

高压旋喷地基加固施工时的土体扰动控制探索

胡旭明¹, 叶观宝²

(1. 上海青浦新城区建设发展(集团)有限公司, 上海 201700; 2. 同济大学地下建筑与工程, 上海 200092)

摘要:介绍了地基加固施工中的一个痼疾:地基加固施工不可避免地会对周围土体产生扰动,从而导致周围管线及建筑物的沉降。文中通过对工程实例的分析,详细介绍了高压旋喷施工时如何有针对性地采取措施来控制土体扰动的危害,介绍了一些处理方法,提出了施工过程中应注意的问题。

关键词:地铁车站;地基加固;高压旋喷;土体扰动;控制

中图分类号: TU472.36 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-7716(2006)01-0138-03

1 综述

上世纪80年代以前,地基加固工程主要集中在机场跑道、高级公路、水库、煤矿等大型工程中,这些工程中的地基加固项目,虽然要求比较高,但在实施时其周围环境限制因素不多,主要考虑的是加固效果的好坏。但是,随着城市化的发展,出现了大量的高层建筑和大型市政工程,这些项目很多都需要进行地基加固,尤其是我国沿海一带的城市,很多工程项目都建立在冲积平原上,对地基加固的需求很大。

但是,在大规模地应用地基加固工法的同时,也产生了一些困扰的问题,其中最主要的就是在对预定区域土体进行加固的同时,不可避免地会对其周围的土体、管线及建筑物产生扰动。由于许多要进行大面积地基加固的工程,都位于城市中心区域,四周道路、管线及建筑物密集。很多项目设计进行地基加固的初衷,一方面是为了提高被动区土体强度,减少开挖时土体位移,或者隔水防渗。另一方面,也往往就是为了保护周边建筑物和管线的安全,防止它们在基坑开挖过程中产生超过允许范围的沉降。因此,有的项目就会出现这样的情况:在进行地基加固施工的时候,由于没有很好地控制土体扰动问题,对周围道路、管线、建筑物产生了很大的影响,导致路面隆起,管线破裂,建筑物产生不均匀沉降,出现裂缝甚至倒塌。出现这样的情况,就和地基加固的初衷背道而驰了,是大家都不愿意看到的结果。

地基加固方法种类很多,每种方法在施工操作时也有不少的变化。而且由于对土体的本构关系了解仍然不充分,在进行地基加固设计时,所进行的计

算仍然缺乏很好的理论基础,大量采用的都是一些经验公式,最终给出的设计方案往往比较笼统。这样的现状导致在进行地基加固施工时,其施工质量的好坏以及控制周围土体扰动的程度,很大程度上依赖于施工单位操作人员的施工经验和操作的认真程度。如果选择的施工队伍不好,或者操作时监督不严,就很有可能会出现问題。本文想结合工程实际,就高压旋喷这种目前比较主流的地基加固方法在施工过程中产生土体扰动的控制措施,进行透彻的分析,希望借此能够对地基加固时土体的扰动问題控制,有一个比较全面的认识。

2 工程项目介绍

南京地铁一号线三山街车站南端头井盾构进(出)洞口高压旋喷加固项目:地铁三山街车站南端头井位于南京市中山南路下(车站采用逆作法施工),采用800 mm厚的地下连续墙作为围护结构,附近自然地坪标高为+12 m,工作井底板标高为-6 m。为了避免盾构机进(出)洞时地下水和泥砂从洞口(预留洞口大小为 $\Phi 6.5$ m)涌入工作井内,保证盾构掘进(出)顺利进行,需要对盾构进(出)洞口附近的地层进行旋喷加固处理。地基加固标高为+7.42 m~-6.18 m,加固深度为13.6 m。加固范围为:宽度12.75 m,长度3.00 m(出洞6.00 m)。详见盾构进(出)洞口加固平面示意图(如图1、图2所示)。

南端头进出洞口均处于中山南路之下,其中右线出洞口正处于中山南路路中,而左线的进洞口处于非机动车道及行人道下。进洞口所在非机动车道及行人道下埋设有:上水管 $\Phi 300$ 、通信电缆(36孔)、煤气管 $\Phi 200$ (2根)、雨水管 $\Phi 600$ 、污水管 $\Phi 300$ 。这些都需要在旋喷桩加固过程中加以保护。

