

文章编号: 0451-0712(2007)01-0014-06

中图分类号: U416.217

文献标识码: B

排水沥青混凝土路面技术及其在日本的发展

樊统江, 贾敬鹏, 陈富强, 徐栋梁

(重庆交通大学土木建筑学院 重庆市 400074)

摘 要: 排水沥青混凝土路面由于具有迅速排水、抗滑,降低雨水雾、水漂,提高行车视距,减少雨后反光,降低噪声等优良的路用性能,在欧美日等发达国家的道路上得到广泛推广应用。借助于日本排水沥青混凝土路面的发展经验,较全面地介绍了排水沥青混凝土路面的混合料设计、材料品质要求、材料品质与路用性能的关系、路面施工和使用养护维修等方面的信息,旨在为我国公路工作者研究、设计和推广应用该路面提供可借鉴的参考。

关键词: 排水沥青混凝土路面; 混合料设计; 材料品质要求; 路用性能; 施工; 养护维修

道路安全和噪声污染一直是欧美日等发达国家关注的问题,而这些问题除了与汽车的机械性能、轮胎表面结构性能以及交通管制有关外,路面表面的性状和其随着使用时间的变化,也是导致这些问题产生的原因之一。如密级配沥青混凝土路面(Dense Grade Asphalt Pavement,以下简称 DGAP)的表面较光滑,路面噪声大,易打滑,尤其是在雨天易产生水雾(如图1)和水漂,或在雨后的夜晚车灯照射下产生眩光(如图2),将导致安全问题和噪声污染。因此,欧美日等发达国家早在20世纪90年代,就先后开始研究排水性沥青混凝土路面(Drainage Asphalt Pavement,以下简称 DAP)技术的应用。



图1 DGAP 在雨天产生水雾

DAP 技术是在早期开发的透水性路面技术的基础上发展起来的。它是由含80%以上9.5~13.2 mm



图2 DGAP 在车灯照射下产生眩光

粗集料的碎石,与高粘度结合料拌制的混合料铺筑而成的多孔隙沥青混凝土路面。与透水性沥青混凝土路面的最大区别在于,DAP 是铺筑在不透水的沥青混凝土支撑基面上,铺筑厚度一般为4~6 cm,空隙率一般控制在15%~25%之间,进入排水沥青混凝土面层结构内部的水,全部从不透水层顶面排到路面边沟,或通过设置在透水层边沿内部的纵向排水管道排出路面外。这种路面由于结构内空隙是连通的,而且有深的表面纹理结构,不仅降噪性能优良,而且初期具有优良的排水性能,减薄了路面的水膜厚度,减少了水雾、水漂以及雨后眩光的产生,大大提高了行车安全性,所以在国外的城市道路和高速公路上都得到了推广应用。

本文就该技术在国外的发展现状,尤其是日本的发展经验,结合笔者的研究作简要介绍,为我国对该技术的研究提供一定的参考。

1 DAP 的设计要求

1.1 设计方法

DAP 的结构如图 3 所示,与透水性沥青混凝土路面的结构(如图 4^[1])的最大区别是 DAP 只有面层是透水的。排水面层可以使用单层,也可以是双层。根据日本学者研究的结果(如图 5^[1]),DAP 结构的厚度太薄,降噪和排水效果差;太厚,造价较高,而且降噪和排水效果并没有相应提高。所以,其排水层的厚度一般宜为 4~6 cm;沥青混合料的空隙率,则使用传统的马歇尔试验方法结合单位时间的透水量(1 000 ml/15 s)为标准确定。此外,由于排水沥青混凝土路面其他结构层与一般沥青混凝土路面结构层组合并没有多大差异,因此,整体路面结构的设计计算仍采用多层弹性层状体系理论。

