جزوه آموزشی پیشرفته نرم افزار کد باز OpenSees

Open System for Earthquake Engineering Simulation

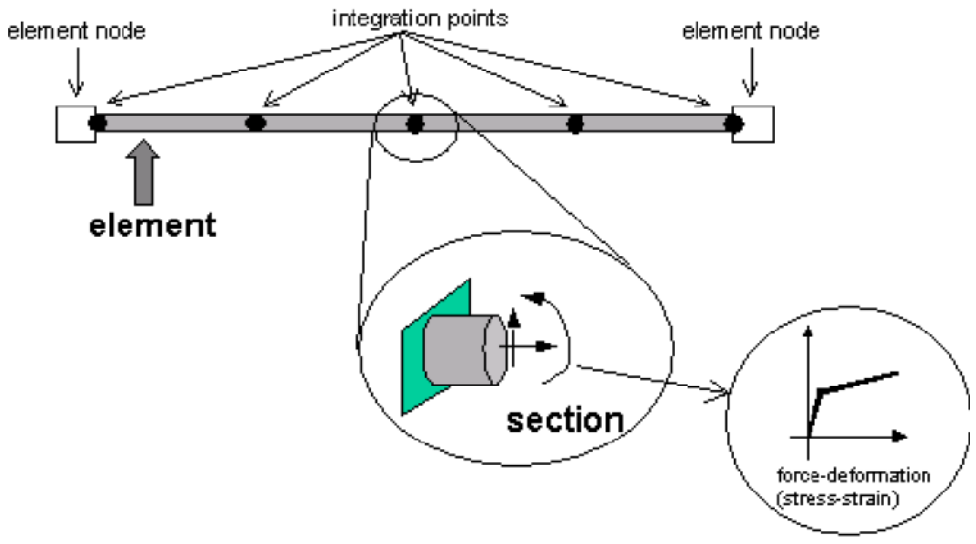
مجتبی اصغری سرخی
مرداد ۹۰
mojtaba808@yahoo.com

۵- تعریف مقطع Section Command

این جزوه مربوط به بخش ۲۰ از منوال راهنمای نرم افزار می باشد. انواع مقاطع:

- Types of sections:
- **Elastic** – defined by material and geometric constants
- **Resultant** – general nonlinear description of force-deformation response, e.g. moment-curvature
- **Fiber** – section is discretized into smaller regions for which the material stress-strain response is integrated to give resultant behavior, e.g. reinforced concrete

در مقاطع Fiber سطح مقطع به انواع مش ها تقسیم بندی می شود و با تعیین نقاط مختلف مقطع روابط تنش-کرنش و مصلح مختلف مربوط به هر یک تعریف می شود که مزیت آن در مدل کردن آرماتور ها در مقطع بتنی است.اخیرا نرم افزار SAP v.14 نیز از المان های فیبری برای آنالیزر خود استفاده می کند.نحوه در نظر گرفتن مصالح و نوع مقطع در آنالیز المان در شکل زیر نشان داده شده است:



بدین معنیست که از طریق منحنی تنش کرنش هر مقطع که آن هم از فیبر های هر مقطع گزارش می گیرد می توان نیروهای در دو سر المان و هر نقطه از المان را تعیین کرد.

Elastic Section

این نوع مقطع با دریافت مستقیم پارامتر های E,A,F_y دیگر نیازی به خصوصیات متریال ندارد. در حالت سه بعدی j,G,I_y نیز لازم دارد:

Elastic Section

This command is used to construct an ElasticSection object.

section Elastic $secTag $E $A $Iz <$Iy $G $J>

$secTag	unique section object tag
$E	Young's Modulus
$A	cross-sectional area of section
$Iz	second moment of area about the local z-axis
$Iy	second moment of area about the local y-axis (optional, used for 3D analysis)
$G	Shear Modulus (optional, used for 3D analysis)
$J	torsional moment of inertia of section (optional, used for 3D analysis)

EXAMPLE:

section Elastic 1 29000 100 100000 80000 20000 100000;

Uniaxial Section

این نوع مقطع از نوع resultant محسوب می شود که در آن با اختصاص تگ متریال مربوطه که می تواند خطی یا غیر خطی باشد و نیز نوع String رفتار مربوط به آن در مقطع پیاده خواهد شد.

