

白龙江大桥旧桥铺装调平层新技术 (无缝钢管+陶粒混凝土)的应用

赵 腾 飞, 廖 祯 虎, 覃 晟

(中国水利水电第十工程局有限公司 三分局, 四川 都江堰 611830)

摘 要:结合四川省广元市三江新区基础设施项目中白龙江大桥旧桥铺装调平层现场施工情况,采用了局部增高较多的区域设置无缝钢管并采用陶粒混凝土配合进行调平的施工技术。本文重点分析了该技术在市政工程中应用的优缺点及施工特点,明确了施工工艺。

关键词:旧桥改造;无缝钢管+陶粒混凝土;陶粒混凝土;施工技术;白龙江大桥

中图分类号:U445;U444;U41;U44

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2022)05-0078-04

Application of Seamless Steel Tube and Ceramsite Concrete in the Leveling Layer Pavement for Renovation of Bailongjiang Bridge

ZHAO Tengfei, LIAO Zhenhu, QIN Sheng

(Third Branch of Sinohydro Bureau 10 Co., LTD., Dujiangyan, Sichuan, 611830)

Abstract: According to the on-site construction of the leveling layer of the renovation of Bailongjiang Bridge in the infrastructure project of Sanjiang New Area in Guangyuan, Sichuan, this paper introduces the construction characteristics of the technology that use seamless steel tube and ceramsite concrete in the leveling layer pavement at the locally elevated area. Then the advantages, disadvantages and construction characteristics of this technology in municipal engineering are emphatically analyzed. And the construction process is clarified.

Key words: Bridge renovation; Seamless steel tube; Ceramsite concrete; Construction technology; Bailongjiang Bridge

1 概 述

白龙江大桥工程为桥梁拓宽工程,是广元三江新区重点建设项目之一,位于广元市利州区宝轮镇。原白龙江大桥旧桥宽 12 m,在其下游新建的白龙江大桥宽 24 m,桥梁采用 40 m 简支 T 梁,三跨一连续,共 11 跨,桥面全长 440 m。桥梁道路等级为城市主干路,荷载等级为城-A 级,结构安全等级为一级。

白龙江大桥的旧桥与新建白龙江大桥桥梁拼桥后,旧桥调平层最高的地方需要提高约 21 cm。若采用传统钢筋混凝土作为铺装调平层无疑将增加旧桥的自重,对原白龙江旧桥的结构安全将造成一定的、不可量化的影响,而且白龙江大桥作为连接广元至宝轮的重要连接通道工期紧张,采用钢筋绑扎作为铺装层骨架必将费时费工,势必会延长施工周期而影响到交通通行,故需采用一种

轻质高强、施工便捷、低碳环保的施工技术方能满足现场调平层施工的需要。阐述了无缝钢管+陶粒混凝土技术在白龙江大桥旧桥铺装调平层中的应用。

2 施工方案的确定

经多方分析研究后,最终决定采用对局部增高较多的区域设置无缝钢管并采用陶粒混凝土配合进行调平的施工技术(以下简称“无缝钢管陶粒混凝土”技术)。通过模拟原旧桥改造前的自重工况并保证旧桥铺装调平层满足设计方案对横纵坡的要求。无缝钢管陶粒混凝土旧桥铺装调平层示意图见图 1。

