

超声波透射法在混凝土灌注桩检测中的应用

蔡 裕 恩

(广东省地质物探工程勘察院 , 广东 广州 510800)

摘 要 : 简述了超声波测桩技术的基本原理 , 介绍了使用康科瑞公司生产的 NM-4A 非金属超声检测分析仪进行混凝土灌注桩实测中的应用效果 , 分析了影响判断桩基质量的因素及应注意的若干问题。

关键词 超声波 混凝土灌注桩 桩基质量检测

中图分类号 : P631.4 ; TU473.1 文献标识码 : A 文章编号 : 1000 - 8918(2005)03 - 0276 - 03

在现代建设工程中 , 混凝土灌注桩的应用越来越广泛。由于灌注桩是隐蔽工程 , 无法从外观进行检查 , 而灌注桩由于施工条件差或控制不严 , 成桩后桩身可能存在缩颈、夹层、孔洞、蜂窝、离析、沉渣等有害缺陷 , 从而影响桩身的完整性和单桩的承载能力。因此 , 灌注桩的质量检验就成为突出问题。目前对灌注桩普遍采用无破损检测法(包括低应变反射波法和超声波透射法)。由于低应变反射波法的检测盲区所限 , 在试桩过程中还受若干不可避免的客观因素影响 , 因此它的检测相对准确程度不够高。超声波透射法能直观而准确地检测出桩内混凝土的内部缺陷 , 并能对混凝土灌注桩均匀性作出评价 , 是当前混凝土灌注桩检测技术的重要方法之一。

1 基本原理

超声波透射法检测桩身结构完整性的基本原理是 : 由超声脉冲发射源在混凝土内激发高频弹性脉冲波 , 并用高精度的接收系统记录该脉冲波在混凝土内传播过程中表现的波动特征 , 当混凝土内存在不连续或破损界面时 , 缺陷面形成波阻抗界面 , 波到达该界面时 , 产生波的透射和反射 , 使接收到的透射能量明显降低 , 当混凝土内存在松散、蜂窝、孔洞等严重缺陷时 , 将产生波的散射和绕射 , 根据波的初至到达时间和波的能量衰减特征、频率变化及波形畸变程度等特性 , 可以获得测区范围内混凝土的密实度参数。测试及记录不同侧面、不同高度上的超声波动特征 , 经过处理分析就能判别测区内混凝土内部存在缺陷的性质、大小及空间位置。

2 测试技术

在基桩施工前 , 依基桩的大小预埋一定数量的

声测管(一般采用钢管或镀锌管 , 底端封闭、顶端加盖) , 作为换能器的通道。测试时每 2 根声测管为一组 , 声测管内注满清水 , 通过水的耦合 , 超声脉冲信号从一根声测管中的换能器发射出去 , 在另一根声测管中的换能器接收信号 , 测定有关参数并采集记录储存。发、收换能器同步向上以 0.1 ~ 0.2 m 的点距提升进行检测 , 遇到异常时加密测点。

3 资料分析及基桩质量评判

检测执行《建筑基桩检测技术规范》(JGJ106-2003) 中有关声波透射法规定及广东省建设工程质量监督检测总站有关规定进行 :

(1) 桩身缺陷以声速临界值、波幅临界值以及 PSD(斜率法) 判据进行综合判定。PSD 值 K_t 按下式计算 :

$$K_t = K \cdot \Delta t \quad K = \frac{t_{ci} - t_{ci-1}}{z_i - z_{i-1}} \quad \Delta t = t_{ci} - t_{ci-1}$$

式中 t_{ci} 为第 i 测点声时 , t_{ci-1} 为第 $i-1$ 测点声时 ; z_i 为第 i 测点深度 , z_{i-1} 为第 $i-1$ 测点深度。

(2) 桩身均匀性按声速离散系数 C_v 分为 A ~ D4 级(表 1)。

表 1 声速离散系数级别

混凝土匀质性等级 $C_v/\%$	A	B	C	D
	<5	$5 \leq C_v \leq 10$	$10 \leq C_v < 15$	$C_v \geq 15$

(3) 根据桩身混凝土的均匀性 , 是否存在缺陷以及缺陷的严重程度 , 将桩身的完整性按 4 类划分 : I 类桩桩身完整或基本完整 ; II 类桩桩身有轻微缺陷 , 不会影响桩身结构承载力的正常发挥 ; III 类桩桩身有明显缺陷 , 对桩身结构承载力有影响 ; IV 类桩 : 桩身存在严重缺陷①。

4 实例及应用效果

本次检测采用北京康科瑞公司生产的 NM-4A 非金属超声检测分析仪,CH-4 型声波换能器。

图 1 为广州市沙河某学院桥梁工程 2 号桩的 3 条声时、幅度曲线,设计桩径为 $\varnothing 1.5\text{ m}$,桩长 25 m,混凝土强度等级为 C25 的钻孔灌注桩,桩端持力层为中等风化花岗岩。

