

文章编号:1671-6833(2007)03-0040-04

水泥与消石灰对沥青胶浆性能影响研究

李平, 孙鸿伟, 张争奇, 王秉纲

(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)

摘要: 研究掺加水泥和消石灰对沥青胶浆性能的影响. 通过测试不同替换量下掺加水泥和消石灰时沥青胶浆的高温、低温性能和施工性能, 发现掺加水泥后胶浆的软化点增加, 黏度降低, 低温性能得到改善. 但是替换量超过60%时, 胶浆延度改善幅度降低, 因而水泥替换量不宜超过60%; 当掺加消石灰时沥青胶浆软化点和黏度显著增大, BBR试验显示低温抗裂性能劣化, 但是替换量不超过20%时, 对低温性能影响较小.

关键词: 沥青; 胶浆; 消石灰; 水泥

中图分类号: U 416.217

文献标识码: A

0 引言

水损害作为沥青路面的主要病害类型^[1], 其根本原因是沥青胶结料与集料的黏附性不良, 沥青从集料表面发生剥落而引发的. 根据胶浆理论, 混合料中实际发挥黏结作用的是沥青与矿粉混合而成的胶浆^[2], 并不是单独的沥青, 为此应该从胶浆角度进行性能改善, 从而增强沥青混合料的抗水损性能. 目前一般使用改性沥青、液体抗剥落剂、添加水泥或者消石灰粉等措施. 其中添加水泥或消石灰的方法能有效增强沥青的黏附性和疲劳性能, 并改善耐老化能力^[3], 且造价低, 利用当地资源, 所以逐渐得到广泛应用. 但是利用水泥或消石灰替代矿粉对胶浆性能的影响缺乏系统的研究, 重点多着眼于抗水损性能的变化, 而忽视了对胶浆高温、低温以及施工性能的影响, 为此笔者通过系统的室内试验来综合分析其对沥青胶浆性能的影响.

1 水泥胶浆性能分析

实际施工中粉胶比多采用1.2, 利用克拉玛依70[#]沥青和石灰岩矿粉配置胶浆, 并采用秦岭牌P.O 42.5水泥, 变换不同的替换矿粉用量, 测试不同组合胶浆的高温、低温性能和施工性能, 分析后得到以下结论:

(1) 随着水泥替换量的增加, 胶浆软化点

增大.

从图1中可以发现, 水泥替换量从0到80%, 胶浆软化点逐渐增大, 高温稳定性增强. 这是由于与石灰岩矿粉相比较, 水泥的比表面积较大^[4], 颗粒不规则较显著, 碱性组分含量高, 因此水泥的活性大, 对沥青吸附能力较强, 导致利用水泥替换矿粉后沥青胶浆高温性能改善, 但影响幅度不大.

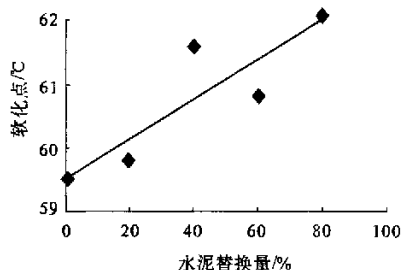


图1 水泥替换量对胶浆软化点的影响

Fig.1 Influence of cement on mortar soften point

(2) 随着水泥替换量的增加, 胶浆135℃黏度逐渐降低.

图2是水泥替换量与胶浆黏度的关系, 随着替换量的增加, 胶浆黏度逐渐减小, 施工性能改善. 究其原因, 粒状填充物在沥青中存在物化反应、体积增强等多方面作用^[5], 如果颗粒填充物能够与沥青发生更强的物化反应, 或者填充物掺入体积增加, 都会导致胶浆高温性能增强. 水泥的

收稿日期:2007-04-09;修订日期:2007-05-23

基金项目:国家自然科学基金资助项目(50478095);西部交通建设科技项目(200631881221)

作者简介:李平(1978-),男,山东潍坊人,长安大学博士研究生,从事路面工程研究.

粒径小于矿粉,使得其有效掺加减小,削弱了其体积增强的效果,这也正是添加水泥后,胶浆软化点虽然增加,但是增大幅度并不明显的原因之一。

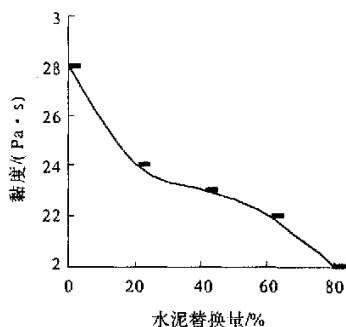


图2 水泥替换量对胶浆黏度的影响

Fig.2 Influence of cement on mortar viscosity

(3)水泥替换部分矿粉,沥青胶浆低温性能得到改善。

图3和图4分别描述了胶浆低温性能随水泥替换量的关系,可以发现随着水泥替换量的增加,沥青胶浆的延度增大、劲度模量(S)减小,同时蠕变斜率(m)增大,说明胶浆低温性能得到改善。以延度为例,原始胶浆的延度为22.3 cm,用水泥替换20%矿粉后,胶浆的延度增加到30.4 cm,延度最大可以达到36 cm,说明胶浆的低温抗裂性能明显得到改善。这是由于低温时,颗粒添加物的活性都较低,所以体积掺量对胶浆低温性能起到了决定性的作用^[6],随着掺加体积的减小,低温性能逐渐增强。由于水泥替换矿粉后矿质颗粒体积的减小,导致低温性能的改善。同时发现胶浆延度值却呈凸曲线状,当替换量为60%时,胶浆延度值达到最大,因而从低温延度角度考虑,水泥的替换量不宜超过60%。

