

用标贯试验锤击数据确定粘性土地基承载力方法探讨

段新胜 顾 湘
(中国地质大学武汉管理干部学院 武汉 430030)

通过对实际工程不同勘探方法对比研究,提出了用标贯试验锤击数确定粘性土地基承载力标准值的有效方法。

关键词 标贯试验锤击数标准值 地基承载力标准值

众所周知,标贯试验是一种勘探与原位测试合二为一的地基勘察方法,这种方法可简单快捷地确定粘性土地基承载力标准值,故在我国和世界大多数国家都得到广泛应用。但目前在实际勘察工作中存在的普遍问题是在同一地质单元的同一层土中,标贯试验锤击数的离散性太大,使得用《建筑地基基础设计规范》(GBJ7—89)中公式 5—6(即本文(1)式)计算出的标贯试验锤击数标准值 N 会出现小于该层土标准贯入试验锤击数最小值的不合理现象,致使难以用该规范提供的附表 5—9(即本文表 1)来确定粘性土地基承载力标准值。

$$N = \mu - 1.645\sigma = \mu(1 - 1.645\delta) \quad (1)$$

式中: N —标贯试验锤击数标准值; μ —标贯试验锤击数平均值; δ —变异系数。

表 1 粘性土地基承载力标准值 (kPa)

N	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23
f_k	105	145	190	235	280	325	370	430	515	600	680

而在《岩土工程勘察规范》(GB50021—94)中也仅提出了计算岩土参数标准值的通式:

$$f_k = \gamma_s \cdot f_m \quad (2)$$

式中: f_m 为岩土参数平均值; $\gamma_s = 1 \pm \left\{ \frac{1.704}{\sqrt{n}} + \frac{4.678}{n^2} \right\} \delta$, δ 为岩土参数变异系数, n 为参加统计的岩土数据组数。

该规范未提出计算标贯试验锤击数标准值及根据该标准值确定地基承载力标准值的具体方法。在此,如何用标贯试验锤击数 N 确定地基承载力仍是岩土工程勘察所需解决的一个现实问题。本文试图通过 5 个实际勘察工程的标贯数据与土工实验、静力触探数据进行对比研究,分析标贯锤击数离散性过大的原因,寻求计算标贯锤击数标准值的实用方法,解决用标贯锤击数正确计算地基承载力标准值的问题。

1 工程实例对比研究

笔者在武汉市汉口地区 5 个工程项目(见表 2)的地基勘察中,采用原状土样进行室内土工试验、静力触探、标贯试验 3 种勘探方法确定这 5 个工程的粘性土地基承载力标准值。在勘探过程中,土工试验严格按《土工实验方法标准》(GBJ123—88)执行;静力触探采用锥底面积为 15 cm² 的单桥探头,每次静力触探试验前都对探头进行标定;标贯试验采用 $\varnothing 42$ mm 钻杆作为触探杆,自由落锤,并按规范规定试验。勘探结果数据列表 3。

表 2 试验工程名称、特征及代号

工程名称	主要特征	工程代号
武汉地质管理干部学院新四、五栋住宅楼	7 层,砖混结构	A
武汉佳联大厦	28 层,框剪结构	B
武汉汉华花园综合写字楼	21 层,框剪结构	C
武汉地质管理干部学院 A 栋住宅楼	12 层,框架结构	D
武汉喷泉大厦	28 层,框剪结构	E

根据室内土工实验所得土的物理力学指标确定的地基承载力标准值,按 GBJ7—89 用承载力基本值乘以回归修正系数确定。设承载力基本值为 f_0 ,标准值为 f_k ,回归修正系数为 ϕ ,则 $f_k = \phi f_0$ 。 f_0 由 GBJ7—89 附表 5—4、5 查得,回归修正系数按下式:

$$\phi = 1 - \left(\frac{2.884}{\sqrt{n}} + \frac{7.918}{n^2} \right) \delta \geq 0.75 \quad (3)$$

