

腎結石衝撃破碎装置用火工品の安全性評価

稲田秀三*, 応和 勉*, 北島英二*,
吉武慎二*, 大杉俊彦**, 斎藤照光**

腎結石衝撃破碎装置用火工品の安全性を評価するため、貯蔵、流通、消費、廃棄の過程において想定される事項について安全性評価試験を実施した。

その結果、本試験において印加した環境試験中に異常を来すことなく、環境試験後も性能を維持することが分かった。また、市販されている火薬類取締法施行規則第一条の五第一号へ(4)に規定される平玉(Plastic toy cap)と比較して落槌感度が約1/10であり、発火点も若干高いことから通常の取扱い中において安全性に問題ないものと思われる。

包装品については、財日本海事検定協会により、国連方式による危険性分類において危険性の低いグレードである1.4Sと鑑定された。

1. 緒言

医療用火工品である腎結石衝撃破碎装置用火工品(以下「AGカートリッジ」という)は、火薬類とは従来縁が薄かった医師、又はその関係者が取り扱うこと、また、各地の病院へ配送するために様々な形態が予測されるが、不測の発火の際、人身への被害を極力避ける必要がある。

AGカートリッジの構造は、本報告と同時に工業火薬協会誌に投稿中の「腎結石衝撃破碎装置用火工品の開発」のFig. 3及びFig. 4に示した。

本報告では、AGカートリッジの貯蔵、流通、消費、廃棄の過程において想定される危険性の項目について評価試験を実施したので、その結果を報告する。

なお、落槌感度及び発火点については、外観構造がAGカートリッジと類似している平玉¹⁾と比較して安全性を確認した。

2. 試料

評価試験に使用した内装品をFig. 1に示した。内装品は、厚さ5mmの両面段ボール紙を3枚使い、その内1枚にはAGカートリッジが装入できる溝を10箇所設けてある。この溝にAGカートリッジを装入して、上下を残りの両面段ボール紙で覆い、無帯電ポリ袋に入れてある。この内装品をJIS Z 1506「外用段ボール箱」に規定される複両面段ボール箱二種に10段入れて包装品としている。

昭和63年10月17日受理

*中国化薬機技術開発部
〒737-21 広島県安芸郡江田島町一ツ小島
TEL 0823-43-0121

**財全国火薬類保安協会
〒102 東京都千代田区九段北1-12-4
TEL 03-264-8751

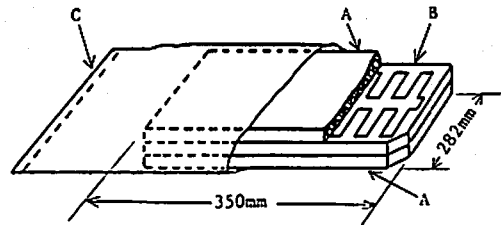


Fig. 1 Sketch of the inner packaging.

A : double faced corrugated fibreboard (5mm thick)

B : double faced corrugated fibreboard with 10 ditches for AG Cartridges (5mm thick)

C : Polyethylene bag

ル箱)に規定される複両面段ボール箱二種に10段入れて包装品としている。

3. 評価試験

3.1 基準性能試験

3.1.1 目的

AGカートリッジを大気中で点火し、A特性による騒音レベルを測定し、以降の評価試験の基準とする。

3.1.2 試験手順

Fig. 2に基準性能試験の点火方法を示す。AGキャップ1個を通電して発火させ、入力感度が60~160dBの1/3オクターブバンド実時間分析器(RION SA-25)で測定し、0.1dBきざみでデジタル表示されるハードコピーユニット(RION SC-70)を用いて記録する。

