

低应变配合静载测试在基桩检测中的应用

路强, 吴边, 赵琦

(济南市建筑工程质量监督站历城分站, 山东 济南 250100)

摘要:结合工程实例, 论述了低应变检测配合静载测试的必要性及应注意的问题, 着重介绍了对缺陷桩承载力的检测过程及分析思路。

关键词:基桩检测; 承载力; 完整性; 低应变; 静载试验; 缺陷; 沉降量

中图分类号: TU473.1⁺1 **文献标识码:** B **文章编号:** 1672-7428(2007)06-0040-02

1 静载测试前进行低应变检测的必要性

桩基础检测的方式方法多种多样, 但检测的目的只有两个: 即基桩承载力和完整性。

承载力测试中, 较成熟的方法为静载荷试桩法。其方法简单, 数据准确, 深得岩土工程人员的喜爱和信赖。但这种方法有一定的局限性, 它提供的数据较单一, 只能凭借 $Q-s$ 曲线和 $s-lgt$ 曲线对基桩受力特性进行分析。但桩身存在缺陷时, 缺陷本身会影响到 $Q-s$ 曲线的形状, 从而对承载力的判定造成失误。这时, 如需对桩身情况做进一步分析, 判定桩身缺陷的成因及类型以及其对基桩承载力的影响, 仅依靠静载试验是无法解决的。所以静载测试前, 应先采用低应变方法了解一下桩身完整性情况, 从而丰富静载测试的信息量, 既可准确提供承载力又可以较准确地提供桩身完整性, 从而准确分析基桩承载力的变化情况。

2 工程概况

某酒店电梯间采用钻孔桩, 桩长 13 m, 桩径 500 mm, 设计承载力 750 kN。桩底持力层为第⑥层全风化闪长岩。

根据设计要求, 布设静载试桩一组。试验根据《建筑桩基技术规范》(JGJ 94-94) 规定, 采用锚桩配置横梁反力装置, 千斤顶加荷。地层情况如下:

①杂填土, 稍湿, 以粘性土为主, 混少量小碎石及石灰, 层底深度为 0.4~0.45 m;

②黄土状粘土, 稍湿, 具大孔结构, 层底深度为 2.2~2.3 m;

③粉质粘土, 湿~很湿, 土质较均匀, 层底深度为 3.6~3.8 m;

④粘土, 湿, 含较多氧化铁及铁锰结核, 并混有多量小姜石, 层底深度 4.4~4.7 m;

⑤残积土, 湿~很湿, 为闪长岩风化, 呈土状, 部分呈砂状, 手捏易碎, 原岩的结构构造无法辨认, 层底深度为 13.1~13.6 m;

⑥全风化闪长岩, 湿, 闪长岩全风化呈砂状, 部分呈土状, 偶见块状, 矿物成分已蚀变, 原岩结构较难辨认, 该层本次钻探未揭穿, 最大揭露深度为 18.7 m。

3 测试情况分析

静载测试进行前, 先对试桩及锚桩进行了低应变测试, 发现试桩桩身存在缺陷。

从测试曲线分析, 在 3~4 m 处存在缩颈/离析或裂隙, 程度不严重(见图 1)。但波形中存在二次反射, 说明该缺陷具备一定规模或者在 6~8 m 亦存在一定缺陷。为验证其承载力, 决定对其进行静载测试。按技术规范要求, 应加荷至 1500 kN, 分 15 级加荷, 每级加荷 100 kN。

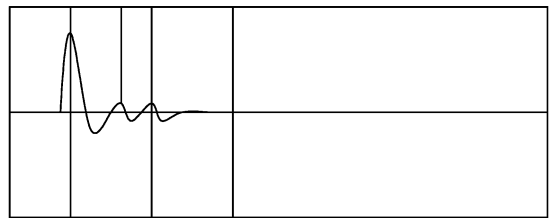


图 1 静载测试前低应变测试曲线图

加荷过程中, 加荷至 700 kN 时, 沉降量陡增, 而且无法保持稳定, 表现为陡降形曲线(见图 2)。仅仅按静载曲线分析, 桩身或地层应该被破坏了。

这种破坏是桩身缺陷造成的吗? 但从低应变曲

收稿日期: 2007-02-28

作者简介: 路强(1972-), 男(汉族), 山东济南人, 济南市建筑工程质量监督站历城分站科长、工程师, 建筑工程专业, 从事工程质量监督工作, 山东省济南市洪楼西路 39 号, Sunlaoqi187@sina.com。

