

岩石天然状态与饱水状态单轴压缩试验对比研究

欧阳奇¹ 谭玉芳² 王雅南¹

1 衢州学院 2 广州海洋地质调查局

DOI:10.32629/gmsm.v3i1.538

[摘要] 本文以浙江天台大佛洞的含砾砂岩为例,进行了岩石天然状态与饱水状态下的单轴压缩对比试验,试验发现含砾砂岩在饱水状态下其单轴抗压强度明显下降,且弹性模量和泊松比等力学参数也出现一定的下降。因此,在实际工程中有必要考虑砂岩在吸水饱和后的强度变化情况。

[关键词] 单轴抗压试验; 单轴抗压强度; 砂岩; 应力应变

引言

岩石的单轴抗压强度是岩石力学强度中的基本指标之一,该指标对于实际工程中判断岩体失稳或者破坏都有着重要的参考意义。由于大部分岩石均具有一定的吸水性,且岩石吸水饱和后其抗压强度均有不同幅度的下降。在一些实际工程案例中,常常出现在降雨过后,岩体失稳,导致出现岩体滑坡、崩塌等灾害情况。因此,本文通过试验研究的手段,探究岩石在天然状态和饱水状态下的单轴压缩强度变化情况。

1 试验过程

1.1 试样制备

本文试样选用浙江天台大佛洞的含砾砂岩,依据《GB/T50266-2013工程岩体试验方法标准》中岩石单轴试样的规定,采用岩石钻样机钻取圆柱体试样,并经过切割、打磨制成直径为50mm,高度为100mm的标准试样。将试样分为两组,一组为天然试样,一组为饱水试样,以3个试样为一组,其中饱水试样通过将试样置于清水中自由吸水24h制得。

1.2 试验步骤

1.2.1 试样尺寸及重量的测定。首先,对两组试样进行编号,将天然试样编号为1-3号,将饱水试样编号为4-6号。然后,利用数显游标卡尺测得两组试样的直径及高度,其中在测量饱水试样的尺寸前,需将其表面水分擦拭干净。最后,利用电子天平测定每个试样的质量。

1.2.2 单轴抗压强度的测定。由于岩石的受压破坏呈脆性破坏,为了防止岩石在受压破坏时出现崩溅的情况,在试样外部用热缩管套住,并用热风枪对热缩管加热,使热缩管紧密的粘在试样上。然后将试样装上链条式传感器,利用该链条式传感器可以测得试样在加载过程中的径向和纵向的应变,然后利用长春朝阳试验仪器公司生产的微机控制电液伺服岩石三轴机TAJW-2000型对试样进行加载,加载过程中采用位移控制模式,位移目标参数设定为1-1.5mm,对试样进行匀速加载,加载速率为0.2-0.5mm/min,直至试样破坏。试样加载情况如下图1所示,图2为试样破坏后的情况。

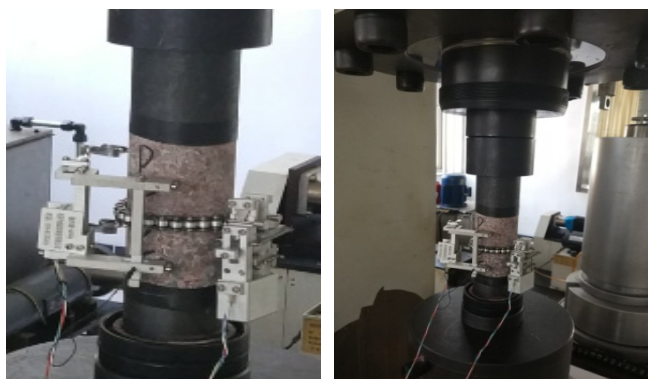


图1 试样加载情况



图2 试样破坏情况

2 数据处理

2.1 岩石天然密度和饱水密度

岩石密度采用体积密度法,其中岩石天然密度的计算公式如下:

$$\rho_0 = \frac{M_0}{V_0} \quad (1)$$

式中: ρ_0 一试样的天然密度, g/cm^3 ;

M_0 一试样的天然质量, g ;

V_0 一试样天然状态下体积, cm^3 。

岩石饱水密度的计算公式如下:

$$\rho_s = \frac{M_s}{V_s} \quad (2)$$

式中: ρ_s 一试样的饱水密度, g/cm^3 ;

M_s 一试样的饱水质量, g ;

V_s 一试样饱水状态下体积, cm^3 。

2.2 单轴抗压强度

岩石单轴抗压强度计算公式如下:

$$\sigma_c = \frac{P_{max}}{A} \quad (3)$$

式中: σ_c 一岩石单轴抗压强度, MPa ;

P_{max} 一岩石试件最大破坏载荷, N ;

A 一试件受压面积, mm^2 。

2.3 弹性模量及泊松比

岩石弹性模量计算公式如下:

$$E = \frac{\sigma_{\epsilon(50)}}{\epsilon_{\mu(50)}} \quad (4)$$

式中: E 一试样弹性模量, GPa ;

