

アルミダイカスト製品の振動特性

茨島 明*、小川 裕二**

Vibrational Characteristics of Die Casted Aluminum Alloy Works

BARASHIMA Akira*, OGAWA Yuji**

Many kinds of die casted aluminum alloy works have been used for producing reduced weight cars. And, in this study, we analyzed natural frequencies that is important performance of die casted aluminum alloy works; as a part of car, by using numerical analysis and impact test. Consequently, we recognized qualitative identity between numerical analyzing results and impact testing results. However, we recognized a little quantitative difference between numerical analyzing results and impact testing results too, and we consider that this difference depends on difference of boundary condition between numerical analysis and impact test.

Keyword : Die Casted Aluminum Alloy Works, Finite Element Method, Natural Frequency

1 緒言

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多く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や破壊等強度に関する研究⁽¹⁾を行ってきた。ところが、最近では強度に関する性能だけでなく静粛性や快適性等の観点から振動特性(制振性や共振点)に関するユーザーズが高まってきている。

そこで、本研究では、アルミダイカスト製自動車部品の重要な特性である固有振動数を有限要素法による数値解析及びインパクトハンマを用いた加振実験により求め、両者による結果の比較検討を行った。

2 数値解析方法

2-1 モデル形状と解析条件

解析を行った3種類のアルミダイカスト製品の有限要素モデルを図1~3に示す。これらはエンジンマウントブラケットやプレートといった自動車部品である。それぞれの製品のモデル作成には、薄肉部分はシェル要素を用い、他の部分はソリッド要素を用いた。また、マス(付加質量)を取り付けた状態での解析を行う場合には、マス取り付け部にマス要素(集中荷重要素)を用いた。

数値解析の条件としては、拘束なしの状態、製品のみを治具に完全拘束した状態、マス付き製品を治具に完全拘束した状態の3種類とした。

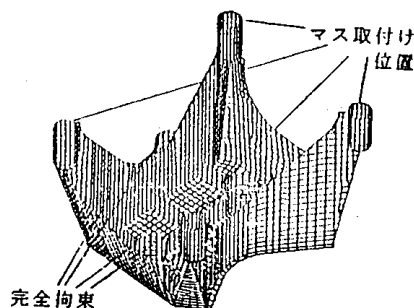


図1 有限要素モデル(製品1)

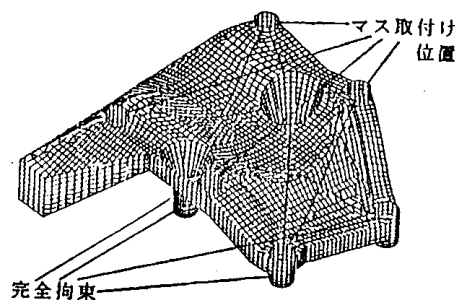


図2 有限要素モデル(製品2)

鑄造技術への工学解析の応用

現在 * 岩手県工業技術センター 金属材料部 岩手県盛岡市飯岡新田3-35-2
** 超電導工学研究所 第7研究部 東京都港区芝浦一丁目16-25

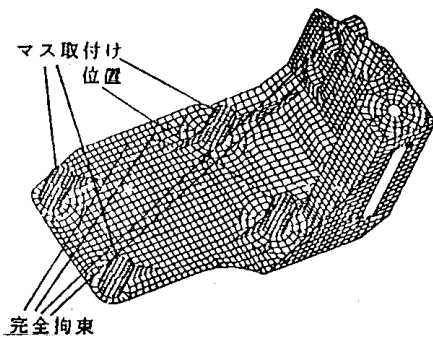


図3 有限要素モデル (製品3)

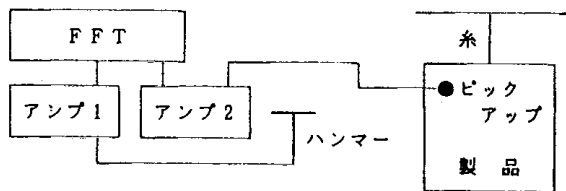


図4 実験装置概略 (拘束なし)

