고체역학 기반 해석 프로세스

Computational Design Laboratory Department of Automotive Engineering Hanyang University, Seoul, Korea



Copyright © Computational Design Lab. All rights reserved.



- 메뉴 소개
- 조작법
- 해석 프로세스 (빔 요소)
 - ▶ Component-geometry 생성
 - > Materials and properties
 - ▶ Component-mesh 생성
 - ▶ Load collectors-boundary conditions 설정
 - ▶ Load collectors-load 설정
 - ➤ Load steps 정의 및 해석
 - ▶ 후처리

작업 메뉴







작업 창 마우스 조작법







모델링 / 해석 순서

	nodes	lines	surfaces	solids	quick edit	Geom
	node edit	line edit	surface edit	solid edit	edge edit	C 1D
	temp nodes	length	defeature	ribs	pointedit	C 2D
새서	distance		midsurface		autocleanup	C 3D
O O	points		dimensioning			C Analysis
						C Tool
						C Post



2. 요소 생성

1. 형상

masses	bars	connectors	line mesh	edit element	C Geom
joints	rods	spotweld	linear1d	split	@ 1D
markers	rigids	HyperBeam		replace	C 2D
	rbe3			detach	C_3D
	springs			order change	C Analysis
	gaps		vectors	config edit	C Tool
			systems	elem types	C Post

 $\mathbf{\nabla}$

	vectors	load types		interfaces	control cards	C Geom
> 히즈/거게	systems	constraints	accels	rigid walls	output block	C 1D
3. 아궁/경계	preserve node	equations	temperatures	entity sets	loadsteps	C 2D
		forces	flux	blocks		C 3D
ㅈ거 이려		moments	load on geom	contactsurfs	optimization	 Analysis
오신 머님		pressures		bodies		C Tool
				nsm	OptiStruct	C Post



interfaces vectors load types control cards C Geom 3. 해석 정의 C 1D accels systems constraints rigid walls autout bl preserve node equations temperatures entity sets C 2D C 3D flux forces blocks 및 실행 moments load on geom contactsurfs Analysis optimization pressures bodies C Tool nsm OptiStruct C Post

빔 해석 예제



Copyright © Computational Design Lab. All rights reserved.

해석 프로세스

1. 기하형상 생성

지료 물성 및 특성 입력
 요소망 생성
 구속조건 설정
 하중조건 설정
 해석케이스 정의 및 해석 실행
 후처리

OK

기하형상 생성 (1)

							₩OptiStruct 선택
all market in a second second second							
File Edit View Collectors Genmetry Mesh Connectors Materia	als Properties BCs Setup Tools Morphing Optimiz	ation Post XYPInts Preferences Applic	ations Help			- 0 1	
9	it it vix b 6 6 4 m as 4	A					
		12 m m					I
Utility Mask Model	User Profiles	×					
	Customize user interface:						1
Enter Search String	Application: HyperMesh •						i
🛍 • % % % % % % % % % % % % % % % % % %	C Defect BlunetNach						
	C BADIOSS	!					
Ennes ID 💕 Include	OnliSturt	⊥					
	C Abaqua						
	C áctan	<u>→</u>					
	C Ansus						
	C Exodus Science etc.						
	C LsDyna Kammed 021 D						
	C Maduno Maduna 20						
	C Marc Marca						
	C Nastran Machine MCC						
	C Panosach						
	C Permas	· · · · ·					
	C Sancel						
		i					
	Always show at start up						
		Crewit 1					
							i
	•						
Name Value							
	1						
							I
	- X						
					21		
		17 🖸 Auto 🔹 🖓 - 🚱	💆 By Comp 🔹 😳 🔹 🎯 • 🖌 • 🐟 • 🤤	> # 📮 : 😭			
	nodes	lines	surfaces	solids	quick edit	Geom	
	node edit	line edit	surface edit	solid edit	edge edit	C 1D	
	temp nodes	length	defeature	ribs	pointedit	C 2D	
	distance		midsurface		autocleanup	C 3D	
	points		dimensioning			C Analysis	
						C Tool	I
						r Post	

기하형상 생성 (2)



기하형상 생성 (3)

Ø Untitled* - HyperMesh 2017.2 - OptiStruct File Edit View Collectors Geometry Mesh Connectors Materials	Properties BCs Setup Tools Mor	ohing Optimization Post XVPlots Preferences App	lications Help			-	٥	×
		O ↔ ↓ O : r · · · ·	ecaulits Help					
Image: Constraint of the second sec						- House		
,	Entities	ID 🕥 In	clude					
ame Value Name auto1 ID 1	E Compor	nents (1)		 				
Color Include [Master Model] Property (Unspecified)	ितम	auto1 1	0					
Material (Unspecified)	H I I I I I I I I I I I I I I I I I I I)		 				
					quick edit edge edit point edit autocleanup	e G C 11 C 23 C A C T	eom D D nelysis ool	

