

喷射钢纤维混凝土在某城市防洪墙加固中的应用

王永霞¹, 陈昌仁², 张文祥¹, 廖嵩隆¹

(1. 马鞍山市水利局, 安徽 马鞍山 243011; 2. 江苏省水利厅, 江苏 南京 210029)

摘要 某城市防洪墙由于冻融循环、水位升降、水流冲刷导致使混凝土面板多处出现裂缝, 采用喷射钢纤维混凝土对防洪墙进行加固. 每立方米钢纤维混凝土原材料用量为: 水泥 420 kg, 砂 840 kg, 石 840 kg, 钢纤维 78 kg, 水 200 kg, 高效减水剂 3 kg, 速凝剂 18 kg. 同时对施工机械、工艺流程、加固机理进行介绍和分析. 工程实践表明, 钢纤维混凝土具有很强的抗裂、抗渗与耐冲磨能力, 其综合效益优于普通混凝土.

关键词 喷射钢纤维混凝土; 防洪墙加固; 抗裂; 抗渗; 耐冲磨

中图分类号 TV431⁺.3 **文献标识码** B **文章编号** 1006-764X(2003)07-0045-02

某城市防洪墙始建于 20 世纪 80 年代, 投入使用 10 多年后, 由于冻融循环、水位升降、水流冲刷等因素, 混凝土面板出现多处裂缝, 而且裂缝数量与宽度均呈逐年渐增趋势. 为了确保城市防汛安全, 2000 年冬天, 将防洪墙原混凝土面层拆除, 对其进行全面重新铺砌加固. 出于抗开裂、抗渗和耐冲磨性能的考虑, 防洪墙面板材料采用 100 mm 厚的钢纤维混凝土, 设计抗压强度等级为 C30, 施工工艺为干喷法.

1 原材料与配合比

钢纤维混凝土原材料为: ① 42.5 P. O 水泥; ② 河砂, 粒径 0~5 mm, 细度模数 2.3; ③ 碎石, 粒径 5~10 mm; ④ 哑铃型钢纤维, 长 25 mm, 等效直径 0.5 mm; ⑤ JM-B 高效减水剂; ⑥ 8880-D 速凝剂. 在普通混凝土配合比的基础上, 综合考虑抗压强度、抗折强度与拌合料的流动性要求, 经多次试配, 最后确定每立方米钢纤维混凝土各原材料用量为: 水泥 420 kg, 砂 840 kg, 石 840 kg, 钢纤维 78 kg, 水 200 kg, 高效减水剂 3 kg, 速凝剂 18 kg.

2 施工机械与工艺流程

施工机械为强制式搅拌机、空压机与干喷机. 施工工艺流程如图 1 所示, 先将砂、石、水泥、减水剂放入强制式搅拌机中拌和均匀, 再投入干喷机内与速凝剂混合, 用压缩空气将干拌料输送至喷头, 在喷头处加水混合而喷射到受喷工作面. 喷射后, 在面板表面抹一层 10 mm 厚的水泥砂浆.

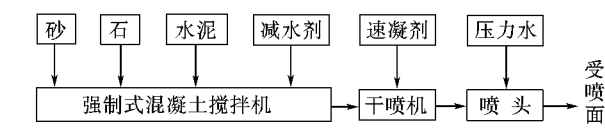


图 1 干喷法施工工艺流程示意图

3 施工效果

施工时, 喷头向下, 因此避免了拌和料回弹问题. 喷出的钢纤维分散均匀, 无结团现象. 通过观察施工时同期制作的钢纤维混凝土试件进行抗压、抗弯、抗劈拉强度试验后的碎块发现, 钢纤维在混凝土中基本呈三维乱向分布.

施工过程中, 制作了抗压、抗折、抗劈拉与抗渗试块, 达到 28 d 龄期后, 按 CECS13:89《钢纤维混凝土试验方法》测出的抗压强度、抗折强度与抗劈拉强度分别为 39.3 MPa, 7.29 MPa, 4.98 MPa, 抗渗等级达到了 S8. 施工一个月后, 在试喷面钻取 15 个芯样, 芯样的抗压强度标准值为 35.1 MPa.

防洪墙加固工程竣工已近 3 年, 经 3 年的汛期考验, 防洪墙背水面未发现渗漏现象. 至今防洪墙面板上无任何可见裂缝, 没有任何面板发生位移, 只是水线附近的水泥砂浆抹面局部略有冲刷磨损痕迹. 可见, 防洪墙加固工程质量相当好.

4 加固机理及综合效益

混凝土是非均质多孔脆性材料, 抗压强度高, 但抗拉强度非常低, 一般只有其抗压强度的 1/17~

作者简介: 王永霞(1977—), 女, 山西寿阳人, 助理工程师, 从事水利工程设计工作.