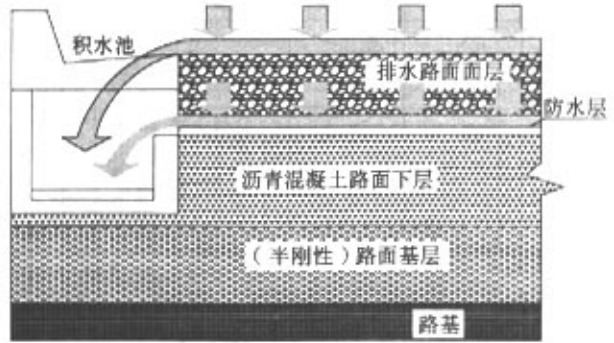


图 3 DAP 结构示意图

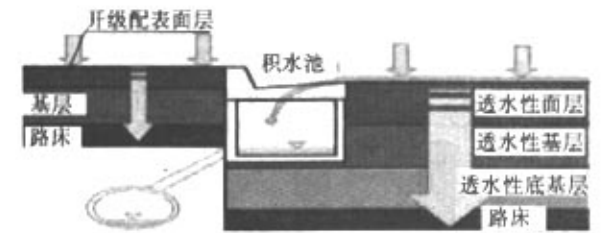


图 4 透水沥青混凝土路面结构示意图

1.2 对材料的品质要求

1.2.1 对集料的品质要求

为了确保 DAP 面层的抗滑、耐磨和承载能力,要求使用的集料坚硬耐磨、多棱角。软石和细长、扁平料含量必须严格控制,其要求至少要与沥青玛蹄脂碎石(Stone Matrix Asphalt,以下简称 SMA)路面的一样或更高。试验表明:细集料易被饱和硫酸钠

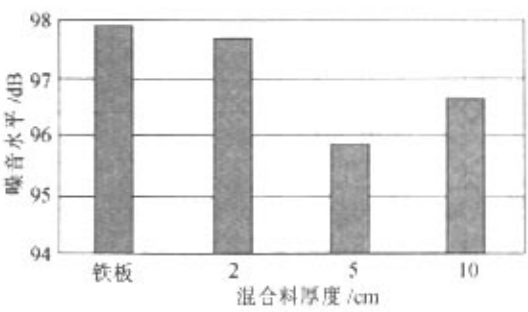


图 5 DAP 厚度对降噪的影响

溶液破坏,损失率越大,其耐磨性越差,如图 6^[2]所示;软石含量越高,随着空隙率增大,其耐磨性越差,如图 7^[2];细长、扁平料含量对磨耗虽然影响不大(如图 8^[2]所示),但对排水沥青混凝土路面的耐久性有很大影响^[3]。

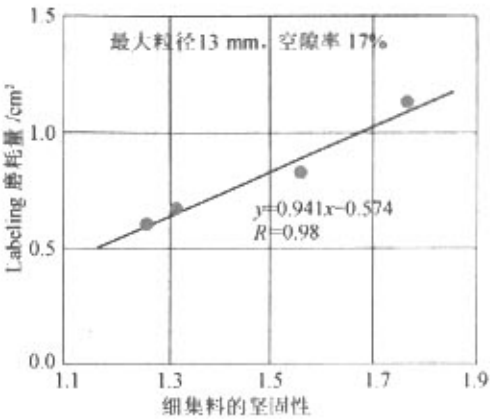


图 6 细集料的坚固性与磨耗量的关系

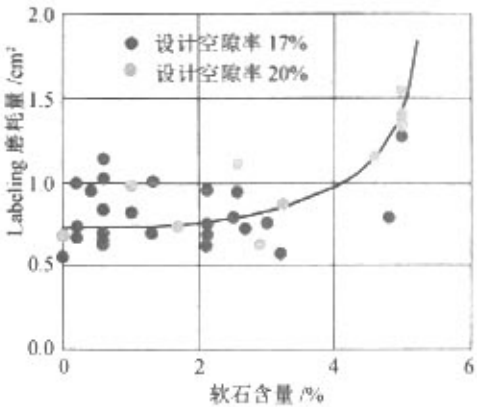


图 7 软石含量与 Labeling 磨耗量的关系

1.2.2 对结合料的品质要求

DAP 对结合料的品质要求要比 SMA 路面高得多,一般要采用高粘度的改性沥青作为结合料。如果采用一般的改性沥青,其承载能力、温度稳定性、抗飞散性都不能满足使用要求。如图 9^[2]所示,当混合

