

高速公路隧道软弱围岩施工关键技术

魏海滨

中铁北京工程局集团有限公司工程管理中心 北京 100000

摘要:公路隧道软弱围岩因透水性较差,岩体较松散,在外界力的作用下容易发生掉落、垮塌现象,施工难度加大,隧道开挖在初期支护后易发生变形,钢架扭曲和混凝土掉落,软弱围岩施工具有变形大,不稳定特性,在部分地段拱顶沉降及双侧变形会达到1m多,有些施做后的二次衬砌也会发生开裂和掉块,初期支护施工完后钢架也会发生扭曲、侵限,这就需要把钢架拆除后进行换拱施工,本文结合玉楚高速公路项目大栗树隧道现场施工情况,对软弱围岩施工关键技术进行探讨。

关键词:软弱围岩;变形大;难度大;技术研究

1 工程简介

玉楚高速公路大栗树隧道起点位于易门县铜厂乡衣沙鲜村,终点位于绿汁镇大绿汁组。大栗树隧道形式为分离式隧道渐变为连拱隧道,为双线四车道隧道,左右幅单线总长4246.2m。左幅起止里程 ZK100+298~ZK102+434,长 2112.2m,短链长度 23.8m,最大埋深约 296m,右幅起止里程为 YK100+300~YK102+434,长 2134m,最大埋深约 297.3m,隧道左右洞间净距为 2.5m~43m。其中分离式段长度为 1641m,连拱段长度为 354m,极小净距段长度 90m,小净距段长度 51m。大栗树隧道左幅原设计 V 级围岩 543m, IV 级围岩 1575m,右幅原设计 V 级围岩 570m, IV 级围岩 1564m。大栗树隧道进口段洞身围岩为强、中风化板岩夹炭质板岩、砂岩及白云岩,岩质软。岩体较破碎,呈碎裂状结构^[1]。

2 施工方法确定

大栗树隧道右洞施工至 YK101+125 时掌子面围岩为碎石土,强、中风化板岩夹凝灰质板岩、砂岩及白云岩,岩质软岩体较破碎,呈碎裂状结构,围岩无自稳能力,无支护时易产生塌方、掉块,为避免出现开挖溜塌,支护后出现变形,与建立单位和设计单位现场研究,决定加强支护参数,确定如下施工方法,按此方法施工后,初支不再出现变形^[2]。

3 施工技术要点

3.1 支护参数

(1) 拱架: H175 型钢,外放尺寸 100cm,间距 60cm;
(2) 超前支护: $\phi 76 \times 6$ mm 中管棚:长 10m,环向间距 35m,每环 40 根,每间隔 10 榀施作一环,搭接长度 3m;超前小导管: $\phi 42$ 无缝钢管,长 4.5 米,环向间距 30m,每环 47 根,每间隔 5 榀施作一环;(3) 系统锚管: $\phi 42$ 无缝钢管,长 4.5 米,间距 0.6*0.8 (纵向*环向) (4) 锁脚锚管:上中下台阶每处 2 根, $\phi 42$ 无缝钢管,长 4.5 米;(5) 纵向连接筋: $\phi 20$ 螺纹钢,外层布设,环向间距 100cm;(6) 网片: $\phi 8$ 网格,尺寸外层 15cm*15cm;(7) 喷射砼: C25,厚度 28cm;(8) 超前注浆设备及注浆压力达到 0.5~1.0MPa,确保注浆效果良好。

3.2 施工工艺

3.2.1 超前支护施工

超前管棚布设与拱部 120° 范围内,每 10 榀钢拱架打设一循环,材料为 $\phi 76 \text{mm} \times 6 \text{mm}$ 钢花管,长度 9m,环向间距 30cm,仰角为 5°~15°,每循环 40 根。管棚采用坦克钻进行钻孔,每循环 2 台钻孔机,钻孔时先通风后开钻,钻杆穿过安装的拱架预留孔,采用挖机将小导管推入孔内。

