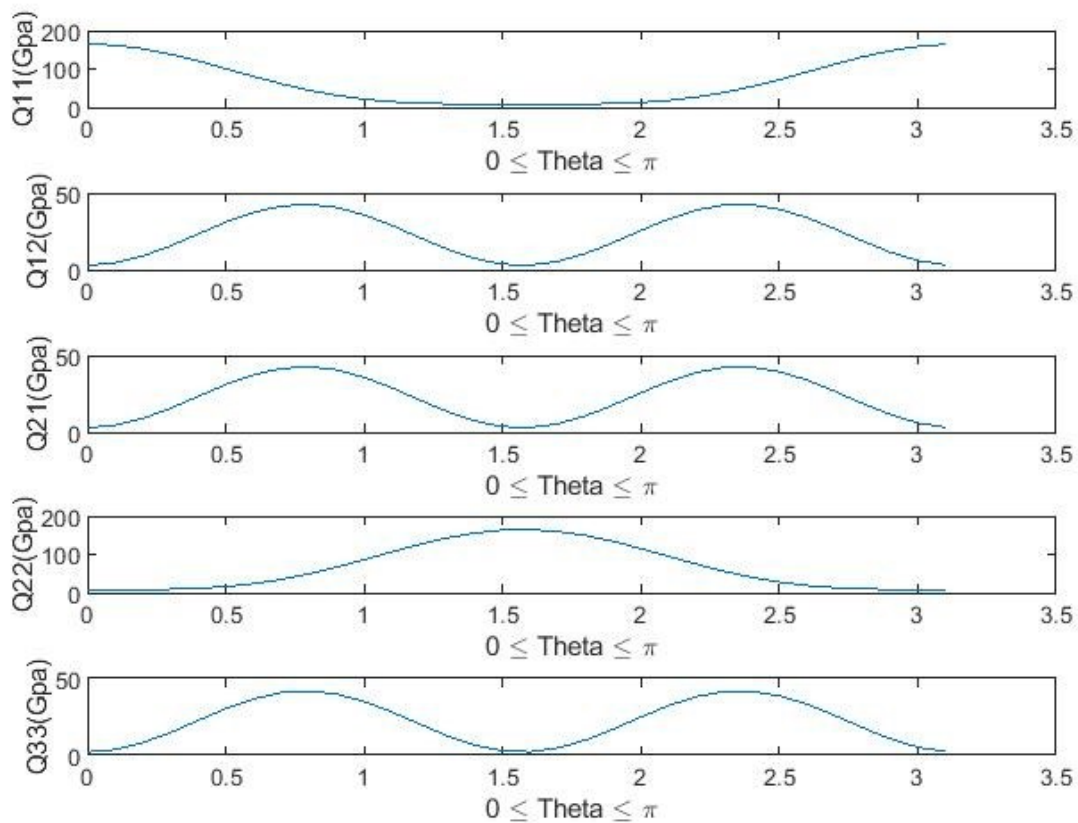


Mehrab Zamanian

Last series of exercises

Excercise 1

کد متلب آن در M فایل به نام exercise1 موجود می باشد. نتایج خروجی به شکل زیر می باشد.



Exercise 2

2. Based on the requirement that at least one ply each of $\theta=0^\circ, 45^\circ, -45^\circ$ and 90° be used and that all plies are the same material and thickness, construct a minimum thickness laminate and evaluate A_{ij} , B_{ij} and D_{ij} for the following situations.

a. Orthotropic with respect to in-plane forces. That is $A_{16}=A_{26}=0$.

برای این حالت لازم است مقطع بالانس باشد و برای اینکه باقی درایه ها صفر نشوند لازم است مقطع متقارن نباشد. مقطع به صورت زیر فرض می شود. وبا برنامه ی نوشته شده در متلب ماتریس سختی آن محاسبه می شود.

تعریف کردن مقطع در متلب و نتایج آن:

$1.11e-16$ را با تقریب می توان صفر فرض کرد

45°
-45°
0°
90°

6x6 double									
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	2.6701	0.9097	0	-1.3102e-04	0.0080	0.0039			
2	0.9097	2.6701	1.1102e-16	0.0080	-0.0158	0.0039			
3	0	1.1102e-16	0.8802	0.0039	0.0039	0.0080			
4	-1.3102e-04	0.0080	0.0039	1.9940e-04	1.2130e-04	7.8308e-05			
5	0.0080	-0.0158	0.0039	1.2130e-04	5.1263e-04	7.8308e-05			
6	0.0039	0.0039	0.0080	7.8308e-05	7.8308e-05	1.1736e-04			
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									

