

浅谈应力波反射法基桩检测的方法局限性^①

徐卫权

(湖北省地质实验研究所)

摘 要 应力波反射法在检测基桩质量的应用上存在着方法上的局限,且桩身缺陷的方向性对检测结果影响极大。

关键词 应力波反射法 横向缺陷 纵向缺陷 斜向缺陷

中图分类号 TU473.1

作者简介 徐卫权,男,1970年生,工程师,1992年毕业于中国地质大学(武汉)物探系,一直从事基桩检测工作。通讯地址:武汉市汉口利济北路246号。邮政编码:430022。

0 引言

应力波反射法作为一种桩身质量的检测方法,已经在基桩检测领域得到了广泛的应用,它具有经济、快速、准确的特点,在实际应用中取得了很好的效果。同时,我们在实践中发现该方法有一些缺点,

例如测试深度有限,多重缺陷难以检测,缺陷大小难以定量等等。本文仅就该方法本身的局限作一讨论。

1 观念阐明及理论推导

桩身缺陷大致可分为离析、缩颈、扩颈、断裂四类。当桩身质量出现缺陷时,桩顶激发的应力波就会在缺陷处产生一个向上的反射波。我们通过测试及分析应力波在桩体中的传播和反射过程来判断桩身质量的好坏及缺陷的类型、位置、程度等。

从波的反射原理我们知道,当入射角为 90° 时,入射波平行于反射面,反射将不会发生。如果桩体内缺陷方向平行于桩顶激发的人射波,缺陷处不会

产生向上的反射波,从而检测不到此类问题。由此可见反射波法检测桩身质量具有其方法上的不足,它检测不到平行于桩身的缺陷。

一般情况下,由于实际工程中大多遇到的缺陷均垂直于桩身方向,所以通常我们较多地注意了对垂直于桩身方向的缺陷(以下简称横向缺陷)的研究,而较少注意对倾斜(以下简称斜向缺陷)或平行于桩身方向的缺陷(以下简称纵向缺陷)的研究。

2 实例引证

横向缺陷在实际工程中很常见,但纵向缺陷也时有发生,例如:某钻孔灌注桩工程,由于毗邻长江,地下水活动较厉害。在开挖的同时对该基础部分桩作了低应变测试,未发现质量问题,但在开挖后发现部分桩钢筋笼以外没有混凝土,钢筋笼以内混凝

土质量完好,戏称“裸体桩”。问题发现后,建设方提出检测一下露筋段有多深?但是低应变反射波法对此类缺陷的检测无能为力。

纵向缺陷在实际工程中的具体存在形式有纵向劈裂、纵向露筋、纵向强度变化等,值得一提的是纵

^① 收稿日期:2002—08—08

向砼强度变化的缺陷(见图1),如果砼强度沿桩身发生的渐变达到一定程度时,将会给工程带来巨大隐患。从这一点来看,低应变反射法的定量性是很差的。

我们引用一个实例来说明此点的重要性。某工程有两根试验桩,桩型为人工挖孔桩,直径800mm,桩长24m,扩底直径为1600mm,桩顶上有1000mm高的桩帽。试桩静载试验前做反射波法低应变测试,其中一根桩测试波形如下图2。

静压结果是该试验桩被破坏,未达到设计要求的5500kN。桩的极限承载力为4000kN。

在静载试验20天后对该桩再次进行了反射波法低应变测试,测试波形见图3。

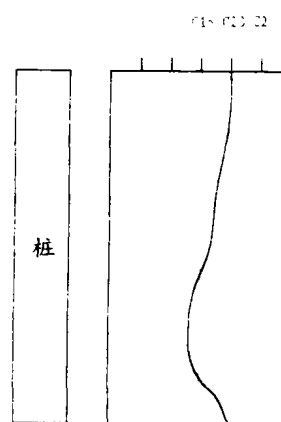


图1 砼强度变化图

Fig. 1 The variation of the concrete intensity.

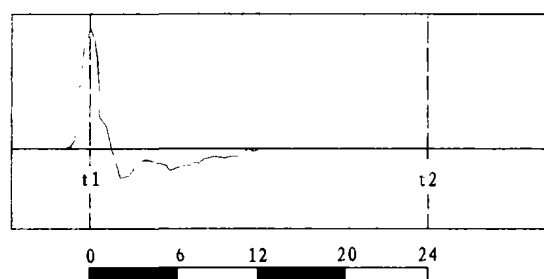


图2 静载试验前反射波法低应变测试图

Fig. 2 The measurement of low strain by reflection stress wave method prior to static load test.

