

OpenSees Material Test

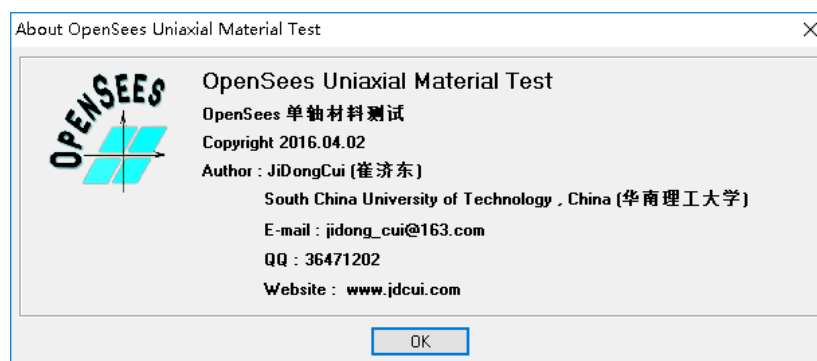
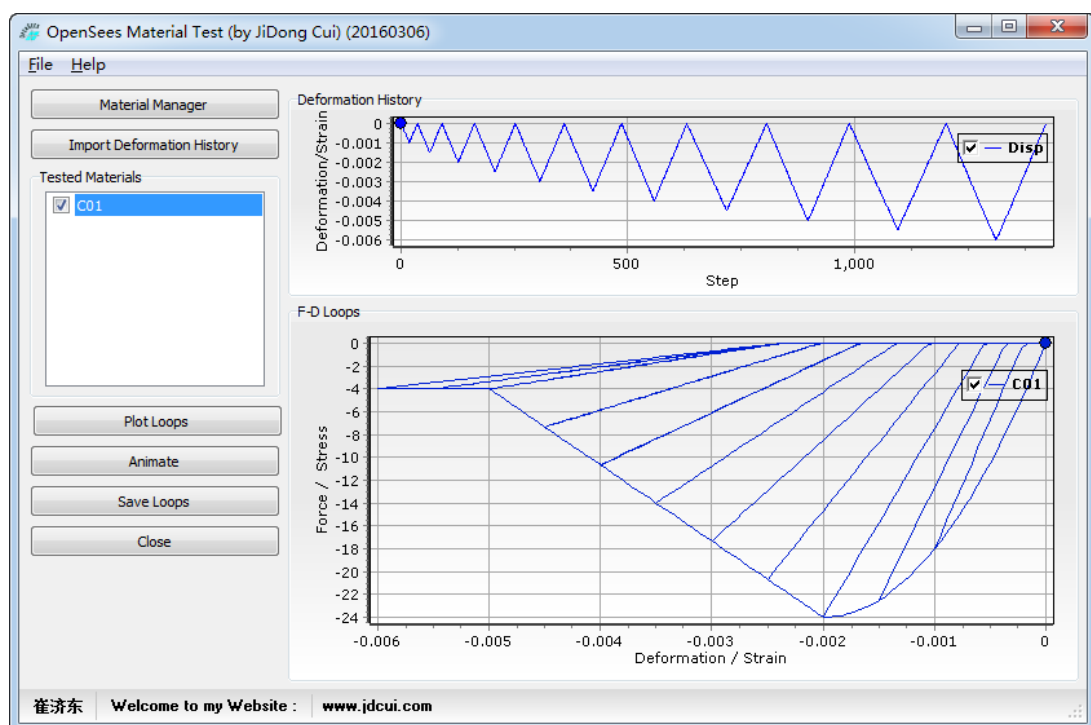
崔济东 (JiDong Cui)

(华南理工大学 土木与交通学院, 广东广州, 510640)

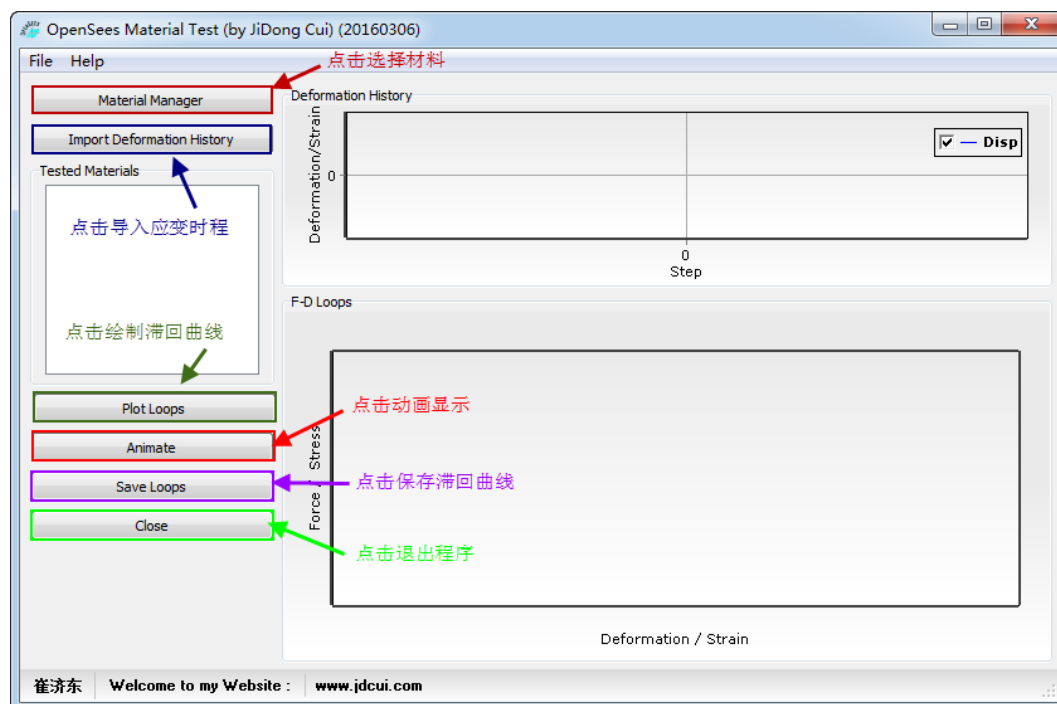
1 程序介绍

OpenSees Material Test 将 OpenSees (Open System for Earthquake Engineering Simulation) 的中常用单轴本构(钢及混凝土)提取出来, 通过自行设计的界面进行测试, 为今后更加深入的研究奠定基础。

