

鋳造材料の振動特性評価に関する研究

茨島 明*、勝負澤善行*、池 浩之*、高川貫仁*、小川裕二**

各種鋳造材料の減衰比を測定し、その値を用いてアルミダイカスト材料の周波数応答関数を有限要素法により解析した。その結果、数値解析と検証実験の固有振動数は良く一致しており、減衰比を考慮した計算モデルが固有振動数の解析に適用できることを確認した。

キーワード：鋳造材料 振動特性 減衰比

Estimation of Casting Materials' Vibrational Characteristics

BARAJIMA Akira, SHOUBUZAWA Yoshiyuki, IKE Hiroyuki,
TAKAGAWA Takahito and OGAWA Yuji

We measured damping ratios of some casting materials, and then we analyzed frequency response function of die casted aluminum alloy works by using finite element method(FEM) and the damping ratios. Consequently, the natural frequencies calculated by FEM are in good agreement with measured frequencies, and we confirmed we can apply the calculation model with damping ratio to the analysis for natural frequencies.

key words : casting materials, vibrational characteristics, damping ratio

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)、3)}、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。しかしながら、これまでは振動特性に関する研究において減衰比を考慮しておらず、そのため実験と数値シミュレーションの間でこのことが原因と考えられる共振周波数のずれ^{2)、3)}が生じていた。そこで、各種鋳造材料の減衰比の測定を行った。また、減衰比を考慮した有限要素によりアルミダイカスト材料の周波数応答関数を求め、実験値との比較検証を行った。

2 実験方法

2 - 1 減衰比の測定

減衰比の測定に用いた装置の概略を図1に示す。この

装置による減衰比の測定は中央加振法である。図2にテストピースの形状を示す。また、テストピースには表1に示す材種を用いた。

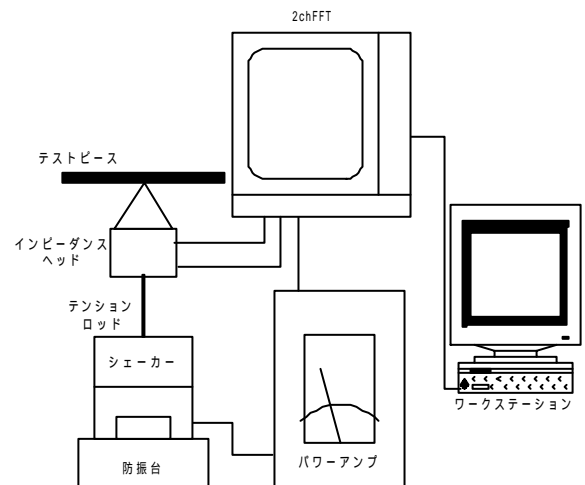


図1 減衰比測定装置の概略

*金属材料部

** (株)アーレスティ研究所盛岡研究室

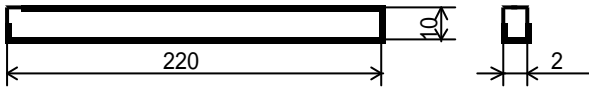


図2 テストピース形状

表1 テストピースの材種

記号	材質	備考
FC	FC250	
A	A5052	
ADC-1	ADC12砂型鋳造品	
ADC-2	ADC12製品切り出し	220×10両面加工
ADC-3	ADC12製品切り出し	220×10片面加工
ADC-4	ADC12製品切り出し	220×10両面未加工

2 - 2 周波数応答関数の数値解析及び検証実験

周波数応答関数の解析モデルを図3に示す。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

この数値解析では、前項の実験で測定した減衰比をもとにレーリー減衰を求め、その値を数値解析の減衰比とした。また、算出は式(2)、(3)及び(4)により行った。

$$+ \dots = 2 \dots \quad (2)$$

$$+ \dots = 2 \dots \quad (3)$$

$$C = \dots \cdot K + \dots \cdot M / 2 \quad (4)$$

ただし式(2)~(4)において

- 、 : 定数
- : 固有振動数(測定値)
- : 減衰比(測定値)
- C : レーリー減衰
- K : 剛性
- M : 質量

モデルの材質はADC12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 : $2.60 \times 10^{-9} \text{Kg/mm}^3$

