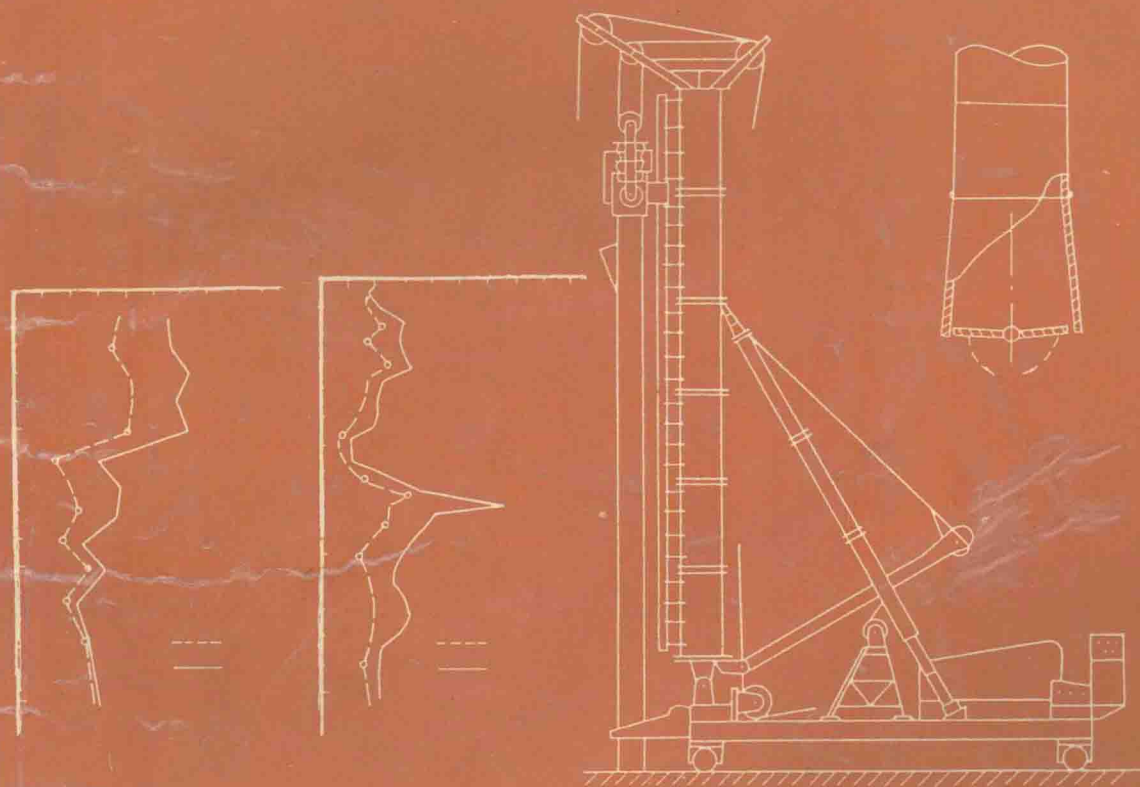


地基基础新技术的理论与实践

主编 韩选江



江苏科学技术出版社

地基基础新技术的理论与实践

韩选江 主编

江苏科学技术出版社

(苏)新登字第 002 号

内 容 简 介

本书针对江苏地区工程建设中遇到的地基基础工程技术的热门课题,总结汇编了近二十年来本地区地基基础新技术的一些科技成果和经验教训,是面向工程实践的实用性专辑。

全书分为七章,从桩基础的设计与施工、深基坑支护工程、地基处理技术、基础托换技术、基础工程事故与防治、挡土结构与滑坡治理以及质量检验与其他等方面工程问题出发并按实用性观点较全面地介绍了百余个工程实例应用的新技术方法。

本书可供从事土木建筑的勘测、设计、施工、科研和质检管理等单位和部门的工程技术人员阅读和参考,也可作为土建类高等院校师生的参考书。

地基基础新技术的理论与实践

韩选江 主编

出版发行:江苏科学技术出版社
照 排:南京自动化照排研究所
印 刷:南京振兴印刷厂

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 37 插页 2 字数 950,000
1996 年 11 月第 1 版 1996 年 11 月第 1 次印刷
印数 1—800 册

