

全风化花岗岩填料在公路路基中的适用性研究

孙欢 刘波 杨耀淳

中建七局安装工程有限公司 河南 郑州 450000

摘要: 本文研究依托南阳S329项目,开展全风化花岗岩作为路基填料的试验研究,探讨其可行性和适用性。从风化花岗岩的矿物成分分析入手,开展全风化花岗岩作为路基填料的试验研究,探讨其可行性和适用性。同时探讨全风化花岗岩水泥改良土的室内试验研究。如能移挖做填,则既可以减少丢弃的土石方量,又可以减少借方。特别是如果路基填料能使用全风化花岗岩,则能够减少大量借方,可带来很大的经济效益和社会效益。

关键词: 全风化花岗岩填料; 水泥土; 现场试验

Study on the Applicability of Completely Weathered Granite Filler in Highway Subgrade

Sun Huan, Liu Bo, Yang Yaochun

China Construction Seventh Bureau Installation Engineering Co., Ltd. Zhengzhou 450000, Henan

Abstract: Based on the Nanyang S329 project, this paper carried out an experimental study on the use of fully weathered granite as subgrade filler, and discussed its feasibility and applicability. Based on the analysis of mineral composition of weathered granite, the feasibility and applicability of completely weathered granite as subgrade filler are discussed. At the same time, the laboratory test study on the improved soil of completely weathered granite cement is discussed. If we can move and fill, it can reduce the amount of discarded earth and rock, and reduce the debit. Especially if the subgrade filling can use weathered granite, it can reduce a large number of debits, which can bring great economic and social benefits.

Key words: completely weathered granite packing; cement; field test

1 工程概况

南阳S329线石桥白河桥至潦河坡改建工程所经地区全风化花岗岩的分布非常广泛,所占长度约11km,这个长度在全线总长度比重约50%。项目区域多为低山丘陵区,地形起伏比较大,路堑工程集中大量分布,所经过的地层大部分是全风化花岗岩。全风化花岗岩作为路基部分填料,采取什么样的质量控制指标和施工控制参数才能满足线路标准的技术要求。

本文研究依托南阳S329石桥白河桥至潦河坡改建工程项目,选取K15、K21两个取土点开展室内外试验研究。地质成因的不同以及风化程度的不同。K15风化花岗岩多呈灰色或白色,其原生矿物含量极高,风化花岗岩的长石含量非常大,粘滞阻尼小(无剪胀现象),扰动后原结构破坏,呈松散的砂砾夹土状,工程性质很差。通过施工达到的压实度比较低,土质粘结力低,在车辆载荷长期的作用下路基土特别容易发生沉降,这样会造成累积残余变形很大。

2 全风化花岗岩作为路基填料研究

考虑土石调配,在考虑到不破坏沿线环境的情况下,合理利用土地,拟采用全风化花岗岩作为路基填料,方法采用

路堑挖方。由于沿线全风化花岗岩的物理力学性质存在很大差异,粘结力小,结构松散,水稳性也较差,这增加了全风化花岗岩填筑的路基的不确定性,质量控制很难进行,所以有必要对原生矿物含量较高的全风化花岗岩作为路基填料进行研究。同时有部分路堑花岗岩呈土状,原生矿物的含量较少,次生粘土矿物多,若其作为路基填料,其适用性则需要进一步通过室内试验以及现场填筑试验确定。

试验用土取自于南阳S329线石桥白河桥至潦河坡改建工程K15工点(灰色花岗岩)和K21工点(红色花岗岩),其野外特征是:全风化花岗岩一般呈砂土状,其物理性质与第四纪形成的砂、土既相似又不尽相同。K15段全风化花岗岩根据风化类型其相应的土体性质分别为:全风化,层厚10~20m,呈砂土状,Ⅲ级硬土, $\sigma_0 = 200\text{kPa}$;强风化,呈碎块状,Ⅳ级软石, $\sigma_0 = 400\text{kPa}$;弱风化,节理发育,Ⅴ级次坚石, $\sigma_0 = 1500\text{kPa}$ 。K21段全风化花岗岩根据风化类型其相应的土体性质分别为:全风化,层厚5~20m,呈砂土状,Ⅲ级硬土, $\sigma_0 = 200\text{kPa}$;强风化,呈碎块状,Ⅳ级软石, $\sigma_0 = 400\text{kPa}$;弱风化,节理发育,Ⅴ级次坚石, $\sigma_0 = 1500\text{kPa}$ 。

