

文章编号:1007-6492(1999)01-0110-03

国内外深层喷射搅拌法的发展与应用

何 军¹, 周同和², 赵 彤¹

(1. 天津大学土木工程系, 天津 300072; 2. 河南省基础工程有限公司, 河南 郑州 450002)

摘 要: 深层喷射搅拌法综合机械搅拌和喷射搅拌处理地基的优点, 是一种新兴的地基加固方法. 依据深层喷射搅拌处理地基的实测数据, 结合河南省地质特点, 开发研究了适于不同地质条件下的 JC-2 法, 并综述了此种地基加固方法的研究发展概况及展望, 对深层喷射搅拌法在我国的研究与应用具有一定的参考作用.

关键词: 深层喷射搅拌法; 复合地基; 承载力标准值
中图分类号: TQ 225.241 **文献标识码:** A

0 引 言

深层搅拌法和高压喷射注浆法是两种应用很普遍的地基处理方法. 近年来, 日本在这两种传统的地基处理技术的基础上, 把机械搅拌和喷射搅拌结合起来, 开发了一种“内搅外喷”的新技术, 称为深层喷射搅拌法.

同传统的地基处理方法相比, 深层喷射搅拌法有许多突出的优点, 它既克服了深层搅拌在正常桩径(500~700 mm)、正常掺入比(15%)情况下, 软土中桩体无侧限抗压强度(现场平均值)仅能保持在 1.5 MPa 左右, 形成的桩身强度决定承载力的不合理的模式, 又避免了高压喷射注浆法需要的较大切割能量. 深层喷射搅拌法使软土中成桩最大直径可达 2.5 m 左右, 单桩承载力可高达 600 kN 以上.

深层喷射搅拌法有机地结合了机械搅拌和喷射搅拌, 将两种传统地基处理方法取长补短, 所以这一新的地基处理技术有着广阔的应用前景.

1 JACS MAN 方法简介^[1]

日本在深层喷射搅拌技术的研究和应用方面起步较早, 水平也较高, 有许多种成熟的深层喷射搅拌方法, 其中 JACS MAN 方法是应用最多的一种地基处理方法.

JACS MAN 方法是深层搅拌和高压喷射的组合系统, 它采用了双钻头交叉喷射装置, 每个钻头有 2 个切削翼, 当每个翼端有 2 个喷嘴时, 共有 8

个喷嘴; 当每个翼端有 1 个喷嘴时, 共有 4 个喷嘴. 射流交叉角为 60°, 交叉射流的作用是控制成桩直径, 提高搅拌效果, 调整桩体强度(2000~5000 kPa). JACS MAN 方法的成桩直径与两个喷嘴的射流量、提升速度、压缩空气等因素有关, 一般直径在 1.6~2.2 m. 有气喷流时, 桩径较大; 无气喷流时, 桩径较小, 而且桩径随提升速度的增大而减小. 图 1 为交叉喷射搅拌示意图.

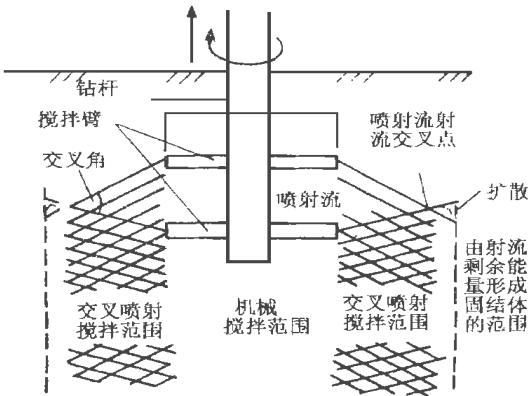


图 1 交叉喷射搅拌示意图

JACS MAN 方法适用于软土地基加固、深基坑支护工程、临时支护桩工程和高耸结构物基础加固. 试验表明 JACS MAN 方法的成桩直径较大, 桩径较均匀, 桩与其它结构粘结紧密. 单桩承载力可达 500 kN 以上, 是一种较理想的地基处理方法.

2 国内的发展与应用情况^[2]

深层喷射搅拌法在国内的发展处于起步阶

收稿日期:1998-06-22; 修订日期:1998-11-03

作者简介:何军(1970-), 男, 河北省乐亭县人, 天津大学硕士研究生, 工程师.

