

水泥粉煤灰稳定碎石压实特性

Compaction Characteristics of Cement and Fly Ash Stabilized Crushed Stones

尹冉¹, 刘洪海², 王小雄¹, 陈强³

YIN Ran¹, LIU Hong-hai², WANG Xiao-xiong¹, CHEN Qiang³

1. 陕西高速机械化工程有限公司, 陕西 西安 710075

2. 武汉理工大学材料科学与工程学院, 湖北 武汉 430063

3. 湖北高速公路开发有限公司, 湖北 武汉 430051

1. Shaanxi Expressway Mechanization Engineering Co. Ltd., Xi'an 710075, Shaanxi, China

2. School of Material Science and Engineering, Wuhan University of Technology, Wuhan 430063, Hubei, China

3. Expressway Development Co. Ltd. of Hubei, Wuhan 430051, Hubei, China

【摘要】从水泥粉煤灰稳定碎石的基本性质出发, 对其进行击实试验, 并提出了5种试验方案。通过对击实试验结果以及压实特性的分析得出: 每个击实功都对应一个最大干密度, 且随着击实功的增加, 最佳含水量减少, 最大干密度增大以及其他相关结论。

【Abstract】The compaction of cement and fly ash stabilized crushed stones is tested in order to find out the basic characteristics, and five test schemes are put forward. The conclusion is given by analyzing the result and compaction characteristics, which says that each compaction is associated with one maximum dry density. According to the increment of compaction, the optimal water content is going down, while the maximum dry density is increasing on the other hand.

【关键词】水泥粉煤灰; 稳定碎石; 压实特性; 击实试验

【Key words】cement and fly ash; stabilized crushed stone; compaction characteristic; compaction test

中图分类号: U416.03

文献标识码: B

文章编号: 1000-033X(2008)05-0049-03

0 引言

水泥稳定碎石基层具有结构整体性强、承载力大、刚度大、水稳性和抗冻性高等优点, 但是水泥稳定碎石会不可避免地产生收缩裂缝并反射到沥青面层上, 从而影响面层的质量和使用寿命。粉煤灰是火力发电厂排放的废渣, 含有具有火山灰反应性能的硅铝质材料。水泥稳定碎石混合料作为基层时, 在混合料中掺加一定量的粉煤灰能改善和易性, 提高后期强度, 并且能显著提高抗裂性能^[1]。水稳基层的压实效果会直接影响基层的强度指标, 实践证明: 压实不足的基层将过早出现面层的早期破坏现象^[2]。因此对水稳碎石的压实特性进行研究具有重要的现实意义和实用价值。

试验表明: 如果将粉煤灰与水泥均视为水泥粉煤灰稳

定碎石(以下简称水稳碎石)混合料的结合料, 则结合料与集料最优比例范围是(13:87)~(17:83)^[3-4]。此比例采用内掺法, 将水泥剂量设为4%, 换算成公路路面基层施工技术规范要求的外掺法(将粉煤灰视为集料的一部分), 最优比例范围为(9.5:90.5)~(13.7:86.3)^[5]。本文采用水泥:粉煤灰:集料=4:10:90的比例作为试验级配, 通过试验研究不同击实功下最大干密度与最佳含水量的关系, 探讨水稳碎石的压实特性。

1 原材料基本性质

水泥采用英金河水泥厂的P.O32.5慢凝普通硅酸盐水泥, 初凝时间245 min, 终凝时间410 min, 安定性等各项指标符合国家标准。粉煤灰取自赤峰元宝山电厂, 细度(45 μm)43%, 烧失量1.5%, 各项指标符合规范要求^[6]。集料采用赤峰吉奎碎石场的玄武岩石料, 其技术指标见表1。集料共

分4级,各级的筛分及合成级配见表2和图1。

表1 集料的技术指标

集料	表观密度/(g·cm ⁻³)	压碎值/%
2 [#]	2.967	11.0
4 [#]	2.833	11.0

表2 碎石集料级配组成

级配	通过下列筛孔的质量百分率/%							
	31.5 mm	26.5 mm	19 mm	9.5 mm	4.75 mm	2.36 mm	0.6 mm	0.075 mm
1 [#]	100.0	78.1	29.3					
2 [#]	100.0	100.0	75.9	4.7				
3 [#]	100.0	100.0	100.0	85.0	22.8	0.5		
4 [#]	100.0	100.0	100.0	100.0	98.8	70.0	27.9	6.9
级配合成	100.0	96.5	81.2	52.8	44.0	28.6	11.7	2.9
规范要求	100	90~100	72~89	47~67	29~49	17~35	8~22	0~7