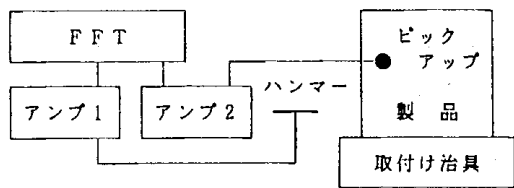


図5 実験装置概略 (治具に取り付け)

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次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、

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を0として得られる(2)式を解く。境界条件は前述の拘束条件に従う。

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

2-3 材料定数

モデルの材質はADC12 (ダイカスト铸造用アルミニウム合金の一種) で、次のような材料定数を用いた。

縦弾性係数: 66.64GPa

ポアソン比: 0.30

質量密度: $2.60 \times 10^{-9} \text{ kg m}^3$

2-4 解析環境 (ソフトとハード)

今回の数値解析では、ソフトウェアは米国emrc社製のNISA IIを、ハードウェアは米国SunMicro-system社製のS4/330を使用した。

3 検証実験

数値解析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ーを用い加振実験を行った。実験条件は数値解析の場合と同様の3種類とした。拘束なしの状態での実験装置の概略を図4に、製品のみを治具に完全拘束した状態またはマス付き製品を治具に完全拘束した状態での実験装置の概略を図5にそれぞれ示す。

4 数値解析結果と実験結果の比較検討

供試した製品1~3につき、固有振動数の実験値と数値解析値の比較一覧を表1に示す。また、横軸に振動次数をとり、製品及び条件ごとに固有振動数をグラフ化したものを図6~8に示す。どの結果においても実験値と数値解析値が定性的にはほぼ良く一致している。

定量的に若干の違いがみられる部分についての理由としては次のように考えられる。すなわち、数値解析では微小領域におけるモードの振動も一つの次数としてとらえるため、実験では計測できない次数を含んでしまい、次数のずれを生じる。たとえば、図7 (製品2) において、製品のみを治具に取り付けた場合では、数値解析値の2~4次が実験値の3~5次の振動数にシフトしている。

また、拘束のない状態ではどの製品の場合も実験値が数値解析値より大きな値となっている。この原因としては、数値解析では無重力の状態でも固有振動数を求めているのに対し、実験では重力のもとで製品を糸で吊るして固有振動数を測定しているため試供部分が完全に拘束のない状態とはいえない。拘束される場所が増えるに従って固有振動数が高くなる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。

5 結 言

有限要素法を用いた固有振動数の数値解析は加振実験結果と定性的には良く一致した。しかしながら、拘束 (境界) 条件の違いや実験におけるセンサの性能等が原因とみられる若干の定量的な違いが確認された。また、本研究の成果は部品設計の際活用されている。

今後は拘束条件等の見直しを行い、数値解析の改良を行いたい。また、振動モード解析を行い、より詳細な解析を行いたい。なお、本研究は平成6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。

表1 数値解析と実験による固有振動数

	製品1		製品1		製品1		製品2		製品2		製品2		製品3		製品3		製品3	
	条件①		条件②		条件③		条件①		条件②		条件③		条件①		条件②		条件③	
	実験	解析	実験	解析	実験	解析	実験	解析	実験	解析	実験	解析	実験	解析	実験	解析	実験	解析
1次	123	122	713	996	913	611	315	309	570	506	912	914	94	97	465	397	475	391
2次	141	136	1175	1116	1825	1702	425	364	715	985	1187	980	147	200	580	552	862	541
3次	185	159	1350	1720	2163	1811	555	527	995	1362	1850	1409	302	276	720	775	1075	875
4次	217	166	1650	1771	2463	1943	725	792	1235	1500	2125	1613	365	339	990	1254	1587	1258
5次	240	224	1925	1970	3538	2727	805	944	1405	2278	3000	2222	476	379	1120	1362	2125	1790

