

桥梁工程检测技术

王志萍

(常州科鉴建设工程质量检测有限公司 江苏 常州 213017)

[摘要] 随着我国高速公路事业的不断发展以及不少已建桥梁的老化,桥梁检测已经成为有关部门亟待解决的问题。本文主要通过资料收集、外观检测、材料检测、静动载检测四方面,对我国桥梁检测的技术及其方法、流程进行了概括性阐述。

[关键词] 裂缝、钢筋锈蚀、静载试验、动载试验

我国规定,新建桥梁必须进行竣工验收,通过检测来判断桥梁的健康状况。另外,随着时间的推移,越来越多的桥梁将达到或接近设计基准期,或因各种原因发生结构性的损伤,老化现象明显,服役桥梁能否继续使用已成为有关部门亟待解决的问题。如何对现役桥梁的结构承载力进行科学合理的评定,最有效、最直接的办法同样是桥梁检测。桥梁检测是对桥梁结构进行包括桥梁检查和必要的理论验算以及结构荷载试验等内容的一系列工作,并据此对桥梁结构进行综合分析,作出符合实际的技术结论。

一、资料收集

资料收集涉及的细节很多,如设计资料里面有计算书、设计图纸、修改图纸以及地质资料等,施工资料里面包括各个阶段的竣工图纸、竣工说明书、材料试验资料及施工记录竣工验收资料等,历史上通过的特种车辆、交通量状况、养护维修的资料等。对于某些曾经维修、加固过的桥梁,还需要收集工程有关的养护、维修、加固等方面的资料。还有一些与之有关的自然环境或者自然灾害(洪水、地震、冻土、泥石流等)的资料也有必要收集。

二、外观检查

桥梁的外观检查主要内容可归纳成如下几个方面:(一)桥面系的外观检查。桥面系的外观调查可以按桥面系组成部分:桥面铺装、伸缩缝装置、桥面排水设施、栏杆、扶手及人行道、照明设备和交通设施等依次检查。(二)桥梁上部结构的检查。桥梁上部结构是桥梁的主要承重结构,它往往由许多基本构件组成,例如梁、板、拱肋(片)等。(三)支座的检查。支座的检查主要是检查支座有没有出现常见的如老化、开裂、锈蚀或松动等病害。对于不同的支座类型,病害也各不相同。(四)桥梁墩台的检查。桥梁墩台的检查主要是墩台台身缺陷及裂缝检查,墩台变位(沉降、位移、倾斜)的检查。(五)桥梁基础的检查。对于墩台基础的检查,主要指墩台基础的冲刷情况和缺陷情况的检查。

三、材料检测

(一)混凝土的强度

随着时间的推移,桥梁会产生一些变化。比较大的桥梁通常会有同期的试块用以确定强度。对于没有试块的桥梁,目前测试方法主要有回弹法(即 Schmidt 锤法或表面硬度法)、超声波法、超声波一回弹综合法、贯入法、断裂法、取芯样试验法等。回弹法、超声波法以及综合法是属于非破损测试方法,应用较广泛,不少国家已有指南或标准。当由专业检

测人员测试时,三种方法的测试结果平均误差约 10%左右,相比较而言,超声波一回弹综合法检测精度要高一些。对于龄期在 90d 以上,采用回弹法要考虑混凝土表面碳化深度的修正。混凝土的湿度对回弹值和超声波脉冲速度都有一定的影响。

(二)钢筋锈蚀

混凝土的密实度、渗水性、含水量、含氯盐量、碳化深度、保护层厚度不足和开裂等缺损,是导致钢筋锈蚀的因素。反之,钢筋锈蚀又促使混凝土进一步破损。通过简单的外观检查、敲击检查可以检测程度较重的钢筋锈蚀现象。其他检测方法有:

1.直接评定钢筋锈蚀技术

(1)电阻探测器技术是根据金属板锈蚀而变薄,其电阻增大的原理;(2)线性极化探测技术是根据电化动力学原理,测量试验电极间的微小电流;(3)半电池电位测量法是通过与一已知的、并保持常量的基准电极(半电池)的极电位相比较,能有效地测量混凝土中钢筋的极电位。

