

改良土二次掺灰工艺的石灰剂量检测方法

向文俊¹,刘爱兰¹,吴育琦¹,牛宏斌¹,王保田²,张文慧²,田正宏²,张福海²

(1.江苏省高速公路建设指挥部,江苏 南京 210005;2.河海大学土木工程学院,江苏 南京 210098)

摘要 公路建设中路床和路基部分大量使用了石灰(或水泥)改良土,为了保证改良土中含灰量达到设计要求,需要在不同时间检测改良土的灰剂量.为适合二次掺灰工艺,提出了 EDTA 标准液消耗量随时间降低的标准曲线,把它应用于宁淮高速公路路基改良土现场灰剂量检测中,得到了合理的测试结果.结论对改进灰剂量检测方法和控制工程质量有重要意义.

关键词 石灰改良土 灰剂量检测 标准曲线

中图分类号 :TU441⁺.2 **文献标识码** :A **文章编号** :1000-1980(2004)03-0313-03

江苏省南京市至淮安市的高速公路(简称宁淮公路)是省高速公路网规划中“纵三”高速公路的重要组成部分,为江苏省重大基础设施建设项目,全长 110 多 km,其中 92 km 区域的膨胀土地基用改良膨胀土作为路堤填土.在 92 km 的膨胀土路段,设计采用石灰改良土作为路堤填土.室内和现场试验表明,改良膨胀土不具有膨胀土性质,压缩性低,抗剪强度高,是良好的路堤填筑材料.现场填土的实际性质,受改良土含灰量高低和均匀性控制.已经建成的高速公路中,改良土路段出现质量事故,主要是改良土中石灰分布不均匀所致.为了保证本工程高质量建成,在现场进行施工工艺试验,以获得均匀拌灰的方法.同时针对二次掺灰施工工艺,研究合适的石灰剂量检测方法.

1 石灰改良土的施工工艺

为了有利于天然含水率偏高的膨胀土破碎和加快降低含水率,江苏省高速公路建设者探索出了石灰改良土采用二次掺灰的施工工艺.该工艺施工过程大致如下:在取土场挖土过程中,第一次在土中掺加 2% 的生石灰,使土的含水率快速降低并减小土的粘性,使土易于破碎.第一次掺灰后将土料翻拌,在取土坑中堆放 3 d,称作“焖灰”.3 d 后,把含灰量 2% 的土料运到路基上,摊平、翻拌、破碎,进一步降低土的含水率和土块大小.当土的含水率降低到高于最优含水率 5% 左右时,进行第二次掺灰,对于设计石灰含量 5% 的灰土,第二次掺加 3% 的消石灰(含灰量以生石灰质量计量).第二次掺灰后,用稳定土拌和机粉碎、拌和土料,直到土料最大土块直径小于 50 mm,含水率低于最优含水率加 3% 时,检测石灰剂量.若石灰剂量、含水率和土块大小等指标均符合要求,开始碾压,碾压必须用 18 t 以上压实机械在 1 d 之内连续压实到设计干密度.

2 灰剂量检测标准曲线改进

规范中^[1]给出的灰土石灰剂量检测方法为 EDTA 滴定法,该方法假设石灰一次性掺加,检测在石灰掺加后 7 d 内完成,并假设 7 d 内土中有效氧化钙和氧化镁含量不变(实际上是固定质量土样消耗的标准 EDTA 溶液体积不变).该试验方法的假设与本工程实际相差较远,同时随着土中石灰掺入时间增加,试样消耗标准 EDTA 溶液体积将逐步降低.为了在灰土压实前快速准确测定其含灰量,必须对规范中 EDTA 滴定法进行改进,使其能够适应二次掺灰工艺和掺灰到检测的时间间隔变化(由于不同气候条件,含水率降低速度也不同).试验改进思路是尽量模拟施工工艺过程,改进标准曲线的形式,以符合改良土实际施工过程.

2.1 标准试样掺灰过程模拟实际施工工艺

在现场取土坑进行一次拌灰时,取土测量含水率,按照干土质量的 2% 掺入检测合格的生石灰,将石灰和土一起拌匀,使最大土块的直径小于 50 mm,以此作为标准试样.将试样装入塑料桶内模拟现场焖料过程,

把标准试样每天翻拌一次,用手工进行破碎,并适当风干降低含水率。

当灰土现场进行第二次掺加消石灰时,将标准样在相同时间准确掺加需要的消石灰。现场土用粉碎机粉碎风干时,标准样也进行粉碎风干,过 2 mm 筛。当标准样含水率与路基填土的含水率都降低到最优含水率加 3% 的范围以内时,在填土和标准样中同时取样进行 EDTA 滴定试验。

