

アルミダイカスト製品のモーダル解析

茨島 明*、小川 裕二**

自動車の静粛性や快適性を高めるためにアルミダイカスト製自動車部品の固有振動数とモード形状を有限要素法により解析し、その結果を実験モーダル解析により検証した。有限要素法による結果は実験モーダル解析の結果と一致し、製品の設計に応用できることが確認された。

キーワード：アルミダイカスト製品 有限要素法 モーダル解析

Modal Analysis of Die Casted Aluminum Alloy Works

BARAJIMA Akira, OGAWA Yuji

We analyzed natural frequencies and modal shapes of die casted aluminum alloy works which were parts of a car by using finite element method(FEM). And then, we verified the results by FEM by using experimental modal analysis. Consequently, the results by FEM have corresponded with the results by experimental modal analysis, and we recognized that we have applied the results by FEM to the design for die casted aluminum alloy works.

key words : die casted aluminum alloy works, finite element method, modal analysis

1 結 言

自動車部品は軽量化等のためにアルミダイカスト製品が使用されるようになってきている。我々はこれまで、アルミダイカスト製自動車部品の弾塑性変形、破壊および固有振動数に関する研究を行い^{1)・2)}、アルミダイカスト製品の強度や振動特性の向上を図ってきた。ところが、最近の自動車には静粛性や快適性が求められており、強度や固有振動数だけを部品設計の基準にはできなくなってきている。また、機械構造物の動的特性を評価する手法として有限要素法とモーダル解析が使われるようになってきている。そこで、アルミダイカスト製自動車部品(ブラケット)の動的特性を評価するため、製品の固有振動数とモード形状(ある固有振動数における振動の形)を有限要素により求め、実験モーダル解析によりその結果の検証を行った。

2 有限要素法による解析

2-1 モデル形状と境界条件

解析を行った2つの製品の有限要素モデルを図1およ

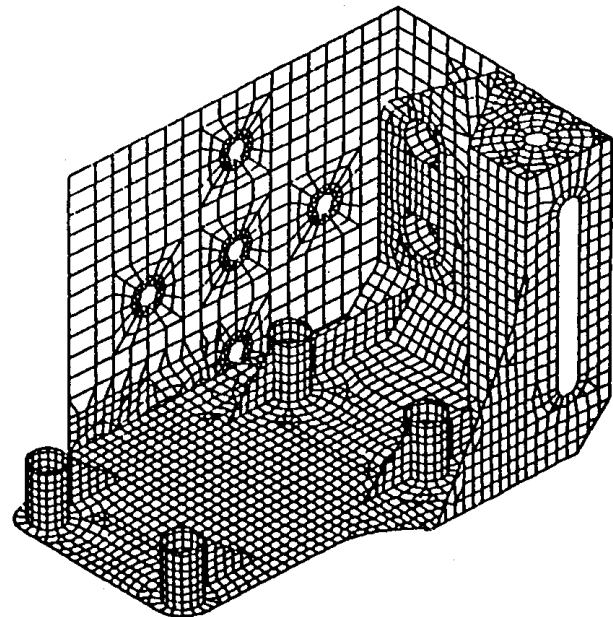


図1 製品1の有限要素モデル

*金属材料部

** (株)アーレスティ研究所盛岡研究室

び図2に示す。これらはブラケットと呼ばれる自動車部品である。製品のモデル化はシェル要素を、製品と治具の結合のモデル化はリジット要素を用いて行った。境界条件は治具に固定される部分以外は拘束されないフリーな状態（無重力状態）とした。

