

日向 滋・鮑 力民・渡邊義見 (名古屋工業大学)・  
姫野修廣・榎本祐嗣・木嶋敬昌 (日本スピンドル)・  
清水秀彦 (トウトク)

目的別テーマ：ハイパフォーマンス/ハイブリッド繊維の評価と実用

17年度研究テーマ

15-5-19：ゴミ焼却炉用集塵機内のバグフィルタ性能向上に関する研究

### ABSTRACT

In these years, the bag-filter in a dust collector of the waste incinerator is used widely to remove the toxic substance, especially dioxins included in the exhaust gas by passing through the filter cloth. To prevent hazardous matter from scattering into the environs due to the failure of bag-filter in operation, a reliable method for prediction of lifetime of the bag-filter is needed. However, since there are many factors influencing on the wear of bag-filter, it is difficult to detect the failure of bag-filter and predict the time of change of bag-filter. A try is proposed to evaluate the life time of bag-filter. In the present paper, we use the optical fiber as a sensor of wear of bag-filter.

### 研究目的

近年、ゴミ焼却施設などの排ガス問題を抱える多くの施設では、粉塵を含む有害ガス、ダイオキシン及び重金属などを高効率で除去できる優れた方法としてバグフィルタ<sup>1)</sup>が広く用いられている。ところがこのフィルタには粉塵摩耗による寿命があり、交換時期を誤ると大気中に汚染空気が排出してしまうという重大な事故が発生する。このような事故を防ぐことは社会的要請である。これまでにバグフィルタの寿命を延ばす材料の工夫は種々なされてきている。しかしながら、バグフィルタの摩耗は多くの要因があり、その寿命予測は困難なものとなっている。そこでバグフィルタ安全性性能向上の一つの試みとして、本研究では、光ファイバを使い光の減衰量からバグフィルタの寿命を予知するセンサ開発を目的として研究を行った。

### 一年間の研究内容と成果

光ファイバセンサは通信用光ファイバを使用した。コア径 $50\mu\text{m}$ 、クラッド径 $125\mu\text{m}$ 、その外側にポリイミドを厚さ $12.5\mu\text{m}$ で被覆したものである。このポリイミド被覆材はバグフィルタのフィルタ繊維材料としても多用されており、被覆材の摩耗進行とフィルタ繊維摩耗との相関は十分にあると予測される。そこでまず単繊維光ファイバのポリイミド被覆材の摩耗がどのような摩耗機構によって進行しその結果寿命に至るかを種々の条件下で単繊維摩耗実験装置を使って調べた。光ファイバの寿命を判定する方法としては、支持棒に光ファイバを張力が付加しない状態で設置し、投光側にLED安定光源(波長:650nm)、受光側に光パワーセンサを装着し、平均粒径 $60\mu\text{m}$ 、白色アルミナの粒子を直

ポリイミド平均被覆厚さ  $12.5\mu\text{m}$

光ファイバ摩耗実験

流速：21.6m/s  
平均粒子供給量：2.02g/min

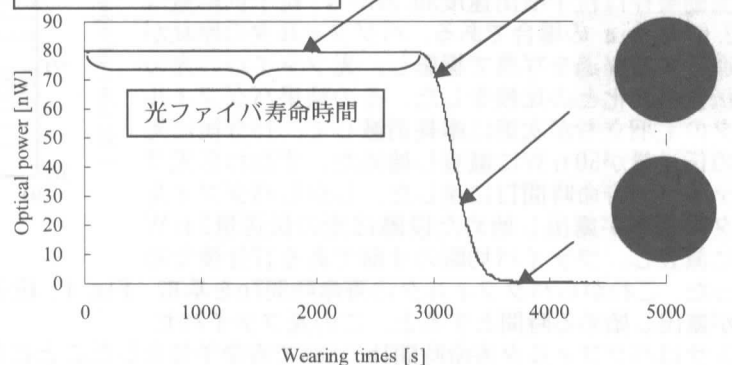


Fig. 1 光伝送量とポリイミド被覆光ファイバ断面の変化

径 $5.35\text{mm}$ のノズルより光ファイバに対してノズル出口から光ファイバまでの距離は $20\text{mm}$ で、 $90^\circ$ に噴出させファイバの摩耗実験を行い、そのときの光の伝送量の変化を計測した。受光した光の伝送量は、

光パワーメータを介してサンプリング周期1sでパーソナルコンピュータに取込まれる。

Fig. 1に示すように、ポリイミド被覆が摩耗により剥ぎ取られるまで伝送量に変化は見られないが、クラッド表面に傷がつき始めると急速にその伝送光量を減少していき、やがて光ファイバコアが破損して光の伝送量はなくなるという変化特性を示す。伝送光量が急速に減少し始めるまでの時間を光ファイバ寿命時間とした。

Fig. 2に被覆厚さが異なるポリイミドファイバでそれぞれ実験したときの光ファイバ摩耗時間と光伝送量の関係を示す。被覆厚さが $6\mu\text{m}$ 、 $8\mu\text{m}$ 、 $12.5\mu\text{m}$ のファイバをそれぞれA、B及びCとする。粒子噴出速度 $V_f$ は $21.6\text{m/s}$ 、粒子供給量は平均 $2.07\text{g/min}$ である。被覆が厚くなるほど光ファイバから光が漏れ出すまでの時間すなわち光ファイバ寿命時間が延びていることがわかる。被覆厚さを制御することで光ファイバ寿命時間の制御が可能となる。光ファイバ寿命時間を制御しバグフィルタの破損時期と一致させることで、光の減衰量からフィルタ交換時期を予測できると考えられる。

