

声波透射法在检测大直径灌注基桩的分辨率及应注意的几个问题

傅唯一¹, 李英勇², 熊军²

(1. 成都理工大学信息工程学院, 四川 成都 610059;

2. 四川地质工程测试研究所, 四川 成都 610072)

摘要: 讨论了声波透射法检测大直径灌注基桩的分辨率问题。并以工程实例,说明声波透射法在检测大直径灌注基桩工作过程中应注意的问题,以避免给检测工作带来不必要的损失,防止对检测大直径灌注基桩质量的错判和误判。

关键词: 声波透射法的分辨率; 大直径灌注桩; 水平同步法; 塑料管; 桩底沉渣

中图分类号: TV 698.1⁺5 **文献标识码:** A

由于声波透射法具有高分辨率、精确(微秒级、声测参数多、多种统计参数判断)等优点,已广泛应用于大直径灌注基桩的检测中。

作者在本文讨论了声波透射法分辨率的问题。并以工程实例,说明在预埋声波检测管施工中和在检测中应注意的问题。如若在工作中处理不当,都会影响到检测结果,形成错判,以致给检测工作带来不必要的损失。

1 关于声波透射法的分辨率的问题

声波在介质中的传播遵循费马原理,亦波沿旅行时最小路径传播。一般认为,声波的分辨率为一个波长 λ ,即 $\lambda = v/f$ 式中 v 为基桩砼的波速,以 $4\,000\text{ m/s}$ 计算; f 为声波透射探头(包括发射探头和接收探头)的频率。按规范,声波透射探头的频率为 $30\text{ kHz}\sim 50\text{ kHz}$ (经中国测试技术研究院标定,我们使用声波透射探头的频率为 44.4 kHz)。因此,声波透射法的分辨率为 $0.13\text{ m}\sim 0.08\text{ m}$ 。即只要基桩砼有 0.1 m 长度的异常,声波透射法就可将它发现并检测出来。由此可见,声波透射探头(包括发射探头和接收探头)的频率愈高,分辨率就愈好。但是,声波透射探头的频率过高,又会引起声波能量衰减增大,声波透射法的穿透能力就会变小,从而限制了声波透射法的检测范围。因此,选择声波透射探头(包括发射探头和接收探头)的

频率显得尤为重要。

2 声波透射法应注意的问题

声波透射法在检测大直径灌注基桩中,应对各个环节严加注意,稍有疏忽,都会对检测的结果造成严重影响:影响对基桩质量的判断,甚至形成错判。这里列举几个应该注意的问题。

2.1 检测前应对声波检测管进行试探性检查

在大直径灌注基桩工程中,由于灌注基桩较长、直径又大,尤其是桥桩,必须要求浇灌砼要多浇灌 1 m 长,然后再破桩,把桩头打掉。声波检测管通常是埋在桩基中,稍不注意,都会在声波检测管中夹有异物,这将影响检测探头放到桩底,而且很容易把检测探头夹在管中,无法提起来,造成不必要的损失。所以在声波透射检测之前,应对声波检测管进行试探性检查。

我们采用的方法是:在声波透射检测前,将声波检测管上部盖子割开,在声波检测管中注满清水,用试用探头(比实际探头稍长,直径稍大的钢筋,用钢丝小绳系上,最好用多股军用被复线)通到管底,若试用探头不能放在管底,可应用钢筋透,直到能放到管底为止。

2.2 检测时提升探头要同步

声波透射法在检测大直径灌注基桩中,常采用水平同步法,点距采用 0.25 m 。在检测中,因钢

不一定在水平面上,因此不能以钢管口为基准。通常在钢管附近以基桩钢筋上的某一高度为基准。为防止累积误差,两测点即 0.5 m 校准一次。最后测到桩顶时,再把探头提出管外,看三个探头是否在同一高度,若发现有误差,应重新测试。

现以两声波检测管距离 1 m 为例,若同步提升时,有一个探头少提一次(即 0.25 m),那么这个探头的剖面便成为斜测。距离加大 0.031 m,以 4 000 m/速度计,时间加长 7.75 μ s 这个斜测和水平同步测试有明显区别。不但时间加长,而且波幅明显变小,在测试结果的曲线上出现明显的异常。若发现测试结果有异常,应对探头是否同步进行仔细检查,否则会对基桩质量作出错误判断。

