

高速公路红砂岩路基沉降观测研究

Research on Settlement Observation of Red Sandstone Roadbed in Expressway

谢欣

XIE Xin

中国中铁七局集团有限公司, 河南 郑州 450016

China Railway Seven Engineering Group Co. Ltd., Zhengzhou 450016, Henan, China

【摘要】 通过实地观测并应用Plaxis沉降计算软件,研究了衡大和怀新高速公路2个典型断面的沉降问题,发现2种研究方法的沉降差值随着观测时间的推移而逐渐减小。研究表明:红砂岩路基严格按照规范和试验要求施工可以满足高速公路路基填料的要求;Plaxis沉降计算软件能够比较准确地预测后期路基沉降,是一种研究路基沉降的有效方法。

【Abstract】 Through on-site observation and combining it with Plaxis calculation software, two typical sections settlement of Hengda and Huaixin expressway are studied, and the settlements differences of two methods decreased with time process are found. The result shows that red sandstone could satisfy the requirement of roadbed materials if the construction specifications are strictly followed, and Plaxis calculation software can forecast later settlement of roadbed accurately, which could be an effective measurement for studying roadbed settlement.

【关键词】 高速公路;红砂岩路基;沉降观测;Plaxis沉降计算

【Key words】 expressway; red sandstone roadbed; settlement observation; Plaxis settlement calculation

中图分类号:U416.01

文献标识码:B

文章编号:1000-033X(2008)03-0035-03

0 引言

湖南广泛地分布着红砂岩,并多为泥状结构的粘土类岩和粒状结构的碎屑类岩。该地区红砂岩的工程特性主要表现为^[1]:强度因胶结物质的差异而变化颇大,受水浸湿或在大气环境下受干湿循环作用,岩石呈块状或粒状崩解碎裂,或软化崩解呈泥状,强度降低,工程性质变差。为避免远距离借土及对耕地的占用,节省造价,保护环境,湖南高速公路有很多都建立在红砂岩上。为确保高速公路建设质量,对红砂岩的路用性能开展研究有着十分巨大的经济和社会意义。

1 红砂岩的主要特征

红砂岩主要呈粒状碎屑结构和泥状胶结结构2种典型形式^[2],因胶结物质和风化程度的差异,其强度变化大。多数红砂岩在挖掘或爆破出来后,受大气环境的作用崩解破碎、甚至泥化,岩块的大小及颗粒级配将随干湿循环的时间过程而变化,其物理力学性质也发生变化。

1.1 红砂岩的工程特性

(1) 遇水崩解、膨胀 红砂岩在干湿循环作用下易崩解成小碎块,体积略有增加,膨胀率为1%~4%。

(2) 高吸水性、透水性 红砂岩崩解或碾压成细粒状后吸水性较强,很快达到饱和状态,压实度虽能达到要求,但空隙率实测达0.103~0.167,因此其透水性相对较强。

(3) 低粘结性 破碎后重新组合的红砂岩粘结性能低、易松散,做压实度检测时很难取到块状样品,这说明红砂岩路基的整体性或板块性较差。

(4) 易风化性 在外力作用下,由于大气、温度、湿度的影响,红砂岩易风化;遇水不仅软化,还加快了风化进程;经过风、水、光几次循环作用,红砂岩易破碎,利于压实。

(5) 不均匀沉降 由于粒径难以百分之百地控制均匀,加上红砂岩易风化及遇水易软化等特性,红砂岩路堤易出现较大的不均匀沉降。

1.2 红砂岩的工程分类

为了便于分析,试验时根据红砂岩的浸水崩解特性强弱将其分为3种类型。

(1) I类红砂岩 亲水性粘土矿物含量高,烘干试样浸水24 h后呈泥状或渣状崩解;岩石自由膨胀率平均值为42.41%,具有膨胀性;浸水时间对压实试件浸水膨胀量影响不大,但膨胀量随次数增加而增加。而未压实试件的水稳定性和强度稳定性差,属软质页岩,其单轴极限抗压强度小于15 MPa。

