

自调式升降井盖与传统井盖力学性能对比分析

王东炜¹, 李芳¹, 闫磊²

(1. 郑州大学 土木工程学院, 河南 郑州 450001; 2. 郑州市市政工程管理处, 河南 郑州 450053)

摘要:采用有限元分析方法,考虑3种荷载工况:①单车轮作用在井盖中部;②单车轮作用在井盖与路面交界处;③单车轮作用在距井盖与路面交界x米处,对沥青混凝土路面新型自调式升降井盖与传统井盖的受力特点和竖向变形进行了力学性能对比分析,由分析结果可知,3种荷载工况下,自调式升降井盖的车轮轴载应力、竖向最大变形均较传统井盖要小,且自调式升降井盖比传统井盖能够更好的与周围路面产生整体协调变形,使得井盖及周边路面的破坏相对减少.研究结果为自调式升降井盖的推广应用提供了理论依据.

关键词:自调式升降井盖;传统井盖;力学性能;有限元分析

中图分类号:U418.7 **文献标志码:**A **doi:**10.3969/j.issn.1671-6833.2013.04.001

0 引言

随着道路交通量和车辆荷载的不断增大,道路的设计标准、施工工艺和工程质量也在不断提高^[1-3],但各类检查井周边过早损坏问题依然是沥青路面主要病害之一,且严重影响着道路的使用功能,也极度困扰着道路设施的养护单位^[4].

目前,关于路面井盖问题的研究多数是集中于新型井盖材料或井盖专利的,如钢纤维混凝土井盖^[5]、韧性无钢骨架复合树脂井盖^[6]等.理论研究方面,仅有少量关于井盖结构优化和井盖及路面受力分析的文献^[7-9].

自调式防沉降井盖近年来在城市道路中开始广泛使用,在消除井盖沉降、防偷盗、防井盖跳起、防噪音等方面取得了不错效果.作者以沥青混凝土路面新型自调式升降井盖(以下简称为新型井盖)与传统井盖为对比对象,利用有限元分析软件进行其受力和竖向变形对比分析,以期研究检查井周边路面的损坏原因、传统井盖的修复方法以及为城市道路的施工工艺提供理论依据和技术支持.

1 有限元建模

目前尚无球墨铸铁材料的井盖设计专用规

范,笔者以JTG D62—2004《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁设计规范》^[10]和JTG D60—2004《公路桥涵设计通用规范》^[11]为依据,进行两种井盖的力学性能对比分析.

图1所示分别为新型自调式和传统井盖有限元模型简图.两种井盖均为球墨铸铁材料,但新型井盖是安装在沥青砼路面上,而传统井盖则是直接安装在混凝土井壁上的.新型井盖承压为400 kN,内径0.62 m,外径0.85 m,高度0.19 m;传统井盖采用国家标准图集97S501—1^[12]中的直径700(ZQ)重型球墨铸铁支座、井盖(B).

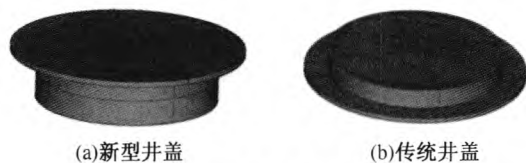


图1 新型和传统井盖模型简图

Fig. 1 Model diagram of the new type manhole cover and the traditional one

1.1 荷载工况

《公路桥涵设计通用规范》中车轴荷载按最不利情况选取,后轴车载取为140 kN,单轮荷载为70 kN;《城市道路工程设计规范》中对荷载标准的规定为道路路面结构设计应以双轮组单轴载

收稿日期:2013-03-01;修订日期:2013-05-09

基金项目:国家自然科学基金资助项目(50978232)

作者简介:王东炜(1961-),男,河南郑州人,郑州大学教授、博导,主要从事城市道路交通技术性评价与决策等方面的研究,E-mail:dongweiwang@zzu.edu.cn.

100 kN 为标准轴载,笔者取值 140 kN. 参考《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》中桥梁计算的一般规定,将井盖按整体单向板进行分析,把计算工况分如下 3 种情况. 1) 单车轮在井盖中部;2) 单车轮在井盖与路面交界处;3) 单车轮在距井盖与路面交界 x 米处.

