

2. 加圧下における潤滑油等の燃焼ガス

駒 宮 功 額*
琴 寄 崇*

A study on gas evolution from lubricating oil heated in compressed air

by K. Komamiya*
T. Kotoyori*

Unexpected accidents such as explosion, fire or poisoning often occur in air compressor systems. For example, on Feb. 20th in 1976, six workers were dead due to carbon monoxide poisoning in a caisson for a bridge base construction in Tochigi prefecture. The cause was carbon monoxide evolution as the result of heating and combustion of activated carbon held in an air cleaner brought about by the cooling deficiency of the air compressor. As a matter of fact the cooling deficiency of compression heat of air can cause easily the thermal decomposition and combustion of lubricating oil or carbonaceous sludges in compressed air lines, accompanied by the evolution of carbon monoxide. Furthermore the combustion of lubricating oil itself may provide an ignition source for combustion of activated carbon or other organic substances that may be present in the compressed air lines.

Thus, in this study an experiment was undertaken on ignition of lubricating oil and its poisonous gas evolution phenomena. The instrument used is a combination of a high pressure differential thermal analyzer of gas flow type (ref. 9), in which a specimen of lubricating oil is heated in excess of its ignition temperature in compressed air, and an infrared absorption gas analyzer, by which carbon monoxide and dioxide concentrations of gas evolved from the specimen are continuously recorded under atmospheric pressure. The standard experimental conditions are as follows: sample amount, 15 mg; heating rate, 20°C/min, air flow, 1 liter/min. The purpose of the measurement is to record simultaneously the change of sample temperature, temperature difference between sample and reference substance, carbon monoxide and dioxide concentrations (e. g. Fig. 6).

Main conclusions gained are as follows:

- 1) amount and composition of gas evolved from heated lubricating oil is affected by various factors such as sample amount, coexistent substance, or flow rate, composition and pressure of atmosphere:
- 2) gas evolution increases naturally with an increase in sample amount (Table 3).
- 3) the increase in air flow rate results in the rarefaction of evolved gas, and so results in the lo-

*化学研究部 (Chemical Engineering Research Division)

wering of poisonous gas concentration, although the total amount of evolved gas is kept almost constant in each case; in such cases a rise in ignition temperature was also observed owing to the suppression of heat accumulation (Table 4):

4) by addition of copper dust and alumina the ignition temperature of lubricating oil drops by about 90 °C at maximum; moreover in this case a considerable amount of carbon monoxide was observed to arise before ignition (Table 5).

The following preventative measures are recommended: overheat alarm system and carbon monoxide alarm system should be installed in compressed air lines to prevent the fatal accidents.

2.1 研究目的

空気は無害なガスというより、生命の維持に不可欠のガスで、しかも爆発の恐れもない支燃性ガスであるため、安全衛生上問題のない安全なガスとして知られている。

この安全な空気を圧縮することは一般に危険はないものと考えられているが、空気圧縮機や付属送気配管系で思いがけぬ爆発・火災・中毒などの化学的事故が生じ¹⁾、多くの犠牲者を伴ったり、物理的な破壊により大きな損害を出していることはあまり知られていない。ドイツでも昭和38年に死者20名、負傷者40名を数える鑄造工場の空気配管爆発事故²⁾が起こるなど、圧縮空気系の安全に関心が持たれ、事故原因に関する研究が続けられているが、実施の容易でない加圧条件下での実験を行わなければならないため、実験的な報告³⁾⁴⁾はあまり多くない。ただし加圧条件下の潤滑油の発火温度に関する報告⁵⁾⁶⁾は近年若干みられるようになったが、これも原因の解明にはまだ十分ではないようである。当所では昭和51年2月20日、栃木県下の橋脚基礎を潜函工法で工事中、空気圧縮機の冷却不足から清浄器が発火し、作業員6名が主として一酸化炭素で死亡した事故原因究明のため、加圧条件下で潤滑油の発火に関する実験を行なった。この結果潤滑油の発火温度の測定には従来一般に用いられている滴下法（定温法とも呼ばれている）より、当所で試作した高圧示差熱分析装置による方法のほうが適切で有効なことを明らかにした⁷⁾。しかし、この実験は潤滑油の発火温度の測定を目的としたため、燃焼ガスに含まれる一酸化炭素や二酸化炭素の発生機構まで解明できなかった。そこで今回は国外、国内ともに報告されていない加圧下における潤滑油の発火と有害ガスの発生に関して実験を行うこととした。

なお一般にこのような事故はあまり知られていないが、本報告の末尾に付録として事故例を掲載したので参考にして頂きたい。空気圧縮機の大部分は潤滑油を使用する往復動式や回転式であり、この油が圧縮空気に混入するためオイルセパレータ、レシーバ、清浄器などで分離除去することが行われている。一方空気が圧縮されるさいに発熱するため、冷却が不十分であると過熱し、高圧空気下で前記の潤滑油が熱酸化分解したり、条件によっては発火する。この場合空気との混

合が十分でないため、潤滑油は不完全燃焼し、有害な一酸化炭素を発生する。また潤滑油の火炎が清浄器内の有機物（活性炭、有機物製フィルター）を発火させ、これらの不完全燃焼からも一酸化炭素が生ずる。このような有害ガスの発生に気づかず、圧縮空気を圧気工法現場やエアラインマスク着用者に供給したためガス中毒が発生したのである。

