

酸素呼吸器打撃力試験装置

日下部正夫* 金子洋一* 黒瀬茂雄*

ピエゾ圧電素子を組み込んだ打撃力センサーを作り、これにより酸素呼吸器のキャンドル点火機構による打撃波形を調べた。波形の形状からは打撃の過程が追跡でき、打撃装置の改良に役立てることが出来る。

またこれをクロレート・キャンドルを酸素源として使う呼吸器の検査に使うように、数回の打撃の出力のピーク値を集計し、基準値と比較し可否の判定と共に印刷出力する記録集計器を含め、試験器としてまとめた。基準値の設定には落球試験の結果を参照した。

1. 緒 論

炭坑の爆発災害やトンネル内火災などでの救急活動など、酸欠大気や有毒ガス雰囲気中での作業では、酸素を自給し、外気と遮断して呼吸できる閉鎖循環式の呼吸器が使われる。これには酸素ポンプを使うものと化学的酸素発生器を使うものがある。酸素発生器としては、塩素酸塩・過塩素酸塩の熱分解によるものと、アルカリ金属の超酸化物の炭酸ガスと水(呼吸中水分)との反応で放出される酸素を利用する物が実用になっている。何れも小型軽量であり、かつ保守が簡単確実など緊急用として優れた性能を持っている。

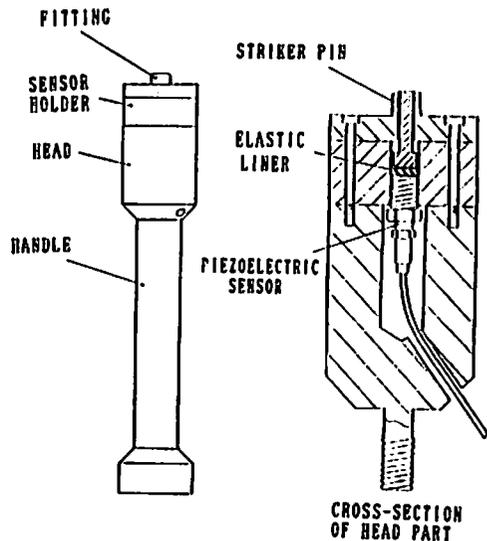
塩素酸塩・過塩素酸塩系のもものでは、塩素酸ナトリウムを主剤とするクロレート・キャンドルが主流である。キャンドルは塩素酸ナトリウムの自己維持的熱分解反応を安定に進行させるため、また有害な塩素ガスの発生を抑制する為の配合剤を加え、混合・圧填或は加温・鋳造して棒状にし、これを断熱材で囲み金属管に封入し、銃用雷管を組み込んだ点火具をその一端に、他端に酸素放出口を持った構造となっている。酸素発生型循環式呼吸器のJIS(JIS T8156)では、化学的酸素源としてクロレートキャンドルの型式が定められ使われる。

キャンドルは呼吸器のキャンドルケースに挿入され、打撃機構によって点火し、反応を開始する。酸素発生の有無が直接人命に係わる物であるから、万一にも着火ミスがあってはならない。そこで長年の実績があって信頼の出来る銃用雷管を組み込んだ点火具が使われ

るが、組み込みによる点火感度の変動や呼吸器の打撃装置の打撃力によってその点火の確実性が左右される。設計上は、撃針を叩くハンマー部分の質量と打撃時の速度で打撃力は定まる。静的特性は打撃用のバネ特性・ストローク・角度が重要である。しかし打撃は本来ダイナミックな現象なのでこれを直接測定することは、品質保証上重要である。我々はピエゾ圧電素子を用いた打撃力測定試験器によって打撃装置のダイナミックな特性試験を行っている。

