

文章编号: 1006-6616 (2017) 02-0327-07

# 三种典型岩石单轴抗压强度的尺寸效应试验研究

王连山<sup>1,2</sup>, 孙东生<sup>1,3</sup>, 郑秀华<sup>2</sup>, 赵卫华<sup>1,3</sup>, 李阿伟<sup>1,3</sup>, 李全<sup>1,3</sup>

(1. 中国地质科学院地质力学研究所, 北京 100081;

2. 中国地质大学(北京)工程技术学院, 北京 100083;

3. 国土资源部新构造运动与地质灾害重点实验室, 北京 100081)

**摘要:** 尺寸效应是岩石力学领域研究的难点与热点。本文利用自主研发的大尺寸刚性试验机, 开展了最大样品尺寸为 400 mm × 400 mm × 800 mm 大理岩、闪长岩和凝灰岩的单轴抗压强度试验, 从等高宽比条件下岩石强度的尺寸效应和不同高宽比条件下岩石强度变化两个方面开展了岩石强度尺寸效应研究, 结果表明: 相同高宽比条件下, 岩石强度随样品尺寸的增大呈对数形式减小, 且逐渐趋于定值; 不同高宽比情况, 岩石长宽为 200 mm × 200 mm, 高度分别为 200 mm, 400 mm, 600 mm 和 800 mm, 岩石单轴抗压强度随高宽比的增加表现出先减小后增大的变化规律, 对应的破坏形式表现为复杂劈裂、劈裂和剪切破坏。本文试验结果为丰富岩石尺寸效应研究提供了基础数据, 同时对实际工程中岩体强度尺寸效应的修正具有一定参考价值。

**关键词:** 大尺寸岩石; 单轴抗压强度; 尺寸效应; 高宽比; 破坏形式

**中图分类号:** TU452

**文献标识码:** A

## 0 引言

岩体强度是评价岩石工程稳定性的重要参数之一, 是地下矿山开采中矿柱设计、数值模拟中岩石力学参数选取等地下工程设计施工及稳定性评价的重要力学指标<sup>[1-3]</sup>, 同时岩石的单轴抗压强度存在尺寸效应<sup>[4]</sup>。现有结果尽管在岩石强度尺寸效应研究方面取得了一定进展, 但由于岩石材料的非均质性、各向异性和不连续性等特点, 不同岩性的强度及尺寸效应模型不同<sup>[5-9]</sup>。同时不同高宽(径)比岩石强度亦存在不同的认识, 如陈瑜等<sup>[10]</sup>和陈鹏等<sup>[11]</sup>通过实验和数值模拟等手段得出岩石的单轴抗压强度随高径比的增加而增大, 而其他学者则得出了与上述相反的结论<sup>[12-18]</sup>。因此岩石强度的尺寸效应研究是岩石力学中尚未解决的问题之一, 岩石单轴抗压强度的尺寸效应研究需建立在不断扩大岩石样品的尺寸范围和一定

数量试验结果的基础上, 进而从机理上认识岩石强度的尺寸效应<sup>[4,19]</sup>。

大尺寸岩石强度试验是岩石强度尺寸效应研究的重要组成部分, 随着岩石样品尺寸的增加, 要求试验设备具有较高的加载能力和较大的加载空间, 目前由于试验条件等限制, 岩石尺寸效应研究的样品直径主要集中在 100 mm 及 100 mm 以下<sup>[9,12-14]</sup>, 样品直径(边长)大于 100 mm 的岩石力学试验, 尤其是伺服控制刚性条件下大尺寸坚硬岩石单轴抗压强度试验数据有限。基于此, 本文利用自主研发的大尺寸 10000 kN 双轴岩石力学试验机, 初步开展了不同尺寸和高宽比条件下大理岩、闪长岩和凝灰岩单轴抗压强度的尺寸效应试验研究, 研究成果可为基于统计基础上的岩石力学尺寸效应研究提供基础数据, 对涉及大尺寸岩石抗压强度的工程设计、施工具有一定的指导意义。

收稿日期: 2016-06-01

基金项目: 国家自然科学基金项目(41404080); 国土资源部公益性行业专项(201211076)