試料数は、5個のAGキャップとする。

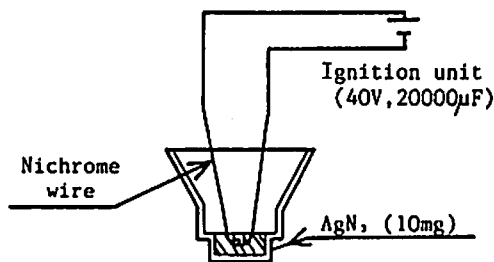


Fig. 2 The set up of ignition

3.2 定温加熱試験

3.2.1 目的

AGカートリッジが、規定温度、規定時間の加熱では発火しないこと及び試験後本来の性能が維持されることを調べる。

3.2.2 試験手順

Fig. 2に示した内装品を、80℃に調節した恒温槽の中央部に置く。80℃で8時間加熱後電源を切り放冷する。放冷後のAGカートリッジについて、基準性能試験を実施する。なお、加熱中に発火したらその時点で不合格として試験を中止する。(以降環境試験後に基準性能試験を実施するものについても同様とする。) 試料数は、内装品1つについて定温加熱を行い、その中から5個のAGキャップについて基準性能試験を行う。

3.3 振動試験

3.3.1 目的

AGカートリッジが、規定時間、規定の振動サイクルを与えたとき、試験中に発火しないこと及び試験後本来の性能が維持されることを調べる。

3.3.2 試験手順

Fig. 1に示したAGカートリッジを、AGキャップの横向き又は、下向きにして振動試験機治具に取り付け、規定の振動を与える。振動調節の方法は、次の通りである²⁾。

振動数範囲10→60→10Hzの間を連続的に変化させる。1サイクルの時間は、15分間とし、16回繰り返す。これを横向き、下向きの2軸について行う。各軸に対する時間は4時間で、全時間は8時間である。

振幅は、20Hz以下は $2.5 \pm 0.25\text{mm}$ 、20Hzを超え60Hzの間は加速度のピーク値が $2 \pm 0.2\text{G}$ となるようにする。振動試験後のAGカートリッジについて、基準性能試験を実施する。試料数は、5本のAGカートリッジについて振動試験を行い、その中から5個のAGキャップについて基準性能試験を行う。

3.4 殉爆試験

3.4.1 目的

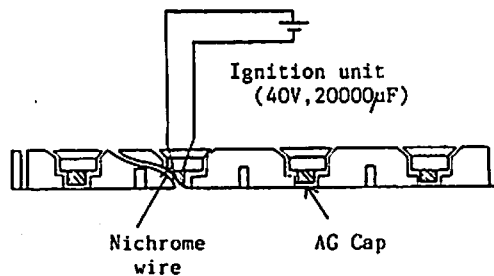


Fig. 3 The set up of the gap test

AGキャップの1個が発火したとき、隣接したAGキャップが殉爆しないことを調べる。

3.4.2 試験手順

Fig. 3に試験の配置を示す。1つのAGキャップに通電して発火させ、隣接するAGキャップが発火するかどうか確認する。

試料数は、5本のAGカートリッジとする。

3.5 X線照射試験

3.5.1 目的

AGカートリッジが規定のX線の照射を受けたとき、X線照射中に発火しないこと及びX線照射後に本来の性能を維持することを調べる。

3.5.2 試験手順

X線発生装置から2mの距離にAGカートリッジを置き、150KV、5mAのX線を5分間照射する。

X線照射後のAGカートリッジについて、基準性能試験を実施する。

試料数は、5本のAGカートリッジにX線を照射し、その中から5個のAGキャップについて基準性能試験を行う。

3.6 落槌感度試験¹⁾

3.6.1 目的

AGキャップ及び平玉の落槌感度を測定する。

3.6.2 試験手順

試験は、日本工業規格(JIS K 4810)の落つゝ感度試験に規定される装置を使用して実施した。試験は、間接打撃式とし、その要領をFig. 4に示す。なお、使用した落槌の重量は、5kgであり、手順は次の通りである。

- (1) 落槌を取り付ける電磁石を所定の高さに移動させ、落槌を取り付ける。
- (2) 電磁石のスイッチを切り落槌を落下させ、爆発音により、爆・不爆を判定する。
- (3) 落高の選び方、データ処理の方法は、Brucetonの昇降法に準じた。

