

条文说明

本方法与 T 0711 真空法的目的相同。该方法在欧洲用得较多,但是需要消耗较多的三氯乙烯溶剂,而三氯乙烯对环境和人体都有影响。溶剂法在 ASTM 方法中未正式列入,是 P. J. Serafin 在 ASTM STP 191 中提出的,由于方法简便,使用者也不少,故列入本试验方法。

本次修订主要对沥青混合料试样的取样作了比较详细的规定,包括拌制沥青混合料;从拌和楼、运料车或者摊铺现场取样;从沥青路面上钻芯取样或切割的试样的取样方法。

此外,溶剂法与真空法测定的结果是有差别的。该方法是采用溶剂将沥青全部溶解,沥青将渗入集料孔隙内部,使得测定的理论最大相对密度可能偏大,这对吸水率大的多孔性集料更是如此,而且由于试验时溶剂吸入集料的量与沥青吸入的量不同,所以与实际情况也是有差异的。故本方法规定仅适用于集料吸水率小于 1.5% 的沥青混合料。

本方法按日本松野三朗著《沥青路面试验》一书中所列的方法编写。

T 0713—2000 沥青混合料单轴压缩试验(圆柱体法)

1 目的与适用范围

1.1 本方法适用于测定热拌沥青混合料的抗压回弹模量和抗压强度。按照《公路沥青路面设计规范》(JTG D50—2006)确定沥青混合料结构层的设计参数时应按本方法执行。如无特殊规定,用于计算弯沉的抗压回弹模量的标准试验温度为 20℃,用于验算弯拉应力的抗压回弹模量的标准试验温度为 15℃。加载速率为 2mm/min。

1.2 本方法适用于直径 100mm ± 2.0mm、高 100mm ± 2.0mm 的沥青混合料圆柱体试件。

2 仪器与材料技术要求

2.1 万能材料试验机。其他可施加荷载并测试变形的路面材料试验设备也可使用,但均必须满足下列条件:

2.1.1 最大荷载应满足不超过其量程的 80%,且不小于量程的 20% 的要求,宜采用 100kN,分度值 100N。具有球形支座,压头可以活动与试件紧密接触。

2.1.2 具有环境保温箱,控温准确至 0.5℃。当缺乏环境保温箱时,试验室应设置空调,控温准确至 1.0℃。

2.1.3 能符合加载速率保持 2mm/min 的要求。试验机宜有伺服系统,在加载过程中速度基本不变。

2.2 变形量测装置:抗压试验加载用上下压板,下压板下有带球面的底座。压板直径为120mm,在直径102mm处有一浅的放置试件的圆周刻印。下压板直径线两侧有立柱顶杆,上压板直径线两侧装有千分表架,表架中心与顶杆中心位置一致(图 T 0713-1)。当试验机具有自动测定试件垂直变形或自动测记试件的压力与变形曲线功能时,可以直接使用,不必另外配备变形量测装置。

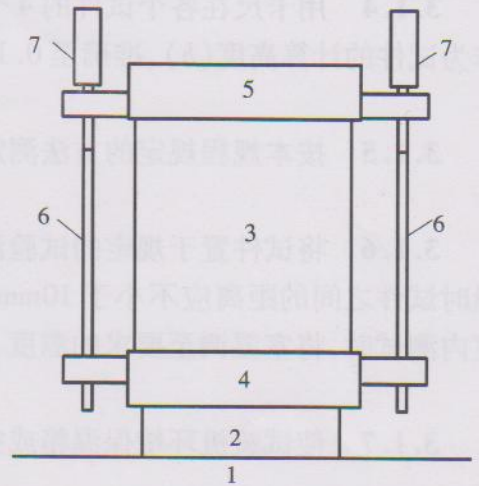


图 T 0713-1 变形量测装置

2.3 千分表:1/1 000mm,2 只。

2.4 恒温水槽:用于试件保温,温度能满足试验温度要求,控温准确至 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。恒温水槽的液体应能不断循环回流,深度应大于试件高度 50mm。

