

Discussion on Settlement Analysis Technology of Composite Stratum Earth Pressure Balance Shield Machine Continuously Penetrating Dilapidated House

Changjun Luo

YSD Rail Transit Construction Company Limited, Guangzhou, Guangdong, 510610, China

Abstract

This paper combines the relationship between the tunneling speed and the synchronous grouting pressure, the synchronous grouting and the tunneling when the shield split starts from the second phase of Guangzhou Metro Line 14, Lejia Road Station-Gangbei Station, and penetrates the dilapidated house continuously, the relationship between the two strokes of the jack cylinder is analyzed, and the settlement technology of the shield machine under the composite stratum is continuously penetrated by the settlement analysis technology of the dilapidated house.

Keywords

composite formation; earth pressure balance shield machine; tunneling speed; synchronous grouting pressure; jack stroke

复合地层土压平衡盾构机连续下穿破旧房屋沉降分析技术探讨

罗昌军

粤水电轨道交通建设有限公司, 中国·广东广州 510610

摘 要

论文结合广州地铁十四号线二期乐嘉路站—岗贝站盾构分体始发连续下穿破旧房屋时, 通过掘进速度与同步注浆压力之间的关系、同步注浆与掘进千斤顶油缸行程两者之间关系, 分析探讨盾构机在复合地层连续下穿破旧房屋沉降分析技术的沉降的技术。

关键词

复合地层; 土压平衡盾构机; 掘进速度; 同步注浆压力; 千斤顶行程

1 引言

近年来, 随着不断增加的地铁隧道工程建设和发展, 地铁隧道下穿建筑物的情况越来越多, 破旧房屋对地铁隧道的建设和安全使用的影响越来越大。破旧房屋对隧道安全性进行评价直接关系着整个隧道施工方案的选择、优化和工程投资的估算。从隧道建设角度看, 当无法避开破旧房屋时, 必须对破旧房屋地段隧道进行安全性分析, 并采取有效地技术措施, 以确保隧道上方的破旧房屋的安全和建成后的正常运营。所以, 穿越破旧房屋施工技术也就成为一项崭新的课题, 需要我们精心研究。

2 工程概况

乐嘉路站—岗贝站区间于区间线路于右线里程 YDK4+780—YDK4+866 下穿新邦物流、德邦物流仓库, 德

邦物流房屋为 2 层自建房, 为框架结构, 独立基础, 基础深度为 1~4m, 部分房屋比较破旧, 新邦物流为 3 层建筑, 独立基础。隧道埋深约 17.08m。按照掘进方向, 平面线型为缓和曲线段、圆曲线, 顺线路方向纵坡为 2‰和 25‰, 均为下坡, 基础距隧道顶部 12.32m。根据管片排版, 本段环数为右线 10~65 环。该地段主要为 <7-3> 强风化粉砂岩、<8-3> 中风化粉砂岩。本区间采用盾构法施工, 隧道外径为 6.4m, 内径为 5.8m, 管片厚度为 300mm, 此次连续下穿破旧建筑物是盾构始发后马上下穿, 而且盾构机是分体始发, 对建筑物及周边建筑物、机场 Q 匝道及机场路有很大的影响。

3 下穿建筑物的风险分析

3.1 周边环境的影响

盾构机分体始发下穿破旧建筑物, 会造成机场高架 Q 匝道桩基变形或发生沉降, 盾构掘进时发生喷涌现象, 造成土体失水造成周边机场路、建筑物及管线发生沉降。

【作者简介】罗昌军 (1984—), 男, 中国青海西宁人, 本科, 工程师, 从事地铁施工技术研究。

3.2 自身的影响

盾构机分体始发下穿阶段,如洞门密封失效发生洞门涌泥、涌砂,分体始发不连续会导致结泥饼参数异常地面建筑物发生沉降、开裂、变形及倾斜,盾构机掘进对周围地层会产生一定扰动,扰动程度与相对距离成相关关系,即距离越近影响越大,本次始发端头未加固,因此在始发下穿中风险较大。

3.3 水文地质的影响

本区域拟建场地整体地形平坦,地面高程8~18m,地貌主要为台地、冲一洪积平原。基岩为二叠系、三叠系地层,地下水位约5m,隧道顶地层从上到下依次为:<2-1>回填土、<4N-2>粉质黏土、<6>全风化泥质粉砂岩、<7-3>强风化泥质粉砂岩、<8-3>中风化泥质粉砂岩,隧道顶部局部有砂层的复合地层,盾构机连续下穿中如果控制不当会发生建筑物不均匀沉降或坍塌^[1]。