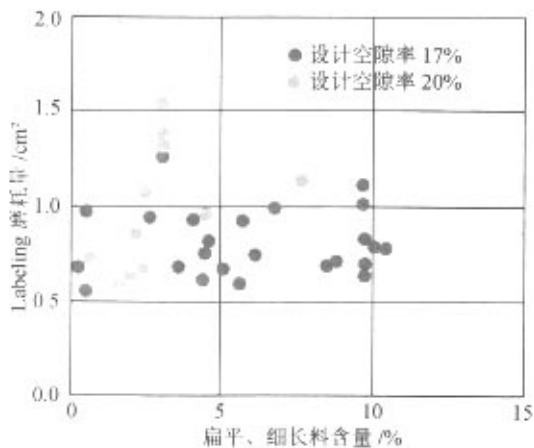


图8 扁平、细长料含量与磨耗量的关系

料的空隙率相同时,一般改性沥青混合料要比高粘度改性沥青混合料的磨耗量大得多。图10^[4]反映了不同粘度的结合料对抵抗飞散性的效果;图11^[4]反映出具有不同弯曲功的结合料在不同温度下抵抗飞散性的效果。可以看出,使用高质量的结合料可提高DAP的耐磨性能和抗飞散能力,从而提高其使用耐久性。

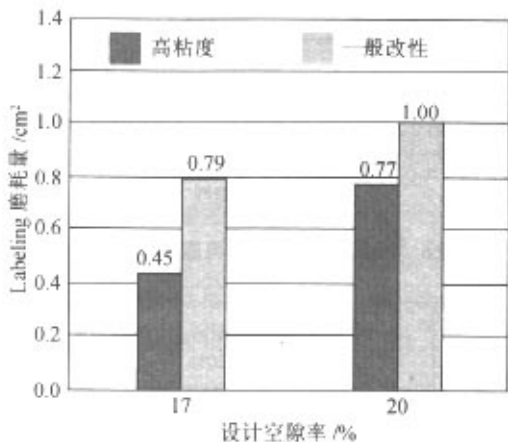


图9 两种改性沥青 Labeling 磨耗量的比较

1.3 对级配的要求

1.3.1 对粗集料最大粒径的要求

试验结果表明(如图12^[2]、图13^[5]、图14^[6]所示),使用的粗集料的粒径大小对DAP的降噪水平、排水性能、抗滑性能、磨耗量和抗飞散性都有很大影响,而且是互相制约的。使用的集料粒径大,耐磨性好,而且由于有较深的纹理深度,有利于排水和抗滑,但与轮胎产生的噪声也大。综合考虑,粗集料的最大粒径宜控制在8~13 mm。

