

シンポジウム：高気圧酸素治療の安全基準をめぐる諸問題

司会 名古屋大 横原欣作

演者 メーカー側から

大型装置について

中村鉄工所

藤田峯雄

小型装置について

川崎重工業

池田玉治

ME装置に関連して

日本光電工業

戸崎丑之助

ユーザー側から

内科医の立場から

九州労災

重藤脩

外科医の立場から

札幌医大

岩喬

麻酔科医の立場から

大阪大

高折益彦

管理技術職員の立場から

大阪大

村上史朗

発言 火災対策について

とくに内装、消火器について

田葉井製作所

佐々木和司

とくに電気配線について

東京大工学部

増田閃一

とくにインターホンについて

労働省産業安全研究所

田中隆二

総括発言

監督官庁の立場から

厚生省薬務局

山高章夫

学会安全対策委員長として

東京大

高木忠信

司会：ではこれからシンポジウム「高気圧酸素治療の安全基準をめぐる諸問題」を始めさせていただきます。

ご承知のように日本高気圧環境医学会では昨年9月、丁度1年前ですが、札幌医大和田教授会長の主宰されました総会で、昨年9月1日にこの学会としての高気圧酸素治療の安全基準を承認いたしました。

その後今日まで1年経ちまして、この間この安全基準によっていろいろな問題が処理されてはきておりますが、何分実施後間もないことで、いろいろな問題を含んでいるかと思いますので、この段階でもう一度この安全基準を見直し、足らざるを補い、より完全な安全基準の完成に向かって検討をつづけようということが砂田会長が本年度この学会でシンポジウムにこのテーマを探上げられた理由と推察する次第でございます。

本日のシンポジウムでは時間その他の制約もござりますので、現在の安全基準の中で最後にあります治療指針、すなわちそれぞれの適応疾患に対する基本的な治療法に関する問題は本日の討議からは省かせていただき、装置を製作するための基準、設置することについての基準および管理、使用のための基準といったものだけを討議の対象とさせていただきます。このようにしたい今一つの理由はメーカー側の会員、工学関係の先生方も出席されているこの会場と一緒に討議するシンポジウムでありま

すので医師側だけで討議できる適応の問題は別の機会にゆずるべきだろうと思う次第でございます。

もう一つつけ加えさせていただきますと本日演者としてお願いいたしました方々はこの安全基準を制定いたしました折、大へんお骨折をいたいたいた委員の方々でもありますて、原案作製の当時、非常に長時間の討議をかさねてお作りいただきました安全基準ではありますけれども、自らがさて実際に行ってみての反省もそのご発言の中に当然含まれるものと考えております。なおご発言いただく方々はそれぞれその道の権威者であられまして、ご発言いただきます方々には会員全体に対していろいろお教えいただく立場からご発言いただくようお願いいたします。よろしくご協力願います。

では最初にメーカー側から、中村鉄工所の藤田さんのお話を伺いたいと存じます。

藤田：とくに高圧酸素治療装置の大型第二種装置の安全基準の一部改正をしたい点並びに追加したい事項についてお話したいと思います。

まず第12条及び第45条主要材料の規格について、装置に使用する主要材料は圧力容器構造規格の第一編第一種圧力容器構造規格第一章材料の項の規定を準用することになっているのですが、本装置はその構造上第2種圧力容器に該当するので構造規格第2編第2種圧力容器構造

規格をも含めて準用できるように変更したいと思います。第2種の場合第一編の材料の規定のうち第2条、第11条は除外されております。

つぎに第50条装置の安全弁についての問題について、その1、第50条第2項の安全弁の吹出し圧力は装置内の圧力が装置の最高使用圧以上その6%をこえないように設定しなければならないとありますが、昭和45年4月1日圧力容器構造規格が改正され10%となりましたので、本案も同様に改正したいと思います。

その2 第一種装置の安全基準第16条第3項には安全弁と装置の間に止め弁を取付けてはならない旨規制されているのでありますが、第二種装置についても同様に容器保護の目的と圧力容器構造規格に定められたところにより、第50条第3項に止め弁を取付けない旨の規制を追加記載したいと思います。

3番目に装置の最高使用圧と治療の最高使用圧について、

本安全基準案には第51条に装置の最高使用圧が 5.5 kg/cm^2 と規定されているのであります、それぞれの装置について治療する最高圧が明確には規定されておらず、従って装置の圧力がそのまま治療圧と考えられる場合があるのではないかと思います。圧力容器の場合、其の容器内の圧力が最高使用圧に達した時に安全弁が瞬時に作動して容器の破損を防止することが安全弁をとりつける目的であります。この場合通常使用をしている安全弁は弁座と弁がメタルタッチ方式のものが多く吹出してから吹止りまでの圧力降下が8%~10%くらい見込まれるのが通常でまた定期点検等において安全弁の作動試験を行なった後などに、弁座などにわずかの塵埃でも附着したまま残っておりますと、次の治療時に治療最高圧に達しないうちに吹出しだす動作を行なってしまうことも起り得るのであります。このような場合、治療中に目的とする最高治療圧に到着する直前に安全弁が作動してしまって0.3~0.5 ps/cm^2 程度の急激な減圧が行われることになり非常に危険であります。よってこれらの危険を防止するためには装置の最高使用圧に対して治療の最高圧は10%約 0.5kg/cm^2 くらい下回った圧力に規制を行ない装置の見易い個所に明記することが望ましいと思います。なお、さきに述べたように安全弁作動による急激な減圧などを防止する目的で、装置には治療最高圧に達した時に警報が発せられるかまたはこれらに変る標示などの設備が取付けられることが望ましいのではないかと思います。

最後に非常用呼吸設備について申しますと、高圧室内

において火災などによる有害ガス発生の場合、またはその他の理由により環境空気が汚染される事態の生じた場合、これらに備えて装置の外部から新鮮な空気が送られ高圧室の圧力に関係なく自由に呼吸ができる設備が必要と思われる所以追加すべきだと思います。その方法としては治療室を加圧する空気源かまたは空気ポンベによる独立した供給ラインを設けマスクなどを介して呼吸できる装置を設けることが望ましいと思います。

司会：ただ今のお話はとくに大型の装置についてでございました。

お一人お一人のお話に対してそのあとすぐにディスカッションいただきたいのですが、時間の関係もあり会場の皆様からは後程まとめてご意見を伺うことにしまして、つづいて池田さんにお願いしたいと思います。

池田：「小型装置、いわゆるワンマンチャンバと称される装置、とくに内部を純酸素で加圧する方式の装置に関連し、現行の安全基準の問題点、改正すべき点などについて発言せよ」とのご下命でございますが、本学会の安全対策委員会の発足当初から、安全基準案の作成に参画させていただきました演者といたしましては、むしろ、諸先生方から、ご批判をいただく立場にあるものと考えております。

そこで、まずははじめに現行基準を擁護する立場から、現行の安全基準に基づいて製作いたしましたワンマンチャンバの実例をご紹介し、併せて、現行の安全基準が、将来、法的措置化されるまでにlevel-upしなければならない問題点について、いさか反省と批判を試みてみたいと考えます。

安全基準が制定されましてから、私共が製作いたしましたワンマンチャンバは、三重大学医学部付属病院向1基であります、このチャンバで、実施いたしました安全対策は、

- (1) 消火装置の装備
- (2) 非接地電源用絶縁トランスの装備
- (3) 交話装置用予備電源の装備
- (4) 過電流保護用速断ヒューズの装備

などであります。

例えば、消火装置は、散水用タンク、散水用タンク装氣用空気ポンベ、フロースイッチ、スプリングラ及び一挙動操作の消火弁で構成されております。散水タンクの装氣圧力は、ディマンドバルブによって常にタンク内圧+3 kg/cm^2 に保持されており、チャンバの内外いずれかの消火弁操作によって一挙にスプリングラから散水され、同時にフロースイッチが作動し、チャンバへの供

給電源を遮断いたします。

なお、この作動は空気による通気テストでも確認されます。

以上の安全対策を実施しました結果、装置のTOTAL WEIGHTは、安全基準実施前は1,280kgでありましたが、安全基準に則って作ったものでは1,420kg、都合増加は140kgとなりました。ただし、これはDRY WEIGHTの比較であります。

