

岩石冻融试验的中美标准对比研究

王 旭， 汤 大 明， 夏 骊 娜

(中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司,四川 成都 610072)

摘 要:本文采用中国水电行业标准《水电水利工程岩石试验规程》(DL/T5368-2007)与美国 ASTM 试验标准中的岩石冻融试验进行对比,结果表明两者在试件尺寸、冻融温度、冻融时间及冻融循环等方面存在差异,并进一步分析了这些差异可能对试验结果造成的影响,提出了中国水电工程技术人员在运用美国 ASTM 标准进行该项试验时应注意的问题。通过此项研究可为我国水电工程技术人员承担国际工程提供有价值的参考和解决方案。

关键词:冻融试验;中美标准;差异

中图分类号:TU45;TK417

文献标识码: A

文章编号:1001-2184(2019)03-0111-03

Contrastive Study of Chinese and American Standards of Rock Freeze-Thaw Test

WANG Xu, TANG Daming, XIA Lina

(Chengdu Engineering Co., LTD, Power China, Chengdu, Sichuan, 610072)

Abstract: In this paper, the rock freeze-thaw test in China Hydropower Industry Standard Code for rock tests of hydroelectric and water conservancy engineering (DL/T5368-2007) and American ASTM Standard are compared. The results show that there are differences in specimen size, freeze-thaw temperature, freeze-thaw time and freeze-thaw circulation between the two standards, and the possible effects of these differences on the test results are further analyzed. This paper puts forward the problems that should be paid attention to by Chinese hydropower engineers when using American ASTM standard to carry out the test. Through this study, it can provide valuable reference and solutions for our hydropower engineers to undertake international projects.

Key words: freeze-thaw test; Chinese and American standards; differences

0 引 言

岩石是由一种或多种矿物所组合而成的,具有一定结构构造的集合体,也有少数包含有生物的遗骸或遗迹(即化石)。岩石是构成地壳和上地幔的物质基础,是构成地球岩石圈的主要成分。岩石根据其成因主要分为三大类:沉积岩、岩浆岩(也可称为火成岩)、变质岩。

岩石冻融试验,是指岩石在饱和状态下经过多次冻融后,测定其质量损失率和饱和单轴抗压强度的变化,据此说明岩石的抗冻性能。岩石经过多次冻融后,其强度将降低,甚至破坏。

热胀冷缩是自然界大多数物质(物体)具有的一种基本属性,这是由于物体内的粒子(原子)运动振幅会随温度改变。岩石自然也不例外,但情况却变得更加复杂,因为岩石除了自身的固体颗粒外,还存在一定孔隙(裂隙),在地表以下孔隙内

常常充满了水,因此,除了岩石自身颗粒的热胀冷缩外,岩石内部孔隙水产生的冻胀力也会对岩石物理及力学性质产生重要影响,从而使岩石冻融变得更加复杂。

近年来,随着我国经济、科技的高速发展,在建设领域取得了举世瞩目的成绩,国际地位不断攀升,参与国际事务和国际工程建设越来越多。国际工程合作中,众多国家工程建设均采用美国标准。目前,国内外针对岩石冻融试验的研究很多,但就中国标准与美国标准的差异性研究,并不多见。

在我国工程建设领域,规程规范众多,一般各行业都有自己的相关标准。岩石冻融试验属于岩石试验的一部分,在我国,涉及岩石冻融试验的标准既有国家标准,也有行业标准。国家标准为《工程岩体试验方法标准》GB/T50266;行业标准则在水电工程、水利工程、铁路工程、公路工程等行业的岩石试验规程中均有岩石冻融试验项目,但在试验

收稿日期:2019-03-29

设备、要求、方法、步骤上都差别不大,大同小异。水电工程一般具有体量大、规模大、工程等级高、荷载级别高等特点,其要求普遍高于其他行业标准。

美国标准体系的建设一般由民间社会团体或部门、企业主导,是一自下而上的过程,制定的标准体系具有多元化特点,美国工程建设领域标准主要有美国材料与试验协会(ASTM)标准、美国陆军工程师兵团(USACE)标准或手册和美国垦务局(USBR)标准或手册,而 USACE 岩石试验手册和 USBR 岩石手册(第二部分)中许多试验方法是直接参见 ASTM 中的相关标准,以 ASTM 相关试验标准最为齐全。经查找,美国 ASTM 相关试验标准中 D5312—04 和美国陆军工程兵团(USACE)岩石试验手册中 RTH 119—05 均为岩石冻融试验标准,且 RTH 119—05 与 ASTM 中 D5312—04 完全相同,而 USBR 岩石手册中未找到岩石冻融试验相关内容。

