

基桩低应变检测方法及其在工程检测中的应用

袁 远

(阜阳市科信交通工程试验检测有限公司, 安徽 阜阳 236112)

摘要: 桩基工程为隐蔽工程, 桩身的质量直接影响建筑结构的长期稳定与安全使用, 因此, 很多学者对桩身完整性检测进行大量的研究, 并取得丰富的成果。低应变检测是桩基检测中最重要的方法之一, 对该检测方法及其工程应用的研究具有重要的理论与实践意义。

关键词: 低应变; 基桩; 原理; 缺陷

中图分类号: TU473.16 **文献标志码:** A



桩基因具有施工方便、使用寿命长、稳定性强等特点而被广泛应用于桥梁、码头和高层建筑中。目前低应变检测技术在工程物探、房屋质量检测及岩土工程检测等领域得到广泛应用, 将其深入应用到桩基检测工作中, 能精准评估成桩品质, 并判断施工桩长、混凝土强度和桩身缺陷部位等信息。这有助于相关工作人员进一步判定桩基与设计要求是否符合, 同时能为桩基加固工作提供翔实的参考依据, 以确保桩基综合质量。可该技术应用到桩基检测过程中会出现一些问题, 如何高效地应用低应变技术进行桩基检测, 成为相关工作人员进行深入研究的一个重要问题。

1 低应变检测技术综述

1.1 桩基检测振动测量

针对桩基检测振动测量问题, 必须先确保线性度仪器有良好的灵敏度。波动在正常范围内, 其限度是仪器线性度, 每个测量系统的线性就是系统的动态范围; 频率范围次之。桩基测量中仪器频率范围的大小代表了仪器整体灵敏度的变化情况, 但这种变化将在标准规范的百分率范围内。最后为系统响应、频率响应的相关函数。在桩基测试中, 需要对桩基的激振作用进行测量, 振动位移是一个重要的反应, 系统本身性质也会对系统的激振作用造成影响^[1]。

1.2 低应变检测技术基本原理

在实际应用中, 低应变检测技术的关键在于, 在桩顶上进一步施加相应的动荷载, 从而根据桩基系统和土壤所采集到的反应信号, 精确地判断桩身质量,

看其完结是否符合相应的标准。在桩基的检测过程中, 应变技术主要通过锤子敲击来实现动载的作用。同时, 在桩顶上安装一个传感器, 可以随时接收动载的信号。根据相应的动载理论, 对动载进行综合分析, 这样就可以有效地判断桩基的施工质量, 更好地保证桩体的完整性。相关实践进一步证明, 低应变检测技术具有很高的检测精度和检测效率, 因此, 在部分建筑工程的桩基检测工作中, 它都有较好的应用效果。

2 低应变检测技术的应用要点

2.1 试验前的准备工作

桩基检测过程中应用低应变检测技术时要处理好桩头设备, 具体要做到以下几方面: 一是桩头的清理, 将桩头浮浆和松散、破损处凿掉, 新鲜混凝土表面裸露出来, 桩面完整, 桩头材质、强度、截面尺寸要和桩身相同; 二是将敲击点、传感器安装部位磨平, 光面半径为8~10 cm; 三是在对露在外面的钢筋进行加工时要偏向两边以保证稳定; 四是桩身达到龄期后才能检测低应变, 这主要是因为混凝土强度达到规定值后应力波才能沿着桩身传播, 相反波形在畸变状态下, 桩基的判断和分析将受到影响^[2]。

2.2 现场检测的重点

2.2.1 安装传感器

传感器应与桩顶面垂直; 所设传感器位置应远离钢筋笼的主筋, 以免主筋暴露在外界对信号产生干扰; 综合考虑桩径的尺寸, 可在桩心处对称设置2~4个传感器检测点; 当实心桩激振点选定后, 可将其放

置于桩心部位,检测点的最佳距离为距桩心2/3半径范围;而空心桩激振点与检测点应该选在桩壁厚度1/2位置,激振点与检测点、桩中心连线要保持合理的夹角,以90°为宜;每一检测点所记录的有效信号数应≥3个。

2.2.2 敲击设备选择合理

瞬态激振力锤选用应合理,锤垫应软硬适度;在获得桩底或者桩身以下缺陷反射信号时可以采用宽脉冲方式,而在桩身以上缺陷反射信号可以采用窄脉冲方式。瞬态激振是借助锤质量和锤头材料等因素的变化来实现对冲击入射波的脉冲宽度和频率成分等参数的控制。若为同等大小冲击力,尽管其能量很小,但是对大直径桩的尺寸效应影响很大,其在桩身浅位置缺陷识别和定位方面将起到很好的作用^[3]。

