

·地质与测量·

塑料排水板强化软基固结工程效果分析

李 勇 卮 磊 杨文甫

(吉林大学朝阳校区建设工程学院)

摘 要 针对某软土地基工程,进行了沉降量、设排水板与不设排水板时的固结度、固结速率的对比分析。分析表明在一定厚度范围内粘性土土层越厚,固结效果越好,在土层较薄的情况下固结的效果不是很明显。

关键词 软地基 塑料排水板 粘土层厚度 固结

Analysis of Effect of Using Plastic Draining Plates in Consolidating Soft Soil Foundation

Li Yong Er Lei Yang Wenpu

(Construction Engineering Institute, Chaoyang Campus, Jilin University)

Abstract In view of a soft soil foundation engineering, a comparative analysis is made of the settlement amount, the consolidation degree and the consolidation rate when the plastic drain plate is used or not. The analysis shows that within certain thickness range, the thicker the clay layer, the better the consolidation effect. No evident consolidation effect is found in thin soil layer.

Keywords Soft soil foundation, Plastic soil foundation, Thickness of clay soil, Consolidation

1 工程地质概况

某软土地基主要为淤泥、粉质粘土、粉土和中细砂组成的冲积相地层。各土层的性质:

第Ⅰ层人工填土。局部为杂填土,其余全部为素填土。素填土以石块、砂为主,结构松散,粒径为 20~40 mm 的砾石约占总质量的 1/3 左右。

第Ⅱ层泥炭质淤泥。黑色,含有腐烂植物根系。因先期施工对试验场地进行了处理,所以钻孔所揭露的泥炭质淤泥层厚度变化较大,在有些孔位未见该层土。

第Ⅲ层粉质粘土。灰色,含有机质,局部夹细砂。土层厚度变化不大。

第Ⅳ层粉土。灰色,多为粉质粘土与粉土互层,粉土层厚度变化较大,局部地方尖灭。

第Ⅴ层中细砂。灰色,多为细砂层与中砂层交互出现,土层上部多处夹粘性土。细砂土呈饱和状,密实程度从松散到中密不等。地下水稳定水位埋深 0.46~1.35 m。

各层土的物理力学参数见表 1。

从表 1 中可看出,泥炭质淤泥与粉质粘性土的渗透系数较小(K 值均在 10^{-6} ~ 10^{-7} 数量级之间),故

表 1 各土层物理力学参数

名 称	厚度 /m	孔隙比 e	压 缩 指 数 C_c	压缩系数 a_{1-2} /MPa	渗透系数 K (纵向·水平 ⁻¹) /(cm·s ⁻¹)
人工填土	0.2~2.7	1.100	0.5		
泥炭质 淤泥	1.5	0.901	0.24	1.38	3.23×10^{-7} / 3.84×10^{-7}
粉质粘土	0.4~0.7	0.839	0.2	0.55	4.17×10^{-6} / 1.66×10^{-6}
粉 土	1.9	0.900	0.2	0.39	8.55×10^{-6}
中 细 砂		1.100	0.5		1.26×10^{-4} / 1.49×10^{-6}

其排水能力较弱,排水速度较慢。为了加快软土的固结速度和减少不均匀沉降,在此次软基处理方法的设计中,鉴于粘土层厚度较薄的原因,首先考虑换土垫层法,将整个或部分软土挖除,以便从根本上来解决软土的沉降固结问题。但此种方法的最大有效处理深度为 3 m,并且存在着挖出的土方无处排放,同时回填的砂石料较多等一系列问题,加之冬季寒冷,地下水水位较高,土层容易冰冻,这会给冬季土方带来很大困难;制约此种方法的另一重要因素是

李 勇,吉林大学朝阳校区建设工程学院,硕士研究生,130026 吉林省长春市。

工期较长。在换土垫层法有困难的情况下,考虑用塑料排水板—加载预压法,此种方法施工简单、工效高、费用低、排水效果稳定,上部软基填土可堆载预压所需荷载,有一举两得之效。虽然此处软基地下水水位较高,土层容易冻结,会影响施工,但因上部为人工填土,排水条件很好,如果在进入冻结期之前,把地下水降到最大冻深(2.0 m)以下,则在以后的固结沉降中受冰冻的影响程度就大大减小了。所以从各个方面来说,这种方法应该是可行的。通过综合分析之后,我们最终采用塑料排水板—加载预压法对地基进行处理。

本工程中采用的塑料板规格为:宽度 $b = 100$ mm,厚度 $\delta = 4$ mm。排水板的布设呈正方形,间距为 1 m。施工时,用插板机将排水板直接插入土层中,插入深度以透过粘性土层深度为准。

