



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108564239 B

(45) 授权公告日 2021.10.01

(21) 申请号 201810008401.X

(22) 申请日 2018.01.04

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 108564239 A

(43) 申请公布日 2018.09.21

(73) 专利权人 长安大学  
地址 710064 陕西省西安市南二环中段33号

专利权人 延安公路管理局  
河南宏盛工程监理有限公司  
周口市公路勘察设计院

(72) 发明人 陈忠达 徐贵 刘自禧 陈峙峰  
孙生东 李世东 吴永军 路光辉  
李海刚 张建强 孙飞 林君阳  
彭波

(74) 专利代理机构 西安通大专利代理有限责任公司 61200

代理人 徐文权

(51) Int. Cl.  
G06Q 10/06 (2012.01)  
G06Q 50/08 (2012.01)

(56) 对比文件

- CN 101551314 A, 2009.10.07
- CN 102230870 A, 2011.11.02
- CN 102262011 A, 2011.11.30
- CN 105181478 A, 2015.12.23
- CN 105865957 A, 2016.08.17
- CN 106769595 A, 2017.05.31
- US 2014090455 A1, 2014.04.03
- 苏健. 基于振动法的基层材料路用性能研究.《中国优秀硕士学位论文全文数据库工程科技II辑》.2014,
- 常艳婷等. 不同成型方法级配碎石的抗变形性能.《武汉大学学报(工学版)》.2017, 第50卷(第2期),
- Jian-guo Wei ,etc.Performance Contrast of Asphalt Macadam Mixture Based on Different Molding Methods.《2010 International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation》.2010, 第2卷

审查员 刘璧新

权利要求书1页 说明书3页 附图2页

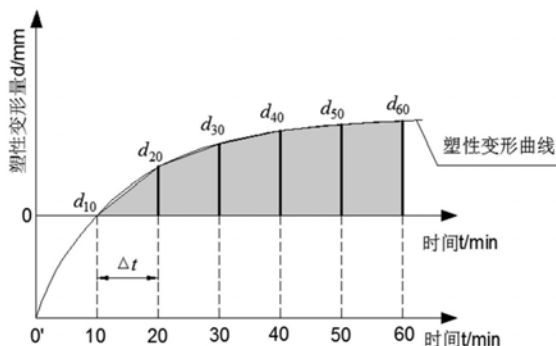
(54) 发明名称

基于PDI指标的级配碎石塑性变形性能评价方法

(57) 摘要

一种基于PDI指标的级配碎石塑性变形性能评价方法,评价模型以塑性变形指数PDI作为评价指标,综合考虑了级配碎石试件在塑性变形试验中多个时刻的塑性变形情况,反映了级配碎石在荷载作用下的塑性变形发展趋势,能够准确地对级配碎石的塑性变形性能进行评价。评价方法采用轮碾仪对试模内的级配碎石混合料进行碾压,形成级配碎石试件,然后将级配碎石试件连同试模放置于试验台上进行塑性变形试验,利用基于PDI指标的级配碎石塑性变形性能评价模型计算出PDI大小,PDI越小,塑性变形性能越好。本

发明试验过程操作简单,数据采集方便,计算简单,能够对级配碎石的塑性变形性能做出客观合理的评价。



1. 一种基于PDI指标的级配碎石塑性变形性能评价方法,其特征在于,包括以下步骤:首先根据试模体积、最大干密度和最佳含水率配制级配碎石混合料,拌匀后装入试模,采用轮碾仪对试模内的级配碎石混合料进行碾压,直至与试模同高,形成级配碎石试件;然后将级配碎石试件连同试模放置于试验台上进行塑性变形试验,每隔10min记录一次塑性变形量;最后利用基于PDI指标的级配碎石塑性变形性能评价模型计算出PDI大小,PDI越小,塑性变形性能越好;所述基于PDI指标的级配碎石塑性变形性能评价模型以塑性变形指数PDI为评价指标,定义为级配碎石塑性变形曲线与荷载作用次数轴所围的面积,亦即级配碎石塑性变形曲线和时间轴所围面积与试验轮往返行走速度的乘积;

