

多泥沙河流施工供水新方法——滤水混凝土性能研究

韩晨伟¹ 邵康² 朱永和¹ 黄小军²

1. 江河安澜工程咨询有限公司 河南郑州 450003

2. 黄河勘测规划设计研究院有限公司 河南郑州 450003

摘要: 针对现有滤水混凝土无论是孔隙大小还是渗透系数均与设计要求相差很大的问题, 因此需要研究满足设计要求的滤水混凝土。本论文研究不同骨料粒径与级配、水灰比、预设孔隙率等关键因素对滤水混凝土抗压强度的影响。经过试验对比和数据分析, 提出孔隙率和平均孔隙尺寸对混凝土抗压强度及其他性能的影响机理。得出滤水混凝土的抗压强度与其骨料粒径和水泥的用量呈正相关关系。

关键词: 滤水混凝土; 骨料粒径; 水灰比; 孔隙率; 抗压强度

A New Method of Water Supply for Construction in Rivers with Lots of Sediment -- Research on the performance of water-filtering concrete

Chenwei Han¹, Kang Shao², Yonghe Zhu¹, Xiaojun Huang²

1. Jianghe Anlan Engineering Consulting Co., Ltd., Zhengzhou, Henan 450003, China

2. Yellow River Engineering Consulting Co., Ltd. Zhengzhou, Henan 450003, China

Abstract: In response to the significant disparities between the existing filter concrete's pore size and permeability coefficient and the design requirements, it is imperative to investigate filter concrete that meets these design specifications. This paper examines the influence of various factors such as aggregate particle size and grading, water-cement ratio, and predetermined porosity on the compressive strength of filter concrete. Through experimental comparisons and data analysis, this study puts forth the mechanistic impact of porosity and average pore size on the compressive strength and other properties of concrete, concluding that the compressive strength of filter concrete is positively correlated with the aggregate particle size and the quantity of cement used.

Keywords: Water Filter Concrete; Aggregate Size; Water-Cement Ratio; Porosity; Compressive Strength

引言:

为了改善滤水混凝土过渡区, 提高骨料与浆体之间的粘结强度, 万炜^[1]在实验中选用不饱和环氧树脂、水溶性PAE树脂替代水泥作为胶凝材料以提高其粘结强度。潘杰等^[2]推荐采用强度较高、混合材料掺量较少的硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥, 强度等级在42.5级以上。程娟等^[3]研究表明: 采用硅灰、磨细粉煤灰、磨细矿渣粉作为活性矿物掺合料填充于水泥凝胶体的毛细孔和微裂缝中, 在保证渗透性的同时, 可以提高滤水混凝土密实度和强度。

国外的滤水混凝土多采用破碎的砾石和砂等细骨料

来改善滤水混凝土的强度和耐久性。研究结果表明^[4]: 与普通混凝土不同, 滤水混凝土属骨架孔隙结构, 粗骨料品种、粒径大小、颗粒表面形态、级配类型、单位体积混凝土用量以及孔隙率等都成为影响滤水混凝土应用性能的关键因素。国内外研究学者在滤水混凝土配合比方面做了大量研究, 陶卓辉^[5]利用浆体包裹骨料理论进行配合比设计, 考察水灰比、孔隙率、级配等不同控制参数与滤水混凝土力学性能的相关性, 通过实际降噪值与有效孔隙率和孔径大小的关系, 计算最佳的有效孔隙率和级配, 以确定最佳水灰比。郑木莲^[6]等人提出了以骨料有效粒径和均匀系数作为描述其级配的控制指标,

考察水泥用量、水灰比及骨料级配因素的方法,采用正交试验设计,建立滤水混凝土配合比设计经验公式。

总结归纳国内外滤水混凝土研究成果,结合古贤水利工程滤水混凝土结构所处的服役环境,针对现有滤水混凝土无论是孔隙大小还是渗透系数均与设计要求相差很大的问题,研究不同骨料粒径与级配、水灰比、预设孔隙率等关键因素对滤水混凝土抗压强度等性能的影响,经过试验对比和数据分析,提出孔隙率和平均孔隙尺寸对混凝土抗压强度及其他性能的影响机理。

一、试验材料及方法

1. 滤水混凝土原材料

水泥: 试验用华新水泥(临沧)有限公司生产的水泥为P.O42.5水泥,其标准稠度用水量为27.3%,密度为 $3.05\text{g}/\text{cm}^3$,比表面积 $330\text{m}^2/\text{kg}$ 。

