

呼吸器用警報器の作動状況について

沼田 勇 治*

1. はじめに

空気呼吸器用ポンベの残圧を知る方法として、現在当庁では圧力計を採用している。しかし、圧力計により残圧を知るには、目で見ること、さらには、つねに計器に注意しなければならないという不便さがあるので、消防の業務、特に、夜間の作業あるいは、長時間しかも集中的に作業するような場合には、きわめて不合理なものであり、また精神的な不安をも与えるものである。

今回、当庁で採用された警報器は、 $30\sim 10\text{kg/cm}^2$ の範囲の圧力で、ベルが、継続的に作動するという、きわめて便利なものである。しかしながら、もし、警報器に故障があると、人命にもかかわるという問題が残る。そこで、試験をつうじて、警報器の耐久性能、作動圧力の変化、その他の諸問題について検討を試みたので、報告する。

2. 構造

1 概要

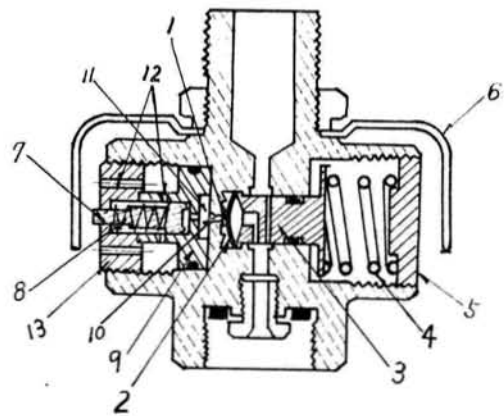
この警報器は、ポンベの空気放出口に取り付けられており、その構造は、図1のとおりである。構造の主体をなすものは、鈴、打鈴弁、反転弁、調整パネなどである。

2 作動状況

警報器の動作範囲は、公称、 $30\sim 10\text{kg/cm}^2$ とされている。これにもとづいて作動状況を見ると、ポンベ内の圧力が 30kg/cm^2 以上の場合は、図2に示すように、空気は、打鈴弁の方向に流れないようにしている。ところが、圧力が、 30kg/cm^2 以下になると図3に示すように、調整パネの力によって反転体移動し、反転弁が、いままでと逆の形の弓状になるので、空気は、矢印のごとく打鈴弁室に流れ、打鈴弁を押し出してベルがなるしくみになっている。次第に圧力が低下して、 10kg/cm^2 以下の空気圧になると、図1に示す打鈴弁パネの方が、空気圧より大きくなるため、打鈴弁を押し出すことができなくなる

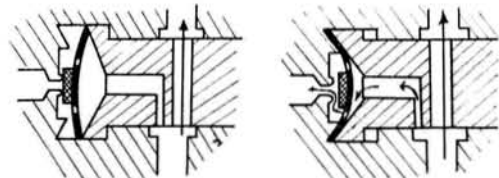
ので、打鈴が、停止するというものである。

第1図 警報器構造図



- | | |
|-----------------|--------------------|
| 1. 反転弁座 (BsBM) | 8. 打鈴弁パネ (SUS27) |
| 2. 反転弁 (BeCup) | 9. 打鈴弁座 (BsBM) |
| 3. 反転体 (BsBM) | 10. 流量制限ノズル (BsBM) |
| 4. 調整パネ (SUS27) | 11. 打鈴弁室 |
| 5. 調節ネジ (BsBM) | 12. 放出口 |
| 6. ベル (BsRi) | 13. 打鈴弁座押え (BsBM) |
| 7. 打鈴弁 (SUS27) | |

第2図 反転弁作動状態図



ポンベ圧力 30kg/cm^2 以上
(矢印は air の流れ)

ポンベ圧力 30kg/cm^2 以下
(矢印は air の流れ)

