

岩盐的蠕变变形规律及参数试验研究

林 斌

(安徽理工大学土木建筑学院, 安徽 淮南 232001)

摘 要:以娄庄盐矿第 16 层岩盐为研究对象,采用单试件多级加载方式,试验研究了该岩盐的单轴蠕变变形特征。结果表明,岩盐的蠕变变形可以采用形如 $y = a(1 - e^{-bx})$ 的指数函数描述,蠕变参数 a 和 b 可以用蠕变应力 σ 的幂函数来描述。岩盐的长期强度约为瞬时单轴强度的 68%。

关键词:岩盐;蠕变变形;长期强度

中图分类号:TU458⁺.3

文献标识码:B

doi:10.3969/j.issn.1674-3407.2013.04.004

Experimental Study on Creep Deformation Properties and Parameters of Rock Salt

Lin Bin

(School of Civil Engineering and Architecture, Anhui University of Science and Technology, Huainan 232001, Anhui, China)

Abstract: The 16th layer of rock salt in Louzhuang salt mine is an object of study. The properties of uniaxial creep deformation of the rock salt are studied by the method of exerting multistage loads in single sample of rock salt. The results show that the creep properties of rock salt can be described by the function as $y = a(1 - e^{-bx})$, at the same time, the creep parameters of a and b are also described by power function of σ . The long-term strength of rock salt is just about 68% to the instantaneous strength.

Keywords: rock salt; creep deformation; long-term strength

1 引 言

传统盐矿的开采方法对地质环境的破坏程度不会立即完全显现,这种破坏具有很强的时间效应,正确了解岩盐的蠕变变形特性对于制定合理的预防治理措施是十分必要的。

本文以平顶山娄庄盐矿第 16 盐层样品为研究对象,采用单试件多级加载的方式,试验研究了该岩盐的蠕变变形特性、长期强度及蠕变参数。研究结果具有重要的实践意义。

2 试验方法与设备

2.1 试验方法与设备

岩盐蠕变试验设备采用了自行研制的 WDT-100 型试验机(见图 1)。该试验机最大轴向加载能力为 100kN,数据量测精度 1%,试验温度可在 $-40^{\circ}\text{C} \sim +50^{\circ}\text{C}$ 之间控制。试验荷载和试验数据全部由计算机程序控制和采集。蠕变试验采用单试件多级加载的方式进行。按照相同试件单轴抗压强度试验结果,结合初级蠕变变形量的大小,由经验确定加载级数。本次试验加载级数为 7 级,最小蠕变应力为 0.5MPa,最大为 15MPa。每级荷载作用下的蠕变变形稳定标准按照连续 3h 的轴向变形量小于

[收稿日期] 2013-10-18

[作者简介] 林 斌(1968-),男,安徽合肥人,博士,教授,从事岩土工程教学与科研工作。

[基金项目] 高等学校博士学科点专项科研基金项目(200803610004)资助。

0.05%确定^[1]。试验数据采集频率为 0.2 次/s,试验数据采用 Boltzman 叠加原理处理^[2]。试验过程软件控制界面如图 2 所示。



图 1 WDT-100 型蠕变试验机



图 2 试验过程软件控制界面

2.2 试验样品的加工

本次试验样品由现场采集后立即密封运送至实验室,加工成 $\phi 50 \times 100\text{mm}$ 的原状样品(要求试样长度误差 $\leq \pm 1\text{mm}$,直径误差 $\leq \pm 0.5\text{mm}$),并称其重量,做好样品编号。典型样品试样如图 3 所示。为了防止在试验过程中样品含水量的变化,样品表面采用石蜡密封^[3]。



图 3 典型试验样品照片

3 试验结果与分析

3.1 试验结果

单试件多级加载蠕变试验结果如图 4 所示。7 级加载试验的蠕变荷载分别为 0.5MPa、1.5MPa、3.0MPa、5.0MPa、8.0MPa、12.0MPa 和 15.0MPa,试验结果非常相似,在加载后的很短时间内,蠕变变形即达到稳定状态,且轴向变形达到稳定所需要的时间随着蠕变应力的增加而具有加大的趋势^[4]。当蠕变应力增加到 15.0MPa 时,岩盐的蠕变变形趋于加速,并且在很短时间内即发生破坏,发生破坏时的累积轴向应变约为 1.5%。而单轴压缩试验表明,该岩盐的瞬时单轴强度约为 22MPa,这说明该岩盐的长期强度约为其瞬时单轴强度的 68.2%。

