

大型トラックキャブのフロア振動に対する ADAMS の適用と NASTRAN による負荷経路 U^* の解析

櫻井俊彰 (慶應義塾大学大学院) 星野裕昭 (メカニカル・ダイナミクス・ジャパン株式会社) 阿部正俊 (慶應義塾大学大学院) 高橋邦弘 (慶應義塾大学)

Realization of lightweight, cost-effective structures of heavy-duty trucks is an important aspect of structural designs, and numerical analyses have played a key role in this regard. In a preliminary simulation using ADAMS/Vibration, it is shown that the floor panel vibration is closely related to the stiffness of the front cross-member. Load path analyses using MSC/NASTRAN show that the load transfer paths have some discontinuities and nonuniformities in the front cross-member.

車室内の快適性に対する社会的要求が高まる近年、大型トラックにおいても車室内の静粛性の向上が求められており、様々な研究が行われている。一般に振動・騒音問題に対しては構造物の剛性向上が重要であるが、その他車体に要求される軽量化あるいは安全性等の特性とも両立させるために、構造物としての全体的な検討が必要である。中でも構造としての剛性のバランスをとることがいずれの問題に対しても根本的に重要な課題となっている。本研究では客室部とその下のフレーム構造との接合部であるキャブマウントから入力される荷重に対するフロア振動低減を静剛性の観点から行った。

はじめに図 1 に示すような客室部の主要部材を複数の要素に分けた簡易ばねモデルを ADAMS/Vibration を用いて作成し、各要素を結合するばね剛性がフロア振動に与える影響を調べた。各要素を結合するばね定数、要素の質量は後述する有限要素モデルをもとに算出した。簡易ばねモデルでの周波数応答解析結果を実車での加振実験結果と比較した。イナータンスの周波数特性、絶対値共に加振実験のそれらと比較的に良く一致しており、このモデルが 200Hz 以下の振動特性を表現していることを確認した。次に、フロアパネルの振動低減にはクロスメンバの板厚増が効果的であることから、剛性向上を想定してクロスメンバと客室上部の間のばね剛性を 2 倍にしたモデルで周波数応答解析を行い、剛性向上によってフロアパネル振動は低減されることを確認した。この結果よりフロア振動低減問題を部材間の結合ばね剛性向上という静剛性問題に置き換えて論ずることの有効性を確認した。

次に、簡易モデルの振動解析結果を受けて、静剛性解析の一手法である荷重伝達経路の概念による構造評価法を客室フロア構造に適用した。フロアパネルを詳細に表現した有限要素モデルを作成し、負荷部は左キャブマウントとし、支持部は客室上部構造との結合部とした。MSC/NASTRAN を用いて構造内部における負荷点との結合の強さを示す新たな指標 U^* を求めた。得られた U^* 分布をもとにクロスメンバを上に向かう経路(経路 1)と横に向かう経路(経路 2)、およびフロアパネル上をサイドメンバに沿って上に向かう経路(経路 3)の 3 本を導出した。好ましい構造が満たすべき 3 つの条件により評価を行った結果、経路 1 においてクロスメンバと前壁をつなぐ箇所、経路 2 におい

てウェブに設けられた楕円孔とフロントピラー下部とクロスメンバとの結合部で荷重伝達に問題があることを明らかにした(図 2)。

更に U^* の適用事例として、前面衝突時における乗用車客室フロア部の荷重伝達について計算を行った。図 3 は衝突時に受ける荷重を境界条件としてフロア部の U^* に関して最適化を行った例である。目的関数は構造設計における 3 条件、設計変数を要素の板厚とした。一般に行われている感度解析の結果と比較して同様の形状が得られていることを確認している。

