

模型桩动测效果的研究(二)

林 苏 雄

(福州市建筑科学研究所 福州 350009)

(续上期)

2.7 上扩径下缩径组合缺陷桩

其时域波形见图8所示。由图可见，扩径是反相位，缩径是同相位，桩底反射亦很明显，但整个时域波形较复杂。

已知扩径段位置 $L_1 = 5.70 \sim 5.85\text{m}$ ，缩径段位置 $L_2 = 6.85 \sim 7.00\text{m}$ ，其扩径段反射时间 $\Delta t_1 = 0.002894\text{s}$ ，缩径段反射时间 $\Delta t_2 = 0.003516\text{s}$ ，桩底反射时间 $\Delta t = 0.005469\text{s}$ ，则 $V_c = \frac{2L}{\Delta t} = 3657\text{m/s}$ ，根据完整桩波速

$V_c = 3820\text{m/s}$ ，推算扩径位置 $L_1 = \frac{V_c \Delta t_1}{2} =$

5.53m ，推算缩径段位置 $L_2 = \frac{V_c \Delta t_2}{2} = 6.72$

m。

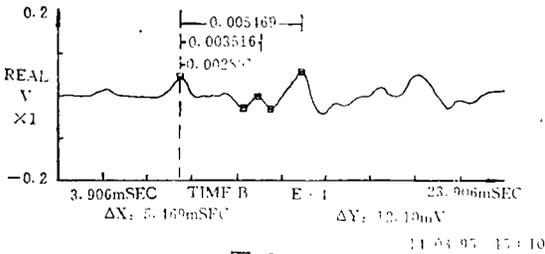


图 8

2.8 上缩径下扩径组合缺陷桩

其时域波形见图9所示。其波形复杂，

但两个缺陷和桩底反射仍很明显。

已知缩径段位置 $L_1 = 3.00 \sim 3.15\text{m}$ ，离析段位置 $L_2 = 4.15 \sim 4.65\text{m}$ ，其缩径段反射时间 $\Delta t_1 = 0.00156\text{s}$ ，离析段反射时间 $\Delta t_2 = 0.00273\text{s}$ ，桩底反射时间 $\Delta t = 0.005467\text{s}$ ，则

$V_c = \frac{2L}{\Delta t} = 3656\text{m/s}$ ，根据完整桩波速 $V_c =$

3820m/s ，推算缩径段位置 $L_1 = \frac{V_c \Delta t_1}{2} =$

2.98m ，推算离析段位置 $L_2 = \frac{V_c \Delta t_2}{2} = 5.21\text{m}$ 。

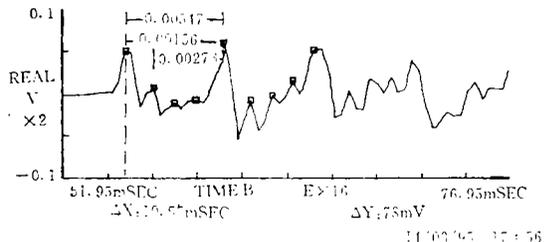


图 9

2.9 上缩径下扩径组合缺陷桩

其时域波形见图10所示。虽然波形复杂，但桩底反射仍很明显。

已知缩径段位置 $L_1 = 3.00 \sim 3.15\text{m}$ ，扩径段位置 $L_2 = 4.15 \sim 4.30\text{m}$ ，其缩径段反射时间 $\Delta t_1 = 0.00156\text{s}$ ，扩径段反射时间 $\Delta t_2 =$

作者简介：林苏雄，男，高级工程师，地基所主任。1964年毕业于北京地质学院，地球物理勘探系。主要从事地基与桩基检测等科研工作。

天坚持在作业现场，有计划地进行跟踪监理。发现问题及时转告承包方予以改正。由于采取了上述措施，问题发现及时，纠正及时，保证了各工序的质量，使测量各工序的工作在受控状态下进行。

(3) 通过召开委托方、承包方和服务方三方联席会议，明确各方的工作职责和工

作关系，起到了协调关系和有关事项的作用。测量期间，三方曾多次召开各种会议，其内容涉及人员设备情况，测区的划分，技术设计书的编写，作业进度计划，施测要求和工作配合等。通过讨论协商，增进了理解加强了联系，促进了工作的开展。

