

文章编号 :1003 - 651X(2000)05 - 0036 - 004

排水性沥青混合料的配合比设计方法

魏如喜 编译

(天津市市政工程设计研究院,天津市 300074)

摘 要:排水性沥青混合料修筑的沥青路面——排水性路面,具有迅速排除路表面雨水、降低行车噪音、表面粗糙、抗车辙能力强等特点。文中阐述了排水性沥青混合料的现状,并介绍日本排水性沥青混合料的配合比设计方法和排水性混合料空隙率的试验方法。

关键词:排水性混合料;排水性路面;配合比设计;空隙率*

排水性路面是指使用空隙率大的级配沥青混合料所铺筑的沥青路面。因此混合料使用的粗集料较多,因而内部空隙率很大、表面粗糙,具有雨天抗滑、减少水膜滑溜、提高雨季夜晚行车标线的识别能力和降低行车噪音等特点。在美国和欧洲,为改善路面行车安全性和减少行车噪音,早就致力于该混合料的研究,现已铺筑了数千万平方米的排水性路面。日本从80年代后期开始这方面的试验研究。虽然起步较晚,但发展较快,目前已形成较为完善的排水性混合料设计方法。

1 排水性沥青混合料现状

排水性沥青混合料在欧洲常称为多孔性沥青混合料或排水性沥青混合料。在美国取开级配沥青磨耗层(Open-Graded Asphalt Friction Course)的字头,简称为OGFC。在日本,排水性路面有时用在不需要排水设施,让雨水自然渗透到地基的路面,因而也称为透水性路面。

1.1 粗集料

粗集料最大粒径与排水路面层厚有关。在美国,OGFC路面面层厚度一般为20~25

mm,因而粗集料最大粒径都在10mm左右。欧洲的排水性路面面层较厚,粗集料最大粒径为10~20mm,其中14mm者最多。日本的排水性路面面层厚度为40~50mm,最大粒径为13mm或20mm。对于粗集料的质量标准,由于考虑到路面的抗滑性能和良好的抗车辙能力,美国和欧洲要求粗集料不能使用较纯石灰岩和易磨光的集料。欧美及日本对排水路面粗集料的质量要求见表1。

表1 欧美及日本排水性路面使用粗集料的要求

内 容	欧洲(以西 班牙为例)	美国(联邦 公路局)	日本
洛杉矶磨耗损失量/%	<20	<40	<30
粗集料磨光石料/%	>40	>30	>45
针片状含量/%	<25	<40	<10(25) ^①
破碎颗粒含量/%		>75(90) ^②	

注 ① 厚度长度比为1:3时要求为10%以下,厚度长度比为1:5时要求为25%以下;② 具有两个破碎面者占75%以上,一个破碎面者占90%以上

1.2 细集料、填料

排水性路面的细集料一般是指0.075~2.36mm部分集料。对于2.36mm通过率,欧洲规定的最大范围为30%,实际上推荐15%左右。美国规定的范围较窄,为5%~15%。日本的沥青路面纲要最初规定为8%~25%,但为了获得足够的空隙率,一般也取

15%左右。细集料由于用量较少,对其性能没有特殊的规定,而对于排水性混合料的填料,在欧美一般规定使用消石灰或水泥。加入消石灰可以防止沥青从集料上剥落(特别是多雨地区),而且可以延缓沥青老化。日本则要求使用的填料必须是石灰岩矿粉,否则可用消石灰或水泥替代。

1.3 沥青胶结料

欧洲在 80 年代试用了直馏沥青,但其耐久性较差。为了增加沥青对集料的握裹力和防止沥青流淌,现在全部使用 PE、SBS、EVA 等改性沥青,同时还使用诸如纤维等稳定剂。美国在较长时间内一直使用直馏沥青,受欧洲路面研究的启发,特别是在美国使用废弃轮胎后,近来使用改性沥青逐渐多起来。日本从一开始就使用改性沥青,如:改性沥青 II 型、高粘度改性沥青、环氧沥青等,也使用纤维等稳定剂。

1.4 空隙率

在欧洲排水性路面的空隙率起初为 15%,为防止孔隙堵塞以维持排水功能,设计施工时往往将空隙率取为 20%。美国因排水性路面粒径较小,以抗滑性能为主,轻微的堵塞对抗滑性能不会有太大影响,因而空隙率定为 15% 以上。日本和欧洲一样,为使路面排水功能和降低噪音效果持久,也将空隙率由原来的 15% 提高到了 20%,甚至更大。

1.5 配合比设计

在欧洲,对于多孔沥青混合料的特殊粒状结构,不能采用已有的配合比设计方法,特别是马歇尔法与开裂试验,同时对车辙试验的适用性也有疑问。

美国在 OGFC 的配合比设计中没有采用力学试验,这是因为已有了一定的经验积累,沥青用量根据粗集料的沥青当量,利用经验公式算出沥青用量在 6% 以上。此外,还进行了混合料中沥青的析漏试验。总之,都没有进行马歇尔试验和车辙试验。

