

高速公路现浇箱梁贝雷梁支架施工技术分析

黄文华

中铁十二局集团第三工程有限公司

摘要: 针对贝雷梁在高速公路现浇箱梁支架施工技术中的应用, 结合山西省左权至黎城高速公路上跨阳涉铁路立交桥转体T构现浇施工实例, 对钢管立柱贝雷梁的施工工艺进行了技术分析, 并得出贝雷梁施工技术可以解决传统的满堂支架现浇箱梁施工技术在跨越沟壑、河流、道路施工时遇到的一些技术难题, 为类似的工程施工提供了可靠的理论依据和参考, 具有较高综合效益特点。

关键词: 高速公路; 现浇箱梁支架; 贝雷梁; 施工

一、前言

随着我国交通运输行业的快速发展, 高速公路施工变得越来越重要, 同时对高速公路工程的施工质量和进度要求也不断提高。但我国各地方地形、地势差异较大, 很多地方的高速公路施工若采用传统方法施工已经不能适应, 新技术、新工艺的推广必须提到高速公路建设者的计划日程上来。因此本文根据具体的施工实例, 对贝雷梁在高速公路现浇箱梁支架施工中的应用进行技术分析。

二、工程概况

山西省左黎高速公路上跨阳涉铁路立交桥全长648.05米, 全桥共五联, 其中第五联为满堂支架现浇 2×75 米T构混凝土转体法施工, 承受转体梁的主墩墩高24.5米。T构上部结构断面采用单箱双室斜腹板箱型截面, 支点中心梁高为7.23m, 端部梁高为3.5m, 梁底线性按曲线变化, 端部等高梁段长9.4m。箱梁顶板宽24.5m, 底板宽11.164~14.092m, 两侧悬臂板长各4m。

三、现浇梁支架施工方案的确定因素

(一) 工期因素

因征拆滞后原因, 转体墩施工进度严重缓慢, 该转体现浇梁施工进度将决定左黎高速总体进度, 所以工期压力较大。

(二) 施工现场环境因素

由于转体墩墩址位于山脚, 桥墩的一侧是阳涉铁路, 无法运进施工材料; 另一侧为陡坡山体, 施工便道又窄又陡, 施工所需材料只能用小型车运进施工现场, 周转材料的进场制约了施工进度。

(三) 施工技术难题因素

由于现浇梁施工完后需要转体, 暂时不能回填转体墩承台四周的基坑, 基坑范围内支架搭设困难, 勉强搭设无法保证施工质量, 存在较大的安全风险。

为了解决以上三方面的问题, 经研究决定优化现浇梁支架施工方案, 由传统的满堂支架改为钢管立柱贝雷梁膺架和碗扣支架相结合的现浇梁支架。

四、现浇梁支架施工工艺

现浇梁支架整体形式采用钢管立柱贝雷梁膺架和碗扣支架, 其施工工艺流程为: 基底处理→横向混凝土条形扩大基础施工→安装钢管立柱→放置横向工字钢垫梁→放置纵向贝雷梁膺架→放置横向工字钢分配梁→搭设碗扣支架→放置横、纵向方木及现浇梁底模竹胶板→支架预压及预拱度设置。

(一) 地基处理

从现场实测得知, 施工场地地质为: 表层是黏土, 下层则是风化岩层, 承载力较好, 但对沟壑地带需要换填密实处理。由于支架基础拟采用混凝土扩大基础, 沟壑换填完成后, 在基础范围内换填30cm厚的级配较碎石层, 用压路机进行碾压3~4遍, 以确保地基处理施工质量。

(二) 条形扩大基础及施工场地混凝土施工

基底处理完后进行砼基础位置测量放样, 扩大基础尺寸不

宜过大或过小, 过大则增加成本; 过小则地基无法满足承载力要求。根据需承受的总荷载和实测地基承载力计算出最小扩大基础的底面积, 决定基础尺寸还要考虑施工方便, 该桥施工基础长度取25.5m, 宽度为3.0m, 高度为1.0m+0.5m。根据所选用的钢管立柱底部固定形式, 基础混凝土浇筑时在立柱位置埋设预埋筋或预埋件。为了防止下雨时场地外的地表水流入施工场地及场地积水造成支架基础下沉, 相邻条形基础设施再硬化一层厚度为10cm的C25混凝土, 设成0.2%~0.3%横坡, 场地四周设置临时排水系统里, 以确保雨水能迅速排到场地以外。

(三) 支架搭设

该现浇梁支架整体形式采用钢管贝雷梁膺架和碗扣支架。先做混凝土条形扩大基础, 在基础上支立钢管立柱, 钢管立柱上安设横向工字钢作垫梁, 垫梁上放置纵向贝雷梁, 贝雷梁上放置横向工字钢分配梁, 分配梁上搭设碗扣支架, 碗扣支架上放置横向方木, 横向方木上放置纵向方木, 纵向方木上放置竹胶板作为箱梁浇筑的底模。