粗骨料: 试验用黄河古贤段的粗骨料粒径为5-10mm碎石,紧密堆积密度 $1670\text{kg}/\text{m}^3$ 。

细骨料: 试验用黄河古贤段的细骨料为2.36-4.75mm的单级骨料和1.18-2.36mm的单级骨料。2.36-4.75mm单级骨料紧密堆积密度为 $1420\text{kg}/\text{m}^3$,1.18-2.36mm单级骨料紧密堆积密度为 $1400\text{kg}/\text{m}^3$ 。

水: 试验用水是郑州的自来水。

2. 滤水混凝土性能试验方法

(1) 滤水混凝土孔隙率

实际孔隙率是指混凝土硬化后,其内部相互连通的孔隙占滤水混凝土总体积的百分比。滤水混凝土实际孔隙率测定试验方法按照普通混凝土试验规程执行,公式如1.2-1所示。

$$P = \left(1 - \frac{m_2 - m_1}{V}\right) \times 100\% \quad (1.2-1)$$

式中: P为滤水混凝土的实际孔隙率,%; m_1 为试件吸水饱和后质量, g; m_2 为试件空气干后质量, g; V为试件的体积, mm^3 。

(2) 滤水混凝土抗压强度

滤水混凝土抗压强度测试参考《水工混凝土试验规程》(SL/T 352-2020)中的规定,抗压强度的计算公式如式1.2-2所示。

$$f = P / A \quad (1.2-2)$$

式中: f为滤水混凝土抗压强度, MPa; P为试件破坏时的荷载, N; A为试件截面积, mm^2 。

二、滤水混凝土试验设计

试验设计。试验采用三种不同粒径的骨料(5-10mm、2.36-4.75mm、1.18-2.36mm)、不同预设孔隙

率(10%、15%、20%)、不同水灰比(0.26、0.28、0.31)的单因素试验设计。

三、滤水混凝土性能研究

1. 滤水混凝土孔隙率

对比分析滤水混凝土实际孔隙率与预设孔隙率之间的差异,试验结果总体来看,所有21组滤水混凝土的实际孔隙率与预设孔隙率的差值都较小,平均偏差值为0.46%,最大偏差值仅为0.8%。

对于预设孔隙率为10%的滤水混凝土,其的实际孔隙率与预设孔隙率的差值不大。7组滤水混凝土的平均孔隙率为10.07%,4组滤水混凝土的实际孔隙率大于预设孔隙率10%,3组滤水混凝土的实际孔隙率小于预设孔隙率10%。

对于预设孔隙率为15%的滤水混凝土,其的实际孔隙率与预设孔隙率的差值也不大。7组滤水混凝土的平均孔隙率为14.87%,3组滤水混凝土的实际孔隙率大于预设孔隙率15%,4组滤水混凝土的实际孔隙率小于预设孔隙率15%。

对于预设孔隙率为20%的滤水混凝土,其的实际孔隙率与预设孔隙率的差值也不大。7组滤水混凝土的平均孔隙率为20.17%,4组滤水混凝土的实际孔隙率大于预设孔隙率20%,3组滤水混凝土的实际孔隙率小于预设孔隙率20%。

2. 滤水混凝土抗压强度

进行滤水混凝土试件28d抗压强度试验,分析水灰比、骨料粒径、孔隙率对滤水混凝土试件抗压强度的影响作用。

(1) 水灰比对滤水混凝土抗压强度的影响

粒径组2.36-4.75mm和1.18-2.36mm滤水混凝土抗压强度如图3.3-1和图3.3-2所示。由图可知,在骨料级配、孔隙率和成型养护工艺等相同条件下,2组滤水混凝土28d的抗压强度随着水灰比的增大呈现不同的变化趋势。

