

基桩应力波反射法检测的多解性及典型实例

徐卫权

(湖北省地质实验研究所, 湖北 武汉 430022)

摘 要: 应力波反射法判断桩身质量具有多解性, 本文通过理论和典型实例对此观点进行分析和引证, 以期加深对它的理解和认识。

关键词: 基桩检测; 应力波反射法; 多解性

中图分类号: TU473.1*6

文献标识码: A

0 引言

应力波反射法以它简便、快速、准确的特点被广泛运用于桩基工程的桩身质量检测工作中。可由于该方法是一种间接方法, 加上该方法本身的局限性, 实际工作中对桩身质量的判断并不能达到百分之百的准确, 本文对该方法的多解性作个讨论和分析。

1 反射波法的基本原理及多解性的概念

1.1 反射波法的基本原理

由于应力波的波长 λ 大于桩径 d , 且桩长 L 一般远大于桩径 d , 我们可将桩视作一弹性杆件体, 用手锤或力棒打击桩顶后, 产生的应力波在桩体内按下述一维波动方程传播:

$$\frac{\partial^2 U}{\partial t^2} = c^2 \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} \quad (1)$$

$$\sqrt{c} = E/\rho \quad (2)$$

式中 c —波的传播速度即波速; E —桩的弹性模量; ρ —桩材料的质量密度;

如果不考虑桩周土阻力的影响, 根据上述的一维传播假设, 当桩身阻抗发生变化, 可简化求解出反射的运动速度 V_R 与入射的运动速度 V 之间的关系为:

$$V_R = \frac{Z_1 - Z_2}{Z_1 + Z_2} \quad (3)$$

$$Z = \rho c A = A \sqrt{\rho E} \quad (4)$$

式中 Z —桩身阻抗; A —截面面积。

由式(3)可看出, 当桩身有缺陷时, 缺陷处波阻抗发生变化, $Z_1 \neq Z_2$, V_R 不等于零, 产生向上的反射波, 我们可以通过测试分析桩体内应力波传播及反射的过程及特征来判断桩身的均匀性和完整性。

1.2 反射波法多解性

桩身质量的缺陷类型大致可分为离析、蜂窝、夹泥、缩颈、扩颈、断裂等几类, 我们把引起波阻抗减小的离析、蜂窝、夹泥、缩颈、断裂等缺陷统称为缩颈类缺陷, 把引起波阻抗增大的扩颈等缺陷统称为扩颈类缺陷。由前面的理论推导可以看出, 反射波法实际检测的是桩身波阻抗的变化, 而波阻抗的大小取决于代表桩身材料特性的 ρ 、 E 和桩身的横截面积 A (如果考虑地层土阻力, 影响因素就更多), 所以该方法并不能准确判断出桩身缺陷的具体类型或土层影响程度, 只能分辨出是缩径类或扩径类缺陷。也就是说同一种反射波特征可能对应几种不同的实际情况, 该方法具有多解性。

实际工程中, 桩身缺陷往往是多重或复合的, 针对同一种反射波特征还会有更多可能的解释。

如图1所示的桩模型为一典型实例, 该桩 AB 段为正常桩, BC 段为缓变的扩颈, C 点处桩陡然缩颈回正常桩, C 点以下为正常桩。从工程使用角度来说, 该桩为扩颈桩, 对工程有益无害。从行波理论分析角度来说, 该桩的缺陷由 BC 段的扩颈缺陷和 C 点处缩颈缺陷复合而成。

在此种模型下, 由于反射波法对缓变形阻抗变

化的不敏感性,BC 段的扩颈很难反映在测试波形上,而 C 点处的相对缩径却会有明显的反射,甚至造成等间距的多次反射波形特征,此特征对应的应是断桩、严重缩径、严重离析等缩颈类缺陷,如果单从波形就加以判断此桩为有上述缺陷的不合格桩,就会形成严重误判,给工程建设造成损失。

