

GPS-X 8.1 사용자 매뉴얼



GPS-X 8.1 Version

Copyright ©1992-2022 Hydromantis Environmental Software Solutions, Inc. All rights reserved.

No part of this work covered by copyright may be reproduced in any form or by any means - graphic, electronic or mechanical, including photocopying, recording, taping, or storage in an information retrieval system - without the prior written permission of the copyright owner.

The information contained within this document is subject to change without notice. Hydromantis Environmental Software Solutions, Inc. makes no warranty of any kind with regard to this material, including, but not limited to, the implied warranties of merchantability and fitness for a particular purpose. Hydromantis Environmental Software Solutions, Inc. shall not be liable for errors contained herein or for incidental consequential damages in connection with the furnishing, performance, or use of this material.

Trademarks

GPS-X and all other Hydromantis trademarks and logos mentioned and/or displayed are trademarks or registered trademarks of Hydromantis Environmental Software Solutions, Inc. in Canada and in other countries.

ACSL is a registered trademark of AEgis Research Corporation

Adobe and Acrobat are trademarks of Adobe Systems Incorporated

MATLAB is a registered trademark of The MathWorks, Inc.

JAVA is a trademark of Oracle Corporation.

Microsoft, Windows, Windows Server, Windows XP, Windows Vista and Windows 7, Window 10 are trademarks of Microsoft Corporation.

GPS-X uses selected Free and Open Source licensed components. Please see the readme.txt file in the installation directory for details.



목 차

CHAPTER 1	1
GPS-X 살펴보기	1
GPS-X 시작하기.....	1
메인 창 구성요소.....	1
제목 바	2
메뉴 바	2
파일 메뉴	3
편집 메뉴	5
보기 메뉴	6
레이아웃 메뉴	8
도구 메뉴	8
라이브러리 메뉴	12
도움말 메뉴	12
도구 모음	13
드로잉 보드	14
모델링/시뮬레이션 모드.....	14
시뮬레이션 툴바	14
CHAPTER 2	17
모델 레이아웃 만들기	17
레이아웃.....	17
객체 선택 및 배치하기	19
객체 연결하기	20
레이아웃 편집하기	22
CHAPTER 3	31
유입수 조연자	31
유입수 조연자(Influent Advisor)	31
CHAPTER 4	34
객체에 데이터 입력	34
데이터 유형	34
객체 메뉴	35
데이터 입력 양식.....	37
유입수 객체	39

공정 객체	39
변경사항 요약	41
라벨	41
찾기	44
SOURCING(소싱).....	46
일반 데이터	48
플랜트 일반 정보.....	48
CHAPTER 5	50
데이터 정의하기	50
소개	50
이동 평균, 질량 유량 및 Totalizer	51
CHAPTER 6	58
입력 제어 준비하기.....	58
입력 제어란 무엇인가?.....	58
제어 툴바	59
입력 제어 유형.....	60
독립변수로부터 제어 만들기	62
컨트롤 제거하기	63
입력 제어 속성 (설정 변경).....	64
입력 제어 탭 이름 바꾸기	65
제어기 값 전송.....	66
파일 입력 제어기 이용하기.....	66
레이아웃에 입력파일 추가하기	70
동적 데이터 검증.....	71
CHAPTER 7	73
출력 준비	73
출력 디스플레이란?.....	73
출력 툴바	74
유형 요약	75
공정 모식도 출력 요약.....	76
Quick 디스플레이	77
테이블 디스플레이	79
테이블 디스플레이의 막대 차트.....	81
사용자 정의 디스플레이	82
상태 점 분석 (State Point Analysis) 그래프.....	90
GPS-X 사용자 가이드	

Sankey 다이어그램	91
물질 수지 도표.....	93
에너지 사용 및 운영 비용 요약.....	96
텍스트 파일로 데이터 저장하기.....	98
보고서 만들기	99
레이아웃 이미지 내보내기	106
통계 분석	106
CHAPTER 8	110
모델의 빌드와 실행.....	110
동적 모델링 및 시뮬레이션.....	110
모델 빌딩 공정의 개요.....	118
모델 빌딩	119
빌드 옵션	120
시뮬레이션 시작하기	121
시뮬레이션 일시 중지/다시 시작	124
출력 변수 형식.....	125
시뮬레이션 제어	125
시나리오 사용	128
시뮬레이션 자동화 (자동 실행)	130
CHAPTER 9	133
분석 도구	133
소개	133
정상 상태 분석이란?	133
동적 (Dynamic) 분석이란?	134
민감도 분석 STEPS.....	136
몬테카를로 분석이란?.....	138
CHAPTER 10	141
최적화 도구	141
소개	141
최적화 사용	142
사용된 알고리즘	142
최적화 유형	142
동적 시뮬레이션 초기 조건.....	144
최적화 변수 선택.....	144
최적화 단계	145

고급 최적화 설정.....	149
문제 해결	149
CHAPTER 11	151
GPS-X Customizing (사용자 맞춤).....	151
소개	151
사용자 맞춤 유형.....	152
GPS-X 소프트웨어 시스템.....	152
레이아웃 사용자 지정하기	157
문제 해결	162
CHAPTER 12	164
단위환산.....	164
소개	164
단위 체계 선택하기.....	164
개별 단위 선택하기.....	164
단위 데이터 파일.....	165
CHAPTER 13	168
온라인 데이터 읽기 도구.....	168
텍스트 파일을 지속적으로 읽기.....	168
CHAPTER 14	174
GPS-X 파이썬(Pythhon) 통합.....	174
소개	174
파이썬 스크립트 매니저	174
파이썬 스크립트의 편집	175
파이썬 스크립트 실행.....	177
파이썬 세팅	177

CHAPTER 1

GPS-X 살펴보기

GPS-X 시작하기

바탕화면의 GPS-X 8.1 아이콘을 더블 클릭하거나

윈도우시작 메뉴에서 **프로그램 > Hydromantis GPS-X 8.1 > GPS-X 8.1**을 선택합니다.



메인 창 구성요소

GPS-X 메인 창 기본 구성요소는:

- 제목 바
- 메뉴 바
- 도구 모음
- 드로잉 보드
- 시뮬레이션 도구 모음 (시뮬레이션 모드에서만)
- 모델링/시뮬레이션 토글 버튼

각 구성요소에 대한 간단한 설명은 아래에 나와 있습니다.

2 GPS-X 살펴보기

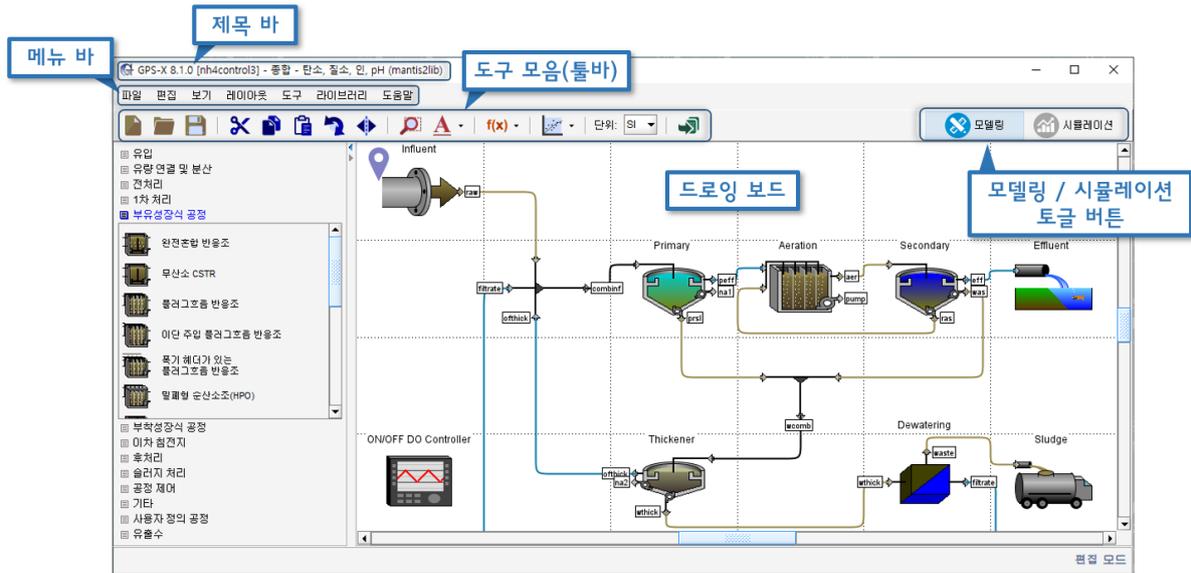


그림 1-1 GPS-X 창의 기본 구성

제목 바

메인 윈도우의 모양을 제어하는 버튼 외에도(모든 윈도우 환경이 동일하지는 않으므로, 약간의 차이가 발생할 수 있습니다); 제목 표시 줄 영역에는 GPS-X 버전, 편집중인 현재 레이아웃 및 이 레이아웃에서 사용 중인 라이브러리에 대한 정보가 들어 있습니다.

GPS-X 8.0 [<layoutname>] - <library>

메뉴 바

GPS-X의 대부분의 기능은 아래의 6가지 메뉴 중 하나에 접근하면 됩니다.

- 파일
- 편집
- 보기
- 레이아웃
- 도구
- 라이브러리
- 도움말

GPS-X 8.1.0 [tutorial-5] - 종합 - 탄소, 질소, 인, pH (mantis2lib)

파일 편집 보기 레이아웃 도구 라이브러리 도움말

그림 1-2 GPS-X의 메뉴

GPS-X의 메뉴는 하나 이상의 다양한 항목을 포함하고 있으며 서로 관련된 명령들을 모아서 구성하고 있습니다. 각 메뉴의 간단한 설명과 연계된 항목은 아래에 나와있습니다.

파일 메뉴

파일 메뉴에는 파일 처리 및 조작을 수행하기 위한 항목이 들어 있습니다.

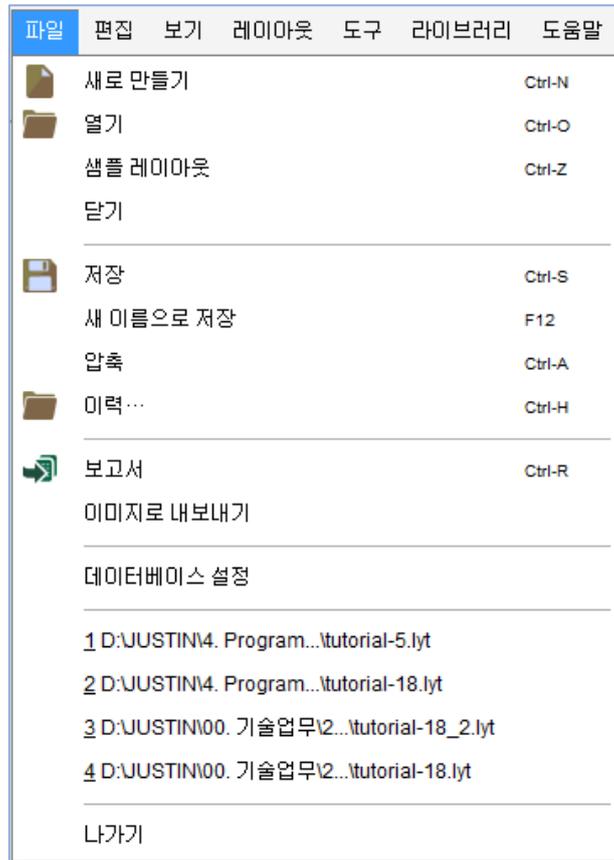


그림 1-3 GPS-X 파일 메뉴

새로 만들기

새로 만들기 명령은 빈 드로잉 보드에 새로운 레이아웃을 만드는데 사용됩니다.

열기

기존 GPS-X 레이아웃 파일을 찾아 선택할 수 있는 파일 탐색기를 엽니다.

오른쪽에는 선택한 레이아웃 파일의 드로잉 보드 이미지를 보여주는 미리보기 창이 있습니다.

파일 유형으로 GPS-X 레이아웃 파일(.lyt 확장자) 또는 압축된 GPS-X 레이아웃(.zip 확장자) 파일만을 보여주는데 사용됩니다.

샘플 레이아웃

사용자는 라이선스 버전에 따라 GPS-X 와 함께 제공되는 50 개 이상의 미리 구성된 레이아웃 중에서 선택할 수 있습니다.

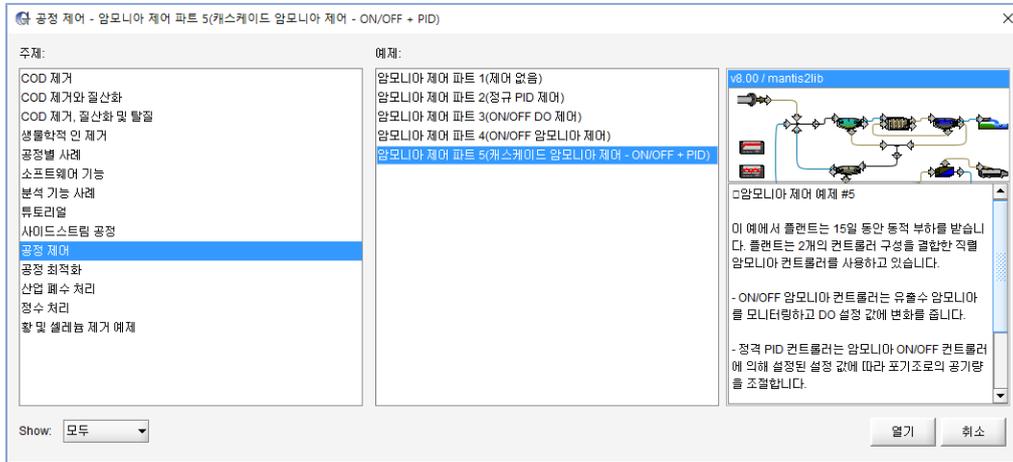


그림 1-4 샘플 레이아웃 대화상자

닫기

닫기 명령은 GPS-X 드로잉 보드에 있는 현재 레이아웃을 닫을 때 사용합니다. 레이아웃에 변경사항이 있을 경우, 저장하거나 닫기를 선택합니다.

저장

저장 메뉴 항목은 현재 GPS-X 레이아웃 파일을 저장하는 것입니다. 명령은 현재 레이아웃 정보를 가진 같은 이름 (title bar 에 보임)의 레이아웃 파일에 덮어 씩습니다.

새 이름으로 저장

새 이름으로 저장 항목은 파일 탐색기를 열어, 저장하기 전에 레이아웃 파일 이름을 입력합니다. 현재 레이아웃 정보는 지정된 파일에 저장합니다.

압축

압축 항목은 현재 열려 있는 레이아웃에 속하는 모든 GPS-X 파일을 압축 파일 (즉, zip 호환 파일)로 만듭니다. 파일을 전송하거나 이메일을 통한 첨부파일로 보낼 때 유용합니다.

이력...

다양한 GPS-X 레이아웃의 버전을 관리하기 위한 도구입니다. 이 메뉴를 사용하기 위해 보기> 환경 설정> 레이아웃 메뉴에서 "히스토리 저장 기능" 옵션을 선택해야 합니다. **History** 메뉴에 대한 자세한 내용은 "CHAPTER 2 레이아웃 히스토리 데이터베이스"를 참조하시기 바랍니다.

보고서

현재 레이아웃에 대한 정보를 보고서로 작성합니다. 자세한 내용은 **CHAPTER 7** 의 보고서 생성을 참조하시기 바랍니다.

이미지로 내보내기

레이아웃에 대해 사용자 맞춤형 이미지를 생성하여 파일로서 내보냅니다. 자세한 내용은 7 장의 레이아웃 이미지 내보내기 절을 참조하시기 바랍니다.

데이터베이스 설정

자세한 내용은 **CHAPTER 13**의 **GPS-X**에서 **SQL** 데이터베이스 사용하기를 참조하시기 바랍니다.

최근 파일 리스트

최근 사용자가 열어서 편집한 GPS-X 레이아웃 목록이 **파일** 메뉴 아래에 나타납니다. 최근 편집한 레이아웃 숫자에 대한 설정은 **보기 > 환경 설정 > 레이아웃** 탭의 설정 제목 아래에서 설정할 수 있습니다.

나가기

프로그램을 나갑니다. 레이아웃에서 저장되지 않은 변경사항을 저장할 것인지 아닌지 물어보는 창이 나타날 것입니다.

편집 메뉴

편집 메뉴는 드로잉 보드에 있는 객체 조작과 관련된 항목을 포함합니다.



그림 1-5 편집 메뉴

잘라내기

잘라내기 명령은 드로잉 보드에서 현재 선택된 공정을 잘라내서 클립보드에 옮겨 놓습니다.

복사

복사 명령은 드로잉 보드에서 현재 선택된 공정을 복사하여 클립보드에 옮겨 놓습니다.

붙여 넣기

붙여 넣기 명령은 클립보드에 있는 공정을 드로잉 보드에 붙여 넣는데 사용합니다.

삭제

삭제 명령은 드로잉 보드에서 현재 선택된 공정을 삭제하는데 사용합니다.

회전

현재 선택된 공정을 반시계방향으로 90 도 회전시킵니다.

반사

현재 선택된 공정을 가로로 뒤집습니다.

찾기

찾기 메뉴 아이템을 사용하면 '찾기' 대화상자가 열리면서 GPS-X 변수를 검색할 수 있습니다. 이 때 일반적으로 변수를 부르는 명칭을 입력하거나 내성 변수 이름을 입력하시면 됩니다.

보기 메뉴

보기 메뉴 버튼은 드로잉 보드 보기 제어와 객체 아이콘을 표시하는 법을 제공합니다.



그림 1-6 보기 메뉴

환경 설정

환경 설정 메뉴 항목은 레이아웃, 입/출력, 빌드 및 파이썬 탭을 포함하는 일련의 탭 시트를 포함하는 "기본 설정" 대화 상자를 불러옵니다. 이 창은 시작시 기본 라이브러리를 포함하여 새 레이아웃의 기본 환경 설정을 지정하는데 사용됩니다:

- **레이아웃:** 시작시 기본 라이브러리, 디렉토리 등의 세부 정보와 GPS-X 드로잉 보드에 있는 객체의 모양과 느낌에 대한 설정을 제공합니다.
- **입/출력:** 기본 입력 컨트롤러 및 출력 그래프 유형, 보고서 만들기 옵션에 대한 세부 정보를 제공합니다.
- **빌드:** 포트란 컴파일러 및 ACSL 모델 빌드 옵션에 대한 자세한 내용을 설정합니다.
- **파이썬:** GPS-X에서 사용하는 파이썬 예시에 대한 자세한 내용을 제공합니다.

툴바 → 공정 테이블

공정 테이블을 숨기거나 표시할 수 있는 기능을 제공합니다.

공정 테이블은 폐수처리 플랜트의 모델 레이아웃을 만드는데 사용되는 단위 공정 및 제어점 모음으로 구성됩니다. 이 테이블에 있는 각 객체의 복사본을 드로잉 보드로 드래그할 수 있습니다.

객체들은 일차 처리, 부유 성장 공정 및 슬러지 처리와 같은 유사한 단위 공정의 그룹으로 배열됩니다. 그룹 이름을 클릭하여 그룹을 열고 사용 가능한 객체를 표시합니다.

ZOOM

Zoom 메뉴의 객체에는 드로잉 보드에 적용되는 확대 수준을 조정할 수 있는 여러 옵션들이 포함되어 있습니다. 전체 드로잉 보드 영역은 한 개의 객체 아이콘을 포함할 수 있는 가로 32 * 세로 32 격자로 구성되어 있습니다. 대부분 모델은 20 개 레이아웃 객체보다 적게 필요하므로 표시 영역은 보통 전체 영역의 작은 부분입니다.

위치표시기를 이용하여 드로잉 보드를 확대, 축소할 수 있습니다. 드로잉 보드의 특정 부분을 확대하기 위해서는, 관심 영역 주변의 위치표시기 창을 포인터로 클릭하여 드래그합니다. 선택된 영역은 드로잉 보드에 현재 나타난 영역보다 넓다면, 축소가 됩니다.

선택/공정으로 확대 옵션을 사용하면 플랜트를 자동으로 확대하게 됩니다. 예를 들어 플랜트 모서리에 빈 블록이 나타나게 되는 형태에 해당합니다. 만약 드로잉 보드 상에 한 구역을 선택한 상태라면, 이 옵션을 통해 선택한 구역이 드로잉 보드 전체를 채우도록 확대가 이루어집니다.

축소 옵션을 사용하여 드로잉 보드의 각 가장자리에 블록의 행을 하나씩 추가하여 드로잉 보드를 축소할 수 있습니다.

확대 옵션을 사용하여 드로잉 보드의 각 가장자리에 블록의 행을 하나씩 제거하여 드로잉 보드를 확대할 수 있습니다.

격자 보기

드로잉 보드에 격자 선을 나타내거나 숨길 수 있도록 합니다.

라벨 보기

객체 또는 스트림 라벨을 숨기거나 표시합니다.

레이아웃의 각 공정의 연결 스트림에는 자동으로 라벨이 지정됩니다.

대조적으로, 공정 자체는 자동으로 라벨을 받지 않지만 사용자가 라벨을 지정할 수 있습니다. 특정 객체 또는 연결 지점에 할당된 라벨을 보는 것이 때때로 중요합니다.

창 선택

모델링 또는 시뮬레이션 환경에서 어느 창을 선택, 앞으로 가져오고 초점을 두는데 사용됩니다. 이는 그래프와 제어를 설정하는 동안 다른 창 뒤에 있는 창을 검색하는 데 유용합니다.

레이아웃 메뉴

레이아웃 메뉴에는 전역 시뮬레이션 매개변수, 사용자 정의 코드와 플랜트 일반 정보를 설정하는데 사용되는 항목이 포함됩니다.



그림 1-7 레이아웃 메뉴

일반 데이터

일반 데이터 메뉴 항목에는 시스템, 사용자 및 사용자 파일의 하위 메뉴가 있습니다.

시스템 하위 메뉴는 정상상태 해석 및 최적화 작동과 관련된 매개변수와 같은 전역 시뮬레이션 매개변수에 접근하는데 사용됩니다.

사용자 하위 메뉴는 사용자 정의 변수에 접근하는데 사용됩니다.

사용자 파일 하위 메뉴는 사용자 정의 코드 및 사용자 정의 변수를 정의하는데 사용됩니다.

플랜트 일반 정보

플랜트 일반 정보 항목을 사용하여 플랜트의 물리적 입력 매개변수 (플랜트 부지 특성 탭)와 시뮬레이션 날짜 (시뮬레이션 설정 탭)를 사용자 정의할 수 있습니다. 추가 플랜트 정보는 플랜트 정보 탭 아래에 저장할 수도 있습니다.

데이터 파일

데이터 파일 메뉴는 오직 시뮬레이션 모드에서만 사용 가능하며, 활성 상태의 시나리오에서 사용되는 파일을 관리하는 데 사용됩니다. 이 메뉴에서 사용자는 새로운 데이터 파일을 만들고, 기존 데이터 파일을 시나리오에 추가하거나 시나리오로부터 데이터 파일들을 삭제할 수 있습니다. 또한, 데이터 파일 편집을 할 수 있으나, 만약 해당 파일이 여러 시나리오에서 사용되고 있는 경우, 파일 편집 진행 시 모든 시나리오 내에 해당 파일의 정보가 변경되게 됩니다.

도구 메뉴

도구 메뉴는 플랜트 모델의 설정과 이용에 관한 항목을 포함합니다.



그림 1-8 도구 메뉴

정의

고형물 체류 시간(SRT) 및 유기물 부하율(F/M, Food to microorganism Ratio)를 포함하여 6 가지 레이아웃 전체 변수 중 하나를 계산하기 위한 방정식을 대화식으로 지정할 수 있습니다. 실제로 이러한 변수들에 대한 정의 방정식의 공식화는 플랜트에 따라 다릅니다. 정의 기능을 사용하면 특정 레이아웃에 대해 이러한 변수를 계산하는 방법을 대화식으로 지정할 수 있습니다.

빌드

모델 코드를 빌드하고 다시 작성할 시기를 아는 "자동 빌드" 기능이 있습니다. 그러나 사용자가 모델 빌드를 강제하려면 이 메뉴에서 수행할 수 있습니다.

이는 플로우 시트를 바이너리 실행 코드로 변환합니다. GPS-X 는 드로잉 보드의 그래픽 이미지를 먼저 ACSL(High Level Simulation Language) 코드로 변환한 다음 FORTRAN 바이너리 실행 프로그램으로 변환하는 특수 절차를 사용합니다.

분석

(이 기능은 분석 모듈을 구매하신 경우에만 이용이 가능합니다.)

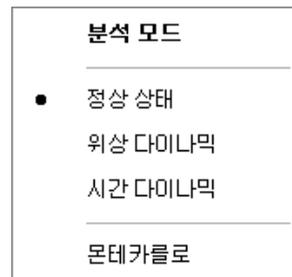


그림 1-9 분석 메뉴

선택한 매개변수에 대한 민감도 분석을 수행하여 '모델 타당성'을 테스트하는데 사용됩니다.

분석 하위 메뉴에서 분석 모드를 선택하시면 사용이 가능합니다. 분석을 위한 네 가지 옵션이 있습니다.

정상 상태	독립 변수의 다른 값들에 대한 정상상태 시뮬레이션을 수행.
위상 다이나믹	독립 변수의 다른 값들에 대한 특정 시점에서의 상태 변수를 계산.
시간 다이나믹	특정 시간격에 대한 독립 변수의 각 값에 대해 동적 시뮬레이션을 수행.
몬테카를로	특정 범위 및 확률 분포에 대한 독립 변수의 몬테카를로 분석을 수행.

최적화

이 기능은 최적화 모듈을 구매하신 경우에만 이용이 가능합니다.



그림 1-10 최적화 메뉴

중요한 모델 매개변수를 평가하기 위한 유연하고 동적인 최적화 패키지입니다. 적절한 종속 데이터 및 사용자 정의 목적 함수가 주어지면 GPS-X 는 선택된 모델 매개변수에 대한 최적 값을 찾을 수 있습니다.

최적화 하위 메뉴는 최적화 도구의 설정 및 작동을 제어합니다.

모델링 모드에서 최적화 모드를 선택하면 최적화를 설정하는 과정을 안내하는 마법사가 시작됩니다.

시뮬레이션 모드에서 최적화 모드를 선택하면 수행할 시뮬레이션에 최적화 기능을 사용할 것을 프로그램에 알립니다(최적화 모드로 변경).

최적화 설정 마법사

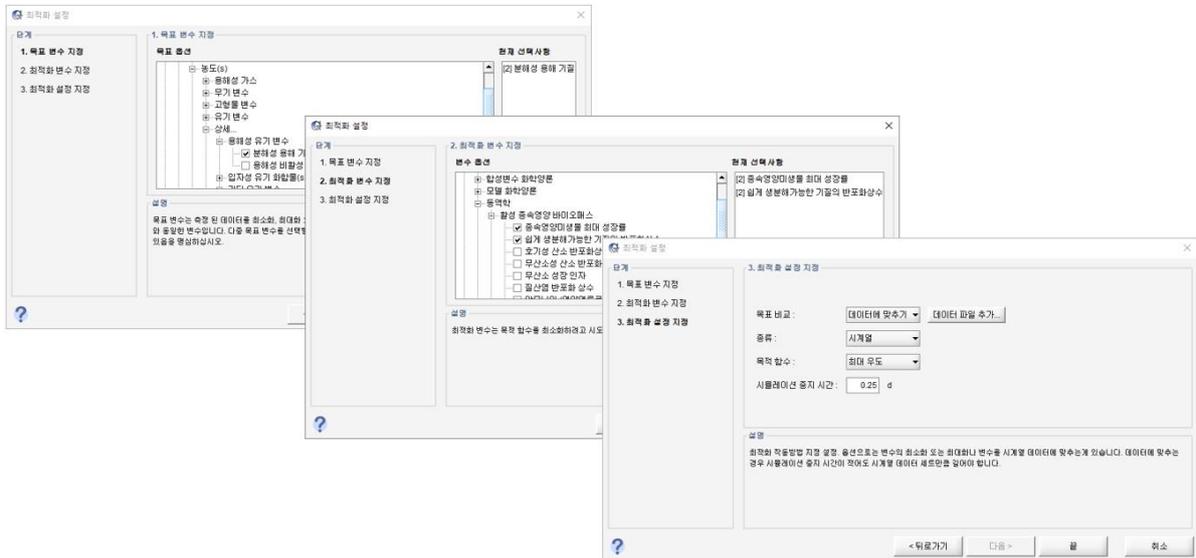


그림 1-11 최적화 설정 마법사

최적화 설정 마법사는 목표 변수를 지정하고, 변수를 최적화하며, 최적화 설정을 지정하는 데 사용됩니다. 일단 이 사항들이 지정되고 나면, 반드시 시뮬레이션 모드로 전환하여 GPS-X 가 자동으로 해당 최적화 매개변수를 가지고 입력 매개변수 메뉴를 생성하고, 목표 변수에 대한 결과 그래프를 생성할 수 있도록 해야 합니다.

종류

이 하위 메뉴에서 두 개의 옵션이 이용 가능합니다:

시계열 종속 데이터의 하나 또는 그 이상의 시계열 세트를 기초로 최적화 합니다.

DPE (Dynamic Parameter Estimation) 온라인 모델 보정에서의 사용에 대한 데이터의 이동 시간 창을 최적화 합니다. (이 기능은 추가 도구 옵션 모듈을 구매한 경우에 이용이 가능합니다.)

데이터 요구 사항 및 목적 함수의 형식은 수행되는 최적화 유형에 따라 다릅니다.

목적 함수

사용할 목적 함수의 형식을 지정할 수 있는 유연성이 있습니다. 이 하위 메뉴에는 다음과 같은 다양한 목적 기능 옵션이 포함되어 있습니다.

절대 오차 목적 함수의 절대 오차 형태를 만듭니다.

상대 오차 목적 함수의 상대 오차 형태를 만듭니다.

제공합 목적 함수의 절대 제공 오차의 합 형태를 만듭니다.

상대 적산 합 목적 함수의 상대 제공 오차의 합 형태를 만듭니다.

최대 우도 목적 함수의 최대 우도 형태를 만듭니다.

목적 함수에서 목표 변수와 관련된 오차는 예측된 값과 관측된 값의 차이입니다.

목표 변수

이 메뉴 항목은 최적화를 위해 선택된 목표 변수 목록을 보여줍니다. 이 항목을 사용하여 목표 변수 이름을 확인할 수 있습니다.

파이썬 스크립트 관리자

이 메뉴 아이템을 사용하면 '파이썬 스크립트 관리자' 창이 열리게 됩니다. **파이썬 스크립트 관리자**는 오직 GPS-X 가 시뮬레이션 모드일 경우에만 사용 가능합니다. 이 창을 사용하여 GPS-X 내에서 기존 파이썬 스크립트를 편집 혹은 실행하고 새로운 파이썬 스크립트를 생성할 수 있습니다.

라이브러리 메뉴

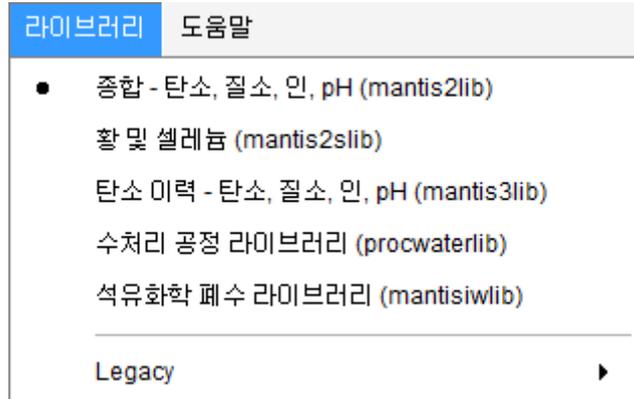


그림 1-12 라이브러리 메뉴

라이브러리 메뉴는 현재 레이아웃이 사용한 라이브러리를 선택/확인하는데 사용됩니다. 라이브러리에 대한 자세한 내용은 기술 참조서를 참고하시기 바랍니다.

도움말 메뉴

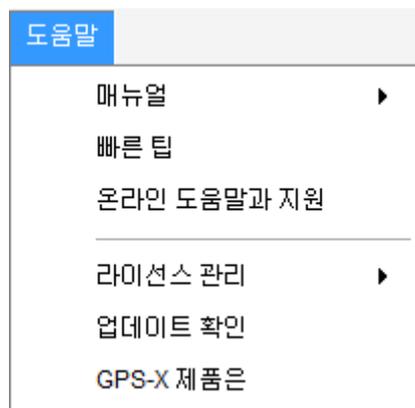


그림 1-13 도움말 메뉴

매뉴얼

매뉴얼 메뉴 항목에는 GPS-X 관련 자료에 대한 링크가 있습니다. 사용자 매뉴얼, 튜토리얼 매뉴얼, Model Developer 가이드, 기술 참고 매뉴얼을 선택하면 Adobe Acrobat Reader 를 사용하여 해당 GPS-X 매뉴얼을 전자문서 형식으로 보여줍니다.

빠른 팁

빠른 팁 메뉴 아이템을 사용하면 GPS-X Quick Tip 을 열 수 있습니다. 이 팁들은 GPS-X 의 기능들에 대한 요약 정보를 제공함으로써 사용자가 GPS-X 의 기능 중 잘 알고 있지 못 했던 기능에 대해 알려 주고, 기존에 알고 있던 기능을 더욱 잘 활용할 수 있도록 도와줍니다.

온라인 도움말과 지원

온라인 도움말 및 지원 메뉴 항목을 사용하면 Hydromantis 웹사이트의 온라인 도움말 및 지원 페이지로 이동합니다.

라이선스 관리

라이선스 관리 메뉴 항목에는 라이선스 활성화, 라이선스 이전, 라이선스 보기 하위 메뉴들이 포함되어 있습니다.

라이선스 활성화 메뉴 항목을 사용하여 하이드로소프트로부터 제공받은 제품 키를 활성화시킵니다.

라이선스 이전 메뉴 항목을 사용하면 GPS-X 라이선스를 서로 다른 컴퓨터 간에 이전하는 작업에 대한 안내문을 볼 수 있습니다.

라이선스 보기 메뉴 항목을 사용하면 현재 사용자의 컴퓨터에 설치된 현재 라이선스, 만료 날짜 및 기타 다양한 설정을 볼 수 있는 로컬 웹사이트를 엽니다.

업데이트 확인

업데이트 확인 메뉴 항목을 사용하여 현재 사용자가 GPS-X의 가장 최신 버전을 사용 중인지 확인할 수 있습니다.

GPS-X 제품은

About 메뉴로 해당 GPS-X의 버전에 대한 정보를 보여줍니다.

도구 모음

메인 툴바의 버튼은 다음과 같습니다. 시뮬레이션 모드와 모델링 모드에서 모든 버튼이 사용 가능한 상태가 되는 것은 아닙니다. 사용자가 수행하는 작업에 대한 자세한 내용은 이전 섹션의 해당 메뉴 항목 설명을 참조하십시오.

	새로 만들기		위치표시기
	열기		라벨
	저장		보고서
	잘라내기		정의
	복사하기		분석
	붙여넣기		최적화
	회전		데이터 파일
	반사	단위: SI/US	기본 단위 설정

드로잉 보드

드로잉 보드는 메인 창 중앙의 넓은 영역으로 처리장 공정 흐름도를 정의하는 곳입니다. 이를 수행하는 방법에 대한 설명은 **2장의 모델 레이아웃 만들기**를 참고하시기 바랍니다.



드로잉 보드의 좌측 상단 코너에는 플랜트 일반 정보(Site Properties) 버튼이 존재합니다. 이 버튼의 사용법에 대한 설명은 **4장의 플랜트 일반 정보**에 대한 내용을 참고하시기 바랍니다.

모델링/시뮬레이션 모드



그림 1-14 모델링/시뮬레이션 모드 버튼

모델링/시뮬레이션 모드 버튼을 사용하면 두 모드를 전환할 수 있습니다. 또한 레이아웃의 자동 재구성을 활성화합니다 (적용 가능한 경우).

모델링 모드	모델 생성 및 편집을 위한 모드입니다. 사용자가 드로잉 보드에서 모델을 그리고 변경하고 새 변수 또는 소스 객체를 정의하려면 모델링 모드에 있어야 합니다. 사용자 정의 코드 (CHAPTER 11 커스터마이징 참고)는 이 모드에 있는 동안 입력해야만 합니다.
시뮬레이션 모드	모델을 사용하고 분석하기 위한 모드입니다. 사용자는 모델을 실행하고, 시나리오를 작성 및 사용하고, 입력 및 출력 그래프를 작성 및 사용하고, 분석/최적화 기능을 사용하려면 시뮬레이션 모드에 있어야 합니다. 시뮬레이션 모드에서는 GPS-X 레이아웃 드로잉 보드가 회색 배경으로 나타납니다.

시뮬레이션 툴바

시뮬레이션 툴바는 오직 시뮬레이션 모드에서만 나타나며, 메인 창의 아래에 있습니다.



그림 1-15 시뮬레이션 툴바

시뮬레이션 진행 제어

-  **시작** 처음부터 시뮬레이션을 실행합니다.
-  **계속** 시뮬레이션이 일시 중지된 경우 해당 시점부터 시뮬레이션이 재개됩니다. 시뮬레이션이 '정지 시간'에 도달했다면, 그 값을 증가시켜서 시뮬레이션을 계속할 수 있습니다.
-  **중지** 시뮬레이션을 일시 중지합니다.

정상 상태

이 체크 박스는 정상 상태 해석을 사용할지 여부를 제어합니다.

시뮬레이션 시간/정상상태 수렴 진행 바

이 진행률 막대는 정상 상태 수렴 비율 (회색) 또는 시뮬레이션 진행률 (파란색) 중 하나를 표시합니다.



그림 1-16 시뮬레이션 시간/정상상태 수렴 진행 바

시나리오

이 메뉴에는 시나리오 내용을 선택, 작성, 삭제 및 표시하는 명령을 비롯한 시나리오 관련 명령이 들어 있습니다. 자세한 내용은 **CHAPTER 8**의 시나리오 사용하기 절을 참조하십시오.

정지 시간/통신/지연

시뮬레이션 툴바의 이 영역에서는 정지 시간, 통신 간격 및 지연 값을 편집할 수 있습니다. 이 세 가지 매개변수는 시뮬레이션 진행에 따라 대화식으로 변경할 수 있습니다.

세 변수 사이를 전환하려면 라벨을 클릭합니다.

정지 시간은 시뮬레이션이 정지할 때까지 실행되는 시간의 양입니다. 이 값은 시계열 그래프의 최대 시간을 설정하는데도 사용됩니다.

통신 간격은 모델과의 통신과 그래픽 인터페이스 사이의 시간 간격입니다. 이 간격은 그래프의 데이터 요소 사이의 간격과 입력 컨트롤러의 값으로 모델을 업데이트하는데 모두 영향을 줍니다. 0보다 큰 양수 값이 될 수 있습니다.

지연은 시뮬레이션 루틴에 삽입된 인위적인 지연으로, 시뮬레이션 속도가 느려집니다. 일부 모델의 경우 컨트롤을 변경하고 반응을 관찰할 수 있는 충분한 시간을 허용해야 할 수도 있습니다.

시뮬레이션 제어



이 메뉴에는 시뮬레이션과 관련된 여러 가지 설정과 모델로 보낼 수 있는 여러 가지 하위 수준 명령이 포함되어 있습니다. 이러한 옵션에 대한 자세한 내용은 **8 장의 시뮬레이션 제어** 섹션을 참조하십시오.

모델 재설정



모델 재설정 버튼을 사용하여 이전의 모든 시뮬레이션 반복과 결과를 지울 수 있습니다. 이 기능은 모든 레이아웃 설정을 유지하지만 **초기 조건**을 재설정합니다. 대부분의 사용자는 이 기능을 사용할 필요가 없습니다. 단순히 시작 버튼을 눌러 시뮬레이션을 다시 시작하면 적절한 위치에서 시뮬레이션이 시작됩니다.

CHAPTER 2

모델 레이아웃 만들기

레이아웃

GPS-X의 레이아웃은, 모델링 중인 물리적 객체에 대한 데이터가 포함됩니다. 가장 중요한 점은, 이러한 데이터에 사용 중인 모델, 물리적 치수 및 단위 프로세스 간의 연결이 포함된다는 것입니다. 레이아웃은 플랜트 제어의 종류, 시뮬레이션 설정에서의 유연성 정도, 사용자가 변경 가능한 모델의 변수들, 표시할 수 있는 반응 변수들을 포함하는 플랜트 모델의 구조를 정의합니다.

원하는 만큼 다양한 구성으로 레이아웃을 만들 수 있습니다. 레이아웃 및 관련 데이터는 나중에 사용하기 위해 저장할 수 있으며, 레이아웃의 정보는 보고서 양식으로 내보낼 수 있습니다. 보고서 및 문서를 준비할 수 있도록 이 정보와 레이아웃을 인쇄하거나 다른 문서로 복사할 수 있습니다. 레이아웃에는 시뮬레이션을 재생하는 데 필요한 모든 정보가 들어 있습니다.

레이아웃은 일반적으로 플랜트 공정 흐름도에 해당하며, 플랜트 공정 흐름도로부터 만들어 집니다. 하수처리 플랜트의 배치를 준비하려면 공장의 구성과 공장을 구성하는 단위 공정을 알아야 합니다. 사용자는 GPS-X에서 만들어진 레이아웃 샘플들을 참조하는 것이 좋습니다.

기존 레이아웃 열기



GPS-X 레이아웃 파일을 열기 위해서는 다음과 같이 합니다:

1. 열기 버튼을 클릭합니다.

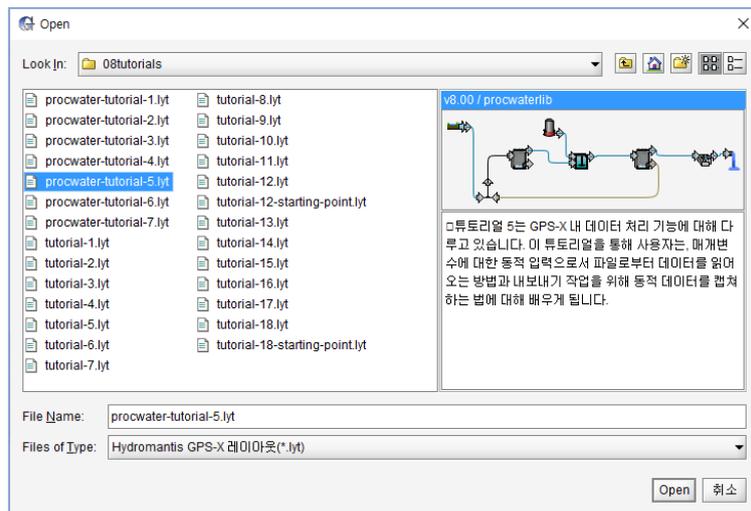


그림 2-1 열기 파일 탐색기

2. 검색해서 원하는 GPS-X 레이아웃 파일을 선택하기 위하여 **파일 탐색기**를 사용합니다.
3. **열기 버튼**을 클릭합니다. 레이아웃이 열립니다.

모델 레이아웃을 열기 전에, GPS-X 는 현재 레이아웃이 저장되었는지 확인합니다. 만약 레이아웃을 저장하지 않았다면, 레이아웃을 저장할 것인지 물어보는 대화상자가 표시됩니다.

사용자가 불러온 레이아웃이 적합한 GPS-X 라이브러리에 정의되어 있지 않는 변수를 담고 있다면, 변수가 표시된 팝업으로 경고창이 뜹니다.

새 레이아웃 만들기

새 레이아웃은 **파일** 메뉴에서 **새로** 만들기를 선택하거나 도구 모음에서 **새로 만들기** 버튼을 클릭하여 시작합니다.

레이아웃 저장하기

레이아웃 구성을 시작하기 전에 레이아웃을 새 파일 이름으로 저장하는 것이 가장 좋습니다. 레이아웃을 변경하면서, 레이아웃 파일을 업데이트 하기 위하여 **파일** 메뉴에서 **저장**을 선택하거나 도구 모음에서 **저장** 버튼을 클릭할 수 있습니다. 언제든지 레이아웃을 다른 파일 이름으로 저장하려면 **새 이름으로 저장** 항목을 선택합니다.

새 레이아웃을 만들기 위하여, 다음 단계를 따라합니다:

1. **파일** 메뉴를 열고 **새 이름으로 저장** 항목을 선택합니다.
2. 파일이 저장될 경로를 찾아보기 위해 **파일 탐색기**를 이용합니다.
3. **파일 이름 입력 필드**에서, 레이아웃 이름을 입력합니다. 레이아웃 이름은 영어-숫자 문자로 구성될 수 있습니다 (다른 제외, 공백 및 마침표는 허용되지 않음). 입력한 레이아웃 이름 (**.lyt**)에 자동으로 추가되므로 파일 확장명을 추가할 필요가 없습니다.
4. **저장** 버튼을 클릭합니다. 레이아웃이 저장되고 레이아웃 이름이 기본 창의 제목 표시 줄에 표시됩니다. 일반적으로 정보 손실을 피하기 위해 자주 작업을 저장하는 것이 좋습니다.

GPS-X 는 모델링 세션을 복원하는데 필요한 모든 정보를 마지막으로 파일을 저장했을 때의 상태로 저장합니다. 여기에는 레이아웃 객체와 그 연결성, 정의한 모든 컨트롤 및 지정한 그래픽 출력이 포함됩니다. 레이아웃과 함께 사용되는 여러 데이터 파일이 있으며 대부분의 경우 레이아웃 파일에 저장되는 것이 아니라 레이아웃 이름과 연결됩니다. 이러한 추가 파일에는 원시 데이터 파일, 코드 추가 및 출력 데이터 파일이 포함됩니다. 이 다른 파일에 대한 세부 사항은 다음 장에서 제공됩니다.

객체 선택 및 배치하기

이제 모델 레이아웃을 만들 준비가 되었습니다. GPS-X를 사용하면 **공정 테이블**의 객체에서 객체 아이콘을 선택하고 드로잉 보드에 배치하여 모델을 사실적으로 작성할 수 있습니다. 플랜트의 그래픽 표현 결과는 나중에 동적 모델로 변환됩니다. 객체에서 선택하려면 먼저 공정 테이블을 표시해야 합니다.

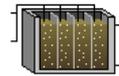
공정 테이블을 숨기거나 나타내기 위하여:

1. **보기 > 툴바 > 공정 테이블 메뉴 항목을 선택합니다.** 공정 테이블 창이 드로잉 보드의 왼쪽 편에 나타납니다. 객체들은 유사한 단위 공정들의 모음으로 그룹화 되어있습니다. 그룹을 열기 위하여 그룹 이름 (예, 부착성장식 공정)을 클릭합니다.

객체, 아이콘 및 모델이 구별됩니다. **객체**는 일반적으로 단위 프로세스 또는 제어점 (아이콘 및 모델 포함)을 참조하는데 사용되며 **아이콘**은 그림을 나타내는데 사용되고 **모델**은 기본 수학 공식을 나타냅니다. 이 구별은 레이아웃 정보가 저장되는 방식을 이해하고 자신의 아이콘과 모델을 포함하도록 어떻게 GPS-X를 조정하는지를 위하여 중요합니다. 이 주제들에 대한 종합적인 검토는 CHAPTER 11에 나와있습니다.

각 객체에는 하나 이상의 모델이 있습니다. 드로잉 보드에서 아이콘을 조작하여 플랜트의 도식적 표현을 만듭니다. 레이아웃의 아이콘은 이미지로, 모델 자체가 아닌 모델링 되는 객체의 유형을 시각적으로 알려 줍니다. 각 아이콘은 하나 이상의 모델에 연결되어 있으며 전체 모델의 준비 과정에서 조작됩니다.

```
r11&o(i)=tdmuh&o*MssHETl&o(i)*MsoHETl&o(i)*xbhl&o(i)
r21&o(i)=tdmuh&o*MssHETl&o(i)*IsoHETl&o(i)*MsoHETl&o(i)*etag&o*xbhl&o(i)
r31&o(i)=tdmua&o*MsnhNITl&o(i)*MsoNITl&o(i)*xbal&o(i)
r41&o(i)=tdbh&o*xbhl&o(i)
r51&o(i)=tdbhc&o*xbhl&o(i)
```



플러그흐름 반응조 모델

플러그흐름 반응조 아이콘

그림 2-2 객체와 객체의 속성 간에 만들어지는 차이점

공정 테이블이 표시되면, 드로잉 보드에 객체를 배치할 수 있습니다.

객체를 선택하고 드로잉 보드에 아이콘을 배치하기 위하여:

1. **공정 테이블에서, 객체 그룹을 클릭합니다.**
2. 객체 아이콘에서 마우스 왼쪽 버튼을 **클릭한 채로** 드로잉 보드로 객체를 드래그 합니다.
3. 마우스 버튼을 **땡니다**. 객체 아이콘의 복사본이 드로잉 보드에 놓일 것입니다.

이 작업을 반복하여 드로잉 보드에 객체 아이콘을 계속 놓을 수 있습니다. 드로잉 보드는 동일한 크기의 셀로 구분됩니다. 전체 드로잉 보드 영역은 32x32 그리드입니다. 각 셀은 하나의 공정 아이콘을 포함할 수 있습니다. 격자 선을 보려면 보기 메뉴에서 **격자 보기**를 선택합니다.

일단 드로잉 보드 영역에 아이콘을 놓으면, 관심있는 객체 위로 마우스를 클릭하고 드래그하여 드로잉 보드 영역에서 객체를 선택하여 새로운 객체를 추가하는 다른 방법이 있습니다. 이 작업은 선택된 모눈 셀 주위에 빨간색 선택 상자를 만듭니다. 드로잉 보드의 영역을 선택하여 필요에 따라 잘라내거나, 복사하거나 삭제할 수 있습니다. 개체를 잘라내거나 복사한 경우 드로잉 보드의 다른 영역에 붙여 원본의 정확한 복사본 (원본에서 변경한 특성 포함)을 만들 수 있습니다. 객체 속성 변경은 CHAPTER 4에서 설명합니다.

객체 연결하기

플랜트 레이아웃을 만들 때 사용자는 먼저 모델링할 객체를 결정한 다음 이전 섹션에서 설명한대로 해당 아이콘을 드로잉 보드에 배치할 것입니다. 그렇게 함으로써, 공정 객체들 사이의 흐름 경로를 확립할 필요가 있습니다. 이러한 연결성은 GPS-X가 동적 모델 방정식이 준비되는 물질 수지를 개발하는데 필요하므로 중요합니다.

아이콘 연결 포인트

각 아이콘에는 여러 개의 연결 지점이 있습니다. 이 점은 아이콘에서 나온 가로 또는 세로 선으로 그려지기 때문에 쉽게 인식할 수 있습니다. 연결 지점을 더 크게 나타내려면 메인 메뉴의 보기 > 환경 설정 > 레이아웃 탭에서 "공정 연결선 보기"를 선택할 수 있습니다.

숫자는 라벨로 연결 지점에 자동으로 지정됩니다. 각 스트림 라벨은 레이아웃에서 유일해야만 합니다. CHAPTER 4 장의 라벨 섹션에서 설명한대로 이 라벨을 쉽게 변경할 수 있습니다.

드로잉 보드에 아이콘을 배치하면 연결 지점이 활성화됩니다. 즉, 마우스 포인터를 연결 지점 위로 이동하면 화살표 포인터가 사라지고 연결 지점에 연결 화살표가 그려집니다.

그림 2-3 에서 볼 수 있듯이 마우스 포인터를 연결 지점 위에 놓으면 작은 연결 화살표가 표시됩니다 (플러그흐름 반응조의 오른쪽, 연결 지점 3).

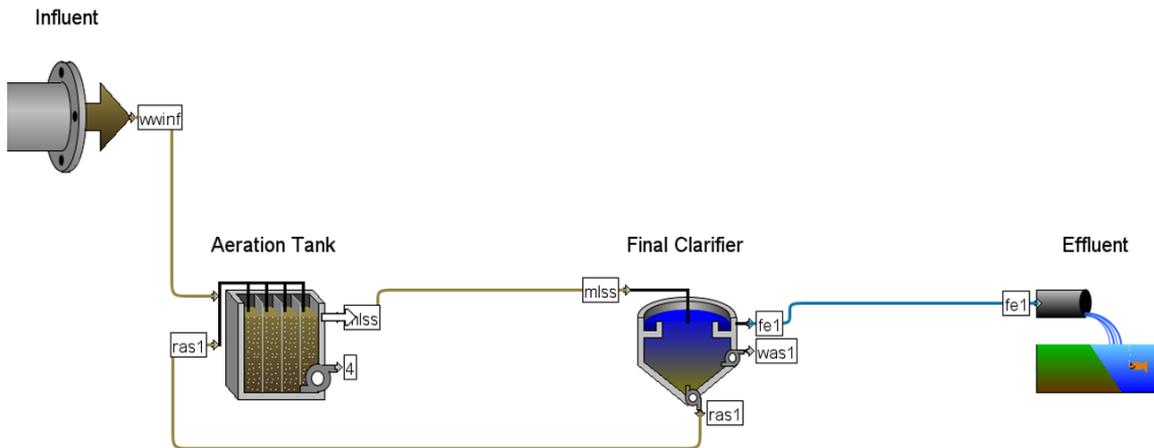


그림 2-3 연결 지점을 보여주는 모델 레이아웃 (반응조 유출 연결 지점이 선택됨)

유량 경로 지정

두 객체의 연결점 결합에 의해서 유량 경로가 정해집니다.

유량 경로를 지정하기 위해서 다음과 같이 합니다:

1. 마우스 포인터를 연결하고자 하는 객체의 연결점 위에 올립니다. 마우스 포인터가 아이콘 연결점 위에 있을 때 연결 화살로 바뀝니다.
2. 마우스 왼쪽 버튼을 클릭하여 연결 선을 유량 연결을 끝내고자 하는 아이콘 연결점으로 드래그합니다. 마우스 포인터가 아이콘 연결점 위에 있을 때 연결 화살로 바뀝니다.
3. 마우스 버튼 누른 것을 땁니다. 이 실행으로 경로를 결정할 수 있습니다.

경로를 제거하기 위해서는 다음과 같이 합니다:

1. 마우스 포인터를 삭제하고 싶은 유량 경로의 연결 시작점이나 끝점 위로 옮깁니다. 마우

스 포인터가 아이콘 연결점 위에 있을 때 연결 화살로 바뀝니다.

2. **마우스 왼쪽 버튼을 클릭하고 연결 선을 빈 드로잉 보드로 드래그합니다.**
3. **마우스 버튼을 땁니다.** 유량 경로를 삭제할 것인지 묻는 메시지가 나타납니다.

유량 경로를 움직이기 위해서는 다음과 같이 합니다:

1. **마우스 포인터를 움직이고 싶은 유량 경로의 연결 시작점이나 끝점 위로 옮깁니다.** 마우스 포인터가 아이콘 연결점 위에 있을 때 연결 화살로 바뀝니다.
2. **마우스 왼쪽 버튼을 클릭하고 연결 선을 유량 경로의 새로운 대상으로 드래그합니다.**
3. **마우스 버튼을 땁니다.**

흐름 경로 주변 정리

드로잉 보드에 흐름 경로가 정확하게 그려지면 두 객체를 연결하는 선의 위치를 이동하여 다이어그램을 더 선명하게 표시하고 깔끔하게 만들 수 있습니다.

객체에 대한 연결을 유지하면서 기존 흐름 경로를 이동하려면 다음 단계를 완료합니다:

1. **마우스 포인터를 시작과 끝 연결 지점 사이의 흐름 경로 선 위에 놓습니다.** 선의 방향에 따라 포인터가 위/아래 또는 왼쪽/오른쪽 화살표로 변경됩니다.
2. **선을 다른 위치로 드래그하는 동안 마우스 왼쪽 버튼을 누른 채로 있습니다.**
3. **마우스 버튼을 땁니다.** 이 작업은 필요한 만큼 많은 모서리를 만드는 데 필요한 만큼 여러 번 할 수 있습니다.

일반적으로 드로잉 보드에 원하는 객체 아이콘을 배치한 다음 흐름 경로를 지정해야 합니다. GPS-X에는 적절한 유로를 선택하는데 도움이 되는 로직이 포함되어 있습니다. 예를 들어, GPS-는 아이콘 입력에서 시작하여 아이콘 출력에서 끝나는 흐름 경로를 허용하지 않습니다. 마찬가지로 동일한 아이콘에서 시작하고 종료하는 흐름 경로를 가질 수 없습니다. 이 논리는 부정확한 레이아웃이 생성되는 것을 방지하고, 모델이 정확도를 높이기 위한 것입니다. 모든 아이콘의 모든 연결 지점에 대한 흐름 경로를 지정할 필요는 없습니다. 예를 들어, 어떤 레이아웃에는 하나 이상의 객체가 유입유량이 0 이고, 따라서 유입 연결점에 연결이 없는 경우도 있습니다.

흐름 경로 색상

경로 색상을 사용하여 스트림에 대한 정보를 전달할 수 있습니다. 하나의 스트림에 대해 사용 가능한 색상에는 파란색, 갈색, 검정색의 3 가지가 존재합니다.

파란색 스트림은 처리된 물의 흐름을 의미합니다. 여기에는 후처리 객체에 의해 처리된 스트림, 침전지 월류에서 나온 스트림, 혹은 물 유입수가 포함됩니다.

갈색 스트림은 폐수 흐름을 나타낼 때 사용합니다. 여기에는 침전지 반송 라인, 부유 성장 유출수, 하폐수 유입수가 포함됩니다.

검정색 스트림은 단순히 객체를 보는 것만으로는 물의 처리 수질을 즉각적으로 판단할 수 없는 스트림을 나타낼 때 사용합니다. 여기에는 흐름 혼합기, 흐름 분산기, 블랙박스 객체가 포함됩니다.

레이아웃 편집하기

플랜트 레이아웃을 만드는데 있어 객체 아이콘과 흐름 경로를 추가하거나 제거하고 대체 레이아웃을 조사, 기존의 것을 교정하는 것이 필요합니다. 다음은 이와 같은 목적에 맞는 편집 기능에 관한 것입니다.

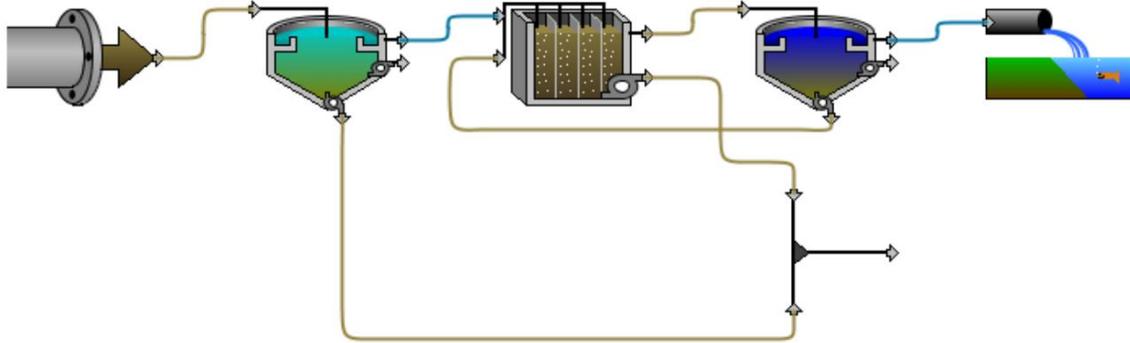


그림 2-4 표준 활성 슬러지 공정의 레이아웃

그림 2-4는 표준 호기성 (활성 슬러지) 처리 공정에 대한 완성된 레이아웃을 보여줍니다. 레이아웃은 하나의 유입수, 1차 침전지, 플러그흐름 반응조, 2차 침전지 및 유출수 구조로 구성하고 있습니다. 1차 침전지로부터 나오는 폐유량과 플러그흐름 반응조는 레이아웃에서 유량을 통합하는 혼합기 객체와 관련되어 있습니다. 혼합기 객체로 연결되어 있습니다.

다음과 같은 상황에서 레이아웃의 편집기능을 사용할 수 있습니다. 예를 들어, 이미 작성된 레이아웃의 공정에서 일부만 복사하여 사용하거나, 공정의 일부 중 객체를 삭제하여 다른 객체로 대체할 수도 있고, 연결선을 변경하여 다른 곳으로 연결할 수도 있습니다. 또한 1차 침전지의 유무에 따른 플랜트의 성능을 파악하고 싶을 때는 동일한 레이아웃을 복사하여 1차 침전지만 추가하여 사용할 수 있습니다.

아이콘 배치는 정확하지 않을 수 있습니다. 하나 이상의 아이콘을 옮기기를 원할지도 모릅니다. 어떤 경우에는 유량 경로를 옮겨야 하거나, 시작 또는 끝 점을 바꿔야 할 때도 있습니다. 예를 들어, 폐유량 경로를 옮기면 플러그흐름 반응조보다는 2차 침전지로부터 폐유량이 발생합니다.

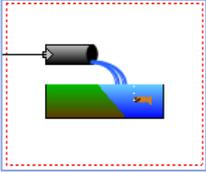
편집은 모델 구조 영향에 변화를 줄 수 있습니다; 그러나, 다른 경우에 이 변화는 표면적일 뿐입니다. 예를 들어, 플러그흐름 반응조를 완전혼합 반응조로 대체하면 플랜트 모델이 상당히 바뀔 것입니다. 같은 반응조를 드로잉 보드의 다른 위치로 옮기면 (유량 경로 또한 변화를 주지 않는다고 가정) 모델의 공식화에 영향을 미치지 않습니다.

표면적으로 유용하게 변화를 주는 작업은 회전입니다. GPS-X는 유량 흐름 배치를 수정하기 위하여 객체 아이콘을 유용하게 변화를 주는 기능을 제공합니다. 객체 연결점 간의 흐름 경로를 그리는 특별한 맵핑 기술을 사용합니다. 아이콘 회전은 여러 흐름 경로를 포함하는 복잡한 작업에 대해 개선된 흐름 경로 배치로 나타납니다.

일부 편집 작업은 블록 안에서 행할 수 있습니다. 이것은 레이아웃에 큰 변화를 줄 때 편리합니다. 블록 복사, 자르기, 붙여 넣기와 삭제를 사용합니다. 몇 가지 평행 열이 동일하다면, 하나의 열을 복사하거나 남은 열을 만드는 블록 옵션을 사용하면 됩니다. 레이아웃의 넓은 부분은 블록-삭제에 있는 영역을 끌어내어 제거할 수 있습니다. 블록-자르기, 붙여 넣기를 이용하여 큰 블록을 다른 위치로 쉽게 옮길 수 있습니다. 이러한 작업은 아래에서 자세히 설명합니다.

드로잉 보드에 하나 이상의 객체 선택하기

단일 객체 선택하기:



1. 관심 객체에서 마우스를 클릭하여 드로잉 보드에 있는 객체를 선택합니다. 선택된 객체 주변에 붉은 선택 상자가 생깁니다.

객체 블록 선택하기:

1. 관심 영역에 걸쳐 클릭하고 드래그하여 드로잉 보드의 영역을 선택합니다. 선택된 격자 셀들 주변에 붉은 상자를 생깁니다.

드로잉 보드의 영역이 객체를 선택하면 영역은 삭제, 복사 또는 자르기, 붙여 넣기를 할 수 있습니다.

삭제하기

드로잉 보드에서 선택된 영역으로부터 객체 삭제하기:

1. 위에서 설명한 대로 드로잉 보드의 영역을 선택합니다. 이 작업은 선택된 객체 주위로 빨간 선택 박스를 만듭니다.
2. 메인 메뉴에서 편집 > 삭제를 선택하거나 키보드에서 Delete 키를 누릅니다. 삭제 실행을 확인하기 위한 경고 메시지가 나타날 것입니다. 아니오를 선택하면, 객체는 삭제되지 않을 것입니다. 네를 선택하면, 객체 아이콘과 그 기본 모델이 삭제됩니다.

복사하기와 자르기

드로잉 보드의 선택된 영역을 자르거나 복사하기:



1. 관심 지역 주변을 마우스로 클릭한 뒤 드래그하여, 드로잉 보드의 영역을 선택합니다. 선택된 블록이 밝은 파란색으로 표시됩니다.



2. 도구 모음에서 적용 가능한 자르기/복사하기 버튼을 클릭합니다. 이 작업은 객체 데이터를 로컬 클립보드에 저장하게 됩니다.

붙여 넣기

저장한 객체를 클립보드에 붙여 넣기:



1. 붙여 넣기 할 객체가 있는 드로잉 보드의 셀을 클릭합니다.
2. 도구 모음에서 붙여 넣기 버튼을 클릭합니다. 자르거나 복사한 객체는 선택된 셀에 붙여 넣기 합니다.

복사 작업을 수행할 때 격자를 표시하는 것이 때때로 유용합니다. 표시된 격자로 선택 및 배치를 단순화하는 각 셀의 경계를 보기 쉽습니다. 특히 객체를 자르고 복사하고 삭제하고 싶을 때 유용합니다.

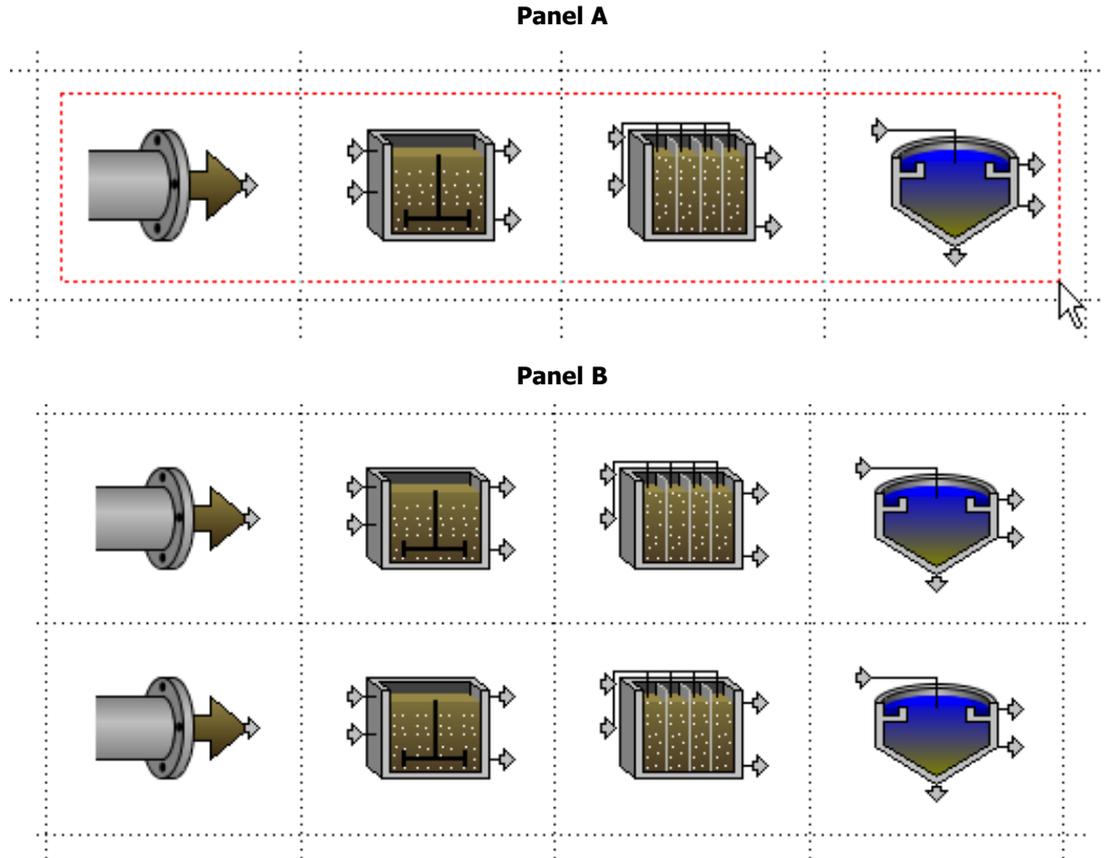


그림 2-5 블록 복사 작업 수행하기

회전



때로는 아이콘의 방향을 변경하는 것이 유리할 수 있습니다. 어떤 경우에는 유로의 위치를 조정하는 것이 시각적으로 필요할 수 있습니다. 이는 유량 혼합기와 분산기에서 종종 있는 경우입니다. 아이콘이 회전하면 객체 간의 연결이 유지됩니다.

