

航空燃料の發火待時間温度曲線 (II)

酸素氣流中に於ける測定

山 北 逸 郎

- | | |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. 緒 言 2. 實 験 <ol style="list-style-type: none"> i. 測定装置 ii. 試 料 3. 實 驗 結 果 <ol style="list-style-type: none"> i. 各種燃料の發火待時間温度曲線 ii. 各種燃料の發火待時間温度曲線に及ぼす耐爆剤添加效果 iii. 各種燃料の發火待時間温度曲線に及ぼす四鹽化炭素添加效果 | <ol style="list-style-type: none"> 4. 實驗結果の考察 <ol style="list-style-type: none"> i. 發火開始最低温度の低下 ii. 發火待時間不確定温度範圍 iii. 耐爆剤の作用 iv. 四鹽化炭素の作用 v. 試料の種類の區別 vi. 發火待時間温度曲線の配列順位と耐爆性との關係 5. 總 括 |
|--|--|

1. 緒 言

(I) に於ては、磁製坩堝を用ひ、各種燃料の常壓下、空氣中に於ける發火待時間温度曲線を求め、此の曲線の特性に依つて、各試料の種類の區別をすること、又此の曲線の配列の仕方、耐爆剤及催爆剤を添加した場合の變化から自然發火現象のノッキングへの關聯性の検討等が、在來の發火點に依るよりも明瞭に行はれ得ることを示した。そして組成と發火事動の近似せる試料の發火待時間温度曲線の配列順序とオクタン價との間には、略平行關係の存するのが認められ、自然發火温度が高くなれば、ノッキングが起り難くなり、低くなれば起り易くなると云ふことになる。此の事はノッキングが Ricard¹⁾ の説の如く、自然發火に依つて起るものであることを一見確からしく思はせる。今假に、ノッキングが主として燃料の自然發火に依つて起るものであるとしても、加壓下、電氣火花で點火されてから起るエンジン内の自然發火と、常壓下加熱せる容器に試料を滴下して起させる坩堝内自然發火とは、現象發現の條件が可なり異つてゐる。

自然發火温度の測定に於て、坩堝の材質、燃料對酸素の割合、壓力等、測定條件が異れば、自然發火温度が、随分異つて來るのが普通である²⁾。坩堝内で起させた自然發火の知見で、エンジン内のノッキング現象を論ずるには、坩堝内の測定條件をエンジン内の場合と全く同じにせねばならぬ。それが困難であれば、出来るだけ近付けることに依り、如何なる變動が見られるか、又此の變動の割合は試料に依り、如何なる異同があることを明かにすることが必要であ

1) 堤繁氏、ノッキング現象、471 (昭18)。

2) 漆原義之氏、尾澤朝一郎氏、化學實驗學第二部基本操作篇、II, 3 776 (昭16)。

遠藤永次郎氏、航空燃料、39 (昭17)。

堤繁氏、ノッキング現象、370 (昭18)。

と思ふ。

自然発火温度の測定に吾々が用ひてゐる坩堝の材質は磁製であるが、エンジンの気筒は鐵製である。しかし磁製の代りに鐵製を用ひても大差ないことは (I) の實驗裝置の信頼度の吟味の項で述べた通りである。

次は壓力の問題である。壓力を掛けると燃料の自然発火温度は低下する。又空氣の代りに酸素を用ひても、燃料の自然発火温度は低下するのが普通である。兩方の場合の低下の割合に就ては Janzsch³⁾ に依れば、パラフィン油の酸素氣流中に於ける自然発火温度は加壓下の測定値と略平行してゐると言ふことである。若しパラフィン油以外の總ての燃料に就て、斯様な關係が成立するとすれば、壓力を掛ける代りに酸素を通じながら、自然発火温度の測定をすればよいことになり、操作が壓力を加へる場合よりは遙かに簡単に済む。

果してそうであるかどうかは、よく検討して見なければならぬが、常壓下開放式坩堝に酸素を通じながら、燃料の自然発火温度を測定することは通す酸素の分量に相當するだけ、普通の空氣中に於ける酸素の分壓より高い状態で實驗してゐることになる。又通す酸素の分量を變へて測定することも出来るから、斯うすれば、燃料對酸素の割合を變化して實驗することになり、燃料空氣混合氣中の燃料濃度を變へた場合に對當して来る。

以上の如き意義を以て常壓下、磁製坩堝を用ひ酸素氣流中に於て實驗を行つた。此の結果に就て報告する。

2. 實 驗

(i) 測定裝置

本實驗に於ける測定裝置は、第 1 圖に示す如く、空氣中の場合に用ひたものと、大體同じであるが、異なる點のみを摘記すれば、罐の代りに酸素ポンペ (O) を使用し、ポンペより出た酸素を硫酸層 (S) を通過させて水分を除去し、又それと同時に、單位時間の氣泡數を數へて送入し、酸素の量の變化を知り、然る後、坩堝の納めてある空間に流出させた。

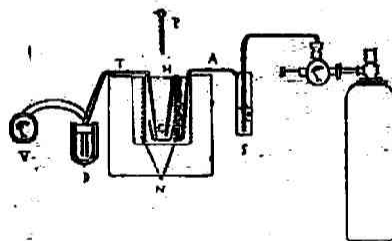


Fig. 1. Apparatus.

