

〔一般演題〕

VS 600 長期使用による機械的消耗について

井 上 哲 夫* 池 田 健 次* 宮 田 近 昌** 松 下 行 男**

はじめに

われわれの施設では、HFJV 用のベンチレータである VS 600 (IDC 社) を 1985 年本邦で最初に入手し臨床使用を開始した。これまでの 7 年間、本器の使用は表 1 に示すように麻酔科領域だけでも 500 例近くになり、このほか実験的使用や他科への貸し出し例を含めると、総運転時間は 1 千時間、呼吸数として 1 千万回以上に達したと思われる。本ベンチレータのマニュアルにはメインテナンスについて 150 回 / 分の呼吸数で 5 千 5 百時間の作動あるいは 5 千万回の呼吸数に達するまではその必要はない旨記載されている。われわれの機械もこれまで重大な故障はなく、わずかに使用開始後 1 年半位で呼吸数の狂いを生じたため調整を行っただけである。しかしながら最近の臨床例に

おいて、従来通りの設定の HFJV にて以前より患者の Paco_2 値が高くなる傾向を認めている。

表 1 VS 600 使用症例 (487 例) の内訳

手術中の使用	454 例
肺・気管(支) 手術	203
喉頭微細術	113
開頭手術	6
開心術	4
上記以外の胸腔内手術	76
その他	52
ICU での使用	33 例
ウイーニング	15
ARDS, COLD	8
気胸, 血胸	5
その他	5

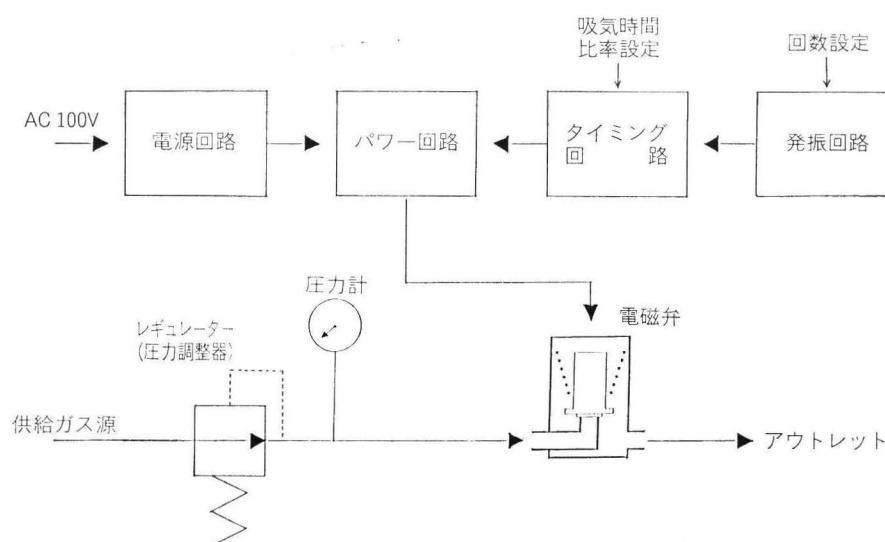


図 1 VS-600 ブロック図

* 日本医科大学附属病院麻酔科

** (株) アイ・エム・アイ技術部

表 2 呼吸回数の点検結果

ダイアル表示	実測値	誤差率
8 回/分	7.8 回/分	-2.0%
10	9.9	-0.8
15	14.6	-2.7
20	20.0	±0
25	25.5	+2.0
40	42.0	+5.0
50	60.2	+20.4
80	78	-2.1
100	99	-1.0
150	146	-2.7
200	200	±0
250	256	+2.4
400	428	+7.0
500	603	+20.6

表 3 吸気時間の点検結果

ダイアル表示	実測値	誤差率
20%	18.2%	-9.00%
30	30.6	+2.00
40	39.7	-0.75
50	49.6	-0.80
60	59.2	-1.33
70	72.0	+2.96

