

对“以 ϵ - p 曲线为基础的塑性力学新方法的物理解释及应用实例”讨论的答复

李 铀¹, 白世伟¹, 李 颢², Matthew Mauldon³

(1. 中国科学院武汉岩土力学研究所, 湖北 武汉 430071; 2. 岳阳师范学院, 湖南 岳阳 414000; 3. Department of Civil and Environmental Engineering, University of Tennessee, Knoxville TN37916, USA)

中图分类号: O 344

文献标识码: A

文章编号: 1000-4548(2002)04-0544-02

作者简介: 李 铀(1961-), 男, 湖南临湘人, 副研究员, 在职博士生, 主要从事岩土力学与工程方面的研究工作。

首先感谢陈铁林和邓刚两先生对我们的工作表现出了浓厚兴趣, 并在文献[1, 2]中提出了有益的问题。现就他们所提问题一一答复如下, 如有错误之处, 恳请再次批评指正。

先答复文献[1]所提问题。*

文献[1]的第一个问题涉及的是文献[3]中式(4) $\epsilon_y = F(\epsilon_y, \alpha)$ 的存在问题, 并在“原文中认为‘从客观上讲, 式(4)的关系是显然存在的’, 笔者对此不敢认同。求解问题中, 对于已经存在或达到的应力状态, 可以采用某一标准将其总应变划分为弹性应变和塑性应变, 这时式(4)存在, ……”一段论述了其依据, 并认为“对于还未存在或未达到的应力状态, 只能用已经存在的因素为已知条件来求解。……”。既然文献[1]作者已有观点“对于已经存在或达到的应力状态, 这时式(4)存在”, 解释起来就简单了。试想对“还未存在或未达到的应力状态”, 我们先用实验让它存在或达到一次, 下次不就是可知的吗? 科学研究的目的就是在一定事实基础上总结归纳出规律并推而广之, 然后在实践中不断检验完善。文献[3]式(4)的现有研究成果虽是一个初步的结果, 它还需要不断地检验完善, 但是它的存在性是不应怀疑的。就如应力应变关系、屈服准则一样, 到目前为止, 人们尚没有找到准确实用的关系来描述它们, 原因是它们很复杂, 应力应变状态有无数组合, 在人们现有的研究实践中, 它们的很多组合也从未在人们的视线中出现过, 我们是否就能据此怀疑应力应变关系、屈服准则的存在性呢? 很显然不能的, 因为它们是客观存在的, 仅是我们的工作还没有做到而已。

文献[1]在随后的一段里, 讨论的是弹性应变与塑性应变多值关系的确定问题, 这个问题文献[2]也提出来了。由于这个问题与应力应变多值关系的确定实际上是同一类问题, 这里先直接抄录王仁、黄文彬为解决这个问题在他们所著《塑性力学引论》第4页写的一段话^[4]: “由于加载和卸载规律不一样, 带给塑性力学一个重要特点是: 应力和应变的多值关系。对于同一个 σ 值, 由于加载和卸载的过程不同, 可以对应于不同的 ϵ 值。同样地, 对应于同一个 ϵ 值也可以有许多 σ 值。不过, 如果知道加载的过程, 从初始的零状态开始, 一段一段地跟踪着加载历史寻找到最终状态时的 σ , 则 ϵ 还是一个定值。”弹性应变与塑性应变的对应是同样的道理, 当从初始的零状态开始, 一段一段地跟踪着加载历史寻找到最终状态时, 它们之间是有确定关系的。另文献[3]式(7)中定义的 L_y 是 ϵ_y^p 和表征加载历史的参数 α 的函数, L_y 不仅仅是 ϵ_y^p 的函数, 这一点文献[1]的作者看错了。

文献[1]的第三个问题是对“用现在流行的应力应变关系 $\sigma_y = F(\epsilon_y) = F(\epsilon_y^e + \epsilon_y^p)$ 代替式(4)也可起同样的功效”的疑惑。由于用文献[3]式(6)的前三式可以求出 σ_y 和 ϵ_y^p 的表达式(留有待定常数未定), 如果应力应变关系是确定的, 我们应能利用应力应变关系确定 ϵ_y^e 和 ϵ_y^p , 这就是原文的意思。至于从应力应变关系中能否导出 ϵ_y^e 与 ϵ_y^p 之间的显式关系, 这仅是技术上的问题, 并不存在理论上的问题。另在小变形下, 总应变可以分解成弹性应变和塑性应变两部分之和, 这已是公认的^[5]。

