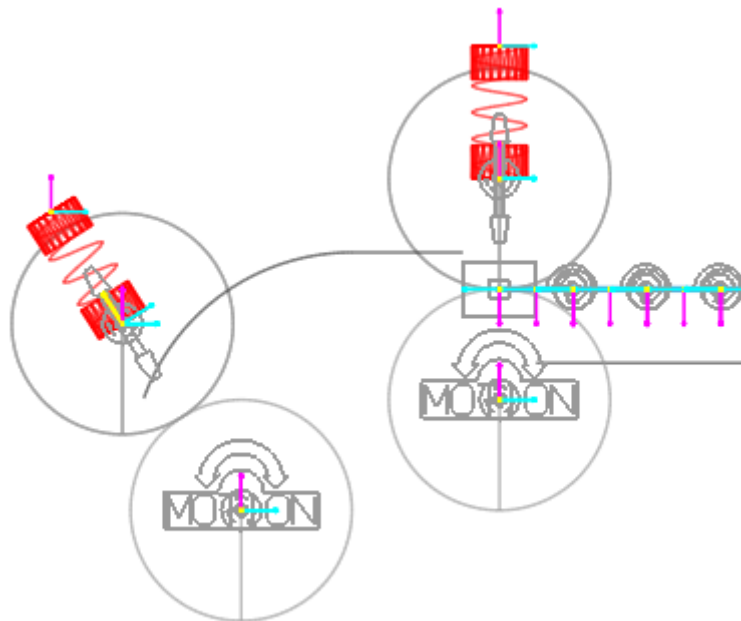




Media Transport System with Design Study Tutorial (MTT2D)



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

Getting Started	4
Objective	4
Audience	5
Prerequisites.....	5
Procedures	5
Estimated Time to Complete	5
Setting Up Your Simulation Environment	6
Task Objective	6
Estimated Time to Complete	6
Starting RecurDyn	7
Adjusting the MTT2D Model from the First MTT2D Tutorial	7
Case 1: Parametric Study of Paper Thickness	9
Task Objective	9
Estimated Time to Complete	9
Setting Up the Parametric Variable for Paper Thickness.....	10
Setting Up the Design Variable for Paper Thickness	10
Setting Up the Performance Index	11
Setting Up and Running the Design Study	13
Case 2: Design of Experiments with Paper Thickness and Curl.....	14
Task Objective	14
Estimated Time to Complete	14
Setting Up the Parametric Variable for Paper Curl.....	15
Setting Up the Design Variable for Paper Curl	15
Setting Up and Running the Design of Experiments	16
Case 3: Design of Experiments with a Moving Guide Assembly	18
Task Objective	18
Estimated Time to Complete	18
Saving the Model to a New File Name	19
Defining Parametric Points.....	19
Add the Parametric Points to the Guide Definitions	20
Creating Parametric Values to Control Location of the Assembly	21
Setting Up and Running the Design of Experiments	22
Reviewing the Results of the Design of Experiments	24

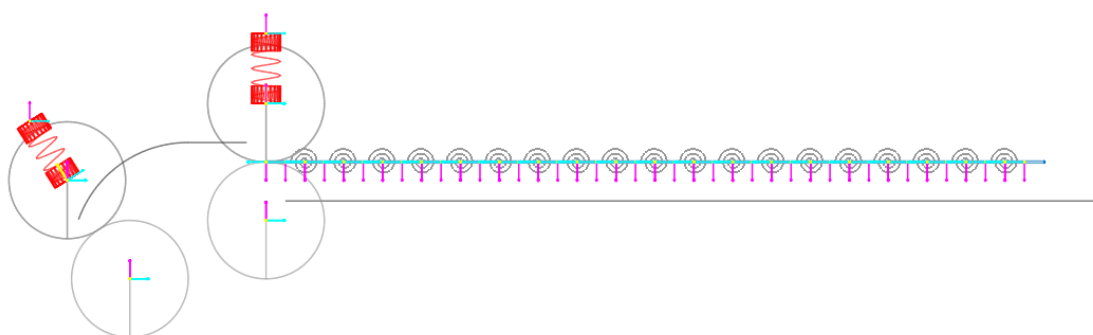
Chapter
1

Getting Started

Objective

이 튜토리얼은 여러분이 2D 미디어 전송 툴킷(MTT2D)으로 RecurDyn 의 디자인 연구 기능을 사용하는 방법에 대한 자세한 내용을 알려줍니다. 매개 변수 값으로부터 설계 변수를 만드는 방법과 성능 지표를 정의하는 방법을 배우게 됩니다. 이 튜토리얼은 아래 그림과 같이 첫 번째 MTT2D 튜토리얼에 정의된 기본 모델을 사용합니다. 점점 더 정교한 세가지 경우를 포함하고 있습니다.

- 첫 번째 경우는, 종이 두께의 효과를 분석하는 하나의 매개 변수가 있는 심플한 디자인 연구를 수행합니다.
- 두 번째 경우는, 종이 두께와 컬에 따른 두 개의 매개 변수를 분석할 수 있도록 실험 디자인을 수행 합니다.



- 세 번째 경우는, 또한 가이드 두 개의 x 위치와 y 위치를 고려합니다.

Audience

이 튜토리얼은 전에 조인트, 힘, 2D 컨택, 지오메트리 생성을 RecurDyn 을 통해 사용해본 사용자를 위한 것입니다. 모든 작업은 신중하게 설명되어 있습니다.

Prerequisites

유저는 3D Crank-Slider, Engine with Propeller, Pinball (2D Contact) 튜토리얼 또는 그와 동등한 수준의 것을 연습해 본 사용자에게야 하며, 기초적인 물리 지식이 요구됩니다.

Procedures

튜토리얼은 다음 절차로 구성되어 있습니다. 각 절차를 완료하는 데 걸리는 예상 시간은 테이블에 표시됩니다.

Procedures	Time (minutes)
Simulation environment set up	10
Case 1: Parametric Study of Paper Thickness	20
Case 2: Design of Experiments with Paper Thickness and Curl	30
Case 3: Design of Experiments with a Moving Guide Assembly	45
Total	105



Estimated Time to Complete

60 분

Chapter

2

Setting Up Your Simulation Environment

Task Objective

시뮬레이션 환경을 설정하고, 디자인 연구에 대한 **MTT2D** 모델을 수정하는 방법에 대해 공부해 봅니다.



