

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

伊藤 葵*, 松永猛裕*, 田村昌三*, 黒田英司**,
佐藤利男***, 梶山緑郎****, 斉藤照光****, 吉田忠雄*,

競技のスタート信号ピストルに用いられる競技用紙雷管の安全包装品が国連の火薬類分類試験法により、どの危険区分に属するか実験を行った。国連方式による単一包装品試験、積み重ね品試験において、爆発または燃焼したものは起爆に用いた0号雷管近傍にあるものに限られ、包装中の一箱で起爆または発火が起っても爆発も燃焼も伝播しないことがわかった。国連方式による外部火災実験では紙雷管包装品の燃焼は比較的穏やかな燃焼であった。実験の結果より競技用紙雷管の安全包装品は危険区分 1.4 に分類されるものと思われる。

1. はじめに

現在わが国で流通している競技用紙雷管は約 0.05 g の発音剤（成分：塩素酸カリウム 74%、赤燐 18%、硫黄 8%、及び糊）を台紙上において、薄紙で被覆したもので、競技のスタート信号ピストルに用いられる。最近、このものの包装品の海上輸送の際の危険性の分類が問題となった。

筆者ら¹⁾は先に包装小箱の間に緩衝材として段ボール紙 3 枚を入れた小箱を 1 つ置きに挿入することによって雷管起爆による爆発の伝播を防止し得ることと段ボール板が衝撃吸収材として優れた材質であることを示した。

ここでは国連の危険物輸送専門家委員会によって示された火薬類分類格付けの試験方法²⁾を適用して競技用紙雷管の安全包装品がいずれの危険区分³⁾に属するかを検討した。

国連の火薬類分類試験法は、製品の内部または外部

の出火源からの火災あるいは内部爆発源からの爆発に他の積荷が巻き込まれた時の挙動により、その製品がどの危険区分（1.1, 1.2, 1.3, および 1.4）にあてはまるかを定めるための試験である。

危険区分 1.1 は大量爆発（mass explosion）の危険性のある物質または物品である。（大量爆発とはほぼ全量が實際上瞬間的に爆発する現象である。）危険区分 1.2 は飛散物危険性はあるが大量爆発の危険性はない物質または物品である。危険区分 1.3 は火災危険性

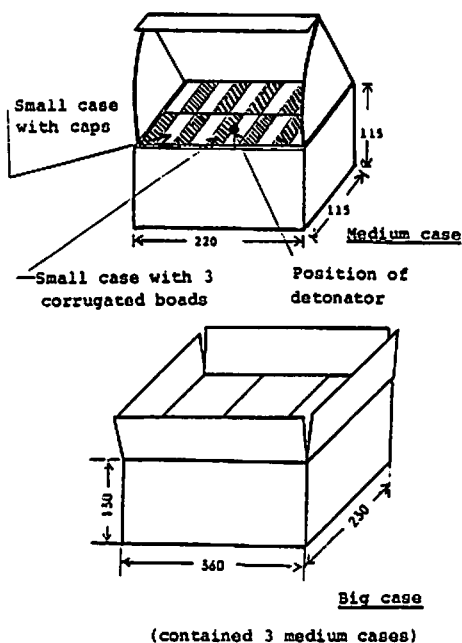


Fig. 1 Cases of starting signal caps.

昭和61年 8月28日受理*

*東京大学工学部反応科学科

〒113 東京都文京区本郷 7-3-1

TEL 03-812-2111 (7383)

**日本工機株式会社 白河製造所

〒961 福島県西白河郡西郷村大字長坂字土生 2-1

TEL 0248-22-3111

***ラジエ工業株式会社

〒370 高崎市大八木町 168

TEL 0273-61-6101

****全国火薬類保安協会

〒102 千代田区九段北 1-12-14

徳海屋ビル 9F

TEL 03-264-8751

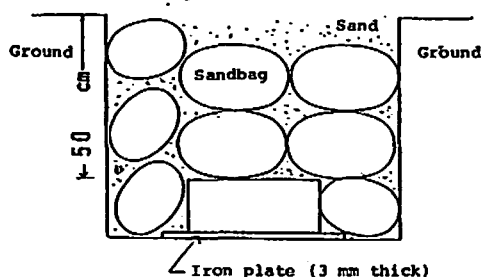


Fig. 2 The set up of the single package test.