さて、これらの経験から現行安全基準に対する反省と批判を、主として使用材料について試みてみたいと存じます。

安全基準でもっとも問題となるのは、「使用材料」であると考えます。

例えば、現行基準の第22条第2項には

「金属以外の材料については、難燃性試験に合格したものを使用しなければならない。」

また、その使用量は、必要最小限にとどめなければならない。」

さらに第3項には、

「電気火花を発生するおそれのある材料及び部品は、これを用いてはならない。」との規定がございます。

誠に結構な規定でございますが、もし、このままの姿で、「高圧ガス取締法」あるいは「ボイラ及び圧力容器安全規則」と同じように、都道府県又はボイラ協会などへ移管されるならば、いささか極論めきますが、恐らく日本国内から高気圧酸素治療装置は姿を消すではなかろうかと思われます。

幸い、高気圧医療審議会の先生方の弾力的な運営のお陰によって、製作が続けられているのが現状ではなかろうかと存じます。

たとえば、第2項では、難燃性試験が規定されておりますが、その具体的な方法は示されておりません。

難燃性試験方法として、ちょっと調べてみましたが、各国それぞれ、その目的と対象によっていろいろな試験方法がございます。

たとえば、アメリカのN F P Aの出しているこの種装置に対するTENTATIVE STANDARDでは、N F P A. 701の方法によって、100%酸素、しかも最高使用圧力下で試験をするよう規定しております。

また、電気的火花についても定義はございません。

この問題は、のちほど一部佐々木さんからご紹介があるかと存じますが、今後さらに官民あげて具体的な試験、研究を実施し、その基礎の上にたって、具体的な規定に改めてゆく必要があることを痛感しております。

望ましくは、さらに進んで、たとえば、「圧力容器構

造規格、材料」の項に示されているように、具体的な材料名を列記推奨するよう改めてゆくべきであります。

以上をとりまとめますと、まず現行の基準でもって、安全基準と同時に出了暫定的勧告までを100%満足する域まではとても達しませんが、従来よりも格段に安全性の向上した装置が実現可能であるという点では、大きい進歩をもたらしたというべきですが、同時に現行の基準を法的強制力のあるレベルにまで高めるためには、さらに相当の問題点が残されていることも事実であります。

たとえば、大型装置について申しますれば、呼吸用酸素源の監視については第55条に規定がありますが、装置の加圧用空気源あるいは、換気用空気源の監視については規定がおちてあります。これは、第1種装置に対する第26条の規定と一見矛盾するやに思われます。

以上現行の安全基準は、従来に較べて、安全性の向上に大きく貢献しているが、現状のままでは、かなり、その運営を弾力的に行なう必要のあることを指摘致しまして、私の討論を終ります。

司会：司会の立場から一寸つけ加えますと、安全基準ができるから1年、この間に中村鉄工所藤田さんのもとでもこの基準にのっとって装置を作られた結果の反省がさきほどのお話でございますし、ただいまの池田さんのお話も高気圧治療装置を作ろうとするときに安全基準に関連して派生するいろいろな問題を指摘していただいたと解釈できると思います。ただお二人の発言はこの二つの会社の経験だけではなく、本日は演者をお願いできなかった他のメーカーとも事前にご相談いただき、各メーカーの見解をまとめてお二人に代表してご発言いただいたことをご了解いただきます。お二人のお話には難燃性の問題も出てまいりましたので田葉井製作所の佐々木さん、この問題についてご発言をお願いします。

佐々木：高気圧治療器、手術室に潜在する火災の危険はチャンバーが純酸素もしくは空気によって加圧され酸素濃度が高くなり、あるいは酸素濃度の比率が同じでも全圧が高くなり、物質の燃焼に必要な点火エネルギー、熱のポテンシャルが大気圧雰囲気に比べて小さくなり、燃焼性、炎焼性を増大することにあります。したがってこのような環境のもとでは、大気圧中では不燃、不炎のものでも容易に燃焼し、延焼を促進することになります。チャンバーは密室構造であるため、一旦火災などの事故が発生するととりかえしのつかない惨事となりかねないことは申すまでもありません。

この基準では、内装材として金属材料、難燃材料を規定していますが、この対象となるものには金属材料では鉄金属、アルミニウム合金、ステンレス材料が一般的に

とりあげられ、非金属材料としては主にプラスチック材料をあげることができます。プラスチックは内装材、塗料の素材、部品、あるいは金属の代替品として広く使用される素材ですが、その種類也非常に多く、使用条件を充分に満足したうえで使用されなければならないことはいうまでもありません。このような立場でチャンバー内で使用可能かどうかその選択の目安とするために若干の材料について燃焼性試験を行なったのでその結果を申しあげます。

試験方法はASTMプラスチックの燃焼試験方法に準拠し、室内環境は25°C、70%RH、酸素濃度は21%を保つ換気量を保持し、供試材料は電気配線に使用される塩化ビニールを、部品等の成形品としてポリカーボネート、アクリル、ナイロン、デルリンを、パッキンまたはミール材としてシリコン、天然ゴム、そのほか布入りゴム、木材、記録紙などについて検討いたしました。その結果は塩化ビニール、ポリカーボネートは自消性であり、シリコンは難燃性、ナイロンは1気圧上昇下(2ATA)では難燃性を示しますがそれ以上の加圧下では燃焼することがわかりました。これらのはか、テフロンも難燃性を示します。塗料では酸化鉄皮膜を作るコロレス(商品名)が難燃性でしたが、メラミン樹脂などの塗料は燃焼性が非常に高いことを確認いたしました。

THPC処理の効果については、処理しないものは炎を出し燃焼するが処理したものでは炭化されるだけで炎を出して燃えることはありませんでした。

ただ以上の結果は、定常燃焼時の素材の燃焼性の比較値を示すものであって、温度、湿度が異なりかつガス発生を伴う火災の発生時のような異常燃焼時にはあてはまるものでは全くないこともご理解いただきたいと思います。

金属材料は火災に対し、もっとも安全な材料でありまして有機材料にかわって使用されることが望ましいと思います。アルマリット処理アルミ材などは電気抵抗値を有し、感電、帶電等の危険を防止するにも有効な内装の構成材料であります。また内装を金属溶射仕上げによることも火災対策上必要な手段であります。

さらに直接火災対策とはならないが、室内的照度が低いこと、および給気の流入音や排気の流出音が高いことは異常の発見の妨げとなるのでこの点も配慮されなければならないと思います。以前私どもの製作した装置では加圧時で55~60ポン、換気時には45~50ポンであり、この点でも安全性を高めることができたと考えております。

次に万一火災が発生した場合に備えられる消火器については基準第5章63項にその撒水量が50lit/m²/min以上

と規定されております。他の文献でもしばしば大量の水の噴射が推奨されているのを見うけますが、これらの値は火災に対して有効であるという面からのみ規定されているだけで、はたして人体呼吸の継続についても考慮されたものかどうかについて疑問をもつものであります。初期火災には手持ちホース消火栓が優先し、一斉撒水時には、むしろ全顔面呼吸マスクを併用することを義務づけることが必要ではなかろうかと思います。私共の製作した装置では全顔面マスクを使用し、このマスクには圧縮空気が供給され、この供給圧力はチャンバー圧力にスライドして上昇、下降するようにいたしました。これはチャンバー内圧力が変っても、呼吸用空気の供給圧が一定であることによって呼吸圧力が変化し呼吸器管をそこなう恐れを排除したものであります。以上内装の問題について火災対策を中心として一言申上げました。

司会：以上のように高い気圧内での燃焼についていろいろデータがすでにあるわけでございますので、メーカーの各位も可能な限り情報を交換していただいて今後製作される装置にはよりよい材料を使っていただきますよう本席を借りてお願いしたいと存じます。つづきましてMEメーカーの立場から戸崎さんにお話をお願ひいただきたいと思います。

戸崎：ME装置メーカーの立場から安全基準ならびに電気系に関する暫定的勧告について意見をのべたいと思います。とくに電気系の暫定的勧告を要約して図示すれば図1の如くになりますが、これについて逐項的に問題点をあげてみたいと思います。

