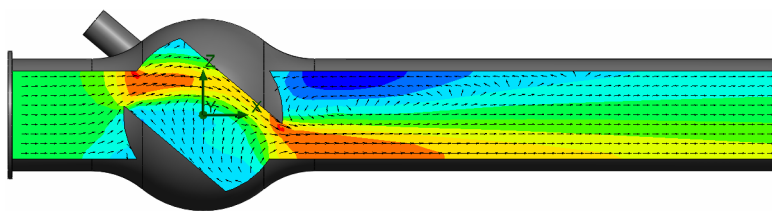




Flow Simulation を使った流体 解析アプリケーション入門 教師用ガイド



© 1995-2010, Dassault Systèmes SolidWorks Corporation,
a Dassault Systèmes S.A. company,
300 Baker Avenue, Concord, Mass. 01742 USA.
All rights reserved.

本ドキュメントに記載されている情報とソフトウェアは、予告なしに変更されることがあり、Dassault Systèmes SolidWorks Corporation (DS SolidWorks) の保証事項ではありません。

この製品をDS SolidWorksの書面上の許可なしにその目的、方法に関わりなく複製、頒布はできません。

本ドキュメントに記載されているソフトウェアは、使用許諾に基づくものであり、当該使用許諾の条件の下でのみ使用あるいは複製が許可されています。DS SolidWorks がソフトウェアとドキュメントに関して付与するすべての保証は、SolidWorks Corporation License and Subscription Service Agreement に規定されており、本ドキュメントまたはその内容に記載、あるいは黙示されているいかなる事項もそれらの保証、その変更、あるいは補完を意味するものではありません。

SolidWorks Standard、Premium、Professional 製品の特許情報

U.S. Patents 5,815,154; 6,219,049; 6,219,055; 6,603,486; 6,611,725; 6,844,877; 6,898,560; 6,906,712; 7,079,990; 7,184,044; 7,477,262; 7,502,027; 7,558,705; 7,571,079; 7,643,027 and foreign patents, (e.g., EP 1,116,190 and JP 3,517,643).

U.S. and foreign patents pending.

すべての SolidWorks 製品の商標およびその他の注記

SolidWorks、PDMWorks、3D PartStream.NET、3D ContentCentral、eDrawings、eDrawings のロゴは、SolidWorks の登録商標です。FeatureManager は SolidWorks が共同所有する登録商標です。

SolidWorks Enterprise PDM、SolidWorks Simulation、SolidWorks Flow Simulation、SolidWorks 2010 は DS SolidWorks の製品名です。

CircuitWorks、Feature Palette、FloXpress、PhotoWorks、TolAnalyst、XchangeWorks は DS SolidWorks の商標です。

FeatureWorks は Geometric Ltd. の登録商標です。

その他、記載されているブランド名、製品名は、各社の商標および登録商標です。

COMMERCIAL COMPUTER SOFTWARE - PROPRIETARY

U.S. Government Restricted Rights. Use, duplication, or disclosure by the government is subject to restrictions as set forth in FAR 52.227-19 (Commercial Computer Software - Restricted Rights), DFARS 227.7202 (Commercial Computer Software and Commercial Computer Software Documentation), and in the license agreement, as applicable.

Contractor/Manufacturer:

Dassault Systèmes SolidWorks Corporation, 300 Baker Avenue, Concord, Massachusetts 01742 USA

SolidWorks Standard、Premium、Professional 製品の著作権情報

Portions of this software © 1990-2010 Siemens Product Lifecycle Management Software III (GB) Ltd.

Portions of this software © 1998-2010 Geometric Ltd.

Portions of this software © 1986-2010 mental images GmbH & Co. KG.

Portions of this software © 1996-2010 Microsoft Corporation. All rights reserved.

Portions of this software © 2000-2010 Tech Soft 3D.

Portions of this software © 1998-2010 3Dconnexion.

This software is based in part on the work of the Independent JPEG Group. All rights reserved.

Portions of this software incorporate PhysX™ by NVIDIA 2006-2010.

Portions of this software are copyrighted by and are the property of UGS Corp. © 2010.

Portions of this software © 2001-2010 Luxology, Inc. All Rights Reserved, Patents Pending.

Portions of this software © 2007-2010 DriveWorks Ltd.

Copyright 1984-2010 Adobe Systems Inc. and its licensors. All rights reserved. Protected by U.S. Patents 5,929,866; 5,943,063; 6,289,364; 6,563,502; 6,639,593; 6,754,382; Patents Pending.

Adobe、Adobe のロゴ、Acrobat、Adobe PDF のロゴ、Distiller、および Reader は、米国およびその他の国において Adobe Systems Inc. の登録商標または商標です。

その他の知的財産情報については、ヘルプ > バージョン情報をご覧ください。

SolidWorks 2010 には、DS SolidWorks のライセンサーから使用許諾を受けたその他の部分が含まれます。

SolidWorks Simulation の著作権情報

Portions of this software © 2008 Solversoft Corporation.

PCGLSS © 1992-2007 Computational Applications and System Integration, Inc. All rights reserved.

Portions of this product are distributed under license from DC Micro Development, Copyright © 1994-2005 DC Micro Development, Inc. All rights reserved.

概要

Instructor の皆さんへ

本書は SolidWorks ユーザーに SolidWorks Flow Simulation の流体および熱伝達解析ソフトウェア パッケージを紹介するものです。このレッスンには、以下のような特定の目的があります：

- 1 流体解析の基本的な考え方、およびそれらのメリットを紹介する。
- 2 使いやすさ、およびこれらの解析を実行する簡潔なプロセスを説明する。
- 3 数値流体力学解析の基本的なルール、および信頼性が高く正確な結果を得る方法を紹介する。

このドキュメントは、SolidWorks Instructor Guide のレッスンと同様に構築されています。このレッスンには、*SolidWorks Flow Simulation Student Workbook* に対応するページがあります。

注記： このレッスンは SolidWorks Flow Simulation のすべての機能を教えるためのものではありません。あくまでも、流量解析の基本的な考え方、およびそれらのメリットを紹介し、使いやすさ、および実行する場合の簡潔なプロセスを説明することです。

Education Edition Curriculum and Courseware DVD

このコースには *Education Edition Curriculum and Courseware DVD* が付属します。

DVD をインストールすることにより SolidWorks Curriculum_and_Courseware_2010 フォルダが作成されます。このフォルダにはこのコースに対応するディレクトリおよび他にいくつかのディレクトリが含まれます。

学生用のコース資料は SolidWorks からダウンロードすることも可能です。タスクパネルの SolidWorks リソース タブをクリックし、Student Curriculum を選択します。

ダウンロードしたいコースをダブルクリックします。Ctrl キーを押しながらコースを選択し、ZIP ファイルをダウンロードします。Lessons ファイルには、レッスンを実行するために必要な部品が含まれています。Student Guide にはコースの PDF ファイルが含まれています。



教師用コース資料も SolidWorks の Web サイトからダウンロードできます。タスクパネルの SolidWorks リソース タブをクリックし、Instructors Curriculum を選択します。これにより以下の Educator Resources ページが表示されます。



[Login](#) | [Contact Us](#) | [Global Sites](#) | [About Us](#)

[WHY SOLIDWORKS?](#)
[PRODUCTS](#)
[INDUSTRIES](#)
[HOW TO PURCHASE](#)
[SUPPORT](#)
[COMMUNITY](#)

US & CANADA (800) 693-9000

[Home](#) > [Support](#) > [Technical Support](#) > [Learning Resources](#) > [Educator Resources](#)

Educator Resources

Note: These educator resources are for SolidWorks 2009. For SolidWorks 2008 resources, [click here](#).



EDU Curriculum Introduction (2009)
 Overview of the guides and resources listed below.

Description	Type	ENG	FRA	DEU	ITA	ESP	JPN	CHS	CHT	PTB	SVE
Curriculum introduction		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Resources		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X



SolidWorks Teacher Guide (2009)
 Includes lesson plans, presentations, student goals, vocabulary, and assessments.

Description	Type	ENG	FRA	DEU	ITA	ESP	JPN	CHS	CHT	PTB	SVE
Student workbook		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Student SolidWorks files		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Teacher SolidWorks files		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Instructor guide		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X



SolidWorks® Simulation
Educator Guide (2009)
 An introduction to the principles of analysis using SolidWorks Simulation.

Description	Type	ENG	FRA	DEU	ITA	ESP	JPN	CHS	CHT	PTB	SVE
Student workbook		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Examples		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Instructor guide		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X



SolidWorks® Flow Simulation
Educator Guide (2009)
 An introduction to the principles of fluid flow analysis using SolidWorks Flow Simulation.

Description	Type	ENG	FRA	DEU	ITA	ESP	JPN	CHS	CHT	PTB	SVE
Student workbook		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Examples		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Instructor guide		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X



SolidWorks® Motion
Educator Guide (2009)
 From dynamics to kinematics, incorporate theory through virtual simulation.

Description	Type	ENG	FRA	DEU	ITA	ESP	JPN	CHS	CHT	PTB	SVE
Student workbook		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Examples		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Instructor guide		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

[Back to top](#)



Bridge Design Project (2009)
 Use SolidWorks Simulation to analyze different loading conditions of the bridge.

Description	Type	ENG	FRA	DEU	ITA	ESP	JPN	CHS	CHT	PTB	SVE
Project workbook		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
SolidWorks files		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X



CO2 Car Design Project (2009)
 Design and analyze a CO2 powered car. Make design changes to reduce drag.

Description	Type	ENG	FRA	DEU	ITA	ESP	JPN	CHS	CHT	PTB	SVE
Project workbook and SolidWorks files		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X



F1 in Schools Design Project (2009)
 Design a model Formula 1 car then optimize it using SolidWorks Simulation.

Description	Type	ENG	FRA	DEU	ITA	ESP	JPN	CHS	CHT	PTB	SVE
Project workbook		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
SolidWorks files		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X



Mountain Board Design Project (2009)
 Design, analyze, and create photorealistic rendering of a mountain board.

Description	Type	ENG	FRA	DEU	ITA	ESP	JPN	CHS	CHT	PTB	SVE
Instructor book and files		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Student book and files		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X



Trebuchet Design Project (2009)
 Construct a trebuchet and analyze to determine material and thickness.

Description	Type	ENG	FRA	DEU	ITA	ESP	JPN	CHS	CHT	PTB	SVE
Project workbook		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
SolidWorks files		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X



Robot Models (2009)
 SolidWorks models for LEGO®, VEX®, PITSCO

Description	Type	ENG	FRA	DEU	ITA	ESP	JPN	CHS	CHT	PTB	SVE
Lego Mindstrom		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
VEX® Protobot		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PITSCO TETRIX		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

[Back to top](#)

SolidWorks Simulation 製品ライン

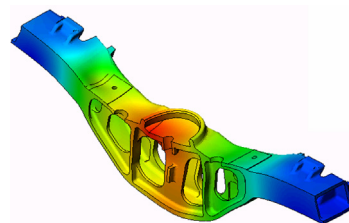
このコースでは、SolidWorks Flow Simulationを使った流体解析の概要に重点を置いています。この製品ライン全体では幅広い解析分野に対応しています。以下にSolidWorks Simulationパッケージおよびモジュールによってできる事柄を示します。

静解析スタディは静的な荷重をかけた部品およびアセンブリの線形応力解析ツールを提供します。このスタディタイプで調べることのできる代表的な問題は次のようなものです：

通常の動作時の荷重の下で部品が破損しないか？

モデルは過剰設計されていないか？

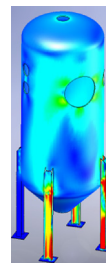
設計を変更することにより安全率を向上できるか？



座屈解析は薄い部品が圧縮荷重を受けた際の振る舞いを解析します。このスタディタイプで調べることのできる代表的な問題は次のようなものです：

容器の脚は降伏によって破壊しない強度を持っている、しかし安定性を失って崩壊しない強度を備えているか？

設計を変更することによりアセンブリに含まれる薄い部品の安定性を確保できるか？

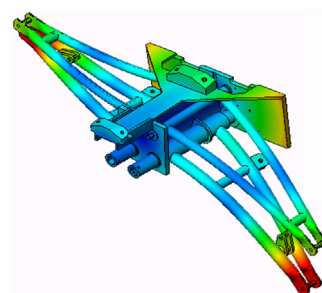


固有値スタディは固有値モード、固有振動数の解析ツールを提供します。これは静的、動的に荷重を受ける多くの部品の設計において重要な機能です。このスタディタイプで調べることのできる代表的な問題は次のようなものです：

通常の動作時の荷重の下で部品が共振しないか？

想定している用途に対して部品の振動特性は適切だろうか？

設計を変更することにより振動特性を向上できるか？



熱伝達スタディでは、伝導、対流、輻射による熱伝達の解析ツールを提供します。このスタディタイプで調べることのできる代表的な問題は次のようなものです：

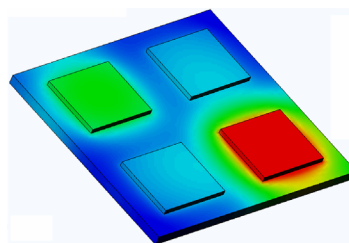
温度変化はモデルに影響するだろうか？

温度が変動する環境でモデルは正しく動作するだろうか？

モデルが冷却される、または過熱するまでにかかる時間は？

温度変化によりモデルは膨張するか？

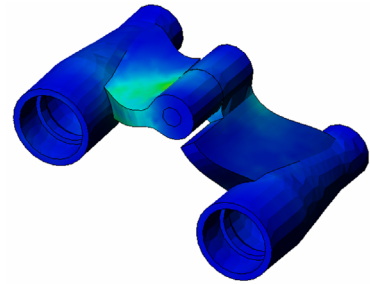
温度変化による応力によって製品が壊れないか？（静解析と熱解析の組み合わせによりこの問題を調べることができます）



落下試験解析は、動く部品やアセンブリが障害物に衝突する際の応力を解析するのに使用します。このスタディタイプで調べることのできる代表的な問題は次のようなものです：

製品が輸送中に乱雑に扱われたり、落とされたりしたらどうなるか？

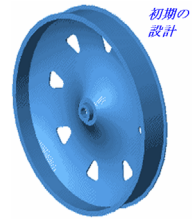
製品がフローリング、カーペット、コンクリートなどの上に落とされたらどうなるか？



最適化スタディは最大応力、重量、最適な周波数、等選択された基準セットに基づいて設計を改良（最適化）するために適用されます。このスタディタイプで調べることのできる代表的な問題は次のようなものです：

