

DOI: 10.16799/j.cnki.esdqyfh.250070

软土地基桥头搭板脱空换填处置技术研究

马 奔

(中交路建交通科技有限公司,北京市 101399)

摘 要: 我国东南沿海地区软土分布区域广泛,早期在该区域修建的高速公路桥梁桥头搭板下均存在不同程度的脱空病害,考虑到高速公路不能中断交通,通常在桥头搭板上钻孔注浆填充脱空区域,很少采用换填处置方法。结合一个不中断交通的桥头搭板脱空换填处置工程实例,在泡沫混凝土中加入聚丙烯纤维和早强水泥改善其特性,通过合理的台后换填结构设计,在不中断交通的情况下进行换填处置施工,经过 3 a 运营后,桥头路面通行平顺,锥坡、边坡未出现沉降等病害,说明该加固处置方法效果较好。

关键词: 桥头搭板脱空;加固维修;台后换填结构设计;泡沫混凝土;换填处置施工方法

中图分类号: U445.7*2

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2025)08-0369-05

Research on Treatment Technology of Void Replacement and Filling of Bridge Head Lap Slabs in Soft Soil Foundation

MA Ben

(China Communications Road Construction Transportation Technology Co., Ltd., Beijing 101399, China)

Abstract: In the southeastern coastal region of China, soft soil is widely distributed. In the early days, all the expressway bridges built in this area suffered from varying degrees of voids under the bridge head lap slabs. Considering that traffic on expressways cannot be disrupted, it is common to drill holes and inject grouting on the bridge head lap slabs to fill the voids, and the replacement and filling treatment method is rarely adopted. Combined with an example of a bridge head lap slab void replacement and filling treatment project that does not disrupt traffic, the polypropylene fibers and early-strength cement are added into foam concrete to improve its properties. Through a reasonable design of the backfill structure behind the abutment, the replacement treatment is successfully implemented without interrupting traffic. After 3a operation, the pavement at the bridgehead is smooth for traffic, and no settlement or other diseases have occurred on the cone slope and the slope, which indicates that this reinforcement treatment method is effective.

Keywords: void of bridge head lap slab; reinforcement and repair; replacement and filling structure design behind abutment; foamed concrete; replacement and filling treatment construction method

0 引 言

我国东南沿海地区经济发达,修建高速公路较早而且交通量大,相当一部分的高速公路已服役 20 a 以上,现阶段桥头搭板脱空问题较为普遍。桥头搭板脱空现象是由于桥头搭板一端支撑在桥台背墙牛腿上,而其他部分靠台后填料支撑,一旦搭板下的填料与搭板脱开,即在搭板下出现空腔。通常桥台的工后沉降控制较为严格,相对于路堤而言可以忽略不计,因此远离桥台一端的搭板易随着路堤出现沉降,导致靠近桥台侧的搭板下极易出现脱空。

桥头搭板脱空是导致搭板断裂、桥头连续跳车,影响行车安全和舒适性的常见病害。在东南沿海软土地区,为减小地基附加荷载,桥台通常设计成轻型的桩柱式基础,该结构形式需要在桥台周围增加锥坡和护坡,以抵挡台后及两侧的土压力。一旦锥坡、护坡铺砌损坏,水渗入铺砌下导致桥头填料沉降加剧,严重时将造成水土流失,进而导致更大范围的桥头搭板脱空。

在日常桥梁定检中,桥头搭板脱空问题很少引起重视,除非出现了可见的搭板下脱空问题才会进行处置。由于桥头搭板脱空程度不同,表现出来的外观病害程度也不同,因此通过人工目力检测桥头病害状况很难判断桥头搭板的脱空程度。对于运营公路的桥头过渡段,当出现较大差异沉降时,大多是

收稿日期: 2025-01-19

作者简介: 马奔(1990—),男,硕士,工程师,从事桥梁检测、监测、加固设计工作。

在原有路面上重新铺设一层沥青铺装,以弥补因差异沉降而产生的高度差,进而导致在基底软土原有的基本固结地基上进一步施加荷载,导致地基产生新的固结沉降,产生了恶性循环。

根据多年的桥梁定检发现,伸缩缝渗水是一种普遍现象,伸缩缝渗水是源于橡胶止水带老化破损,橡胶止水带又不易更换,且更换成本高,因此桥面雨水长期从伸缩缝沿梁端、桥台背墙、台帽、护坡流至桥下。通常软土地区的桥台锥坡和护坡会产生较大的工后沉降,再加上后期运营期间雨水长期沿锥坡和护坡与桥台连接处渗入铺砌内部,进一步加剧了桥台附近的填料流失,造成更严重的搭板脱空。

