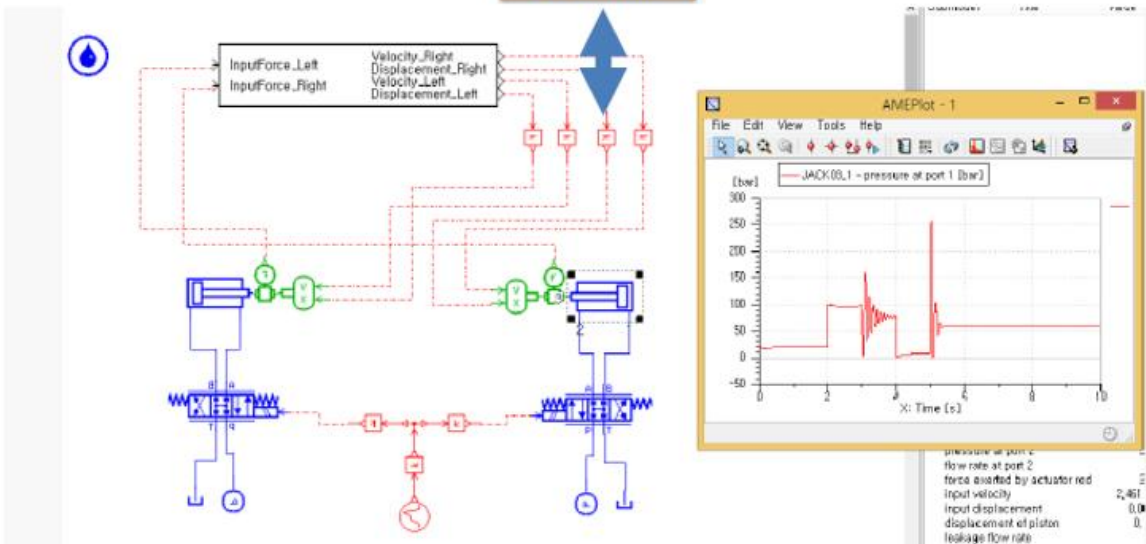


# Wheel Loader (General CoSim with AMESim by FMI)



Co-Sim result



**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/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/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 .....	4
목적 .....	4
필요 조건 .....	5
과정 .....	5
예상 소요 시간 .....	5
RecurDyn General Plant Input & Output 모델링 .....	6
목적 .....	6
예상 소요 시간 .....	6
모델 불러오기 .....	7
General Plant Input 생성하기 .....	10
General Plant Output 생성하기 .....	12
시뮬레이션 실행 .....	15
RecurDyn Master Mode 로 General CoSim FMI 설정 .....	16
목적 .....	16
예상 소요 시간 .....	16
AMESim 모델 불러오기 .....	17
AMESim Interface Block 모델링 .....	18
AMESim FMI 설정 .....	20
AMESim FMU 내보내기 .....	21
RecurDyn General CoSim FMI 설정 .....	24
RecurDyn Master Mode Co-simulation .....	27
RecurDyn Slave Mode 로 General CoSim FMI 설정 .....	28
목적 .....	28
예상 소요 시간 .....	28
RecurDyn General CoSim FMI 설정 .....	29
AMESim FMI 설정 .....	31
AMESim Interface Block 모델링 .....	32
RecurDyn Slave Mode Co-simulation .....	37
결과 확인 및 분석 .....	40
목적 .....	40
예상 소요 시간 .....	40
결과 확인 및 분석 .....	41



## 개요

본 교재는 RecurDyn 과 AMESim 두 소프트웨어 사이의 Co-simulation 을 FMI(Functional Mockup Interface) 방법을 이용하여 수행하는 방법을 다루고 있습니다. RecurDyn 은 기구해석을 담당하여, AMESim 은 유압시스템 해석을 담당하여 Co-simulation 하게 됩니다.

본 교재에서 다루게 될 모델은 휠로더 차량 모델로서 휠로더의 조향 제어를 위해서 유압 액추에이터를 AMESim 을 이용하여 모델링하고 RecurDyn 과 Co-simulation 을 수행하는 모델입니다.

## 목적

본 교재에서 다루고자 하는 내용은 다음과 같습니다.

- RecurDyn General PlantInput & PlantOutput 생성 방법
- RecurDyn General CoSim FMI 환경 설정 방법
- AMESim Interface Block 모델링 방법
- AMESim FMI 환경 설정 방법
- RecurDyn 과 AMESim 의 General CoSim FMI Co-simulation 방법
- RecurDyn 에서 Post-processing 으로 결과 확인 방법

## 필요 조건

- 본 교재는 RecurDyn 에서 제공하는 Basic Tutorial 을 사전에 숙지한 사용자를 위한 것입니다. 따라서 본 교재를 사용하기 위해서는 앞서 언급된 교재를 선행해야 본 교재의 이해를 높일 수 있습니다.
- 본 교재를 진행하기 위해서는 AMESim 과 Compiler 를 위한 소프트웨어가 설치되어 있어야 합니다. 본 교재는 AMESim 2017 버전으로 진행하였으며, Compiler 로는 **Microsoft Visual Studio 2012** 를 사용하였습니다. 특히, AMESim 2017 버전의 경우, **Microsoft Visual Studio 2012** 까지만 지원되며 그 상위 버전은 지원되지 않습니다.

## 과정

본 교재는 다음의 과정들로 구성되어 있습니다. 각각의 과정을 완성하기까지 걸리는 시간은 아래의 표와 같습니다.

(\*소요시간(분)은 컴퓨터의 사양과 숙련도에 따라 달라질 수 있습니다.)

과정	시간 (분)
RecurDyn General Input & Output 모델링	10
RecurDyn Master Mode General CoSim FMI 설정	30
RecurDyn Slave Mode General CoSim FMI 설정	30
결과 분석	10
총합	80



## 예상 소요 시간

약 80 분

## RecurDyn General Plant Input & Output 모델링

### 목적

RecurDyn Plant Input 과 Output 을 생성하는 방법을 배워봅니다.



예상 소요 시간

10 분

## 모델 불러오기

예제모델 복사하기

- **RecurDyn** 에서 제공하는 **FMI(AMESim)** 튜토리얼 예제 폴더를 해석이 가능한 위치에 복사합니다.

폴더 경로: <Install Dir>\ Help\Tutorial\Control\AMESim\WheelLoader

### RecurDyn 실행 및 초기 모델 불러오기



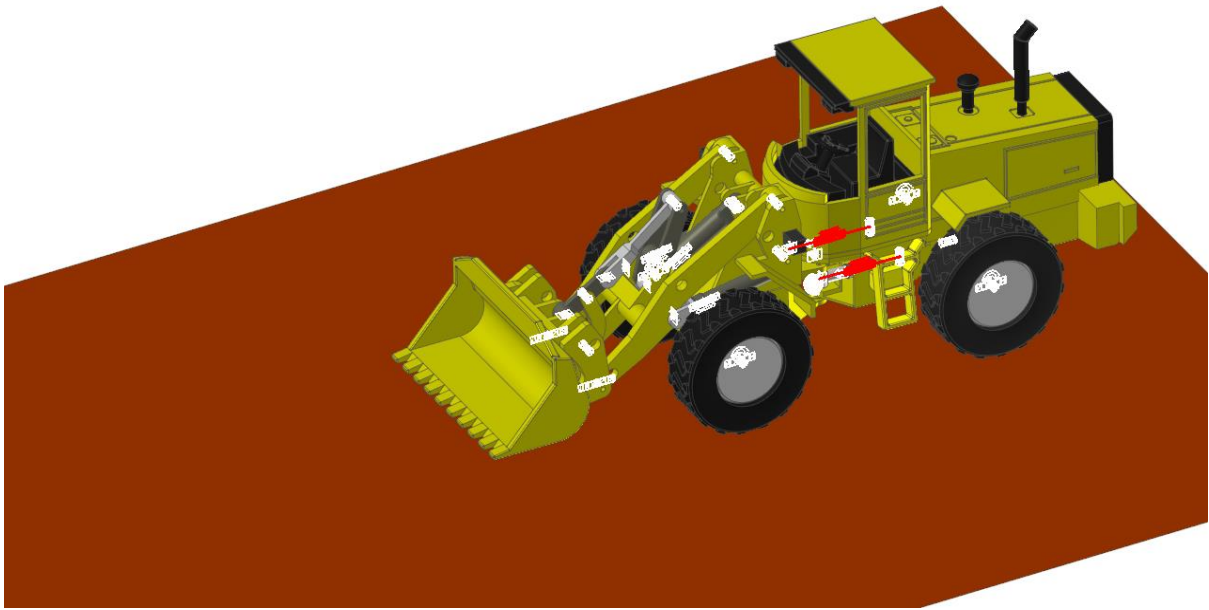
1. 바탕화면에서 **RecurDyn** 아이콘을 더블 클릭하면, **RecurDyn** 이 실행되면서 **Start RecurDyn** 대화상자가 나타납니다.
2. **Start RecurDyn** 대화상자가 나타나면 닫아줍니다.
3. **File** 메뉴에서 **Open** 을 클릭합니다.
4. 위에서 복사한 폴더에 있는 **WheelLoader\_Start.rdyn** 을 선택합니다.
5. **Open** 을 클릭합니다. 아래의 그림처럼 모델이 보여집니다.
6. **File** 메뉴에서 **Save As** 을 클릭하여 **WheelLoader\_FMI.rdyn** 으로 저장합니다.

---

**Tip:** 모델을 저장하는 경로에는 띄어쓰기가 없도록 폴더 명을 지정해야 **Co-Simulation** 과정에서 문제가 생기지 않습니다.

---

WHEEL LOADER (GENERAL COSIM WITH AMESIM BY FMI)



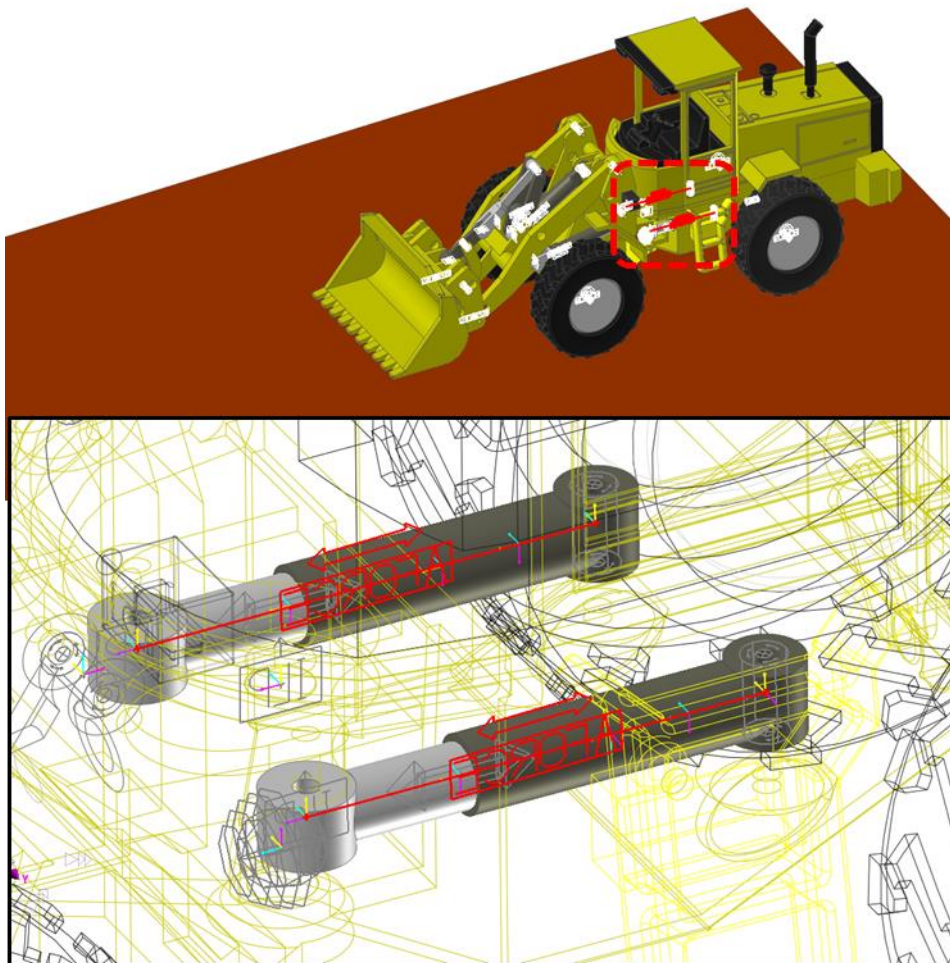


모델 구성 분석하기



1. **Render Toolbar** 에서 **Each Render** 를 선택합니다.
2. 데이터베이스 창에서 **Axial1** 과 **Axial2** 를 선택합니다.

하이라이트 된 두 Axial Force 요소 부분을 확대해 봅니다. 이 두 Axial Force 요소가 휠로더의 조향을 담당하는 액추에이터로서, 휠로더의 조향을 제어하는 부분입니다.



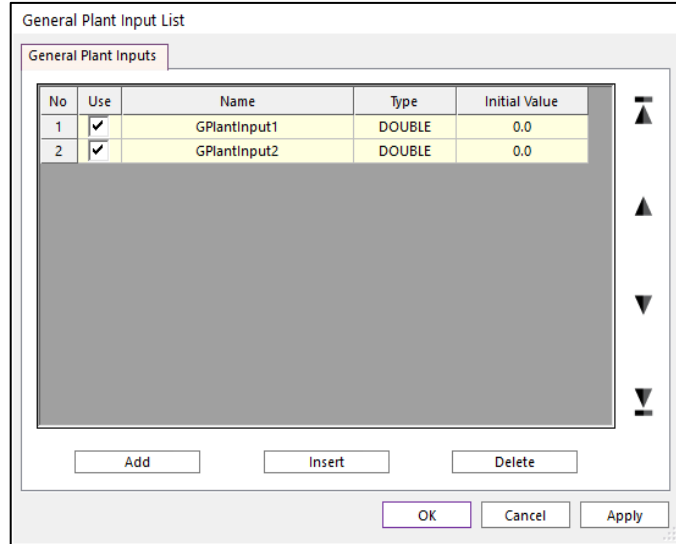
## General Plant Input 생성하기

AMESim 에서 생성한 액추에이터 유압력을 Axial force 에 입력하기 위한 General Plant Input 을 생성합니다.

