

进入持力层不同深度对单桩 承载力的影响

陈强华

陈国铨

(同济大学, 上海)

(华东电力设计院, 上海)

谢汝彬

宰金璋

(玻璃工业设计院, 蚌埠)

(同济大学)

提 要

本文讨论了桩端进入持力层深度对单桩极限承载力的影响, 提出了持力层的临界深度和临界厚度的参考数据。这是根据桩端进入粉砂持力层的两根桩(按进入深度变化分11个阶段进行试验)及进入硬粘土持力层的两根桩(按进入深度分12个阶段进行试验)的静载荷试验资料。用静力触探法估算了相应的单桩极限承载力及其侧摩阻力和端阻力。

一、前 言

现行规范^[1,2]在确定单桩承载力的桩端阻力值时, 仅考虑持力层的土质和埋深, 忽略了若干重要影响因素, 例如桩径大小、持力层厚度、持力层上下土层的排列次序及桩端进入持力层的深度等。国外有关资料虽对上述影响因素进行了研究^[3,4,5], 但多数通过室内模型试验研究, 野外原型桩的系统的试验资料尚不多见。

本文通过对进入灰色粉砂持力层的11个不同桩端标高的两根桩*以及进入和穿越硬粘性土持力层的12个不同桩端标高的两根桩的静载荷试验资料的分析, 探讨单桩极限承载力值随进入持力层深度的变化规律。

进行试验的1*试验场地位于上海黄浦江边的某冷库工地, 自然地面下4 m范围内为杂填土, 4~9 m范围内为灰色轻亚粘土及亚砂土, 9~15 m范围内为灰色粉砂, 15 m以下为灰色粘土夹薄层粉砂。试验选择9~15 m范围内的灰色粉砂层作为桩基持力层, 该层的静力触探比贯入阻力 P_s 值(平均值)约为65 kg/cm²。从图1、图2所示的静力触探比贯入阻力曲线的线型可见, 该粉砂层的均匀程度尚可, 粉砂层的下半部的平均比贯入阻力较上半部为高。粉砂层下面存在着 $P_s \approx 5 \text{ kg/cm}^2$ 的软下卧层。

2*试验场地在安徽蚌埠沿淮地区某水泥厂扩建工地, 自然地面下6.5 m范围内为黄褐色亚粘土及轻亚粘土, 6.5~12.6 m范围内为灰褐色亚粘土(硬), 12.6 m以下为灰褐色亚粘土。选择6.5~12.6 m范围内的灰褐色亚粘土(硬)层作为桩基持力层, 该层的含水量 $w = 24.9\%$, 孔

