

NSK-WARNER Technical Review

No.4 (1997)

目次

論文・解説

- ペーパー摩擦材の摩擦特性に及ぼすATF添加剤の影響 2
- ワンウェイクラッチの噛み合いとドラグ(第2報) 12

製品紹介

- 一般産業機械用ワンウェイクラッチ(GXシリーズ) 18
- 高性能摩擦材NW-561シリーズ 20

トピックス

- BWA滞在記 22
- ボ-グ-ワ-ナー-オ-トモ-ティブ社エア- /フルード-システムズ訪問記 23

ニュース

- NSK-Warner U.S.A.,Inc.の設立 24

Contents

Technical Paper

- Influence of ATF Additives for Friction Characteristics of Paper-based Friction Materials 2
- Engagement of One-Way Clutch and Drag 12

New Products

- One-Way Clutch for Industrial Machinery(GX Series) 18
- High Performance and High Durability Friction Material,NW-561 Series 20

Topics

- Memory of My Life with Borg Warner Automotive 22
- Visit Report of Borg Warner Automotive Air/Fluid Systems 23

News

- Foundation of NSK-Warner U.S.A., Inc. 24

ペーパー摩擦材の摩擦特性に及ぼすATF添加剤の影響

Influence of ATF Additives for Friction Characteristics of Paper-based Friction Materials

基礎研究室

鳥谷 律雄

R.Toya

日本精工(株) 基盤技術研究所

伊藤 裕之

H.Ito

To make clear the influence of ATF additives on friction characteristics of Paper-based friction materials for wet clutches, we investigated the static adsorption characteristics of ATF additives to Paper-based friction materials and the continuous slipping characteristics. From these results, the adsorption reaction between component materials and ATF additives and the interaction among additives were made clear. The adsorption reaction of ATF additives showed the different behavior compared with a single additive because of the interaction of ATF additives. The friction characteristics was influenced by the reaction products caused by adsorption between friction materials, Separator Plate and ATF additives. The friction coefficients of Dispersing agent (Boron type), Phosphate ester and Zn-DTP became lower as the reaction products on friction surface increase. But, the friction coefficient of Mg-Sulfonate and ATF were stable, because the wear of these friction surface were large, therefore it was hard to be influenced by reaction products.

1. はじめに

近年の自動車のエンジン高出力化・快適化や自動変速機の小型化等に伴い、ペーパー摩擦材には高摩擦係数・高耐熱耐久性・良好な摩擦特性などの性能が求められ、より高性能なペーパー摩擦材の要求が増加している。一方、自動変速機油(以下ATF)についてもこれらのニーズに応えるべく改良を繰り返し、絶えず変化しているのが実状であり、ペーパー摩擦材の開発にはATFとの整合性を考慮することが重要である。

一般的に、SAE No 2試験機や連続滑り試験機を用いてペーパー摩擦材の摩擦特性を評価すると、ペーパー摩擦材はATFとの組合せによりその摩擦特性が異なる。これは、ATF中の各添加剤が、ペーパー摩擦材のしゅう動面に化学的あるいは物理的吸着等により何らかの作用を及ぼすためと推察される。

これを裏付けるように、Hopkinsらはペーパー摩擦材の摩擦係数に及ぼす添加剤の効果について評価し、摩擦係数は添加剤の種類により異なること、また、摩擦係数に対して、相互作用があることを指摘した¹⁾。

一方、岡田らは摩擦係数が摩擦材の組合せ、添加

剤の種類及び潤滑条件により影響されることを示した²⁾。さらに、これらに関連する報告は多数なされているが³⁻⁸⁾、ペーパー摩擦材の摩擦特性をしゅう動面の添加剤の吸着反応と関連付けて解析した例はほとんどない。

そこで、本報ではペーパー摩擦材の摩擦特性に及ぼす添加剤の影響を把握するために、ペーパー摩擦材と添加剤との静的吸着試験及び連続滑り試験を行い、ペーパー摩擦材と添加剤との吸着反応、そして摩擦特性との関係を調べた。

2. 実験方法

2.1 供試油

本報における静的吸着試験及び連続滑り試験には、ATFに用いられる代表的な4種類の添加剤を選定した。これらの種類と添加目的を表1に示す。供試油については、これらの添加剤を基油(40 :32mm²/sec、100 :5.5mm²/sec)に対して単一に0.5wt%添加した4種類の添加剤単一油とこれらの添加剤が実際に添加されている市販のATF(Dexronタイプ)の計5種類とした。

表1 添加剤と添加目的
Table.1 Additives and their purposes

使用した添加剤	添加目的
ボロン系分散剤	清浄分散剤
マグネシウムスルフォネート	清浄分散剤、さび止め剤
リン酸エステル	FM剤、極圧剤、酸化防止剤
Zn DTP	酸化防止剤、耐摩耗剤

2.2 静的吸着試験

静的吸着試験では、吸着媒としてペーパー摩擦材の母材となる生ペーパーを用いた。生ペーパーは、ペーパー摩擦材用として一般的に使用されている珪藻土、セルロース繊維、有機合成繊維などから構成された湿式抄造ペーパーである。

この生ペーパー吸着媒0.5gと供試油7.0gをサンプル瓶に入れ、吸着媒の濡れを均一にした後、所定の雰囲気温度と時間で保持することにより、供試油中の添加剤の吸着反応を促した。

試験後の添加剤の吸着反応量は、吸着試験前後の供試油中の添加剤濃度差を測定することにより算出した。なお、添加剤濃度の測定については、誘導結合型プラズマ発光分光分析器(以下ICP)を使用し、表2に示す主要元素を定量して求めた。

表2 供試油と添加剤の分析元素
Table.2 Test oil and analyzed elements in additives

供試油	分析元素
ベースオイル(基油)	—
基油 + ボロン系分散剤	B
基油 + マグネシウムスルフォネート	Mg
基油 + リン酸エステル	P
基油 + Zn DTP	Zn
ATF	B, Mg, Zn

2.3 連続滑り試験

本報の連続滑り試験に使用したペーパー摩擦材は、静的吸着試験の際、吸着媒として用いた生ペーパーにレジンを含浸・硬化させ、これをコアプレートに片面接着

して試験片とした。一方、相手試験片となるセパレータプレート(以下SP)には、厚さ1mmのS35C鋼板にバレル加工を施した通常仕様品を用いた。

連続滑り特性は、図1に示す連続滑り試験機により測定した。ペーパー摩擦材は、回転する上部主軸に、また、相手SPは、固定されている下部主軸側にあるジンバルのカップ内に装着した。装着後、上部主軸から荷重を与え、発生する摩擦トルクをアームを介してロードセルにより検出し、また、荷重については、下部主軸の下にロードセルを置き直接検出した。供試油はオイルタンク(油量15ℓ)よりカップ内へ0.5ℓ/minの油量で摩擦面に供給され、オーバーフローするとバイパスを通りオイルタンクに戻る循環給油とした。この際カップ内油温が 100 ± 2 となるようオイルタンクにて温度調節を行った。また、SPのしゅう動面の中央部には熱電対を埋め込み、各供試油におけるしゅう動面温度を同時に測定した。連続滑り試験の条件を表3に示す。

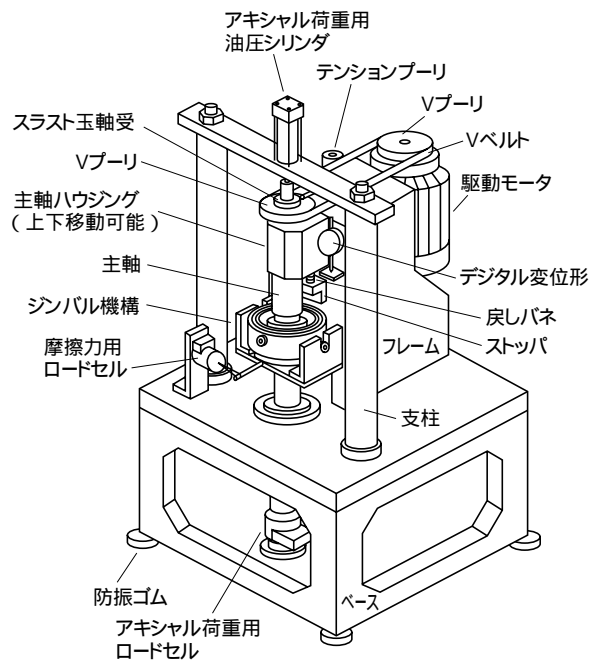


図1 連続滑り試験機
Fig.1 Continuous sliding tester

表3 連続滑り試験条件
Table.3 Test condition of continuous slipping test

摩擦材寸法	外径70mm、内径56mm、厚さ0.5mm
滑り速度	3.96m/sec
面圧	0.8MPa
供試油	基油 + 各添加剤 0.5wt%
供試油油温	100±2
供試油流量	0.5 l/min
摩擦面数	1面
滑り時間	5、10、15、30、60、120、300min

2.4 連続滑り試験後の添加剤吸着量の分析

連続滑り試験後のペーパー摩擦材への添加剤の吸着反応量は、静的吸着試験同様、各供試油に含まれる主要元素についてICPを用いて定量分析を行った。定量分析に際しては、ペーパー摩擦材をヘキサンで脱脂後、酸により処理して、金属元素を定量した。

また、SPへの添加剤の吸着反応量は、分析試料をヘキサンで脱脂後、X線光電子分光分析器(以下XPS)を用いて各元素について深さ方向の半定量分析を行い相対的に吸着量を求めた。測定条件は、試料電流 $8 \times 10^{-6}A$ 、加速電圧2kVである。

摩擦しゅう動面の表面観察については、走査電子顕微鏡(以下SEM)を用いて行った。

3. 結果と考察

3.1 静的吸着試験

3.1.1 単一成分添加剤の吸着特性

浸漬時間を120分一定としたときの、生ペーパーに対する各添加剤の吸着反応率の温度による変化を図2に示す。また、あわせて雰囲気温度を160一定としたときの、吸着反応率の経時変化を図3に示す。ここで示す吸着反応率は、吸着試験前後の添加剤濃度差を試験前濃度で除した値で定義した。

- ・ ボロン系分散剤は低温域から高い吸着反応率を示し、また、浸漬時間に対しても比較的早期から高い吸着率を示すことから、吸着反応性がかなり高く、短命な添加剤であると推定される。

- ・ マグネシウムスルフォネートは雰囲気温度、浸漬時間によらずほぼ一定の低い吸着反応率を示し、吸着反応しにくい添加剤であると推定される。
- ・ リン酸エステル及びZn-DTPは、雰囲気温度が160以上になると急激に吸着反応率が増加し高い吸着性を示す。また、試験後の状態を観察すると分解生成物と思われる沈殿物が確認されることから、これらの添加剤は、ある一定温度以上になると熱分解しやすい添加剤であると推定