1.1 程序界面



1.2 程序使用



1.3 程序开发者

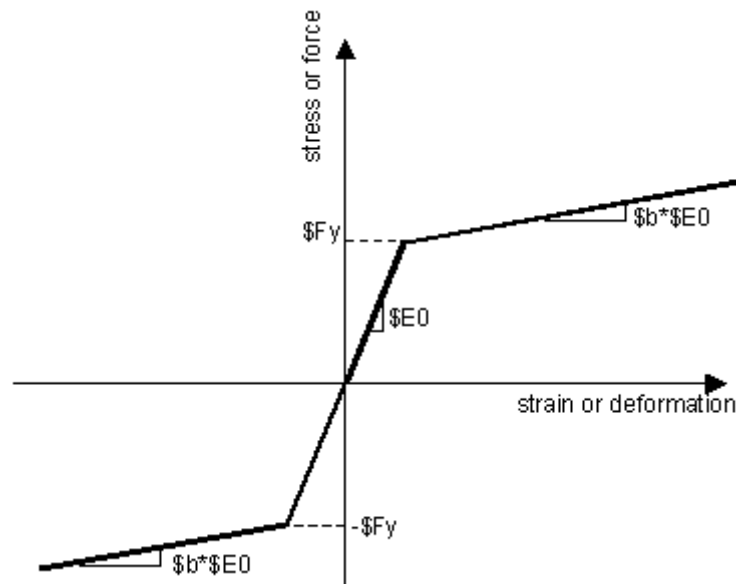
崔济东，华南理工大学，结构工程专业，博士研究生，网站：www.jdcui.com

2 OpenSees Steel01 Material

2.1 简介

Steel01 被用于模拟单轴二折线本构，即可以考虑随动强化，又可以分别考虑受拉向和受压向强化。

2.2 参数意义



F_y : 屈服强度 (yield strength);

E_0 : 初始弹性模量 (initial elastic tangent);

b : 应变强化率, 即屈服后斜率与初始弹性模量的比值 (strain-hardening ratio, ratio between post-yield tangent and initial elastic tangent);

a_1 : 等向强化参数 (isotropic hardening parameter, increase of compression yield envelope as proportion of yield strength after a plastic strain of $a_2 \cdot F_y / E_0$);

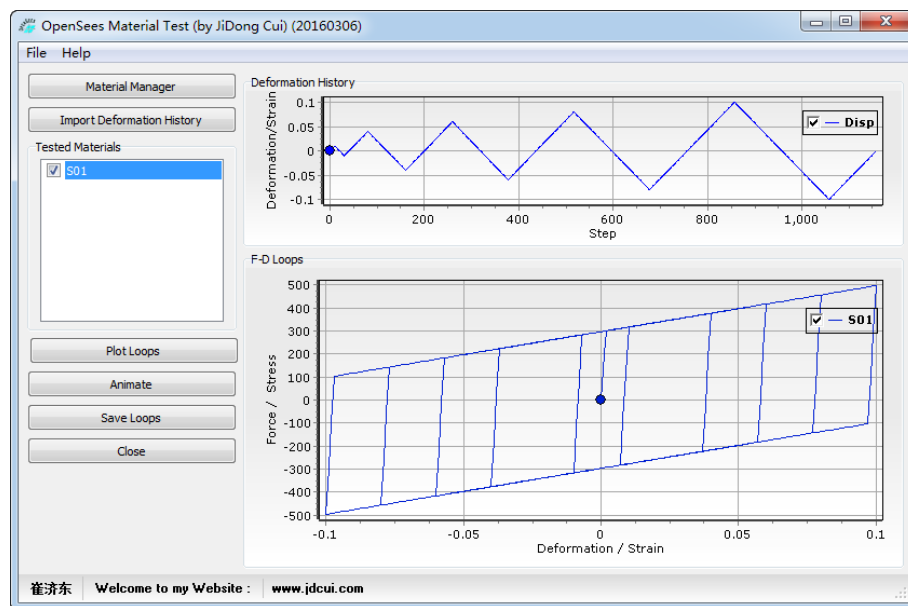
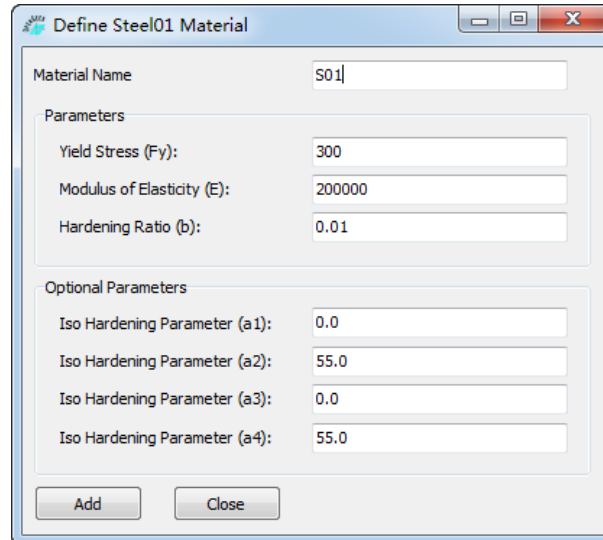
a_2 : 等向强化参数 (isotropic hardening parameter);

a_3 : 等向强化参数 (isotropic hardening parameter, increase of tension yield envelope as proportion of yield strength after a plastic strain of $a_4 \cdot F_y / E_0$);

