

一种新型摩擦界面在桥梁平移施工中的应用

张 翀

(上海先为土木工程有限公司,上海市 200331)

摘 要:目前多数的城市桥梁建造时间不长,桥梁自身技术状况较好,但也存在与城市更新规划有所冲突或者不满足当前状况下的使用的情况。相对于拆除重建,采用顶升平移改造技术,不仅不会产生建筑垃圾,而且能提高资源利用率,节省建造费用,对周边交通、环境影响较小,具有更好的社会效应和经济效应。依托宁波鄞州大道-福庆路快速路一期工程IV标段(东钱湖段)快速路工程中的鄞县大道跨线桥平移顶升改造工程,对桥梁平移新型摩擦界面技术进行重点研究。在鄞县大道跨线桥平移顶升改造过程中,改造桥梁单幅主桥重量4 533.2 t,平移时仅使用24.8 t顶推力将桥梁平移2 m到达设计位置,使用该新型摩擦界面使摩擦系数降为0.005 4,证实了该新型摩擦界面在桥梁平移施工中的可靠性,具有既有桥梁再利用、避免拆除重建、减少碳排放等多处优点。

关键词:桥梁平移;摩擦界面;摩擦系数;施工技术

中图分类号: U44

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2023)05-0148-03

0 引 言

近几年,随着国家大力投资基础设施建设,城市更新速度加快的同时,我国经济也在迅速发展,购买车辆的家庭也越来越多,城市交通流量也在随之增大。我国早期修建的一些桥梁,存在不满足当前交通通行的需要,或者出现与目前城市设计规划、新旧道路桥梁衔接有所冲突的情况,在城市更新过程中,必定会对不满足要求的桥梁进行改造。

桥梁整体顶升平移技术可以尽量减少施工周期,能将工程成本及对环境的影响减至最小程度,所以整体顶升平移将越来越多地应用于旧桥的改造和利用上^[1]。但目前国内平移顶升技术处于发展阶段,尚存许多不足。对于如何最大程度减小桥梁平移摩擦阻力,减少横向顶推力过大对桥梁附加应力的不利影响,且对桥梁精准水平平移尚无较好的解决办法。本文以宁波鄞州大道-福庆路快速路一期工程IV标段(东钱湖段)快速路工程中的鄞县大道跨线桥平移顶升改造工程为背景,对桥梁平移改造工程中新型摩擦界面进行探讨。

1 工程概况

1.1 待改造桥梁现状

本次平移顶升改造工程为原福庆南路跨鄞县大道桥梁,位于福庆南路与鄞县大道交叉口,为上跨鄞

县大道的跨线桥。其桥梁总长度为464 m,主桥的上部结构为三跨预应力混凝土变截面连续梁,如图1所示。主桥长度为45 m+70 m+45 m,桥面宽度为13.25 m,单幅主桥重4 500 t。引桥为预应力混凝土空心板,长度为25 m每跨。



图1 鄞县大道实拍图

平移顶升改造段为原主桥段三跨预应力混凝土变截面连续梁,断面形式为直腹板单箱单室。箱梁中心线处中支点梁高3.9 m,跨中及边支点梁高1.8 m,箱梁梁高从距跨中1.0 m至距桥墩中心2.25 m处按二次抛物线变化。

1.2 改造需求

根据规划,将主桥三跨预应力混凝土变截面连续梁平移顶升改造,顶升以后两幅桥之间新作中央隔离带;原引桥因平移顶升后不满足新的规划要求,不采用顶升技术进行改造,而是对引桥进行拆除并新建。本次改造过程分为二个步骤,步骤一是将东西幅主桥各向道路中心线位置平移2 m,使得两幅主桥并为一幅;步骤二是将两幅主桥分别同步顶升7.8 m,拆除原桥墩柱改为新建墩柱+盖梁,下部结构施工完成后,