아이콘 회전하기:

1. 회전할 객체를 선택 클릭합니다.
2. 도구 모음 위의 회전 버튼을 클릭합니다. 아이콘이 90도로 회전합니다. 원하는 모양이 될 때까지 회전 버튼을 계속 클릭합니다.

반사 (Mirroring)



때때로 필요한 또 하나의 외관 변화는 객체 아이콘을 반사 (미러링)하는 것입니다.

객체의 아이콘을 반사 시키기 위하여 다음과 같이 합니다:

1. 뒤집을 객체를 선택합니다.
2. 도구 모음에 있는 반사 버튼을 클릭합니다. 객체 아이콘이 반전됩니다.

확대, 축소 및 이동



드로잉 보드 상에 여러 개의 객체를 놓은 뒤, 드로잉 보드 상 흰 공간의 양을 줄여서 확대 수준을 조정하거나, 플랜트 내 특정 객체에 집중하고자 하는 경우가 있습니다. 이 때 사용 가능한 것이 바로 **선택/공정으로 확대**입니다.

플랜트를 확대하려면,

1. **선택/공정으로 확대**를 클릭합니다. (보기 메뉴 > **zoom**)

GPS-X는 드로잉 보드에서 확대 수준을 조정하여 플랜트 각 가장자리마다 흰 공백이 생기게끔 플랜트 확대 비율을 축소합니다.

관심 있는 객체를 확대하려면,

1. 관심 있는 지역을 마우스로 클릭 및 드래그하여 드로잉 보드 상에서 해당 지역을 선택합니다. 선택한 지역이 밝은 파란색으로 표시됩니다.
2. **선택사항/플랜트 확대** 아이콘을 클릭합니다. 선택한 지역이 확대되어 드로잉 보드 전체를 채우게 됩니다.

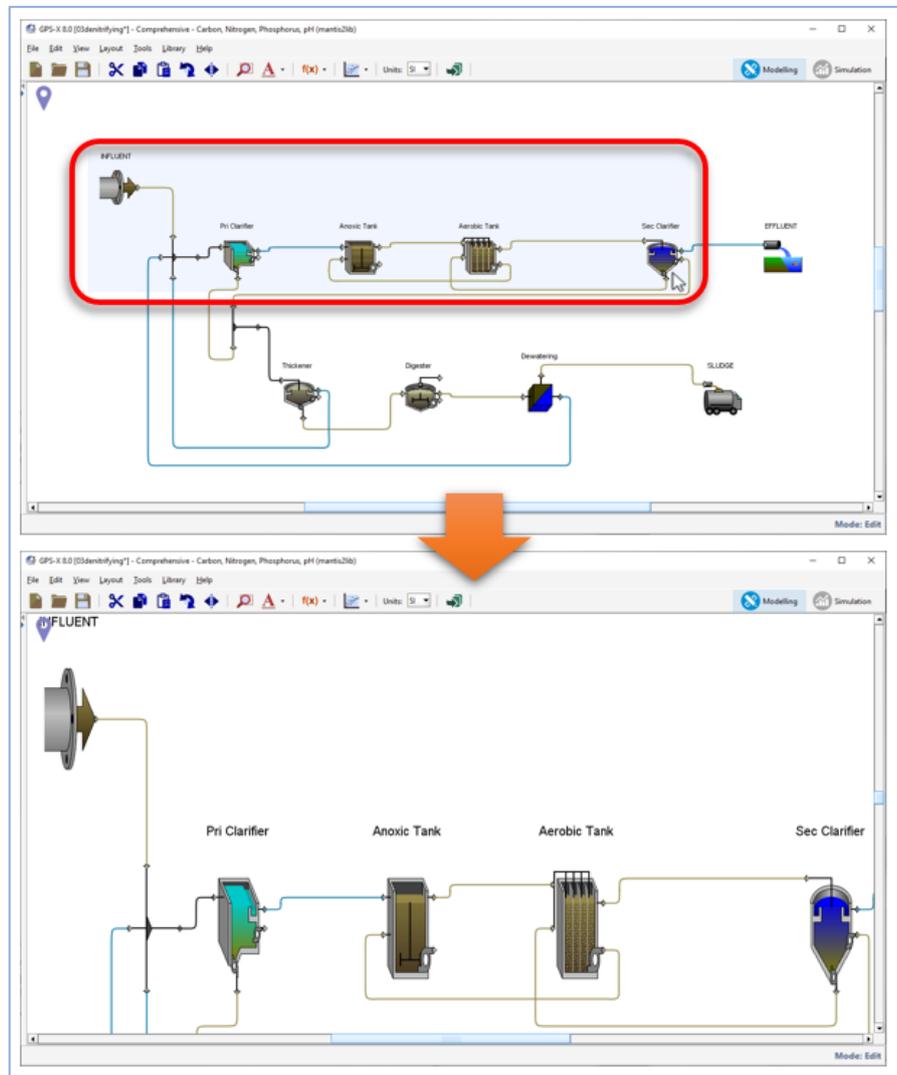


그림 2-6 선택사항 확대 비율 조절

이 방법 외에, 드로잉 보드에 추가될 흰 공백의 양을 사용자가 원하는 대로 조정하고 싶다면, 위치표시기를 사용하면 됩니다.

위치표시기 창은 전체 드로잉 보드를 볼 수 있는 관점과 같습니다.

위치표시기를 표시하려면,

1. 보기 > 확대 메뉴 아래에서 위치표시기 메뉴를 클릭합니다.

사용자의 레이아웃을 작고 간단하게 축소한 버전이 위치표시기 창 안에 보입니다.

또한, 위치표시기 창 안에 보이는 것은 직사각형 구역이므로, 현재 드로잉 보드에서 보이는 전체 사용 가능한 작업 영역 부분과 일치합니다.

드로잉 보드의 부분을 확대, 축소하기:

1. 위치표시기로 박스 모양으로 마우스를 드래그 아웃합니다. 드래그 영역은 보고 싶은 전체 영역의 부분과 일치해야 하며, 빨간색 사각형으로 표시됩니다. 사각형을 드래그 하면, 드로잉 보드 스케일이 변경됩니다.

드래그 작업이 완성되면, 선택된 영역이 보여지며 드로잉 보드가 업데이트됩니다. 선택 영역이 이전의 영역보다 작다면, 확대 효과입니다. 유사하게, 선택 영역이 이전의 영역보다 크다면, 축소 효과가 작용한 것입니다.

그림 2-7은 다른 크기로 위치표시기와 드로잉 보드 모두를 보여줍니다. 위 그림은 디폴트 크기와 상응하는 위치표시기 창을 보여줍니다. 아래 그림에서 보여진 바와 같이 위치표시기 안에서 큰 영역을 드래그 할 때는 비율이 작아지고 객체 아이콘은 작게 나타납니다.

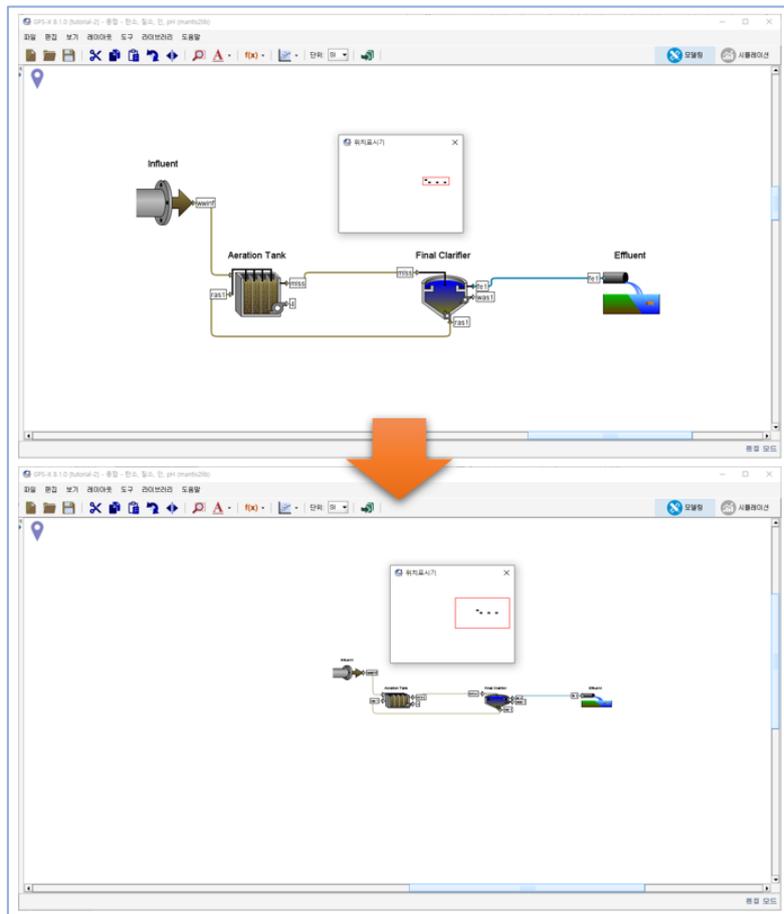


그림 2-7 위치표시기 창 축척 (2가지 보기)

레이아웃 히스토리 데이터베이스

레이아웃 히스토리 기능은 레이아웃을 단계별로 저장하는 것을 의미합니다. 사용자가 레이아웃을 저장할 때마다 복사본이 데이터베이스에 저장이 되는 것입니다.

이 기능을 사용하기 위해서는, 메뉴의 보기 > 환경설정을 클릭하여 "히스토리 저장 기능"을 선택합니다.

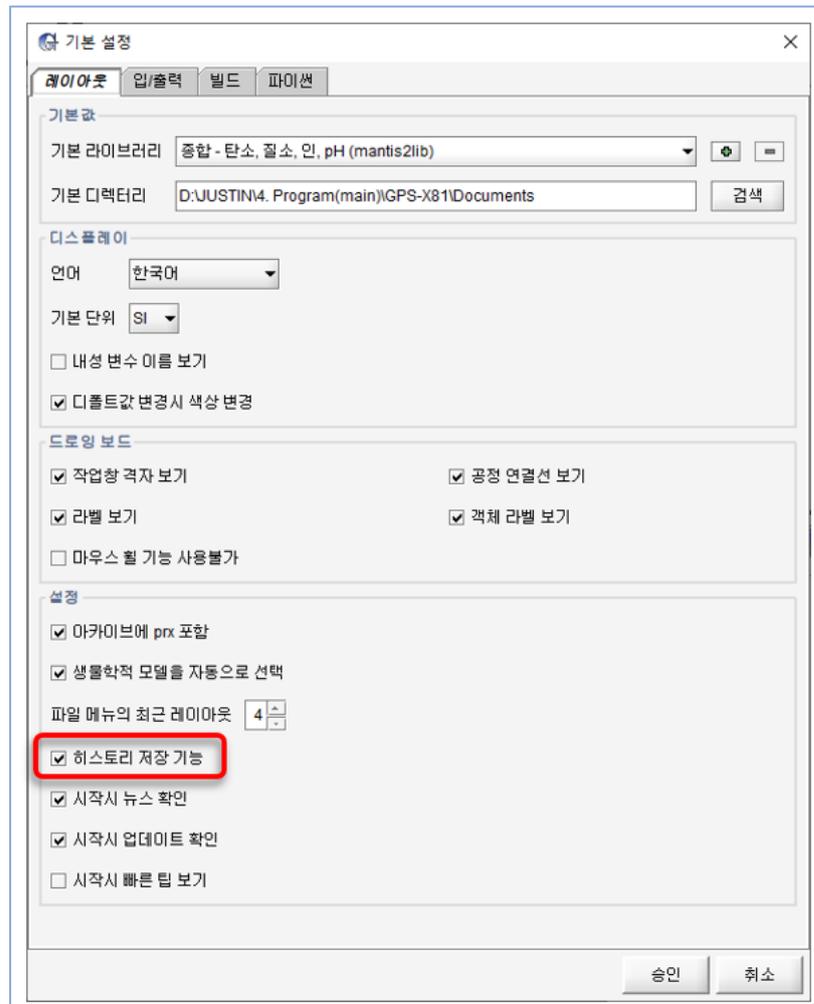


그림 2-8 히스토리 저장 기능

"히스토리 저장 기능"을 체크하면, 저장된 레이아웃의 데이터베이스는 사용자 로그인 디렉터리에 만들어집니다. 이 데이터베이스 디렉터리의 이름은 **.gpsxhistory** 입니다. 사용자가 저장 혹은 새 이름으로 저장을 선택하여 저장하면 데이터베이스에 백업됩니다. 처음에 열렸던 기존의 레이아웃은 데이터베이스에 저장됩니다.

사용자의 레이아웃 히스토리를 보기 위해서, 파일 > **History** 를 선택합니다.

참고: 이 기능은 모델링 모드에서만 사용가능 합니다.



그림 2-9 History 메뉴

GPS-X 에 이미 레이아웃이 열어져 있다면, 아래와 같이 대화 상자에 해당 시간이 적힌 대로 히스토리를 볼 수 있습니다.

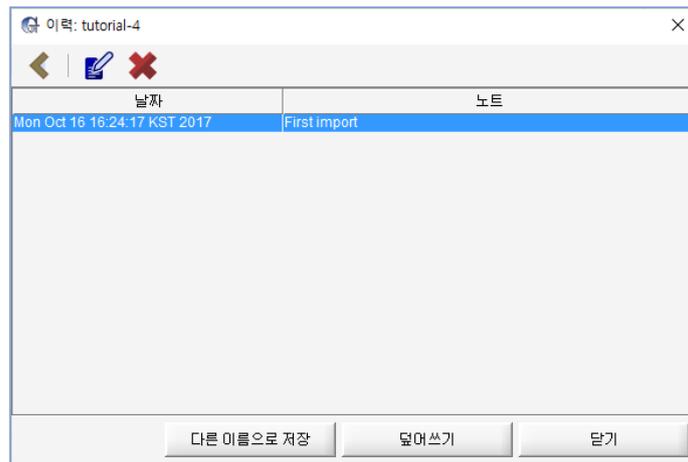


그림 2-10 History 대화 상자

이 대화 상자에는 몇 가지 옵션이 표시됩니다.

- (1) 각 타임 스탬프에 메모를 추가하여 해당 시점의 레이아웃을 설명 할 수 있습니다.
- (2) 삭제할 하나 이상의 항목을 선택할 수 있습니다. 관심이 없는 항목을 삭제하면 하드 디스크의 공간을 절약하고 데이터베이스 액세스 속도를 높일 수 있습니다.
- (3) 원하는 타임 스탬프 항목을 선택하고 "덮어쓰기"를 클릭하면 기존 레이아웃을 덮어 쓸 것인지 묻는 메시지가 나타납니다 (이 레이아웃은 덮어 쓰기 전에 백업됩니다).
- (4) 또는 레이아웃을 현재 디렉토리와 다른 디렉토리에 두려면 "다른 이름으로 저장"을 선택합니다.

대화 상자 창에서 레이아웃이 열려 있지 않거나 레이아웃  을 클릭했다면 다른 레이아웃 대화 상자가 나타납니다. 레이아웃에 대한 디렉토리 경로를 포함하여 데이터베이스에 저장됩니다.

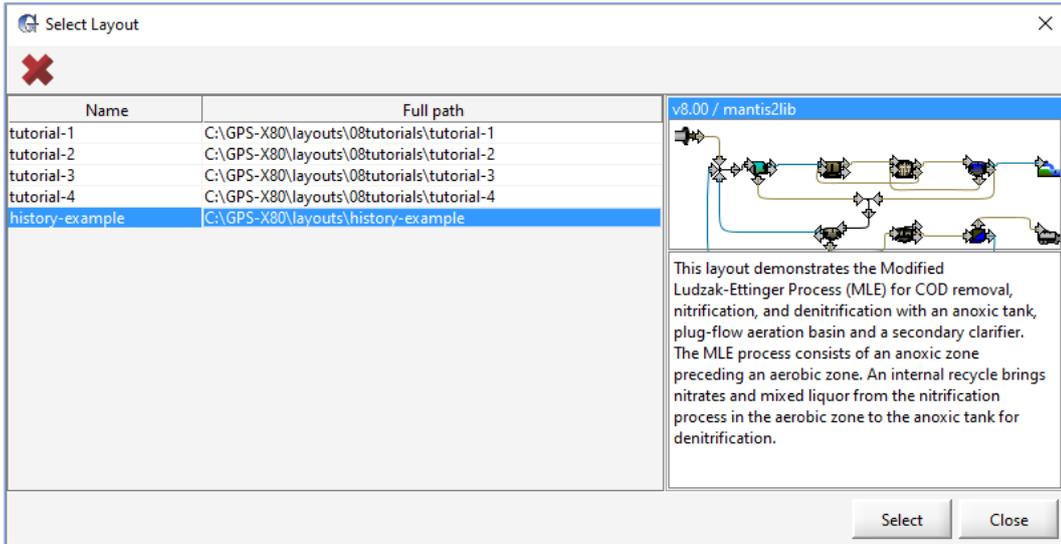


그림 2-11 레이아웃 선택 대화 상자

대화상자에서 레이아웃을 선택하여, "선택(Select)" 버튼을 누르면, 해당 레이아웃에 대한 타임스탬프 히스토리 대화상자가 나타납니다.

데이터베이스에서는 입력 데이터 파일(.dat, xls)을 저장하지 않습니다. 따라서 사용자는 이런 파일을 분리해서 백업해야 합니다.

옵션의 환경설정 메뉴에서 "히스토리 저장 기능"을 선택하지 않으면, 데이터베이스는 가동되지 않고, 차후에 사용하고자 할 경우에는 이 기능을 체크하여 사용하면 됩니다. 사용자는 데이터베이스 디렉터리를 (<User>/.gpsxhistory)에 백업할 수 있습니다. 환경설정 대화상자에서 "히스토리 저장 기능"을 먼저 선택해야 백업을 진행하는 동안 데이터베이스가 비활성화 상태가 됩니다.

히스토리 데이터베이스는 GPS-의 한가지 경우에 적용할 수 있는 것입니다. 레이아웃 히스토리 기능이 활성화된 상태에서 GPS-X 의 추가 예시들이 열려 있는 경우에는 히스토리 기능이 여전히 회색으로 표시되어 비활성 되어 있을 것입니다. 결론적으로 이 레이아웃은 GPS-X 복사본으로부터 데이터베이스에 저장되지 않습니다.

CHAPTER 3

유입수 조연자

유입수 조연자(Influent Advisor)

플랜트로 유입되는 유입수의 성상을 수학적으로 파악하는 것은 시스템을 모의하는데 있어 상당히 중요한 요소입니다. 유입수에 성상에 대한 고려를 하지 않을 경우에는 플랜트의 동적 현상(dynamic behavior)을 모의하는데 상당한 제한이 될 수 있습니다.

Hydromantis는 유입수 조연자라는 도구를 만들었고 이는 사용자들에게 유입수에 대해 쉽게 이해하고, 실제 측정된 유입수 데이터와 매우 일치하도록 특성화를 달성하는데 있어 도움을 줍니다.

유입수 모델의 선정은 후속 공정에서 사용하는 생물학적 모델의 선택에 따라서 달라집니다. 왜냐하면 생물학적 모델에 따라 각각 다른 상태변수를 사용하기 때문입니다. GPS-X는 후속 공정에서 어떤 생물학적 모델이 선택되었는지에 따라, 자동으로 유입수 모델이 설정됩니다. 즉, ASM1모델이 생물학적 모델로 선택되었다면, 생분해가능한 용해성 COD 는 ss변수로 지정되고, 반면에 ASM2d 모델을 선택하였다면 용해성 기질로 ss가 아니라, sf 혹은 slf 변수로 지정이 됩니다.

유입수조연자의 인터페이스는 다음 그림 3-1과 같습니다.



그림 3-1 유입수 조연자 예시

맨 왼쪽에 위치한 **사용자 입력** 열은 사용자가 해당 유입수 모델에 대한 성상을 직접 숫자로 입력할 수 있습니다.

가운데 열의 **상태 변수**는 왼쪽에 입력한 농도와 양론 값을 기본으로 한 계산된 상태변수의 요약입니다. 맨 오른쪽의 **합성 변수** 열은 사용자 입력과 상태 변수를 기반으로 계산된 값입니다. 사용자가 **사용자 입력** 열에 데이터를 입력하면, 그 값을 기준으로 자동으로 우측에 있는 합성변수와 상태변수가 계산되어 값이 업데이트됩니다.

계산된 값이 어떻게 산출되었는지 알기 위해서 결과값에 마우스를 클릭해보면, 화면 바닥에 있는 **Equation for** 박스에 공식이 표시되고, 공식에 사용된 변수들은 보기 쉽게 다른 색깔로 강조됩니다. 계산된 값이 음수일 경우에는 알아보기 쉽도록 빨간색으로 표기됩니다. (그림 3-2) 음수 값을 가지면 안되므로, 이를 수정하기 위해서는 **사용자 입력** 열에 적절한 데이터를 입력하여 변경할 수 있습니다.

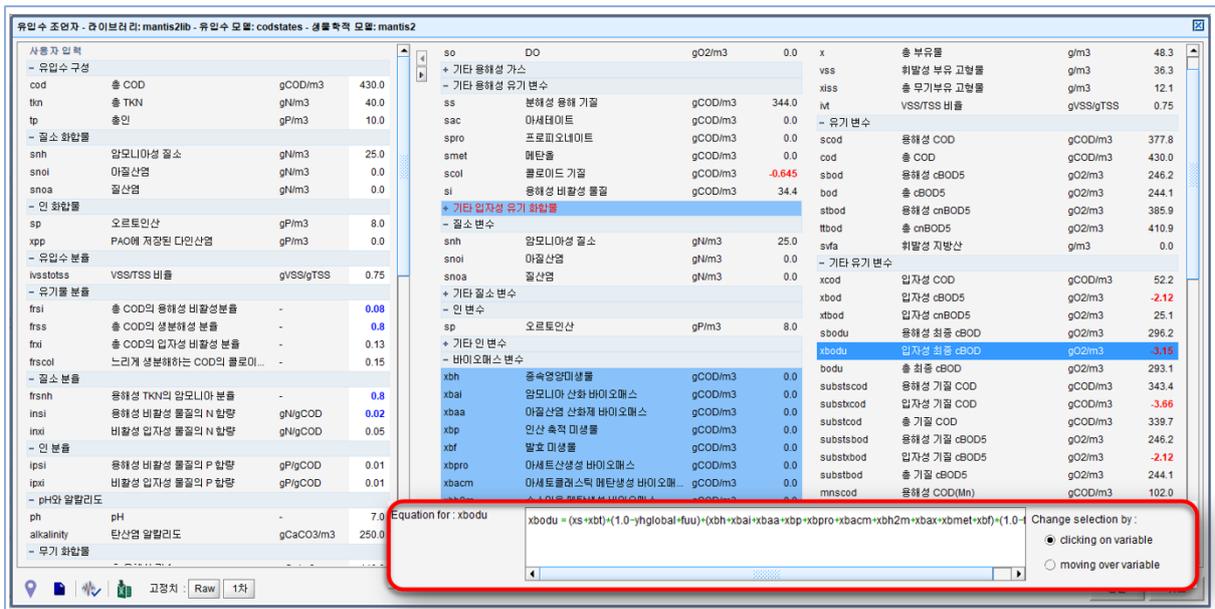


그림 3-2 강조된 셀 (파란색)과 음수 값 오류 (빨간색)를 보여주는 유입수 조연자

GPS-X에서 사용되는 유입수 모델은 어떤 데이터를 사용할 것인지 안 할 것인지에 대한 일정한 가정을 합니다. 예를 들어, 비록 데이터가 이용 가능하고 어떻게 유기 물질이 이용 가능한 상태 변수로 분할되는지에 대한 중요한 정보를 제공할지라도, 유입수 모델은 COD와 BOD 데이터를 모두 사용하지 않습니다.

유입수 관리자는 이러한 단점을 극복하는 데 도움을 줍니다.

BOD 및 COD 데이터를 사용할 수 있고 유입수 개체에 대해 **codstates** 모델을 선택하고 사용 가능한 COD 데이터를 포함하여 **사용자 입력** 셀을 채울 수 있는 예를 생각해봅시다. 그런 다음 사용자는 오른쪽 테이블로 스크롤하고 입력 데이터를 기반으로 계산된 BOD 값을 확인할 수 있습니다. BOD 데이터가 측정된 BOD 데이터와 일치하면 (어떤 셀에도 음수 값이 표시되지 않는다고 가정하면) 사용자는 입력 데이터가 사용 가능한 데이터와 일치하는지 확인할 수 있습니다. BOD 데이터가 측정된 BOD와 다르다면 수용 가능한 수준에 도달할 때까지 알 수 없는 (또는 추정된) 입력 데이터를 조정해야 합니다.

CHAPTER 4

객체에 데이터 입력

데이터 유형

유입수, 유량 제어 포인트 (예, 분산기 및 혼합기)와 단위 공정은 이를 정의하는 데이터에 의해 특성을 부여 받습니다. 여기서 '데이터'라는 용어는 객체를 고유하게 정의하는 모든 속성의 값을 지칭하기 위해 일반적인 의미로 사용됩니다. 이러한 '속성' 중 가장 중요한 것은 객체의 입력-출력 동작을 설명하는 모델입니다. 일부 모델은 간단하고 매개변수가 거의 필요하지 않습니다. 예를 들어, 2-방향 분산기 모델에는 단일 매개변수를 가지고 있습니다. 두 개의 출력 중 하나로 가는 흐름의 비율로 다른 하나는 자동으로 계산됩니다. 그러나 반응조 객체에 사용되는 생물학적 영양염류 제거 모델과 같은 다른 모델들은 복잡합니다. 객체에 필요한 매개변수의 종류는 해당 객체에 대해 선택된 모델의 종류에 전적으로 의존합니다.

속성은 각 '수치'나 '문자'로 분류할 수 있습니다. 수치 속성은 단위 (폭, 면적 등)의 실제 값과 같은 매개변수나 동역학 상수 (최대 비 성장률, 분해 상수 등)를 포함하고 있습니다. GPS-X 내에 있는 대부분의 속성은 수치적입니다. 문자 변수는 객체를 묘사하는 모델의 유형, 모델에서 사용 중인 제어기 유형 등을 포함합니다. 문자 변수는 '값'의 개별 숫자로 되어 있습니다. 예를 들어, 플러그흐름 반응조는 **asm1 모델, asm2 모델, asm3 모델, newgeneral 모델, mantis2 모델 또는 mantis3 모델**과 같은 여러 가지 모델 중에서 오직 하나만 가질 수 있습니다(이 모든 모델들은 사용자가 사용하는 라이브러리에 따라 이용할 수 없을 수도 있습니다). 비슷하게, **PID** 제어기 모델에 대한 제어기 형식은 **P, PI** 또는 **PID**가 될 수 있습니다. 문자 변수에 대한 값을 지정할 때, GPS-X는 선택 사항에서 옵션 항목을 제공합니다.

드로잉 보드 위에 놓인 모든 객체는 플랜트 모델이 준비되기 전에 완벽하게 설정합니다. GPS-X는 디폴트 모델과 파라미터 값의 사용을 통해서 이를 간략화 합니다. 실제로 몇몇 모델 파라미터는 두드러지게¹ 변하지 않거나, 특정 범위 내에서 행해진다는 것을 알 수 있습니다. GPS-X내 모델 파라미터에 대한 디폴트 값 통합은 운전 중인 모델을 짓기 전에 데이터 입력량을 최소화합니다. 하지만, 이러한 값이 특정 플랜트나 설계할 공정에 적합하도록 해야 합니다.

¹ 예외에는 치수, 운전 모드 등과 같은 물리적 또는 운전 매개 변수가 포함됩니다.

객체 메뉴

객체 데이터는 적당한 데이터 입력 폼을 열거나 옵션 리스트에서 선택, 수치값을 입력하여 지정합니다. 데이터 입력폼은 각 객체에 대해 정의된 공정 데이터 메뉴로부터 접근할 수 있습니다.

공정 데이터 메뉴 표시하기:

1. 드로잉 보드에 있는 객체 아이콘 위에서 마우스 오른쪽 클릭합니다. 그 객체에 대한 공정 데이터 메뉴가 표시됩니다.

그림 4-1은 원형 2차 침전지 객체에 대한 공정 데이터 메뉴를 보여줍니다.

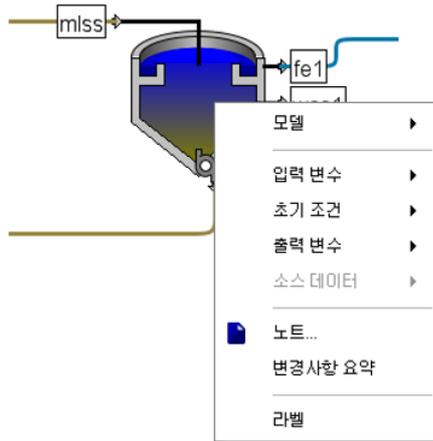


그림 4-1 원형 2차 침전지에 대한 공정 데이터 메뉴

모델 선택하기

GPS-에서, 가장 중요한 객체 속성 중 하나는 그 객체의 입력-출력 반응을 시뮬레이션하는 모델 유형입니다. 이러한 이유로, 객체 데이터 지정하기의 첫 번째 단계는 각 객체에 대한 모델을 선택하는 것입니다. 공정 데이터에서 **모델** 항목을 선택합니다.

모델 유형 지정하기:

1. 드로잉 보드에서 해당 객체에 우 클릭을 하고 **공정 데이터 메뉴**를 띄웁니다.
2. **모델** 항목을 선택합니다. 그림 4-2에서 보여지는 것처럼 계단형 메뉴가 표시됩니다.
3. 원하는 모델을 클릭합니다.

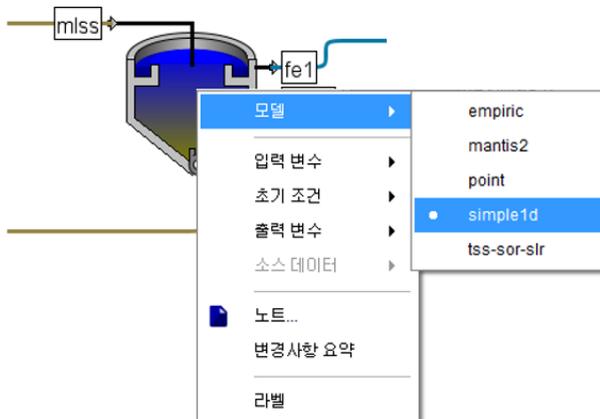


그림 4-2 모델 선택하기

처음 드로잉 보드에 개체를 둘 때 자동적으로 디폴트 모델이 선택됩니다. 다른 모델로 바꾸려면, 데이터 메뉴에 입력된 모든 파라미터를 잃습니다.

디폴트 모델을 바꾸기를 원한다면, 원하는 모델을 선택하고, GPS-X 설치 경로 상의

bin/gpsx/resources 폴더에 있는 **defaultmodelchoice.txt** 파일을 편집합니다.

모든 객체가 하나 이상의 모델을 가지고 있는 것은 아닙니다. 예를 들어, 분산기 및 혼합기 객체에는 하나의, 사전 설정된 기본 모델이 있으므로 이 객체에 대한 매개변수에 접근하기 위해 모델 선택을 할 필요가 없습니다.

객체 속성 요약

모델이 지정되면 모든 객체의 속성에 접근할 수 있습니다. 이러한 속성은 객체의 모델 및 유형에 따라 다릅니다.

객체 및 모델 특성의 자세한 목록은 **기술 참조서**를 참고하시기 바랍니다.

객체의 속성은 여러 범주로 나뉩니다.

입력

객체 유형에 따라 입력 변수는 다음 중 하나로 그룹화됩니다:

- (1) 유입수 객체인 경우 성상 및 유량 (유입수 객체 참조)
- (2) 그 외 객체인 경우, 입력 변수 및 초기 조건 (공정 객체 참조).

이 그룹의 항목을 사용하여 모델링 모드에서 모델 특성을 설정하거나 (아래 데이터 입력 양식 섹션 참조) 시뮬레이션 모드에서 제어기 변수를 선택할 수 있습니다 (CHAPTER 6 입력 제어 준비 참조).

출력

출력 그룹을 사용하면 시뮬레이션 모드에서 그래프나 다양한 출력 디스플레이에 표시할 수 있는 모든 변수에 접근할 수 있습니다.

소스 데이터

공통 데이터를 얻을 수 있는 다른 단위 프로세스에 대한 링크를 지정하거나 제거할 수 있습니다. 자세한 내용은 본 챕터의 **소싱** 섹션을 참조하시기 바랍니다.

노트

드로잉 보드 상의 특정 객체에 대한 개인적인 노트를 만들 수 있습니다. 이 노트는 순전히 참조용으로, 어떤 식이든 레이아웃에 영향을 미치지 않습니다.

변경사항 요약

주어진 객체에 대해 사용자가 기존 GPS-X 설정에서 변경한 사항이 있는 모든 변수들을 요약해서 보여줍니다.

라벨

이 개체의 프로세스 및 스트림 라벨을 보거나 편집할 수 있습니다 (아래의 **라벨** 섹션 참조).

데이터 입력 양식

각 모델의 데이터 입력 양식 및 매개변수에 대한 자세한 내용은 **기술 참조서**를 참조하십시오. 다음은 양식에 대한 일반적인 설명입니다.

입력 그룹 (예: 유입수 성상, 유량, 입력 변수 또는 이전 섹션에서 설명한 초기 조건)에서 메뉴 항목 중 하나를 선택하면 데이터 입력 양식이 표시됩니다.

각 양식 내에서 데이터는 논리적 범주로 그룹화됩니다.

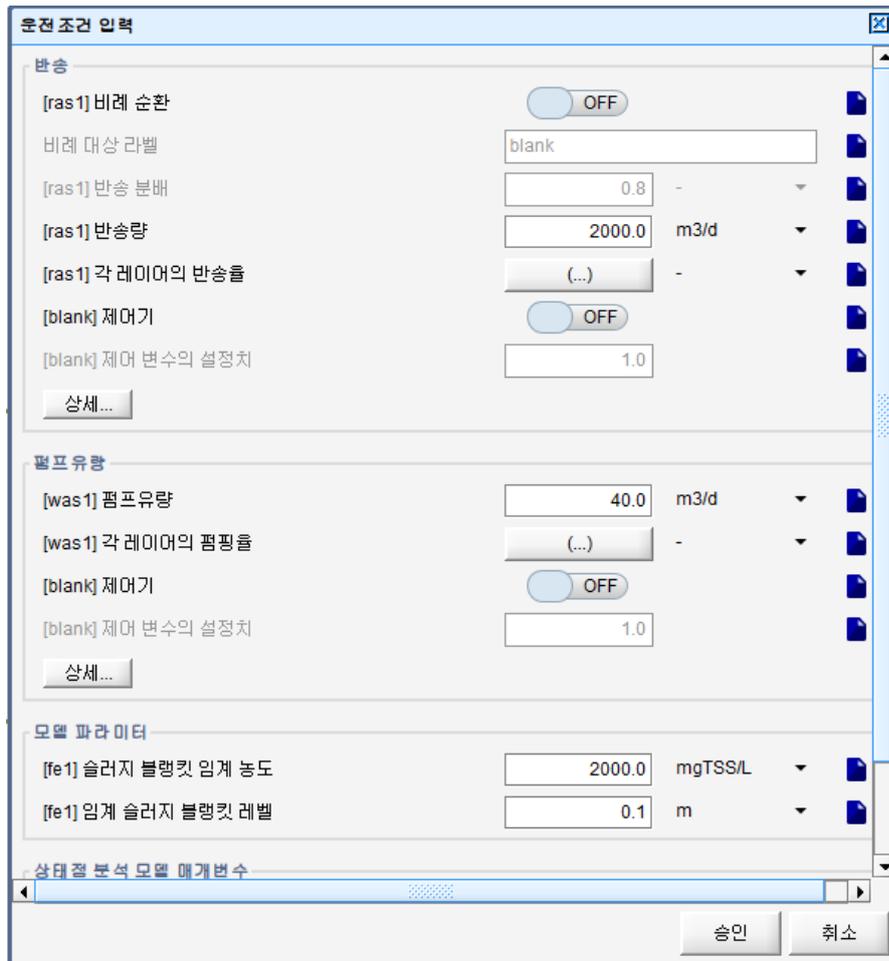


그림 4-3 2차 침전지에 대한 데이터 입력 양식 예시

상세...

경우에 따라 덜 일반적으로 조정되는 매개변수 중 일부는 다른 데이터 양식에 함께 그룹화되며, 상세... 버튼이 있는 경우 이 매개변수가 나타납니다.

비활성 매개변수

일부 매개변수는 "회색" (즉, 비활성)으로 나타납니다. 이들은 다른 매개변수가 활성화되거나 선택되었을 때만 관련이 있는 매개변수입니다. 예를 들어 비례 순환이 꺼짐으로 설정된 경우 순환 매개변수는 비활성화 될 것입니다. 이 기능은 드롭다운 메뉴와도 연결되어 있습니다.

매개변수 라벨

마우스를 매개변수 이름 위에 올려 놓으면 매개변수의 서술 및 내성 이름을 보여주는 툴팁이 나타납니다.

이 툴팁의 목적은 두 가지입니다.

- (1) 하나는 공간 제한으로 인해 데이터 입력 양식에서 길게 설명하는 일부 이름이 잘릴 수 있으므로 서술 이름을 제공하는 것입니다.
- (2) 두 번째 목적은 매개 변수의 내성 이름을 표시하는 것입니다. 제어기 모델을 설정하거나 사용자 정의된 모델 코드를 추가하려면 매개 변수의 내성 이름을 아는 것이 때때로 필요합니다. 내성변수 이름을 설정하는데 사용되는 규칙에 대한 자세한 내용은 [기술 참조서](#)를 참조하시기 바랍니다.

입력 필드

매개변수에 대한 설명 라벨의 오른쪽에는 입력값을 넣기 위한 입력 필드가 있습니다. 입력 필드는 데이터 입력 필드, 텍스트 입력 필드, 선택이 가능한 드롭 다운 메뉴 또는 ON/OFF 버튼 일 수 있습니다. 변수가 배열이면 배열 버튼 [...]이 표시됩니다. 개별 배열 요소에 접근하려면 배열 버튼을 클릭하고 배열의 각 요소에 값을 입력하는 다른 양식이 표시됩니다.

값이 기본값과 다른 값으로 입력되면 새 값이 **굵은 파란색 텍스트**로 표시됩니다. 입력 필드 위에 마우스 커서를 올려 놓으면 툴팁이 표시되므로 기본값을 계속 볼 수 있습니다.

단위

입력 변수의 단위는 단위 라벨에서 클릭해 바꿀 수 있습니다.

노트

단위의 오른쪽에는 각 매개변수에 대한 메모를 추가할 수 있는 버튼이 있습니다.

메모가 작성되면 단추의 아이콘이 변경되고 단추 위에 마우스를 올려 놓으면 메모가 툴팁 팝업으로 표시됩니다.

노트 함수는 HTML 태그의 사용도 지원합니다.

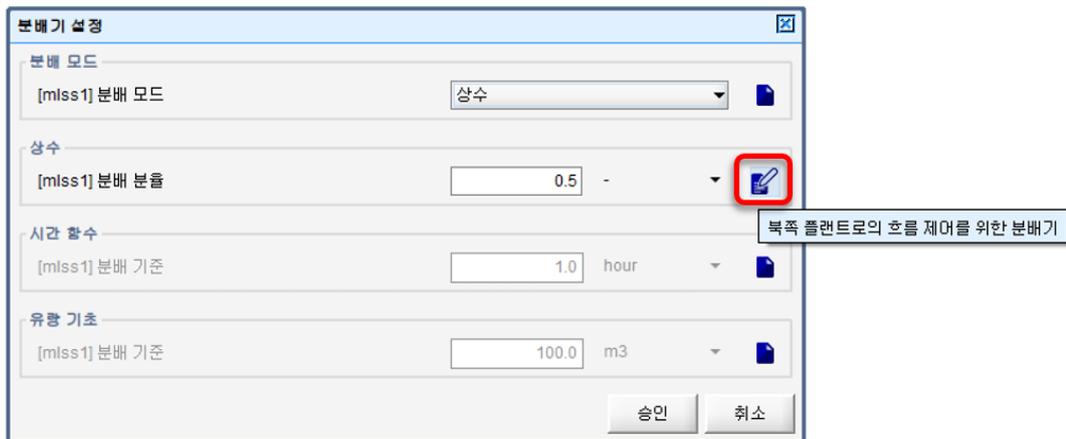
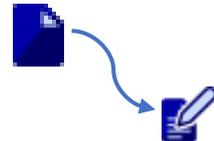


그림 4-4 노트 필드를 사용한 데이터 입력 양식 예시

유입수 객체

유입수의 조성, 농도, 유량 특성은 단위 공정에서 동적 거동을 결정하는 주요 인자로, GPS-X에서는 사용자가 유량 또는 부하 패턴을 지정할 수 있도록 하고 있습니다. 폐수 유입수 객체에 몇 가지 매개변수만 입력하여 상수 또는 사인곡선 유량 또는 부하 패턴을 지정할 수 있습니다. 반복되는 GPS-X의 주간 패턴을 입력하거나 사용자 정의의 유량 또는 조성 데이터를 입력하고 GPS-X가 이 데이터를 유입수에 사용하도록 할 수 있습니다. 이러한 속성은 **조성 및 유량** 공정 데이터 메뉴 항목에서 선택하여 입력합니다.

조성 (Composition)

유입수 모델 속성의 대부분은 **조성** 항목을 통해 접근합니다. 이 매개변수는 특정 유형의 유입수 (연속 또는 배치)에 따라 카테고리로 더 나뉘어 졌습니다.

유입수 성상은 유입수 조연자 도구에 액세스하여 유입수 객체 설정을 할수 있습니다. (3 장 참조).

참고: 모든 유입 모델이 **그림 4-5**에 표시된 메뉴 항목과 동일한 것은 아닙니다.



그림 4-5 왼쪽 (연속)과 오른쪽 (배치)에 대한 유입수 객체의 유입수 메뉴

유량

유량 > 유량 정보 항목은 유량 형태 및 관련 데이터를 입력하는데 사용됩니다. 연속 폐수 유입 객체는 배치 유입 및 화학 약품 객체와 달리 특수한 유출 모델을 포함합니다.

공정 객체

단위 공정을 지정하기 위해 다양한 매개변수가 필요합니다. 그러나 이들은 입력 변수 또는 초기 조건 값으로 분류 할 수 있습니다. 입력 변수에는 물리적, 동역학적, 운전 및 화학양론 데이터가 포함됩니다. 초기 조건 값은 부피 및 성분 농도를 포함한 모델 상태 변수의 초기 조건을 의미합니다.

입력 변수

모델의 속성 대부분은 입력 변수 항목을 통해 접근할 수 있습니다. 이 매개변수는 객체의 특정 유형에 따라 범주로 더 나뉩니다.

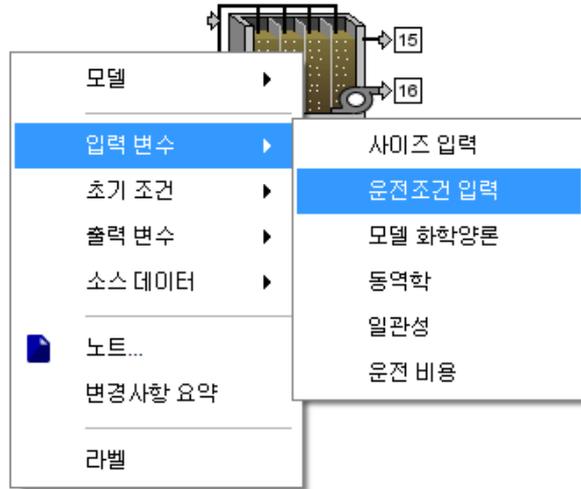


그림 4-6 입력 변수 하위 메뉴 예시

초기 조건

초기 조건은 non-point 공정 객체에 대해서만 정의됩니다; 즉, 부피를 가진 객체입니다. Point 공정 객체에는 부피가 0인 제어 포인트로 모델링된 유량 분산기 및 혼합기와 같은 객체가 포함됩니다. Point 객체는 객체 내에 자료가 축적되거나 사용되지 않기 때문에 초기화가 필요하지 않습니다. Point 객체는 객체로 들어오는 유량을 분배하거나 수집하기 위해서만 사용됩니다.

실제 상황에서는, 이전 시뮬레이션에서 데이터를 사용할 수 있고 시뮬레이션을 다시 시작하기 전에 이러한 조건을 복원하기를 원하거나 특정 초기 볼륨으로 시뮬레이션을 시작하려는 경우 (예: 하나 또는 더 많은 반응조가 부분적으로 가득 찬)가 아닌 한 초기 조건을 수동으로 설정하는 경우는 거의 없습니다. 대부분의 경우 모델의 기본 데이터에 대해 미리 정의된 기본 초기 조건이 사용됩니다. 주어진 초기 조건 세트에 대해 일반적인 절차는 먼저 정상 상태 솔버를 실행하여 유효한 정상 상태를 결정한 다음 시뮬레이션을 실행하는 것입니다. 또는 일정 기간 (예: 1일) 시뮬레이션을 실행하고 상태 변수를 저장하고 상태 변수를 다시 초기화 한 다음 시뮬레이션을 수행 할 수 있습니다. 시뮬레이션 실행을 위한 초기 조건 설정에 대한 자세한 내용은 8장의 초기 조건을 참조하시기 바랍니다.

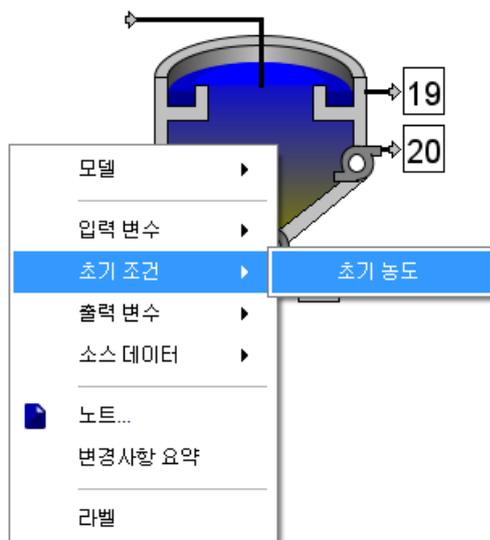


그림 4-7 초기 조건 하위 메뉴 예시

변경사항 요약

GPS-X 내에서 모델을 구축할 때, 각 변수에 대한 기본 설정은 대부분의 경우 좋은 출발점이 될 수 있습니다. 하지만 종종 사용자의 플랜트 특성과 수행도에 따라 기본 설정을 변경해주어야 할 필요가 있습니다. 고도로 맞춤형 설계된 대형 모델의 경우, GPS-X 기본 설정으로부터 변경된 모든 사항들을 추적하는 것이 어려울 수 있습니다. 모델링 모드에서 사용 가능한 변경사항 요약 메뉴를 사용하면 사용자가 GPS-X 기본 값에서 변경했던 객체의 모든 변수에 대한 요약 정리를 한눈에 받아볼 수 있습니다. 하폐수 유입수 객체에 대한 변경사항 요약의 예를 들자면, 아래 그림 4-8과 같습니다.

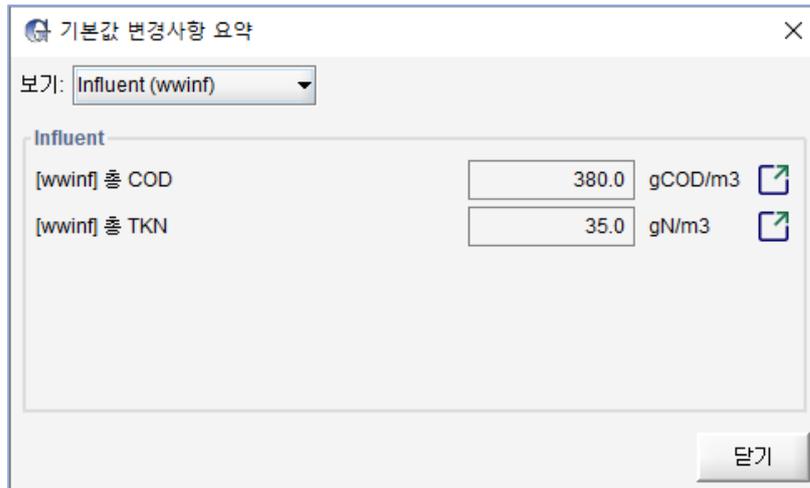


그림 4-8 유입수 객체에 대한 변경사항 요약

선택한 객체와 관련하여 변경사항이 있는 각 변수의 이름과 현재 값이 변경사항 요약 결과로 표시됩니다. 각 변수 값 옆에는 위치로 이동 버튼이 있어 변수 데이터 입력 양식으로 이동 가능하며, 여기서 추가적으로 변수를 조정하거나 원래 GPS-X 기본 값으로 리셋할 수 있습니다.

출력 창의 상단에 위치한 보기 드롭다운 메뉴를 사용하여 레이아웃 상 객체간 이동이 가능합니다. 현재 드로잉 보드 상의 모든 객체에 대해 변경사항 요약 보기가 가능합니다.

라벨

GPS-X 레이아웃 내 모든 객체의 중요한 시스템 관련 속성 중 하나는 객체에 대한 연결 지점 라벨입니다. 드로잉 보드에 객체 아이콘을 두면, 객체에서의 각 연결 지점은 숫자 라벨로 지정됩니다. 라벨은 모델 변수 이름을 생성하고, 모델 방정식을 만들고 각 변수에서 발생하는 변경사항을 관리하는데 사용됩니다. 이러한 프로세스는 명료하며 수행하는 프로세스 분석 작업을 방해할 필요가 없습니다. 사실, GPS-X의 핵심 장점은 복잡성을 낮추어 프로세스 분석 및 이해에 집중할 수 있다는 것입니다.

경우에 따라 개체의 연결 지점에 할당된 라벨을 확인하거나 변경하는 것이 필요하거나 편리합니다. 이를 위해, 공정 데이터 메뉴에서 라벨 항목을 사용합니다.

객체 라벨을 바꾸기 위해서는 다음과 같이 합니다:

1. 객체 위에서 마우스 오른쪽 클릭합니다. 라벨 항목을 선택합니다. 라벨 대화창이 나타날 것입니다.

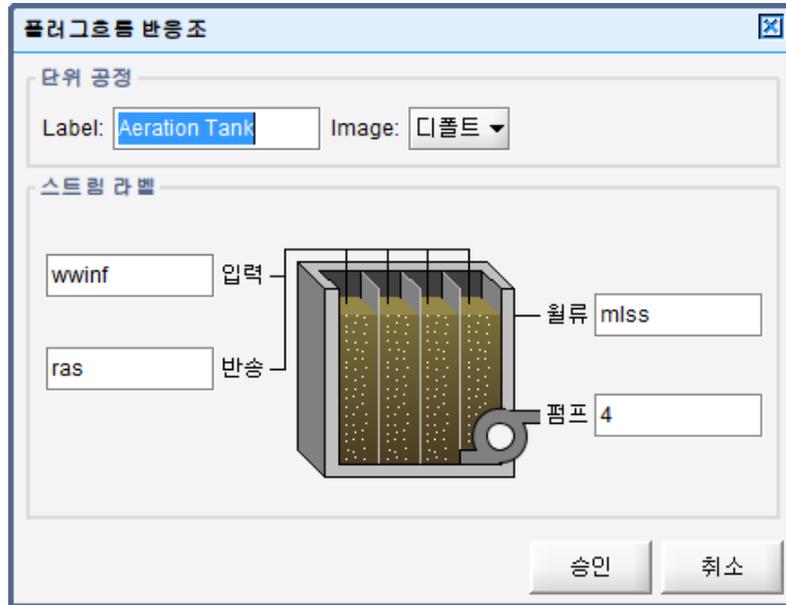


그림 4-9 라벨 대화상자

2. 각 연결 포인트에 문자열을 입력합니다. 원하는 문자열을 입력 할 수 있습니다. 유일한 제약 조건은 라벨이 하나 이상의 영숫자로 구성되어 있으면 이름이 숫자가 아닌 문자로 시작해야 한다는 것입니다. 예를 들어, 라벨 a, 1 및 a1은 허용되지만 1a는 허용되지 않습니다. GPS-X는 유효하지 않은 문자열 (예: 공백이 허용되지 않음)을 입력하는 것을 허용하지 않습니다. 레이블의 길이는 최대 31자까지 가능합니다.
3. '라벨' 텍스트 상자에 영숫자 문자열을 입력합니다. 이것은 공정의 라벨이며 드로잉 보드의 객체 위에 표시됩니다. 또한 출력 디스플레이가 작성 될 때 객체를 구별하는데 유용할 수 있습니다.
4. 이 값을 저장하려면 승인 버튼을 클릭합니다. 이미 사용중인 라벨을 입력하면 오류가 표시되고 수정될 때까지 변경 사항을 '승인'할 수 없습니다.

내성 변수 이름

연결 지점 라벨은 흐름 스트림 식별자로 사용되며 동적 프로세스 모델에서 변수 이름 ('내성 변수' 이름이라고 함)을 생성합니다. 내성 변수 이름은 종속영양 미생물 최대 성장률에 대한 'muh'와 같은 기본 설명자를 취해 그 설명자에 라벨을 추가하여 생성됩니다.

예를 들어, 'inf'라고 표시된 물체의 유입수에 대한 용해성 BOD 의 값을 포함하는 내성 변수는 'sbodinf'입니다. 관례상, 변수 이름을 구성할 때 non-point 객체의 내부 변수는 출력 연결 지점 라벨을 사용합니다. 예를 들어, 연속 흐름 교반 탱크 반응조가 출력 연결 지점에 라벨 '140'을 갖는다면, 반응조에서 종속영양 최대 비 성장률 (설명자 'muh')는 'muh140'으로 명명됩니다.

내성 변수 이름을 보는 두 가지 방법이 있습니다.

- (1) 개별 매개변수의 경우 관심있는 변수 라벨 위로 마우스를 가져가면 설명 라벨과 내성 변수 이름이 백 슬래시로 구분된 툴팁이 나타납니다. 아래 그림 4-10의 예를 참조하십시오.

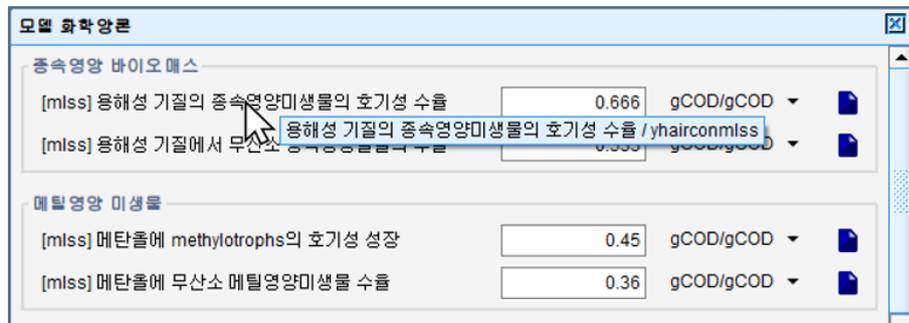
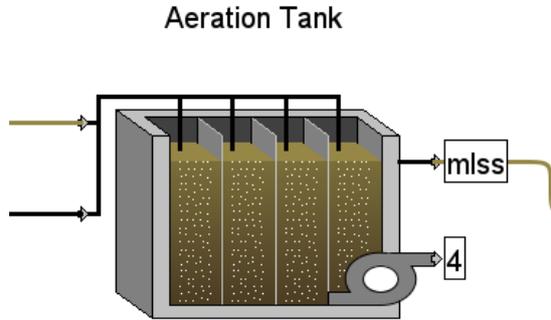


그림 4-10 툴팁을 이용해 내성 변수 이름 보기

- (2) 내성 변수 이름을 보는 다른 방법은 메인 메뉴의 보기 > 환경설정 > 레이아웃 탭에서 내성 변수 이름 보기를 선택하는 것입니다.

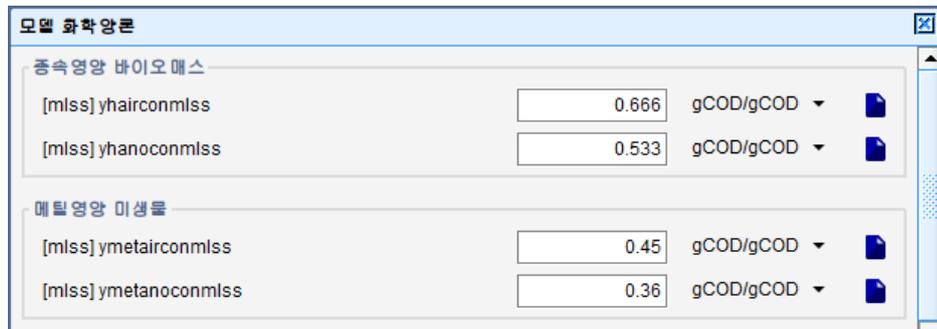


그림 4-11 환경설정을 이용한 내성 변수 이름 보기

이렇게 하면 내성 변수 이름이 설명 라벨 대신 모든 데이터 입력 양식에 표시되도록 변경됩니다. 혼란스러울 수 있으므로, 이 옵션은 신중하게 사용하는 것이 좋습니다.

현재 열려 있는 어떠한 데이터 입력창도 non-cryptic 설명으로 새로 고침 되지 않을 것입니다. 오로지 데이터 입력창이 처음 열릴 때에만 새로 고침 됩니다.

이러한 이름을 구성하는 모델 변수 이름과 규정에 관하여 더 많은 정보를 원하시면, 기술 참조서를 참고하시기 바랍니다.

드로잉 보드 표시 라벨

기본적으로 레이블은 GPS-X 드로잉 보드²에 표시되지 않습니다.

툴바를 표시하려면 툴바에서 라벨  드롭 다운 메뉴를 이용하여 '스트림', '객체'를 선택합니다.

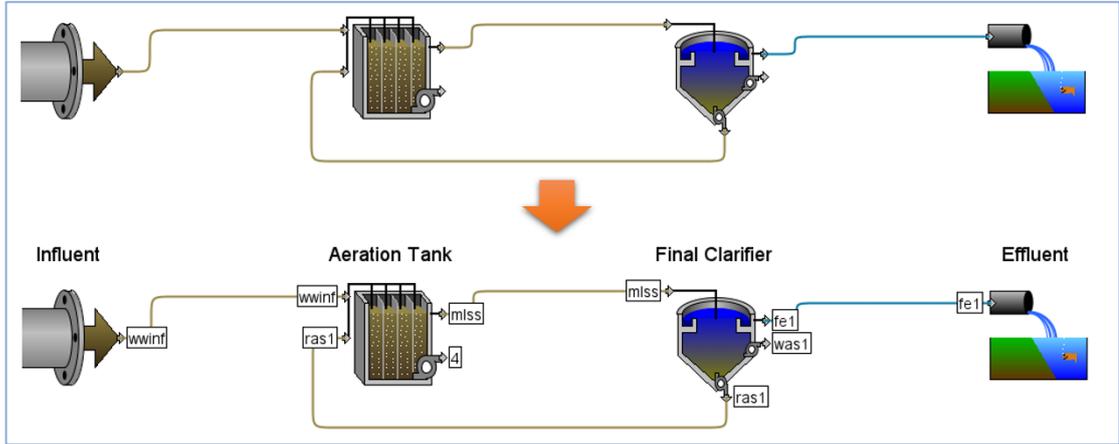


그림 4-12 공정/스트림 라벨 표시 전·후 비교 레이아웃

GPS-X에서 객체 이름이나 스트림을 고유하게 식별해야 하는 경우 라벨링 과정은 중요합니다. 이는 객체 데이터가 서로 연결되어 있는 경우로 다음 섹션 **Sourcing** 에서 다루게 됩니다.

찾기

모델을 구축할 때, 하나의 변수를 변경, 제어, 혹은 시각화하고자 하나 어느 메뉴에 위치하고 있는지 잘 알지 못 하는 경우가 있습니다. 만약 해당 변수의 통상적인 이름의 일부를 알고 있거나 GPS-X 내에서 어떤 내성 변수로 불리는지 알고 있다면, 찾기 기능을 사용하여 해당 메뉴를 찾을 수 있습니다.

찾기 창을 열려면, 편집 > 찾기로 이동합니다. 찾기 기능을 위한 데이터 입력 창이 아래 그림 4-13과 같이 열립니다.

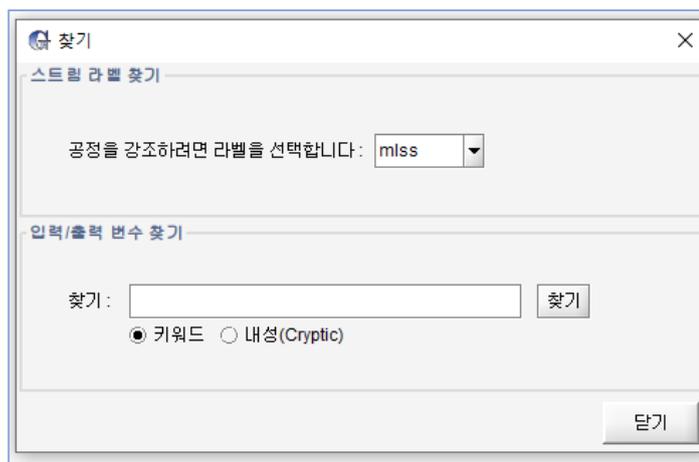


그림 4-13 찾기 메뉴 입력 양식

² 이는 환경 설정 양식의 레이아웃 탭에서 해당 라벨 확인란을 선택하여 변경할 수 있습니다.

찾기 창의 스트림 라벨 찾기 섹션에 있는 드롭다운 메뉴에는 레이아웃 상 모든 스트림 라벨이 포함되어 있습니다. 이 드롭다운 메뉴에서 하나의 스트림 라벨을 선택하면 이 스트림이 시작되는 객체가 레이아웃 상에서 강조됩니다. 이를 사용하여 익숙하지 않은 모델 출력이 어디에서 나온 것인지 해당 객체를 확인할 수 있습니다.

찾기 메뉴의 입력/출력 변수 찾기 섹션은 GPS-X 내에서 변수를 찾을 때 사용합니다. 사용자가 찾고자 하는 변수가 무엇인지 잘 알지 못할 때, '키워드' 토글을 선택한 뒤 해당 변수 내에 포함되어 있을 것으로 추정되는 키워드를 데이터 입력 필드에 입력하면 됩니다. 예를 들어, 찾기 입력 필드에 'underflow'를 입력하고 찾기 버튼을 클릭하면 그림 4-14와 같은 결과가 나타날 것입니다.

찾기 기능을 사용하면 'underflow'라는 키워드가 포함된 모든 변수가 목록으로 정리되어 나타납니다. 이 변수들은 GPS-X 레이아웃 상에 연결된 객체 별, 입력인지 출력 변수인지에 따라 정리됩니다. 변수 이름 옆에 있는 "위치로 이동" 버튼을 클릭하면 해당 변수가 정의된 메뉴로 이동합니다. 만약 변수가 입력인 경우, 데이터 입력 메뉴로 이동됩니다. 출력 변수인 경우, 디스플레이 변수 메뉴로 이동됩니다.

이 방법 외에, 내성 변수 이름을 알고 있는 경우라면 찾기 기능을 사용하여 이미 알고 있는 내성 변수 이름이 포함된 모든 변수들을 찾을 수 있습니다. 내성 변수 이름을 검색하려면, '암호화' 토글을 켜 뒤 데이터 입력 필드에 내성 변수 이름을 입력하면 됩니다. 찾기 버튼을 클릭하면 레이아웃 내에 해당 내성 변수가 포함된 모든 사례가 표시됩니다. 검색 결과가 정리되는 방법은 '키워드' 찾기와 동일합니다.

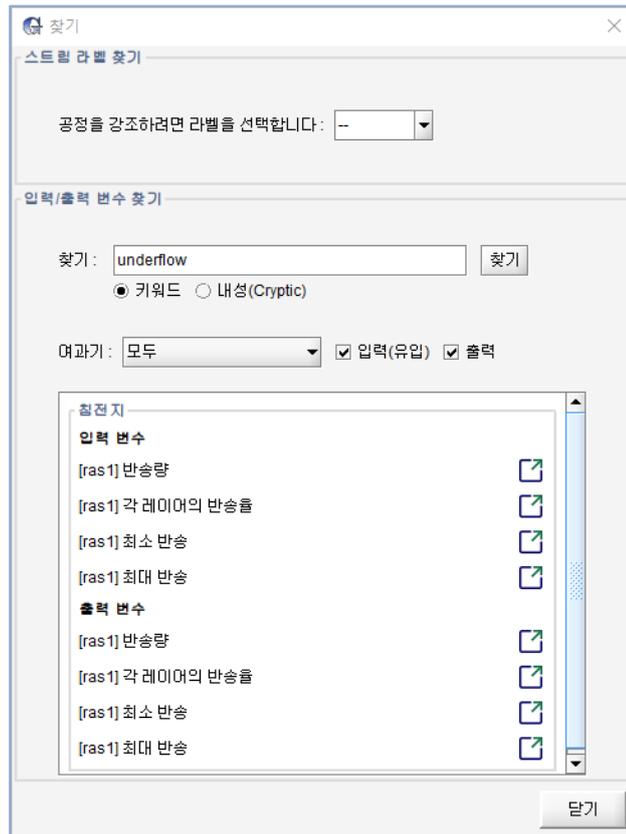


그림 4-14 반응에 대한 찾기 실시 결과

SOURCING(소싱)

데이터 입력은 동적 프로세스 모델을 만들고 유지하는데 중요한 요소입니다. 모델 구조가 완성되면, 가장 중요한 파라미터를 식별하고, 원하는 모델 양상을 얻기 위해 이를 조정하는 방법을 결정할 필요가 있습니다. 다른 경우에 더 유익하게 적용하는 자원을 이용하여 전통적인 모델링과 시뮬레이션 소프트웨어는 모델을 개발하는데 많은 시간이 소요됩니다. 시간을 절약하는 한 가지 기능은 소스 객체를 지정하는 것입니다.

GPS-X에서, 특정 객체에 속성이 연결되어 있습니다. 이 연계 메커니즘은 객체를 그 데이터에 연관시키는 간단한 방법이고 다중 객체를 단일 데이터 세트에 연결 가능하게 만듭니다. 하나의 객체 (parent)가 두 번째 객체 (child)에 대한 소스객체가 되었을 때, 나중의 것은 이전 것으로부터 데이터를 물려받습니다. 이것이 GPS-X에서 sourcing 개념의 본질입니다.

sourcing의 실제 힘은 객체 데이터가 변했을 때 증명됩니다. 예를 들어, 모델 보정, on-line 데이터 입력 등을 수행할 때입니다. 객체가 적절하게 소스 되면, 이러한 변경은 한 곳에서-소스 객체에서만 만들어 집니다. 그렇지만 Sourcing 기능을 사용하지 않는다면, 이러한 변경은 각각의 변화가 적용된 객체로 만들어 져야 합니다.

참고: 모든 데이터를 물려받지는 않습니다. 반응조 모델과 침전지 모델의 침전 매개변수에 대한 동역학 및 화학양론적 매개변수만 상속됩니다. 소싱 링크를 설정하려면 두 모델 모두 동일한 모델 유형을 선택해야 합니다.

Sourcing 할 때 다음의 사항을 유의하십시오:

- 동역학 및 화학양론적 파라미터의 sourcing은 같은 모델 형식의 객체들 사이에서만 정할 수 있습니다.
- 소싱 사양에는 상속 루프가 포함될 수 없습니다. 즉, parent 객체가 그의 child 객체의 하나로부터 상속 받는 관계의 데이터 체인을 지정할 수 없습니다. 루프를 형성하는 소싱 체인에서 고유한 부모 객체를 결정하는 것은 불가능합니다.
- 생물학적 반응 단위 공정은 동일한 모델을 가진 다른 생물학적 반응 단위 공정에서 동역학 및 화학양론적 매개변수 값을 상속받을 수 있습니다.
- 침전지 단위 공정은 같은 유형의 다른 침전지 단위 공정으로부터 침전 매개변수를 이어받을 수 있습니다. 이차 침전지와 연속 회분식 반응조 객체는 다른 이차 침전지나 연속 회분식 반응조로부터 이어 받을 수 있습니다. 반응성 모델을 가진 침전지 단위 공정은 동역학 및 화학양론적 매개변수 값을 다른 생물학적 반응 단위 공정으로부터 이어받을 수 있습니다.

