【寄書】

ミゼットサイクロンについての一実験

上 岡 豊⁽¹⁾

An Experiment on Midget Cyclone Separator

by Yutaka UEOKA

1. 緒 言

直径数 cm 程度の超小型サイクロン分離器を仮りにミゼットサイクロンと呼ぶことにする。サイクロンの一般的傾向として直径の小なるものほど捕集効率のよいことから類推して、この種のサイクロンが高性能をもつことは従来より予測され、村上教授⁽²⁾は最近一部結果を発表され、また Linden⁽³⁾は気流中に含まれた粉体の濃度測定を行う際の粉体捕集用として推奨している。しかし現在まできわめて資料に乏しいので、実際に工場などで微粉炭および微粉炭灰を含んだ気流について濃度の測定を行う場合どの程度の信頼性を持って使用できるかを確かめる目的で、内径 20 mm のミゼットサイクロンを試作し、これを用いて上記 2 種の粉体について簡単な実験を行ってみたのでその結果を報告する。

2. 実験装置および方法

サイクロンは製作の容易なことをも考慮して第 1 図のような形状寸法のものと

した。本体は軟鋼棒材より旋盤加工により仕上げ、輸送管は内径 mm, 肉厚 1 mm の銅管を用いたが、両者とも内面は入念にみがかれ滑面になっている。実験装置の概要は第 2 図に示したとおりである。専ら空気流について実験を行ったが風量測定用の管内オリフィスはあらかじめ絶対法による浮タンク式の流量測定装置で精密に検定した。供試粉体はやや粒度のあらいものまで用いたが、粒度の分

第 1 図 ミゼットサイクロン形状寸法図 (a, b は圧力測定孔の位置)
た。試料は 1 回 10 g ずつを用い、試料供給ホッパは絶えず機械的な微小振動を与えることにより一様に供給させるようにした。試料混入位置からサイクロンま

第 2 図 実験装置概要図

での管長は 1.2 m である。供給試料および捕集試料は天秤により秤量し、容器その他へ附着した微量の粉末までも十分の注意を払って取扱った。測定は同一実験を 3 回ずつ繰返しその平均値をとった。なお実験は冬期に行ったもので空気の温度 4~10°C、湿度 65~70% であった。

3. 実験結果および考察

第 1 表 試料粉体

種 類	微粉炭	微粉炭灰
真比重	1.41	1.81
図 示 粒度 メッシュ	第 4 図	第 5 図
100~150	—○—	—○—
150~200	—□—	—□—
200~250	—△—	—△—
250~300	—●—	—●—
300 通過	—×—	—×—

ミルで粉碎された微粉炭およびコットレルで捕集された微粉炭灰を試料に用い、第 1 表に示した粒度について実験を行ったが、300 メッシュ通過の試料について水渡、荒川式の自動粒度測定器により測定した粒度分布は第 3 図のようであった。

第 3 図 300 メッシュ通過試料の粒度分布

試料粉体の混合濃度は各実験とも空気との重量比で 6%を基準にした。おのおのの試料について流入平均風速を 3 m/s から 30 m/s の間において種々に変えて行っ

た捕集効率の測定結果はそれぞれ第4図、第5図である。これによるとサイクロンの一般的傾向として粒度の小になるほど分離効率は次第に悪くなることを示しているが、しかし全般的に見ると非常に良好な効率と言える。特に流入風速 3 m/s の低速で、なお相当よい効率を維持していることは注目値する。そしてかえって 20 m/s の風速の附近で効率の低下を示し、その後やや向上していることは程度の差はあるが第4図第5図共通である。この低速において効率の高い理

第4図 微粉炭についての捕集効率

第5図 微粉炭灰についての捕集効率

由として考えられることは、(a) 流入管路が細く、したがって低速においては管路内の流れのレイノルズ数を計算してみても完全に層流の範囲にあることになり、供給粉体の解離が乱流のように十分に行われず、結局粒度が大なる場合と同様な現象を呈する。(b) 後述するサイクロン内での圧力損失の測定結果からも推察されるように、流入風速が小であるときはサイクロン内部の流れも層流的で乱れが少いと考えられる。このためある程度流入風速が大になると粉体に作用する遠心力は当然大になるにもかかわらず、流れが十分乱れるために粉体は乱れのうず巻きに巻きこまれて出口管に向う傾向が強くなり、効率は増加せず、かえって若干減少する結果を示すことなどである。そして(a)の理由が利いているとして多少割引きして考えても比較的低速でも効率はなお相当良好であると見なしてよいようであって、いずれにしても既に十分乱れた流れの状態で用いられる普通のサイクロンに比して面白い現象である。また第4図と第5図を比較すると、第5図の微粉炭灰についての効率が優秀であることがわか

るが、これは両者の比重の差の他にその形状の差異も原因しているであろう。顕微鏡でしらべてみると不規則な微粉炭の形状に対して、微粉炭灰の方は球形あるいはだ円形であり、ふるいで選別した場合同一粒度では比表面積は当然前者が犬になるはずで、このこ

とはもちろん、沈降速度に影響を及ぼすものと思われる。

次に第6図は第1図に示された位置の測定孔において測ったサイクロン内部での圧力損失の値である。流入風速の小なる間はほぼ流入速度に比例する傾向にあるが、漸次変化し高速では速度の二乗に比例するよう