2.2 标准试样土料养护过程模拟填土施工过程

标准试样土料养护过程要求尽量模拟填土施工过程,主要指土料含水率降低过程和掺灰后到含灰量检测时的时间过程两者做到基本保持一致。标准样第一次和第二次掺灰时机与填土料一致,标准样含水率降低时机和速度与填土料基本一致。这样标准样 EDTA 溶液消耗量将作为判断填土料灰剂量的标准。若填土料的 EDTA 溶液消耗量低于标准样 EDTA 溶液消耗量,填土料石灰含量低于标准样的灰剂量;若填土料的 EDTA 溶液消耗量高于标准样 EDTA 溶液消耗量,填土料石灰含量高于标准样的灰剂量。若同时进行几种灰剂量的标准试样 EDTA 溶液消耗量滴定,用内插法可以得到实际填土的准确灰剂量。

2.3 试验过程和试验结果

文献[1]中规定,稳定土中的水泥或石灰剂量的测定方法为 EDTA 滴定法,并认为用本试验方法测定水泥和石灰稳定土中的水泥或石灰剂量在 7 d 内不受龄期的影响。宁淮公路路堤填土采用二次掺灰工艺,如对于 5% 的灰土,第一次掺灰 2%,第二次掺灰 3%。这样,从第一次掺灰到路堤上土料拌匀后进行灰剂量检测的时间可能会大于 7 d,同时由标准试样滴定法测试结果表明,在 7 d 内,EDTA 标准液的消耗量随时间不断降低,或者说测出的灰剂量随时间衰减。在施工过程中,需要随时抽查碾压土的质量,因此,需要在碾压后一段时间内能随时测试改良土灰剂量。

为了避免拌灰后随检测时间不同造成测出的灰剂量随时间衰减问题,同时考虑二次拌灰施工工艺,将石灰剂量测定方法在规范规定方法的基础上进行改进。改进后的试验方法模拟了二次掺灰工艺,并且考虑了 EDTA 标准液的消耗量随时间不断降低的问题。按照现场典型施工工艺,试验结果仍然用标准曲线表示,试验方法如下:

a. 现场取 7 kg 土样,剔除石块和有机质后拌匀,测量含水率后分成 6 份,每份质量 1 kg,作为制作标准试样用土。

b. 照干土质量的 2% 向其中的 5 份土样中掺生石灰并拌匀。掺灰前检验石灰质量,保证石灰达到设计要求的等级。

c. 将 1 份素土和 5 份含 2% 生石灰的土装入塑料桶内堆放 3 d,每天拌和一次,模拟实际取土坑中的拌土过程。

d. 在第一次掺灰后的第 4 天,再向 5 份含 2% 生石灰的土中掺加不同含量的消石灰,使这 5 份土形成含灰量分别为 4%,5%,6%,8%,10% 的灰土。在消石灰添加到土中后将土拌匀、粉碎,使土块最大颗粒小于 2 mm,然后将素土和灰土均放入塑料桶中堆放。这样制作的模拟了施工拌灰过程、严格控制含灰量的土样称作标准试样。

e. 在第二次掺灰后的第 2 天,从 6 份含灰量不同的标准试样(含灰量分别为 0%,4%,5%,6%,8%,10%)中分别取出 160 g,风干到碾压含水率附近(本工程取 16%~18%)。把风干到合适含水率的土装入塑料袋并准确测定各土样的含水率。

f. 在第二次掺灰后的第 3 天,从 6 份风干土中各取 100 g,按照文献[1]规定的方法进行 EDTA 滴定,并将结果校正到 100 g 干土消耗的 EDTA 标准液的体积。分别得到第二次掺灰后的第 3 天各含灰量试样的 EDTA 标准液消耗的体积。

g. 再分别在第二次掺灰后的第 4 天、第 6 天、第 9 天、第 19 天和第 39 天,从 6 份含灰量不同的土(含灰量分别为 0%,4%,5%,6%,8%,10%)中分别取出 160 g,风干到碾压含水率附近。把风干到合适含水率的土装入塑料袋并准确测定各土样的含水率。然后,分别在各试样风干后的第 2 天,即第二次掺灰后的第 5 天、第 7 天、第 10 天、第 20 天和第 40 天进行 EDTA 滴定,并将结果校正到 100 g 干土消耗的 EDTA 标准液的体积。分别得到第二次掺灰后的第 5 天、第 7 天、第 10 天、第 20 天和第 40 天各含灰量试样的 EDTA 标准液消耗的体积。

图 1 所示标准曲线与规范[1]中给出的标准曲线相比,考虑了拌灰工艺和拌灰后不同灰剂量检测时机对灰土试样的 EDTA 标准液消耗体积的影响。用该曲线作为改良土灰剂量检测的标准曲线,可以在需要的任意

时刻比较准确地检测出灰土的石灰剂量.虽然为获得标准曲线多做了一些试验,但在工程检测过程中,使用改进的标准曲线与规范给出的方法同样方便.

