

文章编号: 1005—0523(2005)02—0015—03

长衡段软岩水理特性研究

颜 文¹, 周丰峻², 郑明新¹

(1. 华东交通大学 土木建筑学院, 江西 南昌 330013; 2. 总参兵三所, 河南 洛阳 471023)

摘要:软质岩水理特性较差给对路基稳定性造成严重影响. 本文通过对软质岩所含粘土矿物成分类型及含量、崩解和软化特性的试验研究, 分析水对软质岩填筑路基稳定性影响程度, 对类似软岩填筑路基的适用性具有重要的参考价值.

关 键 词:软岩水理性; 崩解性; 软化性

中图分类号: F532.3

文献标识码: A

1 概 述

软岩作为一类极其特殊的岩石在我国乃至全世界范围内分布都非常广泛, 其中泥岩与页岩就占地球表面所有岩石的 50% 左右. 它与工程建设息息相关, 特别是对大坝、隧洞、边坡工程的稳定性起控制作用, 如四川中江县马鞍山隧道粘土岩膨胀导致变形与垮塌; 贵州各地区边坡滑动灾害中由软弱层引起的约占 60%. 在世界上有关水工建筑物事故的统计中, 由于软岩的存在而引发的众多, 如: 美国圣弗兰西斯坝, 因粘土胶结的砂砾岩被水浸润软化而引起滑动; 印度的堤格拉坝, 在砂页岩互层中发生滑动等^[1,2]. 由于软岩易风化、易膨胀、易崩解等特殊性质, 使其对工程建筑的影响较大. 随着高速公路、铁路在软岩地区的大规模兴建, 大规模的隧道开挖, 使得深入了解软岩的性质显得尤为紧迫. 而水理特性使其中较为重要的性质之一. 目前对岩样水理特性的研究主要通过崩解、耐崩解性等实验进行研究. 笔者针对长沙至衡阳段的泥质千枚板岩、沙质千枚板岩和泥质粉砂岩进行了水理性质的研究进而对其作稳定性评估.

2 所含粘土矿物类型及含量测定

矿物成分试验分为两部分, 一部分是针对软岩块体, 一部分是针对全风化碎屑物, 试验的目的是探讨软岩在风化过程中的物性特征的变化进而对软岩填筑路基的稳定性发展趋势作出定性的预测, 从而初步判断软岩以及软岩碎屑物的填料类别与可行性.

试验类别为矿物鉴定与 x—衍射分析. 由试验结果可知(具体结果见表 1), 泥质千枚板岩与砂质千枚板岩含黏土矿物主要是高岭石, 风化前后矿物成分及其含量基本上没有太大的变化在 40% 左右, 同时没有发现工程性质较差的伊利石与蒙脱石等黏土矿物, 从本质上有利于路基工程的长期稳定性, 但是其绢云母的含量较高, 对填料的力学指标有较大的影响, 客观上不利于路基的稳定性. 而泥质粉砂岩块状与碎屑混合物除含有 40% 左右高岭石外还含有 5%~10% 的蒙脱石, 蒙脱石具有较强的膨胀性, 因而水解性质较差, 地下水或地表水对路基稳定性及耐久性有较大的影响.

收稿日期: 2004—06—10

作者简介: 颜 文(1979—), 女, 江西抚州人, 在读研究生.

表 1 软岩及其全风化土状碎屑物矿物成分试验结果

类别	状态	矿物成分及含量
泥质千枚板岩	块状	绢云母 30%±, 高岭石 35%± 石英 30%±, 长石 5%±
	碎屑	绢云母 30%±, 高岭石 35%± 石英 30%±, 长石 5%±
砂质千枚板岩	块状	绢云母 20%±, 高岭石 15%± 石英 55%±, 长石 10%±
	碎屑	绢云母 25%±, 高岭石 20%± 石英 50%±, 长石 5%±
泥质粉砂岩	块状	蒙脱石 10%±, 绢云母小于 5%± 石英 40%±, 长石 15%± 方解石 30%±
	碎屑	蒙脱石 5%±, 绢云母 30%± 高岭石 35%±, 石英 30%± 长石 5%±, 方解石 20%±

为:

$$I_{dn}=\frac{M_n}{M}\times 100\%$$

(1)

式中: I_{dn} — n 个标准循环后的岩石耐崩解指数;

M_n — 第 n 个标准循环后试验筒内残留岩样的干燥质量, g;

M — 试件总的干燥质量, g.

试验用岩样为泥质千枚板岩、砂质千枚板岩和泥质粉砂岩. 每类岩石取 9 组, 每组 10 块. 为测定试件含水率对崩解性的影响, 对试件分烘干和自然含水两种情况进行试验, 试验结果见表 3.