동일 유형의 다른 객체 (child)에 대한 소스 객체 (parent) 지정하기:

1. **Child 객체에 우 클릭을 합니다.** 객체에 대한 공정 데이터 메뉴가 나타날 것입니다.
2. **소스 데이터 옵션을 선택합니다 (그림 4-16).** 만약 옵션을 이용할 수 없다면 (회색), 이는 레이어아웃에 현재 잠재적인 데이터 소스 (즉, parents)가 없다는 것입니다.
3. 목록에서 parent 객체를 선택합니다. Child는 이제 자동적으로 parent로부터 데이터를 상속받을 것입니다.

참고: 어느 공정이 소스로 제공되었는지 쉽게 확인할 수 있도록 "사슬" 아이콘이 드로잉 보드 child 객체의 이미지에 나타날 것입니다 (그림 4-17).

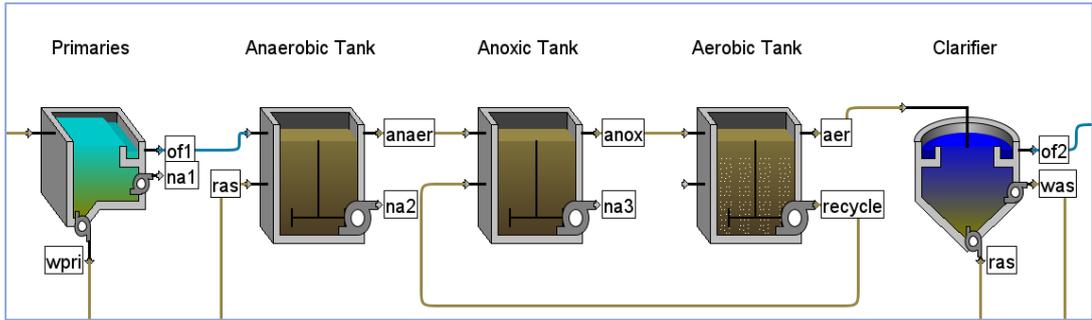


그림 4-15 소스 링크를 추가하기 전의 예제 레이아웃

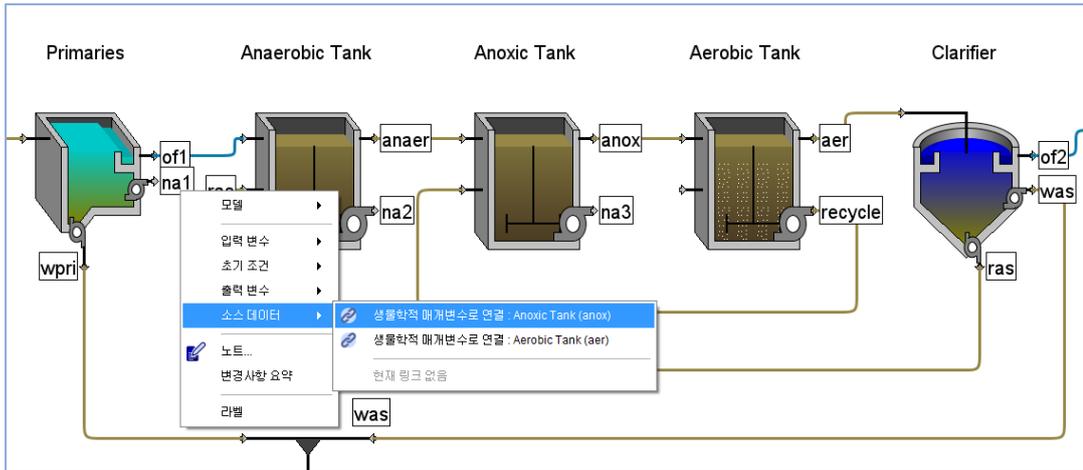


그림 4-16 소스 데이터 메뉴를 보여주는 예제 레이아웃

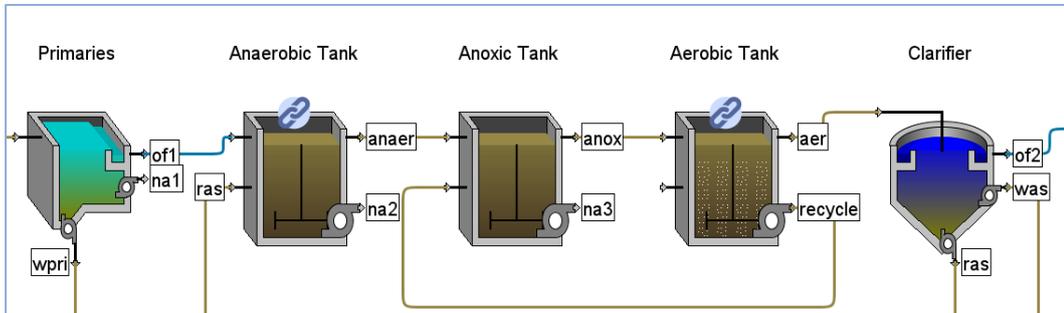


그림 4-17 소스가 링크된 공정을 보여주는 예제 레이아웃

객체의 현재 소스를 제거하려면 (혹은 보려면), 다음의 단계를 완료하시면 됩니다.

1. **Child** 객체를 우 클릭하여 공정 데이터 메뉴를 표시합니다.
2. **소스 데이터** 옵션을 강조합니다. 하위 메뉴에 다른 잠재적인 parents (적용 가능한 경우)가 표시되며 그 아래 현재 parent를 제거하는 옵션이 보입니다.

일반 데이터

유입수, 공정 또는 유로 경로 객체에만 전적으로 관련되지 않은 데이터가 있습니다. 여기에는 시간 매개 변수, 수치 적분 옵션 및 온도와 같은 공정 환경 매개 변수와 같은 운영 체제 및 시뮬레이터 모듈 설정 정보가 포함됩니다. 이 데이터에 대한 데이터 입력 양식은 기본 메뉴 표시 줄의 레이아웃 메뉴에서 확인할 수 있습니다. 또한, 드로잉 보드의 빈 영역을 마우스 오른쪽 버튼으로 클릭하여 액세스 할 수도 있습니다.

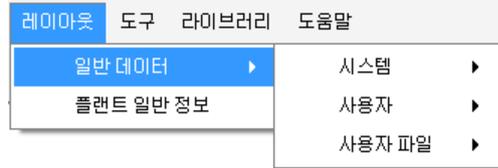


그림 4-18 일반 데이터 메뉴

시스템 메뉴는 정상 상태 솔버 및 최적화 도구 작동과 관련된 매개변수와 같은 전역 시뮬레이션 매개변수에 접근하는데 사용됩니다.

사용자 메뉴는 사용자 정의 변수에 접근하는데 사용됩니다. 이 항목은 고급 사용자가 GPS-X 인터페이스를 사용자 정의할 수 있도록 제공됩니다. 사용자는 여기에서 원하는 수의 추가 매개변수 또는 초기화 및 표시 변수를 정의할 수 있습니다. GPS-X 사용자 정의에 대한 자세한 내용은 11장을 참조하십시오.

사용자 파일 메뉴는 사용자 정의 코드 및 사용자 정의 변수를 정의하는데 사용됩니다. 이 항목은 사용자가 사용자 정의된 코드를 정의, 사용 및 표시할 수 있는 GPS-X 사용자 정의 파일에 접근하는데 사용됩니다. GPS-X 사용자 정의에 대한 자세한 내용은 11 장을 참조하십시오.

플랜트 일반 정보

플랜트 일반 정보 항목은 위에서 설명한 일반 데이터 범주에서 가장 일반적으로 사용되는 데이터의 하위 집합에 지나지 않습니다.

사용자는 플랜트의 물리적 입력 매개 변수 (플랜트 부지 특성 탭)와 시뮬레이션 날짜 (시뮬레이션 설정 탭)를 사용자 정의 할 수 있습니다. 추가 플랜트 정보 메모는 플랜트 정보 탭에 저장할 수도 있습니다.

CHAPTER 5

데이터 정의하기

소개

기존 모델 변수에서 계산된 2차 변수를 작성할 수 있습니다. 모델 변수는 1차 (primary) 변수로 언급됩니다³.

정의 기능은 일반적인 2차 변수를 쉽게 지정할 수 있도록 제공됩니다. 모델 코드를 직접 수정하여 다른 계산된 변수를 추가할 수 있습니다. 이 항목에 대한 자세한 내용은 11장을 참조하십시오.

모델 내의 아무 변수에 대해 일 평균이나 이동 평균 및 질량 유량을 지정할 수 있습니다. 여기에는 코드 (11장) 또는 정의 기능을 사용하여 이전에 정의한 2차 변수가 포함됩니다.

예를 들어, 정의 기능을 사용하면 플랜트의 F/M 비의 이동 평균 값을 포함하는 2차 변수를 지정할 수 있습니다.

플랜트에서 F/M 비와 SRT 변수는 일반적으로 식물의 여러 위치에서 1차 변수로부터 계산되기 때문에 특별합니다.

예를 들어, 단일 처리 트레인, 둘 이상의 처리 트레인 또는 전체 플랜트에 대해 SRT를 계산할 수 있습니다⁴. SRT 계산에 유출수의 부유 고형물을 포함시키거나 계산된 값에서 유출수 고형물의 영향을 무시하도록 선택할 수 있습니다. 마찬가지로 단일 반응조 또는 다중 반응조에 대한 F/M 비를 평가하고 계산에 사용되어야 하는 단위 공정 질량 값을 지정할 수 있습니다. 정의 기능을 사용하여 플랜트에 대해 이러한 변수를 계산하는 방법을 지정할 수 있습니다.

정의 기능은 메인 메뉴의 도구 또는 기본 도구 모음의 정의 버튼을 통해 액세스 할 수 있습니다.



그림 5-1 정의 메뉴 옵션

이 기능으로 정의할 수 있는 변수의 유형은 다음과 같습니다:

³ 또 다른 유형의 변수는 합성 변수입니다. 합성 변수는 모델 상태 변수로부터 계산됩니다.

⁴ GPS-X에서 SRT는 총 부유 고형물 (TSS)을 기준으로 계산됩니다. F/M 비는 CBOD₅/VSS를 기준으로 계산됩니다.

모델 변수에 대해:

- 일 평균
- 이동 평균
- Totalizer
- 질량 유량

또는 레이아웃에 대해:

- F/M 비
- SRT

레이아웃 설정 중 그리고 시뮬레이션 모델을 작성하기 전에 정의 기능을 사용합니다. 새 변수를 정의한 후에는 항상 모델을 다시 빌드해야 합니다.

이동 평균, 질량 유량 및 Totalizer

이동 평균, 질량 유량 및 totalizer는 종종 처리 플랜트의 하나 이상의 변수에 대해 계산됩니다. 이 2차 변수를 지정하는 절차는 모두 동일합니다.

이동 평균

이동 평균은 동적 데이터의 높은 빈도 (빠른) 변화를 부드럽게 처리하여 전체 경향을 더 쉽게 볼 수 있는 데이터 필터입니다.

질량 유량

질량 유량은 부하 및 물질 수지 계산에 사용됩니다.

Totalizer

이 함수는 시간 0 에서 시작하는 선택된 변수를 통합합니다. 가장 일반적인 적용은 시뮬레이션 기간 동안 선택된 파이프를 통과한 전체 액체의 부피를 계산하는 통합 흐름입니다.

이렇게 합산된 농도는 시뮬레이션 기간 동안 단위 유량 (1 m³/d)의 질량 유량을 나타냅니다. 전체 질량 유량 (g/d)이 필요한 경우 정의 메뉴에서 질량 유량 기능을 사용하는 것이 가장 좋습니다.

이 2 차 변수를 지정하려면 이 절차를 따릅니다:

1. 정의 버튼을 클릭하고 일 평균, 이동 평균, 질량 유량 또는 Totalizer 를 목록에서 선택합니다 (그림 5-1). 그림 5-2 와 같은 대화 상자 창이 나타날 것입니다.
2. 변수 유형 드롭다운 상자를 사용하여 디스플레이를 원하는 변수 유형으로 변경합니다.
3. 계산에 포함할 모든 위치 (왼쪽)와 변수 (오른쪽)를 선택합니다. 회색 배경의 확인란은 해당 그룹의 일부 항목만 선택했음을 의미합니다.
4. 변수를 만들고 대화 상자 창을 닫으려면 승인을 클릭합니다.

이제 2차 변수가 지정되고 모델의 다른 변수와 마찬가지로 유효한 모델 변수입니다. 즉, 정의된 변수를 표시하고 시뮬레이터에 해당 값을 물어보고 다른 2차 변수의 정의에 포함시킬 수 있습니다. 예를 들어, 반응조 또는 침전지로 유입되는 고형물의 질량 유량을 계산할 수 있으며, 이로부터 질량 유량의 이동 평균을 계산할 수 있습니다.

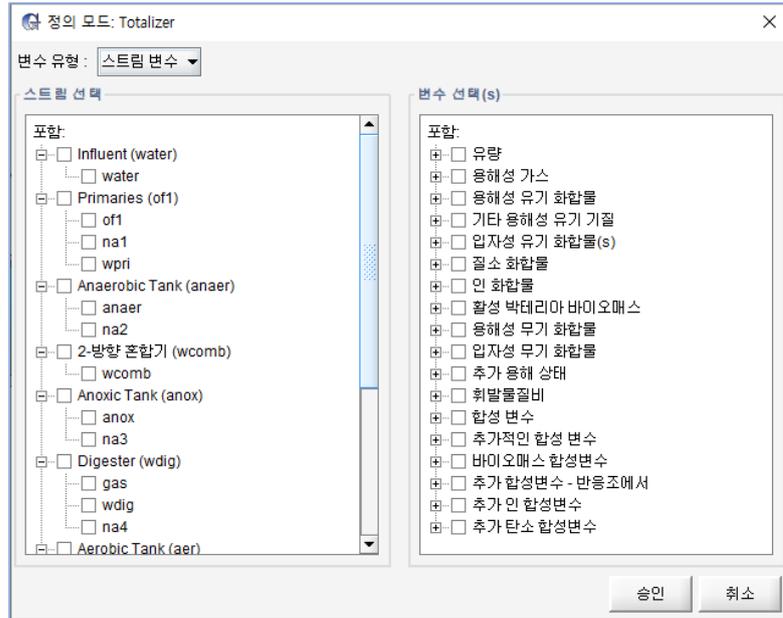


그림 5-2 일 평균에 대한 정의 대화상자

이동 평균의 시간 프레임

이동 평균 변수가 정의된 후 계산에 사용되는 일 수를 두 가지 방법으로 지정할 수 있습니다:

정의 대화상자를 통해

- (1) 처음에 변수를 생성하기 위해 했던 것처럼 정의 대화상자를 엽니다.
- (2) 변수 유형 드롭 다운 박스에서 "변수 정의"를 선택합니다. 정의된 변수의 목록이 나타날 것입니다.
- (3) 관심 변수를 찾습니다. 변수 옆에는 일 수를 입력할 수 있는 입력 필드가 있습니다 (그림 5-3).
- (4) "승인"을 클릭합니다.

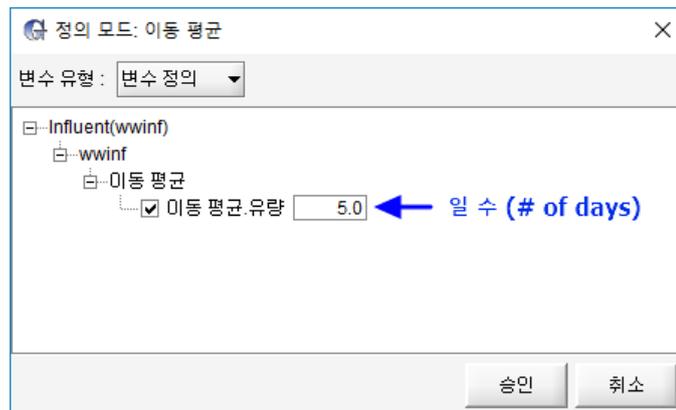


그림 5-3 이동 평균 시간 프레임 지정하기 (방법 1)

공정 데이터 메뉴를 통해

- (1) 정의된 변수가 들어있는 공정을 마우스 오른쪽 클릭합니다. 공정 데이터 메뉴가 나타납니다.
- (2) 다음 그림 5-4 와 같이 출력 변수 > 정의된 변수 > 이동 평균을 선택합니다. 정의된 변수가 있는 대화상자가 나타날 것입니다.

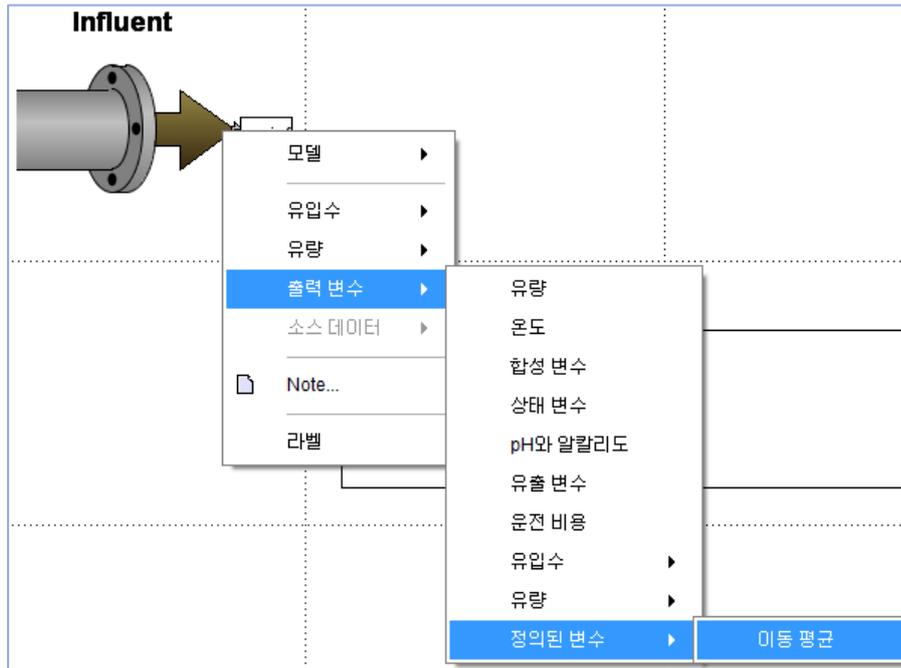


그림 5-4 정의된 변수 보기

- (3) 원하는 값을 입력 필드에 기입합니다 (그림 5-5).
- (4) 승인 버튼을 클릭합니다.

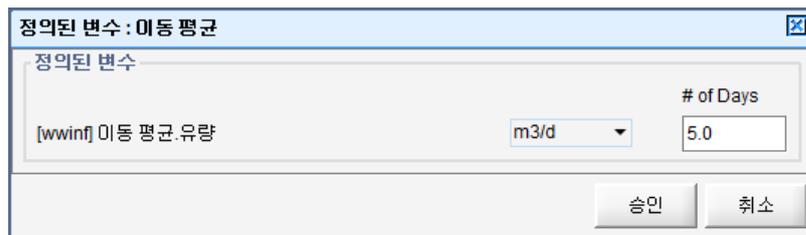


그림 5-5 이동 평균 시간 프레임 지정하기 (방법 2)

시뮬레이션에 지정된 통신 간격과 함께 설정한 일 수는 이동 평균 계산을 위한 포인트 수를 결정합니다. 통신 간격의 지정을 포함한 시뮬레이션 설정에 대한 정보는 8 장을 참조하십시오.

통신 간격은 업데이트 빈도를 정의하고 일 수는 이동 평균 계산에 사용되는 전체 시간 창을 정의합니다.

일 (이동) 평균 시간 창은 24 시간이며 시뮬레이션 통신 간격에 관계없이 정확하게 계산됩니다. 일 평균을 계산하기 위해 GPS-X 는 출력 통신 간격보다는 각 적분 시간격에서 얻은 데이터를 사용합니다.

정의된 변수는 정상적인 계산된 모델 변수가 됩니다. 변수를 표시하고 다른 계산에 변수를 사용할 수 있습니다. 그러나 2 차 변수이기 때문에 시뮬레이션 실행 전이나 실행 중에 값을 설정할 수는 없습니다. 계산된 값을 표시하기 위해 새 변수를 정의한 후에 모델을 다시 빌드해야만 합니다.

F/M비 (Food/Mircroorganism)

F/M 비는 레이아웃에 종속되어 있는 기능으로, 각 레이아웃에 대해 다르게 정의하는 것이 편리합니다. 이 변수를 정의하는 절차는 인터랙티브 합니다. 오직 질량과 유량 측정을 기반으로 하기 때문에, GPS-X는 방정식 품을 지정하도록 설계하는 순서를 정의합니다. FM 비를 계산할 해당 객체를 클릭해서 연결 포인트를 체크함으로써 정의할 수 있습니다.

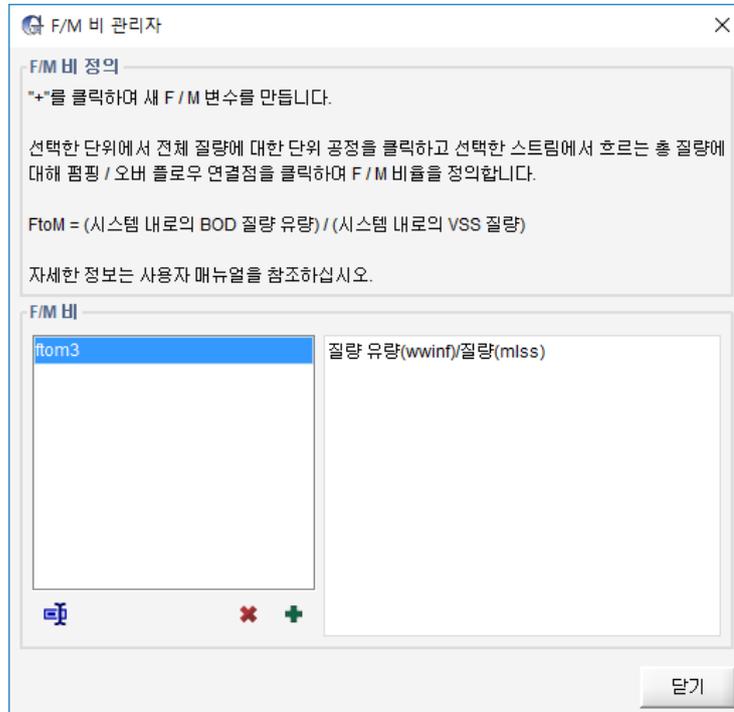


그림 5-6 F/M비 관리자

F/M 비 변수를 정의하기 위해서는, 다음과 같이 합니다:

1. 정의 버튼을 클릭하고 F/M 비 항목을 선택합니다. F/M 비 대화상자가 나타날 것입니다 (그림 5-6).
2. "+" 버튼을 클릭하여 새 정의된 변수에 대한 변수 이름을 만듭니다. 대화 상자의 오른 쪽에 있는 텍스트 영역에는 방정식에 사용된 질량 및 질량 유량 용어가 표시되어 왼쪽에서 선택한 변수를 계산합니다. 객체와 객체 연결 지점을 클릭하여 방정식의 전체 형식을 대화형으로 지정합니다.
3. 드로잉 보드의 단위 공정 (연결 지점이 아님)을 클릭하여 해당 공정의 질량을 정의 방정식에서 질량 항의 계산에 추가합니다. 커서를 해당 유닛 위로 이동시키면 커서가 손 모양으로 바뀝니다. 클릭하면 질량 () 항목의 인수로 객체의 식별자 라벨⁵이 추가됩니다. 동일한 객체를 두 번 클릭하면 객체의 식별자 라벨이 질량 항목에서 제거됩니다.
4. 관심있는 질량 유량 값이 포함된 유량 스트림에 해당하는 연결 지점 (객체 자체가 아님)을 클릭하여 연결 지점의 질량 유량을 정의 방정식의 질량 유량 항의 계산에 추가합니다. 해당 연결 지점 위로 커서를 이동하면 커서가 화살표로 바뀝니다. 클릭하면 질량 유량 () 용어에서 연결 지점의 유량 스트림 레이블이 인수로 추가됩니다. 동일한 지점을 두 번 클릭하면 연결 지점의 스트림 레이블이 질량 유량 항목에서 제거됩니다.
5. 모든 적절한 질량 및 질량 유량 항목을 지정한 후 닫기를 클릭합니다.



⁵ 관례상 이것은 객체의 유출 유량 스트림 레벨입니다.

고형물 체류 시간 (SRT)

SRT 관리자를 사용하면 모델 레이아웃에 대해 여러 SRT 를 정의할 수 있습니다. 또한 SRT 관리자는 SRT 설정 값을 통해 WAS 량을 제어할 수 있습니다.

필요한 경우 SRT 매니저를 사용하여 여러 SRT 에 대한 계산을 정의할 수 있습니다. 예를 들어, 호기성, 무산소 또는 혐기성 반응조에 대해 각각 바이오 매스를 사용하여 호기성 SRT, 무산소 SRT 또는 혐기성 SRT 를 정의할 수 있습니다.

SRT 2 차 변수를 정의하기 위해 다음 단계를 따릅니다:

1. 정의 버튼을 클릭하고 SRT 항목을 선택합니다. SRT 관리자 대화상자가 나타납니다.
2. "+" 버튼을 클릭하여 새 정의된 변수에 대한 변수 이름을 만듭니다. 대화 상자의 오른쪽 쪽에 있는 텍스트 영역에는 방정식에 사용된 질량 및 질량 유량 용어가 표시되어 왼쪽에서 선택한 변수를 계산합니다. 객체와 객체 연결 지점을 클릭하여 방정식의 전체 형식을 대화형으로 지정합니다.
3.  드로잉 보드의 단위 공정 (연결 지점이 아님)을 클릭하여 해당 공정의 질량을 정의 방정식에서 질량 항의 계산에 추가합니다. 커서를 해당 공정 위로 이동시키면 커서가 손 모양으로 바뀝니다. 클릭하면 질량 () 용어에 객체의 식별자 라벨⁶이 인수로 추가됩니다. 동일한 객체를 두 번 클릭하면 객체의 식별자 라벨이 질량 항목에서 제거됩니다.
4.  관심있는 질량 유량 값이 포함된 유량 스트림에 해당하는 연결 지점 (객체 자체가 아님)을 클릭하여 연결 지점의 질량 유량을 정의 방정식의 질량 유량 항의 계산에 추가합니다. 해당 연결 지점 위로 커서를 이동하면 커서가 화살표로 바뀝니다. 클릭하면 질량 유량 () 항목에서 연결 지점의 유량 스트림 라벨이 인수로 추가됩니다. 동일한 지점을 두 번 클릭하면 연결 지점의 스트림 라벨이 질량 유량 용어에서 제거됩니다.
5. "SRT 설정을 이용한 WAS 추정" 확인란을 사용하면 선택한 SRT의 WAS량을 예측할 수 있습니다. SRT 설정값과 같은 추가 입력 및 계산된 SRT 컨트롤러 펌프 유량의 최소/최대 값이 필요합니다.
6. 모든 적절한 질량 및 질량 유량 항목을 지정한 후 단기를 클릭합니다.

시뮬레이션 모드에서 출력 창에 SRT 변수를 드래그 앤 드롭하여 SRT 값을 시각화할 수 있습니다. 이 동작은 시각화를 위해 즉각적이고 동적인 SRT 를 배치합니다. 필요에 따라 하나 또는 다른 SRT 를 출력에서 제거할 수 있습니다. 시뮬레이션 모드에서 SRT 관리자는 SRT 설정 값을 기반으로 WAS 유량 계산을 끄는데 사용할 수도 있습니다. 사용자는 시뮬레이션 모드에서 설정 값을 변경할 수도 있습니다.

⁶ 관례상 이것은 객체의 유출 유량 스트림 레벨입니다.

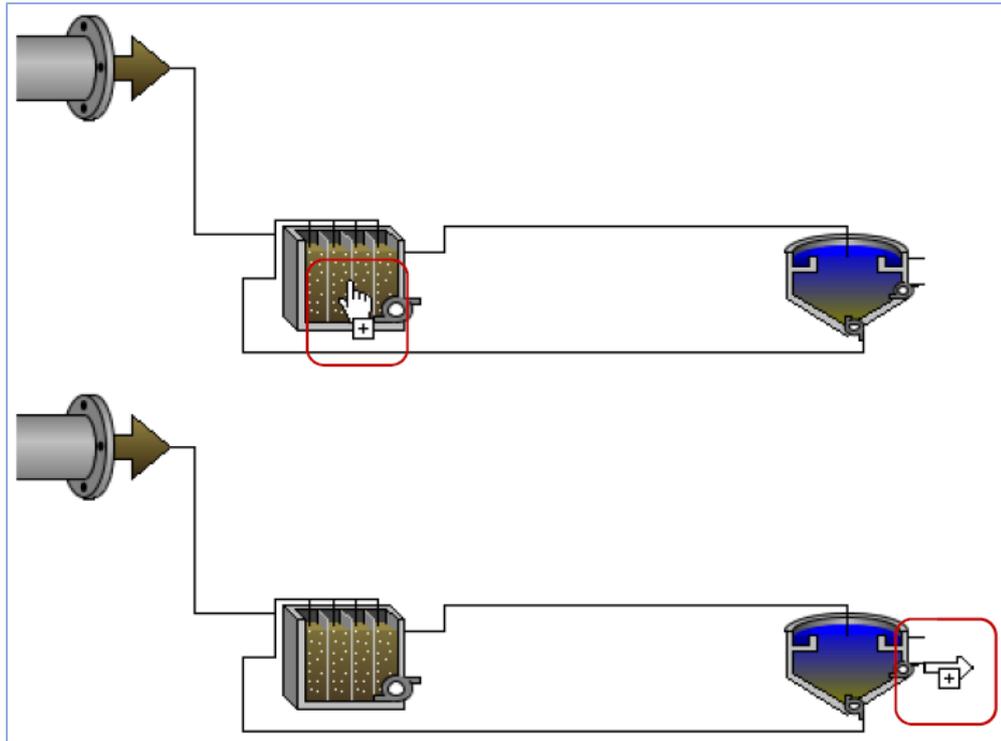


그림 5-7 정의된 변수에 대한 공정/스트림 선택하기

동적 **SRT (DYNAMIC SRT)**

동적 조건 아래 고형물 체류시간 (SRT)은 전형적인 물질 수지와 비슷한 양식에서 슬러지에서 수행하는 age balance 를 기반으로 합니다. 정상상태 동적 SRT 는 SRT 와 동일합니다. 동적으로 변하는 조건에서 동적 SRT 는 시스템 내 바이오 고형물의 true age 의 더 나은 근사치를 주고, 순간 SRT 계산에서 갑작스런 변동을 정기적으로 거르는 경험적인 방법 (7 일 이동 평균, 등)으로 대체할 수 있습니다.

CHAPTER 6

입력 제어 준비하기

입력 제어란 무엇인가?

입력 제어는 모델 변수 (연속 또는 별도)값을 제어하고 수정하는 사용자지정 그래픽 객체입니다. 이는 설정치에서 제어 변수를 유지하는데 사용하는 자동 프로세스 제어기와 혼동하지 말아야 합니다. 제어와 연결된 변수는 모델 독립 변수가 될 수 있습니다. 독립 변수에서 변경의 영향은 선택된 종속 변수를 표시함으로써 관측합니다.

유입수 객체 유량 또는 합성 변수와 공정 객체 매개변수 또는 초기화 변수, 연속 및 이산 모두를 제어 도구에 연결할 수 있습니다. 이들은 독립 변수이며, 모델의 종속 변수의 동적 작동을 잠재적으로 변경할 수 있습니다. 종속 변수는 상태 변수, 그 파생물, 프로세스 속도 등과 상태변수나 그의 파생물 및 사용자가 지정했을 2차 변수로부터 계산된 합성 변수를 포함합니다. 종속 변수는 시뮬레이터의 통합 및 계산 루틴에 의해 계산된 응답 변수이기 때문에 변경할 수 없습니다.

예를 들어, 설계 목적을 위해 단위 공정 (독립 변수)의 부피 또는 표면적을 제어하고 유출수 수질 (종속 변수)에 대한 영향을 관찰하고자 할 수 있습니다.

만약 사용자가 다른 SRT에서 유출수 부유 고형물, BOD5 또는 암모니아성 질소의 변화에 따라 측정된 플랜트 성능을 관찰하는데 관심이 있는 경우 WAS의 변화를 조사하고자 할 수 있습니다. 민감도 분석은 모델의 변수간 관계를 보다 체계적으로 조사하기 위해 특정 범위 내에서 또는 선택된 간격으로 독립 변수의 값에 대한 변경사항이 있는 하나 이상의 종속 변수를 관찰해야 합니다.

입력 제어는 시뮬레이션 모드에서 설정되고 사용됩니다.

입력제어를 만들고 설정하기에서 3가지 단계가 있습니다:

1. 하나 이상의 빈 입력 제어 탭을 만듭니다.
2. 제어할 독립 변수를 빈 블랭크 탭으로 가져가 위치시킵니다.
3. 제어 형식과 설정을 적용하기 위해 설정으로 갑니다.

시뮬레이션 모드에서, 주 화면은 제어, 출력 및 드로잉 보드의 3개의 다른 영역으로 나뉘어져 있습니다 (그림 6-1).

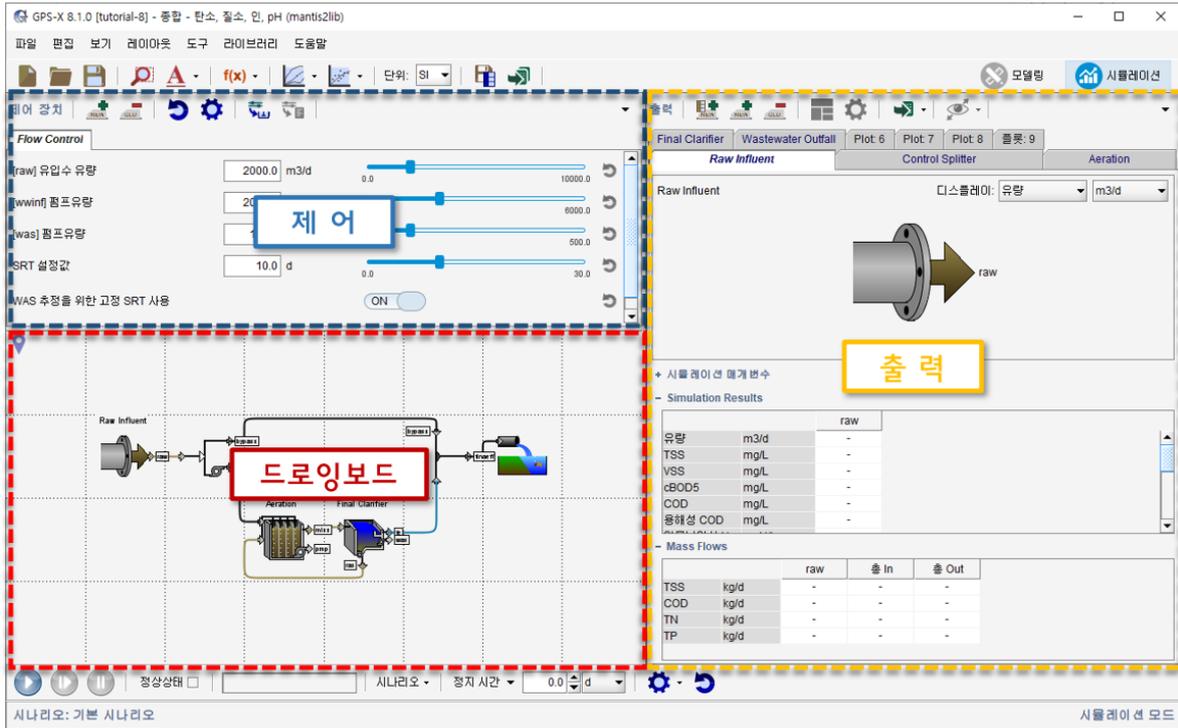


그림 6-1 시뮬레이션 모드의 세 영역 (제어, 출력, 드로잉 보드)

입력 제어는 하나 이상의 탭에 표시됩니다. 원하는만큼 탭을 만들고 제어를 편리하게 구성할 수 있습니다. 예를 들어 모든 파일 입력 제어를 단일 탭에 배치하고 최적화 독립 변수에 대한 제어를 다른 탭에 배치할 수 있습니다.

제어 툴바

메인 화면의 제어 섹션 상단에는 제어 툴바가 있습니다. 이를 이용하여 입력 제어에만 관련된 많은 기능에 접근할 수 있습니다.



그림 6-2 제어 툴바

다음은 버튼과 그 용도에 대한 일반적인 개요입니다:

	새 탭	제어기를 탭으로 그룹화 할 수 있습니다. 이 버튼은 새 탭을 만듭니다.
	탭 삭제	현재 탭과 그 내용을 삭제합니다.
	모든 제어방법 리셋	모든 탭의 모든 제어기를 초기 값으로 재설정합니다.
	설정 변경	아래의 입력 제어 속성 섹션을 참조하시기 바랍니다.
	기본 레이아웃 값으로 설정	아래의 제어기 값 전송 섹션을 참조하시기 바랍니다.
	변경사항 저장	아래의 제어기 값 전송 섹션을 참조하시기 바랍니다.
	탭 목록	원하는 모든 항목을 쉽게 선택할 수 있도록 모든 컨트롤 탭의 드롭 다운 목록을 표시합니다. 많은 탭이 있을 때 유용할 수 있습니다.

입력 제어 유형

입력 제어기의 주요 두 가지 유형:

- 직접 (사용자 대화형) 제어
- 간접 (프로그램 간접) 제어

이 제어 유형의 각각은 아래에서 설명합니다.

직접 제어

직접 제어는 사용자가 설정하고 시뮬레이션이 진행됨에 따라 대화식으로 변경할 수 있습니다.

GPS-X 에서 직접 제어에는 세 가지 유형이 있습니다 (**그림 6-3**):

1. **Slider control:** 슬라이더 제어는 독립변수 값을 설정하고 설정의 시각적 표시와 현재 값의 텍스트 화면을 나타냅니다. 슬라이더 제어에 대한 최소와 최대값을 지정해야만 합니다.
2. **Increment control:** 이 제어는 지정된 양을 독립변수의 현재 값에 더하고 빼는 두 개의 버튼으로 구성하고 있습니다. 증가치, 최소와 최대값을 정해야 합니다. 세 가지 시스템-정의된 제어는 시뮬레이션 정지 시간, 통신 간격과 지연을 설정하는 증가치 제어를 사용합니다.
3. **Discrete control:** 개별 제어의 한 유형은 독립변수를 활성화 또는 비활성화하도록 하는 on/off 버튼에 해당합니다. 여러 개의 변수는 pull-down 메뉴로 표시되어 해당되는 사항을 선택할 수 있습니다. 이 버튼들 중에 하나를 선택해서 누르면, 나머지가 팝업창으로 뜹니다.

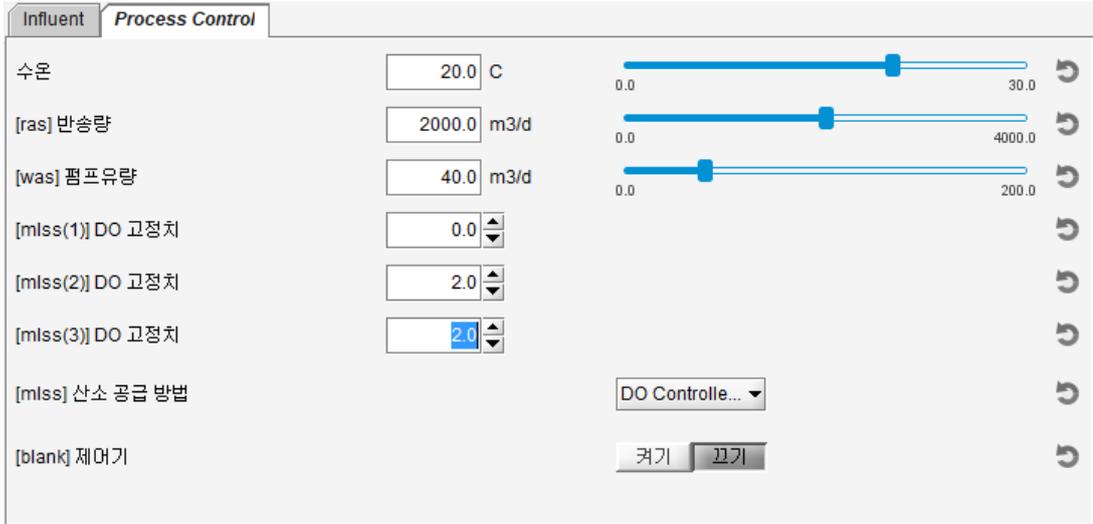


그림 6-3 다른 입력 제어 유형의 예

슬라이더 또는 증분 유형 제어를 사용하면 슬라이더 또는 버튼의 왼쪽에 있는 값을 입력 할 수 있습니다. 값을 입력 한 후 Enter 키를 누르면 새 항목이 적용됩니다. 슬라이더 제어의 경우 슬라이더 포인터가 새 위치로 이동합니다. 최소/최대 범위를 벗어난 값을 입력하면 숫자가 빨간색으로 바뀌어 경고하지만 값은 그대로 사용됩니다.

슬라이더, Up/Down, ON/OFF 및 풀다운 메뉴 컨트롤에는 컨트롤의 맨 오른쪽에 있는 **재설정** 버튼이 있습니다. 이 버튼을 누르면 컨트롤러가 기본값으로 재설정됩니다 (레이아웃 또는 현재 시나리오에서 가져옴).

간접 제어

GPS-X 자체 과정에 의한 변수 제어를 포함하기 위하여 독립변수의 사용자-대화형 제어를 넘어서 제어 개념을 확대합니다. 이러한 과정은 다음을 포함합니다:

- **File input control:** 이 기능은 파일로부터 데이터를 읽습니다. 다른 시뮬레이션에 의해 생성된 데이터는 스프레드시트나 워드 프로세서 프로그램으로 산출하거나 실제 플랜트로부터 얻을 수 있습니다. 데이터는 연속적입니다, 예를 들어 유입수 유량 값은 감소할 수 있고, 예를 들어, 'on' 또는 'off'와 '옵션 1', '옵션 2' 등이 있습니다. 이 기능을 설정하고 이용하는 것에 대한 더 자세한 내용은 이 장의 **파일 입력 제어** 섹션을 참고하시기 바랍니다.
- **Analyze control:** 이 과정은 독립변수 값이 자동적으로 변합니다. 최소, 최대값과 증가치를 지정하고 GPS-X 는 민감도 분석 결과를 생성하기 위하여 적절한 횡수로 시뮬레이션을 구동합니다. 민감도 분석을 위한 추가적인 입력 데이터 요구가 있습니다. 민감도 분석 설정과 수행에 대한 많은 정보는 9장에서 다룹니다.
- **Optimize control:** 이 과정은 특수한 절차를 사용하여 목표 결과를 얻기 위해 변수의 최적 값을 계산합니다. 최적화 설정 및 수행에 대한 자세한 내용은 10 장을 참조하십시오.

이러한 각 제어 유형에 대해 특정 초기 설정 정보를 제공합니다. GPS-X 는 그에 따라 독립 변수의 값을 제어하거나 설정합니다. 이러한 각 제어 유형에 대해 표시되는 그래픽 객체는 현재 값을 나타내는 비대화형 게이지입니다.

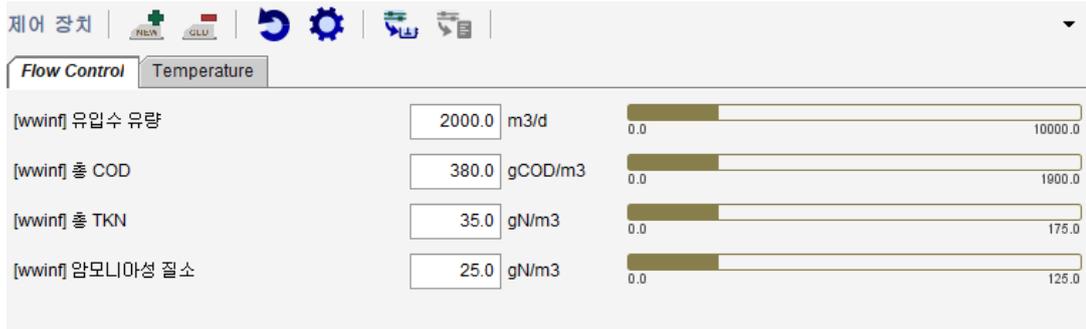


그림 6-4 간접 제어 유형 - 파일 입력 (노랑), 분석 (빨강) 및 최적화 (초록)

독립변수로부터 제어 만들기

제어를 준비하고자 하는 독립 변수의 지정은 원하는 매개 변수를 데이터 입력 메뉴에서 입력 제어 탭으로 드래그하면 됩니다 (그림 6-5).

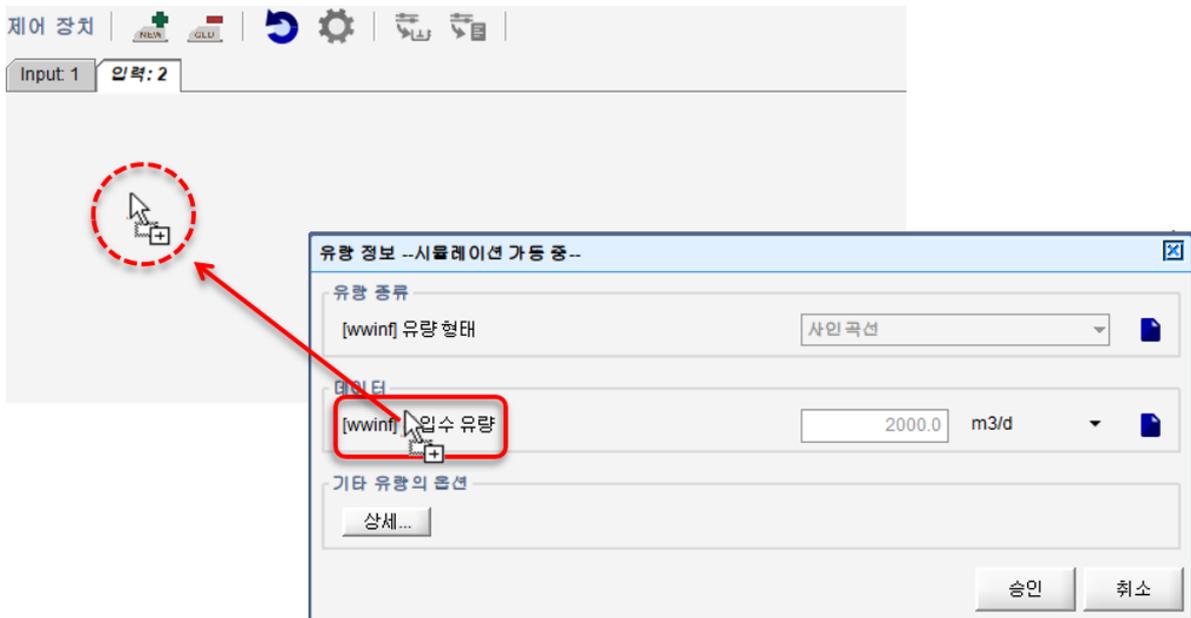


그림 6-5 제어 탭으로 변수 드래그하기

데이터 입력 메뉴에 액세스하려면 객체를 마우스 오른쪽 버튼으로 클릭하여 관심 객체에 대한 공정 데이터 메뉴를 표시하고 그림 6-6에 나와있는 대로 적절한 독립 변수 메뉴 항목을 선택합니다. 유입수 객체에 대해서는 유량 또는 유입수 항목을, 다른 공정 객체들은 입력 변수 또는 초기 조건 메뉴를 선택하여 데이터 입력 메뉴로 갈 수 있습니다.

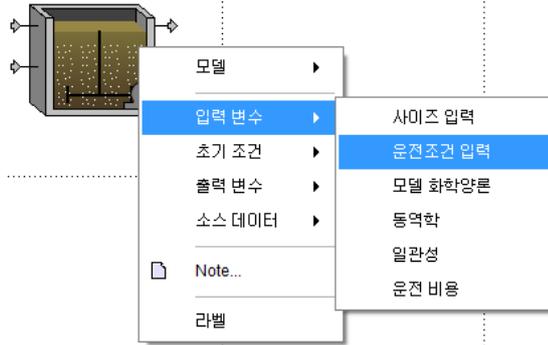


그림 6-6 공정 데이터 메뉴의 예

시뮬레이션이 진행됨에 따라 변수를 변경할 수 없기 때문에 데이터 입력 양식의 일부 매개 변수는 입력 제어 창으로 가져올 수 없습니다. 여기에는 플러그흐름 반응조에서 일련의 반응조 수와 같이 모델의 재컴파일이 필요한 변수가 포함됩니다.

다음 장에서 설명하는 것처럼 입력 제어 설정과 출력 디스플레이 그래프 설정을 구별하는 것이 중요합니다. 두 가지 절차는 비슷합니다. 그러나 표시 변수의 선택은 공정 객체에 대한 출력 변수 메뉴 항목에서만 수행됩니다.

Quick Tip: 사용자는 메뉴나 다른 입력제어창에서 인자를 기존 탭의 오른쪽 빈쪽으로 드래그하여 새로운 탭을 빠르게 만들 수 있습니다. 그렇게 하여 새로운 탭을 만들어서 안에 파라미터를 지정할 수 있습니다. 이 방법은 상단의 "New tab" 버튼을 누르지 않아도 됩니다.

컨트롤 제거하기

입력 제어 탭에서 변수를 제거하려면 그림 6-7에서와 같이 매개변수 이름을 마우스 오른쪽 단추로 클릭하고 "제어변수 제거"를 선택합니다.

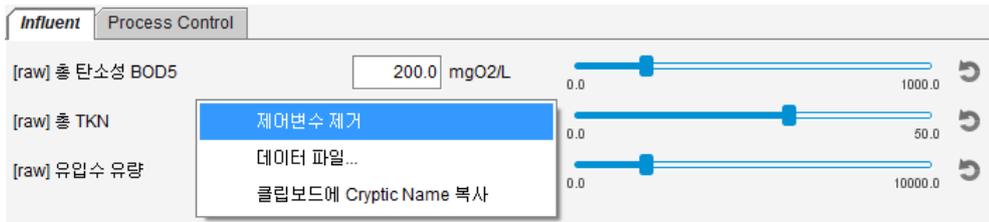


그림 6-7 입력 컨트롤 제거 (방법 1)

또한, "설정 변경" 대화상자에 액세스하고 변수 옆의 빨간색 'x'를 클릭하여 제어를 제거할 수 있습니다.

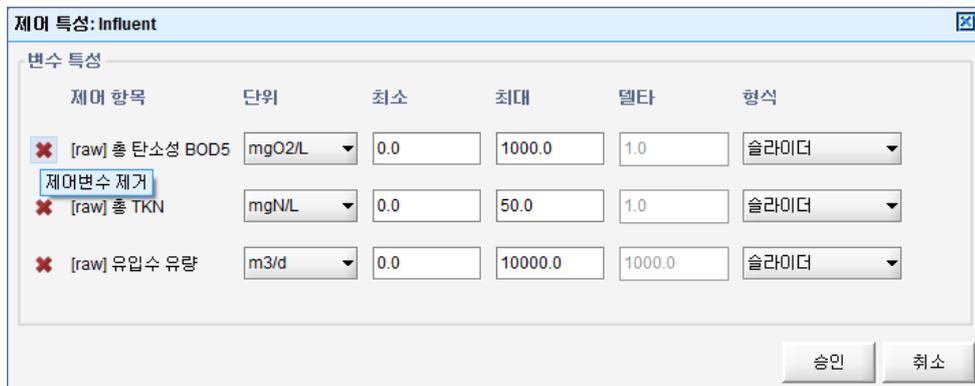


그림 6-8 입력 제어 제거 (방법 2)

입력 제어 속성 (설정 변경)

하나 이상의 제어 탭을 만들고 대화형 컨트롤로 사용할 변수로 채우면 제어항목의 속성을 지정할 수 있습니다.

설정 변경 버튼을 클릭하면 제어 특성 대화상자가 나타납니다.



그림 6-9 설정 변경 버튼

이 대화상자 창에서 그림 6-10과 같이 각 입력 제어 변수에 대한 제어기의 단위, 범위 및 형식을 지정할 수 있습니다.

제어기 유형에는 다음과 같은 여러 가지 옵션이 있습니다.

1. 슬라이더
2. Up/Down (증분)
3. On/Off (불연속 변수만)
4. 분석 (Step 및 몬테카를로)
5. 최적화
6. 파일 입력
7. 데이터베이스

참고: 특정 변수에 따라 일부 옵션을 사용하지 못할 수 있습니다.

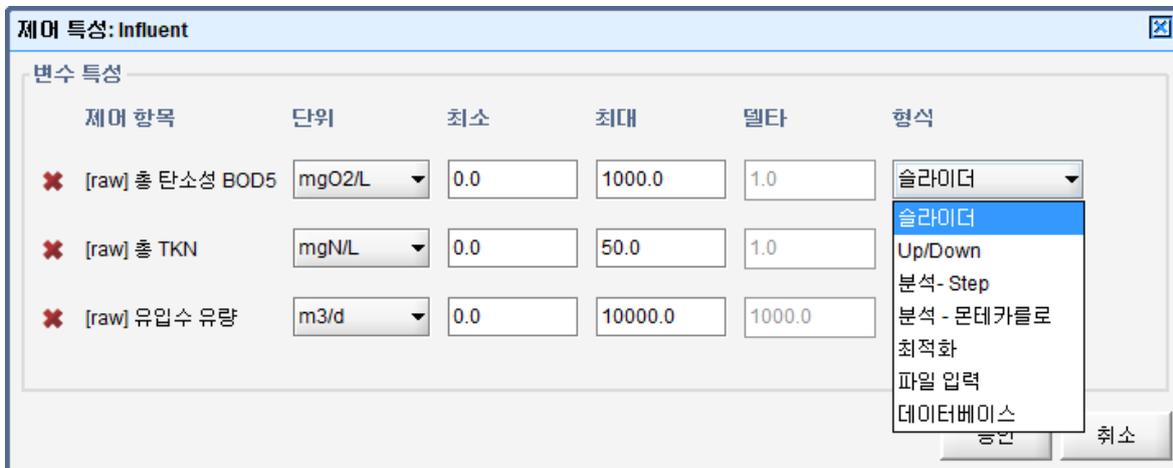


그림 6-10 제어 형식 옵션을 보여주는 설정 변경

최소 (최소), 최대 (최대) 및 증분 (델타) 값의 해석은 아래에 설명된 대로 제어형식마다 다릅니다.

- **슬라이더 제어:** 최소 및 최대 값은 슬라이더의 전체 범위를 정의합니다. 슬라이더의 해상도는 최대 값 - 최소값으로 계산 된 범위의 1/100입니다. 델타의 값은 무시됩니다.
- **Up/Down (증분) 제어:** 최소 및 최대 값은 변수가 증가할 수 있는 범위를 정의합니다. 델타 값은 증분 값으로 사용됩니다.
- **On/Off (불연속) 제어:** 이 제어에는 두 개 이상의 이산 옵션이 있습니다. 최소, 최대 및 델타 값은 무시됩니다.
- **분석 제어:** 최소 및 최대 값은 분석 한계를 정의합니다. 분석 제어에 대한 자세한 내용은 9 장

을 참조하시기 바랍니다.

- Step 민감도 분석에서 독립 변수는 델타 단위로 최소값에서 최대 값까지 다양합니다.
 - 몬테카를로 분석에서 독립 변수는 정의된 확률 함수를 따르는 범위 내에서 무작위로 변화합니다.
- **최적화 제어:** 최소 및 최대 값은 최적화 절차의 제약 조건으로 사용됩니다. 최적화는 독립 변수를 최소값보다 작거나 최대 값보다 큰 값으로 설정하지 않습니다. 델타 값은 무시됩니다. 최적화 제어에 대한 자세한 내용은 10장을 참조하십시오.
- **파일 입력 제어:** 최소 및 최대 값은 입력 데이터를 필터링하는 데 사용됩니다. 데이터를 읽으면 이 값과 비교됩니다. 입력 데이터가 최소 값보다 작으면 최소 값과 동일하게 설정됩니다. 입력 데이터가 최대 값보다 크면 최대 값과 동일하게 설정됩니다. 델타 값은 무시됩니다. 파일 입력 제어에 대한 자세한 내용은 이 장의 **파일 입력 제어 사용** 섹션을 참조하십시오.
- **데이터베이스 제어:** 파일 입력 제어와 마찬가지로 이 제어는 데이터베이스 (예: MySQL)에서 시계열 데이터를 읽습니다. 최소 및 최대 값은 입력 데이터를 필터링하는 데 사용됩니다. 데이터를 읽으면 이 값과 비교됩니다. 입력 데이터가 최소 값보다 작으면 최소 값과 동일하게 설정됩니다. 입력 데이터가 최대 값보다 크면 최대 값과 동일하게 설정됩니다. 델타 값은 무시됩니다. 데이터베이스 입력 제어의 사용은 고급 온라인 기능 옵션이 라이선스에서 활성화 된 사용자로 제한됩니다. 더 자세한 정보는 마이크로소프트사에 문의하시기 바랍니다.

입력 제어 탭 이름 바꾸기

입력 제어 탭의 이름은 탭 이름을 두 번 클릭하고 텍스트를 변경한 다음 'Enter'키를 눌러 변경할 수 있습니다.

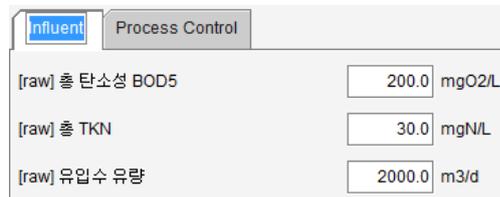


그림 6-11 제어 탭 이름 변경 (방법 1)

또는 탭의 아무 곳이나 마우스 오른쪽 버튼을 클릭하고 (매개변수 이름 제외) "제어창 이름 변경..."을 선택하면 아래와 같은 창이 열립니다.

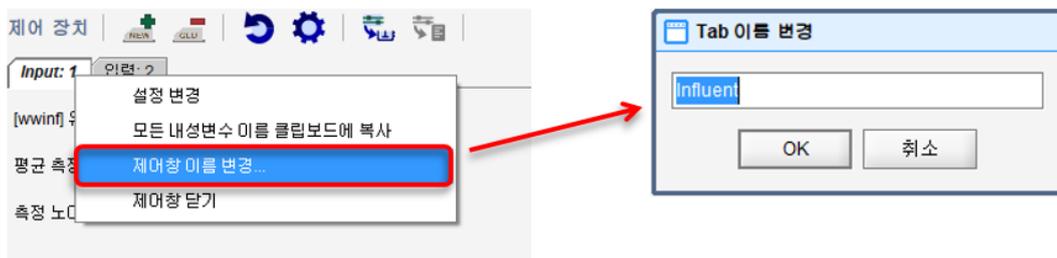


그림 6-12 제어 탭 이름 변경 (방법 2)

제어기 값 전송

제어기를 사용하여 모델의 보정을 미세 조정하고 결과에 만족하면 레이아웃 또는 시나리오의 기본값으로 이 값을 사용하고 싶을 수도 있습니다 (시나리오에 대한 정보는 8 장의 시나리오 이용 섹션을 참조).

이를 위해 제어 툴바에 두 개의 버튼을 추가하여 이 작업을 단순화했습니다.

레이아웃으로 값 전송 (기본 레이아웃 값으로 설정)

이 기능을 사용하면 (현재 탭에서) 전송할 제어 값을 선택하여 레이아웃의 기본값으로 사용할 수 있습니다. 레이아웃에 값을 전송하면 레이아웃이 저장되고 모델이 새 값으로 재구성됩니다.

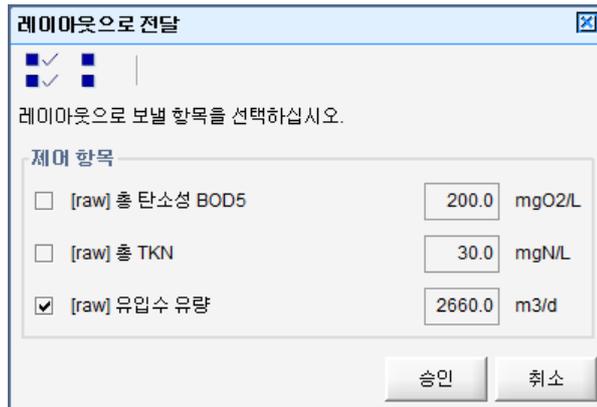


그림 6-13 레이아웃으로 보내기

시나리오로 제어 전송 (변경사항 저장)

이 기능은 시나리오가 선택되어 있는 경우에만 활성화됩니다 (시나리오 사용 참조). 시나리오에서 전송하고 사용할 제어 값을 (현재 탭에서) 선택하는 옵션을 제공합니다. 레이아웃에 값을 전송하는 것과는 달리, 이 작업에서는 모델을 다시 작성할 필요가 없습니다.

파일 입력 제어기 이용하기

대부분의 경우 GPS-X 외부에서 생성된 데이터를 시뮬레이션 모델의 입력으로 사용하는 것이 바람직합니다.

예를 들어 플랜트 유출수 데이터와 모델 예측치 간의 응답 차이를 관찰하기 위해 실제 플랜트 유입수 유량과 조성 데이터를 모델의 입력 값으로 사용하는 것이 편리 할 수 있습니다. 단계별 주입 (step-feed) 전략을 기록하는 것과 같은 운영 보고서는 실제 플랜트에서 작동을 모방하도록 모델을 변경하는 방법에 대한 지침을 포함하는 파일을 설정하는데 사용될 수 있습니다.

파일 입력 제어 유형은 올바르게 형식이 지정된 ASCII 또는 Excel 파일에서 직접 데이터를 읽습니다.

파일 입력 제어를 위한 데이터 준비에는 수동으로 데이터 파일을 준비하는 방법과 GPS-X 데이터 파일 편집기를 사용하는 두 가지 방법이 있습니다.

수동으로 데이터 파일 준비하기

데이터 파일 (표준 ASCII 텍스트 또는 Excel 스프레드시트)는 모델 입력 값 또는 GPS-X 에서 나타내기 위해 읽고 사용할 수 있습니다.

파일은 컴퓨터의 어느 곳에나 있을 수 있지만 레이아웃 파일이나 해당 위치의 하위 디렉토리와 동일한 디렉토리에 배치하는 것이 좋습니다.

ASCII 텍스트 파일

ASCII 텍스트 파일의 경우, 내성변수 이름과 타임 스탬프된 데이터 값을 알아야 합니다. 이 파일은 .dat 또는 .txt 확장자로 저장해야만 합니다.

이 파일의 형식은 다음과 같습니다:

t<delim>**cryptic-name-1**<delim>**cryptic-name-2**<delim>...

unit<delim>**unit**<delim>**unit**...

time<delim>**data-1**<delim>**data-2**...

파일의 첫 번째 줄은 식별자 't' (시간)와 독립 변수의 내성변수 이름이 포함된 탭 또는 공백으로 구분된 헤더입니다.

두 번째 줄은 데이터가 표현되는 단위를 지정합니다 (열은 구분자로 구분됩니다).

후속 행은 십진 양식의 시간 스탬프와 데이터 값 (열은 구분자로 구분됩니다)을 포함해야 합니다.

raw 라는 라벨이 붙은 스트림에 대한 변수 bodcon 및 tkncon 에 대한 데이터 파일의 예가 아래에 나와 있습니다.

```
t bodconraw tknconraw
d mg/L mgN/L
0.1 250 40
0.2 260 38
0.3 ? 37
0.4 275 ?
0.5 245 35
0.6 200 30
0.7 224 45
10.8 236 42
10.9 190 50
```

그림 6-14 ASCII 데이터 파일의 예

Excel 데이터 파일

Excel 을 사용하여 데이터 파일을 준비할 수도 있습니다. 형식은 ASCII 텍스트 파일과 유사하지만 구분자 대신 셀을 사용하여 데이터를 구분합니다.

Excel 의 첫 번째 행은 변수에 대한 내성변수 이름이 들어있는 헤더 행입니다. 시간 ('t')은 첫 번째 열입니다.

두 번째 행은 데이터가 표현되는 단위를 지정합니다.

후속 행에는 십진 형식의 시간 스탬프와 데이터 값이 포함되어야 합니다.

raw 라는 레이블이 붙은 스트림에 대한 변수 bodcon 및 tkncon 에 대한 데이터 파일의 예가 아래에 나와 있습니다.

	A	B	C
1	t	bodconraw	tknconraw
2	d	mg/L	mgN/L
3	0.1	250	40
4	0.2	260	38
5	0.3 ?		37
6	0.4	275 ?	
7	0.5	245	35
8	0.6	200	30
9	0.7	224	45
10	10.8	236	42
11	10.9	190	50

그림 6-15 엑셀 데이터 파일의 예

새 데이터 파일 생성 도구

GPS-X 에서 데이터의 첫 번째 두 개 행을 채워서 Excel 템플릿 파일을 생성하여, Excel 에 일일이 손으로 데이터를 입력해야 하는 수고를 줄일 수 있습니다. 이 도구가 바로 GPS-X 에 포함된 '새 데이터 파일 생성 도구'입니다.

이 도구를 사용하려면,



- (1) **데이터 파일 메뉴를 엽니다.** 메인 툴바에서 데이터 파일 버튼을 누르면 데이터 파일 창이 열립니다.
- (2) **새로운 데이터 파일을 생성합니다.** 데이터 파일 창에서 새로 버튼을 누르면 새 데이터 파일 생성 창이 열립니다. 여기서 현재 시나리오에 적용할 새로운 엑셀 템플릿 파일을 만들 수 있습니다. 새 데이터 파일 생성 창은 아래 그림 6-16에서 확인할 수 있습니다.
- (3) **데이터 파일 유형을 선택합니다.** 사용 가능한 데이터 파일 변수 유형에는 두 가지가 있습니다.
 - 입력 변수 옵션이 선택된 경우, 데이터 파일에 추가하기 위해 사용 가능한 변수는 현재 입력 제어기를 가지고 있는 변수에 국한됩니다. 이 파일에 입력된 데이터는 시뮬레이션이 진행되는 동안 입력 제어기의 값을 변경하게 됩니다.
 - 출력 변수 옵션이 선택된 경우, 데이터 파일에 추가하기 위해 사용 가능한 변수는 현재 출력 디스플레이 상에 있는 변수에 국한됩니다. 이 파일에 입력된 데이터는 시뮬레이션 결과와 관측 결과를 비교하기 위해 출력 그래프에 디스플레이될 것입니다. (8 장 참고)

다음을 클릭합니다.

- (4) **변수를 선택합니다.** 현재 사용 가능한 변수 전체가 탭으로 구분되어 있으며, 옵션 구역 상에 위치하고 있습니다. 탭 이름 목록을 확장하여 변수를 선택하면 됩니다. 변수 하나를 선택하면, 현재 선택사항 구역 내에 나타나게 됩니다.

모든 변수 선택이 완료되면, 다음을 클릭합니다.

- (5) **파일을 저장합니다.** 기본적으로, GPS-X 는 엑셀 파일을 저장할 때 현재 레이아웃과 동일한 디렉토리에 동일한 이름으로 저장합니다. 이 기본 설정을 변경하려면 검색 버튼을 클릭하여 변경하시기 바랍니다.

완료 버튼을 누르면 파일이 저장됩니다. 저장 완료 후, 해당 템플릿 파일을 열 것이냐고 묻는 메시지가 나타납니다.