段, 目前为止, 国内还没有一家工厂成批地生产制造喷射搅拌机械, 有关它的应用情况的资料也较少.

最近, 河南省基础工程有限公司会同有关科技人员对深层喷射搅拌技术进行了科技攻关, 结合当地的地质情况, 对国产 PJ-15 型高压喷射钻机进行改造, 配备 YJC-500 高压泥浆泵, 成功研制出两种深层喷射搅拌技术 JC-1 方法和 JC-2 方法.

2.1 JC-1 方法

JC-1 方法的主导思想是以机械搅拌为主, 辅以高压喷射, 适用于天然地基承载力标准值较小 ($f_{s,k} \leq 120 \text{ kPa}$) 的软粘土的地基加固中. 成桩示意图如图 2 所示.

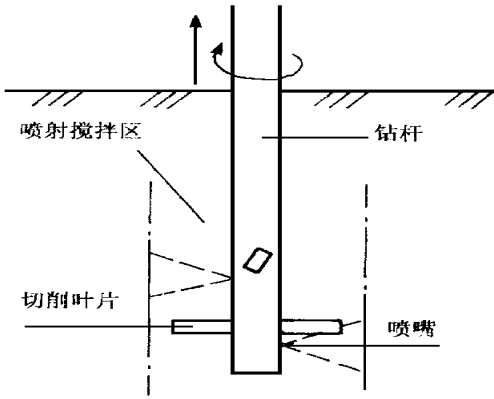


图 2 JC-1 方法示意图

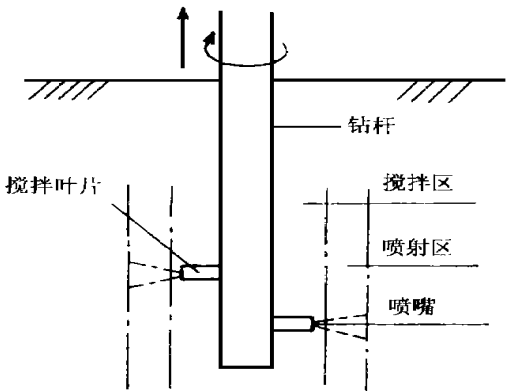


图 3 JC-2 方法示意图

JC-1 方法的主要特点是水泥土的机械搅拌区和喷射搅拌区完全重合, 桩径由切削翼控制, 所需的浆液喷射压力较小, 一般为 3~5 MPa, 而水泥土桩的水泥土混合效果也较好, 水泥掺入比为 25% 左右时, 桩身强度可达 5 MPa, 桩径一般在 500 mm 左右, 单桩承载力为 450 kN 左右, 离散性也

较小. 另外, 由于机构搅拌和喷射搅拌的共同作用, 钻机的提升速度可提高一倍, 达 0.54 m/min, 可取得良好的经济指标.

2.2 JC-2 方法

JC-2 方法的设计思想是以喷射搅拌为主, 辅以内圈的机械搅拌, 它适用于天然地基承载力标准值较大 ($f_{s,k} \geq 120 \text{ kPa}$) 的粉土和粉砂中, 克服了深层搅拌法在粉土或粉砂中成桩直径较小的缺点, 又避免了高压喷射法经常出现的周边砂坍塌使钻杆无法提升的施工问题. JC-2 方法的主要特点是成桩直径由喷射压力和提升速度来控制, 可以根据设计需要改变水泥土桩的桩径, 水泥土桩的桩身强度和单桩承载力的调控也比较灵活, 并且钻杆在砂土中的钻进和提升速度也比传统的高压喷射法加快近 30%, 水泥排放量减少近 50%, 而对加固效果并没有大的影响.

在粉砂中, 水泥土桩桩径可控制在 500~1500 mm 范围内, 当掺入比为 25% 左右时, 桩身强度 $f_{cu,k}$ 可达 5 MPa, 单桩承载力达 550 kN 左右.

