



改性聚丙烯纤维混凝土的应用

陈 实¹,杨 镇²,王慧春³

(1. 哈尔滨市水利规划设计研究院,黑龙江 哈尔滨 150001; 2. 哈尔滨天值商品混凝土股份有限公司,黑龙江 哈尔滨 150040; 3. 大庆市松嫩工程管理处杜蒙管理所,黑龙江 大庆 166257)

[摘 要] 针对传统混凝土在水利工程中存在的主要缺陷,分析采用改性聚丙烯纤维替代钢纤维来解决这些缺陷和降低混凝土成本,同时论述了加入改性聚丙烯纤维的混凝土的耐久性,建议在水利工程中推广和应用。

[关键词] 混凝土的缺陷;改性混凝土;混凝土

[中图分类号] TV544 **[文献标识码]** C **[文章编号]** 1006-7175(2003)03-0234-02

Application of fibre concrete with property changed in water conservancy construction

CHEN Shi¹, YANG Zhen², WANG Hui - chun³

(1. Harbin Water Conservancy Plan and Design and Research Institute Harbin 150001, China; 2. Tianzhi Concrete Company, Harbin 150040, China; 3. Songnen Engineering Management Office, Dumeng 166257, China)

Abstract: Fake on the defect of concrete in old water projects, use fibre concrete with property changed instead of reinforced fibre, to analysis their characters and decrease their cost and talk about the durability.

Key words: defect; fibre concrete; reinforced fibre.

混凝土已有 100 多年的发展历史,其突出的特点是具有较高的抗压强度。但在水利工程中也存在着一些缺陷,如混凝土对冲击、开裂、疲劳等抵抗能力差而产生的老化现象。混凝土的老化和破坏主要是由于荷载和环境发生微裂纹和隐微裂纹的发展造成的,水的渗透更加速了破坏的进程。由于混凝土裂缝出现和变化的不可预测性,要阻止微裂纹的发生,必须从改善混凝土的强度着手。

经过长期的研究发现,纤维与混凝土关系密切,掺入纤维,特别是钢纤维可以改善混凝土的性能,提高其抗裂性和延伸性。但随之而来的是裂缝对于硫或氯离子等引起锈蚀的敏感而造成的问题,严重的影响了混凝土的使用寿命。经过对比试验发现,碳纤维也是比较理想的混凝土增强、增韧材料,但由于价格昂贵和操作麻烦而受到了一定的限制,而改性聚丙烯纤维的抗拉强度较高,化学稳定性好,具有较强的拉伸变形能力,与水泥砂浆之间结合牢

固,是混凝土较好的增韧材料。

早在 25 年前,英国西部海岸就将聚丙烯纤维切碎掺入混凝土砌块,用于砌筑防波堤。20 世纪 80 年代初,有关纤维混凝土的理论研究逐渐形成,目前在美国已形成商品化、规模化,美国纤维网公司已在本国和澳大利亚有了一些成功的项目,如澳大利亚的水利大坝、高架桥梁等大跨度、荷载重的大型水利工程。

我国从 1993 年起由上海建筑科学研究院开始研究合成纤维在混凝土中的应用,主要用于水利工程建设。1994 年该院与中国纺织大学化学研究所联合对聚丙烯纤维在水泥混凝土中的应用做了深入的研究,经过大量的工程实践表明:掺加聚丙烯纤维的混凝土可大大改善混凝土的抗裂性和抗渗性,有效地解决了水利工程建设中的实际问题。

聚丙烯纤维混凝土是将一定长度的聚丙烯膜裂纤维

[收稿日期] 2003-03-31.

[作者简介] 陈实(1967-),男,黑龙江呼兰人,高级工程师,主要从事水利工程规划设计工作;杨镇(1971-),男,黑龙江哈尔滨人,助理工程师,主要从事商品混凝土生产与研究;王慧春(1971-),女,黑龙江大庆人,助理工程师。

均匀地分布在水泥砂浆、混凝土基材中,用以增强基材的物理力学性能的一种复合材料。而聚丙烯膜裂纤维是一种束状合成纤维,拉开后成为网络状,其纤维直径为6 000~26 000旦尼尔(每9 000 m长的质量克数),可将纤维切成12~51 mm,以600~900 g/m³的比例加入混凝土中,拌和作业,使其充分散开、变化无数呈各方向均匀分布于混凝土拌合材料中的单个纤维,综合看来形成纤维网,其作用机理是当微裂缝形成并进一步发展时遇到了纤维,纤维的存在阻止了微裂缝发展成宏观裂缝的可能,同时还控制了硬化状态下出现的裂缝的宽度和长度。

