

文章编号:1671-6833(2014)05-0084-03

聚乙二醇改性沥青性能研究

甘新立¹, 张楠², 刘羽²

(1. 长安大学 特殊地区公路工程教育部重点实验室, 陕西 西安 710064; 2. 长安大学 材料科学与工程学院, 陕西 西安 710064)

摘要: 为研究聚乙二醇改性沥青的技术性能, 测定了不同聚乙二醇掺配率下沥青的布氏黏度、针入度、软化点和延度指标, 对聚乙二醇改性沥青的性能进行了分析; 通过对残留针入度比和残留延度的测定, 分析了聚乙二醇改性沥青的老化性能; 通过黏度-剪切速率曲线, 分析了聚乙二醇改性沥青的流变特性; 通过黏温曲线获得聚乙二醇改性沥青路面的施工温度, 并进行了分析. 研究表明, 随着聚乙二醇掺配率的增加, 沥青的黏度增加、针入度减小、软化点升高、延度降低; 聚乙二醇改性沥青的耐老化性能优于原基质沥青; 聚乙二醇改性沥青在 163 ℃ 的条件下呈现一定的非牛顿特性; 通过黏温曲线获得的聚乙二醇改性沥青混合料的施工温度略高于普通沥青混合料.

关键词: 道路工程; 聚乙二醇; 相变材料; 沥青性能

中图分类号: U414 文献标志码: A doi:10.3969/j.issn.1671-6833.2014.05.019

0 引言

在高温季节, 沥青路面表层温度可能达到 60 ℃ 以上, 易使沥青路面出现车辙等高温病害. 相变材料能够在一定温度范围内发生物相转化, 吸收或放出大量热量, 但自身温度不发生变化, 将相变材料加入到沥青混合料中, 能够起到储存热量, 调节路面温度的作用^[1-2]. 聚乙二醇是一种具有水溶性的高分子化合物, 在一定温度下发生熔融, 吸收、储存热量并保持温度恒定, 是一种常用的相变材料^[3-4]. 国内外对于相变材料的性能做了大量研究^[5-7], 但对于聚乙二醇在道路工程上的应用则很少涉及. 张一博等通过综合热分析和红外光谱, 分析了多种相变材料的高温性能, 并选择了适于沥青路面使用的相变材料^[8]. 胡曙光等从针入

度、软化点、延度和动稳定度等方面分析了聚乙二醇对沥青剂及其混合料的影响^[9].

笔者通过测定不同聚乙二醇添加率下沥青的布氏黏度、25 ℃ 针入度、软化点和 15 ℃ 延度, 分析了不同聚乙二醇添加率条件下沥青的性能; 通过改变布氏黏度仪转子型号, 在不同剪切速率下测定聚乙二醇改性沥青的黏度, 获得聚乙二醇改性沥青的黏度-剪切速率曲线, 分析了沥青的流变特性; 在不同温度下测定聚乙二醇改性沥青的布氏黏度, 对聚乙二醇改性沥青混合料的拌合温度进行分析.

1 原材料技术性质

实验采用沥青为中海 70# 基质沥青, 相关技术性能如表 1. 聚乙二醇采用国产某聚乙二醇 2000, 其相关技术性质如表 2.

表 1 沥青技术指标

Tab. 1 Technical indexes of asphalt

| 沥青种类 | 60 ℃ 动力黏度 /(Pa · s) | 25 ℃ 针入度 (0.1mm) | 软化点/℃ | 10 ℃ 延度/cm | 相对密度/ (g · cm ⁻³) |
|----------|------------------------|---------------------|-------|------------|----------------------------------|
| 70# 基质沥青 | 275.4 | 72.4 | 53.8 | 26.8 | 1.034 |

表 2 聚乙二醇技术指标

Tab. 2 Technical indexes of PEG

| 规格 | 外观 (25 ℃) | 色泽 (Pt-Co) | 羟值/ (mgKOH · g ⁻¹) | 分子量 | 水份/ % | pH 值 (1% 水溶液) |
|----------|--------------|---------------|-----------------------------------|---------------|----------|------------------|
| PEG-2000 | 乳白色固状物 | ≤50 | 51 ~ 63 | 1 800 ~ 2 200 | ≤1.0 | 5.0 ~ 7.0 |

收稿日期:2013-05-30; 修订日期:2013-06-19

基金项目: 中国博士后科学基金项目(2013M532004), 甘肃省科技支撑计划(1011GKCA020), 中央高校基本科研业务费专项资助(CHD2011JC164)

作者简介: 甘新立(1988-), 男, 陕西汉中, 长安大学博士生, 主要从事路面材料研究, E-mail: ganxinli2007@126.com.