2.3 声波检测管应使用无缝钢管

声波透射法对声波检测管的质量要求比较高,它已作为一种声波传播介质,它的材质好坏直接影响到声测结果。

因使用塑料管比较经济,在基桩低应变动力检测规程规范中,认为可以使用塑料管作为声波检测管。我们在检测中发现,由于塑料管并非是弹性材质,加上砼凝固时发热使塑料变形,因而对声波检测结果影响很大。如四川某高楼基桩用塑料管作声波检测管,其检测结果(如图 1 所示)在 2~3 剖面见不到波形。由于该楼是高层(18 层),桩体又是在要害部位(角上),故在该剖面上经钻孔取芯验证,桩体砼非常完整,且桩体嵌入基岩非常好,桩底无沉渣。显然,造成这种现象是将塑料套管用作声测管所引起的。

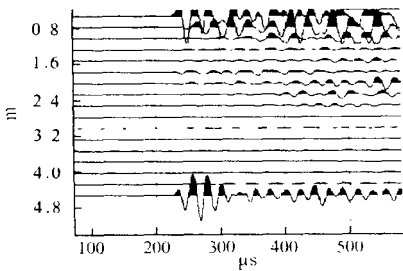


图 1 四川一高楼(66#桩)用塑料声波检测管所测波形图
Fig 1 The sonic wave in detecting the pile using the plastic sonic tube in same building of Sichuan province

此外,声波检测管若用有缝钢管,当焊接面正好在检测部位时,也会给检测带来影响。因此,若是大型工程,如桥基,最好采用无缝钢管作声波检测管,以免给检测带来一些麻烦。一般建筑声波检测管若用有缝钢管,可把焊接面朝向非测剖面。管与管之间的接头若用焊接连接,声波透射测试时在

焊接连接处也会发现异常,此时可用管长为协助判断。

2.4 声波检测管倾斜的影响

在施工中,因声波检测管没能牢固地系在钢筋笼上,就会发生声波检测管严重倾斜。由于管间距离的改变,声时、声速、声幅参数都会发生较大变化,用这些参数无法判断基桩的质量。因 $k \cdot dt$ 判断不受声波检测管倾斜的影响,所以,可用 $k \cdot dt$ 来判断基桩质量,再结合观测剖面波形,对基桩质量作出判断。图 2 是某工程基桩声波检测管倾斜测试的结果。由图 2 可看出,波速曲线上的波速值已超过 5 000 m/s 声时值变小,声幅值也很乱,所以波速值和声幅值都无法来判断基桩的质量,但在 $k \cdot dt$ 曲线上却无异常。在这种情况下,只能借助于 $k \cdot dt$ 判断不受声波检测管倾斜影响的特性,来判断基桩质量。结合观测剖面波形,在剖面上波形都很完整,未发现异常,故判断该基桩质量合格。

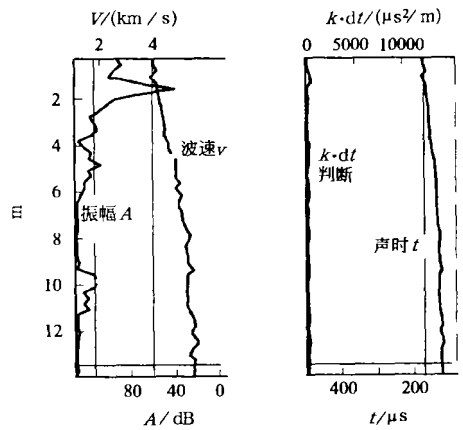


图 2 3#桥桩声波检测管严重倾斜的检测结果
Fig 2 The detecting results of the dip sonic detecting tube in the No 3 pile of same bridge

2.5 声幅参数作为判据的讨论

因声幅比声速对缺陷反映更灵敏,据基桩低应变动力检测规程,声幅值以衰减器的衰减量 q 表示,可采用接收信号能量平均值一半作为判断缺陷的临界值,声幅判断临界值 q_l 有下列关系

$$q_l = \mu_q - 6 \quad (1)$$

$$\mu_q = \sum_{i=1}^n q_i / n \quad (2)$$

式中 μ_q 为衰减量平均值 (dB); q_i 为第 i 个测点的衰减量 (dB); n 为测点数。

规程中指出,对超载临界值应进行分析与判断。在实际中,由于桩身材料的不均匀,在桩底有少量沉渣,桩顶有少量泡浆等都会严重影响声幅值,若只依据声幅值来判断是非常困难的。此时应