超前小导管布设与拱部 120° 范围内,每 5 榀钢拱架打设一循环,材料为 $\phi 42 \text{mm} \times 4 \text{mm}$ 钢花管,长度 4.5m,环向间距 35cm,仰角为 5°~30°,每循环 47 根。上台拱拱腰部分不打眼,靠在钢架上部打设,钻孔及安装在掌子面拱架安装好后进行,并焊接注浆阀做好保护,注浆在该循环喷射砼施工完后进行注浆。小导管钻孔采用气腿式钻机进行钻孔,钻孔时先通风后开钻,钻杆穿过安装好的拱架预留孔,成孔后采用风管将孔内杂物及污水冲洗干净,采用钻机将小导管推入孔内,端部预留 50cm 长,管壁与拱架焊接牢固,端头位置焊接注浆阀,焊接需牢固,无缝隙。

3.2.2 开挖施工

上台阶每循环开挖 1 榀拱架间距长度,中台阶单侧开挖,每循环开挖不大于 2 榀拱架间距,下台阶单侧开挖,每循环开挖不大于 2 榀拱架间距,仰拱初支每循环开挖 5 榀拱架间距,长度不得大于 3m。

上、中、下台阶开挖如图所示,上台阶开挖长度控制在 3~4m,预留核心土,中左台阶距离掌子面 3~4m,中右台阶距离中左台阶 3~5m,下左台阶距离中右台阶 5m,下右台阶距离下左台阶 3~5m。仰拱初支距离下右台阶 3~6m (如图 1)。

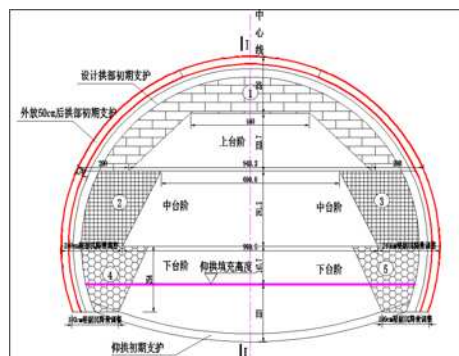


图1 隧道施工断面图

每循环初期支护喷射混凝土施工完,初支混凝土初凝后,每班开始开挖时,上台阶开挖采用挖机开挖上台阶,开挖过程注意岩层稳定情况,用挖机斗齿剥土,修整上台阶核心土。

中台阶开挖,开挖中台阶,台阶长度不得过长,中台阶左右侧错开长度不得过短,也不得同时开挖,中台阶不得掏槽开挖,下台阶左右侧错开长度不得过短,控制在5m左右,也不得同时开挖,开挖过程中条件允许时可上台阶,中左,下右,也可上台阶、中右、下左开挖,不得同侧同时开挖,防止造成沉降过大。下台阶开挖完成后,及时施做仰拱初支,仰拱初支距掌子面距离控制在25m以内。仰拱回填距掌子面距离控制在25m以内,防止步距过长,造成沉降过大。

3.2.3 上台阶拱架安装施工

拱架采用钢筋加工厂进行加工,堆放至洞外存放区,施工需要时运至洞内进行安装,拱架分为A、B、C、D、E单元,安装时上台阶为3节A单元,中台阶左右侧为B单元,下台阶左右侧为C单元,仰拱为D、E单元,安装时需分清楚单元尺寸。