收稿日期：1996-11-06

0.00195s, 桩底反射时间 $\Delta t = 0.005467s$, 则

$$V_0 = \frac{2L}{\Delta t} = 3656m/s, \text{ 根据完整桩波速 } V_0 =$$

$$3820m/s, \text{ 推算缩径段位置 } L_1 = \frac{V_0 \Delta t_1}{2} =$$

$$2.98m, \text{ 推算扩径段位置 } L_2 = \frac{V_0 \Delta t_2}{2} = 3.72$$

m。

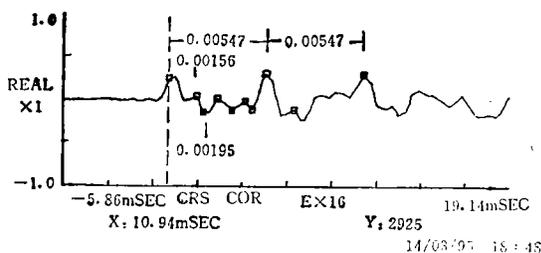


图 10

各类性质的模型桩完整性时域测算结果精度对比, 详见表 1。

表 1 模型桩完整性性质精度对比表

完整性质	桩底反射 时间/ $m \cdot s^{-1}$	测算波速 $/m \cdot s^{-1}$	缺陷反射 时间/ $m \cdot s^{-1}$	缺陷位置		绝对误差 /m	相对误差 $\times 100$
				模 型	测 算		
完整桩	0.005078 0.00539	3824	—	—	—	—	—
全断桩	—	—	0.00352 0.00351 0.00391	7	6.97	-0.03	0.43
浅缩径桩	0.00508	3937	0.00117	3.00~3.15	2.23	-0.77	25.67
深缩径桩	0.00527	3795	0.00352	6.85~7.00	6.73	-0.12	1.75
浅离折桩	0.00547	3656	0.00156	3.00~3.15	2.98	-0.02	0.67
深离折桩	0.00527	3795	0.00352	6.85~7.00	6.73	-0.12	1.75
浅扩径桩	0.00547	3795	0.00156	3.00~3.15	2.98	-0.02	0.67
深扩径桩	0.00527	3795	0.00352	6.35~7.00	6.73	-0.12	1.75
上缩下扩桩	0.00547	3656	0.00156	3.00~3.15	2.98	-0.02	0.67
			0.00273	4.15~4.30	3.72	-0.43	10.36
上扩下缩桩	0.00547	3656	0.00254	5.70~5.85	5.53	-0.17	2.98
			0.00352	6.85~7.00	6.72	-0.13	1.90
上离下缩桩	0.005469	3657	0.002734	5.35~5.85	5.22	-0.13	2.43
			0.003594	6.85~7.00	6.86	0.01	0.14
上缩下离桩	0.00547	3656	0.00156	3.00~3.15	2.98	-0.02	0.67
			0.00273	4.15~4.65	5.21	1.06	25.54

3 各类性质的模型桩频域曲线特征

3.1 完整桩

其传递函数(或导纳)曲线见图 11 所

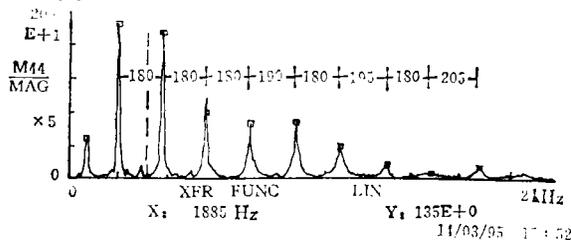


图 11

示。由图可见, 曲线呈连续排列均匀的频峰, 其频峰差基本相等 $\Delta f = 180Hz$, 则测算桩的桩平均波速 $V_0 = 2L \Delta f = 3600m/s$ 。

