

文章编号:1008-844X(2004)02-0040-02

聚丙烯纤维高强砼的抗裂性能研究

欧阳希明

(永州路桥公司, 湖南 永州 425000)

摘要: 试验研究了高强砼和聚丙烯纤维高强砼的抗裂性能, 结果表明, 聚丙烯纤维大大改善了高强砼的抗裂性能, 同时, 改善了高强砼的脆性。

关键词: 聚丙烯纤维; 高强砼; 抗裂性能

中图分类号: U414.1

文献标识码: B

0 前言

由于水泥砼路面能适应现代化交通重载、繁忙而快速的运输要求, 而且经久耐用, 因而在城市道路、厂矿道路、机场跑道和停车场上常被采用。由于它的水稳性好, 特别适用于过水路面。又由于其反光性好, 非常适宜于隧道内路面。目前, 我国的水泥砼路面和沥青砼路面正以同样的速度在高速发展。

砼强度的总体平均水平是反映一个国家土建技术水平的重要标志, 随着科学技术的发展, 实验室和工地现场砼的强度在提高。随着砼强度的提高, 其韧性越来越差, 若砼强度太高, 无论是在受压荷载还是在受弯荷载作用下, 砼都是突然性爆裂破坏, 这就大大降低了工程结构在非常规荷载下的承载力及使用中的可靠度和安全度。这也是单纯高强砼在工程中应用的障碍。目前砼结构的开裂相当一部分不是由于荷载的作用, 而是变形所致, 如温度变形、收缩变形和基础不均匀沉降变形等, 都可能引起砼结构的开裂。如何评价砼的开裂趋势是许多工程技术人员感兴趣的问题。目前还没有一种直接定量评价砼开裂趋势的方法, 只有一些定性评价方法, 用于比较不同组成的砼的开裂趋势。本文通过试验研究了聚丙烯纤维对高强砼的抗裂性能的影响。

1 试验原材料

试验配制的高强砼抗压强度为80 MPa, 后文简称 HSC80, 试验采用的聚丙烯纤维为美国希尔兄弟化工公司的产品杜拉纤维(DURAFIBER)。该纤维曾成功应用于广州东环高速公路。聚丙烯纤维高强砼(PFHSC)抗压强度也为80 MPa。

2 试验方法

试验采用平板法, 其结构如图1所示。

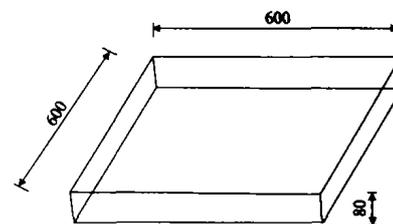


图1 试件结构图(单位:mm)

2.1 试验步骤

- 1) 按预定配比拌和基准砼 HSC80 以及聚丙烯纤维高强砼 PFHSC80;
- 2) 浇筑、振实、抹平;
- 3) 养护:用塑料薄膜覆盖 2 h;
- 4) 吹风:将覆盖的塑料薄膜取下,用 45W 的电风扇吹砼的表面,总共连续吹 24 h 为止;
- 5) 记录:初裂时间、裂纹数量、裂纹长度和最大宽度;从浇筑起记录 26 h。

2.2 开裂评价参数

根据 26 h 的裂纹情况计算下列 3 个参数:

- 1) 平均开裂面积 a/mm^2 : $a = \frac{1}{2N} \sum W_i \cdot L_i$
式中: W_i 为第 i 条裂纹的最大宽度, mm; L_i 为第 i 条裂纹的长度, mm。
- 2) 单位面积开裂数量 $b/(\text{条} \cdot \text{m}^{-2})$: $b = N/A$
式中: N 为总裂纹数目; A 为 0.36 m^2 。
- 3) 单位面积总开裂面积 $c/(\text{mm}^2 \cdot \text{m}^{-2})$: $c = a \cdot b$ 。

2.3 评价开裂等级准则

- 1) 仅有非常细的裂纹;

- 2) 平均开裂面积小于 10 mm^2 ;
- 3) 单位面积开裂数小于 $10 \text{ 条}/\text{m}^2$;
- 4) 单位面积总开裂面积小于 $100 \text{ mm}^2/\text{m}^2$ 。

2.4 开裂等级划分

按照上述 4 个准则将开裂程度划分 5 个等级:

I 级:满足所有的 4 个条件;II 级:满足 4 个条件中的 3 个;III 级:满足 4 个条件中的 2 个;IV 级:满足 4 个条件中的 1 个;V 级:4 个条件都不满足。

