



聚丙烯纤维混凝土的性能及应用

近年来,国外发展了应用合成纤维混凝土进行抗裂防水的新技术。美国于 20 世纪 90 年代初研制开发出纤维混凝土,并在随后几年中得到了迅速的发展,其中应用最多的是聚丙烯纤维混凝土。现在美国新建物的地下室和屋面混凝土中大多采用聚丙烯纤维混凝土。欧洲各国也在混凝土中掺加聚丙烯纤维,以控制混凝土龟裂。我国也已开始在防水工程中应用聚丙烯纤维混凝土。美国希尔兄弟化学公司的聚丙烯纤维(杜拉纤维)已打入我国市场,先后用于公路路面和桥面的修补,以及地面、楼板等土木建筑工程中的防裂。

1. 聚丙烯纤维混凝土的性能

聚丙烯(PP)纤维混凝土的防水属于混凝土的刚性本体防水,在防水混凝土的抗渗和抗裂两个途径中,聚丙烯纤维主要是通过抗裂达到防水的目的。聚丙烯纤维抗裂防水的机理建立在对混凝土的固结、收缩的微观研究基础上。

在混凝土内掺入聚丙烯纤维,聚丙烯纤维与水泥基集料有极强的结合力,可以迅速而轻易地与混凝土材料结合;同时由于 PP 纤维细微,每公斤聚丙烯纤维连接起来的总长度可绕地球 10 多圈,若分布在 1m^3 的混凝土中,则可使每 1cm^3 的混凝土中有近 20 条纤维丝,故能在混凝土内部构成一种均匀的多向支撑体系。当微裂缝在向细裂缝发展的过程中,必然会碰到多条不同向的微纤维,由于遇到纤维的阻挡,消耗了能量,难以进一步发展。因此,聚丙烯纤维可以有效地抑制混凝土早期干缩微裂及高折裂纹的产生和发展,极大地减少了混凝土的收缩裂缝,尤其是有效地抑制了连通裂缝的产生。从宏观上解释,就是微纤维分散了混凝土的定向拉应力,从而达到抗裂效果。试验表明,与普通混凝土相比,美国杜拉纤维体积掺量为 0.05% (约 $0.5\text{kg}/\text{m}^3$) 的混凝土抗裂

能力提高了将近 70% 左右。

另外,均匀分布在混凝土中彼此相粘连的大量纤维起了“承托”骨料的作用,降低了混凝土表面的析水与集料的高析,从而使混凝土中直径为 50 ~ 100nm 和大于 100nm 的孔隙数量大大降低,由此可以有效提高混凝土的抗渗能力。如掺量 0.05% 体积的杜拉纤维混凝土比普通混凝土的抗渗能力一般可提高 60% ~ 70%。

2. 聚丙烯纤维混凝土的应用

聚丙烯(PP)纤维可以大大增强混凝土的抗渗能力,因此,PP 纤维混凝土可以广泛应用于刚性路面、码头、桥梁、地下室工程、屋面、内外墙粉刷、停车场、贮水池、腐化池等工程中。聚丙烯纤维混凝土在发达国家已广泛应用于高速公路、机场跑道、地铁、隧道、桥梁、铁路水泥枕木、住宅墙体等,特别是公路的路面、掺入纤维的高速公路混凝土路面,平整而富有弹性与韧性,公路路面不易起小沟小坑,从而有利于汽车驾驶的平稳安全,而且 PP 纤维混凝土公路的使用寿命比一般路面可延长 2 ~ 3 倍。住宅外墙渗漏是民用建筑中的常见病,如果在外墙的砂浆中掺入一定量的网状 PP 纤维,能有效地减少住宅外墙的裂缝,提高外墙体的抗渗漏性。由于纤维在混凝土构件中的缠绕可以缓冲水泥碎块的飞溅,因而 PP 纤维混凝土可以有效减少地震时建筑物对人员的损伤。

