

宁淮高速公路改良膨胀土压实特性研究

向文俊¹,牛宏斌¹,施接锋¹,王保田²,张文慧²,张福海²

(1.江苏省高速公路建设指挥部,江苏 南京 210005;2.河海大学岩土工程研究所,江苏 南京 210098)

摘要 宁淮高速公路有 90 多 km 的路段通过膨胀土地区,路堤用石灰改良膨胀土填筑.为指导施工和控制填土质量,研究了最大干密度试验方法.结果表明,不同制样过程的石灰改良膨胀土标准击实试验获得的最大干密度有明显差别,其中湿法击实试验的试样含水率变化过程与现场石灰改良土的含水率变化过程相同.因此,工程建设只能用湿法获得的最大干密度作为压实度控制标准.

关键词 宁淮高速公路 改良膨胀土 最大干密度 压实度

中图分类号 :TU443 **文献标识码** :A **文章编号** :1000-1980(2004)04-0434-03

宁淮高速公路有 90 多 km 的路段通过膨胀土地区,其路堤用石灰改良膨胀土填筑.石灰改良土施工质量控制指标主要有石灰剂量和压实度.其中压实度定义为压实土的干密度与标准击实试验获得的最大干密度之比.试验表明,不同的制备试样过程所得石灰改良土的最大干密度有明显差别.其中用稳定土试验规程^[1]规定的干法击实试验获得的最大干密度值最大,由此所算得的压实土压实度较低.现场测试显示,外观压实良好的填土经常会发生检测压实度低于规范值 90% 的情况.为此,参考素土击实试验规程^[2,3],研究备样过程中不同含水率变化过程和不同掺灰时机对最大干密度的影响程度,并选用合适的标准击实试验结果作为控制施工碾压质量的最大干密度.

1 击实试验方法与最大干密度的关系

为了比较击实试验制备试样过程的合理性,先介绍现场改良膨胀土的施工工艺.该工艺为:先快速降低填土含水率,即在取土坑向土中添加质量分数为 2% 的生石灰,拌匀后堆放,使土体含水率降低、粘性减小,工程上称作“砂化”.大约堆放 3 d 后,将含 2% 石灰的土体运到路堤摊铺后,粉碎到最大粒径 80 mm 以下,当土体含水率达到比最优含水率高 5% 左右时,再向土中添加质量分数为 3% 的消石灰,拌匀粉碎后碾压.

高液限粘土和结构性强的改良土,采用干法击实试验和湿法击实试验获得的最大干密度有明显差别^[2,3].文献^[4,5]采用不同击实功和不同试验方法研究了土体最大干密度的变化规律.在宁淮高速公路中,建设单位、监理单位和施工单位的现场实验室也采用干法击实试验结果控制压实质量.河海大学同时进行了干法和湿法击实试验,并对试验结果进行了对比分析.为了说明两种结果的差别,将试验方法和部分试验结果介绍如下.

1.1 干法击实试验

干法击实试验制样方法有以下几种:

第 1 种 将土样含水率先风干到 10% 以下,加质量分数为 2% 的生石灰,同时再加水至预定的最优含水率上下各 3 个试样,每个试样间含水率相差 2% ~ 3%.在塑料袋内放置 3 d 后加质量分数为 3% 的消解灰,再在塑料袋中放置 3 d 后做重型标准击实试验.采用这种方法进行击实试验时,灰土击实后的最大干密度和最优含水率均比素土低.3 次击实试验结果如图 1 所示.

