

文章编号:1007-046X(2001)05-0033-02



应用技术

聚丙烯纤维粉煤灰混凝土 在复旦大学露天游泳池中应用

Application of Polypropylene Fiber Fly Ash Concrete in Open Air Swimming Pool at Fudan University

吴菊珍 林国英 顾政民 (上海市建筑科学研究所 200032)

中图分类号:TU528.57

文献标识码:B

1 概述

复旦大学南区体育中心游泳馆是一座无遮盖架空式钢筋混凝土结构的标准游泳池,泳池建在 13.65m 高处,长宽为 50×25m,建筑面积为 6052m²,混凝土设计强度为 C30,抗渗等级为 P8,坍落度为 120±20mm,工程选用商品混凝土浇筑,混凝土方量为 1100m³(包括看台等)。由于该工程施工工期要求紧,且不允许设置后浇带,再则,因为泳池位于三层高的室外露天,受到温度、干湿、风速、沉降等变形产生的应力较大,容易产生裂缝。因此泳池的建造和施工,在技术上如何解决好混凝土不出现裂缝,混凝土要具有良好的防渗抗裂性能是该工程在施工技术上的关键之一。为此,在混凝土选材、配合比及施工技术上采取若干措施,藉以保证混凝土的质量,使浇筑的混凝土做到不裂不渗,满足泳池的使用功能和耐久性要求。

2 混凝土防裂抗渗新技术

2.1 纤维在商品粉煤灰混凝土中的研究与应用回顾

自从有水泥混凝土以来,裂缝问题一直困扰着人们。工程实践证明,一般掺粉煤灰泵送剂的商品混凝土,因施工养护及人为因素等,往往混凝土裂缝仍在所难免。据文献报导,近年来,美国、德国和丹麦等国都提出在混凝土中掺加纤维(包括聚丙烯及聚酯纤维),赋予混凝土一定的韧性,以改善混凝土的抗裂性能。在国内,从 1993 年起,上海市建筑科学研究所对纤维在混凝土中的应用开展研究工作,一开始着重于钢纤维、尼龙纤维。1994 年上海市建科院和中国纺织大学化学纤维研究所协作,对聚丙烯纤维在水泥混凝土中应用开展广泛研究。研究表明,聚丙烯纤维对控制减少水泥硬化早期裂缝的产生,有很大作用。

2.2 聚丙烯纤维在粉煤灰水泥混凝土中应用

聚丙烯纤维在粉煤灰水泥混凝土中的应用研究,

重点是对纤维掺入水泥中的早期抗裂性和在 C30 大流动性混凝土中掺入纤维来研究抗压强度、抗折强度的影响,以进一步弄清纤维在粉煤灰水泥混凝土中的行为。

2.2.1 试验用原材料

a. 聚丙烯纤维(张家港市方大特种纤维制造有限公司生产),其质量要求见表 1。

表 1 聚丙烯纤维质量要求

序号	试验项目	单位	数据
1	长度	Mm	15
2	线密度	D _{tex}	15.1
3	线密度偏差率	%	3.7
4	断裂强度	CN	4.7
5	断裂伸长率	%	4.2
6	长度偏差率	%	12.2
7	孔洞体积分数	%	3.8

b. 粉煤灰, I 级灰,其质量符合 GBJ146-90 国家标准。

c. 水泥, P. O. 525 普通硅酸盐水泥,其质量符合 GB175-92 国家标准。

d. 中砂,细度模数 2.7,其质量符合 JGJ52-92 行业标准。

e. 碎石, 5-25mm 连续级配,其质量符合 JGJ53-92 行业标准。

f. 外加剂,试验所用外加剂符合 JC473-92 标准。

g. 水,清洁饮用水。

2.2.2 试验结果

2.2.2.1 掺入聚丙烯纤维对早期抗裂性的影响

a. 试模,试验采用外园 Ø 250,内园 Ø 190,高 50mm 的有底园环,试模内园为无缝钢管,外园模为二个半模。

b. 净浆配合比(见表 2)及试样制备。

表 2 净浆配合比

纤维	水灰比	水(g)	水泥(g)
未掺	0.476	1000	2100
聚丙烯纤维	0.476	1000	2100

试样的拌制是采用水泥胶砂搅拌机拌和,先在搅拌机中加入一定量的水泥和纤维,干拌半分钟,缓慢加一定量的水,将拌合料拌匀,搅拌3分钟,再将物料取出浇入模中,等初凝后即松开外模及底模,置于 $20\text{C}\pm 3\text{C}$ 、相对湿度为 $65\pm 5\%$ 的条件下,用风扇吹风24小时,观察裂缝开展情况。

c. 结果判别

在水灰比0.476时,未掺纤维净浆在成型后2小时,即产生数条裂缝,掺有聚丙烯纤维的净浆经一昼夜风吹均未产生裂缝。

2.2.2.2 掺入聚丙烯纤维,对C30大流动度混凝土性能影响

采用525号象牌普通硅酸盐水泥、中砂、5~25mm连续级配的碎石、I级粉煤灰、外加剂适量,不掺和掺聚丙烯纤维,在配合比相同,仅调整水灰比以控制坍落度在 $120\pm 20\text{mm}$,研究纤维对混凝土抗压及抗折强度的影响,其试验结果见表3。