文献[1]在倒数第二段里的问题似是有些误解, 文中实例的解答满足了所有的边界条件, 因是最基本的问题, 从节省篇幅起见, 一些边界条件的满足及其结果直接写在解答中, 如原文紧接式(16)后便说明了该式已满足了应力边界条件。

文献[1]最后一个问题涉及的是文献[6], 这个问题文献[2]的作者也提出来了。为什么会由 $\epsilon_2 = \epsilon_3 = 0$, 导出 $\epsilon_2^e = \epsilon_3^e = 0$? 这是因为在简单加载下, 所考虑问题受均匀应力作用, 利用边界和荷载的对称性, 可以导出在 ϵ_2 和 ϵ_3 方向上质点的位移始终为零, 也不可能出现一个应变值里的弹性应变与塑性应变反号的情形。文献[2]的作者尚有进一步的问题“按照这一逻辑, 由不排水条件下体应变 $\epsilon_v = 0$ 推论得到 $\epsilon_1^e = 0$, ……”, 很显然, 构成 ϵ_i 的 ϵ_i ($i = 1, 2, 3$) 相互可以反号, 与文献[6]所考虑条件完全不同, 不光不能导出 $\epsilon_1^e = 0$, 能否导出 $\epsilon_2^e = -\epsilon_3^e$ 恐怕都有疑问?!

现在再答复上面未涉及的文献[2]中的问题。

文献[2]的第二部分涉及的是新方法的求解问题。论点是“对于问题中既有弹性区, 又有塑性区, 或者是全部区域达到塑性状态的情况, 这三式的求解过程中实际上就会把全部区域都认定是弹性。简单地讲, 对于理想弹塑性材料, ……”。首先应该说, “这三式的求解过程中实际上就会把全部区域都认定是弹性”这句话未完全反映新方法的思路, 由于文献[3]讨论的是塑性问题(相当于有一个前提——所考虑区域已进入塑性状态), 所以未特别声明新方法在处理弹性区和塑性区共存时的判别问题。原文式(6)前三式是弹性力学的基本方程, 在一般情况下, 求出前三式解答后, 应先用此解答满足边界条件确定出弹性解, 然后利用屈服准则判断是否有区域进入了塑性(文献[2]作者认为新方法抛开了屈服准则有误), 如果有则需要按

照原文介绍的塑性新方法求解:利用前三式得出的通解(留有待定常数未确定),继续求解后二式,全部得解后再利用边界条件确定正确解答。对于文献[2]作者的观点“对于理想弹塑性材料,这时求解出的应力将可能超过弹性极限……”,我们也用一个简例来说明:假定材料是理想弹塑性材料,在单轴压缩试验中当进入了塑性状态后,荷载便无法提高了,此时用文献[3]式(6)的塑性新方法求解,求出的应力不可能超出弹性极限应力^[7]。这里关键是荷载已被固定住了,不允许应力场发展了。

文献[2]第三部分问题的论点之一是:“……,因此在塑性区中 σ_x 势必应该大于 σ_s ,而此时解出的应力 σ_x 又直接按照虎克定律进行求解,那么如图2所示,弹性阶段被错误地进行了延长……”,应该说文献[2]作者在这里有些误解,参见图1,在塑性区中求出的 σ_x 是大于 σ_s ,但求解结果并不是在 AB 的延长线上,而是在点 C ,塑性理论中,应力和应变的弹性部分也服从虎克定律(DC 过程是一个弹性过程)。论点之二是:“以原文中结果为例,由于 $\sigma_x = B_2 y \pm q$,对于 $y = a$ 处,如果 $B_2 >$

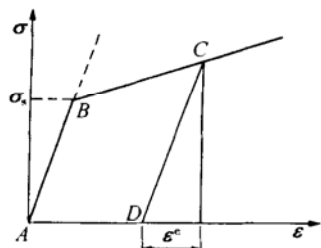


图1 线性强化模型

Fig. 1 Linear hardening model

($\sigma_x - q$)/ a ,则已有 $\sigma_x > \sigma_s$,……”,这里我得反问一下,既然定义了 $\sigma_x = B_2 y \pm q$ 及 $y = \pm a$ 为弹塑性交界面,在 $y = a$ 处便只能有 $B_2 = (\sigma_x - q)/a = (\sigma_s - q)/a$,怎么可能出现 $B_2 > (\sigma_x - q)/a$,并进而有 $\sigma_x > \sigma_s$ 呢?!