ISBN7—5345—1985—7

TU·39 定价 59.60 元
责任编辑 王剑钊 石志峰

我社图书如有印装质量问题,可随时向承印厂调换

《地基基础新技术的理论与实践》编写委员会

主 编 韩选江

编委会 韩选江 郑必勇 俞仲泉 徐炳锋 王大笔 黄济川
陈兆仁 陈 石 王剑钊 周殿雄 周孝侯 沈 飞

编 写 人 名 单

绪言	韩选江						
1.1	张尚根	2.10	黄祥镛	4.5	5.2	韩选江	7.5
韩选江	郑必勇	陈庚道	董兴民	陈 甦	金耀良	李文明	袁文明
1.2	1.13	2.11	3.9	余培明	沈 飞	沈 飞	郑培成
袁顺良	徐敏生	褚福权	潘正邦	4.6	李明澄	6.1	7.6
陈家冬	1.14	2.12	张大林	周洪涛	5.3	韩选江	易进栋
1.3	王大笔	袁文明	3.10	叶书麟	刘昭运	6.2	徐光明
郭泽贤	2.1	2.13	江和友	4.7	5.4	姚代禄	7.7
1.4	郑必勇	周增全	3.11	袁顺良	王介清	季 辉	李钧民
陈德文	2.2	2.14	黄祥镛	陈家冬	5.5	6.3	7.8
李智渊	徐宗良	吕 军	毛再勇	4.8	袁顺良	李钧民	姜宏达
路德胜	郑必勇	朱远辉	周殿雄	金耀良	陈家冬	6.4	7.9
1.5	2.3	王 洪	周文君	李明澄	5.6	卢崇甲	梁勇然
张敬礼	张兴基	3.1	3.12	4.9	吴正发	6.5	孙洪寿
1.6	2.4	韩选江	胡明亮	周芝英	5.7	李明澄	陈生保
吴正发	任玉青	3.2	3.13	方永凯	凌玉东	朱俊成	7.10
1.7	郑必勇	金耀良	张永生	4.10	5.8	6.6	林鸿昆
陈正隆	2.5	李明澄	3.14	钱志平	江丕光	李钧民	7.11
张敬礼	郑必勇	3.3	方永凯	余荣汉	查统怀	6.7	侯恩皇
1.8	韩云乔	周芝英	3.15	4.11	耿保明	郑必勇	潘海涛
陈 更生	2.6	3.4	赵建国	周方宏	5.9	6.11	7.12
1.9	陶 莉	方永凯	朱文凯	4.12	徐文杰	徐炳锋	刘松玉
陈 甦	郑必勇	3.5	4.1	陈立人	5.10	梁伯军	邵信发
朱银珠	2.7	王大笔	韩选江	肖建浦	刘昭远	7.1	鲁安顺
1.10	谭跃虎	3.6	4.2	4.13	吴伟逸	韩选江	7.13
孙阿明	郑必勇	孙亚玲	徐云亭	侯善民	5.11	7.2	徐炳锋
戴林根	2.8	闫少民	4.3	4.14	朱松柏	沈锦儒	梁伯军
1.11	徐 迎	3.7	龚维明	孙阿明	5.12	7.3	7.14
张东根	郑必勇	黄祥镛	吴 建	张东根	武建勋	赵达斑	徐炳锋
孙阿明	2.9	张兴连	4.4	5.1	严有林	7.4	钱家欢
1.12	吴志强	3.8	沈正中	韩选江	5.13	范明桥	方漆华

绪 言

从80年代以来,我国的经济建设得到了较快的发展,高层建筑、新建厂矿、住宅小区、能源交通工程、通讯工程和市政工程随着城市的改造和发展正在大批建造,许多城市的建设呈现出日新月异的飞跃变化。

江苏省地处长江三角洲的江、河、湖、浜软土地带。在一些冲积层和洪积层区域,地表下几十米内无岩层。在南京三叉河和下关沿江地带,30多米深内基本上是淤积的饱和软粘土层夹部分薄砂层,地下水位在地表下1米以内,且土层的水平层理很不均匀。在这样的土层条件下,要建造高、大、重、深的建筑物,出现了前所未遇到的许多技术难题。

特别,为了高层建筑的整体稳定和开发地下空间需要,一般都要设置多层地下室,其基础深度在6米和10米以上。而且,又是在城市的密集建筑群内做深基础,有的就是紧靠相邻建筑边开挖,对深基坑开挖的挡土护壁要求很高,加上环境条件又比较恶劣,必须以可靠的技术措施来确保临近建筑、道路和地下管线的正常运行。

因此,桩基础的设计施工技术、地基处理技术、基础托换技术和深基坑开挖支护技术等地基基础新技术在我省得到了较快的发展。它适应了经济建设和城市发展的需要,为高楼大厦的建造和高难度工程的施工发挥了较好的作用,取得了显著的经济效益、社会效益和环境效益。

近二十年来,专业工作者和工程技术人员为完成这些高难度的工程建设需要,开展了大量的科研工作和工程实践活动,在地基基础设计和施工中取得了许多科研成果,积累了不少成功经验,也总结了一些有益的教训。

为了启发和指导今后的设计和施工工作,经几十位专业同

行的整理汇集和十几位专家教授的审校,特编写了这本地基基础新技术专辑,奉献给同行,期望收到抛砖引玉的效果,以促进专业同行相互间的交流、切磋和提高,推动岩土工程技术进步,更好地服务于经济建设。

鉴于许多工程设计和施工时是执行老技术规范和老技术规程,故采用的单位制仍按老规范规程体系,编选时照顾了这个客观情况,如实反映设计施工时的原来面貌。因而,专业同行在学习参考时应仔细认真分析,并与新规范体系进行对照,才能方便灵活应用。