表 3 聚丙烯纤维对粉煤灰混凝土性能影响

序号	纤维	水灰比	坍落度(mm)	抗压强度(MPa)		抗折强度(MPa)28d
				7d	28d	
1	未掺	0.618	145	22.2/100	33.3/100	8.2/100
2	聚丙烯纤维	0.578	123	28.0/126	44.3/133	8.6/105

从表中数据可以看出,掺聚丙烯纤维有利于抗压、抗折强度的改善。表4列举了混凝土配比,其抗渗、抗冻和干缩值比较见表5。

表 4 混凝土配合比(kg/m³)

混凝土品种	水泥	砂	石	水	SN-I	P.P纤维
基准	435	583	1183	181	2.27	/
纤维混凝土	483	583	1183	181	2.27	0.8

表 5 混凝土的抗渗、抗冻和干缩值的比较

抗渗性	未掺纤维混凝土		掺聚丙烯纤维混凝土	
	P10	P14	P10	P14
抗冻性强度损失率(%)	8.5	0		
(50次)重量损失率(%)	0.33	0.8		
干缩值($\times 10^{-4}$)	28d	3.12	2.92	
	60d	5.02	4.17	

表5数据表明,混凝土的抗渗性从P10提高到P14,抗冻性强度及重量损失率均减到接近于零,干缩值亦有减少,因此纤维增强混凝土会比不加纤维的普通混凝土在抗渗性和抗冻性方面更有优越性。

由于聚丙烯纤维密度较小,加入到混凝土后,其数量巨大(每立方厘米混凝土中有二十多条纤维)填充了部分混凝土内部孔隙,减少了孔隙大小和数量,极大地增加了混凝土基体的密实性、抗渗性、抗冻性和耐久性。

聚丙烯纤维掺入混凝土中,必须满足以下要求:

- (1)能适应较强的碱性环境 pH 在 12 以上;
- (2)曝露在大气中,要耐日光照射及防老化;
- (3)在商品混凝土搅拌站生产中能满足商品混凝土生产工艺要求,能在水泥混凝土中快速分散均匀分布;
- (4)要求与混凝土有良好粘结力,能起增强作用。

聚丙烯纤维掺入混凝土中其主要作用是:

改善和易性,使混凝土不离析泌水和提高混凝土抗塑性收缩的能力。

2.3 掺加粉煤灰和泵送剂在混凝土中的防渗抗裂作用

在混凝土中掺入适量粉煤灰,可以取代部分水泥、降低成本,又具有滚珠轴承作用,改善新拌混凝土工作性(和易性、保水性、可泵性),又可以保证混凝土后期强度。而掺加泵送剂,可以减少混凝土用水量,提高强度,使水泥石变得更加致密,有利于抗渗防水性能的提高。

3 商品粉煤灰混凝土组成材料的选择和配合比

该工程组成材料的选择,确定采用除混凝土的水泥、砂、石、水四种基本材料外,再外掺泵送剂、膨胀剂、粉煤灰和聚丙烯纤维四种改性材料。

混凝土配比、混凝土的抗压强度及抗渗等级等数据见表6。

表 6 混凝土的抗压强度、抗渗性能

配合比(kg/m ³)	抗压强度(MPa)		抗渗等级								
	R ₇	R ₂₈									
水 水泥 黄砂 碎石 粉煤灰 纤维 膨胀剂 外加剂 (425号X中) (15-25mm) (I级)(聚丙烯) (UEA) (ZK-901)	200	360	725	1010	60	0.8	45	2.79	22.5	36.3	P ₈
									75	121	

由上表结果可以看出,混凝土的抗压强度7d达到设计强度的75%;28d达到设计强度的121%,现场泳池混凝土经检查观察,没有发现裂缝和渗漏,混凝土表面质量良好,其性能指标完全符合C30混凝土设计要求。

4 结语

聚丙烯纤维在复旦大学南区体育中心游泳馆露天游泳池混凝土工程中应用获得成功的实例,有力地证明:掺入聚丙烯纤维,是一种生产工艺简便、价格合理、效果良好的混凝土防裂措施,它可大大地提高混凝土工程质量和混凝土技术水平。