

任继仓 主编

Fentudiqu
gonglubinghaiyufangzhi

粉土地区 公路病害与防治



山东大学出版社

粉土地区公路病害与防治

主 编 任继仓

副主编 薛连民 谢瑞新 王正收

山 东 大 学 出 版 社

图书在版编目(CIP)数据

粉土地区公路病害与防治/任继仓主编.

—济南:山东大学出版社,2008.9

ISBN 978-7-5607-3655-6

I. 粉...

II. 任...

III. 公路—病害—防治

IV. U418

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 143089 号

山东大学出版社出版发行

(山东省济南市山大南路 27 号 邮政编码:250100)

山东省新华书店经销

济南铁路印刷厂印刷

850×1168 毫米 1/32 7.125 印张 141 千字

2008 年 8 月第 1 版 2008 年 8 月第 1 次印刷

定价:13.80 元

版权所有,盗印必究!

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部负责调换

内容提要

本书共分为五章:

第一章通过对公路病害尤其是粉土地区路基路面病害研究现状的综述,提出了本书的主要研究内容、研究技术路线并阐述本研究课题的目的及意义。

第二章主要研究了粉土的特性和论述了粉土路基的主要病害和防治对策。第一,研究粉土地区——菏泽的概况尤其是地质特征和其形成历史。第二,研究粉土的定义、成因及其分类,明确了菏泽粉土所属的类别。第三,从颗粒分析、塑性指数、击实特性等方面研究菏泽粉土的物理性质。第四,从回弹模量、剪切强度、CBR 值三个方面对粉土的普通力学性质进行研究。第五,从压缩试验、动力学特性和振动压实试验三个方面对粉土的工程特性展开研究,并找出了粉土具有振动特性的压实特点和先强后弱的压实规律。第六,对粉土路基的病害展开调查并进行原因分析,得出粉土路基的难压实、强度低、易冲刷是粉土路基的主要问题。第七,结合公路工程实践和试验路段,从粉土路基的压实、防护及粉土性能的改善等三个方面进行研究对比、归纳分析,得出如下结论和经验:选用适当参数,用振动解决粉土路基的压实问题是可行的;粉土压实宜采用动静结合,先动后静、先强振后弱振、先低速后高速的振动压实方法;含水量是影响压实的主要因素,粉土的最佳含水量为 $14.9 \pm 3\%$ 。满铺浆砌片石护坡是粉土路基防护的有效

形式。加固剂对提高粉土的初期强度效果是明显的。

第三章主要对粉土地区沥青路面的病害进行全面调查和分析,确定主要病害,并对其产生原因和防治措施进行深入研究。第一,对沥青路面的全部病害进行研究,明确各类病害的分类及标准。第二,组织人员对粉土地区——菏泽 9 条国省道沥青路面的病害进行全面调查、分类、归纳、分析,进而在国内首次定量地确定出粉土地区沥青路面的主要病害为裂缝和沉陷,这两种病害占总病害的 88.7%。第三,对裂缝和沉陷两种主要病害产生原因进行分析,指出路面结构强度不足和基层排水不良是产生龟裂的两大原因,温度变化是产生横向裂缝的主要原因,路基不均匀沉降是产生纵向裂缝的主要原因。沉陷主要是由于路基压实度不足或压实不均匀引起的。第四,从设计、施工、管理三大方面入手提出了对裂缝和沉陷进行预防的主要措施,即精心选择路面各结构层的类型,确定各层的合理层位与合理的厚度范围、正确确定路面结构设计参数、合理进行各层材料组合设计、加强沥青路面的防排水设计、加强压实,减小空隙率、加强原材料的检验工作、加强沥青混合料配合比的控制、认真进行施工前设备检查、铺筑试验路段、加强施工中的质量管理和检查、及时科学养护等。第五,研究出对沥青路面主要病害的局部养护、罩面和翻修等三种主要维修方法,并结合工程实际介绍了其具体的实施步骤和注意事项。

第四章则主要论述了水泥砼路面的主要病害和防治方法。第一,概述了水泥砼路面的特征及常见病害。第二,主要论述断板的分类及各自特征。第三,分别对早期断板和使用期断板进行原因分析和研究,首次提出材料配合比、养护条件、切缝是砼路面断板的主要原因,并逐一研究上述原因对断板的影响及程度。第四,从设计、原材料、路基、基层、砼路面、超载车控制等几方面逐一提出砼路面早期和使用期断板的预防措施。第五,结

合实践经验和参考相关资料,对断板的处理措施进行研究,针对断板的破坏程度提出局部修补和整板更换的不同处理方法和施工注意事项。

第五章概述了本书的主要研究结论和有待于进一步研究的问题。

Abstract

This book is altogether divided into five parts.

