

Femtetメールマガジン
2025/6/26号コラム

CAE初心者が挑むFemtetによる機構要素技術確立 第2回

トラック荷台床の構造解析

CAE解析ソフトウェア  **femtet** (フェムテット)

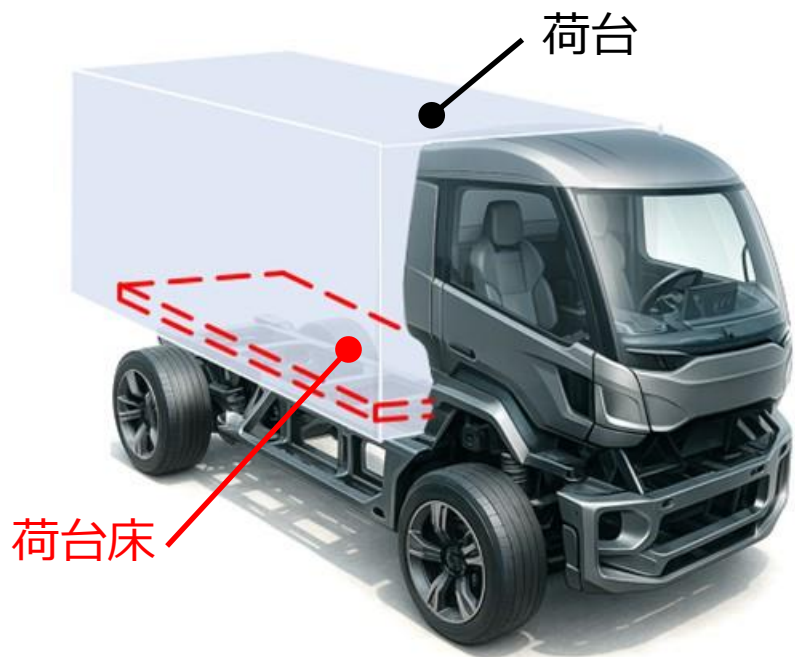
muRata
ムラタソフトウェア株式会社

CAE



目的

トラック荷台の床面形状違いによる構造解析（静解析、共振解析）により剛性・強度を相対比較する。荷重条件は実務上の設計基準である荷台耐荷重（床面が抜けない設計値）を示した下表より抜粋する。最大積載量7トン超の車輛における荷台耐荷重の方がより厳しい為、耐荷重は10,500 N/m²を選択する。尚、振動負荷を考慮した安全率を4と仮定し、トラック荷台を模擬した構造解析は42,000 N/m²とする。



想像上のトラック概略図

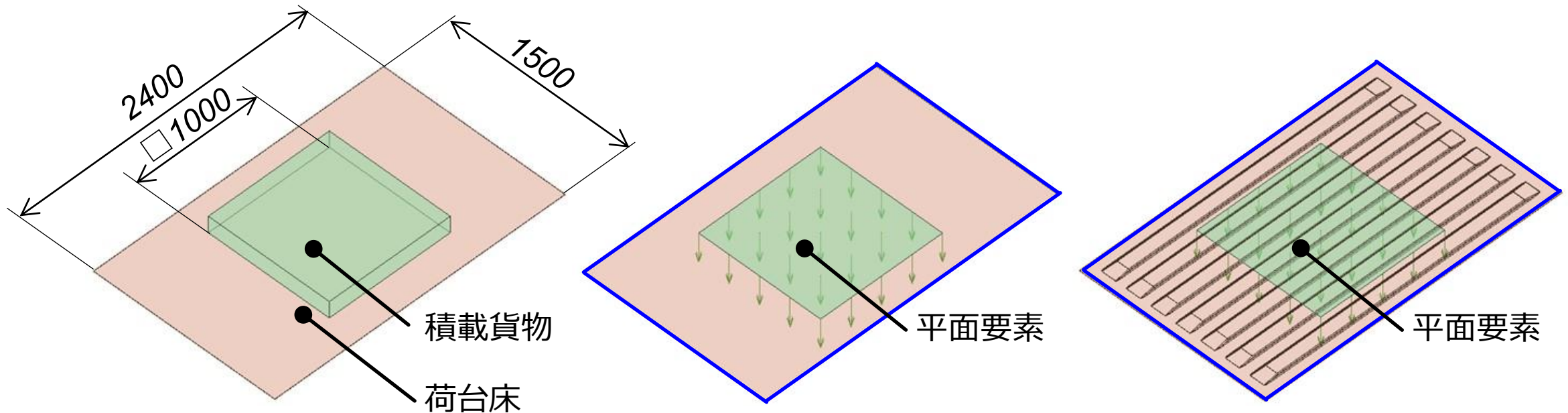
1 m²あたりの荷台耐荷重

トラックの種類 (安全率考慮)	耐荷重
最大積載量：7トン以下	約 7,500 N/m ² (約 765 kg/m ²)
最大積載量：7トン超	約 10,500 N/m ² (約 1070 kg/m ²)
最大積載量：7トン超 (静荷重 x 4)	約 42,000 N/m ² (約 4280 kg/m ²)

