<学位論文紹介>

堆積粉じん層の電氣的払落しに関する研究

伊ヶ崎 文 和*

Fumikazu IKAZAKI

1. 研究を始めた動機

修士課程（昭和45年4月京都大学大学院入学）にはいって、同じ研究室の人達と輪講会をしたりして比較的ゆったりして生活していた秋の1日であったと思う。当時直接の指導教官であった牧野助手（現京大助教授）が私に、隣の実験室に来るようにいわれた。部屋のほぼ中央に、ネオントランスとビニール被覆された黄銅管が無造作におかれて、黄銅管の上には粉体が堆積されていた。牧野さんはいつもの穏かな調子で「いいか、よく見とけよ。」といわれると、トランスに接続されたスライダックで、黄銅管（電極）に高電圧を印加された。すると黄銅管上の粉体粒子がちょうどフライパンの上でごまがはじかれるように上方に飛びだし、ある粒子は電極上から外に散っていった。これが後に私の研究テーマになっていく現象との最初の出会いであった。粉体現象に電氣力を及ぼすことによって、それまで限界と考えられていた壁をつき破った例は、サブミクロン粒子の捕集に代表される集じん操作をあげることができるが、もっぱら捕集操作にのみ電氣力は適用されていたようである。その電氣力をむしろ払落し操作に重点をおいた利用法が可能ではないだろうかというのが、表題についての研究を始めるに至った動機である。

2. 研究遂行上感じたこと、うれしかったこと

大学の研究室で実質一年間の電氣的払落し実験を終えて、大阪市役所の公害関係局に一年在職の後、現在の研究所にはいることができた。そこで与えられた仕事は工業技術院大型プロジェクト「海水淡水化と副産物利用」の研究の一環として、電算機を使用しての最適化計算と

データ収録システム製作のマネジメント役であった。その暇な時に払落しについて理論計算を行なうという細々とした研究時期が続いた。そういう時期にあっても私を暖かく励ましていただいた井伊谷先生（京大教授）、外山先生（当時東工試、現名大教授）、牧野先生など多くの方々のお力添いは嬉しかった。

さて研究遂行上で感じ続けたことは、「粉体の物性とは何か」という問題意識であった。ある測定法によって得られた物性値と実際の現象で関与する因子とがどう関わっているのだろうかということでこまった。そんなことを深く考えなかった時に、粉体粒子の付着力として、剪断試験によって得られるある空隙率に対する Farley, らの式¹⁾による粘着力 C をあてて、足れりとしていた。参考書を読んでもいくつもの粒度測定法や付着力測定法が記載されている。これほど多くの測定法があるということは、おそらく粉体現象の本質から来るもので、現象に近い粉体状態において測定を行えばよいと考え、私の場合は物性測定を行なった。しかし測定法間の値のバラつきや物性の測定法そのものについて、そのままで良いとは思えず、その意識は現在も常に抱えている。

3. 主な成果

論文は次の構成をとった。

- 1章 緒論
- 2章 新しい電氣的払落し、ろ過集じん装置の性能
- 3章 粉じん層の電氣的払落し現象に関する基礎的検討
- 4章 堆積粉じん層の電氣的払落し性能への湿度の影響
- 5章 堆積粉じん層の電氣的払落し機構
- 6章 電場における粉じん層の付着力
- 7章 結論

昭和55年8月4日受付

* 化学技術研究所（〒305 茨城県筑波郡谷田部町東1-1）

TEL 0298-54-4729

- 1) Farley, J.R. and F.H.H. Valentin : *Trans. Instn. Chem. Engrs.*, 43, 193 (1965)

図1 堆積粉じん層の電氣的払落し効率に対する空気湿度の影響

以下簡単に各章の結論を述べる。

第2章では、新しい払落し方法として、ろ紙と電極とを組み合わせた方式を提出した。すなわちろ紙などに粉じん粒子を捕集堆積させて、ある条件に達した後ろ紙と適当に組み合わせて設置してある電極に交流高電圧を印加し、粉じん層を払落すという方法である。この新しい方式に対して、払落し性能を検討し、見かけろ過速度が数10cm/secの領域でも良好な払落し性能が得られ、またいわゆる電氣的に中性な粒子に対しても、コロナ荷電法によって払落し可能となるなど工業に応用可能なことを示した。

第3章では、粉じん層の払落し性能に影響を及ぼす基本的原因についての検討をアクリル板と電極とを組み合わせた装置によって行なった。その結果、粉じん層の電極列上平面からの距離、電極線直径および電極間隔比が払落し性能に影響を及ぼす支配的要因であり、各々について最適値が存在することがわかった。一方印加電圧側の条件としては、印加電圧相数は6相が良く、印加電圧周波数は増加すると払落し性能は低下するが、商用周波数まではほとんど低下はみられないなどがわかった。

