

Proceedings of the 5th International Conference of
Transportation Professionals

第五届交通运输领域 国际学术会议论文集



道路工程分册

长安大学特殊地区公路工程教育部重点实验室
《第五届交通运输领域国际学术会议》组委会

编



人民交通出版社
China Communications Press

Proceedings of the 5th International Conference of
Transportation Professionals

**第五届交通运输领域
国际学术会议论文集**

(道路工程分册)

长安大学特殊地区公路工程教育部重点实验室
《第五届交通运输领域国际学术会议》组委会

编

人民交通出版社

C012

内 容 提 要

第五届交通运输领域国际学术会议于2005年6月25日~26日在陕西西安召开,会议由长安大学和中国旅美交通学会共同主办。本次会议共收录论文269篇,现由长安大学特殊地区公路工程教育部重点实验室和本次会议组委会编录组织,分道路工程和交通工程二个分册,正式出版发行。

图书在版编目(CIP)数据

第五届交通运输领域国际学术会议论文集 / 长安大学
特殊地区公路工程教育部重点实验室编. —北京: 人民
交通出版社, 2005.6

ISBN 7-114-05585-4

I. 第… II. 长… III. 交通运输—国际学术会议
—文集 IV.U—53

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第055035号

书 名: 第五届交通运输领域国际学术会议论文集

著 作 者: 长安大学特殊地区公路工程教育部重点实验室、《第五届交通运输领域国际学术会议》组委会

责任编辑: 陈志敏

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011) 北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.ccpress.com.cn>

销售电话: (010) 85285656, 85285838, 85285995

总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京宝莲鸿图科技有限公司

开 本: 880×1230 1/16

印 张: 62.5

字 数: 1735 千

版 次: 2005年6月 第1版

印 次: 2005年6月 第1版 第1次印刷

书 号: ISBN7-114-05585-4

两册总定价: 250.00 元

(有印刷、装订质量问题, 由本社负责调换)

第五届交通运输领域国际学术会议

The 5th International Conference of Transportation Professionals

主办单位：

长安大学

Chang'an University

North America China Overseas Transportation Association(NACOTA)

中国旅美交通学会

会议时间：

2005 年 6 月 25 ~ 26 日

June 25 ~ 26, 2005

会议地点：

中国 西安 长安大学

Chang'an University, Xi'an, China

第五届交通运输领域国际学术会议组委会

主办单位

长安大学

North America China Overseas Transportation Association(NACOTA)

协办单位

北京工业大学 北京交通大学 长沙理工大学 重庆交通学院 东南大学
哈尔滨工业大学 华南理工大学 吉林大学 交通部公路科学研究所
交通部科学研究院 清华大学 人民交通出版社 陕西省公路学会
陕西省科学技术协会 同济大学 武汉理工大学 中国公路学会

支持单位

国家自然科学基金委员会 王宽诚教育基金会

组织委员会

主 席:

马 建 赵 放

委 员:

沙爱民 孙小端 张仲捷 陆 健 王宜兵 张玉江 彭仲仁 刘荣芳
于 雷 巫 宁 房英武 易 平 汪林宾 戴松涛 郭忠印 黄晓明
郑健龙 梁乃兴 张肖宁 王 炜 杨晓光 邵春福 周 伟 王云鹏
张殿业 裴玉龙 徐建闽 刘小明 关宏志 赵胜川 陆化普

执行委员会

沙爱民 郝培文 韩 玲 陈忠达 陈 红 孙小端 张仲捷

大会秘书处

中 国:郑南翔 陈拴发 王元庆 裴建中 李满良
NACOTA:孙小端 张仲捷

论文编审委员会

沙爱民 郝培文 陈忠达 陈 红 孙小端 张仲捷 严宝杰 魏 朗
郑南翔 韩 森 王元庆 张生瑞 裴建中

主办单位介绍

长安大学

长安大学直属国家教育部,是国家“211 工程”重点建设大学,由原西安公路交通大学、西安工程学院、西北建筑工程学院三所部属院校于 2000 年 4 月 18 日合并组建而成。学校以工为主,理工结合,兼有经济、管理、人文多种学科,以培养公路交通、国土资源与环境、建筑工程等专业人才为办学特色。

