

カプセル方式による火薬類の貯蔵法に関する実験

松永猛裕*, 中山良男*, 飯田光明*, 山脇 浩*
田中克己*, 黒田英司**

カプセル方式の火薬類貯蔵庫の安全性を調べるために、3種類の実験を行なった。まず、個装容器に入れられ収納箱に分散配置させた爆薬の薬包の殉爆性を調べた。その結果、カプセル方式が十分な殉爆阻止効果があることがわかった。次に、モデル貯蔵庫内でカプセル方式により1.0kgの2号履ダイナマイトを爆発させたが、モデル貯蔵庫は十分な耐爆強度を示した。最後に、貯蔵庫内の中央に50cm高の砂山を作り、その頂上で1.0kgの2号履ダイナマイトを爆発させたところ、貯蔵庫は大きく破壊された。これらの知見から、用いたモデル貯蔵庫はカプセル方式の収納箱に入れられている限り不慮の爆発に対して十分な強度があり、安全であることが示された。

1. はじめに

火薬類取締法第11条では火薬類の貯蔵について、「火薬類の貯蔵は火薬庫においてしなければならない。但し、通商産業省令で定める数量以下の火薬類については、この限りでない。(第1号)」また、「火薬類の貯蔵は、通商産業省令で定める技術上の基準に従ってこれを行しなければならない。(第2号)」としている。したがって、火薬類を貯蔵する場合には、これらの規定に従い、火薬類による災害を防止し、公共の安全を確保しなければならない。

ところで、採石現場などの消費場所では規定するような貯蔵場所がない場合が多い。このような場所では多くの場合、消費当日の朝に火薬類販売店の火薬庫から必要な数量を消費場所の火薬類取扱所まで持って来てもらい、万一、余った場合には作業が終了後に火薬類販売店の火薬庫に返している。しかし、消費場所の多くは火薬類販売店から離れた場所にあり、しかも火薬類販売店が持つ火薬庫も店舗から離れた場所にあることが多いので、余った火薬類が規定の貯蔵場所に

納まるのは真夜中になるということもある。

こうした実情から火薬類販売店で店舗から近い場所に少量の火薬類を一時貯蔵できるように貯蔵庫を持つことができないかという要望が高まってきている。しかしながら、市街地に火薬類を貯蔵するには、万一の爆発にも十分に安全であることが必要であるし、盗難を防止するために十分な措置をとらなければならない。

このため、^①全国火薬類保安協会および^②日本火薬銃砲商組合連合会が、東京大学、中央大学および化学技術研究所(現在の物質工学工業技術研究所)の指導の下で、昭和60~61年に「カプセル方式による火薬類貯蔵法の研究」と題した一連の研究を行った¹⁾。その結果、砂を詰めた個装容器と呼ぶ容器に雷管あるいは爆薬を入れ、それを砂中に分散させて貯蔵することにより、万一、その中の1つが爆発しても他が爆発しないことを確認し、このような貯蔵方法をカプセル方式と名付けた。そして、このカプセル方式を用いたモデル貯蔵庫を試作し、その中で100gの2号履ダイナマイトを爆発させて、その耐爆性能、爆発時の衝撃騒音および振動を測定した。また、火災に見舞われた場合を想定して外部火災実験を行い、貯蔵庫内部の温度変化を測定した。これらの結果から、カプセル方式の貯蔵庫が充分安全なものであることを示した。