收稿日期:2006-01-06

作者简介:胡旭明(1972-),男,浙江杭州人,硕士,工程管理部副经理,从事工程管理工作。

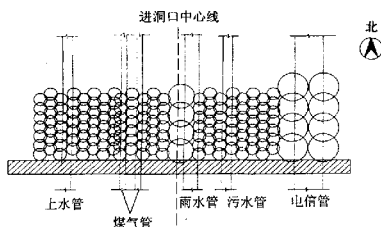


图1 三山街车站南端头井盾构进洞旋喷加固桩位图

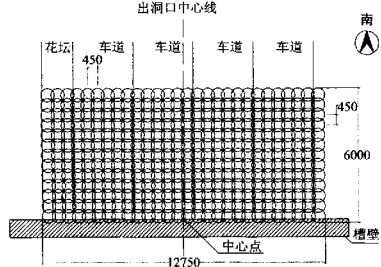


图2 三山街车站南端头井盾构出洞旋喷加固桩位图

出洞口所在机动车道下则无管线。

按提供的有关地层资料,盾构进(出)洞口位置周围土体为:从上到下为:②-1-c3 粉土,灰黄色,很湿,稍密,夹粉质粘土薄层,含云母片,微透水;②-2-2d3 粉砂,灰色,饱和,中密,夹薄层粉土,微透水;②-2-2c2-3 粉土,灰色,湿,中密,有 Fe、Mn 质斑块,夹姜结石,微透水透水性不均;②-2-4d2-3 粉砂~粉细砂,灰色,饱和,27 m 以浅稍密,下部中密夹粉土薄层,含植物碎屑及云母片弱透水。从上述地质情况分析可知盾构洞口位置土质呈饱和流态,砂性较强,稳定性差,暴露扰动时易产生液化流动。

3 加固实施

根据现场的实际施工条件,管线保护的要求以及场地地质条件,最终选择了单管旋喷作为加固方法,为了确保施工过程中的管线安全,委托了南京市测绘院下属的测量单位,对进洞口附近土体和管线,布置了 16 个观测点来监测管线和土体的沉降情况,如图 3 所示。

在施工前,根据我们所掌握的资料及施工经验,对地下管线采取了以下针对性的措施:

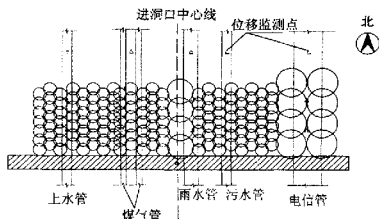


图3 位移监测点布置图

两根煤气管,一根自来水管,由于埋设较浅,而且保护要求较高,用人工将其开挖暴露,两边打设立柱,用钢丝绳将其栓住。然后掏孔管线底部的土体,使管子悬空。

雨水管、污水管,埋设较深,开挖不容易。只能采取在其两侧打设土体释放孔的方法来保护。另外,在这 2 条管道的顶部,我们各开挖了一条释放沟,深度为 60 cm,宽度为 70 cm 左右,这也兼做旋喷施工时泥浆收集之用。

电信管路,虽然尺寸比较大,但是其承受变形的能力也大,因此只打了少许释放孔,准备根据施工监测情况再采取措施。另外由于其水平尺寸比较大,对旋喷桩布孔产生了不少的影响。

除了请专业的单位进行监测外,我们自己在施工过程中,也根据施工情况不断地进行监测,以便自己实时掌握土体位移情况。

南京地铁三山街盾构进(出)洞旋喷桩加固自 2001 年 10 月 27 日开始施工,2002 年 2 月 8 日才结束。其中进洞口施工为 10 月 27 日至 12 月 26 日,耗时较长。因为随着旋喷桩的施工进展,加固体强度不断提高,而其四周土体,也在不断挤压中,需要的孔隙压力释放时间越来越长。到了施工后期,往往每施工 3~5 根桩,就需要停工 2~3 d 左右,使得土体及管线有时间慢慢恢复。同时,由于雨水管、电信管占的横向宽度比较大,单管旋喷无法做到左右贯穿搭接,因此,位移雨水、电信附近的孔位,全部采用了三重管进行施工。因此施工时,来回操作,花费了大量的时间精力。

