

文章编号: 0451-0712(2007)02-0165-03

中图分类号: U455.39

文献标识码: B

连拱隧道曲中隔墙施工技术

胡绍东

(湖北沪蓉西高速公路建设指挥部 恩施市 445000)

摘 要: 结合白果坝1号连拱隧道的施工实践,介绍了曲中隔墙连拱隧道中隔墙的施工技术,重点分析了复合式曲中墙的施工难点和施工重点。

关键词: 连拱隧道; 曲中墙; 施工技术

1 连拱隧道曲中隔墙型式及特点

连拱隧道是一种新颖而结构特殊的隧道形式。由于连拱隧道具有地形条件限制小、线形顺畅、洞口设计选择性大、引线占地少、地下空间利用率高以及良好的经济效益等特点,成为目前在特定条件下,修建公路隧道的理想选择之一。

曲中墙连拱隧道由于有较好的视觉效果,基底加宽后,可控制中墙的沉降,因此在工程中正得以广泛应用。曲中墙又分为整体式和复合式(或叫做分层式、分片式、夹心式)。相对于整体式中墙,复合式中墙由于其净空轮廓与单洞隧道的净空轮廓无实质上的差异,可提高衬砌台车利用率,节约施工成本,并且其二次衬砌防水效果更理想。复合式中墙结构,中墙顶部与中导洞顶围岩紧密相接,这样就克服了直中墙连拱隧道中导洞与中墙之间存在空洞的缺点,使中导洞毛洞跨高比和主洞开挖时的毛洞跨度相对减小,有利于中墙周边围岩的稳定,也有利于防水板的全断面铺设。整体式及复合式曲中墙断面形式见图1、图2所示,特点对比见表1。

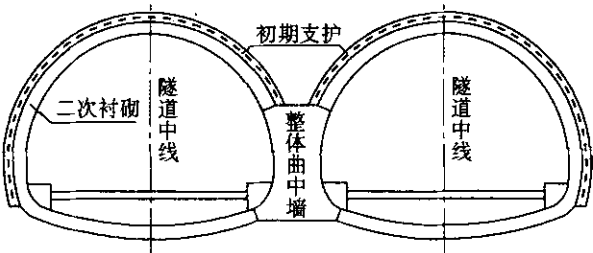


图1 整体曲中墙连拱隧道断面

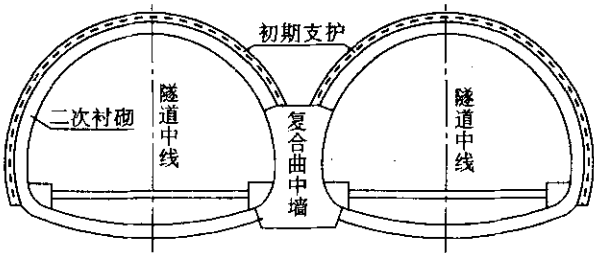


图2 复合式曲中墙连拱隧道断面

表1 曲中墙连拱隧道型式及特点对比

曲中墙类型	图形	特点及适用性	缺点
整体式曲中墙		整体曲中墙连拱隧道中墙的最小厚度相对较小,也适用于由于洞外条件的限制,或构造和施工上不允许设计成其他型式的情况。防水采用中墙顶埋管。	施工较复杂,防排水效果较差,车道过渡较难,经济性较差。
复合式曲中墙		分层式直中墙连拱隧道的中墙相对较厚,在满足结构和施工要求的前提下,将中墙分成2层,接近于分离式隧道的结构,较好地解决了中墙的防排水问题;排水采用中墙下部埋管。	施工较复杂,车道过渡困难,经济性较差。

2 白果坝1号隧道工程概况

白果坝1号隧道位于湖北省沪蓉西高速公路K274+577~+980,全长403 m,设计为夹心式连拱隧道。相对埋置深度较浅,隧道左线最大埋深约64 m,右线隧道最大埋深约78 m。建筑限界净宽23.5 m,净高5 m。内轮廓采用单心圆形式,边墙为

曲线式,中墙为夹心式,最大开挖跨度达 23.5 m。

该隧道Ⅳ级围岩段长 110 m,Ⅱ级围岩段长 293 m,主要为三叠系下统嘉陵江组中段灰岩。主要不良地质情况是岩溶和软弱夹层,夹层为溶崩角砾岩,属强溶软弱岩组,易产生崩塌、冒落等现象。地下水主要为岩溶裂隙水,水量不大。下面结合白果坝 1 号隧道的施工,介绍连拱隧道复合式曲中墙的施工技术,重点分析中墙的施工难点和施工重点。