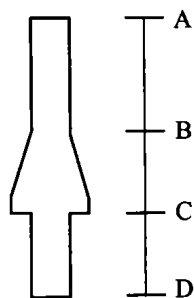


图 1 模型桩示意图

Fig. 1 The sketch of the model pillar

2 典型的实例及分析

武汉工业学院东区学生公寓采用长螺旋压浆混凝土灌注桩,低应变反射波法检测发现,有多桩出现强烈的等间距多次反射特征,典型波形如图 2。

经现场观察和了解情况,结合施工工艺和地质条件综合分析:首先该现场出露的许多桩头明显大于设计施工要求,且多数桩桩顶出现不规则扩径现象,同时经施工单位了解,工程桩施工的充盈系数达到 1.5~1.6,明显大于正常水平,也就是说,扩径现象实际存在且可能性极大;第二,该工程桩采用内压浆技术施工,另一场地该施工单位同时施工的同类型桩优良率达到 90% 以上,该施工工艺比较可靠,大量出现断桩等严重缺陷的可能性很低;第三,施工过程中出现过漏浆现象,即后施工的相邻桩钻出了前面已经打好的桩的混凝土,从测试角度来说,桩身混凝土扩径很大,扩大的范围已经大于了桩间距,扩径的位置为地下约 4~5 m 处,结合场地地质情况,

该段为软塑状淤泥层,该层抗剪力很低,在压浆过程中极易扩径,且深度位置与低应变测试波形等间距多次反射所指示的深度位置正好吻合,说明多次反射的特征由缓扩后陡缩现象引起的可能性极大。综合以上各点判断各桩应为类似图 1 所示的扩径桩,后经与建设各方商讨,建议对几个典型桩进行开挖验证,开挖结果证实了上述判断,使工程得以顺利放心的使用。

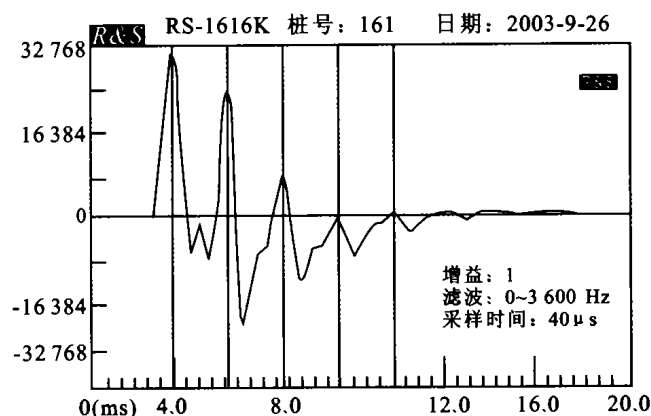


图 2 东区学生公寓实测波形图

Fig. 2 The measured wave at a student dormitory

3 经验总结

(1) 测试现场工作是检测非常重要的环节,测试人员要做到边测试边思考,排除各种影响测试的不利因素,同时尽量在测试现场多观察和收集施工、地质条件等情况,为室内资料分析处理打好基础。

(2) 测试结果不能只单纯依靠测试波形进行判断,尤其是当同场地多桩出现有规律的反射特征时,一定要综合与成桩质量有关的各种因素,分析出现问题的原因,作出合理的解释。

(3) 要充分认识到低应变反射波法的局限性,不能单凭此方法对桩身质量给出百分之百正确的判断,实际工作中一定要结合其它检测方法如静载、抽芯、开挖等进行综合判断。

THE FOUNDATION MEASUREMENT THROUGH THE STRESS WAVE REFLECTION

Xu Weiquan

(Hubei Institute of Geological Laboratory, Wuhan, Hubei 430022)

Abstract: The author discusses the stress wave reflection used to measure the building foundation through a case study. Its uncertainty and some new ideas have also been considered in the paper.

Key words: Foundation measurement; Stress wave reflection; Multi-explanation