

加熱による硫硝安の爆発

(昭和29年1月9日受理)

山本 祐 徳

(東京大学工学部火薬実験所)

1. 緒 言

硝安の爆発性は古く Berthelot 博士⁽¹⁾ のこのかたよく知られているが、その爆発は一般に異常な条件のもとでのみ起るものであるから、1921年9月の Oppau の爆発までは硝安は非爆発性物質と同一視されていたようである。そしてこの事故を契機として硝安の爆発に関する実験検討がかなり徹底的に行われたが⁽²⁾、これらの実験の多くは硝安或は硫安と硝安との混合物を雷管または雷管付爆薬包をもつて点爆する方法がとられた⁽³⁾。かような強烈な衝動によつても硝安は常に完全に爆発するとは断言できない。また硝安にいくらかの有機物質が混在していると爆発しやすくなるが、この場合にも雷管の衝動に感じないことがある。硝安爆薬などの実用に際して、我々は数々不発或は残留薬等の生ずる不都合を経験している。なお硝安に種々の塩類を混入したときの影響も研究されたが、⁽⁴⁾ 硫安の混入は爆性を増進するものでないという Saunders 氏の所論には疑の余地がない。ともかく Oppau 爆発の後の実験検討の結論とも云うべきものを要約すると次のようになる。

1. 硝安が固化せずに粉末状態にあり、高い温度に加熱され、強い密閉状態におかれたものは、強烈な爆発衝動を受けると爆発することが多い。
 2. また数十 kg の硝安を開放状態で堆積し、加熱だけで爆発させ得た実験例もある。この場合には硝安の温度は約300°Cに達していたと見られる。
 3. 硝安に硫安を混入しても爆発しやすくなるはない。
- しかし硫安と硝安との混合物の加熱による爆発の実験はその例に乏しいように見受けられるのでこの実験を行った。

2. 実験試料

この実験の目的は硫安と硝安との混合物にいくらか有機物がまじつたものが、どの程度の加熱によつて爆発するかを検討するのにある。よつてまづ硫安と硝安とをある割合によく混ぜたものに外割2%の低融点の有

機物を混入した試料を調製した。また硫安と硝安とを併せ含む水溶液を煮つめ濃縮して造つた硫硝安混合物にも外割2%の有機物を加えて試料とした。これら下記配合割合で混合物約400gを実験台に上げた模造紙の上にとり、木製コロでおしつぶしながらよく混和した。

用いた硝安は化学用鹿印、硫安は工業用であり、硫硝安混合物中の両成分含有率は次のとおりである。

	A	B1	B2	C
(NH ₄) ₂ SO ₄	72.6 (74)	78.4 (80)	64.8 (67)	78.6 (80)
NH ₄ NO ₃	25.1 (26)	19.7 (20)	31.7 (33)	19.4 (20)

註：A, B1, B2及びCはその調製方法を異にする。

()内の数字は硫安と硝安のみの百分比である。

配合割合は次のとおりである。

試料番号	硫安	硝安	有機物	備考
(1)	40	60	外割 2	混合
(2)	50	50	〃	〃
(3)	60	40	〃	〃
(4)	70	30	〃	〃
(5)	74	26	〃	A
(6)	80	20	〃	B1
(7)	67	33	〃	B2
(8)	80	20	〃	C

これらの混合物を内径30mm(内厚約3mm)、長さ500mmの引抜鋼管(内容積約353.5cc)内に少量づつ木の棒でおさえて圧填する。採取量は380~385gであつたから装填比重は1.07~1.09g/ccとなる。鋼管の両端はねぢキャップでしっかりとめて閉塞する。この鋼管の外側に石棉の薄板を巻き、その上にニクロム線を巻き、さらにその外を石棉の薄板で包む。ニクロム線の線径は約0.65mm、鋼管1本につき約10.6mを用い、その抵抗を20Ωにとつた。

3. 実験方法

上記鋼管と同様なニクロム線巻きの鋼管に砂または

食塩をこめ、電流を通じてこれと内容物の温度との関係を求めた。はじめ p アンペアの電流を q 分間通した後、電流を r アンペアにおとすと略一定の温度が保たれることがわかったが、その関係条件は次のとおりである。