2 聚乙二醇改性沥青技术指标及老化性能

2.1 技术指标

实验采用聚乙二醇掺配率为 0%、5%、10%、20% 和 30%,加入到熔融的沥青中并充分搅拌获得聚乙二醇改性沥青.测定不同掺配率下沥青的布氏黏度、25℃针入度、软化点和 15℃延度,各项性能指标如表 3.

表 3 聚乙二醇改性沥青技术性能

Tab.3 Technical indexes of PEG modified asphalt

| 掺配率 /% | 布氏黏度 /(mPa·s) | 针入度/ (0.1mm) | 软化点 /℃ | 延度 /cm |
|-----------|------------------|-----------------|-----------|-----------|
| 0 | 503.4 | 72.4 | 53.8 | >100 |
| 5 | 569.3 | 61.2 | 64.5 | 29.3 |
| 10 | 620.4 | 57.3 | 68.3 | 26.5 |
| 20 | 674.1 | 51.7 | 71.7 | 21.3 |
| 30 | 806.7 | 47.2 | 76.2 | 17.6 |

可以看出,随着聚乙二醇掺配率的升高,沥青的布氏黏度升高,针入度降低,软化点升高,延度降低.当聚乙二醇的掺配率从 0% 提升到 5% 时,各项指标均出现较大变化,尤其是延度指标从原沥青的大于 100 变为 29.3,说明聚乙二醇对沥青性能的影响显著,少量的掺配率即能对沥青性能产生较大影响.当掺配率大于 10% 时,沥青的针入度和延度已经不满足原基质沥青的技术性能.

从以上对聚乙二醇改性沥青指标的分析可以认为,聚乙二醇的添加提升了沥青的高温性能,降低了沥青的延展性能.同时,当采用聚乙二醇作为改性剂获得聚乙二醇改性沥青时,采用原沥青的技术指标来评价聚乙二醇改性沥青已经不合适了,可采用降低标准采用.

2.2 老化性能

实验采用聚乙二醇掺配率为 10% 获得聚乙二醇改性沥青,分别对原 70#基质沥青和聚乙二醇改性沥青进行旋转薄膜烘箱老化实验,实验温度为 163℃,老化时间为 85 min,测定老化后两种沥青的残留针入度比和残留延度如表 4 所示.

可以看出,聚乙二醇改性沥青的残留针入度比和残留延度均大于原基质沥青,表明聚乙二醇改性沥青的耐老化性能优于基质沥青,即聚乙二

醇的添加提高了沥青的耐老化性能.这可能是由于在沥青升温过程中,聚乙二醇吸收热量,并将热量以潜热的形式储存,从而能够在一定程度上减缓沥青的升温.

表 4 沥青老化后技术性能

Tab.4 Technical indexes of aged asphalt

| 沥青种类 | 残留针入度比 /% | 10℃ 残留 延度/cm |
|----------|--------------|-----------------|
| 70#基质沥青 | 56.6 | 8.4 |
| 聚乙二醇改性沥青 | 73.7 | 12.6 |

3 聚乙二醇改性沥青混合料施工温度

普通沥青在高温条件下具有牛顿特性,其黏度不随剪切速率的改变而变化.因此,我国普通热拌沥青混合料的施工温度采用沥青黏温曲线获得,并以沥青在黏温曲线上 (0.17 ± 0.02) Pa·s 时的温度为混合料最佳拌合温度, (0.28 ± 0.03) Pa·s 时的温度为最佳压实温度.

布氏黏度仪的转速与剪切速率满足

$$S = nk,$$

(1)

式中: n 为转速,r/min; k 转子剪变率常数.

实验采用聚乙二醇掺配率为 10% 获得聚乙二醇改性沥青,并通过在 163℃ 条件下改变布氏黏度仪的转子型号,在不同转速下测定聚乙二醇改性沥青的黏度,获得聚乙二醇改性沥青黏度与剪切速率的关系,如表 5.可以看出,在 163℃ 条件下,随着剪切速率的增加,聚乙二醇改性沥青的黏度逐渐降低,但降低的幅度不大,即表明聚乙二醇改性沥青具有一定的非牛顿特性,但并不明显.

在确定沥青混合料施工温度时,SHRP 推荐采用 27#转子在 20 r/min 的条件下测定沥青的布氏黏度.分别测定原 70#基质沥青和聚乙二醇改性沥青在 135℃ 和 175℃ 下的布氏黏度,得到原 70#基质沥青和聚乙二醇改性沥青的黏温曲线如图 1.