3.2 完全断桩

其传递函数(或导纳)曲线见图 12 所示。由图可见, 连续排列的几个均匀频峰, 但频差增大。

对于 7m 的断桩, 其平均频差 $\Delta f = \frac{250 + 270}{2} = 260Hz$, 如图 12。对于 3m 断

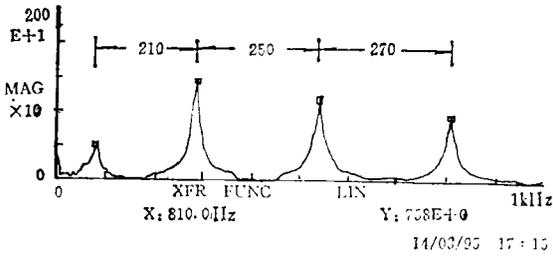


图 12

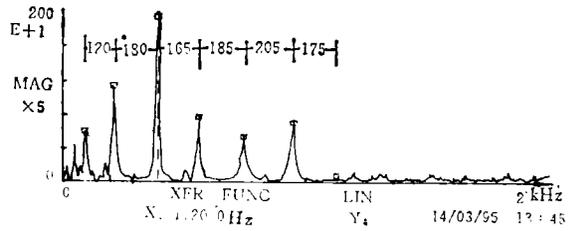


图 16

桩, 其平均频差 $\Delta f = \frac{590 + 640}{2} = 615\text{Hz}$,

如图13。

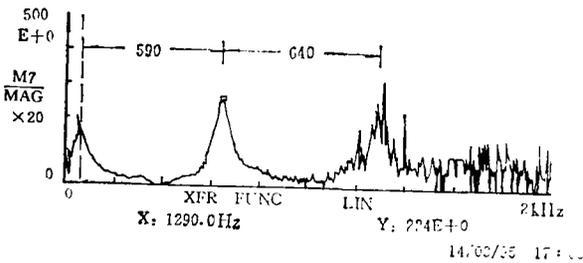


图 13

3.3 缺陷桩(包括缩径、离析、扩径等)

其传递函数(导纳)曲线见图14、15、16所示。由图可见, 各类缺陷桩, 缺陷频峰无反应, 排列均匀的频峰是桩底反射, 类似完整桩频峰特征, 因此很难根据传递函数曲线判断缺陷桩缺陷。

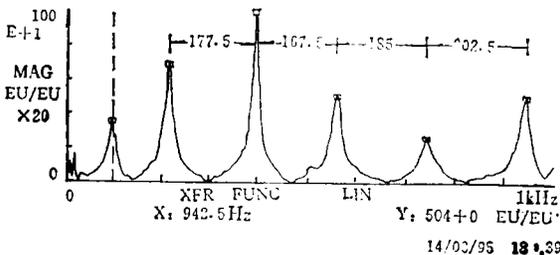


图 14

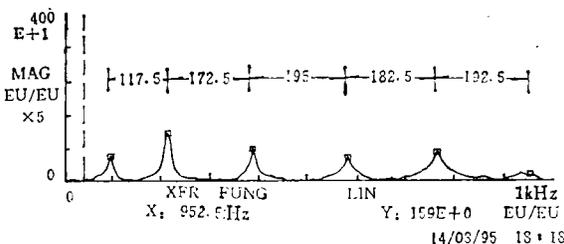


图 15

4 结论与探讨

众所周知, 动测理论复杂、测试技术要求严谨, 因此, 采用模型试验手段是科学研究必不可少的直观方法。模型桩测试研究表明, 对完整桩和各类缺陷桩的动态特征有系统的了解, 这对工程桩的完整性质量检测有很大的实际的意义和指导作用。

现将试验研究认识归纳如下几点:

(1) 完整桩、完全断桩, 其时域波形圆滑、规整, 桩底或断位反射明显, 可根据 $V_c = \frac{2L}{\Delta t}$ 公式测算桩身砼平均波速和桩长或断位; 其频域传递函数(或导纳)曲线, 呈连续均匀、规整的频峰, 频差 Δf 基本相等, 可根据 $V_c = 2L \Delta f$ 公式, 测算桩身砼平均波速和桩长。但测算结果, 频域数据比时域偏小。

(2) 单一缺陷桩(包括缩径、离析、扩径等)时域波形均有清晰桩底和缺陷位置反射, 缩径和离析反射波与入射波形同相位, 扩径反射波与入射波形相位, 应指出的是, 这相位关系是对加速度计而言。测试表明, 深部缺陷反射比浅部缺陷反射明显, 因此, 测算缺陷位置, 深缺陷比浅缺陷的更接近实际位置。有缺陷的桩的砼平均波速降低。