床面形状違いによる単体剛性（静・動）と強度の相対比較

自動車用ルーフやトラック荷台の床は剛性・強度を上げる為、ビード加工を施すことがある。実際の効果を確認する為、フラット床とビード加工床の静解析と共振解析を実施し、剛性と強度の相対比較を実施する。

- 解析ソルバ：応力解析、解析タイプ：静解析
- 荷台床【材料：SPCC、肉厚：2.3 mm】：ビード加工床、SPCC板厚の詳細は付録（1）を参照のこと
SPCC許容応力：162 MPa【引張強さ：270 MPaの6割】、許容曲げ：59.5 mm【伸び：1.18 mm】
- 拘束条件：床外周面（青色部）を固定【静解析：X、Y、Zの変位拘束】
- 荷重条件：平面要素荷重【剛体面、-Z方向への総荷重：10,500 N】



鉄（比重：77.2N/cm³）

荷台床と積載貨物（鉄と想定）

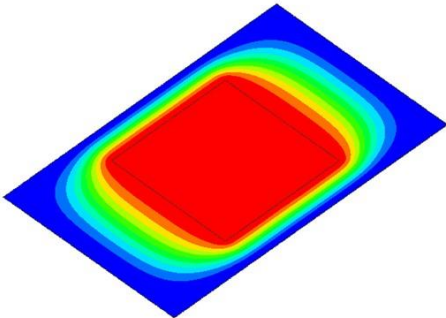
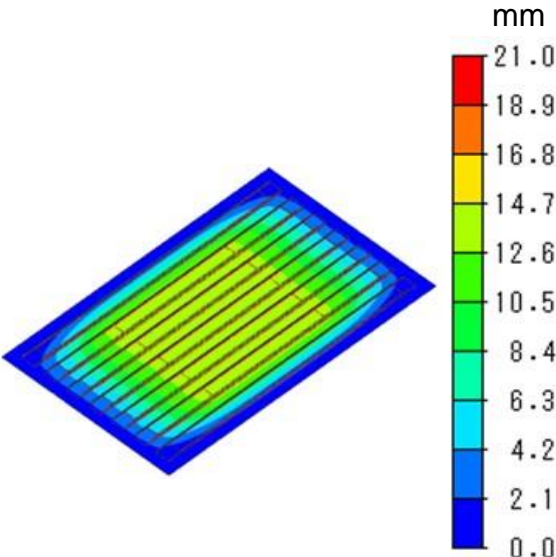
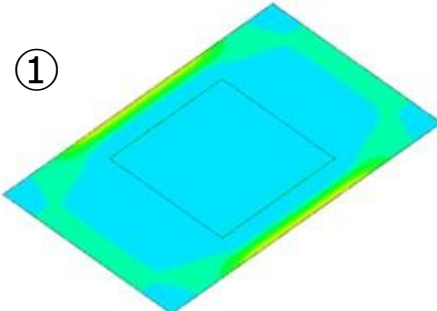
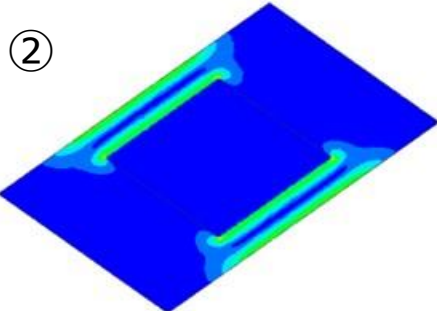
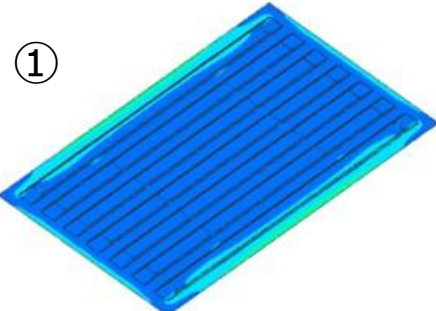
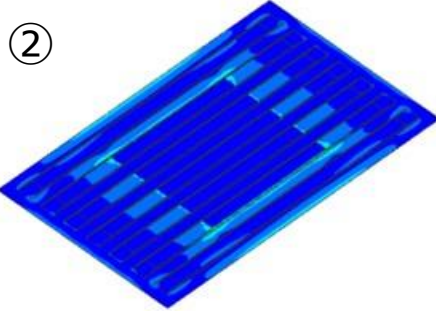
フラット床

ビード加工床

面形状違いによる床単体の変位・主応力／ミーゼス相当応力比較

- ビード加工床はフラット床に対し、最大変位・最大主応力が36%減、ミーゼス相当応力が**11%減**である。
⇒ビード加工床はフラット床に比べ、剛性・強度共に剛（強）いが、**局所的に弱い部位がある**事が解る。

