

文章编号: 1002-0268(2006)04-0006-04

公路旧桥检测评定与加固技术研究及推广应用

任红伟

(交通部公路科学研究院, 北京 100088)

摘要: 通过多年来对公路旧桥检测评定与加固技术的研究、相应的推广应用方面的一系列的措施及所积累的经验, 表明了公路旧桥检测评定与加固技术的研究及推广应用具有可观的经济效益和社会效应, 对规范公路旧桥加固改造市场、提升旧桥加固技术水平和质量品质是十分必要的。

关键词: 公路旧桥; 检测评定; 加固技术

中图分类号: U446.3; U445.7*2

文献标识码: A

The Research and Application of the Highway Old Bridge's Detection and Assessment and Reinforced Technology

Ren Hong-wei

(Research Institute of Highway, MOC., Beijing 100088, China)

Abstract: It is indicated that it had the considerable economy benefits and social effects through the research and popularized application of the highway old bridge's detection and assessment, reinforced technology, the methods and experiences in popularized application, and it is necessary to normalize the market and advance the reinforced technology level and quality.

Keywords: highway old bridge; detection and assessment; reinforced technology

0 前言

近年来, 我国公路交通建设事业成绩显著, 桥梁建设规模和数量快速增长, 截至 2003 年底, 在我国通车公路中, 现有各式各样的桥梁共 310 773 座, 12 466 143 延米。其中大部分分布在技术标准低、通行能力差的公路上, 这些桥梁的荷载标准大多为汽-13、拖-60 或汽-15、挂-80, 还有相当一部分桥梁的荷载标准仅为汽-10、履带-50, 甚至低于汽-10 级。另外, 由于早期技术标准规定双车道桥梁行车道宽度为 6 m, 60 年代又修建了一些单车道桥梁, 绝大多数的桥梁桥面行车道宽度只有 7~9 m, 桥面宽度过窄、不符合现行技术标准的情况相当普遍, 比承载能力不足的问题更为突出。桥面宽度狭窄, 形成公路交通运输的“瓶颈”, 不但严重影响整条线

路畅通, 而且还成为交通事故的多发地点。

通过多年来的工程实践, 对这些危旧桥梁进行一定的技术改造, 使其在今后公路交通事业的发展中保持充分的适应性, 不仅是可行的, 而且也是科学的。对危旧桥梁进行合理的加固改造, 能够延长其使用寿命, 可节省大量的改造资金, 具有可观的经济效益和社会效应。

从 70 年代起, 我国在危旧桥检测、试验评定、维修与加固方面进行了不断的探索与研究。近年来, 随着危桥数量的增长, 各地对危桥越来越重视。对每一座危桥, 个案研究颇深, 但从整体上开展危桥的系统和理论研究不够, 加上我国公路桥梁桥型多、结构复杂多样, 因此, 一直没有建立起一套完整、系统的旧桥检测、评定与加固体系和技术方法。随着我国在旧桥检评与加固改造方面积累的经验越来

收稿日期: 2006-01-18

作者简介: 任红伟 (1967-), 男, 山西长治人, 副研究员, 研究方向为桥梁检测评定与加固. (HW.Ren@rioh.cn)

越多,以及桥梁检测、评定新技术的出现,系统地开展研究,形成旧桥检测、评定与加固的成套技术,并在行业内大力推广应用。这对规范公路旧桥加固改造市场、提升旧桥加固技术水平和质量品质是十分必要的。

1 技术推广的目的与必要性

从1990年开始,我国公路上的危桥数量一直居高不下。截止2003年底,全国普查出危桥10443座,达378439延米。其中,国道上共有危桥654座,39597延米,国道主干线上有危桥13座、411延米;省道上共有危桥1288座,70486延米;县道上共有危桥3241座,126382延米;乡道上共有危桥4467座,124071延米。通过一定的技术措施,对技术标准低、通行能力和技术状况差的桥梁进行加固补强与加宽改造,消灭危桥,使现有桥梁在今后公路交通事业的发展保持充分的适应性,提高路网通行能力,是我国公路管养部门必须面对的现实问题。

“十五”期间,交通部计划每年拿出了3亿元资金用于国省道主干线危桥的改造。为此,将“公路旧桥检测评定与加固技术研究及推广应用”项目,列入了2001年西部交通建设科技项目,旨在通过研究形成一套系统、实用的旧桥检测、评定及加固技术,并通过推广应用,保证国省道主干线危桥改造计划的顺利实施。

