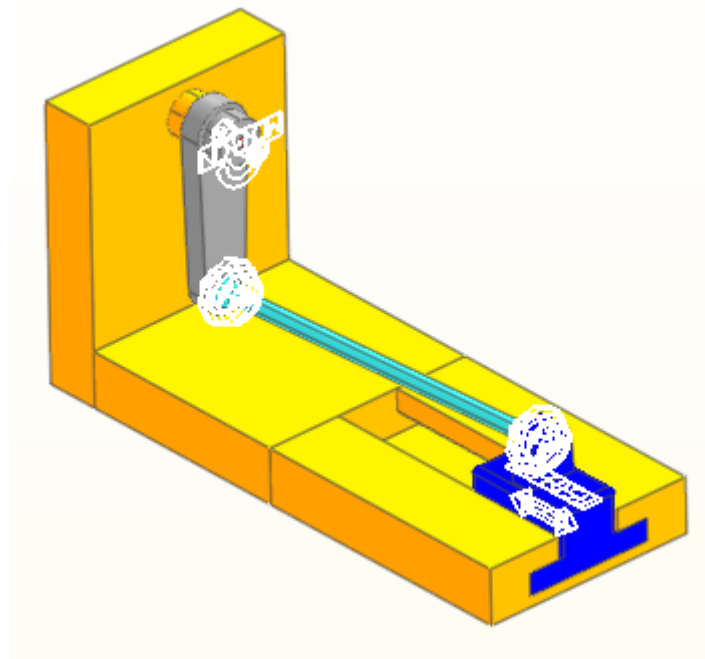




3D Slider Crank Tutorial (Professional)



Copyright © 2020 FunctionBay, Inc. All rights reserved.

User and training documentation from FunctionBay, Inc. is subjected to the copyright laws of the Republic of Korea and other countries and is provided under a license agreement that restricts copying, disclosure, and use of such documentation. FunctionBay, Inc. hereby grants to the licensed user the right to make copies in printed form of this documentation if provided on software media, but only for internal/personal use and in accordance with the license agreement under which the applicable software is licensed. Any copy made shall include the FunctionBay, Inc. copyright notice and any other proprietary notice provided by FunctionBay, Inc. This documentation may not be disclosed, transferred, modified, or reduced to any form, including electronic media, or transmitted or made publicly available by any means without the prior written consent of FunctionBay, Inc. and no authorization is granted to make copies for such purpose.

Information described herein is furnished for general information only, is subjected to change without notice, and should not be construed as a warranty or commitment by FunctionBay, Inc. FunctionBay, Inc. assumes no responsibility or liability for any errors or inaccuracies that may appear in this document.

The software described in this document is provided under written license agreement, contains valuable trade secrets and proprietary information, and is protected by the copyright laws of the Republic of Korea and other countries. UNAUTHORIZED USE OF SOFTWARE OR ITS DOCUMENTATION CAN RESULT IN CIVIL DAMAGES AND CRIMINAL PROSECUTION.

Registered Trademarks of FunctionBay, Inc. or Subsidiary

RecurDyn is a registered trademark of FunctionBay, Inc.

RecurDyn/Professional, RecurDyn/ProcessNet, RecurDyn/Acoustics, RecurDyn/AutoDesign, RecurDyn/Bearing, RecurDyn/Belt, RecurDyn/Chain, RecurDyn/CoLink, RecurDyn/Control, RecurDyn/Crank, RecurDyn/Durability, RecurDyn/EHD, RecurDyn/Engine, RecurDyn/eTemplate, RecurDyn/FFlex, RecurDyn/Gear, RecurDyn/DriveTrain, RecurDyn/HAT, RecurDyn/Linear, RecurDyn/Mesher, RecurDyn/MTT2D, RecurDyn/MTT3D, RecurDyn/Particleworks I/F, RecurDyn/Piston, RecurDyn/R2R2D, RecurDyn/RFlex, RecurDyn/RFlexGen, RecurDyn/SPI, RecurDyn/Spring, RecurDyn/TimingChain, RecurDyn/Tire, RecurDyn/Track_HM, RecurDyn/Track_LM, RecurDyn/TSG, RecurDyn/Valve are trademarks of FunctionBay, Inc.

Edition Note

This document describes the release information of **RecurDyn V9R4**.

목차

개요	5
목적	5
필요 요건	6
과정	6
예상 소요 시간	6
시뮬레이션 환경의 설정	7
목적	7
예상 소요 시간	7
RecurDyn 시작하기	8
Interface 의 이해	10
중력 방향의 변경	14
Working Plane 의 변경	14
Geometry 의 생성	17
목적	17
예상 소요 시간	17
Bracket 의 모델링	18
Crank Body 의 모델링	25
Connecting Rod 의 모델링	31
Slider 의 모델링	33
모델 저장하기	39
Joint 의 생성	40
목적	40
예상 소요 시간	40
아이콘과 마커의 크기 조정	41
Body 사이의 Joint 의 생성	41
Revolute Joint 의 Motion 설정	45
해석의 실행	47
목적	47
예상 소요 시간	47
Dynamic/Kinematic 해석의 실행	48
애니메이션의 재생	49
목적	49
예상 소요 시간	49
애니메이션 툴바	50

애니메이션의 재생	51
Animation Data AVI 파일의 저장	51
이동한 Body 의 Point 경로에 대한 추적	52
Plotting	55
목적	55
예상 소요 시간	55
Plot 의 생성	56
여러 개의 창에서의 Plotting.....	57
애니메이션의 Loading	59

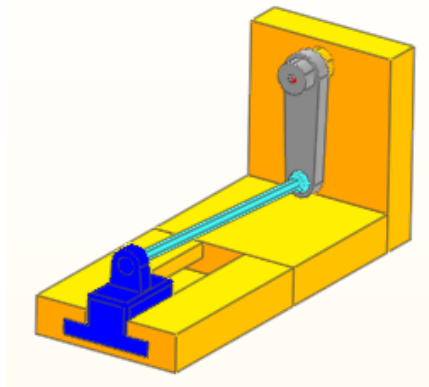
개요

목적

이 튜토리얼에서는 다음과 같은 내용을 배우게 됩니다.

- 단위와 모델 환경에 대한 설정
- 기하학적 정보를 이용한 Body 생성
- Joint 생성과 Motion 설정
- 모델의 거동과 힘에 대한 결과를 해석
- 시뮬레이션의 결과 확인
- X-Y Plot 결과 그리기
- RecurDyn 에서의 애니메이션의 재생
- 파워포인트 문서 안에 삽입할 수 있는 AVI 파일 생성

완성될 모델은 3D Slider-Crank 기계 장치입니다. 이 장치는 회전 운동의 입력을 병진 운동의 출력으로 변환하기 위해 사용됩니다. 이 튜토리얼을 진행하면서 움직이는 Body 들과 기구학적으로 생성된 Joint 들이 입력과 출력 사이에서 복합적인 관계를 갖고 거동하는 것을 확인할 것입니다.



필요 요건

- 처음으로 **RecurDyn** 을 사용하는 엔지니어를 위한 교재로 모든 시뮬레이션 실행을 위해 필요한 기본적인 과정들을 자세히 설명합니다.
- **RecurDyn** 을 이전에 사용해 본 경험이 없어도 되지만 물리학에 대한 기본적인 지식은 있어야 합니다.

과정

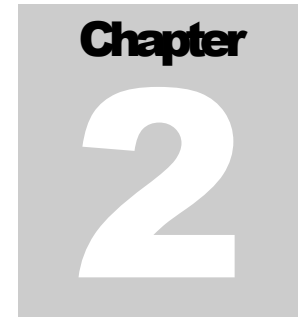
이 튜토리얼은 다음의 과정들로 구성되어 있습니다. 각 과정을 완성하기까지 걸리는 시간은 아래의 표와 같습니다.

과정	시간(분)
시뮬레이션을 위한 환경 설정	5
Geometry 생성	35
Joint 생성	10
해석	5
애니메이션/AVI	10
Plotting	10
총합	75



예상 소요 시간

약 75 분



시뮬레이션 환경의 설정

목적

시뮬레이션을 실행하기 위해 단위, 물질, 중력 방향과 Working Plane 에 대해 어떻게 설정하는지 배워봅시다.



예상 소요 시간

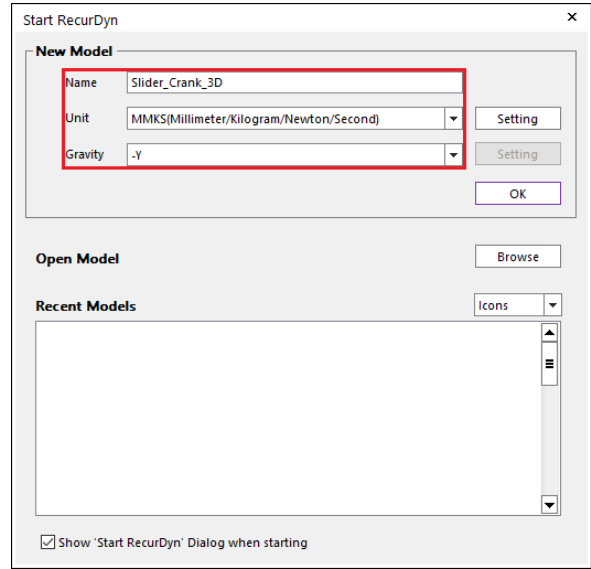
5 분

RecurDyn 시작하기



RecurDyn 시작을 위한 New Model 다이얼로그 설정하기:

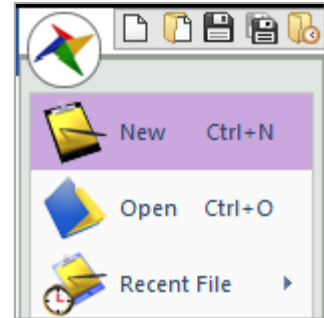
1. 바탕화면에서 **RecurDyn** 아이콘을 클릭하면, RecurDyn 이 실행되면서 **New Model** 다이얼로그 박스가 나타납니다.
2. **Model Name** 을 **Slider_Crank_3D** 로 입력합니다.
3. 단위는 **MMKS** 로 설정합니다.
(Millimeter/Kilogram/Newton/Second)
4. 중력은 **Default (-Y)** 설정을 유지합니다.
5. **OK** 버튼을 클릭합니다.



Tip: New Model 생성하는 방법

사용자가 새로운 Model 생성하고 싶을 때 아래와 같은 방법들을 사용할 수 있습니다.

- **Quick Access Toolbar** 에서 **New** 를 클릭합니다.
- **File** 메뉴에서 **New** 를 클릭합니다.
- 단축키 **Ctrl + N** 를 누릅니다.



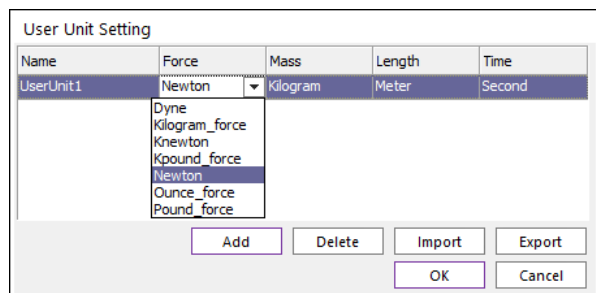
Tip: Model Name 의 문자 허용 범위

Model Name 으로 **Space** 또는 특수문자는 사용할 수 없지만, **Underscore '_'** 는 사용 가능합니다.

Tip: 사용자 Unit 개별 설정 방법

RecurDyn 이 기본으로 제공하는 단위계 형식 중 사용자에게 적합한 설정 상태가 없는 경우 직접 단위계를 설정할 수 있습니다.

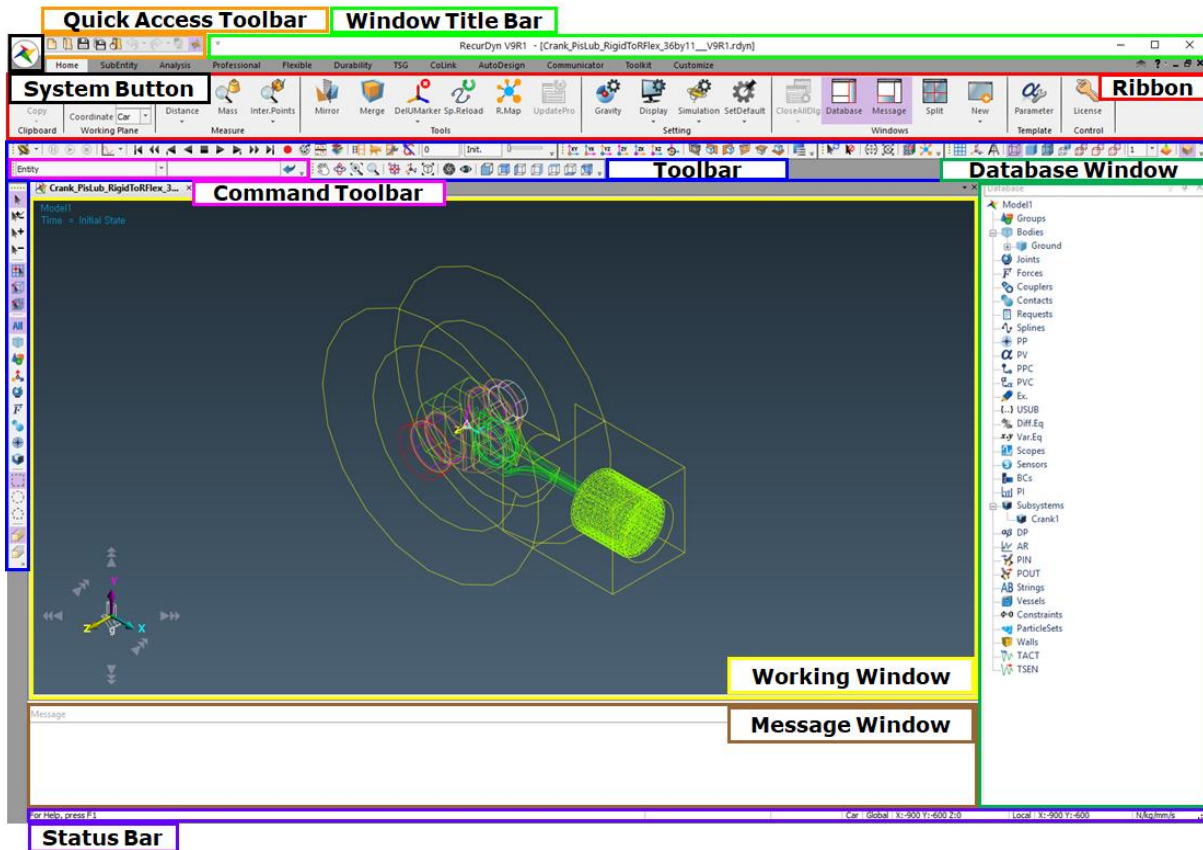
- **Unit** 오른쪽에 위치한 **Setting** 버튼을 클릭합니다.
- **User Unit Setting** 대화상자가 나타나면 Force, Mass, Length,



Time 에 대해 사용자가 직접 설정할 수 있습니다.