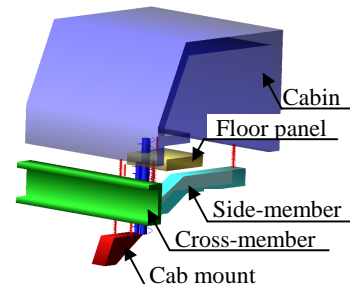


Fig.1 Simple cabin model for vibration

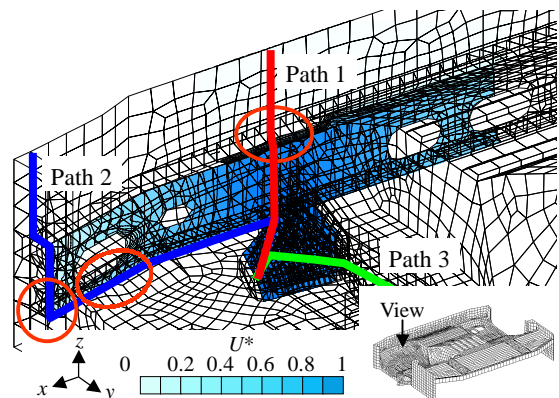


Fig.2 Distribution of U^* and load transfer paths

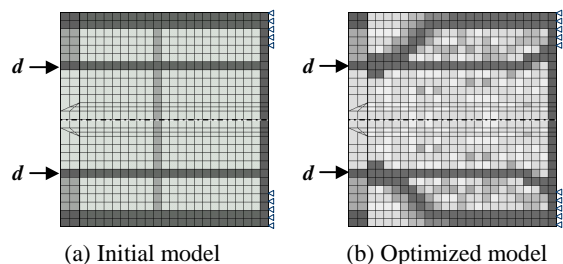


Fig.3 Optimization of passenger car floor in collision

大型トラックキャブのフロア振動に対する
ADAMSの適用とNASTRANによる負荷経路 U^* の解析

櫻井俊彰 (慶應義塾大学大学院)
星野裕昭 (メカニカル・ダイナミクス・ジャパン株式会社)
阿部正俊 (慶應義塾大学大学院)
高橋邦弘 (慶應義塾大学)

MSC SOFTWARE

Introduction



大型トラック客室構造

- ・高剛性化
- ・軽量化
- etc...

・静粛性

・衝突安全性

↓

骨格部材の剛性に着目

背景


MSC SOFTWARE

Introduction

左キャブマウントからの荷重 ⇔ キャブ構造への入力

↓ 静剛性解析

応力、ひずみからは直接検討できない
荷重伝達の大きさと経路について指標 U^* を用いて検討



↕

比較, 検討

フロアパネルの振動対策

本研究の目的

MSC SOFTWARE

Introduction

発表内容

- 研究の流れ
- 簡易モデルによる振動低減検討
- 荷重伝達経路の概念
- 有限要素モデルによる荷重伝達経路評価
- 考察・結言

MSC SOFTWARE

Introduction

振動問題 (ADAMS/Vibration)

骨格構造をモデル化

↓

フロントクロスメンバの剛性増
とフロアパネル振動の関係

静的剛性問題 (MSC/NASTRAN)

荷重伝達経路の概念
構造設計における最適条件

↓

構造全体からみた改善点

⇔

両者の関係を検討

本研究の流れ

MSC SOFTWARE

Vibration Analysis

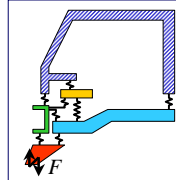
キャブこもり音

↓ 発生 ↓ 低減手法

フロアパネルの高次曲げ振動

フロントクロスメンバの板厚増

↓



部材間の結合を表現した
簡易ばねモデルを用いて検討

振動問題

MSC SOFTWARE

Vibration Analysis

ばね剛性2倍
フロアパネル
フロントクロスメンバ
サイドメンバ
キャブマウント

・質量, ばね剛性は後述する有限要素モデルから決定
・フロントクロスメンバとキャブ上部間のばね剛性を2倍にしたときのフロアパネルにおける振動レベルの比較を行う

MSC SOFTWARE 簡易ばねモデル

Vibration Analysis

MSC SOFTWARE ADAMSモデル

Vibration Analysis

EN_1 Model1 Frequency=118.7237 (Hz)
EIGEN1 Model1 Frequency=118.7237 (Hz)

