

高应变动力试桩法检测桩的完整性

郭生浦

许均良

(广东华南工程物探技术开发总公司, 广州 510080)

(广东省交通厅工程质量监督站)

摘 要 高应变动力试桩法采用数吨重锤锤击, 同时实测了桩顶的力信号和速度信号, 具有高的信噪比。检测中, 一般均能获得可靠的桩底反射及缺陷位置的反射, 从而对桩的完整性作出准确评价。对于预应力管桩和钢桩, 由于其纵波波速变化较小, 故所得的桩身缺陷位置及其完整性评价相当准确; 对于钻孔灌注桩, 由于桩纵波波速浮动较大, 所获结果有一定误差。

关键词 高应变动力试桩法; 桩基完整性检测; 桩底反射

分类号 TU473.16; TU413.4

1 基本原理

用重锤锤击桩顶, 就会产生应力波并沿桩身向下传播。传播过程中, 当应力波遇到波阻抗反射界面时就会产生反射。根据桩顶实测的力信号和速度信号的反射特征以及反射波的双程旅行时, 即可定性判断缺陷类型、求出缺陷深度^[1]。根据实测的速度和力信号, 还可利用公式(1)~(4)得到桩基完整性检测的一个半定量结果。其判别标准如表1。

$$\beta = [FD(t_1) - \Delta R + FU(t_x)] / [FD(t_1) - FU(t_x)] \quad (1)$$

$$FD(t_1) = [F(t_1) + Z \cdot v(t_1)] / 2 \quad (2)$$

$$FU(t_x) = [F(t_x) - Z \cdot v(t_x)] / 2 \quad (3)$$

$$Z = A \cdot E / c \quad (4)$$

上述式中: t_1 为速度第一峰对应的时刻, s; t_x 为缺陷反射峰对应的时刻, s; ΔR 为缺陷以上部位土阻力的估计值, N; $F(t_1)$, $F(t_x)$ 分别为 t_1 , t_x 时刻的实测力, N; $v(t_1)$, $v(t_x)$ 分别为 t_1 , t_x 时刻的实测速度, m/s; A 为桩身横截面面积, m^2 ; E 为桩身的杨氏模量, Pa; c 为桩身的桩纵波波速, m/s,

2 应用实例

2.1 预应力管桩中的应用

实例1 高应变动力试桩法在某大桥14号桩上的检测结果^[2]。该桩外径600mm, 内径360mm, 桩长34m。取桩纵波波速为4100m/s, 据时—深转换, 速度曲线(虚线, 为速度和波阻抗的乘积, 下同)在34m处存在明显的同相反射, 对应的力曲线(实线, 下同)存在明显的拉应力反射。该处(第2条纵虚线位置)判为桩底反射位置。该桩 β 值为1.0, 为完好桩^[2]。

1996年12月30日收稿, 1997年2月17日改回。

第一作者简介: 郭生浦, 男, 1967年出生, 硕士, 工程师, 工程物探专业。

实例 2 某大桥 T-4 号桩的实测结果见图 1。该桩桩径同例 1，桩长为 39.7m。取波速为 4 100m/s，据时—深转换，24.9m 处（第 2 条纵虚线位置）速度曲线上存在明显的同相反射，对应力曲线上存在明显的拉应力反射， β 值为 0.38。判该桩传感器下 24.9m 处为断桩。

实例 3 高明市某工地 6-4 号桩上的实测结果^[2]。该桩外径 400mm，内径 200mm，传感器以下桩长为 30.9m。自上而下，第 1 节管为 1.9m，第 2 节管为 11m，第 3、第 4 节管均为 9m。取波速为 4 100m/s，据时深转换，速度曲线在 30.9m 处（第 3 条纵虚线位置）存在明显的同相反射，对应的力曲线则存在明显的拉应力反射，判为桩底反射。第 2 条纵虚线位置为一缺陷位置。该处曲线形态同桩底反射， β 值为 0.84，属轻微缺陷。该处的时—深转换值为 13m。对比打桩记录，此处正好对应第 2 个接头位置。观察速度曲线，还可发现另一个类似的同相反射，它刚好位于第 2、第 3 条纵虚线的中间。据时—深转换，该缺陷位置为传感器下 22m，正好对应 2 个 9m 管的连接处。同上个缺陷，该缺陷也为接头处焊接质量欠佳造成的轻微缺陷。