求空隙率的马歇尔压实度、求集料抗剥

落性的肯塔堡飞散损失试验以及浸水肯塔堡飞散损失试验等,也可能适用于欧洲的情况。因此,作为配合比设计方法,目前可供参考的最佳方法可考虑从压实试件的空隙率和肯塔堡飞散损失试验求出集料级配和沥青用量。日本在借鉴欧洲经验的基础上,仍然采用马歇尔试验方法,以求得适宜的空隙率,马歇尔击实次数为两面各 50 次,沥青用量以析漏试验和肯塔堡飞散损失试验控制,仍以车辙试验评价排水性混合料的高温稳定性。

2 日本排水性混合料配合比设计方法

排水性混合料与一般沥青混合料不同,其粗集料含量高,空隙率大,不能用常规的马歇尔配合比设计方法确定沥青用量。日本排水性混合料配合比设计步骤为:① 确定目标空隙率;② 材料选择与初试级配的确定;③ 初试沥青用量计算;④ 满足目标空隙率级配的确定;⑤ 确认混合料空隙率,确定最佳沥青用量;⑥ 混合料检验。

2.1 目标空隙率的确定

研究表明空隙率在 10% 以下时,路面排水性能等同于密级配沥青混合料,因此初始使用阶段,空隙率设定为 15% 以上。实践证明,排水性路面在使用过程中,行车荷载的再压密,以及灰尘堵塞等,使得路面逐渐丧失了排水性能和降低噪音性能。因此,为保证路面的排水性能和降低噪音效果,现今排水路面的目标空隙率普遍设定为 20% ~ 25%。

2.2 材料的选择与初试级配的确定

材料选择的关键是粗集料和填充料。粗集料最大粒径为 13 mm 或 20 mm,排水性混合料矿料级配如表 2 所示。由于粗集料含量较高,排水性混合料的空隙率、抗车辙能力在很大程度上取决于粗集料的性质。例如:集料种类、颗粒形状、抗滑性、抗磨耗性以及抗压碎性等。排水性混合料空隙率较大,因此

填充料的性质对混合料的耐久性至关重要。规定填充料必须是石灰岩矿粉,否则用消石灰或水泥代替。

表 2 配合比设计级配范围

筛孔尺寸/mm	通过率/%	
	最大粒径 13 mm	最大粒径 20 mm
26.5	—	100
19.0	100	95 ~ 100
13.2	92 ~ 100	53 ~ 78
9.5	62 ~ 81	35 ~ 62
4.75	10 ~ 31	10 ~ 31
2.36	10 ~ 21	10 ~ 21
0.6	4 ~ 17	4 ~ 17
0.3	3 ~ 12	3 ~ 12
0.15	3 ~ 8	3 ~ 8
0.075	2 ~ 7	2 ~ 7
沥青用量	4.5% 以上	

选择的初试级配必须符合表 2 的要求。以 2.36 mm 通过率为特征变化点,选择三种通过率:12%、15%、18%,三种级配的矿粉用量即 0.075 mm 通过率一般固定在中值不变,计算相应的材料配比,所配制的三种初试级配的合成级配必须在要求的级配范围内。选择初试级配的目的是在初试沥青用量下,确定满足目标空隙率的合理级配。

2.3 初试沥青用量的计算

初试沥青用量是根据矿料表面吸附沥青膜厚度确定的。影响级配矿料表面积的首要因素是级配中通过 0.075 mm 筛的矿粉含量,其次是通过 0.15、0.3、0.6、1.18、2.36 和 4.75 mm 筛孔集料含量;所有粒径大于 4.75 mm 筛孔的各种级配集料的表面积没有大的影响。因此,初试沥青用量(对集料而言)的计算如下:

初试沥青用量 = 假定膜厚(一般为 10 ~ 14 μ m) \times 集料表面积

集料表面积 = $(2 + 0.02a + 0.04b + 0.08c + 0.14d + 0.3e + 0.6f + 1.6g) / 48.74$

式中:a、b、c、d、e、f 和 g 分别为 4.75、2.36、1.18、0.6、0.3、0.15 和 0.075 mm 筛孔通过率。

2.4 确定满足目标空隙率的矿料级配

2.36 mm 通过百分率是控制排水性混合料空隙率的重要因素。在确定矿料级配时,绘出图 1 所示的关系曲线,调整级配到目标空隙率对应的 2.36 mm 通过百分率,从而确定最终设计级配。

