

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

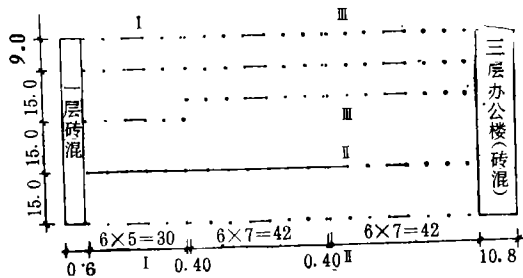


图1 针织染车间示意图

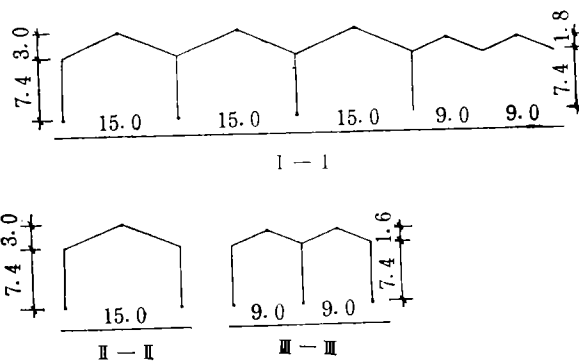


图2 剖面图

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。

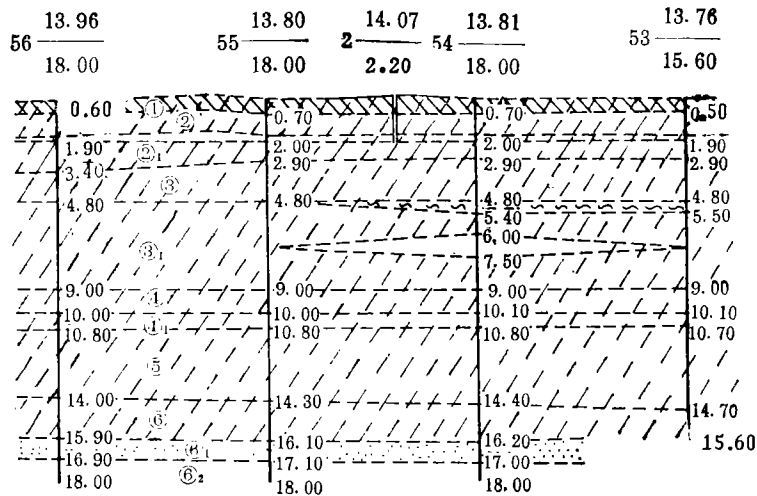


图3 地质剖面图

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。

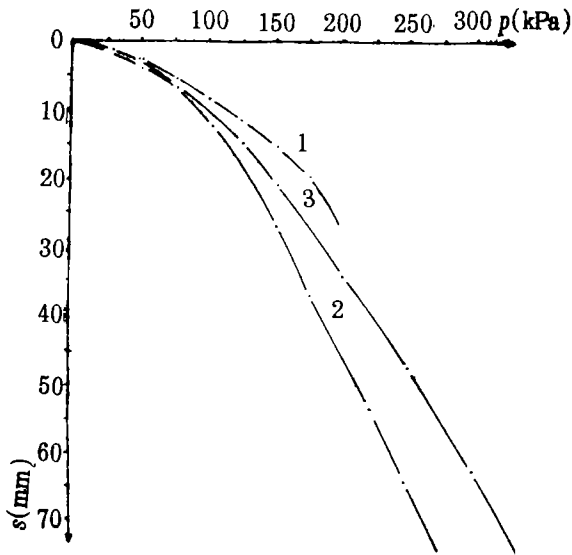


图 4 载荷试验p-s曲线

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, E₀=3.78MPa。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, E₀=3.92MPa。

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设计工作量,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)

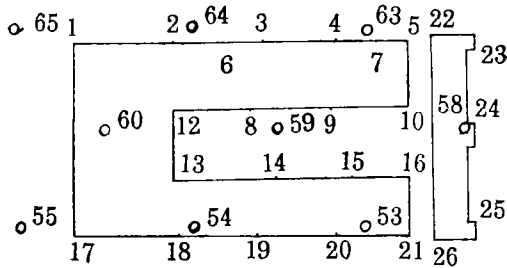


图5 沉降点布置图

说明: 1. ○为钻孔;

2. 26个沉降点分布于1~26号观测点附近。

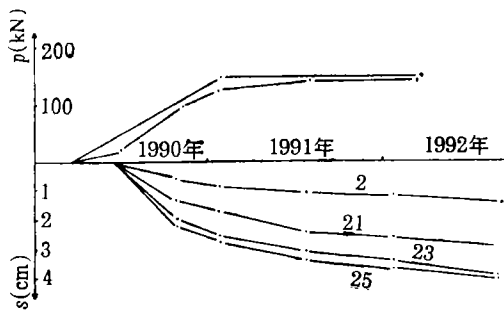


图6 荷载—沉降—时间关系图

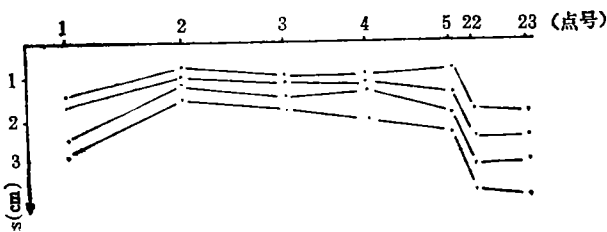


图7 沉降观测结果

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)	E _s (MPa)	h (m)	E _s (MPa)	h (m)	E _s (MPa)	h (m)	E _s (MPa)	h (m)	E _s (MPa)	h (m)	E _s (MPa)	h (m)	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。