

混凝土用聚丙烯纤维的应用前景

陈 枫

(中国石化集团扬子石化股份有限公司研究院, 南京, 210048)

介绍了聚丙烯纤维增强混凝土的发展、国内外现状及其应用, 并对其所带来的经济效益和社会效益进行了评价。

关键词 聚丙烯纤维 混凝土

前 言

混凝土的发展已有 100 多年的历史, 该材料因抗压强度高、耐久性好、成本低等特点在建筑工程上得到广泛应用。但是, 混凝土又是一种多孔的脆性材料, 其抗拉强度远远低于抗压强度, 韧性差, 对冲击、开裂、疲劳的抵抗能力差; 且由于裂纹的存在使水的渗入成为可能, 从而影响到混凝土抵抗水渗透和抵抗冰冻的能力。多年来人们从原材料、配合比、外加剂、制造方法、浇捣方法和养护工艺等方面加以研究和改进, 取得了很大成果, 但是这些方法并未从根本上改变混凝土的特性。

早在 25 年前, 英国西部海岸工程中就把刹碎的聚丙烯掺到混凝土块体中, 并用这些块体砌成防浪堤。60 年代, 国际上就开始对高分子改性混凝土进行研究。70 年代, 纤维增强水泥基复合材料发展起来, 包括钢纤维、玻璃纤维、合成纤维, 尤其是高分子纤维材料在水泥混凝土中的应用越来越普遍。80 年代以来美国合成材料化学工厂生产了一种纤维丝(称 FIBERMESH), 并将其应用于混凝土建筑物, 通过大量材料和工程结构试验, 现已得到广泛应用, 90 年代初美国才研制出混凝土专用的微纤维, 对增强混凝土早期抗拉强度、防止早期由沉陷、水化热、干缩而产生的内蕴裂纹, 减少表现裂纹和开裂宽度, 增强混凝土的防渗性能、抗磨损、抗冲击性能及增强结构整体有显著作用。并在

随后的几年中得到迅速的发展, 聚丙烯纤维的应用在美国已进入了商品化阶段, 其中应用最多的是美国希尔兄弟化学公司生产的聚丙烯微纤维(杜拉纤维)。

1 聚丙烯纤维的性能特点

由于聚丙烯是一种惰性材料, 有许多独特的性能, 如优良的加工性, 耐化学品性, 热粘性, 较高的能量吸收能力, 拉伸方向强度高, 100% 湿保持率, 收缩蠕变小, 价廉, 质轻, 因此应用面广, 尤其在建筑材料方面的应用在国外已引起重视。另外, 石棉是致癌物质, 世界产量有限, 用聚丙烯纤维代替石棉, 强度和耐久性都有所提高。

聚丙烯纤维是一种新型的混凝土增强纤维, 该纤维的特点是: 直径小、数量多、纤维间距小、掺加工工艺简单、易分散等特点, 因而能减少混凝土因失水、温差、自干燥等作用因素引起的原生裂隙尺度, 增强混凝土的抗塑裂能力, 能积极有效地改善混凝土的耐久性, 使混凝土高性能化, 且工作机理简单, 适用性广泛, 使用效果显著, 在工程界已受到越来越多的关注。

2 聚丙烯纤维增强混凝土的应用

聚丙烯纤维的加入可提高混凝土的早期抗张强度, 防止早期由沉陷、水化热、干缩而产生的内蕴微裂纹, 减少表现裂纹和开裂宽度, 提高

混凝土的抗海水干燥、湿润循环及抗冻融好循环能力,增强混凝土的防渗性能和抗磨损、抗冲击性能,还可增强结构整体性,这在国外已是一个公认的事实”。现在在美国的高层建筑楼面、高速公路路面、荷载较大的仓库地面、停车场、贮水池、腐化池等结构中已得到广泛应用。在北美和欧洲,聚丙烯纤维增强混凝土也已在高速公路扶栏、铁路枕木、桥梁桩基、高楼建筑、网球场、地下建筑(包括隧道、地铁)、化粪池、水库、水坝、河流建筑中得到应用,如海底输油管道通常用增强水泥涂层,在防海水腐蚀的同时还可提高海底输油管道的抗冲击能力。最近,日本清水建设合资企业首次用掺有聚丙烯纤维的混凝土浇注了一幢32层超高层公寓,混凝土的强度远远高出设计标准强度。在我国,随着杜拉纤维在我国的推广应用,国内已有虹口足球场、国际体操中心、上海瑞安广场和港泰广场地下室、华龙旅游城、广州市的东环、西环、南环等高速公路的路面、广州新中国大厦工程,以及重庆、厦门、武汉等地的桥面铺装、软基路面工程等等工程实例。随着高强、高性能混凝土的广泛使用,聚丙烯纤维已成为改善混凝土性能广泛使用的手段之一,在现代建筑中将具有广阔的应用前景。