在编选过程中,限于时间和水平,在深度和广度上都有不足,错漏之处在所难免,敬请各方面专家予以指教,也恳请读者原谅和不吝指正。

在编辑出版过程中,得到了一些单位的支持和资助,值此表示诚挚的感谢。限于某些原因,使得本书的出版问世拖延了一段时间,在此表示歉意,敬请各位作者和读者原谅。

韩选江

一九九六年八月八日

目 录

绪 言

第一章 桩基础设计与施工

1.1 综 述	1
1.2 大直径钻孔桩在多层预应力厂房基础中的应用	3
1.3 人工挖孔空心桩的设计研究	15
1.4 竹节式空心挖孔灌注桩的试验研究和应用	25
1.5 长螺旋钻成孔灌注桩施工方法探讨	38
1.6 粉砂地层内细长型钻孔灌注桩的双循环施工方法	47
1.7 钻孔扩底桩在某厂基础工程中的应用	50
1.8 对钻孔灌注桩首批灌注混凝土体积计算的建议	55
1.9 钻孔灌注桩成桩过程中桩径的简易测定方法	58
1.10 预制小方桩在软弱地基中的应用实例分析	61
1.11 筏板加锚杆静压桩在软弱地基中的应用	67
1.12 饱和软土中爆扩桩抗浮原理与应用	73
1.13 静力触探 P_s 值估算单桩承载力探讨	82
1.14 南京某大楼深基础施工	89

第二章 深基坑支护工程

2.1 深基坑开挖支护技术的进展	94
2.2 旋喷土锚机理与工程实践	111
2.3 双排桩在深基坑支护中的应用	120
2.4 土钉原理及其在边坡稳定中的应用	124
2.5 土锚用于高边坡支护桩补强实践	128
2.6 柱列式支护桩墙变形控制设计计算方法研究	133
2.7 深开挖地面变形范围计算方法初探	137
2.8 深基坑钻孔灌注桩组合拱帷幕实践与设计初探	144
2.9 大钟亭人防工程边坡加固技术	149
2.10 华能南京电厂深基坑支护实践与体会	155
2.11 上海黄浦区某人防地下工程基坑支护实践及认识	160
2.12 水泥土挡墙在深开挖期的安全监测	164
2.13 干缩变形及流动变形对边坡稳定的影响	171
2.14 三重管高压旋喷灌浆技术在某深基坑防水帷幕中的应用	176

第三章 地基处理技术

3.1 地基处理技术方法综述	181
3.2 强夯法在南通狼山港二期工程中的应用	185
3.3 某电厂第二灰坝塌滑段坝基加固方案确定	190

3.4	砂土地基振冲加固有关问题探讨	195
3.5	干振碎石桩加固大面积集装箱堆场软基	201
3.6	压振法碎石桩加固软粘土地基工程实践与应用	207
3.7	C.F.G 桩复合地基工程特性的试验研究	215
3.8	化学加固处理软土地基的工程实践	223
3.9	单、双轴水泥搅拌在多层住宅条基中应用比较	228
3.10	单头深层水泥搅拌桩加固软土地基工程实录	233
3.11	石灰桩复合地基工程效果及质量检测分析	237
3.12	复合地基承载力计算及试验分析	243
3.13	粉煤灰双层地基在多层房屋中的应用	250
3.14	强夯法加固长江河漫滩地基的应用研究	262
3.15	砂井—强夯法加固饱和软粘土	282

第四章 基础托换技术

4.1	基础托换技术的应用与发展	288
4.2	某职工俱乐部增层改建工程实录	297
4.3	某教学楼局部加层的基础加固设计	306
4.4	某办公楼加层基础修改方案	311
4.5	山墙带肋板式基础在房屋改造中的应用	316
4.6	树根桩的发展应用现状	324
4.7	树根桩的设计施工与托换工程实例	331
4.8	上港九区地下顶管工程施工实录	339
4.9	某运河开挖段保房加固工程设计与原位观测	348
4.10	某饭店改扩建工程的基础托换技术应用	354
4.11	几种支护方法在某大楼深基护坡工程中的综合应用	360
4.12	南京地区深基坑支护工程调研与探讨	364
4.13	某酒楼二期工程地下室与基础设计	368
4.14	单层仓库加层改造的结构设计	373

第五章 基础工程事故与防治

5.1	综 述	377
5.2	长江中下游地区水冲沉桩断裂事故分析与防治	379
5.3	振动沉管灌注桩的质量通病及防治实例	385
5.4	某冷库工程钻孔灌注桩施工质量事故分析	391
5.5	灌注桩质量事故的分析与处理	395
5.6	夯扩桩施工质量控制及常见故障处理	400
5.7	某单层厂房基础桩的侧向位移及补救处理	405
5.8	灌注桩体高压灌浆补强新方法	412
5.9	堤坝洞穴充填灌浆技术的应用研究	418
5.10	某砂土地基流土事故的压力注浆后期补强处理	424

5.11 某综合楼砂石垫层施工质量事故分析	428
5.12 夹河煤矿井架侧斜原因浅析	432
5.13 予力复合地基的工程应用	439

第六章 挡土结构与滑坡治理

6.1 综 述	444
6.2 加筋土挡墙原型试验成果分析	446
6.3 两种轻型面板在加筋土挡墙中的应用	453
6.4 软基上重力式挡土墙设计形式探讨	459
6.5 预应力空心板在护岸工程中的应用	467
6.6 浅谈镇江市山体滑坡产生原因及治理	475
6.7 丁山滑坡的稳定分析及其治理	482
6.8 某采石场崩滑形成机理浅析及整治	488
6.9 镇江市北固山潜在滑坡的分析	492
6.10 滑坡治理的一种新方法—小直径钢管组合桩抗滑设计	500
6.11 考虑滑裂面不同强度的土坡稳定分析	505