1. まず安全基準(27)(62)において生体電気現象用の貫通端子を設けることが規定されています。生体電気現象とは脳波、心電図のような生体内発電現象をいい生体に電極をはりつけることで誘導できるものをいべきであります。一方勧告では(11)~(15)で生体用トランスジューサについて述べているであります。以上のことから考えあわせれば高気圧治療装置には生体電気現象設備だけを常設とし難燃性のものを用い、空気、酸素加圧下で使用できるものとすることにし、他の生体現象用トランスジューサは空気加圧時だけに使用を制限して一般品を用いることとし、必要時チャンバー内持込みとすることとすれば、以上のことが許さればトランスジューサについては特別なものを必要としないのではないかと考えられるであります。トランスジューサの正常電流と短絡電流について暫定勧告(13)では1:5と規定していますが、現用トランスジューサのデータを示せば表1の通りであり、この規格からはずれるもの多く見受けられるであります。しかしこの規格に入るも

のでも血流計のように比較的大電流のものがあり、入らないものでも温度計のように微小電流のものもあることもまた事実であります。酸素下の発火の主な原因是断線、短絡時のスパークにあると思われますので、電流の絶対値を制限し、それをオーバーするものは使用禁止とする方が実際的ではないかと思いますがいかがでしょうか。

2. 勧告ではME機器個々に避雷、過大電流のための保護装置、警報装置等を二重に設ける規定となっていますが、これはコスト上たいへんな問題となります。もし(3)～(5)に規定されている電源回路から電力の供給を受ければ一般用装置の使用が可能であり、しかも安全上からは同程度の保護を実施し得ると思われる所以検討頂きたいと思います。またこの文中では難燃性の定義が明確ではありません。メーカーの立場としてはたとえばテフロン電線を使えというように材料の指定を受けた方が好都合でありますので、このようなご配慮をいただきたいと思います。

3. 最後にデフィビリレータについてのべさせていただきます。

まず電極コードをシールド線とする意味はどのような理由によるものでしょうか。またその場合シールドの露出したものを用いるか、絶縁被覆されたものがよいかについてもご指定いただきたいと思います。

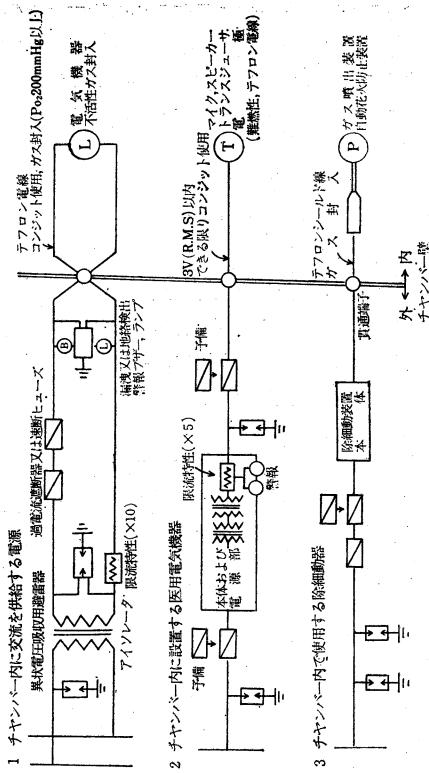
つぎに自動火花防止装置は接触抵抗検知式でよいかどうかという問題があります。これは電極が生体に接触すると自動的に通電可能な状態になり、さらにスイッチを手動で入れると通電する方式であります。この方式は実施した例がありますけれども、接触不完全の場合でも通電可能となり得ますし、また場合によっては火花発生の恐れがあるので完全とはいえないものであります。しかし、これ以上のものは現実的には難しいのでご意見をお伺いしたいであります。

つぎに不活性ガスをコード内まで入れることは非常に特殊なコードを用いねばならないことになりますし、操作上にも難点があるのでこの規定は電極周辺のみに縮して頂けないかと思うのですが。

なおこの場合MEメーカー側はガス管の接続口までを担当するとし、ガスの供給はユーザー側としたいと思います。

最後に環境条件に最大酸素濃度という条件が付してあります、空気加圧時のみに使用という条件付にしてはどうでしょうか。

以上とりまとめ私どもの立場からお教えいただきました問題点を申しあげました。



機器名	回路電圧 (3V)	回路電流(1/5)	周波数	通電時間	回路
血圧用トランジスターサーモドライブ	3V(R.M.S.)	10mA	400mA	3KHz	連 続
ニコモニタ用トランジスターサーモドライブ	3V(R.M.S.) 2系統	#	#	#	
呼吸式ピックアップ	1.5V	0.08mA	0.16mA	DC	
光電式ピックアップ	2.5V	10mA	600mA	DC	
サーミスタ温湿度計	3V	0.05mA	1.5mA	#	
血液計磁ドライ式	1V 3V	1A 50mA	1A 100mA	400Hz 10MHz	
OP2メータ(オーディオラボラトリー)	0.8V	0.3mA	3mA	DC	
人体電気用增幅器	0	0	0	—	
除細動器	5000V	50A	500A	19ms	

司会：安全基準と一緒に電気配線の暫定的勧告というのも昨年この学会で出してあります。暫定的勧告という意味はこの勧告の内容の全部が全部科学的に裏付けされたものではありませんけれども、安全性の面でかなり問題の多い電気部品や電気配線という問題については学会としてまったくこれを放置するわけにはどうしてもゆかないという立場から暫定的勧告という形で出したものですけれども、1年たってみると、勧告に忠ならんと欲すればたいへん苦しい立場に立たされることになるわけであります。この問題に関して電気工学の増田教授にお話しいただくとともに、高圧酸素内での燃焼の問題についての実験データもあわせてお話しいただければ幸いと存じます。

増田：昭和44年9月1日付で、日本高気圧環境医学会安全対策委員会から発行された「電気配線・電気機器の安全対策に関する暫定的勧告」は、発行の時点までにおいて得られた米国の同種勧告、文献及び内外の経験と、電気安全工学上的一般的配慮をもととして、作製したものであります。周知の通り、この分野はいまだ充分な研究のない不明確、不確定な要素が少なくないので上記勧告は、不確定要素が支配する問題における基準は原則として安全サイドにとってあります。その結果、現行の技術を基準に考えると、ややきびしそぎるとの非難が出たり、あるいは完全な上記基準の達成のためにはあたらしい部品の試作を必要とするものもあり、メーカーにかなり負担をかけることとなることは、当初から予想されていたことであります。

そこで「安全の柱」はあくまでもくずすことなく、毎年のメーカー・ユーザー・中立研究機関の研究・改良・経験の成果を折込んで、上記勧告を逐次改良し、より合理的、実際的、なものとする努力が、今後も引き続き払われることが望ましいと思います。

この意味において今回のシンポジウムにおいて、この問題についての発言が行われたことは非常に有益であり、今後とも積極的にこの勧告に対する批判、改良についての提案がなされまして、その結果毎年改訂版が発行されることを望みたいのでございます。

今回の御発言中、勧告(3)～(5)に規定された電源回路にME機器の保護装置（避雷器）を省略することはきわめて合理的な考え方で、安全上何等問題がなく、早速そのように改めるべきものと考えられるであります。

またトランステューサ用回路の短絡電流についても、骨子はこれが継続して発生する時に導線の過熱による着火を招来しないようにすることでありまして、そのため正規値の5倍以下すなわち正規値は安全電流の1/5以

下、安全電流は導線温度上昇が50°Cとなる値の1/5とし、短絡時においても安全電流に保持されるように基準を定めたものであります。そこでこの条件を設計上満足し難いものについて、どのように安全性を確保しつつ実際に則した基準を作定するかは、今後の検討課題であろうと思います。

除細動器について、電極コードをシールド線とする理由は、コードの絶縁破壊が万一発生した場合でも、コードを介して線とシールド間で火花が飛ぶに止り、コード外方の空間に火花が発生することにより着火がおこるのを防ぐためであります。

なお御指摘のあった他の諸点については不確定要素が多いので、どの程度まで基準をゆるめてもよいかについては、今後の研究成果を待ちたいと思います。しかしながら、一般に事故はあり得べからざる悪条件が重って発生するのが通例であるから、安全工学的には、常々最悪の事態を念頭におきつつ安全基準を考えざるを得ないと、またそれが終局において、高気圧環境医学の進歩発展につながるものであろうと確信いたすものであります。この点とくに御理解願えればなによりも幸甚であります。

司会：ありがとうございました。チャンバーに対してなるべく多くの機能を要求しようとしますと、電気機器を完全には排除するわけにはまいりません。したがって電気配線の問題は安全性を考えうえで1つの重要なポイントだと思います。

