

砼梁桥典型病害实用长期观测方法研究

张建龙^{1,2}, 刘海宽^{3,4}, 程坤^{3,4}, 束景晓¹

(1.河南省交通运输厅 高速公路管理局, 河南 郑州 450000; 2.长安大学, 陕西 西安 710021;

3.河南省交通科学技术研究院有限公司, 河南 郑州 450000;

4.公路桥梁安全检测与加固技术交通运输行业研发中心, 河南 郑州 450000)

摘要: 装配式空心板桥、T 梁桥及箱梁桥等砼梁桥在运营过程中表现出一系列具有普遍性的典型病害, 影响了桥梁的使用和安全。文中针对空心板铰缝、墩柱倾斜、墩台不均匀沉降和支座脱空等变形类病害及主梁裂缝、横隔板开裂等裂缝类病害, 提出了方便养护工程师操作的实用观测方法, 实现对桥梁已有典型病害的长期持续观测。

关键词: 桥梁; 砼梁桥; 病害; 长期观测

中图分类号: U445.7

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2017)05-0167-03

装配式空心板桥、T 梁桥及箱梁桥等砼梁桥是中国公路桥梁中占比最高的桥型, 也是当前桥梁日常养护中接触最多的桥型。由于设计荷载等级不足、不利环境甚至施工缺陷等因素的影响, 这些桥梁在运营过程中呈现一系列具有普遍性的典型病害, 严重影响了桥梁的使用和安全性能。然而受养护资金等因素的限制, 桥梁在出现病害甚至达到三类后并不能得到及时处治。当前桥梁日常检查方法主观性较强, 健康监测系统由于成本较高又很难广泛应用, 造成对于这些常规桥梁病害的发展状况不能及时有效掌握, 也无法为桥梁维修加固提供指导。该文在总结常规砼梁桥典型病害的基础上, 针对变形类和裂缝类病害的特点提出实用的长期观测方法, 以掌握病害发展趋势并指导桥梁养护加固。

1 砼梁桥典型病害及观测内容

砼梁桥典型病害不仅包括破损、露筋、钢筋锈蚀等共性或材料耐久性病害, 也包括空心板桥面反射裂缝、T 梁横隔板断裂等对结构安全性影响较大的个性病害。下面分别针对空心板桥、砼 T 梁桥和箱梁桥, 从影响桥梁安全的角度对其典型病害进行分析, 提出需要长期观测的病害类型。

1.1 空心板桥

以装配式砼或预应力砼空心板为主的空心板桥的典型病害主要表现在:

(1) 铰缝。初期以铰缝开裂、砼脱落或渗水、泛白等为主, 严重时引起桥面铺装层反射裂缝、铰缝附近底板钢筋锈蚀甚至板梁错台、单板受力等。

(2) 板梁裂缝。以跨中及支点附近的板底横向裂缝、沿钢绞线走向的板底纵向裂缝及较大跨度(30 m 空心板桥)时腹板斜向裂缝为主。

(3) 支座及铺装层问题。因空心板桥自身特点, 支座问题较为突出, 主要表现为支座脱空、剪切变形甚至缺失等。铺装层除常规普遍性桥面病害外, 以因铰缝引起的反射裂缝为主。

大量研究结果表明, 装配式桥梁以解决横向联系问题为主, 对于空心板桥, 掌握铰缝、板梁横缝及支座的病害状况, 基本能进行桥梁健康状态评估。考虑到操作的可行性, 选择板梁相对变形、桥面反射裂缝、板梁横缝及支座脱空等作为空心板桥的重点观测内容。

1.2 砼 T 梁桥

作为另一种较为常见的装配式桥梁, 砼 T 梁桥病害主要表现为:

(1) 横向联系问题。主要包括 T 梁翼缘板湿接缝开裂和渗水、跨中区域横隔板竖向裂缝, 严重者横隔板出现异响、断裂。

(2) 主梁问题。一般在横向联系不足或超载严重时出现跨中横向弯曲裂缝及支点处腹板剪切裂缝, 部分出现沿预应力钢束走向的纵向裂缝。

砼 T 梁桥以砼表面裂缝病害为主, 故选择横隔板竖向裂缝、主梁跨中横向裂缝及支点斜向裂缝作为其病害观测内容。

1.3 箱梁桥

箱梁桥包括装配式小箱梁和整体式箱梁两种结构类型。小箱梁桥属于装配式桥梁的范畴, 其病害

类型与 T 梁桥等也有一定的相似性,包括横隔板开裂、梁体环向裂缝、纵向裂缝及剪切裂缝,支座脱空等。整体箱梁桥因其受力的复杂性,常规跨径箱梁桥主要以裂缝病害为主,且裂缝分布形式较多。考虑到桥梁仍以杆系受力为主,暂不考虑其他复杂受力下的裂缝病害,选择跨中底板的横向受弯裂缝和支点区域腹板的剪切裂缝作为其病害观测对象。