(2) II类红砂岩 烘干试样浸水24 h后呈块状崩解,一般具有碎屑结构特征;岩石自由膨胀率平均值为18.63%,不具有膨胀性;浸水次数对浸水膨胀量影响不大,但浸水时间影响较大;水稳定性和强度稳定性较I类红砂岩好,多属软质页岩,其单轴极限抗压强度小于或稍大于15 MPa。

(3) III类红砂岩 烘干试样浸水24 h后不崩解,或棱角处有少量崩解,崩解量小于总重量的1%;强度较高,与普通未风化砂岩的性质接近,单轴极限抗压强度可达60~70 MPa。

衡大、怀新高速公路沿线分布着3种类型的红砂岩,其中I类和II类占绝大部分,III类较少。试验研究表明:III类红砂岩没有浸水崩解的特性,其物理力学性质与普通砂岩无异,施工中可视为普通岩石用作筑路石料。

2 红砂岩填石路基实例分析

2.1 路基沉降观测的目的

(1) 根据实测数据控制填土速率以保证路堤在施工中的安全与稳定。

(2) 根据实测曲线预测工后沉降,确定构造物和面结构的施工期,将工后沉降控制在设计允许范围。

(3) 实测路基沉降为施工计算提供依据。

为了掌握红砂岩路基动态沉降变形规律,分析路基运行变形趋势,于2003~2005年对红砂岩路基进行了连续沉降观测和边坡变形观测,沉降观测点埋设于路基中心和左右两侧路肩。元件埋设采用钻孔的方法,根据现场的施工进度和现时填土标高,用钻机从现时填筑的路基上钻孔至测点位置,再将位移传感器放入并用砂浆固定好下端,然后灌砂填孔,用砂浆固定位移传感器上端,最后将测量线引到路基边坡上,并用砂浆保护测头,做好标志。同时,为了更好地保护元件,采用PVC管包住线头,使其不至于被边坡填土覆盖,也更方便观测人员读取数据。

2.2 衡大高速公路K6+080断面沉降观测分析

该断面为II类红砂岩路基面,填筑总高9.96 m,中测点总沉降107.39 mm,边测点总沉降106.12 mm。图1为观测点

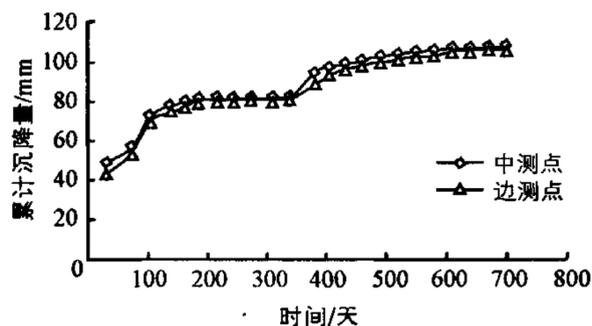


图1 观测点K6+080路基沉降-时间曲线

K6+080路基沉降-时间曲线。

从图1中K6+080路基断面的观测结果可以看出,施工过程中填土比较均匀,沉降曲线变化平缓,总的沉降值较小,这主要是由于这类红砂岩的稳定性和强度较好。早期沉降值增加较快,尤其是100天以前沉降值几乎呈直线增加,102天时沉降值达到了总沉降值的67%。随着时间的增加,沉降值趋于稳定。在340~380天,沉降值出现了1次波动,究其原因主要是降雨量的增多导致沉降值增大,随后沉降值又慢慢趋于稳定。

2.3 怀新高速公路K14+640断面沉降观测分析

该断面为I类红砂岩软基高路堤填筑面,路基为稻田清淤后填筑,路况较复杂,填筑总高14.40 m,中测点总沉降365.31 mm,边测点总沉降361.86 mm。图2为观测点K14+640路基沉降-时间曲线。

