

# 北海道工業開発試験所報告

REPORTS OF THE GOVERNMENT INDUSTRIAL  
DEVELOPMENT LABORATORY, HOKKAIDO

第42号

昭和62年3月

## 目 次

### —— (技術報告) ——

#### 積雪計測のためのデータ収集システム (英文)

外岡和彦, 西川泰則, 山下秀孝, 佐山惣吾.....(1)

### —— (技術報告) ——

#### 砂媒体流動層によるガラスバルーンの製造技術

本間専治.....(7)

### —— (ノ ー ト) ——

#### 石炭の分解抽出油反応に及ぼす加熱速度の影響

森田幹雄, 広沢邦男.....(17)

### —— (報 文) ——

#### 泥炭粒子の燃焼性

細田英雄, 山田勝利.....(23)

工業技術院

北海道工業開発試験所

# A Data Acquisition System for Snow-cover Measurement

Kazuhiko TONOOKA, Yasunori NISHIKAWA  
Hidetaka YAMASHITA\*, Sogo SAYAMA

\*Hokkaido Electronic Equipments Co.

## ABSTRACT

A data acquisition system for snow-cover measurement has been developed. Application of computers to the system has made it easier to observe snow-cover and snow-fall. This system consists of an outdoor measuring station and a host computer. The outdoor measuring station has a multi-channel A/D converter, a CPU, a 32KB RAM, a clock, a modem, a temperature sensor, a wind gauge and snow pressure pillows to detect the pressure of the covered snow. The host computer saves the transmitted data to a floppy disk and displays the saved data as graphic images and tables. Field tests were carried out at Sapporo, Japan during the period from December 12, 1985 to April 10, 1986. The obtained informations can be utilized for efficient removal of snow.

## 1. INTRODUCTION

Hokkaido and the Japan Sea side area in Japan are covered with snow for a portion of the year. Working, living and modes of transportation are transformed with the arrival of snow. Even though it is appreciated for its beauty, usefulness to winter sports and huge value as a natural resource, snow may paralyze social communities and stagger economies in snowy regions. Recently, new challenges are planned to settle these troubles caused by heavy snows and to utilize snow as a resource. Information on snow-fall and snow-cover is required for the effective control of snow. The depth, density, wetness and hardness of the snow-cover are major physical factors affecting snow removal and use.

In this study, a data acquisition system is designed to measure the weight of snow-cover as an important information for snow removal. The automatic measurement, data acquisition and processing are realized by the application of computer to the system.

## 2. SYSTEM DESIGN

To build a friendly automatic data acquisition system for snow-cover measurement, there are some requirements as follows.

- 1) The system operates during the winter season without any help.
- 2) Equipment outdoors must function in cold condition at about  $-20^{\circ}\text{C}$ .
- 3) Independent operation of measurement and data processing is necessary.
- 4) Obtained data should be easy to use for considerable types of computer.
- 5) Graphic outputs are required to understand the results clearly.

Considering these requirements, a system has been designed as shown in Fig.1. Two pressure pillows<sup>1,2)</sup> are chosen to measure the snow-cover weight. One of them is connected to a  $50\text{kg}/\text{m}^2$  full scale pressure sensor and the other is connected to a  $600\text{kg}/\text{m}^2$  full scale pressure

sensor. In Sapporo, the maximum snow-cover pressure is about  $400\text{kg/m}^2$ , which is over the measurement range for a  $50\text{kg/m}^2$  full scale pressure sensor. A differential method has been applied to expand the measurement range of a  $50\text{kg/m}^2$  full scale pressure sensor. In this method, the difference between the snow-cover pressure and a counter pressure is measured by a small range pressure sensor. The pressure pillows, wind gauge, air temperature sensor of Pt 100, measurement and control unit, and modem, are set up outdoors. The host computer installed a 5.25 inches floppy disk drive, a printer, a CRT display and a modem are set up indoors.

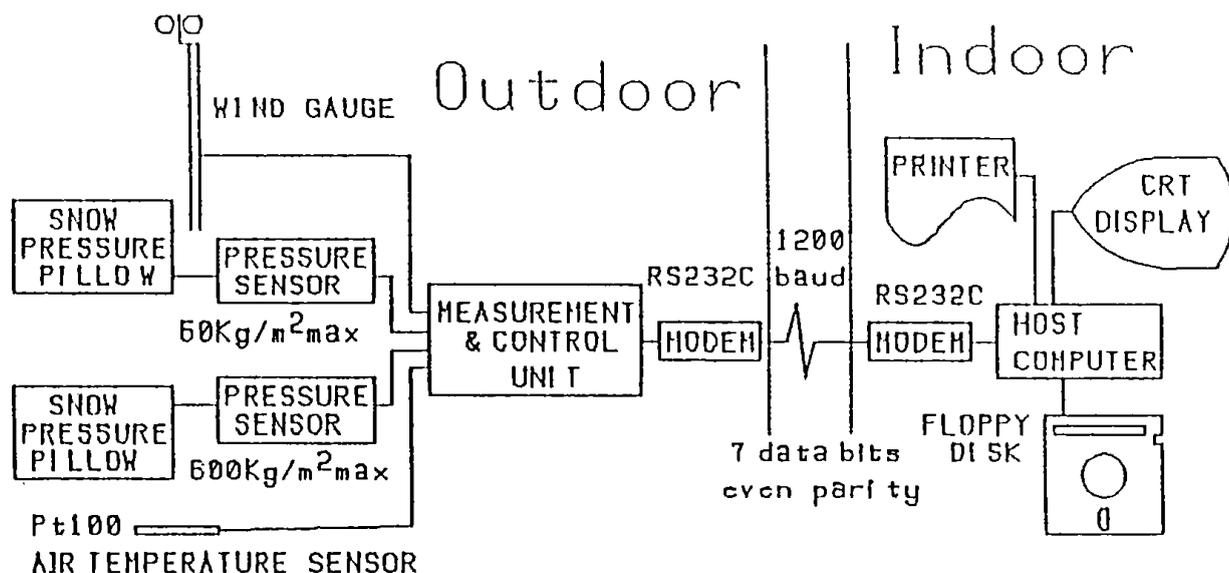


Fig. 1 Schematic diagram of measurement and the data acquisition system.

Fig. 2 shows the schematic diagram of measurement and control unit. CPU of Z-80 controls the valve driver, A/D converter, multiplexer, RAM and modem. These computers communicate at the speed of 1200 baud through RS-232C ports. The information is described in a 7 bits ASCII code with even parity form, which is chosen for the wide adaptivity to another data processing system.

The snow pressure pillow is a metal wafer of 900 mm by 1800 mm in rectangular shape and 15 mm in thickness, and filled with antifreeze liquid, which transmits the pressure of the covered snow to the pressure sensor. The pressure pillows were mounted with pressure sensors on flat ground surface. They were kept horizontal and at the same height to make an accurate measurement. Snow pressure pillows and pressure sensors were calibrated within 5% accuracy by water weight.

One of the advantage of using snow pressure pillows is measuring the snow-cover weight as pressure. The output from the pressure sensor depend on only the weight of snow-cover. The density, depth, wetness and hardness of the snow-cover will not have any influence on the measured results. This system worked in very stable, because the temperature of the pillows and pressure sensors was kept within  $\pm 1^\circ\text{C}$  under the snow-cover condition.

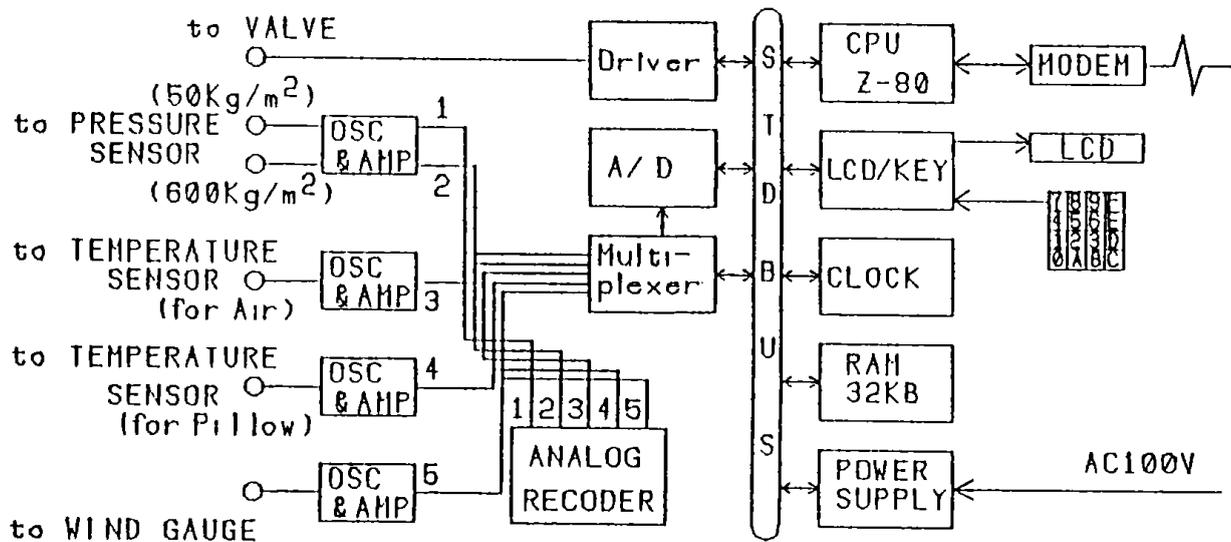


Fig. 2 Schematic diagram of measurement and the control unit.

### 3. DATA ACQUISITION AND PROCESSING

As is shown in Fig. 2, snow pressures, air temperature and wind velocity are measured and stored with the date and time to RAM every 10 minutes. The 32KB RAM is able to save the data during a week. The data is transmitted to the host computer under the request to send and saved as a text file. The data are processed in the host computer by the system program which has been developed for this system. Fig. 3 shows how the data are processed from the

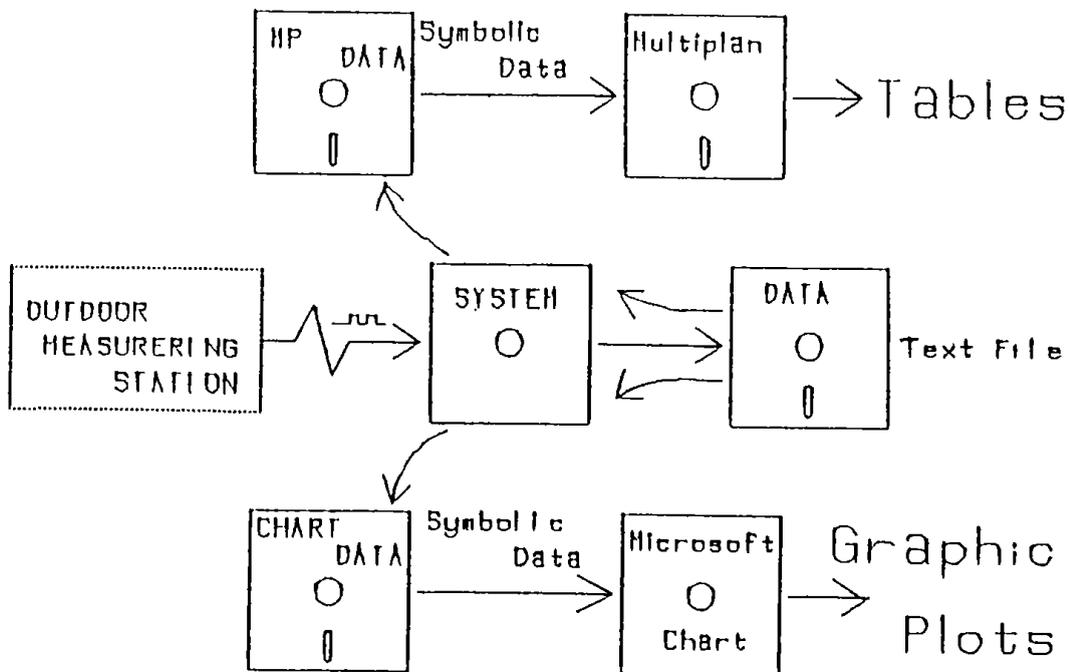


Fig. 3 Data processing to the tables and graphic plots.

text files to tables and graphic plots. The Multiplan of the Microsoft corporation and the Microsoft Chart of ASCII CORPORATION are employed in the package softwares; they produce the tables and graphic plots. The data are processed to interchangeable symbolic files for the package softwares by the system program. An example of the graphic plots is shown in Fig. 4. The indicated values are the snow pressure, the air temperature and the values measured by the snow sampling method during from Dec. 27 to Dec. 31, 1985. This graph describes that accumulation of snow on Dec. 27 increased gradually and that snowfalls equivalent to about 30 mm rainfall occurred on early Dec. 31. At 15 o'clock on Dec. 28, the temperature was  $-1^{\circ}\text{C}$ ., the snow pressure by the pillow of  $600\text{ kg/m}^2$  range, PLW600, was  $64\text{ kg/m}^2$ , the snow pressure by the pillow of  $50\text{ kg/m}^2$  range, PLW50, was  $83\text{ kg/m}^2$ . The latter is almost the same to the value  $84\text{ kg/m}^2$  measured by the snow sampling method.