第七章 质量检验与其他

7.1 综 述	509
7.2 振冲碎石桩工程监理的实践与探讨	511
7.3 浅谈地基基础工程质量要素	521
7.4 碎石桩加固某油罐软基的工程质量评价	526
7.5 5 万 m ³ 油罐地基堆土预压期的现场测试与研究	532
7.6 模拟地基处理方案的离心模型检验	539
7.7 砖烟囱配筋砖薄壳基础	545
7.8 射水法应用于堤坝防渗墙和地下连续墙的工程实例	554
7.9 某综合楼复杂地基的勘察与评价实录	559
7.10 某电站煤仓基础大体积混凝土施工及裂缝控制	567
7.11 孔压圆锥贯入仪的研究应用	574
7.12 试论卫生填埋场设计的地基基础问题	579
7.13 利用当量压缩模量计算沉降置信区间	587
7.14 土中声发射参数与所释放能量间关系初探	591

第一章 桩基础设计与施工

1.1 综 述

桩基础是最古老的一种基础型式。古时候的寺庙(如郑州隋朝建的超化寺)、塔碑、牌坊、宫殿、楼阁和桥梁,许多建筑物都是采用桩基础建造的。因此,它是一种历史悠久的古老基础型式。

然而,桩基础也是最现代化的一种基础型式。它广泛应用于摩登时代的高层建筑、超高层建筑和高耸塔桅结构的基础工程中。

桩基础之所以在历史的长河中从古至今受到人们的喜爱而不断得到广泛应用和加以发展,因为它有三大优点:

1、它的承载能力高,不仅能承受很大的垂直荷载,而且,它承受偏心荷载、水平荷载、动荷载和上拔力的能力都很强。它的适应面较广,尤其能满足高、重建筑物的承载要求。

2、它的沉降量小而均匀,且沉降速率缓慢,可以在不均匀地基上调整其差异变形,也可以减小相邻层高错落的荷载悬殊差异造成的沉降差,由此可以减小或消除因差异沉降过大而带来的对建筑物的损坏。

3、它的施工方便,可从以下三方面加以说明。

(1)它不需要大量开挖基坑,由此可以减小挖运土方带来的施工麻烦和避免较多机具人力在施工现场形成的拥挤现象。

(2)它可以避免水下施工,直接利用潜水钻机完成水下施工作业,减少了在水下作业的困难。

(3)它有利于基础工程的机械化和工业化,因为桩基础一般采用定型机械施工,对预制桩和静压桩还可采用工业化生产方式,桩体质量可以得到很好的保证。

桩基础的适应范围很广,当遇到上部软弱和下部不太深处埋藏有坚实的地基土层时,采用桩基础是很合适的。另外,对承受较大水平荷载及上拔力时,以及严格控制基础沉降、沉降速率和减小差异沉降时,采用桩基础也是一种合适的基础型式。再有,桩基础作为深基坑开挖的支护结构也能发挥很好的支护作用。

须得注意,如果地基软弱土层很厚,桩端达不到良好土层,或在欠固结地基土上,或在频繁地下水抽吸区域内,一般就不宜直接使用桩基础,必须要消除这些情况产生负摩阻力对建筑结构的不良影响。

桩基础是一个很大的基础工程应用领域,在国内外的各类建筑工程的实际应用中发展很快。近十余年来,我省在这个领域内也有较大发展。具体表现在以下几个方面:

1、预制桩在城镇内的应用已经受到极大限制而改作静压桩以确保规整的桩形断面。围绕着静压桩的设计理论和施工工艺,进行了较全面的试验研究和工程应用。其中探讨得较多的是静压桩的压桩力与承载力的关系和桩侧摩阻力与桩端阻力的发挥程度。

在施工工艺方面,采取了钻孔等引孔手段,有效地解决了桩体穿越表层土和夹杂硬塑土

的硬土层的难题。在施工机械方面,除购入大吨位大功率机械外,本省的施工企业引进和试制自己的压桩机械。在不久的将来,将会有更适合本地区土层特点的压桩机械问世。

2、灌注桩施工方法近些年在我省得到迅速发展。如大直径钻孔灌注桩、长螺旋钻成孔灌注桩和钻孔扩底桩施工方法以及用于粉细砂地基中的细长型钻孔灌注桩的双循环施工方法以及用于粉细砂地基中的细长型钻孔灌注桩的双循环施工方法等都应用得很成功,取得了丰富的施工经验。

