

对共振法在扩底墩桩基工程 检测中成果分析的探讨

赵荣增 李仁杰

(中国兵器工业勘察研究院 北京 100053)

0 前言

随着科学技术和城市建设的发展,建筑物有向高、大、深方向发展的趋势。设计桩基础地基广泛被采用。随之而来扩底墩桩的施工及应用也迅速地发展起来。目前对大直径($\phi 800\text{mm}$ 以上)灌注扩底墩桩进行静压和动测也日益增多。虽然静压桩试验有结果直观、可靠性强等优点,但也存在占地大、费用高、工期长等缺点。为填补静压桩法的不足,多采用静压法结合动测法来满足桩基检测工作发展的需要。我院在应用共振法对灌注扩底墩桩的检测中,配合静压试验,为设计部门提供了单桩承载力、桩身质量和缺陷位置等资料,通过钻探验证结果表明共振法所测成果是可靠的,可作为设计或现场检验的依据。现以某工程为例,对共振法的测试成果分析进行一些探讨。

1 工程实例

工程场地位于北京市宣武区拟建110kV的变电站和办公楼。其地层自上而下为:

- (1)杂填土(0.30~3.40m)。
- (2)素填土(3.40~6.20m);
- (3)粉质粘土(6.20~7.30m);
- (4)粉~细砂(7.30~10.00 m,

未穿);

桩端持力层为粉~细砂。该工程采用板架结构,独立桩基。桩基础为人工扩底灌注桩,直径分别为800~1000mm; 800~1400mm; 800~1800mm; 800~2200mm;

1200~2800mm五种类型,总共78根桩。其中检测桩12根,占总桩数15.4%;复测桩2根,占检测桩16.7%,静压桩2根,占总桩数的2.56%。

在2号试验桩静压前进行共振法动测激振力400N(见图1)。其 β 取0.5, $[s]$ 取0.008m,计算得极限承载力为4920kN。

然后对2号试验桩进行静载试验,共加压13级,最后一级加压为4000kN,总沉降量为16.135mm,残余沉降量为10.480mm,回弹量为5.675mm(见图1)。用 $s-\log P$ 法求取单桩垂直极限承载力为4600kN。