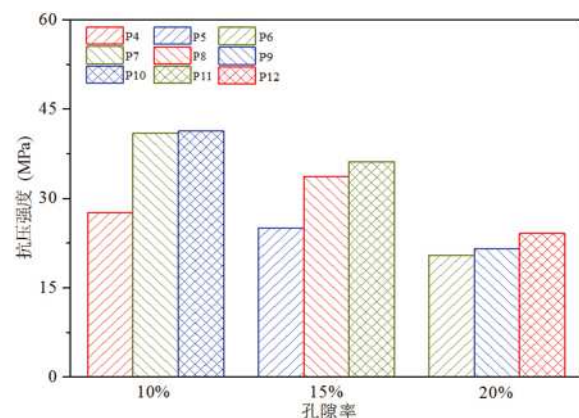


图3.2-1 P4-P12组滤水混凝土的抗压强度

对于粒径组1.18-2.36mm的滤水混凝土28d抗压强度,其随着水灰比的增大呈减小的趋势。

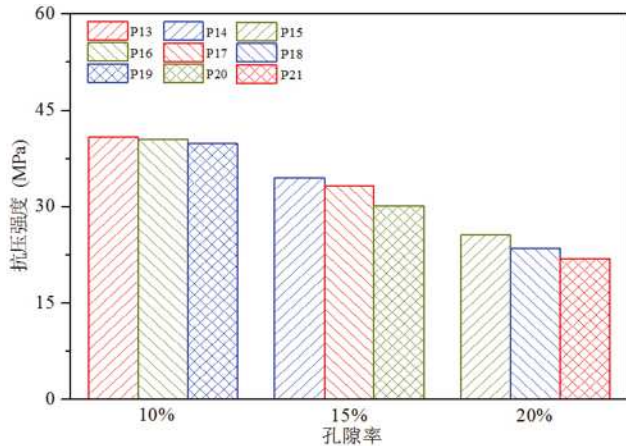


图3.2-2 P13-P21组滤水混凝土的抗压强度

(2) 骨料粒径对滤水混凝土抗压强度的影响

不同粒径组的滤水混凝土抗压强度如图3.3-4、图3.3-5和图3.3-6所示。由图可知,在水灰比、孔隙率和成型养护工艺等相同条件下,3组滤水混凝土28d抗压强度随着骨料粒径的增大呈不同的变化趋势。如图3.3-4所示,对于w/c=0.26的滤水混凝土28d抗压强度,其随着粒径的减小而增大。

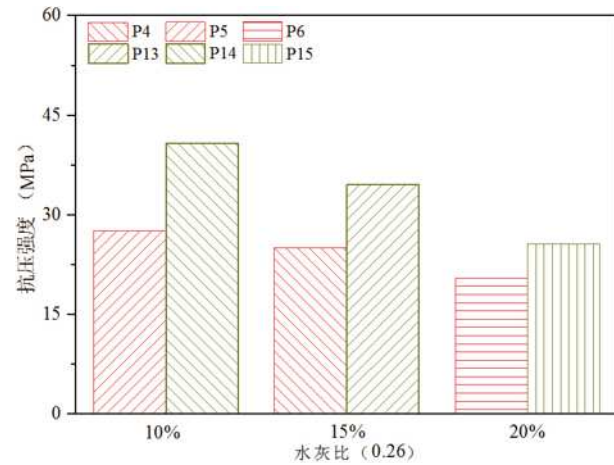


图3.2-4 不同粒径组滤水混凝土的抗压强度 (w/c=0.26)

如图3.2-5所示,对于w/c=0.28的滤水混凝土28d抗压强度,其随着粒径的减小呈现不同的变化趋势。当孔隙率为10%和15%时,滤水混凝土的抗压强度随着粒径的减小而减小。

如图3.2-6所示, w/c=0.31滤水混凝土28d抗压强度随着粒径的减小而减小。当滤水混凝土孔隙率为10%时,粒径组1.18-2.36mm的抗压强度为39.8MPa,与粒径组2.36-4.75mm相比,抗压强度减小3.6%;当滤水混凝土孔隙率为15%时,粒径组1.18-2.36mm的抗压强度为

30.1MPa。

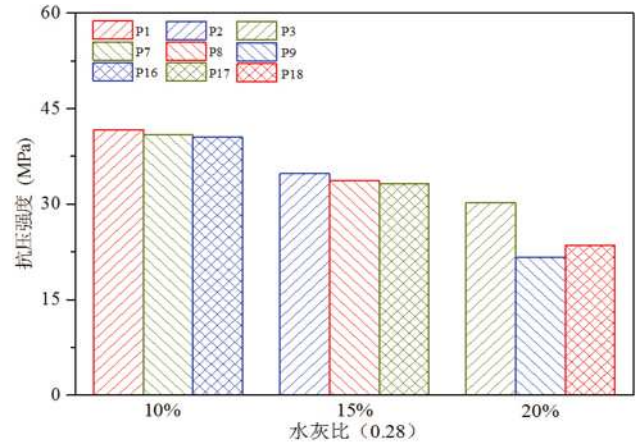


图3.2-5 不同粒径组滤水混凝土的抗压强度 (w/c=0.28)