另外,对钻孔灌注桩成桩过程中桩径的简易测定方法和首批灌注桩混凝土体积的计算方法等也取得了新的成果和经验,为拓宽灌注桩的应用范围跨越了新的里程碑。

南京华能电厂过长江输变电高压线高 257m 的张拉塔和耐张塔基础采用了直径为 1500 长 60m 的大直径钻孔灌注桩基础,也取得了成功的经验。

3、人工挖孔桩因适应场地灵活、施工机械简便和施工费用低廉而在我国应用普遍。近年来,这种桩型较为成功地应用在高达二、三十层的高层建筑中,而且桩身穿越了 20 多米厚的软土层,经动测和超声波检测发现成桩质量也较好。

特别为了节省桩体混凝土用量,我省的工程技术人员专门进行了人工挖孔空心桩和竹节式空心桩的试验研究(包括配套模板的制作和施工方法)已获得成功,并为设计方法的完善迈出了大步,可以节约 20% 左右的混凝土用量,取得了明显的经济效益,更显示出这种桩型在我国东南软土地区施工的强大生命力。而且,在深基坑的支护结构体系中采用这种桩型也逐渐多起来。

另一方面,应该指出的是这种桩型施工中曾出现过涌水、坍孔、有害气体伤人和盛土器具脱落砸死人等严重事故,对施工环境造成不良影响,急需加强技术安全措施和管理措施,尽快加以妥善解决,以确保施工的安全。

4、其他桩型也在不同地区工程中得到较多应用。如断面为 200×200 长 6~7m 的预制小方桩加承台和筏加锚杆静压桩(断面为 $200 \times 200 \sim 300 \times 300$) 在软弱地基上应用得很成功。利用桩土应力合理分担原理匹配使用,既缩短了工期,加快了进度,也取得了显著的经济效益。苏州地区总结了这一成功经验。

对爆扩桩在饱和软土中用作抗浮桩也专门进行了抗浮原理的应用探讨,施工工艺很简单,具有较大的实用意义,已经取得了明显的经济效益,它可以与多年季节性冻土地区使用这种桩型的良好效果相形比美。

以上这些桩型都可以在大范围内加以推广应用,并可在实践中拓宽其应用前景。

5、在砂土地基上如何利用静力触探资料方便地估算单桩垂直承载力是全国许多地方所进行过应用探讨的实际问题。本省在南通市等地区的砂土地基上新进行的试验研究也完善了经验公式,有效地补充了国家规范不足,可以为当地的工程建设节省一定资金,也可为编制地方规范提供资料和积累经验。这种针对地方性的应用研究项目各地都可以效仿。

本省在桩土应力比分担、单桩承载力确定、按变形控制的疏桩理论设计方法以及施工机械和施工方法等方面的试验研究工作,还取得了一些新成果和新经验,限于时间尚未收集发表,将以其他形式与同行专家进行交流与合作。

1.2 大直径钻孔桩在多层预应力厂房基础中的应用

本文以无锡国棉四厂新纺部车间工程为实例,介绍大直径超长潜水钻孔灌注桩首次用于双向预应力大跨度新型厂房中的设计、施工、检测、沉降观测和经济指标等,并提出钻孔灌注桩桩周形成水泥土土层,从而提高其承载力的机理假说,供学者们研讨,以求对非挤压钻孔灌注桩的设计、施工和检测方法能进一步的研究和发展。

一、工程概况

无锡市国棉四厂新纺部车间是无锡太平洋色织集团出口创汇配套项目,被列为市、局重点技改项目之一。该工程占地面积约二千五百平方米,四层,总建筑面积一万二千多平方米,上部结构采用双向预应力大跨度结构。最大柱网达 $14.3\text{m} \times 22.5\text{m}$,国内尚属首例,被列为纺工部八九年科研项目之一——新型纺织车间试点工程。

该工程紧靠四十年代建造的老厂房,中柱最大荷重约 1600 吨,工程地质状况较差,由钻探揭露,钻深 31m 左右,可分为 11 层,1~3 层厚 4~7m,成份为杂填土及有机土,强度低,高压缩性,4~6 层为粘土和亚粘土层,地耐力较高,但层厚变化较大,7~8 层属亚粘土层,呈饱和、稍密,流塑局部软塑,层厚 8~13.7m 左右,中偏高压缩性土为区域内主要富水层,9~11 层为亚粘土,轻亚粘土和粉砂层,亚粘土层为可塑局部硬塑,强度达 240kPa,轻亚粘土层及粉砂层(未钻透),层位相对稳定,呈饱和,强度中等可作桩基持力层,土的物理力学指标见表 0,地质柱状图剖面见图 1,它不能采用天然地基作为持力层,必须采用桩基才能满足设计要求,经过多方调研论证,最后决定采用大直径超长钻孔灌注桩(桩径 $\varnothing = 800\text{mm}$,桩长 $L = 36\text{m}$)。

其理由如下:

(1) 钻孔灌注桩对周围建筑物无振动影响,即使紧靠亦不会影响原有厂房,本工程中距原厂房基础边缘只有 1 米左右,通过施工,原厂房安然无恙。

(2) 由于桩径大,单桩承载力较高,且可根据承载力大小,采用不同桩长,本工程采用了三种桩长。

(3) 成桩工期较短(与预制桩相比,不需预先浇筑养护)。本工程 149 根桩,灌注砼 2658m^3 ,二个作业队实际工作 65 天。

(4) 没有噪声,对周围居民及职工没有影响。

(5) 单方造价较便宜(与预制桩比较)

