

地下结构穿越道路保通临时钢结构盖板 标准化设计与施工技术

刘晓晨¹, 张振华², 肖英楠¹

(1.北京特希达交通勘察设计院有限公司,北京市 100068; 2.北京市城市道路养护管理中心,北京市 100000)

摘要: 地下结构穿越运营道路,引起道路沉降,严重影响行车安全性及舒适性。为道路保通,设置临时钢结构盖板在市政工程中应用广泛。北京市某地铁穿越施工引起道路沉降,因而采取设置临时钢结构盖板措施,以该工程临时钢结构盖板的设计及施工为应用案例,提出了道路沉降钢结构盖板措施标准化的设计与施工技术。经验算,结构的最大应力及最大挠度均符合规范要求,地铁穿越道路引起沉降问题得到有效解决。

关键词: 钢结构盖板;保通设施;占路施工;标准化

中图分类号: U25

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2024)06-0201-03

0 引言

地铁作为城市交通系统的重要组成部分,对城市发展有着重要的意义。地铁的建设可以提供一种高效、快速、低碳的交通方式,减少道路拥堵,缓解城市交通压力。但是,地铁的穿越施工往往对周围土体产生扰动^[1],引起变形,穿越土层覆土较薄时,会引起道路的沉降,道路沉降对行车的安全性和舒适性造成极大的影响。为解决这一问题,提出钢结构盖板保通设计^[2]。该设计趋向于标准化设计,满足道路沉降保通需求。

本文以北京市某地铁穿越为例,根据道路沉降结论,设置标准化模块,快速施工,保证道路通行舒适性。本文选取相关参数建立 MIDAS 软件验算钢结构盖板的结构稳定性,为城市道路钢便桥的标准化提供参考。

1 工程概况

该工程为北京地铁 17 号线工程道路检测(广渠门外站—永安里站区间、永安里站)施工影响范围内道路,位于北京市朝阳区,涉及道路为建国门外大街。

17 号线永安里站与既有 1 号线永安里站为 T 形换乘站,在新建车站南段与既有 1 号线永安里站之间设置 2 处换乘通道。换乘通道一般段为单跨单

层拱形结构,浅覆土段为拱顶直墙结构,复合式衬砌,采用四步、六步 CRD 法施工。标准段断面尺寸:宽度为 8.7 m,高度为 5.6~9.6 m。人防段断面尺寸:宽度为 10.2 m,高度为 8.02 m。换乘通道覆土厚度为 4.8~8.3 m。

建国门外大街断面形式由南向北为:5.0 m(人行道)+4.0 m(非机动车道)+3.5 m(辅路机动车道)+3.5 m(绿化带)+30.0 m(机动车道)+3.5 m(绿化带)+3.8 m(辅路机动车道)+3.5 m(非机动车道)+5.0 m(人行道)。道路铺装为沥青混凝土路面。图 1 为改造区现状图。



图 1 改造区现状图

根据北京地铁 17 号线工程施工平面图,穿越影响范围见图 2 至图 4。

根据工前评估报告,暗挖施工导致道路沉降值为 24.00 mm,超过道路允许最大沉降量^[3]。穿越工程影响了道路承担重要功能,同时结构覆土相对较浅,且交通量较大,为确保被穿越道路的运营安全,采用有效施工措施,避免施工导致道路变形及坍塌,故设置

收稿日期: 2023-06-25

作者简介: 刘晓晨(1983—),男,学士,高级工程师,从事桥梁设计、维修加固工作。

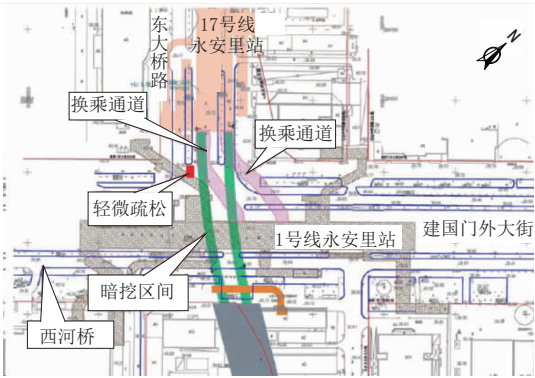


图2 位置关系平面示意图

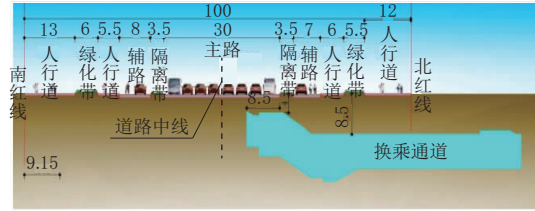


图3 位置关系立面示意图(单位:m)