MSC SOFTWARE 振動モード 118Hz

Vibration Analysis

EN_1 Model2 Frequency=181.7673 (Hz)
EIGEN1 Model2 Frequency=181.7673 (Hz)

MSC SOFTWARE 振動モード 181Hz

Vibration Analysis

入力項目
・単位荷重
・Swept sine
・Y方向

出力項目
・加速度
・Y方向

MSC SOFTWARE 伝達関数解析

Vibration Analysis

位相 (°)
0
-180
-360

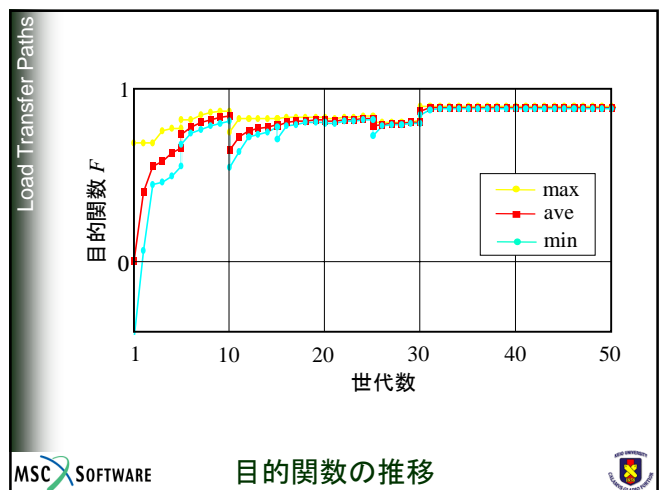
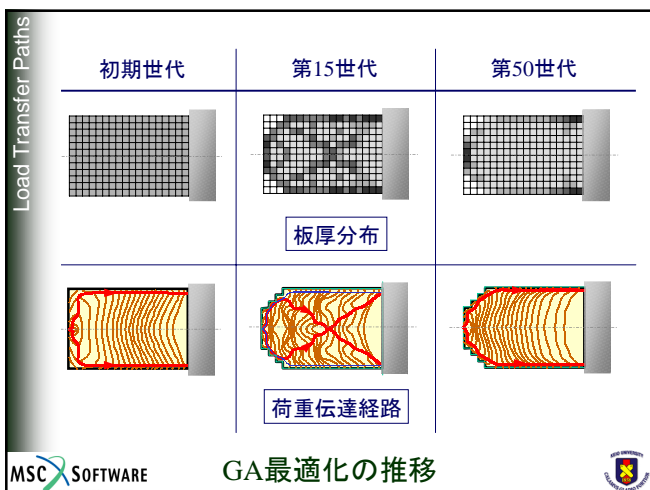
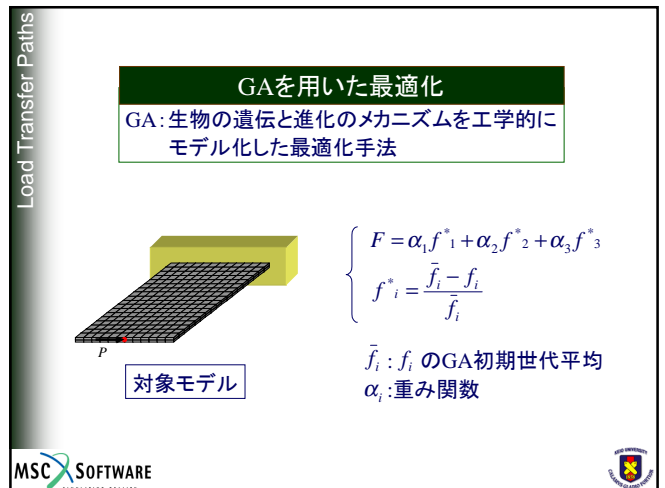
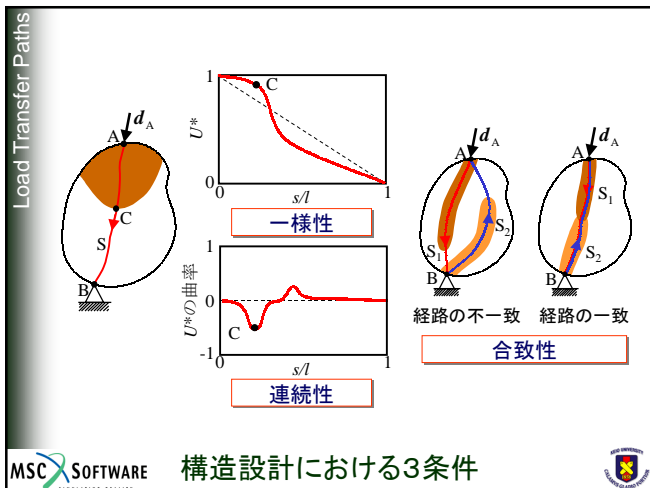
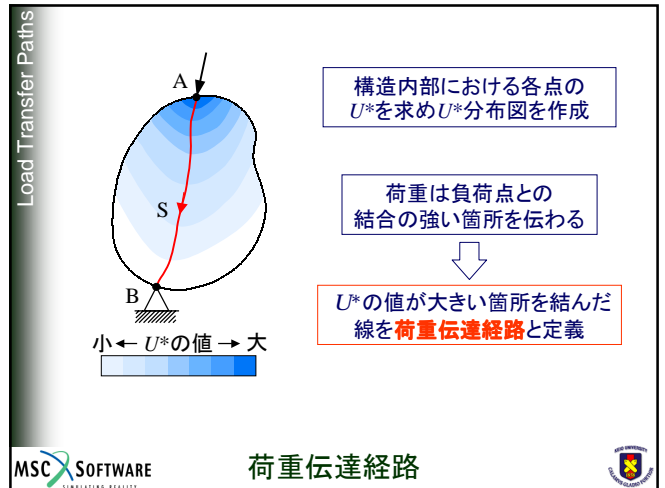
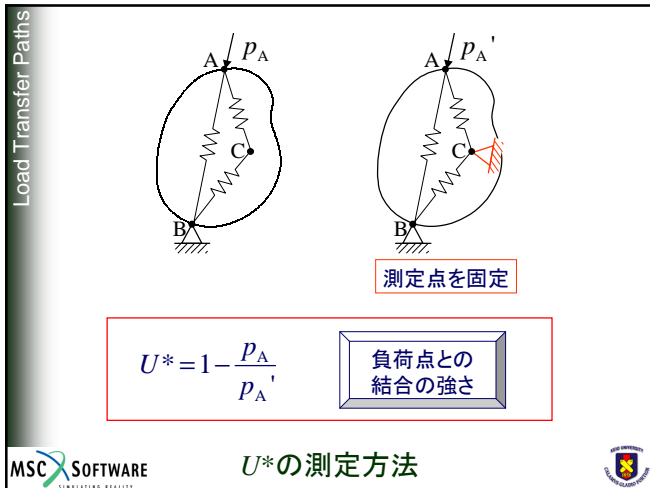
20dB

