

聚丙烯纤维砼的性能及其在水利工程中的应用

黄日强¹, 谌繁华², 危加阳³

(1.广东省电力工业学校, 广东 广州 510520; 2.英德市水务局波罗水利所, 广东 英德 513034;

3.广东水利电力职业技术学院, 广东 广州 510635)

摘要:论述聚丙烯纤维砼的抗裂性、抗渗性、耐磨性等性能, 为聚丙烯纤维砼在水利工程中的进一步应用提供一定的理论基础。

关键词:聚丙烯纤维砼; 抗裂性; 抗渗性; 耐磨性; 应用

中图分类号: O623.121 **文献标识码:** A **文章编号:** 1008-6862(2004)04-0030-(02)

1 概述

水工混凝土由于所处的环境、工作条件的特殊性, 某些部位的混凝土要求具有较小的渗透系数, 以满足挡水防渗要求; 有足够的耐久性, 以抵抗温度变化、干湿交替、冻融循环、水流冲刷及风化作用等; 要求有足够的柔性, 以适应变形; 有一定的强度和抗裂能力, 有较高的抗拉强度及极限延伸率。为适应新技术新施工工艺的需要, 混凝土拌合物应有良好的工作性, 输送过程中不泌水、离析、易于振捣密实。水利工程中常用的普通砼在早期硬化阶段, 常会因泌水和水分蒸发而产生塑性收缩, 砼表面形成龟裂状细微裂缝, 影响结构的整体外观。在砼硬化后期, 还会形成干缩裂缝, 影响结构的整体性。在温度与外力作用下, 裂缝将进一步发展, 从而影响砼的耐久性与抗渗性, 并使钢筋锈蚀, 影响结构安全。上世纪六十年代, 美国陆军工程师兵团在普通砼中掺入适量聚丙烯纤维产品, 使普通砼的性能得到明显改善, 增强了砼的抗冲击性、抗磨性、抗渗性及柔韧性。到八十年代后期, 聚丙烯纤维砼在美英等国得到广泛应用。我国聚丙烯纤维砼在水利工程中的应用尚处于初步阶段, 由于聚丙烯纤维砼具有良好的性能, 其推广前景广阔。为此, 本文分析了聚丙烯纤维砼的工程特性, 并对应用于水利工程中的可行性进行探讨。

2 聚丙烯纤维砼的性能

将一定量的聚丙烯纤维加入到普通砼的原材料中, 经搅拌机的搅拌, 纤维受到水泥和骨料的冲击、剪切、碰撞、分散作用, 随机均匀地分布在砼中, 使砼的性能得到较大改善, 使其在应用时具有如下性能。

2.1 整体性和耐久性

聚丙烯材料的特点是抗拉强度高、变形小, 加入到砼后, 对控制砼的龟裂效果比普通砼高出 90%~100%。这是由于纤维

的存在: ①降低了水分在砼中的迁移性, 减少了泌水和体积变化, 减少了砼的塑性收缩, 从而减少或消除裂缝的产生; ②阻止了裂纹的产生或使裂纹发生扭曲从而导致裂纹的产生显著减少; ③可与水泥基体形成互穿的三相网络结构, 约束了砼的变形。聚丙烯纤维不吸水, 与酸碱不起作用, 加入砼后, 不会使原砼的水灰比及砼本身的性能发生变化, 保证原砼的稳定性。聚丙烯砼的整体性还体现在其试件受压破坏与普通砼的不同上, 聚丙烯砼有较大吸收变形的能力, 试件受压破坏无碎块、不崩裂、基本保持原来的外形; 而普通砼试件受压破坏呈现明显两倒圆锥形。聚丙烯纤维能改善砼的柔韧性 and 抗冲击性, 从而增加砼的抗破碎性。试验表明, 聚丙烯纤维砼比普通砼的抗冲击性能提高一倍; 柔韧性提高 40% 左右; 抗疲劳性能增强 3 倍左右。

聚丙烯纤维砼在一定程度上能提高砼的抗弯强度。纤维含量在 1%~2%(体积率) 的聚丙烯纤维砼的抗弯强度是普通砼的 1.8~2.3 倍。

2.2 抗渗性

聚丙烯纤维之所以能提高砼的抗渗性能, 是因为: ①能润滑和改善和易性, 减少拌和物的泌水, 从而减少硬化混凝土因泌水而产生的孔隙, 提高混凝土的密实性; ②聚丙烯纤维能填充材料中各相之间的孔隙; ③改善了界面的组成、结构并可与水泥基体形成互穿网络结构。试验与实践表明, 聚丙烯纤维砼抗渗性比同配合比的普通砼大为增强, 通常渗透性可降低 30%~45%。纤维含量 0.8kg/m³ 的砼抗渗等级可从普通砼的 S₁₀ 提高到 S₁₅, 抗渗压力可提高 40%。聚丙烯纤维砼良好的抗渗性能对延缓渗水、防止潮湿和有害介质对砼和钢筋的侵蚀起良好作用, 从而延长结构物的寿命。

2.3 耐磨性

聚丙烯纤维的抗拉强度为 200~300MPa, 加入聚丙烯纤维的砼抗磨能力大大提高。经测试, 聚丙烯纤维砼的磨损率降低 110%, 寿命延长约一倍。

收稿日期: 2004-06-07

作者简介: 黄日强(1953-), 男, 广东湛江人, 助理工程师。

2.4 经济性

聚丙烯纤维的价格约为 150 元/kg, 按每 m³ 砼加入 0.9kg 计, 每 m³ 纤维砼增加的费用为 135 元。聚丙烯纤维砼与钢纤维、钢筋网比较的经济性可用 65mm 的耐磨、防寒、抗裂的铺装层为例, 每 m³ 钢纤维、钢筋网、聚丙烯纤维砼的铺装层材料价格分别为 29.30 元, 26 元, 9.60 元, 其中未计及安装和运输过程中的费用差额及施工中的工艺费用差额, 聚丙烯纤维砼的经济性是显而易见的。

