

低应变反射波法检测扩径桩问题探讨

张 刚

(铁道第三勘察设计院集团有限公司, 天津 300251)

Discussion on Testing Expanded Diameter Piles with Low Strain Reflection Wave Method

Zhang Gang

摘 要 低应变反射波法具有仪器设备轻便、检测速度快、费用低、对场地要求小等特点,被广泛应用于工程桩的施工质量检测中。结合低应变反射波法在蓟港铁路桥梁基桩桩身完整性质量检测中的应用实例,对软土地层中普遍存在扩径这一“良性缺陷”现象的基桩质量问题进行了探讨;并对扩径产生原因进行了分析,提出了相应的解决方案。

关键词 蓟港铁路 低应变反射波法 扩径桩 桩身完整性检测

随着我国工程建设事业的蓬勃发展,桩基础在一些大型工程中被大量采用。20世纪50~60年代,我国铁路桥梁开始大量采用钻孔灌注桩。桩基础属于隐蔽工程,施工程序繁、技术要求高、施工难度大,容易出现各种质量问题,桩基工程的质量检测就显得尤为重要。本文结合蓟港铁路桥梁基桩完整性质量检测实例,对低应变反射波法在扩径桩完整性检测中的应用进行了探讨;针对低应变检测扩径桩过程中出现的不规则曲线,提出了解决扩径问题的一些措施。

1 成因分析

1.1 地质概况

蓟港铁路穿越天津软土地区,其地质情况大致如下:

粉土,灰色、密实,厚0.0~3.0 m, $\sigma_0 = 110$ kPa;淤泥质黏土,灰色,流塑,厚6.0~11.0 m, $\sigma_0 = 50 \sim 80$ kPa;粉土,厚2.0~3.0 m, $\sigma_0 = 130$ kPa;黏土,厚0.0~3.0 m, $\sigma_0 = 110$ kPa;粉质黏土,厚4.0~10.0 m, $\sigma_0 = 130 \sim 150$ kPa;粉土,厚0.0~4.0 m, $\sigma_0 = 150$ kPa;粉砂,厚0.0~5.0 m, $\sigma_0 = 200$ kPa;细砂, $\sigma_0 = 300$ kPa。

钻孔灌注桩桩端进入细砂层1.0~2.0 m。

1.2 施工影响

(1) 施工工艺

收稿日期:2008-06-24

作者简介:张刚(1978—),男,2003年毕业于成都理工大学地球物理专业,工学学士,助理工程师。

由于工期紧张的原因,施工单位大量采用旋挖钻机成孔。旋挖钻机一般适用黏土、粉土、砂土、淤泥质土、人工回填土,以及含有部分卵石、碎石的地层。蓟港铁路线路跨越地区2.0~12.0 m左右地层较软,且桩一般较大较深,旋挖钻机成孔相对困难。

(2) 主观因素

旋挖钻机的大量应用只是在近几年,目前缺乏相应的产品标准,尚未编制旋挖钻机施工规范,没有系统的工法研究。旋挖钻机与土木工程及施工工艺结合得非常紧密,这就要求使用旋挖钻机的工程技术人员应了解其工作原理和作业性能。在走访现场过程中发现,由于上覆软弱土层的影响,加上旋挖钻机自重庞大,在成孔过程中稳定性较差,而且进尺速度较快,钻头对原状土扰动较大,孔内上部水压力较小,多种原因致使孔壁塌陷,甚至护筒下沉。

(3) 护筒埋深

经调查发现,该地区护筒埋深普遍在1.5~2.0 m,即护筒底刚接触软弱层或穿过极浅,此种情况易造成塌孔。

2 低应变反射波法检测不同类型扩径桩情况

2.1 桩身中深部(>5 m)单一扩径桩

桩身扩径部位反射波明显,低应变检测曲线规则,一般可见桩底反射波,桩身完整。

如图1所示的低应变检测曲线反映在桩顶下6.0 m左右出现扩径,该桩桩长35.0 m,桩径1.0 m,混

混凝土设计强度等级 C40, 桩底反射波清晰, 为完整桩。经查施工记录, 混凝土灌注 35.0 m^3 , 在 $4.0 \sim 10.0 \text{ m}$ 超灌混凝土 4.0 m^3 , 充盈系数为 1.24, 与测试曲线相吻合。

