

聚丙烯纤维在桥面铺装层中的应用

李 辉, 张国云

(新疆北新路桥建设股份有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830054)

摘 要: 比较三种水泥混凝土桥面防水方法, 介绍聚丙烯纤维混凝土的防水抗裂机理, 通过聚丙烯纤维在水泥混凝土桥面铺装层中的应用, 总结聚丙烯纤维混凝土配合比设计和施工质量控制的方法。

关键词: 聚丙烯纤维; 混凝土铺装层; 应用

20 世纪 90 年代, 对已建公路桥梁使用状况的调查表明, 混凝土桥面裂缝、渗水导致钢筋锈蚀是影响桥梁使用寿命的一个关键因素; 混凝土桥面渗水的主要原因是桥面铺装层混凝土在施工过程中和竣工运行中产生了裂纹、裂缝, 因而近年来桥面铺装层混凝土多设计为防水混凝土, 强度等级与梁板相同。

1 混凝土桥面防水的方法比较

混凝土防水功能的实现一般通过两种途径:

(1) 混凝土配合比中适当增加水泥混凝土单位体积最小水泥用量、掺加膨胀剂或超细活性掺和料、使用引气外加剂等措施改善混凝土自身密实性的途径来实现混凝土防水的要求;

(2) 增加混凝土铺装层的外防水层, 在混凝土达到预定强度后涂覆具有防水、渗透封闭混凝土表面空隙功能的薄膜防水层。

但通过实际应用两种方法均存在许多问题, 并未使桥面铺装层渗水现象得到显著改善, 前者由于混凝土单位水泥用量的提高导致硬化混凝土温度收缩和干缩增大, 添加膨胀剂或超细活性掺和料对混凝土浇筑施工和养护有较高要求, 桥面施工中混凝土的表面积很大, 养护工作本身就是较薄弱环节, 伴随着铺装层混凝土的硬化, 细微裂纹依然可能时常出现甚至增多, 有一

部分在以后的使用运行中发展成裂缝导致桥面产生渗水现象; 后者由于防水薄膜厚度较小、渗透深度实际较浅, 对混凝土裂纹裂缝的封闭防水原理有待验证, 而且实际使用效果欠佳。自 20 世纪 90 年代中期, 我国开始聚合物纤维混凝土的室内试验研究以来取得了丰富成果, 其中聚丙烯纤维混凝土的良好抗裂、抗冲击性能尤其适合作桥面铺装层使用。聚丙烯纤维呈集束片状, 掺入混凝土中单束纤维经搅拌, 在混凝土骨料的撞击分散成网状而粘附更多水泥砂浆, 随着搅拌粘附水泥砂浆的网丝被集料撞击撕裂成单丝状或多丝状纤维均匀分散于混凝土中; 在混凝土硬化初期, 聚丙烯纤维由于弹性模量低, 断裂伸长率大于混凝土的断裂伸长率, 在混凝土中起着桥联作用, 可抑制新浇筑混凝土的沉降、失水干缩和温度应力裂纹、裂缝, 可阻断毛细水蒸发通道, 降低混凝土的泌水率, 提高混凝土的抗渗性能; 在硬化的混凝土中纤维可缓解混凝土内局部应力集中, 减少早期混凝土疲劳裂缝的产生, 提高混凝土的抗冲击、抗渗性能, 改善了混凝土的脆性破坏特征。作为一种新的混凝土桥面铺装层整体防水方法, 聚丙烯纤维混凝土正在迅速为设计方、施工方所认可。聚丙烯纤维混凝土的理论研究和室内试验成果较多, 在一些工程中得到应

在表 5 中: ①裂缝的特点是细、短、浅。这主要是磨细矿粉的比表面积大所致; ②湿养护对大掺量磨细矿粉混凝土很重要, 否则将使混凝土产生大量裂缝; ③大掺量磨细矿粉混凝土湿养护不应小于 14d。

