

低应变动测基桩承载力相对位移法初探

蔡若涛 蔡家雄

(湖南物探基桩检测总站 湖南 长沙 410011)

摘 要: 桩土体系受自由落锤冲击后, 桩头所产生的相对位移, 是桩土体系动刚度对作用荷载之间的动力响应。基桩低应变动测中, 采用速度传感器直接测出桩头的相对位移, 在推算单桩竖向承载力时, 有助于降低对桩土体系固有频率测定值的过分依赖, 从而有利于提高单桩竖向承载力推算值的准确程度。

关键词 相对位移 峰峰值 峰峰时 速度积分

中图分类号: P631.4 ; TU47

文献标识码: A

文章编号: 1000-8918(2002)02-0163-02

作者提出的基桩低应变动测相对位移法, 是动力参数法中继频率法、频率初速度法后的分支方法, 简称相对位移法。

1 方法基础

1.1 桩头的相对位移是动荷载的函数

现将自由落锤冲击桩土体系的低应变动测, 看成为一个单自由度体系的运动, 则有方程

$$M \frac{d^2 \Delta}{dt^2} = -k\Delta + P(t), \quad (1)$$

其中, M 为桩土体系质量; k 为弹性刚度; Δ 为质量位移; $P(t)$ 为作用荷载。研究时, 为简化质量位移与动刚度及作用荷载之间关系的讨论, 试将桩头被冲击后产生的相对位移近似地等效质量位移。

由上式可知, 从低应变动测中所测得的桩头位移, 不但与桩土体系质量、落锤冲击时间等众多因素有关, 而且与作用荷载之间的数学关系亦是明确的。

1.2 相对位移法是频率初速度法的延展

频率初速度法中, 单桩竖向承载力推算值与桩土体系固有频率的平方成正比

$$R = \frac{f_0^2 (1 + \varepsilon) W_0 \sqrt{H}}{kv_0} \beta_v, \quad (2)$$

式中, R 为单桩竖向承载力推算值; f_0 为桩土体系固有频率; ε 为碰撞系数; v_0 桩头振动初速度; W_0 为穿心锤质量; β_v 频率初速度调整系数; H 为落锤高度; k 为安全系数。

在冲击振动问题中, 强迫振动角频率 ω , 冲击位移振幅 Δ_0 和桩土体系受冲击后产生的运动速率 v_0

之间有如下关系

$$v_0 = \Delta_0 \times \omega = 2\pi f \Delta, \quad (3)$$

式中, Δ_0 为桩土体系受冲击后产生的相对位移; ω 为强迫冲击振动角频率。(3) 式代入(2) 式则有

$$R = \frac{f_0 (1 + \varepsilon) W_0 \sqrt{H}}{k \Delta_0} \beta_s, \quad (4)$$

式中, β_s 为相对位移法调整系数。(4) 式即是相对位移法的单桩竖向承载力推算值公式。由于(4) 式中以桩头位移 Δ 代替了(2) 式中桩头初速度 v_0 , 因此(4) 式中的 f_0 较(2) 式低了一阶。这是(4) 式与(2) 式的根本差异。

相对位移法中 相对位移参数

$$\Delta_0 = v_0 D_s \quad (5)$$

式中, D_s 为峰峰时。峰峰时是指冲击回弹曲线及其积分曲线上“峰”与“谷”之间的时间间距。两曲线上的峰峰时全等。可由图 1 的实测波形中对第一次冲击振动波形的积分(图 1b) 可看出, 速度曲线的积

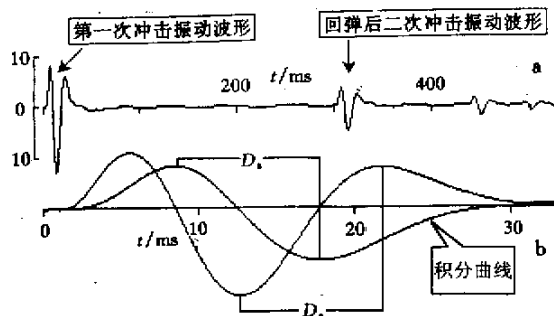


图 1 冲击振动波形实例

a—实测桩头冲击振动曲线 b—将第一次冲击振动展开的振动速度曲线及积分后的位移曲线

分则是位移曲线。

2 检测途径

方法的特点是直接采用速度传感器检测基桩受到冲击后桩头所产生的相对位移。相对位移法的检测途径与频率初速度法类似。一次检测,即可得到相对位移法与频率初速度法的结果。2种方法选取参数仅有一点差异。相对位移法除在冲击回弹曲线上截取峰峰值、回弹时间及频率值外,尚要截取峰峰时 D_s 。 D_s 是桩头产生最大相对位移的时间间隔。