以上は大体チャンバーを製作する、あるいはそれに付属する機器などをつくる立場から問題を掘りさげていただきましたが、ここで一寸観点を変えて高気圧酸素治療の管理のためには医師だけでなく技術職員がおられるわけでありますので、その立場から村上さんにご発言をお願いいたします。

村上：高気圧酸素治療に関しては、治療装置が、第1種、第2種のいずれかによるかにかかわらず、まず空気加圧による場合と、純酸素加圧による場合とに大別する必要があります。これは安全性という点ではまったく異なるからであります。

今まで火災に関しての大きな事故は、純酸素加圧の場合に起っています。とくに第1種装置によって純酸素加圧を行なう場合、細心の注意が必要です。外部から火災原因になるものが持ち込まれないように、充分の注意を払うことが何よりも重要なことです。この問題を別にして内部からの要因だけを問題にすると、最も火災の原因となりやすいものは電気によるスパークでしょう。私は、第1種装置内の電気配線、すなわち通信装置、内部照明

などはすべて取り除くべきだと考えます。これはいかなる方法によっても、スパークに対して完全無欠な電気配線はありえないと考えるからです。通信装置については、これがなくとも患者の意識があるなら、前もって患者との間で合図を打ち合せておけば、重要な意志の疎通は可能です。また患者の状態をよく監視すれば、たいていのことはわかるはずです。もちろん内部照明も外部照明に切り替えるべきでしょう。次に重要なものとしては、静電気によるスパークとそれによる燃焼をあげることができます。これに対しては、患者の着衣およびマットなど、その原因となり得るものすべてを取り除くべきでしょう。患者を全裸にして装置内へ入れることによってその予防は可能と考えます。最後に、内装に用いられている難燃性塗料は使用を禁止すべきでしょう。難燃性ということは不燃性と言うことではありませんので、金属溶射かメッキまたは地金そのものを使用すべきだと思います。次に第2種装置全体を純酸素加圧することは、危険度に関する管理がほとんど不可能に近いと考えます。したがって私は第2種装置全体を純酸素加圧することは原則として禁止すべきだと思います。もしも、第2種装置において患者を純酸素で加圧したい場合、私達は装置内でインクベーターのふたまたは酸素テントのテントなどを利用して、その中にだけ酸素を満て加圧することにしています。装置内で治療に従事する医師および職員は、それらの外で治療の監視を行なうのであります。ナショナル・アカデミーの論文によれば、酸素濃度の増加による火災、その他の危険限界が25%と示されています。私達も酸素濃度の許容限界を25%と定めております。インクベーターのふたまたは酸素テントのテントなどの大きさは2種装置の内容積の20分の1以下であるべきです。20分の1以上の場合には、その内部に何らかの事故すなわち火災もしくは患者の状態に急激な変化がおこったとき、それらを全部開放すれば装置内の酸素濃度が25%以上となり、装置内従事者の危険を増大するからです。そもそも高気圧酸素治療の安全基準の20条および53条の換気系においては、炭酸ガス分圧のみ規定があり、空気加圧のとき装置内酸素濃度の規定がないことは不合理なことで、第2種装置については是非酸素濃度の規定を設けるべきでしょう。

次に今まで各所で私が見学してきた高気圧酸素治療装置の問題点を申しますと、加圧速度が毎分 $0.1\text{kg}/\text{cm}^2$ にみたない能力不足の装置も見受けられました。これは第1種、第2種装置ともにいえることですが、加圧速度は37条第1項に毎分 $0.8\text{kg}/\text{cm}^2$ 以下と定めているのですから、せめて装置の最大加圧速度は毎分 $0.8\text{kg}/\text{cm}^2$ 位の加

圧能力のある装置、すなわち余裕をもって換気を行ないながら加圧できる装置を製作すべきです。したがって加圧速度の能力を条文で規定すべきだと考えます。能力不足の装置に定員の患者を入れ、換気を行なわず加圧したとき、加圧時間が長くなればなるほど室内の酸素濃度も上昇して危険になります。また一定の気圧保持の困難な装置があるように思いました。これでは装置を使用する医師が、とくに第1種の場合気圧の保持と患者の状態を平行して見るのに、たいへん不安なことがあります。第1種装置の場合は専任技術職員のいないのが普通で、医師が装置と患者の両方を見る必要があるので、気圧の自動制御装置をそなえることが望ましいと思います。しかしこれが不可能な場合には、せめて治療に用いられる気圧より高くなったり低くなったりしたとき警報の鳴るような装置を取り付けるべきです。でなければ患者の状態を見守っているとき、供給される空気あるいは酸素がなくなり、急速減圧されるような場合があり得るからで、これも条文で規定したいものの一つであります。また一般に病院で用いられている第2種装置は手術室としても使用できる装置だと思います。しかし残念ながら、手術室として必要な空気調和装置が不充分な場合もあります。例えば加圧中の温度、湿度の上昇、減圧中の温度、湿度の降下はむろんこと、一定の気圧に達したのちも温度および湿度の制御のできない第2種装置が多くあるように思いました。装置内で長時間働く人間のことを考え、とくに第2種装置については空気調和に関する能力についてある一定の基準を設けるように強く提案します。以上とりまとめますと次のとおりです。

1. 純酸素で加圧する場合、装置内電気配線、着衣、マット、内装の塗料の除去
2. 装置全体の純酸素加圧は、第1種装置に限定すること
3. 空気加圧を行なう場合、装置内酸素濃度は、25%以下とすること
4. 装置の最低加圧速度の規定
5. 一定気圧の自動制御もしくは警報の設定を義務づけること
6. 第2種装置については空気調和の能力を規定すること

以上、私の提案を終らせていただきます。

司会：ただ今のお話は装置を実際に使用する立場からみた現在の安全基準に対するご批判であったわけなんですが、これらに関連する問題の一つとして装置内の換気について佐々木さんのご意見をうかがいましょう。

佐々木：高気圧治療装置内の換気の必要性については大

別して二つの場合が考えられると思います。その一つは、 CO_2 分圧が上昇することで、もう一つは患者を多人数収容した時呼吸酸素の流れと呼気排出により異常に酸素濃度が高まることであります。これらはチャンバーの構造、構成により異なりますので、いちがいに数値のみをあてはめることには意味がないと思います。

チャンバー個々に適切な換気循環装置を設けて構造、構成の両面からチャンバー内の気体の滞留を防ぎ CO_2 , O_2 の上昇を防ぐ換気量を選択することが望ましいと思っています。

司会：ありがとうございました。では同じ使う立場ですが、医師の立場から、まず重藤先生から

重藤：内科医として安全基準に関して気のついたことを喋れということですが、病院を訪れる患者は一酸化炭素中毒症が主であります。労災病院の性格上、ポータブル・ロックは20数個、大型治療室は2基、減圧室の再圧室として2基を全国に散在させています。その主なるねらいは炭塵・ガス爆発の対策であります。

私は事故処理係として各地に足をはこびます。装置をもらった各病院からはオペレーターが九州労災病院に研修にまいります。事務局では運営・管理について沢山の問題をなげつけてまいります。なかなかうるさい発言が多く、しかもそれは抜きさしならぬ現場的な問題ばかりです。そのいずれの人もこの『安全基準』を真剣によんでいます。そして悩んでいます。私に向けられた数々の質問のなかから共通の問題をとりあげて、現場からの生の言葉で皆様に御報告いたします。今後、こうしたことの積み重ねのなかから『安全基準』をよりよいものに育てあげたいと願っています。

治療装置の第1種、第2種装置というよび方はボイラーや圧力容器と混同しやすいので、再考すべきでしょう。また13条と46条に関してポータブル・ロックの内容積は 2 m^3 以下とし、治療室としては中にはいる者1人当たり 4 m^3 以上の気積が必要とした根拠は何かあるのでしょうか。

ケーション作業室の中では、鶴嘴・スコップなどを使用するさいの安全基準として一人当たり 4 m^3 以上としていますが、この場合と治療室の 4 m^3 とはどのような関係にあるのでしょうか。

18条に関して油使用の空気圧縮機を色々試みてみたのですが、結局はオイル・フリーを使用し、この系統に空気清浄装置を組みこむことがよいと分ったので、オイル・フリーと明記した方がよいと思います。また空気送気系に水道用の亜鉛メッキ（白）配管を行なっている施設が多いのですが、これは亜鉛中毒の危険があるから撤去すべきであると思います。