2.1 陶粒混凝土

(1)通过现场混凝土配制试验^[1],确定了 C50 陶粒混凝土配合比(每 m³ 用量)。C50 陶粒混凝土配合比(每 m³ 用量)见表 1。

(2)材料参数。

收稿日期:2022-09-01

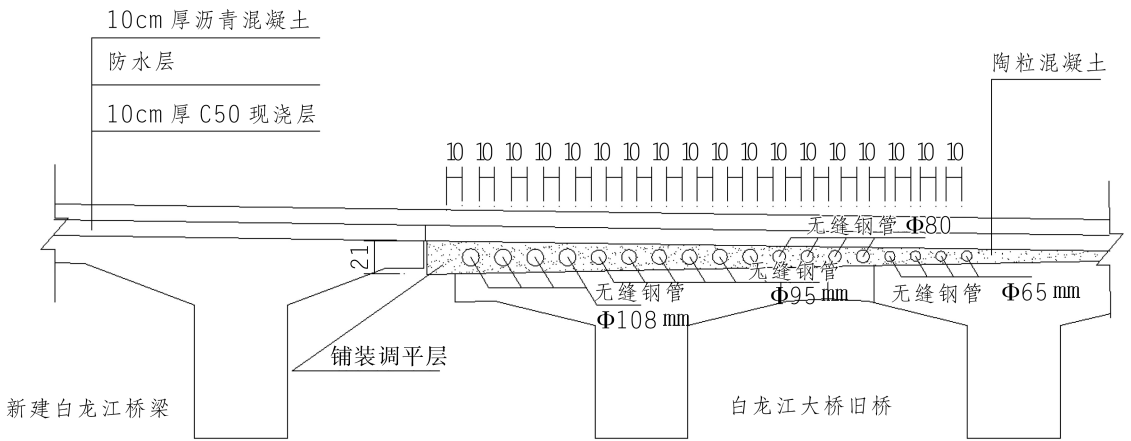


图1 无缝钢管陶粒混凝土旧桥铺装调平层示意图

表1 C50陶粒混凝土配合比(每 m^3 用量)表 /kg

项目	水	水泥	粉煤灰	沙	陶粒
配合比例	1	2.42	0.63	3.89	1.47
用量	190	460	120	740	280

页岩陶粒:粒径为5~16 mm,密度为630~700 kg/m^3 ,吸水率为16%~17%(干燥状态下1h计),粒径小于5 mm或大于16 mm的颗粒含量不应大于5%,并不得夹杂黏土块。

砂为中砂或粗砂,含泥量不大于3%。

水泥采用R52.5级普通硅酸盐水泥。

外加剂的掺量必须通过试验确定并符合混凝土外加剂氨的释放量不大于0.1%的要求。

陶粒混凝土由拌合站拌制,采用混凝土罐车运输至施工现场。

2.2 中空无缝钢管

钢管采用热轧成形无缝钢管,材质为Q345,管径为A108(壁厚4.5 mm)、A95(壁厚4.5 mm)、A80(壁厚4 mm)、A65(壁厚4 mm),管道双层涂聚丙烯防腐涂料^[2]。钢管横向间距边到边的距离为10 cm,管道纵向采用水平焊接,管道由专业厂家生产。

3 无缝钢管陶粒混凝土具有的特点

采用无缝钢管陶粒混凝土对白龙江大桥旧桥铺装层进行调平施工的主要特点如下。

3.1 无缝钢管陶粒混凝土具有的优点

(1)施工简单,方便易行。无缝钢管铺设简单,焊接工艺成熟。钢管本身既是纵筋,又是箍筋,具备钢筋骨架的功能,且钢管的制作相较于钢筋骨架的制作与安装更为简单。不仅节省了大量的钢筋材料,减少了钢筋绑扎时间,同时亦改善了

工作环境,加快了施工进度,缩短了工期。

(2)具有轻质、高强特点。与常规钢筋混凝土相比,节省钢材约50%。陶粒混凝土表观密度远小于普通混凝土:普通混凝土表观密度一般为2450 kg/m^3 ,而陶粒混凝土表观密度则为1400~1950 kg/m^3 ^[3]。对比两者的差异不难发现:当陶粒混凝土容重在LC5~LC50范围时,其容重仅为普通混凝土的80%。即在同等条件下,无缝钢管陶粒混凝土的结构自重较普通钢筋混凝土的结构轻25%~40%,随之带来的优越性是构件的自身重量大大减轻且强度等同于同标号普通钢筋混凝土。

(3)耐火性能好。陶粒混凝土由于其导热系数比较低,在耐火性能试验中,陶粒混凝土的耐火极限可达4 h,远高于普通混凝土,且因钢管作为骨架其管道内中空,当遭遇火灾时,中空的钢管可以起到隔热散热的作用,能够减慢钢管的升温速度,增加了耐火时间,提高了耐火能力。

(4)抗震性能强。由于陶粒混凝土具有较低的弹性模量且钢管作为骨架结构具有良好的延展性,相较于一般钢筋混凝土,其塑性和柔性更优越。而且无缝钢管陶粒混凝土能够延长建筑物的固有振动周期,当建筑物遭到破坏时会抵消大量变形动能,具有良好的抗震性能^[4]。

(5)能够创造良好的经济效益。陶粒是一种很好的绿色材料,其原料来源广泛,可以利用工业废料、生活垃圾生产人造陶粒,即可减少对环境的污染,又使废弃物得到再生利用。从长远发展角度看,其可持续发展,所创造出的经济效益和社会

效益突出。

3.2 无缝钢管陶粒混凝土具有的缺点

(1) 对其进行的结构研究未深入,实际应用案例较钢筋混凝土工程偏少,缺乏大量的实际施工构件基础实际参数进行对比研究。

(2) 无缝钢管陶粒混凝土使用的局限性较大。目前市面上仅能做到 C50 标号强度的陶粒混凝土,对于超高强度混凝土标号要求则无法达到。且因干燥陶粒在吸水后易导致坍落度下降,致使其无法在浇筑时间长、浇筑高度高的构筑物上使用。而无缝钢管作为骨架在遇到异形结构时其制作较为困难,导致施工范围受限。

