

# 合肥地区膨胀土地基承载力的分析探讨

吴礼年

(安徽省电力设计院, 合肥 230022)

**【摘要】** 通过对有关原位测试数据进行分析对比, 基于载荷试验结果提出合肥地区膨胀土地基承载力与天然含水量及静力触探、标准贯入等测试指标之间的相互关系。

**【关键词】** 膨胀土; 地基承载力; 天然含水量; 静力触探; 标准贯入

**【中图分类号】** TU443

## Study on Foundation's Bearing Capacity of Swelling Soil in Hefei

**【Abstract】** By analysis comparatively of the in-situ testing data, the relation among foundation's bearing capacity of swelling soil in Hefei, moisture content in nature, data of the static cone penetration testing and standard penetration testing is proposed.

**【Key words】** swelling soil; foundation's bearing capacity; moisture content in nature; static cone penetration; standard penetration

## 0 引言

合肥地区是我国膨胀土覆盖的典型地区之一, 根据钻孔揭露和野外观察, 区内膨胀土可分为两层, 上层一般为褐黄色粘土, 硬塑~坚硬状态, 含球状铁锰结核, 裂隙发育; 下部为黄色粘土, 呈硬塑~坚硬状态, 近垂直或水平的两组裂隙发育。长观资料说明本区膨胀土大气影响深度约为 3.0 m, 其中大气影响急剧层深度 1.5 m, 一般情况下天然地基的主要持力层在大气影响深度内。虽然膨胀土的地基承载力较高, 对于一般建筑物地基承载力问题不是主要矛盾, 但由于其裂隙发育且外界条件变化如雨季与旱季以及气温、季风的变化对其承载力大小都有影响, 特别是随含水量的增加, 承载力急剧下降。因此, 准确合理的评价膨胀土的地基承载力有着极其重要的意义, 尤其是对于荷重大的建筑物。

## 1 确定膨胀土地基承载力存在的实际问题

按照《岩土工程勘察规范》(GB 50021—94) 对于安全等级为一、二级建筑物的地基承载力可采用浸水载荷试验方法确定, 对一般建筑物的地基承载力, 可采用饱和三轴不固结不排水剪切试验; 按照《膨胀土地区建筑技术规范》(GBJ112—87) 附表 3.1 膨胀土地基承载力与孔隙比、含水比之间有确定的经验关系, 但此表适用于基坑开挖时土的天然含水量等于或小于勘察取土试验时土的天然含水量。而实际工程勘察中, 并不是对每一个荷重大的建筑物地基承载力都采用载荷试验来确定, 同样勘察时很难确定基坑开挖时土的天然含水量是否等于或小于勘察取土试验时土的天然含水量, 所以膨胀土地基承载力与孔隙比、含水比之间的经验关系也很少使用, 相反实际工程勘察中更多的是采用标准贯入、静力触探等原位测试

手段及室内试验来评价其地基承载力。

但在岩土工程勘察中由于采用测试手段的不同, 所得到的地基承载力值往往差异较大, 各种手段所得到的地基承载力中载荷试验所得到的地基承载力值无疑是最精确的, 考虑到各种测试指标在理论及实际上与地基承载力存在着必然的内在联系。笔者根据合肥二电厂(2×350 MW)<sup>①</sup>、500 kV 合肥(肥西)变电所<sup>②</sup>的载荷试验成果和与其相对应的天然含水量、标贯、静探成果进行对比分析, 建立了地基承载力与各测试指标之间的相关关系。

### 2 地基承载力与天然含水量的关系

为求得地基承载力与天然含水量的关系, 共收集载荷试验的比例界限  $p_0$  及相对应的天然含水量  $w$  见表 1、线性关系见图 1。

表 1  $p_0$  与  $w$  对应关系表

| 试验地点         | 载荷点编号 | 比例界限 $p_0$ /kPa | 天然含水量 $w$ /% |
|--------------|-------|-----------------|--------------|
| 500 kV 合肥变电所 | 试 1   | 200             | 32.4         |
|              | 试 2   | 300             | 24.88        |
| 合肥二电厂        | 1 号   | 310             | 23.2         |
|              | 2 号   | 210             | 29.3         |
|              | 3 号   | 260             | 27.0         |
|              | 4 号   | 340             | 23.0         |

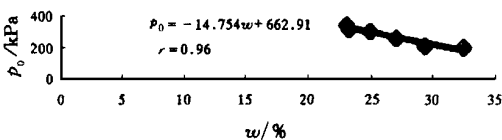


图 1  $p_0-w$  的线性关系图

当以比例界限  $p_0$  作为地基承载力基本值  $f_0$  时通过线性回归计算,  $f_0-w$  的线性关系如式(1):

$$f_0 = p_0 = -14.754w + 662.91, \text{ kPa} \quad (1)$$

式中:  $w$  为天然含水量, %。

相关检验:  $r = 0.96 > r_{0.01}(4) = 0.92$ , 故具高度显著性, 即  $f_0$  与  $w$  之间具有显著的线性关系。

### 3 地基承载力与静力触探、标准贯入的关系

各载荷试验点相对应的静力触探、标准贯入测试数据见表 2。

表 2 载荷试验点与静力触探、标准贯入测试数据对应表

| 载荷点编号 | 单桥静力触探比贯入阻力 $p_s$ /MPa | 标准贯入 $N$ /击 |
|-------|------------------------|-------------|
| 试 1   | 2.36                   | 10          |
| 试 2   | 3.80                   | 17          |
| 1 号   | 4.34                   | 19          |
| 2 号   | 2.89                   | 12          |
| 3 号   | 3.54                   | 14          |
| 4 号   | 5.11                   | 21          |

