

前 言

本标准等效采用 ISO 9967:1994《热塑性塑料管材蠕变比率的测定》。

ISO 9967 中的附录 A、附录 B 分别阐述了材料的蠕变机理与利用蠕变率计算长期环刚度,但由于本标准只规定蠕变比率的计算、陈化时间及外推时间,而这些在 ISO 9967 中已规定,因此省略了 ISO 9967 中的附录 A、附录 B。

因管材按规定埋地安装时会发生形变,而其形变经一段时间后就会停止,此时间依赖于土壤和安装情况,但一般不会超过两年,所以本标准是利用外推得到的两年形变量来计算管材的蠕变比率。

本标准由国家轻工业局提出。

本标准由全国塑料制品标准化技术委员会归口。

本标准起草单位:轻工业塑料加工应用研究所。

本标准主要起草人:翁云煊、凌伟。

ISO 前言

实践表明,当管材按规定埋地安装时,一段较短的时间后它的变形增加就几乎停止。该时间的长短依赖于土质与安装条件,但不会超过两年。

因此当进行长期静态预测时,就可利用此国际标准测定两年的蠕变比率。

热塑性材料蠕变理论的简单解释见附录 A。

对试验来说,可以在其他陈化、其他试验温度或其他试验时间的条件下进行。

中华人民共和国国家标准

热塑性塑料管材蠕变比率的试验方法

GB/T 18042—2000
eqv ISO 9967:1994

Thermoplastics pipes—Determination of creep ratio

1 范围

本标准规定了测定热塑性塑料管材蠕变比率的试验方法。
本标准适用于具有圆环形截面的热塑性塑料管材。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T 2918—1998 塑料试样状态调节和试验的标准环境

3 原理

将管材平放于两平行水平板中,以一固定压力对其持续施压 1 000 h(42 天),并分别在规定的时间内记录管材的形变,然后建立管材形变对时间的关系曲线,并分析数据的线性关系,最后通过计算外推两年时的形变求取管材的蠕变比率。

4 试验仪器和主要技术参数

4.1 压缩试验仪

压缩试验仪能施加需要的预负荷 F_0 与负荷 F (见 6.5),仪器的精度为 1%。

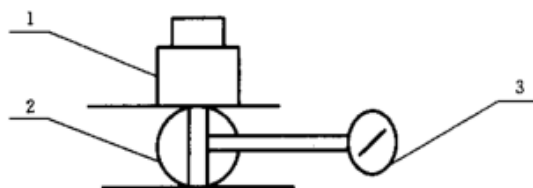
4.2 钢板

需两块钢板,钢板应平整、光滑、清洁,且在试验期间不发生形变。每块钢板的长度应大于或等于试样的长度,宽度至少要比负荷下试样接触表面的最大宽度大 25 mm(包括 25 mm)。

4.3 其他仪器

测量仪器,包括直尺(精确至 1 mm)、形变测量仪(至少精确至 0.1 mm 或形变的 1%)、计时器(精确至 min)。

测量管材内径形变的示例见图 1。



1—负荷 F ; 2—试样; 3—内径测量仪

图 1 测量管材内径形变的示例

5 试样

5.1 试样制备

取一根足够长的管材,沿其外壁画一条平行于轴线的直线并作标记,然后截取三段作为试验试样,分别记为 a、b、c,试样端面应垂直于管材的轴线,长度按 5.2 规定。

5.2 试样的长度

5.2.1 从管材的端面开始在外表面上沿轴向均匀标记 3 至 6 条直线,标记数目见表 1,测量每条标线的长度,并求得它们的算术平均值,以算术平均值作为试样的长度,管材长度应精确至 1 mm。对每个试样,长度测量值中最小值与最大值的偏差要小于 10%。

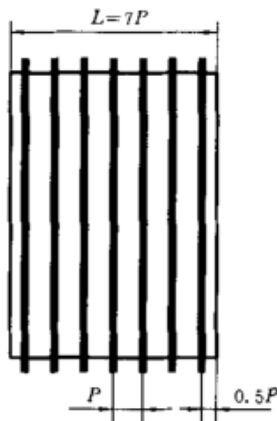
表 1 长度测量数目

管材公称直径 d_n , mm	长度测量数目
$d_n \leq 200$	3
$200 < d_n < 500$	4
$d_n \geq 500$	6

5.2.2 对于公称直径 d_n 小于或等于 1 500 mm 的管材,每个试样的平均长度为 (300 ± 10) mm。

5.2.3 对于公称直径 d_n 大于 1 500 mm 的管材,每个试样的平均长度(以毫米为单位)至少为 $0.2d_n$ 。

5.2.4 对于带垂直筋、波纹或具有规则结构的结构壁管材取样时,应尽可能使每个试样的长度包含满足 5.2.2 或 5.2.3 条要求的最小的整数筋、波纹或其他结构。垂直筋管材试样的截取见图 2。



