

旋喷工程桩用作厂房桩基的研究

张喜葆,肖 潇,曹剑峰

(广东韶关钢铁集团有限公司, 广东 曲江 512123)

【摘要】在韶钢矿石破碎场贮矿仓厂房基础设计中,根据工程特点和工程地质条件,结合上部荷载情况,进行多方案比较后,最终采用高压旋喷桩作工程桩设计,结构稳固,对比挖孔桩或钻(冲)孔桩方案较为节约投资,且施工周期大大缩短,取得了显著的经济效益。

【关键词】基岩; 溶洞; 挖孔桩; 冲孔桩; 旋喷工程桩

【中图分类号】TU472.3+6 **【文献标识码】**B **【文章编号】**1673-1891(2007)01-0041-04

大面积地面堆载的单层工业厂房位于软土层很厚的地基时,由于受大面积堆载的作用,地基应力扩散范围广,地基压缩层厚,地基变形大,它的沉陷曲线一般为船形状,(在特殊情况下,沉陷曲线会有反船形或波浪形等等),这些复杂的地基变形往往会波及到厂房基础,使柱基内侧边缘附加应力和附加沉降大大增加,会引起基础不均匀沉降、基础转动、柱子倾斜,出现天车滑行或卡轨等现象。要避免这些现象,设计一般不宜采用天然地基基础方案,而选用桩基方案。

韶钢矿石破碎场贮矿仓厂房,就是布置在基岩溶洞发育,软土层很厚的地基上。对于这个厂房高,跨度大,大面积地面荷载特大的厂房基础设计方案的选择,采用桩基方案是必然的。下面对桩基类型的选择进行讨论。

1 工程和工程地质概况

该厂房跨度 33m,长度 108m,柱距 6m,柱顶高 18.1m,天车轨顶高 15.4m,设有桥式天车 $Q=100\text{KN}$ 两台,厂房地坪大面积堆矿达 $200\text{KN}/\text{m}^2$ 。厂房横剖面见图 1 所示。

地基土层描述及指标

I 填土厚 3~4 m;

II 可塑粘土 6~10 m $f_k=180\text{kpa}$, $E_s=5\text{Mpa}$;

III 可~硬塑粘土 6~10m, $f_k=210\text{kpa}$, $E_s=6\text{Mpa}$;

IV 软塑粘土 3~6m, $f_k=210\text{kpa}$, $E_s=4.5\text{Mpa}$;

V 软~流塑粘土 4~6m, $f_k=80\text{kpa}$, $E_s=2.5\text{Mpa}$;

VI 流塑软土 1~2m, $f_k=60\text{kpa}$, $E_s=2\text{Mpa}$;

VII 石灰石基岩。

典型地质剖面见图 2 所示。

工程地质特点,软土层很厚,石灰岩溶洞发育。详勘钻孔 22 个,发现有溶洞的 18 个,占 82%,最严重的一孔中有象糖葫芦串状的大小五个溶洞。溶洞高度最大达 7m,大部分全充填,少数为半充填,充填物为软粘土夹碎石。

