



桥梁病害与外观检查

宋 波 张举兵 编著



人民交通出版社

China Communications Press

U443

15

2007

Tushuo Qiaoliang Binghai Yu Waiguan Jiancha

图说桥梁病害与外观检查

宋 波 张举兵 编著

人民交通出版社

内 容 提 要

本书以图的形式,介绍了不同桥型常见的病害。全书共分5章,分别介绍了桥梁外观检查的意义,桥梁上部结构的外观检查,桥梁下部结构的外观检查,桥梁震害调查,桥梁外观检查图表示例。

本书可为从事桥梁养护工作的技术人员和管理人员学习使用,也可供从事桥梁工程等相关专业的大专院校学生或科研工作者参考。

图书在版编目(CIP)数据

图说桥梁病害与外观检查 / 宋波, 张举兵编著. —北京:
人民交通出版社, 2007. 7
ISBN 978-7-114-06517-0
I. 图... II. ①宋... ②张... III. 桥梁结构-检查-图解
IV. U443-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第056300号

书 名:图说桥梁病害与外观检查

著 作 者:宋 波 张举兵

责任编辑:毛 鹏

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) 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:中国电影出版社印刷厂印刷

开 本:880 × 1230 1/32

印 张:7

版 次:2007年7月第1版

印 次:2007年7月第1次印刷

印 数:0001-3000册

书 号:ISBN 978-7-114-06517-0

定 价:28.00元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

作者简介



宋波教授,北京科技大学土木工程系副主任,博士生导师。
日本国家注册工程师。

1982年毕业于大连理工大学,获学士学位。1995年毕业于日本横滨国立大学,获工学博士学位。主要研究方向为桥梁结构,防灾与减灾工程。先后担任科技部863项目评审专家,国务院学位办博士点评审专家等。

宋波教授长期从事桥梁的设计与研究工作。作为主要完成人,承担了主跨度381米的跨海大桥的构造设计与抗震抗风研究等重要内容,主持东京一名古屋第二高速公路等多项重点桥梁建设项目的设计与研究工作。先后完成国家、省部级科研与重点工程项目30多项,专利1项。以第一作者身份在国内国际学术刊物上发表论文40余篇。已通过鉴定的科研成果达到国际领先水平的2项,获得部级科技进步一等奖一项。目前在研项目有城市大型及重要建筑防治关键技术研究(国家“十一五”科技支撑计划)等6项(songbo@ces.ustb.edu.cn)。

作者简介



张举兵, 1974年10月生, 江苏赣榆县人, 工学硕士, 讲师。1996年毕业于东南大学交通运输工程系公路与城市道路专业, 后考入哈尔滨建筑大学交通学院桥梁与隧道工程研究生专业学习, 毕业后分配至中交公路规划设计院华杰公司, 从事桥梁勘察设计工作, 先后承担、参加了广州珠西线高速公路一期工程、锦州至朝阳高速公路、同三国道主干线(青岛)莱西至胶州段高速公路等道路桥梁工程的设计项目。2002年调北京科技大学土木与环境工程学院工作, 主要从事桥梁检测加固方面的研究。

序 言

道路和桥梁是国家的交通基础设施,对国民经济的发展起着重要的作用。在过去的二十年中,我国交通基础设施的建设经历了一个飞速发展的时期,大量的公路与市政道路桥梁得以建成,并在经济建设中发挥了促进作用。随着大量桥梁服役年限的提高,在荷载和环境的共同作用下,各种各样的病害相继产生,对桥梁的安全运营造成了隐患。重视已建结构的健康状况,对其服役状态进行及时评价,首先要从日常养护工作中对桥梁的状况的检查与维护做起,对发现的潜在隐患分门别类,制订出相应的应急预案,并采取合理的措施,可以大大降低地震等突发灾害条件下对桥梁的损伤程度,最大程度地减少灾害引起的损失。