表 3 耐崩解性指数试验结果

岩石名称	耐崩解性指数(%)					崩解状况
	第一次 循环	第二次 循环	第三次 循环	第四次 循环	第五次 循环	
泥质千枚板岩	76.1	55.3	42.5	33.6	26.7	崩解较强烈
砂质千枚板岩	94.8	90.5	85.6	82.2	77.9	崩解一般
泥质粉砂岩	78.0	62.7	55.3	51.6	48.4	崩解不强烈

从试验结果看出, 泥质千枚板岩呈碎岩块状, 而砂质千枚板岩、泥质粉砂岩呈整体块状, 经五次循环后几乎不发生崩解破坏, 仅在局部沿微裂隙、节理开裂, 只是一种机械性的破坏. 从饱和含水率与天然含水率看, 前后含水率也无较大的变化, 由此可见泥质千枚板岩具有微弱的膨胀性, 为弱~中等胶结, 而砂质千枚板岩、泥质粉砂岩几乎不具有膨胀性, 胶结较好.

泥质千枚状板岩与砂质千枚状板岩的耐崩解性指数有较大差别, 分析原因主要在两个方面, 一方面是胶结物及其胶结程度不一样, 另一方面风化程度及其矿物成分不一样.

此外, 从试验结果看, 数据较少未见很明显的抗耐崩解能力与点荷载强度的相关性(图 1), 但从试验结果不难看出泥质粉砂岩的点荷载强度最高, 反而其第五次循环的耐崩解性指数却接近泥质千枚状板岩, 从这里看泥质粉砂岩抵抗干湿循环的能力较差, 分析原因主要是泥质粉砂岩具有一定的膨

3 崩解特性试验

崩解是指岩石在水中发生软化崩解的现象, 该特性是岩石水理性的重要特征之一. 崩解试验是测定具有原状结构的岩石在水中的崩解速度, 从而鉴别岩石胶结程度和膨胀性能强弱的方法. 通常采用如下指标对崩解特性进行评价: 崩解时间, 即一定体积的岩样完全崩解所需的时间; 崩解特征, 即岩样在崩解过程中的各种现象; 崩解速度, 即崩解过程中的质量损失与原岩样质量之比及与时间的关系; 耐崩解指数. 耐崩解指标可采用专用耐崩解仪测取. 为能真实地反映软质岩崩解特性及崩解程度的差异, 本研究采用了岩石直接入水崩解观察法和崩解仪定量评估法.

3.1 岩石直接入水崩解试验

现场取样后, 按烘干、保持自然含水率、日晒或风干 8h 三种方式对岩样进行处理, 然后放入水中跟踪观察崩解过程. 本试验共采集了 3 个岩种共 30 件岩样, 试验结果如表 2 所示.

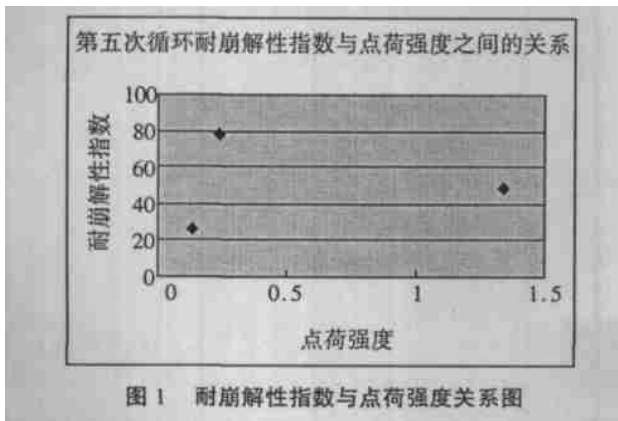
表 2 岩样崩解试验结果

岩样	岩样处理方式		
	烘干	自然含水率	自然风干 8h
泥质千枚板岩	部分崩解	基本不崩解	部分崩解
砂质千枚板岩	不崩解	不崩解	不崩解
泥质粉砂岩	部分崩解	部分崩解	部分崩解

3.2 耐崩解指数试验

该试验是用来评估岩石遭受干湿循环之后, 岩石样品对软化和崩解作用所表现出来的抵抗能力. 本文采用国际岩石力学学会实验室委员会推荐的实验方法进行研究. 每组岩样选用 10 块有代表性的试样, 敲去尖锐棱角并稍加磨圆, 再将岩石试件被放入带有筛孔的转筒内, 转筒进入水槽中, 并以 20 r/min 的速度旋转 10 min 后, 将试件烘干至质量稳定并测取其重量, 然后再进行第二循环, 一般进行 5 次循环. 每次循环后转筒内所剩试样烘干后的质量与原试件总质量之比, 即为耐崩解指数, 表示^[3]

胀性所致,这也从另一个侧面反映了泥质粉砂岩的膨胀性较千枚状板岩强.