收稿日期: 2022-04-25

作者简介: 张翀(1997—),男,大专,从事桥梁平移和顶升技术施工工作。

降落 0.8 m。

2 桥梁平移新型摩擦界面施工原理

所述桥梁平移新型摩擦界面包括:滑道、灰饼冲筋、滑道找平层、滑道钢板及滑移装置构成。示意图如图 2 所示。

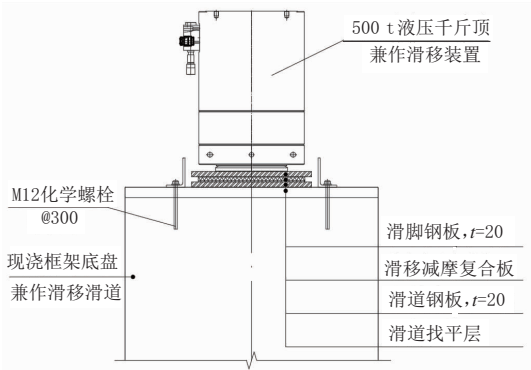


图 2 滑移装置构成示意图(单位:mm)

本工程滑道为承台上新建框架结构,为钢筋混凝土结构,滑道为桥梁平移提供滑移工作面。平移施工中需保证平移滑道处于同一标高,防止平移过程中由于滑道标高的突变引发的梁体受力不均而开裂,因此必须在滑道上进行灰饼冲筋找平施工,找平层使用高强度灌浆料进行填充,小时强度高,不需振捣便可以填充饱满,保证不会因漏振导致滑道找平层出现孔洞、蜂窝、露筋、混凝土松散或者出现断层现象,从而导致平移时桥梁上部结构受力不均匀。滑道钢板布置在滑道找平层上,使用膨胀螺栓进行固定,在滑道钢板上部敷设一层镜面不锈钢板并与滑道钢板焊接。UH-MGE(工程塑合金板材)滑移滑板和镜面不锈钢板组合使用可大大减少桥梁平移摩擦力。滑道钢板两侧设置有平移限位,以保证桥梁的精准平移。所述滑移装置使用桥梁顶升所需吨位的液压千斤顶代替,本工程使用的是 500 t 液压千斤顶,千斤顶通过压力控制缸体的伸缩,自动补偿平移轨道因施工误差等因素引起的平移轨道标高不一致的情况,以保证桥梁平移时各千斤顶受力一致。从而保证桥梁结构安全。

3 新型摩擦界面施工工艺流程及操作要点

3.1 施工工艺流程

主要工艺流程为桥梁平移滑道施工→平移滑道冲筋、找平→滑道钢板铺设、不锈钢板打磨、铺设固定→UH-MGE 滑移滑板涂抹松脂油、安装→滑移装置安装→限位安装→平移施工。

3.2 操作要点

3.2.1 桥梁平移滑道施工

本工程以承台上新建框架结构作为桥梁平移滑道,为钢筋混凝土结构。

3.2.2 平移滑道冲筋、找平

滑道找平层高出滑道顶面约 5 cm 左右,平移施工中需保证平移下滑滑道处于同一标高,标高高差不应大于 ± 3 mm,平移过程中防止由于滑道标高的突变引发的梁体受力不均而开裂。平移滑道冲筋、找平施工如图 3 所示。冲筋步骤及要求如下:

(1)每隔 1 m 至 1.5 m 在滑道顶面两端采用电钻打孔,将塑料式的膨胀螺钉钉入滑道内。根据设计标高,用精密水准仪测量、复核,调整膨胀螺钉顶面与滑道标高一致,支模分段浇筑长条冲筋。

(2)滑道找平层采用自流平、高强度灌浆料填充,小时强度高,不需振捣便可以填充饱满,保证不会因漏振导致滑道找平层出现孔洞、蜂窝、露筋、混凝土松散或者出现断层现象。

(3)同一滑道找平层同一轴线水平高差为 ± 3 mm,相邻滑道找平层同一纵向轴线水平高差为 ± 3 mm。同时满足同一滑道找平层和相邻滑道找平层,近乎一个水平面,平移过程不会出现位移高差而产生结构形变破坏,尽量满足高差为 6 mm^[2]。



