

# 混凝土面板堆石坝的面板防裂 与聚丙烯纤维混凝土

康文龙

(水利水电规划设计总院, 北京 100011)

在混凝土面板堆石坝的设计、施工、科研项目中, 混凝土面板的防裂问题是面板坝的重要课题之一, 特别是高混凝土面板堆石坝的抗裂问题愈来愈受到国内外水工建筑界的重视。

## 1 影响堆石坝混凝土面板发生裂缝的因素

影响堆石坝混凝土面板发生裂缝的因素很多, 如水泥的品种和品质, 砂石骨科的性质和质量, 混凝土配合比中的水灰比和用水量, 混凝土中是否掺加粉煤灰以及粉煤灰的品质和用量, 施工中使用的外加剂的种类和性质, 混凝土面板下的垫层约束情况, 堆石体的沉降变形数值, 混凝土面板的施工季节、温度控制措施、仓面作业工艺、混凝土的浇筑质量, 以及养护情况等等, 都直接或间接地影响混凝土面板是否会发生裂缝, 以及裂缝是否发展。

## 2 防止或减少混凝土面板裂缝的几种措施

为了防止或减少混凝土面板裂缝的发生, 一般从以下几个方面入手: 在设计上适当提高面板混凝土的标号, 提高混凝土的极限拉伸值; 在施工中减小水灰比, 掺加粉煤灰, 提高混凝土面板下垫面的密实度和平整度, 优选混凝土面板的浇筑时段、在混凝土面板浇筑前给堆石体留出一定的自然沉降时间, 严格混凝土的温度控制措施, 提高混凝土的施工质量, 加强混凝土的养护等, 都是比较有效的途径。

此外, 为了改善混凝土的性能, 减少混凝土面板裂缝的发生, 目前国内实际工程中一般都还掺加外加剂或其他成分。如青海的黑泉水库, 坝高123.5m, 掺加了高效减水剂和引气剂; 云南的柴石滩水库, 坝高101.8m, 也采用高效减水剂和引气剂; 新疆的乌鲁瓦提水利枢纽, 坝高131.8m, 除使用了减水剂和引气剂外, 还掺加了微膨胀补偿收缩剂; 浙江的珊溪水库, 坝高132.5m, 在掺加减水剂和引气剂的同时, 使用了抗裂剂; 浙江的白溪水利枢纽, 坝高124.4m, 一期面板混凝土使用了高效

减水剂和引气剂, 二期面板在混凝土中还掺加了聚丙烯短纤维, 为堆石坝混凝土面板的防裂问题进行了新的探索。

## 3 聚丙烯纤维混凝土的发展概况

聚丙烯纤维混凝土是国外在20世纪60年代末开发的一种新型混凝土材料, 由于在普通混凝土中掺加了一定数量的聚丙烯纤维, 从而使混凝土的性能得到了改善, 可以防止或减少混凝土的裂缝, 增加混凝土的韧性, 提高混凝土的变形能力, 改善混凝土的抗渗、抗冻性能, 提高混凝土的耐久性, 因而在交通、工民建、机场、军事设施和一些水利工程中得到了应用。70年代以来, 聚丙烯纤维混凝土在国外逐步得到推广。

我国从20世纪90年代开始, 在道路、桥梁和房建工程中首先采用, 并取得了较好的技术经济效果, 而在水利工程上的应用, 仅是局部的、少量的。浙江白溪水库堆石坝的二期混凝土面板, 在国内的水利工程中首次较大面积地使用了聚丙烯纤维混凝土。

## 4 聚丙烯纤维混凝土在白溪水库的应用

白溪水库位于浙江省宁波市宁海县的白溪干流中游, 是一座以供水、防洪为主, 兼顾发电、灌溉等效益的综合利用水利枢纽, 总库容1.68亿 $m^3$ , 最大坝高124.4m, 属国家大(II)型水利工程。白溪水库坝址区夏季炎热, 有强烈的紫外线照射, 冬季经常受到寒流和大风的侵袭, 大坝的二期混凝土面板处在水位变动区, 工作条件比较严峻, 因此, 提高混凝土面板的韧性, 防止或减少面板裂缝的发生, 延长面板的工作寿命, 对保证大坝的安全运行, 非常重要。

为了改善白溪水库二期面板混凝土的性能, 减少面板的裂缝, 白溪水库建设指挥部组织设计、施工、科研和监理单位进行了“聚丙烯纤维混凝土在水利工程中的应用”研究, 并在二期面板中使用了