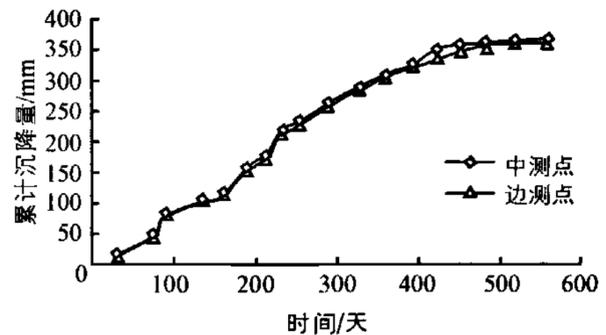


图2 观测点K14+640路基沉降-时间曲线

从图2中K14+640路基断面的观测结果可以看出:沉降曲线变化幅度较大,总的沉降值较大,这主要是由于该路基为稻田清淤后填筑,稳定性和强度较差。在观测期内,该断面的沉降值一直在增大,560天时沉降值达到了360 mm。

3 Plaxis沉降计算软件原理与应用

Plaxis沉降计算软件为研究路基系统的沉降变形规律提供了强大的多功能计算平台和多种本构模型,经过多年开发与研究,现已被广泛应用在土木工程界。

岩土应力应变关系归纳起来可以分为:第一类是弹性模型;第二类是粘塑性模型;第三类是流变模型。一个理想的岩土模型应该能准确地描述土在任意时刻、任意荷载情况下的变形与空隙压力,并将强度作为其应力-应变关系的上限。要选择一种数学模型来全面、准确地反映这些复杂关系的所有特点是非常困难的。比较切合实际的做法是针对某一特定的问题、特定的土料及具体的工程特性,寻找一种既能反映问题重点,又具有简单形式的本构模型。

为了简化计算,本文提出2个假设:第一,为了避免填料中存在过多大块红砂岩而使问题更复杂,假设路基填筑材料作了较好的预崩解措施;第二,假设其本构模型为Mohr-Coulomb完全弹塑性模型。Mohr-Coulomb模型是一个有固定屈服表面的本构模型,其屈服表面应力点的性状是纯弹性的,所有应变都是可恢复的,其屈服条件是将库仑摩擦定律延伸到一般应力状态。

3.1 Plaxis在衡大高速公路K6+080断面的应用

图3、4给出了衡大高速公路K6+080断面观测值与电算值的对比曲线。

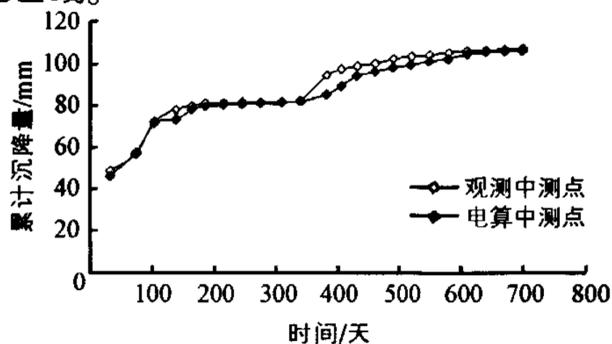


图3 中测点观测值与电算值的对比

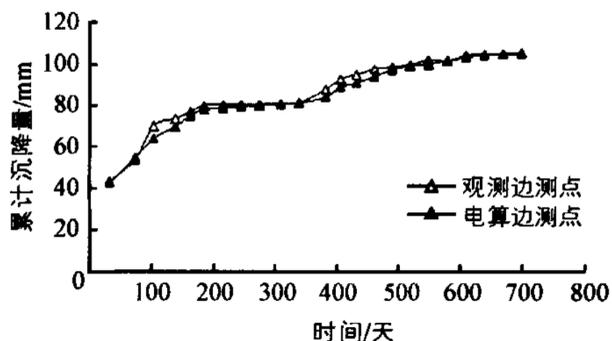


图4 边测点观测值与电算值的对比

从图3、4中可以看出：中测点、边测点的2条沉降曲线在340天以前都吻合得较好，340~550天出现了分叉，550天以后又吻合较好。出现上述现象的主要原因是340~550天这个观测期内，湖南正处于4~10月多雨的季节，降雨的增多导致了观测沉降值的增大，从而使得观测值与电算值有一定的误差。

表1给出了衡大高速公路K6+080断面的最终沉降值。从表中可以看到，总的实际观测值和软件计算值的沉降都较小，二者的差值也较小，2种方法都很好地反映了该类红砂岩路基的沉降问题。

