

●視 点

医療用酸素の事故調査

駒 宮 功 額*

まえがき

酸素による医療事故といえば、1940年代の欧米で未熟児用保育箱により無事に育った赤ちゃん多数が、未熟児網膜症となったことであろう。生存に不可欠な酸素が、濃すぎると発生する現象が証明されるまで、約10年もの歳月を要したそうである。

欧米で開発されたガス麻酔も同じ頃、手術中に少なからず爆発・火災が生じ、医師や看護婦まで犠牲となった。麻酔に不可欠な酸素中では、可燃性麻酔剤が極めて微小な静電気火花で発火することが判明し防止対策が確立した。更にその後イギリスとアメリカで難燃性麻酔剤が開発され、ガス麻酔の安全が保証されるようになった。

このように新技術開発時には事故の発生は避け難いもので、19世紀末アメリカでの多数のダム崩壊、1950年代のイギリスのコメット機の連続墜落などの事故調査から、今日のダムや与圧航空機を始めとする現代技術はその安全を入手したのである。

しかし近年発生した医療用酸素による爆発火災事故は、予測不可能な現象ではなく、防止対策や文献調査の不備もあったようなので解説し、事故防止の参考に供したい。

高圧酸素治療装置の火災・爆発

高気圧ないし大気圧下で、酸素や過剰酸素を用いる類似装置には、アポロ宇宙船、飽和潜水研究タンクなどがある。ここでも主として技術開発の盛んなアメリカで事故が生じ、犠牲者を出した。アポロ宇宙船は3人の犠牲者を出したが、単位容積当り世界最大の損害額の火災としても知られている。これらの事故から酸素中の火災について多くの調査報告書が公開された。また日本でも新技

術実用化に伴う造船所の溶断用酸素による衣服火災や酸素製鋼用大型酸素供給系の火災・爆発が頻発し、労働不安や操業停止などの危機に直面した。しかし、調査研究の結果安全対策が確立し、1950年代の危機は回避された。

1960年代に入り高気圧酸素治療装置の設置が始まると共に、可燃物の酸素火災危険性が検討され、前記調査研究報告書類の活用と、追加実験などが実施された。このような努力にもかかわらず、わが国では数度も酸素装置内火災が発生した。特に次の火災事故は装置破壊はなかったが、テレビや新聞は「爆発」という言葉を用いていたため、一般に誤解を生んだようなので、改めて事故概要を紹介する。

1. 鋼製装置の火災

1969年4月4日4人死亡した火災事故では、装置は内部火災による熱で僅かに変形したのみであった。この他、日本で生じた火災事故は1996年の爆発を除けば、鋼製・プラスチック製のすべてが装置本体は破壊せず無事であった。しかしこの事故では装置設置室で爆発が生じ、部屋の窓ガラス等が破壊されたため、「高圧酸素治療装置の爆発」とされたのである。

では装置設置室内で爆発を起こした可燃物と点火源は何であったのか？ 現場を見た筆者は次のように推定した。つまり、鋼製タンク内の可燃物が十分な酸素存在下で火災を起こしたが、まもなく酸素は欠乏し、真っ黒な微粉の煤と熱分解による可燃性ガスの黒煙を生じた。同時に内圧も上昇して安全弁は作動し、噴出した黒煙で室内は真っ暗となった。続いて可燃性黒煙は、拡散して室内空気と混合し爆発限界に入り、何らかの点火源、例えば過熱された高温の安全弁、安全弁から噴き出した炎や火の粉などから爆発した。

推定根拠は、爆発で建物の窓ガラスなどが破壊

*ソウル市立大学客員教授

された装置設置室内の燃え具合である。例えばストレッチャーや書籍類の表面の焦げが、通常の高圧酸素と異なり大変激しかったためである。ガス爆発は一般に燃焼速度が速く、可燃物の表面は極僅かに一部に焦げが、やっと認められる程度である。昔、炭鉱で炭じんが爆発した時、作業服がひどく焦げたり燃えたりしたことが報告されていることが、実験でも確認されている。またこの事故の目撃者は設置室ドアから激しい黒煙の噴出を証言していた。