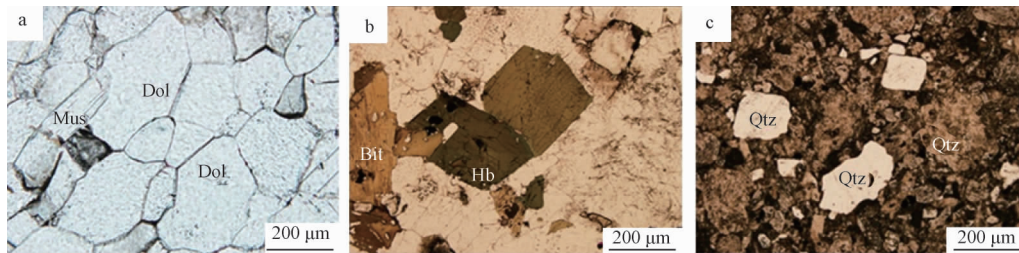
作者简介: 王连山(1991-), 男, 硕士研究生, 主要从事岩土工程领域相关工作。E-mail: wls@cugb.edu.cn

通讯作者: 孙东生(1980-), 男, 博士, 高级工程师, 主要从事原地应力测量、岩石力学试验方面的研究。E-mail: dongshengsun@cags.ac.cn

## 1 岩石样品及试验设备

### 1.1 样品描述

试验样品选用分属变质岩、岩浆岩和沉积岩的大理岩、闪长岩和凝灰岩。三种岩石薄片照片如图 1 所示, 大理岩为白色, 玻璃光泽, 细晶结构, 块状构造。主要矿物为白云石, 含少量的石英和白云母, 主要化学成分为  $\text{CaO}$ 、 $\text{MgO}$ ; 闪长



a—大理岩; b—闪长岩; c—凝灰岩

Qtz—石英; Dol—白云石; Mus—白云母; Fsp—长石; Bit—黑云母; Hb—角闪石。

图 1 样品显微薄片照片 (正交偏光)

Fig. 1 Microstructure photo of rock samples (crossed polars)

### 1.2 样品尺寸

为便于比较和样品的加工, 本次试验样品均为正方棱柱状, 样品端面边长介于 25 ~ 400 mm 之间, 高度介于 50 ~ 800 mm 之间。为比较三种岩石抗压强度的尺寸效应, 试验分为 2 种方案进行, 一种为相同高宽比 (高宽比为 2:1) 情况下的对比试验; 另一种为相同端面面积 (端面 200 mm × 200 mm), 高宽比分别为 1, 2, 3, 4 情况下的对比试验。每个尺寸的平行试样为 2 ~ 3 个, 岩石样品无肉眼可识别的明显缺陷和节理裂隙, 试件上、下两端面的平行度按相关规程和标准进行控制<sup>[8,20]</sup>。

### 1.3 试验设备及方法

试验在中国地质科学院地质力学研究所 10000 kN 室内双轴加载装置上进行, 该装置可实现双轴 (轴向和水平方向) 伺服控制独立加载, 单向最大试验力为 10000 kN, 可装载的最大岩石尺寸为 800 mm × 800 mm × 800 mm, 如图 2 所示。试验采用位移控制加载方式, 加载速率控制在 0.03 mm/min, 直至样品破坏, 其中小尺寸样品 (25 mm × 25 mm × 50 mm 和 50 mm × 50 mm × 100 mm) 在 200 吨刚性试验机上完成, 其他大尺寸样品在 10000 kN 室内双轴加载装置上完成。试验过程中采用大尺寸电阻应变片 (应变片有效面积为 5 mm × 30 mm) 测量岩石的轴向和径向变形。由于大尺寸试件主要依赖手工制备,

岩为灰白色, 粗—中粒半自形粒状花岗结构, 块状构造, 主要矿物为斜长石 (见环带结构和卡式双晶)、石英和正长石, 次生变化不明显, 主要化学成分是  $\text{SiO}_2$ ; 凝灰岩是一种火山碎屑岩, 经风化后呈灰绿色, 致密块状, 岩石中岩屑含量接近 60%, 基质含量为 10%, 主要由安山岩岩屑和长石、石英晶屑组成, 颗粒分选性差, 隐晶质基质, 主要化学成分是  $\text{SiO}_2$ , 但含量略低于闪长岩。