3. 試験の方法および結果

1 打鈴時間の測定

(1) 方法、当庁採用の4 l型空気ポンベに警報器を取り付け、打鈴開始圧力、打鈴終了圧力および打鈴時間を測定する。

(2) 結果

打鈴開始圧力 31kg/cm^2

* 第一研究室

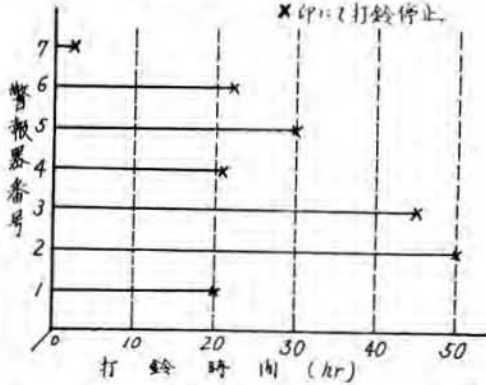
打鈴終了圧力 10.5kg/cm²

打鈴時間 12分30秒

2 連続打鈴試験（耐久性試験）

- (1) 方法、充填圧力150kg/cm²、20 l型空気ポンプに減圧弁を設け、その先端に警報器を取り付ける。減圧側の圧力を20~30kg/cm²とし、連続的に打鈴させて、打鈴が停止するまでの時間を測定する。
- (2) 結果、図4のとおりである。

第4図 連続打鈴試験結果



- 注1. 6, 7号警報器は、試験圧力20kg/cm²、他のものはすべて30kg/cm²である。
2. 図の×印の時点において警報器に衝撃を与えると短いもので秒単位、長いもので分単位の打鈴をする。
3. 打鈴が停止しているときは、警報器から空気が放出されている。

3 作動圧力変動試験

- イ、方法、連続打鈴試験装置により、連続打鈴試験で使用した各警報器について、3.2の試験で、打鈴が停止する前および打鈴が停止した後の作動圧力の範囲を測定する。
- ロ、結果、表1のとおりである。

第1表 (単位: kg/cm²)

警報器 No.	打鈴停止前		打鈴停止後	
	開始圧	停止圧	開始圧	停止圧
1	30	13	29	18
2	30	10	28.5	12.5
3	30	12	29	24.5
4	30	11	30	15
5	30	12	30	21.5
6	33~30	8.5~10	29~30	15~24
7	31	9.5	30	22

4. 考 察

1 装着時における打鈴時間および使用気量

打鈴開始圧力をP₁、打鈴停止圧力をP₂とすると、打鈴時間Tは、一般に次式で示される。

$$T = \frac{V(P_1 - P_2)}{Q + B} \dots \dots \dots (1)$$

但し V: ポンプの容量 (4 l)

Q: 警報器による空気の平均流量

B: 人間の呼吸量

また、警報器による空気の平均流量Qは、次式のとおりである。

$$Q = \frac{V(P_1 - P_2)}{t} \dots \dots \dots (2)$$

但し t: 呼吸せずに警報器がP₁からP₂まで打鈴するに要する時間

試験結果では、P₁が31kg/cm²、P₂が10.5kg/cm²になっているので、この圧力を基準にし、呼吸量Bを40/minとして打鈴時間Tを算出すると次のとおりである。

呼吸せずに、警報器がP₁からP₂まで打鈴するに要する時間tは、3・1の試験結果から、12分30秒かかる。故に(2)式から

$$Q = \frac{4(31 - 10.5)}{12.5} = 5.2 \text{ (l/min)}$$

警報器を取り付け、40/minで呼吸をしたとき、警報器の作動時間Tは、(1)式から

$$T = \frac{4(31 - 10.5)}{40 + 5.2} = 1.8(\text{min}) = 1 \text{分}48 \text{秒}$$

なお、打鈴に要する空気量(Q×T)は、約10 lである。

2 分解調査の結果

連続打鈴試験において、打鈴が停止するという原因を究明するため、試験済みの各警報器を分解して調査した。その結果、作動開始機構(反転弁部)は正常であったが、打鈴機構部には、摩耗のあとがあり若干の異状が認められた。このことは、警報器から空気が出ているけれど打鈴しないという事実と一致し、まず、打鈴機構の耐久性が少ないと判断して間違いない。こころみに、打鈴機構部の摩耗の程度を測定してみると、表2のとおりである。

