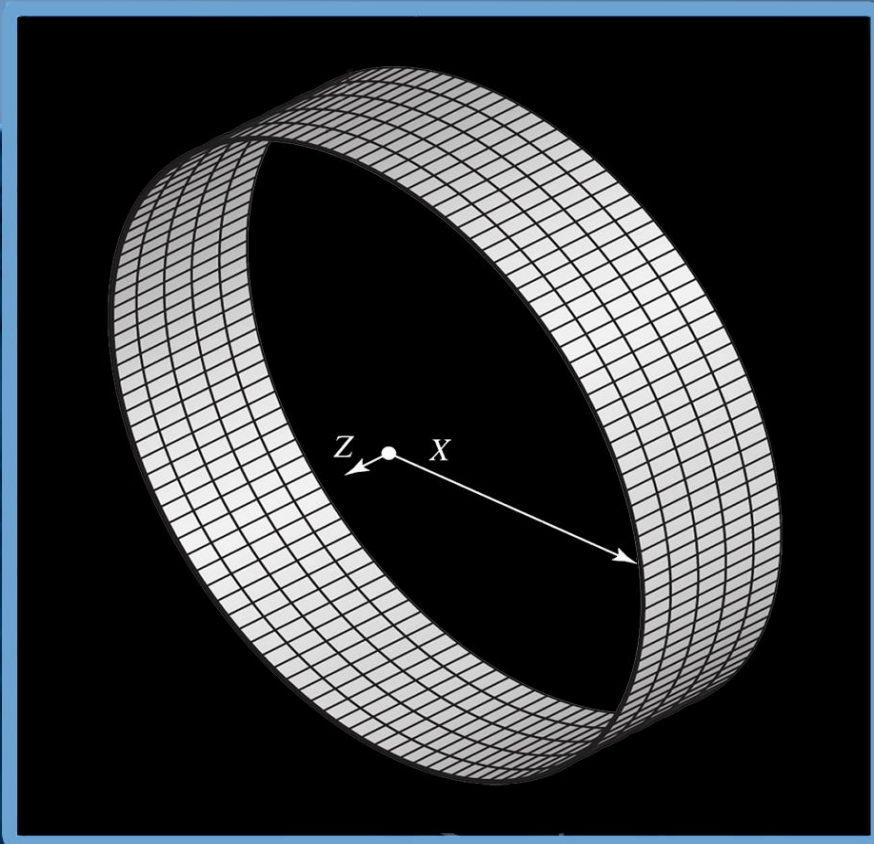
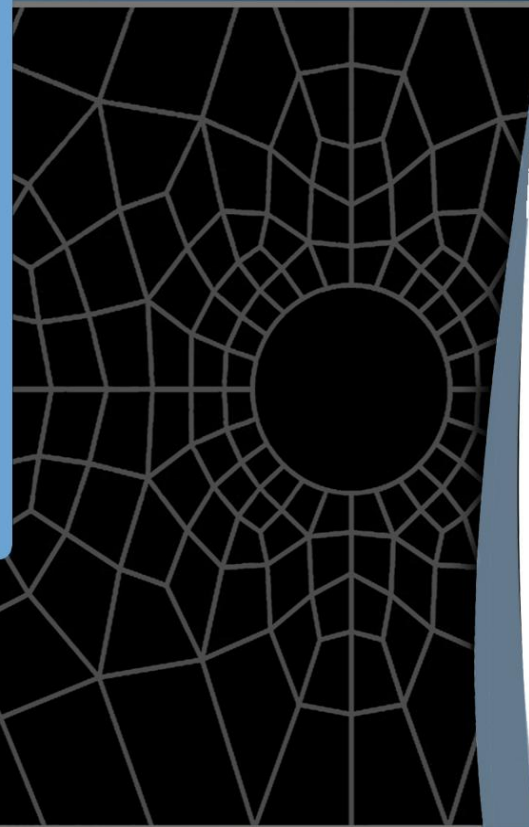


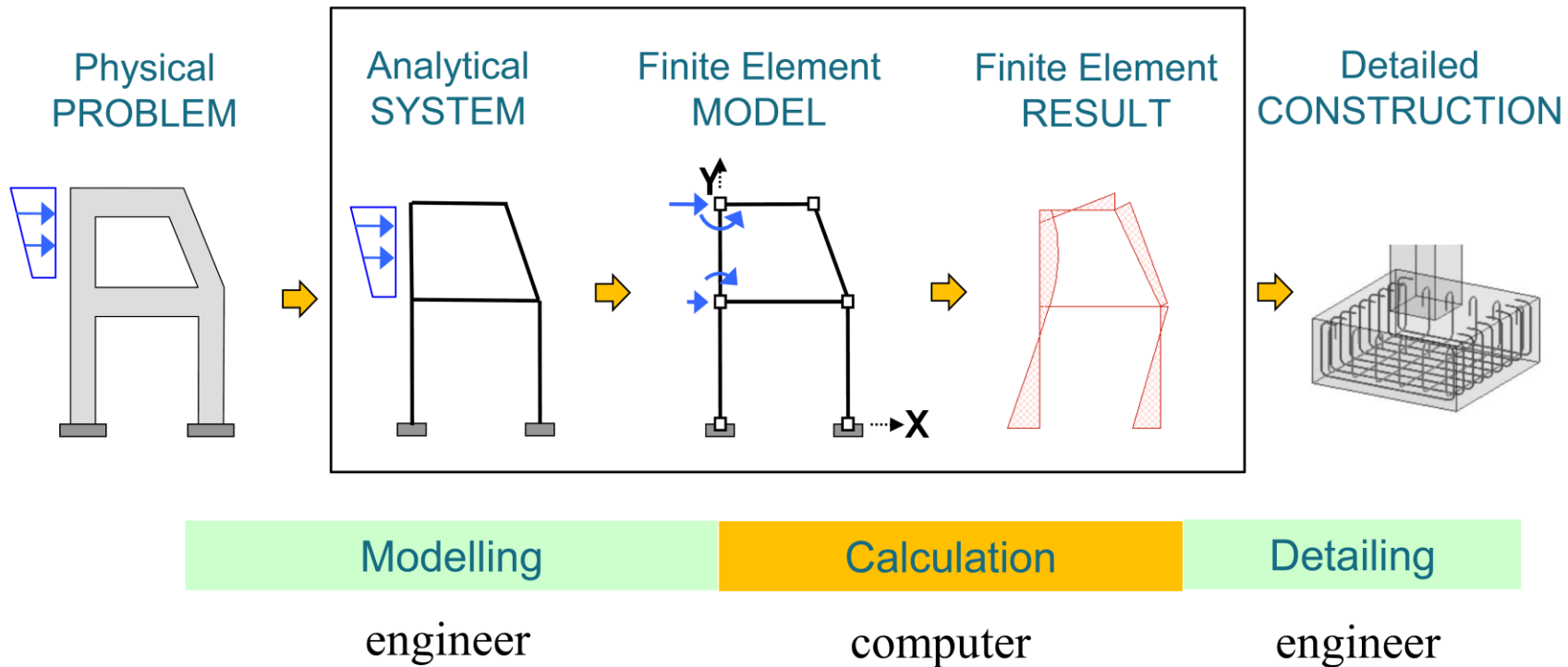
فصل دوازدهم



نکات ویژه مدلسازی

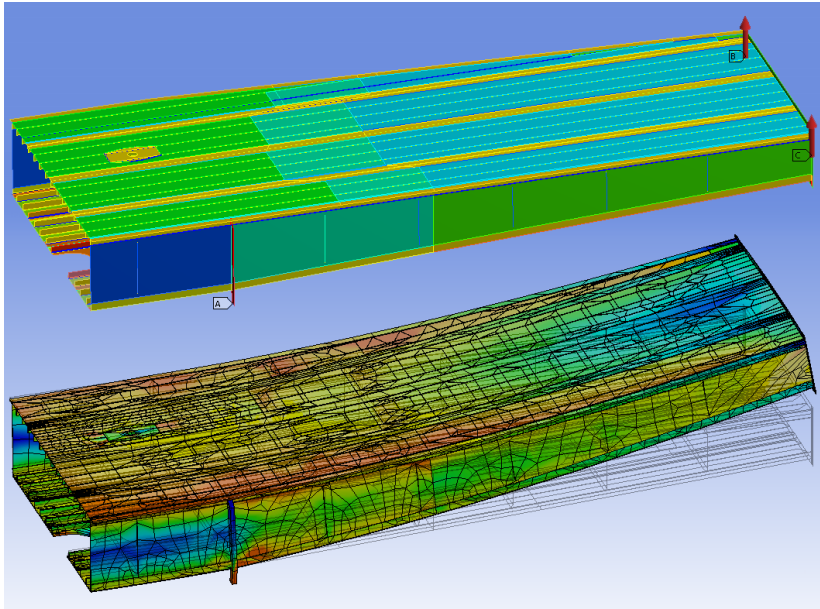


محاسبات در مهندسی سازه



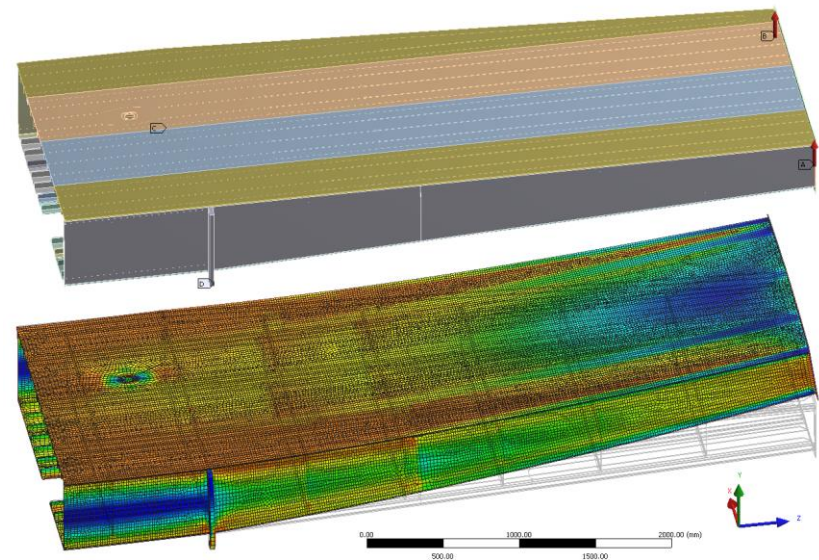
فرآیند مدلسازی (ایده آل سازی)، محاسبات و ترسیم جزئیات در مهندسی سازه

حداکثر ساده سازی



۱۲ هزار المان پوسته:

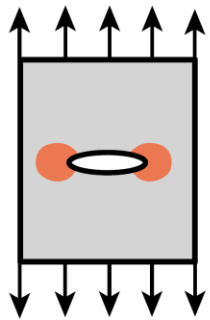
حل مسئله در حدود ۵ دقیقه با
کامپیوتری ساده با دقتی مشابه



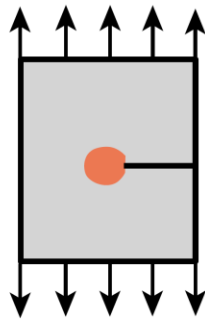
۲۵۰ هزار المان سه بعدی:

حل مسئله در حدود ۲۰ دقیقه با کامپیوتری
پر قدرت (پردازنده 4x4.2GHz و حافظه 16 GB)

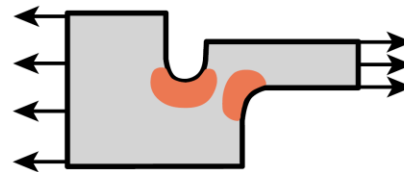
موقعیت های نیازمند مش ریز



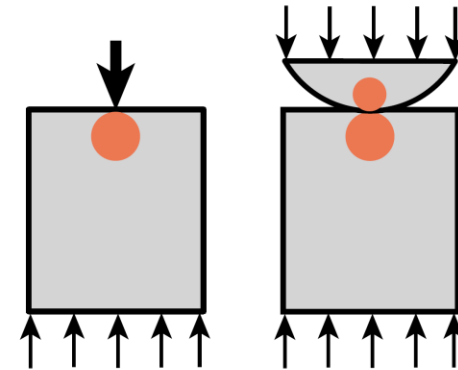
Cutouts



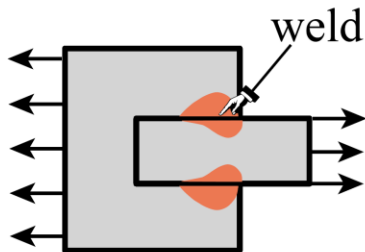
Cracks



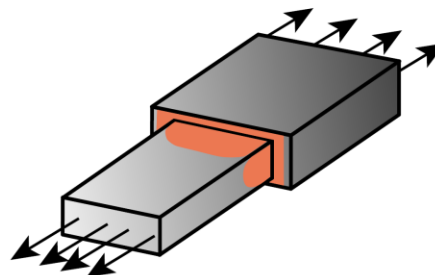
entrant corners



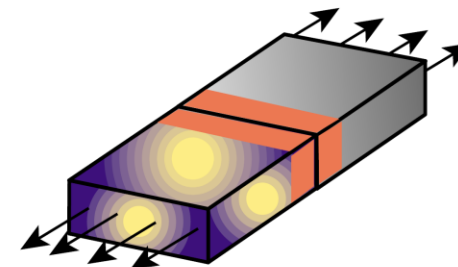
Vicinity of concentrated (point) loads, and sharp contact areas



Load transfer
(bonded joints,
welds, anchors,
reinforcing bars, etc.)