表 4 駆動圧ゲージの点検結果

ダイアル表示	実測値	誤差率
1 bar	0.89 bar	-11.0%
2	1.81	-9.5
3	2.84	-5.3

またダイアルの一部が欠落するなどの外観上の老朽化を来してきたこともあるので、本器の機械的な総点検を実施してみることにした。

総点検の方法

図 1 に VS 600 のプロックの回路図を示す。このうち発振回路、タイミング回路について、ベンチレータの各設定値につき回路よりの電気信号を記録し、呼吸数、吸気時間を実測した。駆動圧のレギュレータについては、ベンチレータの圧力ゲージの 1, 2, 3 bar に設定したとき outlet の部での圧をタイメータ社の RT 200 により実測した。

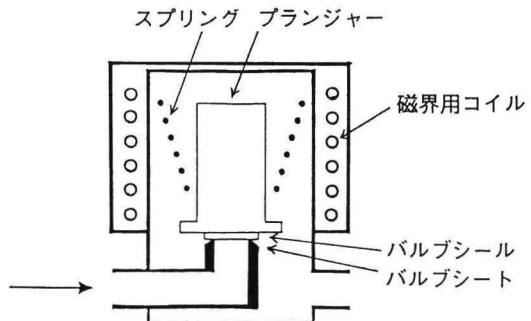


図 2 電磁弁

電磁弁については、分解して内部を観察した。さらに吸気流量につきボルテックス社の流量計を用いて電磁弁の清掃前後および各駆動圧における新品の VS 600 との比較を行った。

総点検結果

1) 呼吸回数(表 2)

本器は 7 種の呼吸回数とその各 10 倍の呼吸回数が設定できる。設定値と実測値との誤差率をみると、設定値 40 回/分(誤差率 5.0%) およびとくに 50 回/分(誤差率 20.4%) そしてその 10 倍の 400 回/分(誤差率 7.0%), 500 回/分(誤差率 20.6%) のところで実測値と大きな狂いを認めた。HFJV として使用する 100~200 回/分の付近では誤差は少なかった。

2) 吸気時間(表 3)

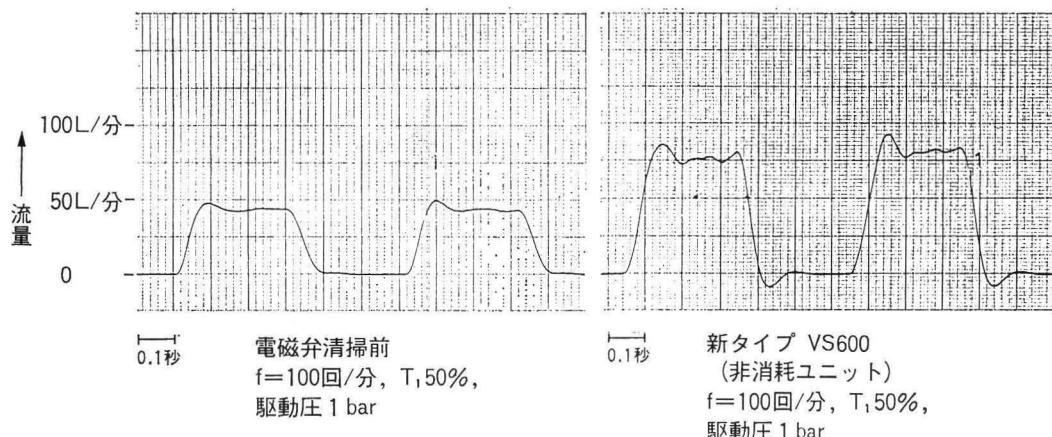
20~70% まで 6 段階の設定がある。設定値 20% で実測値とやや大きな誤差(誤差率 9%) を認めたが、そのほかの設定では誤差は小さく、とくにわれわれの頻用する 40~50% のところでは全く問題ない程度であった(誤差率 1% 以下)。