第4章は払落し性能に著しく影響を持つと考えられる空気湿度の影響について実験的に検討したものである。払落し性能は、前章までの実験によって、粒子荷電量および粒子の付着力に依存することが判明している。また粒子の荷電量および付着力には粒子の電気抵抗と吸着水分量が大きな影響を持つことが知られている。そこで粒子の電気抵抗と吸着水分量の異なる三種類の粉体を使用し、払落し性能への空気湿度の影響を検討した。その結果、図1に示したように、各々の粉体への空気湿度の影響は異なり、一般的には空気湿度の増加とともに払落し効率は低下する傾向にあるが、電気抵抗が高く、表面不均一の著しい焼結炉粉じんは低湿度域で効率は低下し、

図2 電場における粉じん層付着力の計算値と測定値の比較

吸着水分量の多い石松子は高湿度域で上昇した。この原因は粉体の帯電量および付着力の湿度依存性によって説明された。

第5章では、2、3および4章で明らかになった実験結果を理論的に解明した。すなわち払落し機構のモデルとして静止力モデルと振動中心力モデルを提出し、前者のモデルによって現象の説明が可能となった。

さて第6章においては電場での粉体の付着力を理論的および実験的に検討したもので、本章は第5章までと幾分観点を異にする。すなわち粉体物性を測定することに主眼点をおいている。その結果電場における粉じん層の付着力は、電場が存在しない場合に比較して著しく増大し、かつ完全絶縁媒体に対して成立する印加電界強度の2乗に比例するという法則とは異なり、ほぼ印加電界強度の1乗に比例して増加することがわかった。また粉じん層の空隙率が電場における粉じん層の付着力に関しても著しく影響を与えた。一方 McLean の理論解析に対して、粉じん層の空隙率の導入と、接触点変形の取扱いの修正によって拡張した理論解析を行ない、実験結果と良好な一致を見た(図2)。

以上が本研究において得られた結論である。

4. 研究を終えて

研究は、基本的には個人のものといわれているけれども、研究を行なうにあたり、実に多くの人々の御指導、

励まし、手助けなどがあり、今はそれら一人一人に対して感謝の念でいっぱいである。

研究面については、今の関心事は2章でもふれたように粉体の物性測定と電気力を利用した静電流動層の研究であり、ここ当分はこの2つの面から粉体現象にアプローチしていくつもりで、ぼつぼつデータを収集している。

しかし一方で通産省の研究所に勤務する私には、大学

で粉体工学を研究されておられる人達とは幾分状況を異にし、研究テーマが行政的ニーズに大きく左右される。ここ数年特にその傾向が強く、そのような情勢の中で、上記の基礎的な研究課題で通していけるかどうかはなかなか厳しい現状ではあるが、あくまで今までの研究をもとにさらに粉体工学の分野の研究をおし進めていきたいというのが、現在の私の気持である。

(学位取得1980年5月京都大学)

レオナルド・ダ・ヴィンチ「マドリッド手稿」より

粉挽き機の小歯車の摩擦

私は粉挽き機の小歯車のピンの耐久性が小さいのは、主として消耗が均等でないことによるのを知った。この不均等な消耗が生ずるのは、当のピンが垂直方向につけられているためである。つまり回転によって生ずる運動は、ピンのどの部分でも等しいのに、この運動の均等性は、その小歯車を動かす車の歯においては見られないからである。というのは歯の、起動歯車の中心に近い内奥部分の運動は、中心から遠い外縁部分の運動よりも遙か

に小さいからである。それゆえ当然より大きく動く歯の部分は、その動かす相手をより強く突き動かし、より強く突き動かすことによって、それにより強く触れる。そしてより強く接触することによって、それをよりはげしく消耗させるのである。その消耗は2つの線に沿っておこる。つまり一つは高い方から低い方へ、そしてもう一つは、いわば回転中に生ずるピンの回転方向に沿ってである。高い方から低い方への消耗は、歯の角 r が、小歯車のピンに a において触れ、それを n 方向に突くときに生ずる。そして小歯車は水平方向に回転し、当の歯は最初に接触してのち、 af に示されたようにさがるので、摩擦は nf の間で連続的に生ずる。他の摩擦は、ピンのまわりに沿って生じ、歯に接触し続けるかぎり、続く。かくてこのようなやり方は、耐久力の点から満足すべき方法ではないことがわかるに違いない。歯車が小さな円を描いて回るときそうである。しかしもし歯車が大きく、言い換えると石弓の巻揚機の歯掛けのように直線状をなしているときには、大歯車の消耗はわずかであり、ピンの方には、全く消耗がないだろう。

大きな運動をする車輪の軸の下に置かれた牛の角について、その角はすりへることによって、獣脂の性質をもつ或る種の潤滑油の働きをする。そして、その性質からして、軸の支えにくっついったり、車の柄をけずったりすることがないので柄は損耗しない。

車輪 a の運動は、すでに考察した通り、二つの運動によって生ずる消耗をもたらす。それゆえ、車輪が小さいときには、歓迎されるべきものではない。車輪 n の方がよい。ここで牛の角が軸の下に置いてある。もしその角に脂肪を満たしておくと、軸によって消耗したところだけ、その脂が出てくることになる。こうしてこの軸はいつも脂をぬられた状態になる。

(小浜弘幸)

〔転載を許可下さった岩波書店に謝意を表します。〕