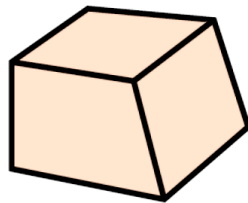
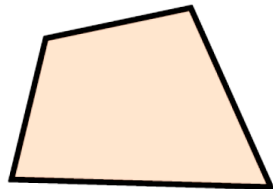
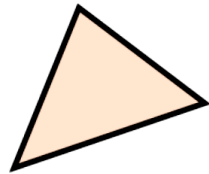


Abrupt thickness
changes

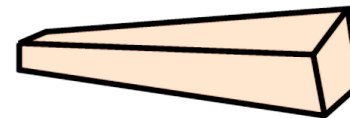
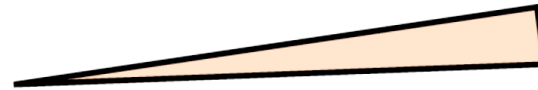


Material
interfaces

پرهیز از المان های تیز

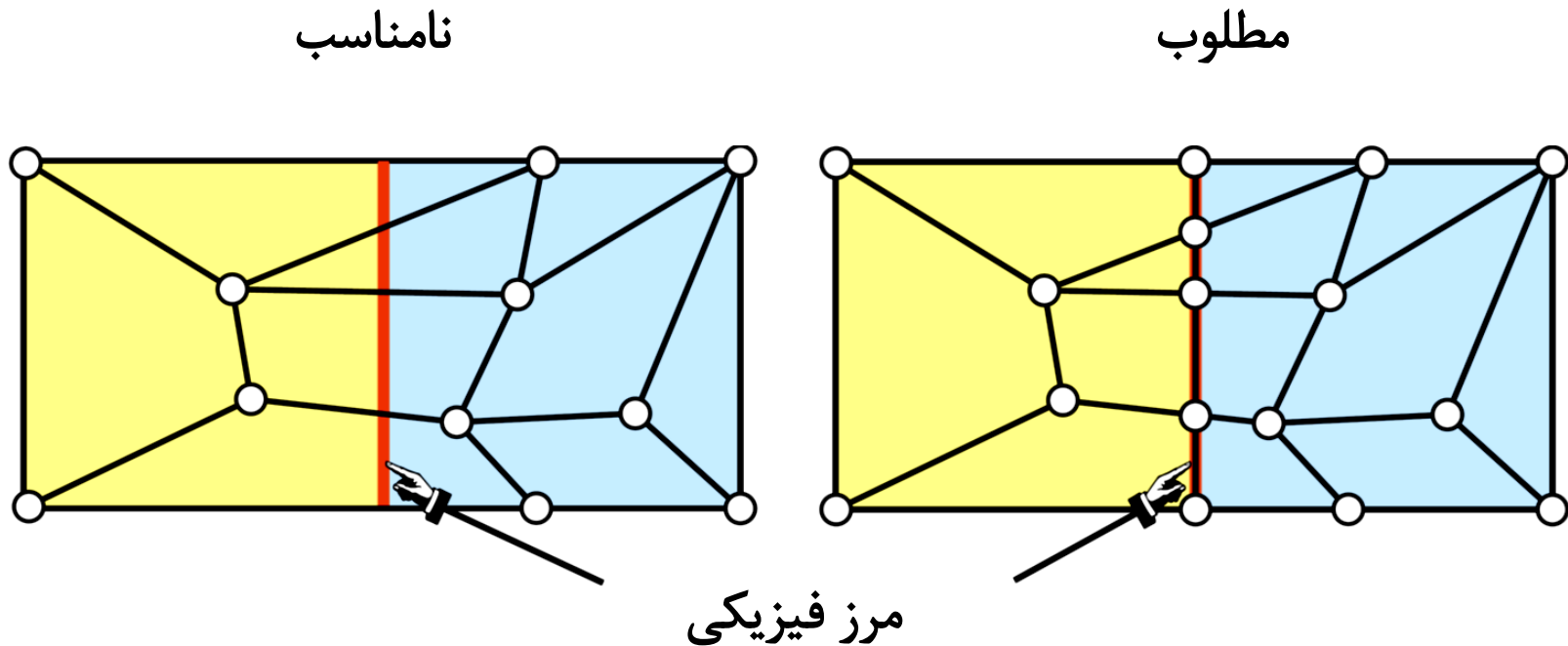


مطلوب



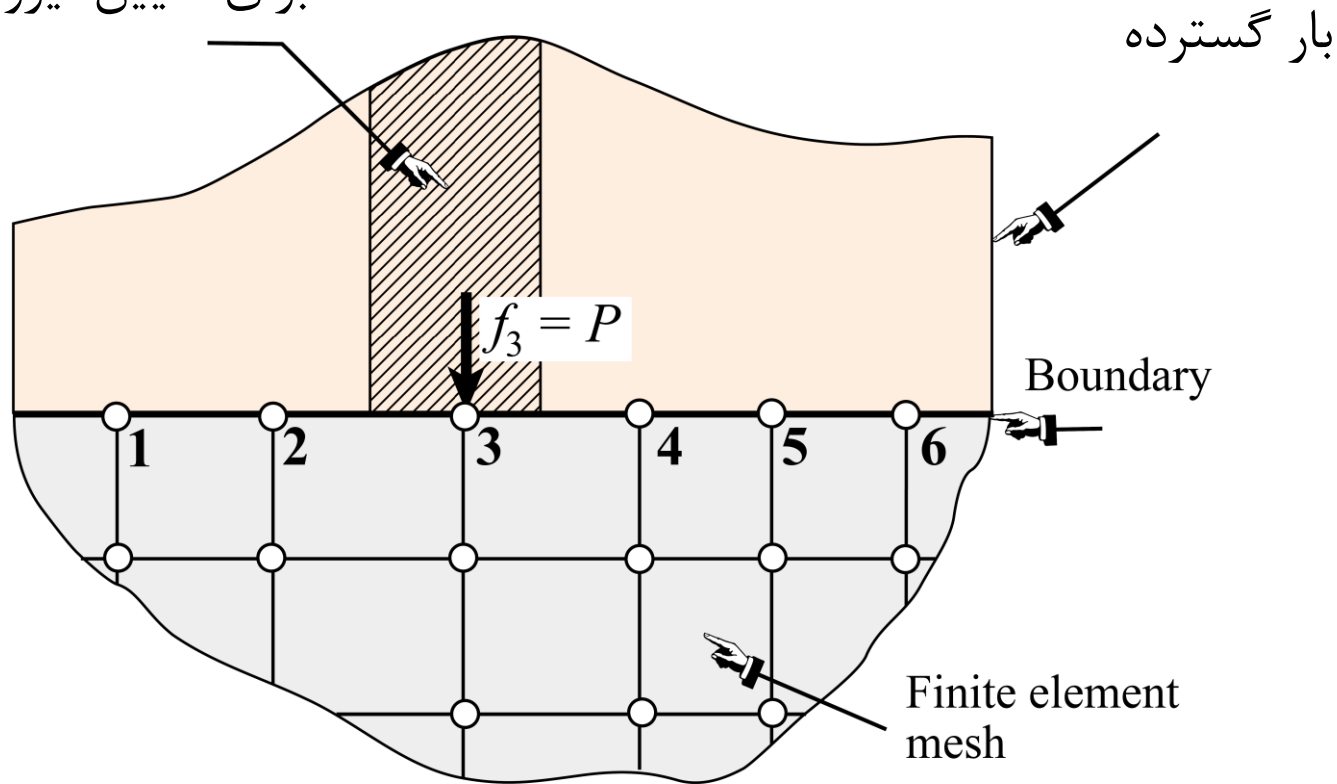
نامناسب

عدم عبور یک المان از مرز فیزیکی

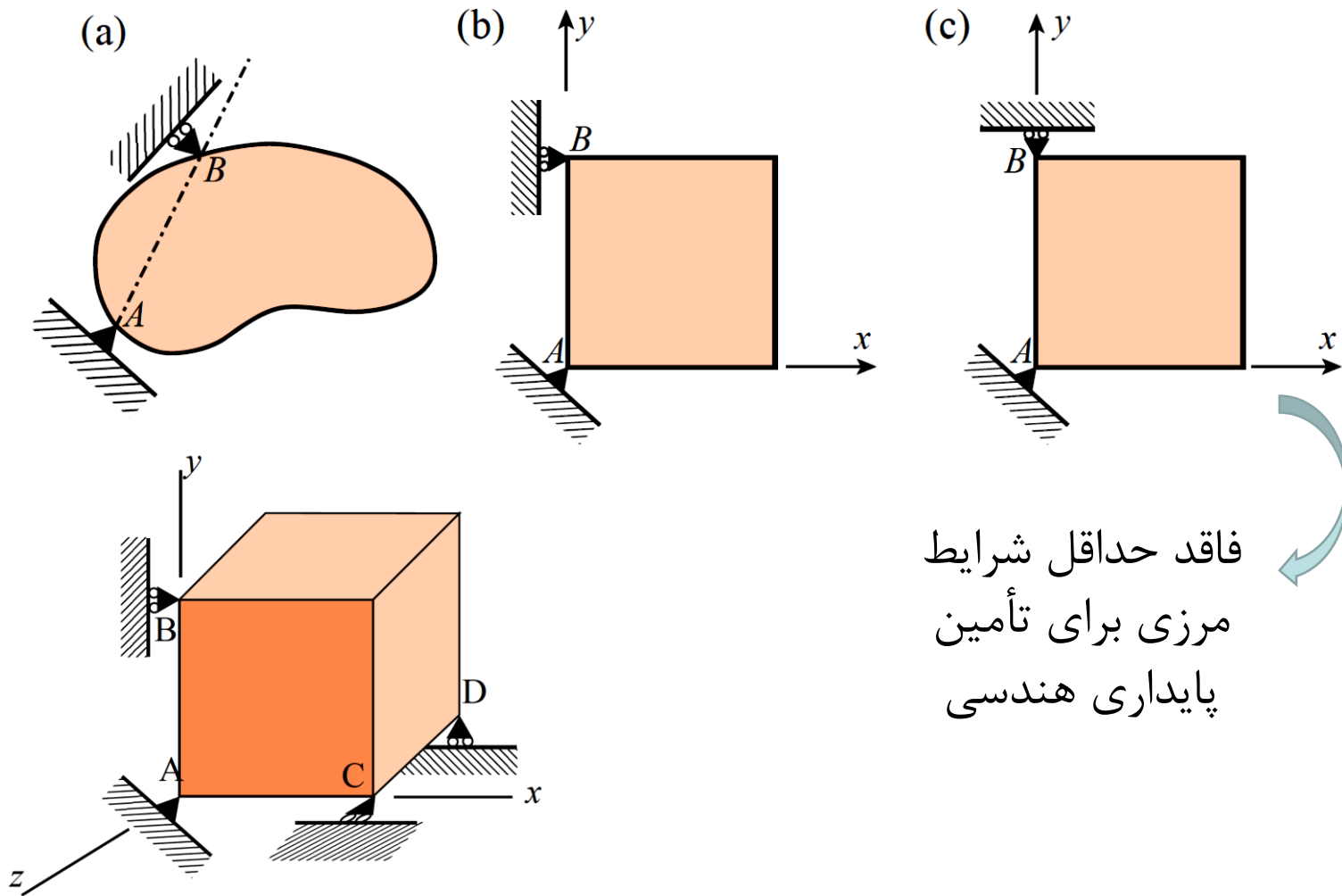


روش گره به گره برای نیروی معادل گرهی