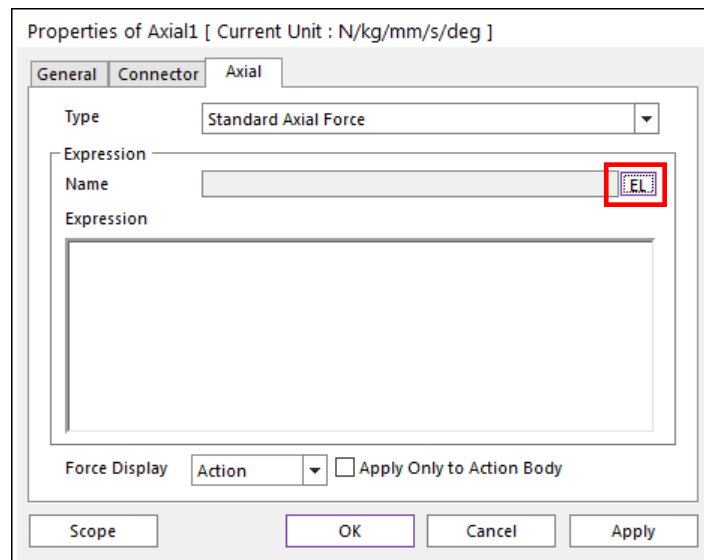
### General Plant Input 생성



1. **Communicator** 탭의 **Control** 그룹에서 **GPlant\_In(General Plant Input)**을 클릭합니다.
2. **General Plant Input List** 창에서 **Add** 를 클릭해서 **GPlantInput1** 을 생성합니다. 다시 한번 **Add** 를 클릭해서 **GPlantInput2** 를 생성합니다.
3. **OK** 를 클릭하여 **General Plant Input List** 창을 닫습니다.



4. 데이터베이스 창에서 **Force** 요소 중 **Axial1** 을 선택하고 우 클릭하여 **Properties** 를 클릭합니다.
5. **Expression** 의 **EL** 버튼을 클릭하여 **Expression List** 을 열고 **Create** 버튼을 클릭합니다.



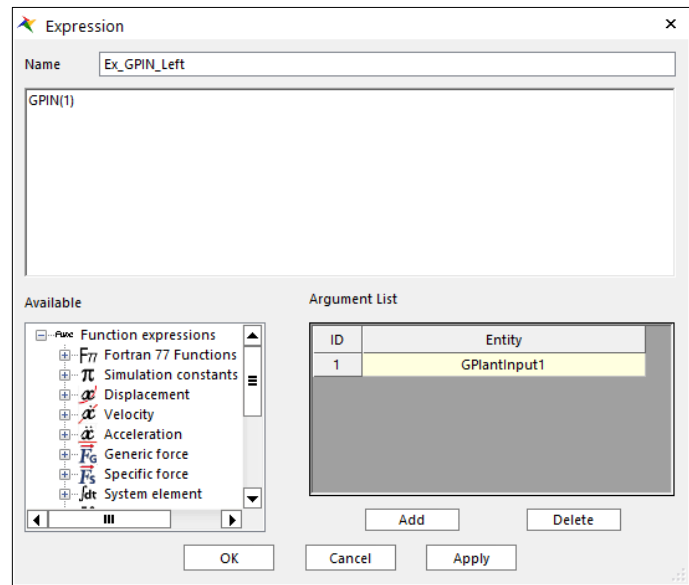
6. **Expression Name** 으로 “**Ex\_GPIN\_Left**”를 입력합니다.

7. 함수로 **GPIN(1)**을 입력합니다.

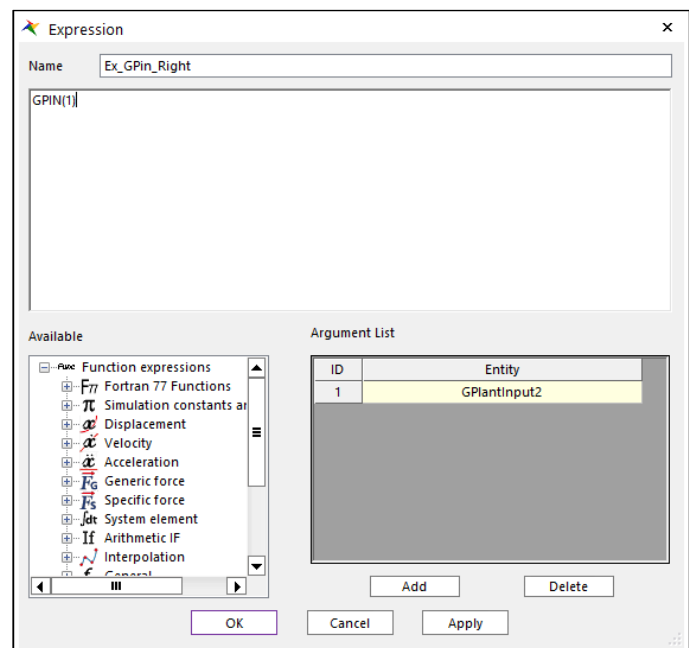
8. **Argument List** 에서 **Add** 를 클릭합니다.

9. 데이터베이스에서 **PlantInput1** 을 오른쪽 그림처럼 **Argument List** 의 ID 1 번에 마우스 drag & drop 으로 끌어 놓습니다.

10. **OK** 버튼을 클릭하여 **Axial1** 의 **Expression** 설정을 완료합니다.



11. **Axial2** 도 **Properties** 창을 열고, 위의 5 번에서 10 번 과정과 동일한 방법으로 오른쪽 그림과 같이 **Axial2** 의 **Expression** 설정을 완료합니다.



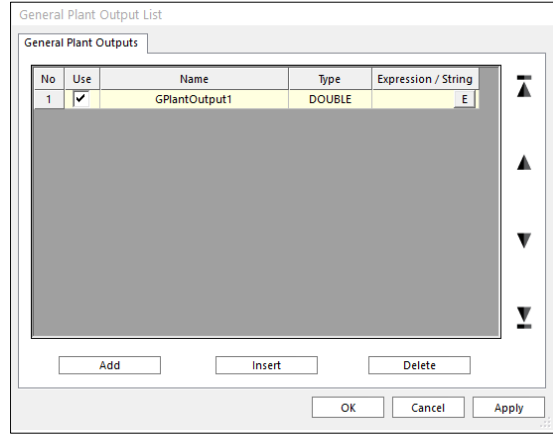
## General Plant Output 생성하기

휠로더의 조향 제어를 위한 액추에이터의 길이와 변화 속도에 대한 센싱 값들을 **AMESim** 으로 전달하기 위한 **General Plant Output** 으로 생성합니다.

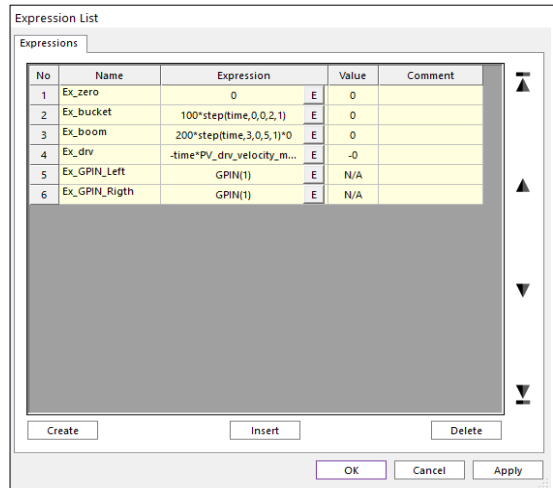
### Plant Output 생성



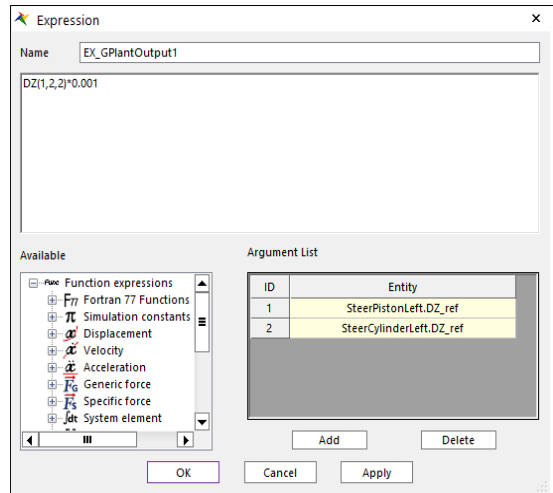
1. **Communicator** 탭의 **Control** 그룹에서 **GPlant\_Out(General Plant Output)**을 클릭합니다.
2. **General Plant Output List** 창에서 **Add** 를 클릭합니다.
3. **GPlantOutput1** 이 생성되면 **Expression/String** 의 **E** 를 클릭합니다.



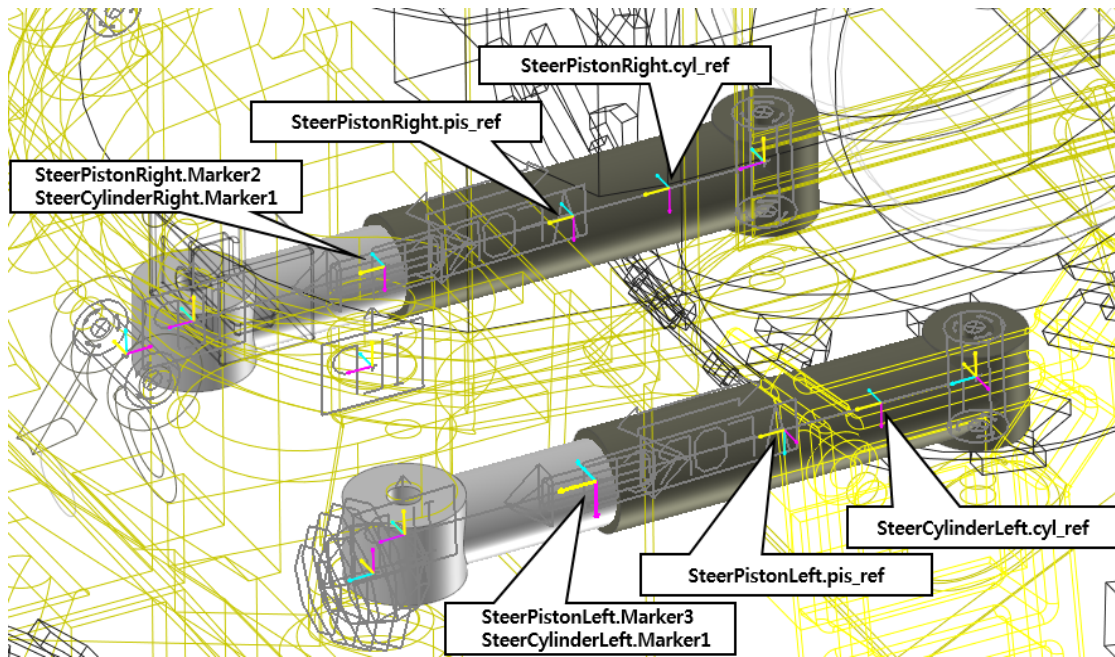
4. **Expression List** 창에 **Create** 버튼을 클릭합니다.



5. **Expression** 의 **Name** 을 **Ex\_GPlantOutput1** 으로 변경합니다.
6. **Expression** 창에 함수 **DZ(1,2,2)\*0.001** 을 입력합니다.
7. **Augment List** 에서 **Add** 를 눌러 **ID** 를 두 개 만듭니다.
8. **Augment List** 에 다음의 **Marker** 를 입력합니다.
  - ID 1 : SteerPistonLeft.DZ\_ref
  - ID 2 : SteerCylinderLeft.DZ\_ref



9. **OK** 를 클릭해서 완료합니다.
  
10. **GPlant Output List** 창에서 **Add** 를 클릭하여 **GPlantOutput2** 를 생성합니다.
11. **Expression List** 창에 **Create** 버튼을 클릭합니다.
12. **Expression** 의 **Name** 을 **Ex\_GPlantOutput2** 로 변경합니다.
13. **Expression** 창에 함수 **VZ(1,2,2)\*0.001** 을 입력합니다.
14. Augment List 에 다음의 두 Marker 를 입력합니다.
  - ID 1 : SteerPistonLeft.VZ\_ref
  - ID 2 : SteerCylinderLeft.VZ\_ref
15. 1 번~14 번과 동일한 과정으로 **GPlantOutput3** 와 **GPlantOutput4** 를 다음의 함수와 **Augment List** 의 **Marker** 를 입력하여 생성합니다.
  - GPlantOutput 3
    - Expression Name: Ex\_GPlantOutput3
    - Function: DZ(1,2,2)\*0.001
    - Augment List ID1: SteerPistonRight.DZ\_ref
    - Augment List ID2: SteerCylinderRight.DZ\_ref
  - GPlantOutput 4
    - Expression Name: Ex\_GPlantOutput4
    - Function: VZ(1,2,2)\*0.001
    - Augment List ID1: SteerPistonRight.VZ\_ref
    - Augment List ID2: SteerCylinderRight.VZ\_ref



## 시뮬레이션 실행

초기 모델 상태를 확인하기 위하여 시뮬레이션을 실행합니다.

시뮬레이션 실행하기



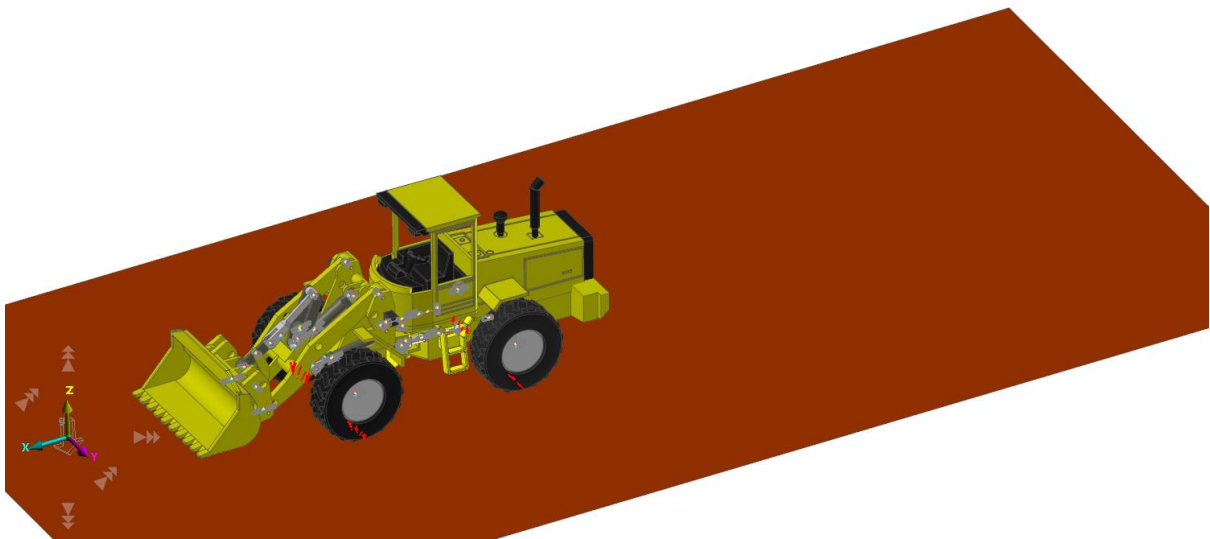
1. **Analysis Tab** 의 **Simulation Type** 그룹에서, **Dyn/Kin** 를 선택합니다.  
**Dynamic/Kinematic Analysis** 대화상자가 나타납니다.
2. 아래와 같이 파라미터를 입력한 뒤, **Simulation** 버튼을 클릭합니다.
  - End Time: 7
  - Step: 700

결과보기



1. **Analysis Tab** 의 **Animation Control** 그룹에서 **Play** 버튼을 눌러 아래 그림처럼 휠로더가 이동하는 것을 확인합니다.