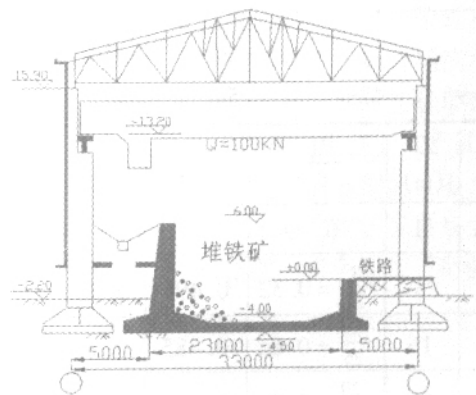


图 1 厂房剖面

2 柱基础类型的选择

为能充分说明选择桩基的必要性,仍遵照设计规范,先假设采用天然地基基础,算出所需要的柱基

收稿日期 2006-11-21

作者简介:张喜葆(1964-),男,本科,工程师。

基础面尺寸,得 $AB = 4 \times 5m$, 然后计算受大面积地面堆载作用下,柱基内侧边缘中点的地基附加沉降。(地面荷载见图 3 所示)。

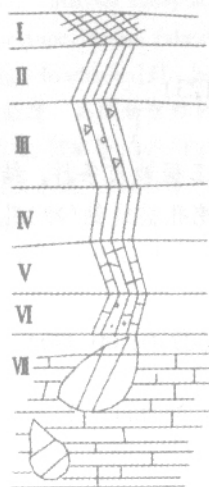


图 2 典型地质剖面

等效均布地面荷载 q_d 见计算表 1。

柱基内侧边缘中点的地基附加沉降值 $S'd$ 计算见表 2

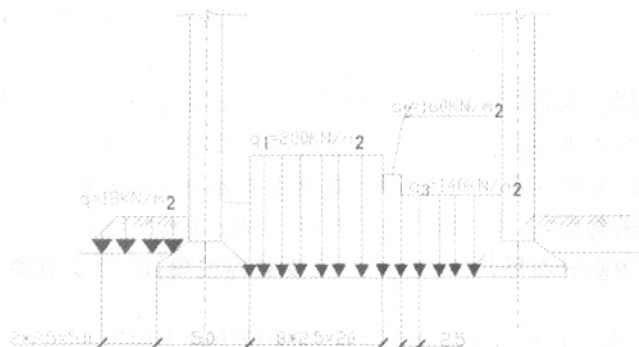


图 3 地面荷载

表 1 等效均布地面荷载 q_d 计算

$a/5B = 96(5 * 5) > 1$

区段	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
β_i	0.3	0.29	0.22	0.15	0.1	0.08	0.06	0.04	0.03	0.02	0.01
q_i	18	200	200	200	200	200	200	200	200	160	140
g_i	18	18	18								
$\beta_i q_i - \beta_{i-1} q_{i-1}$	0	52.78	40.04	30	20	16	12	8	6	3.2	1.4

$q_d = 0.8 \sum (\beta_i q_i - \beta_{i-1} q_{i-1}) = 0.8 * 189.42 = 152kpa$

表 2 桩基内侧边缘中点的地基附加沉降值 $s'd$ 计算

$A = 96/2 = 48m$ $B = 25m$

$\frac{A}{B}$	Z_i (m)	$\frac{Z_i}{B}$	$\frac{1}{a'_i}$	$\frac{1}{Z_{ia}'_i}$	$\frac{Z_{ia}'_i - Z_{(i-1)'_i}}{a'_i - 1}$	E_{si} (MPa)	$\Delta S'_{di} = \frac{q_i}{E_{si}}$	$S'_{di} = \sum \Delta S'_{di}$	$\frac{\Delta S'_{di}}{\sum \Delta S'_{di}}$
1.92	0	0							
1.92	8	$\frac{8}{25} = 0.32$	0.498	3.984	3.984	5.0	121.1	121.1	
1.92	16	$\frac{16}{25} = 0.64$	0.485	3.776	3.776	6.0	95.7	216.8	
1.92	20	$\frac{20}{25} = 0.8$	0.4804	1.848	1.848	4.5	62.4	279.2	
1.92	25	$\frac{25}{25} = 1.0$	0.468	2.092	2.092	2.5	127.2	406.4	
1.92	26.5	$\frac{26.5}{25} = 1.06$	0.463	0.57	0.57	2.5	34.7	441.1	
1.92	28	$\frac{28}{25} = 1.12$	0.461	0.64	0.64	2.0	48.6	489.7	0.1 > 0.025

注: $q_i = 152kpa$; $Z = 28m$ 以下为基岩

计算得 $S'd = 489.7mm$

根据 $B = 5m$

$a = 96m$ (堆场总长度)

查得 $[S'd] = 100mm$

由于 $S'd = 489.7 > > [S'd] = 100mm$

显然不能采用天然地基基础方案设计, 必须选

用桩基方案。桩基的类型选择如下：

2.1 人工挖孔桩方案

在排架柱下设单桩(即单柱单桩),总桩数 38 根,桩断面为矩形 $ab=1.7 \times 2.3\text{m}$, (含护壁砼),桩深平均 30m,钢筋砼桩体积合计为 4457m^3 ,造价 312 万元,工期 8 个月。由于基岩溶洞、溶沟、溶槽发育,承压地下水丰富,曾作过抽水试验,发现部分溶洞有连通现象,加上在深处有流塑软土层,所以施工难度大,不安全,同时桩深又大大超过省建委文件所规定的 25m。由于造价高,工期长,因此,挖孔桩方案被否定。

2.2 钻(冲)孔桩方案

在排架柱布双桩,总桩数 76 根,桩径 $\varnothing 1000$,桩深平均 32m,钢筋砼桩体积合计 2000m^3 ,造价 230 万元,虽然造价比挖孔桩低,施工方便又安全,但工期难控制。众所周知,在岩溶地基做钻(冲)孔桩,遇到溶沟溶槽时,容易偏钻(锤)卡钻(锤),还会掉钻(锤)和塌孔等事故发生,处理这些事故要花很多时间,预计工期一年。因工期太长,不适应本工程的进度要求。故此钻(冲)孔桩方案也被否定。

2.3 高压旋喷桩作工程桩方案

设计桩径 $\varnothing 600$ 至 $\varnothing 800$,平均桩深 28m,总桩数 560 根,单价 140 元/m,总价 220 万元,配置两个机组进行施工,一天可完成 8 根桩,工期只需 3 个月,这种桩施工方便又安全,造价低,工期短,因此,最后确定采用这种桩基方案。

