研究速報

 γ' マルテンサイト型 Ni·Al 青銅焼結合金の音響特性*

鈴木 建次**, 三 谷 裕 康***

Kenji Suzuki, Hiroyasu Mitani: Measurement of Acoustic Radiation from the Struck Stick of γ' Martensitic Cu-14wt%Al-8wt%Ni Sintered Ternary Alloy.

By using an acoustic method, the duration of reverberation of γ' -Ni·Al bronze sintered alloy was compared with those of Cu-10wt%Sn, Fe-10wt%Cu and α -Ni·Al bronze sintered alloys. The relationship between the duration of reverberation and internal friction was discussed. It was found that the duration of reverberation in this γ' -Ni·Al bronze sintered alloy is extremely shorter than those in other alloys, and decreases linearly with increasing internal friction.

(Received April 21, 1979)

I 緒 言

焼結合金軸受の性能試験中における機械的振動および摺動に起因する振動が軸受を介して試料固定金具に伝達される様子を観察した結果、 γ' -Ni·Al 青銅 (Cu-14wt% Al-8wt% Ni) 焼結合金軸受における振動波形の振幅は青銅、鉄-銅および α -Ni·Al 青銅 (Cu-8.5wt% Al-4wt% Ni) 各合金系のものより抜群に小さく、本合金系の吸振性が他の3者より格段に優れていることを前報¹⁾において明らかにした。

しかしながら、上記の波形は音響的な振動に機械的な振動が重畳しているため、これだけの結果から本合金の音響特性を論ずるに到らなかった。

したがって、今回は静的ではあるが打撃による試料からの放射音波測定法を採用することにより、 γ' -Ni·Al 青銅焼結合金の音響特性を上記3種類の焼結合金と比較するとともに音響特性と内部摩擦との関係を検討した。

II 試料および実験方法

本実験に使用した原料粉末は前報¹⁾と全く同様のものである。各合金系の化学組成は、 γ' -Ni·Al 青銅系では重量比で Cu:Al:Ni=78:14:8 とし、 α -Ni·Al 青銅系では γ_2 (Cu₉Al₄) 搗砕粉と無電解ニッケルメッキした (Cu-8wt% Ni) 複合粉を 1:1 の重量比に配合することにより、Cu:Al:Ni 87.5:8.5:4 とした。また、青銅系および鉄-銅系では Cu:Sn および Fe:Cu の重量比を 9:1 とした。

圧粉成形圧力は γ' -Ni·Al 青銅系では 3.5t/cm² であり、 α -Ni·Al 青銅系および鉄-銅系ではいずれも 6t/cm²、青銅系では 2.5t/cm² とした。なお、粉末中には湿式混合のために 0.3wt% のグリセリンを添加し、ダイ

ス壁には、成形における摩擦を軽減するために約 4wt% のステアリン酸亜鉛を懸濁させた四塩化炭素を塗布した。圧粉試料の寸法は 100mm×10mm×2mm の平板であり、前報¹⁾の内部摩擦測定用試片と全く同様の形状である。

γ' -Ni·Al 青銅系では混合圧粉試料を 10⁻⁴Torr の真空中 950°C で 4 時間焼結した後、直ちに 330°C/min の速度 (空冷に相当) で冷却して γ' マルテンサイトに変態せしめた。また、 α -Ni·Al 青銅、青銅および鉄-銅各系では、混合圧粉試料を前報と同様にそれぞれ 900°C、780°C および 1150°C で 1 時間焼結後炉冷 (冷却速度約 30°C/min) した。

打撃による上記 4 種類の焼結合金から発する放射音波の測定は、周囲の騒音および反響を減ずるために、無響室内で行った。Fig. 1 はその原理図を示したものである。

音波の発生は 1mmφ のもめん糸でつり下げた試料④の中央に向けて Cu 線 (70μmφ) によりつり下げた鋼球③ (5mmφ, 0.7g) を一定位置から振り子運動により打撃せしめ、その放射音波を 1/2 インチマイク⑤で検出し、増幅器⑥を通した後に分枝した。そのうちまず一方は残響波形観察のために、直接メモリーシンクロスコープ⑧に入力した。他方は残響波形の 2 乗積分曲線を求めるために、テープレコーダー⑦に一旦記憶させた後、出力の時間軸を逆転してウェーブメモリ⑨に入力し、2 乗積分器⑩を介してメモリーシンクロスコープ⑧に入力した。メモリーシンクロスコープの螢光面上に掃引したそれぞれの波形をポラロイドカメラで撮影して、残響波形および 2 乗積分曲線を観察した。

* 昭和54年4月21日受理

** 大阪大学大学院工学研究科

*** 大阪大学工学部金属材料工学教室, 〒565 吹田市山田上

Fig. 1 Schematic diagram of apparatus used to measure acoustic radiation from the struck stick in the non-reverberative room.

