

聚丙烯纤维混凝土(砂浆)的 防水机理及应用技术

朱 江

WATER RESISTANCE MECHANISM OF POLYPROPYLENE FIBER
CONCRETE(MORTAR) AND ITS APPLICATION TECHNIQUE

ZHU Jiang

聚丙烯纤维混凝土(砂浆)是在混凝土(砂浆)中掺入适量的聚丙烯纤维,以改善混凝土的脆性破坏特性,减少混凝土塑性收缩裂缝,提高混凝土的韧性及抗冲击性能,其中少量聚丙烯纤维加入到混凝土后可以明显改善混凝土的早期塑性收缩及提高其抗渗性能的特性,已广泛应用于建筑防水工程中,并取得了良好的效果。

聚丙烯纤维一般分为单丝和网形两种规格,长 19~50 mm,其物理性能基本相同,即密度 0.91 g/cm³,熔点 165℃,燃点 590℃,弹性模量 3 500 MPa。聚丙烯纤维不吸水,导热性低,对酸碱盐的阻抗高,属无毒材料。为增加纤维与混凝土及砂浆的表面粘结力,纤维表面均经过特殊处理。

1 提高混凝土(砂浆)抗裂性能的机理

聚丙烯纤维在控制混凝土的塑性收缩裂缝上的主要作用为:阻滞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 4~5 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,延缓了第一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,混凝土塑性收缩裂缝面积、裂缝最大宽度及失水速率均随着纤维体积分量的增大而显著降低,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(砂浆)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 50~100 nm 和大于 100 nm 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 kg/m³、0.7 kg/m³ 和 1.0 kg/m³ 的聚丙烯纤维混凝土抗渗能力分别比素混凝土提高 64%、73% 和 75%。

3 应用实例

广州新中国大厦,建筑面积 8 000 m²,在平均厚度超过 600 mm 的地下室底板的施工中,采用聚丙烯纤维增强 C60 混凝土的方案,整个大面积底板未发现明显裂缝,完全满足设计要求。

广州 50 层高的中水广场大厦,地下室每层面积 4 500 m²,平均厚度 800 mm 的 4 层地下室的底板、侧墙、楼板等大量采用 C40 聚丙烯纤维改性混凝土。地下室完工后极少发现明显裂缝及渗漏,取得了良好的效果。广州棠下安居工程 8 000 m² 的地下室(底板厚 300 mm、C35 混凝土)、西安市南大街地下商业街、重庆世界贸易中心地下停车场地坪工程和朝天门广场 17 000 m² 观景台等工程中,聚丙烯纤维混凝土的使用都取得了成功。广州花园酒店保龄球馆屋面,深圳怡宝蒸馏水厂约 7 000 m² 厂房屋面防水,重庆嘉陵江黄花园大桥综合楼屋面,重庆环卫粪码头粪池底板、挡墙、池盖及重庆

积嘉大厦水池,北京中华民族园蓝海洋工程的地下室楼板、坡道、水池、游泳池等工程中亦成功应用了聚丙烯纤维混凝土作为刚性自防水材料。

1998 年 8 月广州市距珠江边仅 20 m 的万景台工程三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,局部不得不采取植入导管引水方案补救,说明聚丙烯纤维对控制和防止混凝土的塑性收缩裂缝、提高抗渗性有显著功效。

4 施工要点

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别要求,只要适当保证搅拌时间即可。搅拌时间以纤维能在混凝土中均匀分布为度,一般为 3~5 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 1~2 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,也可掺掺量不超过 10% 的粉煤灰。

若混凝土由搅拌站运至工地,时间不超过 30 min,可在搅拌站内预先将纤维加入到混凝土中;否则聚丙烯纤维宜在混凝土运到工地后再加入。

5 结束语

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使用,以达到最佳的防水效果。

朱 江,1965 年 6 月生,女,广东广州人,广东工业大学建设学院,副教授,510631

收稿日期:2001-03-20