Quantity	Symbol	Dimension	SI-System (MKS)	System mm- Unit	t-s Mult.	System mm-kg-ms Unit Mult.
Length	I.	L	m	mm	10 ³	mm 10 ³
Mass	m	м	kg	t (tonne)	10 ⁻³	kg 1
Time	t	Т	s	s	1	ms 10 ³
Temperature	т	degrees	к	к	1	К 1
Work, Energy	W, E	ML ² T ⁻²	J=Nm=W•s	mJ	10 ³	J 1
Acceleration	а	LT ⁻²	m • s ⁻²	mm • s ⁻²	10 ³	mm • ms ⁻² 10 ⁻³
Area	А	L ²	m²	mm²	10 ⁶	mm ² 10 ⁶
Frequency	f	T ⁻¹	Hz=s ⁻¹	Hz=s ⁻¹	1	ms ⁻¹ 10 ⁻³
Velocity	v	LT ⁻¹	m • s ⁻²	mm*s ⁻¹	10 ³	mm • ms ⁻¹ 1
Volume	۷	L ³	m ³	mm ³	10 ⁹	mm ³ 10 ⁹
Angular Acceleration	α	T ⁻²	$rad \cdot s^{-2} = s^{-2}$	rad • s ⁻² =s ⁻²	1	rad • ms ⁻² =ms ⁻² 10 ⁻⁶
Angular Velocity	ω	T-1	$rad \cdot s^{-1}=s^{-1}$	rad • s ⁻¹ =s ⁻¹	1	rad • ms ⁻¹ =ms ⁻¹ 10 ⁻³
Density	ρ	ML-3	kg∙m³	t•mm ⁻³	10-12	kg • mm ³ 10 ⁻⁹
Pressure, Stress, Young's Modulus	ρ, σ, τ, Ε	ML-1T-2	Pa=N • m ⁻²	MPa=N ∙ mm	n ⁻² 10 ⁻⁶	GPa=kN • mm² 10 ^{.9}
Force	F	MLT ⁻²	N=kg • m • s ⁻²	Ν	1	kN 10 ⁻³
Moment	М	ML ² T ⁻²	N•m	N•mm	10 ³	kN • mm 1
Stiffness	с	MT ⁻²	N • m ⁻¹	N•mm ⁻¹	10- ³	kN • mm ⁻¹ 10 ⁻⁶



1. 기하형상 생성

2. 재료 물성 및 특성 입력

3. 요소망 생성
 4. 구속조건 설정
 5. 하중조건 설정
 6. 해석케이스 정의 및 해석 실행
 7. 후처리

재료 물성 및 특성 입력 (1)



재료 물성 및 특성 입력 (2)



작업 트리 창에서 마우스 우클릭, 'Create' > 'Beamsection' 클릭

/ Section Type' 항목에서 'l' 2 선택

앞서 주어진 단면 형상 치수들 입력 ('Section Type'에 마우스를 두면 형상 확인 가능)

재료 물성 및 특성 입력 (3)



재료 물성 및 특성 입력 (4)



TYPES OF 1D ELEMENTS

Types Of 1D Elements:								
Γ	1							
Rod	Bar	Beam	Pipe	Axisymmetric shell				
Tension/ compression (and Torque for some software) U _x , R _x (1,4)	All 6 dofs U _x , U _y , U _y , R _x , R _y , R _z (123456) Applicable for symmetric c/s	Same as bar but also support unsymmetric sections i.e. shear center and warpage	Same as beam. Except it has internal non zero diameter	U _x , U _y , R _y (1,3,5) Z- axis of symmetry, X as radial axis. For objects symmetric about the axis of rotation and subjected to the axisymmetric boundary conditions.				
Tension compression members (truss), Shafts subjected to Torque, Connection elements	Shaft subjected to multiaxial loading, bolted, welded joints, connection elements	Same as bar + for unsymmetric c/s	Piping systems, Structural analysis	Thin shell pressure vessels, cylindrical, conical objects etc.				

