

# CAE及び振動試験システムを活用した現場の振動再現評価技術の開発

高宮 義弘\*1 内野 正和\*1 木下 雅博\*2

## Development of on-site vibration reproduction evaluation technology using CAE and vibration testing systems

Yoshihiro Takamiya, Masakazu Uchino and Masahiro Kinoshita

輸送環境を反映した製品の振動評価方法は多いが、製品特有の振動条件における評価事例は少ない。また部品単体での評価が難しく、構造全体として実際に稼働しなければ評価できず、且つ振動の影響が表れるには時間がかかるため評価が不十分となり、市場で故障することもある。このように再現が困難で、評価に時間がかかる振動評価には、実験やCAE解析による事前の評価技術が求められている。そこで本研究では、現場の振動特性の計測手法及びCAEによる解析及び振動試験システムによる振動再現実験評価技術を開発した。

### 1 はじめに

包装貨物が流通過程において受ける振動、衝撃及び圧縮に対する包装の保護が適正であるかどうかを評価するための試験方法として、JIS Z 0200が規定されている<sup>1)</sup>。ただし同時にJIS Z 0232では、加速度パワースペクトル密度は、路面状況、使用する車両の種類など、輸送条件に大きく依存するため、測定されたデータに基づく加速度パワースペクトル密度及び試験時間が利用できる場合には、このデータを用いて試験するのがよい、とされている<sup>2)</sup>。これらのことからJISにおける輸送環境試験は、多種多様な輸送環境の平均的な試験としては有用だが、ある程度限定された環境下における構造体に振動が与える影響をより正確に評価検討する場合は、現場での振動計測結果を基に振動条件を決定することが望ましいと考えられる。

そこで本研究では、ものづくり企業の振動課題を開発早期に評価対策できる環境を整備することを目的に、現場の振動計測、再現手法及びCAE解析による不規則振動再現評価手法を確立した。試験体のサンプルは、和新工業株式会社が開発した主に工場内で使用するフォークリフト用ブラケットとした。工場内を走行するフォークリフトという限定された振動環境において、ブラケット固定用のボルトが緩まないかを評価するため、現場の振動計測、振動試験システムによる振動再現、加速及び高度解析システムによる振動解析を実施したので結果を報告する。

### 2 研究, 実験方法

#### 2-1 現場計測

図1に現場で振動計測を行った際の機器の取り付け状況を示す。フォークリフト屋根梁部にブラケットと上下方向の加速度を計測する加速度ピックアップを取り付けた。フォークリフト後部に計測用のロガー、PC及びバッテリーを固定した。計測条件は加速度計測方向を上下方向とし、サンプリング時間 0.5 msec、フィルタ処理無し、アース接続有りとした。現場は一般的な工場を想定しており、高負荷がかかるように計測ルート上にグレーチングによる3回の段差を設けた。

