

塑料插板堆载预压排水固结法 在深圳湾填海区软基处理中的应用

王树理, 夏柏如, 王 强

(中国地质大学 北京 工程技术学院 北京 100083)

摘 要 通过在深圳湾填海区软基处理工程中的实践, 详述了塑料插板堆载预压排水固结法在该工程中的应用。实践证明, 该法是软基处理中比较好的方法, 应用前景广阔。

关键词 塑料插板 堆载 预压排水固结法 软基处理

中图分类号 :TU472.3+3 **文献标识码** :B **文章编号** :1000-3746(2000)04-0011-02

软基处理的方法很多, 有换土垫层法、强夯法、排水固结法、挤密砂(碎石)桩法及化学注浆法等。在深圳湾填海区软基处理工程中, 根据本地区积累的软基处理经验, 针对不同的处理要求, 对路网采用了强夯块石墩、强夯挤淤块石墩、碎石桩、深层搅拌桩等多种形式, 对场区则采用了塑料插板堆载预压排水固结法。本文对填海区二号场区的施工方法作一介绍。

塑料排水板是一种新型的复合型土工合成材料。它由塑料制成的排水心带和外包的土工织物滤膜组成, 将其打入地基之中, 作为排水通道, 可使软土地基加速排水固结。具有排水效率高、投资省、施工简单、速度快、对周边土层扰动较小等优点。我国于80年代初期开始引进此种材料, 发展

很快。现已逐渐代替砂井, 广泛应用于海港、公路、铁路、水利、建筑等土木工程的各个领域。

1 工程概况

本填海区西边为沙河东路, 东南两边是滨海大道和侨城东路, 3条道路形成的围堰将填海区与外海隔开, 区内海水虽能得到外海的补充, 但受潮间落差影响明显减弱。海水与第四系土层中的地下水连通性良好。海水深0.7~2.1 m, 场地属海湾潮间带和海积平原, 大部分仍为海水淹没, 海地地面标高0.7~2.9 m, 呈北高南低之势。根据钻探揭露, 岩土层物理力学性质如表1。

表1 各土层主要物理力学性质指标

序号	地层名称	天然重度 ($\text{kN}\cdot\text{m}^{-3}$)	压缩模量 E /MPa	粘聚力 c /kPa	内摩擦角 φ ($^{\circ}$)	渗透系数 C_v ($\text{m}\cdot\text{d}^{-1}$)	承载力 [R]/kPa	固结系数 ($\text{cm}^2\cdot\text{s}^{-1}$)	含水量 ω /%	孔隙比 e	标准贯入试验 $N_{63.5}$ /击
1	淤泥	15.5	1.5	5.3	2.64	5.0×10^{-4}	40	5.5×10^{-4}	80	2.17	
2	淤泥质砂	19.2	3.0			2×10^{-3}	100	3.3×10^{-3}	28	0.82	
3	粘土	18.86	4.0	32	7.7		140		34.4	0.91	7.0
4	含砾粘土	20	5.5		22	35	190		17		8.5
5	粉质粘土	19.1	5.5	22	85		180		29.7	0.80	
6	砾质粘土	18	6.5	30	28		200		30	0.93	

2 排水固结法原理

软粘土地基在荷载作用下, 土中孔隙水慢慢排出, 孔隙体积不断减小, 地基发生固结变形, 同时随着超静孔隙水压力的逐渐消散, 土的有效应力增大, 地基强度逐步增长。

土层的排水固结效果与其排水边界有关。根据太沙基一维固结理论, 土层固结所需时间与排水距离的平方成正比, 因此可用增加土层的排水途径、缩短排水距离的办法来加速土层的固结。塑料插板堆载预压排水固结法就是将排水板插入淤泥层中, 在荷载作用下, 土中空隙水慢慢排出并随着排水板上升到砂垫层, 砂垫层设有盲沟, 盲沟交汇点处有集水井, 集水井里的水用水泵将其抽出, 如图1所示。

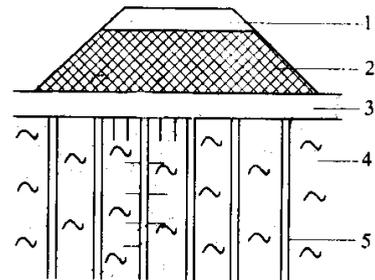


图1 排水固结法示意图

1—超载土 2—底基层 3—砂垫层 4—淤泥层 5—竖向排水体(塑料排水板)