(ii) 試 料

本試験に於て使用した試料は、空氣中の場合に用ひたのと殆んど同一のものであるが、尙その他に、四鹽化炭素は E. Merck の純品を蒸溜したものを用ひた。

3. 實 驗 結 果

(i) 各種燃料の發火待時間温度曲線

純炭火素、ガソリン、標準燃料、アルコール及びエーテル類に就き、酸素送入量を 10cc/分、20cc/分、30cc/分と變化させて發火待時間温度曲線を求めてみた。又ケトンに就ては酸素送入量 20cc/分の條件の下にのみ實驗を行つた。

此等の結果を第 2 圖 A, B, C, D, E, F, G に示す。

3) 漆原義之氏、尾澤朝一郎氏、化學實驗學第二部基本操作篇 II, 3 794 (昭16)。

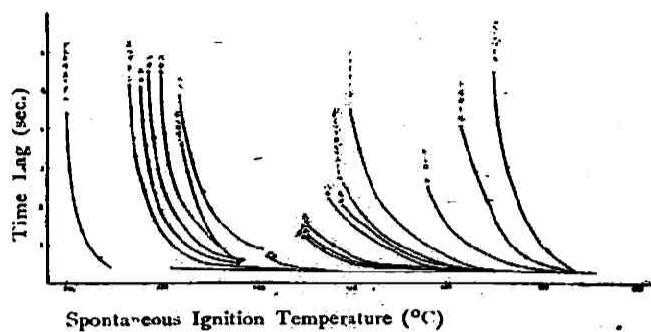


Fig. 2 A. Spontaneous ignition temperature time lag curves of pure hydrocarbons, gasolines, reference fuels and pure ethers. O_2 10 cc/min.

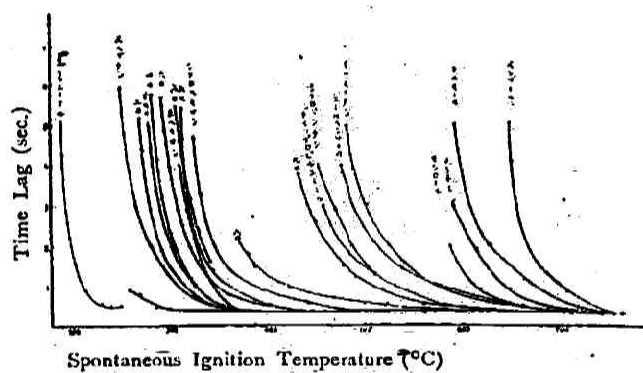


Fig. 2 B. Spontaneous ignition temperature time lag curves of pure hydrocarbons, reference fuels, gasoline and pure ethers. O_2 20 cc/min.

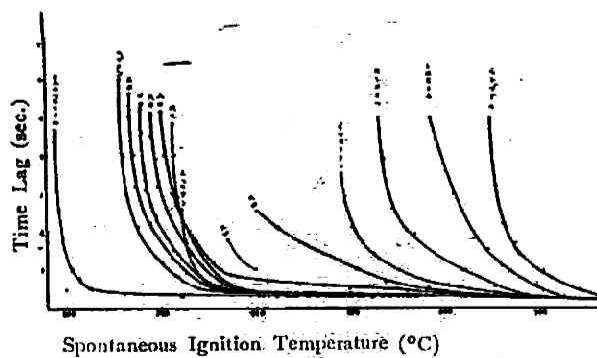


Fig. 2 C. Spontaneous ignition temperature time lag curves of pure hydrocarbons, reference fuels, gasolines and pure ethers. O_2 30 cc/min.

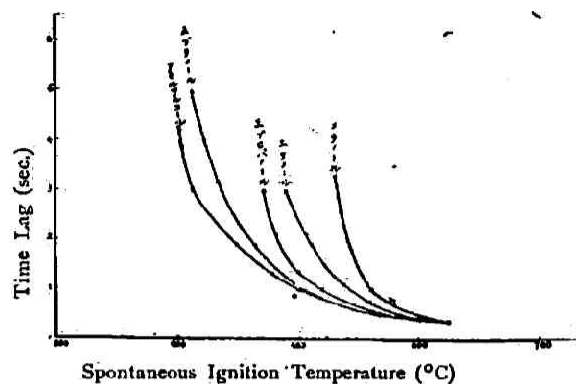


Fig. 2 D. Spontaneous ignition temperature time lag curves of pure alcohols.
O₂ 10 cc/min.

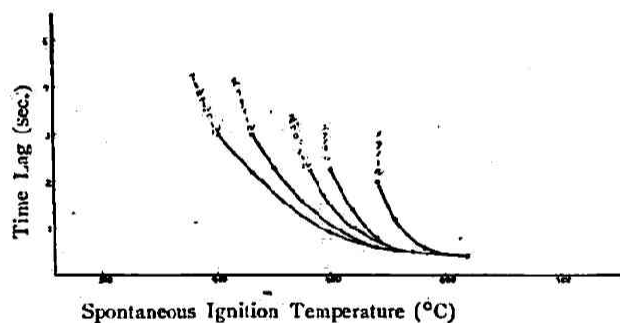


Fig. 2 E. Spontaneous ignition temperature time lag curves of pure alcohols.
O₂ 20 cc/min.

