

文章编号:1005-6157(2011)01-074-3

安徽膨胀土的微观结构与其工程性质的关系研究

叶昆荣,崔可锐

(合肥工业大学 资源与环境工程学院, 安徽 合肥 230009)

摘要: 膨胀土在安徽省内分布较广, 文章通过对安徽省内部分典型分布区取得的土样, 运用X射线衍射、偏光显微镜、扫描电镜 (SEM)、化学全分析等实验手段, 得出了土样的相关参数, 研究了膨胀土的微观结构, 分析了微观结构与其工程性质之间的关系。膨胀土微结构的定性研究, 为安徽省内工程建设提供必要的的数据, 同时也为深层次的定量研究奠定一定的基础。

关键词: 膨胀土; 微结构; 工程性质

中图分类号: TU443

文献标识码: A

因其结构特征的差异将具有不同的物理力学性质及胀缩特性。

0 引言

土体微结构是复杂自然环境的综合产物, 具有明显的非确定性和非均质性, 难以量化, 因而实际的工程计算难以模拟土体的实际情况, 所以土力学的发展关键在于结构性问题的解决^[1]。土体性质决定于它的成分、结构与构造。土的矿物成分对物理力学性质的控制影响, 而土的强度及变形在很大程度上决定于其结构。因此要全面研究土的工程地质性质及其形成的实质, 除研究土的矿物组分外, 还必须研究土的结构特征。矿物成分基本相同的膨胀土

1 土体微结构对土的物理力学性质的影响

土的结构是决定其物理力学性质最主要因素之一, 土的孔隙比、容重、压缩性以及强度等主要受土的结构控制。为便于说明问题, 举安徽省内力学强度最高和强度最低的两组进行对比总结, 见表1, 一组和二组四个地区孔隙比接近, 但一组的物理力学性质指标均明显高于二组。这主要是因为它们的微结构特征不同所致。分析上述两组地区的微

表1物理力学性质分组对比表

Table 1 Grouped comparison of physical and mechanical properties

| 组别 | 地点 | 物理力学性质指标 | | | | |
|-----------|----|------------|--------------------|--------------------|---------------------------|-----------------|
| | | 孔隙比 e | 压缩系数 MPa^{-1} | 压缩模量 E_s, MPa | 内摩擦角 $\phi (^{\circ})$ | 粘聚力 c, kPa |
| 一组 (区内最强) | 蚌埠 | 0.74 | 0.18 | 10.6 | 15.8 | 123 |
| | 肥西 | 0.74 | 0.17 | 12.8 | 13.5 | 122 |
| 二组 (区内最弱) | 宿州 | 0.78 | 0.26 | 8.94 | 11.40 | 105 |
| | 肥东 | 0.77 | 0.26 | 7.77 | 12.40 | 107 |

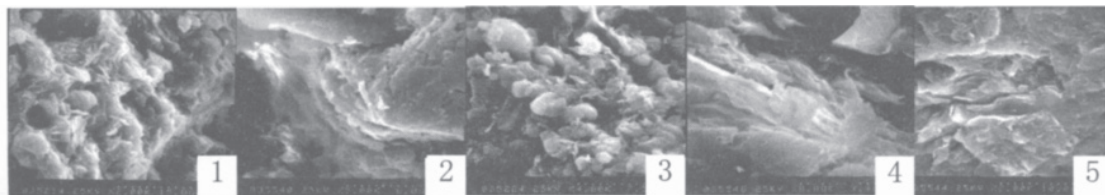


图1 膨胀土微观结构

Fig.1 Microstructure of expansive soil

1-蚌埠 2-肥西 3-宿州 4-肥东 5-合肥

收稿日期:2010-04-15

作者简介:叶昆荣(1984-),男,江苏泰州人,硕士,现从事工程地质研究工作。

结构特征(见图1),发现蚌埠膨胀土在高倍扫描电镜下观察,尽管其片状矿物局部叠加不够紧密,但它保留了原岩的层状结构特征,结构联结较强,从而整体抗压强度较高,加之膨胀土中夹有较多的粗大碎屑颗粒,在压缩过程中,粗大颗粒起到了骨架作用,进一步增强了抗压能力。肥西膨胀土叠聚体间紧密接触,片板状叠聚体沿层理方向排列,多以面一面、面一边接触,叠聚体间夹有较大的团聚体,微孔隙发育,颗粒间联结较强,联结类型主要为过渡型和同相型。宿州和肥东膨胀土的微结构明显不同于蚌埠和肥西,它们的叠聚体之间及内部联结比较松散,裂隙较大且非常发育,颗粒多为过渡型和混合型接触,这种微结构特征决定了它们具有强度较弱,压缩性较大的特点。

通过对上述两组地区的微结构特征与物理力学性质之间的关系分析研究,得出如下结论:土的结构是决定物理力学性质的主要因素之一,土的变形以及强度主要受土的结构联结强度控制,联结强度越高,裂隙发育越少,原岩结构保留完整以及含有较多起骨架作用的粉粒是膨胀土具有较高强度的根本原因,反之,强度较低。

2 土体微结构对土的胀缩性的影响

土的胀缩性能^[2]不仅取决于其特殊的成分(粒度成分、矿物成分,阳离子交换量等),而且在很大程度上取决于其结构特征^[3, 4]。土粒的高度分散,同时含有一定量的蒙脱石等粘土矿物,是膨胀土具有膨胀性的物质基础,特殊的结构特征是膨胀土具有强烈胀缩性的另一关键因素。

