

NUMERICKÁ OPTIMALIZACE DŘEVAŘSKÉHO VÝROBKU

Jan Tippner, LDF MENDELU

Kontaktní úlohy v ANSYS, principy tvorby kontaktních úloh, typy kontaktu a jejich použití

Zdroje: Contact Technology Guide, Documentation for ANSYS Theory Reference for ANSYS and ANSYS Workbench, Documentation for ANSYS

Mendelova univerzita v Brně

Kontaktní problémy:

 velmi nelineární (vyžadují dostatečný výpočetní výkon), nezbytné je pochopení fyziky problému,

- dvě základní obtíže:

1) neznáme oblasti kontaktu, dokud neběží výpočet (v závislosti na zatížení, metriálu, ukotvení, plochy mohou vejít v kontakt, nebo jej opustit),

2) většina kontaktů vyžaduje zahrnutí tření (existuje několik základních modelů na výběr, všechny jsou nelineární, odezva v tření je chaotická, což způsobuje obtíže při konvergenci řešení),

- mnoho kontantních problémů zahrnuje **multi-field efekty** (teplo, přenos el. pole, magnetický tok)

- jestliže je vazba mezi objekty vždy pevná "**bonded**" (bez tření) je možné využít funkce "**multipoint constraint (MPC)**" pro určité elementy

- jinou alternativou jsou tzv. vazebné rovnice (constraint equations), to je možné jen v oboru tzv. malých deformací (NLGEOM, off).

Klasifikace kontaktu v ANSYS



2 základní druhy:

- 1) "rigid-to-flexible" dokonale tuhý vs. poddajný
- 2) "flexible-to-flexible" poddajný vs. poddajný

Ad 1) jeden či více kontaktních povrchů jsou zjednodušeny na dokonale tuhé (resp. plochy s o mnoho vyšší tuhostí v porovnání s deformovatelným tělesem)

Ad 2) je běžnější typ, veškeré kontaktní páry jsou poddajné, deformovatelné s podobnými tuhostmi

ANSYS rozpozná možné kontaktní páry díky přítomnosti určitých kontaktních elementů

Pokud můžeme v modelu zanedbat tření, lze místo tvorby kontaktu využít tzv.

- "constraint equations" = definuje lineární vztah mezi stupni volnosti vybraných uzlů

 "coupled degrees of freedom" = způsob jak přiřadit množině uzlů stejný stupeň volnosti



... sdružení stupně volnosti vybraných navazujících uzlů pomocí "coupling" ...



... spojení nesourodých sítí pomocí "constraint equations"...

KONTAKT

Rigid x Flexible

Kontakt mezi pevným a deformovatelným tělesem Pevné ("rigid") těleso má větší tuhost než těleso pružné, s kterým je v přímém kontaktu

Flexible x Flexible

Kontakt mezi dvěma pružnými tělesy

Častější případ kontaktu, kdy se obě tělesa deformují

... základní stanovení interakce v:

ploše (kontakt v elementu [beam, shell, solid])



bodě (kontakt v uzlu)

Kontaktní pár vzniká mezi tzv. kontaktními elementy, které se liší podle zvolené interakce:

- " surface to surface " kontakt
- " node to surface " kontakt
- " 3D beam to beam " kontakt
- " line to surface " kontakt
- " node to node " kontakt

Pro zadání kontaktu slouží v grafickém prostředí Ansys ikona tzv. Contact Manager a Contact Wizard



ANSYS podporuje celkem 5 kontaktních modelů:	node-to-node
	node-to-surface
	surface-to-surface
	line-to-line
	line-to-surface

Každý typ modelu používá jiné kontaktní elementy pro specifické typy úloh, viz. tabulka níže:

	Node-to-Node		lode	Node-to- Surface	Surface-to-Surface		Line-to- Line	Line-to- Surface
Contact Element No.	12	52	178	175	171, 172	173, 174	176	177
Target Element No.				169, 170	169	170	170	170
2-D	Υ		Y	Y	Y			
3-D		Y	Y	Y		Y	Y	Y

