

文章编号:1009-6825(2005)18-0105-02

# 静压预应力管桩施工的挤土效应及预防措施

林顺康 林昌勤 谢正宇

**摘要:**结合台州市中心医院二期病房楼桩基工程施工实践,阐述了采取控制布桩密度、沉桩速率、开挖防振沟和应力释放孔等有效的预防措施,挤土效应得到了有效控制。

**关键词:**基础工程,预应力管桩,挤土效应

**中图分类号:**TU473.13

**文献标识码:**A

台州市中心医院总占地面积 10.73 hm<sup>2</sup>,分为门诊用房、医技用房、住院用房、康复中心用房和行政后勤用房,其中医疗用房 87 802 m<sup>2</sup>,病房床位 1 000 张,是一家集医疗、保健、教学、科研、培训为一体的三级乙等综合性医院。医院二期病房大楼总建筑面积 28 977 m<sup>2</sup>,建筑总高度 33.7 m,地下 1 层,地上 9 层,二期病房桩基工程采用预应力高强混凝土管桩,管桩采用 PTC-A550(70)-10,最后一节管桩采用 PC-AB550(100)-10,共计 438 根。采用 ZYJ-500 液压静力压桩,管桩设计单桩竖向极限承载力标准值为 2 200 kN,桩长约 48 m~51 m 左右,本工程桩基础以⑤-2 层作为桩端持力层,桩进入持力层不小于 2.5 m~5.0 m(5.0 用于没有⑤-1 层土),桩的承载力以端承为主,沉桩控制以桩长和贯入度双控。二期病房楼工程紧邻原一期病房楼和医技楼,桩基施工难度较大。

## 1 地质情况

### 1.1 场地岩土层分布

根据地质勘察报告,场地岩土层分布见表 1。

表 1 场地岩土层分布情况

层名	土层	厚度 m	液性指数 $I_L$	压缩模量 $E_s$ /MPa	描述
①	填土	1.8~2.3			松散
①-1	粘土	1.4~1.9	0.44	5.21	硬塑~可塑
②-1	淤泥质粉质粘土	2.1~2.7	1.25	2.82	流塑
②-2	淤泥	18~19.3	1.21	2.04	流塑
③-1	粘土	5.1~7.2	0.96	2.80	流塑~软塑
③-2	粘土	4.6~9.4	0.51	3.86	可塑
④-1	砂质粘土	2.5~5.8		7.47	稍密~中密
④-2	粘质粉土夹粉质粘土	3.8~11.4	0.57	5.75	稍密~中密
⑤-1	粉砂夹粘土	2.4~11.15			稍密~中密
⑤-2	中砂	3.6			中密
⑤-3	砂质粉土	2.1~7.4	0.44	8.54	稍密~中密
⑥-1	粉质粘土	5.1~7.2	0.51	7.08	可塑

### 1.2 地下水

本工程所处位置位于东海之滨浙江台州,属于亚热带季风气候,地下水主要为浅部第四纪粘性土层中的孔隙潜水及深部砂层中的孔隙承压水,浅部潜水接受大气降水补给,地下水动态随季节变化而变化,含水层富水性、渗透性差。深部砂层中的孔隙承压水,含水层富水性、渗透性较好。地下水位埋深为 1.8 m~2.3 m,埋深较浅。

## 2 挤土效应

静压法施工预应力管桩属于挤土类型,往往由于沉桩时使桩

四周的土体结构受到扰动,改变了土体的应力状态,产生挤土效应。挤土效应一般表现为浅层土体的隆起和深层土体的横向挤出,挤土效应对周围路面和建筑物引起破坏,对已经施打的桩的影响表现为桩身倾斜及浅桩(不大于 20 m)上浮。二期病房楼桩基工程同一承台桩间距为 1.35 m~1.7 m,均大于 2 倍桩径,桩距为 7.0 m~10.0 m 之间,本工程管桩采用 PTC-A550(70)-10 和 PC-AB550(100)-10,且桩长不小于 45 m,在沉桩时,由于桩对土的挤压,在桩周围达 1.5 倍桩长范围内的粘土层中产生超孔隙压力水,超孔隙压力水随着土体的隆起和侧移而慢慢消失,如果压桩施工方法与施工顺序不当,每天成桩数量太多、压桩速率太快就会加剧挤土效应。