2. 打撃力試験装置とセンサー出力波形

クロレートキャンドルを酸素発生型循環式呼吸器の



IMPACT SENSOR ASSEMBLY

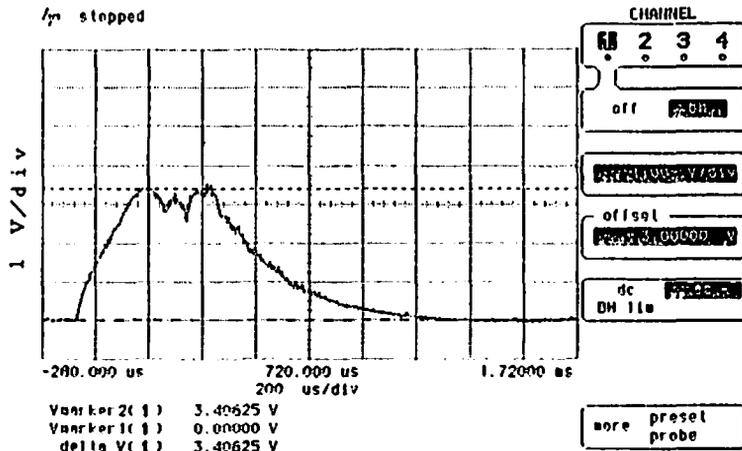
Fig. 1 Impact Sensor Assembly

平成2年3月28日受理

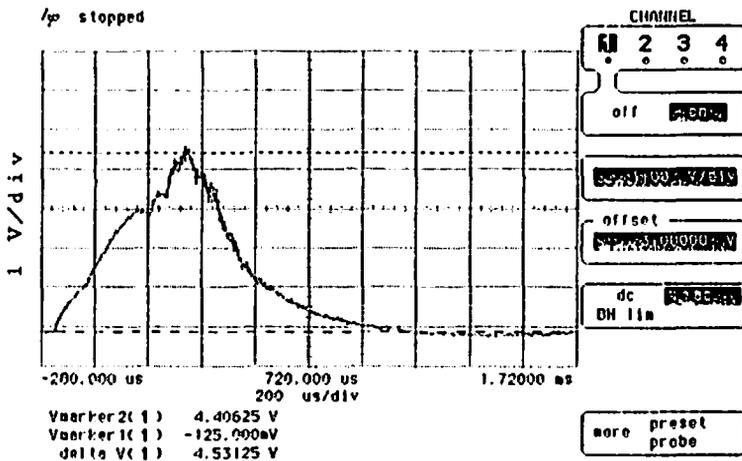
*ミドリ安全工業㈱

〒340 草加市稲荷5-27-1

TEL 0489-31-0996



HIT UPWARDS



HIT DOWNWARDS

Fig. 2 Typical Waveforms from Impact Sensor with Striker of Oxygen Inhalator.
(upper) struck upwards
(low) struck downwards

キャンドル・ホルダーに装着し、作動用の引き手(背負いバンドの所にある。)を引くと、打撃装置のバネがセットされ、さらに引くと、ラッチが外れ、バネの力で撃針が雷管を打撃する。

点火後直ちに酸素が発生し、初期30秒程は、特に酸素の発生速度が早く、呼吸袋を急速に充たし、以後は毎分平均2.8リットルの一定速度で酸素が供給される。

打撃力試験装置は、1)打撃力センサー部、2)センサー電源兼増幅部、3)打撃信号ピーク値集計記録装置の3つから構成されている。センサー部は、図1に示すように、柄部とそれにネジ込まれるセンサーヘッド部からなり、ヘッド部に図の様にピエゾ圧電素子を組み込み固定している。センサーヘッド部のキャップ

内にはピエゾ素子を打撃するための高硬度鋼製ストライカーが内蔵されている。このストライカーとセンサーの受圧面との間にはクッション円板(ライナー)が入れている。これによって、ストライカーとセンサーとの金属間衝撃の鋭いパルスが、時間が引き延ばされ、ピエゾセンサーで忠実に再現可能な圧力プロファイルになる。

図2の波形は、呼吸器にセットして、打撃して得られた打撃信号である。上の波形はキャンドルを下から打撃したときのもの、下の波形はキャンドルを上から打撃したときの波形である。このように同じ打撃機構を用いても打撃の方向を上下に変えると、その波形は違って来る。明らかに上の波形は打撃が2度打ちにな

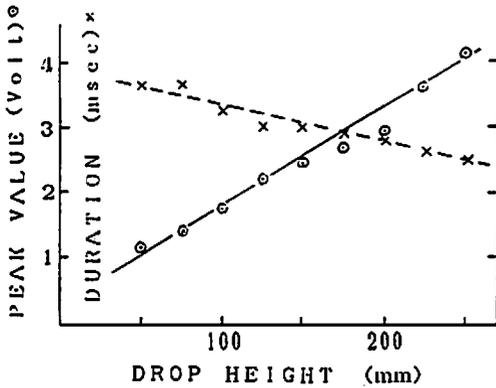


Fig. 3 Peak and Duration of the Impact Waveform with Drop-ball Impact Sensitivity Test Machine.

