

大面积超厚软土处理的设计与施工

邹鲁德

(中国有色金属工业昆明勘察设计研究院,云南昆明 650051)

摘要:结合具体工程实例,简要介绍了碎石桩作为排水通道在超厚软土处理中的设计原理及施工技术。

关键词:超厚软土;碎石桩;排水通道;固结沉降

中图分类号:TU472 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2007)11-0023-02

我国江河湖泊众多,很多湖泊、沼泽地虽已干涸,但多年形成的软土、特别是泥炭化土会长期存在于地下,且埋藏深度、厚度不尽相同。这种地层强度低、含水量高,不经过处理往往不能作为建筑地基使用。当建设工程遇到这种地层时,处理好该地层成为建设工程的重要环节。

1 工程概况

某工程拟建场地占地 40000 m²,属于昆明盆地东部边缘的剥蚀台地,场地下原为一条河道,现只有零散的地表水。上部土建施工在 1 年后进行,主体建筑为 6 层框架结构综合楼,建筑基础为静压桩,场地原始地平标高比建筑主体场平设计标高低 6~9 m,采用分层碾压回填至设计标高。

场地地层自上而下为:

①耕土,褐红、浅红色,湿,软塑,结构松散,含植物根系,厚度 0.5~1 m;

②₁泥炭质土,褐黑、深灰色,饱和,软塑状,局部流塑,高压缩性,有机质含量 50%~60%, $f_{ak}=30$ kPa,厚度 2~4 m;

②₂粘土,灰、灰白色,湿,软塑状,局部可塑,高压缩性,局部含有机质, $f_{ak}=80$ kPa,厚度 2~4 m;

③₁粉质粘土,黄、褐黄色,湿,硬塑状,局部坚硬或可塑,中压缩性, $f_{ak}=170$ kPa 厚度 2~4 m;

③₂粘土,黄、褐黄色,湿,硬塑状,局部坚硬,中压缩性, $f_{ak}=180$ kPa,厚度 3~5 m。

由于存在最大厚度达 8.0 m 的软土层,这 2 层软土孔隙比大、含水量大、承载力低、压缩性高,在填土及其上荷载作用下,存在压缩沉降过大或承载力不足的问题。如果不对这 2 层软土进行处理,在其上填土荷载作用下,经估算,沉降量将达 1.0 m 多,

沉降周期约 11 年,之后才趋于稳定。在沉降期间会对其上的道路、管网等设施造成破坏。为确保拟建建筑物按期正常投入使用,对该软土地基进行处理,以缩短固结沉降周期,是十分必要和紧迫的。

2 方案选比

目前对软土的处理有多种成熟的方法,如粉喷桩、毛石挤淤、灌注桩等。对上述几个方案从处理的效果、费用、工期等方面进行综合分析比较。

粉喷桩能相对提高软土复合地基强度,但由于是水泥土形成的刚性桩,不利于后期的桩基施工,而且工程费用较高,舍弃该方案。

毛石挤淤是用抛石的方法将毛石抛入软基中将软土挤出,起到置换作用,但该场地软土层较厚,挤淤影响深度达不到底部,不能完全置换,舍弃该方案。

灌注桩是直接在土方回填后用混凝土桩穿过软土层作基础,能满足建筑物的承载力要求,但其下部软土的不均匀沉降会使室外的管道发生错动,影响使用功能,舍弃该方案。

综合考虑该区域软土的特性,充分利用上部 6~9 m 的回填土压力,我院采用碎石桩排水+分层填土加压固结进行软基处理。该法是预先在软土中设置竖向排水体(碎石桩)和水平排水带(碎石垫层)以缩短软土层的排水通道,然后在软土承载力容许范围内逐渐加压,使土体中的孔隙水通过预先设置的排水通道排出,孔隙体积随之逐渐减小,地基逐渐固结,产生沉降,同时土体强度逐步提高。通过合理设置排水体及填土加压过程,可使软土在设计周期(1 年)内达到预期的固结度,使其强度和变形参数满足上部荷载的要求。该处理方法不能减小软

收稿日期:2007-08-31

作者简介:邹鲁德(1975-),男(汉族),云南禄劝人,中国有色金属工业昆明勘察设计研究院工程师,勘察工程专业,从事各类岩土工程的施工及管理工作,云南省昆明市东风东路东风巷 1 号,zoulude99@163.com。

土在荷载作用下的总沉降量,但能大大缩短沉降周期(由不处理的11年缩短到1年),软土地基在1年内可完成大部分沉降,达到73%~85%固结度,1年后剩余沉降在200 mm以内,通过部分超填可达到场地设计标高,场地在正式投入使用后软土层的沉降已趋于稳定,不会影响场地的使用。

