

聚丙烯纤维对砂浆抗裂性能影响的试验研究

①
41-42袁震宇 吴慧敏 杨建西
(湖南大学土木工程学院 410082)(交泰工程顾问股份有限公司)

TL578.102

摘要:为控制塑性收缩裂缝的产生,采取在新拌混凝土或砂浆中加入聚丙烯纤维的方法。试验证明,在砂浆中加入0.05%和0.10%(体积掺量)的聚丙烯纤维可以使砂浆平板的裂缝分别减少65%和75%。

关键词:塑性收缩裂缝(干燥收缩裂缝) 聚丙烯纤维 抗裂性 裂缝指数

砂浆试验

0 前言

混凝土在浇捣以后,由于脱水而产生收缩,这种收缩受到基底、模板和钢筋等不同程度的约束作用,因而在混凝土内部产生了拉应力。但此时的混凝土仍处于塑性阶段,其抗拉强度几乎等于0,不能抵抗此拉应力,所以混凝土产生了不同程度的裂缝。这种裂缝被称为塑性裂缝,也称干燥收缩裂缝。环境的温度和混凝土的温度越高、环境湿度越低、空气流动速度越大,混凝土的水分蒸发量也就越大,它产生的塑性收缩裂缝也就越严重,这必然对后期的结构受力、抗渗等产生不良影响,甚至可威胁到结构的安全。

为了减少混凝土产生塑性收缩裂缝,可采取在新拌混凝土中加入纤维的方法。加入的纤维可分为两种:一种是弹性模量高于混凝土基体的纤维,如钢纤维、碳纤维、玻璃纤维等,它们主要用于提高混凝土的抗拉、抗压、抗弯、抗冲击强度和韧性;另一种是弹性模量低于混凝土基体的纤维,如尼龙纤维、聚乙烯纤维、聚酯纤维等,它们不提高混凝土的抗拉、抗压强度,但对混凝土早期结构的形成有明显的影 响,使早期裂纹的生长受到抑制,并使混凝土的抗冲击强度和韧性发生显著的改善。聚丙烯纤维是一种低弹性模量纤维,为了检验其对砂浆的抗裂性能的影响,本文进行了专门的试验研究。

1 原材料、配合比及试验方法

1.1 原材料

水泥 “韶峰”牌 425* 普通硅酸盐水泥

砂 水泥强度试验用标准砂

拌和水 自来水

纤维 KURELON 100%纯聚丙烯纤维,交泰工程

顾问股份有限公司提供,其主要性能指标如表1。

1.2 砂浆配合比

本试验所采用的配合比见表2。

表1 聚丙烯纤维的性能指标

抗拉强度:276MPa 长度:19mm	类型:束状单丝 拉伸极限:15% 直径:48 μ m	比重:0.91 弹性模量:3793MPa 长径比:396
------------------------	--------------------------------------	------------------------------------

表2 试验采用的配合比

试件编号	水泥:砂	水灰比W/C	纤维体积掺量 %
1			0
2	1:1.5	0.5	0.05
3			0.10

1.3 试验方法

按照圣·乔治州立大学的 Paul P. Kraai 教授所提出的砂浆及混凝土干燥收缩裂缝测试方法进行试验。试件尺寸为 610×914×19mm,模板底部衬有两层聚乙烯塑料薄膜,以减小底膜对试件收缩变形的影响。木模的四周钉有一圈金属网,用于限制收缩变形。该金属网系用宽 25mm、网眼为 2mm 的金属网沿中线弯折 90°所制成(见图1)。三个模板并排摆放,在试件浇筑成型后立即用风扇以风速 4~5m/s 吹试件表面。连续吹 24 小时后,量测试件表面的裂缝宽度及相应的长度,据此以评定聚丙烯纤维对砂浆抗裂性能的影响。

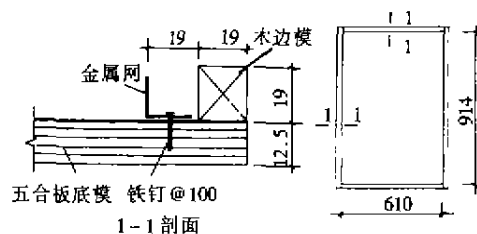


图1 模板图

2 试验结果及分析

2.1 试验结果

聚丙烯纤维对混凝土和砂浆抗裂性能的影响涉及

到一个采取何种指标以及如何评定其效果的问题。Kraai 根据裂缝宽度把裂缝分为四级,每一级对应着一个权值(见表3),用每级宽度的裂缝长度分别乘以其相应的权值,再相加起来所得到的总和称为开裂指

表3 Kraai 采用的权值

裂缝宽度 d(mm)	权 值
大(约3mm)	3
中(约2mm)	2
小(约1mm)	1
发丝(约0.5mm)	0.5

表4 本试验采用的权值

裂缝宽度 d(mm)	权 值
$d \geq 3$	3
$3 > d \geq 2$	2
$2 > d \geq 1$	1
$1 > d \geq 0.5$	0.5
$d < 0.5$	0.25