2.2.3 锤击的操作要领

敲击时每个锤子敲得干脆利索,方向要与桩顶平面垂直,尽量不受二次冲击,然后产生瞬时激发点源、入射脉冲较窄符合半正弦规律。敲击过程中用力适度,过轻则桩底缺陷反射信号强度弱;过重则很容易产生噪声和干扰。因为敲击质量会对测试结果有直接影响,所以必须安排经验丰富、专业水平较高的施工人员进行操作。

2.2.4 混凝土波速测定

具体施工时,若场地和配合比不变,则波速越高,混凝土强度越高。这一观点可从波动理论中得到论证,现介绍如下:

$$[\sigma]=a \times e^{b \times c}$$

式中, $[\sigma]$ 代表混凝土的强度,以MPa为单位; c 代表混凝土的纵波波速,以m/s为单位; a 和 b 是常数,根据经验和试验数据得到,用于描述强度与波速之间的具体关系。

混凝土的强度 $[\sigma]$ 与混凝土的纵波波速 c 呈指数关系,波速越高,混凝土的强度也越高。

波动理论表明,材料的弹性模量 E 与其密度 ρ 和波速 c 之间存在关系:

$$E=\rho \times c^2$$

对混凝土材料,当其配合比和场地条件不变时,波速 c 越高,说明混凝土的弹性模量 E 越高,因此混凝土的强度 $[\sigma]$ 也越高。这就是施工现场通过测定波速 c 来评估混凝土强度的基本原理。

3 桩基检测采用低应变检测技术的缺陷

3.1 检测工作在数据和经验方面依从性较大

因为低应变检测技术无法完成定量研究和检测,采用这一方法进行成桩质量检测必须在有桩型条件和局部地质条件静动比系数资料的情况下进行,所以,

该检测方法对工作经验和数据的依赖性很强^[4]。

3.2 无法实现定量分析任务需求

低应变桩基检测通过回收和探索波动变化来进一步完成,由于反射波动变化会受到土层条件和温度等因素持续影响,所以,该技术无法深入地进行成桩检测的定量分析。这就造成相关工作人员仅能依据同类技术经验和检测案例对桩身现实情况进行综合论述,无法对桩身进行定量分析。

3.3 测量准确度受到桩长和地质条件等因素影响较大

现实测量中桩侧土阻力对应力波广泛传播有很大影响,主要表现在以下几个方面:土阻力波的存在,对缺陷反射波幅值有影响,使应力波迅速衰减,因此可测桩长度受到限制,根据实际测量经验,桩基直径一般不大于1.8 m,可测桩长度一般仅限于5~50 m。当然,桩长>50 m的桩也可获得桩底反射信号,可受地质变化影响很大,不能及时反映出局部缺陷以及深部缺陷等特性^[5]。

4 低应变检测技术的具体应用

4.1 在检测准备阶段

- (1) 收集所检测项目桩基设计图纸及施工记录和岩土勘察资料等,了解施工中出现的真实情况。
- (2) 明确委托方详细需求并仔细考察现场情况。
- (3) 检测方案的拟定,着重涉及以下内容:抽样方案、检测依据、工程概况和人工机械配合情况。
- (4) 测试前对仪器设备要仔细检查,计量仪器必须在有效期内。
- (5) 假如采用冲孔灌注桩进行施工,当桩头进一步到达设计标高后,要对桩头进行深度清理并利用切割机对桩头的光面进行3~4次抛光,以此为激振点并利于传感器安装。传感器安装过程中应垂直于桩顶面并采用黄油黏结,黄油应有足够的黏结强度。
- (6) 传感器应设置在距离桩中心2/3半径范围内,实心桩特定激振点应选择桩中心位置,空心桩激振点应和测量传感器位于同一平面内,且当激振点与桩中心连线形成90°夹角时,激振点应置于桩壁厚的1/2处。
- (7) 在试验过程中,应提前对混凝土整体强度是否满足有关要求检验^[6]。

4.2 搜集资料

以上环节结束后进行测试,锤击桩体后进一步产生应力波动,然后采集应力波动信号。采集信号过程中要注意以下几点:(1)对传感器和振源进行合理选型。不同振源和传感器对信号有较大影响,不同锤击方式形成多样化信号曲线,对桩长较长的桩基应选择脉冲较宽的振源,这样容易得到桩顶信号。因此,振源选择过程中应严格遵循“小桩选用小锤、大桩选用