2 沉降量计算结果及分析

沉降量计算方法采用分层总和法^[1],本次共计算了 41 个孔上的沉降量(轴线上 17 个,轴线外 24 个)。计算结果表明,1 号孔及 14 号孔由于粘性土层较厚,所以其沉降量也较大。相反,3 号孔粘性土层最薄,最终沉降量也最小,只有 7.1 cm。计算结果还表明,土层的最终沉降量与土层中粘性土的厚度相对应,粘性土层越厚,其沉降量也越大,反之则越小。

3 固结度预测结果

因为加排水板后,土层的径向排水能力大大增强,因此在计算固结度时,必须同时考虑竖向和径向排水的二维固结情况,本次计算采用如下的固结度计算公式^[2,3]:

$$\overline{U_{rz}} = 1 - (1 - \overline{U_z})(1 - \overline{U_r})$$

$$= 1 - \frac{8}{\pi^2} e^{-\left(\frac{8}{F(n)} \frac{C_h}{d_e^2} + \frac{\pi^2 C_v}{4H^2}\right)t},$$

式中, $d_w = \frac{2(b + \delta)}{\pi} \alpha$, $d_e = l \sqrt{\frac{4}{\pi}} = 1.13 l$, $n =$

$$d_e/d_w, T_h = \frac{C_h t}{d_e^2}, F(n) = \frac{n^2}{n^2 - 1} \ln(n) - \frac{3n^2 - 1}{4n^2}.$$

d_w 为塑料排水板等效直径; α 为换算系数(通常取 0.6 ~ 0.9;本工程取 α 为 0.8); d_e 为砂井的有效直径; C_h 、 C_v 分别为竖、纵方向的固结系数; l 为砂井间距; H 为土层厚度; δ 、 b 为塑料板的厚度和宽度。

用以上公式计算场地内各孔在任意时候的固结度,计算结果表明,在相同时间内(80 d),设排水板之后的固结过程明显加快,这种效果在粘性土较薄

的地方不是很明显,而在粘性土较厚的区域,其效果是显而易见的,固结度大约提高了 24%。这主要是因为较薄土层的排水路径短,从而加快了固结过程。

4 固结速率的对比分析

由于砂土层的沉降主要是瞬时沉降,加载后,其沉降在短时间内完成,因此可认为打排水板对砂土的沉降速率没有影响,其影响主要是对粘性土产生的。图 1、图 2 为在不同厚度的粘性土中,排水板对其沉降速率的影响。图 3 的纵坐标值是加排水板前、后的固结度之差的绝对值除以加排水板前固结度的商。

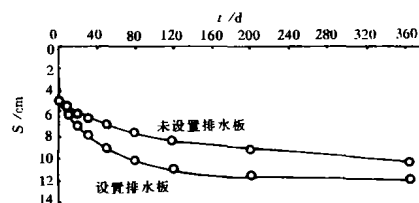


图 1 厚层粘性土加排水板前后的 $s-t$ 曲线

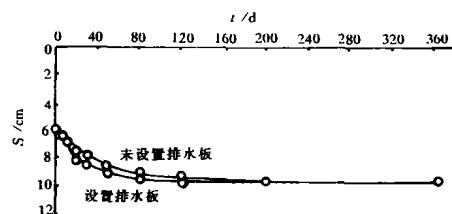


图 2 薄层粘性土加排水板前后的 $s-t$ 曲线

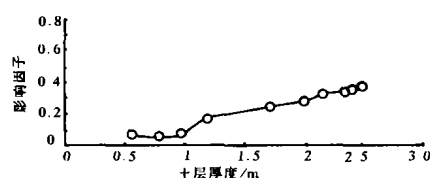


图 3 排水板对不同深度土层固结度(50 d)的灵敏度分析曲线

图 1、图 2 表明,沉降量在加载初期变化均较大,随着时间的推移,沉降量增量逐渐减小,从图中反映即为曲率逐渐减小,直至达到稳定。加排水板之前,厚层粘性土的 $s-t$ 曲线较平缓,斜率(完全固结之前的曲线斜率)较小,说明其沉降较慢,而薄层粘性土的 $s-t$ 曲线则较陡,斜率(完全固结之前的曲线斜率)较大。加排水板之后的 $s-t$ 曲线均位于加排水板之前的 $s-t$ 曲线之下,也就是加排水板后,在相同的时间内,同一土层的沉降量(达到沉降稳定之前)明显增大。两曲线间距即为加排水板前、后同一时刻同一土层沉降量之差,间距越大,差值也

(下转第 64 页)

该工艺保留了传统湿法冶金的特点,其主要特点是:流程短、操作简便、生产成本低廉、综合回收和分离效率高、能同时提取多种低品位复杂难选的金属和元素^[18,19]。此法很适宜低品位、大宗量含钒固废中钒的提取。