The first part, through carrying the overviews of highway roadbed and road surface's diseases and the actual state of their researches especially in the silty soil area, brought up the main contents and technological methods of the book's researches and expounded the purpose and the value of the subject.

The second part mainly studied the properties of the silty soil and discoursed upon the main disease of roadbed and asphalt pavements and methods of prevention and cure. Firstly, the author studied Heze's general situation-the area made up of silty soil, especially its geological features and formative history. Secondly, the author studied the definition, formation and distribution of the silty soil and nailed down the kind of Heze's silty soil. Thirdly, the authour discoursed upon the silty soil's physical properties from particle analysis, index of plasticity and compaction proerties. Fourthly, the author discoursed upon the silty soil's common mechanical properties from modulus of resilience, shear strength and numerical value of CBR. Fifthly, the author made an investigation on compression test, dynamic properties and vibration compaction test, and found out that the silty soil

had features of vibration compaction and the compaction law of first strength and then weak. Sixthly, the author outlined the main diseases and problems of roadbed and road surface and did a analysis on the causes, then drew that difficult compaction, lower strength and easy washout are the main diseases of silty roadbed. Seventhly, on the grounds of highway engineering's practice and experimental roadway, the book did a detailed research and contrast, induction and analysis on the three phases: silty soil roadbed's compaction, protection and improvement of the silty soil's properties, and then drew the below conclusions and experiences; by choosing appropriate parameters, to solve these questions of silty soil roadbed's compaction is practicable by adopting vibration. Compaction of silty soil should adopt methods of combination of vibration and rest, first vibration then rest, first violent then faint, first at a low speed then at a high speed. The rate of water in soil is a main factor of influence on compaction and the best rate of water in silty soil is $14.9 \pm 3\%$. To make a wet masonry protection of stones is an effective form of silty soil roadbed's protection. The effects of reinforcement agent can improve abilities of compressive strength at the beginning of silty soil is obvious.

The third part mainly made a general investigation and analysis on all kinds of diseases of asphalt pavements, then defined the main diseases and made an intensive study of their causes and measures of prevention and cure. Firstly, the author made a study on all kinds of diseases of asphalt pavements and brought out their distribution and standards. Secondly, the organizers made a total research, sorting, induction and analysis on diseases

of asphalt pavements on nine main road in Heze, then managed to bring out accurately that the main diseases of asphalt pavements of silty soil area were made up of crack and depression in nation for the first time and they took up 88.7% in all diseases. Thirdly, the author did an analysis on the causes of the two main diseases-crack and depression and then drew that lacking strength of pavement structure and impeded drainage in base course were the main causes leading to chap, temperature variation led to transverse crack, differential settlement of roadbed led to longitudinal crack and depression was caused mainly by not enough or differential compaction of roadbed. Fourthly, the book brought out the detailed precautionary measures of crack and depression in three aspects: careful design, construction and management, that is, making careful choice of pavement structure's styles, making certain reasoned horizon and thickness range, accurately making certain the parameters of designing pavement structure, reasonably doing composition design of all materials, strengthening asphalt pavements' design in the field of preventing the drainage of water, improving the degree of compaction, reducing percent of void, strengthening test of raw materials, controlling asphalt mixture's proportions, carefully doing a check on equipment before construction, paving a testing road, strengthening quality control and check in construction and making a timely scientific conservation and so on. Fifthly, the author brought out three kinds of methods of treating and repairing main diseases of asphalt pavements: local cure, skin covering and overhaul. According to engineering practice, the author then reported practical implementation steps and notices.

The fourth part mainly discoursed upon the main diseases of concrete pavements and measures of prevention and cure. Firstly, the author outlined the features of concrete pavements and their usual diseases. Secondly, the author mainly discoursed upon the distribution of the concrete pavements' cracked boards and their own features. Thirdly, the author made an analysis and study on the causes that led to the early and using cracked boards. The book brought out that mix proportions of materials, maintenance conditions and kerf were the causes of cracked board for concrete pavements for the first time, and then did a study on their influence and how they worked on the cracked board. Fourthly, the book brought out precautionary measures of the early and using cracked board in many fields: design of concrete pavement, raw materials, roadbed, base course, and concrete pavements and controlling too weigh carriage one by one. Fifthly, according to engineering practice and related data, the author made a study on treating measures of cracked board, then brought out different treating methods and construction cautions, such as local repair and replacing the whole slab according to the destruction degree of the cracked board.