初電流 p (A)	流通時間 q (分)	切換電流 r (A)	温度(°C)
2.2	15	1.8	約170
2.0	12	1.6	160
1.8	10	1.4	150
1.6	8	1.2	140
1.3	7	1.0	130

(但し筆者の用いた電気計器は精確を保し難いものであるから、電流値といい抵抗値といいこれらは絶対的数値ではない。ニクロム線は一応抵抗を揃えて採つたのであり、また電流を調節して温度を一定に保つ方法を講じたというだけの意味である。)

試料入の鋼管を爆発室内に吊して結線し、爆発室外でスイッチを入れ、スライダックにより電流を調節してはじめ p A の電流を q 分間通した後 r A におとして上記の温度にする。そして爆発の生否を観察した。5乃至10時間の加熱で爆発せぬときには実験を中止した。

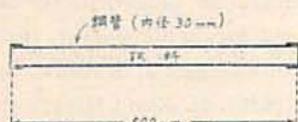


図 1

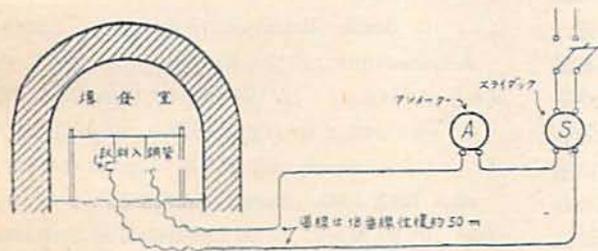


図 2

4. 実験結果

硝安分の多い試料(1),(2)及び(3)は160°の加熱で30~40分後に爆発したが、硝安30%の(4)は160°でもまた170°でも爆発に至らなかった。150°の加熱において(1)は約2時間後に爆発したが、(2)及び(3)の爆発は不確であつて3~5時間で爆発したりしなかつたりであつた。

140°では(1)の爆発も不確であつた。

その他の場合はすべて不爆に了つたが、これを表示すると次のようになる。

試料番号	硝安：硝安	170°	160°	150°	140°	130°
(1)	40:60	E	E	E	x	n
(2)	50:50	E	E	x	n	n
(3)	60:40	E	E	x	n	n
(7)	67:33	n	n	n	n	n
(4)	70:30	n	n	n	n	n
(5)	74:26	n	n	n	n	n
(6)	80:20	n	n	n	n	n
(8)	80:20	n	n	n	n	n

(註) E:爆発, n:不爆, x:不確な爆発

本実験において鋼管の閉鎖がゆるいときには、試料(1)を170°に加熱しても爆発に至らなかつた。最初はゆるい閉塞のもとで多数の無駄な実験を繰返したことを附言しておく。

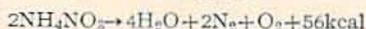
さて硝安の含有量の最も多い試料(1)の爆発の結果は最も強烈であると認められたが、鋼管を裂くには至らなかつた。鋼管の両端を塞いだねちキャップは噴き抜け、鋼管は爆発室の壁に激突したためにねち曲げられた。また試料(3)においては両端のキャップが抜かれただけで、外に巻きつけた石棉板やニクロム線がそのまま残つたものもあつた。

硝安の分解ガス中には亜酸化窒素、酸化窒素、硝酸或はアンモニア等を含むことがあるとされている。然し本実験での爆発ガス中にはこれらを殆ど認めず、むしろ硝安の分解に由来すると想われる微量の硫化水素を検知した。よつてこの場合には硝安はいわゆる完全な爆発分解($2\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{N}_2 + \text{O}_2$)を起したと推察される。

5. 総 説

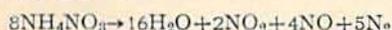
この実験によつて硝安40~60%を含む硫硝安混合物が外割2%の低融点の有機物を含有するとき、鋼管内に閉塞して加熱されると150~170°においても爆発することを知つた。しかもこの爆発はいわゆる完爆に近いものと認められた。

古くから硝安は260°辺で完爆し



の分解式に従うと云われているが、Kast 博士⁽⁹⁾は強力な爆薬の爆発衝動を用いた閉塞を強固にしても上式による爆発分解はたやすくは得られないと述べている。上式では $\text{NO} \rightarrow \text{NO}_2$ による赤煙の発生はないわけ