2.2 実験法

2.2.1 実験装置

大気圧空気下で有機物の燃焼時に発生する有害ガスや分解ガスを採取する装置⁸⁾はかなり多い。しかし加圧下で実施できる装置は殆んど報告されていないので、Fig.2-1、Fig.2-2の高圧燃焼ガス分析装置を試作した。これは高圧空気下で潤滑油を発火燃焼させるガスフロー高圧示差熱分析装置（示差熱分析部分は理学電機製⁹⁾）と燃焼ガス中の一酸化炭素と二酸化炭素を連続分析する赤外線分析計（島津製作所製）とからなっている。

潤滑油の燃焼は一定昇温速度で加熱し、自然発火させるとともにチャート紙に記録される試料温度曲線から発火温度を、D A T曲線から発熱開始温度をそれぞれ求めることができる。燃焼ガスの採取は大気圧下では簡単であるが、加圧下の場合には複雑な機構となる。このため高圧示差熱分析装置では試料を入れた容器を完全に覆い、かつ燃焼ガスを大気圧部へ直接排出させる細管をもつスリーブを設けた。

通常潤滑油が発火温度に達し、発炎した場合には加圧下では酸素分圧の増加のため完全燃焼すると予想される。ところが圧力の増加は潤滑油の燃焼速度を早めるため、空気の供給が追いつかず、不完全燃焼を生じ大量の煤¹⁰⁾を伴うことが知られている。この煤が燃焼ガスの排出時に細管スリーブに付着したり、出口弁を閉塞するので、これを防ぐため途中にグラスウールを入れたフィルターを設け、弁も容易に取外して清掃できるようにした。

なおガスフロー高圧示差熱分析装置の主な仕様はTable 2-1に示した。

燃焼ガス中の一酸化炭素と二酸化炭素の分析は上記装置より発生した燃焼ガスをTable 2-2の仕様の赤外線分析計に導入し、チャート紙に同時記録させた。

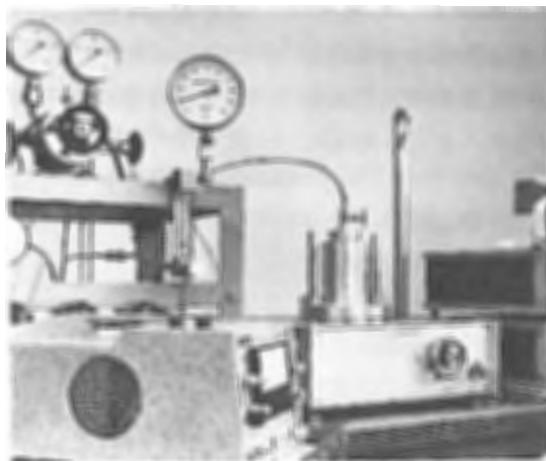


Fig. 2-1 Photograph of the combination of a high pressure differential thermal analyzer of gas flow type and an infrared absorption gas analyzer
高圧燃焼ガス分析装置外観

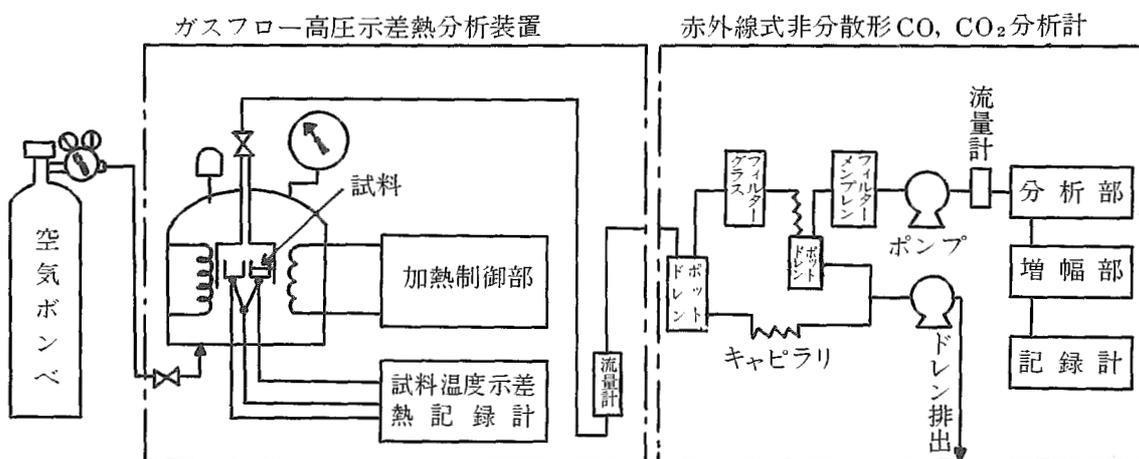


Fig.2-2 Diagram of the combination of a high pressure differential thermal analyzer of gas flow twype and an infrared absorption gas analyzer
高圧燃焼ガス分析装置フロシート

Table 2-1 Specifications of high pressure differential thermal analyzer.

高圧示差熱分析装置の仕様

名 称	理学電機, 高圧DTA
雰 囲 気	酸素, 空気, 窒素, ヘリウム
温 度 範 囲	室温~800°C
圧 力 範 囲	常圧~120kg/cm ²
昇 温 速 度	0.625°C~20°C/mm(6段階)
示 差 熱 レ ン ジ	±10μV~±1000μV(7段階)
試 料 量	数mg~数10mg
測 温 熱 電 対	プラチネル
加 熱 ヒ ー タ	白金・ロジウム
記 録 項 目	示差熱(DTA), 試料温度

Table 2-2 Specifications of infrared absorption gas analyzer.

