

钻孔灌注桩超声波法成孔质量检测实际应用浅谈

方挺 杨鑫兴

浙江省交通运输科学研究院 浙江杭州市临安 311300

摘要: 钻孔灌注桩的质量问题主要有成孔质量和成桩质量两方面,而成孔质量又直接影响到成桩质量,因此灌注桩成孔质量检测就显得尤为重要了。目前在浙江省公路工程中钻孔灌注桩超声波法成孔质量检测仪已经广泛普及,且在2017版的公路工程行业规范《公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》中也就将成孔质量检测列为每桩测量,并将超声波成孔检测仪作为推荐设备。本次就超声波成孔检测仪在现场实际中的应用进行经验分享。

关键词: 钻孔灌注桩;成孔质量;超声波法;实际应用

前言:

成孔质量检测经过多年发展,已从最原始的探笼测定法,发展到伞状机械测定法,到目前利用超声波反射技术原理的超声波成孔质量检测设备。目前市场认可度较高的是超声波式检测设备。超声波成孔质量检测仪,早期使用的是日本KODEN公司研发的超声钻孔孔壁监测仪DM-602,其售价昂贵,且对泥浆比重的要求较高,在国内的实用性不强。后来由中国科学院声学研究所东海研究站首次实现国产,起名UDM-100。随着该设备在国内市场认可度的提高,市场需求的进一步扩大,越来越多的设备厂家投入到该设备的研发,各品牌在市场上都有较好的口碑。随着该设备在市面上投放多年,已经经过了大量的实践与比对,考虑到现有成果总结对外的并不多,本次以UDM-100为例,对该设备的现场使用中的多元应用进行浅谈。

超声波成孔质量检测仪设备原理:

超声波成孔质量检测仪,一般主要由主机(由超声记录仪、声波发射和接收探头组成)、绞车和操作显示终端组成。在现场检测中,超声探头由两根钢丝绳牵引对准孔的中心,通过控制提升装置由绞车将超声探头匀速放入孔内,测试探头处于铅垂位置。测试时,深度测量装置测取探头下放的深度并传到主机,超声振荡器产生一定频率与宽度的电脉冲,经放大后由发射换能器转换为声波,并通过孔内泥浆向外壁方向传播,由于泥浆的声阻抗远小于土层(或岩石)介质的声阻抗,超声波大部分被孔壁产生全反射,经接收换能器接收。声波从发送到接收的时间,由计时门打开至关闭的时间差,即为声波在孔内泥浆中的传播时间。过程中接收并记录四个方向(或两个方向)的垂直孔壁的超声波脉冲反射信号,可以很方便地对钻孔四个方向同时进行孔壁状态监测,可以直观的观测钻孔灌注桩的钻孔直径、垂直度、孔壁状况等参数。

超声波成孔检测仪在地质资料复核中多元的应用:

超声波成孔质量检测仪除了常规的钻孔直径、垂直度检查外,还可以声波透射原理对地质情况进行复核,以避免地勘资料的不准确,对桩基承载力形成影响的可能。也可以利用这一特点判别流沙层、粉砂层、地质交界面斜向等不利地质条件,及时调整施工工艺,确保成孔质量。因为由于不同的地层,对声波的反射情况不一样,一般情况下,地层越坚硬、孔壁泥皮越光滑,对超声波的反射效果越好;反之,地层越松软,表面越粗糙,则反射更接近漫反射,在接收换能器方向上的反射就减少;由于孔内泥浆与孔壁地层的声阻抗差不同,接近的声阻抗差会使得超声波发生透射现象,并且在土体内部形成反射,并通过孔中泥浆介质被接收换能器接收。因此我们可以通过成孔检测图像对成孔位置地质条件有一个清晰的体现。本次以温州某高速公路项目,瓯江口跨海特大桥梁的某处桩基成孔为例,进行地质复核分析。根据设计图纸及地勘资料显示该处位置在

标高-4.10m~-38.10m处为淤泥层,-38.10m~-44.50m为粘土③₃, -44.50m~-58.30m为粘土④₂, -58.30m~-63.40m为粉质黏土, -63.40m~-82.00m为圆砾层;本次成孔检测起点高程位置为7.00m,检测孔深85m,钢护筒长度为25m;成孔检测图像如图1所示。

