



橋の設計プロジェクト

SolidWorksとSolidWorks Simulationを使ったストラクチャの設計、テスト、構築





1 - はじめに



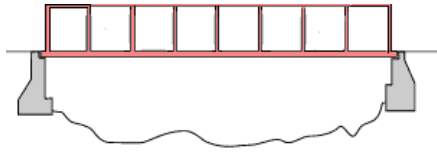


前提条件

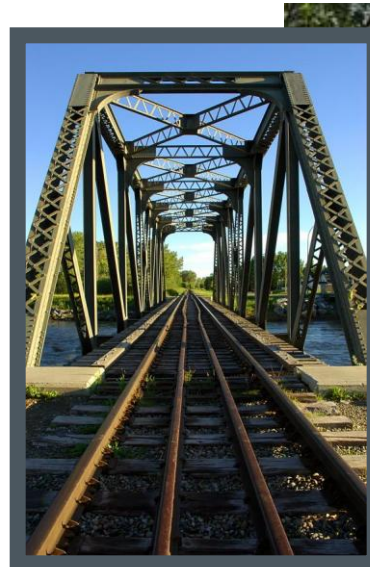
- このプロジェクトの前提条件
- SolidWorksのファイルには部品、アセンブリ、図面という3種類があります

2 - ストラクチャの設計

トラスとは？

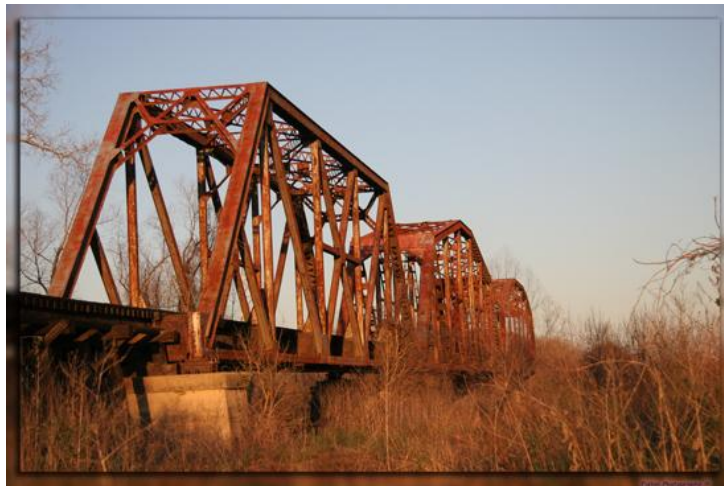


- トラスとは、鉄道、自動車用道路、歩道の橋として使われる単純な構造で、様々な長さに渡って大きな荷重を支えることができます。トラスは道路または線路面、2つの壁面と、必要に応じて壁間のブレースで構成されます。



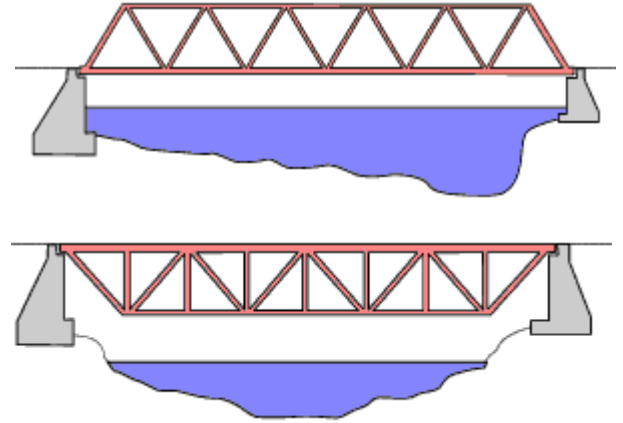
長い橋

- 渡す長さが長い場合、トラス構造を複数回繰り返します。



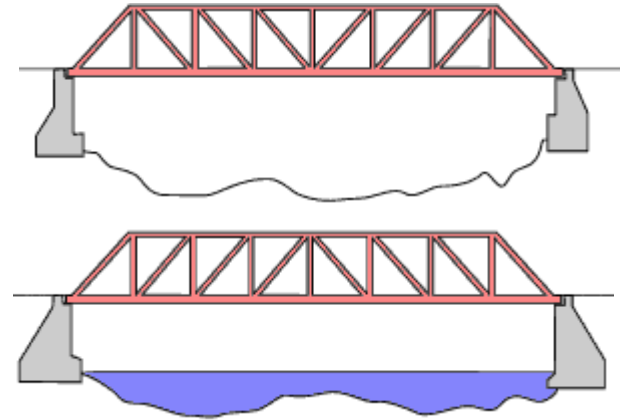
トラスの種類

- ワーレントラス（右図）は最も単純で経済的なタイプの一つです。上下を反転して使用することができます。図の例では垂直部材を追加しています。



トラスの種類 (続き)

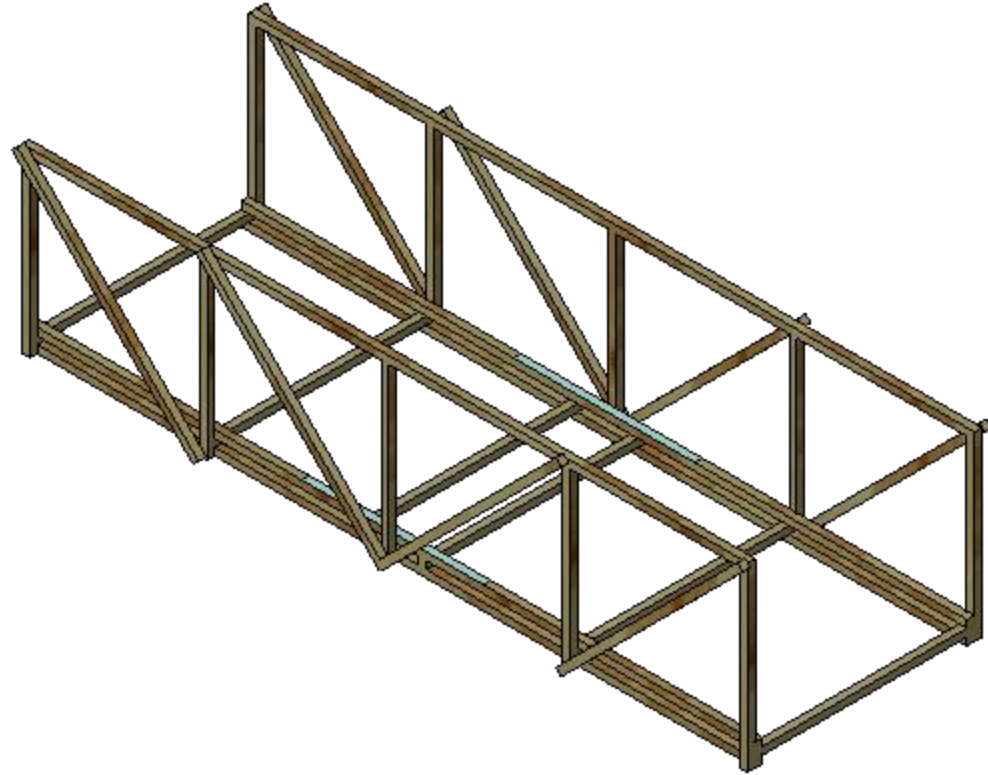
- 他にも、プラット（上）およびハウ（下）タイプがよく知られています。このプロジェクトではプラット トラスに似た形を使用します。