The reason that the snow pressure measured by PLW50 is consistently less than the corresponding values obtained by PLW600 is attributed to the differential method. It is considered that the lower estimation of the counter pressure of PLW50 has resulted in those errors.

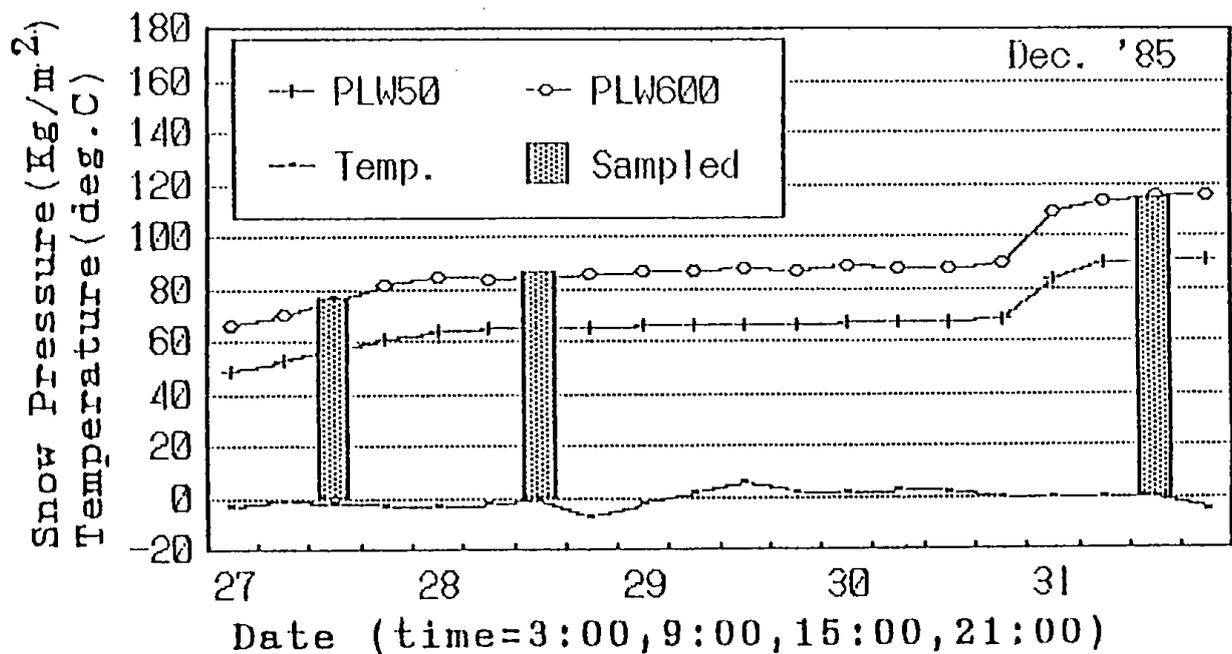


Fig. 4 An example of the graphic plots.

#### 4. CONCLUSIONS

It has been proved from the field test during a winter season that the system is useful for snow-cover measurements, data acquisition and data processing.

The main features of this system are ;

- 1) real-time measurement of snow-cover,
- 2) automatic measurement and data acquisition,
- 3) graphic image outputs,
- 4) processing data to interchangeable file for some software packages such as Microsoft's MULTIPLAN and ASCII CORPORATION's MICROSOFT CHART, and
- 5) wide adaptivity to many software packages on MS-DOS.

Good results could not be partly obtained in the snow pressure measurements. It is the subject for a future study to get better results. Snow-cover and snow-fall data depends on the needs to utilize. This system will be able to contribute to removal, control and use of snow.

#### **ACKNOWLEDGMENTS**

The authors wish to thank Kennichi Kitajima of Hokkaido Electronics Co., Satoru Suzuki of Government Development Laboratory Hokkaido and Tomomi Yamada of University of Hokkaido for their helpful discussions and advice.

#### **REFERENCES**

- 1) D. M. Gary and D. H. Male, HANDBOOK OF SNOW, 1981, Pergamon Press.
- 2) Tadashi Kimura, Observation of Water Equivalent of Snow Cover by Metal Wafer, Report of the National Research Center for Disaster Prevention No. 31, Nov., 1983.

(昭和61年11月25日受理)

# 砂媒体流動層によるガラスバルーンの製造技術

本間 専治

## 1. はじめに

火山の多い我が国では火山灰の賦存量も多く、特に九州南部のシラス台地をはじめ東北、北海道地域にも多く存在し、それらの有効な利用が望まれている。北海道では樽前、ニセコ、十勝、阿寒などの地域に大量の火山灰が堆積している。それらのなかには良質のガラス質や真珠岩を多く含むものが見いだされている。

火山灰を急速に加熱すると、そのなかのガラス質あるいは真珠岩の微粒子から微細な中空のガラス球が得られる。木村ら<sup>1)</sup>は、このことを利用して火山灰から微細なバルーンを製造する方法を見いだした。この製品はアルミニウム、プラスチックなどの軽量化、あるいは断熱性に優れた建築材料として使用するなど、種々の用途開発が行なわれている。

従来のガラスバルーンの製造法としては、外熱型のロータリーキルン、電気炉あるいは熱風炉などを使って900～1000℃で焼成する方法が試みられてきたが、装置内で火山灰の融着が起きること、焼成温度や焼成時間の変動により製品のバラツキが生ずること、焼成コストが高いなどの難点があった。

著者らは、上述のような従来法の問題点を解決するために、次のような特徴を持つ製造法を考案した。<sup>2)</sup>

- 1) 砂を流動媒体とする流動焼成法である。
- 2) 原料は流動化ガスに同伴させて流動層底部のガス分散板を通して供給する。
- 3) 焼成に必要な熱量の供給は、流動化ガスである空気に燃料ガスを混合して流動層に吹き込み、流動層内で燃焼する内熱方式によって行なう。

従来法に比べて、この方法は装置の構成が簡単で、熱効率が高く、炉内の温度を均一に保持できるなどの特長を有し、焼成コストの低減や製品の均質化が期待できる。

本報告では、このような砂を媒体とした流動層を利用して火山灰からガラスバルーンを製造する方法を開発するために行った基礎実験及び工業化試験の結果について述べる。

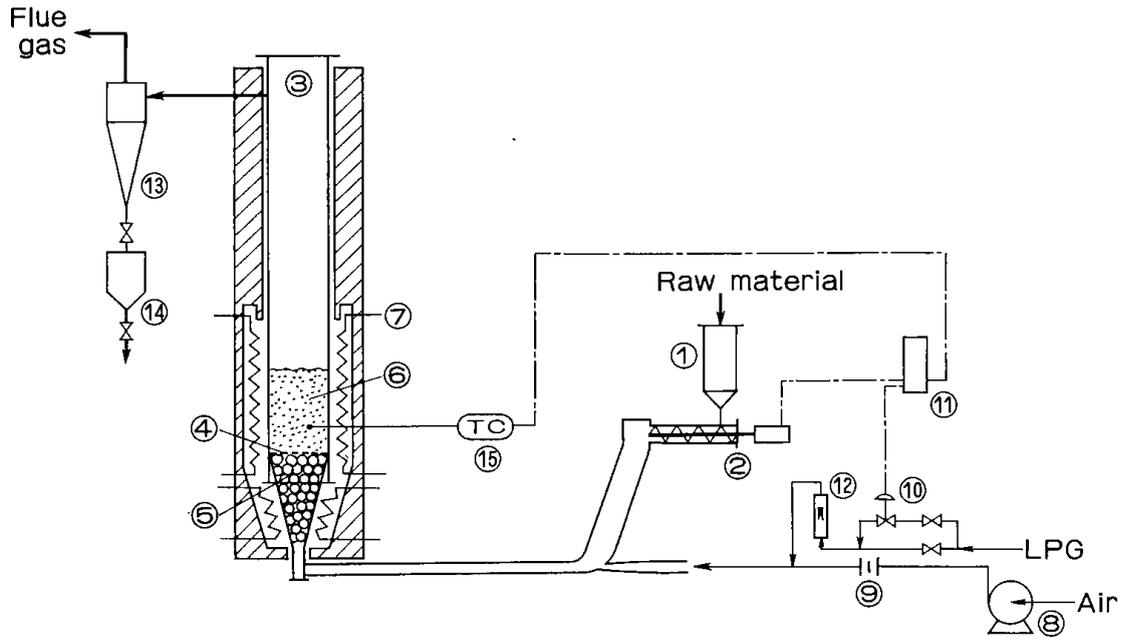
## 2. 基礎実験

### 2・1 実験装置と方法

実験に使用した装置の概要を Fig. 1 に示す。流動層は耐熱性のステンレス鋼製で、内径は0.15 mで高さは1 mである。ガス分散板は、厚さ1.6 mmのステンレス板に直径2 mmの孔を正三角形配列で開孔比2%にあけた多孔板を使用した。流動層底部の風箱部には、直径30 mmの磁製ボールを充填し、充填層の間隙を通過するガス速度を増大させることにより、燃料ガスの火炎伝播による爆発を防止した。

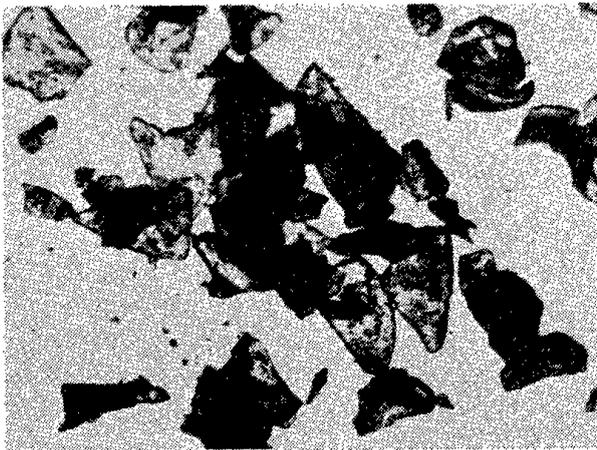
火山灰の供給は、原料ホッパーからスクリーフフィーダーによって定量的に空気に同伴させて流動層の底部から風箱部とガス分散板を通して吹き込む方法によった。流動層内に供給された火山灰は、層内で急速に加熱されて、焼成されたのち、流動化ガスに同伴して流動層から飛び出し、サイクロン集塵器によって捕集される。焼成に必要な熱は、燃料ガス(LPG)を空気と混合して吹き込み、流動層内で燃焼することにより供給した。流動層の温度は、この燃料ガスの流量を自動的に調節することによって制御した。