《图说桥梁病害与外观检查》一书,结合国家新近颁布的有关法规和规范对桥梁养护工作要求提出的要求,从理论和实践两个方面对桥梁养护工作中的外观检查及病害机理进行了较为全面的阐述和分析。作者长期从事城市基础设施的设计研究,在桥梁损伤诊断方面积累了丰富的经验。本书集国内外桥梁病害、震害研究所积累的大量第一手资料,通过照片、文字说明以及图解的形式,对桥梁检查中经常遇到的各种病害的外在表现和形成机理进行了分析,并对养护维修措施提出了相应的建议,对我国在役桥梁的管理和养护工作具有积极的参考意义。书中一些关于桥梁震害调查的资料照片,很多由作者拍摄于1995年神户地震当

日,对于桥梁设计与研究具有较高的科学研究价值。

综观目前国内外出版的专著,专门针对桥梁外观检查与病害机理分析并以大量图片资料进行说明的并不多见,本书融理论分析、实践经验和鲜明的实例讲解为一体,反映了我国桥梁结构养护维修领域研究工作的先进水平,不仅可以作为从事桥梁管理、维护和科研人员的参考书,还可以作为大专院校土木类专业的教学参考用书。相信本书的出版能对提高我国道路桥梁等生命线工程的养护管理水平,尽可能地降低灾害条件下的经济损失发挥重要的作用。

中国工程院院士

 (钟群鹏)

2007年4月于北京

前 言

改革开放后,我国公路发展进入了速度最快、规模最大、最具有活力的时期。自1988年沪嘉高速公路、沈大高速公路建成通车以来,中国的交通运输事业进入了以建设高速公路、一级公路等高等级公路为主的新时代。1998年以来,中国已连续6年将超过2 000亿元的投资用于公路建设,2002年达到3 212亿元。截至2006年底,全国公路通车总里程为348万km(按新口径统计),高速公路通车里程已超过4.54万公里,继续保持世界第二位。除西藏外,各省、自治区和直辖市都已拥有高速公路,有16个省区的高速公路通车里程超过1 000km。长江三角洲、珠江三角洲、环渤海等经济发达地区的高速公路网络正在加快形成。

随着公路通车里程的逐年增加,越来越多的新建桥梁将逐渐进入养护维修期。目前欧洲范围内每年由于钢筋腐蚀引起的经济损失约为145亿欧元,美国每年在公路桥梁的维修方面也耗资500亿美元。事实上,我国2000年底的统计数据已表明,危桥在我国现有的30万座桥梁中,占到3.44%;此外,不合理的桥梁养护方案,也导致养护费用居高不下。

在这种形势下,交通部于2004年颁布了《公路桥涵养护规范》(JTG H11—2004),对我国公路桥梁的养护从技术上制定了明确的标准,为科学、规范的桥梁养护管理提供了依据。规范规定,桥梁的检查可分为经常检查、定期检查及特殊检查三种类型,而在这三种类型的

检查中,对桥梁结构进行外观检查都是必不可少的关键环节。因为在桥梁外观检查中,不仅可以迅速获得第一手的资料,而且有经验的桥梁工程师还能迅速判断病害的原因,确定其严重性,为快速制订加固、修补方案创造条件。在备有桥梁评估专家系统的单位,外观检查中获取的资料也是不可或缺的基础数据。

作者在长期从事桥梁养护工作的实践中,积累了大量第一手的现场资料,主要是不同桥梁病害类型的照片,并根据桥梁病害的不同类型进行了分类。外观检查中获得的现象,是桥梁病害本质的外在反映,本书力图通过对不同桥梁病害的外观与本质机理的对应分析,提示桥梁外观检查的要点与注意事项,望能为广大桥梁养护工作者提供参考。

作者

2007年2月于北京

目 录

第一章 概述	1
第一节 桥梁外观检查的意义	1
第二节 公路桥梁病害示例	4
第二章 桥梁上部结构外观检查	10
第一节 桥面系的外观检查	10
第二节 混凝土梁桥外观检查	43
第三节 钢桥外观检查	66
第三章 桥梁下部结构外观检查	118
第一节 桥墩病害外观检查	118
第二节 桥台病害外观检查	141
第四章 桥梁震害调查	165
第一节 桥梁震后检查的意义	165
第二节 常见桥梁震害示例	166