L—试样长度;P—单元结构长,P=45 mm

图 2 垂直筋管材试样的截取

5.2.5 对于螺旋形结构的管材(见图 3),每个试样的长度应包含满足 5.2.2 或 5.2.3 要求的最小的整数螺旋数。

对于用波纹等方式作为螺旋加强筋的管材,在每个试样的长度内应包含一整数目的加强筋,并最少为 3 个,而且试样的长度尽可能按 5.2.2 或 5.2.3 取得。

5.3 试样的内径

分别测量试样 a、b、c 的内径 d_{ia} 、 d_{ib} 、 d_{ic} ,在长度中部的横截面上,以 45° 为间隔,测量四个值,计算它们的算术平均值,并精确到 0.5%。

分别记录每个试样 a、b、c 的平均内径 d_{ia} 、 d_{ib} 、 d_{ic} ,按式(1)计算三个值的平均值 d_i :

$$d_i = \frac{d_{ia} + d_{ib} + d_{ic}}{3} \dots\dots\dots (1)$$

5.4 试样的陈化

试验前,试样应先陈化 21 天 \pm 2 天。

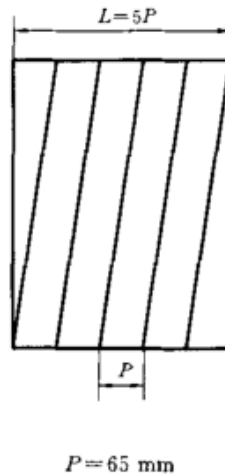


图3 螺旋结构管材试样的截取示例

6 试验步骤

6.1 试验温度按 GB/T 2918 规定的标准试验环境执行。试样在试验前应在此温度状态下调节至少 24 h。

6.2 如果某试样最低环刚度的位置能测知,则在试验时以该位置放到压缩试验仪的平板下进行试验,并将此试样作为第一个试样 a。

如试样的最低环刚度不能测知,则在放第一个试样 a 时,应将其标线与上板接触。

其他试样(b、c)与上板接触的位置,相对于第一个试样标线旋转 120° 、 240° 。

6.3 放置好形变测量仪,并检查每个试样相对于上平板的角度。

6.4 降低上平板直至与试样上部分接触。

6.5 加载预负荷 F_0 , F_0 的取法如下

6.5.1 管材内径 d_i 小于或等于 0.1 m 时, $F_0 = 7.5 \text{ N}$;

6.5.2 管材内径 d_i 大于 0.1 m 时 $F_0 = 75d_i \text{ N}$ (d_i 单位为 m), F_0 不是整数时将其圆整到下一个整数值。

6.5.3 加载预负荷 F_0 5 min 后,调节形变测量仪到零点。然后加载一个稳定增加的压力,在开始加载后的 20 s~30 s 内达到负荷 F ,在施加负荷 F 360 s (6 min) 后应使试样的形变 δ 达到管材内径的 $(1.5 \pm 0.2)\%$, 即 $\delta = (0.015 \pm 0.002)d_i$, 并将此负荷作为试验的满负荷。达到满负荷 F 时,开始计时。

6.6 施加满负荷 F 6 min 后测量初始形变,记为 y_0 ,然后继续分别测量 1 h、4 h、24 h、168 h、336 h、504 h、600 h、696 h、840 h、1 008 h 时的形变量,对每个试样应至少拥有 11 个形变值。

如果 y_0 超出了 6.5 中的规定,则中断试验,重新调节试样状态至少 1 h,并再按 6.3 进行试验。

试验中,在 500~1 008 h 时间段内的各规定的测量时间允许有 $\pm 24 \text{ h}$ 的偏差,并以该实际得到的测量值作回归分析。如在 862 h 时读得的形变值来代替 840 h 的形变值进行计算。

7 试验结果

7.1 计算

对每个样品,在半对数坐标图(见图 4)上作形变(m)对试验时间(h)的半对数曲线,通过建立直线方程 $Y_t = B + M \lg t$,以及对全部 11 个数据点,最后 10 个点,最后 9 个点,……直到最后的 5 个点(见表 2)作线性回归分析,这里常数 B 、 M 及相关系数 R 用下列公式计算(运用了最小二乘法)。

$$M = \frac{N\sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{N\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \dots\dots\dots(2)$$

$$B = \frac{\sum y_i - M\sum x_i}{N} \dots\dots\dots(3)$$

$$R = \left[\frac{M(N\sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i)}{N\sum y_i^2 - (\sum y_i)^2} \right]^{1/2} \dots\dots\dots(4)$$

式中：B——在 1 h 时理论上的形变，mm；

M——直线斜率；

N——用作线性回归分析的形变-时间曲线上的数据点数；

R——相关系数(如果 R 值在 0.99 到 1.00 之间，则认为图中的点基本处于一直线上)；

t_i——在 i 点的时间，通过下式给出：x_i=lgt_i，h；

y_i——在时间 t_i 时的总形变，mm。

利用每一试样通过不同数据点的范围导出的公式 Y_t=B+Mlgt 分别计算外推两年的形变 Y₂(mm) (t=2 年=17 520 h)(见表 2)。选择相关系数分布在 0.990 到 0.999(R 值包含 0.999)之间的 R 值最高值时相应的 Y₂ 值为两年形变量，当 R 值相同时，取 R 值相应的 Y₂ 最高计算值为两年形变量，然后将 Y₂ 用于对试验样品蠕变比率的计算。当 R 值最高值小于 0.990(包含 0.990)时，试验按 7.3 进行。