大锤”的原则来选择动态荷载。此外,对施工现场进行检测时也要注意,若桩基检测效果不佳,不能对桩身质量进行准确评判,这时应通过更换传感器或者振源等手段,对桩基信号进行比对,然后对桩身质量做出精确评判。(2)科学设置传感器。传感器是采集桩身所发出信号的核心装置,它的作用好坏紧密关系着能否有效采集应力波动情况,因此传感器选型就显得尤为重要。在对传感器进行选型时,一般选用规格较小的轻型设备,这样既可方便携带,又可跟踪信号。在进行传感器安装时,必须重视传感器和桩身之间的紧密接触,还要避免用手去压传感器,只有这样才能保证传感器能有效地接收到信号。传感器通常用黄油黏结在一起,这一方法可以使传感器得到非常精确和完整的桩身曲线。(3)选取应力波动信号。在进行桩基检测时,一般都是利用前面数根桩的实际检测成效来初步判定项目整体桩的质量,这样一来就可以为后续的检测工作提供更多的重要资料,促进检测工作综合效率的提高。若出现部分桩体品质效果不佳的情况,则应重复检测桩体并依序进行保存工作,以作为后续室内探究更进一步的“核心基础”^[7]。

4.3 数据处理

现行规范将桩身完整性分为四类。反射波法动力测桩由于具有无损、快速及经济实用的特点,成为工程界公认的最为方便快捷的测桩方法之一,但同时也出现了一些问题。针对上述情况,应综合探讨钻及挖孔桩缺陷反射有关影响因素,并在桩基测试曲线研究过程中要充分考虑到桩周土层给波形曲线造成的有关影响。我们应该注意到应力波不仅受到桩身缺陷、刚度和材料等因素的作用,而且会受到土模量的大小等特定因素的影响。软土层处及硬土层处似缩径和似扩径反射波分别存在。如果不对桩侧有关土质情况进行深入调查,就不容易准确地判断桩周土层在曲线中所处的真实位置^[8]。要想准确而有效地进行探索,必须从以下几个方面着手:

(1)综合考虑施工记录和地质勘察资料对基桩完整性进行探究,桩型和施工工艺对基桩完整性和缺陷类型有很大影响。如地层的变化对波形也有一定的影响;大量的事故发生于地层变化处和流水处;预制桩和人工挖孔桩不能缩径等。因此,掌握施工记录,查阅地质资料,对明确缺陷位置是有帮助的。

(2)借助分析软件对基桩缺陷程度进行评判。定量分析软件虽然本身有许多漏洞,但探讨应力波传播的具体过程,只要桩周土参数合理,其作用通常就会越来越突出。

(3)对相同项目所有被测桩进行组合分析。由于相同项目的施工工艺和地质是相同的,在寻找被测桩共同特征后,对全部桩基础的实际情况进行探索,就可以使分析成效得到全面提高。如果只是对其中某根桩进行分析,并不能充分了解工程整体实际状况,就很容易产生判断不准、不合理等问题。

5 桩基检测低应变检测的前景分析

在许多建筑工程桩基检测中,低应变检测技术具有比较明显的应用优势,也是应用频率比较高的技术之一。近年来,桩基检测所面对的环境越来越复杂,需要在实际作业过程中利用各种技术优势并通过使用精密测试仪器来满足桩基测量对各种环境进行连续检测的要求。传感器本身所带液晶显示器可迅速接收到信号,实现对实测位移数据进行有效比对的目标^[9]。

6 结束语

工程检测中多采用低应变法来区分桩身缺陷及其部位,并对其完整性进行评估。桩基础工程是一种深基础结构,具有良好的抗震性能,易于机械化和工业化,在建筑上得到广泛应用。由于桩身埋置在土层内,探测较为复杂,而低应变法通过波传播较好地解决了这个难题。桩把上部结构荷载转移至土层,起到承上启下的作用,其质量直接决定上部结构是否安全。

参考文献

- [1] 邱欣晨,王奎华,吴君涛,等.高承台桩基无偏心竖向激励低应变测试方法研究[J].岩土力学,2021,42(10):2875-2884,2894.
- [2] 郑小龙.公路桩基低应变检测及质量控制分析[J].交通世界,2021(23):116-117.
- [3] 黄杰.激振条件对低应变检测波形影响的分析研究[D].南京:东南大学,2021.
- [4] 孔啸.低应变检测技术在桥梁桩基检测中的应用[J].科技风,2021(16):117-118.
- [5] 高燕.低应变检测基桩工程模拟装置在基桩检测中的应用研究[J].大众标准化,2021(11):217-219.
- [6] 秦茂芬.基桩低应变检测结果的质量控制措施探讨[J].珠江水运,2021(9):66-67.
- [7] 陈国海.低应变法和声波透射法在基桩检测中的应用分析[J].房地产世界,2021(9):130-133.
- [8] 贾同福,叶腾飞,周龙茂.桩基检测中低应变检测技术的应用研究[J].建筑技术开发,2021,48(6):161-163.
- [9] 唐嘉洪.低应变在混凝土桩基础无损检测中的应用研究[J].四川水泥,2021(2):36-37.