高気圧下における布の燃焼性

化学課　駒宮功額

1. まえがき

潜函内に圧縮空気を送り，水の湧出を防止しながら，工事を進める潜函工法が道路，治水，港湾，橋梁などの基礎工事にしばしば採用されている。

この工法における安全衛生上の問題としては，潜函病が古くから知られており，高気圧障害防止のため昭和36年労働省令で高気圧障害防止規則が施行された。また珍らしい災害例としては潜函病予防などのため，潜函ロック内に酸素を送入した際，作業員のタバコの火から作業服が発火した災害や，潜函内に発生したメタンによる爆発事故をあげることができる。この2つの災害については原因と対策が明らかにされているが，昭和34年ゲージ圧3 kg/cm²下の潜函内で作業服が燃え，死亡した災害の原因と対策は不明確であった。

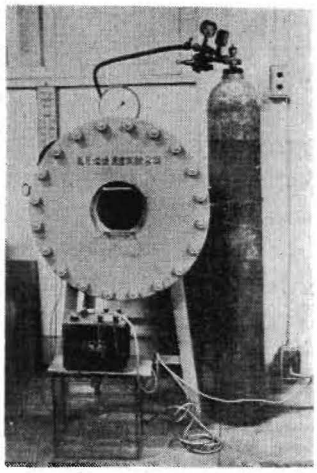
しかしこの災害は，数年前から続発している過剰酸素による作業服の急激燃焼と似ているので，当時実施した実験と同じような方法で，この問題を明らかにすることにした[1),2)]。

2. 実験方法

2.1 装　置

装置は図1に示した約 116ℓの耐圧5 kg/cm²の円筒型容器で，布の燃焼により生ずる炭酸ガスなどの影響を無視できる十分な容積をもっている。耐圧容器の開閉は実験回数が多いものと予想されるため，簡単な方法としてホスピタルロックに使用されている内圧法（密器内圧力と大気圧との差圧により蓋を密閉する）を採用した。過圧に対する安全装置としては，5 kg/cm²で作動するスプリング式安全弁1個を設けた。

図1　高気圧下燃焼実験装置



布の保持はジュラルミン製で，幅25mm，長さ200mmまでのものをはさむことができる。点火源は市販 600W電熱線を1.5cm切断したもので，変圧器により7.5V として通電発熱させた。

圧力の測定は直径 150mm の 4 kg/cm²および7 kg/cm²までのブルドン管式圧力計によつた。

2.2 圧縮空気

はじめ2段空気圧縮機により得た圧縮空気を調整器で減圧使用したが，後で述べるように含水率が高く，容器内に水分がたまるなどの問題が生じたため，市販高圧空気（150 kg/cm²）に切換え使用した。この空気の含水率は0.3～0.5mg/ℓであり，乾燥器を通さず，そのまま使用した。

2.3 試　料

布の種類は作業服として広く着用されている木綿キャラコ（40番）とビニロン，木綿50%混紡ギャバジン布を水洗により糊抜きし，アイロン仕上げしたものを使用した。試料の採取方向は長尺方向に縦長としキャラコは20cm×5 cm，ビニロン混紡布は10cm×5 cmに切断したものを乾燥デシケーター（塩化カルシウム入り）中に24時間以上放置した。なお災害防止対策のため永久型難燃処理布（チタニウムジクロルジアセテートと三塩化アンチモンを主剤としたもので処理した木綿布）も同様準備した。

2.4 操　作

試験布の一端が電熱線の半分をかくすように接触させホルダーにはさみ，容器内へおく。次ぎにのぞき窓部を容器壁にひきつけながら圧縮空気を送入する。この際急激に加圧すると温度が上昇するので，内部温度計を見ながらバルブを調節する。任意圧力に達すればバルブを閉じ，通電し点火する。点火を認めてから炎の消えるまでの時間を秒時計で測定し燃焼時間とした。

