

浅析房建工程的混凝土预制桩检测

朱朝胜

杭州大地工程测试技术有限公司 浙江杭州 310030

摘要: 对于长径比超过30的预制桩按不少于总桩数10%的比例采用高应变法检测桩身完整性(与规范中对大直径嵌岩灌注桩和设计等级为甲级的大直径灌注桩的要求相对应)。高应变法检测预制桩完整性具有相对的技术优势和经济优势,尤其对打入式预制桩,高应变法更是具有不可替代性,如可进行打桩应力监测,提供承载力(对静载试验数量的偏少又是一个补充),由于其锤击能量大,应力波可沿桩身来回传播,从而可以全面评价基桩完整性。

关键词: 桩身完整性; 单桩承载力

Analysis of Precast Concrete Pile Testing in Building Engineering

Chaosheng Zhu

Hangzhou Geodetic Engineering Test Technology Co., LTD., Hangzhou 310030, Zhejiang, China

Abstract: For precast piles with an aspect ratio of more than 30, the integrity of pile body is tested by high strain method at a ratio of not less than 10% of the total pile number (corresponding to the requirements of large-diameter rock-socketed piles and large-diameter cast-in-place piles with design grade A in the code). high strain method has relative technical and economic advantages in detecting the integrity of precast pile, especially for driven precast pile, high strain method is irreplaceable, such as monitoring of pile driving stress. To provide bearing capacity (a supplement to the small number of static load tests), due to its large hammering energy, the stress wave can travel back and forth along the pile body, so that the integrity of the foundation pile can be fully evaluated.

Keywords: Pile integrity; Single pile bearing capacity

1 基本规定

工程桩应进行承载力和桩身完整性检验,这是《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202-2018中规定的内容。同时还规定了承载力和完整性检测的数量,即设计等级为甲级或地质条件复杂时,应采用静载试验的方法对桩基承载力进行检验,检验桩数不应少于总桩数的1%,且不应少于3根,当总桩数少于50根时,不应少于2根。在有经验和对比资料的地区,设计等级为乙级、丙级的桩基可采用高应变法对桩基进行竖向抗压承载力检测,检测数量不应少于总桩数的5%,且不应少于10根。工程桩的桩身完整性的抽检数量不应少于总桩数的20%,且不应少于10根。每根柱子承台下的桩抽检数量不应少于1根。

行业标准《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106-2014中规定,采用单桩竖向抗压静载试验进行承载力验收检测时,检测数量不应少于同一条件下桩基分项工程总桩数的1%,且不应少于3根;当总桩数小于50根时,检测数量不应少于

2根。符合高应变法适用范围的预制桩和灌注桩可采用高应变法检测单桩竖向抗压承载力,检测数量不宜少于总桩数的5%,且不得少于5根。混凝土桩的桩身完整性应采用适宜的检测方法,当一种方法不能全面评价基桩完整性时,应采用两种或两种以上的检测方法。建筑桩基设计等级为甲级或地质条件复杂、成桩质量可靠性较低的灌注桩工程,检测数量不应少于总桩数的30%,且不应少于20根,其他桩基工程,检测数量不应少于总桩数的20%,且不应少于10根。每个柱下承台检测桩数不应少于1根。大直径嵌岩灌注桩或设计等级为甲级的大直径灌注桩除按以上要求外,按不少于总桩数10%的比例采用声波透射法或钻芯法检测。

浙江省地方标准《基桩完整性检测技术规程》DB33/T 1127-2016中完整性检测数量与行业标准基本一致。

2 桩身完整性检测方法

目前列入规范的桩身完整性检测方法共有五种:低应变法、高应变法、钻芯法、声波透射法(行业标准中规定的

四种方法)和旁孔透射波法(浙江省地方标准中规定的方法)。下面对该五种方法的技术特点做一简单归纳。

2.1 钻芯法

是桩身完整性检测方法中最直观、全面、准确和可信度最高的一种方法,它可同时准确地测定桩长、桩身砼强度、桩端沉渣厚度、桩端持力层的岩土性状和桩身缺陷(类型、位置和程度)。唯一的技术不足是由于受到钻孔数量的限制(钻芯法本属半破损检测,数量过多会破坏桩身结构),对桩身缺陷不能进行全断面的评价。

同时由于相对于低应变法、高应变法和声波透射法而言其检测工期长、检测费用高及钻孔的垂直度不易控制等客观因素导致其只能作为动测法的一种补充或验证的检测方法。

2.2 低应变法

因其在桩顶受激励时,桩身应变很小(小于 $10^{-5}\epsilon$)而得名。反射波法具有检测设备轻便、检测速度快、检测结果相对其他低应变法直观、检测费用低及检测覆盖面广等诸多优点。