実験に使用した火山灰の顕微鏡写真を Fig. 2 (a)に、粒度分布を Fig. 3 に示す。この平均粒径は0.110 mm である。粒子の形状は、Fig. 2 (a)に示すように不規則である。火山灰の工業分析値を Table 1 に示す。流動熱媒体粒子としては硅砂を使用した。その平均粒径は0.9 mm、嵩密度は1,400 kg/m<sup>3</sup>、流動化開始速度は0.53 m/s (室温) である。燃料ガス(LPG)の発熱量は23,000 kcal/Nm<sup>3</sup> である。

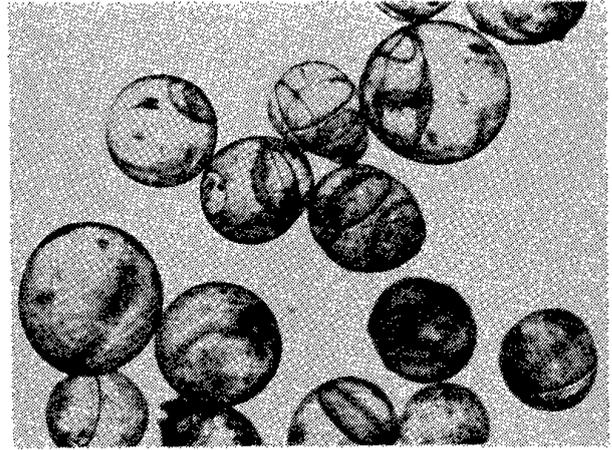


- |                         |                   |                          |
|-------------------------|-------------------|--------------------------|
| ① Hopper                | ⑥ Silica sand     | ⑪ Temperature controller |
| ② Screw feeder          | ⑦ Electric heater | ⑫ Flow meter             |
| ③ Fluidized bed roaster | ⑧ Blower          | ⑬ Cyclone                |
| ④ Distributor           | ⑨ Orifice meter   | ⑭ Product receiver       |
| ⑤ Ceramic ball          | ⑩ Solenoid valve  | ⑮ Thermocouple           |

Fig. 1 Schematic diagram of experimental apparatus.



(a) Raw material



(b) Glass-balloon

Fig. 2 Photographs of raw material and glass-balloon.

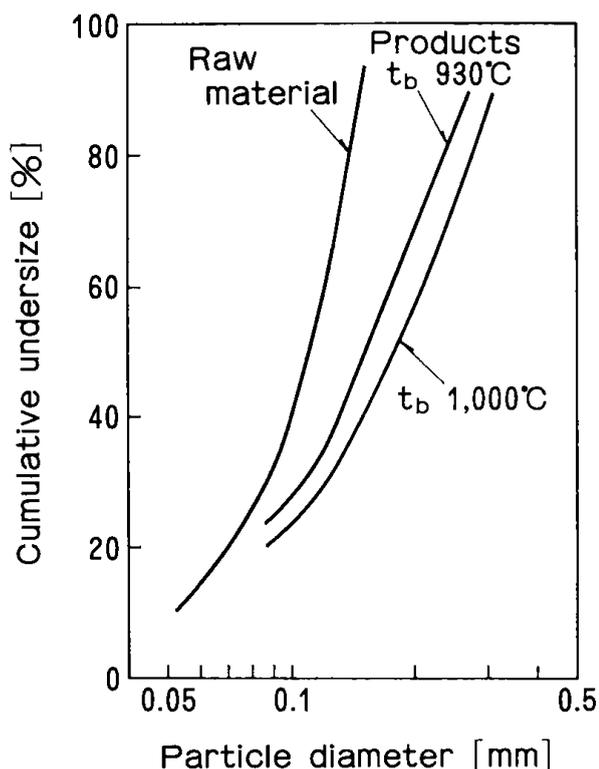


Fig. 3 Size distribution of raw material and products.

ガスの分析は、ガスクロマトグラフによって行なった。焼成物中のガラスバルーンの収率 $Y$ は、一定量のサンプルを水と混合し、数十分の間静置した後、水に浮上したものを収集して乾燥し、原料に対する重量割合(%)で表わした。焼成物の嵩密度 $\rho_b$ は、メスシリンダーに焼成物を粗充填して測定した。また、焼成物の初期破壊荷重は圧縮試験機により測定した。

流動層高を変化させた実験によれば、流動層の静止層高が0.1m以下と0.25m以上では流動層内の温度分布が不安定になった。このことから、流動層の静止層高を0.15~0.20mにして本実験を行なった。また、原料の供給速度を0~900kg/m<sup>2</sup>·hの間で変化させて実験を行なったが、この範囲内では安定な操作が可能であった。主な実験条件をTable 2に示す。

## 2.2 実験結果と考察

### 2.2.1 操作条件の影響

流動層内の温度分布を測定した結果をFig. 4に示す。層内の温度は、ガス分散板から約5cmの高さでほぼ一定になっている。また、流動層の静止層高 $L_c$ 以上の高さでは、粒子濃度が希薄に

Table 1 Proximate analysis of volcanic ash.

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ig. loss
72.0%	13.0%	1.6%	4.6%

Table 2 Experimental conditions for preliminary test.

Roasting temperature	930 ~ 1,000 °C
Air feed rate	290 ~ 900 kg/m <sup>2</sup> ·hr
Fluidizing gas velocity	0.62 ~ 1.23 m/s
Feed rate of raw material	285 ~ 1,020 kg/m <sup>2</sup> ·hr
LPG feed rate	20 ~ 50 kg/m <sup>2</sup> ·hr
Static bed height	0.05 ~ 0.25 m

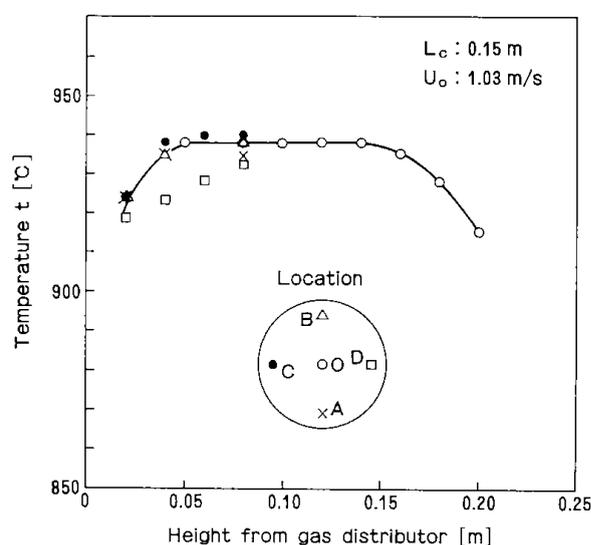


Fig. 4 Temperature profiles in fluidized bed (0.15 m I. D.).

なるため、温度が次第に低下している。図において、D部分の温度が低いのは、この部分の器壁に側管が溶接されており、そこからの放熱によるためと考えられる。また、この図には示されていないが、ガス分散板から下方5cmの風箱部の温度は60~80°Cであった。

ガラスバルーンの収率 $Y$ および焼成物の嵩密度 $\rho_b$ に対する焼成温度 $t_b$ の影響をFig. 5に示す。焼成温度が高いほど嵩密度は小さく、製品の収率は嵩密度にほぼ反比例して変化している。また、焼成物の粒径分布をFig. 3に、生成したバルーンの形状をFig. 2(b)に示した。バルーンの生成<sup>2)</sup>は、火山灰が急速加熱されて熔融軟化すると同時

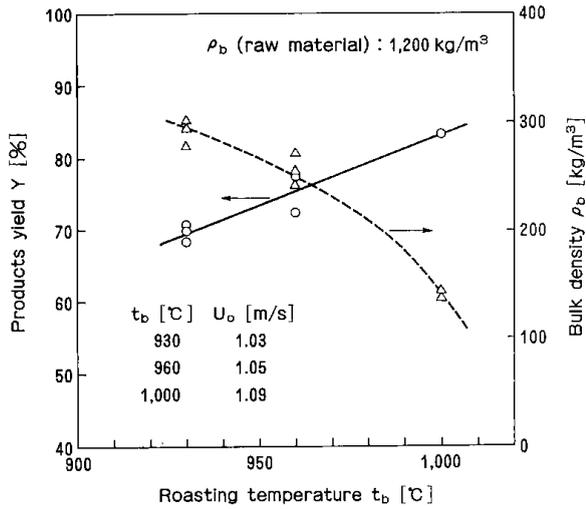


Fig. 5 Relation between roasting temperature and products yield.

に、結合水が気化して粒子が膨張するため、焼成温度が高いほど結合水の気化による粒子の膨張が大きく、生成するバルーン粒径は大きくなると考えられる。したがって、生成したバルーン粒子の見掛け密度は減少し、Fig. 5のように高密度は減少するものと考えられる。

次に、焼成温度  $t_b$  による焼成物の初期破壊荷重の変化を Fig. 6 に示す。焼成温度が高くなる

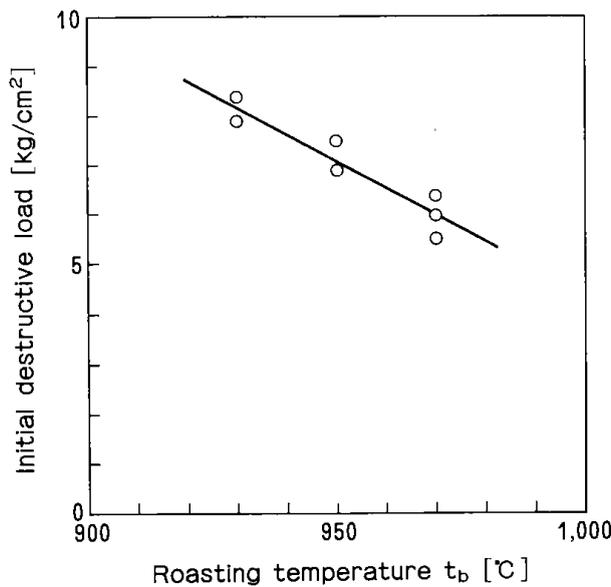


Fig. 6 Initial destructive load of products.

につれて生成したバルーンは壊れやすくなる傾向が認められる。これは、生成したバルーンの粒径が大きくなるにつれてその壁厚が薄くなり、強度が低下するためと考えられる。これらの結果から、焼成温度  $t_b$  が製品の品質に与える影響は大きく、製品の強度などのバラツキを考慮すると、 $\pm 5^\circ\text{C}$  程度の比較的精密な温度制御が必要と考えられる。

流動化ガス速度  $U_o$  の収率  $Y$  に及ぼす影響を調べた結果を Fig. 7 に示す。流動層内における火

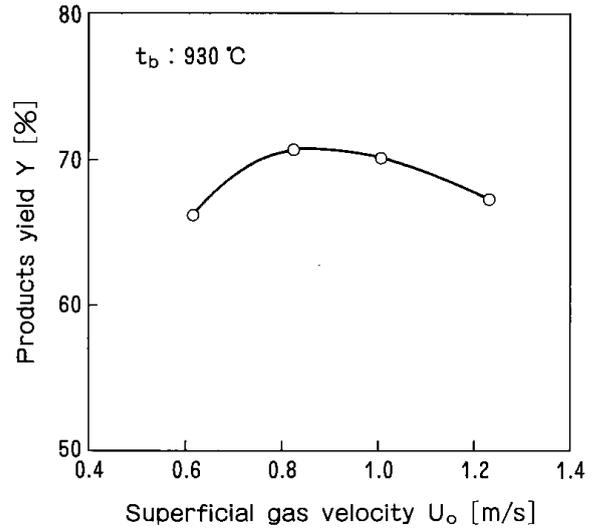


Fig. 7 Relation between fluidizing gas velocity and products yield.