*上海工业建筑设计院部分同志参加了试桩工作。

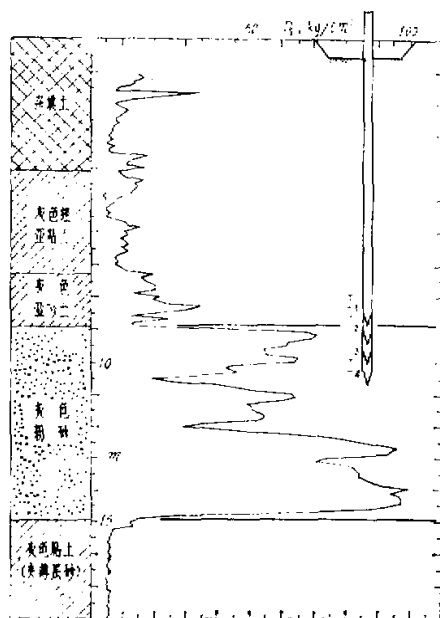


图1 1*试验场地的触探孔(“D₁”孔)、钻孔柱状图及Ⅰ号试桩进入持力层不同深度的位置

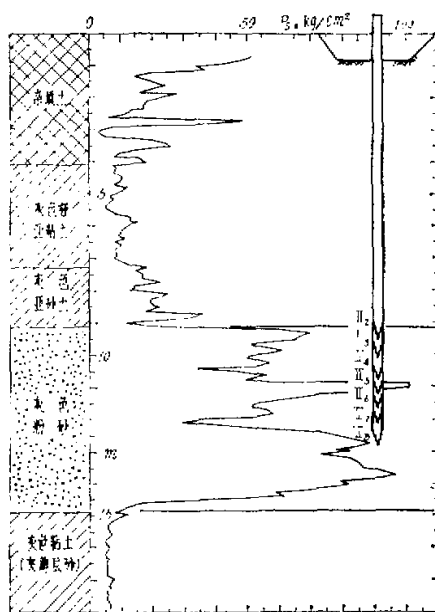


图2 1*试验场地的触探孔(“D₂”孔)、钻孔柱状图及Ⅰ号试桩进入持力层不同深度的位置

隙比 $e=0.72$, 塑性指数 $I_p=15.3$, 液性指数 $I_L=0.2$, 属超压密土。从图3所示的静力触探曲线可以看出, 该持力层上部较硬, 比贯入阻力平均值约 32kg/cm^2 , 下部稍软, 约为 25kg/cm^2 。持力层的比贯入阻力平均值约为 30kg/cm^2 。持力层下面存在着 $P_s \approx 17\text{kg/cm}^2$ 的较为软弱下卧层。

两个试验均采用 $0.3 \times 0.3\text{m}$ 断面的预制钢筋混凝土打入桩, 利用锚桩架、千斤顶加载。桩的静载荷试验均按慢速维持荷载法, 每次荷载试验结束后, 用千斤顶将试桩贯入土中, 到达桩端预计标高, 一般休息三天后进行下一次荷载试验。

