

预应力施工技术在公路桥梁施工中的运用

梁仁淦

江西省交通工程集团有限公司

DOI: 10.12238/jpm.v5i12.7474

[摘要] 预应力施工技术在公路桥梁中应用已经十分常见，能够很好的适应不同施工环境，并且可以保证施工质量，改善桥梁结构性能。本文围绕预应力施工技术特点，基于公路桥梁施工要求，对实际施工中需要注意的各技术要点进行了简单分析，并提出了质量控制措施，希望能够为相关人员提供部分参考。

[关键词] 预应力技术；公路桥梁；施工技术；质量控制

Application of Pre stressing Construction Technology in Highway Bridge Construction

Liang Rengan

Jiangxi Provincial Transportation Engineering Group Co., Ltd

[Abstract] Pre stressing construction technology has been widely used in highway bridges, which can adapt well to different construction environments, ensure construction quality, and improve bridge structural performance. This article focuses on the characteristics of prestressed construction technology, based on the requirements of highway bridge construction, and briefly analyzes the various technical points that need to be paid attention to in actual construction. Quality control measures are also proposed, hoping to provide some reference for relevant personnel.

[Key words] prestressing technology; Highway bridges; Construction technology; Quality Control

预应力施工技术在公路桥梁施工中的应用已经积累了大量的经验，能够很好的保证工程结构稳定性与安全性，减少各种质量缺陷的发生，保持更长久使用时间，可以达到很高的经济效益。为充分发挥出预应力施工技术的优势，要综合公路桥梁工程实际情况，提前编制科学可行的施工组织方案，明确施工要求与技术要点，加强施工现场管理，确保每一个细节实施的规范性与标准性，提升路桥结构整体性能。

一、预应力施工技术特点

1. 预应力技术

预应力施工技术原理比较简单，是在混凝土结构彻底固化之前，利用张拉钢筋或钢索来为其提供一个预应力，待混凝土彻底固化之后，将支撑体系去除，钢筋与钢索便会形成一个压应力，全部传递到混凝土结构内，促使结构受力状态发生转变。预应力技术在路桥工程中的应用，能够很好的保证路桥结构的安全性与稳定性，以更少的钢筋用量来达到更高的承载效果。与此同时，预应力技术的应用，有效平衡了桥梁结构的自重，避免在自重影响下产生裂缝甚至弯曲，延长工程的服务寿命。

2. 施工技术特点

2.1 优化结构性能

预应力技术在路桥工程施工中应用，利用高强度钢筋以及抗压混凝土，可进一步降低桥梁结构的自重，即可保证桥梁结构承载力与稳固性，又可以做到轻型、薄壁设计，施工难度明显降低。并且，预应力技术支持下，桥梁的结构形状、跨度以

及高度等各项参数在设计上有更强的灵活性，为现场施工打好基础。

2.2 提高承载力

对桥梁混凝土结构施加预应力，对提高构件负荷承载能力以及变形控制能力有着重要意义。混凝土固化之前所设置的预应力钢筋，在张拉与锚固处理时会有压应力形成，传导给混凝土结构后，便可增强其强度与刚度，使其能够更好的承受车辆荷载、风荷载以及温度变化等带来的作用^[1]。可以说通过预应力技术的应用，桥梁结构的整体受力状态均发生了变化，预防了应力过于集中，均衡分布的情况下桥梁抗弯性以及抗剪性更强。

2.3 缩短工程周期

预应力施工技术已经比较成熟，加上其对桥梁结构设计的优化，为现场施工创造出了更有利的条件，能够进一步缩短工程周期。并且，预应力施工可提前安排工厂进行预制件的加工，并完成预应力钢筋的布置，简化了现场施工流程，难度降低的同时，施工效率也会有所提升。与传统钢筋混凝土结构施工相比，预应力技术施工的标准化、自动化程度更高，可结合现场情况一次完成多个支点的浇筑，以更短的时间来完成更多设计内容。

