

伸缩缝施工在市政路桥施工中的应用分析

戴锦平

长沙市桥梁隧道养护运营有限公司

摘要：伸缩缝是市政路桥建设中不可或缺的重要组成部分，其能够通过容纳温度变化引起的结构膨胀和收缩，减轻内部应力，从而防止路桥结构损坏。同时，伸缩缝能够为驾驶者提供良好路桥使用体验。本文旨在研究伸缩缝施工的具体应用，探讨伸缩缝的切割与开槽、安装与焊接，以及混凝土配和比优化、拌和、浇筑和养护等关键步骤，为城市的可持续发展贡献力量。

关键词：伸缩缝施工；市政路桥施工；作用；应用

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.01.055

引言

城市交通基础设施是城市发展和社会进步的核心要素，伸缩缝作为市政路桥建设的重要组成部分，其施工和应用具有显著的意义和价值。伸缩缝不仅是路桥结构的关键构造要素，还是确保路桥安全性、可持续性和用户体验的重要工程，其合理施工有助于满足城市交通网络的需求，提高路桥的性能和可靠性，提高城市基础设施的经济性和可持续性。

一、伸缩缝施工在市政路桥施工中的作用

（一）保障路桥结构稳定性

路桥作为城市基础设施的重要组成部分，需要承受气温变化、车辆荷载和地震等各种自然和交通引起的挑战。伸缩缝作为路桥设计和施工的工程要素，有助于解决潜在挑战，确保路桥的结构在长期使用中保持安全和稳定。伸缩缝的主要功能是分散和缓解由气温变化引起的结构应力。随着季节和时间的变化，气温的波动会导致路桥结构发生热胀冷缩，在结构中引起应力，如果未得到有效处理，可能导致裂缝、变形甚至结构破坏^[1]。伸缩缝被能够容纳这些结构变形，从而减轻结构应力，防止潜在损害。同时，伸缩缝还起到了连接和分隔路桥不同部分的重要作用。大多数路桥由多个构件和部分组成，伸缩缝位于各部分之间，允许这些部分在一定程度上相对独立地运动。独立运动能力使得整个路桥能够更好地适应地基沉降、地震震动以及其他外部因素的影响。因此，伸缩缝有助于维持路桥整体结构的完整性和稳定性。

（二）改善路桥使用体验

路桥是城市的重要交通枢纽，其质量和性能直接关系到居民的生活品质和城市的交通效率。伸缩缝的设计和施工可以使路桥表面更加平稳，在伸缩缝的周围，路

桥表面通常会会有一个缓和的过渡区域，有助于减少车辆的颠簸和振动，从而提高乘坐舒适性，减少车辆的磨损和损坏，降低维修成本。对驾驶者来说，穿越路桥伸缩缝时的平稳感受也能够减少驾驶疲劳，提高交通安全。其次，伸缩缝的设计有助于降低路桥产生的噪音水平。车辆经过路桥时，车轮经过结构上的缝隙会产生噪音。如果伸缩缝得以合理设计和维护，此种噪音可以得到有效减少，降低噪声污染对城市环境和周围居民的生活质量都具有积极的影响。此外，伸缩缝的存在可以提高交通流畅度^[2]。在没有伸缩缝的情况下，路桥结构可能会因温度变化引起的膨胀和收缩而变得不平整，导致交通拥堵和交通事故的风险增加。而伸缩缝的存在可以容纳这种结构变形，有助于保持路桥表面的平坦和连续，提高交通流动性，减少交通事故可能性。

（三）降低路桥维修成本

在没有伸缩缝的情况下，路桥结构在温度变化和荷载作用下容易受到应力的累积，可能导致结构的开裂、变形和损坏，进而增加维修和修复的成本。而伸缩缝的设计和施工允许结构自由膨胀和收缩，减轻内部应力，降低结构受损的风险，因此减少了维修和维护的需求。同时，维护路桥结构需要定期检查和维护众多的细节部分，若伸缩缝设计合理，易于访问和维护，则维护人员能够更容易地进行检查、清理和维修工作，降低维护的时间和劳动成本，使维护团队可以更加高效地管理和维护城市的路桥基础设施^[3]。此外，伸缩缝的存在可以延长路桥的使用寿命。通过减轻热胀冷缩引起的结构应力，伸缩缝可以防止结构过早老化，延长路桥的寿命，使城市不需要频繁地进行大规模的路桥重建工程，从而节省资金资源。