图 3 桥梁平移工程冲筋找平施工照片

3.2.3 滑道钢板及不锈钢板打磨、铺设、固定

(1)钢板的强度高,以及平移钢板整体性对防止局部不均匀沉降能起到一定效果。并且可以重复利用。

(2)滑道钢板宽度为 50 cm(满足滑角安装即可),为了进一步保证滑移的稳定可靠性,滑道找平钢板长度应为 2 m 左右,防止钢板过长,加工时不宜控制导致纵向形变,从而产生同一平面的标高有误差。如平移距离过长,则使用滑道找平钢板两块拼接,拼接时需要先对两块钢板进行除锈处理,并使用打磨机打磨滑道钢板的拼接接头,使钢板在拼接时,表面光

滑平整,防止桥梁平移过程中,出现滑道钢板变形,拼接处断裂等不利情况。

(3)滑道找平层、滑道钢板、滑移装置三者的中心轴线需重合布置,保证桥梁平移时,各部位受力均匀。

(4)滑道找平钢板采用膨胀螺栓焊接固定连接在滑道找平层的两侧,用电钻在滑道边缘两侧钻孔敲击膨胀螺栓、拧紧螺母,用电焊机将膨胀丝与滑道钢板焊接固定使滑道找平钢板与滑道找平层连接成为整体,保证平移过程不出现滑道钢板滑动,偏离滑道平移路线。

(5)滑道钢板铺设固定完成后,其表面铺设一块5 mm厚不锈钢板,不锈钢板需进行打磨成镜面,经过打磨后摩擦系数相对较低,并在不锈钢板上涂抹一层松脂油,并用塑料薄膜覆盖。

轨道钢板施工如图4所示。



图4 滑道钢板及镜面不锈钢板现场组合使用施工照片

3.2.4 UH-MGE 滑移滑板安装

本工程采用 UH-MGE 滑移滑板作为减摩材料, UH-MG 系列工程塑料合金是以不同单体共聚的高分子为基础,采用稀土纳米材料及多种添加剂改性,通过特殊的合成工艺制造而成的以化学键相结合的均质聚合物,摩擦系数低。

将其与不锈钢板接触面涂抹松脂油,安装在滑角钢板下部(见图5)。



图5 UH-MGE 滑移滑板涂抹松脂油施工照片

3.2.5 滑移装置安装

本工程采用 500 t 液压自锁千斤顶在平移阶段作为滑移装置,在顶升阶段作为顶升设备。

500 t 液压自锁千斤顶用安装在上托盘结构(分配梁)与平移滑道之间,并在千斤顶下敷钢板及 UH-MGE 滑移滑板,采用 UH-MGE 滑移滑板与平移滑道镜面不锈钢板滑移接触,摩擦力大幅减小从而减少桥梁平移时所需的启动顶力。千斤顶下敷滑角钢板亦可达到应力扩散的效果。

3.2.6 限位安装

本工程对桥梁单幅进行整体平移,因此,必须在平移沿途中设置平移限位档,避免桥梁在平移改造施工过程中发生偏位(见图6)。



图6 平移限位施工照片

本工程采用的限位档为钢结构,采用 L110 mm × 70 mm × 8 mm 角铁,通过与滑道预埋钢筋焊接在一起,沿平移路线两侧分别通长布置,将滑移装置夹在中间,防止滑移装置在平移过程中由于顶推千斤顶放置不垂直或其他因素产生的分力,进而导致桥梁平移产生偏移。

3.2.7 平移施工

平移时桥梁上部重量为试顶升称重重量 4 533.2 t (即东半幅桥梁总重),试平移时桥梁的速度为 1 mm/min,试平移距离为 14.5 mm,全桥顶推力为 24.8 t,摩擦系数仅为 0.005 4。图7为平移东半幅桥 PLC(可编程控制器)同步控制系统截图。



