

混杂 SIFCON 材料力学性能试验研究^{*}

荀 勇¹⁾ 李玉寿²⁾ 余 斌³⁾ 陈颖龙⁴⁾ 刘广同⁴⁾ 郭 进⁴⁾

- 1) 盐城工学院建筑工程系, 盐城 224003
- 2) 盐城工学院建筑材料工程系, 盐城 224003
- 3) 盐城工学院基础科学部, 盐城 224003
- 4) 盐城工学院建筑工程系学生, 盐城 224003

摘 要 SIFCON 工艺是美国 LANKARD 材料试验室发明的一种制作高含量钢纤维混凝土制品的方法。在基体中加入 PP 改性聚丙烯纤维, 对混杂 SIFCON 工艺成型的高含量钢纤维混凝土进行了系列的材料力学性能试验研究。

关键词 高含量 钢纤维 混凝土 性能

分类号 TQ528.572

1 国内外 SIFCON 研究概况

钢纤维混凝土是一种钢纤维和混凝土复合而成的新型材料。它是在普通混凝土中掺入钢纤维以提高混凝土的抗裂性、耐久性等力学指标。

在一般情况下, 纤维体积率越大, 纤维混凝土断裂能就越高。但是在工程实用中, 纤维体积含量超过 2%, 用一般方法搅拌, 纤维易成团。

80 年代之后, 美国 LANKARD 材料试验室研究出一种新的工艺生产纤维混凝土。方法是将流动性砂浆注入事先放置于模板中的纤维骨架中研制成一种高纤维体积率的钢纤维混凝土——水泥砂浆灌注混凝土 (Slurry Infiltrated Fibre Concrete, 简称为 SIFCON), 其纤维体积率一般为 5%~20%, 最高可达 27%。SIFCON 使用的钢纤维, 其长度可达 30 mm 或 40 mm, 纤维用量取决于纤维的型式 (长度、直径、外形)、纤维置于模板内的准确程度、纤维的方向、振动方式及振动时间等因素。SIFCON 中不使用粗集料, 只使用细集料及粉煤灰或硅灰, 基体的配合比应使砂浆方便地渗浇到模板内事先放置的纤维骨架中去^[1]。

我国从 70 年代后期开始钢纤维混凝土的研究, 虽然起步较晚, 但发展速度较快。在低纤维含量 (不超过 2%) 的基础上, 我国以大连理工大学、

湖南大学及山东建材学院等院校为代表的高等院校对高纤维体现率的钢纤维混凝土开展了卓有成效的研究。高含量钢纤维混凝土 (SIFCON) 在国内越来越受到广泛关注, 众多试验表明, 高含量钢纤维混凝土已初步进入实用阶段。但其在抗折、抗裂性能方面还不尽如人意, 我们试着用在基体中加入 PP 改性聚丙烯纤维的混杂 SIFCON 工艺来弥补其不足, 试验表明, 此工艺对高含量钢纤维混凝土的抗折与抗裂性能有较明显的改善^[2]。

2 材料配比和工艺

首先, 通过试验比较混杂 SIFCON 与普通 SIFCON 材料综合性能的差异。

PP 改性聚丙烯纤维是由中国纺织大学、上海建筑科学研究院、张家港市第二合成纤维厂共同研制开发的一种新型的抗渗防裂新材料。PP 改性纤维的加入可提高水泥混凝土材料的抗张强度、抗冲击强度、可防止或阻止水泥固化过程中裂缝的形成和发展, 从而减轻水泥混凝土中钢筋材料的锈蚀, 延长水泥混凝土建筑的使用寿命。

第一项试验: 加入 PP 改性纤维的混凝土试块试验。抗折试块大小为 4 cm × 4 cm × 16 cm, 抗压试块大小为 7.07 cm × 7.07 cm × 7.07 cm。

具体配合比见表 1。

表 1 试块配合比(一)

组别	钢纤维掺量	水灰比	灰砂比	聚丙烯纤维含量	外加剂用量
1	6%	0.25	1 : 0.8	400 g/m ³	1.4%
2	6%	0.27	1 : 1	600 g/m ³	1.4%
3	6%	0.29	1 : 1.2	800 g/m ³	1.4%
4	8%	0.25	1 : 0.8	400 g/m ³	1.4%
5	8%	0.27	1 : 1	600 g/m ³	1.4%
6	8%	0.29	1 : 1.2	800 g/m ³	1.4%