利用声时、声速和 $k \cdot d$ 来综合判断, 声幅值仅作为参考。在工作中, 我们发现大企业, 如铁道工程局用泵送砼和使用商品砼浇灌的大直径灌注基桩, 基桩的砼比较均匀, 用声波透射法检测大直径灌注基桩时, 声幅值可用作判断依据。一些小企业浇灌的大直径灌注基桩, 砼极不均匀, 声幅值无法用作判断依据。

2.6 声测管应埋至桩底

由于桩底沉渣直接影响了基桩质量, 有的单位在施工中声测管距桩底 50 cm, 这样无法检测桩底沉渣, 应引起施工单位注意。四川某大桥桩基检测中, 30-1# 桩底声波透射三个剖面都未见到波形, 怀疑桩底沉渣太厚, 后加密测点, 点距为 0.05 m, 确认桩底沉渣厚度有 30 cm 以上。这会导致桥不均匀沉降, 施工方用空压机清洗桩底, 用高压泵灌浆, 再进行检测, 桩底得到改善。检测桩底沉渣波形及桩底经清洗灌浆后的检测波形见图 3。

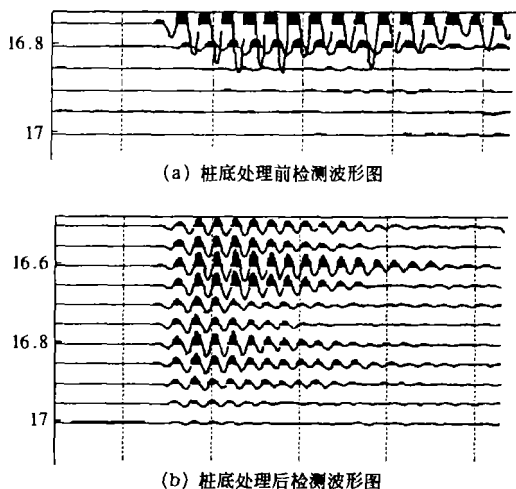


图 3 桩底有沉渣处理前后检测波形图
Fig 3 The sonic wave of sediment at the bottom of the pile before treatment and after treatment of the pile

2.7 大直径灌注桩桩顶的检测

由于大直径灌注基桩桩顶已接近空气, 破桩时又会使砼松散, 若不破桩, 桩顶会有泡浆, 这些因素都会影响到大直径灌注基桩桩顶的检测。如果是桩顶砼夹泥, 会影响砼质量。此时, 应与上面介绍的几种情况区别开来, 作出正确判断。图 4 是四川某桥基桩检测到桩顶的波形。声速平均值 v_p 和标准差 σ 按下式计算

$$V_p = \frac{\sum V_i}{n} \quad (3)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{(\sum V_i^2 - nV_p^2)}{(n-1)}} \quad (4)$$

式中 V_i 为第 i 点声值; n 为参与统计的测点数。

根据声速平均值 V_p 和标准差 σ , 可计算出判定桩身无缺陷的临界值 (声速平均值 V_p 和二倍标准差 σ 之差), 凡是声速小于临界值的可认为是异常, 据此可判断距桩顶 0.55 m 深度砼松散。为保证工程质量, 作出破桩到距桩 0.75 m 的决定。在另一工地, 检测发现桩顶砼松散, 这是由于由于砼不足, 桩顶浇灌砼多浇灌长度不够 (一般桩砼要多浇灌 1 m 长)。因此, 桩顶的检测要特别小心谨慎, 否则会把问题工程留在施工过程中, 给工程质量带来隐患。

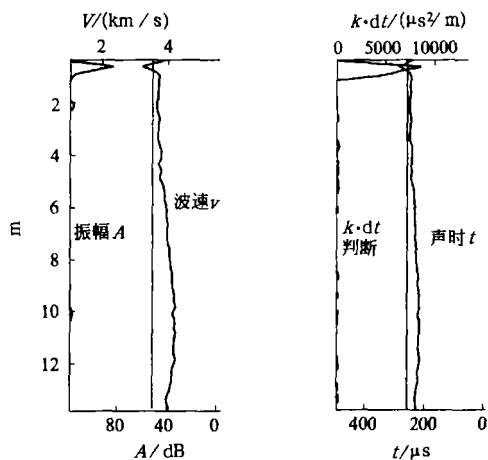


图 4 16# 桥桩桩顶有缺陷的检测结果
Fig 4 The detecting results of the pile effects at the top of the No. 16 pile

3 结论

声波透射法检测大直径灌注基桩的分辨率为 0.1 m 左右。在本文中所讨论的声波透射法检测大直径灌注基桩施工中和检测中应以十分重视, 否则将直接影响到对大直径灌注基桩质量的判断, 造成错判的结果, 或者给检测工作带来不必要的损失, 防止给工程质量带来隐患。

参考文献:

- [1] JGJ/T93-95. 基桩低应变动力检测规程 [S]. 1995.
- [2] 傅唯一. 声波透射法在大直径灌注桩检测中的应用 [J]. 勘察科学技术, 2003, (5): 53.
- [3] W. 塞托·金树武, 译. 声学原理概要和习题 [M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1985.