式中: n —土性指标参加统计的数据数; δ —数据的变异系数。

根据静力触探成果确定的地基承载力标准值,是按《武汉市建筑软弱地基基础设计规定》(WBJ1—1—92)确定的。

用标贯击数确定地基承载力标准值,所有实测锤数均参与统计时,按(1)式和表 1 所确定的分层土的标准贯入实验锤击数平均值 μ 、变异系数 δ 、标

本文 1998 年 6 月收到,王 梅编辑。



准值 N 及地基土承载力标准值 f_k 的数值见表 3。

从表 3 中可以看出,按规范 GBJ7—89 用标贯试验所确定的地基承载力标准值 f_k 比土工实验和静力触探所确定的地基承载力平均值 $\bar{f}_k$ 低。它们之间的相对差用 ζ 表示, $\zeta = (\bar{f}_k - f_k) / \bar{f}_k$, 以 δ 为横坐标, ζ 为纵坐标, $\delta - \zeta$ 之间的相关散点图见图 1。由图可见, ζ 与 δ 近似成线性关系, ζ 随 δ 的增大而增大。在实验的 5 个工程中, ζ 最大达 29.1%。由此可见,简单直接地应用 GBJ7—89,使用标贯试验锤

击数来确定粘性土地基承载力标准值是有问题的,问题是当标贯试验锤击数离散性太大(即 δ 太大)时,用(1)式计算出的 N 值太小。

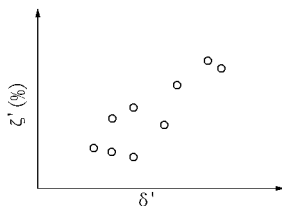


图 1 $\delta - \zeta$ 相关散点图

表 3 勘察结果数据表

土层名称	工程代号	实测数据	μ	δ	f_k	μ	δ	f_k	$\bar{f}_k$	ξ	ξ
粘土	A	5.6,7.7,8.4,8.6,8.8,9.0,9.8,10.8,11.0	8.53	0.22	156	8.59	0.18	169	168	7.1	0.5
	B	3.8,4.4,6.4,7.4,8.0,8.2,9.0	6.74	0.29	115	6.88	0.23	131	134	14.2	2.2
	C	3.6,4.0,4.2,4.3,4.4,4.6,5.0,5.2,7.0,10.5	5.28	0.39	83	4.84	0.20	110	117	29.1	6.0
	D	3.5,3.7,3.9,4.8,4.8,4.9,4.9,5.7	4.53	0.17	110	4.53	0.17	110	120	8.3	8.3
	E	3.0,3.0,3.0,3.0,3.0,4.0	3.17	0.13	95	3.17	0.13	95	87	9.2	9.2
淤泥质粘土	B	2.5,3.3,3.3,3.3,4.0,4.0,4.3	3.53	0.17	96	3.53	0.17	96	83	15.7	15.7
粉质粘土	B	3.7,4.6,4.7,4.7,6.6	4.86	0.22	107	4.67	0.01	137	131	18.3	4.6
	C	2.3,3.1,4.0,4.6,4.9,5.2,6.2,7.0,7.7,8.1,10.5	5.78	0.42	81	5.66	0.24	114	110	27.3	3.6
	D	1.7,2.6,2.8,3.4,3.5,3.6,3.7,3.7,3.7,4.1,5.3,6.2 *	3.69	0.32	80	3.64	0.20	94	105	23.8	10.5

我们应该注意到在用土工实验指标确定地基承载力标准值时,GBJ7—89 规定,(3)式中的回归修正系数应大于或等于 0.75(即 $\psi \geq 0.75$),否则应分析是取样、试验有差错?还是分层不合理?同时应增大样本数。在这里该规范实际上是认为同一地质单元的同土层土实验数据的离散性不应太大。同样的道理,当标贯试验锤击数的离散性太大时,我们也应分析是实验操作错误,还是地层分层不合理。若分层合理,则应对实验数据进行适当处理后才能用式(1)和表 1 确定地基承载力标准值。

2 标贯试验锤击数离散性太大的原因分析

影响标贯试验锤击数的因素可分为两类,一类是地层因素,另一类试验操作因素。地层因素主要有:①土性沿深度方向的变异性。同土层土标贯试验的深度不同,标贯锤击数就不尽相同;②土性在水平方向上的不均匀性。在同土层土的不同钻孔中标贯击数不尽相同。试验操作因素主要有:①进行标贯试验时,钻杆之间拧得时紧时松,影响锤击能量的传递;②试验前,孔底残土太厚;③标贯贯入深度 30 cm 中含夹层。一般对于占地面积不大的工程项目,