設計意図を保ったまま、モデルの形状を変更することはできるだろうか？

強度や性能を損なうことなく、設計を軽く、小さく、安価にすることはできるだろうか？



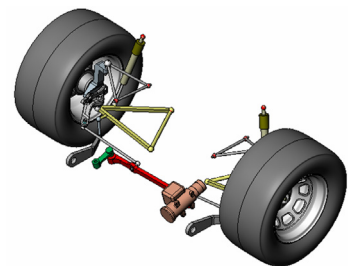
疲労解析スタディは、長い期間に渡り繰り返し荷重を受ける部品およびアセンブリの耐久性を解析します。このスタディタイプで調べることのできる代表的な問題は次のようなものです：

製品寿命を正確に予測することはできるか？

現在の設計を変更することで製品寿命を延ばすことはできるか？

長い期間に渡って変動する力や温度荷重にさらされた場合、モデルは安全性を保てるか？

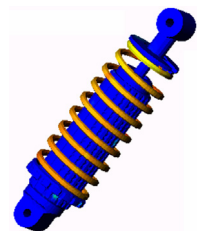
モデルを再設計することにより力や温度の変化による損傷を最小化できるか？



非線形スタディは、著しい荷重および/または大きな変形を経験する部品およびアセンブリの応力を解析するツールを提供します。このスタディタイプで調べることのできる代表的な問題は次のようなものです：

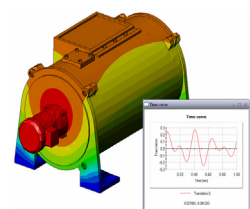
与えられた荷重の下で、ゴム（Oリングなど）やフォームで作られた部品はうまく動作するか？

通常の使用条件下で、モデルに過剰な曲げが発生しないか？

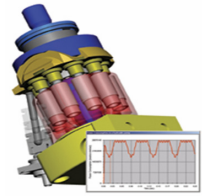


ダイナミック解析は、荷重により力を加えられたオブジェクトの時間変化を解析します。代表的な例は、車両に搭載される部品へのショック荷重、振動荷重を受けるタービン、ランダムに荷重を受ける航空機の部品、等があげられます。線形解析（構造的変形が小さい、基本材料モデル）および非線形解析（構造的変形が大きい、荷重条件が厳しい、高度な材料）の両方があります。このスタディタイプで調べることのできる代表的な問題は次のようなものです：

設計したマウント部品は、車両が大きな穴の上を通った場合のショック荷重に耐える安全性を持っているか？ そのような条件でどの程度変形するか？



Motion Simulation では機構のキネマティックおよびダイナミックな動作について解析します。ジョイント力および慣性力はその後 SolidWorks Simulation スタディに渡すことにより応力解析に使用できます。このモジュールで調べることのできる代表的な問題は次のようなものです：



モーターあるいはアクチュエータの正しいサイズは？

リンク、ギア、ラッチ機構の設計は最適だろうか？

構成部品の変位、速度、加速度はどの程度か？

機構は効率的に動作するか？ 改良することはできるか？

複合モジュールでは、積層複合材料で作成されたストラクチャのシミュレーションを行うことができます。

このモジュールで調べることのできる代表的な問題は次のようなものです：



与えられた荷重で複合材料のモデルが破壊しないか？

強度と安全性を損なうことなく、複合材料を使ってストラクチャを軽くすることができるか？

積層複合材料が剥離しないか？

SolidWorks Flow Simulation の基本機能

このレッスンの目的

- SolidWorks でモデリングされた 3D オブジェクト上、およびそのオブジェクト内の様々な流れ特性を予測するツールとして流体解析を紹介します。様々な油圧および気体力学のエンジニアリング問題を解決します。このレッスンを終了すると、受講者は様々な油圧および気体力学のエンジニアリング問題を解決するための基本アプローチを理解できます。受講者は、複雑なオブジェクト上の流体解析は、オブジェクトの設計およびパフォーマンスに影響を及ぼす場合があることを念頭に置いて置かなければなりません。SolidWorks Flow Simulation を使い、適切に明示された包括的な CFD 解析を実行することにより、多くの時間と費用がかかる実験作業を避けることができ、その結果、時間と費用を著しく節約できることになります。
- SolidWorks Flow Simulation の流体解析を「チェスゲーム」として例えてみると、「チェスゲーム」は、「ゲームの前にボード上の駒を整列する」のは非常に簡単にできます。しかし、「ゲームのルールに従う」ための努力は必要であり、適正で正確な結果を得るためには、「ゲームに勝つ」ための様々な戦略を実行することが必要になります。受講者は、SolidWorks Flow Simulation の明確で十分に構築されたインターフェースにより、「ゲームの前にボード上の駒を整列する」のは比較的簡単にできます。したがって、ユーザーは、エンジニアリング問題を解決する戦略を開発する時間を多く確保できます。境界条件を適切に指定して、結果を吟味して、戦略上の変更を行うことができます。したがって、このステップでは、SolidWorks Flow Simulation では、どのように「ゲームの前にボード上の駒を整列する」かを説明します。
- SolidWorks Flow Simulation による実際のオブジェクトおよび流れ現象を正確にシミュレーションする適切な方法を受講者に説明します。
解析の結果は、SolidWorks と SolidWorks Simulation のバージョン/ビルドによって少し変わる場合があります。

概要

- ディスカッション
- 学習課題 — 油圧損失を測定する
 - Valve.SLDPRT ドキュメントを開く
 - SolidWorks Flow Simulation メニューのチェック
 - モデルの説明
 - ふたを手動作成する
 - ふたを自動作成する
 - プロジェクトを作成する
 - SolidWorks Flow Simulation デザインツリー
 - 境界条件を指定する
 - サーフェスのゴールを指定する
 - 方程式ゴールを指定する
 - 計算を実行する
 - ソルバをモニタする
 - 結果にアクセスする
 - 断面プロットを作成する
 - 流跡線を表示する
 - ゴールのプロットを作成する
 - プロジェクトをクローンする
 - バルブの角度を変更する
 - 形状レゾリューションを変更する
 - 計算領域を変更する
 - バルブの油圧損失を取得する
- 5 分間テスト — 答え
- クラス ディスカッションで — 入口の境界条件の変更
- 追加課題 — ジオメトリを変更する
- 課題とプロジェクト — 急激な膨張による油圧損失
- レッスンのまとめ

ディスカッション

流体と伝熱解析ソフトウェアが、設計エンジニアにとってどのような点が有益になりえるのかを受講者に尋ねてください？

答え

- 機械：油圧/空圧システムメーカーは、流れ分布および圧力降下に関する設計を改善することができます。石油産業は、バルブまたは攪拌槽による流れを一層理解することができます。粒子の追跡によって、設備がエロージョンに対してどのように安全かを理解できるようになります。
- 電気および電子：電子デバイス（コンピュータ、オーディオ/ビデオなど）の設計者は、設計内の対流や伝導のシミュレーションにより効率的な冷却を確認することができます。
- 自動車および航空産業：陸上車、飛体、海上船舶の設計者は、マニホールド、ブレーキシステム、エンジン冷却ジャケット、ウィング周囲の流れ、ロケットノズルの流れ、水中物体周囲の流れなど、少なくともコスト面において最大性能を達成することができます。
- HVAC および建物：HVAC 設備製造者は、ダクトや熱交換器内の流れ、およびダクト位置を決定するための部屋の流れや温度分布などに関する製品性能を最適化することができます。
- 消費財：消費財設計者は、オープン均一分布の改善や皿洗い機などの流れ分布を調整することができます。
- 設計エンジニア、解析者および専門家は、力とトルク、および流体がオブジェクトに作用するロードを理解し、高度な設計を行うためにさらに構造分析でこの知識を利用できます。

追加課題

構造分析に関して、特定のオブジェクト（その応力は SolidWorks Simulation で解析）に作用する力はどのように決まるか受講者に尋ねてください。その力は常に分かっていますか、それとも方程式から推測された力ですか？

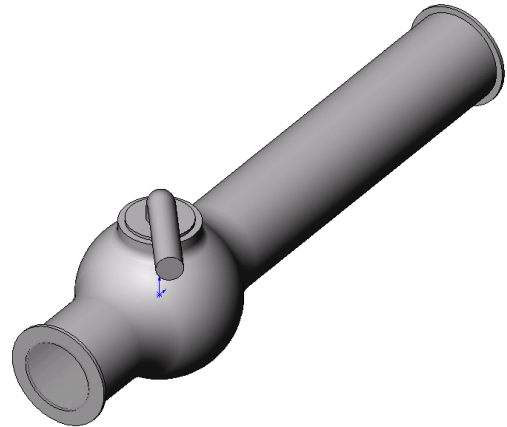
答え

- 流体などの問題については、これらの力は既知であるか、または無視することができるかのいずれかです。例えば、部屋にある椅子の脚に作用する力は、それに座る生徒の重さ+椅子の重さで決まり、手動で操作する小さなバルブに作用する力およびモーメントは無視することができます。産業における多くの問題について力を決めることは、非常に複雑になります。また、必要とされる力を決めるためには、コンピュータによる計算が必要です。例えば、水力発電所のようにバルブが大きい場合、流体からバルブに作用する力とモーメントの両方を確実に考慮しなければなりません。さもないと、バルブの部品（例えばベアリング）、およびデバイス（例えばバルブを回すアクチュエータ）が故障し、バルブは操作不能になります。

学習課題 — 油圧損失を測定する

SolidWorks Flow Simulation を使用して、右図のような Valve.SLDPRT 部品内部の流体解析を実行します。

以下の手順に従ってください。

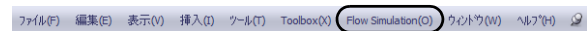


Valve.SLDPRT ドキュメントを開く

- 1 **ファイル (File)**、**開く (Open)** をクリックします。**開く** ダイアログボックスで、SolidWorks Curriculum_and_Courseware_2010 フォルダのサブフォルダにある Valve.SLDPRT を選択し、**開く** をクリックします（または部品をダブルクリック）。

SolidWorks Flow Simulation メニューのチェック

SolidWorks Flow Simulation が適切にインストールされていると、Flow Simulation メニューが SolidWorks のメニューバーに表示されます。表示されない場合は、以下のようにします：



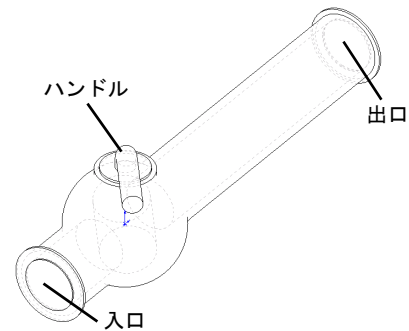
SolidWorks Flow Simulation メニュー

- 1 **ツール (Tools)**、**アドイン (Add-Ins)** をクリックします。
アドイン (Add-Ins) ダイアログ ボックスが表示されます。
- 2 SolidWorks Flow Simulation の横にあるチェックボックスをチェックします。
SolidWorks Flow Simulation がリストに表示されていなければ、SolidWorks Flow Simulation をインストールする必要があります。
- 3 **OK** をクリックします。Flow Simulation メニューが、SolidWorks のメニューバーに表示されます。

モデルの説明

これは、ボールバルブです。ハンドルを回すと、バルブが閉じたり開いたりします。

配管システムに取り付けられたボールバルブによって生成されたローカルの油圧損失（あるいは抵抗）は、バルブの設計寸法およびハンドル回転角によって変わります。ボール-パイプ径の比率によって、バルブが閉じられるハンドル回転角が調整されます。



パイプにおける障害の油圧抵抗の標準的なエンジニアリングの定義とは、障害物（この例ではバルブ）の上流と下流の全圧力（すなわち、流れが障害物によって妨害されない場合）の差を入力水頭で除して、それからパイプ部の摩擦による油圧抵抗を差し引いたものです。

この例では、ハンドルが 40° の角度で回った場合の、ボールバルブのローカルな油圧抵抗を得ることになります。このバルブの解析は、代表的な SolidWorks Flow Simulation の内部解析を表わします。

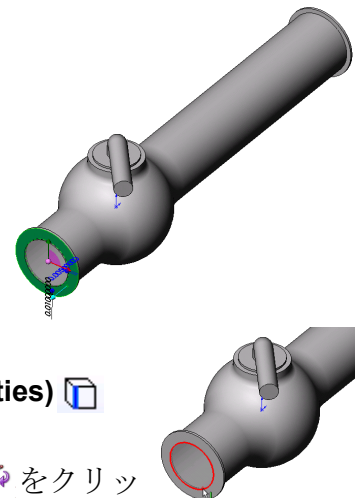
注記： 内部流体解析はモデルの入口から出口までの流体を解析するものです。開口部を持たない一部の自然対流は例外となります。

内部解析を実行するには、入口と出口の流れの境界条件を規定するために、モデルの開口部をすべてふたで閉じておく必要があります。いかなる場合でも、流体で満たされた内部モデルスペースは完全に閉じていなければなりません。このふたは開口部を覆う単なる追加の押し出しです。これらの作成は手動または自動で行うことが可能です。この手順を以下より説明します。

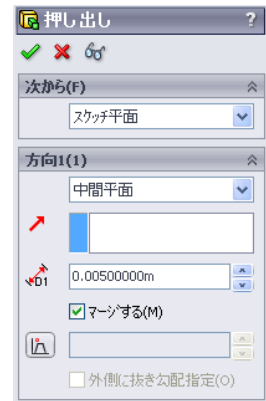
ふたを手動作成する

入口ふたを作成する

- 1 図に示す面を選択します。
- 2 スケッチ ツールバーの **スケッチ (Sketch)**  をクリックします。
- 3 チューブの内部エッジを選択します。
- 4 スケッチ ツールバーの **エンティティ変換 (Convert Entities)**  をクリックします。
- 5 グラフィックス領域の確認コーナーにある **OK** ボタン  をクリックし、スケッチを完了します。

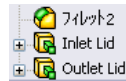
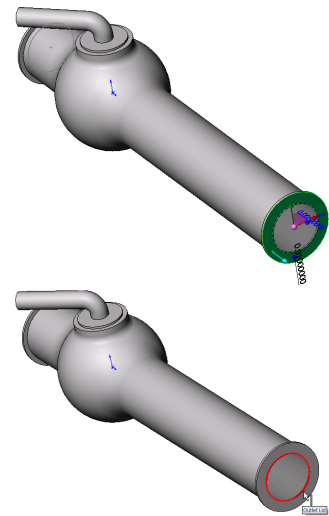


- 6 フィーチャー ツールバーの押し出しボス / ベース (Extrude Boss/Base)  をクリックします。
 - 7 押し出し (Extrude) PropertyManager で、次のように設定を変更します。
 - ・ 押し出し状態 (End Condition) = 中間平面 (Mid Plane)
 - ・ 深さ (Depth) = 0.005m
 - 8  をクリックすると、入口ふたが作成されます。
- 次に、同じ方法で、出口ふたを作成します。