岩石受到各种因素影响,如气候、矿物、结构构造、裂

隙和生物,进而会发生物理风化、化学风化和生物风化,然而在不同的组合因素下,不同岩石所表现出的风化程度会有很大的差异,从而导致工程性质迥然不同。

全风化花岗岩是花岗岩体在各种分化作用下形成的产物,一般情况下,矿物成分原岩相比有本质的区别,但多保留在原位并具有它的原始性状,尤其以石英颗粒表现更明显。所以全风化花岗岩仍保持原岩粒状结构,具有相当高的结构强度,外表看起来像岩石。

同时根据既有的研究成果,全风化花岗岩的粒径分布、颗粒组成和矿物成分是其微观和结构成分的主要特征,同时也是其工程性质的关键影响因素。

结合南阳S329线路标准(1)公路等级:二级;(2)设计时速:80km/h;(3)横坡:2%;(4)路基宽:12m。当选用级配砂砾石和级配碎石时要严格控制它们的细集料的液限以及塑性指数,也就是说要严格控制细粒土粒径在0.5mm以下的含量。若细粒土含量高,将会增大塑性指数,并会使填料的强度和刚度降低,水稳性变差。

综合以上情况,同时拟定全风化花岗岩填筑路基适用性条件的研究内容及思路:

(1)结合矿物成分分析,确定其作为路基填料本质属性的条件。

(2)分析两个取土场的粒径分布、颗粒级配情况以及随着外界条件变化的变化,进一步根据现行规范确定填料的变化情况。

(3)全风化花岗岩抗剪强度特性研究。

(4)全风化花岗岩作为路基填料动态特性研究。

(5)击实特性、现场填筑变形特性和孔隙率情况研究。

在以上五点研究的基础上,提出适用性标准:以矿物成分作为关键性参数指标,结合现行规范填料组别划分情况,重点跟进动、静强度特性确定适用性,并运用现场填筑变形特性和压实特性,进一步复核施工性和施工质量控制难易程度,形成适用性评价链。

3 全风化花岗岩水泥土工程特性研究

3.1 全风化花岗岩水泥土累积残余应变与加载次数关系,如图3.1-1所示。

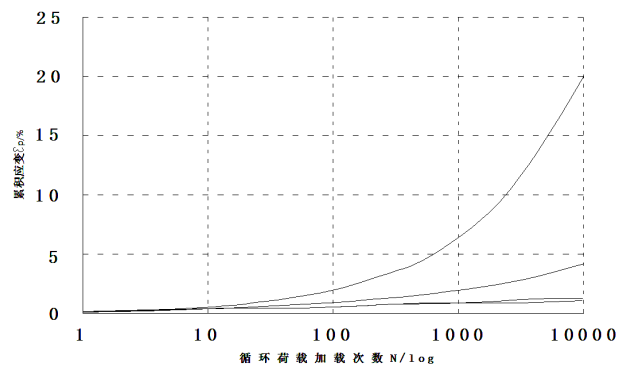
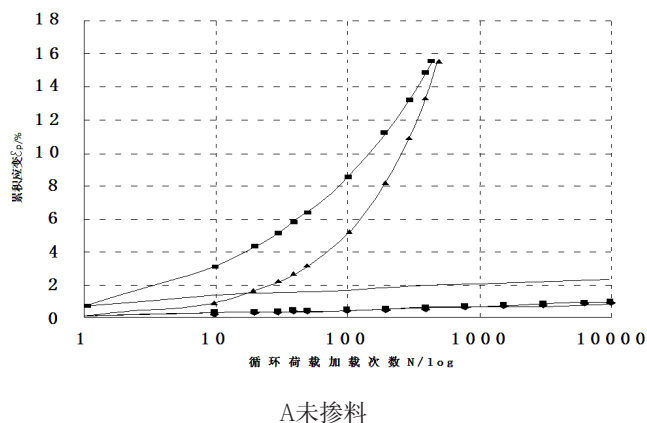


图3.1-1 全风化花岗岩水泥土累积残余应变与加载次数关系

试验以K15的灰白色全风化花岗岩1组,准备8个土样,其实际含水率在10.0%~10.4%,干密度在 $1.98\text{g/cm}^3 \sim 2.13\text{g/cm}^3$ 之间。含水率基本和干密度基本没有变化。试样制作过程类似于前述,在制样前加入水泥,并拌合均匀,然后击实成样,并养护六天,第七天放入水中,让其充分饱和,并可以保证试样做实验过程中试样基本饱和,从加水泥后试样累积残余应变与加载次数的关系看,临界动应力有所提高,循环动应力为80kPa的时候,循环10000次累积的塑性应变约为4%左右。