ここではこの実験を受け継いで、より大量の爆薬を爆発させ、カプセル方式の有効性および貯蔵庫の耐爆性を検討し、この貯蔵法の安全性を確認したので、その結果を報告する。

1993年2月23日

*物質工学工業技術研究所極限応応部
〒305 茨城県つくば市東1-1
TEL 0298-54-4793
FAX 0298-54-4783

**日本工機緯白河研究所
〒961 福島県西白河郡西郷村
TEL 0248-22-3802
FAX 0248-22-4252

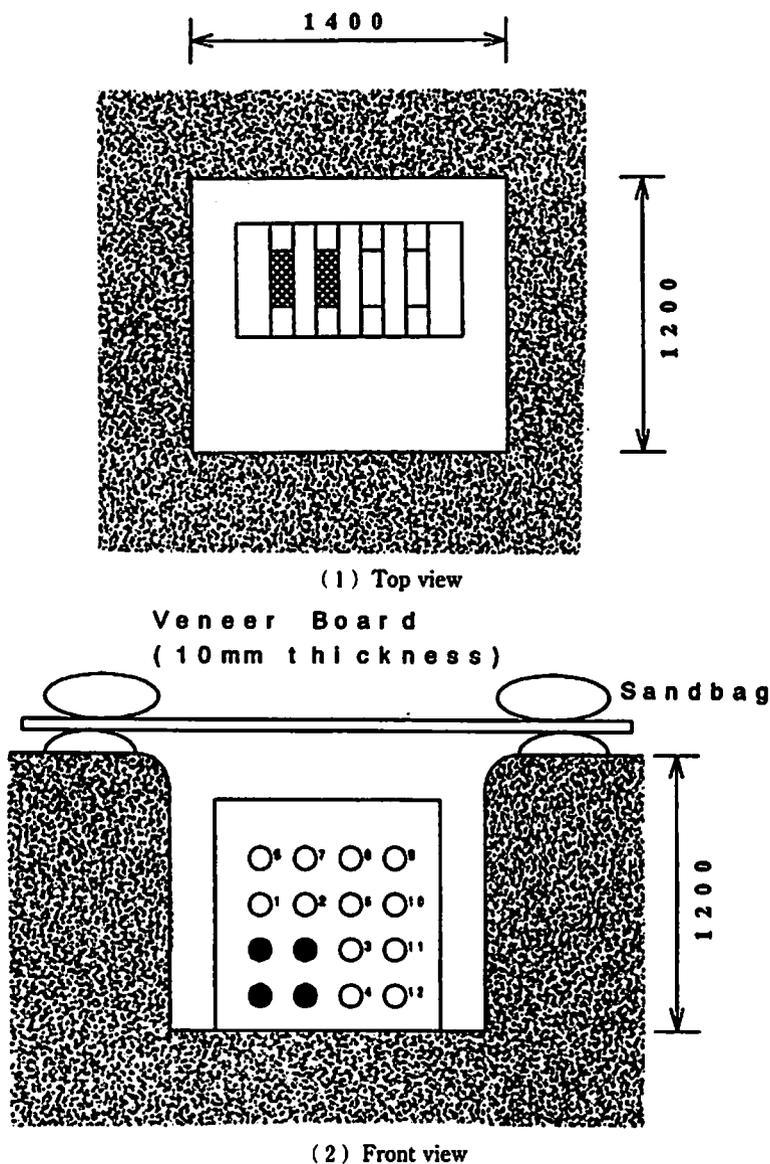


Fig. 1 Test setup for the sympathetic explosion of a No. 2 ENOKI dynamite cartridges in the capsule containers

2. 実験

実験は平成2年10月5日、北海道の陸上自衛隊上富良野演習場において、通商産業省主催の「平成2年度火薬類の保安技術実験」の1つとして行った。以下の実験番号は、一連の実験の通し番号である。

2.1 殉爆の確認実験（実験番号2-1）

個装容器に入れられ収納箱に分散配置させた爆薬の薬包が不慮の事故で爆発した時、他の薬包が殉爆することがないかどうかを確認することを目的とした。爆薬は広く消費されており、一般の工業用爆薬の中では

殉爆性の高い2号楯ダイナマイトを選んだ¹⁾。また、各個装容器の間隔はこれまでの実験結果¹⁾から中心距離で15cmとした。

まず、Fig.1のように地中に深さ1.2m、縦1.2m、横1.4mの溝を掘り、その中にFig.2に示すような川砂入りベニヤ板製収納箱を設置する。その収納室にはFig.3に示す個装容器（塩ビ管製）をFig.2に示す位置に挿入してある。そして、各個装容器内に直径30mm、100gの2号楯ダイナマイト薬包を入れ、Fig.1に示す位置の4本の薬包を6号電気雷管で同時起爆し、周