出口ふたを作成する

- 9 図に示す面を選択します。
- 10 スケッチ ツールバーのスケッチ (Sketch)  をクリックします。
- 11 チューブの内部エッジを選択します。
- 12 ステップ 3 ~ 8 を繰り返し、出口ふたを作成します。
- 13 新しい押し出しの名前押し出し1および押し出し2を、それぞれ Inlet Lid と Outlet Lid に変更します。

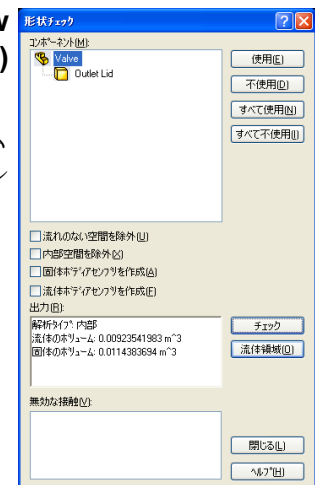


ふたは適切に作成されたでしょうか? SolidWorks Flow Simulation は、ジオメトリに関する問題についてモデルを簡単に確認することができます。

ジオメトリをチェックする

- 1 モデルが確実に閉じていることを確認するには、**Flow Simulation、ツール(Tools)、形状チェック (Check Geometry)** をクリックします。
- 2 **チェック (Check)** をクリックし、モデルの流体ボリュームを計算します。流体ボリュームがゼロの場合は、モデルが適切に閉じていません。

注記： この形状チェック (Check Geometry) ツールによって、流体とソリッドボリュームの合計を計算することができ、ジオメトリの問題（正接接触など）があるかボディを簡単に確認し、別個のモデルとして流体領域およびソリッドボディを表示します。



ふたを自動作成する

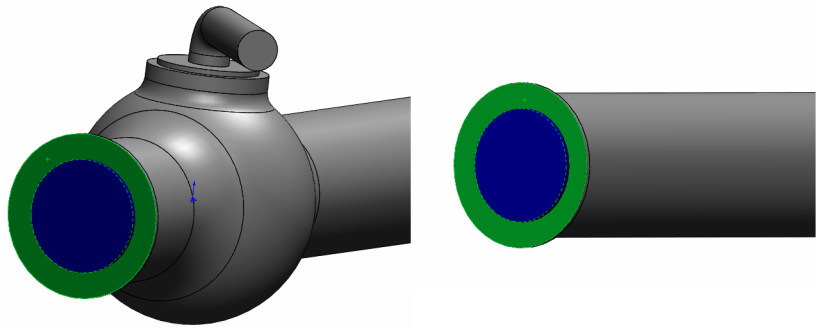
前述のステップでは手動のふた作成を説明しました。次のステップでは、SolidWorks Flow Simulation の自動ふた作成ツールについて学習します。このツールを用いれば、内部ボリュームを閉じるために複数のふたが必要となる場合等に、多くの時間を節約できます。

手動作成したふたを削除する

Inlet Lid と Outlet Lid フィーチャーを削除します。

Inlet Lid と Outlet Lid の作成

- 1 **Flow Simulation**、**ツール (Tools)**、**ふたの作成 (Create Lids)** をクリックします。
ふたの作成 (Create Lids) ダイアログ ボックスが表示されます。
- 2 図に示す入口と出口の2つの面を選択します。
- 3  をクリックし、ふたの定義を完了します。
- 4 新たに作成されたフィーチャーの名前 LID1 および LID2 を、それぞれ Inlet Lid と Outlet Lid に変更します。



注記： アセンブリ モードの場合、それぞれのふたは新規部品としてアセンブリ フォルダ内に作成されます。

流体解析を実行する第 1 ステップは、SolidWorks Flow Simulation プロジェクトを作成することです。

プロジェクトを作成する

- 1 **Flow Simulation、プロジェクト (Project)、ウィザード (Wizard)** をクリックします。
プロジェクトウィザードは、SolidWorks Flow Simulation プロジェクトの新規作成をガイドするものです。

- 2 **プロジェクトコンフィギュレーション (Project Configuration)** ダイアログ ボックスでは、**現在の値を使用 (Use current)** (40 degrees) をクリックします。

個々の SolidWorks Flow Simulation プロジェクトは SolidWorks コンフィギュレーションに関連づけられています。現在の SolidWorks コンフィギュレーションにプロジェクトをアタッチするか、あるいは現在のコンフィギュレーションを基準にして新規の SolidWorks コンフィギュレーションを作成することができます。

次へ (Next) をクリックします。

- 3 **単位系 (Unit system)** ダイアログ ボックスでは、入力および出力 (結果) に必要な単位系を選択することができます。

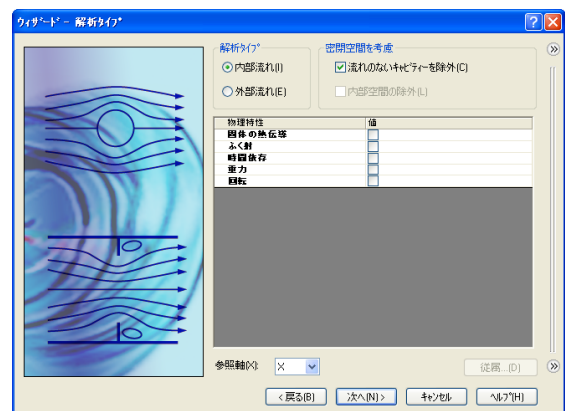
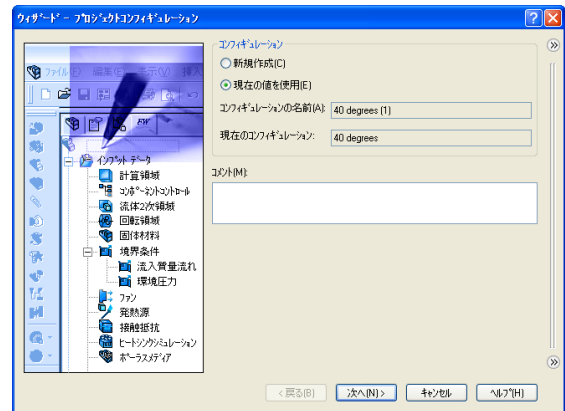
このプロジェクトでは、デフォルトの **SI** (国際規格) を選択します。

次へ (Next) をクリックします。

- 4 **解析タイプ (Analysis Type)** ダイアログ ボックスでは、**内部流れ (Internal)** または **外部流れ (External)** の流体解析タイプを選択することができます。また、このダイアログでは次のような高度な物理特性を指定することもできます：固体熱伝導、サーフェス間ふく射、時間依存効果、重力および回転。

内部流れ (Internal) タイプを指定し、他の設定はデフォルトのままにします。

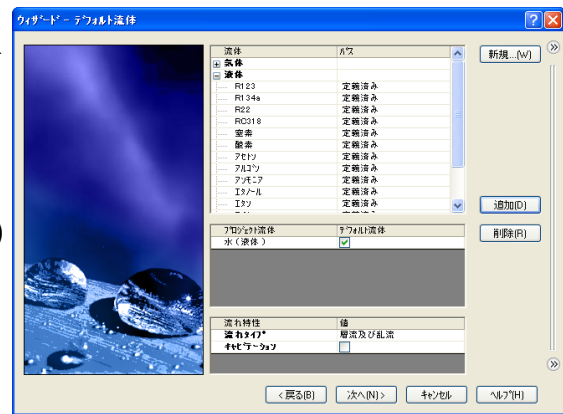
次へ (Next) をクリックします。



- 5 **デフォルト流体 (Default Fluid)** ダイアログボックスでは、流体タイプを選択することができます。選択された流体タイプは、解析ではすべての流体に対してデフォルトで割り当てられます。

液体 (Liquid) をクリックし、**液体 (Liquids)** リストの **水 (Water)** アイテムをダブルクリックします。

流れ特性 (Flow Characteristics) はデフォルトのままにして、**次へ (Next)** をクリックします。



注記：SolidWorks Flow Simulation のエンジニアリング データベース

(**Engineering Database**) には、事前定義ガスやユーザー定義ガスの物理プロパティ、圧縮不可能な液体、非ニュートン液体、圧縮可能な液体、ソリッド物質および多孔質物質が含まれます。それには、温度と圧力に関する様々な物理的パラメータの定数値、および表形式依存関係の両方が含まれます。

さらに、エンジニアリング データベースには、単位系、様々なソリッド材料の接触熱抵抗値、放射サーフェスのプロパティ、および、ファン、ヒートシンク、熱電冷却機など、様々なテクニカルデバイスに関する必要な物理的特性が含まれています。独自の物質、単位系、ファンカーブを簡単に作成し、表示したいユーザー定義パラメータを指定できます。

- 6 **壁面条件 (Wall Conditions)** ダイアログボックスでは、壁の粗さの値および壁の温熱条件を指定することができます。

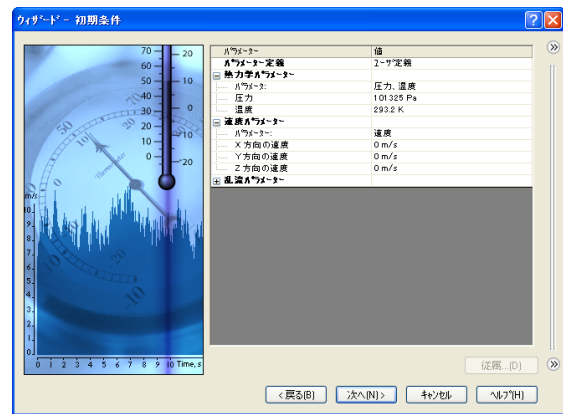
このプロジェクトでは、壁の粗さや壁の熱伝導は扱わないのでデフォルト設定のままにしておきます。**次へ (Next)** をクリックします。



- 7 **初期条件 (Initial Conditions)** ダイアログボックスでは、流れパラメータの初期値を指定します。固定の内部解析に対しては、予想される流れ場に近いかこれらの特定な値によって、解析時間が低減されます。

このプロジェクトでは、デフォルト値を使用します。

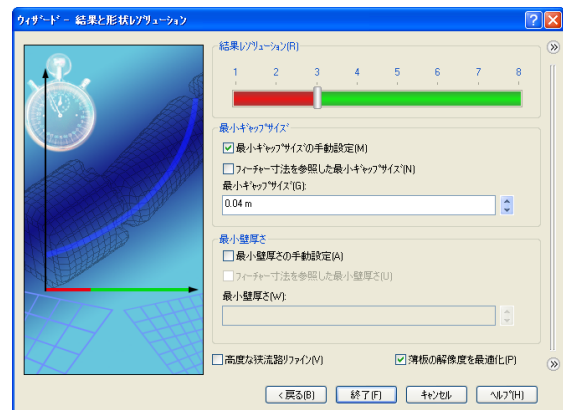
次へ (Next) をクリックします。



注記： 定常の流れ問題に対しては、SolidWorks Flow Simulation は、ソリューションが収束するまで繰り返します。非定常の問題（過渡、あるいは時間依存）に対しては、SolidWorks Flow Simulation は、指定時間に合うように進行します。

- 8 **結果と形状レゾリューション (Results and Geometry Resolution)** ダイアログボックスでは、メッシュ設定と解析精度をコントロールすることができます。これには、コンピュータ資源が必要になります（CPU 時間やメモリ）。

このプロジェクトに対しては、デフォルトの**結果レゾリューション (Result resolution)** レベルである **3** を使用します。

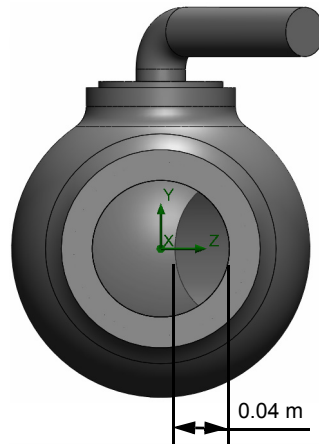


結果レゾリューション (Result resolution)

は、計算結果の解像度としてみなすことができるソリューション精度を管理します。必要なソリューション精度、利用可能な CPU 時間、およびコンピュータメモリに従って結果レゾリューションを指定します。この設定は、生成メッシュセルの数に影響するので、より正確なソリューションを求める場合は、より長い CPU 時間やより多くのコンピュータメモリが必要になります。

形状レゾリューション (Geometry Resolution) (最小ギャップサイズ (Minimum gap size) および最小壁厚さ (Minimum wall thickness) によって指定) は、計算メッシュによってジオメトリ モデルフィーチャーの適切な解像度を管理します。また、形状レゾリューションが微細になるにつれて、それだけ多くのコンピュータ資源が必要となります。

最小ギャップサイズの手動設定 (Manual specification of the minimum gap size) チェックボックスを選択して、最小流れパスに **0.04 m** を入力してください。



注記： SolidWorks Flow Simulation は、全体のモデル寸法、計算領域、および条件とゴールを指定するフェースに関する情報を使って、デフォルト最小ギャップサイズおよび最小肉厚を計算します。ただし、この情報は比較的小さいギャップや肉厚の薄いモデルを認識するには不十分な場合があります。これは不正確な結果を引き起こす場合があります。この場合は、最小ギャップサイズおよび最小肉厚を手動で指定しなければなりません。

終了 (Finish) をクリックします。

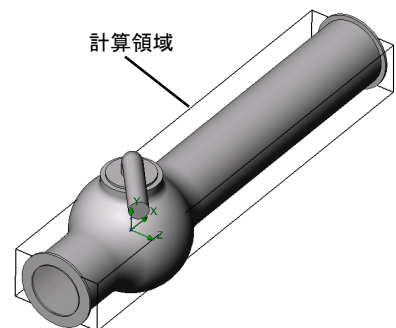
SolidWorks Flow Simulation デザインツリー

プロジェクトの基本部分が作成されると、新規の SolidWorks Flow Simulation デザインツリーのタブ  がコンフィギュレーションマネージャ タブの右側に表れます。

注記： SolidWorks Flow Simulation デザインツリーは、プロジェクトデータの便利な仕様や結果の表示を提供します。さらに、SolidWorks Flow Simulation デザインツリーを使うと、様々な SolidWorks Flow Simulation フィーチャーを変更したり削除することができます。

同時に、SolidWorks グラフィックス領域には、計算領域ワイヤフレーム ボックスが表れます。流れと伝熱計算は、計算領域内で実行されます。計算領域は、3D 解析および 2D 解析の直角プリズムです。計算領域境界は、全体座標系平面と平行です。