っていることを示している。これらの波形の基線から上の部分の継続時間は、ほぼ1 msecである。

センサーヘッド部を落球式雷管感度試験器の雷管位置にセットし、各落高でセンサーを打撃し、その出力をデジタルオシロスコープで記録し、波形のピーク値と、基線から上の波形の正の部分の継続時間を落高に対してプロットすると、図3が得られる。

落高が高くなるとピーク値が大きくなり、継続時間は僅かに短くなる。このように波形のピーク値は打撃力とほぼ1次的な関係にある。継続時間は2.5 msec~3.6 msecであり、呼吸器の打撃機構で得られた図3の波形の約1 msecよりも長い。落高の継続時間の変化は打撃速度の変化からみて当然である。打撃機構の打撃速度は落球試験器の打撃速度に比べ格段に早いことが予想される。

この様に打撃力は波形のピーク値をもってその大小を表すことが出来る。図4のピーク値集計記録装置の

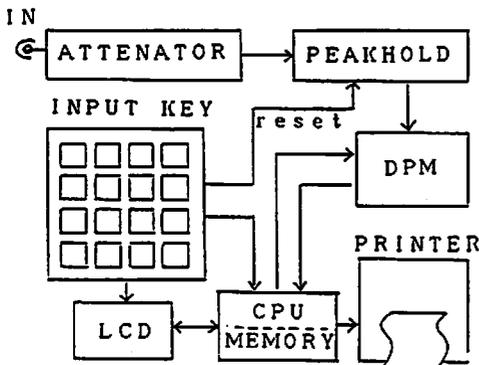


Fig. 4 Block Diagram of the Apparatus Collecting and Processing the Peak Values of the Impact Waveforms

入力端にセンサー及び電源兼増幅部の出力を加えると、集計器は、入力信号のピーク値を保持し、デジタル信号に変換し、内蔵メモリ装置に記憶集計する。数回打撃を繰り返した後、出力命令をキー入力すると、ピーク値の平均及び標準偏差を計算し、予め入力キーから入力してあった呼吸器の製造番号その他のデーター及び合格基準値と比較しての合否の判定結果を印刷出力する。

3. 合格基準値の設定

合格基準値は、雷管を組み込んだ点火具の発火感度を落球式感度試験器によって求める(JISK4848)。即ち50%発火落高と標準偏差値とを求め、50%落高に標準偏差値の3倍を加えたものを全数発火落高とする。求めた全数発火落高が基準値に合格したロットの点火具がキャンドルに組み込まれる。またセンサーヘッド部を落球式感度試験器で打撃し、そのピーク値の平均値を各落高について測定する。これを落高に対してプロットすると、図5の修正曲線がえられる。ここで先の基準全数発火落高にさらに標準偏差の2倍(即ち計5 S)を加えた落高に対するセンサー・ピーク出力を平均値の合格基準にしている。

表1はキャンドル用点火具の落球式感度試験結果の例である。50%発火落高に標準偏差値の4, 75倍を加えた落高では6ナインの信頼度を得られる。そこで我々のH+5S値は十分な信頼基準と考えられる。測定

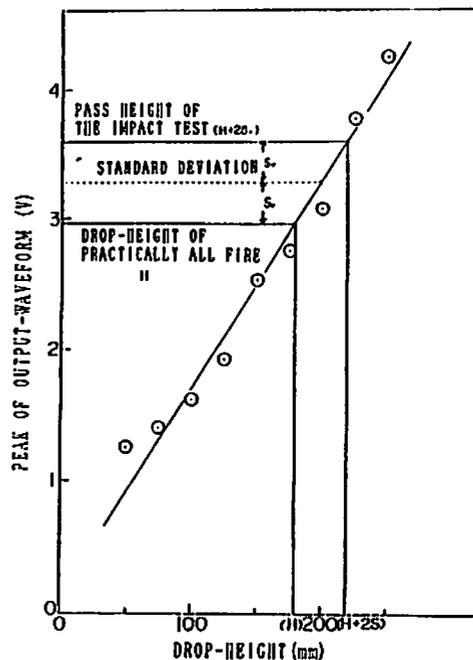


Fig. 5 Calibration Curve for Impact Sensor and the Pass Line for Striker Test.

