全回转工法在吉隆坡肯尼山系和石灰岩地区的应用

The Application of Full Casing Method in Kenny Hill and Limestone Area at Kuala Lumpur Reduces the Risk in Karst Area

徐奎 余光耀

Kui Xu Guangyao Yu

中铁马来西亚岩土工程有限公司
中国·湖北 武汉 430000
China Railway Malaysia Geotechnical Engineering
Co., Ltd.,
Wuhan, Hubei, 430000, China

【摘要】全回转全套管工法在吉隆坡肯尼山系和石灰岩地区的应用,减少了岩溶地区的安全风险,保证了现场环保和施工质量,解决了当地通用方案无法确保垂直度从而影响成桩质量的通病。

【Abstract】The application of full casing method in Kenny hill and limestone area at Kuala Lumpur reduces the risk in Karst area. It ensures the field environmental protection and construction quality. It solves the common problem that the local general scheme can not ensure the verticality.

【关键词】肯尼山系;石灰岩;全回转工法

【Keywords】Kenny hill; limestone; full casing method

【DOI】10.36012/etr.v1i3.445

1 引言

马来西亚吉隆坡新捷运 2 号线全长 52.2km, 标准轨距, 采用 750V 导电轨供电。全线共 37 个车站, 其中 11 个地下车站, 26 个高架车站。中铁马来西亚岩土工程有限公司从事 BMNS-DEWP 段的施工, 两站一区间地下工程都处于肯尼山系和石灰岩地区, 地质情况十分复杂。

肯尼山系(KH)是一个地质较年轻的地层, 覆盖在吉隆坡(KL)石灰岩之上^[1]。它由两种岩石类型组成, 即石英岩和千枚岩, 这两种岩石相互交错导致肯尼山组高度褶皱、断裂。值得注意的是, 肯尼山组作为一个整体, 经历了从砂岩和页岩相互作用到石英岩和千枚岩的区域变质^[2]。由于石灰岩发育不完全, 夹层及溶洞、斜岩、石灰岩、混合花岗岩等都是该项目施工的难点。

论文结合 DEWP 建设项目的地质情况, 探讨了全回转钻机工艺在吉隆坡肯尼山系和石灰岩地区的应用。

2 工程概况

拟建工地在马来西亚吉隆坡 TAMAN DESA WATER PARK 附近, 场地位于吉隆坡肯尼山系及石灰岩地质区域内。本工程地基基础设计等级参考中国设计等级为甲级, SBP(咬合桩)/BP(单桩)/CBP(排桩)共计 458 根。桩径为 880mm、1180mm、1480mm。本工程主要分为 6 个区域, 其中 ZONE4 为重型起吊平台, ZONE1 为接收井, ZONE2-3 为 U 槽, ZONE5-6 为高架区。根据图纸要求, 入岩深度根据不同区域约为 1.5~11m。

3 地层及周边环境特点

根据地勘报告结合现场环境分析有如下几个特点。

①基岩面起伏大, 倾角大。个别相邻孔位基岩面落差达到 30m 以上, 给桩基施工质量控制带来了很大困难。

②空洞现象在土层中表现为“土洞”, 具有埋藏浅、分布密、强度低等特点, 对桩基稳定性影响很大。

③基岩下面 0.5~2m 范围内出现浅层溶洞,填充物一般为流塑状态的淤泥质砂,溶洞发育形态极其复杂。

④溶洞发育极其复杂,有的呈“葫芦状”自上而下分布,有的水平贯通。

⑤本区域可溶性岩石主要为石灰岩,呈灰色、灰褐色、灰白色,夹有石英结构,混有花岗岩,裂隙发育,岩质较硬,点荷载强度(Point Load Test)平均值可达 5MPa。参考国际岩土相关规范,取 $UCS=22 \times PLT$,即岩石饱和单轴抗压强度平均值达到 110MPa。一般工艺成孔效率极低,若遇溶洞极易引起施工质量事故。

⑥接收井大部分位于肯尼山系,为高压缩性黏土^[9],夹杂全风化千枚岩,施工时摩擦力很大。U 槽部位地下水十分丰富,钻孔时涌水量很大,给桩基施工及混凝土浇筑带来很大难度。

