

透水混凝土配合比设计关键技术应用初探

罗凤

重庆市江北区建设工程质量检测有限责任公司

DOI:10.12238/pe.v3i2.12442

[摘要] 透水混凝土作为一种新型环保材料,具有良好的水渗透性能,广泛应用于城市道路、人行道、停车场等领域。其配合比设计是影响透水混凝土性能的关键因素,主要包括水泥、骨料、水的选择比例、外加剂的使用及施工工艺的优化。通过适当的骨料粒径、合理的水灰比和合适的外加剂,能有效提高透水混凝土的渗透性、强度和耐久性,为实际工程应用提供理论依据。

[关键词] 透水混凝土; 配合比; 设计

中图分类号: TV331 **文献标识码:** A

Preliminary exploration of key technology application in mix design of permeable concrete

Feng Luo

Chongqing Jiangbei District Construction Engineering Quality Inspection Co., Ltd.

[Abstract] Permeable concrete, as a new environmentally friendly material, has good water permeability and is widely used in urban roads, sidewalks, parking lots and other fields. The mix design is a key factor affecting the performance of permeable concrete, mainly including the selection ratio of cement, aggregate, water, the use of additives, and the optimization of construction technology. By appropriate aggregate particle size, reasonable water cement ratio, and appropriate additives, the permeability, strength, and durability of permeable concrete can be effectively improved, providing theoretical basis for practical engineering applications.

[Key words] permeable concrete; Mix proportion; design

引言

随着城市化进程的加快,城市排水问题日益突出,透水混凝土作为一种有效的排水材料,逐渐受到广泛关注。并且因透水混凝土的显著优势,使其在现代建筑工程项目中得到广泛应用。但透水混凝土的性能受配合比设计的影响较大,因此需注重其配合比的设计,兼顾施工工艺及工程建设要求,科学调整各因素的比例,这样既能增强工程整体施工质量,又能保证施工材料的强度及耐久性,旨在为工程项目建设与使用提供可靠的技术支持。

1 项目背景

以某绿化工程人行景观道路项目为例,主要任务是通过优化河道周边环境,提升景观效果并改善城市水生态。该工程的核心之一是使用大量透水混凝土材料进行人行道施工,以达到透水性强、环保、美观等多重功能。项目总长度为2.5公里,宽度为4m,涉及的施工区域总面积约为10000m²。该项目采用的是新型环保材料(透水混凝土),其能有效提升雨水渗透能力,减少城市洪涝现象。在施工过程中,透水混凝土的厚度设定为12cm,设计强度达到C25,透水系数为每秒2000mm以上。工程预计施工周期为6个月,涉及的施工单位和技术团队均为经验丰富的专

业团队,确保项目按期保质完成。此外,该项目将结合周围绿化带,通过合理配置植被,增强人行景观道路的美观性与生态效益。

2 透水混凝土配合比设计要点

2.1 原材料

该工程所用水泥为某公司生产的P·052.5水泥,经过密度、标准稠度用水量、凝结时间、安定性、胶砂强度和烧失量等性能检测,符合GB 175-2007《通用硅酸盐水泥》标准要求。碎石来自某石料厂生产的5mm-10mm人工碎石,经表观密度、堆积密度、紧密堆积密度、堆积空隙率、针片状颗粒含量和泥粉含量等检测,均符合GB/T 14685-2022《建设用卵石、碎石》标准^[1]。此外,项目还对所用增强剂进行了试验评估,并与自研及供应的增强剂进行对比分析,评估其对工程性能的影响。拌和所使用的水为符合相关标准的自来水,确保各项原材料的质量符合施工要求。

2.2 试件成型

在混凝土拌和后,浆体需均匀地包裹住骨料表面,且避免出现浆体流动的情况,常用的成型方法有插捣法和静压法。插捣法则使用捣棒逐层插捣,确保混凝土的密实性;静压法通过万能试

验机,以一定的速率压制混凝土成型。抗压强度测试采用边长150mm的立方体试件,抗折强度则使用100mm×100mm×400mm的长方体试件。透水系数测试通过150mm边长的立方体和钻取的直径100mm的芯样进行测定,抗冻性能测试采用100mm边长的立方体试件,实验采用慢冻法进行。

2.3 配合比设计

2.3.1 配制强度

为确保混凝土在使用过程中具备足够的强度,在强度设计时参考了《透水水泥混凝土路面技术规程》(CJJ/T135-2009),规定配制强度的标准差为5.0MPa,保证率系数为1.645。经过计算,C25强度等级的透水混凝土所需配制强度为33.2MPa,该配合比设计能有效确保混凝土在满足透水性要求的同时,具备足够的强度,确保其在工程中的可靠性与使用效果^[2]。