为保证试验过程中试样加载受力均匀, 试验加载过程中在样品上下端面垫有 10 mm 厚铅板。

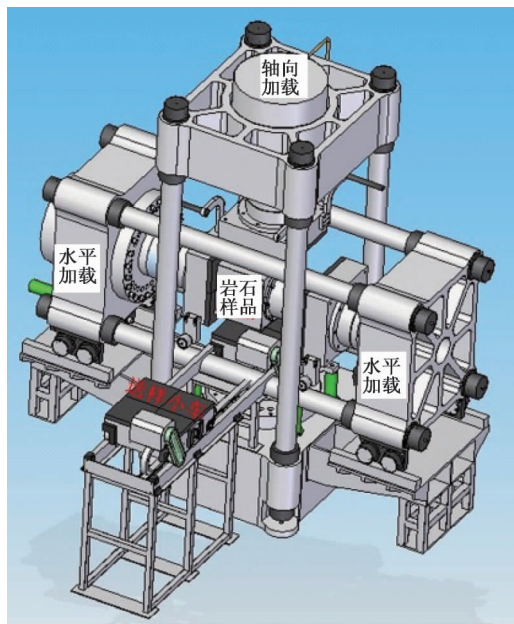


图 2 10000 kN 室内双轴加载装置

Fig. 2 10000 kN indoor biaxial loading device

## 2 试验结果

利用上述加载设备, 本文开展了 9 种尺寸样品的单轴压缩试验, 试件尺寸及单轴抗压强度如表 1

所示。试验分两种尺寸类型, 一种为等高宽比, 即样品长宽相同, 高度是长或宽的 2 倍; 一种为大尺寸不同高宽比的单轴抗压强度试验, 即样品的长宽分别为 200 mm × 200 mm, 高度分别为 200 mm、400 mm、600 mm 和 800 mm。因为大尺寸样品加工及制备成本较高, 本文每种岩石的各种尺寸分别加工 3 个平行样品, 由于实验过程中部分样品未取得有效试验数据, 故岩石的单轴抗压强度 (UCS) 为 2 个或 3 个样品的平均值 (见表 1)。

表 1 各个尺寸岩样的力学参数

Table 1 The mechanical parameters of each sample size		UCS/MPa		
试验类型	样品长 × 宽 × 高 / mm	大理岩	闪长岩	凝灰岩
等高宽比	25 × 25 × 50	95.9	120.5	131.7
	50 × 50 × 100	74.2	104.1	116.9
	100 × 100 × 200	48.6	75.2	99.6
	200 × 200 × 400	13.8	37.2	53.0
	300 × 300 × 600	31.6	55.9	57.2
	400 × 400 × 800	51.0	47.1	54.2
不同高宽比	200 × 200 × 200	59.1	72.8	67.7
	200 × 200 × 400	13.8	37.2	53.0
	200 × 200 × 600	31.1	65.5	21.0
	200 × 200 × 800	47.9	103.3	64.0

UCS: 岩石的单轴抗压强度

### 2.1 相同高宽比时岩石单轴抗压强度的尺寸效应

为探寻岩石单轴抗压强度的尺寸效应, 本文开展了高宽比为 2, 样品尺寸介于 25 mm × 25 mm × 50 mm 到 400 mm × 400 mm × 800 mm 之间 6 种不同尺寸的单轴抗压强度, 并对不同岩石单轴抗压强度随尺寸变化的规律进行了拟合, 试验结果及拟合曲线如图 3 所示。试验结果表明: 3 种岩石的抗压强度均随样品尺寸的增加而降低, 本文所取得的岩石单轴抗压强度随样品尺寸的增加用对数关系拟合效果更佳, 与相关研究成果<sup>[5-9]</sup>等取得的随尺度增大岩石强度呈指数递减存在一定差异, 可能是岩性及实验条件等差异带来的影响。

