

中华人民共和国行业标准

公路土工合成材料试验规程

**Test Methods of Geosynthetics
for Highway Engineering**

JTJ/T 060—98

主编单位：交通部重庆公路科学研究所
批准部门：中华人民共和国交通部
施行日期：1 9 9 9 年 2 月 1 日

关于发布《公路土工合成材料 应用技术规范》及《公路土工合成 材料试验规程》的通知

交公路发[1998]829号

各省、自治区交通厅,北京市交通局,上海市市政工程管理局,天津市市政工程局,重庆市交通局,部属公路设计、施工、科研、监督、监理单位,公路院校:

现批准发布《公路土工合成材料应用技术规范》(编号 JTJ/T 019—98)及《公路土工合成材料试验规程》(编号 JTJ/T 060—98),作为推荐性行业标准,自 1999 年 2 月 1 日起施行。

以上标准由交通部重庆公路科学研究所主编,人民交通出版社出版。希各单位在实践中注意积累资料,总结经验,及时将发现的问题和修改意见函告交通部重庆公路科学研究所,以便修订时参考。

中华人民共和国交通部
一九九八年十二月三十日

前 言

为了适应我国公路建设事业的发展需要,统一公路土工合成材料试验方法,根据交通部交公路发[1996]1085号文下达的编制《公路土工合成材料试验规程》(以下简称“规程”)任务,于1996年2月成立以交通部重庆公路科学研究所为主编单位,江苏省交通科学研究所、长沙交通学院、河南省交通厅等单位参加的“规程”编写组。

在“规程”编制过程中,编写组作了比较广泛的调查研究。收集、比较了国内外常用的公路土工合成材料试验方法,吸收了有关科研成果,特别是南京水利科学研究院主编的《土工合成材料测试手册》以及历届土工合成材料学术会议论文集;并根据各参编单位的实践经验,对一些试验方法进行了完善和补充,在此基础上形成了初稿;随后又广泛征求了国内有关单位和专家学者的意见,经反复讨论修改,形成了本技术规程。

“规程”包括20章,共17个试验项目,基本包含了《公路土工合成材料应用技术规范》中要求的试验内容。

“规程”在使用过程中如发现有问题或有修改意见,请随时函告交通部重庆公路科学研究所(地址:重庆市南岸五公里,邮编:400067),以便修订时参考。

主 编 单 位:交通部重庆公路科学研究所

参编单位:江苏省交通科学研究所

长沙交通学院

河南省交通厅

主要起草人:郑 治 蒋振雄 邓卫东 方 晞 黄晓明

郑健龙 张晓冰 汤秀英 陈谦应 李国喜

1 总 则

- 1.0.1 为测定土工合成材料的工程特性,统一试验方法,并为土工合成材料设计和施工提供可靠的计算指标和参数,特制订本规程。
- 1.0.2 本规程适用于在公路工程中应用各类土工合成材料的基本工程性质试验。
- 1.0.3 本试验规程所涉及的公路土工合成材料的分类和定义应符合《公路土工合成材料应用技术规范》(JTJ 019—98)中的规定。
- 1.0.4 为了给设计施工提供符合实际情况的各种土工合成材料工程特性指标,应编制合理的试验方案,采集代表性的试样,按规程进行试验,测算准确的数据并进行正确的资料分析整理。
- 1.0.5 送试样品应标明产地、规格、数量、委托单位、试验项目、送试日期等,并采用能防止污染、日照和不易损坏的包装。
- 1.0.6 用于本规程的试验仪器应经国家有关检测机构认定合格,并符合本规程所规定的技术指标和精度的要求。
- 1.0.7 本规程中未作规定的试验项目,可参照国内外有关标准所规定的试验方法进行,但应在试验报告中说明。

2 术语、符号、代号

2.1 术 语

2.1.1 抗拉强度 tensile strength

单位宽度的土工合成材料试样在外力作用下拉伸时所能承受的最大拉力。

2.1.2 延伸率 extensity

对应于最大拉力时的应变量。

2.1.3 握持强度 grab tensile strength

土工合成材料试样在握持拉伸过程中所能承受的最大拉力。

2.1.4 握持延伸率 grab extensity

对应于握持强度时的应变量。

2.1.5 撕裂强度 tearing strength

土工合成材料试样在撕裂过程中抵抗扩大破损裂口的最大拉力。

2.1.6 圆球顶破强度 ball burst strength

以规定直径圆球顶杆匀速垂直顶压于土工合成材料平面时,土工合成材料所能承受的最大顶压力。

2.1.7 CBR 顶破强度 CBR burst strength

以 CBR 仪的圆柱形顶杆匀速垂直顶压于土工合成材料平面时,土工合成材料所能承受的最大顶压力。

2.1.8 刺破强度 puncturing strength

一刚性顶杆以规定速率垂直顶向土工合成材料平面将试样刺破时的最大力。

2.1.9 穿透孔径 amount of cone penetration

规定尺寸的落锥在土工合成材料上方 500mm 高度处自由落下时,穿透土工合成材料的孔洞直径。

2.1.10 平均线收缩系数 average coefficient of contraction

规定尺寸的土工合成材料试样在规定温度区内,以规定速率降温时,每降低 1℃ 的收缩变形与试样原长度的比值。

2.1.11 似摩擦系数 apparent coefficient of friction

在土工合成材料与土的接触界面上有法向力作用时,界面上的摩擦剪切强度与法向力的比值即为似摩擦系数。

2.1.12 等效孔径 O_{95} equivalent opening size

等效孔径用来表示土工合成材料孔隙的大小,等效孔径 O_{95} 表示土工合成材料中有 95% 的孔径低于该值。

2.1.13 当量孔径 D_e equivalent diameter

当量孔径用来表示土工网材孔径的大小,当量孔径是指将某种形状的土工网材孔径换算为等面积圆的直径。

2.1.14 垂直渗透系数 permeability(transverse)

与土工织物平面垂直方向的渗流的水力梯度等于 1 时的渗透流速。

2.1.15 水平渗透系数 permeability(longitudinal or in plane)

在土工织物内部沿平面方向的渗流的水力梯度等于 1 时的渗透流速。

2.1.16 透水率 permittivity

水位差等于 1 时垂直于土工织物平面方向的渗透流速。

2.1.17 导水率 transmissivity

水力梯度等于 1 时沿土工织物平面单位宽度内输导的水流量。

2.1.18 梯度比 gradient ratio

土工织物试样及其上方 25mm 土样的水力梯度 i_1 与织物上方从 25mm 至 75mm 之间土样的水力梯度 i_2 的比值。

2.2 符号、代号

名词、术语	符号、代号
单位面积质量	M
蠕变系数	b
平均线收缩系数	C
当量孔径	D_e
穿透孔径	D_t
拉伸模量	E
摩擦系数	f
梯度比	GR
水力梯度	i
垂直渗透系数	k_n
水平渗透系数	k_t
等效孔径	O_{95}
圆球顶破强度	T_b

CBR 顶破强度	T_c
握持强度	T_g
刺破强度	T_p
抗拉强度	T_s
撕裂强度	T_t
厚度	δ
应变量	ε
延伸率	ε_p
导水率	θ
法向应力	σ
剪应力	τ
摩擦角	φ
透水率	ψ

3 试样制备及数据整理

3.1 试样的制备

- 3.1.1 试样不应含有灰尘、折痕、损伤部分和可见斑点。
- 3.1.2 每项试验的试样应从样品长度与宽度方向上随机剪取,但距样品边缘至少 100mm。
- 3.1.3 为同一试验剪取两个以上的试样时,不应在同一纵向或横向位置上剪取,如不可避免时应在试验报告中说明。
- 3.1.4 剪取试样应满足精度要求。
- 3.1.5 剪取试样时,应先制定剪裁计划,对每项试验所用的全部试样,应予编号。
- 3.1.6 上述原则适用于各种土工布、土工膜和土工复合制品,但不包括土工格栅等专门用途制品。

3.2 试样的调湿与饱和

- 3.2.1 试样一般应置于温度为 $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$,相对湿度为 $65\% \pm 2\%$ 和标准大气压的环境中调湿 24h。
- 3.2.2 如果确认试样不受环境影响,则可不调湿,但应在记录中注明试验时的温度和湿度。
- 3.2.3 土工织物试样在需要饱和时,宜采用真空抽气法饱和。

3.3 试验数据的整理方法

- 3.3.1 算术平均值 $\bar{x}$ 按下式计算:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (3.3.1)$$

式中 n ——试样个数;

x_i ——第 i 块试验的试样值；
 $\bar{x}$ —— n 块试样试样值的算术平均值。

3.3.2 标准差 σ 按下式计算：

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 / (n - 1)} \quad (3.3.2)$$

3.3.3 变异系数 C_v 按下式计算：

$$C_v = \pm \frac{\sigma}{\bar{x}} \times 100\% \quad (3.3.3)$$

3.3.4 在资料分析中，可疑数据的舍弃宜按照 K 倍标准差作为舍弃标准，即舍弃那些在 $\bar{x} \pm K\sigma$ 范围以外的测定值，对不同的试件数量， K 值按表 3.3.4 选用：

表 3.3.4 统计量的临界值

试件数量	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
K	1.15	1.46	1.67	1.82	1.94	2.03	2.11	2.18	2.23	2.28	2.33	2.37

4 单位面积质量试验

4.0.1 目的及适用范围

本试验方法适用于土工合成材料，测定其单位面积质量。

4.0.2 仪器和器具

- 1 剪刀。
- 2 尺：最小分度值为 1mm。
- 3 天平：感量 0.01g（现场测试可为 0.1g）。

4.0.3 试样制备

- 1 试样数量不得少于 10 块，对试样进行编号。
- 2 试样面积：对一般土工合成材料，试样面积为 10cm×10cm，裁剪和测量精度为 1mm；对网孔较大或均匀性较差的土工合成材料，可适当加大试样尺寸。
- 3 取样方法：按本规程 3.1 条剪取试样。

4.0.4 试验步骤

- 1 称量：将裁剪好的试样按编号顺序逐一在天平上称量，并细心测读和记录，读数应精确到 0.01g（现场测试可精确到 0.1g）。

4.0.5 结果整理

- 1 按下式计算每块试样的单位面积质量 M ：

$$M = \frac{m}{A} \quad (4.0.5)$$

式中 M ——单位面积质量，g/m²；

m ——试样质量，g；

A ——试样面积，m²。

- 2 按照本规程 3.3 条计算单位面积质量的平均值 $\bar{M}$ 、标准差 σ 及变异系数 C_v 。
- 3 本试验记录格式如表 4.0.5 所示。

表 4.0.5 土工合成材料单位面积质量试验记录

委托单位		试验温度	
名称与型号		试验湿度	
试样状态		试验者	
试样尺寸		计算者	
试验日期		校核者	
试样 序号	试样面积 (m ²)	质 量 (g)	单位面积质量 (g/m ²)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
平均值			
标准差 σ			
变异系数 C_v , %			

4.0.6 报告

- 1 说明试验方法。
- 2 平均单位面积质量, g/m²。
- 3 标准差 σ 及变异系数 C_v 。

5 厚度试验**5.1 用厚度试验仪测厚度****5.1.1 目的和适用范围**

本试验方法适用于测定土工合成材料在不同压力下的厚度。

5.1.2 仪器和器具

厚度试验仪由下列部件及用具组成, 见图 5.1.2。

- 1 基准板: 其面积要大于 2 倍的压脚面积。
- 2 可更换的压脚: 采用表面光滑、面积为 25cm² 的圆形压脚。压脚重 5N, 放在试样上时, 其自重对试样施加的压力为 2kPa $\pm$ 0.01kPa。
- 3 采用砝码或杠杆方法对压脚加压, 压力分别为: 20kPa $\pm$ 0.1kPa, 200kPa $\pm$ 1kPa。

4 百分表(或千分表):用以量测基准板至压脚间的垂直距离。试样厚度大于 0.5mm 时,表的最小分度值为 0.01mm;厚度等于或小于 0.5mm 时,最小分度值为 0.001mm。

5 秒表:最小分度值为 0.1s。

5.1.3 试样制备

1 试样数量不得少于 10 块,对试样进行编号。

2 试样面积为 10cm×10cm;

3 取样方法:按本规程 3.1 条剪取试样。

5.1.4 试验步骤

1 擦净基准板和压脚,检查压脚轴是否灵活,调整百分表至零读数。

2 提起压脚,将试样在不受张力情况下放置在基准板与压脚之间。轻轻放下压脚,稳压 30s 后记录百分表读数。

3 土工合成材料的厚度一般指在 2kPa 压力下的厚度测定值,在需测定厚度随压力的变化时,尚需进行 4~5 步骤。

4 增加砝码对试样施加 20kPa±0.1kPa 的压力,稳压 30s 后读数。

5 增加砝码对试样施加 200kPa±1kPa 的压力,稳压 30s 后读数。除去压力,取出试样。

6 重复本条 2~5 的步骤,测试完 10 块试样。

5.1.5 结果整理

1 按本规程 3.3 条分别计算每种压力下 6 块试样厚度的算术平均值,以 mm 表示。当试样厚度大于 0.5mm,要求计算精确至 0.01mm;当厚度小于或等于 0.5mm,要求精确至 0.001mm。

2 按本规程 3.3 条计算每种压力下厚度的标准差 σ 及变异系数 C_v 。

3 在未明确规定压力时,采用 2kPa 压力下的试样厚度平均值作为土工合成材料试样的厚度。

4 本试验记录格式如表 5.1.5 所示。

5 绘制厚度与压力的关系曲线图,图中横轴为压力的对数坐标,纵轴为厚度的平均值,见图 5.1.5。

5.1.6 报告

1 给出试样某一压力下的平均厚度;

2 给出平均厚度的标准差 σ 和变异系数 C_v 。

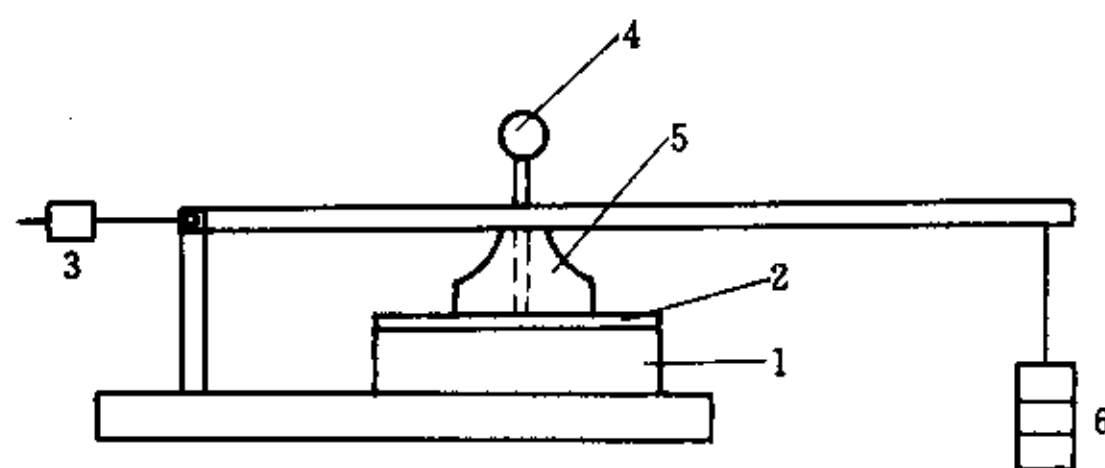


图 5.1.2 厚度试验仪图

1—基准板;2—试样;3—平衡锤;4—指示表;5—压脚;6—砝码

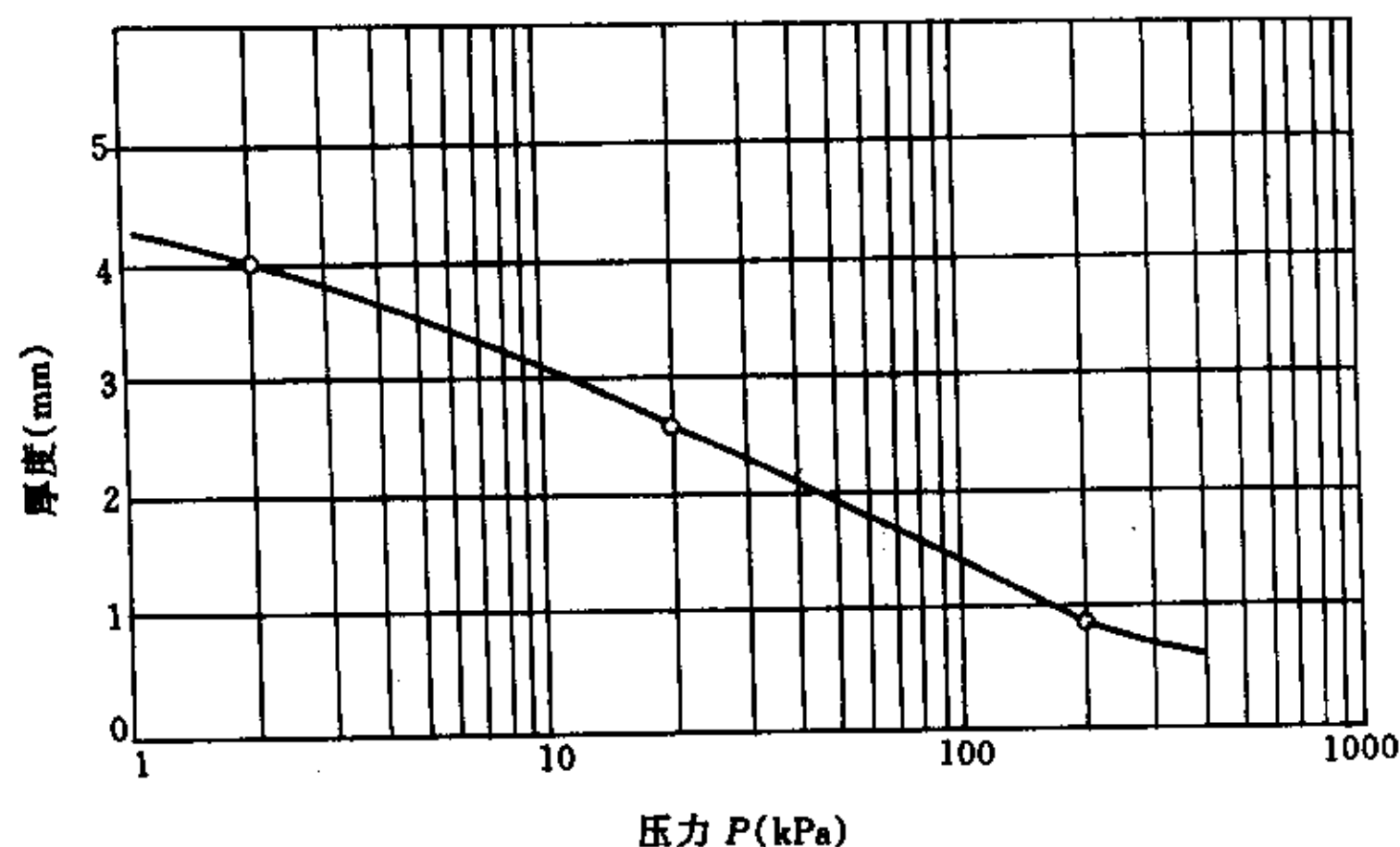


图 5.1.5 针刺无纺布的厚度—压力曲线(用厚度试验仪测试)

表 5.1.5 土工合成材料厚度试验记录

委托单位		试验温度	
名称与型号		试验湿度	
试样状态		试验者	
仪器型号		计算者	
试验日期		校核者	
压 力 厚度(mm) 序 号	2kPa	20kPa	200kPa
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
平均值(mm)			
标准差 σ			
变异系数 $C_v, \%$			

