

5.2 试验结果均应注明试件尺寸、成型方法、试验温度及加载速率。

T 0729—2000 沥青混合料冻融劈裂试验

本方法名为冻融劈裂试验,其真正含义是检验沥青混合料的抗水损害能力,不过条件比一般的浸水更苛刻一些。它不同于抗冻性试验,用于评价抗冻性的冻融循环试验次数要多达数十次甚至数百次之多。它虽然是冻融循环试验,但为了评价水稳定性,所以对南方非冰冻地区也是适用的。

本方法是按照“八五”国家科技攻关专题“道路沥青及沥青混合料的路用性能”研究成果编写的,实际上是由美国 AASHTO T 283 Lottmen 方法修正简化而成(主要参考了 1989 年版)。

1 目的与适用范围

1.1 本方法适用于在规定条件下对沥青混合料进行冻融循环,测定混合料试件在受到水损害前后劈裂破坏的强度比,以评价沥青混合料的水稳定性。非经注明,试验温度为 25℃,加载速率为 50mm/min。

试验条件尽量与弯曲、劈裂抗拉等条件统一。温度、加载速率两个试验条件都明显影响试验结果,如果另有规范规定或研究工作需要,可以采用需要的温度及加载速率,在没有任何规定时,本方法统一为 50mm/min 加载速率。此速率是沥青及沥青混合料试验中最常用的速率,包括沥青的延度、马歇尔试验等。试验条件简单,可利用的仪器设备多,且国内外常用,而且试验时间缩短,可减少环境温度的影响。

1.2 本方法采用马歇尔击实法成型的圆柱体试件,击实次数为双面各 50 次,集料公称最大粒径不得大于 26.5mm。

马歇尔击实法成型的圆柱体试件尺寸应符合直径 $101.6\text{mm} \pm 0.25\text{mm}$ 、高 $63.5\text{mm} \pm 1.3\text{mm}$ 的要求。

AASHTO T 283 的方法要求空隙率为 7% 是根据设计空隙率 4%,考虑压实度以后,相当于铺筑在路面上的混合料空隙率设定的。在我国,规范还不能做到要求所有的混合料设计空隙率为 4%,对所有不同的设计空隙率的试件都采用 7% 的空隙率的试件进行水损害性能评价也是不符合我国实际情况的。正因为如此,配合比设计时击实次数 75 次,水损害试验时采用击实次数 50 次是符合我国具体情况的。事实上,有的路面设计本身空隙率可能达到 7%,如果也采用 7% 空隙率的设计进行试验反而不合适了。所以在现阶段,以 T 283 的方法代替本试验方法是不适宜的。另外,据一些单位试验研究,对设计空隙率接近 4% 的试件,采用 T 283 的方法和本方法具有较好的相关性。对 SMA 或其他有关的混合料配合比设计,采用 50 次击实次数的试件,施工时能达到的压实度一般较高。施工时压实功的大小并不因为试件成型 75 次或 50 次而有所区别,所以统一采用 50 次是适宜的。如在 50 次的基础上再减少至 35 次或 40 次,试件的空隙率过大,进行冻融劈裂试验会有困难。

2 仪器与材料技术要求

2.1 试验机:能保持规定加载速率的材料试验机,也可采用马歇尔试验仪。试验机负荷应满足最大测定荷载不超过其量程的 80% 且不小于其量程的 20% 的要求,宜采用 40kN 或 60kN 传感器,读数准确至 0.01kN。

2.2 恒温冰箱:能保持温度为 -18°C 。当缺乏专用的恒温冰箱时,可采用家用电冰箱的冷冻室代替,控温准确至 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。

2.3 恒温水槽:用于试件保温,温度范围能满足试验要求,控温准确至 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。

2.4 压条:上下各1根。试件直径100mm时,压条宽度为12.7mm,内侧曲率半径50.8mm。压条两端均应磨圆。

2.5 劈裂试验夹具:下压条固定在夹具上,压条可上下自由活动。

2.6 其他:塑料袋、卡尺、天平、记录纸、胶皮手套等。

3 方法与步骤

3.1 按本规程 T 0702 方法制作圆柱体试件。用马歇尔击实仪双面击实各 50 次,试件数目不少于 8 个。

3.2 按本规程规定的方法测定试件的直径及高度,准确至 0.1mm。试件尺寸应符合直径 101.6mm ±0.25mm、高 63.5mm ±1.3mm 的要求。在试件两侧通过圆心画上对称的十字标记。

劈裂试验采用的试件,通常为 φ101mm × 100mm 的 1:1 圆柱体,但美国、日本、澳大利亚等国目前基本上都采用 φ101.6mm × 63.5mm 的标准马歇尔试件,英国则采用 φ150mm 的现场钻取试件,厚 40 ~ 50mm。本试验法规定采用标准马歇尔试件。

