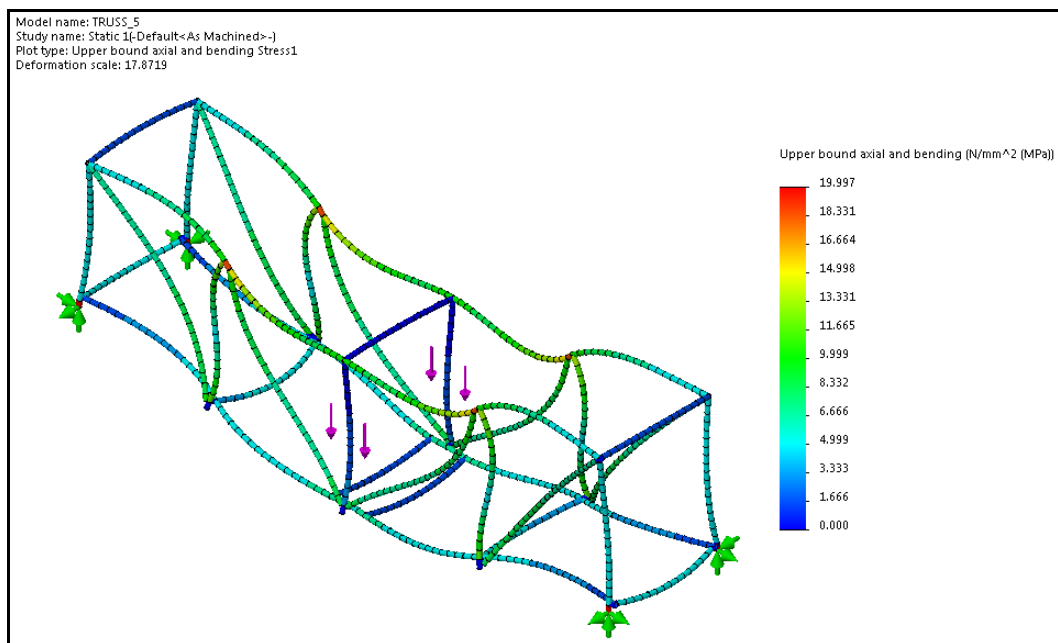


Bridge Design Project



本社

Dassault Systèmes SolidWorks Corporation
175 Wyman Street
Waltham, MA 02451 USA
Phone: +1-781-810-5011
Email: generalinfo@solidworks.com

日本本社

SolidWorks Japan K.K.
〒 141-6020 東京都品川区大崎
2-1-1 ThinkPark Tower
Phone : +81-3-4321-3600
Email: info@solidworks.co.jp

大阪オフィス

SolidWorks Japan K.K.
〒 530-0001
大阪市北区梅田 3-3-20
明治安田生命大阪梅田ビル 12F
Phone : +81-6-7730-2702
Email : info@solidworks.co.jp

© 1995-2013, Dassault Systèmes SolidWorks Corporation, a Dassault Systèmes S.A. company, 175 Wyman Street, Waltham, Mass. 02451 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く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 の明示的な書面上の許可なしにその目的、方法に関わりなく、電子的にまたは手動により複製、頒布することはできません。

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、使用許諾契約に規定されており、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、保証を含め使用許諾契約のいかなる条件の変更、あるいは補完をも意味するものではありません。

特許に関する注記

SOLIDWORKS® 3D mechanical CAD software is protected by U.S. Patents 5,815,154; 6,219,049; 6,219,055; 6,611,725; 6,844,877; 6,898,560; 6,906,712; 7,079,990; 7,477,262; 7,558,705; 7,571,079; 7,590,497; 7,643,027; 7,672,822; 7,688,318; 7,694,238; 7,853,940; 8,305,376, and foreign patents, (e.g., EP 1,116,190 B1 and JP 3,517,643).

eDrawings® software is protected by U.S. Patent 7,184,044; U.S. Patent 7,502,027; and Canadian Patent 2,318,706.

U.S. and foreign patents pending.

SOLIDWORKS の製品およびサービスの商標と製品名

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

CircuitWorks, FloXpress, PhotoView 360, および TolAnalyst は DS SolidWorks の商標です。

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

SOLIDWORKS 2014, SOLIDWORKS PDM Professional, SOLIDWORKS Workgroup PDM, SOLIDWORKS Simulation, SOLIDWORKS Flow Simulation, eDrawings, eDrawings Professional, SOLIDWORKS Sustainability, SOLIDWORKS Plastics, SOLIDWORKS Electrical, および SOLIDWORKS Composer は DS SolidWorks の製品名です。

その他、記載されているブランド名、製品名は各社の商標及び登録商標です。

COMMERCIAL COMPUTER SOFTWARE - PROPRIETARY

The Software is a "commercial item" as that term is defined at 48 C.F.R.2.101 (OCT 1995), consisting of "commercial computer software" and "commercial software documentation" as such terms are used in 48 C.F.R.12.212 (SEPT 1995) and is provided to the U.S. Government (a) for acquisition by or on behalf of civilian agencies, consistent with the policy set forth in 48 C.F.R.12.212; or (b) for acquisition by or on behalf of units of the department of Defense, consistent with the policies set forth in 48 C.F.R.227.7202-1 (JUN 1995) and 227.7202-4 (JUN 1995).

上記に定められた権限を超えてソフトウェアを提供するよう米国政府機関から請求された場合は、DS SolidWorks に請求の内容をお知らせください。DS SolidWorks はその裁量によって、5 営業日以内に要求を受諾または却下いたします。Contractor/Manufacturer: Dassault Systèmes SolidWorks USA.

SOLIDWORKS Standard, Premium, Professional, Education 製品の著作権情報

Portions of this software © 1986-2013 Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. All rights reserved.

本書には、Siemens Industry Software Limited が所有する次のソフトウェアが扱われています。

D-Cubed™ 2D DCM © 2013.Siemens Industry Software Limited.All Rights Reserved.

D-Cubed™ 3D DCM © 2013.Siemens Industry Software Limited.All Rights Reserved.

D-Cubed™ PGM © 2013.Siemens Industry Software Limited.All Rights Reserved.

D-Cubed™ CDM © 2013.Siemens Industry Software Limited.All Rights Reserved.

D-Cubed™ AEM © 2013.Siemens Industry Software Limited.All Rights Reserved.

Portions of this software © 1998-2013 Geometric Ltd.

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

Portions of this software © 2001-2013 Luxology, LLC. All rights reserved, patents pending.

Portions of this software © 2007-2013 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, 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。

DS SolidWorks 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 Simulation 製品の著作権情報

Portions of this software © 2008 Solversoft Corporation.

PCGLSS © 1992-2013 Computational Applications and System Integration, Inc. All rights reserved.

SOLIDWORKS PDM Professional 製品の著作権情報

Outside In® Viewer Technology, © 1992-2012 Oracle © 2011, Microsoft Corporation. All rights reserved.

eDrawings 製品の著作権情報

Portions of this software © 2000-2013 Tech Soft 3D.

Portions of this software © 1995-1998 Jean-Loup Gailly and Mark Adler.

Portions of this software © 1998-2001 3Dconnexion.

Portions of this software © 1998-2013 Open Design Alliance. All rights reserved.

Portions of this software © 1995-2012 Spatial Corporation.

eDrawings® for Windows® ソフトウェアは部分的に Independent JPEG Group の著作物に基づいています。

Portions of eDrawings® for iPad® copyright © 1996-1999 Silicon Graphics Systems, Inc.

Portions of eDrawings® for iPad® copyright © 2003-2005 Apple Computer Inc.

Document Number: PME0524-JPN

目次

はじめに.....	ix
このレッスンの目的	ix
このマニュアルの使い方.....	ix
SOLIDWORKS ソフトウェアとは？	ix
前提条件	ix
本書の表記法.....	x
はじめに	x
SOLIDWORKS と SOLIDWORKS Simulation を使った構造物の解析	xii
 レッスン1：ストラクチャ設計.....	1
このレッスンの目的	1
ストラクチャとは？	2
ストラクチャの設計	2
トラス (Trusses).....	3
梁.....	4
強度	4
断面形状.....	5
変位.....	5
面積の慣性モーメント.....	5
材料.....	7
トラス壁	8
三角形.....	8

レッスン 2 : 梁の計算の使用	11
このレッスンの目的	11
梁の計算の使用	11
桁	12
SOLIDWORKS を起動し部品を開く	12
SOLIDWORKS Simulation をアドインする	12
モデル ジオメトリ	13
解析の簡素化	14
単純支持の梁	14
拘束	14
外部荷重	14
理論的なモデル	15
単純支持形式の梁が重要なのはなぜか？	15
梁の計算に必要なデータ	16
データを集める	17
材料を割り当てる	17
断面 / 平面特性	19
測定の使用	21
梁の計算	21
レッスン 3 : ストラクチャの解析	23
このレッスンの目的	23
ストラクチャの解析	23
SOLIDWORKS Simulation とは？	23
構造解析	24
構造解析の各段階	25
設計サイクル	26
モデルに対する変更	26
スタディの作成	27
FeatureManager デザイン ツリーと Simulation スタディ ツリー	28
環境	28
単位の設定	30
プリプロセス	31
材料	31
拘束	31
外部荷重	32
モデルのメッシュ作成	35
解析	36
予想される値	36
用語について	37
曲げと変位	37
引張りと圧縮	38
応力	38

降伏応力.....	38
安全率 (FOS)	38
ポストプロセス (ポスト処理)	39
結果の解釈	40
新しいプロットの作成.....	40
変更の繰り返し	42
荷重の割り出し.....	42
シミュレーション データの編集	42
結論	42
レッスン 4 : 設計変更	43
このレッスンの目的	43
設計に対する追加	43
モデルを開く	43
既存のスタディ	44
荷重の変更.....	44
クロス ブレース	45
モデルを開く	45
既存のスタディ	45
クロス ブレースの効果	46
プロットを使った作業.....	46
変形プロット.....	46
原型モデル表示.....	47
最弱リンク	48
問い合わせの使用	49
数値フォーマットの調整.....	50
解決策	51
補強の完了.....	52
応力の比較.....	52
最上部の梁.....	53
強度対重量比	55
効率性の比較.....	56
追加課題	57
プロットの読み方.....	58
レッスン 5 : アセンブリの使用.....	59
このレッスンの目的	59
アセンブリの作成	59
テスト ブロックを用いたテスト	59
モデルの変更.....	60
衝突検知	61
解析の更新.....	62

レッスン 6 : ストラクチャの図面作成	65
このレッスンの目的	65
図面	65
図面とビューの作成	65
溶接カット リスト テーブルとは？	67
同じ長さのアイテムが 2 つあるのはなぜか	68
バルーン	69
レッスン 7 : レポートと SOLIDWORKS eDrawings	71
このレッスンの目的	71
レポートと SOLIDWORKS eDrawings	71
レポートの生成	71
SOLIDWORKS eDrawings による情報共有	75
eDrawings のメリット	75
eDrawings の表示	75
SOLIDWORKS eDrawings の作成	76
eDrawings のユーザー インターフェース	77
eDrawings の機能	77
eDrawings アニメーションの再生	77
eDrawings の保存	78
eDrawings の保存	78
追加課題	79
レッスン 8 : ストラクチャの構築とテスト	81
このレッスンの目的	81
ストラクチャの構築	81
部材の切断	81
ストラクチャのテスト	90
隙間の作成	90
詳細	90
荷重の適用	91
既知の重さを持つ一般的オブジェクトの使用	91
レッスン 9 : 溶接プロファイルと構造部材	93
このレッスンの目的	93
溶接プロファイルと構造部材の作成	93
溶接とは？	94
新規溶接プロファイルの作成	95
溶接プロファイル フォルダ	96
単位系の設定	97
新しいスケッチの作成	98
矩形のスケッチ	98

寸法.....	99
スケッチをライブラリ フィーチャーとして保存	100
類似の溶接プロファイルの作成	101
溶接プロファイルの詳細.....	102
溶接スケッチの作成	103
直線のスケッチ.....	103
エンティティのミラー.....	106
構造部材の追加	108
構造部材.....	108
複数のボディ.....	111
用語集	115

はじめに

このレッスンの目的

- 部品、アセンブリ、図面の関係を説明する
- SOLIDWORKS ユーザー インターフェースの主要な構成要素を識別する
- 必要なファイルをダウンロードし、展開する

このマニュアルの使い方

本書 *Bridge Design Project* ではクリエイティブな設計繰り返しプロセスの一部として SOLIDWORKS と SOLIDWORKS Simulation を使った構造解析を使う基本について学習します。

このプロジェクトでは、実際に構造解析を行いながら、必要な事項を学びます。

SOLIDWORKS ソフトウェアとは？

SOLIDWORKS とは 3 次元設計を実現するソフトウェアです。SOLIDWORKS では、習得の簡単な Windows®GUI を使って、アイデアをスケッチし、様々な設計を試しながら 3 次元モデルを構築していきます。

SOLIDWORKS は学生、設計者、エンジニアならびにその他のプロフェッショナルによって、部品、アセンブリ、および図面の作成に活用されています。

前提条件

Bridge Design Project の作業を始める前に、SOLIDWORKS ソフトウェアに搭載されているチュートリアルを終了してください：

- レッスン 1 - 部品
- レッスン 2 - アセンブリ
- レッスン 3 - 図面

チュートリアルにアクセスするには、**ヘルプ (Help)**、**SOLIDWORKS チュートリアル (SOLIDWORKS Tutorials)**、**はじめに (Getting Started)** をクリックします。SOLIDWORKS ウィンドウのサイズが変更され、チュートリアルが SOLIDWORKS ウィンドウの横で実行されます。

はじめに

また *CAD 学生用ガイド* を使った次のレッスンを完了してください。

- レッスン 1：インターフェースを使用する
- レッスン 2：基本操作
- レッスン 3：クイックスタート - 40 分
- レッスン 4：アセンブリの基本
- レッスン 6：図面作成の基本

本書の表記法

本書は次の表に示す表記法に従っています。

表記規則	意味
太字 Arial	SOLIDWORKS のコマンドやオプションはこのスタイルで表記されます。例えば、 挿入 (Insert)、 ボス (Boss) は 挿入 (Insert) メニューから ボス (Boss) オプションを選択するという意味です。
Courier New	フィーチャー名やファイル名はこのスタイルで表記されます。例えば、Sketch1。
17 この手順を実行します。	レッスン内の操作手順には、太字 Arial の番号が付いています。


はじめに

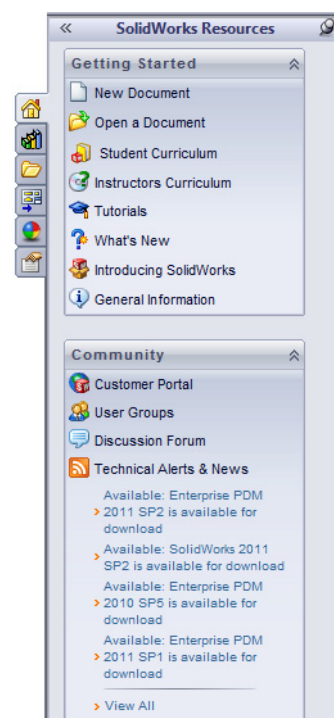
プロジェクトを開始する前に、レッスンで使用するファイルをお使いのコンピュータに保存しておいてください。

1 SOLIDWORKS を起動

スタート メニューを使って、**SOLIDWORKS** アプリケーションを起動します。

2 SOLIDWORKS リソース

SOLIDWORKS リソース (SOLIDWORKS Resources) タブ  をクリックし、**学生カリキュラム** (Student Curriculum) をクリックします。



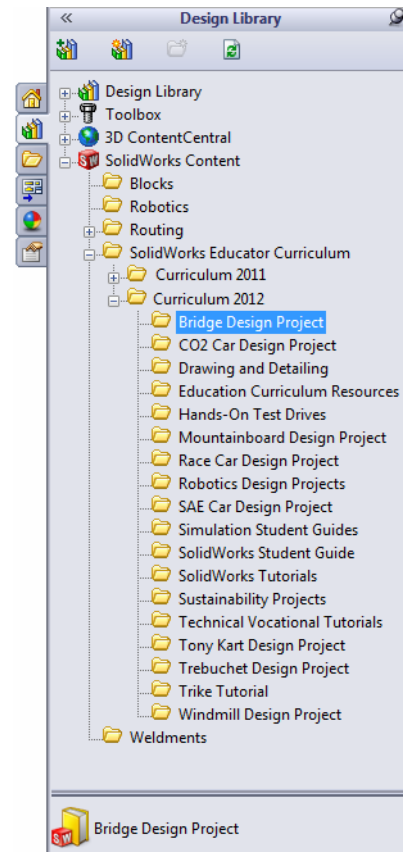
3 SOLIDWORKS Content

SOLIDWORKS Educator Curriculum フォルダを展開します。

対応する *Curriculum <year>* フォルダを展開します。

Bridge Design Project フォルダをクリックします。

パネル下部には、プロジェクトで使用する付属ファイルを含む Zip ファイルのアイコンが表示されます。



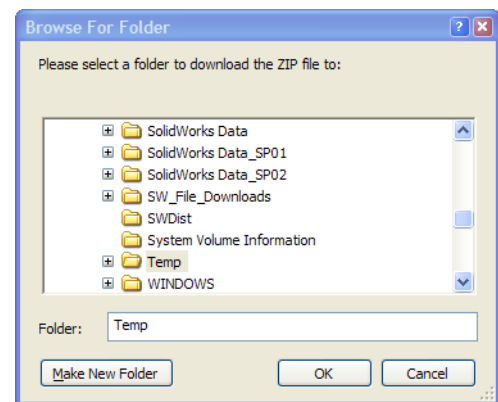
4 Zip ファイルのダウンロード

Ctrl キーを押したまま *Bridge Design Project - English* アイコンをクリックします。

Zip ファイルを保存するフォルダを確認するダイアログが表示されます。

フォルダの保存場所については講師にたずねてください。通常 *C:\Temp* フォルダに保存します。

OK をクリックします。



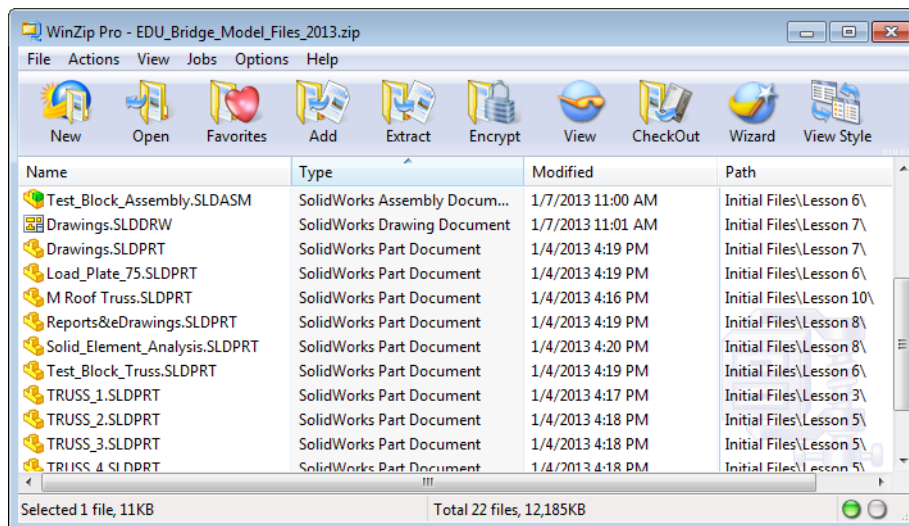
ヒント :保存した場所を覚えておいてください。

はじめに

5 Zip ファイルを開く

ステップ 4 で Zip ファイルを保存したフォルダを開きます。

Bridge Design Project.zip ファイルをダブルクリックします。



6 Extract をクリックします。



Extract をクリックし、ファイルを保存する場所を指定します。これで、指定された場所に *Bridge_Design_Project_ENG* という名前のフォルダが作成されます。例えば、マイ ドキュメントに保存することができます。ファイルの保存場所については講師に確認してください。

これで、ディスク上に *Bridge Design Project* という名前のフォルダができました。このフォルダー内のデータを演習で使用します。

ヒント :保存した場所を覚えておいてください。

SOLIDWORKS と SOLIDWORKS Simulation を使った構造物の解析

このセッションでは、SOLIDWORKS および SOLIDWORKS Simulation を使って構造物の解析を学習します。また、バルサ材を使って構造を構築します (81 ページのストラクチャの構築を参照)。

SOLIDWORKS ソリッドモデリング ソフトウェアの簡単な使い方を確認した後、アセンブリを使って構成部品の正しいフィットを確認します。

その後、構成部品の図面をカットリストとともに作成します。プリンタがあれば、図面を印刷することもできます。

レッスン1：ストラクチャ設計

このレッスンの目的

- ストラクチャを定義する
- 数種類のトラスを作成する
- 梁とは何かを理解する
- 梁に強度を与える要因は何かを理解する
- 慣性モーメントを計算する
- ストラクチャ内での三角形ブレースの重要性を理解する

ストラクチャとは？

ストラクチャとは、鉄道、自動車、人が利用する橋によく使われるフレームのことです。これらのストラクチャの例は、全国、そして世界中に存在します。




ストラクチャの設計

ストラクチャは、簡潔で効率的な構造となるように設計されています。これは、組み立てやすく、最小限の材料で完成できるようにするためです。ストラクチャには様々な設計がありますが、荷重の大きさと、掛ける長さがそれぞれ異なります。ストラクチャの設計は同じ橋に対し、何度も繰り返されることもあります。

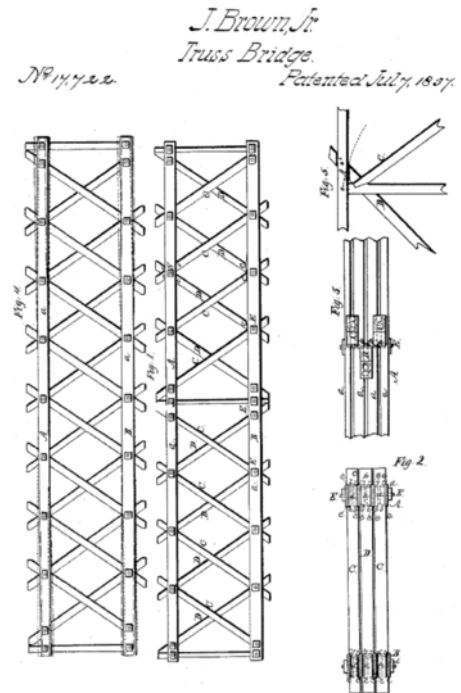
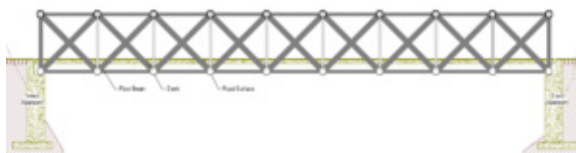
トラス (Trusses)

トラスは、鉄道橋でよく使用される種類のストラクチャです。これらは道路または鉄道面（デッキ）、2 個の壁と場合によっては上部にブレースがついたもので構成されます。本書ではトラスの設計を解析します。

 より詳しい情報は、**トラス**で検索してください。

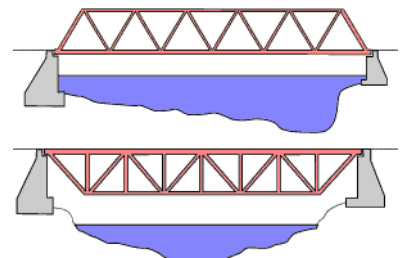
Brown トラス

Brown トラス（図は特許文書の一部です）は屋根付き橋の設計に使用されました。このトラスは「ボックス」トラス（箱形であることから）と呼ばれ、（対角に）交差したブレース梁支持のみで構築することができる、非常に効率的な設計です。



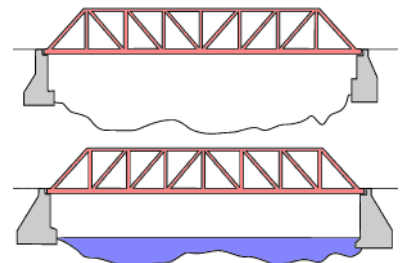
Warren トラス

Warren トラスも簡潔で経済的な設計のトラスです。支える荷重によって、反転することや垂直ブレースの有無に関係なく使用できます。



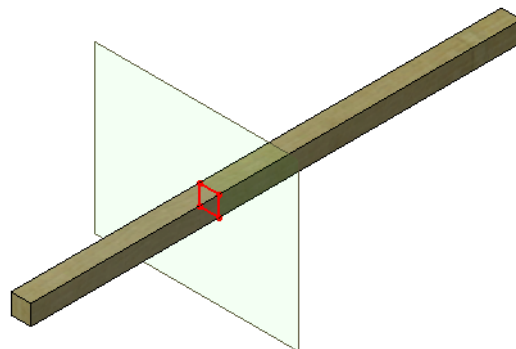
Pratt/Howe トラス

Pratt トラスと Howe トラスは非常によく似ています。上記の反転した Warren トラス同様、どちらも垂直ブレース（垂直材）と斜めブレース（X 字筋違）を持っています。違いは斜めブレース（X 字筋違）の向きです。



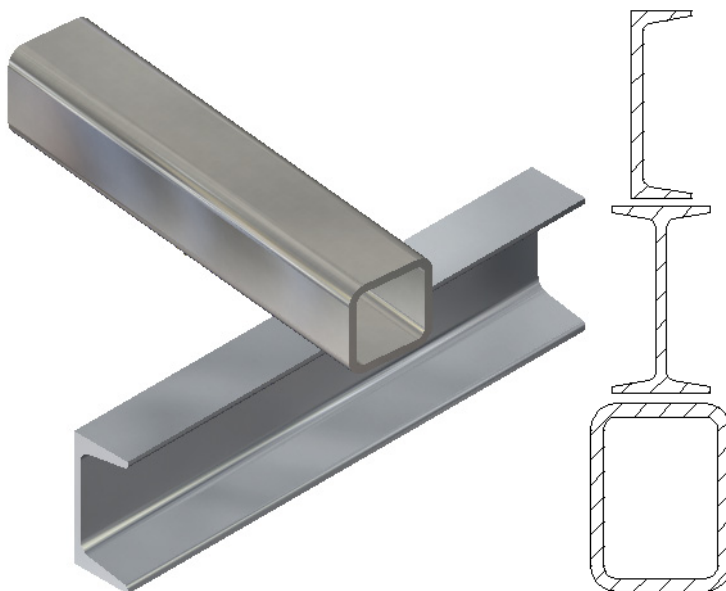
梁

梁とは、長さ方向全体で同じ断面を持つオブジェクトです。図の例では、断面は正方形です。トラスのような構造は梁で構成されます。



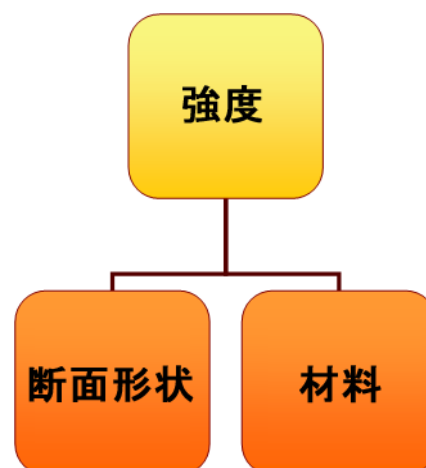
鋼鉄梁

鋼鉄梁は、溝形、I形、鋼管などの標準的な形を使用しています。



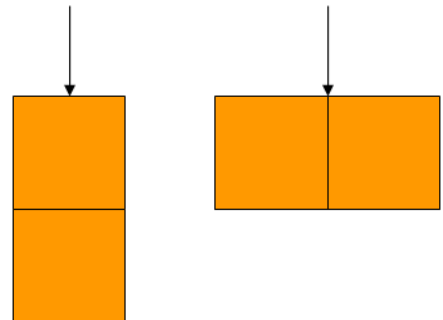
強度

梁の強度は、**断面形状**と**材料**の2つの条件に依存します。



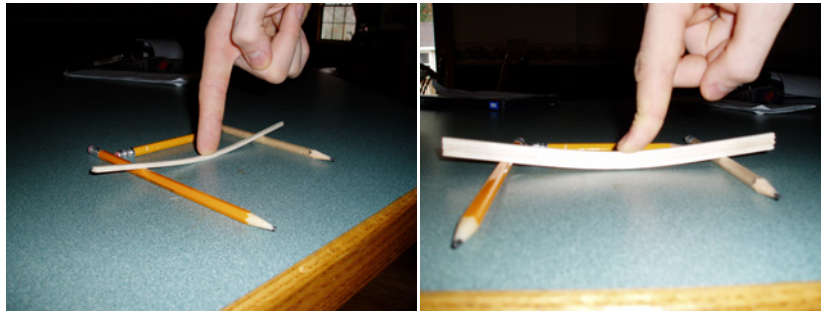
断面形状

正方形の梁を 2 つ積み重ねることによって、「より深い」断面が形成されます。断面が深い（左）ほど、梁は強くなります。断面を広く（右）しても、それほど強度は増しません。



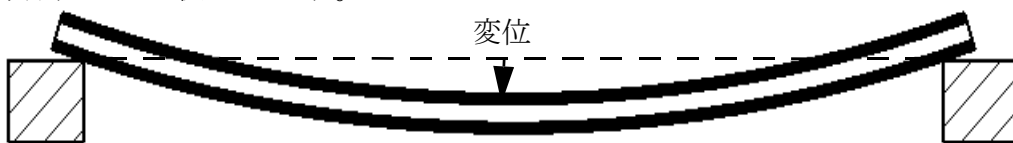
やってみましょう！

1 本のバルサ材を使った梁と、3 本を積み重ねた梁を押してみて、抵抗の違いを感じてください。梁を支え、距離を設定するには鉛筆を使用します。



変位

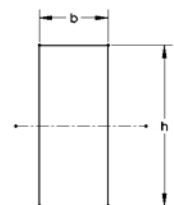
構造解析で求める結果の 1 つに、最大**変形**があります。これは、梁に**外部荷重**が適用されたときに、最初の位置から動く距離です。変位はストラクチャの強度を判断するのに役立ちます。



面積の慣性モーメント

深い梁の方が強いのは、**面積の慣性モーメント**によるものです。これは、断面の幅 (b) と高さ (h) を使った数式で計算されます。これは、梁の断面による強度のみを測るもので、材料は考慮していません。

面積の慣性モーメントは、梁の曲げに対する抵抗力を計算するのに使用します。値が高いほど、曲げに対する抵抗が高くなります。





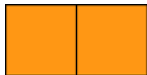

面積の慣性モーメントの計算

以下の数式を使って、矩形断面の組み合わせに対するこの値を計算できます。

$$AreaMomentofInertia = \frac{b \times h^3}{12}$$

計算してみましょう

上記の数式と以下の表の値を使って計算してみます。これらの値は、バルサ材の梁の断面 **3.175mm** (1/8") 平方に基づいています。

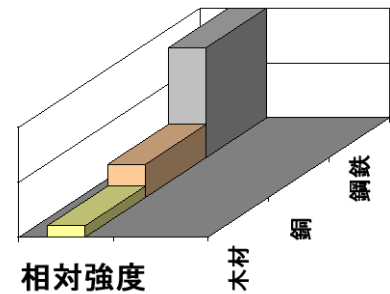
断面の数	断面の配置	b	h	面積の慣性モーメント
1		3.175mm	3.175mm	_____
2 個積み重ね		3.175mm	2 X 3.175mm	_____
2 個並べ置き		2 X 3.175mm	3.175mm	_____
3 個積み重ね		3.175mm	3 X 3.175mm	_____

問題

- 1 どの配置が最も大きい値になりますか？ _____
- 2 2 個を横に並べた配置は、2 個を積み重ねた配置と同じくらいの強度がありますか？ _____
- 3 どの配置が最も弱いのですか？ _____

材料

梁の材料は、梁の強度を大きく左右するもう 1 つの要素です。木材、銅、鋼鉄の 3 つの材料を例として考えてみましょう。それぞれの相対的強度を右の図に示します。一般的に、鋼鉄は銅より強く、銅は木材より強いものです。ただし、いかなる材料タイプにおいても値には開きがあり、また材料を定義するのに使用するヤング率やポアソン比といった数種類の材料特性があることを覚えておいてください。



注記： 金属は工業製品であり、その製造方法により、各方向に等しい強度を持っています。このような材料は、等方性材料と呼ばれます。



より詳しい情報は、**材料特性**で検索してください。

材料としての木材

木材には木目があるため、特に予測が難しい材料です。この木目によって各方向の強度が異なるため、木材は等方性材料とは言えません。また、バルサ材は多孔性のため湿気に弱く、特性値が大きく変動します。

レッスンで使用する値はおおよその値です。ストラクチャを実際に構築してテストすると、結果は相対的に一致するものの、値は異なることがあります。

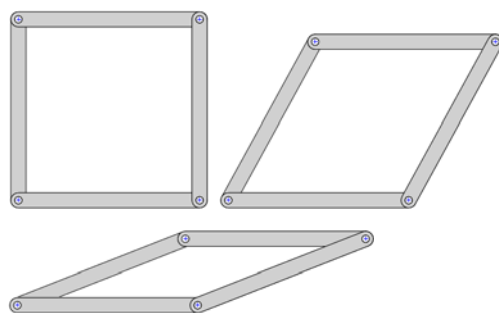
トラス壁

トラスの側面壁はオブジェクトが落ちないようにするための単なるフェンスではありません。通常、これらの壁には垂直および斜め方向のブレース（垂直材、X字筋違）が含まれています。一般にトラスに垂直、斜め両方のブレース（垂直材、X字筋違）が含まれている場合、より安定します。

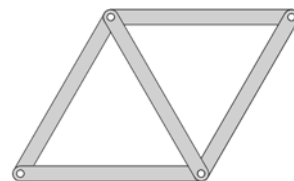
三角形

多くのストラクチャ特にトラスには三角形が含まれます。なぜ三角形がそれほど多用されているのでしょうか？理由の1つは安定性です。クロスブレースを使って三角形を形成することにより安定性が得られます。三角形はトラスに安定性をもたらします。

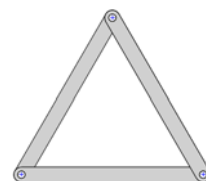
部材をボルトやピンなどでとめて構成した四角形を考えてみてください。下部を動かさないように押さえて、上部または側部を押してみます。簡単に平行四辺形になってしまうことがわかります。



5 本目の部材を対角線に配置することにより大きな違いが生まれます。これにより、形状が固定されます。この追加により、平行四辺形が2つの三角形に分解できることがわかるでしょう。