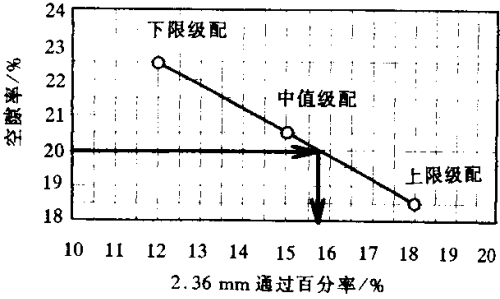


图 1 2.36 mm 通过百分率—空隙率曲线

2.5 最佳沥青用量的确定

在确定矿料级配后,进行最佳沥青用量的设定。首先以马歇尔试验方法,按 0.5% 间隔变化沥青用量 5 ~ 7 个点,分别成型 6 个试件;三个试件进行肯塔堡飞散损失试验,另外三个试件进行空隙率测定。由沥青用量与肯塔堡飞散损失量绘成曲线图如图 2 所示,以曲线变曲点(或标准要求值)对应的沥青用量为最小沥青用量。然后,按 0.5% 间隔变化沥青用量 5 ~ 7 个点,分别拌和沥青混合料并均匀分成三份(每份约 1 kg)进行析漏试验。由沥青用量与析漏量绘成曲线图如图 3 所示,以曲线变曲点对应的沥青用量为最大沥青用量。在最小沥青用量与最大沥青用量之间选择符合目标空隙率要求的沥青用量为最佳沥青用量。

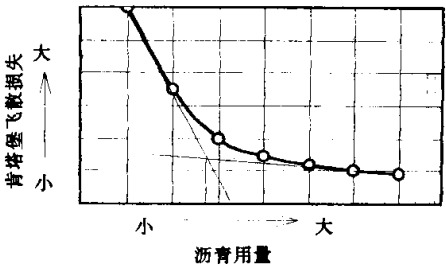


图 2 最小沥青用量确定图

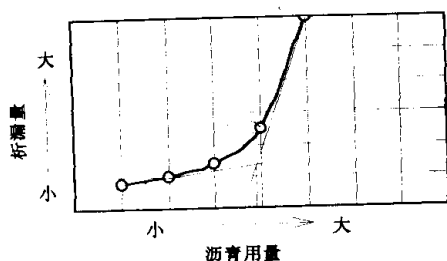


图3 最大沥青用量确定图

2.6 混合料检验

最佳沥青用量确定以后,再进行密度试验、马歇尔稳定度试验、透水性试验以及车辙试验。各试验的目标值如下:空隙率为目标空隙率 $\pm 1\%$ 以内;马歇尔稳定度 3.5 kN 以上;透水系数 10^{-2} cm/s 以上;动稳定度 $1\,500\text{ 次/mm}$ 以上(大型车很多的道路)或 $3\,000\text{ 次/mm}$ 以上(大型车特别多的道路)。

满足以上目标值要求的排水性混合料最佳沥青用量为设计沥青用量。

3 排水性混合料试验方法

排水性混合料配合比设计试验主要内容有:空隙率的测定、肯塔堡飞散损失试验、析漏试验、透水性(或渗水性)试验和车辙试验等。其中后面4个试验与SMA混合料规定的试验方法相同,不再赘述,这里仅介绍排水性混合料配合比设计中至关重要的空隙率的测定方法。

排水性混合料,由于其透水性和吸音特性在很大程度上取决于空隙率的大小,因而在配合比设计中空隙率的测定是非常重要的。对于排水性混合料空隙率(又叫全空隙率)可分为连通空隙率(又叫连续空隙率)和闭塞空隙率(也叫独立空隙率),其中起透水性和吸音特性作用的是连续空隙率。全空隙率可用游标卡尺测定试件的体积和试件空气中质量得到的密度计算出来。连续空隙率

可用游标卡尺测定试件的体积和试件水中质量得到的密度计算出来,也可用试件浸透水后的浸透水量直接求得。计算公式如下:

$$d = A/V \quad (1)$$

$$v = \frac{d}{D} \quad (2)$$

$$v_{e1} = \frac{V - (A - C)}{V} \quad (3)$$

$$v_{e2} = \frac{E}{B - C} \quad (4)$$

$$v_i = v - v_{e1} \quad (5)$$

式中:

v ——试件的空隙率(%);

v_{e1} ——连续空隙率(%);

v_i ——独立空隙率(%);

d ——游标卡尺法测得试件密度(g/cm^3);

D ——理论最大密度(g/cm^3);

A ——试件的空气中质量(g);

V ——游标卡尺法测得试件体积(cm^3);

B ——试件空气中质量+浸透水质量(g);

C ——试件水中质量(g);

E ——浸透水的质量(g)。

4 结语

排水性路面以其优良的排水性能、降低噪音效果,被世人视为环保型路面。但由于其粗集料含量多、空隙率大,故其耐久性较差。改性沥青的发展,特别是高粘度改性沥青、环氧沥青的进一步研究开发,不仅大大提高了排水性路面的抗车辙能力,而且耐久性也有大幅度提高,为大面积推广排水性路面创造了条件。

参考文献:

- [1] 日刊. 铺装 J] 28~10, 1993.
- [2] 日刊. ASPHALT J] 1998. 4(196).
- [3] 日刊. 铺装 J] 31~11, 1996.
- [4] 沈金安. 改性沥青及混合料标准试验方法[J]. 北京公路, 1993(3).