收稿日期: 1999-08-03

作者简介: 王树理(1962-)男(汉族), 内蒙古集宁人, 中国地质大学(北京)工程技术学院土木工程教研室副主任, 讲师, 地质工程专业, 硕士, 从事岩土工程数据基础工程、地下工程、地质灾害治理、监测的教学与科研工作, 北京市海淀区学院路29号。

如地基内某点总应力为 σ , 有效应力为 σ' , 超静孔压为 u , 则三者有关系: $\sigma' = \sigma - u$ 。堆载预压法就是用填土等外加荷载来增加总应力 σ , 并使超静孔压 u 消散, 从而增加有效应力 σ' , 达到排水固结的目的。

3 结构设计

排水固结法软基处理的总体结构包括两大系统, 即排水系统和预压系统, 排水系统又包括水平排水系统和竖向排水系统, 本工程结构设计如下。

3.1 水平排水系统

围堰后, 抽排场区积水经晾晒后, 铺设土工布, 并在其上铺设厚 100 cm 的砂垫层, 砂垫层中纵横向每隔 50 m 设置一排水盲沟, 在纵横盲沟交汇处设置一集水井, 用抽水机抽排水, 盲沟采用渗滤土工布包裹级配碎石。

3.2 垂直排水系统

在铺设完的砂垫层上, 按等边三角形布置打设塑料插板, 插板间距为 1.0 m, 插板穿透所要处理的软土层, 上端高出排水砂垫层 20 cm。

3.3 底基层及预压系统

底基层填筑的目的是使场地标高达到日后规划场地的标高, 并兼做预压荷载。采用土方分层碾压密实, 厚度为设计路槽标高(或规划场区标高)+预留沉降量+预压荷载高度。预压土采用土方, 不做碾压。场平处厚 1.5 m, 场区内道路处厚 3.0 m。卸荷时可作为场平的填筑材料, 就地平衡消化。要采取措施进行控制, 如控制加载速率按设计要求进行, 停加荷甚至卸荷等。

4 施工工艺及技术要求

4.1 插板原材料

断面尺寸采用 100 mm × 4 mm。应具有足够的抗拉强度, 沟槽表面平滑, 尺寸准确, 能保持一定的过水面积, 抗老化能力应在一年半以上, 并具有耐酸碱抗腐蚀性。排水板的性能不低于表 2 要求, 施工中加强对排水板的保护, 运输过程中严禁破坏排水板的滤膜, 并应室内保存, 防止日照使心板老化。

表 2 排水插板的性能要求

打入深度 L/m		10	15	20	25	备 注
材质	心带 滤膜	聚乙烯 聚氯乙烯 聚丙烯 涤纶 丙纶等无纺织物				一般单位面积质量 $> 85 \text{ g/m}^2$
断面尺寸/mm	宽度/mm	> 95				
	厚度/mm	> 3				
整带拉伸强度 $[(\text{kN} \cdot (10 \text{ cm})^{-1})]$		> 1.0	> 1.0	> 1.2	> 1.2	延伸率为 10% 的强度
通水能力 $Q_w/(\text{cm}^3 \cdot \text{s}^{-1})$		见《塑料排水带地基设计规程》CTAG02—97 第 2.3.2 条				
滤膜的拉伸强度 $(\text{kN} \cdot \text{m}^{-1})$	干	1.5	1.5	2.5	2.5	延伸率为 10% 的强度
	湿	1.0	1.0	2.0	2.0	延伸率为 10% 的强度
滤膜渗透反滤特性	渗透系数 $(\text{cm} \cdot \text{s}^{-1})$	$K_g > 1 \times 10^{-4}$, $K_h > 100$				K_g 滤膜的渗透系数
	等效孔径 95 mm	< 0.08				K_h 地基土的渗透系数
抗压屈强度/kPa	带长 $< 15 \text{ cm}$	250				
	带长 $> 15 \text{ cm}$	350				

4.2 成孔

孔位力求准确, 误差 $\nabla 5 \text{ cm}$; 成孔采用菱形 (120 mm × 60 mm) 导管, 以减少土样扰动产生附加沉降, 插板垂直度允许偏差不超过插板长度的 1.5%。

