

Research on Crack Retarding Structure and Material for Asphalt Pavement in Old Road Widening

Wei Zhang¹, Jiwen Hou², Zitao Wu³, Haibing Teng¹, Changhong Sun², Chao Chen¹

¹Heilongjiang Longjiao Engineering Inspection and Reinforcement Co. Ltd., Harbin Heilongjiang

²Heilongjiang Highway Construction Bureau, Harbin Heilongjiang

³Heilongjiang Bada Road and Bridge Construction Co. Ltd., Harbin Heilongjiang

Email: 38180800@qq.com, sgjgcb@sina.com, 13351885200@163.com, 451562898@qq.com, tjzsch@163.com, 396891711@1qq.com

Received: Apr. 24th, 2018; accepted: May 8th, 2018; published: May 15th, 2018

Abstract

Based on the universal problem in old road widening that the widened pavement longitudinally cracks caused by uneven settlement of the old and new subgrade, crack retarding structure and material for asphalt pavement using geotextile and stress absorption layer to enhance the crack resistance of pavement were proposed. The fatigue crack resistance of various structures was studied by trabeculae fatigue bending test. The study shows that there is obvious negative effect of the uneven settlement of subgrade on the fatigue crack resistance of pavement, which aggravates the fatigue failure process of pavement. Setting geotextile under asphalt mixture can improve the crack resistance of pavement structure certainly, while the crack resistance of pavement structure can be improved significantly by setting stress absorption layer based on the structure containing geotextile to form a composite anti-crack system.

Keywords

Old Road Widening, Crack Resistance, Crack Retarding Pavement Structure

旧路加宽沥青路面缓裂结构与材料研究

张巍¹, 侯继文², 吴自涛³, 滕海冰¹, 孙长虹², 陈超¹

¹黑龙江省龙交工程检测加固有限公司, 黑龙江 哈尔滨

²黑龙江省高速公路建设局, 黑龙江 哈尔滨

³黑龙江省八达路桥建设有限公司, 黑龙江 哈尔滨

Email: 38180800@qq.com, sgjgcb@sina.com, 13351885200@163.com, 451562898@qq.com, tjzsch@163.com, 396891711@1qq.com

文章引用: 张巍, 侯继文, 吴自涛, 滕海冰, 孙长虹, 陈超. 旧路加宽沥青路面缓裂结构与材料研究[J]. 土木工程, 2018, 7(3): 375-380. DOI: 10.12677/hjce.2018.73043

收稿日期：2018年4月24日；录用日期：2018年5月8日；发布日期：2018年5月15日

摘要

基于旧路加宽改造工程中普遍存在的由于新旧路基不均匀沉降变形引起的加宽路面纵向开裂问题，提出了利用土工布及应力吸收层提高路面结构抗裂性能的缓裂路面结构及相应结构材料，并通过小梁弯曲疲劳试验对各种抗裂结构的抗疲劳开裂性能进行研究。研究表明路基不均匀沉降对路面结构的抗疲劳开裂性能具有明显负面影响，加剧了路面结构的疲劳破坏过程；在沥青混合料下粘接土工布可以在一定程度上提高路面结构的抗开裂性能，而在此基础上加铺应力吸收层组成复合抗裂体系，可以使路面结构的抗开裂能力明显提高。

关键词

旧路加宽，抗裂性能，缓裂路面结构

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

旧路加宽是指在旧路基础上进行路基、路面结构的加宽扩建，增加路幅宽度或增加车道数，从而达到提高道路通行能力的目的[1]。随着我国道路交通量的迅速增长，近年来越来越多的原有道路无法满足通行能力的需要，旧路加宽改造可以在充分利用原有路基的同时提高道路的通行能力，目前已逐渐得到我国道路行业的普遍认可，相关的工程项目与科技研究也大量开展。

旧路加宽中，由于新旧路基土体本身固结程度不一致，原有路基固结沉降已趋于稳定，而新路基在结构自重及道路交通荷载作用下将不可避免地产生较大附加沉降变形，因此加宽道路在开放交通后的一段时间内，新旧路基顶面将产生不协调变形，对路面结构受力产生不利影响，造成加宽路面产生纵向裂缝等病害，从而降低加宽道路的使用性能，缩短道路使用寿命[2] [3] [4]。据调查，近年来国内进行旧路加宽改造的道路中的大多数加宽路面在使用期内出现了不同程度的纵向裂缝病害[5]。

