

基础工程施工

中国建筑中心科技信息研究所

基础工程施工

中国建筑中心科技信息研究所

目 录

不断实践不断发展的北京基础施工技术·····	1
深基搞开挖中的综合治理·····	5
上海解放日报社业务楼基础施工·····	7
打桩施工监测·····	9
试论沉管灌注桩施工的监督管理·····	14
“仿逆作法”在双层地下室工程中的应用·····	18
软土地基大型土坞的施工·····	25
地基抗液化处理的新方法·····	27
无桩靴夯扩桩设计施工的综合分析·····	30
给水泵房深基础施工方案选择及技术措施·····	35
桩与承台(基础)板连接的设计与施工·····	38
逆序桩基设计与施工·····	42
泵吸式反循环在桩基成孔中的应用·····	45
无桩靴夯扩桩·····	49
桩基工程质量诊断与处理方法·····	52
台湾地区的地基基础施工技术·····	57
试谈灌注桩基工程质量保证的几个问题·····	60
大直径扩底灌注桩的设计与施工·····	63
“敲击动测法”在彩虹大厦桩基处理中的应用·····	68
填土填筑标准的确定和实施·····	74
北京地区地基及地下工程施工新技术·····	78
桩——拱围护体系在深基坑施工中的应用·····	81
100T—Ⅱ高吊混凝土基础和冬季施工·····	85
基础工程施工质量检验要点·····	88
联盟小区清水砖墙施工·····	89
中国服装研究设计中心基础底板大体积混凝土冬期施工·····	91
在桩基的深基础施工板桩墙计算方法的探讨·····	94
高层建筑软土地基的换土施工·····	98

不断实践不断发展的北京基础施工技术

施文华

(北京建工集团科技委员会地基基础专业组)

【摘要】 本文以历史发展观点论述北京 40 年来基础工程的实践和发展。在工程实践中,一个矛盾解决,另一个矛盾又产生,科技人员不断地用科学技术来解决工程中的矛盾,促使基础工程技术不断发展前进,在前进过程中赶上和达到国际先进水平。

【关键词】 箱形基础 钻孔灌注桩 大直径扩底墩 深基坑支护 锚杆 强夯

北京市建筑工程总公司成立 40 年来,在基础工程技术方面,坚持“经济建设依靠科学技术、科学技术面向经济建设”的方针,促使工期长、费用高、施工难的基础工程在实践中用科学技术解决矛盾,使施工困难的基础工程不断发展提高,赶上和达到国际先进水平。

1 蛙式打夯机

解放前和 50 年代夯击地基,无论素土还是灰土,都用木夯或铁碾夯实。这类古老的夯土工具使用时,一般是 2 人一组、4 组 8 人来回夯土,夯击 3 遍后还要砸 3 遍铁碾。铁碾是厚圆铁板,中间有孔可拴绳,重约 40kg。使用时 8 人拉绳的一端,另一端拴在铁碾上。组长将铁碾托起过头,往下砸土。这种施工方法费工费时。

1961 年,北京市建筑工程研究所的科研人员,经反复研究,发明了电动蛙式打夯机,1 人操作,很灵活,深受工人的欢迎。这种电动蛙式夯土机的性能优于国外汽油跳跃式蛙夯,施工效率提高十多倍。从此,夯和碾进了历史博物馆。

2 箱形基础

以老土(未经加固的天然地层,可作持力层)为地基,只要挖到老土就能做基础。一般做条形基础或独立基础的较多,但筏板或箱形基础有更大的优越性。箱形基础是由底板、顶板、外墙及纵横交叉的内隔墙组成的一个空间结构,它的刚度很大,整个建筑物能与基础一起均匀地沉降,其空间尚可作防空地下室。

北京最早施工的箱形基础是 1953 年建的

苏联展览馆(今北京展览馆),其中央大厅和工业馆均为箱形基础。中央大厅基础的边长为 $45\text{m} \times 45\text{m}$,老土深 3m,钢筋混凝土底板厚 1.0m,顶板厚 0.3m,箱基深 2.8m,外墙厚 0.3m,内隔墙厚 0.2m,箱基刚度很大,沉降均匀。

3 打破老土一统地基的作法

50 年代作基础,都讲要挖到老土,实际就是要挖到勘察报告要求的地基持力层,那时较多的基础是条基、独立基础、筏基和箱基,因此老土一统地基的天下。但北京的地质表层都是杂填土、炉渣、碎砖和粘土填层,这层表土厚 3~5m。要挖到持力层较合适的老土须挖深 3m,甚至更多,施工时要挖去大量土方并回填土方,有时为防止表土坍塌,还要作支撑,不但施工困难,做基础时间也长。

为解决以老土作地基所存在的问题,学习国内外的桩基础施工经验,用预制桩作基础,就可以不挖土、少挖土和少回填土方。以锤击法将桩打入较好持力层,桩上做承台或筏板就是桩基础。桩可在构件厂生产,质量便于检查,在夯击桩的过程中,也能了解打桩质量,由于桩尖较好的持力层,承载力较高,同时施工过程也工厂化和机械化。

北京市机械施工公司将履带吊车改装为柴油打桩机,用 1.8t 及 2.4t 桩锤锤击 $250\text{mm} \times 250\text{mm}$ 和 $300\text{mm} \times 300\text{mm}$ 方桩。北京市第一建筑构件厂生产预制桩。从此基础工程实现了工期快、效率高的工厂化、机械化施工。

在锤击下桩入土的难易,反映了土对桩支承力的大小,即桩在每次锤击下的入土深度(称贯入度 e)与土对桩的阻力之间存在一定关系,也即 $e=f(Pa)$,贯入度与承载力的函数关系。机械施工公司通过大量桩基础施工和压桩试验。得出用导杆 1.8t 柴油锤夯击 250mm×250mm 方桩,在最后 3 击贯入度 $e\leq 1\text{cm}$ 时,每根桩的承载力可以大于或等于 350kN,一般可不必压桩试验。但遇特殊地基时还须压桩。

桩基础在北京地区大量推广以后,打破了只用老土作地基的局面,基础工程施工走上了一个新的台阶。

4 无震动和噪声的桩型

锤击预制桩过程中产生的震动和噪声是个大问题。为解决这一问题,一种新的桩型,钻孔灌注混凝土、现场浇筑桩基出现了。这种桩不但没有震动,而且噪声很小,遇有厚砂、硬土层易于穿透,尤其适应起伏变化大的地层。这种桩可长可短,因其不承受夯击力,故用钢量比预制桩少,由于有上述优点,科技人员进行了大量的工艺和承载力的试验,冀希望钻孔灌注桩能在基础工程中大量推广,以解决诸多矛盾。

1975 年,在天坛小区作灌注桩的工艺和压桩试验并施工。后来,北京“前三门”高层建筑工程大量施工,一方面在“前三门”工程作试验,另一方面大量推广应用。在北京市建筑工程总公司“前三门”工程指挥部的大力提倡和大力支持下,有约 20 幢高层建筑的基础,采用了近万根的钻孔灌注桩,作了 21 根桩的垂直承载力试验,5 根桩的水平承载力和对比试验(与预制桩及承台)。这些大量试验数据,奠定了在高层建筑中桩基础应用的科学依据。