3.3 按本规程规定的方法测定试件的密度、空隙率等各项物理指标。

3.4 将试件随机分成两组,每组不少于 4 个。将第一组试件置于平台上,在室温下保存备用。

3.5 将第二组试件按本规程 T 0717 标准的饱水试验方法真空饱水,在真空度为 97.3 ~ 98.7kPa (730 ~ 740mmHg) 条件下保持 15min;然后打开阀门,恢复常压,试件在水中放置 0.5h。

3.6 取出试件放入塑料袋中,加入约 10mL 的水,扎紧袋口,将试件放入恒温冰箱(或家用冰箱的冷冻室),冷冻温度为 -18℃ ± 2℃,保持 16h ± 1h。

3.7 将试件取出后,立即放入已保温为 60℃ ± 0.5℃ 的恒温水槽中,撤去塑料袋,保温 24h。

3.8 将第一组与第二组全部试件浸入温度为 25℃ ± 0.5℃ 的恒温水槽中不少于 2h,水温高时可适当加入冷水或冰块调节。保温时试件之间的距离不少于 10mm。

3.9 取出试件立即按本规程 T 0716 用 50mm/min 的加载速率进行劈裂试验,得到试验的最大荷载。

4 计算

4.1 劈裂抗拉强度按式(T 0729-1)及式(T 0729-2)计算。

$$R_{T1} = 0.006 287 P_{T1} / h_1 \quad (\text{T 0729-1})$$

$$R_{T2} = 0.006 287 P_{T2} / h_2 \quad (\text{T 0729-2})$$

上述式中: R_{T1} ——未进行冻融循环的第一组单个试件的劈裂抗拉强度(MPa);

R_{T2} ——经受冻融循环的第二组单个试件的劈裂抗拉强度(MPa);

P_{T1} ——第一组单个试件的试验荷载值(N);

P_{T2} ——第二组单个试件的试验荷载值(N);

h_1 ——第一组每个试件的高度(mm);

h_2 ——第二组每个试件的高度(mm)。

4.2 冻融劈裂抗拉强度比按式(T 0729-3)计算。

$$\text{TSR} = \frac{\bar{R}_{T2}}{\bar{R}_{T1}} \times 100 \quad (\text{T 0729-3})$$

式中:TSR——冻融劈裂试验强度比(%);

\bar{R}_{T2} ——冻融循环后第二组有效试件劈裂抗拉强度平均值(MPa);

\bar{R}_{T1} ——未冻融循环的第一组有效试件劈裂抗拉强度平均值(MPa)。

5 报告

5.1 每个试验温度下,一组试验的有效试件不得少于3个,取其平均值作为试验结果。当一组测定值中某个数据与平均值之差大于标准差的 k 倍时,该测定值应予舍弃,并以其余测定值的平均值作为试验结果。当试件数目 n 为3、4、5、6时, k 值分别为1.15、1.46、1.67、1.82。

5.2 试验结果均应注明试件尺寸、成型方法、试验温度、加载速率。

本试验记录格式可参照表 T 0729a。

表 T 0729a 沥青混合料冻融劈裂试验记录表

试样 编号	试件 直径 h_1 (mm)	试件 高度 h_2 (mm)	密度 (g/cm^3)		空隙率 (%)	最大 荷载 P_T (N)	未经冻融循环劈 裂抗拉强度 $R_{T1} = \frac{0.006287P_{T1}}{h_1}$ (MPa)		冻融后循环劈 裂抗拉强度 $R_{T2} = \frac{0.006287P_{T2}}{h_2}$ (MPa)		冻融循环劈裂 抗拉强度比 $\text{TSR} = \frac{R_{T2}}{R_{T1}} \times 100$ (%)
			理论	实际			测值	平均	测值	平均	
1		63.6				8.64	0.854				81.1
2		63.9				9.36	0.921				
3		63.9				10.89	1.071				
4		64.4				10.26	1.002				
5		64.1				8.36		0.820		0791	
6		64.8				7.47		0.725			
7		64.3				8.08		0.790			
8		64.6				8.25		0.803			

为便于了解美国 AASHTO T 283—98 沥青混合料水损害评价方法(即冻融劈裂试验方法),兹将其试验方法概要介绍如下:

(1) 每次制作最少6个试件,其中一半用于干燥条件的试验,另一半用于冻融条件的试验。采用马歇尔试件的尺寸为 $\phi 101.6\text{mm} \times 63.5\text{mm}$,适用于集料的公称最大粒径不大于26.5mm的混合料。

