

小火器弾薬（5.56mm 普通弾等）の無鉛化

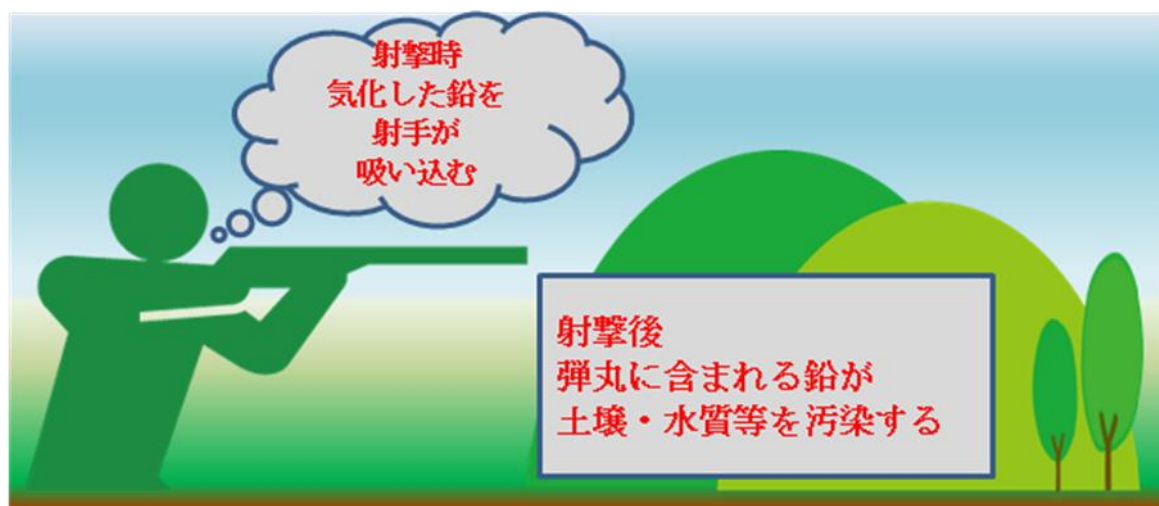
旭精機工業株式会社
第一技術開発部
加藤 美治
山下 学
水野 和也

1. はじめに

小火器弾薬の弾丸には旧来より鉛が多く用いられており、小銃・機関銃・拳銃を使用する射撃場には鉛を使用した弾丸や鉛を含む土壌が存在します。これが射撃場周辺土壌の汚染や公共用水域での水質汚染及び地下水の汚染といった鉛による環境保全上の問題を生ずる可能性をはらんでおります。

これに対応するため、弾丸に用いている鉛に替わる代替材質についての社内研究を経て、無鉛弾（「むえんだん」・「むなまりだん」とも）の開発を行い、官のご評価を頂き、装備化に至ったものです。

同時に、射撃時に雷管の鉛成分が気化して射手が吸い込む事により血液中の鉛濃度が蓄積する事による健康被害を起こさない（一度体内に入った鉛は、体外に排出される事なく蓄積されていく）ように、昭和金属工業株式会社殿のご協力を得て、雷管の無鉛化も併せて行っております。

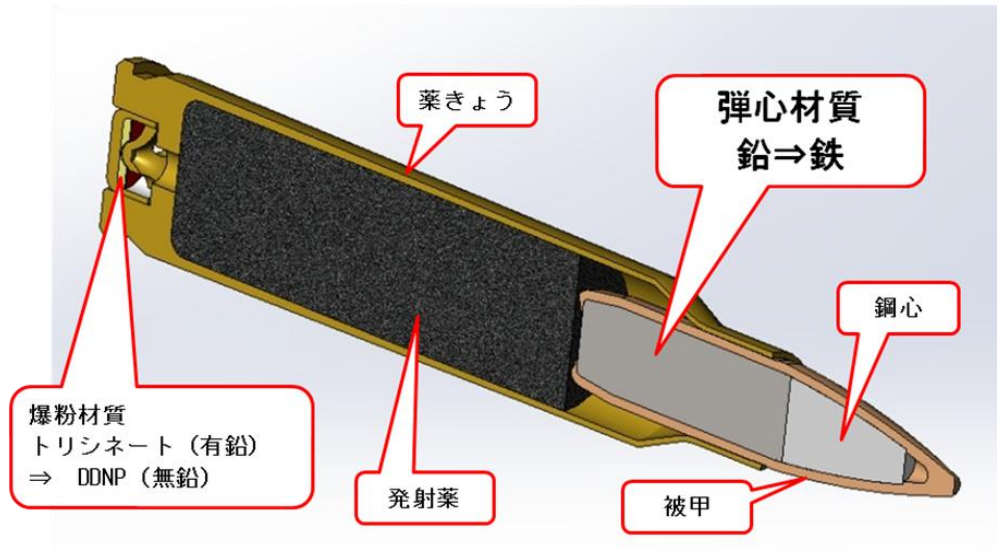


上記、二つの無鉛化を行いました結果、これまでの弾薬と互換性を持ち、機能・性能を損なうことなく、コストの上昇も抑制した無鉛弾とすることが出来ましたので、ここに紹介致します。