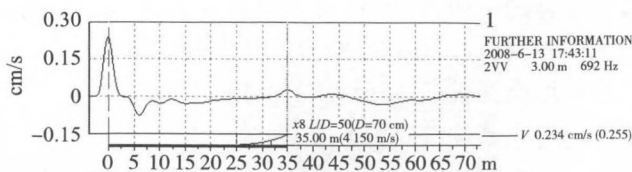


图1 完整桩

2.2 大头桩(钉型桩)

顾名思义, 此种类型的桩在桩顶即产生扩径, 在桩身浅部恢复至设计桩径, 低应变检测时常在浅部出现类似缩颈反射波。

图2 桩长 40.0 m , 桩径 1.0 m , 混凝土设计强度等级 C40, 桩顶直径达 2.0 m 。开挖发现桩身在 2.5 m 附近骤缩至 1.0 m 左右。经查施工记录, 实际灌注混凝土 37.5 m^3 , 浅部超灌混凝土 3.5 m^3 , 充盈系数 1.18。

图3 桩长 35.0 m , 桩径 1.0 m , 混凝土设计强度等级 C40, 桩顶直径达 2.2 m 。开挖发现桩身在 1.0 m 附近开始渐缩, 4.5 m 左右恢复至 1.0 m 左右。经查施工记录, 实际灌注混凝土 33.0 m^3 , 浅部超灌混凝土 3.0 m^3 , 充盈系数 1.17。低应变检测曲线呈台阶状缓降。

结合施工记录、监理日志资料综合分析, 桩身基本完整。

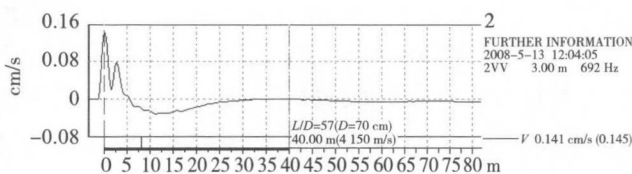


图2 钉型桩(一)

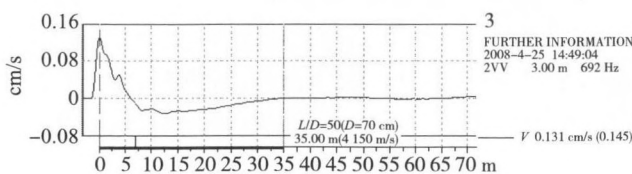


图3 钉型桩(二)

2.3 浅部严重扩径桩(1~5 m)

桩身浅部波阻抗明显增大, 透射波能量衰减, 反射波在桩顶与扩径界面间反复。

图4 桩长 36.0 m , 桩径 1.0 m , 混凝土设计强度等级 C40, 桩顶下 $1.2 \sim 4.0 \text{ m}$ 桩径达 $1.6 \sim 3.0 \text{ m}$, 形成大肚子。经查施工记录, 实际灌注混凝土 41.0 m^3 , 充

盈系数高达 1.45。仔细研究低应变检测曲线, 除扩径反射波外, 并无其他频率反射波。

图5 为将桩身上部 4.0 m 凿除后低应变测试曲线, 桩底反射清晰。凿除过程未发现缺陷。

对于类似图4 曲线也曾多次进行取芯验证, 未发现缺陷。

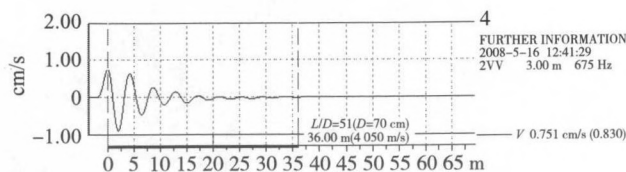


图4 浅部扩径桩(一)

