

A large orange graphic element on the left side of the cover, consisting of a vertical rectangle with a diagonal cut at the bottom right corner.

桩基质量 监督与检测

曹安华 唐世海 卢永初 编著

河海大学出版社

桩基质量监督与检测

曹安华 唐世海 卢永初 编著

河海大学出版社

(苏)新登字第013号

内 容 提 要

本书系统地介绍了桩基工程质量监督步骤和方法,桩基工程事故实例;桩基技术资料审核;常用桩型的设计计算原理,常用桩型的施工、质量通病及质量检查方法;桩的静荷载试验及几种常用的动测方法;桩的动测技术现状和存在问题。

本书具有较强的知识性、实用性,适合于质量监督员、建设监理工程师、桩基检测人员以及设计、施工和建设单位工程技术人员和质量管理人員使用、学习和参考。

责任编辑 龚俊

特约编辑 陆文祺

桩基质量监督与检测

曹安华 唐世海 卢永初 编著

出版发行:河海大学出版社

(南京西康路1号,邮政编码:210024)

经 销:江苏省新华书店

印 刷:江浦第二印刷厂

(地 址:江浦县城 邮政编码:211800)

开本787×1092毫米 1/32 印张11.125 字数250千字

1992年9月第1版 1992年9月第1次印刷

印数1-5500册

ISBN 7-5630-0500-5

TU·19

定价:6.90元

河海版图书若有印刷装订错误,可向承印厂调换

序 言

《桩基质量监督与检测》一书是由常州市建设工程质量监督站站长曹安华高级工程师和江苏省建设工程质量监督站唐世海工程师以及常州市建设工程质量监督站芦永初高级工程师等三位同志合作编写的。在这以前,常州市建设工程质量监督站为了配合桩基工程质量监督工作,曾先后办了几期桩基质量监督培训班,并编写了培训讲义,比较系统地介绍了常用桩型的勘察、设计和施工的基本知识以及桩基质量监督的方法和步骤,并结合桩基工程事故的实例进行分析,这份讲义编好后送给我看过,我觉得编得很好,并委托常州市建设工程质量监督站为我省其它几个市质监人员进行培训,反映效果也很好,很受欢迎。

随着国民经济和社会事业的不断发展和改革开放进一步加快,我国的建设事业也在突飞猛进,高楼大厦如同雨后春笋拔地而起,高层建筑的大量出现,桩基工程的广泛应用,这对从事建设工作的同志,特别是从事桩基质量监督的同志面临着一个十分重要而又很现实的问题,就是如何提高桩基工程质量,从而确保工程质量,因此提高桩基工程质量监督和检测人员的业务素质和技术水平就显得十分重要。为此,江苏省和常州市建设工程质量监督站的曹安华、唐世海、芦永初三位同志编写了《桩基质量监督与检测》一书,在原先培训讲义的基础上,对一些章节作了调整,并增加了桩的静荷载试验、几种常用的动测方法,介绍了桩的动测技术发展现状和存在

的问题等内容,加大了桩基质量监督与检测的份量,以更好地适应桩基质量监督和检测的需要。

众所周知,影响桩基工程质量的因素很多,其中有勘察质量,也有设计和施工质量,因此要提高勘察、设计和施工质量,必须加强对桩基工程质量监督和检测工作,为此,江苏省建设委员会专门印发了《江苏省桩基工程质量监督管理规定》和《江苏省桩基工程质量检测单位资质审查办法》二个法规性文件,并明确规定,凡属桩基工程,必须到工程所在地质量监督站办理桩基工程质量监督手续,并对桩基工程的勘察、设计和施工提出了具体的要求,这对提高桩基工程质量无疑起到积极作用,而评价桩基工程是否满足设计和技术规范要求,必须经过严格的检测加以鉴别。这就是说,一切以数据说话,而这个数据必须是科学的,能真实反映桩基本身质量的数据。因此,对桩基检测单位和人员素质要求较高,故对其资质进行审查,并明确规定,凡是在江苏省境内进行桩基质量检测的单位,必须经江苏省建委质监站审查,确定检测方法,发放许可证,方可承担桩基检测任务,否则,桩基检测单位出具的检测报告,质监站不予认可,并对桩基检测单位提出了具体要求,其目的在于确保桩基检测数据的准确性,从而保证桩基工程质量,乃至整个工程质重,这也许是编写本书时为什么加大桩基质量监督与检测份量的原因吧!

