



OpenSEES在研究中应用及ET0的简介

主讲：陈学伟
华南理工大学博士
香港科进顾问有限公司



主要内容

• OPENSEES 软件介绍

• 宏观单元相关的理论与OPENSEES的结合

• OPENSEES在科研中的应用

• OPENSEES的图形界面开发ETO程序

• OPENSEES的实例教程的编写

OpenSEES的软件简介

OpenSEES是一个免费的开源的(弹塑性)结构分析程序，有以下特点：

1. 命令流格式化，可以进行功能的二次开发
2. 可以进行单元，材料算法的二次开发
3. 不断有学者加入研究，增加其材料本构模型，单元模型，软件不断更新
4. 支持联网计算，多核计算，云计算

一定要记住的网址：<http://opensees.berkeley.edu>





OpenSEES的软件简介

OpenSEES是一个免费的开源的(弹塑性)结构分析程序，有以下特点：

1. 命令流格式化，可以进行功能的二次开发

程序基于TCL文本录入，表面上看好像比SAP2000,ETABS的图形界面稍为逊色，但是由于其代码免费，内核为有限元分析的代码，可以通过简单的二次开发，就可以为其增加图形界面或者增加特定分析功能，为工程设计提供工具。

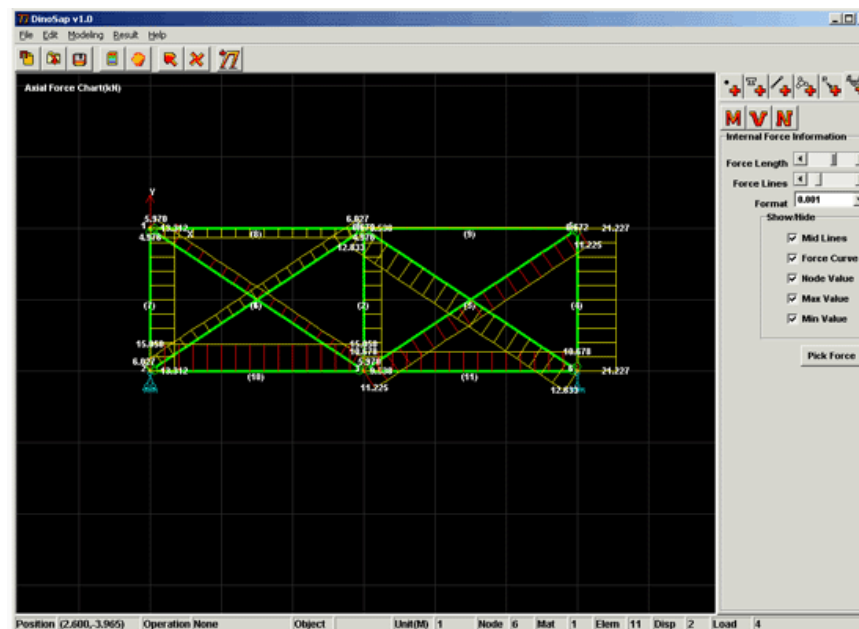
```

C:\OpenSEES教程\实例1_桁架结构分析\opensees\opensees.exe

OpenSees -- Open System For Earthquake Engineering Simulation
Pacific Earthquake Engineering Research Center -- 2.3.1

(c) Copyright 1999,2000 The Regents of the University of California
All Rights Reserved
(Copyright and Disclaimer @ http://www.berkeley.edu/OpenSees/copyright.html)

OpenSees > source exan01.tcl
System
restraint
node
material
transformation
element
recorder
loading
analysis
0
OpenSees > ^P
    
```





OpenSEES的软件简介

OpenSEES是一个免费的开源的(弹塑性)结构分析程序，有以下特点：
可以进行单元，材料算法的二次开发
不断有学者加入研究，增加其材料本构模型，单元模型，软件不断更新



The screenshot shows the OpenSees Wiki Main Page. At the top, there are navigation tabs for 'page', 'discussion', 'view source', and 'history'. The main heading is 'Main Page'. Below it, a large heading reads 'Welcome to the OpenSeesWiki'. The text below states: 'OpenSeesWiki is a Wiki creation. The goal is simple: to provide information about OpenSees. Please a great resource OpenSees can be...'. There is a section titled 'OpenSees' with a paragraph describing it as an object-oriented, open system for Earthquake Engineering Simulation, primarily written in C, Fortran, and C. Below this, it states the goal of the development is to improve modeling and computational simulation in earth, followed by a numbered list: 1. new open-source code development, 2. education. On the left side, there is a navigation menu with links like 'OpenSees Home', 'Message Board', 'OpenSees Wiki', 'User Documentation', 'Download Page', and 'Source Code'. There is also a search box with 'Go' and 'Search' buttons, and a toolbox with links like 'What links here', 'Related changes', 'Special pages', 'Printable version', and 'Permanent link'.