总的来讲,虽然付出了很长的工期,花费了比较大的代价,但对于管线保护所采取的种种措施,是非常有效的,最终只有污水和雨水,略微超过了报警值,但没有出现问题。其它管线都控制在允许范围内(见图 4)。

进洞口施工结束后,移至东侧,进行出洞口加固

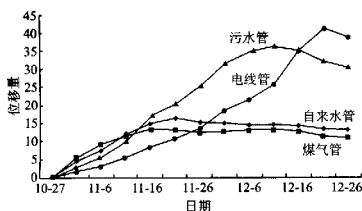


图4 5条管线位移图表

施工,由于出洞口位于机动车道内,而中山路乃贯穿南京的主要交通干道,所以留给我们的施工场地、施工时间都很紧。由于此处无管线需要保护,因此就按照正常程序进行施工。由于加固区位于机动车道下,上面是厚厚的道路结构层,土体的压力释放受到很大限制。而且由于时间紧,我们几乎是24 h不停地进行施工。结果导致加固区域及周边的机动车道大幅隆起,到最后施工结束,整个路面形成了一个小小土坡,最高隆起达到73 cm。施工完毕后,路政部门挖除隆起部分,重新修筑道路结构后才恢复交通。

这次进出洞口的加固,施工效果是非常理想的,后继的盾构进出洞口实施均非常顺利,是南京地铁一号线中比较成功的几个标段之一。

4 结论

从出洞口的施工情况可以看出,在旋喷施工时对土体的扰动是比较大的,如果周围有管线或者重

要建筑物,旋喷施工对它的影响不可轻视,必须要采取行之有效的手段加以保护。

在进洞口的旋喷施工中,最终能在保证管线安全的情况下,达到加固效果,说明我们所采取的种种保护措施是得当的,起了很好的作用。旋喷施工时控制土体扰动的保护措施,一般有以下三类:(1)打释放孔,引导并控制土体位移;(2)布置隔断物或悬吊,将保护物与扰动土体隔离;(3)跳孔、跳排施工,控制旋喷施工时土体内孔隙水压力的升高。

从监测结果来看,煤气、上水管道通过悬吊并掏空下部土体的方法来控制施工扰动,效果最佳,但是受到的条件限制也比较多。雨水、污水管道由于埋置较深,不能悬吊,因此抬升比较厉害。各种保护措施必须因地制宜,这很大程度上依赖于施工单位的经验和有关单位对地基加固时土体扰动危害的重视程度。

参考文献

- [1]叶观宝,叶书麟.地基处理[M].北京:中国建筑工业出版社,1997.
- [2]刘建航,侯学渊等.基坑工程手册[M].北京:中国建筑工业出版社,1997.
- [3]黄宏伟等.坑内加固对围护结构侧向位移影响的实测分析[J].大坝观测与土工测试,2000,(5).
- [4]贾敏才,周健等.地基处理施工振动及其对环境的影响评述[J].地下空间,2004,(4).

· 标准规范 ·

交通部关于发布《港口工程桩式柔性靠船设施设计与施工技术规程》(JTJ 279—2005)的通知

各省、自治区、直辖市交通厅(委),上海市港口管理局,长江、珠江航务管理局,长江口航道管理局,有关企事业单位:

由我部组织中交水运规划设计院等单位制定的《港口工程桩式柔性靠船设施设计与施工技术规程》,业经审查通过,现批准为强制性行业标准,编号为JTJ 279—2005,自2006年5月1日起施行。

本规程的第2.0.9条、第4.1.9条、第4.1.10条、第4.1.11条、第4.1.12条、第4.3.5条、第4.3.12条、第5.1.4条、第5.1.5条和第5.2.2条的黑体字部分为强制性条文,与建设部发布的《工程建设标准强制性条文》(水运工程部分)(建标[2002]273号)具有同等效力。

本规程由交通部水运司负责管理和解释,由人民交通出版社出版发行。

中华人民共和国交通部
2005年12月13日