

聚丙烯纤维混凝土的防水机理及其应用

鞠丽艳¹, 李勇², 张雄¹

(1. 同济大学材料科学与工程学院, 上海 200092; 2. 上海市第一市政工程有限公司, 上海 200083)

[中图分类号] TU528.572

[文献标识码] A

[文章编号] 1002-8498(2004)03-0043-02

Polypropylene Fiber Concrete Waterproof Mechanics and Application

JU Li-yan¹, LI Yong², ZHANG Xiong¹

(1. Material Science and Engineering School, Tongji University, Shanghai 200092, China;

2. Shanghai No.1 Municipality Engineering Co., Ltd., Shanghai 200083, China)

高强、大流动度的泵送混凝土,坍落度 20~25cm,混凝土中水泥含量高达 700kg/m³,混凝土凝结收缩量大,收缩应力增大,裂缝增多。且现今的建筑物向高、大、宽发展,平面形状复杂,产生的约束力大而复杂,这样混凝土的裂缝就比普通混凝土结构的裂缝多得多,而高强、大流动度的混凝土密实性能满足混凝土的抗渗等级要求。所以从防水角度来看,应从过去注重混凝土的密实性转向注重混凝土的抗裂性问题。

1 混凝土的本体结构防水措施

1.1 膨胀补偿型

在混凝土中掺入适量膨胀剂,经水化反应生成 32 水硫铝酸钙结晶体产生膨胀,使混凝土凝结后体积微膨胀来补偿混凝土的凝结收缩应力,从而达到抗裂目的,如 UEA 膨胀剂等。但存在以下缺点:①可靠度低,受施工条件、环境等因素影响大,如在 42h 内不及时连续浇水养护,不但不膨胀反而会收缩开裂;②掺量的范围较小,搅拌均匀度要求高,稍过量就会膨胀,产生裂缝或安全性不稳而龟裂,量稍小则达不到效果。

1.2 填充密实型

在混凝土中掺入适量浮化的液态高聚物化学材料,使混凝土在拌合和凝结时高分子聚合物破乳,形成网状结构,填充和堵塞混凝土中的毛细孔隙而达到防水作用。但由于此种材料价格昂贵,如氯丁胶乳、环氧

乳液等,所以也不是很适合在实际工程中应用。

1.3 减水密实型

通过掺加各类型的减水剂,减小单位体积中水泥和水的用量,使混凝土中的水化热减小,减小混凝土的收缩裂缝,提高混凝土的密实性,达到密实防水的目的。但减水剂的用量必须严格控制。

1.4 憎水型

一般是通过高分子材料与水泥中的化学组分结合,生成具有憎水性的网状化合物,分布在混凝土的颗粒之中,使水分子在混凝土之间的界面表面张力提高而产生憎水效果。但在实践中很少单独使用。

1.5 抗裂防水型

在混凝土中掺入适量的微纤维,搅拌过程中微纤维均匀地扩散到混凝土中,由于微纤维与混凝土有极强的结合力和抗拉强度,每立方米混凝土中含有数万条的高抗拉强度的微纤维,从而产生了全方位的增强效果,削弱了混凝土的收缩应力,减少了混凝土收缩裂缝。堵塞混凝土中的通路,从而达到防水效果。

综上所述,抗裂防水措施在混凝土本体刚性防水

[收稿日期] 2003-12-10

[作者简介] 鞠丽艳(1978—),女,黑龙江哈尔滨人,同济大学材料科学与工程学院博士研究生,上海市四平路 1239 号 200092,电话:(021)65983465

(4)在伸缩缝内做厚 3mm 的 II 型聚酯胎 SBS 改性沥青防水卷材 2 层,使卷材在伸缩缝内形成 U 形,卷材两边采用热熔法粘贴在伸缩缝两边凿下去的找平路面上,粘贴宽度不少于 30cm,在卷材粘贴部位的上表面及外边部涂聚氨酯防水涂料 4~6 道,厚 2mm,超出卷材宽 50mm,增强卷材防水层在粘贴处的密封作用,伸缩缝内的卷材表面不涂聚氨酯。

(5)伸缩缝防水层做完后,干铺 1 层防水卷材,覆盖 1~1.5mm 厚镀锌薄铁板,薄铁板宽度以将伸缩缝及

两边卷材盖上为准,一般为 80~85cm,作用是保护伸缩缝不进杂物,保护防水层不受破坏。

(6)剔凿下去的路面在防水层及镀锌薄铁板施工完验收合格后,做沥青混凝土找平层,更好地保护伸缩缝不被破坏。

3 结语

首都机场部分架空路伸缩缝经堵漏处理后使用已 4 年,情况良好,说明堵漏方案正确,可供同类工程施作参考。

措施中,具有设计、施工方便及经济性等明显的优势。聚丙烯纤维混凝土作为防水措施即属于抗裂防水型。

2 聚丙烯纤维混凝土的防水性能及机理

混凝土专用聚丙烯纤维的物理性能如下:密度 0.91g/cm^3 ;抗拉强度 276MPa ;弹性模量 3793MPa ;极限拉伸 15% ;无毒;耐酸碱性能极高;熔点 165°C ;燃点 593°C ;导电、导热性能极低。