(2) 按规定的试验条件拌和沥青混合料,将拌和均匀的试样放在面积不小于 $48\,400 \sim 64\,500\text{mm}^2$ ($75 \sim 100\text{in}^2$)的盘子里,深度约25mm(1 in),在室温下冷却 $2\text{h} \pm 0.5\text{h}$,然后将混合料放入 60°C 烘箱里养生16h。盘子应在通风条件下被架起,一盘最多放置3个试件的混合料,且事先称好每个试件的量分开放置。

(3) 养生以后,将混合料放入 135°C 烘箱中加热2h,供压实成型试件使用。

(4) 采用马歇尔击实仪或搓揉试验机成型试件,必须使试件的空隙率为 $7\% \pm 1.0\%$ 或者是符合工程要求的一个期望的空隙率。为了达到此空隙率,可以通过调整马歇尔击实次数和搓揉次数得到。

(5) 试件脱模后在室温中放置72~96h。

(6) 按规定方法测定混合料的最大理论密度,测量试件的高度和毛体积相对密度,计算试件的空隙率,空隙率不符合要求的试件作废。

(7) 将试件分成两组。其中的一组作为干燥条件试验的试件,试件放在塑料袋中,在室温条件下存放,直至劈裂试验前放入 25℃ 水槽中保温不少于 2h。

另一组供冻融劈裂试验用的试件按以下步骤处理:

将试件放入一真空容器中,试件底部离开容器底部有一定的间隙,向容器注入蒸馏水至试件以上不少于 25mm,在短时间(5~10min)内达到绝对压力 3.9~19.8kPa(10~26inHg),再在短时间内(5~10min)撤去真空,取出试件,按 T 166 的方法计算毛体积相对密度,并计算饱水率,应在 55%~80% 的范围内;如果饱水率小于 55% 或大于 80%,应调整抽真空的时间和真空度,使之符合要求。

不过关于真空度的要求,美国一些规程的要求是不同的,AASHTO 也一直在变化。1998 年 ASTM 4867—96 仅规定为达到饱和度 55%~88%,未规定真空度。AASHTO 1985 年 T 283—85 规定 67.7kPa(20inHg),达到 55%~80% 饱和度。1998 年 T 283—96 规定绝对压力 13~67kPa(3.8~19.8inHg),5~10min,且规定达到 55%~80% 饱和度。SHRP TP-34 规定真空度为 68kPa(510mmHg),5min±0.2min,未规定饱和度。而在 NAPA QIP 119 中介绍水损害的文章对比试验方法提到 T 283 时,改进 Lottman 规定为 66.7kPa(20inHg),5~30min,饱和度 55%~80%。ASTM D 4867/D 4867 M—96 则规定 66.7kPa(20inHg),5min,且达到 55%~80% 的饱和度(如饱和度不合适,可调整真空度)。

(8) 将试件放入 60℃±1℃ 水槽中 24h±1h(原来几版的 T 283 及 ASTM 没有这一步)。

(9) 用塑料薄膜或塑料袋套住试件,向其中注入 10mL 水,封口。

(10) 将塑料密封的试件放入 -18℃±3℃ 的冰箱中不少于 16h。

(11) 试件移出冰箱,立即放入 60℃±1℃ 的水槽中 24h±1h,一浸入水中就尽快将塑料袋或薄膜撤除。

(12) 在浸泡 24h 后将试件移至 25℃±0.5℃ 的水槽中,保持 2h±1h。如果需要的话,可以向水槽中加冰块,使调整室温达到 25℃ 的时间不超过 15min。

(13) 将在干燥条件下试验的试件同样放入水槽中保温 2h,然后与经上述步骤处理的试件同时进行劈裂试验,试验的压条宽度为 12.7mm,测定劈裂抗拉强度,加载速率 50mm/min,计算破坏强度比 TSR。

$$TSR = \frac{S_{T2}}{S_{T1}} \times 100 \quad (T 0729a)$$

式中: TSR——劈裂抗拉强度比(%);

S_{T1} 、 S_{T2} ——分别为干燥条件试件和冻融条件试件的劈裂抗拉强度(kPa);

$$S_T = 2\,000 \times P / (\pi \times t \times D)$$

P ——最大荷载(N);

t 、 D ——试件的高度和直径(mm)。

为进一步对美国 AASHTO T 283—98 方法与我国冻融劈裂试验方法进行比较,兹将其要点比较列于表 T 0729b。

表 T 0729b 试验方法比较

美国 AASHTO T 283—98 方法	我国冻融劈裂试验方法
1. 混合料短期老化,60℃ 烘箱 16h,135℃ 烘箱 2h,马歇尔或搓揉压实法成型,试件要求空隙率为 6%~8%	1. 马歇尔试件成型(加抗剥落剂的需短期老化)击实次数 50 次,制作 8 个试件
2. 室温试件放置 72~96h	2. 一般不需处理(加抗剥落剂的需长期老化)
3. 一组试件不进行真空饱水;一组试件进行真空饱水,在 33.9~88.0kPa(254~660mmHg)真空下保持 5~10min,要求饱水率 55%~80%	3. 一组试件不进行真空饱水;一组试件进行真空饱水,在 97.3kPa(730mmHg)真空下保持 15min 后恢复常压