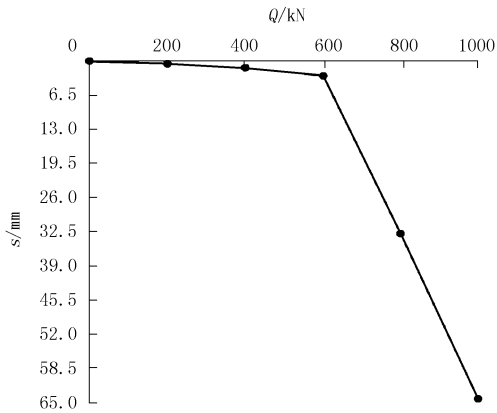


图2 Q-s 曲线

线来分析,桩身的缺陷不足以引起破坏。为判定缺陷性质及其对承载力的影响,决定断续加荷观察。

从理论上分析,此时存在两种情况:一是桩身被破坏,无法继续加荷;二是桩身存在裂隙等轻微缺陷,经加荷压实后,承载力可以达到稳定状态。

实际加荷过程中,从 700 kN 加至 1000 kN 时,每一级荷载都很难稳定,而且总沉降量已超过 60 mm,被迫停止加荷。

从 Q-s 曲线分析,在 Q = 600 kN 时,出现拐点。

$s_{700\text{ kN}}/s_{600\text{ kN}} = 17.52/1.19 = 13.58 \gg 5$

式中: $s_{700\text{ kN}}$ ——700 kN 荷载下桩顶的沉降量;
 $s_{600\text{ kN}}$ ——600 kN 荷载下桩顶的沉降量。

从 s-lgt 曲线亦可以明显看出(见图 3),在小于 700 kN 的各级荷载作用下,沉降量很快就达稳定状态。而荷载达 700 kN 时,沉降量近 7 h 仍未稳定。其后各级荷载下的沉降量都没能稳定而且明显增大,也就是说,在荷载达 700 kN 时,桩被破坏了,桩身缺陷应该比曲线反映的严重。

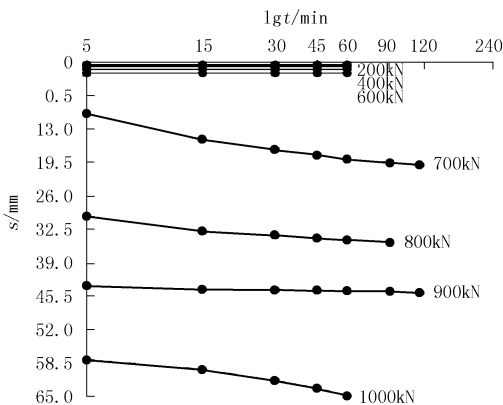


图3 s-lgt 曲线图

最终,根据规范有关规定,确定其极限承载力为 600 kN。

4 桩身受力情况分析

静载测试的 Q-s 曲线形态属陡降型,从现象上分析,可能存在 3 种情况:

(1) 桩身在 3~4 m 存在严重缺陷,4 m 以浅地层承载力为 600 kN,4 m 以深桩身未发生作用。

(2) 桩身基本完整,上部黄土状粘土影响到承载力的发挥。

(3) 桩身基本完整,勘察报告有误,或清孔不彻底,导致桩身泥皮过厚,使承载力降低。

第一种推断似乎是合理的,与低应变测试结果基本相符。但从低应变测试曲线来分析,缺陷应该没那么严重。而且经反复检测,低应变的曲线形态都很一致,不会出现误判。

为了验证桩身受荷后,荷载对缺陷的影响,静载测试后,又对该桩进行了低应变测试,其测试曲线见图 4。对比先后两条实测曲线,其曲线波形基本相同,对缺陷的反映没有变化,也就是说,桩受荷后,桩身结构没有变化,这进一步证实了桩身不存在严重缺陷。第一种判断应该能够推翻。

