

# S P S の サービス

## Shinko-Pfaunder Service



神鋼ファウドラー・サービス株式会社  
河野 猛  
Takeshi Kono

This paper introduces recent trend of repairing contents and a new marketing field in which we are trying to enlarge.

### まえがき

神鋼ファウドラー・サービス(株)(以下当社という。)が設立されて、はや12年を経過し、その間、神鋼ファウドラー(株)で、製作、納入された機器の据付けに始まり、日常のメンテナンス、応急修理、更新、改造、部品の供給などを行ってきた。

その間、ユーザの保全形態も変遷し、保全・工務部門がエンジニアリング部門の別会社として独立した例も多い。機器の調達から日常メンテナンス、定期修理、更には、保全費用の削減のための新しい設備診断技術の開発、日常の運転の合理化を目指し、各種の監視装置や、そのプロセスを自動コントロールするまでに進歩している。

従って、当社の納入するグラスチール製機器、ステンレス鋼製機器は各ユーザの心臓部ともいべき重畳、反応の過程の重要なポイントを占めており、この停止はプラント全体を停止させることもあり、その損失は多大で、日常のメンテナンスが、如何に重要であるか言を待たない。

以下当社が担当した修理内容の傾向を整理した。多少なりとも保全部門関係者のお役に立てば幸いである。

### 1. 最近のトラブルの傾向

最近の3カ月間に発生した修理内容を発生箇所別に分類してみると第1図のようになる。

第1図より判るようにグラスライニングの修理が全体件数の57%を占めており、以下メカニカルシール10%、スタフリングボックス7%など軸封装置で17%を占める。

従ってグラスと軸封装置を重点的にメンテナンスすることで75%近くを予知でき、予防保全で、休止期間の短縮にもつながるものと考ええる。

グラス関係の57%は、本体・ペラ・バフフル・その他グラスライニングした部品を含んでいる。この中には食品用タンクが含まれている。

#### 1.1 グラスの破損現象

##### 1.1.1 衝撃による破損

###### 1) グラス面よりの破損

缶内にハンマー、ボルトなど落下してグラス面を剥離させることがある。破面には衝撃痕跡を残し、ボタンの花のような形状を呈することが多い。

###### 2) 鋼板側よりの衝撃破損

缶外面に物を当てたり、落下させたりした時に、グラス面が放射状にクラックおよび剥離をおこす。

破面がシャープであるのが特長である。

###### 3) 静電気破損

静電気による破損は傷口が非常に小さいものが多く、肉

眼で確認しにくいものもある。

###### 4) キャビテーションエロージョン

攪拌翼の裏側に発生することが多く、グラス内部が碎かれて表面が滑らかな場合もある。

###### 5) 酸衝撃による破損

酸が鋼板に触れると、腐食とともに金属表面からは原子状の水素が発生し、金属の結晶格子を通り、鋼板とグラスの境界に達し、ある圧力となるとグラスを剥離させる。

###### 6) 熱衝撃による破損

一般にグラスは熱伝導性が悪いため、急速な温度変化があった場合、グラスの内部に歪みが生じ、この歪に見合う応力がグラスの機械的強度を超えると破壊される。

###### 7) 腐食

高耐食性を有するグラスも、使用温度、pH濃度により、その度合いは異なるが腐食進行する。

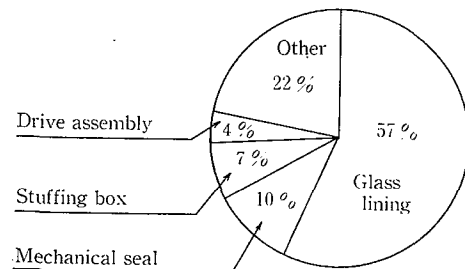
特にアルカリに対して弱いので、耐アルカリ性グラスの開発も進めている。

以上グラスの破損要因を述べたが、これら要因をよく検討し適切な運転条件、機器取扱いに心掛けるならば、グラスの損傷も減少すると考える。

### 1.2 メカニカルシールのトラブル

メカニカルシールの主な漏れ原因としては、ある期間使用後発生するトラブルとして

- (1) 潤滑油内の異物のかみこみ。
- (2) シール圧が缶内圧より低くなる逆圧現象による内容物のかみこみ。
- (3) 潤滑油の加圧源として使用した加圧筒を油で満杯にすることにより、摺動発熱で膨張し、異常圧力によるカーボンの破損
- (4) 内容物の生長による摺動面の隙間発生
- (5) 長期使用による摺動面摩耗、面荒れ。