学校坐落于世界历史文化名城西安市,周围高校、科研、文化单位众多,治学氛围浓厚,占地 3000 亩。

学校现设有 15 个学院,2 个博士后科研流动站,2 个一级学科博士学位授权点,22 个二级学科博士学位授权点,50 个硕士学位授权点,75 个本科专业及专业方向,专业设置覆盖了公路交通、国土资源与环境、建筑工程的绝大部分领域。学校教学设施完善,科研设备先进,现有 20 个国家、省部级重点学科、重点实验室;有具备国家甲级资质的工程设计研究院和交通基本建设监理公司;有全国高校惟一的汽车高速试验环道和综合测试场;有具有先进水平的公路勘测实习基地和筑机、汽运、建筑学科实验、实习基地;有国内高校一流的体育馆和运动场。图书馆藏书 150 万册,编辑出版《中国公路学报》、《交通运输工程学报》、《长安大学学报》等 9 种学术期刊。

长安大学师资力量雄厚,拥有一批包括中国工程院院士、“长江学者奖励计划”特聘教授、博士、硕士生导师在内的学术水平高、在国内外享有盛誉的专家、学者。长安大学有在籍本、专科学生 40000 余人,博士、硕士研究生 3000 余人,德国、韩国、坦桑尼亚、澳大利亚等国留学生 80 余人。

近年来学校在公路、汽车、地质、土木等学科领域形成了自己的特色和优势,科研综合实力取得了快速增长。近 5 年来,累计完成重要科研项目 500 余项,其中国家级重点项目 12 项,省部级重点项目 120 余项,获得省部级以上奖励近 100 项,出版学术专著和教材 300 余部,在各类学术期刊发表论文 4000 余篇,2004 年科研经费达 1.56 亿元。学校坚持产学研相结合,为国家经济建设,尤其是西部大开发提供了强有力的支持。

乘风破浪会有时,直挂云帆济沧海。任重而道远的长大人,正以昂扬的斗志,齐心协力、奋发向上,为早日把长安大学建设成为一所工为主、理工结合、人文社会学科协调发展、特色鲜明、优势突出、国内一流、在国际上有一定影响的开放式、教学研究型大学而努力奋斗!

长安大学特殊地区公路工程教育部重点实验室

特殊地区公路工程实验室是长安大学道路与铁道工程国家重点学科的依托实验室,实验室随着学校的发展经历了五十年的建设历程。道路与铁道工程学科具有硕士、博士学位授予权,并获准设立长江学者奖励计划特聘教授岗位,建立了博士后流动站,是交通部第一批设立的重点学科。2002 年 1 月长安大学特殊地区公路工程实验室被批准为教育部重点实验室。

实验室总面积 5500m²,设备总资产 3500 万元。其中有大型平台试验设备 MTS 两台、SHRP 全套设备和差热分析系统,投资 1000 多万元的道路加载试验系统(ALF)正在建设之中。现有固定研究人员 48 人,其中教授 22 人,副教授及高工 23 人,22 人获博士学位(博士后 3 名)。实验室有公路工程、建筑材料、岩土工程、固体力学、应用化学、环境工程等方面的专业人才。研究队伍中的优秀人才包括:国家级有突出贡献的中青年专家 2 人,交通部科技英才 2 人,交通部新世纪“十百千”人才工程(第一层)

2人,交通部“十百千”人才工程(第二层)4人,陕西省“三五”人才工程(第二层)1人,陕西省“三五”人才工程(第三层)2人,交通部交通科技英才2人,交通部优秀青年骨干教师1人,教育部首批“高等学校骨干教师资助计划”人员1人,教育部“优秀青年教师资助计划”人员1人,“吴福-振华交通教育奖励基金”获得者1人,“霍英东教育基金会”高等院校青年教师奖获得者1人,享受政府特殊津贴人员5人。

近年来,实验室以特殊地区路基路面结构与性能、路面材料理论与改性技术、山区高速公路现代测设技术、公路灾害防治工程及高速公路建设与养护管理等为特色,承担国家、省、部重点课题和广泛的横向合作项目,共新签科技项目合同200余项,合同额过亿元。其中国家自然科学基金项目3项,霍英东青年教师基金1项,交通部重大科技项目40余项,先后获得国家科技进步奖2项,省、部级科技奖励60余项。在国内外核心刊物发表论文400多篇,出版教材、专著30多种,批准专利20多项。

NACOTA

NACOTA (North America China Overseas Transportation Association,即中国旅美交通学会)成立于1996年1月,是由在北美地区从事交通运输的华人学者组成的学术团体。NACOTA的主要目标是促进北美和中国交通技术的交流以及中国海外交通领域学者之间的交流。目前NACOTA有200余名成员,遍布美国、加拿大、欧洲、亚洲和澳洲。会员包括来自于大学、学术研究机构、政府机构、私人企业、基金会的交通专业人士和目前在校读书的研究生。NACOTA每年1月在美国首都华盛顿召开学术研讨会和年会。学术研讨会集中讨论中国的交通发展问题,每次都有来自中国、美国、加拿大等多国的学者到会进行交流。