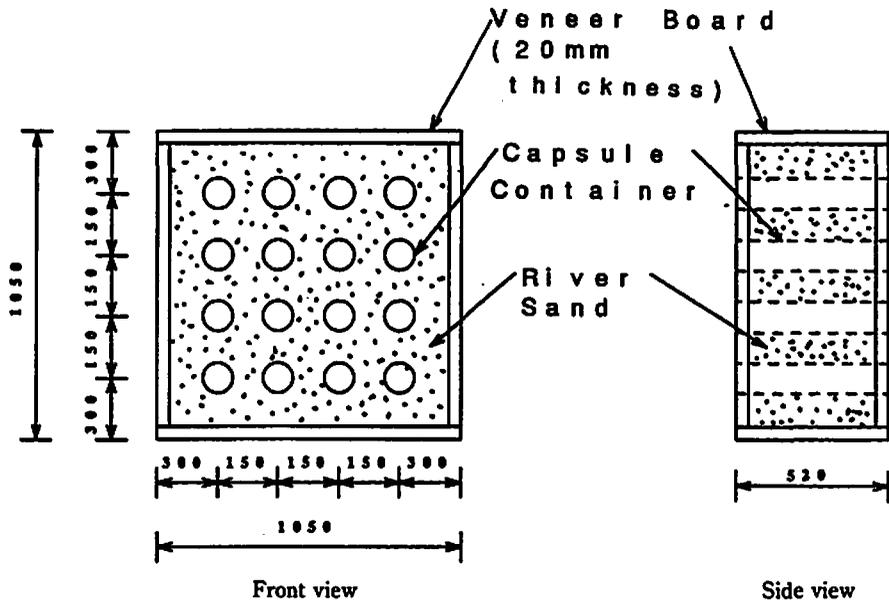


Fig. 2 Model cabinet with 16 capsule containers (Unit: mm)

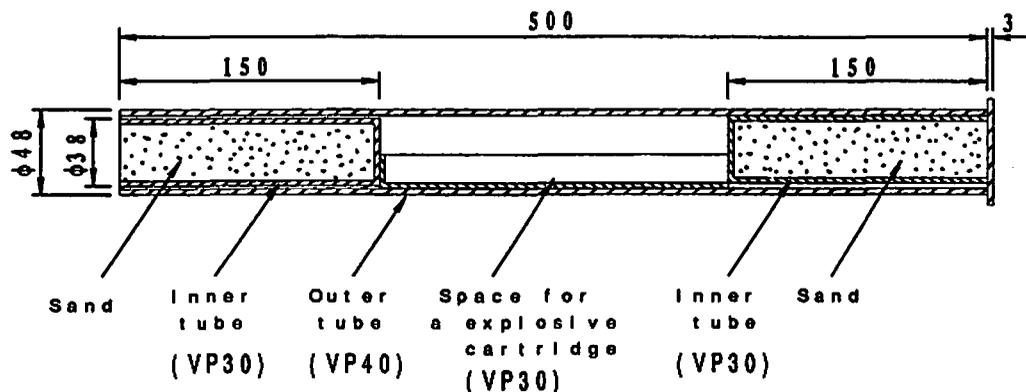


Fig. 3 Capsule container for an explosive cartridge (Unit: mm)

辺のNo. 1～12の薬包が殉爆するかどうかを調べる。爆発後の残留薬包の確認のため、No. 1～12の個装容器の外筒の塩ビ管の内外表面に塗料を塗り色分けし、また、その外表面に番号を記しておく。また、爆発の際の飛散防止のため、上部には10mm厚のベニヤ合板を置き、土のうで押さえる。

2.2 貯蔵庫の耐爆強度確認実験Ⅰ (実験番号2-2)