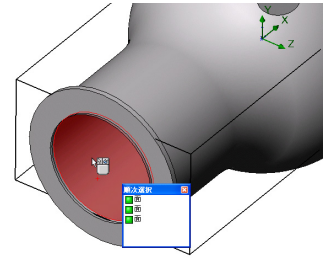
次に、プロジェクトの他の部品を指定します。



次のステップは境界条件の指定です。境界条件は、内部流体解析でモデルの入口や出口、および外部流体解析でモデルサーフェス上の流動性の特性を指定するために使用されます。

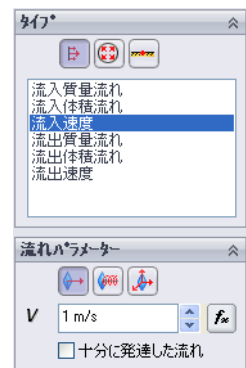
境界条件を指定する

- 1 Flow Simulation、挿入 (Insert)、境界条件 (Boundary Condition) をクリックします。
- 2 Inlet Lid の内側の面（流体に接触する面）を選択します。内側の面にアクセスするには、ふたの外側の面を右クリックして、**順次選択 (Select Other)** を選択してください。マウスを右クリックし、カーソルで面を次々と表示し内側の面をハイライトさせます。次に左マウスボタンをクリックします。



選択した面は**境界条件を適用する面 (Faces to Apply the Boundary Condition)** リストに表示されます。

- 3 **タイプ (Type)** グループボックスで**流れ開口部 (Flow Openings)** をクリックして、**流入速度 (Inlet Velocity)** アイテムを選択します。
- 4 **流れパラメーター (Flow Parameters)** グループボックスで**面に垂直 (Normal to Face)** アイテムをクリックし、**面に垂直な速度 (Velocity Normal to Face)** に **1 m/s** に設定します（値を入力すると、単位は自動的に表れます）。

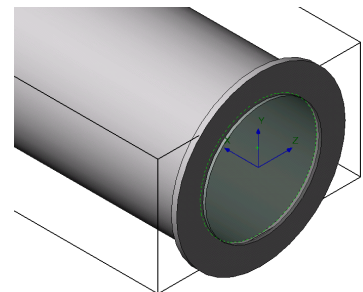


他のすべてのパラメータを受け入れ、 をクリックします。

この条件の指定によって、1.0m/s の速度で水がボール バルブパイプ入口からバルブに入るように定義します。

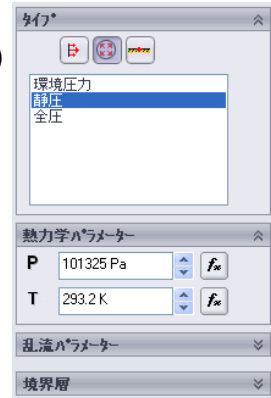
- 5 Outlet Lid の内側の面を選択します。

グラフィックス領域でモデルの外部を右クリックして、**境界条件の挿入 (Insert Boundary Condition)** を選択してください。**境界条件 (Boundary Condition)** PropertyManager が**境界条件を適用する面 (Faces to Apply the Boundary Condition)** リストに面が選択された状態で表示されます。



この境界に対する圧力を指定します。さもないと、問題の仕様が不十分になります。計算を開始する前に、SolidWorks Flow Simulation は、質量流量バランスがあるか指定された境界条件を確認します。入口の全質量流量が出口の全質量流量と等しくない場合は、境界条件の仕様は不正確です。そのような場合は、計算は開始されません。質量流量値は、開口部で指定された速度かボリューム流量値から再計算されることに注意してください。少なくとも1つの圧力開口部条件を指定すると、圧力開口部の質量流量は指定されませんが、問題のソリューション中に計算されるので、質量流量バランスに関する問題を避けることができます。

- 6 圧力開口部(Pressure Openings)  をクリックし、境界条件のタイプ (Type of Boundary Condition) リストで静圧 (Static Pressure) アイテムを選択します。
- 7 他のパラメータについてはデフォルト値 (静圧 (Static Pressure) に 101325 Pa、温度 (Static Pressure) に 293.2 K 等) を使用します。
- 8  をクリックします。



この条件を指定すると、水は、ボール バルブ パイプ 出口で **1 気圧** の静圧を持つことが定義されます。

モデルの油圧損失 ξ は、モデルの入口全圧と出口全圧の差、 ΔP を、モデル入口で測定される動圧 (水頭) で除して計算されます：

$$\xi = (dP) / \frac{\rho V^2}{2} = (dP) / P_{dyn}$$

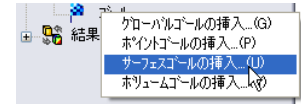
ここで、 ρ は水密度、 V は水の流入速度、 P_{dyn} は入口の動圧 指定された水速度 ($1 \frac{m}{s}$) および水密度 (293.2 の所定温度で 998.1934) $\frac{kg}{m^3}$ は既定であるため、ここでは、バルブの入口および出口の全圧の値を測定します。

最も簡単にそして迅速に必要なパラメータを見つけるには、類似のエンジニアリングのゴールを指定することです。

エンジニアリングのゴールはユーザーが関心を持つパラメータです。ゴールの設定というのは、本質的には、ソリューションを達成するために SolidWorks Flow Simulation の時間を削減する方法、および解析から得ることを SolidWorks Flow Simulation に伝える方法のことです。ユーザーが望む正確な変数を選択するだけで、SolidWorks Flow Simulation は、どの変数 (ゴールとして選択された変数) が収束するのに重要か、どれが (ゴールとして選択されていない変数) 必要な時間内では、それほど正確ではないかが分かります。ゴールの定義は全ドメイン (グローバルゴール)、選択したボリウム内 (ボリウムゴール)、選択領域 (サーフェスゴール)、またはモデルの特定の点 (ポイントゴール) に定義することが可能です。さらに、SolidWorks Flow Simulation は、ゴールを定義するために、平均、最小、あるいは最大パラメータ値を考慮することができます。さらに、変数として、既存のゴールと一緒に方程式のゴールを定義することができます。方程式のゴールとは、方程式 (基本的な数学関数など) で定義されたゴールのことをいいます。方程式のゴールによって、必要なパラメータ (圧力降下など) が計算でき、後の参照のためにプロジェクトの情報を維持できます。

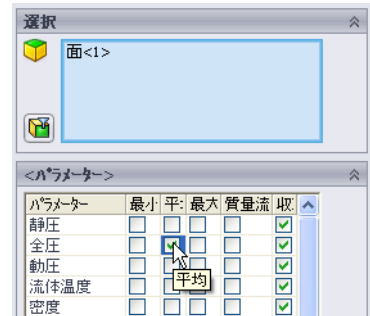
サーフェスのゴールを指定する

- 1 SolidWorks Flow Simulation デザイン ツリーでゴール アイコンを右クリックし、**サーフェスのゴールの挿入 (Insert Surface Goal)** を選択します。



- 2 Inlet Lid の内側の面を選択してください。

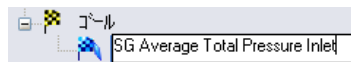
SolidWorks Flow Simulation デザインツリーの流入速度 1 アイテムをクリックすると、面を簡単に選択できます。指定された境界条件と関連する面が自動的に選択され、**サーフェスゴールを適用する面 (Faces to Apply the Surface Goal)** リストに表示されます。



- 3 **パラメーター (Parameter)** のリストで、**全圧 (Total Pressure)** を確認します。 **平均 (Av)** の列をクリックして平均値を使い、**収束に使用 (Use for conv)** の選択状態を維持してこのゴールを収束のコントロールに使います。

注記： パラメータ名をより明瞭に見るには、垂直バーを右にドラッグし、PropertyManager 領域を拡大します。

- 4  をクリックします。
- 5 SolidWorks Flow Simulation デザイン ツリーで、新たに作成された SG 平均全圧 1 アイテムを2回クリックし、その名前を SG Average Total Pressure Inlet に変更します。

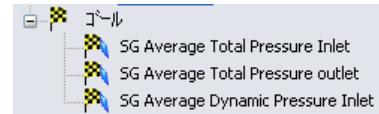


注記： アイテムの名前を変更するには、アイテムを右クリックして**プロパティ (Properties)** を選択する方法もあります。

- 6 再びゴールアイコンを右クリックして、**サーフェスゴールの挿入 (Insert Surface Goal)** を選択します。
- 7 SolidWorks Flow Simulation デザイン ツリーで静圧 1 アイテムをクリックすることにより、Outlet Lid の内側の面を選択します。
- 8 **パラメーター (Parameter)** のリストで、**全圧 (Total Pressure)** を確認します。
- 9 **平均 (Av)** 列をクリックして、 をクリックします。
- 10 新たに作成された SG 平均全圧 1 アイテムを2回クリックし、その名前を SG Average Total Pressure Outlet に変更します。
- 11 再びゴールアイコンを右クリックして、**サーフェスゴールの挿入 (Insert Surface Goal)** を選択します。
- 12 流入速度 1 アイテムをクリックすることにより、Inlet Lid の内側の面を選択します。
- 13 **パラメーター (Parameter)** のリストで、**動圧 (Dynamic Pressure)** を確認します。

14 平均 (Av) 列をクリックして、 をクリックします。

15 新たに作成された SG 平均動圧 1 アイテムを 2 回クリックし、その名前を SG Average Dynamic Pressure Inlet に変更します。



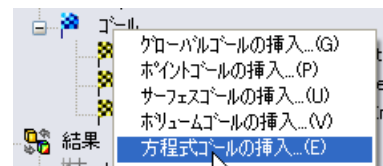
入口の動圧の値は、手動で計算することができます。油圧損失を詳細に計算するため、動圧のゴールを指定しました。

計算終了後、取得した全圧値から油圧損失をを手動で計算する必要があります。しかし、SolidWorks Flow Simulation では、方程式ゴールを指定すると、必要な計算をすべて実行できます。

方程式ゴールを指定する

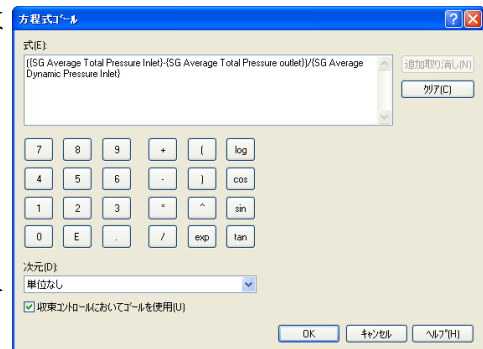
方程式ゴールは、既存のゴールの解析関数によって定義されたゴールです。このゴールは、計算中に、また他のゴールと同じ方法で結果を表示している間にモニタすることができます。他の方程式ゴールなど、すべての既存のゴールは、変数として使用することができますが、他の方程式ゴールに依存するものは除かれます。さらに、方程式ゴールの定義の中で定数を使用できます。

1 ゴールアイコンを右クリックして、**方程式ゴールの挿入 (Insert Equation Goal)** を選択します。方程式ゴール (Equation Goal) ダイアログ ボックスが表示されます。



2 左括弧ボタン  をクリックするか、または "(" を入力します。

3 ゴールの一覧から SG Average Total Pressure Inlet を選択します。このゴールが**式 (Expression)** フィールドに自動で追加されます。



4 マイナスボタン  をクリックするか、または "-" を入力します。

5 ゴールの一覧から SG Average Total Pressure Outlet を選択します。

6 右括弧  ボタンとスラッシュ  ボタンをクリック、または ")" を入力します。

7 ゴールの一覧から SG Average Dynamic Pressure Inlet を選択します。

- 8 次元 (Dimensionality) リストで、単位なし (No units) を選択します。

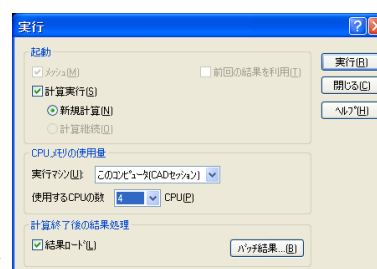
注記： 方程式ゴールを設定するには、既存のゴール（以前に指定された方程式ゴールも含む）や定数だけを使用します。定数が様々な物理的パラメーター（長さや領域など）を示す場合は、必ずプロジェクトの単位を使用します。SolidWorks Flow Simulation には、指定された定数の物理的な意味に関する情報がありません。したがって、表示された寸法を手動で指定する必要があります。

- 9 **OK** をクリックします。方程式ゴール 1 のアイテムがツリーに表示されます。
- 10 この名前を Hydraulic Loss に変更します。

これで、SolidWorks Flow Simulation プロジェクトは、計算の準備ができました。バルブ入口や出口で計算された全圧の定常平均値が達成されると、SolidWorks Flow Simulation は計算を終了します。

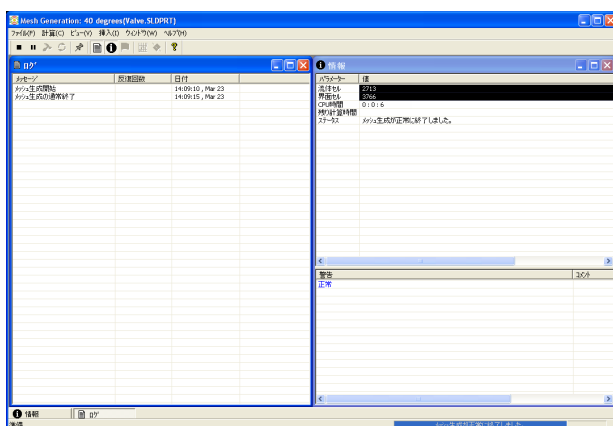
計算を実行する

- 1 **Flow Simulation**、**計算実行 (Solve)**、**実行 (Run)** をクリックします。**実行 (Run)** ダイアログボックスが表示されます。
- 2 **実行 (Run)** をクリックして、計算を開始します。



- 2.26 GHz の Pentium M コンピュータで計算を実行すると、約 2 分かかります。

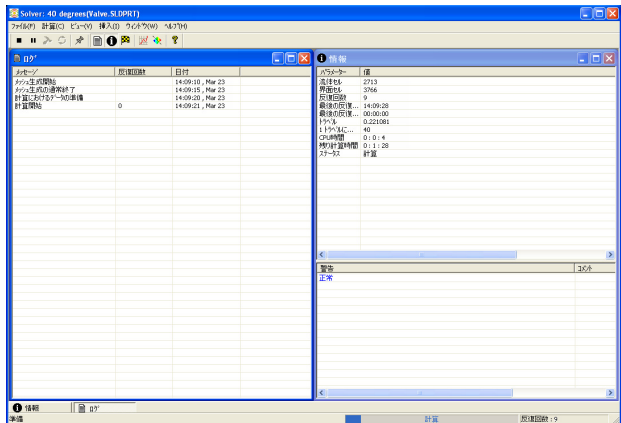
SolidWorks Flow Simulation は、結果レザリューションおよび形状レザリューションの設定に従って自動的に計算メッシュを生成します。メッシュは、計算領域を、セル（基本矩形のボリウムなど）に分割することにより作成されます。モデルジオメトリや流れフィーチャーが適切に解決するように、必要があればセルはさらに細分されます。このプロセスは、メッシュリファインメントと呼ばれます。 **メッシュ生成 (Mesh Generation)** ダイアログボックスでは、メッシュ生成中に現在のステッ



