

南港立交维修加固工程施工工艺要点

彭 克 余泗海

(广深珠高速公路管理中心 东莞 523925)

摘 要 介绍体外预应力索在桥梁维修加固工程中的施工过程,着重阐述施工工艺中的几个要点。

关键词 连续箱梁 预应力加固 施工工艺

南港立交为广东佛山市三山西桥北岸和白陈公路相接的立交桥。所加固施工的桥孔为引桥上跨白陈路的主跨,桥型为钢筋混凝土变截面连续箱梁桥。加固处的桥宽为 16~21 m。主跨跨度为 37.8 m,两侧边跨跨度分别为 25 m 和 23 m。主跨跨中梁高 1.2 m,根部梁高 2 m;再外延的引桥孔跨度均为 20 m 的等截面连续梁,梁高 1.2 m。

该桥于 1995 年 8 月建成,通车至今已近 7 年。通过几年使用,主跨跨中明显下挠,跨中下缘和支点上缘裂缝开展较多,最宽处为 0.35 mm。因此,需要对该桥进行加固维修。

1 施工前期准备

(1) 由原设计图可知,南港立交桥产生病害主要原因为:设计承载力不足;港口重车、超载车辆多,导致梁体跨中下挠;跨中下缘(正弯矩区)和支点上缘(负弯矩区)的裂缝开展宽而密。因此,加固设计在中跨梁体的纵向弯距零点附近和两端边跨的适当部位的梁肋腹板处钻孔,在跨中正弯距段和支座负弯距段布设纵向预应力钢绞线束,将原来的钢筋砼连续梁结构改变为部分预应力结构,从而提高结构的承载力。

(2) 在施工前,根据设计和工程实际情况合理安排工序,以确保施工结构与设计结构一致,每一分项工程都在现有结构安全的前提下进行。

2 施工工艺

2.1 桥面砼凿除及清扫

原桥面砼铺装层凿完以后,对桥面进行清渣、

凿毛,用压缩空气吹灰、高压水冲洗清理,确保新老砼结合良好。

2.2 测量放线和建立结构挠度观测点

先根据该桥的原设计图,放出纵向桥轴线、两个支墩的横向轴线;用钢筋探测仪分别在桥面和梁底探测出梁肋主筋的实际宽度,再对照原图确定梁肋的宽度。由于纵向预应力索走向比较复杂,故通过放大样的方法弄清各索号纵向预应力索在梁体的分布位置,再布设钻孔的孔位,避免放错线、钻错孔的现象发生。

在需要加固的连续梁梁端、墩顶和跨中等控制截面,建立 5 对高程控制点,以利挠度观测。

2.3 跨中起顶支架

为了确保梁体结构安全,在凿除桥面铺装层、凿除桥面铺装层以后,按照设计要求,钻纵向预应力索孔前,先对中跨梁体进行跨中起顶。经计算,起顶的顶架采用钢管格构柱,柱高 6.5 m。4 根主管采用直径 75 mm,壁厚 3 mm 钢管,水平管和斜管采用直径 48 mm,壁厚 3 mm 钢管。4 根主管内灌注 C30 小石子砼,上下两端采用 400 mm × 400 mm × 30 mm 钢板焊接作为端板。下端现浇 C40 混凝土基座与路面混凝土相连,上端安放 4 台 320 kN 的千斤顶,可以满足设计的起顶要求。

起顶顶架布置如图 1 所示。

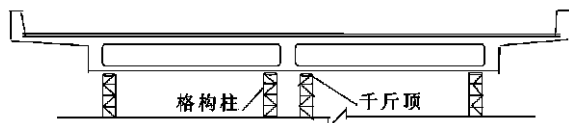


图 1 起顶顶架布置图

2.4 纵向预应力索孔道钻孔及转向块制作

(1) 纵向预应力索钻孔 钻纵向预应力索孔道是本次施工的难点之一。据纵向、横向倾角的不同要求, 每个孔道必须按空间坐标定位。因此, 专门加工了 45° 角的钻机底座, 基本解决了纵向的定位问题; 横向则根据孔道上口与下口的距离以及孔道的垂直高度, 计算出孔道的横向倾斜值, 然后调整钻机基座上的螺杆, 以达到横向需要倾斜的角度。实践证明, 所钻孔道的精度都达到了设计的要求。

(2) 转向块的制作与安装 由于有 5 种型号的转向块, 且形状也比较复杂。为了保证质量, 对每种转向块都作样板, 以便下料、组装。

(3) 安装锚垫板 锚头是施加预应力的关键部位, 必须与砼紧密结合。经反复试验, 在锚垫板上加装了一段无缝钢管, 采用灌注改性环氧树脂的工艺, 保证了锚垫板与梁体砼间的空腔内填充饱满、粘接牢固, 实践证明效果良好。灌胶工艺见图 2 所示。

