

Research on Urban Rail Transit Bridge

Chuan Tian

School of Civil Engineering, Chongqing Jiaotong University, Chongqing, china,400074

Abstract: Simply supported prestressed hollow slab bridge is one of the common bridge types. Based on the investigation, this paper summarizes the possible diseases of the simply supported prestressed hollow slab bridge, classifies all the diseases, and analyzes the causes of the disease. Through the study of the causes of the disease, access to relevant literature to find out the feasible treatment measures, for the future of prestressed hollow slab bridge maintenance and reinforcement to provide a certain reference.

Keywords: Simply supported hollow slab; disease; treatment method

简支空心板桥病害及处治方法

田川

重庆交通大学, 土木工程学院, 重庆, 中国, 400074

摘要: 简支预应力空心板桥是现在常见的桥型之一。本文通过调研, 进一步总结了简支空心板桥可能产生的桥梁病害, 将所有病害进行分类, 并分析病害产生的原因。通过研究病害的产生原因, 查阅相关文献找出可行的处治措施, 为以后对简支预应力空心板桥进行养护和加固提供一定的参考。

关键词: 简支空心板; 病害; 处治方法

1 引言

简支预应力空心板桥(见图1)由于其预制工艺简单, 并且造价低、易于安装、难度小、模板成本低, 所以是现在桥型中常见的公路桥型之一。该桥型常选取用圆形或者方形孔作为其截面形式。通过查阅相关文献和进行大量的桥检工作后可发现, 许多简支预应力空心板桥都会产生一些病害: 铰缝脱空渗水、桥面的铺装层开裂、底板的纵向开裂等。如果不对病害进行处治, 这些病害一定会影响该桥梁的结构安全性、耐久性等。所以发现桥梁的病害, 并对病害进行处治, 对桥梁有重要意义。

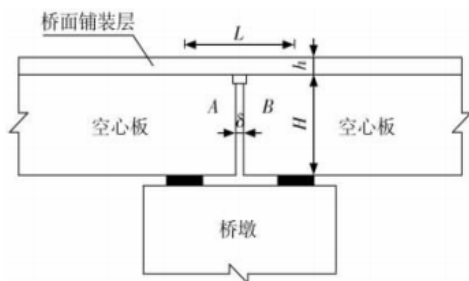


图1 桥面连续结构示意图

2 简支空心板桥病害

2.1 病害种类

- (1) 铰缝破坏;
- (2) 主梁梁底纵向裂缝;
- (3) 主梁错位;
- (4) 桥面铺装损坏;
- (5) 支座破坏;
- (6) 单板受力。

2.2 病害成因

2.2.1 铰缝破坏

简支空心板桥的铰缝主要是作为其横向连接, 将桥梁连接为一体, 共同承担上部结构传下来的荷载。

(1) 公路自身特点。由于现在公路一般会将道路进行行车道划分, 所以导致车辆的行车轨迹具有一定规律, 进一步增加了重复荷载作用于行车道所对应的板梁上部的机率, 重车或超载荷载作用下可能会造成该桥板梁的铰缝破坏。

(2) 桥梁荷载方面。在桥梁建成后, 其具有一定的承载能力, 并且有设计标准荷载。随着社会发展, 交通通行量进一步增加, 其中包括了集装箱大卡车。并且由于现在道路上车辆超载非常严重, 所以进一步加快了简支空心板桥铰缝的破坏。

(3) 设计方面的问题。一般具有以下三个方面：①早期建设的简支空心板桥一般选取小铰缝，结构尺寸、断面变化都相对较小，且选用的混凝土标号较低，导致桥梁的横向连接强度弱，长时间车辆荷载作用下造成铰缝损坏；②桥梁设计时，预制板梁预拱度或者桥面纵横坡不恰当等导致桥铺装层厚度不均，且一些混凝土标号较低，钢筋直径选取小，间距设置较大，导致弱化了其与板梁的共同作用，降低了整体刚度。③在桥梁设计时一般情况下一片板梁布置4个支座，但可能由于各种施工时所带来的原因，部分简支空心板桥会发生支座脱空。荷载作用时，由于桥梁其中一个支座失效，只有三个支座进行支撑，简支空心板桥板梁会发生翘动，进而造成铰缝破碎破坏。

(4) 施工方面的问题。在施工时可能产生部分施工时产生的问题：混凝土标号未达到设计要求、铰缝及板顶面凿毛不够、铺装层和空心板粘结不够牢固、混凝土振捣不密实、钢筋绑扎不满足设计要求等，都可能会导致铰缝的破坏。

2.2.2 主梁梁底纵向裂缝

简支空心板主梁的梁底出现纵向裂缝是该桥型非常常见的病害。一般情况，由于桥梁具有预应力，所以横向裂缝不易出现。部分混凝土构件，在一定的限值范围内，允许其出现一定的横向开裂。但对于全预应力混凝土构件，通常不允许出现，如果出现裂缝，那么结构就有可能会出现安全等问题。查阅相关文献[1]分析出纵向裂缝由横向的温差应力造成。