おなじ18条のなかで空気送気系も酸素送気系に準じたものにすることが決められていますが、 $150\text{kg}/\text{cm}^2$ から減圧して空気を使用するさいは可能でしょうか； $9\text{kg}/\text{cm}^2$ 以下のさい具体的にはどうすればよいのか、管口径の問題と加圧・減圧時間とのかねあいなどどのように考えるべきでしょうか。

37条の4項にある減圧の特例と19条3項の緊急減圧用装置とのからみあいはどう説明されるのかわかりません。また37条には別表第1に規定するという記載がありますが、その別表が何處にも見当りません。

26条の酸素系の監視について供給圧力と残量を表示する計器は市販品ではないと思います。残量を表示する計器とここで規定してしまうとそうした計器をポータブル・ロックにも取りつけねばならなくなるのですが、その必要があるのでしょうか。

40条にも供給圧力と残量ということばがあるのですが、軽い気持で残量の目安という意味ならば、例えば、使用する酸素ボンベの一次圧及び二次圧としなければならないのではないのでしょうか。

75条のなかにあげられているのは再圧室の操作心得でありますので、高圧酸素室の特殊性を示して欲しいと思います。ここでいう技術職員はケーション現場でバルブ等を操作する主任であり、医療行為は原則としてやってはいけないものではないでしょうか。

以上のことは『高圧室管理者の免許』を与えていた労働省側の見解であります。したがって高圧室管理者の資格は、病院で操作するかぎり必要はないというになります。私の知るかぎり高圧室管理者はレベルのあまり高くないものであります。入室または退室させるときに人数の点検をするのに、暗い狭いところで作業するさいの潜函長の役目であり、高圧室では必要ないのではないかでしょうか。資格という問題では私たちは何時も頭をいためているのです。オペレーターとしての材を確保するには社会的な資格と身分と地位を与えなければなりませんので、本学会にとくに要望するのはこういった点に対する強力な措置であります。

69条には治療の命令系統が定めていますが、この命令系統では責任のとりようがありません。

私たちは労災病院で高圧治療を行なうさいまたは日常、定期の管理を行なうさい高気圧治療を担当する医師のなかから適任者を管理者に選び、この管理者が装置の使用などについて職員を指導監督し、その指示なしには使用しないなどの責任態勢をはっきりさせています。

このことは労働福祉事業団（労災病院の本部）の団法に昭和44年10月1日規程第7号として収録されているのであります。

第67条には職員の教育のためにいろいろな資料が記載されていますが、もしこれが安全基準ではなく、治療指針ならば、これらの参考資料をあげてもよいかも知れませんが、安全基準にあげるのは適當ではありません。

労働福祉事業団では、安全教育という項をもうけ、高気圧障害、救急再圧治療法、加圧、減圧及び酸素の取扱い方、関係法令などの教育を行なわなければならないことをしております。

第55条に酸素系の規定がありますが、製作にさいして具体的にどうすればいいのか、またユーザーがチェックするさいの事項などを具体的に示して欲しいと思います。またこの規定では職員と患者の呼吸する酸素系のからみ合いがよく分りません。

第70条に装置内で使用する機器の規定がありますが、高気圧下で使用される機器の規格はあるのでしょうか。もあるのらなば規格を具体的に示して欲しいと思います。

おわりに私たちは安全基準が早く法制化されることを望んでいます。とくに災害現場ではタンクの規格とオペレーターの資格にマスコミはうるそうございます。

また安全基準では責任の所在と安全に対する考え方を徹底させることに重点をおいて、その他のことはさらりと流しておいた方がよいのではないかでしょうか。そして細部にわたる事項は実施面で高気圧環境医学会で委託基準または自主基準として具体的に処理すべきではないでしょうか。いずれにしても一日も早く法制化される基準を誕生させるためお互の手を貸しあわねばならないと考えます。

司会：いろいろ問題点をご指摘いただきました。これらの点についてはまた今後この学会でつづけていく安全対策委員会でさらに掘り下げ、検討していくべきものと考えます。つづきまして岩先生、とくに外科の立場からいかがでしょうか。

岩：実際に外科的に大高圧酸素室を使用した経験から、安全基準に関連して、私共の高圧室の現状、改良点などを各条に従って述べたいと思います。取上げなかった条項は、それほど問題とならず譲り受け可能なものであります。

いずれも経済的な面での制約が強く、必ずしも基準に沿って万全に行なわれたとは思いませんが、多少とも参考になれば幸いです。

まず47条の酸素投与方式については、大高圧室が空気で加圧されるため、治療目的上当然効果的な純酸素呼吸の必要があります。しかしBLBマスクを使用した場合、48%の酸素濃度しか得られなかった報告もあります。レスピレーターを使用する場合は、現在市販の圧規制方式のものは、加圧下では十分完全には作動しなかったり、1人用酸素加圧下で発熱発火の報告もありますので適当でないと思いますまたこれらの理由のほか、通常高圧下での治療時間、とくに手術時間は短いので、麻酔器による用手加圧人工呼吸が望ましいと考えます。

動物実験などで、レスピレーターを是非使用したいときは、量規制方式のものが適当であります。たとえば、ハーバード呼吸器の電気制御部分を取り外し、高圧室外に出し、コードを本体と繋いで使用するなどの方法があります。この場合中央の低圧モーター部は発火の危険はありませんが、念のため金属ボックスを被せ少量の窒素ガスで内部を灌流し安全を期しています。この方式は他の電機器具にも応用可能であろうと考えます。

48条に定められている副室については、多人数が同時に加圧されるとき、種々の理由で、途中で出入りが起るので、副室は絶対に必要がありました。

52条の空気の清浄化ですが、このように閉鎖された室内で手術を行なう関係上、これはとくに重要であります。われわれも繰返し高圧室の細菌検査を行なってみましたが、培養基中の細菌発育はきわめて少なく、現在のわれわれの病院の手術室におけるよりも清潔がありました。ただしガス壊疽、火傷その他感染症を扱った場合には、事後処理には十分の注意が肝要であります。

53条に排気の規定がありますが、われわれが当初に作成した排気装置では、室内の騒音が甚だしく、別個に大きな消音装置を伴なった排気装置を作成する必要がありました。密室であることから云っても、室内の騒音は80フォーンが限界で、これを規制する必要があるように思って居ります。

54条の換気系については、われわれの装置は換気系と排気系が同一であります。これは基準に抵触しないと思われますが、流量計が現在取付けられていません。ただし加圧中は、十二分に排気、送気が連続して行なわれていて問題は少ないと思われるであります。

55条の酸素系については、われわれは酸素源として液体酸素を使用しているが、通常圧は7kgに調整してあるので、この規定に丁度合致いたします。

56条に関連した問題として、われわれの装置では扉は内開きなので、装置内部の圧が外より少しでも高ければ、開放することなく、この規制に合致します。副室のみを使用する場合を考慮して、主室、副室間に夫々の例に開く扉2枚を装置しましたが、この3年間、その使用の必要性のあったことはなく、場所占拠、経済面から、この扉は主室側1枚のみで十分であろうと考えて居ります。

58条の内部の塗装は、床下部は亜鉛メタリコン、床 上部は難燃性塗装を行ってあります。しかし金属接触部に錆止めの油を使用できないため、製作後3年の経過で、すでに諸処に錆が発生しており、再塗装の必要性を考慮しているのが現状であります。これは米国内でも問題になっていた点であります。なお油圧式の手術台のために、不燃性の弗素性潤滑油を使用しています。

電気配線は、保護配管としてビニール管の中を通して いるが、若しこれが基準に沿わぬものであれば、金属管に変えることは容易であります。

装置内部は、鋼鉄、床も鋼板であるので、導電性は申し分ないと考えますが、患者、治療者を含めて人体の完全接地により注意を払うべきであります。

室内照明には、炭鉱で使用する40Wの防爆耐圧蛍光灯を使用。これは完全二重構造で耐圧20kg、安全性は高いと思われます。手術灯としては、4個の500W白熱電球を用い、熱吸収ガラスを経て、さらにそれぞれの窓を通して手術野に光線を集中するよう設計いたしました。影の発生など、通常の手術野灯ほど完全ではありませんが、特別の不便は感じていません。

生体電気現象を観察する心電計、脳波計の患者側電力はmV単位であるので、スパークの心配は全くなく、連絡部は内部に置いてあります。これに反し、心臓手術時 必須の細動、除細動装置は、初め防爆型コンセントを内部におきましたが、より完全を考えて、その後コードを直接テフロンラバーを通して外部に導き、その連絡部