2.3.2 混凝土配合比

根据CJJ/T135-2009《透水水泥混凝土路面技术规程》的要求,本次透水混凝土的配合比设计基于粗集料的紧密堆积密度和修正系数,计算每立方米混凝土所需的粗集料量。为确保满足透水性标准,设计孔隙率定为27%。通过实验数据得出粗集料的紧密堆积孔隙率,并据此确定胶结料浆的体积。水胶比控制在0.25至0.35之间,选定0.25为初始值,进而计算水泥和水的用量(如表1所示)。透水混凝土增强剂的添加量按照水泥的比例进行确定,配合比结果以单位体积材料的用量进行表示,试拌后确保混凝土的工作性能符合相关规范要求^[3]。在强度试验时选用三个不同的配合比,其中两个配合比的水胶比分别比基准水胶比高低0.05,用水量保持不变,最终确定了透水混凝土的试验配合比。

2.4 增强剂

2.4.1 增强剂配制

为了优化透水混凝土的配合比并确保其质量与成本,在多次试拌和性能测试的基础上采用了减水剂、增强剂、增稠剂、消泡剂等成分来配制增强剂,这些添加剂的使用旨在改善混凝土的工作性能、提高其强度、透水性及抗冻性,同时降低水泥的用量,优化材料成本^[5]。通过合理调整配方,提高混凝土的整体性能,确保在实际应用中保持良好的经济性和耐久性。最终的配方调整为透水混凝土提供了更加稳定的表现,适应不同环境条件的需求。

表1 透水混凝土试验用配合比

| 试验编号 | 水胶比 | 增强剂掺量/% | 混凝土材料用量/(kg·m ⁻³) | | | |
|-------|------|---------|-------------------------------|-----|----------|----------|
| | | | 水 | 水泥 | 5-10mm集料 | SN-20增强剂 |
| TS1-1 | 0.25 | 3 | 120 | 480 | 1470 | 14.4 |
| TS1-2 | 0.2 | 3 | 120 | 600 | 1470 | 18 |
| TS1-3 | 0.3 | 3 | 120 | 400 | 1470 | 12 |

根据表1的配合比,进行拌合和成型后评估了透水混凝土

的工作性。对于TS1-1拌合物,集料表面均匀覆盖了一层浆体且具有金属光泽,手握时能成团,振动后浆体均匀包裹集料表面。TS1-2拌合物则表现为较厚的浆体层,缺少金属光泽,手握时可成团但振动后集料之间的孔隙较小。TS1-3拌合物的集料表面浆体层较薄,仍带有金属光泽,但手握时无法成团振动后浆体大量掉落^[4]。随后进行了成型并硬化处理,并对不同龄期的混凝土进行了抗压强度、透水系数及抗冻性能测试,详细结果见表2。

表2 不同龄期的混凝土抗压强度、透水系数及抗冻性能测试

| 试拌编号 | 抗压强度/MPa | | 28d透水系数/(mm·s ⁻¹) | 28d抗冻性 | | 结论 |
|-------|----------|------|-------------------------------|---------|---------|-------|
| | 7d | 28d | | 质量损失率/% | 强度损失率/% | |
| TS1-1 | 29 | 35.6 | 5.23 | 3.1 | 14.6 | D75合格 |
| TS1-2 | 31.6 | 38.2 | 2.64 | 2.2 | 9.4 | D75合格 |
| TS1-3 | 24.2 | 32.7 | 4.13 | 3.6 | 13.9 | D75合格 |

2.4.2 效果验证

通过对比实验全面评估了增强剂的实际效果(如表3所示)。实验结果显示,增强剂显著改善了透水混凝土的工作性能、抗压强度、透水性及抗冻性。与未使用增强剂的对比组相比,添加增强剂后的混凝土表现出更高的强度和更好的耐久性,特别是在冻融循环测试中增强剂能有效提高混凝土的抗冻性能。此外,透水性也得到了优化,确保混凝土在水流通过时保持较好的排水效果。通过这些对比实验,能科学验证增强剂在透水混凝土中的作用,确保其在实际应用中的可行性和有效性。

表3 增强剂的实际效果

| 试拌编号 | 水胶比 | 增强剂掺量/% | 混凝土材料用量/(kg·m ⁻³) | | | |
|-------|------|---------|-------------------------------|-----|----------|----------|
| | | | 水 | 水泥 | 5-10mm集料 | SN-20增强剂 |
| TS1-1 | 0.25 | / | 120 | 480 | 1470 | / |
| TS1-2 | 0.2 | 3 | 120 | 480 | 1470 | 14.4 |
| TS1-3 | 0.3 | 3 | 120 | 480 | 1470 | 14.4 |