条件①：マス付き製品取り付け 条件②：製品のみ取り付け 条件③：フリー

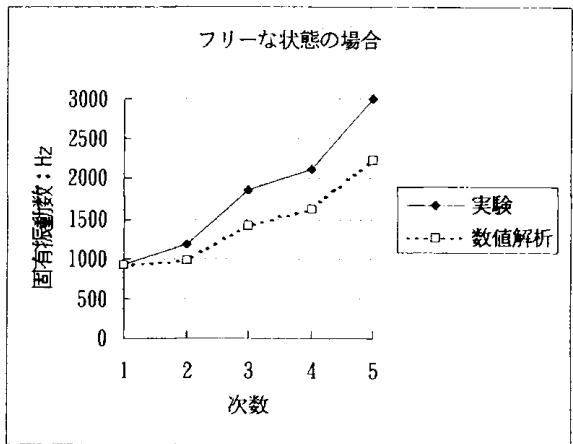
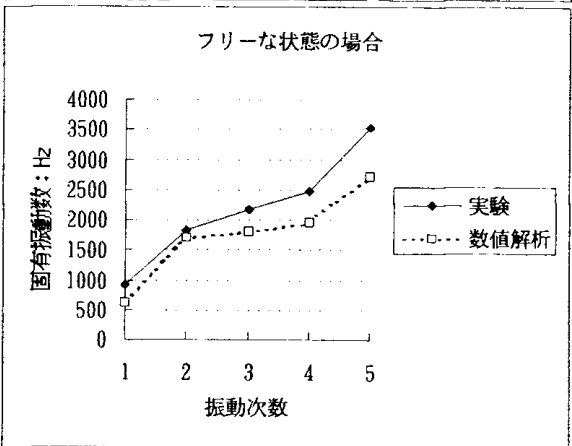
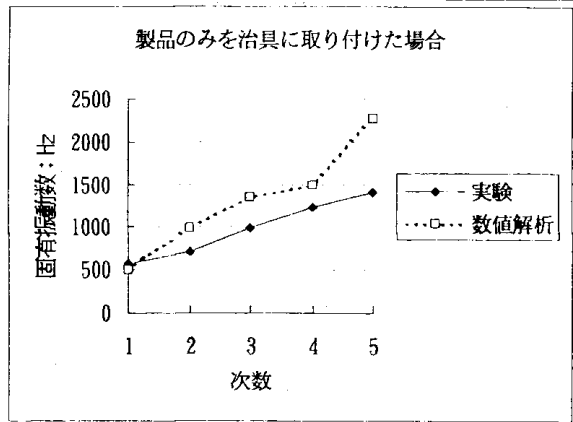
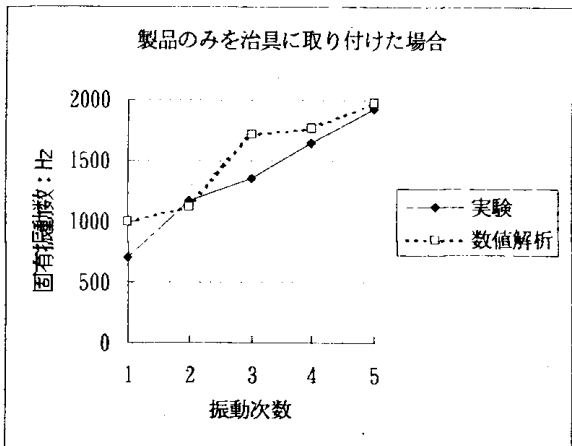
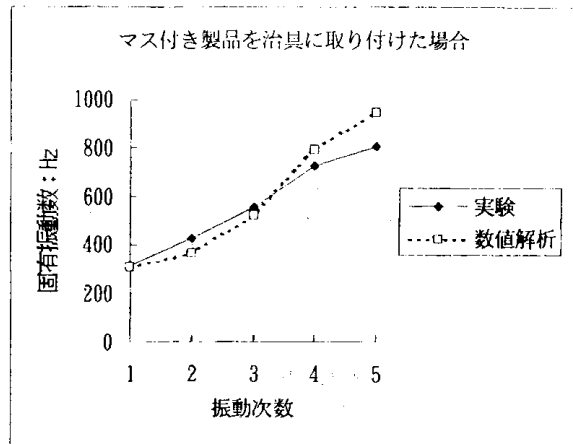
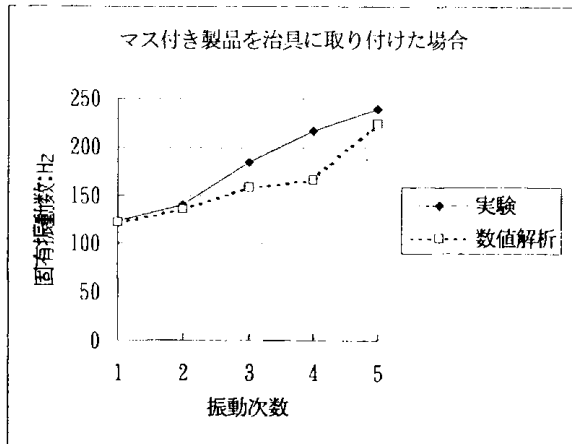