二、预应力技术在路桥工程施工中应用

1. 锚固与锚具处理

锚固与锚具处理是否得当对预应力施工质量有着重要影

响, 路桥工程均会设置有墩顶导向槽、锚固端横梁、跨中导向横梁等, 要提前依据设计图纸, 测量确定结构高度、间距等参数, 确定最佳的预应力钢筋安装部位。其中, 还要对桥梁受力状态进行综合分析, 确保所选钢筋安装位置科学合理, 改善桥梁结构整体性能, 减少开裂、弯曲等异常情况的发生。综合钢绞线位置与墩顶导向槽等要素分析, 选择合适的锚固端安装位置, 并提前预制锚垫板, 控制锚固端横梁位置与方向保持相同, 偏差必须要在控制在允许的最小值^[2]。其中, 对于转向横筋与墩顶引导沟的制造要给予重视, 一切以设计图纸为依据, 不仅要参数准确, 而且还要打磨光滑, 避免摩擦力过大而影响钢绞线的拉拔效果。

2. 穿索与下料处理

预应力施工的重点在于提升桥梁结构整体承载力, 改善结构的性能, 因此施工时要先可靠连接钢筋与锚垫板, 再结合混凝土施工流程加以控制。包括对浆液的科学配比设计, 以及注浆时控制好速度和用量, 预防胶凝区的出现, 以免影响桥梁结构性能。正常情况下要先进行钢丝绳穿绳施工, 精准测量张拉伸量, 明确钢丝绳垂向强度与防护范围, 并基于此计算出准确的受荷量, 确保张拉施工的前后延伸段高度不发生变化, 以及构件间内聚力保持相同^[3]。现代路桥工程的施工流程越来越复杂, 需要注意的事情更多, 尤其是桥梁高度、长度以及跨度也在不断增加, 所应用的每一根钢绞线均要做好精准定位, 并做到整束穿索。现场施工时, 要依照设计图纸对每一根钢绞线的位置进行精准定位, 布置好锚板口, 还可联合橡皮垫共同确定钢丝绳位置, 不易留下任何施工隐患。

3. 预应力筋张拉

预应力张拉施工的重点在于高应力张拉与预紧力两个方面, 控制好力度大小, 避免过大影响预应力筋性能。正式施工前先将钢绞线理顺, 将存在的油污、浮锈全部清除干净, 确认无任何问题的情况下进行夹片与工作锚的安装。钢绞线从锚板孔穿出, 套用钢套管, 与夹片贴近后使用小锤轻打, 缝隙要保持均匀。然后便是对锚具、千斤顶、限位板等器具的位置调整。现场施工时要注意, 钢绞线穿入梁体后要立即张拉, 中间不得停留过长时间, 以免锈蚀影响张拉效果^[4]。待预应力钢绞线完成束穿后, 对波纹管状态进行检查, 对发现的受损、密封性不足等异常情况的管道进行更换, 以免在后续混凝土浇筑时漏浆造成管道堵塞。

整个张拉过程中要注意对细节的控制, 尤其是不得随意更改作业顺序, 以对称张拉的方式施工, 做到每一根钢绞线均均匀受力, 可结合现场情况逐渐增加张拉力。一般可按照设计张拉力的 10%、20%和 50%来进行分级张拉, 过程中还要做好标记, 对钢绞线的伸长值与张拉力等参数做好记录。待张拉力达到设计数值后, 保持张拉状态 5min, 最后进行锚固处理, 控制外露长度在 30mm 左右。完成整个张拉环节后, 注意要对锚口钢绞线进行标记, 确认回缩量, 最大不的超过 6mm。另外, 预应力筋张拉完成且确认质量达标后, 便可进行割丝, 将多余的预应力筋切掉, 检查确认是否存在收缩, 并排除锚头漏浆、漏水等缺陷。

4. 压力灌浆施工

在封锚 24~36h 以内要组织进行孔道压浆施工, 所用的孔道灌浆材料要提前配制, 控制好水灰比比, 确保浆液拥有良好的流动度。对浆液进行 3h 的充分搅拌, 控制泌水率在 2%~3% 以内。且为了提高浆液强度, 还可向其中添加适量的木质素磺酸钙以及 FDN 等。正式灌浆之前要将孔道冲洗干净, 以及检查确认排气孔与灌浆孔, 排除质量缺陷的存在。水平孔道要按照由下向上的顺序进行灌注, 从首个灌浆孔灌注, 先底层后上层依次完成。竖直孔道同样按照由下向上的顺序, 采取分段灌注的方式作业。如果灌浆过程中出现喷浆现象, 可利用木塞封堵, 以及排气孔稀浆量达到 50ml 后也需用木塞封堵。为保证灌浆密实度, 要向所有的灌浆孔依次打压、灌注, 按照要求进行二次灌注。待按照设计完成所有灌浆量后, 现场组织验收, 对路桥结构的荷载力以及密实度等参数进行准确测量, 确保达到设计标准。