5.2 用无侧限抗压强度试验仪测厚度

5.2.1 目的和适用范围

本试验方法适用于测定土工合成材料在不同压力下的厚度。

5.2.2 仪器和器具

无侧限抗压强度试验仪包括以下部件及用具,见图 5.2.2。

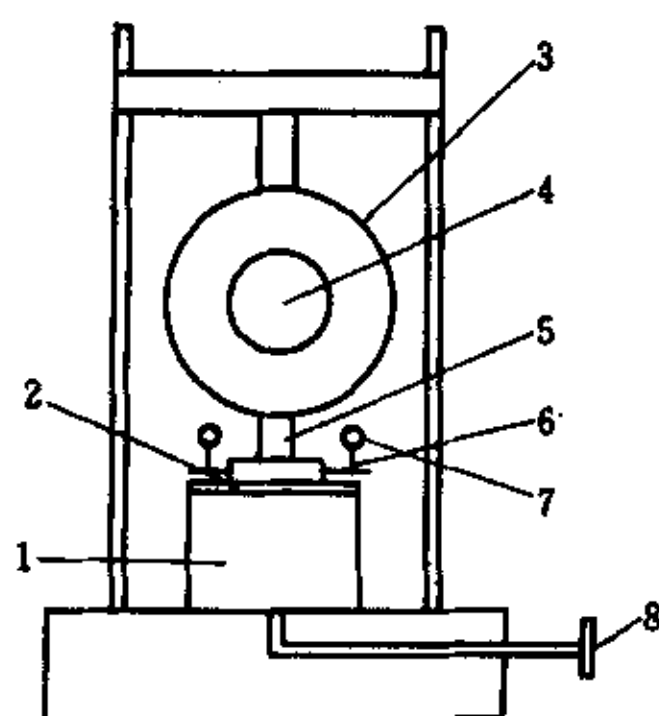


图 5.2.2 无侧限抗压强度仪示意图

1—基准板;2—试样;3—量力计(钢环或压力传感器);4—测力表;
5—加压杆;6—压脚;7—指示表;8—手柄

- 1 可升降的基准板:其面积应大于 2 倍的圆形压脚面积。
 - 2 可更换的压脚:圆形, 25cm^2 。
 - 3 量力系统:量力钢环(或压力传感器)、测力表,量力钢环应定期标定。
 - 4 其它:百分表(或千分表)、秒表。
- 5.2.3 试样制备
- 1 试样数量为 10 块,对试样进行编号。
 - 2 试样面积为 $10\text{cm} \times 10\text{cm}$ 。
 - 3 取样方法:按本规程 3.1 条剪取试样。
- 5.2.4 试验步骤
- 1 转动手柄,使基准板上升,待其与压脚接触,调整百分表至零读数。
 - 2 转动手柄,使基准板下降,将试样放在板上。
 - 3 再转动手柄,使基准板上升,试样受压。可根据 $1 \sim 300\text{kPa}$ 的压力范围和量力环的钢环系数来确定加压时量力环中测力表的读数范围,一般在此读数范围内分三级加压,施加压力分别为: $2\text{kPa} \pm 0.01\text{kPa}$ 、 $20\text{kPa} \pm 0.01\text{kPa}$ 、 $200\text{kPa} \pm 0.01\text{kPa}$,每次加压后需稳压 30s 再读数。
 - 4 土工合成材料的厚度一般指 2kPa 压力下的厚度测定值,在只需测定该压力下的厚度时,可只对试样施加 $2\text{kPa} \pm 0.01\text{kPa}$ 的压力。
 - 5 重复 1~4 步骤,测试 10 块试样。
- 5.2.5 结果整理
- 1 由量力环变形读数和钢环系数,计算各变形值时试样所受的压力。
 - 2 按不同压力时的试样厚度绘制厚度—压力曲线,图中横轴为压力的对数坐标,纵轴为厚度的平均值,见图 5.2.5。

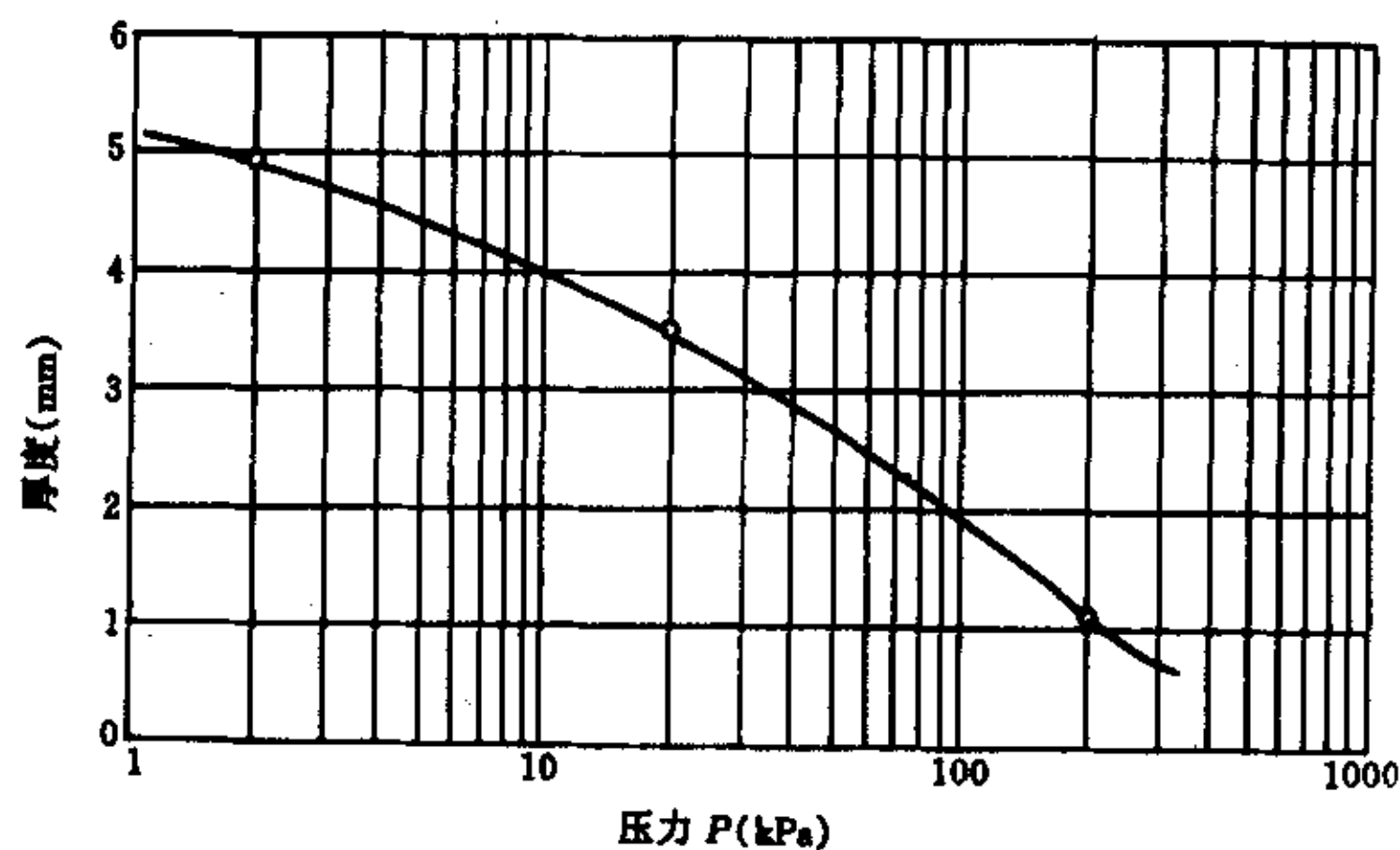


图 5.2.5 土工合成材料厚度—压力曲线

- 3 计算出每种压力下试样的平均厚度、标准差 σ 及变异系数 C_v 。
 - 4 在未明确规定压力时,采用 2kPa 压力下测得的试样厚度平均值作为土工合成材料试样的厚度。
 - 5 本试验记录格式如表 5.2.5 所示。
- 5.2.6 报告
- 内容同本规程 5.1.6 条。

表 5.2.5 土工合成材料厚度试验记录

委托单位						试验温度					
名称与型号						试验湿度					
试样状态						试验日期					
仪器型号						试验者					
压脚尺寸						计算者					
钢环系数						校核者					
序号	项 目	测 点									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	百分表(0.01mm) 钢环(0.01mm) 压力(kPa) 厚度(mm)										
2	百分表(0.01mm) 钢环(0.01mm) 压力(kPa) 厚度(mm)										
3	百分表(0.01mm) 钢环(0.01mm) 压力(kPa) 厚度(mm)										
⋮	百分表(0.01mm) 钢环(0.01mm) 压力(kPa) 厚度(mm)										
10	百分表(0.01mm) 钢环(0.01mm) 压力(kPa) 厚度(mm)										

6 土工格栅、土工网网孔尺寸试验

6.0.1 目的及适用范围

本试验方法适用于测定孔径较大的各种土工格栅或土工网的网孔大小。

6.0.2 仪器、设备

游标卡尺：量程 250mm，精度 0.001mm。

其它:坐标纸、铅笔、求积仪(针对不规则大孔径网材)。

6.0.3 试样制备

1 试验数量:对同一种网材至少量测 10 个网孔。

2 试样尺寸:试样应根据格栅网孔形状和大小决定尺寸,每块试样应至少包括 10 个完整的较有代表性的网孔。

3 取样方法:按本规程 3.1 条原则取样。

6.0.4 方法与步骤

1 选取面积较大的格栅试件一块。

2 由格栅网孔形状,确定测试方案,对于较规则的网孔(孔边呈直线,网孔接近于正多边形),当网孔为矩形或偶数多边形时量测相互平行的两边之间的距离;对于三角形或奇数多边形量测顶点与对边的垂直距离,同一测点(从某一顶点到对边或某一平行对边之间)测定两次,两次测定值误差应小于 5%,每个网孔至少测定 3 个测点,读数精确到 0.1mm,如图 6.0.4 所示。

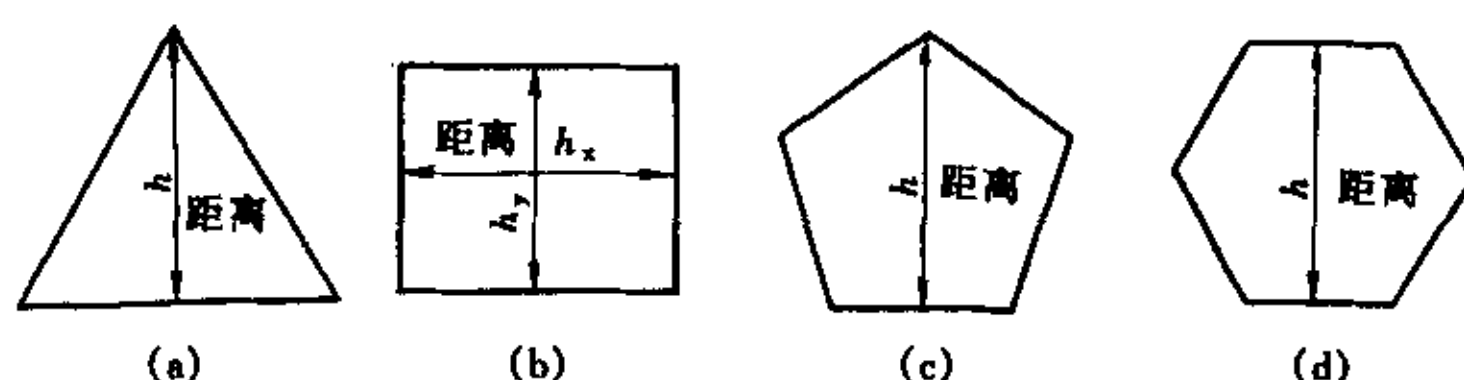


图 6.0.4 土工格栅、土工网网孔尺寸测试示意图

3 对于孔边呈弧线(网孔呈圆形或椭圆形)或不规则多边形网孔,在检测时,应将网材平整地放在坐标纸上并固定好,用削尖的铅笔紧贴网孔内壁边将网孔完整的描画在坐标纸上,在同一坐标纸上可一次性描出所有需量测的网孔,然后用求积仪测出坐标纸上每个网孔的面积。每个网孔量测两次,两次测定值误差应小于 3%。

4 对于较规则的网孔,也可按步骤 3 采用求积仪量测网孔面积。

5 对测定结果,按 6.0.5 条确定网孔的当量网孔直径。

6.0.5 结果整理

1 对较规则网孔,按公式(6.0.5-1)~公式(6.0.5-4)计算网孔面积:

三角形网孔:

$$A = 0.5774h^2 \quad (6.0.5-1)$$

矩形网孔:

$$A = h_x h_y \quad (6.0.5-2)$$

五边形网孔:

$$A = 0.7265h^2 \quad (6.0.5-3)$$

六边形网孔:

$$A = 0.7461h^2 \quad (6.0.5-4)$$

2 按下式计算网孔的当量网孔直径:

$$D_e = 2 \times \sqrt{A/\pi} \quad (6.0.5-5)$$

3 本试验记录格式如表 6.0.5 所示。

6.0.6 报告

1 网孔形状描述。

2 当量网孔直径的均值。

3 当量网孔直径均值的标准差 σ 和变异系数 C_v 。

表 6.0.5 土工格栅、土工网网孔尺寸测试记录

委托单位					大气温度				
名称与型号					大气湿度				
试样状态					试验者				
网孔形状					计算者				
试验日期					校核者				
序 号	1		2		3		平均值	面 积	当量孔径
	h_1 (mm)	h_2 (mm)	h_1 (mm)	h_2 (mm)	h_1 (mm)	h_2 (mm)	h (mm)	A (mm ²)	D_e (mm)
1									
2									
3									
•									
•									
10									
当量孔径平均值 (mm)									
标准差 σ									
变异系数 C_v , %									

7 格栅温度收缩系数试验

7.0.1 目的与适用范围

格栅的平均线收缩系数是指规定尺寸的矩形试样在规定的温度区间,以规定速率降温时,每降低1℃的收缩变形与试样原长度的比值。

本方法适用于测定格栅材料的温度线收缩系数,其它材料也可参考使用。

7.0.2 仪器与材料

本试验需要下列仪器与材料:

- 1 游标卡尺:量程 250mm,精度 0.001mm。
- 2 温度计:分度为 0.1℃。
- 3 高低温循环恒温水槽:装有自动温度控制器,精度为±0.1℃,降温过程精度±1℃/h。
- 4 冷却液:1:1 甲醇水溶液。

7.0.3 试验制备

- 1 试验数量:对同一种网材制备 6 个试样。
- 2 试样尺寸:试样应根据格栅网孔形状和大小决定尺寸,每块试样应至少包括完整的(横向和竖向)一肋,建议试样面积 20cm(竖向)×10cm(横向)。
- 3 取样方法:按本规程 3.1 条原则取样。

7.0.4 试验步骤

- 1 试验温度区间及降温速率根据当地气候条件或使用条件决定,通常采用的温度区间为-20℃~20℃,降温速率为 5℃/h。

- 2 在试件上标记固定的测试长度,测试范围最好从格栅的一个肋的中间至其它肋的中间,初始测试长度宜定为 10~15cm。

- 3 在恒温水槽中注入甲醇水溶液作冷却液,并将水槽的温度控制至试验起始温度,保持恒温。
- 4 将试样移置恒温水槽中,并在起始试验温度的溶液中恒温保持 30min。
- 5 从恒温水槽中取出试样,用游标卡尺读取测试区间的初始长度 L_0 ,测量时间不应超过 5s,否则,应将试件放回水槽中保温 10min 左右后再重测。
- 6 将试件全部测量完后,水槽开始降温,降温速率为 5℃/h(或其它规定降温速率),直至预定的终点温度,停止降温,并在此条件下保温 30min。
- 7 从水槽中取出试样,用游标卡尺读取测试区间的最终长度 L_e 。
- 8 为测定不同温度区间的收缩系数,可每降温 10℃并恒温保持 30min 后,按本条 6~7 的方法测定各温度时的试件长度,再继续降温。

7.0.5 计算

降温区间的平均收缩应变及平均收缩系数,按式(7.0.5-1)、式(7.0.5-2)计算:

$$\epsilon_e = \frac{L_e - L_0}{L_0} \quad (7.0.5-1)$$

$$C = \frac{\epsilon_e}{\Delta T} \quad (7.0.5-2)$$

式中 ϵ_e ——平均收缩应变;

L_e, L_0 ——分别为 -20℃, 20℃ 时试样的长度(mm);

C ——格栅的平均线收缩系数(℃⁻¹);

ΔT ——温度区间,从起始温度(+20℃)至最终温度(-20℃)的差值。

如分温度区间测定时,可按式(7.0.5-1)及式(7.0.5-2)的办法计算各温度区间的收缩系数,以该区间的温度中值为代表温度,由此得出不同温度的收缩系数变化曲线。

本试验记录格式如表 7.0.5。

表 7.0.5 土工格栅温度收缩系数试验记录

委托单位				大气温度		
名称与型号				大气湿度		
试样状态				试验者		
仪器型号				计算者		
试验日期				校核者		
序 号	起始温度 (℃)	起始长度 (mm)	终止温度 (℃)	终止长度 (mm)	线收缩系数 (℃ ⁻¹)	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
线收缩系数平均 值(℃ ⁻¹) 标准差σ 变异系数C _v ,%						

7.0.6 报告

- 1 给出格栅线收缩系数的平均值。
- 2 给出指标的标准差 σ 和变异系数 C_v 。

8 条带拉伸试验

8.0.1 适用范围

适用于土工合成材料的宽条拉伸试验和窄条拉伸试验,测定土工合成材料的抗拉强度及延伸率。

8.0.2 仪器和仪具

1 拉力机:具有等速拉伸功能,能测读拉伸过程中土工合成材料的拉力和伸长量或直接记录拉力—伸长量曲线(见图 8.0.2)。

2 夹具:一对夹持试样的夹具,其钳口面要有一定的约束作用,防止试样在钳口内打滑,同时又要防止试样在钳口内被损坏。

(1)宽条试样有效宽度 200mm,夹具实际宽度不小于 210mm。

(2)窄条试样有效宽度 50mm,夹具实际宽度不小于 60mm。

(3)为满足某些土工合成材料变形较大的要求,两夹具间的最大净距不小于 300mm。

3 动力装置:采用调速电机油压或机械设施调节拉伸速率。

4 测量和记录装置:

(1)指示或记录荷载的误差不得大于相应实际荷载的 2%。

(2)对延伸率超过 10%的试样,测量拉伸方向的伸长量可用有刻度的钢尺,精度为 1mm。对延伸率小于 10%的试样,应采用精度不小于 0.1mm 的位移测量装置。

(3)可通过传动机构直接记录土工合成材料试样的拉力—伸长量曲线,也可用拉力传感器和位移传感器测量拉力和伸长量。

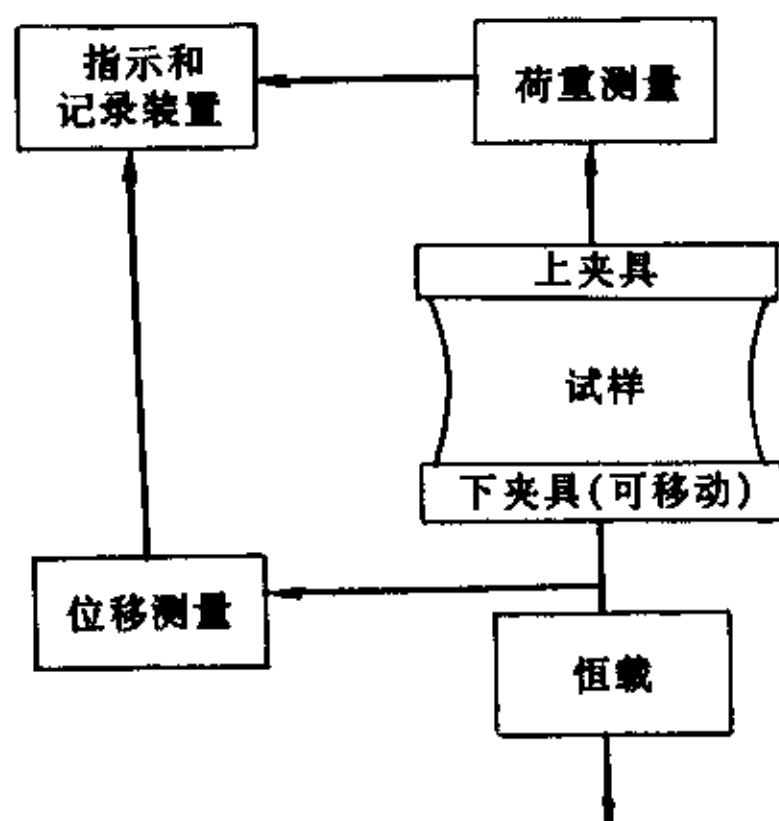


图 8.0.2 平面拉伸试验

8.0.3 试样制备

1 试样数量:分别以土工合成材料纵向和横向作试样长边,剪取试样各 6 块。

2 试样尺寸:

(1)宽条试样:裁剪试样宽度 200mm,长度至少 200mm,实际长度视夹具而定,必须有足够的长度使试样伸出夹具,试样计量长度为 100mm。对于有纺土工织物,裁剪试样宽度 210mm,再在两边拆去大约相同数量的纤维,使试样宽度达到 200mm(见图 8.0.3)。

(2)窄条试样:裁剪试样宽度 50mm,长度至少 200mm,必须有足够的长度使试样伸出夹具,试样计量长度为 100mm。对于有纺土工织物,裁剪试样宽度 60mm,再在两边拆去大约相同数量的纤维,使试样宽度达到 50mm(见图 8.0.3)。

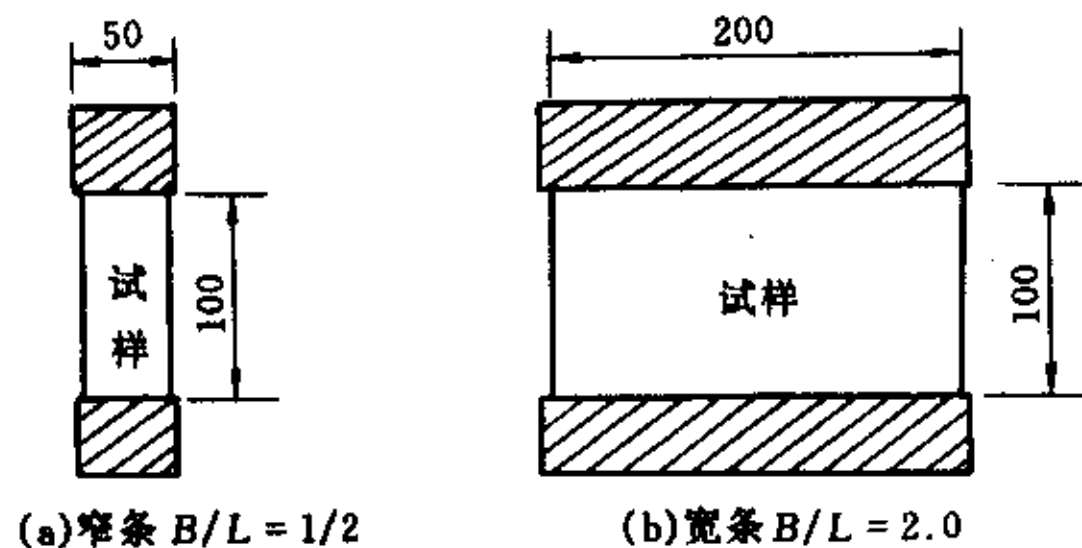


图 8.0.3 宽条和窄条试样(尺寸单位:mm)

(3)对土工格栅、土工网等大孔径材料(当量孔径大于 10mm),其拉伸试样宽度和长度方向应包括一个或多个完整的肋(格栅)或者是一个或多个完整的网孔,在裁剪试样时,应从肋间或网孔间对称剪取,土工格栅等大孔径材料拉伸试样尺寸可不受(1)、(2)条的限制。

(4)除测干态强度外,还要求测定湿态强度时,则裁剪两倍的长度,然后剪为二块,一块测干强度,另一块测湿强度。

(5)对湿态试样,要求从水中取出到上机拉伸的时间间隔不大于 10min。

3 取样方法:按本规程 3.1 条原则取样。

8.0.4 试验步骤

1 调整两夹具的初始间距到 100mm。两个夹具中要求其中一个的支点能自由旋转或为万向接头,保证两个夹具平行并在一个平面内。

2 选择拉力机的满量程范围,使试样的最大断裂力在满量程的 10%~90%范围内,设定拉伸速率为 50mm/min。

3 将试样对中放入夹具内,为方便对中,事先可在试样上画垂直于拉伸方向的两条相距 100mm 的平行线,使两条线尽可能贴近上下夹具的边缘,夹紧夹具。

4 对土工格栅、土工网等大孔径材料(当量孔径大于 10mm),试样夹持位置在格栅的肋中间或土工网网孔中间,为避免夹具损伤试样和使试样受力均匀,在夹具中应加柔性衬垫。试样除满足 8.0.3 条规定外,初始拉伸距离应控制在 100mm 左右。

5 测读试样的初始长度 L_0 。

6 开动试验机,以拉伸速率 50mm/min 对进行拉伸,同时启动记录装置,连续运转直到试样破坏时停机;对延伸率较大的试样,应拉伸至其拉力明显降低时方能停机。

当试样在钳口内打滑或大多数试样在钳口边缘断裂,可采取下列改进措施:①钳口内加衬垫;②钳口内的土工合成材料用固化胶加强;③改进钳口面。不论采取哪种措施均应在试验报告中说明。

7 测量伸长量:在拉伸过程中,测定拉力的同时测定伸长量。

8.0.5 结果整理

1 抗拉强度:

(1)土工织物或小孔径土工网的抗拉强度 T_t 可用下式计算:

$$T_t = \frac{P_t}{B} \quad (8.0.5-1)$$

式中 T_t ——抗拉强度, N/m(kN/m);

P_t ——测读的最大拉力, N(kN);

B ——试样宽, m。

(2)土工格栅或大孔径土工网的抗拉强度 T_s 可用下式计算:

$$T_s = \frac{P_t n}{n_1} \quad (8.0.5-2)$$

式中 T_s ——抗拉强度, N/m(kN/m);

P_t ——测读的最大拉力, N(kN);

n ——1m 范围内格栅的肋的根数或网孔的孔数, 个(根)/m;

n_1 ——试样宽度范围内格栅的肋数或网孔的孔数, 个(根)。

2 延伸率:延伸率 ϵ_p 按下式计算:

$$\epsilon_p = \frac{L_t - L_0}{L_0} \quad (8.0.5-3)$$

式中 ϵ_p ——延伸率, %;

L_0 ——初始长度, mm;

L_t ——对应最大拉力时的试样长度, mm。

3 拉伸模量:由拉伸过程中的拉力—伸长量可转化成应力—应变曲线,并可计算拉伸模量。由于土工合成材料的应力—应变曲线是非线性的,因此拉伸模量通常指在某一应力(或应变)范围内的模量,单位为 N/m 或 kN/m。根据应力—应变曲线的类型,拉伸模量可由以下方法求出:

(1)初始拉伸模量 E :如果应力—应变曲线在初始阶段是线性的,利用初始切线可取得比较准确的模量值,见图 8.0.5(a)。由于应力—应变曲线方程一般是未知的,初始拉伸模量一般由作图法求出或选择初始直线段斜率代替。

(2)偏移拉伸模量 E_0 :当应力—应变曲线开始段坡度很小,在中间部分接近线性,则把开始段的曲线舍弃,将纵轴向右移到直线部分的延长线与横轴相交的位置,再求出 E_0 和偏移量,见图 8.0.5(b)。偏移初始拉伸模量一般由作图法求出或用直线段斜率代替。

(3)割线拉伸模量 E_s :当应力—应变曲线始终呈非线性变化,用上述两种方法不能取得合适的模量时,则可采用割线法。从原点到曲线上某一点(如应变为 10%或 20%)连一直线,该线坡度即为割线拉伸模量,并用 E_{s10} 或 E_{s20} 表示,见图 8.0.5(c)。

$$E_s = \Delta T_{si} / \Delta \epsilon_{pi}$$

(8.0.5 - 4)

式中 ΔT_{si} ——对应于拉应变($\Delta \epsilon_{pi}$)范围的拉应力增量, $\Delta T_{si} = T_{si}$;
 $\Delta \epsilon_{pi}$ ——延伸率的增量,对通过原点的割线模量, $\Delta \epsilon_{pi} = \epsilon_{pi}$ 。

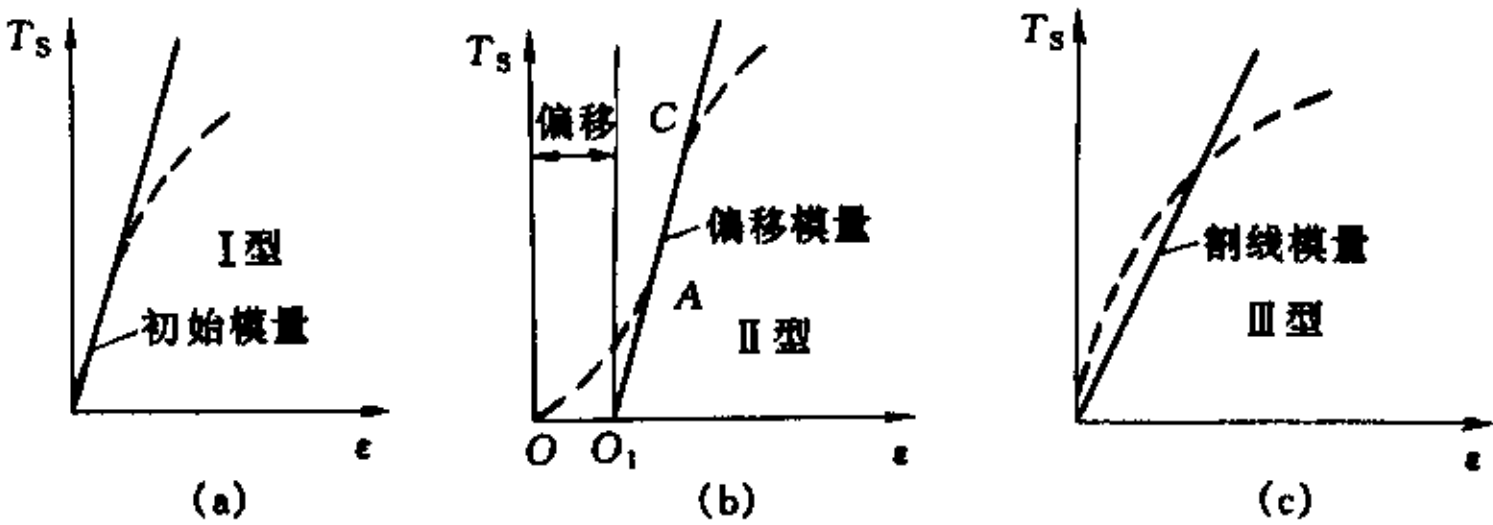


图 8.0.5 拉伸模量表示法

- 4 计算抗拉强度、延伸率及各拉伸模量的平均值,并计算它们的标准差 σ 及变异系数 C_v 。
- 5 本试验记录格式如表 8.0.5。

表 8.0.5 土工合成材料拉伸试验记录

委托单位				试验温度				
名称与型号				试验湿度				
仪器类型				试验日期				
拉伸速率				试验者				
试样状态				计算者				
试样宽度				校核者				
序号	纵 向 拉 伸				横 向 拉 伸			
	初始长度 (mm)	最终长度 (mm)	延伸率 (%)	拉力 (N)	初始长度 (mm)	最终长度 (mm)	延伸率 (%)	拉力 (N)
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
平均值								
标准差 δ								
变异系数 $C_v, \%$								

8.0.6 报告

- 1 材料及产品有关情况。
- 2 试件尺寸及夹具情况。
- 3 平均抗拉强度、延伸率、拉伸模量的平均值以及各指标的标准差 σ 和变异系数 C_v 。
- 4 应力—应变曲线。

9 握持拉伸试验

9.0.1 适用范围

适用于土工织物、土工膜的握持拉伸试验,测定其握持强度和握持延伸率。

9.0.2 仪器和仪具

握持拉伸试验见图 9.0.2。

1 拉力机:具有等速拉伸功能,能测读拉伸过程中土工合成材料的拉力和伸长量或直接记录拉力—伸长量曲线。

2 夹具:一对夹持试样的夹具,其钳口面要有一定的约束作用,防止试样在钳口内打滑,同时又要防止试样在钳口内被损坏。夹具钳口面宽 25mm,沿拉力方向钳口面长为 50mm。

3 动力装置:采用调速电动机通过油压或机械设施调节拉伸速率,要求可移动夹具的拉伸速率为 100mm/min。

4 测量及记录装置:

(1)指示或记录荷载的最大误差不得大于相应实际荷载的 2%。

(2)拉伸方向的伸长量可用有刻度的钢尺测量,精确至 1mm。

(3)可通过传动机构直接记录土工合成材料试样的拉力—伸长量曲线,也可用拉力传感器和位移传感器测量拉力和伸长量。

9.0.3 试样制备

1 试样数量:顺机向试样最少 6 块,横机向试样最少 6 块。

2 试样尺寸:

(1)试样宽为 100mm,裁剪长度为 200mm,长边平行于荷载作用方向,在长度方向上试样两端伸出夹具至少 10mm,见图 9.0.3。

(2)除测干态强度外,还要求测定湿态强度时,则裁剪两倍的长度,然后剪为二块,一块测干强度,一块测湿强度。

(3)对湿态试样要求从水中取出到上机拉伸的时间间隔不大于 10min。

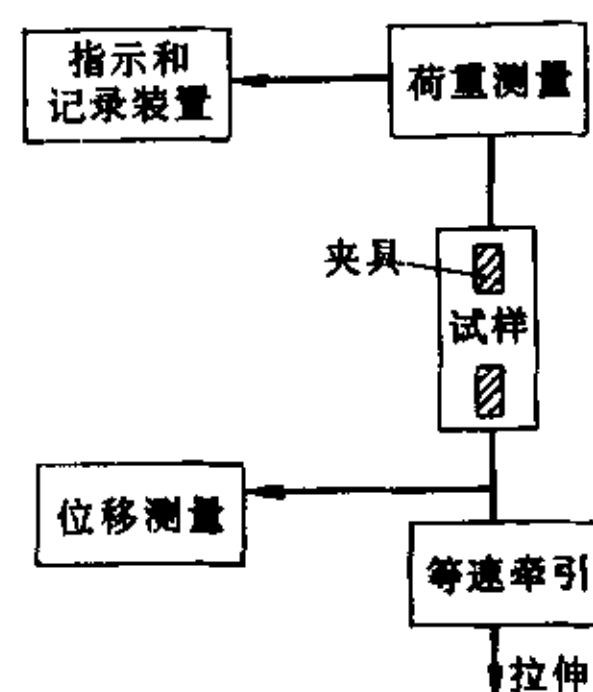


图 9.0.2 握持拉伸试验

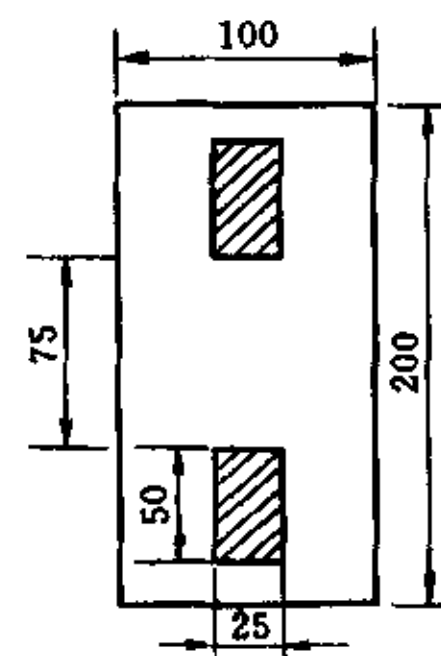


图 9.0.3 握持试样(尺寸单位:mm)

3 取样方法:按本规程 3.1 条原则取样。

9.0.4 试验步骤

1 调整两夹具的初始间距到 75mm。

2 选择拉力机的拉力满量程范围,使试样的握持强度在 10%~90%的满量程范围内,设定拉伸速率为 100mm/min。

3 将试样对中放入夹具内,且使试样在两端伸出的长度大致相等。为方便试样在夹具宽度方向上对中,可在离试样边缘 37.5mm 处画一条线,将引线延伸刚好通过上下夹具边缘线,要求夹持范围内的试样受到均匀的拉力。夹紧夹具,测读试样的初始长度 L_0 。

4 开动拉力机,以拉伸速率为 100mm/min 对试样进行拉伸,连续运转直至破坏,读出最大抗拉力。

当土工合成材料在钳口内打滑或大多数试样在钳口边缘断裂,可采取下列改进措施:①钳口内加衬垫;②钳口内土工合成材料用固化胶加强;③改进钳口面。不论采取哪种措施均应在试验报告中说明。

5 测定伸长量:在拉伸过程中,测定拉力的同时需要测定试样的伸长量。

9.0.5 结果整理

1 握持强度 T_g :计算全部试样最大抗拉力的算术平均值,以 N 表示。

2 握持延伸率:计算全部试样在最大抗拉力时伸长率的算术平均值,以计算长度的百分数表示,试样延伸率可按下式计算:

$$\varepsilon_p = \frac{L_t - L_0}{L_0} \quad (9.0.5)$$

式中 ε_p ——握持延伸率,%;

L_0 ——试样初始长度,mm;

L_t ——对应最大拉力时的试样长度,mm。

3 分别计算握持强度和延伸率的标准差 σ 及变异系数 C_v 。

4 本试验记录格式如表 9.0.5。

表 9.0.5 土工合成材料握持拉伸试验记录

委托单位					试验温度			
名称与型号					试验湿度			
仪器类型					试验日期			
拉伸速率					试验者			
试样状态					计算者			
夹持面尺寸					校核者			
序 号	经 向				纬 向			
	初始长度 (mm)	最终长度 (mm)	伸长率 (%)	强度 (N)	初始长度 (mm)	最终长度 (mm)	伸长率 (%)	强度 (N)
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
平均值								
标准差σ								
变异系数Cv,%								

9.0.6 报告

1 说明材料及产品有关情况。

2 试件尺寸以及夹具情况。

- 3 握持强度、握持延伸率的平均值、标准差 σ 及变异系数 C_v 。

10 撕裂试验

10.0.1 适用范围

适用于土工合成材料(主要为土工织物和土工膜等)的撕裂试验,采用梯形法测定土工合成材料的撕裂强度。

10.0.2 仪器和器具

- 1 拉力机:见第八章 8.0.2 条带拉伸试验用的拉力机,其拉伸速率为 100mm/min。
- 2 夹具:夹持面尺寸(长×宽)为 50mm×84mm,宽度要求不小于 84mm,宽度方向垂直于力的作用方向。要求夹具上下夹持面平行、光滑,夹紧时不损坏试样,同时要求试验过程中试样不发生打滑。
- 3 梯形模板:用于剪样,标有尺寸,见图 10.0.2(a)。

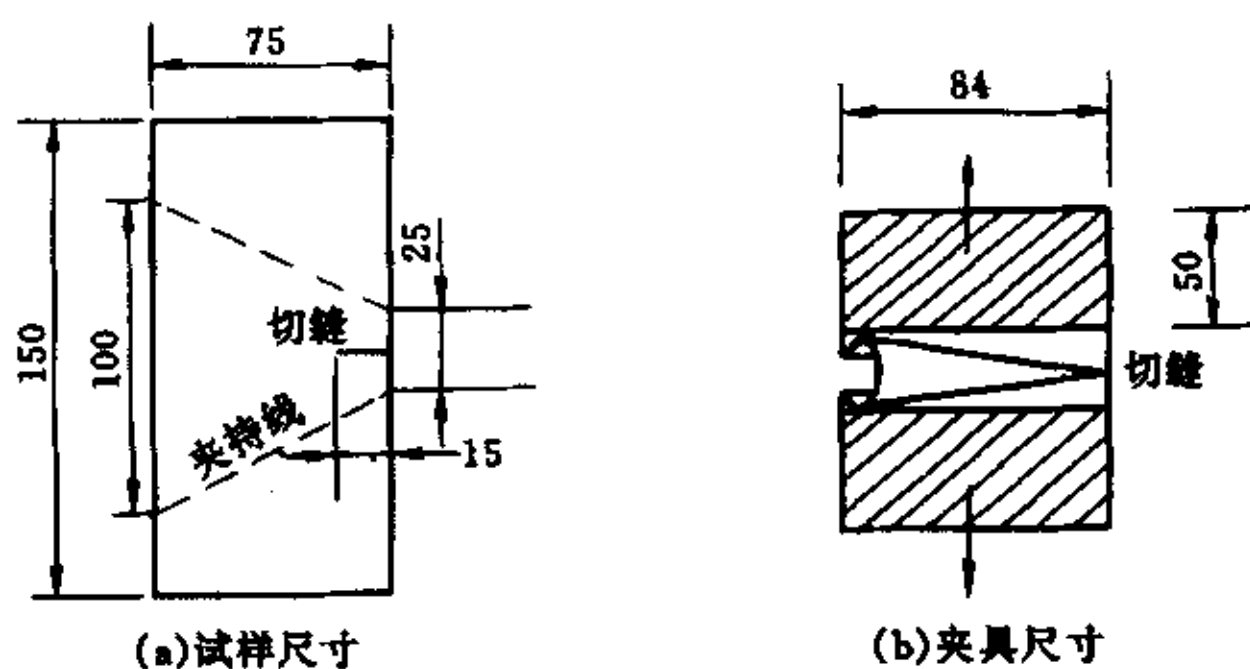


图 10.0.2 梯形撕裂试验(尺寸单位:mm)