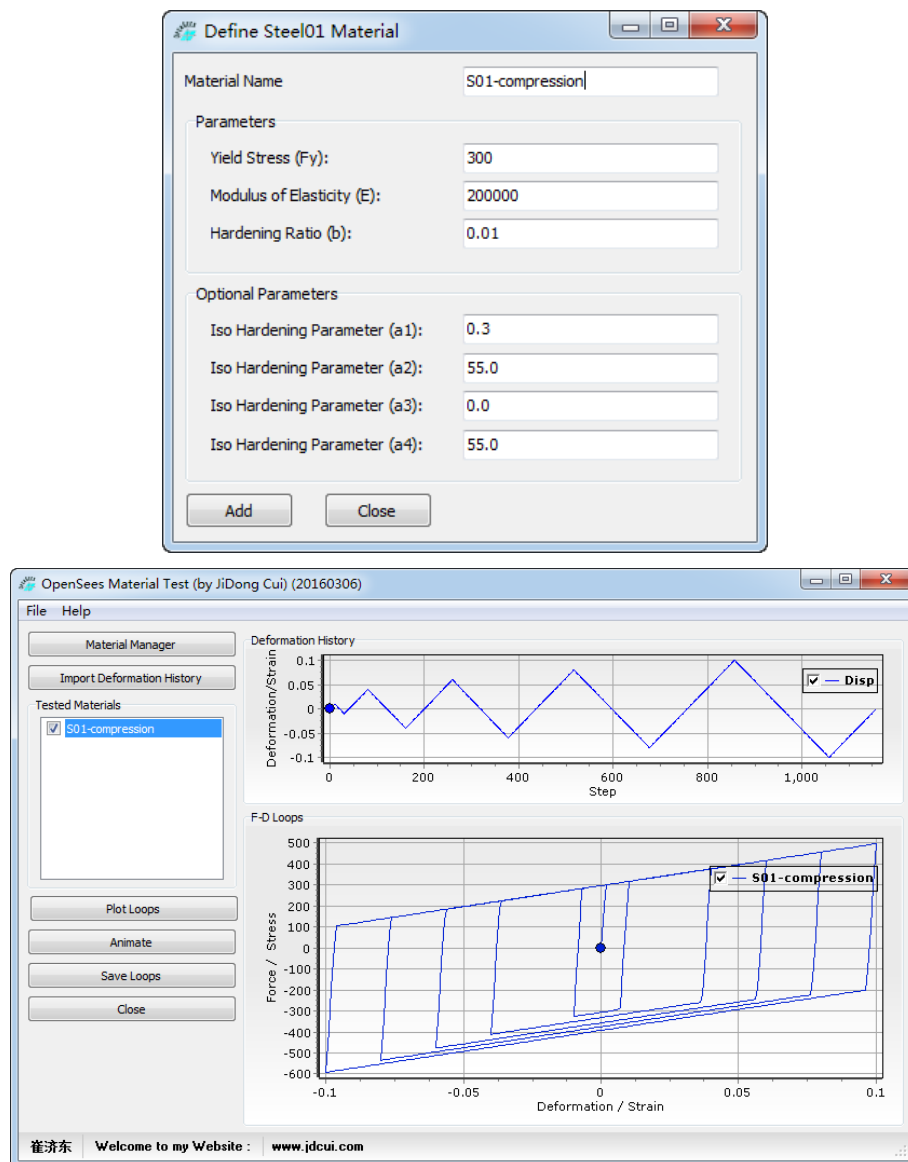
a_4 : 等向强化参数 (isotropic hardening parameter)。