フラット床とビード加工床の静剛性・強度比較解析結果

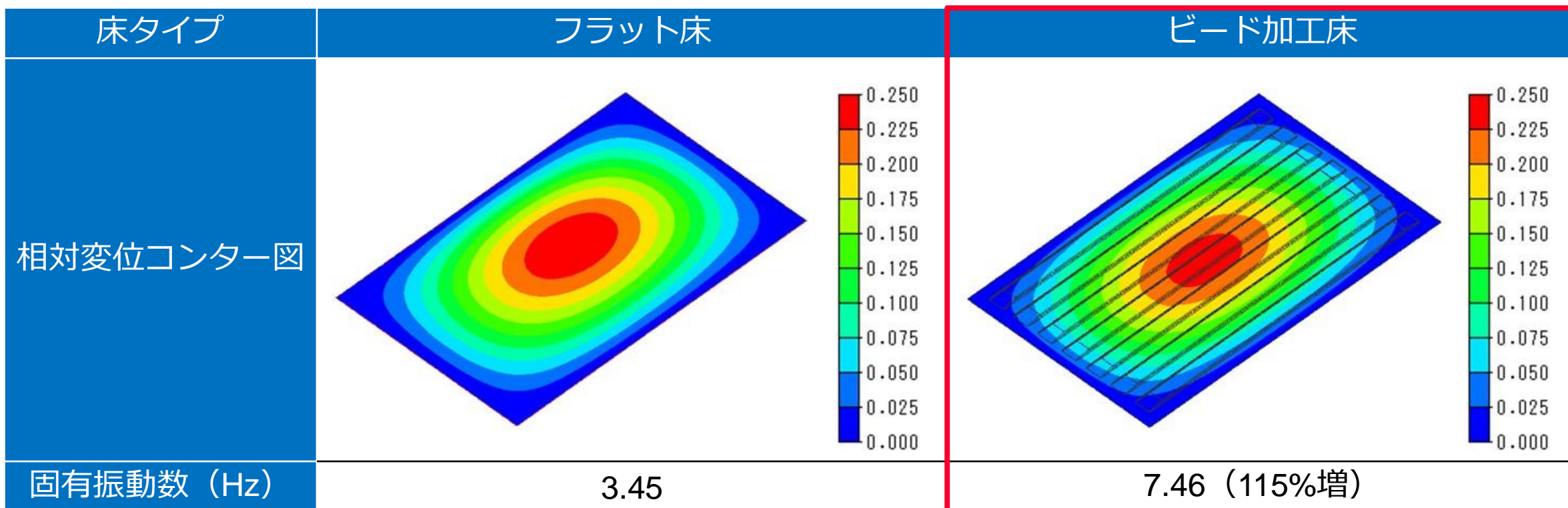
評価項目	変位 (mm)		①主応力／②ミーゼス相当応力 (MPa)	
床タイプ	フラット床	ビード加工床	フラット床	ビード加工床
コンター図			①  ② 	①  ② 
最大値	20.7	13.2 (36%減)	①766 ②800	①493 (36%減) ②709 (11%減)

面形状違いによる床単体の共振解析

ビード加工床はフラット床に比べて体積が増す為、もし剛性に変化がなければ、固有振動数が小さくなり、動的剛性は低下する。そこで、モーダル解析の中核的手法である共振解析（固有値解析）により検証する。

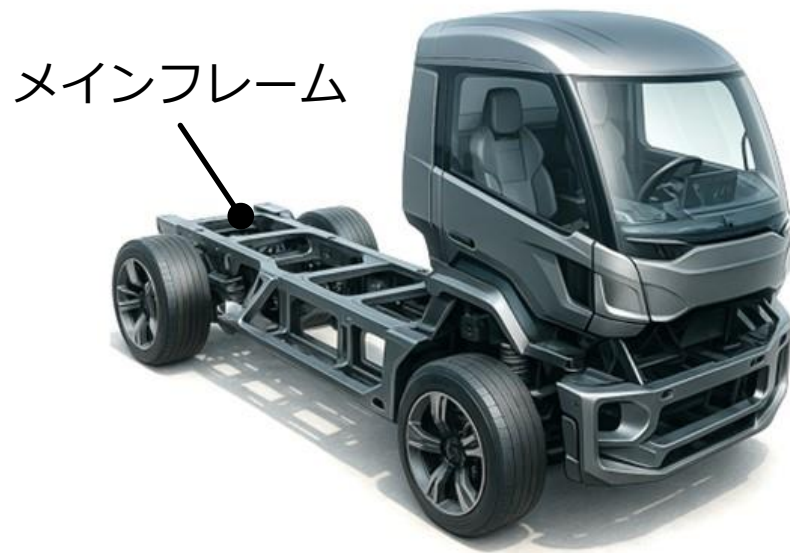
- 解析ソルバ：応力解析、解析タイプ：共振解析
- トラック荷台の床【材料：SPCC、肉厚：2.3 mm】
- 拘束条件：床外周面を固定（Z：変位拘束）
- 解析結果：ビード加工床の固有振動数はフラット床より115%増となり、動的剛性も大幅に高くなる。

フラット床とビード加工床の共振解析結果



トラック荷台の構造を模擬した構造解析

トラック荷台床下には、根太という荷台床を支える骨格があり、下図に示すメインフレームと結合している。結合方法はトラックタイプで色々と異なるが、フレーム構造や根太は以下の要素を総合的に考慮して決まる。しかし、今回は車両全体の設計ではなく荷台床に特化する為、「ベッセル点」近傍を根太レイアウトとする。
(ベッセル点、根太レイアウトの詳細は「付録(2)」を参照のこと)



