

The Pervious Concrete's Preparation and Barrier-Free Applications for Building Elevation Difference of Inside and Outside

Hong Niu*, Yuanli Chen

Zhejiang Institute of Communications, Hangzhou Zhejiang
Email: *aniu@zjvtit.edu.cn

Received: May 4th, 2017; accepted: May 22nd, 2017; published: May 26th, 2017

Abstract

In this paper, with a new hospital as the background, the pervious concrete preparation and its application were researched. Through analyzing the graduation for different level concrete, the grade C25 with 15% porosity eventually presented, the average permeable coefficient is more than 2.0 mm/s in order to meet the water permeability and strength requirements for the hospital public area. In view of the building elevation requirement difference between indoor and outdoor, which contradicted with inward and outward barrier-free passage, the construction scheme, the choice of pervious materials, structure design, paving construction difficulties and technical plan were discussed; the actual effect test was implemented strictly through strength and permeability. The results verified the new green material of the pervious concrete with high water permeability, can improve traditional water apron method, and upgrade the whole quality of the project with certain social efficiency.

Keywords

Concrete Graduation, Previous Concrete, Barrier-Free Design, Double Deck Paving

透水混凝土配制与建筑室内外高差无障碍应用

钮宏*, 陈源丽

浙江交通职业技术学院, 浙江 杭州
Email: *aniu@zjvtit.edu.cn

收稿日期: 2017年5月4日; 录用日期: 2017年5月22日; 发布日期: 2017年5月26日

*通讯作者。

摘要

以某医院项目为背景,开展透水混凝土配制及其应用研究。通过多种级配对比基础上,确定了最终达到有15%孔隙率的C25标号的透水混凝土,透水系数平均在2.0 mm/s以上,以满足医院公共场地对透水性和强度双重要求。针对建筑室内外高差与出入口无障碍矛盾,从建筑方案、透水材料的选择、结构设计做法、摊铺难点及技术方案、实际使用效果进行测试,实现了严格的强度与透水性相关的性能应用测试,验证了新型绿色材料透水混凝土的高透水性、结合改进传统散水工艺提升项目整体品质的同时,具有一定的社会效益。

关键词

混凝土级配, 透水混凝土, 无障碍设计, 双层摊铺路面

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着城市经济和文明程度的不断提高,人性化设计、人性化服务理念日益得到重视,无障碍设施建设更是提升为城市建设和发展的重要内容。医院建筑的无障碍设计,最基本的就是通行无障碍,而通行无障碍首先从医院的出入口做起,即让所有人在出入口的通行没有任何不方便和障碍。

《民用建筑设计通则(GB50352-2005)》第 5.3.3 条规定“建筑物底层出入口处应采取措施防止室外地面雨水回流”,建筑物首层室内地坪或建筑物主入口层的地面与室外自然地坪或广场地面之间通常考虑设有标高之差,一般取值为 300 mm 或者 450 mm。室内外的高差的存在,使有无障碍要求的建筑各个主要出入口都只能考虑设计坡道。

医院人流、物流的出入口较多,主要出入口室内外高差的无障碍处理都采用坡道形式的话,过多的坡道不但影响了建筑物整体的美观性,沿建筑外通行的连续性、畅通性也受到了一定的影响。防止室外地面雨水回流进入室内,除了设置室内外高差的方式之外,采用新型透水混凝土不失为一种新的途径。透水混凝土是一种生态环境友好型材料,与传统的混凝土相比,其最大特点是其具有的较大连通孔隙率,带来的良好的透气性和透水性。这种混凝土用于铺筑道路、广场、人行道路等,能极大改善地面的透水、透气面积,增加行人、行车的舒适性和安全性,同时也可调节城市空气的温度和湿度、维持地下土壤的水位和生态平衡具有重要作用[1]。自我国上世纪 90 年代从发达国家引进,我国透水混凝土也开始了相关研究,但受其抗压强度低等原因,导致大范围应用受到一定影响。

