

文章编号:1006-2106(2011)04-0120-06

桩身完整性检测在 CFG 桩施工过程中的质量控制*

常聚友 杨 丽**

(中铁二院工程集团有限责任公司, 成都 610031)

摘要:研究目的:本文通过 CFG 桩完整性检测,对空洞、夹泥、夹土、夹砂浆、缩径、严重离析(蜂窝状、砂石分离状)等施工原因引起的问题进行研究。为确保 CFG 桩质量完整,应从施工预防着手,制定施工措施,加强施工质量控制。

研究结论:CFG 桩混凝土灌注时要严格执行“灰包钻”施工法,即灌注混凝土时始终混凝土灌注面包着钻头 0.5~1 m 同步上升;混凝土坍落度控制在 16~20 cm;混凝土灌注速度无水地层控制在 2~3 m/min、含水地层控制在 1 m/min;地下水丰富地层混凝土输送泵改为 80 型大功率泵;在软塑黏土地层(含水地层段)灌注混凝土要采用慢速下压施工法;CFG 桩的混凝土灌注要连续,不能中断,若中断此桩要重新下旋深度 0.5~1.0 m,把砂浆及严重离析混凝土钻掉,使重灌混凝土与下端完好混凝土灌注为一体。

关键词:CFG 桩;桩身完整性;施工措施;质量控制

中图分类号:TU753.3 **文献标识码:**A

Quality Control of Pile Integrity Testing of Cement – flyash – gravel Pile in Construction Process

CHANG Ju – you ,YANG Li

(China Railway Eryuan Engineering Group Co. Ltd. Chengdu ,Sichuan 610031 ,China)

Abstract: Research purposes: From the integrity testing of cement – flyash – gravel pile , it was found that the empty holes , the mud , the soil , mortar between folders , shrinkage diameter and severe maceration (types of honeycomb and separation of sand and stones) appeared in some CFG piles. The study was done on the reasons for these defects. In order to ensure the integrity quality of cement – flyash – gravel pile , the relative construction measures should be taken and the control of the construction quality should be strengthened.

Research conclusions: The construction method of " concrete wrapping drill " should be adopted when pouring the concrete of cement – flyash – gravel pile. That is , when the concrete is poured , the pouring surface of concrete should always wrap the drill by 0.5 – 1 metre and synchronously rise with the drill. The concrete slump constant should be controlled to 16 – 20 cm , In the anhydrous stratum , the pouring velocity of the concrete should be controlled to 2 – 3 m/min. In the water stratum , the pouring velocity of the concrete should be controlled to 1 m/min. In water – rich stratum , the 80 type high – power should be used. In the soft plastic clay stratum (including water layer) , the slow pressure construction method should be used for pouring concrete. The pouring of concrete of cement – flyash – gravel pile should be continuous and can not be interrupted. If interrupted , the pile should continue to downward whirl to the depth of 0.5 – 1.0 m to drill away the mortar and severe maceration concrete for integrating the new concrete with the

* 收稿日期:2011-01-16

** 作者简介:常聚友,1954 年出生,男,高级工程师;杨丽,1974 年生,女,工程师。

concrete at the bottom.

Key words: cement – flyash – gravel pile; pile integrity; construction measures; quality control

目前我国在建的某高等级铁路 D 标段中的路基 CFG 桩采用长螺旋机施工,混凝土标号为 C15(实际标号达 C20 以上)。按《建筑桩基检测技术规范》(JGJ 106—2003),《铁路工程基桩检测技术规程》(TB 10218—2008),CFG 桩完整性检测采用美国 PID 仪器检测比例按 10% 进行,通过检测发现由于施工原因使一些桩存在严重缺陷,其特点为反射波曲线呈短桩形式、等间距多次反射、并无桩底反射信号,严重缺陷性质多为空洞、夹泥、夹土、夹砂浆、缩径、严重离析(蜂窝状、砂石分离状)等,严重影响桩身质量完整,处理此严重缺陷桩是人工开挖,把严重缺陷位置以上桩截掉,把坑底松散土清理干净并整平桩头露出含有粗骨料的混凝土新鲜面,然后对下端桩身质量检测完整后,用 C15 混凝土把桩与桩周取土空间全部灌注为一体,既增加成本,又延误工期,因此为确保 CFG 桩质量完整,应在施工过程中引起高度重视,并从施工预防着手,制定施工措施,加强施工质量控制。