目 录

一、路基工程

Traffic Induced Stresses in Highway Subgrade during Construction

..... Zhang Zhongjie, Tao Mingjiang, Izzaldin M. Almohd(3)

Analysis about the Temperature Regime of Culvert Foundation in the Permafrost Regions

..... Yuan Xizhong, Wang Feng, Zhang Xuefu(12)

风化花岗岩动力特性 卢永贵, 苏谦(22)

黄土沟壑区粉喷桩复合地基处理的试验研究 折学森, 彭小云, 叶万军(27)

基于可拓工程法的路堑边坡稳定性评价 折学森, 王东耀, 叶万军, 于伟(31)

公路黄土 II 区、III 区深路堑、高路堤合理横断面灰色系统评价

..... 郑南翔, 丛卓红, 李炜, 支喜兰, 张晓荣(37)

天山林牧区公路边坡溜滑病害的形成机理研究 窦明健, 申康, 秦国武, 袁铭, 陈敏(44)

伊昭公路边坡病害影响因素敏感性分析 申康, 窦明健, 侯巴迪, 袁铭, 陈敏, 秦国武(50)

六盘山地区软岩硬土特殊工程性质的研究 于博, 窦明健, 袁铭(56)

沿河公路路基冲刷的丁坝群防护设计研究 田伟平(63)

多年冻土地区通风管路基冷暖气温度场数值分析 刘伟江, 窦明健, 叶学民(69)

风积沙路基压实度瑞雷波法检测研究 王选仓, 陈维, 苏毅, 陈传德, 徐占云, 王智远(77)

天然砂砾路基压实度快速测定的瞬态冲击频谱分析研究 张宜洛, 郑南翔, 顾炳其(83)

风积沙路基压实标准研究 周志军, 折学森, 范红英(90)

土工格栅加筋陡边坡路堤离心模型试验研究 苗英豪, 胡长顺(98)

改良粉煤灰混合料的工程力学性质 刘丽萍, 周志军, 王东耀(105)

加筋粉煤灰路堤室内模型试验研究 刘丽萍, 周志军, 姜炜(109)

公路黄土路堑高边坡稳定性的 CAT 分析 高德彬, 倪万魁, 寇亚飞(115)

基于 Monte-Carlo 模拟的公路黄土高边坡可靠性研究 高德彬, 倪万魁, 许田柱(120)

黄土路基边坡降雨侵蚀特征及压实黄土可蚀性试验 李家春, 田伟平, 郭平, 黄先刚(125)

移动车辆荷载作用下路基中压应力测试 张洪亮, 胡长顺, 高江平(131)

冻土路基温度场室内模型试验 毛雪松, 王秉纲, 胡长顺(140)

多年冻土地区路基温度场变化特征研究 汪海年, 窦明健(146)

公路路堤降雨不同排放方式边坡冲蚀破坏机理与冲蚀强度计算

..... 沈波, 张周刚, 艾翠玲, 徐岳, 梁建农(154)

黄土路堤裸坡圬工骨架防护设置与人工降雨试验

..... 沈波, 艾翠玲, 张周刚, 梁建农, 田伟平(163)

基于舒适性的工后沉降标准的研究 唐炯, 黄杰, 戴经梁, 孟永盛(171)

基于模糊相似优先比的软基沉降预测的范例推理方法 王东耀, 折学森, 叶万军, 赵红(175)

高路堤沉降变形数值分析 袁迎捷(181)

黄土挖方路基合理压实标准研究 牛天莹, 杨惠林, 梅卫国(186)

- 土性因素对水泥土无侧限抗压强度的影响 姜鹏, 方磊(192)
 超长袋装砂井在江珠高速公路深厚软基处理中的应用研究 梁合诚, 周爱国, 周建伟(197)