### 2.2 高宽比与岩石单轴抗压强度

根据行业标准<sup>[21]</sup>, 岩石单轴抗压强度的高宽比 (高径比) 为 2 ~ 2.5, 但现实工程中根据实际需要 (如预留矿柱等), 可能存在不同高宽比的情况, 同时已开展的不同高径比的岩石单轴抗压强度试验中, 主要为常规直径 (50 mm) 高径比与岩石单轴抗压强度之间的关系研究。本文在相同高径比岩石单轴抗压强度尺寸效应试验结果的基础

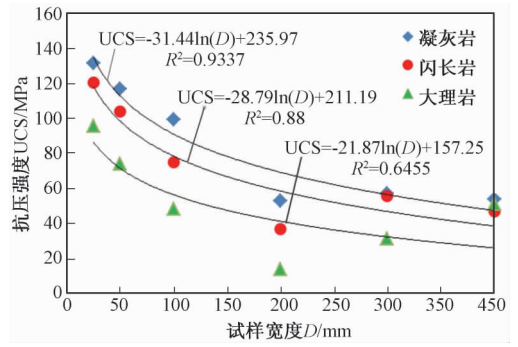


图 3 三种岩石平均抗压强度尺寸效应拟合曲线  
Fig. 3 Fitting curves of average compressive strength size effect of three kinds of rocks

上, 选择长宽分别为 200 mm, 高度分别为 200 mm、400 mm、600 mm 和 800 mm, 开展大尺寸样品高宽比与岩石单轴抗压强度关系分析, 得到不同高宽比条件下大理岩、闪长岩和凝灰岩的单轴抗压强度 (见表 1), 试验结果表明样品长宽分别为 200 mm 的情况下, 随着样品高度的增加, 三种岩石的单轴抗压强度均表现出先减小后增大的变化趋势。试验结果如图 4 所示。

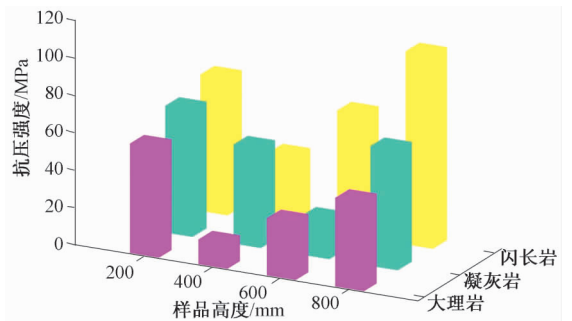


图 4 不同宽高比条件下岩石单轴抗压强度 (样品长宽为 200mm × 200mm)

Fig. 4 Uniaxial compressive strength with different aspect ratio

### 2.3 岩样尺寸与破裂形式

岩石尺寸与单轴压缩破裂形式密切相关<sup>[10-11,13,20]</sup>。样品长宽分别为 200 mm, 高度为 200 mm、400 mm、600 mm 和 800 mm, 大理岩、闪长岩和凝灰岩的单轴压缩破坏形式如图 5 所示。当样品高度为 200 mm 时, 样品以复杂劈裂破坏形式为主, 沿轴向出现较多的破裂面; 随着高度的增加, 样品高度为 400 mm, 600 mm 和 800 mm 时, 样品破坏形式发生了明显的变化, 呈现劈裂破坏和剪切破裂。