相对位移法优于频率初速度法,可从2方面分析:其一,相对位移法的推算公式中,单桩竖向承载力仅与频率的一次方有关,而频率初速度法中,单桩竖向承载力却与频率的二次方有关。实践中桩土体

系固有频率往往是较难测准的参数。因此,频率的误差往往是频率初速度法的克星。相对位移法对频率误差的敏感性相对要低得多。其二,相对位移法中新增的峰峰时 D_s 参数,是冲击回弹曲线上2个最重要的特征点“峰”与“谷”之间的时间间距。而桩土体系固有频率的测定是根据冲击回弹曲线上,经过掐“头”去“尾”后的一两个完整波形,通过傅氏变换求取的。实践对比表明,从冲击回弹曲线上求取 D_s 的稳定性,明显地优于求取 f_0 的稳定性。

3 应用实例

华盛家园1、2号试验桩,是要求先动测后静载的2根夯扩成孔灌注桩。现将采用相对位移法、频率初速度法及静载后的动静对比结果列表如下。

表1 采用相对位移法、频率初速度法及静载后的动静对比

桩号	桩长/m	桩径/mm	动力参数(速度传感器测定)				动测单桩竖向承载力推算值/kN				静载结果/kN
			峰峰值/ms	相对位移/ μm	峰峰值/mV	频率值/Hz	相对位移法		频率初速度法		
							实测	误差	实测	误差	
1	14.25	480	8.6	24.1	27.9	48.2	1840	2%	2030	13%	1800
2	11.50	480	8.6	24.1	23.3	44.9	2160	7%	2160	7%	2320

对比相对位移法与频率初速度法的动测结果表明,2号桩桩土体系固有频率的测定值较为正常,2种动测方法结果与静载结果的相对误差均为-7%,处于同一测定水平;1号桩桩土体系固有频率的测定值相对偏高,频率初速度法的动测结果与静载结果的相对误差为13%,而相对位移法的动测结果与静载结果的相对误差仅为2%。这一对比,较好地

说明了相对位移法的检测实践,减低了单桩承载力的推算对测准桩土体系固有频率的依赖。

1号桩与2号桩桩径相同,相距不到2m,其工程地质背景理应类同,加之1号桩比2号桩要长出2.75m。按理,1号桩的单桩承载力应大于2号桩,但事实正相反。究其原因,可从三方面逐步分析:其一,由测定2桩的相对位移值对比可见,1号桩的相对位移值较2号桩高出4 μm ,高出比例达20%,可见,两桩桩土体系的动刚度不同,2号桩大于1号桩。其二,由图2中1号桩与2号桩静载试验的E荷载—沉降曲线“缓降段”可看出,有极为明显的差异,1号桩的荷载—沉降曲线“缓降段”缓降梯度远大于2号桩。这一差异,客观地验证了根据相对位移法检测结果所作关于动刚度大小的推理。

3 结语

从相对位移法的提出,概略地讨论了低应变动测中所测得的相对位移与荷载之间的数学关系;从相对位移法、频率初速度法联合使用,分析其间的一致性与差异性,到对比静载后的B荷载—沉降曲线“缓降段”的梯度大小。这些,仅是一些初步探讨。至今,本方法尚未经大量使用。因此,文章仅作为抛砖引玉,盼阅者不吝指正。

(下转封三)