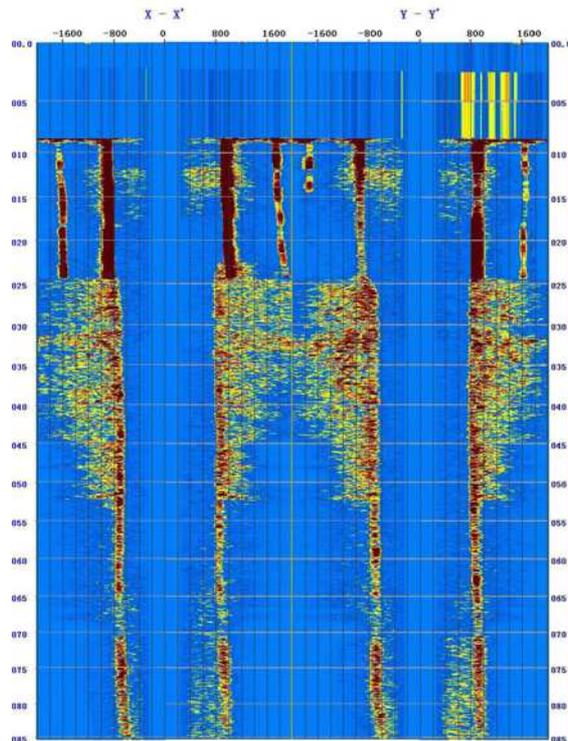


图1 瓯江口跨海特大桥梁的某处桩基成孔图像

由于钢护筒质地坚硬,超声波反射效果最好,与泥浆形成的声波阻抗差异十分明显,故可以在成孔图像上清晰的反应出来,长度为25米,且由于泥浆浓度不高,声波散失较少,所以可以见到护筒壁的二次反射。在成孔图像上约45米的位置可以看到其成像效果发生突变,25米到45米可以看到大量声波传入土体,且由于淤泥的内部形式不一,产生不同密度的声波反射点。这是因为该区域的地层松软,与泥浆声波阻抗差不够大,存在大量的声波形成透射,并在内部形成反射导致的。参考地质资料-18.00m~-38.10m为淤泥层,高程-38.10m对应孔深45米处,刚好为土层交界面。在孔深45米到52米处,可以看到图像中声波在土体的透射明显减少,更多的声波在孔壁就行成了反射,说明该位置的地质条件明显好于45米前,符合地质资料,该位置在粘土③₃区间-38.10m~-44.50m处。在孔深52米到65米处,可以看到图像在该区域仅有少量声波

形成透射,更多的声波在孔壁就行成了反射,复核地质资料,-44.50m~-58.30m为粘土④2,该位置土体的密实性明显高于粘土③3,因而形成该特征图像。在孔深65米到70米的位置,可以看到该区域声波反射不明显,只有少量的声波在孔壁形成反射,并且也只有少量的声波形成透射,这是粉质黏土的特征,复核地质资料,-58.30m~-63.40m为粉质黏土。由于粉质黏土土体特别松软,与泥浆形成的声波阻抗差并不明显,表面粗糙,反射接近漫反射等原因导致的。这种情况在粉砂层中更为明显,实际使用中往往利用该特征对粉砂层的稳定性进行评价,根据结果随时调整施工工艺,调整泥浆比重,控制钻孔速度,以防止塌孔等情况发生。在孔深70米到85米,可以看到图像在该区域几乎没有声波形成透射,更多的声波在孔壁就行成了反射,复核地质资料,高程-63.40m~-78.00m为圆砾层,符合地质资料。该处可以确认,该成孔已进入持力层15米,与地质资料相同。该现象在对端承桩入岩深度的确认中就显得尤为重要了,他可以对原有精度不高,深度把控不准确的现场判岩提供直观、精准的图像依据,对控制工程成本,加快施工进度,控制工程质量,都能起到显而易见的效果。当然利用超声波成孔检测对地质情况进行复核中,受多种影响因素的干扰,如成孔的泥浆比重,含砂率,设备的检测速度,超声波入射角度的影响,设备声波发射装置的调试功率等等,这些就需要结合工程实际及丰富的现场经验综合考虑了。

利用成孔检测技术对成桩质量的控制中的多元应用:

钻孔灌注桩的成桩质量控制,主要有成孔质量控制和灌注质量控制两方面,而成孔质量的优劣又直接影响到灌注质量,因此如何有效的利用超声波成孔检测图像,及时发现施工过程中存在的问题,也是要做的课题。本次以温州某高速公路项目,飞云江某跨海特大桥梁某桩基成孔为例,进行成孔图像分析。该孔设计钻孔深度140米,使用液压气举反循环成孔,设计孔径2500mm,可以说该构件生产成本巨大,也就是说如何控制该桩基成桩质量是该工程成功与否的关键环节。成孔检测图像如图2所示。