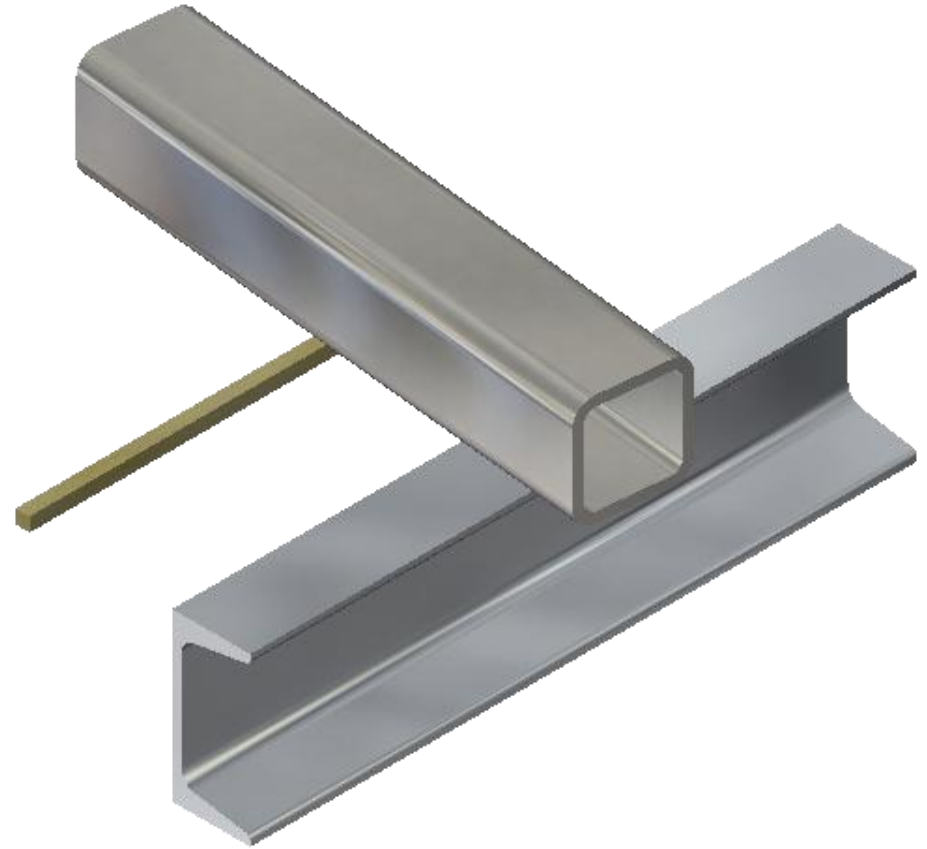
トラス壁

- トラスの側壁は、列車や自動車が橋から落ちないようにするためだけのものではありません。これらは、列車や自動車など、トラスにかかる荷重を吸収し、分散するために使用されています。



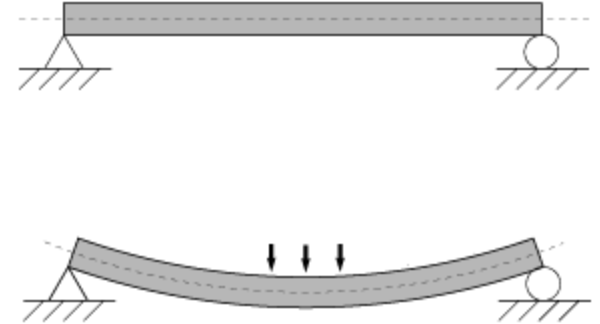
梁

- トラスはボルト、溶接、リベットなどで接合された梁で構成されています。梁とは、クローゼットの中の衣服を掛ける棒のようなものです。
- 梁は一定した断面を持っています。



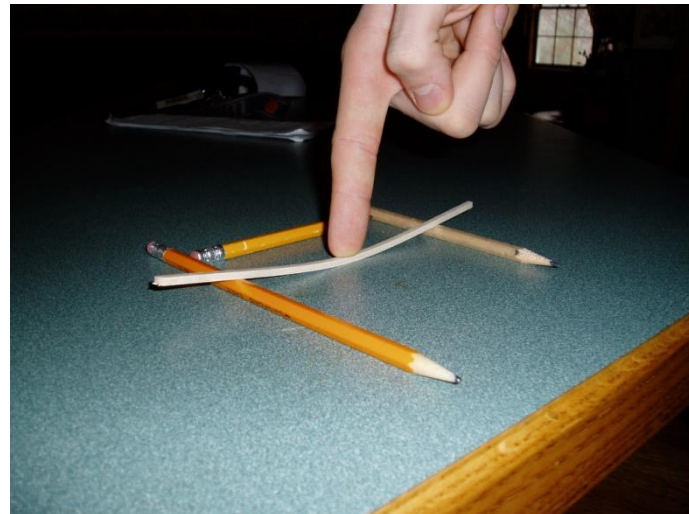
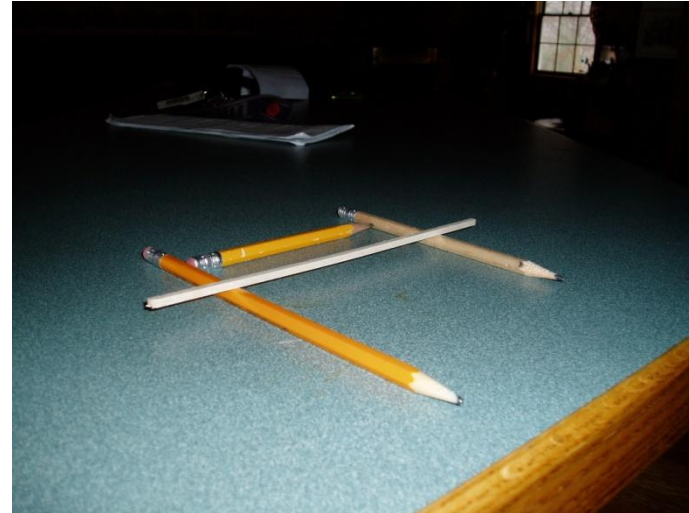
外部荷重

- 外部荷重とは梁にかかる力です。梁にかかる荷重は主に列車等の重量です。荷重は通常梁の一部の面積にかかります。



曲げと変形

- 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。変形とは梁が元の位置からどれだけ動いたかということです。荷重が大きいほど、変形が大きくなります。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。

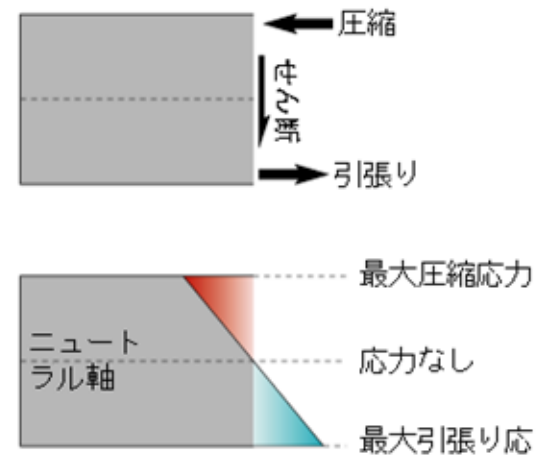


© Dassault Systèmes | Confidential Information |



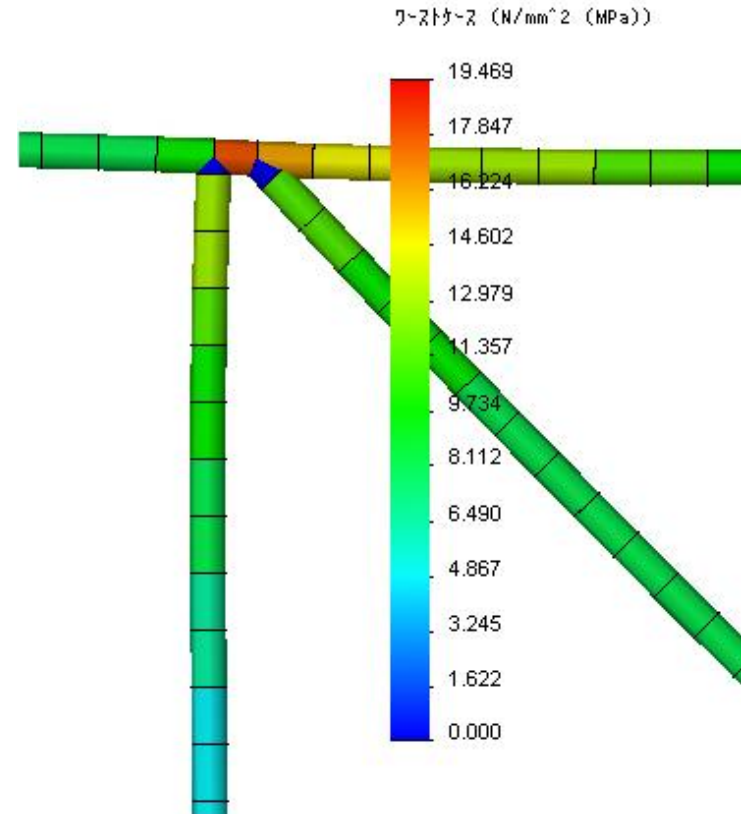
引張りと圧縮

- 梁が曲がる時、梁の中ではいくつかの現象が起こっています。梁の上部（荷重がかかる面）は**圧縮**されますが（両端が近づく）、反対側の面では**引張り**が見られます（両端が離れる）。