近似梯形面积法的计算表达式如下:

$$PDI = (d_{10}/2 + d_{20} + d_{30} + d_{40} + d_{50} + d_{60}/2) \times \Delta t \times N_d$$

式中:PDI为塑性变形指数,mm·次;

$d_{10}$ 、 $d_{20}$ 、 $d_{30}$ 、 $d_{40}$ 、 $d_{50}$ 、 $d_{60}$ 为级配碎石分别在第10min、20min、30min、40min、50min、60min的塑性变形量,mm;其中 $d_{10}=0$ ;

$\Delta t$ 为塑性变形量记录间隔时间,min;

$N_d$ 为试验轮往返行走速度,次/min。

2. 根据权利要求1所述的基于PDI指标的级配碎石塑性变形性能评价方法,其特征在于:所述试模的内侧尺寸长度为300mm、宽度为300mm、厚度为100mm。

3. 根据权利要求1所述的基于PDI指标的级配碎石塑性变形性能评价方法,其特征在于:所述级配碎石试件的密度为最大干密度的100%±1%。

4. 根据权利要求1所述的基于PDI指标的级配碎石塑性变形性能评价方法,其特征在于:进行塑性变形试验时,将试验轮置于级配碎石试件的中央部位,其行走方向与级配碎石试件的碾压方向一致。

5. 根据权利要求1所述的基于PDI指标的级配碎石塑性变形性能评价方法,其特征在于:进行塑性变形试验时,试验持续60min,其中前10min为预压,后50min为正式试验碾压。

6. 根据权利要求1所述的基于PDI指标的级配碎石塑性变形性能评价方法,其特征在于:塑性变形试验在塑性变形试验机中进行,塑性变形试验机的试验轮行走距离为230mm±10mm、试验轮往返行走速度为42次/min±1次/min;试验轮的轮压为0.7MPa±0.05MPa;试验轮往返行走时间为60min。

## 基于PDI指标的级配碎石塑性变形性能评价方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于公路工程领域,具体涉及一种基于PDI指标的级配碎石塑性变形性能评价方法,弥补级配碎石性能评价指标单一的不足,完善级配碎石性能评价系统。

### 背景技术

[0002] 级配碎石材料因其具有取材容易、造价低廉等优点,曾广泛应用于我国早期的公路建设,但受认识水平和技术条件的限制,级配碎石未能实现快速发展与应用,特别是在高等级公路中应用尚少,这与级配碎石性能评价指标单一有着一定的关系。

[0003] 目前主要采用加州承载比CBR值来评定级配碎石性能,但CBR值表征的是级配碎石抵抗局部荷载压入变形的能力,反映级配碎石的承载能力,难以对其变形性能做出客观、准确的评价,而级配碎石基层的破坏主要是由于过大的塑性变形造成的。为此,有必要提出一种能够合理评价级配碎石塑性变形性能的方法,使级配碎石性能评价更为完善。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的在于针对上述现有技术中的问题,提供一种基于PDI指标的级配碎石塑性变形性能评价方法,实现对级配碎石塑性变形性能直观、全面、合理的评价。

[0005] 为了实现上述目的,本发明基于PDI指标的级配碎石塑性变形性能评价模型,以塑性变形指数PDI为评价指标,定义为级配碎石塑性变形曲线与荷载作用次数轴所围的面积,亦即级配碎石塑性变形曲线和时间轴所围面积与试验轮往返行走速度的乘积;

[0006] 塑性变形指数PDI越小,塑性变形性能越好;近似梯形面积法的计算表达式如下:

$$[0007] \quad PDI = (d_{10}/2 + d_{20} + d_{30} + d_{40} + d_{50} + d_{60}/2) \times \Delta t \times N_d$$

