

无砂透水混凝土在北京市南北长街 道路工程中的应用研究

刘娟红¹, 王胜永², 王波², 王俊杰²

(1. 北京科技大学 土木与环境工程学院,北京 100083; 2. 北京市瑞博水泥制品有限责任公司,北京 100083)

[摘要] 对无砂透水混凝土的配合比与性能进行了试验研究,并将强度高、孔隙率大、透水性好混凝土应用于北京市南北长街道路工程中,并对施工要点进行了论述。试验结果表明:对同一粒径的骨料拌制无砂混凝土,存在着最佳水泥用量和水灰比;对于不同粒径的骨料,在水泥用量相同时,并非骨料粒径小的混凝土强度高;无砂混凝土的渗透系数与连通孔隙率有较好的对应关系。

[关键词] 无砂; 透水混凝土; 道路工程

[中图分类号] TU528.01 [文献标识码] A [文章编号] 1002-3550(2006)03-0081-03

No-fines pervious concrete in the Beijing North-South Long Street road engineering

LIU Juan-hong¹, WANG Sheng-yong², WANG Bo², WANG Jun-jie²

(1. Civil and Environmental Engineering Institute, Beijing University of Technology, Beijing 100083, China;

2. Beijing Ruibo Cement Product Co. Ltd., Beijing 100083, China)

Abstract: It introduced the mix proportion and performance of no-fines pervious concrete, and the concrete which is of high strength, large porosity ratio and good water permeability was used in the Beijing North-South Long Street road engineering. Moreover, the main points of construction was discussed. The result shows that: The no-fines pervious concrete using aggregate of single grain grade exists the optimum quantity of cement and water-cement ratio; To aggregate of different grain grade, it is not exactly that the concrete of smaller size aggregate has higher strength when the quantity of cement is the same. The water permeability of no-fines pervious concrete has the better corresponding relations with its connect porosity ratio.

Key words: no-fines; pervious concrete; road engineering

0 引言

随着经济的发展和城市化建设的进程,现代城市的地表逐步被钢筋混凝土的房屋建筑和不透水的路面所覆盖。但这些不透水的道路给城市的生态环境带来了许多负面的影响。与自然的土壤相比,混凝土路面缺乏呼吸性、吸收热量和渗透雨水的功能。随之产生一系列环境问题:能够渗入地表的雨水明显减少,城市的地下水位急剧下降;不透水的路面很难与空气进行热量与湿度的交换,产生“热岛现象”;短时间的集中降雨,大量雨水不能及时渗入地表,容易造成道路被淹没、交通瘫痪等社会问题^[1]。

无砂透水混凝土具有与普通混凝土所不同的特点:容重小、水的毛细现象不显著、透水性大,水泥用量小、施工简单等,因此这种新型的建筑材料优越性不断为人所知,并在道路领域逐渐得到应用。

本文通过研究无砂透水混凝土的抗折强度、抗压强度、透水系数和孔隙率,并找出最佳的配合比,成功地应用在北京市南北长街道路工程中。

1 原材料与试验方法

1.1 原材料

1.1.1 水泥 强度等级为 42.5 普通硅酸盐水泥,主要性能指标见表 1。

表 1 水泥的主要物理性能

凝结时间/min		抗压强度/MPa		抗折强度/MPa		细度/%
初凝	终凝	3d	28d	3d	28d	
163	204	27.4	54.3	6.0	8.7	3.2

1.1.2 骨料(石) 分别采用 5mm~10mm、10mm~20mm 的单一粒级的碎石,严格控制针片状颗粒。

1.1.3 粉体粘结剂 主要由硅粉、增强剂和 UEA 组成,提高水泥浆与骨料的界面强度。

1.1.4 防冻剂 因在冬季施工,故采用 BHF-4 型混凝土防冻剂。

1.2 试验方法

将碎石、粉体粘结剂装入搅拌机,搅拌 30s,再加入水泥、防冻剂,边加水边搅拌,搅拌 2min~4min 后出料。将混合料装入 150mm×150mm×150mm 与