现场施工测量放样7个点位(拱顶处3个点位、拱腰处左右侧2个点位,拱脚处左右侧2个点位),确定钢架安装内轮廓线,确保拱架安装轴线垂直及轮廓位置准确:①安装时各节钢架连接板间应以螺栓连接牢固、密贴,沿钢架外缘每隔2m应用钢楔或混凝土预制块与初喷混凝土楔紧。②每榀钢架在安装中进行垂直度检查,严格控制在 $\pm 2^\circ$ 以内。③钢架必须在工厂内进行试拼,确保钢架连接板接触良好,方可运至隧道内施工^[3]。④纵向连接筋、槽钢及网片施工。连接筋及网片采用加工厂进行加工,运至洞口存放区堆放,施工需要时运至洞内进行安装,拱架安装调整到位后,焊接纵向连接筋,采用HRB $\Phi 20$ 钢筋,环向间距1m,沿钢架内外侧双层布置,与上榀拱架外露连接钢筋有效焊接,焊接长度单面焊需满足至少20cm。环向及纵向搭接均不少于一个网格,且外露一个网格,便于下循环进行搭接连接。⑤系统锚管施工。系统锚杆调整为 $\phi 42\text{mm} \times 4\text{mm}$ 钢花管, $L=4.5\text{m}$, $60 \times 80\text{cm}$ 梅花型布置(每榀之间钢花管160cm环向布置)施工时采用气腿式钻机进行钻孔,紧贴钢架打设孔位,成孔后采用风管将孔内杂物及污水冲出,采用钻机将锚管推入孔内,合理利用钢花管与钢架焊接控制沉降。垂直隧道法线方向 60° 角度打设。缝隙用砂浆填塞,每环向布置15根,上台阶布置7根,梅花形布置,中台阶每榀2根错开梅花型布置,下台阶每榀2根错开梅花型布置。⑥ $\phi 42$ 锁脚锚管施工。上台阶每处拱脚布设2根,每榀4根,长4.5m,中台阶每处拱脚布设2根 $\phi 42$ 锚管,长6.0m,均位于拱脚连接板位置上70cm处下倾倾角为 45° ,小导管使用 $\Phi 25$ “L”形双层钢筋与钢架进行有效焊接。围岩情况稳定允许时可先打设锁脚,围岩稳定性差时可先喷射砼,后打设锁脚,后打设锁脚施工时应应对拱架处喷射砼进行凿除,确保连接筋与拱架和小导管焊接密实、牢固。

$\phi 42$ 锁脚锚管采用气腿式钻机进行钻孔,钻孔时需注意孔位的位置及钻孔角度,成孔后采用风管将孔内杂物及污水清除干净,采用钻机将锚管送入孔内,并与拱架焊接牢固,管口安装注浆阀,注浆采用1:1水泥浆(重量比)进行注浆,注浆压力控制在0.5~1.0Mpa,关闭注浆阀,待浆液凝固后拆除注浆阀。⑦喷射混凝土施工。砼为C25喷射砼,使用罐车运输至现场,采用湿喷机械手进行喷射,喷射时为防止回弹量过大,拱顶位置速凝剂一般控制在7%左右,边墙位置控制在4%,作业采用分段、分片、分层依次进行,喷射顺序应自下而上,分段长度不宜大于6m。喷射时先将低洼处大致喷平,再自下而上分层、往复喷射,厚度为28cm。分层喷射时,一次喷混凝土的厚度以喷混凝土不滑移不坠落为度,既不能因厚度太大而影响喷混凝土的粘结力和凝聚力,也不能太薄而增加回弹量。边墙一次喷射混凝土厚度控制在7~10cm,拱部控制在5~6cm,并保持喷层厚度均匀。

4 结束语

软弱围岩施工应注意以下几点:一是仰拱初支每循环开挖进尺5榀钢架(60cm)间距,开挖进尺不得大于3.0m,钢架由D、E单元钢架组成,隧底开挖采用挖机开挖,人工配合清理虚渣,隧底不得积水,需及时抽排,两侧拱架需与下台阶拱架侧面有效焊接,焊缝饱满密实,焊接牢固。二是隧道洞内布设拱顶沉降3个点,周边收敛2组,周边收敛布置与上中台阶、中下台阶连接处。每日量测2~3次,并对量测数据进行统计及分析,根据监控量测数据对沉降较大部位采取加固措施,如遇变形异常时,应及时撤离人员。

参考文献:

- [1]公路隧道工程中软弱围岩施工技术研究[J].向阳.居舍,2020(22):56-57.
- [2]在软弱围岩环境下隧道开挖施工技术研究[J].王进兴.城市建筑,2021(06):102-103.
- [3]隧道软弱围岩拆换拱施工技术[J].信国军.建筑技术开发,2021(09):89-90.