本项目通过在研究中推广和在推广中研究,一方面解决了工程急需技术的来源,使研究成果及时服务于实体工程,保证了危桥改造工程的正常实施。另一方面,增加了研究成果的实用性,为形成系统、实用的公路旧桥检测、评定与加固成套技术奠定了工程实践基础,对规范我国旧桥检测、评定及加固工作起到了标竿与示范作用。

2 推广工作内容与工作目标

2.1 推广工作内容

本项目分4个专题,进行了以下主要技术内容的推广:

专题一:公路旧桥检测技术的推广应用。其内容主要包括:旧桥检测的项目要求与一般途径;旧桥恒载变异状况调查与变异系数的确定方法;旧桥几何形态参数测定方法与结果判定应用;旧桥表观损伤检测方法与损伤度评价指标;旧桥材质强度检测方法与结果判定应用;混凝土桥梁钢筋锈蚀状况调查方法与结果判定应用;混凝土旧桥碳化状况检

测方法与结果判定应用;缺失资料混凝土旧桥钢筋分布状况调查方法;桥跨结构固有模态参数测定方法与结果应用;索结构索力测量方法与结果应用;旧桥墩台与基础变位情况调查方法与结果判定应用;旧桥地基与基础的检验方法与结果判定应用;公路旧桥检测报告的编制方法;典型旧桥检测示范工程。

专题二:公路旧桥检算分析的推广应用。其主要内容包括:旧桥检算的一般规定;检算荷载的确定;钢结构的检算;混凝土梁式结构的检算;混凝土及圬工拱式结构的检算;索结构的检算;桥面系结构的检算;旧桥墩台与基础的检算。

专题三:公路旧桥承载能力评定方法的推广应用。其主要内容包括:承载能力评定的一般途径;基于检测结果的以计算分析为主的旧桥承载能力评定方法;承载能力的荷载试验鉴定。

专题四:公路旧桥加固成套技术的推广应用。其主要内容包括:加固工作程序;加固技术经济指标论证分析方法与确定原则;加固设计方案比选原则与要求;桥跨结构的加固方法;墩台与基础的加固方法;加固设计计算;加固施工工艺与要求;加固工程质量控制与检验;加固效果后评价方法;典型旧桥评定与加固示范工程。

2.2 推广工作目标

鉴于本项目的研究,紧密结合了交通部“十五”国省道主干线危旧桥改造计划前三年项目的实施,研究与技术推广同步进行,研究的目的是为了推广,推广的目的是为了总结研究。所以,本项目推广的工作目标为:

(1) 为参研各省实施的危旧桥改造提供所需的检测、评定与加固技术,从技术角度保障参研各省危旧桥改造项目的完成;实施示范工程;

(2) 通过在实体工程上开展试验研究,及时对研究成果进行实桥试验验证,通过实体工程进行总结,完善研究成果。

(3) 培养技术人员,打造专业队伍,锻炼研究队伍,规范旧桥检测评定与加固改造工作。

3 推广工作方法

(1) 与参研省区共同组成技术工作组,承担典型桥梁的检测、评定与加固工作;

(2) 对参研省区典型桥梁的检测评定与加固工作进行技术咨询与现场技术指导;

(3) 参与参研省区以年度危桥加固改造项目为研究对象的专项科研项目,通过协作研究,实现技术

推广;

(4) 结合项目研究的过程,与各级公路管理部门通力合作,适时组织召开多种形式的技术研讨会、经验交流会、协作研讨会,举办了不同规模的技术讲座和技术培训班。

4 推广工作过程与组织措施

4.1 组织措施

本项目紧密结合交通部正在实施的“十五”期间国省道主干线危旧桥改造项目以及西部地区路网改造项目,在交通部公路司和科教司的具体领导下,在参研各省交通主管部门的大力支持下,项目组通过开展实体工程试验研究、技术培训与经验交流和技术合作等多种方式完成了研究成果的推广应用。

为了使推广工作落到实处,项目研究组在组内按专题成立了推广技术工作组,分区负责参研各省的技术推广工作;在参研各省指定了联络员,负责技术推广需求收集、推广效果的反馈、信息沟通与本省内的技术推广工作。

