

应用 F. C. 防治旧砼路面反射裂缝的探索

蒙 云, 姜 波

(重庆交通大学 土木建筑学院, 重庆 400074)

摘要:旧水泥砼路面上加铺沥青砼面层,遇到的最大技术难题是原路面裂缝和纵、横缝对沥青砼加铺层的反射裂缝问题,目前常用的是铺水泥稳定碎石基层、土工格栅、土工布、玻纤布等方法,收到了一定效果,用钢丝网钢纤维活性粉末增强砼(简称 RPFC 或三钢砼)处治裂缝技术及在 S108 马坊——丁家段试验路的应用。

关键词:水泥砼;沥青砼;路面;反射裂缝;防治技术

中图分类号:U416.216 TU528.572

文献标识码:A

文章编号:1001-716X(2007)03-0062-03

Application of Fiber Concrete to Preventing the Reflected Crack in the Old Cement Concrete

MENG Yun, JIANG Bo

(School of Civil Engineering & Architecture, Chongqing Jiaotong University, Chongqing 400074, P. R. China)

Abstract: Adding the bituminous mixtures on the old cement concrete in order to turn the white pavement to the black one, the most difficult problem is the old cracks and cross cracks reflecting to the new pavement. The Reinforced Powder Fiber Concrete is brought forward that solves such road problems of S108 from Mafang to Dingjia.

Key words: cement concrete; bituminous mixtures; pavement; reflected crack; preventing technique

随着国民经济和交通运输的发展,80年代以来修建的水泥砼路面普遍出现病害,断板、开裂、破碎的路面越来越多,维修难度大,中断交通时间长的缺陷日益突出,一定程度制约了国民经济的发展。随着国家经济实力的增强,沥青来源的拓宽和性能的改善,以及对公路路面的使用要求越来越高,我国的专家、学者和交通部门通过对水泥砼路面的反思,修建沥青砼路面和在旧水泥砼路面加铺沥青砼路面罩面改造,已成为当前的主要发展趋势。但是在“白加黑”改造过程中遇到了一个很大的难题是旧水泥砼路面原有的断板、裂缝和纵、横缝对加铺沥青砼面层的反射裂缝问题。经过国内外专家、学者的大量研究,目前广泛采用了在旧砼路面上铺设厚度20~25cm水泥稳定碎石基层、土工格栅、土工布、玻纤布、油毡等方法,收到了一定的效果,但亦存在一些不足之处。笔者在进行重庆市璧山县S108(老成渝公路)

马坊——丁家段旧砼路面维修加铺半刚性乳化沥青砼试验路面时,采用重庆交通大学研究的钢丝网钢纤维活性粉末砼(简称F.C.或三钢砼)进行裂缝修补和纵、横缝封闭收到了理想的效果,为今后采用沥青砼进行旧水泥砼路面罩面,防止原路面裂缝反射探索出了一种新材料和新途径。

1 F. C. 性能简介

F. C. 是由钢丝网砼(Ferro Concrete)和钢纤维砼(Steel Reinforced Concrete)复合而成的高性能砼的简称,其抗拉、抗裂、抗冲击、抗疲劳强度和韧性、延性等各方面力学性能都远远优于普通砼,图1为F. C. 和G. C. (普通砼)结构典型荷载——挠度曲线,表1为F. C. 和G. C. 结构各级荷载比较,从图1和表1可以看出,F. C. 的极限强度比普通砼高得多,前者的初裂荷载已超过了后者的极限荷载;F. C. 由于钢纤维的掺入有效地降低了砼基体内部微

收稿日期:2006-01-14;修订日期:2006-04-25

作者简介:蒙 云(1949-),男,重庆市合川人,教授,主要从事大跨径桥梁结构体系、计算理论、新材料、新结构、新技术及桥梁加固与改造技术研究。

裂缝的扩展速度,阻止和延缓了裂缝的产生和发展,在钢纤维和钢丝网从砼基体脱粘拔出的过程中需要吸收和消耗大量的能量,从而使裂缝的性状发生了根本的变化,砼基体开裂后,钢纤维与其承受的荷载进行重分配,破坏过程较缓慢,应力-应变曲线下降缓慢,不似普通砼一旦有裂缝产生,很快破坏. 应力应变曲线较短,顶部陡变,几乎没有明显的下降段, $P \sim F$ 曲线下的包络面积较之普通砼大得多.