二、路面工程

- Structural Design of Asphalt Pavement on Flexible Base for the Nanjing-Shanghai Expressway Expansion Program Huang Haiming, Yan "Jane" Jiang, Harold L. Von Quintus, Yu Jia(207)
 Variability of Pavement Distress Data Wu Chunglung(214)
 Evaluation of Aggregate Base Course for the FHWA's New Pooled-Fund Accelerated Testing Pavements Qi Xicheng, Terry Mitchell, Tom Harman(228)
 Fuzzy Clustering for Back-Calculation of Pavement Parameters Chen Jianhua, Masood Rasoulia, Zhang Zhongjie, Huang Lei(243)
 Analysis of the LTPP SPS-2 Experiment-Performance of the Jointed Plain Concrete Pavement Sections Yan "Jane" Jiang, Michael I. Darter(248)
 Development of Interface Models For Layered Concrete Pavement Structures Fang Yingwu(255)
 Comparison of Semi-Circular Bending and Indirect Tensile Strength Tests for HMA Mixtures Huang Baoshan, Shu Xiang(266)
 Advances in Micromechanical Modeling of Asphalt Mixture You Zhanping, Dai Qingli, Hu Xianguang, Wang Binggang(276)
 Research on Polymer Modified Asphalt Performance and Evaluation Method Peng Bo, Yuan Wanjie, Chen Zhongda(290)
 Study on the Asphalt Mixture Digital Image Processing Sun Zhaoyun, Lu Na, Sha Aimin(296)
 Evaluation of Fatigue Crack Propagation in Plain and Reinforced Asphalt Concretes Aysar NAJD, Zheng Chuanchao(303)
 南非路面加速加载试验(APT)MLS和HVS系统的技术应用 王于震, 郑南翔, 肖世卫(314)
 旧水泥混凝土路面板破裂尺寸对沥青加铺层结构应力的影响 陈拴发, 杨斌, 王秉纲(320)
 半刚性基层沥青路面推移破坏的研究 武建民, 苏凯, 陈忠达(328)
 路面贫混凝土基层轴载换算研究 仰建岗, 王秉纲(332)
 基于变分等值线方法的图像分割技术及其在路面探损中的应用 封建湖, 蔡力, 王振海, 谢文贤(337)
 路面内部排水系统研究进展 郑木莲, 陈拴发, 王秉纲(342)
 沥青加铺层结构温度应力的数值计算 杨斌, 王秉纲, 陈拴发(351)
 基于车辙的沥青面层结构和材料一体化设计 柴彩萍, 陈忠达, 秦宪峰(356)
 半刚性基层沥青面层厚度优化研究 李文瑛, 杜迁, 戴经梁(363)
 公路路面结构温度梯度研究 马庆雷, 夏永旭, 郑桂兰(367)
 半刚性基层沥青路面合理基层回弹模量值研究 支喜兰, 蔡飞(370)
 沥青路面养护专家系统研究与开发 彭挺(376)
 30路激光路面车辙检测方法研究 宋宏勋, 苏毅, 张建国(383)
 多探头激光路面平整度检测方法与应用研究 苏毅, 宋宏勋, 张建国(389)
 山区公路沥青路面基层层间剪应力的三维有限元分析 苏凯, 武建民, 戴经梁(396)
 冲击压实技术在旧水泥混凝土路面修复中的应用研究 苏卫国, 卢辉, 李林生(402)
 沥青路面水损害及其治理措施的研究分析 资建民, 陆立波, 虞海珍, 韩林英(409)
 城市道路沥青路面病害调查及成因分析 姜旺恒, 沙爱民, 曾俊标(415)