三、预应力施工技术应用需注意问题

1. 预应力材料选择

很多路桥工程便是对预应力材料选择控制不严格, 而导致施工效果未能达到预期。在选择预应力材料时, 首要条件便是其强度与延伸性, 直接管着可承受的预应力强度, 并在保证桥梁结构足够承载力的同时预防变形。钢筋、钢束以及碳纤维等都是常用预应力材料, 具有良好的强度与延伸性, 且承载能力与变形能力也可满足路桥工程施工要求^[5]。与此同时, 耐久性也需要考虑的一项重要因素, 对外界各因素带来的扰动有较强的抵抗力, 避免因锈蚀、氧化等而缩短使用寿命。桥梁工程处于潮湿、盐水以及富含化学物质的特殊环境下, 必须要选择强耐久性的预应力材料, 只有这样才具备良好的抗腐蚀能力, 减少后期的质量病害发生。除了对材料性能的要求之外, 还要综合市场价格、耗材量以及技术工艺等因素做综合分析, 既要保证工程质量, 又要合理控制施工成本, 对市场产品信息进行全面收集和比对, 择优选择性价比最高的预应力材料进行施工。

2. 预应力强度设计

在对路桥工程进行预应力施工时, 需要在结构强度与稳定性达到设计要求的情况下, 对预应力施加量进行灵活调整, 进一步减少预应力材料的使用, 相应的便可减少一定的成本投入。基于预应力强度的优化设计, 要综合桥梁基本设计要求、荷载特点以及预应力材料承载能力等方面进行分析, 以免过小削弱桥梁结构稳固性发生变形, 以及过大增加施工成本。可以说预应力强度设计是否合理, 直接关系着工程施工的综合效益。在实际设计中, 可从路桥结构受力特点与荷载特征出发, 使得强度可均匀分布, 结构可均匀受力, 不会发生开裂、变形等情况, 完全满足工程使用需求。预应力强度优化设计可采取的方法比较多, 如有限元分析法可模拟不同应力强度下结构的受力情况, 以此来确定最佳预应力强度参数。

3. 施工细节控制

预应力施工虽然难度并不高, 但是因为路桥工程的特殊性, 为确保达到预期效果, 必须要加强对整个施工过程的细节控制, 确保每一个步骤的实施均符合规范, 以免出现张拉力控

制不当的情况。以波纹管堵塞为例,问题发生后可以预应力筋缺陷坐标为参考,对堵塞位置进行准确标记,并要避开构件主要位置,然后利用冲击钻缓慢开孔,将内部堵塞的水泥与杂物清除干净,检查确认钢绞线可顺利穿过波纹管并能够自由伸缩,最后使用微膨胀混凝土将钻孔封堵严实^[6]。任何问题的发生均是操作不规范导致,一方面是前期准备不充分,对工艺要点把握不到位,另一方面则是现场监管不到位,未能够及时发现存在的缺陷。因此要制定完善的管理制度,对施工行为进行约束,提醒所有人员严格按照规范作业,从细节上做好预防,减少各质量问题的发生。

4. 人员技能培训

在正式施工之前组织所有人员进行专业培训,明确工程设计意图与施工要求,对预应力施工技术要点做到心中有数,可以对自身行为进行有效约束,减少人为因素对施工效果的不利影响。同时,还要强调人员管理的规范性,要求必须要具备相应的技能证书与资质,只有符合条件的施工人员才可负责相关工作,既保证施工质量,又保证人身安全。另外,还要强调各部门之间的协同性,实现信息数据的共享,有效把握每一个环节的施工情况,第一时间就发现的问题进行商议解决,避免浪费更多的资源和时间,以更少的成本来达到最高施工质量。