4 矿岩的软化性

岩石浸水后强度降低的现象称为岩石的软化性.大量试验表明,几乎所有的岩石都具有软化的性质,但软岩的软化性质表现尤为明显.岩石的软化性常用软化系数来衡量,其定义为岩石饱水岩样的抗压强度与自然风干岩样的抗压强度之比^[4],即:

$$K_F = R_w / R_c \tag{2}$$

式中: K_F —软化系数;
 R_w —岩石浸水后的抗压强度;
 R_c —岩石干燥时的抗压强度.

软化系数是判定岩石耐风化、耐水浸能力的指标之一. K_F 值愈小则岩石的软化性愈大,浸水后岩石强度的变化也愈显著.当 K_F 值大于 0.75 时,认为软化性很小,当 K_F 值接近于 1 时,可认为岩石不软化.软化系数的测定有许多方法,但由于软岩标准试件在制取上存在一定的困难,同时为了防止试件在加工时受水的影响,我们采用了点荷试验法,通过测取不规则试件的浸水抗压强度和干燥抗压强度来求得软化系数.

本次试验对泥质千枚板岩、砂质千枚板岩和泥质粉砂岩进行了软化试验,结果见表 4.由软岩软化系数试验结果可看出,长衡段的软岩软化特性比较强烈,千枚状板岩软化系数范围为 0.28~0.32,泥

质板岩的软化系数值为 0.32~0.38,泥质粉砂岩软化系数为 0.52~0.62,这说明千枚状板岩和泥质板岩浸水后极易软化,水稳定性不好.

表 4 软岩软化系数测定结果

岩种	软化系数
泥质千枚板岩	0.28~0.32
砂质千枚板	0.32~0.38
泥质粉砂岩	0.52~0.62

5 结 论

通过对泥质千枚板岩、砂质千枚板岩和泥质粉砂岩水理特性的研究,可得出如下结论:

- 1) 对于全风化的泥质千枚状板岩来说,其耐崩解能力差,最好将其当作土来对待,根据全风化碎屑物的特征来确定其最优含水量与最大干密度与相应的孔隙率,应考虑风化程度不同而确定不同施工压实标准.
- 2) 泥质千枚状板岩与砂质千枚状板岩在施工过程中应充分破碎,以防止填土因材料的软化与崩解而发生过的大的沉降,影响路基的稳定性与耐久性.
- 3) 软质岩的水理性强弱与所含的粘土矿物有关,也与含水率的交替变化程度有关.一般保持天然含水率状态下浸水的矿岩,水理性显现程度较小,而发生失水过程的矿岩再浸水后,其水理性就变得极其强烈.

参考文献:

[1] 何满潮.软岩工程技术现状及展望[M].北京:煤炭工业出版社,1999.

[2] Bienawski. T. Felsklassifikation; stander Technikund Moglichkeitender Nomnung [A] In: Anon. Forschungsberichte Des Transpor twesens[C], 1981. 2~9.

[3] 铁道部第一勘测设计院.工程地质试验手册[S].北京:北京铁道出版社,1982.

[4] 蔡美峰,何满潮,刘东燕.岩石力学与工程[M].北京:科学出版社,2002.

(下转第 32 页)

Application of a New Floatation—tensile Method in the P·C· Bridge Construction

LING Hong-yi¹, PENG Ai-hong¹, YU Guang-hua¹, LIANG Xiao-guang²

(1. Jiangxi Highway Bridge Engineering Bureau, Nanchang 330009; 2. Shunyi Branch of BeiJing Highway Management Bureau, Beijing 100012, China)

Abstract: According to the application of a new floatation—tensile method in the bracing construction of ZhangJiang branch line No. 1 bridge, the basic principle and key points are introduced about the new construction method. The merits and faults are presented by comparing the common method with the new method. Some valuable suggestions are presented for the similar PC bridges construction.

Key words: floatation—tensile method; bracing bar; no bond prestressing

(上接第 17 页)

Study on Hydrolytic Weakening Properties of ChangHeng Soft Rocks

YAN Wen¹, ZHOU Feng-jun², ZHEN Ming-xin¹

(1. School of Civil and Architectural Engineering, East China of Jiaotong University, Nanchang 330013, ;
2. The Three Research of General Staff Engineering, Luoyang 471023, China)

Abstract: The bad hydrolytic weakening properties of soft rocks caused serious influence on the stability of the soft rocks. Based on test and research on the types and contents of clay minerals contained in soft rock and their crumbling and softening properties, this paper analyzed the degree affected by water to the embankment engineering packed by soft rocks. This offers important reference value for the in similar embankment engineering packed by soft rocks.

Key words: hydrolytic weakening properties of soft rocks; curlnbliness; softness