该书的特点是集桩基工程的勘察、设计、施工、质量监督与检测为一书,比较系统地、全面地介绍了桩基工程的勘察、设计和施工方法,并突出了桩基质量监督与检测的方法和步骤,所以说这本书有较强的知识性,像这样比较全面系统介绍有关桩基工程方面知识的书现在还不多见。该书不仅适合于从事工程质量监督和桩基检测人员的需要,而且更适合于

目前正在全面逐步推行的建设监理工作的需要。这是因为，作为质量监督员和建设监理工程师，不仅要具有质量监督和建设监理基本知识，还应比较熟悉地掌握桩基工程的勘察、设计和施工基本知识以及常见桩基质量通病的预防措施。因此，对质量监督员和建设监理队伍素质有待于进一步提高，因而该书对提高桩基质量监督和建设监理人员素质大有益处，而且也是比较理想的培训教材。同时该书也可供桩基勘察、设计、施工和建设单位工程技术人员学习参考，所以说该书还具有较强的适用性。

我真诚地希望该书的问世，对提高质量监督、建设监理和桩基检测人员的素质，对桩基工程质量的提高起到积极的作用。

毛家泉

一九九二年五月

前 言

当前,桩基工程技术的发展异常迅速,新的桩型、施工工艺、成桩材料和施工机械不断涌现,桩基的勘察手段和设计计算也不断更新。桩基工程又是一项复杂的系统工程,桩基质量的优劣与勘察、设计、施工以及检测都存在着直接关系,只要其中某一环节出现差错就会导致桩基工程质量事故的发生。目前,由于桩基工程的全面监督和管理工作的未能跟上桩基发展形势的需要。因此,桩基工程质量事故时有发生,一旦出现质量问题时,普遍存在着互相推诿扯皮不清的现象,为了进一步提高桩基工程质量,必须对桩基的勘察、设计、施工、检测等工序进行全面质量监督,严格把关,杜绝桩基工程质量事故的发生。

要开展对桩基工程的全面质量监督,就必须要求质量监督和检测人员具有较全面的桩基工程技术知识水平。实践证明,质量监督和检测人员如果不能掌握桩基技术知识,就无法实施对桩基工程的质量监督和检测,就难以保证桩基工程质量。

本书内容包括桩基设计、施工、检测等方面知识,这是质量监督、检测以及工程管理人员必须掌握的有关桩基工程的基本知识。在此基础上,我们结合大量的工程实践,详细阐述如何开展桩基工程的质量监督,使理论与实践紧密结合,做到学以致用。

在本书编写结束之际,适逢《建筑地基基础设计规范》

(GBJ7-89)出版,为使读者及时熟悉和应用新规范,本书也将新规范中有关预制桩竖向承载力标准值的确定方法,列于附录之内。

桩基动力测桩是一门近几年发展起来的新技术,许多同志对这项技术了解不多,本书对有关动力测桩方面的知识也作了较为详细介绍。

在本书编写过程中,江苏省建设工程质量监督站站长毛家泉同志自始至终给予大力支持,审阅了全书,并为本书写了序言;南京工程兵工程学院客座教授汪承武高级工程师审阅了本书,并提出了很多宝贵意见,在此表示感谢。由于我们水平有限,书中不当之处,在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

一九九一年十二月于南京

目 录

序言

前言

第一章 桩基工程质量监督(1)

第一节 桩基工程质量监督步骤和方法 (1)

第二节 桩基工程事故实例(10)

第三节 桩基技术资料审核(37)

第二章 桩基设计原理(40)

第一节 钢筋混凝土预制桩计算(43)

第二节 灌注桩计算(78)

第三节 扩桩计算(103)

第四节 振冲碎石复合地基计算(119)

附录一 《建筑地基基础设计规范》GBJ7-89)对预制桩竖向承载力标准值的确定(132)

附录二 《建筑地基处理技术规范》(报批稿)对振冲置换法设计的有关规定摘录(136)

