CF60 钢纤维混凝土的制备研究

范晓玲 李 锋

成都建工预筑科技有限公司 四川 成都 610000

【摘要】：本文采用铣削波浪型钢纤维制备 CF60 混凝土，研究钢纤维掺量对混凝土性能的影响规律，研究发现钢纤维掺量越大，28 天折压比越大，掺量为 40kg/m³ 时可提高混凝土的抗折和抗压强度，掺量达到 80~120kg/m³ 时，将大大降低混凝土的抗压强度。

【关键词】：CF60；钢纤维混凝土；强度

1 序言

钢纤维混凝土，是在混凝土中掺入适量乱向分布的短钢纤维，从而形成的一种复合材料^[1]。普通混凝土随着强度的提高，其脆性显著增大，而钢纤维混凝土则可以克服普通混凝土抗拉强度低、脆性大等缺点，可对混凝土基体产生增韧、增强和阻裂的作用，提高混凝土折压比，大大改善混凝土脆性易裂的破坏形态，延长工程使用寿命。因此钢纤维混凝土可广泛地应用于隧道、路桥、建筑和水利等工程项目^[2]。

2 试验原材料

水泥采用四川峨胜水泥股份有限公司生产的 PO42.5R 普通硅酸盐水泥，其主要物理性能指标如表 1 中所示；粉煤灰为 II 级磨细粉煤灰，成都本地地产，物理性能指标如表 2 中所示；机制砂孔隙率 40%，含泥量 0.5%，细度模数 3.2；碎石堆积密度 1540kg/m³，表观密度 2740kg/m³，空隙率 44%。含泥量 0.4%；钢纤维为成都本地地产铣削波浪型钢纤维，材质为低碳钢，密度 7.7kg/m³，抗拉强度 500MPa；试验用外加剂为吉龙化工生产的混凝土泵送剂。

表 1 水泥的主要物理性能

凝结时间	初凝/min	136
	终凝/min	235
细度/%	80μm	1.9
标准稠度用水量/%		27.4
比表面积/m ² /kg		330
表观密度/g/cm ³		3.06
抗折强度/MPa	R3	6.9
	R28	8.8
抗压强度/MPa	R3	31.6
	R28	48.3

表 2 粉煤灰的主要物理性能

需水量比/%		101
烧失量/%		3.1
细度/%	45μm	21
比表面积/m ² /kg		360
表观密度/g/cm ³		2.4
活性指数	H7	68
	H28	78

3 试验方法

(1) 配合比设计，混凝土配制强度应按下式确定：

$$f_{cu,o} \geq 1.15f_{cu,k}$$

式中， $f_{cu,o}$ 为混凝土的试配抗压强度(MPa)； $f_{cu,k}$ 为混凝土强度标准值 (MPa)^[3]。

混凝土的配合比设计参照标准 JG/T 472 《钢纤维混凝土》中进行计算。

(2) 混凝土拌合物性能测试参照标准 GB/T 50080 《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》。

(3) 混凝土抗折强度和抗压强度检测应参照标准 GB/T 50081 《普通混凝土力学性能试验方法标准》。

4 钢纤维掺量对混凝土性能的影响研究

为研究钢纤维对混凝土性能的影响，首先配制性能良好的 C60 混凝土，按照表 7 中的配合比，找出 C60 最佳的砂率和水灰比。

表 7 C60 混凝土配合比

编号	砂率	水灰比	胶凝材料/kg/m ³		外加剂/%
			水泥	粉煤灰	
CF1	48%	0.33	460	100	1.7%
CF2	46%	0.33	460	100	1.7%
CF3	43.5%	0.33	460	100	1.65%
CF4	41.5%	0.33	460	100	1.65%
CF5	43.5%	0.31	460	100	1.8%
CF6	43.5%	0.29	460	100	1.8%

表 8 C60 混凝土性能指标

编号	和易性/mm		抗压强度/MPa		
	坍落度	扩展度	3d	7d	28d
CF1	210	560	41.9	48.2	66.5
CF2	220	570	41.3	48.8	67.2
CF3	230	600	42.6	49.9	68.1