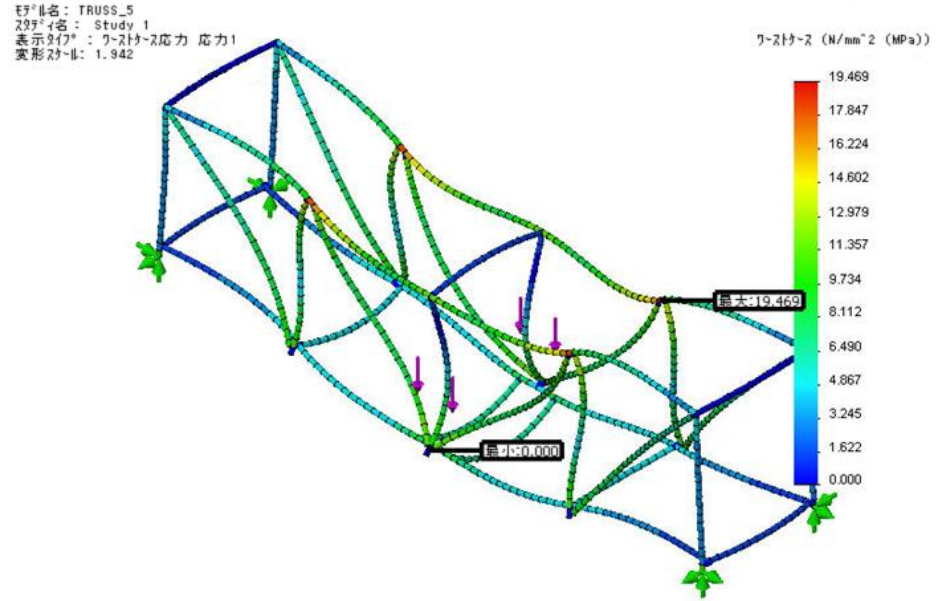
応力

- 応力とは、荷重が適用されたときに梁の中で何が起きているかの指標です。応力は荷重を面積で割ったものとして定義されます。よくつかわれる単位はパスカル (Pa) 、メガパスカル (Mpa) またはポンド毎平方インチ (psi) です。
- 応力により、高い荷重のかかった梁が破損することがあります。解析により、応力の高い部分、低い部分を表したマップが生成されます。



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？応力に対する梁の強度の限界として、降伏応力が使われます。
- これは、梁が曲がり、曲った形状のままになる点を測定したものです。
- 強度には、材料と梁の断面の両方が影響します。

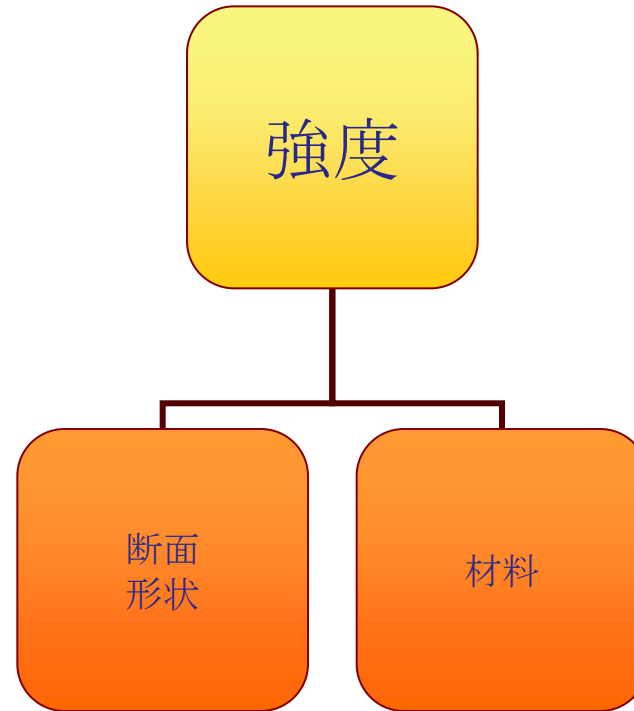


© Dassault Systèmes | Confidential Information |



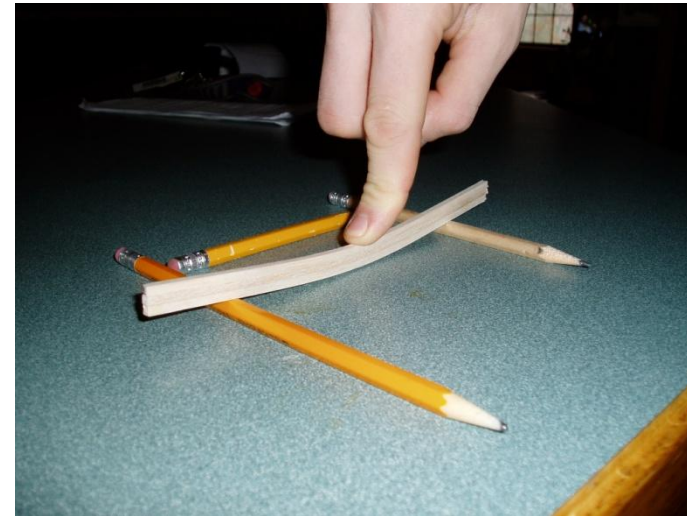
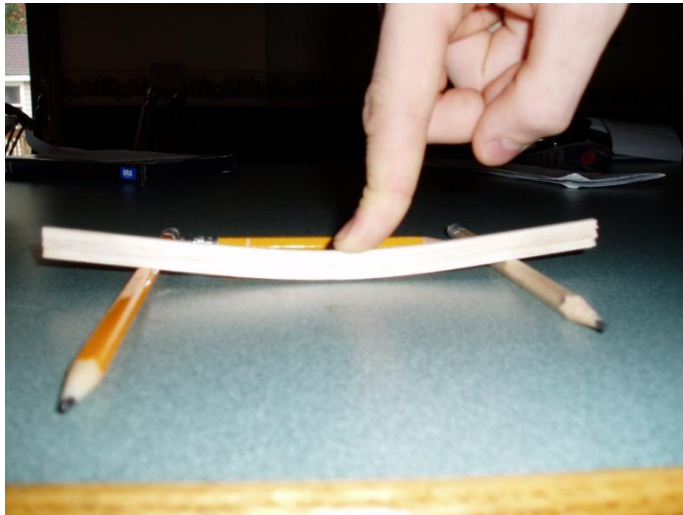
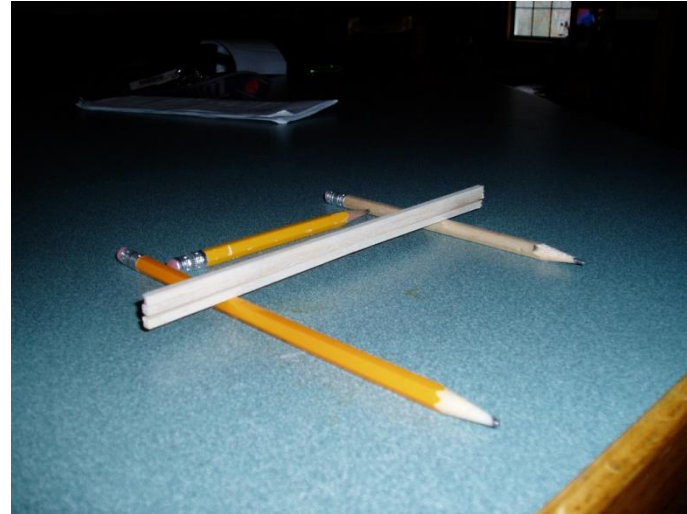
梁の強さ

