

盘扣支架模板体系在变截面明挖隧道施工的应用探究

夏济晴 黎中元

中冶建工集团有限公司 重庆 400084

摘要: 变截面明挖隧道,是指隧道断面不断变化的明挖隧道。传统的定型二衬模板台车断面尺寸单一,无法满足变截面明挖隧道施工的技术和经济要求。而盘扣支架模板体系结构简单,搭拆方便,造价低廉,可根据隧道断面尺寸任意调节,具有很高的灵活性和经济性,正好解决了这个难题。本文介绍了盘扣支架模板体系在变截面明挖隧道施工中的应用,很好地解决了定型二衬模板台车截面尺寸单一、造价高等问题,并取得了良好的工程效果和经济效益,具有较好的可操作性和适应性。

关键词: 变截面; 明挖隧道; 盘扣支架模板体系; 定型二衬模板台车; 隧道断面

前言:随着工程建设领域的不断发展,隧道数量越来越多,变截面明挖隧道数量也不断增加,而隧道变截面部分长度往往并不长。若采用传统的定型二衬模板台车不仅造价昂贵,断面尺寸也较为单一,隧道内安拆难度较大,安拆过程中易发生安全事故^[1]。为此,盘扣支架模板体系具有的灵活性和经济性,正好解决了变截面明挖隧道施工不便的问题。同时,根据工程实践,盘扣支架模板体系在变截面明挖隧道施工中取得了良好的工程效果和经济效益,值得类似工程借鉴。

1 变截面隧道工程概述

拟建工程场地位于重庆市江北区鱼嘴镇,现状已因疏港大道及周边地块平整施工部分整平,原始地形总体上北东高南西低,并呈“低-高-低-高”之起伏状,丘包与沟谷间断相连。由于沿着隧道纵向,地质情况、覆土厚度变化较大,设计根据不同的地质及覆土情况采用不同的断面形式,共4种断面形式,分别为G1、G2、G3、G4四种拱形断面,变截面隧道长度共计59.7m,断面结构形式如下:

G1断面:建筑界限19.923×4.5m,分段长度14.2m,采用100cm厚C30P8钢筋混凝土。

G2断面:建筑界限17.183×4.5m,分段长度14.0m,采用100cm厚C30P8钢筋混凝土。

G3断面:建筑界限14.724×4.5m,分段长度18.0m,采用100cm厚C30P8钢筋混凝土。

G4断面:建筑界限12.115×4.5m,分段长度1.35m,采用80cm厚C30P8钢筋混凝土。

因本隧道长度仅为59.7m,断面形式多样,故采取满堂盘扣支架模板体系进行二衬施工。

2 盘扣支架模板支撑体系结构设计

本工程明挖隧道最大断面成型净空约22.12m,按照

最大端面进行设计,最大断面受力满足要求,其他断面亦满足要求。

明挖隧道模板分内侧模板和外侧模板两部分组成。内侧模板由盘扣支架、工字钢拱架主梁(横向)、10×10cm木方小梁(纵向)、15mm拱形桥梁板、对拉螺杆组成。外侧模板由20×5cm木板、环向箍筋、对拉螺杆组成。

内侧模板: I14拱架主梁纵向间距1.2m,对拉杆HRB400,Φ22钢筋间距0.9×0.6m,10×10cm木方小梁间距20cm,环向满铺15mm胶合板。

盘扣支架: 横向间距0.9m,纵向间距1.2m,步距1.5m,底层和顶层第一步间距1m,中间步距1.5m。

外侧模板: 沿环向满铺设20×5×300cm木板,对拉杆HRB400,Φ22钢筋间距0.9×0.6m(与内侧模板对拉钢筋对应),环向箍筋采用HRB400,Φ22钢筋,间距按90cm设置,箍筋与对拉钢筋焊接加固。