上接第 60 页

微的裂纹设置为“V”型槽(宽2-2.5cm、深1.5-2cm),尽可能确保槽面平整,再用钢丝清除槽中和周围松脱物质,依靠高压气体吹净。为增强粘结力,密封之前,借助毛刷蘸取配置好的补缝清胶,顺着“V”形槽均匀抹上清胶。待清胶快干时,把配备好的环氧胶泥封缝然后碾压抹平。

(2) 压力注浆

注浆法一般是用于避免渗水修复砼结构的办法,借助一定压力把浆液注入裂缝最下方,以增强结构防渗性、耐久性以及总体性,主要用在缝宽很大的地方。先清理干净砼面层灰浆、尘土,清理好缝隙内部,接着在裂缝面层每隔大概2厘米的位置缝贴上压浆嘴,所有裂缝均要带入浆口与排气口^[4]。确保可承载注浆压力、选择浆液粘结性好、可浇筑性良好。压浆完成后,带浆液凝固以后用环氧树脂密封、抹平压浆孔,再仔细检测压浆效果。

(3) 荷载裂纹

其一,根据温度裂纹防控标准科学规划结构外形与分块;其二,规范化布筋。尽可能选用直径小的钢筋,布距不超过10厘米,结构边缘和变截面部位要增密布筋,甚至铺设防剪切钢筋;其三,选择精细结构时的凹陷计算,避免不均匀下沉缝的产生;其四,规范化使用模型,妥善堆放机械设备,禁止超过规定荷载力的车辆过桥等。

(4) 收缩裂纹

砼材料单位用水量要低于 $170\text{kg}/\text{m}^3$,水灰比少于0.6;把控好砼拌和时间;浇筑期间投料速度要均匀;尽量采用中性水

结束语:

综上所述,预应力施工技术在公路桥梁工程中的应用优势较多,为实现这些优势,便需要做好施工过程的管理,通过完善的制度体系,对整个施工流程加以监管,确保每一道工序均可按照设计实施,减少违规违章操作,提高路桥工程结构的承载力与强度,可满足日益增多的车辆通行需求,延长工程使用寿命。

[参考文献]

- [1]谢勇.预应力施工技术在公路桥梁中的应用研究[J].交通科技与管理,2024,5(14):143-145.
- [2]刘泽平.预应力施工技术在道路桥梁施工中的运用[J].汽车周刊,2024(08):101-103.
- [3]邹飘.预应力施工技术在公路桥梁工程施工中的应用[J].汽车周刊,2024(07):112-114.
- [4]岳鑫.公路桥梁施工中的预应力技术优化研究及应用[J].交通世界,2024(18):139-141.
- [5]赵久敏,张昕琪.预应力技术在道路桥梁施工中的应用探讨[J].建设机械技术与管理,2024,37(03):135-137.
- [6]叶润平.预应力技术在公路桥梁施工中的研究[J].工程建设与发展,2024,3(6).

泥与粉煤灰;添加一些膨胀剂与掺和料;确定养护周期及办法,完善结构配筋。

(5) 温度裂纹

其一,尽量选择热硅酸盐水泥和低热矿渣硅酸泥浆,严格把控水泥含量。其二,加入粉煤灰与添加剂。添加粉煤灰有助于提升砼强度与防裂性,加入添加剂可以削减用水量,减小温裂概率。其三,把控砼出机与浇筑气温。适宜采取减小石子温度的办法,能够在堆砂场建立遮阳棚或者给集料喷上雾状水。其四,优化振捣及养护方法。规范浇筑流程及速度,做好终凝之前的再次振捣工作,提高砼结构防裂性。

3、结束语

总之,很多因素均会引起铁路桥梁砼结构产生裂痕问题,由于成因不同所以适用的解决方法也不一样。基于此,需要先了解裂缝成因,再提出改善措施并贯彻执行,这样必定会减小砼开裂概率。

[参考文献]

- [1]徐明昊,刘素雅.道路桥梁施工中混凝土裂缝成因与防治措施[J].运输经理世界,2023,(18):126-128.
- [2]李延增.道路桥梁施工中混凝土裂缝成因与防治措施[J].四川水泥,2022,(01):226-227.
- [3]葛强,刘洋.公路桥梁施工中混凝土裂缝成因与防治措施[J].运输经理世界,2021,(22):15-17.
- [4]任立奇.桥梁施工中混凝土裂缝成因及防治措施[J].交通世界,2021,(17):129-130.