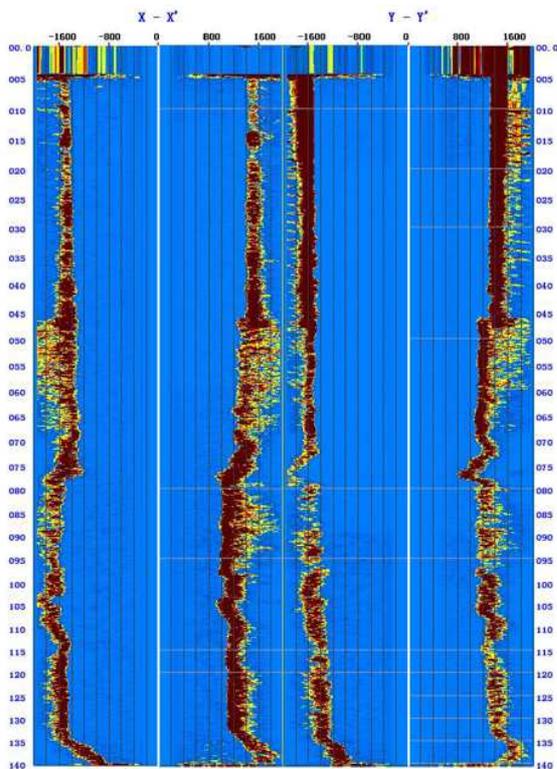


图2 飞云江某跨海特大桥梁某桩基成孔图像

由成孔图像可以发现,该桩成孔在孔深45米,73米,77米,135米处存在孔壁变化节点,为不利截面。其中45米处错台,由成孔孔径与钢护筒存在孔径差,且钢护筒未居中导致。虽然错台只有20厘米,不会影响到钢筋笼下放,但是考虑到在孔深45m~60m为淤泥土层,会存在声测管包泥的风险。此时可以利用成孔图像X-X',Y-Y'方向明确的特点,在钢筋笼下放过程中偏向Y一侧即可;在孔深73m~77m处存在约40厘米错台,在135m~140m处存在约60厘米错台,此时需要对该错台进行局部倾斜度进行分析计算,计算数值如表1所示。由计算发现73m~77m处错台为409mm,局部倾斜度10.22%;135m~140m处错台为607mm,局部倾斜度15.18%。经过大量工程实践发现,当错台的局部倾斜度大于15%时就存在卡笼风险,且十分容易出现声测管变形,堵管等类似问题。对于深度达到140米的成孔,当发生卡笼的情况,或者声测管堵管等情况,代价也是相当大的,应当提前介入避免风险。且由于135米处错台使该成孔底部偏位过大,且X'处孔壁存在凹面,当进行混凝土灌注时常会出现桩底翻渣不彻底,或孔底翻渣时由于X'处孔壁阻挡,致使钻渣内翻的情况。此时应该根据施工工艺特点,结合现场实际情况进行扫孔,让错台位置孔壁平顺;在灌注混凝土时,应该根据成孔孔底倾斜方向适当调整导管位置,让其在底部可以更好的翻渣;并记录该次成孔的孔底中心点位,以便假如出现堵管情况时可以确保钻芯到底。本次仅为某个特例,在此不继续详细展开。

表1 73m、135m处局部倾斜度分析计算表

深度 m	73m~77m		135m~140m	
Xmm	1305	1224	1450	815
X'mm	1208	940	1086	1520
Ymm	1427	1835	1268	920
Y'mm	1201	813	1376	1604
ΔXmm	97	284	364	705
ΔYmm	226	1022	108	-684
X 偏离 (O) mm	49	142	182	-353
Y 偏离 (O) mm	113	511	-54	-342
Dmm	2576.5	2528.2	2603.6	2526.9
O'O"mm	-	409	-	607
局部倾斜度 (%)	10.22		15.18	

结束语

钻孔灌注桩成孔质量检测作为桩基施工质量过程控制的手段,很早就受到工程业内的关注。超声波法成孔检测仪器因其成像清晰,结果直观精确,检测便捷等特点,得到了市场非常高的认可度,也越来越多的应用在公路工程上。本文结合工程实例,阐述了超声波成孔检测仪在现场实际中除常规的使用功能外的一些多元应用,其不仅可以对地质资料复核中起到直观的证明作用,也可以通过错台、偏位解析对成桩质量的控制起到明显作用,展现了检测指导辅助施工的理念。在其他方向的多元应用进行了简要概述,具体应由结合工程实践尽多积攒。

参考文献:

[1]田串串.灌注桩超声成孔质量检测技术分析 - 《四川建材》- 2021
[2]蓝晓峰.超声波成孔(槽)质量检测技术与应用 - 《广东建材》- 2018