由上可知，对于预应力管桩，高应变法不仅可以准确地判定缺陷位置，而且还可以定量地给出缺陷的严重程度，是一种完整性检测的有效方法。

2.2 钢桩中的应用

实例 4 图 2 为某钢桩的检测实例。该桩为 H 型钢桩，桩长 29m。取波速为 5 120m/s^[2]，则第 2 条纵虚线位置为桩底反射位置。该桩 β 值为 1，为完整桩。

表 1 桩身完整性评价

Table 1 Evaluation of pile's integrity

β 值	$\beta=1.0$	$0.8\leq\beta<1.0$	$0.6\leq\beta<0.8$	$\beta<0.6$
完整性程度	完好桩	轻微缺陷桩	明显缺陷桩	断桩

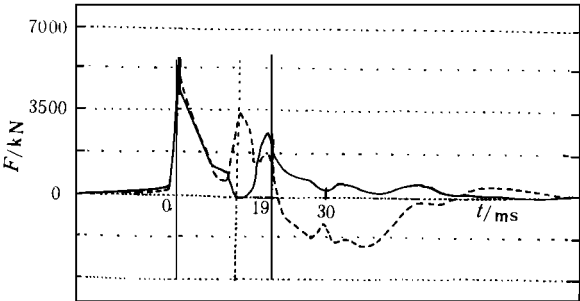


图 1 T-4 号桩实测曲线

Fig. 1 Field curves of pile T-4

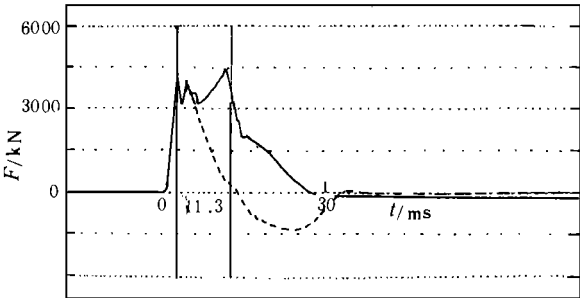


图 2 1 号桩实测曲线

Fig. 2 Field curves of pile 1

实例 5 图 3 为一断桩记录。检测时传感器安装于 3m 的替打上，故该桩（桩和替打相接而成）相当于 3m 处断。第 2 条纵虚线位置的桩底反射明显，其曲线上的锤击脉冲部分，速度曲线远高于力曲线，为一典型的浅部断桩曲线。该桩传感器以下桩长 32.5m（已包括传感器以下的替打部分），桩型同例 4。

2.3 钻孔灌注桩中的应用

实例 6 某桥 206 号桩的实测曲线^[2]。该桩桩径 1.5m，桩长 28m。取波速为 3500m/s，则第 2 条纵虚线位置即为桩底反射位置。该桩 β 值为 1，典型完整桩曲线。

实例 7 图 4 为一断桩实例。该桩桩径 1.5m，桩长 78.5m。取波速为 3300m/s，则 7.4m 处（第 2 条纵虚线位置）速度曲线存在明显的同相反射，对应的力曲线存在明显的拉应力反射。经复测，实测曲线一致。两次检测的 β 值分别为 0.41 和 0.39，判该桩 7.4m 处断。该结果后为抽芯所验证。