静压后又对2号试验桩进行共振法动测检测,结果见图1,其静动刚度比 β 、容许沉降量 $[s]$ 同压桩前取值一样,计算结果单桩极限承载力为4900kN。

反复计算所得动、静单桩极限承载力相

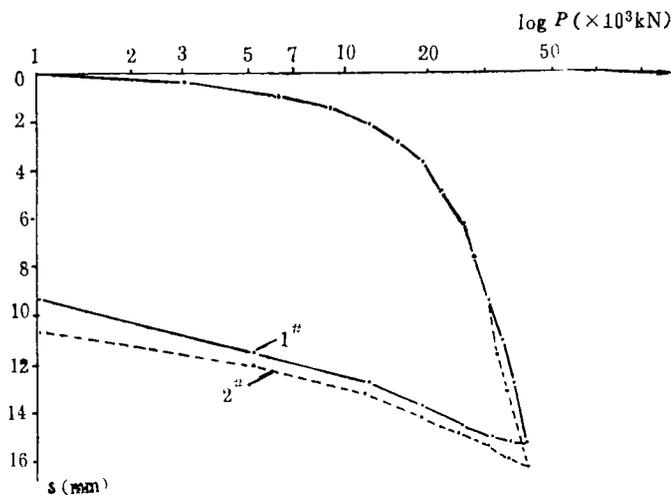


图1 单桩垂直静载荷 $P-s$ 曲线

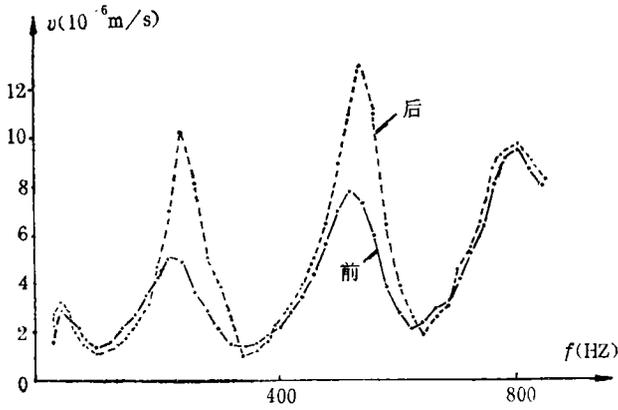


图 2 频率—速度幅值曲线

比, 误差为6%。

静压桩前后两次结果共振频率差 Δf 均为300Hz。

用静压桩成果, 根据公式 $K_d = \Delta P / \Delta s$, 求出静刚度用平均动刚度, 计算出 β 值为0.49。另在静压曲线直线段取三个点, 用桩顶沉降量和桩顶施加的静荷载, 计算出三个静刚度, 再用平均动刚度计算出三个 β 值为0.48、0.56、0.53, 四个 β 值取平均值 $\bar{\beta} = 0.51$ 。与我们经验所取的 β 值基本吻合。

最后对12根未知桩进行共振法检测, 根据各桩的频率速度响应曲线(见图2)低频段求出动刚度 K_d , 然后用验证过的 β 值,

用公式 $P_d = K_d \cdot [s] \cdot \beta$, 计算出 P_d (单桩容许承载力), 各桩测试的综合成果见表1。

2 成果分析

利用已取得的动测成果分析如下:

(1)用 Δf 计算桩的实际施工长度。

本工程桩的平均波速 $c_0 = 3778$ m/s ($c_0 = 2L\Delta f$), 求出桩长, 可发现桩身缺陷和判断缺陷的深度。

本次检测的12根桩无质量缺陷, 计算的桩长与施工记录桩长略有差异(见表1), 总误差为6%。

(2)用导纳 N 来判断缺陷性质。

所测各桩 N , 除桩 4—P, 16—H 的 $N < N_0$, 属扩底桩墩直径大于设计值外, 其余各桩均为 $N > N_0$ 。是扩底桩墩局部截面积小于设计值, 见表2。

(3)利用第一谐振峰及其桩土系统的阻尼性 δ 来判别异常性质。从表2的结果看, 桩 4—B、4—A 的值比2号试验桩要小, 判断 4—B、4—A 实际扩底面积比设计面积要小, 为 53000cm^2 。

(4)把已知2号试验桩和检测桩的动测数

表 1

桩号	桩径 (mm)	设计承载力 P (kN)	动测刚度 $K_d (\times 10^3)$	动测承载力 P_d (kN)	桩身波速 (m/s)	峰值差 Δf (Hz)	计算桩长 L (m)	施工记录桩长 L (m)	备注
试桩 2	800~2200	2100	1656		4133	300	6.25	6.20	
4—P	800~1800	1500	898	1680	3648	320	5.90	5.70	
1—M	800~2200	2100	1169	2103	3850	350	5.30	5.50	
1—D	800~2200	2100	929	2043	4080	340	5.50	6.00	
4—B	1200~2800	3100	1044	2624	4032	360	5.20	5.60	
4—A	1200~2800	3100	2238	2614	4088	420	4.20	5.70	
6—E	800~2200	2100	2172	3258	3840	320	5.90	6.00	
9—E	800~2200	2100	979	1793	3816	360	5.20	5.30	
12—A	800~2200	2100	2196	2896	3920	190	5.08	5.90	
16—C	800~2200	2100	1148	2101	4290	390	4.80	5.50	
16—H	800~1200	1000	1050	1575	3990	350	5.30	5.70	
17—A	800~2200	2100	938	1716	4070	370	5.10	5.50	
17—C	800~2200	2100	1279	2314	3024	280	6.70	5.40	