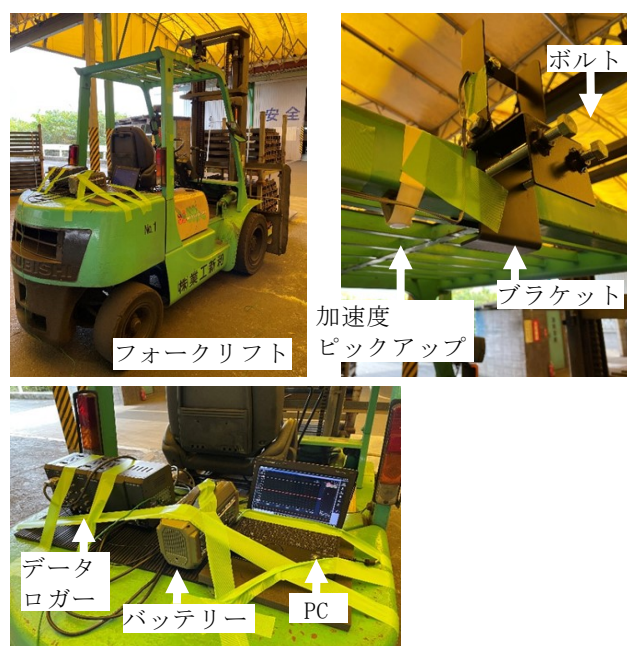


図1 振動計測機器取り付け状況

\*1 機械電子研究所

\*2 和新工業株式会社

## 2-2 振動再現

図2に振動試験システム（IMV株, A30/EM3HM）を活用したブラケットの振動再現試験の様子を示す。振動試験システムが保有する六面体加振治具の梁にフォークリフト同様にブラケットを固定した。

図3に再現する振動波形を示す。再現する振動は現場計測結果において、最大最小の加速度を示した波形前後の振動とした。振動の再現には、振動試験システムの実測波形定義機能を使用した。実測波形定義ではデジタル化された波形データを目標波形に設定する機能である。

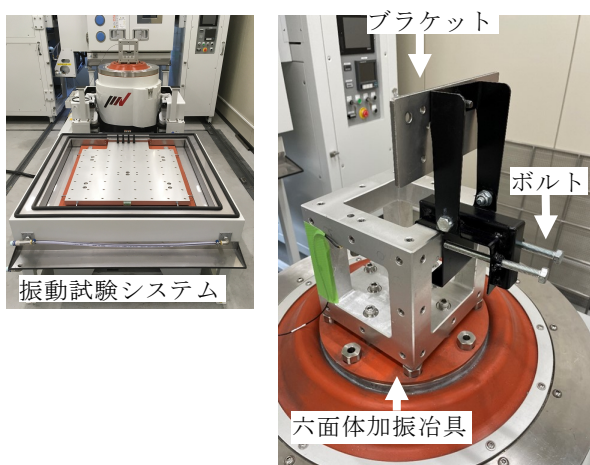


図2 ブラケットの振動再現試験の様子

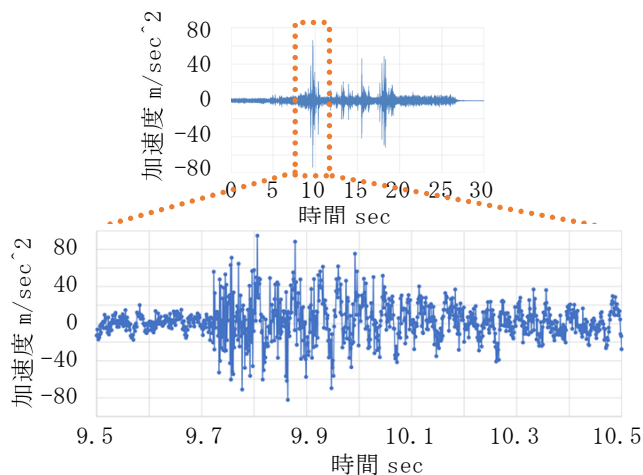


図3 再現する振動波形

## 2-3 解析

図4に構造解析で使ったブラケットモデルを示す。ブラケットは開発過程にて構造改善を行っており、解析では、構造改善前後モデルの振動による変位を比較する計算を実施した。構造改善では本体にリブを追加したが、リブの追加は、本体がより変位しにくいこと、

リブが補助プレートに干渉しないこと、ボルトの締め付けにより本体が変形しないこと、を考慮し設定した。構造解析は、高度解析システムが保有するANSYS Mechanical Enterpriseで使った時刻歴解析を実施した。振動の再現時と同様に実測値のCSVデータを時刻歴応答加速度として入力データとした。