* صفر شدن درایه های A_{16}, A_{26}

Command Window

```
number of laminas 4   وارد کردن تعداد لمیناها
orientation of laminas (bottom to top) pi/2   وارد کردن جهت لمیناها
orientation of laminas (bottom to top) 0
orientation of laminas (bottom to top) -pi/4
orientation of laminas (bottom to top) pi/4
fx >>
```

ریز محاسبات در فایل کد متلب به نام lamstiff.m قرار دارد.

b. $B_{ij}=0$

در این حالت لازم است مقطع متقارن باشد. و برای اینکه بقیه درایه ها مقدار داشته باشند لازم است غیربالانس باشد.

مقطع به صورت زیر فرض می شود.

45°
0°
90°
-45°
90°
0°
45°

تعریف کردن مقطع در متلب و نتایج آن:

	1	2	3	4	5	6
1	4.8717	1.3930	0.3915	3.4694e-18	0	0
2	1.3930	4.8717	0.3915	0	-1.7347e-18	0
3	0.3915	0.3915	1.3413	0	0	0
4	3.4694e-18	0	0	0.0022	8.0765e-04	7.0804e-04
5	0	-1.7347e-18	0	8.0765e-04	0.0013	7.0804e-04
6	0	0	0	7.0804e-04	7.0804e-04	7.8654e-04
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						

دو قسمت مربوط به درایه های B صفر شده اند

```

Command Window
number of laminas 7
orientation of laminas (bottom to top) pi/4
orientation of laminas (bottom to top) 0
orientation of laminas (bottom to top) pi/2
orientation of laminas (bottom to top) -pi/4
orientation of laminas (bottom to top) pi/2
orientation of laminas (bottom to top) 0
orientation of laminas (bottom to top) pi/4
fx >>
  
```

C. Orthotropic with respect to bending force. That is $D_{16}=D_{26}=0$.

با توجه به خواسته ی سوال نمیتوان به تنهایی درایه های D_{16}, D_{26} را صفر نمود. زیرا برای اینکار به تقارن معکوس نیاز است و مقطعی که تقارن معکوس دارد خود به خود جفت لمیناهایی به صورت $+$ -تتا دارد که آن را بالانس می کند و در نتیجه ی بالانس شدن درایه های دیگری نیز صفر می شوند.

گرچه در صورت سوال الزامی در مورد اینکه نباید بقیه درایه ها صفر باشند آورده نشده ولی با توجه به اینکه اگر مقصود شرایط مقطع بالانس و تقارن معکوس بصورت همزمان بود همان مورد e میشد. و جواب هر دو مورد در واقع یکی است. به قسمت e پاسخ داده خواهد شد.

d. Requirements (a) and (b) simultaneously

در این حالت مقطع باید هم متقارن و هم بالانس باشد. مقطع را بصورت زیر در نظر گرفته می شود.

90°
-45°
45°
0°
45°
-45°
90°

```

Command Window
تعداد لمینا ها 7
number of laminas 7
orientation of laminas (bottom to top) pi/2
orientation of laminas (bottom to top) pi/4
orientation of laminas (bottom to top) -pi/4
orientation of laminas (bottom to top) 0
orientation of laminas (bottom to top) -pi/4
orientation of laminas (bottom to top) pi/4
orientation of laminas (bottom to top) pi/2
>> stiff

stiff =

    3.6905    1.7911   -0.0000    0    0.0000    0.0000
    1.7911    5.2567    0.0000    0.0000    0    0.0000
   -0.0000    0.0000    1.7394    0.0000    0.0000    0.0000
    0    0.0000    0.0000    0.0006    0.0005    0.0002
    0.0000    0    0.0000    0.0005    0.0035    0.0002
    0.0000    0.0000    0.0000    0.0002    0.0002    0.0005
  
```

مشخص کردن زاویه ی لمیناها

مشاهده می شود درایه های B, A_{16}, A_{12} صفر شده اند.

$f_x >>$

e. Requirements (a) and (c) simultaneously

در این حالت نیاز است که مقطع هم تقارن معکوس داشته باشد و هم بالانس باشد. مقطع به صورت زیر فرض می شود.