2.间接评定钢筋锈蚀技术

(1)用保护层测定仪检测钢筋的混凝土保护层厚度是否足够;(2)测定混凝土电阻率,通常取四电极法测量;(3)混凝土中氯离子含量测试方法,评定氯盐对钢筋的锈蚀;(4)混凝土碳化深度的现场测试方法,是用 2%酚酞酒精溶液喷洒在混凝土的新鲜断口处。若显示紫红色,则 pH 值大于 10,说明未碳化;若保持无色,则 pH 值小于 10,说明已碳化。如果碳化深度达到钢筋部位,混凝土失去保护作用,则钢筋可能被锈蚀。

四、静动载检测

(一)静载试验

1.试验准备阶段

在进行荷载试验前,应首先确定试验孔(墩、台),然后才可以进行加载方案的制定。

试验孔的选择主要综合考虑以下条件:该孔(或墩)计算受力最不利;该孔(或墩)施工质量较差,缺陷较多或病害较严重;该孔(或墩)便于搭设脚手架及设置测点或试验时便于加载。

而试验方案一般包括以下内容:试验目的以及测量要求、测试内容、试验程序、试验人员的组织和分工、加载方法、测量方法、安全措施。

2.加载与观测阶段

荷载作用下桥梁变形可分为两类:反映结构整体工作状况的整体变形;反映结构局部工作状况的局部变形。在确定观测项目时应当首先考虑整体变形,同时兼顾局部变形。通常桥梁需要鉴定的主要是上部结构的受力特性,监控试验荷载各工况下控制截面的应力应变就是主要内容。另外,对于旧桥来说,一些正常使用状态下的参数(如挠度、裂缝宽度等)也是其测试的主要内容。通常桥梁观测的项目有:结构的最大挠度、支座沉降、结构最大拉、压应力、裂缝的出现和扩展状况。测量部位的选择和测点布设一般在满足试验目的的前提下,测点数量必须充分,测点位置必须具有代表性,以利于计算分析。

位移测量大体可分为两类:机械测量或电测法的接触式测量。如百分表、挠度计、位移传感器等;光学测量的非接触式测量如精密水准仪、经纬仪、全站仪等。应变测量一般可分为两种情况:主应力方向已知,沿着主应力方向布设应变片;主应力方向未知,在测试点沿三个方向布设成应变花形式。常采用应变片、电阻应变仪、振弦式应变计、钢筋应力计等。裂缝测量通常依靠目力辅以刻度放大镜,对于较大裂缝在要求不高的情况下也可用塞尺测量。

(二)动力试验

桥梁检测动载试验是动力测定评价方法的基本测试项目。是为了满足工程应用的需要,应用理论分析与试验测试结合的科学方法解决桥梁振动问题的必要手段,是桥梁检测工作中的重要环节,其对桥梁使用状况和承载力的评价提供了重要的数据参数。

桥梁检测中动载试验的内容主要是结构动力特性和动载响应的试验与分析,量测的主要部位是结构动力效应最大构件的动应力及动变形的控制截面。一般来说,检测项目主要包括桥梁动力特性模态参数测试(频率、振形、阻尼比)和桥梁动力响应测试(动挠度、动应力、加速度、冲击系数)。

1.测试仪器

动载试验的测试仪器主要包括测试传感器,信号放大器,光线示波器,磁带记录仪和数字信号处理机。根据仪器的性能和使用传感器的特性,可以选配不同的测试系统。

2.桥梁动载试验的激振方法

桥梁动载试验的激振方法应根据桥梁的结构型式和刚度,选择效果好、易实施的方法。常用的方法有自振法、共振法和脉动法三种。

3.动载试验数据分析及评定

桥梁结构的动力特性是与结构的组成形式、刚度、质量分布和材料性质等结构本身的固有性质有关而与荷载等其他条件无关的性质。桥梁的模态参数是整个结构振动系统的基本特性,它是进行结构动力分析所必须的参数,其结果不仅可以用来分析结构动载作用下的受力情况,而且对桥梁承载力状况评定提供重要指标。