Informaci o vytvořeném kontaktu lze získat použitím příkazu:

CNCHECK, Option, RID1, RID2, RINC, PairType, TR level

Tento příkaz je možné použít v preprocessoru i v části "solution", ale pouze před první řešenou operací, např: /solu

CNCHECK,POST FINISH /SOLU SOLVE

"Surface to surface"

(kontakt mezi dvěma plochami)

Pro vytvoření kontaktu je využito elementů tzv. "target surface" a "contact surface"

TARGET:Targe169 (pro 2D) a Targe170 (pro 3D)CONTACT:Conta171, Conta172 (pro 2D)Conta173, Conta174 (pro 3D)



"Node to surface"

(kontakt mezi uzlem a plochou)

Kontakt je určen polohou bodu na ploše (contact surface) a přímkou nebo oblastí na ploše (target surface)





CONTA175 využívá příkazu ESURF pro vytvoření elementů mezi kontaktním párem, který lze najít i v menu:

Main Menu> Preprocessor> Modelling> Create> Elements> Surf/Contact> Node to Surf

"Node to node"

(kontakt mezi jednotlivými uzly)

Elementy jsou určeny pro modelování kontaktu mezi body. Lze je využít i pro kontakt mezi plochami, na jejichž povrchu určíme konkrétní uzly. Ty musí geometricky navazovat na sebe a jejich vzájemné posunutí musí být zanedbatelné.

CONTACT: Conta12 (pro 2D), Conta178 (pro 2D a 3D), Conta52 (pro 3D)



"Line to line"

(kontakt mezi jednotlivými přímkami)

Kontakt je určen polohou přímky na první ploše (contact surface) a přímkou na ploše druhé (target surface)

TARGET:Targe170 (pro 3D)CONTACT:Conta176 (pro 3D)



"Line to surface '

(kontakt mezi přímkou a plochou)

Kontakt je určen polohou přímky na první ploše (contact surface) a částí plochy (target surface)



Kontaktní elementy lze použít i pro vytvoření kontaktu mezi " 3D beam-to-surface" nebo "3D shell edge-to-surface".

Main Menu> Preprocessor> Modelling> Create> Elements> Surf/Contact> Surf to Surf

Klasifikace kontaktu v ANSYS

5 kontaktních modelů:

- 1) node-to-node (C 12, 52, 178)
- 2) node-to-surface
- 3) surface-to-surface
- 4) line-to-line
- 5) line-to-surface

- (C 175 x T 169, 170)
- (C 171-174 x T 169, 170)
- (C 176 x T 170)
- (C 177 x T 170)

target surface: TARGE169 (2-D) nebo TARGE170 (3-D) contact surface: CONTA171, CONTA172, CONTA173, CONTA174

CONTA173

"Surface to Surface"



CONTA174

Základní kroky kontaktní analýzy:

- 1) Tvorba výpočtového modelu (geometrie, mesh)
- 2) Tvorba kontaktních párů
- Určení contact a target ploch
- Nastavení konečného prvku pomocí KEYOPTions a realné konstanty
- Nastavení target plochy (rigid-to-flexible)
- 3) Definování okrajových podmínek řešení
- 4) Nastavení řešení příp. zátěžových kroků "load steps"
- 5) Řešení problému
- 6) Zobrazení, export a interpretace výsledků

Contact Wizard	_ • ×
A contact pair consists of a target surfa will first define the target surface.	ace and contact surface. You
Target Surface:	Target Type:
♦ Areas	♦ Flexible
🕹 Body (volume)	→ Rigid
🕹 Nodes	💠 Rigid w/ Pilot
📀 Nodal Component	 Pilot Node Only (Advanced Option)
	Pick Target
< <u>Back</u> <u>N</u> ext >	C <u>a</u> ncel <u>H</u> elp