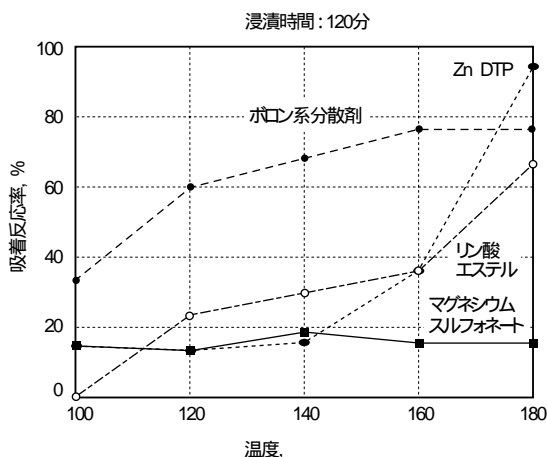


図2 生ペーパーに対する単一成分添加剤の吸着反応率の雰囲気温度による変化
Fig.2 Deviation of adsorption and reaction rates of single ingredient additive caused by oil temperature in raw paper

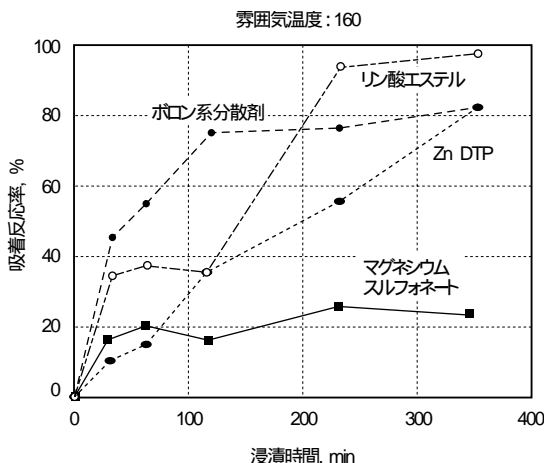


図3 生ペーパーに対する単一成分添加剤の吸着反応率の経時変化
Fig.3 On time deviation of adsorption and reaction rates of single ingredient additive in raw paper

される。一方、浸漬時間に対しては吸着率が比例的に高くなる傾向を示した。

このように、各添加剤の静的な吸着反応性は、雰囲気温度や浸漬時間によって固有の特徴を示すことが分かった。

3.1.2 ATFの吸着特性

次に、これらの添加剤が混在しているATFについて静的吸着試験を行った。雰囲気温度とATFに含まれる各添加剤の吸着反応率の関係を図4に示す。浸漬時間は120分で一定とした。ATFの場合、本試験で用いた4種類の添加剤以外にも十数種類の添加剤が配合されており、またそれらの添加量も全く未知であるため、検出元素から添加剤が判別できるもののみ、その濃度から吸着反応量を逆算し、判別できないリン等はそのまま吸着反応特性を相対的に判定した。

- ・ ボロン系分散剤の吸着反応率は、低温から高く推移して温度の上昇とともに増加し、添加剤単一油と同様の吸着反応性を示した。
- ・ マグネシウムスルフォネートについては、温度に依存せず低い吸着反応率を維持し、添加剤単一油と同様の吸着反応性を示した。
- ・ 一方、全リン量(リンはZn-DTP、リン酸エステルの両方に含まれるため添加剤を特定できない)は、140 以上で吸着反応率の増加がみられるものの、添加剤単一油の場合とは異なり全体的に低い吸着反応率を示した。

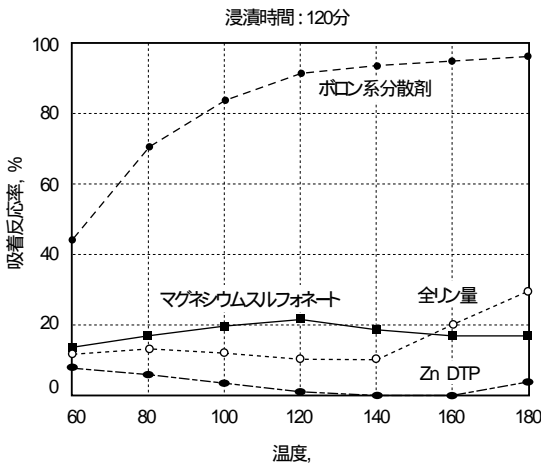


図4 生ペーパーに対するATFに含まれる各添加剤の吸着反応率の雰囲気温度による変化

Fig.4 Deviation of adsorption and reaction rates of each additive contained in ATF due to oil temperature in raw paper

るものの、添加剤単一油の場合とは異なり全体的に低い吸着反応率を示した。

- ・ Zn-DTPについても、添加剤単一油の場合にみられた160 以上での急激な吸着反応率の増加は認められず、終始低い吸着反応率を示した。

このように、ATFの場合と添加剤単一油の場合で異なる吸着反応性を示す原因としては、ATFに添加されている添加剤の量の違い、もしくは、ATF中の各添加剤による競争吸着、清浄分散剤との相互作用等⁹⁾が考えられる。

3.2 連続滑り試験と吸着特性

基油、添加剤単一油およびATFを用いて連続滑り試験を行い、同時に、滑り時間に対する添加剤の吸着反応量を調査した。

3.2.1 連続滑り特性

各供試油における連続滑り試験の結果を図5に示す。また、その時の摩耗量を図6に示す。しゅう動面温度は供試油による差は認められず、200 前後で推移した。

- ・ 基油は、初期最も低い摩擦係数を示すが、滑り時間とともに急激に摩擦係数は増加し、滑り時間に対する摩擦係数の経時変化が大きい傾向がみられた。これは、添加剤が含まれていない基油の場合、しゅう動が繰り返されることにより、断続的にせん断力が働き粘度が著しく変化することや、また酸化安定性にも乏しく、しゅう動面への化学的な攻撃性が徐々に増してくることなどに起因していると考えられる。また、摩耗量については、滑り時間が経過してもあまり増加することはなかった。
- ・ ボロン系分散剤を単一添加した供試油では、初期から高い摩擦係数を示すが、滑り時間60分以降、摩擦係数は急激に低下し、滑り時間が300分に至ると基油と同レベルとなった。これは、ボロン系分散剤が摩擦係数の向上に寄与するが、経時的な安定性に欠ける添加剤であることを示している。一方、摩耗量も同様に、60分まで増加し、それ以降ほぼ一定の値に収束するという基

油と全く同一の傾向であった。これは、静的吸着試験により得られた浸漬時間に対する吸着反応性の結果と共通するところであり、高い吸着反応を示した早期には安定していた摩擦係数が、吸着反応が飽和し始めたところを境に急激に低下傾向に移行したと考えられる。

- ・マグネシウムスルフォネートを単一添加した供試油では、初期から最も高い摩擦係数を示し、滑り時間30分以降も最も高く摩擦係数を維持する傾向を示した。また、摩耗量についても、他の添加剤に比べて最も大きかったことから、マグネシウムスルフォネートは、摩擦係数の向上に寄与する一方、ペーパー摩擦材の摩耗を促進させる添加剤であると言える。さらに、マグネシウムスルフォネートの場合、摩擦係数を経時的に安定させる効果もあり、これは、静的な吸着反応性が最も低く、かつ、しゅう動による摩耗が最も大きいという複合要因に起因すると考えられる。
- ・リン酸エステルを単一添加した供試油では、滑り時間100分以前では基油に比べて高い摩擦係数を示すが、全体的に低いレベルで安定しているために滑り時間100分以降基油よりも低い摩擦係数となった。摩耗量も他の添加剤に比べて少なかった。特に、リン酸エステルは、FM剤(Friction

Modifiers)としての役割があり、他の添加剤に比べて摩擦係数が安定して低く推移し、摩耗量も少なかった。

- ・Zn-DTPを単一添加した供試油では、初期、リン酸エステルと同様の低い摩擦係数を示すが、滑り時間60分まで急激に向上し、滑り時間120分以降わずかに低下する傾向を示した。摩擦係数の経時変化挙動としては、基油よりもさらに大きく不安定であった。摩耗量については、リン酸エステルとほぼ同様の傾向を示し、耐摩耗性に優れていることが確認された。
- ・ATFの摩擦係数は、初期より0.135程度で経時的に安定した値を示した。摩耗量は、マグネシウムスルフォネートほどではないが、比較的大きいことが分かった。複数の添加剤を含むATFの場合、摩擦係数や摩耗量の特徴が、各添加剤単一油の優れた部分を引き出した混成油であることが分かった。

これらのことから、基油と比較すると、滑り時間に対する摩擦係数の変化挙動やレベルは添加剤の種類によって全く異なり、各添加剤のしゅう動特性や摩耗性は各々異なった特徴を有することが確認された。

また、連続滑り特性として、各添加剤の滑り時間に対する摩擦係数の経時変化と摩耗量の推移に相関性

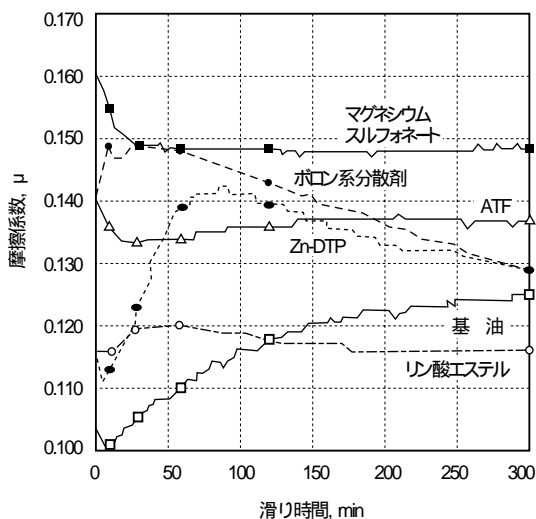


図5 各供試油における滑り摩擦特性
Fig.5 Slipping friction characteristics of each test oil

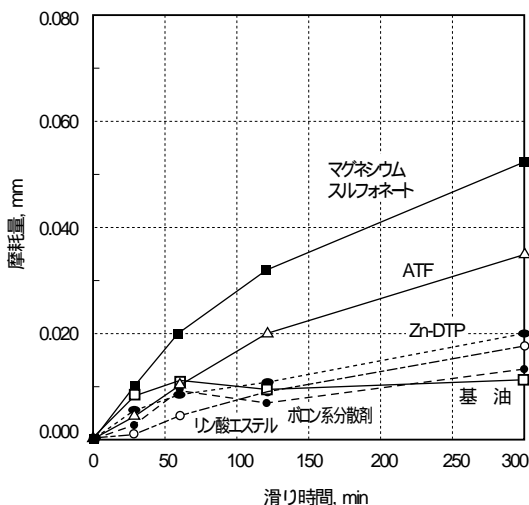


図6 滑り時間とペーパー摩擦材の摩耗量との関係
Fig.6 Correlation between slipping time and wear loss of Paper-based friction materials

が認められ、摩耗が断続的に起きている段階では摩擦係数は増加もしくは安定領域にあるが、ある時間以降摩耗が一定のレベルに収束すると、摩擦係数は、ボロン系分散剤、リン酸エステル、およびZn-DTPのように低下領域になると推測される。