根据声波透射法检测结果 2 号桩 1-2、1-3 剖面在 22.2 m 以下声速、波幅均低于临界值 2-3 剖面由于受声测管不平行的影响,声速未低于临界值,但波幅低于临界值,根据声速临界值、波幅临界值以及 PSD 判据(K_t 曲线)进行综合判定,该桩在 22.2 m 以下有明显缺陷,另外 1-3 和 2-3 剖面在 2.0 ~ 3.3 m 处有轻微缺陷,综合判定 2 号桩为Ⅲ类桩。

2 号桩经钻芯法检验:桩身 2.1 ~ 3.3 m 处混凝土胶结稍差,存在较多的气孔(直径 5 ~ 13 mm);桩身 22 m 以下混凝土胶结较差,松散、离析、局部夹泥,桩底沉渣 0.31 m,该桩不满足设计要求。该桩最后采用高压注浆补强处理。图 2 为广州市天河侨

燕阁某幢商住楼 67 号桩的 3 条声时、幅度曲线,设计桩径为 $\varnothing 1.8\text{ m}$,桩长 18.2 m,混凝土强度等级为 C30 的人工挖孔灌注桩,桩端持力层为微风化花岗岩。

根据声波透射法检测结果 67 号桩 1-2 剖面在 12.0 ~ 15.6 m 及 17.4 ~ 18.2 m 处有轻微缺陷,1-3 剖面 6.4 ~ 15.8 m 处有明显缺陷,2-3 剖面 10.2 ~ 15.4 m 处有明显缺陷,3 个测试剖面混凝土匀质性等级均为 D,根据声速临界值、波幅临界值以及 PSD 判据进行综合判定该桩为Ⅲ类桩。并建议对 67 号桩进行钻芯法检验,进一步确定缺陷的类型。后经钻芯法检验(布置 3 个孔):桩身 6.4 ~ 9.7 m 处混凝土胶结较差,局部松散、离析,存在较多的气孔(直径 4 ~ 10 mm),桩身 10.2 ~ 15.8 m 处混凝土胶结较差,离析、局部夹泥,12.8 ~ 15.5 m 段混凝土芯有沟槽或呈蜂窝状,宽 3 ~ 12 mm,深 15 ~ 30 mm,桩底与持力层基本接触,接触面含尼龙袋碎片,桩身混凝土饱和单轴极限抗压强度不满足设计要求。该桩最后采用高压注浆补强处理。

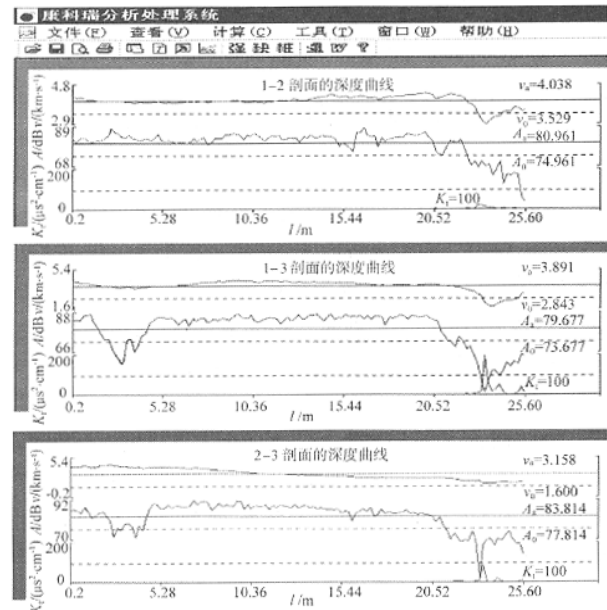


图 1 某桥梁工程 2 号桩的 3 条剖面曲线

5 检测中应注意的若干问题

(1)综合判据的重要性①。各单个声参数一般来说都能反映缺陷的存在,但它们又各有其特点和局限性,同时,各声参数都受到外界条件的影响而有一定的误差。将各种声参数综合起来可以减少其局限性和误差,提高判断的准确性。

(2)管斜的影响。当声测管不平行时,各种判据均会出现不同程度的漏判或误判,此时 PSD 判

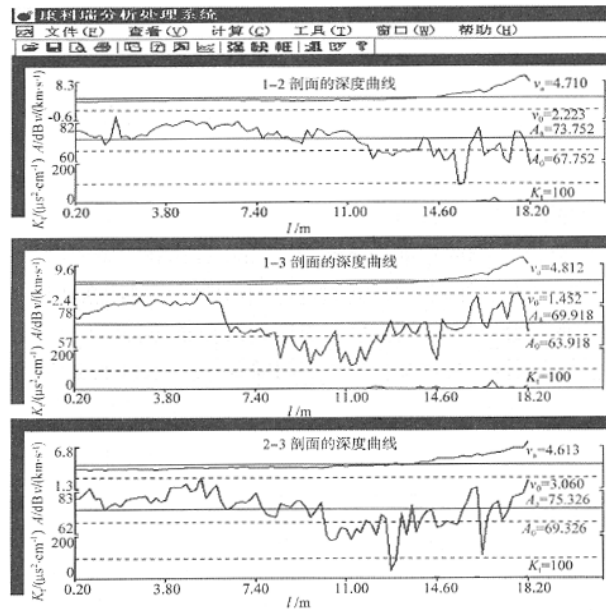


图 2 某商住楼 76 号桩的 3 条剖面曲线据、波幅(衰减量、比声速对缺陷反应更灵敏)表现较好,检出率高,而波幅、频率基本不受管斜影响,比较稳定,能反映缺陷的存在与否(2 号、67 号桩就是典型的检测实例)。

