

第三系粉砂质泥岩风化特性

吴启红¹, 徐青², 彭振斌¹, 彭文祥¹, 尹泉¹

1. 中南大学地学与环境工程学院, 长沙 410083

2. 江苏省地质调查研究院, 南京 210018

摘要 为研究第三系粉砂质泥岩的风化特性,通过不同的试验,对不同风化程度的粉砂质泥岩岩体分别进行工程特性、风化耐久性和风化速度研究。通过测试风化岩体的矿物成分、化学成分及物理力学性质来对其工程特性进行研究;通过抗压强度试验、软化崩解性试验对其风化耐久性进行研究;通过对所处4种不同环境的风化岩石的观测试验来对其风化速度进行研究。试验结果表明:随着岩体风化程度的加深,岩石中黏土矿物含量增加,活动性强的化学成分相对减少,岩石干密度降低、总孔隙度和吸水率增大,力学性能降低,岩体更容易软化崩解。岩石的风化速率与自身的风化状态和暴露的面积有关。

关键词 第三系;泥质粉砂岩;工程特性;风化耐久性;风化速度

中图分类号 P642.3

文献标识码 A

文章编号 1000-7857(2010)06-0065-04

Study on the Weathering Characteristics of Tertiary Pelitic Siltstone

WU Qihong¹, XU Qing², PENG Zhenbin¹, PENG Wenxiang¹, YIN Quan¹

1. School of Geoscience and Environment Engineering, Central South University, Changsha 410083, China

2. Geological Survey of Jiangsu Province, Nanjing 210018, China

Abstract To study the weathering characteristics of tertiary pelitic siltstone, each silty mudstone with different weathering degrees is analyzed in many different experimentations. The researching fields involve its engineering characteristics, weathering durability and weathering speed. The engineering characteristics were revealed by testing mineral composition, chemical composition and mechanical properties of rock mass with different weathering degrees. The weathering durability was shown by testing compressive strength and slake durability of different rock samples. The weathering speed was determined in four different experimental conditions for the weathering rock. The test results show that with the growth of weathering degree of the rock mass, the content of clay minerals in the rock mass increases, the chemical composition with high activity in the rock mass decreases relatively, the dry density of the silty mudstone decreases, the total porosity and the water absorption rate of the silty mudstone increases, the mechanical properties are weakened, and the rock mass becomes easy to soften and collapse. At the same time, the weathering speed of the rock mass is related to the weathering degree and the exposed area of the rock mass. The research findings provide some theoretical basis for understanding the Tertiary Pelitic Siltstone and solving related problems in practical engineering.

Keywords tertiary; silty mudstone; engineering characteristics; weathering durability; weathering speed

0 引言

第三系粉砂质泥岩,红褐色或褐红色,风化色为暗灰红色,粉砂泥质碎屑结构,薄层至块状构造,主要矿物为黏土矿物、石英、赤铁矿,泥质、铁质胶结。室内显微镜观察、X射线光粉晶衍射分析、扫描电子显微镜分析显示其具有以下特征:碎屑物粒度介于0.05~0.50mm之间,含量为75%~90%,黏土

矿物多呈片状,铁质物多沿近平行的微细裂隙充填,具微层理构造^[1-4]。

第三系粉砂质泥岩为干旱条件下形成的内陆湖相沉积的碎屑岩,岩层形成时代较晚、成岩程度不高,失水易收缩开裂、遇水则膨胀湿化崩解^[5-6]。其另一特征是裂隙和孔隙(含微裂隙和微孔隙)比较发育,这与岩石原生结构的颗粒排列有

收稿日期:2009-10-30

基金项目:国家自然科学基金项目(50878212);湖南省企业博士后专项基金项目(2007138)

作者简介:吴启红,博士研究生,研究方向为地质工程、岩土工程的勘察、设计与研究,电子信箱:wqh1016@126.com;彭振斌(通信作者),教授,研究方向为地质工程、岩土工程的教学和科研,电子信箱:zbp9040@sina.com