–1 地质

由设计资料可知该地层由上而下分别为:

- (1) 石灰改良土;
- (2) 硬塑粉质黏土;
- (3) 全风化砂岩(桩端进入此层)。

其中石灰改良土、硬塑粉质黏土不含水,全风化砂岩含水或部分含水。

2 CFG 桩的布置与施工

CFG 桩采用长螺旋机施工,桩的布置正方形,桩距 1.8 m,桩径 0.5 m,桩长 4 ~ 20 m,桩端进入全风化砂岩,混凝土坍落度 16 ~ 20 cm,其灌注速度 2 ~ 3 m/min。

3 CFG 桩的波速确定

选取 57 – 1 CFG 桩反射波曲线进行分析,如图 1 所示。

该桩施工桩长 9.4 m,桩端全风化砂岩波阻抗小于桩体波阻抗,桩端反射波曲线呈同相特征,同相峰值两侧曲线对称,其波速为 $v = 3\,460\text{ m/s}$,同理经划区统计其反射波的波速平均值 $V = 3\,460 \sim 3\,500\text{ m/s}$ 。

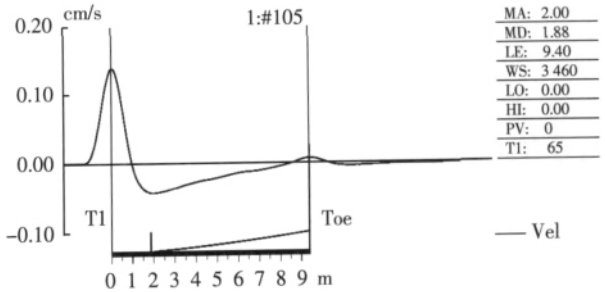


图 1 57 – 1 CFG 桩反射波曲线

4 桩身完整性检测在 CFG 桩施工过程中的质量控制

4.1 CFG 桩空洞反射波曲线特征

取 859 – D CFG 桩空洞反射波曲线进行分析,如图 2 所示。

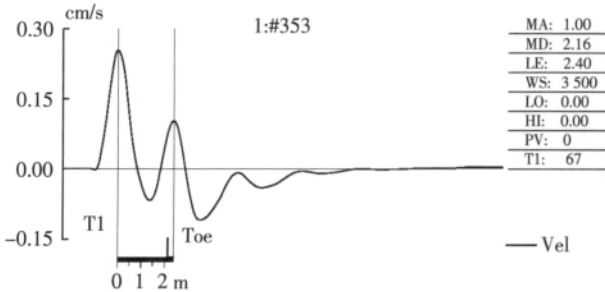


图 2 859 – D 桩空洞反射波曲线

该桩有效桩长 12.4 m,由图 2 反射波曲线分析在桩深 2.4 m 处同相曲线明显。开挖验证至桩深 1 ~ 3.2 m 处出现空洞,桩深 2.4 ~ 2.8 m 处空洞最大。该空洞桩截至桩深度 3.8 m 处露出混凝土粗骨料。检测其空洞下端桩身质量完整,859 – D 桩空洞下端桩身质量完整反射波曲线,如图 3 所示。