赤外線分析計の仕様

名 称	島津製作所, CGT-101A
測 定 方 式	非分散形赤外線
測 定 範 囲	0~0.1/0.5Vol% CO 0~15 Vol% CO ₂
再 現 性	±2%フルスケール以内
試 料 ガ ス 流 量	約2.5l/min
出 力 信 号	DC0~1V直線性±2.5% フルスケール以内
流 量 影 響	サンプル流量 1±0.5l/min 変化で±1%フルスケール以内

2.2 実験方法

試料の潤滑油はアルミ製容器 (5mmφ×5mmh) に入れ0.01mgの桁迄秤量する。なお銅や白金のような容器を用いると、潤滑油の熱酸化分解を促進する解媒作用を示し、発火温度や発熱開始温度を低下させるため、基礎実験にはすべてアルミ製容器を用いた。

潤滑油を入れた試料容器は高圧示差熱分析装置ホルダーの試料側に、試料を入れない空容器を標準側にそれぞれ置き、分析装置高圧蓋をボルトで密閉する。次に市販の空気入り高圧容器から、調整器で実験条件圧力よりわずかに高い圧力の空気をニードル弁を通して

送り所定圧力になる迄加圧する。そして出口弁を開き、所定流量になるよう出口弁とニードル弁を調整し、安定したことを確認したうエスイッチを入れ、所定昇温速度で加熱する。同時に示差熱分析装置とガス分析計の記録計も作動させ、前者ではFig.2-3のような試料温度と示差熱(DTA)を、後者はFig.2-4のような一酸化炭素と二酸化炭素の濃度をそれぞれ記録する。

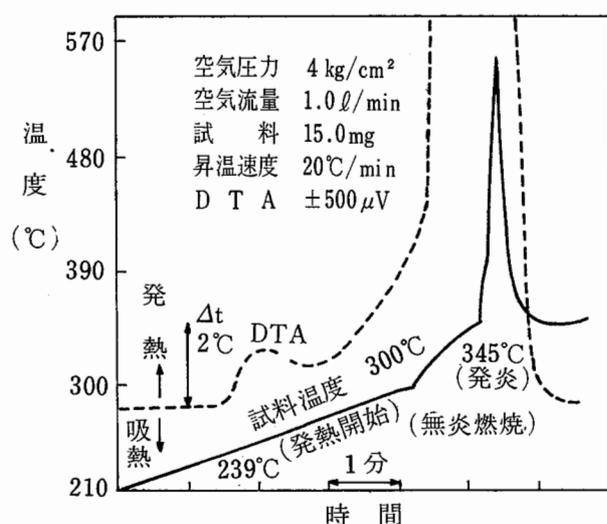


Fig. 2-3 Sample temperature and DTA curves of lubricating oil
潤滑油の試料温度とDTA曲線

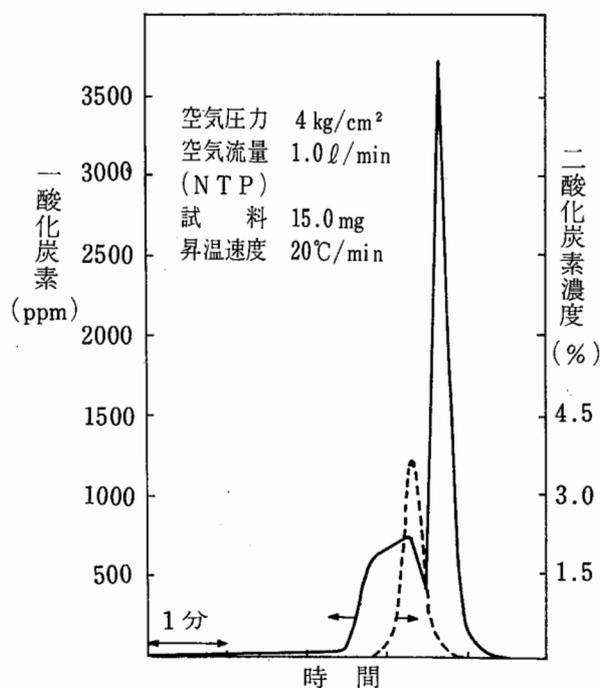


Fig. 2-4 Change of evolved gas concentration of lubricating oil
潤滑油の燃焼ガス濃度

発火温度はFig.2-3では345°Cの試料温度の急激な立上り点をとったが、Fig.2-3の300°Cのようななだらかな試料温度の上昇開始点やFig.2-5の活性炭のような場合には発炎燃焼とは認めなかった。このような燃焼状態は固体や液体表面で酸素と直接反応するものと考えられており、無炎燃焼とも呼ばれているが、潤滑油のような液体については熱酸化分解も考えられ不明な点が多い。

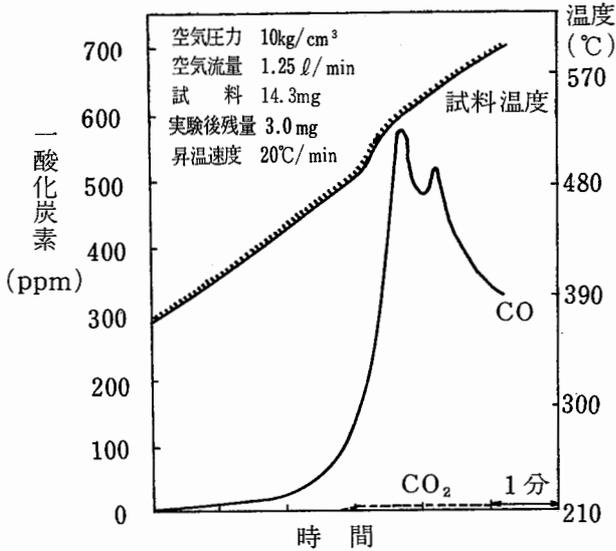


Fig. 2-5 Change of sample temperature and evolved gas concentration of activated carbon
活性炭の燃焼ガス濃度