3.2.2 ペーパー摩擦材への吸着特性

連続滑り試験における単一成分添加剤の吸着反応量の経時変化を図7に、また、ATFの場合の各添加剤の吸着反応量の経時変化を図8に示す。吸着反応量はペーパー摩擦材の単位重量当たりの値で示した。また、各供試油における滑り時間300分後のペーパー摩擦材及びSPのしゅう動面のSEM写真を写真1~14に示す。

マグネシウムスルフォネートの場合、滑り時間120分まで急激に吸着し、120分以降飽和した。これは、添加剤がペーパー摩擦材へ吸着する量としゅう動による摩耗から添加剤が欠脱する量とが平衡に達するために見かけ上、飽和したようにみえると考えられる。また、しゅう動面にペーパー摩擦材の組成物以外のものが観察されなかった。

ボロン系分散剤、リン酸エステル及びZn-DTPの場合、滑り時間の経過と比例して吸着反応量は増加した。SEMによるしゅう動面写真では、いずれも反応生成物が確認された。これらの反応生成物は、摩擦材表

面を化学的、物理的に変質させる要因となるために、摩擦メカニズムに大きく関係してくることが考えられる。特にZn-DTPなどは、摩擦材表面を完全に被覆して気孔を塞ぎ、すべりを誘発するなどの実現象が多く見られる。

最後に、ATFの場合、ボロン系分散剤だけが滑り時間の初期から吸着反応量が増加する傾向を示すが、他の添加剤はほとんど吸着反応を示さなかった。この結果は、静的吸着試験の結果と一致しており、添加剤同士の相互作用によるものと推察される。

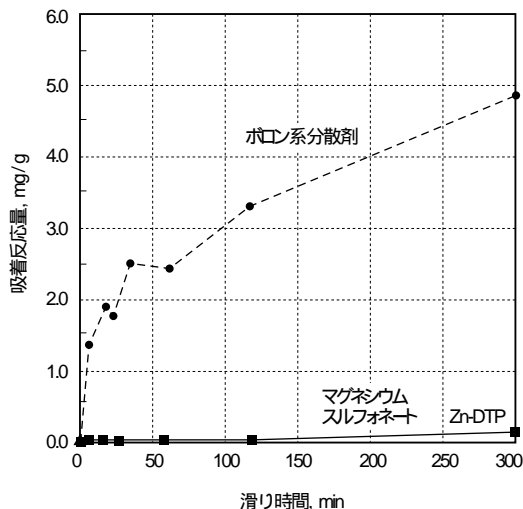


図8 ペーパー摩擦材へのATF内の各添加剤の吸着反応量
Fig.8 Adsorption and reaction volume of each additive in ATF in paper based friction materials

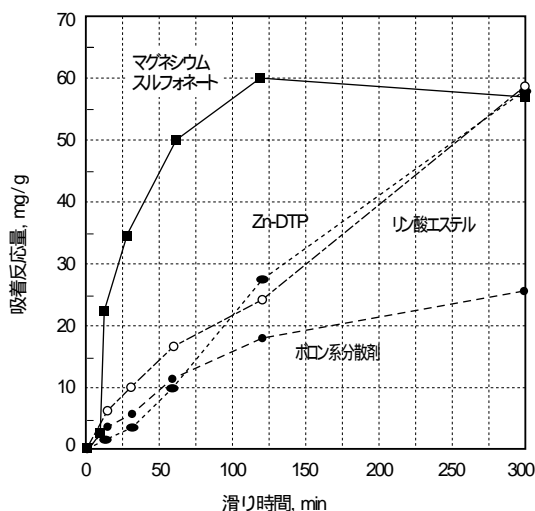


図7 ペーパー摩擦材への単一成分添加剤の吸着反応量
Fig.7 Adsorption and reaction volume of single ingredient additive in paper based friction materials

3.2.3 相手SPへの吸着特性

ペーパー摩擦材と同様に、連続滑り試験を行った相手SPに対する添加剤の吸着反応特性を調査した。結果を図9、図10に示す。縦軸には、各添加剤の分析元素をSPの主要元素である鉄(Fe)との比で表し、これを試料の深さ方向で積分した値で示す。

滑り時間が経過するにつれて、SPに対する各添加剤の吸着反応特性は増加傾向を示した。

しかし、滑り時間初期における吸着反応性は添加剤の種類により異なり、ボロン系分散剤とリン酸エステルが、極初期の滑り時間10分位までかなりの吸着反応を示してその後飽和するのに対して、マグネシウムスルフォネートとZn-DTPの場合、滑り時間120分まで徐々に吸着反応が進行し、それを過ぎてはじめて飽

和する傾向を示した。一方、滑り時間が120分を過ぎると、いずれの添加剤についてもSPに対する吸着反応は飽和する傾向が認められた。

次に、SEMによるしゅう動面写真では、マグネシウムスルフォネートだけしゅう動による摩擦痕がかなり多く見られたが、他の3種類については摩擦痕は確認されず、その代わりにSPを覆うように反応生成物が確認された。特に、Zn-DTPに関しては、目視で観察できる程多量であった。

ATFを用いた場合、ボロン系分散剤のみが、滑り時間初期から吸着反応を示したが、他の添加剤はほとんどSPに対する吸着反応を示さなかった。この結果は、ペーパー摩擦材とATFの吸着反応の結果と一致し、添加剤の相互作用によるものと考えられる。

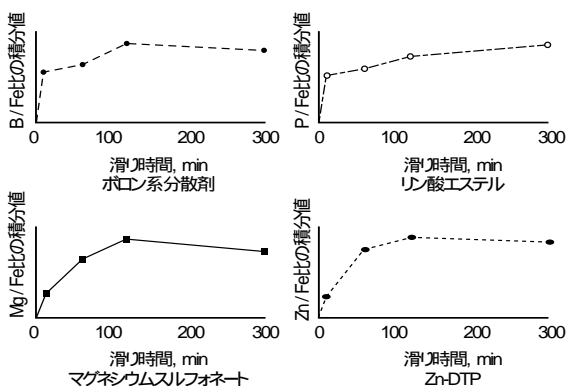


図9 SPへの単一成分添加剤における吸着反応特性
Fig.9 Adsorption and reaction characteristics of single ingredient additive in Separator Plate

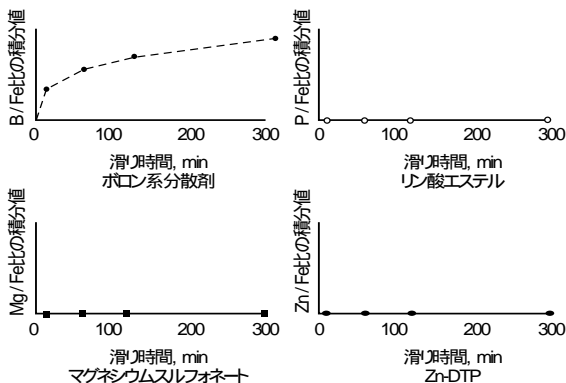


図10 SPへのATFの各添加剤の吸着反応特性
Fig.10 Adsorption and reaction features of each additive of ATF in Separator Plate

3.2.4 連続滑り特性と吸着反応性の考察

本報告に使用した5種類の供試油をその吸着反応性の違いから3種類に大別して、それぞれの連続滑り特性との関係を考察すると以下のことがいえる。

マグネシウムスルフォネート添加油の場合、ペーパー摩擦材に対する吸着反応と相手SPに対する吸着反応の経時的な挙動はほぼ類似した(図7, 図9)。これはペーパー摩擦材と相手SPに対する経時的な吸着挙動が異なる他の供試油とは異なる特徴を有している。

静的吸着試験の結果では、マグネシウムスルフォネートは他の添加剤に比べて吸着反応力が小さかったにも関わらず(図2 図3)、連続滑り試験における滑り時間と吸着反応量の結果では、ペーパー摩擦材に対して最も高い吸着反応性を示した(図7)。一般に、金属スルフォネートは相手SP表面に吸着し、コロイド状¹⁰⁾あるいは単分子の状態で酸化物¹¹⁾を生成すると言われているが、これらの酸化物がしゅう動の繰り返しにより物理的にペーパー摩擦材の気孔に入り込むことで、見かけ上、吸着反応量が増加したと考えられる。これらの現象を模式的に示したのが図11である。一方、相手SPに対しては他の添加剤と同様の吸着反応性を示すが(図9)、しゅう動面には反応生成物などが確認されず他の添加剤とは異なった。これはマグネシウムスルフォネートが他の添加剤に比べて最も熱的に安定していることを示している。

次に、連続滑り試験における摩擦係数はマグネシウムスルフォネートの場合、最も高く安定して推移し(図5)、摩耗量も滑り時間の経過にしたがって増加傾向を示した(図6)。これは、ペーパー摩擦材のしゅう動面に吸着反応性の低い添加剤の酸化物等が介在するために、ペーパー摩擦材の摩耗を促進し、ペーパー摩擦材表面に常に新生面を作り出すことにより高い摩擦係数を維持したと推察される。

ボロン系分散剤、リン酸エステル、Zn-DTPの3種類の特徴は、ある滑り時間で降摩耗が飽和状態に達し(図6)、摩擦係数が継続的に低下傾

向を示すことにある(図5)。一方、吸着挙動において特徴的だったのは、ペーパー摩擦材に対する各添加剤の滑り時間に対する吸着反応量が比例的に増加し(図7)、試験終了時にはペーパー摩擦材および相手SP表面に反応生成物が観察されたことである。

Zn-DTPの場合、EPMAを用いてこの反応生成物の元素定性分析を行った結果、P、S、Znが検出され、Zn-DTPの熱分解による反応生成物(重合物)であることが分かった¹⁰⁾。これらの反応生成物は、図11に示すように、添加剤の吸着反応と摩擦熱により相手SP表面上で生成され、SEM写真が示すとおり、しゅう動によりペーパー摩擦材の繊維や気孔等に被覆される。さらにしゅう動が繰り返されると摩擦材表面は完全に平滑化され滑りを生じ、結果的に摩擦係数が急激に低下する傾向を示したと考えられる。

リン酸エステルの場合も、滑り時間に対する摩擦係数および吸着反応性の傾向や反応生成物の分析結果は概ねZn-DTPの場合と同様であった。しかし、添加剤単一油を使用した場合の相手SP面への吸着反応が、Zn-DTPの場合とは異なり滑り時間10分までにほとんど行われており(図9)、また、静的吸着試験の結果から、リン酸エステルの吸着反応性がZn-DTPに比べて量、速度ともに高いこと(図3)などを加味すると、リン酸エステルは高温で熱分解を起こし易

い添加剤であると言える。

ボロン系分散剤の場合、上記2種類の添加剤とは添加目的は異なるが、反応生成物や吸着反応量の増加にともない摩擦係数の低下が生じていること(図5 図7)などから判断して、Zn-DTPやリン酸エステルとほぼ同様の現象がしゅう動面に生じたと推察する。また、静的吸着試験や連続滑り試験機による添加剤単一油の相手SP面への吸着挙動などの結果から(図2 図9)、ボロン系分散剤はリン酸エステル以上に吸着反応性に富み、かつ熱分解を起こしやすい添加剤であると言える。