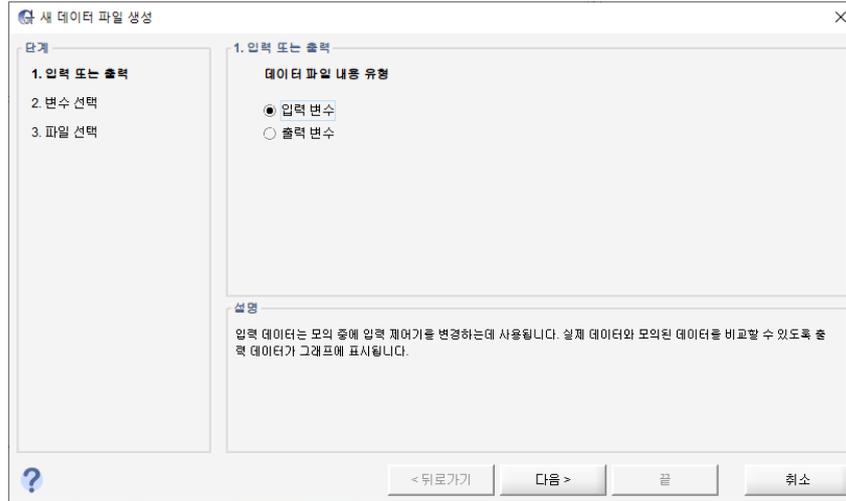


그림 6-16 새 데이터 파일 생성 도구 사용하기

특수 문자

- ?** 물음표가 포함된 데이터 파일의 영역은 누락된 데이터로 해석됩니다. 이 경우 해당 변수에 대해 마지막으로 유효한 데이터 입력 값이 사용됩니다.
- std** 사용자가 std 값을 가진 타임스탬프를 입력한다면 이는 정상 상태 시뮬레이션 실행의 시작시 사용할 값으로 해석됩니다. 시간 0 에서 사용되는 값 '0.0'이 아닙니다.

데이터 파일 편집기 사용하기

GPS-X 는 .dat 파일 (예: 확장자가 .dat 인 ASCII 텍스트 파일)을 작성하고 편집하기 위한 간단한 도구를 포함합니다. 이 도구는 단일 변수에 사용될 파일만 생성/편집할 수 있으므로 간단한 경우 또는 GPS-X 초보자에게만 사용하도록 권장됩니다. 보다 고급 사용자는 일반적으로 파일을 하나의 파일에 여러 변수를 포함할 수 있도록 GPS-X 외부에서 편집하는 것을 선호합니다.

편집기는 여러 가지 방법으로 액세스 할 수 있습니다:

- (1) **입력 제어 특성 대화 상자를 통해.** 원하는 컨트롤러를 파일 입력 형식으로 변경하면 형식 박스 옆에 편집기에 액세스 할 수 있는 버튼이 나타납니다.

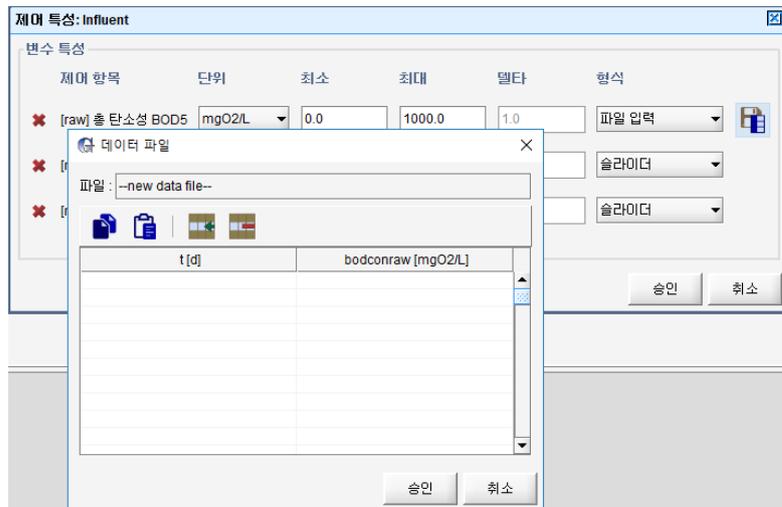


그림 6-17 제어 특성 대화상자를 통한 편집기 실행

(2) 제어기 라벨에서 우 클릭. 그러면 옵션 중 하나인 "데이터 파일..." 메뉴가 나타납니다.

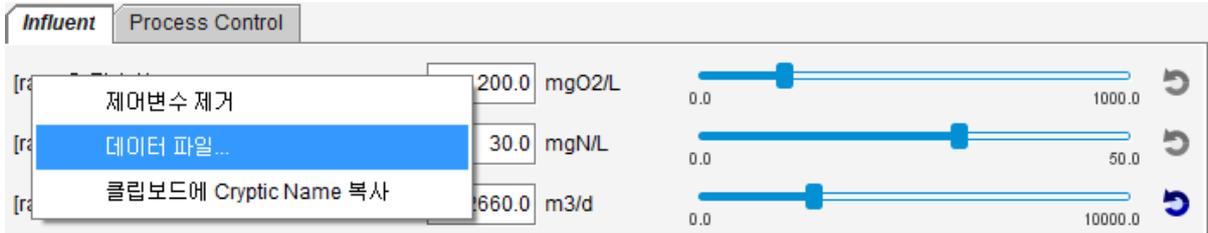


그림 6-18 팝업 메뉴를 통해 편집기 실행

(3) 데이터 입력 양식에서 라벨을 마우스 오른쪽 버튼으로 클릭합니다. 그러면 옵션 중 하나인 "데이터 파일..." 메뉴가 나타납니다.

레이아웃에 입력파일 추가하기

데이터 파일이 제대로 설정되면 GPS-X가 시뮬레이션 중에 이 파일들을 사용해야 한다는 것을 알려줘야 합니다.

파일을 GPS-X 데이터 파일 편집기를 사용하여 만든 경우 자동으로 레이아웃에 추가됩니다.

그러나 수동으로 GPS-X 외부 파일을 만든 경우에는, GPS-X에 이 파일들이 있음을 명확하게 알려줘야 합니다. 이를 위해서:

(1) 시뮬레이션 툴바 (8장 시나리오 구성을 참고)에서 "시나리오 > 구성"으로 갑니다.

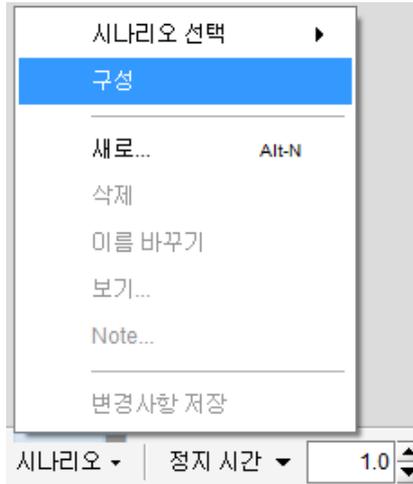


그림 6-19 시나리오 구성을 통해 파일 추가하기

(2) 시나리오 목록 (시나리오 이용 참조)에서 적절한 시나리오를 선택하고 "데이터 파일" 버튼을 클릭합니다. 그러면 이 시나리오에서 현재 사용 중인 모든 파일 목록이 있는 대화 상자가 표시됩니다.

(3) 이 창에서, 데이터 파일을 추가, 제거 또는 편집할 수 있습니다.

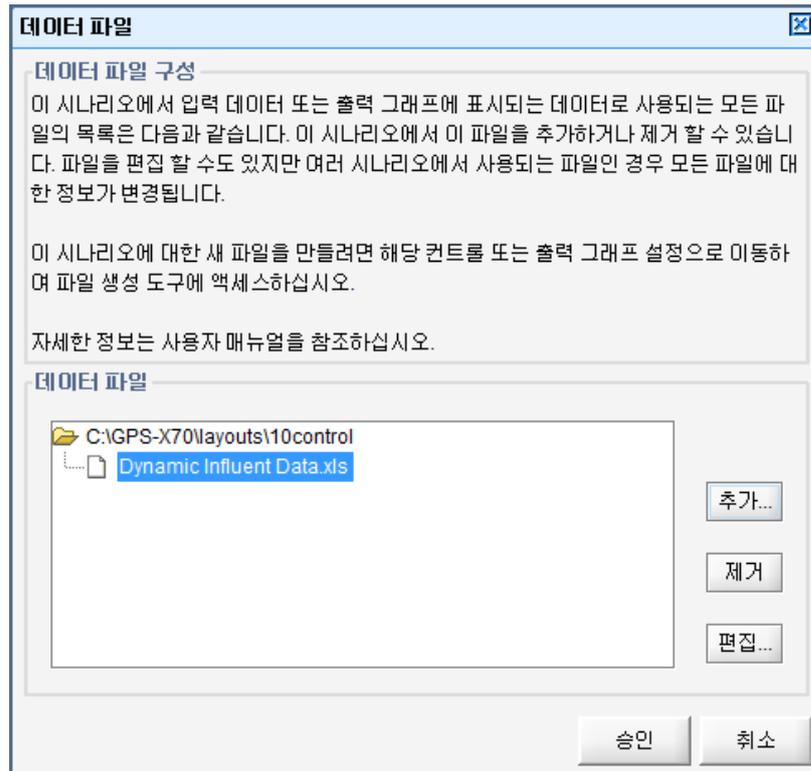


그림 6-20 데이터 파일 추가, 제거 또는 편집

동적 데이터 검증

동적 유입수 성상 데이터 세트를 수기로 생성하면, 각 유입수 조건 결과 세트가 유효한 유입수 성상이라는 결과로 이어졌는지 확인하려면 많은 시간이 소요될 수 있습니다. 이 절차를 간단히 하기 위해, GPS-X에는 각 유입수 조건 세트가 유효한 유입수 성상을 생성하고 있는지 자동으로 확인하는 도구가 있습니다. 이 도구는 동적 데이터 검증 도구로, 다음과 같은 방법으로 사용 가능합니다.



- (1) 하수 유입수 객체를 우 클릭한 뒤, 조성 > 유입수 성상으로 이동하여 유입수 조연자를 엽니다.
- (2) 유입수 조연자 좌측 하단 코너에 있는 동적 데이터 검증 버튼을 눌러서 동적 데이터 검증 도구를 엽니다.
- (3) 유입수 데이터 파일을 직접 손으로 입력하여 준비해둔 상태라면, 입력 파일 입력 필드 옆에 있는 '검색' 버튼을 클릭하여 GPS-X에 해당 파일을 제공하도록 합니다. 아직 유입수 데이터 파일을 생성하지 않았다면, 템플릿 생성 버튼을 눌러서 유입수 조연자 내에 모든 변수들의 목록을 사용할 수 있습니다. 데이터를 보유하고 있는 변수를 선택한 후, 승인을 누릅니다. 파일을 저장하고 데이터로 채우도록 합니다.
- (4) 출력 파일을 생성합니다. 출력 파일 데이터 입력 필드 옆에 있는 검색 버튼을 누르면 GPS-X가 생성한 새로운 파일을 저장할 것인지 묻는 메시지가 나타납니다. 이 파일이 바로 GPS-X가 동적 데이터 검증 결과를 쓰게 될 파일입니다.

동적 데이터 검증 도구는 사용자의 입력 파일에 기술된 유입수 조건을 각 시간격마다 유입수 조연자에 적용하게 됩니다. 매 시간격 마다 유입수 조연자에 의해 계산된 값들은 출력 파일로 쓰여집니다. GPS-X가 동적 데이터 검증을 완료하고 나면 출력 파일을 열 것인지 묻는 메시지가 나타납니다.

출력 파일을 열어보면, 유입수 조연자 변수가 음수 값을 지니도록 한 조건이라면 모두 노란색으로 표시되어 있을 것입니다. 그리고 음수 값이 있는 행에서 해당 값은 모두 빨간색으로 표시됩니다.

CHAPTER 7

출력 준비

출력 디스플레이란?

출력은 GPS-X에 의해 생성되는 그래픽 또는 텍스트 정보를 나타냅니다. 이것은 디스플레이 또는 데이터 파일로 존재할 수 있습니다. 디스플레이는 정적일 수도 있고 시뮬레이션이 진행됨에 따라 디스플레이가 지속적으로 업데이트되도록 시뮬레이터에 연결할 수도 있습니다.

출력을 데이터 파일에 저장할 수 있으므로 보고서 준비, 기록 보관소에 데이터 저장 등이 가능합니다. 아래 섹션에서는 사용 가능한 출력 유형과 출력 설정 및 생성 절차에 대해 설명합니다.

시뮬레이션 모드에서, 주 화면은 제어, 출력 및 드로잉 보드의 3개 영역으로 나뉘어져 있습니다 (그림 7-1).

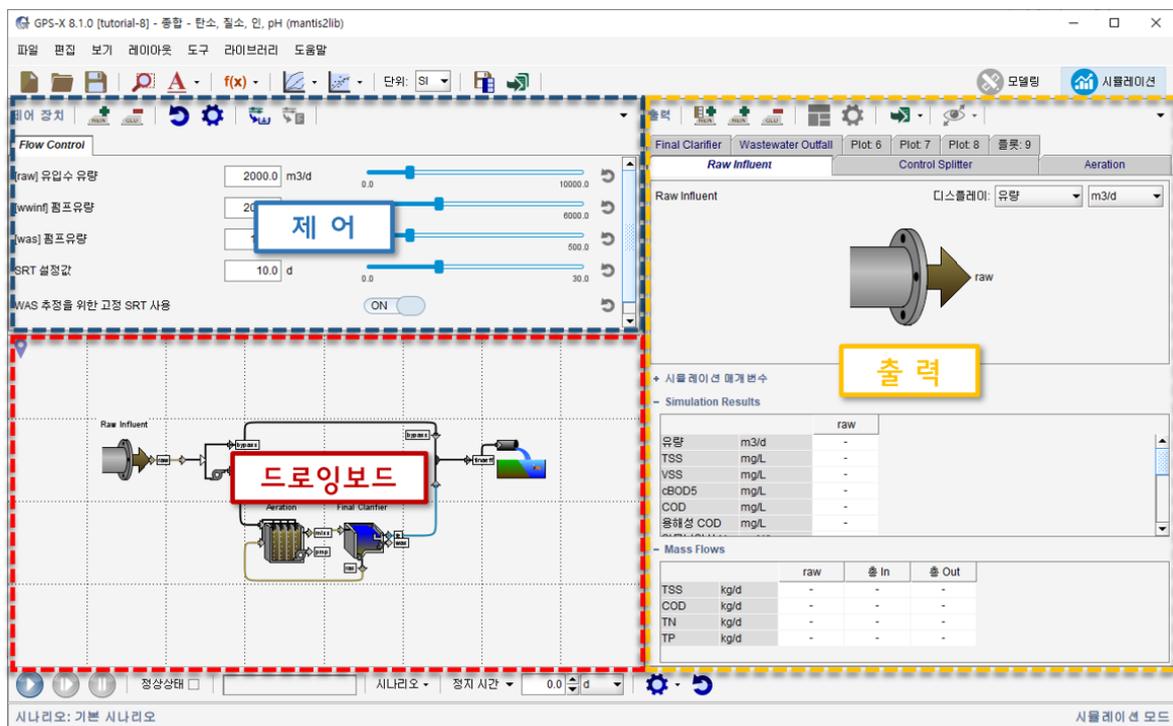


그림 7-1 시뮬레이션 모드의 3개 영역 (제어, 출력, 드로잉 보드)

출력 디스플레이가 설정되어 시뮬레이션 모드에서 사용되며 탭으로 구성됩니다. 원하는 만큼 탭을 생성하고 편리하게 구성할 수 있습니다.

출력 툴바

메인 윈도우의 출력 섹션 상단에는 출력 툴바가 있습니다. 여기서 출력 디스플레이에만 관련된 많은 기능에 액세스할 수 있습니다.



그림 7-2 출력 툴바

	새로운 테이블 탭 만들기	원하는 출력 변수를 사용하여 테이블을 설정할 수 있는 마법사가 시작됩니다. 새 테이블을 자체 탭에 놓습니다. 자세한 정보는 테이블 디스플레이를 참조하시기 바랍니다.
	새로운 탭 만들기	사용자 정의 디스플레이에 대한 새 탭을 만듭니다.
	탭 삭제	현재 탭과 그 내용을 삭제합니다.
	자동 정렬	사용자 정의 출력 디스플레이가 탭에서 모두 보이고 사용 가능한 공간을 덮을 수 있도록 자동으로 크기를 지정하고 배열합니다.
	그래프 특성	아래의 그래프 특성 섹션을 참조하십시오.
	내보내기	보고서 혹은 엑셀 시트의 형태로 GPS-X 에서 데이터를 내보내는 데 사용 가능한 옵션들이 드롭다운 목록 형태로 표시됩니다.
	추가 출력 디스플레이	공정을 모식화하여 출력하는 데 사용 가능한 모든 옵션의 드롭다운 목록입니다. 공정 모식화 출력 요약을 참고하시기 바랍니다.
	탭 목록	원하는 모든 탭을 쉽게 선택할 수 있도록 모든 출력 탭의 드롭다운 목록을 표시합니다. 많은 탭이 있을 때 유용 할 수 있습니다.

유형 요약

다양한 출력 디스플레이 유형이 있습니다. 각 출력 탭에는 한 가지 출력 유형이 포함되며 탭의 라벨은 포함된 출력 유형에 따라 다르게 나타납니다.

Quick 디스플레이

이 패널은 모델의 모든 단위 공정 객체에 대한 가장 중요한 정보를 간략하게 요약합니다. 자세한 내용은 **Quick 디스플레이** 섹션을 참조하십시오.

테이블 디스플레이

이 테이블은 플랜트 전체 길이에 걸친 모델 출력의 사용자 정의 요약입니다 (그래픽 형식으로 표시할 수도 있음). 자세한 정보는 **테이블 디스플레이** 섹션을 참조하십시오.

테이블 디스플레이의 막대 차트

테이블 디스플레이의 행을 시각적으로 표현할 수 있습니다. 자세한 내용은 **테이블 디스플레이의 막대 차트** 섹션을 참조하십시오.

사용자 정의 디스플레이

사용자 정의 출력 디스플레이가 포함된 탭에는 모델의 출력 변수로 구성된 하나 이상의 그래프가 포함될 수 있습니다. 자세한 정보는 **사용자 정의 디스플레이** 섹션을 참조하십시오.

다음 8 가지 유형의 출력 그래프를 사용하여 모든 단위 공정에서 출력 변수를 나타낼 수 있습니다.

1. **X-Y** 시계열 플롯 - X 축의 시간 및 Y 축의 종속 변수.
2. **X-Y 스크롤** 시간 시리즈 플롯 - X-Y 시간 시리즈 플롯과 동일한 축 라벨을 사용하고 각 시간 단위로 오른쪽으로 스크롤합니다.
3. **막대 차트** (주로 배열 변수 용) - 각 세로 막대가 단일 배열 요소의 값을 나타냅니다.
4. **수평 막대 차트** - **막대 차트**와 비슷하지만 세로로 표시되는 막대 대신 가로로 표시되는 막대를 사용합니다. 주로 침전지 데이터를 표시합니다.
5. **디지털** - 변수의 현재 값만 표시합니다.
6. **3D 막대 차트** - Z 축이 배열 요소 값인 2D 배열을 표시합니다.
7. **그레이 스케일** - 요소의 값이 회색 음영과 연관되는 곳입니다.
8. **Probabilistic (Monte Carlo)** - 각 빈 (bin)의 확률을 나타내는 막대 그래프입니다.

분석 모드에서 GPS-X 는 지정된 독립 변수를 모든 시계열 디스플레이의 시간으로 대체하여 특수 X-Y 플롯을 작성합니다. 이 그래픽 유형에 대한 자세한 내용은 아래의 **사용자 정의 작성** 섹션 및 9 장을 참조하십시오.

State Point Analysis

2 차 침전지 객체 (원형 및 직사각형)는 State Point Analysis 그래프를 그릴 수 있는 옵션을 제공합니다.

파일에 직접 데이터 내보내기

이 옵션은 시뮬레이션 데이터를 일반 텍스트 파일로 직접 전송합니다. GPS-X 외부에서 처리하기 위해 시뮬레이션 데이터를 저장하려면 이 작업을 수행할 수 있습니다. 자세한 내용은 **텍스트 파일에 데이터 저장** 섹션을 참조하십시오.

공정 모식도 출력 요약

메인 창의 출력 섹션에 설정되는 출력 디스플레이 외에도 시각화를 위한 공간이 더 필요하여 자체 디스플레이 창에 보여지는 세 가지 유형의 공정 모식도 출력이 있습니다. 세 가지 유형은 다음과 같습니다:

Sankey 다이어그램

일반적으로 사용되는 다섯 가지 변수 (Flow, TSS, COD, TN 및 TP)가 Sankey 다이어그램에 표시될 수 있습니다. Sankey 다이어그램은 화살표 폭의 관점에서 가변 수량을 표시하는 흐름도입니다. 이를 통해 사용자는 플랜트의 성능을 시각적으로 볼 수 있습니다. 자세한 내용은 **Sankey 다이어그램** 섹션을 참조하십시오.

에너지 사용 요약

이 기능은 사용자가 지정한 작동 조건 및 비용을 기준으로 에너지 사용 요약을 생성합니다. 값은 드로잉 보드의 단위 공정 주위에 다양한 색상의 강도로 표시됩니다.

운영 비용 요약

이 기능은 사용자가 지정한 운영 조건 및 비용을 기준으로 운영 비용 요약을 생성합니다. 값은 드로잉 보드의 단위 공정 주위에 다양한 색상의 강도로 표시됩니다.

물질 수지 도표

일반적으로 사용되는 다섯 가지 변수 (Flow, TSS, COD, TN 및 TP)가 물질 수지 도표에 표시될 수 있습니다. 물질 수지 도표는 표의 형태로 가변 수량을 표시하는 흐름도입니다. 이를 통해 사용자는 플랜트의 성능을 수치화하여 볼 수 있습니다. 자세한 내용은 **물질 수지 도표** 섹션을 참고하십시오.

Quick 디스플레이

시뮬레이션 모드에서 사용할 수 있는 Quick 디스플레이 패널은 가능한 한 가장 쉬운 방법으로 사용자에게 중요한 정보를 제공하도록 설계되었습니다. 레이아웃을 처음 만들 때, 드로잉 보드의 모든 프로세스에 대한 Quick 디스플레이 패널이 출력을 설정하기 위한 좋은 출발점으로 자동 생성됩니다.

출력 툴바의 "탭 삭제" 버튼을 사용하여 관심이 없는 Quick 디스플레이를 제거할 수 있습니다.

드로잉 보드의 객체를 두 번 클릭하면 해당 객체에 대한 Quick 디스플레이 탭이 만들어지고 (없는 경우) 또는 기존 Quick 디스플레이 탭이 선택됩니다.

Aerobic Tank Display: 유량 m3/d

2: 5519 m3/d
mlss : 3519 m3/d
ras : 2000 m3/d
recycle : 4000 m3/d

온도 : 20.0 C

시뮬레이션 결과

		2	mlss(1)	mlss(2)	mlss(3)	mlss
MLSS	mg/L	695.1	986.7	980.6	974.5	974.5
MLVSS	mg/L	467.6	662.6	657.3	651.9	651.9
용해성 COD	mg/L	33.48	25.86	23.61	21.37	21.37
암모니아성 N	mgN/L	7.591	6.24	1.199	0.1452	0.1452
미질산성 질소	mgN/L	0.489	0.4987	0.9676	0.2523	0.2523
질산성 질소	mgN/L	3.379	3.395	7.43	8.901	8.901
용해성 PO4-P	mgP/L	8.293	8.341	8.282	8.271	8.271
총 알칼리도	mgCaCO3/L	213.2	208.4	175.9	166.9	166.9
산도	-	7.149	7.189	7.34	7.373	7.373
수리학적 체류 시간	h	-	0.4309	1.006	1.006	-
DO	mgO2/L	-	0.0002235	2.136	2.125	-
총 OUR	mgO2/(L.h)	-	0.03297	31.92	15.31	-
질산화율	mgN/(L.h)	-	0.007377	5.245	1.423	-
질산성 질소 미용량	mgN/(L.h)	-	2.921	0.4241	0.3777	-

운전 변수

		mlss
총 공기량	m3/h	500.9
총 실제 OTR	kg/h	15.54
FM 비	kgBOD5/(kgMLVSS.d)	3.426
Volumetric Organic Loading	kgBOD5/(m3.d)	2.233

질량 유량

		2	ras	mlss	recycle	총 In	총 Out
TSS	kg/d	3836	3584	3429	3898	7420	7327
COD	kg/d	4084	3649	3524	4006	7733	7529
TN	kg/d	317.9	255.7	261.6	297.4	573.5	558.9
TP	kg/d	115.6	82.01	91.99	104.6	197.6	196.6

그림 7-3 Quick 디스플레이의 예

Quick 디스플레이에서 데이터 내보내기



전체 Quick 디스플레이는 출력 툴바의 "엑셀 파일로 데이터 내보내기" 버튼을 클릭하여 엑셀 스프레드 시트로 내보낼 수 있습니다. 이렇게 하면 파일의 이름과 위치를 선택할 수 있는 파일 탐색기가 열립니다.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Aerobic Tank							
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21			2	miss	recycle	ras		
22	유량	m3/d	5518.5	3518.5	4000	2000		
23								
24	시뮬레이션 결과							
25			2	miss(1)	miss(2)	miss(3)	miss	
26	MLSS	mg/L	695.1248	986.74056	980.56465	974.51479	974.51479	
27	MLVSS	mg/L	467.5925	662.56441	657.28449	651.86165	651.86165	
28	용해성 COD	mg/L	33.47842	25.856341	23.613137	21.373346	21.373346	
29	암모니아성 N	mgN/L	7.591254	6.2403272	1.1993153	0.1452001	0.1452001	
30	아질산성 질소	mgN/L	0.489021	0.4987241	0.9675592	0.2522555	0.2522555	
31	질산성 질소	mgN/L	3.378941	3.3947918	7.4296029	8.900989	8.900989	
32	용해성 PO4-P	mgP/L	8.292867	8.3412955	8.2817569	8.2714131	8.2714131	
33	총알칼리도	mgCaCO3/L	213.1784	208.38346	175.90898	166.86833	166.86833	
34	산도	-	7.149269	7.1893234	7.3403549	7.3732529	7.3732529	
35	수리학적 체류 시간	h	-	0.4309367	1.0055189	1.0055189	-	
36	DO	mgO2/L	-	0.0002235	2.1356831	2.1248013	-	
37	총 OUR	mgO2/(L.h)	-	0.0329744	31.921292	15.310561	-	
38	질산화율	mgN/(L.h)	-	0.0073771	5.2453701	1.4231945	-	
39	질산성 질소 이용률	mgN/(L.h)	-	2.9214879	0.424088	0.3776503	-	
40	공기 흐름	m3/h	-	0	345.93032	154.96039	-	
41	SOTE	%	-	30	30	30	-	
42	실제 OTR	kg/h	-	0	10.7248	4.8109629	-	
43								
44	운전 변수							
45				miss				
46	총 공기량	m3/h		500.8907				
47	총 실제 OTR	kg/h		15.53576				
48	FM 비	kgBOD5/(kgMLVS		3.42599				
49	Volumetric Organic Loading	kgBOD5/(m3.d)		2.233271				
50	RAS Recycle 비율	%		36.24173				
51								
52	질량 유량							
53			2	ras	miss	recycle	총 In	총 Out
54	TSS	kg/d	3836.046	3584.4281	3428.8303	3898.0592	7420.4743	7326.8895
55	COD	kg/d	4084.004	3649.2852	3523.6455	4005.8496	7733.2894	7529.495
56	TN	kg/d	317.875	255.65332	261.56587	297.36065	573.52834	558.92652
57	TP	kg/d	115.6342	82.012732	91.993033	104.5821	197.64697	196.57514

그림 7-4 Quick 디스플레이 엑셀로 내보내기



또는 출력 툴바에서 내보내기 버튼 드롭다운 목록으로부터 "워드 탭 내보내기" 버튼을 클릭하여 전체 Quick 디스플레이를 Microsoft 워드 문서로 내보낼 수 있습니다. 이렇게 하면 파일의 이름과 위치를 선택할 수 있는 파일 탐색기가 열립니다.



또는, 출력 툴바의 내보내기 드롭다운 목록에서 “데이터를 클립보드로 복사” 버튼을 클릭하여 데이터(텍스트에만 해당)를 시스템 클립보드로 복사할 수 있습니다. 그런 다음 데이터를 보고서 또는 스프레드 시트에 붙여 넣을 수 있습니다.

데이터의 특정 선택만 내보내려면 Quick 디스플레이 테이블에서 행을 강조 표시한 다음 마우스 오른쪽 버튼으로 클릭합니다. 선택 또는 전체 표를 복사하는 옵션이 있는 팝업 메뉴가 제공됩니다.

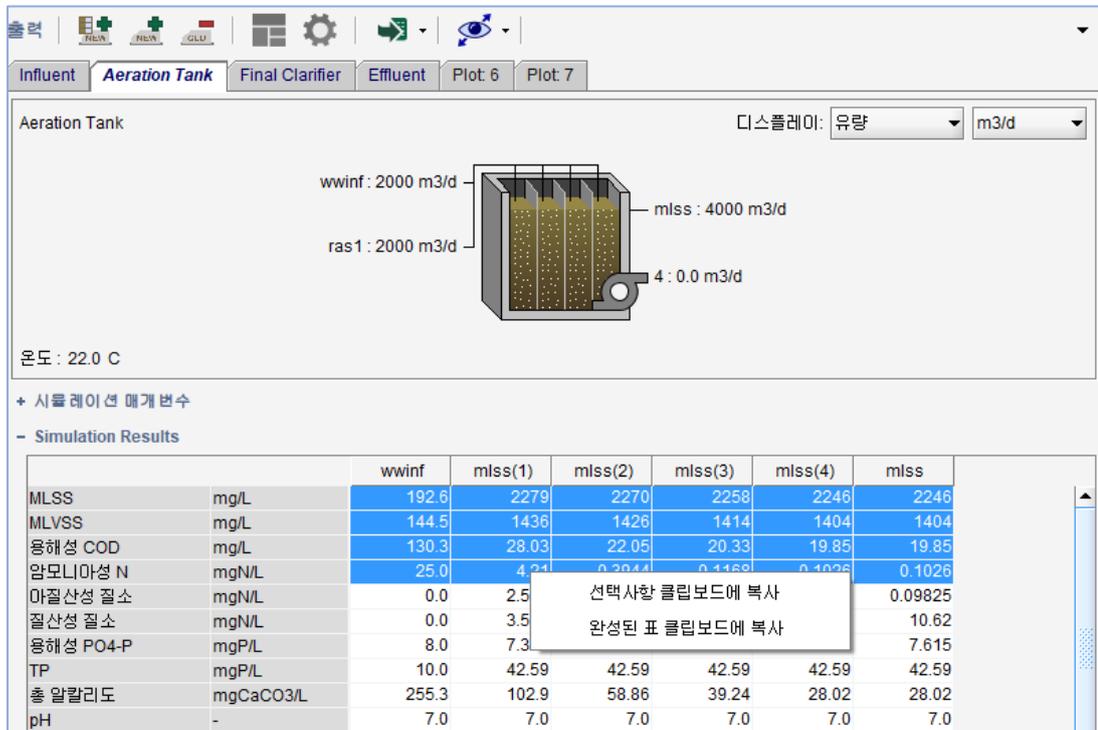


그림 7-5 클립 보드로 Quick 디스플레이 복사

테이블 디스플레이

테이블 형식으로 시뮬레이션 데이터를 보고하면 선택한 스트림 및 공정 변수에 대한 출력을 준비하는데 매우 편리합니다. 스트림 변수 표는 전체 플랜트에서 가장 중요한 플랜트 변수의 질량 균형을 보는데 매우 유용합니다.

테이블 디스플레이에는 두 가지 유형이 있습니다.

스트림 변수

이 테이블은 유속, 상태 변수 및 합성 변수와 같은 스트림과 관련된 변수를 표시합니다. 스트림의 농도 값 또는 질량 유량을 표로 만드는 옵션이 제공됩니다.

공정 변수

이 테이블은 부피, HRT, 유기물 부하, 에너지 소비 등과 같은 프로세스 자체와 관련된 변수를 표시합니다.

설정 마법사



테이블 디스플레이를 만들려면 출력 톨바에서 "새로운 테이블 탭 만들기" 버튼을 클릭합니다. 테이블 속성 설정 마법사가 시작됩니다 (그림 7-6).

- (1) 테이블 형식 아래에서 선택하는 첫 번째 옵션은 이 테이블에서 스트림 변수 또는 공정 변수를 표시할 것인지 여부입니다 (차이점은 위에 참조).
- (2) 스트림 변수 테이블이 될 경우 농도 값 또는 질량 유량을 포함할지 여부를 결정해야 합니다.
- (3) 그런 다음 변수 위치와 (왼쪽 창) 특정 변수를 (오른쪽 창) 선택하면 됩니다.
- (4) 선택 사항에 만족하면 '승인'을 클릭하여 테이블 디스플레이 탭을 작성합니다. (그림 7-7)

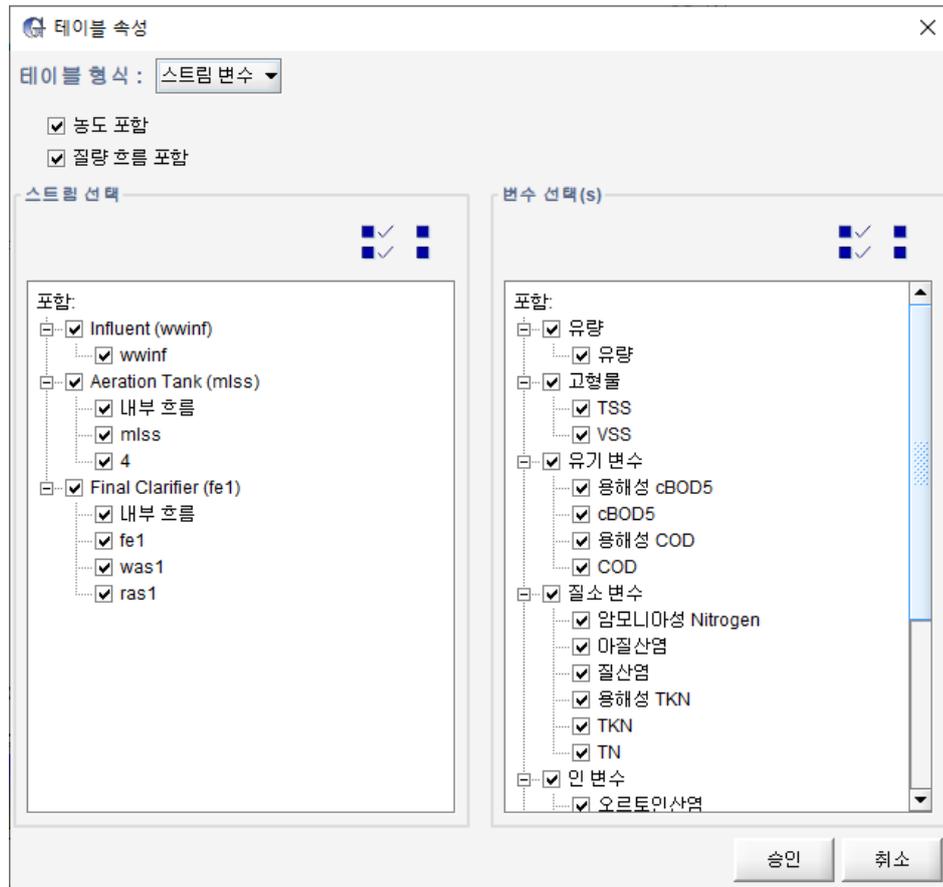


그림 7-6 테이블 디스플레이 설정 마법사

Table			raw	mlss(1)	mlss(2)	mlss(3)	mlss	recycle	eff(1)
유량	m3/d		2000	-	-	-	4039	4000	-
TSS	mg/L		171.1	976.7	974.4	970.7	970.7	970.7	11.03
VSS	mg/L		128.3	655.2	652.5	648.7	648.7	648.7	7.368
용해성 cBOD5	mgO2/L		72.0	5.979	3.878	2.313	2.313	2.313	2.313
cBOD5	mgO2/L		200.0	419.4	413.2	406.8	406.8	406.8	6.908
용해성 COD	mgCOD/L		118.0	25.95	23.02	20.84	20.84	20.84	20.84
COD	mgCOD/L		344.8	1014	1005	995.4	995.4	995.4	31.91
암모니아성 Nitrogen	mgN/L		25.0	6.521	1.331	0.1665	0.1665	0.1665	0.1665
용해성 TKN	mgN/L		27.78	7.989	2.764	1.579	1.579	1.579	1.579
TKN	mgN/L		30.0	71.14	66.22	65.14	65.14	65.14	2.301
TN	mgN/L		30.0	74.89	74.51	74.24	74.24	74.24	11.41
DO	mgO2/L		0.0	0.000221	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0

그림 7-7 테이블 디스플레이의 예

테이블 디스플레이에서 데이터 내보내기



출력 툴바의 "엑셀 파일로 데이터 내보내기" 버튼을 클릭하면 전체 테이블 디스플레이를 엑셀 스프레드 시트로 내보낼 수 있습니다. 그러면 파일의 이름과 위치를 선택할 수 있는 파일 탐색기가 열립니다.

이 방법 외에, 출력 툴바 상의 내보내기 버튼 드롭다운 목록으로부터 "탭을 워드로 내보내기"를 클릭하면 전체 테이블 디스플레이를 워드 문서로 내보낼 수 있습니다. 이렇게 하면 파일의 이름과 위치를 선택할 수 있는 파일 탐색기가 열립니다.

또는 출력 도구 모음에서 "클립 보드에 테이블 복사하기" 버튼을 클릭하여 데이터 (텍스트만)를 시스템 클립 보드로 복사할 수 있습니다. 그런 다음 데이터를 보고서 또는 스프레드 시트에 붙여 넣을 수 있습니다.

데이터의 특정 선택 부분만 내보내려면 테이블의 행을 강조 표시한 다음 마우스 오른쪽 버튼으로 클릭하면 됩니다. 일부 또는 전체 표를 복사하는 옵션이 있는 팝업 메뉴가 나타납니다.

Influent	Aeration Tank	Final Clarifier	Effluent	Plot 6	Plot 7	테이블: 7				
			wwinf	mlss(1)	mlss(2)	mlss(3)	mlss(4)	mlss	4	fe1
유량	m3/d		2000	-	-	-	-	4000	0.0	-
TSS	mg/L		192.6	2279	2270	2258	2246	2246	2246	-
	kg/d		385.3	-	-	-	-	8985	0.0	-
VSS	mg/L		144.5	1				1404	1404	-
	kg/d		288.9	-				5616	0.0	-
용해성 cBOD5	mgO2/L		79.83	6.3				0.6107	0.6107	0
	kg/d		159.7	-				2.443	0.0	-
cBOD5	mgO2/L		196.0	63				590.3	590.3	-
	kg/d		392.0	-				2361	0.0	-
용해성 COD	mgCOD/L		130.3	28				19.85	19.85	-
	kg/d		260.7	-				79.41	0.0	-

그림 7-8 클립 보드에 테이블 디스플레이 복사하기

그래프 특성



출력 툴바에서 "그래프 특성" 버튼을 클릭하면 현재 선택 사항을 변경할 수 있는 설정 마법사가 나타납니다.

Column Order

테이블 디스플레이를 마우스 오른쪽 버튼으로 클릭하면 옵션 중 하나가 "Column Order ..."인 메뉴가 나타납니다. 그러면 테이블 열의 기본 순서를 변경할 수 있는 대화 상자 창이 열립니다.

테이블 디스플레이의 막대 차트



테이블 디스플레이의 각 행에는 작은 "그래프" 버튼이 있습니다. 이 버튼은 해당 행의 데이터 막대 차트를 만듭니다. 선택된 행의 모든 데이터를 보여주는 새로운 탭이 생성됩니다.

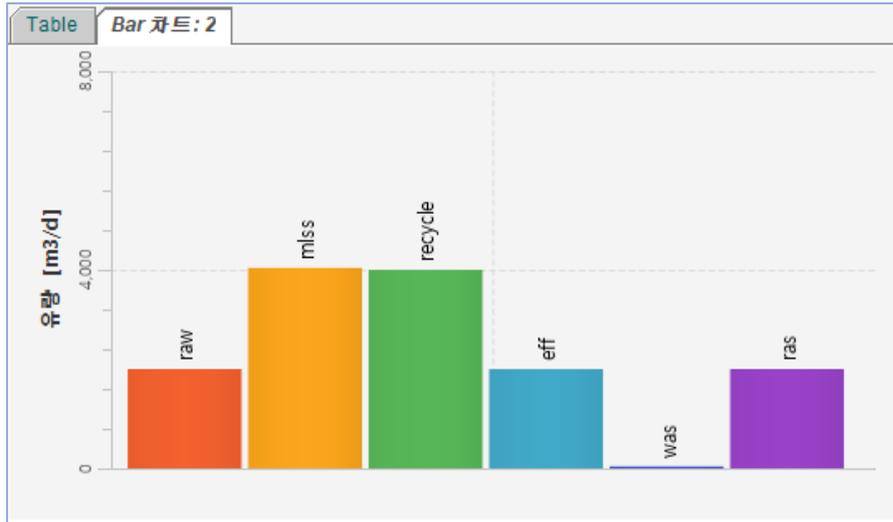


그림 7-9 테이블 디스플레이에서 생성된 막대 차트

그래프 특성



출력 톨바에서 "그래프 특성" 버튼을 클릭하면 막대 차트의 다양한 설정을 변경할 수 있는 대화 상자 창이 열립니다.

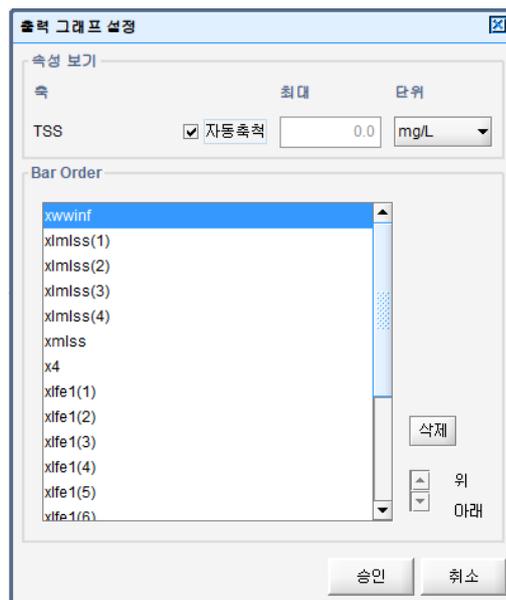


그림 7-10 막대 차트 설정

옵션에는 y 축 (autoscale 또는 최대값 설정 및 단위) 설정과 막대의 순서가 포함됩니다. 목록에서 변수를 선택하고 "삭제"를 클릭하여 차트에서 변수를 제거할 수도 있습니다.

사용자 정의 디스플레이

여러 개의 탭에서 원하는 수의 사용자 정의 그래프를 만들 수 있습니다. 이를 통해 사용자는 현재 진행 중인 시뮬레이션 작업에 가장 유용한 형식으로 추가 정보를 나타낼 수 있습니다.

이러한 디스플레이는 시뮬레이션을 실행하기 전에 만들어야 합니다. 즉, 시뮬레이션을 설정할 때 원하는 그래픽 유형, 플롯할 변수 및 최소값과 최대값을 고려해야 합니다. 관찰하고 싶은 모델 행동과 정보 내용을

최대화하기 위해 출력 변수를 그룹화하는 방법에 대해 생각해보십시오.

다음은 출력 디스플레이에 데이터를 표시하기 위한 몇 가지 지침입니다.

- 단일 그래프 내에서 비교할 그룹 변수. 예를 들어, 단일 반응조에서 인 제거와 관련된 상태 변수가 동일한 디스플레이에 있으면 쉽게 비교할 수 있습니다. 그룹화를 하면 결과를 시각적으로 비교할 수 있습니다.
- 단일 탭에 6개 이하의 그래프를 표시합니다. 대용량의 데이터를 플롯해야 하는 경우 여러 탭을 만들어 탭 당 더 적은 수의 그래프를 두도록 합니다.
- 순간 값만 중요할 때 디지털 디스플레이를 사용합니다. 예를 들어, 일부 시뮬레이션에서는 현재 고형물 체류 시간만 중요합니다. 디지털 디스플레이는 변화율에 대한 정보를 제공하지 않지만 단일 값을 표시하는데 편리합니다. 최대 20개의 변수를 단일 디지털 디스플레이에 표시할 수 있습니다.
- 과거 기록, 레벨 및 비율이 중요할 때 X-Y 또는 스크롤 X-Y 그래픽 디스플레이를 사용합니다. 이 디스플레이는 변수의 과거 기록 (x축 스케일에 따라 다름), 순간적 레벨 및 변화율에 대한 정보를 제공합니다.
- 막대 그래프 또는 수평 막대 차트를 사용하여 배열 변수의 수준과 변경 비율을 비교합니다. 많은 배열 변수는 GPS-X에서 정의되며, 대부분의 요소는 요소 사이의 공간적 관계 (예: 침전 지의 각 레이어에 있는 고형물 농도)로 인해 정의됩니다. 동적 막대 차트는 배열의 변수에 대한 상대적인 수준과 변화율을 보여 주지만 과거 기록에 대한 정보는 제공하지 않습니다.
- 그레이 스케일 또는 3D 막대 차트를 사용하여 DO 프로파일, 살수여상 필터의 농도, 생물막 등을 표시합니다.
- 몬테카를로 시뮬레이션의 데이터를 표시할 때 **Problematic (Monte Carlo)** 그래프를 사용합니다.

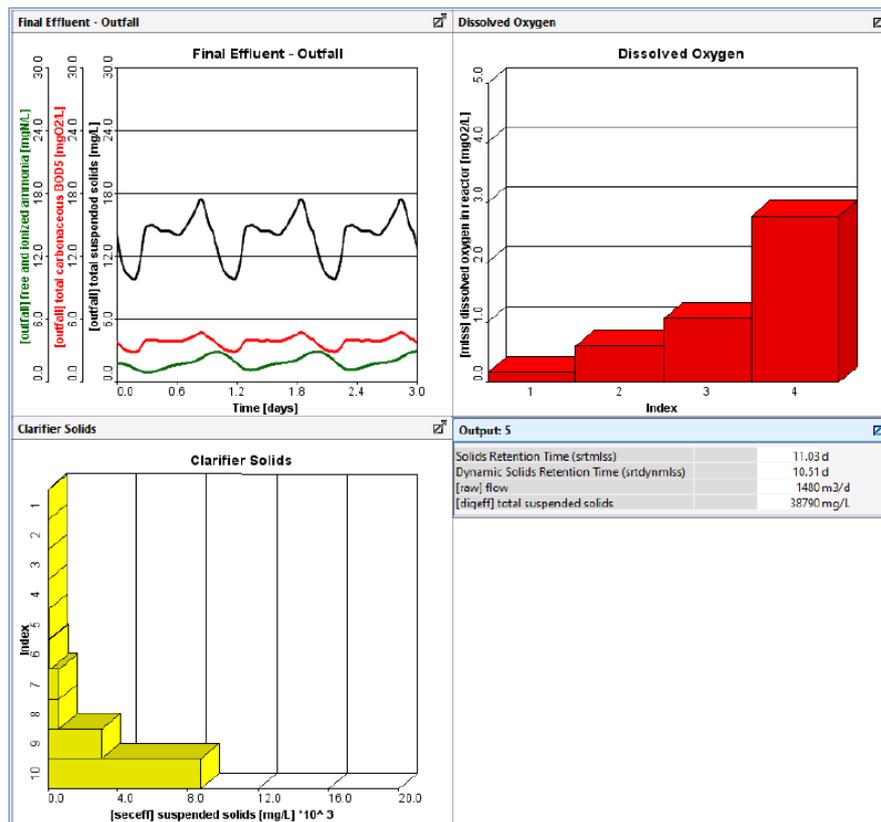


그림 7-11 출력 디스플레이의 다양한 유형 예

적절한 디스플레이를 정하려면 몇 차례 반복해야 할 수 있습니다. 언제든지 시뮬레이션을 중지하고 출력 그래프를 마우스 오른쪽 버튼으로 클릭하여 변경한 다음 시뮬레이션으로 돌아가 새로운 출력을 볼 수 있습니다. 이 단계에 대한 구체적인 절차는 아래에서 자세히 설명합니다.

분석/최적화 그래프

출력 그래프가 표시되는 방식은 시뮬레이션 모드에 따라 다릅니다.

예를 들어, **분석 모드**에서 민감도 분석의 데이터를 수용하도록 그래픽을 수정할 수 있습니다. 이 경우 독립 변수는 시간이 아니라 분석의 초점으로 사용자가 정의한 변수입니다. 자세한 내용은 9 장 **분석 도구**를 참조하십시오.

디스플레이 그래프는 **최적화 모드**에서도 변경됩니다. 자세한 내용은 10 장 **최적화 도구**를 참조하십시오.

사용자 정의 출력 디스플레이 만들기

시뮬레이션 중에 표시하고자 하는 그래픽의 변수와 종류를 결정한 후 다음 단계는 출력 그래프를 설정하도록 GPS-X에 지시하는 것입니다. 이 단계는 시뮬레이션을 실행하기 전에 완료해야 하지만 시뮬레이션과 출력 설정을 반복하여 가장 만족하는 화면을 얻을 수 있습니다. 출력 설정 절차는 입력 제어 설정에 사용되는 절차와 유사합니다.

출력 그래프를 설정하는 세 가지 주요 단계가 있습니다:

1. 출력 툴바에서 "새로운 탭 만들기" 버튼을 클릭하여 하나 이상의 빈 출력 디스플레이 탭을 만듭니다.
2. 그래프에 표시할 변수를 찾아 빈 출력 탭으로 드래그합니다.
3. 디스플레이 속성을 조정합니다.

새 출력 디스플레이 탭 만들기



출력 툴바의 "새로운 탭 만들기" 버튼은 새로운 빈 탭을 만듭니다. 이 빈 탭은 레이아웃의 단위 고정 객체에서 출력 변수 메뉴의 변수가 포함된 그래프로 채울 수 있습니다.

디스플레이에 출력 변수 지정하기

출력 변수에는 상태 변수, 그 파생 변수, 합성 변수⁷, 입력 값, 특별히 계산된 변수, 사용자 정의 변수 및 모델 상수가 포함됩니다.

시스템 관련 변수를 포함하여 이러한 변수가 표시될 수 있습니다.

사용자가 필요한 변수를 이용할 수 없다면, 기존 변수에서 계산될 수 있는 변수를 정의하고 플로팅에 사용할 수 있도록 만들 수 있습니다. 자신의 변수를 정의하는 방법에 대한 더 자세한 정보는 11 장 **GPS-X Customizing (사용자 맞춤)**을 참조하십시오.

⁷ 합성 변수는 상태 변수와 다른 상수의 조합으로 계산된 변수입니다.

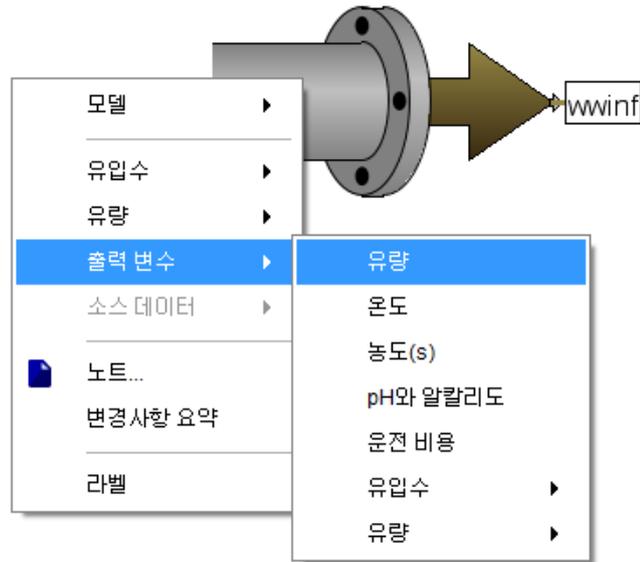


그림 7-12 공정 메뉴의 출력 변수

표시할 변수를 선택하기 위하여:

1. 시뮬레이션 모드에서 객체 아이콘이나 그 연결점 중 하나를 마우스 오른쪽 버튼으로 클릭하여 공정 데이터 메뉴를 불러옵니다. 각기 다른 지점에서 다른 변수를 사용할 수 있습니다. 마우스 커서는 연결 지점의 맨 위에 있을 때 화살표로 바뀔 것 입니다.

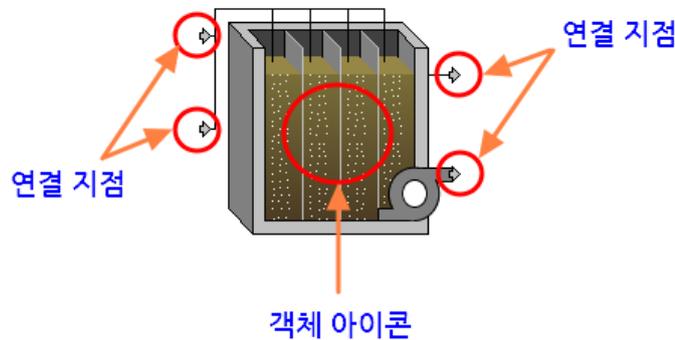


그림 7-13 다른 변수에 접근하기 위한 다른 지점

2. 그림 7-12에서와 같이 출력 변수 메뉴를 선택합니다.
3. 변수 또는 관심이 있는 변수 그룹 메뉴 항목을 선택합니다. 사용 가능한 옵션 목록이 있는 대화 상자 창이 표시됩니다.

같이 출력 변수가 배열인 경우 배열 버튼 (...)을 클릭하여 배열의 개별 요소를 선택하는 두 번째 대화상자에 액세스합니다.

4. 표시 변수를 찾아서 다음 둘 중 하나로 드래그합니다.
 - i. 새 디스플레이를 만들기 위한 출력 탭의 이용가능한 빈 영역 (그림 7-14). 기본적으로 X-Y 그래프를 생성하지만, 나중에 변경할 수 있습니다 (그래프 특성 섹션 참조).
 - ii. 또는 기존 디스플레이에 드롭하여 추가합니다.
5. "승인" 버튼을 클릭하여 대화상자를 닫습니다.

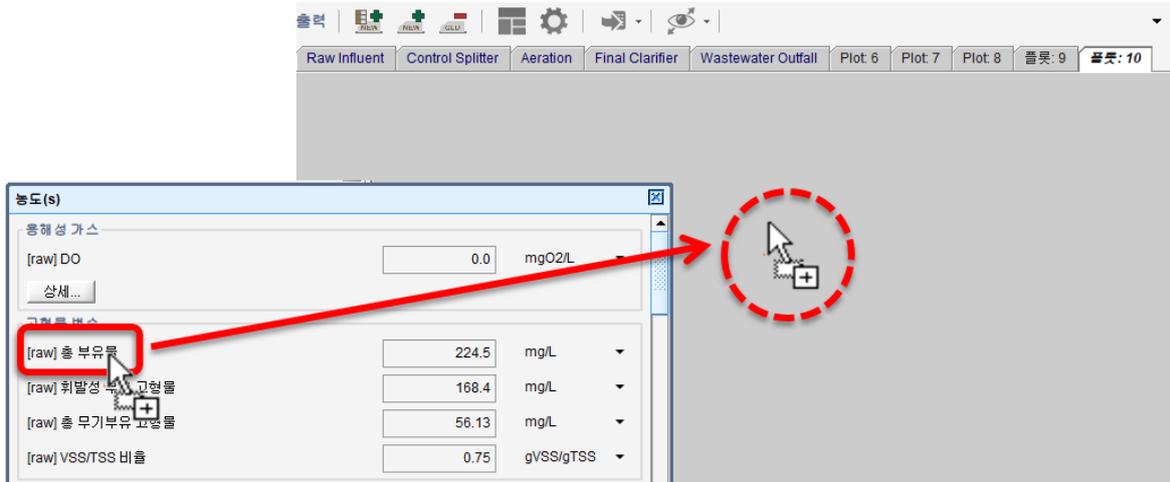


그림 7-14 출력 디스플레이로 변수 드래그하기

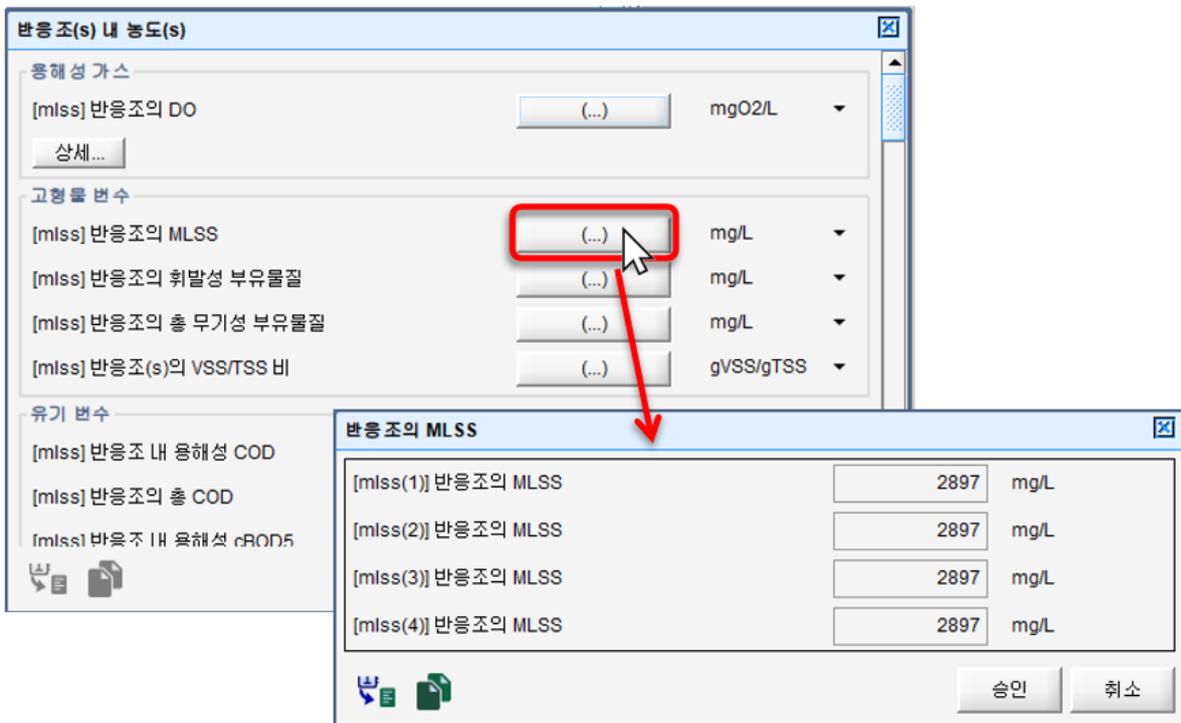


그림 7-15 변수 배열 대화상자

Quick Tip: 변수 (메뉴 또는 다른 입력 제어창에서)를 출력 탭의 오른쪽 영역으로 드래그하여 새로운 출력 그래프를 빠르게 작성할 수 있습니다. 이렇게 하면 새 탭이 만들어지고 출력 변수가 할당됩니다. 먼저 "새로운 탭 만들기" 버튼을 클릭할 필요가 없습니다.

막대 차트를 위한 변수 선택

배열 변수의 요소는 막대 차트에서 가장 편리하게 표시할 수 있습니다. 표시할 배열 변수를 선택하려면 위와 동일한 절차를 따르되 개별 배열 요소를 드래그하는 대신 전체 배열 (즉, (...) 버튼 옆의 라벨)을 출력 영역으로 드래그하도록 선택합니다.

크기 변수 또한 막대 차트로 표시할 수 있습니다. 이 경우 막대 차트는 단일 막대로 구성됩니다. 하지만 이는 슬러지 블랭킷 높이, 변화하는 탱크 부피 등의 변화를 표시하는데 유용합니다.

사용자 정의 출력 디스플레이에서 데이터 내보내기



출력 툴바의 "엑셀 파일로 데이터 내보내기" 버튼을 클릭하면 전체 출력 디스플레이를 엑셀 스프레드시트로 내보낼 수 있습니다. 이렇게 하면 파일의 이름과 위치를 선택할 수 있는 파일 탐색기가 열립니다.



이 방법 외에 출력 툴바의 "탐을 워드로 내보내기" 버튼을 클릭하면 전체 테이블 디스플레이를 워드 문서로 내보낼 수 있습니다. 이렇게 하면 파일의 이름과 위치를 선택할 수 있는 파일 탐색기가 열립니다.



또는 출력 툴바에서 "클립 보드에 테이블 복사하기" 버튼을 클릭하여 데이터 (텍스트만)를 시스템 클립 보드로 복사 할 수 있습니다. 그런 다음 데이터를 보고서 또는 스프레드시트에 붙여넣을 수 있습니다.

출력 변수 대 입력 매개변수

출력 변수가 포함된 대화상자는 시뮬레이션에 대한 입력 값을 지정하는데 사용되는 데이터 입력 창과 모양이 비슷합니다. 출력 변수 창은 데이터 입력을 위해 편집 가능한 필드를 표시하는 대신 시뮬레이션 값이 표시된다는 점에서 다릅니다. 출력 변수와 입력 매개변수가 혼동되지 않도록 여러 창 유형에 액세스 할 때 이러한 구분을 염두에 두십시오.

변수 위치 표시

표시 변수를 선택할 때 다음 규칙을 따릅니다:

- 플러그인 반응조에서 펌핑된 유량 흐름, 유출수 유량 흐름 및 마지막 반응조는 동일한 합성, 상태 및 화학양론적 표시 변수 값을 갖습니다.
- 모든 연결 지점에 동일한 표시 변수 목록이 있는 것은 아니며, 객체 자체의 표시 메뉴가 연결 지점의 표시 메뉴와 다릅니다.

디스플레이 메뉴는 세 가지 범주로 분류할 수 있습니다:

1. 객체 내부;
2. 유출수 또는 월류 연결 지점에서;
3. 다른 모든 연결 지점

이 디스플레이 메뉴는 다음 세 섹션에서 자세히 설명합니다.

내부 디스플레이 메뉴

다음과 같이 객체의 물리적 구성에 따라 내부 디스플레이 변수 메뉴에는 두 가지 유형이 있습니다.

1. 완전 혼합 또는 제로 볼륨 객체;
2. 내부 구조를 가진 객체.

첫 번째 유형에서는 객체에 공간적 변화가 없습니다.

수학적 모델은 대수 관계 (제로 볼륨 객체의 경우) 또는 일반 미분 방정식 (완전 혼합 객체의 경우)으로 설명됩니다. 두 경우 모두 배열이 정의되지 않습니다. 내부 출력 변수 메뉴는 유출수 연결 지점에 있는 메뉴의 사본입니다.

두 번째 유형의 대상에는 플러그흐름 반응조, 층이 나뉜 침전지, SBR 및 기타가 포함됩니다. 농도는 이러한 객체에서 변화가 있을 수 있습니다. 수학적 용어로 편미분 방정식이 사용되고 배열이 정의됩니다. 이러한 객체에서 내부 출력 변수 메뉴는 일차원 배열에 액세스하는데 사용됩니다.

유출수 디스플레이 메뉴

다음과 같이 객체의 물리적 구성에 따라 유출수 또는 월류 출력 변수 메뉴에는 두 가지 유형이 있습니다.

1. 고정 모델 객체 (분산기, 혼합기 등);
2. 다른 모든 개체

첫 번째 유형 객체의 유출수 연결 지점에 대한 디스플레이 메뉴에는 **모델**, **유량**, **합성 변수**, **상태 변수** 및 **모델 화학양론**과 같은 기본적인 출력 변수 세트가 있습니다.

월류 위치는 대다수의 객체에 대해 특수한 연결 지점이며, 세 가지 출력 변수 세트를 가지고 있습니다.

1. 고정 모델 객체의 기본 표시 변수.
2. 스칼라인 내부 모델 변수, 즉 부피, 슬러지 블랭킷 등;
3. 모델 매개변수 (매개변수 메뉴와 동일하지만 표시 전용)

다른 디스플레이 메뉴

이러한 연결 지점의 디스플레이 메뉴에는 **모델**, **유량**, **합성 변수**, **상태 변수** 및 **모델 화학양론**과 같은 기본적인 표시 변수 세트가 있습니다.

그래프 특성

표시할 변수를 선택하고 하나 이상의 출력 디스플레이에 배치하면 각 그래프의 속성과 모양을 사용자 정의할 수 있습니다.



이는 출력 톨바의 "그래프 특성" 버튼을 클릭하거나 출력 그래프를 마우스 오른쪽 버튼으로 클릭하여 팝업 메뉴에 액세스하고 거기에서 옵션을 선택하여 수행할 수 있습니다.

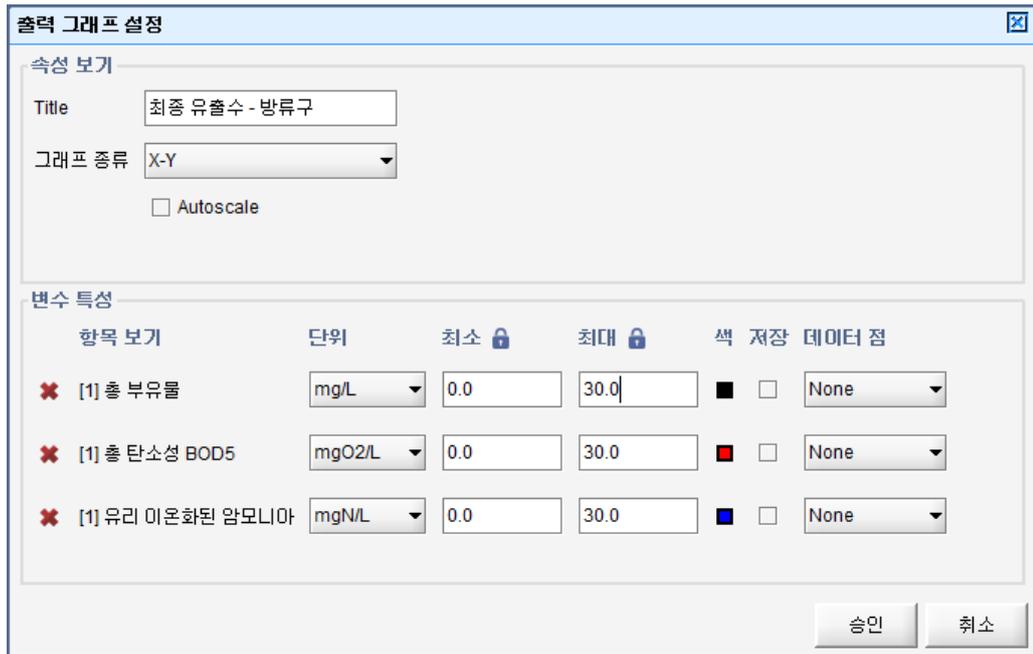


그림 7-16 출력 그래프 설정 대화상자

그림 7-16에서 볼 수 있듯이 대화상자는 2개의 섹션을 가지고 있습니다.

속성 보기

이 섹션에는 제목, 그래프 종류 및 자동 크기 조절 옵션과 같은 전체 그래프에 대한 설정이 포함되어 있습니다.

다른 디스플레이 유형에 대한 간략한 설명은 **사용자 정의 디스플레이** 개요 섹션을 참조하십시오.

Autoscaling 을 사용하면 시뮬레이션 중에 변수의 값에 따라 프로그램이 y 축의 최대 값을 결정할 수 있습니다. 이 기능은 그래프의 모든 y 축에 집합적으로 적용되며 모두 동일한 최대 값이 부여됩니다. 최대 값은 시뮬레이션 실행 중에 적절하게 조정됩니다.

변수 특성

변수 특성 섹션에는 이 디스플레이의 각 변수에 대한 개별 설정이 들어 있습니다.

디스플레이 속성 섹션의 선택에 따라 일부 설정이 표시되거나 표시되지 않을 수 있습니다.



그래프에서 변수를 제거하려면 제거할 변수 옆에 있는 작은 'x'를 클릭하십시오.



위의 속성 보기 섹션에서 자동 크기 조절을 선택하지 않은 경우 y 축에 대해 원하는 최소값과 최대값을 정할 수 있습니다. 최소/최대 라벨 옆에 **자물쇠 아이콘**이 있습니다. 열이 '잠긴' 경우에는 한 값을 변경하면 전체 열에 대해 값이 변경됩니다. 열을 '잠금 해제' 하면 각 변수에 대해 다른 최소/최대 값을 지정할 수 있습니다.