OpenSEES的软件简介

新增的改进的MVLEM剪力墙单元，CSMM剪力墙单元，粘滞阻尼器单元等

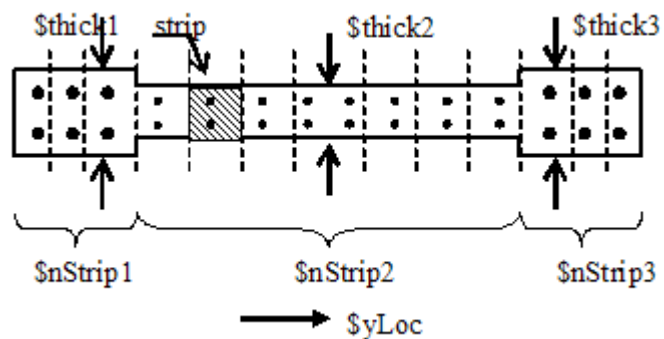
```
element dispBeamColumnInt $eleTag $iNode $jNode $numIntgrPts $secTag $transfTag $cRot <-mass $massDens>
```

Plane Stress Concrete Materials

WARNING ... AT PRESENT CODE AS SUBMITTED DOES NOT APPEAR TO WORK ... LOOK AT CONVERGENCE IN EXAMPLE

A number of Reinforced and Prestressed Concrete Plane Stress Materials are available. The ones on this page have been provided the University of Houston and are based on the Cyclic Softened Membrane Model (CSMM). They are capable of modeling the cyclic shear behavior of prestressed and reinforced concrete membranes.

This code has been developed at the University of Houston by: [A. Esker, J. Zhong, Y. Li, Mo, and Thomas T. C. Hsu](#).



Calibration of Maxwell Material

Example posted by: [Dr. Dimitrios G. Lignos \(McGill University\)](#)

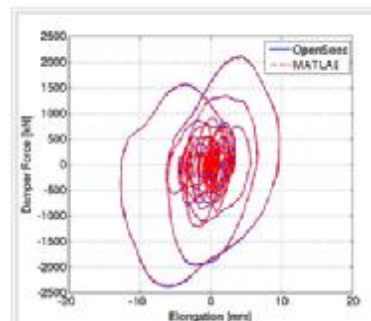


Figure 2. Viscous Damper Response and Comparison With MATLAB based Script



OPENSEES在科研中的应用

结合现有的弹塑性分析理论，加上OPENSEES强大的分析功能，研究生可以做以下的研究：

1. 采用宏观单元，研究基于性能的抗震设计理论：Push-Over, 时程分析, IDA, 减振隔振等等
2. 开发新的简化材料本构模型，在OPENSEES中实现计算，从材料到单元，至结构层次。
3. 采用OPENSEES作为计算内核，再结合优化计算理论，研发结构优化分析工具。
4. 以OPENSEES作为计算内核，进行结构应用程序的开发。
5. OPENSEES可以进行实时计算，可以作为拟动力实验及联机试验的辅助。
6. 基于OPENSEES对实际工程结构进行弹塑性分析，研究其工程应用。

建议除了OPENSEES, 还需要补充学习内容：

1. 结构宏观单元及非线性理论：纤维单元，塑性铰单元，迭代计算，本构与滞回法则，动力学。
2. 图形编程及面向对象编程语言，或者MATLAB.
3. 结构工程理论背景。



OPENSEES在科研中的应用

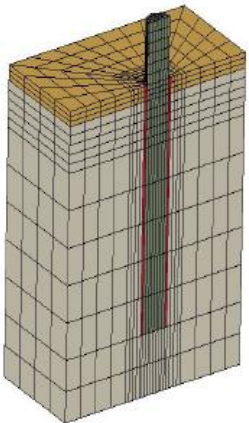
- [1]. 基于OpenSees的预应力混凝土构件弹塑性分析, 《工业建筑》增刊
- [2]. 基于OpenSEES的剪力墙低周往复荷载试验的数值模拟, 《华南理工大学学报(自然科学版)》(indexed by EI)
- [3]. 足尺寸钢框架弹塑性动力试验数值模拟, 《地震工程与工程振动》
- [4]. 基于纤维模型的超高层钢筋混凝土结构弹塑性时程分析及工程应用, 《建筑结构》
- [5]. 中洲中心观光门架抗震性能分析, 《建筑结构学报》(indexed by EI)
- [6]. 基于网络的结构协同弹塑性分析方法的研究, 《计算力学学报》(indexed by EI)录用
- [7]. 剪力墙非线性宏观单元的研究与单元开发, 《工程力学》(indexed by EI)
- [8]. 三种非线性梁柱单元的研究及单元开发, 《工程力学》(indexed by EI)