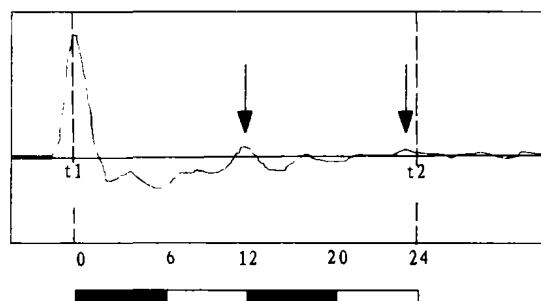


图3 静载试验后反射波法低应变测试图

Fig. 3 The measurement of low strain by reflection stress wave method prior to after static load test.

对于此试验桩,单从静载试验前反射波法检测的波形来看,几乎没有什么缺陷。可是静载试验后,反射波法检测的波形出现了明显变化。该桩在约 11.5m 左右出现了强烈的多次等间距反射,结合静载试验结果可判定该桩混凝土在约 11.5m 处被压碎断裂。经采用实际荷载扣除摩阻力反算混凝土强度的方法推算,东试桩约 11.5m 处的强度仅有 9.0MPa。对于如此严重的缺陷测试不出来,不能不让人感到意外和震惊。问题就在反射波法的方法本身,即该方法对检测纵向缺陷的无能为力。

该桩在静载试验前、反射波法检测试验之后,还进行了超声波透射检测试验,实测曲线如图 4。

由该试桩的超声波曲线可看出,11m 以下波速严重降低,推断出 11m 以下砼强度严重降低,但强度随深度的降低过程是一个比较缓变的过程,这就是前面我们提到的纵向强度缺陷。由于强度随深度变化缓慢,入射波没有明确的反射界面,造成没有向上的反射波,桩顶的测试曲线当然就对此缺陷没有反映。静压试验结束后,在约 11.5m 处桩身砼被压破碎,在该处出现了一个强度的陡变段,形成了明

3 观点的引申

前面探讨了横向、纵向缺陷的检测,那么对介于两者之间的斜向缺陷的检测会出现什么情况,下面我们来探讨一下。

3.1 斜向断裂类缺陷

图 5 列出了裂缝倾角 30° 和 60° 桩体内波的反射情况。

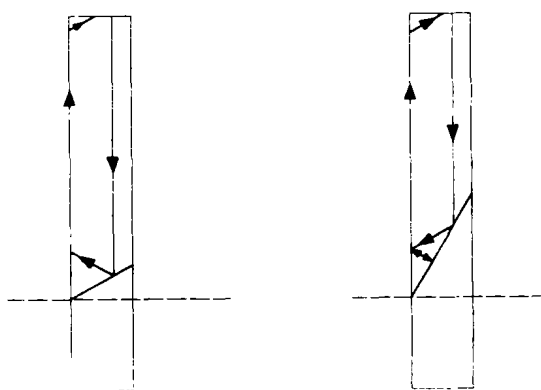


图 5 桩体内应力传播示意图

Fig. 5 The sketch showing stress propagation in the pile.

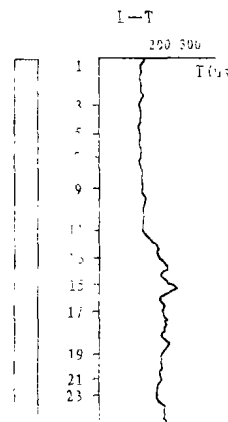


图 4 超声波透射检测曲线图

Fig. 4 The ultra sonograph transmission curves.

显的反射界面,所以在静载试验后反射波法检测到明显的断桩缺陷。

图中可以看出:

(1). 缺陷处的反射波在桩体内经过了多次反射、波形转换和折射才到达桩顶,反射时间的计算并不是测试时间的一半;

(2). 由于桩顶测试面有限,断面的倾角无法测出;

(3). 反射波到达桩顶时是斜向出射,通常我们使用的均为纵波检波器,检测的为波的纵波分量,所以桩顶接收到的斜断面处的反射信号的振幅会弱于同等条件下横断面反射波振幅。同时反射面倾角对检测到的波的振幅也有较大影响。实际检测中遇见倾角较大的斜向断裂其反射波曲线极有可能因为反射波幅度小而被忽视,造成漏错判。而对于实际工程桩而言,斜向断裂对承载力的影响比横向断裂更大,此类缺陷如果被漏掉,造成的工程隐患会更大。

3.2 扩、缩颈类斜向缺陷

图 6 画出了均匀缓变型的缩、扩颈缺陷模型桩,对于此类缺陷反射法是很难测试出来的。

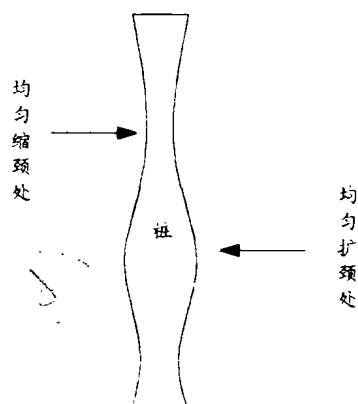


图6 桩测扩、缩颈模型桩示意图

Fig. 6 The even expansion and contraction pile necks.

