[리커다인 튜토리얼 정리]

[#1 ~ #3] Professional 튜토리얼

|  |
| --- |
| #1. 3D Slider\_Crank (기본단위 mm임) |
| (1) 모델 생성 시, 단위 설정법  Unit 오른쪽 위치한 setting버튼 이용.  (2) 중력 생성 및 조정  Home탭- Gravity – 조정 후 update  (3) Working Plane    ￮ 오른쪽아래 버튼 눌러서 working plane을 지정 및 관리가 가능함.  ￮ 추가적으로, Grid의 설정도 가능함.  ￮ Working place 위 버튼들로 면 회전도 가능.  (4) professional - General  ground만들 때, ground에 들어가듯이, general 창에서 바디를 만들면, 하나의 강체로 인식됨.  (5) Box (point,point,depth)    ￮ point point로  직사각형 생성  ￮ depth는 3차원 길이 (바디)  (6) Auto operation  얘를 켜둔 상태로 Geometry에서 바디를 만들면 연속으로 만들 수 있음.  ￮ Cylinder 만들면, 바로 점 찍을 수 있게 해 줌.  ￮ 잘못 만들어진 바디는 property에서 수정 가능.  (7) 선으로 표면 만들어서 돌출.  ￮ outline으로 선을 만듦. (close된 면으로)  ￮ Surface – Fill 사용 (위 선이 표면이 됨)  ￮ Solid – Extrude 사용 (표면이 모양대로 돌출)  🡪방향과 거리 설정 가능.  (8) 바디 위치가 잘못 🡪 거리측정 후 이동  ￮ 거리측정 : Home-Measure-Distance    옮기고 싶은 두 점 사이 거리가 나옴.  ￮ Translate 탭을 이용해 이동.  (9) Joint 생성   |  |  | | --- | --- | | **[Fixed]**  땅이랑 본체, 접점에 고정 |  |  |  |  | | --- | --- | | **[Revolute]**  서로 회전 줄 body ,body 및 점과 joint의 방향. |  |  |  |  | | --- | --- | | **[Spherical]**  크랭크-rod  rod-slider 에 부착.  회전운동⬄직선운동 |  |  |  |  | | --- | --- | | **[Translational]**  슬라이더-브라켓  슬라이더가 움직임.  점은 병진 중심 |  |   (10) Include motion  만들어준 joint에 motion을 넣어주는 것  [위 Revolute joint에 motion]  ￮ Velocity (time)으로 설정  ￮ 수식에 {2\*PI} 로 설정.  (11) 분석 탭  ￮ end time(시뮬레이션 길이)  ￮ Step (전체 시간 동안 프레임 수🡪길면 늘림)  ￮ Step Factor (plot을 위해 저장된 데이터 포인트 수 🡪 Step \* Step Factor가 총 데이터 수임.)   |  |  | | --- | --- | |  |  |   ￮ Trace로 marker의 움직임 관측  Analysis-Post Tool-Marker Trace  (움직임 보고 싶은 marker를 넣음)     |  |  | | --- | --- | |  | **[결과]**  Trace Marker에 넣은 marker들이 trace하면서 색깔별로 simulation됨. |   ￮ Animation Configuration () (배치, 배열, 형태)  (1) [start/end frame] 시작 ,끝 프레임 정의  (2) [frame step] 애니메이션 프레임 수 증가  (3) [Repeat] 반복 재생 수 정의  (4) [Display marker] 재생 중 마커 표시  (5) [delay] 설정 가능.  (12) Plotting으로 결과 보기  ￮ Pos\_TX (X방향의 병진운동에 대한 위치)  🡺각 바디에 X,Y,Z에 대해, Pos\_TX, TY, TZ를 하면,  값의 변화 유무에 따라 자유도를 알 수 있음.  ex) Slider는 Pos\_TX만 바뀜 (1자유도)  Rod는 TX,TY,TZ 바뀜 (3자유도)  [ (11)분석 탭 추가 ]  🡪Step \* factor가 데이터 포인트 수에서  Step=500, Factor=4라면,  2000개의 plot이 출력된다. |

|  |
| --- |
| [추가 TIP] |
| (1) 여러 바디 회전 시키는 법  - 바디 만들고 마커를 찍는다.  Body,point로 생성. Body는 허공을 찍어서 mother body로 point는 원하는점  - 돌리고 싶은 body를 ctrl로 모두 선택.  - Basic Object control 켜고, Reference frame을 아까 찍은 마커로 설정.  - Degree만큼 원하는 대로 돌림..  (2) 파일 Import시, 바디 1개에 넣는 법.  -general에서 생성함.  -일단 불러온뒤 Home메뉴-Merge 클릭.  (3) Layer 활용  -body property에서 layer 번호 넣기 가능.  -해당 layer만 보기 또는 Ctrl을 이용한 단축키  (4) Property-Graphic에서 투명도 조절  (5) creation method 중, WithDialog는 설정을 설정창에서 바로 할 수 있게 해주는 거임.  (6) Expression에서, PV값 이름 그대로 넣기 가능.  (7) 해석탭-Animation Control그룹에서 Force display setting으로 힘 크기 작게 보이게 할 수 있음. |

|  |
| --- |
| #2. Pin ball (2차원) |
| (1) Ground 생성  ￮ Outline + Arc를 통해 커브 생성.  ￮ [Edge], MultiEdge를 이용해 하나의 선으로 만듦.    ￮ EdgeCurve선으로 만들면, 나머지 outline 및 arc는 삭제  위처럼 Ball 1,2,3을 생성 후 힘과 접촉 만듦.  (2) Force & Contact 생성  ￮ Force – Spring   |  | | --- | | [바디,바디] 🡪 ground, ball1  [Base, Action point] 🡪 (-20,10,0), (10,10,0)  따라서, 생성시 정의된 길이는 30mm이며 ball1에 힘이 작용함. | | **[spring property]**  stiffness (k) = 20  Damping (c) = 0.05  Free Length = 45  🡺초반 길이는 30mm인데 Free Length가 45이므로 15mm만큼 압축된 상태로 시작됨.  🡺k=20, 압축길이=15 에서 300N의 하중을 받음. | | [결과]  힘은 300N을 받다가, Spring이 45mm까지 늘어날 때 힘이 0N이 된다. |   ￮ Contact   |  | | --- | | **[Sph-Sph] (**2개의 Ball사이 Contact**)**  ￮충돌하는 Ball끼리 접촉 줌. (1과2, 2와3)  ￮접촉의 Property 수정.  Stiffness, Damping, 마찰(Friction) 줄 수 있음. | | **[GeoCir]** (바디와 땅 contact)  ￮ Geo=Edgecurve1,2 / Circle=Ball1,2,3  ￮접촉의 Property 수정.    ￮ Geo Contact 탭에서 Ball이 Curve를 벗어나지 못하도록 수정함.  ￮ 마찬가지로 Stiffness, Damping, 마찰계수 설정. |   Ball1과 Curve1에 대한 접촉을 Ball 1,2,3/ Curve 1,2 모두에 대해 수행함.  ￮ Smooth한 Contact 설정 && Force display  4개의 Contact을 Ctrl이용해 Property 킴.  (1) Geo Contact탭 – Node Contact해지  (2) Advance 세팅  (3) Smooth Edge Contact 체크  Force display를 Base로 변경. |

|  |
| --- |
| #2-2. Pin ball의 Expression 및 Scope 설정 |
| (1) Expression 생성  ￮ subentity – expression -create  ￮ 식{ DX(1) }, Entity{ Ball2의 CM마커 }  🡺Body간 거리를 측정하는 식.  (2) Expression Scope 생성  ￮ scope 🡪(plot안하고 바로 확인 가능.)  ￮ EL에 수식을 넣어주면 그래프 만들어 줌.  ￮ Analysis-scope-expression |

|  |
| --- |
| #2-3. Design Study의 실행 |
| [왜 Design Study가 필요한가]   |  | | --- | | ￮ (spring의 Free Length를 45-54까지 1mm씩 바꿔가며 해석하고 싶은 경우) 🡪자동화  ￮ Free Length에 따라 spring힘이 달라짐 🡪 얼마의 힘일 때 언덕을 넘어가는 가? |   [Design Study의 실행 과정]  ￮ Parametric Value 정의하기. (PV)  (1) Free Length옆 Pv 버튼 클릭  (2) Value에 45 넣음.  (3) Spring1의 property 저장.  ￮ Design Variable 정의 (DV)  (1) SubEntity – DesignStudy – DV탭 클릭  (2) DV값을 아래와 같이 등록.    ￮ Performance Index 정의 (PI)  (1) SubEntity – DesignStudy – PI탭 클릭  (2) PI에 수식 넣고, Treatment 설정.    ￮ 실행횟수 설정 (DOE)  [Analysis-simulation type-DOE] 에서 실행  (1) Number of Points에 10을 입력-Update    (2) DOE table – Create Table with DV 버튼  🡺 10개의 Trial 생성됨.  ￮ DOE 결과 확인하기    (1) 왼쪽은 Free Length의 값  (2) 오른쪽은 Ball2의 중심 최대 X값   |  |  | | --- | --- | | 🡺 사진 속 아래 PI탭의 체크박스를 클릭.  Ball2의 움직임 그래프를 확인 가능. | (Ball2\_PosX 수식의 그래프) | |

|  |
| --- |
| #2-4. Select Camera로 애니메이션 재생 () |
| ￮ Camera 타입을 Following Camera로 변경하면, 좀 더 이쁜 애니메이션을 만들 수 있음.    Add를 통해 추가함.  0-20프레임은 Ball1을 Target으로 Following  21-501프레임은 Ball2를 Target으로 Following 하도록 설정함. |

|  |
| --- |
| #3. Ball return |
| [목적]  ￮ Import된 바디에 Multi-Face Contact Surface 생성  ￮ Body 사이 3D contact 정의  ￮ Contact Parameter 조정  ￮ 구조 해석에서 사용할 하중 결정 |