目前国内针对旧路加宽工程的研究主要集中在新、旧路基不协调变形的预测及控制方面，例如周志刚利用有限单元法分析了自重应力作用下旧路加宽路基的应力应变规律[6]。吴瑞麟通过路面结构仿真计算，得出结论认为新旧路基产生的差异沉降将在新旧拼接面处路面结构中产生较大的附加应力[7]。黄国华等人基于加宽道路结构的研究分析结果，提出了土工格栅加筋与设置预留宽度等旧路加宽设计施工方法，以缓解新旧路基不协调变形的问题[8]。本文通过不同路面结构的疲劳开裂性能试验研究，提出了能够有效缓解加宽路面纵向开裂的路面结构。

2. 试验方案

2.1. 路面结构方案

选取四种不同的抗裂路面结构形式，如图1所示，并通过试验对比分析四种不同结构的抗开裂性能。四种结构形式分别描述如下，其中用于应力吸收层的AC-5混合料采用橡胶沥青，厚度为20 mm，模拟

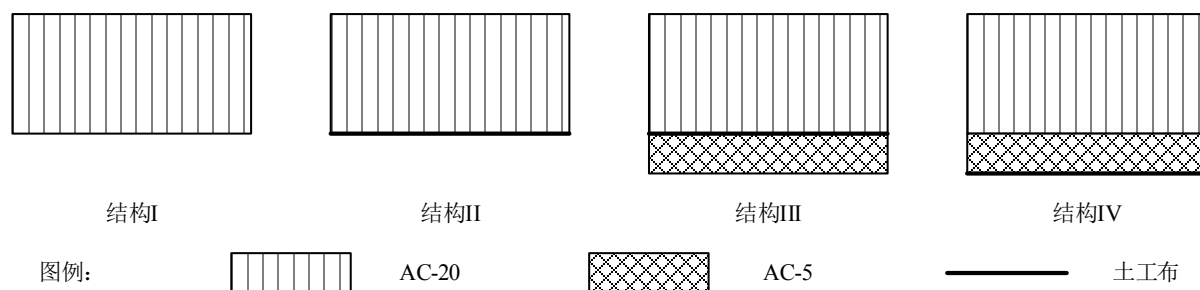


Figure 1. Sketch of the anti-crack structure

图 1. 抗裂结构形式示意图

下面层的 AC-20 混合料采用 90#道路石油沥青, 厚度为 50 mm。

结构 I: AC-20;

结构 II: AC-20 + 土工布;

结构 III: AC-20 + 土工布 + AC-5;

结构 IV: AC-20 + AC-5 + 土工布。

2.2. 试件成型方法

试验研究统一采用先成型复合车辙试件, 再切割车辙试件制成小梁试件的试件成型方法, 两种混合料之间、土工布与沥青混合料之间统一采用热橡胶沥青进行粘接, 所有粘接均在复合车辙试件成型过程进行。复合车辙按照《JTG E20-2011 公路工程沥青及沥青混合料试验规程》中的标准方法成型, 平面尺寸为 300 mm × 300 mm; 四种抗裂结构的小梁试件尺寸如表 1 所示。

2.3. 疲劳开裂试验方案

为分析路基纵向不均匀沉降对路面结构层开裂性能的影响, 采用如图 2 所示的两种不同的试验模式。沥青混合料小梁试件下对称粘接两块钢板, 模拟半刚性基层对面层的作用, 钢板间的缝隙模拟半刚性基层开裂后的作用效果。钢板下采用两点支撑, 以跨中加载方式进行疲劳试验, 如图 2(a)所示。为模拟新旧路基不同压实度及不均匀沉降的作用效果, 在试验过程中将面层结构下的一块钢板替换为成橡胶块, 通过试件两侧支撑刚度的不同模拟新旧路基的不同压实效应及不均匀沉降的影响, 如图 2(b)所示。

疲劳试验采用应力控制式, 试验前预先对各种抗裂结构小梁试件进行三点加载抗弯强度试验, 根据强度试验结果按疲劳试验应力水平计算疲劳试验加载应力大小。详细疲劳试验方案如下。

试验温度: 25℃;

加载波形: 半正弦波;

加载频率: 10 Hz;

应力水平: 0.3, 0.4, 0.5;

破坏准则: 试件完全断裂。

3. 试验结果及分析

3.1. 疲劳试验结果

通过试验得到四种不同抗裂结构在两种不同试验模式下的疲劳寿命, 试验过程如图 3 所示, 试验结果汇总于表 2。

Table 1. Size of trabecular specimen
表 1. 小梁试件尺寸

抗裂结构	I	II	III	IV
小梁试件尺寸	300 mm × 70 mm × 50 mm	300 mm × 70 mm × 52 mm	300 mm × 70 mm × 73 mm	300 mm × 70 mm × 73 mm

