



# 打入式短桩的设计探讨

□ 顾文兵 王善龙

**提 要** 本文根据短桩这一特殊桩型,提出了短桩设计与通常桩基设计有所区别的方法,并经实测结果验证,采用此方法与桩基的实际承载力很接近。

**关键词** 短桩 承载力 临界厚度

## 1. 前言

在桩基设计中一般不提倡采用打入式短桩(以下简称短桩),但工程中常因较浅层的土承载力高使桩施工时难以贯入,此时桩较短,成为短桩( $l/d < 15$ ),该桩如何正确设计计算将直接影响工程安全度。本文目的是对如何处理这一常见的问题提出自己的见解,以供勘察、设计、施工人员参考。

## 2. 单桩承载力的设计、计算

举例说明:

江苏省淮安市胶鞋厂原设计沉管灌注桩为  $\phi = 560\text{mm}$ ,  $l = 13.0\text{m}$ ,地质条件及物性见图1。该桩施工时打入第4层土1.8m后打不动(电机功率75kW),形成短桩,桩端标高离地面6.6m,见图1。

层次	地质年代	层厚(m)	层底深度(m)	桩基大样图 (剖面)	现场鉴别	物理及力学指标	承载力标准值 (kPa)	$Q_{sk}$ (kPa)	$Q_{pk}$ (kPa)	备注
1		0.6	0.6		杂填土					
2	Q4	3.8	4.4		粉土,灰黄,稍密,饱和	$N_{63.5} = 5 \sim 6$	100	24		
3	Q4	0.4	4.8		粘土,灰黄,软塑~可塑	$Y = 20.2, W_p = 17.9, W_L = 41.9, I_p = 0.23, e = 0.66, N_{63.5} = 11$	120	50		
4	Q3	2.6	7.4		粘土,黄褐,硬塑	$Y = 18.7, W_p = 22.4, W_L = 46.1, I_p = 0.56, e = 0.99, N_{63.5} = 7$	280	76	3000	地下水埋深6.0m
5	Q3	1.7	9.1		粉土,黄色,中密,饱和	$Y = 20.0, W_p = 20.2, W_L = 43.8, I_p = 0.18, e = 0.71, N_{63.5} = 11$	180	45	1800	
6	Q3	1.5	10.6		粘土,棕红色,可塑~硬塑	$Y = 20.0, W_p = 20.2, W_L = 43.8, I_p = 0.18, e = 0.71, N_{63.5} = 11$	200	50	2300	
7	Q3	2.0	12.6		粉土,黄色,中密,饱和		200	50	2300	
8	Q3	未穿			粘土,黄褐,硬塑		280	76	4000	

图1 桩基剖面大样图

2.1 按 JGJ94-94 规范设计单桩极限承载力标准值如下:

$$Q_{uk} = Q_{sk} + Q_{pk} \quad (1)$$

$$Q_{sk} = U \sum q_{sik} L_i = 3.14 \times 0.56 (2.6 \times 2.4 + 0.4 \times 50 + 1.8 \times 76) = 385.6\text{kN}$$

$$Q_{pk} = 3.14 \times 0.28^2 \times 3000 = 738.5\text{kN}$$

$$Q_{uk} = 1124\text{kN}$$

2.2 以上结果按规范计算似乎很正确,但桩实际承载力与出入甚远,原因分析如下:

### 2.2.1 摩阻力

①笔者认为:中长以上打入式桩基其侧阻力 $f$ ,因其浅层土本身侧压力较小(对砂性土 $f$ 影响更大)及打桩引起的地表振动的影响,浅层 $f$ 较低。中长桩 $f-z$ 曲线见图2。规范中 $f$ 取值只适用于较长桩平均值,对短桩偏高。同济大学根据华东地区预制桩试验(含淮阴杨庄电厂桩基工程)得出,地表下6m内桩的极限摩阻力平均值 $f_a = 17.3\text{kPa}^{[1]}$ 。笔者结合7项工程的试验数据也得出相同的结果:对挤土桩,本地区地表下6m内的 $f_a$ 平均值为17~24kPa,预制桩取低值,灌注桩取高值。

