

The New Theory and New Methods On The relationship between Stress and DeformationWang Changyi¹, Su Wei²

1. Penglai Bureau of Land And Resources, Penglai, Shandong

2. Quancheng College, Jinan University, Penglai, Shandong

Email: wyc59528@126.com

Abstract

This paper presents a new theory and new method for the study of the relationship between internal stress and internal deformation. Mechanical stress - strain relationship of theory about "force is directly proportional to change form" theory view is incorrect, the correct idea is: "take time is proportional to the square of the deformation and force, is inversely proportional to the role of quality". Stress-strain theory belongs to a kind of specious theory, it covers the real relationship between the stress and deformation law of misleading people to misunderstanding in the research and solve practical problems. From a new theory, reveals the true relationship between the stress and deformation law, is a big breakthrough in the field of basic theory and application technology research, this breakthrough will brings a revolution of science and its application technology.

Keywords

internal stress; the deformation; the new theory; a new method; the deformation is proportional to the force by the square of the time; technology revolution

Subject Areas Math & Physics

内应力与内变形间关系研究的新理论与新方法王昌益¹, 苏炜²

1. 中国山东省蓬莱市国土资源局, 山东 蓬莱

2. 济南大学泉城学院, 山东 蓬莱

Email: wyc59528@126.com

收稿日期: 2017年9月18日; 发布日期: 2017年9月19日

摘 要

本文完善了一种内应力与内变形之间关系规律研究的新理论与新方法。力学的应力-应变关系理论关于“力与变形成正比”的理论观点是不正确的, 正确的理论观念是: 变形与力乘时间的平方成正比, 与作用质量成反比”。应力-应变理论属于一种似是而非的理论, 它掩盖了应力与变形之间的真实关系规律, 误导人们在实际问题研究与解决中走向误区。新理论去伪存真, 揭示了应力与变形之间的真实关系规律, 是基础理论及其应用技术研究领域的巨大突破, 这一突破必将带来了一场自然科学及其应用技术革命。

关键词

内应力; 内变形; 新理论; 新方法; 变形与力乘时间的平方成正比; 技术革命

1. 序言

应力-应变^[2]理论主要表达应力与变形之间的关系规律，但力学的应力-应变理论并不能表达应力与应变之间的客观关系规律，只能属于描述应力与应变之间关系规律的一种具有很大的缺陷^[2]性的定量学说。

应力-应变理论的产生，最早始于 17 世纪 80 年代^[6]。应力-应变理论产生的基础并不是客观规律，而是一种错误的思想方法，叫参数引入法。最早应用参数引入法建立力学公式的是牛顿：1666 年，牛顿应用参数引入法^[1]建立了万有引力定律及其公式。但牛顿在应用参数引入法时进行了大量的理论推导，并应用了开普勒恒星运动三定律^[1]。尽管万有引力定律基本上比较接近客观规律，但还是不能准确表达两者之间关系变化与作用之间客观关系的本质规律。1678 年，英国科学家胡克根据参数引入法建立了胡克定律^[2]。胡克定律是最早涉及作用与变形关系的定量理论，构成了应力-应变理论发展的理论基础。可惜的是，胡克定律并没有什么理论推导，完全是套用参数引入法建立的一种定律：“弹性力与弹性位移成正比”，规定了一种不能准确表达弹性变形与其控制作用之间关系规律的定量假说，并不构成真正的科学理论。

根据胡克定律，人们结合试验，建立了应力-应变理论。应力-应变理论实际上就是胡克定律的一个翻版：“力（只）与变形成正比”。18 世纪，以应力-应变理论为核心的应用力学理论基本完善^[6-11]，19 世纪、20 世纪，以应力-应变理论思想为核心的应用力学理论形成了许多分支，当前还在发展。

应力-应变理论的核心内容就是力学关于应力与应变之间关系规律描述的定量学说，其数学表达式是

$$\sigma = E\varepsilon = E \frac{x}{L}。$$

式中， x 表示变形量； σ 表示应力； ε 表示应变； E 表示弹性模量； L 表示变形体在变形前的原长度。

自从应力-应变理论产生以来，该理论一直被视为是放之四海而皆准的、不可颠覆的理论，一直在应用。结构力学将应力应变理论称为本构理论，应力-应变之间的力学关系被称为本构关系^[3]。然而，这个被应用了 300 多年历史的应力-应变理论竟然包含严重缺陷，根本不能构成真正的科学理论。这个说法在当今力学界引起了骚动，人们议论纷纷，产生了一大批坚守传统力学思想方法的大科学家，也产生了一批尊重客观规律的维新者。