3 利用改进的标准曲线检测灰剂量程序和试验结果

石灰改良土中的灰剂量测定可按照如下步骤进行:在现场改良灰土粉碎完成、含水率降低到可碾压的含水率范围后,取土进行EDTA滴定,还可以在任意需要的时刻取样进行试验,用滴定时时刻距第2次掺灰时间和EDTA标准液消耗量查图1得灰剂量,这种灰剂量同时考虑了二次掺灰工艺和EDTA标准液消耗量随时间衰减的问题.现场两个试验段设计含灰量为5%的灰土,在不同时间进行的灰剂量分析见表1.由表1可见,尽管不同时间进行石灰剂量分析时,EDTA标准液消耗量随测试时间与掺灰时间之间的间隔延长而逐渐降低,但图1查得的灰剂量平均值基本不随时间变化,这表明本文建议的测试方法较好地解决了土中有效CaO和MgO含量随时间衰减对灰剂量检测的影响问题.表中给出的含灰量变化范围有些不同,这是由于每次含灰量试验取点不同,含灰量分布不均匀所致.

表 1 两个试验段不同时间灰剂量检测成果

Table 1 Detected results of lime content in stabilized soil of the two field testing sections at different time

试验段 编号	掺灰后 2 d			掺灰后 25 d			掺灰后 41 d		
	测点数 /个	含灰量/%		测点数 /个	含灰量/%		测点数 /个	含灰量/%	
		范围	均值		范围	均值		范围	均值
K170 + 680 ~ K170 + 840	10	4.7 ~ 6.0	5.4	7	4.0 ~ 6.9	5.3	11	4.0 ~ 5.2	4.6
K173 + 600 ~ K173 + 740	8	3.2 ~ 6.0	4.6	10	3.8 ~ 6.3	4.7	13	3.4 ~ 5.6	4.3

4 结 论

规范[1]中介绍的EDTA滴定法是检测石灰(或水泥)改良土中石灰(或水泥)含量的标准方法.由于石灰与土发生反应后,不同时间用EDTA滴定法测量,消耗的EDTA标准溶液体积随时间不断减少.本文试验表明一定含灰量土体EDTA标准溶液体积随时间减少呈现对数衰减规律,采用考虑时间因素后的改良标准曲线,能够在任意需要的时间进行改良土中灰剂量的滴定,结果有较高的精度,满足工程建设需要.

参考文献:

[1] JTJ057-94,公路工程无机结合料稳定材料试验规程[S].

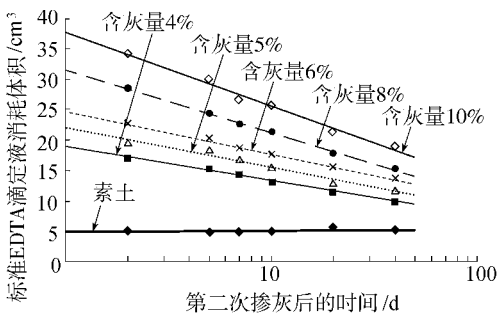


图 1 灰剂量检测的改进标准曲线

Fig.1 Modified standard curves for detection of lime contents in stabilized soil

Detecting method for lime content in the two-step lime mixing technology of stabilized soil

XIANG Wen-jun¹, LIU Ai-lan¹, WU Yu-qi¹, NIU Hong-bin¹, WANG Bao-tian²,
ZHANG Wen-hui², TIAN Zheng-hong², ZHANG Fu-hai²

(1. Jiangsu Provincial Department of Expressway Construction, Nanjing 210005, China ;
2. College of Civil Engineering, Hohai Univ. , Nanjing 210098, China)

Abstract : In expressway construction, lime or cement stabilized soils are widely used in subgrade section, and the detection of lime content should be performed frequently so as to ensure the lime content satisfying the design requirement. In this paper, a standard titration curve reflecting the reduction of the consumption of EDTA standard fluid with time is proposed for the two-step lime mixing technology and applied to field detection of lime content in stabilized soils of subgrade of the Ninghuai Expressway, and the detected results are reasonable. Conclusions drawn in this paper are of great significance to improvement of the detecting method of lime content and guarantee of project quality.

Key words : lime stabilized soil ; lime content detection ; standard titration curve