚混凝土保护层、设置横向支撑等。通过这些措施,可以提高梁体的承载能力和抗震性能,使其能够承受更大的荷载和变形。在某些特殊情况下,预应力混凝土空心板梁的结构形式无法满足实际需求,需要进行改变。例如,可以将传统的实心板梁改为空心板梁,以减轻自重并提高强度;或者将直线梁改为曲线梁,以适应曲线路线的要求。通过改变结构形式,可以提高预应力混凝土空心板梁的适应性和可靠性。钢支撑可以通过增加梁体的刚性和稳定性来提高其承载能力。而加固梁底的连接件可以增强梁体与支撑结构之间的连接强度,减少因连接失效而导致的梁体脱落或破坏的风险。通过这些补强措施,可以提高预应力混凝土空心板梁的整体稳定性和安全性。

结束语

对于不同类型的桥梁病害,采取针对性的处治措施能够有效地减少其对桥梁结构安全性的影响。因此,通过科学合理的预防性措施和规范的维护保养,可以提高桥梁的使用寿命和安全性,进而保障公路交通的顺畅和安全。对预应力混凝土空心板梁典型病害的研究和处治,不仅是理论问题的探讨,更是为了维护桥梁结构的稳定性、延长其使用寿命,服务于社会 and 人民群众的生活安全与便利。

参考文献:

- [1] 王小龙. 桥梁工程预应力混凝土空心板梁施工质量控制 [J]. 四川水泥, 2022(07):201-203.
- [2] 胡秀军, 孙林. 公路桥梁预应力混凝土空心板裂缝处治研究 [J]. 公路交通科技(应用技术版), 2020, 16(04):188-190.
- [3] 丁印成. 既有预应力混凝土空心板梁再利用检测评估技术 [J]. 低温建筑技术, 2019, 41(10):121-124.
- [4] 郑建智. 桥梁预应力混凝土空心板梁预制质量控制 [J]. 福建建材, 2018(03):65-67+76.