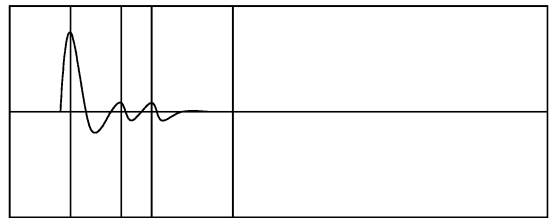


图4 桩身受荷后低应变测试曲线图

经现场观察地下水位及黄土状粘土的深度、厚度等,排除了黄土状粘土的影响。在参考邻近建筑物的勘察资料后,勘察报告有误的可能性也被排除了,最终将测试结论确定为桩身泥皮过厚。

为进一步验证这个结论,又挑选了一根完整桩进行测试,其低应变测试曲线见图 5,并按同样方法进行静载测试。

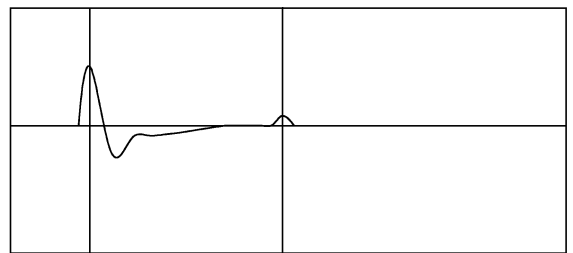


图5 完整桩低应变测试曲线图

当加荷至 700 kN 时,同样出现了沉降量陡增的现象。

$$s_{700 \text{ kN}}/s_{600 \text{ kN}} = 7.60/1.34 = 5.67 > 5$$

$Q-s$ 曲线见图 6。 $Q-s$ 曲线中出现明显的第二拐点, $s-lgt$ 曲线(图 7)中 $Q=200 \sim 600 \text{ kN}$ 曲线平坦, 分布均匀, $Q=700 \text{ kN}$ 的曲线明显弯曲变形, 沉降量稳定时间达 240 min。继续加荷至 800 kN 时, 虽出现稳定现象但沉降量已达 15.90 mm, 根据规范规定, 判断其承载力为 600 kN。也就是说, 完整桩的承载力也无法满足设计要求, 其承载力值与原试桩相当。

