地铁浅埋暗挖施工坍塌的预防与处理

沈文军
辽宁建筑职业学院

摘要： 根据第四纪冲、洪积扇的中上部，地层由粘性土、粉土、砂类土、碎石类土交互沉积而成地质环境状况，分析了浅埋暗挖隧道施工坍塌的原因，以及预防及处理措施。浅埋暗控施工应以预防坍塌为主。出现坍塌时必须封闭掌子面，而后回填处理，切忌在坍塌后直接注入水泥浆。

关键词： 地铁隧道；浅埋暗挖；坍塌；预防；处理

一、前言

上世纪80年代后期发展浅埋暗挖法地铁隧道施工工法，不影响交通、对周边影响小、适合我国国情等特点而得到推广应用，全国地铁工程建设速度的加快，工程建设的各方都缺乏有经验的专业技术人员，相当一些施工队伍未掌握地质环境状况的暗挖施工方法和技术措施，在施工中经常出现了坍塌事件。

二、坍塌原因分析

浅埋暗挖施工的关键是确保围岩地层及支护结构的稳定。地层松散，成拱条件差；且地下水水位高，渗透性强（一般采取降水措施，但仍有残留水）；加之大部分线路处于交通繁忙地段，车辆行驶过程中产生强烈振动，使浅埋隧道周边土体更加松弛，开挖过程中极易坍塌。支护结构采用初期支护加二次模筑混凝土支护的复合式衬砌结构形式，初期支护由钢格栅加喷射混凝土组成。根据设计理论计算及工程实践总结，坍塌多为开挖面的围岩失稳。

（一）地层预加固效果不佳。浅埋暗挖是以地层预加固为前提的一种施工技术。对松散地层，开挖的过程更主要的是支护的过程，地层加固是开挖成败的关键。地层预加固效果不佳，极易引起坍塌。

（二）开挖面暴露时间长。在预加固后开挖过程中，围岩土体会出现一个短暂的稳定。随着暴露时间延长，坍塌的可能性也越大。

（三）车辆行驶等因素产生的地面振动是坍塌重要的诱因之一。

（四）地下水位较高，暗挖施工前都采取降水措施。管井难以达到疏干，降水后地层残留水的影响。

（五）雨、污水管渗漏。

（六）降雨后渗漏，引起围岩土体的不稳定。

三、坍塌的预防措施

针对埋置深度较浅、且在土层松散不稳定或软弱破碎岩层中施工的隧道，实践中已总结浅埋暗挖施工的施工工艺技术要求，即："先降水，管超前，严注浆，短开挖，强支护，快封闭，勤量测、速反馈"，领会工艺技术要求并严格遵照操作，对坍塌的预防，可重点采取以下措施。

（一）细致调查隧道周边状况

城市地下工程项目可预见因素多，施工难度大，隧道施工前，必须采取各种手段充分调查隧道周边环境状况，重点调查地下管线种类、位置、基础类型及使用状态等，调查邻近建筑物类型、与隧道关系、现况及环境要求等，调查地层地质状况及孔洞情况等，施工坍塌造成建筑物不均匀沉降、开裂、甚至倒塌造成人员伤亡；也会使附近地铁隧道造成变形过大、列车出轨等严重事故、即使对于管径不大的地下管线，也可能因变形过大造成煤气泄漏、爆炸，水管爆裂形成水患，电缆断裂造成停电或通讯中断等事故。因此确定相应的对策和施工方案，将环境影响减少到最小程度。

（二）有效处理地下水及地表水

地下水的来源主要是大气降水、基岩裂隙水补给、河流湖泊渗入补给地下水。平原地区地下水类型按水力性质又分为上层滞水、潜水、层间水和承压水，按地下水赋存条件为第四纪松散岩类孔隙水，地表水即河、湖、沟等中的水，部分地表水与地下水连通。隧道埋深一般都不触及承压水，对施工影响较大的是上层滞水、潜水、层间水。井点降水可有效降低潜水、层间水，对滞水效果不佳，施工中仍可能出现大量渗水。

