

文章编号:1009-6825(2004)24-0066-02

应力波反射法在深层搅拌桩检测中的应用

霍计明 莫建云

摘要:结合多年的桩基检测实践,介绍了应力波反射法检测工作原理,并将该法应用于具体的工程实例,指出该检测方法是目前预制桩和灌注桩完整性检测中常用的方法,其使用效果良好。

关键词:应力波反射法,检测,深层搅拌桩

中图分类号:TU473.1+6

文献标识码:A

近几年,在处理淤泥、淤泥质土、粉土及含水量较高的粘性土等软弱地基时,许多地区采用了深层搅拌桩进行复合地基加固处理,该方法具有造价低、速度快等优点,因而被广泛采用,并取得了较好的经济效益和社会效益。

深层搅拌桩是用水泥及少量添加剂就地与地基土体充分混合而成的“水泥土桩”,其对施工工艺要求较高,掌握不好,即容易出现质量问题,常见的有水泥与土混合搅拌不均匀而导致局部水泥量小或无水泥;由于深层搅拌施工速度快,且属隐蔽性施工,不易监测,个别施工单位偷工减料,致使桩长不够;另外由于固结速度较慢,上部施工截桩头用力过猛时,易使浅部桩身断裂。上述质量问题对复合地基承载力均有较大影响。

由于深层搅拌桩成桩工艺的特殊性,其施工质量及处理效果受到人们的普遍关注,规范规定的质量检验方法有开挖检查、钻孔取芯及静载试验等,但上述方法投入大、效率低,特别是桩身完

整性检验,针对性较差,已不能满足当前工程检测的需要。

近几年,在桩基检测实践中,山西省化工设计院勘察所采用低应变应力波反射法对深层搅拌桩进行桩身完整性检测取得了较好的效果^[2]。

1 检测工作原理

应力波反射法,以一维杆件中波动理论为基础,假定桩身为—维弹性杆件,介质均匀连续,桩身波阻抗远大于桩周土波阻抗,不考虑桩周土的影响,这时有一维波动方法:

$$\partial^2 u / \partial t^2 = C^2 \times \partial^2 u / \partial x^2$$

式中 $C = \sqrt{E/\rho}$ 为桩身内弹性纵波的传播速度。由—维波动理论可知,桩身波阻抗表达式为:

$$Z = EA/C = \rho CA$$

式中: Z ——桩的广义波阻抗;

快捷、高效和可靠的特点,应通过监测数据进行科学分析,认真反馈以下信息:

1) 开挖过程中,基坑支护前后、基坑内外降水前后以及基坑地基处理前后,基坑内及周围土体应力状态及力学性状的变化规律。

2) 不同施工方法和施工顺序以及施工进度对基坑应力场、位移量的影响。

3) 时空效应对基坑工程支护结构内力及位移的影响。

4) 开挖过程中,支撑刚度、支撑预应力大小及其安装时间对基坑位移的影响。

5) 突发性的降雨、降雪、降温和地下涌水对基坑土体应力状态及力学性状的影响。

6) 开挖过程中,基坑周边大面积和局部,尤其是角落部位建筑材料堆积以及施工机械等荷载对基坑系统应力场位移量的影响。

7) 开挖结束后,底板及基础施工进度对基坑位移的影响。

6 监测成果的运用

随着社会的快速发展,科学技术日新月异,信息已成为取得成功的捷径,只有充分掌握了施工信息,才能做到有备无患,通过对复杂的岩土性质、施工环境和支护体系进行全面的稳定和位移反分析,即可及时调整开挖的顺序和方法,不断修正支护参数,努力完善支护体系,制定出切实可行、快捷有效、安全经济的施工组织设计,为基坑施工顺利进行提供优质服务。

基坑施工监测对优化工程设计,降低基坑费用,指导基坑施工起着十分重要的作用,值得推广。

参考文献:

- [1] 李文明. 浅谈深基坑施工信息化管理[J]. 山西建筑, 2001(8): 57-58.
- [2] 辛来阳. 深基坑施工应注意的几个问题[J]. 山西建筑, 2001(8): 41-42.
- [3] 宋福相, 赵还柱. 浅谈基坑施工方案的时效性[J]. 山西建筑, 2001(8): 51-52.

Construction monitoring of foundation pit

DONG Wu-kui

(Linfen Standard Quota Station of Construction, Linfen 041000, China)

Abstract: From six aspects: monitoring goal, points selection, monitoring object, project setting, information feedback and application of monitoring results the important roles of construction monitoring in foundation pit excavation, especially in reducing engineering cost, optimizing engineering design and directing construction are pointed out, which is worthy of being popularized.

Key words: foundation pit construction, monitoring, discuss

收稿日期: 2004-09-21

作者简介: 霍计明(1970-), 男, 1994年毕业于太原理工大学水文地质与工程地质专业, 工程师, 山西省化工设计院勘察所, 山西太原 030024
莫建云(1970-), 女, 2004年毕业于山西省广播电视学院计算机科学与技术专业, 工程师, 太原市综合开发公司, 山西太原 030024

C ——弹性纵波波速;
 E ——桩的弹性模量;
 A ——桩的横截面积;
 P ——桩的质量密度。

将一维波动理论用于维杆件弹性桩,在桩顶锤击力作用下,产生一压缩波,此波以速度 C 向下传播,当遇到波阻抗变化截面时,此入射波发生反射和透射,分析桩顶入射波在变截面处的反射和透射可得:

$$P_T/P_I = 2Z_1/(Z_1 + Z_2), P_R/P_I = (Z_2 - Z_1)/(Z_1 + Z_2)$$

$$V_T/V_I = 2Z_1/(Z_1 + Z_2), V_R/V_I = (Z_2 - Z_1)/(Z_1 + Z_2)$$

式中 I 、 R 、 T 分别代表入射、反射和透射。

由此可见,下行波在桩体内向下传播的过程中,遇到波阻抗减小时(即 $Z_1 > Z_2$),则产生反射波和透射波,这时反射波 V_R 与入射波 V_I 符号一致,表明二者速度信号相位相同(同向反射);当下行波遇到波阻抗增大时(即 $Z_1 < Z_2$),则二者符号相反,表明速度信号相反(反向反射)。在锤击激振前,事先在桩顶安装好传感器,即可以通过传感器接收到来自桩身各个波阻抗变截面处反射上来的信息,依据此信息,结合其他工程资料,即可以判定所检测的桩身完整性^[1]。