Ⅲ 実験結果および考察

4種類の焼結合金について、メモリーシンクロスコープの螢光面上で観察した放射音の残響波形を Photo. 1 に示す。

鋼球の衝突以前では、各合金系の波形における音圧レベルはいずれも 0mV であるが、衝突と同時にいずれも

初期ピーク音圧レベルを示した後、時間の経過とともに減衰する。青銅、鉄-銅、 γ' -Ni・Al 青銅および α -Ni・Al 青銅各焼結合金系における初期ピーク音圧レベル (P-P) には差がほとんど認められず、106~109dB の範囲内で一致した。

(a)の青銅系では2次ピーク音圧レベル以降で、音圧レベルがほぼ一定になった後に減衰している。しかるに(b)の鉄-銅系では打撃による振動が試料中央から内部を通じて周辺部に伝わり各部位からの音波が合成されて時間遅れの音波となるので、初期ピークよりむしろ大きな音圧レベルが2次以降に出現する。なお、合成波のために波形はかなり乱れているので、音圧レベルは一旦高くなった後減衰し始めるが、画面の右端 (7ms 経過後) において 106dB と初期ピーク音圧レベルと大差がない。

しかしながら、(c)の γ' -Ni・Al 青銅系では2次ピークにおいて 101dB まで減衰し、右端 (7ms 経過後) では 93dB まで減衰している。また、(d)の α -Ni・Al 青銅系では(b)と同様に初期ピーク以後波形が乱れるが、その後順調に減衰し画面右端 (7ms 経過後) で 99dB まで減衰している。音圧レベルの減衰過程をさらに定量化するために、各合金系における残響波形の2乗積分曲線を求め、その結果を Photo. 2 に示す。

始点における2乗積分値は(a)の青銅系と(b)の鉄-銅系で約 6mV を示し、 γ' -Ni・Al 青銅系の(c)と α -Ni・Al 青銅系の(d)で約 5mV とわずかに低い値を示している。

Photo. 1 Reverberation patterns of memory synchro scope for sintered (a) Cu-10%Sn, (b) Fe-10%Cu, (c) Cu-14%Al-8%Ni (γ' martensite) and (d) Cu-8.5%Al-4%Ni (α -solid solution).

Photo. 2 Square integrated reverberation patterns of memory synchroscope for sintered (a) Cu-10% Sn, (b) Fe-10%Cu, (c) Cu-14%Al-8%Ni (γ' -martensite) and (d) Cu-8.5%Al-4%Ni (α -solid solution) after recording in taperecorder and memorized in wave memory.

なお、2乗積分曲線は Fig. 2 に示すような $y=e^{-Kx}$ の自然減衰曲線に近似し得るものである。X および y をそれぞれ時間および 2 乗積分値とすると、 $y=1$ で $X=0$ 、 $y=1/e$ で $X=1/K$ となり、 $1/K$ は X と $\ln y$ の関係から得られる直線の勾配の逆数となるので、 $1/K=\tau$ としてこの τ を残響継続時間と定義した^{2,3)}。

各合金系の残響継続時間 (τ) を比較すると、青銅系(a)が 10.8ms、鉄-銅系(b)が 12.1ms、 α -Ni-Al 青銅系(d)が 10.6ms であるのに、 γ' -Ni-Al 青銅系(c)だけ 3.3ms と短くなる。

以上の残響継続時間 (τ) と内部摩擦 (Q^{-1}) との関係

Fig. 2 Dification of τ in the square integrated reverberation pattern.

Fig. 3 Relationship between τ and $Q_{20^\circ\text{C}}^{-1}$.