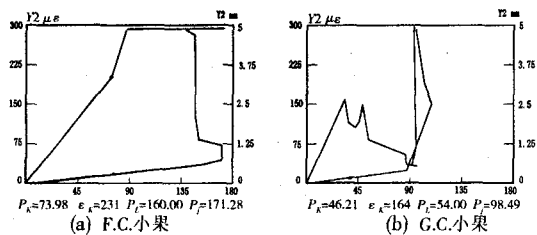


图 1 F. C. 和 G. C. 小梁荷载-挠度曲线

图 1 中: P_k 为开裂荷载,即用应变片捕捉到梁底微裂缝出现时所对应的荷载值,此时裂缝不可见; ϵ_k 为开裂荷载所对应的应变; P_L 为临界荷载,根据《公路桥涵设计规范》第 4.2.6 条和第 5.2.23 条对钢筋砼构件及预应力砼构件允许裂缝限值的规定,确保裂缝开展至 0.1 mm 时的荷载值为正常使用临界荷载; P_j 为极限荷载,即极限破坏无法继续承载时的荷载.

故采用 F. C. 封闭旧水泥砼裂缝及纵、横缝,在

承受荷载时能使承载力极限状态的到来推迟,而且能使受拉区裂缝的宽度控制在 0.1 mm 以下,类似于部分预应力结构的承载工作状态. 即使荷载作用下产生的裂缝宽度达到了 0.1 mm,卸载后经过一段时间在裂缝处也会产生“半自填”现象,使裂缝趋于闭合,是一种防治水泥砼路面反射裂缝性能优越的材料. 传统的 F. C. 虽然力学性能好,但由于石子粒径比较大,难以浇筑成 0.5~1.0 cm 的薄层结构,会导致面层厚度过小,影响面层的结构性能,针对旧水泥砼罩面层较薄的特点,课题组在原来的 F. C. 基础上进一步研究出了活性粉末 (Reactive Powder) F. C., 简称 RPFC, 成功地解决了这个难题.

2 反射裂缝及其成因

在旧水泥砼路面上加铺沥青砼面层后,原先的裂缝或接缝会在新铺的沥青砼面层的相同位置重新出现. 由下层裂缝引起裂缝上方面层底面先开裂,并逐渐向上穿透直到沥青砼面层表面的裂缝称为反射裂缝. 对于反射裂缝的产生与发展,目前一般认为是由于旧水泥砼面层在接缝或裂缝附近的位移引起接缝或裂缝上方沥青砼加铺层内出现应力集中所造成的. 其扩展模式根据断裂力学可分为两种:张开模式和剪切模式. 温度应力对应着张开模式,荷载应力对

表 1 F. C. 和 G. C. 各级荷载比较 ($V_f = 1\%$)

砼设计标号		开裂荷载 P_K/kN	η_K	开裂强度 σ_K/MPa	η_0	临界荷载 P_L/kN	η_L	极限荷载 P_L/kN	η_j
G. C.	30	39.84	1.0	4.66	1.0	55.33	1.0	97.84	1.0
	40	48.06	1.0	5.31	1.0	56.83	1.0	105.15	1.0
	50	49.15	1.0	5.39	1.0	58.33	1.0	109.66	1.0
F. C.	30	47.13	1.183	5.85	1.255	116.88	2.112	129.63	1.325
	40	64.96	1.352	7.10	1.337	122.67	2.159	143.15	1.361
	50	69.74	1.419	7.67	1.423	129.67	2.223	145.64	1.328

注: η_k 为 F. C 砼开裂荷载与同标号 G. C 砼开裂荷载之比; η_0 、 η_L 、 η_j 的含义类推.

应着剪切模式. 温度应力引起反射缝的产生,并参与其最初的扩展,而荷载应力加速了裂缝的进一步扩展. 旧水泥砼面层在接缝或裂缝附近的位移,包括由于荷载作用而引起的接缝或裂缝处的竖向位移和由于环境温度的变化而引起的水平向伸缩. 当车轮荷载驶过接缝或裂缝时,接缝或裂缝两侧相邻板端便会产生弯沉差,使接缝或裂缝上方的沥青砼材料内产生应力集中使加铺层经受较大的剪应力. 此剪应力超过沥青混合料的抗剪强度时,在接缝或裂缝处便会出现反射裂缝. 旧面层越薄,其传荷能力就越弱,在荷载作用下的弯沉差就越大,沥青加铺层就

越可能出现反射裂缝. 同时,车轮荷载及作用次数的增大,也会加剧反射裂缝的出现. 另外,当旧面层因温度下降而收缩时,由于旧面层与沥青加铺层的粘结作用,从而带动沥青加铺层出现相应的收缩变形,导致了接缝或裂缝上方的沥青加铺层内出现较集中的拉应力. 当拉应力超过沥青混合料的抗拉强度时,沥青加铺层便开裂. 拉应力的 大小随旧水泥砼面层的收缩变形量和层间的粘接力而变化. 旧水泥砼路面的接缝或裂距越长,与基层的摩阻力越大;旧水泥砼路面的平均温度下降越大,与沥青加铺层的粘接力也越大,从而使加铺层内出现的拉应力也越