某医院从设计之初就对此进行了探索,从结构设计、材料研制、将整幢楼的室内外高差降低至 50mm;借鉴传统散水的做法,结合高透水性材料——透水混凝土,借此以扩大散水坡的形式沿建筑外边缘设计了人行通道,既消除了室内外高差对人流、物流进出大楼的障碍,又有效防止了室外地面雨水回流到室内,同时提高了建筑的整体美观性,并通过透水混凝土的强度指标,实现范围特种车辆荷载使用的需求。

2. 透水性路面材料的比选

透水性路面根据透水路面的面层材料划分,主要分为透水路面砖、透水混凝土、透水沥青混合料三种。

医院的透水路面主要用于人员、一般推车和特种车辆通行, 通过对上述常用透水材料的透水性、铺装特点、承载能力、铺装效果、耐候性、造价、使用期常见问题及维护、维修等方面的性能进行了综合对比(见表 1) [2], 透水混凝土的整体性和耐候性好、承载力高, 决定了其相对较高的优势, 最终选定了采用透水混凝土进行铺设。

3. 透水混凝土的材料配制

透水混凝土, 是一种新型绿色生态材料, 又称多孔混凝土、无砂混凝土、透水地坪, 相较于普通混凝土, 它水泥用量小、重量轻、施工简单, 具有高透水率、高承载力、易维护的特点, 同时它耐用耐磨, 使用寿命可长达 30 年[3]。与普通混凝土相比, 透水混凝土是由水、水泥、粗骨料组成的, 缺少细骨料, 仅采用单粒级粗骨料作为骨架, 水泥净浆或加入少量细骨料的砂浆薄层包裹在粗骨料颗粒的表面形成胶结层, 形成多孔的堆积结构, 因此存在着大量的连通孔隙, 且多为直径超过 1.0 mm [4], 在雨水能沿这些贯通的孔隙通道顺利渗入地下。

由于内部孔隙较多, 透水混凝土强度普通较低, 在一定程度上限制了其应用。这是因为虽然采用了高强度的粗骨料, 但水泥凝胶层薄, 其与粗骨料界面间的胶结面小, 受压时内部孔隙附近应力集中, 导致胶结点处容易破坏。目前常见的透水混凝土强度在 C15~C20。目前提高其强度的途径是改善孔隙分布、提高凝胶层的强度, 以及提高凝胶层与粗骨料的粘结力[4]。

3.1. 原材料与配比设计

粗骨料是形成空隙骨架基础, 骨料的粒径直接影响到透水性效果, 同时也是透水混凝土强度的主要贡献者。较大粗骨料可获得较大的孔隙但又会因为内部缺陷导致混凝土强度降低。为保证透水混凝土强度指标及其透水性能, 透水混凝土的粗骨料常用颗粒较小的单粒径, 同时为了保证强度质量, 需要保证一定的水泥用量, 以保证骨料间的胶结面积和粘结强度。因此, 要实现理想的透水混凝土, 粗骨料级配选用、水灰比和水泥用量均是其成功的关键。