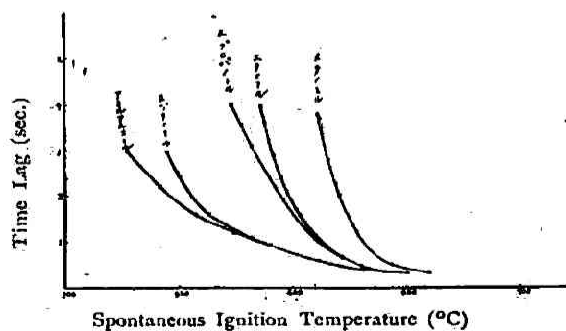


Fig. 2 F. Spontaneous ignition temperature
time lag curves of pure alcohols.
O₂ 30 cc/min.

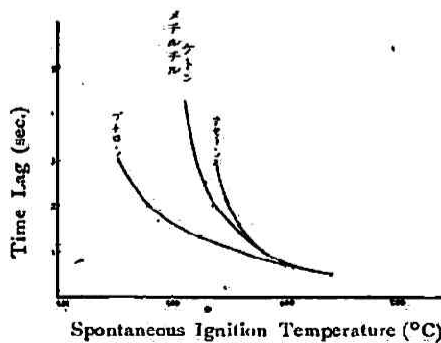


Fig. 2 G. Spontaneous ignition temperature
time lag curves of pure ketones.
O₂ 20 cc/min.

(ii) 各種燃料の発火待時間温度曲線に及ぼす耐爆剤添加効果

(i) に掲げた様な各種燃料に耐爆剤として四エチル鉛並にアニリンを夫々 0.1% と 2% との割合で添加し、酸素送入量を 20cc/分 にして、発火待時間温度曲線を求め、同一条件下、耐爆剤を添加しない場合と比較してみた。此の結果は第 3 圖 A, B, C, D, E, F, G, H に示す通りである。

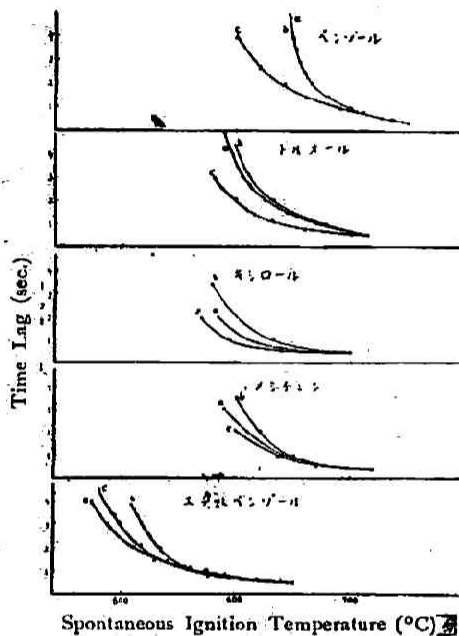


Fig. 3 A. Effect of antidetonants upon aromatic hydrocarbons.

a, original; b, a+0.1% lead tetrathyl;
c, a+2% aniline. O_2 20 cc/min.

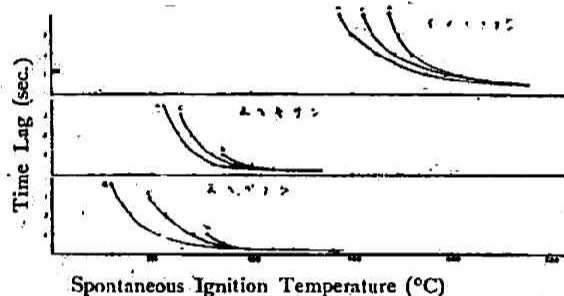


Fig. 3 B. Effect of antidetonants upon paraffin hydrocarbons.

a, original; b, a+0.1% lead tetrathyl;
c, a+2% aniline. O_2 20 cc/min.