Interface 의 이해

RecurDyn Interface 은 아래의 그림처럼 몇 개의 기본적인 구성으로 되어 있습니다. 보여지는 각 구성을 Turn On/Off 기능을 통해 사용자가 원하는 대로 구성하거나 재배치가 가능합니다.



리본(Ribbon) 메뉴

리본 메뉴는 모델을 구성하는데 필요한 Geometry, Constraint, Motion 등의 모든 기능들을 제공하며, 각 기능들은 찾기 쉽도록 하위범주로 나누어져 있습니다.

기능의 사용법

1. **SubEntity** 또는 **Professional** 와 같은 탭을 클릭합니다.
세트로 구성된 기능들이 각 범주에 나타납니다.
2. 원하는 기능을 클릭합니다.

Database

Database에서는 모델의 모든 데이터와 Entity 들을 볼 수 있습니다. 또한, 다음과 같은 것들도 가능합니다.

- 각 Entity의 속성을 보거나 그 속성을 변경
- Joint와 Force를 비활성화 시키거나 재활성화 시킴
- 개별적으로 존재하는 Body의 Rendering 모드를 변경
- Subsystem, Body, Profile을 Edit 모드로 변경
- 각 Entity앞에 있는 +를 클릭하면 하위의 정보를 확인할 수 있습니다.

Working Window

Working Window는 모델을 만들 수 있는 공간이며, View 관련 기능들을 사용하여 모델을 확대, 이동 또는 회전시킬 수 있습니다.

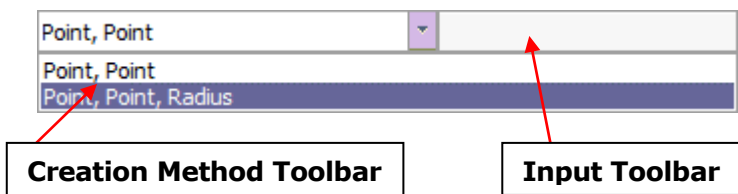
Working Plane

Entity들을 작업하는 평면이며, Working Plane Toolbar에서 설정이 가능합니다. Working Plane의 상태에 Grid가 표현됩니다. Working Plane의 상태는 작업될 Entity들의 형상 및 방향에 영향을 미칠 수 있습니다.

Command Toolbar



Command Toolbar는 아래 두 개의 Toolbar로 구성되며 모델링하는 것을 도와줍니다.

- **Creation Method Toolbar:** 모델링 방식에 대한 옵션을 설정할 수 있습니다.
- **Input Toolbar:** 모델링에 필요한 값을 입력할 수 있습니다.



Command Toolbar 사용법

1. 리본에서 생성하고 싶은 Entity를 선택합니다. (예를 들면, Cylinder를 선택)

2. **Creation Method** 를 선택합니다. (예를 들면, **Point, Point** 를 선택)
3. **Input Toolbar** 에 첫 번째 **Point** 의 값을 입력합니다.
4. 키보드의 **Enter Key** 를 클릭합니다. (또는 오른쪽에  있는 를 클릭합니다.)
5. Input Toolbar 에 두 번째 **Point** 의 값을 입력합니다.
6. 키보드의 **Enter Key** 를 클릭합니다. (또는 오른쪽에  있는 를 클릭합니다.)

Status Bar

Status Bar 는 현재 모델링 스텝에 대한 상태 정보를 제공합니다.

RecurDyn 의 시스템 모드

RecurDyn 의 **Professional** 기능에서 제공하는 시스템 모드는 총 4 개로 아래와 같습니다.

- **Model Edit** 모드
 - 모델 계층 중 최상위 수준에 있는 모델로 모든 Entity 를 포괄하는 모드
 - 모든 Entity 들을 작업할 수 있는 모드
- **Subsystem Edit** 모드
 - 하나의 Subsystem 에 있는 모든 Entity 들을 작업할 수 있는 모드
 - 모델의 Logical System 에 속해 있는 대상들을 생성하게 합니다. 하나의 Subsystem 은 RecurDyn 툴킷을 사용하면 자동으로 생성되는 Entity 들의 하나의 그룹으로 Belt, Chain 또는 Track Assembly 등이 있습니다.
- **Body Edit** 모드
 - Body 의 Geometry 를 편집할 수 있는 모드
 - Ground Body 는 특수한 Body 로써 Ground Edit 모드를 따로 지원

RecurDyn 의 기본설정은 **Model Edit** 모드이며, 작업하고 싶은 동작에 따라 원하는 모드로 변경할 수 있습니다.

시스템 모드 변경 방법

다음과 같은 방법으로 시스템 모드를 변경할 수 있습니다.

- **Database** 에서 진입하고 싶은 Entity 위에 마우스 오른쪽 버튼을 클릭하면 Pop-up 메뉴가 나옵니다. 메뉴에서 **Edit** 를 클릭합니다.

- **Working Window** 에서 진입하고 싶은 Entity(Subsystem, Body, ...)을 더블 클릭합니다.
- 리본 메뉴에서 모드변경 기능을 클릭합니다.

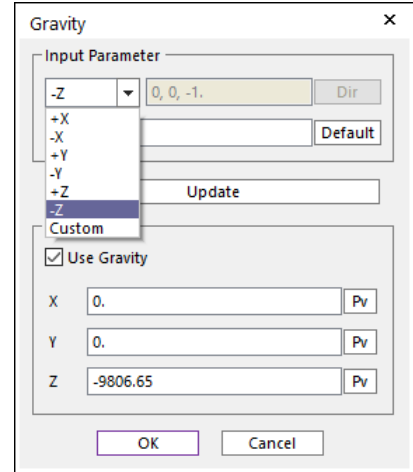
중력 방향의 변경

이 튜토리얼에서는 중력을 -Z 방향으로 변경할 것입니다.

중력 방향 변경하기



1. **Home** 탭의 **Setting** 그룹에서 **Gravity** 를 선택합니다.
2. Gravity 대화상자가 나타나면 콤보박스를 **-Z** 로 변경하고 **Update** 을 눌러 적용합니다.
3. **OK** 를 클릭해서 창을 닫습니다.



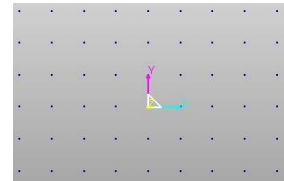
Working Plane 의 변경

모델 작업 환경을 XZ Plane 설정하기 위해서 툴바에서 Working Plane 을 변경해봅시다.

Working Window 의 **Grid** 켜기

Grid 를 켜면 Working Plane 의 상태를 시각적으로 확인할 수 있습니다.

- **Render Toolbar** 에서 **Grid On/Off** 토글을 켭니다.
Working Window 에 Grid 가 보여집니다.

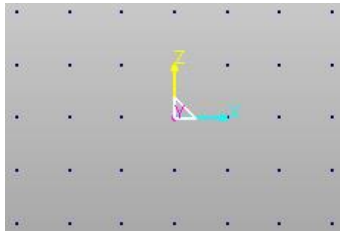


Working Plane 변경하기

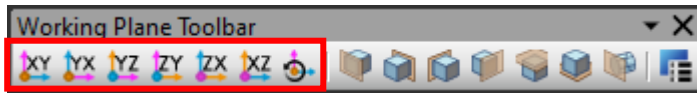


- **View Control Toolbar** 에서 **Change to XZ** 를 선택합니다.

아래 그림과 같이 Working Plane 이 Inertia Reference Frame 이 XZ 평면으로 회전 됩니다.



Working Plane Change(Axis) 기능은 Inertia Reference Frame 에 대한 Plane 만을 지원합니다. 사용자가 원하는 상태의 Plane 으로 바꾸고 싶은 경우 아래의 Tip 을 참고하십시오.

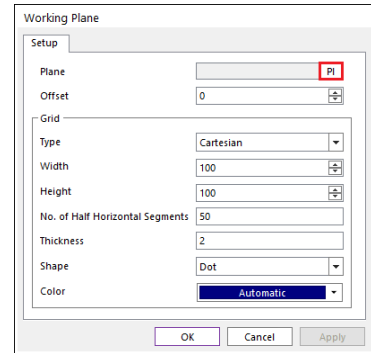


Tip: Working Plane 대화상자 사용 방법



- **View Control Toolbar** 에서 **Working Plane Setup** 을 클릭합니다.

Working Plane 대화상자가 나타납니다. 이 대화상자에서는 Plane 과 Grid 를 설정을 할 수 있습니다.



- **PI** 버튼을 클릭하면 사용자 정의 **Working Plane** 을 설정할 수 있습니다. 설정 방법에는 아래 두 가지를 지원합니다.
 - User-defined **Marker** 의 Plane 을 사용: 사용자가 정의한 **General Marker** 의 **XY, YZ, XZ** Plane 을 Working Plane 으로 설정할 수 있습니다.
 - 사용자 **Geometry** 의 **Face** 사용: 모델 내에 CAD Geometry 의 Face 정보를 Working Plane 으로 설정할 수 있습니다.
- Working Window 에 그려지는 Grid 의 상태(Type, Size, Color 등)을 대화상자에서 수정할 수 있습니다.

Tip: 정의된 Working Plane 에 상태에서 Plane 회전 방법

- **Working Plane Change** 기능을 사용하면 사용자가 정의한 Plane 상태에서 방향을 변경할 수 있습니다.

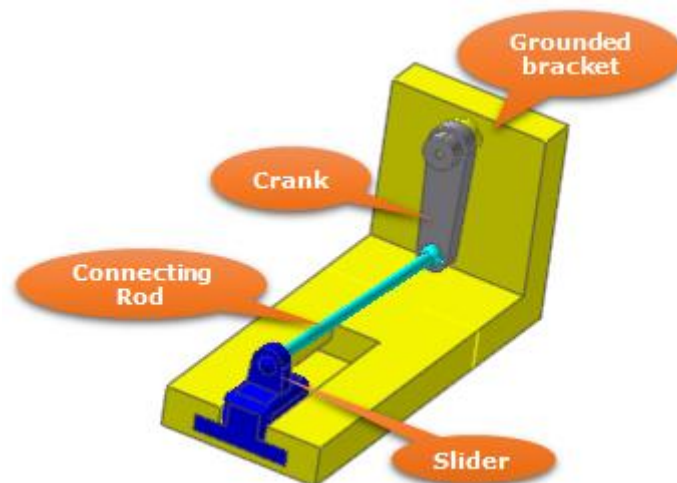


Geometry 의 생성

목적

이 장에서는 3D Slider Crank 를 구성할 Geometry 를 생성하는 방법에 대해 배우게 됩니다. 생성할 Geometry 는 다음과 같습니다.

- Bracket
- Crank
- Connecting Rod
- Slider

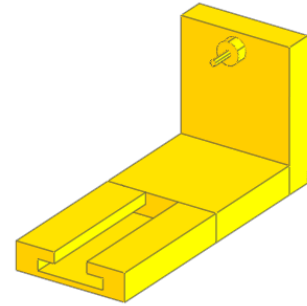


예상 소요 시간

35 분

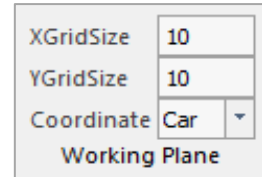
Bracket 의 모델링

Bracket 에 정의될 Geometry 들은 두 개의 Box, 두 개의 Cylinder 그리고 Extrusion 입니다. 지금부터 Body 에 Geometry 를 생성하는 기본적인 사용과정을 소개할 것입니다.



Grid Size 를 변경하기

- Home 탭의 **Working Plane** 에서 그림처럼 각각의 텍스트 박스에 **10** 을 입력하고 **Enter Key** 를 누릅니다.
(2 장에서 언급한 Working Plane 대화상자에서도 수정할 수 있습니다.)

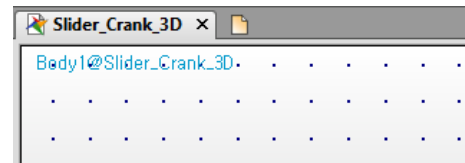


Bracket 생성을 위해 Body 의 Edit 모드로 변경하기



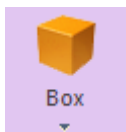
- Body 의 **Edit** 모드로 진입하기 위해 **Professional** 탭의 **Marker and Body** 그룹에서 **General** 을 클릭합니다.

오른쪽 그림과 같이 Working Window 왼쪽 상단에 **Body1@Slider_Crank_3D** 라고 표기됩니다.



이는 **Slider_Crank_3D** 라는 모델에서 **Body1** 이라 Entity 의 Edit 모드에 진입된 상태를 나타냅니다. 이 Edit 모드에서 생성되는 모든 Geometry 들은 **Body1** 이라는 하나의 강체로 해석됩니다.

Box Geometry 생성하기



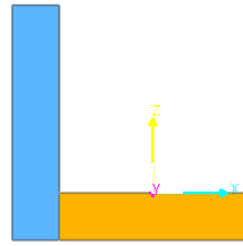
1. **Geometry** 탭의 **Marker and Geometry** 그룹에서 **Box** 를 클릭합니다.
2. **Creation Method** 를 **Point, Point, Depth** 로 설정합니다.
3. 다음의 값들을 입력합니다. 값의 입력은 Working Window 에서 클릭하거나 Input Toolbar 를 사용합니다. (자세한 내용은 2 장을 참고하십시오.)
 - **Point1:** 100, 0, -50
 - **Point2:** -100, 0, 0

- **Depth:** 200

4. **1-3** 과정을 반복하여 다음의 값들을 입력합니다.

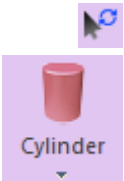
- **Point1:** -150, 0, 200
- **Point2:** -100, 0, -50
- **Depth:** 200

생성한 Box Geometry 들은 오른쪽 그림과 같습니다.



