

三五三二厂针织染车间地基基础 工程设计研究报告

总后勤部建筑设计院 丛传阜

编者按：三五三二厂针织染车间工程地质报告提出的地基承载力为70kPa，应设计单位要求，重新考虑后提高到90kPa，仍不满足设计要求。为此设计单位自己进行了载荷试验和分析研究，将地基承载力提高到120kPa，满足了需要，实践证明120kPa的结论是符合实际的。这件事说明该设计单位对勘察资料认真消化，对工作负责到底的精神值得大家学习，更值得负责勘察的同志们思考是不是勘察结论偏于保守了呢？

一、工程概况

总后3532工厂针织染车间，位于河北省廊坊市南门外大街兴安市场西侧，由地方单位进行工程地质勘察，1989年底委托我院设计。拟建场地工程地质条件复杂、地下水位高、地基软弱、承载力低，地下18m以内无良好桩尖持力层。

为选择经济合理的地基基础设计方案，我们在深入分析原勘察报告、充分调查研究的基础上，确定对软弱持力层的承载力进行试验研究，并得到勘察、建设单位的大力支持与合作，取得满意的结果。地基设计采用变形控制的原则，经反复测算后，决定采用天然地基，并进行建筑物沉降观测。该车间已建成投产两年，沉降、使用均正常，说明其地基基础设计经济合理，节约了投资，缩短工

期，且为该厂以后工程项目的设计提供了极其宝贵的经验，受到建设单位的好评。

该车间由主厂房和办公用房组成（见图1），总建筑面积7488.2m²，主厂房为单层，单跨、双跨、四跨门式刚架（见图2），层高6.5m，建筑面积为5875.2m²；办公用房为三层砖混结构，层高为3.5m，总高度为10.65m，建筑面积为1612m²。该工程于1990年3月破土动工，1991年6月完工投入试生产。