1.3.2 对空隙率的要求

空隙率的大小直接影响DAP的降噪水平、排水

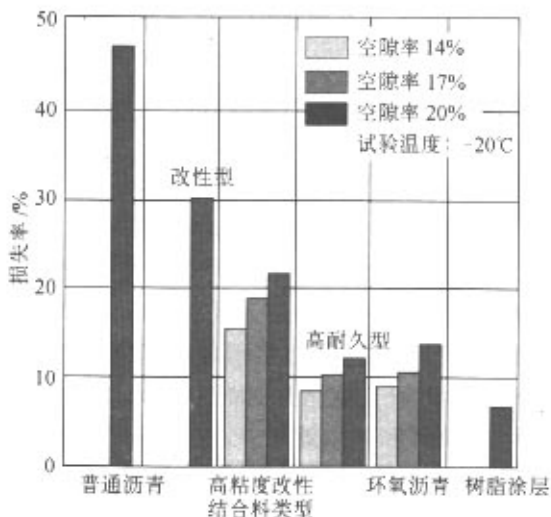


图10 不同结合料的 Cantabro 损失率

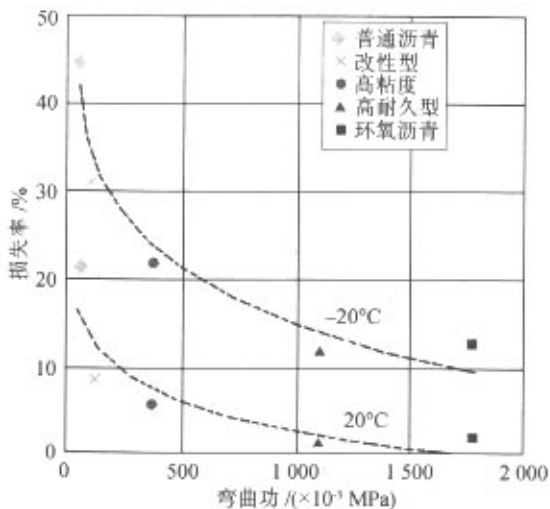
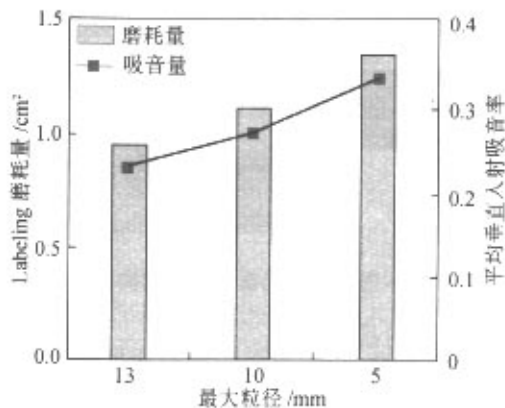


图11 不同弯曲功结合料的 Cantabro 损失率



注:设计空隙率为17%。

图12 集料粒径与磨耗量、吸音量的关系

性能、磨耗量和抗飞散性。图15^[1]反映了空隙率对噪音降低量和透水量的影响。可以看出,空隙率

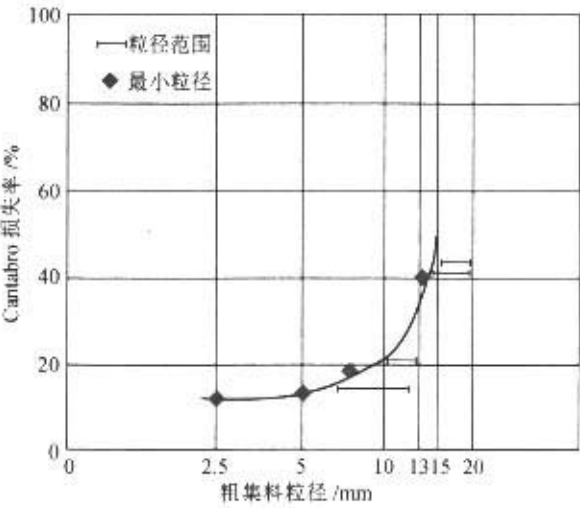


图 13 集料粒径与 Cantabro 损失率的关系

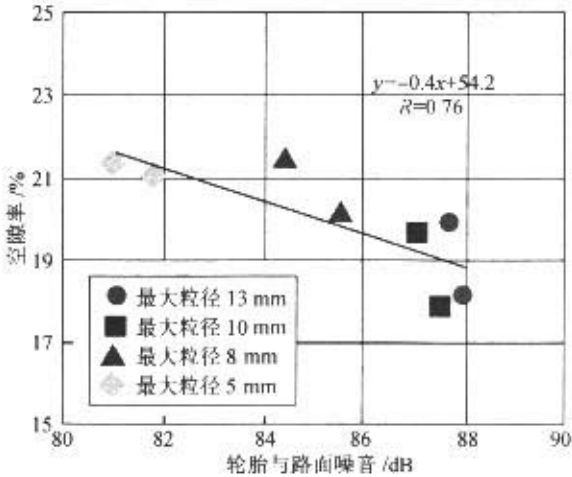


图 14 集料粒径与空隙率、噪音水平的关系

越大,降噪和排水效果越显著。但同时注意到,空隙率越大,Cantabro 飞散损失率越大,如图 16^[7]所示。图 17^[1]表明空隙率对不同频率下的噪音递减水平,频率越高,空隙率越大,噪音递减越大。可以看出,空隙率控制在 20% 具有良好的综合性能。