Cylinder Geometry 생성하기

이번에는 한 번에 두 개의 Cylinder 들을 생성하는 방법을 설명할 것입니다. 생성 상태를 자동으로 유지해주는 Auto Operation 기능을 사용하겠습니다. Auto Operation 은 모든 생성 상태를 지원합니다. 같은 형태의 Entity 를 반복해서 여러 개 생성할 때 유용합니다.



1. **Advanced Toolbar** 에서 **Auto Operation** 토글을 활성화시킵니다.
2. **Geometry** 탭의 **Marker and Geometry** 그룹에서 **Cylinder** 를 클릭합니다.
3. **Creation Method** 를 **Point, Point, Radius** 로 설정합니다.
4. 다음의 값들을 입력합니다.

Cylinder 1:

- **Point1:** -100, 0, 170
- **Point2:** -80, 0, 170
- **Radius:** 20

Cylinder 2:

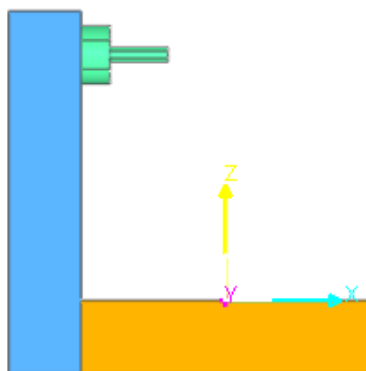
- **Point1:** -80, 0, 170
- **Point2:** -40, 0, 170
- **Radius:** 5

5. **Cylinder2** 의 생성이 완료되면 **Advanced Toolbar** 에서 **Auto Operation** 토글을 비활성화 시킵니다.



(**Auto Operation** 토글을 비활성화 했는데도 Cylinder 의 생성 상태가 유지되고 있으면 **Advanced Toolbar** 에서 **Cancel Operation** 버튼을 클릭합니다)

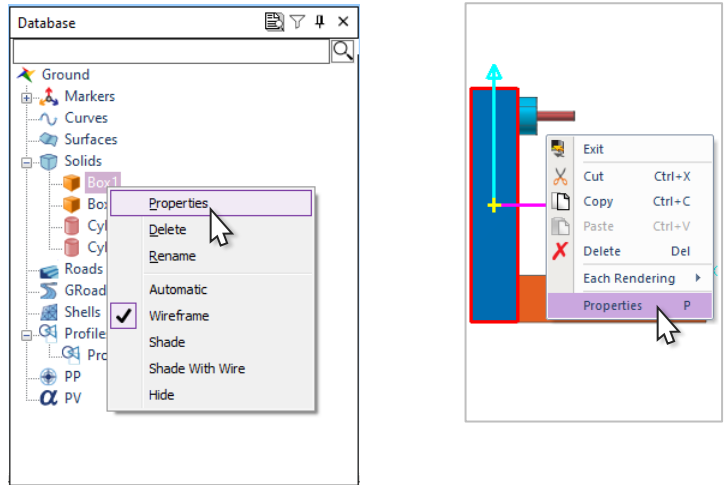
생성된 Cylinder Geometry 들은 다음 그림과 같습니다.



Tip: 생성된 Geometry 의 Property 를 수정하는 방법

Entity 의 Property 대화상자에서는 생성된 Entity 의 Parameter 들을 수정할 수 있습니다.

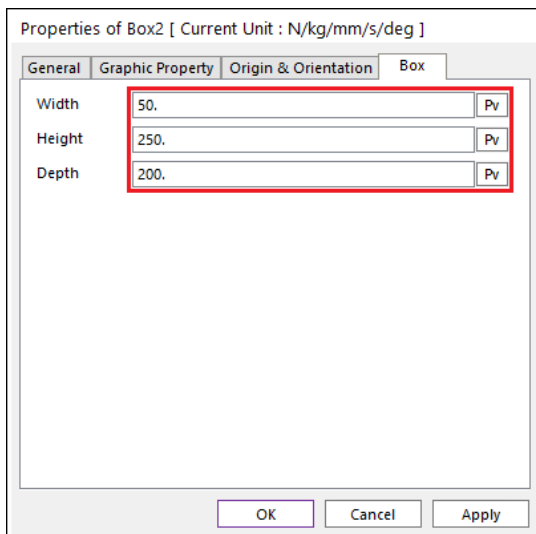
- Property 대화상자 여는 방법에는 아래 세 가지를 지원합니다.
 - **Database** 에서 **Entity** 를 마우스 오른쪽으로 클릭한 후 **Pop-up 메뉴**에서 **Property** 클릭합니다.
 - **Working Window** 에서 Entity 를 선택하고 마우스 오른쪽 버튼을 클릭한 후 **Pop-up 메뉴**에서 **Properties** 를 클릭합니다.
 - **Database** 나 **Working Window** 에서 Entity 를 선택하고 Property 의 단축키인



키보드 '**P**' Key 를 클릭합니다.

- Properties 대화상자가 나타나면 관련 Parameter 들을 수정할 수 있습니다.
 - 예를 들어 Box2 의 Properties 대화상자를 열면 Box 탭에서 Width, Height, Depth 를 수정할 수 있습니다.

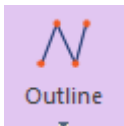
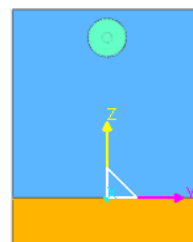
- 수정된 값은 대화상자를 **OK** 또는 **Apply** 버튼을 클릭해야 적용됩니다.



Extrusion 위한 **Outline** 생성하기



- View Control Toolbar** 에서 **Working Plane Change (Axis)** 틀 옆에 있는 콤보박스를 클릭한 후 **Change to YZ** 를 선택합니다.



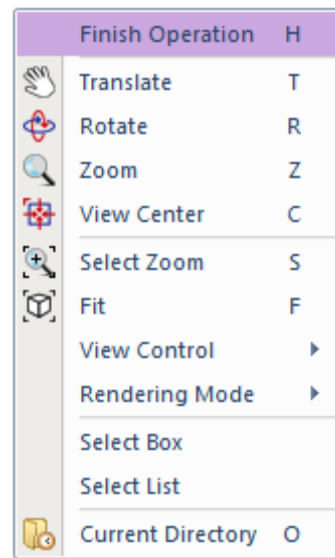
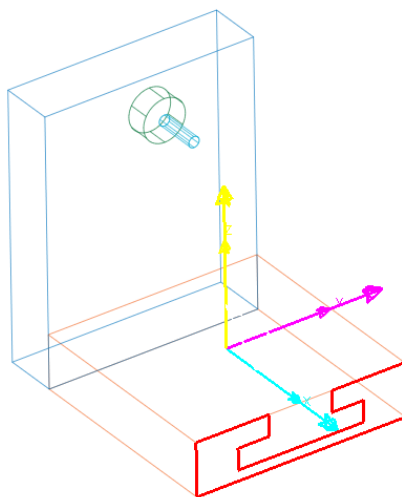
- Geometry** 탭의 **Curve** 그룹에서 **Outline** 을 클릭합니다.
- 아래 정보 사용하여 **Point** 를 입력합니다.

Point	X	Y,	Z
1	100	-100,	0
2	100	-100,	-50
3	100	100,	-50
4	100	100,	0
5	100	30,	0
6	100	30,	-20
7	100	60,	-20
8	100	60,	-40
9	100	-60,	-40
10	100	-60,	-20
11	100	-30,	-20
12	100	-30,	0
13	100	-100,	0

- 13 개의 Point 정보가 모두 입력되었으면 Working Window 에 마우스 오른쪽으로 클릭한 후 Pop-up 메뉴에서 **Finish Operation** 을 클릭합니다.

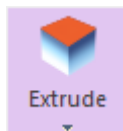
아래 그림과 같이 **Outline1** 이 생성됩니다.

(혹시나 Outline1 의 형상이 그림과 같지 않다면 Properties 대화상자를 열어서 값을 수정합니다.)



Curve Sweep 생성하기

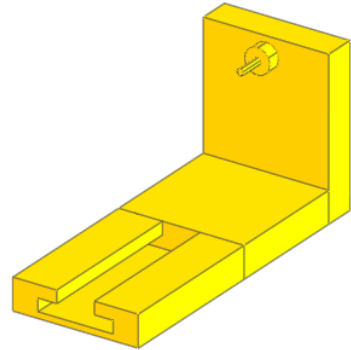
1. **Geometry** 탭의 **Surface** 그룹에서 **Fill** 을 클릭합니다.
2. **Outline1** 을 선택합니다.
FilledSurface1 이 생성됩니다.
3. **Geometry** 탭의 **Solid** 그룹에서 **Extrude** 를 클릭합니다.
4. **Creation Mode** 를 **Surface, Direction, Distance** 로 설정합니다.
5. 다음의 값들을 입력합니다.
 - **Surface:** FilledSurface1
 - **Direction:** 1,0,0



- Distance: 250




Extrude1 이 생성됩니다.

Bracket 은 오른쪽의 그림에서 보이는 것처럼 완성되어야 합니다. 모델의 View 를 변경하여 문제없이 생성되었는지 확인합니다.



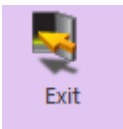
Tip: 모델 View 를 원하는 상태로 변경하기

View Control Toolbar 의 기능을 이용하면 View 를 원하는 상태로 변경할 수 있습니다.

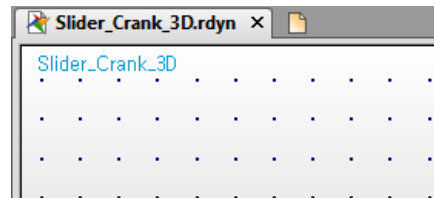
- 다음과 같은 방법들을 사용하여 모델을 이동 및 회전시킵니다.
 -  ▪ **View Control Toolbar** 에서 **Translate** 를 클릭한 후 모델을 이동시킵니다. (본 기능의 단축키는 키보드 **'T' Key** 입니다.)
 -  ▪ **View Control Toolbar** 에서 **Rotate** 를 클릭한 후 모델을 회전시킵니다. (본 기능의 단축키는 키보드 **'R' Key** 입니다.)
- 다음과 같은 방법들 중에 하나를 선택하여 이미지를 확대합니다.
 -  ▪ **View Control Toolbar** 에서 **Select Zoom** 을 클릭한 후 확대하기 원하는 구역을 Drag 합니다. (본 기능의 단축키는 키보드 **'S' Key** 입니다.)
 - 마우스 중앙 휠버튼을 돌려 모델을 확대합니다.

Body Edit 모드 나가기

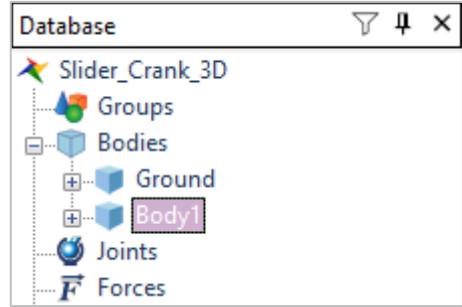
Body Edit 모드에서 Bracket 에 대한 Geometry 를 모두 생성하였습니다. 이제 Body 의 Edit 모드를 나가는 Model Edit 모드로 변경합니다.



- **Geometry** 탭의 **Exit** 그룹에서 **Exit** 를 클릭합니다. 오른쪽 그림과 같이 Working Window 왼쪽 상단에 **Silder_Crank_3D** 라고 표기됩니다.

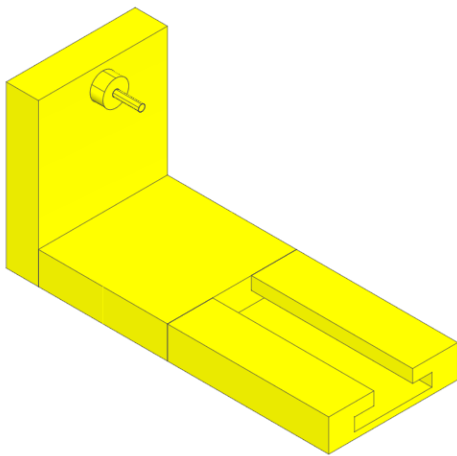
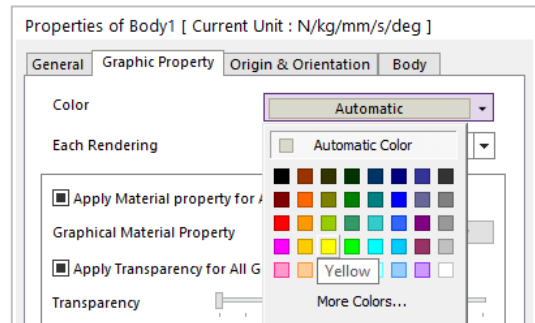
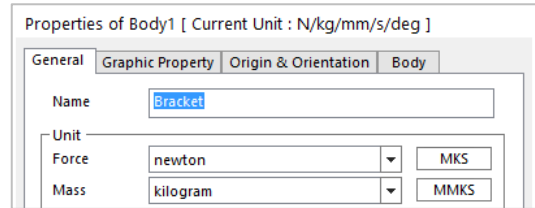


Database 를 확인해보면 Bracket Geometry 가 포함된 **Body1** 이 생성됨을 확인할 수 있습니다.



Body 의 이름 및 색상 변경하기

1. **Body1** 의 **Property** 대화상자를 엽니다.
2. **Property** 대화상자에서 **General** 탭을 클릭합니다.
3. **Name** 을 **Bracket** 으로 변경합니다.
4. **Graphic Property** 탭을 클릭합니다.
5. **Color** 를 **노란색**으로 변경합니다.
6. **OK** 를 클릭합니다.



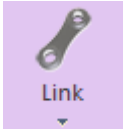
Crank Body 의 모델링

Link Geometry 와 Ellipsoid Geometry 그리고 Cylinder Geometry 를 생성하고 Boolean 작업을 통해 Crank Body 를 완성해 봅니다.