事实上，人们并不清楚应力-应变理论是对是错，人们坚守的只是应力-应变理论的参数引入方法。在实际生产或科研中，遇到问题做做实验，不用动太多脑筋，根据应力与应变式获得一个参数，就用于解决问题，至于问题是否真正得到解决了，就不考虑了。如果谁有疑问，那就让他去问早已经去世的胡克或别的科学家把！

针对当前应力-应变理论缺陷和当前两种学派的争论，本文在进一步通过各种实际观测和大量实验研究基础上，进一步理清了应力-应变理论缺陷的关键内容，并通过实例与方法对比向人们展示了应力-应变理论在实际问题解决中的不适用性，同时建立了新的内应力与内变形

之间关系规律研究的科学理论与方法，从而给自然科学基础理论与应用技术的发展带来了春天，为人类科学发展带来了又一次大飞跃、大革命。

2. 当前应力-应变理论的缺陷

自从应力-应变理论产生以来，该理论一直被视为放之四海而皆准的、颠覆不破的真理。然而，这个被应用了 300 多年历史的应力-应变理论竟然包含严重缺陷，根本不能构成真正的科学理论。这确实是一件令人悍然的事情，人们不愿意接受这个事实。然而，事实终究是事实，不愿接受也得接受。

让我们从基本认识与核心理论两个角度来审视应力-应变理论缺陷如下：

2.1. 基本认识缺陷之处

应力-应变理论的基本认识是：“力与变形成正比”。其实，“力与变形成正比”的思想并不是完全正确的科学思想，而是包含对客观规律缺乏完整认识的片面认识思想。即，“力与变形成正比”思想包含的缺陷有如下两点：

i、说“力与变形成正比”，就等于说“力是由变形产生的”，等于说“因为产生了变形，才产生了力”。力不是由变形产生的，而是由作用现象产生的。作用是现象，作用现象的量叫作用量；力仅代表单位时间产生的作用量或瞬间作用量^[7]。作用量是度量作用现象的量，力是度量作用现象的单位量或瞬间量。变形现象由作用现象导致生成，作用量与变形量直接对应，力与瞬间变形量对应，力与变形量不是直接相互对应关系。

ii、认为“力与变形成正比”，表现出在其意识中对“力、作用量、作用现象”三个概念含混不清，并且对作用、作用量和力与变形之间的统一关系规律认识模糊不清。

力是单位时间产生的作用量，代表瞬间作用量，它并不代表作用现象的量，所以，不能将力看作是作用量。力只产生瞬间变形量，作用量才能使变形量越来越大。说“力越大，变形量就越大”或“力与变形成正比”是不完整的，应该说“力越大，瞬间变形量越大”或“瞬间变形量与力成正比”。因为，力虽然小，但其代表的作用是长久作用现象，其相应产生的变形量却较大；力虽大，但因作用是短暂的一瞬间，其相应的变形量也并不一定很大。“力（只）与变形成正比”思想的产生的根源就在于人们没有搞清楚作用、作用量和力三个概念之间的区别与统一。当人们搞清楚了力、作用、作用量是三个不同概念时，自然而然就不再认为“力（只）与变形成正比”了，就会清楚认识到：“变形量与力成正比，同时还与作用时间的平方成正比”。

“变形量与力成正比，同时还与作用时间的平方成正比”，这才是构成作用与变形关系理论的基本理论观念，“力（只）与变形成正比”思想不完全正确。

2.2. 核心理论缺陷之处

应力-应变理论的基本思想与认识确定了其核心理论与公式。应力-应变理论的理论核心是：“应变产生了应力，应力与应变之间存在直接的定量关系函数式”，在此核心理论思想指导下产生了其最基本的理论公式即核心公式：