不知以上答复能否释解陈铁林和邓刚两先生心中的疑问?

参考文献:

- [1] 陈铁林. 关于“以 $e-p$ 曲线为基础的塑性力学新方法的物理解释及应用实例”的讨论[J]. 岩土工程学报, 2002, 24(4): 541-542.
- [2] 邓刚. 关于“以 $e-p$ 曲线为基础的塑性力学新方法的物理解释及应用实例”的讨论[J]. 岩土工程学报, 2002, 24(4): 542-543.
- [3] 李 铀, 白世伟, 李 锶, Matthew Mauldon. 以 $e-p$ 曲线为基础的塑性力学新方法的物理解释及应用实例[J]. 岩土工程学报, 2001, 23(6): 704-707.
- [4] 王 仁, 黄文彬. 塑性力学引论[M]. 北京: 北京大学出版社, 1982.
- [5] Kachanov L M. Foundation of the theory of plasticity[M]. Amsterdam London: North-Holland Publication Company, 1971.
- [6] 李 铀, 陈至达, 朱维申. 材料弹性变形与塑性变形相互关系的探讨[J]. 岩土力学, 1988, 9(3): 41-50.
- [7] 李 铀. 弹塑性小变形问题的应力场研究新结果[A]. 戴世强, 刘曾荣, 黄 黔. 现代数学和力学[C]. 苏州: 苏州大学出版社, 1995.

第五届塑料排水工程技术研讨会通知(第3号)

由中国土木工程学会港口工程学会塑料排水委员会主办, 天津港湾研究所承办的第五届塑料排水工程技术研讨会将于2002年10月12~16日在天津召开。本次会议的主题是: (1) 排水板及其他排水材料、反滤和排水兼顾加筋新产品的研制; (2) 检测技术与标准研究; (3) 施工技术与规程研究; (4) 加固机理与设计方法研究; (5) 现场试验研究和工程应用实录与探讨。

会议将邀请日本与国内有关专家做专题报告, 并出版研讨会论文集和英文摘要集。为了更好地做好会议后勤服务工作,

欲参加会议的同志, 请于9月15日前向学会秘书处报名, 并请参加会议的同志做好发言的多媒体。热烈欢迎各界人士参加。

联系地址: 南京市虎踞关34号土工研究所塑料排水学术委员会秘书处(210024); 学会电子信箱: acpd@njhri.edu.cn 或 acpd@sina.com; 传真: 025-5829555。联系人: 雷国辉博士 南京西康路1号河海大学岩土所(210098), 电话: 025-3787216; 高长胜博士 南京虎踞关34号南京水科院土工研究所(210024), 电话: 025-5829527。

(中国土木工程学会港口工程学会塑料排水专业委员会 供稿)

日本 Kenji Ishihara 教授将在香港作第二届 Lumb 讲座

Peter Lumb 教授是香港岩土工程界的先驱、教育家和奠基人。1998年12月他的去世是岩土工程专业界的重大损失。为了表扬他的贡献, 香港大学土木工程系和香港工程师学会在1999年设立了名为“Lumb 讲座”的杰出讲座系列。“Lumb 讲座”系列由一香港“Lumb 讲座委员会”运作, 委员会主席是香港大学副校长李焯芬讲座教授。每隔两年, 一位国际杰出的岩土工程专家或学者被推选为“Lumb 讲座”讲座人。2000年5月, 加

拿大 N.R. Morgenstern 教授被邀请作首届“Lumb 讲座”, 讲座题目为“岩土工程实践”, 有500多人参加了首届 Lumb 讲座。

第二届 Lumb 讲座将由日本 Kenji Ishihara 教授于2002年10月24日在香港举行。Kenji Ishihara 博士是日本东京的中央大学和东京科技大学教授, 及前任国际土力学与岩土工程学会主席。他的 Lumb 讲座题目是“斜坡破坏与土性特征”。有关 Lumb 讲座的详细资料, 请查阅网站: www.hku.hk/civil/lumb-lecture/。

(香港理工大学 殷建华 供稿)