

## カバードプランジャー

カバードプランジャーは、使い古されて使用できなくなったプランジャーを、Ni 基盤の自溶性合金を溶射する事によって再生したプランジャーです。

自溶性合金を用いる事によって、新品のプランジャー以上の精度と性能及び耐久性を持ったものに再生されます。

### カバードプランジャーの特長と性能

私共では、プランジャーの性能の劣化は、①腐食摩耗(corrosive wear)、②アブレシブ摩耗(abrasive wear)と③凝着摩耗(adhesive wear)の3種の摩耗にその要因があると想定しております。

カバードプランジャーは上に述べた自溶性合金で再生される事により、この3要素に対応する事ができ、また、その製法から以下のような特長があります。

#### 1. 耐腐食摩耗性に関して (資料1参照)

燃料に含まれる、硫黄分、水分によりプランジャーは腐食摩耗を進行させますが、Ni 基自溶性合金を用いる事により、耐薬品性を非常に高める事ができました。

#### 2. 耐アブレシブ摩耗性に関して (資料2参照)

アブレシブ摩耗とは通常の摩耗で、プランジャーでは一番良く見られるものです。燃料中に介在する硅砂等による摩耗で、プランジャーの縦傷となって現れます。

資料 2 にありますように、Ni 基自溶性合金は、Co 基自溶性合金(ステライト)、マルテンサイト合金、ステンレスに比べ 5 倍から 20 倍の耐摩耗性があります。

#### 3. 耐凝着磨耗性に関して (資料3参照)

凝着摩耗とは、油膜が切れ、金属同士がメタルタッチをして摺動する場合に起こる凝着の事で、これが進展しスティックとなります。

同種金属同士の場合凝着摩耗はより生じ易くなりますが、従来のプランジャー/バーレルはどちらも鋼材が用いられており、凝着摩耗に対する考慮が十分に成されておられません。

カバードプランジャーは、プランジャー表面に Ni 基の自溶性合金を溶射する為、非常に耐凝着磨耗性に優れています。

余談ですが、この原理を上手く活用した例が、クランクシャフトとホワイトメタル及び、ポンプ等の軸と砲金の軸受の関係です。何れも、シャフトに対し硬度はありませんが、軸受として大変優れた性質を持ちます。

特に、ホワイトメタルの場合、クランクシャフトからの過大な荷重にも耐え長期に亘り使用する事ができます。

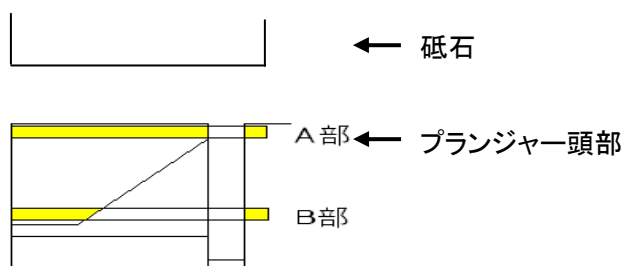
4. カバードプランジャーは、ポンプ効率が高くなる (資料4参照)

カバードプランジャーは通常のプランジャーに対し、真円度が高くなります。

この理由は、カバードプランジャーの製法にあります。

通常のプランジャーは、プランジャーの形状に素材を加工した後、焼入れを行い、最終工程で表面研磨を行います。

この表面研磨の際、回転砥石にプランジャーも回転させながら当てて研磨をしますが、プランジャーの頭部を研磨する際、プランジャーにリード溝がある為、砥石が、下図のA部に当たった時と、B部に当たった時では、同じ応力でプランジャーを砥石に当てても、プランジャーの受圧面積がB部の方が狭いことにより、研磨時の単位面積当りの圧力がB部の方が高くなります。この為、B部の方がA部より余計に研磨される事となります(下図の黄色の部分、A、Bそれぞれの受圧面積となります)。



この結果として、資料4の”純正プランジャーの真円度”にある通り、プランジャーの一番重要なリード部で、半径で1.5 $\mu\text{m}$  従って直径で3.0 $\mu\text{m}$  の歪みが生じます。

これに対しまして、カバードプランジャーは自溶性合金を溶射し、まずプランジャーを円筒に仕上げた後、最終工程で電解研削機を利用し溝を切ります。この製法上の結果として、資料4の”カバードプランジャーの真円度”にある通り、プランジャーはほぼ真円に仕上がります。

以上の事から分かるように、従来型のプランジャーでは、間隙が7 $\mu\text{m}$  とあっても、重要なリード溝部で3 $\mu\text{m}$  の歪みがある事により、実際の間隙は10 $\mu\text{m}$  であるといえます。