- 断面形状は強度に影響を与えます。
- より強い材料（木よりも鋼鉄など）を使うことにより梁が強くなります。



断面形状

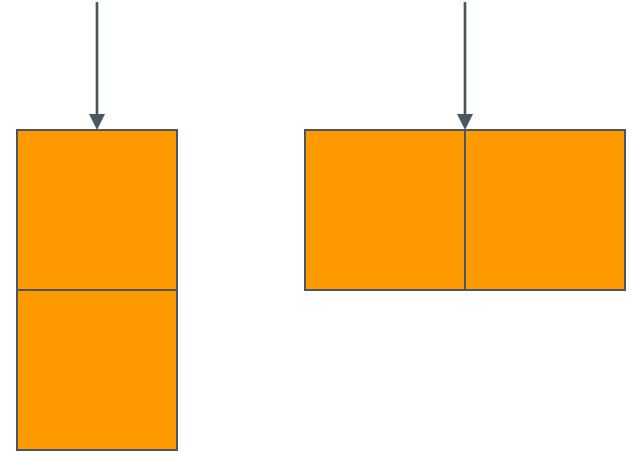
- 図に示すように、2本、3本の梁を重ねることにより梁が曲げにくく、荷重に対して強くなります。





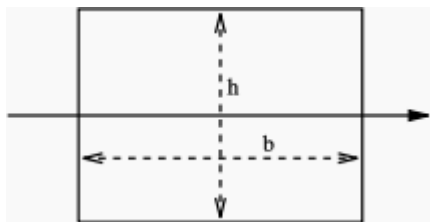
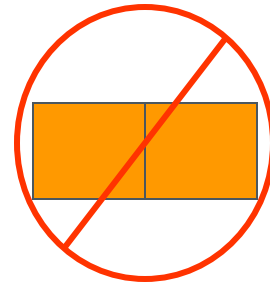
断面の深さ

- 断面が深い（左）ほど、材料は強くなります。断面を広く（右）しても、それほど強度は増しません。
- より深い梁が強くなる理由は、面積の慣性モーメントです。これは、断面の幅(b)と高さ(h)を使って計算されます。



面積の慣性モーメント

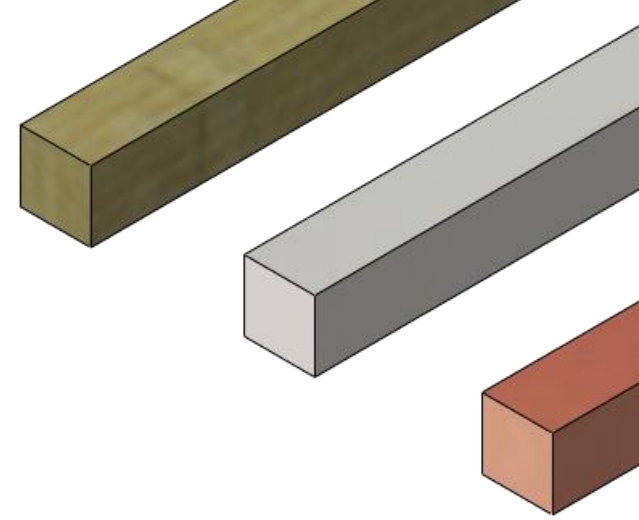
- 1辺が3.175mm (0.3175cmまたは1/8") の正方形断面の面積の慣性モーメント：
 - 1 断面 = 8.47 基本
 - 2個積み重ね = 67.75 8倍の強度
 - 2個並べ置き = 16.94 2倍の強度
 - 3個積み重ね = 228.64 27倍の強度



$$I_0 = \frac{bh^3}{12}$$

材料

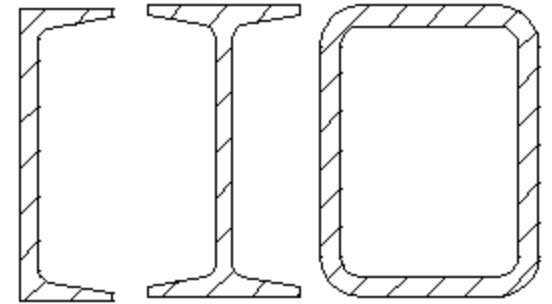
- 梁を作る材料は強度に大きな影響を与えます。木材の種類、合金の種類は多数ありますが、一般に金属の方が木材より強いといえます。
- 金属と異なり、木材には木目があるため方向によって強度が異なります。





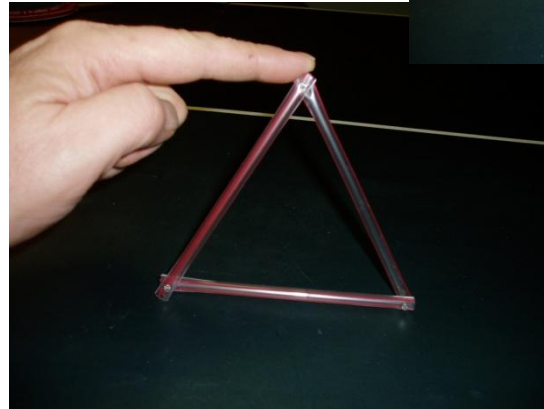
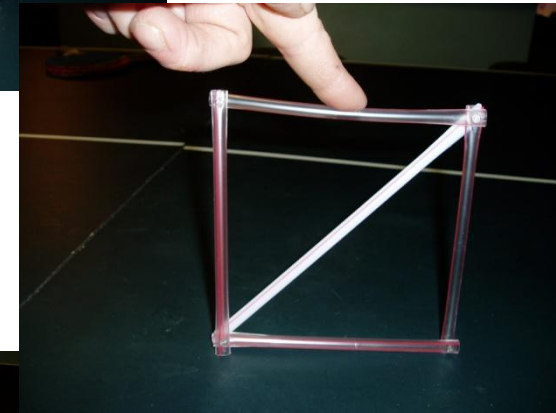
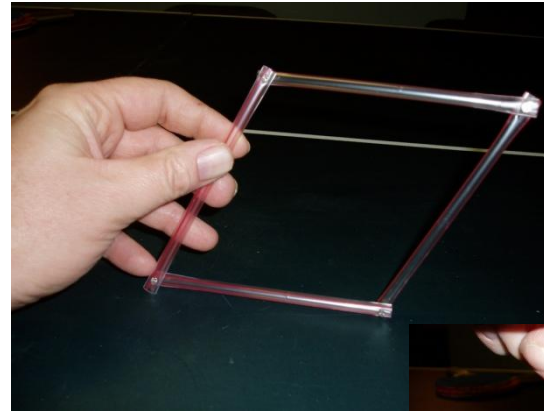
鋼鉄梁