碾压成型过程中路面平整度的传递特性	黄宗远,刘洪海,王东胜(421)
路面抗滑能力检测原理及技术	张红兵,刘平(424)
二灰砂砾密实骨架级配研究	申爱琴,李炜光,张玉斌(430)
露石水泥混凝土路面的降噪特性研究	韩森,陈海峰,张东省,高巍,路学敏,师延强(439)
高性能二灰碎石混合料(HPLFA)集料级配研究	郑南翔,吴传海,李炜(444)
高性能二灰稳定碎石混合料(HPLFA)设计方法研究	郑南翔,吴传海(456)
多年冻土地区水稳砂砾外加剂路用性能试验研究	马 ^马 ,胡长顺,陈拴发,王秉纲(461)
多孔性基层混合料模拟湿度抗冻融耐久性试验	马 ^马 ,王秉纲(468)
半刚性材料干缩性能测试及研究	李炜光,孔保林,孙宏宇,申爱琴(473)
骨架密实结构二灰稳定碎石材料组成设计及其路用性能	胡力群,沙爱民(478)
聚丙烯纤维网混凝土的微观结构	孙增智,申爱琴,胡长顺(484)
二灰碎石混合料配合比设计及路用性能研究	滕旭秋,袁万杰,王秀春(490)
改性沥青混合料最佳压实温度	陈华鑫,李宁利,王秉纲,张争奇(499)
沥青混合料拌和均匀性的理论研究	刘洪海,胡国华,袁洪庆(504)
改性木质素在道路建材中的应用	惠会清(509)
改性沥青胶浆性能试验研究	李安,张保才,包斌(514)
贝雷法在二灰稳定碎石级配组成设计中的应用研究	王振,韩建民,罗小军(519)
纳米碳酸钙改性沥青高温稳定性能研究	马峰,张超,傅珍(524)
沥青混合料禁区路用性能研究	丛卓红,郑南翔,牛思胜(528)
掺膨胀剂水泥稳定碎石基层材料配合比研究	杨红辉,刘绍宁,冷廷,陈忠达,戴经梁(535)
粉油比对纤维沥青胶浆和纤维沥青混合料路用性能的影响	袁媛,郑南翔,张艳华,王道宏(540)
高聚物化学网构改性沥青技术	孙长新,李明耀,高再锐,李谿,马健萍,李明国(547)
沥青与矿料作用的热动力分析	孙长新(554)
半刚性基层材料的干缩性能研究	吴超凡,申爱琴,王秉纲,赵述曾(561)
SUPERPAVE 级配禁区对沥青混合料性能的影响	王海林(569)
对沥青混合料配合比设计中若干问题的探讨	王海林(576)
二灰基层材料施工可延迟性规律探讨	张超,盛萍(584)
桥面防水材料施工技术与质量控制研究	李鹏辉,景蔚君,王秉纲(589)
利用分形维数分析与评价沥青混合料抗滑级配	赵战利,薛建设,张争奇,王秉纲(595)
泡沫沥青冷再生技术的研究	钱华,孙廷选,刘根昌(602)
灰色系统理论在二灰砂砾研究中的应用	祁秀林,申爱琴,李炜光,张玉斌(606)
沥青混合料抗剪试验方法的试验研究	毕玉峰,孙立军(612)
粗型级配沥青混合料透水性能影响因素分析	裴建中(617)
混凝土桥面防水材料研究进展	裴建中(621)
细集料种类对沥青混合料性能的影响	杜群乐,王庆凯,王国清(628)
配合比设计参数对高性能混凝土断裂能的影响	陈拴发,高蕾(632)
废旧玻璃在沥青混凝土中的应用研究	廖卫东,杨文锋,吴少鹏,磨炼同(638)
大粒径沥青混合料组成结构及路用性能研究	王富玉,任立峰(647)
再生集料混凝土的微观分析	张建华,张金喜(654)
贫混凝土的疲劳特性研究	孙家伟,郑木莲,王秉纲(659)

改性沥青在西宝高速公路大修罩面上的应用研究	崔文社, 张争奇(666)
改性沥青性能的对比分析	张宏武, 赵队家(673)
VMA 标准的确定	袁迎捷(678)
乳化沥青水泥混凝土快速修补半刚性基层的机理研究	魏连雨, 吴琰, 于洪兴, 马士宾(682)
基于 SMA 空隙率理论公式的影响因素研究	陆学元, 张素云, 包斌(687)
沥青混合料水稳定性的实用评价方法及标准	晋琰, 曹贵, 刘永红(692)
粉煤灰对水泥稳定碎石路用性能的影响分析	杜小婷(698)

三、其 他

Importance of Environmental Considerations in Highway Planning and Project Development	Alan J. Wang(705)
A Long-Term Monitoring Study of Impacts Generated by Deicing Salts in Ambient Environment along Saskatchewan Highway # 46 Extension	Liu Guoqiang, Jin Yeechung, Liu Andrew(711)
Management of Vehicle Weights on Rural Highways in Saskatchewan, Canada	Andrew G. X. Liu(719)
Successful Implementation of a GIS-enabled Pavement Management System	Yichang (James) Tsai(727)
Analysis for Transverse Vibration and Research on Model Test of Continuous Beam Bridge	Zhou Yongjun, He Shuanhai, Song Yifan, Zhao Xiaoxing(734)
Highway Engineering Environment and Environmental Zoning in Plateau Permafrost Regions	Yuan Xizhong, Sun Lijuan, Liu Yongzhi(744)
Life Cycle Assessment of Use of Recycled Materials in Asphalt Pavement	Yue Huang, Roger Bird(753)
Rethinking about Administration of Toll Roads and Financing of Highway in China	Zhou Guoguang, Bi Huiqin(768)
Non-Destructive Deep Foundation Testing	Ching N. Tsai(776)
不同地形高速公路总体设计的比较	赵一飞, 潘兵宏, 张景涛(785)
驾驶员的操纵强度与公路几何设计	潘兵宏, 赵一飞, 杨少伟(793)
基于广义安全的山区高速公路设计理念	张景涛, 赵一飞(799)
公路仿真系统在路线设计中的应用	杨宏志, 许金良(807)
强调环保的公路设计程序与技术	许金良, 杨宏志(818)
山岭重丘区普通公路景观设计探讨	王胜利(827)
高速公路选线环境评价与优化方法研究	许润龙, 江玉林, 张前进, 陈学平, 王永胜, 吴洪洋(832)
冲沟地区桥梁结构的设计与施工技术研究	冯忠居, 任文峰, 李晋(839)
预应力对混凝土简支梁振动频率影响的试验研究	刘龄嘉, 贺拴海, 赵小星(844)
钢筋混凝土悬臂梁悬臂长度分析计算	刘龄嘉(850)
在役梁桥缺损状况模糊可靠性评价	吕颖钊, 贺拴海(855)
基于裂缝特征和结构基频的 RC 梁桥性能评估	周敦, 贺拴海, 赵小星, 宋一凡(862)
RC 连续曲线箱梁桥温度荷载作用下外移分析	张玥, 胡兆同(870)
隧道施工过程数值模拟中模型参数确定方法的探讨	赵玉成, 王寿强, 王宁(877)
秦岭山区高速公路施工与生态环境保护	郭晓光, 赵之胜, 赵九炳, 张彦飞(881)