两个试验场地的试桩附近的地质剖面、触探孔资料及桩端进入持力层不同深度的情况见图1~3。

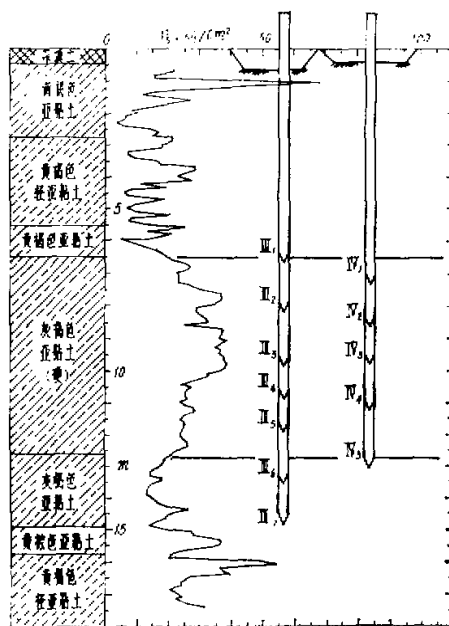


图3 2*试验场地的触探孔(“D₄”孔)、钻孔柱状图及Ⅰ、Ⅱ号试桩进入持力层不同深度的位置

二、试验成果和成果分析

两个试验场地获得的桩端进入灰色粉砂及硬粘性土持力层不同标高的二十三次载荷试验的结果分别表示在图4、图5及表1、表2中。

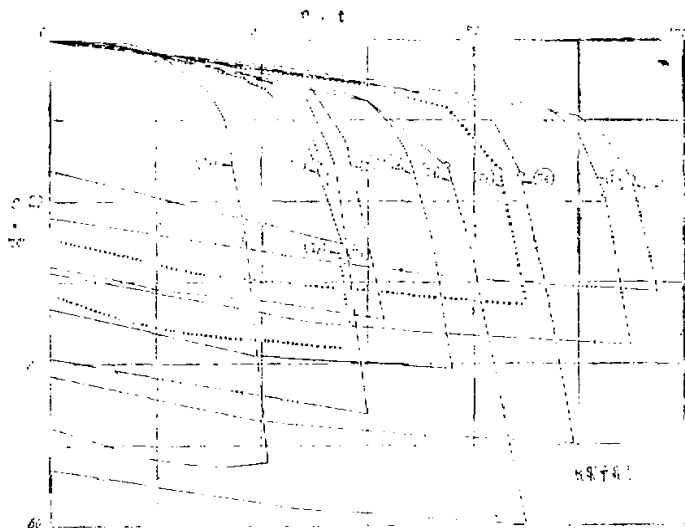


图4 I、II号试桩的P-S曲线

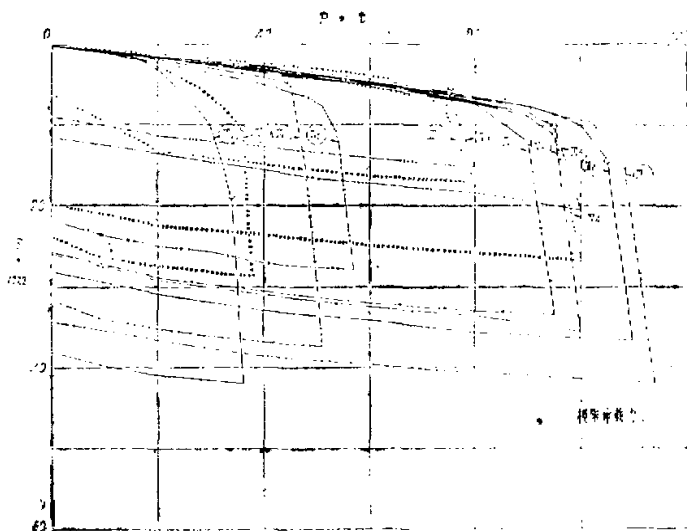


图5 III、IV号试桩的P-S曲线

表 1

I ₁ 桩		I ₂ 桩		I ₃ 桩		I ₄ 桩		I ₅ 桩		I ₆ 桩		I ₇ 桩		I ₈ 桩	
P (t)	S (mm)	P (t)	S (mm)	P (t)	S (mm)	P (t)	S (mm)	P (t)	S (mm)	P (t)	S (mm)	P (t)	S (mm)	P (t)	S (mm)
7.0	0.23	5	0.53	15	1.41	30	3.88	10	0.43	12	0.81	16	0.95	40	3.36
10.9	0.34	10	1.05	21	2.22	45	5.73	15	0.92	18	1.57	24	1.86	60	5.55
14.7	0.74	15	1.52	28	3.13	60	7.64	20	1.50	24	2.41	32	2.95	70	6.67
18.7	1.46	20	2.29	35	4.16	75	15.60	25	2.22	30	3.15	40	4.17	80	8.00
22.5	2.62	25	2.94	42	5.08	80	26.9	30	3.27	36	4.12	48	5.44	84	10.56
26.1	4.47	30	3.72	49	6.00	90	60.0	35	4.49	42	5.34	56	6.86	85	16.32
29.8	6.43	35	4.37	56	12.99			40	6.02	48	7.19	60	7.77	90	32.93
33.1	10.28	42	5.67	63	34.75			45	9.05	54	15.86	64	10.42	99	49.83
36.9	24.74	47	8.53					50	15.11	60	46.23	68	14.66	110	37.66
41.1	52.27	52	16.76					55	24.92			72	24.69	115	30.99
		57	38.42									76	40.49		
P ₀ =36.9 t		52.0 t		56.0 t		75.0 t		50.0 t		54.0 t		68.0 t		85.0 t	
S=24.74 mm		16.76 mm		12.99 mm		15.6 mm		15.11 mm		15.86 mm		14.66 mm		16.32 mm	

