

无胶结砾岩水工隧洞超前管棚施工工艺研究

韩书冬* 李 辉

河南省河川工程监理有限公司 河南 郑州 450000

摘 要: 常规隧洞开挖,超前支护采用小导管,小导管施工工艺为先成孔、后插管、再注浆;因无胶结砾岩卵石强度高,手风钻风压低,无法顺利钻透卵石;卵石与砂无胶结,造孔过程中细砂被风带出岩体,卵石间形成空隙,卵石受自重及振动影响发生移位,极易卡钻,无法完成造孔。小导管支护方式不适用于该种地质。鉴于以上因素,需调整超前支护措施,通过类似工程比选,选定超前管棚跟管钻进工艺进行该种地质的超前支护。

关键词: 无胶结砾岩;管棚施工;工艺研究

DOI: <https://doi.org/10.37155/2717-5189-0307-28>

引言

无胶结砾岩以卵石为主,卵石间密填细砂,受上伏地层的压载和地质作用,未扰动前岩体致密;卵石自身强度高,卵石间细砂无粘结,开挖时,卵石与砂分离,形成临空面,极易发生自然垮塌,必须采用超前支护进行加固。

1 试验参数

管棚施工参数:(1)规格:管棚选用 $\phi 108\text{mm}$ 无缝钢管。节长 1.5m ,壁厚 6mm ,采用公母丝扣连接;管棚设计长度第一循环 10.5m ,第二循环 15m ,第三循环 21m 。(2)注浆孔:孔径 $10\sim 16\text{mm}$,孔间距 $15\sim 20\text{cm}$,梅花型布置,尾节(1.5m)不钻孔。(3)管距:第一循环 30cm 、 40cm ;第二循环 40cm 、 50cm ,第三循环 50cm 。(4)倾角: $3^\circ\sim 5^\circ$ 。(5)注浆材料:纯水泥浆,压力 $3\sim 7\text{Mpa}$ 。施工机具及原理:管棚钻进采用JK-590F履带式潜孔钻机,利用动力钻头实现内钻杆、管棚同时跟进,冲击利用高压气动潜孔锤配同心扩孔钻头,利用高压气流将杂物吹出孔外。

2 管棚钻孔注浆施工工艺流程

2.1 导向墙施工

(1)测量放线,确定套拱施工里程,套拱钢拱架与隧洞设计断面钢拱架规格尺寸连接方式相同,导向管焊接在工字钢外缘^[1-2]。(2)套拱钢拱架2榀,间距 100cm , $\Phi 25$ 连接钢筋环向间距 50cm 。钢拱架安装时,先安装紧贴岩面1榀,使之与掌子面密贴,再退后 1m 安装1榀;第2榀安装后与第1榀连接牢靠。(3)导向管为 $\phi 140\text{mm}$ 钢管,壁厚 5.5mm ,节长 1.2m ,其安设的平面位置、外插角的准确度直接影响管棚的质量。④导向墙采用喷射混凝土喷射密实。

2.2 钻孔及注浆

(1)用洞渣填筑钻机作业平台。作业平台的高度需根据超前管棚在隧洞拱部及拱脚部位处的设计尺寸和钻机作业高度要求来确定。钻机安置后,根据钻孔要求进行严格定位定向,钻杆穿过孔口管,把钻杆的平行线延伸固定下来,以达到钻机钻进的导向作用^[3]。(2)跟管钻进:在钻进过程中,导管随钻头跟进,导管每段长度为 1.5m ,导管连接采用公母丝扣连接。在钻进过程中禁止钻杆回转,防止造成钻头、钻杆脱节。成孔后,用高压风清理孔内碎渣,焊接孔口法兰盘,连接注浆设备。(3)注浆:分2序进行注浆,二序孔间隔设置;先注I序孔,再注II序孔;注浆前先对孔口段管壁和围岩间的空隙用膨胀砂浆塞填密实,防止注浆时漏浆(第一循环需要;第二循环有导向墙,兼顾止浆墙);注浆采用高压注浆泵进行注浆,注浆分序从低处向高处进行施工,注浆采用的纯水泥浆,(配比先稀后浓的原则选用 $1:0.5\sim 1:1$ 之间),注浆压力 3Mpa 、 5Mpa 、 7Mpa ;必要时先进行压水,再注浆。(4)充填并加固导管:先用钻具清孔、冲洗,然后安装钢筋笼,插入注浆管,充填M20水泥砂浆。

*通讯作者:韩书冬,1982年11月,男,汉,河南省新乡县,河南省河川工程监理有限公司,中级工程师,本科,研究方向:水利工程。

3 跟管钻进注意事项

(1) 钻进过程中, 由于钻具受重力作用不断下偏, 致使钻机上翘, 钻孔越长, 此种现象越明显, 因此, 钻机就位的倾角应比设计倾角小。(2) 跟管钻具在施工前应逐一检查冲击器、锤头、扩孔套、套管靴和气动潜孔锤等, 使之工作正常。钻杆与潜孔锤和潜孔锤与钻具的连接应可靠, 套管和套管靴无裂纹。(3) 跟管钻进时, 在确认钻头接触到碎石土层后, 不得反钻, 开风冲动钻进。(4) 每钻进一定距离应强风吹孔排粉一次, 以保持孔内清洁。