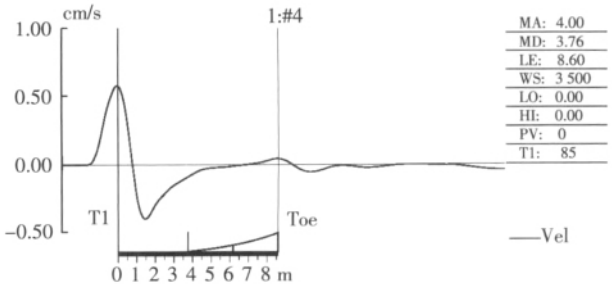


图 3 859 – D 桩空洞下端桩身质量完整反射波曲线

分析原因是施工提管速度较快;防止 CFG 桩空洞出现,提管速度严格控制在 2 ~ 3 m/min 内,不能提快。

4.2 CFG 桩夹泥反射波曲线特征

取 97-O CFG 桩严重夹泥反射波曲线进行分析,如图 4 所示。

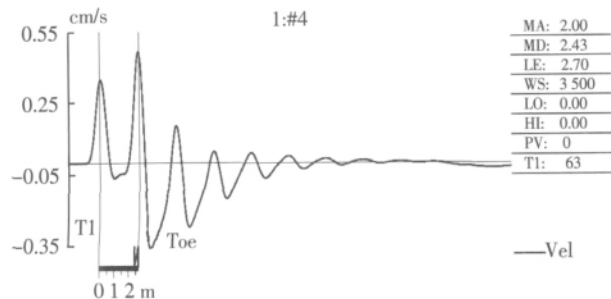


图 4 97-O 桩严重夹泥反射波曲线

该桩有效桩长 14.7 m,由图 4 反射波曲线分析桩长 2.7 m 处同相曲线明显。结合地面原为水稻田浅部地下水丰富判断为严重夹泥。开挖验证至深度 2.2 m 处见地下水,挖至距确定 2.7 m 夹泥深度还有 0.2 m 时,桩头自动移位,搬上地面观察桩头底面全是夹泥,截至桩深度 2.9 m 露出新鲜混凝土桩头,图 5 桩深 2.9 m 下端桩身质量完整反射波曲线。

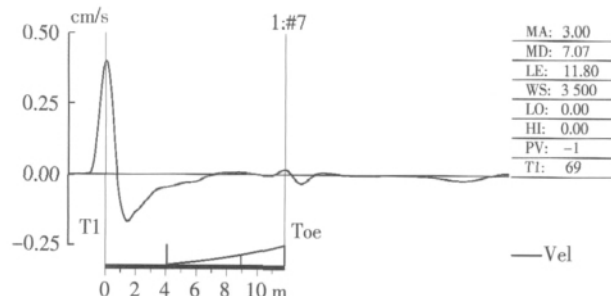


图 5 97-O 桩深 2.9 m 下端桩身质量完整反射波曲线

分析原因是 CFG 桩混凝土灌注提管至该地下水水位深度时提管速度较快,使混凝土灌注管口高出混凝土灌注面由地下水作用力引起;防止地下水的侧向水压力大于灌注混凝土上升的侧向压力形成 CFG 桩夹泥,由原来无地下水使用常规的 60 型(每小时泵送混凝土量 60 m³)输送泵改为 80 型(泵送混凝土量 80 m³/h)输送泵,使泵送混凝土速度加快灌注混凝土上升的侧向压力大于地下水的侧向水压力。

4.3 CFG 桩夹土反射波曲线特征

取 39-7 CFG 桩夹土反射波曲线进行分析,如图 6 所示。

该桩有效桩长 10.1 m,其地层为硬塑粉质黏土不含水,地表为旱田,由图 6 反射波曲线分析桩深 1.6 m 处同相曲线明显,判断为严重夹土。开挖验证分析是混凝土灌注过程中提管速度快,使混凝土灌注管口高出混凝土灌注面引起混凝土夹土,并挖至深度 1.6 m

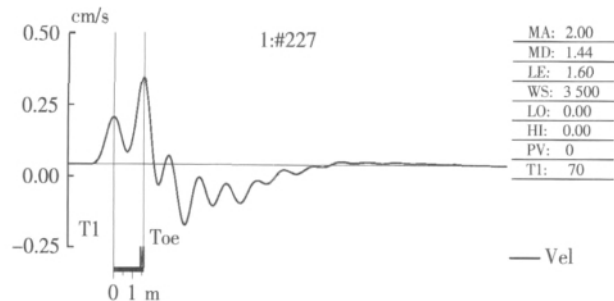


图 6 39-7 桩严重夹土反射波曲线

时整个桩头自动错位,把错动桩头翻面放在旁边观察两断面全是土,在桩深 1.6 m 处再实测反射波曲线,如图 7 所示。

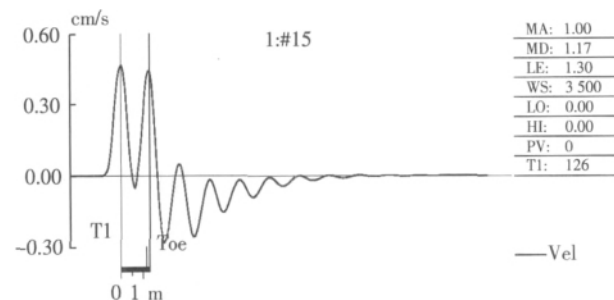


图 7 39-7 桩深 1.6 m 处所测反射波曲线

图 7 桩深 1.6 m 处所测反射波曲线分析,在桩深 1.6 m 处以下 1.3 m 处即桩深 2.9 m 处正相曲线明显判断夹土,再挖至桩深 2.9 m 处见夹土,并又在桩深 3.1 m 处所测反射波曲线如图 8 所示。