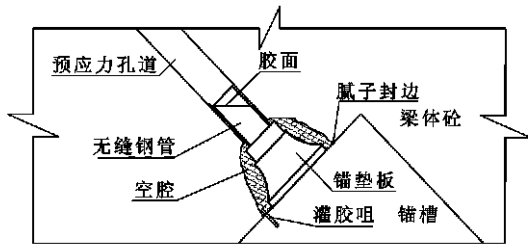


图 2 灌胶工艺示意图

2.5 纵向预应力索的施工

(1) 安装纵向预应力束 每束钢绞线下料以前, 先用铁丝沿其曲线孔道试穿, 以便准确量出每根预应力钢绞线的下料长度(千斤顶的工作长度每头加 1 m), 再用砂轮机切割下料。下料后马上用白胶布包扎钢绞线端头, 写上编号, 以便对号安装。

(2) 预应力索张拉人员配置 为了确保操作质量和人员安全, 张拉时成立了以现场指挥为中心的操作组织机构。

(3) 张拉前期准备 张拉作业以前, 对千斤顶和油泵进行标定, 确保张拉的准确性和安全性;

按设计图纸要求, 用 4 台 320 kN 的螺旋千斤顶分别放置在跨中的 4 个顶架上, 分级同步起顶。起顶作业以梁体的上挠值作为控制, 在设置于跨中的百分表监控下, 每次起顶以 3 mm 作为一级。起顶过程由专人对梁体和顶架进行观测, 并及时

将观测数据反馈给现场指挥。

(4) 预应力索的张拉顺序 为了保证张拉时对梁体的对称, 每个张拉阶段均先张拉中腹板, 再张拉左右腹板。因为梁底的预应力索的排列为上下层重叠排列, 所以在张拉时, 中跨要先张拉靠近跨中的预应力束, 即紧贴梁底的预应力束; 边跨要先张拉靠近墩中线的预应力束, 即紧贴梁顶的预应力束。

(5) 预应力索的张拉 根据设计图纸, 南港立交桥纵向预应力索的张拉控制力为 180 kN, 张拉程序为:

$0 \rightarrow 0.05\alpha_{\text{CON}}$ (测量钢绞线长度) $\rightarrow 1.05\alpha_{\text{CON}}$
 $\rightarrow$ (持荷 5 min) $\rightarrow \alpha_{\text{CON}}$ (测量钢绞线长度)

(6) 锚下裂纹的处理 张拉结束以后, 即发现两边跨梁下的部分张拉端锚头处砼出现裂缝, 并有继续扩展的趋势。原因是锚下砼不密实所致。经研究决定, 除中间锚固点外, 对预应力束两头张拉端的孔道灌注改性环氧树脂, 同时, 对已开裂的裂缝采用 TK 胶封闭注胶。经过处理, 再没有新的裂缝出现, 说明这种处理措施效果良好。

2.6 锚头的封固

桥面上锚头的封锚与浇注桥面 C40 钢纤维砼同时进行; 梁体下面锚头的封锚, 先用手提砂轮机割掉多余的钢绞线, 然后在封锚洞口加焊钢筋网片, 再用 C30 小石子砼封填。

2.7 梁底封裹预应力束砼的钢模制作

(1) 梁底植筋 设计图要求凿出梁底钢筋, 再将双层 U 型箍筋焊接到露出的梁底钢筋上。施工中, 发现这项工艺对梁体损伤较大, 遂建议改用“植筋”施工工艺, 效果甚好。

(2) 梁底封裹砼钢模的安装 因为梁底是曲面, 为了使钢模与梁底砼结合紧密, 在钢模两侧的凹槽内分别预埋了一条 5 号角钢, 并涂抹环氧树脂用膨胀螺栓粘接固定后, 钢模的侧板就可以与角钢焊接。这样形成的钢模, 结构可靠, 成型比较容易。

2.8 梁底封裹预应力束砼钢模的灌浆

采用 425 号硅酸盐水泥, 掺入适量的 FDN 缓凝型减水剂, 以增强水泥浆的流动性和泌水性。水泥浆稠度控制在 14~18 s 之间, 28 d 的抗压强度均达到了 45 MPa。灌浆设备采用活塞式灰浆泵连续进行。灌浆作业的特点是: 由于桥面灌浆嘴通过梁下的封裹钢模相通, 故对每条腹板桥面上的

