

基于防护结构模块化设计高速公路盖梁结构施工技术 研究与应用

尹发聪 陈加忍

中铁十局集团第四工程有限公司 江苏南京 210000

DOI: 10.12238/ems.v8i1.17624

[摘要] 通过工程实例阐述高速公路桥梁盖梁应用防护结构模块化设计技术,采用盖梁抱箍法施工安全绳固定装置、装配式施工梯笼可移动地锚装置与连墙件装置、装配化施工的临边防护结构、盖梁处使用可调节支座垫石防护平台等,保证了盖梁施工全过程上下通道稳定、高处作业人员安全带有效悬挂、盖梁临边防护稳定有效,形成一套盖梁防护结构模块化设计装配化施工技术,有效提高盖梁施工效率及安全、标准化水平,推动模块化设计防护结构在桥梁领域的应用。

[关键词] 模块化设计; 装配式施工; 临边防护; 安全带悬挂; 梯笼连墙件; 防护平台;

引言:

随着我国经济实力的不断增强,路桥建设的步伐进一步加快,在大、中型桥梁结构设计中,盖梁的应用已相当普遍。但是,由于受墩身高度、地形、地质限制及外观质量要求,普通支架法和预穿牛腿法等盖梁施工方法的使用受到限制。抱箍结构施工法因其轻便、加工制作简单、成本低廉、结构可靠,在盖梁施工中的运用越来越普遍。

除此之外,盖梁高空作业安全防护及作业人员安全保证措施,盖梁钢筋保护层厚度控制水平等成为当前盖梁施工关键控制内容。

本项目对盖梁快速安全施工技术开展系统研究,创新梯笼固定方式、盖梁临边防护模块化设计、创新高空作业安全绳固定装置设计,并提出合理的施工方案,确保结构安全可靠,形成和掌握盖梁快速安全施工关键技术,对后续多类似桥梁建设起到示范作用。

一、工程概况

东台至兴化高速公路东延工程路基桥梁施工项目 DXDY-DT3 标位于江苏省盐城市东台市,起点里程 K25+100,终点里程 K37+700,全线长度 12.6km,高速公路标准设计,设计实度 120km/h,双向 4 车道。全线共计主线桥梁 12 座,其中大桥 3 座,中桥 9 座,互通匝道桥共计 5 座,桥梁比 22.3%。

桥梁采用钻孔灌注桩基础,下部结构采用柱式墩、混凝土盖梁结构,上部结构为装配式预应力箱梁、先张法预应力空心板。全线共计盖梁台帽 232 座。

根据设计图纸,经与业主、设计单位、桥梁施工专业单位多次沟通,聘请相关专家指导,利用 3D 数字建模、迈达斯有限元模型设计盖梁施工装配式防护结构,提高现场施工的安全性,顺利高效的完成了施工节点任务,同时总结出了一套盖梁防护结构模块化设计装配化施工技术。

二、盖梁上下通道连接加固

根据要求盖梁施工采用定型钢梯笼作为盖梁施工上下通道,而梯笼高度超过 4m 时,每 4m 需设置 1 道连墙件及地锚装置。

施工前,项目设计梯笼抱箍法连墙件装置、可移动梯笼地锚装置,其设计构造及施工情况如下:

(1) 抱箍法连墙件主体采用 40×4mm 扁钢,法兰加劲板位置采用 6mm 厚镀锌钢板,采用 M10 高强螺栓进行固定,传力杆采用 40×80×3mm 矩形钢管制作。该装置可在墩柱模板拆除后,墩柱全包围梯笼尚未拆除前进行安装,结构采用镀锌材料,不受混凝土养护水影响而锈蚀,且安装过程存在有效的安全防护装置,安全性高,不破坏墩柱混凝土。

(2) 梯笼地锚设计采用标准预制混凝土块,结构尺寸 80×100×100cm,顶面设 16mm 圆钢吊环 4 处,混凝土表面涂刷黄黑警示漆。

三、安全绳固定装置设计与安装

项目设计了一种盖梁抱箍法施工安全绳固定装置,有效的解决了盖梁施工全过程安全带无法悬挂或无法做到高挂低用的问题,为作业人员生命安全提供了保障。

(1) 工字钢主梁吊装前,在场地内将盖梁抱箍法施工安全绳固定装置中固定端(AB装置)焊接完成,每条双拼工字钢主梁设置两处,位于主梁两端外侧。

(2) 工字钢主梁吊装时,安装并固定C装置(盘扣立杆),同时在C装置二层盘扣圈口处安装钢丝绳,钢丝绳可以用绳卡或花篮螺栓固定。再进行双拼工字钢主梁吊装。

(3) 桥梁墩柱两侧工字钢主梁均吊装完成后,开始安装横向分配梁,安装分配梁时工人将安全带卡扣扣于安全绳上,卡扣可随工人移动而移动,确保安全绳悬挂高度大于1.2m。