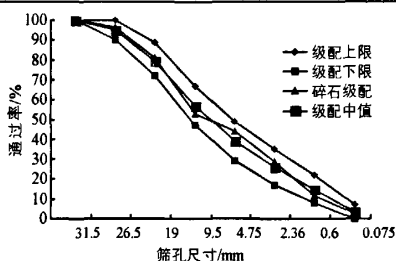


图1 碎石级配

2 击实试验方案设计

为研究不同击实功下水稳碎石的最大干密度与最佳含水量的关系,设计了5种击实试验方法,见表3。

2.1 类别A

采用《公路工程无机结合料稳定材料试验规程》(JTJ 057—94)^[7]表3.1.1中的类别丙,锤重为4.5 kg,锤击面直径为5.0 cm,落高为45 cm,内径为15.2 cm,高为12.0 cm,标准击实筒容积为2 177 cm³,水稳碎石混合料分3层添加,每层击实98次,平均单位击实功为2.677 J。

2.2 类别B

改变类别A中击实次数,每层击实78次,仍分3层添加混合料,其余条件与类别A相同,经计算平均单位击实功为2.131 J。

2.3 类别C

改变类别A中击实次数,每层击实147次,仍分3层添加

表3 试验方法类别

类别	锤的质量/kg	锤击面直径/cm	落高/cm	试筒尺寸			锤击层数/层	每层锤击次数/次	平均单位击实功/J	集料最大粒径/cm
				内径/cm	高/cm	容积/cm ³				
A	4.5	5.0	45	15.2	12.0	2 177	3	98	2.677	37.5
B	4.5	5.0	45	15.2	12.0	2 177	3	78	2.131	37.5
C	4.5	5.0	45	15.2	12.0	2 177	3	147	4.016	37.5
D	3.5	5.0	45	15.2	12.0	2 177	3	98	2.082	37.5
E	5.5	5.0	45	15.2	12.0	2 177	3	98	3.272	37.5

混合料,其余条件与类别A相同,经计算平均单位击实功为4.016 J。

2.4 类别D

采用笔者加工的(与标准重型击实锤外形尺寸相同)击实锤,质量为3.5 kg,其余条件与类别A相同,经计算平均单位击实功为2.082 J。

2.5 类别E

采用笔者加工的击实锤,质量为5.5 kg,其余条件与类别A相同,经计算平均单位击实功为3.272 J。

3 试验结果及压实特性分析

3.1 不同击实功下的最大干密度与最佳含水量

对试验中所有混合料,均先用水将粉煤灰浸湿,掺入碎石拌匀,闷料一夜,并采取防止水分散失;击实时添加水混拌和均匀,整个击实过程在1 h内完成,试验结果见图2^[8-9]。

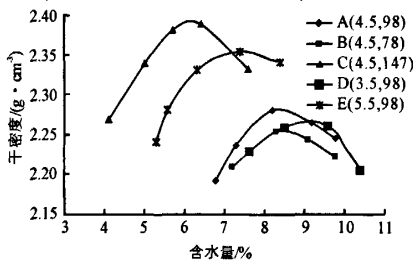


图2 不同击实功下最大干密度与最佳含水量的关系

分析图2中各曲线的关系,可以得出以下结论。

(1) 从曲线的总体来看,击实次数相同时,随着锤重的增加,最佳含水量减少,最大干密度增加,如D、A、E曲线击实均为98次,但锤重分别为3.5 kg、4.5 kg、5.5 kg,含水量由9.2%下降到7.5%,干密度由2.266 g/cm³增加到2.356 g/cm³;锤重相同时,随着击实次数的增加,最佳含水量减少,最大干密度增加,如锤重均为4.5 kg、击实次数增加的B、A、C曲线。从击实功的角度分析,随着击实功的增加,最佳含水量减少,最大干密度增加,而且每个击实功都对应一个最大干密度。

(2) 在击实功相差20%左右的情况下(如A、D曲线),增加锤重将使曲线左移,即最大干密度增大,最佳含水量减少;增加击实次数使曲线上移,即干密度增加较明显,而对含水量影响不大,如A、B曲线所示。施工时,若含水量处在最佳