在得到 Y₂ 值后用下列公式来计算三个试样的蠕变比率：

$$\gamma_a = \frac{Y_{2a}(0.0186 + 0.025y_{0a}/d_i)}{y_{0a}(0.0186 + 0.025Y_{2a}/d_i)} \dots\dots\dots(5)$$

$$\gamma_b = \frac{Y_{2b}(0.0186 + 0.025y_{0b}/d_i)}{y_{0b}(0.0186 + 0.025Y_{2b}/d_i)} \dots\dots\dots(6)$$

$$\gamma_c = \frac{Y_{2c}(0.0186 + 0.025y_{0c}/d_i)}{y_{0c}(0.0186 + 0.025Y_{2c}/d_i)} \dots\dots\dots(7)$$

取它们的算术平均值作为管材的蠕变比率，公式如下：

$$\gamma = \frac{\gamma_a + \gamma_b + \gamma_c}{3} \dots\dots\dots(8)$$

结果取两位有效数字。

表 2 试样的试验记录及有关计算结果

测量点序号	t, h	Y _t , mm	点范围	M	B	R*	Y ₂ , mm
1	0.1	6.529	1~11	0.505	6.683	0.950	8.830
2	1	6.649	2~11	0.612	6.424	0.967	9.023
3	4	6.780	3~11	0.710	6.170	0.972	9.185
4	24	7.019	4~11	0.888	5.695	0.982	9.463
5	168	7.534	5~11	1.196	4.842	0.996	9.921
6	336	7.849	6~11	1.311	4.517	0.996	10.081
7	504	8.049	7~11	1.422	4.195	0.998	10.232
8	600	8.134					
9	696	8.234					
10	864	8.384					
11	1 008	8.464					

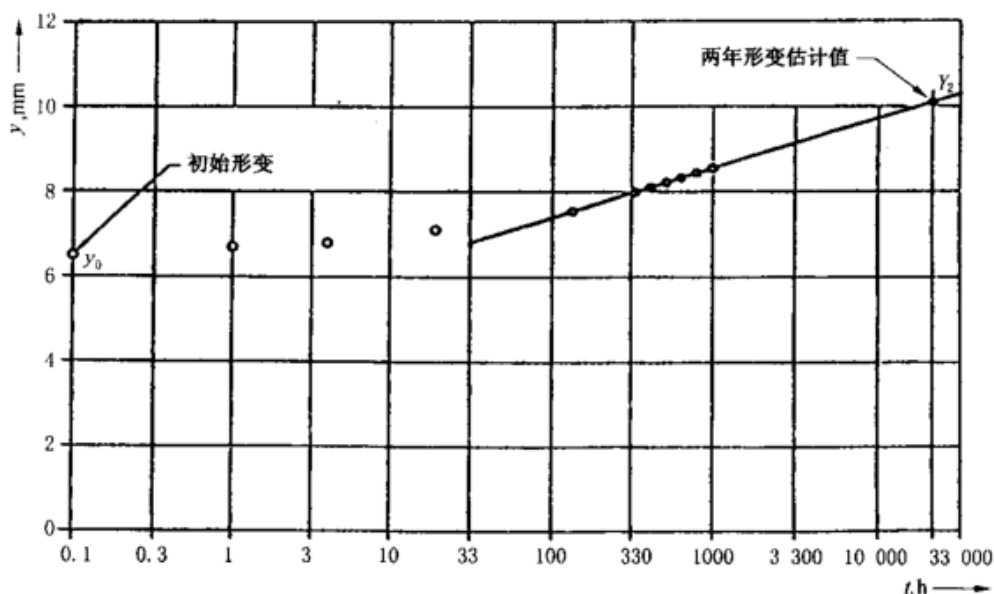


图 4 试样形变对时间的曲线

7.2 蠕变比率计算举例

表 2 是一试样的试验记录及有关的计算结果,从第四列向后依次给出了不同数据点的范围及相应 M 、 B 、 R 、 Y_2 值的计算结果,第四列表明了有哪些点被包括在回归分析中。

图 4 给出了结果曲线,依据第 7 节 Y_2 的线性回归分析点不少于 5 个,其对应的 R 值是最高值,并在 0.990 以上。

7.3 继续试验

在回归分析中,对于三个样品的任何一个,如果在最后 5 个点的范围内仍得不到高于 0.990 的相关系数值,那么就需要对所有的试样继续进行试验,分别再测量 1 200 h、1 400 h、1 680 h、2 000 h、2 400 h、2 818 h、3 400 h 与 4 000 h 时的形变,(各测量时间允许偏差为 ± 24 h),直到最后五个点范围的相关系数值超过 0.990 为止。

8 试验报告

试验报告应具有下列内容:

- a) 本标准代号;
- b) 材料名称、规格和型号;
- c) 仪器型号、试验条件;
- d) 试验结果;
- e) 试验人员及日期。