0°
-45°
45°
90°

Command Window

```

number of lamina4 تعریف تعداد لمیناها
orientation of lamina(bottom to top)pi/2
orientation of lamina(bottom to top)pi/4 تعریف جهت لمیناها
orientation of lamina(bottom to top)-pi/4
orientation of lamina(bottom to top)0
>> stiff

stiff =

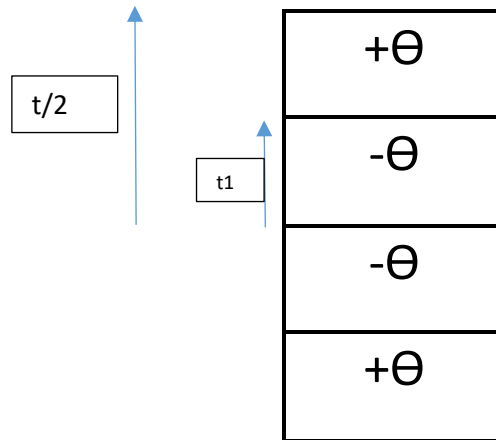
    2.670095641500653    0.909728073487499    0.023492442246872    0.000000000000000    -0.003915407041145
    0.909728073487499    2.670095641500653    0.000000000000000    -0.023492442246872    -0.003915407041145
    0.023492442246872    0.000000000000000    0.880183784006577    -0.003915407041145    -0.003915407041145    -0.000000000000000
    0.000000000000000    -0.023492442246872    -0.003915407041145    0.000435631130601    0.000041678698064    0.000000000000000
    -0.003915407041145    -0.003915407041145    -0.000000000000000    0.000041678698064    0.000435631130601    0.000037739459467
  
```

fx >> |

درایه های A16,A26,D16,D26 صفر شده اند

3. A symmetric laminate is composed of four plies with ply angles $\pm\theta$. If the total thickness of the laminate is (t), determine the individual thicknesses that will guarantee that the laminate is orthotropic with respect to bending force. That is $D_{16}=D_{26}=0$.

ابتدا شکل با توجه به تقارن و ضخامت کل t به این صورت فرض می شود:



در این مسئله باید t_1 تعیین شود تا شکل کلی مقطع بدست آید. با استفاده از `syms toolbox` متلب ماتریس سختی لمینیت بصورت پارامتری بدست آورده می شود. و درایه ی D_{16} و D_{26} برابر صفر قرار داده می شود. با حل معادله t_1 بصورت تابعی از مشخصات لمینا، t و t بدست می آید. کد متلب در m فایل بنام `thirdexercise` قرار داده شده.

بعد از محاسبه و قرار دادن $D_{11}=0$ به معادله ای رسیده شد که با قرار دادن مشخصات لمینا و t می شود معادله را حل کرد و t_1 را بدست آورد. ولی خود معادله بسیار طولانی است.

معادله ی بدست آمده:

$$\begin{aligned}
 & -(t^3/8 + t_1^3) * ((\cos(\text{conj}(\theta)) * \sin(\text{conj}(\theta))) * ((E_{11} * \cos(\theta)^2) / ((E_{22} * V_{12}^2) / E_{11} - 1) + \\
 & (E_{22} * V_{12} * \sin(\theta)^2) / ((E_{22} * V_{12}^2) / E_{11} - 1))) / 3 - \\
 & (\cos(\text{conj}(\theta)) * \sin(\text{conj}(\theta))) * ((E_{22} * \sin(\theta)^2) / ((E_{22} * V_{12}^2) / E_{11} - 1) + \\
 & (E_{22} * V_{12} * \cos(\theta)^2) / ((E_{22} * V_{12}^2) / E_{11} - 1))) / 3 + (2 * G_{12} * \cos(\theta) * \sin(\theta) * (\cos(\text{conj}(\theta))^2 - \\
 & \sin(\text{conj}(\theta))^2) / 3) - (t^3/8 - t_1^3) * ((\cos(\text{conj}(\theta)) * \sin(\text{conj}(\theta))) * ((E_{11} * \cos(\theta)^2) / ((E_{22} * V_{12}^2) / E_{11} - \\
 & 1) + (E_{22} * V_{12} * \sin(\theta)^2) / ((E_{22} * V_{12}^2) / E_{11} - 1))) / 3 - \\
 & (\cos(\text{conj}(\theta)) * \sin(\text{conj}(\theta))) * ((E_{22} * \sin(\theta)^2) / ((E_{22} * V_{12}^2) / E_{11} - 1) + \\
 & (E_{22} * V_{12} * \cos(\theta)^2) / ((E_{22} * V_{12}^2) / E_{11} - 1))) / 3 + (2 * G_{12} * \cos(\theta) * \sin(\theta) * (\cos(\text{conj}(\theta))^2 - \\
 & \sin(\text{conj}(\theta))^2) / 3) = 0
 \end{aligned}$$