数値解析結果を検証するために図4に示す装置で実験を行い、周波数応答関数を求めた。

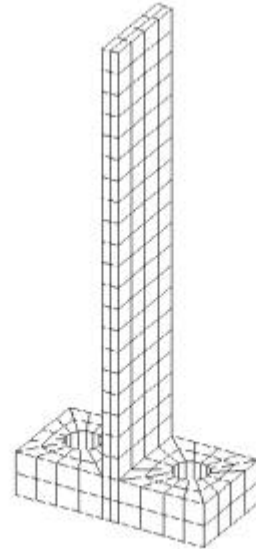


図3 周波数応答関数解析モデル

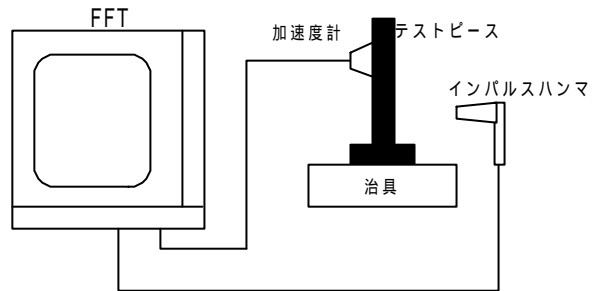


図4 検証実験装置の概略

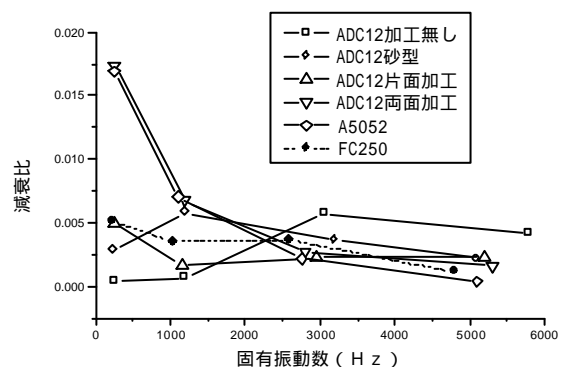


図5 減衰比測定結果

3 結果及び考察

3 - 1 減衰比測定結果

振動次数を4次まで測定した減衰比を図5に示す。ど

の次数においてもFC250の固有振動数が最も低い値を示す。固有振動数は質量と剛性の比 K/M によって決定されるが、FC250におけるこの比を1とすると、アルミニウム合金では2.6程度の値となる。このことから、FC250の固有振動数が他の材料よりも低いと考えられる。

減衰比を比較すると、製品から切り出し両面を加工しないADC12が高い減衰比を示した。

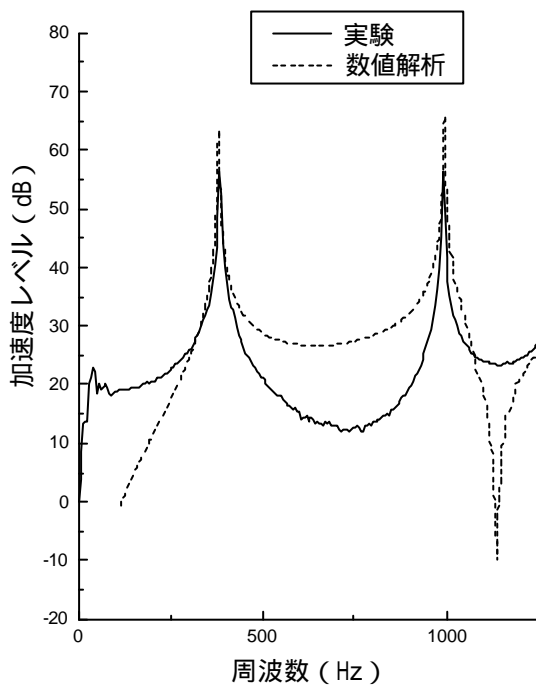


図6 周波数応答関数

3 - 2 周波数応答関数

図6に周波数応答関数を示す。加速度のレベルは数値解析値が実験値より2割程度高い値となったが、固有振動数は数値解析値と実験値とが良く一致しており、減衰比を考慮した計算モデルが固有振動数の解析に有効であることがわかった。

4 結 言

各種鑄造材料の減衰比を測定し、その値を用いてアルミダイカスト材料の周波数応答関数を有限要素法により解析した。その結果、数値解析と検証実験の固有振動数は良く一致しており、減衰比を考慮した計算モデルが固有振動数の解析に適用できることを確認した。しかしながら、各固有振動数における加速度のレベルは数値解析値が実験値より2割程度高い値となった。

本研究は平成9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、振動解析について助言をいただきました工業技術院機械技術研究所笠島永吉主任研究官に感謝いたします。

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)
- 3) 茨島 明、小川裕二：岩手工技セ研報、3、65(1996)