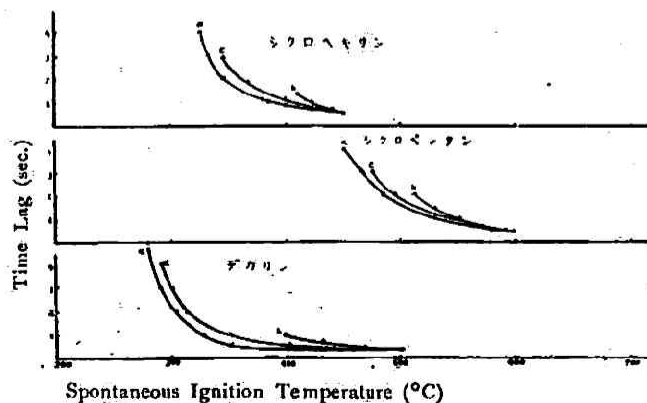
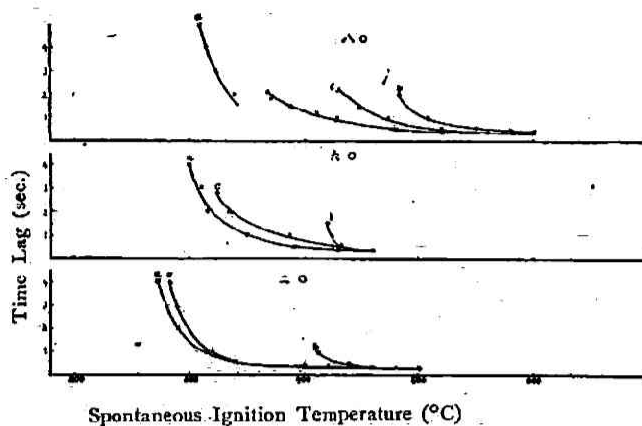
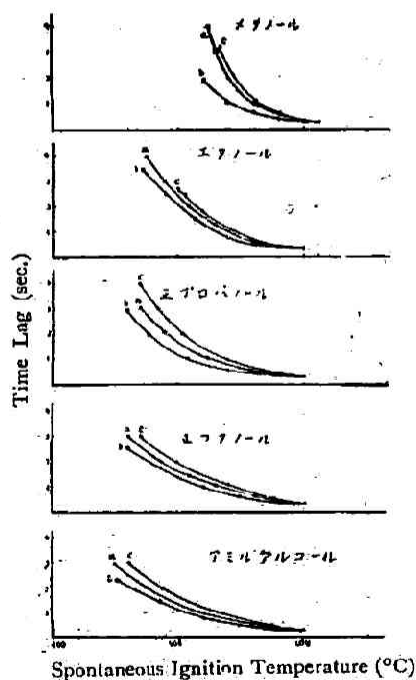


Fig. 3 C. Effect of antidetonants upon naphthene series hydrocarbons.
a, original; b, a+0.1% lead tetrathyl; c, a+2% aniline. O_2 20 cc/min.



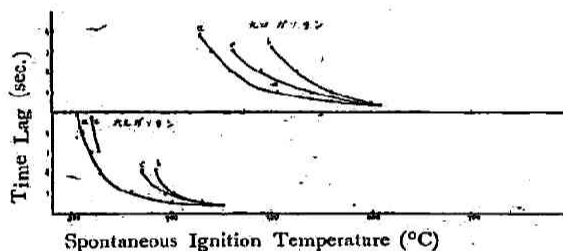
Spontaneous Ignition Temperature (°C)

Fig. 3 D. Effect of antidetonants upon reference fuels.
a, original; b, a+0.1% lead tetraethyl; c, a+2% aniline. O_2 20 cc/min.



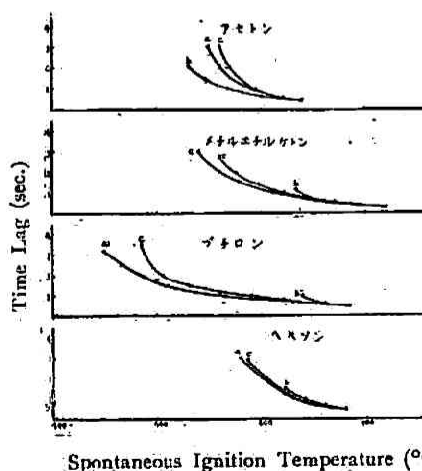
Spontaneous Ignition Temperature (°C)

Fig. 3 E. Effect of antidetonants upon alcohols. O_2 20 cc/min.
a, original; b, a+0.1 lead tetraethyl;
c, a+2% aniline.



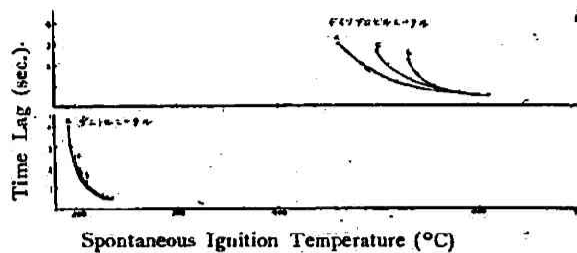
Spontaneous Ignition Temperature (°C)

Fig. 3 F. Effect of antidetonants upon gasolines.
 O_2 20 cc/min.
a, original; b, a+0.1% lead tetraethyl;
c, a+2% aniline.



Spontaneous Ignition Temperature (°C)

Fig. 3 G. Effect of antidetonants upon ketones.
 O_2 20 cc/min.
a, original; b, a+0.1% lead tetraethyl;
c, a+2% aniline.

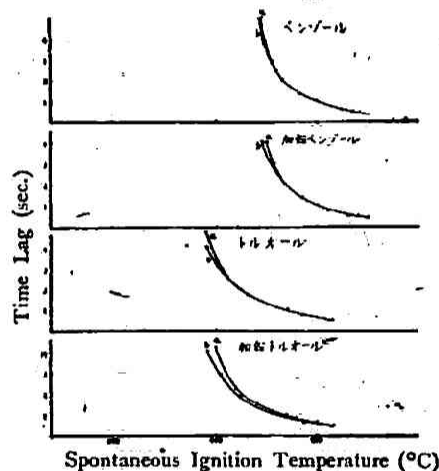
Fig. 3 II. Effect of antidetonants upon ethers. O_2 20 cc/min.

a, original; b, a + 0.1% lead tetraethyl; c, a + 2% aniline.

