

振动沉管中的一种“反常现象”的处理及原因分析

王安德,高金川,胡郁乐

(中国地质大学工程学院,武汉 430074)

[摘要]就振动沉管工程实践中处理过的一种“反常现象”,从理论上作一探讨。意在抛砖引玉,希望能引起有关专家、地基设计人员及有关施工人员承接工程时参考。

[关键词]振动沉管 激振力 偏心块 压力泡 掺振土

[中图分类号]TU472.3⁺1 [文献标识码]A [文章编号]0495-5331(2000)02-0041-02

振动沉管是地基基础处理中较为常见的方法之一。然而,在实际工程中,面对各种复杂地层条件,时常遇到一些较难处理的技术问题。笔者从事该项工作多年,深感有关该方法与岩土理论相结合的参考资料极为缺少,实际施工中,只能凭经验。基础设计人员在桩形选择上更是无据可依。正因如此,笔者就曾多次接触到,设备进场而无法施工又退场改换其它桩形的事件,或者是勉强可以施工,但与原设计的入土深度相差甚远,造成诸多麻烦。正因如此,对于这类应用较为广泛的工艺,进行理论研究有其重要意义。

1 “反常现象”及处理

工程地处安徽省铜陵市第一冶炼厂内,系该厂扩建工程。用 DZ60 型振动沉管法进行 CFG 复合地基处理。地层情况:地表下约 6.0 m 厚皆为冶炼厂排出的废矿渣,矿渣颗粒圆滑(自然结晶而成,非磨圆),粒径 0.25 mm ~ 1.0 mm,坚硬,俗称“黑砂层”,其下部为塑状的粉质粘土层。

沉管外径 $\Phi 77$ mm。开始施工时,带有桩尖的沉管一直“打不动”,入土不足 1.0 m 就使施工设备强烈振动,电流猛增,柴油发电机屡次“憋熄火”,操作人员无法立于设备之上正常操作。现场人员及甲方有关人员调试达二十余天,毫无进展,面临退场的危险局面。后笔者经分析设备和地层情况后,提出了一种减小激振力的反向思维,并当即组织人员拆卸振动锤内的偏心块。当将双轴双轮振动器中 4 组 24 块偏心块对称卸至 12 块时,当晚试打,进展效果显著改善。此后,以每天 15 根 ~ 20 根的成桩速度,赢得各方的一致好评。

2 原因分析

按常理,激振力越大,沉管进尺越快,而在铜陵第一冶炼厂的工程中,却出现“反常现象”,何故?

俗称“黑砂层”的物理力学性质接近于中、粗砂层,其粒间联结极弱,内聚力 $C \approx 0$,称为“一盘散砂”,其抗剪强度主要是依赖于其内摩擦角 φ 。在激振力作用下,桩尖端部砂粒也随激振力的振动而振动。激振力越大,砂粒之间相互振动碰撞而传递的距离越远,沉管进尺与否,取决于沉管的激振力是否能够使得桩尖端部砂层发生剪切破坏和克服沉管周围的摩擦力。

我们知道,双轴双轮振动器的作用原理如图 1 所示^[1],由图 1 可知,由于两组偏心块的角速度相同而相位角对称,其水平分力 S_1 和 S_2 永远互相抵消,而垂直分力 P_1 和 P_2 大小相等,方向相同,且:

$$\begin{aligned} P &= P_1 + P_2 \\ &= 2me\omega^2 \sin(\omega t + \varphi) \end{aligned} \quad (1)$$

式中: m —一组偏心块质量; e —偏心距; ω —偏心轮角速度; t —时间; φ —相位角。

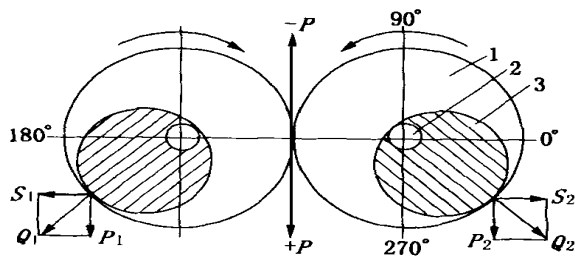


图 1 双轴双轮振动器作用原理示意图

1—齿轮;2—轴;3—偏心轮

考虑到振动锤及沉管本身的重量,其桩尖处的作用力应为:

$$P = 2m\omega^2 \sin(\omega t + \varphi) + N \quad (2)$$

式中: N — 振动锤及沉管本身重量。

由(2)式可知, 激振力 P 与偏心轮质量 m 成正比, 与角速度 ω 的平方成正比。要改变激振力 P , 可从 m 、 e 、 ω 3 个参数着手。由于 e 已固定, 而 ω 的改变, 又改变了激振频率。可见, 在此只有通过调整 m 即卸换部分偏心块来减小激振力。