図6 固有振動数 (製品1)

図7 固有振動数 (製品2)

要 約

自動車の軽量化のために様々な部品にアルミダイカスト製品が使われるようになってきている。本研究では、アルミダイカスト製品の重要な特性である固有振動数を数値解析及び加振実験により解析した。その結果、境界条件等の違いにより定量的には若干の相違があるものの、両者の結果は定性的に良い一致を示した。

キーワード：アルミダイカスト 有限要素法 固有振動数

参考文献

- (1) 茨島明, 小川裕二：アルミダイカスト製品の強度解析, 岩手県工業技術センター研究報告 No.1, Feb.1995

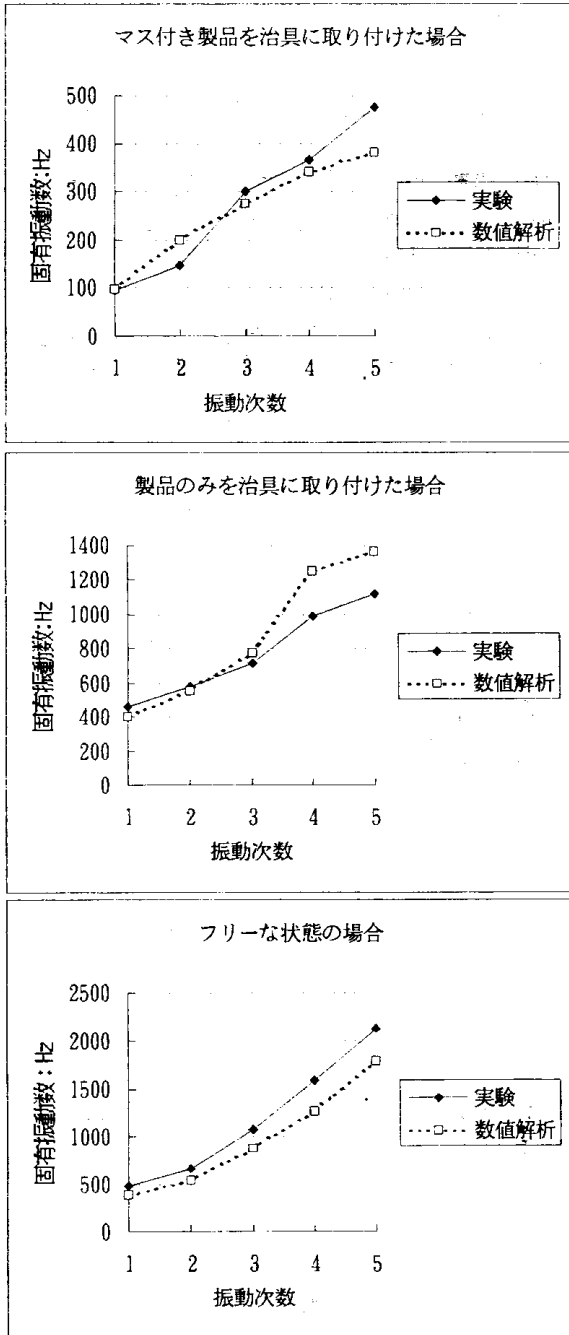


図8 固有振動数 (製品3)