第五章 桥梁外观检查图表示例	197
第一节 桥梁基本状况卡片	197
第二节 桥梁经常检查记录表	201
第三节 桥梁定期检查记录表	204
第四节 涵洞定期检查表	209
参考文献	212

第一章 概 述

第一节 桥梁外观检查的意义

桥梁是道路网络中十分重要的组成部分,是交通畅通的控制性工程。截至 2005 年底,全国的公路总里程就已达 193.05 万公里,其中就有各式桥梁 33.66 万座,累计长度达 1 474.75 万延米。其中特大桥梁 876 座、145.96 万延米,大桥 23 290 座、512.53 万延米,中桥 7.17 万座、393.74 万延米,小桥 24.07 万座、422.53 万延米,相当数量的桥梁已经投入使用了几年乃至几十年。桥梁结构从投入使用的那一刻起,就承受着荷载、自然环境的共同作用,同时还面临着意外损坏的可能。随着公路技术标准的提高,原有桥梁设计标准偏低、承载能力不足、通行能力不足的问题就逐步凸显出来,因此应及时进行养护。我国《中华人民共和国公路法》第三十五条提出了应“对公路进行养护,保证公路经常处于良好的技术状态”的要求,确定了桥涵养护的目的是“保持桥涵处于正常使用状态,保证行车通畅、安全”。为贯彻《中华人民共和国公路法》的要求,交通部 2004 年 10 月 1 日发布实施了《公路桥涵养护规范》(JTG H11—2004),规定对于国道、省道、县道的桥涵养护可参照使用。而对于一些特殊桥梁,如一些大跨度的跨江、跨

海的特大型桥梁,和一些新型桥梁,可遵循养护规范的原则,针对不同情况与要求制订专门养护管理规程。

《公路桥涵养护规范》(JTG H11—2004)规定的桥涵养护工作的主要内容和基本要求包括八个方面,主要为:

- (1)检查与评价;
- (2)采集更新数据;
- (3)保养;
- (4)维修和安全防护;
- (5)加固改造;
- (6)环保;
- (7)防灾;
- (8)建立档案和数据库。

从规范的八大内容来看,首先,对桥梁进行检查和评价是桥涵养护的重要内容。桥涵检查又分为经常检查、定期检查和特殊检查。

(1)经常检查主要指对桥面设施、上部构造、下部构造及附属构造物的技术状况进行的检查。

(2)定期检查是为了评定桥梁的使用功能,为制订养护计划提供基本数据,对桥梁的主体结构及其附属构造物的技术状况进行的全面检查,可为桥梁养护管理系统搜集结构技术状态的动态数据。

(3)桥梁的特殊检查是查清桥梁病害的原因、破损程度、承载能力、抗灾能力、确定桥梁

技术状况的工作,又分为专门检查和应急检查。

①专门检查是指根据经常检查和定期检查的结果,对需要进一步判明损坏原因、缺损程度或使用能力的桥梁,针对病害进行的专门的现场试验检测、验算与分析等鉴定工作;

②应急检查则是在桥梁受到灾害性损伤后,为了查明破损状况,采取应急措施组织恢复交通,而对桥梁进行的详细检查和鉴定工作。

《公路桥涵养护规范》(JTG H11—2004)(以下简称《规范》)规定,桥梁经常检查的周期,根据桥梁的技术状况,一般每月不得少于一次,汛期应加强不定期检查。桥梁经常检查的方法主要是采用目测的方法,也可配合简单的工具进行测量,并当场填写“桥梁经常检查记录表”(详见第五章表 5-1),现场检查时,应“现场登记所检查项目的缺损类型,估计缺损范围和养护工作量,提出相应的小修保养措施”。《规范》的这一规定有两层含义:第一,通过目测的方法,对桥梁进行外观检查,是桥梁经常检查的主要手段;第二,在桥梁外观检查中,养护人员应能根据桥梁病害的外在表现,分析、判断桥梁病害的严重性,才能正确地估算出养护工作量的大小。