荷台を除いた想像上のトラック概略図

メインフレーム・根太の設計プロセス (一例)

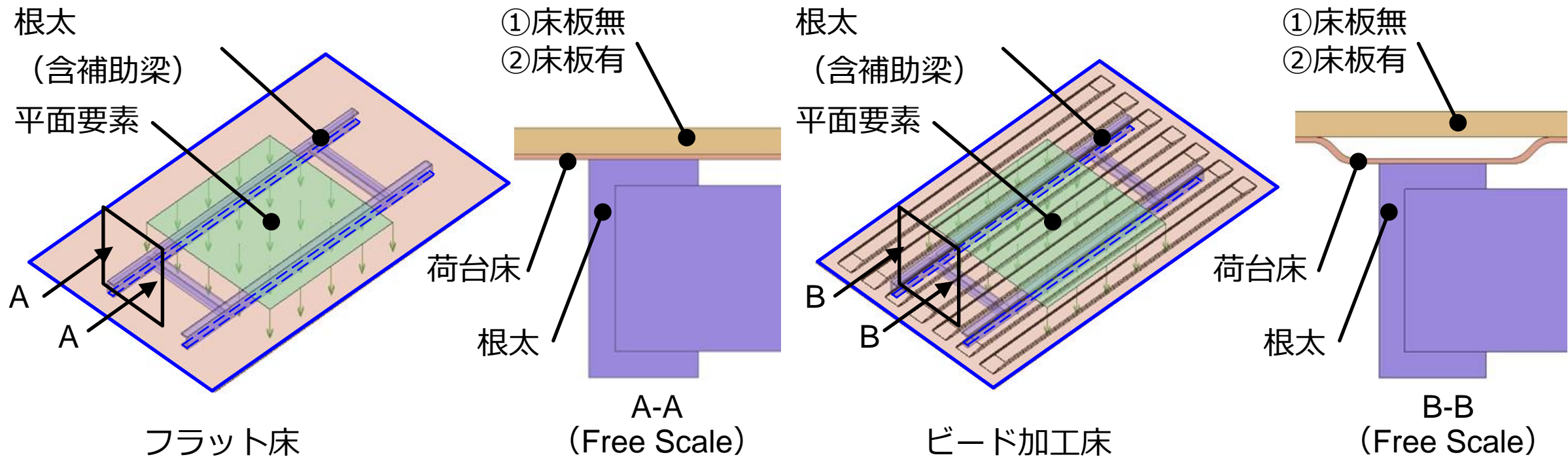
- (1) 荷重分布と積載物の重心位置
- (2) 車両のシャーシ構造とフレーム構造
- (3) 荷重分散や振動吸収を考慮した根太構造
- (4) 車両の走行性能と操縦安定性
- (5) 製造、組立のしやすさ
- (6) 規格 (業界・社内・各仕向地の基準等) や法規制
- (7) メンテナンス性と耐久性

これ等の要素を踏まえ、設計段階で構造解析等を行い、最適なメインフレーム構造と根太構造を決定する。

トラック荷台構造を模擬した床面形状違いによる構造解析（荷台は根太に直結とする）

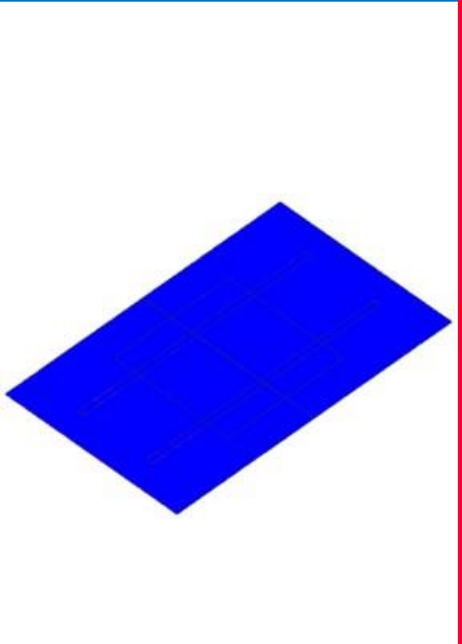
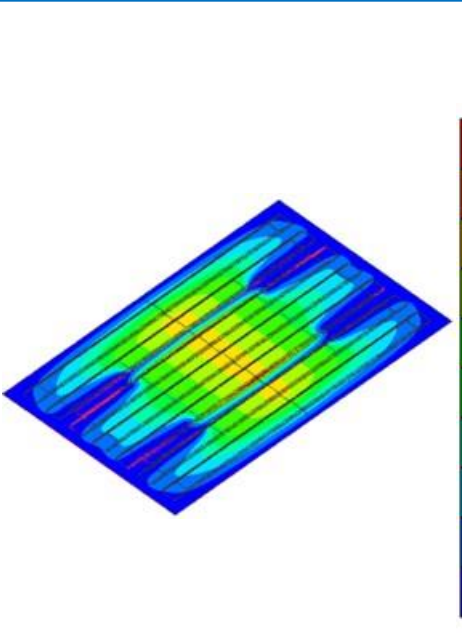
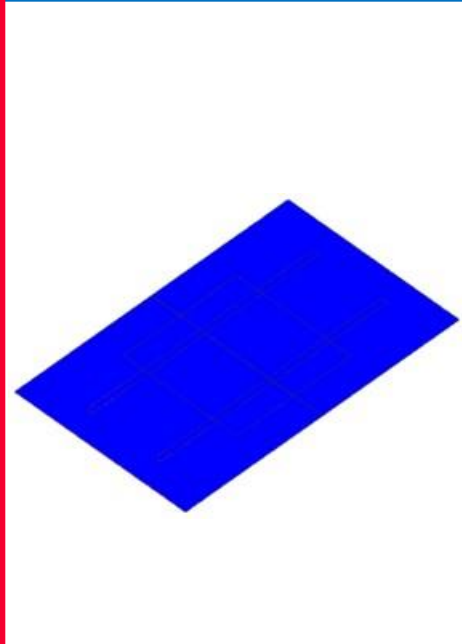
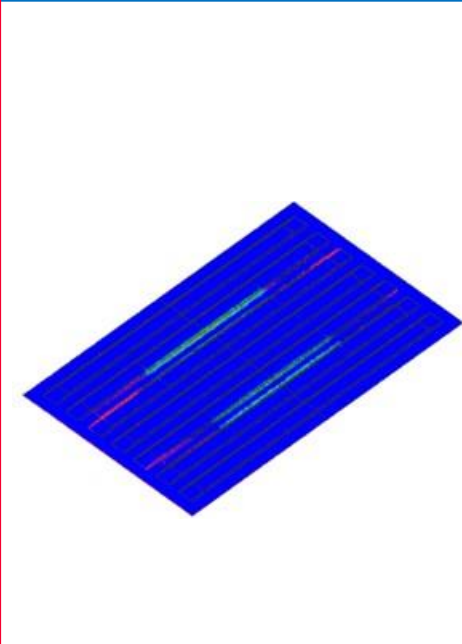
トラック荷台下の根太形状は「付録2」を参照のこと。