[0008] 式中:PDI为塑性变形指数,mm·次;

[0009]  $d_{10}$ 、 $d_{20}$ 、 $d_{30}$ 、 $d_{40}$ 、 $d_{50}$ 、 $d_{60}$ 为级配碎石分别在第10min、20min、30min、40min、50min、60min的塑性变形量,mm;

[0010]  $\Delta t$ 为塑性变形量记录间隔时间,min;

[0011]  $N_d$ 为试验轮往返行走速度,次/min。

[0012] 本发明基于PDI指标的级配碎石塑性变形性能评价模型的评价方法,包括以下步骤:

[0013] 首先根据试模体积、最大干密度和最佳含水率配制级配碎石混合料,拌匀后装入试模,采用轮碾仪对试模内的级配碎石混合料进行碾压,直至与试模同高,形成级配碎石试件;然后将级配碎石试件连同试模放置于试验台上进行塑性变形试验,每隔10min记录一次塑性变形量,即记录第10min、20min、30min、40min、50min和60min的塑性变形量,分别记为 $d_{10}$ 、 $d_{20}$ 、 $d_{30}$ 、 $d_{40}$ 、 $d_{50}$ 和 $d_{60}$ ,其中 $d_{10}=0$ ;最后利用基于PDI指标的级配碎石塑性变形性能评价模型计算出PDI大小,PDI越小,塑性变形性能越好。

[0014] 所述试模的内侧尺寸长度为300mm、宽度为300mm、厚度为100mm。

[0015] 所述级配碎石试件的密度为最大干密度的100%±1%。

[0016] 进行塑性变形试验时,将试验轮置于级配碎石试件的中央部位,其行走方向与级配碎石试件的碾压方向一致。

[0017] 进行塑性变形试验时,试验持续60min,前10min为预压,后50min为正式试验碾压。

[0018] 塑性变形试验在塑性变形试验机中进行,塑性变形试验机的设置参数如下:

[0019] 试验轮行走距离为230mm±10mm、试验轮往返行走速度为42次/min±1次/min;试验轮的轮压为0.7MPa±0.05MPa;试验轮往返行走时间为60min。

[0020] 与现有技术相比,本发明级配碎石塑性变形性能评价模型以塑性变形指数PDI作为评价指标,综合考虑了级配碎石试件在塑性变形试验中多个时刻的塑性变形情况,反映了级配碎石在荷载作用下的塑性变形发展趋势,能够准确地对级配碎石的塑性变形性能进行评价。

[0021] 与现有技术相比,本发明级配碎石塑性变形性能评价方法中,塑性变形指数PDI定义为级配碎石塑性变形曲线与荷载作用次数轴所围的面积,亦即级配碎石塑性变形曲线和时间轴所围面积与试验轮往返行走速度的乘积。采用近似梯形面积法计算,确定了塑性变形试验起始时间、终止时间和塑性变形量记录间隔时间。试验过程操作容易,数据采集方便,塑性变形指数PDI概念清晰、直观、计算简单,能够对级配碎石的塑性变形性能做出客观合理的评价,同时本发明也有利于级配碎石性能评价系统的完善。

## 附图说明

[0022] 图1本发明塑性变形指数PDI按作用次数定义图;

[0023] 图2本发明塑性变形指数PDI按作用时间定义图;

[0024] 图3本发明塑性变形指数PDI近似梯形面积计算法示意图。

## 具体实施方式

[0025] 下面结合附图对本发明做进一步的详细说明。

[0026] 经优化的级配碎石集料级配见表1,振动击实试验结果显示:

[0027] 最佳含水率为3.40%,最大干密度为2.47g/cm<sup>3</sup>。

[0028] 表1集料级配

[0029]	筛孔(mm)	31.5	19	9.5	4.75	2.36	0.6	0.075
	通过率(%)	100	64	47	36	28	17.5	7.5

[0030] 分别对最佳含水率状态和饱水状态的级配碎石试件进行塑性变形试验。

[0031] 其中,最佳含水率状态指试件成型后(不脱模)在室内放置4h~5h,即进行塑性变形试验(此时试件含水率接近最佳含水率,故称之为最佳含水率状态);饱水状态指试件成型后(不脱模)在室内放置4h~5h,再将试件连同试模在水中浸饱24h,然后进行塑性变形试验(由于浸饱24h,试件含水率达到饱和状态,故称之为饱水状态)。

[0032] 本发明级配碎石塑性变形性能的评价方法,具体按照以下步骤进行:

[0033] 1. 试件成型;

[0034] 试模内侧尺寸采用长为300mm、宽为300mm、厚为100mm,按试模体积、最大干密度和最佳含水率配制级配碎石混合料(实际用量一般应较计算用量多3%),拌匀后装入试模,用轮碾仪对试模内的级配碎石混合料进行碾压,直至与试模同高,形成级配碎石试件,试件密

度应为最大干密度的100%±1%。

[0035] 2. 塑性变形试验;

[0036] 试验参数为:试验轮行走距离为230±10mm、试验轮往返行走速度为42次/min±1次/min;试验轮轮压为0.7MPa±0.05MPa;试验轮往返行走时间为60min。

[0037] 将试件连同试模放置于试验台上进行塑性变形试验,试验轮位于试件的中央部位,其行走方向与试件碾压方向一致,试验持续60min,其中前10min为预压,后50min为正式试验,每隔10min记录塑性变形量,即记录第10min、20min、30min、40min、50min和60min的塑性变形量,分别记为 $d_{10}$ 、 $d_{20}$ 、 $d_{30}$ 、 $d_{40}$ 、 $d_{50}$ 和 $d_{60}$ ,其中 $d_{10}=0$ ,结果见表2。

[0038] 表2各时刻级配碎石试件的塑性变形量

变形量 $d_i$ (mm)	试件编号	最佳含水率状态			饱水状态		
		I-1	I-2	I-3	II-1	II-2	II-3
试验总时间 t(min)							
10		0	0	0	0	0	0
20		0.609	0.641	0.650	1.110	1.073	0.992
30		0.898	0.938	0.935	1.562	1.563	1.443
40		1.072	1.122	1.111	1.798	1.850	1.704
50		1.186	1.230	1.207	1.958	2.019	1.885
60		1.271	1.303	1.275	2.061	2.156	1.942

[0040] 3. 塑性变形指数PDI计算;

[0041] 根据表2,由计算得到的规定时刻级配碎石试件的塑性变形量、塑性变形量记录间隔时间、试验轮往返行走速度得到不同试验条件下级配碎石的塑性变形指数PDI值,结果见表3。

[0042] 表3不同试验条件下的塑性变形指数PDI计算结果

试验条件		最佳含水率状态			饱水状态		
试件编号		I-1	I-2	I-3	II-1	II-2	II-3
PDI(mm·次)	试验值	1848	1925	1907	3133	3185	2938
	平均值	1893			3085		

[0044] 由此可见,最佳含水率状态下级配碎石的塑性变形指数PDI为1893(mm·次)较饱水状态下的3085(mm·次)小,这说明经水浸饱24h后,级配碎石塑性变形性能变差。