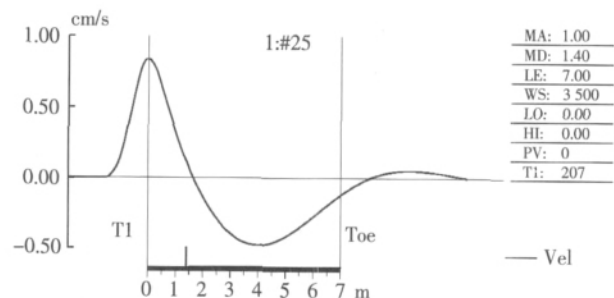


图 8 39-7 桩深 3.1 m 处所测反射波曲线

图 8 桩深 3.1 m 处所测反射波曲线分析,在桩深 3.1 m 处以下约 0.5 m 处即桩深 3.6 m 处还有一层夹土,又挖至桩深 3.6 m 处见夹土,图 9 桩深 3.6 m 处所测下端桩身质量完整反射波曲线。

分析原因是混凝土灌注过程中提管速度快,使混凝土灌注管口高出混凝土灌注面引起混凝土夹土;防止由 CFG 桩混凝土灌注过程中提管速度快,使混凝土灌注管口高出混凝土灌注面引起混凝土夹土,要严格执行“灰包钻”施工法,即 CFG 桩混凝土灌注时要始终保持混凝土灌注面包着管口 0.5~1 m 同步上升。

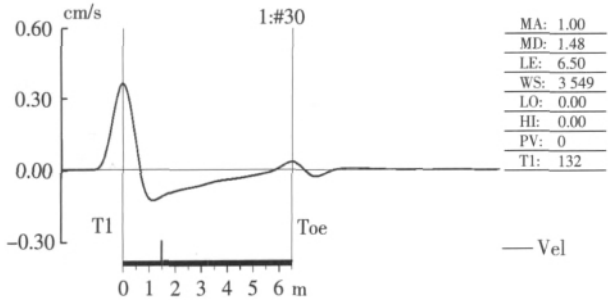


图 9 39-7 桩深 3.6 m 处下端桩身质量完整反射波曲线

4.4 CFG 桩夹砂浆反射波曲线特征

取 162-4 CFG 桩夹砂浆反射波曲线进行分析,如图 10 所示。

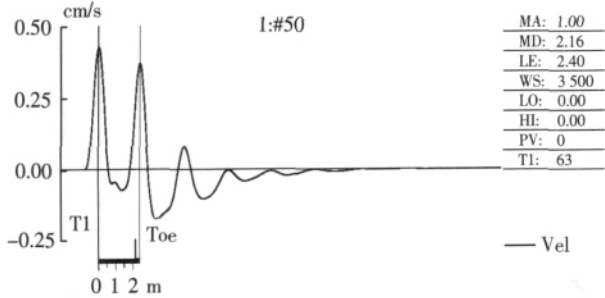


图 10 162-4 桩夹砂浆反射波曲线

该桩有效桩长 11.9 m,由图 10 反射波曲线分析桩深 2.4 m 处同相曲线明显,开挖验证至截桩深度 2.4~2.6 m 处砂浆,取至地面观察为细砂浆、且手感很轻、含粉煤灰成份多、经试验其干密度为 1.0 g/cm³,比标准砂干密度(1.4 g/cm³)还小。

该砂浆截至桩深 2.8 m 处露出混凝土粗骨料,如图 11 桩深 2.8 m 处下端桩身质量完整反射波曲线。

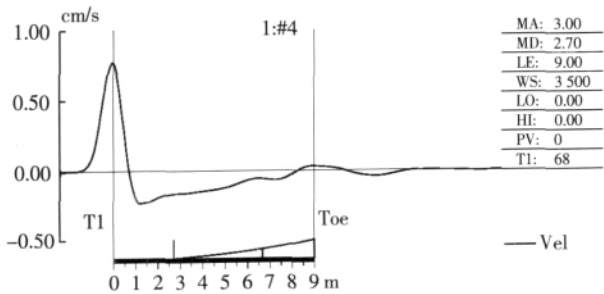


图 11 162-4 桩深 2.8m 处下端桩身质量完整反射波曲线

分析原因是此现场施工有时停电、或者等待混凝土来料时间长,导致 CFG 桩在该深度粗骨料下沉砂浆上浮,待来电、或者混凝土来料后继续灌注混凝土使砂浆面形成混凝土断裂面;防止由停电、或者等待混凝土来料时间长,导致 CFG 桩在该深度粗骨料下沉砂浆上浮形成混凝土断裂,待来电、或者混凝土来料后继续灌注混凝土时采用螺旋机下旋转深度 0.5~1.0 m,把砂