The fifth part summarized this book's main conclusions and questions that should be further studied.

目 录

第一章 绪论	(1)
1.1 课题的立题依据与研究目的和意义	(1)
1.2 国内外研究现状	(2)
1.2.1 粉土性能研究现状	(2)
1.2.2 粉土路基病害研究现状	(5)
1.2.3 路面病害研究现状	(6)
1.3 主要研究内容和技术路线	(7)
1.3.1 粉土路基方面	(7)
1.3.2 粉土地区沥青路面方面	(7)
1.3.3 水泥砼路面方面	(8)
第二章 粉土地区路基病害与防治	(9)
2.1 粉土地区菏泽的概况	(9)
2.1.1 地理位置	(9)
2.1.2 地形地貌	(10)
2.1.3 气象特征	(10)
2.1.4 地质特征	(11)
2.1.5 地震概况	(14)
2.2 粉土的定义、成因及分类	(14)

2.2.1	粉土的定义	(14)
2.2.2	粉土的成因及分类	(14)
2.3	粉土的物理性质研究	(16)
2.3.1	粉土的颗粒分析	(16)
2.3.2	粉土的塑性指数及命名	(18)
2.3.3	粉土的击实特性	(18)
2.4	粉土的普通力学性质研究	(20)
2.4.1	粉土的回弹模量试验	(20)
2.4.2	粉土的剪切强度试验	(38)
2.4.3	粉土的 CBR 试验	(38)
2.5	粉土的工程特性研究	(39)
2.5.1	粉土的压缩试验	(39)
2.5.2	粉土的动力学特性	(40)
2.5.3	粉土的振动压实试验	(41)
2.6	粉土路基病害调查及原因分析	(42)
2.6.1	路基设计原则及要求	(42)
2.6.2	粉土路基存在的主要问题及病害	(43)
2.6.3	粉土路基病害产生原因分析	(43)
2.7	粉土路基主要病害防治措施	(45)
2.7.1	粉土路基压实	(45)
2.7.2	路基强度提高措施	(46)
2.7.3	边坡冲刷的防护措施	(48)
2.8	工程实例	(50)
2.8.1	工程概况	(50)
2.8.2	试验研究	(50)
2.8.3	试验结论	(57)
2.9	本章小结	(57)
2.9.1	研究结论	(57)

2.9.2 有待进一步研究的问题·····	(59)
第三章 粉土地区沥青路面病害与防治 ·····	(60)
3.1 沥青路面病害分类·····	(61)
3.2 粉土地区沥青路面病害调查·····	(63)
3.2.1 调查方法·····	(63)
3.2.2 调查数据统计与分析·····	(65)
3.2.3 主要病害分析确定·····	(71)
3.3 粉土地区沥青路面主要病害及原因分析·····	(72)
3.3.1 沥青路面的裂缝·····	(72)
3.3.2 沥青路面的沉陷·····	(75)
3.4 粉土地区沥青路面主要病害的预防措施·····	(76)
3.4.1 合理的设计·····	(76)
3.4.2 严格的质量控制·····	(92)
3.4.3 全质管理,建养并重 ·····	(96)
3.5 粉土地区沥青路面主要病害的养护维修对策·····	(97)
3.5.1 沥青路面病害维修的基本方法·····	(97)
3.5.2 沥青路面维修工程实例·····	(98)
3.6 本章小结 ·····	(102)
3.6.1 研究结论 ·····	(102)
3.6.2 有待进一步研究的问题 ·····	(103)
第四章 水泥砼路面病害与防治 ·····	(105)
4.1 概述 ·····	(105)
4.1.1 水泥砼路面的优缺点 ·····	(105)
4.1.2 水泥砼路面常见病害 ·····	(106)
4.2 砼路面断板的分类 ·····	(107)
4.2.1 按断裂的方向分类 ·····	(107)