PP 纤维混凝土已在上海国际体操中心、虹口足球场、浦东国际东方医院、龙华旅游城等工程中成功应用于刚性防水、大面积的基础底板防裂结构中。北京住总集团在南线阁商住楼楼板自密集混凝土中使用 PP 纤维,用于混凝土防裂、抗渗,取得了良好的使用效果,尤其对大面积的构件如楼板等,能有效预防由于塑性收缩或沉降收缩引起的早期开裂,并可明显提高拌和物的施工性能。广州棠下安居工程

8000m²地下室、新中国大厦地下室工程、南方实业大厦地下工程、50 层高的中水广场大厦 4500m²地下室等工程中,采用 PP 纤维混凝土,大面积的底板均未发现裂缝,添加 PP 纤维的混凝土在搅拌出槽后纤维

分散均匀,没有絮凝成团现象,拌和物表现出良好的保水性和粘聚性,泵送性能优良,浇筑过程中未发生堵塞现象,使用效果令人十分满意,增强了建筑物的强度和刚度。(江慎海)

二十一世纪的生物可降解性纤维

生物可降解性纤维在当代备受关注,一方面它是合成高分子纤维,另一方面它在自然环境下又可被安全物质很容易地分解,最后成为对环境无副作用的二氧化碳和水。传统的合成纤维全是来源于石油等化工资源,这些资源数量有限,同时这些合成纤维的废弃给地球带来了不胜负荷的垃圾。为了构造 21 世纪“资源循环型社会”,许多国家的科研机构都在致力于开发生物可降解性纤维,并将其运用于服装及产业领域。

下面介绍日本两家公司开发的具有代表性的生物可降解性纤维。

一、钟纺公司的 PLA

以玉米淀粉为原料,通过发酵生成乳酸,经脱水反应生成聚乳酸,再经熔融纺丝而成。PLA 特点:仍然具有合成纤维的基本物理化学性能和加工性,以生长周期一年的植物淀粉为原料,从原料到最后废弃物都可回收,是环保型纤维。玉米→淀粉→乳酸→聚乳酸→聚乳酸纤维→废弃物→经微生物分解成二氧化碳和水→玉米。

以往的合成纤维和塑料,废弃物做分解处理时,往往采取燃烧方式,从而产生许多有害物质。相比之下 PLA 对地球环境相当亲和。另外 PLA 生物分解后,还可作为植物的肥料继续发挥作用。

二、尤尼契卡公司的 Terramac

Terramac 也是以聚乳酸为原料,其中乳酸是由玉米提炼的淀粉加水分解发酵而成。

尤尼契卡公司从美国公司购进聚乳酸,结合自身的纺丝技术,成功地开发了生物可降解性纤维 Terramac。

Terramac 的特点:(1)与普通合成纤维一样,在强度和尺寸的稳定性方面,较天然纤维优越。在生活用和产业用领域有着广泛的发展空间。(2) Terramac 纤维制品在通常的环境中可以使用 2~3 年,但主要还是适用于寿命周期较短的、目前废弃物处理比较麻烦的制品方面。(3)抗菌性和耐气候性较好。

分解特点:(1)在土壤或水中,根据场合的不同,一般 1 年左右开始生物分解,2、3 年后便完全回归为泥土。(2)如果快的话一周以内,通常一个月后就转化成肥料。(3)因为人体内也存在乳酸,所以其分解产物是绝对安全的。

主要用途:(1)农业、园艺、土木、水产领域用的绳子、肥料袋、防水薄膜等等;(2)食品用的包装袋、保鲜袋、杯子等等。

目前, Terramac 的价格相对于聚酯或尼龙来说,要贵 2~3 倍,但随着规模化生产,成本有望下降。

三、生物可降解纤维的特点

既然自然界中的棉花、丝绸、羊毛、粘胶等天然纤维也是生物可降解性的,为何还要开发合成的生物可降解性纤维?这是因为合成的生物可降解性纤维具有热可塑、热融性,利用这些特性可以生产无纺布,也可以生产薄膜并将之热融粘着在其它纤维制品上。而这些特点是天然纤维不具有的。换言之,合成的生物可降解性纤维拥有目前合成纤维和天然纤维两者的优点。与普通合成纤维一样,几乎不吸水,因此在水中强度不会下降。

(林敏 广东新会美达化纤股份有限公司;
史秀琴 日本东京工业大学)