$\sigma_{c(50)}$ — 试样单轴抗压强度的50, MPa;

$\epsilon_{h(50)}$ — $\sigma_{c(50)}$ 处对应的轴向压缩应变。

岩石的泊松比计算公式如下:

$$\mu = \frac{\epsilon_{d(50)}}{\epsilon_{h(50)}} \tag{5}$$

式中: μ — 试样的泊松比;

$\epsilon_{d(50)}$ — $\sigma_{c(50)}$ 处对应的径向拉伸应变。

3 结果分析

依据试验结果对试验数据进行整理分析, 通过本试验可以测得岩石在天然状态下和饱水状态下的密度、单轴抗压强度、弹性模量以及泊松比等物理力学参数, 如表1所示。

表1 岩石单轴抗压试验物理力学参数

试样编号	干燥状态	密度(g/cm ³)	抗压强度(MPa)	弹模(GPa)	泊松比
DFD1	天然	2.548	114.40	26.931	0.118
DFD2	天然	2.554	101.64	46.936	0.187
DFD3	天然	2.550	86.72	26.482	0.125
DFD4	饱水	2.522	60.39	9.079	0.048
DFD5	饱水	2.533	35.92	29.390	0.174
DFD6	饱水	2.520	73.42	16.663	0.101

从试验结果来看, 首先, 岩石无论在天然状态或者饱水状态下, 其各项物理力学参数的离散性较大, 这主要是由于岩石是各向异性材料, 且具有较大的不均匀性, 即使是同一批试样其内部的裂隙、节理也有较大差异。其次, 饱水状态下岩石的单轴抗压强度较天然状态下有明显的下降, 这是由于岩石在饱水状态下, 水分子的加入改变了岩石的物理状态, 削弱了颗粒间的连结力, 降低了岩石的强度。另外, 饱水状态下岩石的弹性模量和泊松比较天然状态下也有下降的情况。

通过本次单轴压缩试验还获得了试样单轴压缩应力应变曲线, 详见图3和图4。从应力应变曲线可以看出, 岩石单轴压缩呈现明显的脆性破坏, 其中在应力-应变曲线图中的左侧曲线表示试样的径向应力和应变, 曲线图右侧的曲线表示试样的轴向应力和应变, 我们可以发现岩石达到单轴抗压极限时, 其径向应变极具增大, 而轴向应变增大速度明显不如径向, 这与理论分析的一致。

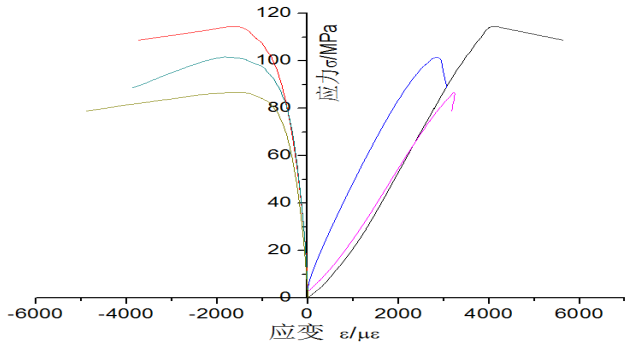


图3 干燥状态下岩石单轴压缩应力-应变曲线

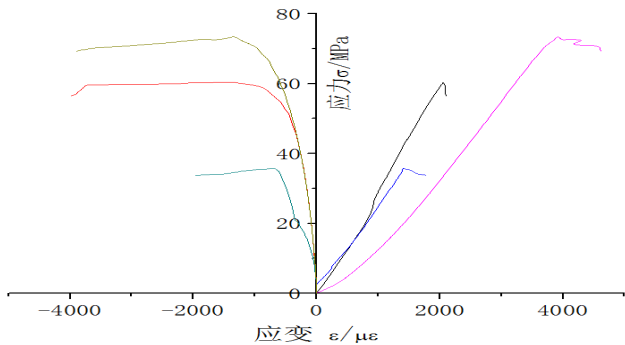


图4 饱水状态下岩石单轴压缩应力-应变曲线

4 结语

本文通过对含砾砂岩进行饱水状态及天然状态下岩石单轴压缩对比试验, 发现含砾砂岩在饱水状态下其单轴抗压强度有明显下降, 弹性模量和泊松比等力学参数也有一定的下降。因此, 在一些山区和实际工程中需特别注意在持续性降雨后岩体的强度变化, 需及时做好边坡的防护支撑, 防止出现岩体滑坡、失稳等灾害。

[参考文献]

[1] 连云飞, 栾向军, 石虹惠. 岩石的抗压强度及影响因素分析[J]. 科技信息(科学教研), 2008(03):19.

[2] 王嫚, 冯秋兰, 孔祥斌. 关于岩石单轴抗压强度影响因素的分析[J]. 西部探矿工程, 2008(04):44-45.

[3] 陈法彬, 周爱武. 岩石物理性质对单轴抗压强度的影响分析[J]. 河南科技, 2013(14):175.