Estimated Time to Complete

10 분

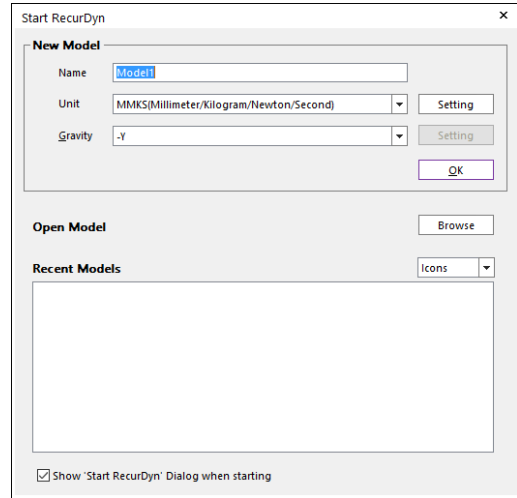
Starting RecurDyn

To start RecurDyn and create a new model:



1. 바탕화면에서 **RecurDyn** 아이콘을 더블 클릭합니다.

RecurDyn 이 실행되면서 Start RecurDyn 대화상자가 나타납니다.
2. **New Model** 대화상에서 나갑니다.
3. 처음에 만들었던 **MTT2D** 튜토리얼의 모델을 불러와 다른 이름 저장을 눌러 모델의 이름을 **MTT2D_DOE.rdyn** 으로 입력합니다
4. **MTT2D** 하위 시스템으로 들어가기 위해서는 다음 중 하나를 따라합니다.
 - 데이터 창에서 MTT2D1 하위 시스템을 마우스 오른쪽으로 클릭하고 Edit 을 선택.
 - 모델 창에서 MTT2D 하위 시스템 구조를 더블 클릭.



Adjusting the MTT2D Model from the First MTT2D Tutorial

이 장에서는, 처음에 MTT2D 튜토리얼을 이용해 만든 모델을 수정합니다.

- 20 배 빠르게 롤러를 움직입니다.
- 2 개의 기본에서 5 개의 매개변수로 바꿉니다.

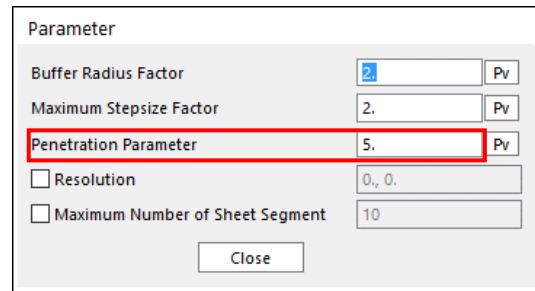
침투 매개 변수는 행동을 계속 가이드에 접촉하게 설정하는 스케일 요소입니다. 반면에 시트는 침투 매개 변수에 의해 시트의 두께와 깊이는 곱해집니다. 시트 속도가 증가하기 때문에 큰 침투 매개 변수가 필요합니다.

To adjust the model:

1. 데이터 창에서 **Expression** 아래의 **Ex1** 을 오른쪽 마우스로 선택하고 **Properties** 를 누릅니다.
2. 움직임 표현식에서 20 배 빨리 롤러가 돌 수 있도록 2*TIME 에서 **40*TIME** 으로 바꿔줍니다. 이러한 변화는 회전조인트 20 과 회전조인트 22 에 영향을 줍니다. 왜냐하면 두 조인트는 EX1 와 연관되어 있기 때문입니다.

3. **MTT2DAssembly1** 의 설정 대화창을 열어줍니다. (데이터 창의 마지막 부분) 그리고 다음을 따라합니다.

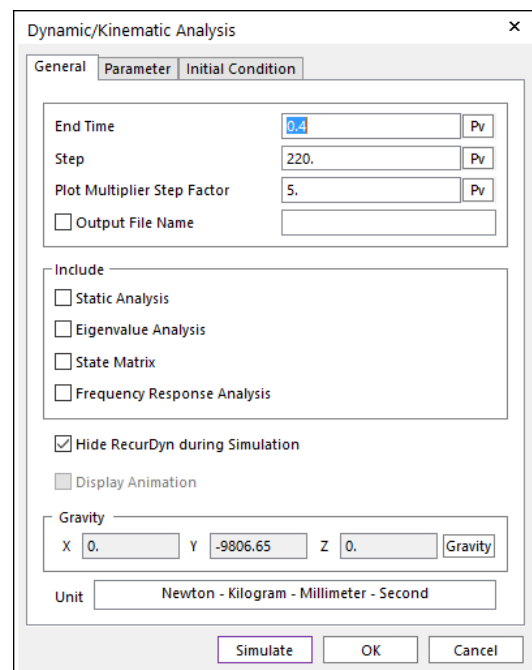
- **Contact List** 탭에서 **Parameter** 를 클릭합니다.
- **Penetration Parameter** 를 **5** 로 수정합니다.



4. **Dynamic/Kinematic Analysis** 대화 창을 열어 다음과 같이 수정합니다.

- **End Time: 0.4**
- **Step: 220**
- **Plot Multiplier: 5**

이와 같은 설정으로 빠른 시트 속도를 짧은 시간 동안 시뮬레이션 할 수 있습니다.



5. **OK** 를 클릭하고 매개 변수를 저장하고 대화 창에서 나갑니다.

Case 1: Parametric Study of Paper Thickness

이 장에서는, 여러분은 용지의 두께가 MTT2D 모델에서 종이에 어떤 영향을 남기는지를 알아보는 매개 변수 연구를 수행합니다. RecurDyn 시뮬레이션 결과는 예상되는 결과를 보여줍니다: 종이의 두께가 증가할 수록 종이 막대기처럼 변할 것입니다.

Task Objective

다음 것들을 배워 봅니다:

- 매개 변수와 설계 변수 설정
- 성능 지수, 트랙의 시뮬레이션 출력
- 디자인 연구 실행



Estimated Time to Complete

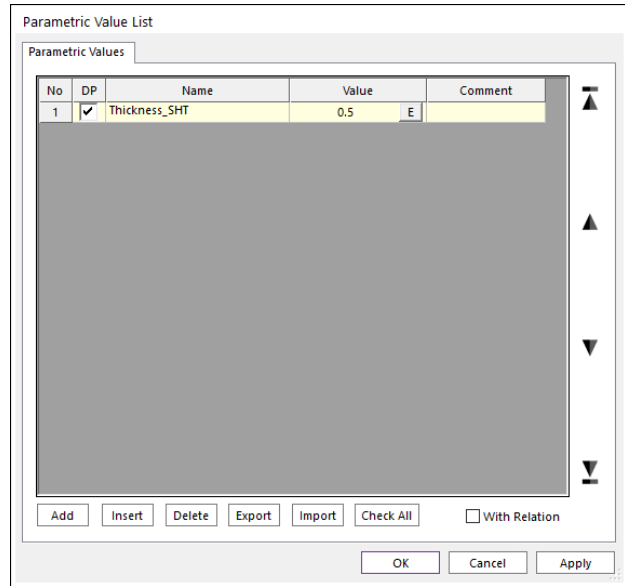
20 분

Setting Up the Parametric Variable for Paper Thickness

첫 번째 단계는 종이의 두께에 대한 매개 변수를 설정하는 것입니다. 이것은 변수 종이 두께의 값으로 대체됩니다.

