

# 研究タイトル： オーステンパ処理球状黒鉛鑄鉄 (ADI) の歯車材への適用



氏名： 石丸 良平 / ISHIMARU Ryohei E-mail: ishimaru@kurume-nct.ac.jp  
 職名： 教授 学位： 博士（工学）

所属学会・協会： 日本機械学会、日本設計学会、日本気象予報士会

キーワード： 歯車、強度、オーステンパ処理球状黒鉛鑄鉄 (ADI)、ショットピーニング、表面性状、粗さ、硬さ、残留応力

技術相談  
 提供可能技術： ・歯車に関する技術

## 研究内容： オーステンパ処理球状黒鉛鑄鉄 (ADI) の歯車材への適用

### 1. 研究の背景

近年、環境問題、とりわけ地球温暖化問題が大きくクローズアップされている。地球温暖化により自然の生態系等に悪影響を及ぼすおそれがあることから、1997年12月に気候変動枠組条約第3回締約国会議（京都会議）が開催され、温室効果ガス排出の削減目標を定めた京都議定書が採択された。京都議定書では温室効果ガスを2008年から5年間で1990年を基準として全世界で5.2%、日本では6%の削減を義務づけている。このような背景の中、工業界における省エネルギー対策は緊急の課題であり、軽量化、低燃費、資源の有効利用等の取り組みが不可欠である。

工業の基盤を支える伝動装置は、工業生産・交通・物流など日常生活において必要不可欠なものであり、現代社会では自動車のトランスミッションを始め数多くの伝動装置が使われている。

この伝動装置の中核をなす要素が歯車であるが、歯車における取り組みとして、材料・熱処理・機械加工・歯面仕上げなどに対してさらなる検討が必要である。

本研究は、省エネルギー・軽量化・製作コスト低減が期待されるオーステンパ処理球状黒鉛鑄鉄 (Austempered Ductile Iron: ADI) に着目し、ADIを歯車の材料として適用することを目的に、実物歯車の試作、衝撃試験、負荷能力試験および微量油膜潤滑条件下での性能試験を行い、その適用性を検討したものである。

### 2. 研究課題

ADIを用いることにより、図1に示すようなニアネットシェイプと呼ばれる最終製品に近い形状の素材を得ることができる。このADI素材を歯車に加工し、動力循環式歯車試験機により負荷運転を行い、歯車の性能を調べた。

### 3. これまでの研究成果

#### 3-1. ADI歯車の衝撃強さ

一般に鑄物は衝撃に対して弱いという危惧があり、実際、鑄物であるADIのUノッチの形状を持つシャルピー衝撃試験片での衝撃値は同程度の硬さの合金鋼に比べて格段に低い。しかしながら、実物歯車でのADIの衝撃強さは同程度の硬さの合金鋼とほぼ同程度であり、ADIを歯車材として適用することは十分可能である。

#### 3-2. ADI歯車の負荷能力

ADI歯車の歯面強さおよび曲げ強さを含めた負荷能力は、高精度・経済的に加工できるサーメットホブ切りで歯面を仕上げた場合、中硬度鋼歯車に比べて十分大きく、浸炭歯車と組合せることで高硬度鋼歯車に匹敵する負荷能力を持つ。

また、ショットピーニングを施した場合、ショット径φ0.3mmの通常ショットピーニングでは歯面粗さが大きくなり負荷能力は低下するが、ショット径φ0.05mm程度の微粒子ショットピーニングでは歯面粗さの増大を抑制でき、さらに歯面近傍における硬さの増加および圧縮残留応力の付加により、ショットピーニングを施さない場合に比べて負荷能力は増加する。

ADIを歯車材として用いるには、サーメット仕上げホブ切り後に微粒子ショットピーニングを施すことが有効である。

#### 3-3. 微量油膜潤滑 (MQL) 条件下における性能

無潤滑状態でのADIの損傷発生荷重はSCM435より低く、ADIの組織に含まれる黒鉛の固体潤滑剤としての作用は無給油の条件ではほとんど期待できない。しかしながら、油量0.05ml/minというわずかな量でも接触部を時間的・空間的にむらなく均一な潤滑状態にすることでADIの損傷発生荷重は無給油の条件に比べて格段に向上する。この場合、MQL条件下でのADIの表面損傷強さは通常の潤滑条件でのSCM435の表面損傷強さと同程度である。すなわち、現在通常の潤滑状態で使用されている中硬度鋼歯車に代えて、ADI歯車をMQL条件下で使用することで、潤滑油の使用量を減少させることが可能である。

以上より、ADIを動力伝達用歯車材として適用することは十分可能であることが分かった。

### 4. 参考文献

- オーステンパ処理球状黒鉛鑄鉄 (ADI) 歯車の負荷能力に関する研究 (ADIと鋼を組合せた場合の歯面強さおよび歯の衝撃強さ), 日本機械学会論文集C編, 65-633, (1999-5), 2022-2027.
- オーステンパ処理球状黒鉛鑄鉄 (ADI) 歯車の負荷能力に関する研究 (微粒子ショットピーニングを施したADI歯車の歯面強さ), 日本機械学会論文集C編, 68-670, (2002-6), 1855-1860.
- オーステンパ処理球状黒鉛鑄鉄 (ADI) 歯車の表面損傷強さに関する基礎研究, 日本機械学会論文集C編, 70-695, (2004-7), 2149-2154.

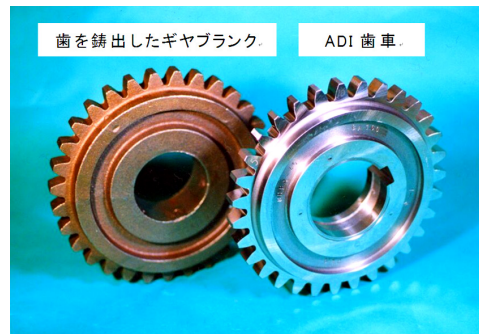


図1. ニアネットシェイプ

## 提供可能な設備・機器：

名称・型番（メーカー）

名称・型番（メーカー）	