

也谈粘性土的含水量

林建省

(宝鸡市民用建筑勘察设计院, 721001)

含水量即土中含水程度的大小。其定义为土中水的重量与固体颗粒重量的比值, 表达式为 $w = \frac{w_w}{w_s} \times 100\%$ 。

目前, 无论学术界还是工程界, 对含水量的命名还存在争议。有一种观点认为, 含水量应该是土中含水的数量, 而数量则是有量纲的。但定义的表达式则是一个无量纲的比率, 所以应该称为含水率。

笔者认为, 具体到粘性土这种特殊的土类, 称含水量是比较合适的。理由是从数学或统计学的习惯概念来说, “率” 很容易被人们理解为水重与湿土重(水重+干土重)的比值, 而湿土重则是变化的, 因为土中存在着贮水空间即孔隙。要想如实反映土中含水程度的变化, 必须找到一个固定不变的指标与变化的指标相比较, 而干土重正好是固定不变的, 只有这个整体中的部分作为除数, 才能使含水量指标圆满实现反映含水程度的职能。量也不应该只理解为数量(即有量纲的指标), 也可理解为含水的多少或程度, 程度就是一个比值的概念。换言之, 如果湿土重是固定的, 土中水是变化的, 则反映含水程度的指标用含水率才比较恰当, 但这种假定并不存在。

另外, 对指标的命名要注意回避人们的习惯概念对所研究对象产生的误解。例如, 没学过土力学的人或施工单位的同志常常将含水量称含水率, 并理解为水重与湿土重的比值。尽管这样的理解与含水量的定义大不相同, 但已被大多数人所接受。如果命名为“率”。将会使这个指标在实际应用中遇到障碍。当然, 对专业技术术语或概念的理解, 要结合专业理论, 弄清含义后再用, 不能任意猜想。

粘性土是由遇水反映敏感的蒙脱石、伊利石、高岭石等矿物成分组成的塑性体。土颗粒的亲水性为水在土中的持久存在提供了可能。孔隙性为水在土中的存在提供了空间。水重要的是具有普遍存在、无孔不入的特性。从而使粘性土这种最常见的地基土的土力学性质变得十分复杂。

为了更好地阅读土分析报告, 从纷杂的指标中找出规律, 指导勘察设计工作, 笔者认为, 根据土性指标是否受控于含水量及外因, 将其划分为静态指标与动态指标则是十分必要的。此分类以天然状态下的粘性土为研究对象。

所谓静态是一个相对的概念。经过漫长的地质过程后,粘性土的天然孔隙比或者其它指标肯定要发生变化。可以认为,本分类所讲的静态是相对于几代人或建筑物的寿命而言的。定义中的外因即为天然状态下能够使土性指标产生量变的因素。就粘性土的实际情况而言主要是水。需特别说明的是外荷载属非天然因素。基于这些边界条件,可对此分类作如下定义。

静态指标:粘性土在天然状态下,不随外因的变化而变化并相对稳定的指标;

动态指标:粘性土在天然状态下,随着外因的变化而变化的指标。

对同一种土来说,粘性土的天然孔隙比 e_0 、干重度 γ_d 、比重 G 、塑性指数 I_p 是相对稳定的。这些指标反映了土的天然属性,其性状受土的沉积环境、物质成分、堆积年代控制,与近期的外因影响没有关系。例如天然孔隙比 e_0 不会随含水量的增减而变化。正因为如此,人们利用这些指标划分地层,确定岩土名称,判定土的密度、评价静态指标对变形与强度的控制程度。

天然重度 γ 、饱和度 S_r 、压缩系数 a 、压缩模量 E_s 、湿陷系数 δ_s ,湿陷起始压力 p_{sh} 、粘聚力 c 、摩擦角 φ 、某压力下对应的孔隙比 e_i 、液性指数 I_L 等均是随外因的变化而变化的。外因主要是水。这些指标的变化是以含水量的首先变化引起的,故可称含水量的变化是动态指标变化的龙头。

对天然粘性土来说,水作为一种最敏感的物质,无时不在随时间和空间的变化而变化。在动态指标中,天然重度 γ 、饱和度 S_r 、液性指数 I_L 、湿陷起始压力 p_{sh} 随着含水量的增减而相应增减;对应于某压力的孔隙比 e_i 、湿陷系数 δ_s 、粘聚力 c 、摩擦角 φ 等则随含水量的增减呈相反变化趋势;压缩试验中的 e_1 是随含水量的增大而减小;压缩系数 a 、压缩模量 E_s 随含水量的变化要视岩性而定,因为其值直接受对应于 p_1 、 p_2 的压力及其孔隙比 e_1 、 e_2 的制约,而 $e_1 - e_2$ 、 $p_2 - p_1$ 与含水量无直接关系,故需进一步研究。

含水量是控制动态指标的一条主线,因为它影响到动态指标的各个角落。在实际工作中,岩土工作者常用动态指标计算地基土的变形量及强度大小,动态指标是造成基础工程事故的关键性指标。

同样,还可对地基土的变形与强度问题进行研究。即按静态与动态的观点,提出静态变形与动态变形。要引出静态变形的概念,必须研究能够反映拟建地区地基相对稳定的含水量。不同地区受气候、地理位置、地貌单元、岩土性质等因素制约,有不同的稳定含水量。或可认为在拟建地区场地土无异常变化时、地基土加载前的含水量(其量值为一范围值),为稳定含水量或静态含水量,与之(一般为加载前的稳定含水量)相比较有所变化的含水量就称动态含水量或变动含水量。基于此,对静态变形与动态变形作如下定义。

静态变形:是指在地基土含水量保持稳定,建筑物运行使用一段时间后地基土变形基本稳定时的变形总量。它受控于静态指标。

动态变形:是指建筑物施工完毕或施工过程中。由于地基土的动态含水量所引起的基础变形总量。此值不包括静态变形,直接受控于动态指标。

一般来说,静态变形持续的时间长、表现为大范围的。动态变形持续的时间短,表现为局部的。对一个建筑物来说,人们希望只发生因土的天然属性决定的不可避免的变形,即静态变形。应该重点研究的是,由变动含水量引起的动态变形。在变形破坏中,地基土局部浸水饱和引起湿陷变形是最常见的动态变形工程事故。强度破坏常见的仍然是地基土含水量增

大引起 c 、 ϕ 值减小、地基土承载力降低引起工程事故。从有关规范可以看出, 其它指标相同时, 含水量增大一个百分点, 地基土承载力基本值 f_0 要降低6.7kPa。

由于人类活动使地基土含水量局部变大的场所有食堂、渗漏的下水道、长期积水的天然或人工凹地。在已建建筑物中, 大部分是由于排水不畅引起工程事故。

粘性土处在天然环境中, 含水量的大小主要受控于岩性及气象条件。在动态水循环中, 地表3m以下的粘性土, 稳定含水量一般不会有过大起伏(其量值在某一范围内变化), 这个含水量即为静态含水量。从控制动态含水量, 制止动态变形的观点出发, 向基建部门宣传保护含水量的基本稳定是十分重要的。这样做, 不仅可保证已建建筑物的安全, 还能保证拟建建筑物基础工程的安全, 同时节省造价。

以含水量为突破口, 按照静态与动态的思路, 研究地基土的变形与强度问题, 是土力学基础理论新的探索。这种理论使变形破坏在原理上符合实际, 在量值上泾渭分明。它将帮助人们有效地分析工程事故解决基础工程问题。笔者谨将此粗浅之见提供给大家, 欢迎专家和同行讨论, 以推动岩土工程学科的深入发展。