

主动控制桥梁荷载的维护系统

彭栋木 陈宜言

摘要 本文介绍了英国一种主动控制桥梁荷载的方法,经过系统控制,桥梁结构达到临界荷载的机率极少。

关键词 主动荷载控制 横向荷载分布 计算机模拟

引言

据广东省交通厅统计,广东省现有逾四千座桥梁出现承载力不足等现象。由此推知,全国出现承载力不足的桥梁数目令人震惊。研究当前公路交通网络的现状,并提出相应对策成为迫在眉睫的任务。其实,桥梁出现承载力不足是国际性的问题,本文主要介绍英国高速公路管理局(HIGHWAY AGENCY)的相关对策。

一、造成承载力不足的原因

一般而言,造成桥梁承载力不足的原因很多。首先是老旧桥梁原设计荷载标准低,远不适应日益增加的交通流量及车型变化;大多数桥梁在公路改造时未能得到同步改造,造成不少路段线路是新的,桥梁却是旧的;施工单位技术水平低或偷工减料等造成质量差;当地有关部门极少考虑或根本不考虑老桥的维修加固;超重车、特种车对桥梁造成损伤;桥梁上下游一定范围内的采砂取石,使河床,特别是桥位所在的河床存在不同程度的下降,使桥梁基础出现隐患。

欧洲共同体法规定,自1999年1月1日起,净重达40吨(主干道44吨)的重型货柜车,允许在英国高速公路网行驶。对那些管理英国155,000座桥梁的机构而言,这将引发一个严重的问题,因为大约1/5的桥梁强度不足。

通过评估和未通过评估但非常接近荷载极限需要维修、加强或拆毁的桥梁,英国高速公路管理局已经执行了政府有关升级桥梁的政策。对业主来说,任何形式的结构修复或替代都非常昂贵:一

个典型双向双道跨线桥的维修、加固费用估计在150,000~400,000英镑,还不包括贻误交通的损失费用。

过去对那些远不足强度的桥梁传统的处理方法包括:

1. 明示荷载限制:作为临时措施,尤其适合于交通不太拥挤的桥梁。

2. 绕路而行:这对拥有大量重型车辆运行的公路而言,由于绕行路程长又耽误时间而造成的损失将是巨大的。

3. 减少车道:措施简单低廉。但是,对大多数承受双道交通的桥梁来说,将导致交通流量减半,出现高峰期的交通延误和阻塞。

4. 采用体外预应力技术:在英国桥梁加固中,已被广泛地应用。能有效地提高桥梁的整体刚度和承载力,限制其裂缝及变形。但防腐蚀、防火性能较差,体外预应力筋成本较高。

二、主动控制桥梁荷载

比较上述传统的方法,英国有关部门提出了一种桥梁维护新系统——主动荷载控制。结合运动中测重技术和交通信号,此方法是行之有效的。其优点是:对一个双道高速公路,保证两条车道在大部分时间畅通,只在少数情形,如桥梁荷载可能在一组重车组合下超过极限时,才关闭其中一条车道。对这样一个系统实际的表现,其涉及交通延迟、司机反应和公众感受的不确定性,通过现场测试和计算机模拟来加以论述。

在牛津郡CHALLOW的一座桥上,正在安装这种试用的主动荷载控制系统。据估计如进行

必要的加固费用为 250,000 英镑,重建费用为 800,000 英镑,而主动荷载控制系统的费用约为 40,000 英镑。这座跨越铁路的单跨钢梁桥于 1928 年建成。有五根平行的用铆钉固定的钢板组合梁,其上弦曲折、在中跨拥有最大强度。五根主梁和砖支架拱连成一体来支撑碎石填料和砗桥面板。

据评估,桁梁在满 HA 载下,其弯曲应力过大,尽管荷载横向分布不很确定。该桥有足够长的搭板来安装主动荷载系统,由于横向荷载分布的潜力,因此该桥适合这个方案。该桥位于乡村双道高速公路,由于当地存在大量的工业,它承受着许多重型车辆荷载。在系统安装之前,每个工作日(16 小时计)双道的交通流量是 5201 辆车,其中 9.46% 是重型货车。在搭板位置,安装弯板式测重梁来监控公路上车辆荷载。测重板排列在南北搭板距桥 115m 的地方。