ソルバをモニタする

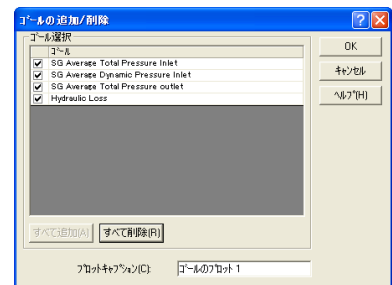
これは、ソリューションモニタダイアログボックスです。左側に、順次実行されたソリューションプロセスのログを参照できます。右側の情報ダイアログボックスには、メッシュに関する概要情報や解析中に発生する異常な問題に関する様々な警告があります。

計算中は、ゴール（ゴールプロット）の収束動作をモニタ、指定された平面（プレビュー）で現在の結果を表示、現在の反復（最小/最大表）で最小と最大パラメータを表示することができます。

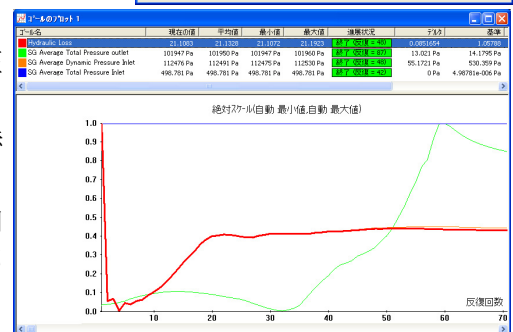


ゴール プロットを作成する

- 1 ソルバ ツールバーで、**ゴール プロットを挿入 (Insert Goal Plot)**  をクリックします。**ゴールの追加 / 削除 (Add/Remove Goals)** ダイアログボックスが表示されます。
- 2 **すべて追加 (Add All)** をクリックすることで、すべてのゴールをチェックした後、**OK** をクリックします。



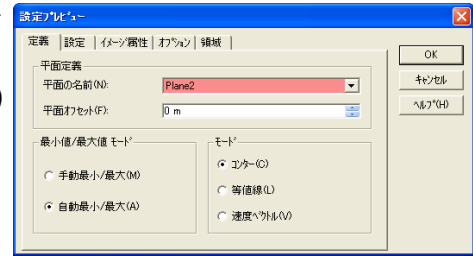
これは、ゴールプロットダイアログボックスです。現在値やパーセントで表された現在の進捗状況などの追加ゴールは、ウィンドウの最上部にすべてリストされています。進捗値は、推定値のみであり、通常（必ずというわけではないが）、時間が立つにつれて増加します。下には、すべてのゴールのグラフがあります。



収束は、反復プロセスです。各パラメータの条件によって、不連続な流れフィールドが発生します。各パラメータは、絶対安定値に達しない場合がありますが、繰り返しこの値の近似値を示します。COSMOSFloWorks がゴールの収束を解析する場合、前回の反復から計算した解析間隔で、ゴールの最大値-最小値の差として定義した分散を計算し、この分散を、独自に指定した、あるいは COSMOSFloWorks によって決定されたゴールの収束基準分散と比較します。振動が収束基準未満の場合は、ゴールは収束するようになります。

結果をプレビューする

- 1 計算が実行されている間にソルバ ツールバーの**プレビュー挿入 (Insert Preview)**  をクリックします。**設定プレビュー (Preview Settings)** ダイアログ ボックスが表示されます。



- 2 FeatureManager タブ  をクリックします。

- 3 Plane 2 を選択します。

このモデルでは、Plane 2 がプレビュー平面として使用するために適した選択です。プレビュー平面は、Feature Manager デザイン ツリーからいつでも選択することができます。

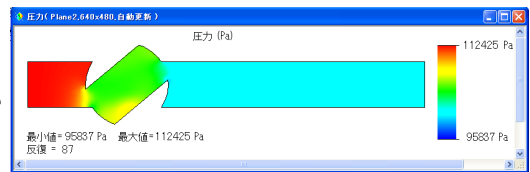


- 4 **OK** をクリックし、静圧分布のプレビュー プロットを表示します。

注記：設定プレビュー (Preview Settings) ダイアログ ボックスの**設定**

(Setting) タブでは、プレビュー平面に表示したいパラメータとパラメータ レンジ、および速度ベクトルに対する表示オプションを指定することが可能です。

プレビューでは、計算の実行中に、結果を見ることができます。これによって、すべて境界条件が正確に定義されているかどうか、またユーザーにとってソリューションが初期段階でどのように見えるかを判断できます。



実行の最初の段階では、結果が奇妙に見えたり、また不意に変化する場合もあります。しかし、実行が進むにつれて、これらの変更は減少し、結果は収束したソリューションに落ち着きます。結果は、コンター、等値線、またはベクトル表示のいずれかで表示できます。

注記： 静圧がバルブ内部の局部的領域で増加するのはなぜですか？ これは、この領域でバルブの壁に影響を与える流れが減速（小領域内で沈滞）するためです。流れの全圧は、この領域ではほとんど不変にもかかわらず、流れの動圧は部分的に静圧に転換されます。したがって、静圧は上昇することになります。

- 5 ソルバが終了したら**ファイル (File)**、**閉じる (Close)** をクリックしモニタを閉じます。

結果にアクセスする

対応する(+)記号をクリックし、プロジェクトツリーの結果フォルダを展開してください。

注記： ソルバが終了すると、結果は自動的にロードされます (**実行 (Run)** ウィンドウの**結果ロード (Load results)** チェックボックスが、選択解除されていない場合)。ただし、あらかじめ計算されたプロジェクトで作業する場合、**FloWorks**、**結果 (Results)**、**結果ロード / アンロード (Load/Unload Results)** をクリックして、結果を手動でロードしなければなりません。

一旦、計算が終了すれば、様々な方法で、グラフィックス領域内で直接保存された計算結果を表示することができます。また、カスタマイズされた方法でも可能です。結果フォルダには結果確認に使用可能ないくつかの機能が用意されています：断面プロット（パラメータ分布の断面図）、3Dプロファイルプロット（レリーフ表示の断面図）、サーフェスプロット（選択サーフェス上のパラメータ分布）、等値面、流跡線、粒子スタディ（粒子の軌跡）、XY プロット（カーブやエッジに沿ったパラメータ変化図）、ポイントパラメーター（特定の点におけるパラメータ取得）、サーフェスパラメーター（特定のサーフェスにおけるパラメータ取得）、ボリュームパラメーター（特定のボリュームにおけるパラメータ取得）、ゴール（指定されたゴールの計算中の変化）、レポート（MS Word フォーマットによるプロジェクトレポート出力）、アニメーション。

断面プロットを作成する

- 1 断面プロットアイコンを右クリックして、**挿入 (Insert)** を選択します。 **断面プロット (Cut Plot)** ダイアログ ボックスが表示されます。

断面プロットは、選択したビューセクションに、選択したパラメータの結果を表示します。ビューセクションを定義するには、SolidWorks 平面かモデルの平坦な面を使用できます（必要ならばさらにシフトを使って）。パラメータ値は、コンタープロット、等値線、ベクトルで表わしたり、あるいはそれらの組合せ（オーバーレイされたベクトルを持つコンターなど）で表わすことができます。



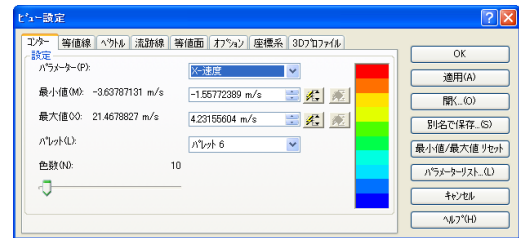
- 2 SolidWorks FeatureManager をクリックし、Plane2 を選択します。対応する名前が**選択 (Definition)** グループボックスの**断面もしくは平らな面 (Section plane/face)** リストに表示されます。
- 3 **断面プロット (Cut Plot)** PropertyManager で、**コンター (Contours)** の表示に加えて **ベクトル (Vectors)** を選択します。
- 4 **ベクトル (Vectors)** グループボックスでスライダを用いて、およそ **0.012 m** の **ベクトル間隔 (Vector Spacing)** を設定します。
- 5 **ビュー設定 (View Settings)** をクリックし、コンター プロットに表示されるパラメータを指定します。



注記：ビュー設定 (View Settings) ダイアログ ボックスの設定は、すべての断面プロット、サーフェスプロット、等値面および流跡線の特
定フィーチャーを参照します。これらの設定は、SolidWorks グラ
フィックス領域のアクティブなペインのみに適用されます。例え
ば、すべての断面プロットやサーフェスプロットのコンターは、
ビュー設定 (View Settings) ダイアログ ボックスで選択された同じ
物理的パラメータを表します。従って、各表示オプション（コン
ター、等値線、ベクトル、流跡線、等値面）の**ビュー設定 (View
Settings)** ダイアログ ボックスでは、表示された物理的なパラ
メータ、およびこのオプションを介して表示するのに必要な設定
を指定します。コンターの設定は、等値線、ベクトル、流跡線、
および等値面にも適用できます。

- 6 **コンター (Contours) タブのパラメータ**
**ー (Parameter) ボックスで、X- 速度 (X-
Velocity) を選択します。**

- 7 **OK** のクリックにより変更を保存し、**ビ
ュー設定 (View Settings) ダイアログ ボ
ックスを閉じます。**

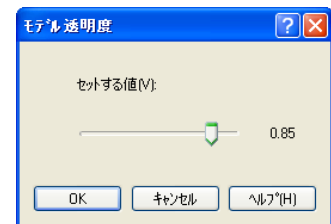


- 8  のクリックにより断面プロットを作成します。新たに断面プロット 1 のア
イテムが、SolidWorks Flow Simulation デザイン ツリーに表示されます。

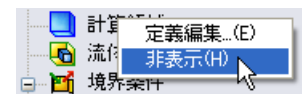
ただし、この断面プロットを通して見ることはできません。このプロットを確認
するには**Flow Simulation、結果 (Results)、表示 (Display)、モデル形状 (Geometry)**
をクリックすることによりモデルを非表示にします。これと同様の目的で
SolidWorks の標準的な**断面表示 (Section View)** やモデルの透明度を変更（次のス
テップを参照）することも可能です。

- 9 **Flow Simulation、結果、表示、形状**をクリックしてモデ
ルを表示します。**Flow Simulation、結果 (Results)、
表示 (Display)、透明度 (Transparency)** をクリックし、
スライダのドラッグによりおよそ **0.85** の値を設定し
ます。

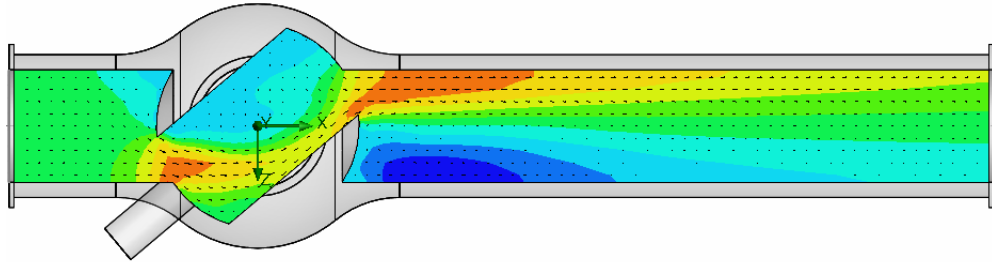
 をクリックします。



- 10 SolidWorks Flow Simulation デザイン ツリーで、計算領域ア
イコンを右クリックして、**非表示 (Hide)** を選択します。

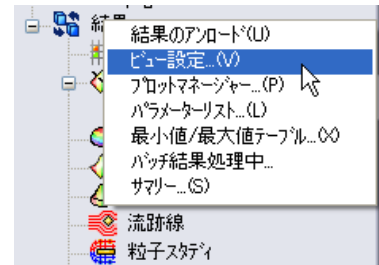


これで、速度のコンター プロットおよびプロットに投影された速度ベクトルを見ることができます。

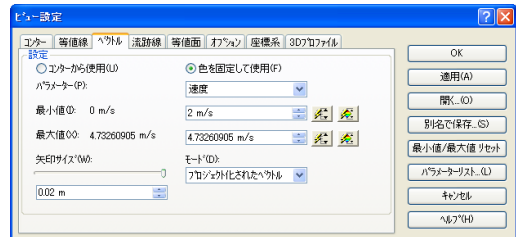


渦を詳しく見るためには、小さなベクトルを拡大します：

- 11 SolidWorks Flow Simulation デザインツリーで、結果アイコンを右クリックして、**ビュー設定 (View Settings)** を選択します。



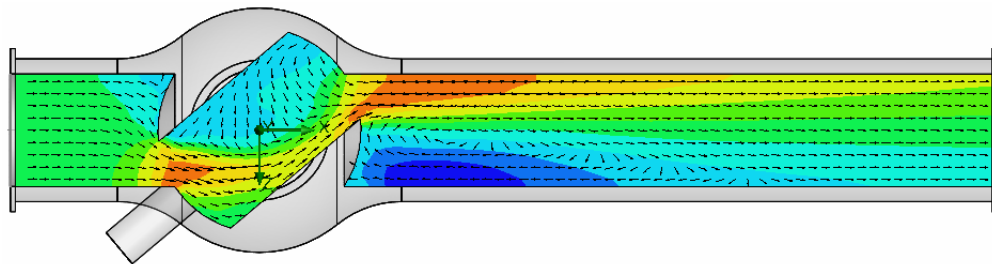
- 12 **ビュー設定 (View Settings)** ダイアログで **ベクトル (Vectors)** タブをクリックし、**矢印サイズ (Arrow size)** のボックスに **Arrow size** を入力します。



- 13 **最小値 (Min)** を、**2m/s** に変更します。

カスタムで **最小値 (Min)** を指定して、ベクトル長を変更し、指定された最小値未満である速度のベクトルを、最小に等しい速度のベクトルと同じ長さを持つようにします。これによって、低速度領域をより詳細に表示することが可能になります。

- 14 **OK** のクリックにより変更内容を保存し、**ビュー設定 (View Settings)** ダイアログボックスを終了します。直ちに、断面プロットが更新されます。