|  |
| --- |
| #3-1. Geometry Import하기. |
| |  |  | | --- | --- | |  | 모델이 화면 크기에 맞춰짐. (F 키) | |  | 현재 View상태에서 가장 근접한 Plane view로 맞춰짐 (G 키) |   ￮ Import 파일 형식은 .x\_t, .x\_b 임(parasolid)  ￮ Import 시, Assembly Hierarchy 해제하면 1개의 Body로 들어감.  [Ball 생성]  ￮ Ball1은 위, Ball2는 아래에 만듦.  ￮ Ball1 property에서 Initial Velocity 값 줌.    🡺Ball1이 빨리 떨어지게 됨. |

|  |
| --- |
| #3-2. Joint 와 Force 정의 |
| [Joint 생성]   |  | | --- | | **￮ 공 떨어지는 Pipe 고정**  🡪Fixed joint  **￮ 공 받는 Container 구속**  🡪Revolute joint (공이 떨어지면 박스 흔들림) |   [Force 생성]   |  | | --- | | **￮ Rotational Spring**  🡪Container 회전 조절 위함.  (1) Creation Method를 Joint로 설정  (2) RevJoint1을 클릭 | |

|  |
| --- |
| #3-3. 3D Contact 정의 |
| ￮ Contact은 접촉되는 모든 Body끼리 해야함.  🡪Ball 1,2끼리/Ball 전부랑 Pipe랑, container랑   |  | | --- | | **￮ Face (선택된 surface를 한 surface로 바꾸기)**  (1) Pipe의 모든 면을 선택해서 OK  (2) FaceSurface1 이 새로 생김 |   ￮ Ball과 Pipe 사이 Contact [GeoSph]  (1) creation method (Surface, MultiSphere)  (2) Pipe 후 Ball 1,2 선택.  (3) Ball 1,2에 대한 2개의 Contact 생성.  ￮ Ball과 Container 사이 Contact   |  | | --- | | ￮ Face  (1) container내부 면을 모두 클릭.  (2) FaceSurface2가 됨 (하나의 surface) |   🡺GeoSph를 이용해 Container와 Ball 1,2 사이에 Contact조건 생성   |  | | --- | | **￮ Ball1과 Ball2사이 Contact (Sph-Sph)**  두 ball을 클릭하면 됨. | |
| [Contact Surface의 Resolution]  ￮ 세밀한 Contact으로 정확한 해석 가능  (1) GetoSurContact1의 Property  (수정)  전 후   |  |  | | --- | --- | |  |  |   🡺훨씬 촘촘해 짐.  (rendering mode를 Wire로 바꾸면 확인 가능)  [추가설정]  ￮ contact 4개 모두 stiffness = 20000  ￮ No.of Max Contact Points = 20  ￮ Graphic에서 파이프의 투명도 조정  [결과] 파이프 마찰이 없어서 Ball에 구름현상X |

|  |
| --- |
| #3-4. Template을 이용한 해석 |
| 🡪해석 탭의 template  ex) Y-축 scale을 빼둔 template을 저장해두면, template을 불러오는 것으로 내가 원하는 그래프 템플릿을 사용할 수 있게 해 줌.  [내보내기]    (즉) 자동으로 맞춰지는 Y축 scale이 아니라 모두가 같은 scale의 Y축 그래프를 가질 수 있음.  [불러오기] |
|  |

|  |
| --- |
| #3-5. Plot의 기능 |
| ￮ 그래프선 우클릭 : 선색상 변경 가능  ￮ Sel.Zoom : 그래프 크게 볼 수 있음.  ￮ Trace : 정확한 값을 확인가능 |

[#4 ] ProcessNet

|  |
| --- |
| #4. 4WD Loader |
| [목적]  ￮ ProcessNet=모델링, 해석, 플로팅 과정을 자동화.  ￮ 여러 Contact생성 자동화  ￮ 사용자 제어 가능한 Contact 다이얼로그 만들기  ￮ 0이외의 Contact결과값을 plotting하기. |

|  |
| --- |
| #4-1. ProcessNet 시작 및 이용 (자동 contact) |
| [시작]  Customize – ProcessNet(VSTA) – Pnet  [ProcessNet 헬프 예제 활용]  기존 Help 2칸 아래 ProcessNet Help에 예제 코드가 있음. (툴킷을 사용하지 못하면 이용 가능)  🡪Macro만들 때 예제 코드가 유리함.  [ProcessNet 템플릿] 🡪C#용임  [ProcessNet에서 코딩]  (1) Body 매크로로 생성  클래스 IBody, IGeometry등 으로  base body, action body를 생성함.  🡪이때, 각 바디이름을 Body1, Body2 …으로하고싶으면  model.GetEntity() as IBody로 형식 지정 후  (Getentity로 얻은 타입은 정확하지 않음.)  이름은 (“Body”+i.ToString()) 으로 가능함.  (2) 접촉 매크로로 생성  IContactSolidContact 클래스로 body이름에 맞게 createContactsolidcontact로 접촉 식을 만들어줌.  (3) (1)과(2)를 for 구문에 넣어서 반복 횟수를 지정해주면 매크로가 됨.  이때 바디이름을 i나 j 변수를 통해 바꾸기 가능함.  [ProcessNet 추가 코딩]  hose1에 대해서는  solidContact=model.CreateContactSolidContact (“solidContact”+i.ToString()+”a”)  처럼 뒤에 a 추가하고,  hose2에는 뒤에 b를 추가 해야함.  🡺같은 이름의 contact은 정의되지 않으므로 |

|  |
| --- |
| #4-2. 다이얼로그 생성 |
| Access 매크로, 폼형식 처럼 생김.  (엑셀 프로시저? 버튼 누르면 자동으로 되게)  [plot 자동 생성]  ￮ 이때, 그래프도 자동 생성되게 매크로 지정해 줄 수 있음. (스케일, 축, 값 등)  ￮ 추가적으로 그래프 형식을 지정해줄 수 있음. |

🡺코드에 주석 단 거 (확대 후 해석)

|  |
| --- |
|  |

[#5.~#] Auto Design

|  |
| --- |
| #5. Suspension System |
| [목표]  ￮ Tire의 motion 중 Yaw/Roll의 범위를 동시에 최소화하는 것.  ￮ 다중 목적함수최적화 + 설계변수가 많아 어렵.  ￮ YAW와Roll의 최적설계에서 직접 수식과 변수 방정식을 사용해야 함. |

|  |
| --- |
| #5-1. 성능 지수 |
| (1) Yaw와 Roll의 최소 최대값 구하기.  두 최대 최소값 내의 편차들도 같이 해석 됨.  (2) 수식 정의 (expression)  YAW(1,2)\*RTOD 와 ROLL(1,2)\*RTOD 정의함.  (1,2)는 타이어CM과 ground 임.  🡺유튜브보고 참고할 것. |

[#6] Control

|  |
| --- |
| #6. Wheel loader |
| Recurdyn(동역학)+AMESim(유압시스템)  을 통해 Co-simulation함. (FMI방법 이용)  ￮휠로더의 조향제어를 위해 유압 액추에이터를 AMESim으로 모델링, 리커다인으로 Co-simulation  [이번 챕터의 목적]  ￮ Plant In & Plant out  ￮ CoSim FMI환경설정  ￮ AMESim 모델링 & FMI  ￮ 두 S/W의 FMI Co-simulation  ￮ 결과확인 (recurdyn-Post Processing) |

|  |
| --- |
| #6-1. General Plant in/out |
| [General Input] (다른 S/W랑 연동하기 위함.)  (1) Communicator탭-control그룹-GPlant\_In  (2) 위에서 Gplant\_in 2개 생성.  (3) Force-axial1에 수식넣음 (GPIN(1))  (4) axial2에도 넣음 (argument=Gplantintput2)  [General Output] (조향제어🡪액추에이터 변화)  (1) output1  DZ(1,2,2)\*0.001    (예시) DZ(1,2)이면 2부터 1까지의 벡터  DZ(1,2,3)이면, 2부터 1까지의 벡터\*(3의 z성분) 내적  (2) output2  VZ(1,2,2) 같은 argument  🡪1은 left위치, 2는 left속도.  🡪3은 right위치, 4는 right속도로 형성. |

|  |
| --- |
| #6-2. Mode와 FMI 설정 |
| ￮리커다인 센싱값+AMESim유압 값을 위한 Interface block이 필요함.  ￮ FMI 설정도 필요함.  [AMESim프로그램]  ￮ 블록을 이용해 design  ￮ compiler환경 설정 🡪FMI 설정  ￮ AMESim의 simulation을 .fmu파일로 export  [리커다인 CoSim FMI설정]  ￮ GCoSim탭에서 Type을 FMI로 PIN에는 기존 리커다인 PIN값들을 넣음(2개)  ￮ POUT도 4개의 값을 넣음  ￮ CoSim에 설정대로 Import (AMESim)  [Co-simulation]  결과 : AMESim에서 만든 유압액추에이터의 힘이 Recurdyn에서 감지되어 모델이 조향하게 됨.  [RecurDyn slave mode]  AMESim을 리커다인에 import하지 않고, 리커다인에서 export하여 AMESim에서 시뮬레이션도 가능.  (FMU라는 블록 사용)  [결과]  plot한 결과, 둘의 GPlant input값이 동일하게 나옴을 확인함. |

[#7] TSG tookit

|  |
| --- |
| #7. Automotive Road Testing (TSG) |
| ￮ 리커다인에서 실제 가진기에서 얻는 데이터 사용어렵다.  ￮ 리커다인은 실제시스템의 비선형요소를 모두 반영하기 어렵다.  🡺TSG 툴킷으로 실제 계측데이터를 활용해 최대한 유사한 모델을 만들 수 있게 함.  (계측데이터로 가진기의 입력신호 생성)  [Relation Map] () 🡪오른쪽 젤 아래 아이콘    아이콘을 누른 후 바디를 클릭하면, 바디와 연결된 관계도를 모두 확인할 수 있다.  🡺Tire와 Shaker는 Inplane조인트로 한면에서만 만난다.  🡺Shaker는 위아래로만 움직일수 있게 ground와 translational joint되어 있음. |

|  |
| --- |
| #7-1. 신호 정의하기 (sensor) |
| [Actuator 정의하기]  (1) TSG탭-Actuator 🡪4개 생성  (2) 수식리스트에 각 구동기의 식 생성.    (3) 각 Trajoin1,2,3,4에 Motion을 추가함.  Type: 변위  [Sensor 생성하기]  (1) TSG탭-Signal-Sensor  [sensor1] 샤시와 땅에대해 z방향 가속도 측정.  [sensor2] ‘’ y방향 가속도 측정  ￮ 센서에 .csv파일로 실제 데이터값을 넣어줄 거임.  ￮ 이때, 시간1,데이터1 시간2,데이터2 … 순 정렬.  ￮ 시간1, 데이터1 은 sensor1의 타겟이 됨.  [Target 생성] |
| 그림과 같이 Target탭에서 실제데이터를 .csv로 넣어줄 수 있다. (plot은 실제 값의 개형임)  ￮ Frequency(Hz)값과 End time을 데이터개수에 맞춰야함. |

|  |
| --- |
| #7-2. FRF 수행. |
| ￮ time signal을 Frequency signal로 변환함.  ￮ 시스템의 특성인 전달함수 (H(f))를 사용함.  ￮ 시간🡪주파수에서 Hz와 endtime을 잘맞춰야함  [iteration]  위 FRF 수행 과정을 반복하게 할 수 있다.  이때 모든 과정을 plot하면, 개형은 비슷하나 수행마다 조금씩 다른 값을 가짐을 확인할 수 있다. |