以往钻孔灌注桩在无锡高大重建筑中应用不多,加之采用大直径超长桩应用在这样大跨度结构中还是首次,故应十分慎重,桩基施工前先做试桩,本工程做了四根试桩,所用工程桩由动测检验测试,测试结果如下表 2。

土层主要物理力学性质指标统计表

表 1

地基 土层	厚度(m) M	含水量 $\omega(\%)$		干容重 $\gamma_d(g/cm^3)$		湿容重 $\gamma(g/cm^3)$		孔隙比 e		塑性指数 Ip		液性指数 Il		压缩模量 Es(kg/cm ²)		压缩系数 a ₁₋₂ (cm ² /kg)		内聚力 C(kg/cm ²)		内摩擦角 φ		含水比 U		比重 d _s		容许 承载力 [R]
		最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	
杂填土	1																									
粘土	2																									
有机质土	3																									
粘土	4																									
亚粘土	5																									
亚粘土	6																									
轻亚粘土	7																									
亚粘土	8																									
亚粘土	9																									

注:1

2

3

计算:

校核:

填表:唐一帆

24

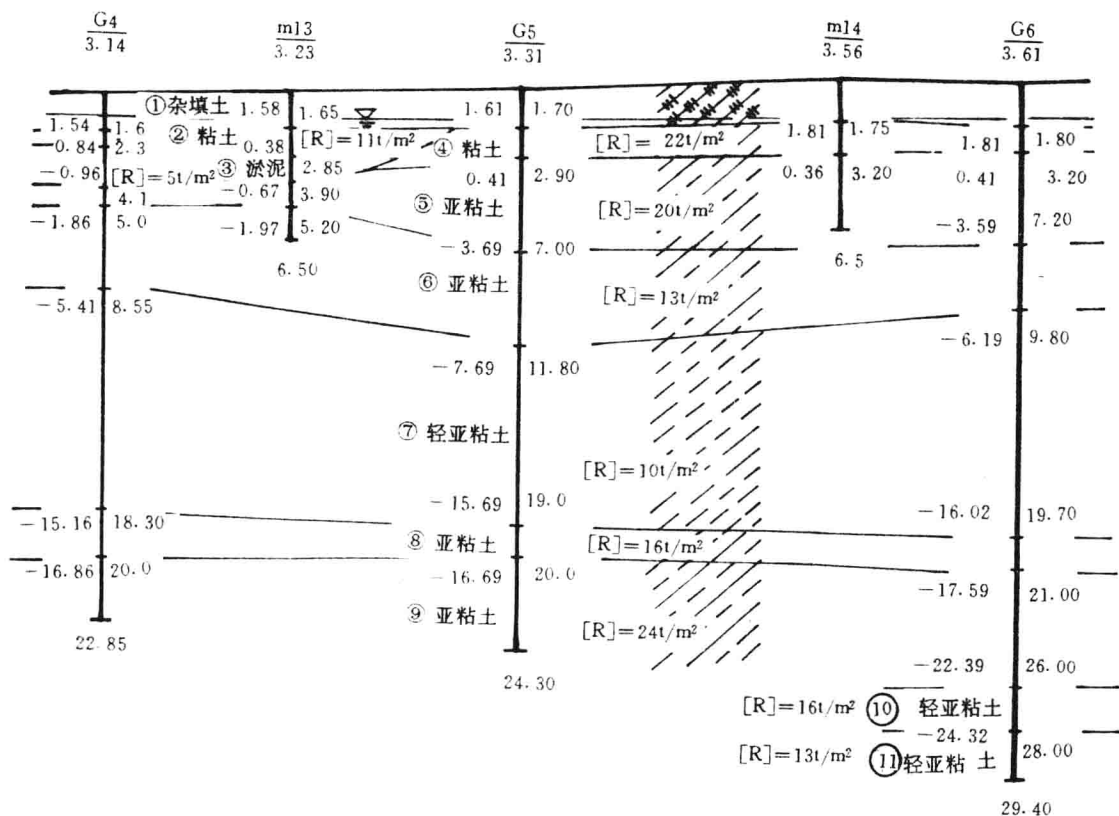


图 1 工程地质剖面状况

表 2

桩号	桩径	桩长	充盈系数	试桩单桩极限承载力(kN)	设计要求容许承载力(kN)
60#	800mm	30	2.1	4960	1800
103#	800mm	30	2.2	4180	1800
51#	800mm	28	2.55	4660	1700
91#	800mm	28	1.55	5600	1700

注明:桩测试单位:南京市土木学会测试中心

从表 2 看出:单桩承载均能满足设计要求,60#、51#、91# 桩承载力有较大富余,但充盈系数比规范大得多。

二、设计简介

本工程钻孔灌注桩基础设计主要依据:(1)上部结构给桩基的荷载: N (轴力), M (弯矩)和 Q (剪切力),由电算分析求得;(2)该场地的工程地质报告,由无锡市工程地质勘察队进行勘察,工程地质报告编号为 88023;(3)工业与民用建筑灌注桩基础设计与施工规程