表3

试桩编号	试桩尺寸 (m)	入土深度 (m)	桩端至砂土层 距离 (m)		试桩最大荷载 (t)	极限承载力值(t)						极限承载力选用值 (t)
			顶面	底面		P-S 法	lgP- lgS 法	S-Igt 法	极限荷 载百分 率法	斜率- 倒数法 前一级法	最小曲 率半径 法	
I ₁	0.3×0.3×9.9	7.84	-0.50	6.50	41.1	36.9	33.1	36.9	33.1	41.1	32.3	36.9
I ₂		8.41	0.07	5.93	57.0	52.0	46.0	52.0	47.0	57.0	48.0	52.0
I ₃		8.91	0.67	5.33	63.0	56.0	56.0	56.0	56.0	63.0	54.6	56.0
I ₄		9.55	1.31	4.69	90.0	75.0	75.0	75.0	75.0	90.0	75.2	75.0
I ₂	0.3×0.3 ×9.93	8.26	-0.07	5.77	55.0	50.0	43.0	50.0	45.0	55.0	47.3	50.0
I ₃		8.67	0.49	5.21	60.0	54.0	51.0	54.0	54.0	60.0	49.9	54.0
I ₄		9.40	1.22	4.48	76.0	71.0	68.0	68.0	64.0	82.0	67.2	68.0
I ₅	0.3×0.3 ×11.59	9.83	1.65	4.05	90.0	85.0	85.0	85.0	80.0	90.0	81.4	85.0
I ₆		10.29	2.11	3.59	99.0	89.0	90.0	89.0	85.0	94.0	85.8	89.0
I ₇		10.76	2.58	3.12	110.0	105.0	105.0	105.0	100.0	110.0	100.8	105.0
I ₈		11.37	3.19	2.51	115.5	110.0	110.0	110.0	105.0	115.0	106.8	110.0

表4

试桩编号	试桩尺寸 (m)	入土深度 (m)	桩端至硬土层 距离 (m)		试桩最大荷载 (t)	极限承载力值(t)						极限承载力选用值 (t)
			顶面	底面		P-S 法	lgP- lgS 法	S-Igt 法	极限荷 载百分 率法	斜率- 倒数法 前一级法	最小曲 率半径 法	
I ₁	0.3×0.3×7.7	5.77	-0.10	6.36	36	34.0	30	34	32	36	28.02	34
I ₂		7.27	1.40	4.86	51	45	45	45	48	48	43.96	45
I ₃	0.3×0.3×9.2	8.97	3.10	3.16	80	75	75	75	80	85	76.69	75
I ₄	0.3×0.3 ×10.7	9.97	4.10	2.16	95	90	89	90	90	95	86.93	90
I ₅	0.3×0.3 ×12.2	11.00	5.13	1.13	100	95	94	95	95	110	97.73	95
I ₆	0.3×0.3 ×13.7	12.72	6.85	-0.59	110	105	100	105	100	110	101.25	105
I ₇	0.3×0.3 ×15.2	13.96	8.09	-1.83	114	108	104	108	102	114	104.13	108
N ₁	0.3×0.3×8.2	6.60	0.50	5.76	38	36	36	36	38	40	31.38	36
N ₂		7.96	1.86	4.40	57	54	52	54	54	57	50.43	54
N ₃	0.3×0.3×9.7	9.14	3.04	3.22	80	75	76	75	80	80	76.03	75
N ₄	0.3×0.3 ×11.2	10.52	4.42	1.84	100	96	92	95	95	100	93.34	95
N ₅	0.3×0.3 ×12.4	12.36	6.26	0	100	95	94	95	95	100	91.62	95

按目前国内常用的确定试桩极限承载力的方法确定的各试桩相应的极限承载力值分别列在表3、4中。可以看出,用斜率-倒数法^[6]确定的极限承载力值一般偏大,用最小曲率半径法^[7]和 $\lg P-\lg S$ 曲线的第二转折点法确定的极限承载力值一般偏小。用 $P-S$ 曲线明显转折点法、 $S-\lg t$ 法和极限荷载百分率法所确定的极限承载力值比较一致,这是由于上述二十三次载荷试验的 $P-S$ 曲线均有较为明显的转折点。假如 $P-S$ 曲线中未出现明显转折点时,上述六种方法一般无法确定合适的极限承载力值。表3及表4中的极限承载力选用值系按 $P-S$ 曲线明显转折点法及 $S-\lg t$ 法综合考虑确定。

三、进入持力层的深度影响问题

进入持力层的深度对桩端阻力的影响问题,归纳起来大体上有下列看法:

1.桩端进入持力层的一定深度范围内,单位桩端阻力极限值随进入持力层的深度呈线性增加。

2.超过持力层的一定深度(用桩径倍数表示)范围之后,单位桩端阻力极限值不再随深度增加,而是逐渐趋于一个稳定的数值,一般把开始出现稳定值的深度称为“临界深度”。

3.超过临界深度以后,持力层的单位桩端阻力极限值(即出现所谓桩端阻力稳定值)只与持力层砂土的相对密度有关,而与桩径及上复荷载等因素无关。

4.持力层下如有软下卧层存在着,桩端阻力极限值将因有软下卧层而加以折减,折减的原因是桩端以下的土可能受到软下卧层的影响而不能充分发挥作用,当桩端接近软下卧层时桩端有可能从持力层向软下卧层发生冲剪破坏,通常将持力层的桩端阻力开始受到软下卧层影响的厚度叫“临界厚度”。

为了进一步探讨这些问题,下面将通过原型桩的静载荷试验获得的代表性成果分述如下:

(一) 进入持力层不同深度对极限承载力观测值的影响

从图1~3可见, I~IV号桩的持力层情况如表5示:

表5

桩 号	持力层厚度 (m)	持力层顶面埋深 (m)	持力层底面埋深 (m)	持 力 层 土 名
I	6.00	-8.90	-14.90	灰色粉砂
II	5.70	-9.10	-14.80	灰色粉砂
III	6.26	-6.50	-12.76	灰褐色亚粘土(硬)
IV	6.26	-6.50	-12.76	灰褐色亚粘土(硬)

从表5可知,除了灰褐色亚粘土(硬)持力层的埋深较灰色粉砂层约浅2.5m外,两者的层厚基本一致,大致为6.0m左右。为便于分析,将I~IV号桩的历次载荷试验结果汇总如图6所示。图6中纵座标表示持力层深度,即以持力层顶面为零,往下为正,往上为负;图6中横座标单位表示单桩极限承载力 P_u 时为 t ,表示单位桩端阻力极限值 σ 时为 t/m^2 。

从图6中发现,不论在灰色粉砂持力层还是硬粘性土持力层中,桩端全断面进入持力层一定深度范围内(灰色粉砂持力层为3.0m(10B)左右,硬粘性土持力层为4.2m(14B)左右),

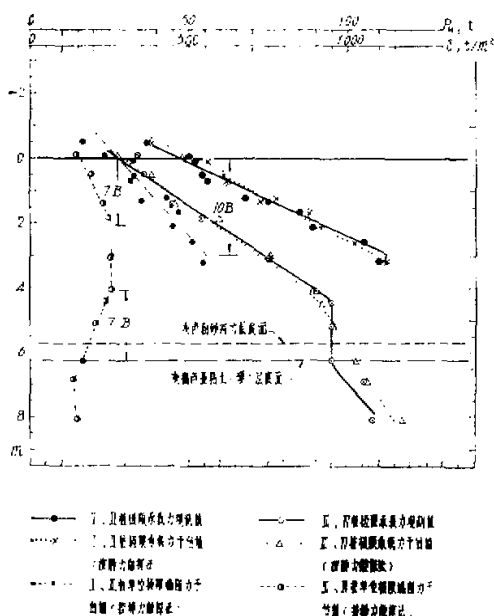


图6 单桩极限承载力观测值,用静力触探法预估的
单桩极限承载力和端阻力随进入深度的变化

随深度而减小的趋势;而在硬粘性土持力层中,由于持力层与下卧层的强度差别不太大(实际上持力层下部土与下卧层的强度差别更小),承载力受下卧软层影响不大,总的侧摩阻力的增加与桩端阻力的减小大体相当,故单桩承载力出现稳定值,不再随进入深度变化。但是当桩端穿过硬粘性土层进入较软的土层之后,单桩极限承载力又开始出现随进入较软的持力层的深度增加而呈线性增加,较软的持力层中桩的承载力的增加率为 $8.7t/m$ 左右。约为硬粘性土持力层的增加率的一半。

(二) 利用静力触探法预估单桩极限承载力

为了认识桩端进入持力层不同深度以后的承载力增长的机理,并在实际工程中应用上述实测极限承载力资料,利用静力触探法预估上述各阶段试桩相应的极限承载力、桩端阻力与桩侧摩阻力。

按照资料[8]建议的方法,将上述分别进入灰色粉砂及硬粘性土持力层的二十三次载荷试验结果,用静力触探比贯入阻力进行单桩极限承载力 P_u 值的预估,使用公式如下:

$$P_u = P_b + P_s = \alpha_b \cdot P_{sb} \cdot A_b + U \sum \frac{P_{ssi}}{C_i} \cdot l_i$$