二、工程地质条件

场区地处永定河冲洪积平原，上部地层由永定河泛滥沉积而成，土层层次繁多，土质松散，地下水位埋藏浅。现将各地层简述如下：

1. 人工填土：厚度0.40~1.10m，以耕

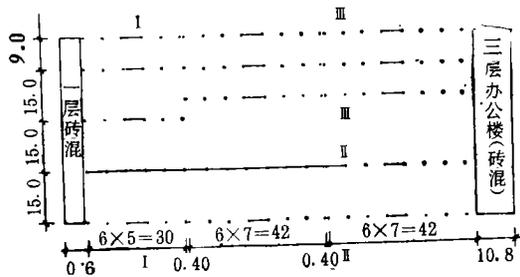


图1 针织染车间示意图

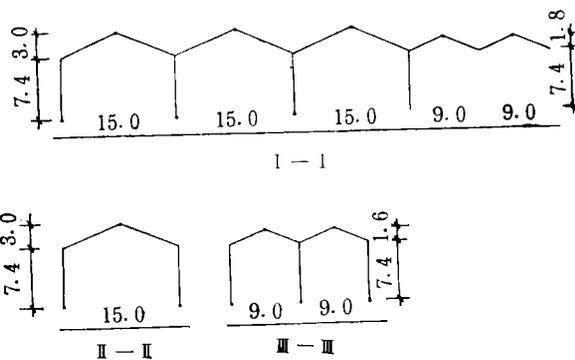


图2 剖面图

作土为主, 多为饱和、可塑状态, 土质松散。

2. 冲积粉土层: 厚度0.80~1.80m, 呈饱和、可塑~流塑状态, 其中夹薄层粉砂和1.00m左右的淤泥质粉质粘土②₁。

3. 冲湖积粉土与粘土互层, 其中夹淤泥质粉质粘土③₁透镜体。

粉土层③₂厚度1.10~2.00m, 呈饱和、可塑~软塑状态。

粘土层③₃厚3.60~4.10m, 灰色、饱和、可塑~软塑状态, 其中夹淤泥质土。

4. 冲积粘土与粉土互层: 呈褐色、饱和、可塑状态, 厚度2.00m左右。

5. 冲湖积粉土与粉质粘土互层: 厚度4.00m左右, 呈浅灰色、饱和、可塑~流塑状态, 含泥炭, 其中夹淤泥质透镜体。

6. 冲积粉土与粉质粘土: 厚度6.00m, 呈褐色、饱和、可塑~流塑状态, 其中夹1.00~1.50m厚中密粉细砂层。

地质剖面见图3。地下水埋深1.57~2.30m, 水位标高11.54~12.30m。

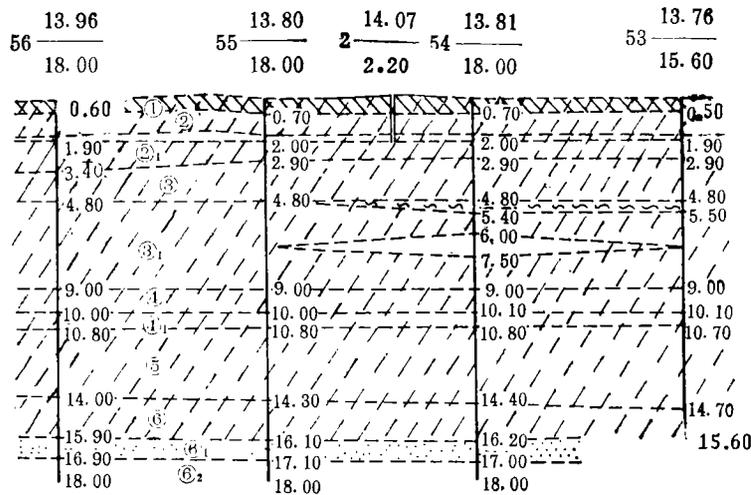


图3 地质剖面图

三、问题提出

勘察报告确定埋深2.00m的淤泥质粉质粘土②₁地基承载力标准值为70kPa, 满足不了设计要求, 并指出深度18.0m无适合桩基的持力层, 建议采用碎石挤密桩以加强地基强度。

我们分析了勘察资料和测试数据, 主要持力土层的物理力学指标见表1。

从上述指标可见, 主要持力层的淤泥质粉质粘土②₁、③₁和粘土③₃层, 具有较高的含水量, 孔隙比大, 液性指数高, 压缩性高, 强度低的特点。我们对主要持力层的物理力学指标进行了综合分析, 并根据软弱地基设计经验, 初步认为上述所给的地基承载力偏低。因该工程规模较大, 有必要进一步进行

表1 土的物理力学指标统计表

土的名称		w	γ	e	I_L	E_s	φ	c
淤泥质粉质粘土 ② ₁	最大值	48.7	19.4	1.37	1.33	7.7	32.2	20
	最小值	29.0	17.1	0.84	0.85	3.2	9.9	10
	平均值	34.5	17.8	0.98	1.02	5.4	23.8	15
粘土 ③ ₃	最大值	51.0	19.1	1.23	1.31	8.5	9.1	68
	最小值	30.0	16.8	0.78	0.77	3.2	8.0	40
	平均值	38.1	17.6	1.08	0.97	4.4	8.5	52
淤泥质粉质粘土 (透镜体) ③ ₁	最大值	61.5	18.3	1.70	1.17	5.5	20.5	31
	最小值	39.0	16.6	1.15	0.71	2.3	10.2	18
	平均值	48.8	17.2	1.39	1.01	2.8	14.5	25

注: 单位 γ 为 kN/m^3 , E_s 为 MPa , c 为 kPa 。

试验研究,并及时与建设、勘察单位交换意见,得到了他们的支持。

1989年11月由原勘察单位对埋深2.00m的淤泥粉质粘土②₁做了三组静三轴剪切试验,提供其承载能力标准值为90kPa。试验的物理力学指标见表2。

表2 静三轴剪切试验的物理力学指标表

	w	γ	e	I _p	E _s	φ	c
最大值	37.5	19.6	1.03	1.03	7.3	8.8	23
最小值	32.5	18.8	0.91	0.85	4.3	6.6	21
平均值	35.5	19.0	1.00	1.00	5.0	7.7	22

我们根据表2的c、φ值,按TJ7-74规范公式计算R_s=138kPa。

四、现场载荷试验

为达到基础设计精益求精,技术先进,经济合理,安全可靠,在前两阶段工作的基础上,我们于1990年2月,选择较软弱地段,即孔58、54、65#附近,做了三台载荷试验,试验深度、土层同三轴试验,p-s曲线见图4。

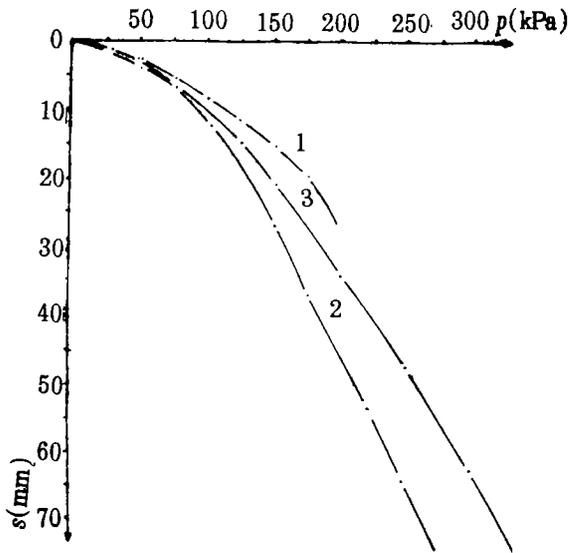


图4 载荷试验p-s曲线

p-s曲线,没有明显拐点,按中、高压缩土取s/b=0.02,确定地基土承载力基本值f₀分别为128、103、105kPa, f_k=112kPa,对应的变形模量E₀分别为4.42、3.62MPa, $\bar{E}_0 = 3.78\text{MPa}$ 。按切线法确定地基土承载力基本值f₀分别为140、108、130kPa, f_k=126kPa,对应的变形模量分别为4.20、3.14、4.41MPa, $\bar{E}_0 = 3.92\text{MPa}$ 。