3 施工方法

3.1 合理确定施工工序和施工步距

本隧道在Ⅳ级围岩中,设计采用三导坑先墙后拱法施工。先墙后拱法施工,即先在中隔墙位置开挖中导洞,施工中隔墙。间隔一定距离在隧道左右边墙位置各开挖一个边导洞,使边导洞外边墙位置刚好是隧道正洞左右外边墙位置,施工正洞边墙。当边墙模注混凝土达到一定强度后再按上下台阶开挖左右正洞,施做仰拱、二次衬砌混凝土及边沟、路面。先开挖中导洞,进洞后间隔 30~50 m 再开挖左导洞,左导洞进洞 30~50 m 开挖右导洞,中隔墙衬砌,左、右导洞永久性边墙支护;左、右导洞扩挖,左、右导洞支护成型、衬砌,施工结束。

Ⅱ级围岩施工,采用中导坑开挖,主洞采用上下台阶留核心土法开挖。单洞施工法的工序流程为:①左(或右)洞开挖、初期支护及中墙浇注;②左(或右)洞二次衬砌施工;③右(或左)洞开挖及初期支护;④右(或左)洞二次衬砌。

3.2 中导洞开挖

为确保工期及施工安全,遵循“早进洞、少扰动、强支护”的方针,先进行洞口防排水处理,再在进出口各衬砌长 4 m 护拱进洞,边仰坡尽量不扰动,这样做既保护环境又确保施工安全。进洞口拱部打设超前小导管注浆,先开挖中导洞上半断面进洞。依据隧道起拱线以下墙部轮廓尺寸,结合导坑支护和隧道初期支护架立钢架、内层模筑衬砌钢筋作业施工空间,拟定开挖断面尺寸。

开挖后挂网喷混凝土封闭并配以工字钢钢支撑,间距为 1 m。因为是临时支护,工字钢需拆除,施工中以确保安全为原则,视监控量测结果,可适当调整支护参数。

防止中导洞洞身积水软化中墙基础便于施工作业,掘进时先开挖上半断面,底部预留 0.5~1.0 m 高。中导洞贯通后,再跳槽开挖下半断面,支护紧跟。

中导洞开挖进尺控制在 1.0 m 以下,台阶长度控制在 3~5 m,根据量测结果分析,可适当调整台阶长度。

3.3 中墙施工

因受作业空间限制,中墙混凝土灌注由出口向进口方向倒退进行,采用泵送混凝土施工,6 m 长度为一个循环。由于围岩裂隙水发育,中墙基底围岩软化严重,为此在清除软化泥岩后,及时用 C20 混凝土回填超挖部分,而后按照设计打小导管并注浆,以确保中墙基础稳固,避免因基底不稳造成中墙局部受损。在基底处理完成后,绑扎中墙钢筋,然后立模一次性浇注中墙混凝土。横向施工缝每次必须凿毛处理,连接筋严格按照要求焊接牢固,地质变化地段增设沉降缝;墙顶施工到设计高程时,中部留成凹形以利施做土工布碎石盲沟引排渗水。

中导坑贯通后,因受作业空间限制,采用组合钢模由出口向进口方向倒退进行,采用泵送混凝土施工,6 m 一个循环。输送灌注中墙钢筋混凝土,这样既保证正洞开挖时洞口中墙混凝土达到强度要求,又解决中墙由外向里施做的净空限制。

中墙模注时,顶部易脱空,宜采取加高中导坑开挖高度 20~30 cm,保证中墙的设计结构尺寸,待中墙浇注完成后压注水泥砂浆将顶部不密实处充填密实。施工时,可间隔 4 m 在中墙顶部加高部位预埋 2 排 $\phi 25$ 钢管作为注浆孔和排气孔。在安装钢筋和 $\phi 100$ 软式排水管时,用细铁丝或钢筋箍将 $\phi 100$ 排水管固定在设计位置,保证排水管、等径三通与等径接头在浇注混凝土时不移位。并适当加长排水管,用土工布或其他替代物对排水管管口进行封闭,以防混凝土堵塞排水管。

由于围岩裂隙水发育,中墙基底围岩软化严重,为此在消除软化泥岩后,及时用 C20 混凝土回填,而后按照设计打小导管并注浆,以确保中墙基础稳固,避免因基底不稳造成中墙局部受损。在基底处理完成后绑扎中墙钢筋,然后立模一次性浇注中墙混凝土。横向施工缝每次必须凿毛处理,连接筋严格按照要求焊接牢固,地质变化地段增设沉降缝。墙顶施工到设计高程时,中部留成凹形以利施做土工布碎石盲沟引排渗水。由于中导洞已贯通,风力较大,必需按要求进行混凝土养护。