10.0.3 试样制备

- 1 试样数量:经向和纬向各取 10 块试样。
- 2 试样尺寸:试样为宽 75mm、长 150mm 的矩形试样,在矩形试样中部用梯形模板画一等腰梯形,尺寸见图 10.0.2(b)。
- 3 取样方法:按本规程 3.1 条原则制样。
- 4 有纺土工织物试样,测定经向纤维的撕裂强度时,剪取试样长边应与经向纤维平行,使试样切缝切断和试验时拉断的为经向纤维,测定纬向撕裂强度时,剪取试样长边应与纬向纤维平行,使试样被切断和撕裂拉断的为纬向纤维。
- 5 无纺土工织物试样,测定经向的撕裂强度时,剪取试样长边应与织物经向平行,使切缝垂直于经向,测定纬向撕裂强度时,剪取试样长边应与织物纬向平行,使切缝垂直于纬向。
- 6 在已画好的梯形试样短边 1/2 处剪一条垂直于短边的长 15mm 的切缝。
- 7 准备好试样,如进行湿态撕裂试验,试样从水中取出到试验的时间不超过 10min。

10.0.4 试验步骤

- 1 调整拉力机夹具的初始距离到 25mm,设定拉力机满量程范围,使试样最大撕裂荷载在满量程的 10%~90% 范围内,设定拉伸速率为 100mm/min。
- 2 将试样放入夹具内,沿梯形不平行的两腰边缘夹住试样。梯形的短边平整绷紧,其余呈起皱叠合状,夹紧夹具。
- 3 开动拉力机,以拉伸速率 100mm/min 拉伸试样,并记录拉伸过程中的撕裂力,直至试样破坏时停机。撕裂力可能有几个峰值和谷值,也可能单一上升而只有一个最大值,如图 10.0.4 所示。取最大值作为撕裂强度,以 N 表示。

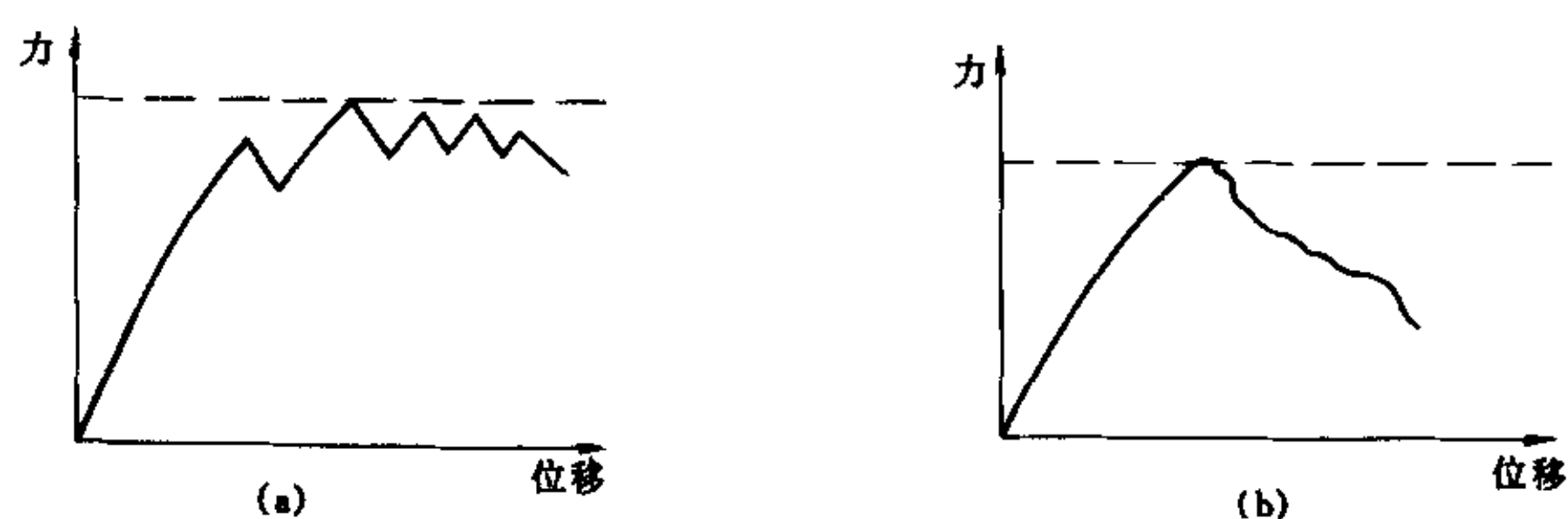


图 10.0.4 撕裂过程曲线

4 当试样在夹具内有打滑现象或有 1/4 以上的试样在夹具边缘 5mm 范围内发生断裂,则夹具可作如下处理:①夹具内加垫片;②与夹具接触部分的织物用固化胶加固;③修改夹具面。采用任何处理均要在试验报告中说明。

10.0.5 结果整理

- 1 分别计算顺机向和横机向的平均撕裂强度 T_i 。
- 2 分别计算顺机向和横机向撕裂强度的标准差 σ 和变异系数 C_v 。

本试验记录如表 10.0.5。

表 10.0.5 土工合成材料撕裂试验记录

委托单位		试验温度	
名称与型号		试验湿度	
撕裂速率		试验者	
试样状况		计算者	
试样尺寸		校核者	
强度(N) 序 号	方 向	经 向 撕 裂	纬 向 撕 裂
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
平均值 标准差 σ 变异系数 $C_v, \%$			

10.0.6 报告

- 1 说明试验遵照的方法,介绍试样材料及制样情况。
- 2 顺机向和横机向撕裂强度的平均值、标准差 σ 和变异系数 C_v 。

11 顶破强度试验

11.1 圆球顶破试验

11.1.1 适用范围

适用于土工合成材料(主要为土工织物和土工膜等)的顶破强度试验,测定其圆球顶破强度。

11.1.2 仪器和器具

试验可在测定土工合成材料的条带拉伸强度的拉力机上进行,仪器主要包括下列附件,其结构及功能见图 11.1.2。

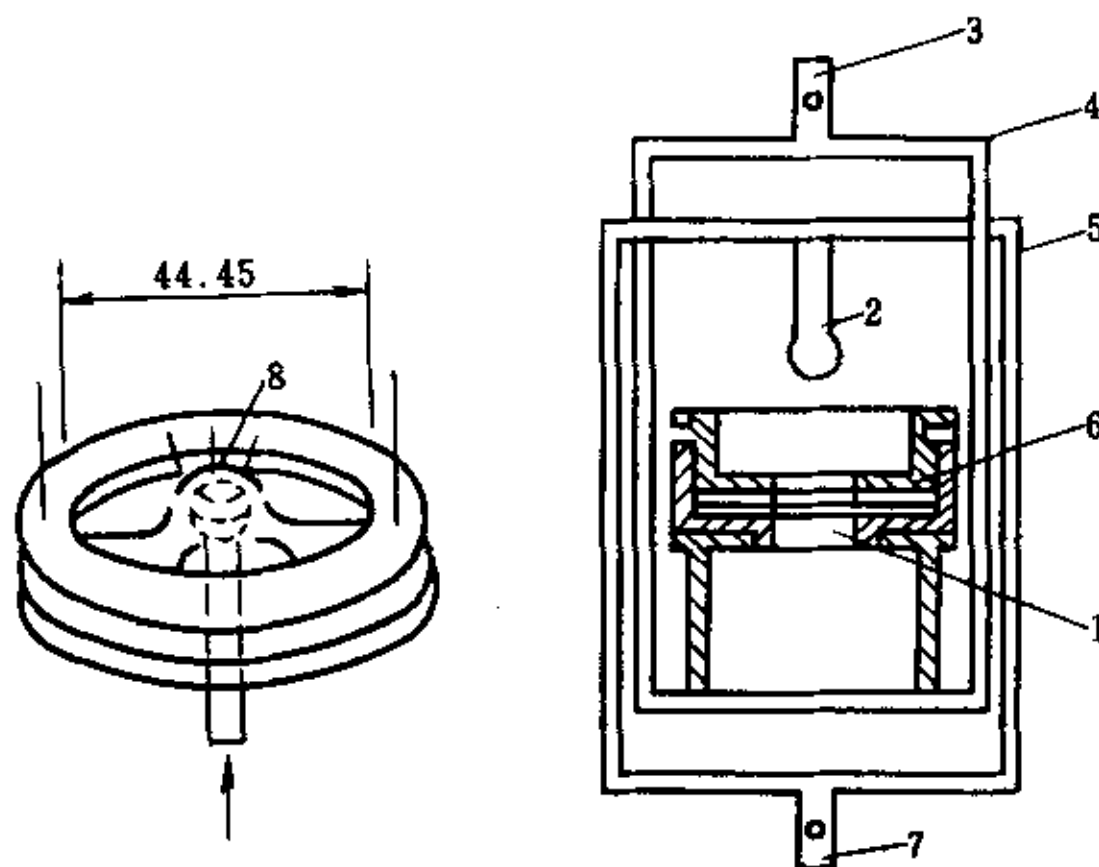


图 11.1.2 圆球顶破试验示意图(尺寸单位:mm)

- 1—土工织物;2—球形杆;3—接拉力机上夹具;
4—反向器的上框架;5—反向器的下框架;
6—环形夹具;7—接拉力机下夹具;8—织物

1 配有反向器的拉力机,反向器结构简单,由套在一起的上下两框架组成,上框架连至拉力机的固定夹具,下框架连至拉力机的可移动夹具,当下框架向下拉伸时,固定在上下框架上的圆球顶破装置产生顶压。

2 圆球顶破装置,由两部分组成,即一端部带有钢球的顶杆和一个安装试样的环形夹具。

(1)钢球直径为 25.4mm。

(2)环形夹具内径为 44.5mm。

(3)在环形夹具内夹紧试样时,不得损坏试样,不得对试样施加较大预应力,试验过程中试样不允许在夹具内滑移。

(4)安装球形杆和环形夹具时要注意对中,要求两者相对运动时钢球对出于环形夹具的中心。

11.1.3 试样制备

1 试样数量:每组试验取 10 块试样。

2 试样尺寸:试样尺寸为 $\phi 120\text{mm}$ 。

3 取样方法:按本规程 3.1 条原则取样。

11.1.4 试验步骤

1 选择拉力机的拉力量程范围,使最大压力在满量程的 10%~90% 范围内。

2 将试样在不受拉力的状态下放入环形夹具内,将试样夹紧。

3 开动拉力机,顶压速率为 100mm/min,在此速率下连续运行直至试样被顶破,记下最大压力,单位为 N。

11.1.5 计算

1 计算 10 块试样圆球顶破强度 T_b 的算术平均值。

2 计算顶破强度的标准差 σ 和变异系数 C_v 。

本试验记录格式如表 11.1.5。

表 11.1.5 土工合成材料圆球顶破试验记录

委托单位		试验温度			
产品类型		试验湿度			
仪器型号		试验者			
试样状态		计算者			
试样日期		校核者			
强 度(N) 序 号	名 称	不 同 试 样			
		A	B	C	D
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
平均值					
标准差 σ					
变异系数 $C_v, \%$					

11.1.6 报告

- 1 说明试验遵照的方法,介绍试样材料以及制样方法。
- 2 每个试样的顶破强度及其平均值,单位为 N。
- 3 顶破强度的标准差 σ 及变异系数 C_v 。

11.2 CBR 顶破试验

11.2.1 适用范围

适用于土工合成材料(主要为土工织物和土工膜等)的 CBR 顶破试验,测定土工合成材料的 CBR 顶破强度。

11.2.2 仪器和仪具

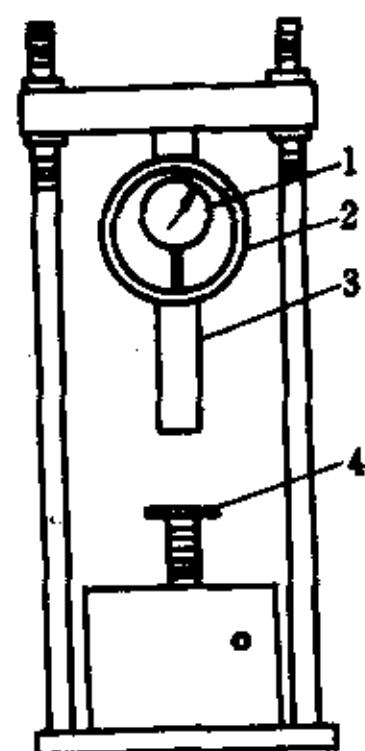


图 11.2.2-1 CBR 试验仪

1—百分表;2—量力计;3—圆柱顶杆;4—托盘

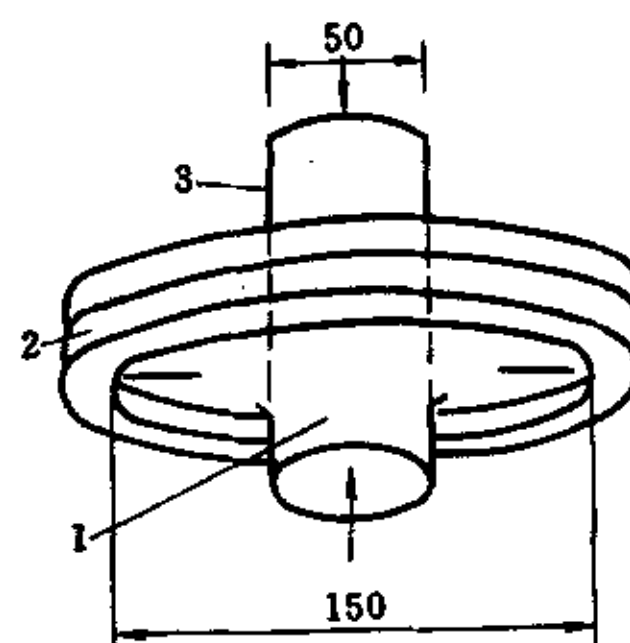


图 11.2.2-2 环形夹具(尺寸单位:mm)

1—织物;2—夹具;3—顶压杆

1 CBR 试验仪:见图 11.2.2—1,试验仪最大压力约 50kN,行程为 100mm;顶压时可用电动驱动或人工驱动,要求顶压速率为 60mm/min。

2 量力环:安装在加荷框架上,量力环下部装有 $\phi 50\text{mm}$ 的圆柱形平头顶压杆,量力环中的百分表用于测定量力环变形计算顶压力。

3 环形夹具:如图 11.2.2—2 所示,夹具内径为 150mm,试样直径为 230mm。

试验仪上的夹具中心必须在圆柱顶压杆的轴线上。

11.2.3 试样制备

- 1 试样数量:每组试验取 10 块试样。
- 2 试样尺寸:试样尺寸为 $\phi 230\text{mm}$ 。
- 3 取样方法:按本规程 3.1 条原则取样。

11.2.4 试验步骤

- 1 将试样放入环形夹具内,拧紧夹具,使试样在自然状态下绷紧。
- 2 将夹具放在加荷系统的托盘上,调整高度,使试样与顶杆刚好接触。
- 3 将顶压速率设定在 60mm/min。
- 4 开动机器。
- 5 圆柱顶压杆接触并顶压试样过程中,记录百分表读数和量力环读数,到确认试样破坏为止。
- 6 停机,取下已破坏的试样。
- 7 重复本规程 11.2.4 条 1~6 步骤进行试验,每组共进行 10 块试样。

11.2.5 结果整理

- 1 由量力环标定曲线,将量力环中百分表的读数换算为力,单位为 N。
- 2 计算每块试样的顶破强度 T_i, N 。
- 3 计算 10 块试样的顶破强度平均值 $\bar{T}, \text{N}$ 。
- 4 计算标准差 σ 及变异系数 C_v 。

试验记录表格见表 11.2.5。

表 11.2.5 土工合成材料 CBR 顶破试验记录

生产厂家			试验温度		
产品型号			试验湿度		
试样状态			试验者		
顶破速率			计算者		
试样日期			校核者		
序 号	位移量(0.01mm)		量力环 (0.01mm)	压 力 (N)	顶破强度 (N)
	起始值	终止值			
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
平均值 标准差 σ 变异系数 $C_v, \%$					

11.2.6 报告

- 1 说明试验遵照的方法、介绍试样材料以及制样方法。
- 2 CBR 强度平均值、标准差 σ 及变异系数 C_v 。

12 刺破试验

12.0.1 适用范围

适用于土工合成材料(主要为土工织物和土工膜等)的刺破强度测定,可用来评价土工合成材料抵抗颗粒料贯入的能力。

12.0.2 仪器和器具

- 1 压力机或带有反向器的拉力机,其变形速率为 300mm/min。
- 2 量力环:其量程要满足最大压力值。
- 3 环形夹具:内径为 44.5mm。
- 4 刚性顶杆:直径 8mm,平头。

12.0.3 试样准备

- 1 试样数量:每组试验取 10 块试样。
- 2 试样尺寸:试样尺寸为 $\phi 120\text{mm}$ 。
- 3 取样方法:按本规程 3.1 条原则剪样。

12.0.4 试验步骤

- 1 将试样放入环形夹具内,使试样在自然状态下放平,拧紧夹具。
- 2 将夹具放在加荷装置上并对中,如图 12.0.4。

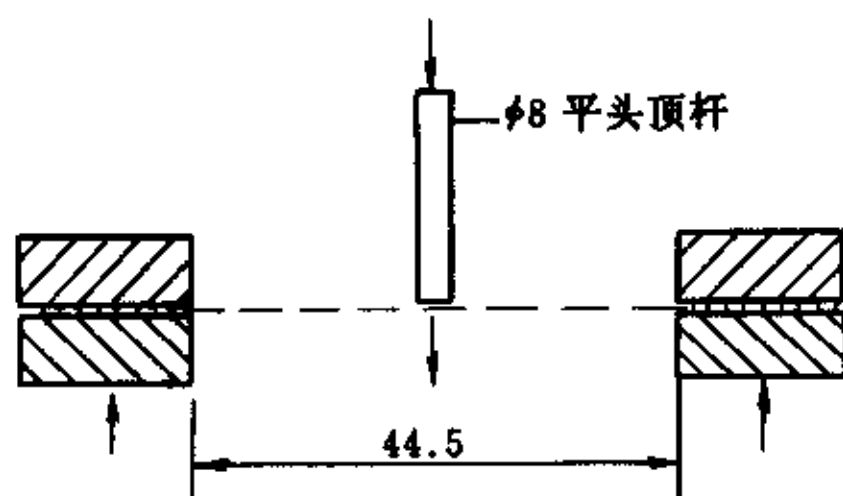


图 12.0.4 刺破试验示意图

- 3 将速率设定在 100mm/min。
- 4 调整连接在刚性顶杆上的量力环的百分表读数至零。
- 5 开机,记录顶杆顶压试样时的最大压力值。
- 6 停机,取下试样。
- 7 重复本规程 12.0.4 条第 1~6 步骤进行试验,每组试验进行 10 块试样。