(3) 两个缺陷桩(包括缩径与离析组合, 缩径与扩径组合等), 其时域波形有迭加, 比较复杂, 但仍有反射, 上缺陷比下缺陷反射明显, 测算的缺陷位置偏浅。

(4) 缺陷桩, 其频域传递函数(或导纳)曲线, 呈连续均匀、规整的谐峰, 均反映桩底反射特征, 与完整桩传递函数曲线谐峰排

列特征相近,而中间缺陷频峰没有。这可能与设置缺陷尺寸相对桩规模不够明显,而且与模型桩裸露平卧在地面上,在空气介质中测试,桩底反射讯号比缺陷强所致。这一点,如果在测试中不加以注意,势必造成误判。

(5) 对于小模型桩(长度2.5m),尽管规模小,由于设置的缺陷位置明显合理,又埋在土介质中垂直测试,其传递函数(或导纳)曲线,反映缺陷位置明显,这是由于土介质的阻尼作用,使桩底反射减弱,缺陷反射突出。具体参见《瞬态机械阻抗法在桩完整性检测中的应用》一文。

(6) 测试表明,反射波法波形由于“盲区”的限制,对于浅部缺陷判断效果较差,而且激振时的高频干扰,50周干扰都会影响波形畸变。而瞬态机械阻抗法的传递函数测试正好可以克服这个问题,因此,用机械阻抗法的导纳曲线判断桩身结构完整性比单纯用时域波形判断更可靠,还可以利用测算桩

的导纳值、动刚度值来判断桩身质量和桩的承载能力。笔者认为,综合两个方法,时域波形和导纳曲线判断更为理想。

(7) 使用高档次的动测仪器,不但仪器性能好,测试数据稳定,能对讯号数据进行多功能技术数据处理。如分析加窗问题,对脉冲讯号采用E、F窗为佳,对时域波形讯号还可以作自相关、互相关、功率谱、倒频谱、希尔伯特变换等处理,这样可以有助于明显缺陷、桩底讯号,使判断提高准确性。

参 考 文 献

- 1 《基桩低应变动测规程》(JGJ93-93). 中华人民共和国行业标准, 1994
- 2 徐攸在, 刘兴满. 桩的动测新技术. 北京, 中国建筑工业出版社, 1989
- 3 林苏雄, 陈国尧. 瞬态机械阻抗法在桩完整性检测中的应用. 见桩基工程检测技术. 北京: 中国建材工业出版社, 1993. 9

收稿日期: 1996-01-04

(上接第58页)

场,再按(2)式进行不稳定点的鉴别,就可得到理想的分析结果: 1、2、3点是稳定点,其余点为不稳定点。按(4)式得到不稳定点的实际位移的估值为:

$$\hat{C}_4 = -13.23(\text{mm})$$

$$\hat{C}_5 = -4.55(\text{mm})$$

$$\hat{C}_6 = -7.56(\text{mm})$$

$$\hat{C}_7 = -22.97(\text{mm})$$

$$\hat{C}_8 = -21.61(\text{mm})$$

这一结果是比较符合实际情况的。(7)式检验的结果表明,不稳定点的位移是显著的;(9)式检验的结果表明,变形模型是合理的。

由以上原理介绍及实例讨论,我们可得出以下几点认识。

(1) 应用变形分析通用法是有条件的。当网中多数点无异常,高程变差呈随机

变化时,应用稳健估计原理定义监测网的参考基准可获得较为直观的且符合实际的位移场,有利于网中不稳定点的鉴别。

(2) 当网中半数以上的点有异常,特别当这些点的异常值呈现趋向性时,可在具体分析的基础上,在局部水准点范围内应用稳健估计原理定义监测网的参考系,亦可得到较好的分析结果。

3 结束语

由于本人水平有限,文中错误之处在所难免,欢迎批评指正。

本文在撰写过程中,得到了武汉测绘科技大学张琰、李宝桂老师的悉心指导,在此表示衷心感谢。

参 考 文 献

- 1 陈永奇. 变形观测数据处理. 北京: 测绘出版社, 1988
- 2 李青岳, 陈永奇. 工程测量学. 北京: 测绘出版社, 1993

收稿日期: 1996-11-27