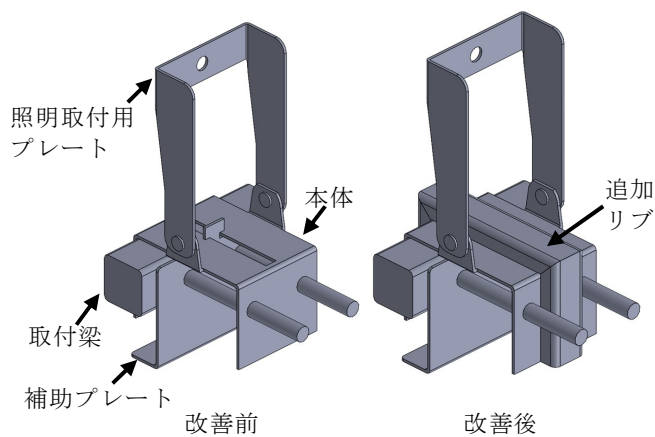


図4 ブラケット構造解析モデル

## 2-4 解析の検証

解析の精度検証のため、構造改善前後のブラケットの変位量を振動試験システムにて確認した。図5にブラケット変位実験の様子を示す。六面体加振治具にブラケットを固定し、六面体加振治具及びブラケット本体のボルトと直交に接合する部材の上下方向変位をレーザー変位計にて計測した。

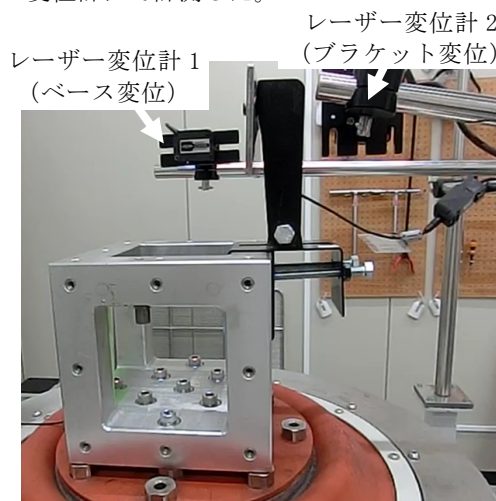


図5 ブラケットの変位実験

## 3 結果と考察

### 3-1 現場計測

図6に計測結果の一例を示す。段差通過時に加速度が大きくなっていることを確認した。

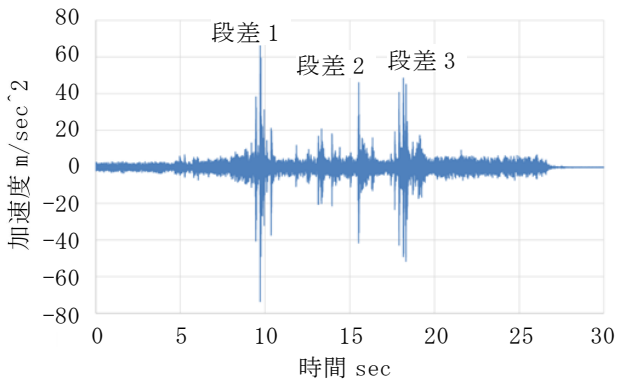


図6 振動計測結果

### 3-2 振動再現

振動再現試験の結果から、振動再現回数10万回以上でもブラケットが外れることがないことを確認した。

### 3-3 解析

解析の結果からボルトの緩みにくさを評価するため、ボルトに直交する本体部品の変位を出力した。図7にボルト直交部材の上下変位を示す。改善前の最大変位は3.2  $\mu\text{mp-p}$ 、改善後の最大変位は0.8  $\mu\text{mp-p}$ となり、-76%変位が小さくなる結果となった。