実際、自動変速機においても、潤滑不足や構造的な放熱性の悪さから、これらの添加剤が熱分解を起こして反応生成物を形成する場合はみられる。これらの生成物は、物理的あるいは化学的にペーパー摩擦材と相手SPのしゅう動面に影響を及ぼし、ペーパー摩擦材の摩擦係数、耐熱耐久性、そして耐はく離性の低下等を引き起こさせる直接の原因になることも少なくない。

複数の添加剤を含むATFの場合、ペーパー摩擦材と相手SPに対する経時的な吸着反応の挙動は類似した(図8 図10)。その中でボロン系分散剤の吸着反応の挙動は顕著な特性を示した。摩擦係数については、マグネシウムスルフォネートほど高いレベルとは言えないが、マグネシウムスルフォネートと同様の経時的な安定性を有し

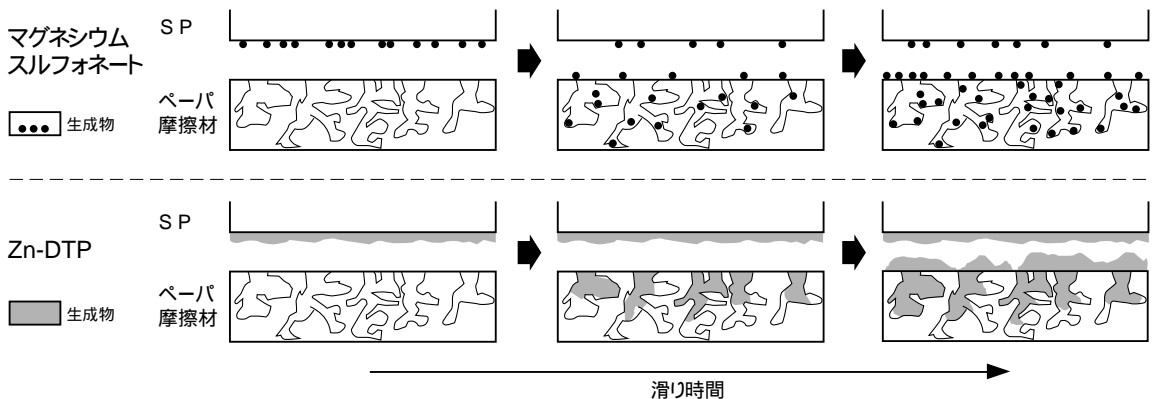


図11 しゅう動面状態の経時変化
Fig.11 On time change of the friction surface in sliding condition

ペーパー摩擦材

100μm



写真1 新品
photo.1 Sample before testing



写真2 基油
photo.2 Base oil



写真3 ボロン系分散剤
photo.3 Boron type dispersing agent



写真4 マグネシウムスルフォネート
photo.4 Magnesium-sulfonate



写真5 リン酸エステル
photo.5 Phosphate



写真6 Zn-DTP
photo.6 Zn-DTP

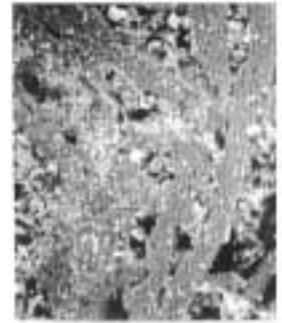


写真7 ATF
photo.7 ATF

S P 材

100μm

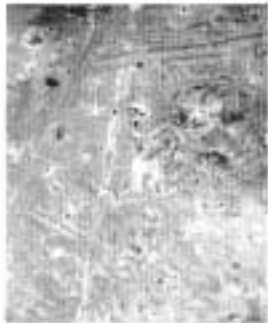


写真8 新品
photo.8 Sample before testing



写真9 基油
photo.9 Base oil



写真10 ボロン系分散剤
photo.10 Boron type dispersing agent



写真11 マグネシウムスルフォネート
photo.11 Magnesium-sulfonate



写真12 リン酸エステル
photo.12 Phosphate



写真13 Zn-DTP
photo.13 Zn-DTP



写真14 ATF
photo.14 ATF

(図5) 摩耗の経時挙動についてもマグネシウムスルフォネートと同様、滑り時間に対して比例的に増加する傾向を示した(図6)。これらのことから、添加剤間の相互作用により吸着反応が抑制され、また、摩耗によりペーパー摩擦材のしゅう動面が常に新生面を維持できるために、ATFは、高い摩擦係数を継続的に維持することが可能となると推定される。

ただし、本実験は限られた時間、温度条件下における調査結果であり、実使用条件では、さらに高温、長時間条件下にATFあるいはペーパー摩擦材がさらされる場合もある。その場合、本来のATFの特性を失い、添加剤単一油の時のような吸着反応特性を示す場合も想定される。

4. ま と め

ペーパー摩擦材に関する静的吸着試験と連続滑り試験を行い、以下の結果を得た。

- (1) ATFの添加剤吸着反応量は、添加剤の相互作用により単一成分の場合とは異なる挙動を示す。
- (2) 連続滑り試験における摩擦係数のレベルやその経時変化は、ペーパー摩擦材及びセパレータプレートとATF添加剤との吸着反応、熱分解による生成物、摩耗により影響を受ける。
- (3) マグネシウムスルフォネートでは、添加剤の影響によりペーパー摩擦材しゅう動面が摩耗し、常に新生面が得られ、摩擦係数が安定する。一方、ペーパー摩擦材の吸着反応量は、気孔に添加剤が入り込むため見かけ上増加した。
- (4) ボロン系分散剤、リン酸エステル、Zn-DTPでは、摩耗しゅう動面に反応生成物が蓄積されるために摩耗が阻害されて摩擦係数が低下する傾向を示す。
- (5) ATFの摩擦係数は、多数混在する添加剤の相互作用により吸着反応量が抑えられ、安定である。

5. あとがき

本報告は、1991年～1993年トライボロジー会議にお

いて発表した「ペーパー摩擦材に対するATF添加剤の吸着特性」¹²⁻¹⁴⁾の内容とさらに継続した研究成果を集大成したものである。

年々多様化しつつあるATFは、ペーパー摩擦材の特性に最も大きな影響を与える因子の一つであると言っても過言ではない。今後、高性能なペーパー摩擦材を開発する上で、共用されるATFの特徴を十分把握し、ペーパー摩擦材との相性を考慮した研究・開発が必要であり、この報告がその一助になれば幸いである。

文 献

- 1) A.G.Hopkins & J.N.Anderson:SAE Paper No.831312,(1983)
- 2) 岡田美津雄・渡辺康幸・木村好次:日本潤滑学会トライボロジー会議予稿集(1991-5) 285.
- 3) E.J.Fruhauf:SAE Paper No.740051,(1974)
- 4) E.J.Fruhauf:SAE Paper No.790017,(1979)
- 5) 宮崎衛・星野道男:潤滑,32,7,(1985) 489.
- 6) K.Yoshizawa,T.Akashi & T.Yoshioka:SAE Paper No.900810,(1990)
- 7) T.Nakata,T.Nomura,T.Yoshioka & M.Noyama:SAE Paper 902150,(1990)
- 8) J.Rodgers:SAE 194A,(1960)
- 9) K.Inoue & H.Watanabe:J.Japan Patrol. Inst,24,2,(1981) 101.
- 10) 桜井俊男:石油製品添加剤 辛書房(1986) 231
- 11) S.Shirahama,M.Ohtsuka & Y.Ikemoto:Proc. JpnInternational Tribology Conference,Nagoya,(1990) 1177.
- 12) 鳥谷律雄・伊藤裕之:日本潤滑学会トライボロジー会議予稿集(1991-10),517
- 13) 鳥谷律雄・伊藤裕之:日本潤滑学会トライボロジー会議予稿集(1992-10),273
- 14) 鳥谷律雄・伊藤裕之・三好達朗:日本潤滑学会トライボロジー会議予稿集(1993-5),211

ワンウェイクラッチの噛み合いとドラグ(第2報)

Engagement of One-Way Clutch and Drag

技術部/メカニカルシステムグループ

内田 三喜夫
M.Uchida

One-way clutches (OWC) are widely used in automotive automatic transmissions (AT). Further improvement of AT performance and reduction of rotating loss of AT parts have come to a strict target for improvement. OWC is also one of the requested for improvement, viz, the free wheel drag (drag) must be reduced.

The previous Technical Review No.3 explained the correlation of ribbon spring torque and drag, and the drag necessary for OWC engagement. For better effect of drag reduction, it is a first requisite to analyze the drag in rotating range of OWC in AT. In this report, we introduce on particular developments related to effective drag reduction technology within working rotating range of OWC.

1. まえがき

自動車用自動変速機(以下AT)には、ワンウェイクラッチ(以下OWC)が広く使用されている。車両の燃費向上を計る上でのATの効率向上、そしてAT部品の回転損失を小さくする要求は、一段と厳しさを増す傾向にある。OWCもその1つに挙げられ、空転ドラグ(以下ドラグ)を低減することが望まれている。

前報のTechnical Review No.3では、リボンスプリング力とドラグの関係、さらにOWCの噛み合いに必要なドラグについて紹介した。ドラグ低減の効果を上げるためには、AT内で使用されるOWCの回転領域でのドラグの分析を行うことが重要である。本報では、OWCの使用回転領域で有効となるドラグの低減技術に関して、開発例をあげてその概要を紹介する。

2. OWCのドラグ分析と要因

OWCが空転するときには、OWCの内周側と内輪軌道面との間ですべりが生じ、このときの抵抗がドラ

グとして現れる(図1)。このドラグは、OWCの使われ方や外内輪の回転仕様およびOWCの構成仕様によって、その特性がかなり異なる。図2、図3、図4にOWC仕様(エンドベアリング有・無、スプラグのタイプ)および外内輪回転・固定におけるドラグ特性の測定例を示す。この測定結果から次のことがいえる。

エンドベアリング(以下EB)付きの仕様では、外内輪の回転数上昇に伴ってドラグが増加する(図2、図3、図4)。

EBのないOWCの仕様で外輪回転に使用される場合、スプラグのタイプ(ディスエンゲージタイプおよびエンゲージタイプ)によって、ドラグ特性が異なる。すなわち、ディスエンゲージタイプ(以下DEタイプ)では、回転数の上昇に伴いドラグが減少し(図3)、エンゲージタイプ(以下Eタイプ)では、ドラグが増加する(図4)。また、外輪固定で使用される場合には、内輪の回転数が上昇してもドラグは一定である(図2)。(スプラグタイプに影響されない。)