对隧道围岩中的滞水及残留水，应采取疏导的方式。掌子面出现潮湿和渗流时可预先采用打入钢管进行导水引流。

（三）做好地层加固

地层加固是隧道开挖的重要安全保障。根据工程地质特点，一般在井点降水后采取超前管棚、小导管注浆、锚杆加固地层等通用方法。但详根据地层变化情况，采取不同的加固方式，并及时调整参数。例如在砂卵石层中应采用小导管注浆，注浆的浆液根据变化情况适时调整；粘土层则宜采用锚杆进行加固；而卵石层宜缩短小导管的步长等，同时有效保证掌子面稳定，必须严格保留核心土。

（四）开挖后及时封闭

隧道封闭一为开挖面的封闭；二为结构断面的封闭。及时封闭开挖面即尽可能减少开挖面暴露时间。事实统计，坍塌更多都出现在班组交接之时，班组秩序紊乱延误开挖面的封闭，造成坍塌严重质量事故。特殊段施工时可缩短开挖步距减少暴露时间，达到早封闭的效果。封闭后及时注浆回填，回填密实围岩和初支空隙。及时封闭结构断面即尽量让结构早封闭成环，形成闭合的结构体。一般台阶法施工上下台阶以5～8 m为宜，太长则不利于控制沉降变形，太短可能造成整个掌子面失稳。

（五）加强工程监测、信息反馈施工

信息反馈是暗挖施工重要组成部分。通过施工监测掌握地质、围岩地层、支护结构、地表环境等变化情况，及时采用对应措施，保证施工安全。

（六）重视特殊段施工

根据工程情况找出工程的重点、难点。对穿越环境复杂地段、断面变换处等特殊段，制定专项方案和措施，保证施工安全。

（七）建立应急机制

施工前制定应急预案和应急措施，包括：坍塌的人员疏散、材料准备和调用、抢险组织等都要考虑周全；保证坍塌时人员疏散到安全地带，减少损失，同时有条不紊地开展处理工作等。

四、坍塌的处理措施

坍塌后必须沉着并及时处理。即使出现坍塌，受空间限制，坍塌量不大，但若处理不当，可能引起地面塌陷。坍塌处理第一措施封闭掌子面，控制坍塌；及时注入填充物，回填孔洞；同时改善围岩，稳步前进，安全施工。坍塌后，按以下步骤处理：

1）人员立即后撤至初期支护封闭地段，迅速抛掷预先准备好的沙袋、钢筋网片，喷10-20 cm厚混凝土封闭掌子面。

2）用方木支撑未封闭成环的初期支护段。

3）在掌子面附近的初期支护的结构顶部凿孔，插入钢导管（其中1根为导气管），导管一端接近坍塌区顶部，另一端固定在格栅钢架上。

4）用喷锚机具向坍塌孔洞内吹入干料，回填量应接近坍塌量。

5）注入水泥浆。

6）待填充物固结后，重新施作超前支护，破除封闭掌子面继续开挖支护。

上述坍塌处理措施的作用机理为：充分利用喷混凝土结构支护，注入填充物填充坍塌空间，同时使注入的填充物形成稳定的胶结体，达到改善围岩的效果。

不可坍塌后直接注入水泥浆，这样可能诱导更大的坍方。因松散坍塌体经水浸泡荷重加大，坍塌空隙加大，土体不稳定。

五、结语

浅埋暗挖施工应以预防坍塌为主。出现坍塌，必须快速封闭掌子面，而后回填处理。严禁坍塌后直接注入水泥浆。

参考文献

[1]徐加民.北京地铁浅埋暗挖施工坍塌的预防与处理[J].城市轨道交通研究，2017.7.30.

作者简介：
沈文军，女，辽宁朝阳人，辽宁建筑职业学院讲师