

多种方法在混凝土灌注桩质量检测中的综合应用

吴煌峰,张芳枝,梁志松

(广东水利电力职业技术学院,广东广州 510610)

摘 要:各种方法在检测桩身质量上各有所长,在工程应用中如能综合运用、取长补短,将为保证工程质量起到重要作用。

关键词:基桩检测;静载试验;反射波;超声波;抽芯

1 概述

在基础工程中,混凝土灌注桩由于施工进度快、经济效益好,能适应于各处复杂的地形地质条件和满足各种土工构筑物对基础承载力的需要,因而得到广泛的应用。混凝土灌注桩属隐蔽工程,施工工艺复杂,出现质量问题时不易被发现。因此,对混凝土灌注桩的检测是十分重要的。

目前,混凝土灌注桩检测的常用方法有静载试验、低应变应力波反射法、超声波透射法和抽芯试验等,这些方法在检测桩身质量完整性和单桩承载力方面各有所长,在基桩(特别是大直径深长桩)检测中,如只使用单一的检测技术其结果就显得不够权威。因此在基桩检测中如能综合应用多种技术,相互论证,取长补短,将大大提高检测结果的可靠度,确保工程质量。

2 检测技术评述

2.1 静载试验

静载试验(单桩或载荷板试验)是广泛用于确定天然地基与桩基承载力的可靠试验方法。但传统的静载荷试验费时、费工、费钱,用数量较少的桩作静载试验所得出的结果难以代表全体桩基的质量情况;对静载试验所得的承载力值偏低的桩,也难以分辨桩身的缺陷性质和所在位置。所以,在 1% 桩的静荷载试验基础上,辅以其他检测手段是必不可少的。

2.2 低应变反射波法

低应变反射波法在判断基桩完整性方面已日趋成熟,以其机理清晰、测试方法简便、成果较可靠、成本低而受到工程界的欢迎。但也有它的局限性,如桩头混凝土松软时,应力波不能从桩头沿桩身往桩底传播,得不到桩底的反射信号;当桩身有一个或两个以上缺陷时,就不容易测到以后的缺陷反射信号;当桩身缺陷变化缓慢时(如扩径或缩径),缺陷变化界面处的反射信号不明显,易造成误判或漏判;当桩长与桩直径比 > 30 时,对深部的缺陷反应不灵敏等等。所以,对于大直径深长桩来讲,反射波法只能作为其质量检测普查的手段,对基桩可能存在的缺陷的“定性”和“定量”分析,尚需结合其它检测方法加以论证。

2.3 超声波透射法

当桩长与桩直径比 > 30 时,采用预埋管超声波来检测桩身

质量是较有效的办法之一。此法具有仪器轻便、抗干扰能力强、观测准确度高、结果直观可靠的优点;它还可以自由地在桩身中上下移动测试,详细查明桩内部的缺陷与性质、深度位置、范围大小、严重程度等。当然,超声波投射法在应用中也有一定的局限性:在测试中,如 PVC 声测管中间或下部堵塞,声波透射法只能 PVC 声测管未堵塞桩身部分质量;PVC 声测管产生倾斜或弯曲时,测量结果有误差,易造成误判;另外还无法检查桩底沉渣情况等等。因此,在使用超声波透射法检测大直径深长桩完整性也应与低应变反射波法、抽芯试验等综合应用,各取所长,方可得出可靠度高的质检报告。

2.4 抽芯试验

钻孔抽芯检验桩的质量是应用历史最长的方法之一。它在反映桩身质量完整性方面比上述方法更直观、可靠,钻出的岩芯可制作成试件进行强度试验。但如只进行单一的钻孔抽芯检测难免有“一孔之见”之嫌,如能与上述方法共同检测桩的质量,将会是一完美组合,所得的检测结果将具有较高的可靠性。

3 工程实例

某人工明渠部分基础采用冲孔桩基础,总桩数 90 根,设计桩长 21.58 ~ 45.00m,设计桩径 1.50m,桩身混凝土设计强度 C20。根据工程地质勘探报告,该地段地层自上而下由第四系人工填土层(Q_s)、第四系冲积层(Q^{al})、坡积层(Q^d)及下伏侏罗系下统金鸡组(J_2^y)泥质粉砂岩等组成,按其不同成因类型和工程地质特性,分述如下:

层:人工填土,主要为素填土,厚度最大为 2.90m;

- 1 层:冲积,主要为灰色淤质粘土,土质细滑,层厚 4.30 ~ 6.80m

- 2 层:冲积,为粉质粘土,粘土层厚 7.30 ~ 13.30m;

- 3 层:冲积,为泥质粉砂岩,厚度 3.70m;

- 4 层:冲积,为中粗砂,含少量泥质,稍密—中密,厚度 3.70m;

- 5 层:冲积,冲洪积,泥质碎石土,中密—密实,厚度为 6m;

层:坡积层,厚度 0.3m;

- 2 层:全风化泥质粉砂岩,局部夹有炭质页岩和砂岩,厚度 0~15m;

层:强风化泥质粉砂岩,层厚 3.60~18.90m;