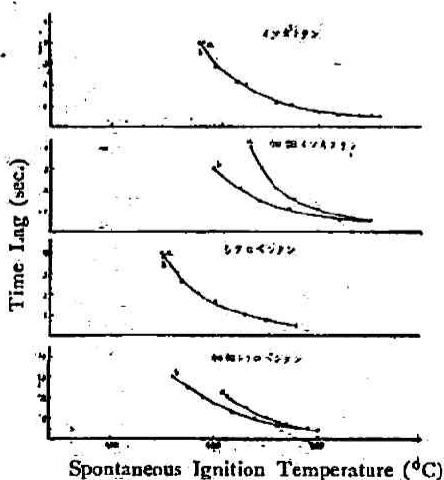
(iii) 各種燃料の発火待時間温度曲線に及ぼす
四塩化炭素添加効果

純炭化水素、エーテル、ガソリン並に此等に0.1%
四エチル鉛を添加した試料に四塩化炭素を0.5%
添加した場合の、発火待時間温度曲線を送入量20
cc/分にて求めた。

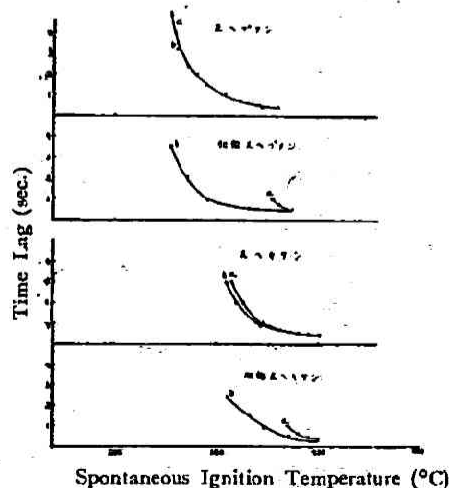
此結果を第4圖 A, B, C, D, E に示す。

Fig. 4 A. Effect of carbon tetrachloride upon lead tetraethyl. O_2 20 cc/min.

a, original; b, a + 0.5% carbon tetrachloride.

Fig. 4 B. Effect of carbon tetrachloride upon lead tetraethyl. O_2 20 cc/min.

a, original; b, a + 0.5% carbon tetrachloride.

Fig. 4 C. Effect of carbon tetrachloride upon lead tetraethyl. O_2 20 cc/min.

a, original; b, a + 0.5% carbon tetrachloride.

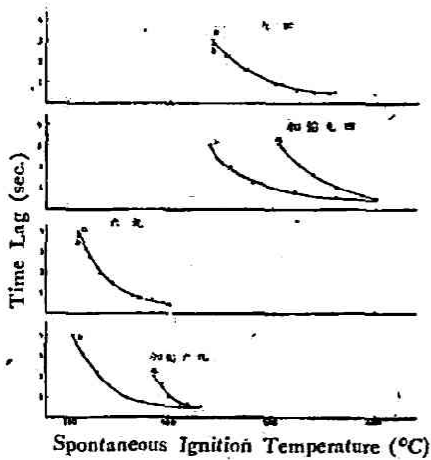


Fig. 4 D. Effect of carbon tetrachloride upon lead tetraethyl. O_2 20 cc/min. a, original; b, a+0.5% carbon tetrachloride.

4. 実験結果の考察

酸素気流中にて測定した各種試料の発火待時間温度曲線が試料の種類に特有なことは、空気中の場合と變りないが、更に酸素気流中にては通ず酸素の量を變化させることに依つて、発火待時間温度曲線の位置や形状等の變化が起る點が趣を異にしてゐる。即ち酸素気流中に於ては、空気中の場合には、現はれなかつた發火待時間不確定温度範圍や酸素の濃度の増加に依る發火開始最低温度の低下が見られ、試料の組成の僅かな違ひが空気中の場合だけよりも明らかになる。

(i) 發火開始最低温度の低下

各種試料の空気中と酸素気流中とに於ける發火待時間温度曲線を比較して示したのが、第5圖 A, B, Cである。

第5圖を見れば明かな如く、發火開始最低温度の低下度の著しいものは、デエチルエーテル、正ヘキサン、正ヘプタン等の如き、一般にオクタン價の

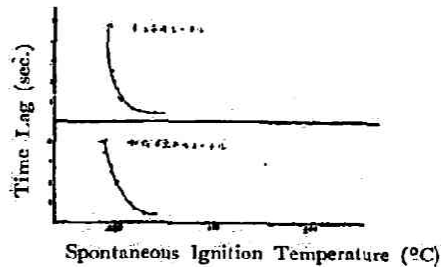


Fig. 4 E. Effect of carbon tetrachloride upon lead tetrachetyl. O_2 20 cc/min. a, original; b, a+0.5% carbon tetrachloride.

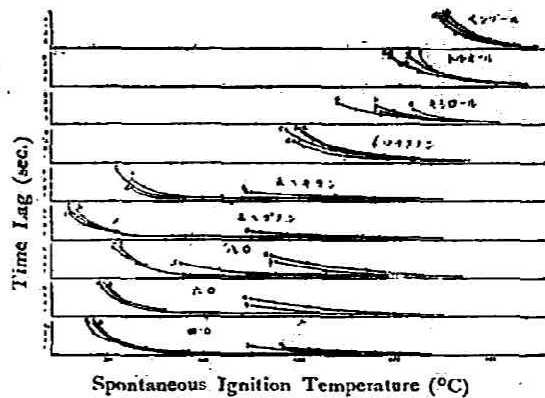


Fig. 5 A. Effect of the amount of the introduced oxygen. a, 0 cc/min., b, 10 cc/min., c, 20 cc/min., d, 30 cc/min.

