

波形钢腹板箱梁制造浅析

黎自强 张海兴 李平基 杨鹏飞 朱全栋

中国水电四局(兰州)机械装备有限公司 甘肃兰州 730060

摘要: 本文通过对波纹腹板钢箱梁的设计原理及制造工艺的浅析,对波纹钢腹板钢箱梁进行了浅析,让我们对波纹腹板钢梁支座有一个整体的认知,并对波纹腹板制造工艺进行分析,为相关结构制造提供了借鉴。

关键词: 波纹腹板;设计原理;制造工艺

1. 概述

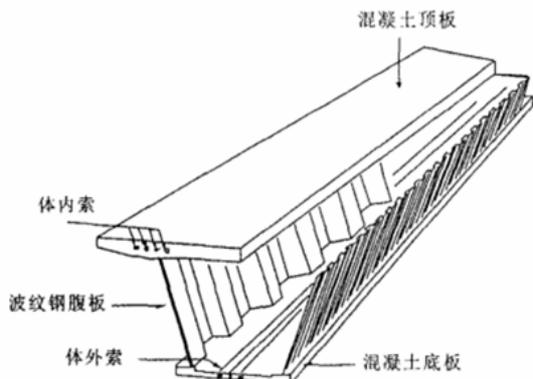
S10 凤县(陕西)至合作高速公路马坞至西寨段是《甘肃省省道网规划(2013-2030年)》重新调整的S10线凤县(陕西)至合作高速公路的重要组成部分。本项目的建设,不仅完善了甘肃省省级高速公路网,同时也进一步补充了国家高速公路网布局,将横向连通G7011十堰至天水国家高速,G75兰州至海口国家高速与G1816乌海至玛沁国家高速,形成横贯陕甘青三省的高速大通道,实现多条高速公路之间交通流的快捷转换,对加密甘肃省区域路网,充分发挥高速公路网的整体效益具有十分重要的作用。同时,还将显著改善甘肃省陇南、定西、甘南地区文化生态旅游等优势资源的开发条件,密切陕甘青三省之间的经济、文化联系,对实施“一带一路”、新一轮西部大开发等国家战略,加快陕甘青三省经济的发展与联系等均具有十分重要的促进作用。

本项目中交路桥建设有限公司马坞西寨高速公路第一合同段项目经理部中堡特大桥梁钢箱梁 12652t,钢横梁 1037t;中国水利水电第四工程局有限公司马坞西寨高速公路第二合同段项目经理部中堡特大桥梁钢箱梁 4583t,钢横梁 373t;中冶路桥建设有限公司马坞西寨高速公路第五合同段项目经理部坎丰大桥钢箱梁 2900t,刘家堡大桥钢横梁 80t。

2. 波纹腹板发展历程

20世纪80年代,青海省国道G214线三道河中桥国内第一座采用波形钢腹板的简支组合梁结构桥【1】。到2009年,中国波纹腹板钢箱梁桥只建成了2座,在欧洲及日本等国家已经得到广泛修建【2】。

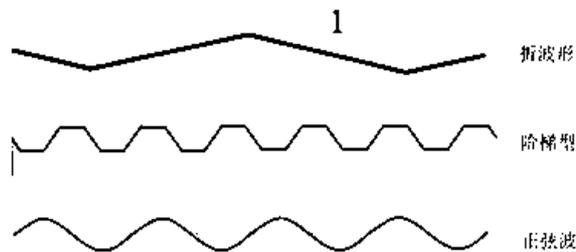
桥梁在最早的波纹腹板形式是上下翼缘采用预制混凝土图,腹板采用波纹钢腹板,具体件图2【3】。后期发展为上下翼缘全部采用钢板,上翼缘现浇钢筋混凝土及体内索,下翼缘采用整体钢板并后浇抗压混凝土及体外索的形式。



3. 波纹腹板箱梁设计原理及特点

3.1 波纹腹板结构形式

常见的波纹腹板有三种形式:阶梯型、折波形、正弦波形



3.2 波纹腹板受力和施工特点

(1)改善了结构性能,提高了预应力效率:波纹钢腹板的纵向刚度较小,几乎不抵抗轴向力,因而在导入预应力时不受抵抗,纵向预应力束可以集中加载于上、下翼缘板,从而有效地提高了预应力效率。