表 2

桩号	峰波 P_{max}	波谷 Q_{min}	导纳 $N_i(\times 10^{-5})$	平均导纳 $N_0(\times 10^{-5})$	振幅 $\frac{A}{\sqrt{2}}$	f_0 (Hz)	f_s (Hz)	峰值频率 f_A (Hz)	阻尼系数 δ
试桩 2	7.7	1.5	3.3	2.73	2.26	70	30	40	0.50
4-P	7.7	1.5	3.3	3.3	4.02	80	25	40	0.68
1-M	9.2	1.8	4.06	2.73	2.4	85	25	50	0.50
1-D	8.9	1.6	3.7	2.73	2.7	80	30	50	0.50
4-B	8.4	1.5	3.55	1.69	2.3	50	25	30	0.42
4-A	9.5	1.4	3.65	1.69	1.69	50	25	30	0.42
6-E	11.3	1.8	4.63	2.73	1.27	80	20	40	0.75
9-E	16.4	3.5	7.58	2.73	2.54	90	25	45	0.70
12-A	8.5	5.3	6.70	2.73	1.13	55	20	30	0.60
16-C	9.9	2.0	4.45	2.73	2.3	80	20	50	0.60
16-H	8.3	2.3	4.47	9.17	2.62	100	30	70	0.50
17-A	9.1	1.6	3.20	2.73	2.48	100	20	60	0.67
17-C	7.5	2.5	4.33	2.73	2.19	85	25	55	0.54

表 3

集合元素 桩号	频率 f (Hz)	20 (Hz)	25 (Hz)	30 (Hz)	35 (Hz)	40 (Hz)	45 (Hz)	50 (Hz)	内积	外积	贴近值
试桩 2		0.37	0.64	0.62	0.8	0.45	0.32	0.44			
1-M		0.15	0.19	0.19	0.18	0.23	0.29	0.32	0.32	0.32	0.32
1-D		0.18	0.25	0.23	0.42	0.29	0.32	0.34	0.42	0.32	0.42
4-B		0.48	0.55	0.62	0.86	0.72	0.78	0.73	0.80	0.62	0.36
17-A		0.08	0.04	0.01	0.18	0.23	0.32	0.38	0.38	0.32	0.38
17-C		0.24	0.31	0.38	0.69	0.68	0.74	0.73	0.69	0.62	0.38
16-C		0.18	0.19	0.23	0.43	0.43	0.46	0.38	0.43	0.44	0.43
16-H		0.18	0.17	0.19	0.34	0.29	0.26	0.27	0.29	0.32	0.29
4-A		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.32	1.00	0.32
9-E		0.11	0.04	0.00	0.00	0.01	0.09	0.17	0.17	0.32	0.17
4-P		0.00	0.00	0.19	0.02	0.00	0.00	0.00	0.19	0.32	0.19

据,利用隶属函数变换成若干个模糊集合,再把每个测试数(B_i)上的模糊集合和已知桩(A_1)进行对比,先求出($A \odot B_i$)内积与($A \otimes B_i$)外积,再求出其贴近度 $N(A_1, B_i)$,见表3,从中可看到各桩与2号试验桩的贴近度均较低,为0.43以下,说明试验桩的质量优于各桩。

综上所述,推断4-B、4-A、9-E、17-A桩身质量良好,但承载力偏小,未达到设计值。原因是扩底面积小于设计值。后用钻探对4-B、4-A二桩验证,二桩扩底墩径小于设计值15~20cm,证实了上述推

断。

需要说明4-P、6-E、12-A号桩,由于桩身与防空洞相连,故 P_0 值偏大。

3 结束语

根据我院对北京市宣武区某工程灌注扩底墩桩用共振法动测结果和静压结果对比,得出用共振法动测成果验桩是准确可靠的,并存在下述优点和不足。

(1) 用共振法对灌注扩底墩桩进行验桩,该方法设备轻便,测试效率高,费用低,可节约工程造价,并能快速对灌注扩底墩桩桩身质量作出评价,迅速查出隐患,便于施工

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