2.2.3 主梁错位

由上文可知，铰缝破坏或者支座脱空会导致非常严重的后果，主梁错位就是其中之一。如果简支空心板桥主梁错位，那么一定会影响整个桥梁结构的、适用性、安全性和耐久性。

2.2.4 桥面铺装损坏

由上文得，铰缝的脱空或者主梁的错位，都有可能造成桥面铺装层出现受力不均匀，进而桥面铺装层发生破坏。并可分析得，造成该桥梁病害的主要原因基本来自铰缝的脱空（见图1）。

2.2.5 支座破坏

在桥梁施工时，需要严格控制支座在安装时标高和盖梁标高，以保证桥梁的空心板能够四点受力。且需要梁板底部的支座在施工时应尽量水平，但梁板的

这四点一般情况下都不均匀，有可能其中的一点已失效，使其变为只有三点受力，导致桥梁的空心板或者支座发生破坏。

2.2.6 单板受力

(1) 设计时可能出现的问题，使该桥型的铰缝同空心板间的横向连接太弱，应该是由于铰缝与铺装层钢筋设计和布置不满足强度要求；

(2) 可能由于桥梁在施工时，由于施工队伍各种原因，例如：混凝土未捣实，部分地方为达到设计强度要求等人为因素；

(3) 可能由于桥梁在平时维护时，未及时发现问题进行养护。如果桥面出现纵向裂缝时，长期的冬季低温雨雪，雨水或雪水会沿铰缝与空心板新老混凝土结合面或裂缝往下渗，长时间下去会发生冻融破坏，进一步加重了病害；

(4) 随着经济发展，道路的交通流量进一步加大，同时超载的几率也进一步加大，这样又进一步加重了病害的发生。

3 病害处治

3.1 铰缝病害处治

由前文可知，简支空心板桥部分病害（主梁错位、桥面铺装损坏）的主要根本原因为铰缝病害造成，所以处治铰缝病害对简支空心板桥安全性、适用性很重要。通过对简支空心板桥铰缝病害进行综合分析，提出切实可行的处治方法。

首先应对铰缝进行探伤检测，判断是否损伤，如果损伤，是何程度。应注意板梁支座是否处于脱空，若发现已脱空，在对铰缝进行处治前应将脱空支座垫实。先在已损坏的铰缝处的两边50cm范围内将铰缝处的混凝土和桥面铺装层进行凿除，并清除可能已经损坏的桥面钢筋网，若铰缝钢筋并未损坏，应将其保留。在进行处治时，应时刻注意使用机械时不要造成桥梁板梁主体结构破坏，完成凿除过后需立即清理，在重新对凿除处进行桥面铺装层和铰缝混凝土的浇筑时，应进行如下新措施：

(1) 在板梁铰缝里顺向放置已预制的钢筋骨架，将其变为钢筋混凝土结构，进一步增加其强度（见图2）；

(2) 将原使用混凝土标号提高为C50，以加强铰缝混凝土的整体性；

(3) 在铰缝板梁的两侧种植钢筋，进一步提升铰缝的连接能力；

(4) 在桥面标高不变的情况下，适当增加桥面铺装层厚度，新加入双层钢筋网片，加密桥面铺装层的钢筋，同时加大其半径；

(5) 将钢筋骨架、种植和原有的铰缝钢筋和双层钢筋网片进行绑扎焊接（见图 3），使其为一整体，待完成后应做好其防水措施然后再重新浇筑沥青

混凝土。建议封闭车道，以免车辆振动造成施工质量的降低，待其达到强度后再开放使用；

(6) 如果该桥梁板已发生塑性变形或断裂的情况，可能需要将上部结构进行拆除重建；

(7) 如果铰缝处混凝土破碎，铰缝处铺装层混凝土有比较严重的纵向裂缝，且桥梁板还在工作弹性范围内的简支空心板桥梁，尽量进行加固和维修，以确保其安全性和耐久性，并恢复使用。