색 열을 사용하면 선 또는 막대의 색상을 지정할 수 있습니다. 작은 색상의 상자를 클릭하면 다른 색상을 선택할 수 있는 색 선택기 창이 열립니다.

저장 열을 사용하면 통계 요약, 프리젠테이션 그래픽 또는 텍스트 문서 준비와 같이 시뮬레이션이 GPS-X 외부에서 처리되는 동안 레이아웃 디렉토리에 있는 파일에 데이터를 자동으로 쓸 수 있습니다. 자세한 내용은 **텍스트 파일로 데이터 저장하기** 섹션을 참조하십시오.

데이터 점 옵션을 사용하면 파일 또는 데이터베이스의 값을 그래프에 점으로 표시할 수 있습니다 (선으로 표시되는 시뮬레이션 데이터와 반대). "파일"을 선택하면 데이터를 만들거나 볼 수 있는



"데이터 파일" 버튼이 표시됩니다. 데이터 파일의 구조는 파일 입력 제어기의 파일과 동일합니다. 자세한 내용은 수동으로 데이터 파일 준비하기 섹션을 참조하십시오.

Quick Tip: 그래프를 클릭하면 모든 그래프의 수치 결과를 즉시 확인할 수 있습니다.

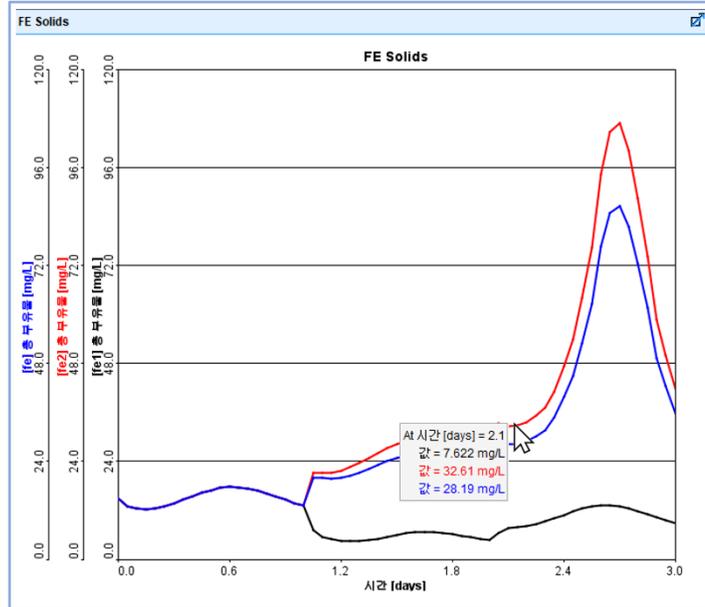


그림 7-17 즉각적인 값을 보여주는 그래프

상태 점 분석 (State Point Analysis) 그래프

상태 점 분석은 설계 목적을 위한 최대 고형물 부하율을 분석하기 위해 2차 침전지에 내장되었습니다. 상태 점 분석은 시뮬레이션된 MLSS 농도 또는 사용자 정의 설계 MLSS 농도를 사용하여 수행할 수 있습니다.

상태 점 분석 그래프를 만들려면 원형 또는 장방형 침전지 객체를 마우스 오른쪽 버튼으로 클릭하고 출력 변수 > State Point 분석 옵션을 선택합니다 (그림 7-18).

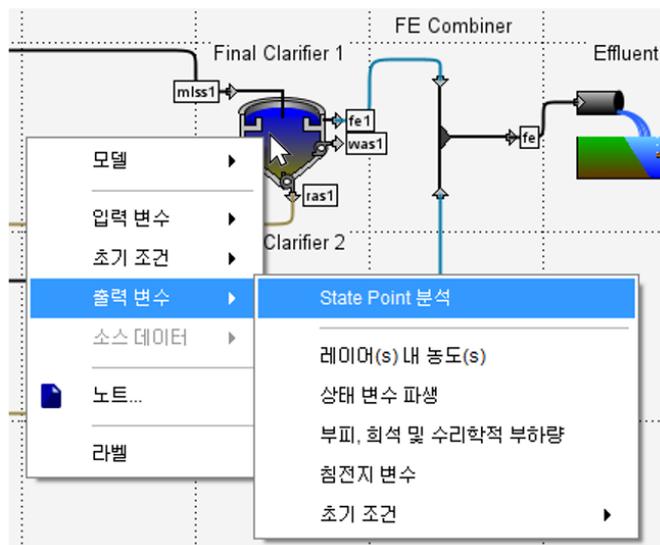


그림 7-18 상태 점 분석 그래프 만들기

상태 점 분석 그래프는 침전지로의 유fid 변동에 대해 동적으로 업데이트됩니다. 상태 점 분석의 일반적인 결과는 그림 7-19에 나와 있습니다.

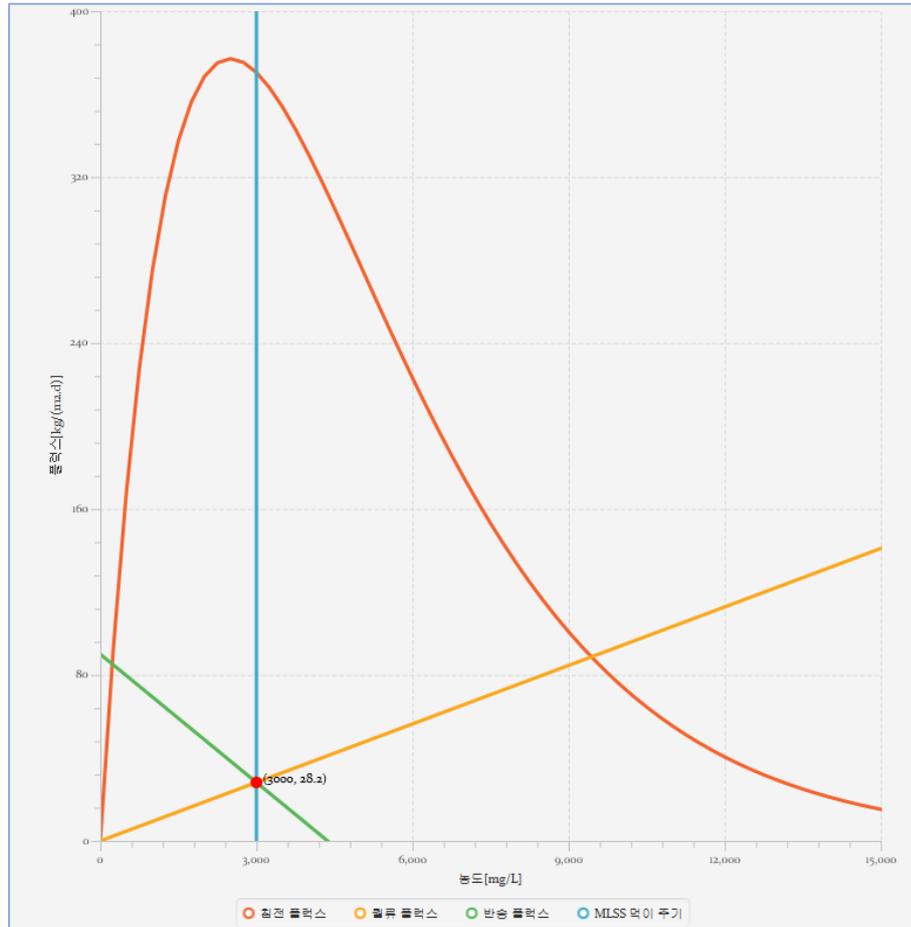


그림 7-19 상태 점 분석 그래프 예

운전 점 (빨간 점)이 적색 곡선 안에 있고 녹색 점이 적색 곡선을 넘지 않는 한, 침전지의 운전 조건은 안전하다고 간주됩니다.

Sankey 다이어그램

시뮬레이션이 실행된 후에는 5가지 공통 변수 (Flow, TSS, COD, TN 및 TP) 중 하나를 선택하여 Sankey 다이어그램을 볼 수 있습니다.

Sankey 다이어그램은 화살표 폭의 관점에서 가변 수량을 표시하는 흐름도입니다. 이를 통해 사용자는 플랜트의 성능을 시각적으로 보고 다양한 양을 비교할 수 있습니다.

Sankey 다이어그램 보기



Sankey 다이어그램을 보려면 시뮬레이션을 실행하고 출력 툴바에서 Sankey 다이어그램 버튼을 클릭합니다.

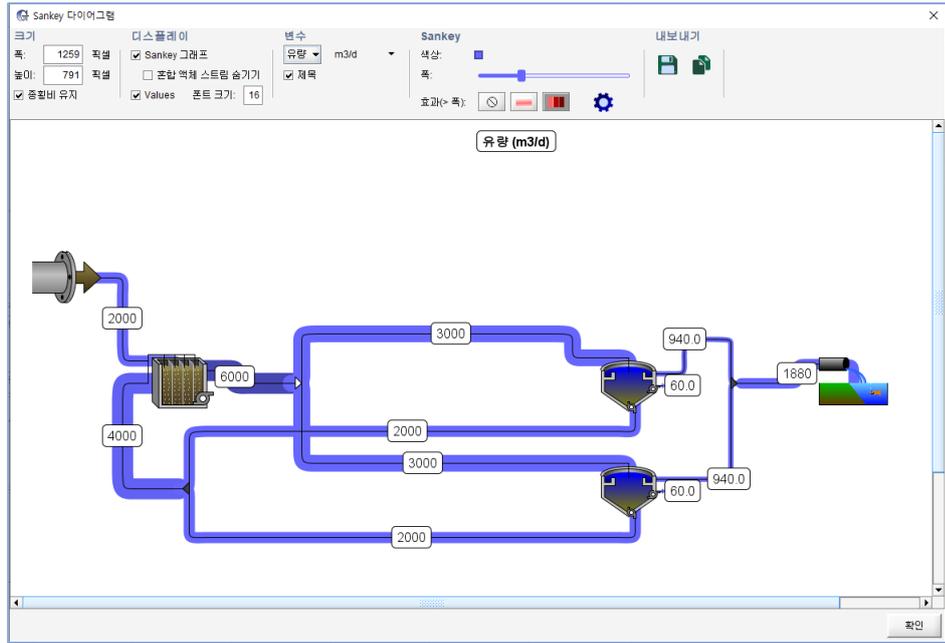


그림 7-20 Flow를 나타내는 Sankey 다이어그램

Sankey 다이어그램에 대한 옵션

Sankey 다이어그램의 모양을 다양한 방법으로 사용자화하고 다양한 형식으로 이미지를 내보낼 수 있습니다. 옵션은 다섯 가지 범주로 분류됩니다.

크기

크기 카테고리에서 다이어그램 너비와 높이에 대한 픽셀 개수를 정의하여 출력 다이어그램의 크기를 조정할 수 있습니다. 종횡비 유지를 선택하면, GPS-X는 다이어그램의 너비와 높이간 일정 비율을 유지하는 수준에서 전체 축척을 자동으로 조정하게 됩니다.

디스플레이

디스플레이 카테고리에서 Sankey 라인 또는 다이어그램에 표시된 숫자 값을 숨기거나 표시하도록 선택할 수 있습니다.

Sankey 라인을 표시하는 경우 혼합액의 스트림을 숨기거나 표시하는 옵션도 제공됩니다. 기본적으로 이러한 스트림의 값은 일반적으로 다른 값보다 훨씬 크고 따라서 다른 스트림과의 시각적 차이를 압도하므로 이 스트림은 숨겨져 있습니다.

참고: 마우스 커서를 스트림 위로 이동 (커서가 손 모양으로 바뀐)하고 마우스 오른쪽 버튼을 클릭하여 개별 스트림을 숨기거나 표시할 수도 있습니다. 스트림이 현재 표시되고 있으면 스트림을 숨길 수 있으며 반대의 경우도 가능합니다. 드로잉 보드의 빈 영역을 마우스 오른쪽 버튼으로 클릭하면 현재 숨겨진 스트림 모두를 "모두 보기"하는 옵션이 제공됩니다.

변수

변수 카테고리에서 표시할 변수와 값이 표시될 단위를 선택할 수 있습니다.

다이어그램에서 변수 이름과 단위가 표시되는 제목을 숨기거나 표시하도록 선택할 수도 있습니다.

Sankey

이 카테고리는 Sankey 라인의 모양에 대한 다양한 옵션을 제공합니다.

현재 색상을 보여주는 작은 사각형을 클릭하여 색상을 변경할 수 있습니다.

슬라이더를 조정하여 Sankey 선의 최대 폭을 변경할 수 있습니다.

Sankey 라인에 대해 선택할 수 있는 세 가지 효과가 있습니다.



(1) **효과 없음**. 정상적인 방식으로 선이 표시됩니다.



(2) **희미해짐**. 폭보다 큰 값으로 설정하면 선이 단색에서 더 투명한 값으로 희미 해집니다.



(3) **어두워짐**. 너비 제한은 너비보다 큰 값이 선 너비를 증가시키지 않고 대신 값에 비례하는 선의 색을 어둡게 만들 수 있습니다.

참고: 희미해짐/어두워짐 효과의 폭 제한은 효과 옵션 옆에 있는 효과 설정  버튼을 클릭하여 설정합니다. 그러면 한계를 조정하고 다이어그램에 직접적인 영향을 볼 수 있는 슬라이더가 있는 대화 상자가 나타납니다.

내보내기

이 카테고리는 이미지를 내보내는 몇 가지 옵션을 제공합니다.



1. **파일에 이미지 저장**. 다이어그램을 저장할 이미지 파일의 이름과 위치를 선택할 수 있는 파일 탐색기를 엽니다.



2. **클립 보드로 복사**. 이미지를 시스템 클립 보드에 복사하여 보고서나 스프레드 시트에 붙여 넣을 수 있습니다.

물질 수지 도표

시뮬레이션을 실행한 후, 5가지 공통 변수 (Flow, TSS, COD, TN 및 TP) 중 하나를 선택하여 물질 수지 도표를 볼 수 있습니다.

물질 수지 도표는 표의 형태로 가변 수량을 표시하는 흐름도입니다. 이를 통해 사용자는 플랜트의 성능을 수치적으로 확인하고 다양한 수량들을 비교할 수 있습니다.

물질 수지 도표 보기



물질 수지 도표를 보려면, 시뮬레이션을 실행한 다음 출력 툴바 상의 추가 출력 디스플레이 버튼 드롭다운 목록을 클릭하여 **물질 수지 도표** 메뉴 항목을 선택합니다. 이제 물질 수지 도표 마법사(그림 7-21)가 시작됩니다.

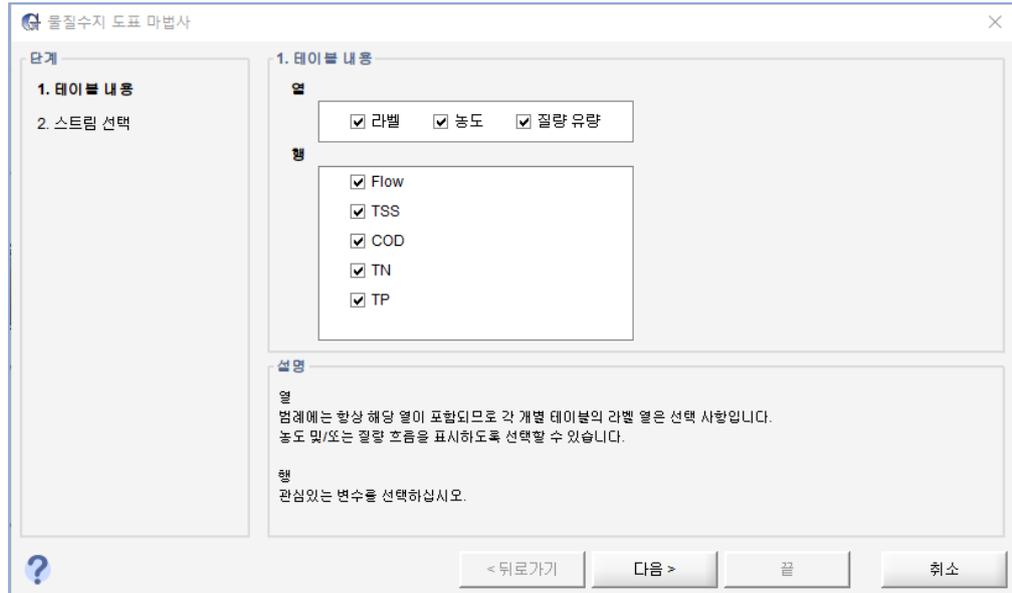


그림 7-21 물질 수지 마법사 설정 메뉴

- (1) '표 내용'이라는 타이틀 아래 선택할 첫 번째 옵션은 각 개별 표내에 어떤 '열'(변수 라벨, 농도, 질량 유량)을 표시할지 선택하는 것입니다. 그 아래 '행'에 대해서는 표에 어떤 변수(Flow, TSS, COD, TN 및 TP)를 포함할지 지정하면 됩니다.
- (2) 그 다음, 사용자가 관심을 가지고 있는 스트림을 선택합니다. 선택 완료 후, 완료를 클릭하여 물질 수지 도표를 생성합니다.
- (3) 표 위치를 자동 정렬할 것인지 묻는 질문이 나타납니다. 자동 정렬 기능을 사용하면 각 표들에 해당하는 스트림 근처에 표들이 배치될 수 있도록 조정이 이루어집니다.

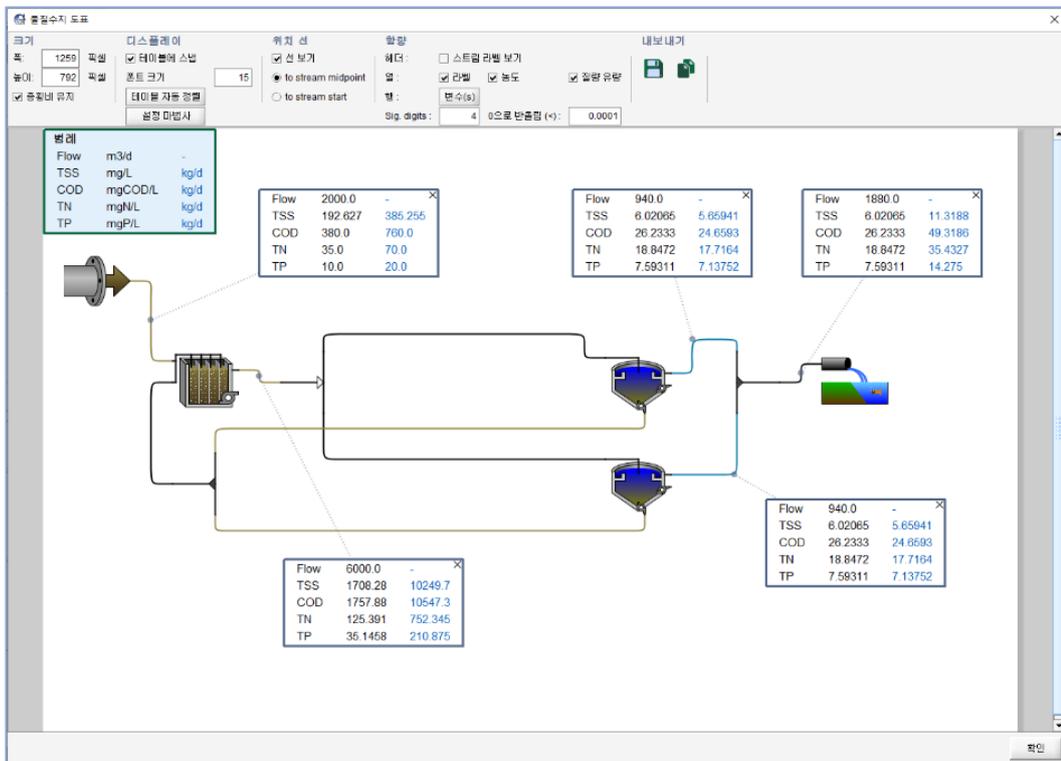


그림 7-22 물질 수지 도표

물질 수지 도표의 옵션

물질 수지 도표가 생성되고 나면, 도표 내에서 표를 드래그하여 어디든 이동시킬 수 있습니다.

물질 수지 도표의 모습을 여러 가지 다양한 형태로 맞춤화할 수도 있고 여러 포맷으로 이미지를 내보낼 수도 있습니다. 물질 수지 도표의 옵션은 다섯 개의 카테고리로 나누어집니다.

크기

크기 카테고리에서 도표의 너비와 높이를 조정하도록 픽셀의 개수를 변경하여 출력 다이어그램의 크기를 바꿀 수 있습니다. 중형비 유지를 선택하면, GPS-X 에서 다이어그램의 너비와 높이간 일정한 비율을 유지한 채로 다이어그램의 축척을 자동 조정하게 됩니다.

디스플레이

디스플레이 카테고리에서, 표를 스냅(snap)하도록 선택할 수 있는데 이를 통해 도표 내 다른 객체와 함께 이동시킬 때 그에 맞춰 조정되도록 할 수 있습니다.

또한, 이 카테고리에서 설정 마법사를 다시 열 수도 있습니다. 설정 마법사를 다시 열어 물질 수지 도표에서 표를 삭제하거나 추가할 수 있습니다.

참고: 원치 않는 표에 마우스를 놓고 우 클릭한 뒤 해당 표를 숨기는 옵션이 있습니다.

위치 선

위치 선 카테고리에서, 스트림과 표 사이에 연결되는 선의 존재 유무를 선택할 수 있습니다.

또한, 위치 선이 보이도록 해둔 경우, 위치 선이 어디로 연결될지(중간점 혹은 스트림 시작점) 선택할 수 있습니다.

내용

이 카테고리는 표 안의 내용에 대해 다양한 옵션을 제공합니다.

스트림 라벨 보기 옵션을 선택하면, 각 테이블 안 헤더로서 스트림 이름을 추가할 수 있습니다.

설정 마법사 내 선택된 열과 행 값 중 어떤 값이 표에서 보이도록 할 지 조정할 수도 있습니다.

표 안의 숫자가 몇 자리 수까지 표시될 지 조정하는 것도 가능합니다.

이미지를 내보내는 옵션도 다양하게 제공됩니다.



3. **이미지를 파일에 저장합니다.** 도표를 저장할 이미지 파일의 이름과 위치를 선택하기 위해 파일 탐색기를 엽니다.



4. **클립보드로 복사합니다.** 이미지들을 시스템 클립보드로 복사하여 보고서나 엑셀 시트에 붙여 넣을 수 있도록 합니다.

에너지 사용 및 운영 비용 요약

시뮬레이션을 실행한 후, 에너지 사용 혹은 운영 비용에 대한 플랜트 모식화 출력 요약은 볼 수 있습니다. 이 두 가지 요약은 외관과 설정이 유사하고 표시되는 데이터만 다를 뿐이기 때문에, 함께 설명하도록 하겠습니다.

에너지 사용 요약

이 모델은 폭기, 펌핑, 혼합, 가열 등을 위한 동력 소비를 추적합니다.

에너지 사용 요약은 보려면, 시뮬레이션을 실행하고 출력 툴바의 추가 출력 디스플레이 버튼 드롭다운 목록에서 "에너지 사용 요약" 메뉴 항목을 클릭합니다.

운영비용 요약

이 모델은 폭기, 펌핑, 화학약품 투입, 슬러지 처분 및 기타 운영비용을 추적합니다.

운영비용 요약은 보려면 시뮬레이션을 실행하고 출력 툴바의 추가 출력 디스플레이 버튼 드롭다운 목록에서 "운영비용 요약" 버튼을 클릭합니다.

요약 보기

위의 옵션 중 하나를 선택할 때 표시되는 대화 상자 창에는 데이터에 대한 두 가지 다른 보기가 있습니다.

레이아웃 보기

레이아웃보기에서 레이아웃 이미지는 표시되는 변수 값을 나타내는 단위 공정 주위에 '핫 스팟'으로 표시됩니다. 값이 커지면 '핫 스팟'의 색상 강도가 높아집니다.

그림 7-23 에 각 단위 프로세스의 전체 전력이 표시되는 예가 나와 있습니다.

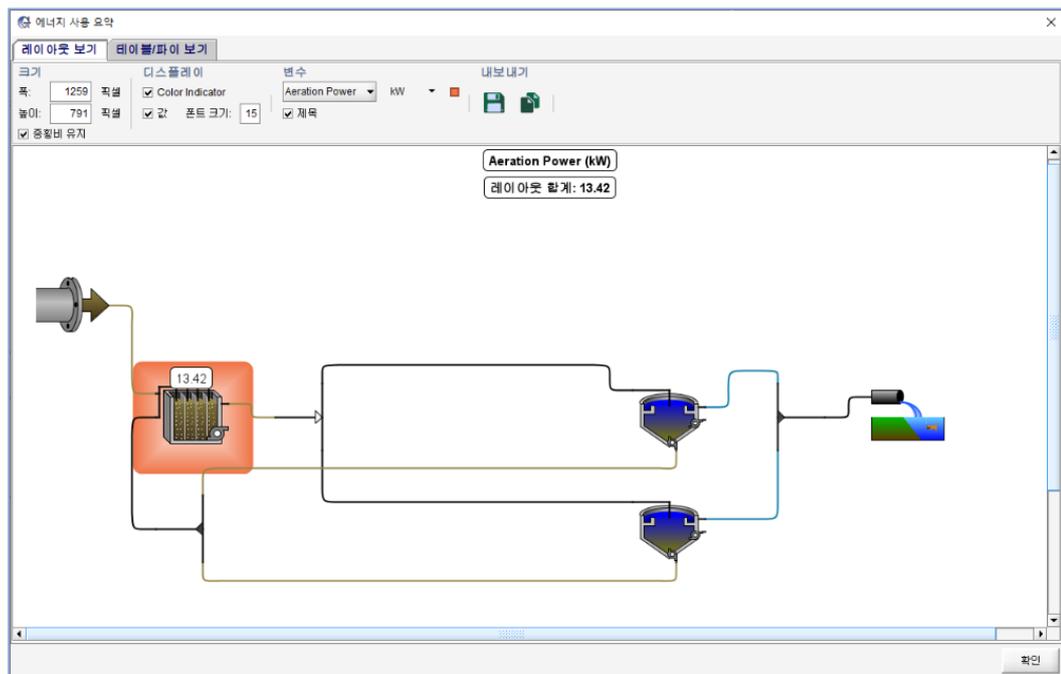


그림 7-23 요약 대화상자 (레이아웃 보기)

레이아웃 보기에 대한 옵션

플랜트 모식도의 모양을 다양한 방법으로 사용자화하고 다양한 형식으로 이미지를 내보낼 수 있습니다. 옵션은 네 가지 범주로 분류됩니다.

크기

크기 카테고리에서 도표의 너비와 높이를 조정하도록 픽셀의 개수를 변경하여 출력 다이어그램의 크기를 바꿀 수 있습니다. 중형비 유지를 선택하면, GPS-X 에서 다이어그램의 너비와 높이간 일정한 비율을 유지한 채로 다이어그램의 축척을 자동 조정하게 됩니다.

디스플레이

디스플레이 카테고리에서는 다이어그램에 표시되는 색상 표시기 (즉, '핫 스팟')나 숫자 값을 숨기거나 표시하도록 선택할 수 있습니다.

변수

변수 카테고리에서 표시할 변수와 값이 표시될 단위를 선택할 수 있습니다.

다이어그램에서 변수 이름과 단위가 표시되는 제목을 숨기거나 표시하도록 선택할 수도 있습니다.

'핫 스팟'의 색상을 변경하는 옵션도 있습니다. 변수 옵션 옆의 색이 표시된 정사각형 상자를 클릭하면 색상 선택 대화 상자가 표시됩니다.

내보내기

이 범주는 이미지를 내보낼 수 있는 몇 가지 옵션을 제공합니다.



(1) **파일에 이미지 저장.** 다이어그램을 저장할 이미지 파일의 이름과 위치를 선택할 수 있는 파일 브라우저를 엽니다.



(2) **클립 보드로 복사.** 이미지를 시스템 클립 보드에 복사하여 보고서나 스프레드 시트에 붙여 넣을 수 있습니다.

테이블/파이 보기

테이블/파이 보기에서, 창은 왼쪽에 있는 다른 값의 테이블과 데이터의 선택 행이나 열의 파이 차트 표현의 두 개로 나뉩니다.

그림 7-24 에 각 단위 프로세스의 전체 전력이 있는 행이 선택된 예가 나와 있습니다.

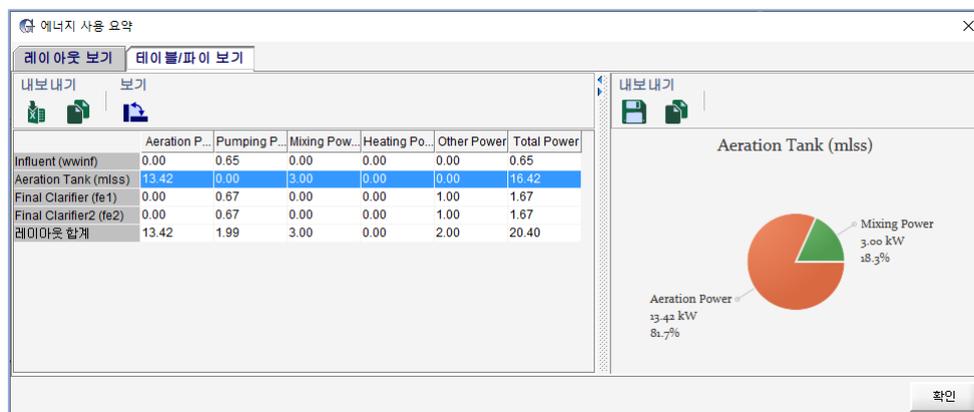


그림 7-24 요약 대화상자 (테이블/파이 보기)

테이블/파이 보기에 대한 옵션

내보내기

위와 마찬가지로 데이터/이미지를 다양한 형식으로 내보낼 수 있습니다.

보기



하나뿐인 보기 옵션은 행과 열 사이의 강조 표시된 선택 사항을 변경할 수 있는 기능입니다. 툴바의 버튼을 사용하거나 행 또는 열 머리글을 클릭하여 전환할 수 있습니다.

텍스트 파일로 데이터 저장하기

모든 그래프에 대해 생성할 수 있는 엑셀 보고서 외에도 시뮬레이션 결과가 시뮬레이션이 실행되는 동안 일반 텍스트 파일 (탭 구분된)에 직접 저장할 수 있습니다.

그래프 특성 대화 상자에는 변수를 '저장'하는 옵션이 있습니다. 이 확인란을 선택하면 시뮬레이션의 데이터가 자동으로 파일에 저장됩니다.

저장될 모든 변수는 레이아웃 파일과 동일한 디렉토리에 있는 동일한 파일에 기록됩니다. 파일 이름의 형식은 다음과 같습니다.

layoutname_scenarioname_yyyy_mm_dd.out

layoutname은 현재 레이아웃의 이름이며, scenarioname은 현재 시나리오의 이름이고 yyyy_mm_dd는 "플랜트 일반 정보" 시뮬레이션 설정" 탭 아래에 지정된 날짜입니다.

내용

파일에서 열린 탭으로 구분됩니다.

첫 번째 행에는 시간 열을 나타내는 식별자 't'로 시작하는 선택된 변수의 목록이 들어 있습니다.

두 번째 행은 각 변수의 단위를 나열합니다.

실행이 시작되기 전에 정상 상태 평가가 수행된 경우, 세 번째 줄은 식별자 'std'로 시작하며 각 변수에 대한 정상 상태 평가 결과가 뒤따라옵니다.

나머지 행은 각 변수에 대한 시간 스템프와 값을 포함합니다.

```
t xltank(1) xltank(2) xltank(3)
d g/m3 g/m3 g/m3
std      1849.7      1835.5      1822.8
0        1849.7      1835.5      1822.8
0.02     1849.7      1835.5      1822.8
0.04     1849.7      1835.4      1822.8
0.06     1849.6      1835.4      1822.8
0.08     1849.6      1835.4      1822.8
0.1      1849.6      1835.4      1822.8
0.12     1849.6      1835.4      1822.8
```

그림 7-25 일반 텍스트 출력 파일의 예

.out 파일은 모델링 모드로 돌아가거나 레이아웃을 닫을 때까지 열려 있습니다.

시작을 한 번 이상 선택하면 기존 파일을 덮어씁니다. 따라서 .out 파일에는 항상 통신 간격 값으로 표시된 간격에서 시작 시간에서 정지 시간까지 실행되는 단일 시뮬레이션 결과가 포함됩니다.

원하는 경우 출력 데이터 파일의 이름을 바꾸거나 다른 디렉토리로 이동하여 후속 시뮬레이션이 파일을 덮어쓰지 않도록 할 수 있습니다.

입력 데이터로 출력 데이터 사용하기

GPS-X 출력 데이터 파일은 입력 데이터 파일과 동일한 형식이므로 기록/실행 매크로를 에뮬레이트하기 위해 입력/출력 기능을 사용할 수 있습니다.

시뮬레이션 세션을 기록하려면:

1. 파일 출력을 위해 기록하려는 변수를 설정합니다. 이번 경우, 대화형 제어 (예: 슬라이더)로 설정하는 변수가 됩니다.
2. 원하는대로 컨트롤러의 값을 변경하여 시뮬레이션을 실행합니다.
3. 입력 데이터 파일 규칙을 준수하도록 출력 데이터 파일의 이름을 바꿉니다. 이를 위해, 파일의 확장명을 'out'에서 'dat'로 변경합니다.
4. **1 단계에서 지정한 각 변수에 대해**, 대화형 제어에서 입력 제어기를 파일 입력 제어로 변경하고 시뮬레이션을 실행합니다.

4 단계에서 시뮬레이션을 실행하면 변수 값이 입력 데이터 파일에서 읽혀 2 단계에서 수행한 시뮬레이션이 본질적으로 재현됩니다.

이 기술은 인공 시나리오를 만드는데 유용합니다.

예를 들어, 강우사상과 유사한 데이터를 생성하려면 이 방법을 사용하여 수동으로 유입수 흐름을 변경할 때 데이터를 저장할 수 있습니다. 나중에 이 데이터를 사용하여 강우량의 영향을 테스트할 수 있습니다.

보고서 만들기



보고서를 Microsoft Excel 스프레드시트 파일이나 Microsoft Word 문서로 내보낼 수 있습니다. 이러한 보고서에는 이미지, 데이터, 매개변수 값, 모델 결과 및 기타 텍스트와 이미지의 조합이 포함될 수 있습니다.

보고서는 시뮬레이션 전이나 후에 생성할 수 있습니다.

모델링 모드에서 생성된 보고서에는 모델 및 매개변수 기본값에 대한 정보만 포함됩니다.

시뮬레이션 모드에서 생성된 보고서에는 모델의 현재 상태에 대한 정보와 최신 시뮬레이션의 시계열 데이터가 포함될 수도 있습니다.

세 가지 유형의 보고서가 있습니다:

1. 표준 워드 보고서
2. 표준 스프레드 시트 보고서
3. 사용자 정의 스프레드 시트 보고서

파일 메뉴에서 보고서를 선택하거나 메인 툴바에서 보고서 단추를 클릭하여 보고서 대화 상자에 액세스할 수 있습니다.

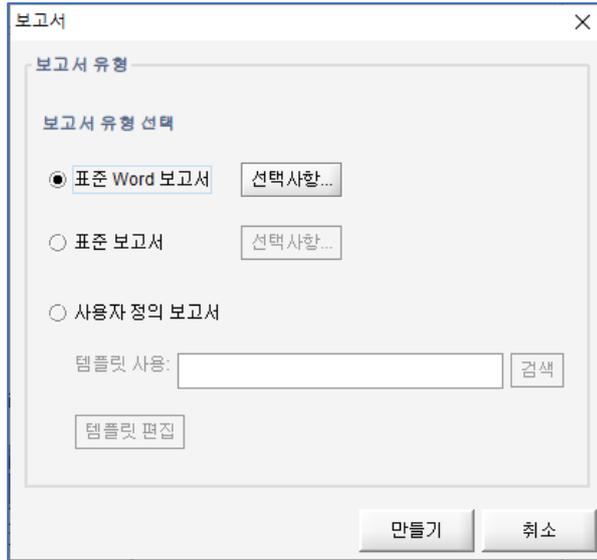


그림 7-26 보고서 대화상자

표준 워드 보고서

표준 워드 보고서는 고정된 포맷과 스타일을 사용하여, 모든 모델 입력, 출력 및 시뮬레이션 결과를 표시합니다.

기본적으로, 모든 정보가 이 보고서 내에 포함됩니다. 특정 유형의 정보를 제외하고자 한다면, 선택사항... 버튼을 선택합니다.

옵션 대화상자(그림 7-27)를 사용하여 표준 워드 보고서에 포함될 정보의 유형을 사용자가 지정할 수 있습니다. 정보는 보고서 내 여러 개의 하위 제목들 아래 구성되어 나타납니다.

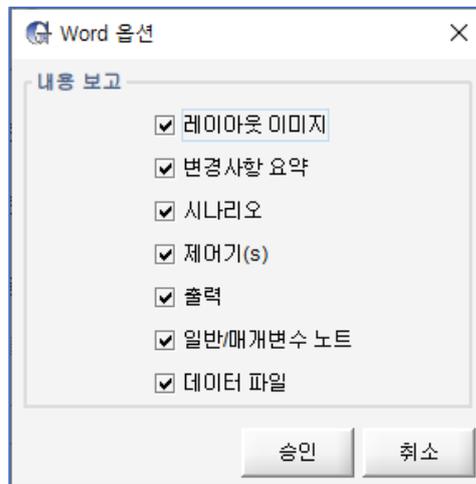


그림 7-27 옵션 대화상자(표준 워드 보고서)

Quick Tip: 사용자가 한 매개변수에 대해 “Notes” 필드에 정보를 입력한 경우, 해당 정보는 보고서의 일반/매개변수 노트 섹션에 포함됩니다. 이 때 노트가 있는 각 객체마다 하나의 표가 별도로 주어지게 됩니다.

표준 스프레드 시트 보고서

표준 스프레드 시트 보고서는 모든 모델 입력, 출력 및 시뮬레이션 결과를 표시하기 위하여 고정된 포맷과 스타일을 사용합니다.

기본적으로, 보고서는 모든 정보를 포함합니다. 정보의 특정 유형을 빼고 싶다면, "선택사항..." 버튼을 선택합니다.

옵션 대화 상자 (그림 7-28)를 사용하면 표준 스프레드 시트 보고서에 포함할 정보 유형을 지정할 수 있습니다. 정보는 Excel 파일 내의 여러 워크 시트로 구성됩니다.



그림 7-28 옵션 대화상자 (표준 스프레드 시트 보고서)

Quick Tip: 사용자가 매개 변수의 "Notes" 필드에 정보를 입력한 경우 해당 매개변수 라벨이 들어있는 셀에 첨부된 Excel 메모로 보고서에 정보가 삽입됩니다.

회사 로고가 보고서 첫 페이지에 자동으로 삽입되도록 하려면 이미지 (.bmp, .gif, .jpg, .png 또는 .tiff 형식)를 GPS-X의 설치 디렉토리의 다음 하위 디렉토리에 둡니다:

bin gpsx resources images report

사용자 정의 보고서

사용자 정의 보고서 옵션은 XML 형식 템플릿을 사용하여 위치와 서식을 사용하여 보고서에 삽입할 데이터를 지정합니다. 이 사용자 정의 보고서 옵션을 사용하려는 경우 XML 형식을 잘 이해하고 있어야 합니다.

템플릿 파일 (확장명 ".gpr" 포함)에는 보고서를 배치하는 방법을 설명하는 일련의 태그가 들어 있습니다.

사용자 정의 보고서를 생성하려면 보고서 대화상자에서 사용자 정의 보고서 옵션을 선택합니다. 기존 템플릿을 찾아보거나 템플릿 편집으로 새 템플릿을 만들 것인지 묻는 메시지가 나타납니다.

템플릿 편집

보고서 대화상자에서 **템플릿 편집** 버튼을 누르면 템플릿 편집이 시작됩니다.



그림 7-29 템플릿 편집

대부분의 경우 표준 보고서 템플릿으로 시작한 다음 항목 구성 및 추가/제거를 진행하여 선호도에 맞게 사용자 정의할 수 있습니다.

새 템플릿을 만들려면 파일 메뉴에서 "새로 만들기"를 선택하고 "표준 보고서 템플릿"을 선택하여 현재 선택된 보고서 옵션의 XML 사양으로 편집기 창을 채웁니다.

Quick Tip: 편집 > 표준 템플릿 선택사항... 메뉴 항목을 통해 표준 옵션에 액세스하여 새로운 템플릿을 작성하기 전에 특정 항목을 포함/제외시켜 원하는 결과와 보다 가까운 지점에서 시작할 수 있습니다.

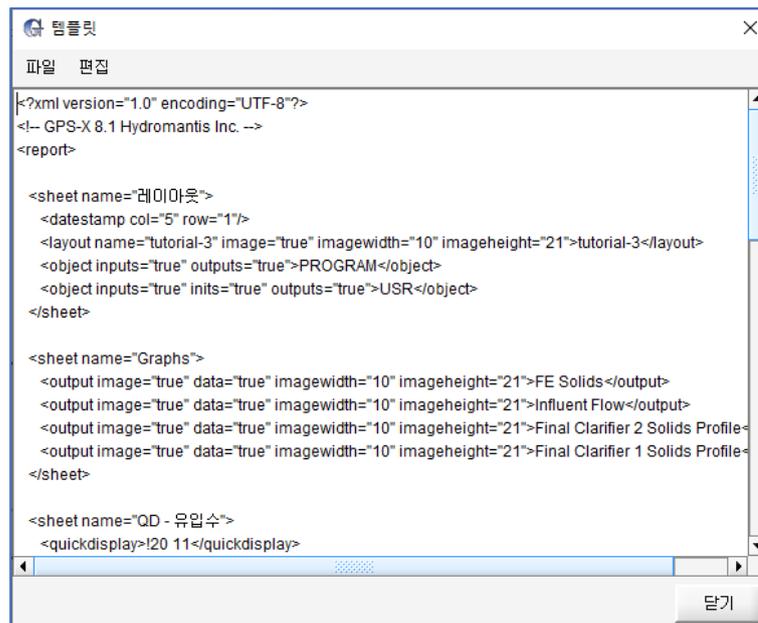


그림 7-30 템플릿 파일의 예

GPS-X 보고서 템플릿에는 다양한 XML 태그가 포함됩니다.

보고서 템플릿은 다음 조건을 충족해야만 합니다:

- `<xml version = "1.0"encoding = "UTF-8"?>` 헤더 태그로 시작합니다.
- 전체 사용자 지정된 XML 보고서 사양을 포함하는, 정확히 하나의 `<report> </ report>` 태그 쌍을 포함합니다.

각 `<report>`는 하나 이상의 `<sheet> </ sheet>` 태그 쌍을 포함합니다.

시트 태그는 하나의 Excel 시트에 해당합니다. 각 `<sheet>` 태그는 다음 태그 중 하나 이상을 포함 할 수 있습니다.

- `<image>`
- `<datestamp>`
- `<layout>`
- `<object>`
- `<output>`
- `<data>`
- `<value>`
- `<text>`

다음은 위의 태그 사용에 대한 설명입니다.

XML	태그	설명
<code><sheet name=""> </sheet></code>	name	시트 탭의 라벨
<code><image imagepath="" imagewidth="" imageheight="" cell="" /></code>	imagepath	이미지 파일 (bmp, gif, jpg, png, tiff)의 경로 위치, 예를 들어, C:\images\image.jpg
	imagewidth	이미지가 걸쳐 있을 열의 수
	imageheight	이미지가 걸쳐 있을 행의 수 (만약 이미지폭과 이미지 높이가 지정되지 않는다면, 이미지는 원래의纵横비로 삽입될 것입니다.)
<code><datestamp cell="" /></code>	cell	셀(열,행)에서 이미지의 왼쪽 상단에 위치, 예를 들어, cell="A4"

XML	태그	설명
<pre> <output image="true false" imagecell="" imagewidth="" imageheight="" data="true false" cell="" stats="true false" > graphname </output> </pre>	Image	그래프의 이미지를 보여줍니다. 기본값은 "true"
	imagecell	그래프 이미지의 왼쪽 상단, 예를 들어 cell="B10"
	imagewidth	이미지가 걸쳐 있을 열의 수
	imageheight	이미지가 걸쳐 있을 행의 수
	data	그래프 데이터 표시, 기본값은 "true"
	cell	데이터 열(열,행)의 왼쪽 상단, 예를 들어 cell="A4"
	stats	통계 (최소, 최대, 평균, 표준편차) 표시. 기본값은 "true"
	graphname	그래프 제목
<pre> <data cell="" xdata="true false" stats="true false" npoints = ""> variables </data> </pre>	cell	삽입될 데이터의 위치, 예를 들어 cell="A4"
	xdata	X 축 (예, t) 데이터 삽입. 기본값은 "true"
	stats	통계 (최소, 최대, 평균, 표준편차) 표시. 기본값은 "true"
	npoints	시계열에서 마지막 n 포인트의 데이터 점만 보여줍니다. 기본값은 전체 시계열을 표시하는 것입니다. 보고서에 삽입하려면 모든 변수가 보이는 그래프에 있어야합니다.
	variables	공백으로 구분된 내성변수 이름 목록
<pre> <value name="" cell="" stream=""> variables</value> </pre>	name	설명 라벨
	cell	현재 값 삽입, (열,행)에서 시작, 예를 들어, cell="A4"
	stream	변수와 관련된 스트림 라벨
	variables	공백으로 구분된 내성변수 이름 목록

XML	태그	설명
<pre> <text value="" cell="" bold="true false" italics="true false" color="" bgcolor="" align="" size="" /> </pre>	value	삽입할 텍스트 문자열
	cell	텍스트 삽입을 위한 위치, 예를 들어, cell="A4"
	bold	굵은 텍스트 형식
	italics	이탤릭 텍스트 형식
	color	텍스트 색상 (기본값은 검정)
	bgcolor	배경 셀 색상
	align	셀 옵션 내의 텍스트 정렬은 왼쪽, 오른쪽, 중심 채우기, 일반, 양쪽 맞춤입니다.
	size	글자의 크기

사용 가능한 색상 이름은 다음과 같습니다:

Black	bright green	sky blue
White	sea green	pale blue
red	dark green	rose
dark red	olive green	lavender
yellow	teal	tan
dark yellow	dark teal	aqua
light blue	grey 25%	lime
pink	grey 40%	gold
turquoise	grey 50%	orange
light turquoise	grey 80%	light orange
green	blue grey	brown
light green	dark blue	indigo
blue	violet	plum

레이아웃 이미지 내보내기

레이아웃 이미지를 보고서에 포함할 수 있습니다. (보고서 만들기 참고) 이 이미지는 모니터 화면 상에 나타난 레이아웃의 복사본이라 할 수 있습니다. 완성된 보고서 내에 포함될 레이아웃의 외관이나 크기에 대해 보다 조정이 필요한 경우, 파일 메뉴에서 '이미지로 내보내기' 도구를 선택합니다.

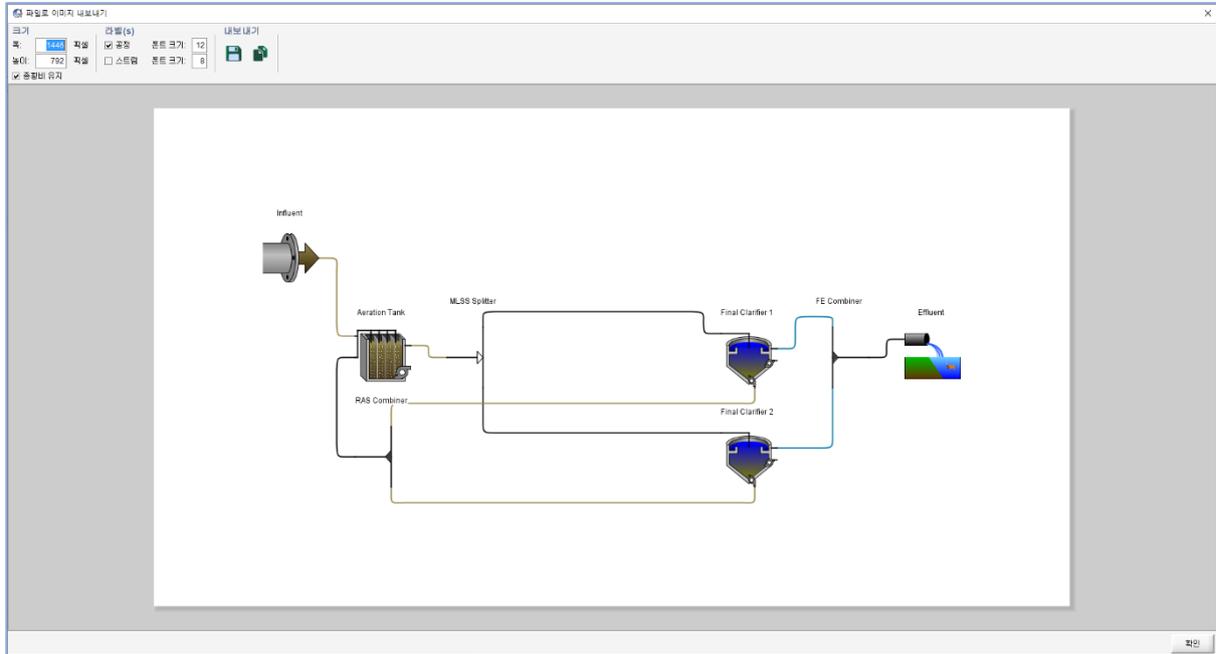


그림 7-31 이미지로 내보내기 대화상자

이 도구를 사용하여 이미지의 너비와 높이를 조정할 수 있습니다. (사용자의 화면보다 이미지가 큰 경우 스크롤바가 나타남) 또한, 표시할 라벨의 종류, 라벨의 폰트 크기도 조정이 가능합니다.

그 다음, 해당 이미지를 파일로 저장하거나 시스템 클립보드로 복사하여 워드 혹은 엑셀에 직접 붙여 넣습니다.

통계 분석

측정된 데이터가 그래프에 표시되도록 설정한 경우 (변수 특성 섹션의 데이터 포인트 참조) 시뮬레이션과 측정된 데이터의 차이에 대한 여러 가지 통계 분석을 수행할 수 있습니다.

이 평가는 모델 보정 과정에서 시뮬레이션 품질의 추정치 (측정된 데이터와 비교)를 제공합니다.

통계분석 설정하기

파일에서 읽은 데이터가 포함된 X-Y (시계열) 그래프의 경우 그래프를 마우스 오른쪽 단추로 클릭하고 통계 메뉴를 선택하여 통계 분석을 설정할 수 있습니다.

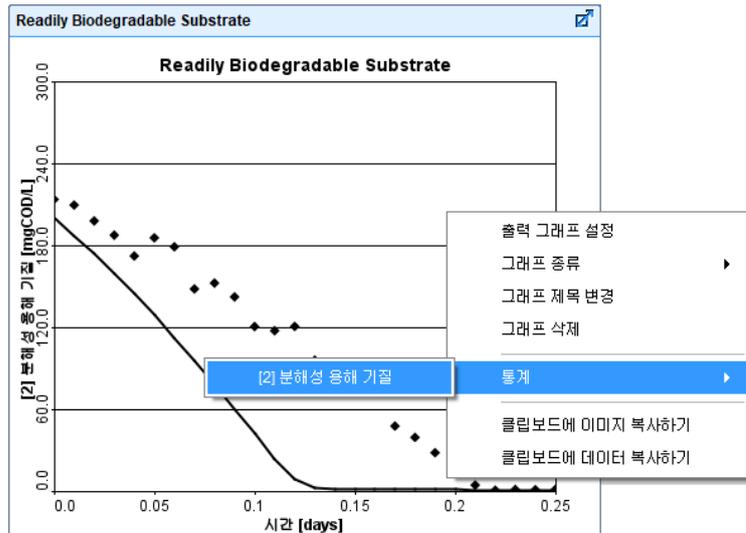


그림 7-32 통계 메뉴

위 그림과 같이 이 X-Y 그래프에서 사용 가능한 매개변수 메뉴가 나타납니다. 특정 변수에 대한 통계 대화 상자에 액세스하려면 원하는 변수를 선택합니다.

통계 대화 상자에서 적합도 통계 테이블, 시뮬레이션 대 측정된 데이터 포인트의 플롯 또는 표준화된 잔차의 히스토그램을 작성할 수 있습니다. 각 그래프는 현재 탭의 새 창에서 만들어지며 필요한 경우 자동 정렬, 크기 조정 또는 다른 탭으로 드래그할 수 있습니다.

The figure shows a dialog box titled "통계: [2] 분해성 용해 기질 ss2". It contains three main sections:

- 모델 적합성 평가**:
 - 모의 vs. 실측 그래프
 - 적합도 통계표
 - 표준화 잔차 히스토그램
- 잔차 분석**:
 - 측정값에 대한 그래프**:
 - 잔차
 - 절대 잔차
 - 제공 잔차
 - 상대 잔차
 - 절대 상대 잔차
 - 제공 상대 잔차
 - 표준 잔차
 - 시간에 대한 그래프**:
 - 잔차
 - 절대 잔차
 - 제공 잔차
 - 상대 잔차
 - 절대 상대 잔차
 - 제공 상대 잔차
 - 표준 잔차
- 실측 데이터 종류**:
 - 샘플 종류: 샘플 채취
 - 합성 기간: 24.0 h
 - 합성 기간: 24.0 h
 - 샘플 시간 구간: 1.0 h
 - 샘플 유량 구간: 1000.0 m3

Buttons for "승인" (OK) and "취소" (Cancel) are at the bottom right.

그림 7-33 통계 대화상자

또한 대화 상자의 "간차 분석" 섹션에서 두 가지 열 (측정 값에 대한 플롯, 시간 대비 플롯) 각각에서 원하는 그래프를 선택하여 다양한 유형의 간차 분석 그래프를 만들 수 있습니다.

"실측 데이터 종류" 섹션의 드롭 다운 상자에서 적절한 샘플 유형을 선택하여 통계 분석 (예: 간차)에 사용되는 측정된 샘플의 특성을 지정할 수 있습니다.

플롯/테이블이 생성되면 생성된 그래프를 마우스 오른쪽 버튼으로 클릭하고 통계 메뉴 옵션을 선택하여 이 대화 상자에 다시 액세스할 수 있습니다.

모든 통계 분석의 계산에 대한 자세한 내용은 기술 참조서를 참조하시기 바랍니다.

통계 분석 결과 내보내기



출력 툴바에서 내보내기 버튼 드롭다운 메뉴로부터 "엑셀 파일로 데이터 내보내기"를 클릭하면 전체 그래프를 Excel 스프레드 시트로 내보낼 수 있습니다. 파일의 이름과 위치를 선택할 수 있는 파일 탐색기가 열릴 것입니다.

또한, 출력 툴바에서 내보내기 버튼 드롭다운 메뉴로부터 "탭을 워드로 내보내기"를 클릭하면 전체 그래프를 워드 문서로 내보낼 수 있습니다. 파일의 이름과 위치를 선택할 수 있는 파일 탐색기가 열릴 것입니다.



또는 출력 툴바에서 "클립보드에 테이블 복사하기" 버튼을 클릭하여 데이터 (텍스트만)를 시스템 클립 보드로 복사할 수 있습니다. 복사한 데이터는 보고서 또는 스프레드 시트에 붙여 넣을 수 있습니다.

CHAPTER 8

모델의 빌드와 실행

동적 모델링 및 시뮬레이션

하수 처리에서의 동적 모델링은 단위 공정에서 변수들 사이의 관계에 대한 형식적 기술로 시작합니다. 즉, 모델 개발입니다. 이러한 합성 작업은 하수 처리에 대한 모델 적용의 주요 병목 현상 중 하나였습니다. 수년 동안 하수 처리에서 서로 다른 단위 공정 모델을 공식화하는데 많은 노력이 기울여 왔고 이 모델들은 실무자에게 가치 있는 도구가 되는 시점까지 이르렀습니다.

모델

모델은 실제 시스템을 컴퓨터로 표현한 것입니다. 여기서 중요한 관심 대상은 활성 슬러지 처리 시스템의 폭기조 또는 침전지와 같은 하수 처리장의 단위 공정입니다. GPS-X의 모델은 기계론적 또는 경험적으로 분류할 수 있습니다. 기계론적 모델은 종종 경험적 구성 요소를 가지고 있기 때문에 경험적 모델과 기계론적 모델의 차이는 엄격한 분류보다는 연속선상에 있습니다.

기계론적 모델 (**그림 8-1**)은 제 1 원리, 즉, 물리, 화학 및 생물학적 법칙을 기반으로 합니다. 실제 데이터는 이러한 모델에서 파라미터를 수정하는데 사용됩니다. 예를 들어, 질량 보존의 법칙은 동적 방정식에 기반을 둔 블록을 빌드 하는데 중요합니다. 실제 시스템에 선정된 데이터는 물리적 차원, 불변율과 다른 파라미터를 조정하는데 사용됩니다. 이는 모델링의 '상향식' 접근으로 자연적인 법칙에 의해 단단한 토대로 마련된 모델입니다. 이러한 법칙은 실제 시스템과 모델에서 관측된 양상을 더 잘 이해할 수 있도록 도와줍니다. GPS-X에서 많은 모델들은 기계론적입니다.

경험적 모델은 전적으로 데이터에 의존합니다. 이 접근법에서 모델 구조는 아래 그림의 중앙에 표시된 것과 같은 일반적인 수학 표현식 집합에서 선택하여 결정됩니다. 선택한 모델이 '정확하다'라는 보장은 없습니다. 본질적으로 데이터는 "스스로를 대변하며" 최종적으로 모델에 사용되는 적합도를 기준으로 후보 방정식 집합 중에서 선택된 방정식의 형식을 지정합니다.

이 "하향식" 모델링 접근법은 모델 구조가 단순하고 의미가 덜 명확하기 때문에 기계론적 접근법보다 약합니다. 다른 데이터 집합은 종종 다른 모델 구조를 초래할 수 있으며 모델에서 매개 변수의 의미를 해석하는 방법이 항상 확실하지는 않습니다. 그럼에도 불구하고, 경험적 모델은 그것에 맞는 데이터 범위 내로 제한되어 사용된다면 유용합니다. 그리고 많은 경우에, 모델을 만들고자 하는 실제 시스템에 대한 정보가 제한적일 때 이것은 유일한 방법입니다. 예를 들어, 경험적 모델은 종종 정확한 예측 값을 주고, 궁극적으로 일반적인 기계론적 공식을 발견할 수 있도록 이끌어 줍니다. GPS-X는 여러 가지 경험적 모델을 포함하고 있습니다. 이 모델들에서는, 실제 데이터가 어떤 모델을 선택할 지와 선택된 모델에 파라미터 값을 결정합니다.

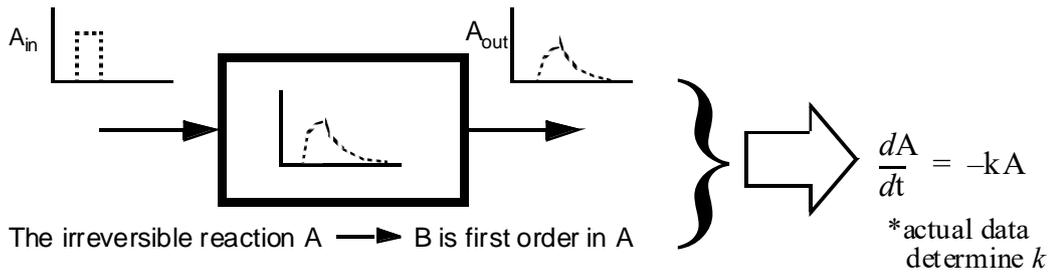


그림 8-1 첫번째 원리에 근거한 기계론적 모델

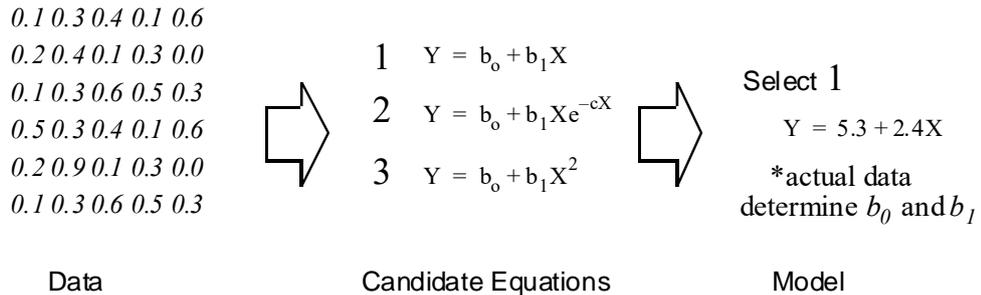


그림 8-2 특정 모델 형식에 데이터를 맞춘 경험적 모델

상태 및 합성 변수

GPS-X 가 모델 빌딩 프로세스를 통해 자동적으로 생성하는 미분방정식의 시스템은 모델 변수 사이의 관계를 묘사하는 정확하고 수학적인 표현을 구성합니다. **상태 변수**라 불리는 일부 변수는 시스템의 **상태**를 정의하므로 중요합니다⁸. 외부 자극이 없을 때 상태 변수는 시스템 양상이 시간에 따라 어떻게 전개되는지 결정합니다. 둘째로, 합성 변수는 상태 변수와 다른 상수로부터 계산되는 값이므로, 이 변수들은 상태 변수의 변화에 따라 변경됩니다. 이러한 두 변수 유형 간의 차이점은 그림 8-3 에서 설명하고 있습니다.

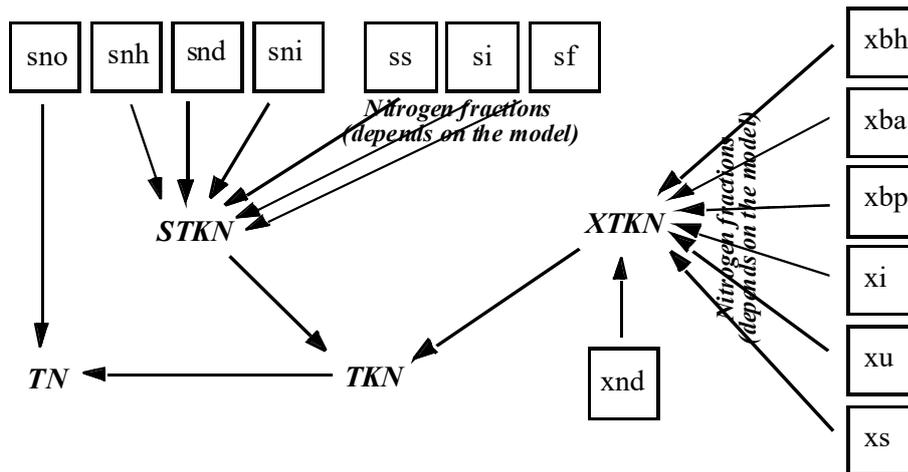


그림 8-3 질소 상태 변수 (박스 안의 변수) 와 합성 변수 (굵은 체)

모델의 필수 양상은 거의 모델 상태 변수 반응과 관련이 있습니다. 이는 효율적인 민감도 분석을 수행하는 요소입니다. 합성 변수 양상을 시험할 수 있고 이는 때때로 플랜트 내부에서 전형적으로

⁸ 여기서 "시스템"은 모델 즉, 방정식 시스템을 말합니다.

측정된 변수의 종류이기 때문에 편리합니다. 예를 들어, MLSS 는 입자성 상태변수로 구성되어 있습니다. 그림 8-3 에서 보여지듯이, 총킬달질소(TKN)는 유기 상태변수의 질소 분율을 더하여 용해성과 입자성 질소 상태 변수로 계산된 합성 변수입니다. 상태 변수는 GPS-X 라이브러리 내에 구성된 모델을 기반으로 합니다.

상태 변수와 GPS-X 모델 라이브러리

모델은 실제 시스템의 근사치입니다. 상태 변수는 모델의 본질이지만 이러한 변수를 선택하는 방법은 설명하지 않았습니다. 적절한 상태 변수에 대한 가정을 감안할 때 또 다른 문제는 이러한 변수가 겪는 반응을 확인하는 것입니다. 여기에는 각 변수의 반응속도 (동역학) 및 변수 간의 질량 비율 (화학양론)에 대한 특정 표현이 포함됩니다.

많은 경우 활성 슬러지 공정에서의 기질과 바이오 매스 농도와 같이, 상태 변수에 대한 명백한 선택이 있지만, 일반적으로 이 선택에는 신중을 요합니다. 추정 단순화는 상태 변수의 구체적인 선택에 반영되어야 합니다. 모델러는 그림 8-4 에서 보여지듯이 항상 모델 복잡성과 예측 능력 간의 균형을 찾으려 합니다. 새로운 반응 조건 등을 더하여 모델의 복잡성이 커지면, 더 정확한 예측을 할 수 있을 것입니다. 반면에, 모델 구조를 이해하는 것은 더 어려워지고 데이터 요건이 추가되며 계산 속도도 느려져 여분의 경비를 수반합니다. 반응 조건의 제거 또는 단순화는 이러한 문제를 최소화하지만, 결과 예측의 정확도는 떨어질 수 있습니다. 어떠한 단일 모델도 모든 환경 아래 모든 실제 시스템 양상을 설명할 수 없습니다. 그러므로 특정 목적으로 사용하는 모델을 선택할 때는 유연성을 가지는 것이 중요합니다.

GPS-X 는 여러 최신 모델을 포함하는 수많은 라이브러리를 제공하여 모델 선택에서 필요한 유연성을 높입니다. GPS-X 와 함께 가능한 모델 라이브러리는 표 8-1 에 나와 있습니다.

More Complex		Less Complex	
Pros	Cons	Pros	Cons
better predictions	hard to understand	easy to understand	poor predictions
more behaviors	more data needs	fewer data needs	fewer behaviors
more robust	slower	faster	less robust
more complete			less complete
more general			less general

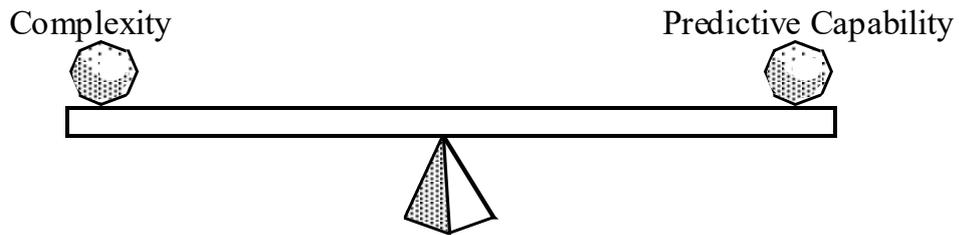


그림 8-4 좋은 모델 개발에 있어 다양한 객체 균형의 중요성

표 8-1 GPS-X에서 이용 가능한 모델 라이브러리

라이브러리 이름	상태변수 개수
Comprehensive (Mantis2)	52
Selenium and Sulphur (Mantis2S)	72
Greenhouse Gas/Carbon Footprint (Mantis3)	56
Process Water (Procwater)	68
Petrochemical (Mantisw)	52
Carbon - Nitrogen (CN)	16
CN Industrial Pollutant (CNIP)	46
Carbon - Nitrogen - Phosphorus (CNP)	27
CNP Industrial Pollutant (CNPIP)	57

사용자는 자신이 설계한 기본적인 상태 변수에 관한 선택권이 있습니다. 각각의 이러한 라이브러리에 대한 정보는 기술참조서에서 얻을 수 있습니다.

모델에 대한 공통 원리

이제 GPS-X 에서 가능한 단위 공정 모델의 보편적인 성질과 익숙해졌다면, GPS-X 시스템이 다른 종류의 모델 통합 관리는 어떻게 하는지 궁금할 것입니다. GPS-X 에서 상태 변수는 라이브러리 안에 있는 모든 모델의 공통 구성 요소입니다. 이들은 필수 변수이기 때문에 서로 다른 단위 공정 모델을 결합하기 위한 편리한 기반을 제공합니다. 라이브러리 내 모든 모델은 각 상태 변수에 대한 식을 포함합니다. 입구와 출구 지점에서 이러한 변수 값은 특히 중요한데, 이는 이들이 다른 공정으로 유입 및 유출되는 흐름이 시작되거나 종료되는 지점이기 때문입니다. 복합-단위-공정 모델을 만들기 위하여, 단위 공정 사이의 값을 추적하는 것이 필요합니다.