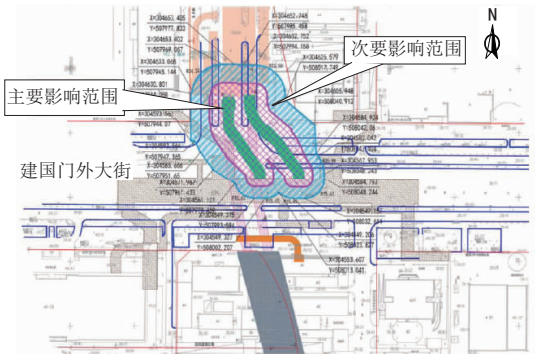


图4 范围影响区

钢结构盖板,保证现状交通通行。

2 钢结构盖板设计

辅道改造宽度 5.7 m,行车道改造宽度 8.7 m,中间绿化带不改造,这样形成一个“U 型”改造范围(见图 5),改造长度共 60 m。

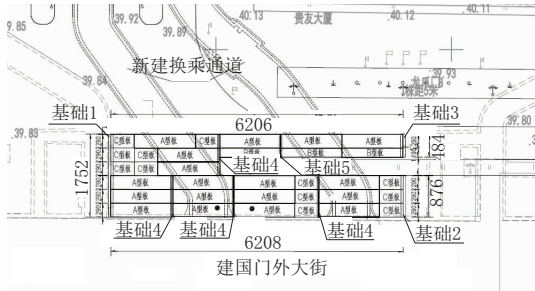


图5 钢结构盖板平面布置图(单位:cm)

为方便钢结构盖板运输及安装,钢结构盖板设置 A 型、B 型、C 型 3 种类型,各分块之间均满焊。保通用钢结构盖板由 100 mm × 100 mm × 14 mm 方钢管组成,横向方钢管纵桥向间距为 1 m 一道,纵向方钢管横桥向间距为 0.5 m 一道。钢管之间采用 C40 超液态自密实无收缩混凝土填充密实。下部结构为

矩形混凝土基础。基础顶面盖板固结,方钢管底面及侧面与原道路相接处各设置 1 cm 厚橡胶板,通长布置。方钢管底部与路基采用锚钉进行固定,呈梅花形布置,横向和纵向按照 200 cm 格子间距布置。不同型号盖板之间现场焊接成一个整体。图 6 为保通用 A 型钢结构盖板平面示意图。

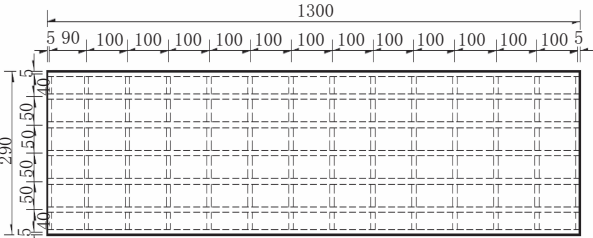


图6 保通用 A 型钢结构盖板平面示意图(单位:mm)

2.1 总体设计

为满足保通用钢结构盖板的施工安全和方便,保通用钢结构盖板下方设置方钢管支承。方钢管型号采用 100 mm × 100 mm × 14 mm,纵向(与行车方向一致)方钢中心间距 50 cm,横向方钢中心间距 100 cm。基础、背墙采用 C40 快硬混凝土。

2.2 主体结构

(1)方钢:采用 Q355B 钢材,100 mm × 100 mm × 14 mm。

(2)桥面板:采用 20 mm 厚 Q355B 钢板。

2.3 基础

采用截面为 C40 快硬混凝土基础;基础顶面与盖板固结。

2.4 桥面铺装

铺装采用 4 cm 沥青玛蹄脂碎石混合料 SMA-13+ 改性乳化沥青黏层 +4 cm 抗车辙中粒式沥青混凝土 KAC-16C(抗车辙剂)+2 cm 厚环氧树脂薄层(见图 7、图 8)。

