

# 聚乙烯醇纤维普通混凝土拌合物性能的研究

许显龙 覃智泽<sup>通讯作者</sup>

泰国格乐大学

**摘要:** 针对两种不同的聚乙烯醇纤维长度(6mm、12mm)和不同的掺入率(0.08%、0.16%、0.24%、0.32%)研究其掺入到C30混凝土中的改性,并对其性能进行分析,从中找出最佳的掺入率。研究表明:掺入6mm长的聚乙烯醇纤维长度坍落度及扩展度为50mm、300mm,与长度为12mm的聚乙烯醇纤维长度比之,12mm的坍落度和扩展度变成60mm与240mm,比之前者优出2~8%左右。当添加含量从0.16~0.32%时,流动性与掺入量呈负相关,减少最明显的是C30-12-0.32,它的两种流动性能减至无添加的15.4%和52.5%。经过总体的比较,将聚乙烯醇纤维加入C30混凝土后,发现其流动性呈现出先减小后上升再下降的趋势。通过实验,最佳的流动性掺量为0.16%,两种直径的PVA效果相似。

**关键词:** 聚乙烯醇纤维; C30混凝土; 坍落度; 扩展度; 改性

【DOI】10.12252/j.issn.2096-627X.2022.11.107

PVA纤维,也就是聚乙烯醇纤维,它是合成纤维的一种。以其抗酸碱性、高强度和高模量而著称。PVA纤维是制作高性能绿色建筑材料PVA-ECC的关键成分,该材料展现出卓越的变形能力、自修复特性、多缝开裂容忍度以及出色的拉伸和断裂性能,已在材料科学和工程获得广泛认可。<sup>[1]</sup>在常规混凝土中融入聚乙烯醇纤维。创造出了一种创新的复合建筑材料。随着社会进步和科技发展,对于建筑材料的标准也在持续升级,普通混凝土由于其脆性破坏、裂缝易扩展等缺点,已经难以满足当今建筑业的需要<sup>[2]</sup>。为了解决这些问题,研究人员提出,将聚乙烯醇纤维掺入混凝土中。以发挥其增强作用,进而获得一种性能更优异的建筑材料<sup>[3]</sup>。

目前对于聚乙烯醇纤维增强混凝土的研究仍处于初级阶段,尤其在混凝土增强方面的研究还不够充分。进行聚乙烯醇纤维与C30混凝土拌合物性能研究具有重要的理论和实践价值。基于此,使用两种不同的聚乙烯醇纤维长度及不同的掺入率掺入到C30混凝土中,改良C30混凝土性能并分析其的影响。

## 一、试验部分

### (一) 原材料使用设计

(1) 水泥: 使用广西扶绥县海螺牌普通硅酸盐水泥,其性能与GB175-2007《通用硅酸盐水泥》<sup>[4]</sup>比较;

(2) 砂: 采用普通II区河砂其性能符合《建筑用砂》(GB14684-2001)<sup>[5]</sup>;

(3) 石子: 实验采用钦州市花岗岩采石场的普通碎石,性能符合《建筑用碎(卵)石》(GB14685-2011)<sup>[6]</sup>;

(4) 水: 选用满足规范要求的实验室自来水;

(5) 外加剂: 为了更好控制减水剂用量,同时提高混凝土强度,本次实验采用河北石家庄的晴俊建材生产的粉末状聚羧酸高效减水剂,性能符合《混凝土外加

剂应用技术规范》GB 50119-2013<sup>[7]</sup>;

(6) PVA纤维: 维纶短纤RECS 15dtex\*12mm、RECS 15dtex\*12mm。

### (二) PVAC30混凝土搅拌

为了确保聚乙烯醇纤维在C30混凝土搅拌过程中的均匀分散,并保证混凝土的可和易性及实际项目要求。我们制定了以下的搅拌制度:首先,称量好的水和水泥应分别放入搅拌机中进行搅拌,时间控制在2-3分钟。随后,称好的砂子和石子应按顺序放入混合好的水泥浆中,继续搅拌3-5分钟。接下来,按照设定的配合比,把减水剂、消泡剂、分散剂加入搅拌机进行搅拌2-3分钟。在此过程中,应均匀地将聚乙烯醇纤维加入搅拌机并持续搅拌1-2分钟。当聚乙烯醇纤维在混凝土中充分分散时,和易性能符合实际工程要求后,开始测量混凝土的沉降和膨胀程度。并进行试块制作。试片制作完毕后静置24小时拆模。并放入标准养护室分别进行7天、14天、28天的养护。在规定的养护时间后,进行力学性能试验。

### (三) 配合比设计

质量掺量试验混凝土基准配合比是水泥(common)。砂子:石子=1:1.51:3.28,水灰比0.45,减水剂为1%。分别掺入两种不同的PVA纤维长度(6mm、8mm),针对不同的纤维长度按1m<sup>3</sup>混凝土的总量质量占比掺入,掺入量分别为0.08%、0.16%、0.24%和0.32%。混凝土拌合物试验采用的配合比见表1.1。