해석 프로세스

1. 기하형상 생성 2. 재료 물성 및 특성 입력

3. 요소망 생성

4. 구속조건 설정
 5. 하중조건 설정
 6. 해석케이스 정의 및 해석 실행
 7. 후처리

요소망 생성 (1)



요소망 생성 (2)



해석 프로세스

1. 기하형상 생성 2. 재료 물성 및 특성 입력 3. 요소망 생성

4. 구속조건 설정

5. 하중조건 설정 6. 해석케이스 정의 및 해석 실행 7. 후처리





해석 프로세스

1. 기하형상 생성 2. 재료 물성 및 특성 입력 3. 요소망 생성 4. 구속조건 설정

5. 하중조건 설정

6. 해석케이스 정의 및 해석 실행 7. 후처리

하중조건 설정



해석 프로세스

기하형상 생성
 재료 물성 및 특성 입력
 요소망 생성
 구속조건 설정
 하중조건 설정

6. 해석케이스 정의 및 해석 실행

7. 후처리

해석 케이스 정의 및 해석 실행 (1)



해석 케이스 정의 및 해석 실행 (2)



해석 프로세스

기하형상 생성
 재료 물성 및 특성 입력
 요소망 생성
 구속조건 설정
 하중조건 설정
 해석케이스 정의 및 해석 실행

7. 후처리





후처리 (2)







Stress SAF - The longitudnal (extensional) stress at end A for point F. Stress SBC - The longitudnal (extensional) stress at end B for point C. Stress SBD - The longitudnal (extensional) stress at end B for point D. Stress SBE - The longitudnal (extensional) stress at end B for point E.

Stress SBF - The longitudnal (extensional) stress at end B for point F.

Stress SAMIN - Minimum value of longitudnal stress over points C, D, E and F at end A. Stress SAMAX - Maximum value of longitudnal stress over points C, D, E and F at end A.

Stress SBMIN - Minimum value of longitudnal stress over points C, D, E and F at end B. Stress SBMAX - Maximum value of longitudnal stress over points C, D, E and F at end B.

D

DIM2

(단면 형상 정보: PBEAML Help 참고)

Type = I

참고: 단면 형상 정보 (1)

DIM3

DIM2

F

E

Figure 2. TYPE = BOX

y_{elem}

— DIM1 —

С

D

Z elem

- DIM4











y_{elem}

С

E

DIM2

DIM1 0.5

DIM3

- z_{elem}

D

0.5 DIM1

ΓF

DIM4



Figure 6. TYPE = CHAN2



Figure 8. TYPE = H

Figure 7. TYPE = CROSS

참고: 단면 형상 정보 (2)











 $F = \begin{bmatrix} y_{elem} \\ 0.5 \text{ DIM1} \\ 0.5 \text{ DIM1} \\ 0.5 \text{ DIM1} \\ C \\ C \\ C \\ elem \\ DIM3 \\ DIM3 \\ DIM4 \\ C \\ E \\ D \\ Figure 12. TYPE = I1$





Figure 11. TYPE = I

참고: 단면 형상 정보 (3)





Figure 18. TYPE = TUBE



Figure 19. TYPE = Z

연습문제

2.21 Figure P2.21*a* shows a uniform beam subject to a linearly increasing distributed load. As depicted in Fig. P2.21*b*, deflection y (m) can be computed with

$$y = \frac{w_0}{120EIL}(-x^5 + 2L^2x^3 - L^4x)$$

where E = the modulus of elasticity and I = the moment of inertia (m⁴). Employ this equation and calculus to generate MATLAB plots of the following quantities versus distance along the beam:

(a) displacement (y),

(b) slope $[\theta(x) = dy/dx]$,



(c) moment $[M(x) = EId^2y/dx^2]$, (d) shear $[V(x) = EId^3y/dx^3]$, and (e) loading $[w(x) = -EId^4y/dx^4]$. Use the following parameters for your computation: L = 600 cm, E = 50,000 kN/cm², I = 30,000 cm⁴, $w_0 = 2.5$ kN/cm, and $\Delta x = 10$ cm. Employ the subplot

L = 6000 mm E = 500,000 MPa I = 300,000,000 mm⁴ w_0 =2500N/mm

Beam section: ROD (Radius: 139.8 mm)

$$y_{\text{max}} = y(\frac{L}{\sqrt{5}} = 268.328) = 0.515 \text{ cm}$$







기하형상 - L1 = 4500 mm - L2 = 1200 mm 재료 : alloy steel - E = 210 GPa - v = 0.28 굽힘 하중: 200kN

과제제출 ftp://cdl.hanyang.ac.kr→cdl/cdl → VehicleStructure→lab

이론 해

 $y_{\text{max}} = ?$