第6図 流入風速と圧力損失の関係

損失を $4p \text{ kg/m}^2$ 流入空気比重量を $\gamma \text{ kg/m}^3$ 、流入風速 $v \text{ m/s}$ 、重力の加速度 $g \text{ m/s}^2$ として、 $\zeta = 4p / \left(\frac{\gamma v^2}{2g} \right)$ で定義される圧力損失係数 ζ を求めてみると空気流のみの場合の値は第2表のようになる。その傾向は面白いことに捕

第2表 流入風速と圧力損失係数の関係

流入風速 $v \text{ m/s}$	3	5	10	20	30
圧力損失係数 ζ	6.10	4.52	4.65	5.89	5.92

集効率の曲線とちょうど逆であり、同形の大型サイクロンに比べるとやや小さな値である。また第6図より粉体の含有によって圧力損失は特に高速において相当減少することがわかるが、その減少割合は大型サイクロンの場合と大して差異はないようである。Linden⁽³⁾はその論文の中でサイクロン内での圧力損失と流入風速の関係をあらかじめ検定しておいて、使用時には特別に風量測定用のオリフィスを設けずに、サイクロンの圧力損失を測定して逆に風速を推定する方法をのべている。しかし上述のように、一般サイクロンと同様に気流中の粉体含有量による圧力損失の変化が無視できない程度のものであることがわかったので、Lindenの提案はよほど含有量の微量な場合か、あるいはあらかじめ濃度の圧力損失に及ぼす影響がわかっている場合などでない限り適用できないのではないと思われる。次にサイクロン内部での流れの模様については村上教授⁽²⁾が詳しく測定しておられるが、筆者は流入気流に水滴を霧状にして混じり、暫時放置した後サイクロン内面に生ずる鮮明なさびの曲線により壁面に沿っ

ての流線を求めてみた。第7図はその一例であって円とう部では1.5回転であるが円すい部では3回転しており、また内部円とう部での旋角は相当大きく村上教授の場合の測定値とほぼ一致している。

第7図 壁面に沿っての
ら旋流の流線

4. 結 論

特定の粉体試料を用いたきわめて狭い範囲の実験ではあるが試作したミゼットサイクロンの捕集効率は予想通り優秀であることを確認することができた。したがって緒言においてのべた目的に十分応用できる以外に特殊サイクロンとして各方面に用途が開けるものと

期待される。単独の場合の処理流量はもちろんわづかであるが、マルチクロンの応用も考えられ、また低い流入風速では単に速度頭のみでなく、圧力損失係数も小になることと相まって圧力損失はきわめてわづかで済み、しかもかなり高い捕集効率を維持できることは動力面より見ても将来発展の示唆を含んでいるように思われる。しかしその性質については一般のサイクロンと同様な傾向もあるが、小型であるための独自の現象も起っているようであって、解明すべき興味深い問題も多々包蔵されている。本研究に当り御指導を賜わった東京工大板谷松樹教授並びに種々便宜を与えられた宇部鉄工所に対し厚く感謝する。

注：一

(1) 正員、山口大学工学部。

(2) 村上、福永：機械学会論文集，18 卷 73 号，56 ページ (昭 27)。

(3) Linden, Engg., 1949-2-18, p. 165.

620.193.15 : 621.224-253.5

砂粒混在の流水による わん形水受 の摩耗について (その 1)⁽¹⁾

山 下 貞 二⁽²⁾

On the Abrasion of the Pelton Wheel's Bucket to the Fluid with Sand Particles (No. 1)

by Sadaji YAMASHITA

As there were not any study of the abrasion between the rigid body and the rigid body in the current liquid, the present author studied on the abrasion of metals to the fluid with sand grains as the study in this case.

In this report, he describes his study on the fundamental mechanism of abrasion of the pelton wheel's buckets to the fluid with sand particles, and reports on the relation between the radius of curvature of the semicircular section of the bucket, the static pressure, of the flow water and the wear.

1. 緒 言

文献⁽³⁾によると、摩耗に関しては幾多の実験研究がなされているが、その機構に関しては明確でない点が多い。これも比較的の研究されている固体間の摩耗についてであって、本研究のごとき場合すなわち微小固体が流体中に混入し、この流体が固体と接触する場合のごときはきわめてすくない⁽⁴⁾。しかるに水車の羽根、案内羽根、水受、ノズル、汚水ポンプおよびパイプ、ある種の反応釜、液体サイクロン、サンドブラストおよび液体ホーニングなどのごとく、現実においては、これらの消耗および利用は影響する所が大きい。

ここにおいて、この場合の摩耗として「砂粒混在の流水に対する金属材料の摩耗」を取り上げ、その摩耗機構を明らかにする目的で実験的究明を行い、すでに発表した筆者の研究⁽⁵⁾において、この場合の摩耗機構について述べた所を総括すると、

(1) この場合の摩耗機構は機械的破壊によるものであり⁽⁶⁾、固体—固体間の乾燥摩耗と同様な機構によるもので、すなわち初摩耗があり摩耗減量は割合に大で、後に定常摩耗となり摩耗減量は小となる。しかし表面は冷間加工されたもののごとくかたさも大となり、また摩耗面の最上層は繊維状層を呈し、下層との中間層の金属粒子は微粒化している⁽⁷⁾。