



国重室连续-非连续模拟方法研究取得进展

发布时间: 2023-05-08 09:15

岩土力学与工程国家重点实验室最近提出了一种网格-无网格二象性数值模拟方法，为统一模拟连续、弱不连续、强不连续及其动态扩展问题提供了新思路。相关研究成果已发表在 *Theoretical and Applied Fracture Mechanics*, *Engineering Analysis with Boundary Elements* 以及《岩土力学》等国内外知名期刊上。

岩土力学与工程中的许多问题可以概化为连续、非连续及其扩展的组合问题，过去也被称为断续介质问题，典型地如干热岩及非常规能源开发中的水力压裂过程。在大量新型岩土工程需求的推动下，这一问题正在成为岩土工程数值分析的中心问题之一。目前已有大量基于有限元、有限体积（控制容积法或传统的积分-有限差分法）、边界元、离散元、无网格以及其组合的各种模拟方法，并取得了积极效果。但随着工程需求多样性和复杂性的不断提高，对于不同问题，各类方法仍然难以呈现一致的有效性，如表现为精度不足、网格依赖或者计算量过大等，从工程应用的角度，这一问题远未解决。

本研究中，研究人员首先基于偏微分方程的积分型求解路线提出了网格-无网格二象性思路，即将导数算子（未知函数及其导数）和积分算子的近似在对网格（拓扑）的使用上进行分离，即二者可分别采用网格或无网格方案，甚至可在计算过程中根据需要在网格和无网格之间切换。基于此，利用广义差分法逼近导数算子形成了用于连续部分的局部积分-广义差分离散格式（IGFD）。对于强非连续（已有裂缝及扩展裂缝）部分，则直接将其处理成子域边界，通过节点生死算法追踪裂纹扩展路径，新增节点自由度用已知节点自由度近似，可保持总体节点数及自由度不变，这些策略构成了扩展的IGFD（xIGFD）方法。算例和对比研究表明，该方法对连续问题显示出较高精度及收敛效果，边界条件处理简单，对裂缝及其扩展的模拟既不需要基于先验知识的富集函数，也无需重新剖分网格，体现了连续和非连续模拟的统一性和简洁性。因此，该方法在更复杂岩土工程问题的模拟中值得进一步研究探索。

本研究得到国家自然科学基金项目 (No. 41972316) 以及四川省科技计划项目 (No. 2022YFSY0007) 的资助。

论文链接:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0955799722000650>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167844223000514>

<http://ytlx.whrsm.ac.cn/CN/10.16285/j.rsm.2021.0559>

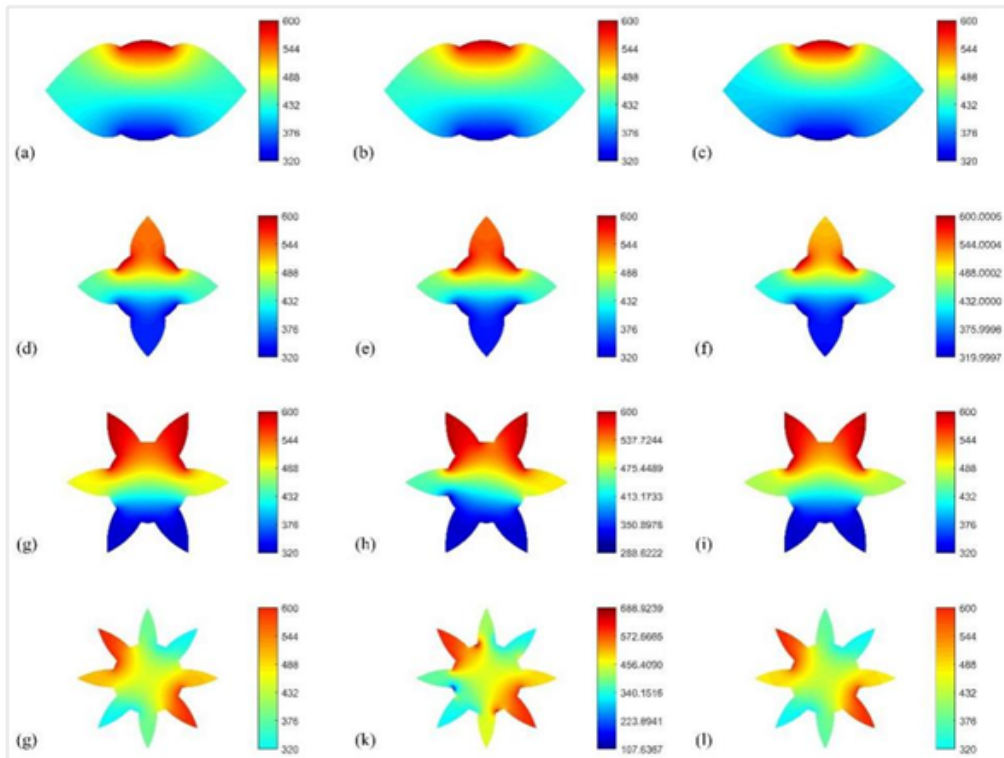


图1 在不同形状连续传热问题中的应用对比: 积分-广义差分法IGFD (左)、广义差分法GFD (中)、有限元法FEM (右)