Working Plane 변경하기

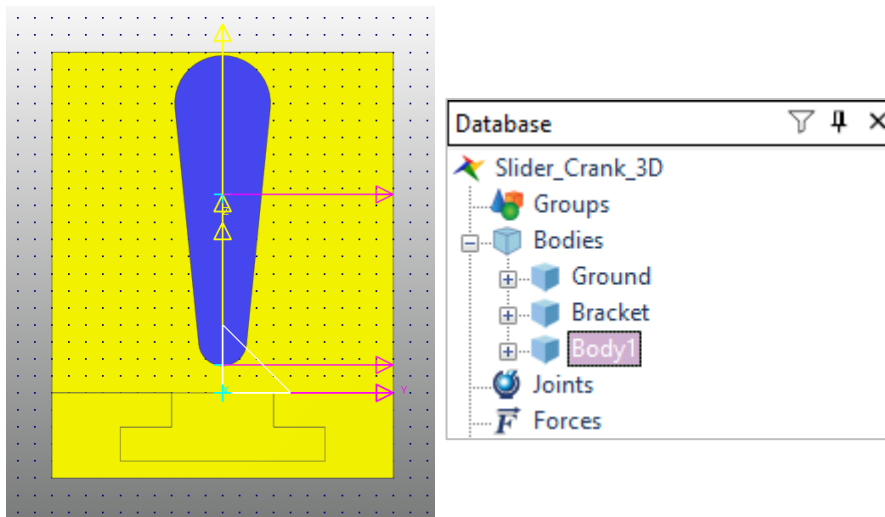


1. **View Control Toolbar** 에서 **Change to YZ** 를 선택합니다.

Crank Body 생성하기

1. **Professional** 탭의 **Body** 그룹에서 **Link** 를 클릭합니다.
2. **Creation Method** 를 **Point, Point, Depth** 로 설정합니다.
3. 다음의 값들을 입력합니다.
 - **Point1:** 0, 0, 30
 - **Point2:** 0, 0, 170
 - **Depth:** 20

Link Geometry 를 갖는 **Body1** 이 생성됩니다.

**Body** 의 이름 변경하기

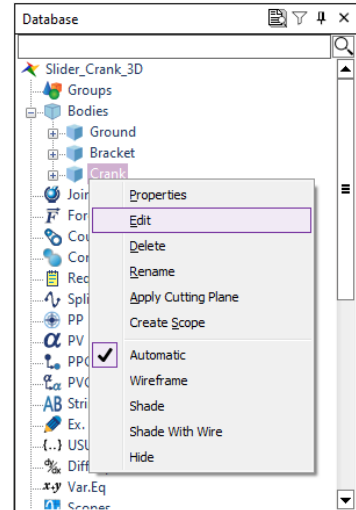
1. **Body1** 의 Property 대화상자를 엽니다.
2. Property 대화상자에서 **General** 탭을 클릭합니다.
3. **Name** 을 **Crank** 로 변경합니다.
4. **OK** 를 클릭합니다.

Link Geometry 수정하기

Crank Body 의 Edit 모드에 진입한 후 Link Geometry 의 Property 를 수정해 봅시다.

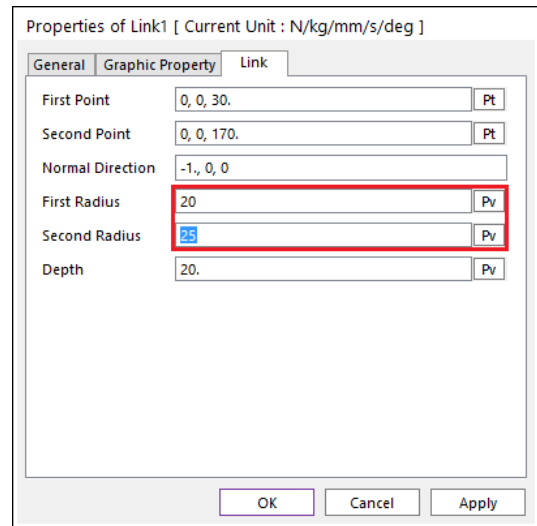
1. Database 에서 **Crank** 를 마우스 오른쪽으로 클릭한 후 Edit 을 클릭합니다.

Crank Body 의 Edit 모드에 진입되면 Working Window 에 Link Geometry 만 보여집니다.

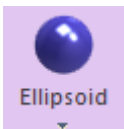


2. **Link1** 의 Property 대화상자를 열고, 다음과 같이 변경합니다.

- **First Radius:** 20
- **Second Radius:** 25



Ellipsoid Geometry 생성하기



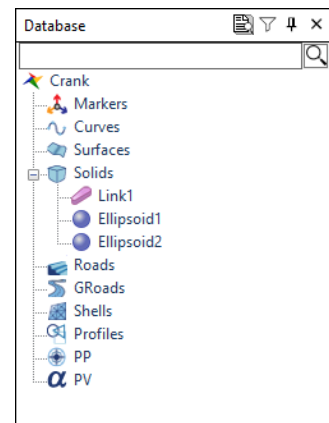
1. **Geometry** 탭의 **Marker and Geometry** 그룹에서 **Ellipsoid** 를 선택합니다.

2. Ellipsoid 를 만들기 위해 다음의 값을 클릭합니다.

- **Point:** 0, 0, 30
- **Distance:** 15

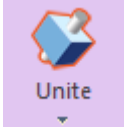
3. 1-2 과정을 반복하여 다음의 값들을 입력합니다.

- **Point:** 5, 0, 30
- **Distance:** 15



Unite Boolean 작업하기

Ellipsoid Geometry 를 만든 후, Boolean Unite 기능을 이용하여 Link Geometry 결합시켜 봅니다.

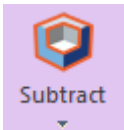


1. **Geometry** 탭의 **Boolean** 그룹에서 **Unite** 을 클릭합니다.
2. **Link1** 를 선택한 후 **Ellipsoid1** 를 선택합니다.

선택된 두 개의 Geometry (**Link1** 과 **Ellipsoid1**)가 사라지고, **Unite1** 이 생성됩니다.

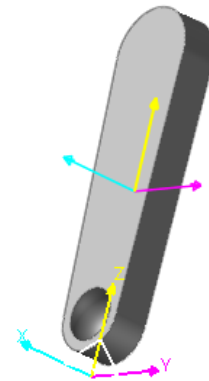
Subtract Boolean 작업하기

Boolean Subtract 기능을 이용하여 Ellipsoid Geometry 를 빼내
봅니다.



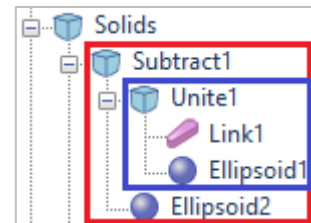
1. **Geometry** 탭의 **Boolean** 그룹에서 **Subtract** 를 클릭합니다.
2. **Unite1** 을 선택한 후 **Ellipsoid2** 를 선택합니다.

선택된 두 개의 Geometry (**Unite1** 과 **Ellipsoid2**)가 사라지고,
Subtract1 이 생성됩니다.

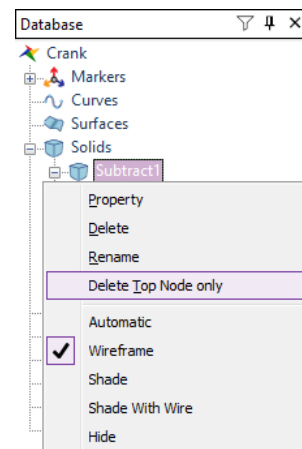


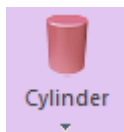
Tip: Boolean Operation 의 실행 취소 방법

Boolean 작업된 Entity 는 Database 에 Hierarchy 가 나타납니다.
Hierarchy 하위에는 이전 작업에 대한 History 가 나타납니다.

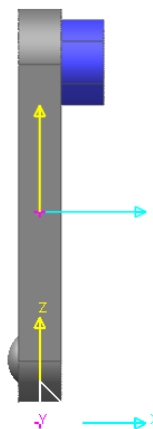
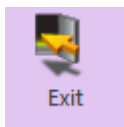


Database 에서 Boolean Entity 를 마우스 오른쪽으로 클릭한 후 Pop-up
메뉴에서 **Delete Top Node Only** 를 클릭하면 Geometry 를 작업 전
상태로 복구할 수 있습니다.



Cylinder Geometry 생성하기

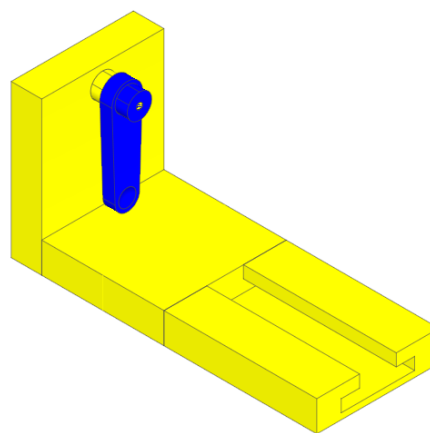
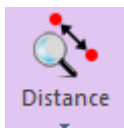
1. **View Control Toolbar** 에서 **Change to XZ** 를 선택합니다.
2. **Geometry** 탭의 **Marker and Geometry** 그룹에서 **Cylinder** 를 클릭합니다.
3. **Creation Method** 를 **Point, Point, Radius** 로 설정합니다.
4. 다음의 값들을 입력합니다.
 - **Point1:** 10, 0, 170
 - **Point2:** 30, 0, 170
 - **Radius:** 20

**Crank Body** 의 **Edit** 모드 나가기

- **Geometry** 탭의 **Exit** 그룹에서 **Exit** 를 클릭합니다.

Crank Body 의 색상 변경하기

- **Crank Body** 의 Property 대화상자를 열고 **Color** 를 **파란색** 으로 변경합니다.

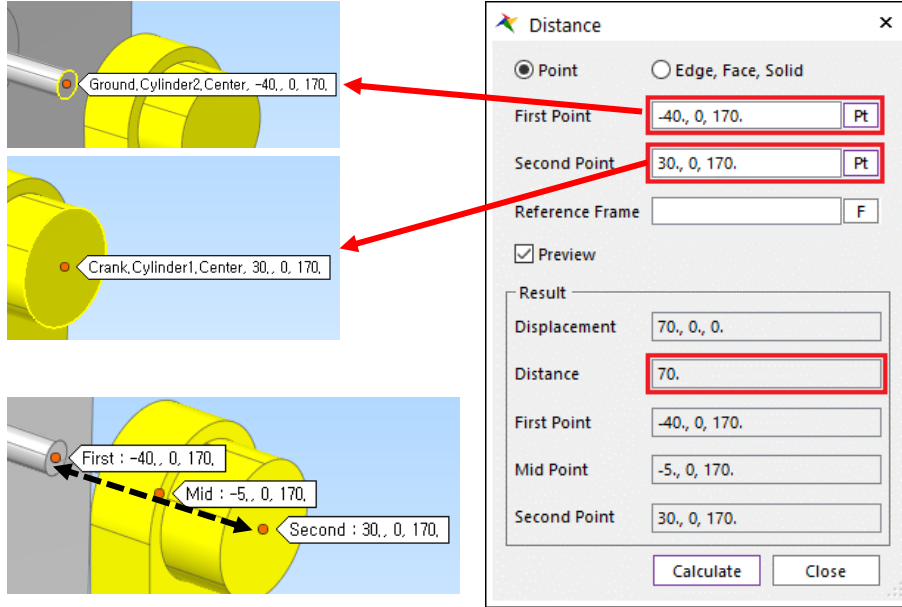
**Crank Body** 의 이동

Crank 의 위치가 Bracket 과 떨어져 있습니다. 사이에 떨어진 거리를 측정하여 측정된 값만큼 이동시켜 봅니다.

1. **Home** 탭의 **Measure** 그룹에서 **Distance** 를 클릭합니다.
2. **Distance** 대화상자가 나타나면 **First Point** 의 **Pt** 를 클릭한 후 아래 그림과 같이 선택합니다.

3. **Second Point** 의 **Pt** 를 클릭한 후 아래 그림과 같이 선택합니다.
4. **Calculate** 를 클릭합니다.

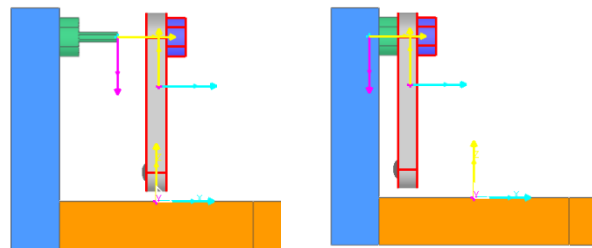
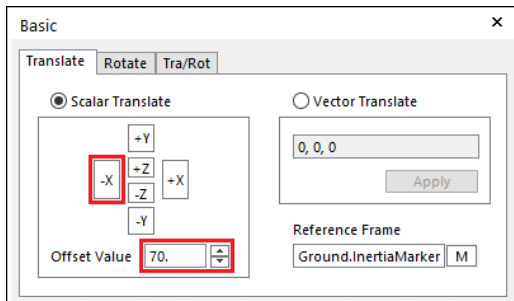
두 Point 에 대한 **Distance** 결과 **70** 으로 나타납니다.



5. **Advanced Toolbar** 에서 **Basic Object Control** 을 클릭합니다.

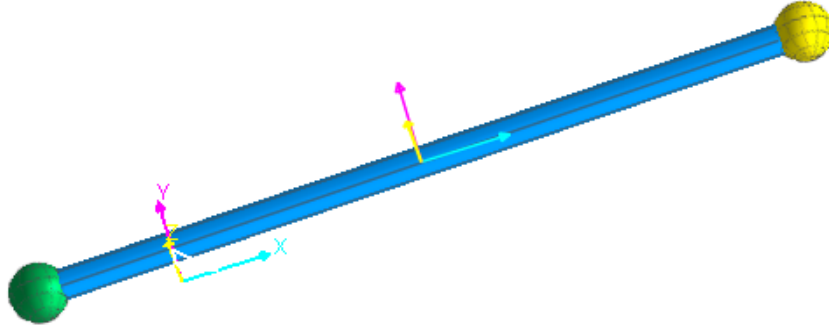
Basic Object Control 의 대화상자가 나타나면 **Translate** 탭에서 **Offset Value** 를 **70** 으로 변경합니다.

6. Working Window 에서 **Crank** 를 선택합니다.
7. Crank 가 선택되면 다시 Basic 의 대화상자로 돌아와 **-X** 버튼을 클릭합니다.
8. Crank 가 **-X** 방향으로 **70mm** 움직입니다.
9. **Basic Object Control** 대화상자를 닫습니다.



Connecting Rod 의 모델링

Cylinder 와 두 개의 Ellipsoid 들을 생성한 후 Boolean Operation 들을 이용하여 Connection Rod



Body 를 완성해 봅니다.

