

# 隧道基坑施工对围护结构选型的影响分析

欧韵杰

(广东省交通规划设计研究院集团股份有限公司, 广东 广州 510507)

**摘要:**隧道基坑具有深、大、安全等级高等特点,对围护结构的要求很高,常用的基坑围护结构为地下连续墙、灌注桩排桩围护墙、型钢水泥土搅拌墙、水泥重力式围护墙等。围护结构受环境和地质的影响较大,在选取时应该综合考虑,会随着基坑深度的大小而变化。本文主要介绍隧道基坑施工中常用的几种围护结构,并通过具体的隧道基坑施工案例分析围护结构的选型,希望为相关行业提供借鉴。

**关键词:**隧道基坑;围护结构;深基坑;影响;分析

**中图分类号:**U456

**文献标识码:**A

**文章编号:**1004-7344(2021)15-0103-02

## 0 引言

我国大部分城市的发展都有一个传统,通常是依水和依江建成的,但是随着城市化进程不断加快,江河湖泊确成为主要的障碍,会阻碍交通的发展。为了使交通和景观满足城市的发展需求,工程师们开始挖掘隧道连接江河的两岸,并且随着发展隧道工程的应用越来越广,安全地建设隧道基坑工程变得更加重要。隧道基坑位于道路下,通常需要开挖深基坑,基坑通常会临近建筑物、各种管线、交通干道以及其他设施,有很多安全隐患<sup>[1]</sup>。基坑围护结构的合理设计和选择是保证基坑工程安全的重要保障,因此,施工人员必须合理分析隧道基坑的类型,选择更安全的围护结构。

## 1 隧道基坑施工常用的基坑围护结构

### 1.1 地下连续墙

地下连续墙主要是应用于饱和软土地层,该围护结构的施工振动很小,也没有噪声。而且地下连续墙的刚度很大,可以承受的水平侧向力较大;在开挖基坑时,使用该围护结构不会有很大的变形,对地面的影响也较轻,不会造成很大的沉降,可以很好控制并减少对周边环境的影响,不会破坏周围的管线、建筑物和构筑物<sup>[2]</sup>。地下连续墙有统一的标准,常见的墙体厚度有 600mm、800mm、1000mm 和 1200mm,通常可以用作 12m 以上深度的隧道基坑的围护结构。

### 1.2 灌注桩排桩围护墙

灌注桩排桩围护墙的结构有两部分,隔水帷幕和灌注桩。隔水帷幕通常使用双轴、三轴水泥土搅拌桩以及旋喷桩。该围护结构通常是用作 15m 以内深度的隧道基坑的围护结构。

### 1.3 型钢水泥土搅拌墙

型钢水泥土搅拌墙是由三轴水泥土搅拌桩和型钢构成的,通常将型钢插进搅拌桩中,组成复合的防水、防渗和挡土结构。型

钢可以循环再利用,因此其造价比较低廉,型钢的插入搅拌桩中的方式有密插、插一跳一或插二跳一等形式。在搅拌桩的直径为 0.650m 时,一般用作开挖深度不超过 8m 的隧道基坑;当搅拌桩直径为 0.85m 时,一般用作开挖深度不超过 11m 的基坑;当搅拌桩直径为 1m 时,一般用于开挖深度不超过 13m 的基坑。

## 1.4 水泥土重力式围护墙

水泥土重力式围护墙的结构相对复杂,它是由纵横交错的数列隔栅状水泥土搭接组成的,可以用作开挖深度不超过 7m 的隧道基坑的围护结构。水泥土的选取也有标准,可以使用双轴水泥土搅拌桩,水泥的掺量在 13%~15% 的范围内,也可以使用三轴水泥土搅拌桩,水泥的掺量在 20%~22% 的范围内。另外,水泥土重力式围护墙的上部需要安装钢筋混凝土压板,板厚通常为 150~200mm。

## 2 隧道基坑施工中围护结构的选型分析

### 2.1 工程概况

通过查阅文献发现国内已有学者对基坑的支护结构、支护形式的计算和优化方式进行大量的试验的研究,但是涉及城市隧道基坑支护结构的文献比较少。本文以湖南省某隧道基坑为背景展开研究分析,该隧道横穿某流域,东、西都与城市街道相连接,主干线西岸通过多条匝道与街道交错连接,隧道洞口位于主线东岸的街道西边,南线隧道洞口位于街道东侧并横穿整个街道,如图 1 所示。

隧道地区的地层是由人工堆积物、河流残积的粉质黏土以及各种冲积物组成的,例如,圆砾、粉质黏土、细砂等。地层的基岩主要为白垩系砾岩、石炭系白云岩等。

### 2.2 隧道明挖地段分布情况

隧道采用明挖方式施工,明挖段主要分布于流域的两岸,是依据隧道的位置和功能进行分析定位的,可以分为建筑周围基



图1 某隧道工程平面

坑段、流域东西岸普通段、东岸始发井段、流域西岸交叉段以及盾构接收井段。隧道普通地段的位置在街道下方,设置成单独开挖的单条隧道形式,基坑的开挖深度非常浅,不超过10m。东岸和西岸地层相对复杂一些,东岸基坑范围的土层是由厚的杂填土堆积成的,西岸基坑范围的土层是由硬度低的粉细砂组成的透水层。由于隧道上方的地面道路位于城市的中心,是该城的主干道,有很多车辆和人经过,在施工开挖之前必须要做好交通疏散,保证人员的安全,使交通保持顺畅。