があり、小さい爆風危険性と小さい飛散物危険性のどちらか、または両方存在するが、大量爆発の危険性のない物質または物品である。この危険区分には次の物質または物品を含む。かなりの輻射熱を与えるもの、または次々に燃えて、小さな爆風または飛散物効果、またはその両方を与えるもの。危険区分 1.4 は有意な危険性のない物質または物品である。この危険区分には輸送中に発火または起爆が起った時に僅かな危険性しか示さない物質または物品を含む。これらの効果は大部分包装品内に限定され、大きな破片の飛散があつてはならない。外部火災によって包装のほぼ全内容物が實際上瞬間的に爆発してはならない。

2. 実験

2.1 材料

競技用紙雷管試料としてはラジエ工業製のものを用いた。万一小箱の中で爆発が起っても爆発が中箱内に伝播しないように小箱の間に交互に3枚の段ボール板紙を入れた小箱を置いた (Fig. 1 参照)。緩衝材段ボール板紙の寸法は $40\text{mm} \times 100\text{mm} \times 5\text{mm}$ で規格は両面3種である。起爆用雷管としては日本油脂製0号雷管 (DDNP 0.20g 入り) を用いた。

外部火災試験用燃料としては10~20%のガソリンを加えた軽油を用いた。燃料の点火にはガソリンを流した布切れと電流加熱したニクロム線を用いた。

起爆試験における密閉材としては川砂を詰めた布袋

および探の川砂を用いた。起爆試験の証拠板としては $600\text{mm} \times 600\text{mm} \times 3\text{mm}$ の軟鋼板を用いた。外部火災の証拠板としては $2\text{m} \times 2\text{m} \times 2\text{mm}$ のアルミニウム板を用いた。

2.2 単一包装品試験²⁾

2.2.1 目的

包装内での起爆が爆発を引き起すか否か、爆発が包装内で伝播するかどうか、また、これらの作用により周囲がどのように被害を受けるか、を調べること。

2.2.2 適用

この試験は輸送の際に用いられる条件、形状での爆発性物質、物品の包装品に適用される。

2.2.3 試験手順

日本工機株式会社白河製造所のラグビーグラウンドに直径約80cm、深さ70cmの孔を掘り、底に3mmの厚さの軟鋼製証拠板を置いた。この上に試料大箱包装品1箱を置き、その周りに川砂を充した。その上に布袋に川砂を入れた土のうを厚さ50cm以上となるように積み、間隙には川砂を充した (Fig. 2)。試料包装品を孔に入れる前に0号雷管を中箱中央部の小箱と小箱の間に挿入した (Fig. 1 参照)。

遠隔から雷管を起爆して、目視、カメラ及びマイクロホンで現象を観察した。

2.3 積み重ね品試験

2.3.1 目的

積み重ね品からの爆発が包装品から包装品へと伝播するか否か、また、この試験で周囲がどのように被害を受けるかを調べる。

2.3.2 適用

この試験は積み重ねられた爆発性製品の包装品に対して行われる。どちらの場合も輸送時の条件、形状で行われる。

2.3.3 実験手順

単一包装品試験と同じ手順で行った。国連の試験法では積み重ね品の全容積は 0.15m^3 以上と規定されているが本実験では大箱5箱をしぼった細包品 (容積

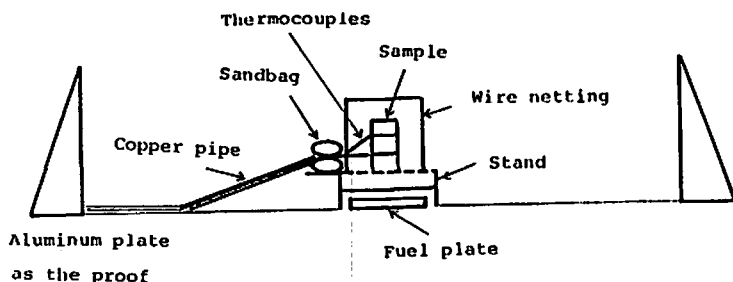


Fig. 3 The set up of the external fire test.