2.3 例子

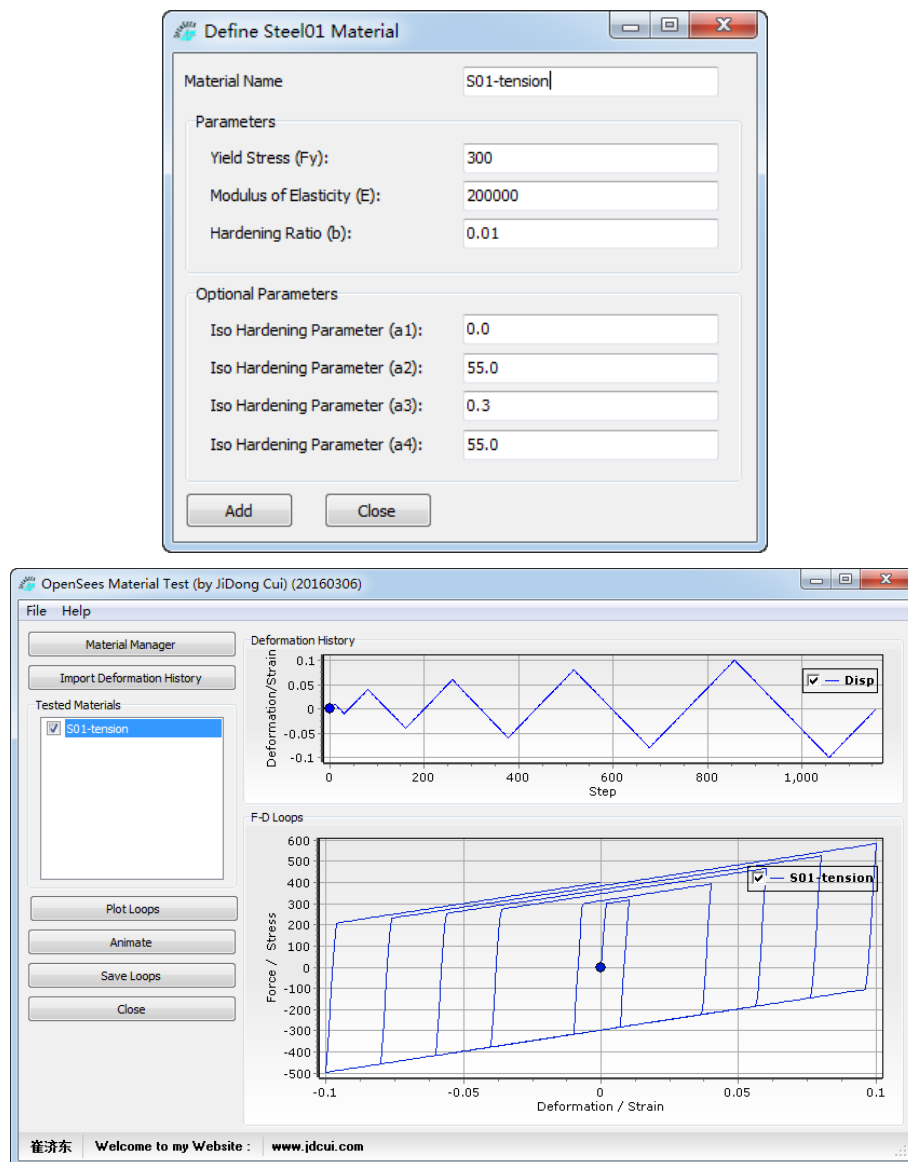
2.3.1 随动强化



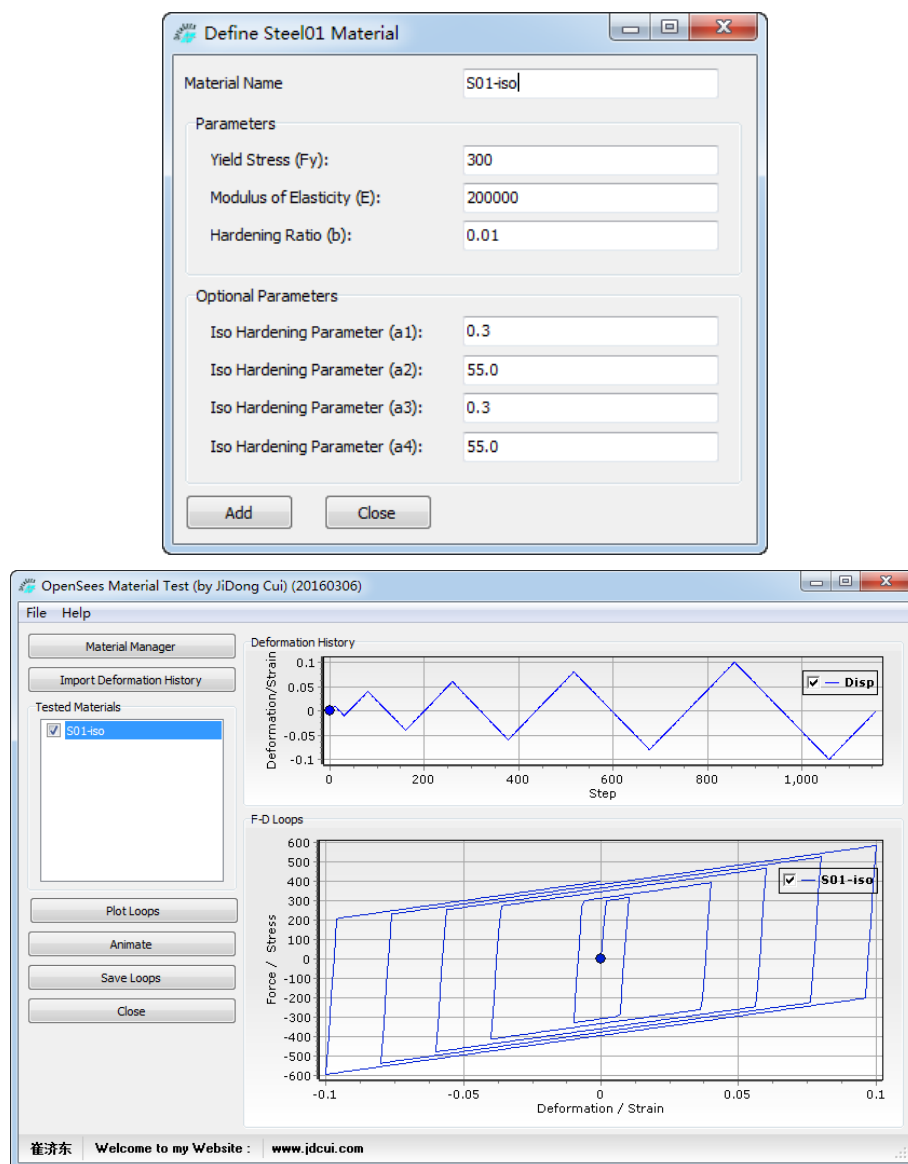
2.3.2 受压向考虑强化



2.3.3 受拉向考虑强化



2.3.4 同时考虑拉—压各向同性强化



3 OpenSees Steel02 Material

3.1 简介

Steel02 材料是单轴各向同性强化的 Giuffre-Menegotto-Pinto 钢材本构

3.2 参数意义

Fy: 屈服强度 (yield strength);