式中 P_b ——总的桩端极限阻力的予估值;

P_s ——总的桩侧摩阻力予估值;

α_b ——桩端阻力修正系数;

α_b 值在 $1 \sim 2/3$ 范围内变化,桩愈长 α_b 愈接近1,桩愈短 α_b 愈接近 $2/3$ 。本文计算中取 $\alpha_b = 5/6$ 。

单桩极限承载力观测值随深度呈线性增加,灰色粉砂持力层中的承载力随深度增加率约为 $22t/m$,硬粘性土约为 $15.3t/m$ 。超过上述深度范围之后,单桩极限承载力随深度增加的趋势逐渐减少,以致变为不再随深度增加(如硬粘性土中单桩极限承载力变成保持一个稳定的不变值约为 $95t$),甚至出现随深度减小的趋势(如灰色粉砂土)。出现上述现象的主要原因可能是持力层下面各自存在软下卧层。由于灰色粉砂层与其下卧层之间的强度差别大($P'_s/P_s = 5/66.6 = 0.08$,式中 P'_s 、 P_s 分别为软下卧层和持力层的平均比贯入阻力,下同),硬粘性土与其下卧层的强度差别小($P'_s/P_s = 16.9/29.7 = 0.6$),因此灰色粉砂层中桩的极限承载力受软下卧层影响较大,桩的总的侧摩阻力随进入深度的增加不足以抵消桩端阻力由于受软下卧层影响的减少,所以灰色粉砂中桩承载力出现

$P_{s,b}$ ——靠近桩端全断面附近土层的比贯入阻力平均值;
即取上下分别为 $8B$ 、 $4B$ 范围, B 为桩径或边长。

A_b ——桩端全断面的横截面面积;

U ——桩身周长;

$P_{s,i}$ ——第 i 层土中比贯入阻力平均值, $i = 1, 2, 3, \dots, n$;

C_i ——第 i 层土中, 由比贯入阻力 $P_{s,i}$ 求算桩侧摩阻力的换算系数;
取决于土类、比贯入阻力平均值和比贯入阻力曲线线形, 详见资料[8]。

$l_{s,i}$ ——第 i 层土的厚度。

按上述公式计算结果见表6所示。将表6中单桩极限承载力的予估值及单位桩端阻力予估值与进入持力层不同深度的关系分别示于图6中。从表6发现, 单桩极限承载力予估值与观测值之间的偏差在 $\pm 1 \sim \pm 17\%$ 之间, 平均为 $\pm 4.6\%$, 均方差为 ± 4.7 , 说明予估值与观测值的符合程度较好。

表 6

试桩编号	触探孔号	按静力触探法予估值			极限承载力观测值 (t)	$\frac{\text{⑤}}{\text{⑥}}$	附 注
		$\frac{P_s}{f}$ $t/(t \cdot m^{-2})$	$\frac{P_b}{\sigma}$ $t/(t \cdot m^{-2})$	P_u (t)			
①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	
I_1	D_1	$\frac{23.9}{2.54}$	$\frac{15.0}{166.7}$	38.9	36.9	1.05	P_s —桩侧极限摩阻力(t) P_b —桩端极限阻力(t) P_u —单桩极限承载力(t) f —单位桩侧极限摩阻力平均值(t/m^2) σ —单位桩端极限阻力(t/m^2)
I_2		$\frac{26.9}{2.57}$	$\frac{29.2}{325.0}$	56.1	52.0	1.08	
I_3		$\frac{33.5}{3.13}$	$\frac{28.3}{314.0}$	61.8	56.0	1.10	
I_4		$\frac{41.2}{3.60}$	$\frac{31.5}{350.0}$	72.7	75.0	0.97	
I_2	D_2	$\frac{23.1}{2.33}$	$\frac{25.9}{238.0}$	49.0	50.0	0.98	
I_3		$\frac{31.6}{3.03}$	$\frac{29.1}{323.0}$	60.7	54.0	1.12	
I_4		$\frac{39.5}{3.50}$	$\frac{38.7}{430.0}$	78.2	68.0	1.15	
I_5		$\frac{45.5}{3.86}$	$\frac{42.6}{472.5}$	88.1	85.0	1.04	
I_6		$\frac{51.2}{4.15}$	$\frac{40.4}{449.0}$	91.6	89.0	1.03	
I_7		$\frac{56.7}{4.39}$	$\frac{45.8}{509.0}$	102.5	105.0	0.98	
I_8		$\frac{63.9}{4.68}$	$\frac{48.8}{537.5}$	112.7	110.0	1.02	