我们以变形控制为原则,保证地基土在上部荷载的作用下不发生破坏,保证基础不发生过大的沉降与差异沉降,决定该地基承载力f_k值采用120kPa。

五、沉降验算与分析

厂房基础埋深2.5m、办公附属用房基础埋深1.5m。依据原勘察报告提出的力学指标和野外载荷试验数据,按TJ7-74《地基基础设计规范》对厂房、办公用房进行了地基变形验算,计算结果见表3、表4。

表3 厂房沉降计算值表

钻孔号	53	54	55	58	59	60	63	64	65
沉降值(cm)	4.27	5.02	5.12	4.24	2.38	3.08	4.39	3.88	5.25

表4 办公用房沉降计算值表

钻孔号	53	58	63
沉降值(cm)	6.22	5.97	5.17

由沉降计算可见,厂房最大沉降点位于钻孔65#(即在厂房的东北角)附近,其沉降量为5.25cm,最小沉降点位于钻孔59#(即在厂房中间偏西北)附近,其沉降值为2.38cm,平均沉降值为4.07cm,最大差异沉降为0.0007;办公用房沉降较为均匀,平均沉降量为5.79cm。计算表明,建筑物的沉降和差异沉降量均小于允许值。

六、结构设计措施

1. 因地基比较软弱,为减少和调整差异沉降,采用反梁条基,地基梁高为 $1/6 \sim 1/8L$ (L 为梁跨),使地基梁有较大的刚度;尽量使结构的重心与基础的形心重合。

2. 厂房采用铰接门式刚架,减少差异沉降对上部结构的影响。

3. 厂房的纵向采用开洞剪力墙,代替抗侧力结构。

七、建筑物沉降观测

为了验证设计的正确性,及时掌握第一手资料,总结经验,共设置26个沉降观测

点,其中厂房21个,办公用房5个,详见图5。

1990年6月11日进行了首次观测,至1992年8月26日,共观测5次,观测结果见图6、图7。

观测结果表明:

1. 厂房平均沉降2.221cm,位于65号钻孔和53号钻孔附近的1号、21号观测点沉降值最大,分别为2.887cm和2.981cm,位于钻孔59号和64号附近的9号、2号观测点沉降值最小,分别为1.524cm和1.501cm,沉降值均小于计算值;
2. 厂房主体结构吊装期的138天沉降速率最大,为0.0073mm/d,至结构完工的81天,沉降速率为0.0012mm/d,逐渐趋于稳定;

3. 从目前沉降速率推断,今后三年沉降不大于1.0cm,累计沉降不会超过估算值;

4. 沉降最大点21号与最小点9号的差异沉降值为0.0005,观测点1号与2号差异沉降值为0.0009,均远远小于设计允许值;

5. 主体结构完工占最终沉降量约50%,装修工程完成占最终沉降63%。

办公用房沉降较均匀,平均沉降为3.4cm,从沉降速率推断,与估算值接近。

八、结语

1. 本工程软弱地基基础设计,采取与试验研究紧密结合的方法,较好地解决了地基设计中的技术问题,排除了人工地基方案,采用天然地基。该建筑物沉降观测结果证明,设计是合理的、成功的。采取此种设计方法会增加一定的工作量,影响设计周期,但对提高设计水平、设计质量、提高工程整体

(下转第6页)