4.2 推广应用工作过程

2002 年 2 月~5 月,依据交通部 2002 年计划实施的广东、江西、四川、新疆、内蒙古、广西、黑龙江、青海、河南等省区危旧桥情况,会同上述各省区制订了 2002 年危旧桥改造的旧桥检测、旧桥结构检算与承载能力实施总体方案要求。

2002 年 2 月~3 月,商定各省区内应侧重的旧桥加固典型示范工程,并对上述各省区 2001 年实施的危旧桥改造项目进行了技术总结。

2002 年 4 月~6 月,收集汇总上述各省区 2001 年已完成的危旧桥改造加固实体工程技术资料,在分析研究、总结归纳的基础上,会同各省区制订了省区内 2002 年危旧桥改造典型示范工程加固实施的方法、要点和技术要求。

2002 年 5 月~10 月,结合参加单位实施的 2003 年危旧桥加固改造项目,将“公路旧桥加固成套技术应用指南”在具有代表性的桥梁上进行了工程应用与验证,并在广东、广西、江西、四川等省进行了“公路旧桥加固成套技术应用指南”的技术培训与推广交流。

2002 年 6 月~12 月,结合参加单位 2002 年实施的危旧桥改造项目,在上述各省区进行旧桥检测、旧桥结构检算和承载能力评定示范工程的试验研究与工程应用总结,开展了旧桥检测的技术、旧桥结构检算和承载能力评定指导与咨询服务。指导各省

区完成了 2002 年内计划改造的危旧桥检测、评定工作,并完成相关技术报告。

2002 年 7 月~12 月,系统开展旧桥加固成套技术研究,并结合参加单位 2002 年实施的危旧桥改造项目,在上述各省区进行旧桥加固示范工程的试验研究与工程应用总结。根据各省区的需求,针对实体工程,开展了旧桥加固的技术指导与咨询服务,形成“公路旧桥加固成套技术应用指南”初稿。

2003 年 3 月~10 月,结合参加单位 2003 年实施的危旧桥改造项目,将“检测指南”、“旧桥结构检算分析指南”和“承载力评定方法”在不同型式的桥梁上进行了实桥应用与试验验证,并在广东、广西、江西、四川等省进行了“检测指南”、“旧桥结构检算分析指南”和“公路旧桥承载力评定方法”的技术培训与推广交流。

5 推广应用的实体工程与技术措施

5.1 推广应用的实体工程情况

本项目在对 2001 年已实施的各省区危旧桥改造工作进行全面技术总结的基础上,分析 2002 年和 2003 年国省道主干线危旧桥改造的任务计划,会同参研各省确定了本项目需要实施的 36 座依托实体工程。

在实体工程中,桥型分布基本涵盖了国内常见的型式。共有 14 种,具体统计如表 1 所示。

表 1 桥形分布表

Tab.1 Distribution of bridge type

桥型	数量/座	桥型	数量/座
石拱桥	4	双曲拱桥	8
简支 T 梁	3	T 型刚构	3
刚架拱桥	3	连续板桥	2
矮 π 型梁桥	3	混凝土箱拱	2
空心板桥	3	中承式钢管拱	1
下承式钢管拱	1	钢箱梁桥	1
工字梁桥	1	微弯板肋拱	1

5.2 技术措施

本项目研究成果的推广主要采取了以下技术措施:

(1) 结合项目研究进展情况,通过召开全国和各地市的专家调查与咨询会、技术研讨会、经验交流会、现场技术讨论会等型式,详细介绍项目的研究思路与方法、预期取得的研究成果以及在实际工程中的应用方法,广泛、全方位听取意见和建议,推广研究成果。

(2) 采取直接承担、技术指导、合作完成、主持设计、承担工程及编写总结等多种手段, 全面深入实体工程, 将在桥梁检测、评定及加固方面的最新研究成果介绍给第一线技术人员, 使项目研究成果及时应用于实体工程。

6 推广应用的主要技术和实体工程完成情况

根据实体工程存在的病害与缺损情况, 在采用项目研究成果进行详细检测、承载力评定分析的基础上, 本着“切中脉搏”、“对症下药”的原则, 适当兼顾项目实体工程试验研究和建立示范工程的需要, 确立了研究依托实体工程的加固技术措施。从目前实地调查的情况来看, 项目研究依托的实体工程通过当地公路主管部门组织的竣工验收, 投入运行后效果良好, 起到了危桥加固改造的示范效果。