3 施工方法

3.1 隧道二衬施工工艺流程

测量放线→基底处理→混凝土底板(仰拱)钢筋绑扎→混凝土底板(仰拱)模板→混凝土底板(仰拱)浇筑→盘扣支架与外脚手架搭设→侧墙(拱墙)钢筋绑扎→侧墙(拱墙)模板→侧墙(拱墙)浇筑→顶板模板→顶板钢筋绑扎→顶板浇筑。

3.2 隧道浇筑分段与分层

隧道纵向分段浇筑长度设置在设计变形缝位置,中间不再额外设置纵向分段施工缝。每个纵向浇筑分段施工内,带仰拱的拱形断面分仰拱、仰拱填充、拱墙按三次分层施工^[2]。仰拱拱墙分界面为左侧电缆沟顶面标高,仰拱填充浇筑顶面为水沟底面下20cm,预留20cm仰拱填充层作为后期电缆沟、水沟及底面填充层的调平层。

3.3 隧道模板支架体系

模板支撑体系分内侧模板支撑和外层模板支撑两部分。

3.3.1 内侧模板支撑

内侧模板支撑由盘扣架、I14工字钢环向主梁、10×10cm木方纵向小梁、15mm木胶合板、HRB400, Φ22对拉钢筋组成。盘扣架体采用60×3.2mm重型盘扣, 盘扣架纵向间距0.9m, 首层和顶层盘扣架步距为1m, 其余为1.5m, 在盘扣架体横向两侧根据现场支架顶托自由端高度情况, 调整盘扣步距为0.5~1m, 保证自由端长度不得大于45cm, 盘扣架横向间距为0.9m。自拱墙顶部下2m处开始设置法向加密顶撑, 顶撑与盘扣架体采用扣件连接, 连接点不少于2m^[4]。

I14工字钢根据断面弧度进行现场加工, 采用冷弯机进行弯制, 顶托和工字钢见的间隙用木楔进行垫实, 环向工字钢主梁纵向间距0.9m设置一榀。10×10cm木方截面沿着环向间距20cm进行布置, 木方在工字钢节点处用铁丝进行绑扎牢固。胶合板满铺与木方上, 用钉子钉牢。对拉钢筋采用HRB400, Φ22钢筋现场加工, 为L型结构, 纵向间距0.9m, 法向间距0.6m。在内侧木胶合板铺设完成后, 用开孔器在木模板上对应位置开孔, 由木模板下方长边穿出, 短边交叉焊接与工字钢上。

3.3.2 外层模板支撑

外层模板支撑架底部水平杆应作为扫地杆, 纵横向扫地杆距地面高度不超过35cm。模板支架可调节顶托超过最顶部水平杆的悬臂长度不超过65cm, 可调节顶托插入立杆的长度不少于15cm, 外露丝杆的长度不超过400mm; 模板支架高度不超过8m时, 模板支架架体外立面向内的第一跨每层均应该设置竖向斜杆, 架体整体底层以及顶层均应该设置竖向斜杆, 并应在架体内部区域每隔5跨由底至顶纵、横向均设置竖向斜杆或采用扣件钢管搭设的大剪刀撑^[5]。

当模板支撑架的架体高度不超过4个步距时, 可不用设置顶层水平斜杆; 当模板支撑架的架体高度超过4个步距时, 应设置顶层水平斜杆或扣件钢管水平剪刀撑; 当模板支撑架的支架搭设高度超过8m时, 竖向斜杆应满布, 沿高度每隔4~6个标准步距应设置水平层斜杆或扣件钢管搭设的剪刀撑。

外侧模板采用20×5×400cm模板环向满铺, 木板外侧间隔90cm一道用HRB400, Φ22钢筋环向箍紧, 环向箍筋与对拉钢筋点焊连接, 施工外侧模板时必定在钢筋上设置保护层垫块和钢筋内撑, 以保证断面尺寸精确。