浆及严重离析混凝土钻掉,使重灌混凝土与下端完好混凝土连为一体。

4.5 CFG 桩缩径反射波曲线特征

取 6-16 CFG 桩缩径反射波曲线进行分析,如图 12 所示。

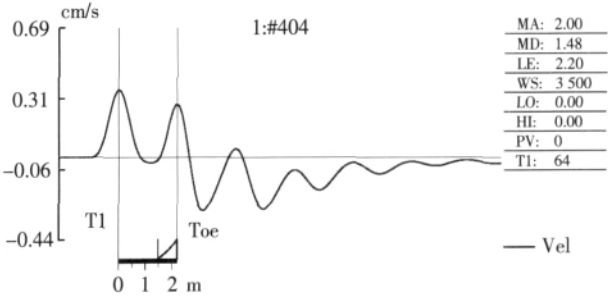


图 12 6-16 CFG 桩缩径反射波曲线

该桩有效桩长 7.4 m,由图 12 反射波曲线分析,桩长 2.2 m 处同相曲线明显,开挖验证至截桩深 2.1~2.4 m 桩缩径,其部位搬上地面观察桩直径少于 0.2 m、缩径高度 0.25 m,桩缩径处地层为软塑黏土地层与硬塑粉质黏土地层分界位置,如图 13 桩深 2.7 m 处下端桩身质量完整反射波曲线。

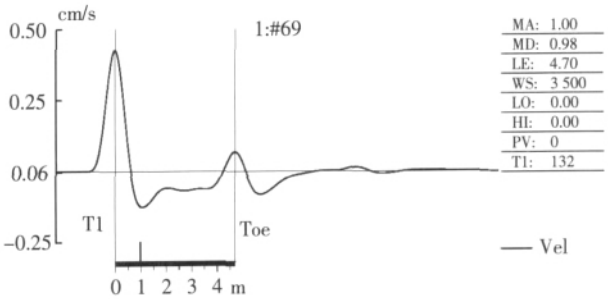


图 13 6-16 桩深 2.7 m 处下端桩身质量完整反射波曲线

分析原因且结合地质勘察资料分析,此深度 2.2 m 处是原鱼塘软塑黏土地层与硬塑粉质黏土地层的水平分界线,在 CFG 桩施工过程中分界处的软塑黏土地层的推力比硬塑粉质黏土地层的水平推力大,导致 CFG 桩在该深度部位缩径;防止软塑黏土地层处桩缩径,应采用慢速下压施工法施工,即螺旋机在软塑黏土地层段灌注混凝土时,操作螺旋机慢速下压,灌注速度为 1 m/min,给软塑黏土地层一个外推力,称为慢速下压施工法。

4.6 CFG 桩在软塑黏土地层采用慢速下压施工法桩的反射波曲线特征

4.6.1 取 5-15 CFG 桩软塑黏土地层采用慢速下压施工法施工,其软塑黏土地层采用慢速下压施工法桩的反射波曲线特征进行分析,如图 14 所示。

该桩有效桩长 11 m,由地质勘察其地层深度 2~

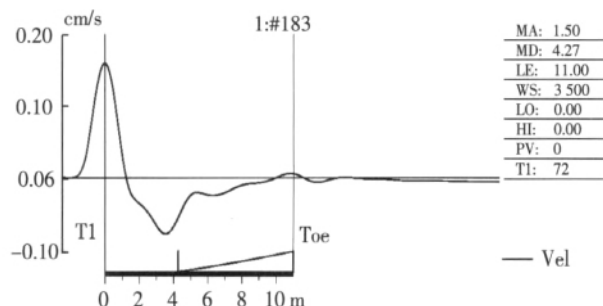


图14 5-15桩软塑黏土地层慢速下压施工法反射波曲线

5 m为原鱼塘软塑黏土,灌注混凝土时采用上述软塑黏土地层采用慢速下压施工法施工,由图14软塑黏土地层慢速下压施工法桩的反射波曲线分析,桩在深度2~5 m为扩径,说明给软塑黏土地层施加外推力成功,形成软塑黏土地层段桩扩径,避免了桩在软塑黏土地层缩径。