정상적으로 해석이 완료되고 모델에 문제가 없다면, 초기 상태에서 마지막 7 초까지 휠로더는 직진만 하게 됩니다. 이는 휠로더 조향을 위한 액추에이터에 유압이 작동하지 않았기 때문입니다.



## RecurDyn Master Mode 로 General CoSim FMI 설정

### 목적

RecurDyn 을 Master Mode 로 AMESim 를 Slave Mode 로 General CoSim FMI 를 설정해서 Co-simulation 을 수행하는 방법을 배웁니다. 이때, AMESim 에서 RecurDyn 모델 기구부의 센싱 값과 AMESim 에서 발생한 유압을 서로 주고받을 수 Interface Block 이 필요합니다. 이러한 AMESim Interface Block 모델을 생성하는 방법과 FMI 설정을 배웁니다.



예상 소요 시간

30 분



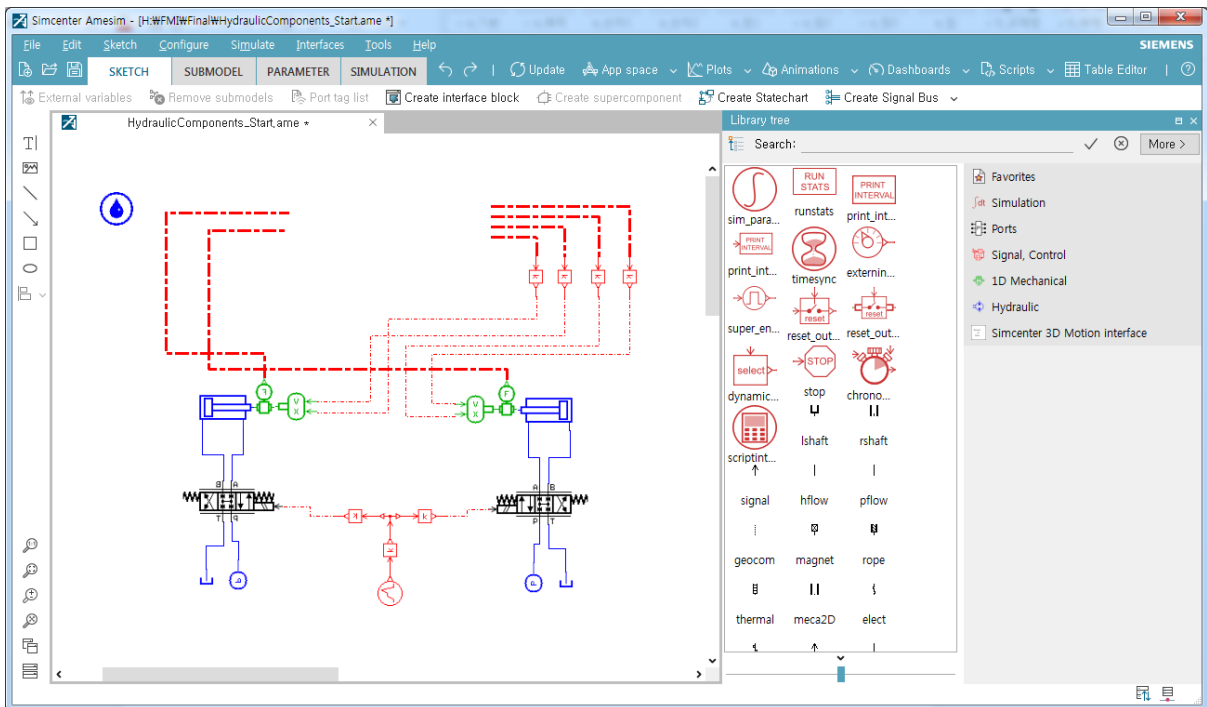
## AMESim 모델 불러오기

앞장에서 복사한 튜토리얼 예제 폴더에 액추에이터가 모델링된 **AMESim** 모델도 제공됩니다. 제공된 모델을 활용해서 **Interface Block** 모델링을 수행합니다.

### AMESim 실행 및 초기 모델 불러오기



1. 윈도우 바탕화면 등에서 **AMESim** 아이콘을 더블 클릭하면, **AMESim** 이 실행됩니다.
2. **File** 메뉴에서 **Open** 을 클릭합니다.
3. 위에서 복사한 예제 폴더에 있는 **HydraulicComponents\_Start.ame** 을 선택합니다.
4. **Open** 을 클릭합니다. 아래의 그림처럼 액추에이터가 모델링된 AMESim 모델이 보여집니다.
5. **File > Save as** 를 실행해서 모델 파일의 이름을 **HydraulicComponents\_fmexport.ame** 으로 변경합니다.

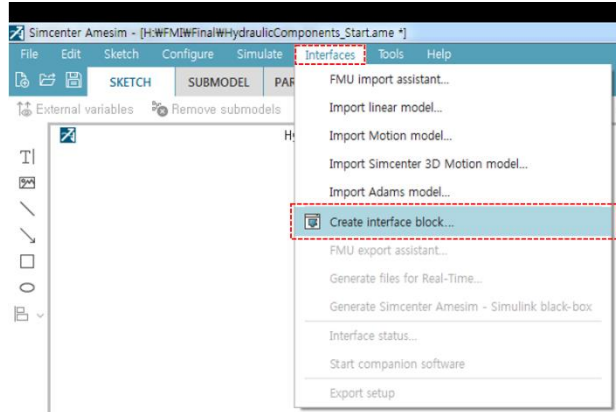


## AMESim Interface Block 모델링

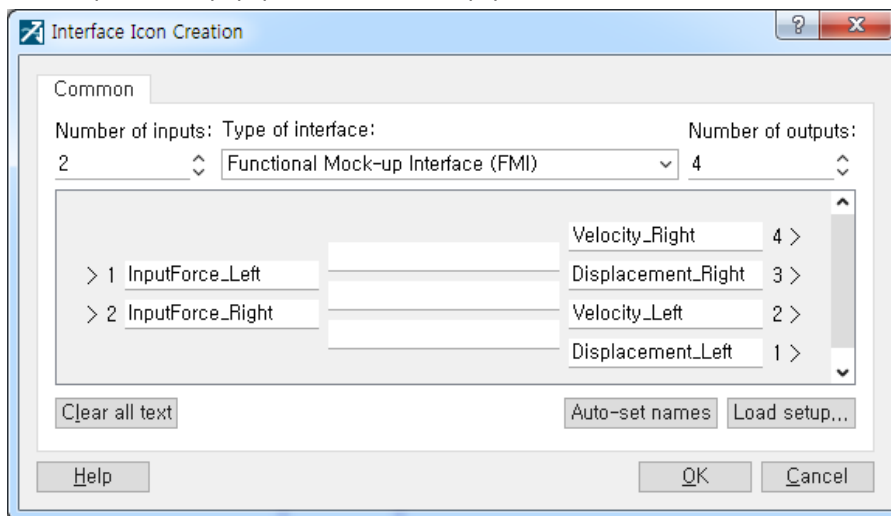
### AMESim Interface Block 생성하기

1. **Menu > Interfaces > Create Interface icon** 을 클릭해서 **Interface block** 을 생성합니다.

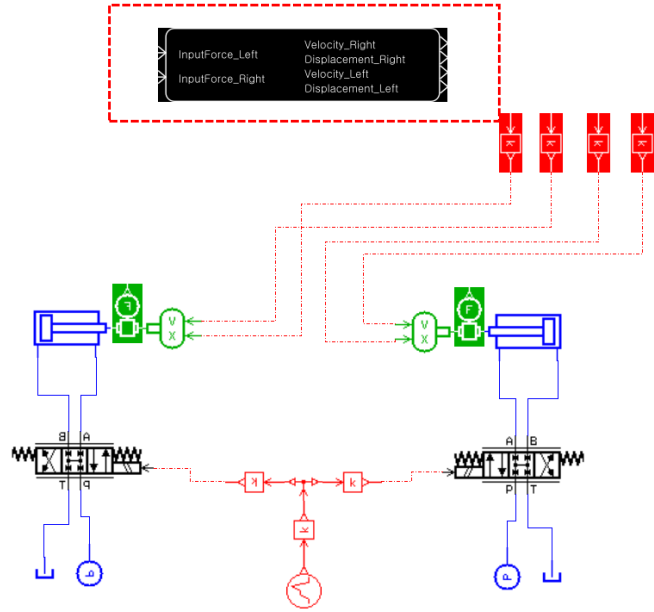
(AMESim 버전에 따라 메뉴 위치가 다를 수 있습니다.)



2. **Interface Icon Creation** 대화상자에서, **Number of inputs** 을 2 개로 설정합니다.
3. **Type of interface** 는 **Functional Mock-up Interface (FMI)**로 변경합니다.
4. **Number of outputs** 는 4 개로 설정합니다.
5. **Input** 의 이름을 다음과 같이 정확한 순서로 입력합니다.
  - >1: InputForce\_Left
  - >2: InputForce\_Right
6. **Output** 의 이름을 다음과 같이 정확한 순서로 입력합니다.
  - 4>: Velocity\_Right
  - 3>: Displacement\_Right
  - 2>: Velocity\_Left
  - 1>: Displacement\_Left
7. **OK** 버튼을 클릭해서 생성을 완료합니다.

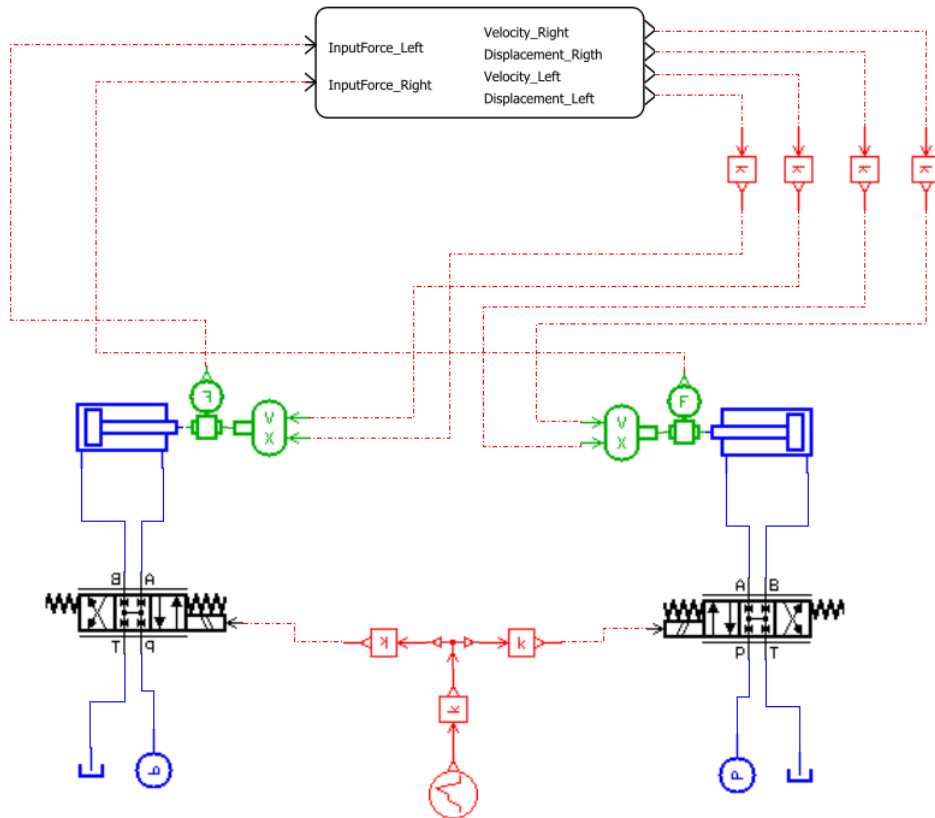


8. **Interface block** 이 모델링 창에 나타나면 마우스로 블록을 이동시킵니다.



**AMESim Interface Block** 연결하기

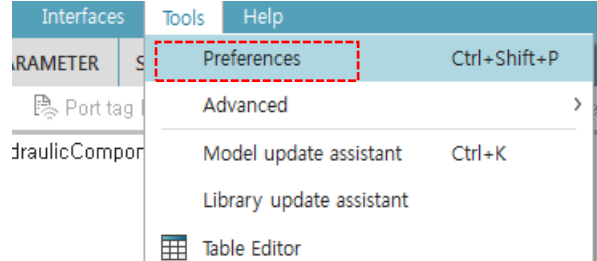
1. **Interface block** 과 액추에이터 요소를 다음의 그림과 같이 연결합니다. 그림과 다르게 연결하면 결과가 잘못될 수 있으므로, 아래 그림과 같이 액추에이터 컴포넌트의 포트와 **Interface block** 의 **Input & Output** 포트에 정확히 연결되어야 합니다.