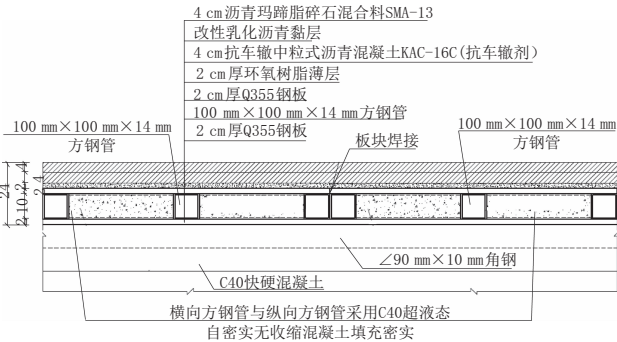


图7 横桥向板间连接大样图

3 钢结构盖板计算

该工程选用 MIDAS 软件^[4]验算钢结构盖板的结构稳定性。恒载采用桥面板自重 + 主体结构自重 +

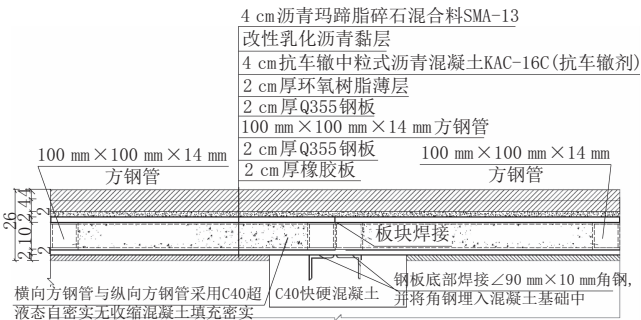


图8 纵桥向板间连接大样图

铺装自重;活载采用汽车荷载,城-A级^[5]。具体为1.2恒载(桥面板+主体结构)+1.4汽车荷载。

图9为钢结构盖板模型,图10为钢便桥应力云图,计算结果见表1。

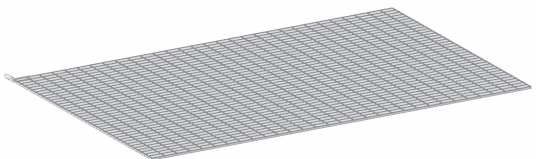


图9 钢便桥结构模型

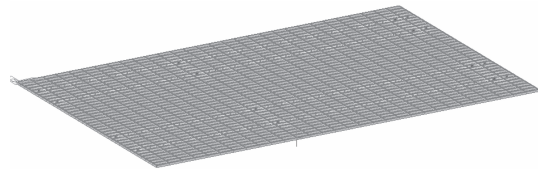


图10 钢便桥应力云图(单位:MPa)

表1 计算结果表

项目	最大顶应力 / MPa	最大底应力 / MPa	最大变形 / mm	基底反力 / kPa
数值	65	132	2.76	154

根据《公路钢结构桥梁设计规范》(JTG D64—2015)的规定,最大应力计算结果满足 Q355 钢的容许应力要求,最大挠度满足最大挠度规范要求。

4 钢便桥施工要求

4.1 混凝土

基础选用 C40 快硬混凝土。

(1)混凝土粗集料应选用质密、坚硬、强度高、耐久性好的碎石或卵石。混凝土细集料应选用级配良好、质地坚硬、颗粒洁净的中、粗砂,其细度模数宜控制在 2.6~3.7 之间,不得采用海砂。

(2)水泥应采用高品质的强度等级为 62.5、52.5 和 42.5 的通用硅酸盐水泥。

(3)混凝土拌和用水应满足的要求

水中不应有漂浮明显的油脂和泡沫,且不应有明显的颜色和异味;严禁将海水用于结构混凝土的拌制和养护。

符合国家标准的饮用水可直接作为混凝土的拌制和养护用水;当采用其他水源或对水质有疑问时,应对水质进行检验,水的品质应符合《公路桥涵施工技术规范》(JTG/T 3650—2020)中表 6.5.1 的规定。

4.2 钢材与焊材

钢板均采用 Q355B 钢材。Q355B 的钢材必须符合国家标准的相关规定。

Q355B 材料之间的焊接采用 E5015 焊条,焊缝等级为一级焊缝。焊接完成后应按照《钢结构工程施工验收规范》(GB 50205—2001)的要求对焊缝进行超声波检验和渗透检验。

钢结构盖板防腐须根据《混凝土桥梁结构表面涂层防腐技术条件》(JT/T695—2007)、《公路桥梁钢结构防腐涂装技术条件》(JT/T 722—2008)、《钢结构防腐涂装技术规程》(CECS243 2013)、《埋地钢质管道防腐保温层技术标准》(GB/T 50538—2020)等标准,钢梁所处环境为中腐蚀(Ⅱ),防腐涂装设计按照 C3 腐蚀环境分类,防腐年限按长效型(H)20 a 进行涂层体系设计。