(外部)でアースし、安全を期して使用することに改めました。当初、電気コードを、チャンバーの鋼鉄壁を貫通させる目的で、独自な方法を考案、使用していましたが、手術に必要な電気器具を前述のようにコード毎消毒しなければならない関係上、容易に脱着可能なテフロンラバーとした訳で、簡単によくその目的を達していると考えています。

59条の通信系としてわれわれは電話およびインターフォンを設置していますが、高圧室内にある部分は、スパークする可能性のある部分をすべて除去してしまいました。したがって、インターフォンのプッシュボタン式の呼出しは内部からはできませんが、加圧中はインターフ

ォンを連続的に作動させておくことにしており、問題ではなく、またその方が内部の監視にも有用であります。

60条の内部の觀察は、覗き窓、テレビを通して行なっていますが、これは内部人員の状態を觀察するのに十分でありますけれども小火災のごく初まりなどの細かい点を発見するためには不十分であろうと思います。

62条の生体電気現象の接続端子は使用していないものはアースしておくことを例にしておきます。

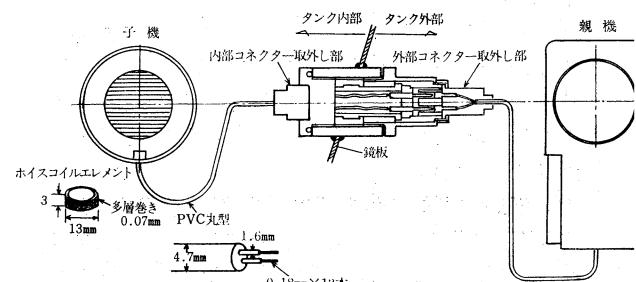
63条の消火設備は、初め室内天井に貯水槽を作り、落差圧で撒水するよう設計いたしましたが、放水が不十分なことが判りましたので、別に7kg加圧貯水タンクを室外に設け、約800kgの水を1分少々で噴霧、放水するよう設計したものを増設いたしました。これは第3項の最高使用圧時のものであります。火災時には、内部圧は著しく上昇すると思われますので、貯水タンク内圧との圧差が少くなり、放水速度が遅くなることを設計のときから考慮する必要がありましょう。

司会：いま岩先生のお話にも、まさか程の村上さんのお話にもありましたインターフォンの問題について田中さんのご発言をお願いいたします。

田中：労災病院などで使用されているポータブルロックに付属しているインターホンの発火危険性を、主として電気的な面から検討いたしました。

実験の対象としたインターホンは、ナショナル製でVN-107型のものです。この電源は006P型積層乾電池(9V)が1個で、いわゆる親機と称せられる部分の容器に納められ、ポータブルロックの外部に存在しています。一方、子機の部分はロックの内部にあって、ロックの壁のコネクター部を通じて親機と接続されています。

子機の電気回路は、第1図のように単にスピーカーマイクとしてのボイスコイルと、 $10\mu F$ のコンデンサが直列に接続されたものです。子機には元来、親機側を呼出すスイッチがありますが、これは火花を発して危険であるとのことから取去られており、したがって、この場合そのスイッチはないものとして取扱いました。



第2図 インターホン外形およびコネクター部

インタホーンで発火源となるのは、ロック内の子機の電気回路のみと考えますと、これはつぎの二つの場合に分けられると思います。

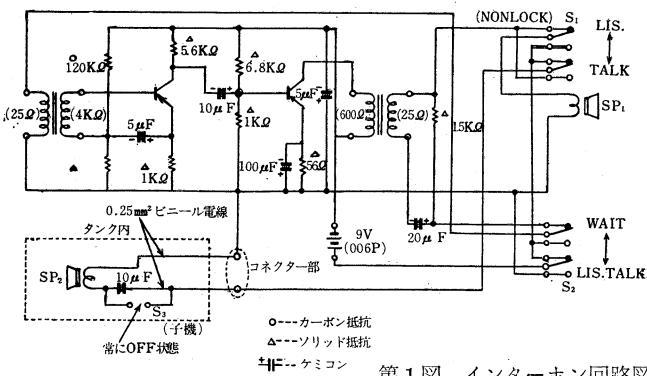
- (1) 子機回路に流れる過電流による電線または部品（ボイスコイル、コンデンサ）の過熱による発火
- (2) 通電中の子機配線の断線または短絡時の放電火花による発火

以上の発火の有無を大気圧 100%酸素霧囲気中において実験し、以下のような結果が得られました。

1. 素線径が 0.075mm で、13 本撚りのビニル電線（全体の径は 1.08mm）に過電流を流したときの温度上昇とそれに伴なう現象は、

- 1.72 (A) で 25.24 (deg), 変化なし
- 3.71 (A) で 118.2 (deg), 変化なし
- 5.54 (A) で 210 (deg), 軟化
- 7.9 (A) で 221 (deg), 発煙
- 10 (A) で 発煙、溶断
- 12 (A) で 発煙、爆発

となりました。実際にインターホンで使われている子機回路のボイスコイルは、第 2 図に示すように素線径が 0.07mm のもの 1 本で構成され、これに電流を流すと約 1.2 (A) すべて溶断し、発火しないことが判明しました。また、子機回路のロック内リード線は、素線径 0.18mm × 12 本撚りの PVC 線で、この太さは上記の温度上昇試験を行なったビニル電線の約 5 倍の断面積を有していますので、ビニル電線で発火を生じないような大きさの電流であれば、実際に使用されている PVC 線でも当然発火しないものとみなすことができます。



第 1 図 インターホン回路図

さて、子機回路に流れうる最大電流は、9V の乾電池の端子短絡瞬時の最大電流をとれば十分であります。この大きさを各メーカーの電池について測定した結果では、約 1 (A) 以下であることが明らかとなりました。したがって、上述の供試ビニル電線に 1 (A) が流れても温

度上昇は 20 (deg) 以下とみなせます。したがって、PVC 線に 1 (A) が流れても、20 (deg) 以下となり、発火の危険性がほとんどないと考えられるのであります。

つぎに、通電中のリード線が断線または短絡したときの放電火花による発火危険性であります。12 (V) の鉛蓄電池に抵抗を接続した回路で、2 ~ 10 (A) の直流を特別の白金電極間で開閉し、放電火花が直接ビニルテープ、ビニル被覆へ着火する能力があるか否かを調べました。その結果、いずれもそのようなおそれが全くないことが判明しました。回路に流れうる最大電流が 9 V で 1 (A) 程度であるとすると、本実験のように 10 (A) で着火しないならば、インタホーンの放電火花による着火はほとんど考えられないみなすことができます。

以上により、大気圧 100%酸素霧囲気中では供試インターホンの発火危険性はほとんどないと結論づけることができます。

なお、以上の結果を加圧空気霧囲気の場合に適用することには検討の余地があります。すなわち酸素と空気との熱伝導率の大きさはほとんど同一であり、加圧下の熱伝導率は大気圧下に比べて大きいので、温度上昇の点からは大気圧より加圧した場合の方が安全側となります。しかし加圧下では空気でも酸素でも、一般に物質の発火温度が低下するといわれているので、危険側となります。したがって、両者のバランスの上で、安全側か危険側になるものをと推定されますが、いずれにしてもその差は問題とすべき程のものではないであろうと考えられるのであります。

司会：どうもありがとうございました。次は麻酔医の立場から高折先生どうぞ。

高折：麻酔科領域から、安全基準に関し検討しなければならないことには、表(1)に上げるようないろいろな項目があります。

換気について

第 4 章、20、37 条に規定されるごとく Chamber 内の炭酸ガス濃度から規定された換気様式と、第 5 章、55 条から規定されるごとく、酸素供給の面から規定された場合とあります。今、前者の場合を考えると、一般成人について 19.41/min 以上の換気を必要とする事になります。即ち、成人の酸素消費量を 2

50ml/min 炭酸ガス排出量を 200ml/min、分時換気量を 6000ml/min といたしますと、平均呼出ガス中の炭酸ガス濃度は約 33% となり、規定炭酸ガス濃度 1.0306%