灌注桩在“前三门”高层建筑大量应用,不但节约了大量投资,加快了工期,而且为制定《灌注桩基础设计与施工规程》(JGJ4—80)打下了有力的基础,也为全国推广灌注桩

作出了典范。

5 钻孔灌注桩承载力试验研究

动乱年代后期,北京市机械施工公司、北京市建筑工程研究所、中国建筑科学研究院地基研究所、北京市建筑设计院、铁道科学研究院、北京市勘察院等 6 个单位的 10 多位在地基基础方面有专长的科技人员组织起来,成立了北京市桩基研究小组,进行钻孔灌注桩桩基研究。小组提出了论文、设计和施工文件,主要有以下几方面内容:

(1) 钻孔灌注桩垂直承载力试验研究:主要提出灌注桩在北京地区是支承摩擦桩,其摩阻力占 65%~85%,孔底虚土对承载力有影响。提出划分端承力与摩阻力的 $S-lgP$ 法。当时由建研院地基所和北京市建工研究所共同提出,这个方法在国际上尚未提出过。以后北京市建工研究所又收集了全国各地几十根桩(包括预制桩)的资料,以验证 $S-lgP$ 法的正确性,提出 $S-lgP$ 法的论文。桩基研究小组发现的 $S-lgP$ 法具有国际先进水平。

(2) 钻孔灌注桩水平承载力试验研究:论文对水平承载力分析及唐山震害调查,认为灌注桩作高层建筑基础是安全的。

试验证明,单桩容许水平承载力由桩身内力控制,而不由侧向位移控制,过去沿用苏联的水平位移 10mm 对应的荷载为水平承载力是不妥的。论文提出了桩基水平承载力及验算公式,并对桩顶构造、配筋长度列出计算公式及举例。对群桩效应提出独立的见解,并被以后的大量试验所证实(即群桩可不考虑折减)。根据试验和有关资料分析,抗震桩基桩身局部配筋即可;配筋长度,对桩顶自由端可配至第一零弯点;对于固结端可配至第二零弯点。“前三门”高层建筑灌注桩基、配筋都较短,可节约大量钢材。

(3) 桩基研究小组还提出了《前三门工程高层建筑钻孔灌注桩基础设计》等文献以及钻孔灌注桩的配筋计算方法,钻孔灌注桩施工要点和钻孔灌注桩技术经济效果。

6 灌注桩孔底压力灌浆

预制桩震动噪声扰民,而灌注桩因孔底有虚土使承载力降低,这些突出矛盾发生在北京崇文小区的工程建设中,该区14层高的7号楼,原设计为预制桩,要求600kN/桩。打桩时震动很大,严重扰民。如改为 $\varnothing 400$ 灌注桩,则承载力不足,也无法加太多的桩,因此停工已1年多。

建设单位请北京市建筑工程总公司和桩基研究小组解决,经过研究,认为如能提高灌注桩的承载力,这个矛盾就解决了,正好北京市建工研究所在进行灌注桩压力灌浆的模型试验课题研究,对该工程给予了启发,如能对灌注桩孔底加灌压力浆,必将提高灌注桩的承载力。因此决定由北京市建筑工程总公司、北京建工研究所和承建单位北京一建公司会同北京市建筑设计院、北京市勘察处共同协商,作现场实体试验,先进行工艺试验,后作压桩对比试验。

一建公司二工区提出,在钢筋笼下端焊铁板,铁板下焊一网笼,可进入虚土。铁板上有两个管嘴,一个用于注入压力浆,另一个供出气用。在压力浆进入网笼虚土后,桩端就产生端承力。管嘴上装耐高压塑料管。钢筋笼安装后浇筑混凝土,待强度达50%左右时,即可压力注浆。进行工艺试验时,当压力为10MPa时,桩上升0.2~1mm,以此在同土层中作桩的对比试验。未经压力注浆桩的容许承载力为500kN/桩;经过压力注浆后,其压力为10MPa,容许承载力可达1000kN/桩。这一结果表明,采用压力注浆新工艺可满足设计要求,所以崇文小区7号楼的500多根桩全部采用压力注浆新工艺施工,解决了震动扰民问题。

7 强夯

用很重的锤(10~40t),从高处自由落下(落距一般为6~40m)给地基以冲击力和振动,从而提高地基土的强度,降低其压缩性,这就是强夯法。强夯法加固地基深度影响范

围可用下列公式表达:

$$H = \alpha \sqrt{\frac{Wh}{10}}$$

式中 H ——影响深度(m);

W ——锤重(t);

h ——落距(m);

α ——系数,取0.5~1.0。

强夯法适用于粘性土、砂土、杂填土及易液化的地层,由于其具有效果显著、设备简单、施工方便、经济易行、节省材料等优点,所以这个方法很快就被推广开。

北京市机械施工公司,于1979年首次在河北廊坊9度地震区,为建研院机械化研究所建设的宿舍区进行强夯法施工。该工程地下水位在地表下2m,地下3.5m左右为轻亚粘土,再下为2~2.5m的可塑状态亚粘土,再下为粉细砂,深约3m。标贯结果表明,在9度地震荷载下,轻亚粘土及细砂会发生液化。北京市机械施工公司将10t重锤(2m见方混凝土外包钢板)用50t吊车吊起9.3m高,落下后夯击地面。夯前夯后的标准贯入度试验、轻便触探试验以及室内土工分析试验结果的对比说明,用强夯法进行地基加固的效果显著,夯后地面平均下沉53.40cm。

8 大直径扩底墩

从承载荷重的角度看,桩的发展必然由小直径发展到大直径,而到大直径扩底墩。这种大直径扩底墩,桩径为0.8~2m,扩底直径可达4m,其承载力可达几百吨至上千吨,且可一柱一墩,很适用于荷重大的高层建筑或重型工厂。

扩底墩的施工,分机械和人工两种,人工挖孔扩孔施工最简单,作好安全施工准备工作,安全施工是可以保证的。

北京图书馆新馆工程扩底墩试验和其他压桩试验及模型试验表明,大直径扩底墩的破坏模式有其自身规律。天然地基浅基础破坏时,近处土体下沉,远处土体隆起,表现为整体破坏。以摩擦为主的桩,在相对沉降接近极限时,桩尖发生深层剪切破坏。而扩底墩则

以墩底压缩变形为主,伴随少量侧挤,即使大变形时也未观察到连续滑动面和整体剪切破坏,因而扩底墩的破坏模式是以压缩为主,而不是剪切破坏。国内外大致规定,扩底墩在试压时,其沉降 10mm 相对应的荷载为该大直径扩底墩的容许承载力。

北京图书馆新馆工程的建筑面积为 6 万 m^2 ,原设计用 $\varnothing 400$ 灌注桩 6171 根,经设计单位与北京建工总研究改用大直径扩底墩 618 根。以其 C 段计算为例,每建筑平方米节约混凝土 0.112 m^3 ,钢筋 13.9kg,降低造价 25.9 元/ m^2 。该工程全部为人工挖孔,扩孔墩。

中央彩电中心工程原设计采用 $\varnothing 400$ 灌注桩 6659 根,后改用扩底墩 953 根,扩底直径 1.2~2.2m 共 4 种,与小直径桩相比,节约混凝土 9007 m^3 ,钢材 268t,造价 90 万元。该工程施工机械钻孔,人工扩孔,因为当时扩孔机械尚未造出。