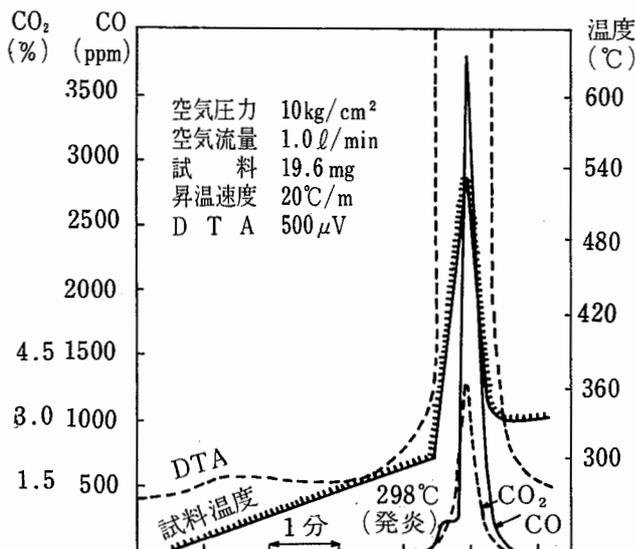


Fig. 2-6 Relationship between combustion and change of evolved gas concentration of lubricating oil
潤滑油の燃焼と発生ガスの関係

Fig.2-3, 2-4と実験条件は異なるが、高压燃焼ガス分析装置で得られた2枚のチャート紙を時間遅れを修正して1枚にまとめ、潤滑油の発熱発火と燃焼ガスの関係を示したがFig.2-6である。

2.2.3 実験試料

市販の空気圧縮機用潤滑油の組成や酸化防止剤などの添加物はメーカーにより異なるので、純物質を用いるのが望ましいと考えられる。しかし純物質の物性は市販品とかなり異ってしまうので、ここでは熱酸化安定性のよい潤滑油を選んだが、その組成はパラフィン系60%、ナフテン系29%、芳香族11%である。もしもこの性質が劣ったものであると、保存期間の長短により物性が変化してしまい実験上好ましくない。この他共存物質として試料一級の銅粉末、 α -アルミナを用意した。また活性炭は事故現場のものを用いた。

2.3 実験結果

2.3.1 予備実験

潤滑油の燃焼ガスの生成は試料量、共存物質の有無、空気流量、支燃性ガスの組成、同じく圧力など多くの影響を受ける。ここでは支燃性ガスとして空気を用いてそれらの影響を調べた。Table 2-3に試料量と一酸化炭素、二酸化炭素濃度の最高値(以下単に濃度とする)及び発火温度などの関係を示したが、試料量の増加は当然燃焼生成ガス量や濃度を高めた。しかし発火温度

Table 2-3 Relationship among sample amount, evolved gas concentration and ignition temperature.

試料量と燃焼ガス濃度及び発火温度の関係

試料 (mg)	一酸化炭素 (ppm)	二酸化炭素 (%)	発火温度 (°C)	一酸化炭素量 (cc/oilmg)
6.0	340	240	292	0.028
10.5	450	1300	300	0.046
14.7	270	3300	299	0.061
19.6	225	3825	298	0.054
29.9	300	>5000	299	-

但し (空気圧力 10kg/cm²)
(空気流量 1.0l/min (NTP))
(昇温速度 20°C/min)

に対しては空気停止の場合と異なり大きな影響はなかった。ただし試料量の増加は燃焼時に生成する煤の量をも増大させたり、赤外線分析計の一酸化炭素測定限界を超えてしまうため、標準試料として約15mgが適当と思われた。

次に空気流量と一酸化炭素、二酸化炭素濃度及び発火温度などの関係をTable 2-4に示したが、空気流量の増加は発生した燃焼ガスを稀釈しその濃度を低下させ、また試料の蓄熱を阻げるためやや発火温度を上昇させた。この結果標準的な空気流量は1ℓ/minとした。

Table 2-4 Relationship among air flow rate, evolved gas concentration and ignition temperature.

空気流量 (NTP) ℓ/min	一酸化炭素 (ppm)		二酸化炭素 (%)	発火温度 (°C)	一酸化炭素量 (cc/oilmg)
0.5	325	3050	3.5	301	0.065
1.0	270	3300	2.9	299	0.061
2.0	420	1950	2.6	303	0.045
3.0	125	1300	2.4	306	0.023

但し (試料量 約15mg)
(空気圧力 10kg/cm²)
(昇温速度 20°C/min)

以上の実験は潤滑油に対し熱酸化触媒作用のない清浄なアルミ容器に入れて加熱した結果であるが、実際の事故は多孔質な炭素質残渣に潤滑油が吸収された状態で生じている。このため潤滑油は空気との接触がよく、かつ熱伝導度も低下し熱酸化分解されやすくなるものと考えられる。また圧縮機系には銅管や真ちゅう製弁に含まれる銅、銅管から発生する酸化鉄なども潤滑油の熱酸化分解を促進する触媒ともなる。したがってこれらの存在が潤滑油の発火温度に大きな影響を与えるものと考えられる。Fig. 2-7は燃焼ガスの分析を省略し、空気を流すことなく発火温度のみを測定した結果で、多孔質炭素質残渣のモデルにアルミナを用いたが、その共存により最高約20°Cも潤滑油の発火温度は低下した。