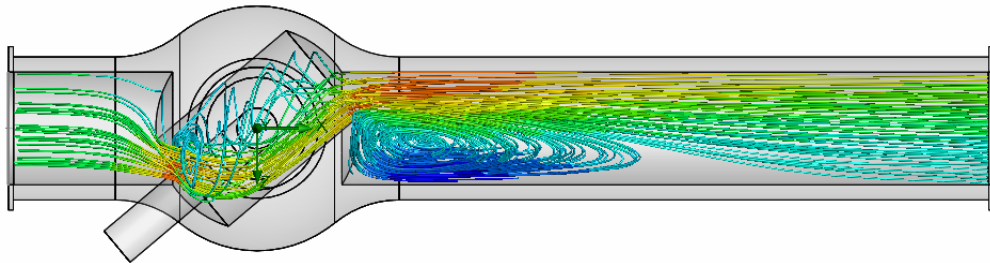


流跡線を表示する

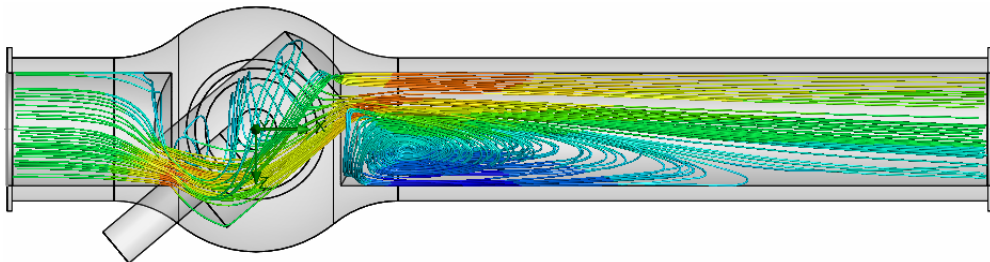
流跡線 (Flow trajectories) を使い、流れ ストリームラインを表示することができます。流れストリームラインは、流れ特性を非常に簡潔、明瞭に表示します。さらに、エクセルヘデータをエクスポートすることにより、各軌跡に沿ってパラメータがどのように変化するかが分かります。また、SolidWorks 参照カーブとして軌跡を保存することができます。

断面プロット 1 アイコンを右クリックして、**非表示 (Hide)** を選択してください。

- 1 流跡線アイコンを右クリックして、**挿入 (Insert)** を選択します。**流跡線 (Flow Trajectories)** ダイアログ ボックスが表示されます。
- 2 SolidWorks Flow Simulation デザイン ツリーで、静圧 1 アイテムをクリックして、Outlet Lid の内側の面を選択します。出口開口部から開始された軌跡によって、バルブ障害物の下流に発生する渦を詳しく見るすることができます。
- 3 軌跡線の数 (Number of trajectories) に **50** を設定します。
- 4 制約条件 (Constraints) タブをクリックして、軌跡線の**最大長さ (Maximum length)** を **2 m** に減らします。
- 5 **OK** をクリックして、軌跡を表示します。



断面プロットを用いて流跡線を表示したほうが良い場合もあります。この例で流跡線の表示に断面プロットを使用する場合は **Plane2** を使用してください。

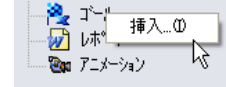


モデルを回転させると、渦の 3D 構成を詳細に確認できます。

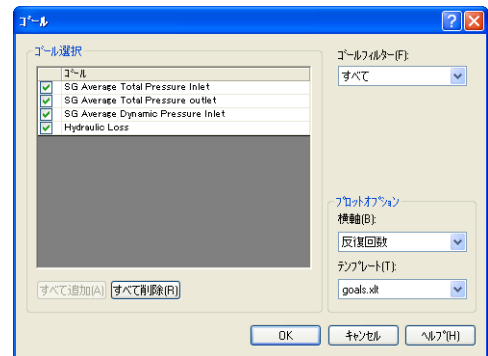
ゴールのプロットを作成する

ゴールのプロットによって、計算の際にゴール変更の検討ができます。SolidWorks Flow Simulation は、Microsoft Excel を使用し、ゴールプロット データを表示します。ゴールプロットは、それぞれ別のシートに表示されます。すべてのプロジェクトゴールの収束値は、自動的に作成された Excel ワークブックのサマリー (Summary) シートに表示されます。

- 1 SolidWorks Flow Simulation デザインツリーの結果の下にあるゴールアイコンを右クリックして、**挿入 (Insert)** を選択します。ゴール (Goals) ダイアログボックスが表示されます。



- 2 **すべて追加 (Add All)** をクリックします。
- 3 **OK** をクリックします。Excel のワークブック goals1 が作成されます。



このワークブックでは、ゴールの値が計算中にどのように変化したかが表示されます。サマリー (Summary) シートで、表示された全圧値を参照することができます。

Valve.SLDPRT [40 degrees]

ゴール名	単位	値	平均値	最小値	最大値	進展状況 [%]	収束に使用	データ	基準
SG Average Total Pressure	[Pa]	112270.2791	112275.2008	112268.6415	112294.8531	100	Yes	26.21163269	543.773162
SG Average Total Pressure	[Pa]	101968.6227	101976.6097	101968.6227	101996.0177	100	Yes	27.39501123	29.7282627
SG Average Dynamic Pres	[Pa]	498.7808697	498.7808697	498.7808697	498.7808697	100	Yes	0	4.9878E-06
Hydraulic loss	[]	20.65367186	20.64752624	20.62365726	20.66256681	100	Yes	0.03890955	1.076821

プロジェクトをクローンする

現在の計算では、バルブの油圧抵抗 ξ_v (障害物による) とチューブの油圧抵抗 (摩擦 ξ_f : $\xi = \xi_v + \xi_f$ による) の合計油圧抵抗 ξ が得られます。バルブの抵抗を得るには、取得されたデータから、同じ長さや同じ直径を持つ直線パイプの摩擦による全圧損失を差し引かなければなりません。そのためには、そのハンドルが 0° の角度で回されるボールバルブモデルで同じ計算を実行します。

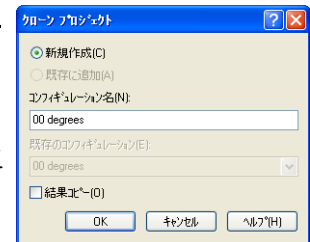
SolidWorks Flow Simulation の新規プロジェクトは3つの方法で作成できます：

- プロジェクトウィザードは、SolidWorks Flow Simulation プロジェクトを作成する最も簡単な方法です。プロジェクトウィザードを使うと、解析設定プロセスによってステップバイステップで作成できます。
- 異なった流れあるいはモデルのバリエーションを解析するための最も効率的な方法は、現在のプロジェクトをクローン (コピー) することです。新規のプロジェクトには、オプションによる結果設定など、クローンされたプロジェクトの設定がすべて含まれています。

- デフォルトテンプレートか、以前の SolidWorks Flow Simulation プロジェクトから作成されたカスタムテンプレートを使って、SolidWorks Flow Simulation プロジェクトを作成することができます。テンプレートには、一般的なプロジェクト設定（ウィザードや一般的な設定のみ指定する設定）のみであり、境界条件、ゴールなどの他のプロジェクトフィーチャーは含まれていません。

0° の新規の SolidWorks コンフィギュレーションを作成し、かつ 40° のプロジェクトと同じ条件を指定する最も簡単な方法は、既存の **40 project** のクローンを作ることです。

- 1 **Flow Simulation、プロジェクト (Project)、クローン プロジェクト (Clone Project)** をクリックします。
- 2 **新規作成 (Create New)** を選択します。
- 3 **コンフィギュレーション名 (Configuration name)** ボックスに 00 degrees と入力します。
- 4 **OK** をクリックします。



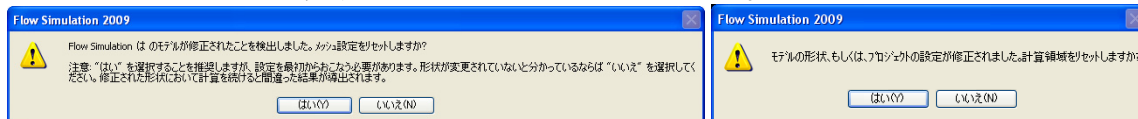
これで新しい Flow Simulation SolidWorks Flow Simulation プロジェクトが新規の 00 degrees コンフィギュレーションにアタッチされ、40 degrees プロジェクトからの設定がすべて継承されました。すべての入力データがコピーされるので、再定義する必要はありません。すべて変更は、古いプロジェクトおよびその結果に影響を与えずに、この新規のコンフィギュレーションに適用されます。

バルブの角度を変更する

- 1 SolidWorks の FeatureManager デザイン ツリーで Angle Definition フィーチャーを右クリックして、**フィーチャー編集 (Edit Feature)** を選択します。
- 2 **角度指定 (At angle)** ボックスに、**90** を入力します。
- 3 **OK**  をクリックします。



OK をクリックすると、2 つの警告メッセージが表示され、計算メッシュの再構築、および計算領域のリセットが求められます。

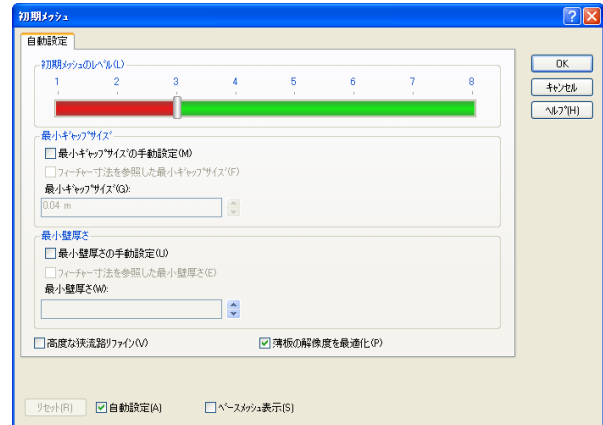


- 4 両方のメッセージに、**はい (Yes)** と答えます。

形状レゾリューションを変更する

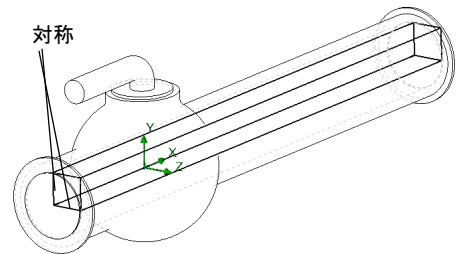
ゼロの角度では、ボールバルブはシンプルな直線パイプになるので、デフォルトギャップサイズ（パイプの直径に等しくなるように自動的に設定）より小さな**最小ギャップサイズ (Minimum gap size)** 値を設定する必要はありません（自動的なギャップサイズは、境界条件が設定されるフェースの特性サイズによって変わります）。より小さなギャップサイズを使うと、微細なメッシュが取得できますが、より多くの CPU 時間およびメモリが必要になることに注意してください。最も有効な方法でタスクを解決するには、タスクのための最適な設定を選択する必要があります。

- 1 Flow Simulation、初期メッシュ (Initial Mesh) をクリックします。
- 2 最小ギャップサイズの手動設定 (Manual specification of the minimum gap size) のチェックボックスを選択解除します。
- 3 OK をクリックします。



計算領域を変更する

直線パイプの対称性を利用して、計算のための CPU 時間およびメモリ要件を低減できます。流れは 2 方向で (Y と Z) で対称なので、モデルを 4 分の 1 「切断」し、対称面で対称性境界条件を使うことができます。この手順は必要ありませんが、効率的な解析には推奨されます。



注記： 流れが確実に対称な場合のみ、対称な条件を適用することができます。モデルおよび流入する流れが対称であっても、他の流れ領域の対称が保証されない場合があることに注意してください。ここでは、直線パイプの流れは対称なので、計算領域を低減することができます。

- 1 SolidWorks Flow Simulation デザイン ツリーで計算領域アイコン  を右クリックし、**定義編集 (Edit Definition)** を選択します。**計算領域 (Computational Domain)** ダイアログ ボックスが表示されます。

計算領域 (Computational Domain) ダイアログ ボックスでは、以下のことが実行できます：

- **計算領域 (Computational Domain)** のサイズ変更ができます。

- **対称 (Symmetry)** 境界条件を適用できます。流れ対称は、指定された**対称 (Symmetry)** を持つ計算領域境界として利用することができます。この場合、計算領域境界は流れ対称と一致しなければなりません。
- **2D 平面流れ (2D plane flow)** を指定します。流れが確実に 2D 平面流れであれば、デフォルト 3D 解析から 2D 平面流体解析まで計算領域を再定義することができます。また、それによって、メモリと CPU 時間の要件を低減できます。2D 平面の解析をアクティブにするには、**境界条件 (Boundary Condition)** タブの **2 次元流れ (2D plane flow)** を選択してください。

- 2 **Y 最小値 (Y min)** ボックスに **0** を入力します。
- 3 **Z 最小値 (Z min)** ボックスに **0** を入力します。
- 4 **境界条件 (Boundary Condition)** タブをクリックします。



- 5 **Y 最小値 (At Y min)** と **Z 最小値 (At Z min)** リストで、**対称 (Symmetry)** を選択します。
- 6 **OK** をクリックします。
- 7 **Flow Simulation**、**計算実行 (Solve)**、**実行 (Run)** をクリックします。次に、**実行 (Run)** をクリックして計算を開始します。



バルブの油圧損失を取得する

計算終了後、モニタ ダイアログ ボックスを閉じて、新規に取得し結果でゴールプロットを作成してください。

Valve.SLDPRT [00 degrees]

	単位	値	平均値	最小値	最大値	進展状況 [%]	収束に使用	テラ	基準
SG Average Total Pressure	[Pa]	101905.9009	101913.4966	101905.9009	101940.1773	100	Yes	34.27637043	149.659287
SG Average Total Pressure	[Pa]	101811.8221	101811.9443	101810.101	101812.656	100	Yes	2.554935328	2.91454975
SG Average Dynamic Pres	[Pa]	489.8708697	498.7808697	498.7808697	498.7808697	100	Yes	0	4.9678E-06
Hydraulic loss	[]	0.188617473	0.20360104	0.188617473	0.26078832	100	Yes	0.072170847	0.29934704

これで、ハンドルが 40° の角度で回った場合の、ボールバルブのバルブの油圧損失を計算することができます。パラメータの定常値をより正確に決定するには、平均値 (Averaged Value) の列にある解析間隔の平均値を使用します。

全油圧損失 (40 度)	摩擦損失 (0 度)	バルブの損失
20.6	0.20	20.4

作業内容を保存し、SolidWorks を終了する

- 1 標準ツールバーの  をクリック、または**ファイル (File)**、**保存 (Save)** をクリックします。
- 2 メインメニューから**ファイル (File)**、**終了 (Exit)** をクリックします。