第1図 修理の割合  
Fig. 1 The rate of repairing

1) 運転条件を急に変更した場合

**スタフィングボックスのトラブル**

スタフィングボックスに使用されるコイルパッキンの寿命は、下側3～4段のパッキンの十分な慣らし運転により得られる。

しかし、摺動面の摩耗により、発生する漏れを止めるために締めし摺動発熱により軸端のガラスを剥離させることがある。ユーザによってはグリースが缶内に落下するのを防ぐため、グリース注入をしないケースがあるが、これが軸端ガラスの剥離を一層進行させる。

従ってこの場合、シングルシール、ドライシールの使用が考慮した方がよい。

**日常点検**

一般的に日常点検箇所としては、第2図に示す箇所を重点的に点検することをおすすめする。

異音、異常温度、ガラス表面、ガスケットからの漏れなどを除いて、毎日、点検する必要はなく、各ユーザでそのライフサイクルを決めてよい。

**その他の商品**

**非破壊検査**

ステンレス鋼製機器の腐食事例としては、応力腐食割れが約60%を占めており、現在まで多数の研究が行われている。また、あとをたたない事故である。

応力腐食割れに関する事例、またはその対策について既に「ステンレス鋼製機器・装置にみられる応力腐食とその対策」に詳細があるので参照されたい。

当社は、これらのトラブルに対処するべく今回非破壊検査業務を開始した。

非破壊検査とは、機器の形状・寸法および性能に変化を伴わずに、物理的現象を利用して機器の性能、内部に生じた欠陥を検出する方法である。現在の非破壊試験が最も利用されているのが、材料および溶接部の欠陥検査である。欠陥検査は大別して、二つの時期に分けて行われる。すなわち一つは製作時に行なり欠陥検査であり、もう一つは使用開始後、一定期間ごとに行う欠陥検査である。一定期間ごとに行われる検査は次に行われる検査までの安全に使用することができるか否かを推定評価しようとするもので、ステンレス鋼製機器、ガラススチール製機器、特殊材質機器を対象に各機器に

応力測定、検査方法で検査し、検査結果に基づき判定する。欠陥箇所が認められた場合は、その対策を講じて行おうとするものである。検査項目としては、

1) 目視検査(外観検査を含む)

**VT(Visual Testing)**

原則として目視によるが、必要に応じて拡大鏡などを使用し検査する。

2) 放射線透過検査 RT(Radiographic Testing)

材料、溶接部の欠陥有無を放射線透過装置を使用し検査す

る。放射線の照射方向に奥行きのある欠陥検査に優れている。

(3) 超音波探傷検査 UT(Ultrasonic Testing)

材料、溶接部の欠陥有無を超音波探傷器を使用し検査する。(面状欠陥の検出能力が放射線透過装置より優れている)

(4) 磁粉探傷検査 MT(Magnetic Particle Testing)

強磁性体材料を溶接部表面および表面直下の欠陥の有無を磁粉探傷器を使って検査する。

(5) 浸透探傷検査 PT(Liquid Penetrant Testing)

金属材料、非金属材料溶接部の表面開口欠陥の有無を浸透探傷剤を使って検査する。

(6) 板厚測定

材料の厚みを超音波厚み計、超音波探傷器を使用、測定し、使用の可否を評価する。

**2.3 コンテナの定期検査業務**

神鋼ファウドラ(株)でコンテナの製造販売を始めて既に12年経過しているが、科学技術の進歩に伴ない輸送する内容物もさまざまに変化しているため、十分な安全性を確保した状態でなければ使用が規制されるのはいうまでもない。