これに対し、カバードプランジャーはこの製法上の理由と、1本1本計測しながら再生される為、間隙が7 $\mu\text{m}$  であれば、実際の間隙も7 $\mu\text{m}$  となります。

この為に、カバードプランジャーを採用した燃料ポンプはそのポンプ効率が高くなります。

5. 燃費が低くなる (資料5、6参照)

ポンプ効率が良くなるため、資料5にあるようなポンプ特性が得られます。

このデータから見られる通り、噴射圧は100kg/cm<sup>2</sup>程高くなります。また、噴射圧の最高値時のクランク角度がカバードプランジャーの方が約1度早くなっているのが分かります。これを言い換えれば省燃費が得られている事になります。

資料6は、陸上の発電機(MAN40/54)2機を使い、オーバーホールを行った際、一方には純正品、他方にはカバードプランジャーを採用した燃料ポンプを搭載し、40日間燃料消費量を計測した結果です。

この結果、カバードプランジャーを採用した機関の方が、約1.64%の省燃費となっております。同じ型式の機関でも、同じ条件下で機関毎に若干の燃費の差はありますが、このデータは、私共のお客様が、使用している機関の特性を知った上で取られたもので、社内で発表されたものです。

### カバードプランジャーの加工法

カバードプランジャーの加工は以下の手順で行われます。

- ① 使い古されたプランジャーの摺動面全域を直径で1mm削正し、材料の素地を出す。
- ② この削正されたプランジャーに Ni 基自溶性合金を削正した全面に半径で1mm 溶射し、オリジナルの径より2mm 太いプランジャー素地を作る。
- ③ バーレルをホーニングし、内部の傷等を取り、内面を仕上げる。
- ④ この仕上がったバーレルの内径に合わせ、プランジャーの径を決め、プランジャーの表面を仕上げる。
- ⑤ 最終工程として、電解研削機でプランジャーのリード溝を切る。

### その他

1. プランジャーの再生は数回行えますが、加工法で述べました通り、バーレルはその度に内面の傷取りを行います。この為に内径はその都度太くなりますが、当方では、バーレルの内径の削正限度を直径の1%としております(内径の1%は断面積を考えた場合、吐出量の変化は約2%となります)。
2. 窒化されたプランジャーの場合は、表面の窒化層を除去するかプランジャーを新たに製作する事となります。
3. 溶射の際、プランジャーに熱を加える為、浸炭処理をされたプランジャーは若干短くなりますが、プランジャー上端部にも溶射して全長をオリジナルに戻しますので噴射タイミングの調整はメーカー指示通りとなります。

以上

資料1 自溶性合金耐食表

試薬	濃度	温度	自溶性合金			ステライト		ステンレス
			4	5	6	SF12	SF20	SUS304
硫酸	5%	25°C	A	A	A	B	B	B
〃	20	25°C	A	A	B	B	B	B
〃	40	25°C	A	A	A	A	A	C
塩酸	5	25°C	B	B	A	A	B	A
〃	20	25°C	B	B	B	B	C	C
〃	40	25°C	C	C	B	C	C	C
苛性ソーダ	10	ボイル	A	A	A	A	A	A

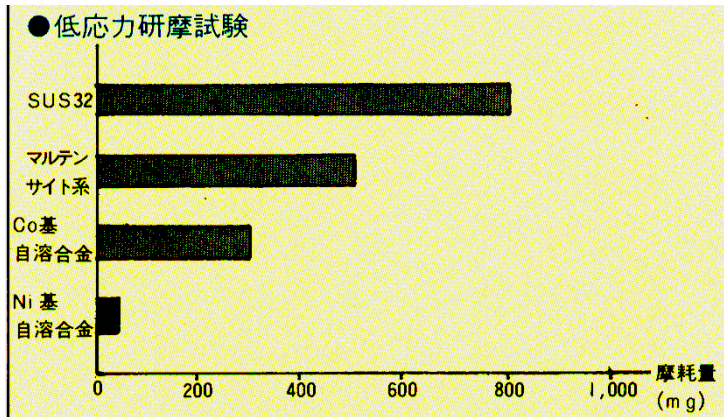
A: 5mil/y 以下 耐食性で使用可能、 B: 5~50mil/y 使用条件によっては使用可能

C: 50mil/y 以上 不適當

mil: 0.0000254m (1×10<sup>-3</sup> in)