12.0.5 结果整理

- 1 由量力环标定曲线,将量力环中百分表读数换算为力,单位为 N。
- 2 计算 10 块试样刺破强度的算术平均值 T_p ,单位为 N。
- 3 计算标准差 σ 及变异系数 C_v 。

试验记录如表 12.0.5。

表 12.0.5 土工合成材料刺破试验记录

生产厂家		试验温度	
产品型号		试验湿度	
试样状态		试验者	
刺破速率		计算者	
试样日期		校核者	
序 号	不 同 试 样		
	A		B
	量力环读数 (0.01mm)	刺破强度 (N)	量力环读数 (0.01mm) 刺破强度 (N)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
平均值			
标准差 σ			
变异系数 $C_v, \%$			

12.0.6 报告

- 1 说明试验遵照的方法、介绍试样材料以及制样方法。
- 2 各个试样的刺破强度值及其平均值,单位为 N。
- 3 标准差 σ 及变异系数 C_v 。

13 落锥穿透试验

13.0.1 适用范围

适用于土工合成材料(主要为土工织物和土工膜等)的落锥穿透试验,测定其穿透孔洞直径,评价其对尖锐跌落物(点荷载)贯入时的抵御能力。

13.0.2 仪器及器具

- 1 落锥试验仪如图 13.0.2—1 所示;
- 2 落锥支架:装好落锥后,落高为 500mm;
- 3 环形夹具:内径为 150mm;
- 4 落锥:如图 13.0.2—2 所示,材料为黄铜,质量 1kg,顶角 45°,直径 50mm;落锥锥体等分为 10 份,沿锥面刻 9 道环,每环直径相差 5mm。
- 5 卡尺:精度 0.001mm。

13.0.3 试样准备

- 1 试样数量:每组试验取 10 块试样。
- 2 试样尺寸:试样尺寸为 $\phi 230\text{mm}$ 。
- 3 取样方法:按本规程 3.1 条原则取样。

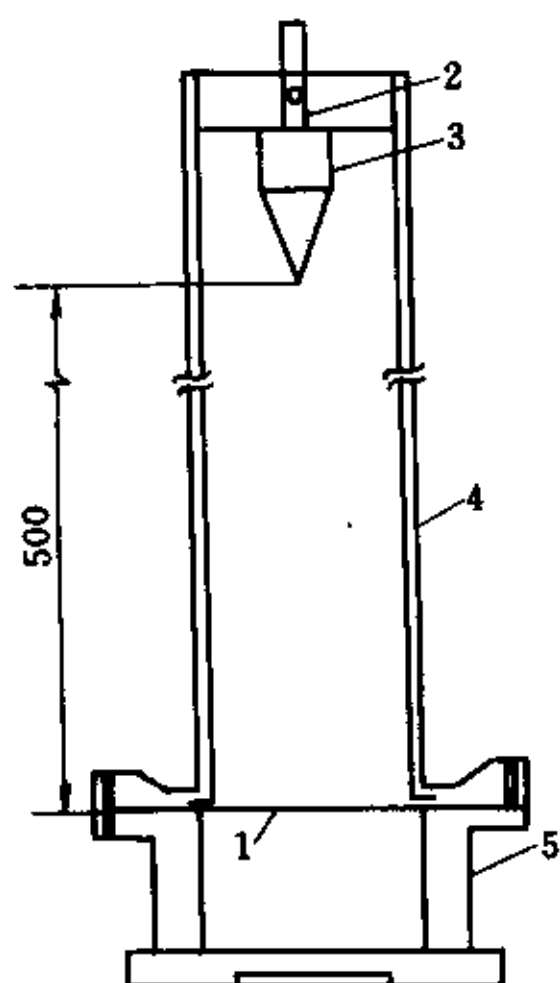


图 13.0.2-1 落锥试验仪

1—试样;2—导向孔;3—落锥;4—支架;5—环形夹具

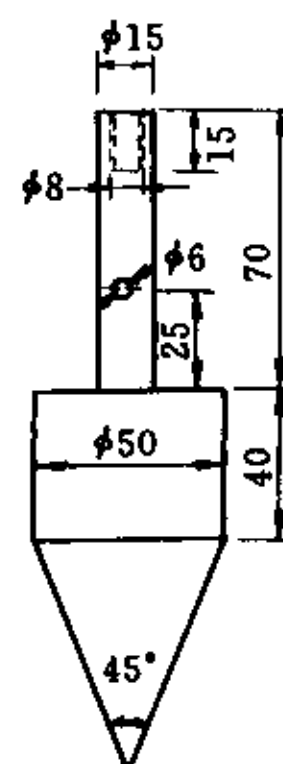


图 13.0.2-2 锥头(尺寸单位:mm)

13.0.4 试验步骤

- 1 将试样放入环形夹具内,使试样在自然状态下放平,拧紧夹具。
- 2 将落锥支架放在环形夹具上。
- 3 将落锥插入支架导向孔内,要求落锥对中性于夹具中心。
- 4 让落锥自由落下。
- 5 取下落锥支架,测量孔洞直径,可直接用落锥上的刻环测读,也可用卡尺测量,单位为 mm。
- 6 取下已破坏试样。
- 7 重复本规程 13.0.4 条 1~6 步骤进行试验。

13.0.5 结果整理

- 1 计算 10 块试样的平均孔洞直径 $\bar{D}_t$ 。
- 2 计算标准差 σ 及变异系数 C_v 。

试验记录如表 13.0.5。

表 13.0.5 土工合成材料落锥穿透试验记录

委托单位		试验温度		
产品类型		试验湿度		
试样尺寸		试验者		
落锥重量		计算者		
落锥高度		校核者		
名称 穿透孔径(mm) 序 号	不 同 试 样			
	A	B	C	D
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
平均值				
标准差 σ				
变异系数 $C_v, \%$				

13.0.6 报告

- 1 说明试验遵照的方法,介绍试样材料及制样情况。
- 2 各块试样的孔洞直径及其算术平均值,以 mm 为单位。
- 3 标准差 σ 及变异系数 C_v 。

14 直剪摩擦试验

14.0.1 目的和适用范围

本方法适用于测定土与土工合成材料沿界面的摩擦特性。

14.0.2 仪器和器具

1 应变控制式直接剪切仪,由剪切盒、垂直加荷系统、剪切传动装置、测力计和位移量测系统等组成,如图 14.0.2 所示。

2 剪切盒:由上盒和下盒组成,盒的内壁平面尺寸不小于 15cm × 15cm,上、下盒的高度不宜小于 $L/3$ (L 为盒的内部边长)。

3 加荷系统:包括施加垂直荷载和水平荷载的系统。

(1)施加垂直荷载可采用杠杆系统或采用其它能保证垂直荷载恒定的装置。

(2)施加水平荷载可采用调速电动机装置或其它加荷装置。

4 测力计和位移量测系统:

(1)测力可采用拉力传感器量力环或其它测力装置。

(2)测垂直位移和水平位移可采用百分表或位移计。

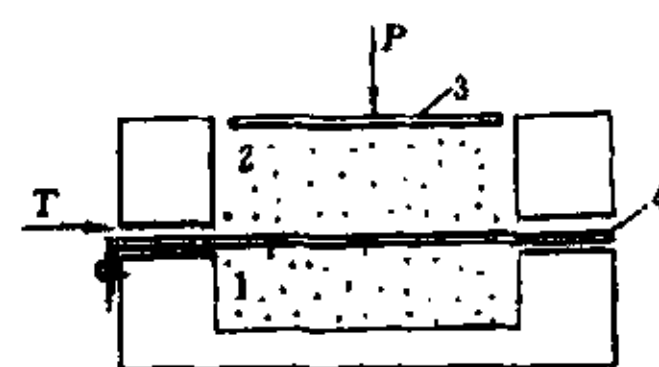


图 14.0.2 直剪仪示意图

1—填土或木块;2—填土;

3—加压板;4—试样

14.0.3 试样

1 试样制备

(1)取样方法:按本规程 3.1 条原则取样。

(2)试样数量:试样数量不少于 5 块。

(3)试样尺寸:裁剪试样宽度和实际长度视剪切盒尺寸与固定方式而定,必须有足够的长度保证试样的固定。对于有纺土工织物,裁剪试样宽度应大于要求尺寸 10mm,再在两边拆去大约相同数量的纤维,使试样达到规定宽度。

2 若下盒内填土,则将含水量符合要求的土料填入下盒,分层压密至规定的密实度,并且土面固结后不低于下盒顶面。

3 将试样平放于土面,使其一端固定于受推力一端下盒侧壁。若下盒内放置刚性垫板,则将试样用粘结剂平贴在垫板顶面上,然后放入下盒。

4 放置上盒,调整上、下盒缝隙,缝宽为 1~1.5mm 加上试样的厚度,使上盒边框不与试样相接触;插入固定销钉,使上、下盒连为一体。

5 将含水量符合要求的土料填入上盒,分层压密。在土面上放透水石及加压板。

14.0.4 试验步骤

1 将剪切盒对准施加垂直荷载的装置,依次装上垂直和水平位移量测装置,对试样施加一微量垂直荷载,使土样接触好,将垂直位移表读数调整为零。

2 施加要求的垂直荷载,待土样固结。固结时间视土性及排水距离而定,对粒状土,固结时间应不小于 15min;对粘性土,每 1h 测计垂直变形一次,试样固结稳定的垂直变形值为每小时不大于 $0.00025h$ (h 为土样高度,mm)。

3 启动施加水平荷载的装置。待水平位移百分表指针一转动便停机,调整百分表读数为零;拔出固

定上、下盒的销钉。

4 移动传动装置,施加水平荷载,剪切速率视土性和排水方式而定。宜采用剪切速率为 0.02~3mm/min,每隔一定的时间测记水平荷载一次,直至剪损。

5 试验进行至出现下列情况时方可结束:

(1)如果水平荷载(剪应力)出现峰值,试验进行至获得稳定值(残余强度)。

(2)如果水平荷载(剪应力)始终随水平位移增大而增大,试验应进行至水平位移达 20mm 时方可停止。

6 改变垂直荷载,重复本规程 14.0.4 条 1~5 各步骤,完成各级荷载下的试验。

一般可根据工程实际施加各级垂直荷载,要求在 4 级不同垂直荷载下进行试验,其中最大的一级荷载(压力)应不小于设计荷载。一般情况下,垂直压力可采用 100kPa、200kPa、300kPa、400kPa。

14.0.5 结果整理

1 按下式计算界面上的垂直应力 σ 和剪应力 τ :

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (14.0.5-1)$$

$$\tau = \frac{T}{A} \quad (14.0.5-2)$$

式中 P 、 T ——分别为垂直及水平荷载,kN;

A ——剪切盒面积, m^2 ;

σ ——垂直应力,kPa;

τ ——剪应力,kPa。

2 按下式计算界面上的摩擦系数 f :

$$f = \tan \varphi_{GS} = \frac{\tau}{\sigma} \quad (14.0.5-3)$$

3 以剪应力 τ 为纵坐标,剪切位移 ΔL 为横坐标,绘制 $\tau-\Delta L$ 的关系曲线,如图 14.0.5-1 所示。

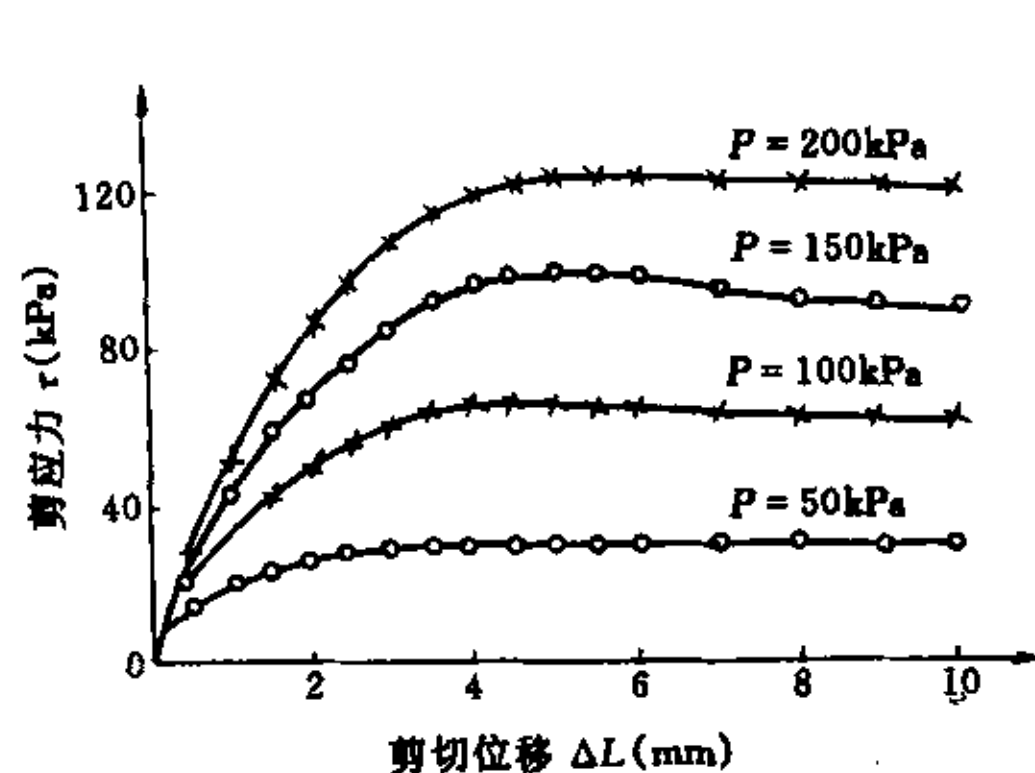


图 14.0.5-1 $\tau-\Delta L$ 曲线

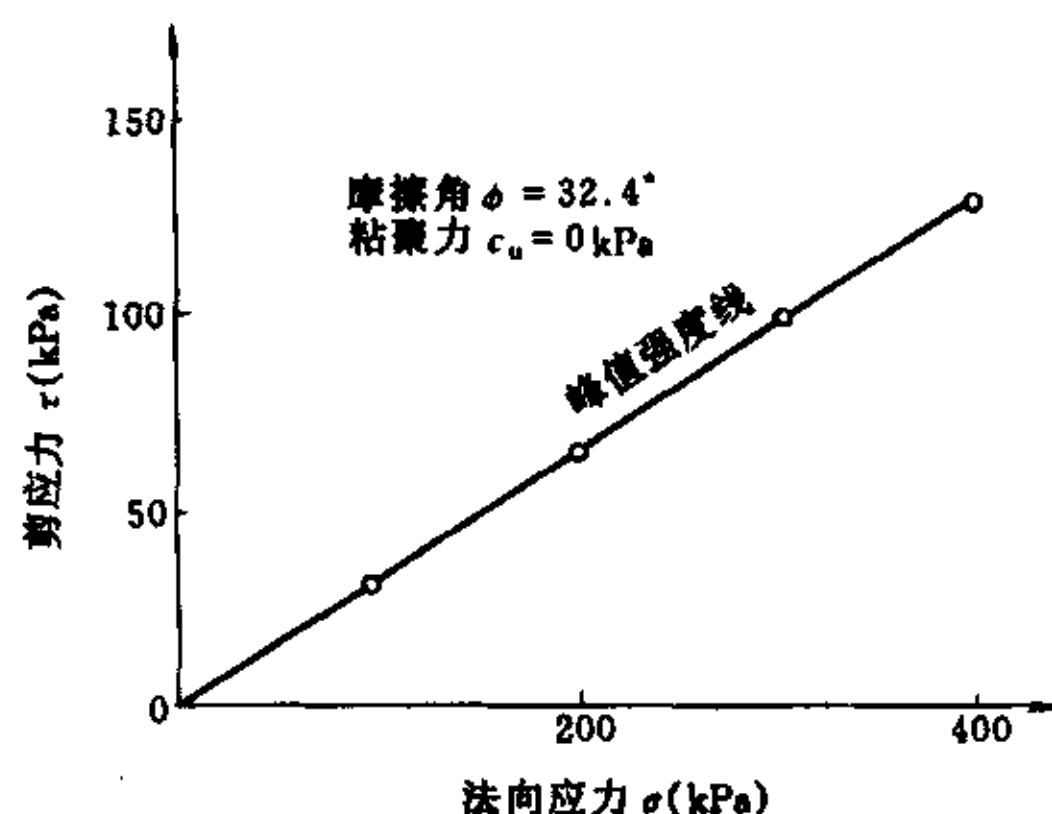


图 14.0.5-2 $\tau-\sigma$ 曲线

4 绘制 $\tau-\sigma$ 曲线,求取界面摩擦强度指标。

(1)以垂直应力 σ 为横坐标,剪应力 τ 为纵坐标,将各试样的峰值剪应力(如不出现峰值取水平位移 $\Delta L=20$ mm 对应的剪应力)绘制 $\tau-\sigma$ 关系线(见图 14.0.5-2,取直线),其在纵轴上的截距为粘聚力 c_{GS} ,直线的倾角为摩擦角 φ_{GS} 。

本试验记录如表 14.0.5。

表 14.0.5 土工合成材料直剪摩擦试验记录

工程名称						剪切速率								
试样盒尺寸						固结时间								
土样描述						固结压缩量								
土样密度						试验日期								
材料规格						试验者								
试样尺寸						计算者								
传感器系数						校核者								
序 号	时间 (min)	位移 (mm)	法向压力 σ_1			法向压力 σ_2			法向压力 σ_3			法向压力 σ_4		
			传感器	μ	τ	传感器	μ	τ	传感器	μ	τ	传感器	μ	τ
			读数	值	(kPa)	读数	值	(kPa)	读数	值	(kPa)	读数	值	(kPa)
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
⋮														

14.0.6 报告

- 1 说明试验情况,介绍试样情况和试样固定方式。
- 2 对上、下盒内填料进行描述,说明下盒中是填土还是刚性垫块。
- 3 给出 $\tau-\sigma$ 关系曲线图, $\tau-\Delta L$ 关系曲线图。
- 4 给出试样与土之间的粘聚力 c_{GS} 和摩擦角 φ_{GS} 及摩擦系数 f 。

15 拉拔摩擦试验

15.0.1 目的和适用范围

本试验方法适用于测定土工合成材料埋在土内时与周围土体的摩擦特性。

15.0.2 仪器设备

1 试验箱:试验箱为一矩形箱体,侧壁有足够刚度,受力时不变形。长 $\times$ 宽 $\times$ 高不宜小于 $25\text{cm}\times 20\text{cm}\times 20\text{cm}$,如图 15.0.2 所示。试验箱一面侧壁的半高处开一横贯全宽的水平窄缝,高约 5mm ,供试样引出箱体用;紧贴着窄缝内壁,安置一可上下抽动的插板,用以调整窄缝的缝隙大小,防止土粒漏出。

2 加荷系统:包括施加垂直荷载和水平荷载的系统。

(1)用千斤顶及反力框架施加垂直荷载,以稳定装置使其维持恒值。

荷载通过足够刚度的加压板加到土面上。

(2)按应变控制方式施加水平荷载,一般采用调速电动机装置及千斤顶装置。

水平荷载通过拉力夹具作用于试样,将事先已用硬化胶作加固处理好的试样从试验箱侧壁的窄缝引出,要求受拉时试样不得在夹具内打滑,也不得在试验箱外或夹具内被拉断。作用于试样的拉力应为

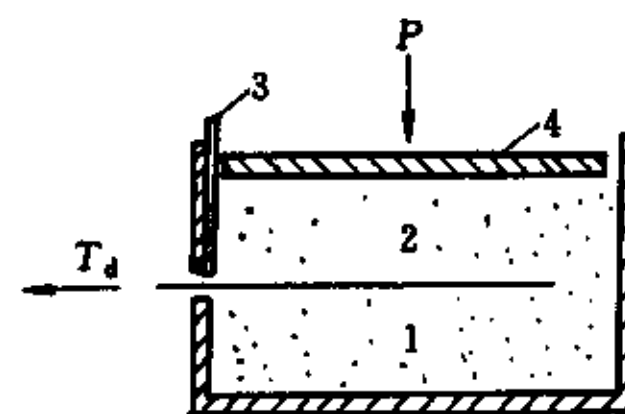


图 15.0.2 拉拔试验箱示意图

1—土样;2—试样;3—插板;4—加压板

轴心荷载,水平荷载作用位置应尽量靠近试验箱侧壁,试样夹持位置距箱壁距离不大于10cm。

3 量测系统

(1)测力可采用拉压力传感器,或其它量力装置。

(2)测垂直位移和水平位移可采用百分表或位移计,测量精度为0.01mm。

15.0.3 试样

1 试样数量:试样数量不少于5块。

2 试样尺寸:试样宽度应小于试验箱宽度,建议裁剪试样宽度150mm,对于有纺土工织物,裁剪试样宽度160mm,再在两边拆去大约相同数量的纤维,使试样达到宽度150mm。长度视夹具情况至少为200mm,应保证有足够的长度固定试样。试样埋在土中的长度应不大于拔出长度,拔出长度可由试验确定。