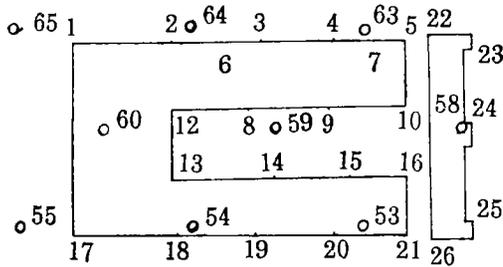


图5 沉降点布置图

说明: 1. ○为钻孔;
2. 26个沉降点分布于1~26号观测点附近。

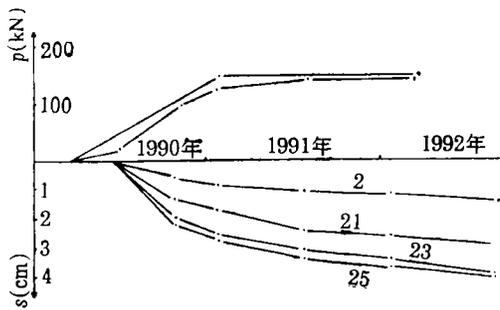


图6 荷载—沉降—时间关系图

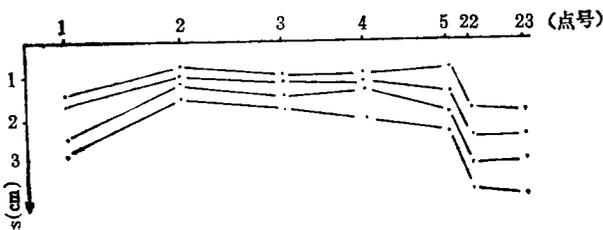


图7 沉降观测结果

表 5 E_s及土层厚度一览表

孔号 土层	No.1		No.3		No.4		No.6		No.8		No.11		No.27		No.30	
	E _s (MPa)	h (m)														
粉质粘土④	13.0	0.8	12.9	2.20	9.8	2.7	9.5	1.0	12.7	0.9	11.0	1.4	3.0	1.25	0.0	0.0
重粉质粘土⑤	6.8	2.7	5.9	1.3	4.4	0.8	6.2	1.1	5.9	2.2	7.0	1.7	5.0	1.4	5.7	3.13
粉质粘土⑥	8.3	1.0	9.0	1.9	14.5	1.8	19.2	5.5	19.2	3.4	12.4	2.9	11.9	3.9	15.4	3.7
粉、细砂⑦	13.4	1.6	13.5	1.5	13.8	1.9		0.0		0.0	13.8	1.6		0.0		0.0
重粉质粘土⑧	8.2	2.6	6.7	1.6	7.1	1.7	9.3	1.9	8.3	1.9	10.8	1.0	5.9	2.1	7.8	1.8
粉质粘土⑧ ₁	8.2	1.1	8.0	2.4	15.2	1.8	9.4	2.1	12.7	2.6	17.6	3.5	17.6	2.4	21.2	2.9
粉质粘土⑧ ₂	10.4	2.8	14.2	2.2	11.8	2.1	9.8	2.7	10.0	2.0	17.3	1.5	10.8	2.2	10.8	1.6
重粉质粘土⑧ ₁	14.0	2.8	13.9	3.2	11.8	4.1	13.7	2.8	10.4	2.1	13.3	2.5	10.8	2.8	11.8	2.5
细、中砂⑨	57.0	9.7	57.0	10.5	57.0	9.4	57.0	10.3	57.0	7.0	57.0	9.9	57.0	8.0	57.0	11.1
粉质粘土⑩	9.9	4.0	9.9	4.0	16.4	4.0	9.4	4.0	23.1	4.0	20.7	6.1	23.1	4.0	12.3	4.0

参 考 文 献

- 1 北京地区建筑地基基础勘察设计规范 (DBJ 01-501-92). 1992年11月
- 2 陈希哲著.《土力学地基基础》. 清华大学出版社, 1987

- 3 Bobby O. Hardin, 1-D strain in normally consolidated cohesionless soils, 《Journal of American Geotechnical》 ASCE, Vol. 113, GT. 12, 1987
- 4 郝春英、马兰. 用计算方法确定砂、卵石侧限压缩模量. 《工程勘察》, No. 3, 1993



(上接第10页)

效益有重大作用。

2. 节约了大量投资, 效益显著(见表7), 受到建设单位、施工单位、质检部门的好评。

3. 对该厂区今后的新建工程的设计提

供了极其宝贵的经验和理论依据。

4. 据建设、施工单位反映, 在廊坊地区, 框排架结构采用天然地基尚属首例。

5. 基础施工工期缩短3个月, 工厂提前投入生产, 取得良好的间接经济效益。

表 7 科学实验后基础经济效益比较表

	原勘察报告基础方案	科学实验后基础方案	科学实验后基础方案节约费用
地基承载能力	$f_s = 70 \text{ kPa}$	$f_s = 120 \text{ kPa}$	
碎石挤密桩	$f_s = 150 \text{ kPa}$		
碎石挤密桩费用	$5514 \text{ m}^3 \times 100 \text{ 元/m}^3 = 55.14 \text{ 万元}$	天然地基	
钢筋砼用量	$807 \text{ m}^3 \times 303 \text{ 元/m}^3 = 24.45 \text{ 万元}$	$990 \text{ m}^3 \times 314 \text{ 元/m}^3 = 31.1 \text{ 万元}$	
试验费	无	2.5万元	
合计	79.59万元	33.6万元	$79.59 - 33.6 = 45.99 \text{ 万元}$

注: 上表按1990年定额取费标准计算。