1.2 模型建立

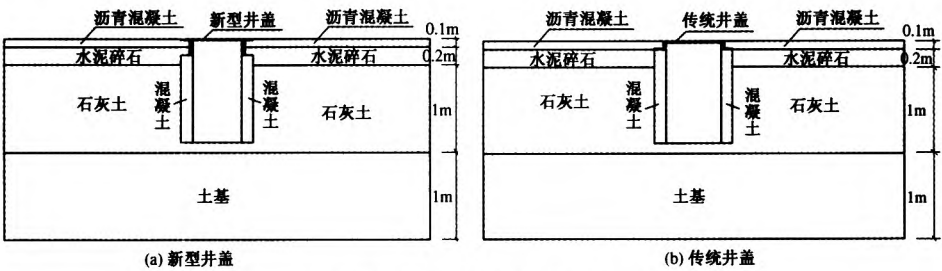


图 2 新型和传统井盖建模简图

Fig.2 Modeling diagram of the new type manhole cover and the traditional one

表 1 有限元计算中各种材料参数
Tab.1 Various material parameters in the finite element method

材料	厚度/m	弹性模量/Pa	泊松比	密度/(kg·m ⁻³)
球墨铸铁	—	1.6×10^{11}	0.25	7 300
混凝土	1	3.3×10^{10}	0.2	2 500
沥青混凝土	1	1.2×10^9	0.25	2 360
水泥碎石	1	1.4×10^9	0.25	1 000
石灰土	0.2	5.0×10^8	0.35	1 680
土基	0.1	1.0×10^8	0.4	1 700

2 有限元分析

下面就以上 3 种工况对新型、传统井盖进行有限元分析.

2.1 行车荷载全部作用在井盖上

有限元分析结果如图 3 所示. 由图 3 可以看出:

(1) 在相同大小的单轮荷载作用下新型井盖的竖向最大变形为 0.717 mm, 而传统井盖为 0.902 mm, 新型井盖的竖向变形要比传统井盖小;

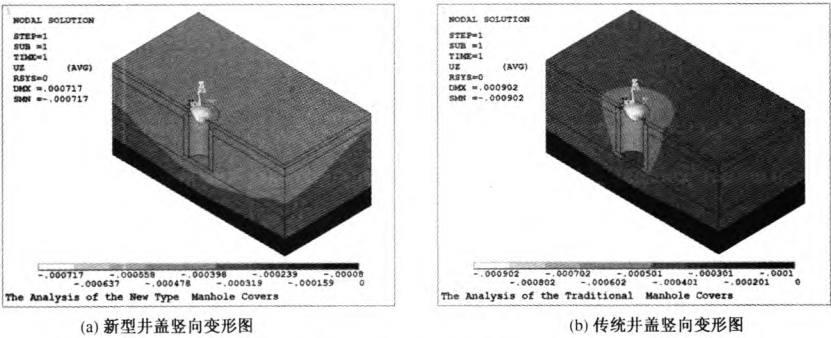


图 3 新型井盖和传统井盖竖向变形比较(工况一)

Fig.3 Vertical deformation comparison of the new type manhole cover and the traditional one (condition 1)

(2) 新型井盖更好地体现出与路面整体协调沉降的性质,而传统井盖则表现为局部沉降的性质. 可见,在长期车辆荷载作用下,传统井盖易造成与井盖周围路面的局部下沉与破坏,而新型井盖因为能够和路面的沉降相协调,井盖与周边路面的破坏相对较小.

究其原因:一是井盖自身构造的不同(参见图 1);二是井盖与周围路面的结合方式不同. 传

统井盖直接安装于混凝土井壁上(如图 2(b)所示),井壁为主要传力系统. 由于井壁混凝土弹性模量远大于沥青混凝土弹性模量,在外界荷载和环境作用下,检查井与周边路面难以协调变形,较易产生裂缝等病害. 而新型井盖则安装于沥青混凝土面层上(如图 2(a)所示),沥青混凝土路面是主要传力系统,井盖易与路面协调变形,故而减小了荷载对井盖周围路面的破坏.