E0: 初始弹性模量 (initial elastic tangent);

b: 应变强化率, 即屈服后斜率与初始弹性模量的比值 (strain-hardening ratio, ratio between post-yield tangent and initial elastic tangent);

R0、cR1、cR2: 控制从弹性段向塑性段过度的参数 (parameters to control the transition from elastic to plastic branches, Recommended values: R0=between 10 and 20, cR1=0.925, cR2=0.15);

a1: 等向强化参数 (isotropic hardening parameter, increase of compression yield envelope as proportion of yield strength after a plastic strain of $a2 \cdot F_y / E_0$);

a2: 等向强化参数 (isotropic hardening parameter);

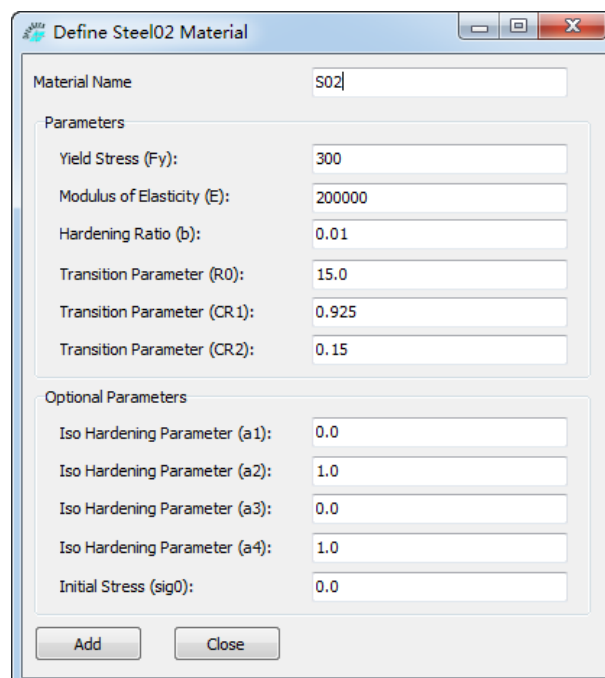
a3: 等向强化参数 (isotropic hardening parameter, increase of tension yield envelope as proportion of yield strength after a plastic strain of $a4 \cdot F_y / E_0$);

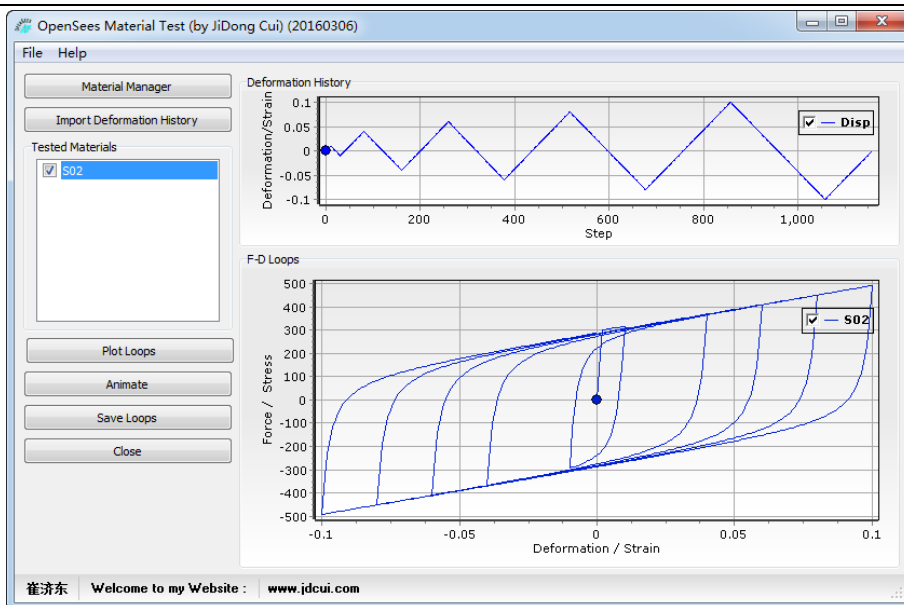
a4: 等向强化参数 (isotropic hardening parameter);

