

【一题一议】

岩土工程中的准与不准

杨光华

(广东省水利水电科学研究院/广东省岩土工程技术研究中心, 广东 广州 510610)

摘要: 岩土工程能算准吗? 如何在保证安全性的前提下提高岩土工程计算的准确性? 本文以地基基础设计的承载力与沉降计算为例进行分析, 认为 $p-s$ 曲线法确定地基允许承载力可以达到较好的安全性与准确性, 体现了太沙基对土力学的观点: 岩土工程是科学与艺术的结合。

关键词: 地基承载力; $p-s$ 曲线法; 切线模量

中图分类号: TU470

文献标识码: A

文章编号: 2096-7195(2023)03-0269-02

Accuracy and inaccuracy in geotechnical engineering

YANG Guang-hua

(Guangdong Research Institute of Water Resources and Hydropower/

The Geotechnical Engineering Technology Center of Guangdong Province, Guangzhou 510610, Guangdong, China)

Abstract: Can problems related to geotechnical engineering be calculated accurately? How to improve the accuracy of the calculation results of geotechnical engineering under the premise of ensuring safety? Taking the calculation of bearing capacity and settlement of foundation design as an example, this work considers that the $p-s$ curve method can achieve better safety and accuracy in determining the allowable bearing capacity of foundation, which reflects Terzaghi's view on soil mechanics: geotechnology is a combination of science and art.

Key words: foundation bearing capacity; $p-s$ curve method; tangent modulus

都说岩土工程是半理论半经验的艺术科学, 如何提高理论性, 减少经验性, 促进学科发展, 这里以地基承载力如何合理确定为例, 讨论岩土工程的方法和观点。

岩土工程要做到精确是困难的, 但安全则是必须的。这可能就是太沙基所说的土力学是一门艺术的一种含义吧!

土力学地基的沉降计算中应力分布是依据连续体弹性力学计算的, 土应该是介于连续与非连续之间的介质, 所以这其中的计算理论就存在差异, 同时, 岩土体是天然介质, 其分布也是非均匀的, 而理论计算是假设均匀分布的, 至少对于同层土是均匀分布的, 其实对于同一层土, 由于自重或风化的作用, 不同深度位置的均匀性也是有差异的, 因此, 要描述自然岩土的非均匀性也是比较困难的, 这也导致土的参数差异性的存在。众多的不确定性, 就注定了在有限科学条件下, 这门学科的非精

确性。

但工程建设必须要安全可靠, 因此要在安全前提下提高准确性、科学性。

以 $p-s$ 曲线方法解决地基承载力问题为例, 探讨岩土工程的准与不准。

杨光华等^[1-2] 提出用实际基础的荷载沉降 $p-s$ 曲线按强度和变形双控确定地基的允许承载力, 如图 1 所示, $p-s$ 曲线由切线模量法^[3] 计算得到。切线模量法由现场压板载荷试验曲线建立, 如图 2 所示, 假设压板载荷试验的 $p-s$ 曲线符合双曲线, 得到曲线的初始斜率 k_0 , 初始变形认为符合弹性状态, 变形可按弹性力学的 Boussinesq 解公式:

$$s = \frac{pD(1-\mu^2)}{E} \omega \quad (1)$$

这样由初始斜率 k_0 计算土的初始切线模量:

$$E_{t0} = \frac{D(1-\mu^2)}{k_0} \omega \quad (2)$$

收稿日期: 2022-09-21

基金项目: 国家自然科学基金项目 (52078143)。

作者简介: 杨光华 (1962—), 男, 广东罗定人, 博士, 教授级高级工程师, 主要从事本构理论、基础工程、软土工程及基坑工程等方面的研究、设计及咨询工作。E-mail: 1084242143@qq.com。

式(1)~(2)中: p 为作用荷载; D 为基础宽度或直径; μ 为土的泊松比; ω 为基础形状系数; $k_0=p/s$ 。

由反算所得土的初始切线模量 E_{t0} , 可用于不同基础尺寸, 反之则可由式(2)计算得到基础的双曲线初始切线斜率 k_0 , 取压板试验的最大荷载 p_{max} 作为极限荷载反算地基土的强度参数, 由此反算的强度参数, 对不同基础尺寸的极限承载力, 则可由反算参数相同的地基极限承载力公式计算其极限承载力 p_u , 结果是偏于安全的。依据双曲线的特点, 对于均质土地基, 有了 k_0 和 p_u , 则实际基础的 $p-s$ 曲线即可确定, 对于分层地基, 则可由切线模量法计算得到实际基础的 $p-s$ 曲线, 见图1。