I₁	D₄	$\frac{14.9}{2.15}$	$\frac{13.1}{145.5}$	28.0	34.0	0.83
I₂		$\frac{25.0}{2.87}$	$\frac{20.8}{231.0}$	45.8	45.0	1.02
I₃		$\frac{53.1}{4.93}$	$\frac{22.9}{254.5}$	76.0	75.0	1.01
I₄		$\frac{66.2}{5.53}$	$\frac{22.9}{254.5}$	89.1	90.0	0.99
I₅		$\frac{77.3}{5.86}$	$\frac{18.6}{206.7}$	95.9	95.0	1.01
I₆		$\frac{93.9}{6.13}$	$\frac{12.3}{136.6}$	106.2	105.0	1.01
I₇		$\frac{104.3}{6.23}$	$\frac{13.1}{145.6}$	117.4	108.0	1.09
IV₁		$\frac{21.3}{2.69}$	$\frac{17.5}{194.0}$	38.8	36.0	1.08
IV₂		$\frac{37.3}{3.90}$	$\frac{22.4}{248.0}$	59.7	54.0	1.11
IV₃		$\frac{52.9}{4.83}$	$\frac{22.8}{253.5}$	75.7	75.0	1.01
IV₄		$\frac{69.9}{5.50}$	$\frac{21.7}{241.0}$	91.6	95.0	0.96
IV₅		$\frac{87.9}{5.92}$	$\frac{15.1}{167.7}$	103.0	95.0	1.08

从表 6 及图 6 可以看出, 桩端阻力予估值随进入持力层的深度的变化规律如下:

1. 在持力层的一定深度范围内, 单位桩端阻力极限值随桩端进入持力层的深度呈线性增长, 灰色粉砂中的单位桩端阻力极限值的增加率为 $93(t \cdot m^{-2})/m$, 硬粘性土中的增加率为 $47(t \cdot m^{-2})/m$ 。达到某一深度后, 单位桩端阻力极限值即保持某一个稳定的数值, 一般把刚出现稳定值的深度称为临界深度, 灰色粉砂中的临界深度约为 $10B(3.0m)$ 左右, 硬粘性土约为 $7B(2.1m)$ 左右。

2. 进入持力层深度超过临界深度后, 单位桩端阻力极限值出现一个稳定值, 此值仅与土的性质有关。灰色粉砂层的最大单位桩端阻力值为 $550t/m^2$, 硬粘性土为 $254t/m^2$ 左右, 约是灰色粉砂层和硬粘性土层的静力触探比贯入阻力平均值的 $5/6$ 倍左右(分别为 $555t/m^2$ 和 $248t/m^2$)。因此, 实用上桩基持力层的平均单位桩端阻力极限值的稳定值可用静力触探的比贯入阻力平均值加以估计。

3. 硬粘性土持力层的下部土层的强度较上部土层明显降低, 当桩端进入持力层下部土层时, 随着桩端与较软弱下卧土层距离的接近, 单位桩端阻力极限值逐渐减小, 减小率约为 $43(t \cdot m^{-2})/m$, 与临界深度以上的相应的增加率大致接近。一般把软下卧层开始影响桩端阻力的距离称为临界厚度, 硬粘性土的临界厚度约为 $7B(2.1m)$ 左右。

4. 上述情况一般适用于桩基持力层有相当厚度, 例如持力层厚度超过临界深度和临界厚度之和。假如厚度较薄, 不能满足上述要求时, 这时桩基持力层的单位桩端阻力的稳定值将