sigInit: 初始应力值 (initial stress value)。

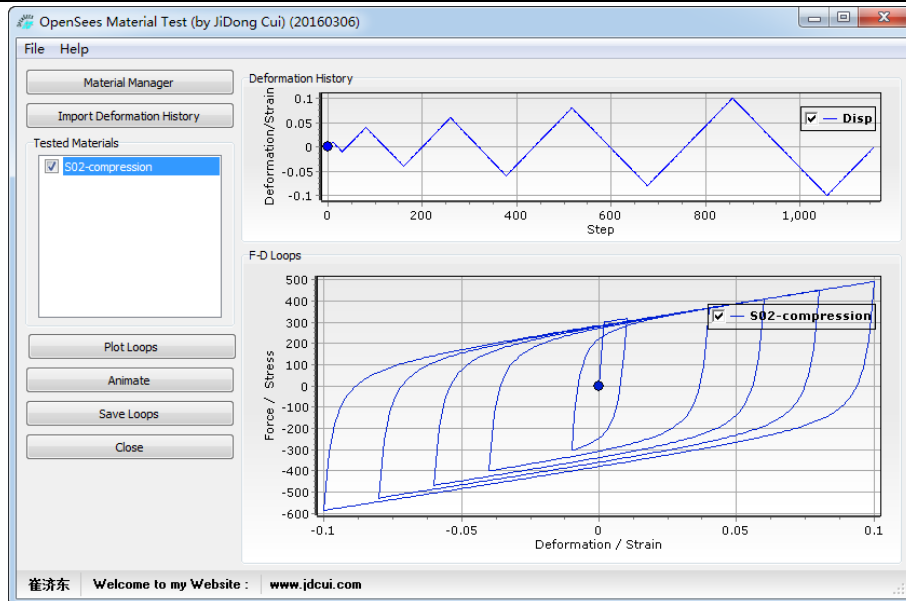
3.3 例子

3.3.1 随动强化

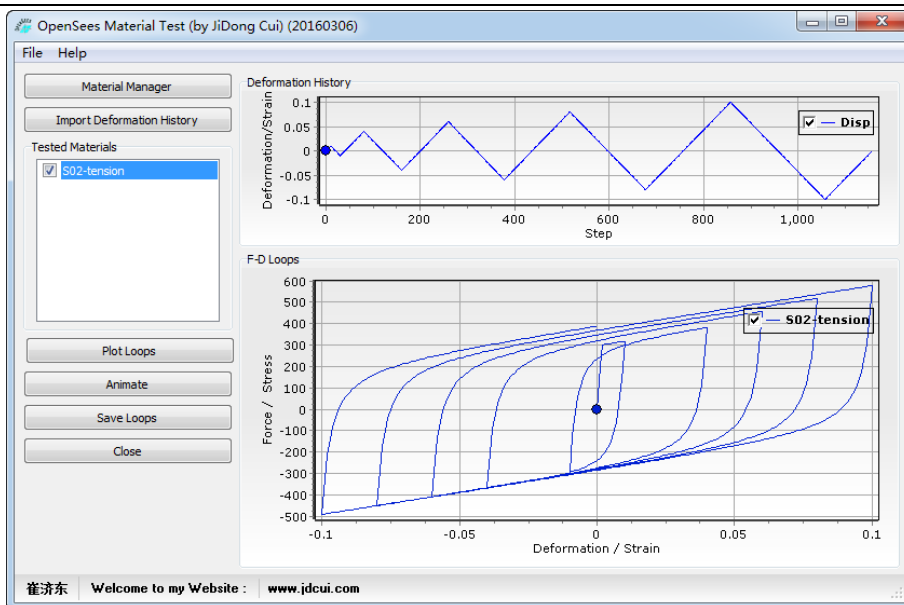




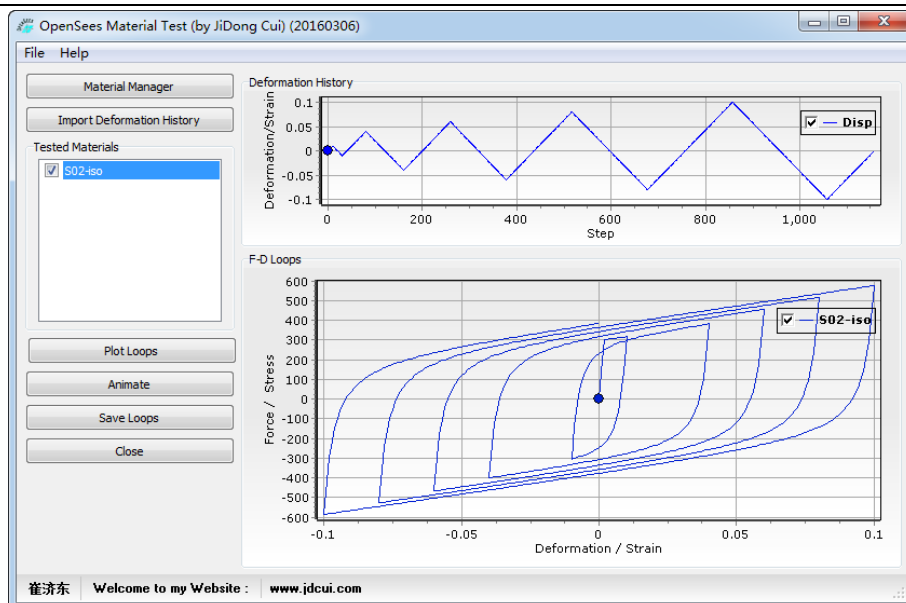
3.3.2 受压向考虑强化



3.3.3 受拉向考虑强化



3.3.4 同时考虑拉—压各向同性强化

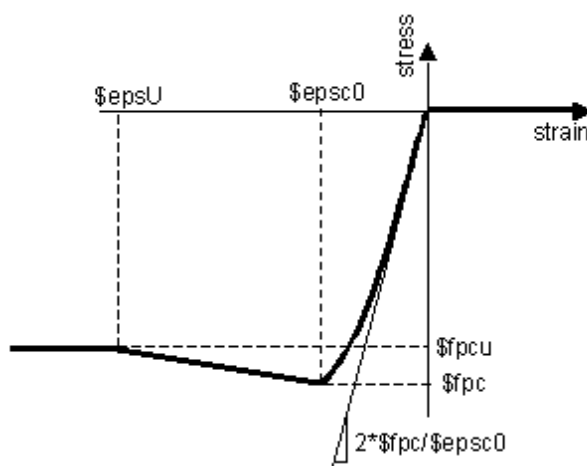


4 OpenSees Concrete01 Material

4.1 简介

Concrete01 是 OpenSees 中最简单的单轴混凝土材料，它基于 Kent-Scott-Park 单轴混凝土本构模型，根据 Karsan-Jirsa 加卸载准则确定其加卸载刚度（线性），该材料不考虑混凝土受拉强度。

4.2 参数意义



f_{pc} : 混凝土 28 天抗压强度（concrete compressive strength at 28 days）;