Table 2. Results of the fatigue test
表 2. 疲劳试验结果

应力水平	结构 I		结构 II		结构 III		结构 IV	
	模式 1	模式 2	模式 1	模式 2	模式 1	模式 2	模式 1	模式 2
0.3	9150	6450	11,300	9550	51,350	38,700	57,850	40,500
0.4	6100	5050	7250	6100	38,400	29,550	43,200	29,900
0.5	3250	2800	4550	3850	22,600	15,350	28,850	13,250

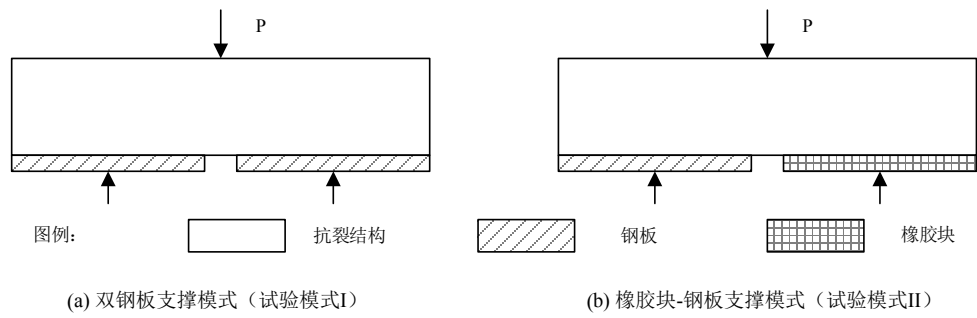


Figure 2. Sketch of the fatigue test patterns
图 2. 疲劳试验模式示意图

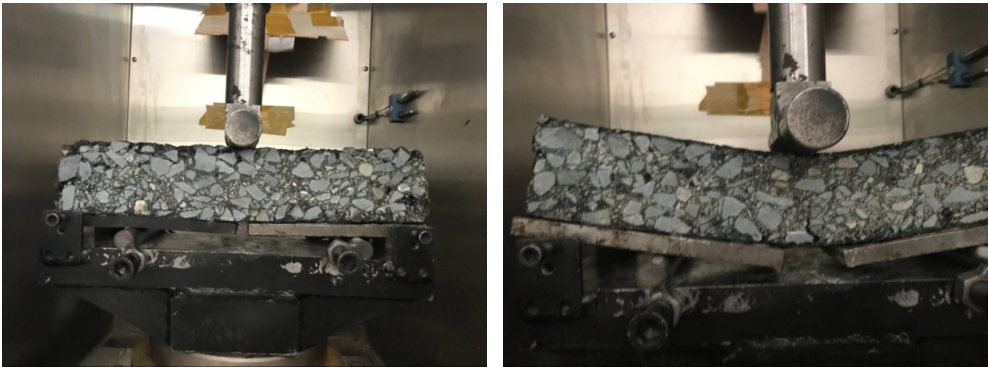


Figure 3. Process of the fatigue test
图 3. 疲劳试验过程

3.2. 不同试验模式的试验结果对比分析

不同抗裂结构在两种不同的试验模式下的疲劳试验结果对比如图 4 所示。从图中可以看出，试验模式 II 下抗裂结构的疲劳寿命明显小于试验模式 I 下的疲劳寿命，相较于试验模式 I，在试验模式 II 下，四种抗裂结构的疲劳寿命最大下降幅度分别为 30%、16%、32%、54%。说明在考虑路基支承刚度与支承能力差异的情况下，两侧路基支承刚度与支承能力不均匀对路面结构的疲劳寿命将产生很大负面影响，路基不均匀沉降加剧了路面结构的疲劳破坏过程。