## 3 预防措施

1)控制布桩密度,对桩距较密部分的管桩可采用预钻孔沉桩方法,孔径约比桩径小 50 mm~100 mm,深度宜为桩长的 1/3~1/2,施工时应随钻随打,或采用间隔跳打法,但在施工过程中严禁形成封闭桩。

2)控制沉桩速率,一般控制在 1 m/min 左右;并制定由西向东的有效沉桩流水路线,并根据桩的入土深度,宜先长后短、先高后低,本工程桩比较密集,且一侧紧靠已建建筑物,宜从相邻建筑物的一侧开始,由近向远进行;桩数多于 30 根的群桩基础,应从中心位置向外施打;承台边缘的桩,待承台内其他桩打完并重新测定桩位后,再插桩施打;电梯井有围护结构的深基坑中的静压管桩,宜先压桩后再做基坑的围护结构,这样的施工顺序可以避免由于基坑四周的围护结构使压桩的土体无法扩散,造成先施工的管桩被后施工的管桩挤上来,使桩的承载力达不到设计要求,又避免了在基坑的压桩过程中土体扩散而挤坏四周的围护结构及降低基坑围护结构的止水效果,桩基施工时应严格按照建筑桩基规范要求的打桩顺序并限定桩机行走路线,有条件时可在桩机下加垫钢板或路基板;同时应对日成桩量进行必要的控制,对一侧靠近已建一期病房大厅桩基施工时,日成桩量控制在每日 3 支桩。

3)对靠近已建一期病房大厅一侧处施工时,设置袋装砂井或塑料排水板,消除部分超孔隙压力水,减少挤土现象;并在紧邻原一期病房大厅处设置隔离板桩;对靠近已建医技楼一侧处开挖地面防振沟和应力释放孔,消除挤土效应。

4)沉桩过程中加强邻近建筑物、地下管线的观测、监护,并准备了应急措施,对靠近西北侧特别重要的地下电力管线和电信管线及邻近建筑物进行 24 h 监测。西北侧地下管线埋深 1.8 m,距离二期病房楼外墙北侧 D 轴 2.4 m;二期病房楼西侧③轴距离一

收稿日期:2005-05-28

作者简介:林顺康(1971-),男,1994年毕业于浙江大学工民建专业,助工,台州市中心医院基建处,浙江 台州 318000

林昌勤(1971-),男,2004年毕业于湖北工业大学土木工程专业,助工,台州市中心医院基建处,浙江 台州 318000

谢正宇(1977-),男,2003年毕业于浙江大学土木工程专业,助工,台州市中心医院基建处,浙江 台州 318000

文章编号: 1009-6825(2005)18-0106-02

## 浅析水泥加固土的硬化机理

李永华

**摘 要:**对水泥加固土硬化机理进行了详细分析,揭示了水泥土孔隙水中  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  的不饱和,是由于土颗粒对  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{CaO}$  和  $\text{OH}^-$  的大量吸收或损耗,它可大量降低水泥水化产生的 CSH 凝胶物,致使水泥加固土的强度低下。

**关键词:**水化,水化物,吸附

**中图分类号:**TU411.2

**文献标识码:**A

## 引言

水泥加固土的强度主要来源于两部分,即水泥本身的水化物的胶结作用和水泥水化时产生的  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  与土中活性物质之间的硬凝反应所产生的水化物的胶结作用,其中前者构成水泥加固土强度的主要部分。在以土为周围介质的特定环境中,水泥的水化及水化物的生成有其特殊性,即使拌入相同的水泥量,但不同的土质所得到的水泥加固土的强度却有所不同,而且相差甚远。然而多数研究者在研究土质对水泥加固土强度的影响时,注重于水泥水化时产生的  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  与土中活性物质之间的硬凝反应作用,而忽略了土质对水泥的水化和水化物的生成所产生的负作用。甚至假定水泥水化物的生成不受周围介质的影响,显然不是十分客观的。