第三章 桩基施工与质量检验方法(139)

第一节 钢筋混凝土预制桩(139)

第二节 套管成孔灌注桩(150)

第三节 锤击沉管扩桩灌注桩(160)

第四节 干振碎石桩(165)

第五节 钻孔灌注桩(170)

第六节 振动水冲碎石桩(185)

第七节 水泥粉体喷射搅拌法(192)

第八节	人工挖孔桩	(199)
第九节	砂桩	(207)
第十节	灰土挤密桩	(215)
第十一节	土层锚杆	(228)
第四章	桩的荷载试验	(238)
第一节	单桩垂直荷载试验	(245)
第二节	单桩水平荷载试验	(253)
第三节	地基土荷载试验	(268)
第四节	几种常用动荷载测桩方法	(273)
第五节	桩基动测技术现状和存在问题	(333)
附录	动测仪表设备有关参数	(340)
参考文献		(344)

第一章 桩基工程质量监督

第一节 桩基工程质量监督的步骤和方法

一、开展桩基工程质量监督的重要性

随着城市改造及综合开发的日益发展,高层建筑的不断涌现,相应地推动了桩基工程的应用,现以常州地区为例,常用的桩基种类有预制桩、灌注桩、夯扩桩、人工挖孔桩、振冲碎石桩、石灰桩、砂桩、水泥粉喷桩等。在这些桩基工程中出现的质量问题不乏事例可以列举:在勘察方面,如某影视中心工程,由于勘察单位对桩端持力层的土质分层上完全违反了力学分层原则,把锥尖阻力 q_c 的比值达2.8倍的各土层合并为同一土层,并取平均值作为桩端持力层的推荐力学指标。设计部门据此地质报告,选用了这层软硬不均的土层作为持力层,并根据推荐的力学指标估算了单桩承载力,确定了预制桩的长度。结果使这个桩基工程在施工后便几经反复加固、补钻、补桩及截桩,既影响进度又造成数万元的经济损失。在设计方面,如某综合楼工程采用不成熟的人工挖孔灌碎石桩,造成底层为框架的相邻柱基沉降差最大值已达4.22%,累计沉降量为113mm,致使部份砖砌体出现裂缝,至今仍在作沉降观察。施工方面,如某汽车站综合楼的震动灌注混凝土桩施工前既未试成孔,施工中马虎作业,拔管速度过快,又未按设计要求控制桩尖进入持力层1.5m。经检测,不仅

单桩的承载力远达不到设计要求，且大部分的被检桩身存在着缩颈、断桩等严重质量隐患。

更为严重的是，个别桩基工程由于勘察、设计、施工都存在质量问题，因而导致整个桩基工程质量产生失控现象。例如：某小学教学楼桩基工程，地质资料是用麻花钻，凭手感和肉眼观察提供的勘察报告。设计单位根据这份不科学的报告进行桩基设计，个别地方设计所用的桩长超过钻孔深度。同时，设计图纸不提供单桩承载力值，打桩单位只管按图纸桩长施工，桩基施工记录也表明，部份 7m 长的桩总锤击数仅为 14~34 击，最终贯入度高达 32~76cm/10 击。相反 5m 长的短桩，总锤击数均在 58 击以上。对于这种异常情况，施工单位始终未向设计单位反映，以便及时核查地质报告是否准确。桩基工程完工后，选择六根桩做锤贯试验，其中就有三根不合格，承载力仅达设计值的 55%~71%。

在事故分析会上，施工单位抓住图纸文字说明不详的空子，只保证桩长，至于贯入度偏大，单桩承载力不足，图纸没有数据要求，施工单位不承担任何责任。经协商由设计单位进行补钻，核查 7m 桩是否真正进入持力层。然后适当放大承台，加固了基础。

上述桩基质量事故实例充分说明：必须对桩基工程的勘察、设计、施工实行全面质量监督，才能确保桩基工程质量的可靠与稳定。

二、桩基工程常见的质量通病

（一）桩基勘察质量通病

用原始工具进行勘探，凭经验提供设计参数；设计已采取桩基方案，但勘探报告不提供建议性的桩端持力层，也不标明

桩端土的承载力和桩周土的摩擦力等桩基设计参数；地基分层上违反力学分层原则；勘察仪器计量不准确；地基土埋有硬夹层时，未能补钻找到准确位置；对砂土液化的判别依据不足等。