⑦周边靠近高速公路,距离最近施工桩位不到 3m。施工周边靠近人工湖,湖面与最低地面相差 12m。现场高低起伏,空间狭窄。

综上所述,该地区地质情况极其复杂,施工过程中容易出现漏浆、塌孔、卡钻、斜孔、沉渣厚度过大等现象造成地面塌陷引发地质灾害。

4 全回转工法介绍

①全套管全回转钻机施工工艺原理为:利用全套管全回转钻机回转装置的回转使钢套管与土层间的摩阻力大大减少,边回转边压入,同时,利用冲抓斗、冲击锤挖掘取土或旋挖钻取土,直至套管下到桩端持力层为止^[10]。挖掘完毕后立即进行挖掘深度的测定,并确认桩端持力层,然后清除虚土。成孔后将钢筋笼放入,接着将导管竖立在钻孔中心,最后灌注混凝土成桩。

②全套管全回转钻机主要针对高回填地层、岩溶地层、地下水丰富的砂层、卵砾石地层以及沿海地区软基或硬岩地区钻进成孔、复杂破碎的填石填海地层、沿海滩涂等特殊地层和复杂环境进行全套管成孔灌注桩施工。由于钻机具有强大的扭矩、压入力,可有效对岩层进行切割,且套管本身具有护壁作用,无须回填块石或另下保护筒,即可完成成桩作业。全套管全回转钻机施工具有以下优势:无噪声、无振动,安全性能高;不使用泥浆,作业面干净,成桩质量高,有利于提高混凝土对钢筋的握裹力;施工时可以很直观地判别地层及岩石特性;钻进深度大,根据地层情况,最深可达到 120m 以上;成孔垂直度便于掌握,垂直度可以精确到 1/500;不易产生塌孔现象,成孔质量高;成孔直径标准,充盈系数小,与其他成孔方法相比,可节约大量混凝土用量;清孔彻底,速度快,孔底钻渣可清至约 30mm。

本工程从投标开始,综合分析了当地企业以及宝峨马来西亚公司的工法,结合现场环境及地质情况,考虑了 MRT 对安全文明环境质量的高标准要求,最终采用了全回转工法施工。

5 施工难点及异常情况处理

5.1 带笼现象

由于单壁套管内壁与钢筋笼外缘之间的空隙较小,在上拔套管的时候,钢筋笼有可能被套管带着一起上浮。预防措施主要有:混凝土的骨料粒径应小一些,应小于 20mm;在钢筋笼底部焊上一块比钢筋笼直径略小的薄钢板以增加其抗浮能力;安装钢筋笼导正器,控制下放垂直度;孔底超挖 100~200mm;二次清孔,沉渣清理干净;采用混凝土,根据实际情况定时间上拔套管。

5.2 管涌现象

①桩孔较深处存在松砂层,且有向上的渗透水压力作用,若产生的动水坡度大于砂土层的极限动水坡度时,砂土颗粒就会处于冒出、沸涌状态形成砂土管涌;

②在桩孔挖掘过程中,如果软土层深厚,地下水位高,且砂质粉土层或黏性土与粉土层中掺杂薄层粉砂时,极易在渗透水压作用下产生砂土管涌;

③在持力层有大量的承压水而孔内水很少或无水的状态下,套管一接近持力层附近的承压水时,承压水就会把套管超前部分的孔内透水层冲破,向孔内喷水,带走持力层附近的砂土和砂砾,使桩端持力层松动。

6 结语

本工程咬合桩较长(桩径为 1480mm,单桩有效桩长最深达 50m;桩径为 1180mm,单桩最深达 60m),在淤泥质砂层及溶洞的复杂地质条件下,一次性成孔确保了工效和质量;采用全套管跟进,有效解决了管涌现象,有效控制了附近高速公路的沉降,确保了开挖施工的安全;由于英标体系下的桩钢筋达到了双层 T40 钢筋,刚度很大,有效解决了钢筋笼在斜岩中下放的难题;通过桩基检测及最后开挖、声波、大应变、取芯等检测的全部通过(开挖面良好,没有漏水等情况),相对于本地旋挖加拔管机的通用方案,该工法极大减少了后续的修复工作,经济效果较好。

参考文献

- [1]AECOM.Ssp Aecm Ungw Ovpr Rep 00095[Z].吉隆坡,2017.
- [2]MAP.Ssp Aecm Ungw Ovpr Rep 00095[Z].吉隆坡,2017.
- [3]MRT.Ssp D Mgkt Ungw Ovpr Rep 004055[Z].吉隆坡,2017.
- [4]陈建海.全套管全回转钻孔咬合桩施工工法简介[M].北京:中国建筑工业出版社,2016.