



# 静压PHC桩在浅水位中密土 地区的施工质量控制研究

刘海宁

正高级工程师

一级建造师

副总经理兼总工程师

山东道远建设工程集团有限公司

山东·济南

2020.9

# 目录

## Contents

01. 工程概况

02. 施工质量控制要点

03. 施工管理

04. 结语



第十屆知識工程發展論壇與金印！  
勿非法流傳或影印！

01  
PART.

# 工程概況



## 01. 工程概况

该小区包括14栋住宅楼及地下车库，场区属黄河冲洪积平面地貌单元，场地地形较平坦，地面相对高差2.03m。场区地下水埋深较浅，为3.10m~5.00m，水量丰富，需采取基坑降水措施。场地地层由素填土、粉质黏土、粉土、粘性土及粉砂等。场地属基本稳定场地。经土工试验指标及原位试验综合分析，结合当地的建筑经验，拟建建筑物经过地基处理后，场地建筑物地基可基本稳定。

拟建场地属黄河冲洪积平原地貌单元，以某单一楼栋为例，地上17层，地下2层，总建筑面积为14796.67m<sup>2</sup>，剪力墙结构，基础埋深6.4m，基础持力层位于第③层粉土上，为中密土。地基土对混凝土结构腐蚀性等级为：微腐蚀性，对混凝土结构中的钢筋腐蚀等级为：微腐蚀性。

由于上部荷载较大，修正后天然基地承载力不能满足设计要求，需进行地基处理。根据当地实际，地基处理备选方案为：①采用预应力管桩，有效桩长20.0m，桩径 $\Phi$ 500mm，以第⑧层粉土为桩端持力层；②采用钻孔灌注桩，有效桩长20.0m，桩径 $\Phi$ 600mm，以第⑧层粉土为桩端持力层。



钻孔灌注桩



## 01. 工程概况



桩靴

预应力管桩桩身质量易于控制，施工方便快捷，承载力高，对周边环境影响较小，且不受地下水影响。经土工试验指标及原位试验综合分析，结合当地的建筑经验，预应力混凝土管桩的极限侧阻力标准值58Kpa，桩的极限端阻力标准值2800Kpa。

由于该工程的特殊地质条件，降水和基坑支护等施工致使地基基础施工阶段工期较长，故在选择地基处理方案时，施工周期对工期的影响成为一大重要因素，结合施工成本、受地下水影响程度和单桩承载力等方面综合考虑和比较，采用静压PHC桩优势较为明显，故最终选用了静压PHC桩作为地基处理方案，该方案为缩短施工周期、保障施工进度、控制施工成本、保证成桩质量起到了关键作用。

最终地基基础设计采用采用PHC桩—筏板基础，基础埋深6.55m。PHC桩选用外径500mm，壁厚100mm，型号为AB型，混凝土强度等级为C80，桩长为23m，桩数为323根。

由于第⑤层粉砂呈稍密-中密状态，对成桩有影响，因此采取增加桩靴和引孔措施。本工程地下水位较浅，采用静压桩有一定挤土效应，故为保证基坑和周边环境的安全，工程进行了施工监测，包括基坑坡顶水平位移、竖向位移，地下水位、道路竖向位移、地表竖向位移和建筑物沉降，且由设计单位进行了建筑物抗浮验算。



第十屆深建杯、  
工程發展論壇與金印！  
知識深建杯、  
工程發展論壇與金印！

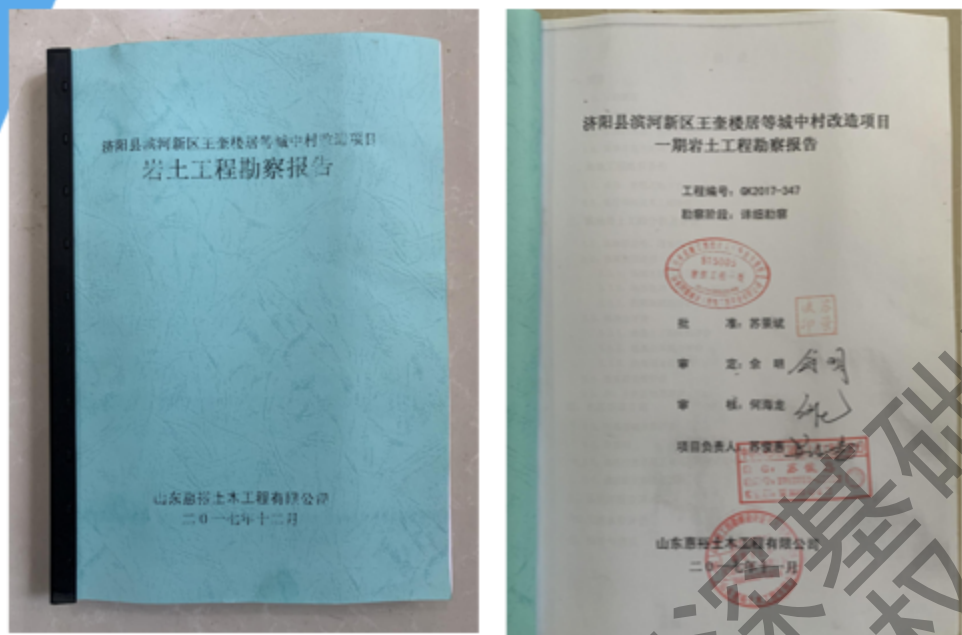
PART.