(平圧下) に Chamber 内がなることを防ぐためには 1 9406 (ml) が必要となります。換気量流計は高気圧下に

おかれるので、加圧時においても、この流量（換気量）には変化がありません。大阪大学の大型 Chamber においては 250~300m³/hr (4660~5000l/min) の空気流量をもって換気を行なっているので、たとえ、4人の医師、1人の看護婦が入室しても炭酸ガス濃度は 0.179%の上昇しかみとめられないので、実際計器上には変動として現われません。この際、患者からの炭酸ガスは、麻酔下にあっては無視することができる所以あります。

酸素濃度に関しては、55条の規定に従うと 40l/min/person の供給を必要とすることとなっています。第2種の Chamber の最低規準は、内容積 4 m³/person であるので、80%O₂濃度に達するのに 138分、60%に達するのに 69分を要することになります。またわれわれの使用中の Chamber (51m³)の場合でも、60%に達するのに、271min を要することになります。この点注意を払わないと、従業員の酸素中毒の問題の発生や、火災の発生を容易にする結果となります。しかし、実際にわれわれの Chamber の換気（空気）様式をもってすれば、O₂濃度は最高、2%程度の上昇に抑制することができると考えております。麻酔ガスに関しては、換気系が炭酸ガス濃度によって調節されると仮定すると問題となります。勿論、後述するごとく、爆発等の危険のある麻酔剤の使用は避けるとしても、患者（成人）が 1%濃度のハローセンで、かつ半閉鎖循環式で麻酔されていたとするとき、Chamber 内ハローセンガス濃度は、

$$1.0 (\%) \times 8 (\ell) \times \frac{1}{19.406 \times 5} = 0.0821\% \quad (\text{Peron})$$

となります。勿論、これは anesthetic concentration には達しませんが、しかし、最近、halothane anesthesia にともなう liver damage の原因は、むしろ low concentration の halothane の吸入により生じやすいと言われ、業務員の健康管理上、問題となる点であります。

温度については現在、われわれが行なっている換気状態では、6人が Chamber 内にあっても、体温、加温マットなどから発生する熱により室温が上昇することはあります。しかし、CO₂をもってした換気基準に従った場合、次第に上昇するのでこの点注意を要します。

麻酔剤については、Chamber 内で使用できる麻酔剤と、使用できない麻酔剤とは、43条にて定められることによって必然的に規定されています。もしこれが2種の Chamber に適応されるならば、ほとんどすべての麻酔ガスは使用できなくなります。

その麻酔上の手技、また使用する麻酔剤の適応については、表(2)に示しました。

この場合、高気圧酸素分圧を治療に用いる以上、麻酔

剤としては必然的に high potency のものを使用するのが順当となりましょう。したがって、

- (1) Halothane + O₂ + analgetics
- (2) " + O₂
- (3) " + O₂ + muscle relaxants

がもっと多く用いられることになろう。

麻酔器具については、多くのものが、電導であるように作られているので、静電気の発生があった場合にもこれを誘導することができます。さらに床は電導性であるのでこの問題は解決できます。麻酔器にはステンレス、スチールでできたものもあるが、塗料を使用したものが多く、これは火災発生時に有害ガス発生の原因となります。

また、マスク、気管内チューブ、麻酔チューブ、バイオブロック等すべて可燃性もありますが、これに対し特別な規定は現在ありません。この点についても、もし Chamber 内の酸素濃度が高くなる場合は、何らかの方策をとることが大切であります。しかし、一般に大型 Chamber は空気加圧を行なっているので、まずこの点については考慮をすることはそれほど必要ではないであります。

高気圧酸素下の患者管理について、まず呼吸管理は本質的に自発呼吸、調節呼吸などにその別を問う必要はありません。しかし調節呼吸を行なう場合は (a) manual (b) mechanical の別を、その場に応じて判断すべきであります。(a) manual 行なうときは、Chamber 内のごとく、人員的に制限を受けている場合、麻酔医が一人で、すべてを、あるいは一部手術チームを助けなければならぬこともありますので、筋弛緩剤を使用し、manual 行なうことは非常に困難となります。一方 (b) mechanical 行なう場合、必然的に Pressure device respirator を必要とし患者に適合しない場合もあります。また、駆動するガスが圧縮空気である場合は別として、酸素である場合は、Chamber 内へ流出する酸素が増加し、危険をともなう事も想像されます。しかし麻酔医の2本の手が完全に free の状態となりうるし、一時的には麻酔医が患者の頭部より離れることも可能となります。このことは非常事態発生時に麻酔医が副室へ避難することができることも意味するものであります。

(表 1)

Anesthetic Problems concerned with Fire Hazards under Hyperbaric Condition

- 1) Ventilation for Hyperbaric Chamber
 - a) CO₂
 - d) Anesthetic gases

- c) O₂
- d) Temperature
- 2) Choice of Anesthetic agent and technique
- 3) Anesthetic apparatus
 - a) Anesthetic machine
 - d) Mask, Tube, Bag, Bite block and etc.
 - c) Respirator
- 4) Management for Patient
 - a) Ventilation
 - d) Temperature.

(表2)

- A) Anesthetic drugs and Techniques which MAY be used under Hyperbaric condition
 - a) Regional Anesthesia local, conductive, epidural, spinal block.
 - d) Intravenous Anesthesia barbiturate, phenycyclidine derivative, propanidid neuroleptics and narcotics.
 - c) Inhalation Anesthesia halothane, methoxyflurane, and nitrous oxide (fluoroxyne, chloroform)
- B) Anesthetics which MAY NOT be used under Hyperbaric condition
 - trichlorethylen, ethylene, diethyl ether and divinyl ether.
- C) Anesthetics which SHOULD NOT be used under Hyperbaric condition.
 - cyclopropane, ethyl chloride

司会：いろいろな点にわたりご指摘いただきました。

ここでフロアの方からご発言いただきたいと存じます。

渡辺（東北大・麻酔科）：安全基準第43条に種々注意がありますが時計の中の油が可燃物質ということになれば、頭のボマードも先ずだめだと思います。この点お教え下さい。

司会：43条は第1種、小型装置の管理基準でございます。酸素で加圧しますワンマンチャンバーの中へ患者が時計を持込むことについての規制が出てるものであります。池園（東医歯大）：ワンマンチャンバー内のスプリングラーのことですが、酸素で加圧しているときに水をかけますとその水が急速に気化されチャンバー内圧が急速に高まり、チャンバーが却って爆発をおこし、内部の人だけでなく外の技術者も傷害される可能性があるのでないかと考えられますがこの点につきまして……

池田：噴霧散水の目的は

- (1) 噴霧による焰とチャンバー内O₂との遮断による燃

焼の遮断

- (2) 噴霧によるチャンバー内の冷却効果であります。特に気化潜熱の利用による冷却効果は気温上昇に伴なうチャンバー内圧の昇圧防止に大きく効果があろうと考えています。

(N.F.P.A Tentative Standard for)
Hyperbaric Facility 参照)

司会：撒水装置による消火設備はこの安全基準ができるときにもすいぶんと議論された問題でございます。今後もさらにいろいろ検討してみたいと思います。

時間が超過してしまいましたのでこの辺りで討議を打ち切らせていただきます。

総括発言として厚生省山高課長にお願いしておりますが急用でご出席できなくなりましたのでご発言要旨の原稿をいただきまして私代りに読ませていただきます。

山高：本日は、高気圧酸素治療の安全基準について終始熱心に討論が行なわれたのですが、平素製造される物を許可し、それらの安全性の確保を心掛けております立場から一言御あいさつを申し上げたいと在ります。

さて、御承知のとおり高圧酸素治療装置は、業事法施行令別表第一器具器械のうちの呼吸補助器に該当し、したがってこの装置を製造する場合には、承認と許可が必要であります。

昨年4月にありました高圧酸素治療装置の爆燃災害以後、高気圧環境医学会安全対策委員会の御審議を煩わし、さらに中央薬事審議会の審議を経て昨年9月器體に貼付すべき使用上の注意、添付文書とすべき使用上の注意を各都道府県に通知し、関係向の指導をお願いしているところであります。

また、新たに製造あるいは輸入の承認・許可の申請のあったものにつきましては、当学会の安全対策委員会の中から医学、機械工学、燃料工学、電気工学等の専門家9名の先生方の御出席を煩わし、安全基準に照らした審査を御願いするとともに安全性を確認のうえ、これを与えることにいたしております。

さらに先月25日には、厚生大臣の諮問に応じて薬事に関する重要事項を調査・審議するために設けられている中央薬事審議会医療用具特別部会の中に高圧環境用機器調査会の設置が承認され、現在発令の手続きを行なっているところであります。

