

海绵城市理念下道路透水人行道路面施工要点探讨

姚冰峰

广州机施建设集团有限公司

摘要: 本文以道路透水人行道路面施工技术作为切入点,结合黄埔开放大道南(石化南路、文船路段)升级改造实例,分析透水路面的种类及优点,并从海绵城市理念的角度出发,深入探讨市政道路工程中透水人行道路面施工技术的前期准备要点和工艺操作要点,旨在完善透水人行道路面施工技术体系,推动海绵城市理念与市政道路施工体系的深度融合,并且为后续同类工程施工工作的开展提供技术参考。

关键词: 海绵城市理念; 透水人行道; 路面施工

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2022.09.034

引言

近年来,为解决城市发展期间发生的内涝灾害频发、热岛效应等“大城市病”,营造健康舒适的城市生活环境,海绵城市理念应运而生,城市通过修建大量具备蓄水、净水、渗水等使用功能的海绵设施,强化城市的雨水调蓄排放能力。透水路面作为海绵城市体系的重要组成部分,路面施工质量对海绵城市的总体建设质量有重要的影响,为此,加强对透水路面施工技术研究是十分必要的。

一、项目概况

本项目为黄埔开放大道南(石化南路、文船路段)升级改造工程。本项目改造以“高标准、高起点、新生态、新突破”为建设目标,通过整治提升路面拓宽,塑造有一条有特色、有效率、有改观的城市高标准道路,作为整条开放大道建设先行者。工程内容包括:绿化带扩宽升级改造、车行道路面的扩建升级改造、现状车行道沥青路面整治、交通设施改造、新建人行道、新建非机动车道、新建管线(给排水、电气)、加长过水涵洞、新增人行护栏、车行道砼路面整治、更换人行道、贯穿完善自行车道、更换侧平石、更换人行道、完善行人指路系统、绿化升级改造。

二、道路透水人行道路面施工技术概述

(一) 透水路面种类

在现代市政道路工程中,透水路面种类包括透水混凝土路面、透水砖路面、植草砖路面、露骨料透水混凝土路面等,各类透水路面的施工做法、使用效果存在明显差异。其中,部分透水路面并不适宜人行道路,存在明显局限性,如植草砖路面存在路面不平、脚感差、造型呆板等缺点,多用于园林道路。目前来看,应用最为常见的人行道透水路面为透水混凝土路面和透水砖路面,具体如下。

第一,透水混凝土路面。此类路面是由十字、SR增

强剂、水泥等原材料加水搅拌制成混凝土,在人行道基层上摊铺振捣混凝土,待混凝土凝结硬化后形成较高孔隙率的路面结构。因此,在人行道使用期间,路面结构通过孔隙快速吸收路面积水和流经的地表径流,控制雨水下渗至深层土层中,起到涵养地下水作用,必要时还可以在路面结构中临时蓄存多余雨水。同时,透水混凝土路面结构还具备十分优异的吸热功能与储热功能,有效调节周边环境温度。但需要养护人员定期使用高压水或高压空气来清理路面结构孔隙内的堵塞物与灰尘污渍,避免因孔隙堵塞而影响路面使用功能的正常发挥。

第二,透水砖路面。此类路面结构由透水砖、砂垫层、碎石基层等部分组成,属于一类柔性结构透水性路面构造形式。施工人员在地基上方按顺序依次施作级配碎石基层、粗砂垫层和面砖层,并在边缘处砌筑路沿石。透水砖路面和透水混凝土路面的抗压强度、防滑性、透水系数等性能并无明显差异,但透水砖路面可选种类较为丰富,包括彩色复合混凝土透水砖、彩石环氧透水砖、聚合物纤维混凝土透水砖等品种,具体根据人行道使用要求、观赏要求加以选择。

