

全断面淤泥浅覆土地层盾构抬头掘进施工 ——浅析管片破损原因及措施

苏志愿¹ 赵加训² 侯守栋³

湖南中铁山河建设工程有限公司 湖南 长沙 410000

广东电白建设集团有限公司 广东 广州 510000

中铁隧道股份有限公司 河南 郑州 450000

摘要: 全断面淤泥浅覆土地层施工主要为土压平衡盾构机在该类地层中掘进施工, 因地质原因和埋深原因该类工况下对施工控制及措施要求非常高, 施工技术管理对隧道的成型质量起到关键作用。本文主要以东莞地铁某盾构区间为研究对象, 系统的分析和研究了在全断面淤泥浅覆土地层大角度抬头掘进施工中所出现的成型管片上浮、破损问题, 并根据分析结果采取了一定的应对措施, 最终有效控制管片成型质量。

关键词: 全断面淤泥地层; 浅覆土; 管片上浮破损;

Shield heading construction in full section silt shallow overburden ——Analysis on the causes and measures of segment damage

Su volunteer¹ Zhao Jiaxun² Hou Shoudong³

Hunan China Railway Shanhe Construction Engineering Co., Ltd. 410000, Changsha, Hunan

Guangdong Dianbai Construction Group Co., Ltd. 510000, Guangzhou, Guangdong

China Railway Tunnel Co., Ltd. 450000, Zhengzhou, Henan

Abstract: The construction of full section silt shallow overburden layer is mainly driven by earth pressure balance shield machine in this kind of stratum. Due to geological reasons and buried depth, the requirements for construction control and measures under this kind of working conditions are very high, and the construction technology management plays a key role in the forming quality of tunnel. Taking a shield section of Dongguan Metro as the research object, this paper systematically analyzes and studies the problems of floating and damage of forming segments in the construction of large angle head up tunneling in the full section silt shallow land layer, and takes some countermeasures according to the analysis results to effectively control the forming quality of segments in the end.

Key words: Full section silt stratum; Shallow overburden; The segment floats up and is damaged;

引言

盾构隧道一般要求一定的最小覆土厚度, 覆土厚度小于1倍洞径的就更是少见, 有一定的覆土厚度方能保证盾构正常施工和结构抗浮安全。同时隧道所穿的地层其承载力要能满足施工需求, 承载力不足会导致盾构抬头困难, 给施工和成型隧道质量的控制带来一定的困难。再者, 当覆土较浅时, 盾构机总推力偏小, 不能提供抬头所需的有效推力时, 势必会将绝大部分的推力用在下部, 以使盾构机姿态能够保持与设计线路相吻合。然而受力不均的情况会与浅覆土的作用叠加, 最终会导致管片上浮。隧道上浮将导致轴线偏离、管片破损、结构质量和防水效果变差等不良后果。

1 工程概况

道滘东站~人民医院站盾构区间线路, 从人民医院小里

程始发井出发, 纵断面右线以4.29%~29%的坡度到达道人区间明挖段, 左线以4.27%~29%的坡度到达道人区间明挖段, 左右线线路隧道埋深约4.7~10.5m。

道滘东站~人民医院站区间地质主要有: 黏性土素填土1-1层、填砂1-3层、杂填土1-4层、淤泥2-1层、淤泥质土2-2层、粉质黏土2-3层、中砂2-6-1层、中砂2-6-2层、中砂2-6-3层、钙质泥岩14-2层、钙质泥岩14-3层。其中盾构段隧道主要穿越的地层主要为淤泥、淤泥质土及中砂层, 隧道坡度由4.29%变为29%的同时盾体逐渐进入全断面淤泥地层, 左右线盾构区间不同程度的出现了管片脱出盾尾后破损、渗漏水等问题^[1]。

2 破损原因分析

2.1 直接破损原因

破损形式如下图:



图2-1 管片破损情况

其共同点为:

- ①破损位置基本位于螺栓孔位置,且垂直于螺栓方向,向左右连边对称分布;
- ②破损位置均位于顶部11点至1点钟位置;
- ③破损位置管片无直接接触,可以排除是推力过大造成的损坏;
- ④管片破损均发生在管片脱出盾尾的过程中,且破损环号均出现不同程度的管片上浮,最大上浮量达到2.5cm;

上述几点现象说明:破损是由一连串的动作所导致,管片上浮→纵向连接螺栓受到剪力→管片挤压破损。

2.2 管片上浮原因分析

根据实际的施工工况模拟盾体及管片的主要受力情况如下:

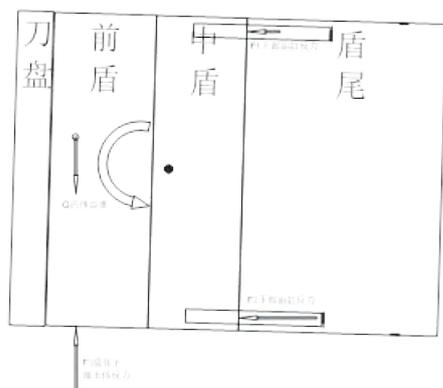


图2-2 上坡推进过程中盾构受力情况简析

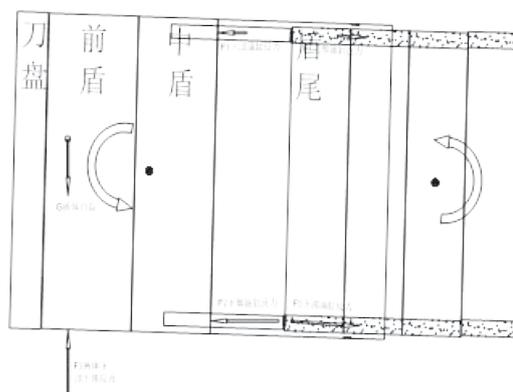


图2-3 上坡推进过程中管片受力情况简析

通过简单的分析可知,管片上浮主要是抑制上浮的阻力小于推动管片上浮的动力所导致的。那么上浮的阻力和动力情况具体又是如何变化的,具体分析如下:

(1) 抑制上浮的阻力减小

①隧道埋深较浅来自管片上方的土压力会减小,包括同步注浆的压力的减小,会导致管片上浮;

②抬头上坡掘进引起推力分布不均,即顶部压力的不足,导致局部压力所提供的管片间摩擦力减少,直接引起脱出盾尾的管片与盾尾内管片发生相互错动上浮;

(2) 管片上浮的动力增大

①地层透水性增强会导致管片上下土层压力差产生的向上的浮力增大,浮力直接作用于管片底部导致管片上浮;

②抬头上坡掘进引起推力分布不均,上下油缸压力差增大导致向上的旋转扭矩增大,扭矩作用在脱出盾尾的管片上,会产生一个向上的分力导致管片上浮;

综上,抑制管片上浮的阻力减小和推动管片上浮作用力的增大,其单个作用或共同作用都会导致管片的上浮。具体到本项目其主要原因,系抬头掘进引起的推力分布不均导致的管片间摩擦力不足,同时因上下推力差变大致使管片所受向上的弯矩变大,两个方面共同作用引起的管片上浮,但其根本原因就是推进压力的分布不合理^[2]。

3 采取的措施

3.1 地面堆载

在隧道正上方堆砌重物,使得盾构推进能保持一个较大的推力。总推力变大后,在保持上下油缸压力差的情况下,顶部的油缸压力势必会增大,油缸提供的推力亦会增大,顶部区域所提供的管片间的摩擦力相应的增大,管片间错动的阻力增大,有利于抑制管片上浮;

3.2 提高推进速度

在前方反力一定的情况下,提高推进速度亦会使得总推力变大,同样会造成推力的重新分布,有利于抑制管片上浮;

3.3 本项目采取的措施

因不具备地面堆载条件,本项目采取提高推进速度的方

式调整总推力的分布情况。

4 采取措施后的效果

4.1 有破损存在的情况下推进油缸压力分布

表4-1 管片破损状态时推进压力分布情况

破损状态下油缸压力分布				
油缸分区	压力 (bar)	油缸直径	油缸根数	分区总推力 (t)
上	24	20cm	6	45.216
下	171	20cm	10	536.94
左	10	20cm	8	25.12
右	60	20cm	8	150.72
盾构机总推力 (t)				757.996

该工况下, 上下油缸分区的压力差值达到了491.724t, 且上部油缸总推力仅有45.216t, 最小的左侧分区的推力25.12t。油缸压力分布极度不均导致管片所受环间摩擦力不足, 向上弯矩偏大, 引起了管片的上浮^[3]。

4.2 根据分析结果, 做出相应调整后推力分布

表4-2 管片无破损状态时推进压力分布情况

未破损状态				
油缸分区	压力 (bar)	油缸直径	油缸根数	总推力
上	41	20cm	6	77.244
下	156	20cm	10	489.84
左	43	20cm	8	108.016
右	59	20cm	8	148.208
盾构机总推力 (t)				823.308

该工况下, 上下油缸分区的压力差值达到了412.596t, 上下分区压力分布较为平均, 从而强化了管片上浮抑制作用力, 达到了抑制管片上浮防止管片破损的目的^[4]。

结语:

浅覆土软弱地层施工分布范围较广, 在国内沿海地区多条地铁线路中均存在该类情况。施工过程中应不断的总结经验, 反复摸索实践, 将盾构掘进的理论与实践结合起来, 使之达到盾构施工与运营后期隧道稳定、安全的要求。控制技术指标不能仅仅靠已有的经验和公式来判定, 应通过针对性的调查、研究, 过程中采取合适的分析方法, 运用合适科学的工艺措施及参数的设置来控制盾构的掘进施工, 从而取得较理想的成果。本文主要根据东莞地铁1号线道滘站明挖段至人民医院站盾构区间掘进施工中经验参数以及科学的总结, 从而达到了隧道施工质量满足设计、规范要求, 创造了一定的社会效益。

参考文献:

- [1]杨国文. 地铁盾构施工风险控制技术研究[J]. 四川建材. 2021(04): 99-100.
- [2]胡俊. 地铁盾构工程穿越市政设施风险源施工控制技术[J]. 智能城市. 2021(06): 77-78.
- [3]刘富强. 地铁盾构施工设备管理及维保技术分析[J]. 江西建材. 2021(03): 33-34.