1-试验机台;2-球座;3-试件;4-下压板;5-上压板;
6-顶杆;7-千分表或其他变形量测装置

2.5 台秤或天平:感量不大于 0.5g。

2.6 温度计:分度值 0.5°C 。

2.7 秒表、卡尺。

3 方法与步骤

3.1 准备工作

3.1.1 按本规程 T 0704 用静压法成型沥青混合料试件,也可从轮碾机成型的板块试件上用钻芯机钻取试件。试件尺寸应符合直径 $100\text{mm} \pm 2.0\text{mm}$ 、高 $100\text{mm} \pm 2.0\text{mm}$ 的要求。如有条件,可采用振动压实或搓揉法成型试件(试件尺寸及成型方法应在报告中注明)。试件的密度应符合马歇尔标准击实密度 $100\% \pm 1.0\%$ 的要求。

3.1.2 试件成型后不等完全冷却即可脱模,用卡尺量取试件高度,最高部位与最低部位的高度差超过 2mm 时试件应作废。用于抗压强度试验的试件数不得少于 3 个,用于抗压回弹模量的一组试件数宜为 3~6 个。

3.1.3 将试件放置在室温条件下 24h,用卡尺在各个试件上下两个断面的垂直方向上正确量取试件直径,取 4 个数的平均值作为试件的计算直径(d),准确至 0.1mm。

3.1.4 用卡尺在各个试件的4个对称位置上正确量取试件高度,取4个数的平均值作为试件的计算高度(h),准确至0.1mm。

3.1.5 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。

3.1.6 将试件置于规定的试验温度(15℃或20℃)的恒温水槽中保温2.5h以上,保温时试件之间的距离应不小于10mm。此时压板、底座也应同时保温。在有空调的试验室内测试时,将室温调至要求的温度,试件放置12h以上。

3.1.7 使试验机环境保温箱或空调试验室达到要求的试验温度。

3.2 抗压强度试验步骤

3.2.1 将下压板、底座置于试验机升降台座上对中,迅速取出试件放在下压板中央刻线位置,加上上压板。

3.2.2 将试件从恒温水槽中取出,立即置于压力机台座上,以2mm/min的加载速率均匀加载直至破坏,读取荷载峰值(P),准确至100N。

3.3 抗压回弹模量试验步骤

3.3.1 确定加载级别:按3.2的方法测试抗压强度平均值 P ,大体均匀地分成10级荷载,分别取0.1 P 、0.2 P 、0.3 P ……0.7 P 七级(可取成接近的整数)作为试验荷载。

3.3.2 将下压板、底座置于试验机升降台座上对中,迅速取出试件放在下压板中央刻线位置,加上上压板,在两侧千分表架上安置千分表,与下压板相应位置的千分表顶杆接触(图T 0713-1)。如果利用试验机的压力与试件变形自动测试功能时,做好相应的测试准备。

3.3.3 调整试验机台座的高度,使加载顶板与压头中心轻轻接触。

3.3.4 以2mm/min速率加载至0.2 P 进行预压,保持1min,观察两侧千分表增值是否接近,若两个千分表读数反向或增值差异大于3倍,则表明试件是偏心受压,应敲动球座适当调整,至读数大致接近,然后卸载,并重复预压一次。卸载至零后记录两个千分表的原始读数。

3.3.5 以2mm/min速率加载至第1级荷载(0.1 P),立即记取千分表读数及实际荷

载数,并以同样的速率卸载回零,开始启动秒表,待试件回弹变形 30s 后,再次记取千分表读数,加载与卸载两次读数之差即为此级荷载下试件的回弹变形(ΔL_1);然后依次进行第 2、3……7 级荷载的加载卸载过程,方法与第 1 级荷载相同,分别加载至 0.2P、0.3P……0.7P,卸载,并分别记取千分表读数及实际荷载,得出各级荷载的回弹变形 ΔL_i 。