To set up the parametric variable:

1. **SheetGroup1** 그룹의 설정 대화 창을 열어줍니다.
2. Sheet **Group** 탭에서 **Sheet Thickness** 체크 박스를 해제 합니다. 그리고 **Sheet Thickness** 옆의 **Pv** (Parametric Value) 를 클릭합니다.
3. Parametric Value List 대화 창에서 **Add** 를 클릭합니다.
4. 매개 변수 값 이름을 **Thickness_SHT** 으로 설정하고 **0.5** 값을 넣습니다.
5. **OK** 클릭하여 Parametric Value List 대화창에서 나갑니다.



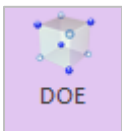
매개 변수 값 이름은 이전에 거기 있던 값을 대신에 시트 두께 텍스트 상자에 나타냅니다.

6. **OK** 클릭하여 **SheetGroup1** 설정 대화 창을 나갑니다.

Setting Up the Design Variable for Paper Thickness

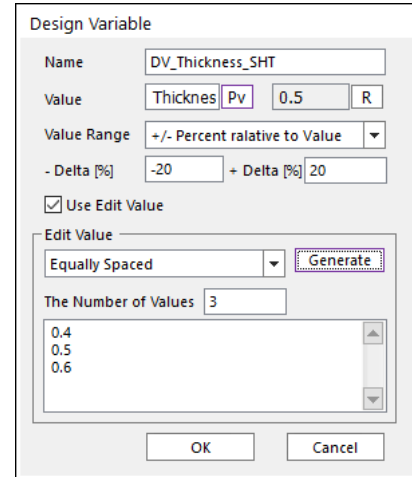
이제 종이 두께를 위해 만든 매개 변수 값에 따라 종이의 두께에 대한 설계 변수를 설정합니다. 디자인 연구를 실행으로 종이에 대한 최적의 두께를 찾기 위해 **RecurDyn** 변수가 달라집니다.

To set the design variable:



1. **Analysis** 탭의 **Simulation Type** 그룹에서 **Design Study(DOE)** 아이콘을 클릭합니다.
2. **Design Variables** 부분 아래의 **Add** 를 클릭합니다.
3. **Design Variable List** 대화 창의 **Create** 를 클릭합니다.
4. **Design Variable** 대화 창에서 **Value** 텍스트 박스 옆의 **Pv** 를 클릭합니다.

5. 매개 변수 값으로 **Thickness_SHT** 을 선택하고 **OK** 를 클릭합니다.
6. 설계 변수 이름을 **DV_Thickness_SHT** 으로 설정합니다.
7. 값의 범위를 기본 값인 **+/- Percent relative to Value** 으로 설정합니다.
8. **Delta** 값을 **-20%** 와 **+20%**로 설정합니다.
9. **Use Edit Value** 를 체크합니다.
10. **Edit Value** 를 **Equally Spaced** 로 설정하고, **The Number of Values** 에 **3** 을 입력합니다.
11. **Generate** 를 클릭하면 **0.4, 0.5** 그리고 **0.6** 값을 볼 수 있습니다.
12. **Design Variable** 대화 창을 닫기위해 **OK** 클릭하고 **Design Variable List** 대화 창으로 돌아갑니다.
13. **Design Variable List** 에서 반드시 **Design Variable No. 1** 을 선택하고 **Design Study** 로 돌아가기위해 **OK** 를 클릭합니다.



Setting Up the Performance Index

간단히 예를 들면, 시트의 주요 지점의 최소 X 값을 추적합니다. 이것은 성능 색인이고 그것이 두 번째 롤러 쌍으로 얼마나 나가는지 말해 줄 것입니다.

To set the performance index:

1. **Design Study** 대화 창에서 **Performance Indexes** 부분 아래의 **Add** 를 클릭합니다.
2. **Performance Index List** 대화 창에서 **Add** 를 클릭합니다.
3. **Performance Index List** 대화창에서 **Performance Index** 이름을 **PI_Reach** 으로 수정합니다.
4. **Type** 을 **Min Value** 으로 바꿉니다.
5. **EL** 클릭하여 표현식 리스트를 열어줍니다. 그리고 **Create** 을 클릭합니다.
6. 표현식 이름을 **SHT_Reach_Exp** 으로 설정합니다.
7. **Argument List** 부분 아래의 **Add** 를 클릭합니다.
8. 데이터 창에서 **Bodies** → **SheetBody1** → **Markers** 를 확장합니다.
9. **Marker3** 를 드래그 해서 **Argument list** 아래의 첫 번째 텍스트 파일에 넣어줍니다.

10. 표현식으로 **DX(1)**을 입력합니다.

하나의 인수로 DX 함수의 기능은 기본 좌표계의 X 축에 있는 좌표의 변위를 출력합니다. DX 함수의 숫자 1 은 인자 목록에 있는 ID 1 의 Marker3 를 말합니다.

11. **OK** 를 클릭하여 표현식 대화창에서 나갑니다.

12. **Expression No.2** 를 선택하고 **OK** 클릭하여 표현식 리스트 대화창에서 나갑니다.

13. **Performance Index No. 1** 을 선택하고 **OK** 클릭하여 Performance Index List 대화창을 닫습니다.

Setting Up and Running the Design Study

이제 설정 및 디자인 연구를 실행합니다. 각 설계 변수에 세 번씩 실행합니다.

To set up and run the design study:

1. **Design Study** 대화 상자는 다음을 주의합니다.
 - 하나의 설계 변수만 가지고 있기 때문에 Parametric Study 를 선택한다. 만약 두 개나 그 이상의 설계 변수를 가지고 있으면, RecurDyn 은 자동적으로 Design of Experiments 옵션을 선택합니다.
 - 값의 숫자는 DV_Thickness_Sht 설계 변수가 3 이기 때문에 레벨의 숫자는 3 으로 선택합니다.