Table 1 Typical Sensitivity Test Results of Candle Initiating Device.
(Drop—Ball Impact Sensitivity Test Machine)

(Unit mm)

item	Drop Height Practically all fire (H+3s)	S stndrd D	100s/ H	(H+4.75s)
1	175.8	18.3	10.41%	207.8
2	184.8	17.8	9.63%	216.0
3	202.0	20.5	10.15%	237.9
4	155.5	13.5	8.68%	179.1
Mean	179.5	17.5	9.72%	210.5
Reliability	99.866%	99.9999%

Table 2 Example of Reproducibility of impact Peak Value Measurement.

(Unit Volt)

Impact Posture	Mean Value	Standard Deviation	Percent Deviation
Lateral	3.99	0.16	4.11%
Upward	4.03	0.14	3.39%
Downward	4.84	0.25	5.08

値の標準偏差も合否の判定に使っている。一定の基準より大幅なバラツキを示した場合には不合格としている。表2に打撃力ピーク値のバラツキの1例として、呼吸器の打撃力を各姿勢で30回ずつ測定したときの平均値と標準偏差値とを示す。

4. 問題点などの考察

- 呼吸器の打撃機構と、落球式感度試験器による打撃との違い。呼吸器の打撃の方が打撃加圧の継続時間が短い。感度試験器の落球の質量は55g、一方打撃機構の打撃運動部分の質量は7g弱であり小さく、同じ打撃エネルギーでは当然打撃のスピードが早い。このように質量が違い、打撃の早さが大きく違った場合、両者の間で互いにその打撃加圧波形のピーク値のみでその発火能力を比較するのは、必ずしも正しくない。これについては打撃機構と同じ仕組み同じ質量の可動部をもち、そのバネの強さを変え得る試験装置で改めてキャリブレーションをし直す必要がある。しかしその為には十分なデータの積み重ねが必要である。ただ現在は従来からの感度試験の実績の積み重ねのある落球感度試験器によるデータと関係させ

る意味から、これによる修正値を使っている。銃用雷管の点火が果して打撃圧力のピーク値によるのか、あるいは波形の時間積分したインパルスによるのか、更にはまたその他の量によるのかは、これからの研究に待たなければならない。当面は簡単であり実用的なピーク値を打撃機構の点火能の指標として使って行くことにするのが妥当と思われる。

- 修正曲線の改訂を必要とするような、センサー部品の変質が心配された。しかし数年経過した現在、ライナーは劣化した様子は無い。ストライカーは多数回の測定で呼吸器の打撃ピンの針先(曲率半径1mm)で打撃され、中央部がへこむ。そこで十分に硬い材料でつくりこの変形の進行を適度に収める必要があった。
- 現在使用している装置での測定バラツキの大きな部分は波形に重畳している高周波ノイズによる点が多いと思われる。これについては、高周波遮断フィルターによってこれを取り除くことによって測定の精度向上が望まれる。

5. まとめ

- ピエゾ圧電素子を用いた打撃力試験器を開発した。
- これによって、打撃力を簡単に定量的に取り扱うことが可能になった。
- 打撃波形によって、打撃の過程を推定でき、打撃装置の改良に役立てる事が出来る。
- 現場の呼吸器の試験で、簡単に多数回の試験をし、平均値と標準偏差が求められ、試験の信頼性が向上した。

Impact Tester for Triggering Mechanism of Chlorate—Candle of Oxygen Inhalator

by Masao KUSAKABE*, Yoichiro KANEKO* and Sigeo KUROSE*

A dynamic sensing device for transforming an impact process into an electric wave form was developed. An elastic disc between a piezo-electric transducer and a striker pin assembled in the device elongates the duration of the impact pulse so as to be reproduced correctly with the piezoelectric transducer.

With the device, impact process by the striker of the oxygen inhalator to initiate a percussion cap assembled in a chlorate candle was recorded, and effects of hit direction on the wave form were observed clearly.

This device was also used in routine test in the production line to estimate the strength of striker of the finished oxygen inhalator. Output of the sensing device is applied to the tester which holds each peak value of the input signal, digitizes the peak value and stores it in the memory. After the several impact tests, the mean peak value and its standard deviation are calculated and then output by the printer together with the pass-or not result judged according to predetermined criteria.

(*Midori Anzen Kogyo, Co., Ltd.

5—27—1 Inari, Souka-city, Saitama-Ken 340, Japan)