研究和实验表明:大量混凝土龟裂出现在浇筑24 h之内,这时混凝土对振动、塑性收缩和沉陷开裂最为敏感,聚丙烯纤维的加入大大防止了这类裂缝的产生和发展,同时显著减少了混凝土的渗透性。当加入到593 g/m³纤维时,渗透性减少了44%,而加入1 187 g/m³纤维时渗透性减少了79%,这样,钢筋混凝土中钢筋的锈蚀问题就可以改善。

另外,纤维的加入混凝土的主要功能是抑制和稳定微裂缝的发展,这是缓和混凝土退化的努力方向之一。而纤维的彼此靠近、长度比大、表面积大、粘着强度和抗拉强度高,对微裂缝的稳定有更大的影响,尤其是粘着强度和抗拉强度的平衡是关键。因为纤维最终是因拔出而不是折断失去作用的,所以高的抗拔拉性对混凝土的韧性和吸附能力有极大的影响,采用改性聚丙烯纤维后,每克纤维数高于其他未经改性的纤维几十倍,长宽比大、易分散,拌和均匀,可将微裂缝限制在更小的范围内,控制其尖端发展。

表1 聚丙烯膜裂纤维主要特性

优点	缺点
1. 呈网状结构,可增进纤维与水泥基材的粘着;	1. 耐燃性差,燃烧时聚合物挥发;
2. 表面具有憎水性,与水泥基材拌和时不会结团;	2. 弹性模量低,极限延伸率大;
3. 耐化学腐蚀,可抗强碱、强酸(发烟硝酸除外);	3. 在紫外线、氧化作用下易老化。
4. 软化点(140℃)和熔点(165℃)	
5. 无毒性,对人体无影响	

表2 聚丙烯膜裂纤维物理力学性能

纤维名称	比密度 g/cm ³	抗拉强度 MPa	弹性模量 10 ⁴ MPa	极限延伸率/%	泊桑比
聚丙烯膜裂纤维	0.91	400~650	0.8~1.0	8.0	0.29~0.46

加入聚丙烯纤维的作用和目的:

(1)在水利工程建设中经常加入石棉而防水,抗渗透,但石棉是致癌物质,加入聚丙烯纤维可替代石棉,且强度和耐久性都有提高。

(2)聚丙烯纤维价格便宜,耐久性,耐化学品性能好,掺加聚丙烯纤维的水泥混凝土的收缩徐变均小于普通混凝土。

(3)通过高分子纤维的应力传递,可提高水泥混凝土的抗破裂性能、抗冲击负荷、抗挠曲性,挠曲强度可提高200%左右,弯曲强度从195 kg/cm²提高到225 kg/cm²,因此可延长水泥混凝土的使用寿命。

(4)添加聚丙烯纤维可提高水泥混凝土的抗冻性,一般可提高到50%左右,可经过40次冻融循环而不破坏。

(5)气体渗透性对水泥混凝土的耐久性起着非常重要的作用,加入聚丙烯纤维后可降低空气渗透性,因此可延续水泥混凝土中钢筋的腐蚀。

(6)可提高耐渗水侵蚀性,如能耐85周海水的湿润/干燥循环,而普通的水泥混凝土仅为50周左右,这种优势在水利工程中解决了实际的问题。

从宏观上看,聚丙烯纤维的加入,提高了混凝土发生初裂时的变形能力,由于聚丙烯纤维组织结构为纤化网状与混凝土基体的粘着强度较高,当应力自基体传递给聚丙烯纤维时,纤维因变形而消耗能量,使混凝土达到初裂时的荷载及宏观变形(深跨中挠度值)增大。其次,聚丙烯纤维具有良好的延伸性,极限变形值很大,混凝土一经开裂,聚丙烯纤维跨接在裂纹的表面,阻止裂纹的迅速扩展。只有在拉(弯)应力大于聚丙烯纤维与基体的粘着强度或大于纤维抗拉强度时,纤维可能被拔出或拉断,但在受拉(弯)断裂时聚丙烯纤维将发生极大变形,使开裂混凝土的变形值达到了很大而不破坏。因此,纤维的存在有效提高了混凝土的断裂韧性,达到增韧的目的。

综上所述,改性聚丙烯纤维这种复合材料具有轻质、高强、抗冲击性好和抗裂性好,同时因纤维可替代部分钢筋而降低混凝土的自重,应在水利工程建设中大力推广和应用。

[参考文献]

- [1] 江镇海. PP改性纤维在砼工程中的应用[J]. 化工新型材料, 1998, (10): 25-26.
- [2] 贺子岳. 国外新型纤维增强砼及应用[J]. 国外建筑科技, 1998, (9): 30-31.
- [3] 华渊. 纤维增韧高性能砼的试验研究[J]. 砼与水泥制品, 1998, (3): 18-19.