カバードプランジャーには、6 番を使用。

資料2

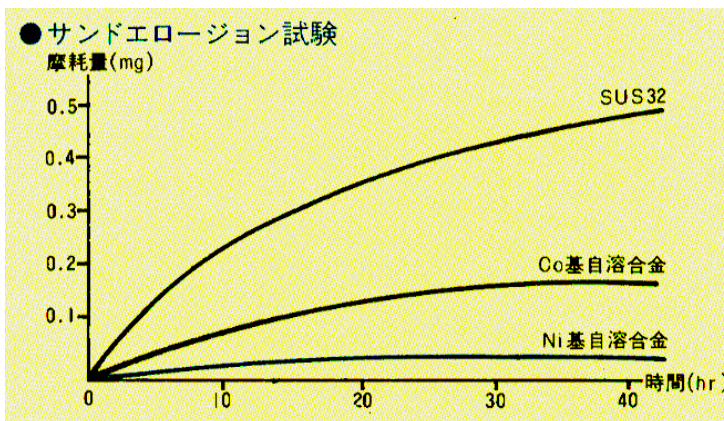


各テストピースを同じ条件(低応力)で砥石の上に置き、摩耗量を計測した試験

マルテンサイト系: 通常のプランジャー材料

Co基自溶合金: ステライト

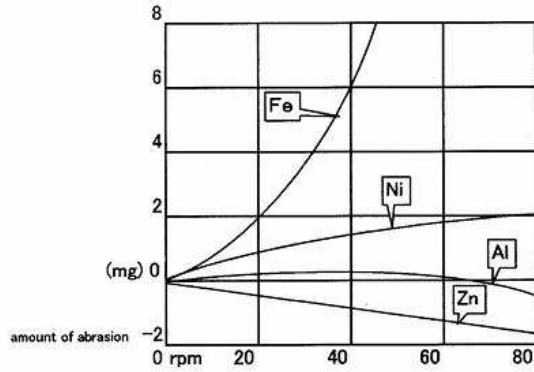
Ni基自溶合金: カバードプランジャー



アルミナ粉末の溶液中で各テストピースを回転させ、摩耗量を計測した試験

資料3

凝着摩耗試験  
Adhesive wear examination



新制金属講座 測定試験編より

外径69mm、内径59mm の鉄輪を回転させ、その上に5mm 角の各種金属を荷重2kg で圧着した際の、各材料の摩耗量を計測した試験

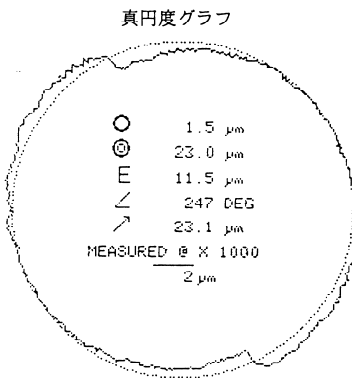
鉄同士の場合、回転数が上がると摩耗量は3乗カーブのように上昇するのが判ります。

Ni は回転数が上がれば、摩耗量は安定するのが判ります。

Ni より更に摩耗量の少ない材料もありますが、これらはプランジャーに使えるまで強度を上げる事ができません。

資料4

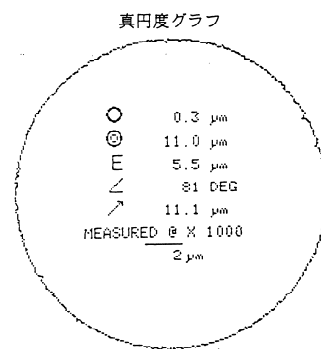
真円度  
通常(純正品)のプランジャー



ID: 11-APR-94 R<sup>TH</sup>

通常のプランジャーには、直径で約3μm の歪みがリード部に見られます。

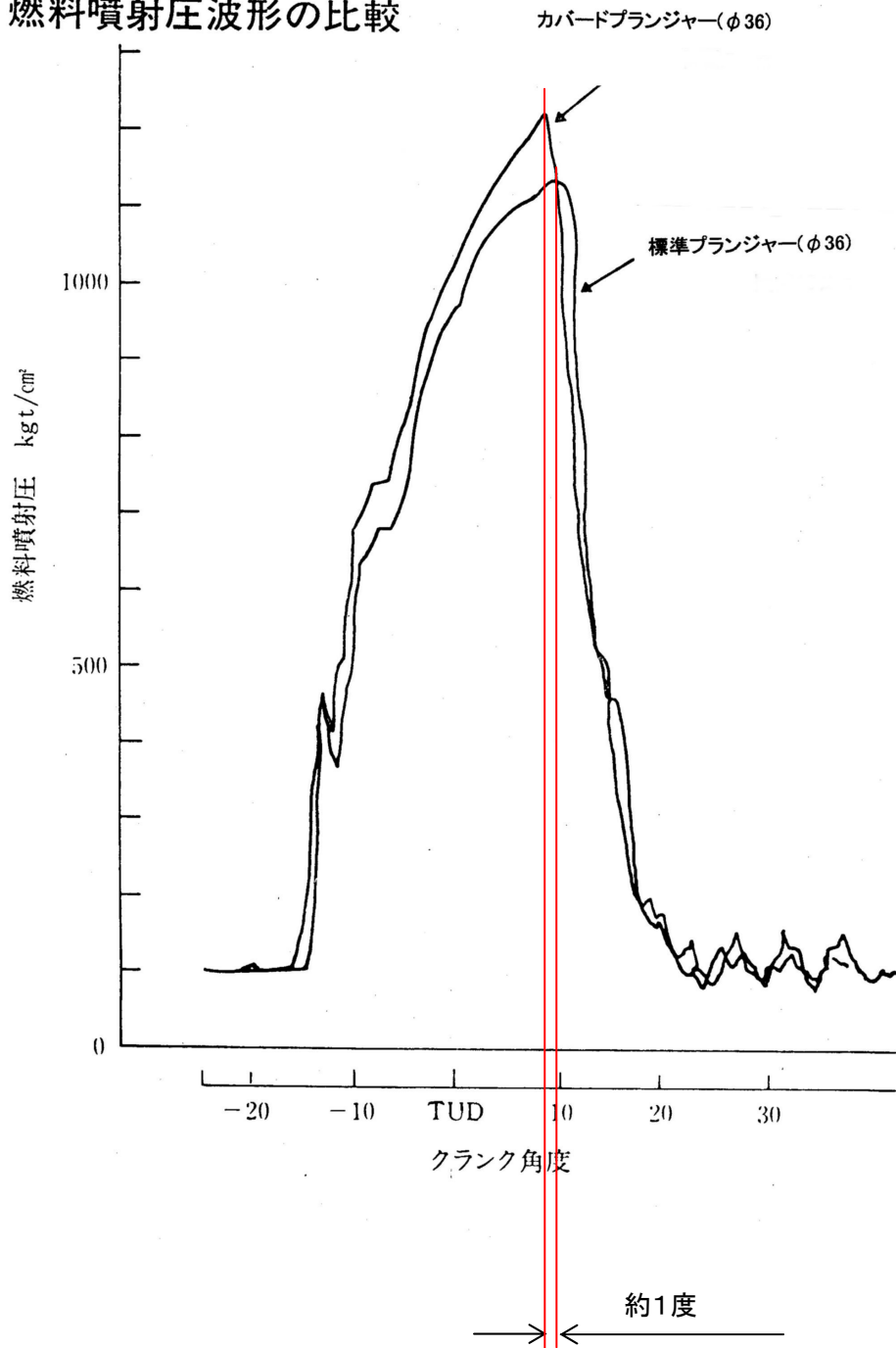
真円度  
カバードプランジャー



ID: 11-APR-94 R<sup>TH</sup>

カバードプランジャーには殆ど歪みが無く、ほぼ真円に仕上がっております。

### 燃料噴射圧波形の比較



## COVERED PLUNGERで 燃料消費量:1.64%減少

発電設備 MAN40/54 燃料消費量の比較		
計測日	燃料消費量 (L/Kwh)	
