

天然洞围岩稳定性评价

常士骝

(中兵勘察设计研究院, 北京 100053)

编者按 20 世纪 60 年代初, 为了贯彻当时的建设方针, 有些工厂要求在天然洞内建设。一个天然洞能否被利用, 首先要求勘察单位对围岩是否稳定做出结论。该文就是在当时总结了有关天然洞围岩稳定性评价的研究成果。几十年过去了, 论文的一些主要思路和方法至今仍具有重要的参考价值 and 指导意义。

【摘要】 天然洞体不稳定是绝对的, 稳定是相对的。天然洞体围岩的顶板、底板、侧面三者的稳定, 顶板的稳定最重要。顶板的稳定性, 与天然洞体的形成原因, 岩面的成层条件、断面形状、裂隙情况、漏水情况, 天然洞体形成和稳定的时间, 山体的地质构造条件等有关。

【关键词】 天然洞体; 围岩; 稳定性评价

【中国分类号】 TU 457

Stability Assessment for the Surrounding Rock Mass of Natural Cave

Chang Shibiao

(China Ordnance Industry Institute of Geotechnical Survey and Design, Beijing 100053 China)

【Abstract】 The instability of natural cave is absolute and its stability is relative. Among the top, base and lateral wall of natural cave the stability of top is most important, which dependent on some factors such as the formation mechanism, the stratified condition, the section figure, the condition of fissure and water-seepage, the time of formation and stabilization, the geological formation and etc.

【Key Words】 natural cave; surrounding rock mass; stability assessment

0 引言

为了贯彻“靠山、分散、隐蔽”六字方针, 保证工厂在战时能坚持正常生产, 有些关键性工厂, 需要建在地下。因此, 就有工厂进洞任务的出现。一般进行进洞工厂的建设, 无论在投资上或建设周期上都比地面工厂为贵为长。利用稳定性较好的天然洞建地下工厂, 可以节约大量的石方开挖和混凝土衬砌工作量。因此, 可以做到节省投资争取时间, 既贯彻了六字方针又实现了多、快、好、省。在这方面天然洞是具有人工洞无可比拟的优点的。所以如何评价天然洞的稳定性问题就成为勘察人员在贯彻六字方针时必须解决的具体技术问题了。

如何评价天然洞的稳定性问题, 根据目前了解的情况国内还没有一个科学的办法, 比如用什么公式计算或用什么仪器可以测定天然洞的稳定性, 就已看到的国外文献也没有这方面的资料。因此, 我们只有在实践中摸索, 在这几年的实践中对天然洞

稳定性的评价方法有如下一些观点。正确与否还有待进一步的实践考验。

1 稳定性评价的主要方向, 要抓两头带中间

一抓上头(顶板): 上头要稳, 不塌不漏。二抓下头(底板), 下头宜平, 不空不淹。三带中间(空间), 幅员够大, 少挖少填, 侧壁要稳。

2 如何评价天然洞围岩顶板的稳定性

具体评定天然洞围岩的稳定性, 我们可从下列几方面去分析。

2.1 形成原因

天然洞是能溶于水的岩石, 主要是石灰岩, 受水的长期的溶蚀、冲刷和岩石在洞内的自然崩塌, 日积月累由小而大逐渐形成的。从评价稳定性这个角度可把它分为以溶蚀为主形成的和以崩塌为主形成的二种。一般以溶蚀为主形成的稳定性较好。如何鉴别是溶蚀为主形成的还是以崩塌为主形成的呢? 以溶蚀为主形成的常有以下特征: “好像水流冲过,

好像水泥抹过,有些钟乳又不多”;以崩塌为主形成的,常有以下特征:“顶板岩石新鲜裂缝多,少钟乳无钙壳,洞底乱石堆成山,层面之间胶结差”。

2.2 岩石的成层条件

主要是观测组成顶板的岩石的完整性。比如是厚层还是薄层,层面之间的胶结情况等。显然厚层的要比薄层的好,胶结紧密的要比不胶结的好。

2.3 断面形状

主要是从力学观点来分析顶板受力情况。人们的常识所知,承拱状的一般要较承板状的为好。

2.4 裂隙情况

顶板裂隙的多少,裂隙的产状以及裂隙的性质也都是反映顶板稳定性因素。一般裂隙愈少愈好,对顶板纵向裂隙应给予应有的重视,因为纵向裂隙常常延着应力最大部位而发育,因此纵向裂隙的发育情况能反映顶板岩石的受力情况。根据一般天然洞顶板发育情况,分析其崩塌过程可能经过一个由梁到拱的过程,如一次稳定不了就会出现由梁到拱、由拱到梁再由梁到拱的反复过程。从这一观点出发,可得顶板纵向裂隙的发育过程可能是,当顶板张应力大于岩石的允许张应力或大于节理间的粘着力时,在顶板就会出现延薄弱部位发育的大体平行于洞轴向的纵向裂隙,在开始阶段这些裂隙还可能是肉眼看不到的,随着应力的增加逐渐发展成肉眼可见的裂隙,继而发展成张开裂隙。有些天然洞的张开裂隙的缝宽可达几厘米到几十厘米之多。当顶板裂隙发展到这个阶段梁的过程就逐渐完结了。当这些裂隙再被一些纵向或横向裂隙割切,此时被割切的块状顶板岩石的重量则主要由它与上层岩石间的层间胶结力来承受。一旦层间胶结消失,或下掉岩石的重量大于层间胶结力时,就会出现崩塌或掉块现象,可能这些崩塌常自受力最大的中部开始,逐渐向两侧发展,此时拱的过程就开始了,但会不会稳定?何时稳定?要由顶板受力和层面之间的胶结情况以及岩石的完整程度而定。如果层面之间的胶结好、岩石又完整,受力情况不再发展,就可能发展成一个具有若干反台阶的拱而稳定下来,否则将会继续崩塌发展至再次成板梁状,开始了第二次由梁到拱的过程。这个过程在顶板岩石为薄层灰岩,层面之间的胶结又不好时发育较快。顶板岩石为厚层灰岩层面之间的胶结又好时发育则较慢,此时就会出现一个较长的相对稳定时期。我们在观测顶板裂隙时,就要分析裂隙的产状和顶板受力的关系,要分析裂隙当前所处的发展阶段是不可见的还是可见的,