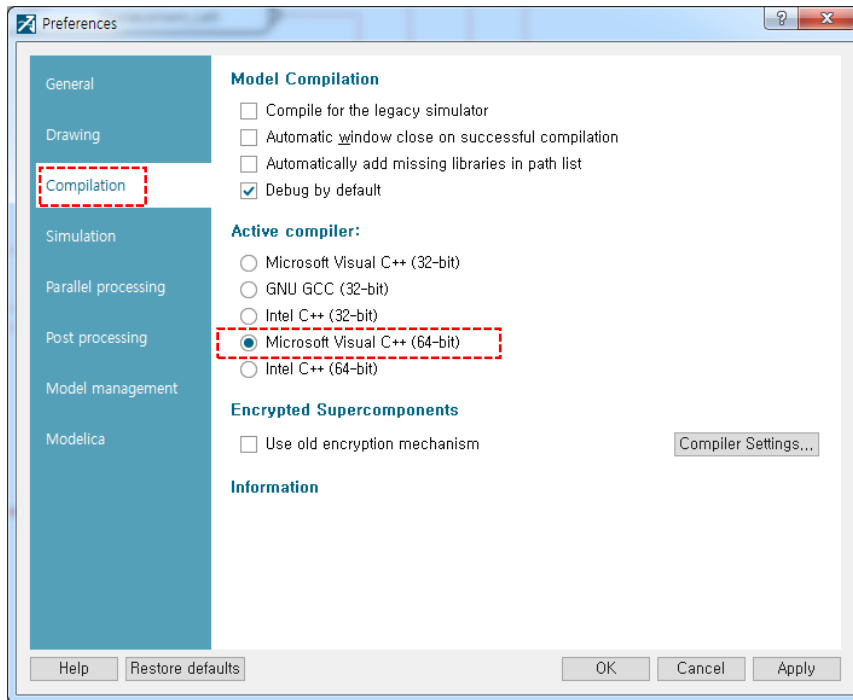
## AMESim FMI 설정

### AMESim Compiler 환경 설정하기

1. **Menu > Tool > Preferences** 를 클릭하여 실행합니다.



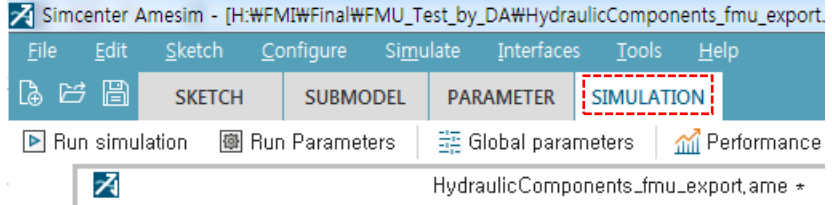
2. **Preferences** 대화상자에서 **Compilation** 탭을 클릭합니다.
3. **Model Compilation** 에서 **Debug by default** 옵션을 체크합니다.
4. **Active compiler** 에서 **compiler** 를 **Microsoft Visual C++ (64-bit)**를 선택합니다.



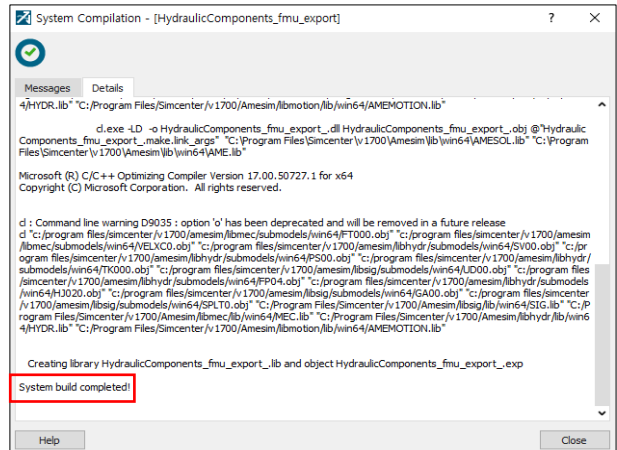
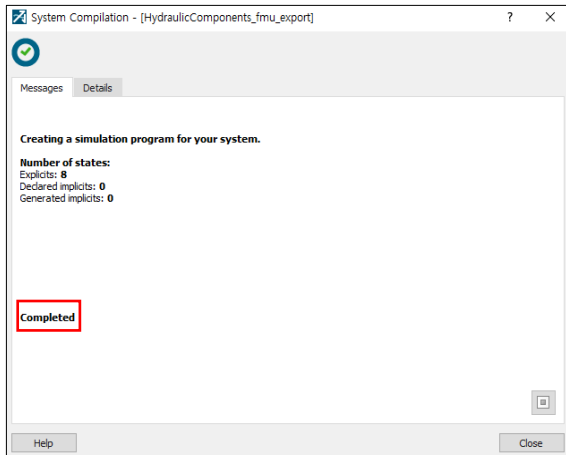
# AMESim FMU 내보내기

## AMESim 에서 \*.fmu 파일 내보내기 (Export)

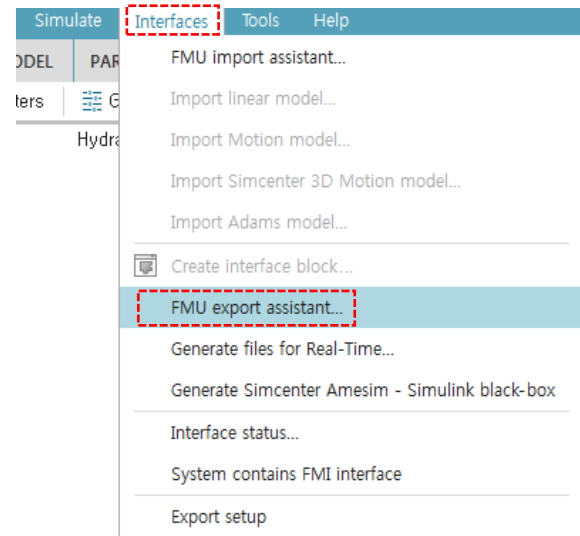
1. **SIMULATION** 탭을 클릭하여 모드를 전환합니다.



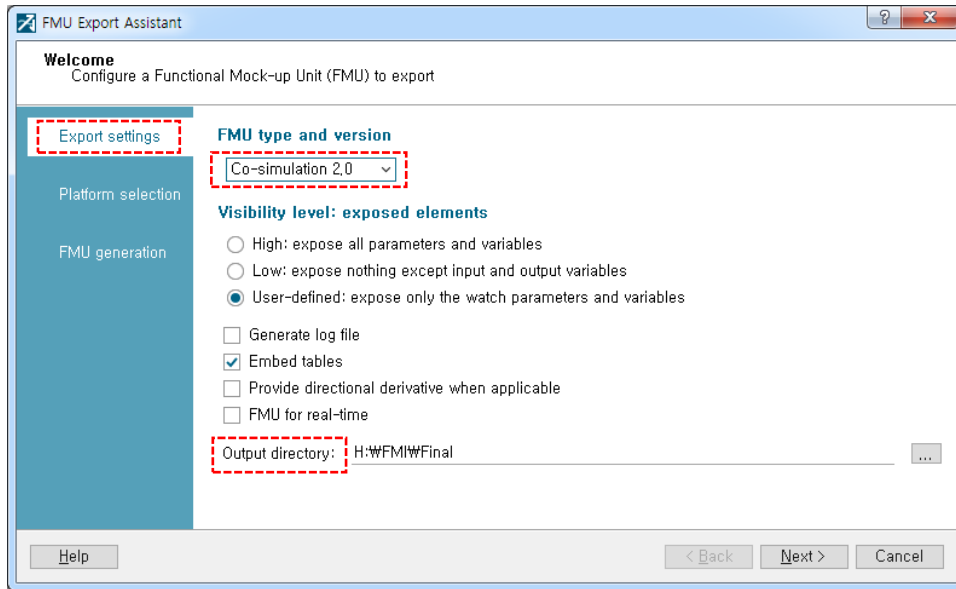
**Tip:** 모델 Build 상태 확인은 **Message Tab** 의 **Completed message** 와 **Details Tab** 의 **System build completed message** 를 확인할 수 있습니다.



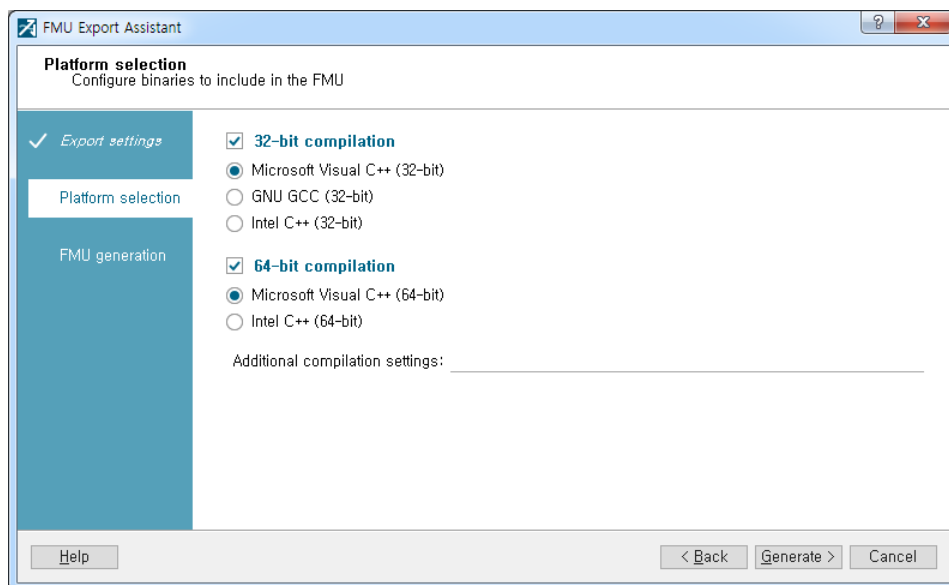
2. **Menu > Interfaces > FMU export assistant...**를 클릭 합니다.



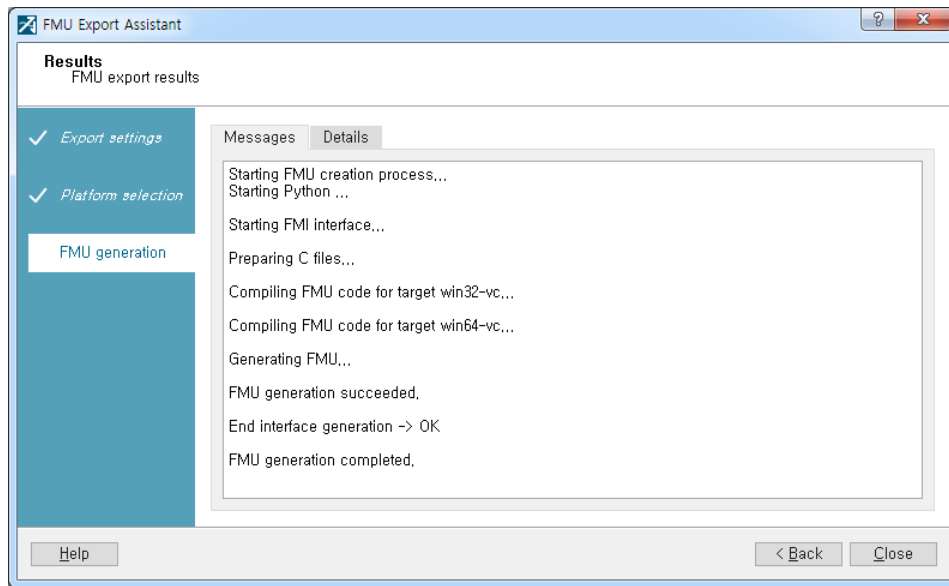
3. **Export settings** 페이지에서 **FMU type and version** 을 **Co-simulation 2.0** 으로 선택합니다.
4. **Output directory** 는 본 교재의 **RecurDyn** 파일이 있는 동일한 폴더 위치로 설정합니다.
5. **Next** 버튼을 클릭합니다.



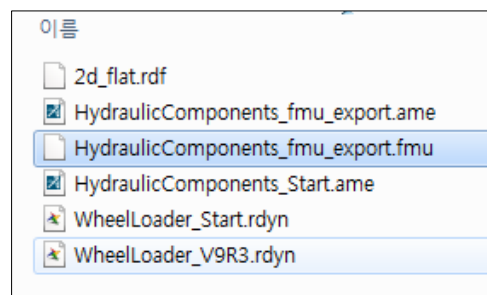
6. **Platform selection** 페이지에서 **compiler** 설정이 **Microsoft Visual C++**로 설정되어 있는지 확인합니다.
7. **Generate** 버튼을 클릭해서 **\*.fmu** 파일의 생성 및 파일 내보내기를 시작합니다.



8. AMESim 이 생성한 \*.fmu 파일을 설정한 위치로 내보냅니다.



9. \*.fmu 파일이 다음과 같이 폴더에 생성된 것을 확인할 수 있습니다.

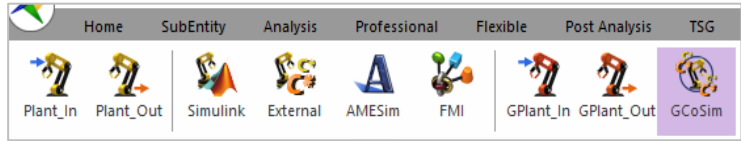


## RecurDyn General CoSim FMI 설정

### RecurDyn FMI Co-Sim Environment 설정하기



1. **Communicator** 탭 **Control** 그룹에서 **GCoSim** 을 클릭합니다.

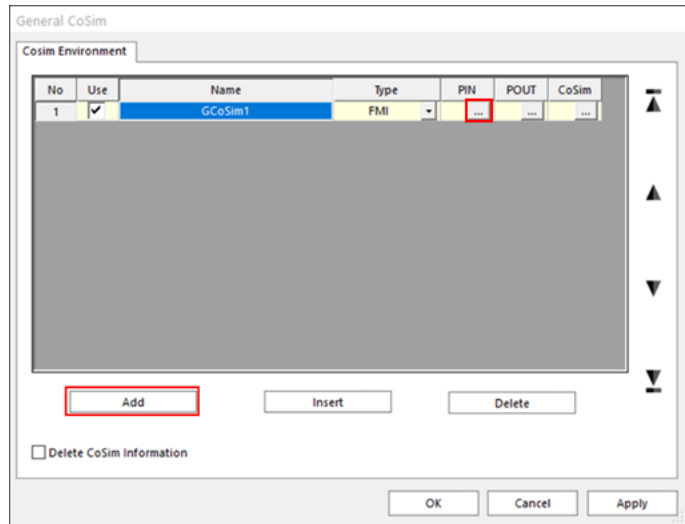


2. **General CoSim** 창의 **CoSim Environment** 페이지에서 **Add** 버튼을 클릭합니다.