(3) 由于陶粒与水泥砂浆的密度存在较大差异,导致陶粒混凝土在搅拌和运输过程中容易产生分层离析现象,导致混凝土浇筑质量保证难度加大。与普通同标号混凝土相比,陶粒混凝土的养护强度上升较慢、且其强度上升速率仅为普通混凝土的 75%。

无缝钢管陶粒混凝土优缺点汇总情况见表 2。

表 2 无缝钢管陶粒混凝土优缺点汇总表

名称	优点	缺点
无缝钢管 陶粒混凝土	施工简单,焊接工艺成熟	理论研究不够深入,缺乏大量的实践经验
	轻质高强,节约钢材,减轻自重	
	散热耐火能力强 延展性较好,抗震性强	使用局限性大
	绿色环保材料,经济效益好	易离析,强度上升不如普通混凝土

3.3 小结

对于白龙江大桥旧桥调平层施工,采用无缝钢管陶粒混凝土施工技术非常适合。采用无缝钢管替代原钢筋骨架,充分利用了钢管制作工业化程度高、安装焊接固定简单、易操作的优点。采用陶粒混凝土替代原常规混凝土施工,具有轻质高强、防火及抗震性能优越的优点,避免了采用常规钢筋混凝土自重大、钢筋绑扎施工费时费工、抗震性能较差等缺陷^[5]。减少了常规钢筋混凝土大面积浇筑产生水化热导致混凝土面开裂的现象发生,具有轻质高强、快速低耗、高效节能、低碳环保和安全优质的效果,属于新的创新施工技术。

4 白龙江大桥旧桥铺装调平层无缝钢管陶粒混凝土施工工艺

4.1 施工工艺流程

主要施工工艺流程:安全文明施工封道→旧桥原沥青面层破除→旧桥原钢筋混凝土铺装层破除→桥面清洗→无缝钢管的铺设与安装固定→陶粒混凝土浇筑→养护、检测。

4.2 操作要点

(1) 旧桥原钢筋混凝土铺装层破除后,采用清扫机对桥面进行彻底的清扫、冲洗,保证桥面干净、无杂物。

(2) 无缝钢管的铺设与安装固定:旧桥桥面铺装无缝钢管采用半幅施工,先施工高差较大侧,根据现场调平层的高差变化选择合适的四种钢管型号。全桥钢管纵向通长布置,采用焊接连接,在伸缩缝位置断开,预留伸缩缝宽度;钢管横向间距为 10 cm,采用定位筋焊接固定。

①钢管安装工艺流程:钢管制备→钢管检验→轴线测量、放线→基础节安装→标高校正→焊接→检验。

②钢管安装工序。根据施工图及现场放样后,采用吊车配合人工将钢管依次放置在定位位置上。钢管对接时,采用经纬仪测出偏差,保证钢管的顺直并将其均匀铺设在桥面铺装层上并保证其受力均匀。焊接采用环焊缝,定位筋焊接固定。钢管的现场焊接形式为水平焊,施焊前焊条需烘焙并保温 2 h 后使用。施焊时,将焊条放在电热保温筒内,随用随取。焊接采用分段分向顺序,分段施焊保持对称,防止焊接变形而影响到安装精度。

(3) 陶粒混凝土浇筑:待无缝钢管铺设完成后进行陶粒混凝土的浇筑施工。浇筑采用半幅施工,混凝土罐车直接入仓,人工整平、振捣、找平、养护。

①陶粒混凝土浇筑工艺流程:施工准备、技术交底→基层处理→测设标高控制线→陶粒混凝土搅拌→铺设陶粒混凝土→滚压→找平→养护。

②陶粒混凝土浇筑施工工序。

a. 基层处理。将原桥铺装层拆除的混凝土碎渣、钢管安装中产生的钢材碎屑等清除干净。铺设前,提前对其表面浇水润湿。

b. 标高控制。利用水准仪弹出标高控制线,以保证浇筑完成后的铺装层满足旧桥桥面调坡要求。

c. 铺设陶粒混凝土。将搅拌好的陶粒混凝土用混凝土罐车送到施工地点直接入仓浇筑,由人

工将其整平。由于陶粒混凝土较轻,很容易产生离析现象,因此,需要人工进行二次搅拌。

d. 振捣与找平。用铁锹摊铺陶粒混凝土,其厚度应略高于设计标高,再用拍板等工具及时将浮在表面的陶粒压入混凝土中直至其砂浆泛上,再用平板振动器振动使其密实。振动过程中,若仍有陶粒浮出表面,需由人工将其压入混凝土中。

e. 养护。陶粒混凝土铺装完毕,应及时覆盖塑料薄膜和保温材料,由专人定时进行浇水养护。

4.3 注意事项

(1)无缝钢管的安装必须焊接牢固,防止陶粒混凝土浇筑时导致钢管上浮。

(2)使用陶粒混凝土时,一定要注意使用符合相关质量要求的材料。所有材料不仅应根据设计要求进行选择,还要在进场时进行验收。陶粒需进行试验以确保其密度、导热系数、强度和密度能够满足使用前的相关质量要求。