路用工业废渣环境影响评价	张超, 王晓燕(887)
公路施工期环境监理引入公众参与的研究	杨文领, 董小林(892)
遥感技术在勉县至宁强高速公路生态调查中的应用研究	张卫平, 董建辉, 高凤亮, 刘宏, 徐峰(897)
勉县至宁强高速公路生态恢复研究	董建辉, 张卫平, 张争奇, 徐峰(902)
公路工程建设中多资源受限的工期最短优化问题分析	庞传琴, 毕玉峰, 裴建中(908)
公路建设生态环境保护浅析	陈 涛, 顾强康, 谭万鹏(913)
生态恢复技术在高速公路弃土场中的应用	凌 云, 许卫星, 王高鹏, 刘明基(918)
基于综合赋权多属性决策的养护路段优化	王朝辉, 王选仓(922)
公路交通适应性的加权灰色关联度评价	于江霞, 王选仓(926)
公路试验检测设备发展现状与对策	杨玉杰, 马 磊(932)
地方筑路材料资源调查研究	雒应, 沙爱民, 孙朝云(936)
沙漠地区公路建设与水土保持综合治理规划	李爱国, 杨海峰, 刘顺勤(940)
公路项目可持续发展的综合评价	付红军, 李凤雷, 李启, 陈传德(946)
山东省高速公路建设过程中的环境问题及对策	周建伟, 周爱国, 李菊凤, 李淑江(951)
采用摩擦抱箍法进行盖梁施工工艺	鲁忠藩, 毕建勋(956)
全断面长坑道并联合座在生产先张板中的应用	鲁忠藩, 毕建勋(963)
公路建设项目可行性研究中的质量管理与控制	李杰, 王亚琼(971)
施工质量均匀度对铺面表现的影响	伍世信(977)

一、路 基 工 程

Traffic Induced Stresses in Highway Subgrade during Construction

Zhang Zhongjie¹, Tao Mingjiang², Izzaldin M. Almohd³

Abstract: Traffic loading stress in highway subgrade is useful information pertinent to pavement structures during construction stages. Five subgrade sites on Louisiana's highways were instrumented with soil pressure cells to measure the additional soil stresses induced by construction machinery and moving vehicles at different construction stages. Measured soil pressures induced by compaction machinery appear to be much larger than anticipated working stress levels caused by in-service traffic. Stress levels generated by compaction machinery may play an important role in selecting suitable pavement materials. Such measurements also provide insights into the stress histories of pavement materials and make themselves valuable in numerically modeling the behavior of pavement layers.

Key words: Construction machinery; Stress; Subgrade; Earth pressure cell

Introduction

Stress distributions caused by construction traffic in highway subgrades are useful information in the estimation of subgrade resilient modulus, the stability analysis of subgrade and cross-road underground facilities such as cross-drains, and the quality control of roadway constructions. It is also useful for the design, construction, and maintenance of low volume roads with low average daily traffic and occasionally heavy axle loads. In many cases, characteristics of pavement base and subgrade materials affect stress distributions, which in turn lead to localized differential settlements in pavements and contribute to pavement surface rutting^[1-4]. In weaker subgrades, stiffer layers such as cementitiously stabilized bases and subbases can be used for a better spreading of traffic loading and bridging of uneven subgrade supports. Besides, soil behavior is highly dependent on its stress history and the stress levels to which it is subjected. Therefore, measuring stresses induced by construction traffic makes it possible to reconstitute stress histories for pavement materials.