使用開始後各規則によりタンクコンテナの定期検査が義務づけられており、概略は下に示す。

従って期限内に検査を受け証明書の更新をしておかねば失効する。

規則に定められているのは、下表のとおりであるが、タンクコンテナを安全に使用するためには自主的に必要に応じて点検する必要がある。

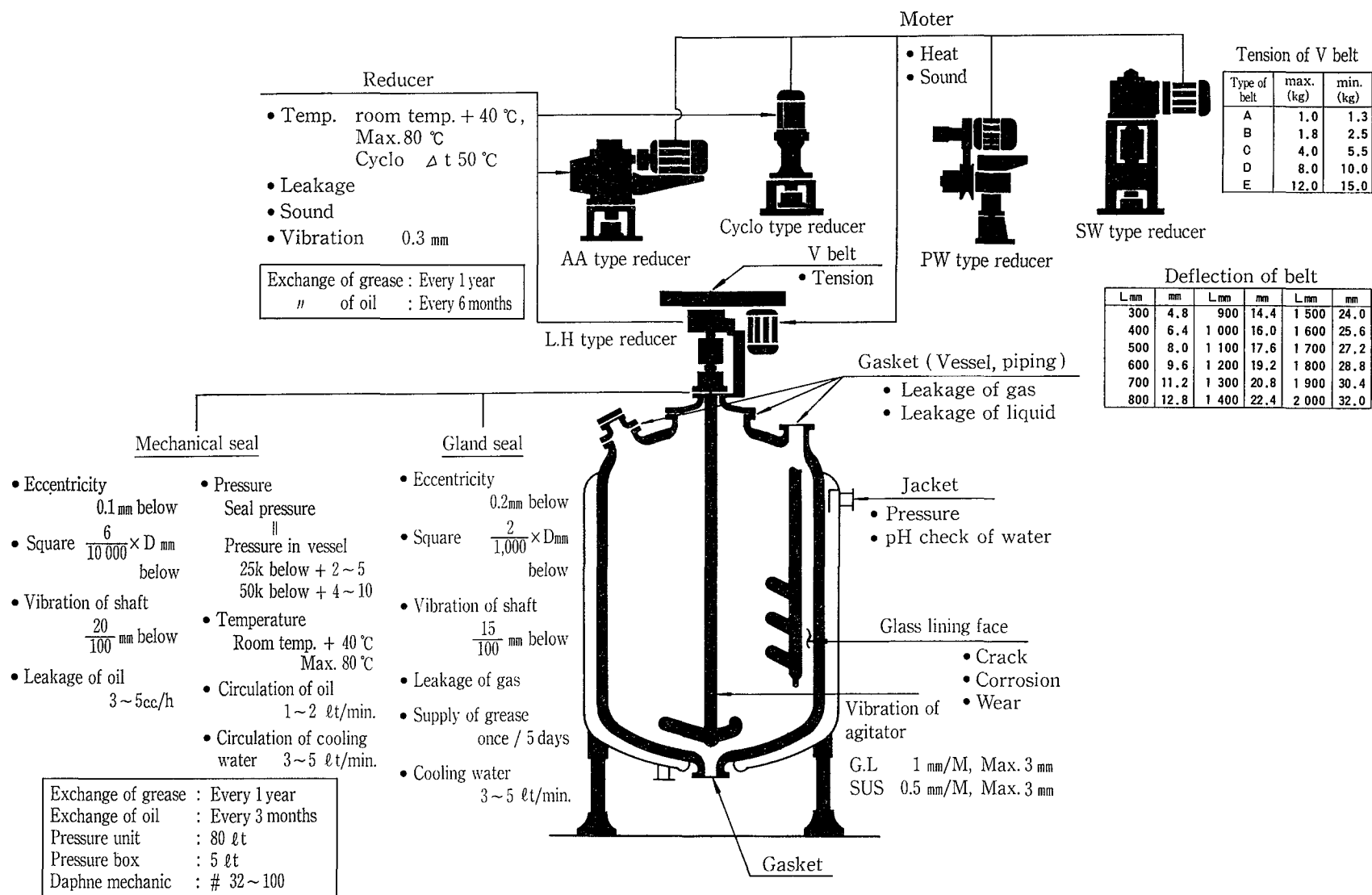
当社は納入したタンクコンテナの各法規に合致した定期検査、証明書の更新を実施し、安全に長期に使用できるように、検査業務を実施している。