(二) 透水路面优点

在市政道路工程中,相比于传统路面结构,透水路面的应用优势主要体现在排水、散热、降噪三方面。首先,在排水方面,透水混凝土路面和透水砖都具备结构中空特性,可以迅速将路面雨水吸入结构内部,再将蓄存水体持续排放到市政雨水管网或是下方土层当中,避免路面长时间积蓄雨水而出现行人打滑、城市内涝等问题。其次,在散热方面,在高温条件下,凭借路面结构内部间隙,使地底水汽出现蒸发现象,通过路面间隙来交换空气热量与水分,以此来降低路面表面温度,避免因路面过热而出现“城市热岛”效应^[1]。最后,在降噪方面,透水路面普遍采取蜂窝结构,在路面内部分布大量孔隙,在人行道使用期间,可以在路面内部孔隙中蓄存周边环境的行人噪音与车辆噪音,有利于改善道路周边居民生活质量、预防噪声污染问题出现。

三、基于海绵城市理念的透水人行道路面施工要点

(一) 施工前期准备

在市政道路工程中,透水人行道路面施工是一项复杂活动,涉及路基路面衔接、材料准备等多个方面,如果因前期准备工作开展不到位而形成纰漏,将对施工质量、作业效率和路面投运使用情况造成一定程度的影响。因此,为保证透水人行道路面施工作业得以顺利开展,必须提前做好下承层验收、路缘石养护、路基处

理、材料质控、试验段施工等方面的准备工作，具体如下。

第一，下承层验收。施工单位对人行道下承层以及路床顶面开展联合验收工作，重点检查下承层厚度、平整度达标与否，清理垃圾杂物。待下承层验收通过后，方可进入下道工序、开展透水路面施工，如果在验收期间发现质量隐患或其他问题，则组织班组成员进行返工处理，直至下承层达到施工标准为止。

第二，路缘石养护。在人行道周边砌筑花岗岩侧石头或是边石的情况下，要求施工人员使用塑料薄膜等材料对路缘石进行包裹养护处理，养护一段时间后，再开展混凝土摊铺或是面砖铺设作业，不得更改施工顺序。

第三，路基处理。在路面施工前，施工人员对路基表面进行处理，铲除突起物和修补凹陷部位，保持路基表面平整状态，检查平整度偏差是否超标。随后，清理表面垃圾杂物，清除基层积水，保持基层洁净状态，并在基层表面淋洒少量水分，即可开展面层施工。

第四，材料质控。透水路面对面层材料的性能质量提出严格要求，如果使用劣质材料，面层材料不理想，都会对路面结构的透水性、散热性、抗冻融性等使用性能造成明显的影响。以透水砖路面为例，重点检查透水砖质量是否达标，一般情况下，要求透水地面砖的最小抗压强度在35MPa以上，单块面砖抗压强度不得低于31MPa，抗析强度平均值在3.5MPa及以上，空隙率在8%以上，可选用橡胶颗粒、硬质陶瓷、透水混凝土骨料等作为面砖原材料，并对地面砖的规格尺寸进行检查^[2]。

第五，试验段施工。为论证施工技术方案的可行性，检查透水路面使用情况是否达到预期要求。需要在现场选择一处代表性路面作为试验段，按照技术方案内容开展人行道路面施工作业，在路面成型后开展渗水试验等多项试验，根据所发现问题来修改工艺参数、调整路面构造形式和材料种类，如调整透水混凝土配合比方案与透水砂浆强度等级。

（二）透水混凝土路面施工

1. 配合比确定

根据与人行道路面施工要求来确定原材料品种，一般情况下，使用标号为42.5的普通硅酸盐水泥材料、使用粒径在5-10mm区间内的质地坚硬碎石料、地下井水作为拌合水、S95级磨细矿渣粉作为掺合料即可，必要时，还可以掺加适量的减水剂与颜料，减水剂起到改善混凝土粘聚性以及包裹性的作用，颜料起到提高路面观感质量的作用。随后，根据混凝土性能质量要求来确定各类原材料用量占比，如把水泥、碎石与拌合水用量占比控制为350:1540:95情况下，所制备混凝土透水系数不低于0.75mm/s，且混凝土强度等级在C20及以上，满足绝大多数市政道路人行道透水路面的施工要求。最后，初步确定配合比方案后，组织开展混凝土试