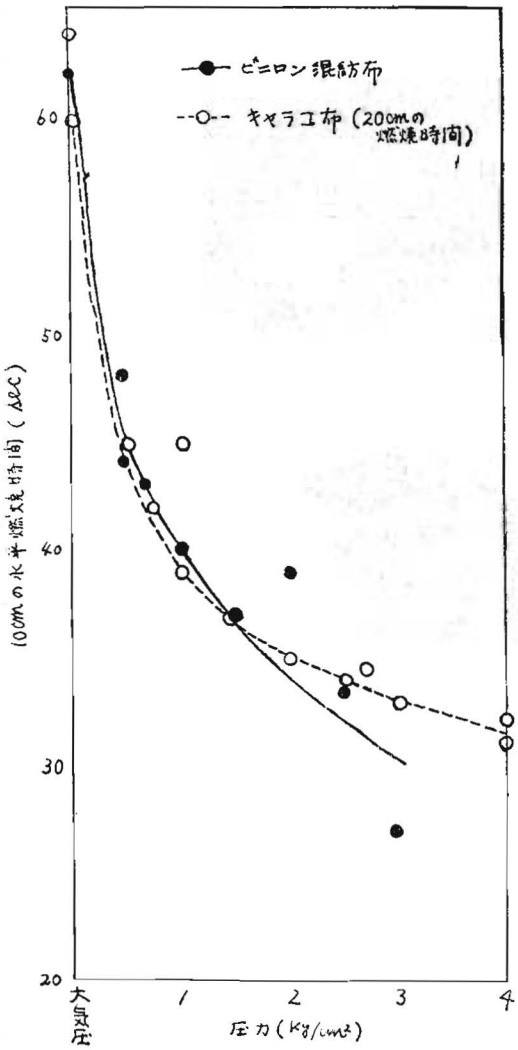
3. 実験結果と考察

大気圧下における布の燃焼性については調査済みなの

で[2]，予備実験を省略し，直接高気圧下での実験を行なった。

まず2段空気圧縮機で得た空気の実験では，その空気の含水率が高く，温度変化のため容器内に水が凝縮したり，空気導入口から水滴を噴出するなど，一定の燃焼時間値が得られなかった。このため含水率の低い市販高圧空気を購入した。その結果バラツキの幅を多少改良しえたが，大気圧下や，過剰酸素中における布の燃焼実験のような良好な再現性は得られなかった。この点さらに追究せねばならないが，実験目的が高気圧下における布の燃焼危険性を明らかにすることにあるので，苛酷な条件のみを考え，水平燃焼のもっとも低い値のみを取り図2に示した。これによれば圧力の増加とともに布の燃焼時間は短くなり，ゲージ圧3 kg/cm²付近では大気圧下の半分の値を示している。

図 2 高気圧下の布の燃焼時間



今回の実験は乾燥した布を試料としたので，過剰酸素中の含湿率のやや高い布（湿度72%に放置した）の燃焼実験値と直接比較はできないが，その燃焼時間短縮率はゲージ圧約3 kg/cm²の場合過剰酸素約10%（絶対酸素濃度29%）に相当しており，圧縮空気下で作業服に着火すると消火が困難なものと考えられる。また図3のように圧力の増加は炎の長さと輝きを増しており，この面からも消火の困難と，炎温度上昇による火傷のひどさが予想される。

なお大気圧下では発炎しない永久型難燃処理布を木綿と同じように，高気圧下で燃焼実験をおこなったが，含湿率のやや高い布（湿度79%に放置したもの）は3 kg/cm²までの圧下力では発炎時間も短く，途中で消炎し，燃焼が継続しなかった。また乾燥した布も3 kg/cm²程度の圧力下で，大気圧下程度の燃焼時間を示し，その着用が災害防止に有効なものと認められた。

4. 要　　約

今回の実験は再現性がやや不良であったが，災害防止の立場から過酷な条件のみを考え，次ぎの結果を得ることができた。

- 布の燃焼速度は圧力とともに増加の傾向を示す。
- 3 kg/cm²付近のゲージ圧力下の布の燃焼危険性は，燃焼時間短縮率の比較より過剰酸素約10%（絶対酸素濃度29%）に相当し，キャラコ布ではセルロイド程度の燃焼速度を示すため，作業服の燃焼危険性がいちぢるしく高いものと推定される。
- 難燃処理布の着用は作業服燃焼災害防止のため有効と認められる。

