

软土地区复杂环境场地静压桩施工工程实例

储王应 高 治

(电子部综合勘察研究院华东分院 浙江 314000)

【提要】上海某工程环境复杂，在静压桩施工中采取了有效的质量控制手段和综合防范措施，保护了邻近的建筑物和地下管线，是在复杂环境场地进行静压桩施工的成功实例。

【Abstract】 The effective quality controlling method and comprehensive prevention measurements are adopted in the static pressed pile construction in an engineering in Shanghai. The close building and subsurface conduit are protected.

1 工程概况

上海某厂CT和X线机项目主体工程地处上海杨浦区临青路430号，东与上染五厂为邻，南为本厂2*、3*生产大楼，西、北分别以临青路、河间路为界，场地平面见图1。场地周围地下管线密布，北面边桩距地下高压电缆仅3.0m，距煤气管道(φ250)仅

3.6m，管线分布、管径及埋设年代见图1，场地狭窄，地下工程施工难度大。

本工程由上海机电设计研究院设计，上海第一建筑公司总承包，我院承接桩基础施工任务，工程建筑面积17954m²，占地面积3693m²，1~8层，总高7.2~30.2m，框架结构，基础采用规格为450mm×450mm×

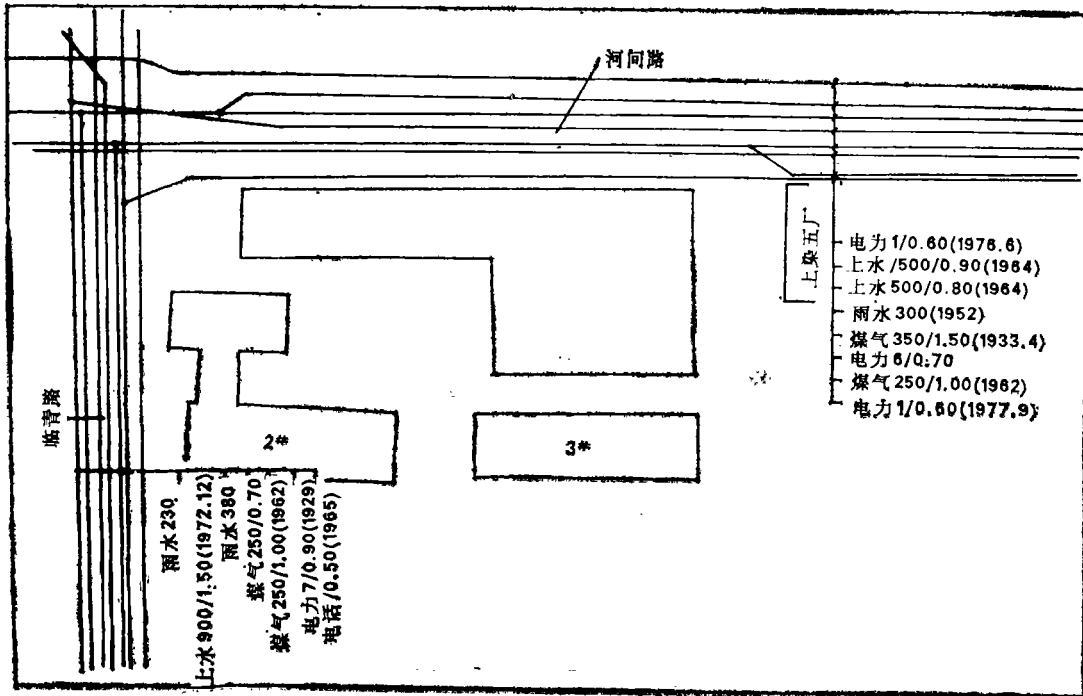


图 1 场地平面

26000mm的钢筋砼预制桩，分二节，焊接法接桩，共630根，砼方量为3317m³。

设计要求竣工后桩位偏差不大于225mm，桩顶高程误差在-50~+100mm之

间，并确保周围环境安全。

场地地下约26.0m处以上土体均属饱和软粘土。地基土(持力层以上土层)主要物理力学指标见表1。

表1

土层名称及编号	层底标高(m)	层厚(m)	w(%)	γ(kN/m ³)	e	I _s	I _i	a ₁₋₂ (MPa ⁻¹)	E _{s1-2} (MPa)	c(kPa)	φ(度)	P _s (kPa)
填土①	2.40~0.72	1.1~2.8										
褐黄粘土②	1.44~0.52	0~1.2	29.9	19.2	0.86	18.8	0.52	0.36	5.0	26	13	1130
灰粉质粘土③	0.64~-0.58	0.4~1.3	35.8	18.3	1.03	15.3	1.03	0.50	3.9	21	10	900
灰淤泥质粘土④	-0.86~-2.48	0.8~2.8	46.7	17.2	1.34	17.1	1.59	1.00	2.3	13	8	500