大,越容易导致沥青砼面层产生反射裂缝。

3 裂缝处治 RPFC 结构设计及施工工艺

减少反射裂缝的关键就是控制原路面在接缝或裂缝处的变形和应力。课题组在罩面前采取的修补措施主要是对旧砼路面原有的接缝或裂缝采用 RPFC 进行处治和补强,控制原路面在接缝或裂缝处的变形和应力,防止对面层形成反射裂缝。

导致加铺沥青砼面层产生反射裂缝的原因很多,除了原水泥砼路面存在的裂缝和病害处治不当可能引起加铺沥青砼面层产生反射裂缝以外,原水泥砼路面的纵缝和大量的横缝也会导致加铺沥青砼面层产生反射裂缝。对于原水泥砼路面的裂缝与病害,大致可分为以下3种类型,处治时应针对不同的类型分别进行补强结构设计。

3.1 I 型裂缝处治设计和施工工艺

3.1.1 I 型裂缝

温度变化、受力不均匀造成的断板裂缝,这类裂缝通常以单根裂缝形式出现,如图2。



图2 I 型裂缝

3.1.2 I 型裂缝处治设计与施工工艺

对原路面采用机械或人工沿裂缝开凿4~5 cm 深的V型槽结构,冲洗干净残渣和浮尘,干燥后灌入特制的半刚性活性微粉乳化沥青胶液封闭补强;紧接着沿裂缝铺设一层宽度为30 cm 的10×10Φ1 钢丝网,骑在缝中,两侧各15 cm,用铁板顺着钢丝网纵向加力压平;然后再铺筑强度C50、钢纤维掺量 $V_f=1.0\%$ 的RPFC厚度为0.5~1.0 cm,用手动平板振动抹平,养护1~3 d,如图3。

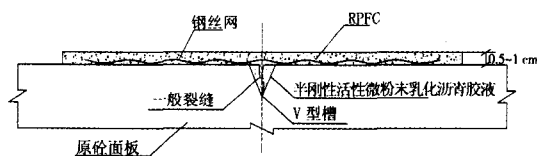


图3 I 型裂缝补强

3.2 II 型裂缝处治设计和施工工艺

3.2.1 II 型裂缝

基层强度不足,局部薄弱,造成路面较大范围的破碎,唧泥,活动,以网状块缝形式出现,如图4。

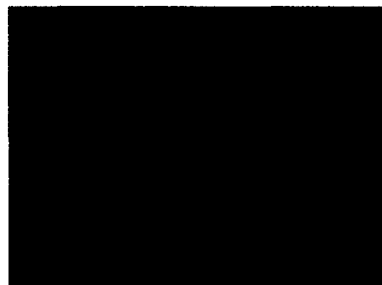


图4 II 型裂缝

3.2.2 II 型裂缝处治设计和施工工艺

首先对原路面破碎部位进行处理,清除破碎路面砼块和路面下方的软弱淤积物,将坑底、周边砼块清洗干净,然后将高强RPC铺入坑底5 cm左右,摆入撬起后清洗干净的砼板块,相互之间相互之间留3~5 cm左右缝隙,贯入RPC浆体,与放入的板块齐平,恢复原路面整体性,最后在整个破碎部位铺设10×10Φ1 钢丝网和铺筑强度C50、钢纤维掺量 $V_f=1.0\%$ 的RPFC,用手动平板振动抹平,养护1~3 d,如图5。

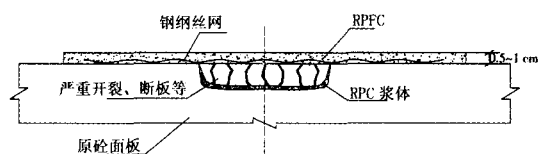


图5 II 型裂缝补强

3.3 III 型裂缝处治设计和施工工艺

3.3.1 III 型裂缝

原路面存在的纵、横缝,数量多,对温度变化反应敏感,处治不当极易反射到面层,如图6。

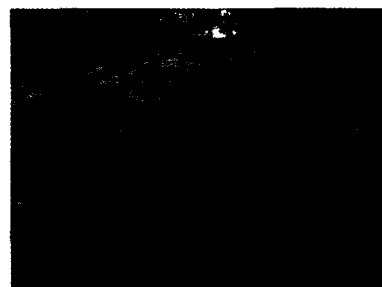


图6 III 型裂缝

3.3.2 III 型裂缝处治设计和施工工艺

为防止原路面纵、横缝反射裂缝,补强时采用割

(下转第95页)

比较有效的。

②路表弯沉随各层模量的增大而降低的曲线是逐渐趋于平缓的,当厚度增加到一定程度后,路表弯沉的降低量不明显。此时,增加模量对提高路面结构的承载能力效果不好。并以此为依据提出,图1的路面结构各层模量的建议值:面层为600 MPa左右;基层为800 MPa左右;底基层为400 MPa左右;土基模量的建议值为50 MPa左右。