通过黏温曲线,可以获得 70#基质沥青的最佳拌合温度为 161~165℃,最佳压实温度为 151~155℃,聚乙二醇改性沥青的最佳拌合温度为 163~169℃,最佳压实温度为 152~157℃.可以

表 5 不同剪切速率下的聚乙二醇改性沥青黏度

Tab.5 Viscosity of PEG modified asphalt under different shear rate

| 剪切速率/ s^{-1} | 5.6 | 14 | 18.6 | 28 | 42 | 46.5 | 56 | 93 |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-------|
| 黏度/(Pa·s) | 193.5 | 187.3 | 183.1 | 177.3 | 173.6 | 171.7 | 171 | 167.5 |

看出,通过黏温曲线得到的聚乙二醇改性沥青的拌合温度和压实温度均略高于基质沥青。

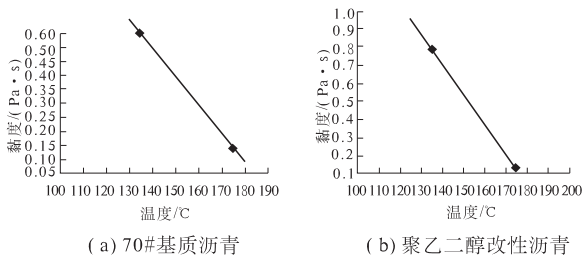


图1 沥青黏温曲线

Fig.1 Viscosity-temperature curve of asphalt

4 结论

(1)随着聚乙二醇掺量的增加,沥青的黏度增加,针入度降低,软化点升高,延度降低,且当聚乙二醇掺量大于10%时,聚乙二醇改性沥青的技术性能已经不能满足原沥青的技术指标。

(2)聚乙二醇的耐老化性能优于原沥青的耐老化性能,这可能是因为聚乙二醇可以在一定范围内吸收热量而使沥青温度不升高,从而减缓沥青老化。

(3)聚乙二醇改性沥青具有一定的非牛顿特性,但并不显著。

(4)通过黏温曲线确定的聚乙二醇的施工温度略高于原基质沥青的施工温度。

参考文献:

- [1] 马磊,王晓曼,李超,等.相变材料在沥青混凝土路面中的应用前景分析[J].公路,2009(12):115-118.
- [2] 张东,康韩,李凯莉.复合相变材料研究进展[J].功能材料,2007,38(12):1936-1940.
- [3] 方玉堂,康慧英,张正国,等.聚乙二醇相变储能材料研究进展[J].化工进展,2007,26(8):1063-1067.
- [4] 曹长斌,罗阳明,李文虎,等.聚乙二醇对沥青及其混合料储热性能的影响[J].化工新型材料,2013,41(4):137-139.
- [5] 张正国,王学泽,方晓明.石蜡/膨胀石墨复合相变材料的结构与热性能[J].华南理工大学学报:自然科学版,2006,34(3):1-5.
- [6] 马晓光,张晓林,李俊升,等.相变材料的复合及其热性能研究[J].材料科学与工艺,2008,16(5):720-723.
- [7] 王维龙,杨晓西,方玉堂,等.聚乙二醇/二氧化硅定形相变材料的制备[J].化工学报,2007(10):2664-2668.
- [8] 张一博,朱洪洲,李菁若,等.储热降温沥青路面用相变材料的选择[J].郑州大学学报:工学版,2012,33(3):10-14+18.
- [9] 胡曙光,李潜,黄绍龙,等.相变材料聚乙二醇应用于沥青混合料可行性的研究[J].公路,2009(7):291-295.

Research on Performance of PEG Modified Asphalt

GAN Xin-li¹, ZHANG Nan², LIU Yu²

(1. Key Laboratory for Special Area Highway Engineering of Ministry of Education, Chang'an University, Xi'an 710064, China; 2. School of Materials and Engineering, Chang'an University, Xi'an 710064, China)

Abstract: For the research of the technology performance of PEG modified asphalt, the brookfield viscosity, penetration, softening point and ductility was determined, and the performance of the PEG modified asphalt was analyzed. Through the determination of residual penetration ratio and residual ductility, the aging performance of PEG modified asphalt was analyzed; through the viscosity-shear rate curve, the rheological property of asphalt was analyzed; the construction temperature of PEG modified asphalt mixture was obtained through the viscosity-temperature curve and it was analyzed. The results show that with the increase of the blending rate of PEG, viscosity and softening point increases and penetration and ductility decrease; the ageing performance of PEG modified asphalt is better than the matrix asphalt; the PEG modified asphalt under 163°C presents the non-newtonian feature; the construction temperature of PEG modified asphalt mixture obtained through the viscosity-temperature curve slightly higher than the common asphalt mixture.

Key words: road engineering; polyethylene glycol (peg); phase change material, asphalt performance