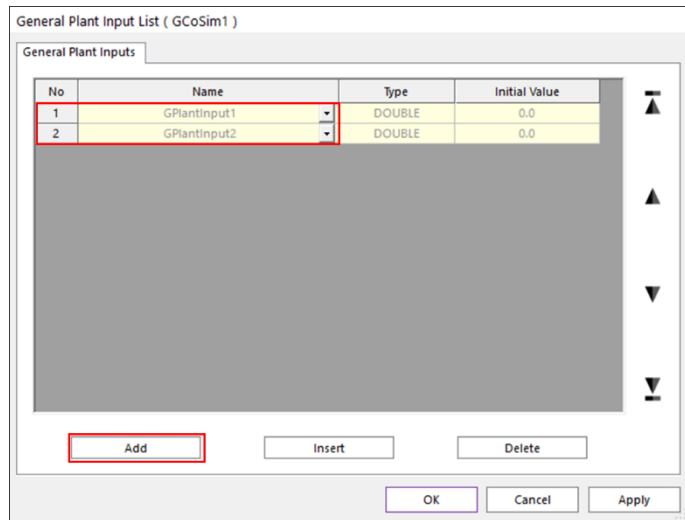
3. **Name** 을 GCoSim1 으로 설정합니다.

4. **Type** 을 **FMI** 로 선택합니다.

5. PIN 의 **...** 버튼을 클릭합니다.




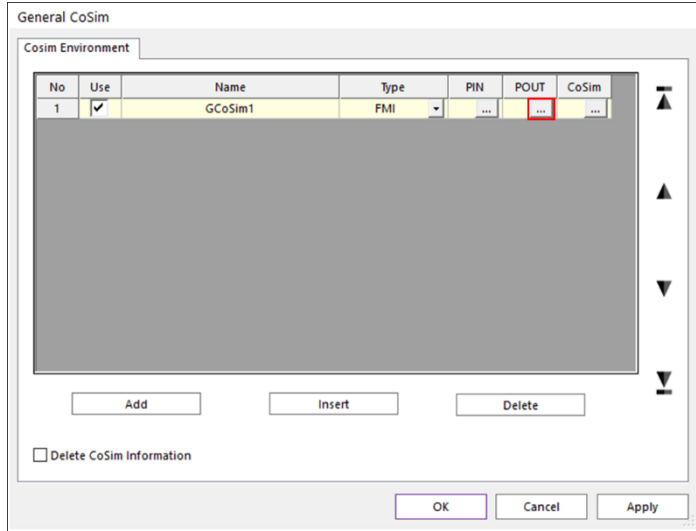
6. **General Plant Inputs List ( GCoSim1 )** 창에서 **Add** 버튼을 두 번 클릭하면 **GPlantInput1** 과 **GPlantInput2** 가 추가됩니다.



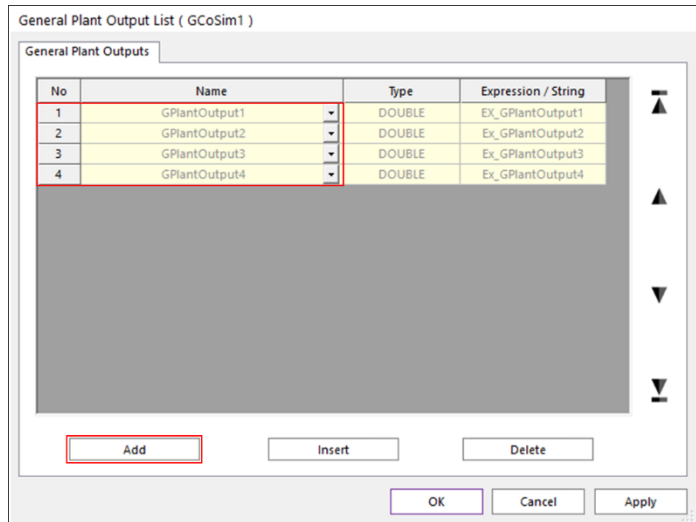
7. **OK** 버튼을 클릭합니다.




8. **General CoSim 창**의 **CoSim Environment** 페이지에서 POUT의  버튼을 클릭합니다.

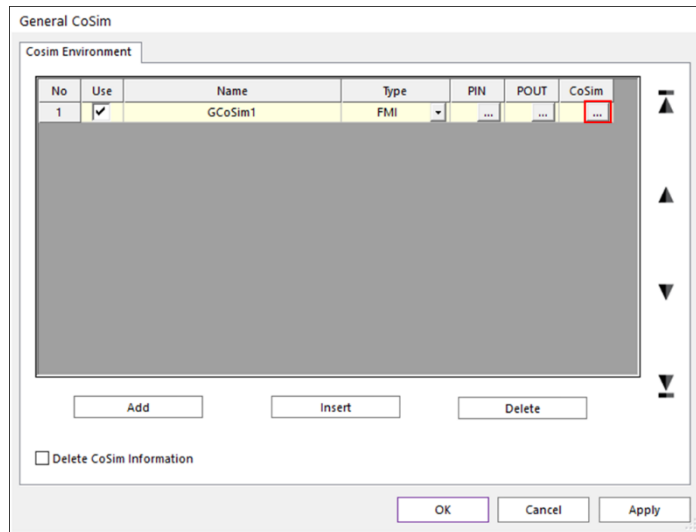



9. **General Plant Output List (GCoSim1) 창**에서 **Add** 버튼을 네 번 클릭하여 4 개의 GPlantOutput 을 추가합니다.

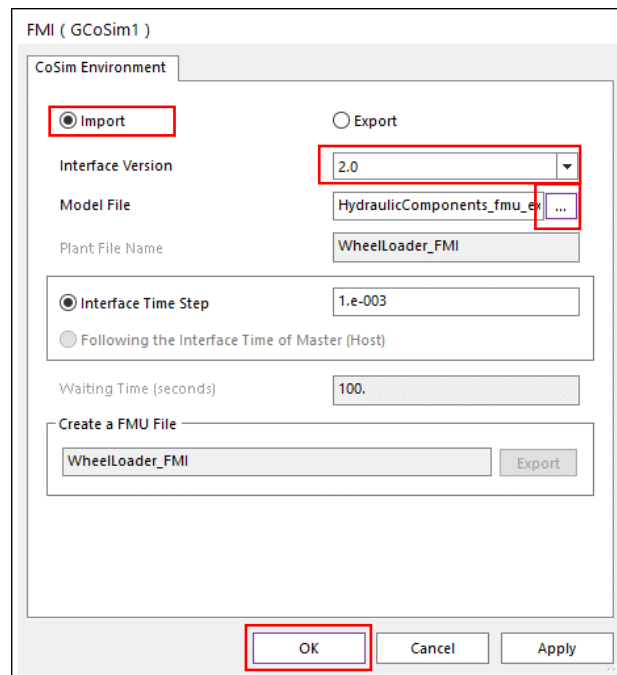


10. **OK** 버튼을 클릭합니다.

11. **General CoSim 창**의 **CoSim Environment** 페이지에서 CoSim의  버튼을 클릭합니다.



12. **FMI ( GCoSim1 )** 다이얼로그 **CoSim Environment** 페이지에서 Import 옵션을 선택합니다.
13. **Interface Version** 을 2.0 으로 선택합니다.
14. Model File 에서  버튼을 클릭하고 Open 대화상자에서 생성한 **HydraulicComponents \_fmu\_export.fmu** 파일을 선택합니다.
15. **FMI ( GCoSim1 )** 다이얼로그의 **OK** 버튼을 클릭해서 설정을 완료합니다.
16. **General CoSim** 창의 **CoSim Environment** 페이지에서 **OK** 버튼을 클릭해서 설정을 완료합니다.



## RecurDyn Master Mode Co-simulation

RecurDyn 에서 **Co-simulation** 수행하기

RecurDyn 의 휠로더 모델과 AMESim 의 액추에이터 모델을 **FMI** 를 이용하여 **Co-simulation** 합니다.

시뮬레이션 실행하기

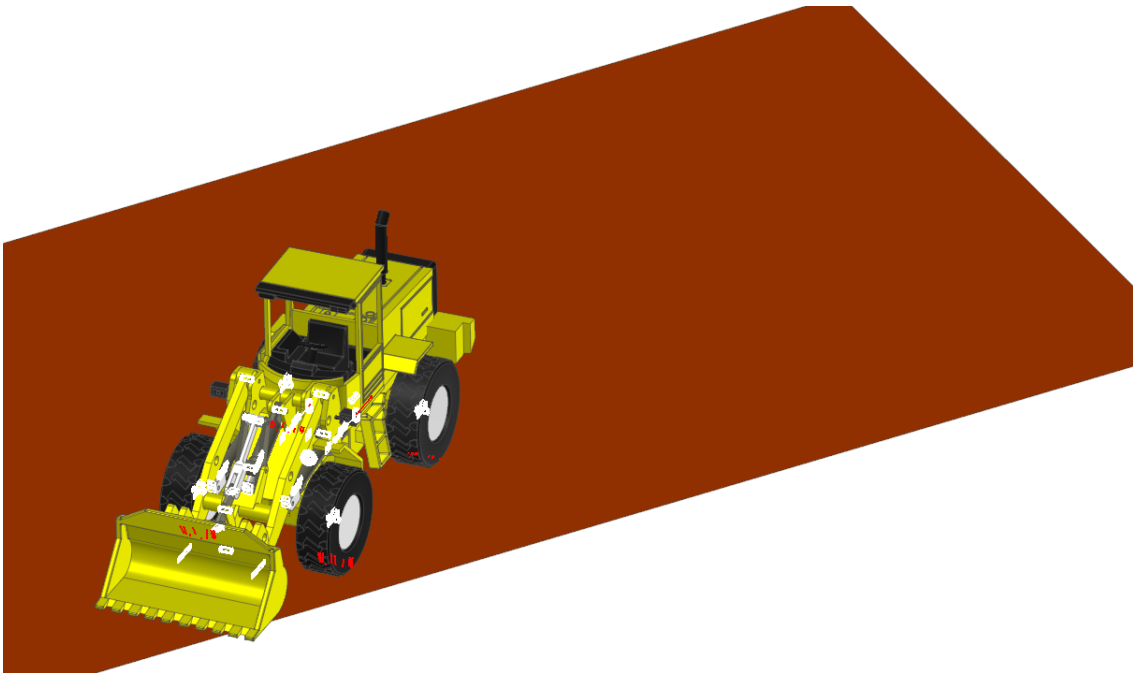


1. **Analysis Tab** 의 **Simulation Type** 그룹에서, **Dyn/Kin** 를 선택합니다.  
**Dynamic/Kinematic Analysis** 대화상자가 나타납니다.
2. 아래와 같이 파라미터를 입력한 뒤, **Simulation** 버튼을 클릭합니다.
  - End Time: 7
  - Step: 700

애니메이션 결과보기



1. **Analysis Tab** 의 **Animation Control** 그룹에서 **Play** 버튼을 눌러 아래 그림처럼 휠로더가 이동하는 것을 확인합니다.
  - ※ 정상적으로 RecurDyn 와 AMESim 사이에 Co-simulation 이 완료되었다면, 휠로더는 좌측으로 회전하며 이동하게 됩니다. 이는 휠로더 조향을 위한 AMESim 에서 액추에이터에 유압이 발생하고, RecurDyn 의 액추에이터에 이 유압이 작동되었기 때문입니다.



## RecurDyn Slave Mode 로 General CoSim FMI 설정

### 목적

본 장에서는 앞장과 반대로 **RecurDyn** 을 **Slave Mode** 로 **AMESim** 을 **Master Mode** 로 설정하여 **FMI Co-simulation** 을 수행하는 방법을 배워봅니다.



예상 소요 시간

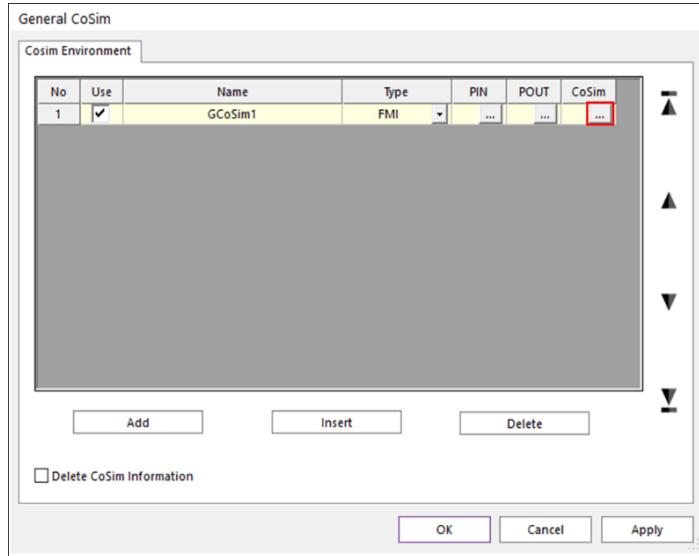
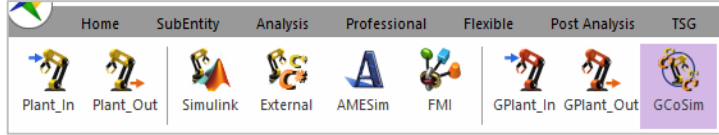
30 분

## RecurDyn General CoSim FMI 설정

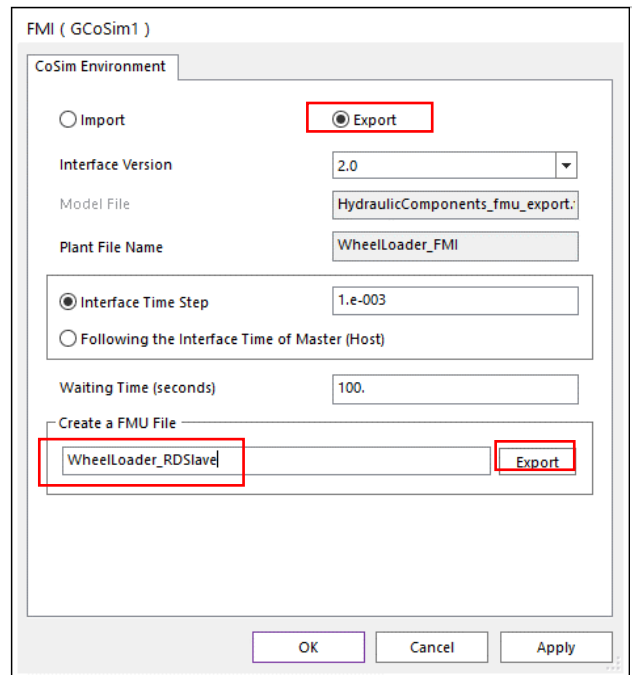
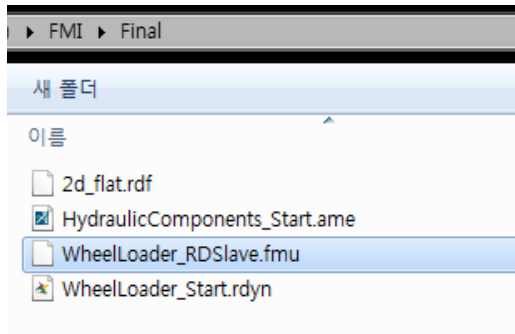
### RecurDyn FMI Co-Sim Environment 설정하기



1. **Communicator** 탭 **Control** 그룹에서 **GCoSim** 을 클릭합니다.
2. **General CoSim** 창의 **CoSim Environment** 페이지에서 **CoSim** 의  버튼을 클릭합니다.
3. **FMI** 대화상자 **CoSim Environment** 페이지에서 **Export** 옵션을 선택합니다.
4. **Interface Version** 을 **2.0** 으로 선택합니다.
5. **Create a FMU File** 에서 파일의 이름을 **WheelLoader\_RDSlave** 로 정의합니다.
6. **Export** 버튼을 클릭해서 **\*.fmu** 파일을 내보냅니다.