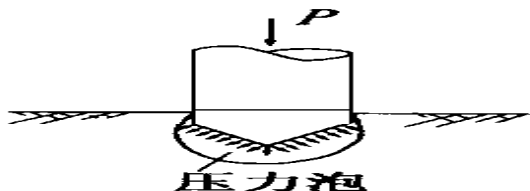


图2 第一次压力到来形成第一个压力泡示意图

减小激振力, 便可减少桩尖处的掺振土^[2]。在此类无粘聚力的砂层中, 由于压力的作用, 桩尖处的砂层产生“压力泡”(见图2), 随着激振力 P 的忽大忽小(一正一负), 使得这个“压力泡”时而形成, 时而消失, 无粘聚力的砂粒便会随着“压力泡”的变化而进行重新排列分布, “压力泡”内的砂粒就会得到密实而使 φ 值增大, 并形成“掺振土”。激振力 P 越大, “压力泡”越大, 掺振土也越大。若 P 值超过一定的极限, 便会在第一个“掺振土”还未穿越时, 又会由于第二个激振力的到来而形成更大的“压力泡”, “掺振土”进一步扩大, 如此反复, φ 值越来越大, 范围也越来越广, 自然无法进尺, 只能是在桩尖处形成

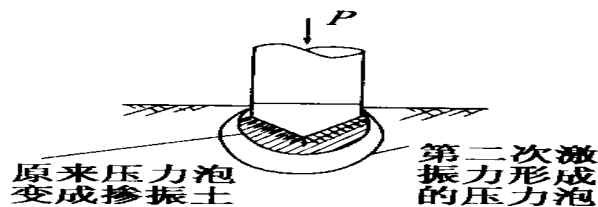


图3 第二次激振力到来形成更大压力泡示意图

一个越来越大的凹坑(见图3,4)。实际施工时, 其凹坑直径达 2.0 m, 坑深约 300 mm ~ 400 mm。

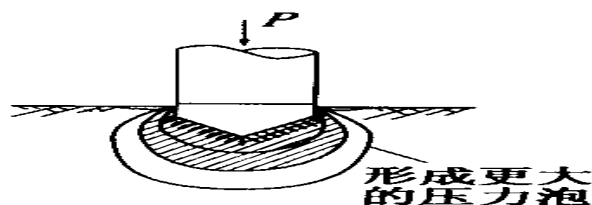


图4 掺振土进一步扩大并在地表形成凹坑示意图

若 P 减小, 每次形成的“压力泡”不大, 即密实的“掺振土”减少, 下一个激振力 P (加上自重 N) 到来时, 即可穿越原来的“压力泡”而使得“压力泡”不再长大, 即密实土不会长大(见图5), 这样即可正常进展。

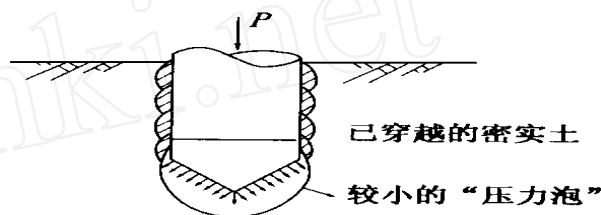


图5 P 较小时密实范围不大, 沉管即可顺利穿越示意图

3 几点启示

(1) 尽管振动沉管的施工工艺成熟, 但对不同地层应对应的机械参数有待进一步研究。

(2) 为了施工方便, 用于岩土工程的振动器, 应考虑设计成变幅变频, 且偏心轮质量可调的振动器。

[参考文献]

- [1] 段隆臣, 等. 机械振动钻进方程及其意义探讨[J]. 地质科技情报, 1999, 18(增刊).
- [2] 徐攸在, 刘兴满. 桩的动测新技术[M]. 北京: 中国建筑出版社, 1989.

TREATMENT AND ANALYSIS OF 'AN ABNORMAL EXAMPLE' IN VIBRATION PENETRATION

WANG An - de, GAO Jin - chuan, HU Yu - le

Abstract: The causes are analyzed about an abnormal example of drilling at normal speed only with decreasing exciting force in pile constructing by vibration penetration in Tong Ling Smelting Plant. Some comments are given based on the principle of vibration drilling.

Key words: vibration penetration, exciting force, eccentric block, pressure bubble, vibrated soil

第一作者简介:

王安德(1958年-),男。中国地质大学勘察与基础系高级工程师。先后发表论文10余篇,主要从事基础工程施工、管理与教学工作。

通讯地址:湖北省武汉市 中国地质大学工程学院 邮政编码:430074