以上の試験をAGキャップ及び平玉についてそれぞれ20回行い、50%爆点を求めて次式により爆発エネルギー

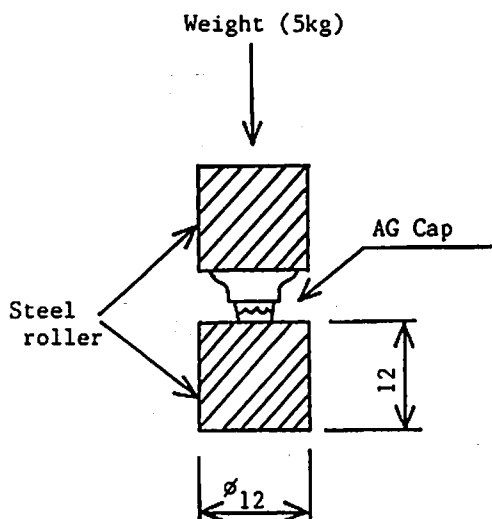


Fig. 4 The set up of the drop hammer test

ギーを求める。

$$E_{50} = mgH_{50}$$

ここで

m : 落錘の重量[kg]

g : 重力の加速度

H_{50} : 50%爆点[m]

H_{50} は、落錘が持つ位置のエネルギーであり、試料に与えられるエネルギーに直接対応するものではないが、試験結果を比較するために用いた。

3.7 発火点試験¹⁾

3.7.1 目的

AGキャップ及び平玉の発火点を測定する。

3.7.2 試験手順

クランプ式発火点試験機の鋼製円筒を電気炉で約500℃に加熱した後、電源を切って冷却過程に試料を投薬孔へ投入する。投薬の瞬間から発火するまでの時間をストップウォッチで、また、発火したときの投薬孔底辺付近の温度を熱電対で測定し、温度と発火待ち時間との関係曲線を求め、4秒で発火する温度を発火点とする。

試料数は、AGキャップ及び平玉とも20個である。

3.8 2m落下試験

3.8.1 目的

AGカートリッジ及び包装品を規定の高さ、2mから落下させたとき、発火しないこと及び本来の性能が維持されることを調べる。

3.8.2 試験手順

(1) AGカートリッジの落下試験

AGカートリッジを水平方向で開孔部が上向き及び下向き、また、垂直の3方向で高さ2mの所

から、コンクリート基盤上に置かれた水平な鋼板の上に自由落下させる。

試料数は、3本のAGカートリッジについてそれぞれの落下姿勢で落下させ、各1個のAGキャップについて基準性能試験を実施する。

(2) 包装品の落下試験

包装品を横向き、下向き、及び斜角の3方向で高さ2mの所から、コンクリート基盤上に置かれた水平な鋼板の上に自由落下させる。

試料数は、3箱の包装品についてそれぞれの落下姿勢で落下させ、各5個のAGキャップについて基準性能試験を実施する。

3.9 12m落下試験

3.9.1 目的

包装品を規定の高さ、12mから落下させたとき、包装容器内のAGカートリッジが発火しないことを調べる。

3.9.2 試験手順

包装品の2m落下試験と同様な手順で12mの高さから自由落下させる。本試験では、落下試験による発火の有無を確認するのみであって、落下試験後の基準性能試験は行わない。