4 结 语

含钒固废由于量大、钒品位低且赋存形态复杂,因而提钒困难。现行的固废提钒工艺虽多,但普遍存在成本高、污染大、回收率低和不能大宗量处理的缺点,推广受到限制。所以寻求短流程、大规模、低成本、低污染的普适性新工艺用于含钒固废中钒的提取与残渣的综合利用,是含钒固废提钒新技术未来的发展方向。目前,已出现的绿色分离和资源有效利用新技术,如选择性析出技术、微生物浸出技术、矿浆电解技术等,有望应用于含钒固废提钒并带来突破性进展。

参 考 文 献

- 1 陈林峻.含钒钢渣的全分解和综合利用.马钢科研,1990(2):36~38
- 2 黄道鑫.提钒炼钢.北京:冶金工业出版社,2002
- 3 邹晓勇,彭清静,欧阳玉祝,等.高硅低钙钒矿的钙化焙烧过程.过程工程学报,2001,1(2):189~192
- 4 陆腾甲.从废钒触媒中提取五氧化二钒的研究.湿法冶金,1992(1):11~15
- 5 蒋薇华,张 萍.用溶剂萃取法从废钒催化剂制备高纯五氧化二钒.硫酸工业,1996(2):32~36
- 6 吉隆建.我国火法提钒技术的进展及现状.钒钛,1992(3):29~37
- 7 刘公召,隋智通.从HDS废催化剂中提取钒和钼的研究.矿产综合利用,2002(2):39~41
- 8 戴文灿,朱荣金,陈庆邦,等.石煤提钒综合利用新工艺的研究.有色金属(选矿部分),2000(3):14~17
- 9 邹晓勇,欧阳玉祝,彭清静,等.含钒石煤无盐焙烧酸浸生产五氧化二钒工艺的研究.化学世界,2001,42(3):117~141
- 10 陆芝华,周邦娜,余仲兴,等.石煤氧化焙烧—稀碱溶液浸出提钒工艺研究.稀有金属,1994,18(5):321~327
- 11 张中豪,王彦恒.硅质钒矿氧化钙化焙烧提钒新工艺.化学世界,2000,41(6):290~292
- 12 王永双,李国良,童庆云.用溶剂萃取法从炭质页岩中回收钒钼.稀有金属,1995(4):9~16
- 13 郑彭年.离子交换用于石煤提钒的探讨.工程设计与研究,1992(6):35~38
- 14 张 萍,蒋薇华.苛化泥为焙烧添加剂从石煤提取五氧化二钒.稀有金属,2000,24(2):115~118
- 15 Li Liaosha, Yang Junhe, Lou Taiping, et al. Study on The Oxidation of Ti-Bearing Slag. Sixth International Conference on Molten Slags, Fluxes, and Sults, in Stockholm-Helsinki Jun 12~16, 2000 (Electronic Press)
- 16 李浩然,冯雅丽.微生物冶金的新进展.冶金信息导刊,1999(3):29~33
- 17 龚文琪,魏 鹏,雷绍民.微生物技术与21世纪矿产资源开发.中国非金属矿工业导刊,2000(5):25~28
- 18 邱定蕃.清洁高效的提取冶金——矿浆电解.中国工程科学,1999(1):67~72
- 19 邱定蕃.矿浆电解的特点和研究背景.矿冶,1998(4):40~45

(收稿日期 2003-06-25)

(上接第 57 页)

越大。对厚层粘性土来说,这一点尤为明显。由图3灵敏度曲线图可看出,对于厚度小于0.5m的粘性土来说,排水板对固结速度的影响已经很小了。原因在于本次工程打排水板间距为1m,所以水平方向的排水路径大约在0.5m左右,这与厚度小于0.5m的薄层土的竖向排水路径基本相同。对于厚度越大的土层来说,其竖向排水路径通常较大,插入

排水板之后,排水路径大大缩短,从而成倍地减少其固结时间。灵敏度曲线图与各沉降时间曲线基本吻合,且影响因子与厚度基本上呈线性关系变化。

参 考 文 献

- 1 钱家欢,殷宗泽.土工原理与计算.北京:水利电力出版社,1993
- 2 刘家豪.塑料板排水法加固软基工程实例集.北京:人民交通出版社,1999

(收稿日期 2003-06-25)

·信息苑·

2004 年《金属矿山》杂志将增加论文页码

由于《金属矿山》杂志的影响不断扩大,处于行业期刊领先地位,《金属矿山》杂志的投稿数量直线上升,近年的投稿量均接近600篇,而每年只能刊登论文230篇左右。为增加论文的录用率,满足广大科技工作者和工程技术人员发表论文的要求,使更

多优秀科技成果能够得到交流,《金属矿山》杂志决定向主管部门申请,从2004年起,将论文页码由目前的64页增加到72页(增加12.5%),这样每年可多发表论文近40篇。《金属矿山》将视投稿量和论文数量情况继续研究进一步增加页码的事宜。