3) 駆動圧(表 4)

本器の圧ゲージにしたがい、ダイアルで 1, 2, 3 bar に設定した場合の実測値を示した。1 bar (14.7 psi) の設定では、実測では 11% 低い圧になり、2, 3 bar の設定でも実際にはそれぞれ 9.5%, 5.3% 低い圧で駆動されていることが示された。

4) 電磁弁

図 2 に電磁弁の構造を示す。分解してみると、プランジャー(ピストン)は黒く煤けており、バ



ルブシール、バルブシート（弁を受ける部分）の部に黒粉が付着していた。

5) 吸気流量

電磁弁の清掃前の流量測定の結果を表5に示す。これは駆動圧（設定値）を1, 2, 3 barとして吸気時間50%，呼吸数100回/分で作動させたときの吸気時（電磁弁開），呼気時（電磁弁閉）の流量を測定した結果である。電磁弁閉鎖時は流量はゼロとなり，電磁弁のリークはないことがわかった。しかし吸気時の値についてはコントローラがないので長期使用による影響は不明である。

電磁弁の黒粉を除去した後も同様の測定を行ったが，上記とまったく差を認めなかった。

吸気時の値について，アイ・エム・アイ社に在庫の新品のVS 600と比較を行ってみた（図3）。両者同一の設定（呼吸数100回/分，吸気時間50%，駆動圧1 bar）での流量をみると，われわれの器械では表5に示した通り約50 L/minであるが，新品では70 L/min以上にも達することがわかった。2, 3 barの駆動圧にすると新品ではこのフローセンサーの測定上限（120 L/min）を越えてしまった。

考 察

VS 600の重大な故障については内外ともに報告はない。われわれもこの7年間の使用中機械的な故障は経験していない。しかし，高頻度人工呼吸器ではモニタリングが困難なこともあって除々に進む機械的な性能の低下は見過ごされている可

表 5 流量測定の結果

駆動圧設定値 (ダイアル表示)	流量実測値	
	(ON)	(OFF)
1 bar	48.8 l/m	0 l/m
2	78.4	0
3	108.4	0

能性もある。今回，臨床例で（単に印象ではあるが）患者の Paco_2 の蓄積傾向に気付き，さらに外見上かなり老朽化を来したことでもあったので総点検を行ってみたわけである。

呼吸数や吸気時間については HFJV として使用する設定範囲で狂いは小さいものであり，問題ないと思われた。駆動圧は設定値より実際は低いことがわかり，もし Paco_2 蓄積が本当ならばこれが原因である可能性が強い。長期の使用により圧力ゲージに狂いが生じることは十分考えられる。しかし，本器が新品時のデータはないのでこれもはっきりしたことは言えない。

電磁弁内に生じた黒粉は機械的摩耗による鉄粉であると考えられる。これはその生じた部位からして，吸気ガス中に混入する可能性があり危険であると思われた。

VS 600 の最新の機種では，電磁弁の性能がかなり改良を施されたようであり流量特性に従来の機種に較べ，大きな差が認められた。

以上，今回の点検結果を報告したが，先に述べたようにわれわれの器械の総作動時間や呼吸回数

はメーカーの勧めるメインテナンスの時期には遠く及ばないわけであるものの、いくつかの問題点が認められることがわかった。すでに呼吸数については設定と実測に差があることは大分以前に気付いて調整を行った。今回の点検により、駆動圧は設定よりも実際は低いこと、電磁弁内部に鉄粉が生じこれが吸気に混入する可能性があることが

発見された。また同一名称（VS 600）のベンチレータであっても性能とくに吸気ガスの流量特性に大きな差を認めるので、他施設との臨床データの比較などにおいてはこの点に注意を払う必要があると考えられた。

今回の点検については、（株）アイ・エム・アイ技術部の多大な協力を得て行われた。