

无机结合料稳定材料单轴压缩动态弹性模量试验方法

Uniaxial compressive dynamic elastic modulus test method of materials stabilized with inorganic binder

地方标准信息服务平台

2024-06-28 发布

2024-07-28 实施

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 试验准备	1
4.1 仪器设备及要求	1
4.2 试件准备	2
5 试验方法与步骤	2
6 数据整理	3
7 报告编写	4

地方标准信息服务平台

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由山东省交通运输厅提出并组织实施。

本文件由山东省交通运输标准化技术委员会归口。

地方标准信息服务平台

无机结合料稳定材料单轴压缩动态弹性模量试验方法

1 范围

本文件规定了无机结合料稳定材料单轴压缩动态弹性模量的试验准备、试验步骤、数据整理、报告编写等内容。

本文件适用于道路工程无机结合料稳定材料单轴压缩动态弹性模量的试验，所测得的动态弹性模量可用于无机结合料稳定材料设计、性能评价，及其半刚性基层沥青路面设计与分析的参数。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中：注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

JTG 3441 公路工程无机结合料稳定材料试验规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

单轴压缩动态弹性模量 uniaxial compressive dynamic elastic modulus
动态脉冲荷载作用下圆柱形试件在线弹性状态下的应力与应变之比。

4 试验准备

4.1 仪器设备及要求

4.1.1 材料试验机：施加偏移正弦波或半正弦波形式荷载的加载设备，施加荷载的频率在 0.1 Hz～25 Hz 之间，最大应力水平为 6 500 kPa，加载分辨率不大于 5 N。

4.1.2 环境箱：控温范围为-10℃～60℃，控温精度为±0.5℃，控制湿度范围为 20%～100%，容量至少能存放 3 个试件。

4.1.3 加载板：宜采用硬质钢板或经处理过的高强度铝板，直径不小于试件直径。

4.1.4 数据测量及采集系统：能测量并记录试件在每个加载循环中所承受的轴向荷载和产生的轴向变形。荷载传感器所需最小量程为 0 kN～25 kN，分辨率不大于 5 N，误差不大于 1%；位移传感器可采用线性可变差动位移传感器或其他合适的设备，具有良好的动态响应特性，其量程应大于 1 mm，分辨率不大于 0.2 μm，误差不大于 2.5 μm。

4.1.5 电动击实仪：套筒直径为 152 mm、高度为 170 mm。

4.1.6 钻机：钻头直径为 100 mm、50 mm 或 38 mm，钻机固定且钻头与地面垂直。

4.1.7 切割机：宜采用双面锯，单面锯精度应达到 0.1 mm。

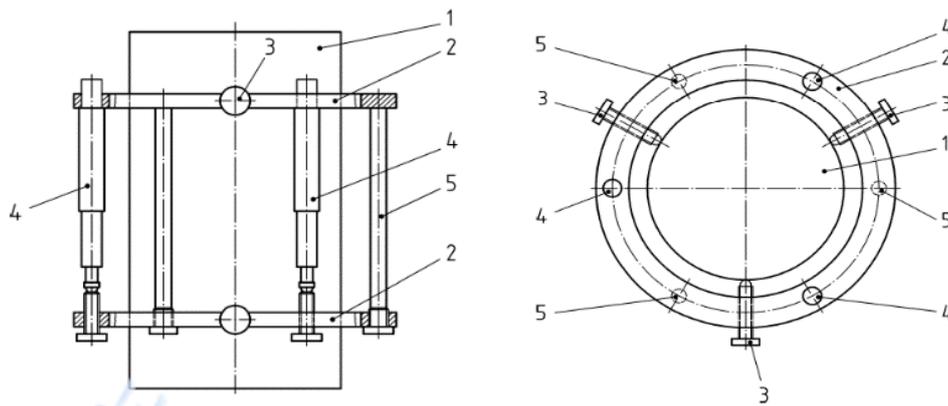
4.1.8 卡尺：量程 300 mm，精度 0.05 mm。

4.2 试件准备

- 4.2.1 本文件采用直径为 100 mm、50 mm、38 mm，高为 150 mm 的试件，可室内成型或现场钻取。
- 4.2.2 室内成型试件时，按照 JTG 3441 中 T0843 成型，并按照 JTG 3441 中 T0845 养生。
- 4.2.3 现场钻取试件时，采用切割机切除所取试件两端，保证试件高度为 $150\text{ mm} \pm 2.5\text{ mm}$ 。
- 4.2.4 样本量不宜少于 9 个。

5 试验方法与步骤

- 5.1 将试件浸水 24 h 后取出，擦干试件表面的水，在试件顶面撒少量 $0.2\text{ mm} \sim 0.5\text{ mm}$ 的细砂后，手压加载板在试件顶面边加载边旋转，使细砂填补表面微观的不平整处，并使多余的砂流出，以增加顶板与试件的接触面积。
- 5.2 将试件放置在试验加载架的加载板中心位置，应注意使试件中心与加载架的中心对齐，加载过程中顶部加载板上的球座应能正常工作，使顶部加载板与试件均匀接触。
- 5.3 按图 1 所示将位移传感器安置于试件侧面中部，使其与试件端面垂直，沿圆周等间距安放 3 个（即每 2 个相距 120° ）。调节位移传感器，使其测量范围可以测量试件中部的压缩变形。