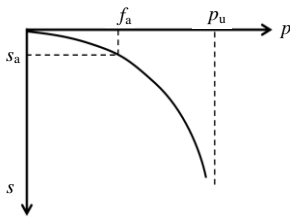


图1 确定地基承载力的 $p-s$ 曲线

Fig. 1 $p-s$ curve for determining the bearing capacity of foundation

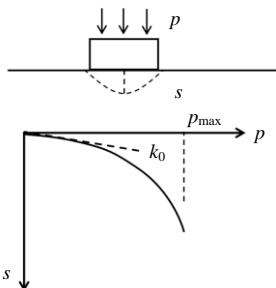


图2 压板载荷试验曲线

Fig. 2 Test curve of pressing plate load

由图1可知, 地基的允许承载力 f_a 由地基强度安全和变形控制双控确定:

$$f_a \leq \frac{p_u}{K}, K=2\sim3 \quad (3)$$

$$s_a \leq [s] \quad (4)$$

式中: K 为地基承载力安全系数; $[s]$ 为允许的基础沉降。

显然, 这里存在不确定的特性:

(1) 极限承载力的误差; (2) 双曲线方程假设的误差; (3) 按弹性力学计算的误差。

但这些误差不影响安全, 在安全保证方面有足够的准确性:

(1) 强度安全, 即使极限承载力有误差, 但有安全系数 $K=2\sim3$ 的保证, 更有计算极限承载力的土体强度参数是利用压板载荷试验的最大荷载控制的保证, 这个荷载值是小于实际极限承载力的, 因此, 强度安全的准确性是可以保证的。

(2) 沉降的准确性, 因允许承载力 f_a 对应安全系数较大, 理论上对应的沉降接近于线性段, 线性段沉降的准确性取决于曲线的初始切线斜率 k_0 , 而这个初始斜率是由现场原位压板试验反算的土的初始切线模量 E_{t0} 计算的, 具有较高的可靠性, 从而保证了实际基础沉降的准确性。

(3) 计算模型的可靠性, 切线模量法的参数是由压板试验反算的, 其计算所用模型是与实际基础相同的模型, 参数与计算模型是配套的, 从而保证计算模型的可靠性。

因此, 用这种方法计算的基础沉降或地基的承载力, 即使在一些计算假设上存在不准确性, 包括上面提到的一些客观上的不准确性, 但实际上, 即使极限承载力不准确, 由于有安全系数做保障, 同时极限承载力仅用压板试验最大承载力反算土的强度指标控制, 强度安全是足够可靠的。变形计算由于土的初始模量是现场反算的, 反算模型和实际基础计算模型相同, 可以保证其可靠性, 对于工程设计有足够的准确性, 这个方法应该比目前一些经验系数法有更好的准确性。这是一个比较巧妙的方法, 保证了安全性, 提高了准确性, 也是体现太沙基关于岩土工程的科学性与艺术性的方法。因此, 岩土工程的不准确性是客观存在的, 而保证安全性是必须的, 提高准确性是发展的目标。

用压板试验反算参数的方法对于饱和土可能要考虑土体的固结问题, 非饱和土和砂土地基比较适用。

参考文献

- [1] 杨光华. 确定地基承载力的 $p-s$ 曲线法[J]. 地基处理, 2022, 4(2): 91-98.
YANG Guang-hua. Determining foundation bearing capacity of $p-s$ curve method[J]. Journal of Ground Improvement, 2022, 4(2): 91-98.
- [2] 杨光华, 姜燕, 张玉成, 等. 确定地基承载力的新方法[J]. 岩土工程学报, 2014, 36(4): 597-603.
YANG Guang-hua, JIANG Yan, ZHANG Yu-cheng, et al. New method for determination of bearing capacity of soil foundation[J]. Chinese Journal of Geotechnical Engineering, 2014, 36(4): 597-603.
- [3] 杨光华. 地基非线性沉降计算的原状土切线模量法[J]. 岩土工程学报, 2006, 28(11): 1927-1931.
YANG Guang-hua. Nonlinear settlement computation of the soil foundation with the undisturbed soil tangent modulus method[J]. Chinese Journal of Geotechnical Engineering, 2006, 28(11): 1927-1931.