Uniaxial Section

This command is used to construct a UniaxialSection object which uses a previously-defined *UniaxialMaterial* (page 43) object to represent a single section force-deformation response quantity. (Formerly known as Generic1d section, which is still accepted by OpenSees)

section Uniaxial $secTag $matTag $string

$secTag		unique section object tag
$matTag		previously-defined *UniaxialMaterial* (page 43) object
$string		the force-deformation quantity to be modeled by this section object. One of the following strings is used:
	P	Axial force-deformation
	Mz	Moment-curvature about section local z-axis
	Vy	Shear force-deformation along section local y-axis
	My	Moment-curvature about section local y-axis
	Vz	Shear force-deformation along section local z-axis
	T	Torsion Force-Deformation

Fiber Section

مقاطع ساخته شده با فیبر کاملترین مقاطع میباشند که به خوبی با استفاده از فیبر ها خواص اجزای محدود مقاطع را در تحلیل لحاظ می کند.

Fiber Command

This command is used to construct a UniaxialFiber object and add it to the section.

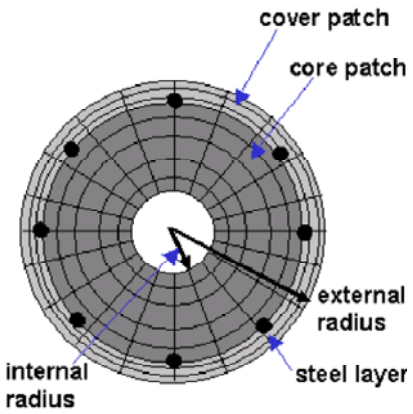
```
fiber $yLoc $zLoc $A $matTag
```

$yLoc	y coordinate of the fiber in the section (local coordinate system)
$zLoc	z coordinate of the fiber in the section (local coordinate system)
$A	area of fiber
$matTag	material tag of the pre-defined *UniaxialMaterial* (page 43) object used to represent the stress-strain for the area of the fiber

NOTE: in *2D* (page 34) bending is about the local z-axis

توجه داشته باشید که در حالت آنالیز دو بعدی در Opensees خمش همواره به طور پیشفرض حول محورZ صورت می پذیرد.بنابراین در حالت دو بعدی نیازی به معرفی جهت قرار گیری مقطع به نرم افزار نیست چراکه نرم افزار مقطع اختصاص داده شده به المان را به طور خودکار در جهتی قرار می دهد که خمش وارده حول محور Z باشد.اما در حالت سه بعدی با استفاده از دستور GeomTrans می توان جهت قرار گیری مقطع در المان سازه را معرفی کرد.

```
section Fiber $secTag {
        fiber <fiber arguments>
        patch <patch arguments>
        layer <layer arguments>
}
```



Quadrilateral Patch Command -۱-۳-۱۰

برای تعریف مقطع با استفاده از دستور Quadrilateral Patch Command می توان مستعطیلی از فیبر ها تعریف کرد که با دادن تعداد تقسیم ها و مختصات I,j,k,l مستعطیل مربوطه را می سازد.برای مثال برای

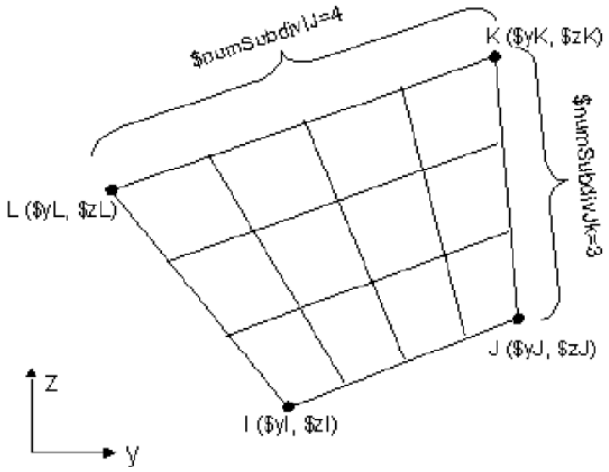
تعریف مقطع IPE میبایست دو مستعطیل برای بال و یک مستعطیل فیبری برای جان با دادن مختصات چهار گوشه هر کدام از مستعطیل ها تعریف کرد.