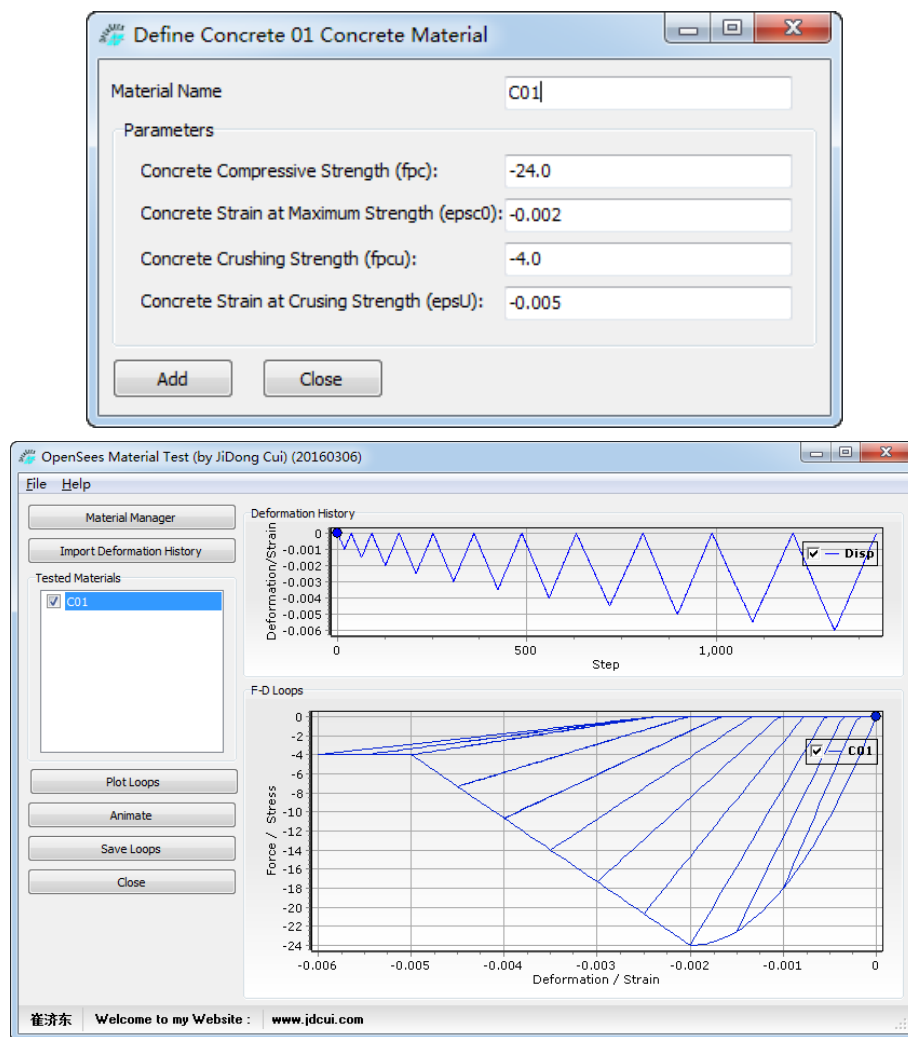
ϵ_{psc0} : 混凝土峰值强度对应的应变，即 f_{pc} 对应的应变（concrete strain at maximum

strength);

fpcu: 混凝土残余强度 (concrete crushing strength);

epscu: 混凝土残余强度对应的应变 (concrete strain at crushing strength)

4.3 例子

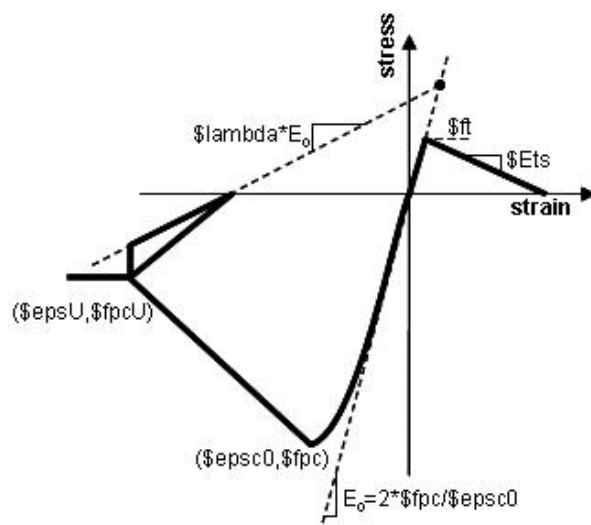


5 OpenSees Concrete02 Material

5.1 简介

Concrete02 与 Concrete01 相比, 考虑了混凝土的受拉力学性能 (线性)。在受压方面, 与 Concrete01 相同的是, 考虑了混凝土随着残余应变的增大, 加、卸载的刚度发生退化; 不同的是, Concrete02 在同一卸载过程, 卸载的刚度也在发生退化。

5.2 参数意义



f_{pc} : 混凝土 28 天抗压强度 (concrete compressive strength at 28 days);

ϵ_{psc0} : 混凝土峰值强度对应的应变, 即 f_{pc} 对应的应变 (concrete strain at maximum strength);

f_{pcu} : 混凝土残余强度 (concrete crushing strength);