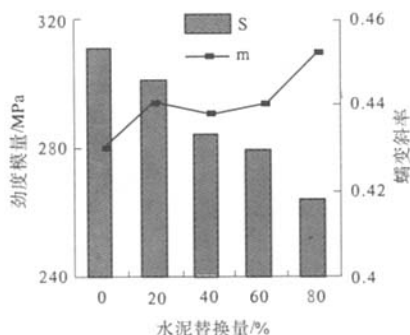


图3 水泥替换量与胶浆BBR试验结果关系

Fig.3 Influence of cement on mortar BBR test

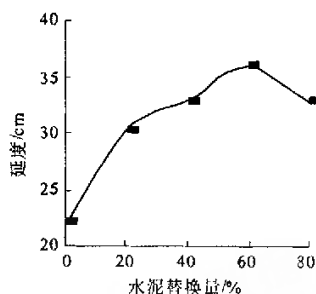


图4 水泥替换量与胶浆延度关系

Fig.4 Influence of cement on mortar ductility

2 消石灰替换胶浆性能分析

用消石灰在国外被认为是最有效的方法,不仅价格便宜,而且长期使用效果良好^[7]。但是在国内很少使用消石灰,其原因是多方面的,如市场上消石灰供应较少;与水泥有严格的质量标准不同,国内尚未建立专用的路用消石灰规范,因而有必要就添加消石灰对胶浆性能的影响深入分析,并研究配套推广措施。作者选用了西安富平生产的消石灰粉,分析不同消石灰替换量时沥青胶浆的各项性能,并得到以下结论:

(1)掺加消石灰后,胶浆软化点增大。

从图5中发现,随着消石灰替换量的增加,胶浆软化点都迅速增大,远大于水泥的影响。例如未掺加消石灰的胶浆黏度为2.8 Pa·s,而当掺量达到60%时,胶浆黏度增大到15.5 Pa·s,增大5.5倍。同时也可以发现在消石灰替换量超过40%时,胶浆软化点变化幅度迅速增加。这是由于沥青中含有少量羧酸与亚枫,使得沥青呈现弱酸性,而消石灰的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 含量一般达到90%以上,远高于石灰石矿粉中CaO的含量,同时 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 是强碱性物质,其溶液的 $\text{pH} > 12$,而一般石灰石矿粉呈弱碱性,当 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 与沥青中的羧酸接触时,即产生化学反应,生成碱土盐,使得沥青黏度明显增强,粘附性能增加,从而改善了胶浆的高温性能。

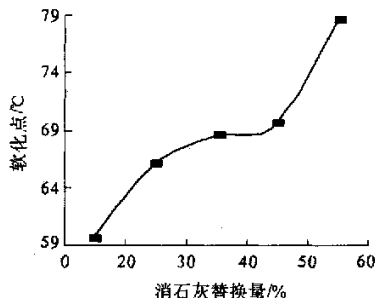


图5 掺加消石灰对沥青胶浆软化点影响

Fig.5 Influence of hydrated lime on soften point

(2) 掺加消石灰后, 沥青胶浆 135 ℃ 黏度增大。

从图 6 的黏度试验数据发现, 随着消石灰替换量的增加, 胶浆黏度也随之增大, 而且当消石灰替换量超过 40% 时, 胶浆黏度增加速率明显变大, 这仍然是消石灰与沥青组分间强烈化学作用的结果。由于过高的黏度, 增加沥青混合料拌和压实温度, 给施工性能带来不利影响, 所以从施工角度考虑, 消石灰替换量不宜过大。

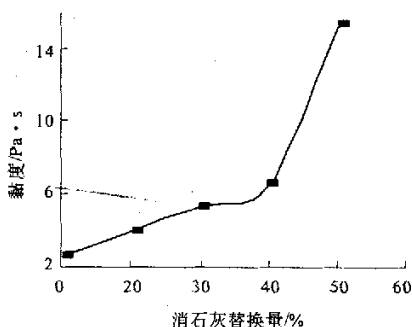


图 6 掺加消石灰对沥青胶浆黏度影响

Fig. 6 Influence of hydrated lime on viscosity

(3) 加入消石灰后, 沥青胶浆低温性能劣化。

通过对图 7、图 8 的分析, 发现随着消石灰替换量的增加, 沥青胶浆的劲度模量(S)明显增大, 蠕变斜率(m)减小, 同时延度降低, 也就是说胶浆的低温抗裂性能随着消石灰替换量的增加而劣化。这是由于消石灰与沥青轻组分间强烈的物理化学反应, 轻质沥青组分减少, 导致沥青稠度增加, 从而使得低温柔性变差。同时图 8 也显示当消石灰替换量超过 20% 时, 胶浆延度迅速降低, 因而从低温性能考虑, 消石灰替换量不宜超过 20%。