$$\sigma = E\varepsilon = E \frac{x_{\max}}{L} \quad (1)$$

式中, x_{\max} 表示变形量; σ 表示应力; ε 表示应变; E 表示弹性模量; L 表示变形体在变形前的原长度。

自从作用学^[5]基本理论体系产生之后, 经过多年的实际观测研究和工程实践以及大量的实验研究结果证明: 应力与其产生的变形位移之间的一般关系规律是

$$x = \int_0^t \left(\int_0^t \frac{E_f \sigma}{\rho} dt \right) dt. \quad (2)$$

式中, x 表示应力作用点的变形位移量; σ 表示应力; E_f 代表度量应力作用点可变形或可位移性质的物理量; t 代表作用和变形的持续时间。

由于应力-应变关系理论公式 1 中的应变变量 ε 与式 2 中的变形位移量 x 值是相等的, 所以, 两个式子之间存在可联立关系, 即

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E} = \frac{x_{\max}}{L} = x = \int_0^t \left(\int_0^t \frac{E_f \sigma}{\rho} dt \right) dt. \quad (3)$$

式中, x_{\max} 表示受作用和变形试件的最大变形位移量, 如伸长量、缩短量。

根据理论推导和观测、实验论证研究发现, 在特定问题研究中, 度量应变点性质特征参数 E_f 可以用应变来代替, 即, 有时函数式

$$E_f = \varepsilon = \frac{x_{\max}}{L} \quad (4)$$

成立。可见, 应变的实际属性只是一种参数, 它并不等于内应力产生的相应变形位移。将式 (4) 代入式 (3), 则有

$$\frac{\sigma}{E} = \int_0^t \left(\int_0^t \frac{x_{\max} \sigma}{\rho L} dt \right) dt. \quad (5)$$

将式 5 进行二次微分, 得

$$\frac{1}{E} \frac{d^2 \sigma}{dt^2} = \frac{x_{\max} \sigma}{\rho L} = \frac{\varepsilon \sigma}{\rho} = \frac{E_f \sigma}{\rho}.$$

显然, 应力的二次微分等于 0, 此式不成立, 客观上不存在, 说明式 (3) 不成立。可见, 应力-应变式是一个很荒唐的函数。

通过实验和实际问题研究检验证明: 新理论公式式 (2) 总是成立的, 无论在什么情况下, 该式总是适用; 而应力-应变关系式 $\sigma = E\varepsilon$ 总是不成立。应力-应变关系式在检测中为什么表现不成立? 关键在于三点: 一、认为应力与应变之间存在对应相等关系规律的认识是错误的; 二、认为应变即内变点位移只与应力成正比, 与时间没关系, 这是错误认识; 三、错误运用参数引入法, 不考虑客观实际规律, 脱离了实际。

目前, 国内外关于作用与变形之间关系规律研究的理论基础主要是以应力-应变理论为代表的应用力学基础理论^[7]。这些应用力学基础理论存在很大片面性甚至错误性缺陷, 根本不

能正确表达应力与应变之间到底存在怎样一种客观统一关系规律，根本不能正确表达作用与变形之间的统一规律。作用与变形之间的关系涉及物质、空间、时间、物体、作用现象、变形现象、运动变化现象之间的统一关系规律，涉及关系变化问题，还涉及作用现象和变化现象之间的对立统一规律问题，但当前的力学理论不包含这些统一和对立统一关系规律。应用力学理论掩盖了许多关于作用与变形之间的客观统一关系规律，构成了阻碍人们正确解决实际问题的重大思想障碍，并且确定了一种解决变形问题的错误方法，构成了阻止人们选择解决实际变形问题正确方法的行为障碍，在很多实际问题解决中不仅没有适用价值，而且构成了无形的阻力。

3. 内应力与变形之间关系规律研究的新理论与新方法

针对应力-应变理论掩盖了许多关于作用与变形之间的客观统一关系规律、构成阻碍人们正确解决实际问题的思想与方法障碍的缺陷，本文提供了一种内应力和内变形之间关系规律研究的新理论与新方法。

本文解决上述技术问题的技术方案如下：

3.1. 对向挤压条件下材料变形规律的研究方法

如图 1 所示，对向挤压变形以变形试件的中心为核心产生。变形试件中只有核心点 O 为不变点，没有位移，其它各点都有变形位移，并且，位于不同位置处的各个点的变形位移都不相同，但都是按照一定规律分布的。

