

软土真空降水动力固结法施工工艺的优化设计

周同行¹, 詹金林², 水伟厚², 成小程²

(1. 明达实业<厦门>有限公司, 福建 厦门 361022; 2. 现代建筑设计集团申元岩土工程公司, 上海 200011)

摘要: 强夯在非饱和土中的应用比较广泛, 但在软土中的应用还是非常有限, 针对软土真空降水动力固结法的施工工艺进行了改进, 提出了一种新的优化施工工序的方法, 既缩短了工期, 又节约了造价, 并且还有利于超空隙水压力的消散, 加快土体固结。

关键词: 软土; 动力固结; 地基处理; 真空降水; 优化设计

中图分类号: TU472.31 **文献标识码:** B **文章编号:** 1004-5716(2008)07-0034-03

1 概述

真空降水动力固结法处理软土由于加固效果显著、造价低廉、施工速度快、施工简单方便等优点而广泛应用和发展^[1,2], 施工工艺多采用“两降三夯”或“三降三夯”, 即第一次插真空井管, 降水到位后拔管进行强夯, 强夯后再进行第二次插管降水, 降水到位后拔管再进行第二次强夯, 如此顺序依次进行强夯施工, 可实现“多遍降水多遍强夯”的施工工艺, 确保地下水位在强夯施工过程中均处于较低状态。但是“多遍降水多遍强夯”均存在较大工作量的问题, 造成很多不必要的重复劳动, 加大了遍夯之间的时间间隔, 延长了总的施工工期。为了防止井壁涂抹作用, 通常井孔上部 1~2m 采用机械引孔(钻孔、静压等), 井孔下部多采用水力冲孔法插管, 每次均需冲孔, 人为的多次造成表层土体遭水浸泡和下层土体因注水而过于饱和。

为了解决上述问题, 提出了一种优化的施工工艺, 本工艺只需一遍插管就可进行 2 遍或 3 遍降水强夯施工, 并且在强夯施工过程中还可以持续降水, 使地下处于负压状态, 有利于施工过程中和工后的孔压消散, 缩短遍夯间隔, 加快孔隙水压力的消散, 大大缩短了施工工期。

2 优化施工工艺的思路

假设施工方案采用 3 遍降水、3 遍强夯的施工工艺, 第一、二遍主夯点呈 5m×5m 正方形布置, 第一、二遍夯点采取隔行跳点方式进行施工, 第二遍夯点在第一遍相邻 4 个夯点的中间, 第三遍夯点在第一、二遍相邻 4 个主夯点的中间插点, 夯点的平面布置如图 1 所示。因为第一遍降水前, 场地地下水位较高, 表层土体松散, 真空井点降水难度较大, 我们可将第一遍降水井点网格布置成 2.5m×2.5m, 图 2 为场地中的井点平面位置布置示意图, 图中①、②、③表示真空井点的插管位置编号。真空井管的滤头要能够满足设计要求, 滤网包裹严密, 滤网能够确实起到过滤作用, 杜绝真空降水过程中抽出大量的泥沙, 从而人为的破坏抽空地下土层。在成孔过程中尽量增大冲孔直径, 冲孔达到设计深度后即可插入井管, 井管四周回填中砂, 回填到预定深度后, 即可回填粘土进行上部封管, 回填粘土要用工具冲捣密实, 防止井管四周漏气。现场的真空井点水平管网布置要利于后期场地施工的需要, 要便于施工机械行走, 在施工过程中可根据具体需要随时调整水平管网的出口布置, 以配合强夯施工。当地真空井点和场地水平管网布置完毕后, 就可进行真空井点降水施工。

2.1 第一遍降水和强夯施工

6 结论

(1) 大型沉井基础在砂质土中采用抽气和抽水相结合的方法, 能够顺利实现负压下沉。

(2) 负压下沉能显著降低下沉阻力, 大型沉井基础在水下采用真空负压下沉, 是一项简单而十分有效的方法。

(3) 沉井负压下沉过程中需对负压进行控制, 防止负压过高造成桶内土体的过度膨胀, 使地基土变松而产生管涌。

参考文献:

- [1] 天津大学. 土力学与地基[M]. 人民交通出版社, 1996.
- [2] 左东启, 等. 模型试验的理论和方法[M]. 水利电力出版社, 1984.
- [3] 中华人民共和国行业标准. JGJ94-94 建筑桩基技术规范[S]. 中国建筑工业出版社, 1995.
- [4] 华南工学院, 等. 地基及基础[M]. 中国建筑工业出版社, 1989.
- [5] 叶政青, 等. 沉井[M]. 中国建筑工业出版社, 1983.