第二项试验: 不加入 PP 改性聚丙烯纤维, 只加入普通钢纤维的 SIFCON 材料试验。对应试块尺寸与第一项试验相同。

具体配合比见表 2。

表 2 试块配合比(二)

组别	钢纤维掺量	水灰比	灰砂比	外加剂掺量
1	6%	0.25	1 : 1	1%
2	6%	0.27	1 : 1.5	1.2%
3	6%	0.29	1 : 2	1.4%
4	6%	0.25	1 : 1.5	1.4%
5	6%	0.27	1 : 2	1%
6	6%	0.29	1 : 1	1.2%

所用材料:

水泥: 南京龙潭水泥厂产 525 号普通硅酸盐立窑水泥。

砂: 含泥率小于 1.5%(清洗后晒干), 最大粒径小于等于 2.5 mm(晒干后用 2.5 mm 的筛筛除大于 2.5 mm 的砂)。

水: 日用自来水。

钢纤维: 普通碳素钢 钢纤维, 薄钢板切断法制得, 长度 32 mm, 直径 0.6957 mm, 长径比为 46.2。

外加剂: JM-II 型高效减水剂。

聚丙烯纤维: PP 改性聚丙烯纤维, 张家港第二合成纤维厂生产。

主要力学指标:

断裂强度: 4.65 cN/dtex;

断裂伸长率: 41%。

生产工艺是先将钢纤维称量后装入预制的模具内, 然后将拌有 PP 改性纤维的砂浆倒入模具内, 将模具放到振动台上振实, 脱模后进行标准养护。

3 试验方法和结果

将脱模后的试块养护 7 d 和 28 d 后分别进行

抗折和抗压试验。

第一项试验结果见表 3。

表 3 试块强度试验结果(一)

组别	7 d 抗压 (MPa)	7 d 抗折 (MPa)	28 d 抗压 (MPa)	28 d 抗折 (MPa)
1	43.18	37.98	56.81	39.78
2	53.44	39.12	56.99	40.17
3	45.95	33.93	49.06	36.27
4	50.41	28.08	58.50	44.07
5	58.21	39.81	59.79	49.14
6	53.01	46.33	55.65	48.02

注: 表 3 中对应编号与表 1 一致。

第二项试验结果见表 4。

表 4 试块强度试验结果(二)

组别	7 d 抗压 (MPa)	7 d 抗折 (MPa)	28 d 抗压 (MPa)	28 d 抗折 (MPa)
1	40.46	30.23	48.83	38.22
2	43.11	21.93	43.81	30.81
3	36.83	24.57	46.98	31.83
4	44.80	32.75	58.12	45.63
5	46.28	26.52	53.62	38.61
6	51.44	41.15	52.22	40.62

注: 表 4 中对应编号与表 2 一致。

4 试验结果分析

对两项试验的结果进行分析比较可以发现两项试验均是第五组强度最高, 现将两项试验的第五组的各项强度指标进行对比, 见图 1。

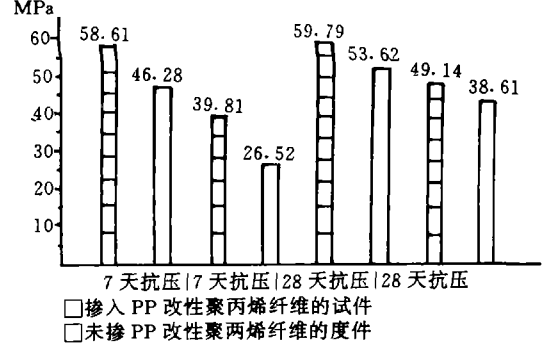


图 1 两项试验强度指标对比图

通过上图可以看出, 加入 PP 改性聚丙烯纤维的混杂 SIFCON 材料力学性能比普通 SIFCON 材料的力学性能要优越。由于在水泥砂浆中掺入 PP 改性聚丙烯纤维, 部分地改善了试件的表面力学性能, 特别是在抗折性能方面有明显提高。而且, 掺入 PP 改性聚丙烯纤维的试件强度发展较快, 其 7 d 后与 28 d 后的对应强度差值均比未掺此纤维的试件小。