CF4	220	560	42.3	45.3	66.5
CF5	230	590	46.3	52.1	75.7
CF6	215	540	48.5	56.6	79.7

从表7和表8中CF1~CF4的数据可见,随着砂率的降低,混凝土的扩展度先增大后减小,在砂率为43.5%时,扩展度最大,和易性最佳,抗压强度最大。从CF3、CF5、CF6中数据可见在砂率均为43.5%时,降低水灰比,可提高混凝土的抗压强度,但会降低混凝土拌合物坍落扩展度,在水灰比为0.31时,混凝土的强度指标满足C60混凝土的强度要求,且和易性良好。故确定CF5为配制CF60钢纤维混凝土的基准配合比。

在CF5组的配合比基础上添加不同掺量的钢纤维,配制钢纤维混凝土,如表9,表10中所示分别为钢纤维混凝土的配合比及其拌合物性能与力学性能指标,分别为CF5、CF7、CF8和CF9组混凝土拌合物,拌合物配比及拌合物性能指标分别如表9和表10中所示。

表9 钢纤维混凝土配合比

编号	水胶比	砂率 (%)	实测容重 (Kg/m ³)	每立方米用量 (kg/m ³)						
				水	水泥	机制砂	钢纤维	碎石	粉煤灰	外加剂
CF5	0.31	43.5%	2500	175	460	770	0	1000	100	1.50%
CF7	0.31	43.5%	2530	175	460	764	40	993	100	1.55%
CF8	0.31	43.5%	2550	175	460	758	80	986	100	1.55%
CF9	0.31	43.5%	2590	175	460	753	120	979	100	1.55%

表10 钢纤维混凝土拌合物性能与力学性能

编号	拌合物性能		坍和易性	力学性能/MPa				28d 折压比 /%
	坍落度 /mm	扩展度 /mm		抗压			抗折	
				3d	7d	28d	28d	

参考文献:

[1] 赵国藩,彭少明,黄承逵.钢纤维混凝土结构[M].北京:中国建筑工业出版社,1999.
 [2] 沈荣熹,王璋水,崔玉忠.纤维增强水泥与纤维增强混凝土[M].北京:化学工业出版社,2006:169—205.
 [3] 普通混凝土配合比设计规程.JGJ55-2011[S].北京:中国建筑工业出版社,2011.

CF5	230	600	良好	46.3	52.1	75.7	7.8	10%
CF7	210	580	良好	49.8	60.6	76.3	8.9	12%
CF8	190	500	较差	42.2	52.4	60.8	8.2	13%
CF9	185	450	较差	31.6	43.6	53.9	7.5	14%

从表9和表10中数据可见:和易性方面,在混凝土中掺加钢纤维的掺量从0kg/m³增加到120kg/m³时,混凝土的拌合物性能越来越差,在掺量为40kg/m³时,混凝土拌合物性能变化较小,掺量增加到80kg/m³、120kg/m³,混凝土和易性差,包裹性较差,这主要是由于钢纤维形貌细长,大大增大了混凝土的流动阻力,降低混凝土拌合物和易性,掺量越大,混凝土流动阻力越大,和易性越差。

力学性能方面:从表10中可见钢纤维掺量从0kg/m³增加到40kg/m³时,混凝土的抗压强度和抗折强度均增加,当钢纤维掺量继续增加到120kg/m³时,混凝土抗压强度迅速降低到60.8MPa和53.9MPa,分别为对照组强度的80%和71%,抗折强度也逐渐降低,同时,从28天折压比数据看,随着钢纤维掺量的增加折压比逐渐增大,混凝土的抗裂性提高。

因此,钢纤维在混凝土中掺量过高会使混凝土和易性和抗压强度降低,在掺量为40kg/m³时,混凝土和易性、抗压强度以及抗折强度的综合性能指标最佳。

5 结论

从上述试验可得到以下结论:

- (1)在水灰比为0.31,水泥460kg/m³,粉煤灰100kg/m³时,配制的混凝土的强度指标满足C60混凝土的强度要求;
- (2)铣削波浪型钢纤维的掺加对混凝土的和易性、抗压强度和抗折强度均会有较大影响。钢纤维掺量越大,和易性越差,适量掺加钢纤维对CF60混凝土的抗折强度和抗压强度有一定的提高效果,但达到80kg/m³的掺量后,则会降低混凝土的抗压强度,铣削波浪型钢纤维在混凝土的用量存在最佳值,应通过试验确定。