聚丙烯纤维混凝土,从实际效果看,是成功的。

白溪水库堆石坝的二期混凝土面板,具有33个条块,除1<sup>#</sup>、33<sup>#</sup>两个边块面板的宽度较窄以外,其余条块的面板宽度约为12m,各条块的斜长从17.33m到78.33m不等,二期混凝土面板的面积约2.8万m<sup>2</sup>,混凝土量1.1万m<sup>3</sup>,经过试验研究后决定采用聚丙烯混凝土。二期混凝土面板于2000年9月~12月进行施工,经过一个冬季的考验,发现面板有8条裂缝,缝宽等于和大于0.2mm的4条,较一期面板有明显改善。白溪水库一期混凝土面板共22个条块,面板总面积约2.2万m<sup>2</sup>,混凝土量1.21万m<sup>3</sup>,使用常规混凝土于1999年2月~2000年1月进行浇筑,施工后共发现有裂缝21条,其中缝宽等于和大于0.2mm的裂缝有8条。

白溪水库二期面板的面积比一期面板大25%,其平均厚度约为一期面板的70%,但裂缝总数仅为一期面板的38%,而裂缝宽度等于和大于0.2mm的裂缝条数为一期面板的50%,说明二期面板采用聚丙烯纤维混凝土,其防裂、限裂的效果是明显的。

## 5 聚丙烯纤维混凝土的基本性质

聚丙烯纤维是一种中性材料,与酸、碱不发生作用,完全不吸水,比重0.91,熔点160~170℃,燃点590℃,其机械强度较高,抗拉强度可达200~300MPa,弹性模量为3400~3500MPa。聚丙烯纤维的直径仅几十微米,掺加的纤维长度一般为5mm~30mm,当其掺量为混凝土体积的0.1%时,在每立米的混凝土中将有数百万根、甚至上千万根纤维随机分布,使混凝土的性能得到较大的改善。

在混凝土中加入聚丙烯纤维后,由于有大量的随机分布的聚丙烯纤维在混凝土中所起的牵址、制约作用,提高了混凝土的极限拉伸值,使聚丙烯纤维混凝土的极限拉伸率比常规混凝土提高0.5~2倍,因而可以减少混凝土的干缩,也减少了混凝土表面裂缝的发生。

此外,掺加了聚丙烯纤维的混凝土还可以较大地提高混凝土的韧性,其韧度指数可以比普通混凝土增加15~70%,并且,聚丙烯纤维混凝土在发生裂缝以后,仍有一定的承载能力,聚丙烯混凝土破坏后,仍能维持一定的完整性。由于其韧性得到了改善,聚丙烯纤维混凝土的抗冲击能力可以提高2倍以上,同时,其抗磨损能力也可以提高20~105%。

聚丙烯纤维混凝土能够减少表面裂缝的发生,或者说可以使裂缝变得更加纤细,从而使得其抗渗

性能和抗冻能力也得到较大的提高。这种性能除可增加建筑物的抗冻融循环次数以外,还能减少有侵蚀性的环境对混凝土的影响,如海水对混凝土的侵蚀等。

白溪水库对聚丙烯纤维混凝土的试验研究表明,在每立方米混凝土中掺加15mm长的聚丙烯纤维0.9kg,可以减少混凝土的干缩约7%,提高极限拉伸率约8%,减少开裂指数约60%,降低混凝土的弹性模量约9%,提高弯曲韧性系数约35%,在其他条件不变的情况下,抗冻等级可以从F100提高到F200。

对聚丙烯纤维混凝土进行的抗老化性能的研究表明,在辐射强度相当于自然条件2200倍的紫外线照射下,经过250小时后,掺加在混凝土中的聚丙烯纤维受到老化的影响范围,仅仅局限在表层的3mm~4mm的限度之内,而掺加聚丙烯纤维的砂浆试件在进行了500小时的老化试验后,未发现强度损失。

在施工性能方面,聚丙烯纤维混凝土和常规混凝土的施工方法基本相同。根据设计要求选定混凝土的配合比以后,聚丙烯纤维可按每拌制一罐混凝土的用量要求,在工厂生产时就将纤维分装成小包,拌和进料时拆开小包将纤维倒入搅拌罐内即可。为了简化拆包的程序,也可以采用水溶性材料进行包装,使用时连包装袋一起投入搅拌罐。为了使聚丙烯纤维能够均匀分散,需要适当延长混凝土的搅拌时间。在施工时要尽量缩短由拌和站至浇筑仓面的运输时间,以保证浇筑时必要的坍落度等施工性能,并应注意施工时的收面工艺,加强混凝土浇筑后的养护措施。