大直径扩底墩是个值得推广的桩型,它承载力高,可节约钢材、混凝土和降低造价。

9. 深基坑支护

改革开放以来,北京地区高层建筑的大量兴建带来了基础的新矛盾,因为高层建筑要求有几层地下室,为满足地基承载力要求基础也须加深,但又不能放坡,因此深基础施工问题主要就是深基坑支护问题。

深基坑支护在国际上也是新技术,并在不断发展。在挡土方面有用地下连续墙、H 形钢桩加插板、钢板桩、桩排式地下连续墙及间隔式灌注桩等。在支护方面有悬臂式(自立式),坑支撑、坑外拉接及锚杆等。

北京地区由于地下水位深,地层土质较好,常用隔间式灌注桩、H 形钢桩,悬臂式及锚杆较多。地下连续墙有挡土抗渗及承重三种功能,只挡土是不经济的。北京已有 3 个工程采用。

北京市建筑工程总公司从 1980 年起开始作深基坑支护工程。据不完全统计,已施工 61 个工程,采用锚杆支护的有 16 个工程,最早应用挡土桩及锚杆是在国际信托公司大厦

工程,用地质钻钻孔,设一层斜 15° 的锚杆。

1985 年,应沈阳有关部门的要求,首次为沈阳中山大厦工程设计深基坑支护,坑深 13m,用 $\varnothing 800$ 灌注桩及一层锚杆。由北京市机械施工公司施工,该公司改装了锚杆机(MZ-I 型),首次进行锚杆施工。并由铁道科学研究院进行监测及锚杆破坏试验。

北京第一建公司在北京华侨公寓地下车库工程创造了桩墙合一的施工方法,将护坡桩移到结构轴线桩位置,使桩既承受垂直桩荷载,又承受土压力水平荷载,轴线间(6m)增加 1~3 根挡土桩,承受侧土压力,同时在桩间砌墙作为地下室墙,并采取防水措施。施工时利用地下室 -7.65m 处梁板作桩的水平支撑,支妥后进行半逆作法施工。

1986 年,52 层、高 183m 的北京京城大厦工程基坑深 23.75m,由日本清水株式会社设计。由于基础太深,施工难度很大,建设单位请日方提出了深基坑支护、挖土方案。该方案为用 H 形钢桩插板挡土,5 层锚杆,筑栈桥挖土方。通过研究和计算,认为 5 层锚杆可改为 3 层锚杆,挖土不用筑钢栈桥,挖土机及翻斗车直接入坑。这个修改方案采用的 H 形钢分别为 $\varnothing 27\text{m}$ 长 176 根,24m 长 83 根,18m 长 36 根,锚杆 46 根,总长 11426m,比日方的设计方案节约 415.35 万元人民币。这个国内最深的基坑支护、挖土工作按计划完成了,取得了丰富的施工经验、大量锚杆测试数据和 H 形钢桩的位移测试资料。为今后设计施工深基坑提供了科学依据。

通过深基坑工程的不断实践和认识的不断深化,近年来又提出了双排桩方案,经在方庄成芳园小区 3 幢楼,安外华侨公寓深基坑支护工程中取得了成功经验,这就是在 10m 左右深坑,不用锚杆,桩径为 500~600,桩数与单排桩相同。既便利施工,又节约资金。但是双排桩的设计模型,尚须进一步通过测试研究定型。

深基坑开挖中的综合治理

蔡伟铭 (同济大学)

〔文摘〕上海黄河大楼基坑开挖中采用钻孔灌注桩作围护结构,同时使用压力注浆防渗帷幕、坑底加固以及特殊的环形桩顶圈梁等措施,成功地在闹市中心进行施工开挖,保护了邻近的建筑物和地下管线。

1 工程概况

黄河大楼地处上海闹市中心,平面布置见图 1。场地周围地下管线密布。场地狭窄,施工难度大。

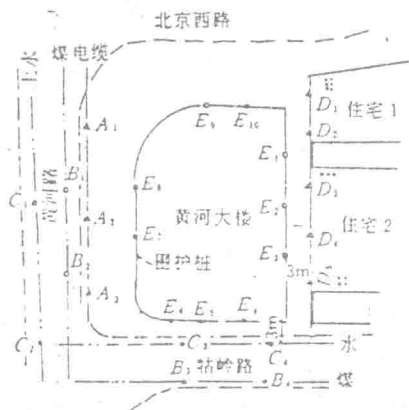


图 1 场地平面

本工程由黄浦区建筑设计室设计, 建筑总面积 6500m², 地上 14 层, 总高 56.8m, 地下 1 层, 采用钻孔灌注桩承重的箱形基础, 基坑开挖深度 4.5m。

地基土层分布:表层土为褐黄色亚粘土(1.30~ -3.50m),其下为淤泥质亚粘土(-3.50~-8.40m)和粘土,强度很低。

2 围护方案

由于场地狭小,无法采用当时已开始使用的水泥土挡墙作围护,同时,场地内不容许进行井点降水措施,因此,钢板桩方案也是不可取的。经过反复分析比较后,决定采用密排的钻孔灌注桩支挡方案。钻孔桩的直径500mm,中心间距520mm。根据理论分析,由于地基土的强度太低,单靠增加桩的插入深度,难以达到预定的设计要求。为此,在本工程中采取了下列各种综合治理的措施,以达到尽可能减少支撑数量而变形又不致过大的目的。

2.1 压力注浆防渗帷幕

本工程在桩后用压力注入水泥浆的办法,形成一层防渗帷幕。即在两桩之间压入1根注浆管,通过压浆泵自下而上分层向土中注入水泥浆液,开挖

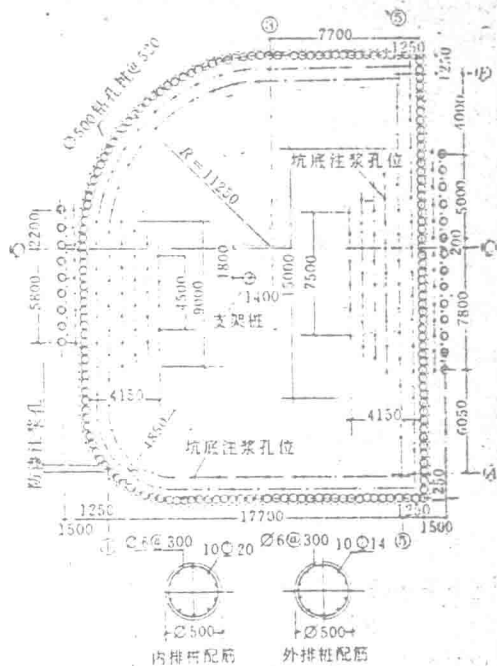


图 2 钻孔桩位布置

后只发现三处漏水点，说明这一防渗措施是可行的。经过在坑内先引流后堵塞的办法处理后，很快堵住了漏水，防止了周围地面因之而下沉。干燥的基坑条件，还为施工带来了很大的方便。

2.2 核动区土体的加固

排桩前后土体的加固,均有利于围护结构的稳定性;加固主动区(桩后)土体,能减小作用于围护结构上的土压力;加固被动区(桩前),则能提高土的被动抗力。经过理论上的计算对比,证实,在加固土体积相同的情况下,加固被动土对减小插入深度、减小桩身水平位移,以及减小地面变形的效果均较加固主动区好。