(JGJ4—80),设计内容主要有:(1)单桩承载力的确定;(2)桩基中桩数量计算及布置;(3)桩顶荷载核算;(4)群桩基础桩尖平面处地基强度验算;(5)桩基沉降计算;(6)桩基承台的设计与计算;(7)灌注桩身设计。结合本工程将有关设计作简要介绍。

1、基础荷载,现将本工程代表性的基础荷载列于下表 3。

表 3

承台号	荷载 组合	I			I			备注
		N(kN)	M(kN-m)	Q(kN)	N	M	Q	
J2		7690	1180	440	11140	820	360	靠老厂房边柱
J2a		7440	1040	380	10520	670	290	靠老厂房边角柱
J4		10600	1200	410	15890	250	90	中柱
J4a		10480	1070	370	15400	190	70	靠老厂房边中柱
J6		6370	-1210	-500	9110	-930	-480	边柱
J6a		5290	-1060	-430	7110	-950	-38	边角柱

由上表看出,基础荷载都比较大,工程地质又较差,只有采用桩基比较合适。

2、单桩承载力的确定。单桩轴向承载力取决于两个方面:一是桩身材料强度;二是土层对桩承载力。按桩身材料强度计算,按公式 $P_a = \frac{\varphi}{k} R_a \cdot A = 1/1.65 \times 11000 \times 0.5 = 3330kN$ (按 TJ10—74 规范 # 200 砼计算),由于钢筋笼不伸到底,故按纯砼桩计算:若按钢筋笼计算: $P_a = \frac{\varphi}{k} (R_a \cdot A + R' \cdot g \cdot A_g) = 1/1.65 (11000 \times 0.5 + 8 \times 2 \times 34) = 3660kN$ (按配筋 8φ16 计算)可见是比较大的,不起控制作用(实际用 # 250 砼比计算还要大)。

按土层对桩的承载力计算:按 JGJ4—80 规程采用的经验公式: $P_a = \pi d \sum L_i f_i + A R_j$ 进行计算,由于场地土层有变化,各钻孔揭示的不一,故在计算中,把同一柱列上钻孔土层的 L_i 及 f_i 取平均值进行计算,各轴线上单桩采用值见下表 4。

表 4

Pa(kN) 桩长(m)	J2 J2a (②轴线)	J4 J4a (③轴线)	J6 J6a (⑥轴线)
27	1600	1500	1550
29	1750	1650	1700
31	1900	1800	1850

可见上表数值均远小于桩身材料强度值,故以上表数值作为单桩容许承载能力。

3、桩基中桩数量计算及布置。各桩荷载组合有两组,取垂直荷载大的一组作为计算桩数的依据,按有关资料及规范合理确定桩距,初估承台大小。本工程取桩距为 3d,承台埋深假定为 3m,以 J2 桩基为例,初选承台尺寸为 $6.5m \times 6.5m = 42.3m^2$, $G = 42.3 \times 60 = 2540KN$ (承台及承台以上土重),桩数计算: $n = \mu \frac{N+G}{P_a} = 1.15 \frac{11140+2540}{1750} = 8.99$ 取 9 根,

桩长为 29m, 排列见图 2a 所示。剖面见图 2b。

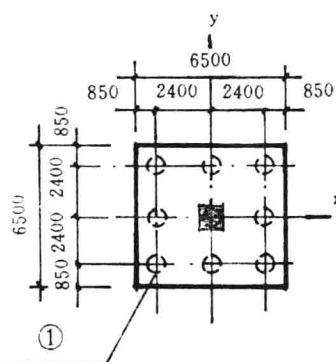


图 2a

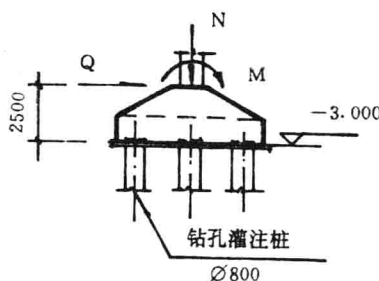


图 2b

4、桩顶荷载核算, 根据无锡地区实践经验及场地工程地质情况设计中不计桩的负摩阻力, 故单桩荷载核算时仅考虑上部传下的荷载与承台自重及承台上土重, 计算公式如下:

$$N_i = \frac{N + G}{n} \pm \frac{M_x Y_i}{\sum_{i=1}^n y_i^2} \pm \frac{M_y X_i}{\sum_{i=1}^n x_i^2}$$

J2 基础为例: x 轴方向: $N=11140\text{kN}$; $M_x=820\text{kN}\cdot\text{m}$; $Q_x=360\text{kN}$

y 轴方向: $N=11140\text{kN}$; $M_y=119\text{kN}\cdot\text{m}$

$$Q_y=42\text{kN} \quad M_x=820+360 \times 2.5=1720\text{kN}\cdot\text{m}$$

$$M_y=119+42 \times 2.5=224\text{kN}\cdot\text{m}$$

①号桩顶荷载:

$$\begin{aligned} N_{imax} &= \frac{11140 + 2540}{9} + \frac{1720 \times 2.4}{6 \times 2.4^2} + \frac{224 \times 2.4}{6 \times 2.4^2} \\ &= 1520 + 120 + 20 = 1660\text{kN} < 1750 \times 1.2 = 2100\text{kN} \end{aligned}$$