### (四) 试验内容设计

本实验内容主要有坍落度及扩展度,研究以0.45水胶比为混凝土。以两种不同聚乙烯醇纤维长度(6mm、12mm)按照1m<sup>3</sup>混凝土总质量的占比掺量梯度进行设置,掺入梯度分别为:0.08%、0.16%、0.24%、0.32%。测定混凝土在不同纤维掺量下的沉降度和膨胀度。共计9组

表1.1 聚乙烯醇纤维C30混凝土配合比设计

试件编号	聚乙烯醇纤维掺量/%	聚乙烯醇纤维长度/mm	水泥/(kg/m <sup>3</sup> )	水/(kg/m <sup>3</sup> )	砂子/(kg/m <sup>3</sup> )	石子/(kg/m <sup>3</sup> )	减水剂
C30-0-0	0	0	390	175	587	1278	1%
C30-6-0.08	0.08	6	390	175	587	1278	1%
C30-6-0.16	0.16						
C30-6-0.24	0.24						
C30-6-0.32	0.32						
C30-12-0.08	0.08	12	390	175	587	1278	1%
C30-12-0.16	0.16						
C30-12-0.24	0.24						
C30-12-0.32	0.32						

注释：C30-0-0表示混凝土强度等级-PVA纤维长度-PVA纤维掺入量。

表1-2 C30PVA混凝土拌合物试验内容

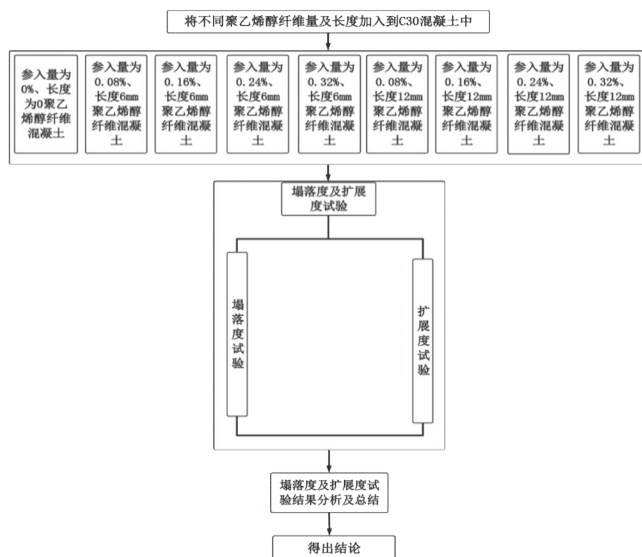
试验项目	试件编号	试件组数	测试次数	塌落斗尺寸
坍落度及扩展度	C30-0-0	1组	3次	100mm (上口尺寸) x 200mm (下口尺寸) x 300mm (高度)
	C30-6-0.08	1组	3次	
	C30-6-0.16	1组	3次	
	C30-6-0.24	1组	3次	
	C30-6-0.32	1组	3次	
	C30-12-0.08	1组	3次	
	C30-12-0.16	1组	3次	
	C30-12-0.24	1组	3次	
合计	/	9组	27次	/

注释：C30-0-0表示混凝土强度等级-PVA纤维长度-PVA纤维掺入量。

27次试验。具体的各项试验内容如1-2表。

(五) 试验研究路线图

本论文按照设定的配合比将PVA纤维掺入到C30混凝土中，开展坍落度、扩展度试验并对实验结果进行分析总结，得出最终的结论。试验技术路线图如图1.1所示：



(六) 混凝土坍落度及扩展度试验步骤

本试验参照GB/T50080—2016《混凝土拌合物性能试验标准》<sup>[8]</sup>执行，坍落度及扩展实验按照称好的水泥、砂、石、聚乙烯醇纤维与水按一定比例配合，按照本章节设定的搅拌制度进行搅拌，使各材料均匀混合并形成一定的黏度，同时拿出符合标准要求的坍落度筒并用水湿润底板，在坍落筒内壁和底板上不得有明水，底板置于坚硬的水平地面上，再将塌落筒放在已经布置好的底板中央，用脚踩踏在塌落筒两侧脚板上保证其稳定性，不让其产生位移。

根据规范要求，混凝土试样制作时需将混凝土分3层均匀装入筒中，每层捣实高度约为塌落筒高的1/3，每层至少插捣25次。插捣应从外向内螺旋状进行，确保均匀。筒边插捣时，可将捣棒稍微倾斜。底层的插捣要插在最下面，第二层和最上面的插捣都要通过这层，才能触及下一层的表面。顶楼灌注后混凝土表面应比筒口略高。如出现下沉，需适量添加，插捣完成后，清除多余部分并用浆刀抹平。