拌作业，将样品送至实验室检测和易性、渗透系数、抗冻融性等各项性能，根据检测报告来修改配合比方案，直至混凝土性能质量完全达标为止^[3]。

2. 混凝土搅拌运输

混凝土搅拌前必须严格检查原材料的规格尺寸、质量状态，筛除碎石料中夹杂的腐殖土与枯枝树叶等杂物，退回粒径超标碎石料和潮湿水泥，检查拌合水pH值是否达标。确定无误后，使用计量装置对原材料进行计量称重，必须把用量误差控制在1%以内，按顺序依次向搅拌仓内投加50%骨料、全部外加剂与水泥、剩余骨料，在搅拌期间分多次添加拌合水，并对搅拌时间进行严格控制，要求搅拌时长在90s及以上，可以根据现场温度来适当调整搅拌时长，冬季混凝土搅拌时间略长。最后，待混凝土搅拌完毕后，对混凝土状态进行检查，检查内容包括坍落度、和易性等，如果坍落度不达标，或是出现水化、失水、离析等现象，则将混凝土重复搅拌。

混凝土运输前应提前规划运输路线和估算运输时间，考虑到透水混凝土属于一类干性混凝土料，有着初凝时间短的特征，因而需要把运输时间控制在15min以内，必要时可以在工程现场搅拌混凝土，混凝土搅拌完毕后直接转运至作业区域。同时，在混凝土运输期间，应配备专用罐车，运输途中控制罐体按匀速转动，避免出现混凝土离析现象，并在运输入场后重复检查混凝土状态。

3. 混凝土浇筑

根据现场温度来选择浇筑时机，在现场气温持续低于5℃或高于32℃情况下，不宜开展混凝土浇筑作业。随后，检查基层处理情况，要求基层保持湿润、平整状态，提前对基层素土开展夯实作业，在表面依次铺设土工布和10cm后碎石垫层，雨季施工情况下还可以在碎石垫层内部放置透水盲管。最后，施工人员在路基上均匀浇筑混凝土浆料，要求把松铺系数保持在1.1-1.5区间内，争取一次性完成各处路段的路面浇筑作业，并把透水混凝土自搅拌完毕到浇筑完毕的时间长度控制在45min内，夏季施工情况下把时间长度缩短为30min以内^[4]。

此外，考虑到部分市政道路工程中无法一次性完成透水路面混凝土浇筑作业，且混凝土路面结构在温度应力等作用力影响下易出现开裂问题。因此，施工人员需要人为在透水路面结构中设置多道伸缩缝，一般情况下，把相邻伸缩缝间距控制在5.0m左右，要求伸缩缝宽度为5mm、高度不小于1/2厚度，待透水路面施工完毕后，施工人员对所设置各道伸缩缝进行切割处理，使用高压水枪反复冲洗缝体表面灰尘污渍与松散颗粒物，在伸缩缝内嵌填发泡塑胶，表面注满彩色树脂材料或是沥青料。

4. 振捣与辊压

首先,在混凝土振捣过程中,为避免过度振捣、过度夯实而降低路面结构孔隙率,要求施工单位在现场配备平板振捣器,待混凝土浇筑完毕后控制振捣器开展轻振作业。随后,严格控制振捣时间,待混凝土表面无显著沉降现象和无气泡持续冒出后,即可完成振捣作业,后续在混凝土路面临近初凝时可选择额外开展二次振捣作业,以此来消除表面裂缝、改善结构状态。其次,在混凝土辊压过程中,为保证路面光滑平整,施工人员使用实心钢管辊压路面,或是操纵轻型压路机将路面压平,重复多次开展辊压作业来提高路面观感质量。同时,在辊压作业开展前,需要清理辊子表面灰尘污渍与残留浮浆,并在辊子表面洒水润湿,避免因辊子表面过度干燥而吸收混凝土水分、出现骨料黏结现象。

5. 混凝土养护

在混凝土养护环节,待混凝土浇筑完毕12h后,即可开展养护作业,准备土工布或是塑料薄膜等作为养护材料,在混凝土路面、侧面与边缘部位包裹养护材料,禁止路面暴露在空气当中。在养护期间,定期淋洒水分来维持路面湿润状态,把洒水养护持续时间控制在14d及以上,待试块强度达标后,即可结束养护作业。同时,在路面养护期间,可选择在面层上均匀喷涂面层保护剂,禁止人员滞留现场、路面上堆放材料和停放机具设备。