- 梁を深くすると、トラスや建物の構築に使われる溝形、I形、管形の鋼鉄梁のように見えます。



■ クロスブレース

- クロスブレースを行うことにより接合部の回転が防止され、ストラクチャの強度が増します。
- ストローの端をピンで止めた例でも、ブレースの効果を確認できます。

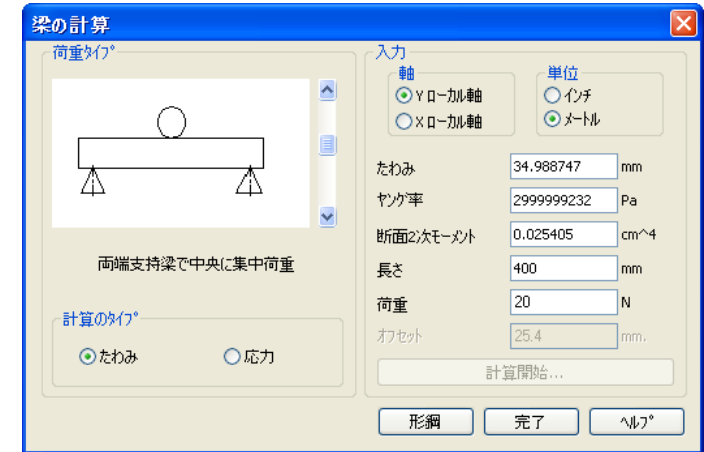




3 – 梁の計算の使用

梁の計算

- 梁の計算は、おおよそその変位を予測するのに使用します。この結果は、解析が予想された範囲内に収まっていることを確認するのに使用できます。

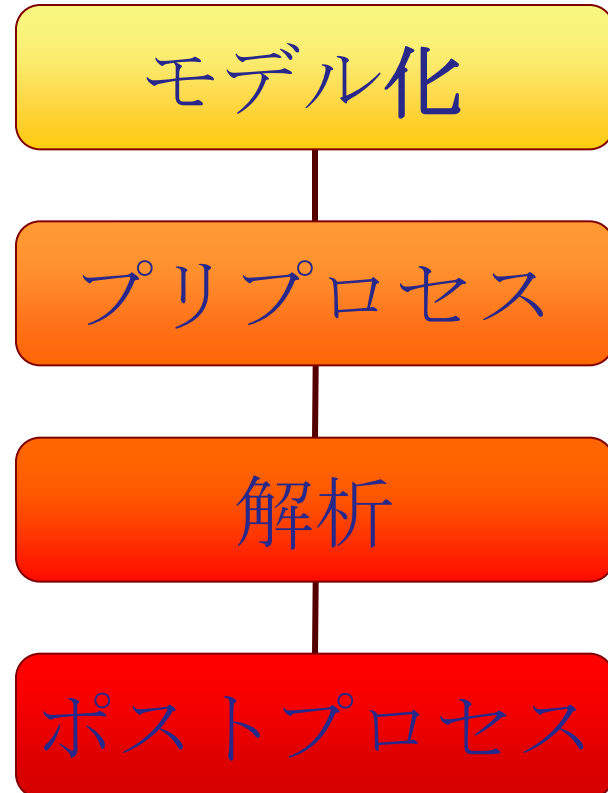


4-ストラクチャの解析



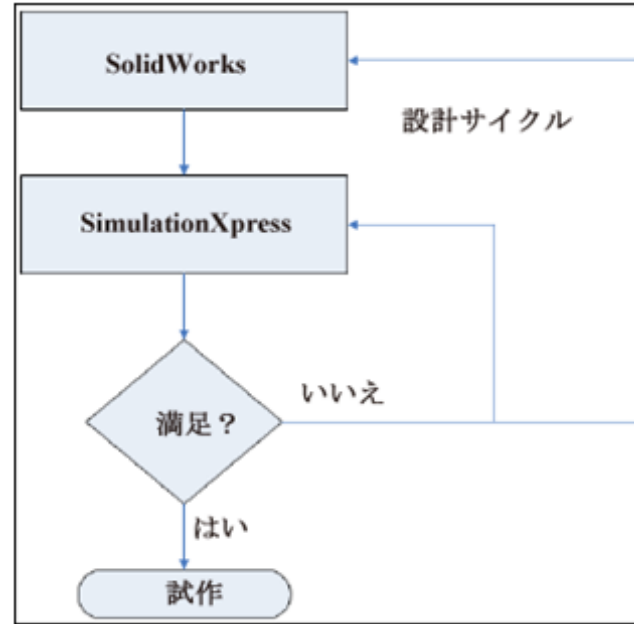
解析の段階

- 構造解析には、順序を追って進めるべきいくつかの段階があります。
 - SolidWorksで：
 - モデル化 – ジオメトリを作成します。
 - SolidWorks SimulationXpressを使って：
 - プリプロセス – 材料、拘束、荷重を適用します。
 - 解析 – 解析プログラムに入力し、実行します。
 - ポストプロセス – 結果を確認します。



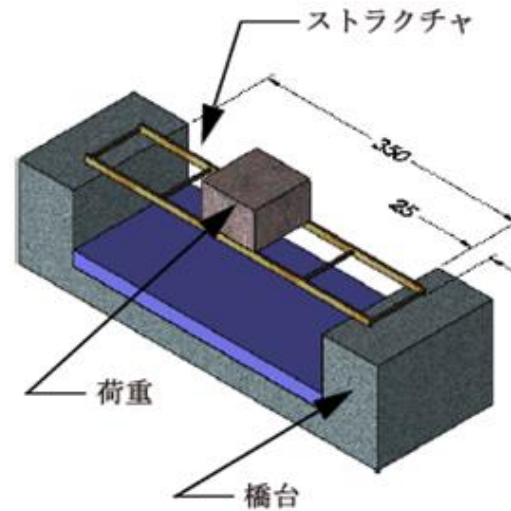
設計サイクル

- 設計サイクルとは、元の設計に戻ってモデルを変更し、工程を繰り返すことです。変更によって解析の結果が変わってきます。



拘束と外部荷重

- 拘束により、ストラクチャの一部の動きを制限します。
- 外部荷重により、ストラクチャに力を加えます。



材料

- 材料の選択により、数値的なプロパティとしてデータを解析に入力します。

材料特性

デフォルトライブラリの材料を編集することはできません。まず材料をユーザー定義ライブラリにコピーしてから編集してください。

モデルタイプ(M): 線形等方性弾性

単位(U): SI - N/m² (Pa)

カテゴリ(C): 木材

名前(N): ハルサ

デフォルト破壊基準: 不明

注記(D):

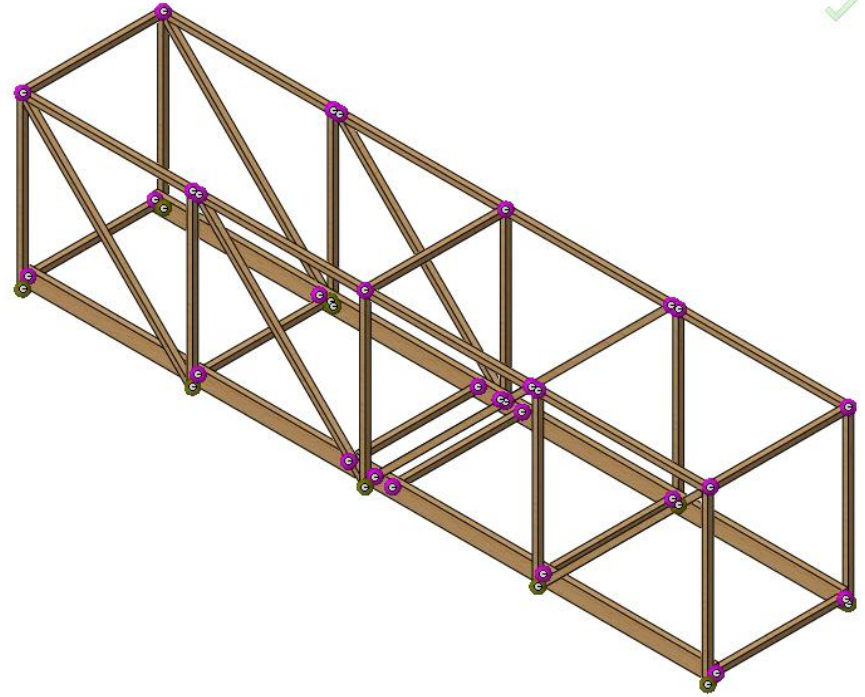
ソース(S):

プロパティ	値	単位
弾性係数	2999999232	N/m ²
ポアソン比	0.29	N/A
せん断弾性係数	299999910.5	N/m ²
密度	159.99	kg/m ³
Tensile Strength in X		N/m ²
Compressive Strength in X		N/m ²
Yield Strength	19999972	N/m ²
Thermal Expansion Coefficient in X		/K
熱伝導率	0.05	W/(m·K)
Specific Heat		J/(kg·K)
Material Damping Ratio		N/A

適用(A) 閉じる(C) 保存(S) コピー(C) ヘルプ(H)