02

# 施工质量控制要点



## 02. 施工质量控制要点



地勘报告

### 2.1 压桩前的准备工作

由于在浅水位地区进行静压桩施工，因此准备工作中掌握建筑物场地工程地质资料和必要的水文地质资料，包括建筑场地和邻近区域内的地下管线(管道、电缆)等的调查资料,合理选择压桩机械，确保场地平整、场区地基土承载力满足桩机作业要求，以保证施工机械正常作业，应为准备工作的重点。



## 02. 施工质量控制要点



桩位复核

### 2.2 施工策划

由于PHC管桩对土体的挤密作用，加之中密土的土体特性，土体内部应力作用会导致土体隆起和侧向位移，可能出现部分管桩达不到设计深度的情形，随着土体内部应力的逐渐减小，可能导致此部分管桩不满足设计要求，因此在施工前应根据场地情况提前考虑土体内部应力变化情况，从而策划管桩施工次序。在工程桩施工前，应进行试桩。将试桩检测结果及沉桩时的记录压力数据一并提交桩基设计单位，进行数据核算确认后，用于指导工程桩施工。

压桩次序应尽量按照先中心后四周的顺序，以此减少土体应力对送桩的影响。要求测量人员高度负责地记录各个桩位中心点坐标以及标高，确保桩位准确和桩顶标高符合要求。施工过程中测量人员也要经常对桩位进行复核，以免桩位发生偏差。



## 02. 施工质量控制要点



桩机就位

### 2.3 压桩机就位

由于浅水位地区表层素土土质较为疏松，因此要特别注意场地土对桩机机械压桩过程的影响，**确保桩机**施工过程中的**稳定**。对桩机设备进场并安装就位，按需要的总重量配置压重，调整桩机平台得到水平状态，并检查桩机安装状况和起重工具。

## 02. 施工质量控制要点



沉桩

### 2.4 桩垂直度控制

第一节桩插入地下时,必须保证位置和垂直度准确,对于偏差要及时纠正,必要时要重新拔出重新就位。垂直度的质量控制当管桩插入地面和接桩时,施工人员要用两台经纬仪或线锤在两个成 $90^\circ$ 的侧面观察,调整好桩的垂直度,然后开始压桩,垂直度偏差不宜大于 $0.5\%$ 。在施压过程中,决不允许用桩机拖桩,以免桩倾斜而影响桩的质量。

利用桩机的重量由液压系统夹持将管桩垂直后压入土中,采用两台经纬仪随时监控管桩压入过程中的垂直度。初压下沉量较大,宜采用轻压;随着沉桩加深,沉速减慢,压力逐渐增加,并随时观察压桩的压力和深度。每一次下压,桩的入土深度约为 $1.50\text{m}\sim 2.00\text{m}$ ,然后松夹→上升→再夹→再压,如此反复进行,直至将管桩下压至控制深度。压桩过程中,要使压杆、桩帽和桩身保持在同一轴线上,避免管桩受到偏心压力而受弯变形。随压桩进行观测,发现偏差及时纠正;必要时应将桩架导杆方向按桩身方向调整。按设计桩位平面图绘制桩编号图,将压桩过程观测的结果进行详细记录

## 02. 施工质量控制要点



吊装送装器

### 2.5 送桩质量控制

当桩顶压至接近地面时,检查桩的垂直度和桩头质量,合格后即可进行送桩,压桩送桩作业连续进行。静压管桩的送桩作业采用钢制送桩器进行送桩,送桩深度根据现场情况和设计标高进行,送桩的最大压桩力不宜超过桩身允许压桩力的1.1倍。