6 结论

(1) 要减少大掺量磨细矿粉混凝土的干缩, 控制胶凝材料总量是关键。“三低法”混凝土配合比优化设计较大幅度地减少胶材总量, 能有效降低混凝土干缩值。

(2) 引气作用可以有效降低混凝土的脆性。与空白组相比, 混凝土掺引气剂和萘系减水剂的劈拉强度提高了 16%; 混凝土掺引气剂和改性木钙减水剂的劈拉强度提高了 24%, 掺引气剂和改性木钙有效地增加了混凝土的韧性。

(3) 矿粉细度直接影响混凝土的体积稳定性, 笔者认为: 大掺量磨细矿粉大体积混凝土所采用矿粉的细度宜控制在 $460\text{m}^2/\text{kg}$ 以内。

(4) 要使大掺量磨细矿粉混凝土不产生裂缝或少产生裂缝, 湿养 14d 是必要的。

Study on Cubic Stability of Low Cement-water Ratio Concrete with A Large Additive Amount of Grinding Fine Ore

LU Ji-fu

(The Joint-stock Company Limited, The Second Engineering Bureau, of Water Conservancy and Hydropower of Guangdong, Zengcheng Guangzhou 511340, China)

Abstract: The mixing ratio design of concrete is optimized from the fields of low sand-ratio, low slump and low dosage of cement. Adopting such three fields as modified ligneous calcium, the compound use of leading gas agent and various maintainable conditions, the problem of improving the cubic stability of low cement-water ratio concrete with a large additive amount of grinding fine ore is discussed.

Key words: mass concrete; cubic stability; a large additive amount of grinding fine ore

用,本文就聚丙烯纤维混凝土在新疆某公路桥梁工程项目桥面铺装层施工中的使用经验进行总结,供广大同仁在施工中参考。

2 纤维混凝土配合比设计

该项目全线设计为双向四车道,是国道 314 线的重要组成部分,也是连接两市的交通要道。路面结构设计为 30cm 级配砂砾底基层、20cm 水泥稳定砂砾基层+22cm 水泥混凝土路面,路面设计宽度 20m,中小桥面层设计为 C40 聚丙烯纤维混凝土铺装层+4cm 密集配沥青混凝土面层。

2.1 原材料

水泥:42.5 普通硅酸盐水泥;

细集料:水洗砂,中砂,细度模数 2.8~3.0,含泥量为 2.4%;

碎石:粒径 5~10mm、10~20mm;压碎值 8%;针片状颗粒含量小于 5%;含泥量小于 1.0%;

外加剂:FDN 高效缓凝减水剂,推荐掺量为 0.5%~1.5%;减水率为 15%~25%。

2.2 聚丙烯纤维混凝土配合比设计特点和配合比试验

梁板混凝土设计强度为 C40,试配强度为 48.2MPa,配合比为:水泥:水:砂:石:减水剂=400:168:633:1175:2.0

纤维混凝土配合比拟直接将纤维加入其中,观察试拌情况。试拌中发现混凝土中掺入纤维后混凝土的坍落度变小,工作性能劣化,混凝土拌和物出现离析,但可观察到纤维含量丰富,纵横交错,缠绕较少。改变纤维掺量,试拌结果如表 1:

表 1 试拌结果表

试验编号	纤维掺量 (kg/m ³)	干拌纤维状况	湿拌纤维状况	纤维缠绕状况	坍落度 (mm)
1	0	/	/	/	80
2	0.6	网展开撕裂	呈单细丝状	有少量丝状粘连	40
3	0.9	网展开撕裂	呈单丝状	丝状粘连增多	30
4	1.2	部分为原状或网状	纤维网未分裂	较多,部分呈丝团状	10

分析(1)纤维随着拌合过程的进行,状态由网状变为单丝或多丝粘连状,其比表面积增大,粘附了许多水泥砂浆,造成包裹骨料的砂浆变少,粗集料离析,从拌合过程看,纤维掺入越多,混凝土离析越严重,坍落度越小;(2)掺量小于 0.9kg/m³时,纤维分散效果较好,纤维丝状物的相互缠绕较少,掺量为 1.2kg/m³时,纤维丝状物相互缠绕较多,有成团现象,不能很好的与混凝土均匀混合,可认为纤维已经过量,所以确定纤维的适宜掺量为 0.6~0.9kg/m³;(3)纤维混凝土坍落度随纤维掺量的增加而减小,且和易性变差,进行纤维混凝土配合比设计时,砂率应适当加大,以改善混凝土的和易性。