山灰の滞留時間すなわち焼成時間は、 $U_o$  に反比例するので、 $U_o$  が増大すれば焼成時間は短くなる。この図から、本実験では、焼成温度が  $930^\circ\text{C}$  の場合の最適な流動化ガス速度は、 $0.8\sim 1.0\text{ m/s}$  であることがわかる。

### 2.2.2 熱収支

本実験の場合、燃料ガスの供給速度  $G_{op}$  と空気の供給速度  $G_{oa}$  との比  $G_{op}/G_{oa}$  の値は  $0.03\sim 0.06$  であるので、 $G_{og}=G_{oa}+G_{op}$  とし、ガスの総括的な比熱を  $C_{pg}$  とすれば、熱収支の近似式は次のように表わされる。

$$Q_o = F_o C_{pc}(t_b - t_o) + G_{og} C_{pg}(t_b - t_o) + q \dots\dots\dots (1)$$

実験によるガスの供給速度  $G_{og}$  と燃料ガスによる発熱速度  $Q_o$  との関係を図 8 に示す。直線の勾配と式(1)の関係から、 $C_{pg} = 0.284 \text{ kcal/kg} \cdot ^\circ\text{C}$  の値が得られた。この値は、 $900^\circ\text{C}$  における空気の比熱  $0.279 \text{ kcal/kg} \cdot ^\circ\text{C}$ <sup>3)</sup> にほぼ一致した値であった。また、原料の供給を止めた場合 ( $F_o = 0$ ) における直線の切片の値から、温度  $t_b$  が  $930^\circ\text{C}$  における本装置からの熱損失は  $q = 7.7 \times 10^4 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h}$  であった。

次に原料の供給速度  $F_o$  と燃料ガスによる発熱速度  $Q_o$  との関係を図 9 に示す。図の直線の勾配と式(1)の関係から、固体粒子の総括比熱  $C_{pc}$  として  $0.267 \text{ kcal/kg} \cdot ^\circ\text{C}$  の値が得られた。この値は、原料中の水分 (1~4%) の蒸発熱などを含めた総括的な値であるが、ガラスの  $1,000^\circ\text{C}$  における比熱  $0.27 \sim 0.29 \text{ kcal/kg} \cdot ^\circ\text{C}$ <sup>4)</sup> に近い値であった。以上の結果から、本装置の熱収支の近似式として式(1)が妥当であることがわかった。

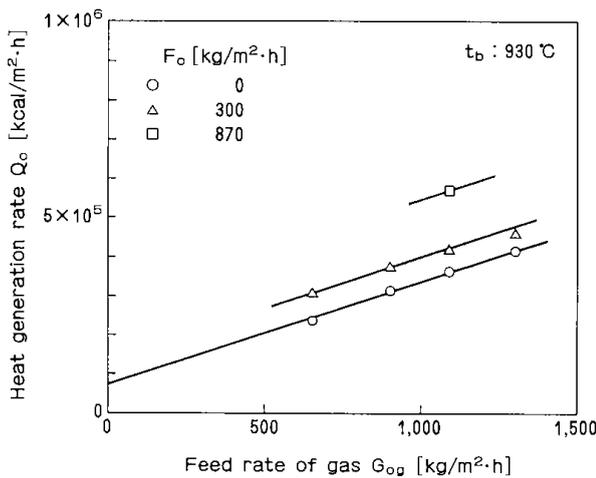


Fig. 8 Relation between feed rate of gas and heat generation rate.

### 3. 工業化試験

基礎実験の結果に基づき、内径 0.5m の内熱式流動焼成炉を設計し、工業化試験を行った結果について述べる。

工業化試験装置の概要を図 10 に示す。流動焼成炉は厚さ 6 mm のステンレス鋼製で、内径は 0.5m で高さは 2 m である。炉の外壁には厚さ 0.3 m のパーライトの保温層を設けた。ガス分散板の孔径と開孔比、熱媒体粒子及び風箱部の充填物はそれぞれ基礎実験に使用したものと同一である。

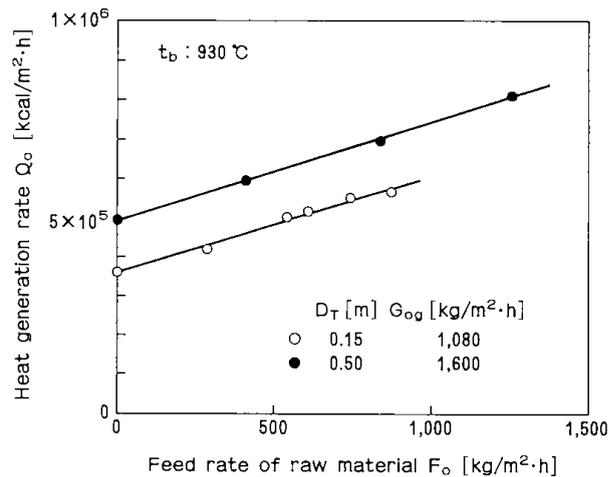


Fig. 9 Relation between feed rate of raw material and heat generation rate.

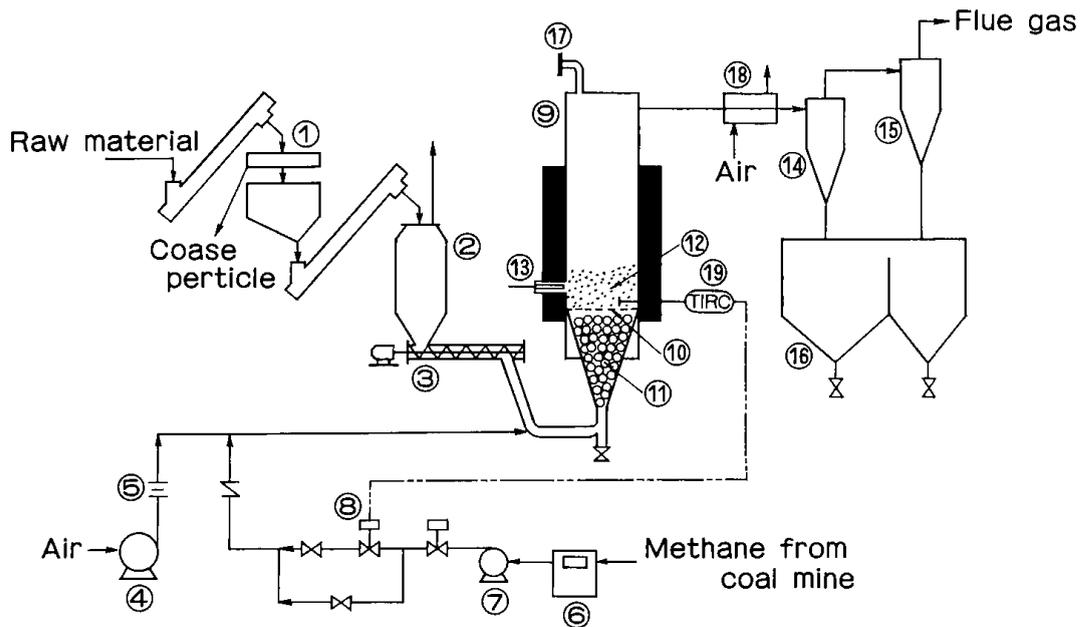
小型実験炉との相違点は、サイクロンの入口に空気冷却式熱交換器を設置して焼成物の冷却を行っていることである。また、燃料ガスとしては、炭鉱から供給されるメタンを主成分とする坑内ガスを使用した。このガスの発熱量は  $5,000 \sim 5,500 \text{ kcal/Nm}^3$  であった。

工業化試験の運転操作は基礎実験と同様に行った。主な運転条件の範囲は、流動層の静止層高は 0.15m、焼成温度は  $930 \sim 970^\circ\text{C}$ 、流動化ガスの空塔速度は  $0.82 \sim 1.70 \text{ m/s}$ 、原料の供給速度は  $0 \sim 1,260 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{h}$  である。

運転中に、原料中の粗粒子が風箱部に停滞して圧力損失の増大を引き起こすことがあったが、停滞した粗粒子を風箱の下部に設けた粒子排出バルブから抜き出すことにより、正常な操作状態に回復させることができた。

流動層内の温度分布の一例を図 11 に示す。Fig. 4 に示した基礎実験の場合と同様に温度分布は小さく、分散板の直上を除いて  $\pm 5^\circ\text{C}$  程度の温度分布で十分に制御が可能であった。図中の D 部の温度が低いのは、この部分に予熱用バーナーの取付口が設置されており、ここからの熱損失が多いためと考えられる。なお、分散板下 10 cm の風箱部の温度は  $25^\circ\text{C}$  であった。

工業化試験におけるガスの供給速度  $G_{og}$  と燃料ガスの発熱速度  $Q_o$  との関係を図 12 に示す。図中に示した基礎実験の結果と工業化試験の結果は良く一致している。また、Fig. 9 に示した工業化試験における  $Q_o$  と  $F_o$  の関係から、基礎実験の場



- |                 |                         |                          |
|-----------------|-------------------------|--------------------------|
| ① Screen        | ③ Solenoid valve        | ⑮ 2nd cyclone            |
| ② Hopper        | ⑨ Fluidized bed roaster | ⑯ Product receiver       |
| ③ Screw feeder  | ⑩ Distributor           | ⑰ Rupture disc           |
| ④ Blower        | ⑪ Ceramic ball          | ⑱ Cooler                 |
| ⑤ Orifice meter | ⑫ Silica sand           | ⑲ Temperature controller |
| ⑥ Gas meter     | ⑬ Preheating burner     |                          |
| ⑦ Blower        | ⑭ 1st cyclone           |                          |

Fig. 10 Schematic flow sheet of pilot plant.

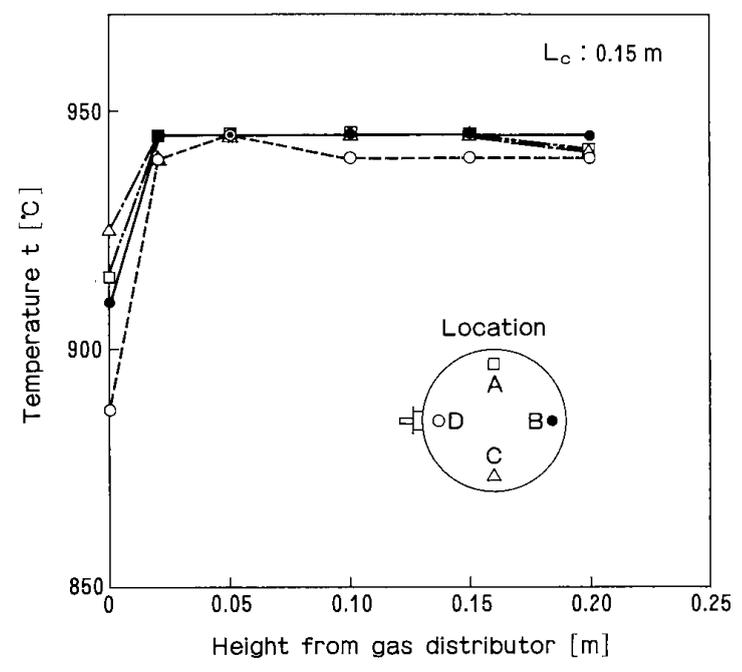


Fig. 11 Temperature profiles in fluidized bed (0.5 m I. D.)