### 2.3 室内模型试验

结合已知的工程参数,通过模拟分析该隧道工程开挖对基坑围护结构的影响。隧道开挖造成的地表沉降和无有基坑情况下的地表沉降分布不同,笔者对基坑和隧道之间的位置关系展开研究,进行模拟测试,对地表的沉降测点进行合理的布置,将基坑和隧道之间的位置作为变量,还考虑边界效应的存在,取隧道断面位置进行监测记录,最终通过数值模拟计算和实际工程对比得到地表沉降的规律。规律展示基坑距离隧道的距离越近,地表的沉降值越大,距离越远,地表的沉降量越小,并且当基坑位于隧道的正上方时,沉降值达到最大,隧道附近的土层会受到扰动,土体的应力和应变都会发生一定程度的改变,从而引发基坑围护结构的变形和移动,证明基坑的存在确实影响地表的沉降。隧道上方的地层在垂直方向上随着土层深度增大,其影响范围与土层的深度成正比。隧道拱底之下的土层会有隆起,距离隧道拱底越近,土层的隆起现象就越明显。因此,当隧道周围的地层埋设有其他设施时,隧道开挖之前既要检测好地表的沉降值,又要检测隧道周围一定距离内的地层位移。开挖隧道对土层产生的影响范围会随着地层的深度增加越来越小,隧道上方承受的土压力很小,隧道周围土体的位移量变化很大,要设置围护结构的话,土体的平衡状态很容易发生改变,围护结构会向隧道的中心位置偏移。因此,我们要选择合理的围护结构,从而防止发生过大的不均匀沉降,使围护结构遭到破坏。

### 2.4 围护结构的选择

隧道基坑围护结构的选取需要符合工程的要求,要从多个角度进行综合分析和考虑,例如,工程的地质条件、施工范围的地下水位、施工场地、隧道基坑的开挖深度、隧道基坑的开挖大小、经济效益等多个方面,从而确定出最适合隧道基坑工程的围护结构。当施工区域内的地质条件较好时,可以使用土钉墙、喷锚

等支护形式;当施工区域内的地质条件较差时,可以使用地下连续墙、重力式挡墙等支护形式;当施工区域内的地下水位过低时,不需要使用有防水功能的围护结构;当施工区域内的地下水位很高时,必须使用有防水功能的围护结构,否则的话也需要设置其他的防水措施。另外,还要清理基坑周边的施工场地,开阔的施工场地会允许基坑围护结构有更大的位移。

针对本工程而言,需要在地面道路下开挖基坑,要综合考虑地层的状况和周边环境,主要使用钻孔灌注桩围护结构,并在灌注桩的内部加设钢管进行支撑。为了防止管涌,流域两岸需要设置止水帷幕,流域的东岸可以使用旋喷桩,流域的西岸可以使用双排直径旋喷桩。对结构展开计算,针对不同的开挖深度,钻孔桩直径需要有所区别,主要采用1.2m和1.4m,设置间距分别为1.1m和1.2m,在盾构初始阶段,要使围护结构的盾构满足吊装要求,没有办法设置支撑,要想确保基坑的安全性,需要联合使用连续墙和内支撑组成一个整体,作为此段基坑的围护结构。

在隧道基坑施工时,为确保周围基坑的安全性,需要综合分析多个基坑的位置和高程关系,将几个基坑的围护桩联合在一起,形成一个共同的受力体系,在桩间可以使用旋喷桩对基坑实施防水操作。针对本工程而言,通过计算分析,隧道南、北线的盾构井基坑应该使用厚度为1m的连续墙和多道混凝土作为内支撑,内支撑应该拆除前面几道支撑在设置最后一道进行换撑。南、北线大跨段的基坑可以使用长度为1m的钻孔桩和多道支撑,前几道支撑可以是混凝土的,最后一道支撑应换为钢支撑,并且在所有的换撑处都要预埋钢板。

### 2.5 隧道检测结果

施工完成后,现场的监测结果可以发现,隧道基坑的围护结构和地表的位移都没有异样,说明该隧道围护结构的选择是科学的,采用明挖基坑施工方法的目的是减少开挖产生的沉降和其他建筑的侧向位移。针对基坑开挖间距近,没有办法公用一个基坑的工程,其围护结构可以使用对拉形式;针对隧道线路发生改变的工程,在隧道距离很近的情况下,可以使用共用基坑形式,以减少围护结构的工程量。

## 3 结语

综上所述,隧道基坑施工对围护结构选型有重要的影响。基坑支护结构构成一个整体,在选择时要综合多方面因素进行分析,除了考虑施工区域的地质条件、周边环境要求、不同种类支护体系的特点,还要结合经济、造价等多种因素进行选择。

### 参考文献

- [1] 朱令.明挖隧道下穿大直径压力水管的原位保护技术[J].隧道与轨道交通,2020(4):18-22.
- [2] 赵良云.两侧深基坑开挖对邻近地铁隧道的影响和保护措施研究[J].建筑施工,2020,42(12):2250-2254.

收稿日期:2021-03-03

作者简介:欧韵杰(1992—),男,汉族,广东广州人,本科,助理工程师,主要从事市政路桥设计工作。