《规范》规定,桥梁定期检查是以目测观察结合仪器观测进行,必须接近各部件,仔细检查其缺损情况,以现场校核桥梁基本数据并实地判断缺损的原因,确定维修范围及方式,对难以判断损坏原因和程度的部件,应提出特殊检查(专门检查)的要求。可见,桥梁外观检查不仅是经常检查的重要手段,同时也是桥梁定期检查的重要方法,在定期检查中,要有能力根据桥梁病害表现判断其原因,确定维修的范围和方式,这对养护人员的专业技能提出了更高的要求。

桥梁特殊检查是在以下四种情况下进行的:一是在定期检查中难以判明损坏的原因及

程度；二是在桥梁的一般评定中，技术状况被评为四、五类（较差）的；三是拟通过加固手段提高荷载等级的桥梁；四是在条件许可的条件下，特殊重要的桥梁在正常使用期间可周期性地
进行荷载试验。《规范》规定，在实施专门检查时，承担单位应对桥梁结构材料的缺损状况作出鉴定，根据鉴定要求和缺损的类型、位置，选择表面测量、无破损检测和局部取试样等有效可靠的方法，试样应在有代表性构件的次要部位获取。所以，在桥梁特殊检查过程中，检查桥梁的外观，是确定检测内容和取样部位的重要手段。

其次，从对桥梁进行检查和评价的角度来讲，桥梁外观检查具有重要的意义。除此之外，《规范》规定的八大桥涵养护内容中，采集更新数据等其他内容，同样需要对桥梁的外观表现进行检查，养护工程技术人员根据桥梁的外观缺陷，判断桥梁病害的严重程度，以制订养护维修方案。

因此，桥梁外观检查是通过目测或辅以简单测量仪器，对桥梁各组成部分和构件的外在表现信息进行采集和归纳，对桥梁病害、缺损原因进行分析，以获得桥梁技术状况评价第一手资料的过程，是《规范》确定的桥梁检查的重要技术手段，在桥涵养护工作中具有不可替代的重要地位。

第二节 公路桥梁病害示例

桥梁病害的检查是桥梁养护的重要内容，桥梁状况的好坏，与桥梁养护的情况密切相关，在养护过程中，日常检查、定期检查过程中发现的问题，及早采取措施进行处理，可有效

地预防严重病害的发生。一些省市通过公路养护部门的努力,可以使桥梁的状况基本良好,技术状态处于二类以上的占到 85% 以上(以总延米计),但即便如此,也或多或少地有存着诸如伸缩缝、泄水管、桥面排水、锥坡等附属结构的典型的病害,举例如下。

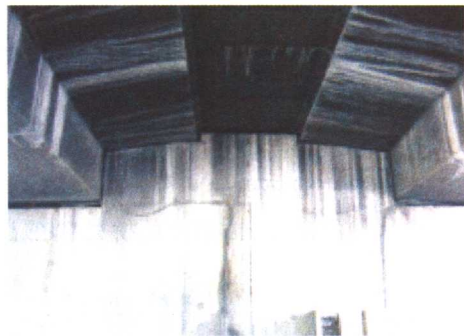
1. 桥面系漏水

桥面系漏水容易使主梁或下部结构浸水,水分通过混凝土表面的裂缝渗透到钢筋,容易引起锈胀或钢筋截面积的减少,从而导致承载能力降低。如图 1-1 所示,由于桥面防水层或伸缩缝止水带的破坏,被调查的桥梁存在着不同程度的桥面系漏水病害。



a) 16m 预应力混凝土板桥桥台前墙水迹(伸缩缝漏水引起)

图 1-1



b) 预应力混凝土箱梁桥桥面系漏水，除冰盐

图 1-1 桥面系漏水

2. 伸缩缝阻塞

由于沙石等杂物的聚集，伸缩缝容易丧失自由涨缩的能力，在夏季气温升高时主梁不能自由伸长，就容易在相邻的主梁或主梁与桥台之间产生推力，严重的甚至发生主梁的顶起或桥台背墙的开裂。因此在桥梁外观检查中，应对伸缩缝是否阻塞进行检查（图 1-2～1-3）。