برآیندگیری از بار گسترده اطراف گره
۳ برای تعیین نیروی گره ۳ سازه

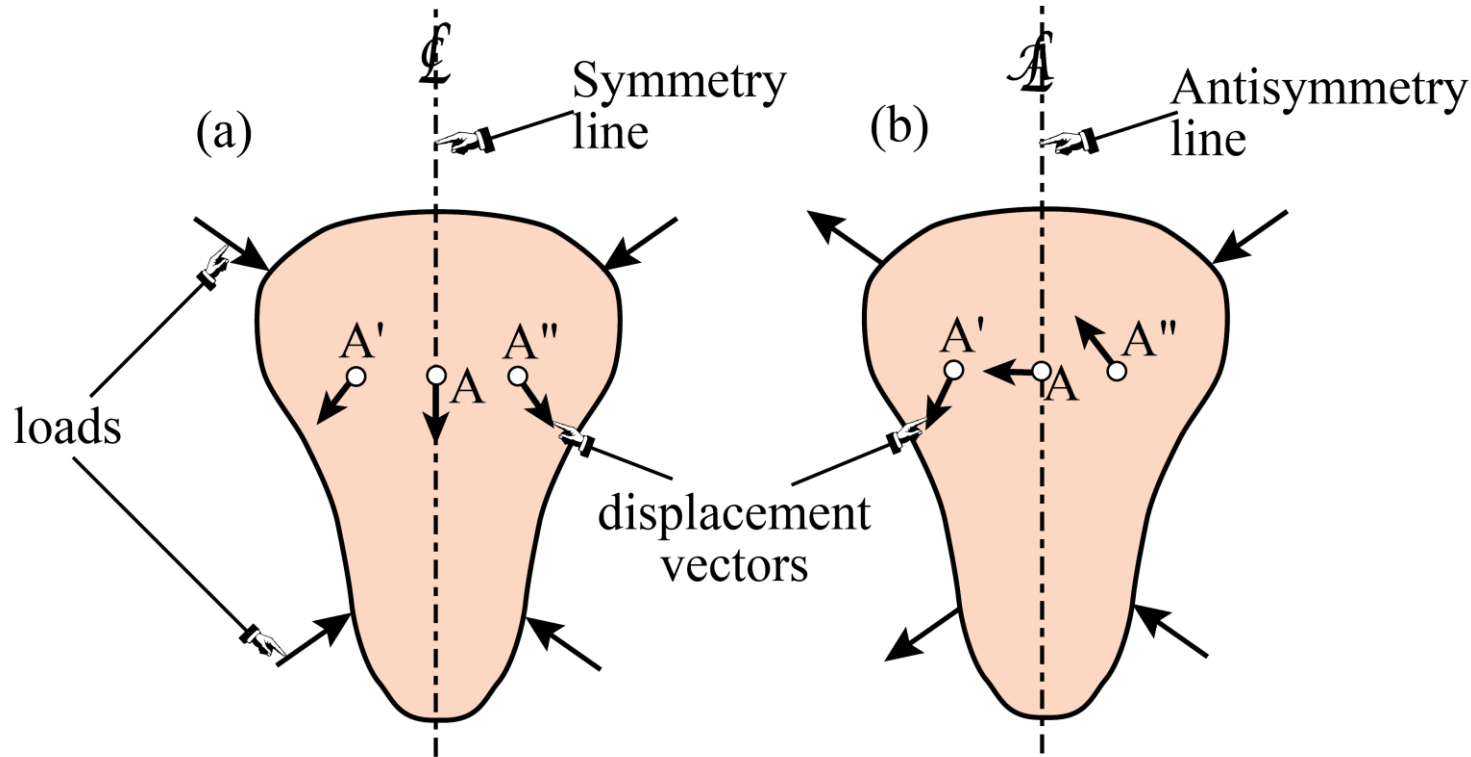


تأمین شرایط پایداری هندسی



فاقد حداقل شرایط
مرزی برای تأمین
پایداری هندسی

تقارن و پادتقارن



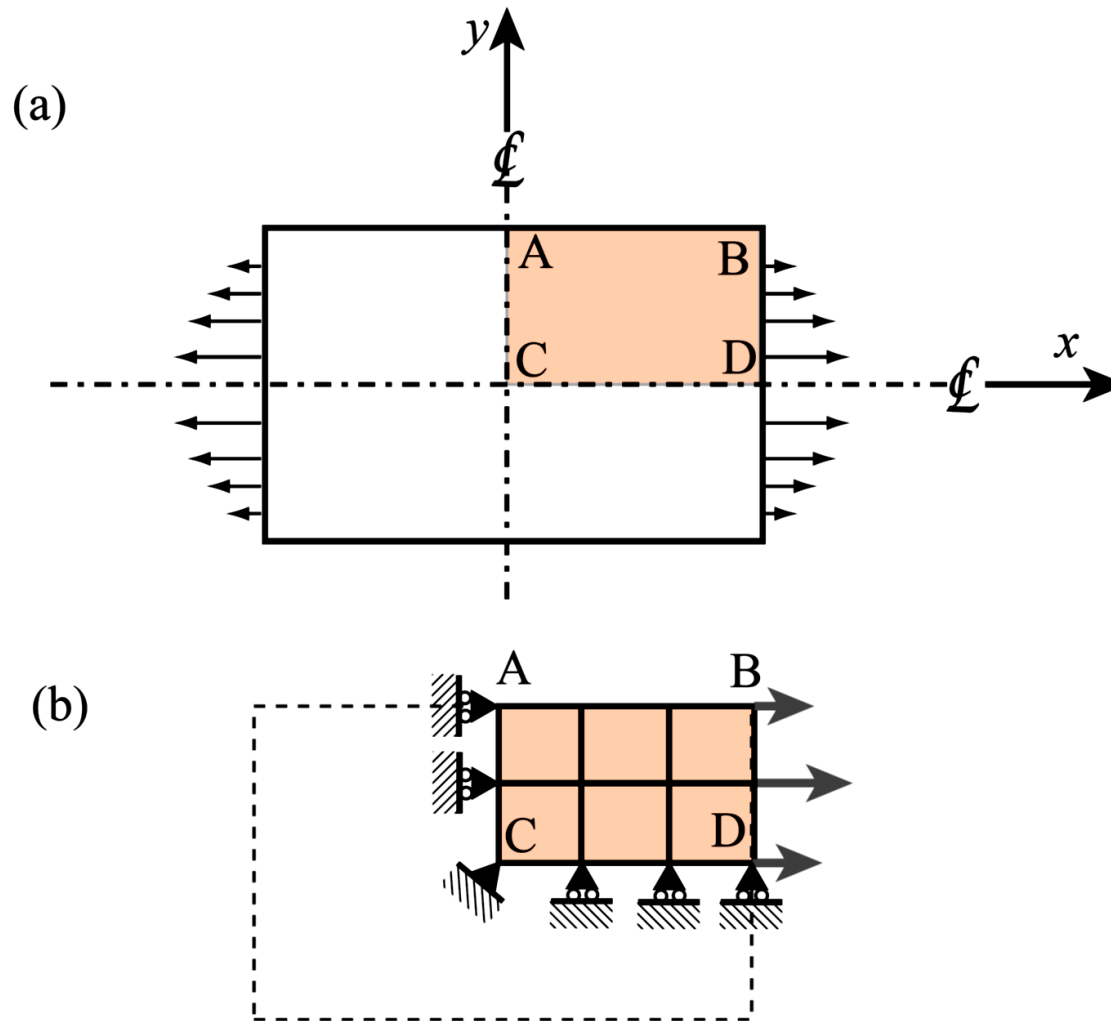
تقارن

با دوران ۱۸۰ درجه حول محور تقارن، هیچ چیز عوض نمی شود.

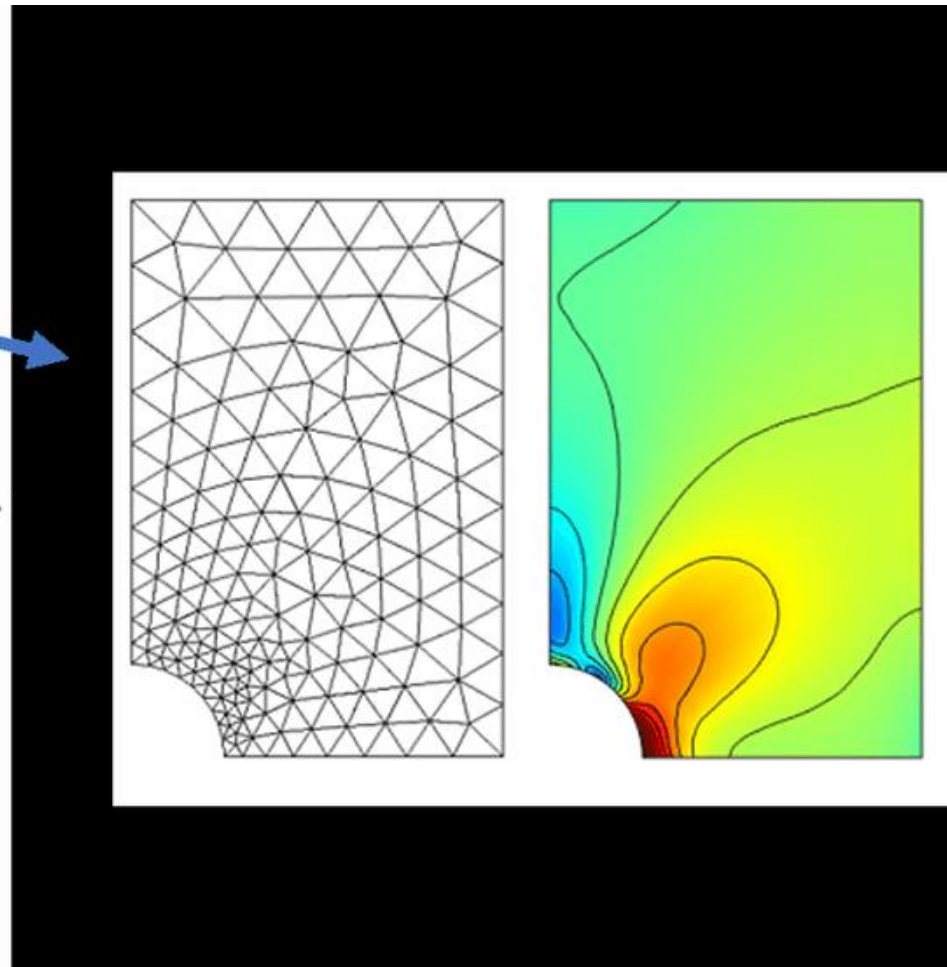
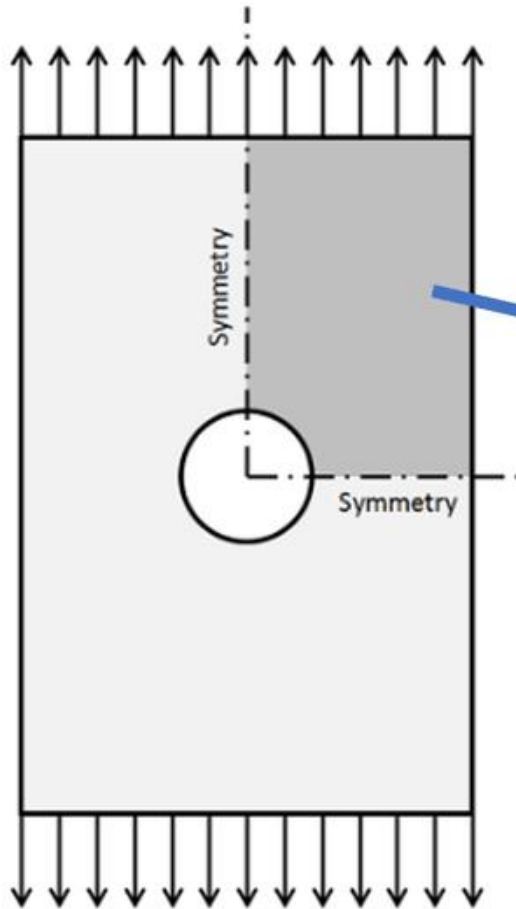
پادتقارن

با دوران ۱۸۰ درجه حول محور پادتقارن، هیچ چیز عوض نمی شود مگر بارها (و شرایط مرزی) که قرینه قبل می شوند.