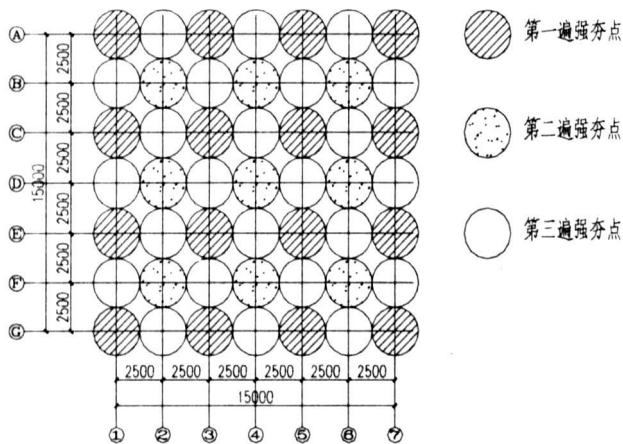


图 1 场地夯点布置平面示意图

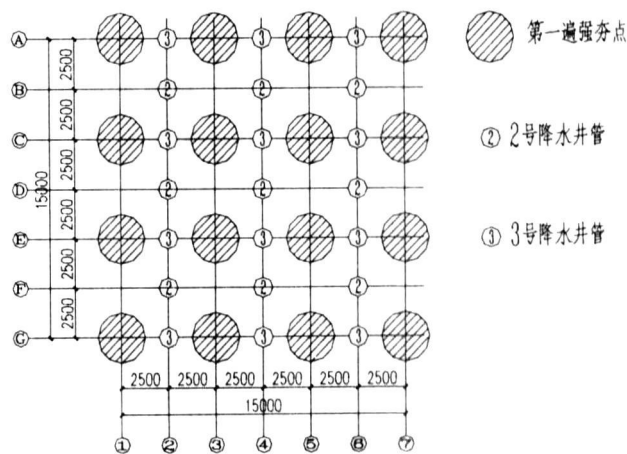


图 3 第一遍强夯平面布置示意图

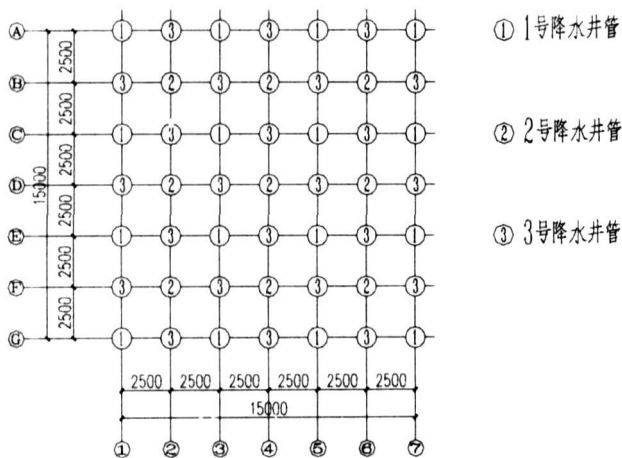


图 2 场地井点平面布置图

在降水过程随时监测现场真空泵的真空度和出水量,使现场真空压力始终保持在 60kPa 以上,必要情况可在出水口安装水表来测量出水量,当地下水位下降到设计规定要求时,即可停止抽水,拔去图 2 中标志为①的真空井管,在场地中形成一个间距为 2.5m×5.0m 的降水带状井点布置。井管拔去后形成一个间距 5m 的带状区域,如图 2 中的 1、3、5、7 轴,在此带状区域行走强夯机和进行第一遍强夯施工,第一遍强夯施工平面位置如图 3 所示。在施工过程中保持标志为②、③的真空井点正常运行,第一遍强夯施工完毕后即可推平场地。

2.2 第二遍降水和强夯施工

第一遍强夯施工完毕,现场为 2.5m×5.0m 的真空井点管网降水,按照要求继续进行抽水,并进行真空度和出水量监测。当地下水位达到第二遍强夯要求时,即可拔去图 2 中编号为②的真空井管,余下一个 5.0m×5.0m 的真空井点管网,在如图 2 所示的 A、C、E、G 轴

的带状区域进行第二遍强夯施工,夯点平面位置如图 4 所示。在第二遍强夯施工过程中保持编号为③的真空井点持续抽水,完成第二遍强夯后用推土机推平场地,继续进行第三遍真空降水。