追　記

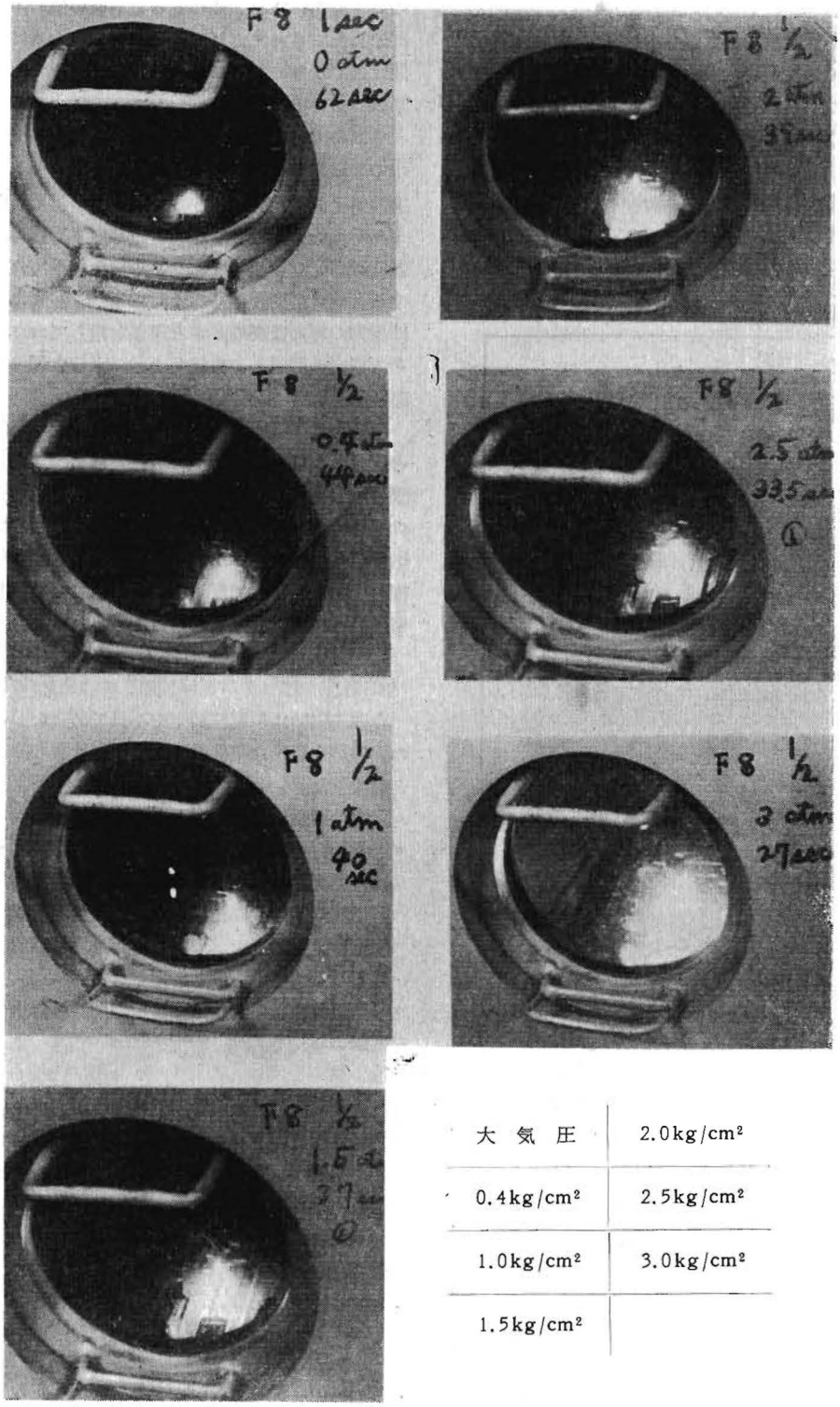
なお今回の報文と同じ題目の文献が，イギリスで1959年発表されている。これは Joint Fire Research Organization F.R Note No. 382 で一般誌に未発表の研究速報的なもので，未入手なため参考とすることができなかった。

参考文献

1）駒宮：科学朝日，**17**，No. 9（1957）

2）駒宮：火災，**12**，No. 2（1962）

図 3　ビニロン混紡布の気圧変化と燃焼状態



大　気　圧	2.0kg/cm²
0.4kg/cm²	2.5kg/cm²
1.0kg/cm²	3.0kg/cm²
1.5kg/cm²	

The Flammability of Fabrics in Compressed air

by K. Komamiya

The burning accident was occured in a caisson owing to the burned working dress in 1959

This accident fact was considered that the burning velocity of fabrics was incrased be cause the absolute oxygen content was greater (under pressure as caisson) than normal atmosphere. Than, We have studied on the effect of pressure to the burning velocity of fabrics.

results

1) The burining velocity of fabrics is increased in proportion to the increase of air pressure, and under 3 kg/cm^2 air pressure, the increase ratio of fabrics is equal to it under 10% oxygen enriched atmospheres, (absolute oxygen content is 29%), therefore, in this case, the fabrics become to have high flammability.
2) It was recongnized that the wearing of the nonflamme working dresses was effect for prevent the burning accidents on caisson work.