단위 공정 사이에서 상태 변수를 추적하는 핵심 작업은 GPS-X 에 의해 깔끔하게 처리됩니다. GPS-X 는 이를 엄격한 방법으로 관리합니다. 사용자는 이 값과 플랜트 레이아웃에 있는 모든 지점에서의 다른 복합 변수를 표시할 수 있지만, 모델 사이의 상태 변수를 맵핑하는 절차는 무시할 수 있습니다. 이것은 불필요한 세부사항을 어떻게 분리시키는지 보여주는 또 다른 예제입니다. 사용자는 구축할 수 있는 모델의 역량을 증가시키고 코드 실행보다는 모델이나 시스템에 관하여 이해해야 합니다.

물질 수지 표현

엔지니어링 종사자의 핵심 도구 중 하나는 물질 수지입니다. 동적 모델의 구조는 이 원리의 간단한 적용입니다. GPS-X 가 레이아웃 모델을 만들 때, 단위 공정에서 각 상태 변수에 대한 물질 수지를 최초로 수립합니다. 위에서 언급한대로, 이것은 레이아웃의 각 단위 프로세스에서 상태 변수를 추적하는 것을 포함합니다. 이는 GPS-X 변환기의 필수 작업으로, 모델 구축 공정 개요 및 그림 8-10 에서 설명한대로 그래픽 레이아웃을 코드로 변환합니다.

일정한 부피에 대한 물질 수지 표현은 다음과 같이 표현할 수 있습니다:

제어 체적 (GPS-X 내 객체) 이내의 구성 요소에서 순 변화율은 구성 요소가 체적에 들어가는 비율과 동일하고, 양의 체적으로 남는 비율보다 적거나 요소가 생성되거나 체적 내 사용되는 비율보다 적습니다.

이것은 그림 8-5 에 그래픽으로 표시됩니다. GPS-X 의 각 객체에 대해 물질 수지는 주요 구성 요소에서 발생하는 변화, 즉 상태 변수를 나타냅니다.⁹ 시스템의 다른 모든 동적 특성은 이러한 상태 변수가 어떻게 변하는지에 달려 있습니다. 레이아웃이 큰 경우 GPS-X 로 구성된 수백 개의 방정식이 있을 수 있습니다. 정상 상태와 동적 (시간 변화) 상황은 GPS-X 에 의해 생성 된 동일한 기본 관계 및 방정식을 사용하여 분석 될 수 있습니다.

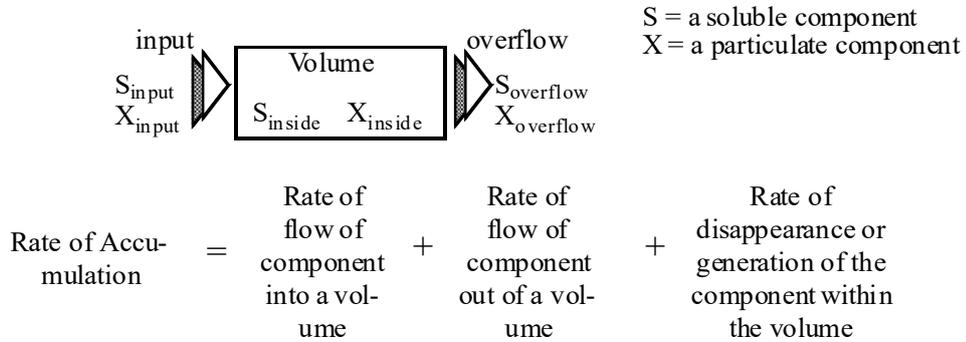


그림 8-5 두 가지 구성요소 (상태변수)와 X에 관한 물질 수지

정상-상태 및 동적 시뮬레이션

이제까지, 모델의 본질과 모델 구성하는 방법에 대하여 알아보았고, 마지막 섹션에서 정상상태와 동적 또는 시간 변화 상태의 분석에 사용할 수 있는 공식을 확인했습니다. 이 섹션에서는 두 유형 분석 간의 중요한 차이점을 다루겠습니다.

정상-상태 분석

정상상태 분석은 상태 변수는 시간의 흐름에 대해 변하지 않는다고 가정합니다. 정상상태 조건은 오랜 시간 처리장이 같은 외부 자극을 하에 운영된다고 가정합니다. 처리장은 수 개월 동안 같은 성분으로 이루어진 유입수를 받고 같은 운전 조건으로 운영해왔습니다. 이는 그림 8-6 에서 보여주고 있습니다. 이 시나리오에서, 유입수와 운전 조건은 외부 자극에 대한 잠재적인 소스이지만 시간이 지나도 변하지 않는 순간으로 가정합니다. 이러한 변화가 없기 때문에, 시간이 흐른 후 처리장은 정상상태로 안정화됩니다. 외부 자극으로 인해 처리장이 방해받지 않기 때문에 DO 와 MLSS 와 같은 변수는 변하지 않습니다, 즉, 변수는 시간에 영향을 받지 않습니다. 정상상태 분석 결과는 오로지 정상상태로 운전되는 처리장 운전에만 유효하다는 점을 기억하십시오.

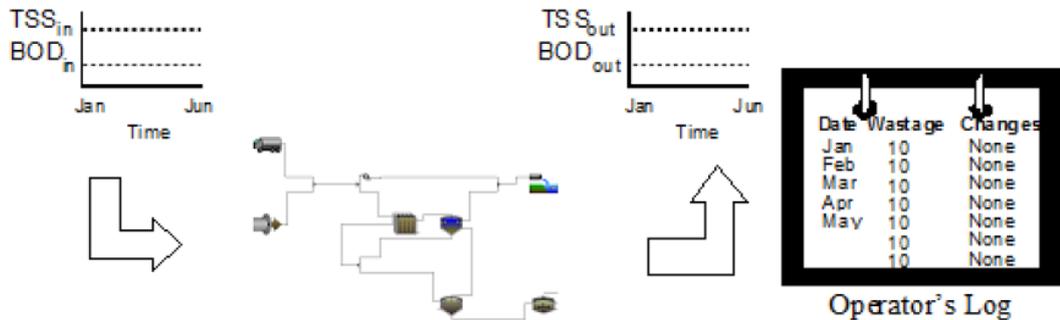


그림 8-6 정상상태에서 처리 플랜트 운전

⁹ GPS-X 의 블랙 박스 개체 (및 도구 상자 객체의 일부 모델)는 물질수지를 사용하여 입출력 관계를 설정하지 않습니다. 하지만, 모델 상태 변수를 입력 점에서 출력 점으로 적절하게 매핑하려면 정의되어야 합니다.

정상상태에서 상태 변수 값을 찾는 일은 연립 방정식 시스템을 풀기 위한 반복적인 과정을 수반합니다. 일반적으로 이 과정은 수렴하지만 (솔루션을 찾지만) 때때로 그렇지 않은 경우도 있습니다. 후자의 경우, 상태 변수는 (높은 정도의) 오류를 포함하고 있습니다. 오류를 최소화 시키는 일은 중요한 사항입니다. 솔루션을 찾을 수 없다면, 모델 구조나 사용할 파라미터 값에 문제가 될 수 있기 때문입니다. 정상상태 분석을 수행할 때 솔루션은 적절한 상태로 수렴해야 합니다. GPS-X 의 정상상태 솔버는 특히 실제 하수 처리 시설에서 이용되는 모델 형태의 설계를 도와주는 강력한 도구입니다. **정상상태 시뮬레이션** 섹션을 보면 더 많은 정보가 있습니다.

모델의 정상상태 분석 실행은 모델 변수 간의 관계에 대해 알아볼 수 있는 가장 편리한 방법입니다. 정상상태 솔루션 과정으로 계산된 값은 모델 입력 값과 파라미터 값에 의존합니다. 예를 들어, 암모니아 유출에 대한 정상상태 값은 암모니아 제거 박테리아의 성장에 영향을 주므로 유출량의 값에 영향을 받습니다. 유출량과 유출 암모니아 농도와의 관계를 보는 빠른 방법은 정상상태 민감도 분석을 수행하는 것입니다. 간단히 폐기량 값을 바꾸고, GPS-X 정상상태 솔버를 실행한 후, 계산된 유출 암모니아 값을 관측합니다. 폐기량 범위에 따른 효과를 보기 위하여 폐기량을 달리하여 시도해봅니다. Analyzer 모듈 옵션을 구매하였다면 수동 또는 자동으로 할 수 있습니다.

다이나믹 분석

처리장을 정상상태라고 가정하면 편리하지만, 대부분 처리장은 정상상태로 운전하지 않습니다. 대부분 실제 상태에서는 시간-종속 변수를 관측하는 동적 민감도 분석을 수행하는 것이 중요합니다. 이는 **그림 8-7**에서 보이는 상태입니다. **그림 8-6**과는 반대로, 이 플랜트는 연속적인 변화 상태에 있습니다. 유입수 구성물질의 변화, 운전 조건 변화, 공정 설정과 장비 고장은 플랜트의 정상 운전을 방해합니다.

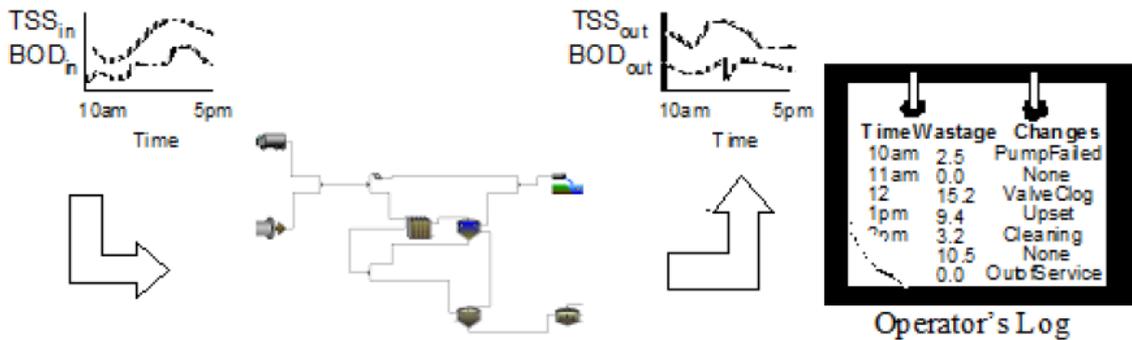


그림 8-7 동적 조건하의 처리장 운전

다이나믹 분석을 통해 더욱 완벽한 그림을 얻을 수 있고 정상상태 분석 결과를 검증하고 보강할 수 있습니다. 대부분 처리장의 유입수는 일정하지 않고 변합니다. 교란 (excitations)이 빈번하게 발생한다면 측정 변수 값이 크게 변하는 결과를 가져올 것 입니다. 하수처리 시설에 대한, 다이나믹 운전은 일반적인 일이고 반대로, 정상상태 운전은 이례적인 일입니다. 다이나믹 분석은 종종 모델 변수 값이 정상상태 값을 포함하는 범위 내에 있으므로 정상상태 분석의 결과가 꼭 유효하지 않다는 것을 의미하지는 않습니다. 그러나, 플랜트가 다이나믹한 교란에 의해 상당한 영향을 받는다고 판단되는 경우, 정상상태 분석에 동적 상태 분석을 추가하는 것이 합당합니다.

통합 오류 및 불안정성

동적 시뮬레이션의 이득은 상당합니다; 그러나, 동적 방정식 솔루션이 더 복잡하고 부정확하게 이루어졌다면, 결과에 오류가 생길 수 있습니다. 동적 모델 방정식 솔루션의 두 가지 주요 문제는 수치적 불안정과 계산된 값과 실제 값 사이의 오류입니다 (수렴이라고 합니다). GPS-X 는 이러한 문제를 최소화하도록 설계되었습니다. 수행하는 시뮬레이션의 대부분에 대하여, 디폴트 조건은

모델 방정식 솔루션에 알맞은 정확성을 가질 것입니다. GPS-X 는 어려운 과정을 통해 이 목적에 도달하고 시뮬레이션을 수행에서 이를 적용하기 쉽도록 합니다.

다이나믹 분석에서는 모델 방정식의 수치적 적분이 필요합니다, 즉, 모델 상태변수 각각에 대한 유한 차분 근사치에 의한 미분 측정입니다. 이 절차를 진행할 때는, 항상, 방정식의 정확한 솔루션으로부터 얻은 계산된 값과 실제 값 사이의 적분 오류라 불리는, 사소한 오류가 발생합니다. 미분법 파라미터를 설정하거나 다른 적분법을 선택하여 오류를 제어할 수 있습니다. GPS-X 에서 여러 가지 방법이 가능하며, 한 가지 방법에서 다른 방법으로 쉽게 바꿀 수 있습니다. 대부분의 경우, 발생한 오류는 적정선 내로 유지할 수 있습니다.

때때로 수치적 시뮬레이션에서 발생하는 두 번째 고려 사항은 불안정성입니다. 어떤 환경에서는 적분 과정이 불안정할 수 있습니다. 그 효과는 작지만 급격한 변수 값의 변화와 같이 중요하지 않은 것일 수도 있고, 또는 시뮬레이션 구동의 실패와 같이 극적일 수 있습니다. 이러한 불안정의 문제는 덜 강력한 적분 루틴 중 하나를 사용할 때 전형적으로 발생합니다. 특별히 적분 크기가 너무 크게 만들어진 경우에 더욱 그렇습니다. 적분 크기를 크게 함으로써 더 적은 계산을 할 수 있기 때문에 시간 절약 또는 편의를 위해 실행하는 경우가 많고 고로 결과를 더 빨리 얻을 수 있게 되기 때문입니다.

오류 또는 불안정성이 문제가 되는지를 알아보는 간단한 방법은 하나 이상의 적분법으로 동일한 시뮬레이션을 구동하는 것입니다. 이 구동 결과가 유의한 차이를 나타낸다면, 그 방법은 부정확한 결과를 도출한 것입니다. 적분 파라미터를 조정하고 다른 적분과정으로 계산한 결과가 일치할 때까지 시뮬레이션을 재구동 합니다. 이 주제에 대하여 더 많은 정보를 원하시면 GPS-X 기술참조서를 참고하시기 바랍니다.

초기 조건

다이나믹 방정식의 해를 찾기 위해서는 사용자가 만든 모델을 GPS-X 에 포함하는데, 이 부분을 초기조건이라고 합니다. 일반적으로, 동적 모델 양상은 다음 사항에 따라 달라집니다.

1. 모델 방정식
2. 파라미터 값과 모델 방정식의 입력
3. 모델의 입력 (forcing function)
4. 모델 상태변수의 초기치

변수에 초기치를 지정하지 않고서, 모델을 구성하는 미분 방정식의 솔루션을 찾는 것은 불가능합니다. 앞에서 GPS-X 가 어떻게 모델 방정식을 구성하는지 그리고 모델 파라미터 값을 입력하는 법을 설명하였습니다. 남은 작업은 초기 조건을 선택하는 것입니다. 사용자가 관측한 양상은 이러한 값에 따라 다르므로 초기 값을 결정할 수 있는 방법과 얻은 결과를 해석하는 방법을 고려하는 것이 좋습니다.

GPS-X 로 수행하는 모든 시뮬레이션에서, 초기 조건을 지정할 필요가 있습니다. 여기에는 두 가지 방법이 있습니다:

1. 변수를 직접 입력하기
2. 시간=0에서 정상상태 값을 계산하고 그 값을 초기치로 사용하기

값을 직접 설정하는 과정은 이미 공정 데이터 메뉴 섹션에서 다루었습니다. 초기 값은 모델 특성의 한 종류로, 그 값은 객체 공정 데이터 메뉴로부터 설정할 수 있습니다. 항목을 선택하여 얻은 계층적 메뉴는 그림 8-8 에서 보여집니다.



그림 8-8 초기 조건 메뉴 항목

초기치가 (미분)방정식을 정의하기 위해 얻은 특정 솔루션을 결정한다는 것을 기억하십시오. 이 값을 직접 설정하였다면, 시뮬레이션 결과를 올바르게 해석할 수 있도록 특별히 주의해야 합니다. 간단하게 해석하는 방법이자 안전하게 초기치를 설정하는 방법은 정상상태 값을 계산할 때 사용하는 정상상태 솔버를 이용하여 초기치로 사용하는 것입니다.

그림 8-9 에서 볼 수 있듯 실제로 두 가지 고려 사항이 있습니다. 그림 8-9 에서 Case1 의 경우, 공정은 시뮬레이션 시작 (t=0)에 앞서 정상상태로 행해집니다. 시작 후, 모델 입력 또는 파라미터 변화는 동적 양상을 일으키도록 합니다. 이는 위에서 언급한 바와 같이, 정상상태 솔버가 먼저 정상상태 계산하는 데에 사용됩니다. 이렇게 하면 상태 변수는 시작 시간 (t=0)에서의 초기 값으로 정상상태 값을 갖습니다. 시작 후 얼마간의 시간이 흐른 뒤 상태 변수는 모델 입력의 변화나 동적 양상의 결과를 초래하는 파라미터에 영향을 받습니다.

그림 8-9, Case 2 의 경우, 시간 = 0 을 전후로 동적 상태변수 양상이 나타납니다. 이 때에는 두 가지의 경우가 해당됩니다; 시간=0 이전 동적 이해가 없는 경우와 시간=0 이전 동적 이해가 있는 경우입니다.

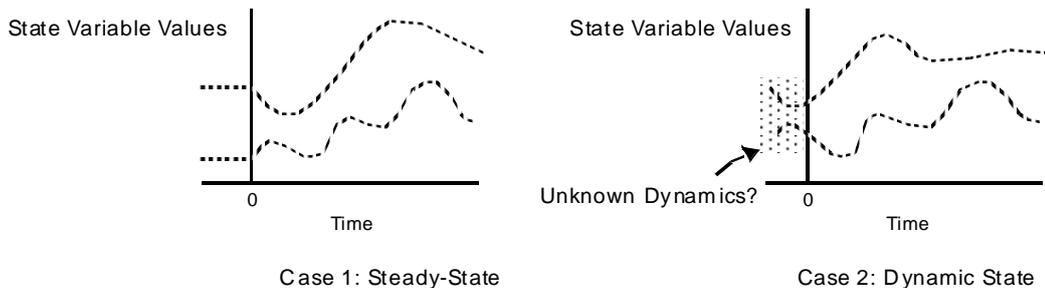


그림 8-9 두 가지 가능한 시뮬레이션 경우와 그에 따른 초기치 관계

시간=0 이전 동적 양상의 이해가 없고 초기치가 데이터 메뉴를 이용해 직접 입력되었다면, 아마도 실제 측정이나 공학적 판단으로, 시간=0 이후 양상이 사용자가 모델링한대로 시스템이 동적 상태를 정확히 반영하는지는 항상 명확하게 알 수 없습니다. 단일 상태 변수 초기 조건에서 발생하는 작은 오류는 시뮬레이션 결과에 가서는 아주 큰 오류를 초래할 수 있습니다.

이것은 또한 모델의 실행 타당성에 대한 초기 조건 설정을 지정하는 것이 가능합니다. 예를 들어, 농도에 음의 값을 입력하거나, 상태변수에 터무니없이 크거나 작은 값을 입력하는 것을 말합니다. 타당하지 않는 조건에서도 모델 방정식의 적분은 여전히 낮은 적분 오류로 인하여 안정적이지만 그 결과는 유효하지 않습니다. 고로, 일반적으로 초기 조건을 선택할 시 주의하여야 합니다.

초기 조건의 최상의 평가가 주어지면, 방정식 시스템은 반복적인 패턴으로 안정될 것입니다. 시스템이 안정되기까지의 기간이 얼마나 걸릴지는 모델링하는 과정의 시간에 의하여 좌우되기 때문에 예상할 수 있습니다. 하수 처리 공정에서, 중요한 시간 상수는 단위 공정의 수리학적 체류시간과 예를 들어, 활성 슬러지 공정의 슬러지 일령 및 단위 공정 시스템의 고형물 체류시간 (고형물의 평균 일령으로 해석되는) 입니다. 일반적으로, 수리학적 또는 고형물 체류시간의 2 ~ 3 배 값을 최소 기간으로 사용해야 합니다.

시간=0 이전의 동역학에 대한 지식이 있다면 미분 값과 시스템 양상을 정확하게 결정하는 것이 가능합니다. 이전 실행에서 초기 조건을 복원했거나 모델 입력 또는 매개변수 변경의 반복 패턴이 있는 경우 (예를 들어, 유입수 유량 및 조성에서 반복되는 일 변화). 후자의 경우, 처음에는 초기 조건을 추정할 수 있지만 연속 실행에 대해 동일한 결과가 나올 때까지 동일한 입력으로 시뮬레이션을 다시 실행하여 정확한 초기 조건을 결정할 수 있습니다. GPS-X 는 이 기능을 포함하며 필요한 재실행을 자동으로 수행합니다.

시뮬레이션 설정 및 실행에는 다양한 옵션이 있습니다. 경우에 따라 정상 상태 분석을 완료하여 필요한 정보를 얻을 수 있으므로 동적 시뮬레이션을 실행할 필요가 없습니다. 다른 경우에는 광범위한 동적 분석이 필요합니다. 예를 들어, 간단한 처리장 설계는 정상 상태 값만 필요로 하는 반면, 온라인 적용은 공정 동역학에 더 주의를 기울일 필요가 있습니다. 시뮬레이션 결과를 올바르게 이해할 수 있도록 얻은 결과에 대해 생각해보십시오. GPS-X 를 사용하면 시뮬레이션을 올바르게 수행할 수 있습니다. 정확하게 해석하는 것은 당신에게 달려 있습니다.

모델 빌딩 공정의 개요

빌드 절차는 그림 8-10에 나와 있습니다. GPS-X에서 설명하는 모델은 라이브러리에 제공됩니다. 드로잉 보드에 객체를 놓고 모델 유형을 지정하면 GPS-X는 라이브러리에서 검색할 모델을 알고 있습니다. 객체 사이의 연결을 지정하면 GPS-X는 이러한 모델을 결합하여 전체 레이아웃의 동적 모델을 생성하는 방법을 알고 있습니다. 모든 중요한 모델 매개변수에 대한 기본 데이터가 정의되므로, 레이아웃을 고급 컴퓨터 언어로 번역하고 실행 가능한 프로그램을 생성 할 수 있습니다.

GPS-X에서 모델 빌드 프로세스는 투명합니다. 일단 드로잉 보드에서 레이아웃을 준비하면 시뮬레이션 모드로 전환할 때 실행 가능한 모델을 생성합니다. GPS-X는 드로잉 보드에 놓은 그래픽 이미지를 동적 모델 방정식으로 변환하는 특수 변환기를 사용하여 이 작업을 수행합니다. 실행 코드가 생성되면 모델의 시뮬레이션을 수행할 수 있습니다.

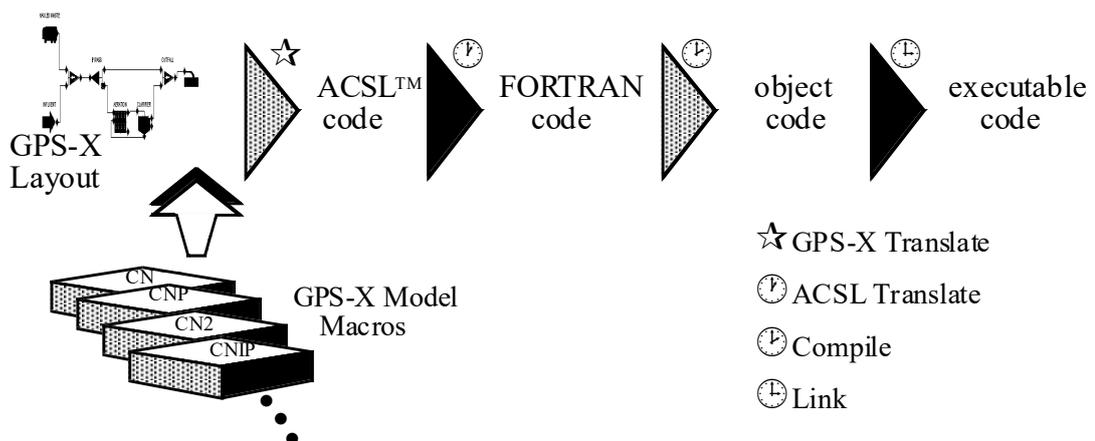


그림 8-10 GPS-X에서 모델 '빌드' 과정

그림 8-10에서 보듯이 GPS-X는 특수 루틴으로 많은 작업을 자동화하여 모델 구축을 단순화합니다. 첫 번째 단계는 준비한 레이아웃을 동적 모델의 고급 설명으로 변환하는 특수 사전 처리 프로그램인 GPS-X 변환기를 포함합니다. GPS-X 변환기는 지정한 모델과 연결성을 기반으로 각 단위 공정에 대한 물질 수지

방정식을 씁니다. 공정 이해가 아닌 코드를 구성하는 메커니즘과 관련된 여러 단계의 세부 사항은 광범위한 매크로 언어를 사용하여 숨겨집니다. 따라서 모델링 및 시뮬레이션 도구 대신 모델 자체를 이해하는데 집중할 수 있습니다.

빌드 과정의 나머지 단계에는 사용자와의 상호 작용이 필요하지 않습니다. GPS-X 변환기는 모델의 고급 설명을 ACSLTM (Advanced Continuous Simulation Language)에 작성합니다. ACSL은 GPS-X의 시뮬레이터 모듈로 사용되는 타사 프로그램입니다. ACSL은 방정식의 순서, 통합 및 기타 많은 세부 사항을 포함한 수치 시뮬레이션의 세부 사항을 처리합니다. 다음 단계에서 ACSL 코드는 FORTRAN 프로그램으로 변환된 다음 오브젝트 코드로 변환되고 마지막으로 실행 가능 모듈로 변환됩니다. 중간 규모 모델의 경우에도 전체 빌드 과정을 완료하는데 채 1분이 걸리지 않습니다. GPS-X에서 모델을 실행하면 그림 8-10과 같은 실행 가능 모듈이 실행됩니다.

모델 빌딩

모델링 모드에서 시뮬레이션 모드 (1 장의 모델링/시뮬레이션 모드 섹션 참조)로 전환할 때 필요한 경우 수치 모델이 작성됩니다.

이 레이아웃의 모델이 이전에 빌드되었지만 레이아웃이 수정된 경우 모델을 다시 빌드하거나 구모델로 모의하라는 메시지가 표시됩니다. 대부분의 경우 모델을 다시 빌드해야 합니다.

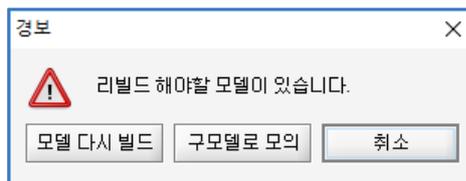


그림 8-11 모델 다시 빌드 옵션

모델을 빌드할 때 그림 8-12와 같이 "모델 구축 중" 창이 나타납니다. 빌드 과정의 상태는 다른 단계로 이동하면서 업데이트되며 발생한 모든 오류가 이 창에 표시됩니다.

수치 모델을 구축하는 데는 컴퓨터 속도에 따라 5 초에서 최대 2 분 정도 소요될 수 있습니다. 모델 구축이 완료되면 "모델 구축 중" 창이 자동으로 닫히고 모델은 시뮬레이션을 위한 준비가 완료됩니다.

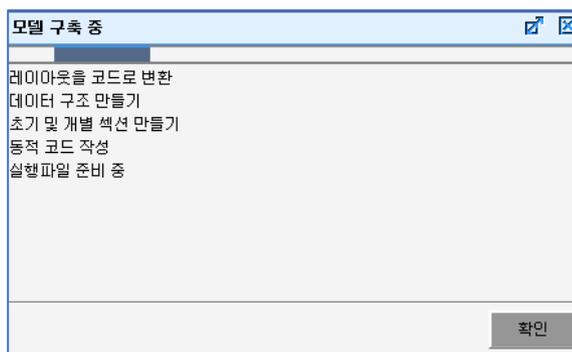


그림 8-12 모델 구축 대화상자

빌드 옵션

참고: 이 섹션은 고급 사용자를 대상으로 합니다. 모델 구축 과정의 세부 사항에 관심이 없다면 **시뮬레이션 시작** 섹션으로 건너뛸 수 있습니다.

완전 자동화된 빌드 프로세스는 아직 시뮬레이션을 실행하지 않았지만, 모델이 오류없이 구축될지 여부를 테스트하기 위해 모델링 모드에서 도구 > 빌드 메뉴를 사용하여 수동으로 수행할 수도 있습니다.

빌드 과정은 두 가지 주요 단계로 나눌 수 있습니다:

1. 드로잉 보드 레이아웃을 ACSL 소스 코드로 변환하기
2. 실행가능한 포트란 프로그램을 생성하기 위해 소스 코드를 컴파일 및 링크하기

빌드 과정과 관련된 모든 메시지는 “**모델 구축 중**” 창에 표시됩니다 (**그림 8-12**). 여기에는 GPS-X 및 ACSL 변환기 메시지, 컴파일러 메시지 및 링크 메시지가 포함됩니다.

빌드 과정이 성공적이면 창이 자동으로 닫힙니다. 그렇지 않으면 문제가 무엇인지 볼 수 있도록 남아 있습니다. 이러한 오류 중 일부는 변환 옵션을 조정하여 해결할 수 있습니다.

변환 옵션

변환 단계 수행 방법을 제어하려면 아래에 표시된 것처럼 **보기 > 환경 설정** 메뉴의 빌드 탭에서 빌딩 세부 사항을 지정할 수 있습니다.

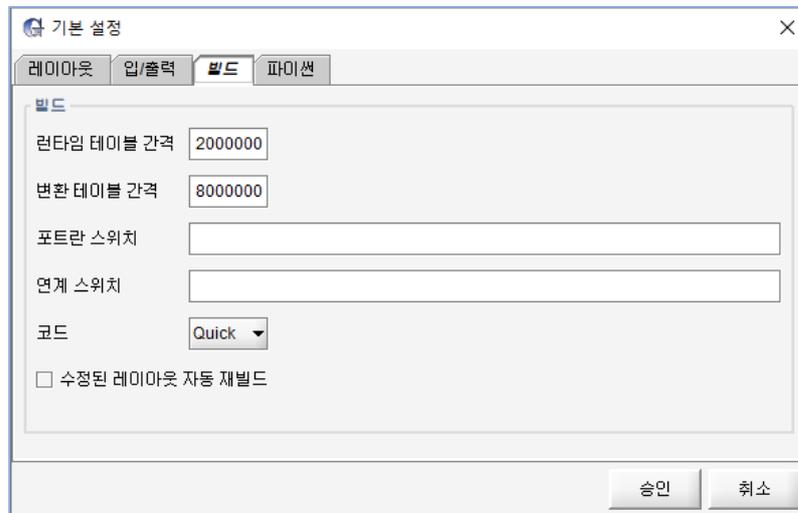


그림 8-13 기본 설정 대화상자 (빌드 탭)

Code 항목에는 코드 생성 단계에 대한 몇 가지 옵션이 있습니다. Quick 옵션은 속도에 최적화된 코드를 생성하지만 Exac는 정확도를 최적화합니다. Big 및 Big + 옵션은 대규모 처리 공정 모델에 사용됩니다. 이러한 옵션에 대해서는 아래에서 자세히 설명합니다. 만약 코드 생성 옵션을 변경하면, 실행 프로그램을 준비하기 위해 도구 > 빌드 메뉴 항목을 선택해야만 합니다.

Quick 옵션

많은 GPS-X 모델은 공정 간의 반송 흐름을 포함하고 있습니다. 이러한 경우에 모델 방정식에 대한 정확한 해를 구하기 위해 수치 솔루션 루틴은 상류 단위 공정 또는 하류 단위 공정에서 발생하는 변화의 영향을 해결하기 위해 매 시간 단계마다 반복 해야하며, 이는 다시 반송을 통해 상류 단위 공정에 영향을 줄 수 있습니다.

반송을 받는 지점에서, (수치 적분된) 반송류의 구성 요소는 반송의 소스에 대해 플랜트를 통해 영향이 전파되기 까지 정확히 알 수가 없습니다. 어떤 시점에서 균형이 깨지지만 이 균형을 찾는 것은 반복적인 솔루션이 필요합니다. **Quick** 옵션으로 생성된 코드는 이러한 효과와 관련된 계산상의 오버 헤드를 무시합니다. **Quick** 옵션은 실행 시간을 효과적으로 단축시킬 수 있습니다.

정확한 솔루션과 빠른 옵션으로 빌드된 모델 간의 모델 예측 차이는 크지 않습니다. 이는 적분 시간 단계가 일반적인 하수 처리 플랜트의 공정 시간 상수보다 훨씬 작고 시간 단계간에 발생하는 변경 사항이 적기 때문입니다. 대부분의 경우 **Quick** 옵션이 최선의 선택입니다. 모델 예측의 정확성에 의심의 여지가 있거나 반송이 많은 경우 두 옵션을 사용하여 모델을 작성하고 결과를 비교할 수 있습니다. 빌드 메뉴 옵션을 선택시 **Quick** 옵션이 기본으로 되어있습니다.

BIG 옵션

많은 단위 공정 (예: 10 개 이상의 침전지)이 포함된 대형 플랜트 모델을 구축할 때 시뮬레이터 모듈이 불연속적으로 실행되는 코드 섹션의 수의 한계를 초과하는 것이 가능합니다.

이 경우 소스 코드로의 변환이 실패하고 **모델 구축 중** 창에 오류 메시지 ('discretes 가 너무 많습니다, **BIG** 으로 빌드하십시오')가 표시됩니다. 대부분의 경우 GPS-X 는 빌드가 실패하여 "discretes 오류가 너무 많음"을 감지하면 **BIG** 옵션을 사용하여 자동으로 레이아웃을 다시 작성합니다.

BIG 옵션을 사용하면 레이아웃의 모든 제어기는 각 객체에 지정된 개별 샘플링 간격보다는 동일한 비연속 샘플링 간격을 사용합니다. 이 **제어기 샘플링 시간은 레이아웃> 일반 데이터> 시스템> 입력 변수> 동적 해법 설정** 메뉴에 지정됩니다.

BIG+ 옵션

이 옵션은 **BIG** 옵션과 유사합니다. 모든 제어기에 대해 단일 샘플링 간격을 정의하는 대신 스칼라 PID 제어기만 사용할 수 없습니다.

시뮬레이션 시작하기

GPS-X를 사용하면 배치 모델 시뮬레이션 대신 (또는 추가로) 시뮬레이션을 대화식으로 수행할 수 있습니다. 대화형 시뮬레이션은 간단합니다. 모델을 시작한 다음 미리 정의된 컨트롤을 변경하여 출력 디스플레이에 설정된 모델 변수의 응답을 관찰합니다. 몇 가지 유용한 설정 명령이 있습니다. 시작하기 전에 문제를 해결할 수 있으며 언제든지 시뮬레이션을 중단하고 시뮬레이터에서 특정 변수 값을 쿼리하고 디스플레이 또는 컨트롤을 수정한 다음 시뮬레이션을 계속할 수 있습니다. GPS-X는 시뮬레이션 실행시 최대한의 정보를 얻기 위해 이 상호 작용을 쉽게 하도록 설계되었습니다.

정상 상태 시뮬레이션

정상 상태 시뮬레이션을 시작하기 위하여:

1. 시뮬레이션 모드에 있는지 확인합니다.
2. 시뮬레이션 툴바에서 정상상태를 선택합니다.
3. 정지 시간으로 0.0의 값을 입력합니다.
4. 시작  버튼을 클릭합니다.

그런 다음 시뮬레이터는 정상 상태 솔버를 실행하고 수렴에 도달하면 일시 중지합니다. 수렴율은 시뮬레이션 툴바의 진행률 막대에 동적으로 표시됩니다.

명령 창을 표시하면 정상 상태 계산의 상태가 동적으로 표시됩니다. 이 정보는 다음과 같이 구성됩니다. 반복 번호, 개선되지 않은 루프 수, 미분 합계의 현재 값 및 최소값이 표시됩니다. 수렴 여부를 나타내는 메시지도 이 창에 표시됩니다.

어떤 경우에는 정상 상태 솔버가 수렴하지 않습니다. 그러나 단순히 솔버를 다시 실행하면 수렴이 될 수도 있습니다. 재시도 횟수가 0보다 큰 값으로 설정되어 있다면, GPS-X에서는 이를 자동으로 수행합니다.

정상 상태 솔버의 재시도 횟수 설정을 위하여:

1. 모델링 모드로 변경합니다.
2. 레이아웃 > 일반 데이터 > 시스템 > 입력 변수 > 정상 상태 해찾기 설정 항목을 선택합니다. 정상 상태 해찾기 설정 창이 그림 8-14와 같이 나타납니다.
3. 반복계산 재시도 횟수의 값을 변경합니다. 5보다 작거나 같은 값이 좋습니다.
4. 창을 닫기 위해 '승인'을 클릭합니다.
5. 시뮬레이션 모드로 변경합니다. 재구축에 대한 메시지가 표시됩니다 - "모델 다시 빌드"를 선택합니다. 그러면 기본값으로 5회의 정상 상태 재시도와 함께 (또는 수렴이 되는 경우 더 적은 수) 새 모델이 생성됩니다.

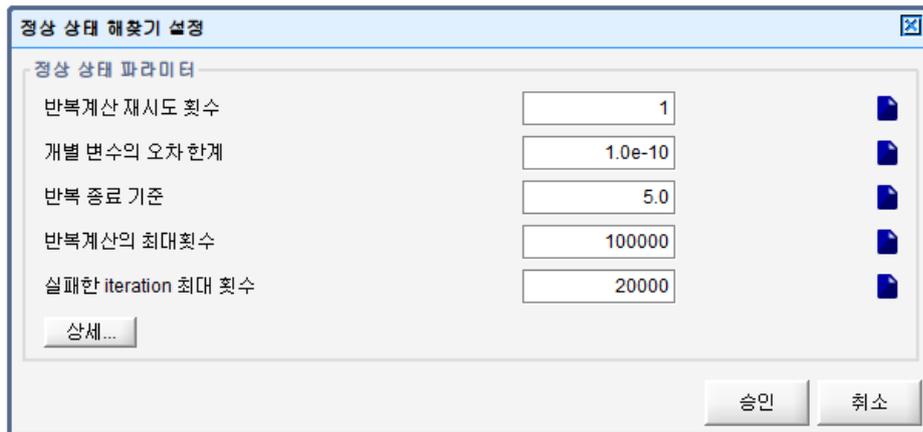


그림 8-14 정상 상태 솔버 설정 대화상자

대체 절차는 레이아웃을 변경하는 대신 시나리오에서 재시도 횟수를 설정하는 것입니다. 이 방법은 다시 컴파일할 필요가 없습니다 (자세한 내용은 이 장의 시나리오 사용 섹션을 참조합니다).

GPS-X 는 정상 상태 솔버를 다시 초기화하고 방정식에 대한 해답을 찾습니다. 재시도 횟수는 5 회 재시도 후에 절차가 실패한 경우 시스템이 수렴할 것 같지 않으므로 작게 유지해야 합니다. 이러한 상황에서 **그림 8-14** 에 나와있는 다른 솔버 매개 변수를 수정하여 수렴을 달성할 수도 있습니다. 마지막 수단으로 수렴을 달성하기 위해 모델 구조 또는 모델 매개 변수를 수정해야 할 수도 있습니다.

정상 상태 솔버 및 정상 상태 솔버 매개 변수 수정 전략에 대한 자세한 내용은 기술 참조서를 참조하시기 바랍니다.

정지 시간이 0.0 으로 설정된 경우 정상 상태 솔버는 정상 상태 값을 계산한 후 정지합니다. 정지 시간이 영 (0)보다 큰 값으로 설정되면 시뮬레이터는 초기 상태를 정상 상태 값과 동일하게 설정하고 동적 시뮬레이션을 시작합니다.

동적 시뮬레이션

동적 시뮬레이션을 수행할 때, 시뮬레이터는 지정된 **정지 시간** 값에 도달하면 항상 멈춥니다. 따라서 시뮬레이션을 시작하기 전에 **정지 시간**의 현재 값이 영 (0)보다 큰지 확인합니다.

동적 시뮬레이션을 시작하려면:

1. **시뮬레이션 모드**에 있는지 확인합니다
2. **시뮬레이션 툴바**에서 **정상상태**를 선택합니다 (선택 사항).
3. **정지 시간**에 0 보다 큰 값을 입력합니다.
4. **시작**  버튼을 클릭합니다.

4 장의 **초기 조건** 섹션에서 설명한 것처럼, 초기 조건은 값을 직접 입력하거나 정상 상태 값을 계산하고 이를 초기 조건으로 사용하여 설정할 수 있습니다.

정상 상태가 선택되면 정상 상태 솔버가 시작되고 솔버가 계산한 상태 변수가 초기 조건으로 사용됩니다.

정상 상태가 선택되지 않은 경우, 시뮬레이터는 사전 설정된 초기 조건¹⁰을 취하여 즉시 동적 시뮬레이션 실행을 시작합니다.

전자의 경우에는 정상 상태 솔버가 실행될 때 결과가 출력 디스플레이에 나타나기 전에 지연이 있습니다.

시뮬레이터는 정지 시간에 도달할 때까지 계속됩니다.

초기 조건 섹션에서 초기 조건에 대한 추정 값 사용과 관련된 문제가 다루어 졌습니다. 가장 좋은 상황은 모델 입력의 반복 패턴을 가정할 수 있는 상황입니다. 이러한 경우 시스템이 동적 또는 주기적으로 정상 상태에 도달하기 전에 동일한 시뮬레이션을 여러 번 실행해야 할 수 있습니다. 재실행 횟수를 0 보다 큰 값으로 설정하면 이러한 추가 시뮬레이션이 GPS-X 에서 자동으로 수행됩니다.

동적 시뮬레이션 재실행 횟수 설정을 위하여:

1. **모델링 모드**로 변경합니다.
2. **레이아웃 > 일반 데이터 > 시스템 > 입력 변수 > 시뮬레이션 실행 설정** 항목을 선택합니다. 대화상자는 **그림 8-15** 와 같이 나타납니다.
3. **재실행 횟수**의 값을 변경합니다.

¹⁰ 초기 조건은 공정 객체 속성이며 객체의 공정 데이터 메뉴에서 액세스할 수 있습니다.

4. 창을 닫기 위해 '승인'을 클릭합니다.
5. 시뮬레이션 모드로 변경합니다. 모델 재빌드 메시지가 나타날 것입니다.

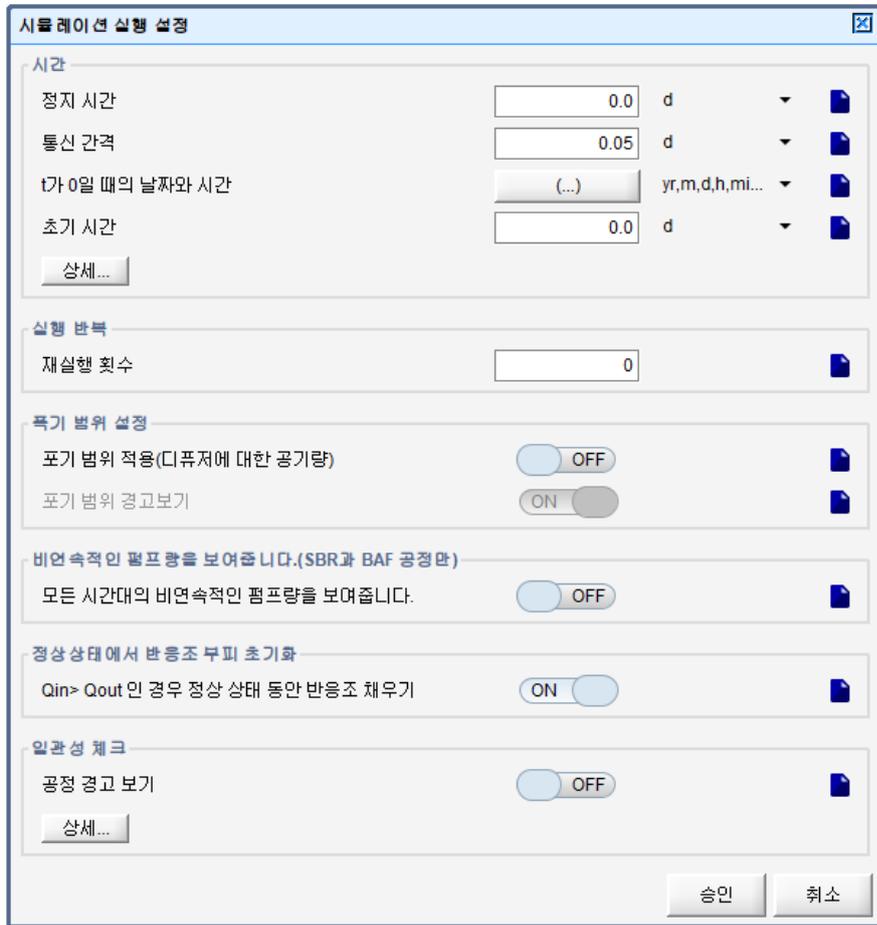


그림 8-15 시뮬레이션 실행 설정 대화상자 (재실행 횟수)

대부분의 경우, 2 에서 6 단계는 레이아웃이 아닌 시나리오에서 수행됩니다 (이 장의 **시나리오 사용** 섹션 참조). 선택한 재실행 횟수는 시스템이 주기적으로 정상 상태가 되는데 필요한 예상 시간에 따라 달라집니다. 이 추정치는 시스템의 중요한 시간 상수 (예: 단위 공정의 체류 시간 또는 활성 슬러지 공정과 같은 단위 공정의 고형물 체류 시간)를 기반으로 할 수 있습니다.

시뮬레이션 일시 중지/다시 시작



시뮬레이터가 실행 중일 때, 시뮬레이션 툴바에서 중지 버튼을 눌러 시뮬레이션을 일시 중지 할 수 있습니다.

시뮬레이터가 일시 중지되면 대화식 입력 컨트롤을 조정하고, 명령을 실행하고, 통합 속성을 변경하는 등의 작업을 수행할 수 있습니다. 변경한 후에는 시뮬레이션을 계속할 수 있습니다.



시뮬레이터가 일시 정지되었을 때 시뮬레이션을 다시 시작하려면 재시작 버튼을 누릅니다. 시뮬레이션은 이전에 중단된 시점부터 계속됩니다.

시뮬레이션 과정 중에 원하는 만큼 여러 번 일시 중지하고 다시 시작할 수 있습니다.

출력 변수 형식

일반적으로 관심 변수는 사용자가 정의한 그래프 (예: 막대 그래프, XY 그래프 등)로 표시됩니다. 그러나 때때로 이러한 디스플레이에 포함되지 않은 변수의 값을 보는 것이 편리합니다.

특정 변수의 값을 신속하게 확인하기 위한 유용한 기능 중 하나는 레이아웃의 다양한 단위 공정의 출력 변수 형식을 찾아볼 수 있는 기능입니다.

1. 시뮬레이션 모드에 있는지 확인합니다.
2. 드로잉 보드에서 관심있는 객체의 흐름 라인에 우 클릭을 합니다. 객체의 공정 데이터 팝업 메뉴가 나타날 것입니다.
3. 출력 변수 항목을 선택하고, 농도를 클릭합니다. 항목을 선택하면 출력 변수 양식이 나타날 것입니다. 현재 변수의 값이 양식에 나타납니다.

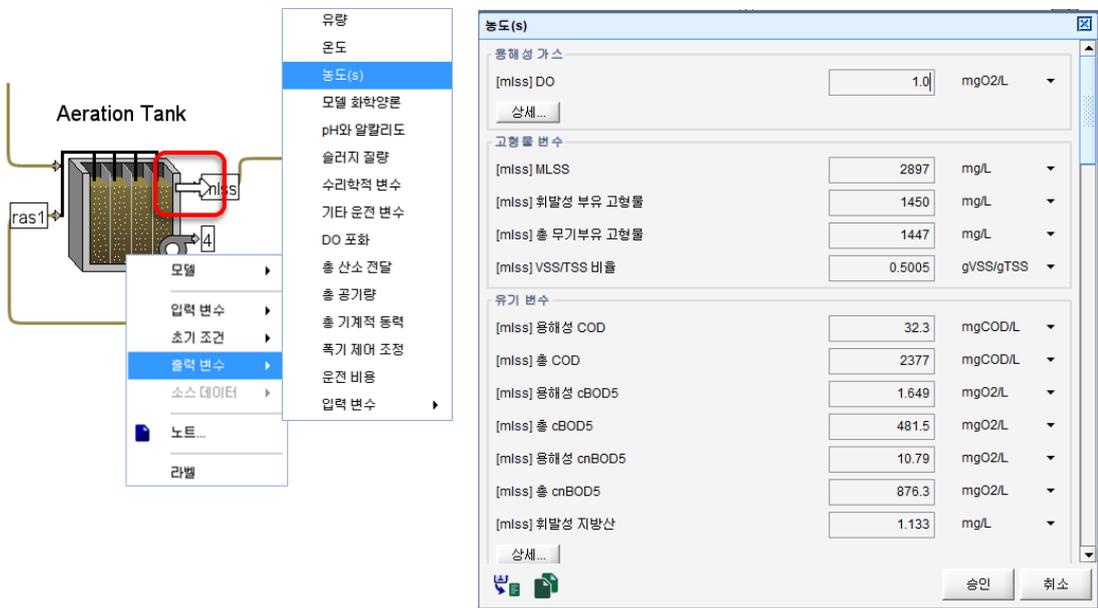


그림 8-16 출력 변수 양식에 접근하기

시뮬레이션 제어



시뮬레이션 툴바에는 시뮬레이션 및 모델로 보낼 수 있는 몇가지 간단한 명령에 관한 다양한 설정에 액세스하기 위한 버튼이 있습니다.

통합 제어

이 항목을 사용하면 내부 수치 솔버에 대한 관련 정보가 들어있는 창에 액세스 할 수 있습니다. 이 값들은 레이아웃 > 일반 데이터 > 시스템 > 입력 변수 > 동적 솔버 설정을 통해 동일한 매개 변수에 액세스하여 시나리오 (시나리오 사용 참조) 또는 모델링 모드에서만 변경할 수 있습니다.

특성

이 항목을 사용하면 정지, 통신 및 지연 데이터 입력 필드에 대한 설정 (예: 최소/최대/델타)에 액세스할 수 있습니다.

명령 (고급 사용자)

시뮬레이션 모드에 있고 시뮬레이터가 유휴 상태에 있을 때마다 ACSL 런타임 명령을 실행하여 시뮬레이터에 직접 쿼리할 수 있습니다. 이 명령은 모델을 실행하는 데 사용할 수 있습니다. 즉, 시뮬레이션을 실행하고 결과를 확인하며 모델 상수를 변경하는 데 사용할 수 있습니다.

시뮬레이터와 관련된 필수 명령 및 조정의 대부분은 GPS-X 인터페이스에 의해 처리되지만, ACSL 명령은 직접 실행할 수 있습니다.

ACSL 명령에 대한 자세한 설명은 ACSL Reference Manual 에 나와 있습니다 (자세한 내용은 [하이드로소프트사](#)에 문의하십시오).

참고: 시뮬레이터로 보내진 명령은 주어진 순서대로 실행되고 설정되는 데이터 값은 후속 명령으로 변경되거나 모델이 언로드될 때까지 동일하게 유지됩니다. 이 명령은 시뮬레이터에 대한 GPS-X 명령과 충돌할 수 있습니다. 예를 들어 GPS-X 공정 데이터 입력 폼에서 모델 매개 변수의 값을 설정한 다음 나중에 런타임 명령 "set"을 사용하여 동일한 변수의 값을 설정하면 후자의 작업은 이전 값을 무시하며, GPS-X 데이터 입력 양식에 표시되는 값은 부정확할 것입니다.

일반적으로 사용되는 8 개의 명령 또는 절차 (procedures)¹¹는 그림 8-17 과 같이 시뮬레이션 툴바의 시뮬레이션 제어 > 명령 드롭 다운 메뉴에서 사전 정의되고 제공됩니다.

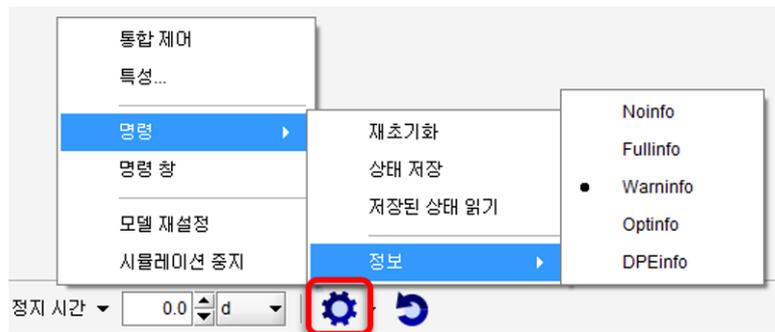


그림 8-17 시뮬레이션 제어 (명령 하위 메뉴)

이러한 절차 (procedures) 중 5 개는 정보 하위 메뉴에서 액세스 할 수 있습니다. 명령 창에 전송되는 정보 메시지와 관련이 있습니다.

이 절차 (procedures)는 다음과 같습니다:

1. **Noinfo:** GPS-X 시스템 및 시뮬레이터 모듈 메시지의 표시를 억제합니다.
2. **Warinfo:** 시뮬레이터 모듈 메시지를 표시하지 않지만 GPS-X 시스템 메시지를 표시합니다.
3. **Fullinfo:** 모든 메시지를 표시합니다.
4. **Optinfo:** 최적화 모드에서 최적화 정보를 표시하기 위해 명령 창을 설정합니다 (10 장 참조).
5. **DPEinfo:** 동적 매개 변수 추정 정보를 표시하기 위해 명령 창을 설정합니다 (10 장 참조).

¹¹ 절차는 일련의 ACSL 명령입니다.

표시되는 메시지에 대한 정보는 **기술 참조서**에서 찾을 수 있습니다.

시뮬레이션 제어 > 명령 메뉴에 있는 나머지 미리 정의된 명령은 모델 상태 변수를 저장 및 복원하거나 다시 초기화하기 위해 제공됩니다.

1. **재초기화** 절차는 상태 변수의 현재 값을 해당 초기 조건에 씁니다. 이는 후속 시뮬레이션 실행을 위한 시작점을 설정하는 데 유용합니다. 이 절차는 이러한 초기 조건을 메모리에만 저장합니다. 사용자가 초기화 양식에서 보는 값을 덮어 쓰지 않으므로 모델이 언로드되고 다시 로드되면 양식 값이 초기 조건으로 사용됩니다. 모델을 언로드하면 다시 초기화 된 값이 손실됩니다.
2. **상태 저장** 절차는 상태 변수 초기 조건을 포함한 모든 모델 데이터를 데이터 파일에 저장합니다. 이 파일은 사전 정의된 이름 (예: **ACSLSV.gps**)을 가지며 레이아웃 파일과 동일한 디렉토리에 있으므로 이 기능을 사용하여 한 번에 한 세트의 모델 데이터만 저장할 수 있습니다.
3. **저장된 상태 읽기** 절차는 **상태 저장** 명령을 사용하여 만들어진 파일 출력을 복원합니다. 이는 시뮬레이션의 한 지점에서 데이터를 저장하여 나중에 같은 지점에서 시뮬레이션을 시작할 수 있는 또 다른 유용한 방법입니다.

시뮬레이터 모듈의 모든 메시지 또는 기타 출력이 명령 창에 표시됩니다.

명령 창

명령 창은 시스템 및 모델 상태의 세부 사항을 보고하는데 사용되는 보조 출력 영역입니다. 여기에는 런타임 중에 생성될 수 있는 메시지가 포함됩니다.

또한 **명령 창**은 시뮬레이터 모듈에 대한 기본 텍스트 기반 출력 인터페이스입니다.

위의 섹션에서 설명한대로 시뮬레이터나 다른 유효한 ACSL 명령 (자세한 내용은 기술 참조서를 참조)에 명령을 내리거나 **명령 창**에서 응답을 확인할 수 있습니다.

명령 창을 표시하기 위해:

1. **시뮬레이션 모드로** 변경합니다.
2. **시뮬레이션 툴바**에서 시뮬레이션 제어 버튼을 클릭하고 **명령 창**을 선택합니다. 명령 창이 메인 화면의 출력 섹션에서 탭으로 나타날 것입니다.

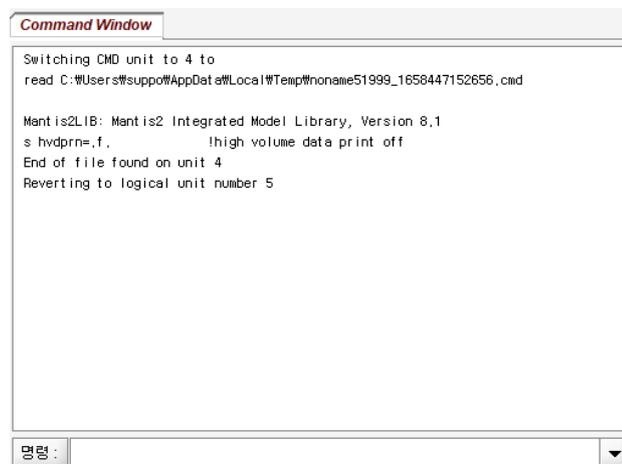


그림 8-18 명령 창 탭

ACSL 명령은 창 하단의 칸에 입력할 수 있으며 (그림 8-18) 'Enter'를 누르거나 '명령'버튼을 클릭하여 보낼 수 있습니다.

시나리오 사용

시뮬레이션을 구성할 때 기본 데이터 세트로 시작한 다음, 기본 데이터 세트에 대한 수정안으로 하나 이상의 개별 사례를 작성하는 것이 유용합니다. 이러한 경우를 GPS-X의 시나리오라고 합니다.

여러 시나리오를 작성할 수 있으며 각 시나리오에서 해당 시나리오를 정의하는 모델 매개 변수의 변경 사항을 지정할 수 있습니다. 이러한 변경 사항은 향후 언제든지 복원할 수 있도록 저장됩니다.

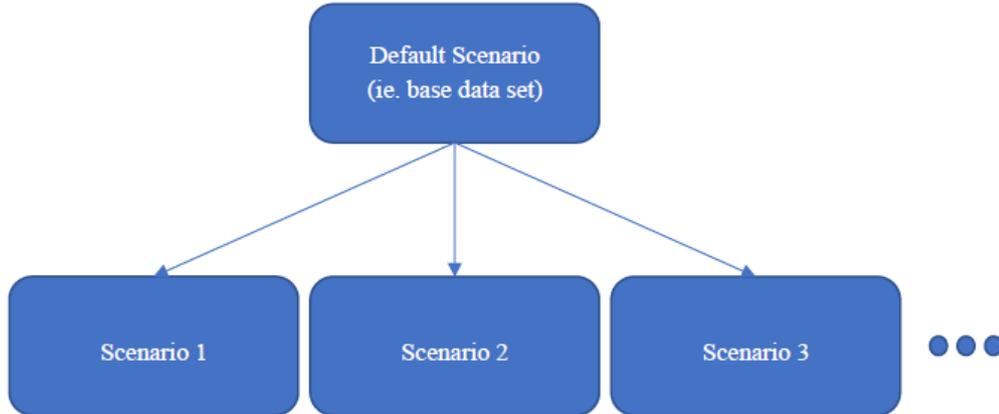


그림 8-19 기본 데이터 세트에서 파생된 시나리오

시나리오에 적용되는 몇 개의 규칙:

- 시나리오는 시뮬레이션 시작시에만 선택할 수 있습니다. 즉, 시뮬레이션을 일시 중지한 다음 시나리오를 변경하면 시뮬레이션을 더 이상 시작할 수 없습니다. 다시 처음부터 시작해야 합니다.
- 모델을 재구성 해야 하는 모델 매개 변수를 변경하여 시나리오에 배치 할 수 없습니다. 예를 들어, 시나리오 내에서 플러그 흐름 반응조의 반응조 수, 침전지의 레이어 수 또는 단위 공정 객체를 삭제하는 것은 불가능합니다. 그러나 탱크가 없도록 탱크의 부피를 0으로 설정할 수 있습니다.

시나리오 메뉴는 시뮬레이션 툴바에서 시나리오 항목을 통해 접근할 수 있습니다.

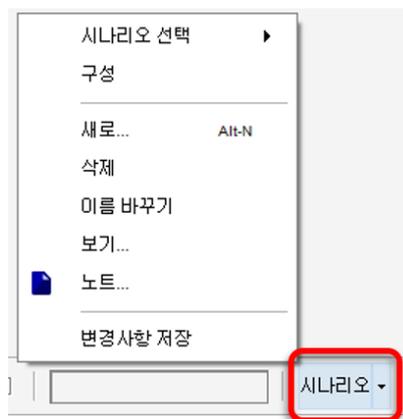


그림 8-20 시나리오 메뉴

새 시나리오 만들기

시나리오를 만들기 위하여:

1. 시뮬레이션 모드에 있는지 확인합니다.
2. 시뮬레이션 툴바에서 시나리오 항목을 클릭합니다.
3. 새로...를 선택합니다. 새 시나리오의 소스를 얻기 위해 기본 시나리오 또는 다른 기존 시나리오 중 하나를 선택할 수 있는 대화 상자 창이 표시됩니다. 기본 시나리오를 선택하면 기본 케이스에서 시작합니다. 다른 시나리오를 선택하면 해당 시나리오의 모든 변수 변경 사항이 새 시나리오의 시작 지점으로 새 시나리오에 복사됩니다.
4. 시나리오 이름을 적습니다. 모든 인접한 영숫자 이름을 사용할 수 있습니다.
5. 시나리오 생성을 위해 승인 버튼을 클릭합니다. 이는 새 시나리오를 활성 시나리오를 만들 것입니다.

이제 드로잉 보드로 이동하여 객체의 공정 데이터 메뉴에 액세스하여 원하는 매개 변수를 변경할 수 있습니다. 데이터 입력 양식의 제목 표시 줄에는 시뮬레이션 모드에 있음을 나타내는 메시지 (시뮬레이션 가동 중)가 포함되어 있으며 변경 사항이 시나리오에 추가됩니다.

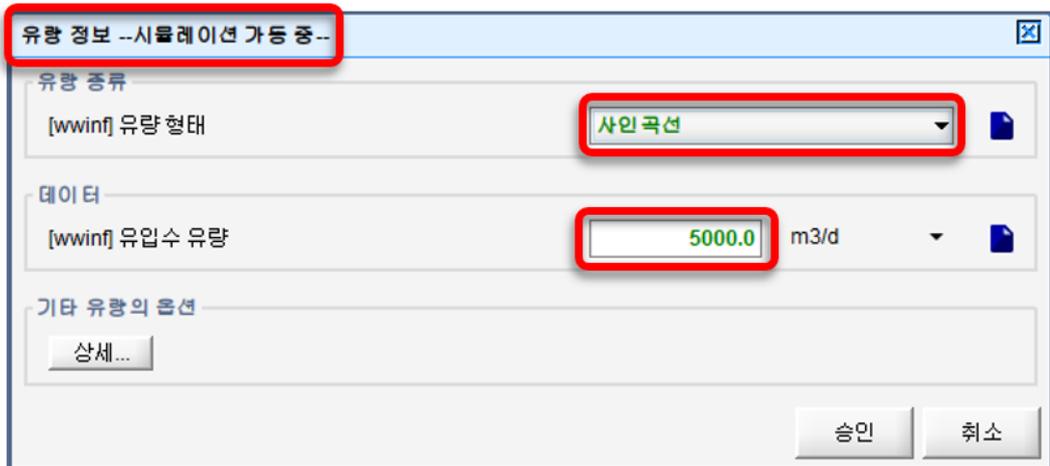


그림 8-21 시나리오 데이터 입력 양식 (변경사항은 초록색으로 보임)

시나리오의 일부로 변경된 모든 매개 변수 값은 쉽게 식별할 수 있도록 데이터 입력 양식에 굵은 초록색 텍스트로 표시됩니다.

활성 시나리오 선택하기

현재 활성화된 시나리오는 시뮬레이션 툴바의 시나리오 메뉴에 액세스하고 "시나리오 선택"하위 메뉴에서 원하는 시나리오를 골라서 선택할 수 있습니다.

활성 시나리오가 시뮬레이션 툴바 아래의 상태 표시 줄에 표시됩니다.



그림 8-22 활성 시나리오의 표시

시나리오 구성

이 대화상자에서 시나리오의 다양한 양상을 제어할 수 있습니다. 네 가지 주요 기능이 있습니다.

1. 데이터 파일 추가/삭제/보기. 자세한 내용은 6 장의 레이아웃에 입력 파일 추가하기 섹션을 참조하시기 바랍니다.
2. 표 형식에서 차이점을 보기 위하여 두 개 이상의 시나리오를 비교하기.
3. 시나리오 삭제.
4. 시나리오 목록 재정렬.

시나리오 변수 보기

시뮬레이션 툴바에서 시나리오 > 보기 대화상자 창을 사용하여 현재 활성화된 시나리오에서 (기본 세트에서) 변경된 변수 목록을 볼 수 있습니다.

이 대화 상자에서 하나 이상의 변수를 선택하고(아래의 그림에서는 유량 형태만 체크되었습니다) 다음 중 하나를 선택할 수도 있습니다.

1. 시나리오에서 이들을 제거하거나
2. 레이아웃으로 값을 전달 (예를 들어, 기본 데이터 세트). 즉, 시나리오의 선택된 값이 기준 값으로 설정되고 이 시나리오에서 제거됩니다. 레이아웃을 자동으로 다시 작성해야 합니다.

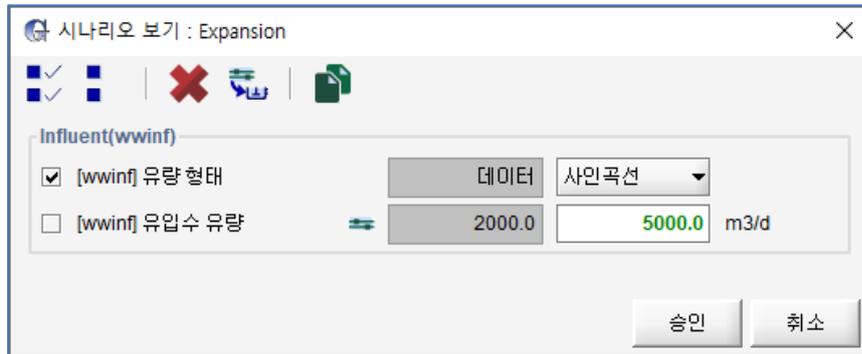


그림 8-23 시나리오 보기 대화상자의 예

시뮬레이션 자동화 (자동 실행)

자동 실행 기능은 시뮬레이션 실행에 사용되는 여러 가지 일반적인 버튼 클릭 이벤트를 자동화합니다. 이 자동화는 텍스트 파일인 <layoutname>.xec을 통해 수행되며 텍스트 파일 편집기를 사용하여 만들고 다른 레이아웃 파일과 함께 저장할 수 있습니다. 파일에는 파일에 나타나는 순서대로 실행되는 일련의 명령이 들어 있습니다.

사용 가능한 명령 목록은 다음과 같습니다.

표 8-2 .xec 명령

.xec file commands:	
log	로그 창을 표시합니다.
scenario <scenario name>	시나리오 이름을 설정합니다.
optimize <optimize type>!<objective function>	최적화 종류/목적 함수를 설정합니다. 최적화 종류는 시계열, 확률 또는 dpe 중 하나입니다. 목적 함수는 절대 오차, 상대 오차, 제곱 합, 상대 적산 합 또는 최대 우도 중 하나입니다.
Analyzer <analyze type>	분석 모드를 설정합니다. 분석 유형은 정상 상태, 위상 다이나믹 또는 시간 다이나믹 중 하나입니다,
steady	정상상태를 켜짐으로 설정합니다.
iconize	GPS-X를 닫힌 상태 (Closed State)에서 시작합니다.
tstop <tstop> [d/h/m/s]	정지시간을 설정합니다.
cint <cint> [d/h/m/s]	통신 간격을 설정합니다.
delay <delay> [s]	통신 지연을 설정합니다.
command <command>	ASCL 명령을 입력합니다.
start	시뮬레이션을 시작합니다.
report	실행이 끝나면 보고서를 생성합니다.
exit	ASCL 실행을 중단하고 GPS-X를 나갑니다.
help	정보 파일을 보여줍니다.