在该工程中,东侧存在两幢居民房屋,荷载较大,同时又是基坑的长边方向,土压力相对较大,因此对东西两侧的坑底土,用压力注浆法进行较大范

固的加固,其他部位,则只作小范围的加固。压力注浆在基坑开挖前进行,孔位布置见图2。加固厚度自坑底标高起向下5m。

压力注浆法,从本工程施工实施情况看,每一注浆孔内普遍可注入5~7包水泥配制而成的浆液,甚至个别孔中超过10包。注浆处理后的静力触探曲线表明,加固后土体的P_s值有不同程度地提高。个别层位提高的幅度较大,这与上海市土层含有薄粉砂夹层的特点有关。

基坑开挖后,无向上冒水现象,坑底土比较硬实,大大地优于原状淤泥质土。

2.3 空间作用的利用

建筑物的基坑是空间问题。利用黄河大楼平面为一短矩形且一角还呈圆弧形的特点,除了在桩顶浇筑一条截面为400mm×500mm的圈梁外,还设计了一根椭圆形的钢筋混凝土环梁,并与圈梁浇成整体(图3)。3个角部通过一个水平桁架把荷载均匀地传递到环梁上。在基坑的西北角,围护桩呈圆弧形排列,因此环梁与桩顶圈梁合成一体。在椭圆形环梁的腰部设了1根钢支撑外,还在东西两侧采用下列措施予以加强:局部设置双排桩,并在桩顶用钢筋混凝土圈梁与环梁连成一体;两排桩之间用注浆法加固土体。通过这些措施,使在排桩顶部形成一个十分刚强的平面支撑体系,免除了设置纵横交叉支撑的常规做法,大大地便利土方的开挖。

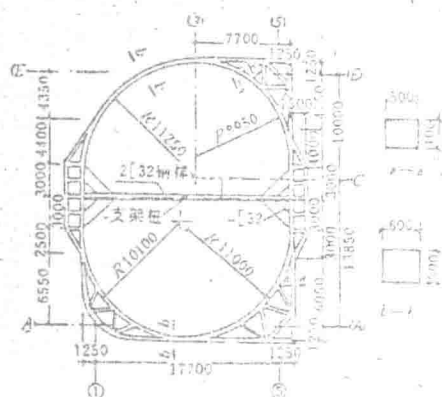


图3 围护桩顶的环梁体系

环梁由2个半圆形梁及两段直梁组成,半圆形梁基本受压,设计时考虑可能承受因土体不均匀引起的不均匀荷载,直梁部分则按受均布压力的多跨连续梁计算。

2.4 底板浇筑并顶到围护桩后,容许拆除中部钢支撑并凿除角部曲梁,使地下室施工能在敞开的条件下进行。

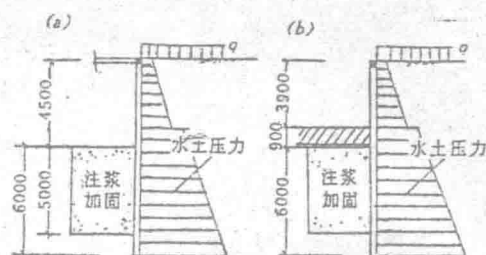


图4 围护桩受力图

因此,围护桩按上述两种工况计算,即第一种为上部有支撑的侧向受力桩,第二种为上端自由的侧向受力桩(图4),择其最不利者进行配筋计算。

3 位移观测

采取了上述一系列措施后,围护结构上下两端均被固定,成为一个刚度相当好的空间构架。因此施工开挖后,桩顶水平位移和周围建筑物的下沉均减小到相当小的程度,这是上海地区其他同类工程尚未实现的。

建筑物的最大沉降发生在住宅1的D₂点,为6mm左右;围护桩的最大水平位移发生在E₂和E₃点,分别为5.3和5.6mm(见图1)。

环梁拆除后,各类位移有一定的增加,但增加的幅度并不大。由于桩顶测点被挡,部分数据缺失。

基坑开挖期间,周围建筑物和地面均未见任何开裂现象,只是当环梁与支撑拆除后,住宅1的底层填充墙角出现一道斜向微裂,但未开展到第2层,事实证明,本工程的围护措施是有效的。

该围护措施的总造价376000元,总围护长度94m,平均每延长米的措施费用4000元,与钢板桩的造价相近,但避免了钢板桩位移大及事后地基处理等费用。

4 结论

本工程基坑围护设计中采用了新的工艺和新的构思,取得了良好的效果,其经验归纳如下:

(1) 钻孔灌注桩可以代替钢板桩作基坑围护结构,特别适用于建筑密集的地区;

(2) 压力注浆形成防渗帷幕在上海地区是可行的,值得推广;

(3) 对抗底土用压力注浆加固,能增加土的被动抗力,可以减小桩的插入深度,减少桩身位移和地面沉降,增加地基稳定性。同时它又是相对比较经济的手段。

(4) 要善于利用建筑物的平面形状,本工程通过设置一根椭圆形钢筋混凝土环梁,使支撑减少到仅有一根,大大加强了围护结构的整体刚度,是一项有效的措施。

上海解放日报社业务楼基础施工

卢建中 (上海市第二建筑工程公司)

解放日报社新建业务楼和印刷厂,位于上海市中心地段,总建筑面积约3万 m^2 ,建筑场地面积仅2700 m^2 ,东邻老办公楼(即老申报大楼)。周边马路交通繁忙,道路下埋有上下水管道、煤气管道、电力及电话电缆,管线密度高且有许多老管线,有些是40~50年代施工的。新建筑物基坑距老申报大楼3~5m,最近仅1.5m左右,距道路下管线5~6m,最近3m左右,甲方特别提出要保护好老申报大楼,有关单位就地下管线提出了施工对其影响的下沉值,严格控制煤气管道变形的要求,因此施工难度很大。

该工程地质条件较差,地下水位较高,基坑处在淤泥质土层中,地质情况见表1。

表 1 工程地质情况表

土層名稱	深度 (m)	容重 (kN/m^3)	含水量 (%)	孔隙比 e	壓縮係數 C_c	液性指數 I_L	內摩擦角 (度)	凝聚力 (kN/m^2)
細砂	-1.5 以上							
粉質粘土	-1.5~ -2.5	18.0	32.5	0.9		0.79	17°	14
粉質粘土	-2.5~ -3.5	18.1	40.3	1.11	13.5	>1	10°	9
粉質粘土	-3.5~ -13.0	17	51.9	1.45	21.2	>1	8°	10
灰色粘土	-13.0~ -17.0	17.3	45.1	1.31	21.8	1.02	14°	12
灰白色砂 粘土	-17.0 以下	18.2	35.9	1.00	13.6	0.82	15.6°	9

1 燕坑围护方案

该工程基坑深 7.2m, 中间电梯井深 10.2m, 相邻印刷厂工程基坑深 4.5m, 两基坑底部高差 2.7m, 用钢筋混凝土钻孔灌注桩加钢板桩围护构件。业务楼选用直径 600 桩, 印刷厂选用直径 500 桩, 基坑围护支撑结构见图 1。

1.1 围护桩设计

在考虑了坑底稳定和抗隆起的前提下,经计算确定业务楼围护桩长 13.5m,印刷厂围护桩长 8.5m,桩长确定后分别按挖土施工工艺 2 道支撑受力情况及对桩支撑力进行计算。(1)第一种情况:第一道支撑完成后挖土至第 2 道支撑标高(-4.5m)时受力情况;(2)第二种情况:第 3 道支撑暂未完成,桩前堆留 10m 宽土台,计算桩及支撑受力大小(仅作复核用);(3)第三种情况:计算第二道支撑及基坑