在实施的实体工程当中, 提高承载能力的共10座, 恢复维持到原设计标准的26座。采用的加固技术措施共有: 增设体外无粘结预应力; 粘贴碳纤维布; 改变拱上结构体系; 悬臂拓宽; 加大主梁截面; 锚喷混凝土; 改变拱上结构体系; 加大主梁截面; 外包混凝土; 底板新增钢筋喷射混凝土; 铺筑钢筋砼面层, 桥面改连续; 粘贴抗剪钢板; 重填拱石间裂缝和灰缝不饱满处; 对裂缝进行灌浆加固措施, 对开裂的拱上立柱进行加固更换; 换桥面纵梁支座; 对横梁牛腿进行加固处理; 重新更换系杆、吊杆; 基础顶推纠偏; T构箱梁施加预应力; 主拱圈粘贴钢板; 锚喷混凝土衬拱; 采用聚乙烯高强填缝材料进行填缝加固; 对墩台及基础桩柱露筋做除锈及钢板护角, 护角与桩柱间浇注砼, 对钢护角做防腐防锈处理; 做砼外套, 将2根桩联为一体, 保护桩基不再受冲刷而造成破坏; 焊接钢结构、板结构与墩之间浇注微膨胀混凝土; 增设横隔梁; 增设桥面剪力筋。

7 推广应用中的人才培养情况

7.1 技术培训情况

课题组通过与各级公路交通管理部门和单位的合作, 通过技术交流和讲座的型式, 先后组织的大型交流会达11次。课题组根据初步研究的成果, 首先在西安召开的全国性的技术交流会上将桥梁检测、检算、评定及加固的思路和成果进行了介绍, 并和桥梁管理和养护技术人员进行了交流, 达到了宣传和听取各方面意见的目的。之后与广西交通设计院进行了技术交流和培训, 通过和桥梁设计人员的交

流, 使检算评定技术和桥梁设计思路能达到协调贯通。在完善了课题的成果基础上, 又通过将成果在实桥的广泛应用, 使技术逐步成熟后, 在北京召开了全国性的技术交流培训会, 正式将科研成果进行了推广。之后结合交通部西部培训计划在西部省区举办了四次技术交流培训会, 特别是邀请了巴西 Carlos Henrique Paiva Siqueira 先生来华进行的技术交流, Siqueira 先生现任国际桥梁结构工程协会资深会员、巴西桥梁检查标准协会会长、橡胶支座协会会长、后张法束灌浆标准协会秘书长及桥梁伸缩缝协会秘书长, 通过其介绍的结构材料的性能和恶化、桥梁构件的鉴定、结构的检查和评定以及最新的检测技术等内容, 详细了解到了国际上相关技术的进展情况。

7.2 人才培养

项目组通过举办技术讲座、技术培训班, 深入实体工程开展技术讲解和培训, 与各地公路旧桥管养技术人员开展协作研究, 共培训公路管养技术人才1860人次。

项目研究采用了理论探索与实体工程应用相结合、在研究中推广和在推广中总结研究的方法, 使得研究人员有了很好的工程实践机会, 参研技术人员有了难得的理论提高机会, 实现了产研相长、产学研相长、学研相长。

8 主要经验

经过3年的推广应用, 得到的主要经验有:

(1) 如此大型的一个项目, 组织协调任务较重, 因此, 好的组织较为关键, 也必须得到各级主管部门的重视和支持。另外课题的分工必须明确, 做到能独立工作、充分协调、积极配合。

(2) 交流培训要深入第一线, 只有这样, 才能得到第一手资料, 而且能广泛地吸收各地成功的经验和教训。

(3) 科研和生产必须紧密集合, 积极解决工程实际问题, 做到研究服务于生产, 生产促进研究。

(4) 研究的成果要进行广泛宣传, 只有使广大技术人员了解熟悉了课题最新成果和方法, 才会在实际工作中采用, 也才能发现和反馈出合理的建议。

(5) 研究成果应成熟一个推广一个, 快速将成果推向生产, 积极为生产服务。

(6) 推广工作应分层次, 针对不同的需求分别采取技术讲座、交流、培训和实际操作等型式。