Almohd et al.^[5] investigated the induced stress distributions in different highway construction materials under different traffic loads. These tests were generally conducted under a controlled environment at the Pavement Research Facility (PRF) of the Louisiana Transportation Research Center (LTRC), and they generated some useful information and conclusions on the distribution and dissipation of stresses caused by moving traffic. They also recommended that more field testing should be conducted at various stages of construction to extend and validate their findings. This paper presents some further research work at LTRC on the working stresses caused by construction traffic.

1. Senior Research Engineer, Louisiana Transportation Research Center, Baton Rouge, LA 70808, zzhang@dotd.louisiana.gov.

2. Post. Researcher, Louisiana Transportation Research Center, Baton Rouge, LA 70808.

3. Research Associate, Louisiana Transportation Research Center, Baton Rouge, LA 70808.

Testing Program

Testing Sites

Five sites, located in different areas of Louisiana and with different pavement layer configurations, were instrumented with soil pressure cells for monitoring stresses under construction traffic. The testing plan was carried out as follows: two sites at LA 964 with two pressure gauges installed at each; one site at US 61 instrumented with two pressure gauges; one site at LA 73 with three pressure gauges; and one site at LA 10 with two pressure gauges. The installation of pressure cells at these sites is schematically illustrated in Figure 1 a) to d).

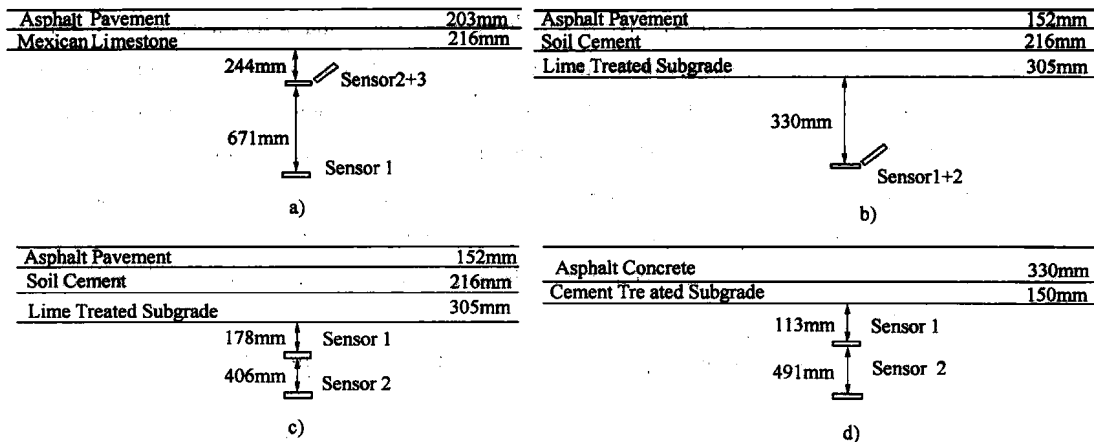


Figure 1 Schematic Profiles Instrumented with Soil Pressure Cells

a) La 73 Station 113 + 12; b) La 964 Station 2 + 316; c) La 964 Station 8 + 976; d) Us 61 Station 132 + 96

Installation of Soil Pressure Cells

Geokon model 3500 - 1 - 100 Semiconductor String Gauge Earth Pressure Cells were used. These are circular, 230 mm in diameter, filled with hydraulic oil, and housed with stainless steel. These cells can measure soil pressures from 0.0 to 0.7 MPa. Table 1 provides more information about the cells. Prior to the compaction of a pavement subgrade, where pressure cells were to be embedded, soil pressure cells were placed at the desired depth and angle at each site. Each pressure cell was confined within a fine - sand layer to protect the cell and achieve a good contact between the cell and adjacent subgrade soil, thus ensuring a uniform pressure distribution on the cell. The pressure cell's cable was then extended to pavement shoulders through a shallow trench and connected to a plastic box fastened at a steel pole, as shown in Figure 2. The whole installation procedure is graphically demonstrated in Figure 2.