	MAKER	COVERED
10月28日	0.2253	0.2215
10月29日	0.2263	0.2225
10月30日	0.226	0.2224
10月31日	0.225	0.2216
11月1日	0.223	0.219
11月2日	0.2195	0.217
11月3日	0.221	0.2185
11月4日	0.2233	0.2196
11月5日	0.2245	0.22
11月6日	0.2232	0.219
11月7日	0.2235	0.219
11月8日	0.2237	0.2198
11月9日	0.2232	0.219
11月10日	0.2223	0.2182
11月11日	0.2217	0.2195
11月12日	0.2227	0.2202
11月13日	0.2233	0.2196
11月14日	0.2237	0.2193
11月15日	0.2222	0.2188
11月16日	0.2208	0.2163
11月17日	0.223	0.2183
11月18日	0.2227	0.2183
11月19日	0.222	0.2182
11月20日	0.221	0.218
11月21日	0.222	0.219
11月22日	0.222	0.2188
11月23日	0.2218	0.219
11月24日	0.223	0.2203
11月25日	0.2215	0.2184
11月26日	0.2213	0.2175
11月27日	0.222	0.2185
11月28日	0.2213	0.218
11月29日	0.2225	0.2187
11月30日	0.2215	0.218
12月1日	0.2205	0.2175
12月2日	0.22	0.217
12月3日	0.2223	0.219
12月4日	0.2218	0.2182
12月5日	0.2228	0.2192
12月6日	0.2233	0.2193
12月7日	0.2238	0.2192
12月8日	0.226	0.2223
合計	9.3523	9.2015
平均	0.2227	0.219