**2.4 ジャケット洗浄**

加熱、冷却にスチームや水を使用する反応機、重合機では、長年の使用によって、ジャケット内に大量の錆やスケールが付着し、熱伝導率の低下、反応時間の延長となり、生産効率が低下する。

従って、これらの錆、スケールを取り除くことが必要となってくる。

規 則	最 低 期 間	検 査 内 容
高 取 法	1～5年 (使用経過年数による)	外観検査、耐圧試験、バルブ、安全弁の作動試験
IMDG	2年6か月	外観検査、安全弁作動試験
	5年	外観検査、耐圧試験、安全弁作動試験
B. B.	2年6か月	外観検査、安全弁作動試験
	5年	外観検査、耐圧試験、安全弁作動試験
CFR 49 SPEC 51	5年	外観検査、耐圧試験
ADR/RID	2年6か月	外観検査、安全弁、バルブの洩れ試験、作動試験
	5年	外観検査、耐圧試験、安全弁、バルブの洩れ試験、作動試験
C S C	初 回 5年 その 後 2.5年	外観検査、耐圧試験



第2図 グラスチール製機器の日常点検箇所  
Fig. 2 Dairy check point of glass lined reactor

グラスチール製、ステンレス鋼製機器などの現地におけるジャケット洗浄には薬品によるものと高圧水による方の二とおりがあるが、薬品による場合、特にグラスチール製容器のジャケット洗浄に関しては、洗浄後の中和十分なされない時、酸衝撃（注、酸が触れることによる発生する発生期の水素が鉄母材とガラスの境界に集中する圧力になると、ガラスを剥離させる現象をいう。）によるグラス剥離の発生と期待した洗浄効果が得にくいこと更に廃液処理の問題も残り、高圧水による洗浄を推奨してきた。しかし薬品による洗浄は、高圧水による場合、争口を取付ける場合の溶接作業が必要となるが、現地で気使用が不可の場合は商品名「スポールガード」を使っ洗浄する。

当社では、錆の除去率の点から前述のように高圧水の洗を推奨し、この洗浄作業を実施している。

ただし、洗浄用のノズルをジャケットに取付ける必要があり、施工する場合、次の手順をふむことになる。

- 1) 事前の手続き
  - 1) 事前の手続き
    - 缶体が法規該当している場合
  - 1) 一圧容器の場合
    - (a) 客先は現地官庁へ変更届出の申請が必要である。
    - (b) 部品詳細図、開先図、強度計算書、ミルシートなどの改造図を当社にて作成するので、これを添付し、申請していただく。
    - (c) ノズルなどの溶接はボイラ溶接士に限り作業が可能である。
    - (d) 再受検するの必要の有無は所轄官庁で決定される。
  - 2) 二圧容器の場合
    - (a) 客先は現地官庁へ申請を行い再受検することになる。
    - (b) 部品詳細図、開先図、強度計算書などの改造図は当社にて作成するので、これを添付し、申請していただく。
    - (c) 溶接士はボイラ溶接士でなくてもよい。
  - 3) 高圧ガスの場合
    - 一圧容器の場合と同じである。
- 2) 洗浄ノズルの取り付け
  - ジャケット上部の円周方向に2～4カ所等分に、ま

た底鏡に1～2カ所、ガス切断で孔あけし、フランジを溶接する。

- 3) 洗浄
  - 当社よりディーゼルエンジン付プランジャーポンプを搭載した洗浄車を現地に搬入し、200～300 kg/cm<sup>2</sup>の高圧水を特殊仕様のノズルより噴射させ、ジャケット内部に付着した錆、スケールを除去する。
  - 最近ではジャケット内に、らせん状の仕切板を設けた形状のものもあるが、この洗浄も可能となった。
  - 当然、高圧水を用いて洗浄する関係上、安全面で作業中立ち入り禁止区域を設ける配慮が必要である。
  - 洗浄完了後は、ノズル開口部は盲蓋をし、気密テストを行い、使用上、差支えないようにする。