1/8^[1]。防洪墙在建设使用过程中,往往会因水泥的收缩硬化、温度升降、水位起落而在墙体中产生拉应力,一旦拉应力超过其抗拉强度,裂缝即产生并扩展,这是水利工程的致命伤害。如果在混凝土中加入钢纤维,则在受拉工况下,钢纤维与混凝土共同承担拉应力。由于钢受拉时的弹性模量大约为混凝土的10倍^[1],在相同的变形时,钢纤维承受的拉应力是混凝土的10倍,故钢纤维的加入大大地缓解了混凝土基体受拉劣势,从而阻止或延缓了微裂缝的产生。当拉应力的增大而使混凝土基体出现微裂缝时,跨越在裂缝处的钢纤维仍能承接由基体与钢纤维接触界面传递的拉应力,缓和了裂缝尖端应力的集中程度^[2],这时钢纤维与混凝土基体承受的荷载进行重分配,继续承受更大的荷载,并产生弹塑性变形,同时阻碍原有裂缝的扩展和减少新增微裂缝。另外,温度升降、水位起落与冬季的冻融循环都会产生重复性荷载,普通混凝土的裂缝只有增加与扩展而无愈合,而钢纤维混凝土中的钢纤维则如同裂缝间的弹簧,随拉力增减而伸缩,这也具有阻裂效果。

钢纤维混凝土抗渗能力强的根本原因也在于其优异的抗裂性能。

在水流冲磨作用下,普通混凝土表层集料与水泥浆体界面区逐渐松动,直至集料脱离基体,形成凹凸不平的结构表面又进一步加大了水流冲磨力,致使更多的混凝土集料与胶凝体被冲刷掉。而钢纤维混凝土中纵横交错的纤维网状结构对集料和水泥浆体的粘结起到了加固作用,使集料难以发生位移,水泥浆体界面区亦难以松动,此外,裂缝的少与窄也有助于基体的整体性,故钢纤维混凝土比普通混凝土更耐冲磨。

尽管钢纤维混凝土的单价比普通混凝土要稍贵

(上接第42页)

5 结 语

大直径人工挖孔扩底桩在南京地区的变电站建筑基础中应用较广,它既很好地满足了变电站建筑对单桩承载力要求高的设计要求,又满足了小型施工队施工、机械化程度不高的施工要求。但是,尽管人工挖孔扩底桩的施工方法相对简单,但在施工过程中,也常常遇到一些棘手的问题,如地下水、淤泥、流沙、坍孔等。因此,在桩成孔过程中,为使孔底始终处于无水状态,使施工得以继续进行,就必须采取相应的措施,降低孔内的地下水位。通常采用的方法有:①直接在抽水机孔内抽水(此方法最简单也最常用);②根据水文地质勘察资料所提供的渗水量,采

一些,但由于防洪墙面板随着施工及蓄水过程呈现较复杂的受力变形状态,采用钢纤维混凝土后,可以很好地阻止裂缝的形成及扩展,比普通钢筋混凝土具有更好的适应变形的能力,可适当减小面板的厚度和水泥用量。温控要求相对较低,可取消或减少钢筋使用量,从而可大大避免或减少在陡坡上进行钢筋绑扎作业的潜在危险;喷射钢纤维混凝土施工安全、质量好控制、速度快、生产效率高。更重要的是,由于提高了面板的抗裂能力和耐久性,可减少后期维修费用,大幅度提高水利工程的安全可靠程度。因此,其综合效益优于普通混凝土。

5 结 论

a. 钢纤维混凝土中乱向分布的钢纤维主要作用在于阻碍混凝土内部裂缝的产生与扩展,极大地提高了混凝土的抗渗性能,纵横交错的纤维网状结构对集料和水泥浆体的粘结起到了加固作用,使钢纤维混凝土比普通混凝土更耐冲磨。而优异的抗渗与耐冲磨性能使钢纤维混凝土在水利工程中有着极其良好的应用前景。

b. 喷射钢纤维混凝土施工安全、质量好控制、速度快、生产效率高,结构使用寿命长、后期维修费用少,因此在考虑喷射钢纤维混凝土的应用时,不应只计一次性投资,而应考虑其多种优越性而带来的综合效益。

参考文献:

[1] 天津大学, 同济大学, 东南大学. 混凝土结构(上册)[M]. 第二版. 北京: 中国建筑工业出版社, 1998. 19 369~372.
[2] 赵国藩, 彭少民, 黄承逵. 钢纤维混凝土结构[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1999. 59

(收稿日期 2003-11-25 编辑 熊水斌)

用井点降水法,使地下水位降至孔底以下0.5~1.0m处;③将桩孔分为若干组进行成孔,每组选1~2个挖得最深的孔作为该组挖孔的集水井,利用抽水机对集水井进行抽水,以降低地下水位。当遇到流沙、淤泥和松散的土层时,桩成孔比较困难,为避免坍孔,往往采用有足够刚度的钢筒护壁代替钢筋混凝土护壁,钢筒随挖随沉。但钢筒护壁的设计比较复杂。

参考文献:

[1] DB32/112-95 南京地区地基基础设计规范[S].
[2] JGJ94-94 建筑桩基技术规范[S].

(收稿日期 2003-07-24 编辑 熊水斌)