层:弱风化泥质粉砂岩,岩质稍硬,厚度 > 3.5m。

为确保桩基础的安全性,根据国家有关技术规程并结合该工程的重要性及特殊性,决定对该地段桩基用以下方法进行综合检测。

3.1 低应变反射波法检测

对基桩 100% 采用低应变反射法检测。检测使用的仪器为美国 PDI 公司生产的 PIT 桩基完整性测试仪,该法的基本原理是:通过在桩顶施加激振信号(锤击)产生应力波,该应力波沿桩身传播过程中,遇到不连续界面(如蜂窝、夹泥、断裂、孔洞等缺陷)和桩底面时,将产生反射波,检测分析反射波的到时、幅值和波形特征,就能判断桩的完整性。

根据所测波形特征,结合桩的混凝土设计强度等级要求,将该标段桩身结构的完整性按四类划分:

类:桩身结构完整;

类:桩身有轻微缺陷;

类:桩身有明显缺陷,应采取其它方法进一步抽检确定其可用性;

类:桩身有严重缺陷或断桩。

本次试验共检测 90 根工程桩,其中:

类桩 60 根,占所测桩数的 66.7%;

类桩 30 根,占所测桩数的 33.3%;

类桩 0 根,占所测桩数的 0%;

类桩 0 根,占所测桩数的 0%。

3.2 超声波投射法检测

从低应变反射波法检测出的 类桩再抽 15% 进行超声波透射法检测, 类桩则 100% 进行超声波透射法检测。检测仪器采用中科院武汉岩土力学研究所生产的 RSM-SY5 型智能超声波检测仪,包括双孔式换能器($\varnothing 35$)、数据(声波、波幅)自动采集装置和电脑等。它的基本原理是:由超声脉冲发射源在混凝土内激发高频弹性脉冲波,用高精度的接受系统记录该脉冲波在混凝土内不同侧面、不同高度上超声波的波动特性,经过处理分析就能判别测区混凝土的参考强度、均匀性和缺陷的性质、大小及空间位置(每根桩在成桩前已预埋有三根声测管)。根据桩身混凝土的均匀性和缺陷的严重程度,将桩身完整性分为三类:

类:桩身完整或基本完整,为优良桩;

类:桩身有轻微缺陷,但为合格桩;

类:桩身有严重缺陷或断桩,为不合格桩。

本次试验共检测 41 根桩,其中:

类桩 26 根,占所测桩数的 63.4%;

类桩 30 根,占所测桩数的 36.6%;

类桩 0 根,占所测桩数的 0%。

3.3 抽芯检测

根据国家规程,按总桩数 2% 进行抽芯检测,对有疑问、有明显缺陷的桩也采用抽芯检测。抽芯检测设备采用北京探矿机械厂生产的 XY-1 型钻机,钻头口径为 $\varnothing 101$ mm,单动双管金刚石钻具。在被抽检的桩钻 1~2 个孔,并在每个钻孔的上、中、下部位分别取一组有代表性的混凝土芯样做强度试验。

本次试验检测桩数为 9 根,共钻 11 孔。从抽芯结果来看,混凝土连续性及胶结程度较好,所取混凝土芯样强度均达到设计要求。其中有 6 根桩抽芯至桩底基岩,结果显示桩底均无沉渣或沉渣厚度未超过设计要求;桩底持力层为弱风化岩,工程地质性质满足设计要求。

3.4 静载试验

试验采用压重平台反力装置。压重平台反力装置作为荷载反力,将大于预定最大荷载(委托单位要求 6 600kN)的荷重在试验开始前一次性加上平台,试验时用油压千斤顶分级加载,荷载用粗密压力表来控制。

考虑到上述综合检测情况,这次只随机抽取一根桩作静载试验。检测结果表明,当加载至 6 600kN 时,总沉降量为 12.02mm;S-Q 曲线平缓,无明显陡段;S-Lg(t) 曲线呈平行规则排列,各级荷载下的沉降均满足规范的要求。

3.5 综合检测结果

根据四种方法的检测结果进行综合分析后,得出该人工明渠 90 根混凝土基桩质量的最终检测结果为:

类桩 74 根,占所测桩数的 82.22%;

类桩 16 根,占所测桩数的 17.78%;

类桩 0 根,占所测桩数的 0%;

类桩 0 根,占所测桩数的 0%。

4 结语

本工程先应用低应变反射波法对全部混凝土基桩进行检测,以此为基础,对检测的 类桩再抽 15%、类桩 100% 再进行超声波透射法复检,并结合钻孔抽芯试验和静载试验的结果进行综合分析,最终得出基桩的质量检测结果,令人信服。该人工明渠后来被建设单位评为优质工程。

用于基桩检测的方法有多种,各种方法在检测桩身质量方面各有所长,如能在工程应用中综合运用,相互补充,将为保证工程质量起到重要作用。

参考文献

- [1] 王雪峰,吴世明.基桩动测技术[M].北京:科学出版社.
- [2] 中国建筑科学研究院.建筑桩基技术规范[S].北京:中国建筑工业出版社,1994.
- [3] 李素华,吴世明,刘忠孝.工程桩质量检测技术中的若干问题探讨[J].岩石力学与工程学报.2001,1.
- [4] CECS21:90,超声波法检测混凝土缺陷技术规程[S].
- [5] 吴应元.反射波法基桩质量分类方法探讨[R].2002.
- [6] 中华人民共和国行业标准.基桩低应变动力检测规程(JGJ-T93-95)[S].