当時筆者は実験による確認をしていなかったが、その後の実験で酸素中でも条件によっては可燃物は完全燃焼せず、煙を生じることを確認した。

この他一般の建物火災でも、密閉された室内可燃物が過熱され、可燃性ガスを生じて爆発的に燃えることが知られている。これをフラッシュオーバーと呼んでおり、窓を破って消火しようとした時、空気が供給され爆発的現象を起こすのである。

このような炭じんの爆発や、建物火災のフラッシュオーバーから、設置室の爆発の可能性は推定されよう。

2. プスチック製装置の爆発

1996年2月21日山梨の高気圧酸素治療装置で生じた事故は、装置本体が爆発飛散し、設置室も爆風と装置飛散物で損傷した。警察からの連絡で翌日現場を見た筆者は、原因を次のように推定した。

爆発した装置本体は鋼製ではなく、透明な有機ガラス(通称アクリル樹脂、ここでは以下PMMAと略記する)であった。過去の火災事例や文献から毛布などの火災のみでは装置本体の破壊は生じないことがわかっている。ところが破壊状況はガス爆発を思わせる激しさである。そこで筆者はPMMAが火災で熱せられ、モノマーガスを発生したため、これがガス爆発することを疑った。この推定は酸素中で多数の可燃物の燃焼実験を実施していた時、唯一条件によっては発火しなかった物質がPMMAであった事実による。

燃焼実験は酸素中に置いた試料可燃物を室温から徐々に温度を上げる昇温方法で、発火温度を求めたものである。例えば空气中で不燃性のテフロン(正式にはPTFE)も酸素中では圧力によって多少変化するが約500℃付近で発炎を記録する。ところがPMMAは何度測定を繰り返しても発火しなかった。原因を調べたところ、約200℃に達する

とガスに分解していたのである。そのガスの発火温度を調べたところ約400℃と高いため、徐々に温度を上げる昇温方法では400℃以上の部分がないため発火しないものと推定された。

但しこのPMMAも空气中で高温の炎を当てると直ちに燃える。1996年12月広島の高層アパート火災の際、ベランダの目かくし用PMMAが9階から13階迄一気に炎上している。

このようにPMMAは高温の炎では空气中でも酸素中でも発火するが、室温から徐々に温度を上げると、ガス化して燃えないこともある。日本では第二次世界大戦の敗戦後、多くの軍用機が処分された。このため操縦席などの有機ガラス(PMMA)が放出され、回収業者はこのスクラップを釜に入れ蒸留中、漏れたガスが釜の炎から引火したことがあった。当時の消防庁の現場写真を貼付した火災報告書を読んだ記憶が残っている。また1976年、沼津市のサロン2階が燃えた時、1階入口階段室で爆発が生じPMMA製ドアが吹き飛ぶ、前記フラッシュオーバー現象が報告された。しかし爆発の激しさに筆者は疑問を感じ、PMMAのガス化による階段室内ガス爆発の可能性に触れた記事を火災誌に発表した。反応は全くなかった。

このような蓄積からガス化爆発を推定したが、実験による証明がなければ信用されない。幸いにも筆者が勤務していた労働省産業安全研究所に、昔の実験装置が残っていたので再現実験を行ないほぼ成功した。詳細は研究所員が燃焼学会などに発表する予定なので省略する。但しボルト破断とPMMAの破片化は証明されたが、小規模な模型実験のため100%の断定はできなかった。また点火源については紙数の都合で省略する。

ま と め

1996年には福岡で医療用酸素ボンベの火災・爆発事故も生じた。これも詳細は省略するが、材料の変更による危険は、約50年前のイギリス文献に事例とともに報告されている。科学技術情報を入手することが容易な情報化時代を迎えたが、何が必要かを判断するのは人である。幅広い専門家とデータベースの活用が医療をはじめ最近発生した原子力発電など、すべての事故防止に重要であろう。