

低掺量聚丙烯纤维在

混凝土(砂浆)中的阻裂作用

11
26-27

T66528.572

● 中山市第二建筑有限公司 陈容辉 宋敦清

在工程实践中,由于没有采取有效的抗裂措施,混凝土固有的微裂纹在内外应力的作用下发展为更大的裂纹,以至最终形成贯通的毛细孔道及裂缝,常常导致防水失败,也造成结构设计强度远未能充分发挥,严重的甚至威胁到工程的安全及使用。研究表明,多数裂缝同荷载无关,塑性收缩、干缩、温度变化等开裂因素才是混凝土众多问题的根源。

聚丙烯纤维是一种以聚丙烯为原料以独特工艺制造的高强度聚丙烯单丝纤维。由于纤维以单位体积内少量均匀分布于混凝土内部,故微裂缝在发展的过程中必须遭遇到纤维的阻挡,消耗了能量,难以进一步发展,从而阻断裂缝达到了抗裂的作用。纤维的加入犹如在混凝土中掺入巨大数量的微筋,这些纤维筋抑制了混凝土开裂的进程,提高了混凝土的断裂韧性,而这些单靠加强钢筋是不能实现的。这样,聚丙烯纤维成了混凝土(砂浆)抗裂抗渗的卓越手段。

一、聚丙烯纤维的作用机理

聚丙烯纤维加入水泥基体中,理论上可起到:1.提高基体的抗拉强度;2.阻止基本中原有缺陷(微裂缝)的扩展,并延缓新裂缝的出现;3.提高基体的变形能力,并从而改善其韧性与抗冲击性等作用。

混凝土中均匀而任意分布的短纤维对混凝土的增强机理不外乎两种解释:第1,“纤维间距机理”,根据线弹性断裂力学来说明纤维对于裂缝发生和发展的约束作用,认为在混凝土内部原来就存在缺陷,俗提高强度,必须尽可能地减少缺陷的程度,提高韧性,降低内部裂缝端部的应力集中系数;第2,“复

合材料机理”,理论出发点是复合材料构成的混合原理,将纤维增强混凝土看作是纤维强化体系,并应用混合原理来推定纤维混凝土的抗拉和抗弯强度,提出了纤维混凝土强度与纤维的掺入量、方向、长径比以及粘结力之间的关系。

二、聚丙烯纤维的功能

1. 有效提高混凝土(砂浆)的抗裂能力

在建筑实践中,聚丙烯纤维已成为一种非常有效的提高砂浆及混凝土抗裂能力的卓越手段。它以特殊的生产工艺进行表面处理,同水泥基料有极强的粘结力,因此可在混凝土中发挥更有效的抗裂作用。有关机构的研究表明,在混凝土中,聚丙烯纤维的乱向分布形式大大有助于削弱混凝土塑性收缩及冻融时的应力,收缩的能量被分散到每立方米上千万条具有高抗拉强度而弹性模量相对较低的纤维单丝上,从而极为有效地增强混凝土(砂浆)的韧性,抑制微细裂缝的产生和发展。同时,无数的纤维单丝在混凝土内部形成的乱向撑托体系可以有效阻碍骨料的离析,保证混凝土早期均匀的泌水性,从而阻碍了沉降裂纹的形成。

2. 大大提高混凝土(砂浆)的抗渗防水性能

在混凝土中掺加适量微细纤维可有效地抑制其早期干缩微裂及离析裂纹的产生及发展,极大减少混凝土的收缩裂缝,尤其是有效抑制了连通裂缝的产生;均匀分布在混凝土中彼此相粘连的大量纤维起着“承托”骨料的作用,降低了混凝土表面的析水与骨料的离析,从而使混凝土中的孔隙含量大大降低,可以极大地提高抗渗能力。混凝土地下室工程,

屋面、贮水池、外墙抹灰批荡等,采用聚丙烯纤维为刚性自防水材料的效果尤为显著,可以有效解决渗裂问题的困扰。

3. 增强抗冲击能力

混凝土中加入纤维凝固后,握裹水泥的高强纤维丝相粘联成为致密的乱向分布的网状增强系统,有利于防止并控制微裂缝的产生和发展,增强混凝土的韧性。同时由于有效改善了泌水性,对于早期养护大有帮助。纤维独特的表面处理工艺使得纤维可以和水泥基料紧密地结合在一起,水泥的水化反应更彻底,骨料离析减少,级配更加均匀,极大地保持了混凝土的整体强度,混凝土受到了冲击时纤维吸收了大量能量,从而有效减少集中应力的作用,阻碍了混凝土中裂缝的迅速扩展,增强了混凝土的抗冲击能力。