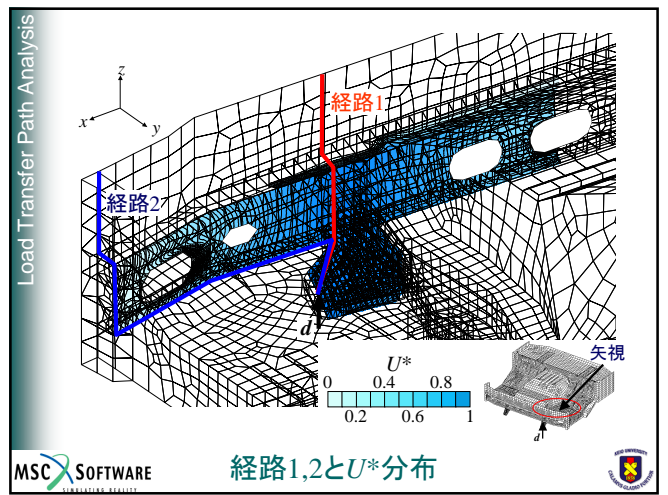
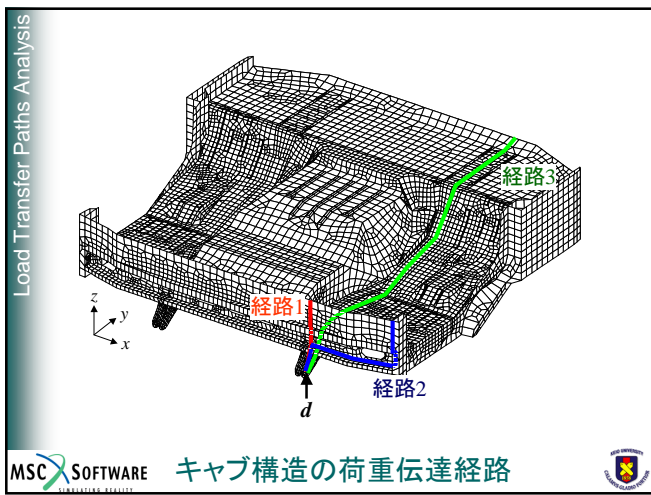
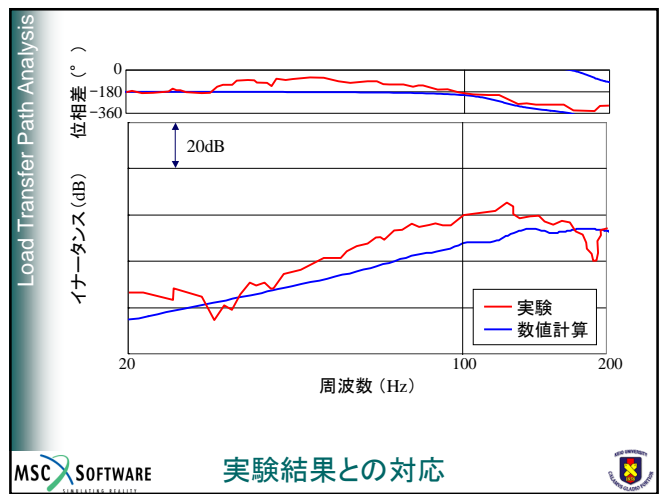