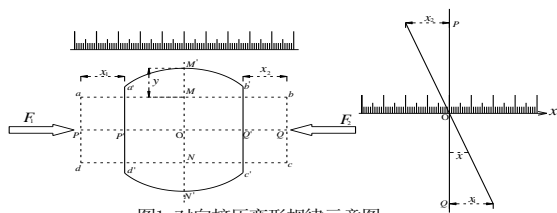


图1 对向挤压变形规律示意图

压缩作用条件下都有哪些规律？这里结合图例进行一一说明如下：

3.1.1. 压缩位移规律

如图 1 所示，点 P 在压缩作用下产生的压缩位移为

$$x_{\max} = \int_0^t \left(\int_0^t \frac{E_{pm} \sigma dt}{\rho} \right) dt \quad 3-1$$

式中， x_{\max} 表示点 P 的压缩位移量； E_{pm} 表示点 P 的压缩虚度； σ 表示点 P 受的压缩应力， $\sigma = F_1/S$ ； S 表示压缩作用力的作用面面积； ρ 表示产生应力的作用质量， $\rho = m/S$ ； m 表示产生作用力 F_1 的作用物体的质量。

点 P 的压缩虚度 E_{pm} 是压缩变形体内的最大压缩虚度值，它与力学的压应变的概念相当，即

$$E_{pm} = \frac{2x_{\max}}{L} = \varepsilon \quad 3-2$$

式中， ε 表示力学中的压应变。

通过理论研究和反复实验证明，位于点 O 与点 P 连线上、介于点 P 与点 O 之间的各点，其压缩虚度与点 P 的压缩虚度之间的关系式为

$$E_p = \left(1 - \frac{2l}{L}\right) E_{pm} \quad 3-3$$

式中， E_p 表示位于 PO 线段上任意受作用点的压缩虚度； E_{pm} 表示作用点 P 的压缩虚度； L 表示试件的原有长度； l 表示 PO 线段上任意一点与 P 点之间的距离。其中，比值 $2l/L$ 被叫做抗压性质的位置变化系数，记为 α_p ，即

$$\alpha_p = \frac{2l}{L} \quad 3-4$$

从 P 点向 O 点传递，压缩应力 σ 中的虚应力由 $\sigma_F = E_{pm}\sigma$ 变为

$$\sigma_F = E_p\sigma = \left(1 - \frac{2l}{L}\right) E_{pm}\sigma = \left(1 - \frac{2l}{L}\right) \frac{2x_{\max}}{L} \sigma \quad 3-5$$

在 PO 线段上的任意点的压缩位移量为

$$x = \int_0^l \left(\int_0^t \frac{\sigma_F dt}{\rho} \right) dt = \int_0^l \left[\int_0^t \left(1 - \frac{2l}{L}\right) \frac{E_{pm}\sigma dt}{\rho} \right] dt \quad 3-6$$

式中， x 表示任意点的压缩位移量。当 $l=0$ 时，变形点的压缩位移取得最大值，相应，压缩虚度取得最大值；当 $l=L/2$ 时，压缩位移取得最小值，相应，压缩虚度取得最小值。

在 P 点与 O 点之间，位于 PO 线段周围的各个试件内部受作用点，其压缩变形量可以根据式 3-6 进行计算分析。即，介于过质心 O 点的横断面与 P 点所在的外作用断面之间，试件内部任意点的压缩位移量是

$$x = \int_0^l \left(\int_0^t \frac{\sigma_F dt}{\rho} \right) dt = \int_0^l \left[\int_0^t \left(1 - \frac{2l}{L}\right) \frac{E_{pm}\sigma dt}{\rho} \right] dt \quad 3-6$$

研究压缩变形，可以不考虑对向挤压作用，但必须考虑过试件质心的横断面两侧区域各自的压缩变形情况。在过试件质心的横断面右侧，即，介于 O 点与 Q 点之间，试件内部任意受作用点的压缩位移量为

$$x' = -x = - \int_0^l \left[\int_0^t \left(1 - \frac{2l'}{L}\right) \frac{E_{pm}\sigma dt}{\rho} \right] dt \quad 3-7$$

式中， l 表示试件内任意受作用和位移点与对向挤压作用面即 Q 点所在的外作用面之间的垂直距离。由于对向挤压力大小相等、方向相反，所以，作用于 P 点的应力与作用于 Q 点的应力也大小相等、方向相反。

3.1.2. 拉伸位移规律

在压缩作用控制下，在垂直于压缩作用方向上，试件产生拉伸变形或膨胀变形。最大拉伸位移点位于过质心 O 点且过 M 和 N 点的横断面与试件侧面的交线上，最小拉伸位移点位