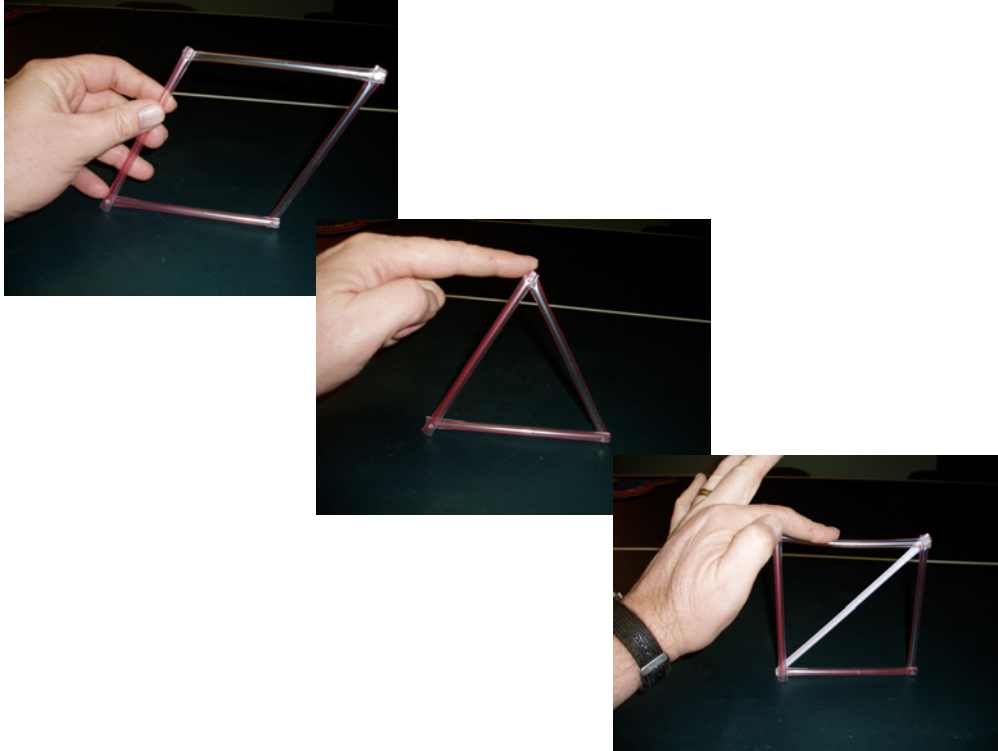


同じ部材とファスナーを使って三角形を作成します。部材の数は少なくなりましたが、安定性が生まれました。



やってみましょう！

このプロセスを、ストローのような柔らかいものを使って再現できます。ストローは小さなピンを使って接続してください。



レッスン1：ストラクチャ設計

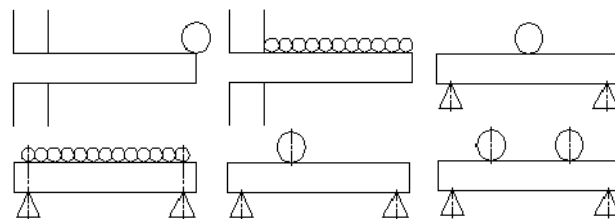
レッスン 2：梁の計算の使用

このレッスンの目的

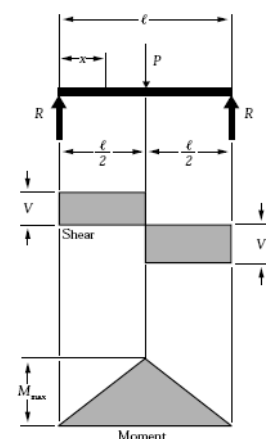
- SOLIDWORKS を起動
- SOLIDWORKS Simulation ソフトウェアをアドイン
- 既存の SOLIDWORKS 部品を開く
- シンプルな梁について理解する
- 材料を割り当てる
- 断面特性を計算する
- 測定ツールを使用する
- 梁の計算を使って変位を計算する

梁の計算の使用

解析を実行する前にどのような結果が予測されるのかを考えてみましょう。ストラクチャがどれだけの重量に耐えられるかはわからないとしても、結果の一部については予測可能です。梁に対する単純な計算式である梁の計算はこのような場面で使用します。以下に、このツールで用意されている梁計算の一部を示します。



注記： 手計算で梁について調べる場合、通常計算式を使用し、図のような考え方になります。



桁

変位（を参照）は 1mm に近い値でしょうか？ 5 ページの「変位」それとも 10mm 程度でしょうか？これらの違いは **10 倍**で、次の値は前の値より桁が大きくなります。初期計算では、結果の桁について大まかに予測することができます。これは、解析が正しく行われたかどうかを判断するのに役立ちます。

問題

- 1 1mm、10mm と桁が増えていく場合、次の値は？ _____
- 2 次の空欄に当てはまる値は？ 5mm、____、500mm

SOLIDWORKS を起動し部品を開く


1 SOLIDWORKS アプリケーションの起動

スタート メニューから、**プログラム、SOLIDWORKS、SOLIDWORKS** とクリックします。

SOLIDWORKS Simulation をアドインする

SOLIDWORKS Simulation ソフトウェアは **SOLIDWORKS 教育版**に含まれています。これを使用するには、**ツール (Tools)、アドイン (Add-Ins)** から有効にする必要があります。**アクティブ アドイン (Active Add-ins)** と**スタートアップ (Start Up)** の両方を SOLIDWORKS Simulation、SOLIDWORKS Toolbox Library、および SOLIDWORKS Toolbox Utilities に対して選択し、☒ をクリックします。

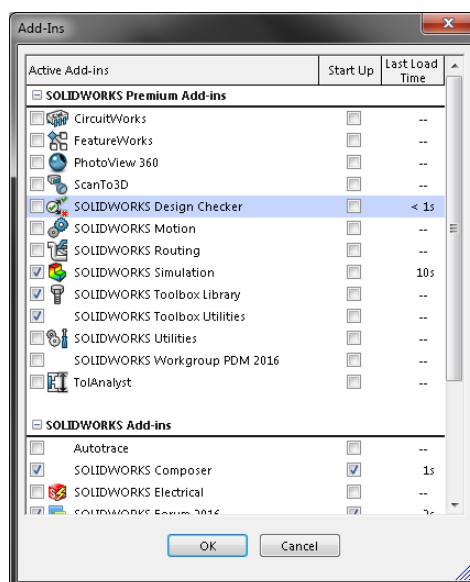
どこにあるか

- ・ メニュー バー：オプション (Options)、アドイン (Add-ins) 
- ・ メニュー：ツール (Tools)、アドイン (Add-Ins)

2 アドインの選択

ツール (Tools)、アドイン (Add-Ins) をクリックし、**アクティブ アドイン (Active Add-ins)** と**スタートアップ (Start Up)** が **SOLIDWORKS Simulation、SOLIDWORKS Toolbox Library、および SOLIDWORKS Toolbox Utilities** でチェックされていることを確認します。

☒ をクリックします。




注意！

SOLIDWORKS Simulation、SOLIDWORKS Toolbox Library、および SOLIDWORKS Toolbox Utilities のアドインが有効になっていないと、このプロジェクトを実行できません。


ファイルを開く

既存の SOLIDWORKS ファイルは、開く（Open）ツールを使用して開くことができます。

どこにあるか

- ・ メニューバー：開く（Open）
- ・ メニュー：ファイル（File）、開く（Open）
- ・ キーボードショートカット：**Ctrl+O**

3 部品ファイルを開く

開く（Open） をクリックします。

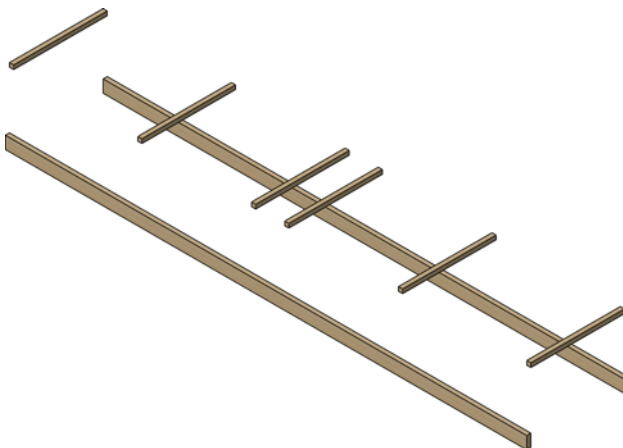
開く（Open） ウィンドウから、*Bridge Design Project\Student\Lesson 2* フォルダを参照します。

TRUSS_1.sldprt を選択し、**開く（Open）** をクリックします。



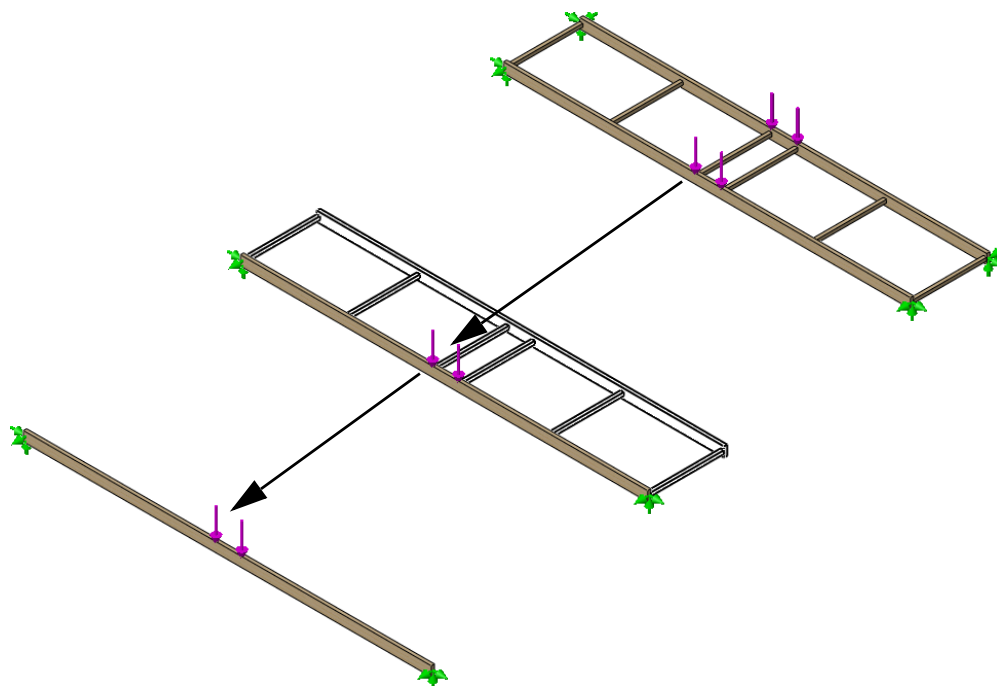
モデル ジオメトリ

このモデルは、一連の梁を組み合わせて構成されています。これらの梁はバルサ材を表現しています。このプロジェクトでは、梁は互いに糊付け接着されています。実際のストラクチャでは、梁は溶接またはボルトで接続されます。



解析の簡素化

モデルは2つの平行した梁が、何カ所かで短い梁により接続されているように見えます。モデルの半分（長い梁だけ）に対して1/2の荷重を適用することにより、実際の解析で値がどのようになるか予想することができます。



単純支持の梁

このタイプの梁計算は、「単純支持の梁」と呼ばれます。これは、接触点が完全に固定されていない状態で荷重を適用するものです。ここでは、拘束と外部荷重という2つの重要な定義について知っておく必要があります。

拘束

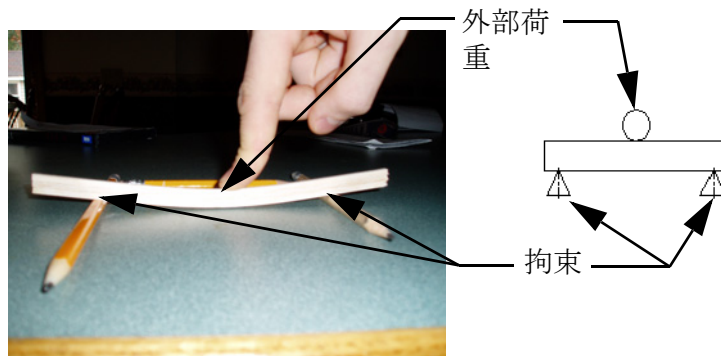
拘束はこのモデル内の特定の点の動きを制限するために使用されます。通常、接触点にこれを設定します。拘束は制約とも呼ばれます。

外部荷重

外部**荷重**はストラクチャに力や**重力**を与えるのに使用します。力を与えるには、ストラクチャ上の位置、値（Newton）、方向を指定することが必要です。

理論的なモデル

前のレッスンで紹介した、鉛筆で支えた梁の理論モデルは右のようになります。

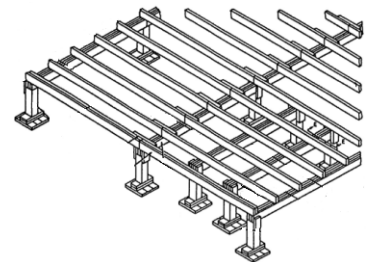


単純支持形式の梁が重要なのはなぜか？

理論モデルは非常に単純に見えますが、多くの実際のストラクチャに対する実用的近似としての役割を果たします。以下に単純支持の梁の様々な使用例を紹介します。

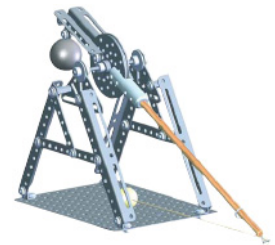
ストラクチャ

住宅や建物の木材や鋼鉄製のフレーム スパンは単純支持の梁で設計されています。



トレブシェット

トレブシェットのアームはフレームの間の軸上で回転します。車軸は単純支持の梁です。



マウンテンボード

マウンテンボードの中央に立った場合、あなたが外部荷重となり、車輪は拘束になります。この構造はシンプルな梁モデルで近似することができます。

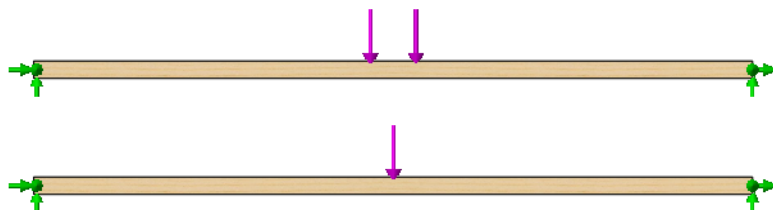


注記：この例は、3次元の問題を2次元の問題に置き換える「簡略化された解析」です。完全なシミュレーションを別途実行する必要があります。

保守的な仮定

エンジニアはしばしば、「保守的な仮定」を使って解析を現実よりも厳しくします。これにより、設計をさらに安全で必要とされる以上に強度を上げることを可能にします。以下はこれから与える仮定です：

- 1 ストラクチャの端を拘束として使用することは、実際の接触点を使用するよりも好ましくない状況です。
- 2 単一の外部荷重を中央に適用することは、中央付近に2つの外部荷重を適用するよりも好ましくない状況です。



梁の計算に必要なデータ

梁の計算を行うには、いくつか必要なデータがあります。これには次が含まれます：

データ	どこにあるか？	それは何か？
弾性係数	材料特性	材料の剛性
慣性モーメント	断面 / 平面特性	曲げに対する抵抗力
長さ	ジオメトリ	梁を渡す長さ
荷重	(指定する)	外部荷重

よく使われる単位

このプロジェクトでは、よく使われるメートル法の単位を使用します。SI 単位系、IPS (Inches, Pounds, Seconds) 単位系でよく使われる単位の一部を以下に示します：

データ	SI 単位	IPS 単位
弾性係数	Pa, MPa	psi
慣性モーメント	mm ⁴ , cm ⁴ , m ⁴	in ⁴
長さ	mm, cm, m	in, ft
荷重	N, kN	lb

注記：この解析では **SI** 単位系を使用します。SI 単位系は、国際単位系とも呼ばれています。これは、メートル、ミリメートル、ニュートンなど、メートル法のことです。



詳しい情報は、**国際単位系**を検索してください。

データを集める

必要なデータは、いくつかの異なるツールを使って次のステップで集めます。解析では以下の表で疑問符（？）が付いている値を求めます。

注記：前提として、ストラクチャ全体に対する重量荷重は **40N** であると仮定します。梁の計算にはその半分、 $40\text{N}/2 = \mathbf{20\text{N}}$ を使用します。

データ	値	単位
弾性係数 (pressure)	????	Pa (Pascals)
慣性モーメント (length^4)	????	cm^4
長さ	????	mm
荷重 (force)	20	N (Newtons)

材料を割り当てる

最初にモデルの梁に**材料**を割り当てます。ここではバルサ材を使ってストラクチャを作成します。

どこにあるか

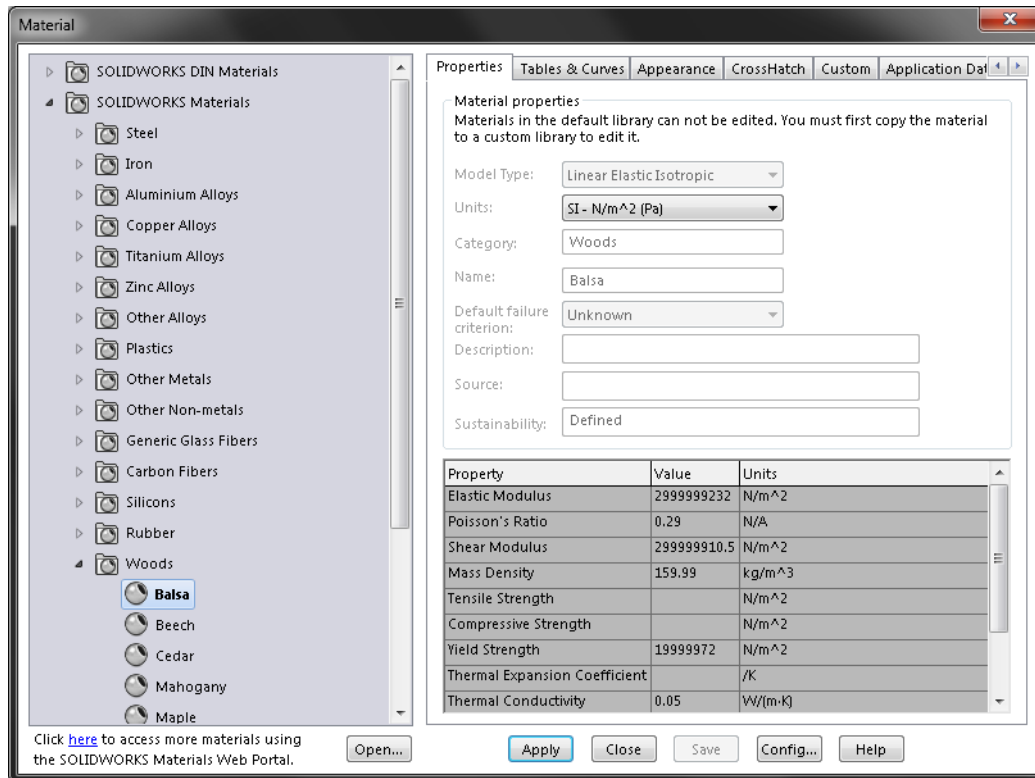
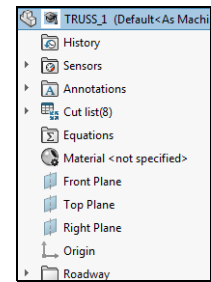
- メニュー：**編集** (Edit)、**外観** (Appearance)、**材料** (Material)
- ショートカットメニュー：材料フィーチャーを右クリックして**材料編集** (Edit Material) をクリック

4 材料

材料フィーチャーを右クリックして**材料編集**（Edit Material）を選択します。SOLIDWORKS 材料（SOLIDWORKS Materials）を展開し、左側の木材フォルダを展開してバルサをクリックします。

単位には **SI - N/m² (Pa)** を選択します。

適用（Apply）をクリックして**閉じる**（Close）をクリックします。



注記： 材料にバルサを選択したのは、実際にストラクチャをバルサ材で設計、組み立て、テストする上で解析を有効的にするためです。バルサ材は学生が模型を作成するのによく使用される材料です。

弾性係数の値は

2999999232 N/m² です。

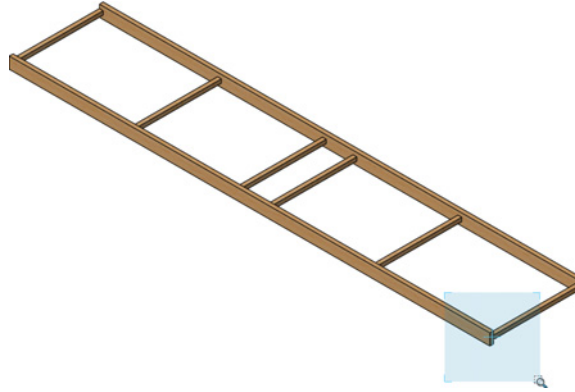
* 材料、組み立て、テストについては後のレッスンでより詳しく学習します。

断面 / 平面特性

断面特性は梁の断面によって決まります。

5 一部拡大

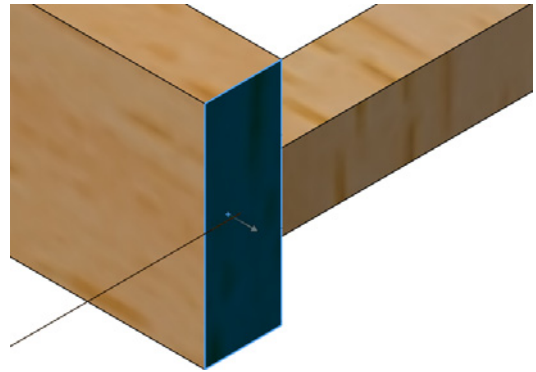
表示 (View)、**変更** (Modify)、**一部拡大** (Zoom To Area) をクリックし、ストラクチャの角の部分で左上から右下に向かって図のように選択します。




注記： 拡大ツールをオフにするには **Esc** キーを押します。

6 面の選択

図のように面を選択します。



どこにあるか

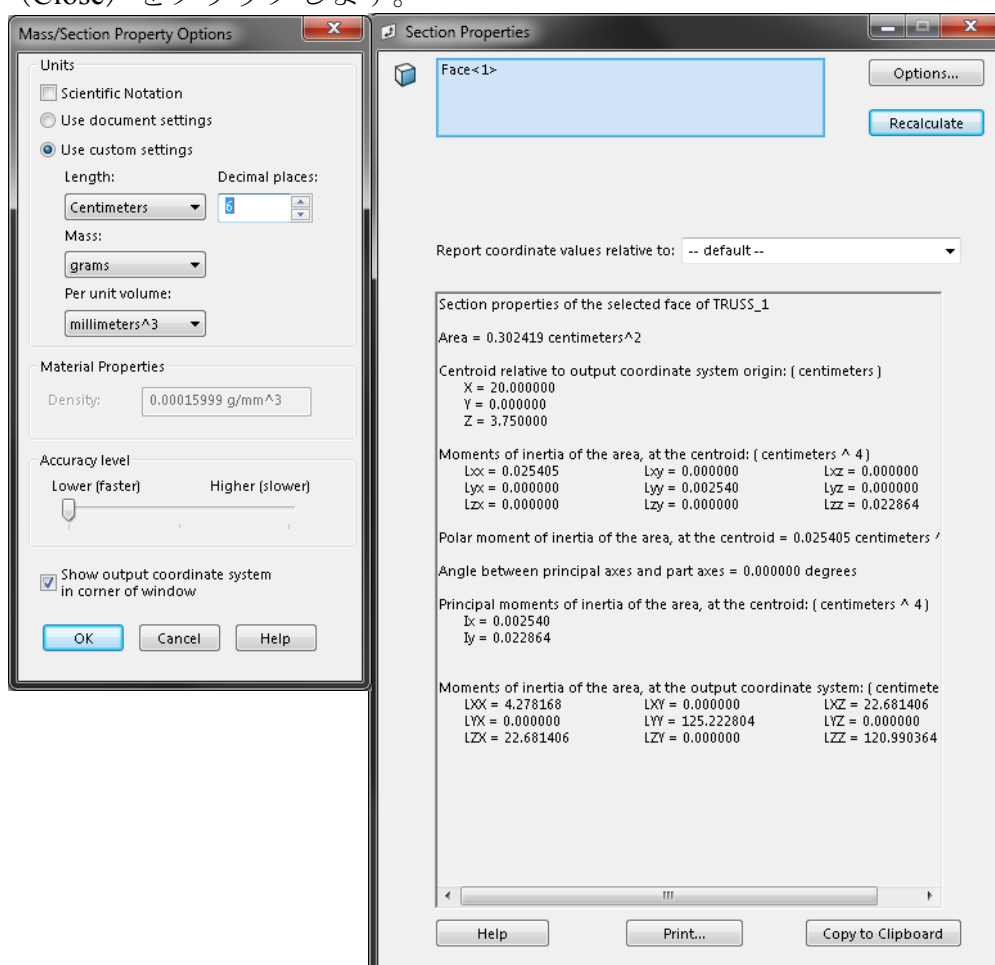
- CommandManager：評価（Evaluate）> 断面特性（Section Properties）
- メニュー：ツール（Tools）、断面特性（Section Properties）

7 断面特性

ツール（Tools）、断面特性（Section Properties）をクリックします。オプション（Options）、ユーザー定義設定を使用（Use custom settings）をクリックします。図のように、センチメートルと小数位数 6 を選択します。

OK をクリックし、再計算します。

中心点における領域の慣性モーメント：（センチメートル⁴） $L_{xx} = 0.025405$ 。閉じる（Close）をクリックします。




8 ズーム

表示（View）、変更（Modify）、ウィンドウにフィット（Zoom To Fit）をクリックするか f キーを押して全体表示に戻ります。

測定の使用

測定ツールはモデル ジオメトリを使用して距離や角度を測定するのに使用できます。

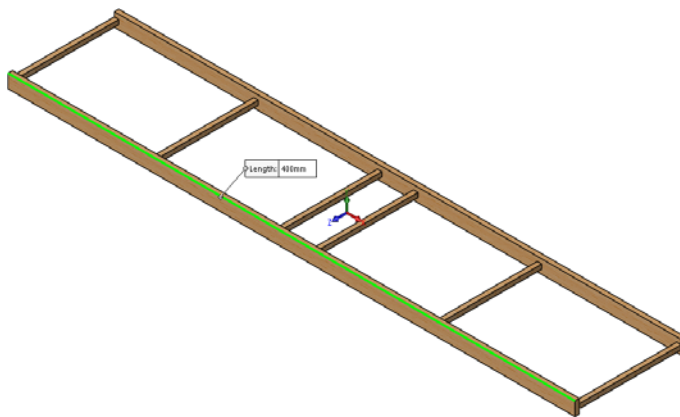
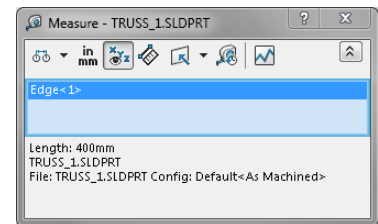
どこにあるか

- CommandManager：評価 (Evaluate) > 測定 (Measure) 
- メニュー：ツール (Tools)、測定 (Measure)

9 測定

ツール (Tools)、測定 (Measure) をクリックします。
図のように梁のエッジを選択します。梁の長さが表示されます。

長さ：400mm。



10 閉じる

ダイアログ右上の「x」をクリックして閉じます。

梁の計算

梁の計算は入力された条件を元に梁の最も大きい変位またはたわみを求めます。

どこにあるか

- CommandManager:Office 製品 (Office Products)> 梁の計算 (Beam Calculator) 
- メニュー：Toolbox、梁の計算 (Beam Calculator)

11 梁の計算を開始

梁の計算 (Beam Calculator) をクリックします。

12 設定

変形 (Deflection) フィールドの値をクリアします (計算開始 (Solve) ボタンはフィールドをクリアしないと表示されません。) スクロールバーを使って両端支持梁で中央に集中荷重 (Supported at both ends, load in middle) を表示します。Y ローカル軸 (Y local axis)、メートル単位 (Metric)、変形 (Deflection) をクリックします。

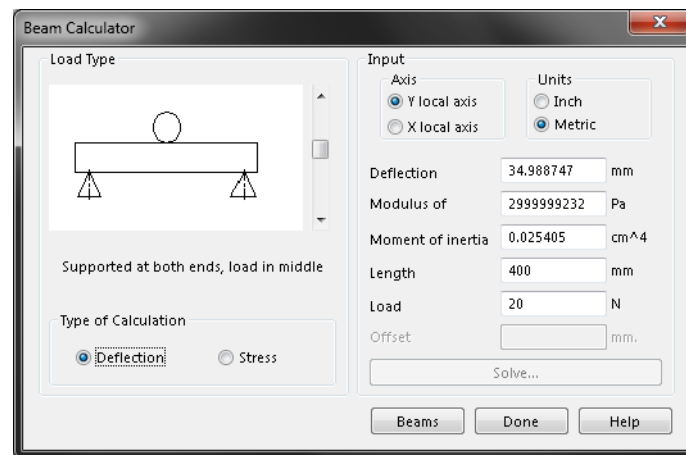
13 値を入力

以下の値をダイアログに入力またはコピーします。

データ	値	単位
弾性係数 (pressure)	2999999232	Pa (Pascals)
慣性モーメント (length^4)	0.025405	cm^4
長さ	400	mm
荷重 (force)	20	N (Newtons)

14 計算実行

計算実行 (Solve) をクリックします。変位は荷重位置で約 **35mm** です。**完了** (Done) をクリックします。



問題

- 1 変位は 1 インチ以上ですか？未満ですか？ _____
- 2 変位をインチに変換：35mm/25.4 = _____ インチ

15 部品を閉じる

ファイル (File)、**閉じる** (Close) をクリックして部品を閉じます。

TRUSS_1 に変更を保存しますか？ (Save changes to TRUSS_1?) というメッセージでは、**保存しない** (Don't Save) を選択します。

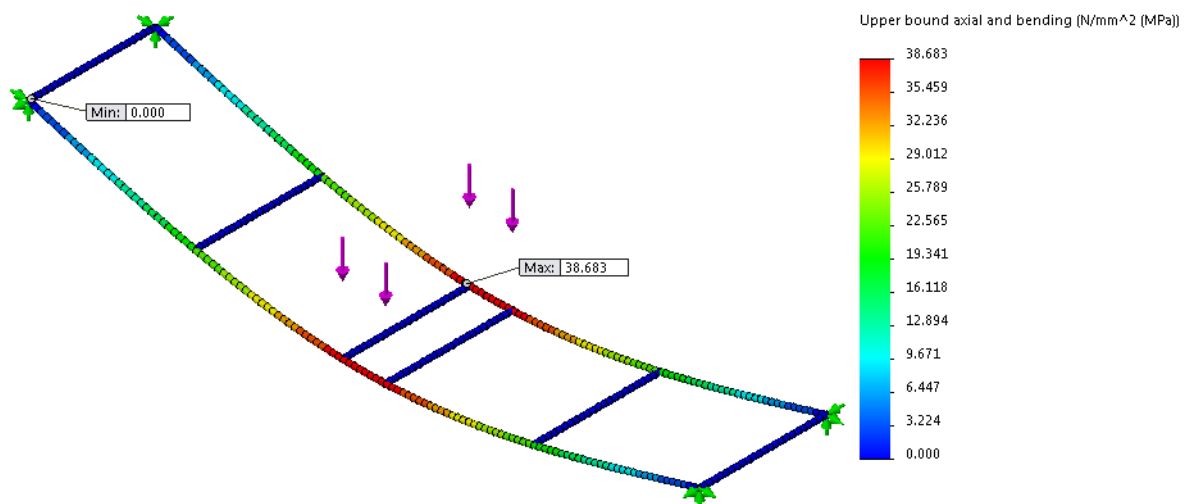
レッスン 3：ストラクチャの解析

このレッスンの目的

- SOLIDWORKS Simulation でできることを理解する
- 構造解析の各段階を説明する
- 拘束や荷重を含む解析の環境を理解する
- SOLIDWORKS Simulation を使用する
- 解析の結果を表示する

ストラクチャの解析

このレッスンでは、SOLIDWORKS Simulation を使ってストラクチャを解析します。



SOLIDWORKS Simulation とは？

SOLIDWORKS Simulation とは SOLIDWORKS に搭載された、設計者のための構造解析ツールです。このソフトウェアにより、ソリッドモデルを直接解析することができます。また、単位、材料タイプ、荷重その他をスタディで簡単に設定できます。ソリッドモデルに変更を加え、構造解析の結果を更新することもできます。

解析にはいくつかのステップがあります：

- 1 SOLIDWORKS で設計を作成する。

SOLIDWORKS Simulation は、部品とアセンブリを解析することができます。

レッスン 3 : ストラクチャの解析

- 2 SOLIDWORKS Simulationで新しい静解析を作成する。SOLIDWORKS Simulation プロジェクトには、モデルに関連付けられた各プロジェクトの問題のすべての設定と結果が含まれています。これには、拘束や外部荷重の追加、モデルのメッシュ作成が含まれます。
- 3 解析を実行する これは、ソルビングと呼ばれることもあります。
- 4 プロット、レポート、eDrawing 等を使って SOLIDWORKS Simulation の結果を表示します。

構造解析

構造解析とは、物理学と数学を使って、重さや圧力などの荷重により構造がどのように動作するかを予測するプロセスです。構造解析を必要とする製品は多く、建物、橋、航空機、船舶、自動車が代表的です。

構造解析を使うことにより、応力、安全率および変位を測定できます。

応力: ストラクチャに適用された外部荷重により、内部に発生する力や応力によってストラクチャが正しく動作しない、または破損することがあります。

安全率: 安全率 (FOS) は、実際の応力を材料が耐えることのできる最大応力で割った率です。

$$\frac{\text{Maximum Stress under Loading}}{\text{Maximum Stress of the Material}} = FOS$$

FOS > 1 であれば、ストラクチャは安全です。**FOS < 1** の場合、ストラクチャは安全でないと考えられます。

変位: 前のレッスンでも見たとおり、ストラクチャに与えられた外部荷重は、荷重を与えられていないときの位置からストラクチャを動かすことがあります。変位とは、元の位置から点が動いた距離を指します。

構造解析は製造業の様々な分野で使用されています。

□ 建物および橋

床、壁、基礎

□ 航空機

機体、翼、着陸装置

□ 船舶

船体、隔壁、上部構造

□ 自動車

シャシー、車体、衝突テスト

設計解析を行う理由

SOLIDWORKS で設計を構築した後、次のような問いに答えなければなりません：

- トラスは必要とされる梁間をカバーしているか？
- 最も効率的なトラスの設計はどれか？
- トラスが耐えることのできる最大荷重は？

解析ツールが存在しなければ、製品のパフォーマンスが顧客の期待を満足しているかどうか確かめるために高価な試作テストや多くの設計サイクルが発生してしまいます。高価な試作に代わってコンピュータ上で解析を事項することによって設計サイクルを迅速に行い、かつコスト削減につなげることができます。製造コストが重要な課題でない場合にも、設計解析を行うことにより製品品質が大きく向上する利点があり、エンジニアは試作品を作成するよりも早く設計上の問題を確認することができます。また、設計検証により様々な設計オプションを検討でき、最適化設計を行うことができます。迅速かつコストのかからない解析を実行することにより、直感的にはわからないソリューションが見つかることが多くあり、エンジニアは製品の動作をより良く理解することができます。

構造解析の各段階

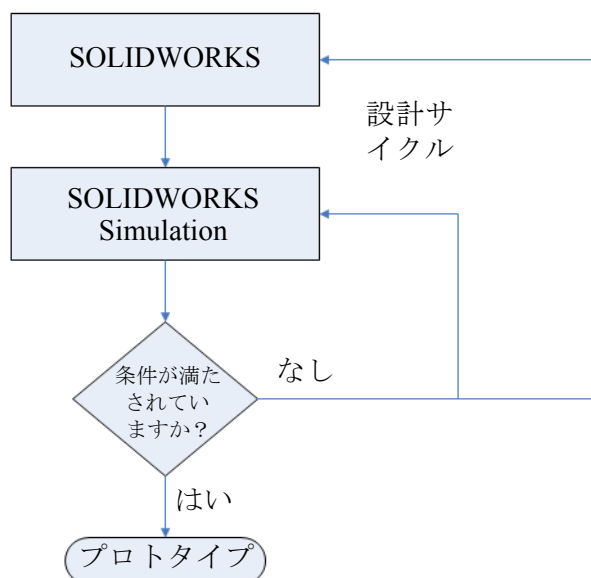
SOLIDWORKS Simulation は構造解析のプロセスを段階に従ってガイドします。各段階の内容は次の通りです：

- **プリプロセス** - この段階では、ストラクチャと環境についての必要な情報を入力します。これには、材料、拘束、ストラクチャに与えられる外部荷重が含まれます。
- **解析** - メッシュ作成プロセスにより、モデルは要素と呼ばれる小さなピースに分割されます。このプロジェクトでは、要素は**梁要素**です。この情報は、有限要素モデルの作成と解析に使用されます。SOLIDWORKS Simulation ウィザードの**解析** (Analyze) ページがこれに対応しています。
- **ポストプロセス** - 結果がグラフィカルな形式で表示され、これを見てユーザーは問題箇所を特定することができます。SOLIDWORKS Simulation ウィザードの**最適化** (Optimize)、**結果** (Results) ページがこれに対応しています。

