

文章编号: 1004-4353(2004)04-0285-03

改性聚丙烯纤维混凝土的抗冻融性能试验及其影响机理

姜雪洁¹, 王书详²

(1. 青岛建筑工程学院管理系, 山东 青岛 266520; 2. 天津城市建设学院土木系, 天津 300384)

摘要: 分析掺入改性聚丙烯纤维混凝土的抗冻融性能试验结果, 并讨论了试验结果的影响机理。**关键词:** 改性聚丙烯; 抗冻融; 机理**中图分类号:** TU528.572 **文献标识码:** A

普通聚丙烯纤维具有柔性大、不吸水、易打团、不易分散等缺点。与此相反, 改性聚丙烯纤维具有如下特点: 1) 由于加入了可熔融高聚物添加剂, 使纤维具有与水泥良好的粘结性, 且不影响纤维的机械性能; 2) 由于适量添加了 UV3346 光稳定剂, 提高了纤维在混凝土中的抗老化和抗降解能力; 3) 由于使用了表面处理剂, 使纤维具有良好的分散性和亲水性^[1]。

本试验采用由天津市欣晟建筑纤维公司提供的改性聚丙烯纤维。这种改性聚丙烯纤维的分子量大于 40 万, 等规度为 99% 以上, 是通过采用大孔径喷丝板共混挤出, 与常规工艺路线的组合设计和调节温度的方法不同, 用接近于极限的二级拉伸来生产的。这种纤维可提高纤度、强度和弹性模量, 保持或降低纤度所固有的断裂伸长率, 而且可熔融高聚物添加剂的使用, 使纤维本身具有一定的粘结性^[2]。

1 试验材料

1.1 水泥 采用强度等级为 32.5 的普通硅酸盐水泥, 其化学成分如表 1 所示。

表 1 普通硅酸盐水泥的化学成分

名称	化学成分 (%)									lg-Loss
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	TiO ₂	SO ₃	
普通水泥	21.9	6.59	2.81	60.1	2.89	0.15	0.12	—	2.38	1.38

1.2 骨料 采用碎石和普通砂, 其物理性质如表 2 所示。

表 2 碎石和普通砂的物理性质

普通砂			碎石		
细度模数	表观密度(t/m ³)	堆积密度(t/m ³)	针片状含量(%)	表观密度(t/m ³)	堆积密度(t/m ³)
1.89	2.65	1.45	3.5	2.7	1.52

收稿日期: 2004-05-25

作者简介: 姜雪洁(1955-), 女, 山东青岛人, 青岛建筑工程学院管理系副教授。

2 配合比设计、试件制作与养护

2.1 配合比设计

混凝土的基本配合比为水泥、砂子、石子为 1:1.59:2.96; 水灰比选用 $W/C = 50\%$; 纤维分别采用 9 mm 和 30 mm 的改性聚丙烯短纤维, 其配合比见表 3.

表 3 混凝土的配合比

No	配合比(kg)					
	水泥	石子	砂子	水	纤维(9 mm)	纤维(30 mm)
1	400	1 183	637	200	0	0
2	400	1 183	637	200	0.9	0
3	400	1 183	637	200	1.2	0
4	400	1 183	637	200	0	0.9
5	400	1 183	637	200	0	1.2

注: 纤维的掺入量为 1 m^3 混凝土体积的百分数(%)

2.2 试件制作

为了使短纤维均匀分布在混凝土中, 把原材料按配合比混合后用搅拌机干搅拌数分钟, 再加水搅拌成混凝土, 然后采用 $100 \text{ mm} \times 100 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}$ 试模制作试件.

2.3 养护

采用天津路达建筑仪器有限公司生产的 YD-40B 型“标准恒湿恒温养护箱”养护 28 d.

3 试验方法

采用天津路达建筑仪器有限公司生产的“D4 型低温试验箱”, 经 4 h 冷冻温度达 $-15 \sim -20 \text{ }^\circ\text{C}$ 后, 将试块放入水槽中解冻至 $15 \sim 20 \text{ }^\circ\text{C}$ 作为一次冻融循环, 经 25 次冻融循环后, 分别测定其强度和重量, 并以此作为依据计算强度降低率和质量损失率.