该公路在跨越铁路时,其竖曲线上升纵坡很大,为了分析车速和车辆弹跳的动力效应,通过安装结构验证的应变片来测量主梁的弯曲应力,同时推导其横向分布的数据,尽管这不一定是正常荷载控制系统的标准步骤。

三、控制系统工作机理

试验现场的荷载控制系统包括几组位于桥梁搭板的弯板式测重梁和车辆检测器。埋置于公路表面的电动传感器检测车辆的存在;弯板式测重梁轮流测量每一车轴的荷载,第二个传感器检测车辆完全越过测重梁的时间。

可以推断出车辆的轴载分布、净重和类别。一种算法计算出即将施加到桥上的弯距或其他应力分量的期望值;再叠加由桥梁远端另一车道的测

(上接第 32 页)高强度精轧螺纹钢筋,实现精轧螺纹钢筋规格系列化,钢种多样化,为高效钢材的生产开拓了新途径。

目前我国生产的高强度精轧螺纹钢筋的强度级别为 540/835MPa 的,其直径分别为 $\Phi 18$ 、 $\Phi 25$ 、 $\Phi 32$ 、 $\Phi 36$ 和 $\Phi 40$ 五种;强度级别为 735/935/[980]MPa 的,其直径分别为 $\Phi 18$ 、 $\Phi 25$ 和 $\Phi 32$ 三种。我国的高强度精轧螺纹钢筋常规长度为 9m 和 12m,也可根据用户需要商定,最长能生产 18m。

我国生产的高强度精轧纹钢筋已制定了企业产品标准(津 Q/YB3125-96),该标准于 1996 年

重器检测到的荷载效应。如果期待的组合弯距值超过预算的界限值,将设置桥上的交通信号来停止其中一部正在靠近的重型车辆。每车道上桥梁远端的传感器是用来计算离开桥梁的车辆数以便能在计算安全的时候重新设置信号灯为绿色。

四、计算机模拟

用已开发的一套荷载控制系统的计算机模拟软件来实现多工况下的试验。在这些工况下,荷载管理系统可以在下列情形运作:正常工作日的交通,包括大比例的重型货车的短期交通脉冲以及许多导致堵塞的顺时状态。模拟范围包括一段高速公路,涉及桥梁本身及两边搭板上的测重系统。

用于计算机模拟的荷载谱类似于 1980 年出版的 BS 5400 上的荷载谱。另外,考虑到日益增多的引进的五轴和六轴车辆而添加了近期的类别数目。根据 PAT-GB 的 GARY CULL,该模型中的荷载谱图可能会在这些桥梁试验之后得以补充。在模拟产生的结果中,桥上大货车同时汇聚的频率大约是每天 25 次,这其中少量的可能超过桥梁的允许荷载。

对于阻塞的交通情况,例如在发生事故、坏车或重要公众活动中的慢车期间,应按 HA 荷载的要求紧密地排列各种车辆。该模型发现,在这些情形下,很少达到桥梁的临界总荷载值。

参考文献

1. *Highways*, 1999, 67(10): 13~14.
2. 公路桥涵设计通用规范 JTJ021-89
3. 城市桥梁设计荷载标准 CJJ77-98
4. 英国标准 BS 5400:混凝土规范,1980,伦敦

6 月 1 日实施; $\Phi 25 \sim \Phi 40$ 的高强度精轧螺纹钢筋于 1997 年 8 月通过了冶金部的正式鉴定。

我国生产的高强精轧螺纹钢筋主要用于国内一些大的铁路、公路桥梁中,已在中铁建房山桥梁厂、沪杭高速公路、长江江津大桥、济青高速公路黄河大桥、宁波大桥、北京地铁工程、西安市黑河引水工程、陕西安康汉江大桥等工程中应用。

随着我国国民经济的发展,大跨度桥梁、厂房及高层建筑的迅速发展,以及水利工程、市政工程等的大量兴建,对高强度钢材的需求日益增加,这一钢材新品会在建筑市场上占有一定的份额。

(何德湛)