

【文章编号】: 1672 - 4011 (2006) 02 - 0173 - 02

标准贯入试验锤击数与粘性土状态的关系

蒋 志 勇
(广东省化工地质勘察院)

【关键词】:标准贯入;锤击数;粘性土
【中图分类号】: TU9 【文献标识码】: B

标准贯入试验锤击数与粘性土状态存在相关关系。由于标准贯入试验适用于砂土、粉土和粘性土,不适用于粗颗粒及软塑、流塑状态的软土,因为在软土中,实测锤击数往往连 1 击都不到,已无任何评价意义,故标准贯入试验锤击数主要与粘性土可塑、硬塑状态存在相关关系,标准贯入试验实测锤击数 N 越大,则粘性土状态指标液性指数 I_L 就越小。

为找出实测锤击数与液化指数的相关关系,需对其进行一元回归分析,建立回归方程。设以变量 X 代替标准贯入试

验实测锤击数 N,以变量 Y 代替粘性土状态指标 I_L,引用 2001 年~2005 年期间,化工部广州地质工程勘察院在广州市花都区所完成的 18 个场地的岩土工程勘察报告资料,这些场地的粘性土层主要为第四系冲积、残积而成的可塑、硬塑状态的粉质粘土及粘土,选取标准贯入试验位置与取样位置较接近的同一粘性土层的实测锤击数 N、液性指数 I_L,按相关关系分组列于下表中,共计 119 组。

上列表中的实测锤击数 N 和液性指数 I_L 数据资料具体来源的岩土工程勘察报告场地见表 2。

将表 1 中 N (X) 为横轴, I_L (Y) 为纵轴,作图如后:

表 1

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
N (X)	21	9	10	15	8	12	13	12	13	11	16	11	19	16	12	13	8	13	13	23
I _L (Y)	0.20	0.33	0.33	0.24	0.36	0.32	0.28	0.30	0.28	0.32	0.25	0.36	0.24	0.23	0.38	0.35	0.39	0.26	0.30	0.08
序号	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
N (X)	19	21	13	16	13	17	20	22	18	13	18	20	14	17	8	15	22	15	19	6
I _L (Y)	0.23	0.13	0.31	0.20	0.33	0.28	0.17	0.14	0.22	0.32	0.16	0.15	0.28	0.24	0.40	0.27	0.10	0.31	0.17	0.39
序号	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
N (X)	7	6	7	7	6	15	9	17	18	23	7	17	17	18	10	14	12	12	12	10
I _L (Y)	0.44	0.38	0.36	0.37	0.40	0.29	0.34	0.26	0.16	0.16	0.42	0.25	0.26	0.17	0.32	0.31	0.29	0.36	0.37	0.41
序号	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
N (X)	9	14	10	12	14	14	12	15	13	13	14	13	18	12	11	7	5	13	6	10
I _L (Y)	0.45	0.23	0.31	0.35	0.27	0.28	0.38	0.33	0.29	0.32	0.23	0.33	0.20	0.27	0.28	0.47	0.45	0.26	0.49	0.37
序号	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
N (X)	8	11	12	9	18	13	11	11	13	15	11	6	15	19	16	13	9	13	7	6
I _L (Y)	0.43	0.39	0.37	0.38	0.19	0.28	0.31	0.33	0.33	0.30	0.33	0.44	0.29	0.24	0.24	0.30	0.44	0.25	0.43	0.51
序号	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	
N (X)	15	8	13	14	14	14	9	6	9	13	17	5	19	6	7	16	15	15	19	
I _L (Y)	0.27	0.39	0.26	0.28	0.26	0.30	0.41	0.40	0.37	0.28	0.24	0.47	0.22	0.42	0.47	0.21	0.32	0.25	0.15	

表 2

序 号	岩土工程勘察报告场地名称	序 号	岩土工程勘察报告场地名称
0~22	花都区狮岭岭南工业园商住楼场地	83~85	广州市丽嘉酒店场地
22~32	馨泉居场地	86~90	广州市广安投资有限公司仓储场地
33~39	碧云阁场地	91~92	花东中心小学综合楼场地
40~48	广州市华昊贸易有限公司加工厂场地	93~96	日展制衣厂车间场地
49~53	广州市金粤制品有限公司加工厂场地	97~100	金宏利大厦场地
54~64	合和世纪城一期工程场地	101~110	花都区狮岭镇合成村综合楼场地
65~75	广州市东瀚印刷有限公司厂区场地	111~113	红棉派出所综合楼场地
76~77	广州市德新洗水有限公司场地	114~117	新庄小学教学楼场地
78~82	广州市诺安制动配件有限公司厂区场地	117~119	广州市花都区市场管理服务中心场地

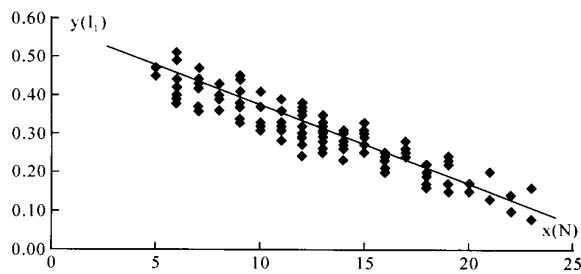
从后图中可以看出变量 X 与变量 Y 存在线性相关关系,建立 Y 倚 X 的线性回归方程为:

$$Y = a + bX, \text{ 即 } I_L = a + bN \quad (1\text{式})$$

用最小二乘法原理可以得到:

$$a = \bar{Y} - b\bar{X} \quad (2\text{式})$$

$$b = \frac{\sum X_i Y_i - \frac{1}{n} (\sum X_i) (\sum Y_i)}{\sum X_i^2 - \frac{1}{n} (\sum X_i)^2} \quad (3\text{式})$$