对于桥头搭板脱空,通常做法是注浆处置^[1-3],很少采用换填处置方法。为解决桥头搭板脱空问题,结合一个不中断交通的桥头搭板脱空换填处置工程实例,通过研究台后换填结构设计、复合改性轻质混凝土特点、不中断交通的换填施工方法,总结出适用于软土地基桥头搭板脱空换填的处置方法。

1 工程概况

我国东南沿海高速公路上的某桥梁,分左右幅,上部结构为现浇钢筋混凝土连续箱梁,下部结构为桩柱式桥台,桥台基础为钻孔灌注桩基础。左(右)幅桥台横向宽度为12.24 m,桥头搭板长度为8 m。左幅0号桥台经检测桥头搭板存在脱空,桥台背墙和耳墙破损严重,背墙与台帽有较多斜向裂缝,且与台帽连接处严重开裂,裂缝宽度最大为5 cm,如图1、图2所示。桥台台背填土及锥坡均发生较大程度的下沉,台背脱空较为严重,如图3所示。



图1 桥台背墙现场照片

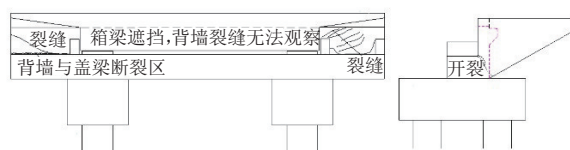


图2 桥台背墙病害示意图

通过分析后可知,桥台背墙与台帽连接处开裂,背墙出现较多斜向裂缝,主要是由于伸缩缝止水带



图3 桥头搭板侧面脱空

破损,造成梁端与背墙间长期堆积砂石,箱梁在热胀冷缩作用下反复对背墙的推力作用导致背墙开裂。对于桥台搭板脱空,一是由于该区域为软土地基,在填料自重和交通荷载长期作用下将产生较大的工后沉降,二是在后期运营中雨水通过破损的伸缩缝止水带,沿着锥坡、护坡与桥台相接处缝隙长期渗入,造成填料流失,导致搭板下脱空。

根据人工初步检测,桥台左侧面锥坡沉降严重,已经能够准确判断板底左侧边缘存在脱空。为了进一步确定桥头搭板下其他区域的脱空情况,对靠近道路中线的板底采用地质雷达法进行检测,根据雷达图谱判断,桥头搭板其他区域也存在不同程度的脱空现象^[4-7]。

根据以往工程经验,对于小体积板底脱空通常采用注浆处置,但对于该桥还同时存在伸缩缝病害、背墙断裂、锥坡、护坡塌陷,搭板下存在大体积脱空,为了有效处置软土地基桥头搭板脱空问题,对该桥进行台后换填处理,同时进行伸缩缝更换和重新浇筑桥台背墙。

2 台后换填设计方案

2.1 换填材料选择

考虑到该区域为软土地基,若采用常规的材料换填,在后期运营过程中可能还会下沉,因此选择轻质的泡沫混凝土作为换填材料^[8-15]。结合该项目的实际情况和泡沫混凝土的特点,在配制泡沫混凝土的基础上加入聚丙烯纤维和早强水泥,形成复合改性轻质混凝土。

在泡沫混凝土中加入聚丙烯纤维^[16]可改善其力学性能,提高抗拉强度。在分层浇筑过程中为了防止气泡破裂,在普通硅酸盐水泥中掺入部分硫铝酸盐水泥^[17-18],缩短初凝时间,减少泡沫破裂,获得较高的早期强度,同时降低材料密度,大大提高其经济性能。项目实施中采用的复合改性轻质混凝土性能指标如表1所示。

从计算结果可知,在车辆最不利荷载作用下,搭板边缘最大竖向位移为11.41 mm。

工况2:桥头搭板下台背填料换填复合改性轻质混凝土后,计算最不利车辆荷载作用下的搭板边缘最大竖向变形及复合改性轻质混凝土的应力。结构竖向位移和应力计算结果如图8、图9所示。

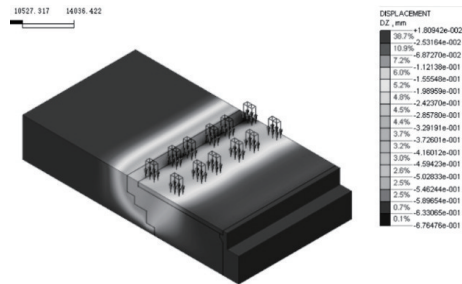


图8 工况2竖向位移云图(单位:mm)