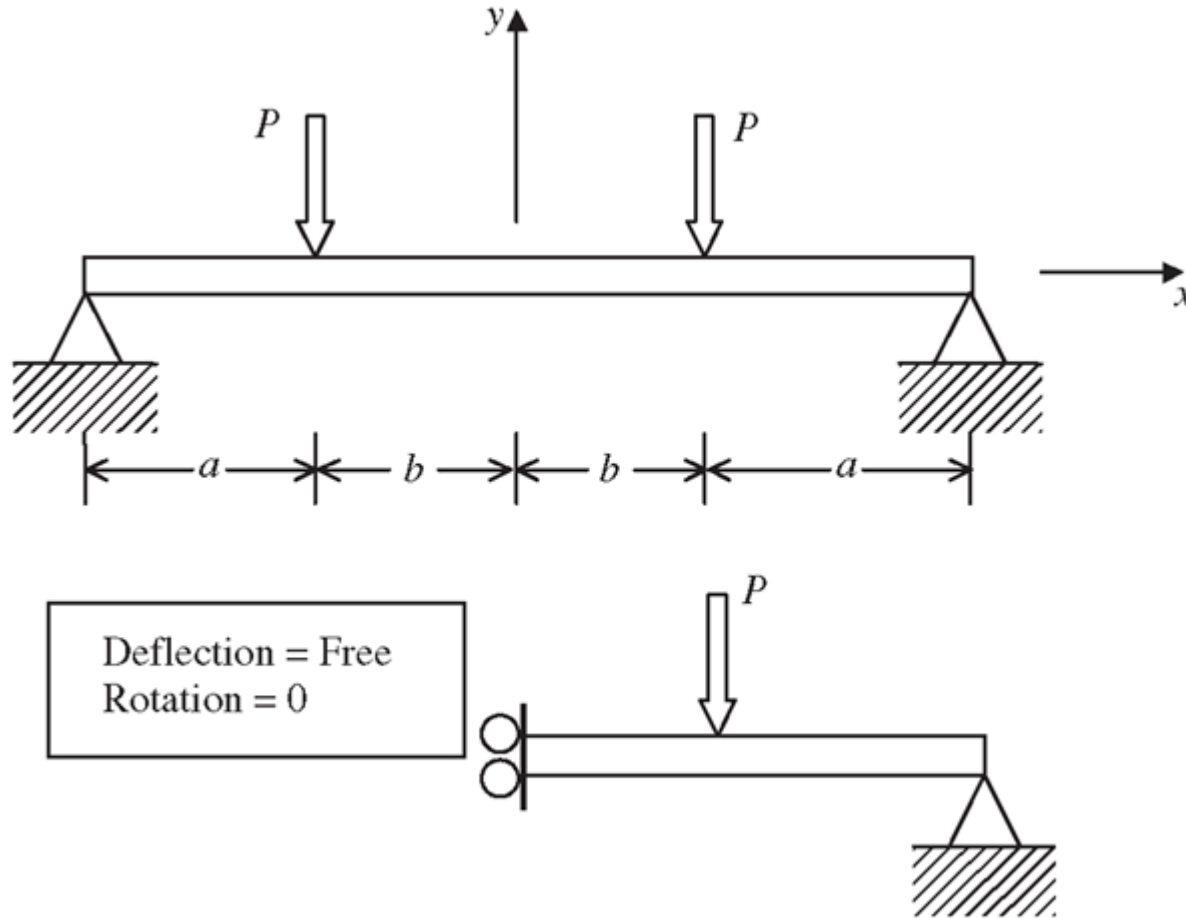
مسئله متقارن حول دو محور



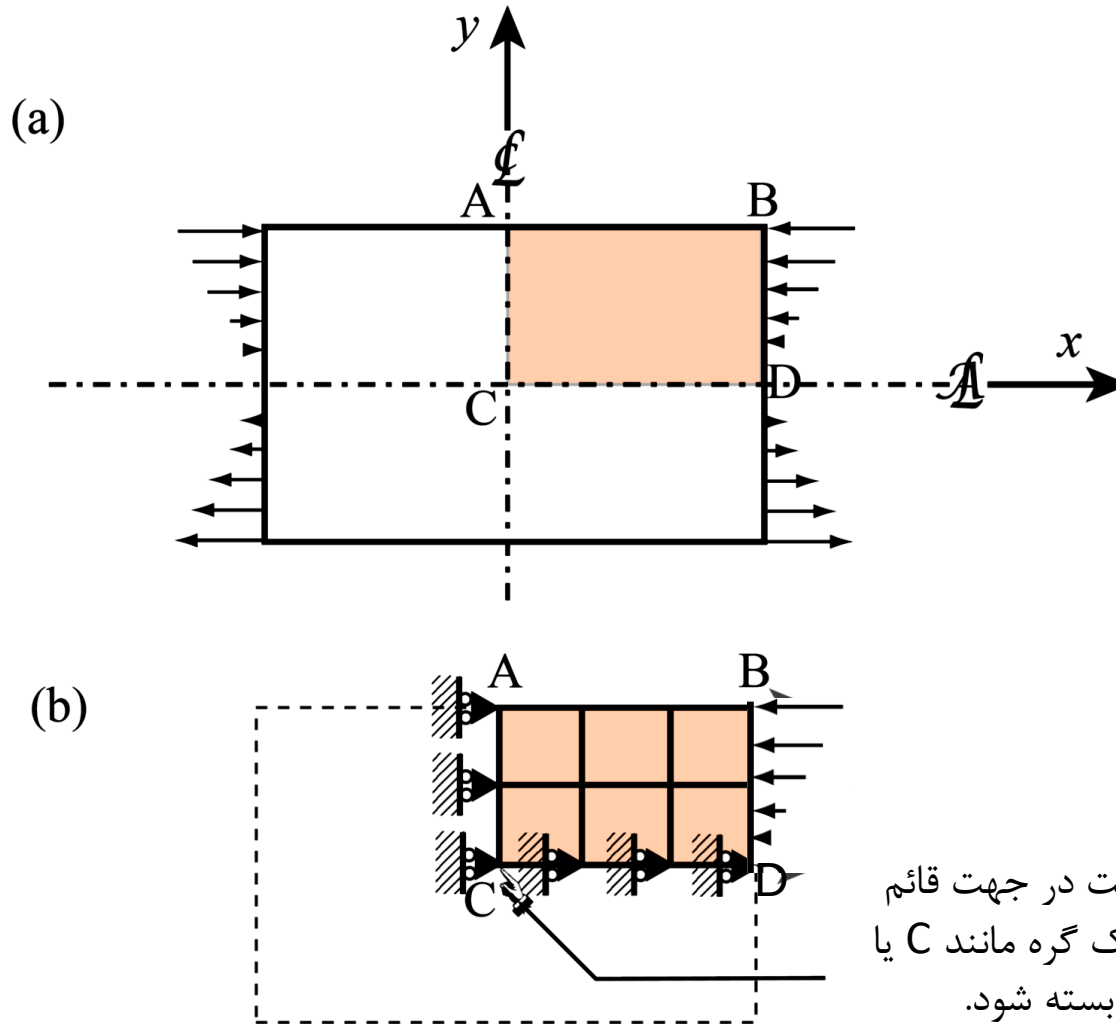
مسئله متقارن حول دو محور



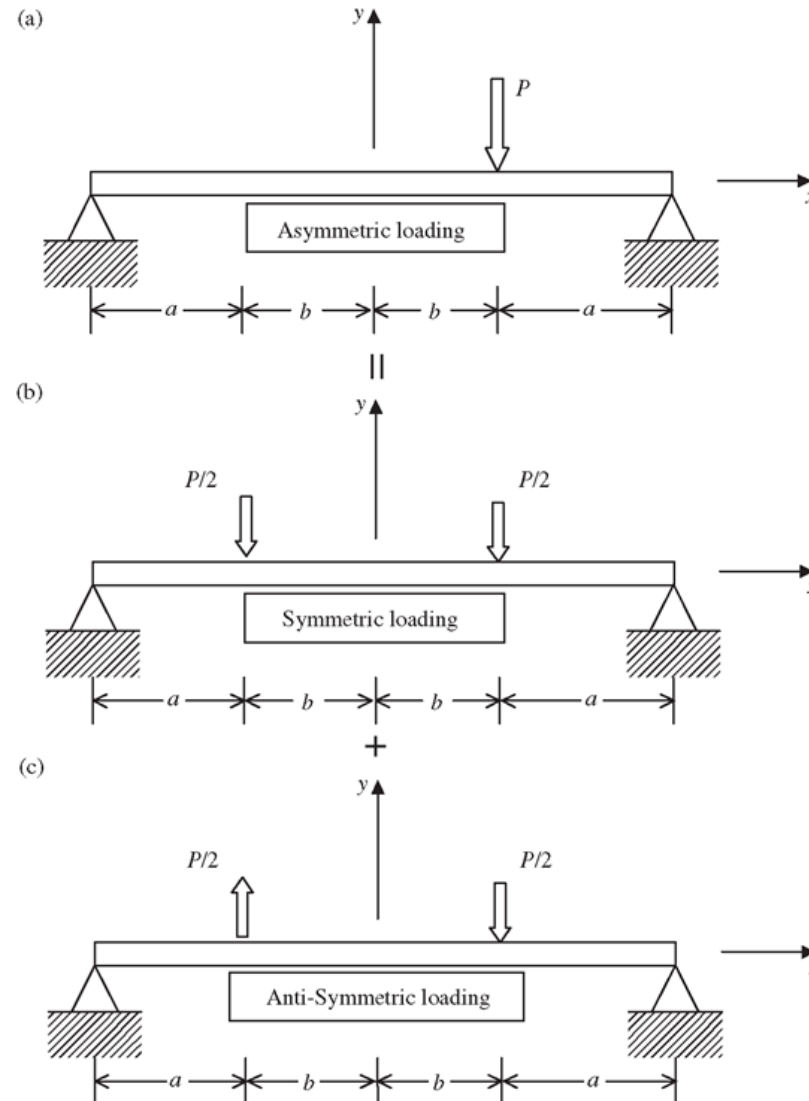
مسئله متقارن حول یک محور



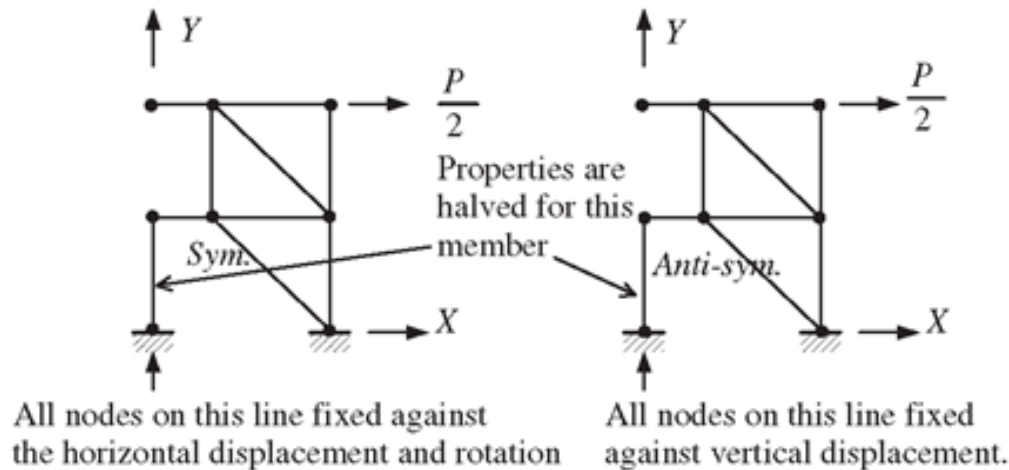
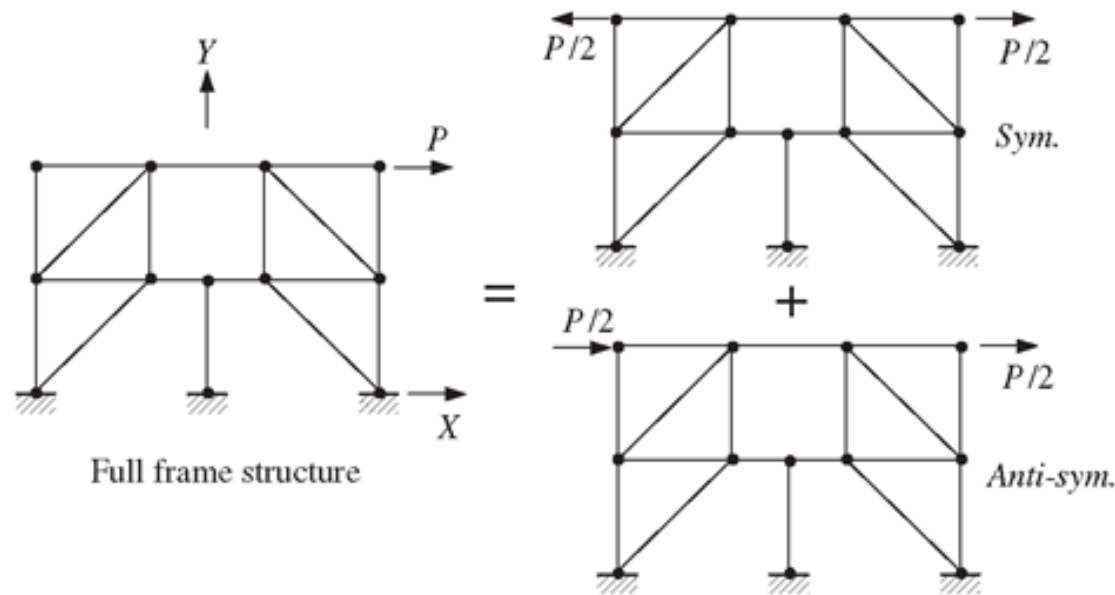
مسئله پادمتقارن حول محور افقی



تبدیل سازه متقارن به ترکیب مسئله متقارن و پادمتقارن



تبدیل سازه متقارن به ترکیب مسئله متقارن و پادمتقارن



صحت سنجی نتایج

- قضاوت مهندسی: منطقی بودن مقادیر خروجی، تغییر مکان های سازگار با شرایط مرزی، تمرکز تنش در موقعیت های مورد انتظار
- عدم حساسیت بالای نتایج به تغییر اندک خصوصیات مدل (ابعاد المانها، خواص مصالح و ...)
- مقایسه نتایج حل اجزای محدود با روشهای تحلیلی، یا نتایج آزمایشگاهی یا عددی موجود

Table 1

Natural frequencies of the SFSF isotropic plate for stationary and moving situations

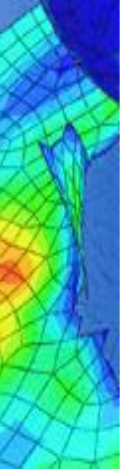
Mode	Stationary plate ($v = 0$)		Moving plate ($v = 50$ m/s)	
	Ref. [7]	Present FSM	Ref. [7]	Present FSM
1st	54.33	54.32	35.08	35.05
2nd	59.31	59.11	41.37	41.34
3rd	110.63	110.57	75.68	75.61

نرم افزارهای سازه ای مبتنی بر روش اجزاء محدود

- Tekla Structures
- Revit Structure
- ABAQUS
- OpenSees

CSI Softwares:

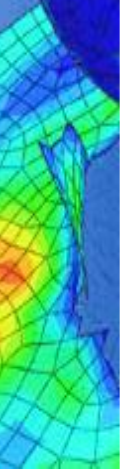
- ETABS
- SAP2000
- SAFE
- Perform 3D
- CSiBridge



نرم افزارهای مهندسی سازه

- Tekla Structures
 - Revit Structure
 - ABAQUS
 - OpenSees
- CSI Softwares:
- ETABS
 - SAP2000
 - SAFE
 - Perform 3D
 - CSiBridge

بخش تحلیل سازه نرم افزارهای فوق مبتنی بر روش اجزاء محدود است.