Cylinder Body 생성하기



1. **Professional** 탭의 **Body** 그룹에서 **Cylinder** 를 클릭합니다.
2. **Creation Method** 를 **Point, Point, Radius** 로 설정합니다.
3. 다음의 값들을 입력합니다.
 - **Point1:** -60, 0, 30
 - **Point2:** 290, 0, 50
 - **Radius:** 7

Cylinder Body 가 생성됩니다.

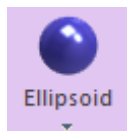
Body 의 이름 변경하기

1. **Body1** 의 **Property** 대화상자를 엽니다.
2. **Property** 대화상자에서 **General** 탭을 클릭합니다.
3. **Name** 을 **Connecting_Rod** 로 변경합니다.
4. **OK** 를 클릭합니다.

Ellipsoid Geometry 생성하기

1. **Database** 에서 **Connecting_Rod** 를 마우스 오른쪽으로 클릭한 후 **Edit** 을 클릭합니다.

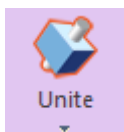
Connecting_Rod Body 의 Edit 모드에 진입되면 Working Window 에 Cylinder Geometry 만 보여집니다.



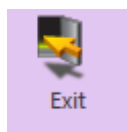
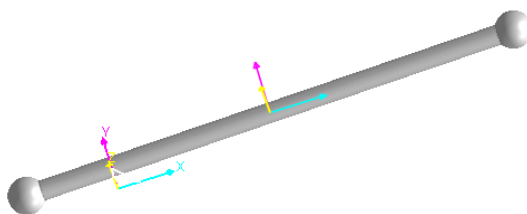
2. **Geometry** 탭의 **Marker and Geometry** 그룹에서 **Ellipsoid** 를 선택합니다.
3. **Ellipsoid** 를 만들기 위해 다음의 값을 클릭합니다.
 - **Point:** -60, 0, 30
 - **Distance:** 13
4. **2-3** 과정을 반복하여 다음의 값들을 입력합니다.
 - **Point:** 290, 0, 50
 - **Distance:** 13

Unite Boolean 작업하기

Ellipsoid Geometry 를 만든 후, Boolean Unite 기능을 이용하여 Link Geometry 결합시켜 봅니다. Geometry 들을 결합하지 않으면 RecurDyn 에서 Mass 를 자동으로 계산할 때, 겹쳐진 부분들이 중복되어 측정됩니다.



1. **Geometry** 탭의 **Boolean** 그룹에서 **Unite** 을 클릭합니다.
2. **Cylinder1** 을 선택한 후 **Ellipsoid1** 를 선택합니다.
선택된 두 개의 Geometry 가 사라지고, **Unite1** 이 생성됩니다.
3. 다시 **Geometry** 탭의 **Boolean** 그룹에서 **Unite** 을 클릭합니다.
4. **Unite1** 을 선택한 후 **Ellipsoid2** 를 선택합니다.
아래 그림과 같이 **Unite2** 가 생성됩니다.

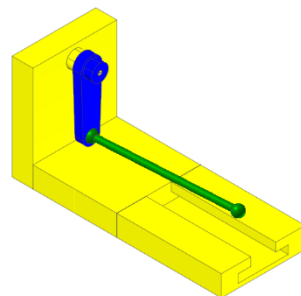


Connecting_Rod 의 **Edit** 모드 나가기

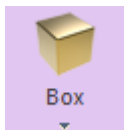
Geometry 탭의 Exit 그룹에서 Exit 를 클릭합니다.

Connecting_Rod Body의 색상 변경하기

- **Connecting_Rod** Body의 Property 대화상자를 열고 **Color**를 초록색으로 변경합니다.

**Slider**의 모델링

Box Geometry와 위쪽 중심에 위치할 Box, Link Geometry를 생성한 후 Connecting Rod와의 접합점을 만들기 위해 Link Geometry에서 Ellipsoid를 제거해봅니다.

**Working Plane** 변경하기

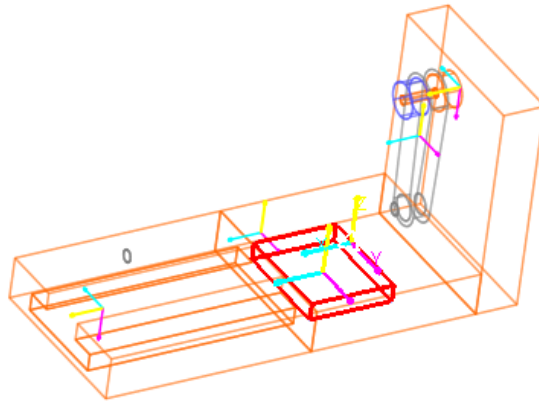
- **View Control Toolbar**에서 **Change to YZ**를 선택합니다.

Box Body 생성하기

1. **Professional** 탭의 **Body** 그룹에서 **Box**를 클릭합니다.
2. **Creation Method**를 **Point, Point, Depth**로 설정합니다.
3. 다음의 값들을 입력합니다.
 - **Point1:** 0, -60, -20
 - **Point2:** 0, 60, -40
 - **Depth:** 100

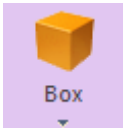
Rendering Mode를 Wireframe으로 변경하면, 내부에 생성된 Box Geometry가 아래와 같이 보여집니다.





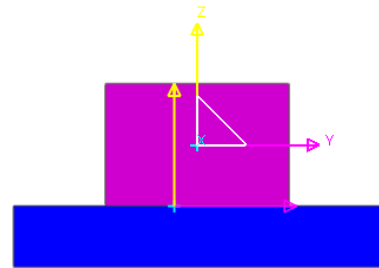
Body 의 이름 변경하기

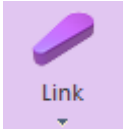
1. **Body1** 의 Property 대화상자를 엽니다.
2. Property 대화상자에서 **General** 탭을 클릭합니다.
3. **Name** 을 **Slider** 로 변경합니다.
4. **OK** 를 클릭합니다.



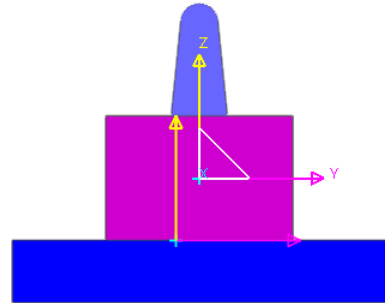
Box Geometry 를 생성하기

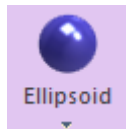
1. Database 에서 **Slider** 를 마우스 오른쪽으로 클릭한 후 Edit 을 클릭합니다.
2. **Slider** Body 의 Edit 모드에 진입되면 Working Window 에 Box Geometry 만 보여집니다.
3. **Geometry** 탭의 **Marker and Geometry** 그룹에서 **Box** 를 클릭합니다.
4. **Creation Method** 를 **Point, Point, Depth** 로 설정합니다.
5. 다음의 값들을 입력합니다.
 - **Point 1:** 0, -30, 20
 - **Point 2:** 0, 30, -20
 - **Depth:** 100



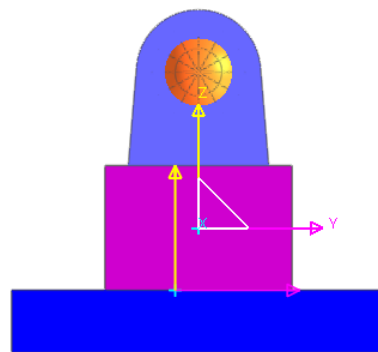
Link Geometry 를 생성하기 및 수정하기

1. **Geometry** 탭의 **Marker and Geometry** 그룹에서 **Link** 를 클릭합니다.
2. **Creation Method** 를 **Point, Point, Depth** 로 설정합니다.
3. 다음의 값들을 입력합니다.
 - **Point 1:** 0, 0, 50
 - **Point 2:** 0, 0, -10
 - **Depth:** 20
4. 생성된 **Link1** 의 Property 대화상자를 열어 아래의 값을 수정합니다.
 - **First Radius:** 20
 - **Second Radius:** 25

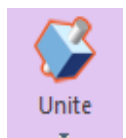


Ellipsoid Geometry 생성하기

1. **Geometry** 탭의 **Marker and Geometry** 그룹에서 **Ellipsoid** 를 클릭합니다.
2. 다음의 값을 입력합니다.
 - **Point:** 0, 0, 50
 - **Distance:** 15
3. **1-2** 과정을 반복하여 다음의 값들을 입력합니다.
 - **Point:** -5, 0, 50
 - **Distance:** 15

**Unite Boolean** 작업하기

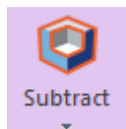
Ellipsoid Geometry 를 만든 후, Boolean Unite 기능을 이용하여 Link Geometry 결합시켜 봅니다.



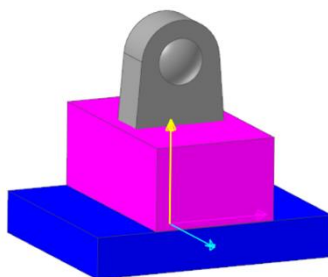
1. **Geometry** 탭의 **Boolean** 그룹에서 **Unite** 을 클릭합니다.
2. **Link1** 를 선택한 후 **Ellipsoid1** 를 선택합니다.
선택된 두 개의 Geometry (**Link1** 과 **Ellipsoid1**)가 사라지고, **Unite1** 이 생성됩니다.

Subtract Boolean 작업하기

Boolean Subtract 기능을 이용하여 Ellipsoid Geometry 를 빼내 봅니다.



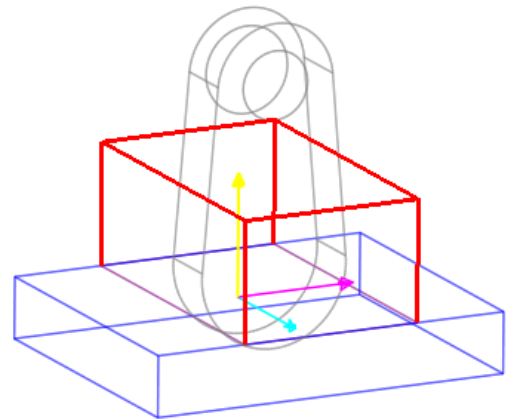
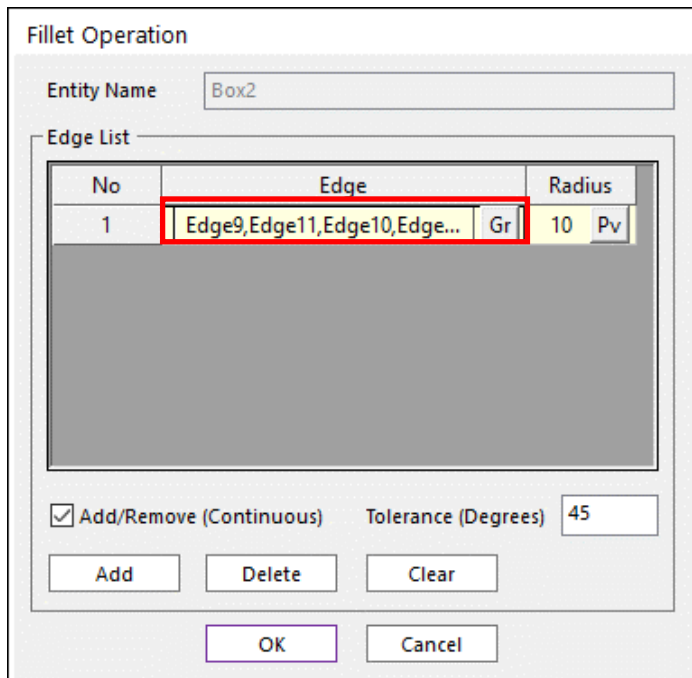
1. **Geometry** 탭의 **Boolean** 그룹에서 **Subtract** 를 클릭합니다.
2. **Unite1** 을 선택한 후 **Ellipsoid2** 를 선택합니다.
선택된 두 개의 Geometry (**Unite1** 과 **Ellipsoid2**)가 사라지고, **Subtract1** 이 생성됩니다.



Box2 Geometry 의 가장자리에 **Fillet** 작업하기

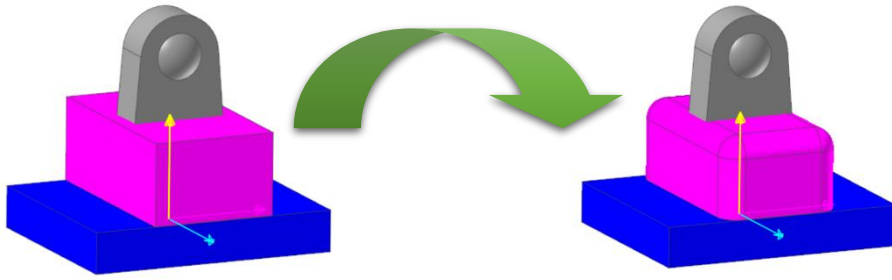
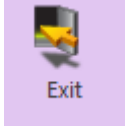


1. **Geometry** 탭의 **Local** 그룹에서 **Fillet** 을 클릭합니다.
2. **Box2** 를 클릭하면 **Fillet Operation** 대화상자가 나타납니다.
3. Add 버튼을 누르고 아래 그림에 보여지는 것처럼 Box 의 아랫면 Edge 들을 제외한 나머지 8 개의 변을 선택합니다. (MultiEdge 가 Select Option 이므로 한 번에 여러 개의 Edge 를 선택할 수 있습니다)
4. Edge 를 선택하고, Working Window 에 마우스 오른쪽으로 클릭한 후 Pop-up 메뉴에서 **Finish Operation** 을 클릭합니다.
5. 선택한 변들은 그림처럼 **Fillet Operation** 대화상자에 나타납니다.



6. 위의 그림에서 보여지는 것처럼 각각의 Edge 의 **Radius** 를 **10** 으로 변경합니다
7. **OK** 를 클릭합니다.

만들어진 Geometry 는 다음과 같이 보여집니다.



(Tip: Local 기능의 실행 취소 방법도 Boolean 과 동일합니다.)

Unite Boolean 작업하기

- 작업된 모든 Geometry 들을 **Unite** 로 결합합니다.

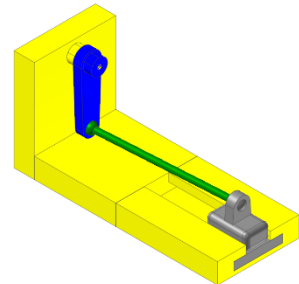
Slider Body 의 Edit 모드 나가기



- **Geometry** 탭의 **Exit** 그룹에서 **Exit** 를 클릭합니다.