[#8] FFlex

|  |
| --- |
| #8. Plasticity Bending Machine |
| ￮ 절곡기(bending machine)이란, 금속판을 굽히는 애임. (재료변형: 탄성을 벗어난 소성(plastic))  ￮ 금속판 거동은 소성변형 해석이 필요  ￮ Flexible : 소성변형 (탄성이 아님)  ￮ Plastic(소성)과 Elastic(탄성)의 차이 이해. |
| [목적]  ￮ Flexible을 탄성으로 해석  ￮ 소성해석 필요조건, 방법, 특징  ￮ 소성해석 결과 분석 방법  ￮ 탄성해석과 소성해석 결과 비교 |

|  |
| --- |
| #8-1. |
| ￮ 절곡기에 의해 분해 될 판을 FFlex (Mesh)해주어야함.  ￮ B.C(boundary condition)으로 Y축의 자유도만 제거할 수 있음. (나머지 구속🡪해석 빨라짐.) |

|  |
| --- |
| select list로 바디 내부 선택하기 |
|  |
| 바디 우클릭 후 Select List에서 바디 내부의 무언가를 선택할 수 있음. |
| ￮ 이상하게 선택해도, 그 Force나 Contact의 property창에서 수정 가능함. |

|  |
| --- |
| 응력 해석 (Contour 버튼) |
| ￮ 강체 응력 해석은 Analysis 탭에서  ￮ FFlex 바디의 경우는 Flexible 탭에서 contour |

|  |
| --- |
| Elastic 해석에 대한 분석 |
| ￮ 탄성이므로 판이 접힌 후 다시 돌아옴.  ￮ 판이 접히게 하려면, 판 우클릭- Mesh를 통해 유한요소법으로 해석 해야함.  ￮ 탄성의 최대 응력은 2650MPa 임. (해석) |

|  |
| --- |
| Plastic 해석에 대한 분석 (Isotropic) |
| ￮ Plate\_FEd의 Edit에서, Materials 중 2번째 칸 (Mat\_Property2) property를 수정함.  🡺Elastic🡪Plastic  ￮ Plastic은 재료의 Plastic Strain과 Yield Stress 값을 임의로 수정해주어야 함.    ￮ 아래 Draw 버튼으로 여러 Strain값들이 잘 입력되었는지 알 수 있음. |
| [모델링 분석]  ￮ 소성이므로 (1) 튀지않음. (2) 접힌상태로 유지  ￮ 소성의 최대 응력(Max Von-Mises stress)은 1.23초에서 295.2MPa 이었음.  ￮ 1.52초에서 잔류응력(residual stress) 227.35MPa |

|  |
| --- |
| Plastic에서 kinetic추가 고려함. |
| ￮ Multi-Linear에서 HK(kinematic hardening)값 추가  ￮ [Hardening] = 경화란?  소성변형이 되는 순간응력을 항복응력(Yield Stress)  3차원에서는 곡면으로 나타나므로 항복곡면이라 함.  🡺탄성에서 소성 변형 후, 하중을 해제하고 다시 하중을 가함.  🡺재료변형+항복응력이 크게 상승 (hardening)  ￮ [hardening의 종류]  (1) 등방성경화 (Isotropic Hardening)  항복곡면이 모두 같은 방향,동일 크기로 증가  (2) 이동성 경화 (Kinematic Hardening)  항복곡면의 크기는 동일, 곡면 중심 이동  🡺Plastic1과 Plastic2의 차이 plot으로 확인 가능.  [결과] 같은 multi-linear값인데도 다르게 나옴. |

|  |
| --- |
| #9. RFlex vs FFlex |
| ￮ RFlex  Rigid Body로만 구성된 바디에 유연성을 모사함.  (modal)방식을 사용  🡪바디 고유의 Modal shape 중첩+Constraint Mode를 이용함.  🡺Flexible body가 다른 Body들에 대해 오직 고정된 연결점을 가질 때 효과적임.  ￮ FFlex  (1) Sliding contact (2) Rolling contact 가지면 Nodal 방식을 사용해야함. (Mesh방식)  🡺이때 FFlex 사용. |

|  |
| --- |
| Post Analysis에서 Durability의 응력해석 |
|  |

[#10~#] Toolkit (툴킷🡪서브시스템)

|  |
| --- |
| #10. Belt (잔디깎는 기계) |
| import함. 🡪 Assembly 해제로 각 바디로 부름.  ￮ 장점  롤러나 섀프트를 생성시, 접촉을 안 줘도 됨.  (툴킷의 장점)  ￮Belt 사용법  (1) Pulley -V 생성  (2) Pulley- roller 생성  (3) Assembly로 각 롤러 끼리 연결  (4) 축과 롤러를 Fixed joint  (5) 축과 plate끼리 Revolute joint  ￮ 수식  -188.4\*STEP  (TIME,0,0,1,1)  모터속도가 1초일 때, 0에서 188.4rad/s까지 증가.  ￮ 힘생성  -Axial 생성시 점과 방향만 잡음  -얼마나 줄지는 Expression으로 정함.  ￮ 팽팽하게 하기 위해 플랜지 생성  -플렌지도 벨트와 접촉해야함  -플렌지 단 바디에 Fixed로 연결  ￮ 결과 해석  V-pulley등으로 추가해석 가능함.  🡺데크에 진동 추가  롤러들이 연결된 데크에다 수식을 추가함으로 진동을 설정할 수 있음.  ex) 그라운드-데크 연결된 Revjoint에  25D\*sin(PI\*TIME) 수식. |

|  |
| --- |
| #10. [Post Analysis] – Durability – FFlex Connect |
| Flexible body의 정확한 해석을 위해 Full Flex와 Reduced Flex 두 방법을 사용함.  ￮ FFlex는 슬라이딩, 롤링 접촉뿐 아니라, 비선형 거동을 나타내는 큰 변형 처리가 가능함.  ￮ Durability는 단일 작업주기 동안 flexible body를 해석하는 경우 사용함. 🡺부품 수명 예측 가능. |

|  |
| --- |
| #10-1. 피로해석하기. |
| 1. 피로해석을 위한 표면 정의. |

|  |
| --- |
| #11. MTT2D |
| ￮ 고정된 거 하나 움직이는 거 하나.  ￮ Linear선을 만듦.  ￮ 고정된 애한테 motion을 줘서 선을 움직임. |
| ￮ Speed/Distance sensor를 만들어 조정 가능.  (1) MTT2D탭에서 Speed sensor/Distance sensor  🡺plot을 통해 각 센서의 값들을 알 수 있음.  (2) Event Sensor  ￮ SNSR함수 표현식  -이벤트 일어나기 전 0, 일어나면 1  ￮ EVTIME함수 표현식  -이벤트 일어났을 때, 시뮬레이션 시간.  ￮ STEP 함수 표현식.  -일정시간동안 지속하고 싶을 때 사용.  -event 후, 0.5초간 속도 변화를 지속할 때, 사용.  (3) 수식 변경 [Arg1 : EventSensor1]  2\*TIME-SNSR(1)\*STEP(TIME,EVTIME(1)+0.5,0,EVTIME(1)+0.6,2)\*2\*(TIME-EVTIME(1)-0.5)  ￮ 2\*TIME 원래의 값에 SNSR(1)\* 즉, 이벤트가 발생하면 뒤에 값을 뺀다.  STEP(TIME,EVTIME(1)+0.5,0,EVTIME(1)+0.6,2)    ￮ 젤 처음 값이 x축으로 할 변수임.  ￮ 이벤트발생시간+0.5에는 0의 값.  ￮ 이벤트발생시간+0.6에는 2의 값을 가짐.  ￮ Linear 시트의 두께에 따라 시뮬레이션시간이 달라짐.  ￮ include motion식에 따라서 속도 조절이 가능함. |

|  |
| --- |
| 타이어 툴킷 (GTire) |
| ￮ 목표  -달리는 차의 접촉에 마찰주기 힘듦. Slip도 고려해야함. 🡪GTire 사용  -서스펜션 사용도 할 것  -P 제어와 Steering제어를 통한 주행해석.  ￮ General 사용.  🡪Import할 때, 바디가 나눠져서 불편함  🡺General에 Import하면 하나의 바디가 됨.  ￮ subsystem (서스펜션)의 mother body를 chassis로 변경해야함.  ￮ GTire는 GRoad위에서만 접촉이 가능함. |

|  |
| --- |
| SPI – Particleworks – Water Sloshing |
| Particlework라는 소프트웨어랑 공동 해석.  🡺유체역학 분야 해석 가능함.  🡪setting을 통해 UI를 등록해야함.  Co-simulation 실행  ￮ EDEM도 두 소프트웨어를 활용해 유체입자를 분석할 수 있게 해줌. |

|  |
| --- |
| eTemplate – creation mode |
| eTemplate모델 🡺 엑셀파일  (2) Track LM  기본이되는 마스터시트 하나랑 각각이 필요한 시트를 추가로 만들어야함. |

|  |
| --- |
| eTemplate-Modification mode |
| 모델에 수정이 필요한 값들을 엑셀로 정리해서 Import하는 거임. |