笔者曾经在某工地检测到均匀缩颈的桩,该桩为直径480mm的沉管桩,桩头直径大于480mm,检测发现约2m左右离析较严重,开挖发现该桩呈胡萝卜状从桩头均匀缩颈至2.0m处,2.0m处钢筋外露,混凝土离析及破碎,破除上部混凝土后,下部混凝土直径只有200mm左右。对于离析的缺陷我们是测试出来了,但对于均匀缩颈的缺陷却是意外发现。如果该桩2.0m处砼完整坚实,该处较严重的缩颈缺陷很可能就会检测不出来或者被判定为轻度缺陷,留下工程隐患。

3.3 离析类斜向缺陷

此类缺陷类似于前面提到的纵向强度变化缺陷,由于缺陷渐变,没有明确的反射界面,此类缺陷的定性和定量也较难。该类缺陷有较多存在方式,图7列出了其中一种:

举一个实例,某挖孔灌注桩工程,对其中六根桩进行抽芯检测,其中一根桩直径800mm,桩长13m,

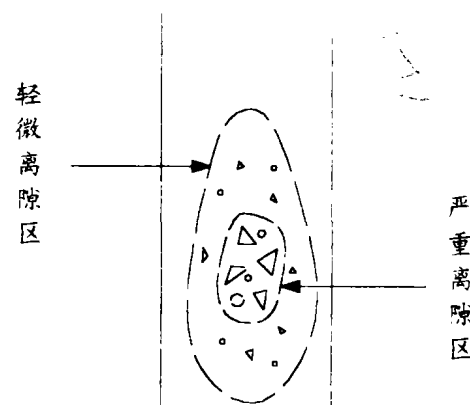


图7 离桩桩模型示意图

Fig. 7 The sketch showing the isolated diagonal defect.

扩大头直径1400mm,桩底持力层为中风化泥质粉砂岩,嵌岩深度2.5m。抽芯设备为XY—1型百米钻机,金刚石钻头,由桩顶中心采用Φ110单管清水钻进。该桩0—6m段芯样完整、密实,6—9m段钻进过程中时有咔咔声,井口大量翻砂,钻进速度略微加快,无法取得砼芯样,下一回次钻具无法下到孔底,采取干烧捞样的办法,捞取出来的均为大量的暗灰色中粗砂,无石料;9m以下的芯样局部较破碎。分析抽芯结果,6—9m段无骨料,为一混凝土低强度段,其强度无法抵抗钻进过程的破坏,造成芯样全部破坏成原状砂,此情况类似于用钻机去钻取低强度的砂浆时出现无法取样的情况。

发现问题后,对该桩作了反射波法检测试验,测试波形如图8。

由测试波形来看,测试效果很差,无法测出6—9m段的低强度混凝土段。

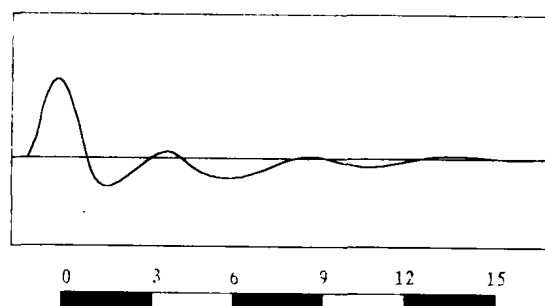


图8 反射波法测试波形图

Fig. 8 The deformation measured through reflection stress wave method.

4 总结

通过讨论缺陷的方向对反射波法检测的影响,可总结以下几点:

(1). 反射波法具有其方法本身的缺陷. 桩身缺陷的方向性对检测的影响很大,它无法检测到纵向缺陷,对斜向渐变缺陷的检测也很困难;

(2). 在不知道缺陷的方向特性的情况下,用反射波法定量检测桩身缺陷是很难甚至是不可能的;

(3). 在实际应用反射波法进行基桩检测的过

程中我们应充分地认识到该方法的缺陷,做到警钟长鸣,不可迷信一种方法,应尽可能多地与施工、地质以及其他检测方法相结合,合理地对检测资料作出解释;

(4). 此外,实际工程中,桩身质量缺陷往往并不是如本文中所列的单纯的某一类缺陷,而经常是多类缺陷复合或多重的,这也对我们提出了更大的挑战和更高的要求。

参 考 文 献

- 1 赵楠,杜思义. 桩身完整性测试对比分析. 建筑工程检测技术论文集

DISCUSSION ON THE LIMITATION OF STRESS - WAVE REFLECTION METHOD IN TESTING FOUNDATION PILE

Xu Weiquan

(Hubei Institute of Geological Laboratory)

Abstract The stress - wave reflection method exist limitation in testing the quality of foundation pile. The direction of defects in pile body exerts a tremendous influence on testing results.

Key Words Stress - wave Reflection method Transverse defect Longitudinal defect Diagonal defect