

聚丙烯纤维混凝土在水工结构中的应用

焦峰华, 刘建中, 简新平

(河北工程学院水利水电学院, 河北 邯郸 056021)

摘要: 针对水工混凝土耐久性的严重性和普遍性, 指出水工高性能混凝土是解决水工建筑物耐久性不足的根本途径。论述了聚丙烯的掺入显著增强了水工混凝土的耐久性能, 对聚丙烯纤维混凝土在水工结构中的应用背景、现状以及可行性进行了分析和探讨。

关键词: 聚丙烯纤维; 耐久性; 水工高性能混凝土; 裂缝

中图分类号: TV43 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-1683(2005)增刊-0055-02

Concrete with Polypropylene Fibre in Hydraulic Works

JIAO Feng-hua, LIU Jian-zhong, JIAN Xin-ping

(College of Water Resources & Hydro-Power, Hebei Engineering University, Handan 056021, China)

Abstract: The essay indicates using high performance hydraulic concrete is main method to improve concrete poor durability. The author analyzes the application background, status quo and feasibility of concrete with polypropylene fibre, and concludes that concrete with polypropylene fibre increases noticeably hydraulic concrete performance.

Key words: polypropylene fibre; durability; high performance hydraulic concrete

所谓混凝土的耐久性, 是指结构在要求的目标使用年限内, 不需要花费大量的资金加固处理而能保证其安全性和适用性的能力^[1]。近几十年来由于混凝土耐久性不良引起结构过早破坏或失效不得不进行维护和加固, 造成了巨大的经济损失, 这是各国普遍存在的现象, 因而引起学术界、工程界、设计及政府职能部门的高度重视和共鸣。

水工建筑物大多属于关系国计民生的重要工程, 保证大坝及其它水工混凝土建筑物的耐久性是一个百年大计的问题, 因此开展水工混凝土耐久性研究具有重要的经济意义和社会意义。而水工高性能混凝土则是解决水工混凝土耐久性问题的根本途径。

1 高性能混凝土的普遍性与特殊性

水泥基材料混凝土经历了普通、高强、高性能三个阶段。我国的吴中伟院士在 1994 年提出发展绿色高性能混凝土, 实现混凝土可持续发展, 为混凝土工作者指明了努力的方向。高性能混凝土是当前混凝土领域研究的热门课题。

目前学术界普遍的共识是, 高性能混凝土是具有高强度、高工作性、高抗渗性和优良体积稳定性的混凝土, 并以耐久性为设计理念配制的工程材料^[2]。

笔者认为, 这个共识的合理性应在特定使用功能和环境条件下才能成立。在某种服役环境中, 满足特定使用功能的

任何一种混凝土都应该是经济的、可靠的和耐久的, 都属于高性能的范畴。高性能混凝土应该成为努力的方向, 而不是教条, 更不能设置具体数值低限去限制高性能混凝土。

水工高性能混凝土则是根据水工混凝土的特点(尤其是大体积混凝土), 重点考虑耐久性要求而进行研究开发的水工混凝土, 它不一定高强, 但一定要耐久。聚丙烯纤维混凝土则是从增强混凝土内在品质的角度提高了混凝土的耐久性能, 为水工混凝土的高性能化开辟了新的重要的途径。笔者认为, 聚丙烯纤维混凝土符合文献^[1]提出的高性能混凝土的范畴模型, 所以也应该是水工高性能混凝土。正如有关文献^[3]所讲的那样, 今后的混凝土将进一步与其它类型的材料复合, 不同性质的材料互相叠加, 取长补短, 实现最终的高性能化, 这才是解决水工混凝土耐久性问题的根本途径。

2 聚丙烯纤维对混凝土耐久性能的影响

2.1 聚丙烯纤维简介^[4]

聚丙烯纤维是由丙烯聚合物或共聚物制成的烯类纤维, 一般分为单丝和网形两种规格。密度 0.91 g/cm³, 熔点 165 °C, 燃点 590 °C, 抗拉强度可达 300~500 MPa, 弹性模量 3 400~3 500 MPa, 不吸水, 导热性低, 为中性材料, 与酸碱不起作用, 无毒性。掺加在混凝土中的聚丙烯纤维长度一般为

12~19 mm,直径几十微米。

2.2 聚丙烯纤维对混凝土耐久性能的影响

根据国内外的试验研究和工程应用经验,与普通混凝土比较,聚丙烯纤维混凝土的特点^[5]有:(1)聚丙烯纤维在混凝土进入塑性阶段能有效减少收缩和裂缝的产生,硬化后期能在一定程度上抑制干缩裂缝的产生;(2)聚丙烯纤维改善了混凝土的基体结构,使得聚丙烯纤维混凝土能够抵抗悬移质的切削破坏和推移质的冲击破坏,提高了混凝土的抗冲击能力和抗磨损能力;(3)聚丙烯纤维在混凝土中呈三维乱向均匀分布,充分发挥了阻裂增强效果,有效地控制了温度裂缝和荷载裂缝的产生,提高了混凝土的抗裂防渗能力;(4)聚丙烯纤维的掺入使水泥水化产物由一个微观密实实体逐步成为一个微观疏松体,微孔结构不断增加,提高了混凝土的抗冻融能力;(5)国外许多文献^[7-8]还报道了聚丙烯纤维混凝土能显著减少海水等侵蚀性环境对钢筋的锈蚀作用。