4.6.2 取638-1 CFG桩端含水地层采用慢速下压施工法施工,其检测桩的反射波曲线如图15所示。

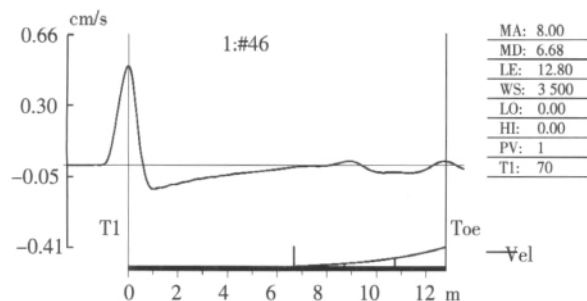


图15 638-1桩端含水地层慢速下压施工法反射波曲线

该桩有效桩长12.8 m,桩深0~9 m是硬塑粉质黏土为不含水地层,9~12.8 m进入全风化砂岩,由地质勘察其桩深9~12.8全风化砂岩地层含水,为防止地下水作用使混凝土产生缩径,灌注混凝土时含水地层也采用慢速下压施工法施工,由图15桩端含水地层采用慢速下压施工法桩的反射波曲线分析,桩在深度9~12.8 m为扩径特征,说明在深度9~12.8 m含水地层施加外推力也成功,形成含水地层段桩扩径,避免了桩在含水地层段桩混凝土产生缩径。

4.7 CFG桩严重离析反射波曲线特征

4.7.1 混凝土呈蜂窝状反射波曲线特征

取239-9 CFG桩混凝土严重离析呈蜂窝状反射波曲线进行分析,如图16所示。

该桩有效桩长9.9 m,图16反射波曲线分析在桩深2.07处同相曲线明显。开挖验证至在桩深2 m处出现严重离析呈沟槽,其严重离析沟槽高度0.2 m,沟槽贯穿桩直径,桩深2~3.2 m内混凝土为严重离析,取至地面观察呈蜂窝状,该桩截至桩深3.4 m处露出

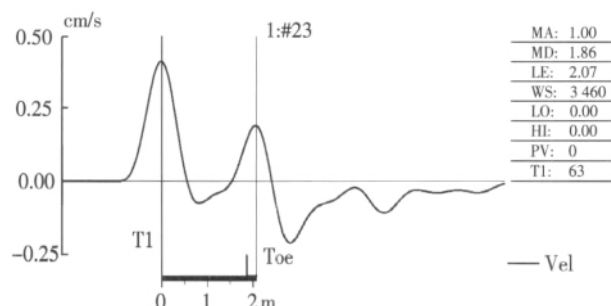


图16 239-9桩混凝土呈蜂窝状反射波曲线

混凝土粗骨料,图17桩深3.4 m下端桩身质量完整反射波曲线。

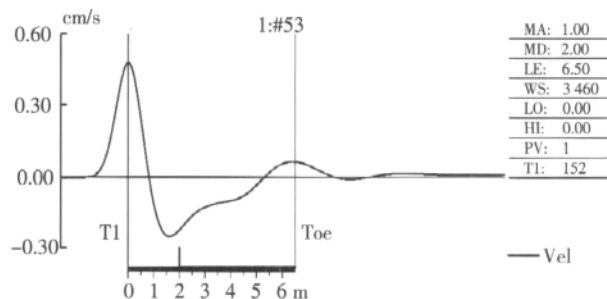


图17 桩深3.4 m处下端桩身质量完整反射波曲线

分析原因是此施工时螺旋机旋转提升在深度2~3.2 m处由于混凝土不均匀,坍落度大,导致CFG桩在该深度严重离析呈蜂窝状;防止CFG桩混凝土严重离析呈蜂窝状,必须严格控制混凝土搅拌均匀,其坍落度不能大,控制在16~20 cm。