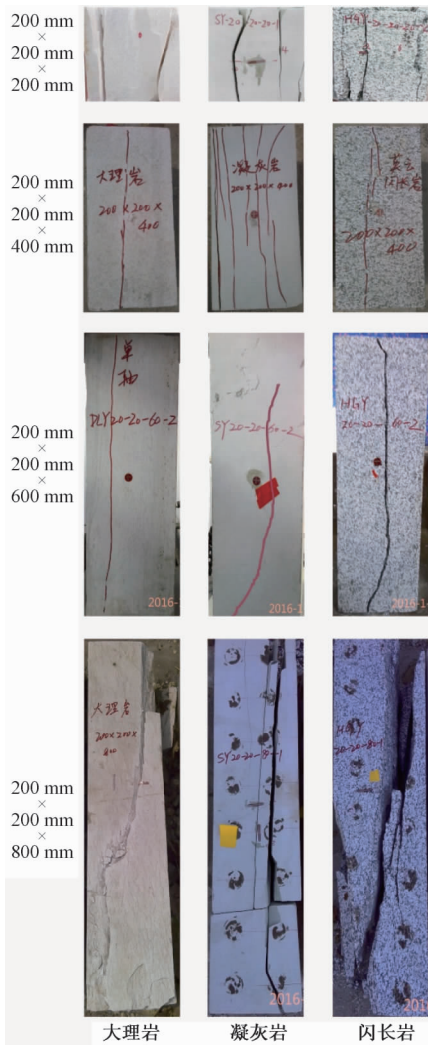


图5 三种岩石不同高宽比破坏形式对比图

Fig. 5 The different failure mode contrast photos of three kinds of rocks with the different aspect ratios

## 3 讨论

### 3.1 岩石强度的尺寸效应模型

实际工程中,主要通过室内试验获取小尺寸岩石的强度,进而通过尺寸效应模型估算岩体的强度,因此选取恰当的尺寸效应模型是合理估算岩体力学参数的关键。刘宝琛院士基于国内外大尺寸单轴压缩试验数据,提出了用幂函数来表达岩石强度尺寸效应的经验公式<sup>[6]</sup>;黄兴益等提出了改进的尺寸效应模型,指出岩石强度随尺寸增加呈幂指数衰减,并当尺寸达到某一临界值后,岩石强度趋于稳定<sup>[9]</sup>,同时还有利用岩石和岩体之间弹性波速关系估算岩体强度等多种尺寸效应模型。而本文岩石强度尺寸效应试验结果表明,

利用对数方程表达岩石的尺寸效应相关系数最高。出现上述多种岩石强度尺寸效应模型的原因可能包括以下几个方面:首先是岩石本身矿物成分、形成环境和结构的差异引起不同岩石的尺寸效应模型不同;其次是试验条件差异,如现场原位试验和室内刚性试验机的测量精度和采样频率等存在差异,对试验结果带来一定的测量误差;最后是样品尺寸的差异,由于室内大尺寸岩石强度试验机资源有限,目前多数岩石强度的尺寸效应模型是基于小尺寸样品试验结果的(直径或边长不大于100 mm),因此用小尺寸强度数据拟合的尺寸效应模型存在一定的局限性。本文利用自主研发的大尺寸加载装置,开展了大尺寸岩石强度试验(最大尺寸400 mm×400 mm×800 mm),为开展岩石强度的尺寸效应模型研究提供了大尺寸样品的试验结果。由于岩石材料非均质性、各向异性和不连续性等特点,可靠的岩石强度尺寸效应理论模型需建立在一定数量试验结果的基础上,岩石强度尺寸效应仍需深入研究。

### 3.2 不同高宽比岩石强度及破裂形式

如前所述,随着高宽(径)比的增加,岩石单轴抗压强度存在增大或减小不同的变化规律<sup>[10-18]</sup>。本文在岩石尺寸效应试验的基础上,根据特征尺度的概念<sup>[20]</sup>,选择长宽分别为200 mm,高度为200 mm、400 mm、600 mm和800 mm的大尺寸样品,开展了大理岩、凝灰岩和闪长岩三种岩石不同高宽比的试验研究,试验结果如图4所示,三种岩石随高宽比增加,岩石强度先减小后增大,出现上述岩石强度随高宽比变化规律的原因可能包括以下原因:当高宽比为1时,由于端面摩擦作用,岩样处于三维压缩受力状态,故具有较高的单轴抗压强度,破坏形势复杂;随着高宽比的增大,当高宽比为2~3时,岩样中部表现为一维应力状态,应力分布均匀,由于一维应力分布范围较小,样品以沿轴向张破坏为主;当高宽比为4时,相对于样品高度而言端部摩擦作用继续减弱,样品中部一维应力分布范围增大,样品以剪切破坏为主。三种岩石不同高宽比条件下的破坏形式如图5所示。结果与前人(直径50 mm)强度试验的破裂形式基本一致,即直径一定时,随着长宽(径)比的增加,岩样破坏形式由劈裂破坏变为剪切破坏<sup>[10,13]</sup>。随着高宽比的增大出现了岩石强度先减小后增大的试验结果,除端面摩