.xec 파일은 기본적으로 실행되며 GPS-X가 -L <레이아웃 이름> 옵션으로 시작됩니다. 그러나 이 기능은 GPS-X를 시작할 때 -x 0 옵션을 사용하여 해제할 수 있습니다.

CHAPTER 9

분석 도구

소개

Analyze (분석) 모듈은 레이아웃에 대한 민감도 분석을 수행하는데 사용됩니다. 이 모듈은 선택적 기능입니다. 이 모듈의 구매를 원하신다면, [하이드로소프트사](#)에 문의주시기 바랍니다.

민감도 분석의 목적은 시뮬레이션의 전후관계에서 시뮬레이션 모델의 출력 변수 (종속 변수)의 민감도를 매개 변수 (독립 변수)의 변경에 대해 결정하는 것입니다. 이는 모델의 동작에 대한 통찰력을 제공하고 모델에 가장 큰 영향을 미치는 매개 변수를 식별하는데 도움이 됩니다. 민감도 분석의 결과는 최적화 도구가 조정할 매개 변수를 결정할 수 있기 때문에 매개 변수 추정 실행을 설정할 때 매우 유용합니다.

운전조건, 화학양론, 동역학 또는 물리적 모델 매개변수를 독립 변수로 사용하여 민감도 분석을 수행할 수 있습니다. 또한 정상 상태 및 동적 민감도 분석을 모두 수행할 수 있습니다.

8 장에서 제시된 자료는 이 장에서 논의될 몇 가지 토대를 제공합니다. 특히, 민감도 분석을 올바르게 설정하는 방법을 이해하려면 **정상 상태 및 동적 시뮬레이션** 섹션의 자료가 필요합니다.

정상 상태 분석이란?

정상 상태 분석은 추가적인 동적 변화의 복잡성을 도입할 필요가 없을 때 유용합니다. 예를 들어 **그림 9-1**의 그래프는 입력의 선택된 값에 대한 모델 출력의 정상 상태 응답을 보여 주며 설계 목적으로는 충분할 수 있습니다.

운전 중, 다른 운전점에서의 이동 효과와 같이 플랜트의 궁극적 또는 정상 상태 응답을 아는 것은 유용합니다. 예비 정상 상태 분석은 플랜트의 거동에 대한 유용한 예측을 하기에 충분할 수 있습니다. 8장의 **정상 상태 분석** 섹션에 설명된 정상 상태 분석의 적절한 해석을 염두에 두는 것이 중요합니다. 나중에 모델 동역학에 대한 연구를 포함하여 분석을 향상시킬 수 있습니다.

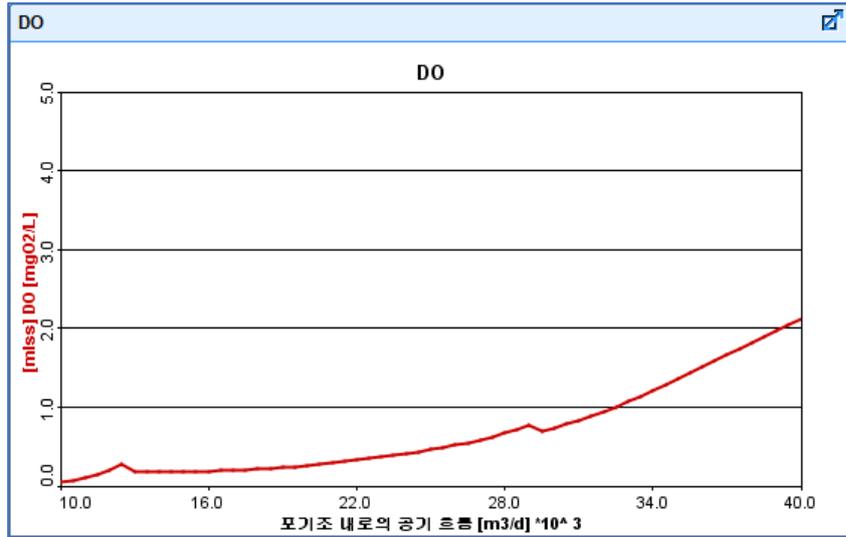


그림 9-1 정상 상태 민감도 분석 그래프 예

동적 (Dynamic) 분석이란?

동적 민감도 분석을 수행할 때는 고려해야할 두 가지 중요한 경우가 있습니다. 첫 번째 경우에서 초기 조건은 프로세스가 초기에 정상 상태에 있도록 하는 것과 같습니다. 두 번째 경우에는 초기 조건이 동적입니다. 8장에서는 이러한 두 가지 경우가 결과로 나타나는 동적 거동의 해석과 관련하여 검토되었습니다. 일반적으로 초기 조건을 신중하게 지정해야 합니다. 동적 민감도 분석을 수행할 때도 독립 변수의 다른 값으로 시뮬레이션을 실행하기 전에 적절한 초기 조건을 지정해야 하므로 동일한 주의 사항이 적용됩니다.

수행할 수 있는 두 가지 유형의 동적 민감도 분석의 예가 그림 9-2에 나와 있습니다.

두 경우 모두 동적 시뮬레이션은 시간 = 0에서 정지 시간까지 실행됩니다.

그림 9-2의 패널 A는 WAS의 여러 값에 대해 시간에 따른 혼합액의 용존 산소 (DO) 농도의 변화를 보여 줍니다. 시뮬레이션은 모두 미리 설정된 초기값인 동일한 값에서 시작합니다.

이제 이 점을 패널 B에 표시된 유사한 민감도 분석 설정과 비교합니다. 패널 B에서 시뮬레이션은 이러한 유형의 분석에서 사용자가 동적 시뮬레이션을 수행하기 전에 정상 상태 솔버가 실행되어야 한다고 지정했기 때문에 DO의 다른 값에서 시작합니다.

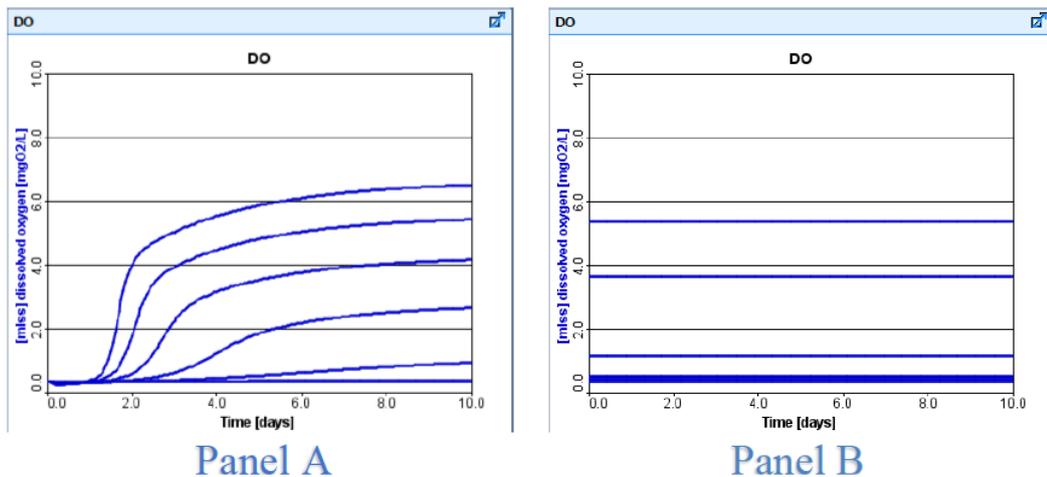


그림 9-2 동적 민감도 분석 (정상상태 Off vs On)

이 두 가지 경우에 대해 해석할 때 중요한 차이가 있습니다. **그림 9-2**의 패널 A 그래프의 설정 결과에서 결과값은 DO를 포함한 모델 상태 변수의 특정 값부터 시작한 WAS의 다른 값에 모델이 어떻게 반응하는지 보여줍니다. 이 경우, 시뮬레이션을 확장하거나 시스템의 궁극적인 주기적 정상 상태를 관찰하기 위해 여러 번 다시 실행해야 할 수도 있습니다. 이러한 유형의 분석은 다음과 같은 질문에 답하는데 유용합니다:

- 만약 WAS량이 갑자기 변경되면 혼합액 SS 농도의 동적 응답은 무엇입니까?
- 폭기량이 갑자기 올라가거나 내려가면 현재의 DO 농도는 시간에 따라 어떻게 변합니까?
- 플랜트에서 단계별 주입 운전으로 빠르게 변경하면 시간이 지나면서 고형물 분포는 어떻게 됩니까?

각각의 경우에 목시적인 공통 시작점 (현재 MLSS 농도, DO 농도 또는 고형물 분포)과 모델 독립 변수 (WAS량, 폭기량 또는 단계별 주입)의 지정된 변경이 있습니다. 모델의 즉각적이고 단기적인 반응은 가장 큰 관심사입니다.

그림 9-2의 패널 B에서는 상황이 상당히 다릅니다. 이 경우 시뮬레이션은 각 실행마다 다른 DO 값에서 시작됩니다. 여기서 정상 상태 솔버는 독립 변수의 각 값에 대한 정상 상태 값을 결정하고 초기 조건을 이 값과 동일하게 설정한 다음 동적 시뮬레이션을 시작하는데 사용됩니다. 모델은 정상 상태에서 작동한다고 가정합니다. 시간 = 0 일 때, 독립 변수의 값은 민감도 분석에서 지정된 값으로 변경되고 동적 시뮬레이션은 지정된 정지 시간까지 수행됩니다. 이 유형의 분석은 다음과 같은 질문에 답하는 데 유용합니다.

- 서로 다른 WAS 에서 플랜트 운영을 위해 시간이 지남에 따라 혼합액 부유 고형물의 어떤 변화가 예상됩니까?
- 장기적으로 폭기량의 다른 값에 대해 DO 농도는 시간에 따라 어떻게 변할 것입니까?
- 항상 단계별 주입을 사용하는 경우와 같은 고형물 인벤토리는 무엇입니까?

이러한 질문의 공통적인 특징은 갑작스런 변화로 인한 단기적인 영향보다는 장기적인 변화에 대한 목시적인 관심입니다. 초기 값은 중요하지 않습니다. 대신 모델이 하나의 주기적인 정상 상태에서 다른 상태로 전환하는 상황을 피하고 이러한 주기적인 정상 상태 사이의 상대적인 차이를 조사하는 것이 바람직합니다.

시간 다이내믹과 위상 다이내믹 분석

동적 민감도 분석의 결과는 두 가지 방법 중 하나로 표시 할 수 있습니다. **그림 9-2** 는 한 가지 방법, 즉 선택한 종속 변수를 시간 대 그래프로 나타낸 것입니다. 이를 **시간 다이내믹** 민감도 분석이라고 합니다.

경우에 따라 독립 변수의 각 값에 대한 동적 시뮬레이션의 종료점 (end-point)만 보는 것이 바람직합니다. 예를 들어 다음과 같은 질문을 할 수 있습니다:

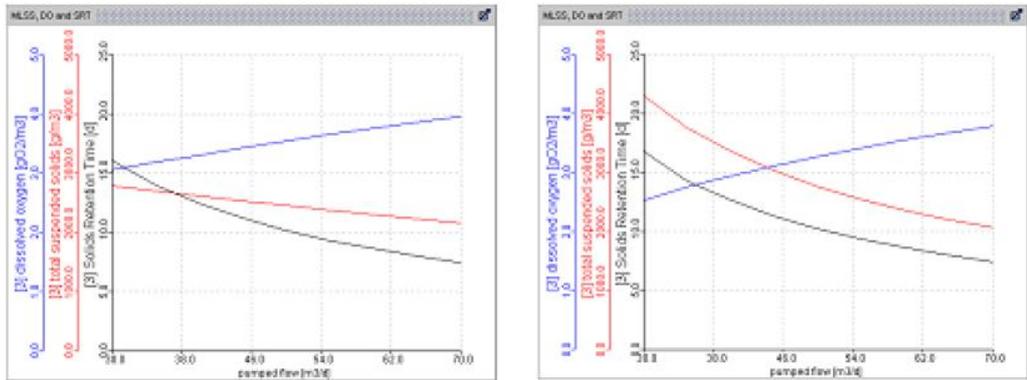
- 유입수 유량의 갑작스런 변경 후 1.5일이 지난 후 MLSS 값은 얼마입니까?
- 플랜트가 다른 일주 흐름 패턴을 반복할 때 매주 말에 DO 농도 값은 어떻게 됩니까?

이 질문은 관심 있는 시뮬레이션 결과가 특정 시점의 종속 변수 값을 나타냅니다. 이를 **위상 다이내믹** 민감도 분석이라고 합니다. 이 질문에 대한 답을 찾으려면 시뮬레이션이 끝날 때 독립 변수의 값에 대한 종속 변수의 값을 플롯할 수 있어야 합니다. 위상 다이어그램이라고 하는 이 유형의 플롯이 **그림 9-3** 에 나와 있습니다.

분석을 시작하기 전에 수행할 추가 단계가 하나 있습니다. 초기 조건이 정상 상태인지 또는 동적인지 결정해야 합니다.

정상 상태 (시뮬레이션 툴바에서 확인)를 선택하면 GPS-X 가 정상 상태 값을 계산하고 이를 초기 조건으로 사용합니다. 정상 상태를 선택하지 않으면 수동으로 입력한 초기 조건이 사용됩니다. 이 두 가지 유형의 분석은 각각 장기 분석 및 단기 분석이라고 합니다.

이 차이점은 정상 상태 초기화 (패널 A) 없이 정상 상태 솔버 (패널 B)를 사용하여 설정된 초기 조건을 사용하여 동일한 위상 다이내믹 민감도 분석을 보여주는 그림 9-3에 나와 있습니다.



Panel A

Panel B

그림 9-3 위상 다이내믹 민감도 그래프

민감도 분석 STEPS

참고: 민감도 분석은 모델을 만든 후에 설정됩니다. 이 장의 나머지 섹션의 절차에서는 나타낼 출력값이 이미 설정되어 있고 민감도 분석의 대상인 모델이 작성되었다고 가정합니다.

레이아웃을 만든 후에는 아래에 설명된 바와 같이 민감도 분석 (정상 상태 또는 동적)을 설정하는 몇 가지 단계가 있습니다:

1. 시뮬레이션 모드로 변경합니다.
2. 독립 변수로 사용할 모델 매개 변수를 지정합니다 (6장의 독립 변수로부터 제어 만들기 참조).
3. 독립 변수의 최소, 최대 및 증분 값을 입력하고 적절한 분석 컨트롤러 유형으로 설정합니다 (6장의 입력 제어 속성 참조).

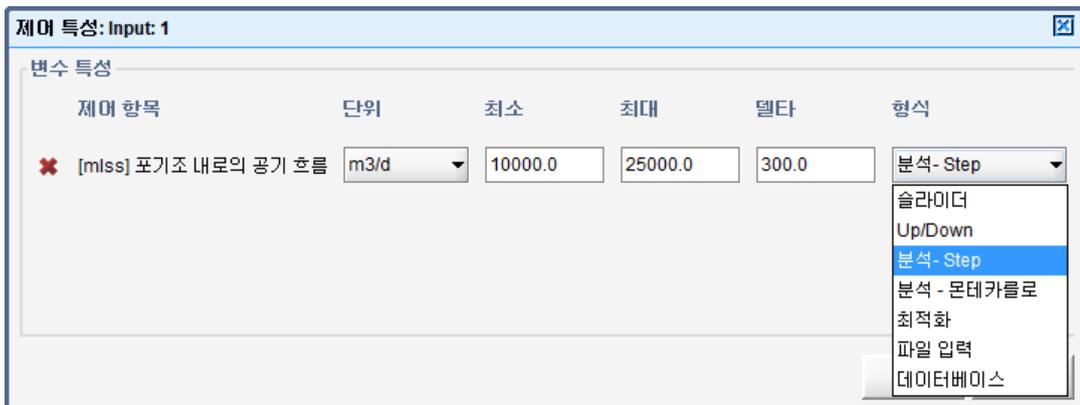


그림 9-4 분석 형식에 대한 입력 제어 설정

4. 분석 버튼을 통해 액세스 할 수 있는 드롭 다운 목록에서 원하는 분석 유형 (정상 상태, 위상 다이내믹, 시간 다이내믹, 몬테카를로)을 선택합니다. 메인 툴바 또는 도구 메뉴의 분석 메뉴 항목을 통해 아래의 그림과 같이 접근이 가능합니다.

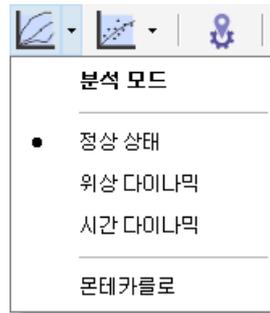


그림 9-5 분석 모드 선택

5. 메인 툴바의 분석 버튼 클릭으로 분석 모드를 켜거나, 분석 메뉴 항목으로 가서 분석 모드를 선택합니다. 기본 창의 하단에 있는 상태 표시 줄에 분석 모드임을 나타냅니다.

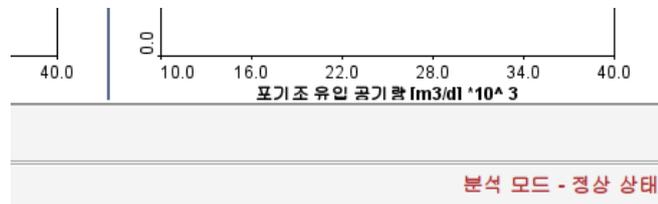


그림 9-6 분석 모드를 나타내는 상태 바

6. 원하는 정지 시간을 선택하고 (해당하는 경우) 시뮬레이션을 시작합니다.

중요 팁

1. 하나의 독립 변수만 있을 수 있으므로 하나 이상의 변수를 분석 유형 컨트롤로 지정하지 않습니다. 다른 유형의 컨트롤을 설정할 수 있으며 컨트롤 윈도우를 열 때 표시됩니다. 혼동되는 변수의 영향을 피하기 위해 민감도 분석을 수행할 때 다른 컨트롤을 변경해서는 안 됩니다.
2. 독립 변수가 지정되면 컨트롤이 비대화형 게이지로 설정됩니다. 그러나 분석을 위해 모드를 수동으로 변경하기 전까지는 프로그램이 분석 모드로 변경되지 않습니다.
3. 독립 변수가 증가하면서, 분석 컨트롤러는 그림 9-7 과 같이 비대화형 게이지에 현재 값을 표시합니다. 이 게이지를 관찰하여 완료 정도를 추정 할 수 있습니다.



그림 9-7 분석 컨트롤러

4. 동적 분석을 수행할 때 표시되는 출력은 분석 메뉴에서 시간 다이내믹 또는 위상 다이내믹을 선택했는지 여부에 따라 달라집니다. 시간 다이내믹 분석의 경우 시간이 X 축에 표시되고 위상 다이내믹 분석의 경우 지정된 독립 변수가 X 축에 표시됩니다.

몬테카를로 분석이란?

몬테카를로 분석은 정상 상태 또는 동적 분석으로 수행될 수 있습니다. 정상 상태 또는 동적 몬테카를로 분석을 설정하는 절차는 이 장의 앞부분에서 설명한 동적 및 정상 상태 분석의 설정과 비슷하지만 아래에 설명된 몇 가지 차이점이 있습니다.

몬테카를로 분석은 이 장의 앞 부분에서 설명한 단계 분석 방법과 비슷한 방식으로 작동합니다. 그러나 단계 분석과 달리 매개 변수가 범위에서 일부 델타 값만큼 증가하는 경우 몬테 카를로 분석은 확률 분포에 따라 매개 변수의 범위를 샘플링합니다. 몬테카를로 분석의 결과는 매개 변수 범위와 확률 분포가 주어지면 발생하는 특정 결과의 확률입니다.

출력 디스플레이 설정하기

몬테카를로 분석의 결과는 Probabilistic (Monte Carlo) 그래프 유형을 사용해서만 표시 할 수 있습니다.

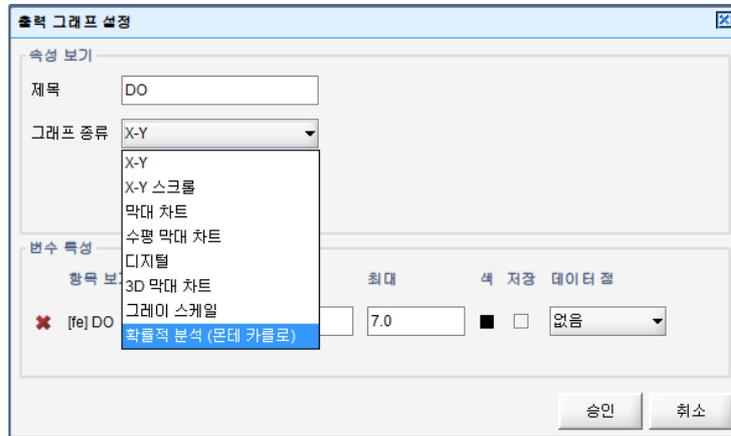


그림 9-8 Probabilistic 옵션을 보여주는 출력 설정

입력 제어기와 분포 특성 설정하기

1. 독립 변수로 사용할 모델 매개 변수를 지정합니다 (6 장의 독립변수로부터 제어 만들기 참조).
2. 독립 변수의 최소값과 최대 값을 입력하고 분석 - 몬테카를로 제어기 유형으로 설정합니다 (6 장의 입력 제어 속성 참조).

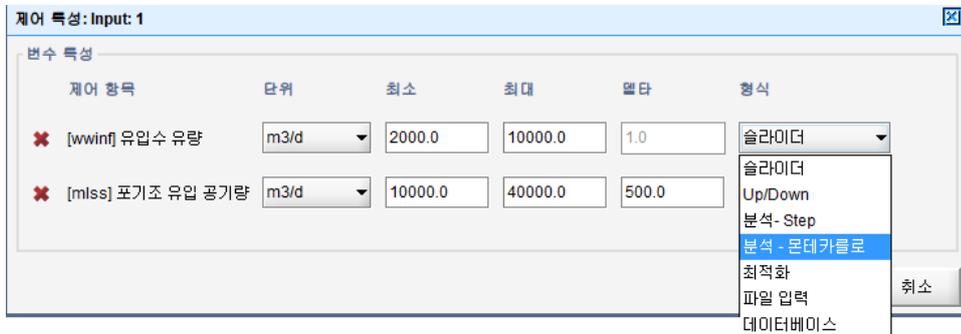


그림 9-9 몬테카를로 형식으로 입력 제어 설정하기

드롭 다운 메뉴에서 분석 - 몬테카를로를 선택하면 형식 열 옆에 버튼이 나타납니다. 이 버튼을 클릭하면 몬테카를로 분석을 위한 Distribution Properties 대화 상자가 열립니다.

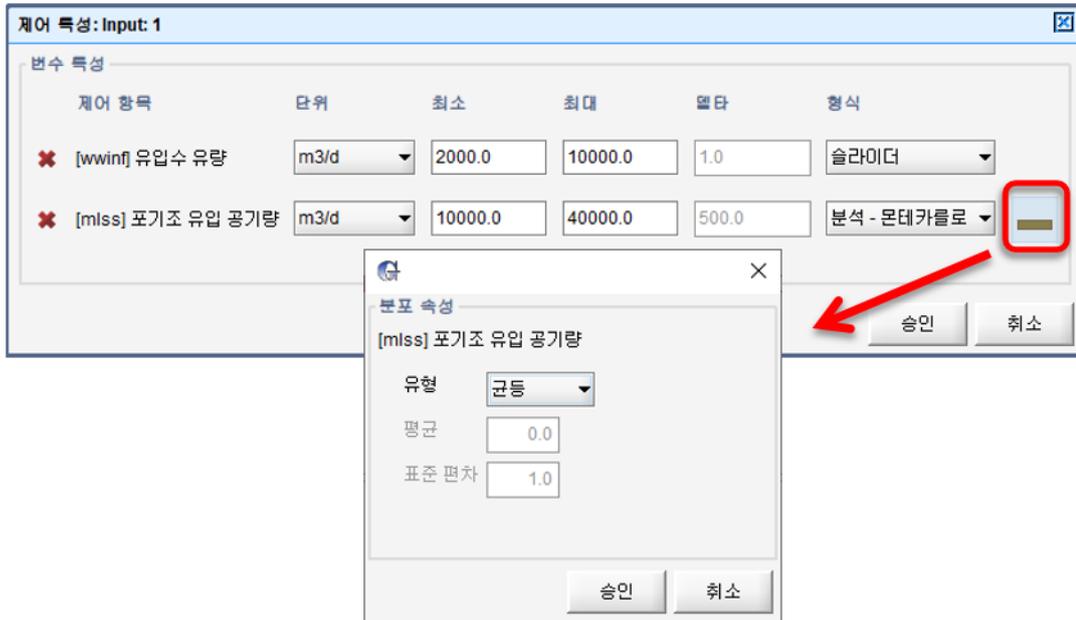


그림 9-10 Distribution Properties 대화상자

확률 분포는 uniform (균등), normal (정규) 또는 log normal 로 정의될 수 있습니다. 요구되는 특정 정규 분포 또는 로그 정규 분포는 평균 및 표준 편차를 사용하여 지정됩니다.

3. 분석 버튼을 통해 드롭-다운 목록에서 몬테카를로 분석을 선택합니다. 메인 툴바 (그림 9-5) 또는 도구 메뉴에서 분석 메뉴 항목을 선택합니다. 주 화면의 바닥 상태 표시 바는 현재 분석 모드에 있음을 나타낼 것입니다.
4. 원하는 정지 시간 (해당하는 경우)을 선택하고 시뮬레이션을 시작합니다.

각 실행 중에 기본적으로 GPS-X 는 지정된 분포에서 새로운 확률 변수 집합을 선택합니다. 반복 가능한 무작위 변수 집합이 필요한 경우 보기> 환경 설정> 입/출력 메뉴의 "Monte Carlo seed"값을 양수 값으로 변경합니다. 시드 값을 -1 로 설정하면 GPS-X 는 매번 새로운 세트를 선택하게 됩니다.

CHAPTER 10

최적화 도구

소개

최적화 모듈은 레이아웃의 매개변수 값을 최적화하는 데 사용됩니다. 이 모듈은 선택적 기능입니다. 이 모듈의 구매를 원하신다면, [하이드로소프트사](#)에 문의주시기 바랍니다.

분석 도구 장에서는 분석 모듈을 사용하여 모델의 동작을 연구하고 중요한 매개변수를 식별하는 방법을 설명했습니다. 중요한 매개 변수를 식별하면 최적화 모듈을 사용하여 이러한 매개변수의 값을 최적화할 수 있습니다. 최적화는 원하는 목표 기능을 달성하기 위해 특정 모델 매개변수를 조정하는 것을 포함합니다.

최적화 도구는 모델을 측정된 데이터에 맞추거나 프로세스 성능을 최적화하는데 사용할 수 있습니다. 모델을 측정된 데이터에 맞추는 절차를 "매개변수 추정"이라고 하며 모델 반응과 측정된 데이터 사이에 최상의 적합도를 얻기 위해 선택된 모델 매개변수를 조정해야 합니다. 공정 매개변수가 플랜트마다 크게 다를 수 있기 때문에 매개변수 추정은 시뮬레이션 모델 준비의 중요한 단계입니다. 실제 플랜트 데이터에 적합한 모델은 실제 플랜트 작동을 예측하는데 더 유용합니다.

프로세스 최적화에는 특정 모델 매개변수를 조정하여 모델 변수 또는 사용자 정의 변수의 값을 최대화 또는 최소화합니다. 예를 들어 플랜트 운영비를 최소화하기 위해 특정 모델 매개변수를 조정할 수 있습니다.

최적화 모듈은 동적 하수 처리 모델과 관련된 매개변수 추정 및 공정 최적화 문제를 해결하기 위해 특별히 개발되었습니다. 정상 상태 및 동적 최적화 모두에 사용할 수 있습니다. 이 장에서 볼 수 있듯이 최적화 프로그램은 하수 처리 시설의 효과적인 모델을 준비하는데 유용한 도구입니다.

최적화 사용

최적화가 도움이 될 수 있는 몇 가지 영역이 있습니다. 하수 처리에서, 주요 적용 영역은 모델 보정 (즉, 매개변수 추정), 공정 설계 및 공정 최적화에 있습니다.

매개변수 추정은 모델이 만들어지면 실제 데이터에 모델을 맞추는 것이 필요하기 때문에 중요합니다. 시뮬레이션 결과를 실제 데이터에 맞추기 위해, 많은 화학양론적 매개변수가 일정하다고 가정할 수 있지만, 물리적, 운전조건 및 동역학적 특성은 플랜트마다 상당히 다르다는 것을 알 수 있습니다. GPS-X 매개변수 기본값을 시작점으로 사용할 수 있지만 예측 시뮬레이션을 위해 모델을 사용해야 하는 경우 보정을 수행해야 합니다. 이것은 단순한 수동 또는 정성적 시뮬레이션 일 수 있으며, 여기서 사용자는 대화식 시뮬레이션이나 정성 최적화 기술을 사용하는 엄격한 수학적 시뮬레이션을 수행할 수 있습니다.

시뮬레이터 최적화는 공정 설계 및 플랜트 최적화에 사용될 수 있습니다. 특정 유출수 요건을 충족시키는 플랜트 설계를 찾는 문제를 고려합니다. 또 다른 예는 공장 운전 중 부유 고형물의 손실을 줄이기 위해 최상의 운전 모드를 찾는 것입니다. 두 경우 모두 원하는 출력, 즉 유출수 제한과 최상의 작동 모드를 충족시키는 설계가 있습니다. 시스템의 모델을 가지고 있다면 이러한 목표는 플랜트 설계 또는 작동 매개변수를 변경하고 모델 출력의 응답을 관찰함으로써 달성됩니다.

GPS-X에서는 대상 매개변수와 관심있는 최적화 변수를 선택하고 목적 함수를 선택하여 원하는 최적화를 얻습니다. 응답 변수의 수에는 제한이 없습니다. 최적화 도구는 목적 함수가 최소화될 때까지 선택된 매개변수를 조정합니다.

사용된 알고리즘

GPS-X는 최적화 모듈에서 Nelder-Mead 심플렉스 방법을 사용합니다 (Press et al., 1986). 심플렉스 방법은 경사도 정보에 의존하지 않는 견고한 다차원 알고리즘입니다. 알고리즘은 다차원 "표면" 또는 공간 (목적 함수에 의해 정의된)을 조직적 방법으로 탐색하여 목적 함수의 최소값에 대한 경로를 찾습니다. 이 절차는 최적화 매개변수의 선택에 민감합니다. 심플렉스 알고리즘에 대한 자세한 내용은 기술 참조서의 최적화 도구 장을 참고하시기 바랍니다.

최적화 유형

최적화 모듈은 세 가지 유형의 프로세스 측정을 처리할 수 있습니다.

1. 시계열 측정,
2. 원래 프로세스 측정의 평균인 장기 운영 데이터
3. 온라인 측정.

각 유형의 측정 세트는 다른 유형의 최적화 문제를 초래합니다. GPS-X에서 사용할 수 있는 최적화 문제 유형은 시계열 및 **DPE**입니다.

시계열

이 최적화 유형은 매개변수 추정과 공정 최적화에 일반적으로 사용되는 최적화 유형입니다. 시계열 및 정상 상태 측정을 모두 처리하도록 설계되었습니다.

동적 모델과 관련된 매개변수 추정의 경우, 텍스트 파일에 입력된 데이터는 일련의 시간 값에 맞추려는 각 응답 변수의 값이 됩니다. 응답 변수는 목표 변수라고 합니다. GPS-X에서는 목표 변수를 최대화하거나 최소화할 수 있습니다.

정상 상태 최적화는 각 목표 변수에 대해 하나의 데이터 지점을 갖는 시계열 유형 최적화입니다. 정상 상태 솔버가 사용되고 시뮬레이션의 정지 시간은 0.0 입니다. 이 최적화 유형은 일간, 주간, 월간 평균으로 기록된 데이터 보정에 유용합니다. 이 유형의 데이터는 일반적으로 합성

샘플로부터 얻어지며 실제 공정의 시간 다이내믹을 정확하게 반영하지 못합니다. 정상 상태 최적화에서, 평균 데이터를 목표로 사용하고 선택된 모델 파라미터를 이 목표에 맞게 조정합니다.

GPS-X 는 사용자가 선택한 목적 함수를 사용하여 측정된 데이터에 모델을 맞출 것입니다. 모델의 예상 값을 표시하는데 사용되는 출력 그래프에서 데이터 파일에서 제공된 측정값은 빨간색 다이아몬드 표시로 그래프에 표시됩니다.

GPS-X 는 최적화 알고리즘의 진행 상황을 추적할 수 있도록 각 최적화 반복에서 예측된 값에 대한 새로운 곡선을 그립니다. 최적화 실행이 끝나면 최종 예상 반응이 표시되어 시각적으로 적합도를 평가할 수 있습니다. 이 그래프 유형의 예가 **그림 10-1**에 나와 있습니다.

시계열 최적화를 수행할 때 사용가능한 목적 함수 유형을 사용할 수 있으며, 아래에 나열되어 있습니다:

1. 절대 오차
2. 상대 오차
3. 제곱합
4. 상대 적산 합
5. 최대 우도

매개변수 추정을 수행할 때, 목적 함수의 최대 우도 또는 제곱합을 사용해야 합니다. 공정 설계 또는 최적화를 위해 절대 오차 목적 함수가 가장 적합합니다. 다른 목적 함수에 대한 자세한 내용은 **기술 참조서의 최적화 도구** 장의 **목적 함수** 옵션을 참조하십시오. 얻을 수 있는 최적화 결과는 선택한 목적 함수에 따라 달라질 수 있습니다.

Dynamic Parameter Estimation (DPE)

GPS-X 는 시간에 따라 변하는 매개변수를 추정하기 위해 설계된 정교한 동적 매개변수 추정 기능 (DPE)을 가지고 있습니다. 이는 온라인 데이터 또는 오프라인 시계열 데이터와 함께 사용할 수 있습니다. 온라인 데이터 사용에 대한 자세한 내용은 Hydrosoft 사에 문의하시기 바랍니다.

DPE 에 숨겨진 동기는 공정 모델의 매개변수가 종종 일정하지 않지만 시간에 따라 달라진다는 것입니다. 예를 들어, 폭발조의 산소 질량 전달 계수는 종종 시간에 따라 천천히 변합니다. 동적 매개변수 추정은 잘 이해되지 않은 공정에서 매개변수를 추정하는 데 유용합니다. 이 경우 모델 구조가 부정확할 수 있습니다. 결과적으로 모델은 짧은 시간 간격으로 데이터를 잘 표현할 수 있습니다. 이 경우 DPE 를 사용하면 모델 오류를 보정하고 측정된 데이터를 수용할 수 있도록 도와줍니다. 동적 매개변수 추정이 유용한 또 다른 상황은 공정의 변동사항 및 혼란을 감지하는데 관심이 있는 경우입니다. 예를 들어, 모델 매개변수가 정상 공정 운전 중에는 상대적으로 일정하지만 공정 변화에 민감한 경우, DPE 기능과 온라인 데이터를 사용하여 이 매개변수를 추적하여 공정 변화 또는 장애에 대해 미리 경고할 수 있습니다.

GPS-X 에서 동적 매개변수 추정은 앞에서 언급한 시계열 최적화 접근법을 이동 시간 창에 적용하여 수행됩니다. GPS-X 는 전체 데이터 세트에서 매개변수를 추정하는 대신 이전 시간 창에서의 매개변수 추정을 시작 추측으로 사용하여 각 시간 창에 대한 매개변수 추정 값을 계산합니다. 이 접근법은 새로운 데이터 블록 (온라인 데이터) 또는 시계열 데이터의 정적 파일로 지속적으로 업데이트되는 데이터 파일에 사용할 수 있습니다. 동적 매개변수 추정을 수행할 때 시계열 최적화에 사용할 수 있는 목적 함수를 사용할 수 있습니다.

시간 창의 길이는 매개변수가 갱신되는 빈도를 제어합니다. 시간 창이 짧을수록 매개변수가 더 자주 업데이트됩니다. GPS-X 는 노이즈에 맞지 않으므로 짧은 시간 창을 사용하는 경우 노이즈를 제거하기 위해 데이터를 필터링해야 할 수 있습니다.

DPE 기능을 사용할 때 최적화 루틴을 올바르게 종료하려면 시간 창과 통신 간격을 선택하여 시간 간격이 통신 간격의 정수 배가 되도록 하는 것이 좋습니다.

동적 시뮬레이션 초기 조건

동적 시뮬레이션과 관련된 최적화를 수행할 때 정상 상태 솔버를 사용하여 초기 조건을 설정하거나 초기 상태에 대한 초기 추정 값을 제공할 수 있습니다. 이 선택은 목표 데이터와 시스템의 동역학 및 시뮬레이션 시작시의 거동에 의해 결정됩니다.

동적 목표 데이터가 시간 평균으로부터의 예상 정상 상태 추정치를 포함한다면, 정상 상태 솔버를 사용하여 시뮬레이션의 초기 조건을 설정할 수 있습니다. 시뮬레이션이 시작될 때 시스템이 정상 상태가 아니라면, 실제 데이터 세트의 초기 데이터 포인트를 초기 조건으로 사용할 수 있습니다. **그림 10-1**은 초기 조건이 반응조에서 용해성 기질의 초기 농도를 나타내는 배치 프로세스의 최적화를 보여줍니다. 목표 데이터는 불연속 점으로 표시되며 독립 변수의 6 개 값에 대한 시뮬레이션 결과는 연속 커브로 표시됩니다. 정상 상태 초기 조건은 이 경우에 적합하지 않습니다. 용해성 기질 (상태 변수)이 회분식 반응조에서 사용되기 때문에, 정상 상태 솔버는 0 기질 농도에서 해를 찾을 수 있을 것입니다. 초기 기질이 0인 상태에서 시뮬레이션을 시작하면, 최적화 도구는 시뮬레이션을 목표 데이터에 맞출 수 없을 것입니다.

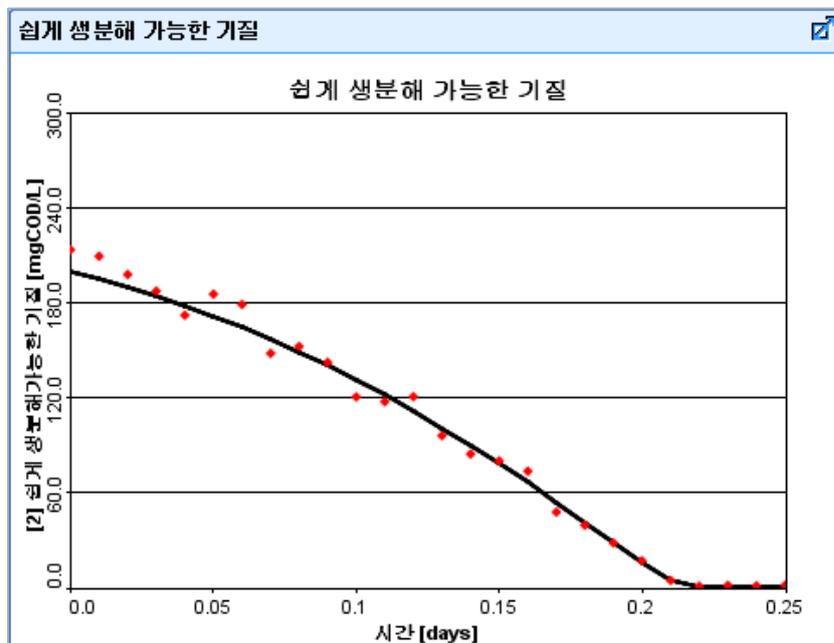


그림 10-1 초기 조건을 사용한 동적 시뮬레이션의 예

최적화 변수 선택

최적화 프로그램을 사용하여 매개변수 값을 조정하기 전에 일반적으로 매개변수의 수동 조정을 시험하는 것이 가장 좋습니다. 중요 관계를 이해하기 위해 준비하는 모델에 익숙해지는 것이 좋습니다. 대화형 시뮬레이션을 수행하면 관심 반응 변수에서 여러 모델 매개변수의 영향을 관찰할 수 있습니다. 이 정보를 사용하여 최적화에 사용할 적절한 독립 변수 및 목표 변수에 대해보다 나은 판단을 내릴 수 있습니다.

일반적인 최적화 문제 중 하나는 부적절한 최적화 매개변수를 선택하는 것입니다. 수동 또는 자동 최적화 설정시 지정된 목표 변수에 중요한 영향을 미치는 매개변수를 선택해야 합니다. 예를 들어, 유출수 암모니아 농도는 질산화 미생물 성장 속도 또는 반응조 포기 매개변수의 값에 크게 의존하지만, 탄소 제거 미생물의 성장률 값에는 크게 의존하지 않습니다. 유사하게, 반송 슬러지 농도는 침전지 모델 응집 매개변수에 의해 크게 영향을 받지 않지만 침전지에서 유출된 부유 고형물은 이 매개변수의 영향을 받습니다. 이들 예제와 같이 적절한 최적화 변수를 선택하려면 모델의 구조를 이해해야 합니다.

최적화에 너무 많은 매개변수를 포함하면 매개변수간 높은 상관관계로 어려운 최적화 문제를 야기합니다.

결과적으로 솔루션의 매개변수 값은 높은 수준의 불확실성을 갖게 됩니다. 중요한 관계를 알고 있고 적절한 목표 (응답) 변수와 최적화 변수를 확인했으면, 몇 가지 수동 최적화를 수행하는 것이 가장 좋습니다. 최적화 변수의 슬라이더 컨트롤을 사용하여 몇 가지 대화식 시뮬레이션을 설정하고 시뮬레이션 진행에 따라 이를 조정해보십시오. 목표 변수로 실제 데이터를 그래프로 그려 (7장 변수 특성 섹션 참조) 시뮬레이션과 실제 데이터를 비교할 수 있습니다. 이러한 유형의 질적 최적화는 여러 가지면에서 유용합니다. 예를 들어, 초기 추정을 확인하고 최적화 변수에 실질적인 범위를 설정하는 데 도움이 됩니다.

최적화 단계

최적화 설정은 **모델링 모드**에서 수행해야 합니다.

최적화를 실행하려면 먼저 최적화 변수 설정 마법사를 사용하여 목표 변수, 최적화된 매개변수 및 목적 함수를 모두 설정해야 합니다. 마법사가 완료되면 필요한 입력 및 출력 매개변수를 표시하도록 모델이 자동으로 다시 빌드됩니다. 시뮬레이션 모델에 최적화 지시를 포함하려면 재빌드가 필요합니다.

참고: 입력 데이터를 사용하여 확률 최적화를 수행할 때 데이터는 일평균으로 구성되어야 합니다. 이 일평균은 목표 변수에 대해 계산된 시뮬레이션 일평균과 비교됩니다. GPS-X는 선택한 목표 변수를 기반으로 일평균 변수를 자동으로 생성합니다. 예를 들어 유출수 TSS를 목표 변수로 선택한 경우, 레이아웃을 다시 작성할 때 GPS-X는 최적화 도구의 목표 변수로 사용될 일평균 유출수 TSS 변수를 자동으로 생성합니다.

최적화 설정 마법사



최적화를 설정하는 첫 번째 단계는 **모델링 모드**에서 최적화 설정 마법사를 실행하는 것입니다. **메인 툴바**에서 최적화 버튼을 누릅니다.

1. 첫 번째 단계는 원하는 목표 변수를 선택하는 단계입니다. 변수 트리를 탐색하여 원하는 변수를 찾아 선택하십시오.

목표 변수는 최소화, 최대화 하려는 또는 측정된 데이터에 대해 맞추려는 변수입니다. 목표 변수는 보통 정상 모드 시뮬레이션에서 플롯할 때와 동일한 변수입니다.

시계열 및 DPE 최적화의 경우 이 방법으로 다른 목표 변수를 선택할 수 있지만 다중 목표 최적화에 필요한 데이터 요구사항 및 계산 시간이 길어질 수 있음을 기억하시기 바랍니다.

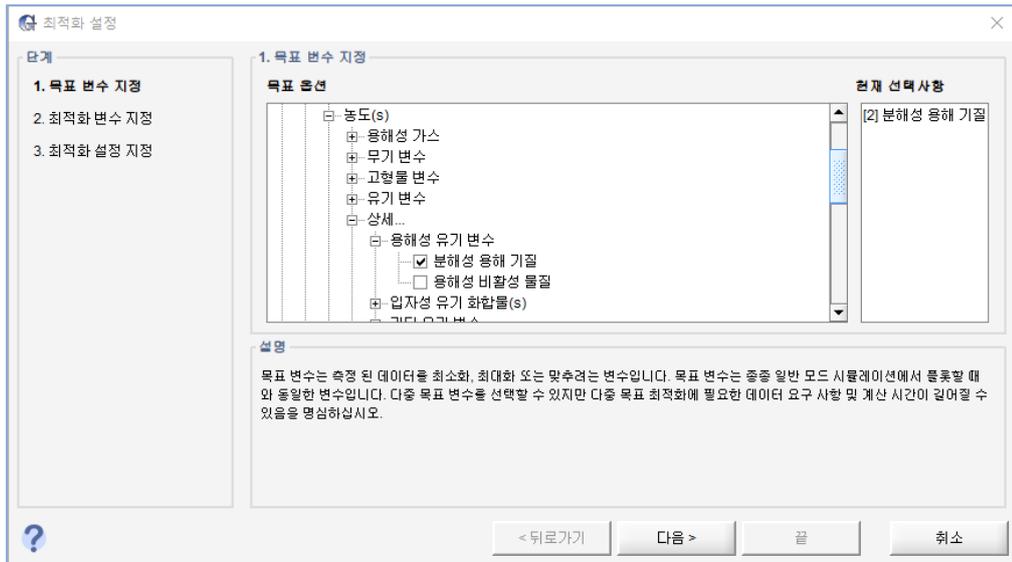


그림 10- 2 최적화 설정 마법사 (목표 변수 지정)

다음 단계로 가기 위해 “다음”을 클릭합니다.

- 해당 상자를 선택하여 원하는 최적화 변수를 선택합니다. 최적화 변수는 최적화 도구가 목적 함수를 최소화하려고 시도할 때 조정됩니다.

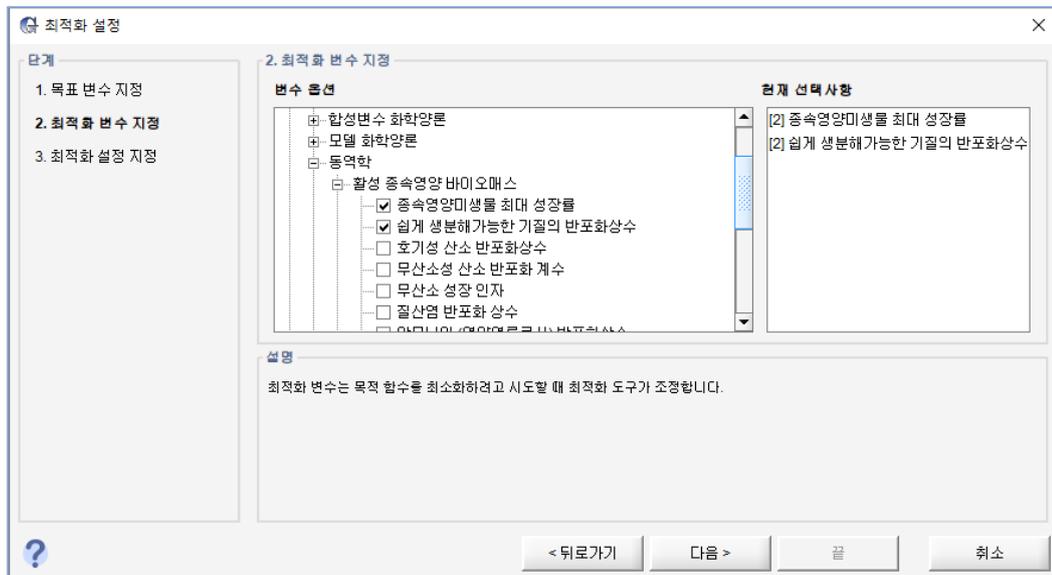


그림 10- 3 최적화 설정 마법사 (최적화 변수 지정)

다음 단계로 가기 위해 “다음”을 클릭합니다.

- 원하는 목표 비교, 목적 함수 및 최적화 종류를 지정합니다. 목표 변수는 입력 데이터에 대해 최소화, 최대화 또는 맞추기 수 있습니다. 목표 비교에서 데이터에 맞추기를 선택하고 데이터 파일 추가 버튼을 클릭하여 입력 데이터를 GPS-X로 가져올 수 있습니다.

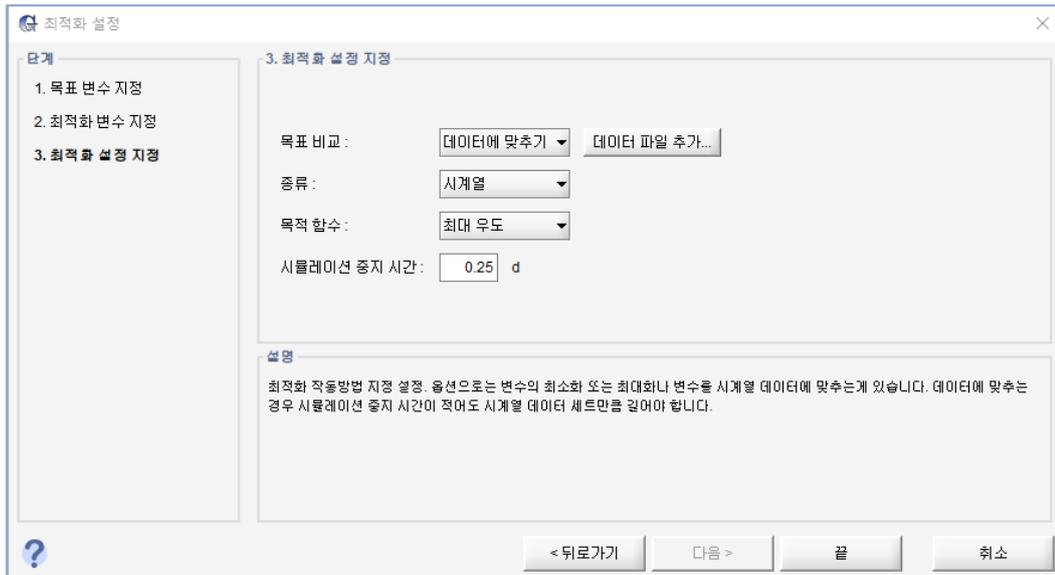


그림 10- 4 최적화 설정 마법사 (최적화 설정 지정)

4. '끝'을 누릅니다. 완료를 누르면 모델이 자동으로 시뮬레이션 모드로 전환되고 다시 빌드됩니다. 이제 레이아웃이 최적화 모드 - 시계열에 있습니다. Optimization Parameters 라는 새 입력 탭과 Optimization Results 라는 새 출력 그래프 탭이 자동으로 생성됩니다. Optimization Parameters 입력 탭에는 최적화된 변수가 포함되고 Optimization Results 출력 탭에는 사용자가 지정한 목표 변수의 그래프가 포함됩니다.

최적화 설정 마법사가 이미 실행된 레이아웃을 로드하면 시뮬레이션은 '정상'모드가 됩니다. 최적화 도구를 켜려면, 메인 툴바의 최적화 단추를 누릅니다.

최적화 종류 및 목적 함수는 마법사를 다시 실행하는 대신 시뮬레이션 모드에서 변경할 수도 있습니다. 이를 수행하는 방법에 대한 자세한 내용은 1 장의 최적화 메뉴에 대한 설명을 참조하시기 바랍니다..

최적화 실행하기

 최적화를 수행하려면 시뮬레이션 모드에 있어야 하며 최적화 도구를 켜야합니다 (위에 설명된 최적화 설정 마법사를 마친 후에 자동으로 켜지지 않는 경우).

최적화를 실행하려면 다음 단계를 완료합니다:

1. 시뮬레이션 모드인지 확인합니다.
2. 최적화 모드로 전환하기 위해 최적화 버튼을 클릭합니다. 또는 최적화 아이콘 옆의 역삼각형을 마우스 오른쪽 버튼으로 클릭 한 다음 최적화 모드를 선택할 수도 있습니다. 종류 및 목적 함수를 선택하지 않았다면 지금 합니다. 상태표시 줄에 사용자가 최적화 모드에 있음을 나타내는 메시지가 표시됩니다.
3. 정지 시간과 통신 간격을 원하는 값으로 설정합니다.
4. 시뮬레이션 툴바에서 시작 버튼을 클릭합니다.

최적화가 진행됨에 따라 출력 그래프에서 몇 가지 다른 시뮬레이션 곡선이 중첩되고 이러한 곡선들이 실제 목표 데이터에 수렴되기 시작해야 합니다.

그래프에 표시된 곡선 수는 보기 > 환경 설정으로 이동하고 "입/출력" 탭에서 표시된 실행 횟수 매개변수 설정으로 변경할 수 있습니다.



그림 10-5 환경 설정 (표시된 실행 횟수)

시뮬레이션 결과를 목표 데이터와 일치시키려고 할 때 최적화 도구가 매개변수를 변경하는 방법에 대한 느낌을 얻기 위해 입력 제어를 살펴볼 수 있습니다.

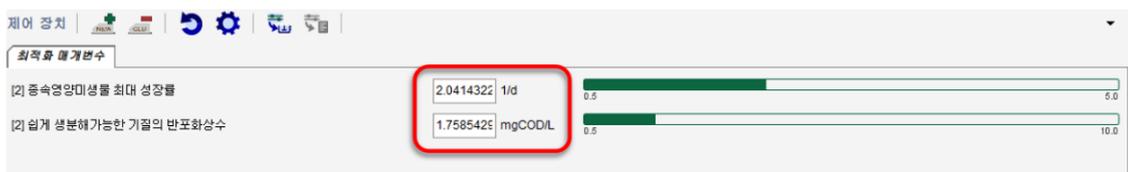


그림 10-6 입력 제어기로서 최적화 매개변수

추가 최적화 결과가 명령 창에 표시됩니다. 여기에는 반복 보고서, 최종 솔루션 및 모델이 데이터에 얼마나 잘 맞는지를 평가할 수 있는 많은 통계가 포함됩니다 (이 기능을 보고 사용하는

방법에 대한 정보는 8 장의 **명령 창** 섹션을 참조합니다). 명령 창에 인쇄되는 정보에 대한 설명은 **기술 참조서의 최적화 도구** 장에 있는 **부록 B: 최적화 솔루션 보고서**를 참조합니다.

최적화 루틴은 독립 변수의 수, 모델 복잡성, 종료 기준 등에 따라 완료하는데 몇 초에서 수 시간이 걸릴 수 있습니다. 사용자가 모델, 컴퓨터에 대한 속도와 자원 요구사항 그리고 사용할 적절한 최적화 매개변수에 대해 익숙해질 때까지는 단일 매개변수 최적화와 소량의 데이터로 시작하는 것이 좋습니다.

고급 최적화 설정

대부분의 경우 기본 최적화 도구 설정은 충분하겠지만 고급 사용자는 일부 값의 변경을 필요로 할 수도 있습니다. 이 설정은 **레이아웃 > 일반 데이터** 메뉴에 있으며 이 설정에 대한 자세한 내용은 **기술 참조서**의 최적화 도구 장에서 찾을 수 있습니다.

문제 해결

다음은 발생할 수 있는 일반적인 문제를 해결하기 위한 몇 가지 지침입니다.

- 적절한 최적화 모드로 변환한 것을 확인하십시오. GPS-X 메인 화면 상태 바 (우측 하단 모서리)를 체크하여 검증할 수 있습니다.

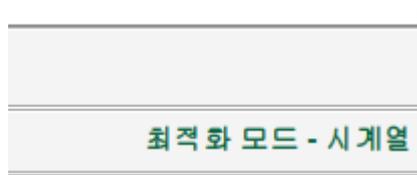


그림 10- 7 최적화 모드임을 보여주는 상태표시 바

- 목표 데이터 파일이 올바르게 설정되었는지 확인합니다. GPS-X로 데이터 파일을 읽은 경우 파일 이름이 명령 창에 표시됩니다. 파일 입력 방법 (텍스트 파일 또는 Excel 스프레드시트 사용)은 6장의 **파일 입력 제어기 이용하기** 섹션에 설명되어 있습니다.
- 목표 또는 종속 변수에 큰 영향을 미치는 변수를 사용합니다. 최적화가 목표 함수를 최소화하지 못하면 (목표 데이터와 시뮬레이션 결과 사이의 적합도가 낮음) 최적화 변수를 잘못 선택했을 수 있습니다.
- 심플렉스 방법 설정은 최적화에 강력한 영향을 줄 수 있습니다. 이 설정에 대한 설명은 **기술 참조서의 최적화 도구** 장에서 **최적화** 설명을 읽으십시오.
- 최적화가 합리적인 솔루션에 수렴하는지 확인합니다. 지역 최소점 (local minima)이 많을 것이고 전역 최소점 (global minimum)은 하나 이상 있을 것입니다. 가장 낮은 최소값을 찾기 위하여 몇 번의 구동을 수행할 필요가 있을 것입니다.

CHAPTER 11

GPS-X Customizing (사용자 맞춤)

소개

GPS-X의 모델은 다양하며 하수 처리 공정 시뮬레이터에서 가장 포괄적으로 사용 가능합니다. 공장 모델을 개발할 때 GPS-X를 특별하게 수정하거나 추가해야 할 수도 있습니다. 예를 들어, 직접 계산된 변수를 추가하거나 새로운 방정식을 입력할 수 있습니다. GPS-X는 유연성 있게 설계하고 특별한 상황을 다루는 몇 가지 방법을 제공합니다. 대부분의 경우 기존 모델은 사용자지정에 대한 완전한 기초를 제공하고 조금 변화를 주어 모델을 요구에 적합하게 쉽게 맞춤 수 있습니다. 공정 모델에 주요 변화를 주거나 새로운 모델을 개발할 때, Model Developer 도구를 사용할 것을 권장합니다 (자세한 사항은 Hydrosoft에 연락주시기 바랍니다).

이 장에서는 GPS-X에서 사용되는 양식을 수정하고 새로운 변수와 공식을 추가하는데 사용되는 방법에 대해 설명합니다. 이 자료에는 GPS-X 소프트웨어 시스템의 일반적인 구조에 대한 설명이 포함되어 있으며 사용자의 요구에 맞게 소프트웨어를 사용자 정의 할 수 있는 다양한 방법이 요약되어 있습니다.

일반적으로, 이 장에서는 GPS-X 시스템 자체와 동적 모델링 및 시뮬레이션의 다른 측면에 대해 보다 고급 수준의 이해를 가정합니다. 이 장에 제시된 자료는 이전 장에서의 특정 절차 목록보다는 예제로 지원됩니다. 이 예제는 자료를 강화하고 자신 만의 수정을 할 수 있는 보다 확실한 토대를 제공합니다.

예제를 완료하려면 다음 사항을 이해하는 것이 도움이 됩니다:

- ❑ Advanced Continuous Simulation Language (ACSL™)
- ❑ FORTRAN 프로그래밍 언어
- ❑ 하수 처리 시설에서 단위 공정의 동적 모델링

ACSL은 GPS-X에서 사용되는 시뮬레이션 서브 시스템입니다. 일부 모델을 수정하려면 ACSL을 사용하여 모델을 구현하는 방법을 이해해야 합니다. ACSL의 특징 및 기능에 대한 자세한 내용은 **ACSL Reference Manual** (자세한 내용은 Hydrosoft 사에 문의하십시오)에서 제공됩니다.

GPS-X와 ACSL이 사용하는 일반적인 프로그래밍 언어는 FORTRAN이므로 이 컴퓨터 언어의 프로그래밍 구문에 대한 지식과 FORTRAN 프로그램을 디버깅하기 위한 도구가 필요할 수 있습니다. 마지막으로, 단위 공정 모델을 추가할 수도 있으므로 동적 모델링의 기본 지식과 하수 처리 공정의 시뮬레이션에 대한 지식이 중요합니다.

이러한 영역 중 하나 이상에 익숙하지 않은 경우, 이 장의 예제를 자세히 따라 필요한 수정 작업을 수행할 수 있습니다.

사용자 맞춤 유형

GPS-X에서는 두 가지 방법으로 사용자 정의를 할 수 있습니다. 첫 번째 방법은 특정 GPS-X 레이아웃을 수정하는 것입니다. 이 경우 변경 내용은 레이아웃 자체에만 적용되며 새로 만든 레이아웃에는 영향을 미치지 않습니다. 두 번째 방법은 변경 사항이 포함된 사용자 정의 라이브러리를 만드는 것입니다. 이 경우 이 라이브러리를 사용하여 생성된 모든 레이아웃은 수정 사항을 사용합니다.

첫 번째 방법은 특정 레이아웃에 새 변수 또는 방정식을 추가하고 다른 레이아웃에서 수정 사항을 다시 사용할 필요가 없는 경우에 유용합니다. 예를 들어, 기존 합성 변수 중 하나를 변경하여 새로운 합성 변수를 만들고 싶을지도 모릅니다. 첫 번째 방법과 관련된 변경 방법은 이 장의 **레이아웃 사용자 정의** 섹션에 나와 있습니다. 사용자가 실수로 변경된 이 파일들을 삭제하면, GPS-X를 다시 설치해야 합니다.

두 번째 방법은 GPS-X 양식에 사용된 변수 이름을 변경하거나 양식에 사용된 기본값을 변경한 다음 이러한 수정 사항을 여러 레이아웃에서 다시 사용하려는 경우 유용합니다. 두 번째 접근법은 모델 라이브러리 수정을 포함하며 GPS-X 소프트웨어 시스템의 구조에 대한 이해가 필요한 절차입니다. 이러한 종류의 변경을 수행하는 절차는 이 장의 **라이브러리 사용자 정의** 섹션에서 설명합니다.

GPS-X 소프트웨어 시스템

파일 시스템

GPS-X 소프트웨어는 컴퓨터의 적절한 경로에 저장되는 세 가지 유형의 파일로 구성됩니다:

1. 프로그램 실행 파일
2. 모델 라이브러리 및 보조 파일
3. 레이아웃 파일

프로그램 실행 파일

프로그램 실행가능 파일은 바꿀 수 없는 바이너리 파일입니다. 이들은 GPS-X 실행 파일, ACSL 실행 파일, GPS-X가 구동하는 동안 사용되는 다른 부가적인 바이너리 파일을 포함합니다. GPS-X 실행 파일은 GPS-X 설치 디렉토리 내 `bin` 하위 디렉토리에 저장됩니다. ACSL 실행 파일은 GPS-X 설치 디렉토리 내 `acsl11` 하위 디렉토리에 저장됩니다.

사용자가 만든 레이아웃은 실행 파일이지만 사용자가 만든 파일 내 디렉토리 안에 저장됩니다.

모델 라이브러리 및 보조 파일

GPS-X 모델 라이브러리는 GPS-X 설치 디렉토리의 하위 디렉토리에 저장됩니다 (예: `cnlib` 디렉토리). 이러한 각 라이브러리에는 공정 객체 모델을 구성하는데 사용되는 하위 수준 ACSL 매크로가 들어있는 `gpsxm.bin`이라는 바이너리 파일이 들어 있습니다. 이 파일에는 GPS-X용으로 특별히 개발된 ACSL 연산자 세트에 대한 확장 기능도 포함되어 있습니다. 이 파일은 수정할 수 없습니다.

GPS-X 라이브러리는 레이아웃 파일 (다음 절에서 설명함)용 템플릿과 GPS-X 소프트웨어에 내장된 단위 공정 모델에 대해 지정된 모델 보조 파일을 포함합니다. 보조 파일의 일반 형식은 다음과 같습니다.

- `modelnme.cfg` (모델 파일)
- `modelcfg.con`
- `modelcfg.ini`
- `modelcfg.dis`

여기서, `cfg = asp, pft, pfm, pmp`

여기서 `modelname` (최대 8 자의 영숫자) 및 `model` 은 각 모델 유형에 대한 식별자입니다. 접미어 `asp, pft` 등은 객체 유형을 나타냅니다. `.con, .ini W .dis` 파일의 이름은 `modelname` 의 처음 5 글자를 취하고 3 글자의 객체 유형 스펙을 추가하여 구성됩니다 (`asp, pft` 등). 이러한 이름의 전체 목록은 **기술 참조서**에서 제공됩니다.

위에 나열된 파일은 라이브러리-종속이며, 파일 형식은 사용중인 GPS-X 모델 라이브러리 (예: CN, CNP, Mantislib 등)에 따라 다릅니다.

`modelname.cfg` 파일은 GPS-X 의 프로세스 모델에 대해 정의된 ACSL 매크로 정의를 포함합니다. 이 매크로는 `gpsxm.bin` 에 있는 하위 매크로를 호출합니다.

`modelcfg.con, modelcfg.ini` 및 `modelcfg.dis` 파일은 각 공정 객체의 공정 데이터 메뉴를 통해 접근하는 양식의 설정을 정의하는데 사용됩니다. `.con` 파일은 매개변수와 상수를 포함하는 양식을 정의하는데 사용됩니다. `.ini` 파일은 초기화 양식을 정의하는 데 사용되고 `.dis` 파일은 표시 변수 양식을 정의하는데 사용됩니다.

모델 보조 파일은 텍스트 (ASCII) 파일이며 텍스트 에디터로 편집할 수 있습니다. 이러한 파일을 변경하면 초기화 매개변수 및 모델 상수를 수정하고 표시되는 메뉴의 모양과 해당 양식의 텍스트를 변경할 수 있습니다. 필요한 경우 모델 코드를 수정할 수도 있습니다 (자세한 내용은 Hydrosoft 사에 문의하십시오). 이러한 유형의 변경에는 모델 라이브러리 변경이 포함되며 이 라이브러리를 사용하여 생성된 모든 레이아웃에 적용됩니다 (자세한 내용은 이 장의 **라이브러리 사용자 정의** 섹션을 참조하십시오).

레이아웃 파일

레이아웃 파일은 GPS-X 드로잉 보드에서 준비한 레이아웃에 지정됩니다. 레이아웃 파일은 다음을 포함합니다:

- `layoutname.usr`
- `layoutname.var`
- `layoutname.con`
- `layoutname.ini`
- `layoutname.cmd`

여기서, `layoutname` 은 GPS-X 레이아웃을 저장할 때 지정한 파일 이름입니다.

레이아웃 파일은 지정 레이아웃에 변화를 주는데 사용됩니다. 새로운 변수와 방정식을 만들고 자신의 사용자 정의 데이터 입력과 표시 변수 양식을 정의할 수 있습니다. `.usr` (사용자) 파일은 모델링 방정식을 입력하는데 이용합니다. `.con, .ini` 와 `.var` 파일은 새로운 변수에 대한 사용자 정의 양식을 정의하는데 사용됩니다.

데이터 입력과 표시 변수 양식

GPS-X 에서 **그림 11-1** 과 같은 데이터 입력 및 표시 변수 형식은 공정 데이터 팝업 메뉴에서 선택하면 바로 생성됩니다.

이 양식에 사용된 숫자 상수 및 텍스트 문자열은 `.con, .ini` 및 `.var` 파일에서 읽습니다. 이렇게 하면 GPS-X 를 사용자 정의하여 데이터 항목에 대체 라벨을 표시하고 변수 양식을 표시하거나 이러한 양식에 항목을 추가하는 것이 쉽습니다.