次に共存する添加物の種類による影響を同じように燃焼ガスの分析を省略して調べた結果をTable 2-5に示したが、銅や酸化鉄が熱酸化触媒となったり、さらにそれらがアルミナと共存すると約90°C近くも発火温度が

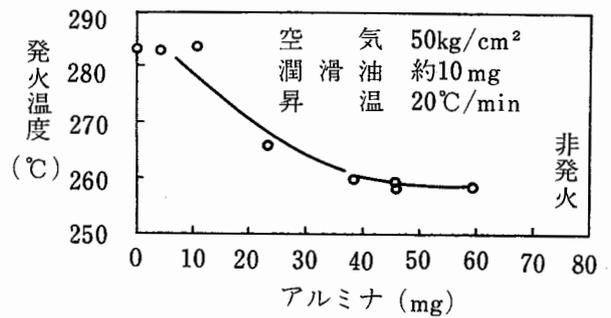


Fig. 2-7 Relationship between ignition temperature and amount of added alumina
アルミナ添加量と発火温度の関係

Table 2-5 Effect of added substance on ignition temperature

添加物	添加量 (mg)	発火温度 (°C)
ナシ		283
Cu粉末	3.1	260
Fe ₂ O ₃ 粉末	3.7	264
アルミナ	4.3	283
アルミナ + Cu(10:1)	47.2	198
シリカゲル	44.0	278

(潤滑油 約10mg)
(空気圧力 50kg/cm²)
(昇温速度 20°C/min)

低下した。この実験は空気圧力が50kg/cm²1点のみであるが、無添加及び添加潤滑油の10kg/cm²~100kg/cm²までの範囲の発火温度をFig. 2-8に示した。ただし添加潤滑油の10, 15kg/cm²の場合には25kg/cm²以上のような明確な発炎燃焼とはいいがたく、試料温度曲線から無炎燃焼に近いものと考えられる。なお10kg/cm²の条件では燃焼ガスの分析のため1ℓ/minの空気を流して実験したが、その際の発火温度294°Cは無添加で空気を流さなかった場合とほぼ同じ数値であった。これは空気の流れのため熱酸化分解熱が蓄積しにくく、DTA曲線は両者とも200°C付近で立上り始めるが、空気が流れていると蓄熱が阻げられ、空気が流れていない場合に見られるような大きな発熱がないためと推定される。

今迄の実験は空気中であったが、事故の場合には狭

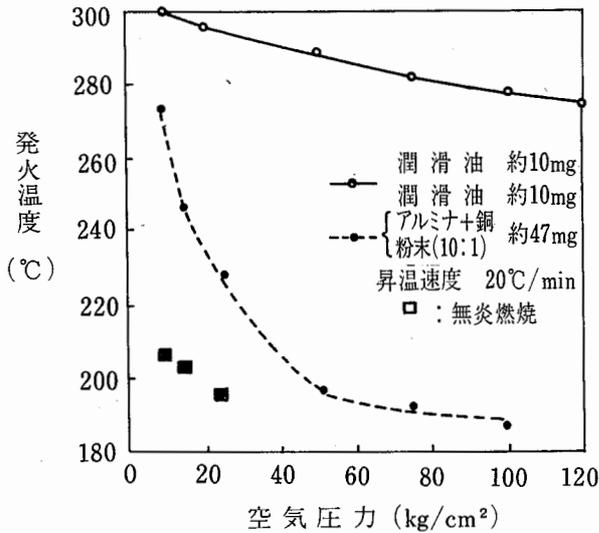


Fig. 2-8 Relationship between ignition temperature and ambient gas pressure
潤滑油の発火温度と圧力の関係

い空間に多量の可燃物が存在すると、空気中の酸素濃度が低下し、発火に影響を及ぼすことも考えられる。そこで酸素-窒素の濃度を変化させたときの発火温度を燃焼ガスの分析を省略し、空気停止の状態で測定したのがTable 2-6である。また各種酸素-窒素混合ガス中の25kg/cm²における潤滑油発炎時の試料温度曲線をFig.2-9に示したが、これらの結果から推定すると、酸素濃度の若干の低下は、高圧下の滑潤油燃焼に対し大きな影響を与えないものと推定された。

Table.2-6 Ignition temperature of lubricating oil in oxygen-nitrogen mixed gases

酸素-窒素混合ガス中における潤滑油の発火温度

圧力 (kg/cm ²)	空気	O ₂ 15% N ₂ 85%	O ₂ 10% N ₂ 90%	O ₂ 5% N ₂ 95%
100	278	285	287	304
75	282	287	289	306
50	289	296	296	308
25	295	296	303	315
10	300	301	[310]	
5	302	[303]		
2.5	[308]			