于试件质心。试件中内应力作用点的可拉伸性质度量值被称为拉伸虚度。拉伸虚度、应力、拉伸位移三者之间的关系式为

$$y = \int_0^t \left(\int_0^r \frac{E_L \sigma dt}{\rho} \right) dt \quad 3-7$$

式中， y 表示拉伸位移； E_L 表示应力作用点的拉伸虚度； σ 表示拉伸应力； ρ 表示产生应力的质量。

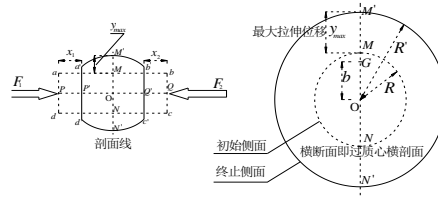


图2 过质心的横断面示意图

如图 2 所示，试件是圆柱形的，垂直于外力作用方向线试件的横断面的半径是 R ，在过试件质心的横断面上的拉伸应力作用点 G 与试件质心之间的距离为 b ，那么，该点的拉伸虚度为

$$E_{Ly} = \frac{b}{R} E_{Lm}$$

式中， E_{Ly} 表示垂直于外力且过质心的横断面上任意受作用点的拉伸虚度； E_{Lm} 表示试件中的最大拉伸虚度，

$$E_{Lm} = \frac{y_{\max}}{R}$$

式中。 y_{\max} 表示变形试件体内的最大拉伸位移； b 表示位移点 G 与质心点 O 之间的距离。比值 b/R 被称最大垂向拉伸断面上拉伸虚度随位置变化而变化的变化系数，即

$$\beta_y = \frac{b}{R}$$

在作用方向上，拉伸虚度也随着内应力作用点与外力作用面之间的距离变化而变化，其变化规律由公式

$$\beta_x = \frac{2l}{L}$$

确定。式中， L 表示试件的原有长度； l 表示拉伸位移点与外力作用面之间的距离。

试件内任意点的拉伸虚度为

$$E_L = \beta_x \beta_y E_{Lm} = \frac{2bl}{RL} E_{Lm} = \frac{2bly_{\max}}{R^2 L} \quad 3-8$$

试件内部任意点的拉伸位移为

$$y = \int_0^t \left(\int_0^r \frac{E_L \sigma dt}{\rho} \right) dt = \int_0^t \left(\int_0^r \frac{2bly_{\max} \sigma dt}{R^2 L \rho} \right) dt \quad 3-9$$

3.1.3. 压缩条件下试件体内的剪切变形和内作用规律

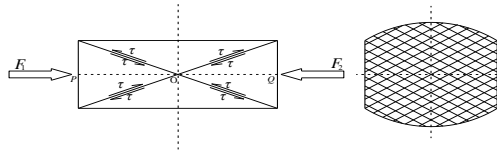


图3 压缩变形体内的剪切作用示意图

在压缩作用条件下，变形体内任意质点的拉伸位移与压缩位移的合成量等于该质点的实际位移；该质点所接受的拉伸应力与压缩应力的合量等于该质点接受的合应力。根据以上讨论，控制试件内部任意点产生压缩位移的虚应力是

$$\sigma_{Fx} = \left(1 - \frac{2l}{L}\right) \frac{2x_{\max} \sigma}{L\rho}; \quad 3-10$$

控制任意点产生拉伸变形的虚应力是

$$\sigma_{Fy} = \frac{2bly_{\max} \sigma}{R^2 L \rho}。 \quad 3-11$$

这两个虚应力都作用于同一个内部变形点，并且，两者相互垂直。因此，这两个虚应力合量的大小为

$$\begin{aligned} \sigma_F &= \sqrt{\sigma_{Fx}^2 + \sigma_{Fy}^2} \\ &= 2\sigma \sqrt{\left(1 - \frac{2l}{L}\right)^2 \left(\frac{x_{\max}}{L\rho}\right)^2 + \left(\frac{bly_{\max}}{R^2 L \rho}\right)^2} = \rho a \end{aligned} \quad 3-12$$

式中， ρ 表示试件内任意内变点的质量； a 表示任意内变 ρ 的位移加速度总量。 σ_F 是控制试件内部任意点位移的虚应力合量。 σ_F 在剪切变形方向上的分量为

$$\sigma_{F1} = 2\sigma \cos \varphi \sqrt{\left(1 - \frac{2l}{L}\right)^2 \left(\frac{x_{\max}}{L\rho}\right)^2 + \left(\frac{bly_{\max}}{R^2 L \rho}\right)^2}。 \quad 3-13$$

