

聚丙烯纤维与粉煤灰的优化配伍研究

Study on Optimized Proportion of Polypropylene Fibre and Fly Ash

李 勇¹, 鞠丽艳², 张 雄²

(1. 上海第一市政工程公司 200083; 2. 同济大学材料科学与工程学院, 上海 200092)

摘要: 将聚丙烯纤维与粉煤灰按不同掺量配合, 研究两者同掺对混凝土的流变性、力学性及抗渗性的影响。试验表明, 掺灰能明显改善聚丙烯纤维混凝土的流变性, 对该混凝土的渗透性能改善更明显。聚丙烯纤维与粉煤灰在混凝土中的最佳配比为粉煤灰取代水泥 15%, 在混凝土中的体积掺量为 0.1%, 对聚丙烯纤维与粉煤灰的协同作用作了分析。

关键词: 聚丙烯纤维; 粉煤灰; 优化配伍; 流变性; 抗渗性

中图分类号: TU528.2 文献标识码: C 文章编号: 1005-8249(2004)06-0037-02

1 试验原材料与试验方法

1.1 试验原材料及其配合比

试验所用水泥、粉煤灰、粗集料、细集料、减水剂及聚丙烯纤维有关性能分别见表 1~4, 砼配合比见表 5。

表 1 水泥的物理性能

密度 /g·cm ⁻³	比表 面积 /m ² ·kg ⁻¹	凝结时间/min		标准稠 度用水 量/%	安 定 性	抗折强度/MPa		抗压强度/MPa	
		初凝	终凝			3d	28d	3d	28d
3.10	340	180	240	24.1	合格	30.5	48.3	6.2	9.7

表 2 粉煤灰的物理性能

密度 /g·cm ⁻³	45μm 筛余/%	需水量 比/%	烧失量 /%	含水率 /%	SO ₃ 含量 /%
2.8	10.8	94	2	0.1	0.3

表 3 粉煤灰的化学组成 /%

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	SO ₃	K ₂ O	Na ₂ O	MgO
52.54	33.62	7.05	3.56	0.68	0.50	0.31	0.36

表 4 聚丙烯(单位)纤维物理性能

吸水 性	直径 /μm	比重 /g/cm ³	长度 /mm	比表面积 /m ² /kg	熔点 /C	燃点 /C	导热 性	抗酸碱 腐蚀 能力	杨氏 弹模 /GPa
无	18	0.91	12	225	165	590	低	高	2.2

表 5 试验用混凝土配合比

项目	W/BW/kg·m ⁻³	Sp/%	粉煤灰/%	聚丙烯纤维/(体积)
指标	0.40	180	43	0, 0.1, 0.3, 0.5

1.2 试验仪器与方法

本研究主要测试多元复合矿物外加剂对混凝土的和易性、力学性能及抗氯离子渗透性能的影响。

采用自装仪器(图 1)用直流量法测试混凝土的抗氯离子渗透性能。制作直径 10mm 高 200mm 圆柱

试件, 养护 28 天后取出。从柱体中间锯下两块高 50mm 试片。用石蜡或环氧树脂密封, 放入真空箱中抽真空 3 小时。向真空箱内注入已抽真空的蒸馏水, 继续抽真空 1 小时。在常压下保持 18 小时。将制好的试件(如图 1)安装到试验箱上, 试件一边与 0.3mol 的 NaOH 溶液接触, 另一边与 3% 的 NaCl 溶液接触, 试验中每隔 30 分钟记录一次电流, 持续试验 6 小时, 计算总电量(库仑), 评定砼的渗透性, 结果见表 6。

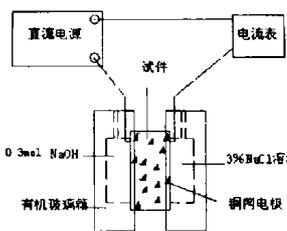


图 1 直流量法
渗透性试验装置

表 6 混凝土的电通过量与渗透性之间的关系

通过电量/库仑	>4000	2000~4000	1000~2000	100~1000	<100
Cl ⁻ 渗透性	高	中	低	非常低	可忽略

科学实验

2 结果分析与讨论

2.1 粉煤灰和聚丙烯纤维掺量对减水剂用量的影响

保证混凝土坍落度及扩展度分别稳定在 20cm~45cm, 研究粉煤灰与聚丙烯纤维协同作用与减水剂掺量间的关系。试验结果(见图 2)表明, 随着聚丙烯纤维掺量增加, 在保证混凝土具有相同流变性的条件下减水剂用量逐渐增加, 但在掺灰量 50% 时, 减水剂用量变化很小, 可以保证混凝土达到相当的流变性。图 2 还表明, 在粉煤灰掺量为 15% 聚丙烯纤维掺量超过 0.1% 时, 减水剂用量增加很大, 尤其是在 0.6% 时, 其用量最大。