可见满足承载力要求。

5、群桩基础桩平面处地基强度验算, 当桩距 $< 6d$ (摩擦桩)。排数超过两排, 桩数超过 9 根的桩基, 规范规定: 可以把群桩与桩间土看作一个假想的实体深基础来设计, 以桩尖平面的深度作为假想基础的埋置深度, 然后验算这个假想基础的地基强度和沉降。

J4 基础为例, 见图 3a 所示, 共有 12 根桩, 三排, 桩距为 $3d$, 地下水位 $-1.0 \sim -1.5\text{m}$, 土壤内摩擦角按地质报告取 $\varphi_0=12^\circ$ (应为各土层 φ_i 的加权平均值)。地下水位以下取浮容重, 地基强度进行深度、宽度修正。

$$\text{上部荷载: } N=15890\text{kN} \quad m=250\text{kN}\cdot\text{m} \quad Q=90\text{kN}$$

$$M_x=250+90 \times 2.5=475\text{kN}\cdot\text{m}$$

M_y 很小, 略而不计。

假想基础的底面积 (见图 3b):

$$F' = (A_0 + 2L \cdot \text{tg}\varphi_0)(B + 2L \cdot \text{tg}\varphi_0)$$

$$= 8 + 2 \times 31 \times 0.0524)(5.6 + 2 \times 31 \times 0.0524) \\ = 98.6 \text{ m}^2$$

实体基础自重:

$$G = 8.8 \times 11.2(20 \times 1.5 + 32.5 \times 10) = 34990 \text{ KN}$$

$$W_x = \frac{8.8 \times 11.2^2}{6} = 184 \text{ m}^3$$

修正后地耐力: $[R] = 1030 \text{ kN/m}^2$ (粉砂);

$[R] = 660 \text{ kN/m}^2$ (亚粘土)

$$P_{\max} = \frac{N + G}{F'} + \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} = \frac{15890 + 34990}{98.6} + \frac{475}{184} \\ = 520 \text{ kN/m}^2 < 1.2R = 1.2 \times 660 = 792 \text{ kN/m}^2$$

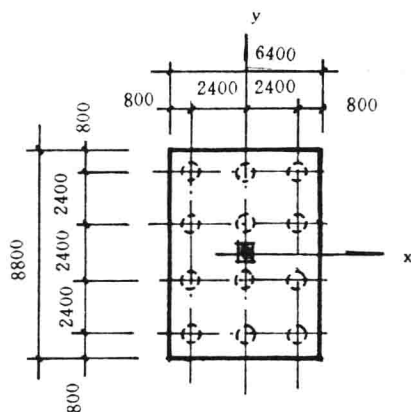


图 3a

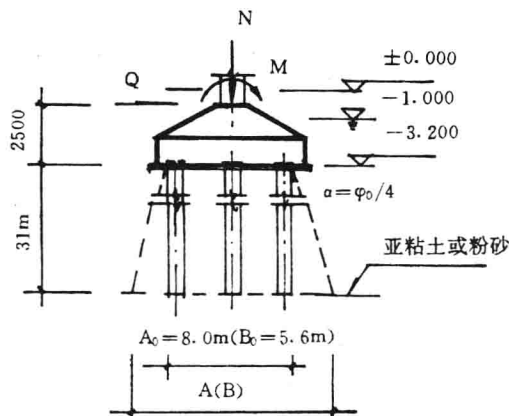


图 3b

6、桩基沉降计算。根据以往的工程实践经验,长桩基础尖支承于低压缩性土层时,沉降一般均较小,都能满足规范对沉降值与沉降差的要求,可不进行沉降计算。本工程桩的端头土层为亚粘土层或粉砂层,该层属中偏低压缩性, $E_s = 1190 \text{ N/cm}^2 = 12 \text{ MPa}$,为简化起见,未进行沉降计算。

7、桩基承台的设计与计算。与预制桩承台计算相类似,主要计算内容:①桩对于承台的冲切,以 $P_{\max}$ (最大净桩顶荷载) 作为依据;②柱对于承台的冲切,也是以 P_a 的最大净桩顶荷载计算;③抗剪验算,基础边缘高度太小或有变价,则应进行承台的抗剪强度验算。一般抗冲切强度满足的话,抗剪强度也能满足;④承台抗弯强度计算,按规范公式计算:

$$M_x = \sum \eta_{xi} N_i y_i, \text{ 弯矩}; M_y = \sum \eta_{yi} N_i x_i$$

式中: $\eta_{xi} \eta_{yi}$ —— 分别为 i 桩对通过柱中心的 x 、 y 轴弯矩的分配系数:

$$\eta_{xi} = \frac{y_i}{x_i + y_i} \quad \eta_{yi} = \frac{x_i}{x_i + y_i}$$

N_i —— 扣除承台自重和承台上土重后 i 桩桩顶的轴向力(即净桩顶荷载)。

墙下连续承台梁,按规范指示,考虑承台梁与上部墙体协调工作,按倒置的弹性地基连