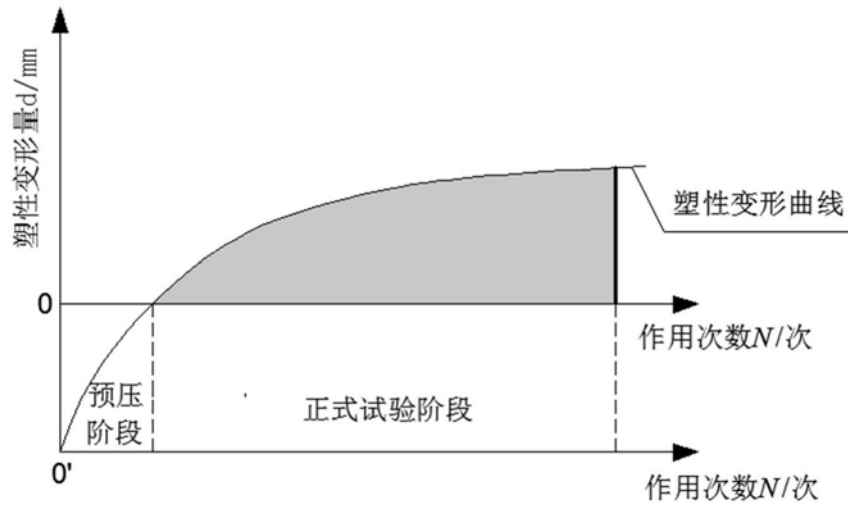


图1

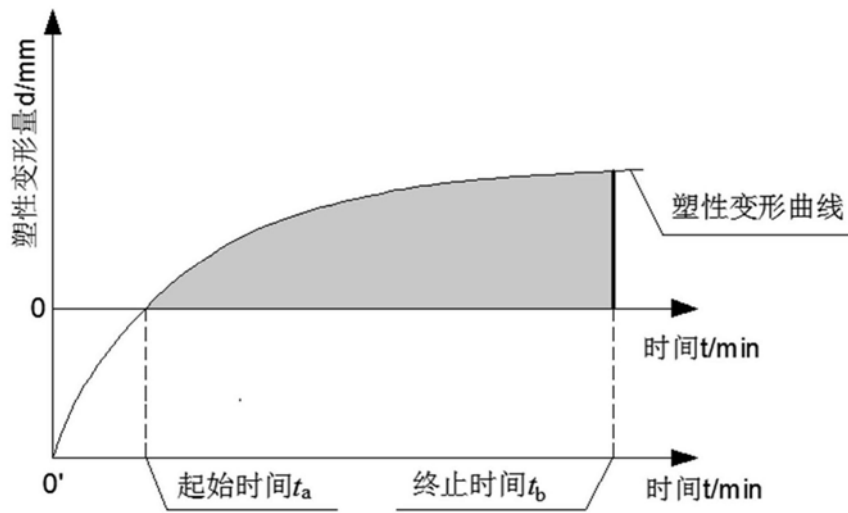


图2

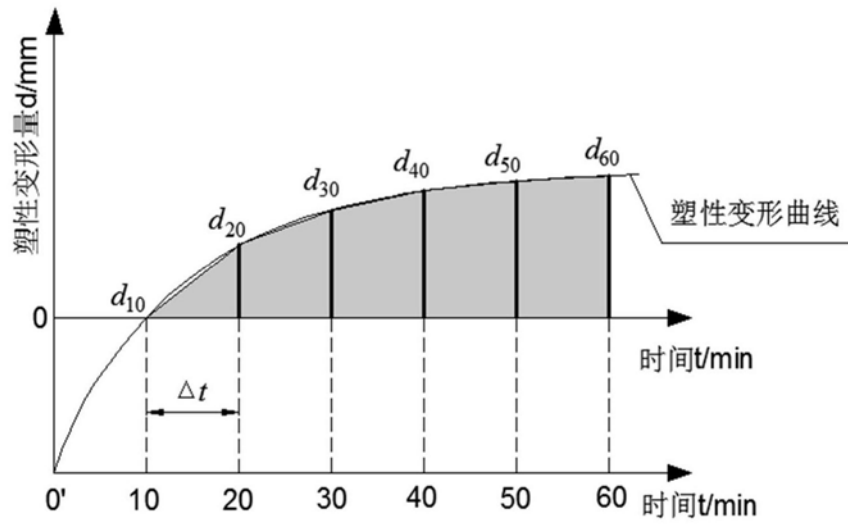


图3