[收稿日期] 2005-11-26

100mm ×100mm ×400mm 的试模中,分层插捣成型试件。标准条件下养护 7d 后,改为自然养护,至 28d 时测其抗压强度、抗折强度、透水系数和孔隙率。成型方法、养护条件和骨料的形状会对无砂混凝土的强度、透水系数和孔隙率产生很大的影响。

透水系数采用变水位和定水位透水系数测定方法。

孔隙率的测定方法:将试件浸泡在水中使其饱水后,称取试件在水中的重量 W_1 ;将试件从水中取出,

控干内部吸入的水并擦干表面多余的水,待重量恒定后称取试件在空气中的重量 W_2 ;并测定试件外观体积 V 。孔隙率按下式计算:

$$P = (1 - (W_2 - W_1) / V) \times 100 \%$$

2 试验结果

2.1 无砂混凝土配合比及结果

根据碎石的不同粒径和水泥的不同掺量,确定配合比,配合比及试验结果见表 2。

表 2 无砂透水混凝土配合比与性能

水泥/kg	碎石/kg	粒径/mm	粉体粘 结剂/kg	BHF-4 /kg	水 /kg	抗压强度/MPa			28d 抗折 强度/MPa	孔隙率 / %	透水系数 / (cm/s)
						3d	7d	28d			
260	1400	5~10	2.6	6.5	67	5.9	8.0	9.4	2.7	25.9	2.5
280	1400	5~10	2.8	7.0	67	7.0	9.4	13.5	2.7	23.8	2.3
300	1400	5~10	3.0	7.5	73	10.4	12.2	14.9	3.2	18.5	2.0
320	1400	5~10	3.2	8.0	80	10.1	12.8	16.8	3.5	17.0	1.9
260	1400	10~20	2.6	6.5	67	6.0	8.2	9.5	2.7	27.4	2.8
280	1400	10~20	2.8	7.0	67	6.8	8.9	13.1	2.8	24.4	2.4
300	1400	10~20	3.0	7.5	67	9.3	10.2	15.3	3.0	21.5	1.9
320	1400	10~20	3.2	8.0	73	10.1	13.1	17.5	3.2	20.0	1.8

2.2 无砂透水混凝土的强度

由表 2 可知,在粒径相同时,透水混凝土的强度随水泥用量的增加而提高,但水泥用量增加到一定程度时,要使水泥浆均匀地包裹所有骨料颗粒,使颗粒有类似金属光泽^[2~3],用水量必定要增加,这种情况在粒径小的无砂混凝土中表现更突出。小水灰比、多水泥用量,无砂混凝土的抗压强度高。水灰比与水泥用量影响骨料颗粒表面水泥浆层的厚度,水灰比和水泥用量不当,会造成骨料颗粒表面水泥浆层稠度和厚度不适合,影响强度、孔隙率和透水性。因此,对同一粒径的骨料拌制无砂混凝土,要考虑最佳水泥用量和水灰比^[4~5]。

对于不同粒径的骨料,在水泥用量相同时,并非骨料粒径小的混凝土强度大。小粒径骨料比大粒径骨料有较大的比表面积,在水泥用量小时,包裹骨料颗粒表面水泥浆的厚度较厚;在水泥用量大时,包裹骨料颗粒表面水泥浆的厚度较薄;要使水泥浆均匀地包裹所有骨料颗粒,使颗粒有类似金属光泽,用水量必定要增加,强度会受到影响。

另外,加入粉体粘结剂可以提高水泥浆和骨料界面结合力,提高无砂混凝土的强度。

2.3 无砂透水混凝土的孔隙率

由试验结果及图 1 可以看出,同一粒径的骨料,随着水泥用量的增加,孔隙率降低,过多的水泥用量,会填充到骨料的间隙。对于不同粒径的骨料,在水泥用量相同时,骨料粒径大的混凝土孔隙率大。同一骨料粒径,随着孔隙率的增大,抗压强度逐渐减小,较大