式中， φ 表示 σ_F 的方向线与剪切方向线之间的夹角。在垂直于剪切方向上的相邻两个质点的虚应力的分量之向量差等于在它们之间产生剪切变形的相对剪切虚应力。如果将相邻两点的虚应力分量分别记为 σ_{F1i} 和 $\sigma_{F1(i+1)}$ ，那么，它们之间的剪切虚应力为

$$\tau_F = \sigma_{F1(i+1)} \cos \varphi_{(i+1)} - \sigma_{F1i} \cos \varphi_i。 \quad 3-14$$

剪切点的剪切位移为

$$\begin{aligned} l_{\tau} &= \int_0^t \left(\int_0^t \frac{\tau_F dt}{\rho} \right) dt \\ &= \int_0^t \left[\int_0^t \frac{(\sigma_{F1(i+1)} \cos \varphi_{(i+1)} - \sigma_{F1i} \cos \varphi_i) dt}{\rho} \right] dt \end{aligned}。 \quad 3-15$$

可见，剪切只是一种变形体内的质点关系变化现象。在对向相等的压缩作用条件下，物体变形主要表现为物体内部受作用点相对于质心的位移或关系变化现象。

3.1.4. 压缩试件内的张裂变形和内作用规律

在等力对压作用控制下，在受压缩试件中的张裂变形轨迹由拉伸应力和材料的可变形性质两种因素控制。根据上述式 11，控制压缩变形试件体内任意点的拉伸应力中的虚应力为

$$\sigma_{Fy} = \frac{2bly_{\max}\sigma}{R^2L\rho},$$

在拉伸作用方向线上，控制任意两质点之间分裂的虚应力等于两质点虚应力之向量差。即，假设两质点各自的虚应力分别为 σ_{Fyj} 和 $\sigma_{Fy(j+1)}$ ，那么，两质点之间的分裂位移与差量

$$\Delta\sigma_{Fy} = \sigma_{Fy(j+1)} - \sigma_{Fyj} \quad 3-16$$

直接相关。即任意两质点之间的分裂位移即距离增量为

$$\Delta y = \int_0^t \left[\int_0^t \left(\frac{\sigma_{Fy(j+1)} - \sigma_{Fyj}}{\rho} \right) dt \right] dt. \quad 3-17$$

这个分裂位移构成了张裂变形量。

可见，在过质心、垂直于压缩作用方向线的切面上，位于质心同侧的两个质点，在作用控制下的分裂位移较小，但初始距离越远，分裂应力越大，分裂位移越大；位于质心两侧的两个质点之间的分裂位移较大，并且，它们的初始距离越大，它们之间的分裂位移就越大。

3.2. 不等力压缩或拉伸作用条件下的变形研究

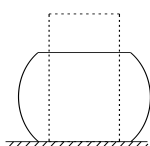


图4 单向垂直压缩试验示意图

如图 4 所示，圆柱形试件在垂直向下的单向压缩作用控制下变形，其变形特征类似于等力对压条件下的变形特征。其原因在于：在该受压条件下，受压试件所受的垂向压力与对向阻力只差一个常量，该常量为 $C = mg$ ，式中， m 表示试件的质量， g 表示重力加速度。所以，压缩变形量除了具备等力对压下的压缩变形特征外，整体还产生位移，其位移量等于压缩变形总量的一半，其它变形规律与等力对压下的变形规律相同。

根据这个压缩变形示例可以了解到：变形体整体的位移等于它的质心位移，其它点的位移减去质心的位移等于其它点的变形位移。控制整体位移的作用力等于对向两个挤压作用力之向量和。在压缩作用条件下，变形体内的压缩与拉伸变形围绕质心形成规律，反映出变形体内受作用和变化自成体系的特性。

如图 5 所示，杆状物体，一端垂直放在地面上平放的刚性平面物体上，另一端垂直施压，令其产生压缩变形，其变形规律与等力对压条件下产生的压缩规律相似，差别只是：它接受压力的一端产生压缩位移，另一端不出现压缩位移量，其它变形特性与等力对压条件下的变

形特征相同。它之所以出现这一变形特征，也是取决于它整体接受重力作用，从而使垂直向上的压缩位移被消除。由于它相对于其质心的变形特征与等力对压条件下的变形特征相同，所以，可以根据前面给出的等力对压变形研究方法来加以研究。作用与变形间的关系规律具有普遍性。