Quadrilateral Patch Command

This command is used to construct a Patch object with a quadrilateral shape. The geometry of the patch is defined by four vertices: I J K L, as illustrated in the Figure. The coordinates of each of the four vertices is specified in sequence -- counter-clockwise.

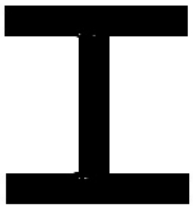
patch quad $matTag $numSubdivIJ $numSubdivJK $yI $zI $yJ $zJ $yK $zK $yL $zL

$matTag		material integer tag of the previously-defined *UniaxialMaterial* (page 43) object used to represent the stress-strain for the area of the fiber
$numSubdivIJ		number of subdivisions (fibers) in the IJ direction.
$numSubdivJK		number of subdivisions (fibers) in the JK direction.
$yI	**$zI**	y & z-coordinates of vertex I (local coordinate system)
$yJ	**$zJ**	y & z-coordinates of vertex J (local coordinate system)
$yK	**$zK**	y & z-coordinates of vertex K (local coordinate system)
$yL	**$zL**	y & z-coordinates of vertex L (local coordinate system)

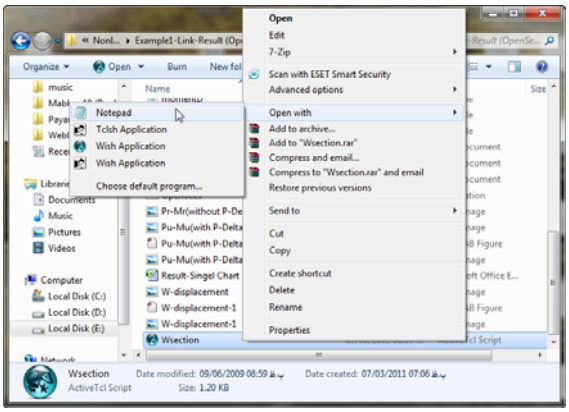


برای مثال برای تعریف مقاطع W شکل که از لحاظ هندسه مشابه IPE میباشند میبایست دستورات پارامتری زیر را تعریف کنیم:

```
#Wsection.tcl: tcl procedure for creating a wide flange steel fiber section
#written: Remo M. de Souza
#date: 06/99
#modified: 08/99  (according to the new general modelbuilder(
#  input parameters
#  secID - section ID number
#  matID - material ID number
#  d  = nominal depth
#  tw = web thickness
#  bf = flange width
#  tf = flange thickness
#  nfdw = number of fibers along web depth
#  nftw = number of fibers along web thickness
```



```
 #  nfbf = number of fibers along flange width
 #  nftf = number of fibers along flange thickness
proc Wsection { secID matID d tw bf tf nfdw nftw nfbf nftf} {
  set dw [expr $d - 2 * $tf[
  set y1 [expr -$d/2[
  set y2 [expr -$dw/2[
  set y3 [expr  $dw/2[
  set y4 [expr  $d/2[
  set z1 [expr -$bf/2[
  set z2 [expr -$tw/2[
  set z3 [expr  $tw/2[
  set z4 [expr  $bf/2[
                    #
  section fiberSec  $secID}
                #    nfIJ  nfJK    yI  zI    yJ  zJ    yK  zK
yL  zL
    patch quadr  $matID  $nfbf $nftf   $y1 $z4   $y1 $z1   $y2 $z1   $y2 $z4
    patch quadr  $matID  $nftw $nfdw   $y2 $z3   $y2 $z2   $y3 $z2   $y3 $z3
    patch quadr  $matID  $nfbf $nftf   $y3 $z4   $y3 $z1   $y4 $z1   $y4 $z4
{
}
```