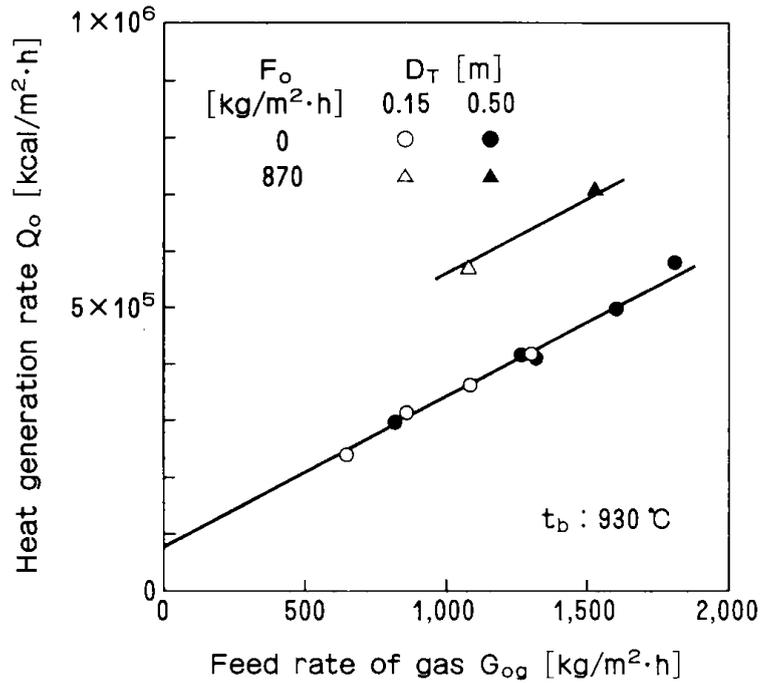


Fig. 12 Comparison with heat generation rate from 0.15 m I. D. roaster and 0.5 m I. D. roaster.

合と同様な方法で  $C_{pc}$  の値を算出した結果, 0.277 kcal/kg·°C を得た。これは基礎実験で得られた値 0.267 kcal/kg·°C とほぼ等しかった。これらの結果から, 工業化試験においても(1)式の関係が成り立つことがわかった。

工業化試験で得られた焼成物の嵩密度  $\rho_o$  は 210 ~ 270 kg/m<sup>3</sup> であり, 基礎実験による焼成物と同等であった。これらのことから, 工業化によっても所定の製品を製造できることが確かめられた。また, 基礎試験と工業化試験を通して, 装置内での火山灰の融着は認められず, 安定な操作が可能であった。本方式では, 流動層内の温度を均一に精度良く制御できることや, 火山灰が層内に良く分散され, 砂媒体の間で希薄な状態で焼成されることなどの理由により, 融着が生じないものと考えられる。

#### 4. まとめ

火山灰を空気及び燃料ガスと混合して砂を媒体とした流動層に吹き込み, 燃焼と火山灰の焼成を層内で同時に行うガラスバルーンの製造法を開発し, その有用性を基礎実験によって確かめ, さらにその実用性を工業化試験によって確認した。そ

の結果, 次の知見を得た。

- 1) 本方式によって, 火山灰から効率良くガラスバルーンを製造することができる。
- 2) 本実験の範囲においては火山灰の融着が認められず, 安定な操作が可能である。
- 3) 製品の品質及び収率は, 焼成温度による影響が大きく, 精密な温度の制御が必要である。
- 4) 本法では, 焼成部の温度が均一になるので, 均質な製品を得ることができる。
- 5) 熱収支および製品の性状についての基礎実験と工業化試験の結果は良く一致した。

以上のことから, 本方式によって火山灰を焼成してガラスバルーンを製造することは充分可能であり, この方法は装置も簡単であり, 焼成部の温度分布が均一で均質な製品を得ることができる優れた方法であることがわかった。

#### 謝辞

本研究を行うにあたり, 三井茂夫第3部長(当時)に終始多大な御指導をいただきました事に深く感謝の意を表します。また, 本研究の一部は, 太平洋建設工業株式会社との共同研究として行われたものであることを付記し, 同社の御協力に対

し謝意を表します。

記号

$C_{pc}$  = apparent specific heat of solid particles [kcal/kg·°C]

$C_{pg}$  = apparent specific heat of gas [kcal/kg·°C]

$D_T$  = diameter of roaster [m]

$F_o$  = feed rate of raw material [kg/m<sup>2</sup>·h]

$G_{oa}$  = feed rate of air [kg/m<sup>2</sup>·h]

$G_{og}$  = feed rate of gas [kg/m<sup>2</sup>·h]

$G_{op}$  = feed rate of LPG [kg/m<sup>2</sup>·h]

$L_c$  = static bed height [m]

$q$  = heat loss from roaster [kcal/m<sup>2</sup>·h]

$Q_o$  = heat generation rate [kcal/m<sup>2</sup>·h]

$t_b$  = roasting temperature [°C]

$t_o$  = room temperature [°C]

$U_o$  = superficial gas velocity [m/s]

$Y$  = yield of product [%]

$\rho_b$  = bulk density [kg/m<sup>3</sup>]

参考文献

- 1) 木村邦夫, 陣内和彦, 諫山幸男: 九州工業技術試験所報告, No.7, 397~408(1972)
- 2) 三井茂夫, 本間専治, 中村衛: 日本特許 第849394号
- 3) 化学工学協会編, 「化学工学便覧, 改訂四版」, p.72, 丸善, 東京(1978)
- 4) 成瀬省, 「ガラス工学」, p.270, 共立出版, 東京(1978)

(昭和62年2月27日受理)

## ABSTRACT

Production of Glass-balloon with a Sand Fluidized Bed.

Senji HONMA

A new production method for the fine glass-balloon from the volcanic ashes was developed by using fluidized beds of 0.15 m and 0.5 m i. d. Silica sand was fluidized in the bed at temperatures of 930°C to 1,000°C. The volcanic ashes and fuel gas were mixed with fluidizing air in the blowing pipe and then were fed into fluidized bed through wind-box and gas distributor. To avoid explosion of the fuel gas, ceramic balls were packed in the wind-box. The yield and quality of the glass-balloon were examined as a function of roasting temperature and fluidizing gas velocity.

The yield of the glass-balloon increased with the temperature and showed to have the maximum value at a certain gas velocity. The bulk density and the initial destructive load of the glass-balloon decreased with the temperature. The relationship between the feed rate of the volcanic ashes and the heat demand for operation was obtained from the heat balance data. The reliability of the fundamental results performed in the small scale has been confirmed in the industrial scale.

# 石炭の分解抽出反応に及ぼす加熱速度の影響

森田 幹雄, 広沢 邦男

## 1. 緒 言

著者らは、石炭分解抽出反応における初期反応が極めて速く、急速加熱分解抽出によって2~3分間以内に石炭の大部分を可溶化できることを既に報告した。<sup>1,2)</sup> Neavel<sup>3)</sup>も同一結果を確認し、<sup>3)</sup>急速加熱分解抽出法は工業的にも興味ある方法として注目されるようになってきている。

石炭の熱分解では、加熱速度の増加とともに石炭中の揮発性物質（特にタール成分）の回収率が増すことが明らかにされているので、<sup>4)</sup>熱分解を伴う石炭の分解抽出反応においても加熱速度の増加によって石炭の溶解量を増大させ得ることが予測できた。しかし、石炭分解抽出反応における加熱速度の影響に関して確認した例はほとんど見当たらない。そこで、本研究では赤平炭と太平洋炭を試料とし、溶剤として脱晶アントラセン油を用いた場合について、低速加熱と急速加熱の分解抽出反応に及ぼす影響を回分実験により反応率と未溶解炭の性状変化から考察してみた。

## 2. 実 験

### 2.1 試料炭, 溶剤およびペーストの調整

試料炭の性状を表1に示す。溶剤は脱晶アントラセン油であり、前報<sup>2)</sup>実験溶剤とほぼ同一性状である。試料炭はペースト状にして実験に供したが、ペーストの調整は前報<sup>2)</sup>実験と同じく試料炭50gに脱晶アントラセン油150gの割合でボールミル中に入れ、24時間混合して安定化させ、調整

した。

### 2.2 実験装置および実験方法

実験装置は前報<sup>2)</sup>実験と同じく500ccの電磁誘導攪拌式オートクレーブに手動式試料注入装置を連結させたものである。

低速加熱分解抽出実験では、調整ペースト約32gに溶剤150g（石炭/溶剤=8(g)/174(g)）をオートクレーブに入れ、窒素置換後攪拌しながら所定の加熱速度で430°Cまで昇温したのち、直ちに加熱炉を除き、放冷した。

急速加熱実験の場合は、オートクレーブ中に予め150gの溶剤を入れておき、窒素置換したのち攪拌しながら430°Cまで昇温し、430°Cに達した時点で直ちにペースト32gをオートクレーブ中に注入した。注入終了後速やかに加熱炉を外し、オートクレーブを放冷した。

反応後の試料の処置は、前報<sup>2)</sup>実験と同一方法に依った。

### 2.3 反応率の算出法, 生成物の分析法

反応率は前報<sup>2)</sup>と同じく試料炭の灰分収支より算出した。さらに、生成物の分析法も前報<sup>2)</sup>と同一方法に依った。

## 3. 実験結果と考察

実験結果を表2に示した。

Table 1 Properties of Sample Coals

Sample Coal	Proximate Analysis (wt%, d.b.)			Ultimate Analysis (wt%, d.a.f.)		
	Ash	Volatile Matter	Fixed Carbon	H	C	Others
Akabira	4.39	44.62	50.99	6.19	82.09	11.72
Taiheiyo	4.23	45.57	50.20	6.39	76.61	17.00

Table 2 Experimental Results

Reaction Condition; Temp. 430°C, Nominal Time 0 hr.,  
Coal/Solvent = 8 g/174 g

Ex. No.	Heating Rate(°C/min.)	Ash of Residue (wt%)	Conversion (%)	Gas(L) produced	Ulti. Anal. of Residue(wt%)		
					H	C	Others
Akabira coal							
17	Injection	17.25	78.5	1.5	4.35	78.40	17.25
19	7.6	10.04	59.7	2.5	2.15	83.24	14.61
18	4.3	6.23	32.5	6.0	3.46	88.71	7.83
20	2.7	7.81	47.8	4.7	3.78	85.51	10.71
Taiheiyo coal							
11	Injection	18.27	78.9	3.1	4.50	79.15	16.35
12	Injection	22.10	83.1	3.8	4.44	80.50	15.06
16	7.6	9.49	56.6	3.1	3.10	78.67	18.23
14	4.3	7.08	39.4	5.9	3.21	78.20	18.59
15	2.7	8.46	51.8	4.1	3.76	90.34	5.90

### 3・1 反応率に及ぼす加熱速度の影響

まず、反応率についての実験データの再現性をみると最も再現性の乏しい注入実験を実施して比較した結果では、太平洋炭で Ex. No11の78.9%、Ex. No12の83.1%となって約4%の相違が観測された。これは試料注入から反応停止までの反応時間差が主因と思われる。しかし、再現性が4%程度で達せられているので、本研究目的を検討するためには十分適切と判断した。

表2の結果が示すとおり、反応率は赤平炭および太平洋炭のいずれにおいても試料注入による急速加熱分解抽出で約80%になり、最大反応率を達成した。低速加熱分解抽出では、反応率は昇温速度7.6°C/分、2.7°C/分、4.3°C/分の順序となり、4.3°C/分の昇温速度で反応率が極小となる傾向が両炭種について観察された。

このように、石炭分解抽出反応に対する試料加熱速度の影響が極めて大きいことを明らかにできた。この理由は定かではないが、急速加熱分解抽出の場合には430°Cという温度に石炭分子が急激に晒されるため、この温度で不安定な石炭分子の結合が一旦に切断され比較的大きな分子のままでは低分子化して溶剤中へ分散して行くのに対して、

低速加熱分解抽出では昇温過程の各温度で不安定な結合が徐々に切断されるため石炭分子を可溶化するために適切な結合の切断よりも、末端に位するような小さな分子が切断されて溶剤中に分散されるとともに未溶解炭は安定化してしまうために、可溶化が促進されないものと推察される。急速加熱よりも低速加熱の場合にガス生成量が多く、また、抽出残渣中の水素含量が低いこともこれを推察させる一因であり、かつ、以下に示す抽出残渣中の炭素の形態分布もこの推察を支持する結果であろう。しかし、昇温速度4.3°C/分の条件下で反応率が最小となった理由は不明であり、今後の興味ある課題である。