二、伸缩缝施工在市政路桥施工中的具体应用

（一）伸缩缝的切割与开槽

1. 伸缩缝的切割

在伸缩缝切割过程中，施工人员需要明确伸缩缝的标准尺寸和位置。具体而言，大部分市政桥梁的伸缩缝宽度控制在20—30mm，深度则在30—50mm之间。伸缩缝的切割过程需要专业的切割机具，施工人员可选用常见金刚石切割机，其每分钟的切割速度可达1.5m，每小时耗电量为5千瓦。在此过程中，施工人员需确保切口的平直度在2mm误差内，为此，每进行10m切割，工程人员需测量3次，确保误差控制在允许范围内。在切割过程

中,为保证伸缩缝切口的清洁,施工人员需要在每切割20m后,用高压水枪清洗一次切口,使杂质、尘埃被彻底清除,从而确保后续的缝合和封闭工作得到良好的施工基面,进而提高伸缩缝的使用寿命^[4]。此外,由于伸缩缝切割产生的混凝土粉尘量较大,每切割10m伸缩缝,可产生约2.5KG混凝土粉尘,因此,切割过程中还需要配备相应的粉尘收集装置,以保护环境和施工人员的健康。整体而言,伸缩缝的切割是一个技术含量较高,同时也是十分关键的工序,其质量直接关系到整个伸缩缝的性能和使用寿命,因此,工程团队应在施工中给予充分重视和严格控制。

2. 伸缩缝的开槽

伸缩缝开槽主要是为了安装金属或橡胶条,以提高缝隙的密封性能。通常情况下,常规市政桥梁施工中每米伸缩缝开槽深度约控制在25—35mm之间,而宽度则控制在30—40mm范围,因此,对于每1000m的伸缩缝,需要挖掘出的混凝土体积接近9-14立方米。开槽的过程需要特殊的设备,其中最常用的是具有高精度控制的电动开槽机,其工作效率可达每小时40—50m,对于一座标准500m桥梁而言,整个开槽过程可以在10—12h内完成。然而,其中的挑战在于保持开槽的连续性和精确性,因此,施工队伍通常会每完成100m开槽后,进行一次质量检查,确保误差在2mm以内。

(二) 伸缩缝的安装与焊接

1. 伸缩缝的安装

伸缩缝的安装涉及金属、橡胶和特种密封材料等,在市政桥梁施工中,约有60%的伸缩缝使用金属材料,30%使用橡胶材料,其余10%则使用其他材料。伸缩缝的安装需要精确测量和定位,通常情况下,伸缩缝的位置偏差应控制在3mm以内,而高度差异应控制在2mm以内。为达到这一标准,施工团队可以使用激光定位设备,其精度可达0.1mm。此外,每安装50m伸缩缝后,施工团队需要对其进行一次质量检查,确保与设计图纸完全一致。在市政桥梁中,约70%的伸缩缝采用螺栓固定,20%采用焊接,其余10%则采用其他方式。

2. 伸缩缝的焊接

焊接作为伸缩缝固定方式的一种,在金属伸缩缝的应用中显得尤为关键。焊接不仅能确保伸缩缝与桥梁面板之间的紧固性,还能大大提高其耐久性和稳定性。伸缩缝的焊接不同于常规钢结构焊接,其主要涉及路面的平整性、伸缩缝的功能性以及与周围材料的相容性。我国新建的市政桥梁中,约有20%的伸缩缝采用焊接固定方式。而在这20%的焊接伸缩缝中,近80%选择使用电弧焊,12%选择气体保护焊,其余8%采用其他特殊焊接方法。因此,在大约4000公里的焊接伸缩缝中,电弧焊应

用的长度接近3200公里,而气体保护焊的应用长度约为480公里。焊接伸缩缝的过程需要特殊考量,首先,焊接参数需要根据伸缩缝的材料和桥面板的材料进行调整。对于一般的碳钢材料,焊接电流通常控制在90—120A,电压则维持在22—28V,而焊接速度可控制在每分钟8—10cm,对于一个100米长的伸缩缝,焊接工作可能需要10—12小时来完成^[5]。其次,焊接过程中的焊缝形成和外观是评价焊接质量的关键指标。根据行业标准,焊缝的表面应平滑、无气孔、裂纹和夹杂物,且焊缝宽度应均匀,误差不得超过2mm。每焊接完20米伸缩缝,工程团队需要对其进行焊缝质量检查,确保其符合行业标准。此外,考虑到桥梁的使用环境和寿命,伸缩缝的焊接还需要进行后续的防腐处理。