将表 1中变量 X、Y分别进行统计计算可得到：

$\bar{X} = 12.97 \quad \sum X_i = 1543 \quad \sum X_i^2 = 22243$
 $\bar{Y} = 0.304 \quad \sum Y_i = 36.23 \quad \sum Y_i^2 = 11.96$
 $\sum X_i Y_i = 426.73$

将上列数据代入 (2) 式、(3) 式，得：

$a = 0.55 \quad b = -0.019$

于是线性回归方程式为：

$Y = 0.55 - 0.019X \quad (4式)$

即 $I_L = 0.55 - 0.019N \quad (5式)$

相关系数 γ可由下式求得：

$\gamma = \frac{\sum X_i Y_i - \frac{1}{n} (\sum X_i) (\sum Y_i)}{\sqrt{[\sum X_i^2 - \frac{1}{n} (\sum X_i)^2] [\sum Y_i^2 - \frac{1}{n} (\sum Y_i)^2]}} \quad (6式)$

将有关数据代入，得

$\gamma = -0.94, \text{ 则 } |\gamma| = 0.94$

相关系数 γ的绝对值为 0.94,说明变量 X与 Y,即标准贯入试验实测锤击数 N与粘性土可塑、硬塑状态的液性指数 I_L 的相关关系程度为紧密相关。

将粘性土可塑状态与硬塑状态临界液性指数值 I_L = 0.25,代入 (5式) 可得：N = 15.8 ≈ 16 (击)

将粘性土硬塑状态与坚硬状态 (全风化岩石) 临界液性指数值 I_L = 0代入 5式可得：

$N = 28.9 \approx 29 \text{ (击)}$

上述计算主要是在广州市花都区范围实际勘察工作成果资料基础上,定量分析了粘性土可塑与硬塑状态,硬塑与坚硬状态 (全风化岩石)这两种临界液性指数 I_L 相对应的标准贯入试验实测锤击 N,由于实际工作中标准贯入试验锤击数不适用于对粘性土流塑与软塑两种状态进行判别,反之,以实际勘察工作成果资料定量分析粘性土流塑与软塑,软塑与硬塑状态临界液性指数 I_L 相对应的标准贯入试验实测锤击数亦不适用。

标准贯入试验锤击数与粘性土流塑、软塑状态的关系引用《工程地质手册》(第三版)第二章第五节有关资料,综合上述定量计算结果,可得标准贯入试验实测锤击数与粘性土状态的关系如表 3。 [D: 2277]

表 3 实测锤击数 N和粘性土液性指数 I_L 的关系

实测锤击数 N	N < 2	2 < N ≤ 4	4 < N ≤ 16	16 < N ≤ 29	N > 29
液性指数	$I_L > 1$	$1 \geq I_L > 0.75$	$0.75 \geq I_L > 0.25$	$0.25 \geq I_L > 0$	$I_L \leq 0$
土的状态	流塑	软塑	可塑	硬塑	坚硬 (全风化岩石)

(上接第 172 页)

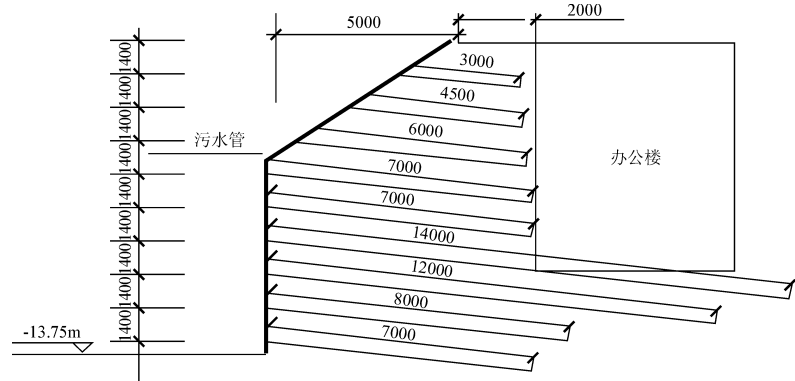


图 8 ED段支护剖面图

5.3 ED段

由于该地段有一办公楼,其基础底板埋深为 9.5m,距基坑开挖线较近,同时距拟建筑物外墙 7m处有一埋深 5m的污水水泥管道。该段上部 5米边坡按 1:1进行放坡开挖,对已揭露出的污水竖井在边坡支护时进行加固处理。为保证上述构筑物的安全使用,在第六、七道支护采用预应力土钉,

第四道张拉力 15t,第五道张拉力 12t。支护具体见图 8。基坑变形稳定后最大位移 8mm,理论计算值 10.2mm。

6 结 论

(1)从观测数据来看,基坑变形非常小,土钉墙结合预应力土钉代替桩锚支护是成功的,大大节约了支护的成本。

(2)合理布置预应力土钉的位置和张拉力对控制基坑变形起着很大的作用。

(3)通过实测位移和理论位移的对比可知,理论计算值和实际变形值非常接近,说明设计方案的合理性,和进行变形破坏分析的必要性。

(4)通过变形与破坏有限元分析,了解基坑变形、整体稳定性情况,做到心中有数。

(5)变形观测在基坑支护中是非常重要的,合理布置观测点、和观测时间能有效防止突发事件的出现,并对下一步施工有指导作用。 [D: 2351]