图 4 所示为井盖的应力图,由图可知,新型井盖最大拉应力为 58.4 MPa,传统井盖最大拉应力则为 66.7 MPa. 所以在长期反复行车荷载作用下,传统井盖的破坏将比新型井盖严重.

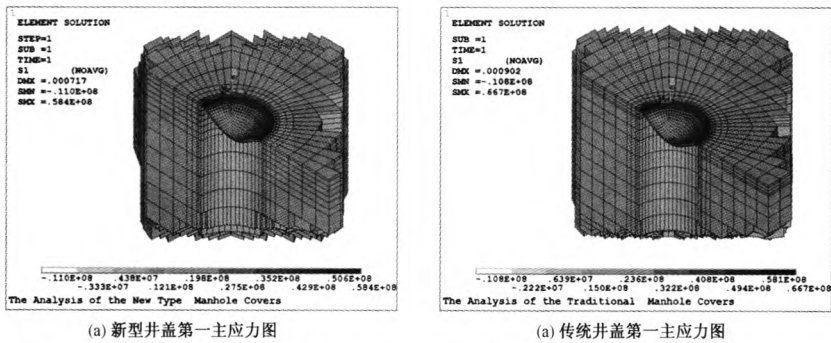


图 4 新型井盖和传统井盖第一主应力比较(工况一)

Fig. 4 The first main stress comparison of the new type manhole cover and the traditional one (condition 1)

2.2 行车荷载作用在交界处

有限元分析结果如图 5 所示. 由图 5 可知, 当相同的单轮荷载作用在井盖与路面交界处时, 新型井盖的竖向最大竖向变形为 0. 229mm, 传统井盖则为 0. 251mm. 值得注意的是, 新型井盖的最大竖向变形发生在路面和井盖的交界处, 表现为井盖与路面协调的整体沉降性质, 而传统井盖的最大竖向变形则发生在井盖上, 表现为井盖相对于周边路面的局部沉降性质; 且由图 5 (b) 可知, 传统井盖与路面的竖向变形是不连续的, 这也是传统井盖周边沥青混凝土路面容易产生破坏的原

因之一.

2.3 行车荷载作用在离边界 x 处

有限元分析结果如图 6 所示.

由图 6 可见, 在相同大小的单轮荷载作用下, 行车荷载作用在离边界 x 处时, 行车荷载对路面造成的竖向变形基本上不会影响到新型井盖, 但却会影响到传统井盖. 因此, 行车荷载对传统井盖的破坏相对较大.

综上所述, 将 3 种工况的分析结果汇总于表 2.

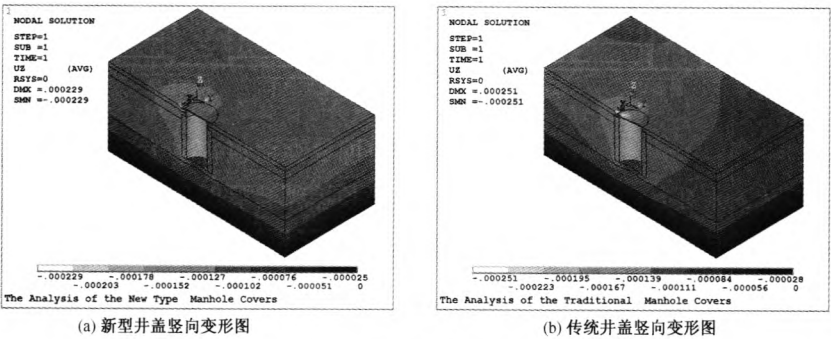


图 5 新型井盖和传统井盖竖向变形比较(工况二)

Fig. 5 Vertical deformation comparison of the new type manhole cover and the traditional one (condition 2)

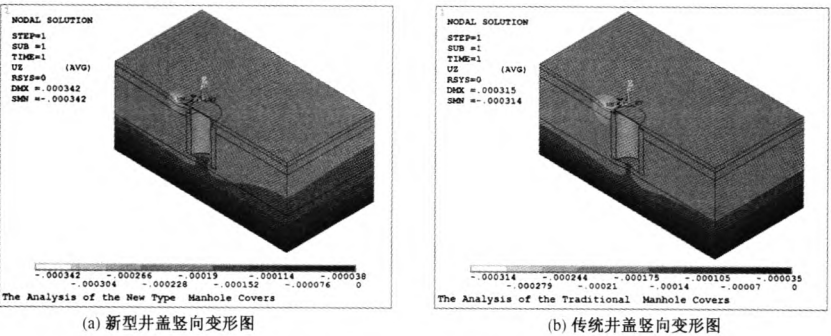


图 6 新型井盖和传统井盖竖向变形比较(工况三)