3.2 K15水泥土无侧限抗压强度试验

对K15取土场全风化花岗岩采用了五组不同水泥掺量,并进行7d无侧限抗压强度试验。分别水泥掺入质量百分比为2%、3%、4%、5%、6%。

试验时加载速度采用的是轴向应变速率控制,采用统一的应变速率为1%/min。试样直径、高度分别为5cm、10cm。

试验制作时应控制含水率在11%左右,试样的最大粒径不超过5mm,击实功跟三轴试验一样。试验时试样含水率为9.8%~10.6%,干密度为 $1.99\text{g/cm}^3 \sim 2.13\text{g/cm}^3$ 。不同水泥含量试样7天的无侧限抗压强度见表3-1

表3-1 不同水泥掺量7天无侧限抗压强度(MPa)

取土场	水泥掺量%			
	3	4	5	6
K15	0.4	0.768	0.982	1.302

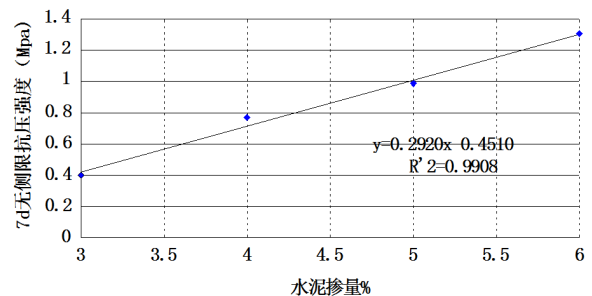


图3.2-1 不同水泥掺量与其7d无侧限抗压强度关系曲线

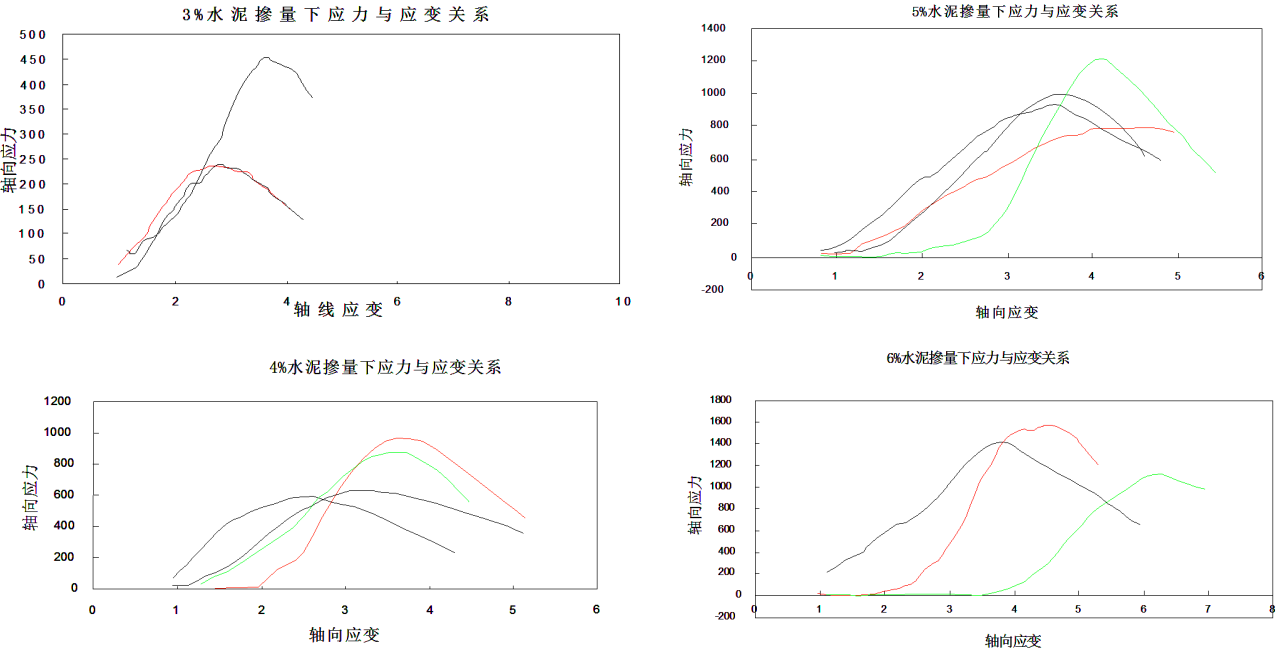


图3.2-2 轴向应力与应变关系试验曲线

3.3 K15水泥土颗粒分析

水泥改良土颗粒粒径变化的筛分试验是将拌合的水泥改良土，存放7天，烘干并重新筛分进行的，改良土颗粒分析按照公路土工相关试验规程进行。

在室内进行了3%、4%水泥改良土7天后的颗粒分析试验。试验发现，水泥改良土颗粒分析曲线略有左移（图3.3-1），颗粒粗化效果比较明显，表明细粒土掺加水泥后其颗粒组成发生了变化，产生了粗化现象。