作为粘结粗骨料间的介质, 透水混凝土要采用强度较高、混合材料掺量较少的水泥或普通硅酸盐水泥。试验用水泥有安徽芜湖普通硅酸盐 42.5 水泥。

Table 1. Comparison table of different paving materials

表 1. 不同铺面材料透水性路面性能比较表

	透水路面砖	透水混凝土	透水沥青混合料
透水性/孔隙率	15%~20%	15%~30%	15%~25%
铺装特点	材料预制、工艺简便, 对机械化依赖低, 整体工艺简便, 性较差	机械化施工, 施工速度快, 整体性好	施工速度较快, 整体性好
承载能力	相对较低	高	较高
铺装效果	规格和色彩丰富, 可通过规格和色彩的组合设计出不同的图案	颜色较少	一般为黑色, 景观效果不佳
耐候性	随自身性能不同差别较大	最好	在高温高湿下较差
造价	较低	较高	较高
使用期常见问题	砖块断裂、沉陷、松动、隆起、翘曲	孔隙阻塞、面层裂缝	孔隙阻塞、粒料剥落、路面车辙
维护方法	挖除损坏砖块, 加铺新砖块(复杂)	水柱冲洗(简单)	水柱冲洗(简单)
维修方法(难易)	挖除损坏砖块, 加铺新砖块(简单)	切割混凝土, 挖除后重新加铺(复杂)	铣刨沥青混合料重新加铺(复杂)

为了在有限空间内形成足够的粘结, 完全依靠水泥胶凝材料在粗骨料间形成粘结作用, 通常很难达到理想效果, 因此在工程中, 增加一定的胶结料是直接有效的方法, 还有部分研究人员通过添加部分掺和料的方法来实现[5]。

基层用粗骨料采用湖州产粒径为 5~10 mm 连续粒级, 面层用粗骨料采用南京产粒径为 3~5 mm 连续粒级, 尺寸分布如表 2 所示, 最终骨料级配为 1#料(碎石): 2#料(瓜子片): 3#料(石屑) = 35:25:40。根据 JTG E42-2005 《公路工程集料试验规程》进行级配检测, 相关级配满足混凝土集料级配符合规范 JTJ034-2000 的级配要求。

和普通混凝土类似, 水灰比不仅决定了混凝土的工作性能, 同时决定了最终强度。现有的透水性混凝土最佳水灰比介于 0.25~0.35 之间[6] [7]。试验通过不同水灰比和级配的试验, 最终选择的水灰比为 0.28, 结果实际应用部分的使用要求, 基层用外加剂采用胶结料 2.0%, 面层用 4%。

3.2. 最终配合比结果

根据 JGJ55-2011 《普通混凝土配合比设计规程》, 按照 GB/T50089-2002 《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》, 完成相应混凝土的配合比试制及强度测试(表 3), 实测 28 天抗压强度 36.4 MPa 和 37.2 MPa, 符合设计要求。

医院室外市政景观配套工程现场混凝土 150 mm 的立方体试件自然养护, 按照 GB/T50081-2002 《普通混凝土力学性能试验方法标准》测试 28 天强度如表 4 所示。利用透水系数测定仪测定透水系数[8] [9] 如表 4 所示。

从表 4 中可见, 强度高、透水系数大小与孔隙率大小规律满足常见规律, 即孔隙率大, 透水系数大, 相应的强度会低。但由于实际工程中基层和面层采用了两种不同料径粗骨料, 较细的骨料其透水系数偏小, 但孔隙率降低不明显, 这是考虑到面层荷载作用, 需要增加的胶结层, 因此采用了更多胶结料。

由于透水性混凝土孔隙率较高, 混凝土变形量也直接影响到在实际应用中的使用性能。对工程完成后的跨面进行检测, 包括人行道、机动车停车场和相应的机动车连接道, 实际质量检测情况如表 5 所示, 检测结论为合格。

4. 透水混凝土应用

4.1. 人行道的结构设计

透水混凝土根据排水结构特点, 可分为全透水结构和半透水结构。全透水结构主要适用于人行道、

Table 2. Coarse aggregate size distribution

表 2. 粗骨料尺寸分布

筛孔尺寸 mm	各种料通过百分率%						混合料通过百分率%	规范要求 %
	1#	2#	3#	1#×35%	2#×25%	3#×40%		
31.5	100.0	100.0	100.0	35.0	25.0	40.0	100	90 - 100
19	38.0	100.0	100.0	13.3	25.0	40.0	78.3	73 - 88
9.5	2.8	37.8	100.0	1.0	9.5	40.0	50.5	49 - 69
4.75	2.0	7.0	95.0	0.7	1.8	38.0	40.5	29 - 54
2.36	2.0	4.6	64.8	0.7	1.2	25.9	27.8	17 - 37
0.6	2.0	4.1	25.4	0.7	1.0	10.2	11.9	8 - 20
0.075	2.0	4.1	7.6	0.7	1.0	3.0	4.7	0 - 7