标引序号说明：

- 1——试件；
2——刚性环；
3——螺栓；
4——传感器；
5——可拆卸螺栓。

图1 位移传感器安装示意图

- 5.4 将试件放入 $20\text{ }^\circ\text{C} \pm 2\text{ }^\circ\text{C}$ 的环境箱中，恒温 4 h~5 h。
- 5.5 当试件内外的温度达到测试温度以后，开始加载。将试件与上加载板轻微接触，调节位移传感器并清零，施加试验荷载，以 5% 的接触荷载对试件进行预压，持续 10 s，使试件与上下加载板接触良好。
- 5.6 对试件施加偏移正弦波或半正弦波轴向压力试验荷载，取最大抗压强度 30% 作为荷载控制范围。按表 1 加载方案由高频至低频进行试验。
- 5.7 试验采集并记录最后 5 个波形的荷载及变形曲线。

表1 各荷载频率下重复加载次数

频率 Hz	重复次数 次
25	200
10	200
5	100
1	20
0.5	15
0.1	15

6 数据整理

6.1 量测最后 5 次加载循环中荷载的平均幅值 P_i 和可恢复轴向变形平均幅值 Δ_i ，然后按照公式 (1)～公式 (3) 计算无机结合料稳定材料的单轴压缩动态弹性模量。

$$\sigma_0 = \frac{P_i}{A} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

σ_0 ——轴向应力幅值，单位为兆帕 (MPa)；

P_i ——最后 5 次加载循环中轴向试验荷载平均幅值，单位为牛 (N)；

A ——试件径向横截面面积，单位为平方毫米 (mm^2)。

$$\varepsilon_0 = \frac{\Delta_i}{l_0} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

ε_0 ——轴向应变幅值；

Δ_i ——最后 5 次加载循环中可恢复轴向变形平均幅值，单位为毫米 (mm)；

l_0 ——试件上位传感器的量测间距，单位为毫米 (mm)。

$$E = \frac{\sigma_0}{\varepsilon_0} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

E ——无机结合料稳定材料单轴压缩动态弹性模量，单位为兆帕 (MPa)；

σ_0 ——轴向应力幅值，单位为兆帕 (MPa)；

ε_0 ——轴向应变幅值。

6.2 无机结合料稳定材料单轴压缩动态弹性模量应用整数表示。

6.3 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。有效试件数目 n 为 3、4、5、6 时， k 值分别为 1.15、1.46、1.67、1.82。

6.4 根据确定的有效测试数据，根据 t 分布法应按表 2 给出的有效试件数与 t 值关系，计算整理无机结合料稳定材料单轴压缩动态弹性模量代表值 E 。

$$E = \bar{E} - t \times \frac{S}{\sqrt{n}} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

E ——无机结合料稳定材料单轴压缩动态弹性模量代表值，单位为兆帕（MPa）；

\bar{E} ——一组试件实测单轴压缩动态弹性模量平均值，单位为兆帕（MPa）；

S ——一组试件实测值的标准差；

n ——一组试件的有效试件个数；

t ——随保证率变化的系数，对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%。

表2 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
11	2.30	0.546	0.414
12	2.37	0.518	0.393
13	2.44	0.494	0.376
14	2.50	0.473	0.361
15	2.56	0.455	0.347

6.5 同一试件应平行试验 3 次取平均值，当测定结果最大值与最小值不超过平均 20%时，取平均值为试验结果。

7 报告编写

7.1 试验报告应包括以下内容：集料的颗粒组成、无机结合料类型及剂量、试件干密度或压实度、重型击实的最佳含水量和最大干密度、试件尺寸、各试验频率及在此条件下最后 5 次加载循环中应力平均幅值 σ_0 、可恢复轴向应变平均幅值 ϵ_0 。

7.2 试验报告应包括各试验频率下无机结合料稳定材料单轴压缩动态模量。

7.3 试验报告编写可参考表 3。

表3 无机结合料稳定材料单轴压缩动态弹性模量试验报告

无机结合料类型				无机结合料剂量, %			
试件干密度, g/cm ³				重型击实的最佳含水量, %			
最大干密度, g/cm ³				试件尺寸, mm			
集料名称, mm							
颗粒组成比例, %							
试件 编号	项目	试验频率/Hz					
		25	10	5	1	0.5	0.1
	最后 5 次加载循环中应力平均幅值 σ_0 , MPa						
	最后 5 次加载循环中可恢复轴向应变平均幅值 ε_0						
	单轴压缩动态模量, MPa						
	最后 5 次加载循环中应力平均幅值 σ_0 , MPa						
	最后 5 次加载循环中可恢复轴向应变平均幅值 ε_0						
	单轴压缩动态模量, MPa						
	最后 5 次加载循环中应力平均幅值 σ_0 , MPa						
	最后 5 次加载循环中可恢复轴向应变平均幅值 ε_0						
	单轴压缩动态模量, MPa						
说明:							