②本例 $f_a$ 按22kPa取值,则:

$$Q_{sk} = 3.14 \times 0.56 (4.2 \times 22 + 0.6 \times 76) = 242\text{kN}, \text{仅为原}$$

计算摩擦力的63%。

### 2.2.2 桩端阻力

①当桩尖落在浅层较高承载力的持力层上时,其单桩承载力与持力层厚度以及下卧层强度关系很大,如图3所示。如II层土质较

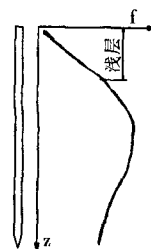


图2 中长桩 $f-z$ 曲线

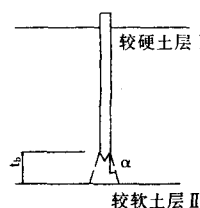


图3

I层差,当持力层层厚 $t_b$ 不大时,桩受荷时下部产生显著位移,引起锥体侧面的侧压减少,降低了端阻力,此时端阻力应作折减。故桩端进入持力层不仅有插入深度,还有临界厚度 $t_c$ 。一般地, $t_c = 5 \sim 10d$ ,硬粘土 $t_c = 7d^{[2]}$ 。由于实际工程中的桩有时只能使持力层厚度 $t_b < t_c$ ,如本例。在该情况下可参考同济大学推荐公式(2)<sup>[2]</sup>,将该公式推广至多种土质中。

桩端极限阻力:

$$q_{pk} = q_{lw} + \frac{q_{lb} - q_{lw}}{t_c + d} (t_b + d) \quad (2)$$

式中 $q_{lb}$ 、 $q_{lw}$ 分别为持力层及较差下卧层端阻力承载力, $d$ —桩身直径, $t_b$ —持力层厚度。

②本例。参照图1中所列参数,按公式(2)计算端阻力,将 $t_c = 7d$ , $t_b = 0.8\text{m}$ , $d = 0.56\text{m}$ ,代入得:

$$Q_{pk} = 2164 \times 3.14 \times 0.28^2 \approx 532\text{kN},$$

仅为原设计的72%。

③按笔者建议方法得: $Q_{uk} = 242 + 532 = 774\text{kN}$ ,仅为原设计的68.5%。本工程实例 $Q-S$ 曲线 $s-lgQ$ 、 $s-lgt$ 曲线见图4,按JGJ94-94取 $Q_{uk} = 800\text{kN}$ ,该计算值与实测值很接近,原计算误差为41%,说明本方法接近实际。(注 $s-lgQ$ 、 $s-lgt$ 曲线图作者丢失。)

## 3. 结语

本文给出的短桩单桩承载力设计、计算较符合实际。在工程短桩设计时应考虑其摩阻力较中长以上桩小这一因素,端阻力计算还应同时考虑持力层插入深度及厚度。实践工程证明了打入式短桩的单桩承载力计算不可盲目套用规范的公式,打入式短桩的土阻力发挥是有别于中长以上基桩的。如施工中遇某层土难以贯入并确定为工程短桩时,不仅应注意最后贯入度,同时还应重视该层厚度及下卧层强度等情况,以保证单桩承载力。

参考文献

- 陈强华 洪毓康等 静力触探估算打入桩竖向承载力参数 岩土工程学报 1992.14(3) 34~36
- 孙更生 郑大同 软土地基与地下工程 中国建筑工业出版社 1984 531~532

作者单位:顾文兵 江苏省淮安市清河地产公司  
王善龙 江苏省淮安市城建设计院

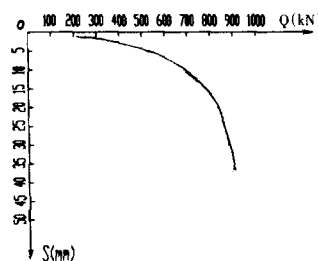


图4 单桩实测 $Q-S$ 曲线