因此,本文仅以我国水电行业标准——《水电水利工程岩石试验规程》(DL/T5368—2007)为依据,与美国 ASTM 相关试验标准中 D5312—04 标准进行对比分析研究。

1 中美标准差异性

通过对中国标准《水电水利工程岩石试验规程》(DL/T5368—2007)与美国标准 ASTM D5312—04 中“岩石冻融试验”的对比研究,发现两者之间大体上相一致,同时,也存在一定差异。

(1)中美标准对于“岩石冻融试验”的目的和使用范围、要求基本一致,但在试件形状、尺寸、数量、设备、操作及冷冻循环上存在差异。

(2)纵观中美标准中“岩石冻融试验”全过程,最大差异表现为:中国标准除了通过试验获得冻融质量损失率外,还需进行冻融前后饱和单轴抗压强度试验,进而求得冻融系数;而美国标准只要求通过该项试验获得冻融质量损失率。

表 1 岩石冻融试验中美标准主要差异

对比参数	中国标准	ASTM 标准	主要差异
试件尺寸	规则试件(直径 48~54 mm,高径比 2.0~2.5)。	美国为板块状(厚度 64±6 mm,边长不小于 125 mm)。	试件尺寸,中国为标准试件,美国为非标准试件。
试件数量	试件数量 6 个。	不少于 5 块岩性单位。	试件数量,中美相当。
试验设备	包括天平、冰柜或冷冻库等。	较中国多了照相机和立体显微镜。	试验设备,美国标准较中国标准多了照相机和立体显微镜。
试验条件	冷冻温度为-20±2℃,冷冻时间为 4 h,解冻温度为 20±2℃,解冻时间为 4 h;	美国冷冻温度为-18±2.5℃,冷冻时间至少为 12 h(可选择 16 h),解冻温度为 32±2.5℃,解冻时间至少为 8 h(不长于 12 h)。	美国标准冻融温差更大,冷冻和溶解时间更长。
试验次数	明确为 25、50 或 100 次;	循环次数没有明确。	冷冻循环次数,中国有明确规定。
计算结果	冻融质量损失率,中国用冻融前后饱和试件质量差来进行计算;中国需进行冻融前后饱和单轴抗压强度试验,以求取冻融系数。	用冻融前后试件烘干质量差来进行计算冻融质量损失率。	冻融质量损失率,中美计算数据选取不同。

2 中美差异性分析

2.1 试件要求差异

中国规程规定:试件为圆柱体,直径宜为 48~54 mm,高径比宜为 2.0~2.5,并对试件两端面的平行度、沿试件高度上直径误差和两端面与试件轴线的垂直偏差进行了要求;试件数量为 6 个,其中 3 个用于求取质量损失率,3 个用于求取冻融系数。

美国标准要求试件形状为板块状,厚度 64±6 mm,边长不小于 125 mm,试件数量没明确,但取样时,样品不能少于五块岩性单位。

由于中国标准需要进行冻融前后试件饱和单轴抗压强度试验,进而求得冻融系数,因此,要求

将岩样制成规则试件,并有严格的尺寸误差要求,以方便进行单轴抗压强度试验;美国标准只要求试件大致为板块状,厚度和边长要求并不严格。

在尺寸上,美国标准的试件尺寸更大。对于试件数量,美国标准虽没明确,但要求相同岩性不少于五块岩性单位;中国标准用于求取质量损失率的试件实际只有 3 个,因此,试件数量少于美国标准。岩石由于节理、裂隙、风化等影响,常常表现为非均质性,各种试验成果均存在一定的离散度,岩石试验成果取值更在于它的统计意义,因此,试件数量越多,其统计成果具有更好的代表性,或更能反映实际情况。因此,在这一点上美国标准要求更严谨。

2.2 试验设备差异

岩石冻融试验,中美标准在主冻设备上基本一致,都是采用冰柜、冷冻库或冻融试验机,但美国标准试验设备较中国标准多了照相机和立体显微镜,以用于冻融前后对试件冻胀、开裂、掉块等破坏进行微观观察和描述、拍照等,因此,美国标准更细致,更注意细节。