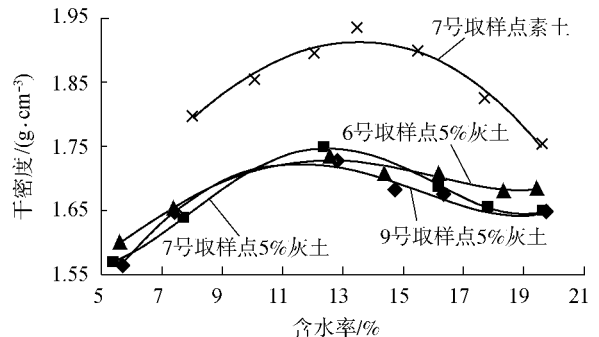


图 1 第 1 种制样方法的素土和 5% 灰土干法击实试验结果

Fig.1 Experimental results of dry compaction of natural soil and 5% lime content soil with the sample made by the first method

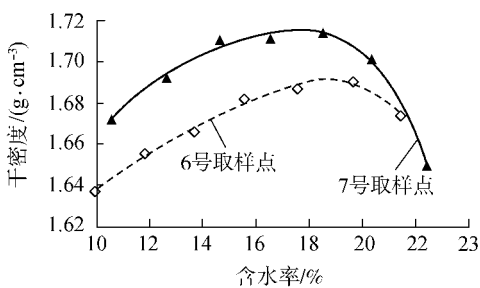


图 2 第 2 种制样方法质量分数为 5% 的灰土干法击实试验结果

Fig.2 Experimental results of dry compaction of 5% lime content soil with the sample made by the second method

第 2 种 测定天然土的含水率后进行第 1 次掺灰.在土样内掺加质量分数为 2% 的生石灰后堆放 3 d,每天拌和 1 次.然后将塑料桶内的土料倒出并拌匀.第 4 天掺加质量分数为 3% 的消石灰后放置 24 h,随后先将土样含水率风干到 10% 以下并测定含水率,再将土样粉碎并过 5 mm 筛,最后加水至设定的不同含水率.将加水后的土样装入塑料袋并加以密封,放置 24 h 后进行击实试验.该试验操作步骤除第 1 步向天然含水率土样加灰与第 1 种方法不同外,以后操作步骤都相同.由此操作步骤得到的最大干密度比第 1 种干法击实试验得到的干密度要低.这是由于第 1 次掺灰与土的反应比较充分,土粒间粘聚力增加所致.该操作步骤所得击实试验结果如图 2 所示.

与图 1 试验结果相比,图 2 中最大干密度有所降低,最优含水率明显增大.说明膨胀土改良过程中,石灰掺加时机和掺灰后土的含水率变化方式会影响土体的压实特性.这两种干法击实试验备样过程与宁淮高速公路填土实际碾压施工工艺有明显差别,风干后再加水的过程与实际施工工艺不符,试验结果不能作为施工质量控制的标准.

第 3 种 宁淮高速公路总监办实验室从现场总结出了一种能够顺利得到比较好的击实试验曲线的方法——半干半湿击实试验方法,实际上是一种干法击实试验方法.该试验方法现场操作步骤为:将取来的土样直接掺加质量分数为 2% 的生石灰,将试样堆放 3 d 后将含水率降低至 8% ~ 10%,再加配置成不同含水率的试样并掺加质量分数为 3% 的消石灰,堆放 3 d 后粉碎并过 5 mm 筛后做击实试验.该试验方法获得的结果与第 2 种方法击实试验结果相近.

1.2 湿法击实试验

与现场施工工艺最接近的湿法击实试验过程为:第 1 天,将天然含水率的土样拌匀、破碎使最大颗粒小于 5 cm,测含水率后掺质量分数为 2% 的生石灰,将土料堆放 3 d,每天翻拌 1 遍,模拟现场第 1 次在取土坑中的备料过程.第 4 天掺质量分数为 3% 的消石灰拌匀后放置 24 h.第 5 天将土样过 5 mm 筛,然后按不同含水率风干后制备成 7 个试样(保证最佳含水率上下至少各有 2 点),相邻试样的含水率之差为 2% 左右.将备好的土样用塑料袋装好并密封放置 24 h 后于第 6 天进行击实试验.该试验方法与现场施工工艺接近,试验备料时间与现场一致,因此试验结果最符合实际情况.击实试验结果如图 3 所示.