調べるために、前報¹⁾で測定した室温約 20°C における $Q^{-1}_{20^\circ\text{C}}$ を横軸に取り、各合金系について求めた η をプロットしたのが Fig. 3 である。

これら両者には直線関係が成立し、 $Q^{-1}_{20^\circ\text{C}}$ が大きいものほど τ は短い。したがって、この結果より γ' -Ni-Al 青銅焼結合金の残響継続時間 (τ) が短いのは、内部摩擦値 ($Q^{-1}_{20^\circ\text{C}}$) が大きいことに起因するものと結論される。

IV 結 言

打撃による焼結合金からの放射音波を測定することにより、 γ' -Ni-Al 青銅焼結合金の音響特性を青銅、鉄-

銅および α -Ni·Al 青銅各焼結合金におけるそれらと比較するとともに、残響継続時間 (τ) と内部摩擦値 ($Q^{-1}_{200^\circ\text{C}}$) との関係を検討した。

γ' -Ni·Al 青銅焼結合金の τ は他の上記 3 種類の焼結合金より格段に短い。また、 τ と $Q^{-1}_{200^\circ\text{C}}$ とは直線関係にあり、 $Q^{-1}_{200^\circ\text{C}}$ の増加にともなって τ は短くなる。

終りに臨み、音響測定に際して御指導と御便宜を与えられた大阪大学産業科学研究所の竹内龍一教授、奥田良行技官ならびに有益な討論および助言を頂いた大阪大学

工学部助手横田勝博士および実験に協力された当時の工学部学生日下淳氏（現在：村田製作所）に深甚の謝意を表します。

V 文 献

- 1) 三谷, 横田, 鈴木: 粉体および粉末冶金, **26** (1979), 105.
- 2) 奥田, 中村, 竹内: 日本音響学会研究発表会, 講演論文集, 昭和52年10月, 369.
- 3) 奥田, 中村, 竹内: 日本音響学会研究発表会, 講演論文集, 昭和53年10月, 523.

分 科 会

抄 録

第42回焼結金属分科会第3小委員会 研究発表抄録

日 時: 昭和54年6月5日

会 場: 学士会分館

資 料: No.129~131

資料 No. 129

「TiC_{0.7}N_{0.3}-15Ni-8Mo サーメットの特性に及ぼす AlN 添加の影響」

三菱金属㈱ 西垣 賢一

TiC_{0.7}N_{0.3}-15Ni-8Mo 合金の結合相強化を目的として、AlN 添加を行ない、組織及び特性への影響を調べた。結果は次の通りである。

- (1) 添加した AlN は焼結過程で分解し、Al が結合相中に拡散する結果0.5%以上の AlN を含む合金の結合相は $\gamma+\gamma'$ 相からなる duplex 構造となった。
- (2) 1% AlN 添加合金が機械的性質（常温ならびに高温における抗折力）に優れるとともに、切削における耐摩耗性、耐欠損性においても優れていた。

資料 No. 130

「シリコンナイトライド焼結体の摩耗挙動」

東芝 落合 俊彦

Si₃N₄ 焼結体と各種金属との組合せによる摩耗挙動について検討した。

フラットシリンダータイプの試料組合せにより、Si₃N₄ を固定片にして相手材回転片に対する、a) 各種

金属材料に対する摩耗、b) 摩耗条件（荷重、すべり速度）の効果、c) 温度の効果、を調べた結果を得た。

1. Si₃N₄ 同志の組合せでは、摩耗が非常に大きく、カーボンを含む鋼との組合せで用いると、摩耗が比較的少ない。
2. 比摩耗量としては、Si₃N₄-Si₃N₄ で 10^{-7} オーダーで、Si₃N₄-Si₃OC で 10^{-8} オーダーである。
3. 荷重、すべり速度の増加により摩耗が急速に増加する。特に、Si₃N₄-Si₃N₄ の組合せにおいて顕著である。
4. 摩擦係数は、高速側、高圧側で減少する傾向を示している。
5. 200°C~400°C で摩耗が減少している。

資料 No. 131

「超硬合金のチップング試験」

日立金属㈱ 原 久雄, 井寄裕介

自製したチップング試験機を用いて超硬合金に繰返衝撃力を加えた時に生ずるチップング現象を調べた。用いた試料はK20, P40, M40および超微粒超硬で刃先角80°打撃荷重1kgで行なった。チップングが生ずるまでの打撃回数（チップング打撃数）はK20<超微粒超硬<P40<M40の順となった。硬さ、抗折力、吸収エネルギー、シャルピー衝撃値、結合相厚み、結合相量等の超硬物性との対応を調べた結果この打撃回数とクラック長との相関がみられ、クラック長の短い材質ほどチップング打撃数は多くなった。繰返打撃による刃先の変化過程、クラック発生状況、チップング破面分析も併せて行なった。破面分析結果ではK20の破面での Co 量は平均 Co 量よりも多くP40では少ない傾向が認められた。一方超微粒超硬およびM40は Co には有意差はなかったが Ta がやや多いことがわかった。