

trophanol.

Among the ignition compositions used in this experiment, the mixture consisting of 70% tetracene and 30% diazodinitrophenol which has the lowest ignition point in the mixtures of these two components showed the most excellent results as for the instantaneous firing.

For instance, on the electric detonators with ignition charge of this composition, ignition lags were about 3 ms for 1A, 0.7 ms for 2A and initiation lag was 0.5 ms throughout the range of 0.5~2A, and the deviations from average values in each lags were negligibly small.

From the results obtained, it was found that tetracene, diazodinitrophenol and particularly the mixture of the two, are much suitable for ignition charge of instantaneous electric detonators when the high accuracy of firing time is desired.

## 爆薬用原料の乾燥に関する考察

(昭和26年11月10日受理)

山 末 健

(日本化薬厚狭作業所)

### I 緒 言

物質から液体一般に水を除去する場合其の量が比較的少い時に此の操作を乾燥と称する。乾燥されるべき物質には気体、液体及固体の三種類があるが固体の乾燥が最も例が多く通常である。

乾燥用原料にも固体と液体があるが、乾燥操作を行うものは固体のみである。之には水に不溶性物質と可溶性物質の二種類があり、前者には木粉、澱粉、綿糸等があり、後者には硝安、硝石、食塩等が属している。

一般に爆薬は特殊の場合を除き上記の様な原料を配合前に乾燥しているが、成品中に水分を含有する際は其の威力を減じ、爆発性を低下するから之等原料の乾燥作業は成品の品質を左右するもので重要なものである。

爆薬製造工場に於ては斯様な各種原料を多量乾燥しているから、此の乾燥操作の巧拙は成品の品質のみならず、其の生産コストにも多大の影響を及ぼすものである。

一般に前記原料を乾燥する場合夏期と冬期とでは、所要時間が異なる様である。特に硝安の様な吸湿性物質では此の傾向が著しい。それは原料の含有水分、大気の高湿度、湿度異なる等と考えられる。之等の条件の要

化が乾燥速度に如何なる影響を与えるかを定量的に求めて乾燥作業能率の向上に資したいと思う。

### II 乾燥速度式

#### 1. 文献概要

乾燥速度式に関し従来の研究の中特に参考となる事項を先づ記載する。

(1) 亀井氏に依れば、一般固体の乾燥は恒率乾燥、減率乾燥第一段及同第二段の三段階に分れている。自由含水率と乾燥速度の関係を図示すれば

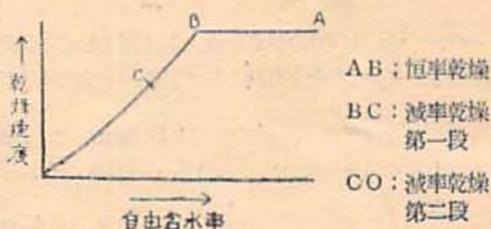


図 1

\*或物質の含有水から平衡水分を引いたものを自由水分と呼ぶ。自由水分の之を除いた乾燥材料に対する割合を百分率で表わしたものを、自由含水率と称する。

(イ) 恒率乾燥 蒸発は固体の表面で起り、主な抵抗は表面蒸発で、之に較べると内部拡散の抵抗は少である。即ち此の場合は水分が充分存在するときである。乾燥速度式は

$$\frac{dw}{dt} = A \cdot \alpha \cdot (P - P_a) \quad \dots\dots\dots (1)$$

$dw$  は  $dt$  時間中に揮散した水分量

$A$  は蒸発表面積、 $\alpha$  は表面蒸発係数で空気の流れ及びその方向等に支配され一般に空気の質量速度

$v$  ( $\text{kg/s} \cdot \text{m}^2$ ) の函数で、一般に  $\alpha = a + bv^n$  で表わし得る。 $P_a$  は空気中の水蒸気分圧

(ロ) 減率乾燥第一段 固体の含有水分が減少して来ると主な抵抗は内部拡散で之に較べると表面蒸発の抵抗は少である。然し乍ら蒸発は尚固体の表面で起っている。従つて此の場合は含有水分が減少したために固体表面に幾分乾燥した部分が出来て有効な蒸発面積が減少している。此の有効表面積は含水率に比例する。従つて乾燥速度式は

$$\begin{aligned} \frac{dw}{dt} &= A' \alpha (P - P_a) = m \cdot u \cdot \alpha (P - P_a) \\ &= k u (P - P_a) \quad \dots\dots\dots (2) \end{aligned}$$