含水量附近,则适当地增加压路机压实遍数便可以达到更大的密实度。

(3) 比较A、C、E三条曲线,发现E比A在最大干密度附近更平缓,即锤重增加导致最大干密度对含水量的敏感性降低;而C的击实曲线比A要陡,说明增加50%击实次数后,除干密度显著增加外,混合料对含水量的变化也变得敏感。由此可见,若实际施工中采用的压路机较重,则混合料的含水量控制可以放宽,或者在较低的含水量下压实,以减少基层的干缩裂缝。

(4) D的干密度比B的干密度大,可能是由第3层击实时表面的松散引起的,因为在击实过程中D比B的第3层表面要平整、密实,或者是两者击实功较接近,干密度的误差是由试验误差或级配误差等引起的。从这2条曲线还可以看出:当击实功较接近时,干密度相差不大,但最佳含水量相差可能较大。如果想在含水量较小的情况下压实,应采用较重的压路机。

3.2 粉煤灰细度对最大干密度与最佳含水量的影响

符合规范要求的粉煤灰的0.3 mm筛孔通过率为90%,研究中发现粉煤灰的细度对击实结果有一定影响,采用标准重型击实的试验结果见图3。

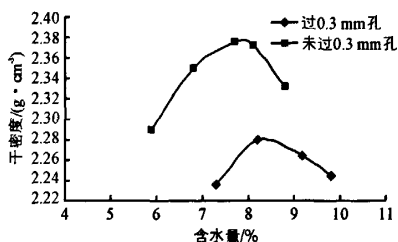


图3 不同粉煤灰细度下的干密度与含水量的关系

粉煤灰过0.3 mm筛后细度增加,比表面积增大,浸湿同样质量的粉煤灰需要更多的水,在标准重型击实情况下导致混合料最佳含水量增大、干密度减少。由此可见,实际施工时若粉煤灰细度变化较大,则需要重做击实试验,确定新

的干密度作为施工的标准。

4 结语

(1) 每个击实功都对应一个最大干密度,且随着击实功的增加,最佳含水量减小,最大干密度增大。单位击实功较接近时,干密度相差较小。

(2) 在击实功相差20%左右的情况下,增加锤重将使最大干密度增大,最佳含水量减小;而增加击实次数有利于干密度增大,但对含水量影响不明显。

(3) 采用重型击实的最大干密度对含水量的敏感性降低,据此可以使混合料在较低的含水量下采用重型压路机压实,以减少基层的干缩裂缝。

(4) 粉煤灰的细度对击实的最终干密度和含水量有一定的影响。

参考文献:

- [1] 徐宏,周诚喜.粉煤灰及外加剂对水泥稳定碎石基层干缩性能的影响[J].山东交通学院学报,2004,12(3):30-34.
- [2] 沙庆林.高等级公路半刚性基层沥青路面[M].北京:人民交通出版社,1998.
- [3] 张嘎吱,沙爱民.水泥粉煤灰稳定碎石结合料与集料的比例[J].长安大学学报:自然科学版,2005,25(6):10-13.
- [4] 张嘎吱,沙爱民.水泥粉煤灰稳定碎石配合比设计[J].长安大学学报:自然科学版,2007,27(5):16-20.
- [5] JTJ 034—2000,公路路面基层施工技术规范[S].
- [6] 张超,盛萍.粉煤灰活性评定新方法[J].长安大学学报:自然科学版,2007,27(4):14-18.
- [7] JTJ 057—94,公路工程无机结合料稳定材料试验规程[S].
- [8] 沙庆林.公路压实与压实标准[M].北京:人民交通出版社,1999.
- [9] 冯瑞玲,王园,谢永利.粗粒土振动压实特性试验[J].中国公路学报,2007,20(5):19-23.

收稿日期:2007-10-26

[责任编辑:张宗涛]

文后参考文献著录规则

《筑路机械与施工机械化》杂志已于2006年开始实行文后参考文献新规范,请作者在投稿时提供的参考文献著录项目要更加齐全。专著必须注明所有作者、题名、其他题名信息、出版地、出版者、出版年份及引文页码;如果是专著中的析出文献,还需要注明析出文献所有作者及析出文献题名。杂志期刊必须注明文章所有作者、文章题名、杂志名称、其他题名信息、年份、卷号、期号、文章析出的起迄页码。专利文献必须注明专利申请者或所有者、专利题名、专利国别、专利号、公告日期或公开日期、引用日期。