

湿喷聚丙烯纤维网混凝土的应用

童建军

(西南交通大学峨眉校区 四川峨眉 614202)

摘要 结合宝兰二线宝天段东巨寺沟隧道施工实例,介绍在隧道施工中采用湿喷塑料纤维网混凝土作为永久性衬砌的施工技术,为今后类似隧道施工提供了一些经验。

关键词 铁路隧道 隧道衬砌 聚丙烯纤维网混凝土 试验

1 引言

聚丙烯纤维网是以聚丙烯为原料,通过特殊工艺制造而成的,外观呈多根纤维网相互交联的网状结构。

当聚丙烯网状纤维用于配制混凝土时,混凝土拌和物的搅拌可产生原材料自身的揉搓与摩擦作用,破坏纤维单丝的横向联系,纤维单丝或网状结构充分张开,实现聚丙烯纤维增强混凝土的效果。聚丙烯网状纤维可有效防止混凝土早期开裂,提高混凝土断裂韧性和抗冲击等性能,改善混凝土力学性能、耐久性与和易性。

作为一种新型混凝土增强纤维,聚丙烯网状纤维正成为继玻璃纤维、钢纤维后,高性能混凝土科学研究与技术应用领域的新热点。

聚丙烯纤维网混凝土适用于高速公路的路面和护栏,桥梁的主体结构和桥面,飞机场跑道、停机坪,隧道与地下工程用喷射混凝土以及板材与管材等工程中。

本文叙述聚丙烯纤维网混凝土在东巨寺沟隧道衬砌中的应用。

2 试验段概况

宝兰二线宝天段东巨寺沟隧道位于渭河右岸山中,起讫里程为 DK1334 + 955 - DK1335 + 716,全长 761 m,隧道最大埋深 213 m。试验段里程为 DK1335 + 510 - DK1335 + 570,长 60 m。隧道围岩

为 IV 类围岩。试验段采用素喷射混凝土找平后湿喷厚 15 cm 或 10 cm 的纤维网混凝土(纤维网掺量为 1.8 kg/m^3)作为永久性衬砌,并预留 3 cm 的变形空间和 25 cm 的补强空间。如图 1 所示。

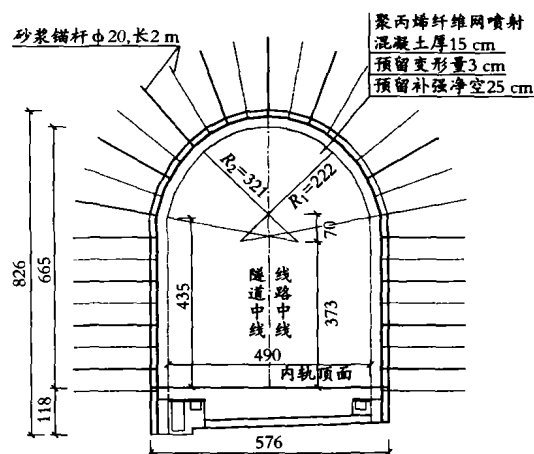


图 1 湿喷纤维网混凝土布置(单位:cm)

3 原材料的选用

纤维网选用美国 Fibermesh 公司生产的聚丙烯纤维网,其长度为 19 mm。

减水剂选用 UFN-5 高效减水剂。

粗骨料粒径不大于 15 mm,采用坚固耐久的卵石或碎石,细骨料用坚硬耐久的中砂或细砂,细度模数大于 2.5,含水率宜控制在 5% ~ 7%,砂率为 55% 左右。

速凝剂用液态速凝剂。

收稿日期:2003-07-15; 修回日期:2003-09-23

4 试验数据及量测资料

在用于试验段衬砌前,我们对聚丙烯纤维网混凝土作了试验。测出了掺 0.9 kg/m^3 纤维网的(C09-2)、掺 1.8 kg/m^3 纤维网的(C18-3)混凝土的性能指标;C00-1为未掺纤维网的混凝土。