3 高压旋喷工程桩的设计

高压旋喷桩,其优点是施工简便,造价相对较低,工期短,缺点是固结体无配筋抵抗水平推力差,且混合固结体强度低,而多数情况下用于地下工程的防水帷幕软土加固,基础工程出现质量事故时作地基加固补强等,极少做工程桩设计。我们设计的高压旋喷工程桩,针对其弱点在施工工艺上加以改进,其工艺采用单管分喷液。①桩孔成型,在钻孔后先用清水做介质,高压旋喷喷射扩孔,造孔机理与钻孔近似;②用中压旋喷注浆成桩体,浆液以水泥浆为主,水灰比为 1:1,加早强剂,平均水泥用量 $300\text{kg}/\text{m}$ 左右,为尽量能节约水泥和提高桩体强度,在注浆前和注浆过程中,用人工将瓜米石投入孔内,投放量约 20~25%。工艺改进后造成的桩体完整、密实,桩强度达到 C15~C18 级。桩径为 $\varnothing 600 \sim 800$,单桩承载力,极限为 1600kN,设计为 800kN 桩体形状如图

4 所示。

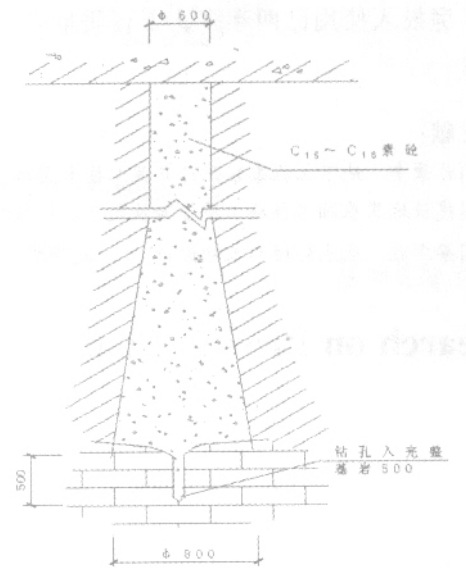


图 4 桩体

桩的设置,厂房排架柱下按支承桩设计,每柱布桩 5 根,共 190 根,矿石堆场按桩土共同作用的复合桩基设计,布桩 $@ 2.5 \times 2.5\text{m}$ 方格网点设置,共 370 根,总桩数 560 根,所有桩都要支承在基岩面处,遇溶洞时,则要求支承在溶洞顶板的厚度不得少于 500mm,可在施工钻孔时作鉴定溶洞顶板的厚度。

从土的固结理论所知,饱和粘性土(软土)受力后,表现出弹性、粘性、塑性及粘弹性、粘塑性等诸多的力学性质,而且这些粘弹性变形的土体在水平面就会产生外向侧压力,这些侧压力对排架桩及排架柱的稳定性有一定的影响。考虑到旋喷抵抗水平推力差的弱点,因此,本设计的思路已将柱基堆场的受力分开,即排架柱传来的荷载全由柱下支承桩担负,堆场的大面积地面堆载由复合桩基担负(图 5 布桩所示)。这样就基本消除了地基的附加沉降和土体对排架桩的水平推力,对排架的稳定性有了足够的保障。

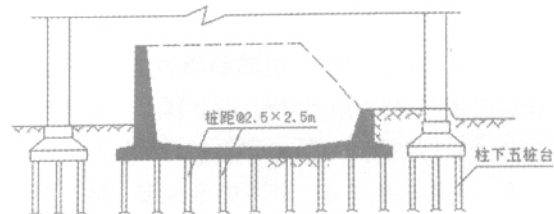


图 5 桩布置

4 结语

本设计的高压旋喷桩,已作静载试压 3 根桩,作

小应变动测 23 根桩 ,全部合格。

厂房投入使用已两年多 ,工程质量无发现异常。

就笔者所知 ,这样大的工业厂房应用高压旋喷工程桩设计在国内尚属首例。实践证明 ,技术可行 ,经济合理 ,并加快了工程建设速度。

参考文献 :

- [1]林肇全 . 地下工程勘察设计与施工技术实用手册[M]. 吉林音像出版社 2003 7.
- [2]建筑地基基础工程施工质量验收规范 . (GB50202 - 2002).
- [3]梁中胜 . 地基处理和基础设计[M]. 陕西科学技术出版社 2004 2.

Research on Broad – Span Factory Foundation with Rotary Pile Driver

ZHANG Xi – bao ,XIAO Xiao, CAO Jian – feng

(Shaoguan Iron & Steel Corporation Ltd., Qujiang Guangdong 512123)

Abstract: In designing factory foundation of raw mineral material in Shaoguan Iron & Steel Corporation Ltd., we took into consideration the project itself and its geological conditions, and the upper load. After comparing various designs, we finally decided to adopt the rotary pile driving design. It is stable in structure, economic compared to drilling pile driver and excavating pile driver, and the construction period is greatly shortened, remarkable economic effect is achieved.

Key words: Basis rock; Lava; Excavator; Drilling pile driver; Rotary pile driver

(责任编辑 张荣萍)