1. 钢管立柱安装

钢管立柱采用 $\phi 720-12$ mm规格的钢管, 钢管总高度在20m左右。横向每排立柱布置为: 梁中心处设1个支点, 两侧对称分别布置5个支点, 根据混凝土箱梁横向荷载分布分析, 中间支点的支反力远大于其余各支点, 故中间支点处立柱由两根钢管立柱并排组焊使用, 其余支点为单根钢管立柱。钢管上下节之用法兰连接, 柱底采用事先预埋的弯钩钢筋与基础连接。靠近中间主墩两侧的位置在承台上支立一排钢管立柱, 立柱间用20a槽钢横向连接, 纵向则与墩身上的预埋件连接起来, 保证钢管立柱的稳定性。其余各排钢管立柱之间同样通过20a槽钢横向连接起来, 纵向则与前后相邻排用 $\phi 426-8$ mm规格的钢管进行Z字形连接, 增加整个支架的整体稳定性。

2. 钢管顶工字钢垫梁的搭设

在立柱顶搭设横向垫梁采用3根40b工字钢组焊而成, 垫梁与立柱顶进行焊接加固, 保证垫梁的稳定性, 计算荷载时采用单根40b工字钢建模, 垫梁上实际发生变形和应力分别为用工字钢建模计算得到的变形和应力均除以3。

3. 贝雷梁膺架的搭设

根据该转体T构现浇梁梁高在支墩处厚两端薄的特点, 贝雷梁膺架的跨度按靠近转体支墩两侧为16.5m, 另外梁较低位置跨度为18m布置。由于箱梁浇筑是按照大节段进行逐段现浇, 箱梁每个断面的面积不一致, 其荷载也是随着梁截面变化而变化的, 除了翼缘板上的荷载外其余荷载基本上由底板下的贝雷梁承受, 翼缘板下的贝雷梁只承受翼缘板部分及部分侧模的荷载, 所以布置贝雷梁时应该底板下布密翼缘板下布疏。实例中采用普通321型贝雷梁, 单跨按68片布置, 其中底板及腹板下布置56片, 单边翼缘板下分别布置6片。由于底板下贝雷梁基本密布, 其受力能够保证一致, 荷载计算时可将56片贝雷梁模拟成一根钢梁, 按照节段加载顺序分别计算, 然后选取各部分的最大值进行检算, 如果各跨的最大值满足要求则整个贝雷梁结构受力就满足要求。由于翼缘板断面面积一般都比箱室范围内的混凝土断面面积小很多, 所以翼缘板下的贝雷梁受力很明显小于底板下的荷载, 受力计算是基本不用计算翼缘板下的贝雷梁。贝雷梁吊装布置完成后, 在贝雷梁里横穿一根20a的槽钢, 与柱顶垫梁间设置每2m一处的U型卡连接, 以保证贝雷梁的稳定性及钢管立柱与贝雷梁间牢固连接。

(下转第198页)

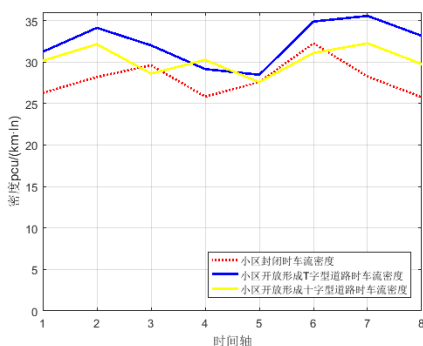


图1 小区开放前后车流密度曲线对比图

当小区开放后与周边道路形成了T字型交叉口时，车流密度显著提高，同时车流速度也有所增加，开放前后的车流密度都小于最佳车流密度，因此可以推断，能形成T字型交叉口道路的小区开放后有利于周边道路提升交通运行能力。根据结果可知，当小区开放后小区道路与城市主干道形成T字型道路时，车流密度提高了15.8%。车辆的行驶速度提高了9.8%。

当小区开放后与城市主干道形成十字型道路时，在大部分时间点由于车速及车流密度的小幅度增加，道路通行能力稍稍增

强，小部分时间点由于车流密超过最适车流密度造成车速下降导致道路通行能力反不如小区封闭时的通行能力。当小区开放后小区道路与城市主干道形成十字型道路时，车流密度提高了7.1%。车辆的行驶速度提高了3.6%。当小区开放后小区道路与城市主干道形成十字型道路时，由于十字路口自身的复杂性的特点，小区开放后对其交通能力的提升作用并不是十分明显，并且在某些道路环境下道路通行能力反而会降低。