OPENSEES在工程的应用

- [1]. 桥梁的弹塑性分析工具的开发
- [2]. 桩土作用分析程序的开发
- [3]. 截面弹塑性分析工具的开发 by Dino Chen

3D Analysis of Soil-Pile Interaction



- Primary Modeling Issues
 - Characterization of soil
 - Pile structural modeling
 - Interface behavior
- Goal
 - Expand & improve capabilities for modeling soil-pile interaction
 - New beam-solid contact formulation

August 16, 2006 OpenSees Days 2006 - Developer Symposium - UC Berkeley 6

OpenSees 3D FE Model

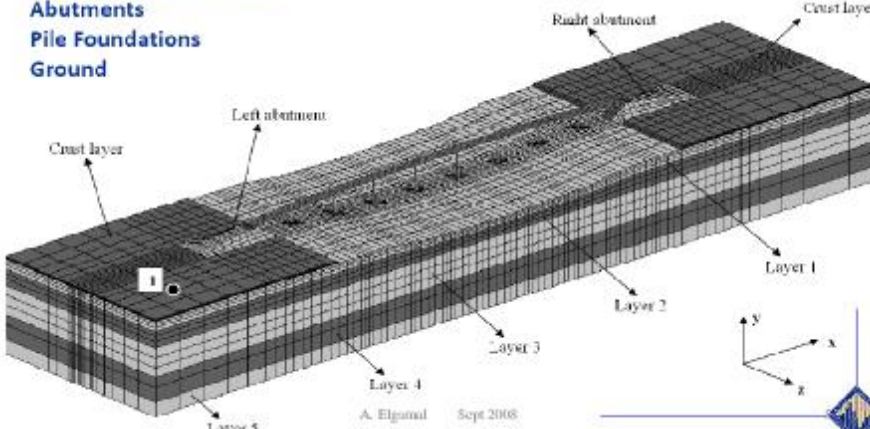
Three Dimensional Seismic Response of Humboldt Bay Bridge-Foundation-Ground System, A. Elgamal, L. Yan, Z. Yang, and J. P. Conte, Journal of Structural Engineering, Vol. 134, No. 7, July 1, 2008.

- 30,237 nodes
- 1,140/280 linear/nonlinear beam-column elements
- 81 linear shell elements
- 23,556 solid brick elements
- 1,806 zero-length elements

Transverse and Longitudinal Response

3D Spatial Configuration

Abutments
Pile Foundations
Ground



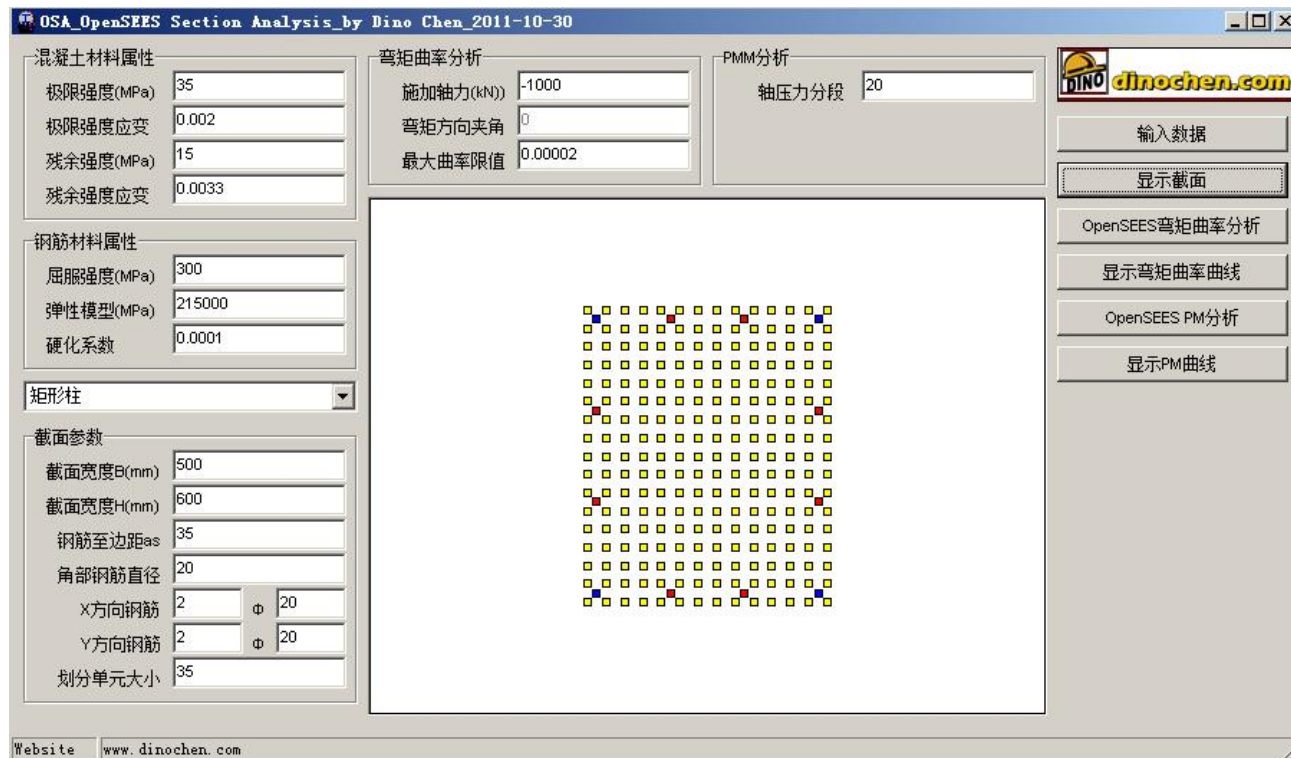
Labels: Right abutment, Left abutment, Crust layer, Layer 1, Layer 2, Layer 3, Layer 4, Layer 5. A coordinate system (x, y, z) is shown at the bottom right.