|  |
| --- |
| [AutoDesign] CatapultSystem |
| 최적값을 여러 번의 해석을 통해 찾아준다.  🡺bound를 통해서 특정 값(시스템의 각도)의 범위를 지정해준다.  예를들어, -40~-10 으로 지정하고 횟수를 지정하면 그 사이 step은 자동 지정되고 횟수 만큼 해석된다.  🡺expression으로 공과 받는 박스의 마커 사이 거리 오차를 만들고 그것이 0과 가까운 등의 조건을 주어서 최적 값을 찾아내는 것.  [결과]  (bound 설정은 Design Variable(DV) 에서 함.) |

|  |
| --- |
| [AutoDesign] PaperDistribitingSystem |
| [design variable]  DV란, 내가 제어할 수 있는 모델의 factor이다.  [group의 의미]  Rev로 종이 body들을 연결함.  그 body모두를 그룹으로 묶어 SheetGroup1로 지정한다.  🡺원래 무한대로 나눠질 종이의 바디를 유한개로 나눌 수 있게 함.  [Random constant]  종이의 두께, 탄성계수, curl radius는 DV1,2,3로 설정됨. 🡺제어 불가능한 factors.  위 3개를 랜덤상수라고 함.   1. DV값 설정 및 bound 설정 2. Response 확인.   -최적값 설정 (원하는 값 : 894mm도달 할 때)  -오차 설정 (에러의 제곱을 따로 만듦.)  (3) Optimization  - Study로 설정 후 Opt  - Robust로 미분 값 까지 고려해 Opt |

|  |
| --- |
| [AutoDesign (4)] Suspension system |
| ￮ 목표  YAW와 Roll의 범위를 알고 그 진동을 빠르게 감쇠 시킬 수 있는 최적함수를 찾는다.  ￮ 설계 변수 (Design Variable)  -PP나 PV가 설계변수가 될 수 있다. (PP는 joint의 좌표값, PV는 각 X,Y,Z축에 대한 값)  -Suspension에서는 9개의 joint에서 3축을 고려하므로 총 27개의 DV를 가진다.  🡺27개의 변수를 모두 고려한 설계치를와 최적 값을 비교해볼 것.  ￮ 성능지수  Yaw와 Roll의 범위를 최소화 해야함. 따라서, 둘의 범위를 구해야함.  🡺범위에 대한 최소 최대값은 최대편차로 구함.  AR(analysis response)에서 수식을 이용한 편차의 특정값 (최대,최소,처음,끝 등)을 구함.  ￮ 최적 설계  설계가 더 필요한 부분 선정. (Yaw가 더 중요 🡪 Yaw에 가중치 2, roll에 가중치 1)  Yaw와 Roll의 목표는 2,1 이며, 편차에 대한 가중치는 수학적 식에 의해 위처럼 나옴.  🡺설정 후, Execution으로 해석 진행.  ￮ 선별된 설계변수로 최적화설계. (Design-Study)  🡪오른쪽에 있을수록 민감한 값들임.  빨간선을 옮겨서 ON시킬 값 집합을 지정 가능. |

|  |
| --- |
| [Professional 2] Engine with propeller |
| ￮ 목표  -geometry 넣기+구성.  -translational, rotational 스프링 힘.  -스코프 display  -constraint모델링  ￮ 초기설정 (unit, materials, gravity, working plane)  (1) Layer setting tool bar  - Import할 때나 property에서 설정 가능.  - Ctrl + 0 (모든 Layer 선택)  - Ctrl+1~9로 Layer1~9 선택 가능.  - 같은 Layer끼리, Select entity설정 한 애만 선택 되도록 할 수 있음.  ￮ Home탭- Merge 기능.  Body1과 body2 를 선택 후 타겟을 body1으로 merge하면 body1이 둘의 합병이 된다.  🡺CM마커 및 마커들도 합병 됨. (깔끔)  ￮ general에서 만들기.  Body를 각각 만들어서 Merge해도 되지만,  general에서 만들면, 바로 하나의 body로 만들어짐.  ￮ Joint  - pin (Hub&blade1, 2)  - cylindrical (Engine&Hub, Z-축 inertia reference frame)  - fixed (Ground&Engine)  ￮ Motion  Cylindrical 조인트에 Rotational motion을 줌. (수식)  🡺(1) 가속으로 설정 ,(2) 수식 : IF(TIME-0.1:0,0,10\*PI)  따라서, 0.1초가 지난 후 10 rad/s^2 가속됨.  ￮ 마무리  - Force 설정 및, Rotational Force 설정.  - plot에서 AtCurrent, Tool-Math, Fit, Legent 등 |

|  |
| --- |
| [Professional 5] Dipper Stick With Bucket |
| ￮ 목표  -Main과 subsystem에서 PP 및 PV 사용 익숙해지기.  -design study를 통해 최적 설계  ￮ PP (Parametric Point) 🡪 점  -PP점 x값에 다른 PP점 넣을 수 있음.  -PP쓰면 (1)한번에 바꿈. (2)Design 자동화  (3) Joint 생성 시, point로 사용 가능. (바디끼리 연결 점일 때)  ￮ PPC (PP점 connector)  - Subsystem이랑 body1에 어떤 점과 연결해야 함.  🡺body1의 점을 PP1 Subsystem의 점을 PP2로 한 뒤 Connect함.  ￮ PVC (PV값 connector)  Subsystem에서는 PV값과 PP값이 main과 다르다.  PVC를 통해서 서로 연결 가능함.  ￮ Subsystem 🡪 PP랑 PV값을 따로 가짐.  - subsystem의 trajoint1에 motion을 줌.  수식: PV\_Cyl\_Amplitude\*(STEP(TIME,0,0,0.1,-1) + STEP(TIME,1,0,1.1,2)+STEP(TIME,3,0,3.1,-2)  (1) 수식에 PV값 가능.  (2) Velocity에 대해서 motion주면 아래임.  STEP🡪(TIME,0,0,0.1,-1) 에서 0일 때 0값, 0.1일 때, -1의 값을 가짐. (축종류,x0,h0,x1,h1) 순서.  ￮ Axial Force  - property에서 Force display 🡪 apply only action body  - 수식 설정 가능.  50000\*IF(WZ(1,2,2):0,0.1)  버켓 각속도 (WZ)0보다 같거나 크면 50kN임.  ￮ power 식 만들어서 output request 확인.  - 에너지 🡪 FX(1,2,2) \* VZ(3,4,4)  - 위 식 plotting (create an output request)  - plot에서 Math탭으로 두 수식끼리 곱할 수도 있음.  - Request & Data Analysis  Request : F1칸에 EX\_~~를 넣어둠.  Data analysis 란에서 F1+F2처럼 수식끼리 연산할 수 있음.  ￮ VARVAL 함수. (변수 값 즉, 방정식의 해임)  따라서 VARVAL(방정식)의 Argument로는 Variable equation이 들어가야 함.  🡺VE는 Subentity에서 설정 가능.  ￮ VE (Variable Equation) 와 Expression  (1) VE1 수식에 EX1을 생성해 0의 값으로 넣음.  (2) 밖에서 EX1을 수정함.  IF(VARVAL(3)-AZ(1,2):AZ(1,2),VARVAL(3),VARVAL(3))  Agr3=VE1임.  ￮ IF 함수  🡺 bucket의 최대 positive rotation을 구할 수 잇음.  ￮bucket motion의 범위 구하는 수식.  [Ex\_RangeOfMotion]  180\*(VARVAL(1)-VARVAL(2))/PI  [Argument]  1: VE\_MaxPosRot, 2: VE\_MaxNegRot  에서 pos로 가장 큰 값-neg로 가장 큰 값을 degree로 바꿔줌.  ￮ Expression Request  F1, F2 등등에 수식을 넣을 수 있는 거임.  🡺plotting할 때도 request만 키면돼서 찾기 편함.  ￮DV(Design Variable) 설계 🡺Auto Design에 자세 |

DV 설계 및 DOE + plot batch

|  |
| --- |
| [AutoDesign 5] PaperFeedingSystem |
| ￮ 목표  용지가 2->1로 갈 때 Event Sensor를 만나면 반대로 돌아감. 이때, Fixed Roller 사이에서 미끄러지는 양을 최소화 한다.  ￮ 필요한 값 (설계 변수, Design Variable)  1. Nip spring들의 강성, 감쇠 값  2. 예하중(preload, 이미 걸려있는 하중,잔류응력 등)  3. Dummy bode에 붙은 Guide의 회전 각도  ￮ 해석 응답 (AR, Analysis Response)  MTT2D에서 Roller에 대한 평균 미끄러짐 결과를 제공하지만, AR 수식으로는 못씀.  🡪 [expression] 을 만듦. (0.35초, 용지와 Fixed\_roller의 미끄러짐의 양)  (1)각속도\*PV-센서감지여부(SNSR)\*STEP(0.35~0.351)  (2) 수식의 값을 MAX, MIN, RMS 등 어떻게 쓸지  ￮ 최적 설계  (1) Nip Force<= Limit (가장 중요, 전제하)  (2)미끄러짐 최대 Peak, 미끄러짐 RMS 동시 최소화  🡺 Optimization메뉴 – Opt 탭  (3) 반복 간극이랑, 범위 설정으로 trial 횟수 설정. |

|  |
| --- |
| [AutoDesign 6] Landing Gear System |
| ￮ 목표  - AutoDesign+Colink  (1) PID를 통해 2초 안에 바퀴를 안정화  (2) AutoDesign으로 최적 Gain값 찾아 냄.  ￮설계변수 (DV) 정의  PID의 Gain값을 반복적 실험을 통해 얻는 것이므로, 설계 변수 또한, PID의 Gain값이다.  🡺PID Gain값을 PV로 설정함.    Colink내에서도, PV값을 사용할 수 있음.  ￮ Colink, Plant in/out  - Plant: 제어되기 위한 시스템 모델  - Plant In: 제어 장치의 출력  - Plant out: 제어 장치의 입력 응답  따라서, 랜딩기어의 In은 전륜기어 버팀대의 축력, Out은 바퀴 중심과 목표 위치 사이의 상대적 위치와 속도임.  🡺Plant In이 될 축력은 랜딩기어에 Axial Force로 작용함. Axial Force 표현식에 PIN(1) 넣음.  ￮최적 설계 (Plant out관련)    원래 접히는 데 5초 걸림.  설계: 2초만에 바퀴 중심과 목표 위치 사이 편차를 최소화.  [추가적으로 고려 조건]  - 안정성: 편차의 최대 과도 응답이 위 벽 닿지 X  - Plant Input의 한계 값보다 작아야 함.  -편차가 최소여도 0은 아니므로 추가 구속 필요.  - 편차 마지막 값은 0  ￮Simulation 시간.  -End time=5, Step=500 이면, 0.1초에 한번 연산됨.  -Colink에서 Plant 더블클릭 후 나오는 해석 시간이 1.e-002와 같이 같은 Step 간격을 가져야 함.  [결과]  빨간선이 최적화 이후 선임.  2초전에 빠르게 제어값에 도달하고, 그 이후는 편차가 0이 됨. |