除采用了上述湿法击实试验制样方法外,还在工程中尝试了以下不同备料过程的湿法击实试验方法:先使土样含水率接近最优含水率,然后往各土样中加质量分数为 2% 的生石灰后将其放入塑料袋放置 3 d 后加质量分数为 3% 的消石灰,再放置 3 d 后于第 7 天进行击实试验.该法在第 1 次掺灰前要降低含水率,后两次掺灰和击实前均不再降低含水率.这样获得的击实曲线没有峰值,如图 4 所示.

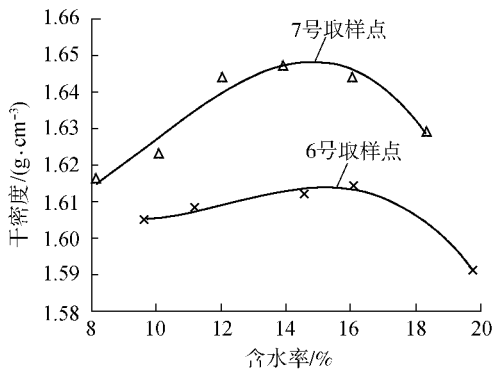


图 3 质量分数为 5% 的灰土湿法击实试验结果

Fig.3 Experimental results of wet compaction of 5% lime content soil

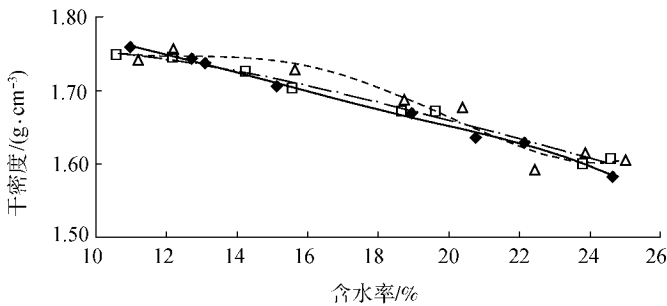


图 4 质量分数为 5% 的灰土先降低含水率后掺灰的击实试验结果

Fig.4 Compaction results of 5% lime content soil with water content reduced before lime added

2 结 论

不同制样方法获得的石灰改良土的最大干密度和最优含水率有明显差别,表明改良土的击实特性与试样制备过程中含水率的变化过程关系密切.因此,只有试样的含水率变化过程与实际施工工艺一致的湿法击实试验结果才能用来评判土的现场压实质量.若采用干法击实试验获得的最大干密度控制现场压实度,将出现压实良好的填土其检测的压实度反而会偏低的现象.

参考文献:

- [1] JTJ 057—94 公路工程无机结合料稳定材料试验规程[S].
- [2] SL 237—1999 土工试验规程[S].
- [3] JTJ 051—93 公路土工试验规程[S].
- [4] 张志权. 提高击实试验试验结果准确性的探讨[J]. 岩土工程界, 2004, 7(5): 31—37.
- [5] 张莉萍. 击实实验若干问题的探讨[J]. 山西建筑, 2002, (5): 24—25.

Study on compaction characteristics of improved expansive soil of Ninghuai Expressway

XIANG Wen-jun¹, NIU Hong-bin¹, SHI Jie-feng¹, WANG Bao-tian², ZHANG Wen-hui², ZHANG Fu-hai²

(1. Jiangsu Provincial Department of Expressway Construction, Nanjing 210005, China ;

2. Geotechnical Research Institute of Hohai Univ., Nanjing 210098, China)

Abstract : There are more than 90km of expansive soil foundation along the Ninghuai Expressway, and the embankment of the expressway is constructed with the improved lime expansive soil. For guidance of construction and assurance of quality of soil compaction, a study was performed on the test method for the maximum dry density. Standard compaction tests showed that the maximum dry densities of the improved lime expansive soils with the samples made by different processes were quite different, while the variation of the moisture content of the samples from wet compaction tests was the same as that of the field improved lime soil. Therefore, only the maximum dry density obtained by wet compaction can be used as a criterion for control of compaction ratio in practical projects.

Key words : Ninghuai Expressway ; improved expansive soil ; maximum dry density ; compaction ratio