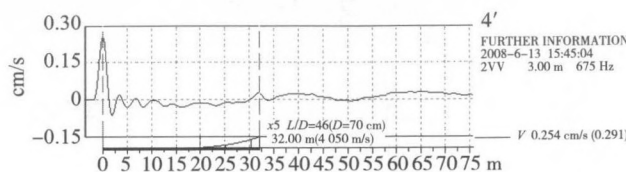


图5 浅部扩径桩(二)

图6 桩长 35.0 m , 桩径 1.0 m , 混凝土设计强度等级 C40, 桩顶下 1.5 m 处形成最大直径约 4.0 m 的磨盘状。经查施工记录, 实际灌注混凝土 34.0 m^3 , 充盈系数 1.21。低应变检测曲线呈等间隔多次类缺陷反射。

图7 为将扩径部分凿至原桩径基本规则后测试曲线, 桩底反射波清晰可见。经过前后测试曲线对比分析, 排除了桩本身存在缺陷的可能性。

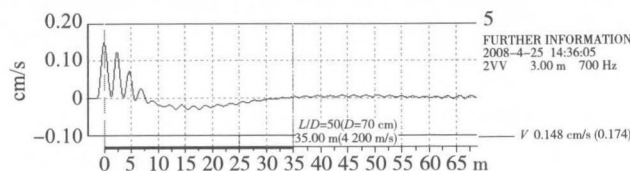


图6 浅部扩径桩(三)

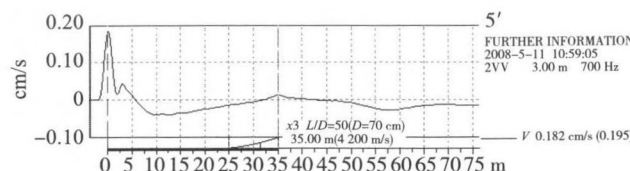


图7 浅部扩径桩(四)

2.4 双(多)扩径桩

图8 桩长 35.0 m , 桩径 1.0 m , 混凝土设计强度等级 C40, 桩顶下 2.3 m 及 5.2 m 左右分别出现扩径信号, 由于一、二次扩径反射波的多次叠加, 形成不规则曲线, 桩底反射波基本可见。经查施工记录, 实际灌注混凝土 34.0 m^3 , 充盈系数 1.21。

图9 为将 2.3 m 左右扩径凿除后低应变测试曲线, 二次扩径即 5.2 m 处扩径反射波非常明显, 并出现

多次反射,桩底反射波基本可见,桩身基本完整。

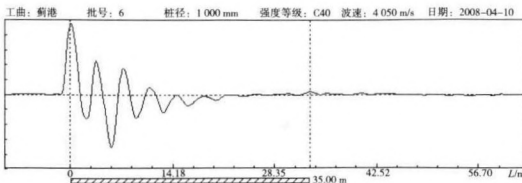


图8 双扩径桩(一)

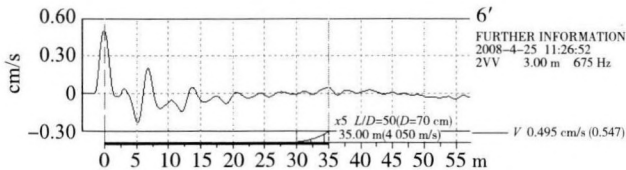


图9 双扩径桩(二)

2.5 类扩径桩

值得一提的是,在钻孔灌注桩的检测过程中经常出现一些类似图 10 扩径反射波的曲线。经查施工记录,混凝土灌注方量又正常。此种类型的桩并非桩本身真实扩径,经分析总结,产生类扩径反射波主要有两种原因:一、桩周土层对所采集波形曲线的影响,应力波在桩身中传播时,不仅受到桩身材料、刚度及缺陷的影响,还受到桩周土层的土模量大小的影响。当桩周土从软土层变化到硬土层时,采集的波形曲线会在相应位置处产生类似扩径的反射波;二、基岩风化程度较轻的嵌岩桩,大多数情况下嵌岩桩嵌入岩层,桩端嵌岩部分与基岩构成一体,相当于桩的截面积变大。应力波传播到入岩面,波阻抗突然增大,会出现类扩径反射波。