### 3・2 石炭分解抽出残渣のC-13NMR スペクトル

太平洋炭(a)、急速加熱分解抽出残渣(b)、低速加熱(2.7°C/分)分解抽出残渣(c)はそれぞれ図1のようなC-13NMRスペクトルを与えた。0~70 ppmにかけてのスペクトル帯は脂肪族性の炭素、90~180 ppmにかけてのスペクトル帯は芳香族性の炭素に大略分類することができる。<sup>5)</sup>

それぞれの(脂肪族性炭素/芳香族性炭素)比

を計算してみると、おおよそ(a)=32/68, (b) = 18/32, (c)=12/88 となった。

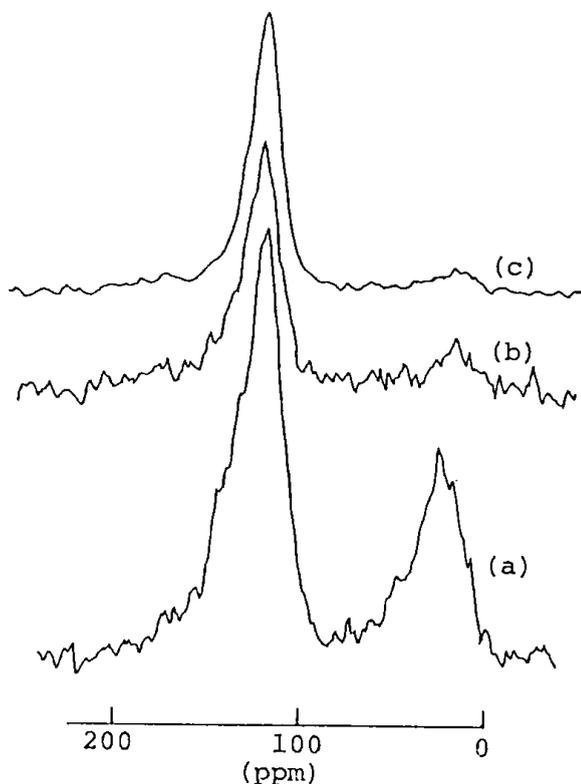


Fig. 1 Carbon-13 NMR Spectra for Extractive Chemical Disintegration Residues of Taiheiyō Coal

(a) Taiheiyō coal (b) Residue produced at an injection (c) Residue produced at a heating rate of 2.7°C/min.

石炭分解抽出残渣は原炭と比較して脂肪族性の炭素が減少し、芳香族性の炭素に富むものに変化している。すなわち、この事実は石炭が石炭巨大分子中の脂肪族性に富む部分から分解して溶解して行くことを意味している。

また、(b)と(c)を比べてみると、急速加熱分解抽出残渣では低速加熱分解抽出残渣よりも反応率が約20%も高いにもかかわらず脂肪族性の炭素に富んでいることが特徴的である。一方、元素分析値をみると分解抽出残渣は原炭よりも水素含量が減少し炭素含量が増加しているが、やはり(b)では反応率が高いにもかかわらず(c)よりも水素含量が高い。これらの事実は、前述した如く急速加熱分解抽出と低速加熱分解抽出では分解抽出反応過程に基本的な相違のあることを示唆する結果

であり、急速加熱分解抽出においては石炭巨大分子の分解が反応温度においせ一挙に起きて比較的大きな分子のまま低分子化されて溶解するために未溶解炭には脂肪族性の炭素が比較的に残り水素含量が高いのに対して、低速加熱分解抽出では昇温過程の各温度において石炭分子中の不安定な末端に属するような脂肪族性に富む部分から分解して可溶化して行くために、未溶解炭の脂肪族性の減少や水素含量の低下が急速加熱分解抽出時よりも顕著に現われるのであろう。このことが結果として可溶化量の低下、未溶解炭の反応性の低下を導びくことになる。

また、前報<sup>2)</sup>での石炭分解抽出反応機構の検討では分解抽出残渣の元素分析値の変化から、石炭分解抽出反応は石炭中の水素に富む部分から溶解して行くことを示したが、本実験での急速および低速加熱分解抽出残渣のC-13 NMR測定結果と合せ考察すると、石炭分解抽出反応は石炭分子中の水素含量が高く脂肪族性に富む部分から溶解して行く結論される。

#### 4. 結 言

石炭の分解抽出反応に及ぼす急速加熱と低速加熱の加熱速度の影響を検討した。

本反応に対する加熱速度の影響は極めて大きく、7.6°C/分の低速加熱では約60%の反応率であったが、急速加熱分解抽出では最大反応率約80%を達成できた。これは急速加熱によって石炭巨大分子中の不安定な結合が一度に切断されて比較的大きな分子のまま溶剤可溶性低分子へ転化する結果と推定された。

また、前報実験結果<sup>2)</sup>ならびに本報実験分解抽出残渣の元素分析およびC-13 NMR測定結果を合せ考察すると、石炭分解抽出反応は石炭分子中の水素含量が高く脂肪族性に富む部分から溶解して進行して行く結論された。

#### 文 献

1. 森田幹雄, 広沢邦男, 長谷川義久, 日本化学会春季大会講演予稿集, IV, 459(1967).
2. 森田幹雄, 広沢邦男, 燃料協会誌, **53**(564), 263(1974).
3. R. C. Neavel, Fuel, **55**, 237(1976).
4. C. Y. Wen and S. Dutta, "Coal Conversion Technology", Ed. by C. Y. Wen and E.

S. Lee, Addison-Wesley Publishing Company, Inc, p63(1979).

5 . T. Yoshida, Y. Nakata, R. Yoshida, S.

Ueda, N. Kanda and Y. Maekawa, Fuel, **61**, 824(1982).

(昭和62年 2 月27日受理)

# Extractive Chemical Disintegration of Coals

— Effects of Feed Heating Rates on Reaction —

Mikio MORITA and Kunio HIROSAWA

Effects of feed heating rates on the extractive chemical disintegration of Akabira and Taiheiyo coals were investigated at a temperature of 430°C and a nominal reaction time of 0 hr., using a 500 cc autoclave and anthracene oil as a solvent.

A rapid heating of the feed made about 80% of the coals dissolved, whereas even a heating rate of 7.6°C/min. changed only about 60% of those into soluble parts; the effects were confirmed to be remarkable.

Comparisons of carbon distribution of the coals and undissolved ones by C-13 NMR measurements showed that coals were dissolved from aliphatic richer parts of their molecules and undissolved ones became gradually richer in aromaticity.

# 泥炭粒子の燃焼性

細田 英雄, 山田 勝利

## 1. はじめに

泥炭は、燃焼させると石炭に比べ  $\text{SO}_x$ ,  $\text{NO}_x$  の発生量が少なく、灰分にも有害金属が含まれておらず、燃焼性も良好なことから、環境負荷の小さい固体燃料として利用可能なことがわかった<sup>1)</sup>が、含水量の多いことが欠点である。しかし、脱水乾燥技術が確立されれば北海道内各地に存在する泥炭を、ローカルエネルギー源として十分活用できるものと考えられる。

ところが、泥炭の燃焼性については、その基本的な現象が明らかにされていない。泥炭の燃焼のように熱分解も伴った燃焼に類するものとして、例えば、石炭などについては、単一粒子を対象試料として燃焼性が検討されている<sup>2,3)</sup>のに対して、泥炭そのものについての検討例はこれまで殆んどみあたらない。

そこで本研究では、泥炭の燃焼性を木材や石炭と対比しつつ基礎的見地から把握することを目的とした。すなわち、熱天秤装置を用いて燃焼性や速度論的検討を、また、透明な小型流動層装置を用いて燃焼状態を目視観察した結果を報告する。

## 2. 試料および実験装置

### 2.1 試料

本実験に用いた試料は、札幌市内で採取した泥炭と、その比較のために木材(エゾ松)、太平洋A炭、エルメロ炭である。熱天秤による燃焼実験では、それぞれの試料を乾燥後、60 mesh 以下の粒径に粉碎して使用した。一方、流動層による単一粒子の燃焼実験では、乾燥試料0.4g (木材、泥炭および石炭はそれぞれ一辺が12, 10, 8 mm の立方体)を用いたほか、固定炭素の異なる太平洋B炭も加えた。試料の工業分析値、元素分析値、発熱量を Table 1 に示す。なお、泥炭の水分については、乾燥後、大気中の湿分を吸収したため、実験の際には約10%であった。

### 2.2 実験装置および方法

熱天秤による実験は、示差熱天秤(理学電機製 TG-DTA)で行った。試料重量は15~17 mg, 雰囲気ガスは空気を用い自然通風とした。試料を熱天秤上に置き、昇温速度を10, 20, 30, 40°C/min に設定して昇温し、それぞれの試料について重量減少曲線を求めた。

Table 1 Analyses of samples

	Peat	Wood	Coal		
		Silver fir	Taiheiyo,A	Taiheiyo,B	Ermelo
Proximate [wt%]					
Moisture	3.4	7.8	5.3	5.3	3.4
Ash	4.5	0.7	14.6	32.9	12.9
Volatile matter	62.8	80.3	43.7	39.0	29.3
Fixed carbon	29.2	11.2	36.4	22.8	54.4
Fuel ratio	0.46	0.14	0.83	0.58	1.86
Ultimate [wt%,daf]					
C	63.6	52.5	77.8	75.6	82.6
H	5.9	6.5	6.1	6.3	4.6
O	28.0	41.0	14.6	16.8	10.0
N	2.2		1.1	1.2	2.1
S	0.3		0.4	0.1	0.7
High heating value [kcal/kg]	5,200	4,750	6,280	4,900	6,600

単一粒子の流動層燃焼装置の概略を Fig. 1 に示す。流動層は石英ガラス製で内径 20mm, 分散器から排気口までの高さは 250mm である。この流動層を透明電気炉 (Trans Temp 社製) の中に設置し実験を行った。電気炉は壁が石英ガラス製で、その内側に金が蒸着されており、炉内温度が 700°C 以上になると金箔が透明になり、炉内を目視観察できる。分散器は石英ガラスフィルターを用いた。流動化粒子には 0.5mm 以下の珪砂を用い、静止層高は 20mm とした。流動化ガスは、酸素および窒素ガスを混合器で混合し、酸素濃度が 20% になるように調整した。流量はフローメータにより測定し、ガス空塔速度は 800°C 換算で 0.4m/sec とした。流動層内の温度の検出は K 熱電対で行った。燃焼排ガスは、酸素計 (磁気風式) を通して系外に排出した。

実験では、あらかじめ燃焼管中に流動化状態を形成し、流動層の温度を 800°C に昇温させたのち、層内に試料を投入し、層温度および排ガスの酸素濃度の時間変化を測定すると同時に、試料の層内での燃焼状態を目視観察した。