Table 1 Technical Specification of Pressure Cell

Type	Transducer Type	Output	Standard Range	Resolution	Accuracy	Linearity	Thermal Effect on Zero	Typical Long-Term Drift	Standard Cell Dimensions (H x D)	Transducer Dimensions (L x D)	Excitation Voltage	Material	Temperature Range
Geokon Model 3500-1-100	Semi-Conductor	2 mV/V	0 - 0.7MPa	infinite	± 0.5% F.S.	< 0.5% F.S.	< 0.05% F.S.	< ± 0.02% F.S./yr	12 x 230mm	150 x 32mm	10v maximum	304 Stainless Steel	- 20° to + 80°C

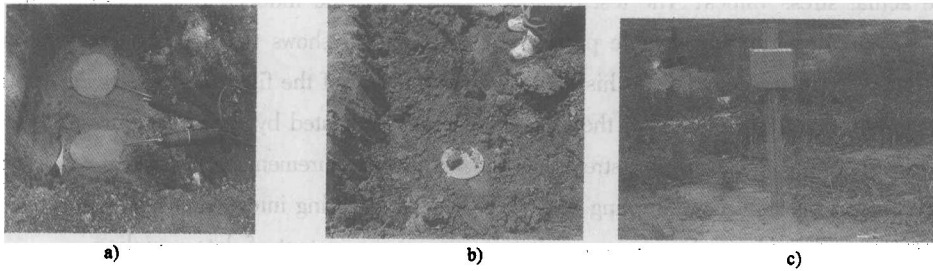


Figure 2 Installation of Soil Pressure Cells

Test Loads and Procedures

Soil stresses generated by construction machinery and traffic loads were monitored while different pavement layers were compacted. The monitored construction machinery included the Caterpillar vibratory asphalt compactor model CB-534D and vibratory soil compactor model CA 151, as shown in Figure 3. Figure 3 also shows the LTRC 20-ton Research Vehicle for Geotechnical In-situ Testing and Support (REVEGITS) that was used as the moving vehicle loading in this study.

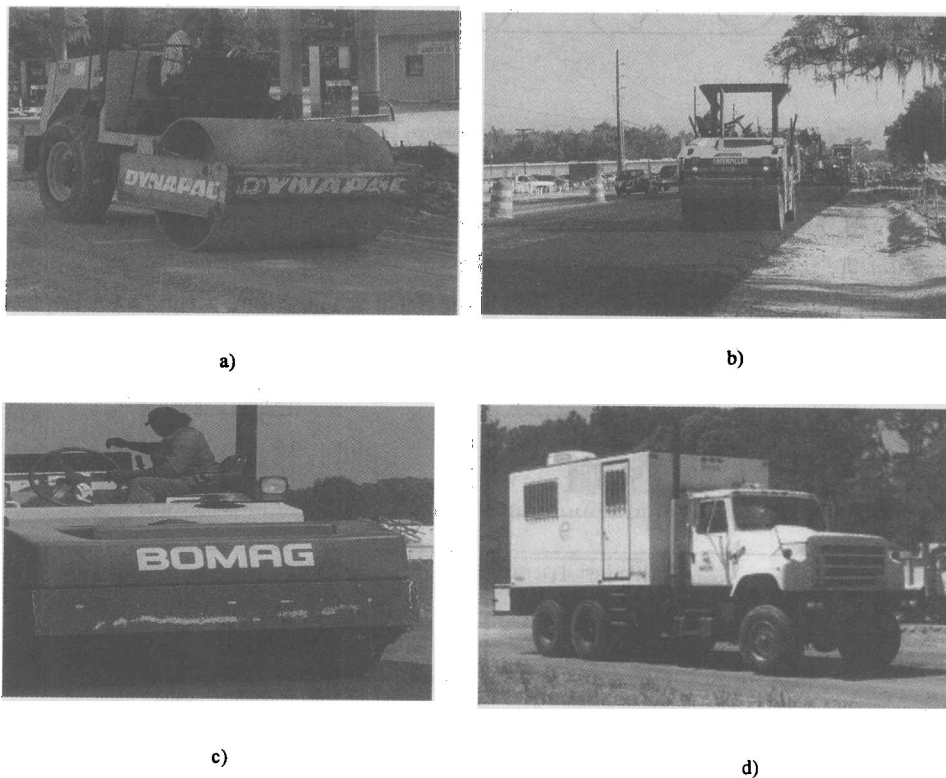


Figure 3 Photos of the Concerned Compaction Rollers and the Cone-Truck

a) Vibratory Soil Compactor Model CA 151; b) Caterpillar Vibratory Asphalt Compactor Model CB-534D; c) BOMAG Vibratory Asphalt Compactor; d) LTRC REVEGITS

In these tests, the compaction machinery was running at a speed of 3.0 km per hour and the LTRC REVEG-