安徽省内具有较高的自由膨胀率膨胀土(合肥、肥东以及蚌埠,见表2),其微结构具有一定的特性(见图1),基质的粘胶颗粒一般以片状形式存

表2 各地区蒙脱石含量与自由膨胀率列表
Table 2 List of content and free swelling rate of bentonites in various areas

| 地区 | 蒙脱石含量 (%) | 自由膨胀率 (%) |
|----|-----------|-----------|
| 合肥 | 22.27 | 60.00 |
| 肥东 | 19.00 | 59.00 |
| 蚌埠 | 17.94 | 54.00 |

在,外形多呈弯曲或稍曲状,边缘无规则裂隙和孔隙连通性较好。结构单元体多以微叠聚体或粘粒片呈“面一面”,“面一边”形式叠加而成,特别是肥东以及蚌埠膨胀土的粘胶颗粒的片状卷曲十分强烈,比合肥膨胀土更具特征,因此,虽然蒙脱石含

量比较少,但具有与合肥膨胀土相接近的自由膨胀率。

这种微观结构特征是它们产生胀缩特性的基础格架,其格架中的微孔隙和微裂隙是渗水的良好通道,当水渗入时,蒙脱石、伊利石等粘土矿物组成的呈“面一面”,“面一边”叠聚的粘粒片吸水膨胀,水膜增厚,反之,由于水分蒸发,粘粒片水膜减薄,缩水收缩。这就是膨胀土微观基础格架在胀缩变形的内在作用。一般情况下,膨胀土的膨胀力应该是随着自由膨胀率的增大而增大的,但这不是绝对的,当膨胀土片状矿物局部叠加不够紧密,土体内的膨胀空间较大,对其进行自由膨胀率的测定时,由于无侧限,故可以不受外阻力而膨胀,但对膨胀力进行测定时,由于存在侧限,膨胀土的向外膨胀受到制约,转而向内膨胀,孔隙减小,所以测得的膨胀力^[5]就会偏小。

在对膨胀土微结构与膨胀势关系的研究中,高国瑞^[6]根据膨胀土的结构单元体中的面一面方式叠加的叠聚体的赋存状态,将微结构类型与膨胀性的强弱进行归类。他认为曲片状紧密、粘胶基质结构类型膨胀土具有强烈的膨胀性,而曲片状、开放、粘胶基质结构类型的膨胀土具有较强的胀缩性。而平片状、密集、粘胶基质结构类型的膨胀土具有中等偏弱的膨胀势,平片状、开放、粘胶基质结构类型的膨胀土仅具有弱膨胀势。

3 结语

综合以上研究,土的微结构是影响膨胀土工程性质的至关重要的主要因素之一。孔隙比相近的膨胀土,其强度有时会因为微结构的影响存在很大的差异;自由膨胀率相近的膨胀土,其膨胀力也会因为微结构的影响而存在较大差异。目前从微观层面上研究膨胀土还存在很多问题,很难做一个定量的评价,这就导致研究的差异性。通过微结构的研究,建立土体结构的本构模型将是未来研究的重点和核心^[7]。

参考文献:

[1] Lambe,T.W.The engineering Behavior of Compacted Clay[J].proc.ASCE.1958,84(2):62-68.
[2] Tan Jong-Kie.The Fundamental Properlies of Ceays,Loess and Rocks and Their Applacation to Engineering Problems [J]. Sclenia sinica,1959,8(10):43~58.
[3] 柏立懂,罗志华,崔可锐,等.合徐高速北段膨胀土的物质组分及微结构研究[J].合肥工业大学学报.2006,29(1):31~37.

- [4] 高国瑞.膨胀土微结构特征的研究[J].工程勘察,1981,(5):39~42.
- [5] 丁振洲,郑颖人,李利晟.膨胀力变化规律试验研究[J].岩土力学.2007,28(7):1328~1333.
- [6] 高国瑞.膨胀土的微结构和膨胀势[J].岩土工程学报,1984,6(2):40~48.
- [7] 沈珠江.土体微结构的数学模型—21世纪土力学的核心问题[J].岩土工程学报,1996,18(1):95~97.

STUDY ON THE RELATION BETWEEN MICROSTRUCTURE OF EXPANSIVE SOIL AND ITS ENGINEERING PROPERTY, ANHUI

YE Kun-rong, CUI Ke-rui

(School of Resources and Environmental Engineering, Hefei University of Technology, Hefei, Anhui 230009, China)

Abstract: Expansive soil is widespread in Anhui Province. This paper analysed soil samples collected from some typical areas using X-ray diffraction, polarizing microscope, SEM and complete chemical analysis, obtained relevant parameters of soil samples, studied microstructure of expansive soil and concluded the relation of the microstructure and its engineering property. Qualitative study of the microstructure provides required data for engineering construction in the province and also lays a basis for further quantitative study.

Keywords: expansive soil; microstructure; engineering property

(上接第65页)

EH-4 CONTINUOUS CONDUCTIVITY METER APPLIED IN WATER PROSPECTING IN THE SOUTHWEST KARST AREA

XIE Lan-fang, LIAO Sheng-zhu, ZHOU Chuan-gong

(Institute of Geophysical and Geochemical Survey of Anhui Province, Hefei, Anhui 230022, China)

Abstract: Directed against hydrogeological structures and high water storage property in the southwest karst area, resistivity difference of EH-4 EM sounding profile was used to arrange wellhole in water shortage domain. Typical cases were introduced and experiences summarized in this paper as well.

Keywords: karst; EH-4 EM sounding; hydrogeology; resistivity profile