3.3. 作用中心与变形中心

当物体表面有多点受作用时，受作用物体内的应力由各个受力点应力分配、传递、合成而成，而且，在受作用物体内常常能够合成一个作用中心和变形中心。例如，球体受聚向作用，其作用应力分布在球体表面，应力的作用方向均指向球心，这就形成了以球心为中心的作用中心和变形中心。假设球面上的应力为 σ_0 ，那么，球体内部的内应力为

$$\sigma = \frac{r_0^2}{r^2} \sigma_0, \quad 3-18$$

式中， σ_0 表示球体表面接受的作用应力； σ 表示球体内部任意一点接受的作用应力； r_0 表示球体的半径； r 表示球体内部受作用球面的半径。球体内任意一点的变形位移为

$$x = \int_0^t \left[\int_0^t \left(E_f \frac{r_0^2}{r^2} \frac{\sigma_0}{\rho} \right) dt \right] dt. \quad 3-19$$

式中， x 表示内变点的位移，也就是应变，是指在内应力 σ 控制下内变点的位移量，与力学中的应变概念完全不同，力学的应变是常量、是参数，新理论的内变点位移因应力作用点不同而异，只是代表内变形概念； E_f 表示变形体内任意应变点的虚度，即可变形、可位移程度的特征指数，是一种随着应变点位置变化而变化的变参数。

对向挤压作用的作用应力分布在两个受作用面上，如图 5 所示。对向挤压下也能在受作用体内自然生成受作用中心和变形中心，也叫应力和应变中心，差别只是对向挤压下存在两种绝缘不同的区域：压缩区域和剪出区域，但压缩区和剪出区都围绕变体中心分配内应力和内变形。

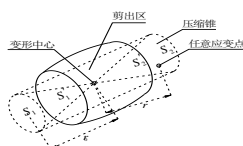


图5 对向挤压下的应力中心和应变中心示意图

对向挤压条件下，变形体的内应变与内应力之间的关系式也为

$$x = \int_0^t \left[\int_0^t \left(E_f \frac{r_0^2}{r^2} \frac{\sigma_0}{\rho} \right) dt \right] dt, \quad 3-20$$

其内部变形规律的差别仅由表达内应变性质特征的 E_f 参数来显示。

4. 应力-应变理论的弹性模量与新理论中的虚度之间的关系

应力-应变理论的基本公式为

$$\sigma = E\varepsilon = E \frac{x_{\max}}{L} = Ex,$$

而新理论的基本公式为

$$x = \int_0^t \left(\int_0^t \frac{E_f \sigma}{\rho} dt \right) dt。$$

据此得到弹性模量与应力、变形之间的关系式

$$x = \int_0^t \left(\int_0^t \frac{E_f \sigma}{\rho} dt \right) dt = \frac{\sigma}{E}。$$

因此，弹性模量 E 与虚度 E_f 之间的关系式为

$$E = \frac{\rho}{E_f \sigma} \frac{d^2 \sigma}{dt^2}。$$

由于应力对时间的二次微分总是等于 0，即 $\frac{d^2 \sigma}{dt^2} = 0$ ，所以，弹性模量 E 与虚度 E_f 之间的关系式 $E = \frac{\rho}{E_f \sigma} \frac{d^2 \sigma}{dt^2}$ 在客观上是不存在的。

根据以上讨论可知，在整个变形问题研究中根本不涉及弹性模量参数，只涉及力学的应变参数或新理论的虚度参数，说明弹性模量属于一个没有实际意义的参数，完全可以将其去除。

5. 结论

通过以上讨论可以看出：本文完善了一种内应力与变形之间关系规律研究的新理论与新方法。力学的应力-应变关系理论关于“力与变形成正比”的理论观点是不完全正确的，完全正确的理论观念是：“变形与作用质量成反比，与力乘变形时间的平方成正比”。应力-应变理论属于一种似是而非的理论，它掩盖了应力与变形之间的真实关系规律，误导人们在实际问题研究与解决中走向误区。新理论去伪存真，揭示了应力与变形之间的真实关系规律，是基础理论及其应用技术研究领域的巨大突破，这一突破必将带来了一场自然科学及其应用技术革命。

