

某城市深厚软土地质条件下地基处理专项研究

生海波

德州市人防指挥信息保障中心

摘要:随着经济的发展,交通拥堵现象越来越严重,城市地铁的建设势在必行,同时多种多样的地下土层威胁着隧道的安全。本文主要介绍了某市地铁穿越深厚软土地基处理方法。

关键词:地基加固;隧道;搅拌桩;注浆

一、研究背景

据区间分类统计,以全断面穿越软弱层型的隧道为主的区间占本工程总地下区间数的30%左右,穿越不良地层的厚度可达30m之多。根据隧道长期沉降及变形的预测规律,从结构施工期的风险、环境影响以及运营期的结构安全性角度分析,针对淤泥层、淤泥质土层、淤泥质粉细砂层及其他中等或严重液化的砂层,需根据周边环境及施工条件提前采取相应的地基处理和加固措施,以减少运营期盾构隧道的不均匀沉降、横断面变形超限现象,保障运营的安全。

二、研究内容

针对以上问题,本报告研究根据地层条件及工程设计概况,从不均匀沉降控制以及收敛变形控制两方面考虑,结合软化、液化的相关分析,评估地面加固及洞内注浆措施的合理性,并给出相关实施建议。

三、地面加固处理研究

通过对地基加固宽度和深度的理论分析,可以得到如下结论:

(1) 加固宽度对隧道抗变形能力有影响,在采用拱腰两侧加固区时,横向收敛变形减小约25%,所以拱腰抗力区的出现将对隧道横向变形起到一定的控制作用。随着加固宽度的增加,当加固宽度大于6m后,加固宽度对隧道变形的影响几乎可以忽略,建议将加固宽度设置为6m,或至少控制在3m以上,以提高隧道周围抗力,保证隧道运营阶段的安全。

(2) 从动应力衰减的角度建议加固到隧道底以下0.5D,考虑到经济性 & 控制效果的差异性,加固深度至隧道底部0.5D~1.5D是可行的。对于全断面通过深厚软弱土层的情况,由于加固深度对沉降控制效果的显著差异,理论上有必要将搅拌桩打入下部较好的土层中。由于不均匀沉降对隧道结构的危害更加严重,建议在沿线软弱下卧层厚度前后差异较大的区段,根据地层厚度变化合理布置加固深度,控制隧道纵向沉降的均匀性,有条件的话尽量使加固体穿透软弱层。当将软弱层贯穿后,打入基岩层的深度加固深度从0.5m提高到1m甚至2m,隧道的水平直径变化率基本保持不变,增加加固深度不能明显提高隧道周围土体的支撑能力。建议加固区打入基岩层的深度控制在0.5m左右即可。

(3) 地基加固可基本消除隧道周围软化、液化的不利影响区。

四、待选优化方案概况

(1) 优化方案一

根据以上研究结论及建议,设计院在初步设计基础上提出的优化设计方案如下:

1) 方案使用三轴搅拌桩进行加固。搅拌桩直径850mm,中心间距600mm。

2) 纵向搅拌桩加固深度为隧道顶部以上3m,穿透淤泥层,深入土性较好的土层中0.5m;横向搅拌桩加固深度为隧道顶部以上3m至隧道底部以下3m。

3) 纵向搅拌桩的间距在靠近隧道中心为1.8m,两侧为2.4m;横向搅拌桩间距为2.4m。

优化方案一可以一定程度上提供拱腰两侧的抗力区,并基本满足两侧加固区宽度的要求。但其中存在的问题是:

1) 拱腰位置的一排搅拌桩外边界与隧道管片外边界重合,在结构最危险区域未提供有效的保护,在该位置应适当增加加固区的宽度使搅拌桩稳定支持隧道侧部;

2) 隧道中心线附近的搅拌桩布置密度大于拱腰两侧,不具科学性且稍显浪费,可减小中心位置格栅的布置间距,在不增加过多成本的同时使加固区向拱腰两侧区域拓宽。

(2) 优化方案二

优化方案二进行的修正改进具体如下:

1) 将隧道范围内的加固方式稍做调整,搅拌桩间距由1.8m增加到2.4m,轨面线隧道中心线R2720R310068°,弱化隧道中线附近的加固密度并相对增强拱腰位置及外侧区域的加固范围,使隧道两侧的加固区宽度延伸至2.9m。

2) 保证拱腰位置的有效抗力区,在隧道拱腰位置加设一排搅拌桩,侧部保持了范围68°左右的结构衬砌位于抗力区内,且拱腰外侧可提供约0.9m宽度的补强加固体。其中拱腰处增加的一排搅拌桩深度可选择性加固至隧道底部,起辅助作用。

3) 隧道拱腰上部范围内的搅拌桩按原方案,可适当减少水泥掺量。

本章后续分析对比了两类优化方案在内力、变形、抵抗周边扰动等方面的差异,最终给出了优化方案选取的建议。

(3) 小结

1) 当因周边环境开发扰动导致作用于隧道侧部的压力减小时,桩间土处和有横向加固处的隧道断面,优化方案一的弯矩分别增加了47.12%、41.46%,横向、竖向收敛变形分别增加了11.18%、5.93%;优化方案二的弯矩增加了33.85%、27.56%,横向、竖向收敛变形分别增加了5.22%、3.13%;内力分布情况方面优化方案二弯矩更为均匀。

2) 从扰动条件下结构内力和变形变化两方面说明优化方案二更优。其主要原因是优化方案一中拱腰两侧附近加固宽度不足,在拱腰薄弱位置无法提供足够的侧向抗力,当周边存在扰动时,隧道的横向变形以及拱腰的弯矩相对更易增大。因此,建议拱腰两侧的加固宽度增大至两排搅拌桩,采用优化方案二进行地面加固布置。

五、洞内注浆加固处理

(1) 综合各注浆方案的注浆效果相似,隧道横断面收敛变形均能减小1%~5%。建议本工程采用吊装孔注浆的方案,避免过多的开孔增加渗漏点。

(2) 建议单孔注浆的长度控制不小于3m。

(3) 增加单孔注浆直径,能明显提高注浆加固的效果,因此实际施工时应尽量增加单孔注浆直径。

(4) 对于深厚软土层,洞内注浆加固对隧道长期沉降的改善效果不大。

六、最终结论及建议

(1) 为减小运营期隧道长期变形及周边环境扰动的影

响,应对隧道周围软土层进行加固,并优先考虑地面加固措施。

(2) 隧道外需设置足够宽度的加固区。建议全断面穿越软弱地层时隧道两侧的加固区宽度大于6m,或至少控制在3m以上,加固后也可有效控制隧道周围土体软化及液化的影响。

(3) 地基竖向加固范围应满足隧道拱顶以上3m至隧道底以下一定深度。考虑到工程经济性,加固深度至隧道底部0.5D~1.5D是可行的,可根据沉降控制的实际要求进行调整。对于下卧软弱薄层,建议加固区打入较好持力层的深度控制在0.5m左右即可。

(4) 从结构内力和变形两方面分析,地基加固的优化方案一和方案二二的加固效果均较为明显,但优化方案一抵抗扰动的能力较弱,因此建议采用优化方案二进行地面加固布置。

参考文献

[1] 刘成宇.土力学[M].中国铁道出版社,2005.

[2] 耿羽,吕杰.浅谈地铁车站湿陷性黄土地基处理[J].城市建设理论研究,2013(19):79-80.