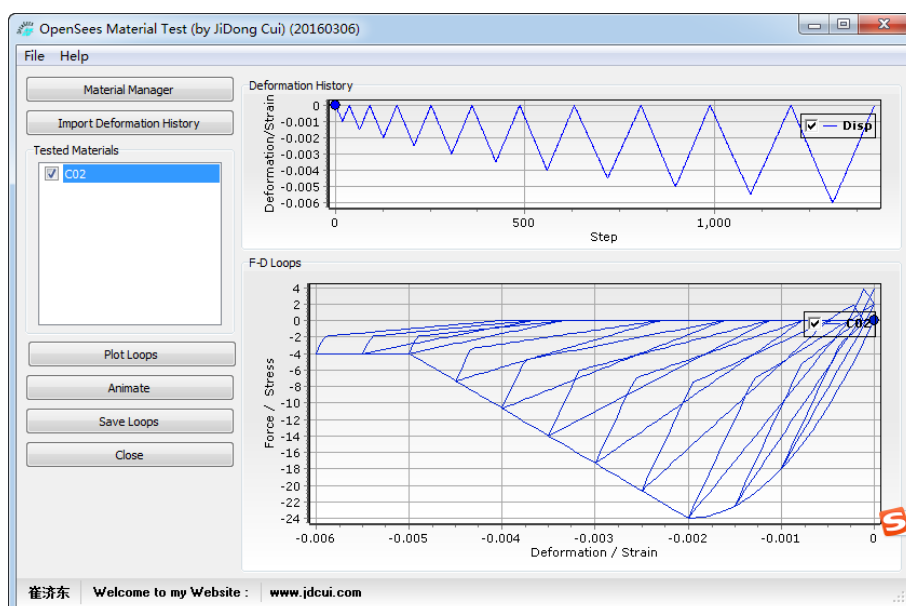
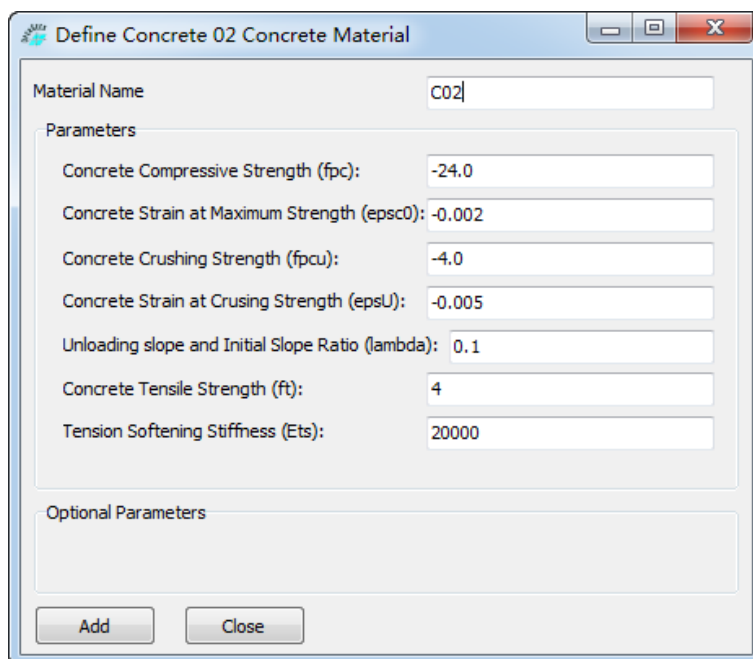
ϵ_{pscu} : 混凝土残余强度对应的应变 (concrete strain at crushing strength);

λ : ϵ_{pscu} 处的卸载斜率与初始斜率的比值, 初始斜率为 $2 * f_{pc} / \epsilon_{psc0}$ (ratio between unloading slope at ϵ_{pscu} and initial slope);

f_t : 混凝土抗拉强度 (tensile strength);

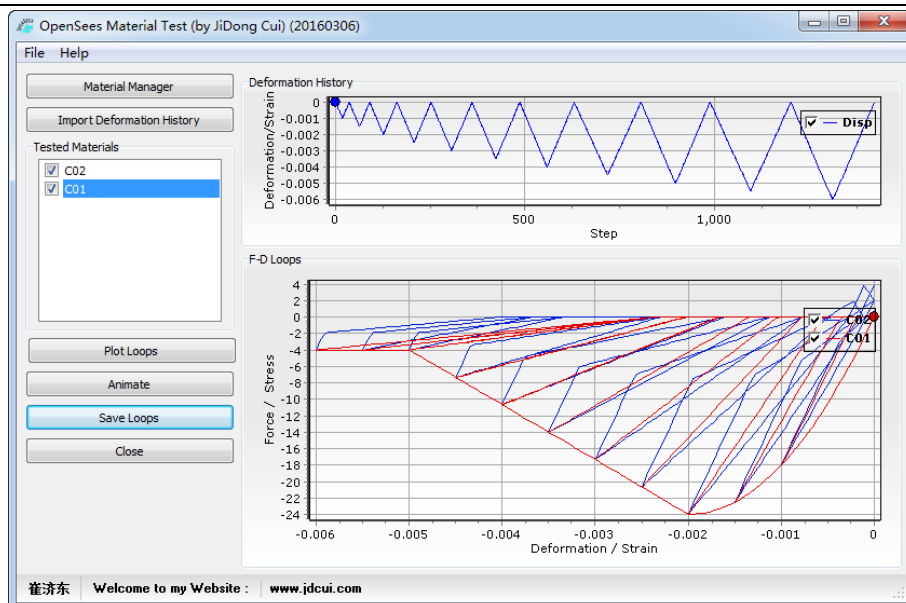
E_{ts} : 混凝土受拉软化刚度 (tension softening stiffness)。

5.3 例子



5.4 Concrete01 与 Concrete02 比较

采用相同的材料参数 Concrete01 与 Concrete02 在相同的压应变时程下的滞回曲线比较：



6 小结

具体介绍了 OpenSees Material Test 程序的使用方法及几种常用钢筋材料与混凝土材料的测试结果。更多材料测试见网站。OpenSees Material Test 程序是免单轴本构关系费的，你可以在我的网站上免费下载。如有错误或遗漏，欢迎大家批评指正。

我的邮箱: jidong_cui@163.com

我的博客: www.jdcui.com

(PS. 感谢师弟 [林乐斌](#) 帮忙整理帮助文档。)