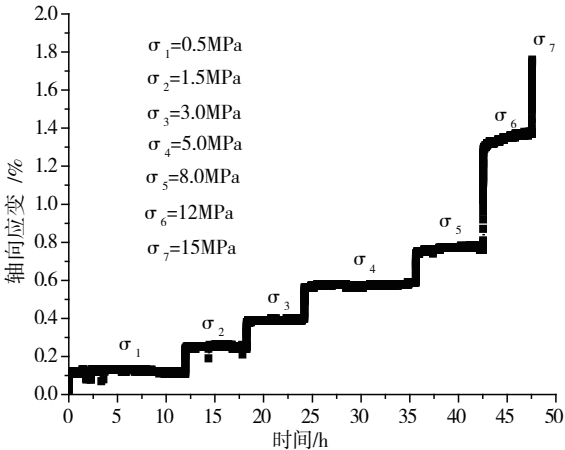


图 4 蠕变试验结果曲线

3.2 结果分析

按照 Boltzman 叠加原理,将图 4 所显示的分级加载结果转化为多试件单级加载试验结果,即可得到图 5 所示的曲线簇。分析发现,该曲线簇可以用形如 $y=a(1-e^{-bx})$ 的函数来描述其长期蠕变变形。其中,蠕变参数 a 和 b 随蠕变应力 σ 的变化规律如图 6 所示。但是,该函数在描述加载时间较短时,则出现较大的偏差,根据该函数计算的蠕变变形一般小于试验值。

对蠕变曲线簇形状的比较可以看出,当蠕变荷载小于 8.0MPa 时,主要表现为稳定蠕变特性,而大于 12.0MPa 时,则开始出现非稳定蠕变的特征。当蠕变应力达到单轴强度的 68.2%,即 15.0MPa 时,试样在短时间内就会发生破坏,破坏曲线几乎和纵坐标重合。

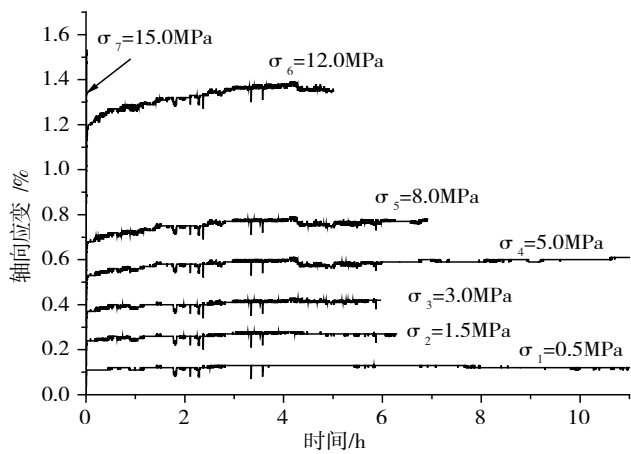


图 5 岩盐蠕变曲线簇

4 结 论

通过对该岩盐的 7 级蠕变试验,可以获得如下结论:

- (1)岩盐的单轴蠕变在加载的瞬时即已完成,说明该岩盐的蠕变特性不明显;
- (2)当试验荷载小于 8.0MPa 时,蠕变表现为稳定蠕变特征,而大于 12.0MPa 时,则表现出非稳定蠕变的特性;
- (3)对比单轴压缩试验可以发现,该岩盐的蠕变破坏荷载约为单轴强度的 68.2%;
- (4)蠕变曲线可以近似采用形如 $y = a(1 - e^{-bx})$ 的函数来描述其长时蠕变变形,其中,蠕变参数 a 和 b 可以采用蠕变应力 σ 的幂函数来描述。

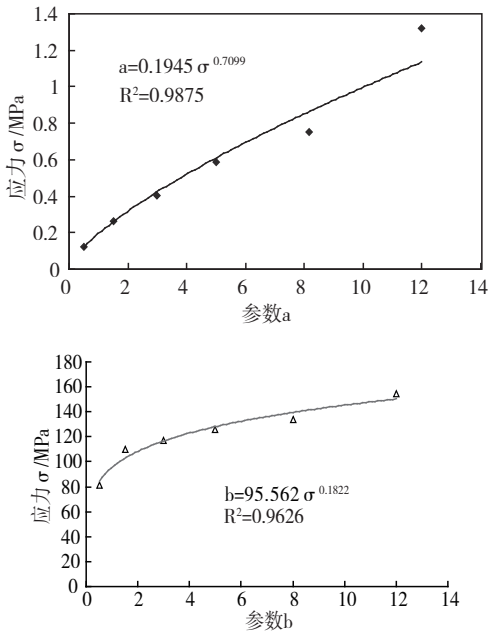


图 6 蠕变参数 a、b 与蠕变应力 σ 之间的变化规律

参考文献

[1] 曹树刚,边金,等. 软岩蠕变试验与理论模型分析对比[J]. 重庆大学学报,2002,25(7):88—94.

[2] 孙均. 岩土材料流变及其工程应用[M]. 北京:中国建筑业出版社,1999.

[3] GB/T50266—99 工程岩体试验方法标准[S]. 1999.

[4] 安徽理工大学土木建筑学院. 楼庄盐矿岩盐蠕变特性研究报告[R]. 2011.