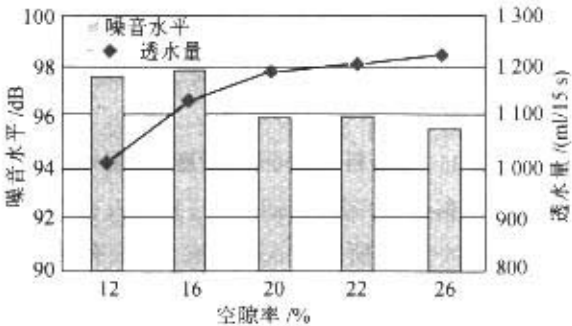


图 15 空隙率对噪音降低量和透水量的影响

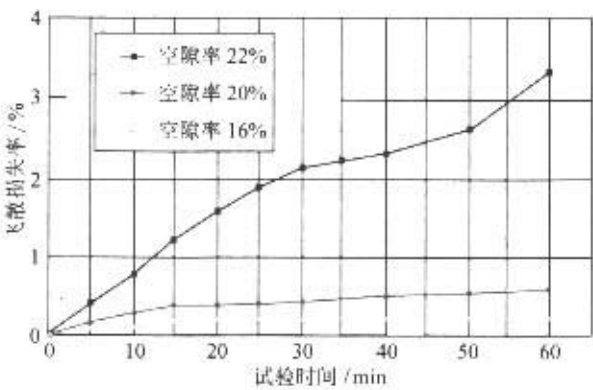


图 16 空隙率与 Cantabro 损失率的关系

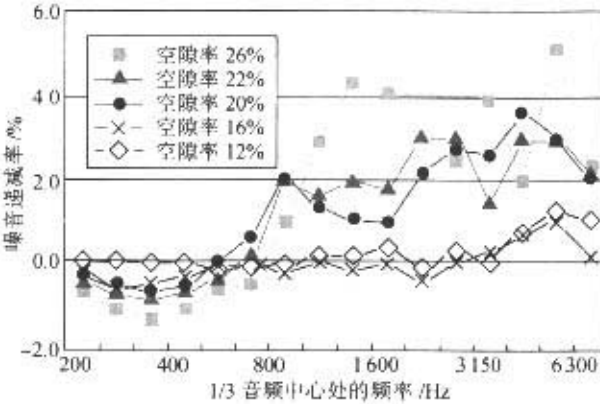


图 17 空隙率在不同频率下噪音递减水平

1.4 对混合料性能的要求

1.4.1 对温度稳定性的要求

图 18^[6]反映了混合料的动稳定度随结合料品质的变化。图 19^[5]给出了不同结合料在 60℃ 温度下破坏次数与折断应力的关系。图 20^[5]为不同结合料的疲劳破坏次数。可以看出,要满足温度稳定性和抵抗荷载的能力,只有使用高粘度改性结合料才能满足规定要求。