8 个锚头安设带阀门的灌浆嘴。灌浆时, 首先打开所有的阀门, 从最低一端的灌浆嘴开始灌浆, 待相邻的灌浆嘴冒出浓浆后, 关闭灌浆的灌浆嘴, 依次向高处的灌浆嘴灌浆。这样, 高处的锚头上的灌浆嘴则成为排气嘴。

梁底封裹钢模里的水泥浆灌满后, 进行“稳浆”和排除泌水的循环作业。同时采用二次灌浆法对梁底钢模的上部空隙进行补浆作业, 使梁底预应力钢束封裹砼钢模内的空腔被凝固的水泥浆填充饱满, 达到预期的目的。

2 9 铺设桥面无粘结预应力索、普通钢筋及植筋

安装横向预应力索, 铺设桥面钢筋网。桥面的铺装层内除设有直径 10 mm 的钢筋网外, 在支点负弯矩和桥两侧悬臂板处, 又增设了直径 20 mm 加强钢筋。由于有大量的钢筋制作, 因此, 必须保护好桥面上的纵向预应力钢绞线不被电焊所伤。所以, 在焊接时我们采取了以下措施: 电焊钳线和地线必须架立, 不接触钢绞线; 钢筋与钢绞线接触处用不导电的防护材料隔开; 钢筋网焊接处采用双地线控制电流的流动范围和方向。从而很好地保护了纵向预应力钢绞线。对桥面植筋则安装了直径 12 mm 剪力筋。

(上接第 35 页)

面层, 桥面仅加铺 9 cm 沥青混凝土, 无垫层, 桥面沥青混凝土的渗水难以排除, 这将成为桥面加铺层破坏的一个主要因素。本项目设计时采用在桥梁栏杆位置侧向钻孔, 桥面渗水由这些钻孔排至桥梁两侧, 由集水管统一排除。钻孔孔径为 2 cm, 间距 2 m。

2 10 排水设计的施工技术要求

各种排水设施应保证通畅, 连接平顺, 不得有水流淤积的地域。在公路排水系统实施过程中, 路基防护工程与路基土方工程施工应一并进行, 尽量在雨季前形成路基排水系统, 以减少或防止雨水对已成路基土方或路面基层的冲刷、浸泡, 降低土基和路面基层的强度。

3 排水系统与沿线环境协调情况

环境保护是社会综合发展的主题, 是我国的一项基本国策。设计时充分注意环境保护及景观设计, 使本项目建成一条景观生态绿化公路, 成为

2 10 浇筑桥面砼和横向无粘结预应力索张拉

为了保证钢纤维混凝土的拌和质量, 此项目全部采用商品砼。待桥面钢纤维混凝土强度达 70 % 以上时, 用 YC- 22 千斤顶逐根张拉横向无粘结预应力钢绞线。

4 原结构缺陷的原因及补救效果

从施工中发现的问题看, 最大的缺陷是连续箱梁跨中截面的顶板砼(受压区)厚度比设计厚度薄约 1/4, 导致连续箱梁的跨中挠度过大, 承载力下降和底板开裂严重。另一个重要缺陷是箱梁底板砼比较疏松, 孔洞较多。因此, 在张拉纵向预应力束时, 容易产生锚下裂纹。特别是底板纵向钢筋下缘与保护层砼之间存在约 5 mm 高的贯通孔道, 估计是振捣腹板砼时, 底板钢筋振动, 破坏了正在凝固的底板砼所致。

对于第一个缺陷, 加固设计采取了新浇桥面钢纤维砼填补梁体下挠高度, 即补足梁体受压区砼厚度的方法, 目前效果比较明显。第二个缺陷, 则是对疏松的底板砼孔洞压注改性环氧树脂进行修补, 以提高砼的承压强度。从张拉纵向预应力的结果看, 效果也是明显的。

本项目的重点, 同时也是一个难点。根据本项目的情况, 在排水系统设计过程中遵循下列原则并采取了相应措施。

(1) 排水设计尽量与地形、地貌、周围环境景观相协调。

(2) 在公路两侧规划边沟、排水沟, 自然冲沟、人工渠道和河流均设置桥涵, 形成完整的排水系统。

(3) 做好施工组织设计, 将施工对环境的影响降低至最小程度。

4 结语

由于改扩建工程的特殊性, 使得其既要考虑利用好旧路基, 降低工程造价, 又要处理好旧路基排水不畅的缺点, 以达到延长公路使用寿命的目的。如何保证改扩建后的路基能有一个完善的排水系统, 是道路设计工作者应该认真考虑的问题。希望本文能对改扩建工程中的排水系统设计提供有益的经验。