2 应用实例

由于深层搅拌桩所处理的地基土均为软弱土层,其桩周土的强度与“水泥土桩”的差异较大,因此,检测条件基本满足应力波反射法的基本假定。

实例一:介休市某小学教学楼

该工程场地土为近期形成的新近沉积层,0~0.5 m 为耕植土;0.5 m~9.8 m 为高压缩性粉土,地基土承载力 $f_k = 80$ kPa~85 kPa;9.8 m~13.4 m 为高压缩性粉质粘土,地基土承载力 $f_k = 80$ kPa~100 kPa。

该工程采用深层搅拌桩复合地基,设计桩长 10 m,桩径 ϕ 为 500 mm,对该深层搅拌桩进行了低应变应力波反射法检测^[3]。检测结果完好桩波形规则,桩底反射明显,平均波速 1 600 m/s~1 800 m/s;有部分桩,波形虽然规则,桩波反射也明显,但波速很大,如 80 号桩,波速达到 2 400 m/s,按平均波速反算,桩长仅有 7 m 左右,经钻探取芯验证,该桩在 7.2 m 以下基本无水泥;还有一些桩,如 40 号桩,2.9 m 处出现界面反射,阻抗变小,桩度反射不太明显,说明该部位桩身强度低;如 31 号桩,波形在浅部出现强烈同相反射,无桩度反射,在 1 m 左右断桩,此桩进行了开挖验证,在 2.9 m 处桩身开裂。

实例二:孝义某住宅楼

该工程场地地基土以粉土及粉质粘土为主,地基土承载力

90 kPa~110 kPa。采用水泥搅拌加固地基,设计桩长 8.5 m~9.0 m,桩径 ϕ 为 500 mm,总桩数 2 412 根,设计复合地基承载力基本值 180 kPa。

桩龄期 25 d 后,利用应力反射法对其中的 500 根深层搅拌桩进行了桩身质量检测:完好桩波形规则,桩底反射清晰。静载荷试验表明,该类桩处理后的复合地基承载力基本值达到设计要求,如 S_8 桩,承载力基本值为 200 kPa。

本次检测,发现相当一部分桩波形图浅部出现强烈同相反射,由浅部断桩引起,这些桩是因为使用机械截桩时,将浅部桩身拉断。对该类桩进行了三个单桩静载荷试验,其 $Q-S$ 曲线复合地基承载力基本值最高 165 kPa,最低 134 kPa,后对该类桩又进行了两个群桩静载荷试验,承载力基本值均为 160 kPa,其 $Q-S$ 曲线见图 1、图 2,均达不到设计要求(180 kPa),后经多方协商,除对个别地段进行补桩外,设计单位按地基承载力对上部结构进行了修改。

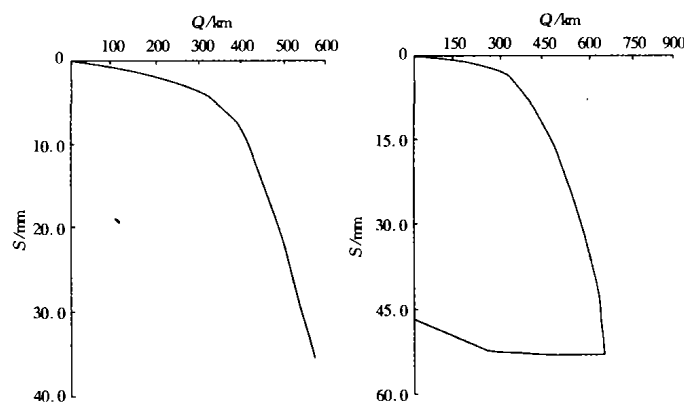


图 1 $Q-S$ 曲线图

图 2 $Q-S$ 曲线图

3 几点体会

1) 应力波反射法是目前预制桩和灌注桩完整性检测中常用的方法,该方法有条件地用于深层搅拌桩完整性检测,可以取得良好的效果。

2) 检测前应对其施工工艺及地层地质资料作详细的了解,以便作出较客观的解释。

3) 检测中,发现质量问题应进行部分开挖或取芯验证,可能情况下应进行静载荷试验,以掌握缺陷对承载力的影响程度。

参考文献:

- [1] JGJ 106-2003, 建筑桩基检测技术规范[S].
- [2] JGJ 79-2002, 建筑地基处理技术规范[S].
- [3] 郝志强,赵庆昌,牛志强.应用声波透射法进行灌注桩桩身完整性检测[J].山西建筑,2003(15):18-19.

Application of stress-wave reflection method in testing integrity of deep mixed pile

HUO Ji-ming¹ MO Jian-yun²

(1. Shanxi Chemical Design Academy Exploration Institute, Taiyuan 030024, China;

2. Taiyuan Comprehensive Development Company, Taiyuan 030024, China)

Abstract: Combined with many years' practice of testing foundation, it introduces working mechanism of stress-wave reflection method, applies it in concrete project example, and points out that the testing method is a common one in testing integrity of prefabricated pile & grouting pile, which has better effects.

Key words: stress-wave reflection method, test, deep mixed pile