孔隙的存在,减少了无砂混凝土承受荷载和抵抗变形的断面面积。所以,与相同水泥用量的普通混凝土的强度相比,无砂混凝土的强度要小得多。

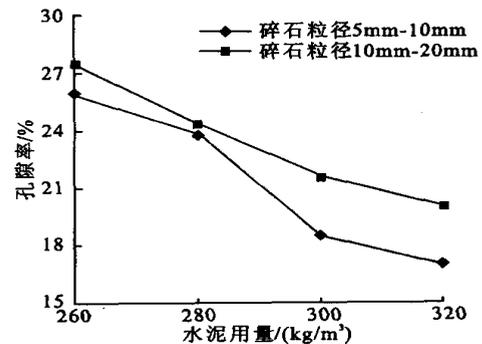


图 1 水泥用量对无砂混凝土孔隙率的影响

2.4 无砂透水混凝土的透水系数

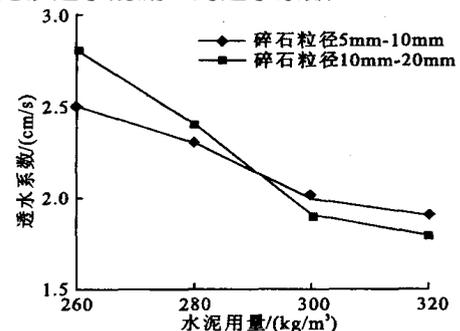


图 2 水泥用量对无砂混凝土透水系数的影响

图 2 透水试验结果表明,无砂混凝土的透水性随水泥用量增大而降低,且粒径大的比粒径小的略高。试验结果表明无砂混凝土的渗透系数与连通孔隙率

有较好的对应关系。

3 无砂透水混凝土在北京市南北长街道路工程中的应用

无砂混凝土具有较大的透水性和较小的毛细作用,使得无砂混凝土成为一种很好的地坪材料。为了能够增加渗入地表的雨水,缓解城市的地下水位急剧下降等等的一些城市环境问题,北京市南北长街道路工程使用了无砂透水混凝土。

采用以上试验中的第七个配比,单方水泥用量、碎石用量分别为 300kg 和 1400kg,石子粒径 10mm~20mm,添加一定比例的粉体粘结剂和防冻剂。由混凝土搅拌站集中搅拌。

3.1 搅拌

采用强制式搅拌机,由于水泥浆的稠度较大,且数量较少,为了保证水泥浆能够均匀地包裹在骨料上,搅拌时间适当延长。投料顺序:水泥+水+外加剂,搅拌均匀后加入 10mm~20mm 碎石再继续搅拌均匀。

3.2 浇筑

无砂混凝土是干硬性的混凝土,在浇筑前,用水湿润路面,防止混凝土水分流失加速水泥凝结。由于无砂混凝土中水泥量有限,只能包裹骨料颗粒,因此,在浇筑时不得采用强烈振捣或夯实,否则将会使水泥浆沉积,破坏混凝土结构均匀性,并在底部形成不透水层。浇筑后用轻型压路机压实压平拌合物。

3.3 养护

无砂透水混凝土由于存在大量孔隙,易失水,干燥很快,所以早期养护非常重要。浇筑后用塑料薄膜

覆盖表面,并开始洒水养护。

4 结论

(1) 无砂透水混凝土的强度与水泥用量和水灰比有关,对同一粒径的骨料拌制无砂混凝土,存在着最佳水泥用量和水灰比。

(2) 对于不同粒径的骨料,在水泥用量相同时,并非骨料粒径小的混凝土强度大。

(3) 无砂混凝土的孔隙率、透水性随水泥用量增大而降低,且粒径大的比粒径小的略高。无砂混凝土的渗透系数与连通孔隙率有较好的对应关系。

(4) 采用单方水泥用量、碎石用量分别为 300kg 和 1400kg,石子粒径 10mm~20mm,添加一定比例的粘结剂和防冻剂,能制得抗压强度 15.3MPa,抗折强度 3.0MPa,孔隙率 21.5%,透水系数 1.9cm/s 的透水混凝土,成功应用在北京市南北长街道路工程中。