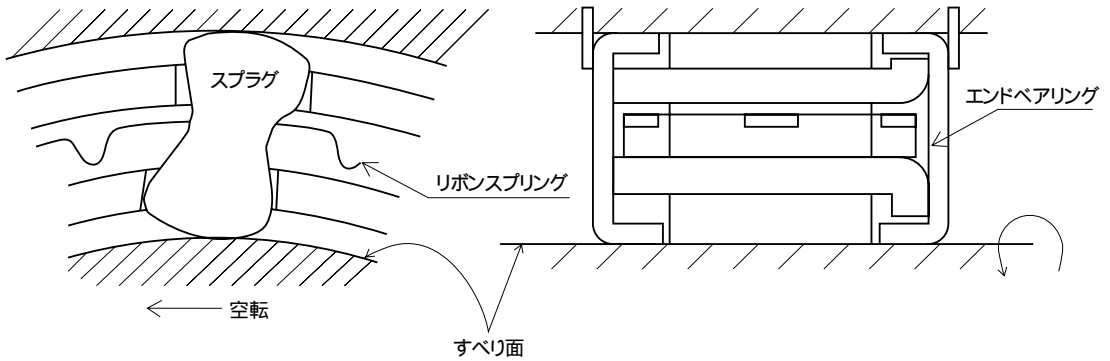


図1 OWCの空転
Fig.1 Free wheeling of OWC

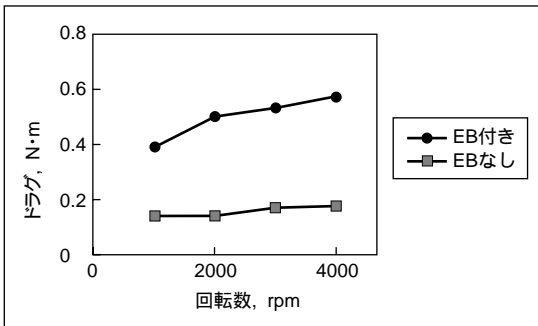


図2 外輪固定 / 内輪回転仕様
Fig.2 Outer ring fixed / Inner ring rotating

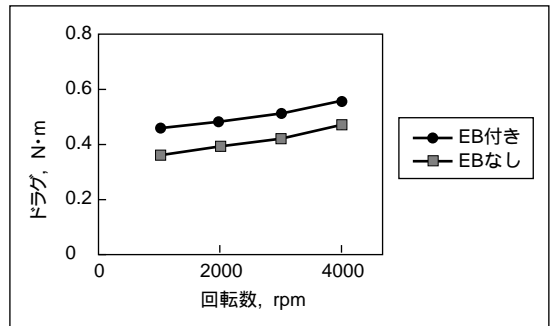


図4 外輪回転 / 内輪固定又は内輪回転仕様
スプラグ:エンゲージタイプ
Fig.4 Outer ring rotating / inner ring fixed or inner ring rotating
Sprag : Engage type

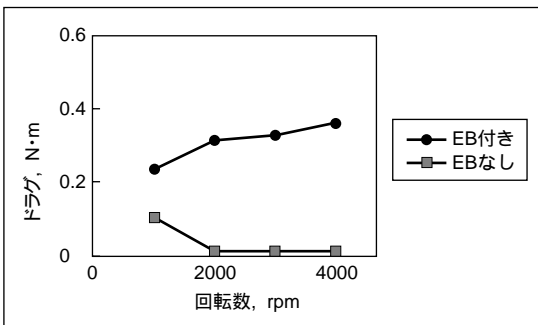


図3 外輪回転 / 内輪固定又は内輪回転仕様
スプラグ:ディスエンゲージタイプ
Fig.3 Outer ring rotating / Inner ring fixed or inner ring rotating
Sprag : Disengage type

3. ドラグ低減と製品適用例

ドラグの要因は、細部に渡れば種々あるが、OWC単独で改善を行える主な因子は以下のとおりであり、これらを下げることによって、ドラグを低減することができる。

(1) スプラグと内輪軌道面の摩擦力

リボンスプリング力(噛み合いに必要なドラグ)

外輪回転時のスプラグに働く遠心力

(2) EB内周面と内輪軌道面の潤滑油の粘性抵抗

3-1. リボンスプリング力

リボンスプリング力については、Technical Review No.3に詳しく解説している。リボンスプリング力は、スプラグを外内輪に接するように働き、OWC

の噛み合いに必要である。ドラグを低減するには、OWCの噛み合いに必要な力の確保を前提として、リボンスプリング力をできるだけ小さくすることである。従来品とリボンスプリング力低減品の比較を図5に示す。

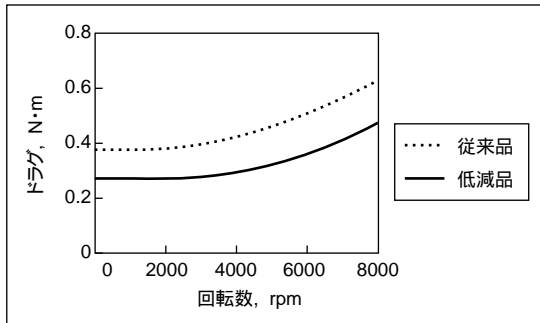


図5 リボンスプリング力によるドラグ低減
Fig.5 Drag reduction by torque of ribbon spring

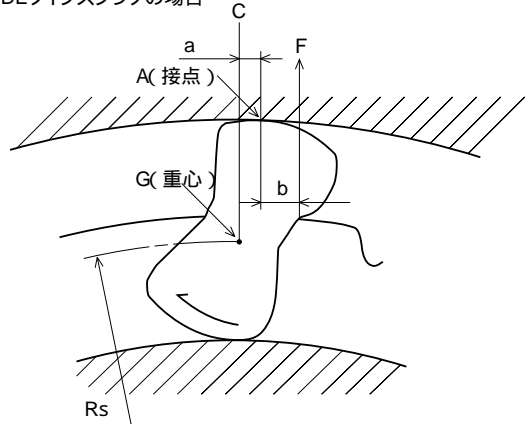
3-2. スプラグに働く遠心力

DEタイプスプラグの場合、図6において、外輪回転時スプラグの重心Gが外輪の接点Aにおける法線よりも左側にあると、スプラグに働く遠心力によって、リボンスプリング力に抗して、A点を中心に時計方向への回転力が作用する。回転の低いときは、 $C \cdot a < F \cdot b$ であるが、回転数の上昇に伴って、 $C \cdot a$ が大きくなり所定の回転域に達すると、 $C \cdot a > F \cdot b$ になる(これがスプラグのディスエンゲージ状態である)。この回転数上昇の過程でスプラグと内輪軌道面に働く摩擦力が小さくなってドラグが減少することになる。逆に、Eタイプスプラグの場合には、重心位置が外輪の接点Aに対し、右側にあることで、回転数上昇に伴い $C \cdot a$ は、反時計方向への回転力となって、スプラグと内輪軌道面に作用する摩擦力を大きくさせ、ドラグの増加となる。

目的とするドラグ低減の効果を得るには、遠心力の要因またはリボンスプリング力を改善することになるが、現実的にはAT部品レイアウト上、OWCの周辺をあまり変更することができずスプラグを変更することになる。ここに従来OWCのスプラグEタイプ仕様をノーマルタイプ(以下Nタイプ)に変更し、製品化したOWCを紹介する。図7にNタイプスプラグの概要とドラグ特性を示す。このスプラグは、重心位置を外輪に接するスプラグのカム面半径中心の位置と一致させ

ている。この重心位置設定により、エンゲージ特性を損なわずにドラグを低減している。結果として、高回転域での空転摩擦を軽減することになり、OWCへの潤滑供給油量が従来より少なくても十分な空転の耐久性を有するものとなっている。

DEタイプスプラグの場合



Eタイプスプラグの場合

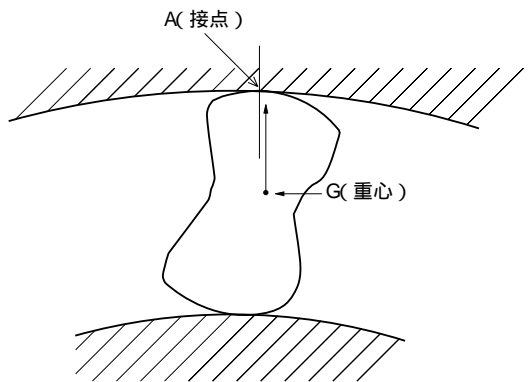


図6 スプラグに働く遠心力効果
Fig.6 Centrifugal effects working on sprag

C : スプラグに働く遠心力

$$C : \frac{S}{g} \cdot \omega \cdot R_s \cdot \omega^2$$

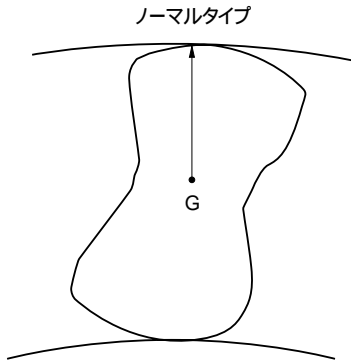
ここに

S : スプラグ重量

g : 重力の加速度

R_s : スプラグ重心位置の半径

ω : スプラグの角速度



C : 半径すきま (m)
 N : 回転数 (r / min)
 U : 周速度 (m / s)
 $U = DN / 60$

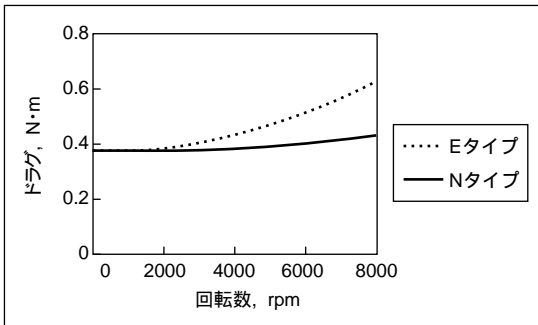


図7 ノーマルスプラグとドラグ特性
 Fig.7 Normal sprag and drag features

EBドラグを下げるには、(1) 式の構成から以下の方法が考えられる。

- ・ 内輪軌道径を小さくする。
- ・ EB幅を小さくする。
- ・ 回転数を下げる。
- ・ EBクリアランスを大きくする。
- ・ 潤滑油量を減らす。
- ・ 潤滑油温を上げる。

上記の方法の中で種々制約の条件の下、に關係する因子を改善することで、かなりのドラグ低減効果を上げられることがわかった。以下にその開発例を紹介する。

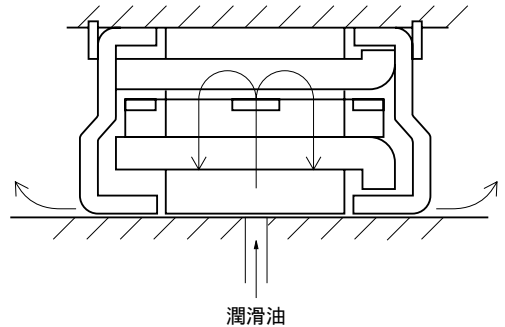


図8 OWCの潤滑
 Fig.8 Lubrication of OWC

3-3. EBの摺動抵抗

3.3.1 EBドラグ

OWCには、すべり面となるOWC内径面と内輪軌道面に潤滑が必要であって、通常は、OWC幅中央位置に内輪側から潤滑油を供給する設定をし、OWC内を潤滑し、EBの内周部から排出される(図8)。そして、EBと内輪軌道面のすべり面から潤滑油が抜けていくときの潤滑油のせん断抵抗がドラグを発生する。このときに考えられる基本式は、(1) 式である。

$$M = \cdot DL \cdot D / 2 \cdots (1)$$

M : EBドラグ (N・m)
 : せん断応力 (Pa)
 $= \cdot U / C$
 L : EB有効幅 (m)
 D : 内輪軌道径 (m)
 : 粘度 (Pa・s)