4.2.2	按断裂的损坏程度分类	(107)
4.2.3	按发生的时间分类	(107)
4.3	砼路面断板发生的机理和原因	(107)
4.3.1	早期断板发生的机理	(108)
4.3.2	早期断板产生的原因	(110)
4.3.3	早期断板的主要原因	(114)
4.3.4	使用期开裂、断板产生的原因	(116)
4.4	砼路面断板影响因素分析	(117)
4.4.1	材料配合比对收缩断板的影响	(117)
4.4.2	养护条件对砼收缩断板的影响	(121)
4.4.3	切缝对断板的影响	(122)
4.5	砼路面断板的预防措施	(132)
4.5.1	早期出现断板的预防措施	(132)
4.5.2	使用期开裂断板的预防措施	(134)
4.6	砼路面断板的处理与修复	(136)
4.6.1	局部修补	(136)
4.6.2	整块板更换	(138)
4.7	工程实例	(138)
4.7.1	工程概况	(138)
4.7.2	使用状况	(139)
4.7.3	经验和教训	(139)
4.8	本章小结	(140)
4.8.1	研究结论	(140)
4.8.2	有待进一步研究的问题	(141)
第五章	研究结论与建议	(143)
5.1	研究结论	(143)
5.1.1	粉土路基方面的研究结论	(143)

5.1.2 粉土地区沥青路面方面的研究结论	(144)
5.1.3 粉土地区水泥砼路面方面的研究结论	(145)
5.2 有待进一步研究的问题	(147)
5.2.1 粉土路基方面	(147)
5.2.2 粉土地区沥青路面方面	(147)
5.2.3 粉土地区水泥砼路面方面	(147)
参考文献	(149)
附 录	(161)
后 记	(210)

第一章 绪论

1.1 课题的立题依据与研究目的和意义

随着我国交通事业的蓬勃发展,公路建设取得举世瞩目的辉煌成绩,到 2005 年底,中国公路通车里程达到 195 万公里,预计今年底将超过 200 万公里。随着公路通车里程的增加和交通量的日益增长,尤其是超载车辆的大量出现,公路病害层出不穷,特别是粉土地区,由于粉土难以压实、水稳定性差、易冲刷、强度低,导致路基路面病害更加严重,这些病害的出现严重影响了公路的使用性能和使用寿命。而山东境内的菏泽、聊城、德州、滨州、东营、济宁、济南等地区有大面积的黄河冲积粉土分布,所以研究粉土地地区的路基路面病害十分必要和迫切。

本课题将对粉土地地区路基路面病害进行调查、分析和归纳,找到主要病害,而后对主要病害的产生机理和原因做出系统分析和研究,并提出一整套病害预防和处理措施。研究成果的应用,将极大地提高山东乃至全国粉土路基路面的修筑水平,减少和预防路基路面病害,提高公路的使用性能,延长公路的使用寿命,实现公路的可持

续发展,显然该课题接触了学科前沿,有一定的理论意义和重大的实用价值,具有明显的经济效益和社会效益,在工程实践中具有广阔的应用前景和现实指导意义。

1.2 国内外研究现状

1.2.1 粉土性能研究现状

由于粉土具有塑性指数低、黏结性小、施工时不易成型、强度低、水稳定性差、易冲刷等问题,粉土已成为不适宜填筑路基的土质之一。为克服粉土的上述不足,国内外对粉土进行了大量的研究工作,主要集中在粉土路基压实技术以及稳定粉土的稳定机理、措施以及施工工艺上。下面将国内外研究情况做一简要介绍:

(1)粉土路基压实技术研究

美国的 Anon 论述了强夯法在蒙大拿州际公路上的使用情况,该公路的路基为松散干燥的冲积砂和粉土。研究认为,强夯法对处理有较深沉积的砂和粉土组成的路基是一种经济有效的方法。南非的 Wallays 研究认为,通过垂直和水平振动的深压实可以加固无黏性材料和细砂。Rollins Kylem 研究了砂质粉土强夯法施工的最佳含水量,并将压实效果用以下方法评价:①锤坑的深度;②压实前后的贯入试验;③压实前后未扰动的土样。研究发现压实效果随含水量的增加而提高,直到大约 17% 时最大,然后开始降低。Dumas 和 Jean 介绍了饱和粉土和粉土砂采用强夯法施工的工程实例,描述了该方法用于改善土基的施工要点。

马有何对饱和粉土的物理力学特征进行了研究。叶