

析时,参考文献[4~8]要求单元满足相关流动法则,单元之间的速度间断线也满足相关流动法则;参考文献[9~11]在划分单元时没有设置速度间断线,但也同样要求三角形单元满足相关流动法则。而相关流动法则是建立在 Drucker 公设基础上,这说明了 Drucker 公设适用于上述两种材料。与刘元雪同志的观点相矛盾。

实际上,由于岩土材料具有多样性,导致岩土应力应变关系和加载曲面的多样性。应当指出有些岩土材料确实不适用 Drucker 公设,但是刘元雪同志证明岩土材料不适用 Drucker 公设,实际上暗含了所有的岩土材料都是如此,因此是不合理的。

总之,笔者认为 Drucker 公设适用于岩土材料,但由于岩土材料具有多样性和复杂性,因此也不排除一些例外情况。

以上几点愚见提出供大家交流探讨,欢迎批评指正。

参考文献:

- [1] Chen W F. Limit Analysis and Soil Plasticity[M]. Amsterdam: Elsevier Science, 1975.
- [2] Chen W F, Liu X L. Limit Analysis in Soil Mechanics[M]. Amsterdam: Elsevier Science, 1990.
- [3] 龚晓南. 土塑性力学[M]. 杭州: 浙江大学出版社, 1990.
- [4] Sloan S W, Kleeman P W. Upper bound limit analysis using discontinuous velocity fields[J]. Comp Methods in Appl Mech Of

Engrg, 1995, **127**: 293~ 314.

- [5] Sloan S W. Upper bound limit analysis using finite elements and linear programming[J]. International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics, 1989, **13**: 263~ 282.
- [6] Ukritchon B, Whittle J, Sloan S W. Undrained limit analysis for combined loading of strip footings on clay[J]. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, ASCE, 1998, **124**, (1): 1~ 11.
- [7] Yu H S, Salgado R, Sloan S W. Limit analysis versus limit equilibrium for slope stability[J]. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, ASCE, 1998, **124**, (3): 265~ 276.
- [8] Kim J, Salgado R, Yu H S. Limit analysis of slopes subjected to pore water pressures[J]. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, ASCE, 1999, **125**, (1): 49~ 58.
- [9] Gong-liang J. Non-linear finite element formulation of kinematic limit analysis[J]. International Journal for Numerical Methods in Engineering, 1995, **38**: 2775~ 2807.
- [10] Gong-liang J. Regularized method in limit analysis[J]. J Engrg Mechanics ASCE, 1994, **120**: 1179~ 1197.
- [11] Gong-liang J, Mangan J P. Stability analysis of embankments comparison of limit analysis with method of slices[J]. Geotechnique, 1997, **47**, (4): 857~ 872.

对“岩土本构理论的几个基本问题研究”讨论的回复

刘元雪

(后勤工程学院 土木工程系, 重庆 400041)

中图分类号: TU 45

文献标识码: A

文章编号: 1000- 4548(2001)04- 0521- 01

作者简介: 刘元雪, 男, 1969 年生, 博士, 副教授。主要从事岩土本构关系、岩土测试技术的教学与研究工作。

笔者的论文“岩土本构理论的几个基本问题研究”(以下简称原文)引起了杨小礼同志的兴趣, 笔者感到非常高兴, 对杨小礼同志的几个问题答复如下:

(1) Drucker 公设的建立

诚然 Drucker 开始时是从金属材料的简单拉伸曲线外凸等提出 Drucker 公设的。但 Drucker 公设的表述是很严密的: 在一个附加应力循环中, 附加应力所做的功非负。那么对于岩土材料, 只要在任一应力状态点, 找到一条应力路径的附加应力循环所做的功为负, 就表明 Drucker 公设不适用于岩土材料。笔者原文中正是这样做的, 因而原文中的 Drucker 公设不适用于岩土材料的证明是严密的。

事实上, 岩土材料的应力应变曲线与应力路径密切相关。笔者证明了 Drucker 公设不适用于岩土材料, 那就表明对于岩土材料, 在任意应力状态, 一定存在至少一条加载路径的应力应变曲线是不外凸的, 不满足 $d\sigma \cdot d\varepsilon > 0$ 。

(2) 关于岩土极限分析

对于岩土材料极限分析, 笔者不太熟悉, 但在岩土极限分

析中把岩土体假设成理想刚塑性体, 并基于相关流动法则来计算塑性变形显然太简单了^[1], 郑颖人教授正从广义塑性力学角度来完善岩土极限分析的理论基础。当前岩土工程计算存在的一个较普遍的现象是: 虽然计算的理论基础不完善, 但凭工程经验, 参数取得合理, 计算结果也是可以接受的, 但这并不表明它的理论基础是合理的。比较有代表性的例子是地基最终变形计算的分层总和法^[2]。它的基本假设是: 单向压缩, 没有考虑土体的侧向变形; 采用地基中心点以下的自重应力与附加应力用于计算, 显然应力值偏大。但实际上计算结果是比较准确的, 难道这样就可以得出结论, 说分层总和法的理论基础是正确的吗?

参考文献:

- [1] 沈珠江. 理论土力学[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2000.
- [2] 杨进良. 土力学[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2000.