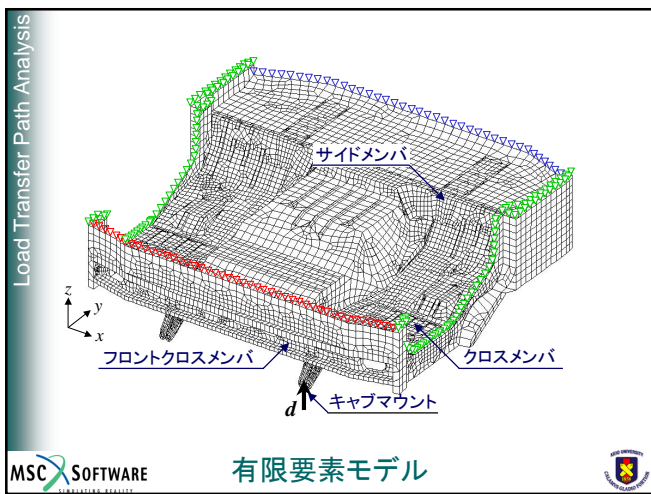
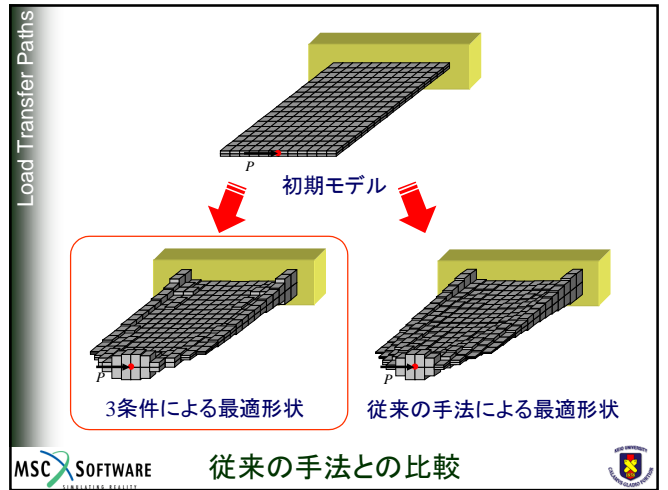
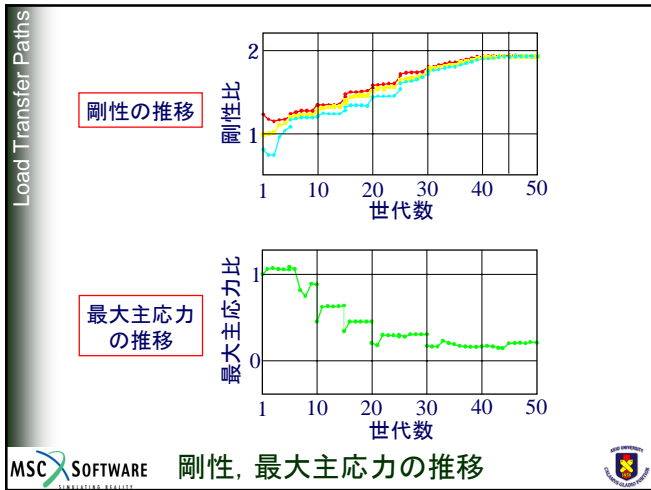
イネータンス (dB)
20 100 200