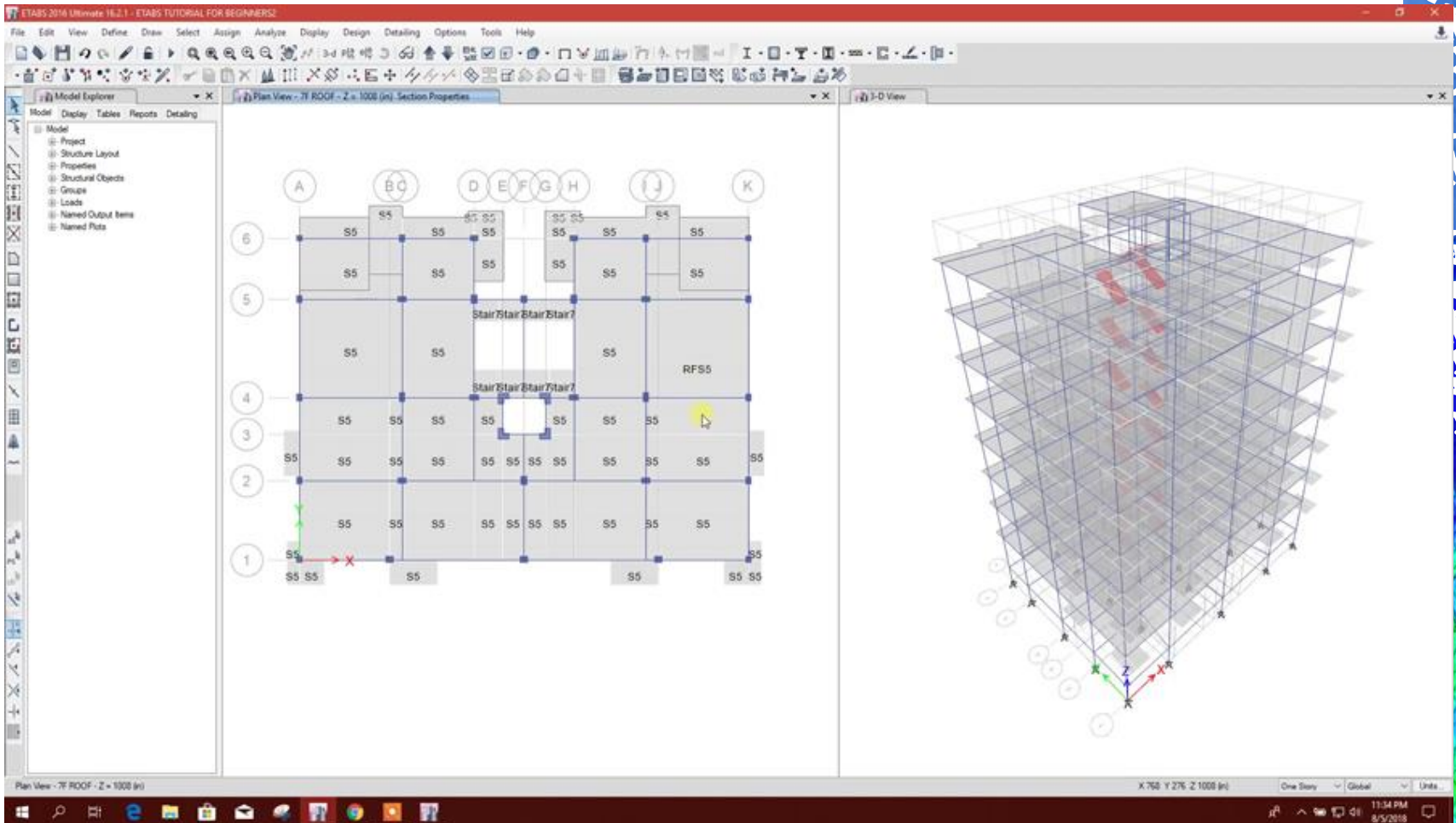


ETABS

تحلیل و طراحی سازه فولادی و بتنی

مبانی

نکات ویژه مدلسازی



ETABS

ویژگی ها:

- طراحی انواع قاب های بتنی و فولادی، دیوار برشی و تیرهای مرکب
- طراحی آسان ساختمان
- دارای خروجی SAP، SAFE و CAD و بلعکس

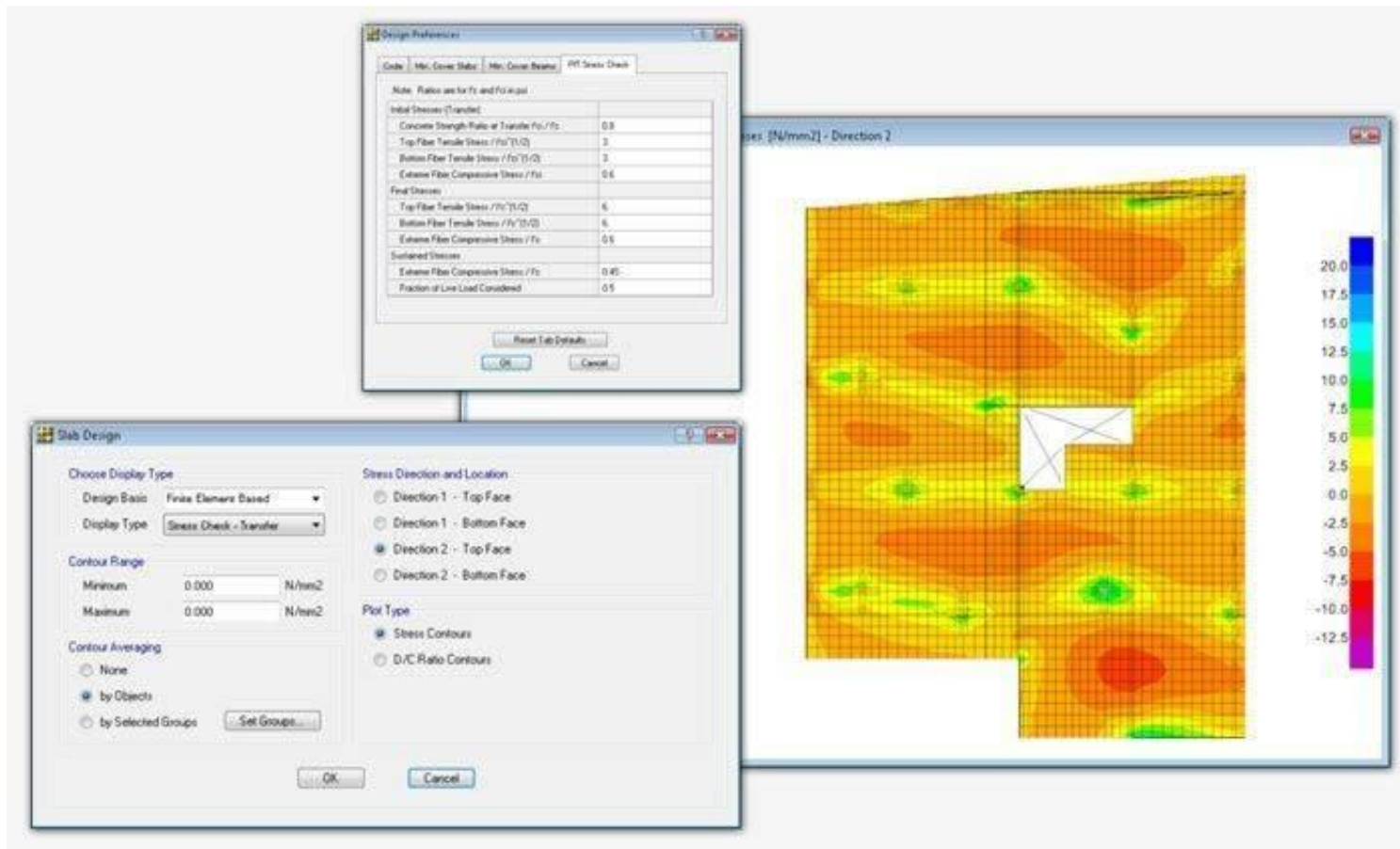
محدودیت ها:

- عدم طراحی اتصالات فولادی
- کارایی محدود در هندسه های پیچیده

SAFE

تحلیل و طراحی فونداسیون و دال بتنی

مبانی تحلیل اجزاء محدود



SAFE

ویژگی ها:

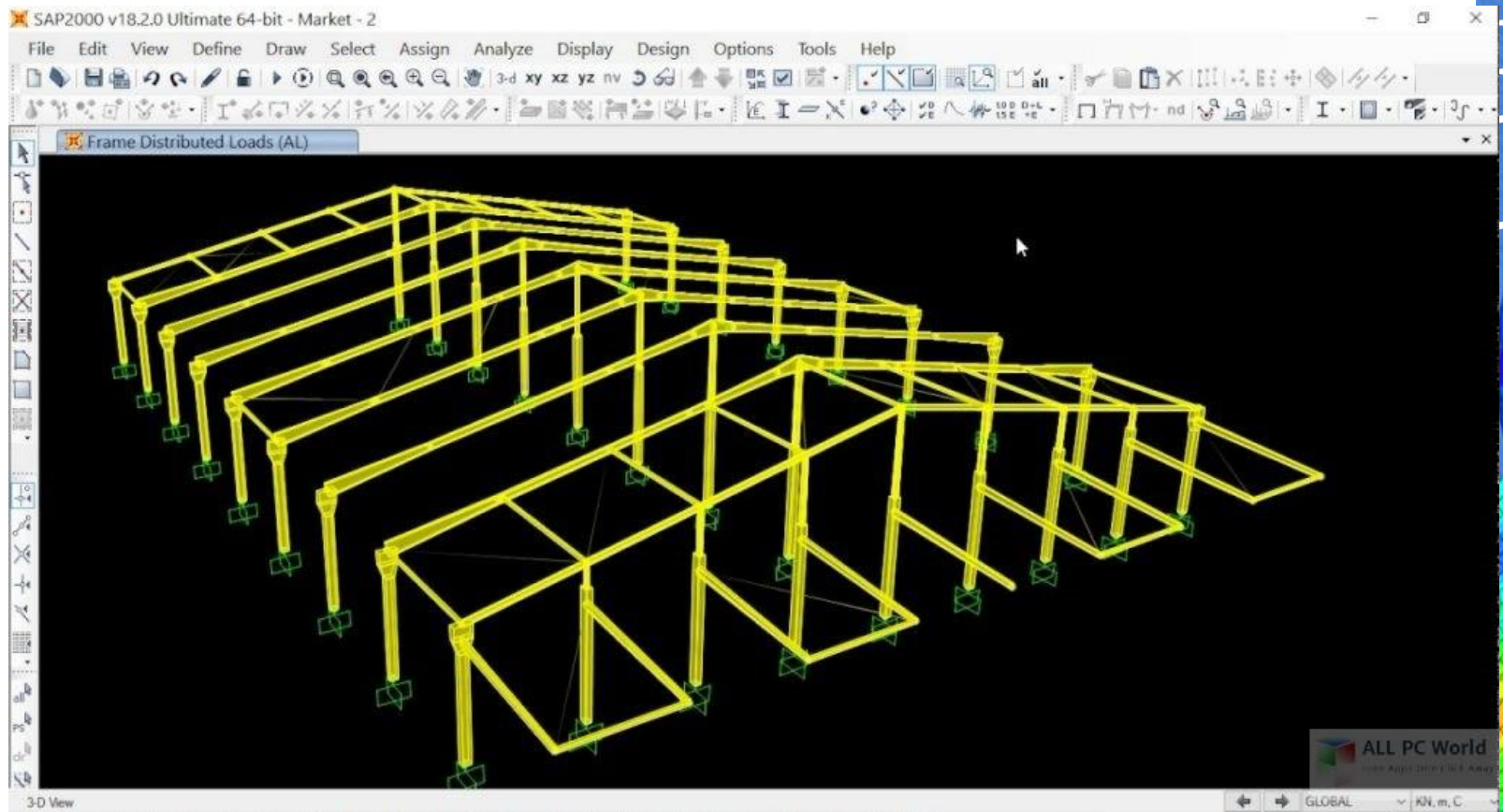
- نرم افزار تخصصی جهت طراحی انواع فونداسیون و دال
- امکان استفاده از خروجی SAP و ETABS