3 取样方法:按本规程3.1条原则取样。

4 试样端部加固:从试验箱引出的试样应进行端部加固,可采用粘胶加固(如环氧树脂),将加固板牢固地粘贴在织物上。

15.0.4 试验步骤

1 将土料填入试验箱,按要求的密度分层压密,压密后土面水平,且略高于箱侧窄缝下缘。

2 将试样平放于土面上,要求平整无皱。在长度方向,试样埋入土中的长度为10~15cm,试样应居中放置,试样一端从窄缝引出箱外注意两边对称,并和水平夹具连接。插入可调整窄缝高度的插板,使该板下缘正好在试样表面之上,将插板固定。

3 继续往箱内填土,分层压密至要求的密度,压密后土面平整,并略低于箱顶,放上加压板。

4 安装垂直和水平位移百分表。将垂直加荷千斤顶对中于试验箱,对加压板施加一微量垂直荷载,使板与土面接触好,将百分表读数调整到零。将夹有试样的夹具连接到水平加荷装置上。

5 施加要求的垂直荷载,使土料固结。固结时间视土性和排水距离而定,对粒状土固结时间不少于15min;对粘性土,要求垂直变形增量每小时不大于 $0.00025h$ (h 为土样高度,mm),作为固结稳定标准,测记相应的压缩量。施加一微量水平荷载,使水平加荷机构各处受力绷紧,将百分表读数调整为零。

6 施加水平荷载。拉拔开始,测读并记录位移量和水平拉力。拉拔速率视土性而定,按应变控制加荷时,一般采用位移速率为0.02~3mm/min,对砂性土,可采用0.5mm/min。

7 试验进行到出现下列情况时方可结束:

(1)如果水平荷载(剪应力)出现峰值,试验进行至获得稳定值(残余强度)。

(2)如果不出现峰值,或试样被拉断,表明试样长度超过了拔出长度,应缩短埋在土内的长度,再按本规程15.0.4条1~7的步骤作试验。

8 改变垂直荷载,重复本规程15.0.4条1~7各步骤,进行各垂直荷载下相应的拉拔摩擦试验值。

为求得拉拔摩擦强度指标,一般在四种不同垂直荷载下进行试验,其中最大的一级荷载(压力)应不小于设计荷载。

15.0.5 结果整理

1 按下式计算界面上的法向应力 σ 和剪应力 τ :

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (15.0.5-1)$$

$$\tau = 0.5 \times \frac{T_d}{L \cdot B} \quad (15.0.5-2)$$

式中 P 、 T_d ——分别为垂直荷载及水平荷载,kN;

A ——试验箱的水平面积, m^2 ;

L 、 B ——织物被埋在土内部分的长度和宽度,m;

σ ——法向应力,kPa;

τ ——剪应力,kPa。

2 按下式计算界面上的似摩擦系数 f' :

$$f' = \frac{\tau}{\sigma} \quad (15.0.5-3)$$

- 3 绘制各级垂直荷载下剪应力 τ 与相应水平位移 ΔL 的关系曲线(见图 15.0.5-1)。
- 4 绘制 $\tau-\sigma$ 曲线,求得界面的摩擦强度。

(1)如有峰值时,绘制各级垂直压力和峰值 $\tau-\sigma$ 曲线(见图 15.0.5-2,近似取直线),其在纵轴上截距为粘聚力 c_{cs} ,直线对横轴的倾角为摩擦角 φ_{cs} 。该直线的斜率 $f' = \tan \varphi_{cs}$ 称为似摩擦系数。

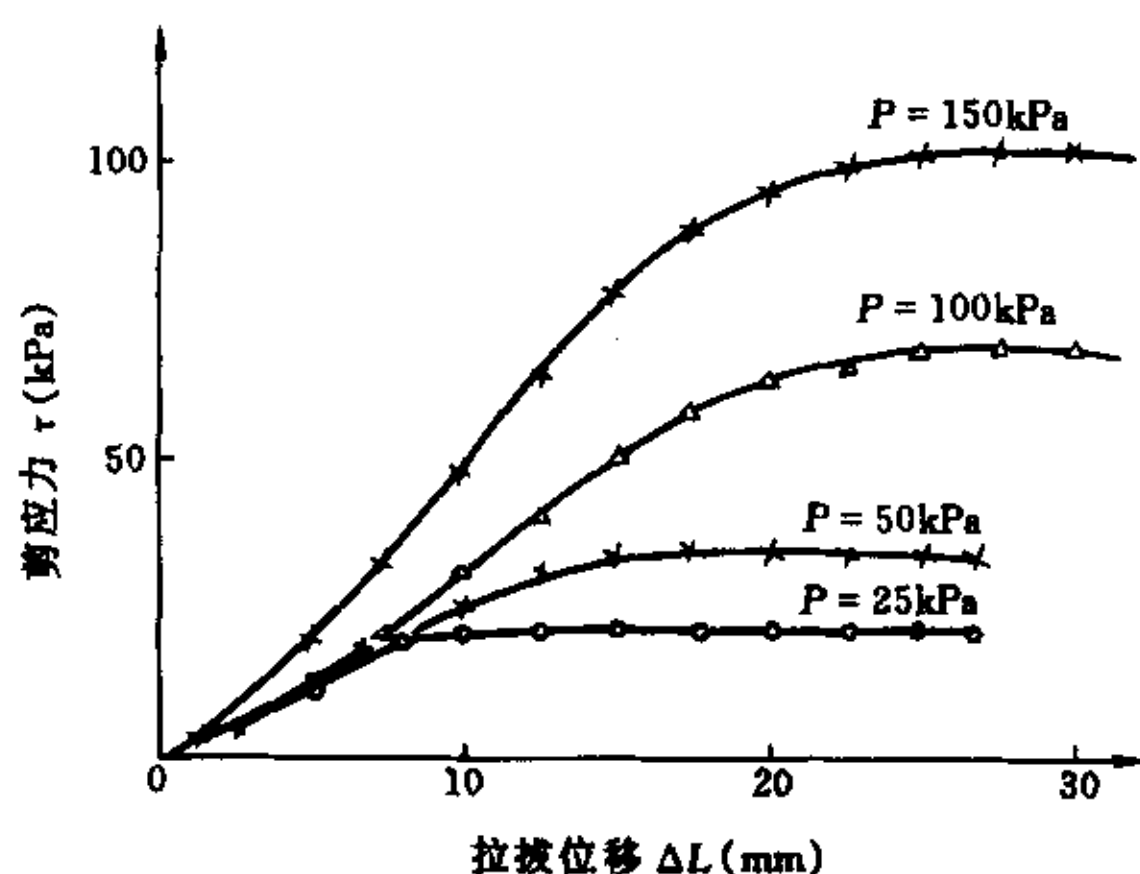


图 15.0.5-1 $\tau-\Delta L$ 曲线

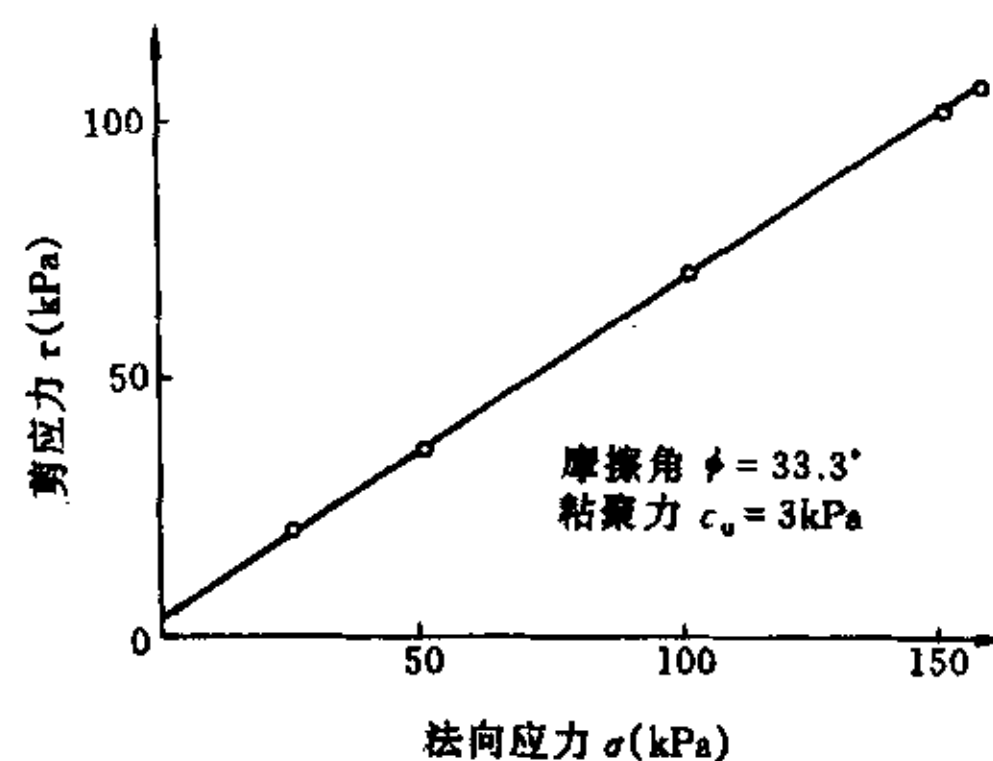


图 15.0.5-2 $\tau-\sigma$ 曲线

本试验记录见表 15.0.5。

表 15.0.5 土工合成材料拉拔试验记录

工程名称						拉拔速率								
试样盒尺寸						固结时间								
土样描述						固结压缩量								
土样密度						试验日期								
材料规格						试 验 者								
试样尺寸						计 算 者								
传感器系数						校核者								
序 号	时间 (min)	位移 (mm)	法向压力 σ_1			法向压力 σ_2			法向压力 σ_3			法向压力 σ_4		
			传感器 读数	μ 值	τ (kPa)	传感器 读数	μ 值	τ (kPa)	传感器 读数	μ 值	τ (kPa)	传感器 读数	μ 值	τ (kPa)
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
.														
.														
.														

15.0.6 报告

- 1 说明试验情况,介绍试样夹持方法,箱外段试样加固用材料及方法,垂直和水平加荷方法。
- 2 介绍试样类型,试样尺寸及拔出长度。
- 3 给出 $\tau-\sigma$ 曲线图。
- 4 给出试样与土之间的粘聚力 c_{GS} 和摩擦角 φ_{GS} 及似摩擦系数 f' 。
- 5 对试验中发生的可能影响试验结果的有关情况作必要说明。

16 蠕变试验

16.0.1 目的和适用范围

本方法适合测定土工合成材料在长期荷载下的变形特性。

16.0.2 仪器设备

1 悬重物:要求重量明确并方便加荷,可单独加工或用砝码代替,在试验中,可准备多种规格的悬重物(见图 16.0.2)。

2 夹具:一对夹持试样的夹具,钳口里面要有一定的约束作用,防止试样在钳口内打滑,又要防止试样在钳口内被破坏;其中一只夹具能外接加荷盘或与加荷盘合而为一,以方便加荷。试验前,应先称量加荷盘与下夹具重量。

3 加荷盘:为一端接夹具,另一端有挂孔的金属构件。

4 测量和记录装置

测量拉伸方向的伸长量可用百分表或位移计,精度为 0.01mm。

16.0.3 试样制备

1 试样数量:顺机向数量最少 6 块,横机向数量最少 6 块。

2 试样尺寸:

(1)宽条试样:裁剪试样宽度 200mm,长度至少 200mm,实际长度视夹具而定,必须有足够的长度使试样伸出夹具,试样计量长度为 100mm。对于有纺土工织物,裁剪试样宽度 210mm,再在两边拆去大约相同数量的纤维,使试样达到宽度 200mm。

(2)窄条试样:裁剪试样宽度 50mm,长度至少 200mm,必须有足够的长度使试样伸出夹具,试样计量长度为 100mm。对于有纺土工织物,裁剪试样宽度 60mm,再在两边拆去大约相同数量的纤维,使试样宽度达到 50mm。

3 取样方法:按本规程 3.1 条原则取样。

16.0.4 试验步骤

1 将两夹具的初始间距调到 100mm,两个夹具中要求其中一个支点能自由旋转或为万向接头,保证两个夹具平行并在一个平面内。

2 根据试样破坏的最大抗拉强度确定加荷水平,试样破坏的最大抗拉强度由拉伸试验确定;加荷水平按试样抗拉强度的 20%,40%,60%三级考虑。

3 将试样对中放入夹具中,为方便对中,事先可在试样上画垂直于拉伸方向的两条相距 100mm 的平行线,使两条线尽可能贴近上下夹具的边缘。

4 给试样挂上加荷盘使试样绷紧,测量试样的初始长度。

5 在长度测量时,应量测试样左、右二个位置的长度,取平均值作为试样长度,长度测量精确到 0.01mm。

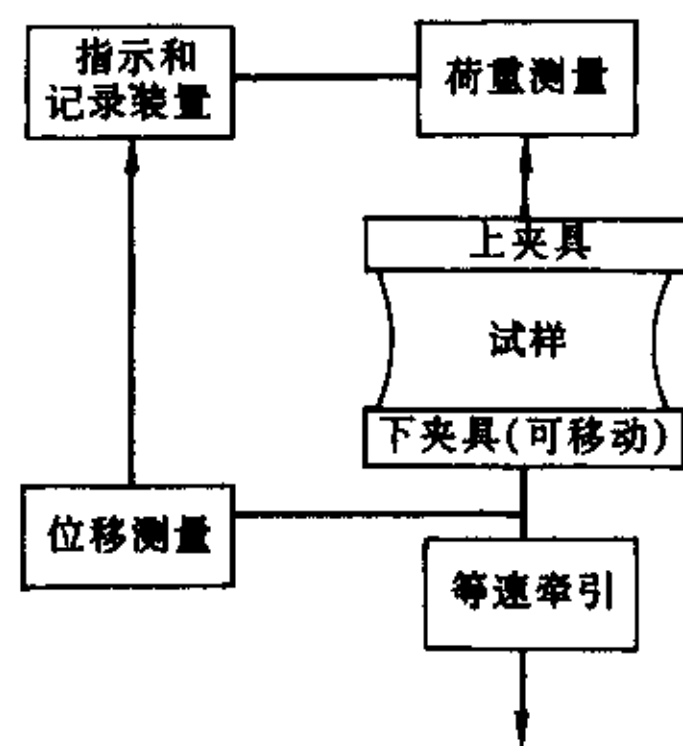


图 16.0.2 蠕变试验示意图

- 6 按相应的荷载等级挂上悬重物,按时测量试件长度,直到试验结束。
- 7 试验读数时间为:36s,2min25s,6min,18min,36min,1h,3h,5h,7h,10h,30h,72h,以后每隔 2d 测读一次,试验持续时间不少于 500h。在条件允许时,可进行更长时间的试验。
- 8 当试验后期蠕变应变出现突变情况时,应增加读数次数。
- 9 重复 1~7 的试验步骤,按不同的加荷等级进行试验。
- 10 本试验记录格式如表 16.0.1。

表 16.0.1 土工合成材料蠕变试验记录

委托单位			大气温度			
产品名称			大气湿度			
试样状态			试 验 者			
试样宽度			计 算 者			
试验日期			校 核 者			
读数时间	试 样 长 度 (mm)					
	加荷水平 1		加荷水平 2		加荷水平 3	
36s						
2min15s						
6min						
18min						
36min						
1h						
3h						
5h						
7h						
10h						
30h						
72h						
...						
...						

16.0.5 结果整理

- 1 不同应力水平下的蠕变系数值由式(16.0.5)计算:

$$\epsilon_t = \epsilon_0 + b \lg t \quad (16.0.5)$$

式中 ϵ_t ——静荷载作用下, t 时的总应变变量;

ϵ_0 ——受力开始时的初始应变变量;

t ——试验历时, min;

b ——蠕变系数。

16.0.6 报告

- 1 不同应力水平下的材料蠕变系数。
- 2 不同应力水平下的应变—时间对数曲线。
- 3 对可能影响试验结果的情况作必要说明。

17 孔径试验

17.1 筛分法

17.1.1 目的及适用范围

本方法适用于无纺织物及孔径较小的有纺织物。采用干筛测量土工合成材料孔径的分布并确定 O_{95} 。

17.1.2 仪器和器具

- 1 标准分析筛:细筛一个,孔径为 2mm,外径为 200mm;
- 2 振筛机:具有水平摇动和垂直振动(或拍击)装置的筛析仪器;
- 3 天平:称量 200g,感量 0.01g;
- 4 其它用品:秒表、剪刀、画笔、小毛刷等。

17.1.3 材料与试样

- 1 试样数量:剪取试样数量为 $5n$ 块, n 为选取的粒径组数。
- 2 试样的准备:按本规程 3.1 条制样原则剪取试样,试样应大于筛子直径,试样可在材料的经向和纬向随机剪取,但距材料边缘至少 100mm。
- 3 标准颗粒材料的准备:将洗净烘干的颗粒材料用筛析法(见《公路土工试验规程》(JTJ 051—93))制备分级标准颗粒。分级标准(单位:mm)为 0.06~0.075, 0.075~0.09, 0.09~0.10, 0.10~0.12, 0.12~0.15, 0.15~0.20, 0.20~0.25, 0.25~0.30 等。

17.1.4 试验步骤

- 1 将试样放在孔径为 2mm 的细筛网上,并固定好。
- 2 称量某级标准颗粒材料 50g,均匀撒布在筛中的试样表面。
- 3 将筛子、上盖和下部底盘一起固定在摇筛机上筛析,振筛时间定为 20min。
- 4 停机后,用天平称量留在底盘上的颗粒,准确至 0.01g。
- 5 用刷子将筛筐上的表面颗粒清理干净,更换试样。
- 6 采用同级标准颗粒材料,重复 17.1.4 条 1~4 步骤,共进行五次平行试验。
- 7 另取一组分级标准颗粒材料按本规程 17.1.4 条 1~6 步骤进行试验,需要取得不小于 4 级连续分级标准颗粒的过筛率,并要求试验点分布均匀,有一组的筛余率在 95%左右。

17.1.5 结果整理

- 1 按下式计算某级标准颗粒的筛余率 R_i :

$$R_i = \frac{m_i - m_{pi}}{m_i} \times 100\% \quad (17.1.5 - 1)$$

式中 m_i ——筛析时标准颗粒的总质量,g;

m_{pi} ——筛析后底盘中颗粒的质量(过筛量),g。

- 2 计算 5 次试验筛余率的

平均值 $\bar{R}$:

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^5 R_i}{5} \quad (17.1.5 - 2)$$

- 3 绘制孔径分布曲线:以分级标准颗粒粒径平均值为横坐标,筛余率平均值为纵坐标绘制孔径分布曲线,如图 17.1.5 所示。该曲线间接地反映织物孔径的分布情况,曲线上纵坐标为 95%的点所对应的横坐标即定义为等效孔径 O_{95} ,单位 mm。