(3)陶粒混凝土的生产与拌和必须采用强制式拌合机搅拌,陶粒在拌和前需进行预湿处理。

(4)由于陶粒混凝土在运输过程中可能会因运输距离较远或等待浇筑时间较长易造成坍落度损失、离析,对其采取的解决措施为:可以在卸料前掺入适量的减水剂进行搅拌,以满足施工所需的和易性要求,但严禁直接加水。

(5)浇筑成型后,宜采用拍板、刮板、辊子或振动抹子等工具及时将浮在表层的粗陶粒颗粒压入混凝土内;若颗粒上浮面积较大,可以采用表面振动器复振,使砂浆返上,再作抹面。

5 应用效果与结语

白龙江大桥旧桥于2020年1月启动旧桥桥面铺装调平层施工,共耗时7d完成旧桥桥面钢管铺设及陶粒混凝土浇筑施工,比原钢筋混凝土桥面铺装计划14d减少施工工期7d,提高效率约50%。采用无缝钢管作为骨架比钢筋网绑扎作为骨架减少混凝土用量约170 m³,陶粒混凝土

(上接第73页)

- [2] 毛小东,许伟,程焯焯.正井法在中东抽蓄K项目超深竖井中的应用[J].工程建设,2018,50(12):59-64,69.
- [3] 吕海强.正井法施工在东涌水库输水隧洞竖井开挖中的应用与探索[J].人民珠江,2013,34(6):71-74.
- [4] 师广山,张帆,王旭辉.结合正井法施工的水电站调压井和竖井合并布置设计[J].西北水电,2020,39(3):67-69.
- [5] 李涛,赖泽金,徐支松.探析超深立井凿井吊盘的结构[J].

的使用比普通混凝土减少自重约20%,整体无缝钢管混凝土减少铺装层自重约25%,达到了原旧桥设计自重要求。经养护合格后检测无缝钢管混凝土满足C50混凝土强度要求。在其施工完成后,广元周边如陇南、苍溪、青川均发生过3~5级地震,经对白龙江旧桥表观检测未发现因地震引起铺装层、桥面层开裂或变形的情况发生。将无缝钢管陶粒混凝土应用在旧桥铺装层改造中,取得了高效施工、轻质高强、抗震平稳的效果,而且节约了投资,减少了施工成本,取得了良好的社会效益。

广元三江新区基础设施建设白龙江大桥工程采用无缝钢管陶粒混凝土进行旧桥铺装调平层施工取得成功并积累了实践经验,解决了旧桥铺装调平层与新建桥梁铺装层高差大的难题,大大减少了旧桥的桥梁自重,保证了旧桥铺装层的强度要求,优化了桥梁铺装调平层施工工艺,缩短了施工工期,所取得的经验可供类似桥梁铺装调平工程借鉴,亦可在建筑行业需要轻质高强、工期紧张、抗震需求高的相关领域进行推广应用。

参考文献:

- [1] 李继业.混凝土配制实用技术手册(第三版)[M].北京:化学工业出版社,2015.
- [2] 周子涵.管材和管件选用手册[M].北京:机械工业出版社,2012.
- [3] 耿飞.陶粒混凝土制备及强度性能试验研究[J].低温建筑技术,2014,36(11):4-5.
- [4] 张广成.高强度陶粒混凝土抗震性能研究[J].低温建筑技术,2010,32(3):42-43.
- [5] 杨亚彬.钢管混凝土结构模型试验与分析设计[M].北京:中国环境出版社,2014.

作者简介:

- 赵腾飞(1986-),男,河南巩义人,高级工程师,从事建设工程施工技术与管理工
作;
- 廖祯虎(1968-),男,四川资阳人,高级工程师,从事建设工程施工技术与管理工
作;
- 覃 晟(1993-),男,湖南湘西人,工程师,学士,从事建设工程施工技术与管理工
作。

(责任编辑:李燕辉)

山西建筑,2012,38(10):35-36.

作者简介:

- 吴建军(1967-),男,四川简阳人,国际公司副总经理,高级工程师,硕士,从事水利水电工程施工技术与管理工
作;
- 宋自平(1979-),男,四川威远人,项目总工程师,正高级工程师,从事土木工程施工技术与管理工
作。

(责任编辑:李燕辉)