



硝酸アンモニウムの保管方法



本資料は、スイス損害保険会社／リスク・エンジニアリングが提供する、硝酸アンモニウムの保管方法および注意事項などに関するガイダンスです。硝酸アンモニウムに関係する課題に適切に対処し、その危険性を軽減するための対策の参考としてください。

硝酸アンモニウムは、塩に似た白い結晶性固体です。自然界でも生成されますが、アンモニアと硝酸を反応させることで大規模生産も行われ、主に肥料として使用されています。その他に、花火製造、除草剤、殺虫剤、さらにロケットエンジンの推進剤および爆薬としても使用されています。硝酸アンモニウムが犯罪行為の一部として使用された例もあります。

純粋な硝酸アンモニウムは通常状態では安定な物質であり、一般的な軽度の摩擦や衝撃が原因ではほとんど爆発することはありませんが、密閉状態で高温に曝露する、あるいは激しい衝撃を与えることにより、爆発する危険性があります。例えば、溶解した硝酸アンモニウムは配管内や機械の内部など密閉される場合があります。ここに不純物が混入してしまうと爆発することがあります。通常、硝酸アンモニウムが熱もしくは不純物の混入により爆発感度が高い状態になると、起爆する可能性があります。硝酸アンモニウムには吸湿性がありますが、これは空気中の水蒸気を吸収しやすいことを意味しており、吸湿すれば凝集する可能性があります。加熱されると、窒素酸化物と水に分解しますが、適切な空間があれば、この燃焼によって引火物質が発生することはありません。しかし、密閉状態でガスの逃げ場がなければ、温度が上昇します。硝酸アンモニウムの長期保管による大きなリスクは、不純物の混入によって引き起こされます。硝酸アンモニウムは、さまざまな物質、特に燃料油などの有機物と激しく反応します。硝酸アンモニウムの熱分解温度は200℃ですが、不純物があるとこの温度が大幅に低くなります。固形の硝酸アンモニウムベースの肥料は、その濃度によっては、同様の脅威となる可能性があります。

これに該当するのは、硝酸アンモニウムを重量の60%以上含む混合物、または硫酸アンモニウムと混合する場合には硝酸アンモニウムを重量の40%以上含む混合物です。硝酸アンモニウムのみの場合には、これらの肥料に対する場合と同程度の安全対策が推奨されます。

過去の事故事例

過去100年の間には、いくつかの大規模な硝酸アンモニウムの爆発事故が発生しました。例えば、1921年のドイツ・オッパウ、1947年の米国テキサスシティ、2001年のフランス・トゥールーズでの爆発が挙げられます。最近の重大事故としては、2013年のテキサス州ウエスト、2015年の中国天津、そして直近では2020年8月レバノンのベイルートでの事故があります。

オッパウなどの20世紀初頭の爆発事故は、備蓄中の固化した硝酸アンモニウムを粉砕するために爆薬（ダイナマイト）を使用したことが原因です。テキサスシティの大災害は、港に停泊中の船舶の火災から発生しました。この爆発事故では580人以上の人が死亡しました。船には、固化を防ぐためにワックスでコーティングされた顆粒状の硝酸アンモニウム2,100トンが保管されていました。現在では、硝酸アンモニウムにワックスなどの有機物が混入し、特に火災の場合に溶解まで加熱されると、爆発感度が助長されて爆発・爆轟を引き起こしやすくなることがわかっています。

不純物の混入については、現在、有機物、塩化物、金属、酸などのさまざまな物質の混入によっても硝酸アンモニウムの爆発感度が増すため、いずれの形態（破片、粉塵など）での混入も避けるべきであると理解されています。硝酸アンモニウムを融点まで加熱すると爆発感度が高まり、爆発に必要なエネルギーを少なくすることになります。しかしながら、硝酸アンモニウムが爆発を引き起こすには、外部での爆発、または非常に大きな衝撃が必要となることがわかっています。ベイルートのケースでは、花火がこの役割を果たした可能性があると考えられています。

テキサス州ウエストの爆発事故では、さまざまな肥料を保管していた倉庫で火災が発生しました。消防隊が消火活動を試

みましたが、木造倉庫の中の容器に30トンという大量の硝酸アンモニウムが保管されていたことを知りませんでした。加熱と不純物の混入が組み合わさって、大規模な爆発が起きました。最初の衝撃や爆発の発生は、壁が崩壊したことで酸素が火元に流れ込むことにより起こるバックドラフトが原因であったと考えられています。

天津の事故は、これに極めてよく似ており、化学薬品の倉庫での発火により、過熱されたニトロセルロースが原因となって爆発が起きました。この爆発に伴い、その近くに保管された硝酸アンモニウム800トンの大爆発が二次的に起きました。さらに複数の爆発が発生した結果、火災・爆発による損害で港湾地区の大部分が破壊されました。

ベイルートでは、6年前に船から没収された硝酸アンモニウムが、大型のフレコンバッグに入った状態で倉庫内に保管されていました。保管状態は依然として不明です。硝酸アンモニウムは袋に入っていたため、ベイルートの多湿な気候により大量の水分を吸収し、それぞれの袋がさらに大きな塊となり、発生した熱が逃げにくかったと推測されています。硝酸アンモニウムを塊にして保管するのは賢明とは言えませんが、その影響はまだ明らかになっていないままです。化学物質が保管された期間を考えると、不純物の混入が起こった可能性は非常に高いと考えられます。事故当時の映像では隣接する倉庫で火事が発生しており、花火の証拠となる映像もありました。火災により、硝酸アンモニウムは2,750トンすべてが爆発するまで加熱され、街と住民に惨状をもたらす巨大な衝撃波を引き起こしました。