2-2 運動方程式

製品モデルの各要素に対する運動方程式は(1)式により与えられる。

$$m \frac{d^2u}{dt^2} + c \frac{du}{dt} + ku = f(t) \quad (1)$$

ただし(1)式において

- m : 質量マトリックス
- c : 減衰マトリックス
- k : 剛性マトリックス
- f(t) : 外力ベクトル
- u : 変位
- t : 時間

本研究では、固有振動数を求めるために、(1)式において減衰率と外力が0と定義して(2)式であらわされる境界値問題を扱っている。

$$m \frac{d^2u}{dt^2} + ku = 0 \quad (2)$$

2-3 材料定数

有限要素解析を行ったモデルの材質はADC12（ダイカスト鋳造用アルミニウム合金の一種）で、以下のような材料定数を用いて数値解析を行った。

- 縦弾性係数 : 66.64GPa
- ポアソン比 : 0.30
- 質量密度 : $2.60 \times 10^{-9} \text{Kg/mm}^3$

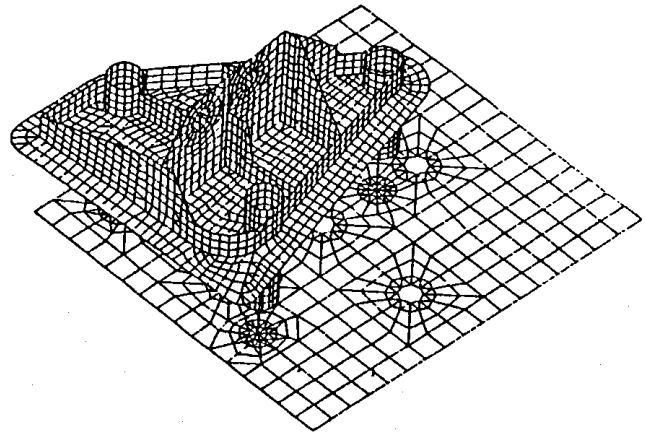


図2 製品2の有限要素モデル

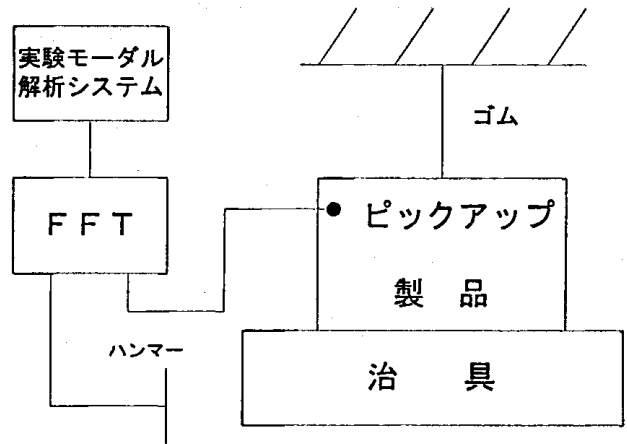


図3 実験装置

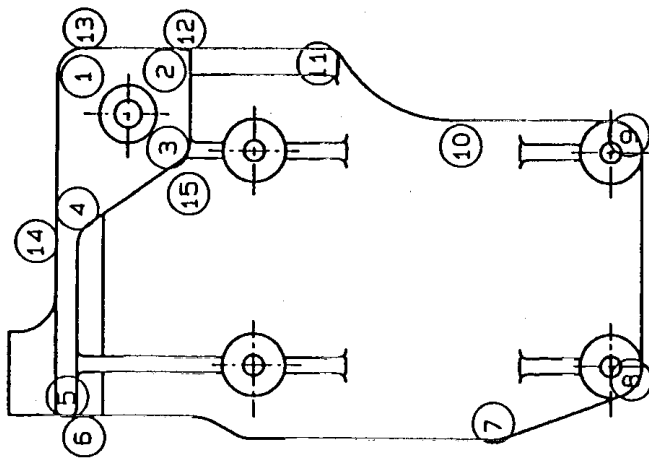


図4 製品1の測定位置

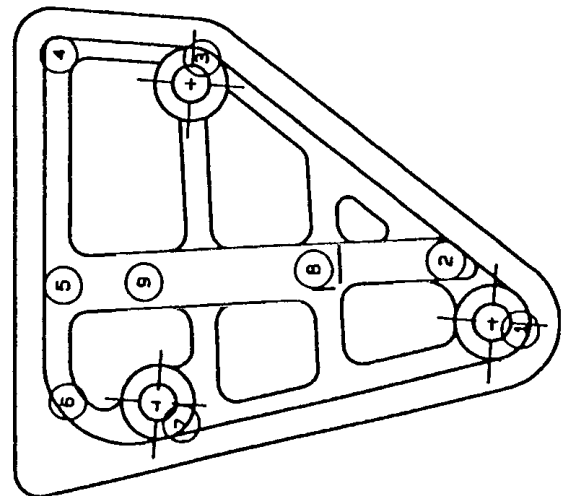


図5 製品2の測定装置

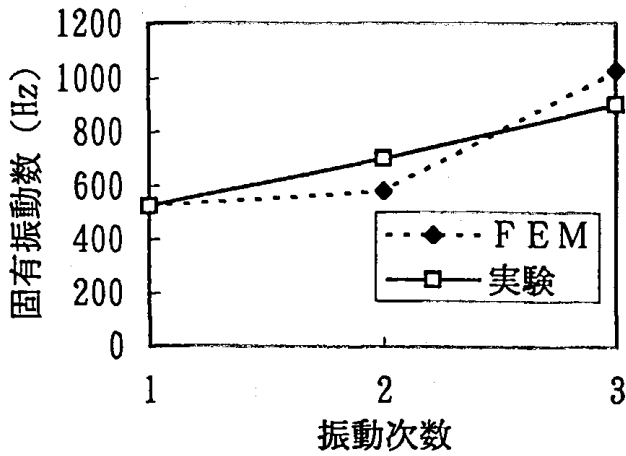


図6 製品1の固有振動数

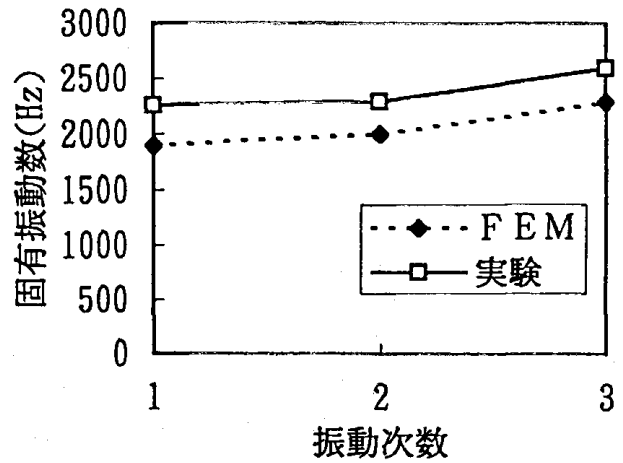


図7 製品2の固有振動数

	製品1			製品2		
	1次	2次	3次	1次	2次	3次
FEM						
実験						

図8 モード形状

2-4 解析環境 (ソフトとハード)

今回の有限要素解析では、ソフトウェアは米国emrc社製のNISA IIを、ハードウェアは日本電算機社製のJS5/85を使用した。

3 検証実験

有限要素解析の結果を検証するために、FFT (高速フーリエ変換) 解析装置とインパクトハンマを用い加振実験を行い、さらにFFT解析結果を実験モーダル解析システム (米国SMS社製Star-System) に入力しモーダル解析を行った。今回用いたモーダル解析は1自由度法の一つである多項式近似法である。実験装置の概略を図3に示す。また、各製品のモーダル解析の