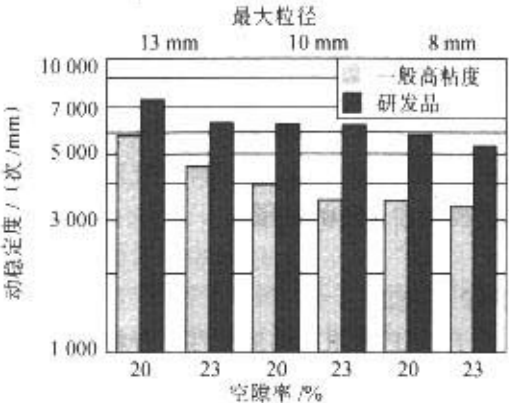


图 18 空隙率与动稳定度的关系

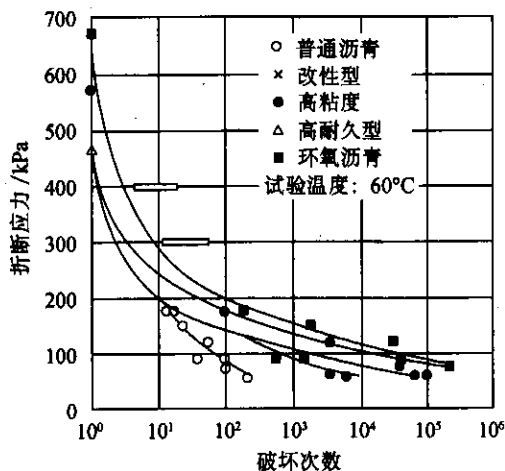


图 19 结合料的破坏次数与折断应力的关系

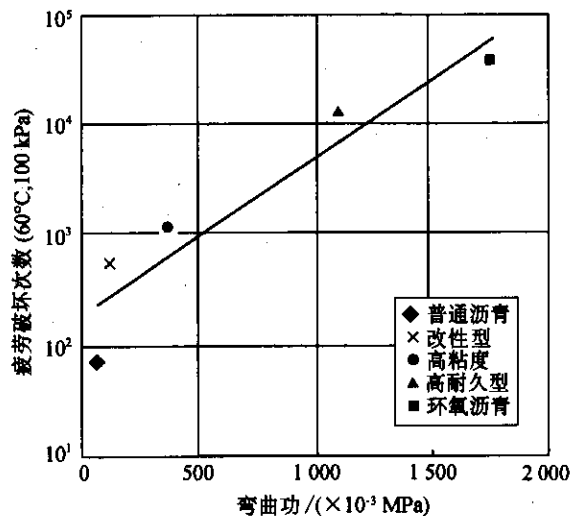


图 20 不同结合料的疲劳特性

1.4.2 对抗剥落、飞散和磨耗特性的要求

混合料的抗剥落、抗飞散和磨耗特性直接影响 DAP 的使用耐久性,而这些特性与所用结合料的品质、集料的品质和合理的配合比设计等因素密切相关。从图9、图10、图11、图12、图13、图16、图21^[4]、图22^[4]和图23^[2]的试验结果可看出,要确保 DAP 混合料的抗剥落、抗飞散和抗磨耗特性的要求,除了严格选用结合料、集料外,其混合料的空隙率、矿料间隙率也要控制在合理的范围内。

2 DAP 的施工

由于 DAP 使用高粘度改性结合料,与 DGAP 相比,施工的最大区别是要求施工温度要高出 30℃ 左右,并且初始碾压要求使用较大吨位的碾压设备,最好在 20 t 以上。为了避免将胶结料振提到表面,确保表面空