استفاده از مقاطع قبلا تعریف شده با فراخوانی تابع

بهتر است جهت پرهیز از تکرار پیچیدگی های تعریف مقطع در هر بار مدل سازی و آنالیز سازه های متفاوت، مقاطع متداول و پرکاربرد مثل WSection یا دوبل ناودانی و ... را در ابتدا در فایل TCL به صورت تابع برنامه نویسی و ذخیره کنیم سپس در هر فایل متنی که هستیم تابع یاد شده را با دستور مثلا:

Source WSection.tcl

فراخوانی کنیم.(مقاطع IPE مشابه W شکل ها میباشند)

برای مثال برای تعریف مقطع W14x53 با فراخوانی تابع WSection میبایست دستورات زیر برای تعریف پارامتر های مجهول تابع فوق به متن دستورات اضافه شود:

```
source Wsection.tcl

 #beam-Column sections: W14x53
#set BeamCOLSecTag 2
set d  1.1583;  # depth
set bf  0.67;  # flange width
set tf  0.05;  # flange thickness
set tw 0.03;  # web thickness
set nfdw 10;  # number of fibers along dw
set nftw 4;  # number of fibers along tw
set nfbf 10;  # number of fibers along bf
set nftf 4;  # number of fibers along tf
Wsection 1 1 $d $bf $tf $tw $nfdw $nftw $nfbf $nftf
```

فهرست اطلاعات جزوه پیشرفته آموزش OpenSees:

- مروری بر قابلیت های انواع نرم افزارهای اجزای محدود
- آشنایی با OpenSees ،راهنمای نرم افزار Help ، امکانات نرم افزار OpenSees ، راه اندازی نرم افزار OpenSees
- بررسی عملکرد تحلیل در نرم افزار OpenSees
  - روش های نمایش و برنامه نویسی در OpenSees ، برنامه نویسی با زبان TCL
- نحوه مدل سازی و تعریف گره ها در OpenSees (از طریق ایمپرت مختصات گره ها از SAP)
- معرفی انواع مصالح UniaxialMaterial ، تعریف مقطع Section Command ، انواع المان ها Element Command
- خصوصیات هندسیGeometric Trans Formation
- بارگذاری های استاتیکی و دینامیکی خطی و غیر خطی Pattern Load
- دستورات مورد نیاز برای آنالیز سازه Analysis Objects
- تعیین فرکانس ارتعاشی سازه با استفاده از Eigen Command
- منحنی پوش اور و تعیین سختی و تغییر مکان غیر خطی سازه از الگوریتم نیوتن رافسون در OpenSees
- انواع خروجی ها در نرم افزار OpenSees
- نحوه لینک کردن نرم افزار OpenSees با Matlab
- آشنایی و نحوه کار با نرم افزار های Pre or Post processing
  - OPS (OpenSees Post Processing) ، OpenSees Navigator ، OpenSees PL و GID
  - پیوست مثال (کد دستوری آنالیز پوش اور قاب پورتال) - حل با Opensees Tcl , Matlab

برای دریافت جزوه پیشرفته ۸۵ صفحه ای آموزش OpenSees به همراه:

- اطلاعات کامل از انواع نسخه های OpenSees , TCL Editor و نرم افزار های Pre & Post processing مثل OSP و Navigator و فیلم آموزشی لاتین کار با Navigator
- جزوات آموزشی لاتین و فارسی و مثال ها و منوال راهنمای لاتین OpenSees
- فیلم آموزشی لاتین از نرم افزار TCl Editor از Dr.Silvia Mazzoni
- انواع مثال های سازه ای از نرم افزار OpenSees و انواع مقاطع آماده با پسوند tcl برای استفاده در انواع دستورات
- + آخرین نسخه از سایر نرم افزار های اجزای محدود Perform3D v.5 و فیلم های لاتین آموزشی مرتبط با آنالیز پوش اور در نرم افزار های CSI و , Seismo Signal&Struct - EZ Frisk-Shake2000 -IDRAC-DRAIN - nonlin-Bispec
- و سایر نرم افزار های آکادمیک تحلیل غیر خطی و اجزای محدود و اطلاعات مرتبط با آنها

در 1DVD با عنوان آپدیت شده مجموعه ۵-۱۱ فعلی و به قیمت ۵۰ هزار تومان به وبسایت سازه ۸۰۸ مراجعه نمایید:

www.Saze808.com