3.3.2 EBドラグ低減の開発例

EBの内周面にスパイラル状の溝を設け、OWC内の潤滑油を排出時に、内輪の回転とスパイラル溝のねじポンプ作用を利用し、ドラグ低減を計ったものである。図9にその構造を示す。この開発例は、空転時に外輪固定 / 内輪回転の仕様で、使用頻度の高い回転域 1500rpm時のドラグ低減を狙ったものである。図10に従来仕様のドラグ分析を示す。

この結果では、EBドラグがかなりの割合を占めている。EBにスパイラル溝を追加することで図11のとおりOWC全体で40%もの効果を生み出している。図

12は従来仕様のOWCで、潤滑油量とドラグの関係を示したものである。スパイラル溝仕様の40%と同等の低減効果を出そうとすると、従来仕様のEBでは、5cc/minの油量供給となる。この油量比較を見ることでも、開発例のスパイラル溝仕様EBの効果が大いことがわかる。更に、ドラグ低減が計れたとしても空転耐久性をも成立させなければならない。従来品OWCとの比較耐久評価結果を図13に示す。振動10Gが加わった条件下では、従来品と遜色のない摩耗レベルを維持している。20Gレベルになると、内輪軌道面に摩耗が現れてくる。

スパイラル溝仕様そのものは、OWC内の潤滑油を効率よく排出しようとするものであり、スプラグと内輪軌道面部の潤滑不足による摩耗を発生させないバランスのよい設計が必要となる。

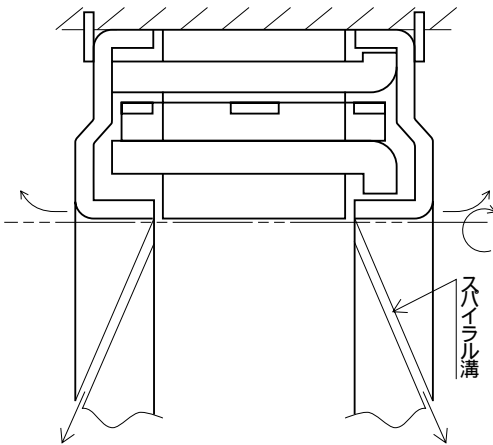


図9 スパイラル溝EB付OWCの構造
Fig.9 Structure of OWC with EB, spiral grooved

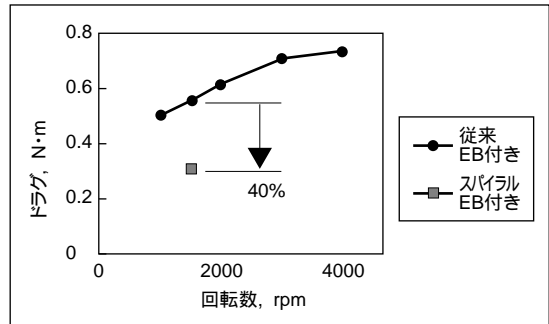


図11 スパイラル溝仕様EB付きOWCのドラグ低減効果
Fig.11 Effect of drag reduction by OWC with spiral grooved EB

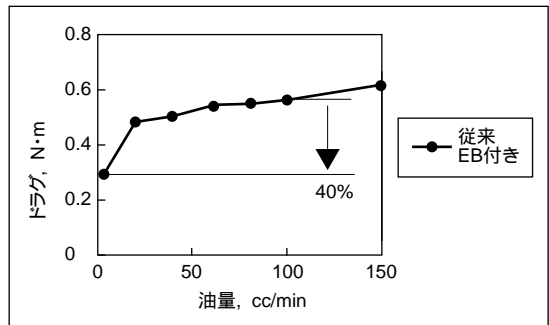


図12 従来仕様OWCの油量変化によるドラグ
Fig.12 Effect of lubricant volume to drag of current OWC

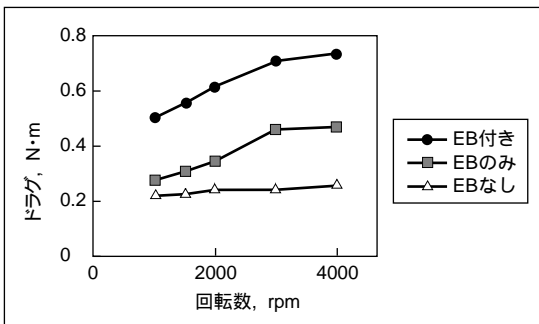


図10 従来仕様のOWCのドラグ分析
Fig.10 Drag analysis of OWC of current pec

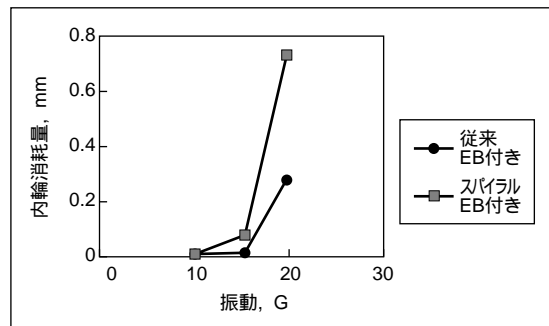


図13 振動空転の耐久結果
Fig.13 Resulted durability after forced vibration and free wheeling tests

4. まとめ

リボンスプリング力の低減、スプラグの遠心力によるモーメントを抑えたNタイプスプラグ、スパイラル溝付きEBは、OWCのドラグ低減を実施する上で有効な方法である。そしてEB付きOWCでは、EBによるドラグはかなりの割合を示す。このEBの内周面にスパイラル溝を設けることによって、使用頻度の高い回転領域で40%ものドラグ低減効果のあるOWCを開発した。組み合わせによっては、50%レベルの効果を出すOWCの提供も可能となる。ATに使用されるOWCには、空転時のドラグがつきまとうものであって、ドラグ低減を計る上では、潤滑とのバランスを考え空転耐久性と両立させることが重要となる。

終わりに、スプラグタイプOWCは総合的な機能と信頼性の面でAT用として広く採用されてきた。当社では、スプラグタイプ以外にローラタイプやカムタイプのOWCを生産している。低ドラグの観点からいえばローラタイプ、カムタイプのOWCはスプラグタイプ以上に良い特性を有する面がある。これらのOWCについても性能向上の改良を加え、AT用として使用可能なレベルの開発をしているので、随時、紹介をしていきたい。そして、近年のニーズである高効率化、小型軽量化、低コスト化が最重要視される中で、使用条件に見合った最適なOWCタイプの選択をし、ユーザーに満足していただけるOWCの提案をしていきたいと考える。

製品紹介

一般産業機械用ワンウェイクラッチ(GXシリーズ)

One-Way Clutch for Industrial Machinery(GX Series)

技術部/メカニカルシステムグループ

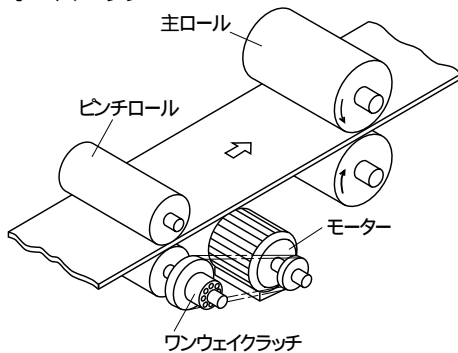
猪狩 康三郎
K.Igari

当社では AT用ワンウェイクラッチ(以下OWC)、二輪車用OWCの他、一般産業機械用OWCを生産している。

この一般産業機械用OWCとしては、これまでオイル潤滑仕様パッケージで対応してきたが、メンテナンスフリーの要求も高く、1996年7月よりこれらニーズに応えるべくグリース潤滑パッケージをシリーズ化した(GXシリーズ)。以下に、一般産業機械用OWCの使用方法も含めその構造、特徴について紹介する。

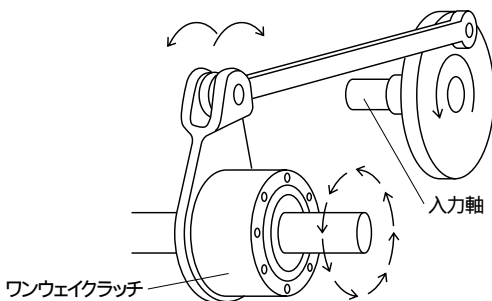
1. 一般産業機械用 OWC の使い方

1) オーバーラン



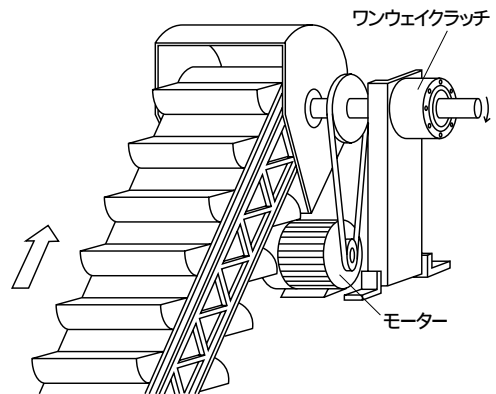
外・内輪の回転数の差により、噛み合ったり空転させたりする。機械装置の変速機構やファンなどの慣性力を逃がす機構に使用する。

2) インデックス



入力軸の連続回転、または往復運動を間欠運動に変換する間欠送り機構に使用する。

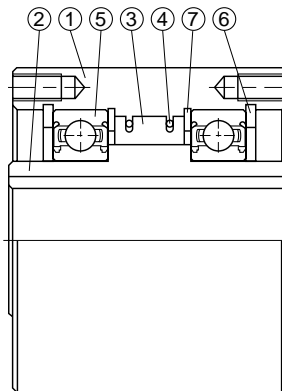
3) バックストップ



逆転防止機構に使用する。外輪を固定して内輪空転で使用。内輪が逆転しようとするクラッチが噛み合い、内輪の逆転を防止できる。

2. GXシリーズの構造・仕様

1) 構造



- ① 外輪
- ② 内輪
- ③ カム
- ④ ガータスプリング
- ⑤ ベアリング
- ⑥ 止め輪
- ⑦ 側板

上記構成部品を基に、取付軸径 15 ~ 70に対応するグリース潤滑パッケージGX15 ~ GX70を設定(計14種類)

2) 仕様

呼び番号	内径 α (H7)	外径 D	内輪幅 B1	定格トルク N・m
GX15	15	68	62	186
GX17	17	75	66	215
GX20	20	80	67	323
GX22	22	100	82	735
GX25	25			
GX30	30			
GX35	35	110	87	1080
GX40	40	125	92	1620
GX45	45	155	102	2110
GX50	50			
GX55	55			
GX60	60	175	105	3040
GX65	65			
GX70	70			

詳細仕様は、NSKカタログ No.4602a参照

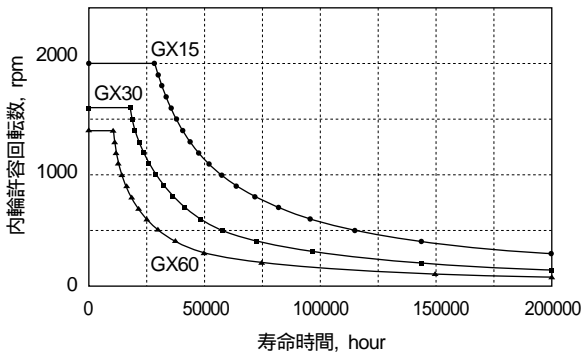
3. 評価試験

各構成部品の仕様検討にあたっては、

- 1) 噛合い耐久試験
- 2) 空転耐久試験
- 3) 低温噛合い性能試験 etc.