Slider Body 의 색상 변경하기

- **Slider Body** 의 Property 대화상자를 열고 **Color** 를 회색으로 변경합니다.



Working Plane 변경하기

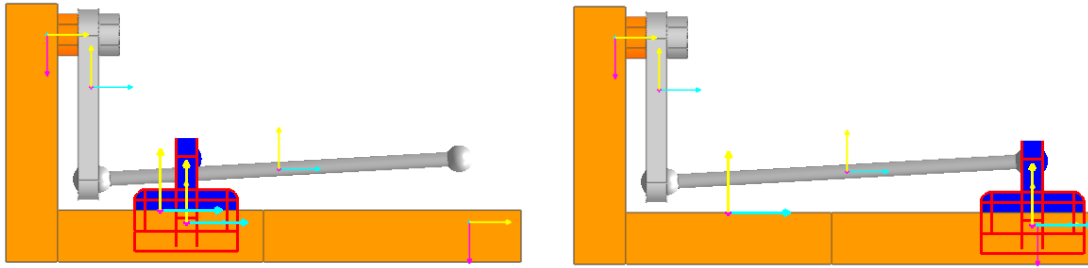
1. **View Control Toolbar** 에서 **Change to XZ** 를 선택합니다.

Slider Body 를 이동시키기



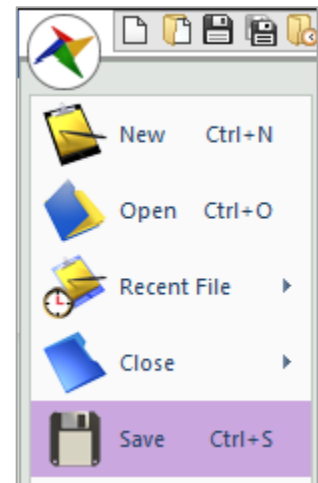
1. **Advanced Toolbar** 에서 **Basic Object Control** 을 클릭합니다.
Basic Object Control 의 대화상자가 나타나면 **Translate** 탭에서 **Offset Value** 를 **300** 으로 변경합니다.
2. **Working Window** 에서 **Slider** 를 선택합니다.
3. **Slider** 가 선택되면 다시 Basic 의 대화상자로 돌아와 **+X** 버튼을 클릭합니다.
Slider 가 X 방향으로 300mm 움직입니다.

4. **Basic Object Control** 대화상자를 닫습니다.



모델 저장하기

1. **File** 메뉴에서 **Save** 를 클릭합니다.
2. 파일의 위치와 이름을 정합니다.
3. **OK** 를 선택합니다.



Chapter

4

Joint 의 생성

목적

이 장에서는 다음과 같이 몇 가지 Joint 들을 생성하게 될 것입니다.

- Ground 와 Bracket 사이의 Fixed Joint
- Bracket 과 Crank 사이의 Revolute Joint
- Crank 와 Connecting_Rod 사이의 Spherical Joint
- Connecting_Rod 와 Slider 사이의 Spherical Joint
- Slider 와 Grounded Bracket 사이의 Translational Joint

또한, Revolute Joint 에 Input Motion 을 정의하게 합니다.



예상 소요 시간

10 분

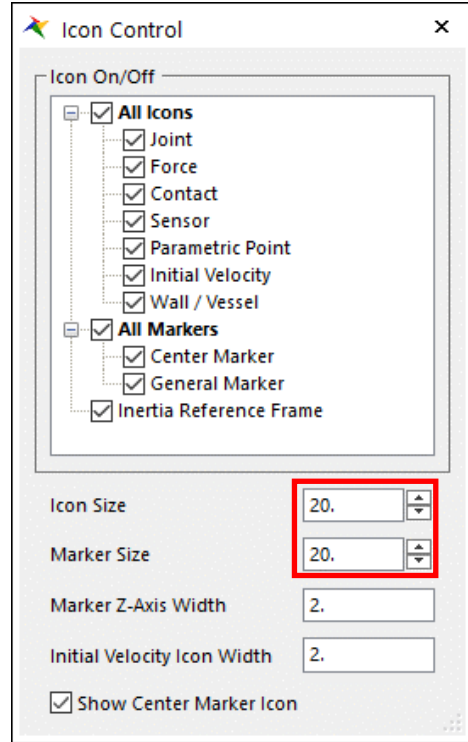
아이콘과 마커의 크기 조정

앞으로 생성될 Joint 와 더불어 모델을 더 잘보이도록 하기 위해서 Icon 과 Marker Size 를 변경합니다.

Icon 과 Marker 의 크기 변경하기



1. **Render Toolbar** 에서 **Icon Control** 을 클릭합니다.
2. Icon Control 대화상자가 나타나면 **Icon Size** 와 **Marker Size** 를 **20** 으로 설정합니다.
3. 대화상자를 닫습니다.



Body 사이의 Joint 의 생성

Fixed Joint 생성하기

Bracket 이 움직이지 못하도록 Ground 와 고정시켜봅니다.

Tip: Select Toolbar 의 Snap To Geometry 사용한 방법

Joint 를 생성하기 전에 Working Window 에서 마우스로 Navigation 을 하여 Point 값을 입력할 경우 원하는 Point 값들이 한번에 찾아지지 않는 경우들이 많습니다. 이런 경우에 원하는 상태로 Navigation 을 할 수 있도록 도와주는 아래 기능을 사용하면 손쉽게 값을 입력할 수 있습니다.

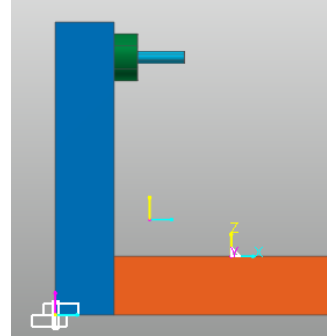


- **Snap To Grid:** Grid Point 를 찾습니다.
- **Snap To Geometry:** Vertex, Center of Circle 등 Geometric Point 를 찾습니다.
- **Snap To Node:** FE Body 의 Node Point 를 찾습니다.



1. **Select Toolbar** 에서 **Snap To Geometry** 를 비활성화합니다.
2. **Professional** 탭의 **Joint** 그룹에서 **Fixed** 를 클릭합니다.
3. **Creation Method** 를 **Body, Body, Point** 로 설정합니다.
4. **Working Window** 에서 다음의 값들을 클릭합니다.
 - **Body:** Ground
 - **Body:** Bracket
 - **Point:** -150, 0, -50

오른쪽 그림과 같이 **Fixed1** 이 생성됩니다.

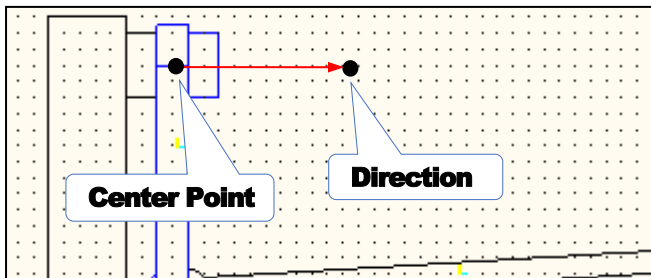


Revolute joint 생성하기

Bracket 과 Crank 사이의 Revolute Joint 를 생성합니다.



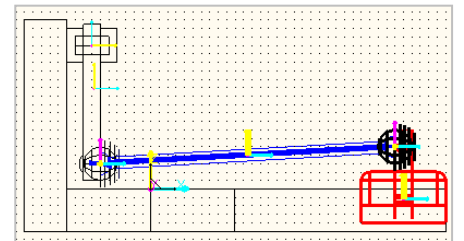
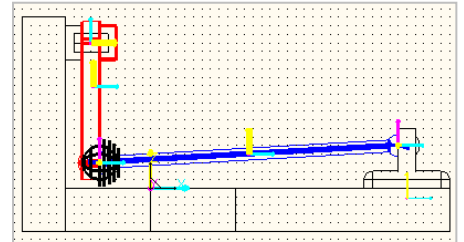
1. **Professional** 탭의 **Joint** 그룹에서 **Revolute** 를 클릭합니다.
2. **Creation Method** 를 **Body, Body, Point, Direction** 으로 설정합니다.
3. **Working Window** 에서 다음의 값들을 클릭합니다. (**Point** 는 Revolute Joint 의 회전 중심이 될 위치이며 **Direction** 은 회전 축(Z-axis)의 방향입니다.)
 - **Body:** Bracket
 - **Body:** Crank
 - **Point:** -70, 0, 170
 - **Direction:** 1, 0, 0



Spherical Joint 생성하기

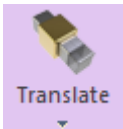
Crank 와 Connecting_Rod 사이 그리고 Connecting_Rod 와 Slider 사이를 연결할 Spherical Joint 를 생성합니다.

1. **Professional** 탭의 **Joint** 그룹에서 **Spherical** 를 클릭합니다.
2. Creation Method 를 **Body, Body, Point** 로 설정합니다.
3. Working Window 에서 다음의 값들을 클릭합니다.
 - **Body:** Crank
 - **Body:** Connecting_Rod
 - **Point:** -60, 0, 30
4. **1-3** 과정을 아래 정보를 이용하여 반복합니다.
 - **Body:** Connecting_Rod
 - **Body:** Slider
 - **Point:** 290, 0, 50

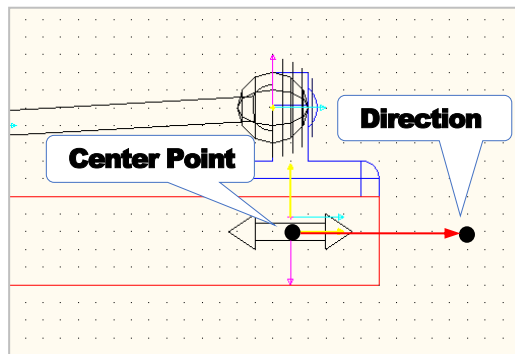
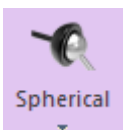


Translational Joint 생성하기

Slider 와 Grounded Bracket 사이의 Translate Joint 를 생성합니다.



1. Professional 탭의 Joint 그룹에서 Translate 를 클릭합니다.
2. **Creation Method** 를 **Body, Body, Point, Direction** 으로 설정합니다.
3. Working Window 에서 다음 정보를 클릭합니다. (**Point** 는 Translate Joint 의 병진 중심이 될 위치이며 **Direction** 은 병진 축(Z-axis)의 방향입니다.)
 - **Body:** Bracket
 - **Body:** Slider
 - **Point:** 300, 0, -20
 - **Direction:** 1, 0, 0

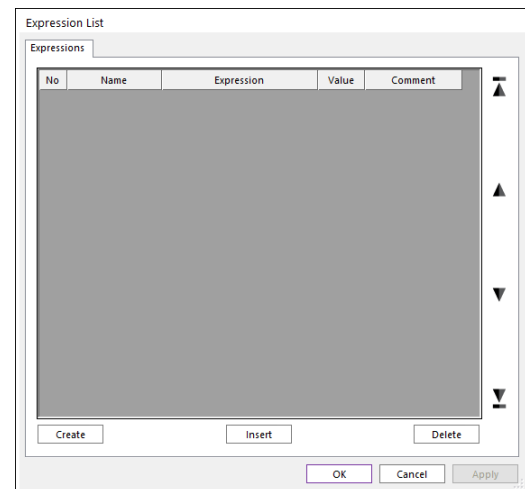
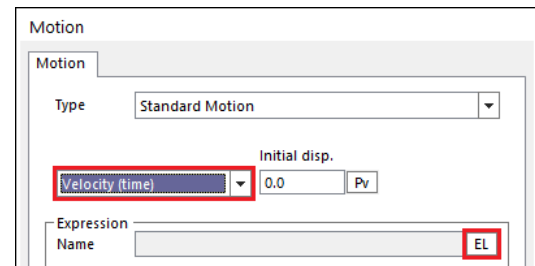
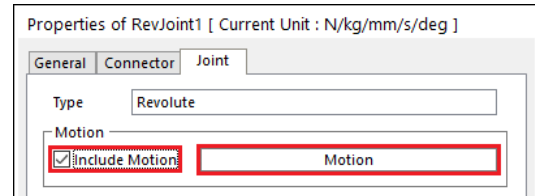


Revolute Joint 의 Motion 설정

생성된 Revolute Joint 에 Motion 을 정의합니다.

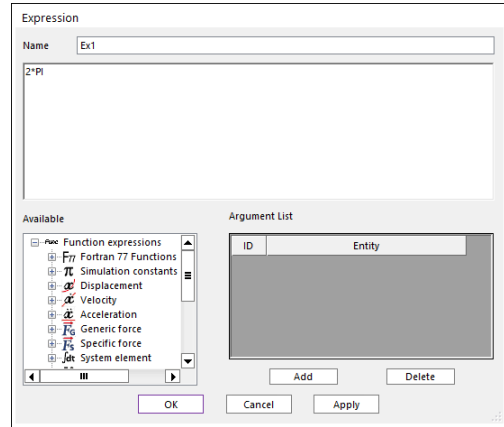
Motion 정의하기

1. **RevJoint1** 의 Property 대화상자를 엽니다.
Joint 탭에서 **Include Motion** 을 체크합니다.
2. **Joint** 탭에서 **Motion** 을 클릭합니다.
3. Motion 대화상자가 나타나면
Velocity(time)으로 콤보박스를 변경합니다.
4. **Motion** 대화상자에서 **EL** 를 클릭합니다.
5. Expression List 대화상자가 나타나면 대화상자를 열기 위해 **Create** 를 클릭합니다.



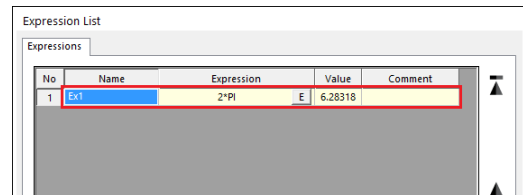
6. Expression 대화상자가 나타나면 내용 부분에 아래 수식을 입력합니다.

