

盾构在富水砂层地质下穿建筑的实例研究

张婧

西安市轨道交通集团有限公司建设分公司

摘要: 本文针对盾构在富水砂层地质条件下穿越建筑的施工实例进行了研究。通过对盾构下穿建筑关键技术的总结,分析工程的重难点及风险点,进而对设计及施工方案进行进一步优化。

关键词: 盾构; 下穿; 风险分析; 方案优化

一、工程概况

(一) 工程地质

(1) 建筑楼宇所在地的土层分部自上而下为杂填土、黄土状土、粉质黏土、粉细砂、中砂、粗砂、粉质黏土、粉细砂、中砂。

(2) 地下水对混凝土无侵蚀。

(3) 地下水位在隧道顶上6.0~6.7m,位于富水砂层中。

(二) 区间及建筑物概况

该段盾构区间右线位于建筑群下方,涉及1#、2#、5#楼及临街商铺。右线穿越建筑群隧道长度180m,洞顶覆土16.0~18.1m,地下水位在隧道顶上6.0~6.7m,位于富水砂层中,最小转弯半径为350m。右线隧道先侧穿1#楼(18层),隧道外侧水平距离楼基础1.8m,再下穿临街商铺与地下车库,然后下穿2#楼(26层),隧道顶垂直距离楼基础底4.26~4.37m,最后侧穿5#楼(26层),隧道外侧水平距离楼基础1.8m,隧道外侧水平距离楼基础5.55m。

根据1#、2#、5#楼基础设计图纸等相关资料,三栋高层建筑采用筏板基础,持力层为经过桩加固处理,桩径400,桩长8.37,桩身强度等强于25混凝土强度要求,负一层底板为650厚钢筋混凝土板,底板与桩头间褥垫层厚度为200,材料采用级配砂石垫层,进行复合地基承载力检测,级配砂石褥垫层砂石级配要求为4:3:3,最大粒径不大于30,砂要求采用中粗砂,压实系数不小于0.97。

建筑物设计数据:

- (1) 建筑抗震设防烈度为8度,设计基本地震加速度值为0.10,类场地土进行设计;
- (2) 建筑物丙类建筑;
- (3) 建筑框架抗震等级为二级;
- (4) 建筑物安全等级为二级,结构使用年限为50年,目前已使用8年。

二、盾构下穿建筑群施工关键技术

盾构穿越建筑物施工,最大的风险在于对静态土层的扰动、管片与土层注浆后的空隙造成土体自身重力的下沉对结构造成危害。做好对土体沉降控制,要遵循“护头、护尾、保姿态”的原则。

护头: 严控土压力,确保不超挖,在掘进过程中必须遵循“不掘进不出渣”原则,确保刀盘上部地表、建筑物沉降。

护尾: 控制同步浆液质量,压注足量的同步浆液,施作环箍加快浆液凝结时间,遵循“不注浆不掘进”原则。及时在盾尾,采用钢花管壁后深层注浆,确保盾尾后部地表沉降。

保姿态: 控制盾构姿态波动,减小因姿态变化引起的土体扰动。尤其是穿越过程中软硬不均(上部粗砂下部粉质黏土),盾构机掘进可能导致盾尾姿态偏转,引起地表沉降。

三、工程重难点与风险分析

结合本工程地质水文条件、施工环境、施工方法,本工程重难点、风险点主要为:

隧道地层以中砂为主,当改良效果不佳时,刀盘土仓易产

生堵仓风险;盾构穿越细砂层掘进扭矩、推力大,土仓压力保持与地面沉降控制的问题;盾构在全断面富水砂层掘进,易发生喷涌、掌子面坍塌等安全事故;盾构穿越白桦林居1#、2#、5#楼及临街商铺,隧道距离楼基础过近,盾构开挖会引起地层移动、沉降,控制不当将导致房屋倾斜变形、楼体开裂等风险。

解决工程重难点及风险点是确保工程能否顺利实施的关键。

四、设计方案优化

本工程施工风险等级高,施工难度大,要确保工程安全顺利实施,首先要优化设计及实施方案,保证方案的可操作性和安全性。

设计对于该区间穿越高层建筑的施工,考虑了“盾构洞内超前注浆加固”措施,所以盾构机需有针对性的具备边掘进边超前注浆功能。在初步对于盾构机进行了适应性设计上考虑在盾体上预留了14个超前注浆孔。通过注浆孔,向盾构机前方注入注浆材料,达到超前加固的效果。

经过三次超前注浆实验,综合考虑盾构机停机时间过长(单次停机48小时)、沉降不可控因素较多、盾构机复推刀盘启动困难等情况。经系统分析,认为原“盾构洞内超前注浆加固”方案存在一定施工风险,考虑优化为在取消洞内超前注浆加固的同时,对注浆材料及配比、二次补压浆频次进行调整,增加管片壁后压密注浆、地面应急注浆等措施,保证盾构穿越高层建筑的安全性,形成了最终方案:

(1) 盾构穿越建筑物区段同步注浆采用水泥砂浆、二次注浆材料调整为水泥水玻璃双浆液,同步注浆在管片脱出盾尾及盾构掘进时同步进行,并在推进一环的时间内完成,二次补压浆则利用滞后盾构机2~3环管片上的注浆孔完成,每环注入1~2处,填充壁后空隙和加快同步浆液凝结速度,减少沉降。

(2) 增加管片壁后压密注浆:预制管片上增加注浆孔(每环增加10个注浆孔,总计16个注浆孔),在同步注浆及二次补压浆完成后,利用管片的吊装孔和增加的注浆孔,对管片壁后径向3米范围进一步压密注浆,达到控制工后沉降。壁后采用钢化管注浆,材料采用水泥水玻璃双浆液。

(3) 增加地面袖阀管注浆作为应急抢险措施:当沉降量过大或沉降速率过快,洞内注浆无法达到控制沉降的情况下,采取地面袖阀管注浆措施,对相应建筑物基础下部进行注浆,达到快速控制沉降的目的。

五、结束语

随着城市化进程的不断推进,城市的基础建设在不断的完善,城市轨道交通的发展也是体现城市发展的重要指标。由于地铁建设主要集中在人口居住密度较大的区域,地下管线复杂、周边建筑密集、区域性地质情况复杂等制约因素成了建设者需解决的重点问题。盾构法施工是目前城市隧道施工应用最为广泛的工法,以该工程为例,在富水砂层的地质条件下穿越既有建筑群,对于建设者的施工、管理水平,尤其对施工过程中质量控制提出了更高的要求。

参考文献

- [1] 刘国楠,张远荣,肖文海.盾构过富水砂层对地表建筑物影响的研究[C].全国土力学及岩土工程学术会议,2011.
- [2] 王利伟,方伟.土压平衡盾构富水砂层掘进施工关键技术[J].建材与装饰,2018,551(42):241-242.