由上述分析可知：小区开放后将会对周围的道路通行能力有一定的提升，但这种效果并不是绝对的。设计师在进行居住区规划时应考虑到小区内原有道路与城市道路属性的差异性，实现因地制宜的设计。这样能使小区开放后对城市道路通过情况的实际优化结果最大化地向在上文里提出的数学模型中的优化预期值靠拢，实现结果可控。

参考文献

[1] 王殿海. 交通流理论[M]. 北京: 人民交通出版社, 2002.
 [2] 郭小辉. 基于山区公路安全分析的非线性车辆跟驰模型研究[D]. 广州: 华南理工大学. 2012.
 [3] 李向朋. 城市交通拥堵对策——封闭小区交通开放研究[D]. 长沙: 长沙理工大学. 2014.
 [4] 朱毅华. 广州市老旧小区“三线”整治标准研究[J]. 城市住宅, 2019, 26(07): 66-68.

(上接第196页)

4. 横向分配梁的搭设

在贝雷梁上放置的横向分配梁采用HW100×100×6×8型钢，纵向间距为30cm。分配梁放置要注意水平、稳定，不得出现扭曲现象，以保证其上满堂支架立杆的竖直度与稳定性。

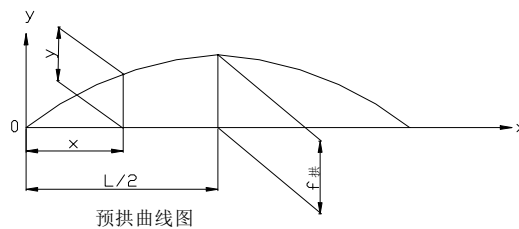
5. 满堂支架的搭设

满堂支架应采用力学性能好，装拆方便的碗扣式脚手架作为支撑体系，一般选用管径φ48mm，壁厚t3.5mm的碗扣式脚手架。综合考虑支架的总高度和施工方便可选择不同长度的立杆；根据承受的总荷载大小选择相宜的立杆间距。该实例在腹板下碗扣支架间距按0.3m×0.3m布置，底板下碗扣支架按照顶底板厚度不同布置两种间距，一种是0.3m×0.3m，另外一种为0.6m×0.6m。立杆上下两端设置可整高度的顶托和底托，高度均控制在30cm以内。为了保证支架系统的整体稳定性需设置水平、纵向及横向剪刀撑，水平剪刀撑竖向间距控制在2米左右，纵向及横向剪刀撑沿支架每4.5m左右设置一道。碗扣脚手架搭设要严格控制材料质量和施工质量。脚手架搭设完后调整顶托顶标高，先布置横向方木，再在铺设纵向方木，纵向方木间距为30cm，其上铺设竹胶板作为现浇梁底模。

(四) 支架预压及预拱度设置

支架预压的目的：一是检查支架的整体稳定性和检验支架强度，确保施工安全；二是消除地基与支架的非弹性变形和支架弹性变形的影响，有利于桥面线形控制。预压方式采用按箱梁恒载形式分布堆码装有碎石的纺织袋，预压总重量按结构总荷载的1.2倍进行。预压前在每跨的1/4L、1/2L及3/4L三个截面上标记以中心向两侧对称分布的监控量测点。在预压前、加载30%、加载70%时各量测一次各点的高程和坐标，并分析支架的沉降和位

移是否在正常范围，加载到120%后每天监测一次，当连续3日所测沉降量小于2mm时表明支架已沉降到位，此时可进行卸载。卸载后再次量测各点高程和坐标，以得出支架和地基的弹性变形量。根据弹性变形及梁的挠度计算最大预拱度，预拱度最高值设在梁的跨中，通过顶托调整底模标高，其他各点的预拱度，由跨中最高值向两端零值按两次抛物线进行过渡，二次抛物线方程式为： $y=4f拱x(L-x)/L2$ （符号意义如图）。



五、结束语

贝雷梁膺架具有装拆施工速度快、能施工跨度大、结构重量轻、结构刚度大的施工特点。根据综合施工技术分析，钢管立柱贝雷梁的施工技术应用可以有效地优化传统的满堂支架方案，对高墩现浇梁及跨越沟壑、河流、道路的现浇梁施工具有节约周转材料成本、加快施工进度及突破技术难题方面的优越性。随着贝雷梁施工技术的日益成熟及不断推广，贝雷梁施工技术必将成为现浇梁施工支架系统中的重要组成部分。

参考文献

[1] 余斌, 王强, 刘恒等. 高连续箱梁现浇段斜交高速公路贝雷支架组合稳定性分析[J]. 建筑安全, 2018(10): 14-18.