ための測定位置を図4および5に示す。実験における境界条件は、治具をネジで固定した製品をゴムで吊しているため、有限要素解析の場合と同様フリーな状態とした。

4 有限要素解析結果と実験結果の比較検討

横軸に振動次数を取り供試した2つの製品の固有振動数をプロットしたものを図6および7に示す。また、各固有振動数におけるモード形状を図8に示す。

固有振動数およびモード形状ともに有限要素解析と実験とがほぼ一致している。その理由としては、境界条件や剛性が有限要素解析と実験とで良く一致したためであると考えられる。全体の境界条件については、有限要素解析の無重力状態と実験のゴムで吊した状態とが良く一

致したと考えられる。また、製品と治具との境界条件については、有限要素解析のリジット要素が実験のネジ止め部分を正確にモデル化していると考えられる。さらに、剛性については、製品と治具を別々にモデル化して有限要素解析を行っているので、実験における剛性を良く反映していると考えられる。

しかしながら、固有振動数の値については、有限要素解析と実験とでは若干の違いが見られ、実験の値が高い振動数を示す傾向が認められた。このことは、表1に示すように、実製品と有限要素モデルの質量に若干の違いがあるためと考えられる。また、実験で用いている加速度ピックアップの質量の影響もあると考えられる。質量が大きい方の物体の固有振動数が高いことは物理現象の原則であり、本研究における結果はその原則を良く反映している。

4 結 言

有限要素法を用いたアルミダイカスト製品の固有振動

数とモード形状はモーダル解析を用いた実験結果とほぼ一致した。しかしながら、有限要素モデルを作成する上で生じる実製品との質量差が原因とみられる固有振動数の違いが確認された。また、本研究の成果は製品設計の際に応用されており、従来の手法に比べ高性能な製品をより効率的に開発できるようになった。

本研究は平成7年度技術パイオニア養成事業の一環として実施したものである。

本研究を実施するに当たり、固有振動解析およびモーダル解析についてご指導ご助言をいただきました工業技術院機械技術研究所森和男生産機械研究室長に感謝いたします。

文 献

- 1) 茨島 明、小川裕二：岩手工技セ研報、1、13(1995)
- 2) 茨島 明、小川裕二：岩手工技セ研報、2、47(1995)

表1 質量の比較 (g)

	製品1	製品2
実製品	1715	565
有限要素モデル	1656	556
質量差	59	9