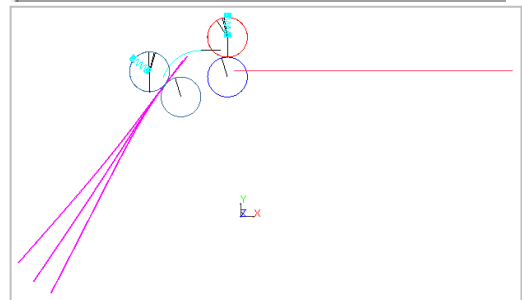
2. **R** 을 클릭하여 시도하는 숫자를 다시 계산한다. 그것은 **3** 이 되어야 합니다.

3. **Simulate** 클릭하여 디자인 연구를 실행합니다.

디자인 변수를 한 번씩 사용하면서 **RecurDyn** 은 세 번의 시뮬레이션을 실행합니다.

4. **Design Study** 대화창에서 **Result Sheet** 를 클릭하면 오른쪽 그림과 같이 시뮬레이션의 요약을 볼 수 있다. 그 결과는 종이의 두께가 증가할수록 종이 스틱이 된다. (두꺼운 종이는 얇은 종이보다 강경하기 때문에 작은 처짐을 보인다.)

Trial	DV_Thickness_SHT	PI_Reach
1	0.4	-143.276898308807
2	0.5	-156.409655937031
3	0.6	-167.658407171584



5. **Close** 클릭하고 결과 시트를 닫습니다.

6. **OK** 클릭하고 **Design Study** 대화창을 닫습니다.

Chapter

4

Case 2: Design of Experiments with Paper Thickness and Curl

이 장에서는, 종이 두께와 종이 컬의 효과를 결정하기 위한 실험의 디자인을 실행합니다. 이전 경우에는 오직 종이의 두께에 대해 생성된 변수만 사용했기 때문에 종이의 컬에 대한 변수를 만들어야 합니다.

Task Objective

다음의 작업을 수행합니다.

- 매개 변수와 종이의 컬에 대한 디자인 변수를 만듭니다.
- 실험의 디자인을 설정하고 실행합니다.



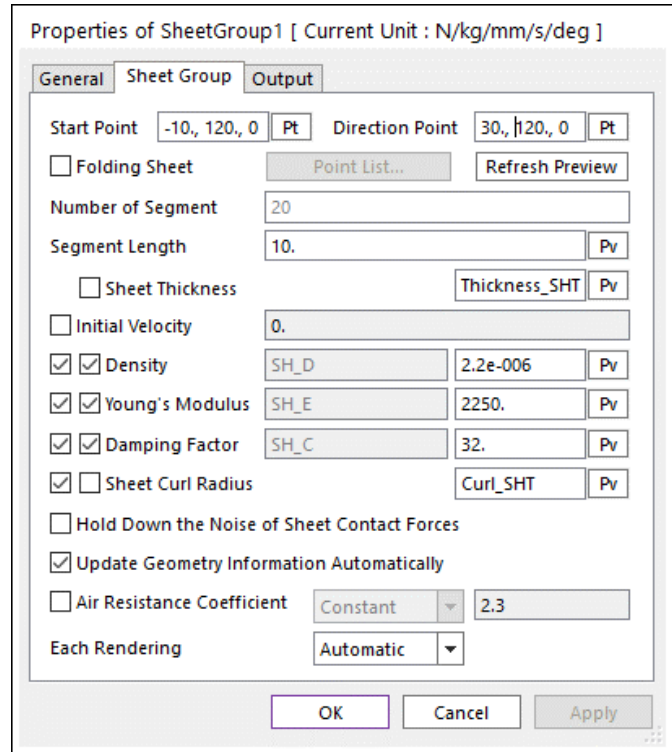
Estimated Time to Complete

30 분

Setting Up the Parametric Variable for Paper Curl

To set up the parametric variable:

1. **Sheet Group1** 의 설정 대화 창을 열어 줍니다.
2. 오른쪽 그림과 같이 **Sheet Curl Radius** 앞의, 첫 번째 체크박스는 클릭하고 두 번째 체크박스는 해제합니다.
3. 시트 컬 반지름의 **Pv** (Parametric Value)를 클릭합니다.
4. 매개 변수 값 대화 창에서 **Add** 클릭합니다.
5. 매개 변수 이름으로 **Curl_SHT** 으로 바꾸고 값으로 **200** 으로 입력합니다.
6. 열에 있는 **Curl_SHT** 매개 변수를 선택하고 **OK** 를 클릭합니다.

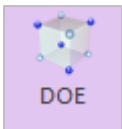


매개 변수 값 이름은 종이 이전에 정의된 값 대신에 시트 컬 반경 텍스트 상자에 나타납니다.

7. **OK** 를 클릭하고 **SheetGroup** 설정 대화 창에서 나갑니다.

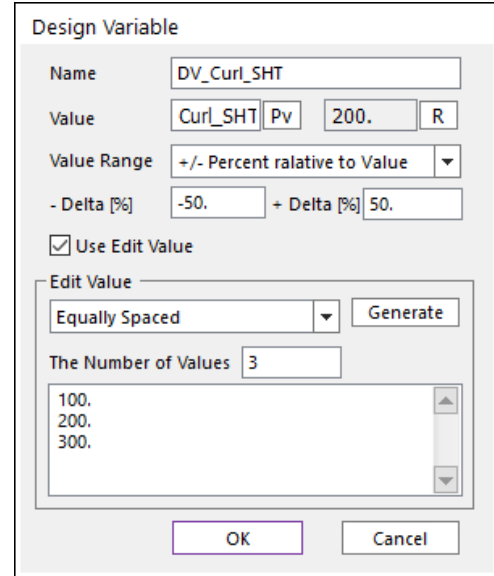
Setting Up the Design Variable for Paper Curl

To set up the design variable for paper curl:



1. **Analysis** 탭에서 **Simulation Type** 그룹의 **Design Study** 를 클릭합니다.
2. **Design Study** 대화 창의 **Design Variables** 부분의 **Add** 를 클릭합니다.
3. **Design Variable List** 대화 창의 **Create** 를 클릭합니다.