3)根据公路路基强度对基层厚度产生影响的敏感性,将西部地区县乡公路的路基强度划分如表1的4个等级。

(上接第64页)

缝机沿原路面纵横缝清理一遍,清除缝内污物,灌水用刷把清洗后,用棉纱抹干净,待缝晾干后灌入特制的半刚性活性微粉乳化沥青胶液封闭纵、横缝,然后顺缝铺设30 cm宽度的 $10 \times 10 \Phi 1$ 的钢丝网,骑在缝中,两侧各15 cm,用铁板顺着钢丝网纵向加力压平;然后再铺筑强度C50、钢纤维掺量 $V_f = 1.0\%$ 的RPFC用手动平板振动抹平,养护1~3 d,如图7。

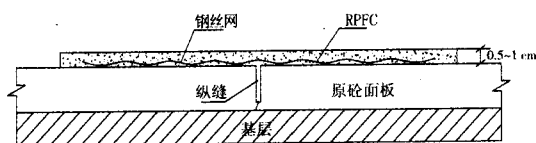


图7 III型裂缝补强

3.4 半刚性沥青砼罩面

待RPFC处治旧砼路面强度达到70%以上后,在原路面上撒布 $0.3 \sim 0.5 \text{ kg/m}^2$ 粘层油后摊铺沥青砼罩面层。沥青砼罩面结构如图8。

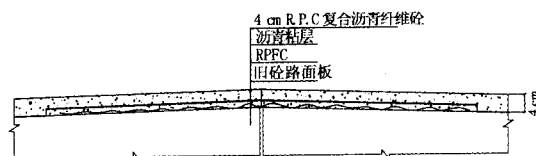


图8 沥青砼罩面结构

4 补强效果评价

试验路于2005年9月30日开工,11月7日竣工,全长1 km,总面积为 $10\,340 \text{ m}^2$,I型裂缝251.2 m,II型裂缝151.9 m,III型裂缝3 310 m。试验路铺筑前后遭遇寒潮,连续降雨十余天,温度骤降 $6 \sim 8^\circ\text{C}$,经受了重庆地区近年来最低气温的考验和重型车辆运营的检验,运营至今,目前尚未发现I型、II型裂缝反射到沥青砼面层,III型裂缝由于清缝不彻

参考文献:

- [1] 刘晓佳. 西部地区县乡公路沥青路面典型结构研究[D]. 重庆:重庆交通学院,2004.
- [2] 申爱琴,孙增智,王小明. 陕西沥青路面典型结构设计参数敏感性分析[J]. 内蒙古公路与运输,2001,(1): 31-33.
- [3] 王学军. 秦皇岛市沥青路面典型结构研究[D]. 天津:河北工业大学,2002.
- [4] 林绣贤. 柔性路面设计方法[M]. 北京:人民交通出版社,1988.

底、缝窄,灌缝不够密实等施工缺陷,有86条横缝反射到沥青砼面层,但纵缝未反射到面层,仅占纵、横缝总长度10.4%左右,补强效果较好,但也有待深入研究、总结和完善。特别是原水泥砼路面的横缝由于缝隙较小,缝内的污物不易清除干净,影响补强效果,其施工工艺尚有待深入研究和完善。

5 结 论

RPFC是一种抗裂性能优良的路面裂缝修补材料,对于旧水泥砼路面加铺沥青砼罩面防治原有路面裂缝反射补强效果良好,比传统的增铺厚度20~25 cm水泥稳定碎石基层或土工格栅、土工布、油毡等方法,工期短、工程造价低,防治反射裂缝性能较好,是一种有待继续深入研究和探索的新材料和新技术,对我国旧砼路面改造有很大的应用前景。

参考文献:

- [1] 蒙云. 大跨度P.F.C.吊拉组合索桥研究[A]. 全国第六届纤维水泥与纤维混凝土学术会议论文集[C]. 重庆:国外交通科技编辑部,1996:181-185.
- [2] 孙淑红,钟铁峰,蒙云. 三钢混凝土梁正截面力学试验研究[A]. 全国第七届纤维水泥与纤维混凝土学术会议论文集[C]. 北京:中国铁道出版社,1998:95-101.
- [3] 钟铁峰,孙淑红,蒙云. 三钢混凝土梁斜截面抗剪试验研究[A]. 全国第七届纤维水泥与纤维混凝土学术会议论文集[C]. 北京:中国铁道出版社,1998:101-107.
- [4] 孙淑红,钟铁峰,蒙云. 三钢混凝土梁疲劳试验研究[A]. 全国第七届纤维水泥与纤维混凝土学术会议论文集[C]. 北京:中国铁道出版社,1998:107-111.
- [5] 顾强康,冷培义. 水泥混凝土路面上沥青加铺层反射裂缝试验研究[J]. 中国公路学报,1999,(1): 21-27.