因此配合比经进一步试拌调整:(1)增加砂率到 38%;(2)适当增加水泥浆量,增加外加剂到 0.8%。经试拌铺装层 C40 聚丙烯纤维混凝土,配合比为:水泥:水:砂:(小石+中石):减水剂=420:180:687:1122:3.4,其中纤维掺量为 0.9kg/m³;

拌合物和易性良好,基本不泌水,坍落度达到 60~80mm,实验室室内成型抗压、抗折、抗劈裂试件,与不掺纤维的基准混凝土比较,28 天抗压强度均超过试配设计强度,7 天抗压强度比为

1.0,抗折强度比为 1.10;二十八天抗压强度比为 0.96,抗折强度比为 1.02,抗劈裂强度比为 1.08,抗折试件试验中可观察到,试件的极限变形较不掺纤维的混凝土试件有明显增大,而且混凝土断裂出可见纤维拉断和拔出。试验情况与有关资料的介绍相近,说明聚丙烯纤维加入混凝土后可明显增加混凝土的早期抗折、抗裂强度,增加混凝土的抗变形韧性,改善混凝土的抵抗冲击产生破坏的脆性。比较符合桥面铺装层混凝土所需的力学性能要求。

3 施工质量控制

聚丙烯纤维混凝土施工控制的关键是混凝土的拌合过程中,保证纤维均匀分布于混凝土之中。

(1)要求混凝土采用强制式拌合机拌合,常规混凝土材料自动计量,高效减水剂和纤维派专人分别加入拌合机。

(2)混凝土施工配合比根据骨料的含水量和砂石含量进行调整确定,工地实验室应根据材料试验的具体变化情况及时调整,不应对一个施工配比不加调整一直使用。

(3)混凝土拌和:采用二次上料,首先加入碎石、砂和纤维,干拌 1min,然后加入水泥和高效减水剂、水,拌合 2min 出料,拌和中使纤维充分分裂成单丝状,并均匀分布于拌和混凝土之中。

(4)混凝土运输:拌合站附近可使用小型运输机具运输,较远距离宜使用混凝土搅拌车运输,并采取避免混凝土坍落度损失的措施,减少混凝土水分蒸发,控制施工速度。

(5)混凝土浇筑:应从一侧桥台向另一桥台连续浇筑,中间不应停顿,并一次浇筑到设计标高;振捣宜采用高效、机械化程度高的带振捣梁的设备,有利于提浆、找平,有利于平整度的控制。

(6)聚丙烯纤维混凝土能有效克服混凝土硬化过程中的沉降裂缝和早期收缩裂缝,但抹面收浆工作不可省略,较普通混凝土,该工序需要提早进行。

(7)养护:纤维混凝土的养护仍然很重要,新疆地区天气干燥,水分蒸发量大,应及时覆盖养护,混凝土硬化后,应洒水养护 7 天以上,保证混凝土强度的顺利增长。

在铺装沥青混凝土,洒粘层油前项目部对两座中桥桥面铺装层进行了检查,于同期施工的混凝土路面比较,发现铺装层裂缝、裂纹基本没有,情况好于普通混凝土路面情况。

4 结语

(1)掺入聚丙烯纤维可提高水泥混凝土的抗冲击和弯曲韧性,减少收缩、提高抗裂性能和抗渗性能,并可增强混凝土结构的韧性,作为桥面铺装层是适用的。

(2)掺入聚丙烯纤维的混凝土的配合比设计中应考虑纤维对混凝土工作性能的影响,对计算配合比应进行试件调整,适当增加砂率。

(3)纤维混凝土的拌和是施工质量的控制关键点,应确保纤维在混凝土中均匀分布,必须采用混凝土二次投料拌和的方法。

参考文献:

- [1] 谷章昭,邓咏梅,等.合成纤维混凝土的性能及其工程应用[J].建筑技术,31(1).
- [2] 曹诚,刘兰强.关于聚丙烯纤维对混凝土性能影响的几点认识[J].混凝土 2000,(9).