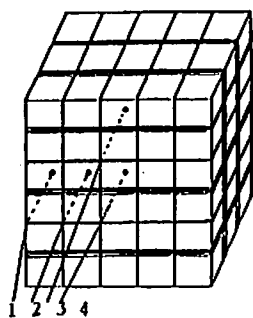


Fig. 4 The set up of the stack of packages and the thermocouples for the external fire test.

0.05 m³) についてのみ実験を行った。また、密閉材の厚さは国連方式では1 m 以上とされているが、本実験では約0.5 m で行った。あまり厚く積み上げると包装箱がこわれて紙雷管が発火するおそれがある。

2.4 外部火災実験

2.4.1 目的

積み重ねられた包装品が外部からの火炎に包まれた場合にどのような挙動を示すか、また、周囲が衝撃波、熱効果や破片の飛散によって被害を受けるか、受けると思えばどの程度の被害を受けるかを調べる。

2.4.2 適用条件³⁾

この試験は輸送に際してとられる条件、形状での積み重ねられた爆発性製品の包装品及び包装されていない

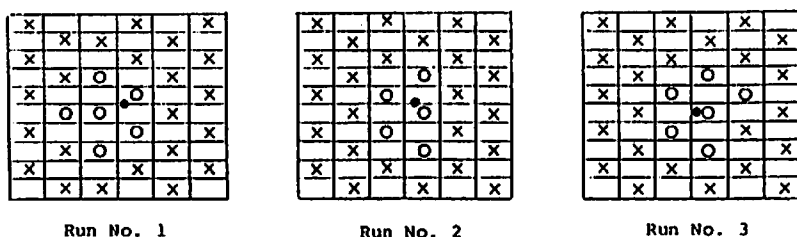


Fig. 5 Results of the single package tests.

○ Exploded or burned × Not affected
● The position of detonator

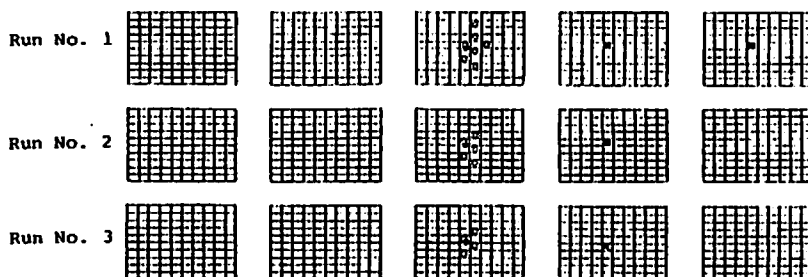


Fig. 6 Results of the test of the package stack.

○ Exploded or burned × The hole of Neumann Jet
● The Position of detonator

い物品に対して適用される。全容積が充分な包装品、すなわち、少くとも0.15 m³ あるか又は、最低3つの包装品を格子棚上に積み上げ、包装品の中に入っている爆発性物質が反応するのに充分な強度と継続時間を持つ外部加熱を行う。加熱速度は輸送中の事故を想定して調節しなければならないが、実際の火災状況すべてを厳格に再現する必要はない。適当な方法として、枝を使った焚火や木片を格子状に組んだ木材火災や、液体燃料火災及びプロパンバーナーを用いる方法があ

