

درس روش اجزاء محدود (Finite Element Method)

مدرس: دکتر کاوه کرمی

هدف: آموزش اصول و پایه‌های روش اجزاء محدود، شناخت و به کارگیری انواع المان‌های یک تا سه بعدی برای حل مسائل انتقال نیرو، انتقال حرارت و هر نوع دستگاه معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزئی اهداف اصلی این درس هستند.

سرفصل مطالب:

۱. معرفی کلی روش اجزاء محدود و تقسیم بندی اولیه براساس نوع المان شامل: المان‌های مورد بحث تحلیل ماتریسی (محوری، تیر پیوسته، خرپا شبکه، قاب)، المان‌های مورد استفاده در مسائل الاستیسیته، خمش صفحه.
۲. معرفی روش باقیمانده وزن دار و گالرکین و کاربرد آن در اجزاء محدود برای حل مسائل یک بعدی.
۳. معرفی روش کار مجازی و انرژی و فرمولاسیون مسائل الاستیسیته دو سه بعدی به کمک روش‌های مذکور.
۴. ماتریس سختی المان‌های مثلثی سه گرهی (CST) برای حل حالات تنش و کرنش صفحه‌ای.
۵. ماتریس سختی المان‌های مثلثی منظم درجه بالاتر (LST، QST و ...).
۶. بردار نیروهای گره‌ای سازگار و معادل با اثر بارهای گسترده و ترکشن‌ها برای مسائل دو بعدی.
۷. بحث در ارتباط با برنامه نویسی برای المان‌های اجزاء محدود و توضیح در ارتباط با نحوه بهینه حل معادلات تکنیک خط آسمان (Skyline solver or active column solver).
۸. ماتریس سختی المان‌های چهار وجهی ایزوپارامتریک دو بعدی شامل: المان‌هایی که گره‌های آن یک شبکه تشکیل می‌دهند (۴ و ۹ و ۱۶ و ۲۵ گره‌ای) المان‌های سرندیپیتی (Serendipity) مانند المان‌های ۸ گره‌ای و ...
۹. ماتریس سختی المان‌های ایزوپارامتریک (LST و QST نامنظم).
۱۰. توضیح درباره انتگرالگیری عددی و کاربرد آن در المان‌های چهار وجهی یا مثلثی شکل.
۱۱. ماتریس سختی المان‌های چهار وجهی ایزوپارامتریک با تعداد گره‌های متغیر (المانی با تعداد گره‌های متغیر ما بین ۴ تا ۹ برای استفاده در شبکه بندی‌های نامنظم).
۱۲. ماتریس سختی المان‌های جامد سه بعدی شامل: المان‌های آجری شکل (Brick) (المان‌های ۸، ۲۰ و ۲۷ گرهی)، المان‌های هرمی شکل (Pyramid) (المان‌های ۴، ۱۰ و ... گرهی) المان‌های گوه‌ای شکل (Wedge) (المان‌های ۶، ۱۵ و ... گرهی).
۱۳. اثرات حرارت و نحوه اعمال آن در مسائل مرتبط با الاستیسیته (بردار نیروهای سازگار گره‌ای معادل با حرارت در مسائل ۲ و ۳ بعدی).
۱۴. کاربرد اجزاء محدود در مسائل میدان (Field problems) بطور مثال: استفاده از اجزاء محدود برای حل معادلات دیفرانسیل مرتبط با معادله لاپلاس، هلم هولتز و غیره، توضیح درباره مسائل عملی مرتبط با معادلات فوق الذکر مانند محاسبه فشارهای هیدرودینامیک (Hydrodynamic) فشارهای منفذی (Seepage problems) یا مسائل انتقال حرارت (Heat equation).
۱۵. ماتریس سختی المان‌های با تقارن محوری (Axi-symmetric problems) در حالت استفاده از مثلثی یا چهار وجهی.
۱۶. مقدمه ای بر خمش صفحات و المانهای محدود مربوط به آن.

مراجع و منابع:

1. Mukhopadhyay, M., Sheikh, A. H. (2022). *Matrix and Finite Element Analyses of Structures*. Germany: Springer International Publishing.
2. Chandrupatla, T., Chandrupatla, T. R., Belegundu, A. (2021). *Introduction to Finite Elements in Engineering*. United Kingdom: Cambridge University Press.
3. Angoshtari, A., Matin, A. G. (2020). *Finite Element Methods in Civil and Mechanical Engineering: A Mathematical Introduction*. United States: CRC Press.
4. Zhu, B. (2018). *he Finite Element Method: Fundamentals and Applications in Civil, Hydraulic, Mechanical and Aeronautical Engineering*. Wiley.
5. Kim, N., Sankar, B. V., Kumar, A. V. (2018). *Introduction to Finite Element Analysis and Design*. United Kingdom: Wiley.
6. Koutromanos, I. (2018). *Fundamentals of Finite Element Analysis: Linear Finite Element Analysis*. United Kingdom: Wiley.

7. Pavlou, D. G. (2015). *Essentials of the Finite Element Method: For Mechanical and Structural Engineers*. Germany: Academic Press.
8. Belytschko, T., Liu, W. K., Moran, B., Elkhodary, K. (2014). *Nonlinear Finite Elements for Continua and Structures*. Germany: Wiley.
9. Carrera, E., Cinefra, M., Petrolo, M., Zappino, E. (2014). *Finite Element Analysis of Structures Through Unified Formulation*. United Kingdom: Wiley.
10. Hartmann, F., Katz, C. (2013). *Structural Analysis with Finite Elements*. Germany: Springer Berlin Heidelberg.
11. Zienkiewicz, O. C., Taylor, R. L. (2013). *The Finite Element Method for Solid and Structural Mechanics*. Netherlands: Elsevier Science.
12. Zienkiewicz, O. C., Taylor, R. L., Zhu, J. Z. (2013). *The Finite Element Method: Its Basis and Fundamentals*. Netherlands: Elsevier Science.
13. Logan, D. L. (2012). *A first course in the finite element method 5th*. Toronto: Thomson.
14. Hughes, T. J. R. (2012). *The Finite Element Method: Linear Static and Dynamic Finite Element Analysis*. United States: Dover Publications.
15. Davies, A. J. (2011). *The Finite Element Method: An Introduction with Partial Differential Equations*. United Kingdom: OUP Oxford.
16. Rao, H. S. G. (2007). *Finite Element Method Vs. Classical Methods*. India: New Age International (P) Limited, Publishers.
17. Bathe, K. (2006). *Finite Element Procedures*. Ukraine: Prentice Hall.
18. SESHU, P. (2004). *TEXTBOOK OF FINITE ELEMENT ANALYSIS*. India: PHI Learning.
19. Segerlind, L. J. (1984). *Applied finite element analysis*. United Kingdom: Wiley.
20. Hinton, E., Owen, D. R. J. (1981). *An Introduction to Finite Element Computations*. United Kingdom: Pineridge Press.

سیستم ارزشیابی

نمره	موضوع
۱۵	امتحان پایان ترم
۵	تکالیف و پروژه
۲۰	جمع

وبسایت دانلود مباحث درسی

<https://prof.uok.ac.ir/Ka.Karami/Teaching-Experience.html>

نکات قابل توجه

۱. حضور و غیاب در فعالیت کلاسی منظور می‌گردد.
۲. تکالیف به صورت منظم، گویا و تمیز در تاریخ تعیین شده باید تحویل گردد.