关,也与力学扰动和水分变化导致的颗粒重排列有关。

由于第三系粉砂质泥岩所含的可溶性物质较多,透水性较差、含水较多,因而比较软弱,为软岩。

1 风化岩体的工程特性研究

岩体风化的过程是岩体在经受风化营力作用后裂纹扩

展、裂隙加宽加长并贯通、新裂隙产生和岩体结构发生变化的过程,也是岩石原有矿物组成、化学成分、物理力学性质和水理性质发生改变的过程(如表1、表2)。岩体风化的结果是使岩体的强度和稳定性大大降低。

1.1 岩矿分析

由表1可以看出粉砂质泥岩随着风化程度的加深,岩石

表1 风化岩石矿物成分

Table 1 Mineral composition of weathering rock

风化程度	矿物成分/%									
	石英	伊利石	高岭石	蒙脱石	电气石	褐铁矿及铁质	金红石及白钛石	锆石	长石	云母
强风化	43.6	25.8	11.3	10.1	1.3	1.6	1.8	1.2	1.9	1.4
弱风化	51.7	22.4	9.6	8.7	<1	1.4	1.5	<1	1.7	<1
微风化	56.4	20.8	8.7	7.6	<1	<1	1.4	<1	1.5	<1

表2 风化岩石化学成分

Table 2 Chemical composition of weathering rock

风化程度	化学成分/%							
	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	有机质(灼烧失重)
全风化	85.18	2.42	10.53	0.06	0.11	1.58	0.12	4.61
强风化	84.53	2.13	10.27	0.14	0.30	2.36	0.27	3.53
弱风化	83.37	1.96	9.52	0.38	0.66	3.43	0.68	2.33
微风化	82.03	1.64	8.62	0.83	1.01	4.85	1.02	1.91

中的伊利石、褐铁矿和铁质含量均有所增加,其中黏土矿物及次生矿物等含量也随之增加。

1.2 化学成分分析

由表2可以看出,岩石由微风化状态风化为全风化过程中,化学成分的变化趋势与各金属离子活动性强弱有关,Fe₂O₃、Al₂O₃、有机质等活动性弱的化学成分含量均相对增加,而一些活动性强的化学成分如Na₂O、K₂O、CaO、MgO等含量则相对减少。

1.3 物理力学性质

试验结果表明,随着风化程度的加深,岩石干密度降低、总孔隙度和吸水率增大(表3)。同时风化作用破坏了岩石颗粒间的联结,产生和加剧了岩体的裂隙化、降低结构面的粗糙程度、削弱岩体整体力学性能^[3]。

在试验方向、含水状态相的同时,岩石由微风化→弱风化→强风化,其天然单轴抗压强度以及抗拉强度均逐渐降低。

表3 风化岩体物理力学性质

Table 3 Mechanical properties of weathering rock

风化程度	干密度 /(g·cm ⁻³)	吸水率/%	孔隙率/%	点荷载强度 /MPa	回弹值	天然单轴抗压强度/MPa	抗拉强度 /MPa	纵波速 /(m·s ⁻¹)
强风化	2.36	2.86	17.8	0.4	22	0.8	0.08	541
弱风化	2.55	2.52	10.5	1.1	31	1.9	0.36	1324
微风化	2.62	2.11	4.6	2.6	43	3.1	0.87	1963

2 风化耐久性研究

2.1 抗压强度试验

代表性岩石在烘干—浸水—烘干循环中抗压强度的变化见表4。结果表明:岩石吸水率(含水量)增加,其强度逐渐降低,岩石经过多次干湿循环后,在含水量较低状态下的天然单轴抗压强度甚至低于未经干湿循环的天然单轴饱和抗

压强度。

2.2 软化崩解性试验

取10块岩石试块为一组,分别制成40~60g试样,置于岩石耐崩解试验仪中进行试验^[5-9],结果见表5。从表中可以看出,不同风化程度的岩石,其破坏特征不同,岩石风化程度越深则越易于崩解破坏;随着岩石风化程度的加深,岩石抗软