## 1 水泥加固土的硬化机理

当土质为砂土时,水泥(浆)与砂混合后类似于由无机胶凝材料、细骨料和水组成的水泥砂浆。它与混凝土的情况基本相同,只是没有粗骨料而已。可以认为,它是细骨料的混凝土。因此,水泥与砂质土的强度形成机理,可以借助于混凝土的强度理论来解释,显然亦能得到较高的强度。

当土质为粘性土或软土时,水泥(浆)与土混合后的强度形成机制则有所不同,它不仅具有水泥本身的水化物的胶结作用,而且

期病房大厅外墙 2.7 m(①、②轴桩基工程原一期工程已施工,病房大厅和医技楼桩基为预应力管桩,无地下室工程),施工难度较大。

5)控制施工过程中停歇时间,避免由于停歇时间过长,摩擦力增大影响桩机施工,造成沉桩困难。同时,应避免在砂质粉土、砂土等硬土层中焊接,制定合理的桩长组合。桩机施工时应注意同一承台内的群桩,需接桩的接头不宜在同一截面内,应相互错开,避免产生土压力以及水压力效应,对整体桩身产生剪切破坏;同时应认真查看地质报告,了解土层分布情况,合理确定桩体组合长度,避免接头处于土层分界处及土层活动较多处,以防土层活动时对桩身造成破坏。

有水泥水化时产生的  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  与土中活性物质之间的硬凝反应所产生的水化物的胶结作用。硅酸盐水泥中的主要熟料矿物(见表 1)与水可发生如下反应:

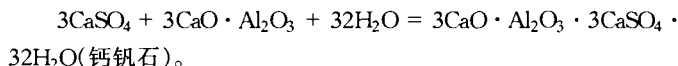
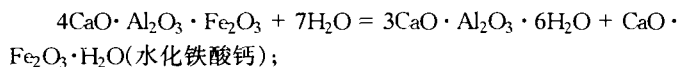
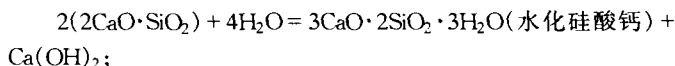
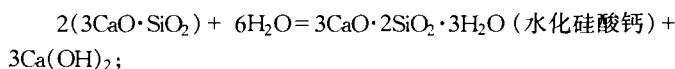


表 1 硅酸盐水泥中主要熟料矿物名称和含量

名称	化学式	简写式	含量/%
硅酸三钙	$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	$\text{C}_3\text{S}$	36~50
硅酸二钙	$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	$\text{C}_2\text{S}$	15~37
铝酸三钙	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{C}_3\text{A}$	7~15
铁铝酸四钙	$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{C}_4\text{AF}$	10~18
石膏(填料)	$\text{CaSO}_4$		3~5

水泥土的有关微观研究表明<sup>[1]</sup>,以上反应可使水泥土混合体在一定龄期后(30 d),土颗粒周围充满水化硅酸钙(以下简称 CSH)

6)施工人员必须持证上岗,遵照桩机操作规程进行施工。施工过程中应经常对照地质勘察报告,遇到特殊地质条件或管桩难穿透的粉砂层时,应格外注意沉桩应力的控制。

## 4 结语

针对不同的工程施工情况和地质条件,采用不同的施工工艺和预防措施,确保工程质量和邻近建筑物不受破坏。本工程通过上述预防措施,有效地控制了预应力管桩在沉桩过程中的挤土效应。台州市中心医院二期病房楼工程已经竣工验收备案,最大沉降量 12 mm,最小沉降量 5 mm,结构安全可靠,原一期已建病房楼大厅和医技楼主体结构亦未发现可见裂缝、位移等现象,预防措施有效可行。

## Soil compaction effect in static pressing prestressed pipe pile construction and preventive measures

LIN Shun-kang LIN Chang-qin XIE Zheng-yu

**Abstract:** Taking the pile foundation work in Taizhou central hospital as example, according to the soil compaction problems encountered in static pressing prestressed pipe pile construction effective measures are proposed from pile density control, pile sinking control, adding holes to relax stress and other aspects to eliminate compaction effects.

**Key words:** foundation work, prestressed pipe pile, soil compaction effect

收稿日期: 2005-06-09

作者简介: 李永华(1963-),男,1984年毕业于太原工学院水文地质与工程地质专业,工程师,山西中方森特建筑工程设计研究院,山西太原 030002