但し (試料 約10mg)
(昇温速度 20°C/min)
() 無炎燃焼

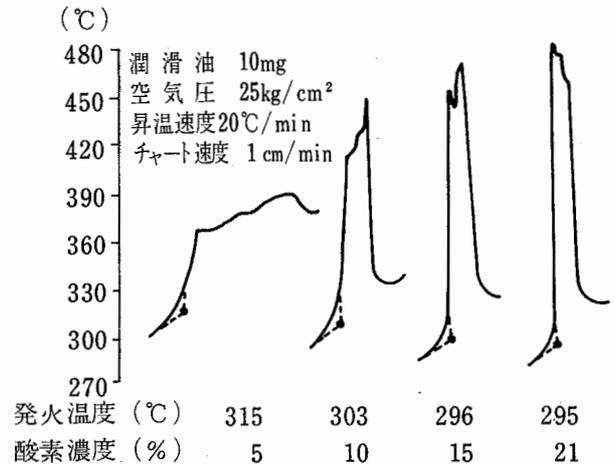


Fig. 2-9 Effect of oxygen concentration on temperature curve of lubricating oil
酸素濃度と潤滑油温度曲線

2.3.2 実験

以上の結果から標準実験条件として試料容器はアルミ製、試料量約15mg、昇温速度20°C/min、空気流量1.0ℓ/minが本実験装置には適当なものと判断した。そして空気圧力の変化に対する一酸化炭素、二酸化炭素の濃度及び発火温度の結果をTable 2-7に示した。なお空気流量は標準状態で1.0ℓ/minと一定であるが、各圧力下では一定ではなく、圧力が高いほど燃焼装置内の流量は減少している。したがってTable 2-4の空気流量と燃焼ガス濃度の関係では、流量の減少にほぼ反比例して一酸化炭素の量や濃度は増大しているため、この場合

Table 2-7 Relationship among air pressure, evolved gas concentration and ignition temperature.

空気圧力と燃焼ガス及び発火温度

空気圧力 (kg/cm ²)	試料 (mg)	一酸化炭素 (ppm)	二酸化炭素 (%)	発火温度 (°C)	一酸化炭素量 (cc/oilmg)	
15	14.80	300	1650	2.7	300	0.040
10	14.69	270	3300	2.9	299	0.061
5	15.58	580	3880	3.2	341 [303]	0.085
4	14.90	800	3780	3.7	345 [300]	0.107
2.5	14.70	950			[358][313]	0.132
0.2	15.28	450			[324]	0.065

但し (昇温速度 20°C/min)
() 無炎燃焼

もこの条件や燃焼状況を加味して結果を判断せねばならない。

次に試料容器の材質による燃焼ガスの影響をアルミ以外に白金を用いて調べた結果を Table 2-8 に示した

Table 2-8 Effect of sample cell material on evolved gas concentration and ignition temperature.

試料容器の影響

試料容器	一酸化炭素 (ppm)	二酸化炭素 (%)	発火温度 (°C)	一酸化炭素量 (cc/oilmg)
白金	425	2250	296	0.028
アルミ	270	3300	299	0.061

但し (試料 約15mg)
 (空気圧力 10kg/cm²)
 (空気流量 1l/min)
 (昇温速度 20°C/min)

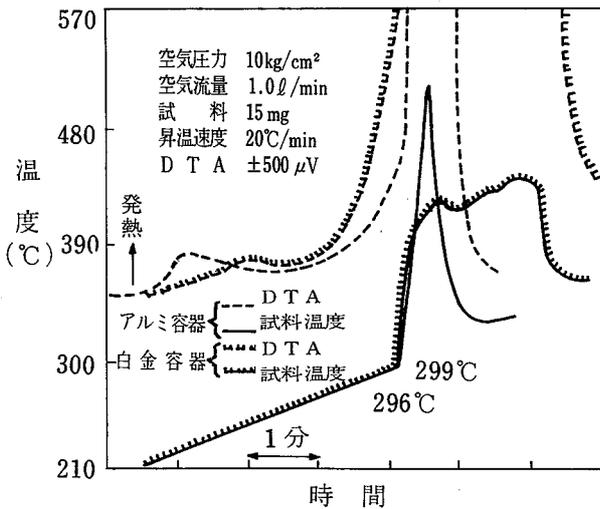


Fig. 2-10 Effect of sample cell material on sample temperature and DTA curves
 試料容器の材質と燃焼状況

が、Fig.2-10のようにして発火温度はアルミ、白金とも大きな変化はないが、ガスの発生状態はFig.2-11のような変化がみられた。この原因は白金の触媒作用により、煤も発生せず完全燃焼するのではないかと考えられた。

さらに共存物質による燃焼ガスの影響をアルミナ及びアルミナと銅の混合粉末(10:1)について実験を行なったが、Table 2-9のように無添加の場合より発火温度や一酸化炭素濃度を低下させた。この場合の発生した一酸化炭素の総量は、Fig.2-12の面積を試料量で割

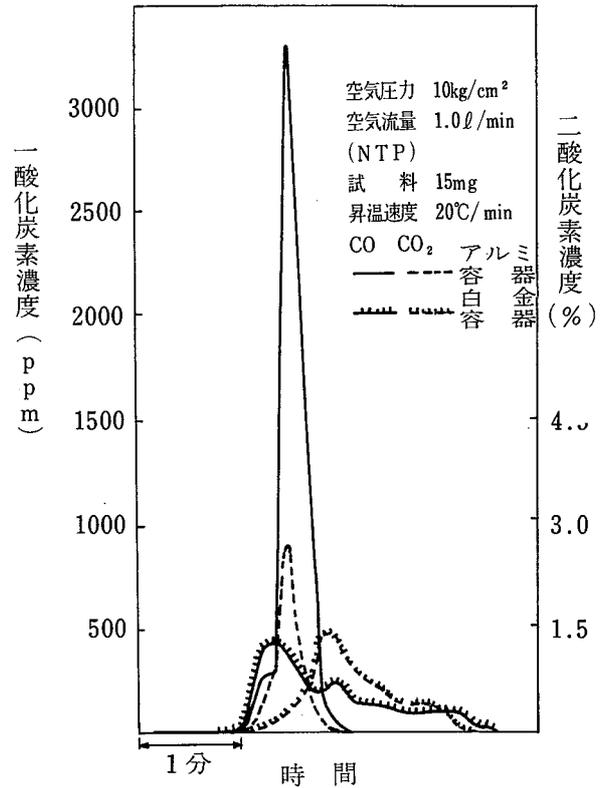


Fig. 2-11 Effect of sample cell material evolved gas concentration curves
 試料容器の材質と燃焼ガス