# WHEEL LOADER (GENERAL COSIM WITH AMESIM BY FMI)

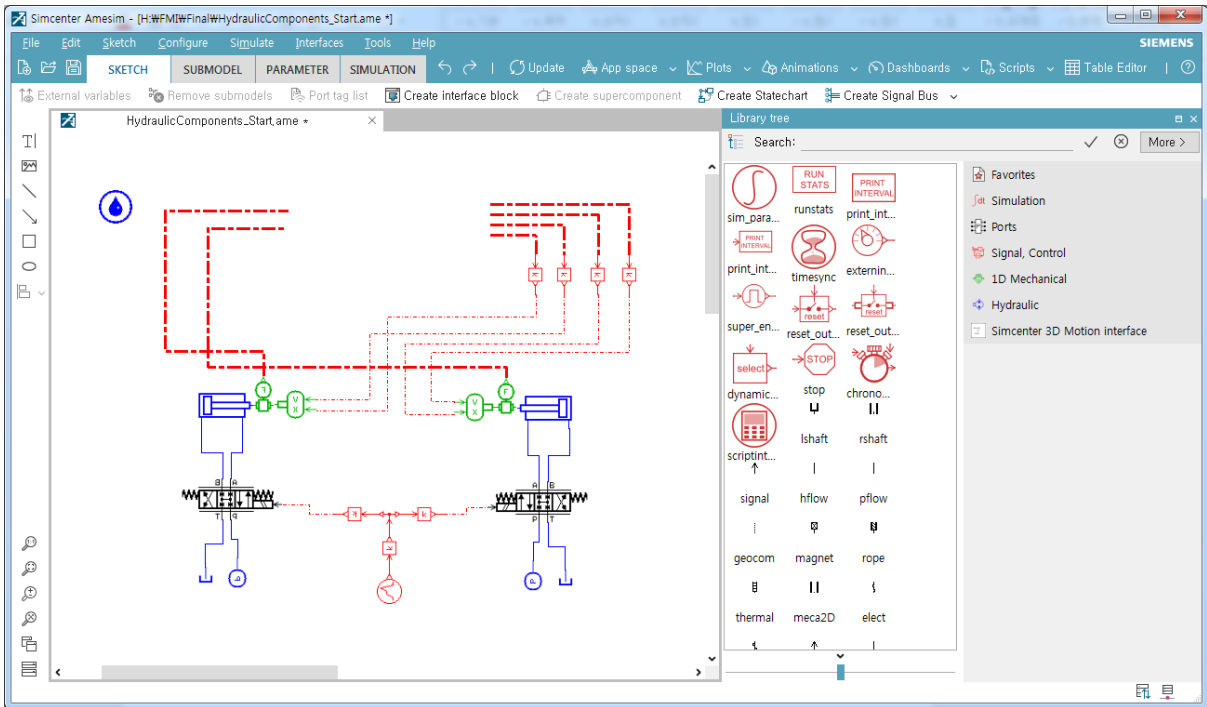


## AMESim FMI 설정

### AMESim 실행 및 초기 모델 가져오기 (Import)



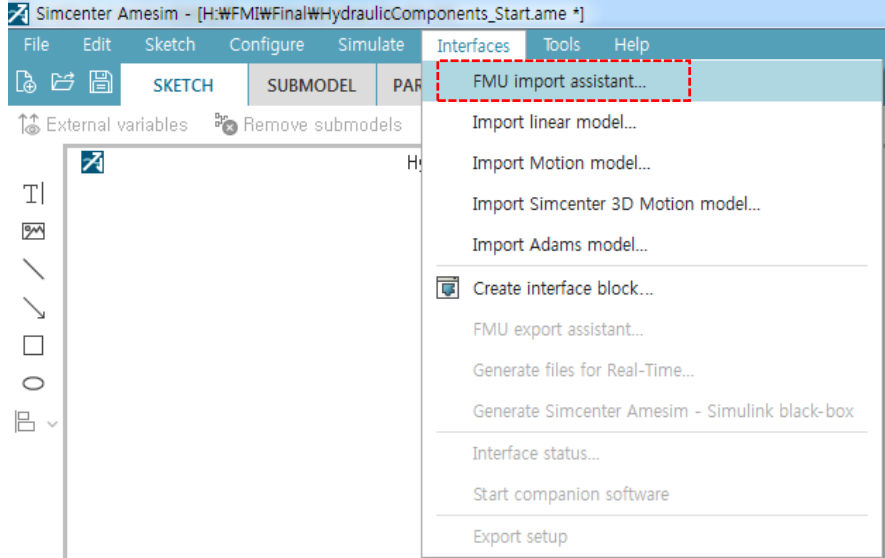
1. 윈도우의 바탕화면 등에서 **AMESim** 아이콘을 더블 클릭하여, **AMESim** 을 다시 실행합니다.  
(※ **AMESim** 이 계속 실행 중이라면, **Close** 후에 재실행 합니다.)
2. **File** 메뉴에서 **Open** 을 클릭합니다.
3. 위에서 복사한 예제 폴더에 있는 **HydraulicComponents\_Start.ame** 을 선택합니다.
4. **Open** 을 클릭합니다. 아래의 그림처럼 액추에이터가 모델링 된 AMESim 모델이 보여집니다.
5. **File > Save as** 를 실행해서 모델 파일의 이름을 **HydraulicComponents\_fm\_u\_import.ame** 변경합니다



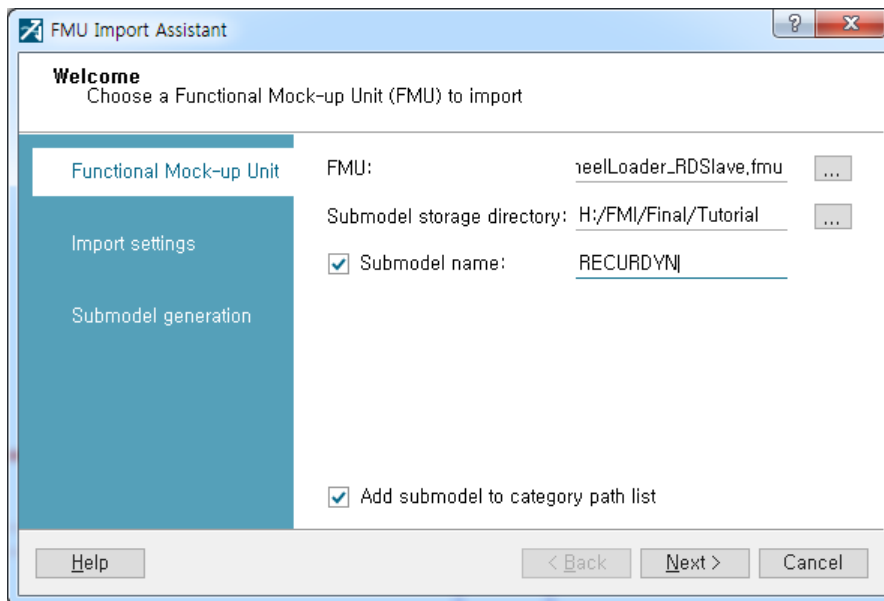
## AMESim Interface Block 모델링

### FMU Interface Block 들여오기

1. **Menu > Interfaces > FMU import assistant..**를 클릭합니다.

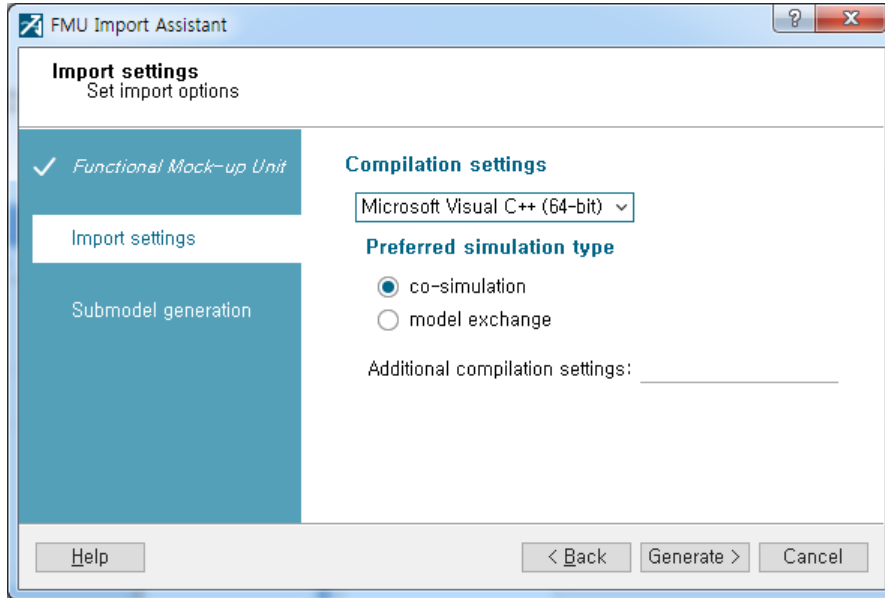


2. **Functional Mock-up** 페이지 **FMU** 설정에서 **RecurDyn** 에서 생성한 **WheelLoader\_RDSlave.fmu** 파일을 연결합니다.
3. **Submodel storage directory** 를 \*.rdyn 파일과 \*.ame 파일이 위치한 폴더로 정의합니다.
4. **Submodel** 의 이름을 **RECURDYN** 으로 정의합니다.
5. **Next** 버튼을 클릭합니다.

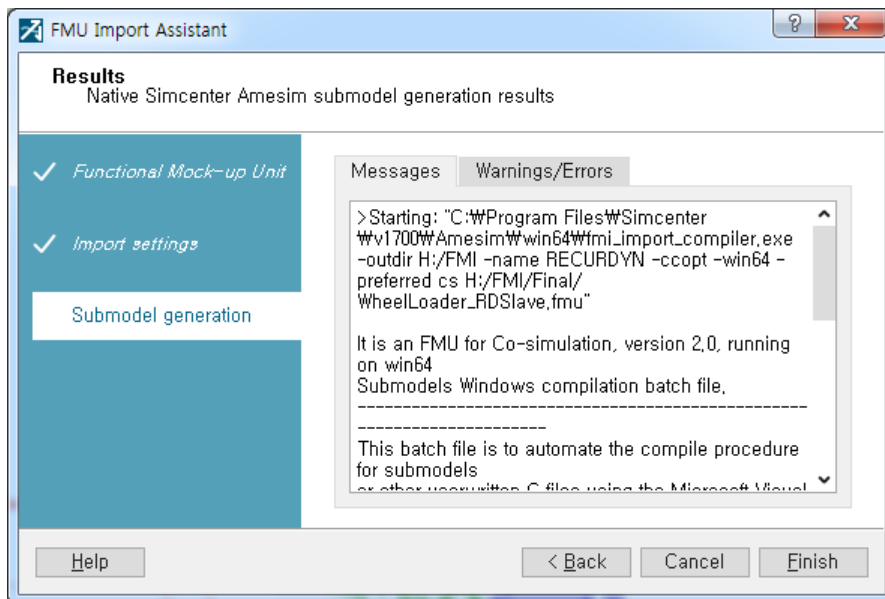




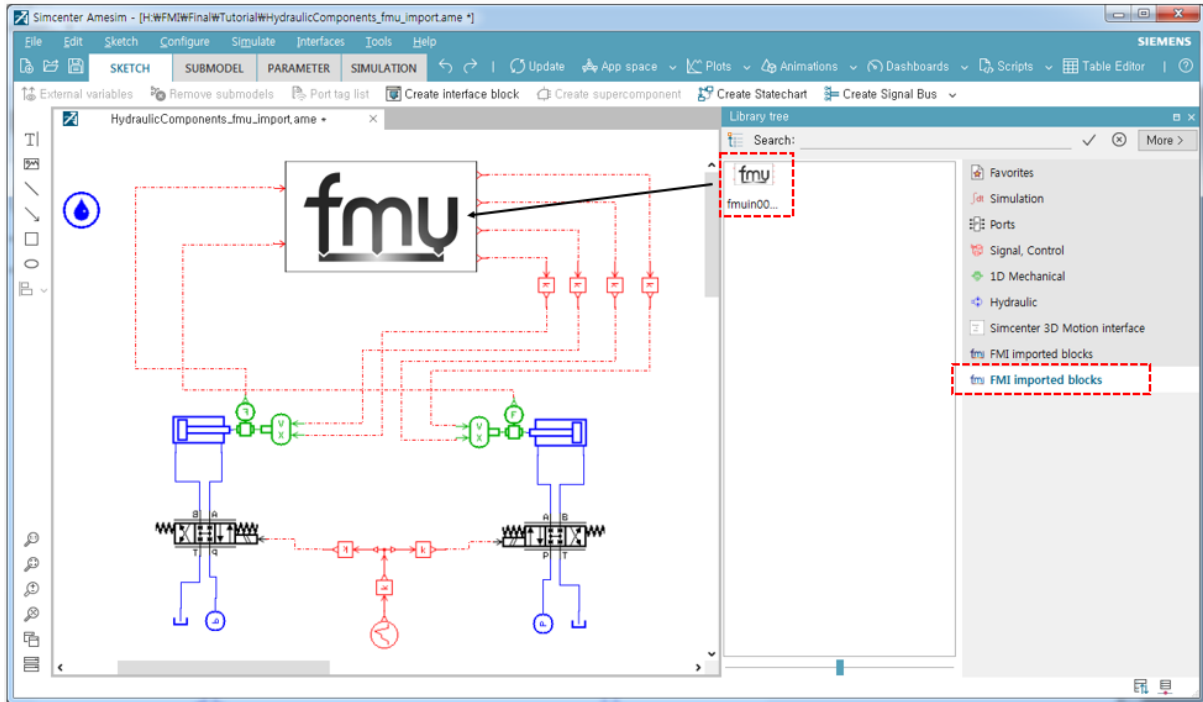
6. **Import settings** 페이지 **Compilation settings** 에서 **Compiler** 옵션을 **Microsoft Visual C++(64-bit)**를 선택합니다.
7. **Preferred simulation type** 을 **co-simulation** 으로 선택합니다.
8. **Generate** 버튼을 클릭합니다.