より多量の爆薬を貯蔵庫の収納箱内で爆発させ、収納箱および貯蔵庫の破損状況を調べることを目的とする。

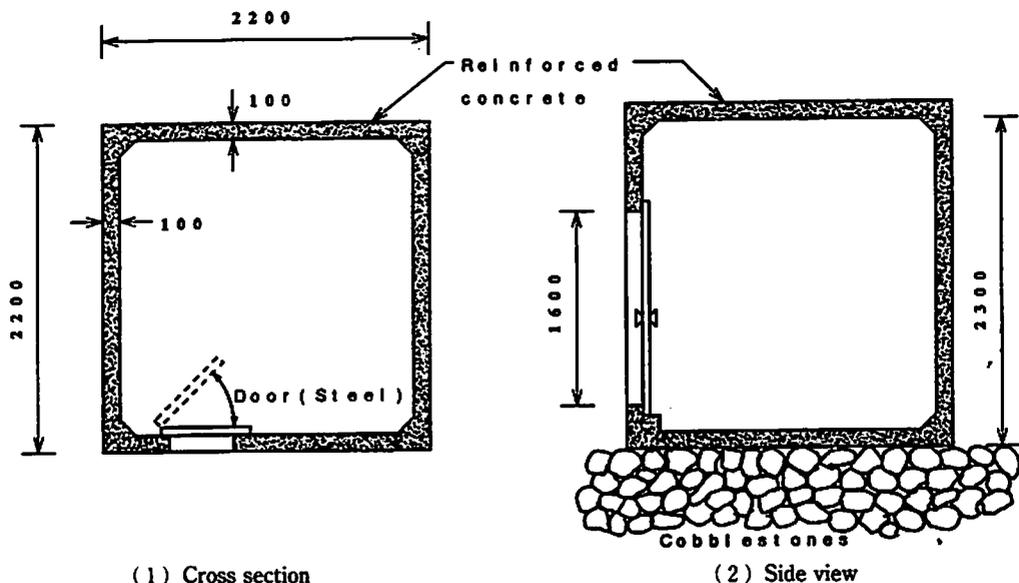
用いたモデル貯蔵庫をFig. 4に示す。これは、(株)全国火薬類保安協会および(株)日本火薬銃砲商組合連合会

が用いたモデル貯蔵庫とほぼ同じであり、幅と奥行きが2.2m、高さが2.3mの厚さ10cmの鉄筋コンクリート製で、内開きのスチールアングル扉がついている。コンクリートの圧縮強度は材令28日で264kgf/cm² (25.6 MPa)であった。

この貯蔵庫内にFig. 5に示すような位置に収納箱を置く。そして、Fig. 5に示す位置の個装容器にそれぞれ直径30mm、100gの2号履ダイナマイト薬包を収納し、その10本全部を同時起爆する。

2.3 貯蔵庫の耐爆強度確認実験Ⅱ (実験番号2-3)

収納箱外で爆発が起こった時の貯蔵庫の破損状況を調べることを目的とする。用いた貯蔵庫は上記の耐爆



(1) Cross section

(2) Side view

Fig. 4 Model magazine (Unit: mm)

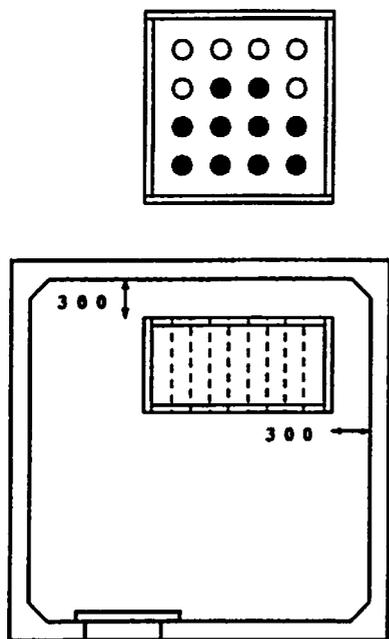


Fig. 5 Arrangement of the model cabinet in the magazine

- : No cartridge in the capsule container
- : A No. 2 ENOKI dynamite in the capsule container (Unit: mm)