擦效应影响之外有关, 主要与岩石的破坏类型有关。因试验样品数量有限, 本文仅形成以上初步认识, 下一步我们将补充试验样品并开展数值模拟工作, 深入探索岩石强度尺寸效应的破坏机理。

## 4 结论

(1) 岩石强度尺寸效应的拟合函数受试验条件、岩石成分、结构和尺寸等多因素影响, 本文利用刚性试验机开展的大尺寸岩石强度试验结果表明, 相同高宽比条件下, 岩石强度与样品尺寸呈对数形式减小, 且逐渐趋于定值。

(2) 通过不同高宽比岩石单轴试验研究发现, 高宽比在1~4范围内, 岩石强度随高宽比的增加表现出先减小后增大的变化规律, 对应的破坏形式表现为复杂劈裂、劈裂和剪切破坏。

(3) 尺寸效应是岩石力学领域研究的难点与热点, 尽管目前对该领域的研究取得了一定进展, 但由于试验条件及成本等因素限制, 相关试验以小尺寸样品为主, 大尺寸岩石力学试验数据有限, 再加上岩石非均质性和不连续性等特点, 因此对于岩石强度尺寸效应的研究应从加大样品尺寸和增加样品数量两个方面着手, 才能不断深入认识岩石的强度尺寸效应。

**致谢** 本文研究工作得到了中国地质科学院地质力学研究所马寅生研究员、吴满路研究员的指导和帮助, 审稿人提出了宝贵意见, 在此一并表示感谢!

## 参 考 文 献

[1] 唐军峰, 徐国元, 唐雪梅, 等. 复杂开挖条件下大断面洞室围岩的变形及力学特性研究 [J]. 地质力学学报, 2009, 15 (3): 233~244.  
TANG Jun-feng, XU Guo-yuan, TANG Xue-mei, et al. Deformation and mechanical properties of the large underground cavern surrounding rock with complex excavation [J]. Journal of Geomechanics, 2009, 15 (3): 233~244.

[2] 汪吉林, 姜波, 王超勇. 矿井构造应力场的模拟研究——以鲍店煤矿为例 [J]. 地质力学学报, 2007, 13 (3): 239~246.  
WANG Ji-lin, JIANG Bo, WANG Chao-yong. Simulation study of the tectonic stress field in mines—a case study of the Baodian coal mine [J]. Journal of Geomechanics, 2007, 13 (3): 239~246.

[3] 曾立新. 深层岩石力学性质的试验方法 [J]. 地质力学学报, 1999, 5 (1): 71~75.  
ZENG Li-xin. Laboratory test method study of deep rock physical mechanics [J]. Journal of Geomechanics, 1999, 5 (1): 71~75.

[4] 尤明庆, 邹友峰. 关于岩石非均质性与强度尺寸效应的讨论 [J]. 岩石力学与工程学报, 2000, 19 (3): 391~395.  
YOU Ming-qing, ZOU You-feng. Discussion on heterogeneity of rock material and size effect on specimen strength [J]. Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering, 2000, 19 (3): 391~395.

[5] Hudson J A, Crouch S L, Fairhurst C. Soft, stiff and servo-controlled testing machines: a review with reference to rock failure [J]. Engineering Geology, 1972, 6 (3): 155~189.

[6] 刘宝琛, 张家生, 杜奇中, 等. 岩石抗压强度的尺寸效应 [J]. 岩石力学与工程学报, 1998, 17 (6): 611~614.  
LIU Bao-chen, ZHANG Jia-sheng, DU Qi-zhong, et al. A study of size effect for compression strength of rock [J]. Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering, 1998, 17 (6): 611~614.