续上表

美国 AASHTO T 283—98 方法	我国冻融劈裂试验方法
4. 试件立即放入 60℃ 水中 24h	4. 试件在常温水中放置 0.5h
5. 试件放入塑料袋中,加 10mL 水	5. 试件放入塑料袋中,加 10mL 水
6. 试件在 -18℃ 下冻 16h	6. 试件在 -18℃ 下冻 16h
7. 试件立即放入 60℃ 水中 24h	7. 试件立即放入 60℃ 水中 24h
8. 两组试件均 25℃ 养生 2h	8. 两组试件均 25℃ 养生 2h
9. 劈裂试验(50mm/min),求劈裂强度比 TSR	9. 劈裂试验(50mm/min),求劈裂强度比 TSR

T 0730—2011 沥青混合料渗水试验

沥青路面渗水性能是反映路面沥青混合料级配组成的一个间接指标。如果整个沥青面层均透水,则表面水透入基层或路基,大幅度降低路面承载能力,且易导致水损害快速出现,所以沥青路面渗水性能也是沥青路面水稳定性的一个重要指标。故要求在配合比设计阶段对沥青混合料的渗水系数进行检验。路面的渗水系数与空隙率有很大关系,通常剩余空隙率越大,路面渗水越严重。但同样的空隙率,路面渗水情况却不同,因为空隙率包括开口空隙和闭口空隙,而只有开口空隙才透水。

原规程的试验方法是在我国以往实践经验的基础上参照日本道路协会铺装试验法便览的透水试验方法编写的。本次修订是通过国内外多种渗水测定方法和渗水指标的研究,将原规程中的沥青路面渗水仪进行了适当的改变,用我国原来类似于 NCAT 的两段式渗水仪进行了大量的对比试验后,发现原规程的渗水仪存在不足,对原规程的渗水仪进行了改进完善。

1 目的与适用范围

本方法适用于测定碾压成型的沥青混合料试件的渗水系数,以检验沥青混合料的设计配合比。

2 仪器与材料技术要求

本方法所采用的仪器器具与《公路路基路面现场测试规程》(JTG E60—2008)的相同。

2.1 路面渗水仪:形状和尺寸如图 T 0730-1 所示,上部盛水量筒由透明有机玻璃制成,容积 600mL,上有刻度,在 100mL 及 500mL 处有粗标线,下方通过 $\phi 10\text{mm}$ 的细管与底座相接,中间有一开关。量筒通过支架联结,底座下方开口内径 150mm,外径 220mm。仪器附不锈钢圈压重两个,每个质量约 5kg,内径 160mm。

本次修订增大了底座的外围直径,由原来的 16.5cm 增大为 22cm,这样底盘的圆环宽度由原来的 0.75cm 增大为 3.5cm;增加了渗水仪的高度,由原来的 31cm 增加为 51.5cm;增加了和底盘形状面积一样的塑料环。渗水仪由于底座改进后,接地面积是原来的 5.5 倍,大大增加了密封性能。

2.2 量筒及大漏斗。

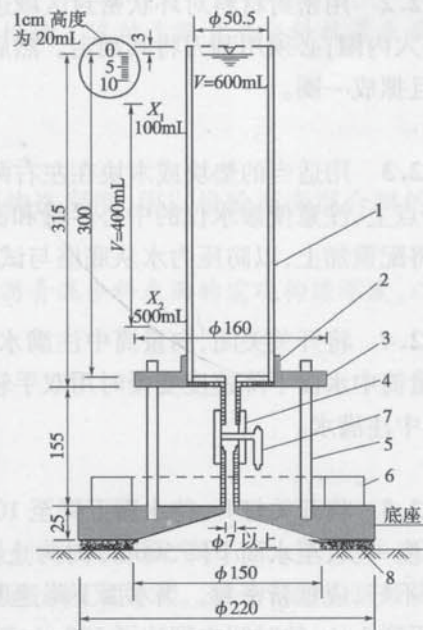


图 T 0730-1 渗水仪(尺寸单位:mm)

1-透明有机玻璃筒;2-螺纹连接;3-顶板;4-阀;5-立柱支架;6-压重钢圈;7-把手;8-密封材料