Fig. 6 Vertical deformation comparison of the new type manhole cover and the traditional one (condition 3)

表 2 新型井盖和传统井盖各工况下的变形和应力
Tab.2 Deformation and stress under various conditions
of the new type cover and the traditional one

工况	新型井盖		传统井盖	
	竖向变 形/mm	最大应 力/MPa	竖向变 形/mm	最大应 力/MPa
一	0.717	58.4	0.902	66.7
二	0.229	11.5	0.251	17.9
三	0.342	1.36	0.314	2.36

3 结论

(1)变形方面,新型井盖与周围路面的协调变形能力远好于传统井盖;

(2)受力方面,新型井盖承受的车轮轴载应力小于传统井盖.

因此,就理论分析而言,自调式防沉降井盖是值得加以推广应用的.

参考文献:

[1] 中华人民共和国住房和城乡建设部 CJJ 37—2012 城市道路工程设计规范[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2012.
[2] 中华人民共和国交通部 JTGD 50—2006 公路沥青路面设计规范[S]. 北京:人民交通出版社,2006.

[3] 中华人民共和国住房和城乡建设部 CJJ 1—2008 城镇道路工程施工与质量验收规范[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2008.
[4] 齐雅敬. 井盖下沉与相关道路质量通病的防治[J]. 市政技术,2006,24(4):210-211,227.
[5] 杨海滨,王庆学. 钢纤维混凝土井盖力学性能影响因素研究[J]. 山西建筑,2009,35(5):12-13.
[6] 万培. 韧性无钢骨架复合树脂井盖及其生产工艺[P]. 中国专利:CN101649623,2010.
[7] 李双贵. 聚合物基复合材料检查井盖有限元分析及优化设计[D]. 昆明理工大学材料加工工程学院,2008.
[8] 王洪林,李宏卓,李德章,等. 市政道路检查井及周边路面有限元分析[J]. 工程与建设,2010,24(1):4-6.
[9] 牛晨亮,王维,周辉. 汽车轴载碾压井盖对其周边路面下沉力学分析[J]. 路基工程学院,2012(4):91-94.
[10] 中华人民共和国交通部 JTGD 62—2004 公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁设计规范[S]. 北京:人民交通出版社,2004.
[11] 中华人民共和国交通部 JTGD 60—2004 公路桥涵设计通用规范[S]. 北京:人民交通出版社,2004.
[12] 中国建筑标准设计研究院 97S501—1 单层、双层井盖及踏步[S]. 北京:中国计划出版社,2009.

Comparative Analysis of Mechanical Properties of the Self-adjustable
Lifting Manhole Cover and the Rraditional One

WANG Dong-wei¹, LI Fang¹, YAN Lei²

(1. School of Civil Engineering, Zhengzhou University, Zhengzhou 450002, China; 2. Municipal Engineering Management Office of Zhengzhou, Zhengzhou 450053, China)

Abstract: Based on finite element analysis, considering three working conditions: 1) single wheel in the middle of the manhole cover, 2) single wheel at the junction of the manhole cover and the road, 3) single wheel x meters distance from the junction of the manhole cover and the road, it carried out the comparisons and analysis of stress and deformation of the new type self-adjustable lifting manhole cover and the traditional manhole cover on asphalt concrete pavement. The result showed that the vertical deformation and the wheel stress of the new type manhole cover are less than the traditional one in the three working conditions, and the new type manhole cover can be better compatibly deformed than the traditional manhole cover, reducing the relative destruction of the manhole cover and the surrounding road. The research results of this paper provides theory basis for the popularization and application of the self-adjustable lifting manhole cover.

Key words: self-adjustable lifting manhole cover; traditional manhole cover; mechanical property; finite element analysis