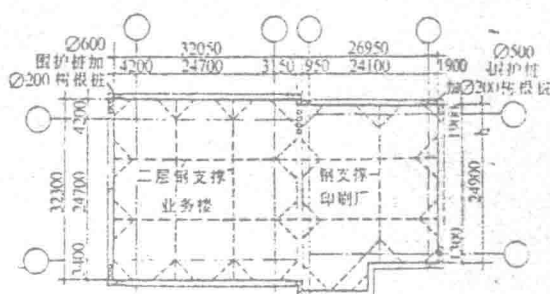


图 1 基坑围护布置

挖土均完成 7.2m 深计算桩及支撑受力情况；(4) 第四种情况：考虑业务楼底板钢筋混凝土浇筑完成（底板厚 2m）并加设支撑，再拆除第二道支撑，这时桩和第一道支撑受力情况。按以上 4 种情况进行计算，涉及到了施工各阶段受力情况，计算内力结果见表 2。

用“m”法计算围护结构变形值为 26mm。根据计算的围檩力值，分别设计第一、二道支撑及围檩，实际第一道围檩为钢筋混凝土，同时也是顶部圈梁，第二道围檩用 H 形钢。

表 2 内力计算结果

施工阶段	第1道出槽力 (kN/m)	第2道出槽力 (kN/m)	跨中弯矩 (kN·m)	支座弯矩 (kN·m)
开挖至 -4.5m	79.5		175.8	
部分挖至 -7.0m 留土台	142.8		195.1	
挖土 -7.0m完	5.8	274.2	150.0	112.9
清土后挖 完,强挖完	51.8		95.7	109.6

1.2 立柱及围护桩施工

围护桩的布置尺寸是桩径加 150mm, 桩与桩之间侧加 1 根 $\phi 200$ 树根桩 (不配筋), 使钢筋混凝土灌注桩和树根桩一起形成防水、受力幕墙, 对危险地段老申报大楼等部位, 再加一排压密注浆, 加强围护幕墙的挡水作用, 同时也对该段土体进行了加固。

支撑材料用 $\varnothing 580$ 、 $\delta=14\text{mm}$ 钢管,八字撑部分用 H 形钢,钢管间距约 10m,基坑四角均用角撑加强。为减少基坑围护初始变形,支撑施工同时施加预加力,见图 2。第一道支撑每根加力 400kN,第二道支撑每根加力 740kN,为单元理论值的 1/3 左右,现场对支撑端部进行测量,以防出现偏差,第二道支

撑后发生 35~45mm 变形,经分析原因是由于支撑本身以及围檩和围护桩有间隙,桩和土体之间挤压等不良因素而产生的。由于预加力有效地消除了起始变形,因而保证了基坑支撑围护受力可靠。

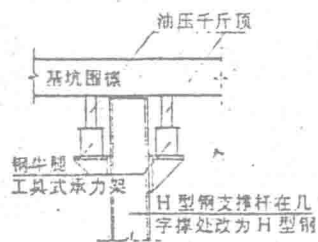


图2 支撑预加应力平面节点图

中间加深部分施工是在基坑施工至设计标高后,浇筑混凝土垫层并安放井字卧梁作为围护桩的第三道支撑(已先对加深部分压浆加固土体),然后再进行加深区土方开挖。

2 深度不同的基坑施工

业务楼基坑深 7.2m,印刷厂基坑深 4.5m,且两基坑相连,工程要求两个地下室单体同时完工。为此我们确定的施工方案是将深基坑的第二道支撑直接作用在印刷厂基础底板上,利用底板作为传力结构,把支撑力传至对面的围护桩。为保证高、低基坑施工的可靠,采取了以下几项措施:(1)在深基坑处用钢筋混凝土灌注桩作为第一道围檩的支撑点,经此道围檩将两个基坑支撑体系联结为整体,同时将此桩作为 2.7m 高差的挡土承力构件;(2)在浅坑一侧按梅花形布置注浆孔,间距 800mm,注浆孔深为基坑以下 5.0m,浆液为水泥、粉煤灰及外加剂,注浆带不仅加固了土体,同时也有挡水作用;(3)为保证开挖深基坑时浅坑不发生水土流失现象,在深基坑灌注桩面增加 1 道现浇混凝土墙,用边挖土边施工的方法成形。由于采取了以上措施,达到了预期效果。

2.2 挖土施工

挖土施工原则是先支撑后开挖,浅坑 1 次挖到设计标高,深基坑 2 次挖至标高。施工步骤:(1)完成第一道支撑(包括预加力),用 1m³ 液压反向挖土机将印刷厂土方 1 次挖到标高,这时对业务楼进行预降水;(2)印刷厂基础底板预降水结束后,开挖业务楼支撑第一格第一层土,施工第一格第二道支撑并预加力,另一方向支撑和印刷厂底板连接,接着挖第二格带第一层土,同时将 0.4m³ 挖土机放在第一格带,挖第一格带第二层土,形成挖土高、低 2 层接力,直至挖土完毕;(3)中间局部加深区土方在第三道混凝土垫层支撑完成后施工,用 0.1m³ 小挖土机挖土,塔吊运送至坑外。由于挖土措施组织合理,支撑

及挖土工作进展顺利。

3 施工中的几项重要技术措施

3.1 支撑采用平面交叉

在钢管支撑交会处采用平面交叉,并作了加强处理。由于使用了平面交叉,减少了支撑重叠高度,同时杆件安装方便,保证第二层挖土时有足够施工高度。

3.2 塔吊安放

因施工场地狭小,基坑土方开挖后,很难在场地内停放大型机具,88HC 塔吊基础常规尺寸为 6.0m×6.0m,而本工程塔吊位置基础尺寸仅为 4m×4m,经多次研究验算,确定采用以钢筋混凝土灌注桩支承塔吊基础方案,并充分利用基坑边围护桩,使塔桩既承重又挡土。为保证塔吊使用安全,定期对塔吊基础进行沉降观测,并在挖土过程增加了测量次数,根据测量数据看基本没有沉降差,达到了预期目的。由于塔吊提前安装,大大加快了围檩支撑的吊装基坑加深部位的土方吊运、基础钢筋、模板及各种材料运输速度,加快了工程进度。

3.3 深基础拆除支撑的措施

拆支撑前做好换撑准备,保证基坑围护的可靠,采用预制短柱支撑法,将短柱一端支在围护桩现浇梁上,一端支在基础底板上,同时浇筑混凝土,通过小柱直接将围护桩的力传至基础底板,基础底板混凝土强度达 C15 时即可拆除第二道支撑,现场测试 3d 即达所需条件。支撑拆除后对周围沉降观察点测量,没有发现数据有变化,收到了直接传力效果,缩短了工期并降低了施工费用。

4 综合效果及注意事项

4.1 综合效益

由于对技术措施进行了多方案比较,确定了切实可行、经济合理的方案,给施工现场创造了较好条件,且现场组织管理严格,使工程进展迅速,8 月中旬开挖至 12 月中旬,在 4 个月里完成了挖运土、桩位动测(挖运土仅能夜间施工)、换拆支撑及全部 2 个地下室结构施工。由专业单位对周围管线及房屋进行沉降观察,作了 3 个测斜孔数据量测,施工全过程的变形均得到控制,地下管线及房屋外观检查均未发现裂损,工程质量完全达到要求,取得了较好的社会和经济效益。