4 本试验记录格式如表 17.1.5。

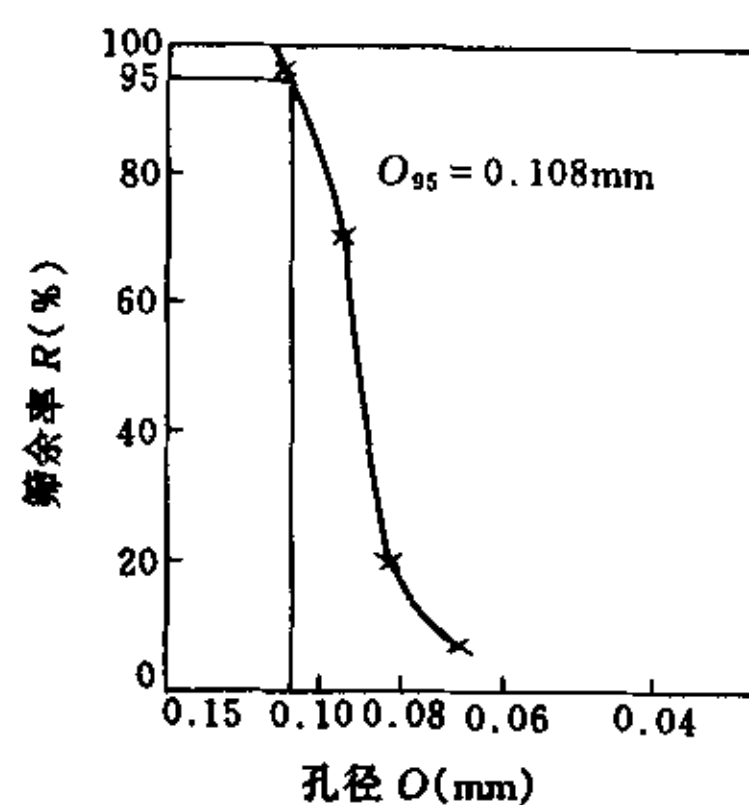


图 17.1.5 孔径分布曲线

表 17.1.5 土工合成材料孔径试验记录(干筛)

委托单位				试验温度		
产品名称				试验湿度		
振筛机型号				试验日期		
振筛时间				试 验 者		
粒料类型				计 算 者		
粒料投放量				校 核 者		
序 号	过 筛 量	粒 径 (mm)				
		1	2	3	4	5
1	过筛量(g)					
	筛余率(%)					
2	过筛量(g)					
	筛余率(%)					
3	过筛量(g)					
	筛余率(%)					
4	过筛量(g)					
	筛余率(%)					
5	过筛量(g)					
	筛余率(%)					
平均筛余率(%)						
标准差 σ						
变异系数 C_v (%)						

17.1.6 报告

1 等效孔径 O_{95} 值和孔径分布曲线。

- 2 对可能影响试验结果的情况作必要说明。

17.2 显微镜测读法

17.2.1 目的及适用范围

本方法适用于孔径较大、较规则的有纺土工织物,测定其孔径分布并确定 O_{95} 值。

17.2.2 仪器和器具

- 1 有双坐标读数的测量显微镜和光源。

2 试样方框:两个,框的内廓尺寸为 $25.4\text{mm} \times 25.4\text{mm}$,外廓尺寸为 $100\text{mm} \times 100\text{mm}$,两框可用四个螺钉夹紧。

- 3 其它用品:剪刀、直尺等。

17.2.3 试样准备

- 1 目测土工织物的均匀程度,选择具有代表性的部位取样 $100\text{mm} \times 100\text{mm}$,试样共取两块。

17.2.4 试验步骤

1 将试样夹紧在试样框中,记录 25.4mm 长度内试样经向和纬向纤维根数 $n_1 \times n_2$,操作中尽量避免移动纤维的位置。

- 2 将试样框固定在显微镜载物台上,调节光源和显微镜焦距,使织物可清晰观测到。

- 3 转动微调手轮,用十字丝竖丝分别对准长方孔平行的两边,并测读初读数和终读数。

- 4 转动另一微调手轮,用十字丝横丝分别对准该长方孔的另外两边,并测读初读数和终读数。

- 5 重复本规程 17.2.4 条 1~4 步骤进行试验,完成 $25.4\text{mm} \times 25.4\text{mm}$ 范围内所有孔的测读。

17.2.5 结果整理

- 1 按下式计算土工织物每孔的缝宽和孔径:

$$X = |a_1 - a_2| \quad (17.2.5 - 1)$$

$$Y = |b_1 - b_2| \quad (17.2.5 - 2)$$

$$O = 2 \sqrt{(XY/\pi)} \quad (17.2.5 - 3)$$

式中 X ——土工织物纵缝宽度,mm;

Y ——土工织物横缝宽度,mm;

a_1, a_2 ——纵缝初读数和终读数,mm;

b_1, b_2 ——横缝初读数和终读数,mm;

O ——土工织物孔径,mm。

- 2 按表 17.2.5-1 计算小于某孔径孔数的累积频率,累积频率按下式计算:

$$f = \frac{\text{小于某孔径的孔数}}{\text{总孔数}} \times 100\% \quad (17.2.5 - 4)$$

表 17.2.5-1 孔径累积频率计算表

孔径分组(mm)									
分组孔数(个)									
累积孔数(个)									
累积频率(%)									

- 3 绘制孔径累积频率曲线

以孔径的数值为横坐标,以小于某孔径占总孔数的百分比(累积频率)为纵坐标绘制孔径累积频率

曲线,如图 17.2.5 所示。曲线上纵坐标为 95% 的点所对应的横坐标即为等效孔径 O_{95} , 单位 mm。

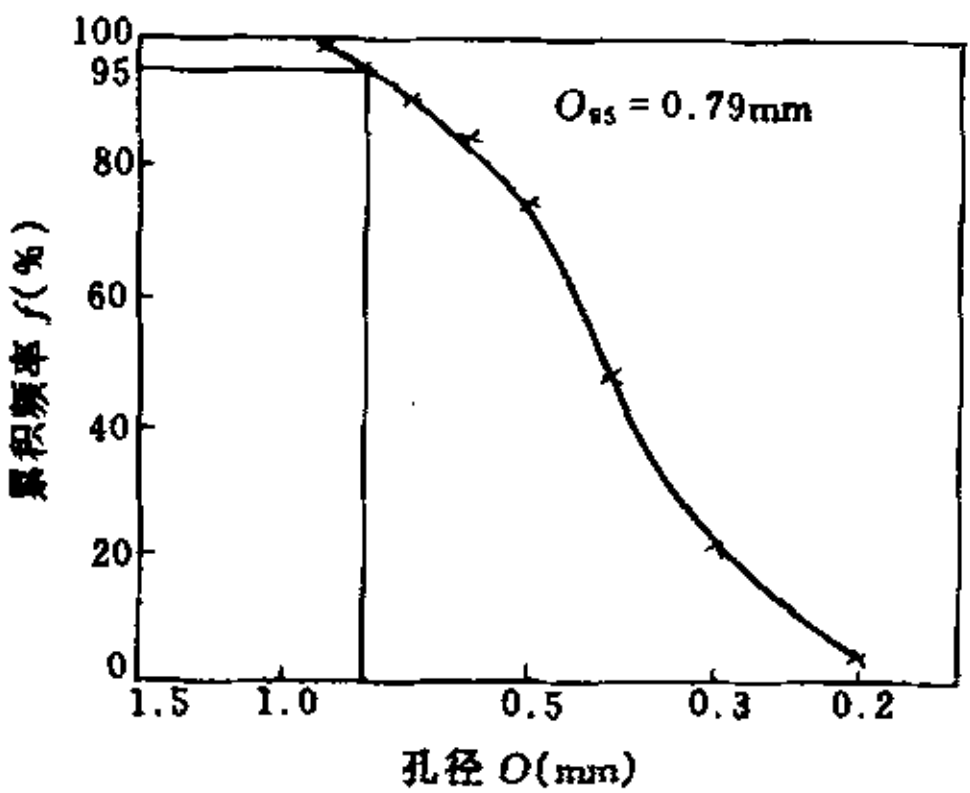


图 17.2.5 孔径累积频率曲线

4 本试验需进行两次平行测定,取 O_{95} 的算术平均值,允许平行差值为 10%。
本试验记录格式如表 17.2.5-2。

表 17.2.5-2 土工合成材料孔径试验记录

委托单位				试验日期			
产品名称				试 验 者			
试验状态				计 算 者			
显微镜型号				校 核 者			
孔号	纵向缝宽测量		纵缝宽度	横向缝宽测量		横缝宽度	孔径
	初读数	终读数		初读数	终读数		
	a_1 (mm)	a_2 (mm)	X (mm)	b_1 (mm)	b_2 (mm)	Y (mm)	O (mm)
1							
2							
3							
4							
5							
...							
...							
...							

17.2.6 报告

- 1 给出等效孔径 O_{95} 值和孔径—累积频率曲线。
- 2 对试验中可能影响试验结果的情况作必要的说明。

18 垂直渗透系数试验

18.0.1 目的及适用范围

本试验方法适用于各种具有透水性能的土工织物。确定土工织物在法向水流作用下的透水特性。

18.0.2 仪器和仪具

1 常水头渗透仪(如图 18.0.2)

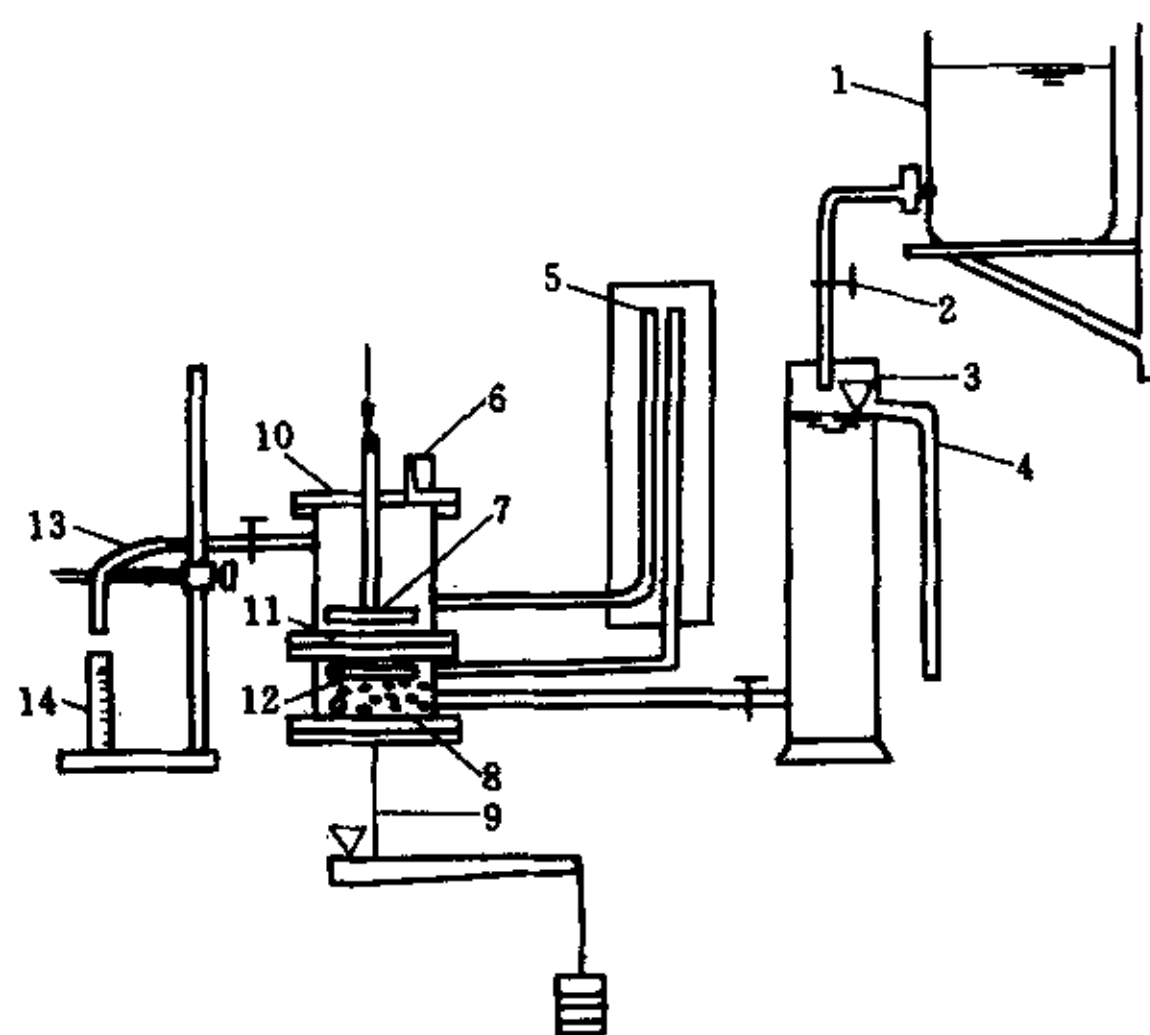


图 18.0.2 测试土工织物渗透性的装置示意图

1—供水瓶;2—供水管阀;3—常水位装置;4—溢管;5—测压管;6—排气管;7—加压多孔板;8—玻璃珠或瓷珠;
9—加压杆;10—渗透仪;11—土工织物;12—承压多孔板;13—调节管;14—量筒

(1)能安装单层或多层试样,试样的有效面积一般在 $20\sim 100\text{cm}^2$ 。

(2)试样与渗透仪内壁之间不得发生漏水现象。

(3)应在试样下游配备透水网或透水板,以防渗流引起试样变形。

(4)上下游水位容器应具有溢流装置,使在试验过程中能保持常水头,试验水头可以调节,一般使用的水位容器水头变化范围为 $0\sim 40\text{cm}$ 。

(5)在试样的上下仪器筒壁上各留一个侧压管出口,其应尽量靠近试样。

2. 测压管装置:用内径为 $10\sim 20\text{mm}$ 的玻璃管两根,可固定在具有水位尺的测压板上,玻璃管下端分别用软管与渗透仪测压管出口相连。

3 供水系统:试验用水应采用蒸馏水或一般经过滤的清水,但试验前必须用抽气法或煮沸法脱气,试验时水温宜高于室温 $3\sim 4^\circ\text{C}$ 。

4 加压设备

(1)通过加压杆和加压多孔板给试样施加法向压力,加压范围在 $0\sim 200\text{kPa}$,或根据需要进行选择。

(2)加压多孔板与织物试样之间,以及试样与下部承压多孔板之间应分别夹有两层铜丝筛网(孔径 2mm 左右),以保证受力均匀,并使过水面积的损失尽量减少。

5 其它设备和用品:抽气机、真空表、秒表、量筒、吸球、水桶、水加热器等。

18.0.3 试样制备

1 试样数量

(1)单片试样测定时取 6 块试样。

(2)多片试样测定时取 5 组。

2 制备试验所需的脱气水。

3 按照渗透仪的规格,按本规程 3.1 条原则剪取试样,并按本规程 3.1 条用抽气法饱和。

4 按图 18.0.2 安装好试验仪器设备。

18.0.4 试验步骤

1 将试样浸泡在水中并饱和,将饱和的试样装入渗透仪,有条件的可在水下装样或装好试样后将渗透仪抽气饱和。

2 调节供水管阀门,使进入常水位装置的水量多于经渗透仪流出的水量,溢水管始终有水溢出,以保证筒中水面不变。

3 关闭调节管止水夹,检查测压管水位,待测压管水位齐平,并与溢水孔水位一致。

4 将调节管固定在某一高度,造成上下游一定的水位差,打开调节管止水夹,水即渗过试样,经调节管流出,在渗流过程中应注意保持常水位。

5 测压管水位稳定后,测记各管水位。

6 开动秒表,同时用量筒接取一定时间内的渗透水量,接取时,调节管管口不得浸于水中。

7 测记进水与出口处水温,取平均值。

8 重复步骤 5~7 三次。

9 改变调节管管口高度,以改变水力梯度,重复步骤 5~8。作渗透流速 v 与水力梯度 i 的关系曲线 $v \sim i$ 曲线,取其线性范围内的试验结果计算平均渗透系数。

10 如需确定不同法向压力下的渗透系数,则对同一试样逐级加压,在每种压力下重复步骤 5~9。加压标准为 2kPa、20kPa、200kPa,或根据需要加压。

11 重新安装一个试样,按步骤 1~10 进行平行试验,直至全部试样进行完毕。

18.0.5 计算

1 按下式计算渗透系数:

$$k_n = \frac{Q\delta}{tA\Delta h} \quad (18.0.5-1)$$

式中 k_n ——渗透系数,cm/s;

δ ——土工织物的厚度,cm;

t ——测量透水量的历时,s;

A ——土工织物试样的透水面积,cm²;

Q —— t 时间内的透水量,cm³;

Δh ——土工织物上下面测压管水位差,cm。

2 按下式计算透水率:

$$\varphi = \frac{Q}{tA\Delta h} \quad (18.0.5-2)$$

式中 φ ——透水率,s⁻¹。

3 透水率与渗透系数的关系为:

$$\varphi = \frac{k_n}{\delta} \quad (18.0.5-3)$$

4 标准温度(20℃)下的渗透系数按下式计算:

$$k_n^{20} = k_n \frac{\eta_t}{\eta_{20}} \quad (18.0.5-4)$$

式中 k_n^{20} ——标准温度(20℃)时试样的渗透系数,cm/s;

η_t ——试验水温(t ℃)时水的动力粘滞系数,kPa·s;

η_{20} ——20℃时水的动力粘滞系数,kPa·s。

其余符号见式(18.0.5-1)~式(18.0.5-3)。

粘滞系数比 η_t/η_{20} 列于表 18.0.5—1。

表 18.0.5—1 水的动力粘滞系数比 η_t/η_{20}

温度(℃)	η_t/η_{20}	温度(℃)	η_t/η_{20}	温度(℃)	η_t/η_{20}
5.0	1.501	12.0	1.227	19.0	1.025
5.5	1.478	12.5	1.211	19.5	1.012
6.0	1.455	13.0	1.194	20.0	1.000
6.5	1.435	13.5	1.176	20.5	0.988
7.0	1.414	14.0	1.163	21.0	0.976
7.5	1.393	14.5	1.148	21.5	0.964
8.0	1.373	15.0	1.133	22.0	0.953
8.5	1.353	15.5	1.119	22.5	0.943
9.0	1.334	16.0	1.104	23.0	0.932
9.5	1.315	16.5	1.090	24.0	0.910
10.0	1.297	17.0	1.077	25.0	0.890
10.5	1.279	17.5	1.066	26.0	0.870
11.0	1.261	18.0	1.050	27.0	0.850
11.5	1.243	18.5	1.038	28.0	0.833

5 标准温度(20℃)下的透水率按下式计算:

$$\varphi_{20} = \varphi \frac{\eta_t}{\eta_{20}} \quad (18.0.5-5)$$

式中 φ_{20} ——标准温度(20℃)下试样的透水率, s^{-1} 。

其余符号见式(18.0.5—4)。

6 确定织物在某个压力下的渗透系数(或透水率)。

采用在该压力下 3~4 个计算值的平均值, 它们的差值应在允许差值范围之内。

7 本试验记录如表 18.0.5—2 所示。

表 18.0.5—2 土工织物垂直渗透试验记录

委托单位		产品名称				材料编号				试样层数				试样面积 A			
水流方向		试验者				计算者				校核者				试验日期			
法向应力 (kPa)	试样 序号	试样 厚度 (cm)	试验 次数	试验 时间 (s)	测管水位 (cm)		水位差 (cm)	水力 坡降	渗透 水量 (cm³)	渗透 流量 (cm³/s)	渗透 流速 (cm/s)	渗透 系数 (cm/s)	水温 (℃)	水温 校正	20℃时渗 透系数 (cm/s)	平均渗 透系数 (cm/s)	备注
		(1)		(2)	上游	下游	(3)	(4)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)		
							(3)-(4)	(5)/(1)		(7)/(2)	(8)/A	(9)/(6)			(10)×(12)		
	1		1														
			2														
			3														
	2		4														
			5														
			6														
3		7															
		8															
		9															
	4		10														
			11														
			12														
	5		13														
			14														
			15														
6		16															
		17															
		18															

18.0.6 报告

- 1 土工织物在标准温度(20℃)的渗透系数, 也可同时给出透水率。
- 2 如果进行了不同压力下的渗透试验, 给出渗透系数与压力的变化曲线。
- 3 对试验中发生的可能影响试验结果的情况作必要的说明。