Table 2-9 Effect of added substance on evolved gas concentration and ignition temperature.

混在物質の影響

混在物質	混在物対重量比 oil	一酸化炭素 (ppm)	二酸化炭素 (%)	発火温度 (°C)	一酸化炭素量 (cc/oilmg)
アルミナ	2.7	210	2350	288	0.078
アルミナ銅(10:1)	2.7	250	850	279	0.047
ナシ		270	3300	299	0.061

但し (試料 約15mg)
 (空気圧力 10kg/cm²)
 (空気流量 1l/min)
 (昇温速度 20°C/min)

った無添加(アルミ容器)を1とすれば、アルミナ添加では約1.22とやや増加し、アルミナと銅粉混合物添加で約0.72と減少した。ただし白金試料容器を用いた場合にも同じように比較すると0.43と一酸化炭素の発生

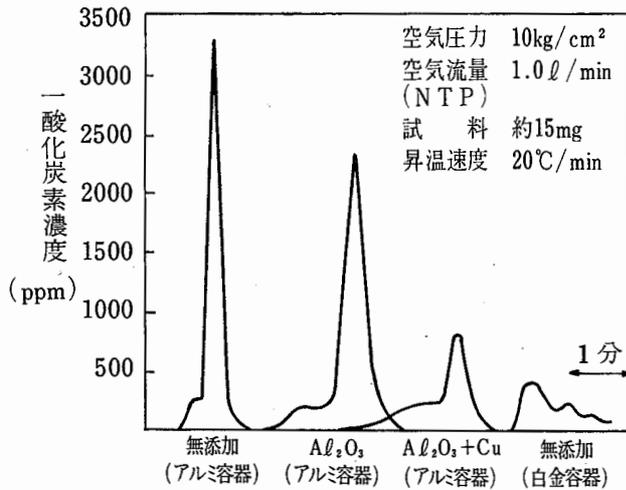


Fig. 2-12 Effect of added substance on evolution pattern of carbon monoxide
 燃烧時の添加物によるガス発生状況の変化

総量はかなり減少した。上記添加物の場合の一酸化炭素発生のパターンは白金試料容器を用いた場合と異なり、図2-12のように初めに低いピークが発生した後に一時発生が停滞し、次いで最高ピークに達するパターンであるが、アルミナと銅粉混合物では発火数分前に数10ppmの一酸化炭素の発生をみている。

2.4 結果

高压空気下での潤滑油の発火と燃烧時に発生する有害ガスに関する実験を行なうため、高压燃烧ガス分析装置を試作したが、大気圧より条件が過酷な高压下で実用に耐えることが明らかとなった。

この装置を用いアルミ試料容器に入れた潤滑油の燃烧と発生燃烧ガスに関する実験から、通常の潤滑油の発火時には一酸化炭素濃度に高低2度のピークが認められた。このピークの谷は水素を主成分とするものの燃烧と思われ、質量分析計による分析では水素を検出した。また石炭の例ではあるが、熱伝導度セルにより発火時に水素が検出されたと報告¹¹⁾されている。

問題の一酸化炭素の発生は潤滑油の量、空気圧力の増加とともに増大した。しかし空気流量が増加すると発生ガスが稀釈されるため、一酸化炭素濃度は低下し、一見安全と考えられるが、発生総量には大きな差は認められない。

実際の事故は多孔質な炭素質残渣や熱酸化触媒とな

る銅などと潤滑油が共存した状態で発生している。このためアルミ試料容器に多孔質な物質としてアルミナ、触媒として銅などともに潤滑油を入れた結果では前者より一酸化炭素の発生量や最高濃度は低下し、さらに発火現象以前にかなりの一酸化炭素を検出した。

なお事故の生じた活性炭は、Fig.2-5のように単独で加熱しても発火しなかったが、最高約600ppm、600°Cでも300ppmの一酸化炭素を発生し、潤滑油とは異なった燃烧とガスの発生状況を示した。

2.5 考察

以上の実験から加圧下での潤滑油の燃烧とガスの発生がかなり明確化されたが、これから引き出される結果として一酸化炭素中毒予防のため次のような事項が考慮されるべきであろう。

(i) 空気圧縮機に対する過熱警報装置の取付け。

許容濃度*を超える一酸化炭素の発生は、一般に用いられている10kg/cm²迄の空気圧縮機の潤滑油や活性炭などの燃烧により生ずることが明らかとなった。今回は1種だけの潤滑油の実験結果であるが、過去に数種の潤滑油の発火温度の測定を行なった実験結果と、潤滑油の主な化学組成が似ていることなどから、すべての空気圧縮機用潤滑油についてもこの考えは適用できるものと思われる。