4.3 插板的施工

插板插入孔内应高出砂垫层 20 cm, 插板插头随插随埋进砂垫层中, 插板应穿过淤泥层, 埋入下卧层中, 施工中应杜绝跟带现象; 入孔插板必须完整无损。

5 观测资料分析及施工效果

为检验软基处理效果, 应对原位监测观测结果进行整理和分析, 并进行加固前后的原位和室内土工对比试验, 其中包括:

沉降板观测资料分析: 分析地基沉降是否稳定, 推算地基最终固结变形量, 不同时间的固结度和相应的变形量等, 并为确定卸载时间提供依据。

原位静力触探对比试验: 分析软土层承载力和标高变化情况。

从所得部分沉降资料分析, 排水固结过程进行正常, 加

固效果良好。从沉降资料(1999 年 2 月 10 日~1999 年 5 月 4 日)可以看出:

(1) T209、T213、T216、T218 等 4 块沉降板位于场区边缘, 未处理前为人工道路和塘底淤泥的交界处, 经预压后的沉降量较其它沉降板小。

(2) 由于在 T215 沉降板附近发生大面积滑坡, 使得邻近沉降板的沉降都受其影响, 表现为各沉降板的沉降量大致与该板的距离成反比, 即离 T215 板越近沉降量越大。

(3) 除 T215 以外, 整个场区的平均沉降量为 0.61 m, 已完成预估沉降量约 1 m 的大半, 说明总体上预压固结已经取得一定效果。

(4) 各沉降板的沉降量除在加载的瞬间有超标情况外, 加载间歇期的平均沉降速率皆 $< 15 \text{ mm/d}$, 且沉降也较稳定, 加固进程和效果显示良好。

6 施工注意事项和存在的问题

塑料插板堆载预压固结法用于软基处理施工工序较多, 在施工中, 每道工序都必须严格按照设计和施工规范进行,

(下转第 14 页)

(上接第 12 页)

以下几项应特别注意,否则将引起质量事故和隐患。

6.1 抽水

排水固结法的关键在于排出淤泥质粘土中的孔隙水,提高土体的有效应力,因此在施工中自始至终都必须及时抽走从淤泥中排出的孔隙水,以达到施工的最终目的。实际施工过程中发现因不及时抽水而影响其它工序施工,造成施工质量事故时有发生。

塘底积水抽排不尽,铺填砂垫层时带水作业,在插板施工前又不能及时抽尽,使砂垫层疏松难以达到密实要求,严重影响后序的插板,致使插板机械经常陷入砂中,增加了施工事故发生率。

填筑底基层的前砂垫层上的积水不能及时抽走,使积水处有大面积弹簧土产生,严重影响土方施工的密实度要求。另外,在底基层和预压土填筑期间以及预压期间,都要及时抽掉集水井中排出的孔隙水,以利于软基固结的尽快完成。

6.2 加载速率

实践证明,在插板堆载预压施工中,易产生质量事故和难以控制的是加载速度问题。

在二号场区底基层填筑过程中,因为赶工期而使得加载速率大大超标,致使沉降板的日沉降量大大超过 15 mm/d ,淤泥层产生剪切破坏,附加沉降大大增加,更为严重的是因

为加载不均匀和速度快而使得靠近 8 号路的淤泥产生大面积的滑坡,涌向 8 号路,最后不得不大面积停止加载,反而延误了工期。在本工程的 4 号场区更是因为同样的原因而使得大面积淤泥隆起,使排水板缩进淤泥层,盲沟被切断,产生严重的质量事故。为避免以上事故的发生,实际施工中一定要特别注意严格控制加载速率。

7 结语

在本填海区的场区软基处理中,塑料插板堆载预压固结法得到成功的应用,再次显示了其排水效率高、投资省、施工简便、速度快、对周边土层扰动较小等优点,并从设计和施工方面进一步积累了丰富的经验。在日后本地区和其它地区填海造地等工程的软基处理中,完全可根据具体条件借鉴本工程的经验,以取得更好的技术经济效果。

参考文献:

- [1] 卢肇均,曾国熙,叶政青,等.地基处理新技术[M].北京:中国建筑工业出版社,1989.
- [2] 中堀和英,等.软土地基处理[M].张文全译.北京:人民交通出版社,1982.
- [3] 林宗元.岩土工程治理手册[M].沈阳:辽宁科学技术出版社,1993.