不能充分发挥,如仍采用该层的静力触探比贯入阻力平均值加以估计,所得结果必然偏大,必须加以适当地折减方能符合实际情况,具体折减方法宜在今后工作中进行研究。

5. 桩端进入持力层的合适深度问题,从发挥单桩极限承载力的角度考虑,桩端宜进入持力层相当深度,一般以达到或略超过临界深度为宜。但如持力层较薄,且持力层下面存在软下卧层时,应综合考虑群桩承载力及群桩沉降等问题后,选择合适的进入持力层深度。

四、结 论

1. 进入持力层的深度对单桩极限承载力的影响十分显著,在灰色粉砂和硬粘性土持力层中,临界深度范围内单桩极限承载力随深度呈线性增大,其增加率分别为 $22t/m$ 和 $15.3t/m$ 。

2. 用静力触探法预估的临界深度,灰色粉砂和硬粘性土持力层分别为 $10B$ 和 $7B$ 。临界深度范围内的单位桩端阻力极限值随深度的增加率分别为 $93(t \cdot m^{-2})/m$ 和 $47(t \cdot m^{-2})/m$ 。硬粘性土持力层的临界厚度为 $7B$,在临界厚度范围内的单位桩端阻力极限值随深度的减小率为 $43(t \cdot m^{-2})/m$,持力层单位桩端阻力极限值的稳定值分别为 $550t/m^2$ 和 $254t/m^2$,与用静力触探比贯入阻力预估的值相当接近。

本文在编写过程中曾得到同济大学俞调梅教授,南京工学院唐念慈副教授,华东电力设计院童翔湘工程师的鼓励和帮助;华东电力设计院黄金忠同志、蚌埠玻璃工业设计院和同济大学一些同志参加了部分试桩工作;华东电力设计院静力触探小组进行了静力触探试验。特表示谢意。

参 考 文 献

- [1] 工业与民用建筑地基基础设计规范, TJ7-74(试行), 1974。
- [2] 上海市地基基础设计规范(试行), 1975。
- [3] Foray, P. and Puech, A., 砂土压缩性对桩极限承载力的影响(法文), 原载法国 *Annales de l' I. B. T. P. Mai*, 1976, No. 339, 武汉水利电力学院, 刘祖德译, 1978, 2。
- [4] Meyerhof, G. G., *Bearing Capacity and Settlement of Pile Foundations*, ASCE, Vol. 102, No. GT3, March, 1976。
- [5] Meyerhof, G. G. and Sastry, V. V. R. N., *Bearing Capacity of Piles in Layered Soils*, Part 1, Clay Overlying Sand, Part 2, Sand Overlying Clay, *Canadian Geotechnical Journal* Vol. 15, No. 2, May, 1978, pp. 171~189。
- [6] Chin, F. K., *The Inverse Slope as a Prediction of Ultimate Bearing Capacity of Piles*, *Proceedings of the Third Southeast Asian Conference on Soil Engineering*, 1972, pp. 83~91。
- [7] 陈宗岳, 最小曲率半径法确定单桩极限荷载和摩阻力, *水运工程*, 1978年第8期。
- [8] 同济大学土力学基础工程研究室、六机部勘测公司、电力部华东电力设计院、上海城建局设计室, 静力触探预估打入桩单桩承载力, 1979年10月。

Influence of the Penetration Depth into the Bearing Stratum on the Bearing Capacity of Single Pile

Chen Qiang-hua

(Tongji University, Shanghai)

Chen Guo-quan

(Eastern China Power Design Institute, Shanghai)

Xie Ru-bin

(Industry of Glass Design Institute, Bengbu)

Zai Jin-zhang

(Tongji University)

Abstract

The influence of the penetration depth of pile end into the bearing stratum on the ultimate bearing capacity of single pile is discussed and the tentative values of the critical depth and critical thickness of the bearing stratum are suggested too. All these are based on the loading test results of four piles, two ending in silty sand (eleven-stage Loading tests) and two in stiff clay (twelve-stage Loading tests), each stage being with different penetration depth into the bearing stratum. The ultimate bearing capacity of the piles, their friction and point bearing, have been estimated with static cone penetration resistance.