## 6 水利工程使用的聚丙烯纤维产品

目前,我国已有多个厂家生产可在水利工程中使用的聚丙烯纤维。

如,中国纺织科学院生产的CTA纤维,是经特制改性的有机合成纤维,外观为白色束状单丝短纤维,单纤维的截面为异形,直径33 $\mu$ 或48 $\mu$ ,可根据使用要求制成各种直径和长度,在混凝土中具有较好的分散性,并能与混凝土牢固结合,经国家建材测试中心测试,试样的裂缝减少率在70%左右。

由东华大学研制、方大化纤公司生产的改性聚丙烯纤维,断面为圆形或异形,直径51 $\mu$ 或更细。据介绍,混凝土掺加该种纤维后可使其极限引伸率提高7~22%,可以改善混凝土在阻裂、防渗、抗冻融等方面的性能,该产品由浙江省经济技术发展公司推广,已在白溪水库堆石坝的混凝土面板上得到应用。

# 城市防洪工程环境影响评价若干问题探讨

陈增奇 陈伟法

(浙江省水利水电勘测设计院, 杭州 310002)

**摘要:** 根据城市特定的河流情况和防洪特点, 对城市防洪工程环境影响评价中应注意的几个问题进行了分析和探讨, 重点对城市防洪、基础设施、生态环境、人群健康等因子进行了分析探讨, 提出了治理对策措施与建议。

**关键词:** 城市防洪 工程 生态环境 评价

由于人类生存和发展的原因, 城市往往靠近大江大河。大江大河既为城市发展提供了不可缺少的水资源, 也为城市发展带来了持续不断的洪灾隐患。

城市是人口集中、历史文化积淀最丰富、人文景观最多的地方, 也是经过多年发展积累起来的物质财富最集中的地方, 无论从生存还是从发展角度考虑, 其安全因数始终是第一位的。建设城市防洪工程正是人类社会可持续发展的要求。防洪工程建成后, 不仅使防洪能力达到了高标准, 保障了人民生命财产安全, 而且为未来的社会发展和经济建设奠定坚实的基础。

为了分析城市防洪工程中的环评问题, 有必要对城市防洪工程的基本特点加以研究, 以便筛选出主要环境因子, 并进行分析评价。城市防洪工程往往涉及堤防、堰坝、泵闸、交通桥等项目, 根据城市的实际情况, 宜确定防洪形势、城市生态、市政

基础设施、社会经济、人群健康、拆迁移民、施工等方面内容为城市防洪工程环评的重点。并据此指导防洪工程的环评工作。

## 1 城市防洪工程环评特点

(1) 要体现以人为本的思想

由于城市是一个地区的政治、经济和文化中心, 人口稠密, 固定资产集中, 聚集着巨大的社会财富, 一旦遭受洪水淹没, 经济损失和社会后果严重。环评中要突出人居环境, 强化以人为本思想, 实现人、环境与城市的和谐发展。力求使防洪工程成为城市内的主要景观之一, 并成为滨水休闲游憩性道路。届时城市将充分展示与自然环境的亲和关系及空间景观魅力。要求城市规划时对城市理想生态特性与自然、人文环境予以强化并合理引导, 达到城市以人为中心的主体与客体物质环境的协调



由江苏省丹阳合成纤维厂生产的“丹强丝”(混凝土、砂浆抗裂、抗渗纤维), 据介绍, 在混凝土中掺加体积的0.1%, 可以提高抗裂能力100%以上, 抗渗能力提高70%, 还可提高混凝土的抗冲击性能, 延长混凝土的寿命, 曾在三峡工程泄洪坝段应用。

## 7 聚丙烯纤维混凝土的应用前景

由于聚丙烯纤维混凝土本身所具备的优点, 它适用于需要提高混凝土的抗裂、限裂性能, 改善混凝土的韧性、抗冲击性和抗冲刷、耐磨损的性能, 提高混凝土的整体性、增加混凝土的耐久性的部位。

聚丙烯纤维混凝土推广应用的范围较广, 如混凝土面板堆石坝的趾板和面板, 碾压混凝土坝的上

游面防渗区, 常规混凝土坝的上游面, 一般多泥沙河流上的过水建筑物(闸底板、闸墩), 泄洪洞或溢洪道的泄槽, 承受动荷载的水工建筑物(水电站的机墩、蜗壳, 大型泵站的基础, 船闸的边墙), 用于需要增加混凝土韧性的结构(桥梁、拱形建筑物), 用于寒冷地区、紫外线辐射较强、能适应温差变化较大的建筑物, 还可用于海塘护岸以及各种预制构件, 等等。

据了解, 除了白溪水库之外, 我国在建的百米以上的堆石坝的混凝土面板, 以及其他建筑物, 有的已在设计中选用了聚丙烯纤维混凝土。随着聚丙烯纤维混凝土的逐步推广, 其应用工艺技术会更加成熟完善, 其特有的技术经济效果将会更加显著。