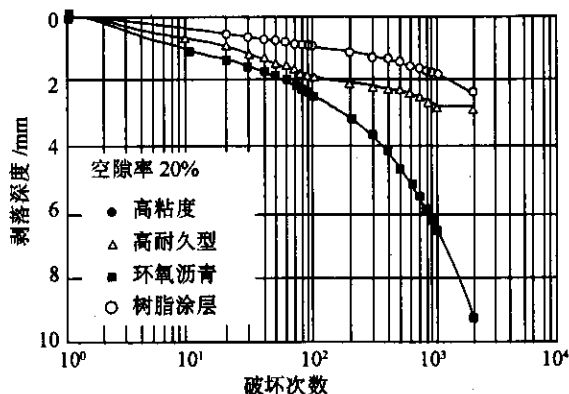


图 21 结合料的破坏次数与剥落的关系

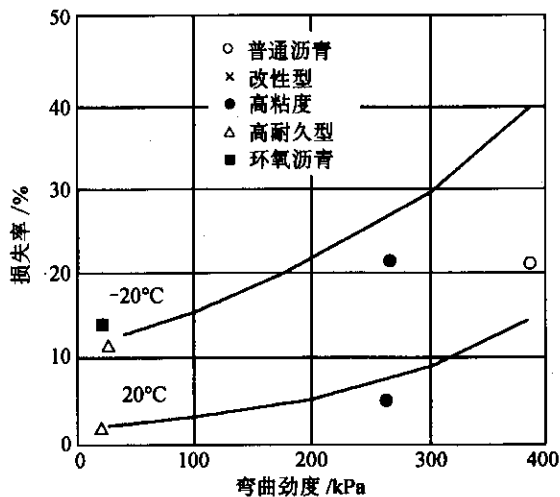


图 22 结合料的品质与 Cantabro 飞散损失的关系

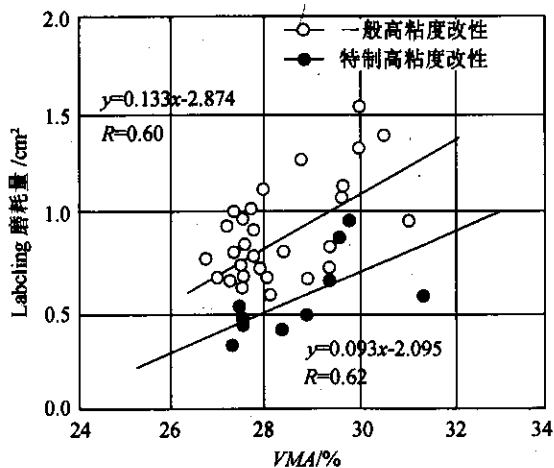


图 23 混合料矿料间隙率对磨耗的影响

隙不被胶结料堵塞,不能振动碾压。其他的工艺要求与 DGAP 基本一致。所以,DAP 的施工并没有难度。

3 DAP 的使用性能与维修养护

根据日本和欧美的经验,虽然 DAP 具有降噪、

抗滑、减少雨水雾和雨后车灯在路面产生眩光等优良性能,但是这种路面还存在着以下缺点。

(1)尽管使用高粘度改性结合料,但泛油、骨料飞散病害仍然严重^[8],应进一步研究对策。

(2)排水功能保持时间不长,一般具有良好排水功能的时间只有1年,2年后的排水性能降低了60%以上,使用4年后已基本不透水了。图24^[9]是日本DAP的排水性能随使用时间变化的调查结果。要恢复其排水功能需要采用专用设备,如图25所示。图26^[9]是使用高速型清洗设备每年不同的作业次数与排水功能保持时间的关系。

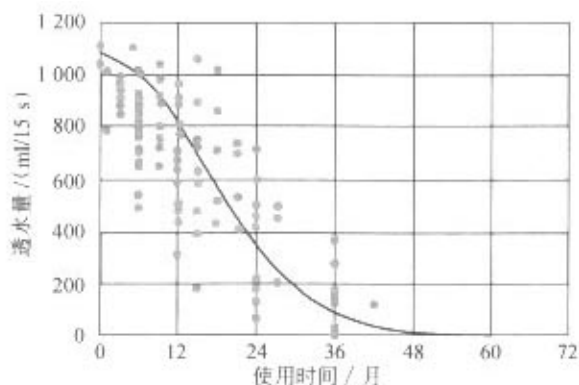


图24 DAP的排水性能随使用时间的变化



图25 DAP的排水功能恢复设备

(3)由于空隙率较大,容易受到空气中的有害物质的侵害、太阳光中紫外线的氧化老化以及水损害,使用寿命短。

(4)需使用高粘度改性沥青作结合料,否则无法保证强度和热稳定性,因此其工程造价较高。

鉴于上述原因,我国在研究推广应用这种路面时应充分考虑这些问题。

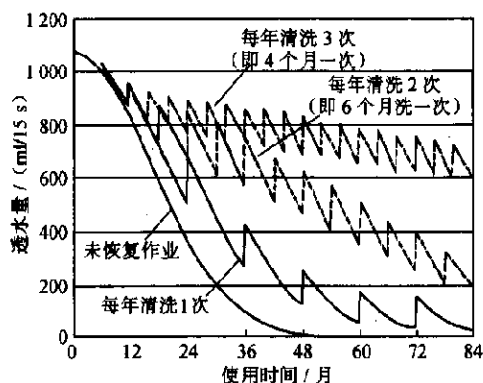


图26 高速型清洗机械的恢复作业效能

4 结语

本文根据日本对DAP的研究和实践经验,从混合料的设计、材料品质要求、路面施工、使用性能和维护等各个方面,较全面地介绍了DAP的技术发展和存在的问题,旨在为我国公路工作者研究和推广应用该技术提供参考,避免少走弯路。

参考文献:

- [1] こもだ ゆか, やまだ まさる, にしもとひろ. 各種舗装の騒音吸収性にかんするけん討[J]. 舗装, 2004, 39(11).
- [2] たかはた こうじ, かとう よしてる, ぐんじ やすお. 積雪寒冷地の耐摩耗性を考慮した排水性舗装の配合にかんするけん討[J]. 舗装, 2004, 38(8).
- [3] いのうえ たけみほか. 道路用細骨材の硬さ評かの考察[J]. 道路建設, 1976, 364.
- [4] こうご けんいち, わたぬき たつひこ, いのうえ たけみ. 排水性舗装骨材の飛散抵抗性にかんするけん討[J]. 舗装, 2004, 39(4).
- [5] 河田 こぎ. Part4 排水性舗装No7: 小粒径混合物の配合設計[J]. 舗装, 2003, 38(12).
- [6] いはら つとも, いしがき つとも, いのうえ たけみ. 排水性舗装の路面テクスチャとタイヤ/路面騒音についてのけん討[J]. 舗装, 2004, 39(2).
- [7] みねざし しゆんいち, たかはし みつひこ. 低騒音舗装の骨材飛散のい熊と骨材飛散抵抗性評か方法のけん討[J]. 舗装, 2003, 38(5).
- [8] 村山 雅人. Part4 排水性舗装No9: 排水性舗装の骨材飛散のい熊とのだいで策[J]. 舗装, 2003, 38(12).
- [9] かつとしゆき, さいとう とおる, きさき しょうへい, すずき ひろし. 高速型排水性舗装機能回復車の開発とそのかいかのけん証[J]. 舗装, 2004, 39(11).

文章编号: 0451-0712(2007)01-0020-05

中图分类号: TU442;U416.1

文献标识码: B

高液限粘土填筑设计方法研究

刘银生, 蒋理珍

(湖南省交通科学研究院 长沙市 410015)

摘 要: 高液限粘土易开裂,可压实性差,水稳定性欠佳,且在我国南方地区广泛分布,合理利用高液限粘土具有现实意义。在分析高液限粘土不饱土理论、高液限粘土包芯机理和改良机理的基础上,系统地提出了高液限粘土的设计方法及设计参数,并得出了高液限粘土的典型设计结构和适用条件,为工程设计及工程决策发挥了重要的作用。

关键词: 高液限粘土; 填筑方法; 设计

受南方地区高温、湿热的历史气候条件影响,我国长江以南大部分地区分布着大量的高液限粘土。该种土平时易开裂,可压实性较差,有的压实后压缩性仍较高,塑性区含水量范围宽,浸润后持水时间长、天然稠度低、*CBR* 值变化范围宽,水稳定性欠佳。在我国路基设计和施工规范^[1,2]中,要求高液限粘土不得直接作为路基填料,必须采用满足要求的技术措施后方可使用,但由于在南方地区高液限粘土点多面广,全部废弃必将极大地影响工程费用和

环保要求。因此,对高液限粘土填筑的设计方法进行研究,具有很重要的现实意义。

1 高液限粘土填筑设计理论概述

高液限粘土填筑设计理论,包括能用于直接填筑的高液限粘土设计理论和不能直接填筑的高液限粘土设计理论。前者在文献^[3]中已得到了充分的论述,本文重点介绍不能直接填筑的高液限粘土设计理论体系。

收稿日期: 2006-08-08

Drainage Asphalt Concrete Pavement Technology and its Developments in Japan

FAN Tong-jiang, JIA Jing-peng, CHEN Fu-qiang, XU Dong-liang

(School of Civil Architecture, Chongqing Jiaotong University, Chongqing 400074, China)

Abstract: Drainage asphalt concrete pavement, because of it's good road performances on providing speedy drainage and skid resistance, reducing spray from vehicles and thickness of water membrane in rain, improving driver visibility, reducing headlight glare after rain and road noise and so on, is widely applied on the road in Europe, America and Japan etc. On the basis of developed experiences for drainage asphalt concrete pavements in Japan, the design of mixtures, requirements of material qualities, relating properties between material qualities and road performances, pavement construction and maintenance are introduced in order to offer some referenced informations for the people engaged in research, design and application on that pavements.

Key words: drainage asphalt concrete pavement; design of mixtures; requirements of material qualities; road performances; construction; maintenance