(4) 盖梁底模安装、临边防护设置、底层钢筋安装时,工人安全带卡扣均扣于二层盘扣圈口,确保安全绳悬挂高度大于1.2m。同上一步。

(5) 盖梁箍筋安装、模板加固、支座垫石钢筋预埋、混凝土浇筑等工序时,工人安全带卡扣均扣于一层盘扣圈口处,确保安全绳悬挂高度大于1.2m。

四、临边防护装置设计与配化施工

通过CAD、数字建模技术,进行装置的设计,细化每个构件的尺寸、材质、数量及每个节点的连接方式,出具加工图纸,技术人员根据图纸进行备料。

(1) 选取长度0.4m $\phi 38 \times 3.5$ mm 不锈钢管,底部20cm处开6mm孔,焊接于12#工字钢端部(如下图),兼做分配梁及临边防护立杆固定端。

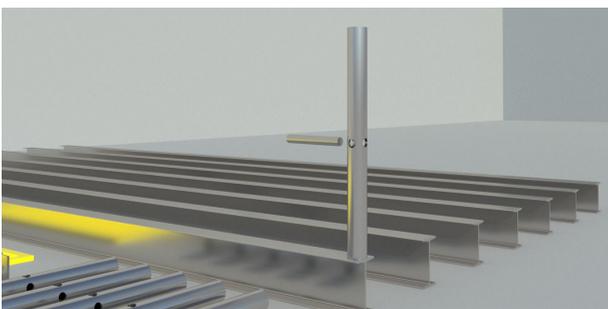


图1 装配式临边防护固定端

(2) 选取盖梁立杆为长度1.3m $\phi 48 \times 3.5$ mm 不锈钢管,底部20cm处开6mm孔,与分配梁处钢管承插,开孔对应,并用插销固定,承插长度达40cm。

(3) 安装脚手板及临边防护网片,网片通过直角U型卡连接,可直接将横杆与立杆固定。网片长度2m,共与3处立杆连接,上下两层,共六个连接点。完成后,安装固定施工平台及底模。

(4) 盖梁临边防护采用模块化设计,工字钢分配梁、立杆、插销端、防护网片等均为制式化生产制作,现场装配化施工。

五、临边防护装置拆除辅助装置设计与施工

为确保盖梁临边防护及支撑体系拆除施工安全,项目设计并使用工字钢、钢丝绳、手拉葫芦等材料,拆除盖梁临边防护及支撑体系拆除辅助装置,该装置利用盖梁上下通道进行人员上下安装,其中装置上横梁位于盖梁顶面,下横梁位于盖梁支撑体系主横梁下方,通过拉动手拉葫芦进行预紧。随后按顺序拆除抱箍,此时支撑体系及临边防护体系重量落于下横梁处,通过拉动手拉葫芦,下放盖梁临边防护及支撑体系。

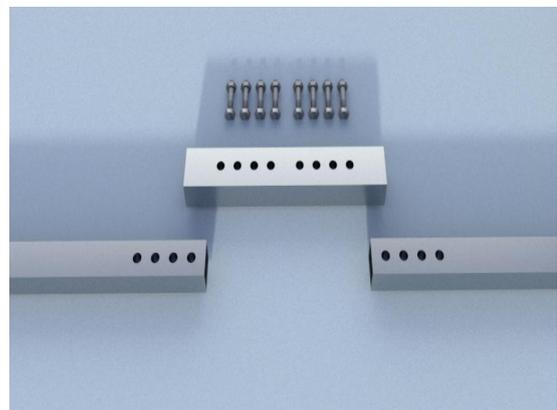
六、盖梁处垫石、支座施工防护架设计

通过CAD、数字建模技术,进行装置的设计,细化每个构件的尺寸、材质、数量及每个节点的连接方式,出具加工图纸,技术人员根据图纸进行备料。

1、装置加工

(1) 该装置主体采用 $80 \times 60 \times 4$ mm 矩形钢管栓接而成,结构强度高;装置整体长度根据盖梁宽度设计,装置长度5.9m,两套装置组合,可用于双向四车道单幅盖梁使用。