Table 3. Concrete mix proportion and strength of 28 days

表 3. 透水混凝土配合比用量与 28 天强度

	水/Kg	水泥/Kg	砂/Kg	石子/Kg	胶结料/Kg	28 天强度/MPa
基层	112	400	0	1600	8	36.4
面层	112	400	0	1600	16	37.2

Table 4. Concrete permeability test results

表 4. 混凝土透水性测试结果

应用部位	配合比	粒径/mm	28d 强度/MPa	透水系数/(mm/s)	孔隙率/%
人行道基层	1	5~10	25.4	2.9	17.9
停车场基层		5~10	26.4	2.6	16.5
人行道面层	2	3~5	26.7	2.1	15.4
停车场层面		3~5	27.6	1.7	13.6

注: 配合比(水泥:水:石子:胶结料)1 和 2 分别为 1:0.28:4.0:0.02, 1:0.28:4.0:0.04。

非机动车道、景观硬地、停车场和广场等范围, 半透水结构则多应用于轻型荷载道路。

医院的人行道选用了全透水结构, 在夯实的素土层往上依次铺设 150 厚级配碎石压实垫层、30 厚沙滤层、120 厚 1.0 粒径透水混凝土、80 厚 0.6 粒径彩色强固透水混凝土, 最后加喷无色透明密封层(如图 1 所示)。结合景观效果, 彩色层采用了深浅灰色搭配交替, 与主楼外墙基色呼应。

考虑到人行道与沥青路面交接处为强度薄弱位置, 在长期踩踏、碾压下易遭到破损; 同时垂直的侧石又无法完全实现无障碍通行, 采用了 200 宽经倒角处理的深灰麻火烧面侧石, 从而既提高了交接面的强度, 又保证了无障碍的需求。

4.2. 彩色透水混凝土人行道摊铺施工

为了合理的降低建造成本, 医院的彩色透水混凝土人行道采用了底层原色透水性混凝土、面层彩色透水混凝土的分层构造方法, 这样对摊铺造成了一定的难度。根据常规的施工经验, 底层混凝土凝固后再浇筑面层, 两层混凝土黏结效果不好; 但如果底层和面层混凝土同时浇筑时, 底层原色的混凝土又可能会与面层的彩色混凝土混合导致串色[10] [11]。

为了解决分层设计的彩色透水性混凝土路面浇筑的难题, 结合《透水水泥混凝土路面技术规程(CJ/T135-2009)》5.3.2 条“当采用彩色透水水泥混凝土双色组合层施工时, 上面层就在下面层初凝前进行铺筑”要求, 对底层和面层混凝土的摊铺时间进行了试验研究, 采用面层彩色透水混凝土与底层原色透水混凝土同步浇筑的双层摊铺法[11], 在底层原色透水混凝土初凝前 0.5 h 与将面层彩色混凝土浇筑完毕, 底层与面层透水混凝土既不串色、又黏结牢固, 从而达到了预期的设计效果。

5. 结论

(1) 选择一定规格的粗骨料及水灰比和胶结料, 可实现 15%空隙率及透水系数在 2.0 mm/s 以上的透水混凝土。

(2) 在透水混凝土性能中, 胶结料的用量与其强度直接有关。要实现较好的强度及规定的变形特性, 需要调整胶结料用量, 项目中采用 4%和 2%的胶结料保证了 C25 强度指标, 也保证了路面的使用特性。