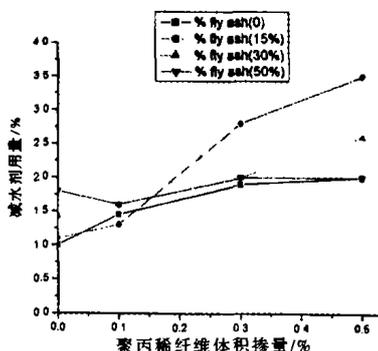


图 2 粉煤灰与聚丙烯纤维掺量跟减水剂的关系

2.2 粉煤灰和聚丙烯纤维掺量对抗压强度的影响

图 3 表明, 随着聚丙烯纤维掺量增加, 砼抗压强度变化不大, 只是掺灰量为 30% 聚丙烯纤维掺量为 0.3% 时, 砼抗压强度减小最多。在聚丙烯纤维掺量为 0.1% 掺灰量为 15% 时砼 28d 抗压强度最高。

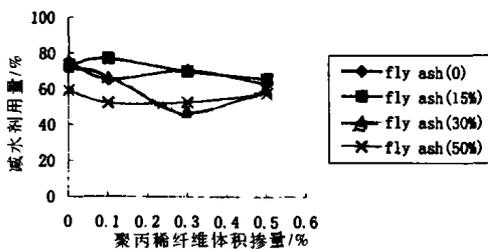


图 3 粉煤灰与聚丙烯纤维掺量对抗压强度的影响

2.3 粉煤灰和聚丙烯纤维掺量对 28d 电通量的影响

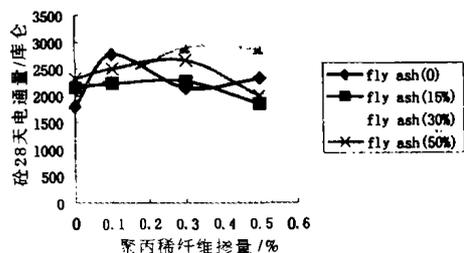


图 4 粉煤灰与聚丙烯纤维掺量与砼电通量的关系

图 4 表明, 随着聚丙烯纤维掺量增加, 未掺灰的砼电通量先增大后下降, 掺灰量继续增加时变化不大。在掺灰量 15% 时, 聚丙烯纤维对砼抗氯离子渗透性能影响最小, 抗氯离子渗透性能最好, 电通量最低。

2.4 粉煤灰与聚丙烯纤维对砼水渗透高度的影响

图 5 表明, 随着聚丙烯纤维与粉煤灰掺量变化, 混凝土的水渗透性基本呈减小趋势, 特别是在掺灰量为 15% 时, 混凝土的抗水渗透性最好; 另外, 随着聚丙烯纤维掺量增加, 混凝土的抗水渗透性提高。

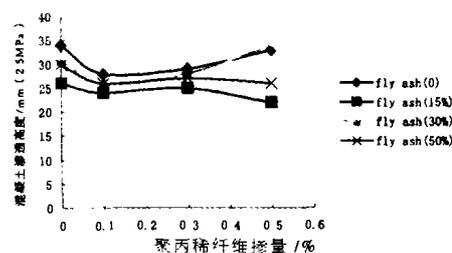


图 5 粉煤灰与聚丙烯纤维掺量与砼水透性的关系

3 粉煤灰与聚丙烯纤维的协同效应机理

粉煤灰与聚丙烯纤维共同掺入混凝土, 除发挥各自的作用外, 还优势互补, 增强混凝土的力学性能与耐久性。其主要作用机理有三个方面的: 首先是粉煤灰的活性效应、微集料效应和形态效应所致。其二是聚丙烯纤维的作用。适量聚丙烯纤维均匀分布在混凝土内, 起到“承托”骨料的作用, 降低了混凝土表面的析水与集料的沉降, 使混凝土中直径为 50nm~100nm 和 >100nm 的孔隙量大大降低, 有效提高了混凝土的抗渗能力。此外, 由于纤维的存在, 减少了混凝土的收缩裂缝尤其是连通裂缝的产生, 也减少了渗水通道, 提高了混凝土的抗渗性。其三是粉煤灰与聚丙烯纤维的协同作用。在混凝土流变性方面, 粉煤灰起减水作用, 与不掺粉煤灰的混凝土相比, 随着纤维掺量增加, 达到相同流动性所需的水量并未增加。粉煤灰可改善混凝土的密实性, 聚丙烯纤维可提高混凝土的抗渗性, 两者共掺对改善砼的抗渗性能(电通量和抗水渗透性能)有极大的优势。

粉煤灰与聚丙烯纤维共掺能使砼具有良好的流变性和力学性能, 特别是抗渗性提高最大。混凝土中粉煤灰与聚丙烯纤维的协同效应最佳掺量为粉煤灰 15%, 聚丙烯纤维(体积)0.1%。两者的协同效应, 有待工程应用中进一步研究。