

波速测试数据自动处理的若干问题

崔 家 立

(新乡规划设计研究院 新乡市 453003)

【提要】 本文介绍一个波速测试数据处理的计算机程序,从而提出了波速自动分层的数学模型和统一卓越周期计算深度的建议。

【Abstract】 A program to process the data in the test of wave velocity is introduced in this paper. A mathematical model to classify stratum by wave velocity and the calculating depth of the predominant period are proposed.

0 引言

波速测试作为一种原位测试方法来确定有关岩土参数,随着测试技术的发展和抗震设计的需要,越来越受到工程勘察界的重视,并得到广泛的应用。

波速对于抗震设防烈度为6~9度的地区,依据《建筑抗震设计规范》(GBJ11—89)来确定场地土类型和覆盖层厚度以及建筑场地类别;根据抗震设计要求计算并提供场地卓越周期、动弹模量、动剪模量、动泊松比、动刚度等土动力参数,依据《岩土工程勘察规范》(GB50021—94)来初步判别场地液化的可能性,计算液化指数和震陷对建筑的影响,以及检验岩土加固与改良的效果。

在跨孔法、单孔法和面波法等方法中,单孔法波速测试由于简单易行、费用低而逐

单位及时采取补救措施防止发生重大安全质量事故,有效地填补了静压试验桩的不足,满足扩底墩桩基工程快速发展的需要;

(2) 共振法动测还要注意提高本身测试精度。该方法用动刚度求取承载力,而影响动刚度的因素较多,如桩身长度、扩底墩桩底面积大小、桩混凝土的波速、桩底地层等。所以不同工程扩底墩桩静、动刚度比规律不完全相同,这就要求我们每到一个工地,有条件必须建立本地区静、动刚度比规律,不能按统一模式计算。为了对建设场地工程作出全面、准确、有效的评价,对有代

渐成为一种(特别是强震区)常规的勘察手段和方法。

1 PC—E500波速计算程序介绍

目前众多的岩土工程勘察单位一般有一台地震仪或基桩动测仪、工程检测仪等,用单孔法直接测得钻孔各深度或各土层层面处纵波(压缩波)、横波(剪切波)的走时,然后据其计算波速、分层和计算平均剪切波速及动参数等。计算过程繁杂,处理数据量大。多数仪器不具备自动处理、计算的功能。工程勘测普遍使用的SHARP·PC—E500袖珍计算机波速计算程序实现了数据处理的自动化,只需输入振源至孔口距离、测点深度以及实测剪切波、分层纵波的斜走时、土层的质量密度等原始数据,就可以自动处理并得到如下结果:

代表性的扩底墩桩进行静载试验,重新建立或校正 β 和 $[s]$ 值,然后用共振法对整个工程进行10%—20%扩底墩桩抽测。这样既可提高共振法动测精度、提高整个工程质量和验桩速度,又可节省基建资金。

以上粗浅看法望专家学者指正。

参 考 文 献

- 1 徐攸在,刘兴满. 桩的动测新技术. 中国建筑工业出版社, 1989
- 2 首培然. 混凝土桩的设计及检测. 地质出版社, 1990

- (1) 自动校正斜走时为垂直走时;
- (2) 各测点(段)的剪切波速;
- (3) 自动分层, 以分层粗度进行人工干预;
- (4) 分层的剪切波速和纵波波速;
- (5) 分层的动弹模量、动剪模量、动泊松比等动参数;
- (6) 场地土土层平均剪切波速, 符合《建筑抗震设计规范》第3.1.3条的要求;
- (7) 场地覆盖层厚度, 符合《建筑抗震设计规范》第3.1.4条的要求;
- (8) 卓越周期, 计算深度等于场地覆盖层厚度。

程序框图见图1。

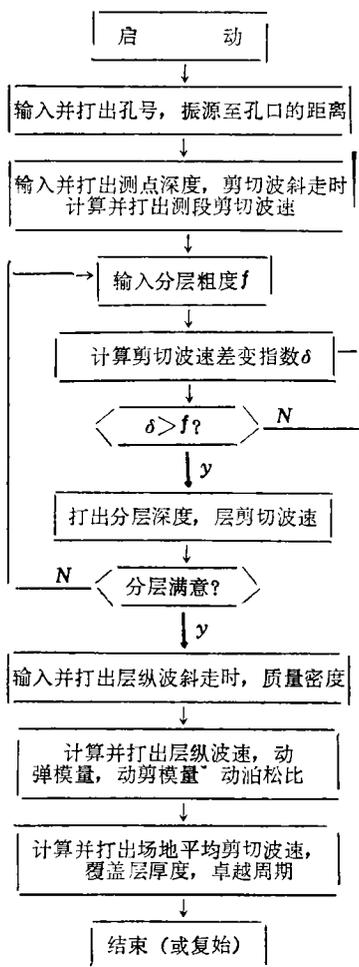


图 1 波速计算程序框图

2 波速分层的数学模型

依据纵横波速对地层进行分析, 直接利用波速的折方曲线比较困难, 而一般要求先给出时距曲线, 再根据曲线的斜率不同的折线段来划分。这些都是十分烦琐的并夹杂着较大的人为不确定因素在内。