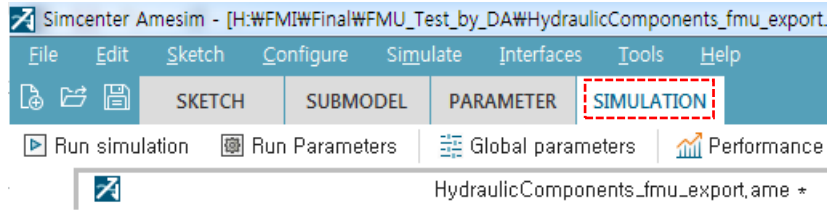
9. **Submodel generation** 이 완료된 **messages** 를 확인하고 **Finish** 버튼을 클릭합니다.



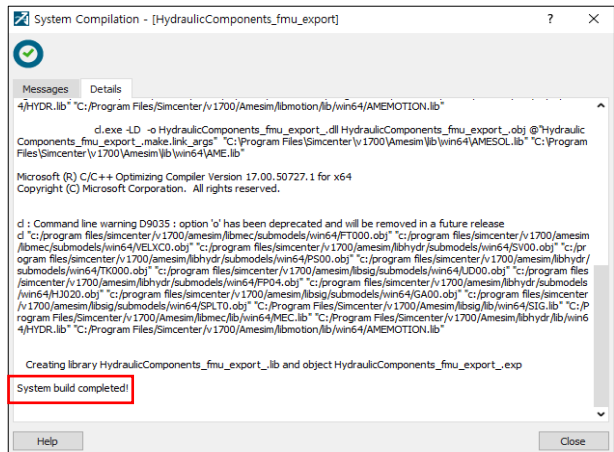
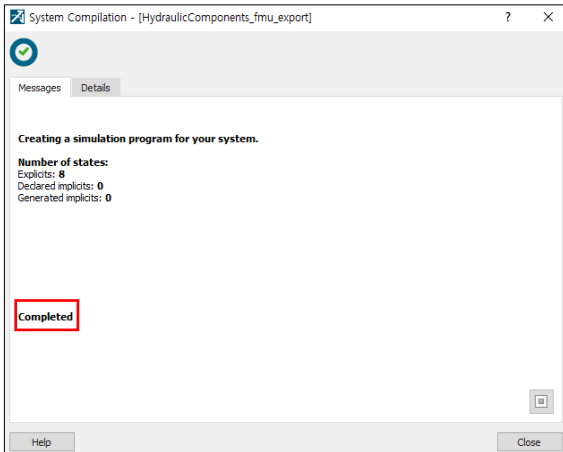
10. Library tree 에서 FMI Import blocks 클릭하면, fmu 블록 모델이 보입니다. 이 fmu 블록을 drag & drop 으로 AMESim 모델에 생성하고, 다른 요소들과 아래의 그림과 동일하게 연결합니다.



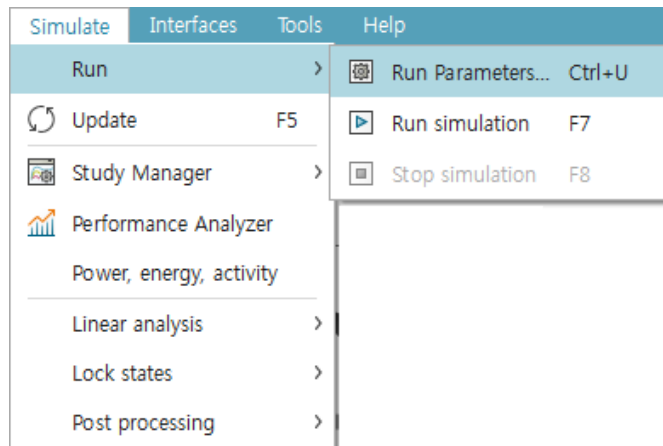
11. Simulation mode 를 실행합니다.



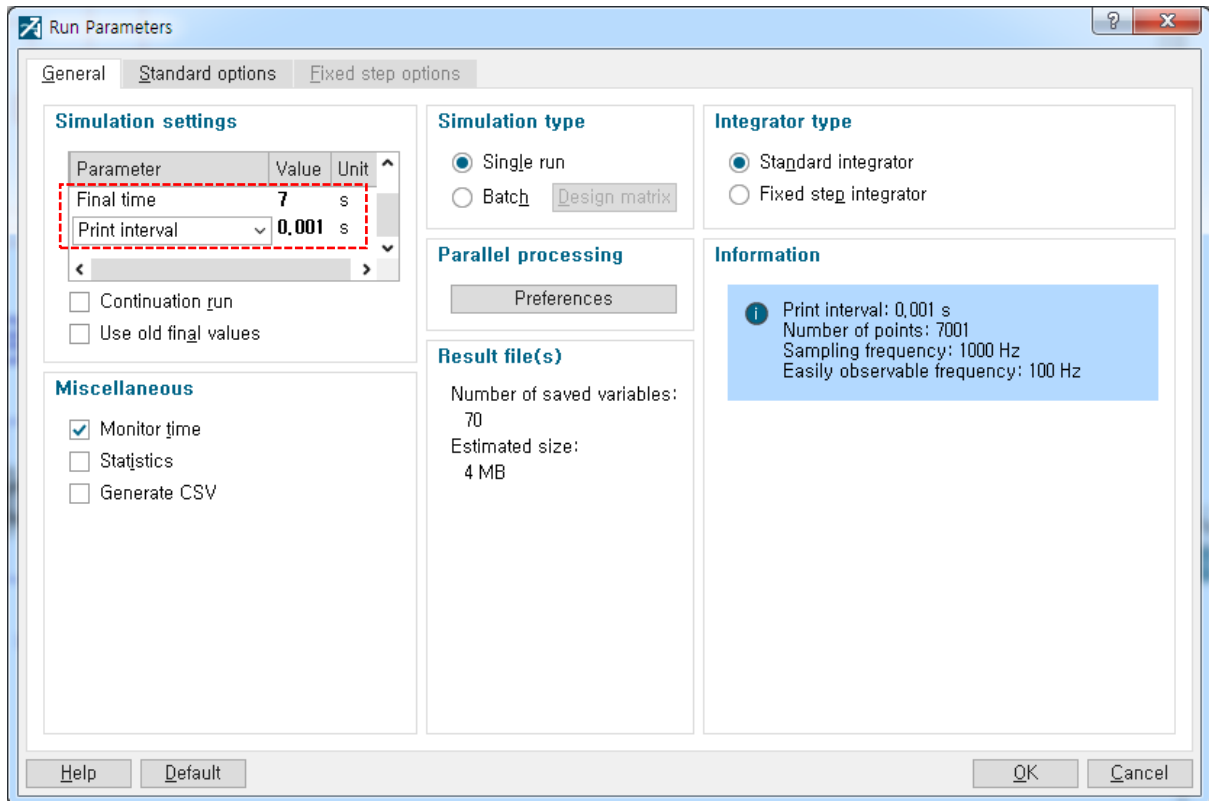
**Tip:** 모델 Build 상태 확인은 Message Tab 의 **Completed** message 와 Details Tab 의 **System build completed** message 로 확인할 수 있습니다.



12. Menu > Simulate > Run > Run Parameters 를 클릭하여 실행합니다.



13. **Final time** 을 **7 s** 로 설정하고, **Print interval** 은 **0.001 s** 로 RecurDyn 에서 Interface Time Step 으로 정의한 동일한 값으로 설정합니다.



14. **OK** 을 눌러 설정을 완료합니다.

## RecurDyn Slave Mode Co-simulation

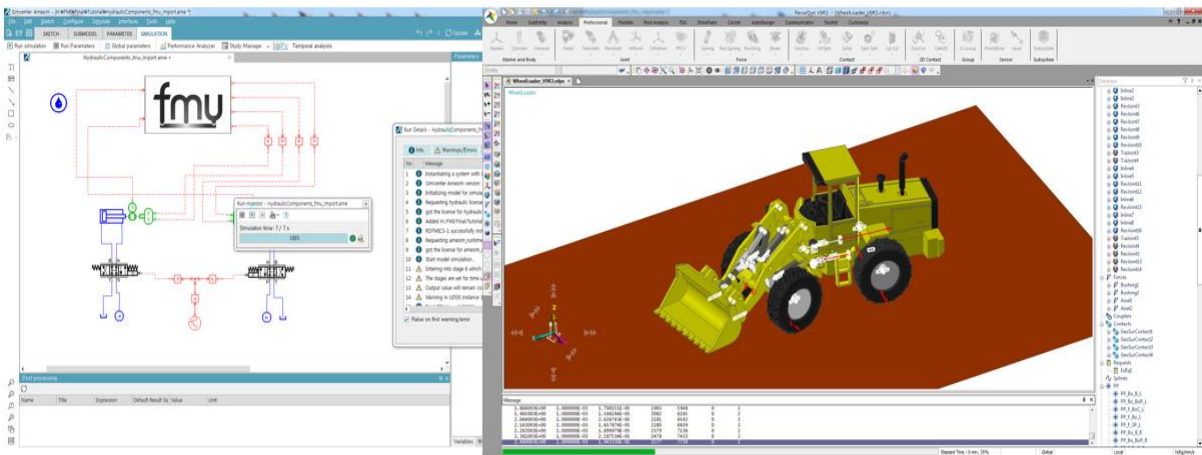
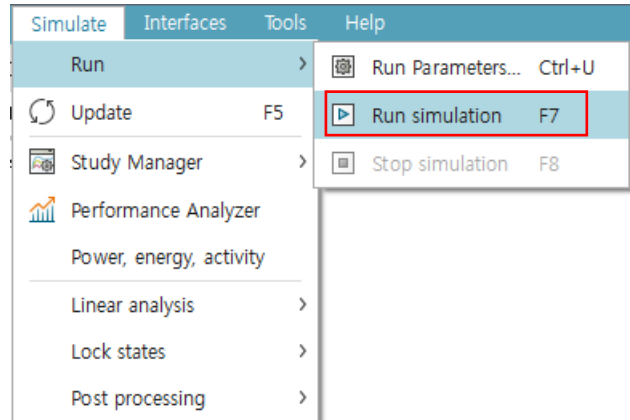
AMESim 에서 Co-simulation 을 수행합니다.

시뮬레이션 실행하기

1. **RecurDyn** 의 **WheelLoader\_FMI.rdyn** 모델을 **Save** 하고 **Close** 한뒤 **RecurDyn** 을 종료합니다.

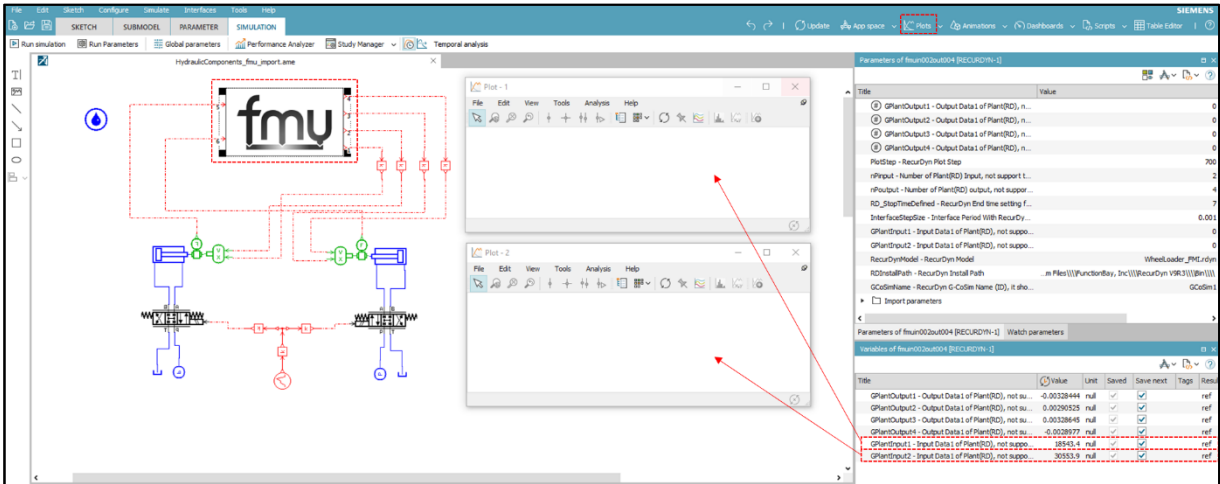
(**RecurDyn** 이 계속 실행 중이면 **AMESim** 에서 **RecurDyn** 을 자동 실행할 수 없어 **Co-simulation** 수행이 안됩니다.)

2. **Menu > Simulate > Run > Run simulation** 을 클릭합니다.
3. 시뮬레이션이 시작되면 **AMESim** 이 **RecurDyn** 을 실행하고 모델을 연 후, **Co-simulation** 을 시작하는 과정이 자동으로 진행됩니다.