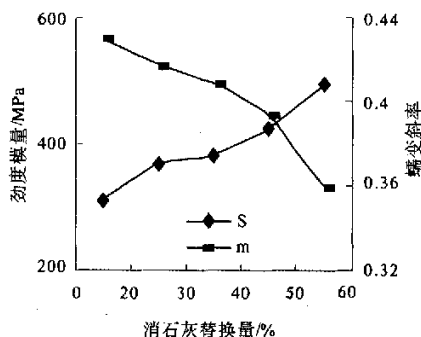


图 7 掺加消石灰对沥青胶浆 BBR 试验影响

Fig. 7 Influence of hydrated lime on BBR test

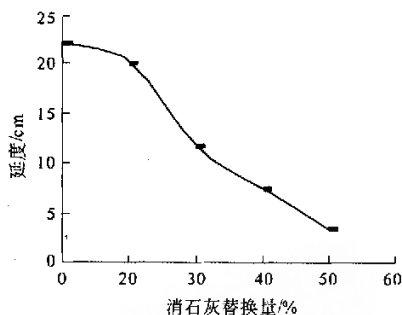


图 8 掺加消石灰对沥青胶浆延度影响

Fig. 8 Influence of hydrated lime on mortar ductility test

3 结论

(1) 利用水泥替换矿粉后, 沥青胶浆高温、低温性能和施工性能均得到改善, 同时根据胶浆低温延度的表现, 建议水泥替换量不宜超过 60%;

(2) 利用消石灰替换矿粉后, 沥青胶浆高温性能显著改善, 但是施工性能和低温抗裂性能逐渐劣化, 同时根据沥青胶浆延度试验的分析, 建议消石灰替换量不宜超过 20%。

参考文献:

- [1] 傅搏峰. 沥青路面水损害疲劳破坏过程的数值模拟分析[J]. 郑州大学学报(工学版), 2006, 27(1): 51-58.
- [2] 张争奇, 李平, 王秉纲. 纤维和矿粉对沥青胶浆性能的影响[J]. 长安大学学报(自然科学版), 2005, 25(5): 15-18.
- [3] HAO P, LIU H. A laboratory study of the effectiveness of various additives on moisture susceptibility of asphalt mixtures[J]. Journal of Testing and Evaluation, 2006, 34(4): 261-268.
- [4] 郑晓光, 杨群, 吕伟民. 水泥填料对沥青混合料性能影响的试验分析[J]. 建筑材料学报, 2005, (5): 480-484.
- [5] LI Y, METCALF J B. Two-step approach to prediction of asphalt concrete modulus from two-phase micromechanical models[J]. Journal of Materials in Civil Engineering, 2005, 17(4): 407-415.
- [6] LACKNER R. Is low-temperature creep of asphalt mastic independent of filler shape and mineralogy? —Arguments from multiscale analysis[J]. Journal of Materials in Civil Engineering, 2005, 17(5): 485-491.
- [7] KENNEDY. Evaluation of method for field applications of lime to asphalt concrete mixture[D]. 1983. Atlanta, Ga, USA: Univ of Minnesota, Minneapolis, Minn, USA.

The Influence of Cement and Hydrated Lime on the Performance of Asphalt Mortar

Li Ping, Sun Hong - wei, Zhang Zheng - qi, Wang Bing - gang

(Key Laboratory for Special Area Highway Engineering of Ministry of Education, Chang'an University, Xi'an 710064, China)

Abstract: This paper studies the influence of cement and hydrated lime on performance of asphalt mortar. Through the performance test of mortar in different replacement quantity, it is found that adding cement can increase softening point, viscosity decrease, and low temperature character is improved. But when the displace quantity exceeds by 60%, the improvement extent decreases, so the cement quantity should not exceed by 60%. When adding hydrated lime, the softening point and viscosity of mortar is increased notably, but low temperature performance is deteriorated from the BBR test. But when the quantity of hydrated lime is less than 20%, the influence on low temperature performance is little.

Key words: asphalt; mortar; hydrated lime; cement

(上接第11页)

Experimental Study of the Compressive Strength of Recycled Aggregates Concrete Perforated Bricks Masonry

LIU Li - xin¹, HU Xin - an¹, XIE Li - li², YANG Wei - wei¹

(1. School of Civil Engineering, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China; 2. Zhengzhou University Multi Functional Design and Research Academy, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: In this paper, based on the compressive tests of 24 specimens which were made of recycled aggregates concrete perforated bricks, the developing feature of crack and transfiguration law of recycled aggregates concrete perforated bricks are discussed. According to the test result, the influences of aggregate and mortar on the compressive strength of masonry are discussed. Finally the propositional calculation formula of strength of compression is established.

Key words: recycled aggregates concrete perforated brick; masonry structure; compressive strength