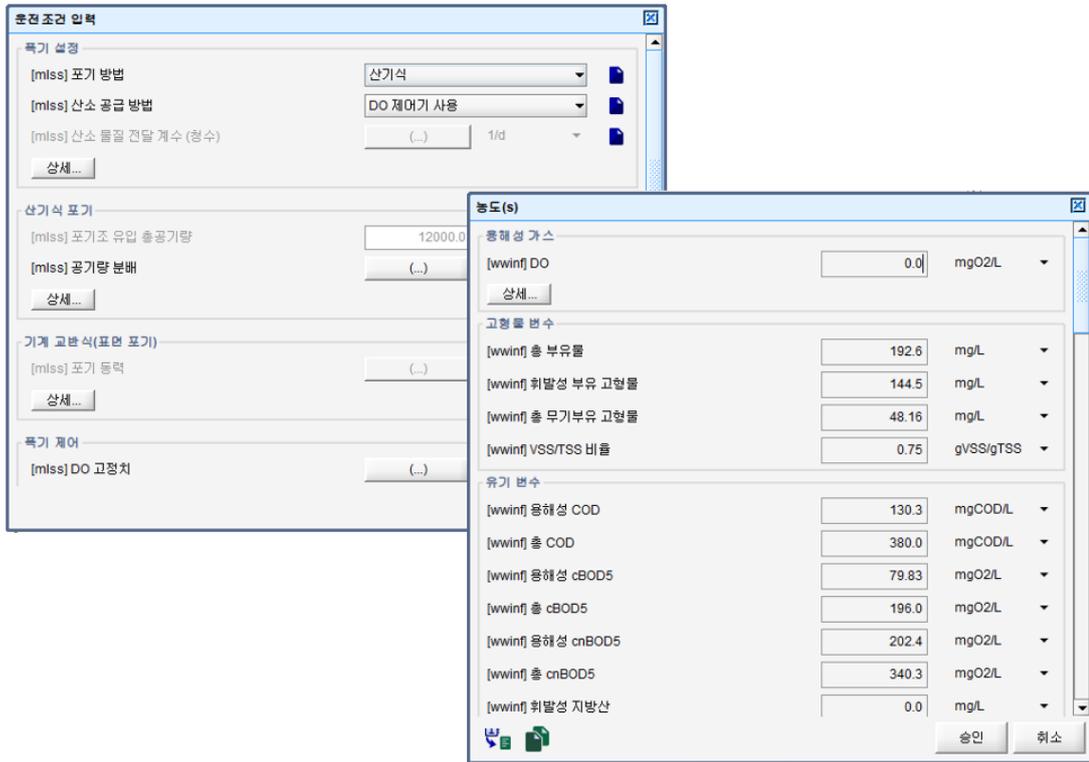


그림 11- 1 데이터 입력 (왼쪽) 및 표시 변수 (오른쪽) 양식

표 11-1은 다른 GPS-X 양식에 대해 편집할 파일을 보여줍니다. GPS-X 라이브러리에서 이 파일을 변경하면 해당 라이브러리를 사용하는 새로 생성된 모든 레이아웃에 변경 사항이 적용됩니다. 따라서 수정할 라이브러리의 복사본을 만들어 이 새 라이브러리를 변경하여 원래 라이브러리가 변경되지 않도록 하는 것이 좋습니다.

수정 입력 값:	해당 편집 파일 확장자
모델 매개변수 또는 모델 상수	.con
초기 조건	.ini
표시 변수	.var

표 11- 1 다른 양식에 대한 편집을 위한 파일

모델 상수, 초기화 메뉴 및 양식

입력 양식에 표시된 모델 상수 및 초기 조건 값의 변경은 연관된 .con 및 .ini 파일을 편집하여 수행할 수 있습니다. \nlib 하위 디렉토리에 있는 CN 라이브러리 모델 상수 파일 mantipft.con의 처음 몇 줄이 그림 11-2에 나와 있습니다.

```

!MENU ITEM:      !Physical
!HEADER:         !Dimensions
parameter(n&o   = 4)           ! number of reactors           !
constant h&o = 4               !tank depth                !m
xstring vsetup&o = 1          !volume setup method :1 Volume Fractions/2 Individual Volumes/ !
!HEADER:!Individual Volumes
constant vlcon&o = 250,250,250,250 ! individual volumes      !m3 ;vsetup&o=2
!HEADER:!Volume Fractions
constant vmcon&o =1000.0        ! maximum volume          !m3 ;vsetup&o=1
constant fvcon&o =0.25,0.25,0.25,0.25 !volume fractions !- ;vsetup&o=1
!MORE
    
```

그림 11- 2 mantipft.con 파일의 예

사용자가 플러그흐름 반응조의 물리적 매개변수에 대한 데이터 입력 양식을 표시하면 탱크 부피에 대해 표시된 텍스트가 이 파일에서 최대 부피로 표시됩니다. 마찬가지로, 단위는 m3 으로 표시됩니다.

일부 매개변수는 메뉴의 다른 매개변수 설정에 따라 회색으로 표시됩니다 (비활성화 됨). 매개변수를 비활성 상태로 만들려면 줄 끝 부분에 세미콜론을 넣으면 되고, 뒤 이은 매개변수 설정은 매개변수가 활성화되도록 할 것입니다. 줄 끝의 세미콜론이 없으면 매개 변수가 절대로 "비활성화 되어서는 안된다"는 의미로 해석됩니다.

표시된 텍스트를 maximum liquid volume 으로 변경하려면, 이 파일을 편집하고 새 텍스트 문자열을 입력해야 합니다. 이 수정은 그림 11-3에 나와 있습니다.

```
!MENU ITEM:      !Physical
!HEADER:        !Dimensions
parameter(n&o   = 4)          ! number of reactors          !
constant h&o = 4              !tank depth                  !m
xstring vsetup&o = 1          !volume setup method :1 Volume Fractions/2 Individual Volumes/ !
!HEADER:!Individual Volumes
constant vlcon&o = 250,250,250,250 ! individual volumes          !m3 ;vsetup&o=2
!HEADER:!Volume Fractions
constant vmcon&o =1000.0          ! maximum liquid volume          !m3 ;vsetup&o=1
constant fvcon&o =0.25,0.25,0.25,0.25 !volume fractions !-          ;vsetup&o=1
!MORE
```

그림 11- 3 수정된 mantipft.con 파일

단위를 변경하면 안됩니다. 이 변수가 사용되는 알고리즘 계산은 특정 단위 (즉, 이 파일에 표시된 사전 설정 단위)를 가정합니다.

!MORE 및 !NOMORE 플래그는 **More...** 버튼을 통해 액세스되는 2 차 데이터 양식으로 이동되는 변수를 정의하는 데 사용됩니다.

이 유형을 라이브러리 하위 디렉토리의 .con, .ini 또는 .var 파일로 변경한 경우, 변경 사항을 적용하려면 GPS-X 를 다시 시작해야 합니다. GPS-X 는 프로그램 초기화 중에 이 정보를 한 번 읽습니다. 라이브러리 디렉토리의 원본 파일을 유지하려면 변경하려는 파일을 백업해야 합니다. 실수로 이러한 파일을 삭제하거나 손상시키면, GPS-X 를 항상 재설치해야 합니다.

표시 변수 메뉴와 양식

표시 변수 메뉴와 양식 또한 사용자 정의할 수 있습니다. 일반적인 표시 변수 메뉴가 그림 11-4 에 나와 있습니다. 출력 변수 하위 메뉴에 표시되는 텍스트는 해당 객체 및 라이브러리에 대한 연관된 .dis 파일을 수정하여 변경할 수 있습니다.

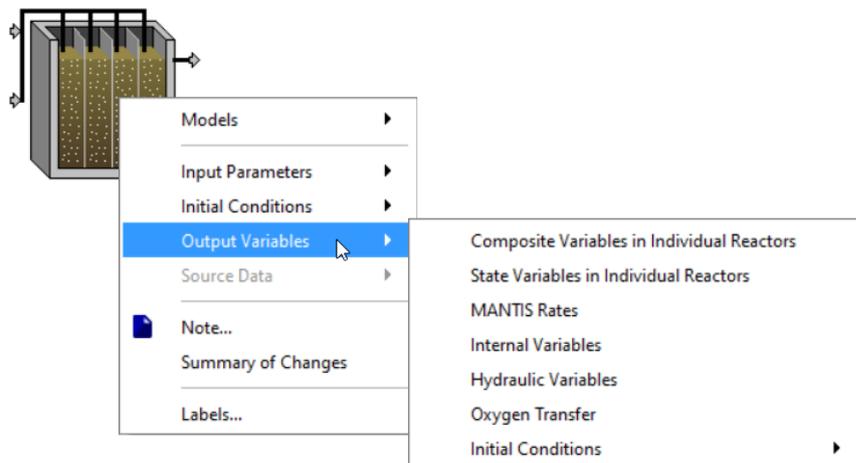


그림 11- 4 공정 메뉴에서의 출력 변수

```

in!modelid!flow!composite!state!stoichiometry!
rin!modelid!flow!composite!state!stoichiometry!
o!modelid!flow!compmlss!state!stoichiometry!reactor!cfstr!loadinggras!sost!sotr!qairsum!totalpower!aer2cont!airpumpmisc!con!
p!modelid!flow!compmlss!state!stoichiometry!pfcont!con!
l!compmlssvector!statevector!mantisint!cfstr!aer!ini!

```

그림 11- 5 출력 변수 파일 (mantipft.dis)

그림 11-5는 그림 11-4에 표시된 메뉴를 빌드하는데 사용되는 .dis 파일을 보여줍니다.

.dis 파일에는 개체의 각 표시 변수 지점에 대한 라인이 들어 있습니다. 각 표시 변수 지점은 모델링되는 실제 객체의 물리적 위치 또는 유량 흐름과 연관됩니다. 모델 변수는 일반적으로 변수 값이 다르기 때문에 각 지점에 대해 정의됩니다.

예를 들어, 플러그흐름 반응조 유입 값은 유출 값과 다릅니다. 각 표시 변수 지점은 특수 식별자로 나타냅니다. 이들은 다음과 같습니다:

- in - 플러그흐름 모델을 제외한 모든 객체에 대한 입력 유량 흐름
- i1 - 플러그흐름 모델 객체의 첫 번째 유입 유량 흐름
- i2 - 플러그흐름 모델 객체의 두 번째 유입 유량 흐름
- rin - 반송 유량 흐름
- o- 유출 유량 흐름
- p - 펌프 유량 흐름
- s - 폐기 유량 (underflow) 흐름
- g - 소화조 객체 (dig)로부터 가스량 흐름
- l - 내부

식별자는 어느 followers 가 표시 변수 지점에서 출력 변수 하위 메뉴 구성을 위해 사용되어야 하는 동일 경로를 포함하는 .var 파일의 리스트 (.var 확장자를 제외한 파일 이름)인지 나타내기 위하여 .dis 파일의 각 라인에 먼저 나열됩니다.

예를 들어 그림 11-5의 마지막 줄은 그림 11-4와 같은 메뉴를 구성하는데 사용됩니다. 느낌표로 구분된 6개의 식별자는 각각 .var 파일의 이름을 구성하는데 사용되며 GPS-X는 추가 하위 메뉴 (원하는 경우)를 구성하는 방법과 표시 변수 형식에 대한 정보를 얻습니다.

이 경우에, 파일들은:

1. compmlssvector.var
2. statevector.var
3. mantisint.var
4. cfstr.var
5. aer.var
6. ini.var

일반적인 .var 파일의 형식은 다음과 같습니다.

```

!MENU ITEM:      !Composite Variables in Individual Reactors
!HEADER: !Volatile Fraction
display ivt      !VSS/TSS ratio in individual reactors!gVSS/gTSS
!HEADER: !Composite Variables
display x        !mixed liquor suspended solids in individual reactors!g/m3
display vss      !mixed liquor volatile suspended solids in individual reactors!g/m3
display xiss     !total inorganic suspended solids in individual reactors!g/m3
display bod      !total carbonaceous BOD5 in individual reactors!gO2/m3
display cod      !total COD in individual reactors!gCOD/m3
display tkn      !total TKN in individual reactors!gN/m3
!MORE
!HEADER:      !Additional Composite Variables
display sbod!filtered carbonaceous BOD5 in individual reactors!gO2/m3
display xbod!particulate carbonaceous BOD5 in individual reactors!gO2/m3
display sbodu!filtered ultimate carbonaceous BOD in individual reactors!gO2/m3
display xbodu!particulate ultimate carbonaceous BOD in individual reactors!gO2/m3
display bodu!total ultimate carbonaceous BOD in individual reactors!gO2/m3
display scod!filtered COD in individual reactors!gCOD/m3
display xcod!particulate COD in individual reactors!gCOD/m3
display stkn!filtered TKN in individual reactors!gN/m3
display xtkn!particulate TKN in individual reactors!gN/m3
display tn!total nitrogen in individual reactors!gN/m3
!NOMORE
    
```

그림 11- 6 출력 변수 하위메뉴 파일 (compmlssvector.var)

해당 모델 라이브러리의 .dis 및 .var 파일을 변경하여 GPS-X 디스플레이 변수 형식에 표시된 텍스트 및 변수 값을 사용자 정의하고 추가할 수 있습니다. 이러한 파일의 구조를 이해하려면 기존 파일의 형식을 검사하십시오. 원본 파일을 변경할 수는 있지만 먼저 이 파일을 백업하거나 다른 경로에 라이브러리 파일을 복사하는 것이 가장 좋습니다.¹² 실수로 파일이 삭제되거나 손상되었다면, GPS-X를 항상 다시 설치해야 합니다.

레이아웃 사용자 지정하기

GPS-X에서 준비된 모든 모델에는 layoutname.usr 파일이라는 특수 파일이 코드 입력을 위해 제공됩니다. 이 코드는 빌드 프로세스 중에 모델에 삽입됩니다. 이것은 새로운 방정식, 2차 변수를 정의하고 초기화 프로세스를 수정하며 심지어 광범위한 코드 추가를 통해 자동 컨트롤러와 같은 새로운 기능을 추가할 수 있는 메커니즘을 제공합니다.

.usr 파일은 GPS-X로 생성된 모든 모델에 대해 생성되며 모델 레이아웃과 동일한 디렉토리에 저장됩니다.

일반적인 .usr 파일은 그림 11-7에 나와 있습니다. 이 파일은 ACSL 시뮬레이션 언어¹³의 네 가지 명시적 구조 섹션과 ACSL 매크로 정의를 입력하기 위한 추가 섹션에 해당하는 다섯 가지 섹션으로 구분됩니다. 이 섹션에 FORTRAN 언어문을 입력하여 기존 변수를 사용하여 새 변수를 정의할 수 있습니다.

¹² 새 라이브러리 디렉토리를 만들고 GPS-X에서 이 라이브러리를 사용하려면 보기> 환경 설정> 레이아웃을 선택한 다음 기본 라이브러리 그룹 다운 메뉴에서 적절한 라이브러리를 선택해야 합니다.

¹³ ACSL의 명시적 프로그램 구조에 대한 자세한 내용은 ACSL Reference Manual의 3장, 프로그램 구조를 참조하십시오.

```

!GPS-X Version 7.0 User File
!*****
!PUT HERE USER DEFINED MACROS
!This section is for definitions, it will be executed
!only during loading of the program
!*****
macro userinitialsection
!INITIAL SECTION
!Macros called here will be executed in the initial section
!Don't put macro definitions here

macro end
!*****
macro userderivativesection
!DERIVATIVE SECTION
!Macros called here will be executed in the derivative section
!Don't put macro definitions here

macro end
!*****
macro userdynamicsection
!DYNAMIC AND DISCRETE SECTIONS
!Macros called here will be executed in the dynamic section.
!(discretes plus code to be executed every communication interval)
!Don't put macro definitions here

macro end
!*****
macro userterminalsection
!TERMINAL SECTION
!Macros called here will be executed in the terminal section
!Don't put macro definitions here

macro end
!*****

```

그림 11- 7 번 .usr 파일

사용자 정의 매크로

사용자 정의 매크로 섹션은 사용자 파일의 다른 섹션에서 호출할 수 있는 자체 ACSL 매크로를 정의하는데 사용됩니다.

초기 섹션

초기 섹션은 동적 시뮬레이션 프로세스가 시작되기 전에 한 번만 수행되어야 하는 계산에 사용됩니다. 시뮬레이션 중에 변경되지 않는 변수는 초기 섹션에서 계산할 수 있습니다.

파생 섹션

파생 섹션에서는 모델링 방정식 (또는 모델링 방정식을 설정하는 매크로 호출)을 배치합니다. 여기에 미분 방정식을 정의하고 ACSL 을 통합할 수 있습니다. 또한 이 단원에 대수 방정식을 배치하고 ACSL 로 대수 방정식을 풀 수 있습니다. 파생 섹션은 ACSL 이 취한 모든 통합 단계에서 실행됩니다.

동적 및 이산 섹션

동적 및 이산(분리) 섹션은 특정 간격으로 발생하는 개별 이벤트를 정의하고 출력 관련 계산 (예: 단위 변환)을 수행하는 데 사용됩니다. 예를 들어 특정 정의된 간격 또는 일정에 따라 코드를 실행하는 ACSL 키워드인 `discrete` 를 사용하여 개별 섹션을 정의할 수 있습니다.

모든 통신 간격마다 수행되어야 하는 계산을 수행할 수 있습니다. 통신 간격은 출력 결과를 기록하기 위해 ACSL 과 GPS-X 간에 데이터가 전송되는 간격입니다. ACSL 분리문에 포함되지 않은 동적 및 개별 섹션에 있는 명령문은 모든 통신 간격에서 실행됩니다.

터미널 섹션

터미널 섹션은 시뮬레이션이 끝날 때 수행되어야 하는 계산을 위한 것입니다. ACSL 문 외에도 FORTRAN 문을 사용자 파일에 입력할 수 있습니다. .usr 파일은 GPS-X의 시뮬레이션 기능을 쉽게 확장 할 수 있는 방법을 제공합니다. GPS-X 사용자 인터페이스는 시뮬레이터 모듈의 일반 프론트 엔드 (사용자가 직접 이용할 수 있는)로 설계되었습니다. 현재 GPS-X는 폐수 처리에서 단위 공정 객체와 모델을 다루기 위해 설계되었습니다. 그러나 다른 유형의 단위 공정 객체 및 모델 (예: 수처리 분야에서 사용되는 모델)을 포함하도록 공정 객체 테이블 및 모델 라이브러리를 확장할 수 있습니다.

다음 예제는 이러한 사용자 정의 기능을 사용하여 간단한 모델을 레이아웃에 추가하는 방법을 보여줍니다.

레이아웃에 간단한 모델 추가 - 예제

새 모델을 추가하려면 layoutname.usr, layoutname.con, layoutname.ini 및 layoutname.var 파일에 필요한 코드를 입력하면 됩니다.

예를 들어 다음과 같이 간단한 1 차 감쇠 프로세스를 모델링한다고 가정합니다.

$$\frac{dC}{dt} = rate(C)$$

GPS-X 인터페이스에서 값을 설정할 수 있도록 감쇠 상수를 먼저 정의해야 합니다. 변수 C의 초기 조건을 지정해야 합니다. 이러한 변수와 기본값을 정의하려면 layoutname.con 파일을 편집하여 아래 그림과 같이 표시합니다.

```
!Follow syntax of library .con files!
!MENU ITEM:!User Defined Constants
!HEADER:!User Defined Constants
constant rate = -10 !decay rate           !1/d
constant ic = 100  !initial concentration !g/m3
```

그림 11- 8 간단한 layoutname.com 파일의 예

더 복잡한 .con 파일을 만들려면 GPS-X 설치 디렉토리에 있는 라이브러리 중 하나에서 기존 .con 파일을 복사하여 템플릿으로 사용합니다.

다음으로 layoutname.usr 파일의 파생 섹션에 다음 행을 추가하여 비율 표현식을 입력합니다.

```
dc = rate*c
c = integ (dc, ic)
```

이 코드 행을 입력하는 순서는 중요하지 않습니다. 변환 모듈이 자동으로 방정식을 적절하게 재정렬하기 때문입니다.

완성된 .usr 파일은 아래 그림과 같아야 합니다.

```

!GPS-X Version 7.0 User File
!*****
!PUT HERE USER DEFINED MACROS
!This section is for definitions, it will be executed
!only during loading of the program

!*****
macro userinitialsection
!INITIAL SECTION
!Macros called here will be executed in the initial section
!Don't put macro definitions here

macro end
!*****
macro userderivativesection
!DERIVATIVE SECTION
!Macros called here will be executed in the derivative section
!Don't put macro definitions here

dc = rate*c
c = integ (dc, ic)

macro end
!*****
macro userdynamicsection
!DYNAMIC AND DISCRETE SECTIONS
!Macros called here will be executed in the dynamic section.
!(discretess plus code to be executed every communication interval)
!Don't put macro definitions here

macro end
!*****
macro userterminalsection
!TERMINAL SECTION
!Macros called here will be executed in the terminal section
!Don't put macro definitions here

macro end
!*****

```

그림 11- 9 간단한 layoutname.user 파일의 예

새로운 변수 C를 표시하려면 layoutname.var 파일에 다음 행을 입력합니다.

```
display c !concentration !g/m3
```

완성된 .var 파일은 아래 그림과 같아야 합니다.

```

!Follow syntax of library .var files!
!MENU ITEM:!User Defined Output Variables
!HEADER:!
display c !concentration !g/m3

```

그림 11- 10 간단한 layoutname.var 파일의 예

보다 복잡한 .var 파일을 만들려면 GPS-X 설치 디렉토리에 있는 라이브러리 중 하나에서 기존 .var 파일을 복사하여 템플릿으로 사용합니다.

일단 변경이 이루어지면 모델을 다시 빌드해야 합니다.

모델을 실행하면 시뮬레이터 모듈은 각 통합 시간 단계에서 파생 섹션에 입력한 방정식을 평가합니다.

변수 c 를 사용하여 출력 디스플레이를 설정할 수 있으며, 유효한 모델 변수이므로 보조 변수를 평가할 때 이 변수를 사용할 수 있습니다.

.con, .ini 및 .var 파일에 설정된 상수, 초기 조건 및 표시 조건을 비롯한 변수는 **일반 데이터** 메뉴의 사용자 섹션에서 액세스할 수 있습니다.

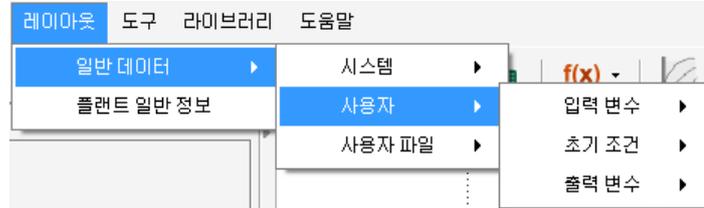


그림 11- 11 사용자 메뉴

입력 변수 항목을 사용하면 .con 파일에 입력된 변수가 들어있는 데이터 입력 양식에 액세스 할 수 있습니다.

초기 조건 항목을 사용하면 .ini 파일에 입력된 변수가 들어있는 데이터 입력 양식에 액세스 할 수 있습니다.

또한 **출력 변수** 항목을 사용하면 .var 파일에 입력된 변수가 들어있는 양식에 액세스 할 수 있습니다.

라이브러리 사용자 정의

GPS-X 라이브러리를 수정하면 수정된 라이브러리를 사용하여 준비된 이후의 모든 레이아웃에 적용됩니다. 이는 특정 레이아웃에 대한 수정 사항만 처리했던 이전 섹션에서 설명한 사용자 정의와 크게 다릅니다.

라이브러리 사용자 정의는 모델 보조 파일을 재사용 할 수 있도록 변경하려는 경우에 사용됩니다.

모델 코드를 변경할 수도 있지만 GPS-X 에서 사용되는 하위 레벨 매크로에 대한 자세한 지식이 필요합니다. 모델 코드를 수정하려면 하이드로소프트 사에 도움을 요청하십시오.

기존 GPS-X 라이브러리를 성공적으로 수정하려면 라이브러리의 모델 및 일반적으로 GPS-X 가 이러한 라이브러리를 구성하는 공통 기반에 대해 어느 정도 알고 있어야합니다. 이러한 유형의 사용자 지정을 시작하기 전에 기술 참조서에서 라이브러리에 있는 자료를 읽는 것이 좋습니다.

라이브러리 사용자 정의를 완료하는 단계는 다음과 같습니다.

1. 수정할 라이브러리를 선택하고 필요한 파일을 다른 디렉토리에 복사합니다.
2. 적절한 모델 보조 파일 (예 : .ini, .con, .dis 및 .var 파일)을 수정합니다.
3. GPS-X 를 시작하고 모델을 다시 빌드합니다.

이 장의 **모델 상수와 초기화 메뉴 및 양식**, 그리고 **표시 변수 메뉴와 양식** 섹션에서 설명한대로 보조 파일을 수정합니다.

변경이 완료되면 새로 수정된 라이브러리로 GPS-X 를 시작하고 GPS-X 인터페이스에서 모델을 빌드 할 수 있습니다. 새 라이브러리를 사용하려면 보기> 환경 설정> 레이아웃을 선택한 다음 기본 라이브러리 드롭 다운 메뉴에서 적절한 라이브러리를 선택합니다. GPS-X 는 GPS-X 설치 디렉토리에는 모든 라이브러리를 자동으로 찾습니다.

문제 해결

여기 모델 사용자지정에서 흔히 발생하는 문제를 해결하기 위한 지침이 있습니다.

- 모델 라이브러리의 오류로 인해 GPS-X가 로딩될 때 종료될 수 있습니다. 새 모델을 만든 후 GPS-X가 정상적으로 시작되지 않으면, 적절한 모델 파일이 모두 있고 올바른 형식인지 주의 깊게 확인합니다. 이 유형의 오류를 발견한 경우 필요한 사항을 변경하고 GPS-X를 다시 로드합니다. 문제가 계속 발생하면 새 파일을 다른 디렉토리로 이동하고 다시 시도합니다. 문제가 지속되면 라이브러리 디렉토리의 손상된 파일 때문입니다. 해당 라이브러리 디렉토리에서 모든 라이브러리 파일을 다시 복사하거나 원본 라이브러리 디렉토리에서 작업하는 경우 GPS-X를 다시 설치합니다.
- 새로운 사용자 정의 코드로 레이아웃을 컴파일하는 동안 모든 ACSL 오류 메시지가 모델 구축 창에 보고됩니다 (그림 8-12). 이러한 컴파일 오류가 수정될 때까지 모델을 실행할 수 없습니다. ACSL 오류 메시지 목록은 **ACSL Reference Manual**, 부록 F를 참조합니다.

일반적인 컴파일 오류는 다음과 같습니다.

정의되지 않은 변수

새 변수가 모두 모델 파일에서 올바르게 선언되고 모델에 대한 입력 변수가 정의되고 .con 파일에 값이 지정되는지 확인합니다.

구문 오류

모델 구축 창에 오류 위치가 표시될 수 있습니다. 어떤 경우에는 입력 실수를 확인하고 최대 72자를 초과하는 행이 있는지 확인합니다.

상수로 정의된 변수 재 계산

즉, .con 파일에 정의된 변수 중 하나가 모델 파일의 어딘가에서 등호 왼쪽에 놓였음을 의미합니다.

- 모델 로드 프로세스가 즉시 종료되는 것을 포함하여 런타임 오류가 명령 창에 보고 될 수 있습니다 (모델 로드시). 이는 ACSL 런타임 오류 때문입니다. ACSL 런타임 문제의 일반적인 원인은 다음과 같습니다. 초기화되지 않은 변수, 0으로 나누기.

이러한 유형의 오류가 발생할 때 모델이 로드 된 상태로 유지되면 작성한 새 변수의 값을 표시합니다. 명령 창에서 명령 행에 'display x2'를 입력하여 display 명령을 실행합니다. 여기서 x2는 정의한 새 변수의 이름입니다. return 키를 눌러 명령을 실행합니다. 변수와 그 값은 명령 창에 표시되어야 합니다. 초기화되지 않은 변수 (5.55e 33과 같음) 또는 0과 같은 변수 (0으로 나누기가 문제일 수 있음)를 찾을 때까지 이 과정을 반복하십시오. layoutname.con 파일 또는 layoutname.ini 파일에서 초기화되지 않은 변수를 수정하여 이 오류를 수정할 수 있습니다. 모델이 로드되지 않으면 GPS-X 프로그램과 독립적으로 모델을 디버깅 할 필요가 있습니다.

CHAPTER 12

단위환산

소개

GPS-X를 사용할 때 단위가 플랜트에서 사용할 수 있는 데이터와 일치하는 형태로 사용자에게 제공되는 경우 시스템을 더 잘 이해할 수 있습니다. 이는 데이터 변환 오류를 방지하고 측정에 사용된 단위와 관계 없이 측정된 시스템 데이터를 직접 사용할 수 있게 하는데 유용합니다. 이를 위해 단위 변환이 GPS-X에서 제공됩니다. 이를 통해 사용자는 특정 변수나 매개변수를 표시하는데 사용할 단위를 선택할 수 있습니다.

단위 체계 선택하기

GPS-X, SI 시스템 및 US 시스템과 함께 두 개의 시스템 시스템이 제공됩니다. 이러한 단위 시스템은 모든 메뉴, 입력 컨트롤 및 표시에 나타나는 기본 단위 세트를 정의합니다.

현재 레이아웃

원하는 개별 단위 시스템이 각 개별 레이아웃에 대해 저장됩니다. 레이아웃의 현재 시스템은 화면의 단위 드롭 다운 메뉴를 통해 표시되고 변경할 수 있습니다.

아래 그림과 같이 메인 툴바에서 변경이 가능합니다.



그림 12- 1 현재 레이아웃에 대한 단위 체계

새 레이아웃에 대한 기본값

새로 레이아웃을 생성하는 기본 시스템은 '레이아웃' 탭의 보기> 환경 설정 대화상자에서 선택됩니다.

개별 단위 선택하기

거의 모든 단위가 표시됩니다 (입력 및 출력 모두). 왼쪽 또는 오른쪽 버튼을 클릭하여 다른 환산 단위로 변경합니다.

단위 데이터 파일

GPS-X의 모든 유닛 변환 정보는 "units.cvt"라는 데이터 파일에 있습니다. 이 파일에는 두 가지 주요 부분이 있습니다.

첫 번째 섹션은 기본 단위 시스템을 정의하는데 사용됩니다. GPS-X와 함께 제공되는 파일은 SI 단위 및 미국 단위 목록을 제공합니다. 단위 파일의 첫 번째 섹션에 열거된 SI 단위는 어떠한 경우에도 수정해서는 안됩니다. SI 단위 목록은 모든 내부 GPS-X 장치에 해당되므로 수정해서는 안됩니다. 단위의 모든 변경 사항은 기본 SI 단위에서 선택한 단위로의 변환을 기반으로 합니다.

"units.cvt"의 두 번째 섹션에는 SI 단위에서 다른 단위로 변환할 변환 요소가 포함됩니다. 기본 목록은 매우 포괄적이지만 원하는 경우 사용자는 다른 단위 변환을 추가할 수 있습니다.

"units.cvt"파일은 GPS-X 설치 디렉토리의 / bin / gpsx / resources 서브 디렉토리에 있습니다.

단위 체계 사용자 정의

단위 파일에서 첫 번째 섹션은 헤더로 시작합니다.

! SYSTEMS: SI 미국

제공된 데이터 파일의 이 섹션에 있는 각 후속 행에서 첫 번째 단위는 기본 SI 단위입니다. 두 번째 단위는 US 단위 시스템에 사용됩니다. 느낌표 (!) 다음에 오는 텍스트는 설명을 나타내며 GPS-X 에서 무시됩니다.

US 단위 시스템은 편집 할 수 있지만 **SI 단위 체계는 변경하지 마십시오**. US 컬럼의 단위는 SI 컬럼의 단위와 호환 가능해야 합니다. 호환 가능한 유닛 그룹은 이 파일의 두 번째 섹션에 나열되어 있습니다.

새 단위 변환 추가하기

GPS-X 에서 새로운 변환 요소를 추가하여 파일의 두 번째 부분을 편집할 수 있습니다. 기존 그룹에 새 단위를 추가하거나 자신 만의 그룹을 만들 수 있습니다.

파일의 나머지 부분을 구성하는 이 섹션은 다음 행에서 시작합니다.

! CNVERSIONS:

파일의 전환 부분은 동일한 단위로 분할됩니다 (예: 흐름 단위가 함께 그룹화 됨).

비슷한 단위의 그룹은 빈 줄로 구분됩니다.

각 그룹의 첫 번째 행에는 기본 SI 단위와 값 1 이 나열됩니다. 기존 그룹에서 이 행을 편집하지 마십시오.

각 그룹의 나머지 줄에는 단위 및 관련 전환 요소가 포함됩니다.

기본 파일에는 철저하지는 않지만 포괄적인 단위 목록이 포함되어 있습니다. 일부 단위는 여러 형식으로 표시됩니다 (즉, MGD (미국) 및 Mgal / d (미국)으로 하루 백만 미국 갤런이 제공됨). 사용자는 파일의 확장 ASCII 문자를 추가하여 단위 모양을 개선할 수 있습니다 (예: m3/d의 경우 m3/day 옵션을 제공할 수 있음).

변환 요소는 새 단위를 기본 SI 단위로 변환하기 위해 곱한 값입니다.

예를 들어, Mgal/d (US)의 단위 변환 계수는 3785.41 입니다. 즉, 1 Mgal / d (US)는 3785.1 m3/d 와 같습니다.

특별한 경우

단위 변환을 위한 특별한 경우 형식은 단위 간의 변환이 단순 비율이 아닌 경우에 사용됩니다. 이것은 실제로 온도에 대한 경우입니다.

예를 들어 화씨 (F)를 섭씨 (C)로 변환하려면 단위 파일의 환산 계수 $0.55556 / 32$ 로 표시되는 **C = 0.55556 (F - 32)** 방정식이 필요합니다. 슬래시 (/)는 구분 기호가 아니라 상수와 배수를 구분하는 구분 기호입니다.

CHAPTER 13

온라인 데이터 읽기 도구

GPS-X 온라인 데이터 읽기 도구는 비교적 쉽게 구성 할 수 있는 매우 강력한 도구입니다. 일반적인 "오프라인"모드에서 입력 데이터 파일은 시뮬레이션 시작시 한 번만 읽습니다. 이를 위해서는 사용자가 시뮬레이션에 사용될 모든 데이터가 수집 될 때까지 기다렸다가 수동으로 GPS-X .dat 파일로 변환한 다음 시뮬레이션을 실행해야 합니다. 온라인 SQL 데이터베이스에서 직접 데이터를 읽을 수 있는 기능에 대해서도 설명합니다.

텍스트 파일을 지속적으로 읽기

온라인 모드에서 이러한 .dat 파일은 한 줄씩 연속적으로 증가하며 GPS-X는 지정된 샘플링 속도로 계속 모니터링하고 읽습니다. 새 라인이 데이터 파일에 나타나면 GPS-X로 가져오고 (파일 입력 컨트롤러가 업데이트되거나 데이터가 그래프에 새로운 포인트로 표시됨) 시뮬레이션이 새로운 시간으로 진행됩니다. 따라서 시뮬레이션은 플랜트 SCADA 시스템에서 실시간으로 도착하는 데이터로 지속적으로 업데이트되며 플랜트의 실시간 시뮬레이션이 달성됩니다.

사용자는 문제가 있음을 나타내는 순간부터 데이터 / 모델 차이를 볼 수 있습니다. 도구 상자 객체에 있는 "sigtrack"이라는 추가 도구를 사용하면 데이터, 시뮬레이션 또는 오류가 특정 한계를 넘으면 경보를 설정할 수 있습니다.

DPE (Dynamic Parameter Estimator)가 필요한 고급 온라인 애플리케이션은 실시간 시뮬레이션 및 교정 / 최적화를 동시에 수행할 수 있습니다. 이러한 방식으로 모델 교정은 최신 플랜트 데이터를 사용하여 자동화됩니다.

온라인 설정에 액세스하려면 레이아웃> 일반 데이터> 시스템> 입력 변수> 시뮬레이션 도구 설정을 선택합니다.



그림 13-1 온라인 운영 설정 접근하기

온라인 실행 섹션으로 스크롤합니다. 여기서 온라인 실행 모드 (즉, 연속 데이터 읽기 및 마지막 지점까지 자동 시뮬레이션)를 켜고 끌 수 있습니다.

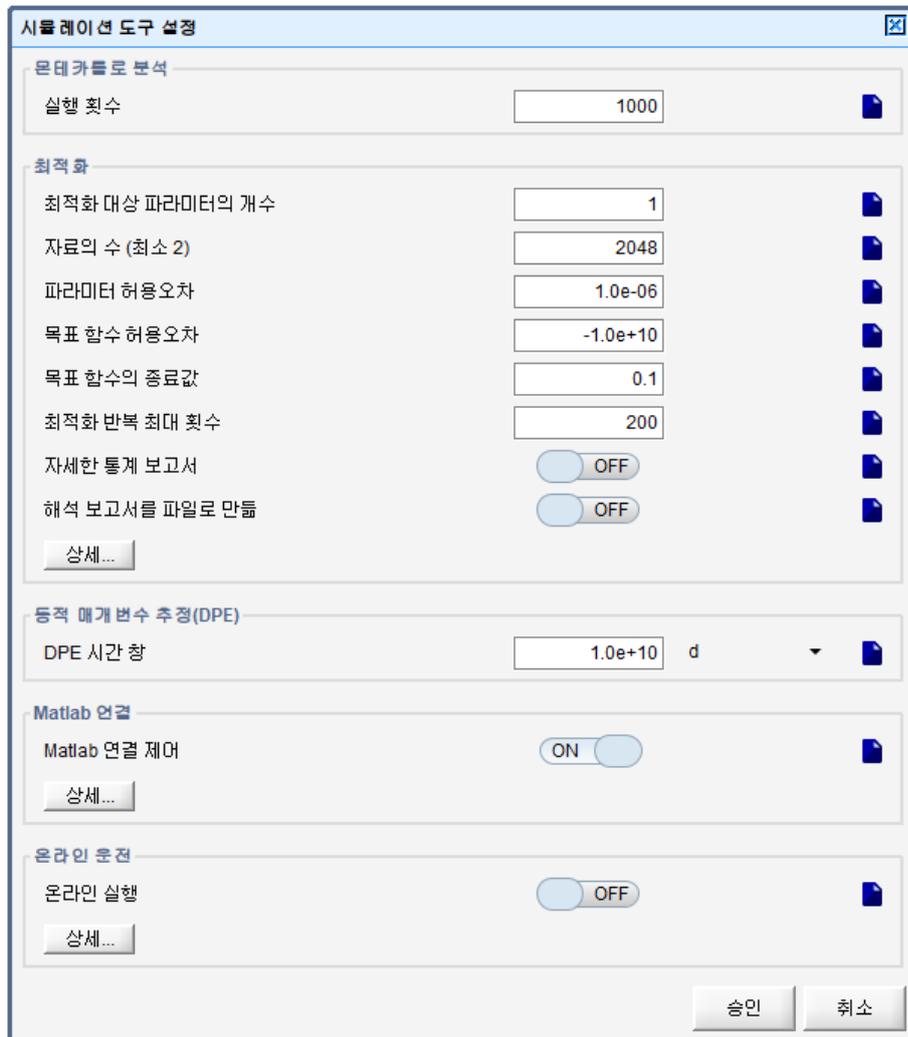


그림 13- 2 시뮬레이션 도구 대화상자

온라인 운영 파라미터는 다음을 포함합니다:

- **모든 데이터가 동기화 될 때까지 기다립니다.** 모든 데이터가 같은 속도로 들어오는 것은 아닙니다. ON이면 시뮬레이션을 계속하기 전에 파일 입력 제어기의 모든 변수에 데이터가 있어야 합니다. 이는 계측기 로깅 빈도의 작은 불일치를 처리하기 위한 것입니다.
- **대기 기간:** 소스 (즉 SCADA 시스템)의 입력 데이터 파일에 데이터가 누적될 때까지 시뮬레이션이 일시 중지됩니다. 그런 다음 적어도 현재 시뮬레이션 시간에 지정된 대기 기간을 더한 데이터가 도착한 후에만 계속됩니다.
- **데이터베이스로부터 샘플링 속도:** 파일 시스템은 지정된 속도로 새로운 데이터가 있는지 검사됩니다. 기본 속도는 60 초입니다.

입력 데이터 파일은 일반적으로 SCADA 시스템의 형식에서 GPS-X가 사용하는 형식으로 데이터를 변환하는 'bridge' 소프트웨어로 생성됩니다. 온라인 입력 데이터 파일의 형식은 표준 GPS-X 입력 데이터 파일과 동일합니다. 형식에 대한 자세한 설명은 6 장의 **파일 입력 제어기 이용하기**를 참조합니다.

온라인 모드에서는 여러 시뮬레이션을 동시에 실행하고 한 레이아웃의 출력을 입력 파일로 사용하는 시뮬

레이아웃 간에 데이터를 전송할 수 있습니다. (즉, 하나의 레이아웃은 침전을 최적화한 다음, 다음 레이아웃은 최적화된 침전 매개변수를 사용함). 일반적으로 GPS-X는 <layoutname> _ <> _ <date> .dat 명명 규칙을 사용하여 데이터 파일을 읽고 <layoutname> _ <> _ <date> .out 인 출력 파일을 생성합니다. 다른 레이아웃에서 생성된 파일을 사용하려면 GPS-X가 기본이 아닌 명명된 파일을 지정하는 방법을 제공합니다.

사용자는 **plant #1 name** (데이터 파일 용) 레이블 옆의 텍스트 필드에 .out 파일을 생성하는 레이아웃의 이름을 입력할 수 있습니다. 파일 이름을 최대 10 개까지 추가하려면 **상세...**를 클릭합니다. 파일 이름을 입력하면 레이아웃을 다시 작성해야 합니다 (즉, 플랜트 파일 이름을 시나리오에서 지정할 수 없음).

이 기능의 한 가지 용도는 이전에 교정된 특정 플랜트의 레이아웃을 사용하여 실제 플랜트 SCADA 시스템에서 생성되고 읽혀질 수 있는 실시간 데이터를 생성하는 것입니다. 예를 들어, 이전에 조정된 레이아웃 이름이 realplant.lyt 인 경우 **plant #1** (데이터 파일 용) 필드가 realplant로 지정됩니다. 이 리얼 플랜트 레이아웃에 의해 생성된 데이터는 두 번째 레이아웃의 온라인 작업 설정에 따라 GPS-X의 개별 애플리케이션에서 실행되는 두 번째 레이아웃에 의해 읽혀집니다. 이러한 방식으로 사용자는 실제 SCADA 시스템에 대한 액세스없이 GPS-X의 온라인 작동을 시뮬레이션 할 수 있습니다. 두 번째 레이아웃은 시뮬레이션이 시작된 후에 생성된 모든 데이터 파일을 무시합니다. 따라서 온라인 시뮬레이션을 시작하기 전에 데이터를 모니터링하고 해당 파일에서 읽도록 빈 데이터 파일을 만들어야 할 수 있습니다.

GPS-X 에서 SQL 데이터베이스 사용하기

참고: 데이터베이스 기능을 사용하려면 **"Advanced 모듈"** 라이선스가 필요합니다. 또한 이 기능에는 데이터베이스에 적합한 JDBC 드라이버가 필요합니다. GPS-X에는 MySQL 및 Postgresql 데이터베이스 용 드라이버가 함께 제공됩니다. JDBC 드라이버는 다른 데이터베이스에서도 쉽게 사용할 수 있습니다. 시스템의 드라이버는 데이터베이스 공급 업체에 문의하십시오. 다른 드라이버를 GPS-X에 등록하려면 해당 JDBC jar 파일을 / bin / gpsx / jar / 디렉토리에 복사하고 GPS-X를 다시 시작합니다.

레이아웃을 만든 후 **파일 > 데이터베이스 설정**을 선택합니다.

그러면 **그림 13-3** 과 같이 데이터베이스에 연결하는 방법을 지정할 수 있는 대화 상자가 열립니다. 양식은 MySQL 데이터베이스 시스템의 기본값으로 설정됩니다.

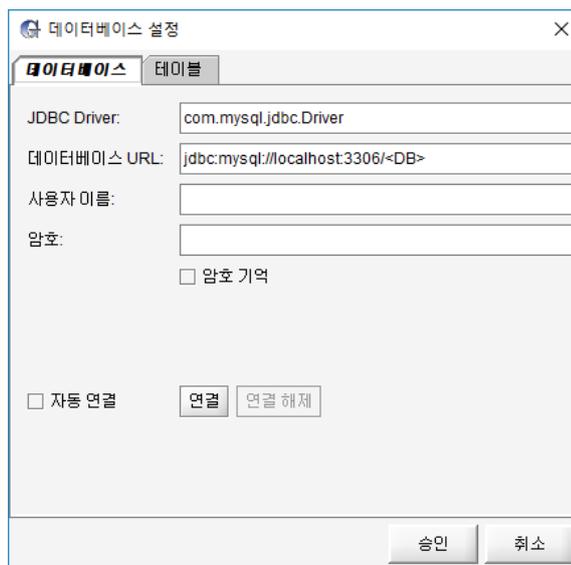


그림 13- 3 데이터베이스 설정 대화상자

JDBC 드라이버: 각 데이터베이스 시스템에 대한 고유 드라이버 경로. 예 :

- My SQL - com.mysql.jdbc.driver
- Postgresql - org.postgresql.driver

데이터베이스 URL: 연결할 특정 데이터베이스와 위치 (로컬 또는 원격) 및 포트 번호를 지정합니다. 예 :

- MySQL - jdbc:mysql://localhost:3306/<DB>
- Postgresql - jdbc:postgresql://localhost:5432/<DB>

데이터베이스가 로컬 시스템에 없으면 localhost 를 IP 주소 또는 이름으로 바꿉니다. <DB>를 데이터베이스 이름으로 바꿉니다. 데이터베이스가 원격 시스템에있는 경우 방화벽이 데이터베이스의 포트를 차단하지 않는지 확인합니다.

사용자 이름과 암호는 데이터베이스 시스템에 필요합니다.

참고: 암호 기억을 선택하면 암호가 일반 텍스트로 저장됩니다.

레이아웃 로드 시 데이터베이스에 대한 연결을 열려면 **자동연결**을 선택합니다.

그런 다음 테이블 탭을 클릭합니다. 여기에서는 데이터가 저장된 데이터베이스 테이블 이름과 데이터베이스 키와 GPS-X 변수 이름 간의 매핑을 지정합니다. **그림 13-4** 와 같이 데이터가 현재 GPS-X 시나리오 이름 또는 특정 테이블에 일치하는 테이블에 저장되도록 지정할 수 있습니다.

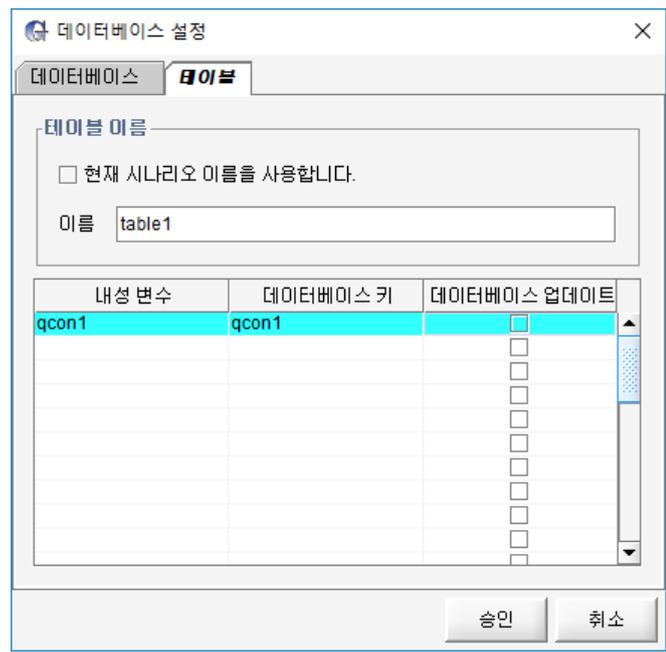


그림 13-4 데이터베이스 테이블 정보 설정

데이터베이스 테이블의 데이터 형식은 시간이 있는 데이터 열입니다. 표의 기본 키는 't'(일 단위의 시간)이고 각 열은 하나의 GPS-X 변수 (SI 단위)를 나타냅니다. **테이블 양식 (그림 13-5)**은 필요한 경우 GPS-X 내성 변수와 데이터베이스 키가 매핑되도록 합니다. 위의 예에서, 이들은 동일합니다.

t	qcon1
0.0	2300.0
0.1	4500.0
0.4	1400.0
0.7	2000.0
1.0	2500.0

그림 13- 5 테이블 양식

레이아웃에 대한 컨트롤과 그래프를 정의한 후에는 컨트롤을 마우스 오른쪽 버튼으로 클릭하고 그림 13-6 과 같이 원하는 컨트롤 항목에 대해 컨트롤러 유형을 "Database"로 변경하십시오. 이제 데이터베이스에서 데이터를 읽는 것을 제외하고는 컨트롤이 일반적인 파일 입력 컨트롤러와 같이 작동합니다.

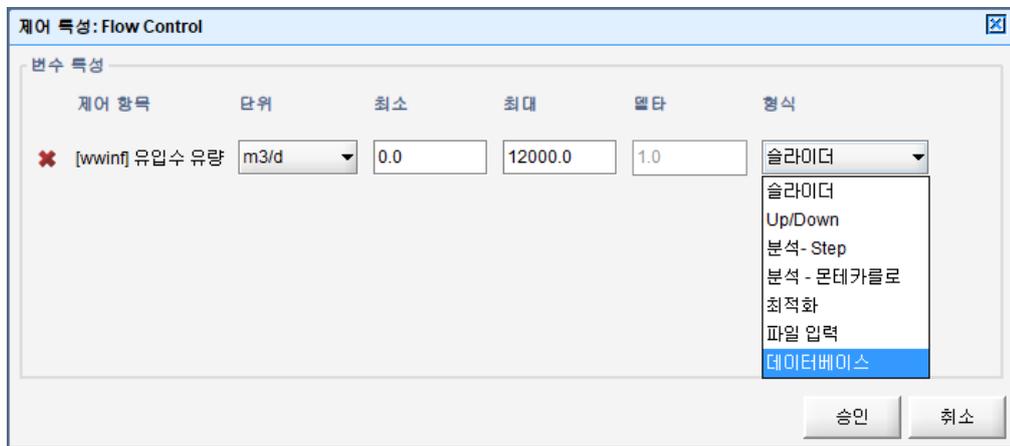


그림 13- 6 입력 제어 설정 (데이터베이스 선택)

데이터베이스 데이터를 플롯에 표시해야 하는 경우, 그림 13-7 과 같이 출력 특성 대화 상자에 액세스하여 데이터 포인트 소스를 데이터베이스로 변경합니다.



그림 13- 7 출력 설정 (데이터베이스 데이터 표시하기)

CHAPTER 14

GPS-X 파이썬(Pythhon) 통합

소개

GPS-X에서 직접 Python을 통합하면서 사용자는 사용자 지정 Python 스크립트를 구축하고 실행할 수 있습니다. GPS-X에서는 사용자 지정 스크립트를 실행할 수 있도록 허용함으로써, 사용자는 Python에서 사용할 수 있는 도구를 통한 GPS-X에서의 기존 기능에서 확장된 작업을 할 수 있습니다. 물론 GPS-X의 응용 프로그램은 다양하지만, 사용자의 프로젝트에 맞춰 분석 또는 데이터 시각화 옵션이 정확히 구비되어 있지 않을 수도 있습니다. Python을 사용하면 GPS-X만으로는 불가능한 방법으로 사용자 지정 플롯 생성, 새로운 유형의 통계 분석 도입, 반복 작업 자동화 등의 작업을 수행할 수 있습니다.

이 장에서는 Python을 제어할 수 있는 GPS-X에 내장된 도구에 대해 설명합니다. 자료에는 GPS-X의 Python 전용 메뉴와 GPS-X로 인식되는 사용자 지정 Python 명령에 대한 설명이 포함되어 있다.

일반적으로, 본 장에서는 GPS-X 시스템 자체와 파이썬 프로그래밍에 대한 더 높은 수준의 이해를 가정합니다. 이 장에 설명된 내용을 사용하려면 다음 사항을 이해하고 있어야 합니다.

- 파이썬 프로그래밍 언어
- 자바 프로그래밍 언어
- GPS-X가 시뮬레이션을 수행하는 방법에 대한 이해

Python 통합은 GPS-X의 옵션 기능입니다. Advanced Tools 패키지가 없는 경우 하이드로소프트에 문의하여 주시기 바랍니다.

파이썬 스크립트 매니저

파이썬 스크립트 매니저는 GPS-X와 파이썬 사이를 연결하는 인터페이스로 사용됩니다. 이 도구를 통해 GPS-X에서 Python 스크립트를 추가, 제거하거나 실행할 수 있습니다.

파이썬 스크립트 매니저는 기본 메뉴의 도구를 통해 액세스합니다. 이를 위해 GPS-X가 시뮬레이션 모드에 있어야 합니다.

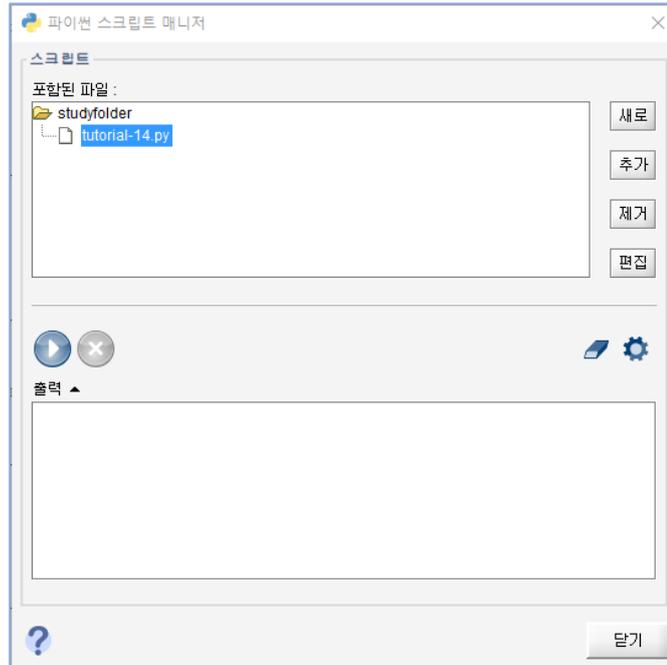


그림 14-1 파이썬 스크립트 매니저

새 Python 파일을 만들려면 파이썬 스크립트 매니저에서 **새로** 버튼을 누릅니다. 이렇게 하면 스크립트를 저장할 위치와 이름을 선택할 수 있는 파일 관리자 창이 열립니다. GPS-X는 파일 끝에 .py 확장자를 자동으로 적용하여 파이썬 스크립트 파일임을 나타냅니다.

새 파일을 만들면 파일의 경로가 파이썬 스크립트 매니저의 포함된 파일 섹션에 추가됩니다. 위 사진에서는 tutorial-14.py가 보입니다.

파이썬 스크립트 매니저는 **추가** 및 **제거** 버튼을 사용하여 현재 레이아웃에서 사용할 수 있는 파이썬 스크립트 경로를 조정하는 데 사용할 수도 있습니다.

파이썬 스크립트의 편집

파이썬 스크립트 매니저에서 Python 스크립트를 선택한 경우 **편집** 버튼을 누르면 기본적으로 메모장 텍스트 편집기에서 Python 스크립트가 열립니다. GPS-X에 의해 생성된 편집되지 않은 GPS-X Python 스크립트 파일은 아래 그림에서 볼 수 있습니다.

GPS-X가 생성한 파이썬 파일에는 파이썬 스크립트가 파이썬 스크립트 매니저에 의해 실행될 때 GPS-X가 인식하는 4가지 함수가 포함될 것이다. 이러한 기능은 다음과 같습니다.

Start()

시작 함수는 파이썬 스크립트 매니저에 의해 시작된 각 시뮬레이션에서 정확히 한 번 호출된다. 시작 기능은 첫 번째 통신 간격 전에 시뮬레이션의 시작에서 실행된다.

Cint()

cint 함수는 파이썬 스크립트 매니저에 의해 시작된 GPS-X 시뮬레이션에서 여러 번 호출된다. cint 함수는 시뮬레이션에서 각 통신 간격마다 실행될 것이다. 통신 간격은 각 시뮬레이션의 시작과 종료 모두에서 발생합니다.

eor()

eor 함수는 파이썬 스크립트 매니저에 의해 시작된 각 시뮬레이션에서 정확히 한 번 호출된다. eor 함수는 최종 통신 간격 후 시뮬레이션의 마지막에 실행된다.

runsim()

파이썬의 runSim 함수는 GPS-X 시뮬레이션을 시작하는 기능을 합니다. 파이썬 스크립트에서 runSim 함수를 호출할 때마다 새로운 GPS-X 시뮬레이션이 시작됩니다.

GPS-X로 인식되는 모든 파이썬 기능과 그 기능에 대한 전체 목록은 챕터 끝에 있는 표를 참조하십시오.

```

1  # Simple template for controlling GPS-X from a Python interpreter
2  # This script is launched from GPS-X
3  # GPS-X copyright 2020 Hydromantis
4
5  # start() function executed once at simulation start
6  #
7  def start():
8      try:
9          pass
10     except Exception as e:
11         print(e)
12
13     # cint() function executed at every communication interval
14     #
15     def cint():
16         try:
17             pass
18         except Exception as e:
19             print(e)
20
21     # eor() function executed once at end of simulation
22     # finished set True is required to terminate the runSim() function
23     #
24     def eor():
25         global finished
26         finished = True
27         try:
28             pass
29         except Exception as e:
30             print(e)
31
32     # runSim() call starts simulation in GPS-X
33     try:
34         runSim()
35     except Exception as e:

```

그림 14-2 파이썬 스크립트 템플릿 (Notepad)

파이썬 스크립트 실행

GPS-X의 파이썬 스크립트는 파이썬 스크립트 관리자를 통해 실행됩니다. Python 스크립트를 실행하려면:

1. 포함된 파일 섹션에서 Python 스크립트가 선택되어 있는지 확인합니다. 선택한 스크립트는 파란색으로 강조 표시된 파일로 표시됩니다.
2. 스크립트 실행 버튼을 눌러 선택된 스크립트를 실행하도록 합니다.
3. 스크립트를 실행 중일 때는 언제든지 스크립트 중단 버튼을 눌러 스크립트를 종료할 수 있습니다.
4. 시뮬레이션이 끝나면 Python 스크립트로 인쇄된 결과가 파이썬 스크립트 매니저의 출력 섹션에 표시됩니다. 이 메뉴는 스크립트 실행 버튼 아래의 출력 화살표를 클릭하여 열 수 있습니다. Python 스크립트를 실행하는 동안 오류가 발생하면 여기에 표시됩니다.

또한 스크립트 실행이 완료되면 GPS-X의 출력 디스플레이에 시뮬레이션 결과가 유지되므로 GPS-X의 시뮬레이션 결과를 직접 탐색할 수 있습니다.

참고: 시뮬레이션을 다시 실행할 때 모든 변수 제거  버튼을 사용하여 메모리에서 변수 값을 재설정할 수 있습니다.

파이썬 세팅



파이썬 스크립트 관리자에는 GPS-X에서 사용하는 파이썬 인스턴스에 사용할 수 있는 다양한 설정에 접근할 수 있는 버튼이 있다. 이 메뉴는 보기 메뉴 > 환경설정으로 이동하여 파이썬 탭을 선택하여 액세스할 수도 있다.

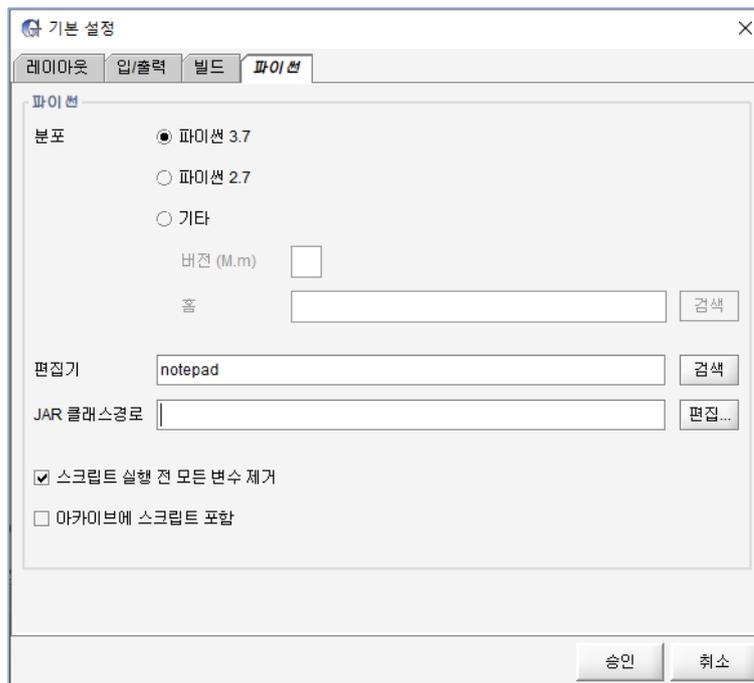


그림 14-3 파이썬 환경 설정

분포

사용자는 GPS-X에서 사용할 파이썬의 버전을 지정할 수 있다. (Python 2, Python 3) GPS-X 설치 시 파이썬 2.7과 3.7 버전이 모두 포함되어 있습니다. 기본적으로 파이썬 3.7이 설정되어 있습니다. 사용자가 원하는 경우 변경할 수 있습니다.

편집기

파이썬 스크립트를 사용하여 GPS-X에서 Python 스크립트 파일을 편집할 때 파일은 기본적으로 메모장 텍스트 편집기에서 열립니다. GPS-X는 원하는 모든 텍스트 편집기를 사용할 수 있습니다. 새 기본값을 설정하려면 편집기 입력 필드 옆에 있는 **검색** 버튼을 누르고 사용할 경로를 지정합니다. (예. Notpad)

JAR 클래스경로

Python일지라도 사용자가 원하는 것을 나타내기 위해서는 제한적인 경우가 있다. GPS-X는 파이썬에서 Java JAR 파일을 사용할 수 있습니다. JAR을 포함하려면 JAR 파일에 대한 경로로 GPS-X를 제공해야 합니다. 이렇게 하려면 **JAR 클래스 경로** 입력 필드 옆에 있는 **편집...** 버튼을 누릅니다. GPS-X에 단일 JAR 파일 또는 여러 JAR의 폴더에 대한 경로를 제공할 수 있습니다.

부록. GPS-X에서 사용가능한 파이썬 기능

기능	매개 변수	설 명
<code>gpsx.getVersion()</code>	-	현재 버전의 GPS-X를 문자열로 반환합니다.
<code>gpsx.getLibraryName()</code>	-	현재 라이브러리 이름을 문자열로 반환합니다.
<code>gpsx.iconize()</code>	-	GPS-X 인터페이스 최소화합니다.
<code>gpsx.getLytName()</code>	-	현재 레이아웃 이름을 문자열로 반환합니다.
<code>gpsx.getSigDigits(ndigits)</code>	ndigits: int	중요 자릿수 GPS-X 보고서의 수를 설정합니다.
<code>gpsx.createReport(name)</code>	Name: string (optional)	.xls 보고서를 생성합니다. 이름을 지정하지 않으면 파일이 이름 (layoutnme + scenario name)과 함께 저장됩니다.xls)
<code>gpsx.exit(error)</code>	error: int (optional)	GPS-X 인터페이스를 강제로 종료합니다. 오류 코드가 지정되지 않은 경우 오류 코드 0으로 종료됩니다.
<code>gpsx.setScenario(scenario)</code>	scenario: string	지정된 시나리오를 사용하도록 GPS-X를 설정합니다. 시뮬레이션이 시작된 후에는 시나리오를 변경할 수 없습니다.
<code>gpsx.getScenarioNames()</code>	-	레이아웃에 정의된 시나리오 이름 목록을 반환합니다.
<code>gpsx.sendCommand(command)</code>	command: string	GPS-X 명령 창에서 명령 실행
<code>gpsx.setTstop(tstop)</code>	tstop: int, float	시뮬레이션 기간을 일 단위의 tstop 값으로 설정합니다.
<code>gpsx.setCint(cint)</code>	cint: int, float	시뮬레이션 통신 간격을 일 단위의 cint 값으로 설정합니다.
<code>gpsx.setDelay(delay)</code>	delay: int, float	시뮬레이션 지연을 지연 값(초)으로 설정합니다.

기능	매개변수	설명
<code>gpsx.setSteady(steady)</code>	steady: boolean	시뮬레이션에서 정상 상태를 활성화/비활성화합니다. 시뮬레이션이 시작된 후에는 안정화 상태를 변경할 수 없습니다.
<code>gpsx.writeToCommandWindow(text)</code>	text: string	명령 창에 텍스트 쓰기
<code>gpsx.resetAllValues()</code>	-	모든 변수를 시뮬레이션 모드로 처음 전환했을 때의 값으로 재설정합니다.
<code>gpsx.setSimulateMode()</code>	-	시뮬레이션을 시뮬레이션 모드로 설정
<code>gpsx.resetSim()</code>	-	시뮬레이션 모드를 재설정합니다.
<code>runSim()</code>	-	시뮬레이션을 시작합니다.
<code>continueSim()</code>	-	시뮬레이션이 종료된 후 일시 중지되거나 tstop이 증가한 경우 기존 시뮬레이션을 계속합니다.
<code>gpsx.startSim()</code>	-	시뮬레이션을 시작합니다. 이것은 runSim() 함수의 대안이지만 runSim()이 선호됩니다.
<code>gpsx.interruptSim()</code>	-	실행 중인 시뮬레이션을 중단합니다.
<code>gpsx.setAnalyzeMode(type)</code>	type: string One of: ('steady state', 'phase dynamic', 'time dynamic', 'montecarlo')	시뮬레이션을 분석 모드로 설정합니다. 사용할 분석 방법을 지정해야 합니다.

기능	매개변수	설명
gpsx.setOptimizeMode(type, objfun)	type: string One of: ('Time Series', 'DPE') objfun: string One of: ('Absolute Difference', 'Relative Difference', 'Sum of Squares', 'Relative Sum of Squares', 'Maximum Likelihood')	시뮬레이션을 최적화 모드로 설정합니다. 수행할 최적화 유형과 사용할 목적 함수를 지정해야 합니다.
gpsx.setValue(cryptic, value, units)	cryptic: string value: int, double, Boolean, string units: string (optional)	레이아웃 변수의 값을 설정합니다. 단위 값은 입력하는 값의 단위를 지정하며 GPS-XIE'MGD(US)'와 동일한 형식을 사용해야 합니다. 단위를 입력하지 않으면 데이터가 GPS-X 인터페이스에 설정된 US/SI 단위의 기본 단위로 간주됩니다.
gpsx.setValueAtIndex(cryptic, index, value, units)	cryptic: string index: int value: int, double, Boolean, string units: string (optional)	지정한 인덱스에서 배열 요소의 값을 설정합니다. 단위 값은 입력하는 값의 단위를 지정하며 GPS-XIE 'MGD(US)'와 동일한 형식을 사용해야 합니다. 단위를 입력하지 않으면 데이터가 GPS-X 인터페이스에 설정된 US/SI 단위의 기본 단위로 간주됩니다.
gpsx.getValue(cryptic, units)	cryptic: string units: string (optional)	레이아웃 변수의 값을 가져옵니다. unit value는 값이 반환되는 단위를 지정합니다(즉, 'MGD(US)'). 단위를 입력하지 않으면 GPS-X 인터페이스에 설정된 US/SI 단위의 기본 단위로 값을 반환합니다.
gpsx.getValueAtIndex(cryptic, index, units)	cryptic: string index: int units: string (optional)	지정한 인덱스에서 배열 요소의 값을 가져옵니다. unit value는 값이 반환되는 단위를 지정합니다(즉, 'MGD(US)'). 단위를 입력하지 않으면 GPS-X 인터페이스에 설정된 US/SI 단위의 기본 단위로 값을 반환합니다.

기능	매개변수	설명
gpsx.getArrayValues(cryptic, n, units)	cryptic: string n: int (optional) units: string (optional)	배열 변수의 값을 모두 가져와서 목록으로 반환합니다. n 값이 지정되면 함수는 배열의 처음 n개의 요소를 반환합니다. unit value 는 값이 반환되는 단위를 지정합니다(즉, 'MGD(US)'). 단위를 입력하지 않으면 GPS-X 인터페이스에 설정된 US/SI 단위의 기본 단위로 값을 반환합니다.
gpsx.createAnalyzeCode()	-	분석 컨트롤 유형으로 설정된 컨트롤러를 검색하여 분석 모드를 실행하는 코드를 만듭니다. 분석 결과가 Windows 클립보드에 복사됩니다.