[7] 尤明庆, 华安增. 岩样单轴压缩的尺度效应和矿柱支承性能 [J]. 煤炭学报, 1997, 22 (1): 37~41.  
YOU Ming-qing, HUA An-zeng. The size effect of uniaxial compression of rock specimen and support capacity of ore pillar [J]. Journal of China Coal Society, 1997, 22 (1): 37~41.

[8] 汤大明, 杨寿成. 岩石单轴抗压强度的尺寸效应研究 [J]. 四川水力发电, 2011, 30 (S1): 119~122, 126.  
TANG Da-ming, YANG Shou-cheng. Scale effect of rock uniaxial compressive strength [J]. Sichuan Water Power, 2011, 30 (S1): 119~122, 126.

[9] 黄兴益, 田敏. 岩石试件尺寸效应与岩体强度的研究 [J]. 云南冶金, 2012, 41 (2): 14~18.  
HUANG Xing-yi, TIAN Min. Study on size effect of rock sample and rock mass strength [J]. Yunnan Metallurgy, 2012, 41 (2): 14~18.

[10] 陈瑜, 黄永恒, 曹平, 等. 不同高径比时软岩强度与变形尺寸效应试验研究 [J]. 中南大学学报 (自然科学版), 2010, 41 (3): 1073~1078.  
CHEN Yu, HUANG Yong-heng, CAO Ping, et al. Size effect experimental study of strength and deformation in different height-to-diameter ratio soft rocks [J]. Journal of Central South University (Science and Technology), 2010, 41 (3): 1073~1078.

[11] 陈鹏, 周志伟. 基于RFPA<sup>2D</sup>的岩石尺寸效应试验 [J]. 辽宁工程技术大学学报 (自然科学版), 2012, 31 (6): 842~845.  
CHEN Peng, ZHOU Zhi-wei. Size effect experiment of rock material with RFPA<sup>2D</sup> [J]. Journal of Liaoning Technical University (Natural Science), 2012, 31 (6): 842~845.

[12] 朱珍德, 邢福东, 王军, 等. 基于灰色理论的脆性岩石抗压强度尺寸效应试验研究 [J]. 岩土力学, 2004, 25 (8): 1234~1238.