比例界限  $p_0$  与静力触探比贯入阻力  $p_s$ 、标准贯入击数  $N$  的线性关系图分别见图 2、图 3。

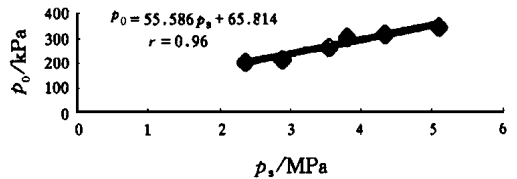


图 2  $p_0-p_s$  的线性关系图

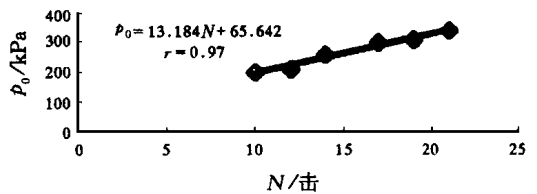


图 3  $p_0-N$  的线性关系图

当以比例界限  $p_0$  作为地基承载力基本值  $f_0$  时通过线性回归计算, 地基承载力基本值  $f_0$  与静力触探比贯入阻力  $p_s$  的相关关系如式(2):

①安徽省电力设计院, 中外合资合肥第二发电厂(BPC) 施工设计岩土工程报告, 1997

②安徽省电力设计院, 500 kV 合肥(肥西) 变电所施工设计工程地质勘测报告, 1995

$$f_0 = p_0 = 55.586 p_s + 65.814, \text{kPa} \quad (2)$$

式中:  $p_s$  为静力触探比贯入阻力, MPa。

相关检验:  $r = 0.96 > r_{0.01}(4) = 0.92$ , 亦具高度显著性, 即  $f_0$  与  $p_s$  之间具有显著的线性关系。

同样当以比例界限  $p_0$  作为地基承载力基本值  $f_0$  时通过线性回归计算, 地基承载力基本值  $f_0$  与标准贯入击数  $N$  (经杆长修正后) 的相关关系如式(3):

$$f_0 = p_0 = 13.184N + 65.642, \text{kPa} \quad (3)$$

式中:  $N$  为标准贯入数, 击。

相关检验:  $r = 0.97 > r_{0.01}(4) = 0.92$ , 亦具高度显著性, 即  $f_0$  与  $N$  之间具有显著的线性关系。

#### 4 应用和检验

以合肥二电厂烟囱为实例, 当依据天然含水量、静探、标贯指标, 参照《建筑地基基础设计规范》(GBJ 7—89) 附表 5-9、《工程地质手册》(第三版) 表 3-3-5、表 5-5-13、表 5-5-15 及以上所建立的回归关系式分别判定膨胀土地基承载力时, 其对比关系如表 3。

表 3 膨胀土地基承载力对比表

| 判定依据 | 含水量    |                  | 标准贯入         |                  | 静力触探             |                  | 载荷试验<br>$f_0/\text{kPa}$ |
|------|--------|------------------|--------------|------------------|------------------|------------------|--------------------------|
|      | $w/\%$ | $f_0/\text{kPa}$ | $N/\text{击}$ | $f_0/\text{kPa}$ | $p_s/\text{MPa}$ | $f_0/\text{kPa}$ |                          |
| 规范   | 27.0   |                  | 14           | 347.5            | 3.54             |                  | 260                      |
| 手册   |        | 130              |              | 210              |                  | 395              |                          |
| 回归公式 |        | 264              |              | 250              |                  | 262              |                          |

从表 3 可以看出, 参照规范、手册由土工试验、标贯、静探等手段判定地基承载力时, 离散程度较大, 与载荷试验结果相差较大, 工程中应用较为困难。而本文建立的各种关系式, 是基于现场载荷试验的基础上建立起来的, 当用于判定合肥二电厂的膨胀土地基承载力时, 根据各种指标求得的地基承载力相差较小, 更接近于载荷试验值, 因而更具客观性、实用性。

#### 5 结 语

以上得出的合肥地区膨胀土地基承载力

与天然含水量、静力触探、标准贯入测试指标之间的经验关系式, 是基于载荷试验而得出的, 由于试验点少, 加上笔者的水平所限, 各种关系式的可靠性、精确性还有待于在工程实践中进一步检验和完善。

#### 参 考 文 献

- 1 潘庆. 合肥地区膨胀土工程性质研究. 电力勘测, 1998(4): 12~15

收稿日期: 2000-07-25

## 《第五届全国岩土工程实录集》内容简介

该实录集系从全国各部委、各省市所属的岩土工程勘察、设计、施工和监理等论文中精选了 100 篇实录汇编而成, 其中 23 篇为 1999 年全国第六届优秀工程勘察金、银、铜质奖工程项目, 是从事岩土工程勘察、设计、科研、施工和监理的工程技术人员、高等院校岩土工程专业师生不可多得的文献资料。