- 4) 検査
  - (1) スケール、錆の廃出量により概略の除去効果を推定する。
  - (2) 洗浄廃水の汚れ程度により判定する。
  - (3) 場合によっては、内視鏡を使って内面検査を実施する。写真1にジャケットをはずした時の底鏡のスケールの付着状況を示し、写真2に高圧水洗浄を施工後の底鏡の状況を示す。

## 2.5 現地における電解研磨

ステンレス鋼の表面は成型時の加工傷、異物の付着、溶接などの熱影響によるスケールの付着、種々の表面傷、異物が付着している。表面処理の目的は、これらを除去すること、

- (1) 美観の向上
  - (2) 均一な不働態皮膜の形成による耐食性の向上
  - (3) 内容物の付着性の防止、または洗浄性の向上
- などがあり、それぞれの目的に応じて機械研磨、酸洗い、電解研磨を実施することになる。

ステンレス鋼製缶体の内面処理技術の一つとして開発された電解研磨による表面処理は

- (1) 細かな凹凸を除く能力が優れている。
- (2) 複雑な形状のものでも比較的容易に研磨できる。
- (3) 研磨面に加工歪が生じない。
- (4) 研磨面に均一な酸化被膜が生じやすいため、耐食性の向上が期待できる。

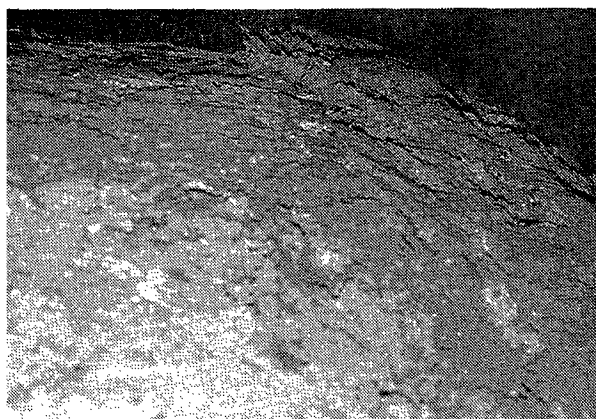


写真1 底鏡に付着したスケールの状態  
Photo. 1 The state of scale adhered at bottom head

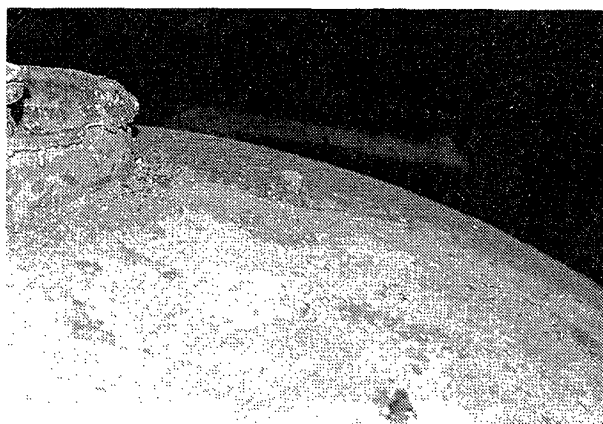
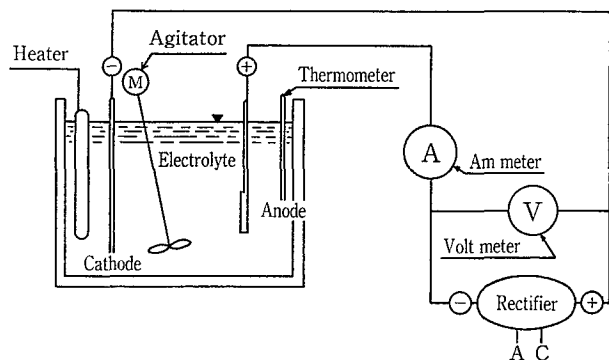
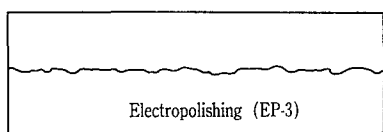