- 解析ソルバ：応力解析、解析タイプ：静解析（実解析モデルは1/2モデルを採用）
- 荷台床【材料：SPCC、肉厚：2.3 mm】
- 床板【材料：木材（スギ）、板厚：12 mm】 ①無②有の2種類
- 根太（含む補助梁）【肉厚：12 mm、材料：高張力鋼（木材も多いが今回は鋼材とする）】
- 拘束条件：床外周面（青色部）と根太底面（青色部）拘束【Zの変位拘束】
- 荷重条件：平面要素荷重【剛体面、-Z方向への総荷重：42,000 N】



① 【床板無】トラック荷台構造を模擬した床面形状違いの変位・ミーゼス相当応力比較

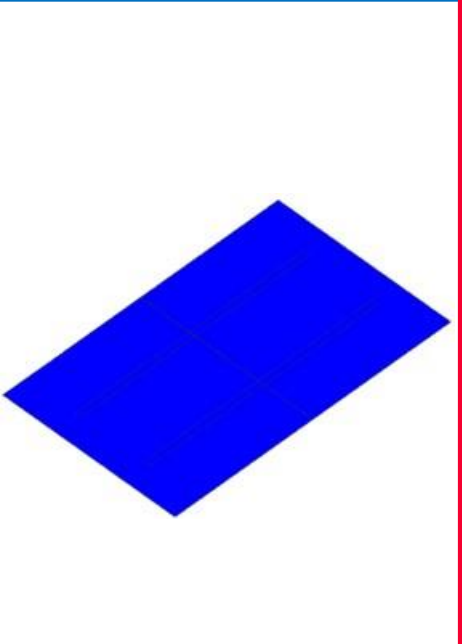
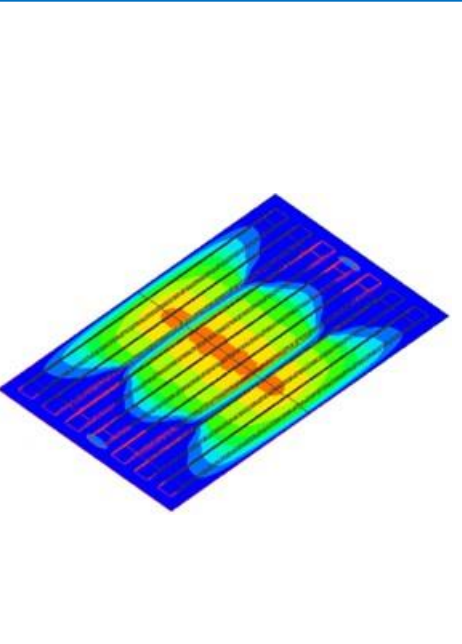
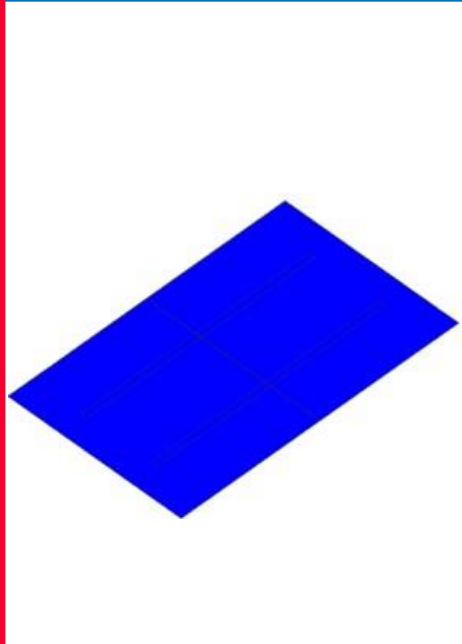
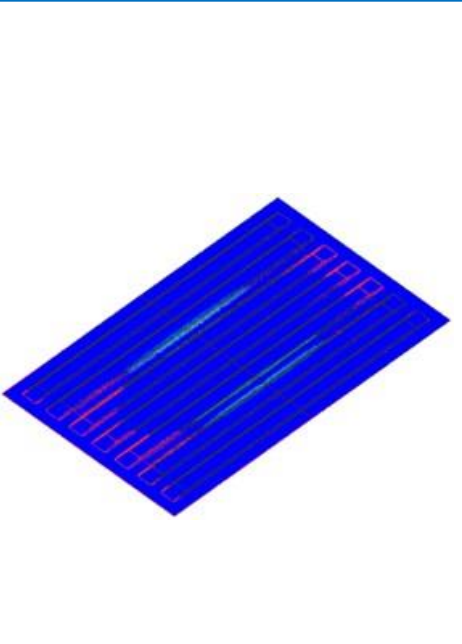
- フラット床とビード加工床は共に最大変位、ミーゼス相当応力が低い値になっており、十分にスペックを満足する。但し、床単体評価と異なり、ビード加工床よりフラット床の方が剛性・強度共に剛（強）く、優位である。