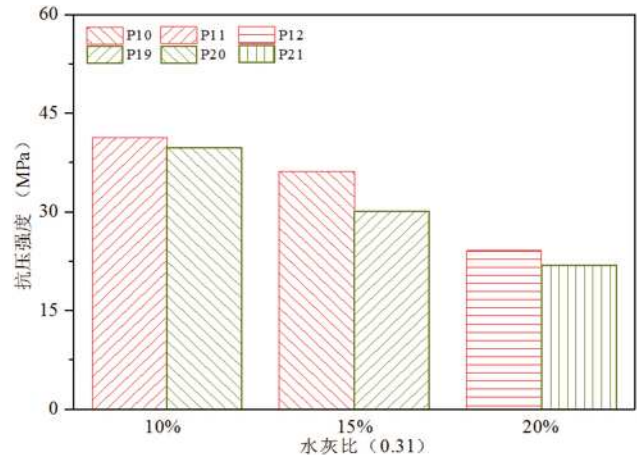


图3.2-6 不同粒径组滤水混凝土的抗压强度 (w/c=0.31)

(3) 孔隙率对滤水混凝土抗压强度的影响

不同孔隙率的滤水混凝土抗压强度如图3.2-7所示。由图可知,在水灰比、粒径组和成型养护工艺等相同条件下,随着孔隙率的增大,滤水混凝土的抗压强度减小。

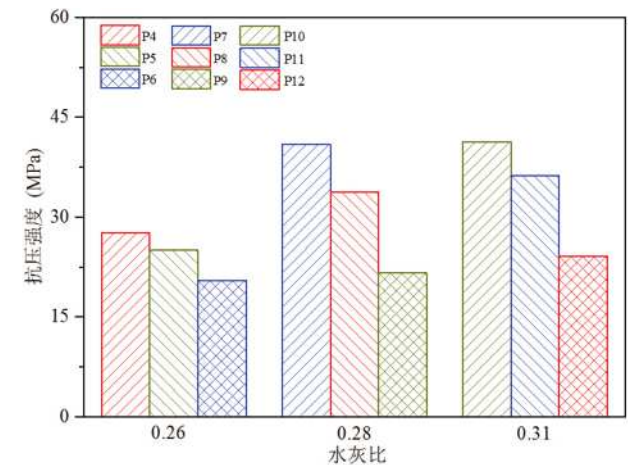


图3.2-7 不同粒径组滤水混凝土的抗压强度 (2.36-4.75mm)

四、结论

本论文进一步研究论证多泥沙河流施工供水新方法—滤水混凝土性能研究, 得出以下结论:

1. 在骨料级配、孔隙率和成型养护工艺等相同条件下, 滤水混凝土28d的抗压强度随着水灰比的增大呈现不同的变化趋势。

2. 在水灰比、孔隙率和成型养护工艺等相同条件下, 滤水混凝土28d抗压强度随着骨料粒径的增大呈不同的变化趋势。

3. 在水灰比、粒径组和成型养护工艺等相同条件下, 随着孔隙率的增大, 滤水混凝土的抗压强度减小。

4. 在选取的因素范围内, 滤水混凝土的抗压强度与

其骨料粒径组5.0-10.0mm、粒径组2.36-4.75mm、粒径组1.18-2.36mm和水泥的用量呈正相关关系, 并且对滤水混凝土抗压强度的影响程度为: 粒径组5.0-10.0mm > 粒径组2.36-4.75mm = 粒径组1.18-2.36mm > 水泥用量 > 水用量。

参考文献:

[1] 万炜. 透水性生态混凝土的制备及抗冻性研究[D]. 镇江: 江苏大学, 2006.

[2] 潘杰. C30级透水性混凝土的制备及研究[D]. 昆明: 昆明理工大学, 2008.

[3] 程娟, 郭向阳. 粉煤灰和矿粉对透水混凝土性能的影响[J]. 建筑砌块与砌块建筑: 2007, (05); 27-30.