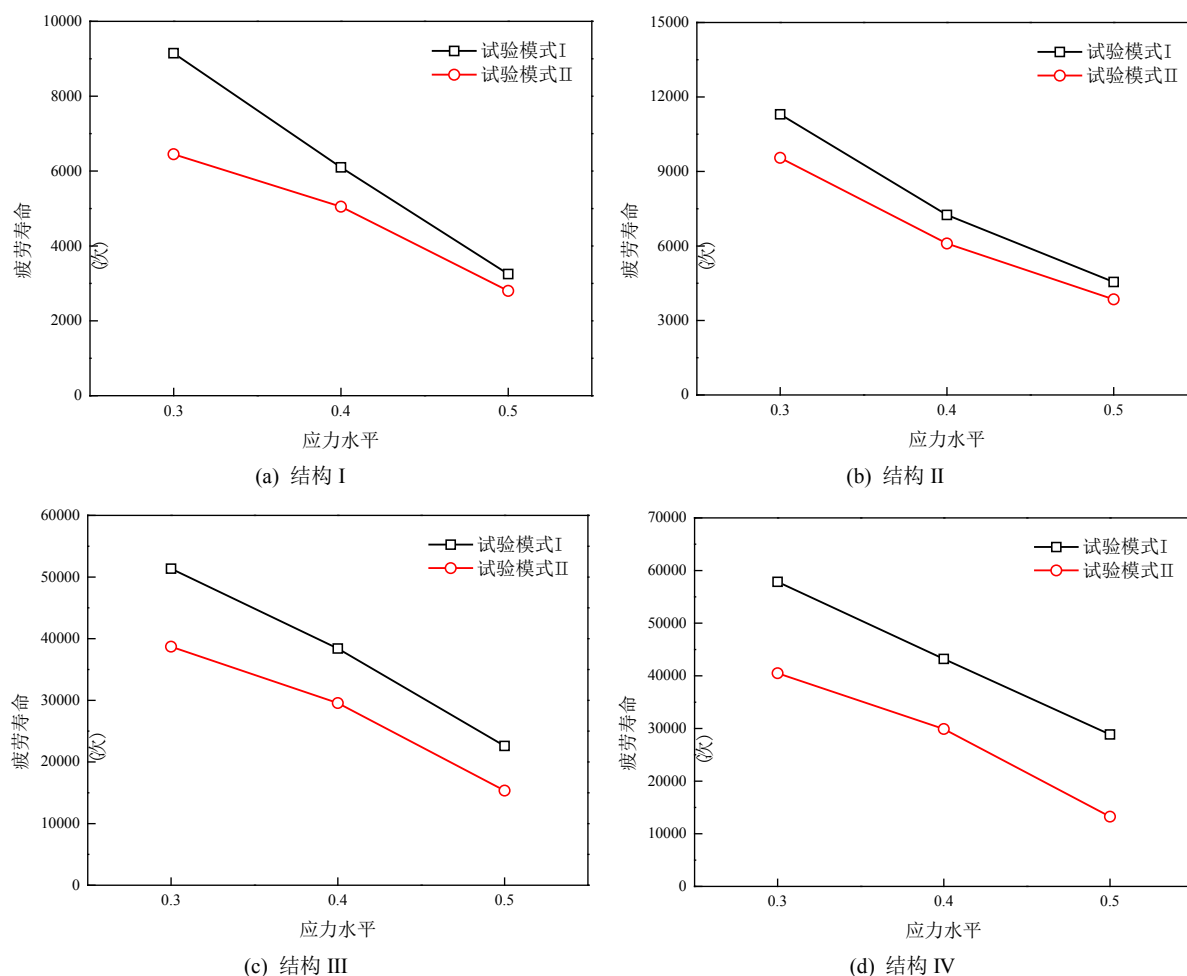


Figure 4. Comparison on fatigue test results of various test patterns

图 4. 不同试验模式下疲劳试验结果对比

此外, 从试验模式对试验结果的影响角度来看, 四种抗裂结构在试验模式 II 下的疲劳寿命相对于试验模式 I 的平均下降幅度分别为 22%、15%、26%、36%, 说明试验模式 II 对于含应力吸收层的结构 III 与结构 IV 的疲劳寿命影响更大, 从而说明含应力吸收层的抗裂结构的抗疲劳开裂性能对于路基支承刚度与支承能力更为敏感, 新旧路基支承刚度与支承能力不均匀对含应力吸收层的路面结构的抗裂性能将产生更大负面影响。

3.3. 不同抗裂结构的试验结果对比分析

在两种试验模式下, 四种不同抗裂结构的疲劳性能对比如图 5 所示。通过图 5 可以看出, 四种不同结构的疲劳性能的优劣顺序为结构 IV > 结构 III > 结构 II > 结构 I。结构 III 与结构 IV 的抗疲劳开裂性能较为接近; 结构 II 的抗疲劳开裂性能略优于结构 I, 而结构 III 与结构 IV 的抗疲劳开裂性能明显优于结构 I 与结构 II。

在考虑路基支承刚度与支承能力不均匀的试验模式 II 下, 结构 II、结构 III 与结构 IV 的最大疲劳寿命分别是结构 I 疲劳寿命的 1.5 倍、6.0 倍、6.3 倍, 说明设置土工布与应力吸收层对路面抗疲劳开裂性能均有一定的提高效果, 其中单独采用土工布对抗裂性能的提高效果相对较差, 而应力吸收层对抗裂性能的提高效果相对较好, 综合使用土工布与应力吸收层的结构在抗裂性能方面非常突出。