（二）桩基设计质量通病

桩基施工图中缺乏必要的控制数据，不标明桩长，不提单桩设计承载力，夯扩桩无夯扩参数，有的甚至连桩身断面尺寸也不注明；设计人员对桩基施工工艺不熟悉，理论计算与工程实践相脱节，导致桩基产生严重的质量隐患；使用钻探深度十分明显地小于设计桩长的地质报告，盲目地进行桩基设计；设计单位为桩基施工质量打包票——桩基设计前不做试桩，桩基竣工后还拒绝对工程桩抽样检测；不按照规范要求进行设计，随意提高混凝土标号，加大钢筋用量，非端承桩采用沿桩身通长配筋等不合理设计；采用未经检验鉴定、工艺尚不成熟的桩型，造成桩基工程的重大质量隐患；按规范规定需抗震设防的建筑，其桩基桩身不配抗弯钢筋；宽打窄用或桩型选用不合理，加大了桩基费用，浪费建设资金；外地设计单位为当地设计的桩基工程，因对当地地质情况不熟悉，设计往往偏于保守，造成不必要的浪费等。

（三）桩基施工质量通病

桩身质量存在的缺陷，如桩身的混凝土强度达不到设计标号，灌注桩的断桩、缩颈、混凝土酥松，夹泥、孔底积淤过多；粉喷桩的旋喷体强度不足；碎石桩、灰土桩、砂桩的密实度和干容重偏低，达不到设计要求值；预制桩外形几何尺寸偏差过大；灌注桩的混凝土充盈系数小于1等。此外，桩端未进入持力层，打入桩的标高与设计图不符，或者最终贯入度与试桩

贯入度相差悬殊时都有可能发生桩端未进入持力层的现象，它将直接影响单桩承载力的提高。还有，桩顶位移和桩身倾斜超过规范允许偏差值等，也是桩基施工质量常见通病。

（四）桩基检测存在的问题

桩的动测技术的研究在我国已有十多年的历史，随着研究开发工作的深入和提高，桩的动测技术已进入了实用推广阶段。桩的动测法应用，改变了以往桩基检测只有静载试验的单一手段，据近年来的统计，静载试桩只占总检测桩数的3%左右，绝大多数使用了动测法测桩。但是，各种动测试桩法在多年的实际应用中，都不同程度地存在着一些问题，错判、误判时有发生，社会对这项新技术的评价褒贬不一。（详见第四章第五节桩基动测技术现状和存在问题），因此，质监部门应加强对桩基检测单位的管理，以确保动测法所提供的桩基测试数据准确和可信真实，反映桩基工程的质量情况。

三、如何开展桩基工程的质量监督

（一）配备桩基监督管理人员

根据当地桩基工程规模的实际情况，各质监站应有一位站领导分管此项工作，并相应配备专职质量监督员，负责对桩基础的勘察、设计、施工的质量监督工作。

（二）建立规章制度

为了加强对桩基工程质量的全面监督，必须建立各项规章制度。江苏省建委颁发了《江苏省桩基工程质量监督管理暂行规定》，该文件明确规定：

（1）凡属桩基工程必须到质监站办理委托监督手续；

（2）桩基施工图（包括勘察报告）须经质监站审查合格后方可施工；

(3) 未经质监站检验合格的桩基工程不得进行下一道工序的施工。

只有制订地方性的规章制度才能对桩基工程的勘察、设计、施工实行强制性的监督。

(三) 制订地区统一技术规定

为了提高勘察设计质量,以及在审查勘察报告时做到有章可循,根据国家现行的勘察设计规范、标准,结合本地区实际情况,制订出地区性《建设工程勘察设计统一技术规定》,明确规定桩基勘察应以静力触探为主,对探孔的间距、深度和加密探孔的条件都应有详细说明。常州市制定上述规定后,彻底扭转了以往桩基勘察手段小钻唱“主角”的落后状况,极大地促进了桩基勘察设计质量的提高。

(四) 加强对勘察报告和桩基施工图的质量监督工作

桩基勘察设计质量的优劣,是桩基质量的关键。当前,桩基设计中主要存在两大问题:

(1) 少数设计人员对桩基施工工艺不熟,理论脱离实际,导致桩基设计的失误;

(2) 设计过于保守,宽打窄用,这样既浪费了建设资金,又为不负责任的桩基施工单位敞开了方便之门。

为止,必须对施工图进行审查,才能及时发现勘察设计存在的质量通病。

(五) 搞好桩基工程的施工质量监督

1. 建立桩基设计交底会审制度

桩基开工前必须进行设计交底,其目的主要解决三个问题:

(1) 有实践经验的施工单位,特别是拥有较多工程技术人员的专业机械化施工公司,对桩基施工图的要求,例如桩端

持力层的选择、单桩承载力的估算,以及桩基设备穿透中间硬夹层的可行性等,都能提出较为中肯的建设性意见,实际上这是一次对桩基施工图的再审核;

(2) 对打桩单位拥有的机械设备以及他们的保证施工质量和进度的措施进行审查,对影响桩基正常施工的有关配合问题及时给予落实解决,以确保桩基施工的顺利进行;

(3) 确定试成孔桩位,选定的依据为:① 必须在钻孔处或附近;② 中间有较厚的硬夹层,桩机穿透有困难;③ 桩长较大处。

2. 严格执行试成孔工艺

桩基施工前必须试成孔,通过试成孔工艺可以解决三个问题:

(1) 核对地质资料,施工实践证明,试成孔工艺是一项行之有效的检验地质资料准确性的方法;

(2) 通过试成孔证明,在地质资料基本准确的前提下,根据试成孔的贯入度,并结合以往类似的桩基施工经验,各有关单位共同拟定一个最终贯入度值,作为工程桩进入持力层的一项控制指标;

(3) 检验所采用设备、施工工艺以及操作技术是否符合要求,如出现缩颈、坍孔、回淤或中间硬夹层无法穿透时,应拟定补救措施或重新考虑施工工艺。

3. 保证打桩原始记录的准确性

打桩记录是桩基现场施工的第一手原始资料,它是分析、评价整个桩基工程质量的重要依据,因此,要求打桩记录必须真实反映施工情况。每天的打桩记录,当天必须由建设、土建、打桩单位三方共前核签,后补签字或未经三方签认的打桩记录均为无效。打桩记录除按施工规范的附表内容准确填写

外,对钢筋混凝土预制桩尚须记录有无桩头破碎、桩身断裂和桩身突然偏位;对钻孔灌注桩尚须记录有无坍孔、缩颈,导管底端提出混凝土面、水下浇注混凝土中途停顿的处理方法以及钢筋笼下沉或上浮;对沉管灌注桩和夯扩桩尚须记录有无反插或复打、有无桩身冒水或套管进水;对粉喷桩尚须记录管道堵塞和断粉后的处理方法;对振冲碎石桩要详细记录实际电流是否符合密实电流、水泵压力值是否符合工艺要求及单桩的充盈系数值。

4. 选择工程桩进行荷载试验

每项桩基工程竣工后,应由质监人员会同设计、建设、土建、打桩单位共同确定,选择部份工程桩进行荷载测试,这是检查桩基工程质量的主要方法。通常选择原则是:

- (1) 按原始记录中有异常情况的桩;
- (2) 按地质情况选桩,当桩身穿越淤泥层较厚或穿越软硬兼有的复杂土层的桩,或持力层坡度较大或位于暗河道边坡上的桩;

(3) 按结构选择设计认为荷载最大处的桩;

(4) 桩数少的(1~3根)独立承台下的桩;

(5) 桩长最短的桩。

5. 开好桩基竣工验收会议

在桩基的竣工验收会上主要解决下述问题:

- (1) 核查技术资料 桩基施工单位应提供以下的竣工技术资料,桩基平面布置及桩位编号图,桩基定位测量放线图,施工图审查纪要及设计变更通知书,打桩原始记录,分项工程自检记录(包括钢筋笼制作和预制桩制作的自检记录),钢筋焊接试验记录和焊工合格证,混凝土配合比设计试配记录,混凝土试块记录和强度试压报告,钢材质保书和钢材复试记录,