在仰拱和底板模板施工时, 需在垫层上用电锤打设Φ22短钢筋, 下部对拉杆焊接与短钢筋上。对拉钢筋也可

与底板和仰拱的横向钢筋连接, 保证底板和仰拱模板稳固。对拉钢筋的设计间距与上部对拉杆相同。

为了保证外侧钢筋和模板的施工, 在外侧模板外40cm处设置双排脚手架, 脚手架横距1.2m, 纵距和步距均为1.5m, 脚手架采用48×3.2mm盘扣搭设。脚手架脚手板钢踏板脚手板, 不得出现探头板。

3.4 隧道混凝土浇筑

3.4.1 浇筑顺序

混凝土采用臂架泵泵送, 混凝土塌落度必须严格控制。对于拱墙断面的隧道, 在拱形断面背模一侧竖向每隔2m开设30×30cm的模板浇筑孔, 同一水平面上设置两个, 分别距两侧模板端部约2m处, 当混凝土浇筑至浇筑孔标高时, 用木板将孔档死, 在继续向上浇筑直至完成。对于边墙模板, 墙高超过2m以上时, 安装串筒, 每3~4m左右设置一投料点, 串筒采用帆布制作, 用以帆布柔性减小浇筑混凝土受钢筋的影响, 帆布串筒长度分为5m、3m、1m, 随着混凝土浇筑高度的变化及时更换, 确保混凝土浇筑落差小于2m。混凝土浇筑上升速度不得大于2m/h。

混凝土的浇筑应均匀、对称浇筑, 尽量保证左右侧的拱墙混凝土标高保证一致, 防止不对称浇筑导致出现偏压现象。水平分层浇筑时的高度差应按照每层厚30cm控制, 混凝土浇筑过程中要求每次下料高度不得超过30cm。每次振捣完毕后方可进行下一次放料。

3.4.2 浇筑下料及振捣

1) 混凝土泵送入模后, 人工将混凝土均匀铺平。防止骨料分离, 注意层间结合, 确保连续浇筑, 防止出现冷缝, 加强振捣, 浇筑过程中要加强巡视维护, 发现异常情况停止浇筑, 并及时处理。

2) 混凝土振捣时要做到“快插慢拔”, 在振捣过程中, 将振捣棒上下略有抽动, 以使上下振动均匀。每处振捣时间为10~20秒, 但还应以混凝土表面不再显著下沉、无气泡产生且混凝土表面有均匀的水泥浆泛出为准。同时在混凝土振捣时不得触碰钢筋、模板、止水带、预埋件等。施工时, 派专人注意观察支架模板的稳定, 防止涨模, 造成病害。

3.4.3 底板泵送混凝土, 其表面水泥浮浆较厚或者出现泌水现象, 在混凝土浇筑结束后要认真清理浮浆。按标高用长刮尺刮平, 在混凝土初凝前, 用木抹子拍压抹三遍, 搓成麻面, 以闭合收水裂缝。在木抹子压第三遍时, 麻面纹路要顺直, 以东西向为纹路方向保证纹路一行压一行且相互平行。

3.4.4 混凝土养护

混凝土浇筑完毕后,养护由专人及时进行,在混凝土终凝后持续进行洒水养护,保证混凝土面处于湿润状态,养护期不少于7天。

3.5 模板的拆除

模板的拆除,除了侧模及能保证混凝土表面及棱角不受损坏的部位可拆除外,其他部位应按以下规定严格执行。

侧墙模板拆除:在混凝土强度达到1.2MPa,且能保证表面棱角不受损坏后方可拆除,拆除顺序从上向下进行拆除。加固支撑拆除后,用撬棍轻轻撬动模板,使模板离开墙体,即可把模板吊运走。