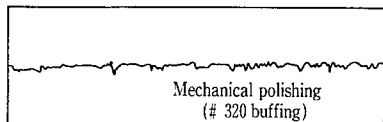
写真2 洗浄後の底鏡の状態  
Photo. 2 The state of bottom head after cleaning



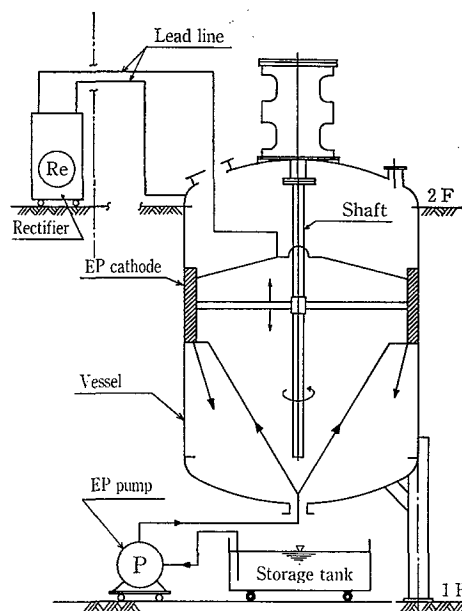
第3図 電解研磨の一例  
Fig. 3 An example of electro polishing



第5図 EP-3による表面粗さ  
Fig. 5 The roughness of surface by EP-3



第6図 #320バフ研磨の表面粗さ  
Fig. 6 The roughness of surface by #320 buffing



第4図 缶体の電解研磨施工例  
Fig. 4 An example of electro polishing inside of a vessel

#### (5) サニタリー性の向上

などの特長があり、塩ビ、ラテックス、ポリエチレンなどの反応物の付着防止、医薬品製造用他、高純度を要求される装置等のコンタミ防止に効果がある。

また、原子力関連機器の内・外面の汚染除去にも効果がある。

新缶の電解研磨については、社内製作時に施工できるが、既に納入された缶体については現地施工が可能である。

現地電解研磨は、大きい面積を有する缶体内面を部分的に、電極を移動させながら電解研磨していくことにより、全面を研磨する方法である。

缶体形状から上鏡、胴、下鏡の3ブロックに分けられ、それらの各々について陰極組立—電解研磨—水洗—陰極分解の順に作業が行われる。

被研磨物を直流電源の陽極に接続し、それを電解液中で陰極と相対させ、所定の外部電流を流すことにより、被研磨物表面の微小凹凸（数ミクロンの凹凸）を除去し光沢化させる。従って電解研磨する前に、表面をバフ研磨し、数ミクロン程度の凹凸に調整することが必要である。

施工方法の概略図を第3図に示す。

第4図は缶体の胴体部分を電解研磨する場合である。

图中、斜線で示した部分は陰極で現地電解研磨用に開発した特殊なものである。

陰極は2個で1対となっている。缶の上部には架台が設けられ、研磨用軸を支持する。

陰極を固定するアームは、軸の上を上下に摺動し回転する構造となっている。

陰極の大きさに従い、部分的に直胴部は研磨され、軸を回転、上下させながら、徐々に研磨面を広げていく。

陰極には⊖極のリード線と電解液送込用のホースが取り付けられる。電解液は缶体下部のノズルから陰極へ送りこまれ、余分な液は缶壁を伝って下部ノズル直下におかれた受槽中に回収され、ポンプで上部に送られ循環する。

第5図にEP-3による表面粗さ、第6図に#320番バフのみの表面粗さを示す。

#### むすび

以上、最近の修理の傾向と当社の独自の商品について述べたが、日常にできる範囲の点検項目だけでもピックアップし、できるだけ早目に手をうつことで重要な機械の停止による損失を減少できると考える。

さらに、列記した商品群については、各ユーザの目的に合致したものを検討いただけるなら幸いである。