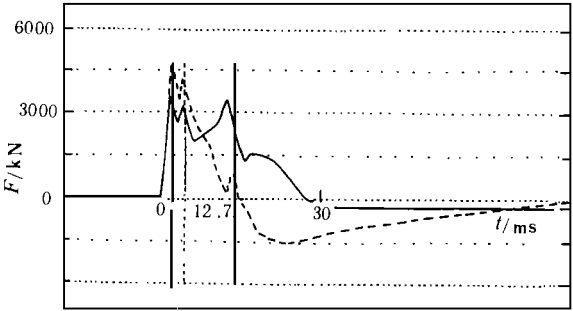


图 3 14 号桩实测曲线

Fig. 3 Field curves of pile 14

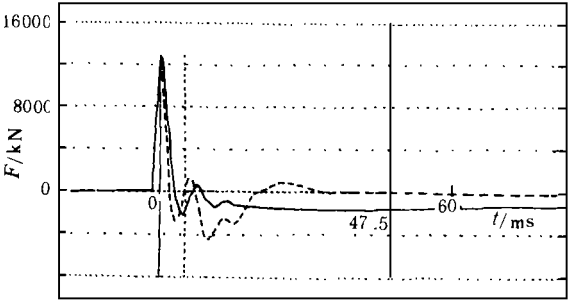


图 4 某桥 1 号桩实测曲线

Fig. 4 Field curves of pile 1

3 结 论

- (1) 高应变动力试桩法采用数吨重锤锤击，同时实测了桩顶的力信号和速度信号，一般均能获得可靠的桩底反射及缺陷位置的反射，是一种桩基完整性检测的有效方法。
- (2) 预应力管桩检测中，由于桩纵波波速变化较小，故所得的缺陷位置相当准确。对于钻孔灌注桩，由于桩纵波波速浮动较大，故求出的缺陷位置有一定误差。
- (3) 钢桩的缺陷位置只能定性为浅部，而不能类似于预应力管桩、钻孔灌注桩所举实例给出定量判断。这并非钢桩中的应力波波速变化范围比其它两类桩大，而是缺陷埋深小，高应变法锤击脉冲相对过宽所致。一般来说，钢桩的应力波波速十分稳定，为 5120m/s，应用它，可获得比预应力管桩、钻孔灌注桩检测中更为准确的结果。

参 考 文 献

1 徐攸在, 刘兴满. 动力测桩新技术. 北京: 中国建筑工业出版社, 1989. 279~313
2 郭生浦, 刘永翔, 朱广林. 高应变动力试桩法检测桩长. 桂林工学院学报, 1996, 16 (2): 162~166

PILE'S INTEGRITY TESTING BY MEANS OF
HIGH-STRAIN DYNAMIC TESTING

Guo Shengpu

(Guangdong South China Engineering Geophysics Technology Development Co., Guangzhou)

Xu Junliang

(Engineering Superintendence Station of Communications Department of Guangdong Province, Guangzhou)

Abstract A high signal noise ratio of force and velocity can be acquired in the high-strain dynamic testing under the impact of a large hammer. High-strain dynamic testing is an effective method to determine the pile's integrity through the reliable echoes from the toe and the defects. A better result in the testing of the pipe pile or the steel pile than that of the drilled shaft can be given, because the P-wave speed obtained from the pipe pile or the steel pile is more accurate than that from the drilled shaft.

Key words High-strain dynamic testing; pile's integrity testing; toe echo

奇怪的火山

在世界各地分布着很多的火山, 其中大部发喷发时喷出的都是熔岩和浓烟, 但也有不少奇特的火山, 它们喷出的竟是一些稀奇古怪的东西。

冰岛北部的格里姆斯准特火山曾有一次十分罕见的喷发现象。这次喷发持续了两星期。每秒钟从火山口喷射出大约420m³的冰块, 最多时达2000m³。这次喷发所喷出来的冰块总计大约1.3km³。

哈萨克斯坦的科学家在缅布拉克山谷发现了一座喷水的火山。火山口的直径有1000m, 简直成了巧夺天工的巨大喷泉。它周围的各种植物大受其益, 生长得郁郁葱葱。

最为奇怪的要属意大利西西里岛的埃特纳火山, 那是一座喷金的火山。法国科学家小组曾前往那里考察, 探查出这座火山每天约喷出2000克金子和9000克银子, 但可惜的是目前还无法采集。

(贵军斋)