すべての段階が完了した後、すべての解析情報をモデルとともに保存できます。解析情報を保存すると、後で変更を加える際により効率的に処理できます。

設計サイクル

設計サイクルでは、モデルやプリプロセス情報の変更を行います。モデルに対する変更としては、梁の長さなどのサイズ変更があります。プリプロセス情報に対する変更としては、材料、拘束、荷重に対する変更があります。どちらの場合もモデルを再度解析する必要があり、最適なソリューションが得られるまでこの設計サイクルを続けます。



モデルに対する変更

SOLIDWORKS 部品は今は非常に単純なモデルですが、後で側面やブレースなどを追加していき、これらがストラクチャにとってなぜ重要であるかを理解します。まずモデルを開いてどのような構造か確かめてみましょう。

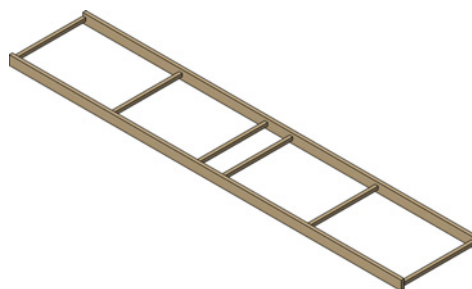
1 部品ファイルを再度開く

開く (Open)  をクリックします。

開く (Open) ウィンドウから、Bridge Design Project\Student\Lesson 2フォルダを参照します。

TRUSS_1.sldprtを選択し、**開く (Open)** をクリックします。

これは前のレッスンで使用したのと同じ部品です。



スタディの作成

構造解析を行うには、新しくスタディを作成する必要があります。



SOLIDWORKS Simulation では**スタディ**を使って構造解析に関連するすべてのデータを保存、管理します。

また、スタディは実行する解析のタイプを指定するのにも使用します。複数タイプがあります。これには次が含まれます：

- 静解析
- 固有値
- 座屈
- 熱
- 落下試験
- 疲労
- 非線形解析
- 線形ダイナミック
- 圧力容器設計

このプロジェクトでは、**静解析**を使用します。このタイプのスタディは、ストラクチャが応力によりどこで破損するかを予測します。

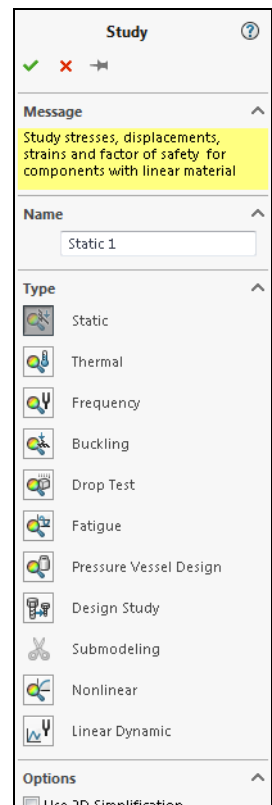
どこにあるか

- ・ CommandManager : シミュレーション (Simulation) > スタディ アドバイザー (Study Advisor)  > 新規スタディ (New Study) 
- ・ メニュー : シミュレーション (Simulation)、スタディ (Study)

2 新しいスタディの作成

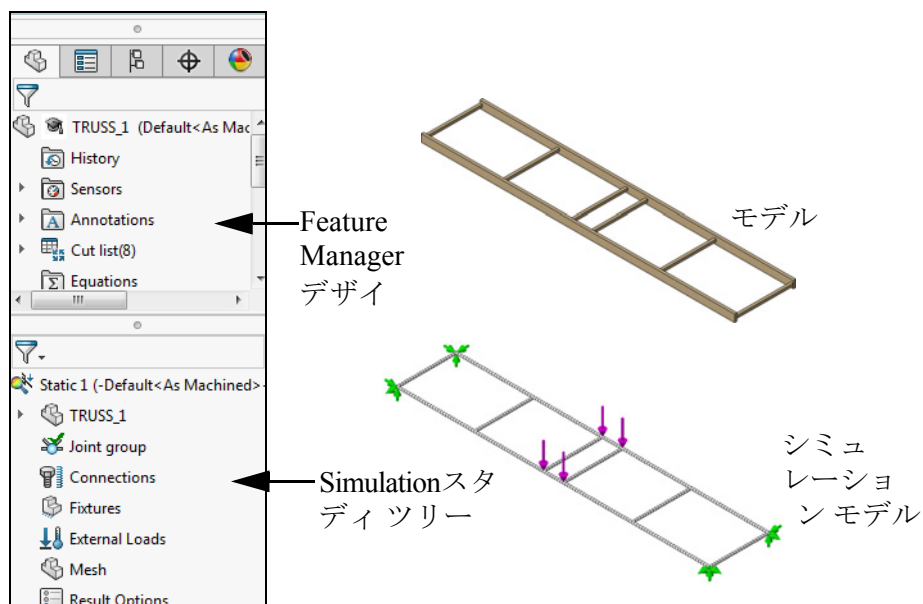
シミュレーション (Simulation)、スタディ (Study) をクリックします。デフォルト名 Static 1 を使用し、**静解析** (Static) をクリックします。

 をクリックします。



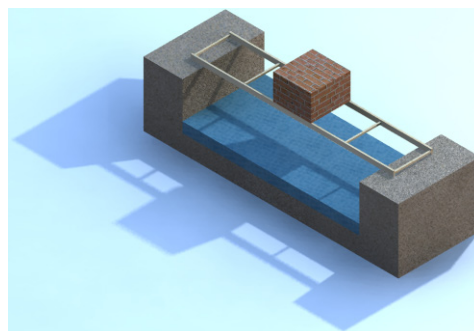
FeatureManager デザイン ツリーと Simulation スタディ ツリー

FeatureManager デザイン ツリーは画面左側の **Simulation スタディ ツリー**の上に表示されます。上のツリーはモデル ジオメトリ内のフィーチャーをリストし、下のツリーは解析またはシミュレーション モデルのフィーチャーをリストするものです。



環境

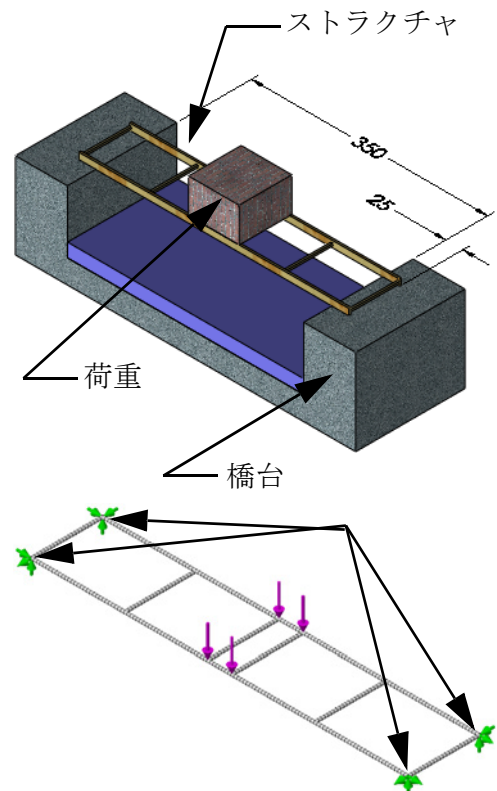
環境とは、ストラクチャがどのように使用されるかを表現するものです。この場合、モデルは川の上にかけられた橋体を表しています。ストラクチャの配置と、その上に掛かる外部荷重から、SOLIDWORKS Simulation に対する 2 つの重要な項目、**拘束**と**外部荷重**を決定できます。



拘束

拘束とは、ストラクチャが固定される、または動きが制限される部分です。このケースでは、梁間として川を渡っている支持のない範囲 **350mm** を定義します。両端には、ストラクチャの端部が橋台または岸に支持される **25mm** の重なり部分が存在します。梁間はストラクチャ全長より常に短くなります。

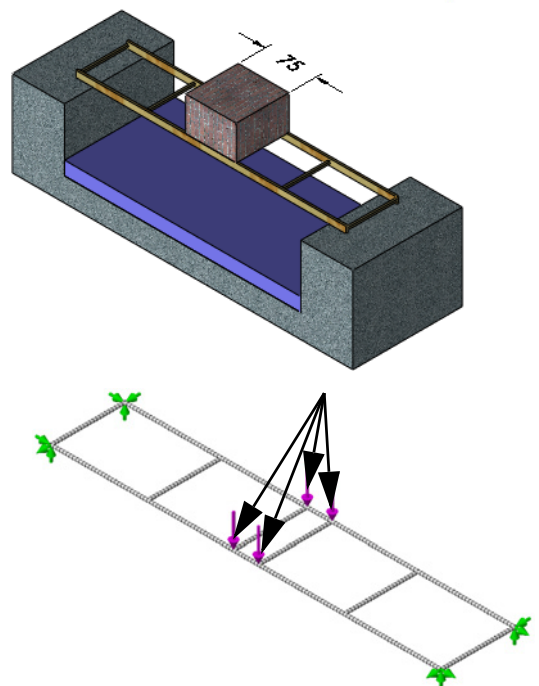
拘束はモデルの端の4カ所に定義されます。



外部荷重

モデルには、ストラクチャに力を与える**外部荷重**が必要です。例えば、梁間の中心に、ストラクチャを渡る物体としてレンガを積んだものを置いたとします。レンガの総重量を **40N** と仮定します。

荷重点は梁が梁間中央付近で接続されている点それぞれに1つずつ、合計4つになります。これは、各点上の荷重が $40\text{N}/4 = 10\text{N}$ (約 **2.25 lbs**) であることを意味します。

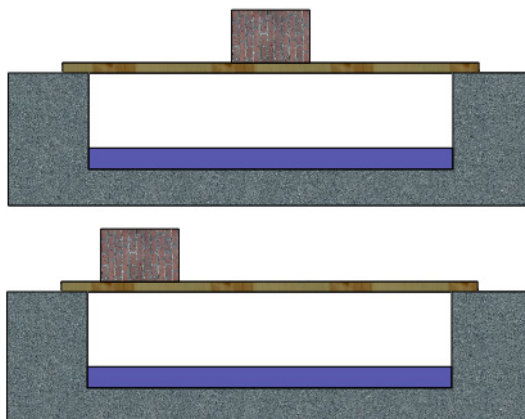


レッスン 3：ストラクチャの解析

なぜ荷重を中央に置くか？

構造解析モデルを使用する際、エンジニアは「最悪のケース」を解析しようとしています。これは、環境の条件によって構造が最も壊れやすいと思われる状態です。

このようなトラスストラクチャに対しては、梁間の中央に荷重を置くことが「最悪のケース」となります。



どの位の荷重に耐えられるか？

このストラクチャは、この時点ではかなり強度が低いですが、このガイドを通してこれを強化していきます。このストラクチャが耐えられる最大荷重はどれ位でしょうか？想像で教えてください。

荷重 = _____ N

注記：ポンド (lb) で想像している人は、メートル法で考えるようにしてください。ポンドとニュートンの変換は次の関係式で行えます：

$$1 \text{ lb} = 4.4482 \text{ N}$$

単位の設定

オプションを設定することにより、統一された解析結果を生成することができます。この例では、mm と MPa を選択します。

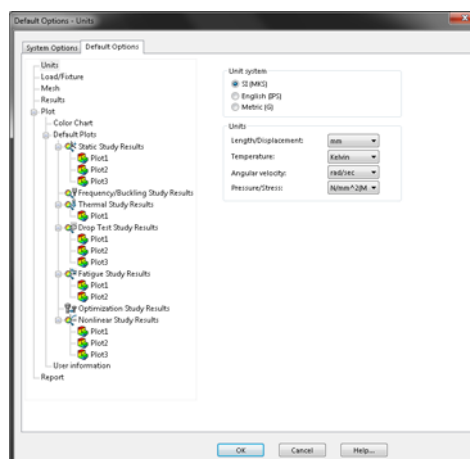
どこにあるか

- メニュー：シミュレーション (Simulation)、オプション (Options)

3 単位の設定

シミュレーション (Simulation)、オプション (Options) をクリックしてから、**デフォルトオプション (Default Options)** タブをクリックします。**単位 (Units)** のセクションで、**長さ / 変位 (Length/Displacement)** に **mm** を、**圧力 / 応力 (Pressure/Stress)** に **N/mm² (MPa)** を選択します。

OK をクリックします。



プリプロセス


構造解析の最初の段階は、必要な情報を集め、シミュレーション モデルに適用するプリプロセスです。与える情報には次が含まれます：

- **材料** - 梁の材料です。
- **拘束** - 自由に動くことのできない位置です。
- **外部荷重** - モデルに加えられる力です。
- **メッシュ** - シミュレーション モデルであり、モデルをベースに梁を要素と呼ばれる小さなピースに分解します。

材料

材料は、モデル ジオメトリの材料特性と外観を決定する必須値です。このケースではすべての梁に一括で適用します。

どこにあるか

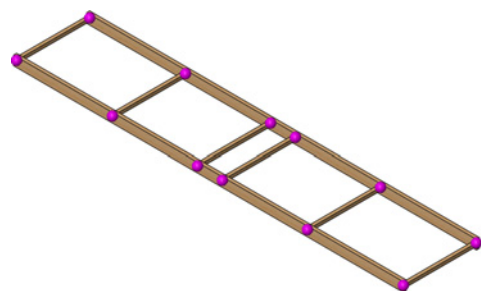
- CommandManager：シミュレーション (Simulation) > **材料を指定する** (Apply Material) 
- メニュー：シミュレーション (Simulation)、**材料** (Material)
- Simulation スタディ ツリー：部品名を右クリックし、**すべてに材料特性設定** (Apply Material to All) を選択

4 材料の設定

シミュレーション (Simulation)、**材料** (Material)、**すべてに材料特性設定** (Apply Material to All) をクリックします。木材フォルダを展開してバルサを選択します。**適用** (Apply) をクリックし、**閉じる** (Close) をクリックします。

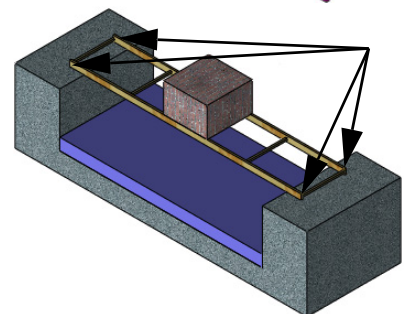
ジョイントとは？

ジョイントは梁の中心線が出会う位置に自動的に作成されます。ジョイントは拘束や外部荷重の位置を設定するのに使用します。



拘束


拘束はこのモデル内の特定の点の動きを制限するために使用されます。ストラクチャの端が橋台に乗る点に拘束を適用します。




どのようなタイプの拘束を使用するか

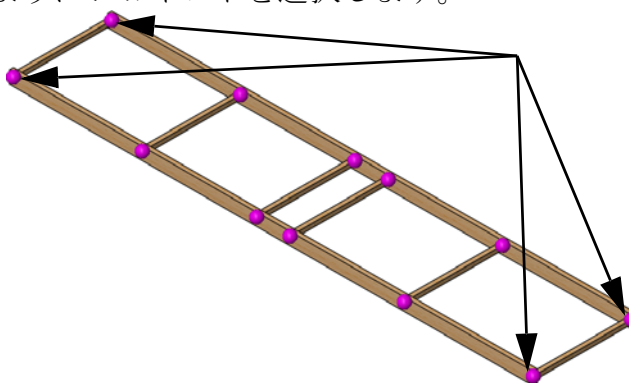
このプロジェクトでは、橋を橋台の上において渡します。橋は橋台に接触しますが、糊付けその他は行いません。

どこにあるか

- CommandManager：シミュレーション (Simulation) > 拘束アドバイザー (Fixtures Advisor)  > 固定形状 (Fixed Geometry)
- メニュー：シミュレーション (Simulation)、荷重 / 拘束 (Loads/Fixture)、拘束 (Fixtures)
- Simulation スタディ ツリー：拘束 (Fixtures) を右クリックし、固定形状 (Fixed Geometry) を選択


5 拘束の追加

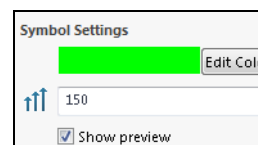
シミュレーション (Simulation)、荷重 / 拘束 (Loads/Fixture)、拘束 (Fixtures) をクリックします。固定 (並進なし) (Immovable (No translation))  をクリックして図のようにジョイントを選択します。



注記：間違いを訂正するには、選択内容がリストされているボックス内を右クリックし、**選択解除** (Clear selections) を選択します。ボックスを空にしてから、再度選択を行います。

6 記号のサイズ

記号設定 (Symbol Settings) セクションを展開し、記号サイズ (Symbol Size) を **150** にします。これにより、記号が大きくなり、見やすくなります。 をクリックします。

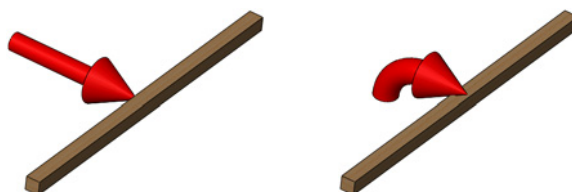


外部荷重

ストラクチャに対する総荷重は、ストラクチャ中央近くの 4 つの **5N** の荷重に等しく分割されます。

力

力には向きと値 (大きさ) があります。これはおもりを吊すなど直接的な力の場合も、ドアノブを回すようなひねりや曲げなどのモーメントの場合もあります。



重力

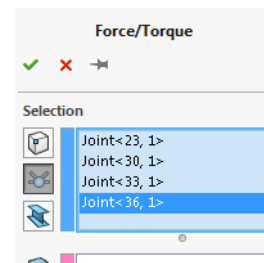
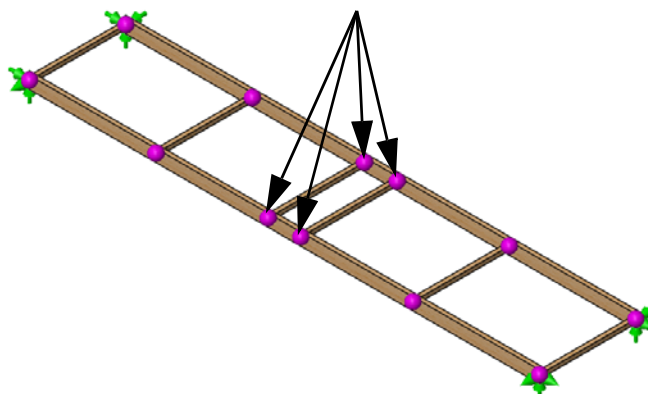
重力はストラクチャの重量を荷重として使用します。このプロジェクトでは重要でないため、考慮しません。

どこにあるか

- CommandManager：シミュレーション（Simulation）> **外部荷重アドバイザー**（External Loads Advisor）> **力（Force）**
- メニュー：シミュレーション（Simulation）、**荷重 / 拘束（Loads/Fixture）**、**力（Force）**
- Simulation スタディ ツリー：外部荷重（External Loads）を右クリックし、**力（Force）**を選択

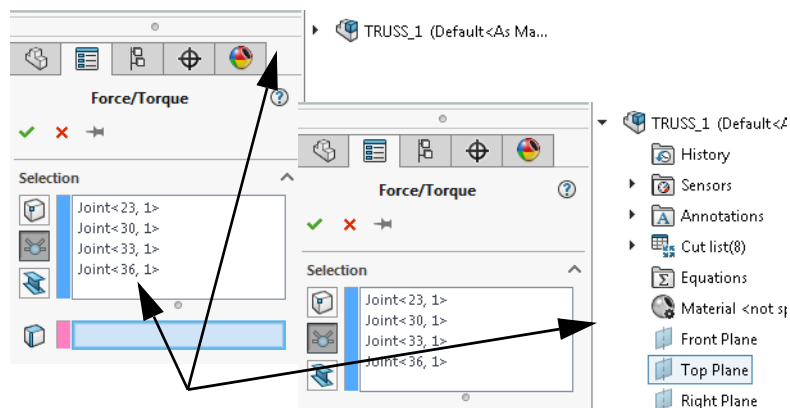
7 荷重の追加

シミュレーション（Simulation）、荷重 / 拘束（Loads/Fixture）、力（Force）をクリックします。ジョイント（Joint）をクリックし、図のようにジョイントを選択します。



8 向きの設定

方向（Direction） フィールドをチェックし、フライアウト FeatureManager デザイン ツリーを展開します。平面フィーチャーをクリックします。




9 単位を設定

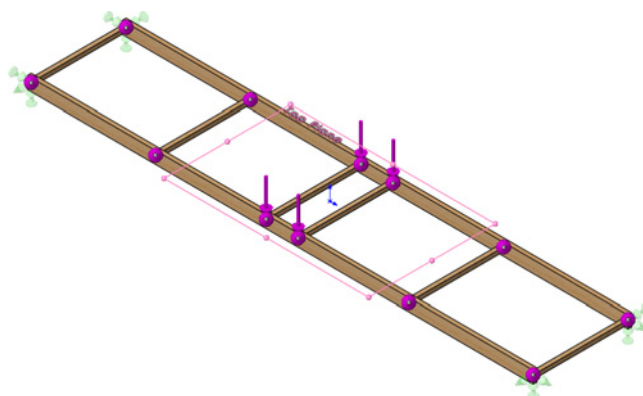
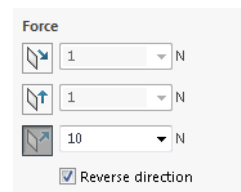
単位 (Units) が **SI** に設定されていることを確認します。



10 力を適用


図のように**参照面に垂直** (Normal to Plane)  をクリックし、値を **10N** に設定します。**反対方向** (Reverse direction) をクリックして矢印が下を向くようにします。

 をクリックします。



ヒント :拘束の場合と同様に**記号設定** (Symbol Setting) オプションを使って、記号のサイズを変更することができます。これらは **150** に設定されています。

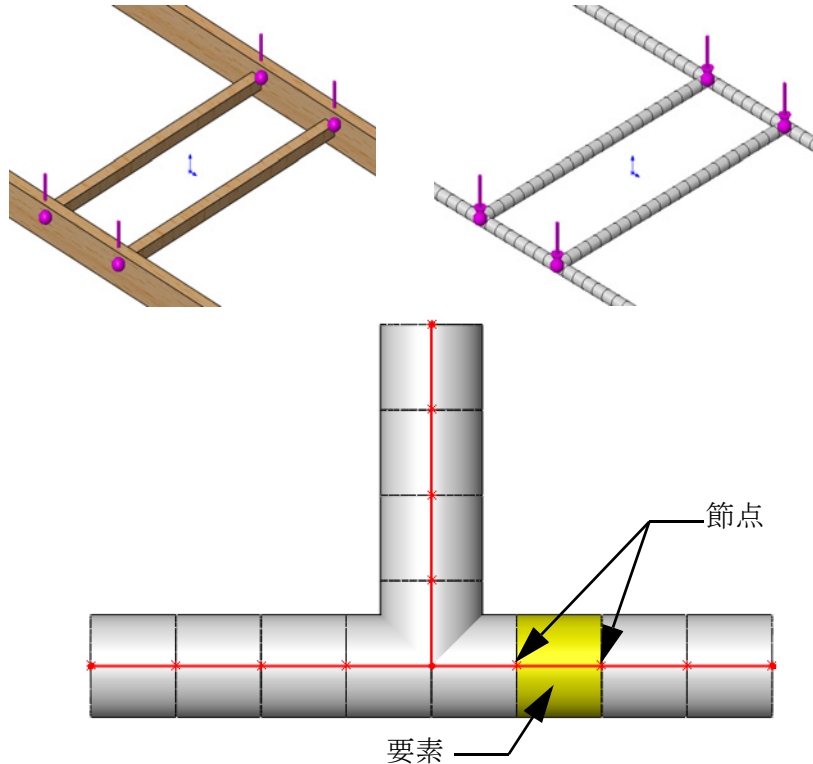
11 保存

保存 (Save)  をクリックしてモデルとシミュレーション データを保存します。



ヒント :予期せぬデータの損失を防ぐために定期的に保存を行うことをお勧めします。

モデルのメッシュ作成

解析で使用する小さなピースを生成するためにメッシュを作成します。解析モデルは、一連の接続された節点や要素で構成されています。

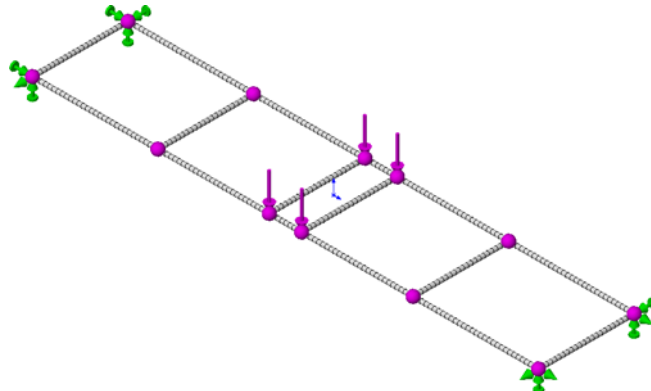


どこにあるか

- CommandManager : シミュレーション (Simulation) > 実行 (Run)  > メッシュ作成 (Create Mesh) 
- メニュー : シミュレーション (Simulation)、メッシュ (Mesh)、作成 (Create)
- Simulation スタディ ツリー : メッシュ (Mesh) を右クリックし、メッシュ作成 (Create Mesh) を選択

12 メッシュ作成

シミュレーション (Simulation)、メッシュ (Mesh)、作成 (Create) をクリックします。モデルのジオメトリを元にメッシュが作成されます。



注記 : このステップは、シミュレーション (Simulation)、実行 (Run) に含まれていますが、メッシュについて強調するためにここで説明しました。


解析

解析の段階は簡単です。SOLIDWORKS Simulation はユーザーの入力を元に解析を行い、結果を生成します。結果がすぐに得られるように、デフォルト設定を使用します。

予想される値

前のレッスンでは、梁の計算を使って、単純支持梁の簡易計算に基づいて大まかな変位を求めました。その計算では、変位がおおよそ **35mm** となることがわかりました。シミュレーション解析の変位結果も、おおよそ同じ桁範囲 **3.5mm** と **350mm** の間に収まり、**35mm** に近い結果が得られることが予想されます。

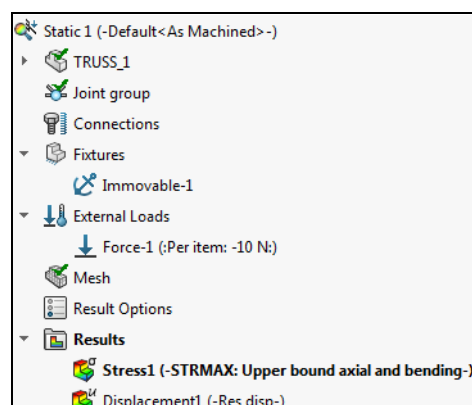
どこにあるか

- CommandManager : シミュレーション (Simulation) >  > 実行 (Run)
- メニュー : シミュレーション (Simulation)、実行 (Run)
- Simulation スタディ ツリー : スタディ名を右クリックし、**実行 (Run)** を選択

13 実行

シミュレーション (Simulation)、**実行 (Run)** をクリックします。実行が完了すると、Simulation スタディ ツリーの結果フォルダに 2 つのフィーチャーが表示されます。

これで、シミュレーションのポストプロセスに進むことができます。



用語について

解析を行っている間に、解析の理解に役立つ用語についてその一部を見ていきます。

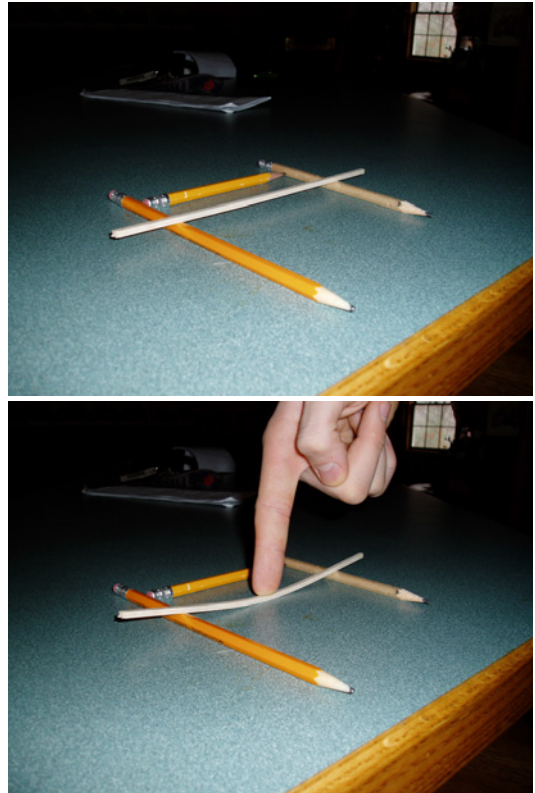
曲げと変位

曲げは梁に適用された荷重により引き起こされます。荷重により、梁は曲がり、荷重の方向に動きます。

変位とは、元の位置から梁が動いた距離を指します。変形の「最悪のケース」は荷重が梁の中心にあるときに発生します。

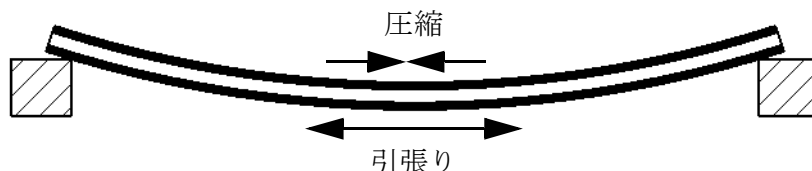
変形が大きければ目に見えますが、通常は非常に小さいものです。


家の中を歩いていて、床がきしむ場所がありますか？きしみは床の梁に対する荷重、つまりあなたの体重が引き起こした変位が原因です。



引張りと圧縮

梁が曲がる際、梁の上側（荷重が適用される面）は圧縮され（押し縮められ）ますが、反対側の面は引張られ（引き離され）ます。



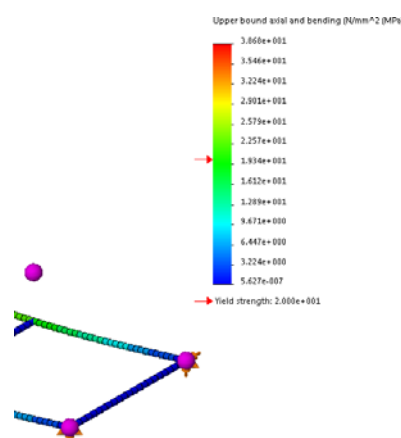
 より詳しい情報は、**圧縮**と**引張り**で検索してください。

応力

ボディに対して荷重を適用すると、ボディは内側に力を発生させる（一般に、不均一な力です）ことによりその影響を吸収しようとしします。このような内部の力の強度を、**応力**といいます。応力の単位は、単位面積あたりの力です。応力は目に見えませんが、ストラクチャがそれによって破損する場合もあります。

よく使われる単位は、平方メートルあたりニュートン、パスカルおよび平方インチあたりポンド (psi) です。

応力により、荷重のかかった梁が破損することがあります。SOLIDWORKS Simulation は、ストラクチャ内で応力の高い領域、低い領域のマップを表示します。



降伏応力


梁が壊れるまでに耐えられる力はどれくらいでしょうか？梁の強度の限界としては、梁にかかる応力に基づいた**降伏応力**を使用します。強度には、材料と梁の断面の両方が影響します。

注記： 金属の場合、荷重によって曲がるものの、荷重が取り除かれると元の形状に戻ることが多くあります。降伏応力は、材料が曲がり、荷重を取り除いても曲がったままの状態になるポイントを指します。これは、塑性変形とも呼ばれます。

安全率 (FOS)

安全率 (FOS) は、解析の結果を手早く知る方法の一つです。これは、最も高い応力と材料の降伏応力の比率として定義されます。**FOS > 1** であれば、ストラクチャは安全です。**FOS < 1** の場合、ストラクチャは安全ではないと考えられます。

注記： エンジニアは一般に FOS が 2 以上になるよう設計します。ストラクチャは一般に安全と信頼性のために「過剰設計」されます。

 詳しい情報は、**応力**、**降伏応力**、または**安全率**で検索してください。

ポストプロセス（ポスト処理）

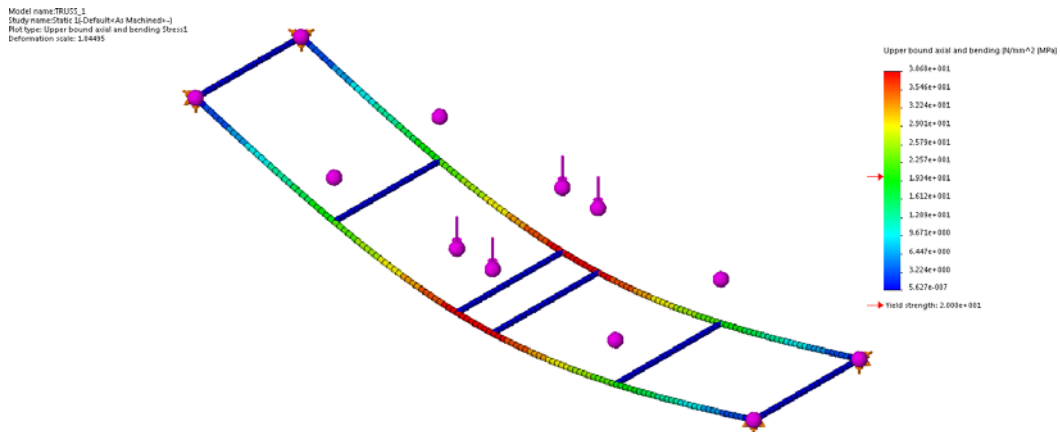
解析が完了した後、ポストプロセスを行います。ポストプロセスでは **Simulation** スタディ ツリーの結果フォルダに2つのプロットが作成され、これを表示したり変更したりすることができます。これらのプロットは橋の構造を理解し、変更するのに役立ちます。

ポストプロセス開始時には、結果フォルダに
応力 1 (-STRMAX- 最大軸と曲げ) と
変位 1 (-合成変位-) の2つのプロットが表示されます。

応力プロットが自動的に選択、表示されます。

14 応力分布

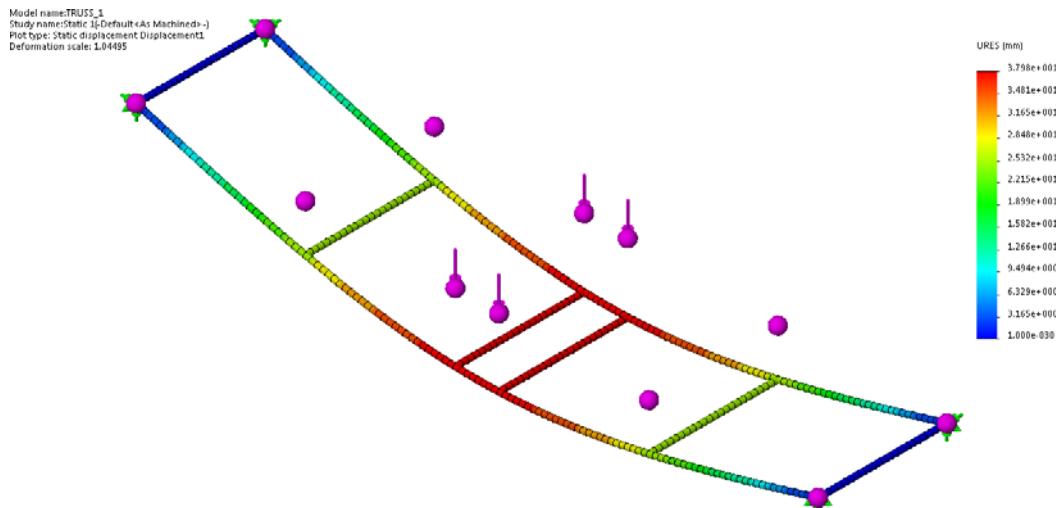
モデルの変位が表示されます。**応力分布**は変形したモデルの色として表されています。モデルの横に表示されるチャートが応力の分布を表し、暖色が高い応力、寒色が低い応力を示しています。