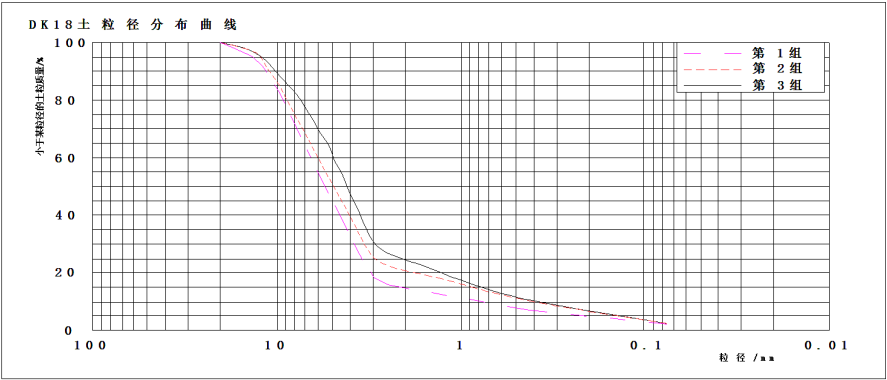


图3.3-1 水泥改良土颗粒分析曲线

3.4 K15水泥土击实分析

采用干法制样，按照四分法准备5份试样，在估计最优含水率附近，分别对5份试样，按约2%的级差加入不同水份并拌

合均匀，闷料时间为24小时左右，按照公路工程土工试验规程中的标准重型击实试验方法击实，试验结果如图3.4-1所示：

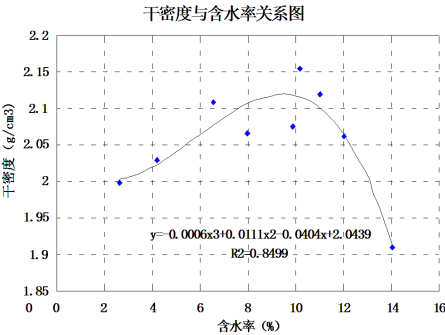


图3.4-1 4%水泥改良土干密度与含水率的关系

标准重型击实情况下水泥改良土击实揭示曲线由具有明显双峰特点,变为可以用三次曲线拟合的特点,但是拟合后数据仍旧比较离散,击实最优含水率和干密度参考值分别为10%,最大干密度在 $2.12\text{g}/\text{cm}^3$ 。

4 结论

(1)按现行公路土工试验规程判定K15取土场填料为级配良好砾,细粒含量小于规范规定的比例,可以定为路基填料,但进一步通过矿物成分特性、颗粒易破碎特征以及动力特性等试验与理论分析,同时结合现场填筑变形特性、孔隙率检测成果分析,该填料可以作为设计时速为 $80\text{km}/\text{h}$ 二级公路路基填料。但该填料在车辆载荷长期的作用下特别易发生沉降,该填料作为路床填料的时候须要考虑物理或化学改良,根据其物理力学特性建议该填料采用掺水泥改良的方案。

(2)根据不同水泥掺量改良土单轴抗压强度试验成果,推荐该类型花岗岩填料水泥最小掺量为4%(质量百分比),单轴抗压强度与水泥掺量之间基本呈线性关系。

(3)水泥掺量为4%时,现场施工控制最优含水量为10%左右,标准重型击实试验参考值为 $2.12\text{g}/\text{cm}^3$ 。

在选择路基路床表层填料的时候,应该更加慎重,在符

合规范的基础上,建议结合现场填筑情况,进一步分析其矿物成分,并将其结果作为是否能采用的物质条件,同时辅以颗粒破碎特性分析、动力特性测试等手段综合确定,以减小后期基床病害发生的。

参考文献

- [1] 韩琪,陈汉聪,廖仁喜. 阳江市花岗岩残积土工程地质评价和基础选型[J]. 西部探矿工程,2004,10:15-16.
- [2] 张文华. 花岗岩残积土的抗剪强度及土质边坡稳定分析[J]. 水文地质工程地质,1994,03:41-43.
- [3] 陈洪江. 花岗岩类全风化带的工程地质特性[J]. 港工技术,1995,03:61-65.
- [4] 戴福初,李焯芬,王思敬. 松散击实火山岩坡残积土的应力应变特性及其对滑坡的意义[J]. 岩土工程学报,1999,03:1-6.
- [5] 王景芝,李安洪,肖红兵,蒋关鲁. 饱和全风化花岗岩地基土压缩特性的研究[J]. 铁道建筑,2009,06:73-76.
- [6] 赵建军,王思敬,尚彦军,岳中琦. 全风化花岗岩抗剪强度影响因素分析[J]. 岩土力学,2005,04:624-628.
- [7] 侯江波,王永和,蔡君君,衣永亮. 全风化花岗岩石灰改良土室内试验分析[J]. 公路,2009,04:213-216.