## 02. 施工质量控制要点



桩基施工完成

### 2.6 压桩终止条件

由于中密土对挤压作用的反馈较为明显，施工中以桩长和油压值**双控制**，施工人员要特别关注送桩时的压力变化。根据设计单桩极限承载力和桩端进入持力层的深度，结合桩顶压力标定值来控制。

当油压值达到设计要求，而桩长小于设计桩长时，将终压值**提高1级**后再压，方可终止施工；当桩长已满足设计要求，而油压值未达到控制时，须继续送桩，直到满足设计要求为止（若送桩深度超过1.5m还未能达到终压值时，则应及时**通知设计人员**，以便作出相应的调整）。

## 02. 施工质量控制要点



桩头防水

### 2.7 桩头防水

对于浅水位地区，桩头防水质量至关重要，桩头防水细部质量对整个地下防水系统的效果影响较大。对桩头**防水薄弱点**，如桩头钢筋与混凝土间、底板与桩头间的施工缝、混凝土桩身与地基之间。桩头防水构造要保证桩头与结构底板形成整体的防水系统。由于桩头应按设计要求将桩顶剔凿到混凝土密实处，造成桩顶不平整，给防水层施工带来困难。因此在桩头防水施工前，应对桩头清洗干净并用聚合物水泥砂浆进行补平。在目前的各种防水材料中，比较合适的是**水泥基渗透结晶型防水涂料**，使桩头与结构底板混凝土形成整体。涂刷水泥基渗透结晶型防水涂料时，应连续、均匀，不得少涂或漏涂，并应及时进行**养护**。

**桩头顶面和侧面裸露处**应涂刷水泥基渗透结晶型防水涂料，并延伸到结构底板垫层150mm处；桩头四周300mm范围内应抹聚合物水泥防水砂浆过渡层。结构底板防水层应做在聚合物水泥防水砂浆过渡层上并延伸至桩头侧壁，其与桩头侧壁接缝处应采用密封材料嵌填。桩头的受力钢筋根部应采用**遇水膨胀止水条**或**止水胶**进行包绕。密封材料嵌填应密实、连续、饱满，粘结牢固。



第十屆知識深基工程發展论坛与余印！  
勿非法流传或影印！

03

PART.

施工管理





## 03. 施工管理



静载试验

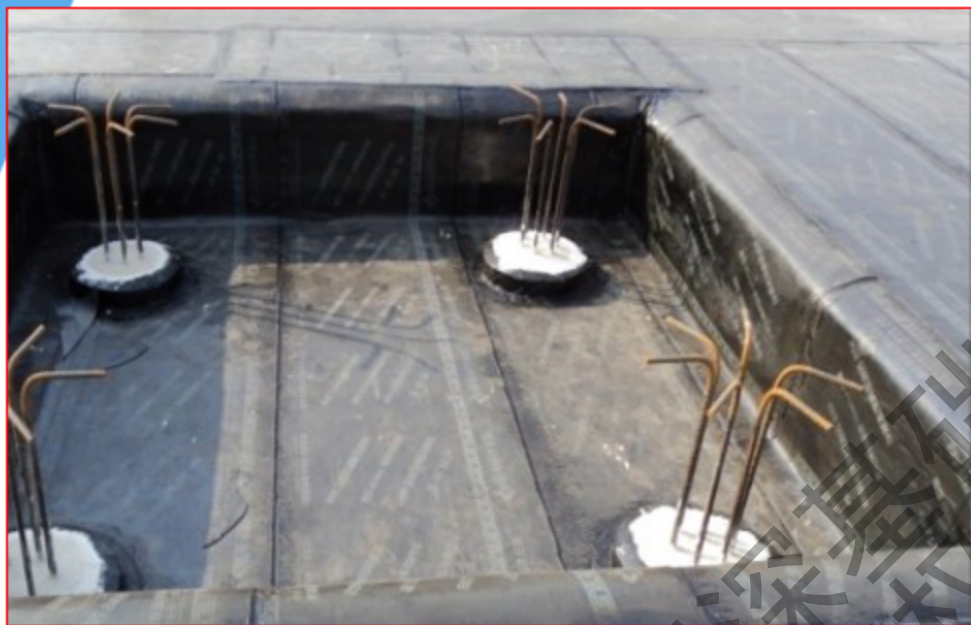
### 3.1 桩基验收管理

施工完成后,应对桩进行单桩承载力及桩身完整性检验。检验的方法有很多,用的最多的是**单桩竖向抗压静载试验**和**低应变检验**。

1) **桩完整性检测**,采用反射波的低应变检测法是在桩顶瞬时激振的情况下,通过精密仪器以一维波动理论为基础,分析桩体中弹性传播的波形特征,判定桩体质量,属于桩身完整性的检验。