2.3 冻融温度与时间

中国规程要求,烘干温度为 $105\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 110\text{ }^{\circ}\text{C}$,冷冻温度为 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$,冷冻时间为4 h;解冻温度为 $20\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$,解冻时间为4 h。美国标准要求,烘干温度为 $110\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$,冷冻温度为 $-18\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2.5\text{ }^{\circ}\text{C}$,冷冻时间为至少12 h;解冻温度为 $32\pm 2.5\text{ }^{\circ}\text{C}$,解冻时间为至少8 h(但不超过12 h)。

烘干温度,中美标准没有本质的区别,都能达到烘干的目的。冻融温度存在差别,可能跟各自国家高寒地区的年温度变幅有关。且美国标准冻融温差更大,冷冻和融解时间更长(或许与试件尺寸更大有关),这将有助试件在冻融过程中的冻胀、开裂、剥落和掉块,因此,按美国标准进行试验得到的冻融质量损失率可能更大。

2.4 冻融循环次数

中国规程规定,冻融循环次数为25次,根据需要也可定为50次或100次;美国标准要求,重复冻融过程至循环总数,循环总数可由相关图表查询得知,决取决于工程所在地理区域,不同区域有不同的循环总数要求。

2.5 计算差异

与美国标准相比,中国标准通过该项试验获得更多的试验参数,除了取得冻融质量损失率外,还进行冻融前后饱和单轴抗压强度试验,并计算求得冻融系数。

对于冻融质量损失率,中国规程采用冻融前后饱和试件质量差来进行计算,而美国ASTM标准是采用冻融前后试件烘干质量差来进行计算。由于冻融后,试件可能新开裂或隐裂隙扩张导致吸入更多水份,这会导致质量损失率偏低;还可能出现在冻融前后称量时擦拭程度不均匀而引发误差,因此,相比之下,美国标准更科学严谨。

2.6 计量单位不一致

中国规程计量单位全部采用国际单位制;美国标准计量单位采用英制单位。

2.7 其他差异

中美文化有差异,两种标准体系不同,中国标准条款较为刚性,一般只提要求,少解释,条款较具体、可操作性较强,但给工程师选择的空间较小;而美国标准则规定主要原则,条款多采用讲解叙述形式,并阐述十分详细,给工程师留有较大的灵活应对空间,因此,在使用美国标准时应转变思维方式,工程师要根据工程实际情况决定试验方案,充分发挥主观能动性。

3 结 论

(1)岩石冻融试验,中美标准在主冻设备、试验操作等方面基本一致,但试件形状、尺寸、数量,冻融温度、冻融时间,冻融循环次数及计算取值、计量单位等都有差别,这些差异对试验结果会产生一定影响。

(2)因中美文化的差异,两种标准体系建立机制不同。美国标准体系以叙述讲解方式,讲述非常详细,尤其在一些细节上,这恰恰可能是中方技术人员可能忽视的地方,同时,美国标准又给了工程师较大灵活处理的空间,因此,中国水电工程技术人员,在承接以美国标准为要求的国际工程业务进行相关试验时,应仔细阅读勘测设计文件及相关标准,把控好细节,工作扎实、全面,并充分发挥主观能动性,更好地为国外业主做好服务。

参考文献:

- [1] 王建洪 郭爱清等,工程岩体试验方法标准[S].GB/T50266—2013.
- [2] 汤大明 曾纪全等,水电水利工程岩石试验规程[S].DL/T5368—2007.
- [3] 夏熙伦 龚壁新等,水程水电工程岩石试验规程[S].SL264—2001.
- [4] 谢松林 陈友治等,公路工程岩石试验规程[S].JTG E41—2005.
- [5] 强世杰 王温楠等,铁路工程岩石试验规程[S].TB10115—2014.
- [6] American Society for Testing and Materials, D5312—04.
- [7] Rock Testing Handbook (Test Standards 1993) of United States Army Corps of Engineers.

作者简介:

王 旭(1993-),男,河南洛阳人,助理工程师,学士,就职于中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司,从事岩土力学试验研究工作;

汤大明(1969-),男,四川广安人,教授级高级工程师,学士,就职于中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司,从事岩土力学试验研究工作;

夏骊娜(1985-),女,四川南充人,工程师,学士,就职于中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司,从事岩土力学试验研究工作。

(责任编辑:卓政昌)