(3)PSD 判据。PSD 判据必须与其它判据相结合使用,否则会产生漏判或误判。

① 吴慧敏. 超声波检测技术. 广东省建设工程质量安全监督检测总站动力试桩培训班,广州 1998.

(4)声测管接头的影响。声测管接头(焊接)对测试影响表现为:振幅骤减,声时增大。只要有1个测点,就会影响2个检测面;另外,声测管建议采用丝扣接手连接,避免电焊留下焊渣影响探头在声测管内畅通。

6 结语

随着社会的不断发展,高层建筑越来越多,大直

径混凝土灌注桩得到广泛应用,作为基桩无损检测的超声波透射法,能直观而准确地检测出桩身混凝土的内部缺陷,是当前混凝土灌注桩检测技术的重要方法。

参考文献:

[1] (JGJ 106-2003)《建筑基桩检测技术规范》[S].
[2] 吴庆曾.论基桩完整性检测技术[J].物探与化探.2000,24(4):284-295.

THE APPLICATION OF ULTRASONIC TRANSMISSION METHOD
TO THE TEST OF BORED CONCRETE PILE

CAI Yu-en

(Geological & Geophysical Engineering Exploration Institute of Guangdong Province ,Guangzhou 510800 ,China)

Abstract : This paper has described basic principles of the ultrasonic transmission testing technique ,described the result of the test on the basis of some examples ,and pointed out some problems to which proper attention should be paid in the test.

Key words : ultrasonic method ,bored concrete pile ,quality test of pile foundation

作者简介:蔡裕恩(1970-),男,工程师,广东丰顺人,1990年毕业于赣州地质学校物探专业,1997年毕业于中国地质大学武汉地质管理干部学院建工系岩土工程专业,现从事工程物探及基桩检测工作,发表论文数篇。

· 读者来信 ·

关于《瞬态面波和地震折射法在隧道勘察中的综合应用》一文的讨论

《物探与化探》编辑部:

贵刊于2004年第6期第557~560页刊登了唐世庚、陈燕、梁志文、薛桂花合写的《瞬态面波和地震折射法在隧道勘察中的综合应用》一文,我们多次阅读和学习,并进行了讨论,受益匪浅。现就文中的某些问题做一讨论,供大家参考。

(1)文中图3所标岩体不同风化层的弹性参数见表。

风化程度	$v_s/(m \cdot s^{-1})$	$v_p/(m \cdot s^{-1})$	v_p/v_s	泊松比 μ
全风化层	313	498	1.59	0.174
强风化层	414	1885	4.55	0.475
中风化层	577		3.27	0.448
弱风化层	717		2.63	0.415
未风化层	901	3380	3.75	0.462

注:表中横波速度由瑞雷波速度近似而得,泊松比计算公式为

$$(\frac{v_p^2}{v_s^2}-2v_s^2)/(2(v_p^2-v_s^2))$$

由表可知,全风化层~未风化层的 v_p/v_s 和泊松比 μ 的变化规律与我们的工程经验相悖,即①全风化层或第四系地层的纵、横波速度比以及泊松比的变化范围一般为 $2.5 \leq v_p/v_s \leq 10$, $0.38 \leq \mu \leq 0.49$;②未风化层或新鲜基岩的纵、横

波速度比以及泊松比的变化范围一般为 $1.6 \leq v_p/v_s \leq 2.0$; $0.22 \leq \mu \leq 0.33$ 。我们分析后认为出现上述矛盾的结果可能是面波的计算出现问题,因为地震折射解释利用的是初至波,所以该成果应该是准确的。另外,在测区,有条件时应尽量做地震测井或P-S测井,以便校正瑞雷波勘探或折射勘探解释参数。

(2)结束语中第(2)项说明,道间距不能过大,一般不宜大于5m,否则易产生假频现象。我们认为道间距的选取考虑震源的频率和仪器系统的固有频率,当频率很低时道间距大些也可获得较好的探测结果。

参考文献

[1] 王振东.浅层地震勘探应用技术[M].北京:地质出版社,1988.
[2] 杨成林.瑞雷波勘探[M].北京:地质出版社,1993.
[3] 曾校丰.面波勘探及其在沙漠地区表层地质结构调查中的应用[J].现代地质,2001(1).

中水北方勘测设计研究有限公司

刘康和

2005-04-05