3 聚丙烯纤维混凝土在水工结构中的应用

3.1 应用背景

根据建筑物的不同,一般把水工混凝土分成坝体混凝土和水工钢筋混凝土两大类。对坝体混凝土而言,防止裂缝的产生是工程关键技术之一。因为裂缝的出现不仅危害建筑物的整体性,同时还会引起渗漏溶蚀、环境水侵蚀、冻融破坏和钢筋锈蚀等其他病害,并形成恶性循环,对水工建筑物的耐久性将产生极大的危害。专家指出:现行规范过分强调强度—耐久性关系,忽视了开裂—耐久性关系,有害物质溶液渗入疏松多孔的混凝土是导致破坏的关键。由水工钢筋混凝土建成的其他水利枢纽工程,如电站厂房、导流隧洞、泄水隧洞等,除了受正常的使用荷载外,还受到环境水侵蚀、钢筋锈蚀、水流冲刷等作用,耐久性问题同样严重。

3.2 应用现状

聚丙烯纤维混凝土是20世纪70年代国际上发展起来的一种新型混凝土,最初用在美国的军事工程中,但很快发展到民用工程,在水利工程中,美国已在坝工、灌溉渠道衬砌、边坡防护等工程中应用。我国从90年代初开始引进这一技术,目前在水利工程中聚丙烯纤维混凝土还处于试验研究阶段,但也有少数工程应用,如宁波白溪水库二期面板工程^[6]。

3.3 应用举例

对于靠混凝土自身重量保持稳定的重力坝和重力拱坝来说,通常把坝体各部位按工作条件进行分区,如图1所示。其中A区为上下游水位以上坝体外部表面混凝土,B区为上下游水位变动区坝体外部表面混凝土,C区为上下游水位以下坝体外部表面混凝土,D区为基础混凝土,E区为坝体内部混凝土,F区为抗冲刷部位混凝土。

对照表,可以看出,聚丙烯纤维混凝土良好的特性能够很好地满足坝体各部分混凝土的要求。聚丙烯纤维混凝土在宁波白溪水库二期面板工程中的应用效果良好,施工工艺与普通混凝土的施工工艺基本相同,只要合理地控制塌落度,注意

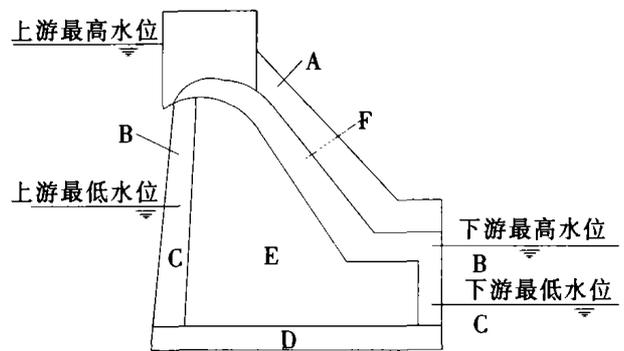


图1 坝体混凝土分区

投料顺序,适当延长搅拌时间等,就可以满足浇筑质量。每 m^3 混凝土造价增加50元,经济上也是可以接受的,而从长远利益看,考虑到以后的维修等费用,总造价还是比较低的。

4 结语

聚丙烯纤维混凝土适用性广泛,较经济,易施工,使用效果显著,在水利工程界已受到越来越多的关注。当前我国的水利建设正面临一个非常好的机遇,随着聚丙烯纤维本身特性的不断改性优化以及聚丙烯纤维混凝土研究的深入,相信聚丙烯纤维混凝土在水工结构中将有更加广阔的应用前景。另外,我国纤维混凝土技术规程中增加了聚丙烯纤维的有关内容,更从法规环境上有利地推动了聚丙烯纤维混凝土的健康发展。

参考文献:

- [1] 黄智山. 混凝土的耐久性[J]. 混凝土, 2004. (6).
- [2] 姚燕. 新型高性能混凝土耐久性的研究与工程应用[M]. 北京: 中国建材工业出版社, 2004.
- [3] 冷发光. 实现水工大体积混凝土高性能化问题的探讨[J]. 水利水电技术, 2000. (7).
- [4] 邓宗才. 高性能合成纤维混凝土[M]. 北京: 科学出版社, 2003.
- [5] 刘卫东. 聚丙烯纤维混凝土的水工特性试验研究[J]. 混凝土与水泥制品, 2004. (2).
- [6] 徐至钧. 纤维混凝土技术及应用[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2003.
- [7] A. K. Fisher, F. Bullen, D. Beal. The durability of Cellulose fibre reinforced concrete pipes in sewage applications[J]. Cement and Concrete Research, 2001. (31)
- [8] Chang, P. K.; Peng, Y. N.; Hwang, C. L. A design consideration for durability of high-performance concrete[J]. Cement and Concrete Composites, 2001. (23)