4. **Design Variable** 대화 창의 **Pv** 를 클릭합니다.
5. 매개 변수 값으로 **Curl_SHT** 를 선택하고 **OK** 를 클릭합니다.
6. 설계 변수의 이름을 **DV_Curl_SHT** 로 수정합니다.
7. **Percent relative to Value** 값을 **-50%** 과 **+50%**로 설정합니다.
8. **Use Edit Value** 을 클릭합니다.
9. **Edit Value** 를 **Equally Spaced** 로 설정하고, **Values** 값 텍스트 박스에 **3** 을 입력합니다.
10. **Generate** 를 클릭합니다. 그 값으로 100, 200, 300 이 나타납니다.
11. **OK** 클릭하고 **Design Variable List** 대화 창으로 돌아갑니다.
12. **DV_Curl_SHT** 를 디자인 변수로 선택하고 **OK** 를 클릭하여 **Design Study** 대화 창으로 돌아갑니다.



Setting Up and Running the Design of Experiments

실험의 디자인을 설정하고 실행합니다. 두 디자인 변수에 각 가능한 조합의 값으로 아홉 번 시도합니다.

To set up and run the design of experiments:

1. RecurDyn 모델 파일을 **MTT2D_DOE_Curl.rdyn** 으로 새 이름으로 저장합니다.
2. **Design Study** 대화 창에서 다음을 확인합니다.
 - 두 개의 설계 변수이기 때문에 Design of Experiments 옵션이 선택됩니다.
 - 디자인변수를 세 개로 선택했기 때문에 Number of Levels 은 3 으로 설정됩니다.
3. **Built-in DOE Techniques** 선택하고 **Full Factorial** 이 선택되지 않았으면 선택해 줍니다.
4. **R** 을 클릭하여 시도 숫자를 다시 계산합니다.
시도 숫자는 **9** 번으로 변합니다.
5. Design Study 대화 창에서 Simulate 을 클릭하여 Design of experiments 를 실행합니다.
RecurDyn 은 아홉 번 시뮬레이션 됩니다

To review the results of the design of experiments:

1. **Result Sheet** 를 클릭하면 오른쪽 그림처럼 시뮬레이션의 요약 정보가 보여집니다.

일반적으로 결과는 종이의 두께 증가와 컬 반경 감소로 종이 막대기는 더 왼쪽으로 나간다는 것을 보여줍니다. 그러나 0.6mm 두께와 100 mm 컬의 결과는 데이터는 매우 다릅니다. 무언가 다른 변수가 생겨야만 합니다

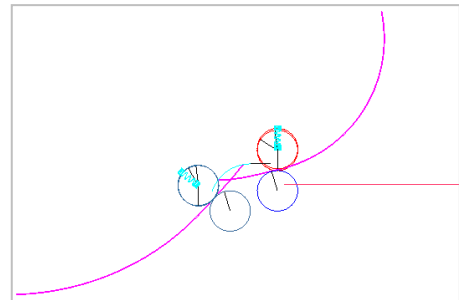
Trial	DV_Thickness_SHT	DV_Curl_SHT	PI_Reach
1	0.4	100.	-206.19499459764
2	0.4	200.	-186.520109254452
3	0.4	300.	-174.158214331894
4	0.5	100.	-208.00234234385
5	0.5	200.	-196.428262293083
6	0.5	300.	-186.302037941158
7	0.6	100.	-54.0526184827568
8	0.6	200.	-203.32670009744
9	0.6	300.	-195.605541707739

2. **OK** 를 클릭하여 **Design Study** 대화 창을 닫습니다.
3. **File** 메뉴 밑의 **Import** 명령어를 이용하여 7 번째와 8 번째 애니메이션 데이터를 다시 살펴 봅니다 (.rad 연결 파일은 **RecurDyn Animation Data** 를 담고 있습니다.)

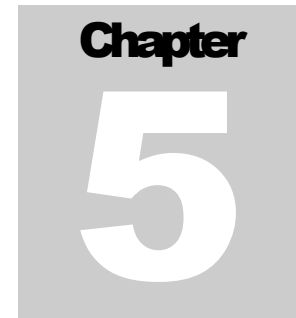
Rad 파일의 설정은 기존 파일 이름에 _1 에서 _9 까지 추가되어 나타납니다.

- 7 번째의 파일을 가져오고 애니메이션 합니다.
- 8 번째의 파일을 가져오고 애니메이션 합니다.
- 무엇을 결론 지을 수 있습니까?

오른쪽의 그림은 실험 7 과 8 의 최종 위치를 겹쳐 놓았습니다. 시도 7 에서 단단한 컬과 두께(딱딱한)의 시트 조합에서 가이드와 롤러 사이의 모서리에 시트가 끼어 버리는 현상을 관찰해야 합니다. 다른 모든 경우에는 시트가 두 번째 롤러 쌍을 통해 빠져나갈 수 있습니다.



4. 현재의 결과를 **RecurDyn** 모델 파일에 저장합니다.



Case 3: Design of Experiments with a Moving Guide Assembly

이 장에서, 첫 번째 롤러와 두 번째 롤러 세트 사이에 시트를 안내하는 선형 및 호 가이드를 이동하는 실험의 디자인을 실행합니다

Task Objective

가이드의 위치를 제어하는 데 필요한 매개 변수 지점을 생성합니다:

- 호 가이드의 위치를 중심 위치로 제어합니다.
- 시작 및 종료 지점은 선형 가이드의 위치(와 크기)을 제어합니다.

호 가이드의 중심에 상대적인 선형 가이드의 시작 및 종료 지점을 정의합니다. 선형 가이드 매개 변수 지점의 위치를 참조하여 호 가이드의 매개 변수 지점에서 좌표를 정의합니다. 두 매개 변수 값을 명시하여 호 가이드 매개 변수 지점을 X와 Y의 좌표축으로 정의합니다. 위의 관계를 고려해보면,

호 가이드와 선형 가이드는 두 매개 변수 값을 조정하여 합체되도록 움직일 것입니다.



Estimated Time to Complete

45 분

Saving the Model to a New File Name

새롭게 설정된 DOE 가 이전 DOE 설정을 방해하기 때문에 새 파일 이름으로 모델을 저장합니다.

To save the file to a new name:

파일 메뉴에서 다른 이름으로 저장 명령을 사용하여 같은 **RecurDyn** 모델 파일을 **MTT2D_DOE_Move.rdyn** 파일로 저장합니다.

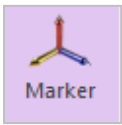
Defining Parametric Points

다른 두 매개 변수 지점, 좌표, 호 가이드 및 선형 가이드 참조 지점 역할을 하는 **PP_ArcGuide** 라는 매개 변수 지점을 만들 것입니다.