(2)应力分布均匀:在波纹钢腹板箱梁桥中,混凝土抗弯,波纹钢腹板抗剪。几乎所有的弯矩都由上、下混凝土翼缘板承受,而剪力基本上由波纹钢腹板承担,而且腹板内的应力分布近似为均布图形,这样有利于材料充分发挥作用。

(3)避免了腹板开裂问题,耐久性能好:传统的预应力混凝土箱梁桥受外力荷载以及混凝土收缩、徐变的影响,常常在腹板出现裂缝,造成了混凝土截面削弱、钢筋锈蚀等问题,而波纹钢腹板箱梁桥则不会出现上述问题,耐久性能较好。

(4)抗扭和抗畸变刚度小:与普通的混凝土箱梁相比,波纹钢腹板箱梁断面的抗扭刚度和抗畸变刚度有所降低。但是,可以通过适当设置横隔板来提高波纹钢腹板箱梁的抗扭和抗畸变刚度。

(5)提高了材料的使用效率:在波纹钢腹板箱梁桥中,砼用来抗弯,而波纹钢腹板用来抗剪,弯矩与剪力分别由顶、底板和波纹钢腹板承担,其腹板内的应力分布近似为均布图形,而非传统意义上的三角形,有利于材料发挥作用。提高了断面结构效率:波纹钢腹板箱梁桥中的砼均集中在顶、底板处,回转半径几乎增加到最大值,大大地提高了截面的结构效率。【4】

(6)自重降低,抗震性能好:波纹钢腹板预应力混凝土箱形桥的腹板采用较轻的波形钢板,其桥梁自重与般的预应力砼箱梁桥相比大约减轻20-30%,致使地震激励作用效果显著降低,抗震性能获得一定的提高。可减少现场作业,加快施工进度:波纹钢腹板箱梁桥在施工过程中,可减少大量的模板、支架和砼浇筑工程,免除在砼腹板内预埋管道的繁杂工艺,而且波纹钢腹板可以工厂化生产,现场拼装施工,从而加快了施工进度。【4】

(7)体外预应力筋可以替换,便于桥梁的维修和补强:波纹钢腹板箱梁桥采用体外预应力承受活载,因而即使在长期运营后,体外预应力索出现磨损或断裂时,也可以在夜间停止车辆通行后对其进行更换,以恢复承载力和进行结构加固。避免了腹板开裂问题,耐久性能好:传统的预应力砼箱梁桥受外力荷载以及砼收缩、徐变的影响,常常在腹板出现裂缝,造成了砼截面削弱、钢筋腐蚀乃至

于要进行维修补强等一系列问题,成为我国预应力砼箱梁桥的普遍病害,而波形钢腹板箱梁桥则不会出现上述问题,耐久性性能较好。

(8)造型美观:波形钢腹板形态生动、颜色鲜艳,可使桥梁获得较强的美感,是高速公路、山区、风景区较好的桥型选择。【4】

4. 波纹钢腹板桥梁制造工艺

4.1. 波纹腹板组装方式

波纹腹板组装方式有两种,分别为单件组装和单元件组装,具体情况如下:

(1) 单件组装

按照桥型铺设底板,然后按照底板上的波纹腹板相对尺寸组装波纹腹板,控制波纹腹板水平方向及铅锤方向的曲线,最后组装顶板。

(2) 单元件组装

首先放地样采用埋弧焊焊接方式组焊波纹腹板,然后和顶板整体采用机械人焊接成整体,控制预拱度兼顾后续的火焰校正变形

量,焊接方式采用实芯焊丝平角焊,焊接完成,探伤完成后采用火焰精准划线校正,待整体组装;