- ZHU Zhen-de, XING Fu-dong, WANG Jun, et al. Experimental study on size effect on compression strength of brittle rock based on grey theory [J]. *Rock and Soil Mechanics*, 2004, 25 (8): 1234 ~ 1238.
- [13] 杨圣奇, 苏承东, 徐卫亚. 岩石材料尺寸效应的试验和理论研究 [J]. *工程力学*, 2005, 22 (4): 112 ~ 118.
- YANG Sheng-qi, SU Cheng-dong, XU Wei-ya. Experimental and theoretical study of size effect of rock material [J]. *Engineering Mechanics*, 2005, 22 (4): 112 ~ 118.
- [14] 梁昌玉, 李晓, 张辉, 等. 中低应变率范围内花岗岩单轴压缩特性的尺寸效应研究 [J]. *岩石力学与工程学报*, 2013, 32 (3): 528 ~ 536.
- LIANG Chang-yu, LI Xiao, ZHANG Hui, et al. Research on size effect of uniaxial compression properties of granite under medium and low strain rates [J]. *Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering*, 2013, 32 (3): 528 ~ 536.
- [15] 倪红梅, 杨圣奇. 单轴压缩下岩石材料尺寸效应的数值模拟 [J]. *煤田地质与勘探*, 2005, 33 (5): 47 ~ 49.
- NI Hong-mei, YANG Sheng-qi. Numerical simulation on size effect of rock material under uniaxial compression [J]. *Coal Geology & Exploration*, 2005, 33 (5): 47 ~ 49.
- [16] 刘晓红, 赵青山, 陈积光. 高径比对板岩单轴抗压强度尺寸效应的试验研究 [J]. *工程勘察*, 2015, 43 (3): 6 ~ 11.
- LIU Xiao-hong, ZHAO Qing-shan, CHEN Ji-guang. Experimental study on size effect to the uniaxial compressive strength of slate specimen as to the height diameter ratio [J]. *Geotechnical Investigation & Surveying*, 2015, 43 (3): 6 ~ 11.
- [17] 韩素平, 徐素国. 石灰岩单轴压缩尺度效应试验研究 [J]. *矿业研究与开发*, 2005, 25 (2): 17 ~ 20.
- HAN Su-ping, XU Su-guo. Experimental study on size effect in the uniaxial compression of lime rock [J]. *Mining Research & Development*, 2005, 25 (2): 17 ~ 20.
- [18] 孙超, 刘芳, 蒋明镜, 等. 岩石抗压强度的尺寸效应及端部约束的离散元数值模拟 [J]. *岩石力学与工程学报*, 2014, 33 (S2): 3421 ~ 3428.
- SUN Chao, LIU Fang, JIANG Ming-jing, et al. Size effect of compression strength and end constraint of rocks by distinct element simulation [J]. *Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering*, 2014, 33 (S2): 3421 ~ 3428.
- [19] 王学滨, 潘一山, 宋维源. 岩石试件尺寸效应的塑性剪切应变梯度模型 [J]. *岩土工程学报*, 2001, 23 (6): 711 ~ 713.
- WANG Xue-bin, PAN Yi-shan, SONG Wei-yuan. The model of plastic shear strain gradient on size effect in uniaxial compression of rock specimen [J]. *Chinese Journal of Geotechnical Engineering*, 2001, 23 (6): 711 ~ 713.
- [20] 张后全, 徐建峰, 贺永年, 等. 灰岩单轴压缩实验室尺度效应研究 [J]. *岩石力学与工程学报*, 2012, 31 (S2): 3491 ~ 3496.
- ZHANG Hou-quan, XU Jian-feng, HE Yong-nian, et al. Study of laboratory scale effect of limestone under uniaxial compression [J]. *Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering*, 2012, 31 (S2): 3491 ~ 3496.
- [21] 中华人民共和国水利部. SL 264-2001 水利水电工程岩石试验规程 [S]. 北京: 中国水利水电出版社, 2001.
- The Ministry of Water Resources of the People's Republic of China. SL 264-2001 Specifications for rock tests in water conservancy and hydroelectric engineering [S]. Beijing: China Water & Power Press, 2001.

## SIZE EFFECT EXPERIMENT OF UNIAXIAL COMPRESSIVE STRENGTH OF THREE TYPICAL ROCKS

WANG Lian-shan<sup>1,2</sup>, SUN Dong-sheng<sup>1,3</sup>, ZHENG xiu-hua<sup>2</sup>, ZHAO Wei-hua<sup>1,3</sup>,  
LI A-wei<sup>1,3</sup>, LI Quan<sup>1,3</sup>

(1. Institute of Geomechanics, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100081, China;

2. School of Engineering and Technology, China University of Geosciences, Beijing 100083, China;

3. Key Laboratory of Neotectonic Movement & Geohazard, Ministry of Land and Resources, Beijing 100081, China)

**Abstract:** Size effect is a popular and difficult issue in the field of rock mechanics. In this paper, the uniaxial compressive strength of marble, diorite and tuff samples with the maximum sample size 400 mm × 400 mm × 800 mm were tested using the self-developed large-scale rigid testing machine. Two cases of size effect of rock uniaxial compression strength were conducted; one is with the same aspect ratio and the other is different aspect ratio with the same length and width. The results show that, with the increase of samples dimensions, the uniaxial compression strength decrease in logarithmic function form and gradually approach to a certain value in the case that with the same aspect ratio; In the case that with different aspect ratios, the length and width of the samples are 200 mm × 200 mm, and the heights are 200 mm, 400 mm, 600 mm and 800 mm respectively. The uniaxial compression strength decreased first and then increased as the increase of aspect ratio of samples. And the corresponding failure modes of samples are complex splitting, splitting and shear failure respectively as the increase of aspect ratio. The results of uniaxial compression strength of different dimensions presented in this paper provide the basic data for the size effect research of rock samples. At the same time, the results have some reference value for the correction of size effect in the practical engineering.

**Key words:** large-size rock; uniaxial compressive strength; size effect; aspect ratio; failure mode