注記：ジョイント●は非表示にできます。ジョイントグループ (Joint Group) を右クリックして**非表示** (Hide) または**表示** (Show) を選択します。

15 変位

変位 1 (-合成変位-) プロットをダブルクリックして表示します。



結果の解釈

応力および変位プロットは実際の値と、最高値の場所を示してくれるので便利です。MPa とは何でしょうか？この結果が何を意味するのかを考えてみましょう。これまでの結果は以下の通りです（実際に表示されている値は違う可能性があります）：

応力	変位
38.683MPa（メガパスカル）	3.798e+001mm

数値

変位の値は科学的記数法で表示されています（表示されている結果のフォーマットの組み合わせは異なるかもしれません）。

3.798e+001 とは、 3.798×10^1 、あるいは $3.798 \times 10^1 = 3.798 \times 10 = \underline{\hspace{1cm}}$ mm です。

インチ単位ではどうなりますか？上記の結果を 25.4 で割ると $= \underline{\hspace{1cm}}$ in になります。

単位



単位を理解することは結果の解釈にとって重要です。ミリメートルやインチのような長さ単位はよく知られています。応力はそうでもありません。応力の単位は、圧力の単位であり、面積あたりの力を測定するものです。自転車のタイヤの空気圧で、psi (pounds per square inch) という単位を目にしたことがあるかもしれません。一般的な単位でタイヤの空気圧を表すと次のようになります：

60 psi = 4.136854e+005 Pa = 0.4136854 MPa（1MPa = 1N/mm²=1,000,000 Pa）

新しいプロットの作成

調べなければならないのは、このストラクチャがどれだけの応力に耐えられるかということです。最適な方法は**安全率**プロットを作成することです。これは 3 ステップのプロセスです。

どこにあるか

- CommandManager：シミュレーション（Simulation）> **結果アドバイザー**（Results Advisor） > **新規プロット**（New Plot）> **安全率**（Factor of Safety）
- Simulation スタディ ツリー：結果（Results）フォルダを右クリックし、**安全率プロット定義**（Define Factor of Safety Plot）をクリック

16 安全率プロット

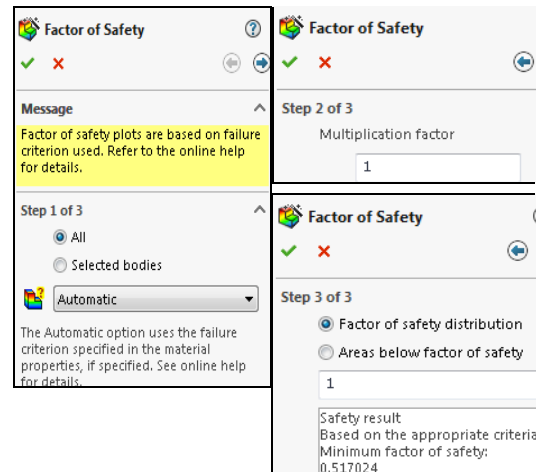
Simulation スタディ ツリーの結果 (Results) フォルダを右クリックし、**安全率プロット定義 (Define Factor of Safety Plot)** を選択します。

デフォルト設定を使用し、**次へ (Next)** をクリックします。

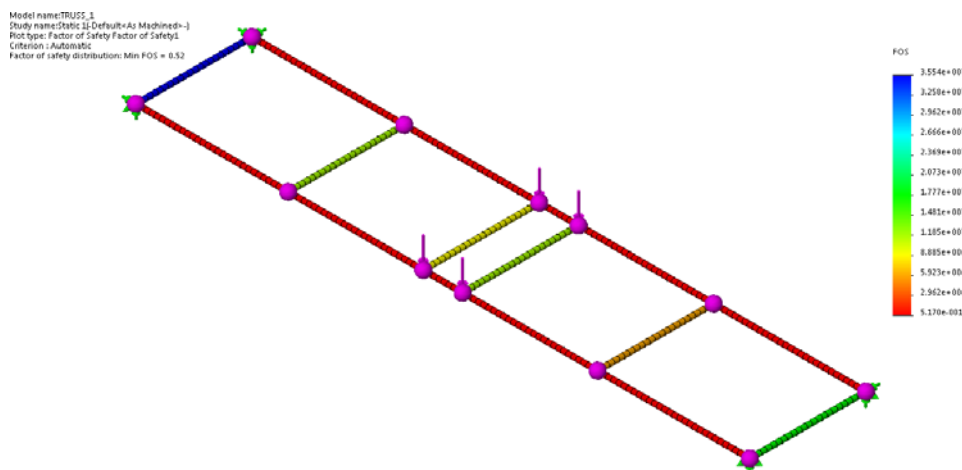
増加率 (Multiplication factor) を 1 のままにし、**次へ (Next)** をクリックします。

指定安全率より低い領域を描画 (Areas below factor of safety) をクリックします。

☑ をクリックします。



注記： ダイアログ ボックスに表示されている現在の安全率は 0.517024、または約 0.5 です。これは最小値である 1 よりも小さい値です。プロットはすべて青色か赤色に色づけされて表示されます。



安全率からわかることは？

安全率より値が小さい領域はプロット上では赤で表示されます。FOS 1 が限界ならば、この荷重はストラクチャが支持するには重すぎる、ということになります。

荷重を減らさなければなりません。

変更の繰り返し

このストラクチャは荷重を支持できないので、次のステップは、このストラクチャが耐えることのできる荷重の大きさを確認することです。これを行うには、荷重を変更してストラクチャを再度解析し、安全率がおおよそ 1 になるまでこれを続けます。このプロセスを、繰り返し（反復）と言います。

荷重の割り出し

荷重を減らし変更を繰り返す前に、どの程度減らすことが必要か決めなければなりません。現在ある情報から、 $4 \times 10\text{N} = 40\text{N}$ の荷重に対する安全率がおおよそ **0.5** であることがわかります。

安全率に合計荷重をかけることにより、その結果の安全率はおおよそ 1 になるはずです。

安全率 \times 合計荷重 = $0.5 \times 40\text{N} = 20\text{N}$ 、つまり、各面に対して **5N** です

繰り返し工程により、モデルを再度解析してこの関係式が成り立つか調べることにします。

シミュレーション データの編集


外部荷重のようなシミュレーション データは、編集して新しい値を反映することができます。結果は解析を実行するまで更新されません。

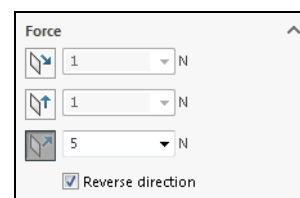
どこにあるか

- ・ ショートカット メニュー：固定または荷重フィーチャーを右クリックして **定義編集** (Edit Definition) を選択

17 外部荷重を編集

フィーチャー

力 -1 (: エンティティごと : -10 N:) を右クリックして **定義編集** (Edit Definition) を選択します。荷重を **5N** に設定して  をクリックします。



18 再実行

シミュレーション (Simulation)、**実行** (Run) をクリックして解析を再実行します。

19 安全率 (FOS)

安全率 1 (- 自動 -) をダブルクリックします。FOS は青であり、1 より大きいことを示しています。

20 部品を閉じる

ファイル (File)、**閉じる** (Close) をクリックし、**保存** (Save) を選択して変更を保存します。

結論

解析から、ストラクチャが初期の荷重を支えるのに不十分であったことは明らかです。SOLIDWORKS Simulation を使って、繰り返しを行うことによりストラクチャが耐えることのできる最大荷重を見つけることができました。

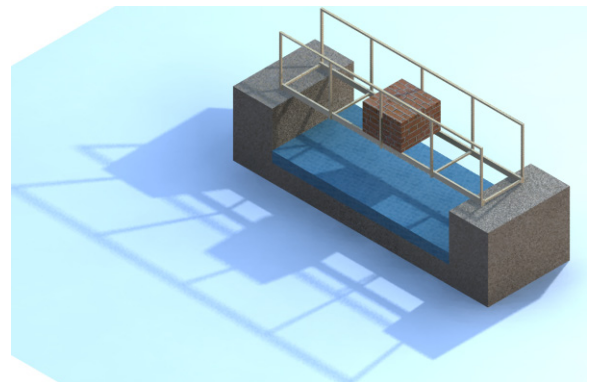
レッスン 4：設計変更

このレッスンの目的

- クロス ブレースの重要性を理解する
- 最大荷重の確認
- 変位図プロットの表示
- プロットやチャートを見やすく編集
- 強度対重量比の計算


設計に対する追加

SOLIDWORKS Simulation によるストラクチャの解析によって、このストラクチャには強化が必要であるという結論が導き出されます。このバージョンではデザインの側壁を強化し、より大きな荷重を許容します。



モデルを開く

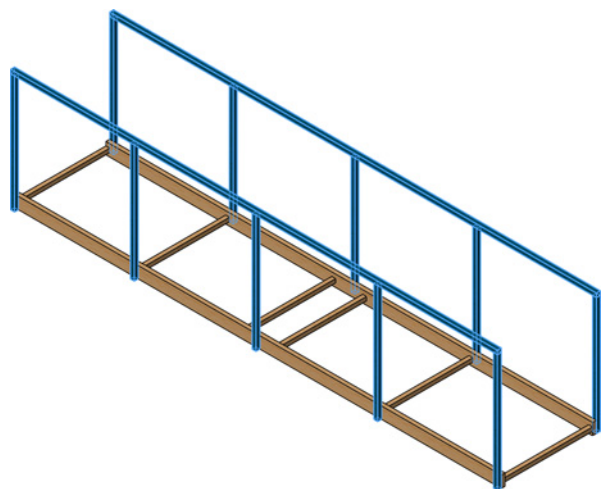
1 部品ファイルを開く

開く (Open)  をクリックします。

開く (Open) ウィンドウから、*Bridge Design Project\Student\Lesson 4* フォルダを参照します。

TRUSS_2.sldprt を選択し、**開く (Open)** をクリックします。

このバージョンでは、側面に水平部材と垂直部材が追加されています。



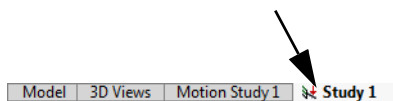
既存のスタディ

この部品は側壁の追加を除いて、前のレッスンと同じものです。また、前の部品と同じ値を使用するスタディ *Study 1* もあります。

2 既存のスタディにアクセス

画面の左下にある *Study 1* タブをクリックします。

Simulation スタディ ツリーが表示されます。この解析には拘束、外部荷重、メッシュが含まれています。



3 解析を実行する

シミュレーション (Simulation)、**実行** (Run) をクリックします。

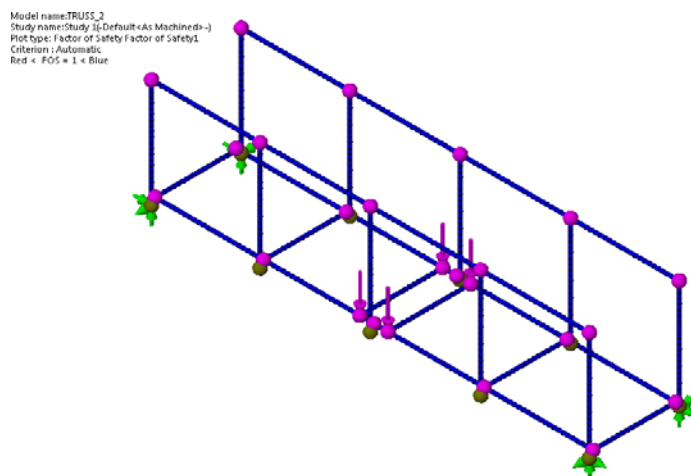
これで、シミュレーションのポストプロセスに進むことができます。安全率プロットは自動的に作成されないので注意してください。

4 安全率プロット

Simulation スタディ ツリーの結果 (Results) フォルダを右クリックし、**安全率プロット定義** (Define Factor of Safety Plot) を選択します。40 ページの「新しいプロットの作成」と同じ手順を使用します。

5 ラベル。

安全率 1 (-FOS-) を右クリックし、**チャート オプション** (Chart Options) を選択します。最小アノテート アイテムを**表示** (Show min annotation) をクリックし、☒ をクリックします。



この結果から、前のレッスンの同じ初期荷重と比較して FOS が下がったことがわかります。

荷重の変更

外部荷重の適用を繰り返し、このバージョンのストラクチャが **1** の FOS をターゲットとしてどの程度の強度を持つかを確認します。前のレッスンでは、合計荷重に安全荷重をかけると、許容可能な最大荷重が得られることを学びました。

$20\text{N} \times 0.684 = 13.68\text{N}$ 各荷重は $13.68\text{N}/4 = \mathbf{3.42\text{N}}$

6 外部荷重を編集

フィーチャーカ -1 (:エンティティごと:-5N:) を右クリックし、**定義編集** (Edit Definition) を編集します。荷重を **3.42N** に設定して ☒ をクリックします。

7 再実行

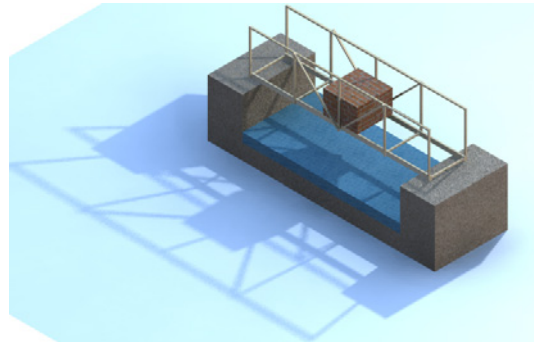
シミュレーション (Simulation)、**実行** (Run) をクリックして解析を再実行します。最小安全率 (FOS) は今回も **1** になるはずです。

8 部品を閉じる

ファイル (File)、**閉じる** (Close) をクリックし、**保存** (Save) を選択して変更を保存します。


クロス ブレース

三角形とクロス ブレースの価値については以前のレッスン (8 ページの「三角形」) でも言及しました。ここではクロス ブレースを伴うストラクチャを確認し、それらが結果に与える影響を検証します。荷重 (4 箇所) に **3.42N** は前回と同じ設定で、モデルにクロス ブレースが追加されていることを除き、解析は、前回と同じです。



モデルを開く

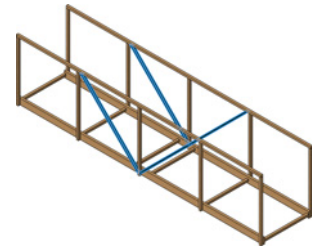
1 部品ファイルを開く

開く (Open)  をクリックします。

開く (Open) ウィンドウで Lesson 4 フォルダを参照します。

TRUSS_3.sldprt を選択し、**開く** (Open) をクリックします。



このバージョンは、中央部分にクロス ブレースが追加されていることを除き、以前のモデルと変わりません。



既存のスタディ

この部品はクロス ブレースの追加を除いて、以前のものと同じです。また、前の部品と同じ値を使用するスタディ *Study 1* もあります。

2 既存のスタディにアクセス


画面の左下にある *Study 1* タブをクリックします。  Model 3D Views Motion Study 1 **Study 1**  Simulation スタディ ツリーが表示されます。この解析には拘束、外部荷重、メッシュが含まれています。

3 解析を実行する

シミュレーション (Simulation)、**実行** (Run) をクリックします。

これで、シミュレーションのポストプロセスに進むことができます。FOSプロットを作成します。値は1を超えています (44 ページのステップ **5** の手順を使ってラベルを追加します)。

4 外部荷重を編集

荷重 -1 フィーチャーを右クリックして**材料編集** (Edit Material) を選択します。荷重を **5.4N** に設定して  をクリックします。

5 再実行

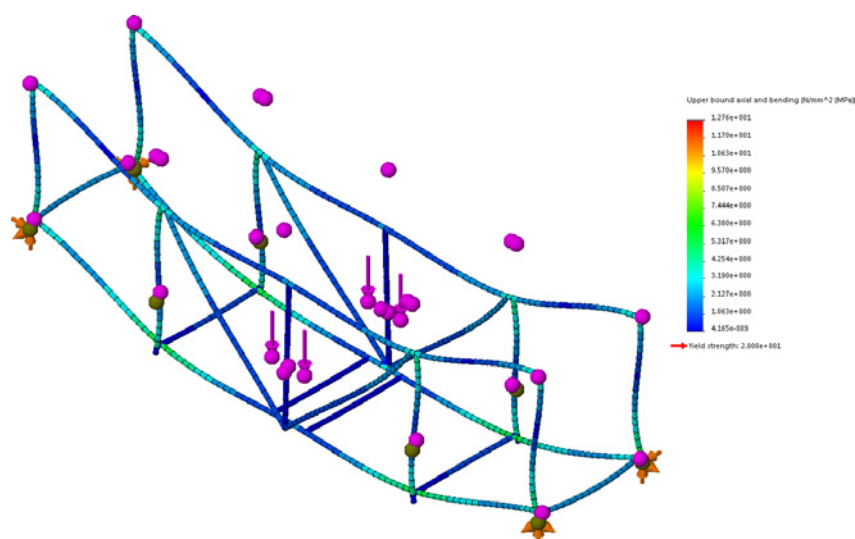
シミュレーション (Simulation)、実行 (Run) をクリックして解析を再実行します。最小 FOS は今回も 1 に近くなるはずです。

クロス ブレースの効果

クロス ブレースはフレームを強化する三角形を構成し、曲げやねじれに対する抵抗を助けます。その効果を確認するために、結果を検証します。

6 応力プロット

応力 1 (-STRMAX : 最大軸と曲げ-) をダブルクリックして、応力プロットを表示します。



プロットを使った作業

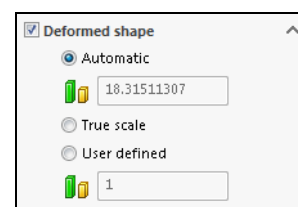
プロットを見やすく、理解しやすくするためのオプションは多数あります。外観を変更するいくつかのオプションについて見ていきます。

変形プロット



応力プロットの変形後の形状では、変位を大きく強調することができます。自動 (Automatic) またはユーザー定義 (User defined) の値で変位を強調することができます。

7 変形形状



応力 1 (-STRMAX : 最大軸と曲げ-) プロットを右クリックして、定義編集 (Edit Definition) を選択します。変形形状 (Deformed Shape) と自動 (Automatic) が選択されていることを確認します。☑️ をクリックします。

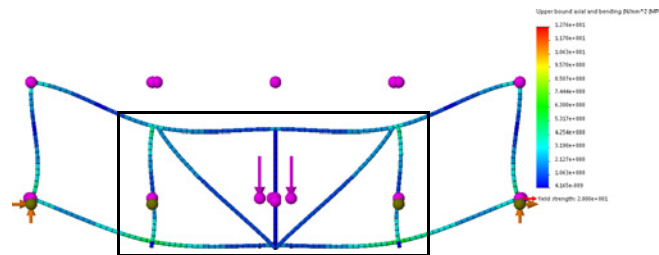


どこにあるか

- ヘッズアップ表示ツールバー：表示方向（View Orientation）、正面（Front）
- キーボードショートカット：Ctrl+1

8 正面表示

表示方向（View Orientation） アイコンで正面（Front） をクリックし、モデルの応力分布を正面から確認します。モデル中央のクロス ブレースを伴う部分では、ブレースによる強化により端の部分と比べて形状がより保たれています。



原型モデル表示

設定（Setting）オプションでは、変形前の形状を重ねて表示し、チャートの外観を変更して色の変化をはっきりさせることができます。

どこにあるか

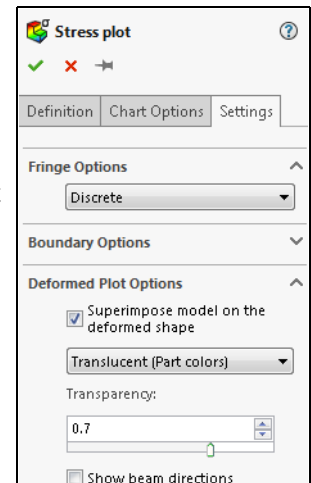
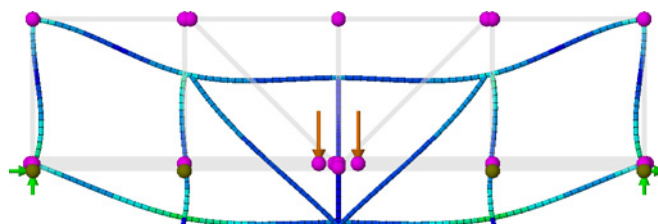
- ショートカットメニュー：プロットを右クリックして、設定（Settings）をクリック

9 設定

Stress1（-STRMAX：最大軸と曲げ-）プロットを右クリックし、設定（Settings）をクリックします。

等高線オプション（Fringe Options）で不連続（Discrete）を選択します。変形図プロットオプション（Deformed Plot Options）で原形モデル表示オプション（Superimpose model on the deformed shape）をクリックし、透明度（Transparency）を0.7に設定します。

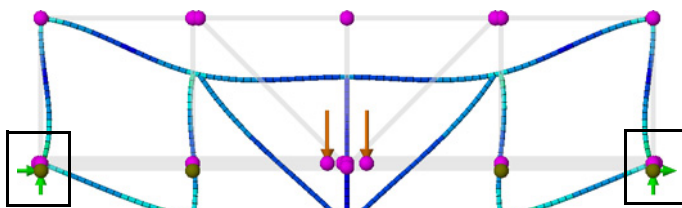
 をクリックします。



注記：タイトルとカラー チャートはドラッグ&ドロップで移動できます。

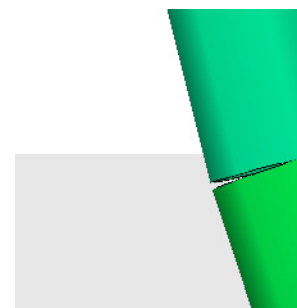
最弱リンク

「最弱リンク」という表現を知っていますか？この言葉は、結合の最も弱い部分、すなわち最も壊れやすいリンクを意味します。



画像の左下部分を良く見ると、最も高い応力値のラベルが確認できます。これが最弱リンクであり、応力の高い領域です。

右側の拘束付近にも同様に応力の高い（赤）領域があるはずです。拡大表示すると確認できます。

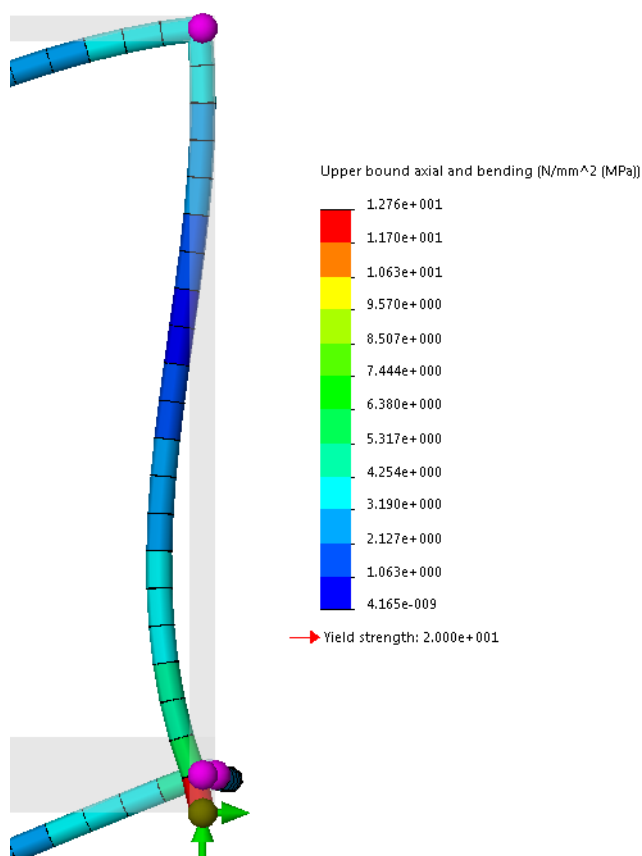


応力分布の色

応力分布図には、色と実際の応力値を対応させる色チャートが必ず含まれています。最も応力の高い部分は赤色/黄色/オレンジ色となり、最も低い部分は青い色合いとなります。

SOLIDWORKS Simulation はモデル内の「最弱リンク」を識別することにより、修復可能とするために使用されます。



最も高い応力がストラクチャの破壊を発生させるとは限りません。破壊点は**降伏応力**（Yield strength）の矢印の先に記されています。



問い合わせの使用

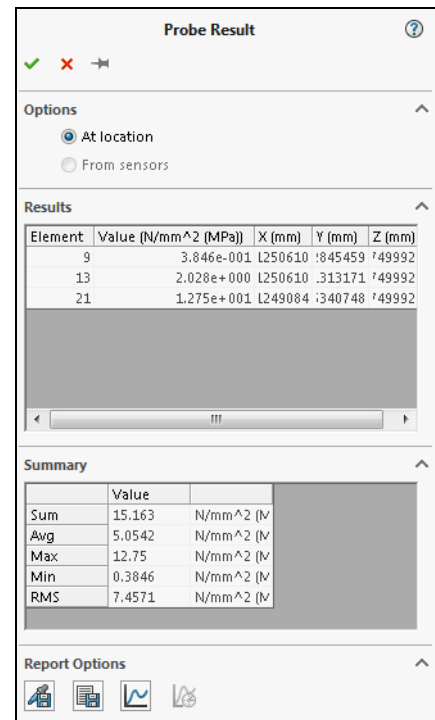
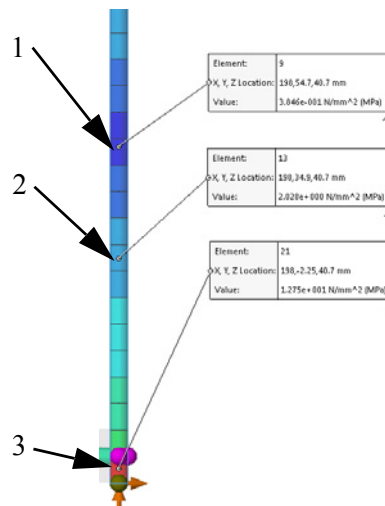
問い合わせにより、要素を直接選択してより深い情報を得ることができます。要素にはその要素タイプに応じた、実際の値を示すラベルが表示されます。また、問い合わせデータからプロットを生成することもできます。

どこにあるか

- CommandManager：シミュレーション (Simulation) > プロット ツール (Plot Tools)  > 問い合わせ (Probe) 
- メニュー：シミュレーション (Simulation)、結果ツール (Result Tools)、問い合わせ (Probe) をクリック


10 問い合わせの追加


Simulation、結果ツール (Result Tools)、問い合わせ (Probe) をクリックします。要素を上から下へ、図の順番で選択します。要素の選択の順番に従って応力値が急速に増大していることが確認できます。

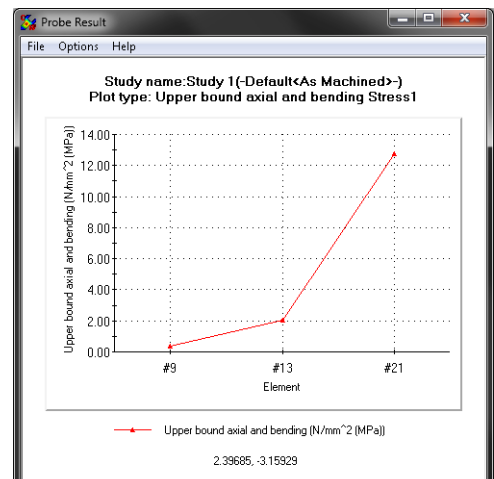


注記： 選択は図のように行ってください。実際に表示されるラベルは、図の要素数や値とは若干異なる値になります。

11 プロット

プロット (Plot)  をクリックして**結果問い合わせ (Probe Result)** を作成します。これらの要素間の応力の変化が急激であることがプロットでも確認できます。

“x” をクリックして**結果問い合わせ (Probe Result)** ダイアログを閉じ、 をクリックして**結果問い合わせ (Probe Result) Property Manager** を閉じます。



12 等角投影

表示方向 (View Orientation) アイコンから**等角投影** (Isometric) アイコンをクリックします。

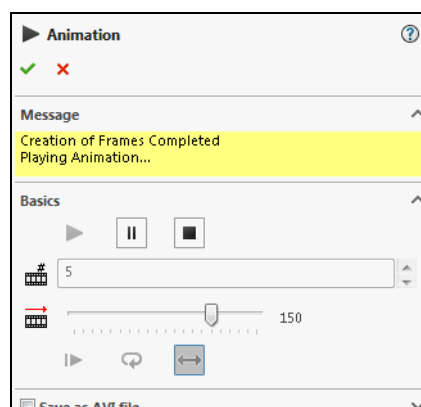
13 変形形状

応力 1 (-STRMAX：最大軸と曲げ-) プロットを右クリックして、**定義編集** (Edit Definition) を選択します。**変形形状** (Deformed Shape) と**自動** (Automatic) をクリックします。✔️ をクリックします。

14 アニメーション

Simulation、**結果ツール** (Result Tools)、**アニメーション** (Animate) をクリックします。図のように**速度**スライダの値を **10** まで動かします。

✔️ をクリックします。



ヒント：**フレーム** (Frames) スライダを使ってフレーム数を増やすことにより、より滑らかなアニメーションを作成できます。

数値フォーマットの調整

チャートに表示される値は、サイズに応じた数値フォーマットが使用されます。例えば、数値が非常に小さい、または大きい場合には、指数表示が使用されます。数値フォーマットを変更してチャートを見やすくすることも可能です。以下に3つのフォーマットで同じ数を表した例を示します。

指数	浮動小数点	一般
3.727e+000	3.727	3.73

15 変位

変位 1 (-合成変位-) プロットをダブルクリックします。変位の数値は小さいことが多く、このチャートでは 0 からおよそ 3mm の間となっています。指数表示で表されていますが、小数点表示の方が見やすくなります。

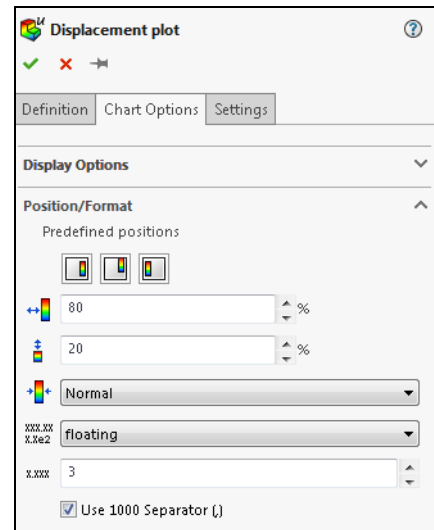
どこにあるか

- ・ ショートカット メニュー：プロットを右クリックして、**チャート オプション** (Chart Options) をクリック

16 チャート オプション

変位 1 (-合成変位-) プロットを右クリックして **チャート オプション** (Chart Options) をクリックします。**位置 / フォーマット** (Position/Format) の数値オプションで**小数点以下表示**を選択します。小数点以下の数値が読みやすいように表示されます。

 をクリックします。



解決策

ここまでの作業で弱い部分が識別され、特定可能となりました。この問題に対する最善の解決策は何だと思えますか？

- 1 荷重を減らして FOS を 1 以上の値にする。
- 2 補強のない部分にクロス ブレースを追加する。

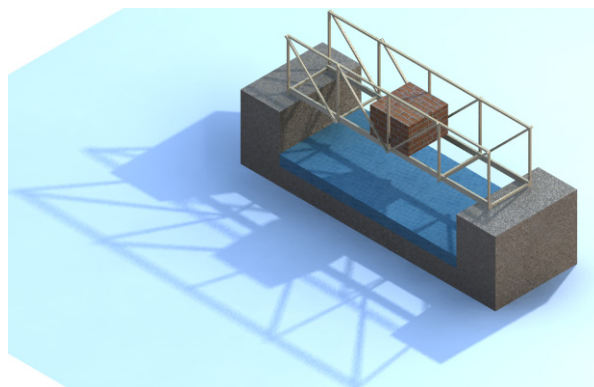
ここでは 2 つ目の対策を選択し、ストラクチャ上の荷重を最大化します。

17 部品を閉じる


ファイル (File)、**閉じる** (Close) をクリックし、**保存** (Save) を選択して変更を保存します。

補強の完了

クロス ブレースによる補強を完了するために、部材が他の部分に追加されています。これらがストラクチャに与える影響を確認してみましょう。



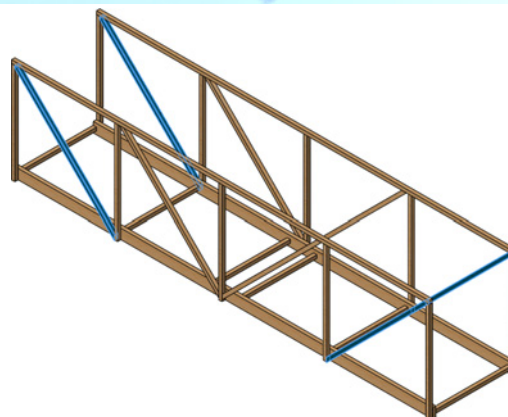
1 部品ファイルを開く

開く (Open)  をクリックします。

開く (Open) ウィンドウで Lesson 4 フォルダを参照します。

TRUSS_4.sldprt を選択し、**開く (Open)** をクリックします。

このバージョンは、クロス ブレースによる完全な補強が行われている点を除き、前回のバージョンと変わりません。



2 再実行

既存のスタディ *Study1* を開き、解析を再実行します。

応力の比較

ブレースの追加は非常に効果的に見えました。なぜそういえるのでしょうか？最大応力が下がったためです。

FOS の値は増えますか、それとも減りますか？ _____

3 安全率プロット

安全率プロットを作成し、FOS の値をチェックします。

4 外部荷重の最大化

もう一度荷重を最大化して安全率 **1** とします。

$5.64 \times 5.4N = \underline{\hspace{2cm}} N$

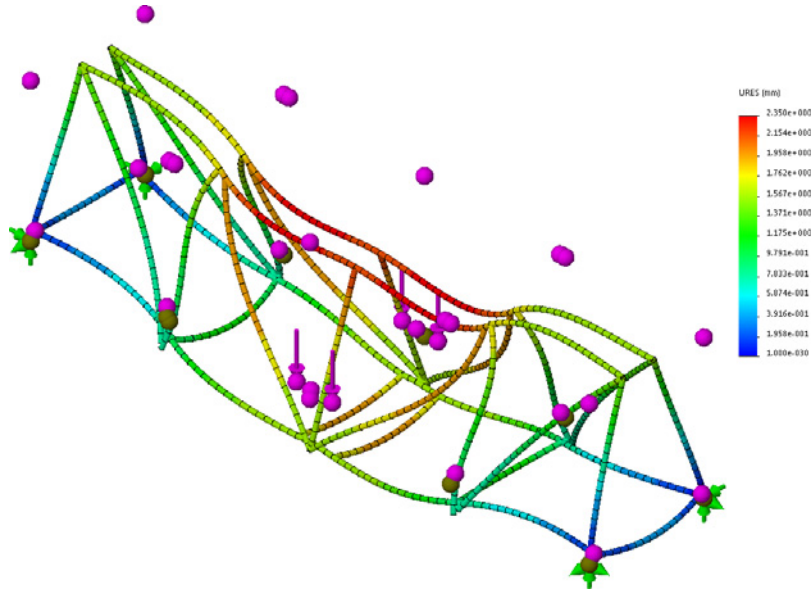
力 -1 フィーチャーの外部荷重を編集し、**30.46N** にします。

5 再実行

シミュレーション (Simulation)、**実行 (Run)** をクリックして解析を再実行します。最小 FOS は今回も **1** に近くなるはずです。

6 変位

変位 1 (- 合成変位 -) プロットをダブルクリックします。プロットをアニメーション表示します。



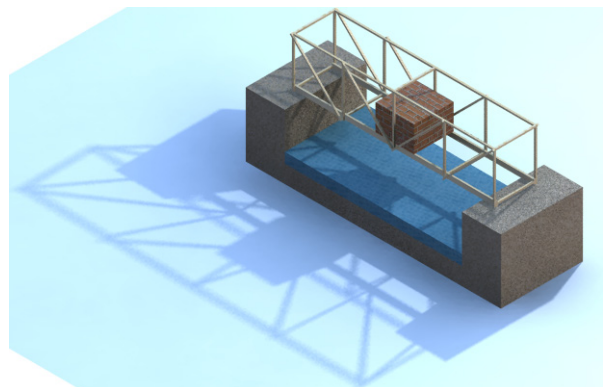
変位の値は小さくなりましたが、モデルの変形が確認できます。壁の上の方が内側に曲がっています。ブレースを追加する必要があるようです。