|  |
| --- |
| [AutoDesign7] Connecting Rod System |
| ￮ 목표  - 엔진 크랭크에 달린 rod의 회전을 설계할 것임.  - 에너지 효율을 위한 mass 최소화, inertia force 줄이는 것이 최종 목표.  - Rod의 shape도 설계함. 피스톤 압축력 등을 고려.  ￮ 설계 변수 (DV) 설정  [Shape를 설계]  위와 같이 설정해 준다.  ￮ 해석 응답 (AR) 설정.  - 유한요소법이 필요하다면, Basic🡪FE Result 수정.  - Stress/Mass 설정 다르게 가능.  (Mass는 FFlexBody1.Mass로 Access해야 함.)  ￮ 최적화 (Opt)  Stress가 한계 값보다 낮아야 함.  🡺VonMises stress인 AR1을 Constraint, LE로 설정하고 Limit값을 114로 설정 함.  🡺질량 Mass는 Objective이며 Min, weight=1로 설정    ￮ 결과  Mass(Kg): 3.478 🡪 1.485  Stress(MPa): 71.3 🡪 112.2  한계응력을 넘지 않는 선에서 질량을 최적으로 줄여주었음. |

|  |
| --- |
| [Control] Pendulum (FMPY) |
| ￮ 목표  - 파이썬으로 동역학 시뮬레이션  (FMPY, TensorFlow 모듈 사용)  - 리커다인의 FMI방식 사용.  - Pendulum이 Base에 작용하는 힘을 이용해 pendulum이 직립 위치에 가는 것을 Target으로.  ￮Communicator – general in/out  - X축 방향 힘으로 제어할 것임. (제어 값, PIN)  Force탭의  Translational 에서 FX에 PIN값을 넣어줌.  Arg1은 GPlantIn1임.  - POUT (컨트롤 값)  (1) (gpout1)  Pendulum과 Base 사이 각도  🡺PSI(1,2) [arg1=추, arg2=base]  (2) (gpout2), 두 바디 사이 각속도  🡺WZ(1,2) [arg1=추, arg2=base]  ￮ 파이썬 모듈.  - 명령프롬프트 파이썬 모듈 설치  (1) cd..후 엔터로 상위폴더 (2) cd \경로 를 통해 이동 후, python -m pip install fmpy과 같은 명령어를 통해 모듈 설치 가능함. (FMPY 모듈 설치)  ￮ FMI (GCoSim, 연동 해석)  - Gplant in/out 설정 후 CoSim에 넣음🡪Export  - fmpy(.fmu)파일을 Python에서 import함.    위처럼 import후 필요한 함수 넣어주면 됨.  🡺파이참과 리커다인에서 둘 다 결과 확인 가능.  ￮ FMI를 이용한 NN제어.  RecurDyn+FMPY+TensorFlow모듈로 PID제어 개선 제어시스템을 구축함.  - FMPY: 리커다인과 host program 사이 통신  - Tensorflow: PID제어 결과값 보정  ￮P=-1000, I=0, D=-125부터 시작했음.  🡺얼마나 성능이 향상되는 지 확인하기.    [PID vs NN제어 차이점]  즉, 앞선 실험에서 얻어진 값을 기반으로 Target과 비교해서 더 최적의 값을 얻는 방향으로 Step을 나눠가며 제어하는 것.  수식과 함수는 참고할 것. (Control pp.36 |

|  |
| --- |
| [Post Analysis-durability] FFlex Connecting Rod |
| ￮ 이론 설명  - RFlex: 다른 body가 Flexible body에 연결, but 접촉 및 변형이 작고 선형 범위 내의 모델을 신속하게 해석함.  - FFlex: Flexible body와 롤링, 슬라이딩접촉 뿐 아니라, 비선형 거동인 큰 변형을 처리함.  - Durability: 단일 작업 주기 동안 유연한 부품이 해석되면, Durability로 부품 수명을 예측 가능.  ￮ 피로해석  - FFlex의 피로해석을 위해서는 Patch set을 생성해야 함. 🡺shift를 이용해서 피로해석을 볼 면을 모두 선택함.  - 재료를 선정함. Material Library.  - Post Analysis탭-Durability그룹-Fatigue로 피로해석  - 재료와 Index등을 설정함. (max/min색깔)  - 관측할 frame 선택 (History)-calculation누름.  - 피로해석 결과는 Post Analysis-Durability-Contour 에서 확인 가능함.  즉, Post Analysis에서 Preference랑 Fatigue등을 설정 후 Post Analysis의 Contour를 이용해 확인. |

|  |
| --- |
| [Post A, durability2] FFlex Mesher suspension |
| ￮ 개요  - Durability Analysis: 피로, 내구해석이라 함. 부재의 Flexible body에 대해서 동적 하중으로부터 어느 시점까지 안정적으로 버티는지 판단하는 것.  🡺단순히 최대 응력 및 변형률 계산과는 다름.  - Mesher기능: Flexible body로 쉽게 대체할 수 있음  ￮ 목적  (1) mesher를 통해 flexible body 생성  (2) 내구해석 필요조건, 수행방법, 결과 및 분석.  ￮ Mesher: Rigid body를 Flexible body로 교체  (1) Assist 에서 FDR의 Gr 선택  (2) Adv.Mesh는 중간 과정을 거치지 않고 바로 Mesh해줌.  (3) Include Assist modeling과 type정한 후 Mesh  🡺Rigid 🡪 Flexible body임.  (joint랑 force의 변함은 없음 icon으로 확인 가능)  (추가)  Rigid body에서 Flexible body로 Mesh한 후, Flexible 탭 contour을 누르면 응력해석 확인 가능.  ￮ Main에서 subsystem 누르는 방법  Select list를 누를 수 없는 경우  🡺shift키를 누르면 subsystem을 선택 할 수 있음.  ￮ Contour로 응력 해석 확인하기.  TIP)contour적용한 뒤, 시뮬레이션 시작 안하면, 부재의 색깔 및 Min/Max값 display 안됨.  🡺안된다 하지 말고, 해석할 것.  ￮ Preference  - 파일 어디에 저장할지 선택  - Fatigue 영향 facor 등 값 세팅  - Notch Factor Amp  :크랙,노치로 인한 응력집중 고려해 기존 보다 높게 예측하는 것. 값이 클수록 해석 결과가 가혹.  - Rainflow counting  :엑셀에 값 넣을 때, 범위 구간의 수가 설정된 값으로 나오게 됨. (Fatigue-rainflow에서 확인)  ￮ Fatigue  - 재료선정  - Patch set선택 후, Time history 만들기  - Fatigue tools  (rainflow: 엑셀로 가장 큰 피로 값 그래프)  (plot history: 리커다인 그래프, 시간-응력)  ￮ Post Analysis – contour 확인  - 설정 후 calculation, view 누르면 됨.  - max를 파랑, min을 빨강으로 확인  🡺빨강 부분이 피로 수명이 상대적으로 작음. |

|  |
| --- |
| [post analysis-durability3] RFlex Crank Shaft |
| 서스펜션 등은 비선형거동이다 (FFlex)  크랭크는 선형거동이므로 RFlex의 사용이 가능함.  ￮ 목적  - 4기통 직렬 내연기관임. crank축의 설계 안정성을 내구해석을 통해 판단함.  - RFlex를 통한 Flexible Body 교체 방법.  - RFlex 응력확인, 내구해석 조건, 결과 및 분석.  -구조 (많이 나오는 거니까 알아둘 것)  ￮ RFlex body 생성하기.  (durability는 flex body해석만 가능함.)  - .rfi 파일이 필요함. (import한다.)  - 초기값을 설정 후, 해석하면 힘이 display 됨.  ￮ Stress 분포 확인하기.  - .rfi파일이 있다면, Str.Shape 탭에서, 넣어주면 됨.  - contour아래 output regenerator를 클릭하면, 내가 보고싶은 값들을 선택하고 생성할 수 있다.  -contour탭에서 calculate 후 OK  -contour 설정 후 simulation에서 play해야 확인 가능함을 항상 유의할 것. (부재를 색으로 확인)  ￮ Animation해석 재활용하기.  Analysis탭 – animation control 버튼.  🡺flexible body의 patch set등을 만들면, 이전의 애니메이션과 다를 거처럼 보이지만, 사실 같으므로 이전 애니메이션 파일을 들고 와서 사용할 수 있음.  ￮ Flexible에서의 Contour와 Post Analysis에서의 Contour를 구별하자.  (1) Flexible은 유한요소로서의 최대최소 응력을 analysis 때 확인할 수 있음.  (2) Post analysis이므로 해석 이후에 Preference와 Fatigue설정을 한 후 contour하는 거임. 🡺재료에 따른 Stress나 안전계수 등 factor 도 설정할 수 있음.  ￮ Post Analysis, material 설정  우클릭-New Material로 새로운 재료 만들기 가능.  ￮ 안전계수 구하기 (Safety factor)  -patch set재설정 (해석 시간 기니까 필요부분만)  patch설정에서 Tolerance (Degree)를 60으로 설정하면, 선택 바디의 60도 내의 바디를 모두 연결된 바디로 인식하고 선택해줌.  - Fatigue탭에서 새로 설정한 patch set을 넣음    Patch set 설정으로 필요한 부분만 응력 해석할 수 있음. 🡺Checking point를 각각 만들어 각각 해석하는 것도 가능함. (해석시간 빨라짐)  (1) point마다 최대 응력을 구할 수 있음.  (2) 재료마다 항복응력을 알 수 있음.  (1)과(2)에서 안전계수를 얻을 수 있음.  Ex) point4에서 최대응력 72Mpa, 항복응력 262Mpa 🡺안전계수 = 262/72=3.63 이다.  (추가)  정적하중만 받는다면, 단순 항복응력/최대응력으로 구하면됨.  엔진처럼 동적 하중도 받는다면, 피로해석으로 얻어지는 Safety Factor가 올바른 값임. |