評価項目	最大変位 (μm)		ミーゼス相当応力 (MPa)	
床タイプ	フラット床	ビード加工床	フラット床	ビード加工床
コンター図				
最大値	0.84 ≪ 59500	30.1 ≪ 59500	4.0 ≪ 162	64.6 ≪ 162

コンター図は床を表示

② 【床板有】トラック荷台構造を模擬した床面形状違いの変位・ミーゼス相当応力比較

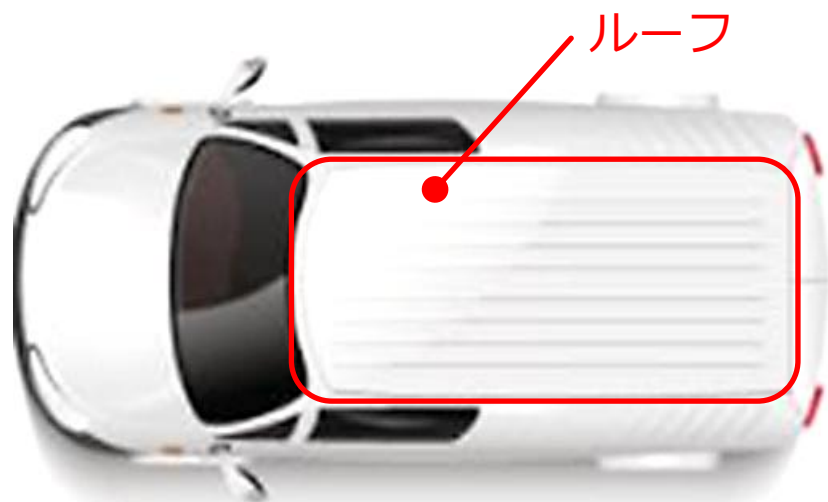
- フラット床とビード加工床は共に最大変位、ミーゼス相当応力が低い値になっており、十分にスペックを満足することが分かる。床板無と同様に、ビード加工床よりフラット床の方が剛性・強度共に剛（強）く、優位である。尚、最大値比較では、床板無の方が優位に見えるが、差は僅かであり同等であると判断する。

評価項目	最大変位 (μm)		ミーゼス相当応力 (MPa)	
床タイプ	フラット床	ビード加工床	フラット床	ビード加工床
コンター図				
最大値	1.7 ≪ 59500	29.4 ≪ 59500	5.7 ≪ 162	97.1 ≪ 162