7 部品を閉じる


ファイル (File)、**閉じる** (Close) をクリックし、**保存** (Save) を選択して変更を保存します。

最上部の梁

ストラクチャを完成させるために、両側面の最上部にそれらを連結する部材が追加されています。これらがストラクチャに与える影響を確認してみましょう。



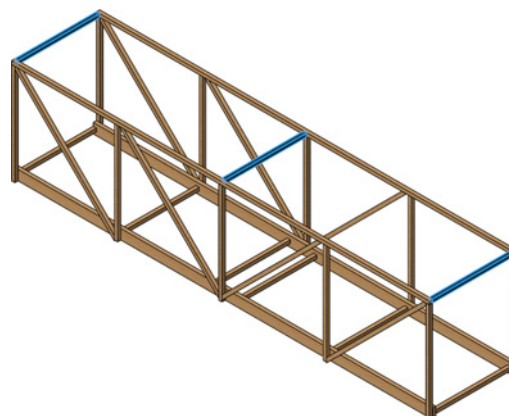
1 部品ファイルを開く

開く (Open)  をクリックします。

開く (Open) ウィンドウで *Lesson 4* フォルダを参照します。

TRUSS_5.sldprt を選択し、開く (Open) をクリックします。

このバージョンは、最上部に3つの部材が追加されている点を除き、前回のバージョンと変わりません。



2 既存のスタディを開く

既存のスタディ *Study 1* を開きます。

3 解析と編集

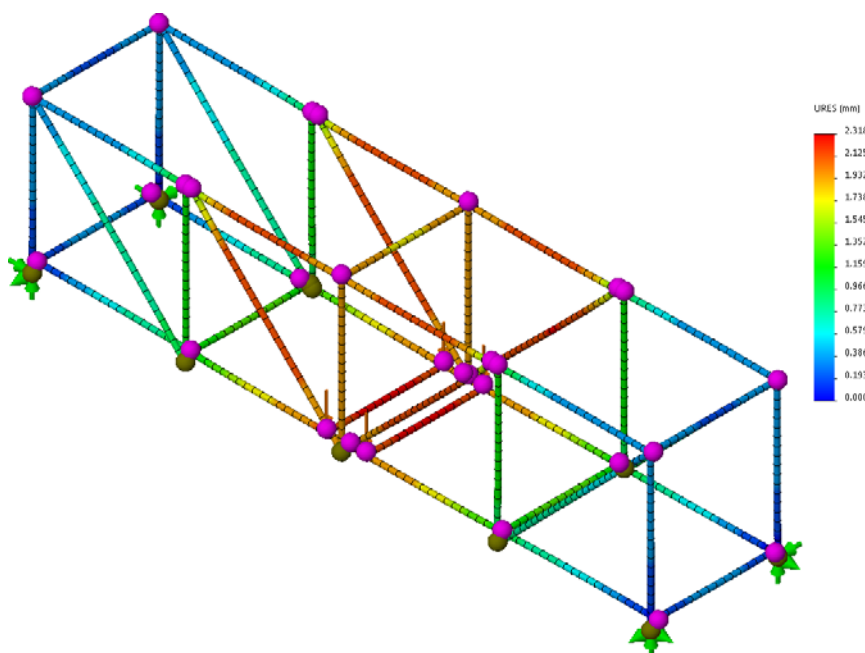
解析を実行し、FOS プロットを作成します。FOS は **1** を上回ります。

FOS を 1 に近づけるには、荷重を 37.95 に変更して再実行します。

4 変位

ブレースを追加しても最大荷重はほとんど変わりませんでしたが、最大変位は減少しました。

変位結果を右クリックして**定義編集** (Edit Definition) を選択します。**変形形状** (Deformed Shape) を**実寸法 (スケール)** (True scale) に設定し、 をクリックします。また、**チャート オプション** (Chart Options) を右クリックし、**数値フォーマット** (Number Format) として**フローティング** (Floating) を選択します。




強度対重量比

これは、荷重を支持するために設計することができる多数のストラクチャの1つにすぎません。仮に3つの異なる荷重をもつ、3つの異なるストラクチャがあった場合、最も効率的なデザインはどのように特定されるべきでしょうか？これには**強度対重量比**（Strength to Weight Ratio）（最大荷重 / ストラクチャ重量）を利用します。

ストラクチャ重量

SOLIDWORKS を用いれば、質量特性を簡単に確認できます。計算はモデルに対して自動的に実行されます。

どこにあるか

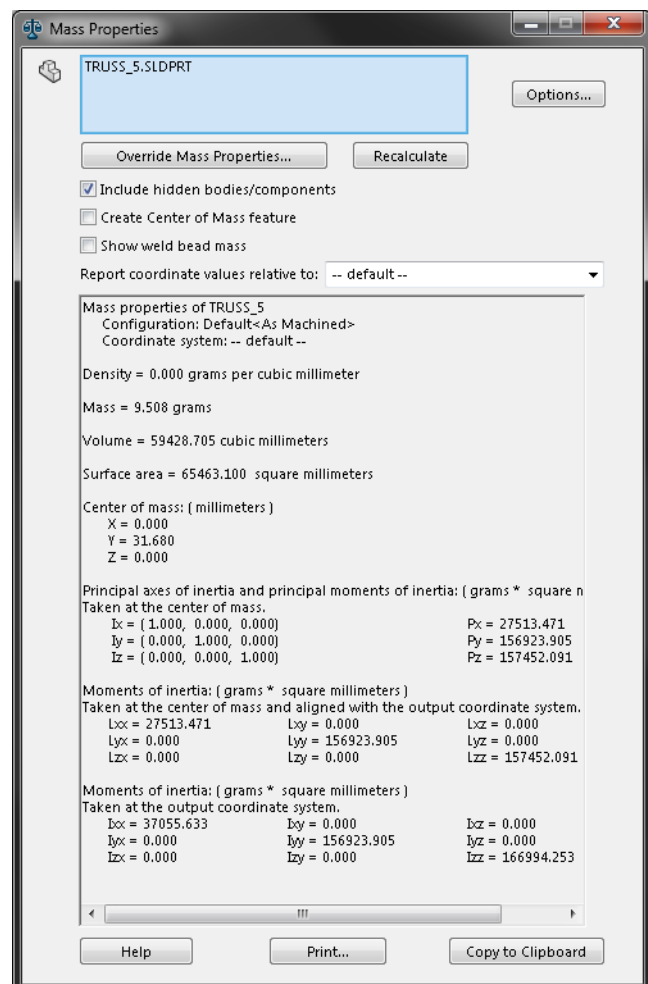
- CommandManager：評価（Evaluate）> 質量特性（Mass Properties）
- メニュー：ツール（Tools）、質量特性（Mass Properties）

5 質量特性

ツール（Tools）、質量特性（Mass Properties）をクリックし、部品の質量特性を表示します。質量（Mass）の行を確認してください。ストラクチャの総重量がグラムで表示されます。

閉じる（Close）をクリックします。

注記：グラムからニュートンへの変換：1グラムはおよそ0.01ニュートンとなります。



効率性の比較

以下のチャート内にある情報を用い、それぞれの設計イタレーションに対する**最大荷重容量** (Max Load Capacity) と**効率性** (Efficiency) を計算してください。どの設計が最も効率的ですか？

ストラクチャ	最大荷重	ストラクチャ重量	効率性 (最大荷重 / 重量)
TRUSS_1	20N	4.566 g = _____ N	_____
TRUSS_2	13.68N	7.418 g = _____ N	_____
TRUSS_3	21.6N	8.266 g = _____ N	_____
TRUSS_4	121.84N	9.130 g = _____ N	_____
TRUSS_5	151.8N	9.508 g = _____ N	_____

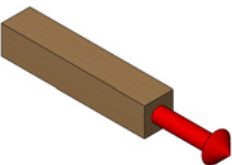
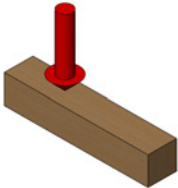
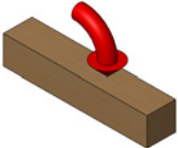
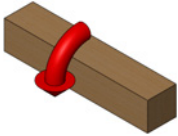
どのストラクチャが最も効率的であると証明されましたか？ _____

6 部品を閉じる

ファイル (File)、**閉じる** (Close) をクリックし、**保存** (Save) を選択して変更を保存します。

追加課題

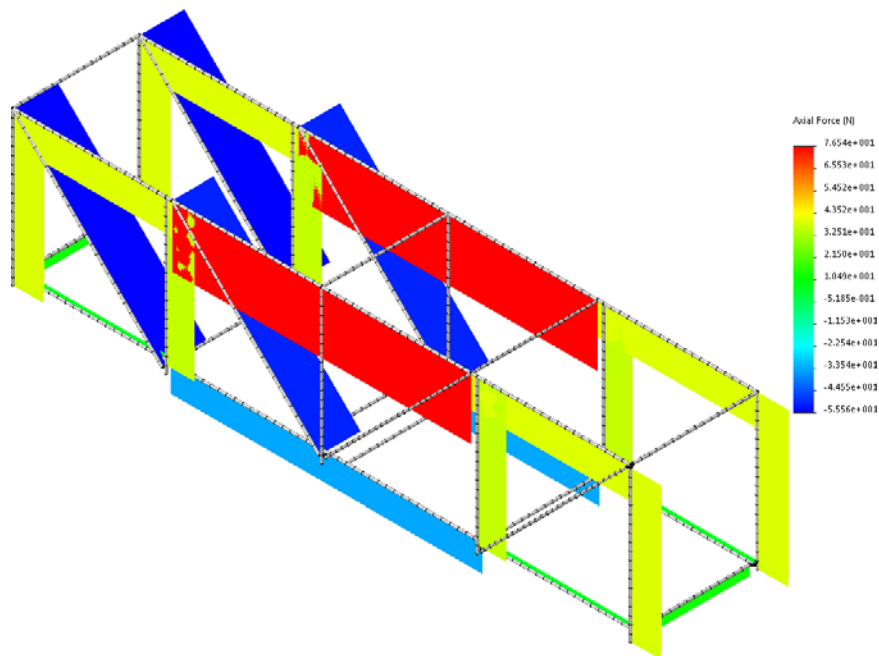
各シミュレーションには複数のプロットを作成して結果を様々な方法で表示することができますが、梁解析には独自のタイプ**梁図**（Beam Diagram）があります。このプロットを使って、いくつかの量を梁の上に直接表示することができます。力とせん断は Newton（**N**）、モーメントとトルクは Newton-Meters（**N-m**）で表示されます。

梁の力のタイプ	力の方向
軸力	
せん断力（方向性）	
モーメント（方向性）	
トルク	

軸図は結果フォルダを右クリックし、**軸図定義**（Define Beam Diagram）を選択することにより追加できます。上記のタイプのいずれかを選択する必要があります。

プロットの読み方

例として、**軸力**（Axial Force）を使ってプロットを見てみましょう。角度付きブレース部材間の軸力は青色で表示され、値は **-44N** と **-55N** の間であることを意味します。軸力が負の値であるため、ブレースは引っ張られています。



注記： 外部荷重に最も近い垂直部材の軸力は非常に小さくなっています。ブレースが荷重のほとんどを吸収しているためです。

レッスン 5 : アセンブリの使用

このレッスンの目的

- アセンブリを開く
- アセンブリ内での構成部品移動
- アセンブリ構成部品間の干渉チェック
- アセンブリ内での部品編集


アセンブリの作成

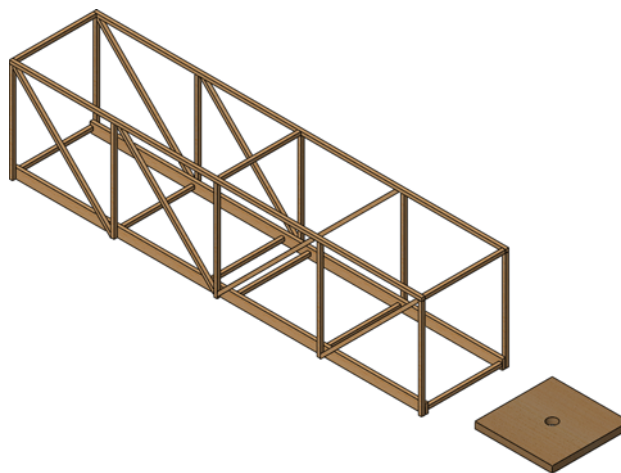
アセンブリは複数の部品を含んだ SOLIDWORKS ファイルです。アセンブリを用いれば、車両を表すテストブロックがストラクチャ内を移動できるか、3 次元上で確認することが出来ます。

テスト ブロックを用いたテスト

このストラクチャを構築しテストするには、それが長さ、幅、および高さの基準を満たしている必要があります。そのような基準の 1 つには、特定のサイズおよび長さの木製ブロックが最後まで通過できるかを確認するテストがあります。

1 アセンブリ ファイルを開く

開く (Open)  をクリックします。
開く (Open) ウィンドウから、*Bridge Design Project\Student\Lesson 5* フォルダを参照します。
Test_Block_Assembly.sldasm を選択し、**開く (Open)** をクリックします。このアセンブリには前のレッスンで使用したストラクチャと木製ブロックに対応する部品が含まれています。

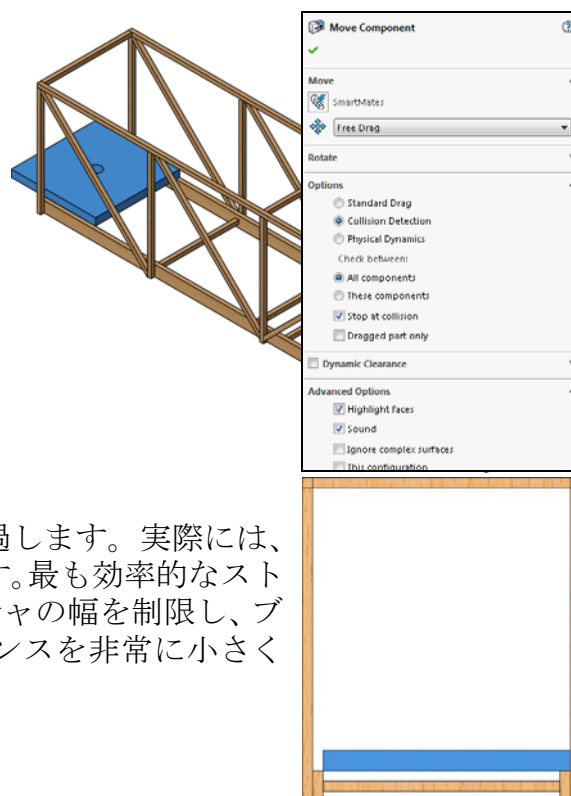


どこにあるか

- CommandManager : **アセンブリ (Assembly)** > **構成部品移動 (Move Component)**
 > **構成部品移動 (Move Component)** 
- メニュー : **ツール (Tools)**、**構成部品 (Component)**、**移動 (Move)**

2 構成部品移動 (Move Component)。

Load_Plate_75 構成部品を選択し、**ツール (Tools)**、**構成部品 (Component)**、**移動 (Move)** を選択します。ダイアログにおいて**衝突検知 (Collision Detection)**、**全構成部品 (All components)**、**衝突面で停止 (Stop at collision)**、**面ハイライト (Highlight faces)**、および**音 (Sound)** をクリックします。Load_Plate_75 を選択し、ストラクチャ内をドラッグします。ブロックはスムーズに通り抜け、ストラクチャ外の開始地点まで戻せるはずです。



3 通り抜け

このブロックはストラクチャ内を通過します。実際には、必要以上のクリアランスが存在します。最も効率的なストラクチャを得るためには、ストラクチャの幅を制限し、ブロックとストラクチャ間のクリアランスを非常に小さく設定する必要があります。

✓ をクリックします。

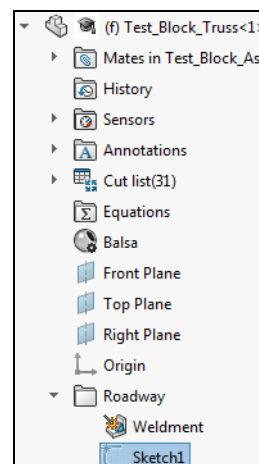
モデルの変更

モデルに対する変更はアセンブリと解析に影響を与えます。

4 フィーチャーの展開

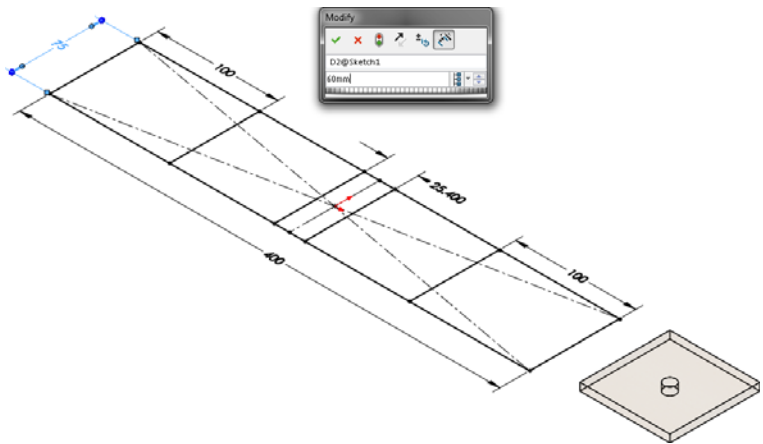
FeatureManagerで、ダブルクリックしてTest_Block_Truss構成部品とその下にある Roadway フォルダを展開します。

Sketch1 フィーチャーをダブルクリックします。



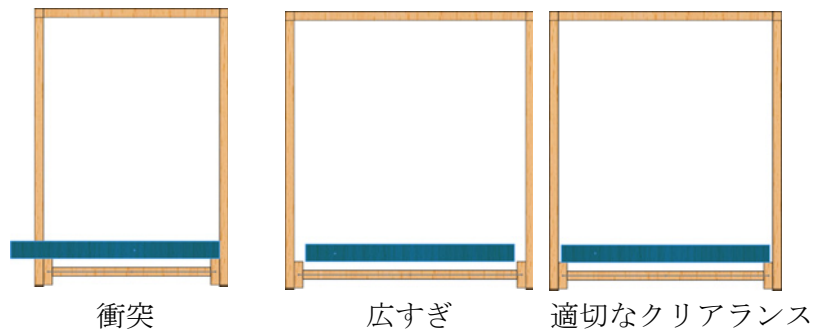
5 寸法変更。

75 の寸法をダブルクリックし、60 に変更します。再構築 (Rebuild) をクリックし、緑のチェックマークをクリックします。ストラクチャ部品のサイズが変わります。



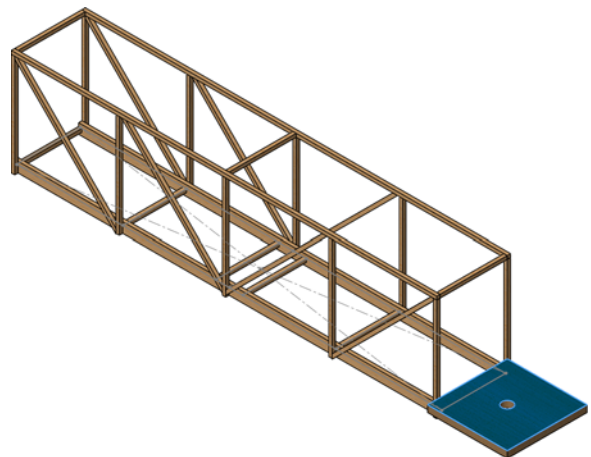
衝突検知

クリアランスは部品間の小さな隙間を意味し、指定した最小距離値に合わせて適切に配置します。一部の部品が小さすぎたり大きすぎたりすると、アセンブリにおいて、それらの適切なフィットが行われません。



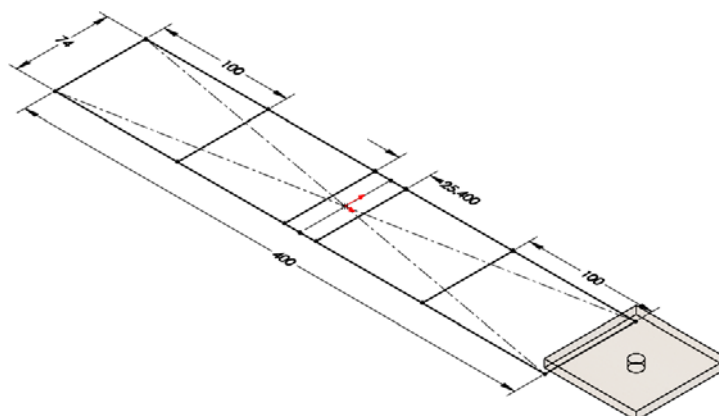
6 移動

以前と同じ**移動**手順（ステップ2）を用いて、ストラクチャ内におけるブロックの通過を試みます。ブロックはストラクチャと衝突します。



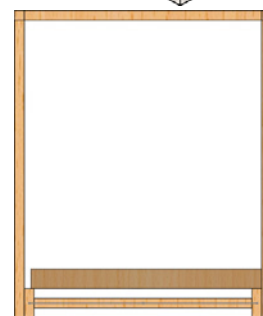
7 幅の拡張

以前と同じ手順（ステップ5）を用いて、寸法を **74mm** に変更します。




8 正しいサイズ

このサイズは小さいクリアランスを提供しながら、ブロックの通り抜けを実現します。



9 部品を開く

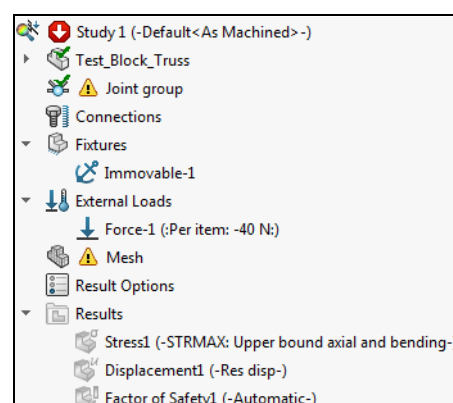
FeatureManager で *Test_Block_Truss* を右クリックし、**部品を開く（Open Part）**  を選択します。ストラクチャ部品が専用のウィンドウで開かれます。

解析の更新

モデルは変更により、狭くなっています。モデルの変更によりジョイントにいくつかのエラーが生じ、それが拘束、荷重、メッシュにもエラーを引き起こします。

10 警告とエラー

Study 1 をクリックします。いくつかのフィーチャに警告およびエラーのマーカーが表示されています。

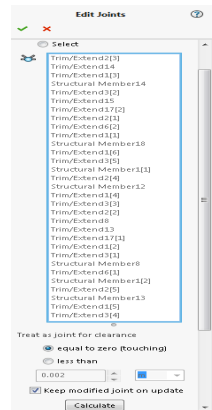


11 ジョイントグループ


ジョイントグループ (Joint Group) を右クリックして**編集** (Edit) を選択します。

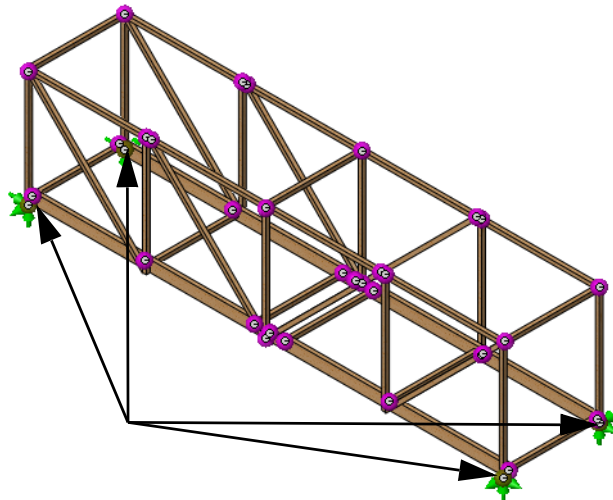
計算 (Calculate) をクリックし、 をクリックします。

メッセージに、*Joints are recalculated. Calculated joints may look same, but the order may be different. Re-definition of fixture/load/connection may be required.* と表示されます。**OK** をクリックします。




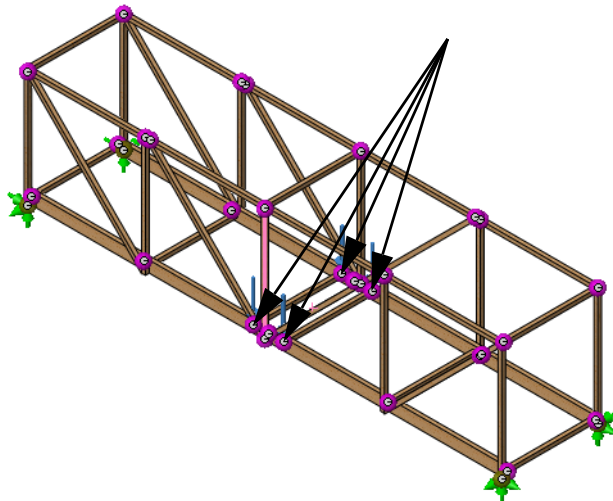
12 拘束

拘束固定 -1 を右クリックして**定義編集** (Edit Definition) を選択します。同じ4つの（緑色）ジョイントが選択されていることを確認し、 をクリックします。



13 荷重

外部荷重力 -1（：エンティティごと：-37.95 N：）を右クリックして**定義編集**（Edit Definition）を選択します。表示されている4つのジョイントが選択されていることを確認し、をクリックします。



14 メッシュ&実行（Mesh and run）

メッシュ（Mesh）フィーチャーを右クリックして**メッシュ&実行**（Mesh and Run）を選択します。変化は大きくありません。**ファイル**（File）、**閉じる**（Close）をクリックし、すべての変更を保存します。

レッスン6：ストラクチャの図面作成

このレッスンの目的

- 部品の図面ビューを追加する
- 溶接カットリストを作成する
- 図面ビューにバルーンを追加する

図面

SOLIDWORKS では、部品やアセンブリを簡単に図面化することができます。図面は、参照する部品やアセンブリと完全に連動しています。完成した図面上で寸法を変更すれば、その変更はモデルにも反映されます。同様に、モデルに変更を加えると、図面も自動的に更新されます。

図面では、対応するオブジェクトについて3つの情報が反映されます：

- **形状** - ビューによりオブジェクトの形状を伝えます。
- **サイズ** - 寸法によりオブジェクトのサイズを伝えます。
- **他の情報** - 注記は、製造プロセス（例えばドリル、リーマ、貫通穴、塗装、メッキ、研削、熱処理、バリ取り、その他）に関する情報を伝えます。

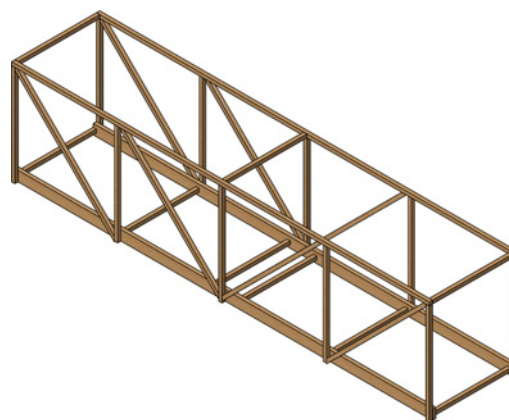
図面とビューの作成

モデルが完成すると簡単に図面を作成できます。この例では、空白の図面シートが部品に関連付けられています。

1 Drawings 部品ファイルを開く

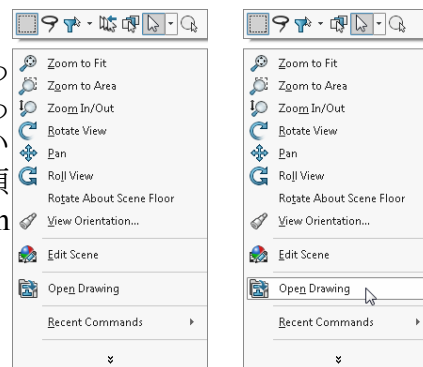
開く (Open) ウィンドウから、*Bridge Design Project\Student\Lesson 6* フォルダを参照します。

この部品はストラクチャの完成モデルです。





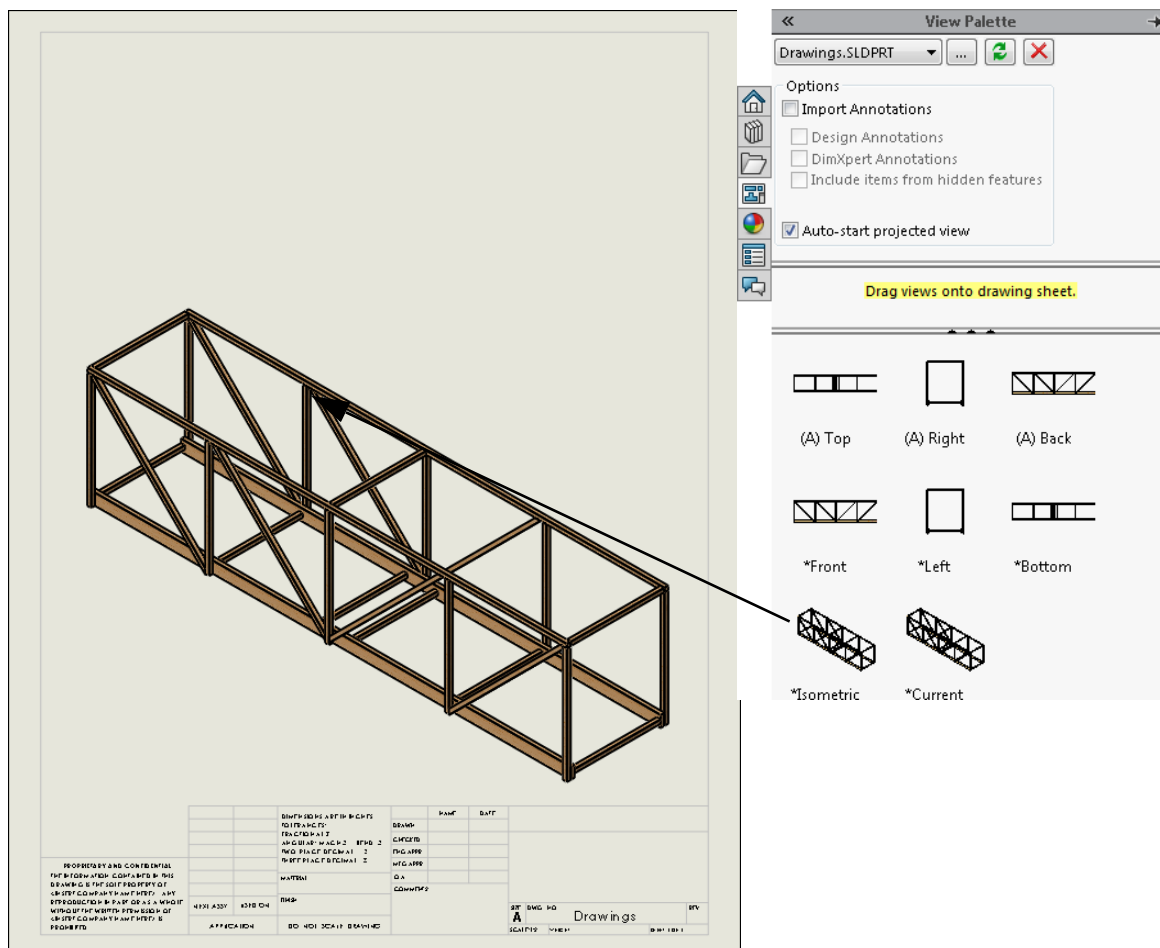
2 図面を開く

この部品には関連付けられた図面ファイルがあります。このファイルには図面ビューや注記はありませんが、必要となる様々な設定が含まれています。このファイルを開くにはグラフィックス領域で右クリックを行い、**図面を開く (Open Drawing)** をクリックします。





3 パレット表示を展開する

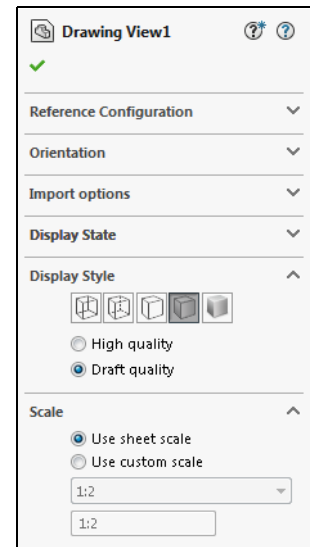
パレット表示 (View Palette)  をクリックして展開します。パレット表示には、現在の部品のビューが表示されます。**最新の情報に更新** (Refresh)  をクリックし、**アノテートアイテムのインポート** (Import Annotations) を選択解除します。パレット表示の * 等角投影 (*Isometric) を図面シートにドラッグ&ドロップします。



4 図面ビュー プロパティ

表示スタイル (Display Style) から **エッジシェイディング表示** (Shaded With Edges)  を選択します。**シートのスケール使用** (Use sheet scale) をクリックします。



 をクリックし、ビューを完成させます。



溶接カット リスト テーブルとは？

溶接カット リスト テーブルは、部品内にある部材や梁の一覧です。テーブル内のアイテムは長さのグループでソートされ、部品番号、個数、注記、および長さが分類されます。これらすべての情報は、部品から抽出されます。

どこにあるか

- CommandManager : **アノテート** (Annotation) > **テーブル** (Table)  > **溶接カット リスト** (Weldment Cut List) 
- メニュー: **挿入** (Insert)、**テーブル** (Tables)、**溶接カット リスト** (Weldment Cut List)

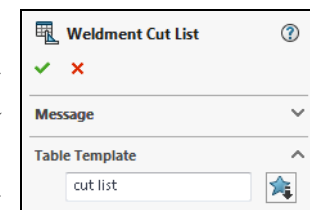
5 溶接カット リスト

挿入 (Insert) 、**テーブル** (Tables) 、**溶接カット リスト** (Weldment Cut List) をクリックし、図面ビューを選択します。

Bridge_Weldments.sldwldtbt ファイルを **テーブル テンプレート** (Table Template) として設定します。

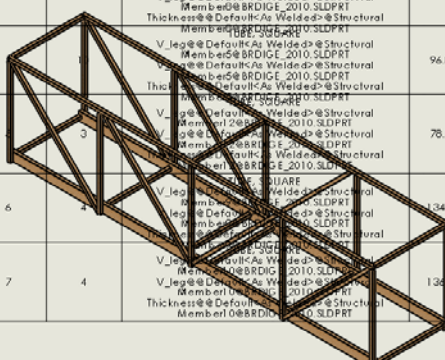
このファイルは、部品と同じフォルダである、Bridge Design Project\Student\Lesson 6 フォルダに保存されています。