[参考文献]

- [1] 杨静. 建筑材料[M]. 北京:中国水利水电出版社,2004. 02.
- [2] 徐飞,肖党旗. 无砂多孔混凝土配合比的研究[J]. 水利与建筑工程学报,2005,(4).
- [3] 孙道胜,胡普华,段加超,何波发. 无砂大孔绿化混凝土制备的初步研究[J]. 安徽建筑工业学院学报(自然科学版),2004,(1).
- [4] 付贵海,张林洪,王苏达,唐正光,赵江. 无砂混凝土作反滤层的试验研究[J]. 中南公路工程,2005,(2).
- [5] 魏越强,王锐佳,申爱琴,岳鹏飞. 无砂混凝土在桥头跳车病害防止技术中的应用[J]. 建筑材料学报,2004,(03).

[作者简介] 刘娟红,1966年生,女,江苏吴江人,硕士,副教授。

[单位地址] 北京市海淀区学院路30号北京科技大学土木与环境工程学院(100083)

[联系电话] 010-62333731,13910893680

·上接第36页·

及 0.8kg/m³ 时,WPSCC 具有良好的工作性能、抗离析性能和抗渗性能,但需对参加的粉煤灰进行复合活化才能够有效保证脱模时间。

(3) 自密实混凝土浇筑时要准确计量,否则会严重影响其自密实性能;浇筑前要在模板上涂上合适的脱模油,以防止脱模时纤维混凝土与模板产生粘着拉毛现象;浇筑过程中要注意混凝土的落差不宜超过 1.5m,否则容易产生离析;浇筑封顶时,一定要提高泵送压力多压一段时间,以确保隧道顶部质量;脱模后需进行 5d~7d 的喷水养护,防止收缩裂纹的产生。

[参考文献]

- [1] 袁勇,周欣. 我国隧道防水技术的现状[J]. 世界隧道,1999,000(004): 40-44.
- [2] 蒲春平,孙耀南. 隧道与地下工程渗漏水现状及其防治措施综述[J]. 世界隧道,1999,000(001): 45-49.

- [3] Okamura H, Ozawa K, Ouchi M. Self-Compacting Concrete [J]. Structural Concrete, 2000, (1): 3-17.
- [4] Hajime O, Masahiro O. Self-compacting Concrete [J]. Journal Advanced concrete Technology, 2003, 1(1): 5-15.
- [5] 欧阳东. 粉煤灰补偿收缩混凝土新技术[J]. 粉煤灰, 2003, (5): 26-29.
- [6] 安明哲,朱金铨,覃维祖. 高性能混凝土自收缩的抑制措施[J]. 混凝土, 2001, (5): 37-40.
- [7] Jorge Dietz, Ma Jianxin. Preliminary Examinations for the Production of Self compacting Concrete Using Lignite Fly Ash [J]. LACER, 2000, (5): 125-130.
- [8] Takefumi S, Yasunori M. Development of Combination-Type Self-Compacting Concrete [J]. Journal of Advanced Concrete Technology, 2003 (1): 26-36.
- [9] 李景华,李长忠,苏立凡. 大掺量粉煤灰自密实高强混凝土[J]. 煤炭学报, 1998, (2): 165-168.

[作者简介] 李厚祥,1969年生,男,东北大学博士研究生。

[单位地址] 湖北工业大学科技与产业处(430068)

[联系电话] 13006182170, 027-88032276; E-mail: hghx1969@163.com