### 3. 結果と考察

#### 3.1 熱天秤による実験

熱天秤の昇温速度を 10, 20, 30, 40°C/min に変化させたときの泥炭の重量減少率と温度の関係

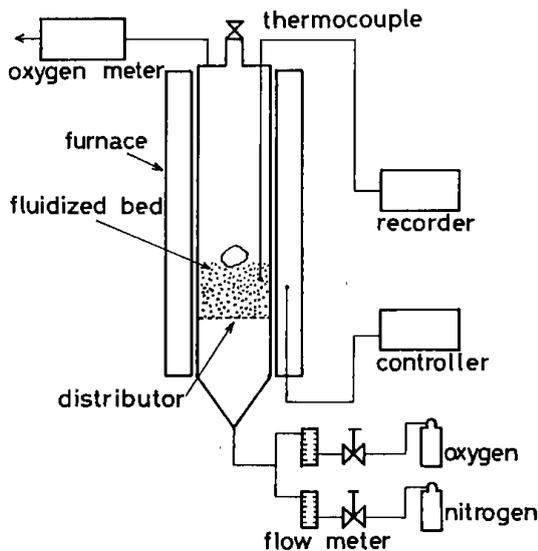


Fig. 1 Schematic diagram of experimental apparatus

を Fig. 2 に示す。いずれの昇温速度においても 40~50°C から水分の脱離が始まり、300°C 前後で急激な重量減少を示す。このとき泥炭に着火し、脱揮発と CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> などのガスが発生し、次いで、固定炭素を含むチャーの燃焼へと進行すると考えられる。図より昇温速度が大きいほど、分解温度は高温側に移行し、また、燃焼が終了し灰化する温度も昇温速度の上昇とともに高い値を示す。このような傾向は、木材、太平洋A炭、エルメロ炭においても同様であった。

Fig. 3 に昇温速度 30°C/min における泥炭、木材、太平洋A炭、エルメロ炭の重量減少曲線を示す。いずれの試料も 40~50°C から脱水を始め、泥炭、木材は約 280°C、石炭は約 400°C から急激な温度上昇とともに重量減少を示し、燃焼が終了する温度は、木材、泥炭、太平洋A炭、エルメロ炭でそれぞれ 550, 650, 800, 850°C である。その後、灰化して重量変化はみられない。灰分の重量分率は、Table 1 に示した工業分析値の灰分量とほぼ一致する。石炭化度の指標となる燃料比 (固定炭素/揮発分) が大きい試料ほど、熱分解の温度範囲は高い方に移行することがわかる。

着火温度は、装置や試料粒径および重量などの測定条件によって影響を受けるものと考えられるが、本実験で求めた昇温速度と着火温度の関係は Fig. 4 のようである。なお、ここにおける着火温

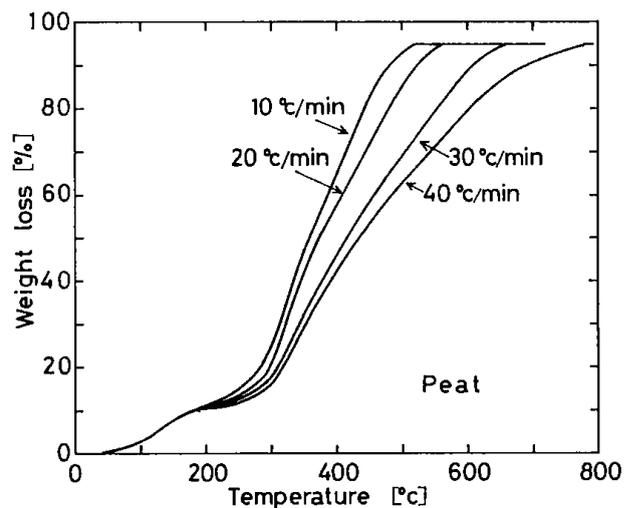


Fig. 2 Weight loss curves of peat in various heating rates

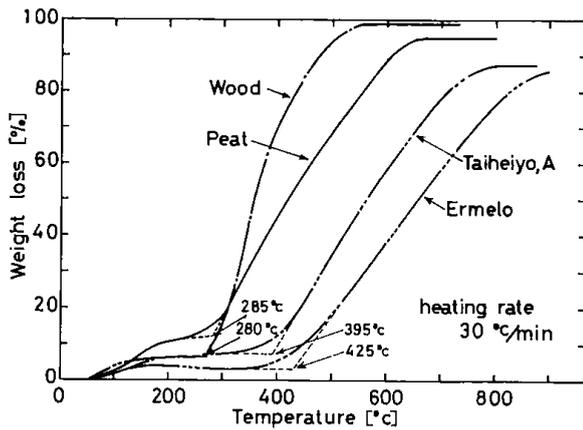


Fig. 3 Comparison of weight loss curves of samples

度は、Fig. 3に破線で示したように、水分の脱水過程後にみられる平坦な曲線部分と、燃焼過程に表われる急激に上昇した曲線部分のそれぞれの外挿直線の交点より求めた。例えば、昇温速度30°C/minにおける木材、泥炭、太平洋A炭およびエルメロ炭の着火温度はそれぞれ280, 285, 395, 425°Cであり、燃料比の大きい試料ほど着火温度は高くなる。また、泥炭の着火温度は、いずれの昇温速度についても石炭より100°C程度低く、木材とほぼ一致している。着火温度という点からは、泥炭は石炭よりもむしろ木材に近い試料である。

一方、固体の流動層燃焼のとき、燃焼温度は800~900°Cと高温で行われるため、炭素の燃焼が比較的大きな比重を占めることが推定される。そこで本実験では、炭素の燃焼速度を求めるため、熱天秤の温度を約500, 700, 900°Cに設定したときの重量変化を求めた。なお、熱天秤にセットした試料重量は15 mgと少ないため、あらかじめ、試料をホルダーにセットしてから900°C/minで急速昇温させて行った。その結果をFigs. 5, 6, 7, 8に示す。いずれの試料もスタートアップから約2分間で、水分および揮発分の脱離と燃焼によって急激な重量減少を示す。その後、重量減少は時間に対して直線関係にあるので、この範囲の炭素の燃焼については零次反応とみなすことができる。この直線の勾配から速度定数を求めた。燃焼速度と $I/T$ の関係をFig. 9に示す。Arrheniusの式<sup>4)</sup>を適用し、炭素燃焼時の活性化エネルギーを求めると、木材、泥炭、太平洋A炭およびエルメロ炭はそれぞれ約0.6, 1.1, 0.9, 1.6 kcalとなり、

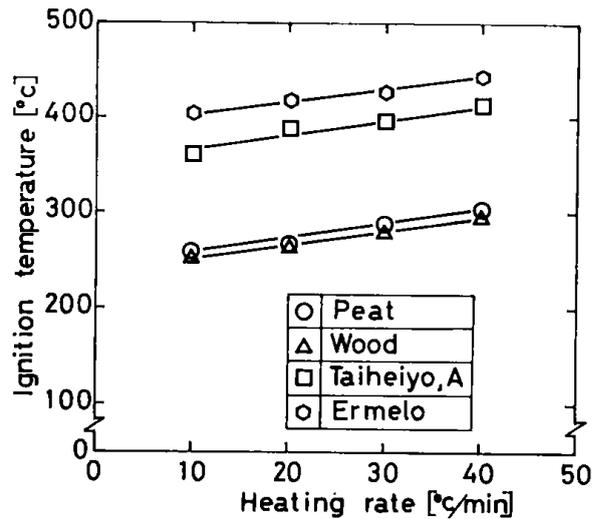


Fig. 4 Correlation between ignition temperatures and heating rates

本田<sup>2)</sup>の亜炭の分解燃焼(200~300°C)における活性化エネルギーの値11kcalに比べ小さい値になった。これは炭素燃焼の場合、表面燃焼になるためと考えられる。本田<sup>2)</sup>は温度の高い燃焼では、固体燃焼表面への酸素の拡散速度が燃焼速度を支配するため、活性化エネルギーが小さくなると説明していることからして、本実験条件では、炭化物の燃焼が拡散律速で進行していると考えられることができる。

### 3.2 単一粒子の燃焼

泥炭の燃焼時の層温度および酸素濃度の時間変化をFig. 10に示す。試料投入(A点)後、層温度は一時低下するが、その後、急激な温度上昇を示す。目視観察によればA点から数秒後、炎を上げ、煙の発生とともに勢いよく試料の表面から燃え上がり、約1分程度で終了(B点)した。このところで脱揮発が終了したと思われる。炎が見えなくなってからは、泥炭表面は赤く表面燃焼しながら粒子が2~3個に分裂し小さくなり、層温度も設定値の800°Cにもどる。一方、燃焼排ガス中の酸素濃度は、A点から急激な減少を示すが、約40秒で上昇を始め、B点経過後はゆっくりと回復に向う。燃焼排ガス中の酸素濃度は、層温度に比べ約30秒早く回復した(C点)。このように層温度と酸素濃度の回復に時間差が生じたのは、燃焼熱により媒体などが過熱されたためと考えられる。また、実験終了後の灰は細かく粉化されていた。

木材、太平洋A炭およびエルメロ炭についても

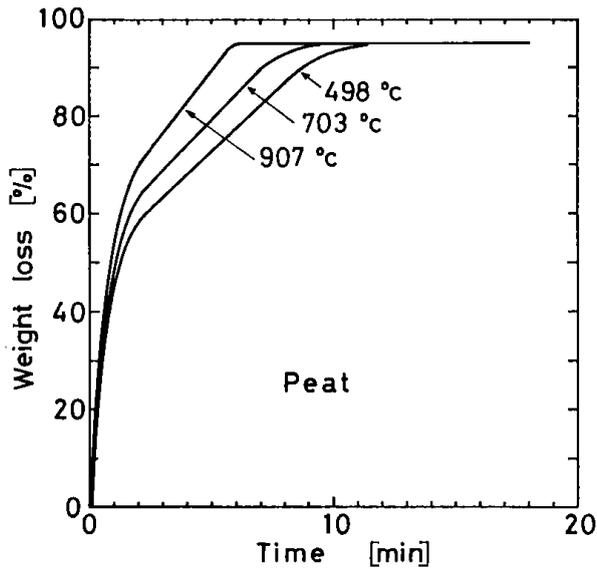


Fig. 5 Weight loss curves of peat under the condition of constant temperatures

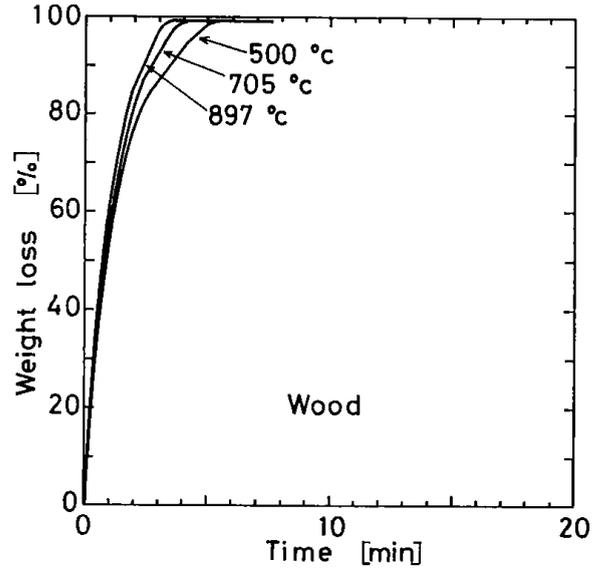


Fig. 6 Weight loss curves of wood under the condition of constant temperatures

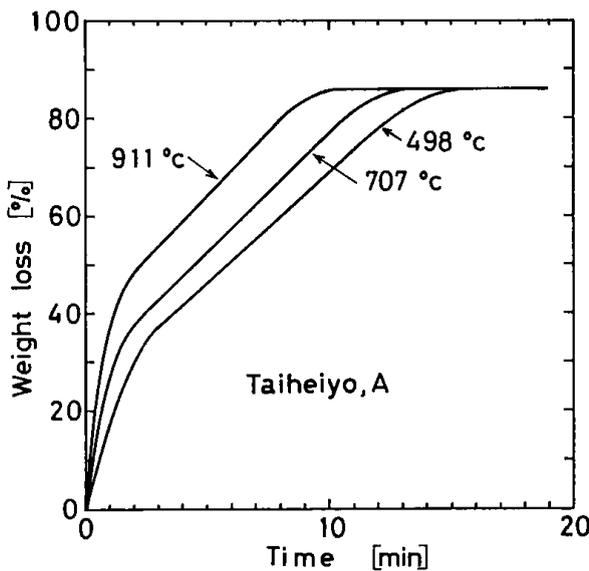


Fig. 7 Weight loss curves of Taiheiyō A coal under the condition of constant temperatures