其技术不足是(相对于钻芯法而言):①只能估算桩长而不能准确测定桩长(或者说只能对提供的桩长进行校核);②只能通过波速来对桩身砼强度范围作出推定;③只能对嵌岩桩的桩端沉渣作出定性判定;④无法对桩端持力层的岩土性状作出评价;⑤不能对缺陷类型作出定性、只能估算缺陷位置、对缺陷程度作出定性或半定量的评价;⑥受锤击能量的限制,其检测深度受限,一般认为其检测深度不超过30倍的长径比(软土地基中可达到50倍)。目前反射波法作为大批量基桩的普测手段,对检测过程中发现的疑问桩、长桩、桩身阻抗多变和渐变的桩、嵌岩桩桩端出现同向反射子波的桩等诸多类型需采用其他方法来验证。

2.3 高应变法

高应变法的主要功能是检测单桩竖向抗压承载力的,但由于其理论(考虑了土阻力的一维波动理论)基础与反射波法相同(不考虑土阻力的一维波动理论),所以其桩身完整性检测的功能与反射波法基本相同,①同时由于其锤击能量大,应力波传播距离远,检测的桩长范围远大于反射波法;②可对桩顶下第一个缺陷进行定量计算③判定桩身水平整合型缝隙、预制桩接头等缺陷时,能够在查明这些“缺陷”是否影响竖向抗压承载力的基础上合理判定缺陷程度等优点;④预制桩的打桩监控是其独有的功能,可监测打桩过程中桩身应力、桩锤效率,为沉桩工艺参数的选取提供精准的依据。

但是由于高应变检测桩身完整性存在设备笨重(自由落体锤)、效率较低、费用高、对检测人员的技术要求较高等缺点,目前在浙江省只作为低应变法和声波透射波的补充检测手段,尤其是长桩或声测管堵塞时。

2.4 声波透射法

利用声波在不同介质(正常砼和缺陷砼)中传播时的声时、声幅等声学参量的不同的原理来检测桩身完整性。

其技术优点是(相对于动测法而言):①能准确测定桩长(在声测管全桩长配置且未出现堵塞等情况时);②能通过波速(体波波速)来对桩身砼强度范围作出推定;③能准确测定桩端沉渣厚度(在声测管全桩长配置且未出现堵塞等情况时);④能测定缺陷位置、对缺陷范围进行圈定、对缺陷程度作出定性或半定量的评价。

其缺点是①需埋设声测管,对施工的技术要求较高,只适用于直径大于0.6m的灌注桩②同时声测管存在由于施工因素导致变形、扭曲及断裂致使不能采集到完整的声测曲线,续而导致不能对整桩作出完整性评价的风险③存在将局部缺陷放大的风险特别是对声测管被小块泥沙团包裹的情况极易发生误判。目前主要应用于灌注桩,尤其是大直径灌注桩的完整性检测中。

2.5 旁孔透射法

在桩顶上方的混凝土承台、柱或梁板来激发应力波,被激发的应力波直接沿桩身传至桩底,在桩身完整的条件下应力波到达桩身某一深度的时间是波速的函数,当应力波在桩身中传至存在波阻抗变化的部位时,由于应力波在缺陷处波能量的吸收和损耗,透射波到达井中传感器的时间较正常混凝土长,反映在波列图中的首波往后移。而当波力波传至桩底向土层透射时,由于土层波速远低于混凝土波速,反映在波列图中的首波波列形成明显的拐点,由此根据波列的陡缓及拐点确定桩底的部位。

旁孔透射法最大的优点是测定既有建筑物的基桩完整性及桩长。但其技术不足也显而易见:①需要在桩侧钻孔并埋设PVC管,检测工期长(埋管后放置7天以上,使周围土体与PVC管之间无太大空隙,否则影响检测结果),检测费用高昂;②钻孔位置要求距离被测的基桩一般不大于1m的范围内,这一般对钻孔灌注桩有较大难度;③钻孔要求和基桩的轴线基本平行,一般不易控制,当钻孔与基桩的轴线不平行度较大时大大影响检测结果;④由于激振能量的限制,其能检测的桩长也受限。

2.6 钢筋笼长度检测

钢筋笼长度检测并不属于桩身完整性的检测范畴,但是对于多节预制桩而言,因预制桩的钢筋配置为全长配置,

钢筋笼的长度即为桩长；同时预制桩的缺陷大多存在于接头位置和桩长的不足。即检测预制桩的钢筋笼长度即为检测预制桩的桩长。该方法对于低应变法的技术不足仍不失为一种补充手段。故在此予以简要介绍。