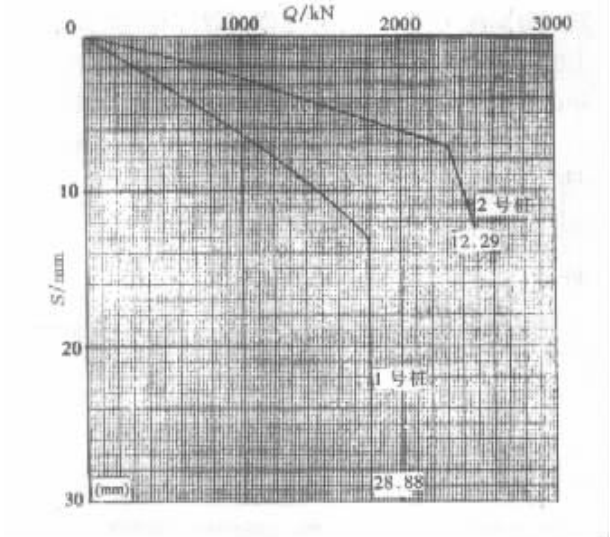


图2 华盛家园1、2号桩Q—S荷载沉降曲线对比
(本图根据湖南省第六工程公司科研所编制)

进口地震仪(R24, S12 型)功能扩展服务

核工业北京地质研究院物化探中心多年来一直从事浅层地震方法研究、地震数据采集系统开发及工程地震检测技术服务,并能够紧跟工程市场及一些特殊要求,开发合适的产品,已为许多用户产生了可观的经济效益。

进口地震仪(R24, S12 型)等在性能指标、工艺水平、系统稳定性方面均有相当优势,将其用于地震勘探不失为一种好的选择。然而,国内工程市场及特殊工程检测市场发展十分迅速,用原 R24, S12 型仪器在某些性能指标及测量方法上很难满足要求。为使这些仪器在工程市场上大显身手,必须对原系统功能进行扩展。

1 主要功能扩展

1. 高密度分辨率地震映像测量。仪器仅做此功能扩展,可达极高采样率。该方法解决某些特殊工程质量评价、溶洞探测及坝体隐患探测等十分有用。

2. 地脉动测量处理。

3. 超长时间多通道震动监测。

4. 多道瞬态瑞利面波测量及处理。

5. 浅层反射处理。

6. 可根据用户特殊工程要求,开发合适的采集处理软件。

7. 锤击开关。

2 技术支持

仪器功能扩展的所有用户均能获得从仪器到方法,从野外施工到室内资料处理解释,从地质勘探到工程检测等综合服务。

徐贵来 梅汝吾

北京核工业北京地质研究院物化探研究中心 邮编:100029

E-mail: guilaixu@163bj.com BP (010) 96300 呼 382787

Tel: (010) 64962690 64921115

(上接 164 页)

参考文献:

- [1] 图泰汉姆 H. 计算弹性体的固有频率和动力响应的近似方法
[A]. 工程结构的振动[C]. 上海: 同济大学出版社, 1975.

- [2] 地矿部勘查技术司. 基桩低应变动力检测规程[S]. 北京: 中国建筑出版社, 1995.

- [3] 《桩基工程手册》编写委员会. 桩基工程手册[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1995.

A PRELIMINARY DISCUSSION ON THE RELATIVE DISPLACEMENT TECHNIQUE FOR LOW STRAIN DYNAMIC TEST OF THE BEARING CAPACITY OF FOUNDATION PILE

CAI Ruo-tao, CAI Jia-xiong

(Hunan General Station for Geophysical Inspection of Foundation Pile, Changsha 410011, China)

Abstract: The relative displacement of the pile head which occurs when the pile soil system is impacted by the free-fall hammer is the dynamic response of the dynamic rigidity of the pile soil system to the acting load. During the low strain dynamic test of the foundation pile, the adoption of the velocity sensor to the direct measurement of the relative displacement of the pile head is helpful to reducing the improper dependence upon the measured intrinsic frequency values of the pile soil system in calculating vertical bearing capacity of the single pile, and is hence conducive to raising the accuracy of the calculated vertical bearing capacity of the single pile.

Key words: relative displacement; peak-peak value; peak-peak time; velocity integral

作者简介: 蔡若涛(1968-)男, 1990年毕业于湖南大学工业与民用建筑专业, 一直从事低应变动测与研究, 现任湖南物探基桩检测总站主任工程师。在《中南工业大学学报》1997年增刊3上, 公开发表了“均震动测端函数”一文, 参加研究的科研课题《基桩均震动测法研究》获地矿部科技进步三等奖。