であるが、H. L. Saunders 氏は硝安を 300° 近くで爆発的に分解せしめ、爆発生成物を検討しかつ NO₂ の赤煙を認知して



なる分解方程式を想定した⁽⁴⁾。Kast 博士もこれに同意し、300°以下では吸熱分解であるから、分解を促進させた爆発的の分解に導くには最初に多量の熱を与えねばならぬとしている⁽⁵⁾。1947年米国 Texas City 及び仏国 Brest で貨物船に積まれた肥料硝安の大量が爆発したが、これに関連してドイツの Emil Banik 氏は次の結論を導いた⁽⁶⁾。

(i) これは船倉内で起つた火災から爆発に至つたものであるが、火災を窒息させるために換気装置及びバルクヘッドを閉ざしたので船倉内の圧が上昇し、硝安の分解を促進する結果となつた。

(ii) この肥料硝安には1%のペトロレタム(ワゼリン)と5%のカオリンが含まれているが、このものは NH₄NO₃ 99.8%に水分0.15%を含む化学硝安に比べてかなり低温においてしかも速かに分解する。炭化水素1%の存在は硝安の爆性を著しく増進するらしい。

また A. Haid 及び H. Koenen 両氏も硝安の加熱による分解を170°以上の温度で検討したが、開放状態ではたとえ赤熱鉄板上におとしても軽く気化するに過ぎない。そして硝安の爆発は密閉加熱および分解生成物の逃散を防いだ場合にのみ起ると考えた⁽⁶⁾。

これらの諸氏の説では硝安(硝安を混在する場合を含めて)の加熱による爆発は300°附近でなくては起らないということである。それに対して本実験では150°といういわば異常に低い温度においてすら爆発を認めた。この試料には硝安混合物のほかに低融点の有機物が外割2%添加されているから、Banik氏の述べるように硝安の爆性を増進したであろうし、また添加した有機物は100°Cよりも低い温度で融解し150°では閉塞鋼管内の内圧を高めるに役立つであろう。そのために鋼管内の温度はこれを開いたままのときよりも確に高くなる可能性がある。反応速度が圧の上昇と共に増大することを考慮すれば、どこか一箇所が300°近くの

温度にまで上昇し、ここに爆発が生起して全体に拡大したものと想像する。

なお Texas City の肥料硝安爆発事故等に関連して、米国鉱山局が調査研究した報文⁽⁷⁾中には、肥料硝安に10%の錫屑を加えたものを最初に150°におくと50分で発火したという記録⁽⁸⁾を引用している。この試料は初期の硝安爆発に近似の組成のものであるが、本実験で150°(最初の温度)加熱による爆発の故なきにあらぬ証左になると考える。

また本実験での爆発には閉塞を十分に強固にすることが必須の条件と認められたが、硝安含有量が33%以下のもものでは斯様な強固な閉塞のもとにおいても爆発には至らなかつた。この辺では硝安と硝安との混合物の計算爆発熱が(-)になることと対応して当然の事柄と認められる。

引用文献

- (1) Sur la force matières explosives d'après la thermochemie, Tome 2, pp. 162—7(1883). 本書には硝安を Azotate d'ammoniaque と記し A₂O⁶・A₂H³ と記号している。つまり酸素の原子量が8.00とされていた時代にすでに硝安の爆発性を認めている。
- (2) H. Kast: Die Explosion in Oppau (Sonderdruck der Zeitschrift für das gesamte Schiess- und Sprengstoffwesen). 1925/26.
- (3) R. Aufschläger: Z. Schiess- u. Sprengst. 18, 119—20 (1923); H. Kast: 同誌, 22, 31 (1927).
- (4) H. L. Saunders: J. Chem. Soc., 121, 698—711 (1922).
- (5) E. Banik: Brandschutz 4, 100, 127 (1950); Arbeitsschutz 1, 113 (1949).
- (6) A. Haid u. H. Koenen: Chem.-Ztg., 76, 471—5 (1952); Sprengtechnik 1, 195—7 (1952).
- (7) G. S. Scott and R. L. Grant: Inform. circ. 7463, 1948, (Bureau of mines).
- (8) P. F. Macy, T. D. Dudderar, E. F. Reese and L. H. Eriksen: Tech. Rept. 1658, 1947 (Bureau of Mines).