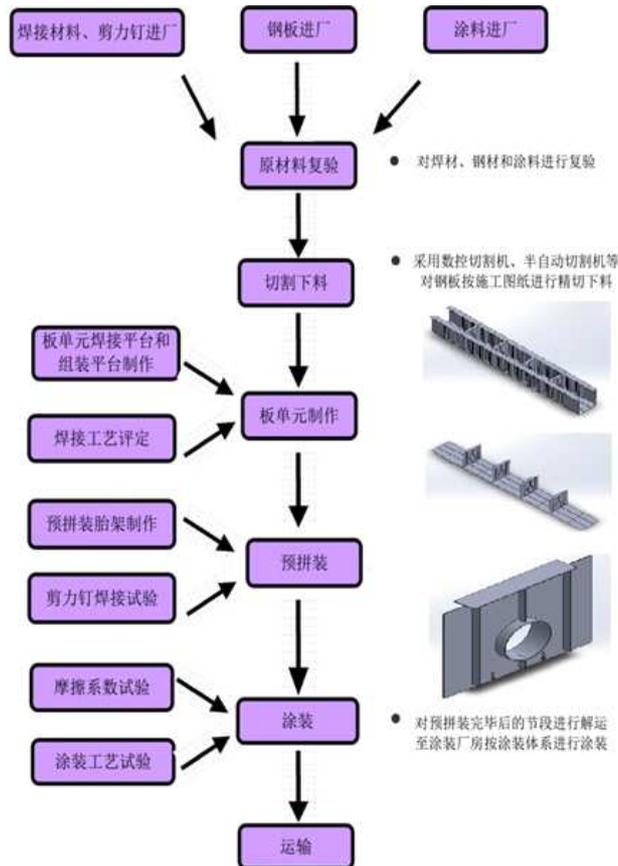
4.2. 波纹腹板组装方式的优缺点

单件组装的基准是底板,即胎膜架设的精度控制。底板铺设完成后,波纹腹板以底板为施工依据进行组装,最后进行顶板的组装,最后进行其他附件的装配。此种装配方式的所有依据是底板,胎膜假设的施工质量将直接影响最终的装配质量,过程中的监控较少。相对单件组装,单元件组装把质量控制进行了层层分解,并使组装过程层层控制,更利于质量把控。

4.2. 波纹腹板箱梁厂房制造工艺及注意事项

波纹腹板展开下料完成后,利用波纹腹板压力机进行波纹腹板生产,先和顶板进行组焊,并采用平角焊方式焊成单元件,最后和底板及其他构建组成整个箱梁。

(1) 波纹腹板钢箱梁场内制造工序:



(2) 波纹腹板制作这过程中需注意事项:

波纹腹板焊接工艺中的刨背缝采用短碳棒的工艺方式进行,从而避免刨缝空间受限,并控制背缝的焊脚,进而保证焊缝外观并降低劳动强度。

波纹腹板和顶底板焊接完成后,分别进行探伤,探伤合格后采用火焰校正方式进行焊接变形校正,此道工序在施工中制作仿波纹腹板样板,在顶底板的背面准确划出焊迹线,并根据焊迹线进行精准火焰校正。

波纹腹板单元件制作完成后,整体和底板进行安装,安装过程中,顶部采用配重方式以自重形式使波纹腹板单元件中的波纹腹板和底板贴合,同时利用底板上的一字筋作为承力点,利用千斤顶进行水平顶推,进而完成波纹腹板在底板上就位,然后按照点焊工艺进行点焊加固,在此过程中注意波纹腹板纵缝在影响腹板就位而进行的局部修割一定要修割竖直,确保后期纵缝的焊接直线度,并满足相关标准中关于焊波的标准要求。

装配完成后,开始进行自由边的整体打磨,采用专业设计制造的自由边打磨工具一次性进行打磨成型。

5. 结论

通过本文对马坞波纹腹板钢箱梁的波纹腹板钢箱梁制作施工特点和制作工艺的分析可以对波纹腹板的设计原理及制造过程有一个专业的认知,从而从理论与实践上对制造有一个全面的、直接的、系统的认知;该箱梁制造完成后整体焊缝一次合格率达到98%以上,制作整体质量优良,得到甘肃航旅的认可,也从另一侧面证明本文的制造工艺是可以参考参照的。

参考文献:

[1]王德峰. 大跨度波形钢腹板筒支组合箱梁的构造.施工与应力监测.科技信息
[2]李丹、胡旭辉. 波形钢腹板箱梁施工技术.山西建筑.总 35 卷 2009 年第 12 期,
[3]侯艳红. 波纹腹板组合梁的发展及应用.交通科技.总第 243 期 2010 年第 6 期。
[4]李刚. 波纹钢腹板结合桥梁的构造及优缺点探讨.中国分类号: U45 文献标识码: B. 文章编号 1007-6344 (2018) 04-0061-01