在保证较高的透水性能情况下, 所用透水混凝土人行道面, 解决了降低室内外高差后室外水回流进

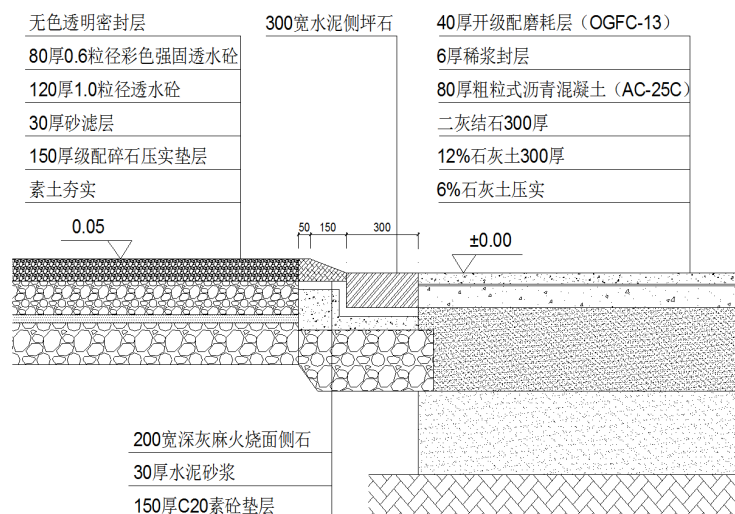


Figure 1. Profile of pavement structure
图 1. 路面结构剖面图示

Table 5. Deformation of pavement
表 5. 实测路面变形情况

	允许值	应测和实测点数	合格率
纵断高程	±15 mm	10	90
宽度	0~-20 mm	3	100
相邻板高差	≤3 mm	10	90
纵缝直顺度	≤10	10	100
横缝直顺度	≤10	10	90

室内的难题, 又让整幢建筑的所有出入口实现了无坡道无障碍。一年多的使用结果证明透水混凝土人行道面未出现变形、凹塌等现象; 在雨季强降雨下, 道面透水性能显著, 人行道未出现积水等现象, 实际应用效果完全符合使用需求。

基金项目

浙江省公益技术研究工业项目(2016C31099)。

参考文献 (References)

- [1] 孟宏睿, 陈丽红, 薛丽皎. 透水混凝土的配制[J]. 建筑技术, 2005, 36(1): 29-31.
- [2] 董祥, 何培玲, 李磊. 道路透水路面及其铺面材料研究[J]. 四川建筑科学研究, 2010, 36(2): 219-223.
- [3] 于月文, 解学相, 卢存伟. 浅谈透水混凝土的应用前景[J]. 水利建设与管理, 2012(12): 47-49.
- [4] 潘杰. C30 级透水性混凝土的制备及研究[D]: [硕士学位论文]. 昆明: 昆明理工大学, 2008: 17-28.
- [5] 吴庆. 大掺量粉煤灰混凝土的工作性能和耐久性及其评价[J]. 西部探矿工程, 2005, 17(7): 82-184.
- [6] 杨静, 蒋国梁. 透水性混凝土路面材料强度的研究[J]. 混凝土, 2000(10): 27-30.
- [7] 杜兆金, 史文娟. 透水水泥混凝土作为路面基层材料的性能研究[J]. 市政技术, 2013, 31(1): 121-122.
- [8] 崔新壮, 欧金秋, 张娜, 等. 透水性混凝土强度-渗透性模型试验研究[J]. 土木建筑与环境工程, 2013(4): 114-120.

- [9] 王宾, 周立超, 潘杰, 等. 透水性混凝土材料试验研究[J]. 科学技术与工程, 2010, 10(16): 4052-4056.
- [10] 姜德民, 徐三元, 张友权. 彩色透水性混凝土路面砖的研制[J]. 北方工业大学学报, 2004, 16(3): 85-88.
- [11] 职晓云, 胡保刚. 郑州国际会展中心停车场彩色透水混凝土路面施工技术[J]. 施工技术, 2011, 40(14): 84-86.

期刊投稿者将享受如下服务:

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: hjce@hanspub.org