4 计算

4.1 沥青混凝土试件的抗压强度按式(T 0713-1)计算。

$$R_c = \frac{4P}{\pi d^2} \quad (\text{T 0713-1})$$

式中: R_c ——试件的抗压强度(MPa);
 P ——试件破坏时的最大荷载(N);
 d ——试件直径(mm)。

4.2 按式(T 0713-2)计算各级荷载下试件实际承受的压强 q_i 。在方格纸上绘制各级荷载的压强 q_i 与回弹变形 ΔL_i ,将 $q_i-\Delta L_i$ 关系绘成一平顺的连续曲线,使之与坐标轴相交得出修正原点,根据此修正原点坐标轴从第 5 级荷载(0.5P)读取压强 q_5 及相应的 ΔL_5 。沥青混合料试件的抗压回弹模量按式(T 0713-3)计算。

$$q_i = \frac{4P_i}{\pi d^2} \quad (\text{T 0713-2})$$

$$E' = \frac{q_5 \times h}{\Delta L_5} \quad (\text{T 0713-3})$$

式中: q_i ——相应于各级试验荷载 P_i 作用下的压强(MPa);
 P_i ——施加于试件的各级荷载值(N);
 E' ——抗压回弹模量(MPa);
 q_5 ——相应于第 5 级荷载(0.5P)时的荷载压强(MPa);
 h ——试件轴心高度(mm);
 ΔL_5 ——相应于第 5 级荷载(0.5P)时经原点修正后的回弹变形(mm)。

5 报告

5.1 当一组试件的测定值中某个测定值与平均值之差大于标准差的 k 倍时,该测定值应予舍弃。有效试件数为 n 时的 k 值列于表 T 0713-1。对其余测定值按式(T 0713-4)的 t 分布法计算整理,得到供路面设计用的抗压回弹模量值。

$$E = E' - \frac{t}{\sqrt{n}}S \quad (\text{T 0713-4})$$

式中: E ——供路面设计用的抗压回弹模量值(MPa);
 E' ——一组试件实测的抗压回弹模量的平均值(MPa);
 S ——一组试件样品实测值的标准差(MPa);

n ——一组试件的有效试件数;

t ——随保证率而变的系数,高速公路及一级公路的保证率为95%,其他等级公路的保证率为90%; t/\sqrt{n} 值见表 T 0713-1 所列。

表 T 0713-1 有效试件数与 t 值的关系

有效试件数 n	临界值 k	t/\sqrt{n}	
		保证率 95%	保证率 90%
3	1.15	1.686	1.089
4	1.46	1.177	0.819
5	1.67	0.954	0.686
6	1.82	0.823	0.603
7	1.94	0.734	0.544
8	2.03	0.670	0.500
9	2.11	0.620	0.466
10	2.18	0.580	0.437

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,以及试验结果的平均值、标准差、变异系数。必要时注明试件的密度、空隙率等。

条文说明

沥青混合料的单轴压缩试验,对沥青混合料试件按规定方法逐级加载卸载,测定试件的抗压回弹模量,以及一次性加载至破坏时的最大应力即抗压强度,均以 MPa 计。1983 年试验规程 203—83 关于沥青混合料抗压强度试验,规定的试验条件是参照前苏联的方法及我国的工程实践制定的。多年来,实际进行的并不多,主要是试验目的不明确,试验条件与美国等国家标准也有较多差别,修订时主要考虑《公路沥青路面设计规范》(JTG D50—2006)对材料设计参数的要求,增补了材料回弹模量的测定方法。

沥青混合料单轴压缩试验所用的试件在国外有不同的规定,ASTM D 1074 及 AASHTO T 167 规定压实后圆柱形试件的直径与高度比为 1:1,并规定试件的高度与直径之差不得超过 $\pm 2.5\%$,直径不小于集料最大粒径的 4 倍,亦不小于 5.08cm(2in),通常采用直径 101.6mm、高度 $101.6\text{mm} \pm 2.5\text{mm}$ 的圆柱体。我国原试验规程 203—83 中也规定为 1:1 试件,试件尺寸有 $\phi 50\text{mm} \times 50\text{mm}$ 、 $\phi 70\text{mm} \times 70\text{mm}$ 、 $\phi 100\text{mm} \times 100\text{mm}$ 三种,均采用静压法成型。现仅保留 $\phi 100\text{mm} \times 100\text{mm}$ 圆柱体。故本方法规定圆柱体试件仍用静压法成型,也可用搓揉法或振动成型法制作。