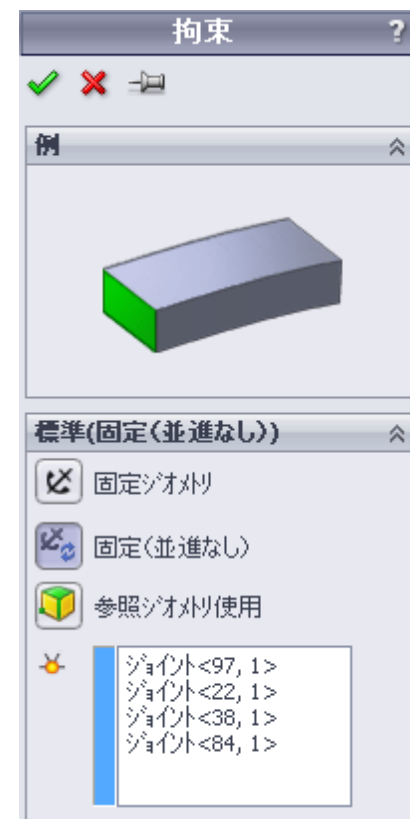
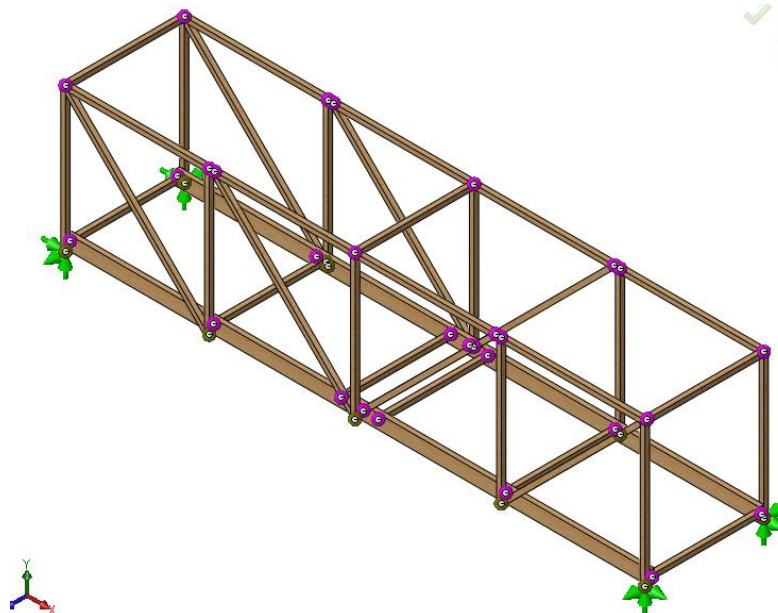
ジョイント

- ジョイントは、梁の中心線の交差する部分に自動的に作成されます。



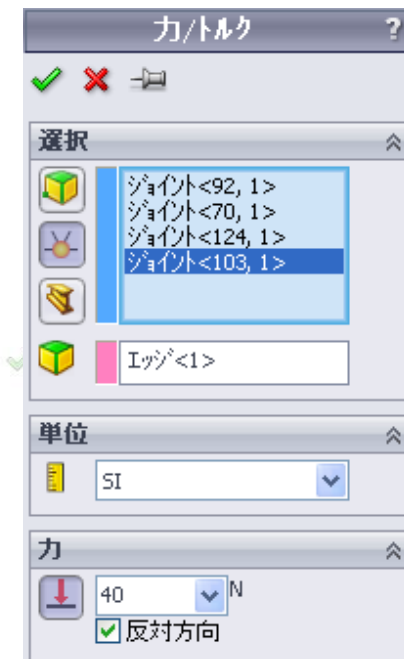
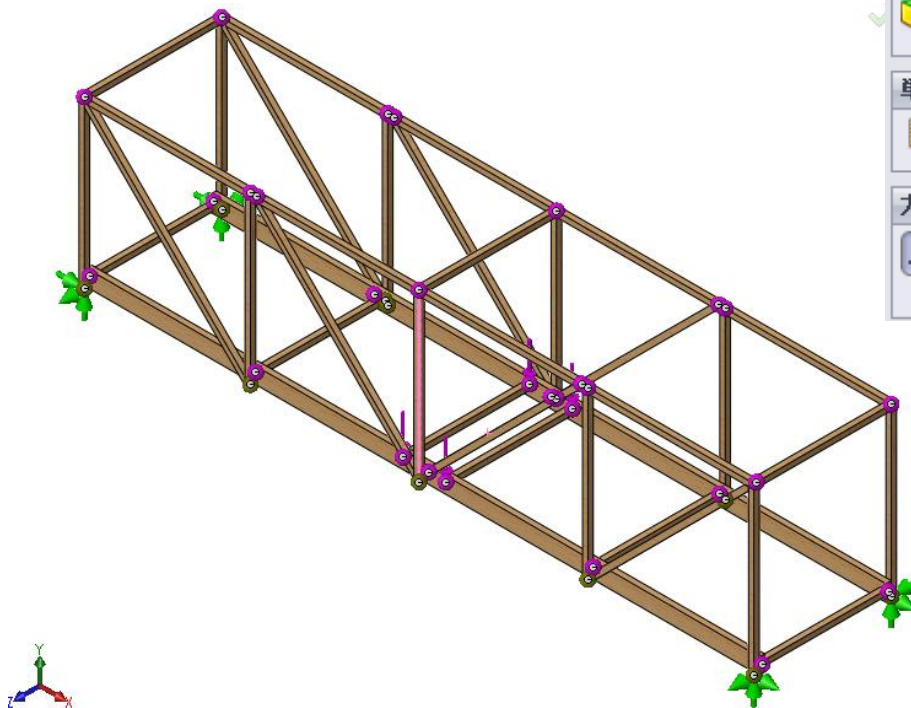
拘束

- 拘束は、モデルのジョイントを選択することにより適用します。



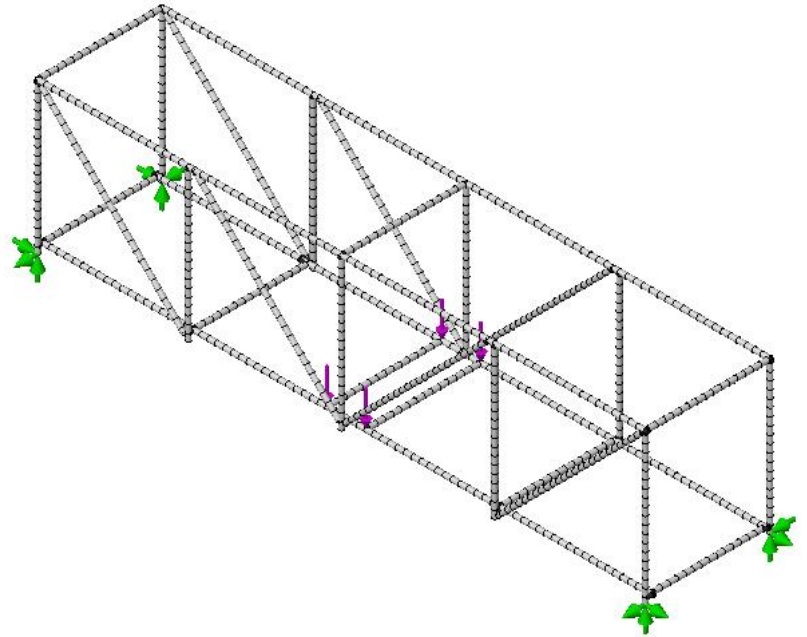
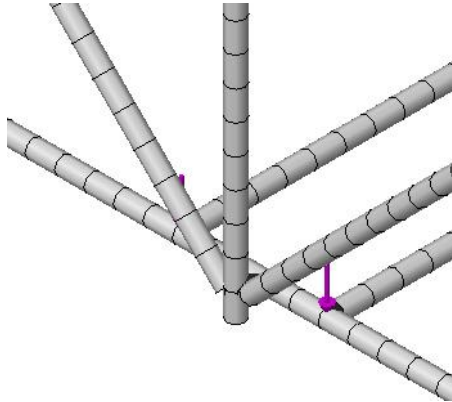
荷重

