



图1 表达式(3)下人工结构性土的结构参数曲线  
(引用了文献[1]中的数据)

Fig. 1 Structure parameter curve of the artificial structural soil using expression (3) (data of reference[1])

统一,并更有利于工程实践应用。

上述讨论仅是笔者个人观点,不一定正确,意在引发讨论,加深对土结构性问题的认识和理解,不当之处,还请不吝赐教。

### 参考文献

- 1 谢定义, 齐吉琳. 土结构性及其定量化参数研究的新途径. 岩土工程学报, 1999, 21(6): 651~ 656
- 2 沈珠江. 土体结构性的数学模型——21世纪土力学的核心问题. 岩土工程学报, 1996, 18(1): 95~ 97
- 3 Fredlund D G, Rahadjo H. Soil Mechanics for Unsaturated Soil. New York: John Wiley & Sons, 1993
- 4 沈珠江. 广义吸力与非饱和土的统一变形理论. 岩土工程学报, 1996, 18(2): 1~ 9
- 5 徐永福, 傅德明. 非饱和土结构强度的研究. 工程力学, 1999, 16(4): 73~ 77

## 对“土结构性及其定量化参数研究的新途径” 讨论的答复\*

谢定义

(西安理工大学岩土工程研究所, 西安, 710048)

“讨论”认为“新途径”(原文)一文中的综合结构势概念不适用于砂土,因为它没有从本质上揭示广义吸力的变化是释放土结构势的根本原因,进而提出了再引入瞬态变形模量的建议。现就上列讨论答复如下。\*

(1) 所谓广义吸力,实际上是对非饱和土中吸力效应、胶结效应、咬合效应等在总体概念上的一个统称,是为避免具体区分各种效应的困难而引出的一种简易处理的思路。它同从颗粒的排列特征与颗粒的联结特征两个方面反映各种效应在本质上是一致的,而后者关于综合结构势的概念既包含了土结构性破坏的难易程度(与胶结和排列有关,越不易破坏,土的结构性越强,笔者称之为可稳性或可稳势),又包含了土结构一旦受到破坏后的变形程度(主要与排列有关,变形愈大,土的结构性就愈强,笔者称之为可变性或可变速),更为明确。如果土不仅原有的排列与状况不易破坏,而且一旦结构发生破坏后变形又很大,则它既有强的结构可稳性,又有强的结构可变性,在结构破坏前后性质迥然不同(如有较大加固粘聚力及较大孔隙率的湿陷性黄土)。如果土有较高的原始结构强度,而一旦结构破坏后的变形不大,则它只有较强的结构可稳性(如非饱和的密实粘性土)。又如土的结构很容易破坏,且一旦结构破坏后的变形也很大,则它只有强的结构可变性(如松砂,它的凝聚力  $c = 0$ , 吸力  $s$  很小,即广义吸力很小,但不能认为它没有或只有很低的结构性)。虽然它们均属结构性土,但却表现出不同的特点。从结构可稳势与结构可变速两个侧面综合衡量土的结构势既可以反映土的不同结构性在定性上的差异,又可以反映它们的不同结构势在定量上的对比,可对结构性及其影响下土性变化的实际作出较普遍的描述。

(2) 给原综合结构势乘以土的瞬态变形模量是可以使  $m_p$  具有能量密度的因次,但把它称之为单位土体所具有的综合结

构势能并进而认为经过应力  $p$  后的土体,尚需吸收能量  $W = V_s \times m_p$  才能破坏,尚需作出实验论证。从物理概念上看,土结构的破坏并不能等同于土体的破坏,结构势只是一个描述土结构性变化会使土性发生变化大小的一个指标,是对这一种潜势特性和大小的反映,没有必要也不可能与破坏能量直接在定量上挂钩。本来  $m_p$  已是针对某一压力而言的,再乘上此应力下原状土的瞬态变形模量,在概念上也不够明确,它很难与因次上的能量概念相吻合。而且,按新指标作出的曲线,除了后期出现一些回升(“讨论”视为愈合)外,并没有明显的差别。原指标曲线在后期的逐渐转缓,已经明显地反映了土损伤后的愈合效应,而且综合结构势值仍继续缓慢减小,其趋势是接近一个稳定值,似应较新指标的缓慢上升更为合理。至于说新指标“因具有能量密度的含义,为其在动力问题中的合理适用提供了可能”,以及“实现了土内在结构势和传统上表示土变形强度方法的统一”等结论,需用新指标研究土的动力特性和变形强度特性的实验。笔者已用原指标对静力条件下的变形强度作了初步的探讨(见《水利学报》,1999, No. 10)。土结构性指标本身并不能体现土的变形特性,但在用它描述土结构性的条件下可以研究结构性的变形本构与强度本构。笔者在这方面的工作将在《土木工程学报》2000年 No. 3 上予以刊出。笔者在动力条件下的研究正在进行中。

最后,笔者愿意表示对“讨论”一文的深深谢意,并希望看到包括“讨论”作者及其他研究者在土结构性这个重要问题上研究的任何新成果和新见解。毫无疑问,问题的重要性与复杂性需要更多的研究者的共同切磋!

\* 到稿日期: 2000- 05- 15