2.4.3 成型方式

选用TS2-3编号的配合比,通过四种不同的成型方法制备透水混凝土试件分别为底部振动、上部振动、插捣和静压。实验结果表明,振动成型过程中底部振动持续6至8秒,顶部振动持续15至20秒,能有效地压实粗集料,避免浆液下沉到底部,从而获得较好的混凝土密实性。在插捣成型法中试件分为两层进行制作,每层采用螺旋形插捣方式,插捣次数不少于30次,以保证拌合物的密实度,防止混凝土出现孔隙。在静压成型过程中使用专用铸铁模具,将配合比计算出的拌合物缓慢压入模具内,确保其稳定性和均匀性。不同成型方法对透水混凝土的性能产生了显著影响,具体表现在密实度、抗压强度等方面(如表4所示)。通

过这些成型方法的实验数据,可以深入分析各方法在制备透水混凝土中的优缺点,从而为实际生产提供参考。

表4 不同成型方式的透水混凝土性能检测结果

| 成型方式 | 力学性能/MPa | | | 透水系数 (mm·s ⁻¹) | 抗冻等级 | | 结论 |
|------|----------|---------|---------|-------------------------------|---------|---------|-------|
| | 7d抗压强度 | 28d抗压强度 | 28d抗折强度 | | 质量损失率/% | 强度损失率/% | |
| 底部振动 | 29.4 | 35.1 | 4.69 | 3.96 | 2.13 | 11.6 | D75合格 |
| 上部振动 | 28.1 | 33.8 | 4.36 | 4.31 | 2.67 | 12.3 | D75合格 |
| 静压成型 | 28.6 | 34.7 | 4.71 | 4.47 | 2.14 | 10.2 | D75合格 |
| 插捣成型 | 23.2 | 28.3 | 4.11 | 5.32 | 4.06 | 18 | D50合格 |

3 实践结果

3.1 透水混凝土配合比与施工建议

试验研发的透水混凝土配合比经过优化,能满足项目对强度、高透水系数和抗冻性能的要求,确保其在实际施工中具备良好的表现。在施工过程中,拌和物的状态是影响透水性的的重要因素。因此,必须严格控制混凝土的拌和状态,确保拌和物均匀,不得过度振动。为了保证混凝土的透水性能,应避免过振,采用适当的施工工艺,确保浆液在混凝土中均匀分布,并保持其原有的透水效果。

3.2 透水混凝土增强剂的研发与性能

研发的透水混凝土增强剂具有显著的减水效果,能在降低水胶比的同时保持良好的拌和物流动性,确保混凝土的可操作性。该增强剂不仅有效提升了混凝土的力学性能,如抗压强度和抗折强度,还增强了其耐久性,特别是抗冻性和抗渗性^[6]。在透水性能方面,所研制的增强剂能在不影响透水性的情况下,提高混凝土的抗压强度,确保透水混凝土在多种环境条件下的长期稳定性。与市场上现有的增强剂相比,该产品在力学性能、耐久性和透水性上均具有明显优势。其独特的性能使其在城市道路、人行道等工程中具有较好的推广应用价值,能在提升施工质量的同时,延长透水混凝土的使用寿命,具有较高的市场前景和应用潜力。

3.3 不同成型方法对透水混凝土性能的影响

在室内试验中,静压成型显示出最佳效果,能有效地降低试验结果的离散性,确保混凝土结构均匀密实,提升其整体性能。振动成型次之,虽然能较好地密实混凝土,但由于振动过程中振动强度和均匀性难以掌控,导致成型效果有所波动。上部振动与底部振动对混凝土成型的影响差异不大,但底部振动容易导致浆液过多下坠,从而影响透水性和结构稳定性。

4 结束语

结合上述内容分析,了解透水混凝土在城市建设中得到越来越广泛地应用。配合比设计是影响透水混凝土性能的关键因素,通过合理选择水泥、骨料、水及外加剂的比例,可以优化其渗透性、强度及耐久性。同时,分析不同配合比对性能的影响,并提出优化策略,在实际应用中能提升透水混凝土的整体性能,降低工程成本,推动其更广泛的应用。

[参考文献]

- [1]贺国伟,李晗,刘玉航.透水混凝土配合比设计关键技术研究[J].江西建材,2023,(12):117-119.
- [2]何松松,焦楚杰,欧旭.高强抗冻透水混凝土的配合比设计与性能评估[J].材料导报,2023,37(21):136-142.
- [3]李崇智,任强伟,孙箫然.C40透水混凝土配合比设计及性能研究[J].材料导报,2022,36(S2):209-213.
- [4]张灿文.透水混凝土配合比设计参数对其性能影响研究[J].价值工程,2022,41(32):160-162.
- [5]尤超,梁冠军,冯环.透水混凝土路面透水的一种施工工艺研究[J].安徽建筑,2021,28(12):47-48.
- [6]陈永辉,苗世军,靳一,等.透水混凝土设计与施工控制[J].居舍,2021,(34):37-39.

作者简介:

罗凤(1982--),女,汉族,四川省三台县人,本科,从事工作:工程检测。