4.2 注意事项

围护桩位间有少数漏水现象,由于有了相应措施,及时处理堵漏,未发生其它后果。主要原因是地下障碍物多,特别是有 7m 长木桩,使灌注桩成型尺寸不规则,且树根桩施工进度没跟上,造成防水幕墙出现缺陷,今后在老市区施工时应引起重视,采取加强措施。

打 桩 施 工 监 测

—吴铭炳 (福建省建筑设计院)

〔提要〕本文论述了在福州市区居民密集区打桩施工过程中,对振动、孔隙水压力、土侧压力、周围建筑物沉降、已打入桩变形监测和根据监测成果采取的一系列措施,从而保证了工程的顺利进行和周围建筑物的安全。

一、前 言

近年来,福州市区在居民密集区的高层建筑基础广泛采用了打入式R、C预制桩这

种桩型。由于振动、噪音以及挤土造成周围建筑物变形、开裂,常引起居民的不安,纠纷时有发生,有的被迫临时改变桩型。为了保护周围已有建筑物和居民的安全,及时了解打桩对周围已有建筑物和已打入的工程桩的影响,在必要时采取适当的保护措施,使工程顺利进行,我们对福州几个较大的工程(见表一)进行了桩基施工监测,取得了良好的效果,解除了居民的顾虑,为合理赔偿提供了依据。

打 桩 工 程 概 况 (表一)

工 程		L 工 程		H工程	J 工程	Y 工程
占地面积 (m ²)	总 的	2403		2829	3993	1986
	主 楼	761(公寓)	1179(写字楼)	1518	2124	594
层数(层)		24(公寓)	13(写字楼)	28	34	21
R、C预制桩桩长(m)		33(两节)		32(两节)	17(单接)	21(两节)
桩断面(mm×mm)		400×400		400×400	500×500	400×400
桩身砼标号		400 #		450 #	450 #	400 #
布桩数量(根)	总 的	383		566	820	230
	主 楼	215(公寓)	122(写字楼)	479	675	196
桩基持力层		亚粘土夹中粗砂		含轻亚粘土 圆角砾(1)	含碎石石 亚 粘 土	含粘性土碎 卵 石
桩锤重(KN)		62(公寓) 46(写字楼)		62	72	62
送桩深度(m)		4		2	12	2
单桩承载力设计值(KN)		1700		1400	2500	1400

二、桩基施工监测与分析

1、打桩的振动监测

(1) 打桩振动的规律及对周围建筑物的影响

打桩产生振动,每击振动持续时间约1秒,由此影响周围建筑物,其影响随着离打桩点距离的增大而减小,加速度幅值衰减方程可写成:

$$a_{max} = K \cdot X^{-\beta} \dots\dots\dots (1)$$

式中： a_{max} 为地面某测点加速度分量； β 为衰减常数； K 为当量系数； X 为水平距离。

一般在打桩点离周围建筑物较近时进行监测，在福州市区，上部土层为巨厚的饱和软粘土，当桩打入上部地层时，基本上是靠桩自重及桩锤重量压入，或轻击打入，振动影响极小，当桩进入硬层，特别是进入持力层时，桩锤连续重击，振动影响大，对周围建筑物的影响除了与距离有关外，还与建筑物本身的结构强度有关，结构强度越差，危险性越大。例如，处于闹市区的L工程，离打桩点最近距离12m的某电影院，地面最大垂直加速度 33cm/sec^2 ，最大水平加速度 16cm/sec^2 ，相当于重型汽车行驶时对路边房屋产生的振动，其影响不会构成危害，而距打桩点4m的旧式民房，地面垂直加速度 50cm/sec^2 左右，该民房两层，年代已久，墙面已有裂隙，振动对民房产生了较大的影响，当最大垂直加速度达 63cm/sec^2 ，最大水平加速度达 31cm/sec^2 时，旧裂缝有延伸、扩展迹象，局部出现新裂缝，并引起部分旧围墙倒塌，而对于距离仅4m新盖的五层大厦（片筏基础，结构强度好）则未见任何损坏。据统计，L工程振动衰减常数 β 垂直 $=0.588$ ； β 水平 $=0.601$ ； K 垂直 $=142.4$ ； K 水平 $=71.1$ 。

振动波及甚远，据监测，打桩区以外1—1.3倍桩长距离的浅基建筑物地基被振实，发生沉降，但沉降量不大，一般不予考虑。

(2) 预防措施及效果

为了减小振动波的影响，一般采用挖隔震沟的办法，隔震沟深2M，挖后可充填锯末或其它软而轻的介质，例如：L、H、J等工程局部地段挖了隔震沟，振动加速度明显减小。此外，打桩锤重的选择与桩穿过的土层和桩的密度有关，在条件允许时，应尽量使用吨位较小的桩锤，可减小振动的影响，例

如L工程后来在桩密度较小处改用46KN桩锤，监测表明，振动加速度明显减小。

2、土侧压力与土的侧向挤出

(1) 土侧压力变化规律及对周围的影响

由于桩的打入，在不排水条件下，桩必须向外挤开与自身体积相等的土的体积，桩对土的巨大挤压作用导致周围土体中产生相当大的应力增量，图1为L工程在打桩时不同状态下土侧压力深度曲线，离打桩点越近，打桩速率越大，打桩数越多，密度越大，土侧压力增量越大，在土向外挤出时，部分向上隆起，由此影响周围建筑或地下管线等设施，根据桩基施工监测，其影响范围为桩长的1~1.3倍距离，该范围内的建筑物被抬升。因此，该范围内的所有建筑物的整体均应布设沉降观测点，建筑物抬升量除与距离远近有关外，还与打桩量、桩密度以及建筑物自身重量、结构强度有关，故应在打桩前进行建筑结构强度调查，并进行裂缝延伸长度与宽度的调查与测试，当打桩邻近建筑物或打桩数量较多时，加密观测次数。

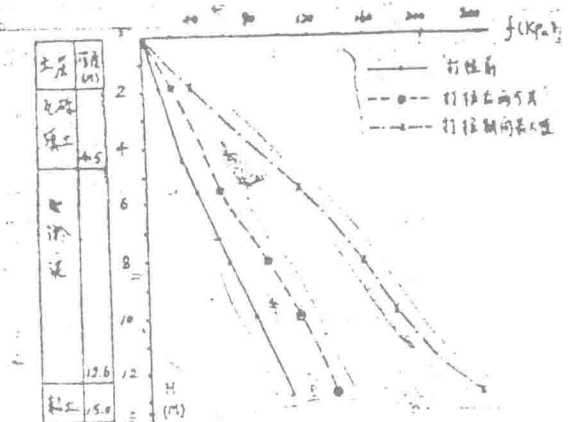


图1 L工程不同状态下土侧压力深度曲线

L工程打桩时，距离12m外的电影院最大抬升量为11.2mm，最大速率达 1.45mm/d ，局部出现小裂缝，此时，土侧压力也达最大值，而打桩机离电影院较远（ $>25\text{m}$ ），振动影响小，可见挤土对邻近建筑物影响的

程度和范围超过振动,经过一个多月时间,才基本上回落到原标高,该工程写字楼东侧距离仅4m的五层大厦,最大抬升量为10.6mm,最大速率1.47mm/d,未见损坏,经过半个多月回落到原标高。