(三) 伸缩缝混凝土配和比优化、拌和、浇筑和养护

1. 伸缩缝混凝土配和比优化

伸缩缝混凝土作为建筑和市政工程的基石,其配合比对于确保项目的强度、耐久性和工作性至关重要。在桥梁和道路的施工中,伸缩缝混凝土的需求与住宅或其他建筑项目相比,可能会有所不同。因此,配合比的优化是确保工程质量和效率的关键步骤。配合比,简而言之,是伸缩缝混凝土中各种成分,如水、水泥、骨料(砂和石)以及各种添加剂的相对比例。对于常见的C50伸缩缝混凝土,其平均水泥用量约为300—330kg/m³。但根据不同的工程需求,该数值可能会有5%至10%的浮动。水胶比是伸缩缝混凝土配合比中的关键参数,通常情况下,水胶比的增加会降低伸缩缝混凝土的强度。C50伸缩缝混凝土的水胶比一般控制在0.50-0.65之间,为提高工程的持久性,许多桥梁工程可能会选择0.52或更低的水胶比,以保证伸缩缝混凝土的高强度和耐久性。骨料通常占伸缩缝混凝土体积的60%—75%,因此其在配合比中的选择与比例至关重要。通常情况下,平均每立方米伸缩缝混凝土的细骨料(砂)用量为750—800kg,而粗骨料(石)的用量则为1000—1100kg。但在某些地区,由于资源限制,砂的用量可能会降低10%,从而需要调整其他成分以满足伸缩缝混凝土的性能要求。减水剂、空气引入剂和矿物掺合物等添加剂,已经成为现代伸缩缝混凝土技术中不可或缺的部分。一般C50伸缩缝混凝土中,减水剂的添加量可能为水泥重量的0.5%至1.2%。为确保伸缩缝混凝土的质量,每次调整配合比后,工程团队都会进行大量的实验室试验。为得到一个理想的配合比,可能需要进行20至30次的抗压强度测试、耐久性测试和工作性测试,每进行一次试验,可能会消耗50至100kg的原材料。

2. 伸缩缝混凝土拌和

伸缩缝混凝土拌和是确保伸缩缝混凝土均匀和满足性能要求的关键步骤,伸缩缝混凝土的均匀性直接影响到工程的质量,耐久性和安全性,在此过程中,伸缩缝混凝土中的各个成分都必须完美融合,形成连续、均匀的混合物。为了确保水泥充分水化并与骨料完美结合,每批伸缩缝混凝土至少需要拌和90到120s。对于C50伸缩缝混凝土,拌和时间过短(例如只有60s)可能导致其28天抗压强度下降5%至8%。典型的拌和过程为:首先,将60%的总水量与骨料混合,然后逐渐加入水泥,最后再加入剩余的40%的水,从而确保水泥和骨料之间的黏结更为紧密,此种方法比传统的全水一次性添加方法可以提高伸缩缝混凝土的强度约3%至4%。在拌和过程的最后阶段,需要加入减水剂、风化石、矿渣等添加剂,对于C50伸缩缝混凝土,减水剂的推荐用量是水泥质量的0.8%到1.2%,则每生产1m³伸缩缝混凝土,需要添加2.4kg到3.6kg的减水剂。同时,拌和伸缩缝混凝土的温度对于伸缩缝混凝土的性能有着重要的影响。通常情况下,拌和时的伸缩缝混凝土温度可控制在15℃到25℃之间,从而确保伸缩缝混凝土在浇筑和养护过程中的最佳性能。