1.4 下部结构

砼梁桥下部结构病害类型较多,这里仅对盖梁、墩柱、桥台及基础等典型病害进行简要阐述,将下述病害作为其重点观测内容:

(1) 盖梁病害。除因伸缩缝渗水等因素导致的盖梁碳化、钢筋锈蚀等耐久性病害外,盖梁病害通常表现为正、负弯矩区的竖向受力裂缝。

(2) 墩柱病害。包括抗压不足时的竖向开裂、水平抗弯剪不足时的环向开裂、高墩桥梁的墩柱倾斜。

(3) 桥台及基础病害。多见于采用重力式墩台和扩大基础及软土地基时出现的不均匀沉降,附加引起墩台自身裂缝病害。

2 长期观测方法

根据以上分析,砼梁桥病害大致可分为变形类和裂缝类,变形类病害主要包括空心板铰缝、墩柱倾斜、墩台不均匀沉降及支座脱空,裂缝类病害主要包括空心板桥面反射裂缝、横向联系和主梁砼表面裂缝。

2.1 变形类病害

2.1.1 空心板铰缝

空心板铰缝最为直接的诱因为其相邻板梁的非协调变形,实际应用过程中可通过图 1 所示方法进行铰缝病害长期观测。初始安装时通过高度调节装置和配重使水准泡居中。桥梁在弹性工作范围内时,车辆荷载不会引起相邻板梁的塑性相对变形。对水准尺进行长期观测,若发现水准泡持续偏移,则

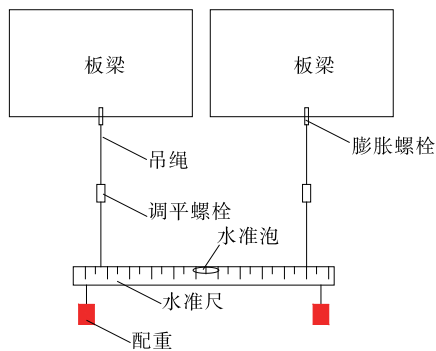


图 1 铰缝病害长期观测方法示意图

说明铰缝状况劣化。

2.1.2 墩柱倾斜

墩柱倾斜的观测可根据结构形式确定,圆形墩柱时采用图 2(a)所示吊锤法,方形或矩形时采用图 2(b)所示水准法。

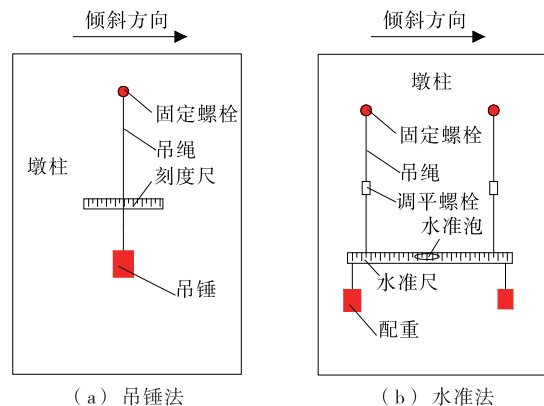


图 2 桥墩倾斜观测示意图

吊锤法观测以吊绳对应刻度尺刻度值的变化作为倾斜发展依据,但使用时需综合考虑该方法的灵敏性及环境风等因素的影响。

水准法观测的原理与铰缝观测方法类似,以桥墩倾斜后两悬挂点竖向位置的变化引起的水准尺的倾斜作为判断依据;也可采用类似于安装倾斜传感器的方式,在近墩顶位置放置高精度水准泡,采用长焦相机从桥下进行观测。需说明的是,为方便后期观测,水准装置可倒立放置。

2.1.3 墩台不均匀沉降

墩台不均匀沉降多见于重力式墩台及扩大基础结构,且墩台结构易于人工接触,故也可采用水准法进行观测。如图 3 所示,在墩台面埋置 3 处固定螺栓作为水准尺的放置参考点,以多次观测时水准泡位置的变化作为墩台不均匀沉降发展依据。需说明的是,为保证较高的灵敏度和观测效果,应保证水准尺具有足够的长度。