图 10 桩长 23.5 m,桩径 1.0 m,混凝土设计强度等级 C30。经查施工记录,混凝土灌注方量基本正常,桩身于 12.0 m 左右入弱风化板岩。其上地层分别为:黏土、全风化和强风化板岩。低应变检测曲线在 12.0 m 附近出现扩径反射波,桩底反射波不太明显,表明该桩嵌岩效果良好。此种类型曲线经取芯验证未发现缺陷。

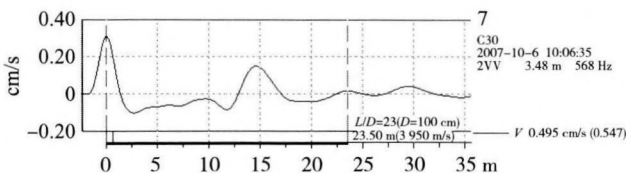


图 10 类扩径桩

3 解决方案

3.1 已施工完毕钻孔灌注桩

对于已经施工完毕的桩基,由于数量巨大(近 500

余根),逐一进行开挖或采用其他检测方法验证,无论从经济还是工期方面考虑,代价都是庞大的。鉴于大部分基桩均存在超灌现象,选择部分典型检测曲线(如上所列)的基桩进行验证。通过采取取芯、开挖验证相结合的手段,证明基桩本身并不存在实际缺陷。对于同一类型检测曲线,结合成孔、灌注等施工记录以及相关地质资料,是完全可以保证桩身质量的。

3.2 尚未成孔和待灌注桩

(1)结合现场实际情况,在流塑性淤泥层比较严重的地段有针对性地换用正反循环钻机成孔。

(2)在稳固旋挖钻机的前提下,适当加长埋设的护筒尺寸,用黏土密实填封护筒四周;根据各墩台的不同地质条件、钻机性能等,结合流塑性土层情况,选用优质膨润土泥浆,提高泥浆的比重和黏度,孔内浆液比重保持在 1.15~1.25 左右,加强护壁,保持护筒内泥浆水位高于地下水位。

(3)钻机人员在作业前应了解桩位地质情况,进尺行程适当,针对不同地层控制挖钻下放速度。

(4)搬运和吊装钢筋笼时应防止变形,安放要对准孔位,避免碰撞孔壁,钢筋笼接长时要加快焊接时间,尽可能缩短沉放时间。成孔后,待灌时间一般不应大于 3 h,并控制混凝土的灌注时间,在保证施工质量的情况下,尽量缩短灌注时间。

4 结束语

钻孔灌注桩的扩径现象一般被视做“有利”缺陷,利用低应变反射波法进行桩身完整性检测时,由于扩径的位置、程度不同,检测曲线往往呈规则或不规则状,有时甚至表现为类似缺陷反射波。因此,检测人员在检测过程中不能单凭一根曲线下结论,要结合设计桩型、成桩工艺、地质资料、施工记录等进行综合分析,准确判别桩身完整性,以免误判。

建议:对长大钻孔灌注桩,要坚持“预防为主”的原则,加强过程控制检测,不仅要控制好混凝土灌注过程中的质量,还要对成孔质量进行检测,保证所成桩形规则,尽量避免工后补救。

参 考 文 献

[1] 罗骥先. 桩基工程检测手册[M]. 北京:人民交通出版社,2002
 [2] 陈 凡,徐天平,陈久照,等. 桩基质量检测技术[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2003
 [3] 陈 凡,徐天平,朱光裕,等. JGJ 106—2003 建筑基桩检测技术规范[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2003
 [4] JGJ 94—94 建筑桩基技术规范[S]