4.7.2 混凝土呈砂石分离状反射波曲线特征

取1-J CFG桩严重离析呈砂石分离状反射波曲线进行分析,如图18所示。

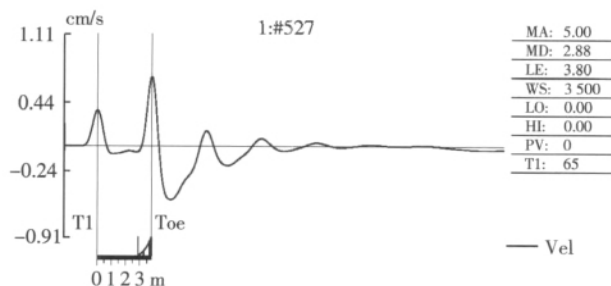


图18 1-J桩析混凝土呈砂石分离状反射波曲线

该桩有效桩长14.4 m,由图18反射波曲线分析在桩深度3.8 m处同相曲线明显。开挖验证至桩深3.8 m处出现混凝土严重离析呈砂石分离状,搬上地面观察桩头混凝土严重离析呈砂石分离,该桩截至桩深4.4 m其下端桩身质量完整反射波曲线,如图19所示。

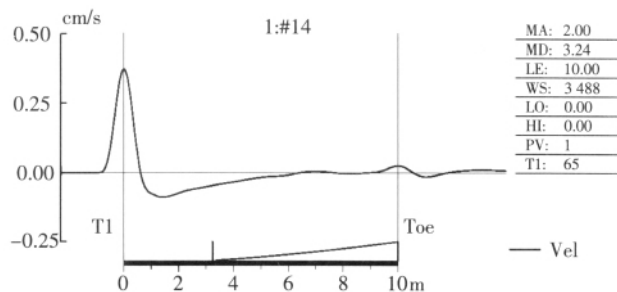


图 19 桩深 4.4 m 处下端桩身质量完整反射波曲线

分析原因是施工时螺旋机旋转提升在深度 3.8 m 处由于混凝土不均匀,坍落度小,导致 CFG 桩在该深度严重离析呈砂石分离状;防止 CFG 桩混凝土严重离析呈砂石分离状,必须严格控制混凝土搅拌均匀,其坍落度不能小,控制在 16 ~ 20 cm。

5 结论

通过 CFG 桩完整性检测,发现由于施工原因使一些桩存在严重缺陷,为确保 CFG 桩质量完整,应在施工过程中引起高度重视,做到施工预防为主,从而制定施工措施,加强施工质量控制。

(1) CFG 桩混凝土灌注时要严格执行“灰包钻”施工法,即灌注混凝土时始终混凝土灌注面包着钻头 0.5 ~ 1 m 同步上升,尤其是桩下端开始灌注时,一定要使混凝土先灌到位,然后再提管;

(2) 混凝土坍落度控制在 16 ~ 20 cm;

(3) 混凝土灌注速度无水地层控制在 2 ~ 3 m/min,含水地层控制在 1 m/min;

(4) 地下水丰富地层混凝土输送泵改为 80 型大功率泵;

(5) 在软塑黏土地层(含水地层段)灌注混凝土要采用慢速下压施工法;

(6) CFG 桩的混凝土灌注要连续,不能中断,若

中断此桩要重新下旋转深度 0.5 ~ 1.0 m,把砂浆及严重离析混凝土钻掉,使重灌混凝土与下端完好混凝土灌注为一体。

参考文献:

- [1] JGJ 106—2003 建筑基桩检测技术规范[S].
JGJ 106—2003, Technical Code for Testing of Building Foundation Piles[S].
- [2] TB 10218—2008 铁路基桩检测技术规程[S].
TB 10218—2008, Technical Code for Testing of Foundation Piles of Railway Engineering[S].
- [3] JGJ 79—2002 建筑地基处理技术规范[S].
JGJ 79—2002, Technical Code for Ground Treatment of Buildings[S].
- [4] GB 50021—2001 岩土工程勘察规范[S].
GB 50021—2001, Code for Investigation of Geotechnical Engineering[S].
- [5] TB 10013—2004 铁路工程物理勘探规程[S].
TB 10013—2004, Code for Geophysical Prospecting of Railway Engineering[S].
- [6] TB 10102—2004 铁路工程土工试验规程[S].
TB 10102—2004, Code for Soil Test of Railway Engineering[S].
- [7] GB/T 50123—1999 土工试验方法标准[S].
GB/T 50123—1999, Standard for Soil Test Method[S].
- [8] 常聚友,刘志军,周其祥. 路基端承灌注桩完整性及承载力研究[J]. 铁道工程学报, 2008(2): 35—39
Chang Juyou, Li Zhijun, Zhou Qixiang. Research on Completeness and Bearing Capacity of End Bearing Cast-in-place Pile for Subgrade[J]. Journal of Railway Engineering Society, 2008(2): 35—39.

(编辑 赵立兰)