本程序引入分层粗度 f 作为各测点剪切波速度相对变化的阈值, 来达到干预土层自动划分的目的。 f 的取值范围一般为 $1 \sim 20$ 。分层粗细自由选择, 直到满意为止。

在时距曲线上(见图2), 每一折线段的斜率 $k = \text{tg } i = \frac{h}{T} = V$, 则 $i = \text{tg}^{-1} V$, 可见 i 角表示了速度的大小, 上下两相邻折线段的 i 角差——折角, 则表示速度的变化。

由此设 δ 为速度差变指数, 则其数学模型为:

$$\delta = |\text{tg}^{-1} V_{i+1} - \text{tg}^{-1} V_i| \times 100 \dots (1)$$

($i = 1, 2, 3, \dots, n-1$)

式中 n ——测点总数。

因速度变化有正负, 故取绝对值; 乘以 100 是为了与分层粗度 f 相匹配。

显然, 只要约定 $\delta > f$ 为分层的条件, 那么, 选择 f 值的大小就控制了分层粗细的程度。

该分层数学模型比简单地根据两波速之差或之比来分层要合理得多。它避免了二者因波速大小不同对分层的不同影响: 小波速值, 其差值不大, 而比值可能很大; 大波速值, 其差值相对较大, 而比值往往不大。

现以某工程为例。振源至孔口的距离为 1.6m, 波速测试实测数据及自动分层等数据处理的部分成果见表1。

计算的场地覆盖层厚度为 57m, 因该孔测试深度未达到剪切波速 500m/s 处, 场地覆盖层厚度是按剪切波速的地区经验增速率线性下延计算确定的; 场地卓越周期 0.76s, 计算深度为覆盖层厚度 57m。

3 卓越周期的计算深度

波速测试提供的地震动特性重要的参数

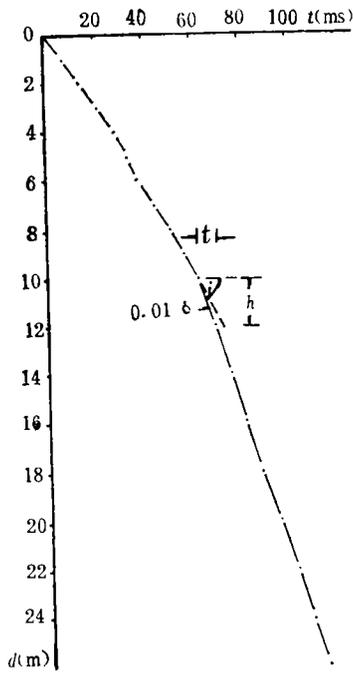


图 2 某孔剪切波时距曲线

之一——卓越周期，是由近似的经验公式 $T = \sum \frac{4h}{v_s}$ 计算确定的。但关于该式的计算深度，包括现有规范，目前还没有一个明确统一的规定。《岩土工程手册》中计算深度为：一般应计算至基岩面，当基岩面较深时，可计算至 50~100m；有的文献计算深度为 30~50m，实际上也有采用 20m 的。可见计

算深度差别之大。虽然卓越周期主要受上部场地土的影响，但相差数十米的计算深度，给计算结果造成很大的差异，是不能忽视的。

建议计算深度统一于《建筑抗震设计规范》第 3.1.4 条场地覆盖层厚度，明确规定计算深度为场地覆盖层底面的深度，即计算至剪切波速大于 500m/s 的土层或坚硬土（稳定的岩石、密实的碎石土）的顶面。

当波速测试深度未达到场地覆盖层底面时，宜按所测最深一层厚层土波速随深度增加的回归方程，下延至波速等于 500m/s 的深度。

当波速测试的最深一层厚层土的波速无随深度增加的规律时，可参照相邻同类场地的已有波速资料确定覆盖层厚度，并计算卓越周期；或者利用剪切波速与土层深度的地区经验公式等有关计算公式确定。

4 其他动参数

诸如动弹模量、动剪模量、动泊松比等土动力参数的计算见有关文献，此不赘述。本文的波速计算源程序略。最后需要指出，波速测试是在小应变的条件下进行的，动应变水平的量级较一般的地震小得多。通过波速测试获得的土动弹模量等表征土刚度的参数，为最高可能达到的数值，应谨慎对待。



祝读者新年好



恭贺新禧