様々な評価試験を実施、メンテナンスフリーとして充分、耐久性を有するパッケージ仕様とした。特にグリースの選定に当たっては、ベアリング等で標準的に使用されているグリースの他、NSKとの共同開発の中で試作グリースを評価、機能・耐久性の面で、より優れたグリースを開発した。

GXシリーズ空転寿命曲線(内輪回転)



これらにより、噛合い及び空転時の耐久性能は大幅に向上し、更に使用雰囲気領域が広がり使用環境の拡大につながった(特に、低温での噛合い性能の確保。)

その代表的な例として、OWC空転時の寿命曲線を左記に示す。

4. 特長

前記評価試験の繰り返しにより、各構成部品の仕様を決定、今回設定したGXシリーズは次の様な特長を持っている。

1) メンテナンスフリー

グリースが封入されており、そのまま使用できる。グリースアップ、洗浄、グリース交換等のメンテナンスは必要なし。

2) 広範囲な使用雰囲気領域

高性能グリースを使用しており、雰囲気温度は 20 ~ 80 の範囲まで使用可能である。

3) 高いトルク容量

ワイドサイズでしかも従来品より大きな曲率半径のカムの採用により、高いトルク容量が実現された。また独創的なカム形状を持っているため、転倒することもなく衝撃的な高負荷にも耐えられる。

4) 長寿命

耐摩耗性に優れたグリースを使用しているので各部品の摩耗を減らし寿命を延ばすことができる。

5) 簡単な取扱い

各部品が一体で組立てられているので取扱いが極めて簡単で、そのまま取付けて使用できる。

5. まとめ

メンテナンスフリーのグリース潤滑パッケージ(GXシリーズ)の市場投入により、これまでのオイル潤滑仕様パッケージに加え、より広範囲でかつ使用環境に合ったパッケージタイプOWCの供給が可能となった。更に、GXシリーズは客先の要求納期に対し、即納体制が取れる様、標準パッケージとして、在庫を品揃えしている。

高性能摩擦材NW-561シリーズ

High Performance and High Durability Friction Material, NW-561 Series

技術部 / 材料技術グループ

鈴木 誠
M. Suzuki

1. はじめに

近年、自動車用自動変速機(以下AT)は多様化そして低燃費化を背景とした小型・軽量化の動きが加速している。一方、自動車の快適性に対するユーザーの要求が一層高まり、ATにおいては変速によるショックを感じさせないことが求められている。

この様なATを取り巻く環境において、摩擦材製品には耐熱性や耐久性の向上だけでなく、変速のショックレス化を両立させた高性能化が強く求められている。

当社では、こうしたニーズに応えるべく、摩擦材の研究・開発を進めており、このほど、新しい製造技術を取り入れ、耐熱・耐久性に優れ安定した摩擦特性を有する高性能摩擦材NW-561シリーズを開発し実用化した。

以下に、この新摩擦材NW-561シリーズを紹介する。

2. 開発の狙い

NW-561シリーズは、耐熱・耐久性を従来の耐熱材の2倍以上、また、面圧や温度および係合の繰り返しによる摩擦係数の変化を抑えることを狙いとし、熱伝導性・気孔性・表面の平滑性および弾力性など、摩擦材の構造に重点をおいて開発を行った。

3. 特長

NW-561シリーズは、新しい製造技術の確立により、摩擦面となる表層に熱伝導率の高い材料を充填させた摩擦材であり、次のような特長を有する。

- ・ 熱伝導性の向上により、係合時発生する摩擦熱を迅速に放散させるため、耐熱・耐久性は従来の耐熱材の2倍以上を有する(図1)。

- ・ 気孔径の最適化およびバラツキ抑制により、面圧や温度に対して安定した摩擦係数を示し、また、摩擦係数のバラツキが小さい(図2)。

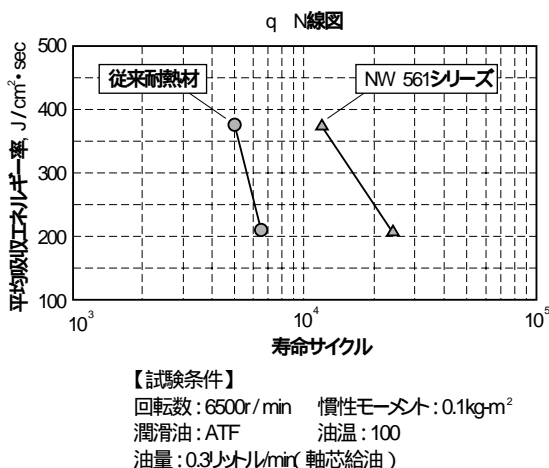
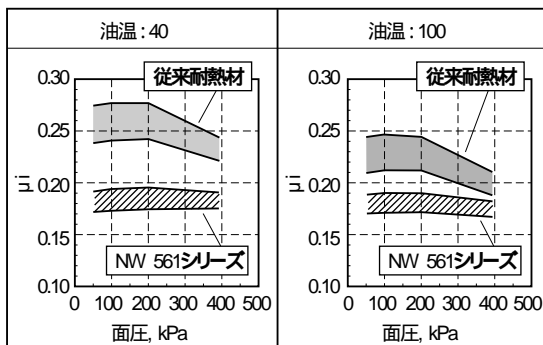


図1 耐熱・耐久性の比較
Fig.1 Comparison of heat resistance and durability



【評価条件】
 回転数: 3600r/min 面圧: 785kPa 潤滑油: ATF
 イナーシャ: 0.343kg·m² 油温: 100 油量: 0.7リットル(油浴)

図2 面圧・油温に対する摩擦係数の比較
Fig.2 Comparison of friction coefficient by lining pressure and oil temperature

- ・ 摩擦材表面の平滑性および弾力性の向上により、初期から高い真実接触面積を有するため、摩擦係数の経時変化が少ない(図3)。

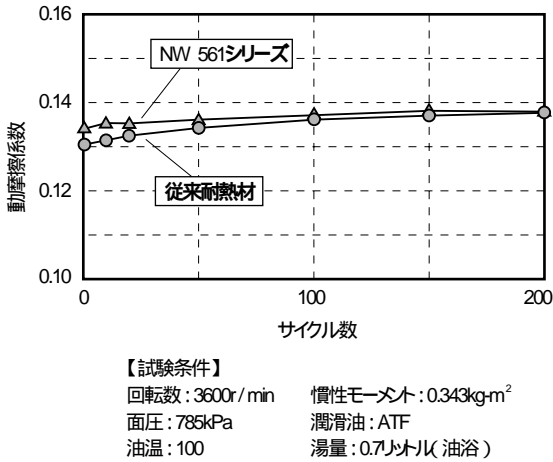


図3 摩擦係数の経時変化の比較
 Fig.3 Comparison of on-time deviation of friction coefficient

4. まとめ

NW-561シリーズは、従来の耐熱材に比べ、耐熱・耐久性が大幅に向上しており、また、面圧・温度および係合の経時による摩擦係数の安定性も兼ね備え得ているため、ATの新たな使用環境および変速ショックレス化に対して十分貢献できるものと確信する。

BWA滞在記

Memory of My Life with Borg Warner Automotive

製造部

松田 俊也
S.Matsuda

私は、エヌエスケ - ・ワ - ナ - (以下NW)とBorg Warner Automotive社(以下BWA)との製造部門の技術交流の一環として、1995年3月から約1年半の間、BWAのAutomatic Transmission Systems(以下ATS)に派遣され、NWと同製品を製造している米国イリノイ州シカゴ郊外にある2工場において、主に摩擦材製品の製造工程の調査及び製造エンジニアの業務に携わってきました。

赴任後、最初の1年間勤務したBellwood工場では、主にフリクションプレート(以下FP)及びワンウェイクラッチ(以下OWC)の生産を行っており、本工場では私はFP Process Engineering Groupに所属し、各工程の設備・加工条件・品質レベル等の調査を行うとともに、FP高速プレス導入や多台持ち省人等のプロジェクトに参画してきました。

ここ米国でもカ - メ - カ - 各社からのコストダウン要請やコンペチタ - との競合が激化しており、それに対応するべくさまざまな改善活動が工場全体で展開されています。品質管理面でも1996年2月のQS9000取得に伴い整備が行われ、ここ1年半で工場もずいぶん変わってきました。

Bellwood工場の長所の1つとしては材料の有効活用化が上げられ、FPのコアプレート(以下CP)については親子抜き化(大きい径のCPの内径スクラップを利用し、小さい径のCPを作る)やFP用フェ - シング(以下FG)の材料歩留まりを向上できるセグメントFG化(従来リング状でブランクしているFGを3分割し、弓状のピ - スでブランクし、それをリング状に組み立てることにより歩留まりが向上出来る)が進められています。

もうひとつの派遣先であるFrankfort工場は、フレックスバンド(以下FB)やマジバンド(以下FDB)等ブレ - キバンドの生産を行っている工場、私はFBの

新規型番立上げグループに所属し、製造工程調査及びシングルステ - ションボンダ - と呼ばれる加熱したマンドレルにバンドを巻き付けてライニングを接着する新設備の開発プロジェクトに参加してきました。

ここFrankfort工場の特長は優れた新製品開発力です。FBはストラップ、アンカ - ブラケット及びアプライブラケットの3点の部品が別々にブランク、フォ - ミングされ、組立工程で加締めされ1つの部品となりますが、このストラップと両ブラケットを1ピ - ス化し、製造コストを削減したユニバンドと呼ばれる製品を既に量産化しています。

またFDBにおいてもストラップとブラケットの組付け工法を従来のスポット溶接 + ロ - 付けから加締めに変更することにより、製造コストを削減できる 2nd Generation FDBを開発中であり、BWAのというよりもアメリカ人の発想の豊かさとその実行力を実感しました。

両工場での勤務を終えて、やはりアメリカ人はパイオニア精神が豊富で新しい事をやるのが大好きな国民であるがゆえ、新工法 新生産技術開発等に対する取り組みが早く、バイタリティ - に満ちているという印象を持ちました。