同一地质单元的同土层的标贯锤击数的离散性从标贯机理上讲不应太大,否则就不是在同一土层。在同一土层中标贯试验锤击数离散性太大的主要因素应是试验操作因素。因此,减小标贯试验锤击数离散性的关键是加强现场描述,准确划分土层,严格按操作规程及实验要点进行实验。

3 标贯试验锤击数标准值的计算问题

要计算标贯试验锤击数标准值 N ,首先必须明确计算目的,即是确定浅基承载力标准值。与土坡稳定分析和土压力计算相比浅基的地基土破坏面要小的多,地基土承载力破坏面与标贯试验时土的破坏面之比,同上部结构材料尺寸与材料试件尺寸比之间的差距不太大,而且同一土层标贯击数离散性太大的主要原因是实验操作误差。因此,GBJ7—89 用单个测定值作单测置信区间下限估计值作为标贯试验锤击数标准值(即按(1)式计算 N),同时规定同一土层的试验数 $n \geq 6$ 有其合理性。

表 4 岩土参数变异性分类

变异系数	$\delta < 0.1$	$0.1 \leq \delta < 0.2$	$0.2 \leq \delta < 0.3$	$0.3 \leq \delta < 0.4$	$\delta \geq 0.4$
分类	很低	低	中等	高	很高

笔者认为,确定标贯实验锤击数离散性大小的标准可按《岩土工程勘察规范》(GB50021—94),GB50021—94 根据岩土参数变异系数的大小将其变异性分为很低、低、中等、高、很高五级,见表 4。当标贯实验实测锤击数变异系数 $\delta \leq 0.2$ 时,锤击数的离散性就不大,就可直接按(1)式计算锤击数标准值并查表 1 确定地基承载力标准值;当 $\delta > 0.2$ 时,说明实测锤击数离散性较大,若不是地层的分层有错,则可先剔除较大的锤击数和较小的锤击数,尽可能使参与统计的锤击数的变异系数小于或等于 0.2。按以上思路,笔者实验的 5 个工程剔除较大和较小的锤击数后(在表 3 是要剔除的锤击数有 * 表示),分层土的标贯实验锤击数平均值 μ 、变异系数 δ 、锤击数标准值 N 、和由 N 所确定的地基承载力标准值 f_k 列入表 3, f_k 与 $\bar{f}_k$ 的相对差用 ζ 表示,由表 3 可见, ζ 大大小于 $\bar{\zeta}$ 。

4 结论

THE METHOD RESEARCH TO DETERMINE GROUND STANEARD VALUE OF BEARING CAPACITY BYSTANDARD PENETRATION

Duan Xinsheng, Gu Xiang

Through contrasting of the results of different geotechnical investigation methods in several engineering project the effective methods to determine ground stan-
dard value of bearing capacity by standard penetration is presented.

Key words standard vauie of standard penetration, ground standard value of bearing capacity



第一作者简介:

段新胜 男,1962 年生。1985 年毕业于武汉地质学院北京研究生部,获硕士学位。现任中国地质大学武汉管理干部学院岩土与建筑工程系系主任。主要从事岩土工程和建筑工程教学与研究工作。

通讯地址:湖北武汉市 汉口航空路 15 号 中国地质大学武汉管理干部学院岩土与建筑工程系 邮政
编码:430030

在地层分层正确的条件下,标贯实验锤击数离
散性太大的主要原因是实验操作错误。应加强现场
描述,并严格按操作规程和实验要点进行实验。

用标贯实验确定地基承载力标准值时,用单个
测定值作单侧置个区下限估计值作为锤击数标准值
有其合理性,但应适当增加实验数。

在按 GBJ7—89 用锤击数标准值确定地基承载
力标准值时,用于统计的分层土的锤击数变异系数
应小于或等于 0.2,否则应先剔除较大和较小的锤
击数再进行统计。

参考文献

1 中华人民共和国国家标准. 建筑地基基础设计规范. 中国建筑工
业出版社,1989
2 中华人民共和国国家标准. 岩土工程勘察规范. 中国建筑工业出
版社,1995
3 高大钊. 关于岩土参数标准值计算公式的讨论. 工程勘察,1996
(3)
4 左其亭,等. 岩土参数统计方法及其理论基础. 工程勘察,1997(3)