(2) 周围建筑物变形控制标准

打桩挤土引起周围建筑物的变形为不均匀变形,离打桩区近端变形量大,远端变形量小,不均匀变形量应控制在国标《建筑地基基础设计规范GBJ7—89》允许范围内。据监测,当变形速率 $>0.3—0.5\text{mm/d}$ 时,对建筑物产生一定的影响,当变形速率 $>1.5—3.5\text{mm/d}$ 时,对建筑物可能产生破坏作用。

(3) 挤土对工程本身的影响

土的侧向挤压对工程本身产生的影响的例子是不胜枚举的,例如某大酒店由于桩数多,密度大,打桩顺序又是朝一个方向进行,未采取任何措施,开挖后表明:桩位基本上朝相同方向偏离,最大偏移量达800mm以上,使建筑物不得不采取加固措施,刚竣工总沉降量就 $>60\text{mm}$ 。因此,有条件还应进行桩的偏位监测。

(4) 预防措施及效果

为了减小打桩对周围的影响,应严格控制打桩速率,打桩速率应通过施工监测结果确定,其大小应控制在不对周围环境构成危害的范围内。当打桩靠近建筑物时,打桩速率应 <6 根/天。例如L工程靠近民居打桩时,当一天内打第五、六根桩时,墙面出现新裂缝,后来,每天只打3—4根,而后移至它处施打,建筑物疲劳损害时间少,超孔隙水压力有较长时间的消散,变形有一定的恢复,影响明显减小。

如果工程工期紧,要求每日打桩量大,或周围建筑物不允许较大的变形,为减小挤土的影响,可进行预钻取土,孔径约三分之二桩径,孔深约三分之一桩长,例如H工程

进行了预钻取土,使北侧9m外的住宅抬升量 $<5\text{mm}$ 。

在打桩顺序上,对于周围有建筑物的地方宜先打,避免打桩中后期施打,大量的挤土破坏建筑物。

3、孔隙水压力与土体隆起

(1) 孔隙水压力变化规律

打桩后,由于土体中产生相当大的应力增量,引起很高的孔隙压力,据监测,只要施打一根桩,就可使桩周围2—3m以内饱和软粘土孔隙水压力 $U>$ 上覆土层总重量 G ,该范围向外,孔隙水压力逐渐减小,10m以外,超孔隙水压力 $\Delta U < \frac{G}{10}$, $U>G$ 的超

过量不大,一般不超过 $1.3G$,且超过部分很快消散,这是由于当 $U>G$ 时,由于“水裂”作用,土产生微裂隙,使孔隙水加快消散,当消散至 $U\leq G$ 时,微裂隙闭合,消散又变慢。

孔隙水压力的测试是为了确定打桩速率,分析对周围的影响,孔隙水压力计一般埋设于场地中部桩密集区,过渡区和边缘区的饱和软土的不同深度上,有时也将个别孔隙水压力计埋设于页片状淤泥,细中砂与淤泥互层及粘土层中。

图2为H工程场地中部淤泥层在桩基施工过程中的孔隙水压力时程曲线,北侧9m外为六层的砖墙住宅楼,为减小挤土影响,场地中部以北桩密集区(主楼部分)预钻($\phi 350\text{mm}$)取土10m深,打桩顺序由北向南推进,由图可见:当打桩机东、西移动,打桩点离埋设点相对最近时,孔隙水压力出现峰值,由于淤泥渗透性差,升高后的孔隙水压力不易降低,而逐渐积聚升高,打桩点越靠近埋设点,打桩数量越多,孔隙水压力越大,在粉细砂与淤泥互层中,孔隙水压力曲线呈锯齿状,升高后很快消散。

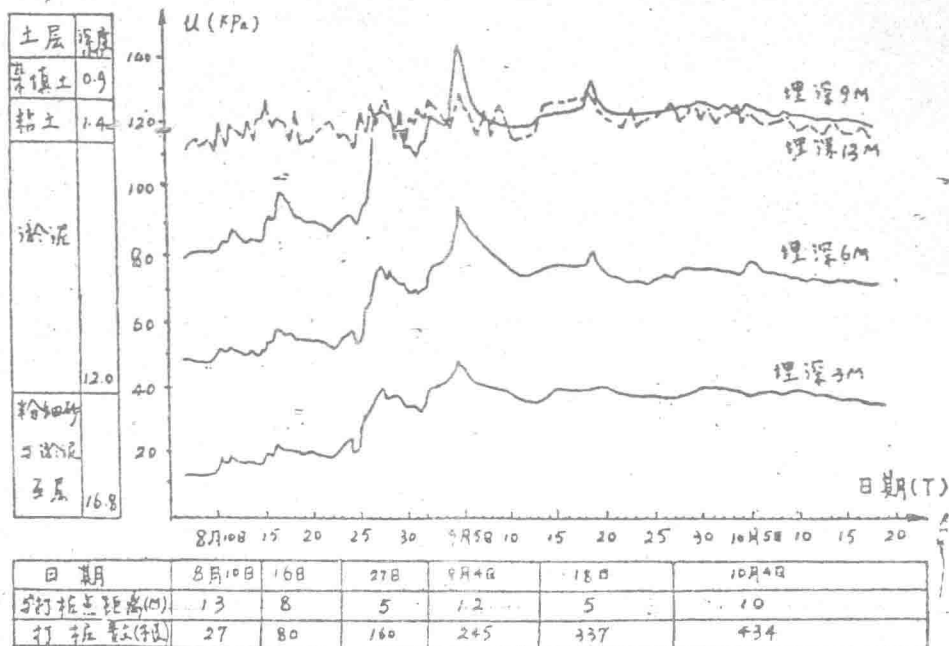


图2 H工程场地中部孔隙水压力时程曲线

图3为J工程页片状淤泥中超孔隙水压力时程曲线, 当打桩点离埋设点 $<2\text{m}$ 时, $U>G$, 但只要打桩机移开或停打, 超孔隙

水压力很快减小, 说明页片状淤泥排水较快, 而上部淤泥层中的超孔隙水压力则不易降低。

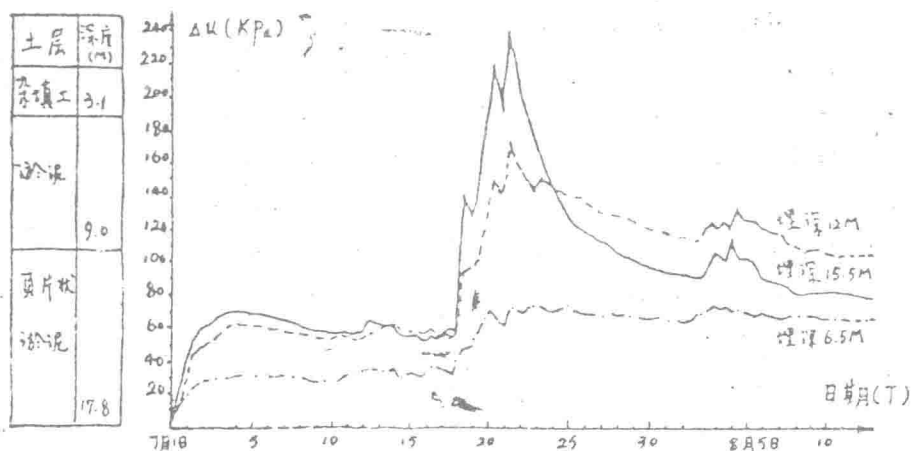


图3 J工程超孔隙水压力时程曲线

(2) 对已打入工程桩的影响

在饱和软土中, 打桩引起打桩点附近孔隙水压力升高, 高孔压区孔隙水 ($U \geq G$) 向周围低孔压区消散, 如果桩密度大, 打桩速率高, 孔隙水来不及消散, 高孔压区范围