BWAとNWは同じAT部品を共通のノウハウを持ってアメリカ・ドイツ・韓国・日本で製造しており、それぞれの工場でその特長があります。

これからは、ここで得た貴重な経験を最大限に活用し、お互いの長所を積極的に吸収し、製品及び生産技術レベルのさらなる向上に努めていきたいと考えます。

ボ・グ・ワナー・オ・トモ・ティブ社エア・ノフルード・システムズ訪問記

Visit Report of Borg Warner Automotive Air/Fluid Systems

技術部/製品開発グループ

大六野 智
S.Dairokuno

昨年6月、エヌエスケー・ワナー(以下NW)の親会社であるBorg Warner Automotive社(以下BWA)は、Coltec Industries社の自動車部品部門を買収した。この部門の製品は、吸排気関連・油圧コントロール関連・摩擦材関連の3つに大別され、いずれも車のエンジンまわりやオートマチックトランスミッション(以下AT)に使用される。これらのうち吸排気と油圧コントロールに関する部門は、BWAの旧Control Systemsと統合されAir/Fluid Systems(以下AFS)というディビジョンとなった。

このAFSの製品群は、我々にとって新しい技術分野であるとともに、NW製品のすぐ周辺の技術でもあり、新たな技術開発に結びつく可能性もあり興味深い。そこで、昨年10月、AFSの工場と設計部門を訪問した。

最初に訪れたWater Valley Plantはミシシッピ州北部に位置し、開拓時代を彷彿させる町並みとCatfish(ナマズ)料理が名物である。ここでは、最新鋭の工場で、AT用油圧コントロールバルブ(図1)およびエンジン用のスロットルボディやインテークマニホールド(図2)などを生産している。物作りはとてもしっかりしており、日本的なQC活動や“カイゼン”がしっかり根付いていた。

次に訪問したのは、アメリカの自動車産業の中心地ミシガン州デトロイトにあるWarren Facilityで、ここはAFS全体のセンター的位置づけで設計・開発・研究を一手に行っている。技術レベルは高く、ビッグ3と連携をとりつつ意欲的な開発を行っている。また、実験設備・試作設備は質・量ともに充実しており目を見張った。

最後の訪問地は、マイケル・ジョーダンで有名なイリノイ

州シカゴの160km西方に位置するDixon Plantであった。ここでは排気ガス浄化装置用のEGRバルブ(図3)や燃料系統用の各種バルブを製造している。製品とその製造技術にかなりの自信を持っており、納入不良率0ppmを誇っている。ここでも、超大型のNCや最新鋭の射出成型機を順次導入し生産性を向上させている。製品は北米はもとよりヨーロッパにも多数輸出されている。

いずれの訪問先も活気に満ちており、社員一人ひとりが自分の職務に対して強い自負心を持っていたことが印象に残った。

BWAは今回の買収で、エンジンとATにまたがる総合部品メーカーとして、さらに発展していくものと期待される。

特にATの分野で日本より進んだトレンドが見られ、NWもAFSと交流していくことにより、さらに強い企業へと発展できるものと確信した。

我々の見学を受け入れて下さったAFSの方々に感謝しつつ、シカゴのオヘア空港をあとにした。



図2 インテークマニホールド
Fig.2 Intake manifold



図3 EGRバルブ
Fig.3 EGR valve



図1 ソレノイドプレッシャーレギュレータ
Fig.1 Solenoid pressure regulator

NSK-Warner U.S.A., Inc.の設立

Foundation of NSK-Warner U.S.A., Inc.

NSK-Warner U.S.A., Inc.

眞田 淳
A. Sanada

昨今、自動車産業のグローバル化にはますます拍車がかかり、日系自動車メーカー及び部品メーカーの北米におけるトランスプラントも拡大しています。それに伴ない当社製品の主要用途であるオートマチックトランスミッション(以下AT)の現地生産化の傾向も高まっています。

現地生産においては、部品の調達が必要な鍵の一つであるため、当社では日系自動車メーカー及びATメーカーのAT現地生産をお手伝いさせていただくことを目的に、北米(デトロイト)に100%資本の販売会社を設立致しました。

主な業務は、当社(日本)およびBorg Warner Automotive社(BWA)製品の販売と技術サービスです。

とくに当社製品の現地調達にあたっては、次のように取り組んでまいります。

1)日米両拠点が一体となって、お客様の現調化の仕様をしっかりと把握する。

2)BWAと密接な協力のもとに、要求仕様を満たす機能・品質を確立し、技術承認を受ける。
3)BWAに生産を委託し、当社が責任を持って販売と技術サービスを行う。

なお、デトロイトには日本精工の北米拠点もあり、十分な連携を取りつつお客様のニーズに応えられるよう全力をあげて取り組んでまいります。

会社名：NSK - Warner U.S.A., Inc.

資本金：100万ドル

開設：1997年3月1日

所在地：281 ENTERPRISE CT., SUITE 100
BLOOMFIELD HILLS, MICHIGAN
48302, U.S.A.

Phone 248 - 335 - 3077

Facsimile 248 - 335 - 4538

取締役社長：眞田 淳



NSK - Warner U.S.A

日本精工株式会社

東京支社	TEL.03-3779-7308(代)	FAX.03-3779-7436	東京都品川区大崎1-6-3(日精ビル)	〒141
東京精機支社	TEL.03-3779-7291(代)	FAX.03-3779-7435	東京都品川区大崎1-6-3(日精ビル)	〒141
東日本自動車部	TEL.03-3779-7361(代)	FAX.03-3779-7439	東京都品川区大崎1-6-3(日精ビル)	〒141
西関東支社	TEL.0462-23-9911(代)	FAX.0462-23-9910	神奈川県厚木市中町2-6-10(東武太朋ビル5F)	〒243
関東支社	TEL.0276-46-6410(代)	FAX.0276-46-6444	群馬県太田市浜町29-5	〒373
長野支社	TEL.0266-58-8800(代)	FAX.0266-58-7817	長野県諏訪市中洲5336-2(諏訪貿易流通会館轟ビル4F)	〒392
東北支社	TEL.022-261-3735(代)	FAX.022-261-3768	仙台市青葉区一番町1-2-25(仙台NSビル)	〒980
名古屋支社	TEL.052-571-6321(代)	FAX.052-571-6396	名古屋市中村区名駅南4-4-19(名古屋日精ビル)	〒450
名古屋精機支社	TEL.052-571-6326(代)	FAX.052-571-6396	名古屋市中村区名駅南4-4-19(名古屋日精ビル)	〒450
北陸支社	TEL.0762-42-5261(代)	FAX.0762-42-5264	金沢市八日市1丁目38街区2-1	〒921
中部日本自動車部	TEL.0565-31-1920(代)	FAX.0565-31-3929	愛知県豊田市下市場町5-10	〒471
大阪支社	TEL.06-264-3155(代)	FAX.06-264-3175	大阪府中央区本町3-4-10(本町野村ビル9F)	〒541
大阪精機支社	TEL.06-264-3171(代)	FAX.06-264-3177	大阪府中央区本町3-4-10(本町野村ビル4F)	〒541
中国支社	TEL.082-284-6500(代)	FAX.082-284-6533	広島市南区大州3-7-19	〒732
九州支社	TEL.092-451-5671(代)	FAX.092-474-5060	福岡市博多区博多駅東2-10-35(JT博多ビル8F)	〒812
西日本自動車部	TEL.082-284-6500(代)	FAX.082-284-6533	広島市南区大州3-7-19	〒732
日立営業所	TEL.0294-36-3382~4	FAX.0294-35-8391	茨城県日立市多賀町5-16-1	〒316
新潟営業所	TEL.025-247-0134(代)	FAX.025-247-0140	新潟市万代2-3-16(リバービューSD)	〒950
北海道営業所	TEL.011-231-1496(代)	FAX.011-251-2917	札幌市中央区北一条東9-13	〒060
沼津営業所	TEL.0559-21-1841(代)	FAX.0559-21-1840	静岡県沼津市若葉町12-1	〒410
宇都宮営業所	TEL.028-633-3224(代)	FAX.028-633-3967	宇都宮市大通12-3-1(千代田生命宇都宮ビル)	〒320
郡山営業所	TEL.0249-34-8061(代)	FAX.0249-39-2455	福島県郡山市駅前1-15-6(安田生命郡山ビル)	〒963
浜松営業所	TEL.053-456-1161(代)	FAX.053-453-6150	静岡県浜松市鍛冶町319-28(日本生命ビル)	〒430
京都営業所	TEL.075-341-4775(代)	FAX.075-341-4745	京都市下京区烏丸通五条下ル大阪町391(第10長谷ビル2F)	〒600
姫路営業所	TEL.0792-89-1521(代)	FAX.0792-89-1675	兵庫県姫路市南畝町2-1(安田火災姫路ビル)	〒670
四国営業所	TEL.089-941-2445(代)	FAX.089-941-2538	松山市千舟町4-6-1(フコク生命ビル)	〒790
鹿嶋駐在	TEL.0299-82-6881(代)	FAX.0299-82-6883	茨城県鹿嶋市大字国末2436(新光産業(株)内)	〒314
上田駐在	TEL.0268-26-6811(代)	FAX.0268-26-6813	長野県上田市常磐城4-4-23(YJMビル)	〒386
豊田駐在	TEL.0565-31-1012(代)	FAX.0565-32-8402	愛知県豊田市下市場町5-10	〒471
神戸駐在	TEL.078-794-2090(代)	FAX.078-794-2099	神戸市須磨区弥栄台1-4-1	〒654-01
水島駐在	TEL.086-293-6815(代)	FAX.086-293-6844	岡山県都窪郡早島町矢尾808-2	〒701-03
福山駐在	TEL.0849-41-2975~6	FAX.0849-41-8279	広島県福山市鋼管町地先(NKK内)	〒720
広島駐在	TEL.082-284-6500(代)	FAX.082-284-6533	広島市南区大州3-7-19	〒732
高松駐在	TEL.0878-67-2223(代)	FAX.0878-66-4225	香川県高松市西八セ町289-1	〒761
長崎駐在	TEL.0958-21-4571(代)	FAX.0958-28-1490	長崎市幸町6-7	〒850
大分駐在	TEL.0975-58-8750(代)	FAX.0975-58-3671	大分市三川新町1-1-69(イリエTC(株)内)	〒870-01
欧米部	TEL.03-3779-7120(代)	FAX.03-3779-7433	東京都品川区大崎1-6-3(日精ビル)	〒141
アジア総本部	TEL.03-3779-7121(代)	FAX.03-3779-7433	東京都品川区大崎1-6-3(日精ビル)	〒141

お問い合わせは...カタログ資料のご請求または、技術相談は、もよりの支社・営業所・駐在にお申し付けください。

製造：エヌエスケー・ワーナー株式会社

NSK-WARNER Technical Review

発行 平成9年9月20日
発行人 庄司 雅夫
編集人 NW Technical Review 編集委員会
印刷所 株式会社アピサレ
発行所 エヌエスケー・ワーナー株式会社
静岡県袋井市愛野2345番地
TEL 0538-43-1121

No.4 1997

非売品