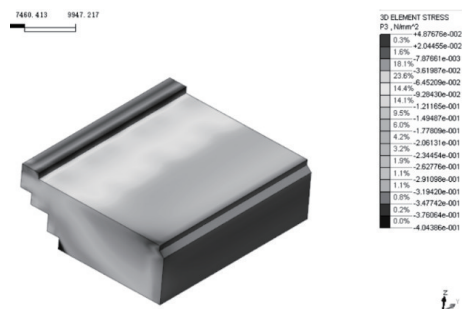


图9 复合改性轻质混凝土第三主应力(单位:MPa)

从计算结果可知,在车辆最不利荷载作用下,搭板边缘最大竖向位移为0.68 mm,较换填前竖向位移11.41 mm有明显减小,换填的轻质改性混凝土最大压应力为0.40 MPa,未超过容许抗压强度1 MPa的要求,说明该设计方案满足实际需求。

3 台后施工及工后效果

3.1 总体施工组织方案

由于该桥位于高速公路上,车流量较大,根据交管部门要求,桥梁维修加固时不能中断交通,因此计划左幅桥台横向分左右两部分施工。

考虑到桥头施工过程中一部分开挖,另一部分通车,为防止在开挖过程中另一部分搭板断裂,对台背开挖前先在搭板底部进行预注浆处理。由于该桥头路面已经半幅封闭,具备在路面开孔注浆的条件,因此采用在桥头搭板钻孔注浆的方式进行板底预注浆。

在开挖以前先对桥台可能出现漏浆的位置采取封堵措施,为了确保注浆效果,根据探地雷达检测的结果对台后脱空区域进行注浆孔的布设,注浆材料为复合改性轻质混凝土。针对以上情况,具体施工

工序如图10所示。

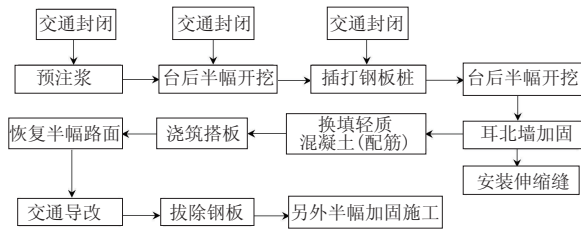


图10 施工工序图

3.2 施工方法

步骤一:应急车道侧交通封闭后,首先对路面左侧4.5 m范围进行开挖换填,预留3.75 m车道通车,保证3 m安全作业距离,为防止基坑坍塌,在开挖边线右侧,插打20b槽钢,槽钢长度2 m,纵向紧密布置,结合钢板桩护脚,保证开挖作业施工安全,如图11所示。

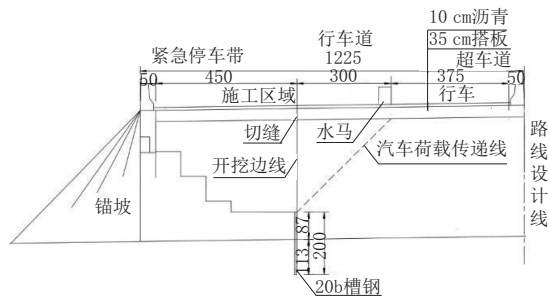


图11 基坑底部支护(单位:cm)

步骤二:槽钢支护后,挖除剩余土体,之后进行耳背墙修复、轻质混凝土浇筑、搭板浇筑、沥青铺装等工作,对左侧4.5 m范围复合改性轻质混凝土进行配筋,以便在右侧6.75 m开挖换填施工时可充分利用复合改性轻质混凝土自立性,从而保证施工作业安全,如图12所示。

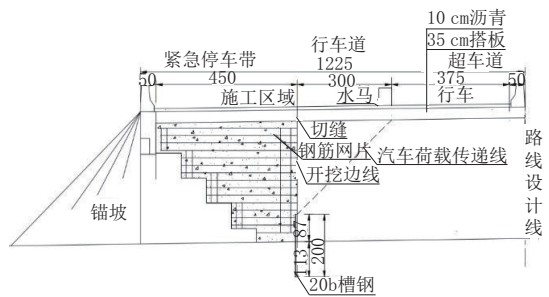


图12 左侧轻质混凝土浇筑及配筋(单位:cm)