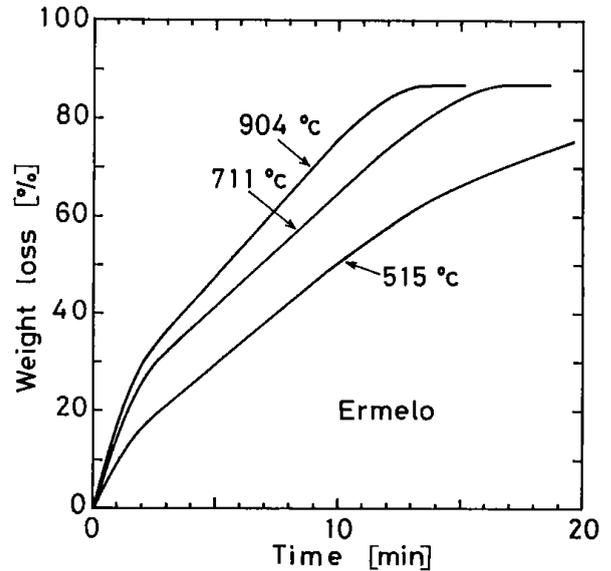


Fig. 8 Weight loss curves of Ermelo coal under the condition of constant temperatures

同様の実験を行い、炎の状態を写真撮影した。写真を Fig. 11 (a), (b), (c), (d) に示す。炎の長さは揮発分の多い木材が一番長く、以下、泥炭、太平洋A炭、エルメロ炭の順であった。層内に残留した灰は、エルメロ炭だけが粉化されずにそのまま残っており、太平洋A炭は泥炭同様に細かく粉化していたが、木材の灰は見る事ができなかった。

燃焼完結時間をA点からC点までの時間と定義すると、層温度 800°C における燃焼完結時間と固

定炭素の関係は、Fig. 12 のように得られる。なお、本実験では燃料比の異なる太平洋B炭についても実験を行った。固定炭素が大きいほど燃焼完結までの時間も長くなる。実験に用いた泥炭および石炭の種類は少ないが、本実験においては、泥炭は石炭と同一直線で相関される。木材は粒子径が大きいにもかかわらず燃焼完結時間は非常に短い。燃焼完結時間は試料の粒径、炭素の密度、組成および細孔構造などの影響を受けることが考え

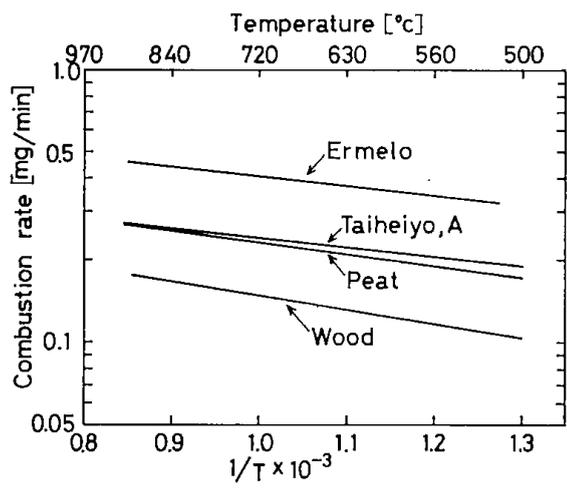


Fig. 9 Arrhenius plot for carbon combustion

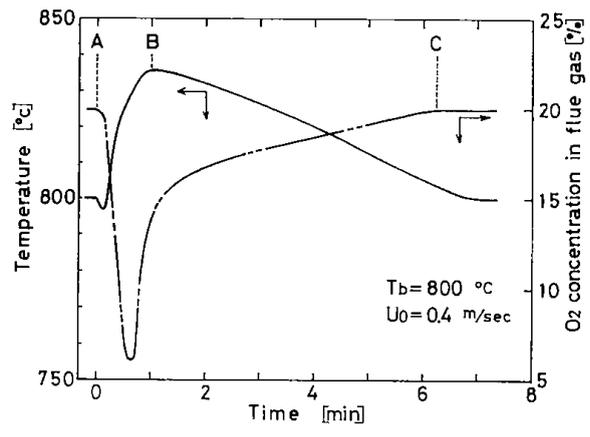
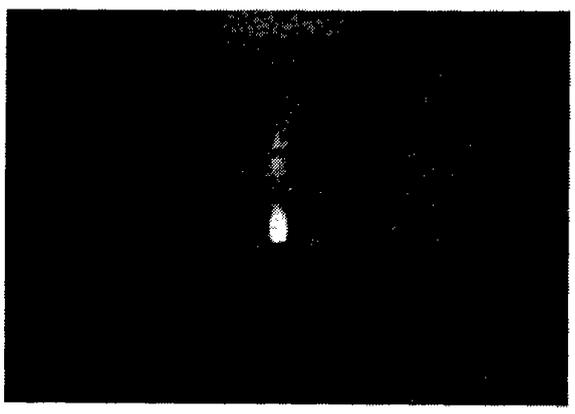


Fig. 10 Temperature and oxygen concentration response of the fluidized bed following the injection of a charge of peat

(a) Wood



(b) Peat



(c) Taiheiyo, A



(d) Ermelo

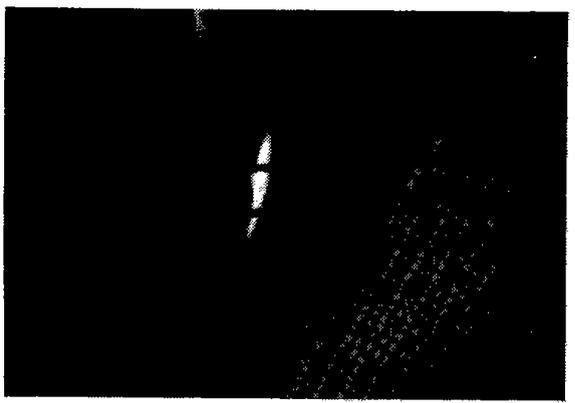


Fig. 11 Photographs of the flame for each sample in fluidized bed at 800 C. They were taken 20s after the samples were put in place. (a) Wood, (b) Peat, (c) Taiheiyo, A and (d) Ermelo

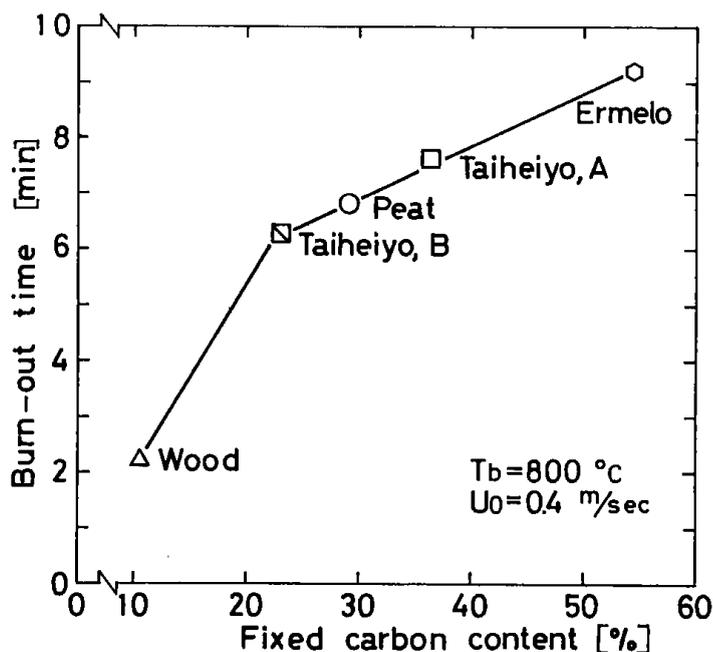


Fig. 12 Correlation between burn-out time and fixed carbon content

られることから、今後、これらの点についても検討が必要である。

#### 4. おわりに

熱天秤および単一粒子が目視観察できる小型流動層装置を用いて、泥炭の燃焼状態を把握するとともに、燃料比の異なる木材、石炭との比較を行った結果、次のような知見を得た。

- 1) 熱天秤を用いた実験では、泥炭、木材および石炭とも昇温速度が早いほど、また、燃料比が大きいほど着火温度は高温側に移行する。
- 2) 着火温度からみれば、泥炭は石炭よりむしろ木材に近い燃料である。
- 3) 本実験試料における炭素燃焼時の活性化エネルギーは、0.6~1.6 kcal で炭素の燃焼は拡散律速と考えられた。
- 4) 単一粒子における燃焼実験では、固定炭素が大きいほど燃焼完了までの時間は長くなる。泥炭の燃焼完了時間は石炭と同一直線で関連される。

泥炭は寒冷地帯において水中で、また、石炭は地圧、地熱の作用で出来たものであり生因が異なる

ため、それぞれ区別して扱われている。ところが、本研究でも明らかになったように、泥炭は木材に比べ石炭に近い特性を有しており、燃料源として積極的な利用方法の検討が望まれる。道内には多くの泥炭が賦存しており、これらの泥炭を地域エネルギー源として、また、採掘後の跡地が有効利用できるならば、地域の活性化が推進されるとともに、石油依存度の低減に寄与できる。

#### 〈謝 辞〉

小型流動層の反応管の設計製作を担当していただきました、総務部会計課、笹森政敬技官に深く感謝の意を表わします。

#### 文 献

- 1) 細田英雄, 燃協誌 Vol. 65, No. 9, p. 778 (1986)
- 2) 本田英昌, 燃協誌 Vol. 30, p. 231 (1951)
- 3) 藤原幸男, 吉村慶英, 燃協誌 Vol. 48, No. 512, p. 887 (1969)
- 4) W. J. Moore “新物理化学(上)”, 東京化学同人 p. 283 (1968)

(昭和62年2月27日受理)

# STUDIES ON THE COMBUSTION OF PEAT PARTICLES

Hideo HOSODA and Katsutoshi YAMADA

## ABSTRACT

The combustion of peat particles was studied by injecting a batch of particles into a thermobalance and a fluidized bed, respectively. Wood and coal particles were also used in comparison with peat. It was found that the temperature of ignition becomes high as increasing the heating rate and the fuel ratio. The ignition temperature of peat is almost equal to that of wood. The values of activation energy of peat, wood and coal in carbon burning process are ranged from 0.6 to 1.6 kcal. This indicates that the combustion rate is controlled by the oxygen-diffusion. The burn-out time of samples increases with increasing the fixed carbon content.

---

北海道工業開発試験所報告  
第 42 号

昭和62年3月31日 印刷  
昭和62年3月31日 発行

発行所 工業技術院北海道工業開発試験所  
札幌市豊平区月寒東2条17丁目2番1号  
電話 011 (851) 0 1 5 1  
印刷所 正文舎印刷株式会社  
札幌市白石区菊水2条1丁目4番27号  
電話 011 (811) 7 1 5 -1

---

**REPORTS OF  
THE GOVERNMENT INDUSTRIAL DEVELOPMENT  
LABORATORY, HOKKAIDO**

NO. 42 March 1987

---

**Contents**

— (Technical Report) —

- A Data Acquisition System for Snow-cover Measurement** .....(1)  
Kazuhiko Tonooka, Yasunori Nishikawa  
Hidetaka Yamashita, Sogo Sayama

— (Technical Report) —

- Production of Glass-balloon with a Sand Fluidized Bed** .....(7)  
Senji Honma

— (Note) —

- Extractive Chemical Disintegration of Coals** .....(17)  
Mikio Morita, Kunio Hirose

— (Scientific Papers) —

- Studies on the Combustion of Peat Particles** .....(23)  
Hideo Hosoda, Katsutoshi Yamada

---

Published by

The Government Industrial Development Laboratory, Hokkaido  
2-jo 17-Chome, Tsukisamu-Higashi, Toyohira-ku, Sapporo, Japan