- **2*PI**

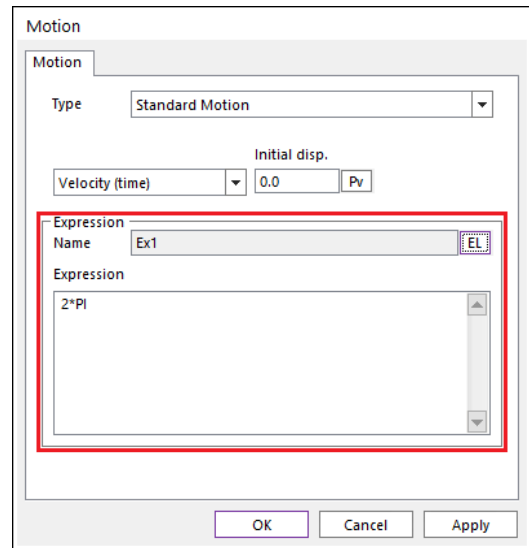


7. Expression 대화상자에서 OK 를 클릭합니다.

8. 다시 Expression List 대화상자가 나타나면, List 에서 Ex1 을 활성화시킨 후 OK 를 클릭합니다.



9. Motion 대화상자에서 Expression 이 입력된 것을 확인하고 OK 를 클릭합니다.



10. Joint 대화상자에서 OK 를 클릭합니다.



해석의 실행

목적

이 장에서는 만들어진 모델의 시뮬레이션을 실행하게 될 것입니다.



예상 소요 시간

5 분

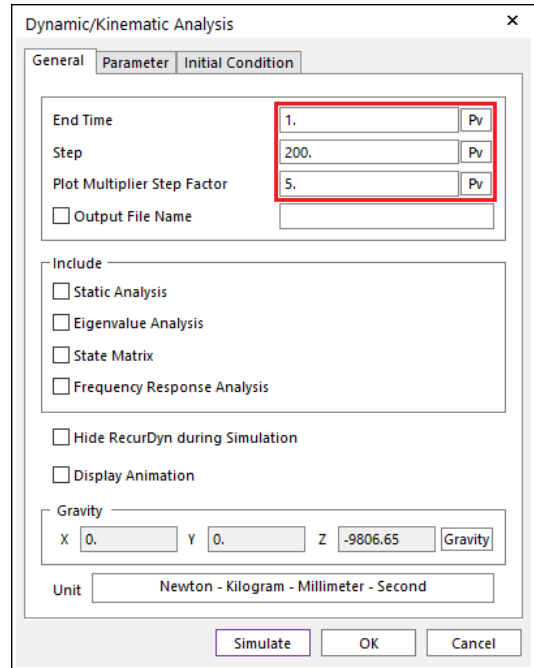
Dynamic/Kinematic 해석의 실행

생성된 모델의 Force 나 Motion 이 미치는 영향을 보기 위해서 Dynamic/Kinematic 해석을 실행합니다.



1. **Analysis** 탭의 **Simulation Type** 그룹에서 **Dyn/Kin** 을 클릭하여 Dynamic/Kinematic 대화상자를 엽니다.

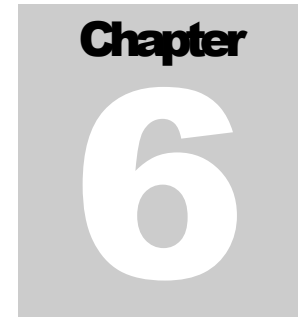
2. 시뮬레이션의 종료시간과 Step 의 수를 정합니다.
 - **End Time:** 1
 - **Step:** 200
 - **Plot Multiplier Step Factor:** 5



3. **Simulate** 를 클릭하면 해석이 진행됩니다.

Tip: Dynamic/Kinematic Analysis 대화상자의 Option 설명

- **End Time:** 시뮬레이션 시간의 길이를 정의합니다.
 - **Step:** 전체 시뮬레이션 시간 동안 저장되는 애니메이션의 프레임 수를 정의합니다.
 - **Plot Multiplier Step Factor:** Plotting 을 위해 저장된 데이터 포인트의 수를 정의합니다. Plot 데이터 포인트의 수는 $\text{Step} * \text{Plot Multiplier Step Factor}$ 로 정의됩니다.
-



애니메이션의 재생

목적

이 장에서는 모델의 Motion 이 어떻게 움직이는지와 발표자료로 사용하기 위한 애니메이션의 AVI 파일을 어떻게 생성하는지에 대해서 배웁니다. 또한 이동한 Body 의 Point 경로를 어떻게 추적하는지에 대해서도 배우게 됩니다.



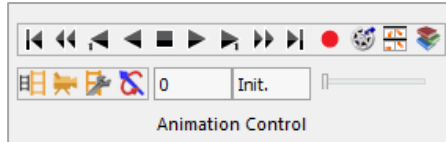
예상 소요 시간

10 분















애니메이션 툴바

해석 완료 후 모델을 애니메이션으로 볼 수 있습니다. RecurDyn/Plot 에서 애니메이션을 로드하여 재생하면, 데이터를 분석할 수 있는 Plot 과 더불어 더 정확한 결과를 볼 수 있습니다.

Analysis 탭의 **Animation Control** 그룹에서 애니메이션 툴바는 아래의 그림과 같으며 각 툴의



기능은 아래의 표에 설명되어 있습니다.

Tool	설명
	첫 번째 프레임으로 이동
	반대로 빠르게 재생/멈춤
	한 프레임 앞으로 이동
	반대로 재생/멈춤
	정지
	재생/멈춤
	한 프레임 뒤로 이동
	빠른 재생/멈춤
	마지막 프레임으로 이동
	녹화 (정지 후 가능)
	마지막 애니메이션 파일 다시 저장
	멀티 애니메이션
	시나리오 출력 제어
	Animation Scaling



카메라를 선택



Animation Control 대화상자를 보여줌



Force Display 셋팅

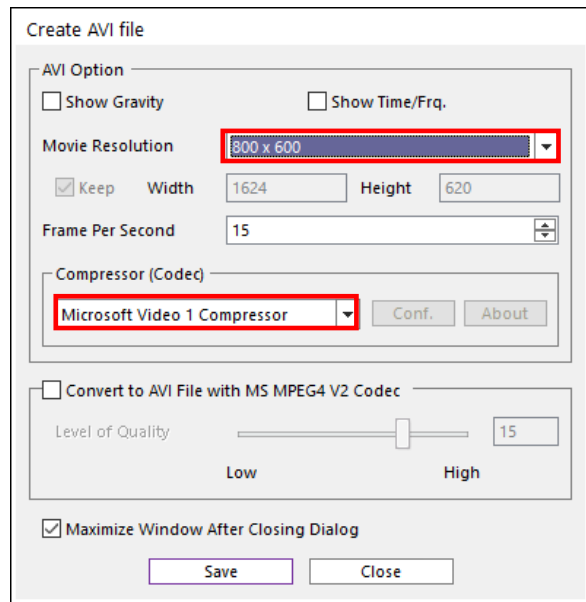
애니메이션의 재생

- ▶ 애니메이션 툴바에서 Play 버튼을 클릭합니다.

Animation Data AVI 파일의 저장

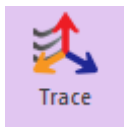
PowerPoint 프레젠테이션이나 웹 상에서 애니메이션을 파일로 볼 수 있도록 방금 본 애니메이션을 AVI 파일로 저장합니다.

1. 애니메이션 툴바에서 **Record** 툴을 클릭하여 **Create AVI file** 대화상자를 엽니다.
2. AVI 파일의 이미지를 크기를 정하기 위해 **Movie Resolution** 를 **800 x 600** 으로 설정합니다.
3. **Compressor (Codec)** 의 콤보 박스를 **Microsoft Video 1 Compressor Video Codec** 을 선택합니다.
(생성된 AVI 파일을 다른 컴퓨터로 옮겨서 재생하려면 해당 컴퓨터에 동일한 Codec 정보가 있어야 합니다.)
4. **Save** 클릭하면 **Save As** 대화상자가 나타납니다.
5. **Save As** 대화상자에서 파일이름과 **AVI** 파일의 경로를 정합니다.
6. **Save** 를 클릭합니다.

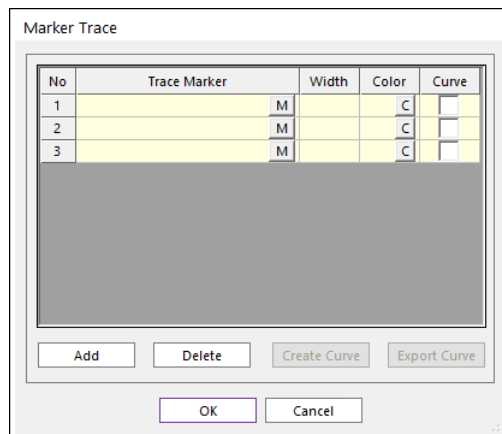


이동한 **Body** 의 **Point** 경로에 대한 추적

애니메이션에서 Crank 와 Connection_Rod 와 Slider 의 Motion 은 단순히 보이지만 사실은 그렇지 않습니다. 각각의 Body 들에 대한 Motion 을 더 잘 이해하기 위해서 각각의 Body 들의 포인트 경로를 추적해보겠습니다. 각 Body 의 Point 는 마커에 의해서 정의되며, 마커는 좌표 시스템이 됩니다. 또한, 마커는 원점과 자세를 가지고 있으며 존재하는 마커들은 같은 경로들로 추적됩니다.

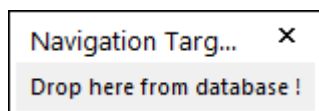


1. **Analysis** 탭의 **Post Tool** 그룹에서 **Marker Trace** 를 클릭하여 Marker Trace 대화상자를 엽니다.

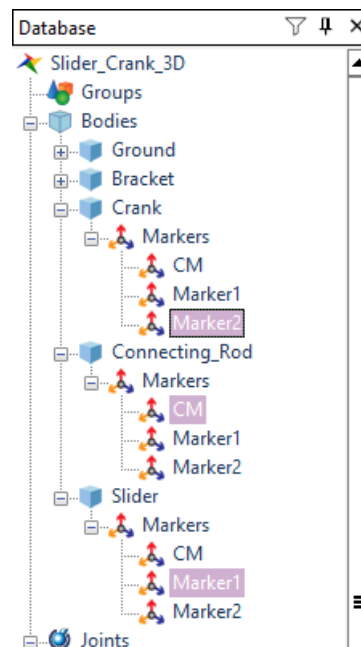


2. 대화상자에서 3 개의 Marker 를 입력하기 위해서 **Add** 를 3 번 클릭합니다.
3. 첫 번째 열에 있는 **M** 버튼을 클릭합니다.

Navigation Target 대화상자가 Working Window 의 상단 오른쪽에 나타납니다.

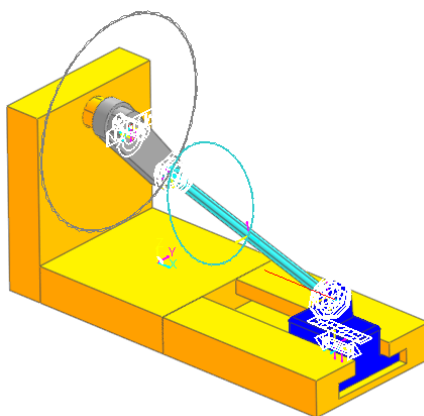
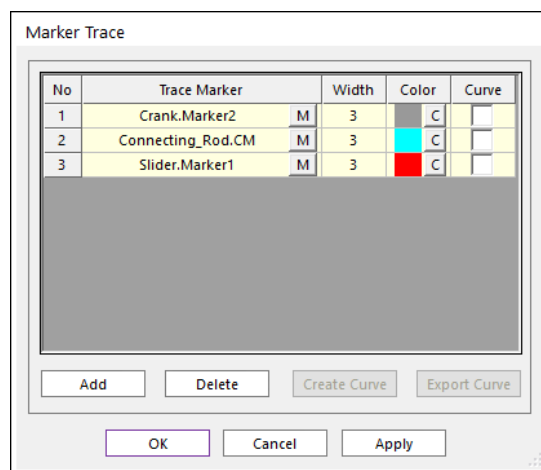


4. Database 창의 **Crank, Connecting_Rod, Slider** 의 **+** 버튼을 펼친 후, **Crank, Connecting_Rod, Slider** 의 **Markers** 의 마커 목록들을 오른쪽 그림과 같이 펼칩니다.



5. **Crank** 아래 에 있는 **Marker2** 를 선택한 후, 선택한 **Marker2** 를 Navigation Target 대화상자로 드래그 하면 Trace Marker 칸의 첫번째 열에 **Crank.Marker2** 가 보여집니다.

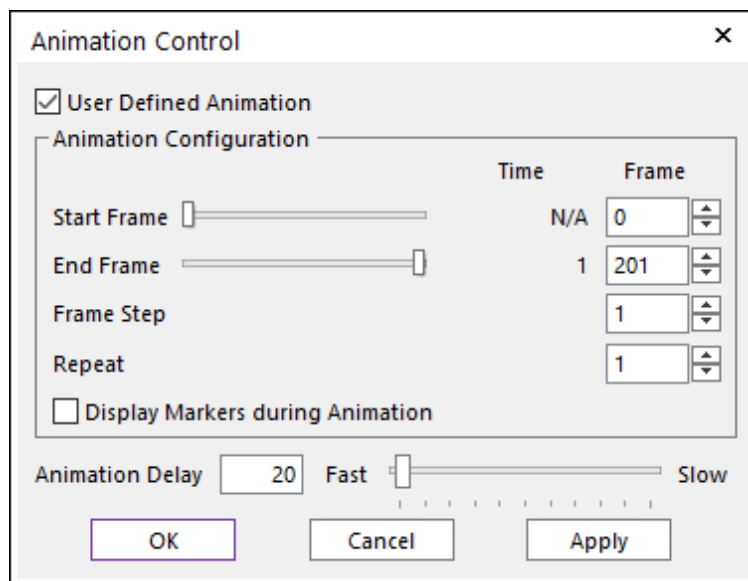
6. 두 번째 열의 **M** 버튼을 클릭합니다. **Connecting_Rod** 아래의 **CM**을 선택한 후, 선택한 **CM**을 Navigation Target 창으로 드래그합니다. **Connecting_Rod.CM**이 Trace Marker 칸의 두번째 열에 보여질 것입니다.
7. 세 번째 열의 **M** 버튼을 클릭합니다. **Slider** 아래의 **Marker1**를 선택한 후 선택한 **Marker1**을 Navigation Target 창으로 드래그합니다. **Slider.Marker1**이 Trace Marker 칸의 세번째 열에 보여질 것입니다.
8. 세 열 모두 **Width**를 **3**으로 설정합니다.
9. 첫 번째 열의 **Color**를 **C** 버튼을 클릭하여 회색으로 설정합니다.
10. 두 번째 열의 **Color**를 **C** 버튼을 클릭하여 청록색으로 설정합니다.
11. 세 번째 열의 **Color**를 **C** 버튼을 클릭하여 빨간색으로 설정합니다.
12. **OK**를 클릭하여 Marker Trace 대화상자를 닫습니다.
13. 재생 버튼을 클릭하여 애니메이션을 다시 재생시키면 다음 그림과 같이 3가지로 추적되는 것을 볼 수 있습니다.