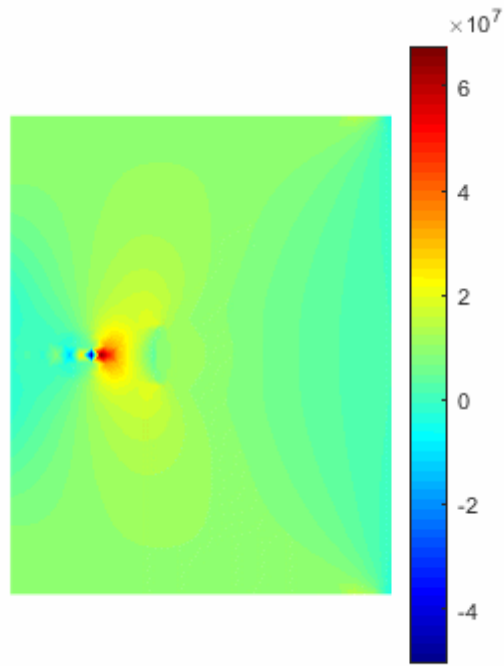
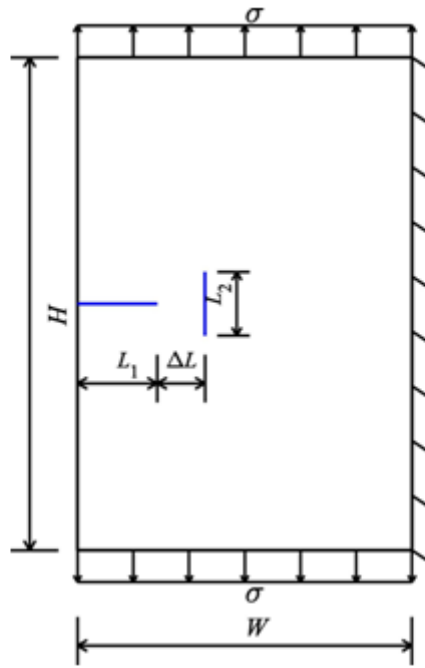
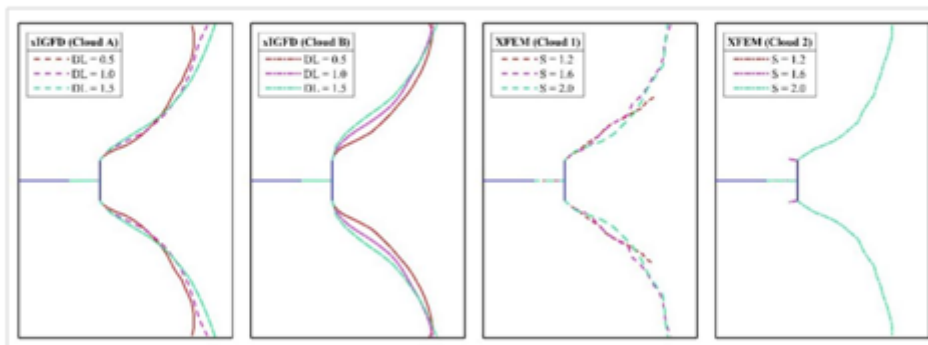


图2 T型裂纹扩展交叉过程



a) 张拉荷载作用下 T 型裂纹板模型



b) IGFD 法与扩展有限元法 XFEM 的结果对比

图3 T型裂纹扩展交叉模拟

下一篇: [国重室在高温地热生产井井筒结垢研究获进展 \(/t20230519_742366.html\)](#)

电话: 027-87198413

LRSM@whrsm.ac.cn

地址: 湖北省武汉市武昌区水果湖街小洪山2号

友情链接

[实验室概况 \(/../sysgk/\)](#)

[科学研究 \(/../kxyj/\)](#)

[研究团队 \(/../yjtd/\)](#)

[开放交流 \(/../kfjl/\)](#)

[人才培养 \(/../rcpy/\)](#)

[运行管理 \(/../yxgl/\)](#)

[共享服务 \(/../gxfw/\)](#)



岩土力学与工程国家重点实验室 © 2024 版权所有 鄂ICP备05001981号-4
(<https://beian.miit.gov.cn/#/Integrated/index>) 鄂公网安备 42010602001893号