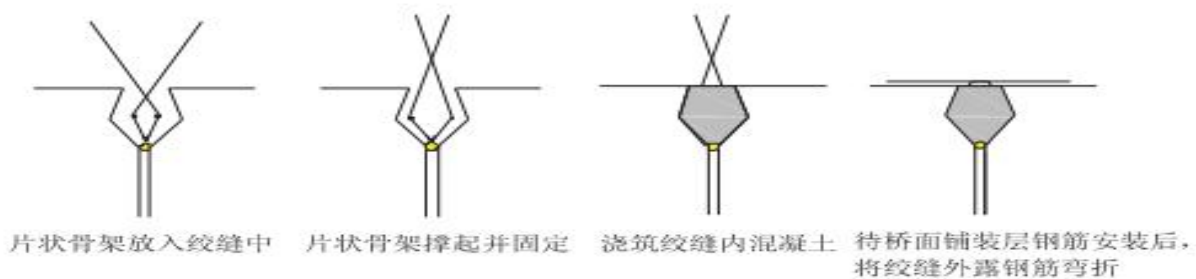


图 2 铰缝钢筋骨架施工工艺

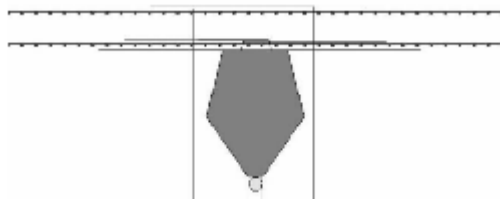


图 3 铰缝处钢筋网结构示意图

3.2 支座病害处治

从资料中可看出，简支空心板桥的支座损坏会严重影响到桥梁的使用安全，需对其进行维修养护。下面从设计、施工、养护三个部分进行分析。

3.2.1 设计部分

支座在 3~5 年后，都会存在不同程度的损伤，病害主要由于支座剪切变形、抗压弹性模量降低和老化等。在进行支座优化设计时，可采取两点措施：

(1) 尽可能的研究和改进支座所用材料的特性及构造，提高其耐久性；

(2) 优化其构造尺寸，尽可能的想到支座在以后更换时的方便性。

3.2.2 施工部分

针对施工时支座可能发生的病害原因，提出如下几个建议：

(1) 当地基条件较差时，可进行换土，以改善其稳定性。必要时可进行预压试验，避免可能造成支座的不均匀位移。

(2) 保证梁板外形达到标准要求，当为斜交简支空心板时，应尽快对梁板进行整体化。

(3) 在张拉预应力时，尽量采取多根张拉，有助于钢筋受力均匀，但需要 2 个千斤顶和力筋对称布置。

3.2.3 养护部分

一般空心板桥梁经常维修，但支座未能有及时养护和更换。应及时发现问题支座，对其进行维修或者更换。

4 结语

(1) 简支空心板桥结构，它的主要病害为：铰缝破坏、主梁梁底纵向裂缝、主梁错位、桥面铺装层损坏、支座损坏等，其根本原因是铰缝的横向连接力不够，由主梁受力引起的。

(2) 当简支空心板桥所受荷载增大时，其横向连接力有所减弱，可能出现单梁受力，进而降低了桥梁的安全性和耐久性。

因此在以后对简支空心板桥进行设计和养护时,建议采用以下措施,尽量避免病害出现:①在对桥梁进行设计时,应注意铰缝的处理问题,可以适当增加桥梁铺装层刚度,使其发挥作用,增加桥梁整体性,增加主梁的横向连接力;②在进行铰缝处施工时,应确保其混凝土质量,可选用小骨料级配混凝土,使混凝土能充分注入铰缝;③在后期养护时,尽量多观测主梁和铰缝的变化,一旦发现铰缝和主梁有问题,需及时采取措施对其进行维修,确保简支空心板桥梁的安全长期运营。

基金项目

重庆市科学基金重点资助项目(035679); 2002年高等学校博士学科点专项科研资助项目(20020183061)

作者简介

田川(1994-),男,硕士,2016年毕业于重庆交通大学,主要从事桥梁试验研究方面的工作。E-mail: a664006922@qq.com。

References (参考文献)

- [1] 许华东,周志祥,徐勇,等.预制空心板桥纵向裂缝分析[J].四川建筑,2008(6):135-137.
- [2] 黄培军.空心板桥桥面裂缝产生原因及优化设计[J].科学之友,2007(6).
- [3] 杭州市交通规划设计院.浙江公路空心板梁桥上部结构使用情况调查研究总报告[Z].2006.
- [4] 杭州市交通规划设计研究院.空心板梁试验和有限元分析专题报告[Z].2006.
- [5] 赵素锋.装配式空心板梁桥铰缝病害机理分析与防治措施[J].中国港湾建设,2012(4):15-18.
- [6] 项贻强,邵林海,等.铰接预应力混凝土空心板梁桥的空间受力行为及加固分析[J].东南大学学报:自然科学版,2012,42(4):734-738.
- [7] 彭利英,卫军,班霞,等.钢筋锈蚀对空心板连接铰缝受力性能影响分析[J].铁道科学与工程学报,2011,8(2):12-16.
- [8] 王立志.现役空心板桥单板受力病害治理方案[J].公路交通科技:应用技术版,2012(8):121-123.
- [9] 黄民水,朱宏平.空心板梁桥“单板受力”病害机理及其加固处治研究[J].华中科技大学学报:自然科学版,2008,36(2):118-121.
- [10] 卫军,李沛,徐岳,等.空心板铰缝协同工作性能影响因素分析[J].中国公路学报,2011,24(2):29-33.
- [11] 杨文渊,徐犇.桥梁维修与加固[M].北京:人民交通出版社,1989.
- [12] 陈淮,张云娜.施加横向预应力加固装配式空心板桥研究[J].公路交通科,2008,10(25):58-62.
- [13] 陈晓强,赵佳军,吴建平.板梁结构由铰缝引起的病害分析及加固改造[J].现代交通科技,2004(1):46-48.