To define the parametric points:



1. **Subentity** 탭의 **Parameter** 그룹에서 **Parametric Point(PP)** 를 클릭합니다.
2. **Parametric Point List** 창에서 **Add** 를 클릭합니다.
3. 매개 변수 지점의 이름을 **PP_ArcGuide** 로 정의하고 위치는 **-30, 95, 0** 또는 호 가이드의 중심으로 선택합니다.
4. **Apply** 를 클릭합니다.



5. **Professional** 탭의 **Marker and Body** 그룹에서 **Marker** 를 클릭하고 **Mother Body** 와 **PP_ArcGuide** 매개 변수 지점의 마커를 정의합니다.
6. 좌표의 설정 대화 창을 열고 기존의 정의를 확인합니다. **Origin & Orientation** 탭 아래의 **Origin** 에서 **PP_ArcGuide** 이름을 볼 수 있습니다.

Tip: 숫자들의 설정을 보고 싶다면, **Pt** 클릭하고 모델 창에서 **PP_ArcGuide** 아이콘을 클릭합니다. 매개 변수 지점의 이름은 텍스트 박스에 나타납니다. **OK** 클릭하고 좌표 설정 대화 창을 닫습니다.

7. 아래 그림과 같이 두 매개 변수 지점을 추가로 정의합니다. 만들어진 좌표들의 관계는 **F** 를 클릭하고 좌표를 선택하여 정의합니다. (**PP_ArcGuide** 에 생성한 Marker 를 선택합니다.)

포인트 텍스트 상자의 값은 호 가이드의 중심에서 선형 가이드의 시작과 끝 지점까지 상대적인 좌표입니다.

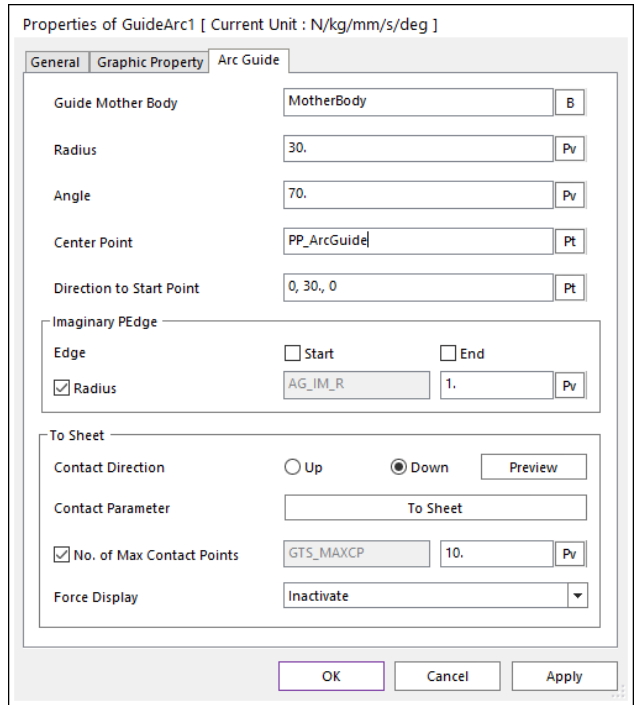
No	DP	Name	Point	Relative to	Comment
1	<input type="checkbox"/>	PP_ArcGuide	-30,95,0. Pt	F	
2	<input type="checkbox"/>	PP_LinGuide1	0,30,0 Pt	MotherBody.M...	F
3	<input type="checkbox"/>	PP_LinGuide2	15,30,0 Pt	MotherBody.M...	F

8. **OK**를 클릭하여 **Parametric Point List** 대화창에서 나갑니다. 세 개의 매개 변수 지점이 보여야 합니다.

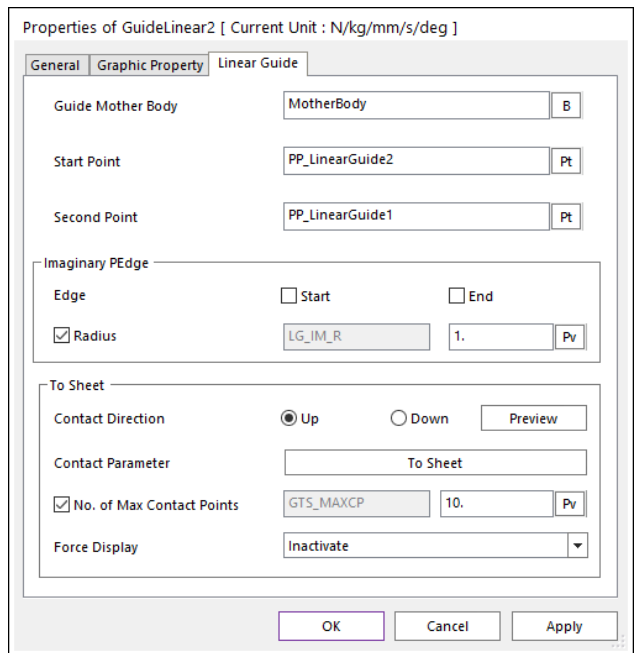
Add the Parametric Points to the Guide Definitions

가이드 정의는 매개 변수 지점을 포함합니다.
매개 변수 지점은 가이드의 위치를 정의합니다.

1. 호 가이드(**GuideArc1**)의 설정 대화 창을 열어줍니다. 호 가이드 중심 지점의 **Pt** 버튼을 클릭하고, **PP_ArcGuide** 매개 변수 지점을 클릭합니다. 오른쪽 그림과 같이 호 가이드 중심 지점의 텍스트 박스는 **PP_ArcGuide** 를 담고 있어야 합니다.
2. **OK** 클릭하여 **Arc Guide** 대화창을 닫습니다.



3. 호 가이드 옆에 위치한 선형 가이드 (**GuideLinear2**)의 설정 대화창을 열어줍니다.
 - **Linear Guide** 탭에서 가이드 시작 지점의 **Pt** 를 클릭하고 매개 변수 **PP_LinGuide2** 를 선택합니다. (가이드 오른쪽에 위치해 있습니다.)
 - 같은 방법으로 두 번째 지점에 대한 매개 변수로 **PP_LinGuide1** 를 선택합니다. (가이드 왼쪽에 위치해 있습니다.)



오른쪽 그림과 같이 매개 변수 지점에 대한 시작 지점과 두 번째 지점이 텍스트 상자에 나타납니다.

4. **OK** 클릭하고 선형 가이드 대화 창에서 나갑니다.