強度確認実験Ⅰの実験後のものをそのまま用いる。まず、実験Ⅰの爆発後の貯蔵庫内部を片付けて、散乱した砂を貯蔵庫の床の中央に円錐上に50cmの高さになる

ように盛り上げる。そして、その上に2号復ダイナマイトの薬包10本を束ねて置き、それを同時起爆する。

3. 結果

3.1 殉爆の確認実験

爆点から約350 m離れた観測点から観測した限りでは、爆発の際の飛散物は無く、少量の爆発時の白煙と収納箱の破損による中の砂の吹き上げが見られた。

実験後、蓋のふたに用いた2枚の合板ベニヤは少し移動が認められたものの、ほぼ爆発前の位置にあった。合板ベニヤの押えに用いた土のうのほとんどは合板ベニヤ上からすべり落ちていた。蓋外には収納箱内の砂がわずかに (0.1m³以下) 噴出していた。

収納箱は外枠の合板ベニヤの縁の釘止めの部分がすべてはずれており、中の砂が蓋中に飛散していた。各合板ベニヤで前面、背後面、底面および起爆薬包側の側面のもの2つか3つに大きく破断していたが、表面の損傷はほとんど見られなかった。天井面および起爆薬包側の反対の側面はまったく損傷を受けていなかった。

No. 1の個装容器とその中に収納していた薬包は蓋外に噴出した砂中から回収された。また、No. 2は蓋中の砂の中央付近で回収され、No. 3およびNo. 4は起爆側と反対側の砂中の下部から回収された。これらNo. 1~4の個装容器は起爆部から近い所であったため、その外筒は薬包収納部分で細かく砕けており、砂の詰められていた部分は大きな破片となっていた。内筒はほぼ原形のままであった。薬包はかなりつぶれて

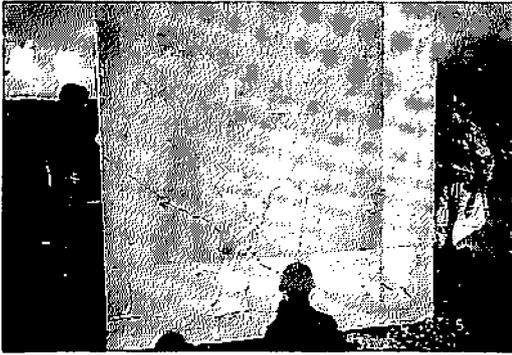


Photo. 1 Photograph of the back-side wall after explosion (Exp. No.2-2)

いるものもあったが、ダイナマイトが膠質状であるため一塊となっており、ほぼ全量を回収することができた。

No. 5 も液中の砂中から回収された。この個装容器の薬包収納部分は数個の破片となっていたが、薬包は変形していなかった。

No. 6～12も同様に砂中から回収された。これらは起爆部から離れていたため、個装容器および薬包は破損せずに実験前と同じ状態で回収された。

3.2 貯蔵庫の耐爆強度確認実験 I

観測点からは爆発時に扉の部分から白煙が吹き出すのが観測された。爆発後の庫内は収納箱の外枠の合板ベニヤおよび砂が飛散していた。合板ベニヤは底面を除いて数個以上に破断されていた。

貯蔵庫の壁面に損傷が認められたのは後壁面の外側および内側、および右側面の外側であった。後壁面外側に生じた亀裂をPhoto 1に示す（亀裂線はわかりやすくするために油性ペンでなぞってある）。後壁面の外側では収納箱背後の中央部に相対する位置を中心に放射状に5、6本の亀裂が走り、その中心部はわずかに膨らんでいた。また、内側では右側面に近い側に約1mの破断線が生じており、収納箱の中央部に相対する位置は2～5mmへこんでいた。右側面外側は底面から約50cmの所から斜めに大きく1本の亀裂があった。