5 分間テスト — 答え

- 1 SolidWorks Flow Simulation とは？

答え：SolidWorks Flow Simulation は、SolidWorks に完全統合された流体および伝熱解析ソフトウェアです。

- 2 SolidWorks Flow Simulation セッションを開始するにはどうしたらいいですか？

答え：Windows タスクバーで、**スタート (Start)**、**すべてのプログラム (All Programs)**、**SolidWorks**、**SolidWorks アプリケーション**をクリックします。SolidWorks アプリケーションが開始されます。

- 3 流体解析とは何ですか？

答え：流体解析とは、流体がどのようにデバイスの設計やパフォーマンスに影響を及ぼすか、あるいはデバイスがどのように流体パラメータに影響を及ぼすかをシミュレーションするプロセスです。

- 4 解析はなぜ重要ですか？

答え：解析によって設計を理解したり、改善ができます。また、従来の設計サイクルを短くすることにより時間と費用を節約できます。

- 5 通常、どのような解析が SolidWorks Flow Simulation の内部流体解析としては一般的ですか？

答え：代表的な内部解析は、流体がモデル入口から入り、出口を通過してモデルを出るときの解析です。

- 6 SolidWorks Flow Simulation 内部解析の特定の要件は何ですか？

答え：SolidWorks Flow Simulation 内部解析では、モデルは完全に閉じていなければなりません。

- 7 どのようにしてモデルが閉じていることを確認できますか？

答え：**形状チェック (Check Geometry)** ツールを使用して、モデルの内部ボリュームを計算することができます。ボリュームがゼロの場合は、モデルは閉じていません。

- 8 なぜ、ボールバルブ モデル開口部にふたを追加することが必要ですか？

答え：ふたによって、内部解析用に閉じられたモデルが作成されます。ふたの上に、入口と出口の境界条件を適用しなければなりません。

- 9 SolidWorks Flow Simulation での解析を始める最初のステップは何ですか？

答え：SolidWorks Flow Simulation 解析を開始する最初のステップは、SolidWorks Flow Simulation プロジェクトを作成することです。

- 10 どのようにして、SolidWorks Flow Simulation プロジェクトを作成できますか？

SolidWorks Flow Simulation プロジェクトは、以下の 3 つの方法のいずれかで作成することができます：

- ・ プロジェクト ウィザードを使用する
- ・ テンプレートを使用する
- ・ 既存のプロジェクトをクローンする

11 どのようにプロジェクトの流体を指定しますか？

答え：プロジェクトの流体を指定するためには、**ウィザード (Wizard)**（または、**一般設定 (General Settings)**）ダイアログ ボックスの、SolidWorks Flow Simulation エンジニアリング データベースの流体リストから流体を選択してください。

12 ユーザーは、1m/s の速度でモデルに入る流体をどのように定義しますか？

答え：以下を実行します：

- SolidWorks Flow Simulation デザイン ツリーで境界条件 アイテムを右クリックし、**境界条件の挿入 (Insert Boundary Condition)** を選択する
- 入口開口部のサーフェスを選択する
- **流入速度 (Inlet Velocity)** 境界条件タイプを選択する
- **流れパラメーター (Flow Parameters)** の下の、**面に垂直な速度 (Velocity Normal to Face)** を **1m/s** に設定する
- **OK** をクリックします。

13 モデルには、ミラー対称性があります。モデルの対称面で、対称性境界条件を使用してもいいですか？

答え：いいえ。流れが対称な場合のみ、対称条件は適用されなければなりません。モデルのジオメトリックな対称は、必ずしも流れも対称であるという意味ではありません。

14 どのように 2D XY 平面流体解析を定義しますか？

答え：2D XY 平面流体解析を定義するには：

- SolidWorks Flow Simulation デザイン ツリーで、計算領域 (Computational Domain) アイコンを右クリックして、**定義編集 (Edit Definition)** を選択する。
- **境界条件 (Boundary Condition)** タブをクリックします。
- **2D 平面流れ (2D plane flow)** の下の、**XY 平面流れ (XY plane flow)** を選択する。
- **OK** をクリックします。

15 計算を開始するプロジェクト ゴールを指定することが必要ですか？

答え：いいえ

16 計算を開始するにはどうしますか？

答え：**Flow Simulation**、**計算実行 (Solve)**、**実行 (Run)** をクリック、次に**実行 (Run)** をクリックする

17 事前に計算されたプロジェクトで作業する場合、結果情報を表示する前に先ず何が必要ですか？

答え：最初のアクションは、結果をロードすることです。

18 SolidWorks Flow Simulation で、計算結果を表示するには、どんな表示フィーチャーが利用できますか？

答え：

- 断面プロットおよびサーフェス プロット（コンター、等値線、ベクトル）。
- 3D- 輪郭のプロット。
- XY プロット。
- 等値面。
- 流跡線および粒子軌跡。
- 点パラメータ、サーフェス パラメータ、およびボリューム パラメータ。
- ゴール プロット。
- MS Word レポート。
- 結果のアニメーション。

19 定常非圧縮性流体に対する全圧値を、どのように計算することができますか？

答え：定常非圧縮性流体については、全圧は、静圧と水頭の和として計算することができます。

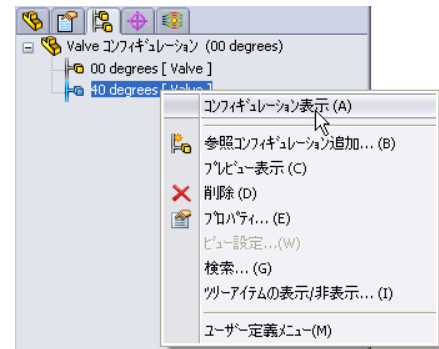
20 パイプにおける障害物の完全な油圧抵抗（損失）の定義は何ですか？

答え：油圧抵抗（損失）とは、障害物の上流の全圧力と、障害物の下流の全圧力との差を入れて来る水頭で除したものです。

クラス ディスカッションで — 入口の境界条件の変更

Valve.SLDPRT という部品を開きます。
40 degrees のコンフィギュレーションをアクティブにします：

- 1 ConfigurationManager アイコン  タブをクリックします。
- 2 SolidWorks の ConfigurationManager で、40 degrees アイテムを右クリックし、**コンフィギュレーション表示 (Show Configuration)** を選択します。



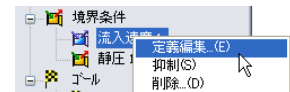
入口開口部で 19kg/s の質量流量を指定して、完全（摩擦損失は含まれる）油圧損失を計算するように受講者に求めてください。

答え

19kg/s の質量流量を指定するには、以下を実行します：

19kg/s の流入質量流量を指定する

- 1 SolidWorks Flow Simulation デザイン ツリーで、流入速度 1 アイコンを右クリックして、**定義編集 (Edit Definition)** を選択します。



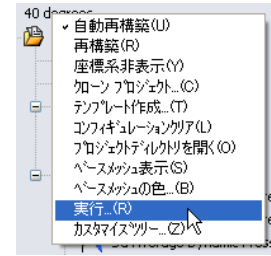
境界条件 (Boundary Condition) ダイアログ ボックスが表示されます。

- 2 **境界条件のタイプ (Type of Boundary Condition)** リストで、**流入質量流れ (Inlet Mass Flow)** を選択します。
- 3 **流れパラメーター (Flow Parameters)** の下の **面に垂直な質量流量 (Mass Flow Rate Normal to Face)** に **19 kg/s** を設定します。
- 4  をクリックします。

作成した定義によって、この開口部では、毎秒 19 キログラムの水がバルブに流れることになりました。質量保存の法則により、出口での質量流量を指定する必要はありません；入口での質量流量は出口での質量流量と等しくなります。

解析を実行し全油圧損失を取得する

- 1 Flow Simulation デザイン ツリーで、40 degrees のアイコンを右クリックし**実行 (Run)**を選択するか、あるいは**Flow Simulation**、**計算実行 (Solve)**、**実行 (Run)**をクリックします。
- 2 **新規計算 (New Calculation)**を選択し**実行 (Run)**をクリックします。計算が開始されます。計算が終了したら**ソルバモニタ (Solver Monitor)** ダイアログ ボックスを閉じます。



注記： 新規の結果を取得するには、モデルを再メッシュする必要はありません。

- 3 結果フォルダの下にあるゴールアイコンを右クリックし、**挿入 (Insert)**を選択します。**ゴール (Goals)** ダイアログ ボックスが表示されます。
- 4 **すべて追加 (Add All)** をクリックします。
- 5 **OK** をクリックします。Excel のワークブックが作成されます。

Valve.SLDPRT [40 degrees]

ゴール名	単位	値	平均値	最小値	最大値	進展状況 [%]	収束に使用	デフォルト	基準
SG Av Total Pressure Inlet	[Pa]	146224.536	146196.9807	146147.857	146224.536	100	はい	76.67908563	2261.201662
SG Av Total Pressure Outlet	[Pa]	103951.5787	103986.5777	103951.5787	104064.4597	100	はい	112.8809859	125.5495687
SG Av Dynamic Pressure II	[Pa]	2021.966588	2021.966588	2021.966588	2021.966588	100	はい	0	2.02197E-05
Hydraulic Loss	[]	20.90685254	20.87591517	20.83546984	20.90685254	100	はい	0.060363803	1.104197034

追加課題 — ジオメトリを変更する

ハンドル角度を 30 度に変更し、このボールバルブの全油圧損失を計算するように受講者に求めます。

答え

- FeatureManager タブ  をクリックします。
- 平面アイテムの Angle Definition を右クリックして、**フィーチャー編集 (Edit Feature)** を選択します。
- **角度指定** プロパティに **60** を設定します。
-  をクリックします。
-  をクリックした後に表示される各メッセージに対して **はい (Yes)** を選択します。
- ConfigurationManager タブ  をクリックし、40 degrees のコンフィギュレーション名を 30 degrees に変更します。
- **Flow Simulation**、**計算実行 (Solve)**、**実行 (Run)** をクリックします。ソルバが開始します。
- 計算終了後、**ファイル (File)**、**閉じる (Close)** をクリックし、ソルバモニタ ダイアログ ボックスを閉じます。
- Flow Simulation デザイン ツリーで  タブをクリックします。
- SolidWorks Flow Simulation デザイン ツリーの結果の下にあるゴール アイコンを右クリックして、**挿入 (Insert)** を選択します。**ゴール (Goals)** ダイアログ ボックスが表示されます。
- **すべて追加 (Add All)** をクリックします。
- **OK** をクリックします。Excel のワークブックが作成されます。



Valve.SLDPRT [30 degrees]

	単位	値	平均値	最小値	最大値	進展状況 [%]	収束に使用	デルタ	基準
SG Average Total Pressure	[Pa]	117098.6995	117114.1858	117091.1756	117131.3438	100	Yes	39.06136648	648.640534
SG Average Total Pressure	[Pa]	103535.7298	103545.5795	103535.7298	103570.9565	100	Yes	35.22669215	37.9999582
SG Average Dynamic Pres	[Pa]	2009.462517	2009.462517	2009.462517	2009.462517	100	Yes	0	2.01E-05
Hydraulic loss	[J]	6.748543456	6.751348097	6.74433195	6.761125604	100	Yes	0.016793655	0.31521561

油圧損失は、40 degrees のバルブと比較するとはるかに低くなります。

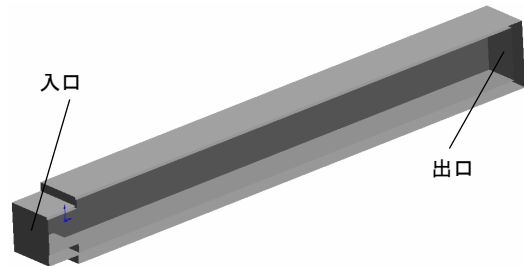
課題とプロジェクト — 急激な膨張による油圧損失

ボールバルブを流れる際に、流体には2つの急激な収縮、および2つの急激な膨張が起きます。SolidWorks Flow Simulation を使い、急激な膨張を持つ簡単な2D 流路の油圧損失を計算します。

作業手順

- 1 SolidWorks Curriculum_and_Courseware_2010 フォルダの対応するサブフォルダにある Bilateral expansion channel.sldprt ファイルを開きます。

モデルはシェルになっており、完全に閉じられます（右図の正面は透明になっており、結果を表します）。したがって、ふたを作成する必要はありません。



簡単に選択するには、**ツール (Tools)、オプション (Options)** のクリックにより表示される **システム オプション (System Options)** ダイアログボックスにある **表示 / 選択 (Display/Selection)** ページで、**透明度のある表示で選択を有効にする (Enable selection through transparency)** オプションが有効になっていることを確認してください。

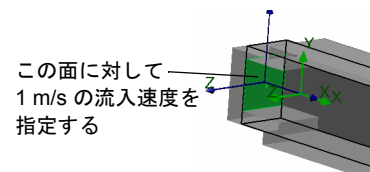
- 2 **ウィザード (Wizard)** で **結果レゾリューション (Result Resolution)** レベルに **5** を設定した、内部水解析のための SolidWorks Flow Simulation プロジェクトを作成します。他の設定はすべてデフォルトのままです。

答え : 以下を実行します :

- **Flow Simulation、プロジェクト (Project)、ウィザード (Wizard)** をクリックします。
- コンフィギュレーション名を入力し、**次へ (Next)** をクリックします。
- **次へ (Next)** をクリックして、デフォルトの **SI** 単位系を受け入れます。
- **次へ (Next)** をクリックして、**内部流れ (Internal)** の解析タイプを受け入れます。
- **液体 (Liquid)** で **水 (Water)** を選択し、**次へ (Next)** をクリックします。
- **次へ (Next)** をクリックし、デフォルトである **0** の **ラフネス (Roughness)** と **断熱壁 (Adiabatic wall)** を受け入れます。
- **次へ (Next)** をクリックして、デフォルトの初期条件を受け入れます。
- **結果レゾリューション (Result resolution)** スライダーを **5** に移動し、**終了 (Finish)** をクリックします。

- 3 1m/s の速度の水が入口開口部からモデルに入るように指定します。この場合、入って来る水の質量流量はいくらですか。

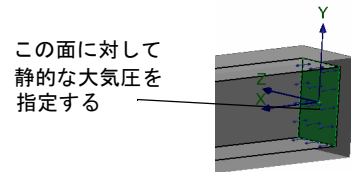
答え : 以下を実行します :