3 施工技术方法

3.1 施工准备

施工前进行排水,除草。由于地层软弱,重型设备无法进入施工,因此首先要回填2.5 m左右的土方作为施工平台,而且有2%的坡度(便于排水)。

3.2 碎石桩(竖向排水体)施工

3.2.1 技术要求

采用DZ60~80桩机进行施工,桩管直径377 mm,有效桩径 ≥ 400 mm;桩距1.8 m,桩长10~12 m(以穿过③₁层1 m),填充料充盈系数 ≥ 1.1 ,控制拔管速度 ≤ 1.5 m/min。碎石粒径为20~40 cm,含石粉及杂质较少,为了不影响以后的静压桩施工,在建筑物范围内采用合瓣桩尖成桩。

3.2.2 施工方法

对桩前调平机器,要求桩机塔身与地面垂直,机器平稳,保证碎石桩的垂直度;按计算量灌足碎石后方可开始拔管,边拔管边不定时敲桩管以了解桩管内碎石下落情况及管内存量是否足够,保证成桩的连续性。

3.3 碎石垫层(水平排水带)施工

碎石桩施工完成后,用推土机铲除场地的浮土,露出碎石桩的桩顶,然后铺设50 cm厚的碎石,与碎石桩有效连接形成连续的排水通道(见图1)。

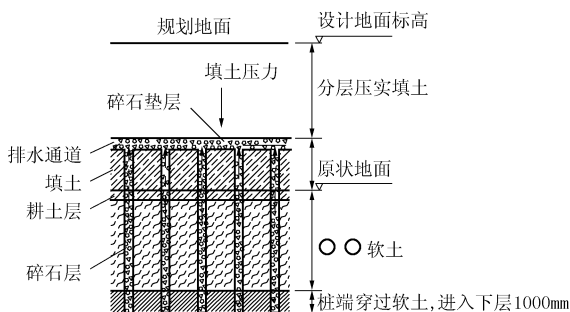


图1 碎石桩处理地基剖面示意图

3.4 土方回填施工

碎石铺垫完成后进行土方回填施工,土方回填采用常规的分层碾压回填方法,关键技术要求有:填方土料有机质含量 $\leq 5\%$,不得采用淤泥、耕土、冻

土、膨胀土,填筑前须对土料进行击实试验,以确定其最大干密度及最优含水率。填方采用分层压实,压实系数 $\lambda_c \geq 0.90$ 。

4 施工监测

从土方回填开始,用专业的方法对施工过程进行监测,以指导填土施工。就是不同区域的软土中设置孔隙水压力计和沉降观测管分别对孔隙水压力和软土沉降速率进行跟踪监测。孔隙水压力的监测主要是指导回填土施工,而沉降监测既是指导施工,更是了解软土的固结度。施工过程中若孔隙水压力值超过预定警戒值时,说明回填土速度过快,孔隙水压力消散不及时,这时要减慢填土速度,等孔隙水压力读数恢复到正常值后方能继续施工;若沉降速率过快,说明上部回填土压力增加过快,有可能使软土剪切破坏,则应减慢或停止填土施工。施工期间每天观测1次,施工结束后2个月内每5天观测1次,第三个月每10天观测1次。通过3条有代表性的沉降-时间变化曲线(见图2)可看出,软土的固结沉降大部分已在施工加荷期完成,施工完成后第三个月沉降速度大幅降低,曲线开始收敛。

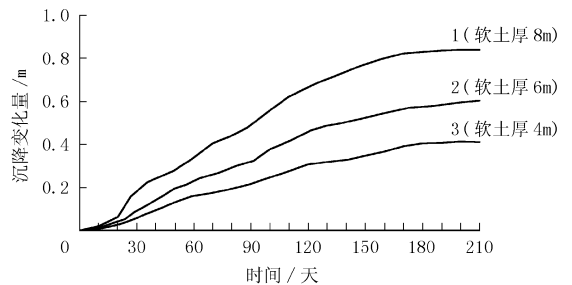


图2 沉降观测曲线图

5 工艺效果评价

整个工程通过4个月的施工期及延续3个月的监测期,可从以下几点说明碎石桩作为排水通道在超厚软土处理中显示出良好的工艺效果:

(1) 回填土填至1 m厚度时,碎石垫层内开始流水,说明下部软土受压缩,孔隙水被挤出,软土开始固结;

(2) 几个观测点的沉降观测结果显示,从施工开始的7个月内,软土的累计沉降达到0.4~0.85 m,达到设计估算沉降的60%~70%;

(3) 从累计沉降的时间曲线上看,软土的沉降已经趋于稳定,并可从曲线上推断,一年后累计沉降可达到估算沉降量的80%左右,不影响场地的使用,可使上部施工如期进行。