钢桥面钢材局部除锈防腐采用喷砂除锈至 Sa2.5 级,钢主梁钢材防腐采用动力除锈至 St3.0 级,粗糙度达到 60~100 μm。外露面积参考的防腐体系建议见表 2。

表2 防腐能力对比表

底漆	中间漆	面漆	总厚度
环氧富锌底漆 一道 60 μm	环氧(厚浆)漆 1~2 道 100 μm	丙烯酸脂脂肪族聚氨酯 面漆 2 道共 80 μm	240 μm

4.3 橡胶垫块

橡胶垫块材料选用氯丁橡胶,其扯断强度≥25 MPa,邵尔硬度 A60±5,永久变形≤20%。

4.4 桥面防水层

钢主梁桥面防水黏结层是由防腐层、无溶剂环氧树脂防水层、黏结层共同组成的组合防水系统,由下而上依次为防腐层、防水层和黏结层,此组合防水系统与桥面沥青黏结。

5 结 论

本文以北京市某地铁穿越为例,根据道路沉降情况提出钢结构盖板的设计与施工应用,提出了市政道路钢结构盖板的标准化设计与施工技术。

(1)本工程钢结构盖板拼接焊接,能更好地保证钢结构的整体稳定性。为方便钢便桥的制作与施工,采用模块化拼装,根据施工需求增减。

(下转第 211 页)

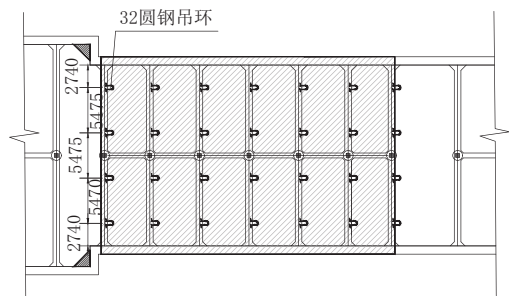


图 11 盖板下吊环布置示意图(单位:mm)

板:一是可减少交通组织难度,一侧盖板作为施工场地,另一侧盖板供社会交通使用;二是可降低地下车站主体施工对周边社会交通的影响,保障城市交通运转。

(2)横跨路口布置的地下车站,可采取路口处设置临时盖板供社会交通使用,分体围挡后基本对周边社会交通无影响。

(3)金牛山站盖板长度 35.7 m,基坑开挖采用蚌爪式挖机竖向运输+小挖机坑内水平短驳方式。结构混凝土浇筑采用混凝土泵车竖向运输+地泵坑内

水平运输方式,顺利完成盖下基坑开挖、结构回筑。

随着城市轨道交通网络建设的发展,新开站点面临日益复杂的交通组织挑战。本文结合实际案例,介绍路中布置车站、横跨路口车站的交通组织形式及盖下施工技术。主体施工过程中,凤凰池站减少占用杨桥西路 4 条机动车道,金牛山站减少占用西洪路 3 条机动车道,满足“借一换一”原则,在保障社会交通条件下顺利地实施了车站主体施工,可为后续相类似工程提供借鉴。

参考文献:

[1] 侯秀芳,冯晨,燕汉民,等.2023 年中国内地城市轨道交通运营线路概况[J].都市快轨交通,2024,37(1):10-16.

[2] 钱栋栋,曹树森,钟祖良.城市轨道交通地下工程前期工作要点研究[J].交通建设与管理,2023(4):75-77.

[3] 马舜.地铁半盖挖基坑临时盖板系统优化设计研究[J].建筑结构,2021,51(增刊 1):1844-1851.

[4] 卢刘俊.浅谈上海轨道交通建设期间的交通组织[J].城市道桥与防洪,2021(6):38-40.

(上接第 203 页)

(2)选用 Midas 软件验算钢结构盖板的结构稳定性,最大应力及最大挠度计算结果均符合规范要求。

(3)保通临时钢结构盖板标准化设计与施工技术通过在本工程的实际应用,地铁穿越道路引起沉降问题得到有效解决。

参考文献:

[1] DB 11/T 716—2019,穿越既有道路设施工程技术要求[S].

[2] 王逸,刘仁刚,王长林,等.复杂工况装配式公路钢便桥施工技术[J].四川建筑,2021,41(3):183-185.

[3] 苏涛.地铁隧道结构监测与安全评估综合研究[J].铁道勘察,2019,45(5):12-13.

[4] 李学刚,吕应,刘传虎.基于 Midas 的钢便桥设计计算分析[J].住宅与房地产,2018(21):153-154.

[5] CJJ 77—98,城市桥梁设计荷载标准[S].

[6] GB 50017—2017,钢结构设计规范[S].