4 试验过程

本次试验共计施工3个循环, 分别对钻孔效率, 成孔率, 注浆效果、开挖后的加固效果进行检查, 分析选用不同材质钢管、不同注浆压力、不同间距下的加固效果。

4.1 第一循环

采用普通108管材, 间距30cm, 40cm, 管棚长度10.5m, 22根; 纯压式注浆, 压力3MPa, 5MPa, 7MPa。由于选用的管材为普通材质和偏心钻头, 达到设计深度的钻孔共计7根, 剩余15根管靴被击穿或断管。随钻孔深度增加, 管棚与围岩摩擦阻力增加, 钻进效率降低; 本循环有效作业时长总计3298min, 实际钻孔199.5m, 平均钻进效率为6.05cm/min; 7根10.5m管棚有效时长总计为1224min, 平均每根175min, 合2.9h。注浆压力3MPa, 吃浆量 $0.19\text{m}^3\sim 0.39\text{m}^3$; 注浆压力5MPa, 吃浆量 $0.31\text{m}^3\sim 0.47\text{m}^3$; 注浆压力7MPa, 吃浆量 $0.51\text{m}^3\sim 0.58\text{m}^3$ 。注浆压力3MPa, 扩散半径1.81cm~5.71cm; 注浆压在5MPa, 扩散半径4.57cm~7.84cm; 注浆压力7MPa, 扩散半径6.65cm~9.24cm。注浆时间270min, 注浆量 8.59m^3 , 平均每米注浆量 0.043m^3 。开挖后揭示, 拱部 180° 范围加固效果较好, 管顶和管间岩体得到有效加固; 但由于岩体中细砂含量大, 细砂不易进浆, 岩体之间加固强度不高。

4.2 第二循环

采用普通108管材(端部3根采用R780高强管), 间距40cm, 50cm, 长度15m, 14根, 纯压式注浆7MPa。实际施工14根, 实际长度在15m。由于管靴及管棚端部3根更换为高强材质钢管, 未发生管靴击穿及断管现象。增加扩孔器后, 平均每根钻孔时长5.36h, 采用双班作业, 每天可完成3根管棚, 14根管棚总计用时4.5天。注浆有效时间308min, 注浆量 15.252m^3 , 平均每米注浆量为 0.073m^3 , 较第一循环(每米注浆量为 0.043m^3)增加70%。开挖后揭示, 拱部 180° 范围加固效果较好, 管顶和管间岩体得到有效加固, 但因外插角影响, 随开挖进尺, 管棚间距增加, 拱顶局部支护不牢固。

4.3 第三循环

采用普通108管材(端部6根采用R780高强管), 间距40cm, 50cm, 长度21m, 12根, 纯压式注浆7MPa。实际施工长度18m。主要因为钻孔深度增加, 管壁摩擦阻力增大, 管靴在高频次锤击作用下被击穿失效。平均每根管棚钻孔时长11.7h, 双班作业, 每天完成2.4根管棚, 12根管棚总计用时5天, 钻孔效率降低。注浆有效时间4小时13分钟, 注浆量 20.32m^3 , 平均每米注浆量为 0.085m^3 , 注浆略有增加。开挖揭示, 拱部 180° 范围加固效果较好, 管顶和管间岩体得到有效加固, 但因外插角影响, 随开挖进尺, 管棚间距增加, 拱顶局部支护不牢固。

5 结果分析

通过以上试验, 无胶结砾岩地质, 采用超前管棚跟管钻进工艺, 可实现超前加固。管棚选用108普通管(端部3根为R780加强管), 采用同心钻+扩孔套方式钻孔, 单根长度15m可实现有效成孔, 且钻孔效率最佳; 管棚间距的选择受砾岩中卵石粒径的影响, 间距不宜大于50cm; 注浆压力大能提高注浆效果, 但增加不明显^[4-6]。

6 结束语

管棚的施做存在外插角, 随管棚的钻进, 间距逐渐增大; 故尔起始间距大, 外插角大, 钻孔长度长时, 管棚端部间距大; 由于砾岩中卵石是孤立的岩块, 缝隙由细砂填充, 当管棚间距过大时, 不能利用卵石之间的咬合力, 实现管棚的棚护作用, 会存在加固失效的风险; 在长度15m, 外插角 3° 的情况下, 管棚的起始间距不能大于50cm; 当实际砾岩中卵石粒径偏小时(以小于10cm为主), 还需要适当增加管棚根数, 减小管棚间距, 提高支护效果。

参考文献:

- [1]李铭.北陡坡公路隧道洞口管长管棚施工工艺[J].西部探矿工程,2007,(9):169-171.
- [2]卓越,孙旧庆.齐岳山隧道FII高压高水断层带注浆施工技术[J].中国工程科学,2019,(12):82-85.
- [3]伍振志,傅志锋,王静等.浅埋松软地层开挖中管棚注浆法的加固机理及效果分析[J].岩石力学与工程学报,2020,24(6):73-75.
- [4]论采用大孔径管棚支护下穿高速公路施工技术[J].刘巍.中国标准化,2017,(10):36-38.
- [5]地下隧道长管棚支护的施工技术[J].闫路平.建设科技,2015,(17):157-159.
- [6]采用大孔径管棚支护下穿高速公路施工技术[J].时松.中华建设,2016,(12):113-115.