

高温状态下动荷载对粗集料压碎值的影响研究

杨艳华

(甘肃省交通科学研究院有限公司, 甘肃 兰州 730000)

摘要: 粗集料压碎值是公路工程中的一重要指标, JTG E42—2005《公路工程集料试验规程》中集料压碎值在常温静载条件下测试, 未能体现路面集料实际服务状况。文中结合实际施工过程, 研究甘肃石灰岩在高温动荷载下的压碎值, 比较高温压碎值和常温压碎值、高温动荷载与高温静荷载下的压碎值, 并根据试验结果分析了高温下压碎值增大的机理和集料母岩强度、试验方法对压碎值的影响。

关键词: 公路; 粗集料; 压碎值; 动荷载

中图分类号: U416.217

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2018)02-0054-02

JTG E42—2005《公路工程集料试验规程》中集料压碎值的试验条件为: 试验前石料冷却至室温; 开动压力机均匀施加荷载, 在 10 min 左右达到总荷载 400 kN, 稳压 5 s 后卸荷。但在实际施工时, 沥青混合料是在高温状态下拌和和碾压, 且压实机具在碾压过程中并不是静压荷载。为更好地体现路面集料实际服务状况, 有必要研究集料在高温和实际荷载作用下抗压碎的能力。

甘肃省石料中以石灰岩和花岗岩居多, 岩石在承受动、静荷载时, 本构关系和力学特性差异很大, 常温和高温状态下岩石的力学性能也存在很大差异。而集料压碎值是衡量力学性质的指标。该文通过试验评价高温状态下不同加载条件对粗集料压碎值的影响。

1 试验方案

选取甘肃陇南地区常用石灰岩, 破碎后进行压碎值试验。聚合物改性沥青路面施工时集料加热温度为 185~220 °C, 混合料摊铺时的温度不低于 160 °C, 碾压温度不低于 150 °C, 为与施工温度相符, 模拟高温状态条件时选取 160、180、200 °C 作为试验温度。取 9 组样品放入温度为 200 °C 的烘箱中, 放置 2 min 后取出 3 组样品进行压碎值试验(与施工现场拌和时间相同); 将烘箱温度调整至 180 °C, 将剩余 6 组样品放置 30 min 后取出 3 组样品进行压碎值试验; 最后将烘箱温度调整至 160 °C, 放置 30 min 后取剩下的 3 组进行压碎值试验。

模拟加载条件时, 选取压实材料试件的旋转压实机, 其压实荷载为与压碎值试验相同的荷载 400

kN, 旋转次数为 50、75 和 100 次, 旋转角度为 1.25°。根据《公路工程集料试验规程》中的方法对粗集料的常温压碎值、高温压碎值及不同加载条件下的压碎值进行研究。

2 压碎值试验结果

2.1 不同温度下的石灰岩压碎值

取 9.5~13.2 mm 试样 3 组各 3 000 g, 按照《公路工程集料试验规程》进行石灰岩压碎值试验, 结果见表 1。

表 1 不同温度下的石灰岩压碎值

试验 温度/°C	各组集料的压碎值/%			平均 压碎值/%
	1	2	3	
25	16.7	17.2	17.5	17.1
200	21.5	21.8	22.0	21.8
180	22.0	22.2	22.5	22.2
160	22.4	22.6	22.7	22.6

从表 1 可以看出: 在从常温到 200 °C 的加热过程中, 3 组集料的压碎值有很大提高, 但从 200 °C 到 180 °C 再到 160 °C 的过程中变化较平缓, 趋于稳定。相当于施工过程中, 集料在滚筒中高温加热后、铺筑成沥青路面时, 压碎值明显提高, 即使加热时间很短, 其高温加热对集料压碎值所造成的影响也很大; 在摊铺、碾压阶段, 集料的加热温度虽然降低, 但受 200 °C 高温加热的影响, 其压碎值还是一直增大, 只是增大幅度减小。随着试验温度的升高, 石灰岩压碎值增大, 从常温到最后碾压阶段, 压碎值增加 32.2%, 但均未超过规范规定。

2.2 高温时不同加载条件下的石灰岩压碎值

对不同温度、不同加载条件下的石灰岩进行压碎值试验,200和180℃时集料是在拌和和摊铺阶段,并未受到碾压。因此,试验中不同加载条件是针对160℃碾压阶段进行的。为与施工过程保持一致,试验中先将集料放入温度为200℃的烘箱中,再逐步调整温度至160℃。试验结果见表2。