ASTM D 1074 规定高度应变速率控制为 $0.05\text{mm}/(\text{min} \cdot \text{mm})$,对 $\phi 101.6\text{mm}$ 的试件用 $5.08\text{mm}/\text{min}$ 速率加载。AASHTO T 167 规定高度方向应变速率控制为 $1.3\text{mm}/(\text{min} \cdot 25\text{mm})$,即对 $\phi 50\text{mm} \times 50\text{mm}$ 试件加载速率为 $2.5\text{mm}/\text{min}$,对 $\phi 200\text{mm} \times 200\text{mm}$ 试件为 $10\text{mm}/\text{min}$,对 $\phi 100\text{mm} \times 100\text{mm}$ 试件为 $5\text{mm}/\text{min}$ (与 ASTM 相同)。

关于加载速率,无特殊规定时,采用 $2\text{mm}/\text{min}$,根据需要也可采用其他速率。试验温度按《公路沥青路面设计规范》(JTG D50—2006)的规定采用 20°C 或 15°C 。

沥青混合料是黏弹性材料,不同的温度和加载速率对混合料的变形性能影响很大,因此试验过程

中,必须高度重视这一点。如果试验机缺乏环境保护箱,可以考虑在安装有空调的房间内进行,对20℃和15℃试验温度来说,空调保温应该没有太大困难。

关于试验数据的整理方法,目前还有一些不同意见,主要是数据本身一般并不成线性关系,而且,随荷载的加大,变形越来越小,故模量反而越来越大。究竟如何整理为好,今后应继续研究。本规程既然规定了修正原点的方法,就应统一采用此法,否则结果会有较大差异。

原试验规程中规定试件平行试验的允许误差为10%,而ASTM及AASHTO中规定重复性试验两组试件(每组3个)平均值误差不得大于407kPa,试验结果中最大值与最小值之差不得大于841kPa,再现性试验分别为372kPa及1055kPa。本试验方法考虑到在不同温度下的抗压强度相差很大,统一规定此数值不适宜,于是作了新的规定。

T 0714—1993 沥青混合料单轴压缩试验(棱柱体法)

1 目的与适用范围

1.1 本方法适用于测定热拌沥青混合料在规定温度及加载速率时受压缩至破坏过程的力学性质。试验温度和加载速率根据有关规定和需要选用。如无特殊规定,宜采用加载速率50mm/min。

1.2 本方法适用于由轮碾成型后切制的长 $40\text{mm} \pm 1.0\text{mm}$ 、宽 $40\text{mm} \pm 1.0\text{mm}$ 、高 $80\text{mm} \pm 2.0\text{mm}$ 棱柱体试件。若采用其他尺寸,应予注明。

2 仪器与材料技术要求

2.1 万能材料试验机或压力机:荷载用传感器测定,最大荷载应满足不超过其量程的80%且不小于20%的要求,宜采用40kN,分度值0.1kN。具有球形支座,压头可以活动与试件紧密接触;宜具有环境保温箱,控温准确至 $\pm 0.5^\circ\text{C}$;加载速率可以选择。试验机宜有伺服系统,在加载过程中速率基本不变。

2.2 试件变形测定装置:可采用LVDT或电测百分表作为位移计。

2.3 数据采集系统或X-Y记录仪:能自动采集传感器及位移计的电测信号,在数据采集系统中储存或在X-Y记录仪上绘制荷载与试件变形曲线。

2.4 聚四氟乙烯薄膜。

2.5 恒温水槽:用于试件保温,温度应满足试验温度要求,控温准确至 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ 。当试验温度低于 0°C 时,恒温水槽可采用1:1的甲醇水或防冻液作冷媒。恒温水槽的液体应能循环回流。