2.3 第三遍降水和强夯施工

当地下水位达到设计要求时即可拔去场地中的剩余井管进行第三遍强夯施工。第三遍夯点平面位置如图 1 所示,按照图所示的位置进行第三遍强夯施工。

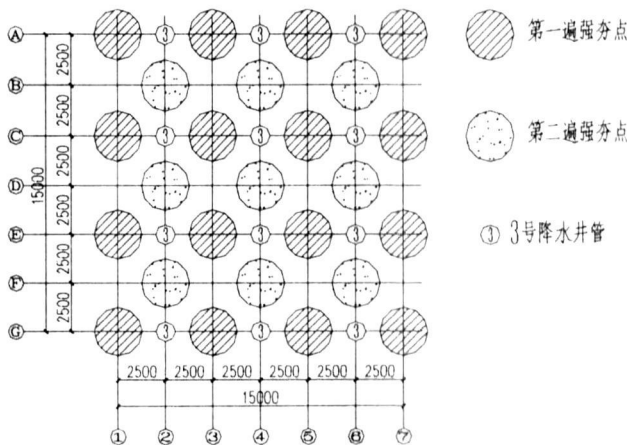


图 4 第二遍强夯平面布置示意图

按照以上的施工工艺便可完成一次成孔 3 遍降水、3 遍强夯的施工工艺,并且在强夯过程中始终保持在较低的状态,防止由于停止降水而造成水位回升。

3 本施工工艺的优点

- (1) 减少施工中插管遍数,缩短施工工期,减少工程造价。
- (2) 对于水力成孔的场地,减少插管次数,可大大减少由于水力冲孔而造成的上层滞水和深层土体过于

饱和的问题,使场地保持一个干燥状态,有利于现场行走和强夯施工。

(3) 确保在强夯施工过程中地下水位始终处于较低状态,避免了全部拔管后地下水位回灌上涨的情况。

(4) 在现场降水和强夯施工过程中,真空井点的降水的真空度一般保持在 60~90kPa 左右,相当于在表层土体施加 60~90kPa 压力的预压,有利于软土的固结。

(5) 在强夯过程中会产生较大的孔隙水压力和超孔隙水压力,对于软土,一般情况超孔隙水压力需要 10d 左右才可消散完毕,但是如果在强夯施工和工后始终保持地表下处于负压状态,这就非常利于超孔隙水压力消散,加快土体固结,缩短两边强夯施工的间歇时间。现场监测发现保持周围处于负压状态下只需 7h 就可消散 80% 的超孔隙水压力。

(6) 第一遍降水因地下水位丰实、水位高,而真空井点较密,降水强度大,比常规方法降水速度快,效果明

显。第二遍降水因强夯施工过程中,孔隙水压力大,利用真空管内的负压形成较大的压力差,加速超孔隙水压力的消散。

(7) 第一遍强夯过程中第二遍降水井管实际上起了外围封管的作用。

4 工程实例

为了验证上述方法的应用效果,进行了一块约 5000m² 的试验,试验工艺采用“一遍插管两遍降水三遍强夯”的施工工艺,井管间距为 2.0m×3.0m,主夯点间距为 4.0m×6.0m。通过现场施工观测发现,在强夯施工后,原本已抽不出水的井管出水量变大,这是由于孔压升高,在真空吸力作用下通过井管集中消散的原因。另通过埋设的孔隙水压力计监测同样可以发现孔隙水压力消散明显加快,消散到 80% 只需 7h,图 5 为两种插管降水工艺现场监测的超孔隙水压力变化曲线(孔压计埋深均为 4.0m),孔压曲线后段有所增大是因为邻近强夯施工引起的。

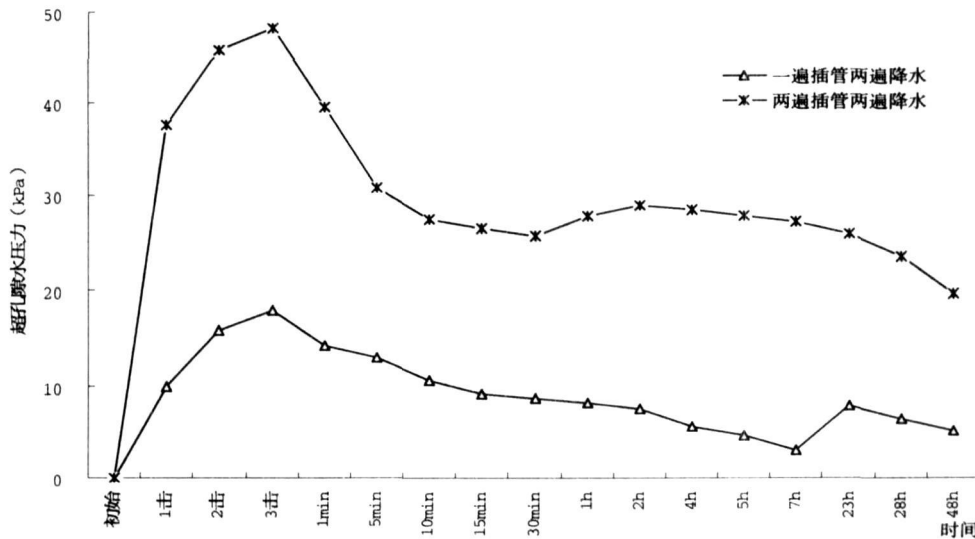


图 5 超孔隙水压力变化曲线

5 结论

通过前面的论述及试验证明,本工艺确实是一种能够节省造价、缩短工期的施工方法,而且还有利于孔隙水压力的消散,缩短遍夯间隔,加快土体固结。但也存在一些缺陷,一个缺点是夯机在打完一排夯点后换行时比较麻烦,要拆除个别井管以利夯机行走(本次试验采用门架式夯机);另一个缺点是在第一遍强夯施工完毕不利于场地整平,推土机行走不便。为了避免上述缺

点,需在施工前进行全盘详细规划,优化施工工序,可以最大程度的避免上述不利缺点。

参考文献:

- [1] 郑颖入, 陆新, 李学志, 冯遗兴. 强夯加固软粘土地基的理论及工艺研究[J]. 岩土工程学报.
- [2] 张士祥. 软粘土地基强夯法处理的参数及施工工艺[J]. 矿业快报, 2001(9).