この調査の構成は、先程お話し申し上げました専門家9名の先生方からなり、高圧環境用機器の製造承認のほか、最近特に繁用されております高圧環境下で使用するME機器の安全対策基準の調査・審議を行なっていただく予定であります。

本日のシンポジウムでは緊急呼吸用空気系の補足、加圧源の監視の規定、電気配線、インターフォンに関する事項、消火器に関する事項など、装置の安全性の確保について活発な意見が提案されたのであります。これらの内容につきましては、いずれ調査会でも十分なる検討をお願いし、御要望の線に沿って製造あるいは輸入の承認・許可を行なう際の基準として法制化したいと考えております。

私どもいたしましてもこうした装置の安全性をより高めるため、学会との連携を密にするとともに新設の調査会を通じて学会の意見を反映させてまいりたいと考えておりますので、今後とも一層の御研究をお願いする次第であります。

司会：引きつづき高木先生にこの学会安全対策委員長としての立場からコメントをいただきたいと存じます。

高木：まことにたくさんのご意見をいただきありがとうございました。とくにここにお並びの方はわれわれの内輪の方でございまして、したがってこの壇上におられる以外の方々のご意見をもっと伺いたかったのですが時間の関係で残念でしたがいろいろ伺えたこと幸いです。

とにかくこんなことをやりますといろいろご意見があると思います。それは要するにすべては安全対策委員会の各委員に向けられたものではあるにしてもこれを司会しています私にも向けられた問題だと思いますのでここにその基準をつくりました当時の考え方と今日に至るあるいは将来にわたります考へをごく簡潔に申して私の責を果させていただきたいと存じます。常圧でない高圧という異常な条件、更に純酸素加圧による条件、これからくり出される高気圧酸素治療は、一面他の治療法によっては得難い数々の効果を示すと同時に、他面、使用方法如何によっては、人体に対し種々な副作用或は障害を惹起することや、又装置内の爆発火災事故が如何に悲惨なものであるかは、私共のよく承知しておりますところであります。

しかも本療法が近代医学へ用いられ始めた歴史は浅く、その適用範囲をはじめ、人体に対する作用機序或は副作用・障害の本態、更には装置使用上の安全性についても、尚、幾多未解決の点を残している現状であります。

かかる情勢下において本治療装置の我が国に於ける普及をみると、短期間にしては比較的多く二百余を数えますが、そこに本治療に関する何等の使用基準すらなかったのが現実であったわけであります。

さればこそ本学会においては、早くからこの点に着目し、第1回より毎回、治療上或は装置並びにその使用上の安全性についての諸問題をとりあげ、論議すると同時

に、たまたま起きた不幸な事故を契機として、2年前より本学会は御承知のように高気圧酸素療法の安全対策委員会を設けたのであります。

本委員会は医学・工学及びメーカー側の著明な技術者等、この方面の真のエキスパートの御参集を願い、同時に又、近い将来これに法的規制力実現を希望する意味で、厚生省とも密接な連絡をとりながら、我が国では、はじめての、高気圧酸素治療の安全基準案作成に着手しました。

本案は委員の非常な熱意と努力の結果、予定通りまとまりました。そして電気配線・電気機器の安全対策に関する暫定的勧告案を添えた高気圧酸素治療の安全基準案として昨年の第4回本学会総会和田会長のもとに呈出、総会の承認を得たのであります。

かくして一応出来上った本基準及勧告に対し、我々委員は、諸事情からして、もとより完全無欠のものが出来上ったとは考えませんが、然しこれは、それまで野放しになっていたものに対し本学会として発表した我が国最初の44年度安全基準及び勧告であり、又安全基準の大綱を示すと同時に、高度の指針となり得るものと考えております。

ただしこれは装置内の人命の安全性を絶対条件とし、例へ予測出来難い原因によるものであっても、考慮可能なものである限り総てとりあげ、且つ幾多の未解決の問題を抱えながらつくりあげた関係上、本基準・勧告のうちには、理論に走りすぎるというか、厳重すぎる或は実際面とかけはなれすぎた感を抱かせるものもあるかと存じます。

然し御記憶願いたいことは、これほどにしても、万一純酸素加圧下での爆発火災発生の場合、少くとも火の出る前に、その異常を予知し得ない限り、或は一步ゆずつても、燃え始めの最初の瞬間を捕えない限り、果して装置内の人命を救い得るやの間に對しては、現時点に於て明確な答は出し難いものと考えます。

それ故にこそ委員会は第1回の44年度安全基準においては、火災発生後の消火もさることながら、先づ何よりも出火の予防・人命に重点をおき、特に電気関係の勧告を添えて本基準を一段とひきしめたのであります。

同時に又委員会は、作成後1年すぎた今日の時点における安全基準の検討・手直しを45年度の一般課題としてとりあげ、更に医学関係では、高気圧酸素治療法の副作用障害とその対策、工学関係では装置内の発火に先づ異常状態検出とその対策をとりあげ、委員一同は本基準をより完璧なものにせんと既に着手し始めておるのであります。

本委員会は安全基準発表後満1年を経過した今日までに、ユーザー・メーカー側の実際に使用する或はつくる立場におられる会員の多数の方々から自発的に、これに対するさまざまな御意見がいただけるものと期待し、これらの御意見を考慮しながら、委員会が仕事を更に進めることができが好ましい形と考えておりましたが、この点は卒直に言ってもの足りないものがありました。

委員会としては1人でも多くの方々から御意見を聞かせていただき、44年度安全基準を会員の皆様方と共に、より完璧なものにする考え方からして、この度その機会を得ようと計画いたしました。

幸いに本学会シンポジウムにこれがとりあげられ、壇上の委員会のメンバーばかりでなく、広く会員の方々からも御発言を得たことは委員会としては非常に有難く、大変有益であったと考えております。

委員会はこれらの御意見を討議の対象にとりあげ、より充実した基準完成に向って一步一歩近づくよう努力致しましたく考えております。

なほ本基準は現時点では、学会の自主規制下にあって、法的の規制は未だ及ぼされておりません。

然しながら学会側の要望と厚生省側の御配慮により、着々法制化への努力がなされ、この1年間は厚生省から依頼のあった時に、学会の承認を得た委員が臨時に集り、お役に立たせていただいておりましたが、最近厚生省に正式に高気圧環境用機器調査会が設けられ、本日この総会で委員が正式に承認されましたので近々発足の運びになることと存じます。

このことは本基準の全面的法制化は未とするも、これに次第に近づく傾向を示すものと考えられるので御同慶の至りに存ずる次第であります。

ここに厚生省の御配慮に対し厚く御礼申し上げますと共に、今後とも宜しくお取り計らい下さるようお願いする次第であります。

終りに臨み本日この機会をお与え頂いた本学会砂田会長に深甚な謝意を表すると同時に、この場を拝借して、日頃基準作成に従事しておられる各委員の方々の御努力に対し衷心より敬意を捧げるものであります。

殊に本日司会役をしておられる榎原君は、本委員会の最も骨のおれる分野を、一手にお引き受け下さっておられることを感謝の念をもって皆様に御報告したく存じますと共に、委員会の今後の諸研究のうち大半以上を占める工学関係の分野に直接たずさわれておられる、ここに来臨されている増田東大教授をはじめ、この方面の各委員の方々に心からお礼を申し上げて私の発言を終ります。

司会：綿貫先生、来年度の会長として一言お願ひいたし

ます。

綿貫：次期会長として何か一言ということでございますがさき程から長い間非常にご熱心な討議を拝聴いたしまして一昨年以来高木委員長を中心として委員会で安全基準案が作られ、本日この場で長い間討議されたところを伺いますとその中には不満な点もあり変えた方がよからうということもあると思いましたがそれは当然でわれわれ人間が作るものですから致し方ありません。

ただご熱心なご討議を拝聴しますとみんな何とかしてよりよきものにしようとのことで発言されていると思います。今後、益々この安全基準をよりよきものにすると同時に私達はもう日本では絶対にチャンバー内で火災を起さないと本学会会員が誓うとともに私は祈念したいと存じます。

司会：ただいまの綿貫次期会長のコメントをいただきましたの最後にしてこのシンポジウムを終らせていただきたいと思います。時間が超過いたしまして十分ご討議ご発言いただけなかったことが多いと存じますがこの点はどうかお許し下さい。どうもありがとうございました。