Tip: Animation Control Configuration 다이얼로그 박스 사용법

Analysis 탭의 **Animation Control** 그룹에서 **Animation Configuration** 를 클릭하면 다음과 같이 애니메이션에 대한 몇 가지 설정을 할 수 있습니다.

- **Start Frame** 과 **End Frame**: 애니메이션의 첫 프레임과 마지막 프레임을 정의합니다.
- **Frame Step**: 애니메이션 프레임 수를 증가시킵니다.
- **Repeat**: 애니메이션의 반복 재생의 수를 정의합니다.
- **Display Markers during Animation**: 이 옵션을 체크하면 애니메이션이 재생되는 동안 마커를 볼 수 있습니다.



Chapter

7

Plotting

목적

이 장에서는 이전 장에서 실행한 Dynamic/Kinematic 시뮬레이션의 분석 데이터를 이용하여 Plot 하는 것을 배웁니다. Post-Processing 툴인 RecurDyn 의 Plot 를 사용하여 Slider 의 Motion 을 Plot 할 수 있으며, 시뮬레이션의 결과를 Plot 과 애니메이션으로 함께 볼 수 있습니다.



예상 소요 시간

5 분

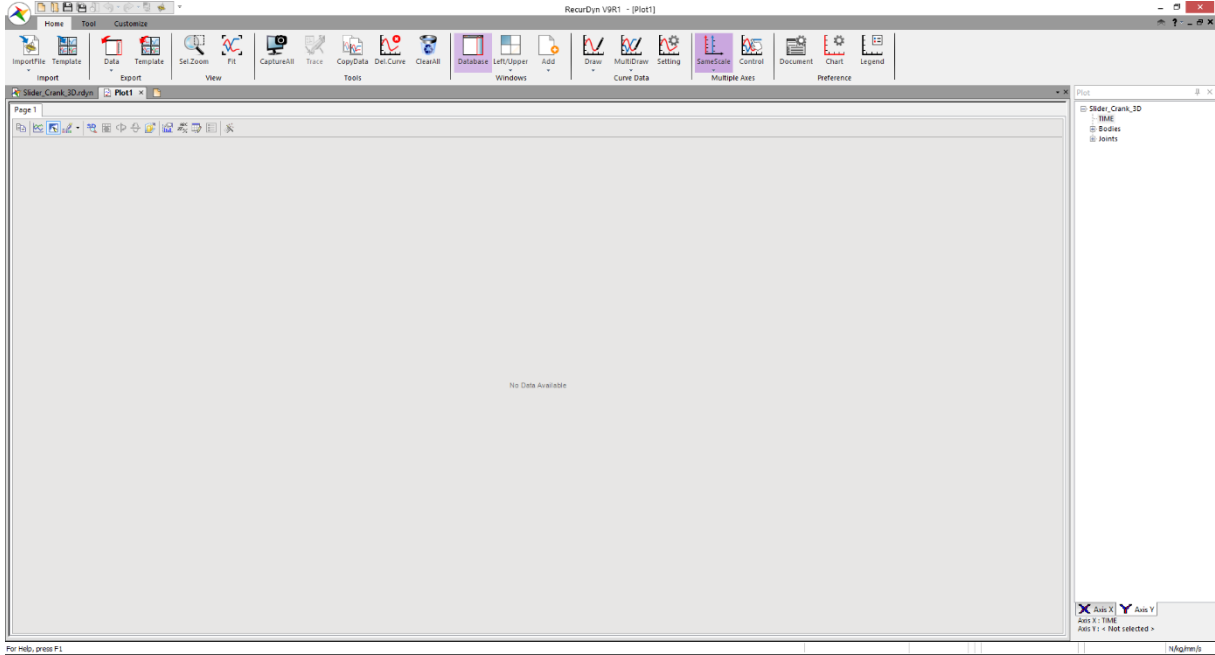
Plot 의 생성

RecurDyn/Plot 을 시작하면 Slider 의 Motion 에 대한 Plot 을 볼 수 있습니다.

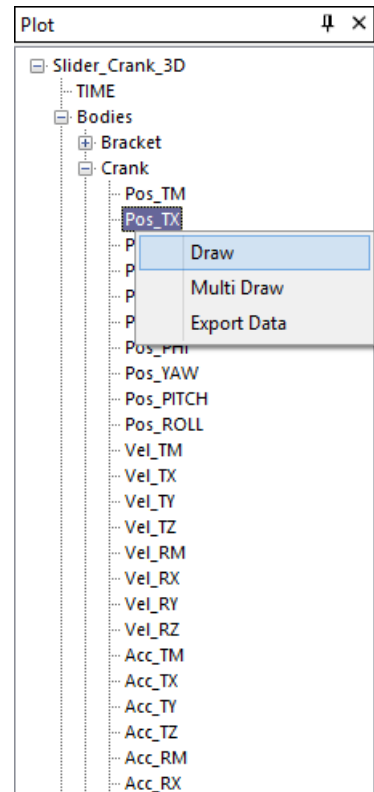


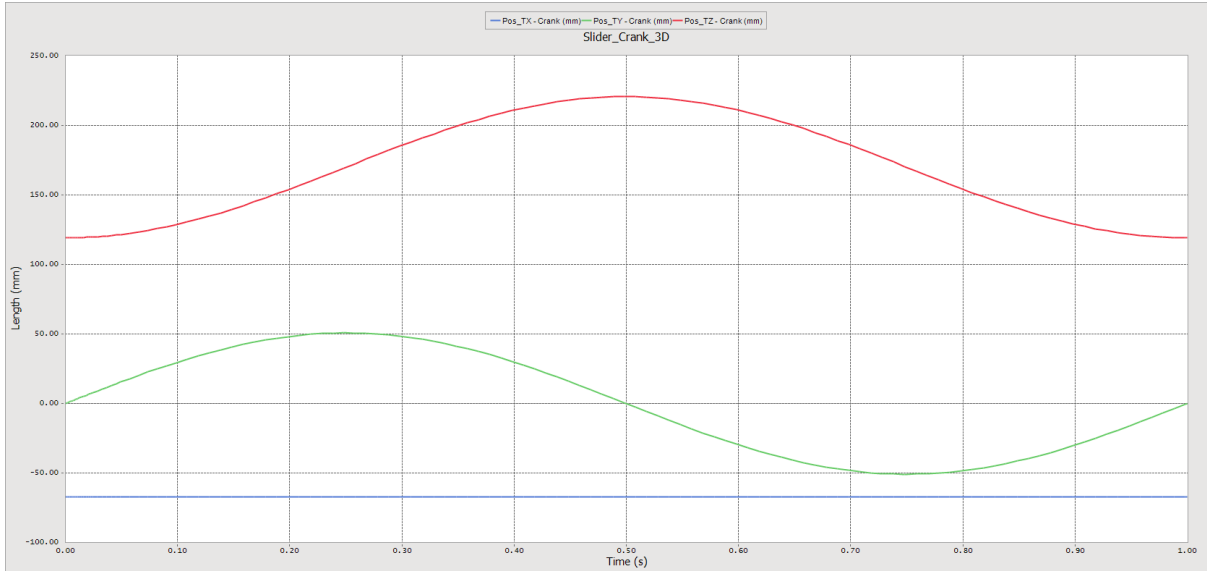
1. **Analysis** 탭의 **Plot** 그룹에서 **Plot Result** 를 클릭합니다.

필요한 모든 틀과 데이터가 Plotting 창에 나타납니다.



2. Database 창에서, **Bodies** 를 펼친 후, **Crank** 를 펼칩니다.
3. **Pos_TX** 에 마우스를 포인터를 놓고 오른쪽 마우스 버튼을 클릭합니다. **Pos_TX** 는 X 방향의 병진운동의 위치에 대한 약자입니다.
4. 나타난 메뉴에서 **Draw** 를 클릭합니다.
5. **Pos_TY** 와 **Pos_TZ** 를 더블 클릭합니다. 더블클릭을 하면 3 번과 4 번 단계와 같은 효과를 얻을 수 있습니다. Plot 이 다음 그림처럼 나타납니다.



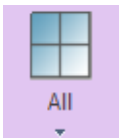


두 방향에 대한 병진 운동을 포함하는 Crank Body 에 대한 피드백을 Trace Curve 를 이용하여 얻을 수 있으며, Z 축으로 병진 운동을 하고 있음을 알 수 있습니다.

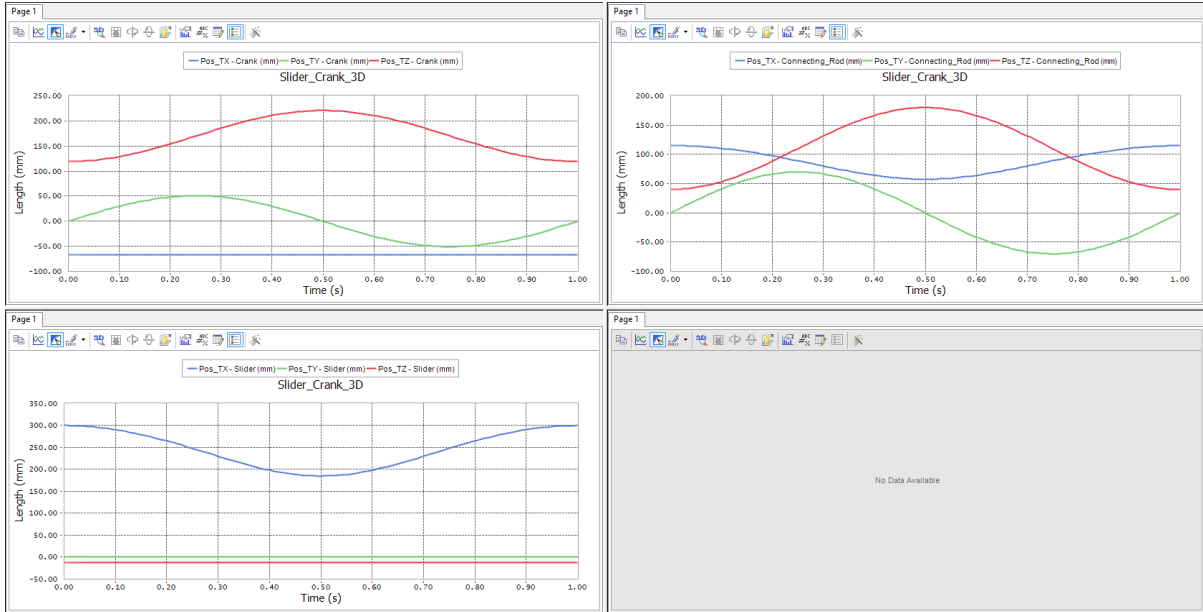
여러 개의 창에서의 Plotting

Plotting 창에서 모델의 결과를 더 완벽히 이해하기 위해서 여러 개의 창들을 사용하는 방법을 배웁니다.

Plotting 창을 **Show All Windows** 로 전환하기:



1. **Home** 탭의 **Windows** 그룹에서 **Show All Windows** 를 클릭하면 Plot 창이 4 구역으로 나누어집니다.
2. 상단 오른쪽 창을 활성화시키기 위해 상단 오른쪽 창을 클릭합니다.
3. Database 창에서 **Bodies** 아래의 **Connecting_Rod** 를 펼칩니다.
4. **Pos_TX**와 **Pos_TY**, **Pos_TZ** 를 더블 클릭합니다.
5. 하단 왼쪽 창을 활성화시키기 위해 하단 왼쪽 창을 클릭합니다
6. Database 창에서 **Bodies** 아래의 **Slider** 를 펼칩니다.



7. **Pos_TX**와 **Pos_TY, Pos_TZ**를 더블 클릭합니다. 그러면, 위의 그림처럼 Plot 이 보여집니다.

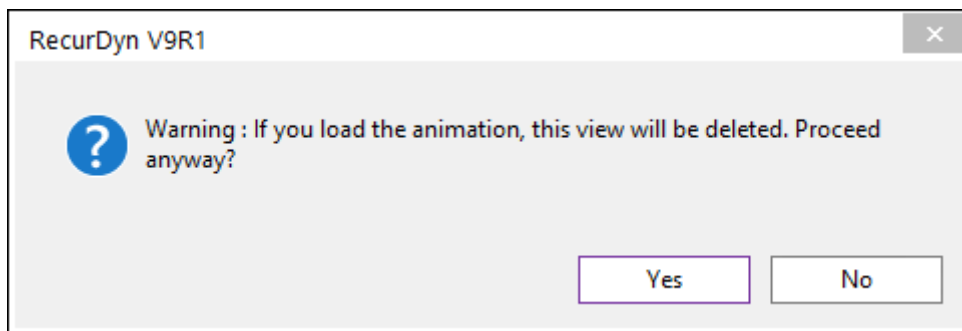
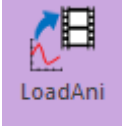
Slider Body 에 대한 Plot 의 곡선들은 그 Body 가 1 병진 자유도를 가지고 이동한다는 것을 보여주며, Connecting Rod Body 에 대한 그 Body 가 3 병진 자유도를 가지고 이동한다는 것을 보여줍니다.

애니메이션의 Loading

이 부분에서는 Plotting 창 중 하나의 창에 애니메이션이 나타나게 합니다. 이전 장에서 했던 과정들과 다음을 참고하여 Plot 들과 애니메이션이 결합된 AVI 파일을 만들 수 있습니다.

Plotting 창의 한 창에 애니메이션 나타내기

1. 하단 오른쪽 창을 활성화시키기 위해 하단 오른쪽 창을 클릭합니다.
2. **Tool** 탭의 **Animation** 그룹에서 **Load Animation** 을 클릭하면 다음과 같은 대화상자가 나타납니다



3. **Yes** 를 클릭하면 하단 오른쪽 창에 애니메이션이 보여집니다.
4. View 를 보기 좋게 조정한 후 애니메이션을 보기 위해 **Play** 버튼을 클릭합니다.



Tip: **Tool** 탭의 **Animation** 그룹에서 **Load Plot** 을 클릭하면 애니메이션 상태에서 다시 Plot 상태로 돌릴 수 있습니다.

Thanks for participating in this tutorial