

聚丙烯纤维在码头面层混凝土中的应用

杨坚刚 张潜和

(舟山港务管理局 舟山 316000)

【摘要】介绍了聚丙烯纤维在混凝土中抑制龟裂的作用机理与工程中的实际应用情况和施工工艺。

【关键词】面层混凝土;收缩裂缝;聚丙烯纤维;应用;施工

1 前言

混凝土由于抗压强度高、耐久性好、成本低、易浇注成型等优点,在建筑工程上得到广泛应用,但它又是一种多孔性的脆性材料,具有抗拉强度低、极限拉伸应变小的弱点。面层混凝土由于厚度小、表面积大,浇注成型后易受外界因素影响。在湿度较低、空气和混凝土湿度较高、风速较大时,就会由于温度梯度、湿度梯度、化学反应等原因产生温度收缩、干燥收缩及化学收缩。这些收缩形成的拉应力与应变,若超过混凝土的抗拉强度或极限应变时,混凝土就会出现微裂缝,这就是面层混凝土的通病——龟裂。

20世纪50年代,建筑工程上开始应用纤维混凝土。常用纤维包括钢纤维、玻璃纤维、石棉纤维、碳纤维和聚丙烯纤维,纤维应用混凝土中可以多方面地改善混凝土的性能。而聚丙烯纤维由于其加工工艺简单、价格低廉、性能优异等特点,近年来在工程上得到广泛的推广应用。

2. 聚丙烯纤维的作用机理

分析龟裂发生的原因,是在某一时刻里,混凝土内部所承受的拉应力超过它所能抵抗的强度。在塑性阶段时,混凝土内部由于水分流失过多、干燥过快而引起龟裂,这些塑性收缩龟裂布满了整个结构体,并且在混凝土还没有达到它应有的设计强度之前即已形成。而纤维可以增加塑性混凝土的抗张力和韧性,因而减少了塑性收缩龟裂的形成。在混凝土内掺入聚丙烯纤维,由于聚丙烯纤维与水泥基集料有极强的结合力,在与混凝土材料搅拌时,迅速而轻易地与混凝土材料混合,均匀分布在混凝土里面的各个方向,构成一种均匀的各向支撑体系,提供了控制收缩最有效的次要加强筋。当混凝土硬化时,由于塑性及干燥收缩,极细微的裂缝开始产生,这些裂缝遇到邻近的纤维时,跨过裂缝

的纤维将承担极大部分收缩能量,缓和应力集中程度,因而可以阻止裂缝的扩大,有效地抑制塑性收缩龟裂的产生。

3 聚丙烯纤维在本工程的应用

3.1 工程概况

本工程为舟山老塘山港区三期工程码头工程。码头平台面积为 $258\text{m} \times 31\text{m}$,现浇面层厚度 14m 。栈桥长 905m ,宽 13.5m ,铺装层厚度 15m 。面层施工期主要在6月份,施工最高温度为 31°C ,最大风力为8级。

3.2 混凝土的配合比及原材料

(1)本工程所用的混凝土原材料表。

表1 混凝土材料表

原材料	材料描述	配合比材料用量(kg/m^3)
水泥	三狮 P.042.5 级	395
砂	河砂 细度模数 2.7 表观密度 $2630 \text{ kg}/\text{m}^3$	665
碎石	碎石最大粒径 40mm 表观密度 $2630 \text{ kg}/\text{m}^3$	1183
外加剂	P621-C 减水剂	1.42
纤维	NT16-L38 聚丙烯纤维网	0.6
水	自来水	170

(2)聚丙烯纤维的物理性能

- a. 吸水性:无
- b. 密度: $0.91\text{g}/\text{cm}^3$
- c. 熔点: $160^\circ\text{C} \sim 170^\circ\text{C}$
- d. 燃点: $590^\circ\text{C} \sim 593^\circ\text{C}$
- e. 电传导性:低
- f. 热传导性:低
- c. 耐酸耐碱性:高
- h. 抗拉强度: $>0.32\text{N}/\text{tex}$
- i. 纤维长度: 38mm

j. 杨氏系数: $3.0\text{kN}/\text{mm}^2$

(3) 聚丙烯纤维网片掺量的选择

由于纤维加强作用是一种机械而非化学作用,纤维与混凝土元素及添加剂均能混拌,因此不需改变原混凝土配合比设计。

根据对聚丙烯纤维不同掺量的试验,对收缩裂缝,同济大学的鞠刚艳在《施工技术》中指出“聚丙烯纤维对塑性收缩裂缝控制最主要的影响因素是纤维掺量,掺量根据不同品种控制纤维体积分数应在0.05%至0.1%”。厂家提供的资料,见表2:

表2 混凝土试验表

掺量 (kg/m^3)	坍落度(mm)		抗压强度(mm)		收缩开裂占 基准样品%
	基准试样	纤维试样	基准试样	纤维试样	
0.30	215	215	51.9	54.6	81.8
0.60	215	200	54.2	55.6	29.8
0.90	215	195	54.2	54.2	26.0
1.10	200	190	57.4	57.9	11.2

从以上资料分析,当纤维掺量为 $0.6\text{kg}/\text{m}^3$,即体积分数为0.0659%时,在降低混凝土塑性开裂方面能取得较好的效果,同时在投资上也达到较好的效费比,因此本工程采用 $0.6\text{kg}/\text{m}^3$ 的纤维网掺量。

3.3 面层聚丙烯纤维混凝土的施工工艺

在确定采用聚丙烯纤维后,我们对面层混凝土的工艺进行了调整与细化以更好地适应纤维混凝土施工。

(1) 混凝土的搅拌与布料

混凝土采用水上混凝土船进行拌制与布料,针对纤维混凝土的特点,要求多搅拌30秒以保证混凝土中的纤维均匀散布。布料由泵车输送,布料软管口由人工牵引以防晃动过大,管口离地控制在0.5m至1m。

(2) 混凝土的整平与振捣

面层混凝土间隔4m设标高控制条,布料后先由人工进行初平,然后用70型插入式振捣棒进行插振,尤其对现浇梁顶、预埋件位置要振捣充分,再用5m振动梁进行整平、振捣、提浆,并及时进行人工补料。

(3) 混凝土的收浆抹面

聚丙烯纤维混凝土面层的收浆抹面是最关键的一道工序。在施工过程中,应根据当时天气的冷热状况,风力大小等具体情况进行收浆,收浆过早

或过晚,都有可能影响面层的平整度或出现早期裂缝等。在前期木板抹平表面结皮时进行抹平盘收浆,第一道铁板压光,在表面浆再次结皮时,进行第二道铁板压光。第二道铁板压光主要是对表面的气泡、印痕、毛细缝等进行修饰,提高混凝土表面的观感质量。平整度主要由木板抹面时用3m铝合金尺刮平工艺控制,在第一道铁板压光时进行再次抹平。由于抹平时长纤维会随抹泥板、抹平盘拖出面层,因而在抹平操作时,要把纤维压平,浆水拖光,达到面层表感光洁。

(4) 混凝土的养护与割缝

面层混凝土在指压无痕后即可采用养护液进行喷洒养护,使混凝土面层形成一层薄膜。在养护液结成薄膜后3~4小时,再覆盖土工布进行洒水养护,以避免面层混凝土在阳光照射下升温过高,同时也起到保护成品的作用。面层混凝土应及时进行切缝分块,用沥青嵌缝减少温差收缩对面层混凝土的影响。

(5) 混凝土浇注的气象条件

面层混凝土浇注应尽量避免高温、大风、雨天施工。高温和大风会导致混凝土初凝加快,抹面时间减少,容易出现龟裂;而雨天即使在收浆压光后,也会出现雨斑印,甚至浸水后出现砂面现象,因此天气是面层混凝土施工的先决条件。在夏季高温季节面层混凝土施工可选择在下午16时开始,将收面时间控制在夜里和黎明阶段。

4 结语

本工程仅在码头平台面层掺用聚丙烯纤维,从使用半年后的情况来看,码头平台面层仍未出现明显的龟裂,表明掺用了聚丙烯纤维后,面层龟裂得到了有效控制,这为以后工程的面层混凝土施工提供经验。需要注意的是,聚丙烯纤维面层纤维外露会影响整体面层的观感,在面层抹平时应尽量将纤维压入混凝土面层中。

聚丙烯纤维在面层混凝土中的成功应用,验证了它的作用机理。由于纤维以三维方向与混凝土粘结形成微加筋系统,使混凝土裂缝在各个方向得到最有效的控制,从而达到抑制塑性收缩龟裂的目的。因此,在易出现龟裂的工程部位使用聚丙烯纤维,有进一步推广应用的前景。