在清除筒边混凝土碎屑之后，需平稳地垂直向上抬起塌落筒，确保提起动作在5至10秒内完成。整个灌注至提起塌落筒的过程应保持连续，总耗时不得超过150

秒。提起,测量塌方管与混凝土最高点垂直高度差,这个数值就是混凝土的塌方度。若混凝土在坍落度筒提起后发生崩溃或一边损坏,则需重新取样并进行测试。第二次测试结果仍显示相似问题,这表明混凝土的易性较差,应记录相关数据以供后续参考。

在坍落度测量之后,进行混凝土的粘聚性和保水性测试。粘聚性的测试通过轻敲已完成坍落度测量的混凝土表侧来完成,如果形成的锥体逐渐下沉,说明黏结性比较好。若锥体部分崩裂或分离,则说明粘聚性差。保水性的测试通过观察塌落筒提起后是否有大量稀浆自下部析出来进行评定,若混凝土骨料外露,则表明保水性差若塌落筒提起后稀浆较少或仅少量析出,则表明保水性较好。

进行扩展度试验时,清理底板上的混凝土并垂直向上缓慢提起塌落筒,提离过程需在3秒至7秒内完成。当混凝土扩散稳定或达到50秒时,用钢卷尺测量最大和最小直径值。若两者差值不超过50mm,取算术平均值作为混凝土的塌落扩展度值;否则试验无效,需重新取样。若出现粗骨料在底板中间或扩散边缘有浆体析出情况,需记录并说明,控制在40min内完成。测试扩展度值时,精确到1mm,成绩要精确到5mm以内。

## 二、试验结果分析

根据《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》(GB/T50080-2002)<sup>[9]</sup>,坍落度和扩展度是用于衡量混凝土拌合物流动性(稠度)的试验方法,此方法在工程实践和科研领域中被广泛采用以评估混凝土的流动性。

### (一) 流动性偏差控制分析

由于设备问题,进行流动性检测比较简单,检测过程如图4-1所示。当混凝土扩散稳定或达到50秒时,使用钢卷尺测量最大和最小直径。整个过程要不间断地进行,在40秒内完成。混凝土的扩展度应该是两个直径垂直的平均值,当相差超过50mm时,就需要重新测量。测试扩展度时应精确到1毫米,结果应精确到5毫米以内。

为了减少实验的误差,本次流动性检测都需要进行三次。

### (二) 流动性能分析

随着纤维的加入,混凝土流动性变化较大。它的坍落度从130mm,减少到了20-60mm之间;而扩展度由最早的400mm,缩减为200mm波动。

随着PVA的掺量增加,混凝土的流动性是先急速缩小,接着增大后减少的发展轨迹。变化最大当属无纤维到掺入0.08%的6mmPVA过程,它的坍落度直接降到30.8%,而扩展度是原来的55%。在其掺量不变,当直径

变为12mm的PVA时,C30混凝土的坍落度变得更加少,仅有26.9%,相对的,它的扩展度稍有提升了2.5%。

不同长度的PVA在掺入0.16%时,它的流动性与掺量成正相关;此时,6mm的坍落度和扩展度分别为50mm、230mm,相比之下,12mm的坍落度和扩展度变成60mm与240mm,比之前者优异2~8%左右。当添加PVA含量从0.16~0.32%时,流动性与掺入量呈负相关,减少最明显的是C30-12-0.32,它的两种流动性能减至无添加的15.4%和52.5%。

总的来说,将PVA加入C30混凝土中。发现使其流动性先减小后上升再下降的趋势,最佳的流动性掺量为0.16%,两种直径的PVA效果相似。

## 三、结论

(1)长度为6mm的聚乙烯醇纤维C30混凝土坍落度和扩展度分别为50mm、230mm,相比之下,12mm的坍落度和扩展度变成60mm与240mm,比之前者优异2~8%左右。

(2)当添加PVA含量从0.16~0.32%时,流动性与掺入量呈负相关,减少最明显的是C30-12-0.32,它的两种流动性能减至无添加的15.4%和52.5%。

(3)在C30混凝土中添加PVA,发现使其流动性先减小后上升再下降的趋势,最佳的流动性掺量为0.16%,两种直径的PVA效果相似。

## 参考文献

- [1]黄加圣.聚乙烯醇纤维混凝土的性能研究[D].扬州大学,2018.
- [2]周明耀,杨鼎宜,汪洋.合成纤维混凝土材料的发展与应用[J].水利与建筑工程学报,2003(04):1-4.
- [3]杨雯雯.纤维混凝土力学性能及耐久性能试验研究[D].山东大学,2013.
- [4]《通用硅酸盐水泥》(GB175-2007)[Z].中国标准出版社,2007.
- [5]《建筑用砂》(GB14684-2001)[Z].中国标准出版社,2001.
- [6]《建筑用碎(卵)石》(GB14685-2011)[Z].中国标准出版社,2011.
- [7]《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119-2013[z].中国建筑工业出版社出版,2013.
- [8]《混凝土拌合物性能试验标准》(GB/T50080-2016)[z].中国建筑工业出版社.
- [9]《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》(GB/T50080-2002)[z].中国建筑工业出版社.