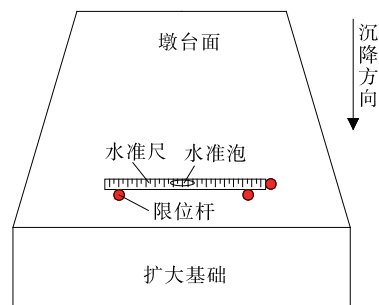


图 3 墩台不均匀沉降长期观测方法示意图

2.1.4 支座脱空

考虑到支座的隐蔽性,对其脱空量变化的观测难度较大,推荐两种观测方式:一是对于无法近距离检测的支座,借助云相机+伸缩杆的方式(见图4),将多次照片结果进行对比作为支座脱空发展的判断依据;二是对于易于近距离接触的桥台支座等,采用触探法进行观测,即通过标记固定每次钢丝触探的方向及深度,将钢丝进入支座的深度变化作为病害有无发展的判断依据。



图4 云相机+伸缩杆方式观测支座

2.2 裂缝类

2.2.1 桥面反射裂缝

对于空心板桥,一旦桥面出现反射裂缝,则表明铰缝已出现一定程度的抗剪破坏,且劣化趋势会加快。可采用操作更简便的观测方式,即将桥面反射裂缝的纵向长度发展作为判断依据。实施步骤如下:选定典型反射裂缝后,采用测距轮直接进行裂缝长度测量,或对裂缝端部在桥梁护栏(栏杆)同一断面位置进行标记,通过多次观测后判断长度或标记位置有无变化作为铰缝病害有无发展的依据。

2.2.2 砼表面裂缝

砼梁桥的受力裂缝病害虽然会呈现在不同部位,但其受力机理和表现方式基本相同。因此,可采用相同的观测方式,并选择裂缝宽度作为观测内容。

砼裂缝的观测方法较多,如简易的粘贴标记法、高精度的安装裂缝计法,考虑到实际操作性及长期观测的方便性,推荐采用裂缝对比卡进行裂缝观测。方法如下:在待观测裂缝旁边粘贴裂缝卡,通过相机拍照后将裂缝跨越像素的数量与裂缝卡相应刻度值进行对照,作为当前裂缝宽度的观测值,长期观测后即可掌握裂缝的稳定状态。

3 结论

(1) 常规砼梁桥病害观测范围包括空心板铰

缝、墩柱倾斜、墩台不均匀沉降、支座脱空等变形类病害及空心板桥面反射裂缝、横向联系和主梁弯剪裂缝等裂缝类病害。

(2) 对于空心板铰缝、墩柱倾斜、墩台不均匀沉降等变形类病害,可采用基于云相机+伸缩杆或触探法的支座脱空观测方法,同时推荐采用粘贴裂缝对比卡的方法进行裂缝类病害长期观测。

(3) 文中观测方法都是在人工易于接触或肉眼易于观测的情况下进行的,对于大量无法近距离接触的情况,可借助高倍长焦相机进行辅助观测。

(4) 在观测周期的选择上,可结合桥梁巡检同时进行,对于发展速度较快或对桥梁安全性影响较大的病害,如墩柱倾斜,应适当提高观测频次。

参考文献:

- [1] 吴海军,陈艾荣,陆萍.桥梁结构的典型病害及原因分析[J].重庆交通学院学报,2004,23(6).
- [2] 何晓阳,项贻强,邢骋.混凝土桥梁下部结构病害分析与加固[J].重庆交通大学学报:自然科学版,2013,32(增刊1).
- [3] 欧进萍.重大工程结构智能传感网络与健康监测系统的研究与应用[J].中国科学基金,2005(1).
- [4] 王国亮,谢峻,傅宇方.在用大跨度预应力混凝土箱梁桥裂缝调查研究[J].公路交通科技,2008,25(8).
- [5] 王小明,王大伟.四种裂缝观测方法[J].工程质量,2006(2).
- [6] 牟友兵,郑西璐,黄海珊,等.装配式预应力砼箱梁桥病害分析与加固研究[J].公路与汽运,2016(3).
- [7] 沈海华,王银辉.基于BIM的桥梁养护管理应用初探[J].公路与汽运,2016(4).
- [8] 欧阳潮.预应力连续箱梁桥病害分析及加固方法研究[J].公路与汽运,2016(4).
- [9] 陆林娟.高速公路桥梁病害调查分析与对策研究[J].山西建筑,2014(21).
- [10] 金玉泉.桥梁的病害及灾害[D].上海:同济大学,2006.
- [11] 汤广春.高速公路桥梁常见病害及检测、维修技术[A].中国公路学会桥梁和结构工程分会2005年全国桥梁学术会议论文集[C].2005.
- [12] 贡一飞.公路桥梁板式橡胶支座病害及应对策略研究[J].交通建设与管理,2014(20).
- [13] 肖运栋,李欣然,陈德伟.大跨度预应力混凝土梁桥裂缝原因分析[A].第十九届全国桥梁学术会议论文集(下册)[C].2010.

收稿日期:2017-02-19