 をクリックし、図面上でカーソルを移動します。



6 テーブルを配置する

図面ビューの左上に移動し、クリックによりテーブルを配置します。



ITEM NO.	QTY.	DESCRIPTION	LENGTH
1	2	TUBE, SQUARE V_Jeg@DefaultAs Welded@Structural Member@BRIDGE_2010.SLDPR V_Jeg@DefaultAs Welded@Structural Member@BRIDGE_2010.SLDPR Thickness@DefaultAs Welded@Structural Member@BRIDGE_2010.SLDPR	400
2	6	Member@BRIDGE_2010.SLDPR V_Jeg@DefaultAs Welded@Structural Member@BRIDGE_2010.SLDPR V_Jeg@DefaultAs Welded@Structural Member@BRIDGE_2010.SLDPR Thickness@DefaultAs Welded@Structural Member@BRIDGE_2010.SLDPR	71.825
3	2	Member@BRIDGE_2010.SLDPR V_Jeg@DefaultAs Welded@Structural Member@BRIDGE_2010.SLDPR V_Jeg@DefaultAs Welded@Structural Member@BRIDGE_2010.SLDPR Thickness@DefaultAs Welded@Structural Member@BRIDGE_2010.SLDPR	400
4	10	V_Jeg@DefaultAs Welded@Structural Member@BRIDGE_2010.SLDPR V_Jeg@DefaultAs Welded@Structural Member@BRIDGE_2010.SLDPR Thickness@DefaultAs Welded@Structural Member@BRIDGE_2010.SLDPR	96.825
5	3	V_Jeg@DefaultAs Welded@Structural Member@BRIDGE_2010.SLDPR V_Jeg@DefaultAs Welded@Structural Member@BRIDGE_2010.SLDPR Thickness@DefaultAs Welded@Structural Member@BRIDGE_2010.SLDPR	78.175
6	4	V_Jeg@DefaultAs Welded@Structural Member@BRIDGE_2010.SLDPR V_Jeg@DefaultAs Welded@Structural Member@BRIDGE_2010.SLDPR Thickness@DefaultAs Welded@Structural Member@BRIDGE_2010.SLDPR	134.686
7	4	V_Jeg@DefaultAs Welded@Structural Member@BRIDGE_2010.SLDPR V_Jeg@DefaultAs Welded@Structural Member@BRIDGE_2010.SLDPR Thickness@DefaultAs Welded@Structural Member@BRIDGE_2010.SLDPR	136.274

7 列のサイズ変更

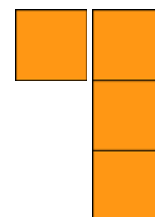
テーブルの列および行の境界をドラッグしてサイズを変更します。それぞれの列や行の境界部分もサイズ変更ができます。

	A	B	D
ITEM NO.			
1	2	400	
2	6	71.825	
3	2	400	
4	10	96.825	
5	3	78.175	
6	4	134.686	
7	4	136.274	

同じ長さのアイテムが2つあるのはなぜか

両側面の一番上の部材に対応するものとは異なる梁を使用して、橋の下部を構成する3つの梁の積み重ねを表現します。そのため、アイテム1と3は同じ長さですが、異なる梁として扱われます。


ヒント : 構築を行うセクションで個別の梁の実際の長さをリストします。



バルーン

バルーンは部品中の部材にラベル付けを行い、それらを溶接カット リスト上のカット リスト番号と関連付けるものです。

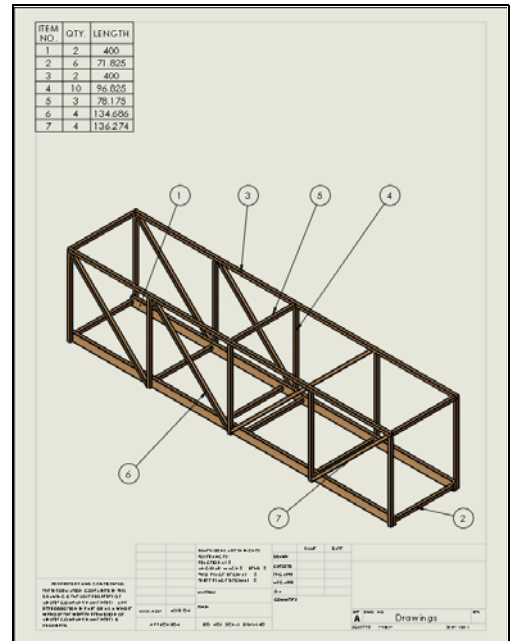
どこにあるか

- CommandManager : **アノテート** (Annotation) > **バルーン** (Balloon) 
- メニュー : **挿入** (Insert)、**アノテート** (Annotation)、**バルーン** (Balloon)

8 バルーン

バルーン (Balloon) をクリックします。部材をクリックし、次のクリックでテキストの配置を行います。この手順を繰り返し、複数のバルーンを追加します。

 をクリックします。

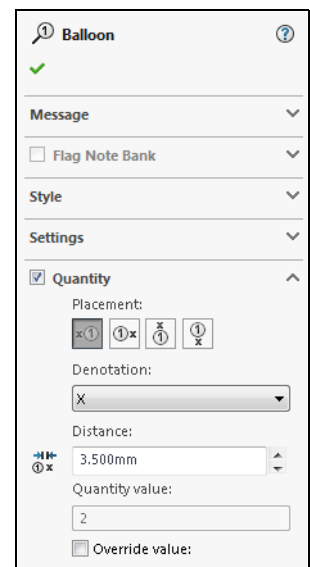
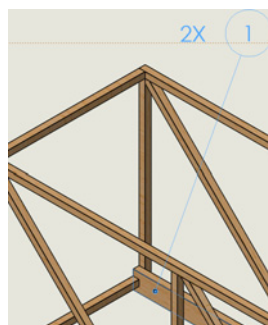


注記 : バルーンはテキストのドラッグで移動できます。

9 バルーンに表示する値

バルーンに表示するアイテムの個数を設定できます。バルーンをクリックして**個数** (Quantity) をクリックします。

配置 (Placement) を選択して  をクリックします。



10 図面と部品を閉じる

ファイル (File)、**閉じる** (Close) をクリックし、すべてのファイルを保存します。

レッスン 7：レポートと SOLIDWORKS eDrawings

このレッスンの目的

- HTML レポートの作成
- SOLIDWORKS eDrawings アドインのロード
- SOLIDWORKS eDrawings ファイルの詳細
- SOLIDWORKS Simulation データの SOLIDWORKS eDrawings を作成
- SOLIDWORKS eDrawings ファイルを HTML ファイルで保存

レポートと SOLIDWORKS eDrawings

構造解析からのデータ生成には様々な方法があります。**レポート (Report)** はテキストと結果データを印刷し、確認する際に有効的です。**SOLIDWORKS eDrawings** を使用すれば、部品を開かずに解析結果のプロットを確認、共有、操作することが可能です。

1 Reports&eDrawings 部品ファイルを開く。


開く (Open) ウィンドウから、Bridge Design Project\Student\Lesson 7 フォルダを参照します。

Reports&eDrawings 部品ファイルを開く。Static 1 をクリックして解析を実行します。

レポートの生成

SOLIDWORKS Simulation を使用すれば、重要なデータをすべてまとめたレポートを作成でき、印刷することも可能です。

どこにあるか

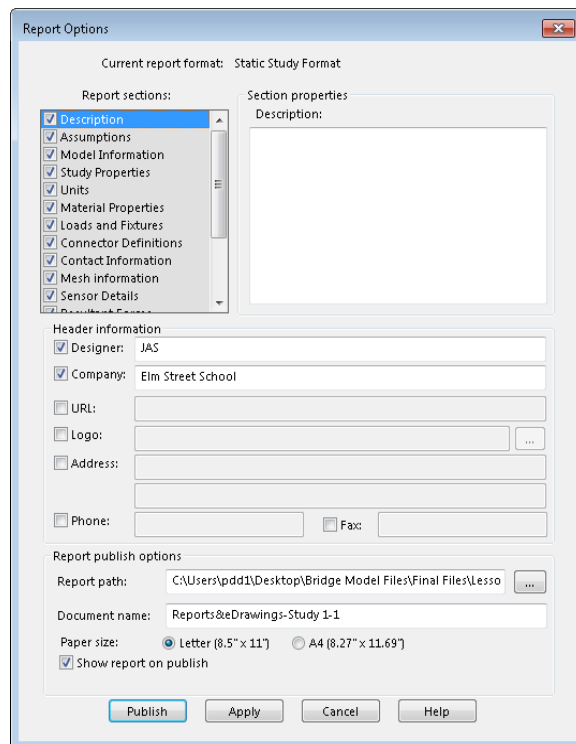
- CommandManager：シミュレーション (Simulation) > レポート (Report) 
- メニュー：シミュレーション (Simulation)、レポート (Report)

2 レポート

シミュレーション (Simulation)、レポート (Report) をクリックします。

3 ダイアログ

設計者 (Designer) と**会社名** (Company) をクリックします。**設計者**にはあなたのイニシャルを入力します。**会社名**には学校名を追加してください。

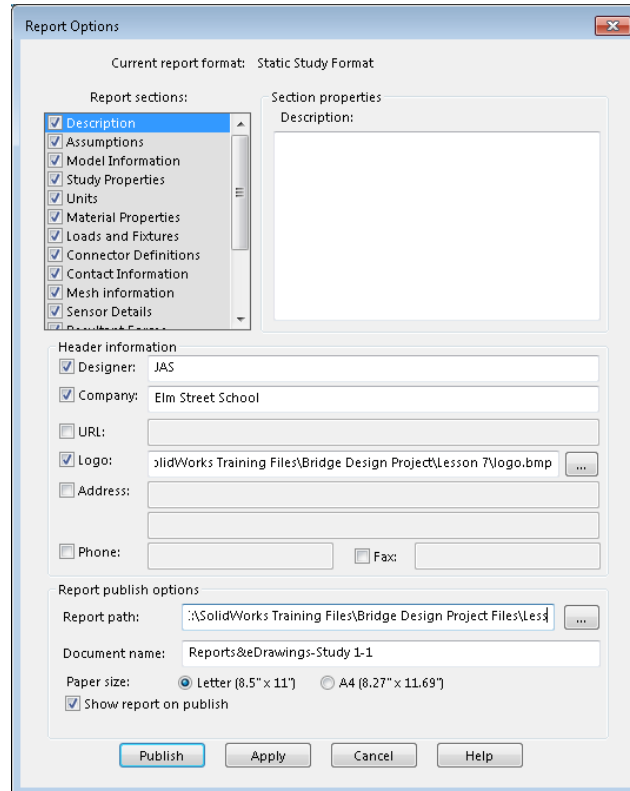


4 ロゴ

ロゴ (Logo) をクリックします。**参照** (Browse) ボタンをクリックし、*Lesson 7* フォルダの *logo.bmp* ファイルを選択します。

5 説明

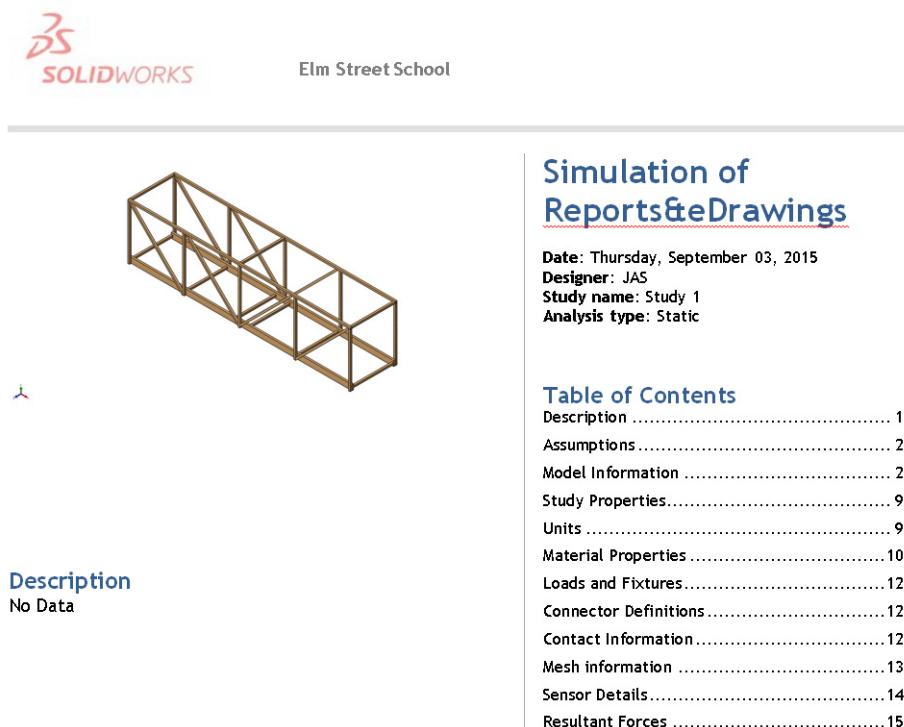
説明 (Description) セクションに、*This is the structural analysis of a balsa wood truss* と入力し、**作成** (Publish) をクリックします。



ヒント : レポートパス (Report path) を設定し、レポートと関連データを受け取るようにします。

6 レポート

各種のデータと画像によりまとめられたレポートが、生成と同時に新しいウィンドウで表示されます。ウィンドウを閉じるか、レポートの印刷を実行します。



結果はデフォルトで部品と同じフォルダに格納されています。これらはSOLIDWORKS や SOLIDWORKS Simulation とは独立して開き、印刷することが可能です。

注記： 部品は閉じないでください。

SOLIDWORKS eDrawings による情報共有

eDrawings® は 2 次元および 3 次元の設計データを共有できるように開発された、電子メールで送受信可能なコミュニケーション ツールです。eDrawings は、電子メール向けにファイルが 1/100 に圧縮され、インテリジェントな各種ツール（3D ポインタ、図面ビューのアニメーション）が用意されているため、eDrawings Viewer で表示すると受信者は受け取ったデータを簡単に理解し参照することができます。印刷された 2D 図面に比べて遙かに理解が容易になります。

eDrawings のメリット

- メールを受信者は、SOLIDWORKS アプリケーションがなくてもファイルを開くことができます。
- SOLIDWORKS を使用せずに部品、アセンブリ、図面を表示できます。
- ファイルサイズが小さく電子メールで送信するのに最適です。
- eDrawing は簡単に作成できます。
- SOLIDWORKS ファイルから eDrawing を作成できます。
- 他の CAD ソフトウェアからも eDrawings の作成が可能。

eDrawings の表示

eDrawings の表示は誰とでも設計データの共有を可能にします。静的な 2 次元図面とは異なり、eDrawings ではアニメーションやモデルの回転など、あらゆる角度で表示することが可能です。eDrawings は設計データを共有するのに非常に効果的なデザインコミュニケーション ツールです。

eDrawings Professional では、マークアップやアノテーションによる編集を加えることができます。

eDrawings アニメーションの表示

アニメーションでは図面ビューの互いの関連や物理設計との関係を自動的に確認できます。ボタンのクリックにより、eDrawings は図面内の各シートに含まれるすべてのビューをアニメーション化し、あるビューから別のビューへのモーフィング表示を行います。

アニメーションでは、異なる角度から eDrawings を連続的に表示することが可能です。この動的な動きは、部品を手にとって回しながら確認する作業に似ています。

SOLIDWORKS eDrawings の作成

eDrawings ではデータ（特に SOLIDWORKS Simulation で生成された画像データ）の共有が簡単に行えます。

7 プロット

変位 1（- 合成変位 -）プロットをダブルクリックしてアクティブ化します。このプロットが eDrawing に保存されます。

8 保存

シミュレーション（Simulation）、**結果ツール**（Result Tools）、**指定保存**（Save As）をクリックします。ファイルの種類を eDrawings ファイル (*.analysis eprt) としてデータを保存します。**保存**（Save）をクリックします。

デフォルト名の形式は次のようになります：

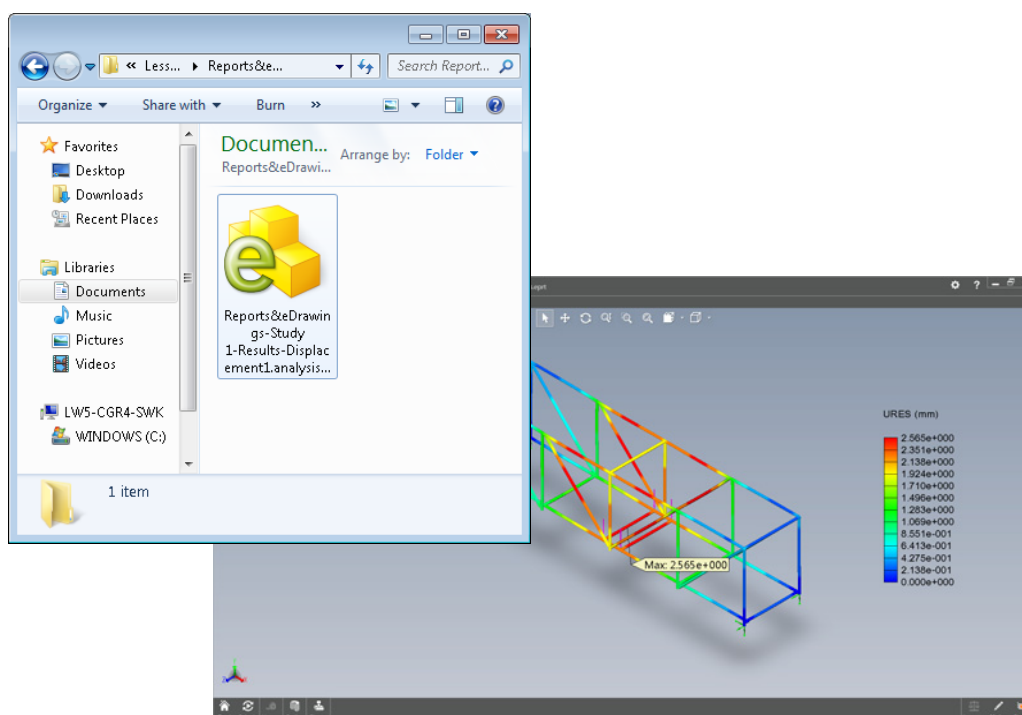
部品名 - スタディ名 - 結果プロットタイプ。この場合は次のようになります。

Reports&eDrawings-Static 1-Results-Displacement1.analysis.eprt

レポートが作成するのと同じフォルダに保存されます。

9 eDrawings を開く

このフォルダの eDrawings ファイルをダブルクリックします。eDrawings ウィンドウが開きます。

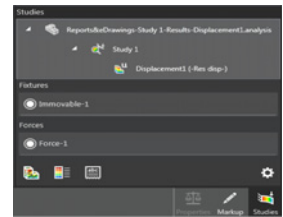


注記： eDrawings が一度も使用されていない場合、ロードの許可を問い合わせる場合があります。

eDrawings のユーザー インターフェース

10 設定


スタディ (Studies) タブ  をクリックし、メッシュ表示 (Show Mesh) 、凡例表示 (Show Legend) 、およびタイトル表示 (Show Title)  をクリックします。

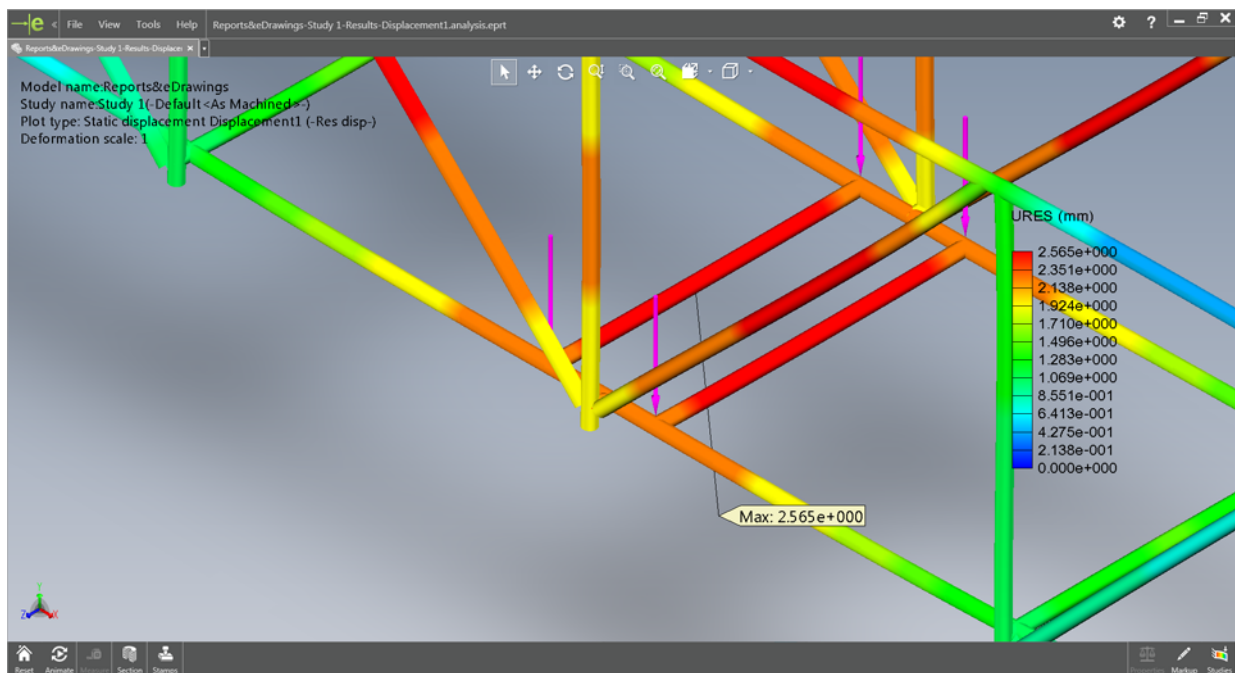


eDrawings の機能

様々なツールを使用して画像のアニメーション表示、ズーム、スクロール、および回転などを行えます。


11 構成部品移動

一部拡大 (Zoom to Area)  をクリックし、ウィンドウ内でストラクチャの中央部分の周りをドラッグします。




eDrawings アニメーションの再生


12 アニメーションを再生する

繰り返し再生 (Play)  をクリックします。これにより、それぞれのビューが順番に再生され続けます。アニメーションの順序はシステムにより制御されており、ユーザー側で設定は出来ません。


13 アニメーションを停止する

停止 (Stop)  をクリックし、アニメーションを停止します。

14 ビューをリセットする

アニメーション表示を最初の表示状態に戻すには、リセット (Reset)  をクリックします。

eDrawings の保存

ファイル (File)、保存 (Save)  をクリックするか、**Ctrl+S** キーを押すことにより、eDrawings Viewer で現在開いているファイルを保存します。保存では以下のファイル形式を選択可能です：

- eDrawings ファイル (*.eprt、*.easm、*.edrw)
- eDrawings Zip ファイル
 - eDrawings ZipファイルにはeDrawings ViewerとeDrawingsファイルが含まれます。eDrawings Zip ファイルを解凍し、eDrawings の実行形式を実行することにより、eDrawings Viewer が展開され、eDrawings ファイルを開くことが可能です。
- eDrawings HTML ファイル
- eDrawings 実行可能ファイル
 - ファイルは、eDrawings Viewer と eDrawings ファイルを含んだ自己解凍形式の eDrawings 実行可能ファイル (*.exe) として保存できます。一部の電子メールプログラム、アンチウィルス プログラム、およびインターネット セキュリティ設定では、実行可能なファイルが添付された電子メールが拒否される場合があります。
- BMP、TIFF、JPEG、PNG または GIF の画像ファイル
 - eDrawings Viewer で開くことのできるすべてのファイルは、BMP (*.bmp)、TIFF (*.tif)、JPEG (*.jpg)、PNG (*.png)、GIF (*.gif) の画像ファイルとして保存できます。

eDrawings の保存

15 eDrawings を保存する

ファイル (File)、指定保存 (Save As) をクリックします。eDrawings を HTML ファイルとして保存するために、**ファイルの種類：(Save as type:)** で eDrawingsHTML ファイル (*.htm) を選択します。このファイルは Web ブラウザで表示できます。**保存 (Save)** をクリックします。

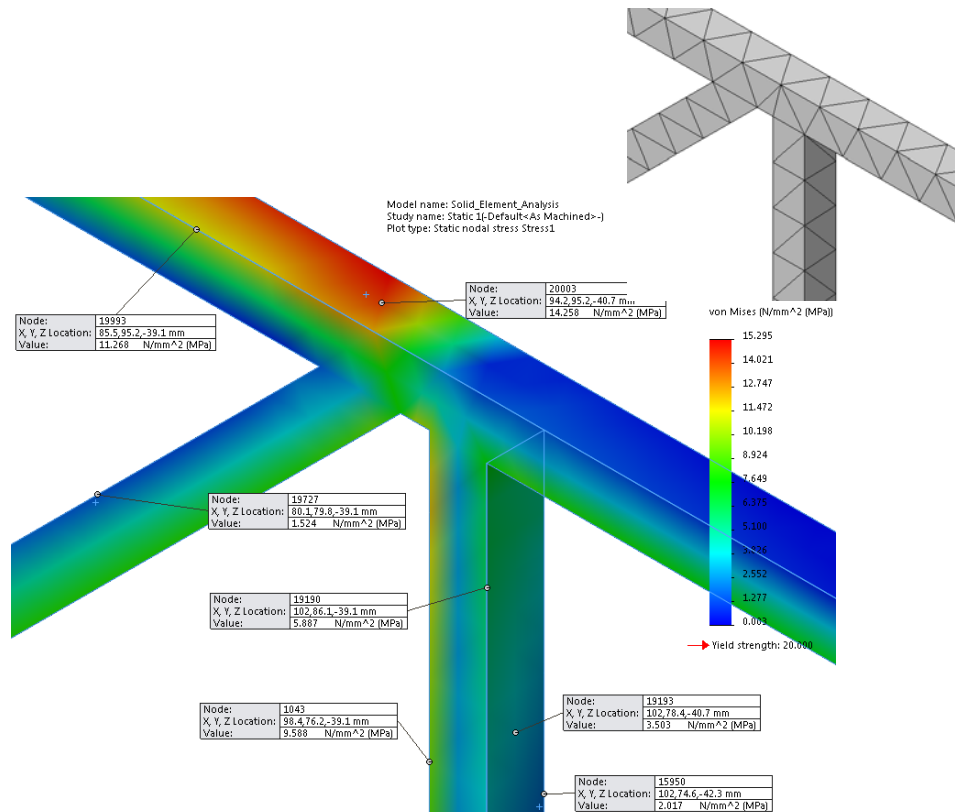
ファイルは *Reports&eDrawings-Static 1* フォルダに保存してください。

16 すべてのファイルを閉じる

追加課題

梁メッシュは梁モデルを解析するのに非常に迅速で効率的な方法であり、ストラクチャの全体的状態を把握するのに適しています。しかしながら、梁の中心線上にある節点での結果しか生成しないため、梁の断面で何が起こっているかを解析することはできません。

固体メッシュを使用することにより、モデルの断面方向にも要素と節点が作成されます。これにより、梁の厚さ全体に節点が生じ、結果が解析されます。



これを確認するには、*Solid_Element_Analysis*を開き、**Simulation**、**実行 (Run)**をクリックします。結果プロットは梁解析と同じように表示されます。

レッスン 8 : ストラクチャの構築とテスト

このレッスンの目的

- PDF ファイルを開いて印刷する
- 梁を適切な長さに切断する
- 梁を組み合わせてトラスを作成する
- 荷重を加えてトラスをテストする

ストラクチャの構築

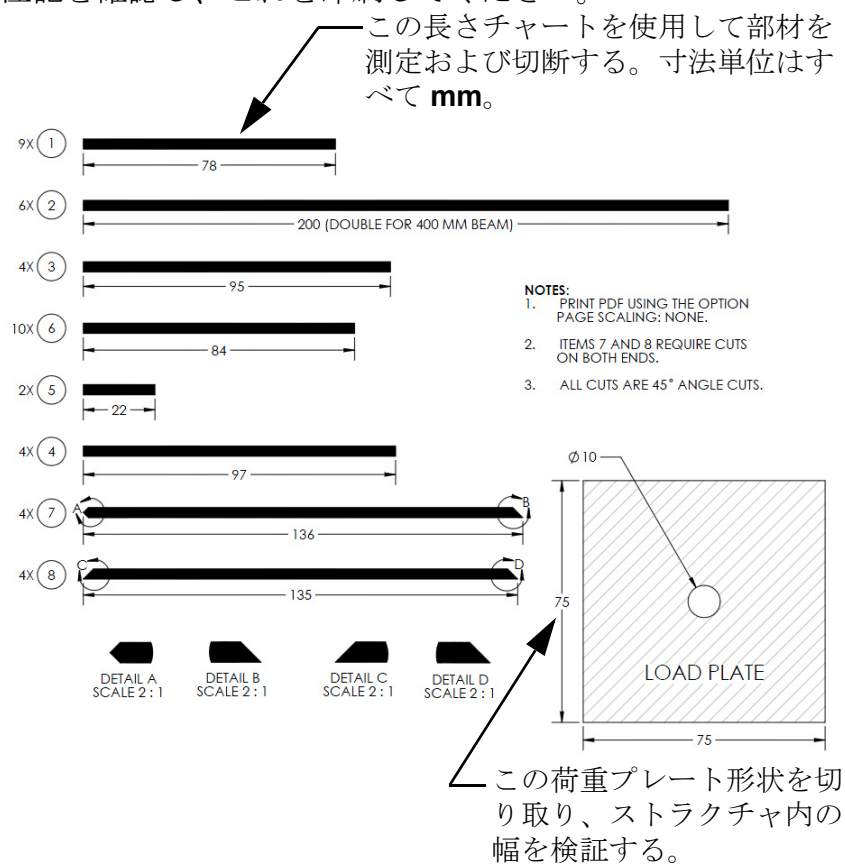
クラスにおいてストラクチャの構築とテストを行う場合には、1/8”×1/8” のバルサ角材が必要となります。長さには最低 24” または 400mm が必要です。接着剤と角材を切断するナイフも必要です。

部材の切断

このストラクチャを構築するには、**8** 種類の長さを持つ **43** 本の部材が必要です。組立工程に役立つ 2 種類の PDF ファイルが用意されています。この PDF は本ドキュメントと同じフォルダに格納されています。

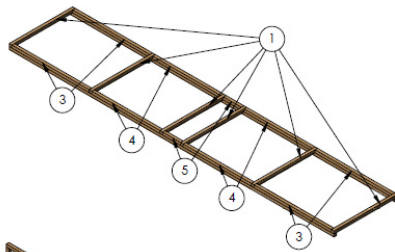
1 Measuring Chart.PDF ファイルを開き、印刷する

ENG フォルダを参照し、*Measuring Chart.PDF*を開きます。PDF 中の注意事項と以下の注記を確認し、これを印刷してください。

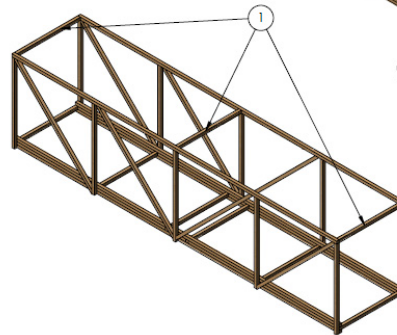
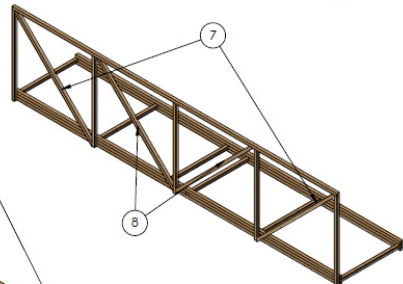
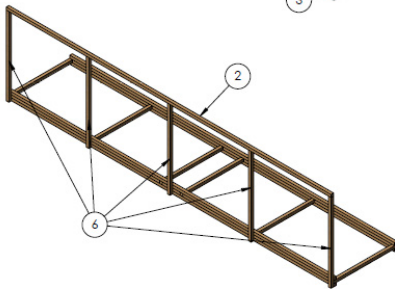
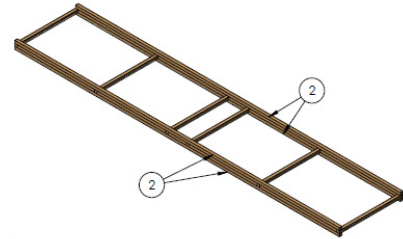


注記： この PDF を正確な大きさに印刷するには、印刷時の設定にあるページの拡大 / 縮小 (Page Scalling) - なし (None) を選択します。

- 2 *Construction Guide.PDF* ファイルを開き、印刷する
Construction Guide.PDF を開き、印刷します。

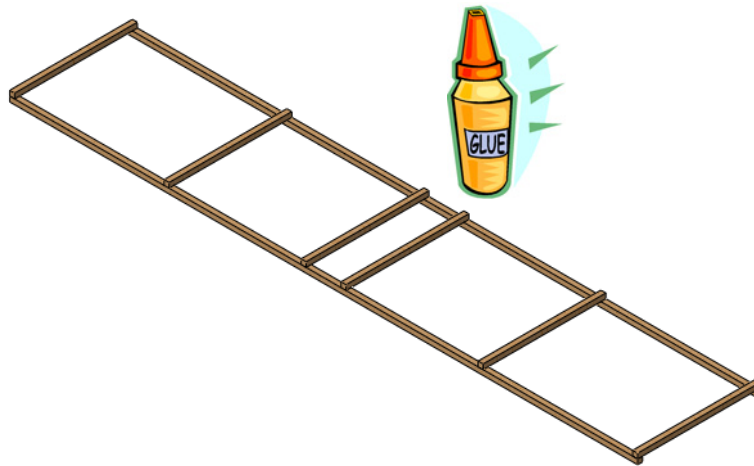
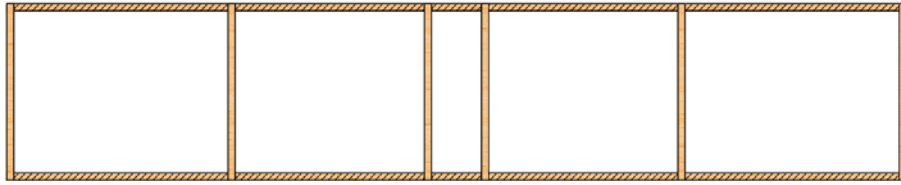


ITEM NO.	QTY.	LENGTH
1	9	78
2	6	400
3	4	95
4	4	84
5	2	22
6	10	97
7	4	136
8	4	135



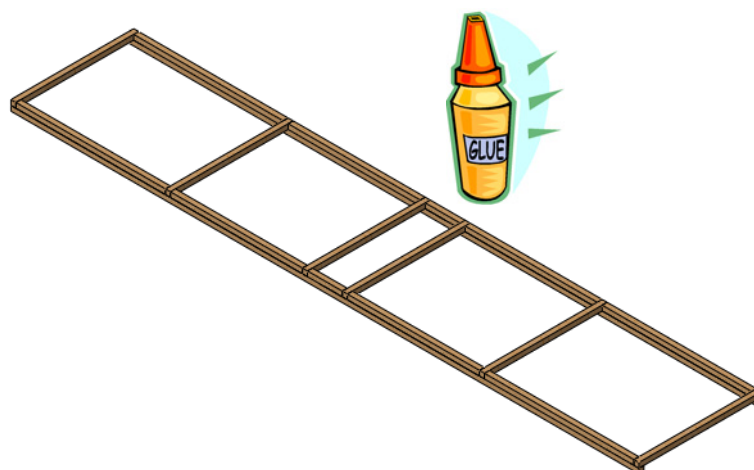
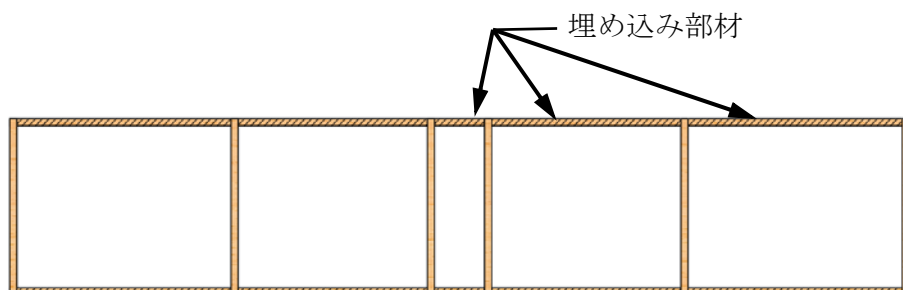
3 下部フレーム