步骤三:左侧具备通车条件后,对右侧行车道进行交通导改,然后进行开挖、维修、换填施工,该侧轻质混凝土无需配筋,如图13所示。

3.3 工后效果评价

该桥桥头搭板脱空处置施工完成后,经过3 a多的运营,再次对该桥台及桥头路面进行检测,桥头路面通过平顺、铺装层表面无裂缝和沉降、桥台完好、

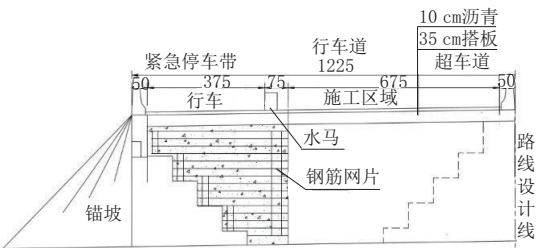


图 13 右侧基坑开挖及轻质混凝土浇筑(单位:cm)

护坡、锥坡无明显沉降痕迹,说明该加固施工方法效果较好。

4 结 论

综上所述,桥头搭板采用复合改性轻质土换填处置的效果是显著的,可以提高桥梁通行舒适性和安全性,减少后期维护成本,整个施工过程又不中断交通,换填材料容重远低于原填料,不会对软土地基产生附加压力,因此在东南沿海高速公路桥头搭板脱空处置中具有一定的推广应用价值。

参考文献:

[1] 李熙,季晓丽,钟世云.地聚合物注浆加固技术在“桥头跳车”病害治理中的应用[J].城市道桥与防洪,2021(7):300-304.
[2] 燕志刚.压密注浆技术在桥头搭板抬升的应用[J].广东土木与建筑,2022,29(7):78-81.
[3] 蒋洪松.注浆加固技术在桥头跳车处理中的应用[J].西部交通科技,2018(7):163-165.
[4] 张军,姜文涛,余秋琴,等.基于探地雷达时频特征的水泥路面脱空识别[J].地下空间与工程学报,2024,20(4):1334-1344.
[5] 吴克凡,李浩东,祁增云.探地雷达技术在挤压边墙混凝土脱空检测中的应用[J].东北水利水电,2024,42(1):51-53.
[6] 袁卫锁.水泥路面加宽拼接缝水泥注浆补强效果的检测与评价[J].

中外公路,2022,42(5):56-60.
[7] 杜光.地质雷达在桥台搭板脱空检测中的应用[J].山西交通科技,2017(6):71-73.
[8] 张宇超.CFG桩+泡沫混凝土解决软基桥头跳车的联合应用研究[D].邯郸:河北工程大学,2021.
[9] 周世松.轻质膨胀颗粒防治桥涵台背路基跳车技术研究[D].石家庄:石家庄铁道大学,2018.
[10] 李博.高强度泡沫混凝土的制备及其性能研究[D].长春:吉林大学,2018.
[11] 刘昕昊.混凝土泡沫剂的制备及泡沫混凝土性能的研究[D].重庆:重庆交通大学,2022.
[12] Hou Liet al.Influence of foaming agent on cement and foam concrete[J]. Construction and Building Materials, 2021(280): 399-412.
[13] 高华.泡沫混凝土配合比设计与干缩特性试验研究[D].南昌:南昌航空大学,2016.
[14] 谈宜群.泡沫混凝土性能及其在台背填筑结构中的应用研究[D].泰安:山东农业大学,2022.
[15] Devid Falliano, Dario De Domenico, Giuseppe Ricciardi, Ernesto Gugliandolo.Experimental investigation on the compressive strength of foamed concrete: Effect of curing conditions, cement type, foaming agent and dry density [J]. Construction and Building Materials, 2018 (165): 735-749.
[16] 余意.聚丙烯纤维泡沫混凝土的力学性能及抗盐侵蚀性能试验研究[D].武汉:武汉科技大学,2021.
[17] 黄政宇,孙庆丰,周志敏.硅酸盐-硫铝酸盐水泥超轻泡沫混凝土孔结构及性能研究[J].硅酸盐通报,2013,32(9):1894-1899.
[18] Tian Liet al.Preparation and properties of sulphoaluminate cement-based foamed concrete with high performance[J]. Construction and Building Materials, 2020(263): 210-218.
[19] 裴涛,杜英辉,陈雷,等.公路路桥过渡段刚性楔形搭板设计参数优化[J].公路,2019,64(4):12-17.
[20] 唐杨,唐彬,王国炜,等.桥头搭板受力分析及影响因素研究[J].盐城工学院学报(自然科学版),2021,34(1):66-71.

《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴,为您提供平台,携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

官方网址: <http://www.csdqyfh.com> 电话:021-55008850 联系邮箱: roadbridgeflood@163.com