数,据此衡量开裂程度。

在本试验中,我们也采取了类似的方法,并按裂缝产生的实际情况对裂缝级别进行划分,并规定相应的权值(见表4),规定开裂指数的计算方法与 Kraai 的相同。砂浆平板干缩性试验结果见表5。

表5 砂浆平板抗裂试验结果

试件 编号	裂缝宽度范围类的裂缝长度(cm)					开裂 指数
	$d \geq 3$	$3 > d \geq 2$	$2 > d \geq 1$	$1 > d \geq 0.5$	$d < 0.5$	
1	30	127	86	42	11	454
2	0	17	68	87	46	157
3	0	19	27	106	59	113

2.2 分析

砂浆平板的开裂指数的对比见图2。由图中可见,在砂浆中加入体积掺量分别为0.05%和0.10%的聚丙烯纤维后,砂浆的抗裂性能有明显的改善,其裂缝减少分别达到65%和75%。而且,在试验中还观察到,不加纤维的砂浆最先出现第一条裂缝,加了纤维的砂浆其出现第一条裂缝的时间大大向后延迟了。因为混凝土和砂浆的塑性收缩裂缝大部分在开始水化后的4~6小时内出现,所以第一条裂缝出现时间的延迟将有助于砂浆抗裂性的提高。

由图3可见,由于聚丙烯纤维的作用,砂浆在加入聚丙烯纤维后,其干燥收缩裂缝有由宽向窄、由大向小变化的趋势,即大裂缝逐渐减少、小裂缝逐渐增多。

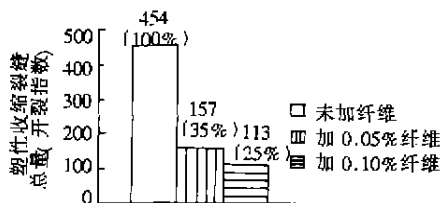


图2 干燥收缩裂缝总量对比图

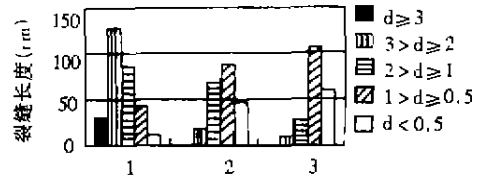


图3 裂缝分布直方图

注:1,2,3 分别代表试验编号

同样由图3可见,在没有加入纤维的砂浆中,裂缝的分布主要集中在1~3mm之间;而加入体积掺量0.05%的聚丙烯纤维之后,砂浆裂缝的分布发生了明显的变化,裂缝的分布主要集中在0.5~2mm之间;当聚丙烯纤维的体积掺量达到0.10%时,砂浆的裂缝进一步减小,裂缝的分布主要集中于1mm以下。

由此可见,聚丙烯纤维有阻裂和细化裂缝的作用。这一点可以用纤维间距理论进行解释:水泥砂浆在硬化过程中由于脱水而产生裂缝,当砂浆中掺入聚丙烯纤维时,纤维在砂浆中的分布可达到15根/cm³(体积掺量0.05%)和30根/cm³(体积掺量0.10%),因此,使得裂缝尖端的发展受到限制,裂缝只能绕过纤维或把纤维拉断来继续发展。这就需消耗巨大的能量来克服纤维对裂缝发展的限制作用,纤维的体积掺量越大,这种限制作用越强。而在普通砂浆中裂缝的尖端没有受到这样的限制作用,可以自由发展,这就使得普通砂浆中的裂缝比加入纤维的砂浆中的裂缝要宽、要长。

聚丙烯纤维阻裂和细化裂缝的作用,明显地改善了水泥石的结构,使水泥石中原生的微裂纹减少、裂缝宽度减小,这必然使水泥硬化体的抗渗性及韧性得到相当程度的提高。

3 结论

在砂浆中加入聚丙烯纤维能明显减少塑性收缩裂缝的产生,改善砂浆的抗裂性。当砂浆中的聚丙烯纤维体积掺量分别为0.05%和0.10%时,可分别减少65%和75%的裂缝。

参考文献

- [1] Paul P. Kraai, A Proposed Test to Determine the Cracking Potential due to Drying Shrinkage of Concrete, Concrete Construction/Sep. 1985
- [2] 马一平等,陶瓷尼龙纤维水泥复合材料力学性能研究,建筑材料学报,1998年3月
- [3] 施钟毅等,碳纤维增强砂浆和混凝土抗裂性试验研究,建筑材料学报,1998年9月
- [4] 邓咏梅等,维纶纤维对水泥砂浆抗裂性能的影响,上海建材,1998年6月
- [5] D. J. Hannant, 纤维水泥与纤维砼,中国建工出版社,1986年
- [6] 李俊毅等,尼龙纤维增强混凝土的试验研究,混凝土与水泥制品,1998年10月