4. 增强抗冻能力

在混凝土中加入聚丙烯纤维,可以缓解温度变化而引起的混凝土内部应力的作用,阻止微裂缝的扩展;同时,混凝土抗渗能力的提高也有利于其抗冻能力的提高。在寒冷地区的公共建筑设施使用聚丙烯纤维混凝土后,都有效地减少冻裂问题,它可作为一种有效的混凝土温差补偿性抗裂手段。

三、聚丙烯纤维的主要适用范围

1. 聚丙烯纤维的用途十分广泛,主要适用于:

- (1) 对表面抗裂要求严格的场合;
- (2) 作为非结构性或作为温差补偿性的加强材料;
- (3) 要求抗冲击、耐磨、抗震性能较强的混凝土;
- (4) 用于陡坡加固、喷射混凝土、灌浆等,以加强其内部支撑及粘结性能;
- (5) 要求较高抗渗强度的工程,作为刚性自防水材料;
- (6) 要求非磁性加强材料的场合;
- (7) 要求抗碱及抗化学腐蚀的场合。

2. 在工业与民用建筑中的主要适用范围:

- (1) 在外墙、卫生间抹灰砂浆中掺入聚丙烯纤维,可解决墙面粉刷的开裂,从而增强外墙抗渗漏的能力;
- (2) 在屋面找平层中掺入聚丙烯纤维,可解决找平层的裂缝和起砂等问题,从而增加找平层的强度和抗渗漏能力;
- (3) 在预应力混凝土、混凝土构件及现场浇筑的

混凝土中掺入聚丙烯纤维可减少混凝土非结构性裂缝,提高混凝土抗渗、抗冲击、抗震、抗冻性。

四、聚丙烯纤维在工程中的应用

天明花园为中山市一新开发住宅小区,该区住宅属七层框架结构,开发商本着住户利益出发点,要求施工单位在保证工程施工质量的同时绝对不允许出现屋面裂缝现象,以使用户住得舒畅、买得安心。该小区由我公司施工,为满足开发商的要求,经公司研究决定在2cm厚的屋面水泥砂浆找平层施工过程中,选用中山市青龙防水补强工程有限公司生产的抗裂抗渗很强的聚丙烯纤维,在水泥砂浆基体中按体积0.05%的比率掺入少量的聚丙烯纤维均匀拌和其中,找平时尽量避免纤维外露砂浆表面,以防纤维日晒收缩枯萎,其它工序按设计图纸要求进行施工。该小区屋面工程面积约7000m²左右,所有屋面的找平层水泥砂浆均掺入了体积0.05%聚丙烯纤维均匀拌和,结果整个小区屋面至今未发现一条裂缝,消除了过去那种屋面裂缝普遍存在的工程质量通病。相比较,其它除屋面板以外的楼面板均未掺入聚丙烯纤维,尽管它们的温度收缩影响没有天面严重,但实际上楼板混凝土出现裂缝较多,这就足以证明聚丙烯纤维掺入混凝土(砂浆)中的抗裂作用。同样,中山市南下市场天面的找平层水泥砂浆也掺入体积0.05%的聚丙烯纤维,结果该工程屋面也未曾出现裂缝现象。

五、生产效率和经济效益的评价

经济效益是一个综合性的指标,需要对长期效益和短期效益,一次投资与维修保养以及材料管理费用、施工难易等多方面因素进行综合考虑,方能做出合理的经济评价。实践证明:同普通混凝土相比,体积掺量0.05%(约0.5kg/m³)的聚丙烯纤维混凝土抗裂能力提高近70%,抗渗能力提高60%~70%。充分认识、利用和发挥其产品特性,结合工程实际要求,是能够取得较好的经济效益的。如果采用纤维砂浆抹灰,其施工操作简易,抹灰效率高,灰浆跌落少,抗裂性强,可部分取代钢丝网,对于提高工作效率、保证工程质量、降低成本都有非常重要意义。虽然聚丙烯纤维要另外投资,但它的价格适中,在工程总投资中所占的比例极少,却可以换取极大的工程质量效益。实践表明,聚丙烯纤维少量掺入混凝土(砂浆)中,将大大提高混凝土(砂浆)的抗裂抗渗能力,在我国的工程应用中具有极大的潜力。