|  |
| --- |
| [Post Analysis 2] Acoustic – Vibrating Transmission |
| ￮ 개요  -소음과 진동제어. 🡪진폭이 큰 주파수 영역대?  -회전을 왕복운동으로 만드는 링크 시스템 (Vibrating Transmission)에서 해석.  -기존 FE해석으로는 명확하지 않음. 🡪Acoustic이라는 Post Tool을 이용해 Housing에서 발생하는 ERP (equivalent radiated power)을 계산.  ￮ 목적  - RecurDyn/RFLEX를 통한 RFlex Body 교체 방법  - RecurDyn/Acoustics를 통한 ERP 계산 및 분석 방법  ￮ RFlex Body로 변경.  Housing에 걸리는 외력에 의한 변형 특성 확인.  Housing은 강체이므로 확인 어려움. 🡪RFlex body  ￮ [RFlex Body Swap]  (1) Import RFI에 .rfi 파일 넣기.  (2) 강체🡪유연체 되면서 contact patch정보가 사라짐. 🡺 contact 다시 정의 해야 함. (patch set)  (3) Patch set (새 contact정의)  -Flexible body의 edit화면 - Patch에서 정의 가능.  -내부면을 patch하려면, Select element후 Tool bar에서 select부분만 보기 클릭.  -요소들 선택 시 Tolerance 각도 설정으로 손쉽게 클릭 가능.  (4) Housing의 patch set과 bearing에 Contact 정의  -Flexible/RFlex/GeoSur  -Layer setting으로 필요한 부분만 켜서 원하는 면만 선택할 수 있음.  (5) Contact의 property 설정.  -Edge contact 사용여부  -Force Display 여부  -마찰/댐핑 계수 값  (6) 해석 후, Rflex- contour 설정으로 응력확인 가능  ￮ ERP (Equivalent Radiated Power)계산  Acoustics 해석은 Post Tool로써, Flexible Body(FFlex, RFlex)의 해석 결과만 있으면 언제든 수행할 수 있습니다. RFlex Body의 경우 각 Mode별로 ERP를 추가적으로 계산할 수 있어 어떤 Mode에 영향을 많이 받는지도 알 수 분석할 수 있습니다.  [ERP란?]  유연체 표면에서 발생하는 진동에 대하여 주파수 응답을 분석하는 방법 중 하나가 ERP 결과 분석임.  ERP는 수식과 같이 표면에서 발생하는 진동 Energy 합한 값.  🡺시간 영역의 ERP결과, 주파수영역으로 FFT한 결과를 Acoustic scope를 통해 볼 수 있음.  [Acoustic해석]  (1) 계산 범위를 Patch set으로 설정함.  (2) Post Analysis-Acoustics-Calculation에서 patch면 지정 후, 계산.  (3) 한쪽이 너무 튀는 값이 있으면 그 프레임을 제거하고 확인.  (4) modal ERP로 몇번 modal에서 영향이 큰지 봄.  (5) acoustics-contour에서, type을 ERP로 바꾸면 ERP값도 시뮬레이션에서 확인가능.  (6) 두께가 두꺼운 다른 .rfi를 넣고 해석함.  🡺ERP를 contour로 확인시 빨간 부분 많이 없어짐. (housing 옆면 소음을 줄이기 위함.)  ￮추가: .rfi파일이란?  Rigid 바디를 유연체로 만들기 위해 .rfi파일을 import한다.  이때, rfi파일은 Abaqus등의 프로그램으로 만들거나, 리커다인의 RGen 튜토리얼을 참고하여 생성한다. |

|  |
| --- |
| [Toolkit] MTT3D, Media Transport |
| ￮ 개요  -용지가 경로를 통과하는 것을 3차원으로 모델링.  -용지 주름 및 정렬 불량등을 연구 할 수 있음.  -용지 쫙펴서 내보내면, 밖에서도 펴져있음 등.  - MTTD가 프린터 같은거-🡪롤러 사용해서 안에 Flexible한 부재를 넣는 것.  ￮ 모델 생성  - 툴킷-MTT3D에서 Pair로 만듦 (하/상단 롤러)  [하단부 롤러] (1개 롤러당 1쌍, Pair로 만듦)  -고정된 애 (fixed roller), k,c값 설정 가능.  -움직임(movableroller), Nip Spring property설정 가능.  - move는 플라스틱 모델링(마찰계수0.2) fixed는 고무(마찰계수1.0)을 To Sheet탭에서 설정함.  [상단부 롤러]  - 2번째로 만들었으므로 Group2에서 확인 가능.  - check edge를 눌러 롤러 끝과 용지 사이 접촉을 고려해준다.  [고정 롤러에 모션 추가]  -Fixed Roller group 1에 include motion.  -Fixed group2, C1,C2,C3 모두 같은 motion추가.  [가이드 만들기]  -MTT3D탭-Guide메뉴 (선 만들어 용지로)  -Arc와 Linear(외부용지)만듦.  -각 가이드 끝에 Circular guide 생성.  - 해석 끝까지 용지 가장자리가 가이드에 닿지 않도록 Linear5의 접촉강성을 높임.  [Sheet생성]  - MTT3D-Shell 에서 지점과 방향 선택  - 길이, 노드 수, factor 설정  - Sheet를 정확한 위치에 롤러 사이에 넣으려면, Roller-Align 기능 활용. (sheet, moveroller 선택)  [contour로 응력 해석]  - 롤러를 통과하고 나올 때, 주름이 발생하는 위치에서 높은 응력 발생함.  - 용지가 롤러에서 나오기전 용지 질량이 증가해 주름이 사라짐.  - 주름: 유지 되는 동안 용지가 쫙 펴져있음.  - 의도한 만큼 주름이 유지되지 않을 때, 새롭게 디자인 하는 방법(아래)  ￮ 디자인 수정  - 용지가 롤러 나온 후 곧바르게 유지 (주름 증가)를 위해 롤러의 디자인을 수정함.  (1) 상단 롤러들과 하단 롤러끼리의 위치를 수정  (2) 롤러 반지름을 수정  (3) contour해제하고 싶으면 이전 애니메이션 불러오기 아이콘 클릭하면 됨. |

|  |
| --- |
| [Toolkit] Track\_LM |
| ￮ 목적  -LM(low-mobility)Track: 지형에 따른 track 차량의 동작을 시뮬레이션.  -undercarriage 요소 및 track shoes정의하는 법.  -프로세스 도구: 벨트, 풀리, 체인, 스프로킷 subsystem 사용.  -Low mobility란? 군용 탱크처럼 스프로킷 등을 사용하였음.  ￮ 모델 만들기 (dimension information으로 확인)  (1) Toolkit 탭– TrackLM탭 – Link그룹 -Link버튼  -Geometry data: 링크 길이, 핀 위치  -Grouser Profile: .mat 파일을 넣을 수 있음.  -위 파일은 Draw버튼으로 그림 확인할 수 있음.  (노드 수와 위치, 접촉위치 등)  -Shoe Point의 Define을 함으로 지형(눈,땅…)과의 접촉 값을 설정할 수 있음.  🡺Link 하나가 생성 됨.  (2) Sprocket그룹에서 Sprocket 생성.  -Geometry data: 이빨 수, dedendum, base, pitch등의 circle 반지름 설정 가능(Rb, Rp, Ra)  -sprocket tooth를 바꾸기 위해 .mat파일 import  (3) Set of Road wheels  -Flange그룹의 Single 생성. (6개, 다른 중심점)  -Idler: Flange그룹의 center 생성.  -Carrier Roller: Flange그룹의 center 생성.  ￮ Track Subsystem 끝내기(모델 완성)  (1) track을 assemble, frame만들기, frame에 요소 붙이기를 목표로 함.  (2) Assembly  Assembly그룹의 Assembly클릭 후 체인 만듦.  (3) Track Frame Body  -subsystem내에서 link 만듦.  -link의 edit모드에서, 반지름 값 수정.  -link하나 더 추가 생성.  🡺Frame 완성.  (4) Frame과 Idler사이에 박스 생성  🡺Tensioner Body  ￮ Track Subsystem에 motion및 joint 추가.  (1) Revolute joint  서로 맞물려 돌아가야하는 body끼리.  Ex) Sprocket은 그냥 돌아야하므로 mother body와 revolute  Ex) RoadWheel들은 Track\_Frame과 맞물려 돌음.  (2) Fixed joint  Ex) Tensional box와 Frame, Frame과 motherbody  (3) motion추가하기.  -스프로킷의 Rev joint에 motion추가해야 돌아감.  -STEP(TIME,0.1,0,1,360D)을 Type 속도로 넣음.  0.1초에는 0, 1초에는 360D로 만들어줌.  ￮ Track인 Subsystem과 본체를 연결.  (1) Subsystem property  에서 Track의 mother body를 ground에서 Chassis로 수정함.  (2) 본체(Chassis)를 Ground와 fixed joint로 연결.  (3) 좌측 Track도 생성함.  -Hoem메뉴,General탭에서 복사시, 위치이동 끔.  -Right track을 복사 후 붙인 뒤 이동  -Left Track의 Subsystem에서 Motherbody를 Chassis로 교체해줌.  ￮ 지형 설정 (Terrain)  -Outline으로 점 찍은 후, 복사 해서 Frame만듦.  -Road Data-spline으로 생성 (자동 contact해줌)  ￮ 추가적은 Track model 수정하기.  -다양한 값, Track 및 assembly파라미터 수정할 것  (1) 생성된 TrackAssembly1  -Characteristics1의 Bushing Force에서, 강성과 댐핑계수 설정가능. Contact 파라미터 수정으로 땅과의 관계(soil, snow 등)을 설정 가능.  -Characteristic2 에서 Track에 롤러, 캐리어등을 추가할 수 있음. 링크의 초기 속도 설정 가능.  (2) Track Tensioner 설정하기.  -Track\_Frame과 Tensioner에 Tra joint 넣기.  -둘 사이에 Force그룹의 Spring 넣어주기.  -Spring의 c,k값 설정과 Pre Load 설정 가능.  ￮ 추가 Subsystem을 Import 후 연결하기.  (1) Blade를 import하고 위치에 맞게 옮김.  (2) 새로운 Subsystem과 Body가 연결되는 지점을 PP를 통해 점을 찍음. (Subsystem도 같은 점 필요)  (3) 그 점을 PPC를 통해 연결함.  ￮ Blade Assembly의 Constraints 정의하기.   |  | | --- | | TIP) body와 Subsystem내의 body사이 joint를 정의할 때 Shift키를 사용하면 Subsystem내의 body 누르기 가능함. |   (1)joint 정의  Rev, Sphere, CMotion등  (2) Force 정의  Right/Left rail과 blade 사이 Bushing |