- 外部荷重は、モデルのジョイントを選択することにより適用します。



メッシュ & 実行

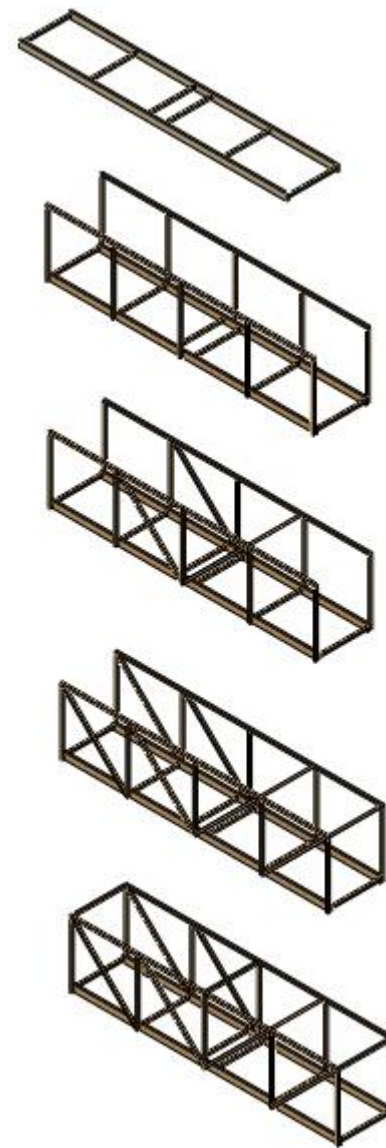
- メッシュ作成により、モデルの形状を表現する梁要素と節点を作成されます。



5 - 設計變更

変更

- 異なるモデルを用いて、モデルの変更によるストラクチャのキャパシティの変化を確認します。

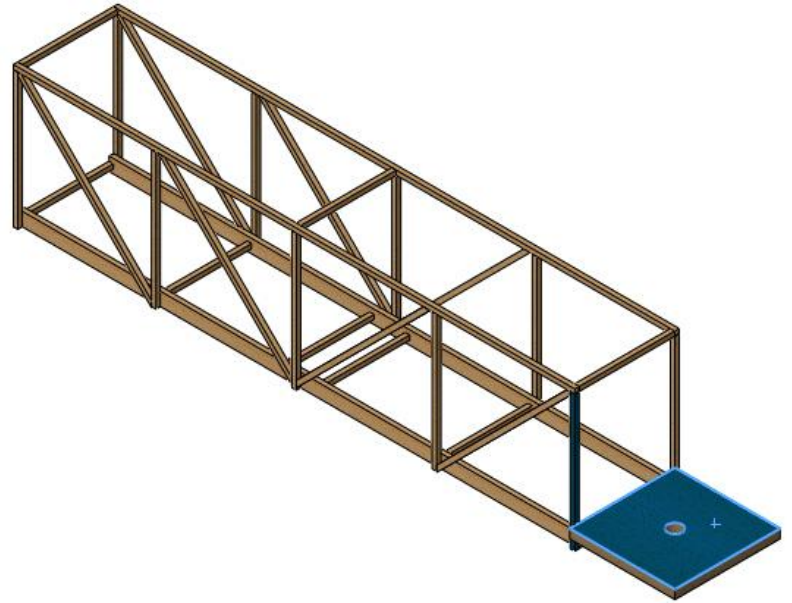


6 – アセンブリの使用



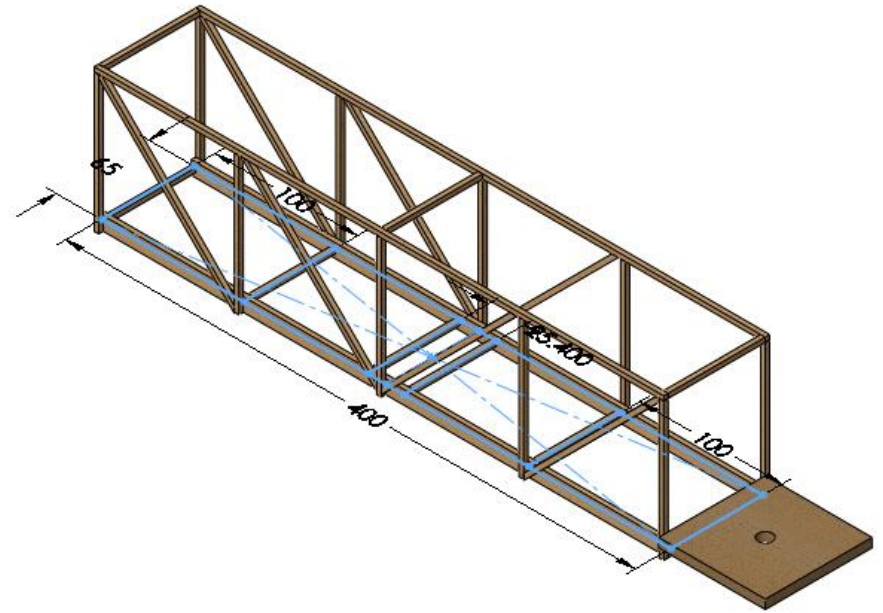
衝突検知

- アセンブリを使って、構成部品の衝突、干渉などをチェックすることができます。



寸法の変更

- モデルの形状を定義する寸法を使ってモデルのサイズを変更することもできます。

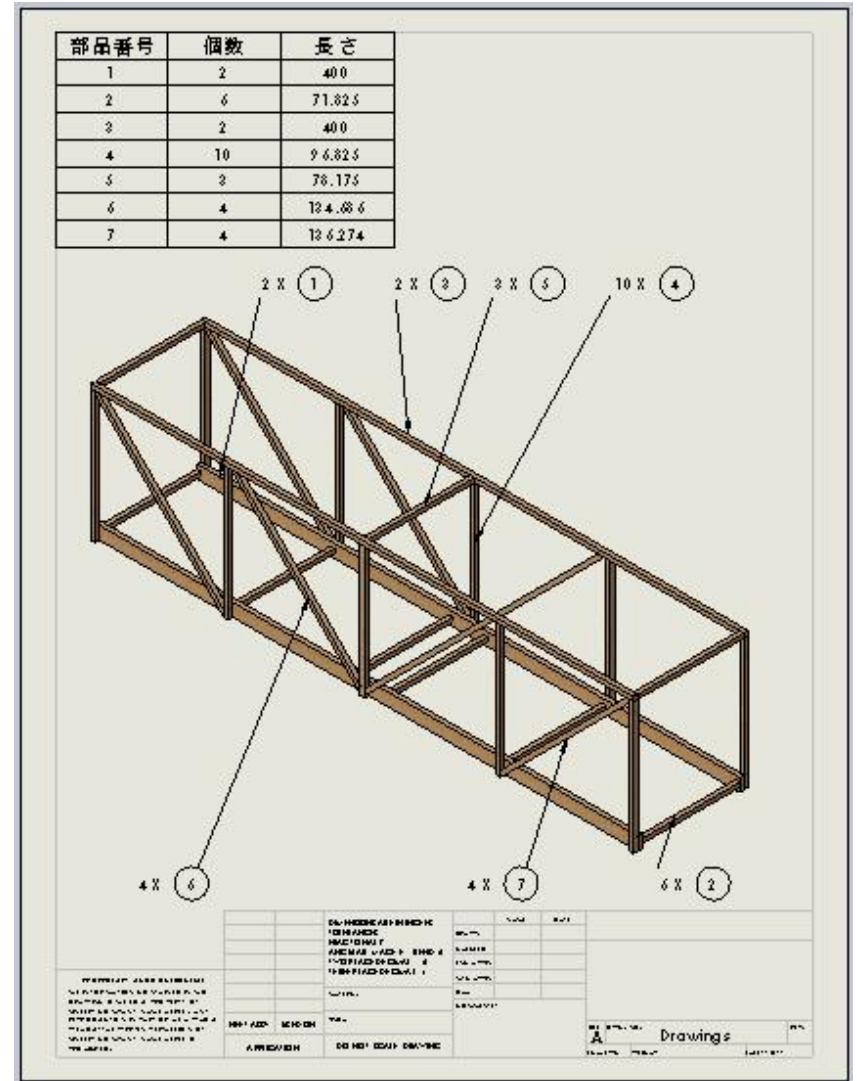


7-ストラクチャの図面作成



図面

- 図面にはモデルのビュー、カットリスト、バルーンが含まれています。



© Dassault Systèmes | Confidential Information |

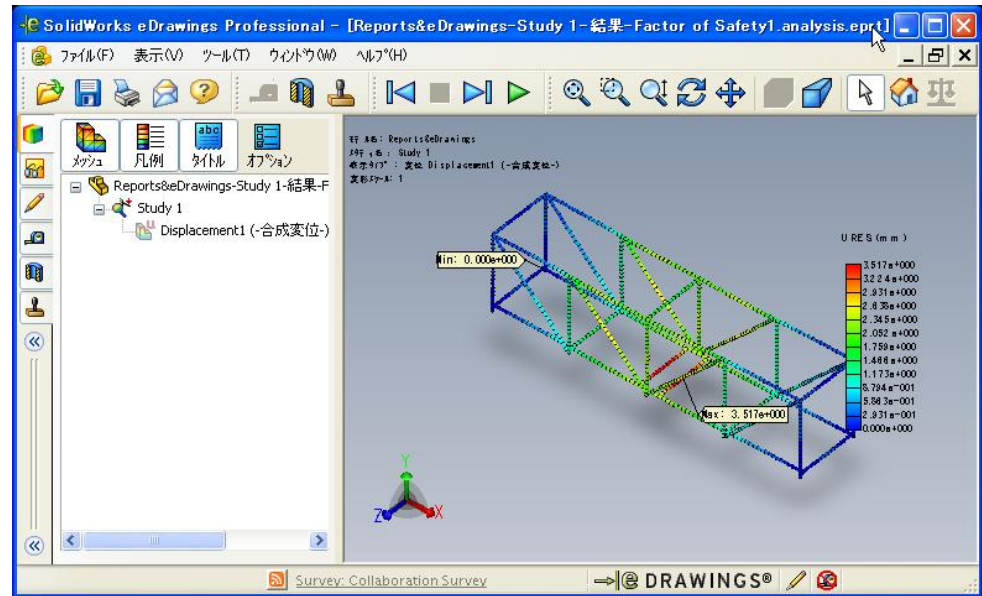




8 – レポートとeDrawings

eDrawings