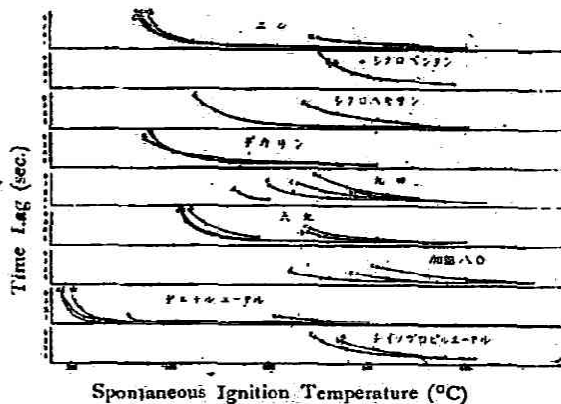


Fig. 5 B. Effect of the amount of the introduced oxygen. a, 0 cc/min., b, 10 cc/min., c, 20 cc/min., d, 30 cc/min.

低い試料であり、イソオクタン、芳香族炭化水素等の如く、概してオクタン價の高いものは著しくない。

低下の仕方も、前者は酸素の濃度の僅かな増加に對して、極めて大きく一度に或る限界値近くに到達して、それ以上は酸素濃度が増加しても僅かより變化しないのに反して、後者は酸素の濃度の増加に伴ひ、最初から徐々に低下する。但し茲に例外はナフテン系炭化水素のデカリンで、オクタン價が低いにも拘らず、空気中と酸素氣流中とは大差がない。

酸素の濃度増大に依る發火開始の最低温度の低下の模様は、オクタン價の高低といふ立場より見ると、混合物と純粋物質とは、様子が異つてゐる。此は第5圖に依り明らかな所である。即ち混合物が如何に酸素に敏感な成分を含んで居るかに依つて低下度が異つて来る。例へば標準燃料 80 はオクタン價が可なり高いにも拘らず、此よりオクタン價の低い 69 ガソリンに比べて自然發火温度の低下が大である。標準燃料 80 に 4cc/gallon 加鉛したものはオクタン價が 99.7⁴⁾ であつて、オクタン價はイソオクタンに匹敵する程であるが、イソオクタンに比べて低下度は遙かに目立つてゐる。此の様に自然發火温度の低下の著しくなる原因は、此等の試料が何れも酸素に極めて敏感な成分、正ヘプタンを含んでゐると解される。

(ii) 發火待時間不確定温度範圍

第2圖 A, B, C を見れば明らかな如く、一定量の酸素を通じ乍ら、坩堝の温度が上昇したため却つて、發火待時間が長くなつたり、又發火が起らなかつたりして、一見極めて不可解に思はれる現象が起る。此の様な現象は、正ヘプタン、20, 40, 60, 80 等の標準燃料、69 ガソリン、94 ガソリン、エーテル等、發火開始最低温度の低下の著しいものだけにしか見られない。又此の現象の起る温度範圍も 250°C~430°C 位迄である。Dykstra 及び Edgar⁵⁾ がガソリン、正オクタン、イソオクタンに就て硝子製の同心管を用ひ、自然發火温度を測定したのによると正オクタンとガソリンだけに 400°C 附近を中心として、上下に不燃域のあるのを見出してゐる。我々の實驗結果を、Dykstra 及 Edgar の結果とそのまゝ比較することは困難であるが兩方の場合の現象に互に共通した點が含まれてゐるものと見られる。

如何なる理由でかゝる現象が起るのであるか、立入つた論議は資料が少ないので茲では出来ないが吾々の場合、酸素の濃度を増すと此の發火待時間不確定温度範圍の幅が狭くなり、遂には消失してしまふことが第2圖 A, B, C より認められる。

(iii) 耐爆剤の作用

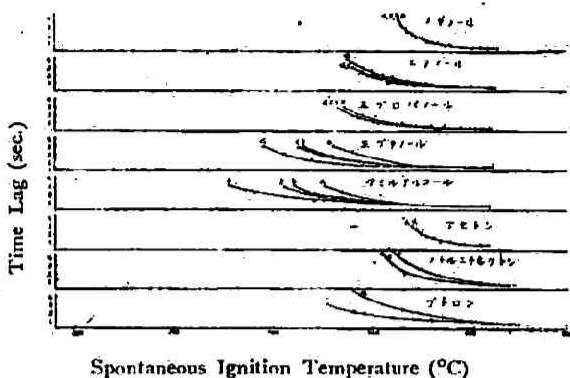


Fig. 5 C. Effect of the amount of the introduced oxygen: a, 0 cc/min., b, 10 cc/min., c, 20 cc/min., d, 30 cc/min.

4) 遠藤永次郎氏, 航空燃料, 215 (昭17).

5) G. J. Dykstra and G. Edgar, *Ind. Eng. Chem.*, 26 509 (1934).