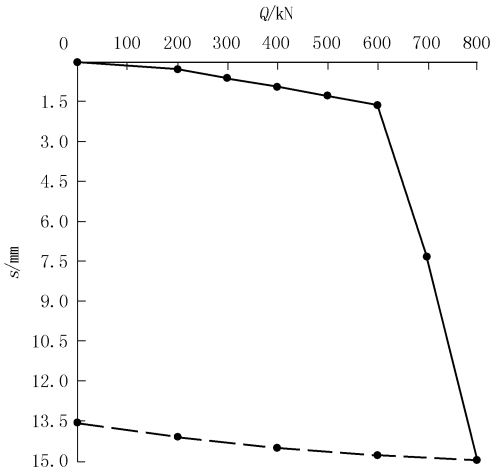


图 6 完整桩 $Q-s$ 曲线图

由此分析, 原试桩为轻微缺陷桩, 但缺陷对承载力影响不大, 可以作为完整桩看待。该工程的主要问题在于施工质量欠佳, 导致桩身泥皮过厚, 引起基桩承载力降低。

经设计人员作补桩处理后, 该电梯间使用正常。如果没有低应变法辅助分析, 就会简单地将原

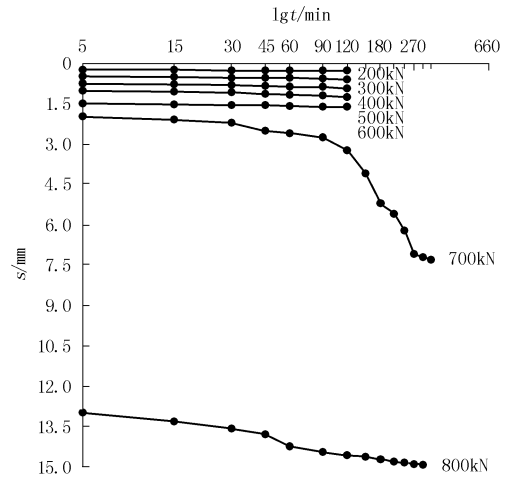


图 7 完整桩 $s-lgt$ 曲线图

试桩作为缺陷桩处理, 认为基桩承载力降低是桩身上部缺陷造成的, 从而忽略泥皮对承载力的影响, 认为桩身完整的基桩承载力满足设计要求。如果出现这种误判, 承载力将无法达到设计要求, 后果将不堪设想。

5 结语

由此可见, 用低应变辅助静载测试是非常必要的, 它可以大大地丰富静载测试的信息量, 同时亦有助于积累资料, 总结经验, 提高对静载测试曲线的分析能力。对于存在缺陷的试桩, 不能简单地将基桩承载力的降低归结为缺陷的影响, 要综合分析勘察、设计、施工、检测等各方面的因素, 必要时可增加检测手段, 扩大检测面丰富检测的信息量, 以保证得出正确的检测结论。

我国成功钻获“可燃冰”

国土资源部 2007 年 6 月 5 日宣布, 我国天然气水合物调查获重大突破, 5 月 1 日凌晨在南海北部钻取“可燃冰”首次采样成功, 证实了南海北部蕴藏有丰富的天然气水合物资源, 标志着中国天然气水合物调查研究水平一举步入世界先进行列, 成为继美国、日本、印度之后第四个通过国家级研发计划采到水合物实物样品的国家。

初步预测, 我国南海北部陆坡天然气水合物远景资源量可达上百亿吨油当量。科学家目前已经圈定两个重要目标区。

本钻探航次由中国地质调查局统一组织, 广州海洋地质调查局具体实施。天然气水合物样品在第一、第四个站位获得。第一个站位获取的样品取自海底以下 183~201 m, 水深 1245 m, 水合物丰度约 20%, 含水合物沉积层厚度 18 m, 气体中甲烷含量 99.7%。第四个站位取自海底以下 191~225 m, 水深 1230 m, 水合物丰度 20%~43%, 含水合物沉积层厚度达 34 m, 气体中甲烷含量 99.8%。

中国地质调查局副局长张洪涛说: 这次采样我们特别兴奋的是我们采集到的样品纯度特别高, 其天然气的含量达到了 100%, 其中 99.7% 是甲烷, 剩下的是乙烷, 都是能用的; 第二个我们感到特别兴奋的是竟然不含全世界公认的应该有大量的二氧化碳, 这样对于温

预计达上百亿吨油当量

室效应的避免具有非常重大的意义。

天然气水合物俗称“可燃冰”, 是蕴藏于海洋深水底和地下的碳氢化合物, 由天然气与水在高压低温条件下结晶形成的固态化合物, 甲烷占 80%~99.9%, 燃烧后几乎没有污染。纯净的天然气水合物呈白色, 形似冰雪, 可以像固体酒精一样直接被点燃。1 m³“可燃冰”可以释放出 164 m³ 的天然气。

根据现有资料, 世界石油资源在今后 70 年左右将消耗殆尽。因此, 寻找替代能源成为全球面临的共同课题。国际科学界预测, “可燃冰”是石油、天然气之后最佳的替代能源。采集天然气水合物实物样品是公认的世界性难题, 目前要在深海开采“可燃冰”, 仍存在诸多难题, 需要科研人员攻关。一些发达国家将利用该能源的时间表定在 2015 年。我国在“可燃冰”的研究和勘探方面起步较晚, 但近年来进展很快。我国从 1999 年开始启动天然气水合物海上勘查, 历时 9 年海上勘查, 累计投入 5 亿元, 2007 年 5 月首次实施钻探就获得成功。我国要大规模开发利用“可燃冰”尚需时日。我们国家如果向前赶, 晚发达国家 15~20 年, 大概 2050 年左右, 通过努力能把它变成一个民用的可用的能源。

(本刊综合整理)