To test the parametric points:

1. **PP_ArcGuide** 매개 변수 포인트를 선택합니다.
2. **Basic Object Control** 대화 창을 사용하여 **x**와 **y** 방향으로 앞뒤로 **10mm** 를 지점을 이동시킵니다. 세 개의 매개 변수 지점, 좌표, 두 개의 가이드가 같이 움직였는지 확인합니다.
3. 같이 움직이지 않았다면, 과정을 검토하고 개체가 함께 이동할 때까지 시도해 봅니다. **PP_ArcGuide** 매개 변수 지점이 원래 위치에 남아 있는지 확인하십시오.

Creating Parametric Values to Control Location of the Assembly

매개 변수 지점의 x와 y 위치를 나타내는 매개 변수 값을 생성합니다.

To create parametric values:

1. 오른쪽 그림과 같이 매개 변수 지점의 x와 y 위치를 나타내는 매개 변수 값을 생성합니다. (**Subentity** 탭에서 **Parametric Value** 를 클릭합니다.)
2. 매개 변수 지점 대화 창을 열어줍니다. (**Subentity** 메뉴에서 **Parametric Point** 클릭합니다.)
3. 오른쪽 그림과 같이 수동으로 **PP_ArcGuide** 매개 변수 지점의 텍스트 상자에 매개 변수 값을 입력합니다.

No	DP	Name	Value	Comment
1		Thickness_SHT	0.5 E	
2		Curl_SHT	200. E	
3		PP_PV_X	-30. E	
4		PP_PV_Y	95. E	

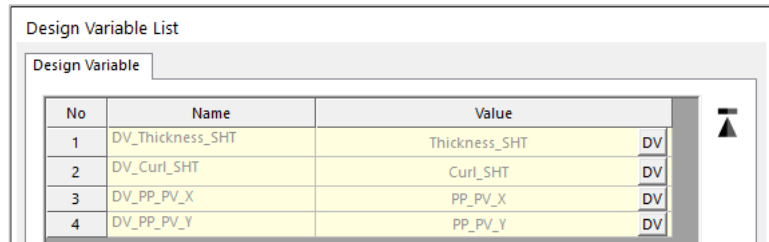
No	DP	Name	Point	Relative to	Comment
1		PP_ArcGuide	PP_PV_X, PP_PV_Y, 0. Pt	MotherBody.M...	F
2		PP_LinGuide1	0, 30, 0. Pt	MotherBody.M...	F
3		PP_LinGuide2	15, 30, 0. Pt	MotherBody.M...	F

Setting Up and Running the Design of Experiments

이제 가이드 이전 장에서 만든 어셈블리의 위치를 제어하는 두 매개 변수 값을 설계 변수로 생성합니다. 그런 다음 실험의 디자인을 설정하고 실행합니다.

To add the design variables and set up and run the design of experiments:

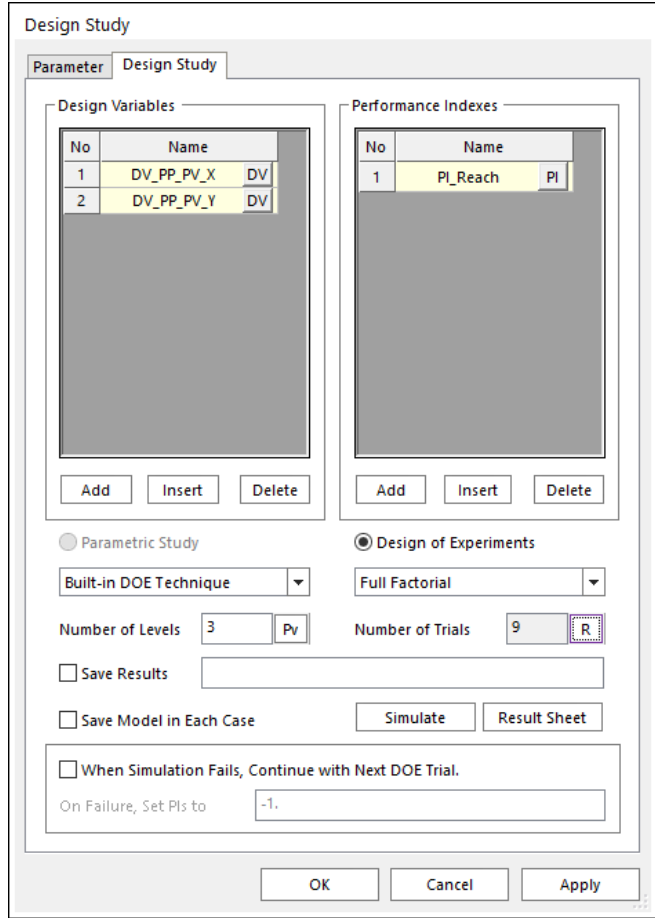
1. 대화 창에서 각 각의 새로운 매개 변수 값을 위한 디자인 변수를 추가합니다. (오른쪽 그림과 같이) 각 각의 설계 변수는 다음과 같이 설정합니다.



No	Name	Value	
1	DV_Thickness_SHT	Thickness_SHT	DV
2	DV_Curl_SHT	Curl_SHT	DV
3	DV_PP_PV_X	PP_PV_X	DV
4	DV_PP_PV_Y	PP_PV_Y	DV

- **Value Range** 은 +/- Delta relative to Value.
 - **-Delta** 는 -4 와 **+Delta** 는 4
2. **OK** 를 클릭하고 **Design Variable List** 대화 창을 나갑니다.
 3. **Design Study** 대화 상자에서 이 연구에 대한 두 개의 새로운 설계 변수를 설계 변수로 선택합니다. 오른쪽 그림과 같이 윈도우의 설계 변수 부분을 나타내고 있습니다. 다음을 수행합니다.

- **Design Variable No.1** 를 위한 **DV** 버튼을 클릭합니다.
- 디자인 변수 **DV_PP_X** 를 선택한다.
- **OK** 를 클릭하고 **Design Variable List** 대화 창을 나갑니다.
- **Design Variable No.2** 를 위한 **DV** 버튼을 클릭합니다
- 디자인 변수 **DV_PP_Y** 를 선택한다.
- **OK** 를 클릭하고 **Design Variable List** 대화 창을 나갑니다.
- 이것은 디자인 연구 창에 두 개의 설계 변수가 꼭 있어야 합니다. 세 개의 디자인 변수가 행에 있다면, 행을 선택하고 삭제 버튼을 누르십시오.



4. 이전 장에서 설명된 것처럼 **Design of Experiments** 옵션(페이지 16)를 선택하고 실험의 디자인을 실행해야 합니다.