耐爆剤を添加した場合、さうでない場合に較べて酸素氣流中で求めた發火待時間溫度曲線の變動する模様は、燃料の組成に應じて、類型的に異なり、空氣中のそれと傾向が同じであるが、酸素氣流中ではエンヂン内のオクタン價の變化に空氣中の場合よりもよく一致する。例へば2% アーリンと、0.1% 四エチル鉛とを夫々單獨で、69 ガソリンに添加した場合、發火待時間溫度曲線の變化の具合は、(I) の第5圖 E の空氣中に於ける測定結果を見れば、アーリンと四エチル鉛とは大差ないが (II) の第3圖 E の酸素氣流中に於ける測定結果は、四エチル鉛の方がアーリンよりも明瞭に大であり、一方エンヂン内でのオクタン價の上昇効果は、69 ガソリンに、アーリンを2% 添加してオクタン價が、69 が78 となり、四エチル鉛を0.1% 添加して69 が87 となる*。

第3圖 A を見れば、ベンゾールの如き、自然發火溫度の非常に高いものに對して、耐爆剤の自然發火溫度の上昇効果の認め難いことが判る。此の場合四エチル鉛は勿論のこと、アーリンの如きは、却つて負の效果を示してゐる。

斯様に高温で耐爆剤の効果が弱まるのに反して、自然發火溫度が極めて低くなつた場合を検討して見よう。同じ物質で酸素氣流中の方が空氣中よりも自然發火溫度が甚だしく低下するものがある。例へばジエチルエーテルに就てみれば、空氣中の發火開始最低度は420°C 程で、これに耐爆剤を添加すると、その效果は (I) に於て、既に示された如く、明瞭に認められたのであるが、酸素氣流中に於ける發火開始最低溫度は、酸素送入量 20cc/分 で、第1圖 B の如く190°C 程になり、これ位自然發火溫度が低くなると、もはや耐爆剤を添加しても、上昇効果は殆んど認め難い位微少になることが、第3圖 H より明らかなである。

此等兩方の場合の事實は、耐爆剤の自然發火上昇作用が最もよく現はれる溫度範圍があることを示してゐるものと考へられる。

(iv) 四鹽化炭素の作用

四エチル鉛を添加してオクタン價を高めたガソリンに、更に少量添加すれば、加鉛効果を阻害する物質として、硫黄化合物、ハロゲン化合物等がある⁶⁾。此等の諸物質の中で、最も著しいものは四鹽化炭素である。例へばオクタン價 74.5 の直溜ガソリンに0.1% 加鉛して、オクタン價が90.2 になつたものに、更に四鹽化炭素を0.5% 添加すればオクタン價は76.0 迄低下すると報告されてゐる。吾々の實驗で加鉛した試料と、さうでないものとに四鹽化炭素を0.5% に添加してみた場合の發火待時間溫度曲線の變化の模様は第4圖 A, B, C, D, E に示される如く、加鉛してオクタン價の上昇した試料は發火待時間溫度曲線が顯著に低温側にずれたのに反して、さうでないものは殆んど變化がないと云つてよい。此の點からも、吾々の發火試験はエンヂン試験と極めて満足な平行性を有してゐることが判明すると共に、四鹽化炭素の此の作用は、四エチル鉛が試料中に含まれてゐるが否かを發火試験に依つて簡単に知る一手段となし得る可能性があるものと認められる。

(v) 試料の類型の區別

各種試料の發火試験に於て酸素送入量を變化したり、添加物を試料に混じたりしてその影響

* 中央航空研究所森田武夫氏の C.F.R. モーター法實測値による。

6) 秋田稷氏、オクタン價、210 (昭16)。

を総合的に眺めてみると、茲でも試料の組成の近似してゐるものは大たい類似の傾向を有し、類型的な特徴が認められる。此の特徴によつて試料の分類が出来る。今添加物の影響を主にして分類して見れば次の如くである。

類型 1.

此の型の試料に四エチル鉛とアエリンとを單獨で夫々0.1%及び2% (此の添加割合は以下不變とする) 添加すれば、何れの場合も自然發火温度を上昇せしめる。

此の型に屬する燃料は、炭化水素としてパラフィン系に屬するイソオクタン、正ヘキサン、正ヘプタン、イソオクタンと正ヘプタンの混合物たる標準燃料、ナフテン系のシクロペンタン、シクロヘキサン、デカリン、此等の外に主成分がパラフィン系及びナフテン系より成る、69 ガソリン並に 94 ガソリン等であり、炭化水素以外のものでは、ディソプロピルエーテルの如きエーテル、メチルエチルケトン、ブチロジ等の如きケトンも此の類に屬する。

類型 2.

此の型の試料の自然發火温度は、四エチル鉛を添加した場合は幾らか上昇するが、アエリンを添加した場合は、殆んど効果がないか、それとも負になる。

此の型に屬する試料は、ベンゾール、トルオール、キシロール、メシチレン等の芳香族ベンゾール系の炭化水素である。

類型 3.

此の型の試料は、四エチル鉛を含んでゐて、そのためにオクタン價の高められてゐるもので、四鹽化炭素を 0.5% 添加すると自然發火温度が顯著に低下する點が特色である。

四エチル鉛のオクタン價上昇効果のある炭化水素にして、四エチル鉛を含有してゐる試料が皆此類に屬する。

類型 4.