(2) 该装置横杆有效宽度为1.95m(立杆最小净距),为满足本项目宽度为1.9m、2.1m两种盖梁施工需要,该装置横杆中间断开,且在中部处采用长度60cm的 $100 \times 70 \times 4$ mm 矩形钢管做外套管,间隔5cm开孔,横杆开孔位置与外套管对应,每处利用8个M12螺栓进行固定,以起到调节宽度需要,同时确保稳定性。调节尺寸范围190cm~230cm,满足通常情况下盖梁尺寸需要。如下图:



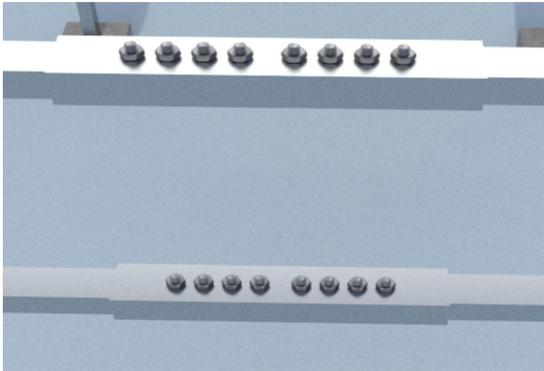


图2 宽度调节详图

(3) 该装置外侧设置制式安全防护网片，高度 1.2m，与该装置防护高度相同，下方设有踢脚板，满足规范要求。

2、装置安装

装置中 A、B 横杆（见下图）分别落于盖梁（B）、挡块（A）顶面，装置立杆位于盖梁两侧，起到卡固作用，有效确保装置整体稳定性，同时最上层水平钢管与最下层水平钢管间距 1.2m，满足临边防护护栏高度要求，并且顶部横杆可用于固定安全带。

工人在防护平台内施工时，安全带悬挂于装置顶部横杆处。支座垫石混凝土、支座等材料通过汽车吊吊运。



图3 安装、使用示意图

七、形成专利、工法

本技术形成专利包括：一种盖梁快速安全施工方法（发明受理）、一种盖梁抱箍法施工安全绳固定装置（实用授权）、一种新型可调支座垫石施工安全防护装置（实用授权）、一种盖梁梯笼与圆柱形桥墩快速连接安全装置（实用授权）、一种预制可移动揽风绳固定地锚装置、一种装配式盖梁临边防护装置（实用授权）等；

形成工法包括：《基于防护结构模块化设计高速公路盖梁快速安全施工工法》获河南省省级建设工法、济南交通协会建设工法。

八、结论

随着全国各省市建筑行业不断省级，产业科技含量不断创新，装配化施工水平日益提高，盖梁防护结构模块化设计装配化施工关键技术能够实现节能减排及资源的综合利用，对行业的绿色发展，乃至全国的相关行业的技术提升，具有重要意义。盖梁防护结构实现快速安拆施工，具有安全、高效的施工工艺；大大减少施工时间与材料周转；而且作业过程中无高噪音、高浓度粉尘污染，绿色环保文明施工。相关研究成果正适应于目前国家的环保政策导向及工程建设需求，起到一定的示范性与指导性作用，推广应用前景十分广泛。

[参考文献]

- [1] 《公路工程质量检验评定标准》（JTGF80/1-2017）
- [2] 《公路工程施工安全技术规程》（JTGF90-2015）
- [3] 《公路桥涵施工技术规范》（JTG/T3650-2020）
- [4] 《公路工程技术标准》（JTGB01-2014）
- [5] 《公路工程施工安全技术规范》（JTG F90-2015）
- [6] 《混凝土结构工程施工规范》（GB 50666-2011）
- [7] 《施工现场安全检查标准》（JGJ59-2011）
- [8] 东台至兴化高速公路东延工程路基桥梁施工项目 DXDY-DT3 标施工设计图纸
- [9] 东台至兴化高速公路东延工程路基桥梁施工项目 DXDY-DT3 标《实施性施工组织设计》

作者简介：尹发聪（197709），男，江苏睢宁人，高级工程师，主要从事公路与桥梁工程施工；

陈加忍，工程师，男，江苏丰县人，工程师，主要从事道路桥梁工程技术。