محدودیت ها:

- ترسیم نسبتاً ضعیف
- محدودیت ارائه جزئیات اجرایی

SAP2000

تحلیل و طراحی سازه فولادی و بتنی



مبانی تحلیل اجزاء محدود

SAP2000

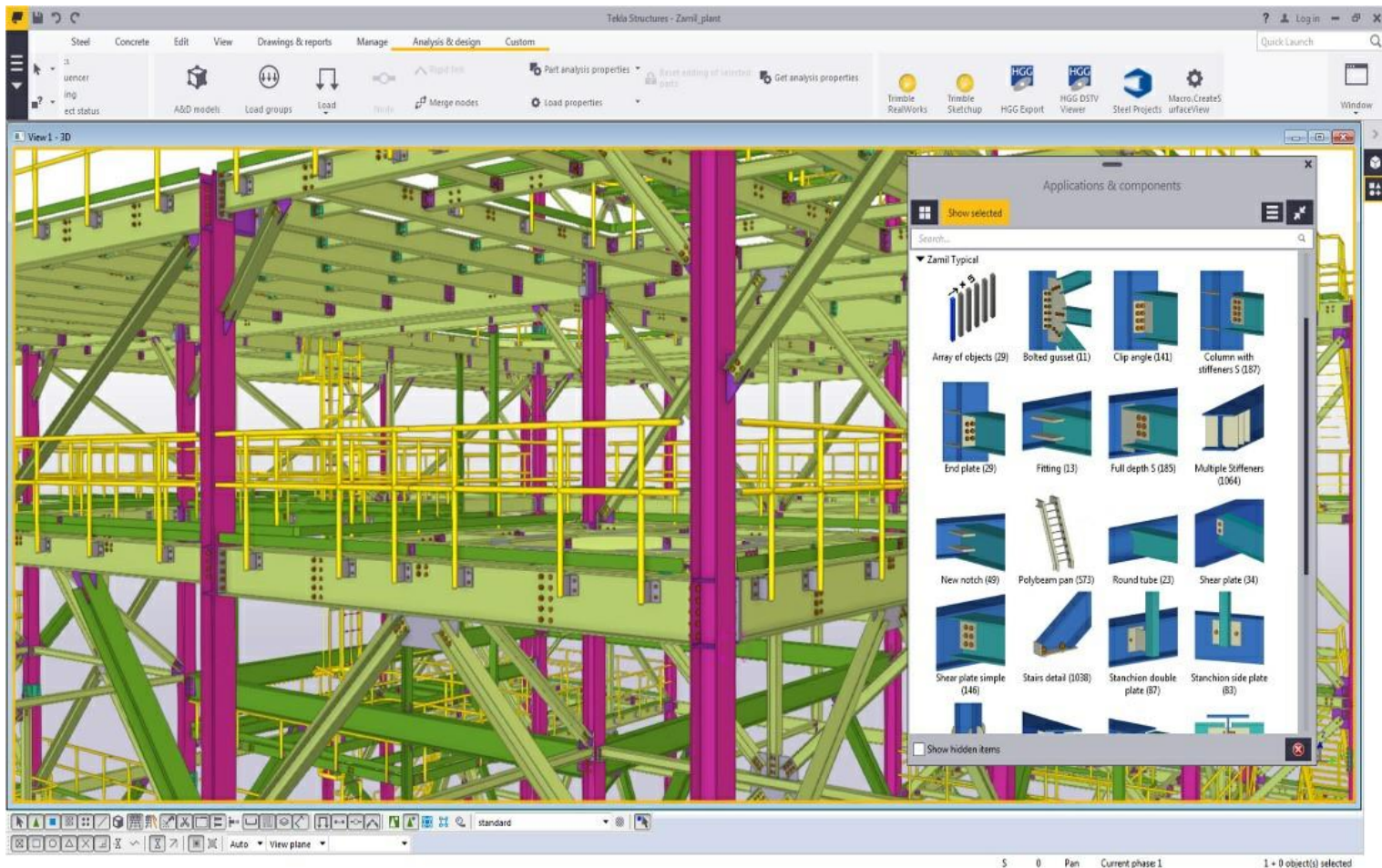
ویژگی ها:

محدودیت ها:

- طراحی انواع سازه اعم از ساختمان، سوله، پل، سازه های فضاکار
- طراحی انواع پوسته، دیافراگم، سقف و ...
- تحلیل خطی و غیر خطی، تحلیل بار متحرک
- المان های ترسیمی کم

Tekla Structures

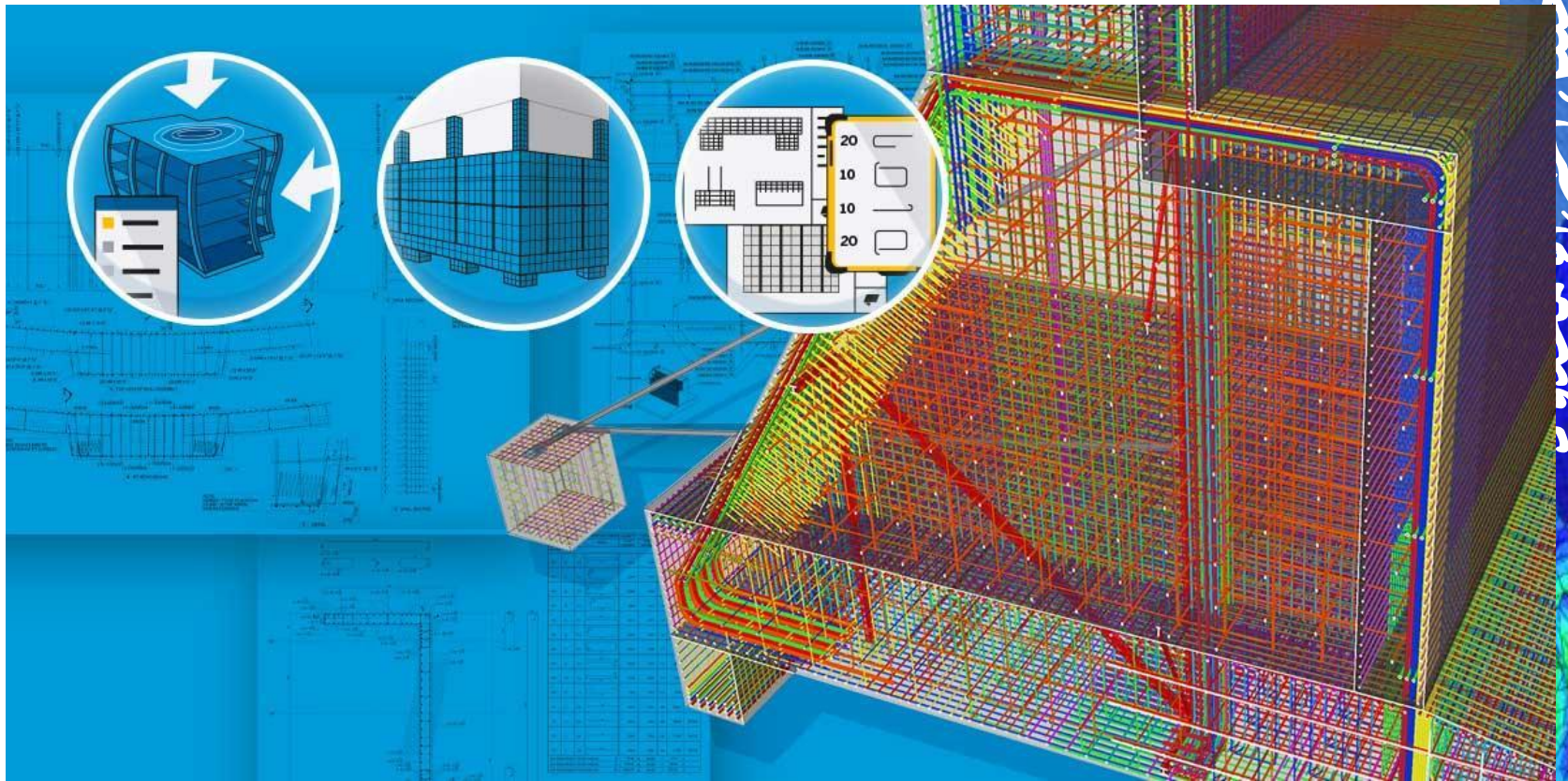
تحلیل و طراحی سازه و اتصالات فولادی و بتنی



مبانی تحلیل اجزاء محدود

Tekla Structures

تحلیل و طراحی سازه و اتصالات فولادی و بتنی



Tekla Structures

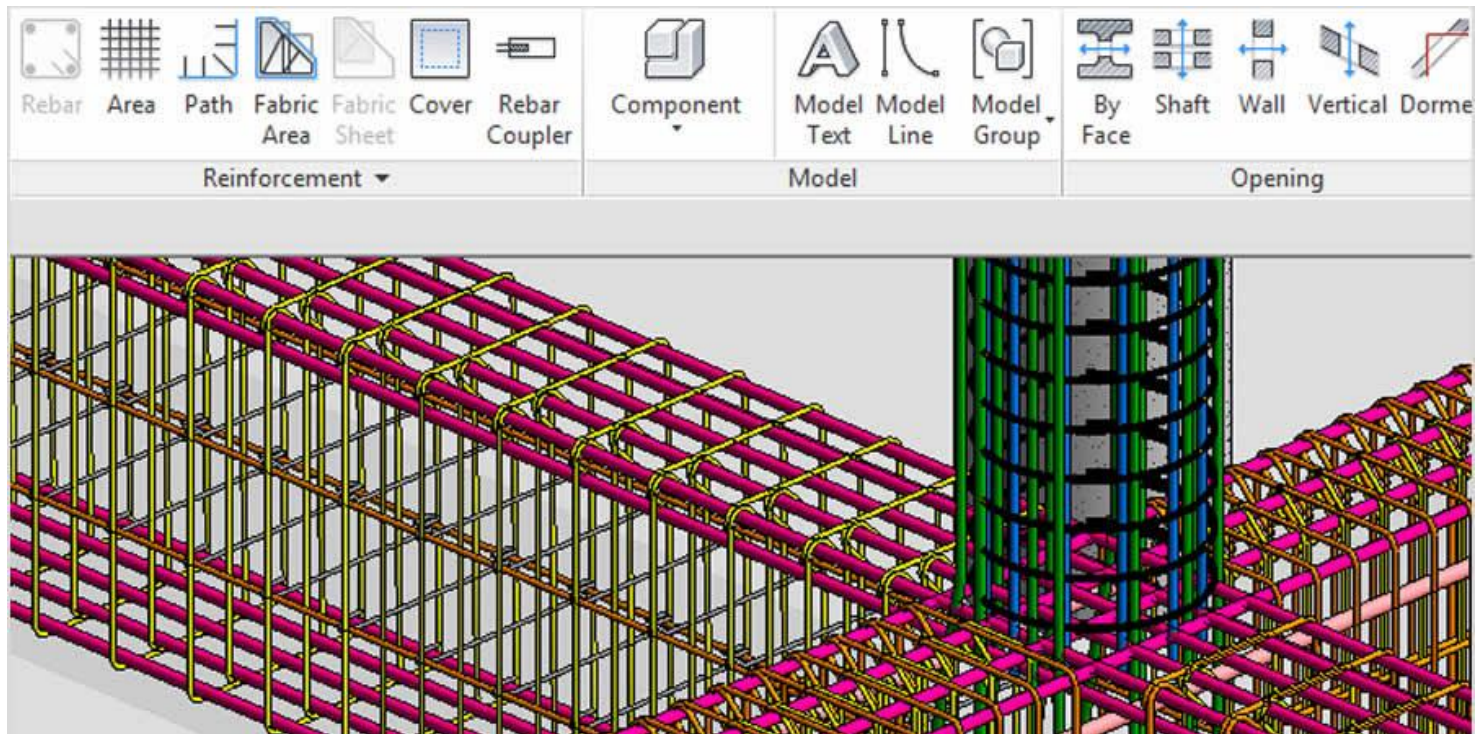
ویژگی ها:

محدودیت ها:

- تهیه نقشه های دقیق کارگاهی
 - طراحی و ترسیم اتصالات پیچی و جوشی، کف ستون و وصله ...
 - تهیه لیستوفر
 - دارای خروجی اتوکد
 - استفاده از ورودی SAP و ETABS
- محیط نرم افزاری پیچیده

Revit Structure

تحلیل و طراحی سازه و اتصالات فولادی و بتنی

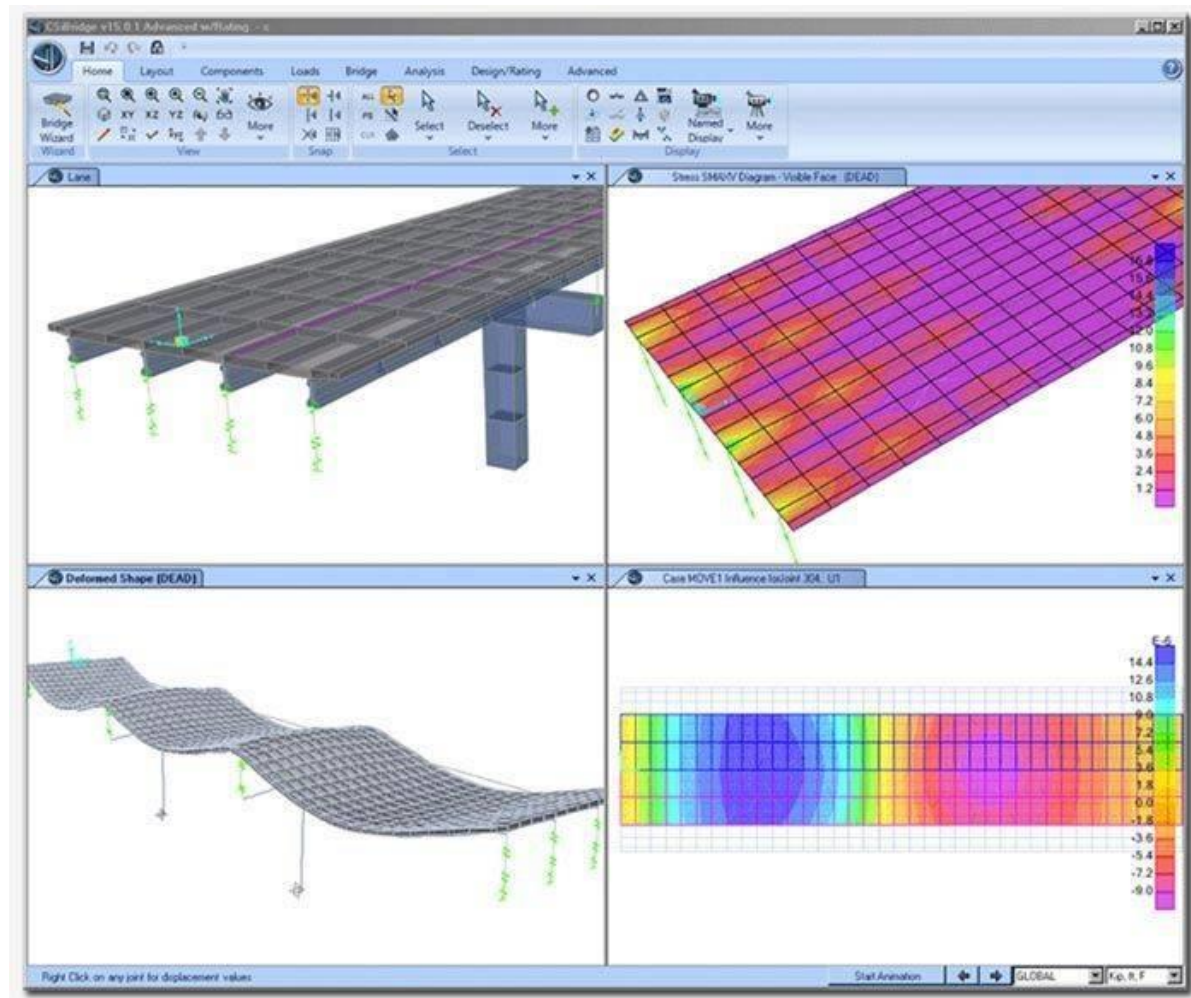


سازه های بتن آرمه

تحلیل سازه

Perform 3D

مبانی تحلیل اجزاء محدود

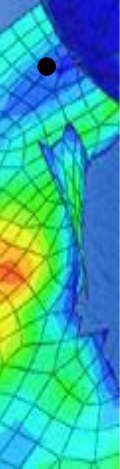


Perform 3D

ویژگی ها:

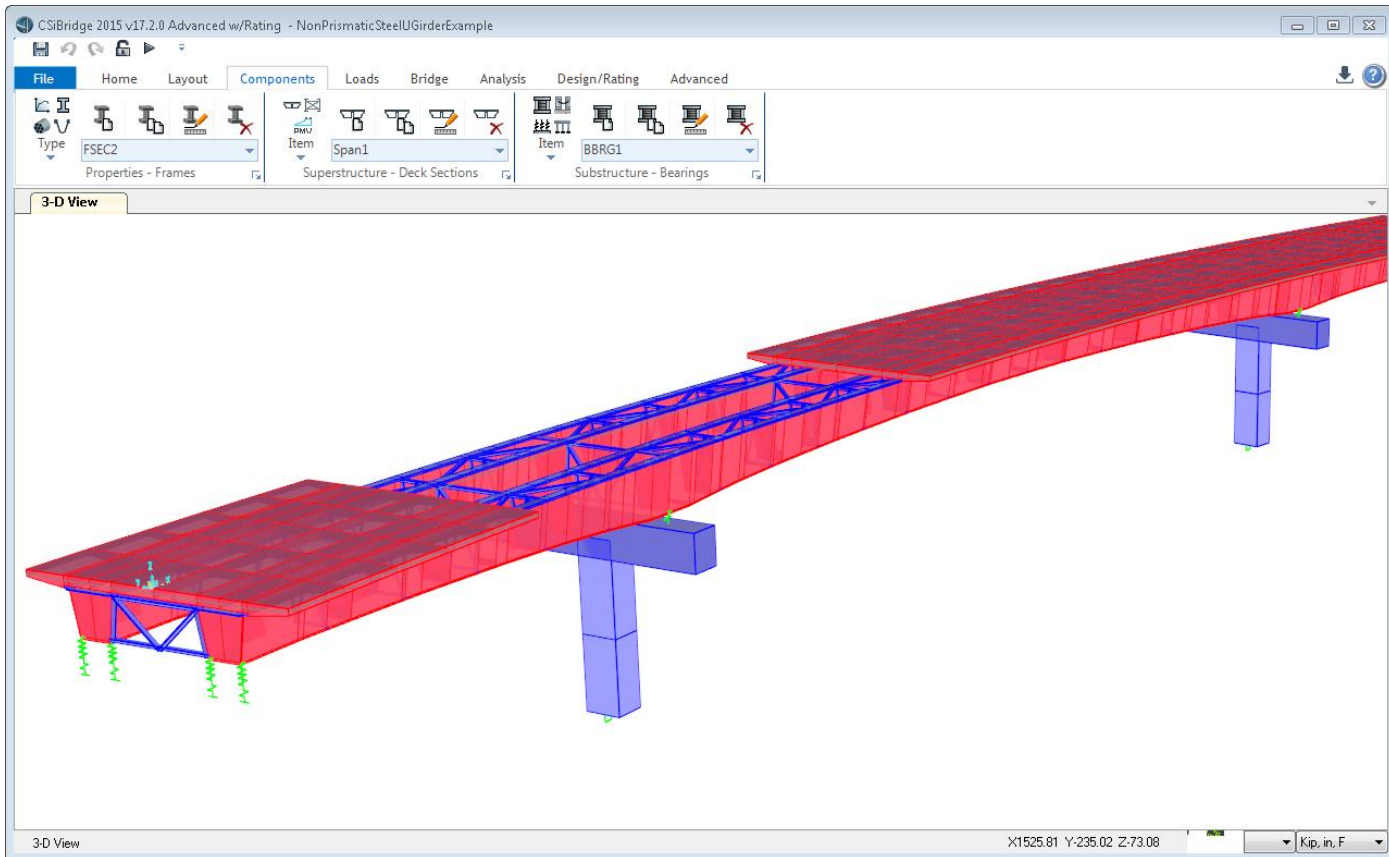
محدودیت ها:

- ساخت سازه های پیچیده و تحلیل به صورت غیر خطی و بر اساس حالت حدی خروجی SAP و ETABS تحلیل استاتیکی و دینامیکی کاربرد در ارزیابی و مقاوم سازی سازه
- فرایند پیچیده تر مدل سازی و ترسیم هندسه سازه در مقایسه با ETABS و SAP