(三) 透水砖路面施工

1. 人行道及非机动车道改造结构改造

文船路、石化南路均为彩色机制砖铺装,现状树根隆起严重,凹凸不平,铺装样式不统一,存在破损残缺,颜色暗淡,杂草丛生,景观效果差,本次施工将现状的人行道及非机动车道路面结构挖除后,夯实土基压实度不小于90%,新建人行道及非机动车道路面结构。根据现场勘查的情况,人行道及非机动车道改造包括以下几个方面:首先,人行道铺装升级为花岗岩材质,工字缝铺设,铺装厚度总计37cm。花岗岩材料技术要求:饱和极限抗压强度不小于120MPa,饱和抗折强度不小于9MPa,侧平石莫氏硬度不小于7.0,其他部位不小于6.0。体积密度不小于2.5g/cm³,吸水率小于1%。孔隙率小于3%,磨耗率(洛杉矶法)小于25%。为防治反碱现象,人行道花岗岩石材中需用有机硅防水剂浸泡;水泥砂浆层中需添加低碱膨胀剂。根据本项目的实际情况,且各道路人行道宽度较窄,故人行道铺装方案推荐采用“工字铺装”方案。其次,非机动车道路面结构为透水沥青材料,非机动车道改造厚度总计35cm。最后,现状侧石、平石及压条大部分为水泥混凝土材质,部分为仿花岗岩材质,与周边的建设档次严重不协调,普遍存在破损缺失情况,本设计,结合人行道改造,统一将侧石、平石、压条(含树池压条)统一更换为花岗岩材质。本次改造中,统一采用芝麻白花岗岩材质的路缘

石。小半径($R<20$)时侧平石不允许采用直线切割,应采用定制的弧位侧平石。行道树统一采用铸铁篦子覆盖,方便行人通行,且更加美观并防止下雨天,泥土冲刷到人行道上。

2. 地基处理

本项目根据勘察结果,主要不良地质有建筑垃圾、淤泥及淤泥质亚黏土,需进行基础处理。石化南路是拓建改造,现状路面不做软基处理,拓建路段根据地质资料作软基处理,根据现场情况和地质资料显示,分别有浅层软基处理,深层软基处理。

检查天然地基的承载性能是否到达施工要求。一般情况下,施工人员仅需对原土地基进行开挖、回填与夯实处理,以此来改变原土地基的表面标高和路面坡度,并把地基压实度保持在95%以上。而在现场分布软土地基情况下,则根据地层条件来选择处理方式,具体可采取抛石挤淤、排水固结、垫层换填等处理方法,处理完毕后检查地基平整度、标高与压实度是否达标。

3. 砌筑路沿石

在透水路面结构中,路沿石发挥着边缘约束的重要作用,是保证人行道路面规则整齐的重要举措。在路沿石砌筑环节,测量人员提前参照施工图纸在现场测量放线,弹放标高控制线等作为施工参照。随后,将路沿石放入水中浸泡一段时间后取出,保持路沿石湿润状态,在砌筑位置上施作密实座浆,在座浆上方砌筑路沿石,剔除路沿石缝隙内的灰尘杂物,在缝内使用1:2.5水泥砂浆进行嵌填勾缝处理。最后,检查路沿石砌筑质量是否达标,着重检查路沿石直顺度、顶面高程、缝宽等参数偏差值是否超标,确定无误后开展洒水养护作业^[5]。

四、结语

综上所述,为加快海绵城市建设步伐,建成真正意义上的海绵城市。施工单位必须提高对透水人行道路面施工技术的重视程度,明确路面做法与工艺流程,根据工程情况合理选择透水混凝土路面或透水砖路面作为路面构造形式,严格把控各施工环节作业质量,为市政道路工程总体建设质量提供技术保证。

参考文献

- [1]王平峰,耿军,张成林.海绵城市道路透水人行道路面施工技术[J].云南水力发电,2021,37(10):69-71.
- [2]侯宏新.透水混凝土路面在市政项目人行道中的应用[J].居舍,2020(08):33-34.
- [3]陈思霞.透水混凝土路面在城市道路人行道中的应用浅析[J].四川水泥,2015(07):297.
- [4]丰东寅.城市人行道透水路面技术的实际应用[J].科技创新导报,2011(34):45-46.
- [5]李家友.海绵城市市政道路人行道施工技术要点研究[J].砖瓦,2021(01):164-165.