2. 無鉛化の概要

小火器弾薬は大きく4つの部品（薬きょう・弾丸・雷管・発射薬）で構成され、そのうち弾丸は弾心（コア）を被甲（ジャケット）で包み込んだ構造になっています。弾心は鉛の一体構造であるかまたは鉛及び鋼の二体構造となっているものが一般的です。

小火器弾薬の無鉛化は、この構成部品のうち、弾心と雷管に使われている鉛成分を他の材質に置き換えることで実現します。



5.56mm無鉛普通弾の構造

① 弾心の無鉛化

これまで弾心に使用してきました鉛の特性として、比重が大きく弾丸の質量を大きくしやすい（飛翔エネルギーが得やすい）こと、柔らかく火器の銃身と良好なマッチングを得やすくまた加工性にも優れること、更に安価であることが挙げられます。

この鉛を他の材質で代替するにあたっては、上記のような鉛を用いるメリットの何れかの点でトレードオフが生じると見込まれたため、それらの全てを高いレベルでバランスさせ、なおかつ機能・性能の上で従来品との互換性を得ることに細心の注意を払うことになりました。

② 雷管の無鉛化

雷管の爆粉（「ぼうふん」：起爆薬）の主成分は、性能や品質の安定性からトリシネートが永く用いられてきました。但しこれは別名をトリニトロレゾルシン鉛といい、その名のとおり、ごく僅かですが鉛成分が含まれており、弾心と併せて代替材質への置き換えがなされることとなりました。

③ 無鉛化研究・開発の時系列

平成10年より	無鉛弾の社内研究を開始
平成14年より	数種の鉛心代替材を用いた試験用弾薬の参考品調達及び評価開始
平成20年より	装備化を見据えた最終形の参考品調達及び評価、選定
平成24年度	5.56mm 無鉛普通弾を89式5.56mm 普通弾(C)として装備化
平成25年より	89式5.56mm 普通弾(C) 量産・納入開始

なお、5.56mm 普通弾以外の弾種についても参考品納入と官評価が進行しており、評価が完了したもののから順次装備化がなされる目途です。

3. 開発内容

- 1) 弾心の鉛代替として、以下のとおり複数の候補を案出・試作し、機能・性能・品質・安全性・生産性・コストなど多方向からの検討・評価を重ねた結果、5.56mm 普通弾(C)については、鉄弾心が採用されました。

①高比重樹脂

比重の高い金属粉を樹脂にブレンドし、射出成型で製造します。

鉛と同じ比重とし、物性も鉛と同様にすることができます。このため、従来弾に比し形状・寸法・諸性能を全く同じとすることができました。

しかしながら比重を高めるためにタングステン粉を使用することによって高価となり、量産採用には至りませんでした。

但し、この試作で得られたノウハウは別途開発されたフランジブル弾に活かされておりあります。

②錫

比重は小さいが物性は鉛に近く、火器の銃身（ライフレリング）との相性が良く、鉛に比肩する加工性を持っています。

低比重によるエネルギーの低下は、弾丸全長を伸ばすことにより弾丸質量を従来品と同等とすることで解決が可能です。

後述する鉄と並んで最後まで候補に残りましたが、融点が低く、多弾数の連射で銃身が過熱した際に弾心が軟らかくなり弾道に影響する可能性があることが判明し、量産採用には至りませんでした。

③銅

比重は鉛より小さいが他の代替候補金属に比して大きく、また錫に次ぐ軟らかさを持っており、銃身との相性も良好です。

素材コストが鉄よりはやや高く、5.56mm 普通弾(C)には採用されませんでした。

スペースの問題等により従来品より全長を伸ばすことができない弾種に好適であり、5.56mm 普通弾(C)以外の一部弾種の鉛代替材料として使用予定です。

④鉄

素材コスト・入手性が最も優れており、低廉に供給が可能です。

低比重によるエネルギーの低下は、弾丸全長を伸ばすことにより弾丸質量を従来品と同等とすることで解決が可能です。

一方で代替候補金属の中では最も硬く変形しにくく、従来どおりの形状では銃身との適切な相性が得られませんが、細部形状を工夫することにより解決することができました。

また、加工については鋼心と同様の方法が採れるので従来品と同等の低廉な加工が可能です。

2) 雷管の爆粉は、昭和金属工業株式会社殿により、従来のトリシネートに替えてDDNP（ジアゾジニトロフェノール）を用いたものを試作・評価しました。

トリシネートとの特性の違い（着火性・燃焼の強さ）を克服するため、三次に亘る社内試作を重ね、従来品との互換性を持つ無鉛雷管が完成しました。

なお、DDNPは経時劣化の可能性が考えられましたが、10年の実経年（貯蔵）試験を行い、機能への影響がないことが確認できました。

4. おわりに

一連の研究・試作を通じて、純粋な自然環境のみならず、部隊の皆様が安心して射撃訓練を行うことができる環境の改善に向けて成果を得ることができました。今後も種々のニーズに的確にお応えしていきますよう精進してまいります。

この度は防衛基盤整備協会賞の荣誉にあずかることとなり、研究開始から装備化まで、何かとご指導とご協力頂きました関係の皆様へ深く御礼を申し上げますと共に、今後とも宜しくご指導ご鞭撻を賜りたくお願い申し上げます。