(1)固有频率的测定

对于比较简单的结构,只需结构的一阶频率,对于较复杂的结构动力分析,还应考虑第二、第三及更高阶的频率。桥梁固有频率可以直接通过测试系统实测记录的功率谱图上的峰值、时域历程曲线或其自相关图上确定。由基频还可以推算承重结构的动刚度。

(2)阻尼

桥梁结构的阻尼特性一般由对数衰减率 γ 或阻尼比 ζ 来表示,可由时域信号中的振动衰减曲线求得。另外,也可以从功率谱图中,用半功率带宽法来计算阻尼,一般测试系统软件均可完成此类分析。

(3)振型

一般桥梁结构的基频是动力分析的重要参数。传感器测点的布置根据不同结构形式,通过理论分析后确定。振型的测定一般采用两种方法,一种是使用多个传感器测定,另一种是使用一个传感器变换位置测量,这种情况下需要一个作用参考点,测试时比较烦琐,在条件限制时使用。一般应采取第一种方法测试。

(4)冲击系数

桥规中定义冲击系数 μ 为冲击力与汽车荷载之比。对于线弹性状态下的结构来说,动荷载产生的荷载效应与静荷载产生的荷载效应之比即为 $1+\mu$ 。因此,冲击系数的测试通常采用测定结构动应变或动挠度的方法。测试前,在梁的跨中(或最大变位、应变处)布置电阻应变片式的位移计或应变计,并通过动态应变仪与电脑相接。试验时,由加载车辆以某一速度从测点驶过,记录其输出应变随时间变化的实时信号。一般情况下,应测试记录多种车速下的输出应变结果,以作分析比较。一般来讲,桥梁在跨径 L 为 30-70m 时,车辆与桥梁的自振频率较接近,易产生共振,在单车作用下的冲击系数特别大;冲击系数随阻尼比的减小而增大,阻尼比越小,冲击系数受桥梁的影响越明显,预应力混凝土梁桥的冲击系数大于同等跨径的钢筋混凝土梁桥,这些在测试中需注意,以便更好地分析冲击系数的测试结果。事实上,实测汽车冲击系数除了与结构本身有关,还与试验车辆的性质、路面平整度、车速有一定关系。车辆荷载本身是一个带有质量的振动系统,当它在桥上行驶时,与桥产生车、桥耦合振动。由于车辆动力特性的复杂性,以及桥梁阻尼的离散性和桥面不平整的随机性,同一座桥梁多次不同的试验,测得的冲击系数也不尽相同。

五、结束语

总之,随着新材料、新工艺、新结构形式的采用增多,桥梁病害的不断出现,我国的桥梁很多都需要检测。桥梁检测是一项复杂而细致的工作,不仅要求工作人员有丰富的实际现场经验,而且同时需要坚实的理论基础作为指导。因此只有把理论和实际充分结合起来,再加上指挥者与各试验人员之间的默契配合,才能做好检测工作并取得满意的数据,也只有这样才有可能做出准确的评估。

[参考文献]

- [1] 谢开仲,曾倬信,王晓燕.桥梁工程检测技术研究[J].广西大学学报(自然科学版),2003,(6).
- [2] 高怀志,王君杰.桥梁检测和状态评估研究与应用[J].世界地震工程,2000,(6).
- [3] 刘沐宇,袁卫国.桥梁无损检测技术的研究现状与发展[J].中外公路,2002,22(6).
- [4] 铁志杰.21 世纪桥梁管理的无损检测[J].国外桥梁,1999,(4).
- [5] 廖海峰,黄德义.混凝土桥梁的检测技术及其新发展述论[J].武汉交通管理干部学院学报,2000,(12).
- [6] 韦融军,马科,黄林根.谈柳江大桥桥测[J].山西建筑,2005.