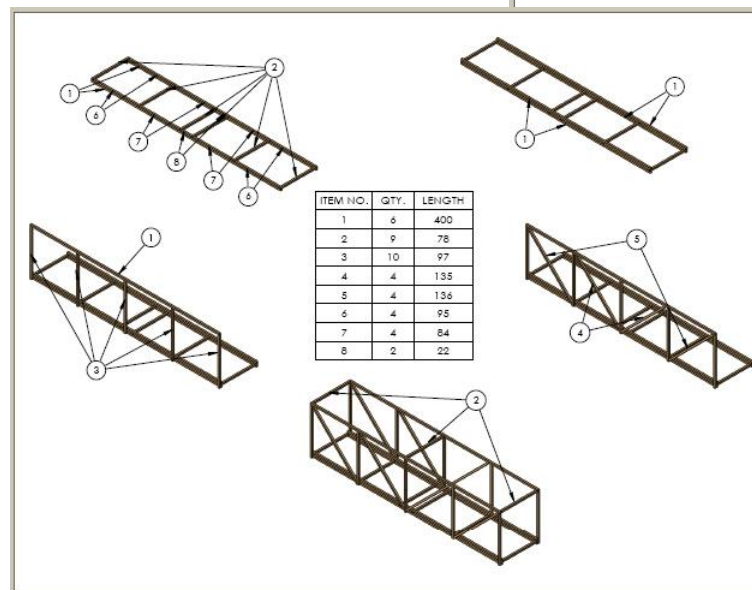
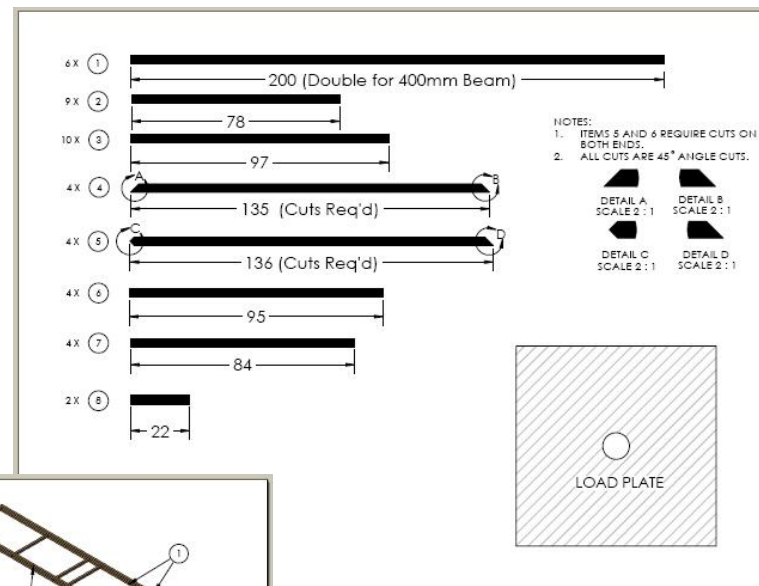
- ポストプロセス データから HTML (Web形式) レポートを生成することができます。
- eDrawingを使って他のユーザーに情報を送信できます。



9 – ストラクチャの構築とテスト

組み立てを支援する資料

- PDF ファイル、*Measuring Chart* および *Construction Guide* は組み立てを簡単にするための資料です。



■ ストラクチャの構築

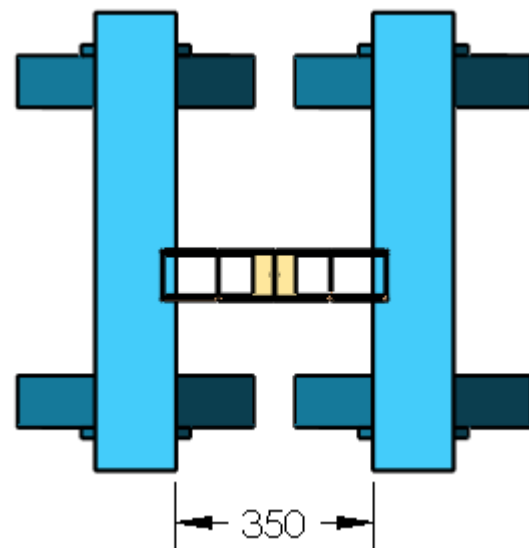
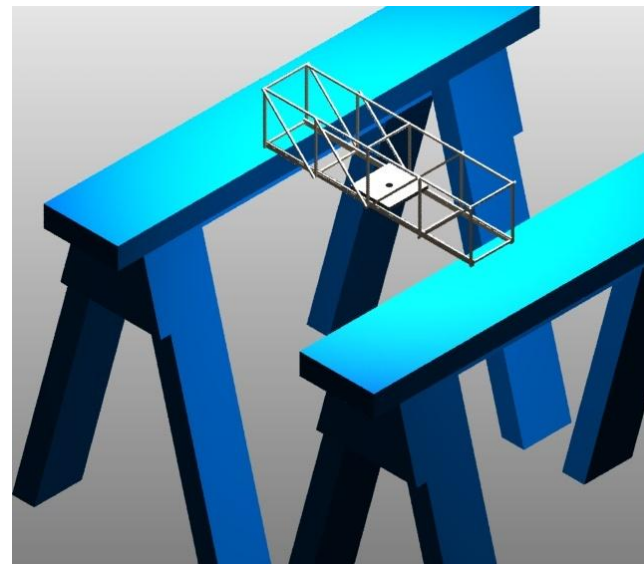
- 1/8" x 1/8" x 24" バルサ材、接着剤、カッターを用意します。
- 手順に従って切断、接着、組み立てを行います。





ストラクチャのテスト（セットアップ）

1. 木びき台やテーブルを350mmの間隔に置きます。
2. 作成した橋と荷重プレートを上に乗せます。
3. 作業の際には保護ゴーグルを装着してください。





ストラクチャのテスト（重量のテスト）

4. 袋またはバケツに紐を結んだものを用意します。
5. 紐を荷重プレートに通し、固定します。
6. 破壊が起こるまで、重さを計ったものを袋またはバケツに入れます。