19 水平渗透系数试验

19.0.1 目的和适用范围

本试验方法适用于测定土工织物和塑料排水板沿其平面方向疏导水流的特性。

19.0.2 仪器和仪具

1 常水头渗透仪

(1)能安装一层或数层土工织物试样,试样为长方形,长边沿着渗透方向。

(2)试样与渗透仪内壁之间不得发生漏水现象。如图 19.0.2 所示,可将织物试样包于乳胶套内,两边套口与上下游容器相接,水在套内流动。

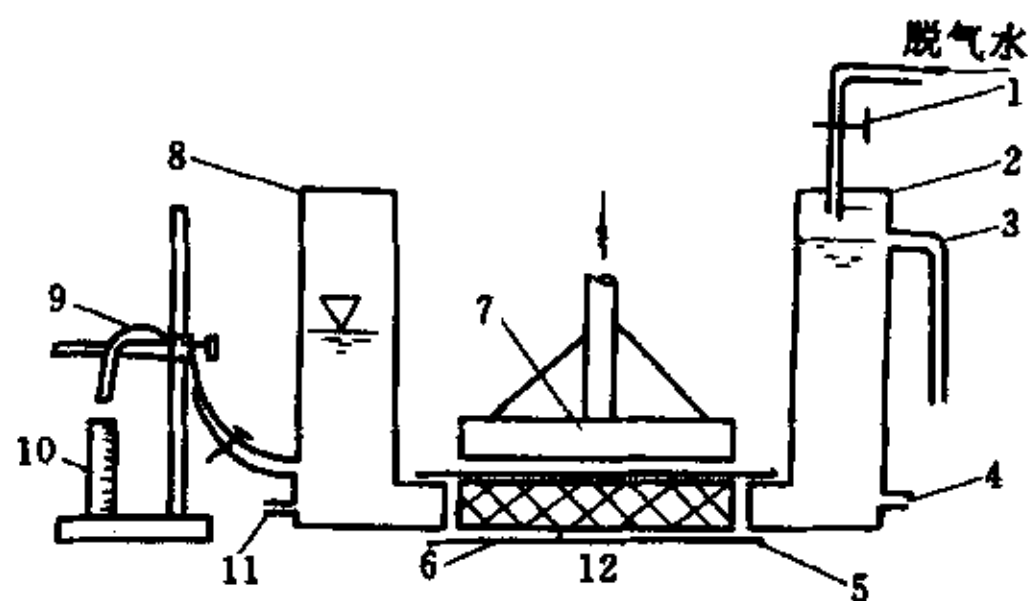


图 19.0.2 测试土工织物导水性的试验装置示意图

1—供水阀门;2—上游容器;3—溢流管;4—测压管口;5—橡胶圈;6—乳胶管;
7—加压装置;8—下游容器;9—调节管;10—量筒;11—测压管;12—织物试样

(3)在试样上下游的器壁上各有一个测压管接出口。

(4)上下游水位容器应具有溢流装置,使在试验过程中能保持常水头,水位容器的有效宽度应大于试样宽度,试验水头可以调节。

2 测压管装置:用内径为 10~20mm 的玻璃管两根,可固定在具有水位尺的测压板上,玻璃管下端用软管分别与渗透仪测压管接出口相连。

3 供水系统:试验用水应采用蒸馏水或一般经过滤的清水,但试验前必须用抽气法或煮沸法脱气。试验时水温宜高于室温 3~4℃。

4 加压设备

(1)通过加压杆和加压板给试样施加法向压力,加压范围为 0~200kPa,或根据需要进行选择。

(2)在包有乳胶膜的织物与金属槽座(图 19.0.2 中未画出)之间可垫以橡胶板,使受力均匀。

5 其它设备与用品:抽气机、真空表、秒表、量筒、球、水桶、水加热器等。

19.0.3 试样制备

1 制备试验用脱气水。

2 根据渗透仪的规格,按本规程 3.1 条原则裁剪六组试样,其中三组试样的长度沿顺机向,另外三组的长度沿横机向。

3 试样用抽气法饱和。

4 按图 19.0.2 安装好试验仪器及设备。

19.0.4 操作

1 将长度方向为顺机向的试样装入渗透仪,注意试样离开水下的时间尽可能地短,有条件可在水下装样,或装好试样后将渗透仪抽气饱和。

2 按现场条件选择水力梯度,调节上下游水位容器,使其达到规定的水力梯度。在缺乏资料时,可选用水力梯度不大于 1。

3 调节供水阀门,使进入上游容器中的水多于经织物试样流出的水,溢流管应始终有水溢出,以保持筒中水面不变。

4 关闭调节管止水夹,检查测压管水位,待测压管水位齐平并与溢水孔水位一致。

5 打开调节管止水夹,水即渗过试样,经调节管流出。在渗流过程中应注意保持常水头。

6 测压管水位稳定后,测记各测管水位。

7 开动秒表,同时用量筒接取一定时间内的渗透水量,接取时,调节管管口不得浸于量筒水中。

8 测记进水处与出水处的水温,取平均值。

9 重复步骤 6~8 三次。

10 改变调节管管口高度,以改变水力梯度,重复步骤 6~9。作渗透流速 v 与水力梯度 i 的关系曲线,取 $v-i$ 曲线上线性范围内的试验结果计算平均水平渗透系数。

11 如需测定不同法向压力下的渗透系数,则对同一试验逐级加压,在每种压力下重复步骤 6~10。加压标准为 2kPa、20kPa、200kPa,或根据需要加压。

12 重新安装一块长度沿顺机向的试样,进行步骤 1~12 的试验。

19.0.5 计算

1 按下式计算沿织物平面的渗透系数:

$$k_t = \frac{QL}{tB\delta\Delta h} \quad (19.0.5-1)$$

式中 k_t ——渗透系数,cm/s;

δ ——土工织物的厚度,cm;

t ——测量透水量的历时,s;

B ——试样宽度,cm;

L ——织物试样沿渗流方向的长度,cm;

Δh —— L 长度上两端的测压管水位差,cm;

Q —— t 时间内的透水量,cm³。

2 按下式计算导水率:

$$\theta = \frac{QL}{tB\Delta h} \quad (19.0.5-2)$$

式中 θ ——导水率,cm²/s。

3 导水率与渗透系数的关系为:

$$\theta = k_t \delta \quad (19.0.5-3)$$

4 标准温度(20℃)下的渗透系数按下式计算:

$$k_t^{20} = k_t \frac{\eta_t}{\eta_{20}} \quad (19.0.5-4)$$

式中 k_t^{20} ——标准温度(20℃)时试样的渗透系数,cm/s;

η_t ——试验水温(t ℃)时水的动力粘滞系数,kPa·s;

η_{20} ——20℃时水的动力粘滞系数,kPa·s。

其余符号见式(19.0.5-1)~式(19.0.5-3)。

粘滞系数比 η_t/η_{20} 列于表 18.0.5-1

5 标准温度(20℃)下的透水率按下式计算:

$$\theta_{20} = \theta \frac{\eta_t}{\eta_{20}} \quad (19.0.5-5)$$

式中 θ_{20} ——标准温度(20℃)下试样的透水率,s⁻¹。

其余符号见式(19.0.5-4)。

- 6 确定织物在某个压力下的渗透系数(或导水率)。
采用在该压力下 3~4 个计算值的平均值,它们的差值应在允许差值范围之内。
- 7 确定不同压力下的渗透系数
以渗透系数 K_p^{20} (或导水率)为纵坐标,压力为横坐标绘制关系曲线。
- 8 本试验记录如表 19.0.5 所示。

表 19.0.5 土工织物平面渗透试验记录

委托单位		试样长宽(L×B)				试验日期		计算者									
产品名称		水流方向				试验者		校核者									
法向应力(kPa)	试样序号	试样厚度(cm)	试验次数	历时(s)	测管水位(cm)		水位差(cm)	水力梯度	渗透水量(cm³)	渗透流量(cm³/s)	渗透流速(cm/s)	渗透系数(cm/s)	水温(℃)	水温校正	20℃时渗透系数(cm/s)	平均渗透系数(cm/s)	备注
		(1)		(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)		
							(3)－(4)	(5) L		(7) (2)	(8) (B×(1))	(9) (6)			(10)×(12)		
	1		1														
			2														
			3														
	2		4														
			5														
			6														
	3		7														
			8														
			9														
	1		10														
			11														
			12														
	2		13														
			14														
			15														
	3		16														
			17														
			18														

19.0.6 报告

- 1 分别给出织物在标准温度(20℃)下顺机向和横机向沿织物平面的渗透系数,也可同时给出顺机向和横机向的导水率。
- 2 如果进行了不同压力下的渗透试验,可以给出渗透系数随压力的变化曲线。
- 3 对试验中发生的可能影响试验结果的情况作必要的说明。

20 淤堵试验

20.0.1 目的和适用范围

本试验适用于各种土工合成材料滤层,以判断土工合成材料作为某种土的滤层时,是否会产生不允许的淤堵。

20.0.2 仪器和器具

试验仪器及其装配见图 20.0.2,主要有以下几个组成部分。

1 渗透仪

(1)渗透仪的内径应不小于 10cm,能安装一层或多层土工合成材料试样,在试样上方能装入 10cm 高的土层。

(2)试样与渗透仪内壁之间不得发生漏水现象。

- (3) 试样下应装两层铜筛网(孔径 2mm 左右)和玻璃珠(或瓷珠)。
- (4) 在渗透仪筒壁上应留测压管接出口,位置如图 20.0.2 所示。
- (5) 上下游水位容器应具有溢流装置,使在试验过程中能保持常水头,试验水头可以调节。

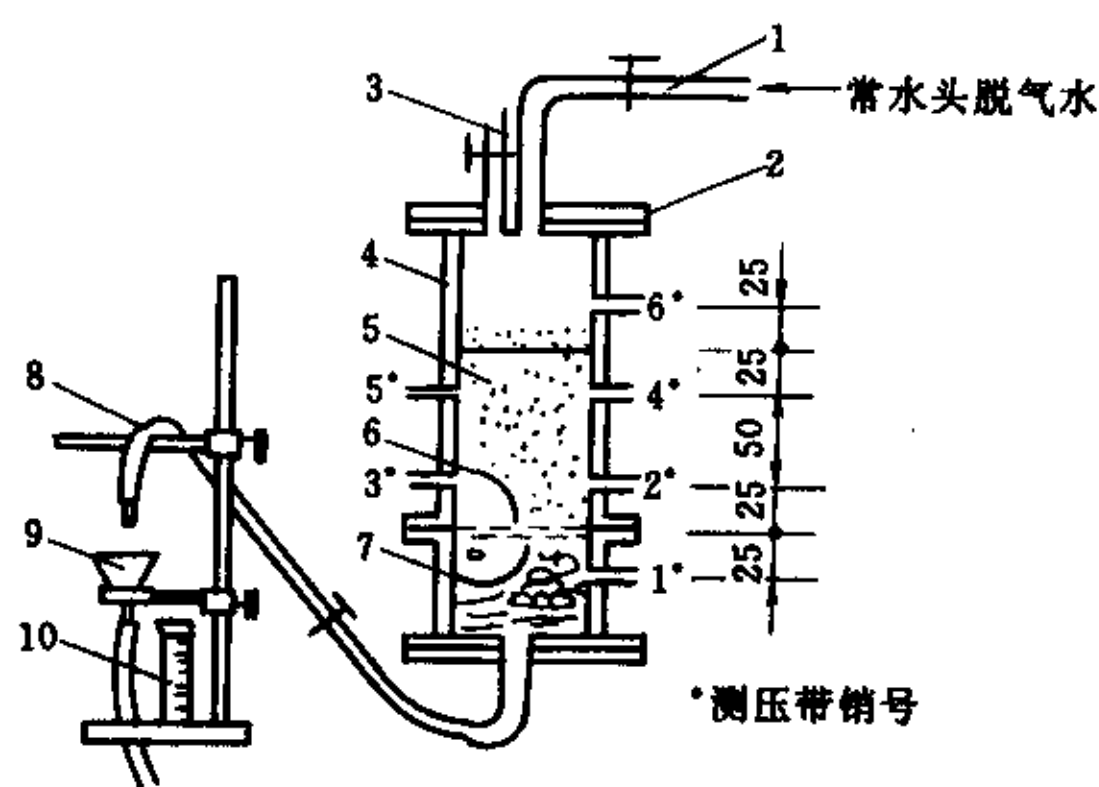


图 20.0.2 淤堵试验装置示意图

1—供水管和供水阀;2—渗透仪上盖;3—溢水管和止水夹;4—渗透仪上筒;5—土样;6—土工织物试样;
7—两层铜丝网;8—调节管和止水管;9—漏斗和集水管;10—量筒

2 测压装置:用内径 10~20mm 的玻璃管六根,固定在具有水位尺的测压板上,玻璃管下端用软管分别与渗透仪测压管接出口相连。

3 供水系统:采用常水头装置(图 20.0.2)。试验用水为纯水,试验前用抽气法或煮沸法脱气,试验时水温宜高于室温 3~4℃。

4 其它设备与用品:抽气机、真空表、秒表、量筒、小木锤、吸球、水桶、水加热器等。

20.0.3 试样制备

- 1 制备试验所需要的脱气水。
- 2 根据滤层设计的合成材料层数和渗透仪规格,按照第 3.1 条制样原则剪取织物试样四组。
- 3 称量试样在试验前的质量,精确至 0.01g。
- 4 试样用抽气法饱和。
- 5 按被保护土的控制干容量和渗透仪的内径称取 10cm 高的试样所需的土料,并均匀地分成四份。

20.0.4 试验步骤

- 1 按图 20.0.2 安装仪器。
- 2 打开渗透仪的上盖和上筒,将供水管与调节管连通。打开两管的止水夹,由仪器底部充水直至水位与铜丝筛网齐平,关供水管止水夹。
- 3 安装好织物试样及上筒,微开供水管止水夹,使试样饱和。
- 4 分四层装入土样,每层装入后平整,并用小木锤轻轻击实到一定的厚度(每层 2.5cm)。
- 5 每层土样装好后,微开供水管、止水夹、使土样饱和,当水与土样顶面齐平时,关止水夹,土样饱和时水流不应过急,以免冲动土样。
- 6 按上述步骤逐层装样,并使土样饱和,待土料全部装入后。在土样上铺设 2cm 厚的砾石缓冲层。
- 7 安装上盖,继续使水位缓慢上升至上盖的进水管口(或溢水管口)有水溢出,关供水管止水夹。
- 8 关闭调节管止水夹,将供水管与调节管分开,并将供水管与上盖的进水口相连接。
- 9 打开供水管止水夹,直至渗透仪上盖和溢水管有水溢出,待上盖下盖没有气泡时,关闭溢水管止水夹。
- 10 静置一段时间,检查各测压管水位,并等待各测压管水位齐平,并与常水头装置的水位一致。
- 11 将调节管口固定在某一高度,造成水位差,打开调节管止水夹,水流过土样和织物试样经调节

管流出,通过漏斗流入集水容器中。

12 当测压管稳定后,记录试验开始时间和各测压管水位。

13 开动秒表,同时用量筒取一定时间内的渗透水量,接取渗透水量时,调节管管口不得浸于水中。

14 测记进水与出水处的水温,取平均值。

15 每隔 1h 测读各测压管水位一次,并重复步骤 13 和 14,直至从试验开始起持续 24h 为止。当进行到 15 步时,如计算得的 GR 值接近于 3,并且没有持续下降的趋势,可适当延长试验持续的时间。

16 取出试样,清除上面的土,烘干后称量试样及内部含土的总质量,精确至 0.01g。当完成 16 步后如整个试验过程没有异常现象或其它干扰因素,可考虑不进行第 17 步。

17 更换试样和土样,重复 20.0.4 条 2~16 步骤。

20.0.5 计算

1 用每小时测读的水位差按下式计算梯度比:

$$GR = \frac{i_1}{i_2} = \frac{5h_{12}}{h_{24}(2.5 + \delta)} \quad (20.0.5 - 1)$$

式中 h_{12} ——测压管 1 的水位与测压管 2、3 平均水位之差,cm;

h_{24} ——测压管 2、3 的平均水位与测压管 4、5 的平均水位之差,cm;

δ ——试样在上部土样及砾石压力(约 2kPa)下的厚度,cm;

i_1 ——试样及其上方 25mm 土样的水力梯度;

i_2 ——上方相邻近的土(从试样上方 25~75mm)的水力梯度。

2 按下式计算土和土工合成材料试样在 20℃ 时的渗透系数:

$$k_s^{20} = \frac{Q(7.5 + \delta)\eta_t}{tAh_{14}\eta_{20}} \quad (20.0.5 - 2)$$

式中 k_s^{20} ——标准温度(20℃)时土和试样系统的渗透系数,cm/s;

Q ——历时 t 通过土和试样系统的渗透水量,cm³;

t ——测量渗透水量 Q 的历时,s;

A ——土工合成材料试样的透水面积,cm²;

h_{14} ——测压管 1 水位与测压管 4、5 平均水位之差,cm;

δ ——见式(20.0.5-1)。

η_t, η_{20} ——分别为水温(t ℃)及 20℃ 时水的动力粘滞系数,kPa·s。

比值 η_t/η_{20} 详见表 18.0.5-1。

3 按下式计算标准温度(20℃)时土的渗透系数:

$$k_s^{20} = \frac{Q5}{tAh_{24}} \frac{\eta_t}{\eta_{20}} \quad (20.0.5 - 3)$$

式中 K_s^{20} ——被保护土在标准温度(20℃)时的渗透系数,cm/s。

其余符号参见式(20.0.5-1)及式(20.0.5-2)。

4 按下式计算单位体积合成材料试样中的含土量:

$$\mu = \frac{m_0 - m_1}{A\delta} \quad (20.0.5 - 4)$$

式中 μ ——单位体积合成材料试样的含土量,g/cm³;

m_1 ——试验后试样的烘干质量,g;

m_0 ——试验前试样的质量,g。

其余符号见式(20.0.5-1)。

5 制图

(1)以梯度比 GR 为纵坐标,时间 t (h)为横坐标绘制梯度比的时间过程曲线,并标明试验持续 24h 的梯度比值。

(2)以土和合成材料系统的渗透系数 k_{sg}^{20} (cm/s)为纵坐标,时间 t (h)为横坐标绘制土和合成材料系统的渗透系数的时间过程曲线。

(3)以土的渗透系数 k_s^{20} (cm/s)为纵坐标,时间 t (h)为横坐标绘制土的渗透系数时间过程曲线。

本试验记录如表 20.0.5。

表 20.0.5 土工合成材料淤堵试验记录

委托单位		试样面积 A						产品规格				试验者									
土样名称		土样厚度						土样描述				计算者									
试样编号		产品厚度 δ						试验日期				校核者									
读数时间 (d·h·min)		测压管水位(cm)						水位差(cm)			渗透 水量 (cm ³)	时间 (s)	渗透 流速 (cm/s)	水温 (℃)	温度 校正	土的渗透 系数 K (cm/s)	系统渗透 系数 K (cm/s)	梯度比 GR			
1		2			4			6	h_{12}	h_{24}	h_{14}										
2		3	平均		4	5	平均														
序		(1)	(2)	(3)	(4)		(5)	(6)	(7)		(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
号																					
					$\frac{(2)+(3)}{2}$				$\frac{(5)+(6)}{2}$			(4)	(7)	(7)						$\frac{[(7.5+\delta) \times (14) \times (15)]}{(11)}$	$\frac{[5 \times (9)]}{(2.5+\delta)}$
												—	—	—			$\frac{(12)}{(13) \times A}$		$\frac{5 \times (14) \times (15)}{(10)}$		
												(1)	(4)	(1)							
1																					
2																					
3																					
·																					
·																					
·																					

20.0.6 报告

- 1 说明土工合成材料试样型号、规格,试验时试样层数。
- 2 梯度比随时间的变化过程线,渗透系数随时间的变化过程线。
- 3 对试验过程中的异常现象、干扰因素以及采取的措施等情况详细说明。

附录 A 本规程用词说明

A.0.1 为便于在执行本规程条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

- 1 表示很严格,非这样做不可的:
正面词采用“必须”;
反面词采用“严禁”。
- 2 表示严格,在正常情况下均应这样做的:
正面词采用“应”;
反面词采用“不应”或“不得”。
- 3 表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:
正面词采用“宜”或“可”;
反面词采用“不宜”。

A.0.2 条文中指定应按其它有关标准、规程执行时,写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。