此の型の試料は、アエリンを添加した時、自然發火温度上昇効果はあるが、四エチル鉛を添加した時は、却つて負になるか、殆んど認められない。メタノール、エタノール、プロパノール、ブタノール、アミルアルコール等の如きアルコール類、アセトンの如きケトンが此の型に屬する。

(vi) 發火待時間温度曲線の配列順序と耐爆性との關係

成分が近似して居り、しかも酸素氣流中に於ける發火試験により、同一類型に屬する燃料の發火待時間温度曲線は第 2 圖 B に示される如く、純粹物質、混合物の如何に拘らず、酸素送入手量 20cc/分にて發火待時間が 1~0.3 秒 (此の發火待時間の温度に於て各種試料の發火が、測定條件の微妙な差に依つて影響されることが少なく確實に起り易い) の間の部分に着目して比較して見れば略オクタン價の順に並んでゐることが認められる。一方空氣中に於ける發火待時間温度曲線に就ては、標準燃料と 69 ガソリン及び 94 ガソリンとでは何れも炭化水素の混合物で、此等の成分に大差がある譯でもなく、又發火試験に依り類型を區別することが出来ないが、オクタン價の順に並んでゐなかつた。従つて此らのガソリンの空氣中で求めた發火待時間温度曲線を同一實驗條件の下に得た標準燃料のそれと比較して、オクタン價を評定して見ても、此の評定値と實測値との喰違ひが可なり大きくて、満足な一致が見られなかつた。

酸素氣流中の發火待時間温度曲線の方は、類型が同じであればパラフィン系とナフテン系の如く成分が多少違つてゐても、オクタン價の順に並んでゐる部分があるのであるから、此點を

利用せば未知の試料のオクタン價を評定するに好都合である。

第2圖 A を見れば解る如く、酸素氣流中の試験に於ても酸素送入口が10cc/分の程度では、發火待時間溫度曲線に幅の廣い發火待時間不確定溫度範圍があつて、各曲線相互の配列順位の比較が面倒であるばかりでなく、發火試験に依る類型が同一であつても、オクタン價の順に整然と並んでゐる部分を見出すことが出来ない試料もあり、この點空氣中の場合と大差はない。

5. 總 括

磁製坩堝を用ひ、常壓下各種燃料の發火待時間溫度曲線を酸素氣流中で測定した結果、得られた要點を摘記してみれば次の如くである。

i. 酸素氣流中で求めた各種試料の發火待時間溫度曲線は、空氣中の結果に比べて一般に發火開始最低溫度が低溫の側へすれ、且つ此の低下の度合の著しいものの中には發火待時間不確定溫度範圍を示すものがある。

ii. 酸素氣流中で求めた發火待時間溫度曲線より各種燃料に對する耐爆劑の添加効果を検討すると、大體空氣中の場合と同様であつて、燃料の組成に依つて特徴ある差異が認められる。

iii. 各種燃料に四鹽化炭素を0.5%添加したものの、發火待時間溫度曲線が四鹽化炭素を添加しないもののそれに比べて變動する模様は、四エチル鉛を含有した加鉛効果のある燃料にのみ顯著である。

iv. 各種試料の發火待時間溫度曲線に及ぼす耐爆劑並に四鹽化炭素添加効果に依つて燃料の類型の區別をして見た。

v. 同一類型に屬し、成分の近似してゐる燃料の發火待時間溫度曲線を酸素送入口 20cc/分にて求めると、此の曲線の發火待時間 1~0.3 秒の部分は略オクタン價の順に配列してゐるのが認められた。

本研究を遂行するに當つて、終始御懇篤なる御指導と熱烈なる御鞭撻を賜つた恩師 堀場教授に滿腔の感謝を捧げる。

貴重なる試料を提供された諸方面にも深甚の謝意を表したい。

京都帝國大學

化學研究所

THE SPONTANEOUS IGNITION TEMPERATURE TIME LAG CURVES OF THE AVIATION FUELS. (II)

The Measurement in the Oxygen Stream.

By ITURO YAMAKITA.

(Abstract)

Using a porcelain crucible in the current of the oxygen stream at ordinary pressure, the author gained the spontaneous ignition temperature time lag curves of the aviation fuels and found such facts as follows:

The spontaneous ignition temperature time lag curves of various fuels measured in the current of oxygen stream move toward to the low temperature side compared with those of the same samples in the air (Fig. 5) and some of them have temperature region of uncertain time lag. (Fig. 2 A, B, C). The addition effect of antidetonants in the case of oxygen stream is same as that in the case of the air.

The difference of the curves of the samples containing 0.5% carbon tetrachloride measured in the oxygen stream from those containing none is remarkable on the samples containing lead tetra ethyl and having the addition effect of it. (Fig. 4).

From the addition effect of the antidetonants and carbon tetrachloride, the type of the fuels was determined.

The spontaneous ignition temperature time lag curves of the fuels belonging to the same type and having the close composition measured in the current of oxygen stream, 20 cc/min., arrange in the order of the octane value of the fuels.

*Institute for Chemical Research,
Kyoto Imperial University.*