る。木片を使った試験が望ましい。

2.4.3 実験装置

Fig. 3 に示した外部火災実験装置を用いて実験を行った。

2.4.4 実験手順

(1) 大箱1箱による予備実験

競技用紙雷管の燃焼状況を予備的に観察するために大箱1箱（紙雷管3000発）の燃焼実験から始めた。

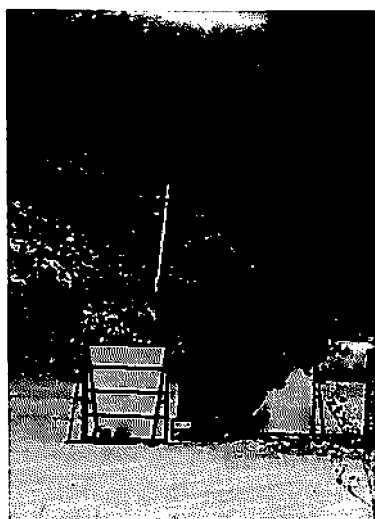


Fig. 7 The burning trial of a single package in the external fire test.

燃料皿に水 10 l (過熱防止), 軽油 10 l 及びガソリン 1 l を入れた。架台上には紙雷管大箱 1 箱を置いた。燃焼皿の 2 つの隅に布切れに包んだニクロム線点火具を装着した。全員 100 m 以上退避して秒読み後点火した。目視, カメラ, ビデオカメラ及びマイクロホンで現象を観察した。

(2) 大箱 5 箱梱包品による予備実験

大箱 1 箱の場合とほぼ同じ条件で燃焼実験を行った。

(3) 大箱 5 箱梱包品 3 個の積み重ねによる本実験

水 20 l, 軽油 20 l 及びガソリン 2 l を用いた他は前回とほぼ同じ条件で実験した。Fig. 4 に示すように熱電対を配置し, 温度経過を測定した。

3. 結果

3.1 単一包装品試験

結果を Fig. 5 に示した。3 回の実験とも, 雷管の周りの小箱 5 箱又は 6 箱が爆発又は燃焼しただけで他の箱は殉爆しなかった。起爆用 0 号雷管を装着した中箱の中はかなり焦げていて, 燃えた紙雷管もあった。しかし, 燃えた小箱は 0 号雷管の傍にあるものに限られた。従って包装品中の 1 箱で発火が起こっても燃焼は伝播しないものと思われる。

3.2 積み重ね品試験

結果を Fig. 6 に示した。雷管を装着した大箱以外の箱中での爆発は 0 号雷管の先端から発生したノイマン・ジェットおよび雷管の金属破片と発音剤との衝突によることが, ジェット通過を示す孔の存在と箱中に残留した雷管の金属破片から推定できる。

これらの結果から大箱の中で起った競技用紙雷管の



Fig. 8 The view after burning up of the single package in the external fire test



Fig. 9 The view after burning up of the package stack in the external fire test.

爆発は雷管のノイマンジェットのような効果がなければ他の大箱には伝爆しないことがわかる。

3.3 外部火災実験

3.3.1 大箱 1 箱による予備実験

火炎の激しさを助長するような激しい燃焼現象は見られなかった。燃焼状況を Fig. 7 に, 燃焼後の状況を Fig. 8 に示した。紙雷管の燃焼がそれ程激しくないことを示している。また, 紙雷管の燃えかすも散乱しておらず, 紙雷管の燃焼が比較的穏やかであることを示唆している。

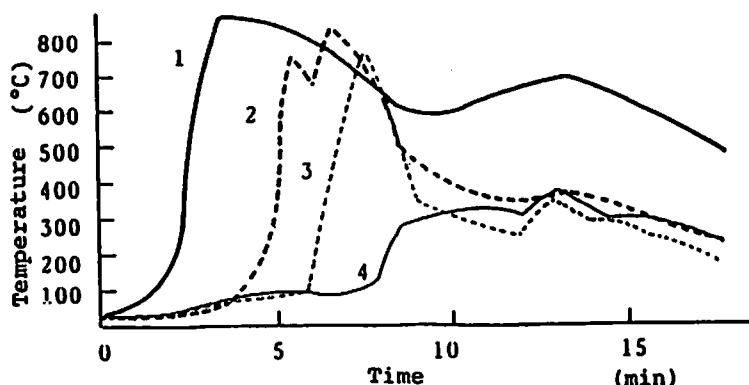


Fig. 10 The development of the temperature inside the stack of the packages in the external fire test