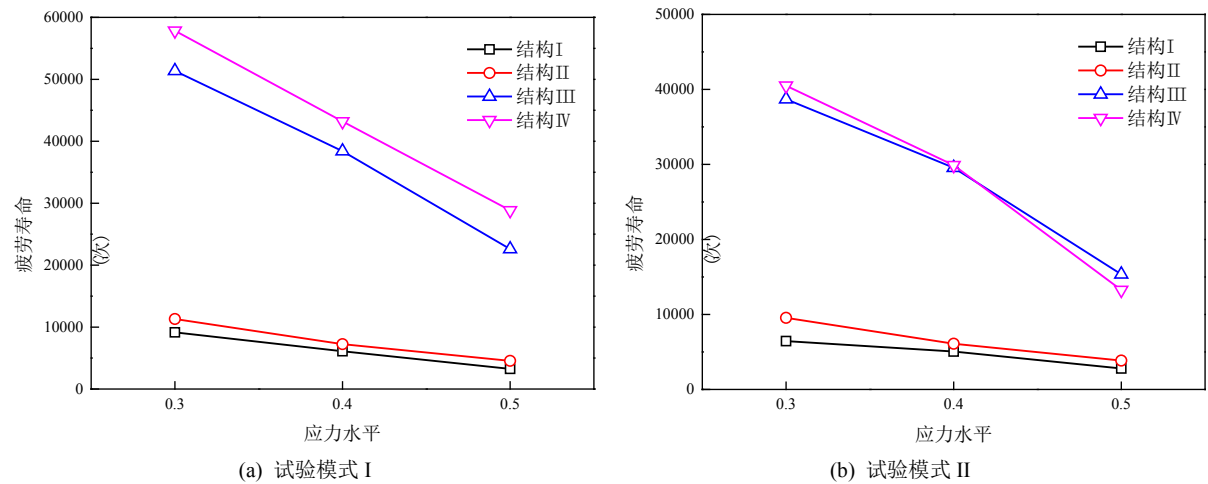


Figure 5. Comparison on fatigue test results of various structures
图 5. 不同抗裂结构疲劳试验结果对比

4. 结论

综合以上研究, 得出以下两点结论:

- 1) 在考虑两侧路基支承刚度与支承能力不均匀的旧路加宽工程实际情况下, 路面结构的疲劳寿命相较于均匀支承情况有很大衰减。路基不均匀沉降对路面结构的抗疲劳开裂性能具有明显负面影响, 加剧了路面结构的疲劳破坏过程。
- 2) 在沥青混合料下粘接土工布可以在一定程度上提高路面结构的抗开裂性能, 而在此基础上加铺应力吸收层组成复合抗裂体系, 可以使结构的抗开裂能力明显提高。建议在旧路加宽改造实际工程中采用土工布与应力吸收层复合的技术手段, 有效缓解加宽路面的纵向开裂问题。

参考文献

- [1] 陈亮, 唐承耀, 刘军勇. 道路拓宽改建常见病害与路基拼接技术研究[J]. 土工基础, 2015(3): 62-65.
- [2] 樊金山, 吴瑞麟, 雷自强, 等. 拓宽路基新老路面搭接仿真[J]. 土木工程与管理学报, 2012, 29(4): 55-58.
- [3] 傅珍, 王选仓, 陈星光, 等. 高速公路拓宽差异沉降对路面结构的影响[J]. 长安大学学报(自然科学版), 2008, 28(3): 36-39.
- [4] 翁效林, 高建华, 宋文佳, 等. 基于拓宽路面附加变形的地基差异沉降控制标准[J]. 长安大学学报(自然科学版), 2013, 33(5): 26-31.
- [5] 翁效林, 张超, 李常乐, 等. 差异沉降对路面结构附加变形影响的大比尺模型试验[J]. 中国公路学报, 2013, 26(4): 1-6.
- [6] 周志刚, 郑健龙. 老路拓宽设计方法的研究[J]. 长沙交通学院学报, 1995(3): 50-56.
- [7] 吴瑞麟, 樊金山, 颜昌清, 等. 拓宽路基不同沉降形态下沥青路面结构仿真[J]. 华中科技大学学报(自然科学版), 2012, 40(9): 76-80.
- [8] 黄国华, 吕贵宾. 高速公路拼接加宽路基损坏及处治技术研究[J]. 公路工程, 2012, 37(4): 231-234.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2326-3458, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: hjce@hanspub.org