表2 160℃时不同加载条件下的石灰岩压碎值

旋转次数/次	压碎值/%	旋转次数/次	压碎值/%
0	22.6	75	23.8
50	23.2	100	24.5

从表2可看出:在160℃温度下,随着压实机旋转次数的增加,石灰岩的压碎值呈递增趋势。在常温静载作用下压碎值为17.1%,压后上部颗粒轻微断裂,下部颗粒基本无变化;但在高温160℃时,在旋转次数100次作用下,其压碎值为24.5%,增加43.3%,压后上部颗粒严重碎裂,下部颗粒中等碎裂,压碎值接近规范规定的沥青混合料上面层技术指标的要求26%。可见温度和动荷载对压碎值的影响很大,如果常温静载作用下压碎值大,那么经过温度和动荷载的作用,其压碎值有可能超出规范要求。沥青混合料路面施工时,经过碾压后会出现白色粉末,除针片状含量偏高外,高温动荷载也是导致这一现象的重要因素。

3 压碎值试验结果分析

3.1 高温下压碎值增大的机理

随着温度的升高,岩石内部自由水挥发,重结晶水分解散失,出现少量气孔。石灰岩矿物成分各异且热膨胀系数不同,颗粒体积有一定膨胀,且岩石的膨胀是不可逆的。物理上颗粒间相互作用可能会产生热膨胀裂缝,同时伴有化学反应发生,组分上的改变等因素使岩石性质衰减,其表现之一就是集料压碎值增大。

3.2 集料母岩强度的影响

压碎值大小与石料母岩强度呈一定线性关系。母岩强度一般用单轴抗压强度表示,压碎值低的粗集料其母岩单轴抗压强度高。依据JTG E41—2005《公路工程岩石试验规程》,将母岩切成(70×70×70)mm立方体试件,测得其自然状态下的抗压强度为82.8MPa,并不是很大。在高温状态下,随着动荷载的增大,石灰岩的塑性能增强、脆性特性减

弱。从岩性上看,甘肃陇南地区石灰岩高温动荷载下的压碎值与常温静荷载压碎值相差较大。

3.3 试验方法的影响

试验过程中,试样粒径相差不大,试验后集料的压碎情况由粒径大小反映,粒径越小,颗粒强度越低。压碎值试验方法反映的是颗粒的部分情况,颗粒粒径是一定的,有很多颗粒虽然压碎但并不会通过2.36mm筛孔,这也是颗粒强度不足的一种表现,但这种情况在试验规程中未表现出来。

4 结论

(1) 试验规程所用试验温度和静荷载与实际施工有一定差异,试验方法对压碎值结果的影响很大。荷载不变时,随着试验温度的增大,压碎值逐渐增大;随着动荷载的增大,压碎值也逐渐增大,且与最大荷载呈良好的线性关系,但增大幅度越来越小。

(2) 集料压碎值大小与母岩强度和试验方法都有很大关联。

(3) 选择集料时,对于压碎值指标,常温静压压碎值合格时,高温动荷载下集料压碎值有可能合格或不合格,这项规定还需进一步研究。

参考文献:

- [1] 张连英,茅献彪.高温状态下加载速率对石灰岩力学效应研究[J].岩土力学,2010,31(11).
- [2] 钱树波,钮宏.高温压碎值试验探索[J].山西建筑,2006,32(11).
- [3] 刘艳强,张杰,段丹军.不同工况下集料压碎值变化规律研究[J].公路与汽运,2015(4).
- [4] JTG F40—2004,公路沥青路面施工技术规范[S].
- [5] 莫译毅,应荣华.南宁及周边地区石灰岩碎石压碎值研究[J].公路与汽运,2012(3).
- [6] 刘安,李闯民.温度对沥青混合料用集料的压碎值影响探讨[J].公路,2014(2).
- [7] 祝明.广西地区石灰岩碎石压碎值特性及对混凝土抗压强度的影响[D].长沙:长沙理工大学,2012.
- [8] 石义军,杨万红,窦晖.基于不同温度的集料压碎值研究[J].公路交通科技:应用技术版,2016(1).
- [9] 赵永清,王永平.广东地区集料压碎值影响因素试验研究[J].北方交通,2014(10).
- [10] 彭秋乐.粗集料压碎值影响因素研究[D].重庆:重庆大学,2013.