(1) 混凝土抗压强度

混凝土抗压强度见表1,聚丙烯纤维(掺量为 1.8 kg/m^3)混凝土的7d、28d抗压强度相对于未掺的均有所提高。

表1 聚丙烯纤维网混凝土抗压强度 MPa

龄期	C00-1	C09-2	C18-3
7 d	42.9	41.7	49.2
28 d	65.9	51.4	66.7

(2) 混凝土抗折强度

混凝土抗折强度见表2,聚丙烯纤维网(掺量 1.8 kg/m^3)混凝土的7d、28d抗折强度相对于未掺的均有所提高;掺量 0.9 kg/m^3 的混凝土7d、28d抗压、抗折强度相对于未掺的未见改善,其原因可能是混凝土搅拌不均匀,试件制造不均匀致使强度偏低,属于试验数据异常现象。

表2 聚丙烯纤维网混凝土抗折强度 MPa

龄期	C00-1	C09-2	C18-3
7 d	5.54	4.12	5.74
28 d	6.26	6.09	7.02

(3) 混凝土抗断裂性能

试件尺寸 $100\text{ mm} \times 100\text{ mm} \times 400\text{ mm}$,跨中直通切口梁,三点弯曲试验。

混凝土抗断裂性能见表3,聚丙烯纤维网掺量为 1.8 kg/m^3 和 0.9 kg/m^3 的混凝土的7d、28d断裂能相对于未掺的有一定提高。

表3 聚丙烯纤维网混凝土断裂能 J/m^2

龄期	C00-1	C09-2	C18-3
7 d	83.8	150.1	206.7
28 d	198.5	210.5	250.1

这说明聚丙烯网状纤维能够显著增加混凝土的断裂韧性,提高混凝土的抗开裂能力,并改善混凝土的断裂行为。

(4) 混凝土抗渗透性能

混凝土抗渗性能见表4。掺入聚丙烯纤维网的混凝土,由于大大减少了因塑性收缩、干燥收缩而引起的原生裂纹和次生裂纹的数量,使其抵抗压力水渗透的能力远优于基准混凝土。

表4 聚丙烯纤维网混凝土抗渗透性能

编号	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	B-1	B-2	B-3	B-4	B-5
抗渗等级	S9	S14	S16	S18	S18	S8	S13	S14	S16	S17

注:掺入聚丙烯纤维网的混凝土编号为A,未掺入聚丙烯纤维的混凝土编号为B

(5) 量测资料

隧道开挖成形后,立即喷射C20素混凝土找平层。聚丙烯纤维网混凝土分两层喷射,初喷5cm左右,待硬化并强度达到 $5\sim 8\text{ MPa}$ 后,在设计确定的断面位置埋设量测元件。量测拱顶下沉、周边收敛及围岩压力。测出的典型断面拱顶下沉曲线见图2。

从量测数据可知,待聚丙烯纤维网混凝土达到一定强度后,因聚丙烯纤维网作用的发挥,随着时间的推移,隧道拱顶下沉、周边收敛及围岩压力的变形速度也随之减慢并趋于稳定。

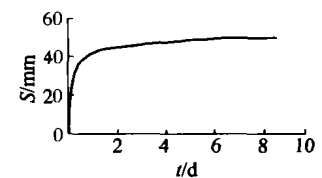


图2 DK1335+520断面拱顶下沉时间-位移曲线

5 应用效果

至今,东巨寺沟隧道主体工程已全部完工,在施工过程中,一直加强对试验段DK1335+560、DK1335+540、DK1335+520三处的监测,并经历了5、6、7月宝(鸡)天(水)渭河峡谷地区的降雨期,至今未发现洞内衬砌有开裂、漏水现象。量测数据表明,隧道洞室已趋于稳定,设计中预留的25cm模筑补强衬砌也无需施工。喷聚丙烯纤维网混凝土作为永久性衬砌,因其充分利用了围岩的自承能力,即使减薄了衬砌厚度,也能确保衬砌有足够强度,这样既保证了施工安全又降低了施工成本。又因其可和临时支护一同施工,减少了工序间的干扰,加快了施工进度,节约了劳动力,降低了劳动强度。