3.3 貯蔵庫の耐爆強度確認実験 II

爆発時には貯蔵庫が破壊され、多くの飛散物が観測された。実験後の状態をPhoto 2に示す。この写真に見られるように貯蔵庫は右側側面だけが約75°に傾いた状態で立ち、それにつながった形で天井部が落下していた。他の3つの壁面は開いた状態でほぼその位置に倒れていた。各壁面には、ほぼ中心部から大きく亀裂が走り、中央部で大きな膨らみが見られた。10cm角以上のコンクリート破片の飛散は入口方向が最も多く、



Photo. 2 Photograph of the model magazine after explosion (Exp. No.2-2)

最高16mの位置まで飛散していた。その他の方向は9～10mまで飛散していた。

4. 考 察

ここで行った一連の実験は、これまでに行われた100gの薬包1本での起爆実験で有効と思われたカプセル方式の収納箱および貯蔵庫について、より強い起爆を与えて、殉爆の阻止効果および耐爆性を調べるのが目的であった。

殉爆の実験では隣接した爆薬薬包の全てが殉爆せずに回収された。この結果から、この収納箱は実験した条件では十分な殉爆阻止効果を持っていることが示された。

貯蔵庫の耐強度確認実験 I では収納庫中の10本の爆薬薬包を同時起爆させたが、実際には収納箱の殉爆阻止効果から考えて、収納箱に納められた10本の爆薬薬包が同時に爆発するという可能性はほとんどない。しかし、そのような場合が仮にあって、収納箱に納められている限りは爆発が十分に弱められ、貯蔵庫が壊れることはなく、外に損害を与えることはないと考えられる。

貯蔵庫の耐強度確認実験 II では収納箱の外で10本の爆薬薬包を同時起爆したところ、貯蔵庫は大きく破壊された。これは、実験 I の後に行ったため、貯蔵庫が損傷していたことに影響されたことが考えられる。また、同薬量の爆薬を収納箱中で爆発させた実験 I では貯蔵庫はほとんど破壊されていないことから、収納箱が殉爆阻止効果に加えて壁面にかかる内圧の緩和効果も有することが示された。以上の実験の結果から、実験 I のような条件、すなわち、カプセル式の収納箱に入れられて貯蔵庫の壁面から適当な距離をおいて貯蔵している条件では、不慮の爆発に対しては十分な強度があり、安全であることが確認された。

謝 辞

本実験は通商産業省主催の平成2年度火薬類の保安

技術実験のなかで行った。実験の実施にあたり、防衛庁、防衛施設庁、大学、都道府県、地元官署、全国火薬類保安協会、日本火薬工業会、日本煙火協会などの関係各界の絶大な支援が得られた。ここに謝意を表す。

文 献

- 1) 全国火薬類保安協会編、「カプセル方式による火薬類貯蔵法の研究」、火薬と保安、19(3)、(1987)

Experiments on safety storage of explosives using capsule containers

by Takehiro MATSUNAGA*, Yoshio NAKAYAMA*, Mitsuaki IIDA*,
Hiroshi YAMAWAKI*, Katsumi TANAKA* and Eishi KURODA**

Three kinds of experiments were performed in order to confirm safety of the magazine using capsule containers. At the first experiment, the capsule containers which were separately placed in the cabinet filled with river sand, showed to be effective for preventing sympathetic detonations of the explosive cartridges. At the second experiment, the model magazine was shown to have enough strength against the explosion of ten No. 2 ENOKI dynamite cartridges (1.0kg) in the cabinet. However, at the third experiment, the model magazine was completely broken down by the explosion of No. 2 ENOKI dynamite cartridge placed on 50cm height sand in the model magazine. From these findings, the model magazine using capsule containers showed to be safe against accidental explosion.

(*National Institute of Materials and Chemical Research, 1-1 Higashi,
Tukuba-shi, Ibaraki 305, JAPAN

**Nippon Koki Co., Ltd., Shirakawa Research & Development Center, Nisigomura, Nishishirakawa-gun, Fukushima 961, JAPAN)