参考文献

[1] 刘斌.力学[M].中科大出版社,北京: 2014.09

Liu Bin. Mechanics [M]. USTC Publishing House, Beijing: 2014.09

[2] 孙国钧, 赵社戌.材料力学[M]. 上海交通大学出版社,上海: 2006.08

Sun Guo Jun, zhao She Su. Materials Mechanics [M]. Shanghai Jiaotong university press, Shanghai: 2006.08

[3] 张力.工程力学[M] (第 2 版). 清华大学出版社, .2014.08

- Zhang Li. Engineering Mechanics[M].(2nd edition). Tsinghua University press,,2014.08
- [4] 李廉锰.结构力学（第5版）[M].高等教育出版社，2010.07
- Li Lian kun. Structural mechanics (version 5)[M]. High education press, 2010,07
- [5] 王昌益，孙洁. 作用学概论[J]；城市建设.2010.03
- Wang Chang Yi, Sun Jie. The general theory of action [J]. Urban construction. 2010.03
- [6] 干洪. 力学学科的发展现状与21世纪展望[J]. 安徽建筑大学学报, 2001, 9(2):1-6.
- Gan Hong. The Development of the Mechanics Discipline and the Outlook of the 21st Century [J]. Journal of the Architectural University of Anhui, 2001, 9 (2) : 1-6.
- [7] 郑哲敏, 张涵信. 21世纪初的力学发展趋势[J]. 学会, 1995,25(4):433-441.
- Zheng Zhe Min, Zhang Hhan Xin. Trends of dynamics in the early 21st century [J]. Society, 1995, 25 (4) : 433-441.
- [8] 杨桂通. 弹性力学简明教程[M]. 清华大学出版社, 2013.
- Yang Gui Tong. Concise Tutorial on Elasticity Mechanics [M]. Tsinghua University Press, 2013.
- [9] 胡海昌. 弹性力学的变分原理及其应用[M]. 科学出版社, 1981.
- Hu Hai Chang. The Variation Principle of Elastic Mechanics and its Application [M]. Science Press, 1981.
- [10]王昌益等.地基极限承载力的计算方法[J].地球科学（加拿大），2012（1）
- [11]Chang Yi Wang, Ben Jun Wang, Shu Zun Jiang. Theory of the Ultimate Bearing Capacity Calculation. EARTH SCIENCE RESEARCH, Vol.1,No.1 February 2012
- [12]Yu M H, Li J C. Stress and Strain[M]// Computational Plasticity. Springer Berlin Heidelberg, 2012:29-52.
- [13]Desjonquères M C, Spanjaard D. Introduction to the atomic structure of surfaces: A theoretical point of view - Stress and Strain in Epitaxy[J]. Stress & Strain in Epitaxy, 2001:63–98.
- [14]Eisley J G, Waas A M. 9. More about Stress and Strain, and Material Properties[M]// Analysis of Structures: An Introduction Including Numerical Methods. John Wiley & Sons, Ltd, 2011:347-366.
- [15]Roark R J, Young W C, Plunkett R. Formulas for Stress and Strain[M]// Formulas for stress and strain. 清华大学出版社, 2003:624.
- [16]Roark R J, Romain J E. Formulas for Stress and Strain (4th ed.)[J]. Physics Today, 2009, 19(6):94-96.
- [17]Roark R J, Young W C. Formulas for Stress and Strain[J]. Journal of Applied Mechanics, 1975, 43(3):624.

- [18] Young W, Budynas R, Sadegh A. Roark's Formulas for Stress and Strain, 8th Edition[J]. Journal of Applied Mechanics, 2002, 43(3):624.
- [19] Mentzelopoulos S D, Roussos C, Zakyntinos S G. Prone position reduces lung stress and strain in severe acute respiratory distress syndrome[J]. The European respiratory journal, 2005, 25(3):534.
- [20] Claes L E, Heigele C A. Magnitudes of local stress and strain along bony surfaces predict the course and type of fracture healing.[J]. Journal of Biomechanics, 1999, 32(3):255-266.
- [21] Sell M V. The Mechanisms of Job Stress and Strain. by John R. P. French, Jr.; Robert D. Caplan; R. Van Harrison[J]. Administrative Science Quarterly, 1984, 29(1):124.
- [22] Cooke RA, Rousseau DM. Stress and strain from family roles and work-role expectations[J]. Journal of Applied Psychology, 1984, 69(2):252-260.