|  |
| --- |
| [Toolkit] Tire, DrivingJTurn |
| ￮ 목적  -차량 거동 해석🡪Tire와 지면 사이 접촉력이 중요  -동적 하중에서 나오는 Friction, Slip등을 고려하므로 contact 표현이 어려움.  - GTire Toolkit으로 위를 해결. 생성 및 해석.  -튜토리얼: 주행 중 조향각을 변경해 J-Turn 시 차량의 동적 특성을 확인할 것.  (1) CAD와 Subsystem 불러오기  (2) GRoad와 UA-Tire 타입의 GTire생성  (3) p제어와 Steering제어를 통한 주행 해석  (4) Tire Property 수정과 결과 분석.  ￮ 모델 생성  -Chassis 생성  -suspension을 subsystem으로 생성  -subsystem의 motherbody를 chassis로 수정  ￮ Steering을 위한 Translate joint 생성.  -차체와 subsystem의 RackBar사이 연결.  -joint에 motion추가.  -Displacement, 수식: 0으로 추가 함.  ￮ 동력을 위한 Rotational Axial Force생성.  -Rotational Axial force 생성 후 전륜우측 바퀴에 joint에다가 만들어줌.  -전륜 좌측도 만들어줌.  ￮ GRoad 생성하기  -GTire의 contact은 GRoad에서 정의돼야 함.  -ground에서 수정할 것.  -박스로 표면 만들고 GRFace기능 활용(Face아님)  -GRFace는 (면,nomal vector, heading vector)순  ￮ GTire 생성하기  -UA Tire, 이미 정해진 규격이 있음. (.tir파일)  -툴킷으로 만들면 됨. (withdialog 편함)  -연결할 GRoad설정해줘야 함.  -바퀴가 4개라면 4번 해줘야 함.  -각 바퀴를 각 WheelHub에 Fixed joint로 구속.  ￮ 주행해석1 (차량안착) (2직진주행, 3J-Turn 주행)  (1) 주행해석 준비  -속도에 따른 바퀴의 필요 토크를 Spline으로 만들어 수식으로 구현한다. (subentity-spline)  -만든 수식을 Rotational Axial Force에 적용한다  - 속도(km/h) 토크(N\*mm)의 단위를 가짐.  (2) 목표속도를 PV로 정의  -InputV\_kmph 라는 PV만들고 일단 0으로 정의.  (3) 차량 속도를 측정할 마커 정의  -ground에 1개 Chassis에 1개  -두 마커 간 변위를 측정함. Reference로 쓸 것이므로 조금만 달라도 해석이 달라질 수 있음.  (4) Expression (수식) 정의  AKISPL 함수로 위에서 정의한 Spline 정보를 사용하여 Torque 값을 반환 받습니다.  Spline의 X값으로는 VX함수를 이용하여 차량의 진행방향 속도를 입력합니다.  차량의 속도는 km/h 단위 변환하고 ABS 함수로 절대값을 취한 것을 사용합니다.  Input Velocity와 현재 속도 차이에 Gain값(1.4)를 곱하여 간단한 P제어를 구현합니다. (상황에 따라 Gain 값은 변경될 수 있습니다)  MIN 함수를 이용하여 P제어 구문이 1이 넘지 않도록 합니다.   |  | | --- | | AKISPL( ABS( ( VX( 1, 2, 1 )/1000\*3.6 ) ), 0, 3, 0 )\*MIN( 1.0, ( InputV\_kmph-VX( 1, 2, 1 )/1000\*3.6 )\*1.4  [argument list]🡪 |   (5) 수식을 정의해준 Force (FR,FL)에 추가해 줌.  ￮ 주행해석2 (직진 주행)  PV값을 40으로 변경한다.  🡺목표속도가 40이 됨.  ￮ 주행해석3 (J-Turn)  달리는 도중 J-turn 조향하는 해석.  (1) Subentitiy-expression에서 주행 수식 (Ex\_Steering\_RackBar\_mm)를 수정한다.  🡺목표속도를 40에서 수식으로 수정함. Step(Time-5,0,0,0.5,50) - Step(Time-7.5,0,0,0.5,50)  즉, 5초에서 8초 사이에 RackBar를 50mm이동 후 되돌리는 수식임.  🡺RackBar가 50mm이동하면 Tire는 12deg정도 회전.  (2) 해석 관찰.  - Subsystem의 edit모드로 들어가면 J-turn 당시 suspension의 거동도 확인할 수 있다.  - Chassis/Vel\_TM으로 차량 속도 확인  - Chassis/Pos\_ROLL으로 회전시 차량 각도확인  - Chassis/Pos\_TX,Pos\_TY 로 X-Y위치 확인 가능.  - Template 사용법  1) Export해서 저장함.  2) 톱니바퀴 Template에서 쓰고 싶은 파일 Use  3) Ok 누르면 해석탭의 템플릿이 활성화 되어 있음  (3) UA-Tire의 contact property를 수정 후 주행 해석 🡪 변경된 parameter 값이 어떤 영향인지  -GTire의 property에서, .tir파일을 Edit 함.  -Lateral\_Stiffness를 30000으로 수정함.  -타이어 하나만 수정해도 모두 다 바뀜.  (4) 새로 해석 후, 이전에 Template을 활성화 해두었으므로, ADD를 클릭하면 이전 그래프에다가 새로운 그래프를 추가 해줌.  (5) 강성을 30000으로 낮춘 해석결과에서 Lateral Force가 작아지므로 차량이 회전 바깥쪽으로 밀리는 거동을 보임.  5-8초간 회전 도중 Chassis 의 Roll각도도 작아짐.  ￮ GRoad 변경과 해석  (1) PV에서 InputV\_kmph를 40으로 수정 (직진주행)  (2) UA-Tire의 파라미터 수정(강성 50000)  (3) GRoad 파일 불러오기 (Hill,rough 도로있음)  (4) 도로 바뀌면 GTire의 접촉면이름도 바꿔줘야 함.  (5) 템플릿을 이용하면 이전 해석 값과 그래프를 비교할 수 있음.  Hill은 경사면, Rough는 거친면임. |

|  |
| --- |
| [eTemplate] creation mode-4WD Loader |
| ￮ 목적  - Sheet에 Excel Data를 넣음.  - eTemplate으로 contact생성 자동화  - eTemplate으로 효율적인 모델링  - 코드가 아닌 Excel기분 S4PARK Technology사용.  ￮ 튜토리얼 내용  - 사륜구동 로더에 있는 한쌍의 호스를 시뮬레이션  - 호스의 세그먼트끼리 contact을 확인하는 게 중요함. (결합 또는 마모 문제 해석)  - 하나씩 contact넣으면 불편+에러가능성 큼. 따라서 코딩 필요(ProcessNet)🡪코드 과정도 간략화하는 것이 eTemplate임.  -즉, ProcessNet의 코드를 효율적이고 정확하게 하는 것이 eTemplate의 역할이다.  - eTemplate: 간단한 Data를 excel 넣어 입력함.  ￮ Contact자동 생성(by eTemplate)  :호스를 50개의 세그먼트로 나누어 그중 중간 11개에 contact을 생성할 것임.  -BeamGroup1은 Body1~Body51 까지 50개  -BeamGroup2는 Body52~Body102까지 50개  -contact은 group1에서 20~31/2에서 71~82까지.  (1) Solid Contact 생성 후 삭제  -Contact/Solid 클릭.  -20과 71을 연결함.(contact property에서 수정가능)  - 주의할 점.  1) etemplate에서는 Contact정의 시 body이름과 geometry도 써줘야함. (필요한 부분, Body20같은 애를 다른 색으로 바꿔주면 좋음)  2) etemplate에서 Contact을 생성할 것이므로 임의로 contact을 만들었다면 삭제 해야함. 따라서, (1)을 삭제함.  (2) Template Sheet 정의하기.  1) Excel에서 Template\_Format이라는 sheet 생성.  :템플릿 형식을 정의하는 header와 parameter 입력  2) TIP) eTemplate에서 사용 가능한 표들을 eTemplate그룹/Helper버튼 에서 복사할 수 있음.  3) Excel에서 Template\_Data라는 sheet 생성.  :creation mode를 작동시키는 값들 입력. (Solid contact와 그 값들)  위 같은 방법으로 11개의 contact을 생성.    3) 위시트에서 contact의 강성, 댐핑계수를 설정 할 수 있음. (안쓰면 기본값)  +) Force display를 Action으로 바꿀 수도 있음.  +) Action Geometry옆에 붙이면 됨  [결과]  ￮ eTepmlate 실행  RecurDyn/Customize/eTemplate그룹/Run 클릭  🡺 Excel파일처럼 contact 자동 생성.  [결과]  Force가 불규칙적임🡪세그먼트 사이 contact 제대로 되지 않음. (이웃하는 세그먼트끼리 contact을 설정하는 작업이 필요함.)  ￮ Segment Contact 정의하기.  그냥 위아래만이 아니라, 옆에 세그먼트에도 contact을 정의해주어야 향상된 결과를 얻음.  (1) 기존 eTemplate으로 생성된 contact 삭제.  :같은 이름 contact있으면 import불가하므로.  (2) 기존 시트에다가, a를 붙이면 오른쪽을 가르키는 애, b를 붙이면 왼쪽을 가르키는 contact으로  🡺총 22개의 contact을 eTemplate에 추가함.  더 나은 결과를 확인할 수 있음. |