A. Elgamal Sept 2008



OPENSEES在工程的应用

- [1]. 桥梁的弹塑性分析工具的开发
- [2]. 桩土作用分析程序的开发
- [3]. 截面弹塑性分析工具的开发 by Dino Chen





OPENSEES前后处理程序ETO

ETO, ETABS TO OPENSEES

带图形界面，不断开发当中。

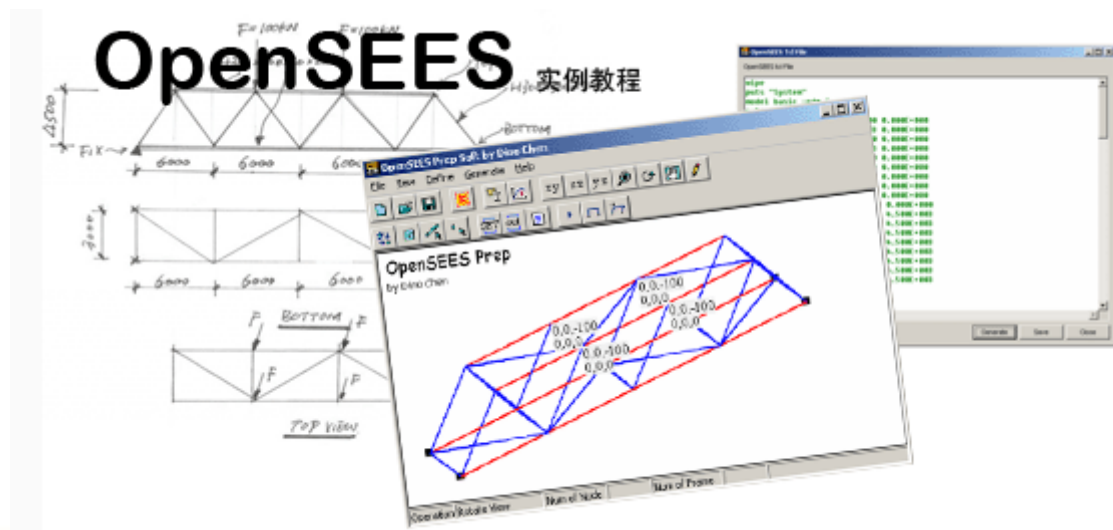
功能：将ETABS模型中大部分的弹性数据保留，生成OPENSEES TCL的命令流

目的：提高初学者入门的速度，提高学习积极性

好处：从ETO生成大部分代码，免去重复性的劳动，集中精力研究材料本构，分析参数等。

方向：工程应用，教学应用，扩大OPENSEES的使用范围

ETO 程序，相关网页：<http://www.dinochen.com/article.asp?id=149>





ETO及实例教程的演示时间

-  [实例01]_桁架桥结构静力分析
-  [实例02]_多层框架结构静力分析
-  [实例03]_简支梁弹塑性分析
-  [实例04]_框架结构推覆分析
-  [实例05]_框架结构模态分析
-  [实例06]_框架结构弹性时程分析
-  [实例07]_框架结构弹塑性时程分析
-  [实例08]_钢结构低周往复分析
-  [实例09]_钢结构网壳的屈曲分析 NEW
-  [实例10]_单压连接单元的应用 NEW
-  [实例11]_缝单元的应用分析 NEW



谢谢大家!