作者简介: 傅唯一 (1940-), 男, 副教授, 注册土木 (岩土) 工程师, 长期从事工程物探和岩土工程测试的教学和研究工作。

ples that multi-interpretation exists in analysis of the dynamic testing data of pile as well as geophysical exploration data. Total analysis of the data will be improved by matching practical data and theoretical curve so that the difficulty will be eliminated. It is showed by theoretical calculation in paper [5], when testing torsional wave the interference will be greatly eliminated. From this point of view, it is also testified that using both longitudinal wave and shear wave is one of the developing orientation in dynamic testing of pile.

Key words: pile; low strain dynamic testing; longitudinal wave; transverse wave; short-range multi-reflection wave

THE RESOLUTION AND SOME NOTABLE PROBLEMS IN THE TESTING OF THE LARGE DIAMETER CAST-IN-PLACE PILE BY THE CROSSHOLE SONIC LOGGING

FU Weiyi¹, LI Yingyong², XIONG Jun² (1. College of Information Engineering, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China; 2. Sichuan Geology Engineer Test Institute, Chengdu 610059, China). COMPUTING TECHNIQUES FOR GEOPHYSICAL AND GEOCHEMICAL EXPLORATION, 2005, 27(4): 0306

This paper discusses the resolution of the cross-hole sonic logging and with the real cases in engineering also illustrates some notable problems in the testing of the large diameter cast-in-place pile or else the mistake testing results will have been done and the needless lost will have been happened.

Key words: the resolution of the crosshole sonic logging; large diameter cast-in-place pile; the method of a same level; plastic tube; bottom sediment of a pile

STUDY ON GEOMETRY EFFECT OF THE γ -RAY INTENSITIES IN THE ATMOSPHERE OF THE DENSE BUILDING AREA

ZHANG Qingxian, GE Liangquan, LIN Yanchang (Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China) COMPUTING TECHNIQUES FOR GEOPHYSICAL AND GEOCHEMICAL EXPLORATION, 2005, 27(4): 0309

The relationship between the γ -ray intensities in atmosphere and the concentration of radioactive ele-

ments in soil and the materials of buildings has been established in this paper based on the theories of the interaction of radiation with matter. The influence of different geometry condition on the γ -ray intensities has also been discussed. A good agreement between the theoretical and experimental results has made. The distribution character of radioactivity in a residential area has been investigated.

Key words: γ -ray intensity; geometry effect; radioactivity level

APPLICATION OF X RAY FLUORESCENCE ANALYSES METHOD TO GEOCHEMICAL EXPLORATION

WU Jianping¹, XU Xiangcheng², WANG Yidong¹ (1. College of Applied Nuclear Technology and Automation Engineering in Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China; 2. Sichuan Bureau of Mineral Exploration and Development Deyang 618000, China) COMPUTING TECHNIQUES FOR GEOPHYSICAL AND GEOCHEMICAL EXPLORATION, 2005, 27(4): 0313

This paper shows the application of X Ray Fluorescence technology to the general geochemical prospecting in Poanzuobi region of Litang County, Sichuan Province. The Sn, Pb and Ag anomalies delineated with the technology have been identified by trenching. It comes to a conclusion that the X Ray Fluorescence technology is a fast economic and efficient geochemical exploration method.

Key words: X ray fluorescence in-situ measurement; geochemical anomaly; stream sediment

DEVELOPMENT AND APPLICATIONS OF THE ON-LINE ANALYSIS SYSTEM BASED ON PGNAAL TECHNOLOGY

HE Lingli, TUO Xiangguo, MU Ke-liang, ZENG Yi, LI Xiangyang (College of Information Engineering, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China) COMPUTING TECHNIQUES FOR GEOPHYSICAL AND GEOCHEMICAL EXPLORATION, 2005, 27(4): 0317

In recent years with the development of nucleus detection and analysis the technology of on line PGNAAL has made a rapid progress and shown prodigious development potential and amplitude market prospect. It has been widely used to on line analyse the ele-