Contact Wizard					
The contact pair is now ready to be created using the following settings:					
Only Structural DOF has been detected					
Create symmetric pair					
Include initial penetration					
Friction:					
Material ID 1					
Coefficient of Friction					
Thermal Contact Conductance 0					
Electric Contact Conductance 0					
Optional settings					
< <u>B</u> ack <u>C</u> reate > C <u>a</u> ncel <u>H</u> elp					

	Contact Properties	×
Basic Friction Initial Adjust	ment Misc Rigid target Thermal	Electric
Normal Penalty Stiffness	1.0 \diamond factor \diamond consta	ant
Penetration tolerance	0.1 \diamond factor \diamond consta	ant
Pinball region	<auto></auto>	ant
Contact stiffness update	Each iteration (PAIR ID based)	-
Contact algorithm	Augmented Lagrange method	-
Contact Detection	On Gauss points	-
Behavior of contact surface	Standard	-
Type of constraint	Auto assembly detection	×
	<u>O</u> K C <u>a</u> ncel	<u>H</u> elp

(Contact Properties	×
Basic Friction Initial Adjust	ment Misc Rigid target Thermal	
Normal Penalty Stiffness	1.0 \diamond factor \diamond consta	ant
Penetration tolerance	0.1 \diamond factor \diamond consta	ant
Pinball region	<auto> 🔄 🔶 factor 💸 consta</auto>	ant
Contact stiffness update	Each iteration (PAIR ID based)	-
Contact algorithm	Augmented Lagrange method	_
Contact Detection	On Gauss points	_
Behavior of contact surface	Standard	_
Type of constraint	Auto assembly detection	*
	<u>O</u> K C <u>a</u> ncel	<u>H</u> elp

Identifikace kontaktních párů – reálná konstanta

			Contact Manager		×
SI 🖄 🛙	🛐 Contact & Target	- 🖸 🛋 🍇	🛃 🗊 No Model Context	🚽 🛛 🔀 🛛 Choose a result item	× ×
Contact	Pairs				۲
ID	Contact Behavior	Target	Contact	Pilot Node Pilot Name	
101	Standard	Flexible	Surface-to-Surface	No pilot	
301	Standard	Flexible	Surface-to-Surface	No pilot	
102	Standard	Flexible	Surface-to-Surface	No pilot	
302	Standard	Flexible	Surface-to-Surface	No pilot	
103	Standard	Flexible	Surface-to-Surface	No pilot	∇



Příklad použití kontaktu mezi plochou a uzly (tzv. "node -to-surface")

/COM, CONTACT PAIR CREATION - DTD spodni a jadro

MP,MU,1, MAT,3 R,4 REAL,4 ET,3,170 ET,4,175 KEYOPT,4,2,2 KEYOPT,4,12,5 !	 !koeficient treni !material cislo !defines element real constant !Sets the element real constant set a !element 3=targe 170 !element 4=conta 175 !both initial geometrical penetration !contact stiffness-each iteration 	ttribute pointer
! Generate the target surface		
ASEL,S,,,39		
TYPE,3	!typ elementu	
	Vybere vsecnny uzly v plose	
	lodebere elementy patrici k linkam	
ESEL U ENAME 188 189	lodebere elementy 188 a 189	
NSLE.A.CT2	lvvbere uzlv prirazene k vvbranvm el	ementum
ESURF	lvytvori nadrazene elementy	
!	,	
! Generate the contact surface		
lsel,s,loc,z,.022,.022	!vyber linek	
lsel,u,,,142		
lsel,u,,,143		
lsel,u,,,144		
FSLNS0		
ESUBE		
*SET. REALID.3	priradi parametru REALID hodnotu	3
ALLSEL	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	Definessen
ESEL,ALL	lvybere vsechny elementy	Deimovah
ESEL,S,TYPE,,3	lvybere elementy patrici k targe 170	
ESEL,A,TYPE,,4	lvybere elementy patrici k conta 175	
ESEL,R,REAL,,3	Ireselect real constant	
EPLOT		



Definovaný kontakt mezi uzly náležící přímce a samotnou plochou