图7 平移施工 PLC 同步控制系统截图

4 结 语

桥梁平移施工时,必须要摩擦系数小,使平移所需的启动动力小,滑移过程平顺稳定,平移时不发生平移速率突变。而本文依托宁波鄞州大道-福庆路

(下转第 161 页)

营期间,自防水混凝土+全封闭防水卷材的双重措施可保证地下水无法进入隧道结构,从而引起输水隧洞周边地层变形,同时隧道内污水也无法渗透到隧道结构之外,不影响输水隧洞水质安全。

5 结 论

(1)根据三维数值模拟结果,当输水隧洞周边围岩条件较好时,新建隧道上跨穿越施工时如采用合理的支护参数及开挖方式,将不会对输水隧道造成较大影响;新建隧道采用全包防水复合式衬砌后,将减少隧道运营期因地下水排放引起的输水隧洞周边地层变形。

(2)对位于新建隧道洞身范围内的坚硬岩体,比选多种施工工艺后择优采用“水磨钻取芯+静态破碎”施工工艺,可避免围岩爆破振动对输水隧洞结构的损伤。

(3)除加强隧道施工期的监控量测外,有必要在隧道内布设健康监测点,为隧道及输水隧洞在后续运营期的健康状态评估提供依据。

参考文献:

[1] 翟明杰,杨进新,王雷.基于有限元法的地铁隧道下穿既有输水隧洞安全影响研究[J].北京水务,2017(6):30-35.
[2] 孙剑.新建高铁隧道穿越输水工程隧洞技术方案[J].黑龙江水利科技,2021,49(6):97-99.
[3] 刘光华,魏红.电力隧道近距离底穿输水方涵应力变形分析[J].2020,42(4):108-111.
[4] 刘拓.公路隧道爆破对邻近引水隧洞振动响应的分析与实测研究[J].隧道建设,2014,34(12):1126-1130.
[5] 刘明高,吴金刚,毕强.城市山岭隧道穿越别墅区开挖方式的选择与实践[J].市政技术,2019,36(3):35-140.
[6] 崔会超,饶军应,赵霞,等.“水磨钻”非爆破开挖施工工艺在小断面地铁隧道施工中的应用[J].城市建设理论研究,2018(4):143-144.
[7] 刘曙亮,王猛,陈郁平.城市复杂环境下硬岩隧道非爆破施工关键技术研究[J].市政技术,2021,39(9):87-92.

（上接第 150 页）
（东钱湖段）快速路一期工程Ⅳ标段庆路（东钱湖段）快速路工程中的鄞县大道跨线桥平移顶升改造工程,针对性地研究桥梁平移新型摩擦界面,具有以下特点。

(1)避免了目前技术中复杂施工,施工便捷,工序简单,并且材料用量较少,钢板可回收利用,滑道找平层使用高强度自流平灌浆料,小时强度高,不会出现浇筑不密实的情况。保证了平移安全。

(2)使用灰饼冲筋与高精度水准仪测量,保证平移滑道处于同一标高,能够较好地控制平移滑道标高,不会因为滑道标高突变引起的局部应力过大带

来的对桥梁的各种不利影响;
(3)使用该新型摩擦界面进行桥梁平移施工,使摩擦系数降为 0.005 左右,大大降低了桥梁平移时的水平顶推力,消除了横向顶推力过大对桥梁附加应力的不利影响,不会因为摩擦界面摩擦系数相差过大,出现不稳定现象。确保桥梁平移时结构安全。

参考文献:

[1] 尹天军.细解横潦泾,中国最大跨径、最长的顶升桥梁[J].中国公路,2011(13):90-93.
[2] 尹天军,蒋岩峰,危文亮.一种桥梁平移轨道找平装置:中国,CN202121127464.0[P].2022-01-28.