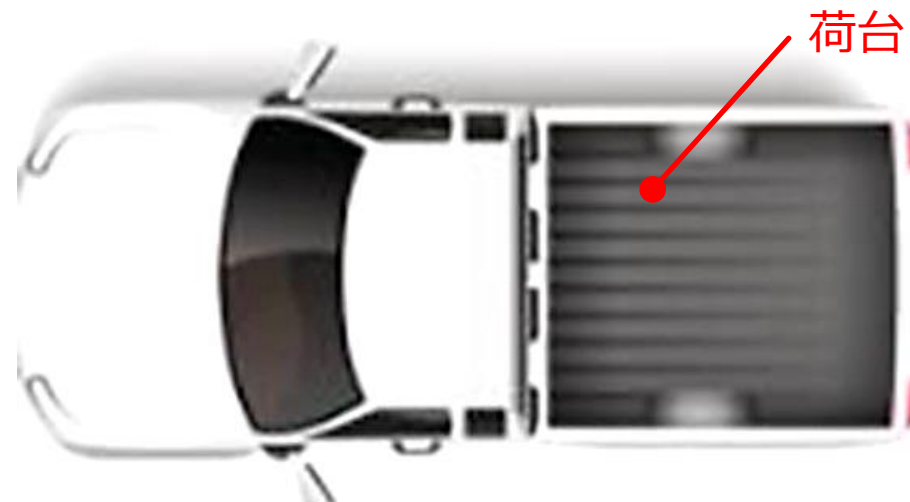
コンター図は床を表示

結論

フラット床とビード加工床との単体比較では剛性・強度共にビード加工床が優位である。特に剛性においては圧倒的な優位性を持つ。しかし、トラックの荷台においては積載荷の位置、根太レイアウト、ビード加工形状によっては、必ずしも優位とは言えない。理由は、ビード加工床では応力集中する箇所が弱点となり、劣位になり得るからである。例えば、下図に示す自動車用ルーフではフラット形状よりビード加工を施した形状の方が圧倒的に優位であるが、荷台では異なる場合がある。設計者はこの点を十分に考慮する必要がある為、事前解析を推奨したい。注) 尚、本構造は実車輛の構造を再現したものではないことを記しておく。



例) ルーフにビード加工有



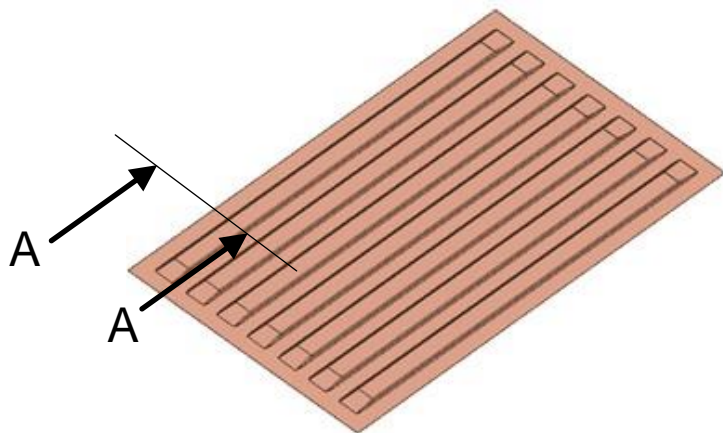
例) 荷台にビード加工有

出典<[vue-superieure-voitures-camions-vehicules-realistes-isoles-fond-blanc-illustration-vectorielle_212216-1063.jpg \(626×465\)](#)>

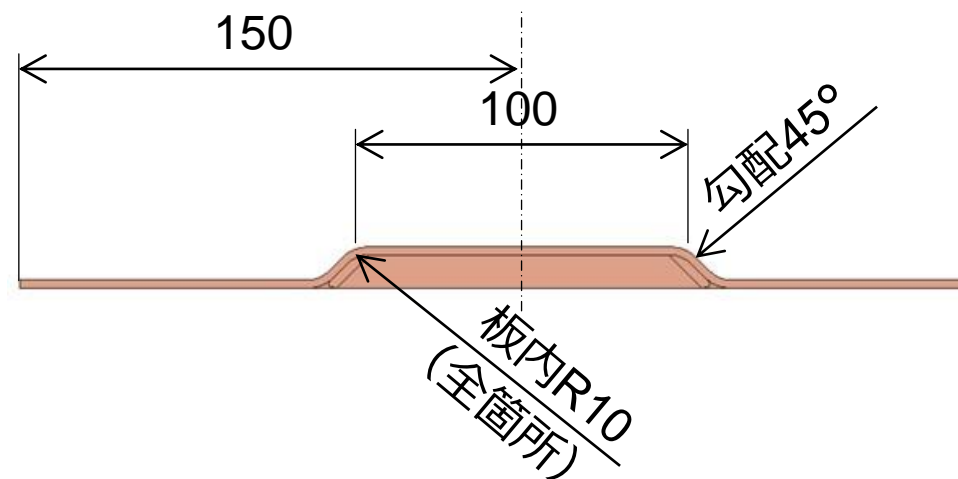
次回は「電子・電気部品の応力解析」を掲載予定です。
ぜひ次回もご覧ください。

付録 (1)

- ビード加工床概略図 (単位 : mm)



アイソメトリック図



A-A (Free scale)

- 流通性の高いSPCC板厚 (単位 : mm)

□ 一般的なトラック荷台床の板厚

0.5	0.8	1.0	1.2	1.6	2.0	2.3	2.6	2.9	3.2
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

- 固有振動数

質量が高い程、固有振動数は小さくなり、
剛性が高い程、固有振動数は大きくなる。
(理論式は、右式を参照のこと)

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} \quad \text{--- ①式}$$

f : 固有振動数 (Hz)

k : 剛性 (N/m)