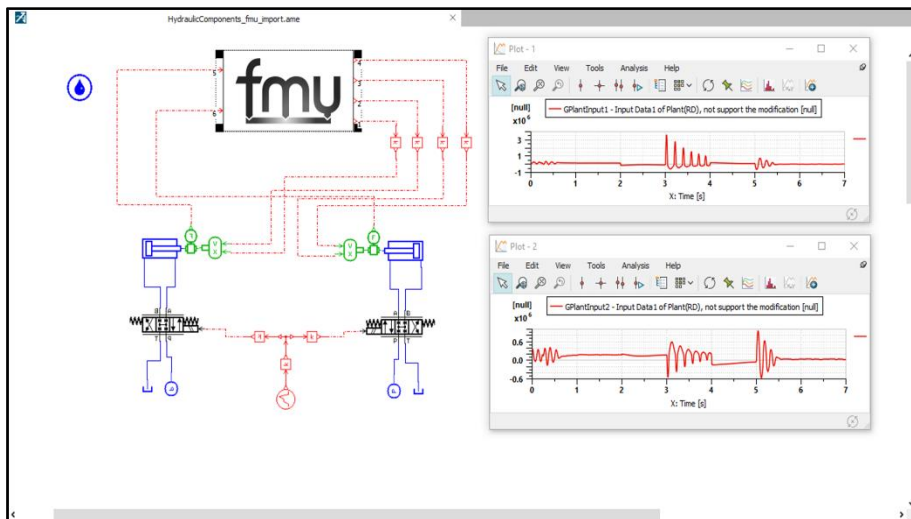


AMESim 에서 해석 결과보기

1. 해석 완료 후, AMESim 에서 리본 메뉴의 **Plots** 버튼을 두 번 클릭하여 Plot 창을 생성합니다.
2. AMESim 에서 **FMI Import blocks** 을 클릭합니다.
3. Variables of fmuin002out004 [RECURDYN-1]에서 **GPlantInput1** 과 **GPlantInput2** 를 Plot 창에 **Drag & Drop** 합니다.

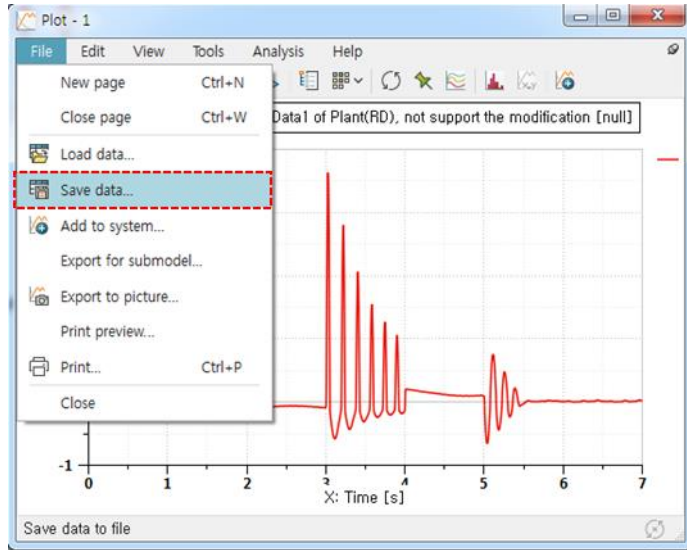


4. AMESim 에서 **GPlantInput1** 과 **GPlantInpput2** 의 결과를 Plot 으로 확인할 수 있습니다.



5. Plot 창에서 **File > Save data** 을 클릭합니다. Save 창에서 **PlantOutput1** 의 결과를 **AMESim\_GPlantInput1.txt** 파일로 저장합니다.

6. Text Editor 프로그램을 이용하여 저장한 **AMESim\_GPlantInput1.txt** 파일을 엽니다. 윗부분의 필요 없는 header 부분을 삭제하고 파일을 저장합니다.



```

AMESim_GPlantInput1.txt - Notepad
File Edit Format View Help
# Table format: 1D
# table_unit = null
# axis1_unit = s
0.0000000000000000e+000 1.00530964914873e+004
1.0000000000000000e-003 1.00530964914873e+004
2.0000000000000000e-003 1.00530964906719e+004
3.0000000000000001e-003 1.04304805575304e+004
4.0000000000000001e-003 1.14277532743328e+004
5.0000000000000001e-003 1.30508619268873e+004
    
```



```

AMESim_GPlantInput1.txt - Notepad
File Edit Format View Help
0.0000000000000000e+000 1.00530964914873e+004
1.0000000000000000e-003 1.00530964914873e+004
2.0000000000000000e-003 1.00530964906719e+004
3.0000000000000001e-003 1.04304805575304e+004
4.0000000000000001e-003 1.14277532743328e+004
5.0000000000000001e-003 1.30508619268873e+004
6.0000000000000001e-003 1.52956994720769e+004
7.0000000000000002e-003 1.81556142691593e+004
8.0000000000000002e-003 2.16215543537566e+004
9.0000000000000002e-003 2.56807266146346e+004
1.0000000000000000e-002 3.03155941147212e+004
    
```

Chapter

5

## 결과 확인 및 분석

### 목적

**General CoSim FMI** 방법으로 **RecurDyn** 과 **AMESim**, 두 소프트웨어의 **Co-simulation** 를 수행하고 도출한 애니메이션 결과와 수치 데이터 결과들을 확인해 봅니다.



예상 소요 시간

10 분



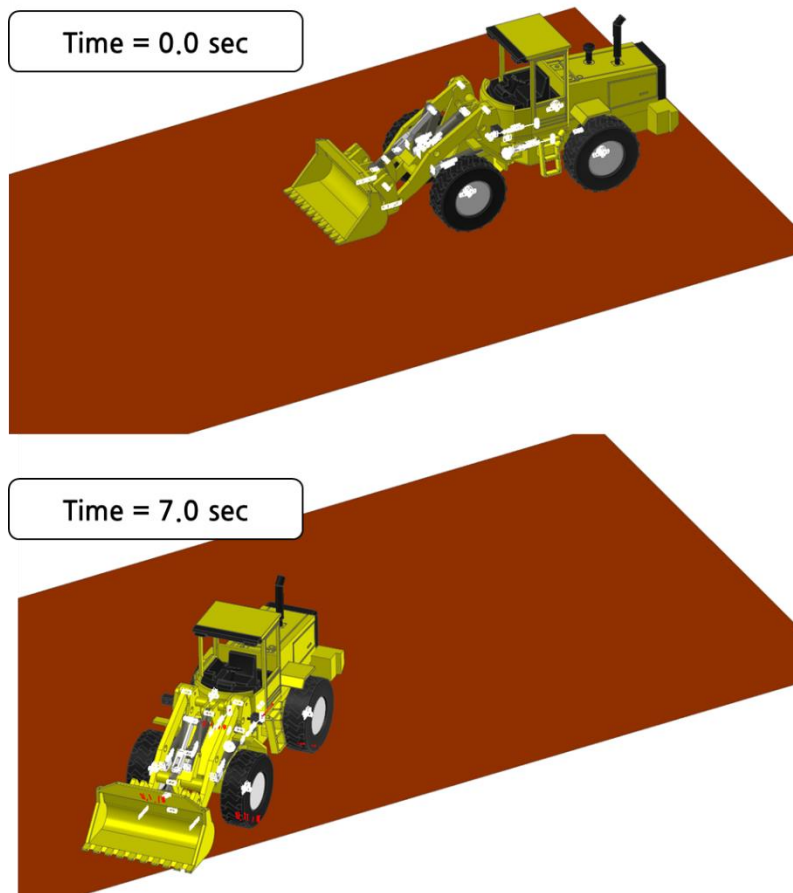
## 결과 확인 및 분석

RecurDyn 의 GPlantInput 값과 AMESim 의 GPlantInput 값이 일치하는지 확인합니다. 더불어 휠로더 모델에서 액추에이터에서 발생한 유압으로 조향을 할 때, 발생하는 각 부위의 조인트의 반력과 같은 동적 결과를 확인해 봅니다.

### RecurDyn Animation 결과 Import 및 결과 확인하기

RecurDyn Master Mode 로 Co-simulation 를 수행하면 RecurDyn 에서 바로 Animation Play 를 실행할 수 있습니다. AMESim Master Mode 로 Co-simulation 을 한 경우에는 애니메이션 결과 파일을(\*.rad) Import 합니다.

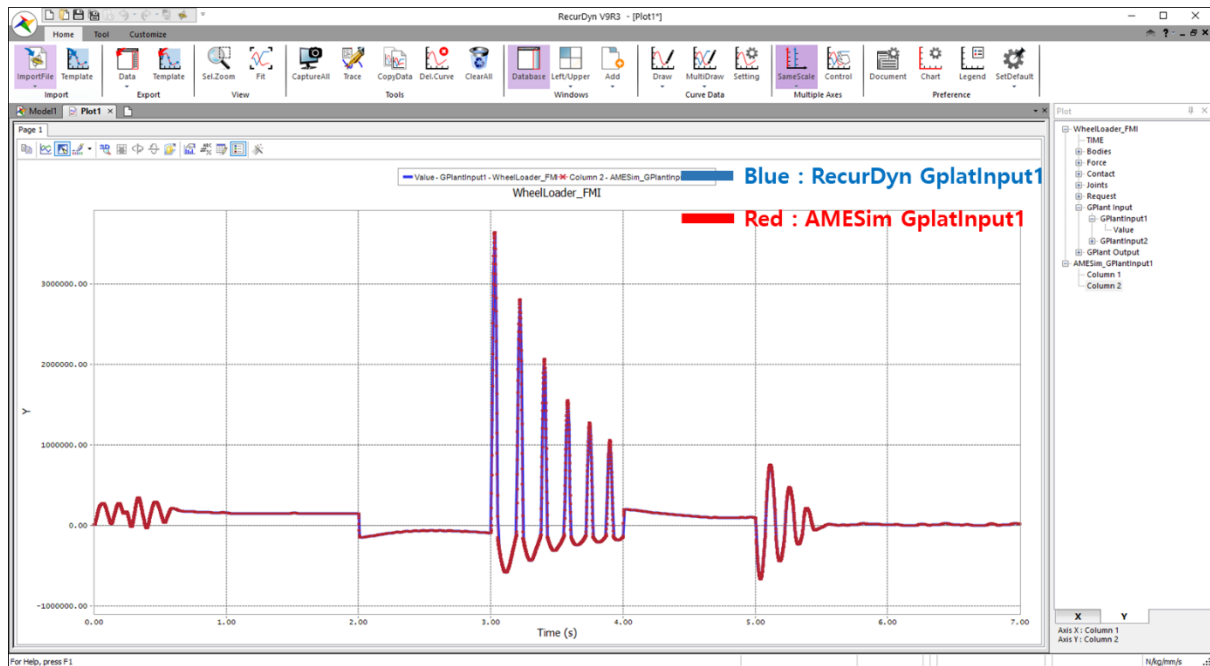
1. **Analysis** 탭으로 이동합니다.
2. **Animation Control** 그룹에서 **Play** 버튼을 눌러 애니메이션 결과를 확인합니다. 휠로더가 좌측으로 진행하는 것을 확인할 수 있습니다.



**RecurDyn Plot 실행 및 결과 Plot 하기**

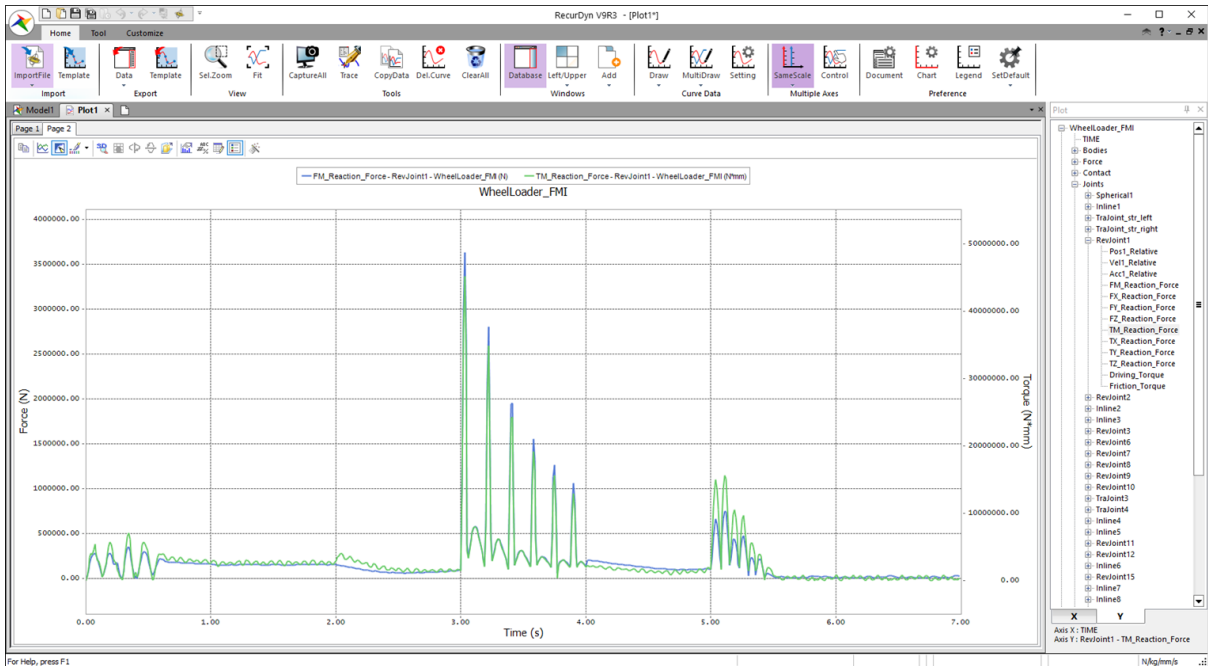


1. **RecurDyn/Plot** 을 실행합니다.
2. **RecurDyn** 으로 해석한 동해석 결과 \*.rplt 파일을 **Import** 합니다.
3. 앞장에서 생성한 **AMESim GPlantInput1** 결과 파일 **AMESim\_GPlantInput1.txt** 을 **Import** 합니다.
4. Plot 데이터베이스 창에서 **GPlantInput1** 의 Value 값을 **Draw** 합니다.
5. AMESim 결과의 **Column2** 를 **Plot** 합니다. (이때, X 축의 값은 **Column1** 이어야 합니다.)



6. 두 결과가 일치함을 확인할 수 있습니다. 이러한 결과로부터 두 소프트웨어 사이의 모든 수치 데이터들의 교환이 정상적으로 이루어진 것을 확인할 수 있습니다.

7. **Plot Page Add** 버튼을 눌러 새로운 Page 를 추가합니다.
8. Plot 데이터베이스 창에서 **RevJoint1** 의 **FM\_Reaction\_Force** 와 **TM\_Reaction\_Force** 를 Plot 합니다. 이때, **Axis X** 축 값은 **Time** 으로 수정합니다.
  - **RevJoint1** 은 좌측 실린더와 차제를 연결하는 조인트로서 액추에이터 유압 발생 시의 접합부의 반력과 토크를 확인할 수 있습니다. 이와 같은 방법으로 휠로더의 각종 동작상황을 재 모델링 하고 반력과 토크 값들의 수치들을 확인할 수 있습니다.



*Thanks for participating in this tutorial!*