灰淤泥质粘土夹粉砂⑤	-4.38~-7.67	3.2~6.6	37.3	18.1	1.06	14.4	1.30	0.42	7.1	13	17	750
灰淤泥质粘土⑥	-11.74~-13.96	5.4~9.3	50.6	16.9	1.47	21.3	1.37	1.24	1.8	12	8	500
灰粘土⑦	-16.21~-17.70	2.6~4.4	43.3	17.4	1.27	21.2	1.01	0.85	2.6	18	9	830
灰粉质粘土⑧	-21.85~-23.48	5.0~6.9	32.1	18.2	0.98	13.0	0.92	0.40	4.7	13	14	1330
暗绿粉质粘土⑨	-24.36~-26.76	2.2~3.7	23.5	20.0	0.68	15.0	0.23	0.24	6.8	31	15	2420

本工程设计±0.00相当于绝对标高3.80m，桩顶标高从±0.00算起均为-2.10m，相当于绝对标高1.70m，桩端进入暗绿色粉质粘土⑨0.82~2.45m。

2 沉桩可能性分析

本工程采用武汉静压桩协会总结的沉桩反力经验公式估算压桩反力：

$$R = 0.075p_s + 0.0163 \sum p_{si} h_i$$

式中 R——压桩反力(kN)；

p_s——桩端土层的比贯入阻力(kPa)；

p_{si}、h_i——桩端以上各层土的比贯入阻力及其厚度(m)。

经估算，沉桩反力的均值约为650kN。

我院使用YZY-160型全液压静力压桩机最大压载能达1600kN，因此，沉桩没有问题。

3 压桩施工要点

尽管压桩对桩位设计要求容易做到，但考虑到后施工的桩对先施工的桩的影响，施工中仍需严格控制，具体要把握下列要点：

(1) 施工前应复核轴线及桩位，施工过程中经常校核轴线及桩位。

(2) 采用两台互相垂直架设的经纬仪交汇对位与观测桩垂直度及水平位移。

(3) 焊接时须用经纬仪校直，以点焊法将拼接角钢连接固定，再次检查无误后，进行对角对称焊接，防止节点变形、桩身弯曲，节点处理应符合规范规定。

(4) 将桩送至设计标高前，须测桩位处地面标高，送桩深度为桩位地面标高减去桩顶设计标高。

(5) 记录终止压力，以便对单桩承载力进行评估。

4 防范方案

鉴于场地周围地下管线密布，在工程中采取了下列综合治理措施，以达到使周围环境变形不致过大又能保证工期的目的。

4.1 桩位预钻孔取土

工程实践表明，钻孔取土是减少挤土影响较直接有效的手段之一，桩位预钻孔取土能显著减少地表及浅层土的挤压，使桩区内的土体隆起大为降低并使近距离(约为取土深度)的地表土体水平位移显著减小。上海地区桩位预钻孔取土，孔径一般取小于桩边长5~10cm，取土深度一般6~15m。本工程采用工程钻机在桩位预钻口径为400mm，深度为6m的钻孔。设计人员一般担心取土会影响单桩承载力。笔者认为，桩位预钻孔