	中测点	边测点
实际观测值	107.39	106.12
软件计算值	106.18	106.24
差值	1.21	0.12

3.2 Plaxis在怀新高速公路K14+640断面的应用

图5、6给出了怀新高速公路K14+640断面观测值与电算值的对比曲线。

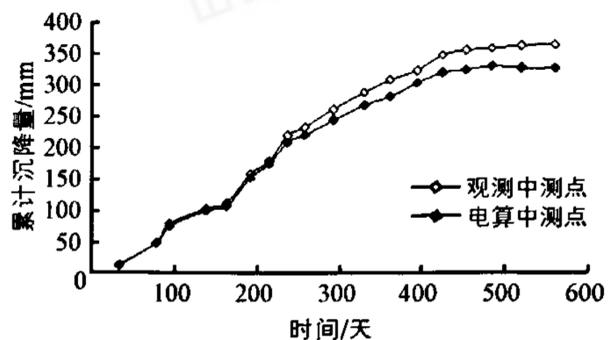


图5 中测点观测值与电算值的对比

从图5、6中可以看出，中测点、边测点的2条沉降曲线在240天以前都吻合得较好，240天以后出现了分叉，2种算法存在较大差异，笔者认为出现上述现象的主要原因可以总结归纳如下。

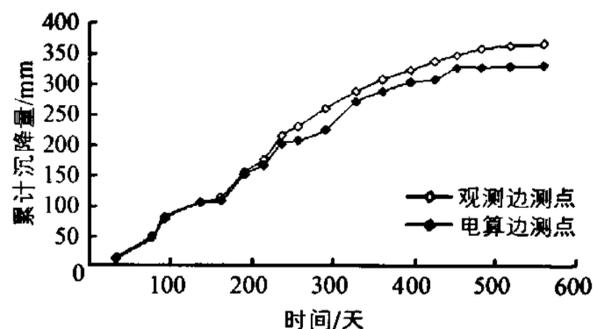


图6 边测点观测值与电算值的对比

(1) 施工过程中没有严格控制预崩解的措施，填筑体可能有较大岩块，导致路基在施工填筑期没有很好地压实，以至后期岩块崩解产生较大变形；再加上可能出现其他特殊情况(比如变荷载以及动力荷载)下产生的沉降。

(2) 岩石蠕变变形沉降一直是填石路基沉降预测的一个难点，要研究出相应的粘弹性本构模型是一项长期而艰苦的科研工作。Mohr-Columb完全弹塑性模型未考虑其蠕变变形，而假设在填筑完毕其沉降就应该相应消失，这与现场还是有一定差距。

表2给出了怀新高速公路K14+640断面的最终沉降值。从表中可以看到，在观测期内总的实际观测值和软件计算值的沉降都较大，二者的差值也较大。但根据2006年7月的观测数据显示，600天以后2种方法的沉降差值不超过10 mm。

	中测点	边测点
实际观测值	365.31	361.86
软件计算值	327.57	326.44
差值	37.74	35.42

4 结语

本文结合湖南高速公路红砂岩路基的沉降观测数据，深入探讨了红砂岩作为路基填筑材料的合理性，由此得到如下结论。

(1) 红砂岩作为一种比较特殊的路基填料，具有良好的路用性质。只要在填筑过程中严格按规范要求合理施工，I、II类红砂岩经过预崩解处理后完全可以用作高速公路路基填料。

(2) 结合Plaxis沉降计算软件对几个特殊路段典型断面进行了沉降计算预测，取得了较好的计算结果。实测数据和软件计算二者相结合，可以较准确地预测工后沉降，为合理恰当地施工提供依据。

参考文献：

[1] 胡新民,廖汉城.基于红砂岩工程特性的路用研究[J].筑路机械与施工机械化,2004,21(8):50-52.
 [2] 杨 枫.红砂岩填筑高速公路路堤的机械化施工[J].筑路机械与施工机械化,2006,23(2):52-54.

收稿日期:2007-12-10

[责任编辑:谭忠华]