就扩大, 在打桩挤土造成的垂直应力下作用力, 引起大范围土体隆起, 对已打入的工程桩产生很大的上拔力。在福州市区, 对于荷重较大的高层建筑, 基础持力层深度一般大于20m, 如果送桩深度小, 就需用两节以上

的多节桩,一旦打入的工程桩焊接质量差、打桩的锤击数过高或接头未对平,垫片不均匀,打桩时脱落等原因,使焊接部位受到一定的损坏。由于下部土层渗透性好,孔隙水消散快,土主要被侧向挤密,上拔力小,上部土层上拔力大,就会使接桩部位脱开(目前福州打桩影响造成的事故主要为此类型),例如:Y工程,由于当时盲目追求速度,接桩部位焊接质量差,电焊未待冷却就打入土中。检测时,八根静载试验桩均出现“小荷载(相当于上节桩桩周极限摩阻力)大沉降量”现象,当桩沉降量增大到一定程度时,桩的承载力又大大提高起来,后经基坑开挖证实(为处理断桩事故,地下层由一层改为二层,挖除上节桩),80%以上桩在接桩部位脱开,脱开距离大的达150mm,大部分为30—80mm,未脱开的多为后来补打的桩,为处理此事故,几经周折,大大延误了工期。

J工程某静载试验桩,系桩基施工前用72KN桩锤施打,以含砂质粘土碎卵石(I)(埋深较大)为持力层,桩长32.6m,总锤击数734击,由两节桩焊接而成,单桩极限承载力 $>5000\text{KN}$,桩基施工后在该桩附近施打时,监测表明:该桩桩顶上浮量达306mm,后来打桩机远离该处,经过一段时间后,由于上节桩所在位置周围土层,特别是页片状淤泥的固结沉降,桩顶逐渐回落了80mm,而另外的静载试验桩,以较浅的含碎卵石砂质粘土为持力层,总锤击数244~578击,单桩极限承载力均 $>5000\text{KN}$,在桩基施工时,桩顶无明显上浮,说明前者虽然选择较好的持力层,但打桩锤击数过高容易损坏接头,反而影响质量。

桩身损坏在打桩过程中就可发现,可及时补救,而接头损坏脱开则只能通过施工监测,事后检查,或上部结构施工出现事故后才能发现,隐患大,应予高度重视。

(3) 预防措施及效果

为了防止以上事故,首先应特别注意焊接质量,其次应控制打桩速率,打桩速率应控制在不使已打入的工程桩产生明显上拔量,当孔隙水压力 $U < G$ 时,可减小土的上拔力,以此来控制的打桩速率是个变数,例如:J工程打桩初期,速率达17~18根/天,局部 $U > G$,但很快消散至 $U < G$ 因此初期打桩速率可不限,中期则控制在12—14根/天,孔隙水压力约等于 G ,很难消散,此速率已造成如前所述的试验桩脱节,后期则控制在 ≤ 10 根/天,该工程离周围建筑物较远,工程桩为单节桩,送桩深度大,故速率偏大,对工程本身并没有明显的影响。对于多节桩,打桩中后期速率应 $< 8 \sim 12$ 根/天。

采取预钻取土的办法也是行文有效的。例如:H工程进行了预钻取土,打桩速率一般为11—15根/天,最大达18根/天,速率偏大,桩基施工结束后,五根静载试验桩均未出现异常,极限承载力均超过设计值的两倍,今工程已竣工,沉降量很小。

在打桩顺序上,当离周围建筑物较远时,宜先打中部,再向外打,长桩先打,短桩后打,这样对工程本身影响较小。

三、问题讨论

打桩的影响,除与打桩施工因素的有关外,与设计因素中桩的数量、密度、选择的持力层等有关,桩数越多,桩密度越大,挤土量越大,对周围建筑等设施及已打入的工程桩影响就越大,选择的持力层越深,桩长就大,穿过上部硬土层造成锤击数高,桩接头损坏的几率就越高,造成桩脱节或偏位,对工程危害更大。

因此建议:1)在地质条件允许时,大胆使用浅部持力层(例如J工程),或长短桩结合,同时使用深浅持力层;2)尽量加

大送桩深度,使用单接桩;3)从静载试验看,只要桩本身无质量问题,承受力一般超过设计值二倍。H工程、L工程桩在相同荷载作用下,最后三阵贯入度(击/10cm)值较小的桩(H工程为2—3、L工程为19),反而比较大的桩(H工程为30—33, L工程为30)沉降量小。建议适当提高目前设计的单桩承载力,以减小桩数量和密度。

四、结 论

1、在居民密集区打桩时,应进行邻近建筑物的结构强度和已有裂缝的调查和测试。打桩期间,应对邻近建筑物进行振动和垂直变形观测以及旧裂缝的延伸、扩展,新裂缝的产生测试,并随着与打桩距离的减小(振动一般在最近距离处测试)、建筑物变形速率较大时,加密观测次数。在群桩密集区,应对场地内已有的工程桩(在桩密集区选代表性的桩先施工并接至地面)进行变形观测,选择代表性地点在软土中布设不同深度的孔隙水压力计进行监测,有条件时,还应进行土侧压力和土体变形观测。

2、打桩振动对于7—8m范围内的建筑物有较大的影响,离打桩点越近,振动影响越大,对旧民房有一定的危害,结构强度越差,危险性越大,必要时,应对建筑物进行加固或迁出居住的居民。

3、打桩挤土使土侧压力升高,与打桩距离越近,桩数越多,密度越大,土侧压力越高,软土中,土侧压力可提高到静止侧压力的2.5~3.0倍,土体内应力大大增加,引起孔隙水压力的升高,其值可达上覆土重的1~1.3倍,土体发生破坏和位移。对周围有明显影响的范围为1~1.3倍桩长,该范围内的建筑物表现为不均匀抬升,不均匀变形量应控制在允许范围,变形速率依建筑物强度不同,控制在1.5—3.5mm/d以内。对已打入的工程桩的影响主要为偏位和接桩部位脱开。

4、应根据监测成果控制打桩速率,采取预钻取土,设置隔振沟,合理安排打桩顺序,选择合理重量的拉锤等措施,特别要做好接桩的焊接质量,在设计上建议合理选择持力层,尽量使用单接桩,适当提高当前的单桩承载力设计值。

试论沉管灌注桩施工的监督管理

湛江市建筑工程质监站 徐丁良

近年来,随着高层建筑及软土地基上建筑的需要,桩基础的使用越来越多,各地质监部门由于受人员编制的制约,一般一人要承担十几个甚至几十个打桩工地的监督管理任务。至于经常性的定点跟踪监督管理任务,自然就落在各兴建单位所派的管理人员身上。而这些临时指派的管理人员,大多缺乏系统的桩基施工知识和管理经验,他们除了对一些显而易见的材料质量、用量等进行管理外,对许多重要的、影响桩质量及单桩承载力的因素却没有引起重