- Flow Simulation デザイン ツリーで  タブをクリックします。
 - Flow Simulation デザイン ツリーで境界条件アイテムを右クリックし、**境界条件の挿入 (Insert Boundary Condition)** を選択します。
 - 入口開口部の面（緑）を選択します。
 - **タイプ (Type)** から、**流入速度 (Inlet Velocity)** を選択します。
 - **流れパラメーター (Flow Parameters)** の下にある**面に垂直な速度 (Velocity Normal to Face)**  に **1m/s** を入力します。それは、質量流量 9.98kg/s の指定と等しいことに注意してください： $\dot{m} = \rho VA = 998.15 \times 1 \times 0.01$ 。
 -  をクリックします。
- 4 水は、静的な大気圧領域への出口開口部から、モデルを出るように指定します。静的な周囲の大気圧の Pa の値はいくつですか？

答え：以下を実行します：

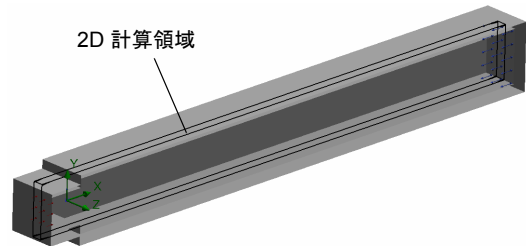
- Flow Simulation デザイン ツリーで境界条件アイテムを右クリックし、**境界条件の挿入 (Insert Boundary Condition)** を選択します。
- 出口開口部の面（緑）を選択します。
- **タイプ (Type)** の下にある**圧力開口部 (Pressure Openings)**  をクリックし、**静圧 (Static Pressure)** を選択します。デフォルト静圧値は、101325pa の静的な大気圧であることに注意します。
-  をクリックします。



- 5 2D XY 平面流量解析を指定します。

答え：以下を実行します：

- Flow Simulation デザイン ツリーで、計算領域アイテムを右クリックして、**定義編集 (Edit Definition)** を選択します。
- **境界条件 (Boundary Condition)** タブをクリックします。
- **2次元流れ (2D plane flow)** に対して **XY - 平面流れ (XY plane flow)** を選択します。
- **OK** をクリックします。



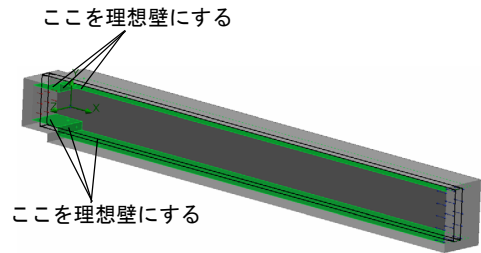
急激に膨張する渦領域下流の渦によって生まれた流出エネルギーにより、急激な膨張を持つ流路は、流れに対して油圧抵抗が発生することが流体力学では知られています。また、これらの領域によって、壁面摩擦で生じた油圧抵抗は通常増加します。

急激な膨張のみにより油圧抵抗を検討するには、計算によって、流路の实在壁を、SolidWorks Flow Simulation の「理想壁」境界条件オプションと交換します。このオプションでは断熱摩擦がない壁を適用します。その結果、あらゆる壁面摩擦がなくなります（もちろん、これは計算上で行うことが可能であり、それは物理的な実験において不可能です）。この解析では、生成された渦、また急激な膨張による油圧抵抗に対する壁面摩擦の影響は無視されます。

- 6 流路の壁で、理想壁の境界条件を指定します。

答え：以下を実行します：

- Flow Simulation デザイン ツリーで境界条件 アイテムを右クリックし、**境界条件の挿入 (Insert Boundary Condition)** を選択します。
- 緑色で表示された、6 つの流路の壁を選択する。
- **タイプ (Type)** の下にある **壁面 (Wall)**  をクリックし、**理想壁 (Ideal Wall)** を選択します。
-  をクリックします。



- 7 入口に全圧および動圧サーフェスのゴールを指定します。

答え：以下を実行します：

- Flow Simulation デザイン ツリーでゴール アイコンを右クリックし、**サーフェスゴールの挿入 (Insert Surface Goal)** を選択します。
- 流入速度 1 アイテムをクリックします。
- **パラメーター (Parameter)** の下にある **全圧 (Total Pressure)** と **動圧 (Dynamic Pressure)** の列を確認し、両方の **平均 (Av)** の列をチェックします。
-  をクリックします。

- 8 出口に全圧サーフェスのゴールを指定します。

答え：以下を実行します：

- Flow Simulation デザイン ツリーでゴール アイコンを右クリックし、**サーフェスゴールの挿入 (Insert Surface Goal)** を選択します。
- 静圧 1 アイテムをクリックします。
- **パラメーター (Parameter)** の下にある **全圧 (Total Pressure)** の列を確認し、**平均 (Av)** の列をチェックします。
-  をクリックします。

- 9 全油圧損失を計算する方程式ゴールを指定します。

答え：以下を実行します：

- Flow Simulation デザイン ツリーでゴール アイコンを右クリックし、**方程式ゴールの挿入 (Insert Equation Goal)** を選択します。
- 左括弧ボタン **(**  をクリックします。
- ゴールの一覧から SG 平均全圧 1 のゴール名をダブルクリックします。
- マイナス ボタン **-**  をクリックします。
- ゴールの一覧から SG 平均全圧 2 のゴール名をダブルクリックします。
- 右括弧ボタン **)**  とスラッシュ ボタン **/**  をクリックします。

- ・ ゴールの一覧から SG 平均動圧 1 のゴール名をダブルクリックします。
- ・ **次元 (Dimensionality)** リストで、**単位なし (No units)** を選択します。
- ・ **OK** をクリックします。

10 計算を実行します。

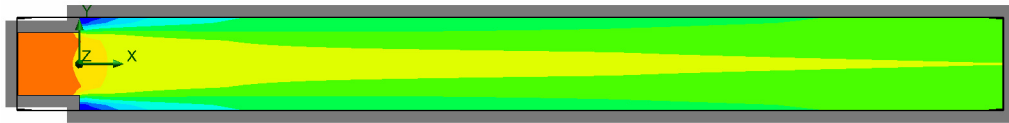
答え: 以下を実行します:

- ・ **Flow Simulation**、**計算実行 (Solve)**、**実行 (Run)** をクリックします。
- ・ **実行 (Run)** をクリックします。ソルバが開始します。
- ・ 計算が終了したら**ファイル (File)**、**閉じる (Close)** をクリックし**ソルバモニタ (Solver Monitor)** ダイアログ ボックスを閉じます。

11 流路に沿って速度分布をプロットします。

答え: 以下を実行します:

- ・ 断面プロットアイコンを右クリックし、**挿入 (Insert)** を選択します。
- ・ **断面プロット (Cut Plot)** PropertyManager で、**ビュー設定 (View Settings)** をクリックします。
- ・ **ビュー設定 (View Settings)** ダイアログ ボックスの**パラメーター (Parameter)** で**速度 (Velocity)** を選択します。
- ・ **OK** をクリックします。
- ・ **OK** をクリックします。



12 方程式ゴール平均値を表示し、モデルの急激な膨張によって発生した油圧損失を取得します。

答え: 以下を実行します:

- ・ ゴールアイコンを右クリックし、**挿入 (Insert)** を選択します。
- ・ **ゴール選択 (Select Goals)** の一覧から方程式ゴール 1 を選択します。
- ・ **OK** をクリックします。Excel のワークブック goals1 が作成されます。
- ・ goals1 ワークブックに切り替えて、ゴールの値を確認してください。

Bilateral expansion channel.SLDPRT [Default (1)]

	単位	値	平均値	最小値	最大値	進展状況 [%]	収束に使用	デルタ	基準
Equation Goal 1		0.117284739	0.119232491	0.117284739	0.12329361	100	Yes	0.005307301	0.00741514

Lesson 1 用語に関するワークシート — 答え

名前： _____ クラス： _____ 日付： _____

空白に該当する言葉を記載してください

- 1 SolidWorks Flow Simulationによって解かれた流体方程式：**k-ε 乱流モデルを使用する時間依存のレイノルズ平均 3D ナビエ - ストークス方程式**
- 2 SolidWorks Flow Simulation を使ってこれらの方程式を計算する手法：**有限ボリューム法**
- 3 SolidWorks Flow Simulation によって時間依存の問題を解くために使用された方法：**ローカル タイム ステップを使用する定常的な方法**
- 4 モデルを細分化するプロセス：**メッシング**
- 5 ソリッド / 流体インターフェースあるいはソリューション動作を解決するためにより小さくメッシュセルを分割：**メッシュリファインメント**
- 6 SolidWorks Flow Simulation プロジェクトで、ユーザーが流れパラメータの収束を追跡できるフィーチャー：**ゴール**
- 7 ソリッドの温度計算を始めるために、SolidWorks Flow Simulation で選択しなければならないフィジカル フィーチャー：**ソリッドの伝熱**
- 8 時間依存の解析を行うために、SolidWorks Flow Simulation で選択しなければならないフィジカルフィーチャー：**時間依存**
- 9 かなりの超音速領域で流れを計算するために、SolidWorks Flow Simulation で選択しなければならないフィジカル フィーチャー：**高いマッハ数の流れ**
- 10 熱対流や、無重量状態ではない低速度流れ中の混合流体を適切に計算するために、SolidWorks Flow Simulation で選択しなければならないフィジカルフィーチャー：**重力効果**
- 11 計算領域で任意の流れ乱流を完全に抑制するために、SolidWorks Flow Simulation で選択しなければならないフィジカル フィーチャー：**層流**
- 12 流量に対する抵抗分布を指定する SolidWorks Flow Simulation のアプローチ：**ポアラスメディア**
- 13 粘性が流れ速度勾配に依存する液体：**非ニュートン液体**

Lesson 1 テスト — 答え

名前： _____ クラス： _____ 日付： _____

指示：以下の質問に対し、正しい答え（複数の場合もあり）を記入しなさい。

- 1 SolidWorks Flow Simulation 内部解析の特定の要件は何ですか？

答え：SolidWorks Flow Simulation 内部解析では、モデルは完全に閉じていなければなりません。

- 2 万一、デザインで使用する流体がエンジニアリング データベースに定義されていなかったらどうしますか？

答え：エンジニアリング データベースに独自の流体を指定することができます。

- 3 プロジェクトでゴールを指定する理由は何ですか？

答え：物理的なパラメータとしてゴールを指定すると、より信頼できる結果を得ることができ、さらにこれらのパラメータ値が計算内に収束することが保証されます。

- 4 適切な最小のギャップサイズを指定することは、なぜ重要ですか？

答え：適切に指定された最小ギャップサイズによって、少流量が流れる場合の適切なセル解像度が管理され、結果の精度の改善が行われます。

- 5 ユーザーは、静的な大気圧でモデルを出る流体をどのように定義しますか？

答え：以下を実行します：

- Flow Simulation デザイン ツリーで境界条件アイテムを右クリックし、**境界条件の挿入 (Insert Boundary Condition)** を選択します。
- 出口開口部フェースを選択します。
- 境界条件の基本セットの中から**圧力開口部 (Pressure Openings)** を選択します。
- **静圧 (Static Pressure)** を選択します。
- **静圧 (Static pressure)** に **101325 Pa** を指定し、**OK** をクリックします。

- 6 結果を取得したら、境界条件の値を変更した後に再計算します。計算メッシュを再生成しなければなりませんか？

答え：いいえ。この場合は、メッシュが変化しないので必要ではありません。

- 7 計算中に、中間結果を取得することができますか？

答え：はい。計算中に、現在の結果のセクション プロットを表示し、ゴール収束をモニタし、最小と最大パラメータの値を表示することができます。

- 8 どのように結果をロードしますか？

答え：Flow Simulation デザイン ツリーで結果アイコンを右クリックして**結果ロード (Load Results)** を選択するか、あるいは**Flow Simulation、結果 (Results)、結果ロード / アンロード (Load/Unload Results)** をクリックします。

- 9 ゴールを指定しました。計算終了後、どのようにゴールの値を見ることができますか？

答え：計算終了後に、ゴールの値を見るには、**ゴールプロット (Goal Plot)** を作成する必要があります：

- Flow Simulation デザイン ツリーのゴールアイコンを右クリックし、**挿入 (Insert)** をクリックします。**ゴール (Goals)** ダイアログ ボックスが表示されます。
- **ゴール (Goals)** ダイアログ ボックスでゴール名を選択し、**追加 (Add)** をクリックします。
- **OK** をクリックします。

- 10 対称条件はいつ適用することができますか？

答え：流れが対称な場合、対称条件を適用できます。

- 11 パイプラインの油圧損失を引き起こすものは何ですか？

答え：油圧損失は、（障害物、流れパスの変更、ベンドなどを原因とする）流れ流れの摩擦や変形によって発生します。

レッスンのまとめ

- SolidWorks Flow Simulation は、SolidWorks に完全統合された流量と伝熱解析ソフトウェアです。
- 解析によって設計を理解したり改善ができます。また、従来の設計サイクルを短くすることにより時間と費用を節約ができます。
- SolidWorks Flow Simulation によって、流体力学と伝熱の広範囲で複雑な問題を解析することができます：2次元と3次元の解析；内部流れや外部流れ；定常の流れと非定常の流れ；圧縮不可能な液体流れと圧縮可能な液体流れ；音速以下、遷音速および超音速形態などのガス流れ；流体とソリッド内、およびそれらの間の伝熱；非ニュートン液体（層流のみ）；層流、乱流、および一過性流れ；渦流れやファン；多種流れ；重力効果の流れ（浮力効果とも言う）；ポーラスメディア；ソリッド微粒子をもつ流量；粗い壁；サーフェス-サーフェス放射。
- 代表的な内部解析は、モデル入口から入り、出口を通してモデルを出る流体で定義されます。
- SolidWorks Flow Simulation の内部流体解析を実行するステップは以下のとおりです：
 - ・ モデルの入口と出口の開口部をふたで閉じる
 - ・ プロジェクトを作成する
 - ・ 境界条件を指定する
 - ・ ゴールを指定する
 - ・ 必要に応じてジオメトリレゾリューションを調整する
 - ・ 計算を実行する
 - ・ 結果を得る
- ゴールは、ユーザーにとっては関心がある物理的なパラメータです。ゴールの設定というのは、ソリューションを達成するために SolidWorks Flow Simulation の時間を削減する方法、および解析から得ることを SolidWorks Flow Simulation に伝える方法のことです。各ゴールの値の収束履歴を計算によって確認することができるため、ゴールによって、より信頼できる結果を得ることができます。
- 計算領域は、計算が実行される領域です。計算領域は、小さな矩形のボリューム（セル）に分割されます。このプロセスは、メッシングと呼ばれます。モデルジオメトリや流れフィーチャーが適切に解決するように、メッシュセルは、より小さな矩形のセルへ細分されます。
- セル中心の有限ボリューム (FV) 法は、ローカルでリファインされた矩形のメッシュ上で、支配方程式の保守的近似値を取得するために使用されます。