したがって、空気圧縮機に過熱警報器を取付ける方向で、その性能について調査検討を加えるべきであろう。この装置が一般に取付けられれば、一酸化炭素中毒の予防ばかりか空気圧縮機系の過熱による火災事故や潤滑油の燃烧時に発生する煤の粉じん爆発事故及び配管内壁に付着した潤滑油油膜の爆発事故の予防にも有効なことが今回の実験結果から予測される。

(ii) 呼吸に用いる空気圧縮機吐出空気系に対する一酸化炭素警報装置の取付け

潜函作業や呼吸保護具を着用する作業者は、一般に長時間圧縮空気を呼吸するので、圧縮空気中の一酸化炭素はできるだけ低濃度でなければならない。しかし図2-12のように多孔質な物質や熱酸化触媒に吸収された実際の空気圧縮機系に近い状態の潤滑油では、発火前のDTAの発熱が始まる200°C付近から一酸化炭素を発生している。このため空気圧縮機内の潤滑油や多孔質な炭素質物質の除去や吐出空気温度の管理が不十分な場合には作業者は危険にさらされる。したがっ

て二重の安全対策として一酸化炭素の分析警報器を取付ける方向**で、今後分析警報器について調査することが必要であろう。

○文献

- 1) 駒宮 “空気圧縮機系の火災・爆発” 安全工学, 15, No.6 (1976)
- 2) 若倉正英 “鍛造工場での圧縮空気配管の爆発” 高圧ガス, 13, No.12 (1976)
- 3) 橋口・小河原・浦野・岩阪 “高圧空気系の潤滑油による爆発危険性について” 同上, 9, No.4 (1972)
- 4) J. H. Burgoyne, A. D. Craven “Fire and Explosion Hazards in Compressed Air Systems” Loss Prevention 7, (1973)
- 5) 若倉正英 “潤滑油の発火温度の研究 (I)” 安全工学, 15, No.6 (1976)
- 6) 茂庭・本間 “潤滑油の燃焼性” 潤滑, 16, No.11 (1971)
- 7) K. Komamiya, K. Toshima “Ignition Temperature of Lubrication Oil under High Pressure” Thermal Analysis, ICTA 5th (1977)
- 8) ISO/TC61/WG4 “プラスチックの煙及び燃焼ガスに関する国際規格原案作成のための調査研究報告書” プラスチック標準試験方法研究会 (1978)
- 9) 駒宮・森崎・琴寄 “高圧可燃性ガス中における発火温度の測定” 安全工学, 13, No.3 (1974)
- 10) J. J. Mac Fariane, F. H. Holderness, F. S. E. Whitcher, “Soot Formation Rates in Premixed C₂ and C₆ Hydrocarbon-Air Flames at Pressures up to 20 Atmospheres” Comb. & Flame, 8, Sept (1964)
- 11) L. S. Merrill, Jr “The Coal-Oxygen Reaction near the Ignition Temperature” Fuel, 52, Jan (1973)
- 12) “1971国際鉱山保安研究会議論文集” 公害資源研究所編

(付録) 高圧空気による一酸化炭素中毒事例

年月日	死	傷	場所	概要
28. 4. 9	1	1	石炭鉱山	空気圧縮機が過熱したので運転を停止したが、切羽で2名がガス中毒で倒れた。
35. 7. 6	2	13	造船所	空気圧縮機が発火したため運転を停止したが、船内で呼吸保護具着用者の多数がガス中毒にかかった。
36. 12. 11	0	4	漁業	潜水士6名がアクアラングで作業中呼吸困難となった。原因は空気ポンペに一酸化炭素が混入していたらしい。
38. 7. 20	1	0	漁業	空気圧縮機が発火したので、ヘルメット潜水器着用の潜水者を上げたが死亡していた。
39. 10. 19	1	2	造船所	空気圧縮機が過熱したので運転を停止したが、船内で呼吸保護具を着用していた作業員がガス中毒で倒れた。
41. 11. 20	0	6	垂炭鉱山	自然換気の坑内で空気工具で作業中、空気圧縮機が過熱しガス中毒にかかった。
43. 1. 29	1	3	潜函工事	空気圧縮機が過熱し、発生した一酸化炭素のため潜函内で死傷者を生じた。
47. 6. 18	1	0	土木工事	ヘルメット潜水器で作業中空気圧縮機が発火したため、ガス中毒死した。
50. 12. 22	0	4	造船所	空気圧縮機が発火したので運転を停止したが、呼吸保護具を着用していた作業者はガス中毒にかかった。

* 1日8時間、1週40時間の正規の労働時間中の時間加重平均濃度として表わされ、大多数の労働者はその条件にくり返しばく露されても健康障害を起こさない最高濃度、50ppm。また15分以下の短時間の値として400ppm。

**ドイツでは石炭鉱山の自然発火の予防に多数設置されはじめている。12)

51. 2.20	6	0	潜函工事	空気圧縮機の清浄器が発火し、潜函に一酸化炭素が送られたため函内の全員が死亡した。
52. 5.11	0	1	機械工場	呼吸保護具を着用し、ショットブラスト作業中ガス中毒となった。原因は空気圧縮機の過熱による一酸化炭素の発生と思われる。
52. 7.19	1	0	造船所	サンドブラスト頭巾を着用し作業中、空気圧縮機が過熱したため一酸化炭素中毒で死亡した。
53. 6.21	1	7	シールド工事	空気圧縮機のセパレーターシーバ内の潤滑油が発火し、送気は一酸化炭素が混入したため作業員と救助員がガス中毒にかかった。