4 复合地层盾构机分体始发连续下穿破旧建筑物施工技术

4.1 设备的选用及特殊改进

本次盾构机分体始发连续下穿破旧建筑物盾构机台车及出碴方式进行特殊改造。

4.1.1 盾构台车布置的特殊改造

由于始发段总长度49.5m远小于整机总长(约84m),仅满足盾体、连接桥、1#台车、2#台车、3#台车、4#台车,其中3#台车、4#台车并排放置于车站底板的标准段,因此台车布置进行特殊改造及布置。

①台车布置

分体始发阶段中主机-1#、2#台车组装,3#与4#台车摆放至第二排,5#与6#台车摆放至地面,2#与3#台车延长管线连接。

②延长管线布置

分体始发时,2#台车与3#台车采用延长管线连接,延长

管线通过反力架上设置的管线平台进行布置,与2号台车尾部连接,延长高压电缆从外部引入干式变压器中,为确保管线满足第一阶段的掘进75m需求,延长管线预估长度为110m。

4.1.2 盾构出碴的特殊改造

因分体始发出土口改至2#台车侧面出碴,在2#台车侧面安装侧向溜槽进行出碴。

4.2 连续下穿破旧建筑物技术

4.2.1 建筑物基本情况

本次乐岗区间下穿建筑物为右线,盾构始发后下穿德邦物流仓库,德邦物流两层,基础为独立基础,新邦物流,三层建筑物,独立基础,下穿建筑物基础为天然基础,基础深度为1~4m。

4.2.2 掘进参数的设定

本次下穿破旧房屋的特殊性,盾构始发后15m后,进行连续下穿破旧建筑物,因此对掘进参数的要求高,特设置两个阶段的掘进参数。

①分体始发为第一阶段(-3~3环盾构机刀盘接触到掌子面后及盾尾进入隧道内的过程)(见表1)。

②分体始发第二阶段(3~60环盾构机开始连续下穿过程)(见表2)。

4.2.3 掘进速度与同步注浆压力的关系

盾构机在<7-3>强风化泥质粉砂岩地层中掘进速度在30~50mm/min,在8~23环掘进中,随着掘进速度加快同步注浆压力也在逐步提高。

①同步注浆压力大于掘进速度时,同步注浆速度与掘进速度不匹配,需要调整同步注浆频率,减少同步注浆冲程频率,否则会导致地面建筑物隆起现象。

②同步注浆压力小于掘进速度时,同步注浆速度与掘进速度不匹配,需要调整掘进速度,降低掘进速度,否则会导致地面建筑物出现沉降的现象。

③同步注浆压力等于掘进速度相同时,同步注浆速度

表1 -3~3环盾构机刀盘接触到掌子面后及盾尾进入隧道内的过程

环号	土压 (bar)	刀盘转速 (rpm)	推进速度 (mm/min)	刀盘扭矩 (KN·m)	贯入度 (mm/rad)	出土量 (m ³)	推力 (t)	同步注浆量 (m ³)	姿态趋势 (mm/m)	注浆压力 (bar)	
										上	下
-3~3环	0.5~1.0	1.2~1.5	10~15	2500~3000	7	≤ 78	1000内		± 3		

表2 3~60环盾构机开始连续下穿过程

环号	土压 (bar)	刀盘转速 (rpm)	推进速度 (mm/min)	刀盘扭矩 (KN·m)	贯入度 (mm/rad)	出土量 (m ³)	推力 (t)	同步注浆量 (m ³)	姿态趋势 (mm/m)	注浆压力 (bar)	
										上	下
10~65环	1.7~1.9	1.6~1.7	25~30	2500~3000	18~20	≤ 78	1750~2000	≥ 6.5	± 3	2.0	2.5

注:第一阶段掘进密切关注参数变化,围护结构是采用1.2m的玻璃纤维筋,洞门处还有一条钢筋混凝土腰梁,始发过程中通过刀盘转速、螺旋机等控制参数把玻璃纤维筋在舱内切断,腰梁钢筋通过螺旋机排出,否则会为下一阶段掘进带来障碍^[2]。

与掘进速度相匹配,此种模式是最适宜的掘进模式,而且满足与设计理论注浆量及注浆压力。

4.2.4 同步注浆压力与油缸行程的关系

在<7-3>强风化泥质粉砂岩地层中,油缸行程从600mm时,同步注浆压力从0bar开始升高,8~23环掘进中,随着推进油缸的伸长同步注浆压力也在保持不变或压力升高,说明同步注浆压力和推进油缸行程匹配,同步注浆压力在2~2.5bar。

4.2.5 刀盘结泥饼与沉降的关系

乐岗区间盾构机根据适应性分析选型,刀盘开口率为33%的盾构机在复合地层红层中掘进,此刀盘很容易造成结泥饼现象;刀盘发生结泥饼会导致掘进参数异常(刀盘扭矩大、掘进速度慢、推力大等现象),刀盘结泥饼会导致地面发生沉降。

针对措施如下:

①掘进时务必保持刀盘中心注入孔畅通和足够流量的水、泡沫,可以有效防止刀盘结泥饼。

②当地层条件允许的情况下,掘进速度控制在25mm~30m/min,刀盘转速增加至1.5~1.7转,减少“泥饼”产生的概率。

③掘进中控制结泥饼,也就是说每环推进的初期可加大泡沫的发泡率(提高气体流量),提高螺旋机的排土速度,以气换土;掘进中期按正常的发泡率;掘进后期降低泡沫发泡率,降低螺旋机排土速度,以土换气。

④在泡沫的选用上采用分散剂泡沫来改良渣土。

⑤利用倒班空闲时间往土舱内注入剥离剂进行泡仓。

⑥在地层气密性良好的状态下,采用气压辅助模式进行掘进,防止结泥饼。

4.2.6 同步注浆量与千斤顶的关系

下穿(构)建筑物期间采用的同步注浆;同步浆液的主要作用是及时充填建筑空隙,减少施工过程中的土体变形。同步注浆量一般为建筑空隙的130%~180%。即盾构区间每推进一环(1.5米/环)同步注浆量为6.5~7.0m³/环。泵送出口处的压力略大于隧道周边水土压力初步取0.25~0.3MPa。压浆量和压浆点视压浆时的压力值和地层变形监测数据而相应调整。保证上、下注浆比例达到3:2。

表3 注浆量控制表

千斤顶长度显示(cm)	30	70	110	150
上部注浆	15%	30%	45%	60%
下部注浆	10%	20%	30%	40%

4.2.7 建筑物沉降的变化

地表沉降的监测数据显示,累计最大沉降-10mm;单次速率为-0.47~1.57mm/d。

4.2.8 设备保障及技术的要求

盾构下穿破旧建筑物是连续作业,下穿前应先对盾构机设备进行检查,包括盾构后配套(电机车、龙门吊、搅拌

站),对特殊岗位、重要岗位进行书面交底,做到人人心中有数,对盾构使用的材料(管片、循环水管、水泥、膨润土、盾构机配件等)进行储备,确保盾构下穿连续掘进。

4.2.9 渣样分析

关于渣样分析,每环进行渣样分析分别为掘进0~75cm和75~150cm,对渣土进行取样,原样不得少于1盒,判定地层。同时进行洗渣样,进行渣样分析(含泥量、含桩基混凝土、截短钢筋),判定各地层及桩基混凝土大致含量,以便及时调整掘进参数^[3]。

4.2.10 应急联动

①盾构机在掘进过程中地面值守人员24h轮班值班,发现建筑物有异常时第一时间通知盾构经理,盾构经理立即组织人员对地面异常区域进行围蔽,并通知房屋权属单位。

②盾构机手在掘进过程中发现有超挖,盾构机手立即采用利用盾壳外的注入点在盾壳外注入膨润土和水玻璃混合液使用用量配合比,膨润土:水=1:3,膨润土液:水玻璃=15:1,通过尾盾径向孔注入膨润土和水玻璃混合液,在刀盘泵启动后,开始注入,控制压力旋钮,注浆位置为时钟1点、11点,在这两个位置交替注浆,注浆量不低于1m³/环,注浆压力不高于2.5bar。

③盾构下穿建筑物过程中如果发生严重喷涌,且产生超挖渣土量达5m³以上,盾构机手立刻上报地面监控室值班人员,值班人员立刻上报盾构负责人,由盾构工区负责人通知项目部相关部门。

5 结语

①广州地铁十四号线二期乐岗区间盾构连续下穿施工中,盾构机各项参数均正常,周边建筑物沉降均正常,交通未中断,未造成任何社会影响。

②德邦物流和新邦物流仓库监测数据都正常,破旧建筑物沉降累计最大值-10mm,周边建筑物沉降、倾斜都在可控范围内。

③盾构施工过程中,通过试验获取掘进参数、盾构设备维护保养、出渣量控制、同步注浆及二次注浆控制、监控量测等施工措施,可为盾构连续过建筑物提供了有效保障。

④通过对同步注浆压力与掘进速度之间的关系,同步注浆压力与千斤顶油缸行程之间的关系,满足盾构下穿建筑物同步注浆的饱满,确保盾构下穿中建筑沉降可控。

⑤本次通过始发阶段下穿建筑物总的分析总结,为后期下穿建筑物技术提供有力保障。

参考文献

- [1] 熊栋栋,陈祥龙.渣土泵送技术在土压平衡盾构机分体始发中的应用[J].城市轨道交通研究,2021(10):67-68.
- [2] 马传智,李坤.直径9m级土压平衡盾构再制造升级实践与分析[J].建筑机械化,2021(10):88-89.
- [3] 刘铮.土压平衡盾构施工场地布置方法[J].智能城市,2020(1):95-96.