3.10 単一包装試験

3.10.1 目的

包装品の中でAGキャップの1個が発火したとき、上下左右に隣接する他のAGキャップに伝爆するかどうか、また、伝爆したときの周辺への影響を調べる。

3.10.2 試験手順

試験の配置をFig. 5に示す。発火の手順は、殉爆試験と同様である。

試料数は、包装品3箱とし、それぞれ最上段、上から5段目及び最下段のAGカートリッジの中央部のAGキャップを点火する。

3.11. 外部火災試験¹⁾

3.11.1 目的

積み重ねられた包装品が外部からの火災に包まれた場合、全量のAGキャップが瞬時に爆発しないことを調

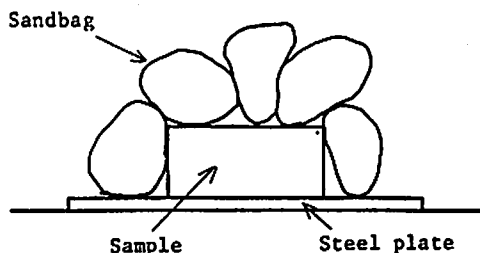


Fig. 5 The set up of the single package test

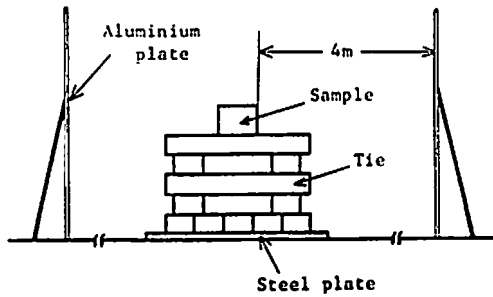


Fig. 6 The set up of the external fire test

べる。

3.11.2 試験手順

(1) 内装品による予備試験

AGカートリッジの燃焼状況を観察するため、AGカートリッジ10本入りの内装品をポリ袋から取り出した後仕切り板を除き、表面からAGカートリッジが見えるようにしておいて燃焼試験を実施する。

燃料としては、木片、段ボール紙及び灯油約500ccを使用する。

燃焼状況の観察は、目視及びビデオカメラにて行う。

(2) 包装品1箱による試験

試験配置をFig. 6に示す。

燃料としては、約190mm×130mm×900mmの枕木及び約50mm×50mm×300mmの枕木の小割り品をそれぞれ井桁に組んで使用する。また、点火用に段ボール紙及び灯油約2.5ℓを使用する。点火方法は、約2mの棒の先端に灯油を浸した布を巻き付け、マッチで点火した後、その点火用棒で燃料の対角2方向から点火する。

燃焼状況の観察は、目視、ビデオカメラ、普通騒音計及び熱電対にて行う。

(3) 包装品3箱による試験

包装品1箱による試験とほぼ同一の要領にて試験を行う。熱電対の取り付け位置をFig. 7に示す。

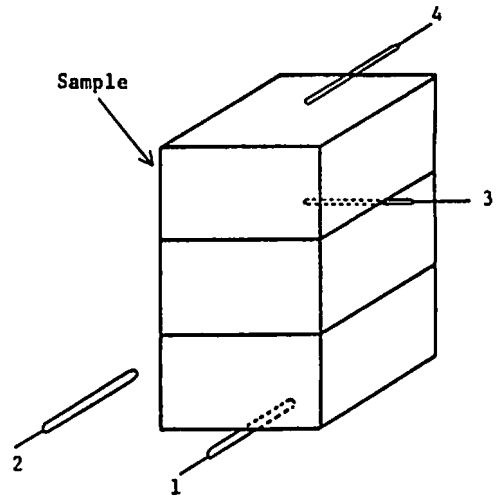


Fig. 7 The set up of the stack of package and the thermocouples for the external fire test

4. 試験結果

4.1 基準性能試験

所定の方法で点火し測定した騒音レベルをTable 1に示す。

4.2 定温加熱試験

試験中に発火することなく、Table 1に示すように放冷後の基準性能試験においても性能に変化はなかった。

4.3 振動試験

試験中に発火することなく、Table 1に示すように放冷後の基準性能試験においても性能に変化はなかった。

4.4 殉爆試験

隣接するAGキャップが発火することはなかった。

4.5 X線照射試験

試験中に発火することなく、Table 1に示すように放冷後の基準性能試験においても性能に変化はなかった。

4.6 落槌感度試験

Table 1 Results of measurement of sound level by ignition (A weighting, distance : 5m)