取土对单桩承载力降低不多,原因是:

(1) 浅层土桩侧摩阻力取值较低,在整根桩长范围内所占比例很小;

(2) 取土孔径小于桩径。挤土作用虽有减小,但摩阻力并非全部丧失,除地表下有浅埋砂层外,大部分钻孔取土沉桩工程,在桩区仍有地表隆起、位移,表明浅层桩周土仍有相当挤压;

(3) 深层土受挤压向四周扩散,对浅层土有挤密作用,在一定程度上弥补了浅层取土所释放的应力;

(4) 对于长桩,浅层摩阻力所占比例很小,即便取土使承载力有所降低,但若在5%以内,也属工程设计误差的允许范围。

4.2 设置普通砂井

本工程地面以下约18.0m范围内属高压缩性饱和软粘土,其渗透性很小,桩压入土中可近似看作一个不排水过程。由于土颗粒的不可压缩性,桩向四周挤压等于自身体积的土体,造成四周土体破坏和位移,并在土中产生较大的应力增量,这种应力增量首先表现在孔隙水压力的增加。随着入土桩数增加,孔隙水压力积累、上升,使土中有效应力降低,破坏了土体天然结构强度,从而产生位移。设置人工排水通道,加速孔隙水压力消散,也是减少沉桩影响的一种途径。为此,本工程在桩区北面,管线南面,紧靠人行道,设置160个砂井,砂井直径为350mm,深9m,间距0.8m。施工过程中还在桩区内增设砂井79个。

4.3 设置防挤沟

根据施工经验,防挤沟对减少浅层土挤压影响,保护浅埋式地下管线有相当的防护效果。我们要求一公司在桩区北面,砂井南面,紧靠砂井开挖一深2m、宽1m的防挤沟,这样防挤沟兼有集、排水作用,注意保持沟内无积水。

4.4 合理安排压桩“施工流水”(程序)

在各种措施中,合理的“压桩流水”是最

经济实用的。“压桩流水”关系到挤土方向。沉桩原则上背向被保护对象,由近往远进行。本工程因四周都有被保护对象,原则上从外围往中心进行,具体为先施压最北面的三排桩,再单排由外围向中心进行,这样安排的优点是先施压的靠近被保护对象一侧的桩起一种挡土屏障作用,减少对周围的影响。但缺点是要估计到桩区内已沉入的桩可能上浮、偏位,应采取适当预防措施。本工程采取了桩区内增设砂井,控制沉桩速率等措施。

4.5 实施变形监测

为了及时掌握压桩对周围环境影响,必须加强对被保护对象的监测,及时报告变形情况,以便采取对策,以监测数据指导压桩,做到防患于未然。

施工结束时,河间路最南边一排监测点变形量为70mm左右,最北边一排为30mm左右,且差异变形不大。

4.6 控制沉桩速率

压桩过程中,当建筑物和地下管线变形过大时,及时调整了压桩速率或停止压桩。另外,施工中还采取了跳压等措施。

5 施工效果

整个压桩过程历时87天,平均每天压桩数超过7根,工程提前竣工。竣工开挖验收表明,桩顶高程合格率为99.3%,桩位合格率为99.5%,工程质量优良。施工未造成周围建筑物及地下管线损坏,受到上海市重大办、医药局、建设方和一公司的好评。

6 结语

本工程由于采取了有效的质量控制手段和防范措施,取得了良好效果。从中可以得到以下认识。

(1) 在复杂环境场地进行压桩施工时,采取综合治理手段是必须的、有效的。

(2) 在压桩施工中应注意监测,控制管线等设施的不均匀变形。必要时,应采取有效措施,以保护邻近建筑物和管线等设施的安全。