4 试验结果与分析

表 4 抗冻融性能的试验结果及分析

No	冻融前		25 次冻融后		M 损失率 (%)	M 降低率 (%)	f_c 损失率 (%)	f_c 降低率 (%)
	M/kg	f_c /MPa	M/kg	f_c /MPa				
1	2.530	33.3	2.502	30.7	1.10	—	7.80	—
2	2.513	40.1	2.504	39.3	0.37	66	1.80	77
3	2.491	41.5	2.475	37.7	0.70	36	4.40	44
4	2.522	40.6	5.512	39.6	0.40	63	2.50	68
5	2.493	41.2	2.476	40.4	0.70	36	1.20	85

注: M 为质量, f_c 为抗压强度

一般而言, 混凝土受冻融作用后, 由于内部开裂和表面剥落而导致质量和强度下降, 且其程度是决定该混凝土抗冻融性能优劣的重要指标. 表 4 表示了纤维混凝土和普通混凝土

的冻融试验前和 25 次冻融试验后的试样质量(M)和抗压强度(f_c)的测试和分析结果. 结果表明,掺用改性纤维的混凝土的质量损失和抗压强度远远小于普通混凝土,特别是 No2 和 No5 的效果更为明显. 掺用改性纤维,一方面可减小混凝土的早期收缩,减少微裂缝的数量;另一方面,可增加水泥浆体的保水性,使水泥能进行充分的水化反应,减少混凝土水内部的孔隙率,由此,大大降低外部水分渗入混凝土内部的机会,提高抗冻融性能. 在本试验中,掺用改性纤维的混凝土与普通混凝土相比,其质量和抗压强度有明显提高.

5 改性纤维对混凝土抗冻融性能的影响机理

提高混凝土抗冻融性能的关键在于降低由收缩应力引起的微裂缝和毛细孔的数量. 发生混凝土收缩的原因在于其内部毛细孔失水所产生的塑性收缩应力. 若在混凝土中掺用改性纤维,首先,在搅拌过程中能均匀分散并形成密布的三维网络结构,则可承受由基材收缩引起的内应力,降低混凝土内部微裂缝的扩展. 其次,由于单位体积砂浆中含有较多数量的纤维,且与水泥有着良好的粘结力^[2],形成具有一定支撑作用的微骨架,产生一种有效的二级加强效果,因而能有效地阻止细骨料的沉降、混凝土表面析水和集料的离析现象. 再次,纤维在混凝土内部中起到一定的应力传递作用,可减少收缩应力的集中现象. 同时,纤维可以挤压砂浆内部的毛细孔或堵塞部分毛细孔,减少砂浆表面失水面积或水分迁移,从而降低毛细孔失水收缩所产生的毛细管张力,增加砂浆抵抗收缩变形和开裂的能力.

6 结论

掺用改性纤维可有效地抑制由混凝土收缩应力所产生的微裂缝,减少水分向混凝土内部渗透的孔隙数量,增加抗拉强度,提高抵抗水分渗透压力的能力^[3]. 因此,掺用改性纤维是提高混凝土抗冻融性能的有效方法之一.

参考文献:

- [1] 朱江,苏健波,李士恩. 聚丙烯纤维混凝土的力学性能研究[J]. 广西工学院学报,2000,11(2):60-64.
- [2] 董建伟,王广宇,裴宇波. 改性聚丙烯纤维混凝土及其应用[J]. 吉林水利,2000,(9).
- [3] 赵晶,张桂敏. 改性聚丙烯纤维在混凝土中的应用研究[J]. 混凝土,2000,(3):59-61.

The research for the Anti-freeze and melt properties of the concrete mixed with modified polypropylene fibre and interfere with mechanism

JIANG Xue-jie¹, WANG Shu-xiang²

(1. Qingdao Institute of Architecture and Engineering, Qingdao 266520, China;

2. Tianjin City Construction Institution, Tianjin 300384, China)

Abstract: Test results of the Anti-freeze and melt properties of the concrete mixed with modified polypropylene fibre were analysed. And the mechanism which influences the test results was also discussed.

Key words: Modified polypropylene; Anti-freeze and melt; Mechanism