Kind of test	Average of test results (dB)
No hysteresis	115.2
After heating test	115.0
After vibrating test	115.0
After X ray aplyment test	115.2
After dropping test of the AG Cartridge	115.4
" of the single package	115.3

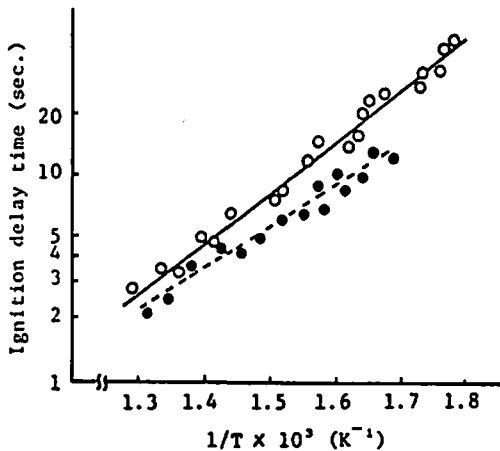


Fig. 8 Ignition temperature test

- AG Cap
- Plastic toy cap

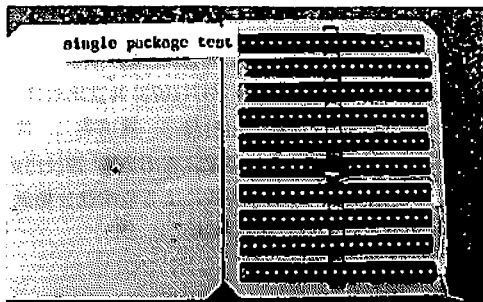


Fig. 9 The view of inner packaging after single package test

AG キャップが発火するエネルギーは、約15jouleであり、市販されている平玉の約1/10であった。

4.7 発火点試験

4秒待の発火点温度は、Fig. 8に示すようにAGキャップが455℃、平玉が433℃でAGキャップが若干高い値であった。

4.8 2m落下試験

AGカートリッジ及び包装品とも落下試験中に発火することなく、Table 1に示すように放冷後の基準性能試験においても性能に変化はなかった。

4.9 12m落下試験

12m落下試験において、包装容器内のAGカートリッジが発火することはなかった。

4.10 単一包装試験

発火させたAGキャップのみが発火して他への殉爆は認められなかった。したがって、包装用段ボール箱への影響は全くなかった。Fig. 9に上から5段目の内装品を発火させた後、開梱した様子を示す。蓋側に打



Fig. 10 The view of the external fire test

痕が認められるが貫通孔ではない。AGキャップの下側も同様であった。

4.11 外部火災試験

(1) 内装品による予備試験

内装品には、AGキャップが200個あるが、全量が瞬時に爆発することにはなかった。燃焼状況は、内装品をポリ袋から取り出し、仕切り板を除去しておいたのでよく観察することが出来た。ビデオカメラで収録した画像により観察すると、AGカートリッジの外殻構造物であるポリエチレンが溶け、個々のAGキャップが切り離されて中のアジ化銀を包み込むように丸くなり、更に加熱されてポリエチレンの丸い塊がなくなる頃発火していることが分かった。

(2) 包装品1箱による試験

燃料は、30分程度の継続した燃焼が得られるよう乾燥した枕木を使用した。試験状況は、Fig. 10に示すように、包装品を包み込むように炎が上がり、点火4分40秒後に1回目の爆発音(10m地点で88dB, A特性)があり、以後22分20秒まで断続的に玩具用クラッカーがはじけるような爆発音があった。燃焼中に特に激しい爆発音もなく、飛散物も風下に置いたアルミニウム証拠板に若干ポリエチレン屑が付着した程度であった。