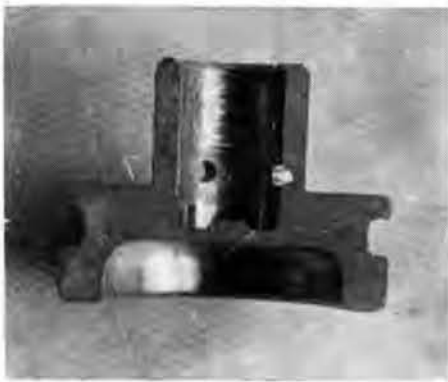
表をみると明らかなように、打鈴弁座の摩耗が激しいため、打鈴弁との当りが悪くなり気密不良となることが推察される。また、打鈴弁座押えの摩耗が激しいため、打鈴弁座の内径寸法の増大にともない打鈴弁の傾きが発生し、一種の「コセリ」の現象が生じて打鈴が停止するものと考えられる。写真1は打鈴弁座にのこされたコセリのあとを示すものである。

第2表 摩 耗 程 度 一 覧 表

(単位: min)

部品名	測定箇所	打鈴停止前	打 鈴 停 止 後					
			1 号	2 号	3 号	4 号	5 号	6 号
打 鈴 弁	① max	3.05	2.98	2.99	2.98	3.00	2.99	2.98
	②	6.50	6.37	6.40	6.39	6.40	6.38	6.40
打 鈴 弁 座	中央部max	6.53	6.53	6.62	6.66	6.54	6.62	6.58
打 鈴 弁 座 押 え	min	3.10	3.22	3.42	3.29	3.33	3.29	3.40

写真1



3 耐久性能

連続打鈴試験の結果をみると、最少 2Hr 弱、最大 51Hr の耐久時間があり、各製品の性能差が非常に大きい。もちろん、製作上の問題もあって、各製品の性能を同一に保つという事は、一般に困難とされている。また、試験台数の不足などから、いちがいに耐久性能を論ずることは困難である。ただ、打鈴が停止するという原因が、4.2 で述べた摩耗およびコゼリなどにあるとするならば、7号警報器の 2Hr 弱というのは、時間的に云っても例外であり、製作上のミスがあったのではないと思われる。その他の警報器は、おおむね、20時間以上打鈴している。これは、摩耗により、コゼリが発生するという時間的な経過からみても、妥当なように思われるので、警報器の耐久時間は、およそ、20時間程度と推察される。

4 作動圧力の範囲

一般に、警報器の打鈴開始圧力は 30kg/cm^2 で、打

鈴が停止する圧力は 10kg/cm^2 とされている。試験結果でも、連続打鈴試験において、コゼリにより打鈴が停止する以前においては、ほぼ同様な数字である。しかし、コゼリにより打鈴が停止するような状態になると、打鈴開始圧力は、あまり変わらないが、打鈴停止においては、かなりの変動を示している。このことに、作動圧力の範囲が縮小されたことを意味するものであり、耐久力(耐久時間)の限界に近付いた警報器では、正規の打鈴時間1分50秒が、数秒程度にまで短縮されることも考えられる。

5. む す び

今回の報告では、実験台数などの不足から、すべての問題について結論づけることはできなかったが、試験の結果知り得た主なものは、次のとおりである。

- (1) 作動範囲は、およそ $30\sim 10\text{kg/cm}^2$ である。
- (2) 装置時における打鈴時間は、およそ1分50秒である。
- (3) 打鈴に要する空気量は、およそ 10I である。
- (4) 警報器が、耐久力の限界近くにあるときは、打鈴時間が、数秒程度で終ることもある。

また、今後の対策として考えられることは、次のとおりである。

- (1) 作動範囲($30\sim 40\text{kg/cm}^2$)を一定にするため、調節ネジを固定する必要がある。
- (2) 打鈴弁座は、摩耗が激しいので、耐摩耗性の材質にする。
- (3) 打鈴弁基部にあるゴム材料は、耐老化性の点で適宜とり換える必要がある。

最後に、本実験に協力された、消防機械工場、川崎航空機KK、KK重松製作所の関係各位に深く感謝する。