2) **检测桩的承载力**,一般通过桩的静载试验检测,也可采用高应变法进行检测。在预应力管桩建筑基础中,如果用高应变代替静载试验则是不可行的,因为对桩基采取静载试验,是最接近实际载荷状况的,而大应变是一种动载荷,其检测数据的误差较大,更受检测人员的经验、设备精度等影响较大。在工程中,采用高应变用来检测桩的完整性、估算其承载力是可行的,但**不能取代用静载试验**对工程桩进行的验收检测。

## 03. 施工管理



桩头填芯

### 3.2 桩头填芯的质量管理

桩与上部结构的连接主要通过桩的承台,如何保证桩与承台的连接达到要求,是保证工程质量的关键,因此桩头嵌入承台的长度不宜太短,有关管桩技术规范规定不宜小于10cm。为有效防止浅水位地区基础上浮并保证基础和桩基的整体协同工作,土方开挖至设计标高露出管桩后,清理管桩孔内的垃圾及污物,在桩头的桩管内应填充一定高度的混凝土。用钢板作底模,并用一定数量的竖向钢筋焊于钢板上,钢筋按要求绑扎,并伸入承台一定长度。混凝土中微掺UEA膨胀剂(掺量10%)。待基础底板钢筋绑扎时,管桩锚筋与基础底板钢筋要焊牢,基础底板钢筋与管桩桩头也要焊牢。桩头填芯混凝土的强度等级应满足规范要求 and 设计要求。

## 03. 施工管理

预制桩、钢桩（静压沉桩）施工验收记录

鲁J2-049-049

工程名称: 济阳县工业集聚区城南村改造项目市政道路工程 设计桩长: 24 (m) 压桩工艺: 静压沉桩 压桩机型号: ZYJ200 最大压桩力: 设计单桩竖向极限承载力标准值:

序号	桩位编号	施工日期	桩身节段 (m) 及垂直度偏差值 (mm)					桩长 (m)	静压复压次数		桩顶标高 (m)	桩身垂直度 (mm)
			一	二	三	四	五		有效桩长 > 设计桩长	有效桩长 < 设计桩长		
001	269	2017年4月6日	12	11				23		-22.45	-5.45	1764
002	528	年月日	11	12				23		-22.3	-5.30	1764
003	530	年月日	11	12				23		-22.1	-6.90	1764
004	521	年月日	11	11				22		-22.1	-6.90	1764
005	532	年月日	11	11				22		-22.1	-6.90	1764
006	533	年月日	10	12				22		-22.1	-6.40	1764
007	534	年月日	11	11				22		-22.55	-6.55	1764
008	535	年月日	11	11				21		-22.5	-6.50	1764
009	536	年月日	11	11				22		-22.1	-6.90	1764
010	537	年月日	11	12				23		-22.1	-6.90	1764

注: 依据《建筑桩基技术规范》JGJ94-2008第7.5.7条、第7.5.8条、第7.5.9条、第7.5.11条、第7.5.12条、第7.6.9条、第8.2.3条进行检验。

项目专业技术负责人: 刘青峰

专业质量检查员: 许超

专业监理工程师 (建设单位项目专业负责人): 于康

山东省建设工程质量监督总站

过程资料

### 3.3 压桩过程的资料管理

认真观察压力表的读数并做好记录,以判断桩的质量和承载力。桩位要随打随记录,预防错打、漏打,同时应对周围建筑物,地下管线等进行观测、监护,并及时做好记录。要认真做好原始资料的汇总工作,遇到异常现象及时通知监理、建设方、设计院,大家共同协商解决施工现场问题。





第十屆知識深基工程發展論壇與金印！  
勿非法流傳或影印！


PART.

04

结语



## 04. 结语



中密土地质情况下的静压高强度预应力混凝土管桩施工时,应根据工程具体情况合理选择压桩顺序并采取有效措施来消除挤土效应的影响。施工质量控制应采取符合工程实际的,有针对性的预案和措施,严格执行相关规范(规程)、标准,确保桩基础质量及周围环境的安全。

随着静压预应力高强混凝土管桩施工技术的广泛应用和发展,以及静压预应力高强混凝土管桩理论研究的进步和工程实践的不断积累,静压预应力高强混凝土管桩技术应用水平必将有更大的提高。