(3) 包装品3箱による試験

包装品1箱の燃焼状況とほぼ同一であった。熱電対による測温経過もほぼ同一であり、Fig. 11にその経過を示す。

5. まとめ

AGカートリッジは、火工品単体、また、包装品であっても通常の取り扱いにおいて危険性が少ないことが分かった。

特に、外部火災試験を観察した状況から判断して、万一火災に遭った場合においても、爆発音、飛散物等

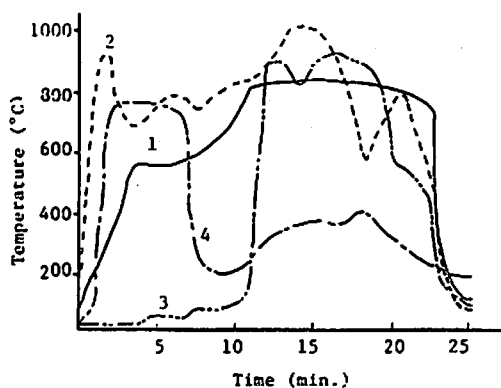


Fig. 11 The development of the temperature inside the stack of the packages in the external fire test

による高い危険性は認められず通常の消火活動が支障なく行われると思われる。

なお、本報告で述べた12m落下試験、単一包装試験、包装品3箱の外部火災試験は、国連勧告による火薬類分類試験に沿った試験であり、この試験の結果、財団法人日本海事検定協会により危険性の低いグレードである1.4Sと鑑定(昭和63年4月7日Report No. MGI 7/88)された。

謝 辞

本試験において、火工品安全性評価委員会(正田強委員長)の諸先生方、また、国連方式による火薬類分類試験においては財団法人日本海事検定協会八十川欣勇課長にご指導、ご助言を賜りました。ここに厚く御礼申し上げます。

文 献

- 1) 永石俊幸, 松本 勝, 吉永俊一, 松浦義久, 宮原章, 畑中修二「平玉薬の熱及び機械的作用に対する感度について」工業火薬, 47, 356(1986)
- 2) 火工品安全性評価委員会, 「昭和61年度通商産業省委託事業火工品安全性評価委員会成果報告書(エアバック用ガス発生器及びシートベルトテンショナー)」14(1986)全国火薬類保安協会
- 3) 松永猛裕, 金子良昭, 吉沢二千六, 井上吉勝, 田村昌三, 蔵持 勇, 吉田忠雄「落球式打撃感度試験機による高感度物質の打撃感度」工業火薬, 49, 3(1988)
- 4) 工業火薬ハンドブック編集委員会編「工業火薬ハンドブック」J337(1973)共立出版(株)
- 5) 伊藤 葵, 松永猛裕, 田村昌三, 黒田英二, 佐藤利男, 梶山緑郎, 斎藤照光, 吉田忠雄「競技用紙雷管安全包装物の国連方式による危険性分類試験」工業火薬, 47, 366(1986)

The Safety of Pyrotechnical Device for Extracorporeal Microexplosive Lithotripsy (EML)

**by Shuzo INADA*, Tsutomu OHWA*, Eiji KITAJIMA*, Shinji YOSHITAKE*,
Toshihiko OHSUGI** and Terumitsu SAITOH****

The safety evaluation of device equipment for extracorporeal kidney stone disintegration has been taken place to make sure its dangerous characteristic because its equipment is related to all process among storage, transportation, usage and abandonment.

We found that its equipment could be maintained the function after environmental test and the safety during the test.

Also we think that its equipment has no trouble about safety during the handling because it has 1/10 drop height sensitivity and high ignition temperature compared with small primer called "Hiradama" in Japan.

In relation to its package, it was judged 1, 4S class by JAPAN MARINE SURVEYORS & SWORN MEASURE'S ASSOCIATION (NIPPON KAIJI KENTEI KYOKAI) according to the method recommended by the United Nations.

This class is belonged to the most safety grade.

(*R & Dept Chugoku Kayaku Co, Ltd., Etajima-cho, Akigun, Hiroshima Pref.
737-21 Japan

**Corporate Juridical Person Explosive Safty, Tokumiya-Building, 1-12-14
Kudankita, Chiyoda-ku, Tokyo 102)