3.3.2 大箱5箱1梱包品の予備実験

この実験では最初燃料として軽油のみを用いたが、この条件では点火できなかった。再びガソリンを添加して再実験した。しかし、風が強くなり、石油の炎は横になびいて梱包品を強く加熱することは出来なかった。石油の燃焼がほぼ鎮火した後に梱包品は間欠的に燃え、15分後に全体が燃えた。この場合も紙留管は激しい燃焼はしなかった。

3.3.3 大箱5箱の梱包品3個による本実験

横風による石油の燃焼を助長するような現象は見られなかった。大箱5箱の梱包品3個による積み重ね品の外部火災実験で特に変わった状況は見られなかった。燃焼後の状況でも飛散の形跡はなかった (Fig. 9)。温度経過を Fig. 10 に示した。測温位置が大箱と大箱の間であったので、最高温度でも 800°C 前後であり、火災温度を示していないものと思われる。また、段ボール板紙や段ボール箱の燃焼の割合が多く高い温度に到らなかったと考えられる。

4. まとめ

競技用紙留管の包装小箱の間に緩衝材として段ボール紙3枚を入れた小箱を1つ置きに挿入した包装方法により、国連方式による単一包装品試験および積み重ね品試験を行った。これらの試験では爆発または燃焼したものは起爆に用いた0号留管近傍にあるものに限られ、包装品中の一箱で起爆または発火が起こっても爆発または燃焼も伝播しないことがわかった。

国連方式による外部火災実験では紙留管包装品の燃焼はそれ程激しくなく、燃えかすも散乱しておらず、比較的穏やかな燃焼であった。以上の結果により、競技用紙留管は工夫された包装方法により安全化されることがわかった。本実験によれば、本包装品物品は国連の分類による危険区分にてらして高い危険性区分に相当する危険性は認められず、危険性の低い危険区分1.4に分類されるものと思われる。

謝 辞

本研究に御協力いただいた日本工機株式会社井敏雄取締役感到感謝致します。

文 献

- 1) 松永猛裕, 村永浩太郎, 渡辺正俊, 伊藤英, 井上吉勝, 田村昌三, 吉田忠雄, "競技用紙留管の危険性評価と安全包装", 工業火薬, 47, 78 (1986)
- 2) Committee of Experts on the Transport of Dangerous Goods, Group of Experts on Explosives, "Report of the Group of Experts on Explosives on Its Twenty-Fourth Session 6-10 August 1984", United Nations Secretariat ST/SG/AC.10/C.1/12/Add.1, p.146-156 (1984)
- 3) United Nation, "Transport of Dangerous Goods, Recommendation of the Committee of Experts on the Transport of Dangerous Goods", 3rd Edn., p.3 (1984).

**Tests for The Safe Package Containing Starting Signal Caps
According to UN Classification Method for Explosives**

by Mamoru ITOH*, Takehiro MATSUNAGA*, Masamitsu TAMURA*,
Eishi KURODA**, Toshio SATOH***, Rokuro KAJIYAMA****,
Terumitsu SAITO****, Tadao YOSHIDA*

The United Nations classification tests for explosives were applied to the safe package of starting signal caps which was described in a previous paper (This Journal, 47, (2), 78 (1986)). In the single package tests and stack tests, the initiation by No. 0 detonator in a package neither caused a mass explosion of the package, nor propagated explosion to adjacent packages. In the external fire test, the stack of packages were only burnt mildly without any hazardous effect.

For the results, the safe package of starting signal caps should fall into the Hazard Class 1.4.

(*Department of Reaction Chemistry, Faculty of Engineering,
University of Tokyo, 7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113

**Shirakawa plant, Nippon Koki Co. Ltd., Nishigo-mura,
Nishishirakawa-gun, Fukushima Pref. 961, Japan

***Rajie Kogyo Co. Ltd., 168 Ooyagimachi, Takasaki City 370, Japan

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