

关于《毕奥理论中3个基本参数显式解》 一文的错误

丁伯阳 吴建华

(中国地震局兰州地震研究所, 兰州 730000)

摘要 1997年第4期《西北地震学报》发表题为《毕奥理论中3个基本参数显式解》一文,文中在概念和公式推导中都有不妥与错误之处.在此提出看法,疑义相与析.

关键词 毕奥理论 基本参数 显式解 错误
中国图书分类号 O34;O35;TB12

1 Boit 理论的简述

1956年 Biot 给出文《Mechanics of Deformation and Acoustic Propagation in Porous Media》前,对两相介质的弹性本构关系实际上是如下叙述的

$$\begin{cases} \sigma_x = 2\mu\varepsilon_x + \lambda e + Q\epsilon \\ \sigma_y = 2\mu\varepsilon_y + \lambda e + Q\epsilon \\ \sigma_z = 2\mu\varepsilon_z + \lambda e + Q\epsilon \\ \tau_{xy} = \mu\gamma_{xy} \\ \tau_{yz} = \mu\gamma_{yz} \\ \tau_{zx} = \mu\gamma_{zx} \end{cases} \quad (1)$$

$$\sigma_f = Qe + R\epsilon \quad (2)$$

这里 $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z, \tau_{xy}, \tau_{yz}$ 和 τ_{zx} 是固体物质上的应力张量在 x, y, z 轴方向上的6个独立分量; $\varepsilon_x, \varepsilon_y, \varepsilon_z$ 是固体物质的正应变张量(严格地说, γ_{ij} 是工程剪应变, $\gamma_{ij} = 2e_{ij}$, e_{ij} 是张量应变分量); e 是固体物质的体应变; ϵ 是流体物质的体应变

$$\epsilon = \frac{\partial U_x}{\partial x} + \frac{\partial U_y}{\partial y} + \frac{\partial U_z}{\partial z} \quad (3)$$

U_x, U_y, U_z 是孔隙中流体物质的位移分量.显然 ϵ 是孔隙中流体物质位移矢量 $U(U_x, U_y, U_z)$ 的散度,它等价于

$$\epsilon = \text{div } U \quad (4)$$

其张量形式是

$$\epsilon = U_{i,i} \quad (5)$$

同样

$$e = \text{div } u \quad (6)$$

收稿日期:1998-03-11

第一作者简介:丁伯阳,男,1949年8月生,研究员,主要从事波动理论与地震工程研究.

比较和观察后马上可得

$$\alpha = 1 - \beta$$

$$M = \frac{1}{(1 - \beta - \varphi)C_s + \varphi C_f}$$

绝对不会象《三参数》一文那样,在一个两相系统介质中一会儿

$$M = \frac{1}{(1 - \beta - \varphi)C_s + \varphi C_f}$$

一会儿

$$M = \frac{1}{(1 - \beta - \varphi)C_s + \varphi C_f} \left(1 - \frac{\varphi}{1 - \beta}\right)$$

4 小结

事实上要使《三参数》文中上述矛盾的推导成立,只有 $\varphi = 0$,即没有空隙.只有在 $\varphi = 0$ 时,不用考虑流体的作用, σ_{ii} 等于 τ_{ii} . 既然如此还有什么必要讨论两相介质呢?

《三参数》的作者在最后的推导中已经发现了上述矛盾的结果,但由于没有细读 Biot 和 Geertsma 一大堆符号的物理意义,各个概念也欠推敲,遗憾的是没有找到“ α, M 的解并不是唯一”的结论错误原因(地震科学联合基金会资助课题最终成果报告:高含水土体骨架弹性参数测试与分析).事实上无论从(31)和(32)式的等价中,或者从 Geertsma 的表达式

$$H = \frac{(1 - \beta)^2}{(1 - \varphi - \beta)C_s + \varphi C_f} + \lambda + 2\mu = \lambda_c + 2\mu$$

$$K = \frac{1 - \beta}{(1 - \varphi - \beta)C_s + \varphi C_f}$$

$$L = \frac{1}{(1 - \varphi - \beta)C_s + \varphi C_f}$$

中都可以简单地得到 α, M 的孔隙系统表达式.为了便于大家引证和融会贯通上述关系,作者再将过去总结得到的这一关系提供于下.抑或有助于对该问题的正误

$$H = M\alpha^2 + \lambda + 2\mu = \lambda_c + 2\mu$$

$$M = \frac{1}{(1 - \beta - \varphi)C_s + \varphi C_f}$$

$$K = M\alpha$$

$$L = M$$

λ_c 定义见 Biot 定义.

余有志于两相介质在土力学中应用久矣,每仰门福祿和吴世民两氏高作,亦常苦技拙而才疏,近来身心每况愈下,此情更激,但治学之道必循砥励切磋之途,谨以此文相析,并冀引玉.

ON MISTAKES ABOUT 'MANIFEST EXPRESSIONS OF THREE BASIC PARAMETERS IN BIOT THEORY'

Ding Boyang Wu Jianhua

(Lanzhou Institute of Seismology, CSB, Lanzhou 730000)

Key words Biot theory, Basic parameter, Manifest expression, Mistake