5 加入 PP 改性聚丙烯纤维的作用机理浅探

混杂 SIFCON 工艺生产的混凝土试块中 PP 改性聚丙烯纤维的作用机理我们可利用下面这幅试块截面微观图进行分析,见图 2。

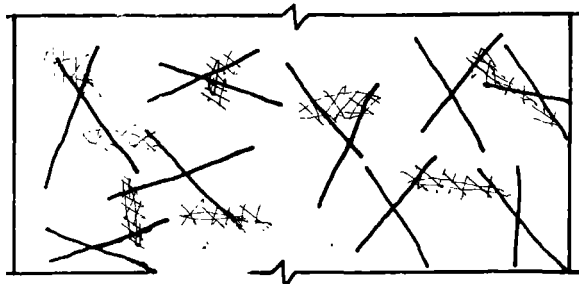


图 2 试块截面微观图

图 2 从微观上显示出试块中钢纤维和聚丙烯纤维的乱向分布情况。由于种种因素的影响,试块中不可避免地会出现大大小小的孔隙,影响了试块的力学性能。乱向分布的钢纤维在试块的内部产生锚固作用。弥补了较大孔隙所造成的结构缺陷,但对于较小孔隙,钢纤维的锚固作用已不明显,此时,乱向分布的 PP 改性纤维,由于自身长

度较短,而且易弯曲,对于较小的孔隙起着很好的锚固作用,弥补了钢纤维的不足^[1]。

6 结论与展望

通过以上试验我们可以得出以下结论:在高含量钢纤维混凝土中每立方米掺入 600 gPP 改性聚丙烯纤维,可以有效地提高混凝土的抗压力与抗折性能,特别是对抗折性能的改善较明显,而且,可能会因此而加快混凝土强度的发展速度。

PP 改性聚丙烯纤维不仅在砂浆基体中能发挥较好抗折防裂作用,而且在含有粗集料的基体中使用也能取得好的使用效果。

上海市建筑科学研究院的报告表明,PP 改性聚丙烯纤维在上海港泰广场等工程的地下室外墙浇筑中的使用实践证明:掺此纤维的商品砼可泵性好,坍落度损失小,砼表面质量均匀,平整,并且大大地改善砼的抗裂性能,提高砼的抗渗性能。

随着 SIFCON 工艺的日趋成熟,国内外采用高含量钢纤维混凝土的工程项目将越来越多,应用范围也将越来越广泛,加入 PP 改性纤维等材料的混杂 SIFCON 工艺的广泛应用,将产生更好的经济与社会效益。

参 考 文 献

- 1 Lankard D. R. Slurry infiltrated fibre concrete (SIFCON). Concrete International. 1984. 17~29
- 2 沈蒲生. 我国钢纤维砼技术展望. 中南公路工程, 1992(4): 50~61
- 3 苟勇等. 纤维作用的探讨与验证. 湖南大学学报, 1996. 8(4): 17~28

Mixed SIFCON Material Mechanics Performance Experiment Research

Xun Yong¹⁾ Li Yushou²⁾ She Bin³⁾ Cheng Yinglong¹⁾ Liu Guangtong⁴⁾ Guo Jin¹⁾

1) Department of Constrection Engineering of Yancheng Institute of Technology, Yancheng 224003, PRC

2) Department of Building Material Engineering of Yancheng Institute of Technology, Yancheng 224003, PRC

3) Department of Basic Science Engineering of Yancheng Institute of Technology, Yancheng 224003, PRC

4) Students of Department of Constrection Engineering of Yancheng Institute of Technology, Yancheng 224003, PRC

Abstract SIFCON technology is a way to make high volume fraction steel fibre concrete product. This text research about the material mechanics performance of the steel fibre concrete whose base is added in pp modified polypropylene fibre and who is made use of mixed SIFCON technology.

Keywords high volume fraction; steel fibre; concrete; performance