3 试验结果及分析

3.1 试验结果

试件成型时环境温度为 $20 \text{ }^\circ\text{C}$, 相对湿度为 80%。试验记录见表 1(以成型时间为基准点,表中时间均为时间点)。

表 1 抗裂性能试验记录

时间点/h	HSC80	PFHSC80
9	出现极微小的裂纹,共 3 条,最大长度为 40 mm,最大宽度为 0.12 mm	无裂纹
14	长度变化不大,宽度略有发展,最大宽度为 0.16 mm,仍为 3 条	无裂纹
20	最长裂纹 45 mm,最宽处 0.24 mm,裂纹为 4 条	无裂纹
22	变化不大	出现极微小的裂纹,共 3 条,最大长度为 45 mm,最大宽度为 0.12 mm
24	变化不大	变化不大
26	最长裂纹 50 mm,最宽处 0.28 mm,裂纹 4 条	最长裂纹 50 mm,最宽处 0.14 mm,裂纹 3 条

砼试件的裂纹最大宽度随时间变化见图 2。

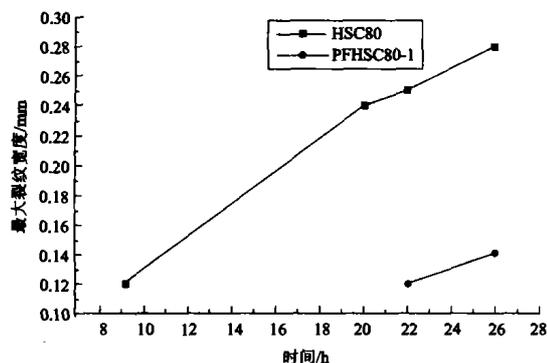


图 2 裂纹最大宽度随时间的变化图

纤维高强高性能砼的抗裂试验结果见表 2。

由表 2 的试验结果可见,聚丙烯纤维掺量为 0.1% 的聚丙烯纤维高强砼初始开裂时间后延了 11.5 h,其平均开裂面积减少约 49%,单位面积开裂条数减少约 25%,单位面积总开裂面积减少约 62%。其抗裂性能得到大幅度提高。显然,聚丙烯纤维的掺加,显著提高了高强砼的抗裂性能。

表 2 抗裂性能试验结果

编号	首次开裂时间	平均开裂面积/ mm^2	单位面积开裂数/ $(\text{条}\cdot\text{m}^{-2})$	单位面积总开裂面积/ $(\text{mm}^2\cdot\text{m}^{-2})$	开裂等级
HSC80	9 h	5.625	11.1	62.4	II
PFHSC80	20 h 30 min	2.867	8.33	23.9	I

本次试验在 26 h 后,并未将风扇关停,而是继续让其在试件表面吹风,至 48 h,基体砼的裂纹最大宽度已为 0.32 mm,而聚丙烯纤维高强砼的裂纹最大宽度则保持在 0.16 mm,有一条裂纹还有轻微愈合。这说明即使在宏观裂缝形成后,聚丙烯纤维的阻裂作用也是很明显的。

3.2 纤维在砼中的阻裂作用

引起砼开裂的因素很多,因此要完全避免砼中裂缝的产生是不可能的,裂缝一旦形成,由于其内部应力的推动,裂缝将沿着砼的薄弱部位不断发展。

纤维在砼中的阻裂作用主要表现在以下两个方面:首先纤维能显著提高砼抗塑性收缩的能力,当砼浇筑完成后,裂缝产生的主要原因是其不均匀的体积收缩所致。这时,砼尚未硬化,不能产生足够的强度以抵抗这一收缩应力,水泥浆体收缩引起的拉应力可导致砼开裂,而纤维的存在可分散或部分抵消内应力,从而抑制微裂缝的产生和发展;其次纤维可降低裂缝尖端的应力集中,防止微裂缝的进一步发展。当裂缝尖端发展到与纤维相交时,纤维即可抵消其部分或全部的应力。由于纤维在砼中呈三维状态分布,所以可有效地防止裂缝发展成贯穿裂缝。

另外,聚丙烯纤维还具有微细配筋作用,在砼内掺入专用聚丙烯纤维并经搅拌后,由于聚丙烯纤维和水泥基材料有极强的结合力,可迅速与砼材料混合,分布均匀,聚丙烯纤维比表面积很大,能在砼内部构成一种均匀的乱向支撑体系,在砼凝结的过程中,当水泥基体收缩时,由于纤维这些微细配筋作用消耗了能量,可以抑制砼开裂的过程,有效抑制塑性裂缝并减少干缩引起的微小裂缝,提高砼的韧性。

4 结论

1) 平板法作为一种定性评价砼材料开裂的方法,能够比较鲜明地体现材料的抗裂性能好坏,也就间接体现了材料性能的优劣。

2) 聚丙烯纤维的掺加显著改善了高强砼的抗裂性能,在对路面抗裂以及抗磨性能要求较高的地方可以推广使用。

参考文献:

[1] JTJ053-94,公路工程水泥混凝土试验规程[S].