تحلیل و طراحی پل

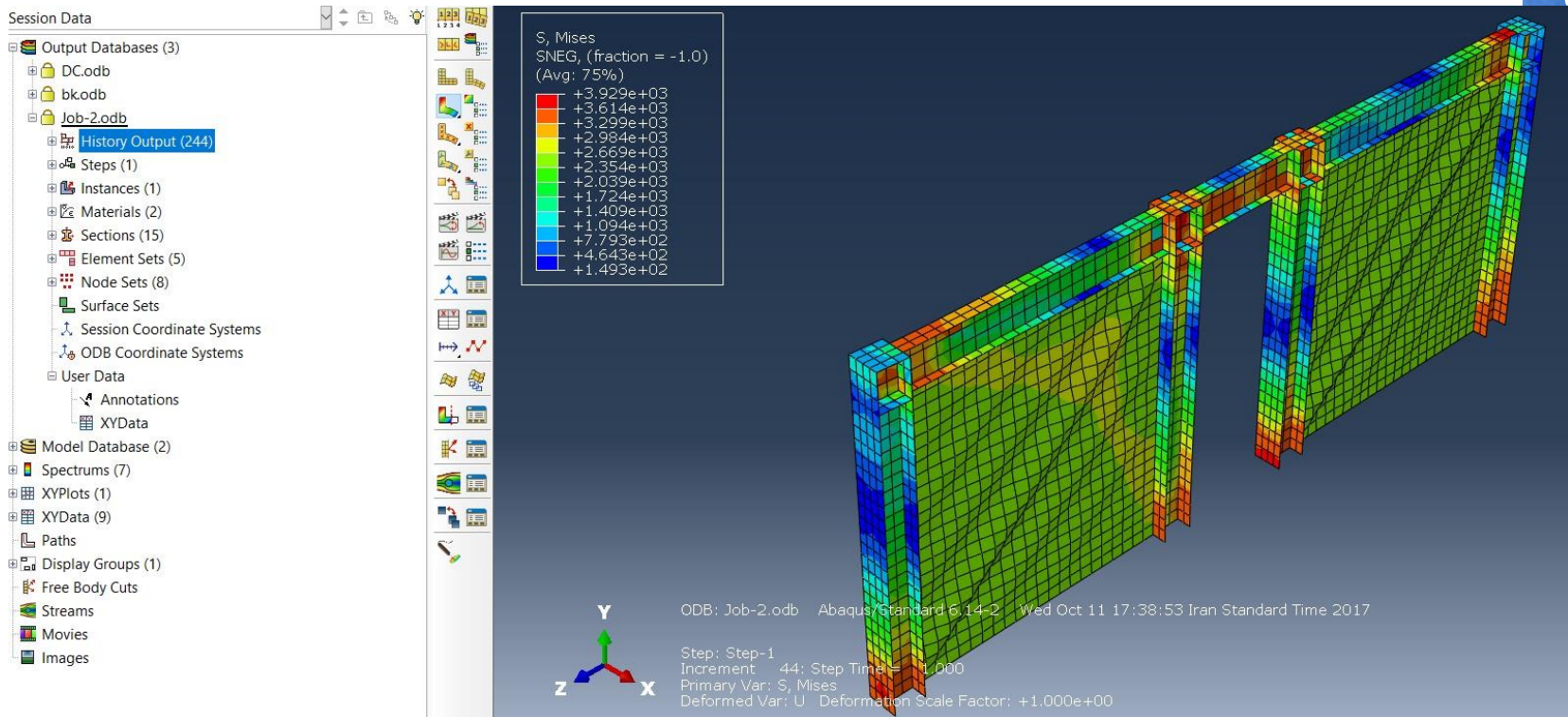
CSiBridge



ABAQUS

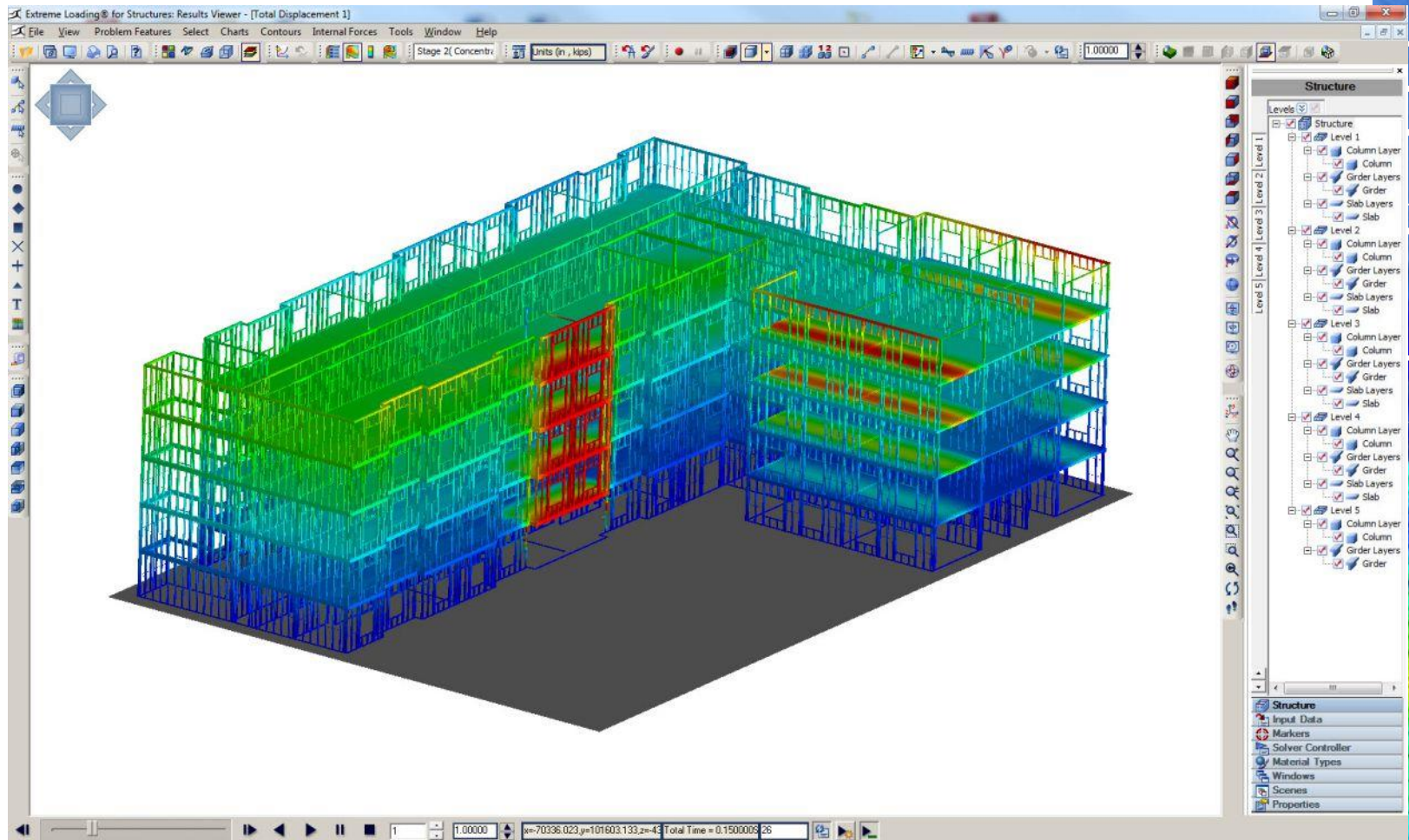
تحلیل محیط‌های پیوسته و سازه‌ها

مبانی تحلیل اجزاء محدود



ABAQUS

تحلیل محیط های پیوسته و سازه ها



تحلیل اجزاء محدود

ABAQUS

ویژگی ها:

محدودیت ها:

- انعطاف در مدلسازی هندسه های پیچیده
- مناسب برای تحلیل تنش، انتقال حرارت، انتقال جرم، تحلیل حرارتی، آکوستیک، تراوش، بارهای ضربه ای
- حجم محاسبات و زمان اجرای برنامه در مقایسه با نرم افزارهای تخصصی مهندسی عمران بالاست.
- از اعضای بتن آرمه یا مقاطع فولادی پیش فرض برخوردار نیست.

تحلیل سازه و خاک

OpenSees

مبانی تحلیل اجزاء محدود

```
Command Prompt - OpenSees

OpenSees -- Open System For Earthquake Engineering Simulation
Pacific Earthquake Engineering Research Center -- 2.3.0

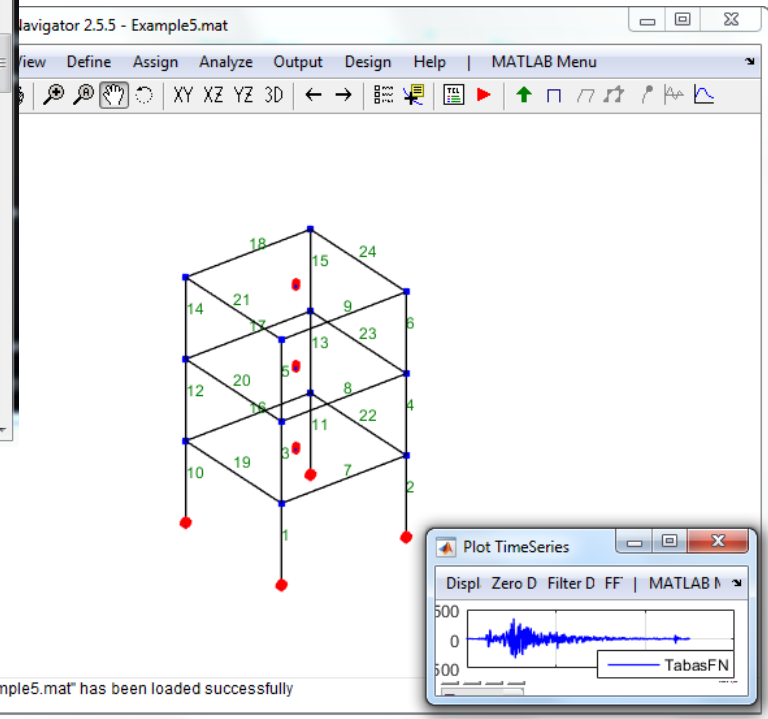
(c) Copyright 1999,2000 The Regents of the University of California
All Rights Reserved
(Copyright and Disclaimer @ http://www.berkeley.edu/OpenSees/copyright.html)

OpenSees > source RCFrameGravity.tcl

Node: 3
Coordinates : 0 144
Disps: -4.2783e-019 -0.0183736 8.76328e-021
unbalanced Load: 0 -180 0
ID : 3 4 5

Node: 4
Coordinates : 360 144
Disps: -4.2806e-019 -0.0183736 7.84263e-021
unbalanced Load: 0 -180 0
ID : 0 1 2

Element: 1 Type: ForceBeamColumn2d Connected Nodes: 1 3
Number of Sections: 5 Mass density: 0
Lobatto
End 1 Forces (P U M): 180 -4.38256e-032 2.13163e-014
End 2 Forces (P U M): -180 4.38256e-032 -2.13163e-014
OpenSees >
```



OpenSees

ویژگی ها:

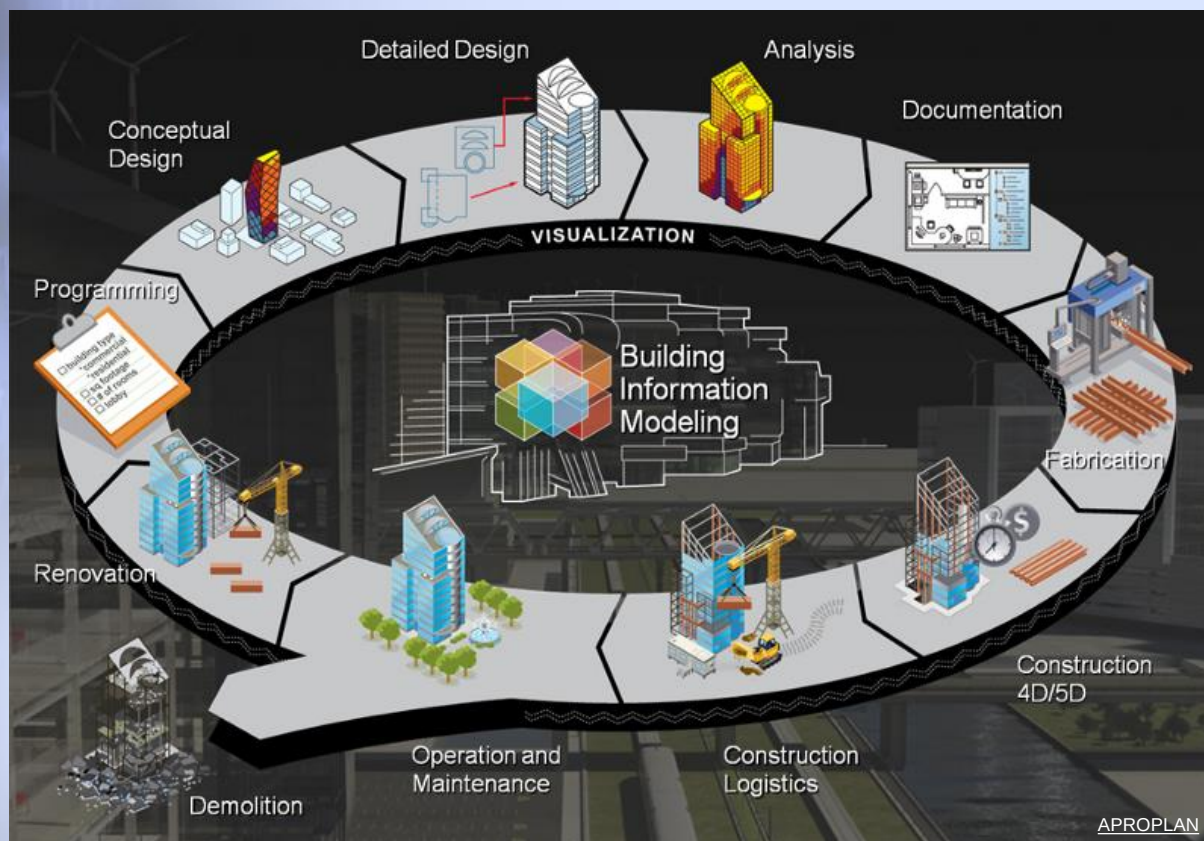
محدودیت ها:

- متن باز بودن نرم افزار
- سرعت اجرای بالا
- توانمندی بالا در تحلیل لرزه ای
- تحلیل غیرخطی بارافزون
- تحلیل دینامیکی فزاینده IDA
- مدل سازی بارهای حرارتی و آتش
- تحلیل خرابی پیش رونده
- تحلیل قابلیت اعتماد
- تحلیل حساسیت
- مدل سازی اندرکنش خاک و سازه
- حساسیت زیاد برنامه نسبت به دستور زبان برنامه نویسی
- امکانات ضعیف برنامه در نمایش گرافیکی (اهمیت استفاده از برنامه های جانبی همچون OpenSees Navigator)
- وجود نقص در برخی مدل های رفتاری و المان ها

نرم افزارهای BIM

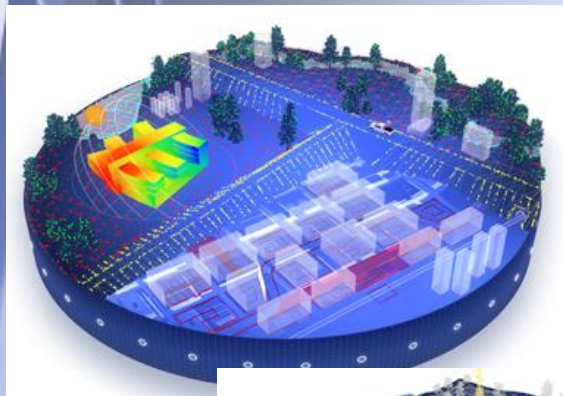
مدل سازی اطلاعات ساختمان

BIM: **B**uilding **I**nformation **M**odelling

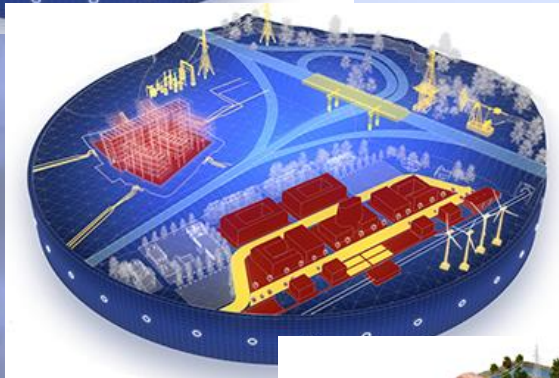


BIM چیست؟

طراحی
مفهومی



طراحی معماری، سازه، تاسیسات
و ارائه برآینات و مدارک فنی



مدیریت
ساخت



مدیریت
بهره برداری



نرم افزارهای BIM

AutoDesk Softwares:

- Revit
- Navisworks
- CIVIL 3D
- Tekla
- ArchiCAD