磁测法检测钢筋笼长度是基于桩内钢筋笼具有铁磁性，磁场强度（梯度）探测钢筋笼长度就是利用磁场强度探头在桩侧附近的钻孔中测出磁场强度值随深度变化的曲线，依据曲线特征判定钢筋笼顶底深度，由此确定钢筋笼的长度。

其技术不足是：需要在桩侧或桩中钻孔并埋设PVC管，检测费用也较高，一般也不可能大比例抽检；②钻孔位置要求距离被测的基桩一般不大于1m的范围内，这一般对钻孔灌注桩有较大难度；③钻孔要求和基桩的轴线基本平行，一般不易控制；但对预制管桩而言，可在桩孔中成孔可解决这一问题。

3 检测现状

如果将混凝土桩分为预制桩和灌注桩两大类，则目前工程中的应用现状为：

3.1 对大直径嵌岩灌注桩和设计等级为甲级的大直径灌注桩基本执行了行业标准的要求——基桩完整性检测除按要求进行低应变检测外，按不少于总桩数10%的比例采用声波透射法或钻芯法检测。但执行并不彻底，比如预埋10%的声测管时遇声测管堵塞时如何处理？按规范须采用钻芯法替代。实际情况并非如此，而是不论声测管是否堵塞，均给出了完整性评价，表面上已经满足了规范要求的采用了两种不同的检测方法。

3.2 对上条之外的其他灌注桩基本采用总桩数1%的静载试验（承载力）和总桩数20%的低应变（完整性）检测。仅就完整性检测而言，特别是软土地基中的桩长为40m以上，桩径600mm、700mm的钻孔桩来说，根据本文第2节的论述，低应变检测几乎不能对该种桩的完整性进行全面评价。根据行业规范：当一种方法不能全面评价基桩完整性时，应采用两种或两种以上的检测方法。但本条规定形同虚设，这无疑给工程留下安全隐患。

3.3 对预制桩一般均是采用总桩数1%的静载试验（承载力）和总桩数20%的低应变（完整性）检测。随着预应力管桩的技术进步，管桩承载力越设计越高，桩长越来越长，60~70m的管桩已很普遍（四节），如此长的管桩，桩径一般只有600mm、700mm，长径比接近100。低应变法的检测能力并不匹配，不能对完整性进行全面评价。换言之，对于拼接为4节的预应力管桩，少了下面的两节桩，低应变法几乎无法检测出。而对于现在流行的根植桩，其桩侧的

土阻抗大大增加，低应变法的检测深度进一步受限。显然仅采用单一的低应变法检测预制桩的桩身完整性也无法满足规范的要求（当一种方法不能全面评价基桩完整性时，应采用两种或两种以上的检测方法）。

有部分地区的管理部门也注意到了这种情况，有针对性的增加了部分检测内容，如浙江省部分地区要求每栋单体抽检不少于1%的桩长检测。但是1%的数量与总桩数相比仍是杯水车薪，检测数量的有限导致定制桩（为了应付检测而专门施工的桩）的出现，仍无法保证工程质量。

4 观点与建议

根据以上论述，笔者认为目前在房建工程的混凝土预制桩检测可采用以下方法可满足规范的要求，进一步保证工程质量。

4.1 采用静载试验的方法对桩基承载力进行检验，检验桩数不应少于总桩数的1%，且不应少于3根，当总桩数少于50根时，不应少于2根。

4.2 采用低应变法对全数基桩完整性进行检测。目前低应变法的检测费用十分低廉且检测速度快，从经济和工期的角度考虑已没有必要采用抽检的方式。

4.3 对于长径比超过30的预制桩按不少于总桩数10%的比例采用高应变法检测桩身完整性（与规范中对大直径嵌岩灌注桩和设计等级为甲级的大直径灌注桩的要求相对应）。对于预制桩，完整性检测方法中钻芯法和声波透射法并不适用，除低应变法外，可供选择的方法只有高应变法和旁孔透射波法，而高应变法检测预制桩完整性具有相对的技术优势和经济优势，尤其对打入式预制桩，高应变法更是具有不可替代性，如可进行打桩应力监测，提供承载力（对静载试验数量的偏少又是一个补充），由于其锤击能量大，应力波可沿桩身来回传播，从而可以全面评价基桩完整性。

参考文献：

[1] 耿连峰. 浅谈房屋建筑钢筋混凝土预制桩的施工技术[J]. 民营科技, 2016(5): 1.

[2] 王军. 房屋建筑钢筋混凝土预制桩施工技术[C]// 决策论坛——科学制定有效决策理论学术研讨会. 2015.

作者简介：

朱朝胜（1975.01—）男，汉族，安徽东至人，本科学历，高级工程师，国家注册土木工程师（岩土），一级注册结构工程师，一级注册建造师，注册安全工程师。研究方向：从事岩土工程检测。