是闭合的还是张开的…。

2.5 漏水情况

顶板漏水多少,直接反映了顶板岩石中裂隙和溶洞发育程度的强弱,因而也是间接衡量顶板稳定因素之一。显然漏水愈少愈好。一般可通过顶板的可见漏水、钟乳、石筍的多少以及洞内的干湿情况来判断。

2.6 已形成和已稳定的时间

一个天然洞如形成时间已很久,在这段时间内它经过了地球历史上各种地质运动的考验,如顶板仍属稳定时则可证明在一定时间内如无特大地质意外情况,一般说这个天然洞的稳定性是有保证的。因此论证天然洞的稳定时,论证天然洞已形成和已稳定的时间也是一个很重要的因素。分析天然洞体形成的时代可以通过山体溶洞的发育史,比如溶洞分几层发育,所欲利用的溶洞处在何层?所处的地层年代如何?推断溶洞形成的年代如何?分析其已稳定的时间,则可通过顶板的钟乳、底板的石筍、石柱和崩塌岩石的溶蚀和被滴水穿透的情况等来判断。

2.7 山体的地质构造条件

因为山体的地质构造条件是上述诸点密不可分的,比如溶洞常常沿岩石的薄弱地带,如节理、裂隙、破碎带发育。而这些薄弱带又常常受构造的影响。

评价顶板的稳定不是通过上述诸条中的某一条下结论的,需要综合诸条来取得一个总的结论。

天然洞不稳定是绝对的,稳定是相对的,问题是我们如何科学地论证。在我们所欲利用的年代,比如几十年或一百年中是否稳定的问题。如能得到结论我们的目的就达到了。

顶板、底板、侧壁三者的稳定,相对说来顶板的稳定最重要。

3 如何评价底板的稳定

衡量底板的稳定问题主要通过下述二方面来分析:一个是空的问题,即底板下有无足以造成底板崩塌的大空洞。一个是软的问题,即组成底板的地基持力层有无淤泥?会否流失?力学性质如何等等。这些一般应通过钻探、物探和室内外力学试验来解决,虽然有时费时费事但最为可靠。

4 如何评价侧壁的稳定

衡量侧壁的稳定问题,主要通过侧壁岩层的倾角大小(一般说倾角愈小愈好)、层间的胶结程度和

(下转第77页)

表 6 1114# 桩不同取数的预测结果

级 数	桩顶荷载 P/kN	实测桩顶总沉降量 $s_{实}/mm$	去首级 4 级预总沉降量 $s_{预}/mm$	预测误差 %	经残差校准后总沉降量 $s_{校}/mm$	校准后误差 /%
1	192	0.15				
2	288	0.20	0.20	0	0.20	0
3	384	0.43	0.423	-1.63	0.423	-1.63
4	480	0.69	0.692	2.90	0.692	2.90
5	576	1.02	1.016	-0.39	1.016	-0.39
6	672	1.42	1.407	-0.92	1.407	-0.92
7	768	1.97	1.879	-4.62	1.956	-0.71
8	864	2.57	2.450	-4.67	2.614	1.71
9	960	3.46	3.132	-9.48	3.479	0.55

5) 取值应等间距, 非等间距则需修正; 若出现异常数据也应剔除再经局部生成^[6]。

4 结 论

灰色理论用于桩基沉降的预测是可行的, 且具有较高的预测精度, 一般采用 4~5 级原始数据建立 GM(1, 1) 模型即可得到较满意的结果。建模方法可推广应用于大量桩基静载荷试验中沉降量的预测, 为进一步分析桩基承载性能提供依据。本文诚挚感谢福建省建筑科学研究院伊建晋工程师大力支持, 在此表示衷心的感谢!

参 考 文 献

1 JGJ 94-94 建筑桩基技术规范

2 GB 50007-2002 建筑地基基础设计规范.
3 邓聚龙. 灰色系统基本方法. 武昌: 华中工学院出版社, 1987. 44~118
4 祝龙根, 刘利民, 耿乃兴. 地基基础测试新技术. 北京: 机械工业出版社, 1999. 126~127
5 张国祥, 朱利香. 地基极限承载力的灰色预测. 工程勘察, 1998(3): 14~16
6 罗战友. 单桩竖向极限承载力的灰色预测: [学位论文]. 西安: 西安建筑科技大学, 2001

收稿日期: 2003-12-15

(上接第 73 页)

侧壁的外形来评价。由于侧壁主要受的是压应力, 而石灰岩的抗压强度一般又较大, 而且侧壁工作相对来说容易做, 看得见摸得着, 所以其结论比之顶板和底板来说也是比较好做的。

5 结 论

论证天然洞体稳定性评价主要是抓两头带中间。天然洞体围岩的顶板、底板、侧壁三者的稳定,

顶板的稳定最重要。围岩顶板的稳定性与天然洞体的形成原因、岩石的成层条件、断面形状、裂隙情况、漏水情况, 天然洞体形成和稳定的时间、山体的地质构造条件等密切相关。要结合天然洞体顶板、底板、侧壁三者的稳定性情况综合做出天然洞体稳定性结论。

收稿日期: 2003-12-16