3 聚丙烯纤维增强混凝土的经济效益和社会效益

混凝土最常用的聚丙烯纤维、钢纤维和抗碱玻璃纤维的价格分别为9000元/t、5000元/t、5500元/t,通常掺入量为聚丙烯纤维0.1%、钢纤维0.4%、抗碱玻璃纤维4.5%(体积比),它们的加入将分别使水泥的造价提高5.92元/t、124.8元/t、497.3元/t。另外,由于纤维加强混凝土比一般混凝土具有更大的内聚力,在对混凝土建筑物进行修复时,它能喷射到位,便于施工,快速,省时,低成本,且有较大的厚度;通常加入纤维可减少混凝土溅落或浪费,相对普通混凝土的喷注,至少可以达到50%。因此,它的经济效益是非常可观的。

同时,提高建筑物耐久性、延长建筑物的使

用寿命是极其重要的,在混凝土内掺入聚丙烯纤维,使混凝土高性能化。高性能混凝土最重要的特征是其优异的耐久性,耐久性可达百年以上,甚至可以达到500年,是普通混凝土的3-5倍。混凝土的高耐久性可以减少结构的维修与翻新,节约材料与人工费,节约资源等,尤其对重要工程、纪念性建筑有重要意义。据报道,建筑业消耗世界资源能源近40%,建筑物的寿命延长一倍,资源能源的消耗和环境污染将减轻一半。另外,由于耐久性不足引起的结构破坏日趋严重,修复花费巨大,许多国家对混凝土的耐久性问题已非常重视,据专家预测,21世纪初将是我国钢筋混凝土结构的破坏高潮,届时每年所需的维修费用将高达数千亿元。可见,建筑用聚丙烯纤维的市场潜力是不可估量的。从确保工程质量、施工便利、兼顾成本及长短期效益等诸方面考虑,在混凝土中添加聚丙烯纤维不失为改善混凝土性能的有效途径,它是当前水泥基材料的主要发展方向,被称为“21世纪混凝土”更具“绿色”意义。由于改性能积极有效地使混凝土高性能化,且工作机理简单,适用性广泛,使用效果显著,在工程界已受到越来越多的关注。在北美和欧洲,经过20年来的大量工程实践,使用聚丙烯纤维混凝土的技术已日臻完善,聚丙烯纤维已成为改善混凝土性能最为广泛使用的方法之一,将产生巨大的社会效益。

4 聚丙烯纤维增强混凝土的前景

目前国内建筑混凝土的裂缝几乎是不可避免的,解决高度工业化城市的建筑受酸雨侵蚀或对世界关注的大工程如三峡工程的水库,水坝水泥混凝土的裂缝问题已是迫在眉睫。随着聚丙烯纤维增强混凝土在我国的推广应用,国内开始着手研究生产混凝土用聚丙烯微纤维,为使纤维进一步地改善混凝土性能,有的采用纤维异形化技术,使纤维异形化,制成V形或Y形截面,或使聚丙烯纤维原纤化,也有通过用有机或无机化合物处理或涂层方法来进行处理,等等。我国有众多的聚丙烯原料生产企业,应

该有自己的混凝土用聚丙烯纤维专用料,这对我国聚丙烯产品应用领域的拓宽与新品开发具有重要意义。可以预测,在环境因素、资源因素和技术因素都要求水泥混凝土高性能化的形势下,对混凝土增强用的聚丙烯的研究将越来越受重视。

参考文献:

- 1 Morris, S.; Concrete International, 1992, 50 - 56
- 2 Padron, I.; ACI Materials Journal, 1990, July
- 3 Eur, Pat 439372

2002 年《粘接》征订启事

《粘接》杂志是国内外公开发行的胶粘剂研究与应用专业科技期刊,是中国科技论文统计用刊、万方数据资源系统数字化期刊、美国《化学文摘》来源期刊、《中国学术期刊(光盘版)》入编刊物。

本刊向您及时报道国内外最新粘接理论和研究成果,以及新产品和实用粘接技术,辟有研究论文与报告、新产品、新工艺、应用技术、信息、专利、胶林漫步等小知识及供求信息等栏目。

本刊为双月刊,大 16 开、64 页。全开订价 60 元,邮发代号 38 - 40。全国各地邮局均可订阅,还可向编辑部直接订阅,可整订,还可破期订。

编辑部地址:湖北省襄樊市春园东路 8 号

邮政编码:441003

电话:0710 - 3340311

传真:3340918

E - mail: zhanjzz@263.net