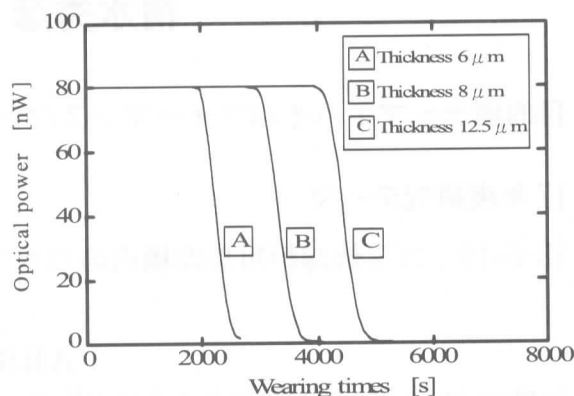


Fig. 2 被覆厚さ別の摩耗時間と光の伝送量の関係

Fig. 3に光ファイバを異なる粒子噴出速度で摩耗実験したときの摩耗時間と光の伝送量の関係を示す。光ファイバはポリイミドの被覆厚さ $12.5\mu\text{m}$ のものを使用した。粒子噴出速度 $V_f$ を $30.4\text{m/s}$ 、 $23.7\text{m/s}$ 、 $18.1\text{m/s}$ および $14.8\text{m/s}$ とした。粒子供給量は平均 $2.02\text{g/min}$ である。粒子噴出速度が遅いほど被覆のポリイミドが摩耗しにくく、光ファイバ寿命時間が長くなり、予想された結果を得た。

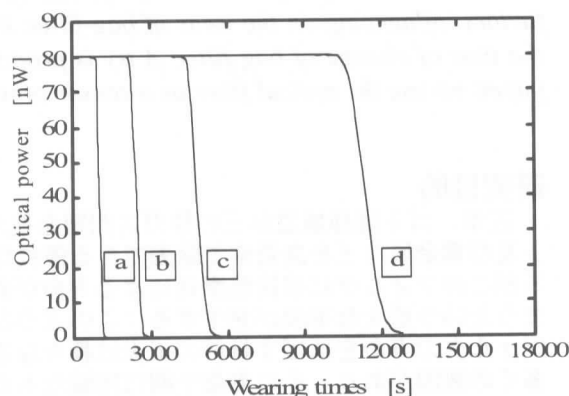
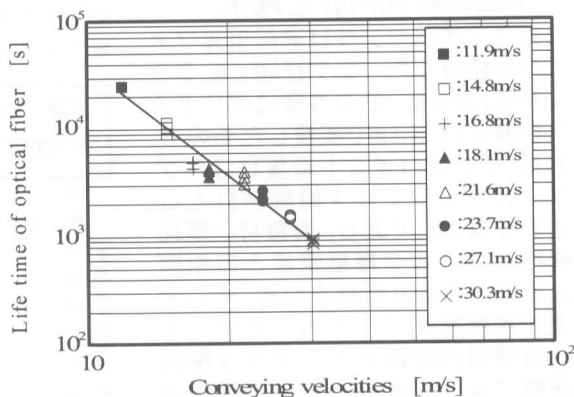


Fig. 3 粒子噴出速度を変えた場合の摩耗時間

Fig. 4に被覆厚さ $12.5\mu\text{m}$ の光ファイバを異なる粒子噴出速度と光ファイバ寿命時間との関係を示す。これから光ファイバ寿命時間は噴出速度 $V_f$ の3.5乗に比例することがわかった。日本スピンドル製造(株)の社内報告書ではバグフィルタの一定時間当たりの摩耗量は粒子衝突速度の約3乗に比例することが示されており、傾きは両者一致している。このことは、光ファイバのポリイミド被覆摩耗量は光ファイバ寿命時間に比例していると考え、摩耗のメカニズムは両者ともエロージョン摩耗で同じであると見てよい。



バグフィルタ試験布とポリイミド被覆光ファイバを同じ流動条件で同時に摩耗実験をおこなった。流動条件は粒子噴出速度 $30.3\text{m/s}$ 、粒子供給量は $2.07\text{g/min}$ の場合である。バグフィルタの摩耗が進行する経過を写真で撮影し、光ファイバの光の伝送量変化との比較をした。その結果バグフィルタの毛羽立ちが次第に摩耗消滅して、15分後に光の伝送量が $50\text{nW}$ に減衰し始めた。すなわち光ファイバの寿命時間 $T_f$ に達した。しかしバグフィルタの基布が露出し始めた段階は光の伝送量 $2\text{nW}$ に減衰し、ファイバ切断の寸前である17分後であった。これからバグフィルタの寿命時間 $T_b$ を基布が露出し始める時間とすると、この光ファイバセンサはバグフィルタ寿命時間 $T_b$ の88%で寿命予知をしたことになる。

Fig. 4 粒子噴出速度と光ファイバ寿命時間の関係

## 展望

通信用光ファイバを使ってバグフィルタの寿命予知が可能であることを示した。今後はさらに詳細な実証実験を積み上げ、実機フィルタに装着しうる寿命予知センサ開発を目指す。