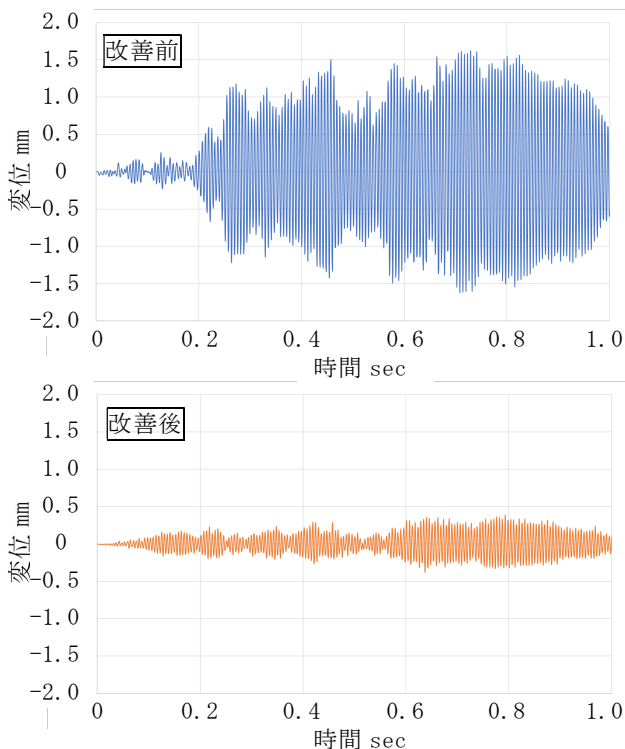


図7 ボルト直交部材の上下変位

### 3-4 解析の検証

図8に変位計測結果の一例を示す。ベースの変位に対して改善前と改善後の変位では、改善前の方が大き

くなっていることがわかった。

また改善前後のベース変位との標準偏差は、改善前が0.0792、改善後が0.0287となり、63.8%標準偏差が小さくなる結果となった。これは解析における変位減ともおよそ一致する傾向を示したが、解析結果との統一的な比較となっておらず、評価手法については今後検討を行っていく予定である。

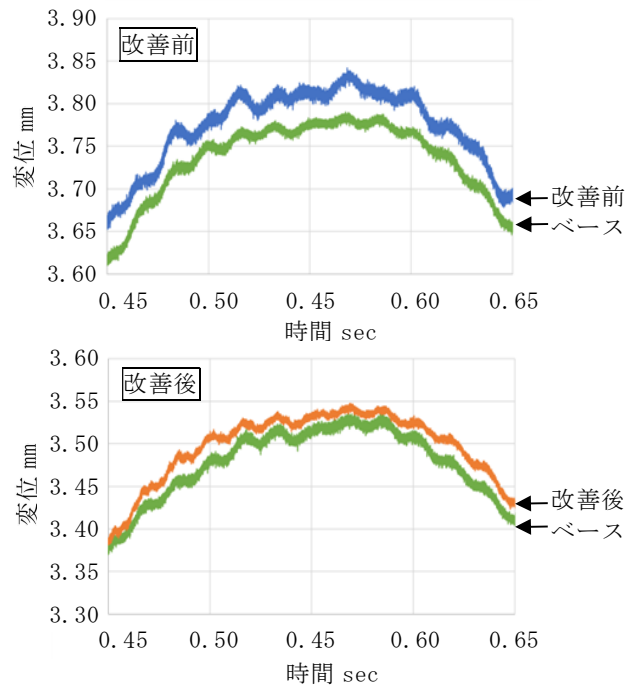


図8 変位計測結果例

## 4 まとめ

- 1) 和新工業株式会社のフォークリフト用ブラケットをサンプルに、現場における輸送時の振動を計測し、現場での時間と加速度を求めて、振動試験システムによる再現手法を蓄積した。
- 2) 現場の振動特性を条件として読み込み、高度解析システムを使用した構造解析によりブラケット固定ボルト周辺の定性的な変位の傾向を予測した。
- 3) 今後は、実験と解析の比較手法について改善を図ると共に現場の振動特性計測、振動試験システムによる再現及び高度解析システムによる評価の各プロセスの簡易化を検討する。

## 5 参考文献

- 1) JIS Z0200, 包装貨物-性能試験方法一般通則(2023)
- 2) JIS Z0232, 包装貨物-振動試験方法(2020)