3.4 中墙回填

由于连拱隧道本身的特点,作业空间狭小;复合式曲中墙隧道的中墙夹心墙厚度相对直中墙和整体式曲中墙较薄,因此容易产生失稳。而且,中墙施工

过程中其顶部不可避免地会出现局部脱空,如不及时处理,将对以后的正洞造成支护体的不均匀沉降、变形、甚至支护体失稳,因此,在正洞施工前个别地段必须将中墙顶部注浆饱满。具体为:在中墙混凝土浇注完成后及时用C25混凝土立模回填中墙墙顶,且在临时支护与回填混凝土顶面间预埋注浆管,待混凝土达到一定强度后,作注浆处理,以确保中墙顶回填密实。注浆前检查注浆设备是否运转正常,检查管路连接是否牢靠、畅通,检查压力系统是否标定准确,注浆设备应由技术熟练的工人专职操作;严格按照每组墙身预留注浆管位置注浆,不得遗漏;试验人员现场指导、调整注浆参数、控制浆液稠度,浆液随用随制严禁浪费,浆液在使用前和压注过程中应经常搅动;开始低压低速压注,注浆终压力控制在0.5 MPa左右,当临近的排气孔溢浆时,用木塞或其他替代物将排气孔堵塞后,继续对注浆孔压注直至压力突升而浆液注不进时表明注浆饱满;压注过程中应经常检查注浆孔附近是否出现漏浆、跑浆现象,若出现该情况,应停止注浆查明原因,改进施工工艺或对漏浆部位进行堵塞,待24 h后继续压注,直至饱满;注浆结束后及时清洗注浆设备及管道。

同时,在上下行线正洞开挖支护时,为防止中墙承受偏压而产生变形及混凝土的开裂等问题,在全隧道中墙浇注完成后,根据现场实际情况,以就近取材和降低造价为原则,采用下部回填土夯实;在开挖正洞的另一侧依施工进度回填,对Ⅱ级围岩用 $\phi 20$ 圆木进行支撑;对Ⅳ级围岩段采用C10混凝土回填,以确保中墙安全,并在混凝土与中隔墙之间设置EVA防水板,以利于后期拆除,如图3所示。

4 中墙施工技术探讨

中墙是整个连拱隧道结构稳定的关键,是连拱隧道最重要的结构体。在中墙施工中应着重解决以下3个关键问题:中墙顶部和底部加固问题、控制中墙混凝土施工质量、中墙防偏压问题。

4.1 中墙顶部和底部的加固

中墙顶部和底部加固工序至关重要,它是连拱隧道受力集中的重要顶支点和基础点。基础设置长5 m的 $\phi 25 \times 5$ 中空注浆锚杆加固中墙底部,第一循环施做好后经检验,承载力达到0.1 MPa以上。中墙顶部加固锚杆采用3根3 m长的D25中空注浆锚杆,向上张开布置,以使中墙混凝土和中导洞顶部围岩连成为一个整体。

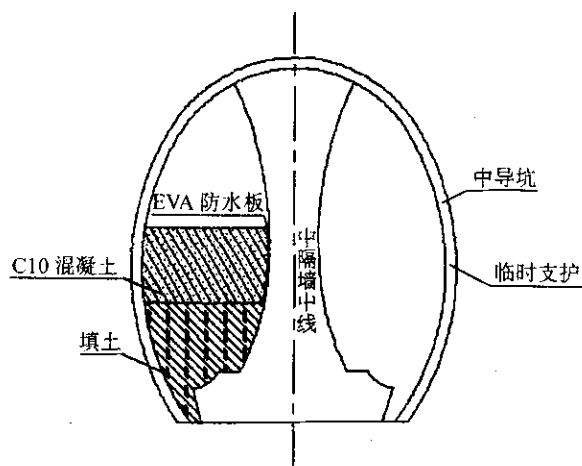


图3 中导坑回填示意

4.2 控制中墙混凝土施工质量

钢筋混凝土浇注采用泵送施工,输送管从端头进入模板。先浇注中墙基础,在达到设计强度后做施工作业平台,再浇注中墙墙身。对中墙混凝土的品质有较高的要求,包括有较高的抗渗性和耐久性,因而对泵送混凝土配合比的设计上要尽量使其接近高性能混凝土的水平。

4.3 中墙防偏压问题

双跨连拱隧道施工,由于存在对围岩的多次扰动,围岩内部应力经多次重分布,中端是左、右洞受力的一个支承点,其受力及施工中荷载的转移十分复杂,分析其受力状况,理论上只有中墙自身重力,初期支护作用在中墙两侧上的压力,以及回填后的围岩压力。控制好中墙受力平衡及基底承载力,就可以控制好其扩展压问题,防止中墙侧移、倾覆、下沉。因此必须保证两侧洞的初期支护和拱部衬砌施工对称进行,但实际施工中,由于上下线施工必需保持一定的距离,因此作用在中墙两侧的初期支护作用力时间不一,大小不一,在此情况下为保证中墙受力平衡,施工前中墙两侧采用木支撑,或10号片石混凝土回填至中墙顶,以抵抗施工中的不平衡推力。防偏压设施拆除的时间,宜在后行主洞开挖到达相应里程之后再行进行。

参考文献:

- [1] JTJ 042—94,公路隧道施工技术规范[S].
- [2] 姚振凯,等.公路连拱隧道工程技术[M].北京:人民交通出版社,2006.
- [3] 何川,等.公路双连拱隧道[M].北京:人民交通出版社,2006.
- [4] 金文星.曲中墙连拱隧道施工技术研究[D].西南交通大学,2005.