3 在水利工程应用中的适用性

聚丙烯纤维砼具有以上的工程特性, 在水利工程中的应用前景广泛, 根据目前的工程实际, 可考虑在以下几个方面应用。

3.1 作为堆石坝及砌石重力坝的防渗面板

聚丙烯纤维砼具有良好的抗渗性、耐磨性, 应用于堆石坝及砌石重力坝的防渗面板的防渗效果比普通砼更有效。采用堆石坝及砌石重力坝作为挡水建筑物, 防渗面板是关键结构。采用聚丙烯纤维砼防渗面板与普通砼防渗面板相比, 同样的水力坡降, 可减少防渗面板厚度。

3.2 作为橡胶坝宽顶堰下游的耐磨层面

橡胶坝是低水头挡水建筑物, 近三四十年在我国发展较快。在橡胶坝运行中, 橡胶坝宽顶堰下游侧的堰面, 由于在运用过程中经常受到坝体泄流时砂石和坝袋塌落时坝袋的摩擦, 下游侧的堰面极易损坏变糙, 从而降低坝袋寿命。聚丙烯纤维砼具有良好的耐磨性能, 可用于橡胶坝宽顶堰下游堰的堰面。

3.3 用于泄洪洞、桥面、桩头等表面

二滩水电站将聚丙烯纤维砼用于泄洪洞表面, 抑制了砼龟裂, 提高了砼的耐磨擦性能, 取得良好效果。三峡大坝 120 栈桥铺垫层用聚丙烯纤维砼代替钢纤维砼, 聚丙烯纤维掺入量为 0.7kg/m³ 砼, 砼标号 C50, 水灰比 0.33, 坍落度 50~70mm, 水泥用量 485kg/m³, 砂率 45%, 外加剂 1.2%, 满足工程要求。若橡胶坝下游堰面采用聚丙烯纤维砼, 耐磨性也能大大提高, 并延长橡胶坝袋寿命。

3.4 用于喷射砼工程

喷射砼通常需要较大的砂率值, 聚丙烯纤维能提高砼的粘稠性, 加入聚丙烯纤维后, 可降低砂率值, 从而节约水泥浆。若保持砼配合比不变, 由于纤维的润滑作用, 喷射流初速

度为其他砼的 70%~80%, 因而可大大减少喷射砼回弹量, 一般只有 4%~5%, 比普通砼的 25% 回弹量减少 5 倍多, 从而可形成更厚的喷射砼层。香港新隧道工程用聚丙烯纤维喷射砼厚度 75mm, 用于加固洞门仰坡和作洞内初期支护非常成功。由于纤维的润滑作用, 泵送容易, 不损设备, 加上聚丙烯纤维砼的抗龟裂与抗渗透性, 用于隧道的喷锚支护, 护坡的喷锚支护, 筒仓结构的应力绕丝喷浆护面等将是十分有效的。

4 施工要点

聚丙烯纤维不吸水、中性, 在工程中的应用简单。普通砼加入聚丙烯纤维后, 无需改变砼的配合比和原结构物的尺寸与配置的受力钢筋数量; 施工工艺过程也相当简单, 只需按确定的聚丙烯纤维数量 (一般 0.6~1.2kg/m³) 和一定的长度 (一般 15~19mm), 掺入拌和机的砼干料中, 然后加水拌和 4~5min。市场上的聚丙烯纤维一般为 0.9kg 一袋, 可成袋投入, 经搅拌后, 每 m³ 砼中随机分布约 800 万根纤维丝。为发挥聚丙烯纤维的性能, 应注意: ①纤维的长径比, 长径比通常为 70~120; ②纤维的几何形状; ③纤维的掺量, 掺加的体积率可取 0.3%~5%; ④纤维应均匀分布于砼中, 为此, 应加强拌合强度与时间; ⑤应加入塑化剂或减水剂, 聚丙烯纤维的加入会增加砼的粘稠度, 若砼浇筑时因坍落度过小, 施工困难, 不应增加用水量, 而应加入塑化剂或减水剂。⑥在砼浇筑后的收面工作中, 应采用光滑的钢质或镁质抹子, 以免勾出纤维, 影响收面质量。

5 结语

聚丙烯纤维能改善水工砼的工程特性, 且与水泥、外加剂的适应性强, 无须特殊的施工工艺, 应用于水利工程结构的相应部位, 可收到良好的技术效益与经济效益, 有广泛的应用前景。

参 考 文 献:

- [1] 曲福井. 高性能纤维砼的抗剪性能研究[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1998.
- [2] 李亚杰. 建筑材料[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 1996.

Discussion on the performance and application of polypropylene fibred concrete in water conservancy engineering

HUANG Ri-qiang¹, CHEN Fan-hua², WEI Jia-yang³

(1. Guangdong electric power school, Guangzhou 510520; 2. Boluo water station of bureau of water resources of Yinde, Yingde 513034; 3. Guangdong technical college of water resources and electric engineering, Guangzhou 510635, China)

Abstract: The paper introduces the anticrack, antiseep, and antistrike of polypropylene fibred concrete and supplies some theories for polypropylene fibred concrete used more widely in water conservancy engineering.

Key words: polypropylene fibred concrete; anticrack; antiseep; antistrike; application