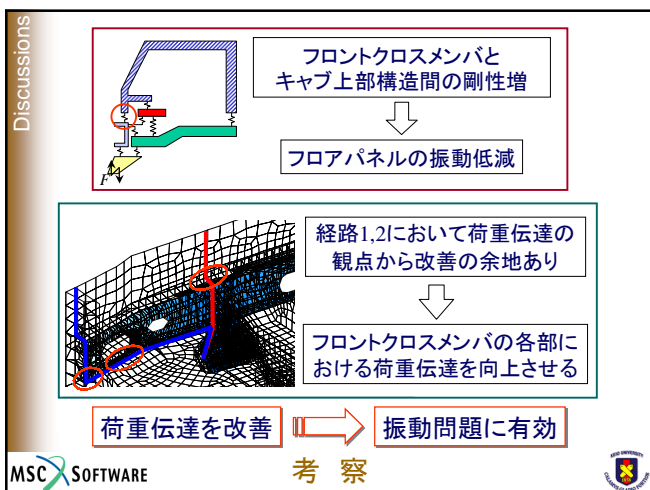
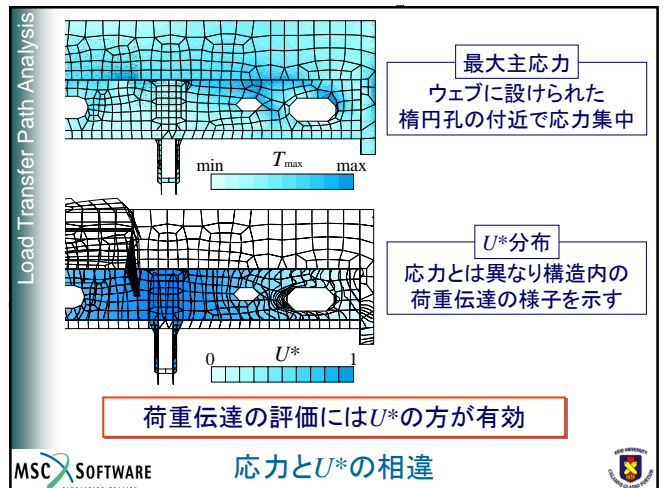
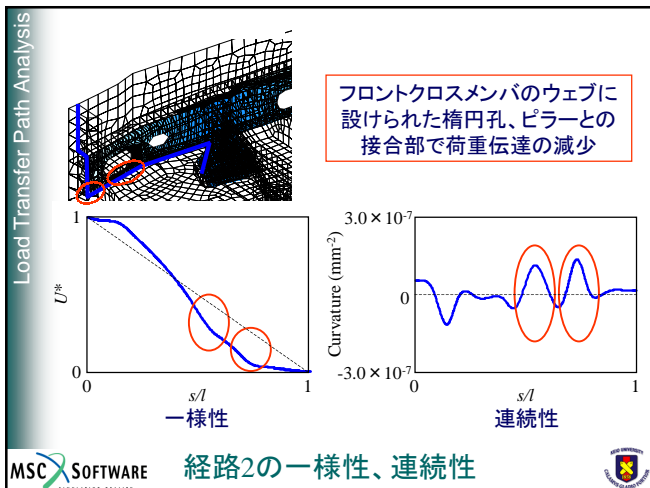
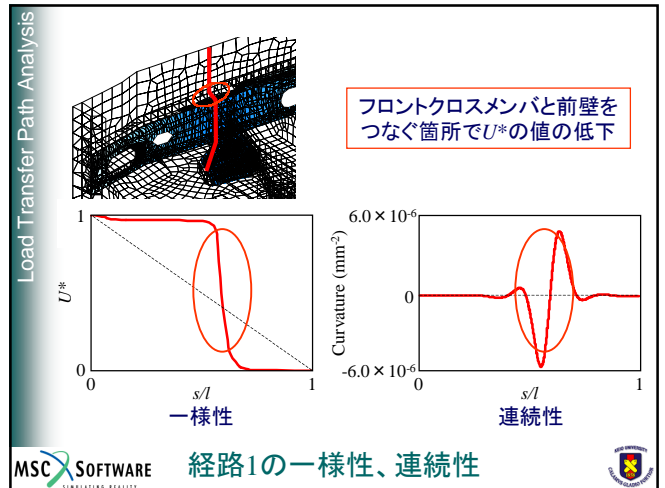
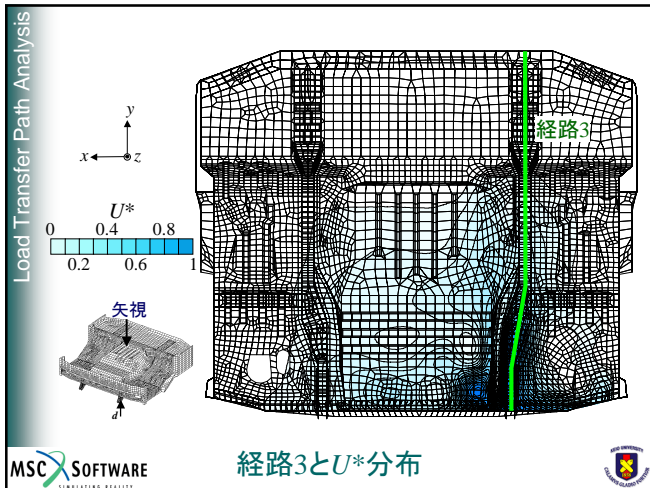
周波数 (Hz)

— 実験値
— ばねモデル
— ばねモデル(剛性値変更)

MSC SOFTWARE 簡易ばねモデルの結果







Conclusions

結言

- 簡易ばねモデルを用いて周波数応答解析を行った。クロスメンバと客室上部間の結合ばね剛性を上昇させることがフロアパネルの振動低減に効果があることが判明した。
- 有限要素モデルを用いてU*分布を求め、3本の荷重伝達経路を見出した。このうち、クロスメンバを伝わる2本の経路上では一様性と連続性に強い変動が見られた。
- 荷重伝達方法およびその経路を表現するには、従来、応力による評価が一般的であったが、構造全体の力の流れを考慮したU*による表現が有効である。

MSC SOFTWARE