両端の横梁を長い部材に接着します。内側の横梁は接着しないでください。



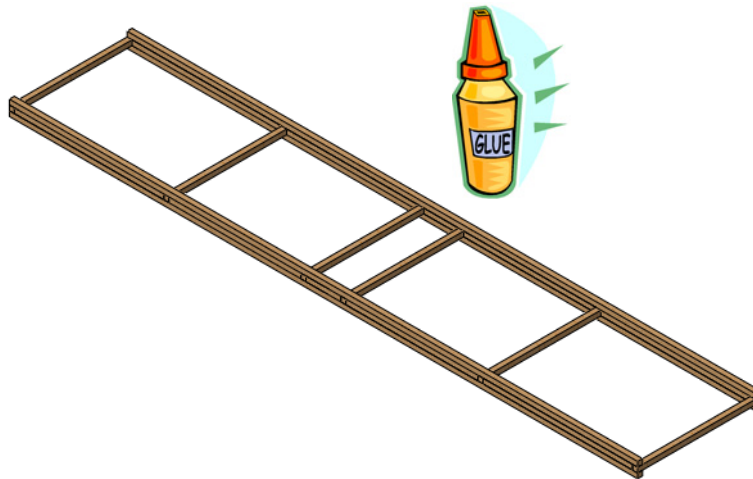
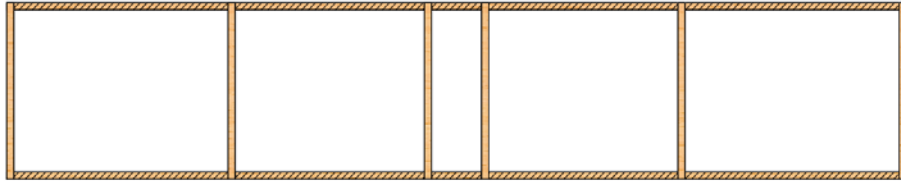
4 埋め込み部材

梁の間（ハッチング領域）に対応する部材を配置することにより、梁の適切な配置が行えます。すべての部材を接着します。



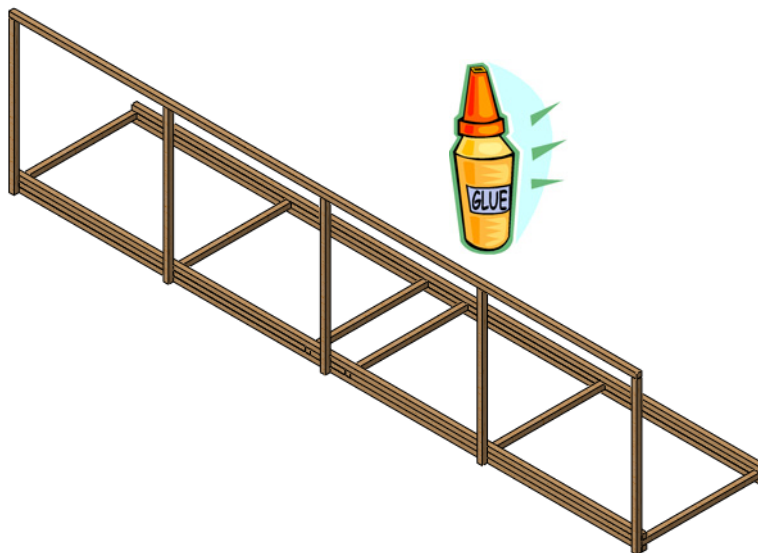
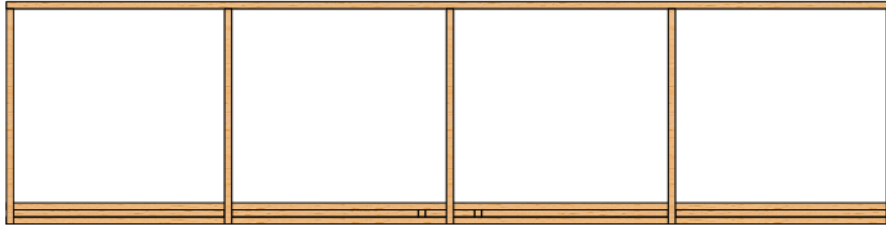
5 3 段目の外側レール

図のように長い部材を埋め込み部材の上に配置します。すべての部材を接着します。



6 側壁。

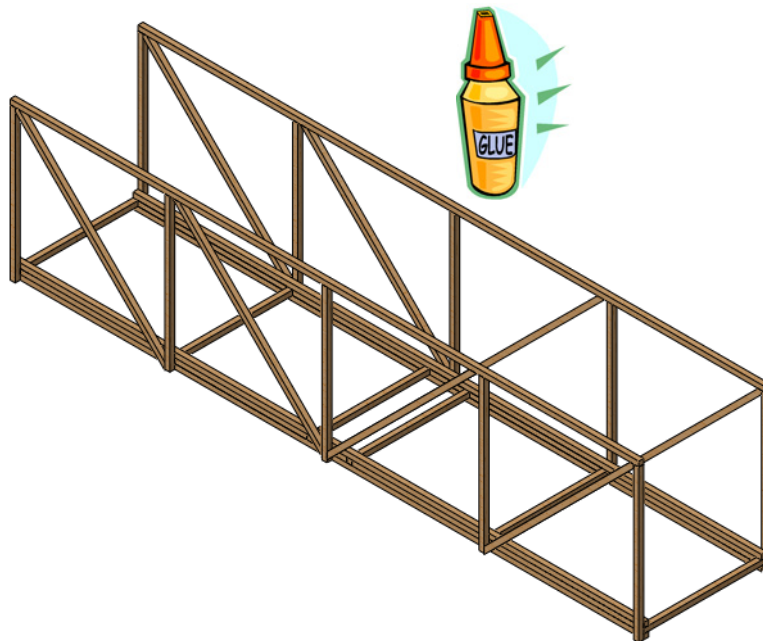
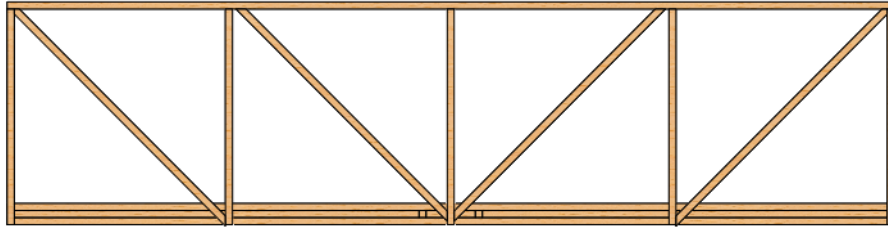
すべての部材を接着します。



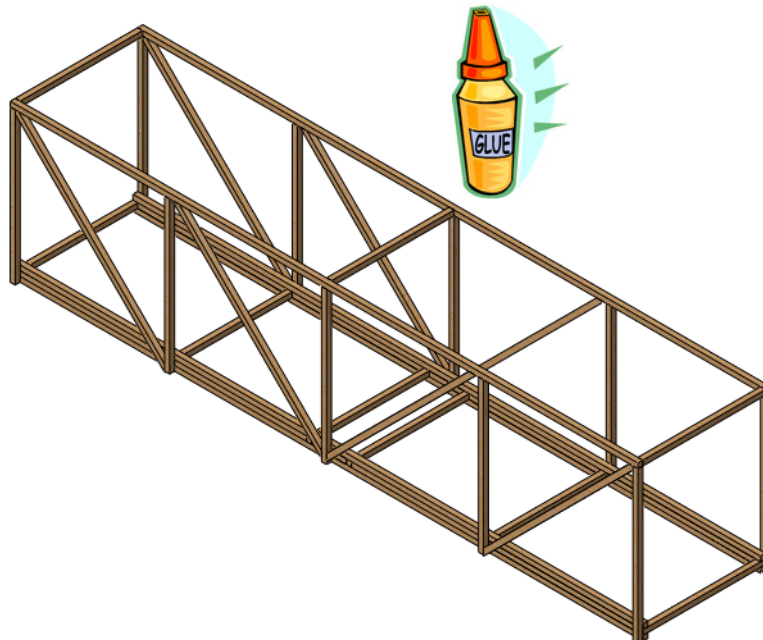
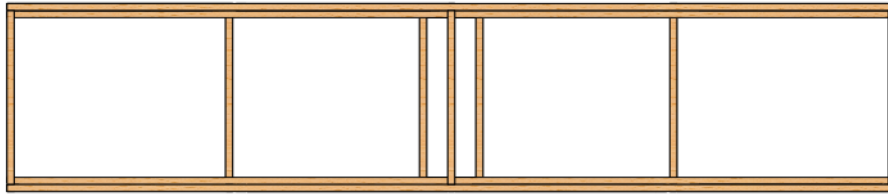
ヒント :先に片側のクロス ブレースを追加（88 ページのステップ 7）してから、反対側の側壁を構築しても構いません。

7 クロス ブレース。

ブレースの部材をフレーム内に納めるには、カット（45 度）する必要があります。すべての部材を接着します。



- 8 最上部の横補強。
すべての部材を接着します。



ストラクチャのテスト

テストは、隙間をまたぐ形でストラクチャを配置し、橋の中央に荷重を適用することにより実施できます。詳細は以下を参照してください。

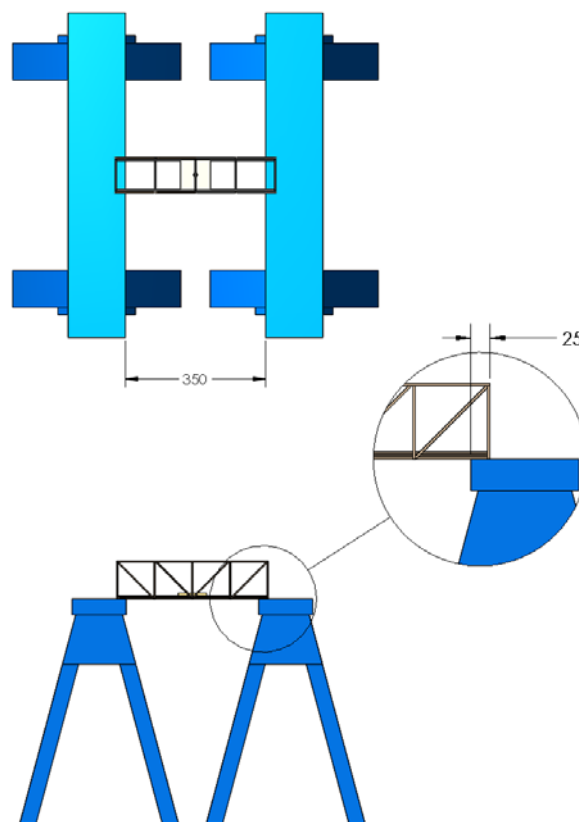
隙間の作成

一例として2つの木びき台を以下に示す間隔で配置します。ここにモデルをその両端が木びき台と等しく重なるように配置することにより、解析内容と同等の環境を擬似することが可能です。

詳細

強固で同じ高さを持つ2つの面（木びき台やテーブル等を使用）を用い、必要となる **350mm** の隙間を作成します。ストラクチャの両端がそれぞれ **25mm** ずつ、配置した面と重なるようにします。

ヒント：テーブルや木びき台が、荷重をかけても形状変化することのない強固なものであることを確かめてください。



荷重の適用

ストラクチャの強度を測るには、モデリング時と同等の荷重をかける必要があります。

既知の重さを持つ一般的オブジェクトの使用

荷重適用に使用可能な一般的オブジェクトには様々なものがあります。例えば異なるサイズの缶詰は重さを量ることが可能であり、使用できます。硬貨もまた、非常に細かい単位で重さを増やせるため、荷重の適用に有効です。ペニー硬貨を例にとってみましょう。

1 ペニーはおよそ **0.0245N** の荷重をストラクチャに与えることが可能です。この値は非常に小さく、テストに必要な合計荷重には到底及びません。では、テストのたびに数百あるいは数千のペニー硬貨を数えるのが得策でしょうか？硬貨は銀行で包装することが可能です。ペニー硬貨の場合は、50 枚毎に包装されています。ペニー硬貨の枚数を基に、包装数やコスト等のいくつかの計算を行ってください。



ペニー 硬貨	荷重 (N)	包装数	コスト (\$)
50	$50 \times 0.0245 = 1.225$	1	\$0.50
100	$___ \times 0.0245 = ______$	$______$	$______$
500	$___ \times 0.0245 = ______$	$______$	$______$
1000	$___ \times 0.0245 = ______$	$______$	$______$
5000	$___ \times 0.0245 = ______$	$______$	$______$

荷重をまとめるには

取っ手紐付きの買い物袋や他の丈夫な容器を、荷重プレートの穴部分に紐を通し、その紐を釘やペンで留める形で吊します。袋や容器の中身を選択した重さでゆっくりと満たすことにより、荷重を追加します。



レッスン 9：溶接プロファイルと構造部材

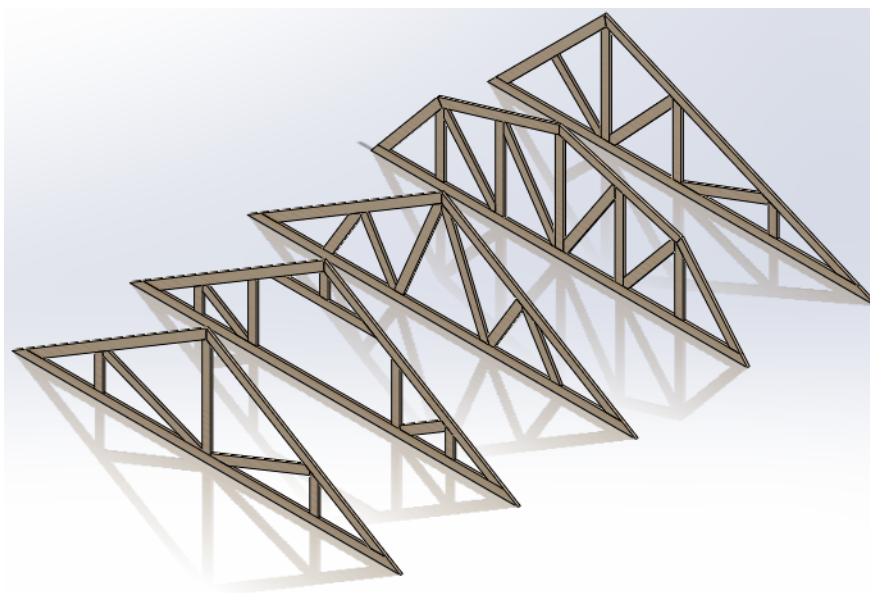
このレッスンの目的

- 新規の溶接プロファイルの作成
- 溶接スケッチの作成
- 構造部材の溶接スケッチへの追加

溶接プロファイルと構造部材の作成

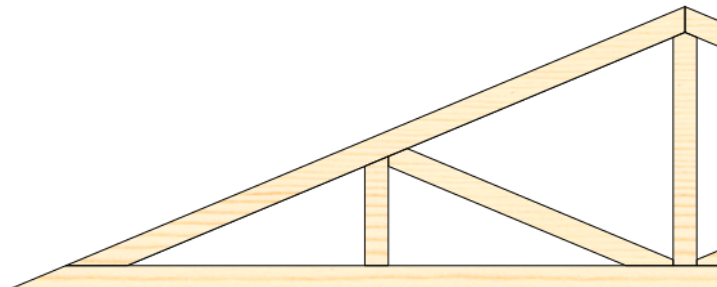
前のレッスンで解析した部品は、溶接部品と考えられます。これは、互いに接続されている構造部材のグループをモデリングするために使用される特殊なタイプの部品です。

このレッスンでは、作成済みのルーフ トラスをモデリングすることで、このタイプの部品を作成する方法を学びます。



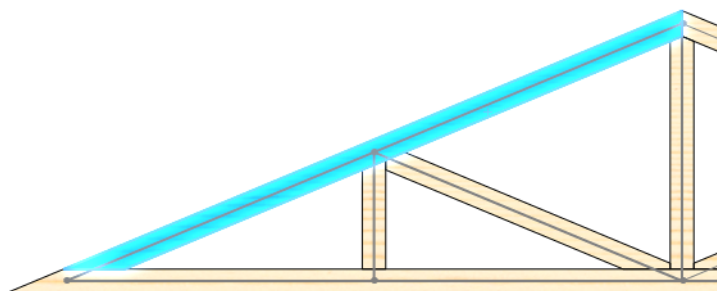
溶接とは？

溶接は、構造部材と呼ばれる、互いに接続されて単一の構造を形成する、複数の剛体からなる部品です。



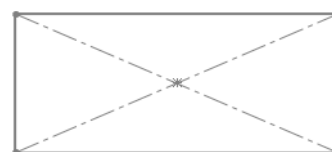
構造部材とは？

鋼鉄の梁または木材を表す個別の剛体は**構造部材**と呼ばれます。構造部材の位置と長さは、スケッチの直線に適用される、断面、または溶接プロファイルに基づきます。



溶接プロファイルとは？

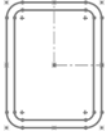

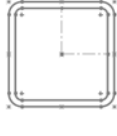



溶接プロファイルは、ライブラリ フィーチャー スケッチであり、鋼管、I 形、アングル、パイプ、溝形、および木材などの、標準の構造断面形状を表します。プロファイルは、原点位置を基準に配置されます。



既存の溶接プロファイル

既存の溶接プロファイル フォルダは、*C:\Program Files\SolidWorks Corp\SOLIDWORKS\lang\english\weldment profiles* にあります。

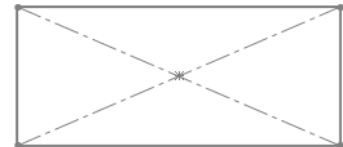
サブフォルダ *ansi inch* および *iso* には、複数のサイズの共通形状があります。

デフォルトの溶接プロファイル形状		
矩形チューブ 	山形鋼 	正方形チューブ 
溝形鋼 	S 断面 	パイプ 

パスに関する警告

このレッスンで使用するフルパスは、SOLIDWORKS がデフォルトのインストール場所である「C」ドライブにインストールされていることを想定しています。SOLIDWORKS をデフォルト設定でインストールしていない場合は、パスを調節する必要があります。

注記：既存の溶接プロファイルはどれも、バルサ木材やそのより大きな類似物である 2X4 木材には似ていません。つまり新しい溶接プロファイルを作成する必要があります。



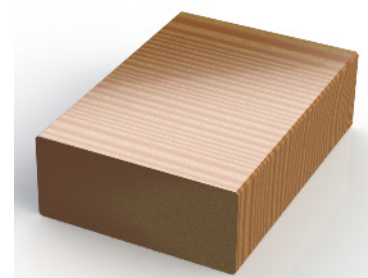
新規溶接プロファイルの作成

溶接プロファイルは 2D スケッチであり、特定のフォルダに特定のファイルタイプで保存します。

この例では、スケッチは中央配置のある長方形になります。

ファイルタイプはライブラリ フィーチャーです。フォルダは溶接プロファイル フォルダです。

最初のステップとして、新しいファイルを保持するために、適切な場所に新しいフォルダを作成します。



溶接プロファイル フォルダ

すべての溶接プロファイルは、特定のフォルダ溶接プロファイル フォルダの下に表示されるように設定されます。**新規フォルダ** (New folder) を使用して新しいフォルダを追加できます。新しいプロファイルを新しいフォルダに配置できます。

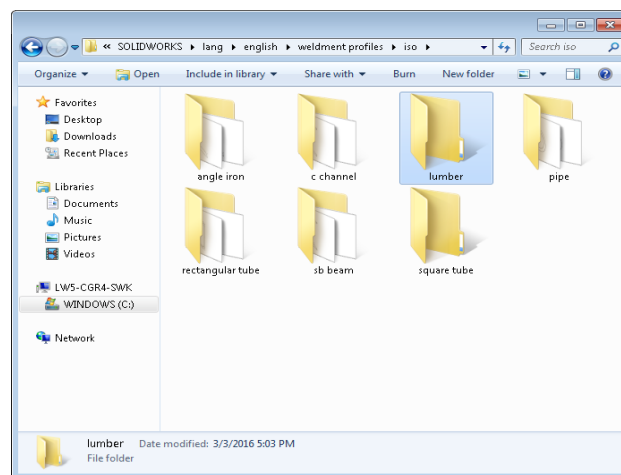
1 フォルダー

スタート (Start)、**コンピュータ** (Computer) をクリックして、*C:\Program Files\SolidWorks Corp\SOLIDWORKS\lang\english\weldment profiles\ansi inch* フォルダを参照します。

詳細は、95 ページのパスに関する警告を参照してください。

2 新しいフォルダ

新規フォルダ (New folder) をクリックし、フォルダ名を **lumber** に変更します。



新規部品の作成

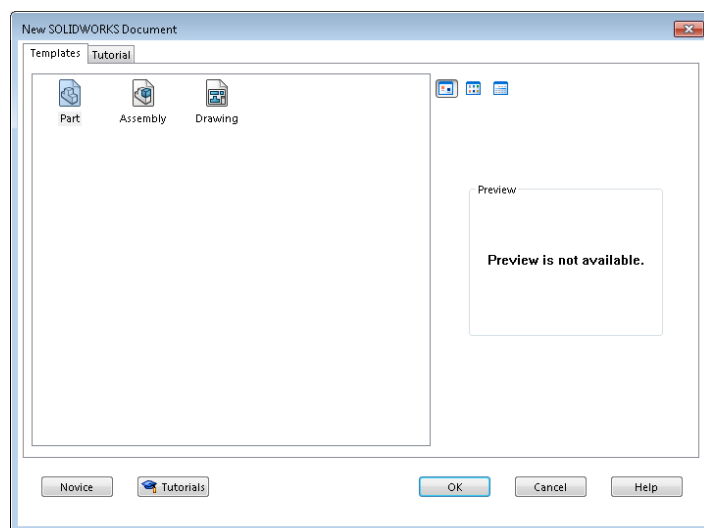
スケッチは部品の中に作成されるため、最初のステップとして新しい部品を作成します。

どこにあるか

- メニュー バー： **新規** (New)
- メニュー： **ファイル** (File)、**新規** (New)
- キーボードショートカット： **Ctrl+N**

3 新規部品

新規 (New) をクリックします。部品 (Part) および **OK** をクリックします。




単位系の設定

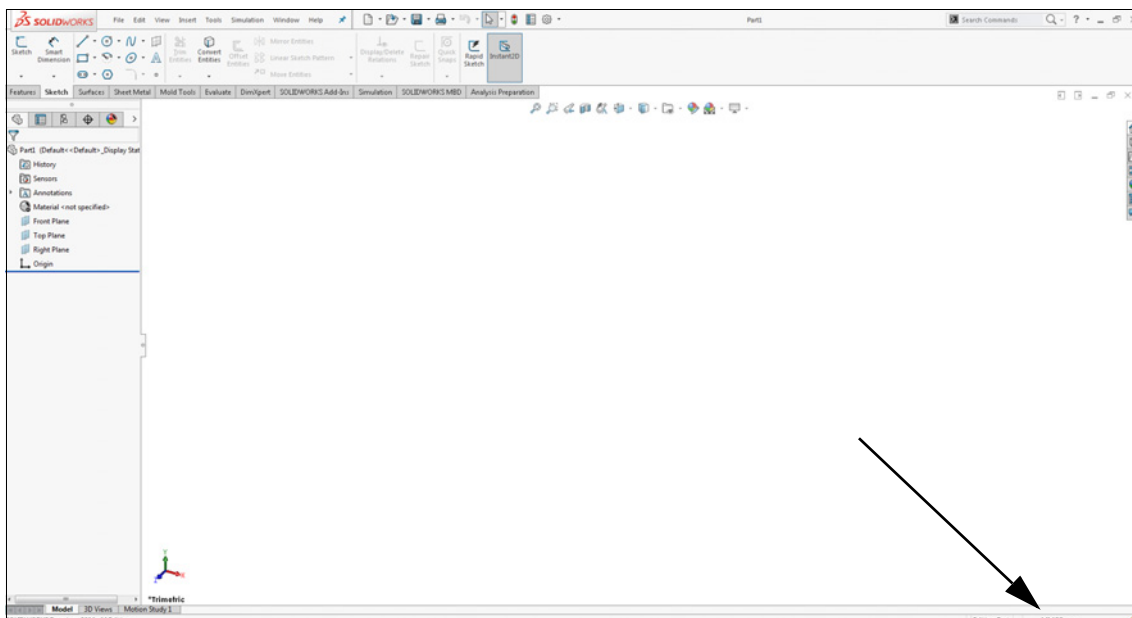
SOLIDWORKS の計算で使用する**単位系**は長さ、質量および時間単位の組み合わせです。デフォルトの単位系には MMGS、IPS またはその他の一般的なグループを使用できます。この例では、**IPS** 単位系：インチ (Inch)、ポンド (Pound)、秒 (Second) が必要です。

その他のタイプには次のものがあります。

- **MKS** (M (メートル)、K (キログラム)、S (秒))
- **CGS** (C (センチメートル)、G (グラム)、S (秒))
- **MMGS** (MM (ミリメートル)、G (グラム)、S (秒))

4 単位系：

IPS（インチ、ポンド、秒）（IPS (inch, pound, second)）を単位系（Unit System）メニュー  から選択します。これで、単位がインチに変化します。





注記： ご覧のように、このメニューは画面の下部で、部品編集（Editing Part）メッセージの右側にあります。

新しいスケッチの作成

SOLIDWORKS ではスケッチを使用して、直線、円弧、円、長方形などの 2D ジオメトリを作成します。これらは SOLIDWORKS での形状作成に非常に重要です。

どこにあるか

- CommandManager：**スケッチ（Sketch）** > **スケッチ（Sketch）** 
- メニュー：**挿入（Insert）**、**スケッチ（Sketch）**
- ショートカット メニュー：平面を右クリックして**スケッチ（Sketch）**  をクリック



5 新規スケッチ

正面（Front Plane）をクリックして、**スケッチ（Sketch）**  をクリックします。


矩形のスケッチ

矩形は 4 本の直線で構成されるスケッチ図形です。**矩形中心**バージョンが中央に配置され、2 本の水平線と 2 本の垂直線があります。

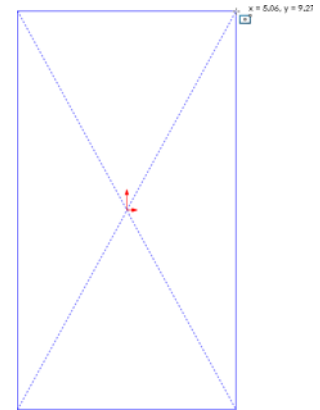
どこにあるか

- CommandManager：**スケッチ（Sketch）** > **矩形（Rectangle）**  > **矩形中心（Center Rectangle）** 
- メニュー：**ツール（Tools）**、**スケッチ エンティティ（Sketch Entities）**、**矩形中心（Center Rectangle）**
- ショートカット メニュー：スケッチを右クリックして、**矩形中心（Center Rectangle）** をクリック

6 矩形

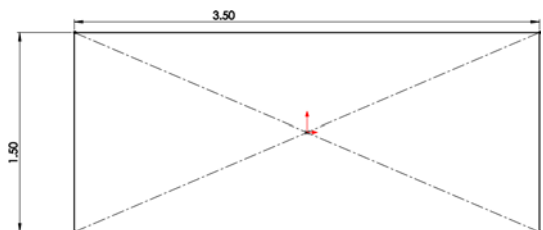
矩形中心 (Center Rectangle)  をクリックして、原点をクリックします。次に、中心から対角線上を移動して、表示されている場所の近くをクリックします。✓ をクリックします。

注記：今のところ、実際のサイズは重要ではありません。それは次のステップで定義します。




寸法

寸法ツールは、**スマート寸法**と呼ばれています。これは同じツールを使用して複数の寸法タイプを作成できるためです。寸法は、プロフィールのサイズを決定するために役立ち、またサイズ変更にも使用できます。




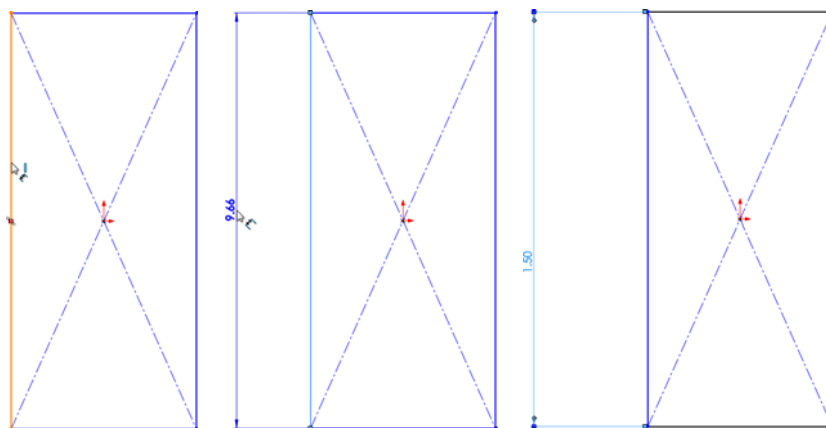
このセクションでは、直線の寸法を作成するために使用しますが、角、半径および直径の寸法を作成する場合も使用できます。

どこにあるか

- メニュー： **ツール** (Tools)、**寸法** (Dimensions)、**スマート** (Smart)
- ショートカットメニュー：スケッチを右クリックし、**スマート寸法** (Smart Dimension)  をクリック

7 垂直寸法

スマート寸法 (Smart Dimension)  をクリックして、表示のように左の垂直線をクリックします。左に移動して再度クリックし、寸法を配置します。表示されるダイアログで 1.5 を入力して、寸法の値を設定してから ✓ をクリックします。



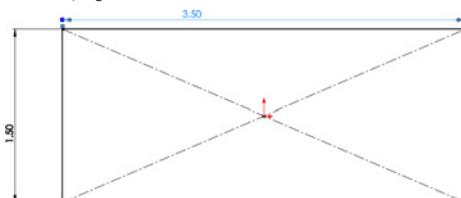
形状の色

他の直線は黒色になっているのに、一部の直線が青色のままになっているのはなぜでしょうか？形状のステータスにラベル付けするために、スケッチでカラーコードを使用します。

- 青色は、定義が不足しており、さらに定義が必要なことを意味します。この場合、寸法定義が必要です。これは**未定義**の状態です。
- 黒色は完全定義されていることを意味します。これが**望ましい**状態です。
- 赤色は重複定義といい、修正するスケッチがあることを意味します。1本の直線を水平と垂直の両方にしようとした場合に、それら両方にすることはできないため矛盾が起こります。また過剰に定義すると重複が発生します。これは**壊れた**状態です。

8 水平寸法

図のように上部の水平線をクリックします。上に移動して再度クリックし、寸法を配置します。表示されるダイアログで 3.5 と入力して寸法の値を設定してから ✓ をクリックします。



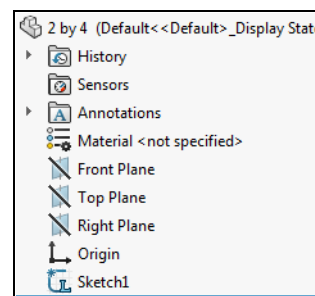
注記：形状は、完全定義されたということを意味して、すべて黒色になります。

9 スケッチを終了します。



画面の右上にある**スケッチ終了** (Exit Sketch)  をクリックします。

スケッチをライブラリ フィーチャーとして保存

溶接プロファイルとして使用できるように、スケッチは特定のファイル タイプ、ライブラリ フィーチャーとして保存する必要があります。溶接プロファイルを保存するように定義したフォルダに配置する必要もあります。



どこにあるか

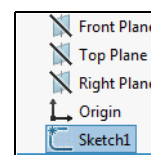
- メニュー バー：**保存** (Save) 、**指定保存** (Save As) 
- メニュー：**ファイル** (File)、**指定保存** (Save As)

10 ライブラリ フィーチャー

スケッチ 1 を FeatureManager デザイン ツリーでクリックします。

ファイル (File)、**指定保存** (Save As) をクリックします。

ファイルの種類 (Save as type)：**Lib Feat Part (*.sldlfp)** をクリックします。

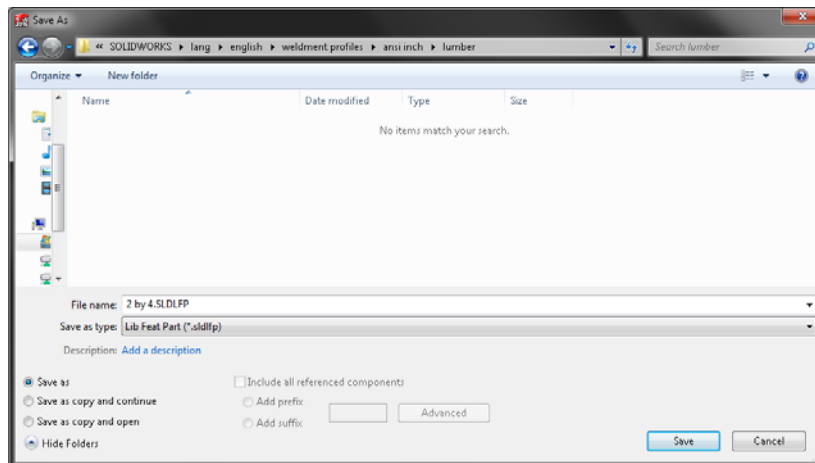


C:\Program Files\SolidWorks Corp\SOLIDWORKS\lang\english\weldment profiles\ansi inch\lumber フォルダを参照します。

注記 : 最初のスケッチの選択は非常に重要です。

11 名前

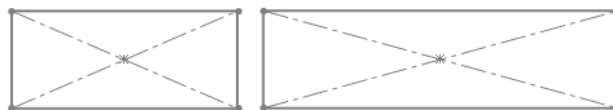
名前 2 by 4 を入力して**保存** (Save) をクリックします。



注記 : この場所に保存する権限がないことを示す警告が表示されることがあります。警告が表示された場合は、ファイルを異なる場所に保存した後、上記の場所にある lumber フォルダにファイルを手動で移動します。

類似の溶接プロファイルの作成

多様な溶接プロファイルの形状またはサイズを表すには、多様なプロファイルが必要です。大型の木材断面図では、2X6 は 2 by 4 の溶接プロファイルから、ファイルをコピーし編集することで作成できます。




12 指定保存

指定保存 (Save as) をクリックして、新しいライブラリ フィーチャーに 2 by 6 という名前を付けてから、**保存** (Save) をクリックします。



スケッチ編集

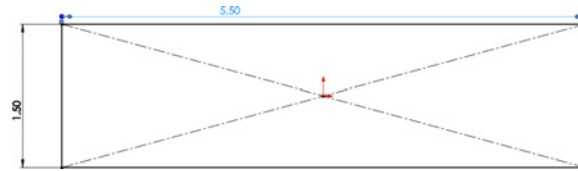
既存のスケッチを編集して、形状または寸法を追加または変更することができます。

どこにあるか


- ・ ショートカット メニュー : スケッチを右クリックし、**スケッチ編集** (Edit Sketch) をクリック 
- ・ メニュー : スケッチを選択し、**編集** (Edit)、**スケッチ** (Sketch) をクリック

13 スケッチを編集

スケッチ *Sketch1* を右クリックし、**スケッチ編集** (Edit Sketch)  をクリックします。**3.5** の寸法をダブルクリックし、**5.5** に変更します。 をクリックします。




14 スケッチを終了します。

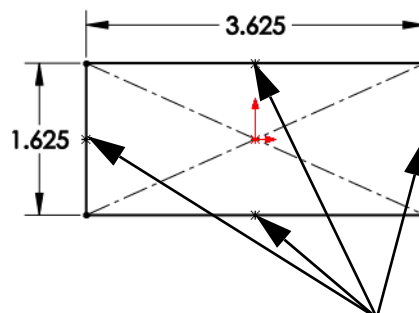
画面の右上にある**スケッチ終了** (Exit Sketch)  をクリックします。