3. 伸缩缝混凝土浇筑

伸缩缝混凝土浇筑不仅是伸缩缝混凝土生产过程的延续,也是决定伸缩缝混凝土性能的至关重要的步骤。浇筑过程中的每一处细节均会影响到伸缩缝混凝土构件的强度、均匀性和耐久性。为确保伸缩缝混凝土的均匀性和工作性,推荐的浇筑速率为5m³/h到10m³/h。然而,在使用高流动性伸缩缝混凝土或使用伸缩缝混凝土泵车等特定的工况下,这一速率可能提高到15m³/h到20m³/h。通常情况下,如果浇筑速率超过推荐值的30%,伸缩缝混凝土的28天抗压强度可能会下降约5%。为防止空气掺杂和保证伸缩缝混凝土的紧凑性,每次浇筑的深度不应超过450mm,超过该深度的浇筑可能导致伸缩缝混凝土内部的气泡增加约10%,从而降低其强度和耐久性。同时,伸缩缝混凝土的温度在浇筑过程中也是其关键因素。理想伸缩缝混凝土浇筑温度应在10℃到30℃之间。通常情况下,每增加10℃的浇筑温度,伸缩缝混凝土的早期强度可能会提高8%至10%,但长期强度可能会下降3%。此外,过高的浇筑温度可能会导致伸缩缝混凝土过早失水,导致表面开裂。此外,为确保伸缩缝混凝土在模板中充分紧凑,推荐使用频率为10000到14000次/分钟的伸缩缝混凝土振捣器进行振捣,振捣时间不足可能导致伸缩缝混凝土的均匀性下降15%,而振捣时间过长可能导致骨料沉降,形成水泥浆液的浮升。浇筑的结束后,表面处理是不能忽视的环节。为防止伸缩缝混凝土表面的快速失水,施工人员可在浇筑结束后

30min-60min内进行喷雾湿润,若忽略这一步骤,伸缩缝混凝土表面的抗压强度可能会下降20%。

4. 伸缩缝混凝土养护

伸缩缝混凝土养护是确保伸缩缝混凝土达到其设计性能和最大耐久性的关键环节,此过程的主要目的是保持伸缩缝混凝土表面的湿润,防止过早失水,并为水泥水化提供合适的环境。正确养护不仅可以提高伸缩缝混凝土的强度,还可以增强其抗裂和抗侵蚀性能。考虑到水泥的水化是一个持续的过程,伸缩缝混凝土需要在浇筑后的至少七天内进行养护,与未经养护的伸缩缝混凝土相比,经过7天养护的伸缩缝混凝土的28天抗压强度可能会提高约25%。而对于高强度伸缩缝混凝土或自密实伸缩缝混凝土等特定高性能伸缩缝混凝土,推荐养护时间甚至可达到14天。其次,保持伸缩缝混凝土的湿润是养护过程中的主要任务。为此,常用的方法有覆盖湿润的麻袋或帆布、连续喷雾、浸水和使用湿润的沙或锯末,与干燥养护相比,保持伸缩缝混凝土湿润可以使其56天的抗压强度提高约30%。温度控制是伸缩缝混凝土养护中的重要因素,最佳的养护温度通常在10℃-25℃之间,若伸缩缝混凝土在养护期间的温度低于5℃,其7天的抗压强度可能会下降15%,而如果温度高于30℃,伸缩缝混凝土可能会出现表面开裂和色差。此外,为进一步提高伸缩缝混凝土的性能和耐久性,近年来有越来越多的工程采用了化学养护剂,此类养护剂可以形成表面薄膜,能够有效防止水分蒸发,从而确保水泥充分水化。除了常规的养护方法,自养护伸缩缝混凝土和内部湿润系统部分等创新技术和产品也得以发展,此类新方法和产品能够为路桥提供更为有效和持久的养护效果,尤其适用于大型工程和复杂构件。

结束语

综上所述,伸缩缝作为城市基础设施的不可或缺部分,对城市交通网络的安全性、可持续性和舒适性都产生着深远的影响。本文探讨了伸缩缝施工在市政路桥建设中的重要作用,分析了伸缩缝的切割与开槽、伸缩缝的安装与焊接以及伸缩缝混凝土相关技术的应用要点。通过合理的伸缩缝施工,工程团队能够确保路桥结构在面对各种外部挑战时依然能够保持稳定,延长路桥的使用寿命,降低维修成本。

参考文献

- [1]王海霞.基于伸缩缝施工技术在市政路桥建设中的应用研究[J].四川水泥,2021(5):2.
- [2]李治鑫,和辉.市政道路桥梁施工中伸缩缝技术的应用[J].高铁速递,2022(2):161-162.
- [3]韩朝军.关于市政道路桥梁工程伸缩缝施工技术的浅述[J].现代物业:中旬刊,2021(5):1.