聚丙烯纤维混凝土的防水属于刚性本体防水,通过改善混凝土的抗裂和抗渗两个途径来提高防水性能。其防水机理建立在对混凝土的固结、收缩的微观研究基础上。

(1)提高混凝土抗裂性能的机理 聚丙烯纤维阻滞混凝土塑性收缩裂缝的产生和限制裂缝的发展。混凝土的塑性开裂主要发生在混凝土硬化前,特别是在混凝土浇筑后 $4\sim 5\text{h}$ 内,此阶段由于水分的蒸发和转移,混凝土内部的抗拉应变能力低于塑性收缩产生的应变,因而引起混凝土内部塑性裂缝。掺入聚丙烯纤维后,由于其分布均匀,起到类似筛网的作用,减缓了由于粗粒料的快速失水所产生的裂缝,延缓了第 1 条塑性收缩裂缝出现的时间。同时,在混凝土开裂后,纤维的抗拉作用阻止了裂缝的进一步发展。试验表明,混凝土塑性裂缝面积、裂缝最大宽度及失水速率均随着纤维体积分量的增大而降低,说明聚丙烯纤维有效地提高了混凝土的抗裂性能。

(2)提高混凝土抗渗性能的机理 在混凝土中掺入适量聚丙烯纤维后,均匀分布在混凝土中彼此相粘连的大量纤维起了“承托”骨料的作用,降低了混凝土表面的析水与集料的沉降,从而使混凝土中直径为 $50\sim 100\text{nm}$ 和大于 100nm 的孔隙含量大大降低,有效提高了混凝土抗渗能力。此外,由于纤维的存在,减少了混凝土的收缩裂缝尤其是连通裂缝的产生,因而减少了渗水通道,提高了混凝土的抗渗性能。聚丙烯纤维混凝土和素混凝土抗渗性能试验结果表明:纤维含量为 $0.5、0.7、1.0\text{kg/m}^3$ 的聚丙烯纤维混凝土抗渗能力分别比普通混凝土提高 $64\%、73\%$ 和 75% 。

由以上分析可知,聚丙烯纤维可以大大提高混凝土抗裂、抗渗能力,作为混凝土本体刚性自防水的效果显著。聚丙烯纤维加高效减水剂的防水方案,目前已成为国内外众多防水专家所肯定,可广泛应用于地下室、屋面、蓄水池、污水池等工程。

3 聚丙烯纤维混凝土的施工要点及注意事项

聚丙烯纤维掺入混凝土中,除不适宜采用人工搅拌外,对搅拌及施工工艺无特殊要求,只要适当保证搅拌时间即可,一般为 $3\sim 5\text{min}$ 。搅拌时可先将砂、石、水泥与水在搅拌机内均匀拌合后再加入纤维,亦可先将

纤维与砂、石、水泥干拌后再加水湿拌,整个搅拌时间较拌制普通混凝土适当延长 $1\sim 2\text{min}$ 。为改善拌合物的和易性,可掺加适量的引气剂、减水剂或高效减水剂,也可掺入不超过 10% 的粉煤灰。拌合好的纤维混凝土由搅拌站运至工地,时间不应超过 30min ;否则应在混凝土运到工地后再加入聚丙烯纤维。

4 聚丙烯纤维混凝土在防水工程中的应用实例

(1)上海瑞安广场地下室外墙工程 上海瑞安广场 2 层地下室面积约为 1100m^2 ,基础埋深 -0.8m 。因受地铁影响,地下室分两期施工,第 1 期外墙总长约 250m ,采用普通防水混凝土 C50,数月后发现约 10 条垂直细裂缝,渗水严重。第 2 期外墙总长约 70m ,混凝土设计强度等级 C50。采用宁国 42.5R 普通硅酸盐水泥、中砂、 $5\sim 25\text{mm}$ 连续级配碎石,掺加一定量的 II 级粉煤灰和聚丙烯纤维及混凝土外加剂。实践证明,纤维混凝土对防止墙体细裂缝的出现是有效的。后来又在污水池、水箱等结构中应用,至今,这批纤维混凝土构筑物均未发现因干缩而引起的微细裂缝,无渗漏现象。

(2)广州万景台地下室工程 1998 年 8 月广州市距珠江边仅 20m 的万景台工程 3 层地下室基坑支护采用喷锚网工艺,考虑基坑临江面抗裂抗渗要求高,仅在该面的喷射混凝土中加入 0.07% 体积掺量的聚丙烯纤维(不临江的另外三面未掺入纤维)。工程完工后,尽管该面水压较高,但未发现裂纹,仅在两处锚头有轻微渗水;而其他三面均发现了不同程度的裂缝,多处锚点渗漏严重。说明聚丙烯纤维对控制和防止混凝土的塑性收缩裂缝、提高抗渗性能有显著功效。

5 结语

在混凝土(砂浆)中添加适量聚丙烯纤维是克服其开裂的有效途径,纤维在混凝土(砂浆)中形成的乱向支撑体系,会产生一种有效的二级加强效果,能较大幅度提高混凝土的抗渗性和抗裂性。从确保工程质量、施工便利、兼顾成本及长短期效益等方面考虑,采用聚丙烯纤维混凝土不失为一种较好的刚性本体防水方案。若在其中再掺用高效减水剂及粉煤灰,则可在改善混凝土泵送性能的同时,大大提高混凝土的抗渗防水性能。若需要亦可配合其他建筑防水材料及手段,以达到最佳的防水效果。

参考文献:

- [1] 徐至钧.纤维混凝土技术及其应用[M].北京:中国建筑工业出版社,2003.
- [2] 史小兴,王新民.合成纤维在混凝土中的效果和机理综述[J].河南科学,2002,20(6):621-625.
- [3] 朱菊明,朱一清,周继元.PP纤维混凝土组合防渗新技术的应用[J].吉林水利,2001,(3):16-18.