15 保存して閉じる

ファイル (File)、**閉じる** (Close) をクリックして、**保存** (Save) をクリックします。

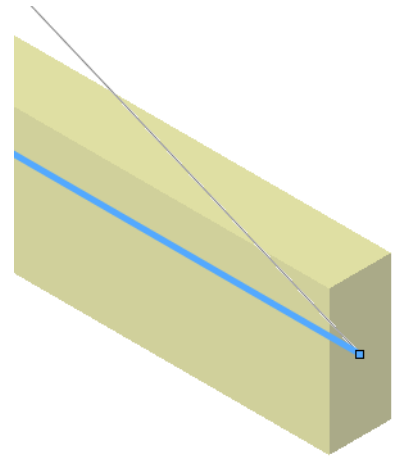
溶接プロファイルの詳細

この形状のより一般的なタイプの溶接プロファイルには、図に示されているように各辺の中点の点  があります。これを利用することで、プロファイルの位置決めにさらに柔軟性が得られます。この例では点は必要ありません。




溶接スキッチの作成

溶接スキッチはすべての構造部材の位置および長さを定義するために使用します。



16 部品 M ルーフ トラスを開く

開く (Open)  をクリックします。

開く (Open) ウィンドウから、タイプ：

SOLIDWORKS ファイル (SOLIDWORKS Files) (*.sldprt; *.sldasm; *.slddrw) をクリックし、*Bridge Design Project\Student\Lesson 9* フォルダを参照します。

M Roof Truss.sldprt を選択し、開く (Open) をクリックします。

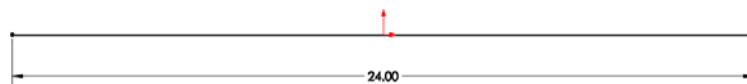
注記： この部品の単位はフィートであり、素材は松材です。

17 正面図に変更

表示方向 (View Orientation)  をクリックしてから、正面 (Front)  をクリックします。

18 スケッチを編集


スケッチ *Sketch1* を編集します。詳細は、101 ページのスケッチ編集を参照してください。




直線のスケッチ


各直線で、1 つの溶接の中の構造部材が定義されます。

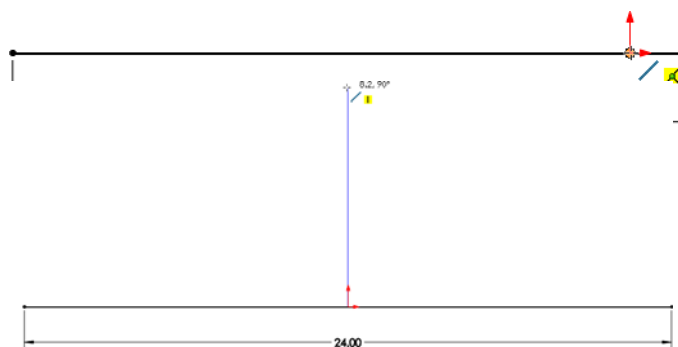
どこにあるか

- CommandManager：スケッチ (Sketch) > 直線 (Line) 
- メニュー：ツール (Tools)、スケッチ エンティティ (Sketch Entities)、直線 (Line)
- ショートカットメニュー：スケッチを右クリックし、直線 (Line) をクリック

19 垂直線

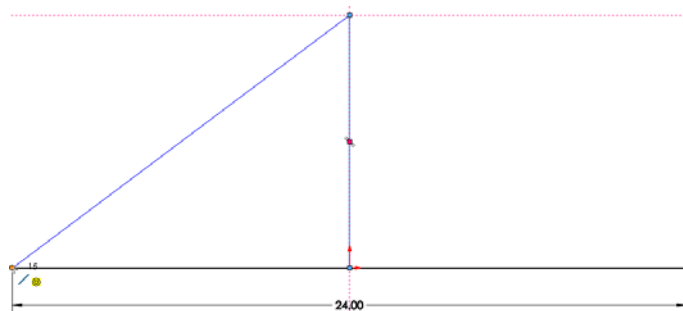
直線 (Line)  をクリックします。図のように原点をクリックして、垂直に移動してから再度クリックします。

注記： 垂直拘束マーカー  で直線が正確に垂直であることが示されます。



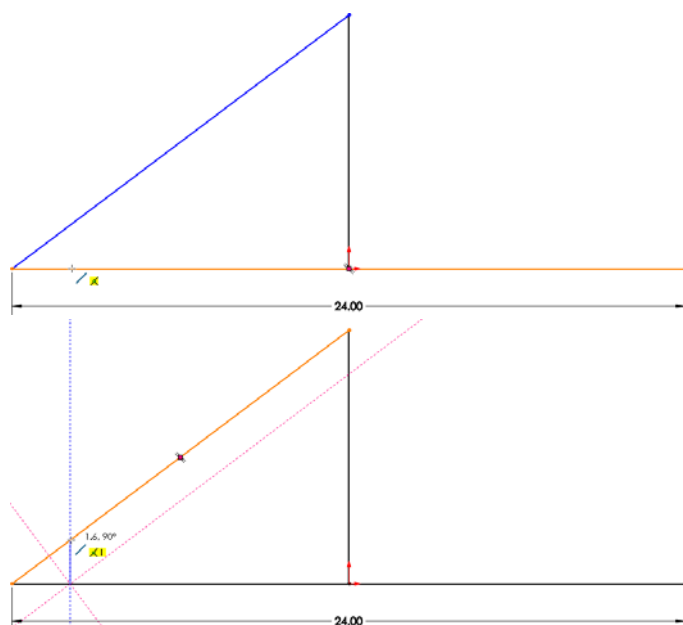
20 角度付き直線

図のように、再度左下の端点をクリックして、直線をもう 1 本追加します。




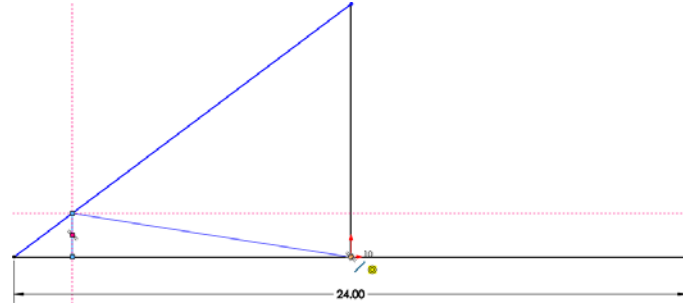
21 垂直ブレース

下部の水平線をクリックし、垂直に上昇することで直線を作成します。角度付き直線を再度クリックして、短く垂直な直線を作ります。




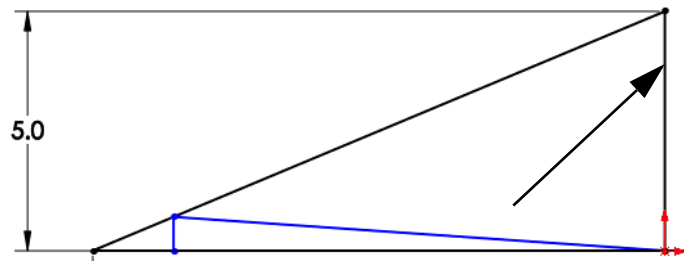
22 角度付きブレース

原点に戻って、再度クリックして角度付きブレースを作ります。 をクリックします。




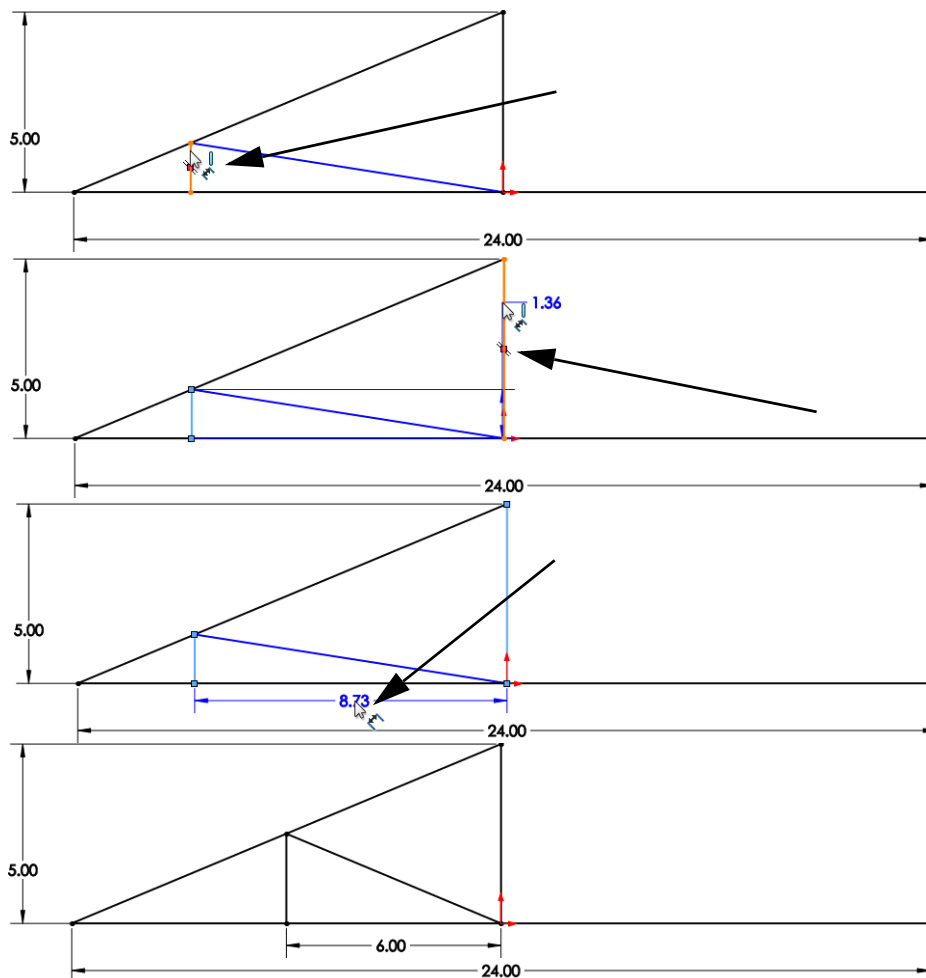
23 垂直寸法

スマート寸法 (Smart Dimension)  をクリックしてから、垂直線をクリックして寸法を追加します。図のように寸法の値を **5** に設定します。



24 直線の間の寸法


短い垂直線をクリックしてから、中央の垂直線をクリックします。スケッチの下をクリックして、寸法を配置します。寸法の値を **6** に設定してから  をクリックします。




エンティティのミラー

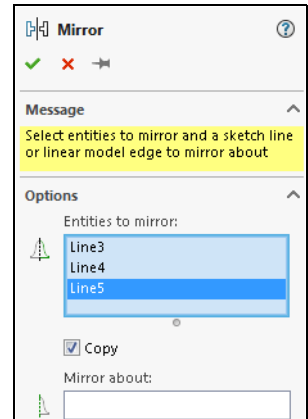
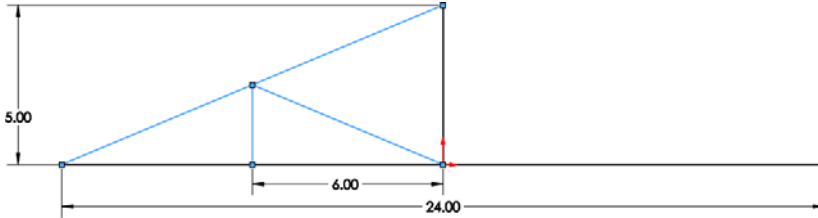
スケッチ ジオメトリは中心線を基準にし、ミラーリングすることでコピーできます。

どこにあるか


- CommandManager: **スケッチ (Sketch) > エンティティのミラー (Mirror Entities)** 
- メニュー: **ツール (Tools)、スケッチ ツール (Sketch Tools)、ミラー (Mirror)**

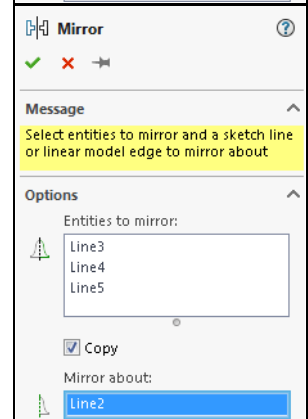
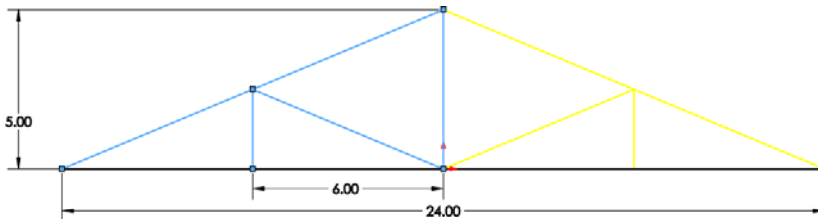
25 ミラーするエンティティ

エンティティのミラー (Mirror Entities)  をクリックしてから、下の図のように3本の直線をクリックします。




26 ミラーの中心


ミラー基準 (Mirror about) フィールドをクリックしてから、図のように中央の垂直線をクリックします。 をクリックします。





27 スケッチを終了します。

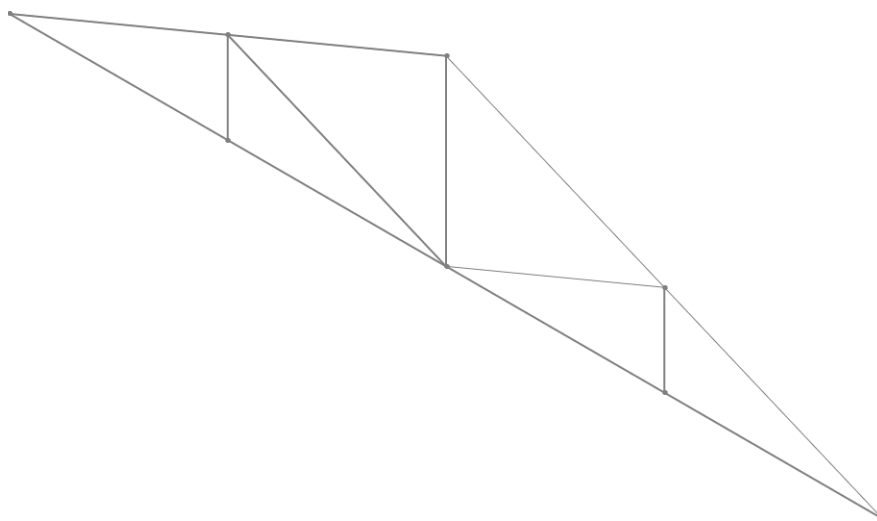
画面の右上にある**スケッチ終了 (Exit Sketch)**  をクリックします。

28 保存

保存 (Save)  をクリックします。

29 等角投影図に変更

表示方向 (View Orientation)  をクリックしてから**等角投影 (Isometric)**  をクリックします。



構造部材の追加

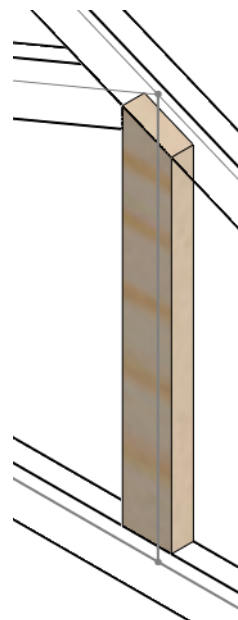
構造部材は選択したプロファイルで既存のスケッチ形状を使用して追加します。

構造部材

構造部材の長さは、選択した直線の長さおよび位置に基づきます。

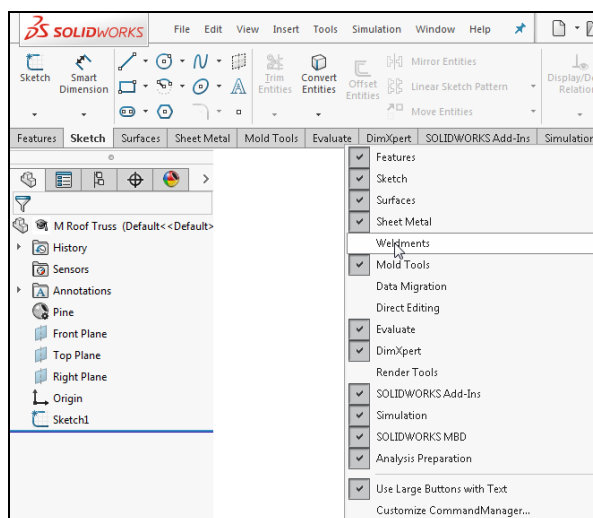
グループ

グループは1つの構造メンバーを他のものでトリムさせる選択のセットです。こうすることで、各構造メンバーは適切なサイズと形状に自動的にトリムされます。




CommandManager タブ


CommandManager タブの中には非表示のものもあります。**溶接**（Weldments）タブが表示されていない場合は、CommandManager タブのどこかを右クリックして、**Weldments** をクリックして、そのタブを表示します。

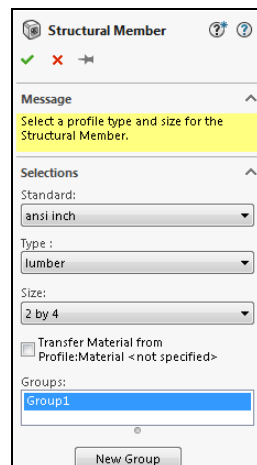
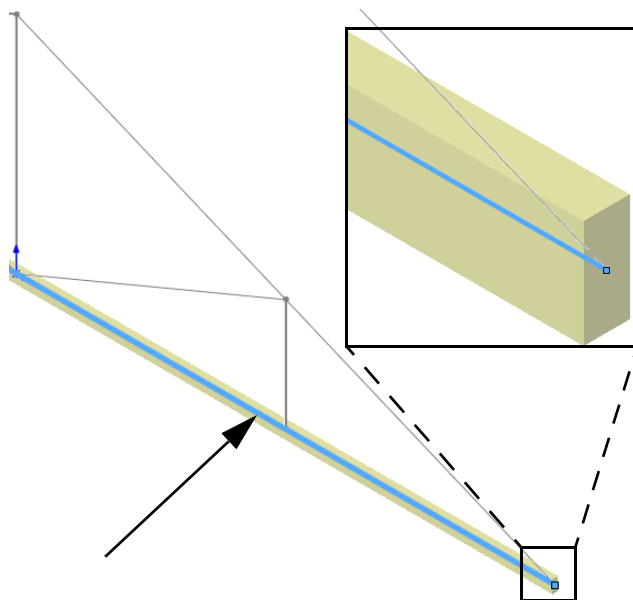


どこにあるか

- CommandManager：溶接（Weldments）> 構造メンバー（Structural Member）
- メニュー：挿入（Insert）、溶接（Weldments）、構造メンバー（Structural Member）

30 鋼材レイアウト

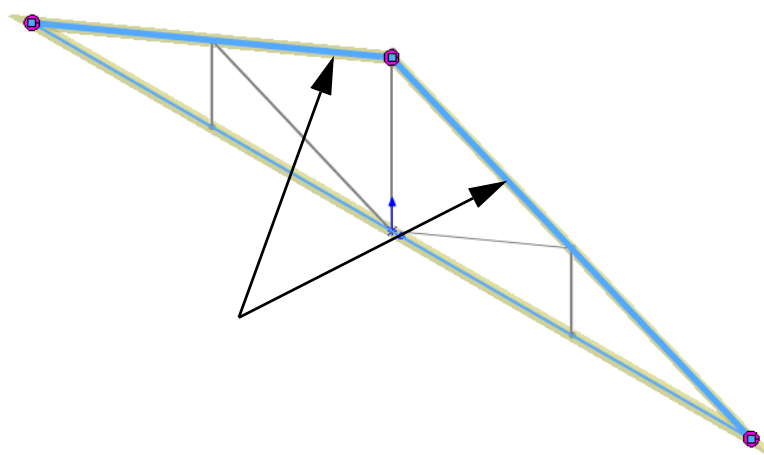
構造メンバー (Structural Member)  をクリックし、*ansi inch*、*lumber*、2X4 をクリックします。図のように下部の水平線をクリックします。まだ OK はクリックしません。



注記：プレビューでは、直線に適用されときのプロファイルの方向が表示されます。

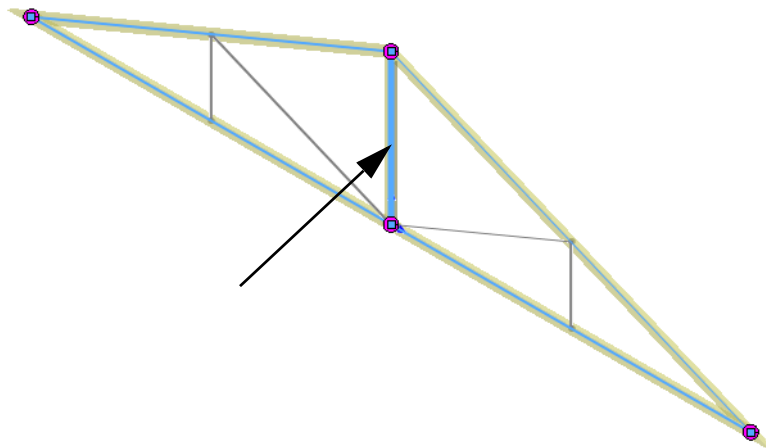
31 新規グループ (New group)

新規グループ (New Group) をクリックしてから上部の角度付き直線を両方とも選択します。まだ OK はクリックしません。



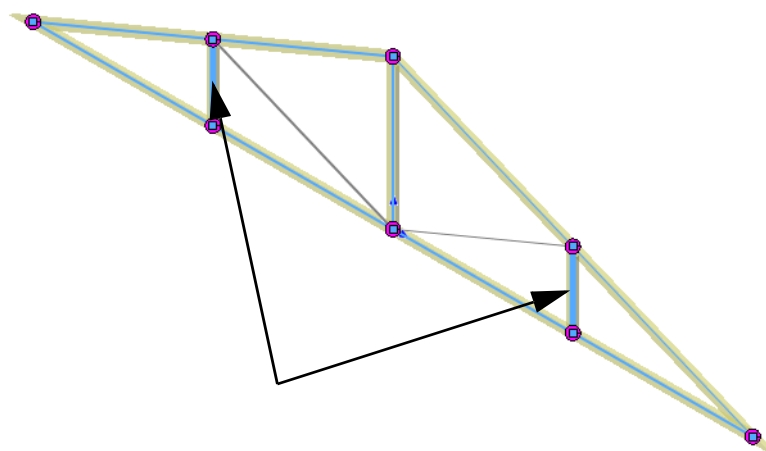
32 次の新規グループ

新規グループ (New Group) をクリックしてから中央の垂直線を選択します。まだ OK はクリックしません。



33 次の新規グループ

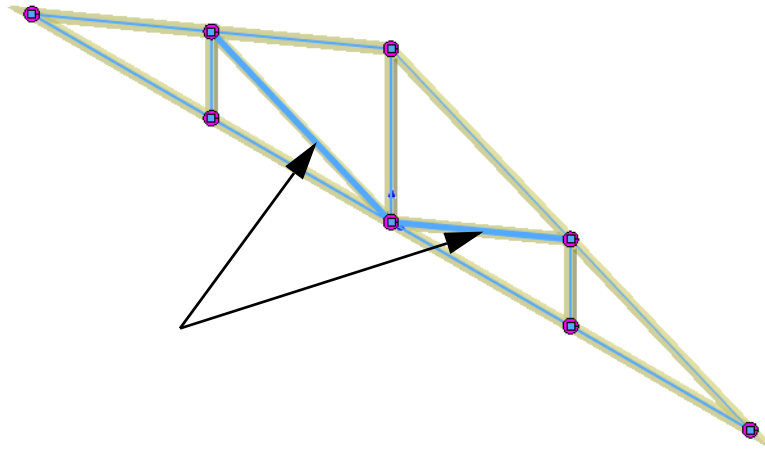
新規グループ (New Group) をクリックしてから外側の垂直線を両方とも選択します。まだ OK はクリックしません。





34 最後の新規グループ

新規グループ (New Group) をクリックして、外側の角度付き直線を両方ともクリックします。

☑ をクリックします。

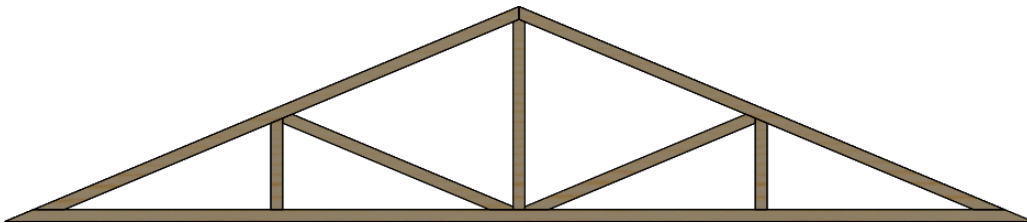


35 正面図に変更

表示方向 (View Orientation)  をクリックしてから、**正面** (Front)  をクリックします。

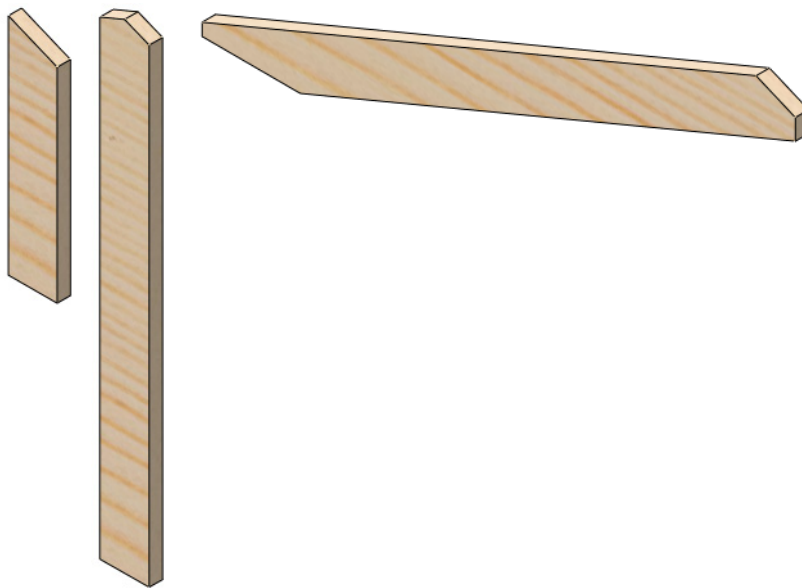
36 スケッチを非表示にする

Sketch1 を右クリックしてから**非表示** (Hide)  をクリックします。




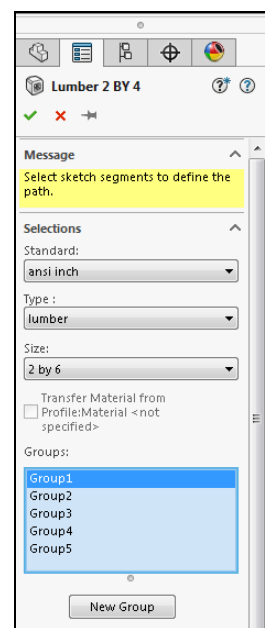
複数のボディ

構造メンバーを追加する作業の結果として、部品に複数のボディが作成されます。**新規グループ** (New Group) を使用することにより、それぞれが適切なサイズおよび形状にトリムされます。




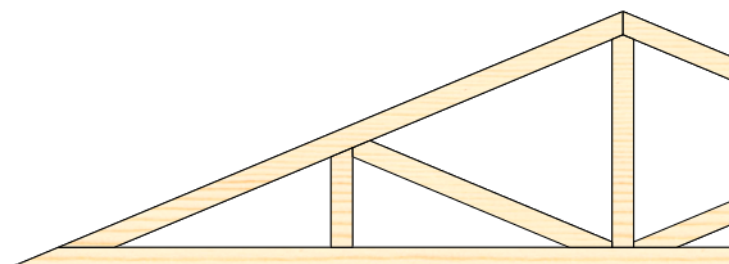
37 フィーチャーを編集

Structural Member1 フィーチャーを右クリックしてから、**フィーチャー編集** (Edit Feature)  をクリックします。



38 サイズの変更 (Change size)

サイズ (Size) を選択して 2X6 (2 by6) にして  をクリックします。



39 部品を閉じる

ファイル (File)、**閉じる** (Close) をクリックし、**保存** (Save) を選択して変更を保存します。

用語	定義
eDrawing	部品、アセンブリ、または図面のコンパクトな表現です。eDrawings は電子メールで 2 次元、及び 3 次元の設計データを送信することが出来、SOLIDWORKS と SOLIDWORKS データを含む多数の CAD ファイルタイプから作成することができます。
FeatureManager デザイン ツリー	SOLIDWORKS ウィンドウの左側に表示される FeatureManager デザイン ツリーはアクティブな部品、アセンブリの履歴を時系列に沿って表示します。
Simulation スタディ	材料、拘束、外部荷重、メッシュを含む解析全体を格納するフォルダです。
Simulation スタディ ツリー	FeatureManager デザイン ツリーに似たツリー構造で、シミュレーションを構成するフィーチャーを含みます。
SOLIDWORKS Simulation	SOLIDWORKS に含まれるソフトウェアであり、構造解析を行うのに使用します。
アセンブリ	アセンブリとは、部品、フィーチャー、他のアセンブリ（サブアセンブリ）を組み合わせたものです。部品やサブアセンブリは、アセンブリ ドキュメントとは別のドキュメントに存在します。SOLIDWORKS アセンブリ ファイル名の拡張子は、*.sldasm です。
アニメーション	モデルまたは eDrawing を動的に表示します。アニメーションはモーションをシミュレートしたり、様々なビューを表示するのに使用します。
グラフィックス領域	グラフィックス領域とは、SOLIDWORKS ウィンドウ内で部品、アセンブリまたは図面が表示される場所です。
スケッチ	2 次元スケッチは、平面または面上の直線またはその他の 2 次元オブジェクトの集まりで、ベースまたはボスなどのフィーチャーの基本となります。3 次元スケッチは平坦でなく、スイープ、ロフト等をガイドするのに使用されます。
ストラクチャ	単一の部品を形成するのに使用する梁の集まりです。SOLIDWORKS ではこのタイプの部品は溶接と呼ばれます。複数のピースが 1 つの部品として溶接されたものという意味です。
ドキュメント	SOLIDWORKS ドキュメントは部品、アセンブリまたは図面を含むファイルです。
トラス	鉄道の橋などに使用されるシンプルな構造です。

用語	定義
ニュートン	力を表す SI (m·kg·s) 単位です。1 ニュートンの力は、1 キログラムの質量を、1 メートル / 秒 / 秒で加速します。英国単位系では、1 ニュートンは約 0.225 lbf (pounds of force) です。ニュートンは、Isaac Newton (1642-1727) の名前に由来します。彼は $F = ma$ の式で表される力 (F)、質量 (m)、加速度 (a) の関係を初めて明確に説明した人です。
パスカル	応力を表す SI (m·kg·s) 単位です。1 平方メートルあたり 1 ニュートンと定義されます。英国単位系では、1 パスカルは約 145.04×10^{-6} psi (per square inch) です。これは非常に小さい値であるため、関連する単位である MPa (メガパスカル)、kPa (1000 Pa) がよく使用されます。パスカルは著名な数学者、物理学者である Blaise Pascal (1623-1662) の名前に由来します。
フィーチャー	フィーチャーとは、他のフィーチャーと組み合わせることにより部品またはアセンブリを構成する個別の形状です。フィーチャーは常に FeatureManager デザイン ツリーに追加されます。
メッシング (メッシュ分割)	モデルを要素と呼ばれる小さい部分に分割するプロセスです。
モデル	モデルとは、部品またはアセンブリ ドキュメント内の 3 次元ソリッド形状です。部品あるいはアセンブリ ドキュメントに複数のコンフィギュレーションがある場合、各コンフィギュレーションは個別のモデルとなります。
単位系	長さ、質量および時間単位の組み合わせで、通常 IPS または MMGS などを選択して記述します。
図面	図面とは、3 次元部品またはアセンブリを 2 次元上に表記するツールです。SOLIDWORKS 図面ファイルの拡張子は *.slddrw です。
図面シート	図面シートは、図面ドキュメント内の 1 ページです。
変位	梁に荷重が適用された後、元の位置から移動することです。
外部荷重	ストラクチャに外部から適用される力または圧力です。トラスの場合、列車の重量がこれにあたります。
安全率 (FOS)	ストラクチャが、適用された外部荷重に耐える強度を持っているかを判断するために解析で計算される値です。
引張りと圧縮	曲げにより引き起こされる梁内部の力です。
強度	梁の強度、あるいは剛性には、断面形状 (面積慣性モーメント) と材料が影響します。
応力	ボディに対して荷重を適用すると、ボディは内側に力を発生させる (一般に、不均一な力です) ことによりその影響を吸収しようとしています。このような内部の力の強度を、応力といいます。応力の単位は、単位面積あたりの力です。よく使われる単位は、パスカルおよび平方インチあたりポンド (psi) です。

用語	定義
応力分布	部品内の応力量を、マップ状に色分けした表示です。色を使用して応力値の範囲を表します。
拘束	拘束はモデル内の点の動きを制限するために使用されます。拘束は制約とも呼ばれます。
拘束	拘束とは、解析で動かすことのできないモデルの部分を指します。
方向指定ビュー	方向指定ビューとは部品またはアセンブリ内の特定のビュー（等角投影、平面、等）または特定のビューのユーザー定義の名前です。表示方向リスト内の方向指定ビューを図面に挿入することができます。
曲げ	梁に対して荷重をかけたときに起こります。湾曲とも呼ばれます。
材料	ストラクチャ内の梁を作成するのに使用されます。実際のストラクチャにおいては鋼鉄がよく使用されますが、木材やコンクリートの場合もあります。本書のプロジェクトでは木材を使用しています。
梁	梁とは、均一な断面を持つ構造部材です。通常梁には荷重をかけ、曲がることを考慮します。
構成部品	構成部品とは、アセンブリの部品またはサブアセンブリです。
構造解析の各段階	一般に、解析にはプリプロセス（セットアップ）、解析、ポストプロセス（結果の確認）の段階が含まれます。本書ではこれらに SOLIDWORKS Simulation を使用しています。
構造部材	梁または木材の長さを表す溶接構造の中の単一のボディです。
溶接	2D または 3D スケッチ、プロファイルおよび単一の部品の中の複数のボディに基づく構造です。
溶接プロファイル	構造部材の断面を表す 2D スケッチです。
環境	ストラクチャに影響する外的要因です。これには、適用される外部荷重や、動かないように拘束される部位などが含まれます。
直線	直線とは、2 個の端点を持つ真っすぐなスケッチ エンティティです。直線は、エッジ、平面、軸、またはスケッチ カーブ等の外部エンティティをスケッチに投影することによっても作成できます。
矩形	スケッチで矩形を形成する 4 本の直線の組み合わせです。
節点	要素を接続、形成するのに使用される点です。
要素	モデルの小さい一部を表現するのに使用する単純な形状です。要素をすべて総合したものでモデル全体を表現します。
解析	ストラクチャの動作をモデル化し、設計した通りに外部荷重に耐えられるかどうかを判断するプロセスです。変位、応力、安全率などの値を計算します。

用語 定義

部品	部品とは複数のフィーチャーで構成される単一の3次元オブジェクトです。部品はアセンブリの構成部品となることができます。図面上では2次元で表現することができます。部品の例としては、ボルト、ピン、プレート等があります。SOLIDWORKS 部品ファイルの拡張子は .sldprt です。
降伏応力	梁内の応力に基づく、梁の強度の限界です。
面	面とは、モデルまたはサーフェス上の、境界を持った選択可能な領域（平坦または平坦でない）であり、モデルまたはサーフェスの形状を定義するものです。例えば、長方形のソリッドには6個の面があります。