JC-1 法和 JC-2 法在郑州市文化路 23 号院综合楼工地进行了试桩试验, 其中 JC-1 方法试桩 6 根, JC-2 方法试桩 3 根, 地基土为粉砂, 天然地基承载力标准值 $f_{s,k} = 220 \text{ kPa}$, 有效桩长 7.5 m, 水泥土掺入比为 30%, 置换率为 25%. 龄期 28 天, 水泥土桩的各项力学指标如表 1 所示.

表 1 试验结果 (平均值)

方法	桩身强度 $f_{cu,k}$ /MPa	单桩承载力	复合地基载
		标准值 R_k^d /kN	力标准值 $f_{sp,k}$ /kPa
JC-1	5.2	440	460
JC-2	6.5	510	550

试验结果表明, 采用 JC-1 法和 JC-2 法进行地基处理能取得良好的加固效果, 比较而言 JC-2 方法更适合于粉砂层的地基处理.

3 小结

日本 JACSMAN, 河南省基础工程有限公司研制的 JC-1 法 JC-2 法与传统的深层搅拌法和高压喷射法注浆法相比有明显的长处, 主要有以下几点.

(1) JACSMAN 方法和 JC-2 方法形成的水泥桩内圈是机械搅拌区, 外圈是喷射搅拌部分, 由于机械搅拌作用, 减少了单独使用高压喷射注浆

法所需的切割能量.

(2) JACSMAN 方法通过设置交叉高压喷嘴,在射流交叉点处消散射流能量,准确地控制了水泥土桩的直径.

(3) JACSMAN 方法 JC-1 方法和 JC-2 方法的成桩直径可在 0.5~2.5 m 之间调整,调整的办法是控制喷射压力和提升速度.

(4) JACSMAN 方法和 JC-2 方法在进行地基加固时,外圈水泥土桩为喷射部分,对已有地下和地上结构没有破坏作用,使水泥土桩与相临结构之间紧密可靠.

(5) 水泥土桩的桩身强度可在 3~8 MPa 间调整,调整的办法是控制提升速度、喷射压力、水泥强度等级和水灰比等设计参数.

(6) 由于机械搅拌和高压喷射搅拌的结合,使水泥土桩的水泥与加固土体混合比较均匀,从而使水泥土桩的桩身强度较均匀,这样,在桩顶部分一般不需复搅(或复喷),保证了加固效果.

(7) 深层喷射搅拌法既可适用于天然地基承载力标准值 $f_{s,k}$ 低于 120 kPa 的软粘土地基加固,也可适用于天然地基承载力标准值 $f_{s,k}$ 大于 120 kPa 的粘土或粉砂的地基加固,适用范围广.

总之,深层喷射搅拌法既是一门新兴的,正在发展中的地基加固技术,又是一种有广阔的适用范围、良好的加固效果和经济指标的地基加固方法,但它的理论还不成熟,计算方法依赖于试验结果,因此应加强对它的理论研究,使这一新技术更可靠、更有效率地为我国的建筑事业服务.

参考文献

[1] AKI RO miyoshi ,KI MI NORI hiroya ma .Test of solid -
ified columns using a combed system of mechanical
churning and jetting[A] .Proceedings of the 2nd Inter -
national Conference on Ground Improvement on
Geosystems[C] .vol .1, Tokyo , May , 1996 ;743.
[2] 龚晓南 . 复合地基 [M] . 杭州:浙江大学出版社,
1992.

Development and Application of JACSMAN in Ground Improvement

HE Jun¹, ZHOU Tong -he², ZHAO Tong¹

(1. Department of Civil Engineering ,Tianjin University ,Tianjin 30007,China ; 2.Foundation Engineering Corp Ltd ,Henan Province ,Zhengzhou 450002,China)

Abstract :This paper introduces the domestic and foreign development and application of JACSMAN in the ground improvement . By studing a lot of projects using a Combined System of Mechanical Churning and Jetting ,the paper concludes the adverties of JACSMAN , JC-1 method and JC-2 method .

Key words JACSMAN ; cement columns composite foundation ; bearing capacity

致 歉

由于工作失误,本刊将 1999 年期刊定价“ 6.0 元/册” 误写为“ 9.0 元/册”,特向广大订户致歉.请订户与本编辑部联系,本刊将退回多余订费.

学 报 编 辑 部
1999 年 3 月