5. **Simulate** 클릭하여 실험의 디자인을 실행합니다.

다양한 실험이 실행되면서 그래픽 창에서 호 가이드와 선형 가이드가 다른 위치로 이동하는 것을 볼 수 있습니다. **RecurDyn** 이 아홉 번 시뮬레이션하면, 변수의 각 값에 대해 하나씩 실행합니다. 시트는 두 번째 경우에서 설정한 **200mm**의 컬을 가진다는 것을 기억하십시오.

6. **Design Study** 대화 창에서 **Result Sheet** 클릭하면 오른쪽 그림과 같이 시뮬레이션에 대한 요약 표를 볼 수 있다. 가이드가 처음보다 낮게 있는 시도 4에서 가장 크게 나갑니다. 가장 짧은 리치는 시도 6이고 그때의 시트는 아마도 롤러 다 통과하지 못했을 것입니다. 다음 장에서 시도 6에 대한 애니메이션을 살펴보겠습니다.

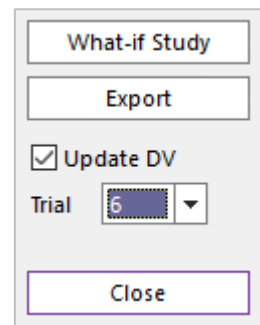
Trial	DV_PP_PV_X	DV_PP_PV_Y	PI_Reach
1	-34.	91.	-195.514812713879
2	-34.	95.	-55.187362792394
3	-34.	99.	-56.8099212294265
4	-30.	91.	-204.666934444838
5	-30.	95.	-196.3873305979
6	-30.	99.	-54.9160275316081
7	-26.	91.	-143.807475643573
8	-26.	95.	-202.832030560103
9	-26.	99.	-199.592899208163

Reviewing the Results of the Design of Experiments

모델이 다양한 실험을 위해서 변화하는 기하학적인 구성을 가지고 있기 때문에 DOE에 대한 애니메이션 결과의 검토는 이전 DOE 및 설계 연구의 검토와 다를 수 있습니다. 가이드가 올바른 위치에 있는 매개 변수 값을 조정하지 않고 다양한 시도를 표시하는 경우 애니메이션을 혼동하게 됩니다. 가이드가 표시되고 있는 가이드의 다른 위치에 따라 시트의 움직임을 볼 수 있습니다. RecurDyn은 효율적으로 시도나 결과를 표시하기 전에 매개 변수를 조정할 수 있는 기능이 포함되어 있습니다.

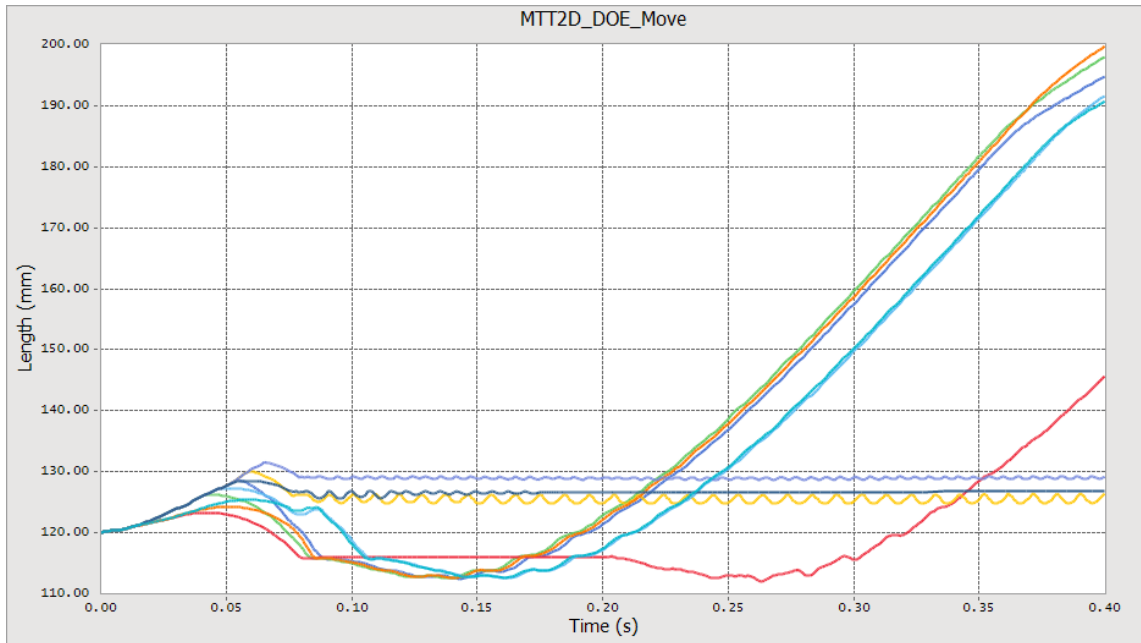
To view the animations for trial 6:

- 오른쪽 그림과 같이, **Result Sheet** 창의 오른쪽 아래의 **Update DV** 체크 박스를 클릭합니다.
- Close** 클릭하여 **Result Sheet** 창을 닫습니다.
- Design Study** 창의 **OK** 클릭하고 가이드가 앞의 위치에서 시도 6을 사용한 위치로 이동하는 것을 봅니다.
- 파일 메뉴의 **Import** 옵션을 클릭하고 파일 타입을 RecurDyn animation data (.rad 파일)로 바꿔준 뒤 **MTT2D_DOE_Move_6.rad** 파일을 선택합니다.
- 시트가 호 가이드와 두 번째 롤러의 이동식 롤러 사이의 모서리에 잡힌 것을 볼 수 있습니다. 그것은 시도 6은 낮은 도달 값을 설명합니다.



To plot a family of curves for all of the trials:

1. 그래프 창을 표시하고 이미 플롯 윈도우에서 가져온 시도 6 을 외의 시도의 모든 파일(*.MTT2D_DOE_Move_*.rplt 파일)에 대한 결과를 가져옵니다.
2. (**Bodies** 카테고리 아래의 **SheetBody1** 를 확장하여 **Pos_TM** 에 오른쪽 버튼으로 클릭하여 **MultiDraw** 를 선택합니다.) **MultiDraw** 명령은 불러왔던 모든 그래프 창의 모든 경우의 결과 값을 그래프에 나타냅니다. 아래의 그림은 시트의 첫 번째 세그먼트의 **Translation** 규모를 계산하고 결과를 보여줍니다.



Thanks for participating in this tutorial!