どのような対策を打つべきか？

硝酸アンモニウムの危険性は、製造元の企業にとっては周知のことですが、世界中で輸送および貯蔵を行っている組織・企業にはそれほど知られているものではありません。用途が幅広いため、世界各地の港、倉庫、およびその他の物流施設で見られます。これらの事故のすべてに共通するテーマとは、硝酸アンモニウム（および硝酸アンモニウムベースの肥料）の保管に関する知識と理解の欠如です。

硝酸アンモニウムの保管に対する主な対策について、不純物の混入、保管環境、および建築構造の3項目で整理しました。

硝酸アンモニウムを保管する施設では、以下のことに注意する必要があります。

- **不純物の混入** - 硝酸アンモニウムは、酸、塩化物、クロム酸塩、金属を含む可燃物やその他禁忌物質から隔離して保管する必要があります。一般的に、機械類からの排出物または潤滑油も含め、あらゆる物質の混入を避けるべきです。不純物の混入のリスクを減らすために、硝酸アンモニウムは山積みではなく密閉した容器に保管するのが理想的です。また、こうすることで、硝酸アンモニウムが長年の間に水分を吸収する可能性も低くなります。しかしながら、ベイルートの爆発で見られたように、袋による保管だけでは適切な管理対策とは言えません。
- **保管環境** - 硝酸アンモニウムの保管容器は、可能な場合には屋外に、または十分に隔離されて適切な換気システムが設置されている場所で保管してください。
- **建物構造** - 硝酸アンモニウムは、木造の建物では絶対に保管しないでください。また、すべての熱源、燃焼装置、火気使用作業（溶接など）から、十分に隔離して保管する必要があります。
- 硝酸アンモニウムは、人の生活エリアや作業場所から十分に隔離して保管する必要があります。
- 硝酸アンモニウムの保管管理者は、その出所について把握している必要があります。EUおよび英国においては、硝酸アンモニウムは公認の研究所が実施する危険性評価試験（Detonation Resistance Test (DRT)）を受ける必要があります。名前が示すとおり、このテストは対象物質が爆発に対して十分な耐性を持っていることを確認するために実施します。
- 「規格外」（つまり品質基準を満たしていない）硝酸アンモニウムをまとめた量で保管しないでください。通常、そのような硝酸アンモニウムは、製造業者によって回収されて再処理されるべきです。

硝酸アンモニウムの除去が最良のリスク低減策であることは明らかですが、この物質は数多くの用途で使用されている非常に価値ある化学薬品です。また、不純物の混入なく保管されている、可燃物がない場所で保管されている、または不燃建築物で保管されている場合には、爆発を伴うことはないとされています。それでも、保管する量を限定し、山積みではなく密閉容器への保管を選択することが、リスク軽減のための重要な戦略となります。

参考資料：

- NFPA Standard 400, Hazardous Materials Code, Chapter 11; 2019
- "Explosion Hazards of Ammonium Nitrate Under Fire Exposure" US Department of the Interior, Bureau of Mines, Report of Investigations 6773; 1966
- "Guidance Note for Manufacturers, Importers, Blenders, Transporters, Store Keepers and Suppliers of Ammonia Nitrate Based Fertilisers" AIC, Defra and HSE, Version 1; September 2007
- "Storage and Handling of Ammonium Nitrate" (INDG 230), HSE; Reprinted 11/04
- "The Storage, Handling and Transportation of Ammonium Nitrate-Based Fertilisers" AIC; 2015
- "The Explosion Hazards of Ammonium Nitrate and Ammonium Nitrate-Based Fertilizer Compositions: A Summary" Department of Mining Engineering, Queens University, Kingston Ontario; November 1982
- FM Global Property Loss Prevention Data Sheet 7-89, "Ammonium Nitrate and Mixed Fertilizers Containing Ammonium Nitrate" October 2013

本文書に含まれるガイダンスは、適切かつ合理的で、賠償責任のリスク軽減に役立つであろうと、スイス・リー・コーポレート・ソリューションズは考えています。たとえ本文書のアドバイスに従ったとしても、すべての損害が回避される、あるいは、すべての合理的な予防措置が講じられたことになると、スイス・リー・コーポレート・ソリューションズが保証するものではありません。一定の適切かつ合理的な手法についてスイス・リー・コーポレート・ソリューションズの意見を共有することによって、損害予防措置の評価および実施に関わる被保険者自身の義務および責任が軽減されるものではありません。スイス・リー・コーポレート・ソリューションズは、損害防止に関わる一切の責任を負うことはありません。スイス・リー・コーポレート・ソリューションズは、革新的でクオリティの高い保険商品を、中堅から大手・多国籍企業に世界中で提供しています。標準的な保険や複数のリスクを対象とした保険プログラム、お客様のニーズに合わせて高度にカスタマイズしたソリューションなど、取り扱い商品は多岐にわたります。スイス・リー・グループの強固な財務力を基盤とするスイス・リー・コーポレート・ソリューションズは、世界50以上のオフィスを通じてお客様にサービスを提供しています。詳細は、ウェブサイト

(<https://corporatesolutions.swissre.com/>) またはTwitter (@SwissRe_CS) をご覧ください。

日本においては、スイス・リー・インターナショナル・エスイー（「SRI」）として認可を受け、企業向け保険のソリューションを提供しています。「スイス損害保険会社」は、SRI日本支店のブランドネーム（通称社名）です（2017年9月より）。