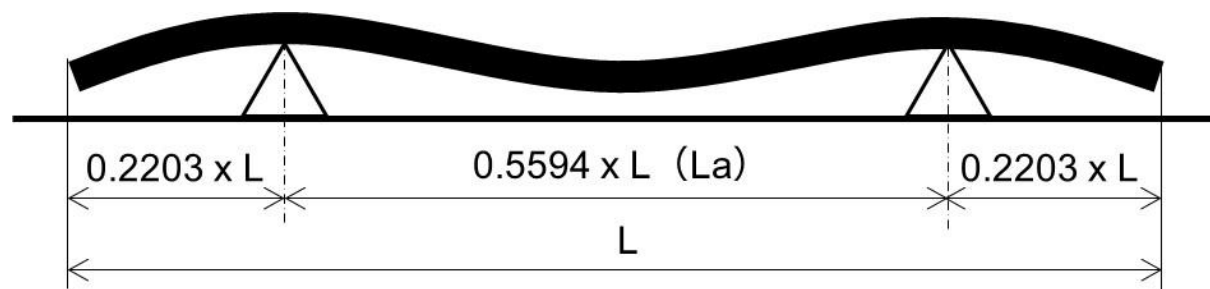
m : 質量 (kg)

付録 (2)

● ベッセル点

2点支持した梁に均等荷重を加えた時、中立軸上の両端間距離に与える撓みが最小になる支持位置である。

(単位 : mm)



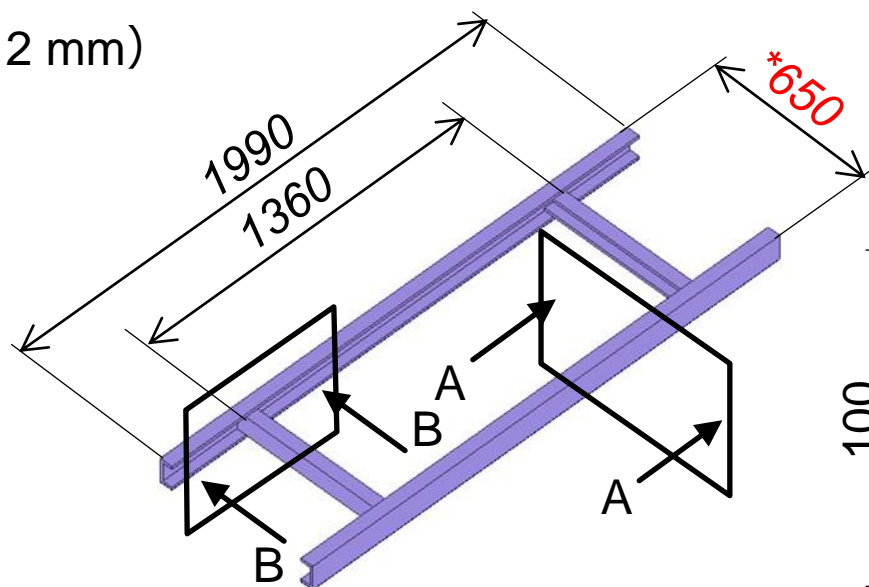
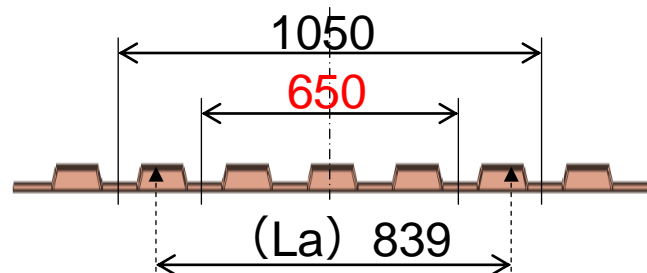
$L : 1500$ の場合、 $La : 839$

$L : 2400$ の場合、 $La : 1343$

● 根太レイアウト図 (板厚 : 12 mm)

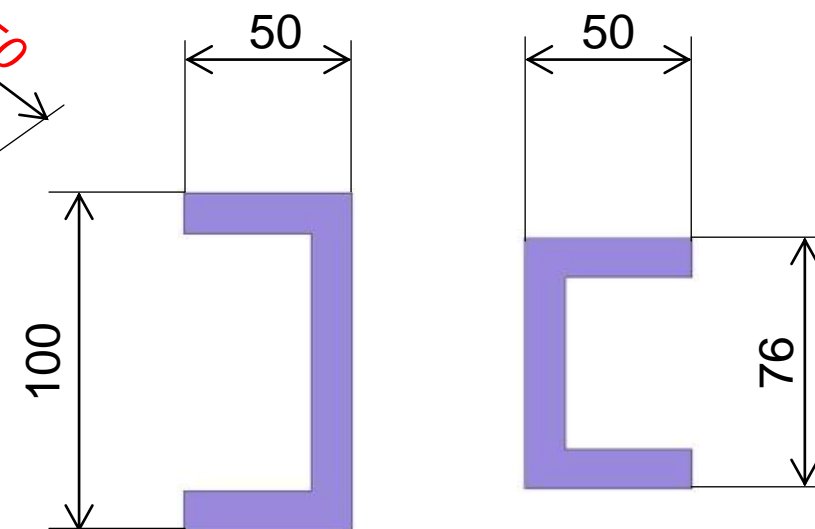
***650**

ベッセル点 (La) は839であるが、床面形状との結合関係で内側とする。



アイソメトリック図

(単位 : mm)



A - A (Free Scale) B - B (Free Scale)