拱墙模板拆除:在混凝土强度达到设计强度的75%后方可拆除。

顶板模板拆除:当混凝土强度达到设计强度100%强度后方可拆除模板,且以同条件养护试块作为强度判定标准,设计有特殊要求按照设计要求的强度进行拆模。

4 施工控制重点

4.1 盘扣支架模板体系质量控制要点

材料质量应满足方案设计和相关规范要求,搭设模板支架用的钢管、扣件,使用前必须进行抽样检测合格后方可使用,未经检测和检测不合格的一律不得使用,抽检的数量按有关规定执行。盘扣基层应回填夯实,地基承载力满足要求,立柱下方应放置垫木;底座位置应正确,顶托螺杆伸出长度应符合规定;立杆的规格、型号和垂直度应满足规范要求,不得出现轴线偏心;扫地杆、水平拉杆、剪刀撑、斜撑等的设置应符合规范要求,安装应牢固、可靠。

4.2 混凝土浇筑监测控制要点

混凝土浇筑过程中,派专人对支架、模板和支撑情况进行监测,发现下沉、涨模、变形、松动和水平位移等情况,应及时向施工负责人报告,并停止混凝土浇筑,解决后方可继续施工。支架模板监测点布设应按监测项目,分别在受力最大的立杆及支架、周边稳定性薄弱及受力最大或地基承载力低的立杆位置设监测点。监测点按照每浇筑段设置前、中、后三个断面,每个断面设置三个监测点,监测点布置根据支架平面面积,设置不少于2个立杆顶水平位移、支架整体水平位移及立杆基础沉降的监测点,监测的仪器精度应满足监测规范要求,并设变形监测报警值。

4.3 模板拆除控制要点

模板拆除顺序应该遵循“后支的先拆,先支的后拆”、“先拆除非承重部分,后拆除承重部分,承重部位按自上而下”的原则。模板支架拆除时,操作人员应站在安全处,严禁用大锤和撬棍硬砸硬撬,以免发生安全事故,待该片模板全部拆除后,方准将模板、配件、支架等运出,集中堆放整齐。模板应优先考虑整体拆除,便于整体转移后,重复进行整体安装^[1]。

5 经济效益分析

根据本隧道实践探究,盘扣支架模板体系在变截面明挖隧道施工中取得了良好的工程效果和经济效益,具有较高的推广价值。相比于采用传统的定型二衬模板台车可大幅度节省成本和节约工期,经过测算,本隧道可节省成本约160万元,可节省工期约3个月。

6 结束语

分析盘扣支架模板体系在变截面明挖隧道施工中的工程实践效果,通过经验总结,相比于采用传统的定型二衬模板台车可大幅度节省成本和节约工期,具有良好的工程效果和经济效益。因此,可以得出以下结论:

1.盘扣支架模板体系是可以应用在变截面明挖隧道施工中的,且具有很好的适用性和经济性。

2.盘扣支架模板体系在变截面明挖隧道中有很高的推广价值,是一项应对短且截面变化多的隧道重要的技术手段。

3.通过借鉴本工程案例,可将盘扣支架模板体系进一步应用到暗挖隧道加宽段、变截面暗挖隧道、超短隧道、地下通道等,使用定型二衬模板台车受限的隧道工程。本工程提出的施工方案、施工技术参数和施工管理经验可以为类似的工程项目提供参考依据。

参考文献

- [1]徐付平.浅谈变截面隧道衬砌台车设计与使用[J].建筑工程技术与设计.2011(21):395-395.
- [2]陈纪州.盘扣式支架在明挖隧道顶板工程中的具体应用[J].冶金丛刊.2020(17):123-124.
- [3]李伟;黄剑.盘扣式模板支撑架在地铁车辆段(带土盖开发)厚板工程中的应用[J].建筑工程技术与设计.2021(09):113-114.
- [4]向杰.承插型盘扣式支撑架在地铁车辆段工程中的应用[J].资源信息与工程.2020(02):91-93.
- [5]王雁青.基于承插盘扣式脚手架明挖隧道支撑体系施工[J].兰州石化职业技术学院学报.2022(02):19-22.