|  |
| --- |
| [eTemplate] creation-Track\_LM |
| ￮ 목적  -Low Mobility vehicle을 eTemplate을 이용해 생성  -Master Sheet기능, HC 기능을 이해  -eTemplate으로 Track\_LM 툴킷의 Track Body 생성 및 어셈블리.  ￮ Format sheet 수정.  -module key를 professional에서 Track\_LM수정  ￮ Master Sheet 생성  - Template Data에 많은 정보가 있어, master sheet로 관리하는 방법이다.  - 따라서, Track\_HC, Track\_Body.. 등 필요한 데이터가 있는 Sub sheet를 만들어서 그것을 총괄하는 애가 Master Sheet 이다.  - Master sheet는 사용할 5개의 subsheet의 이름을 써놔야함.  ￮ Subsheet 생성 (data가 많아 시트를 나눔)  (1) Track\_HC (hierarchy connector), 바디 위치    Track system은  Chassis, Track왼쪽/오른쪽  총 3개로 나눠짐.  HC란, 상대적인 위치를 결정하기 위해 사용됨.  🡺Chassis를 기준으로 Chassis가 이동되면 전체 시스템이 이동되도록 Track system을 구성함.  - Chassis의 위치 생성  -Track R/L의 위치와 Parent옵션(따라 움직이게)  -스프로킷과 부품이 R과L 위치에 맞게 Parent 설정  (2) Track\_Body (바디 생성)  -import할 body를 같은 폴더 내 두고, Header를 통해 import를 한다. (다른 경로면 절대경로로 표기)  -import 시, parameter에 따라, 좌표입력 or 참조입력을 선정할 수 있다. (좌표or참조마커)  - AutoMerge/Geometry/color등을 설정할 수 있음  -property에서 설정가능한 모든 것들 설정 가능. (반지름, teeth수 등)  -Wheel, sprocket, carriage 각 roller 등 모두 해당 시트에서 생성.  (3) Track Assembly 생성.  1) Assembly 전, Clone Link 먼저 생성.  2) Assembly 및 Force 적용  🡺Track 왼/오른쪽 생성 및 위치, Property설정.  (4) Joint생성 및 모델 완성.  -joint이름, BaseEntity, Action,RefFrame설정  -ground생성은, road파일은 같은 폴더 내에 두고, 해당 폴더 이름을 기입하면 됨.  ￮ eTemplate을 이용한 setting 변경  -Dynamic 해석 세팅  -Icon size, marker size 변경  -작업 공간 색상 변경  [SubSheet, Track\_setting]  -헤더를 DynamicAnalysis로 하면 해석 세팅  -Stting\_Icon과 parameter를 IconSize, MarkerSize로 하면 Icon Control 세팅이 됨.  - Display도 색을 이용해 그라데이션 설정도 가능함.  ￮ eTemplate import및 해석  (주의) 모듈이 S4PARK\_Module\_TrackLM으로 설정되어 있으므로, Track\_LM subystem에서 설정 가능함.  - 이후 Customize탭, eTemplate에서 Run을 클릭  (TIP)  Track 생성때, 여러 개를 선택해야하므로 셀이 길어진다. 이때 선택 되는 모든애들을 한 칸에 넣어야 한다.  Sprocket1/roller1/roller2 … 처럼 |

|  |
| --- |
| [eTemplate 3] Macpherson strut design, 서스펜션 |
| ￮ 개요  eTemplate 사용법 3가지.  - Creation: 이전처럼 property설정 및 모델링  - Modification: 모델 속 Entity를 템플릿에 정의하고 변수를 변경 및 모델을 수정함.  -Plot Automation: 엑셀 템플릿에 그래프와 축을 설정해 plot하는 거임.  일반적으로 최종모델 완성 후 몇 가지 변수만으로 반복해서 해석함. 동일한 결과 그래프도 반복해서 그리는 데, eTemplate 기능으로 자동화 가능함.  ￮ 목적  - Modification 템플릿 작성 및 실행  - Plot Automation 템플릿 작성 및 실행  ￮ Modification과 이때 사용되는 Entity의 변수  (예제모델) 맥퍼슨 스트럿식 서스펜션  (특징)싸고 가볍지만, 서스펜션이 가라 앉을 때 Camber및 Toe의 변화 예측이 어려움.  🡺이때, Tire의 변화 및 거동을 알아볼 것임.  ￮ 모델링 분석  🡺 PP와 PV를 통해서 모델링 되었음. 힘과 조인트도 PP를 통해 지정했으므로, PP점만 이동시키면 힘과 조인트도 같이 이동되어 매우 편리함.  🡺 PV값은 PP에서 필요한 X,Y,Z좌표의 값을 가지고 있으므로, PV값의 수정으로 PP점 수정이 가능해짐.  🡺 Joint에 CMotion\_Test라는게 있는데, contact이 잘되어 움직이는지 확인하기 위한 힘을 발생시키는 것이다. (일반 joint랑 다르게 바로 수식 넣음)  ￮ Modification Mode 탬플릿 생성.  (특정 변수 control 필요함)  1) Format을 만듦(modeification으로 설정)  🡺마찬가지로 eTemplate탭, Helper에서 복사  2) Template\_Data시트 생성  -Modify해더와 알맞은 파라미터 생성  -변경하고 싶은PV가 있으면 이름, TargetEntity, 바꿀Parameter, 바꿀 값 등을 설정함.  3) 엑셀 저장 후, Customize에서 Run이 아닌 Modify로 실행할 것.  4) PV값 리스트를 보면 값이 수정되어 있음.  ￮ Run Plot Automation (자동으로 Post)  🡺creation으로 생성 또는 modification으로 수정 후, 해석 및 결과 그래프까지 얻는 과정을 자동화하는 기법이다.  [시뮬레이션 관련 설정]  - 모델 저장  - 시뮬레이션 실행  - 메시지 창 제거  [Plot Automation관련]  - X축 Data, Y축 Data, Legend 이름 등  (tip) 엑셀파일에 리커다인 파라미터를 드래그해서 넣을 수 있음.  - 축 크기랑 스텝 크기 정의 가능  - Y축 위치 설정가능  - 축에 대한 property 설정 가능  - 그래프 이미지 내보내기 가능  (tip) PV랑 PP로 모델링 한 이유 🡺 엑셀에서도 PV랑 PP를 써서 정의함.  :PV랑 PP값만 바꾸면 모든게 바뀜.  🡺Modify의 Data Sheet에서 PV값을 바꿔가면서 그래프를 확인해보자.  어떤 PV를 수정해야 내가 원하는 그래프 거동이 나오는 지 확인할 수 있다.  eTemplate으로 자동 사진 저장을 해줬으므로 폴더 내 사진 확인 가능함.  (Modify만 누르면 그 결과 그래프가 자동 저장됨) |

|  |
| --- |
| [Toolkit] EHD/Piston Lubrication |
| ￮ 목적  피스톤 사이에 윤활제🡪 접촉면에 얇은 유막이 생겨 마찰에 의한 마모 및 마찰열을 감소시킴.  -rigid 모델에 Piston Lubrication 설정  -RFlex로 바꾼후 Piston Lubrication 해석 및 확인.  ￮ Rigid Body에서 해석 하기.  - Toolkit탭/Toolkit 그룹/Piston Lubricaion  - Base/Action body생성 및 방향 지정 후 Lubrication Force가 생성됨을 확인함.  - Lubrication힘에서 마찰 및 거칠기 설정 가능.  - 해석 후, 힘 Property에서 Contour setting/Type을 Hydrodynamic+Asperity를 선택하면, 윤활의 두께와 압력을 Scope로 확인할 수 있다.  (주의) 최초 돌리기 위해 Trajoint1이 있는데 삭제 해주어야 이쁘게 돌아감.  -Output Data Export에서 Layer번호에 따른 값 그래프 확인 가능.  ￮ RFlex Body로 piston lubrication 해석하기.  유연체이므로, Deformation(변형) 고려해 해석함.  (1) Flexible탭/G-Manager아이콘.  (2) Target을 FFlex/RFlex 중 RFlex로 함.  (3) FFlex는 Mesh이고, RFlex는 import rfi파일임.  (4) 폴더에 있는 .rfi 파일로 excute하면 유연체 됨.  (5) PatchSet 생성하기. (Cylinder, Piston 2개)  (6) Piston에 Modal Pressure Load 정의하기  -RFlex탭에 Pressure(modal pressure load임)  (7) Piston Lubrication에 RFlex Body PatchSet 설정  -Piston과 Cylinder가 만나는 면 (Patchset)을 피스톤과 실린더에 각각 넣어줌.  (8) RFlex는 Body마다 10개가 넘는 Mode를 가짐.  🡺해석 시간 단축을 위해 Mode수를 5개로 줄임  (7~11번 까지)  ￮ RFlexible 해석  (TIP) Contour 잘보는 법  1. Layer setting으로 보고 싶은거만 보기  2. Cut OFF Pressure=0.1 설정하면 0.1 보다 낮은 부분에 대해서 Contour이 안나옴.  (Plot 보는 법)  -Lubrication1은 Force이므로 힘탭에서 확인 가능.  -Total Force :전체힘은 Postive+Negative force임.    Force/ PistonLubrication EHD Force /Lubrication1/AsperityContactForce/POSITIVE\_X/FX\_Asperity  위 경로로 접촉력도 그래프를 알 수 있다.  ￮ 원하는 위치의 윤활 두께 확인  좌측처럼 4개의 점을 찍고, 점 사이의 값들 그래프를 확인하여 윤활 두께 차이를 확인할 수 있다.    ￮ Piston의 Profile 추가  - Lubrication1의 property의 Piston그룹-Profile 선택 시, Piston의 profile을 수정할 수 있음.  - 직접 수정도 가능하지만, CSV파일을 import함.  - 적용 후 해석 하면 아래와 같음  프로파일된 빨강이 프로파일 안된 파랑보다 훨씬 큰 Force를 가진다.  윤활이 잘 되면서 마찰이 줄어 큰 힘을 가진다. |