但し  $A'$  は有効表面積、 $u$  は或瞬間に於ける乾燥材料の自由含水量、 $m$  は比例恒数、 $k = m \cdot \alpha$ 。

(ハ) 減率乾燥第二段 水分の含有量が益々減少すると内部拡散抵抗が次第に大きくなつて、水は固体内部の或点迄液状で拡散して、其の点で蒸発した後表面迄蒸気状で拡散する。此の場合の速度式は複雑であるが、第一段の場合の式を近似的に使用し得る。

(2) T. Martin Lowry 及 Fredrick C. Hemmings 氏に依れば、潤湿した煤類は大気中の水蒸気分圧がその煤類の飽和水溶液の水蒸気分圧以上に上昇するか、或はそれ以下に下降するに伴い、水分を吸収又は拡散する。

(3) 岡宗次郎氏は、尿素の吸湿速度を次式で示した。

$$\frac{dw}{dt} = K \cdot D (P_a - P_s)$$

但し  $dw$  は  $dt$  時間に於ける吸湿量

$D$  は拡散係数、 $P_a$  は空気の水蒸気分圧

$P_s$  は尿素の飽和水溶液の水蒸気分圧

$K$  は恒数

## 2. 煤業用原料の乾燥速度一般式

煤業用原料の乾燥速度一般式は、前項の文献より次の様に定めた。

(1) 恒率乾燥 恒率乾燥に於ては前項の(1)式を其の儘適用することとした。但し  $P$  は可溶性物質にあつては、其の温度に於ける飽和水溶液の水蒸気分圧、不溶性物質にあつては、其の温度に於ける水の蒸気分圧を示す。此の式より物質の乾燥速度は其の表面積

の大きい程、乾燥温度が高く空気中の水蒸気分圧の低い程大である。又乾燥空気を用いる場合は之等の他空気の温度が高く、又流通速度が高い程、乾燥速度が大であることが分る。(1)式に於て乾燥温度、空気の水蒸気分圧のみ変化して他の条件を一定とした場合の偏微分式を求めると

$$\Delta v = A \alpha \frac{\partial P}{\partial \theta} \cdot \Delta \theta - A \alpha \Delta P_a \quad \text{但し} \quad \frac{dw}{dt} = v \quad \text{と}$$

する

$$\frac{\Delta v}{v} = \frac{\frac{\partial P}{\partial \theta} \cdot \Delta \theta}{P - P_a} - \frac{\Delta P_a}{P - P_a} \quad \dots\dots\dots (3)$$

本式に夫々相当する数値を代入すれば温度及水蒸気分圧の微小変化に対する乾燥速度の変化の割合を計算し得る。

(2) 減率乾燥 減率乾燥に於ては前項の(2)式を其の儘適用した。但し  $P$  は恒率乾燥の場合と同様である。此の式より減率乾燥に於ては乾燥速度は前記恒率乾燥の場合に成立する関係の他に自由含水量に比例する特徴を有している。(2)式に於て材料の自由含水量、乾燥温度、空気の水蒸気分圧のみ変化して他の条件を一定とした場合の偏微分式を求めると

$$\Delta v = k (P - P_a) \Delta u + k \cdot u \cdot \frac{\partial P}{\partial \theta} \cdot \Delta \theta - k u \Delta P_a$$

但し  $\frac{dw}{dt} = v$  とする。

$$\frac{\Delta v}{v} = \frac{\frac{\partial P}{\partial \theta} \cdot \Delta \theta}{P - P_a} - \frac{\Delta P_a}{P - P_a} + \frac{\Delta u}{u} \quad \dots\dots\dots (4)$$

本式に夫々相当する数値を代入すれば自由含水量、温度及水蒸気分圧の微小変化に対する乾燥速度の変化の割合を求め得る。

## III 湿物質及大気の水蒸気分圧

前記の(1)及(2)式より明かな様に乾燥すべき物質及之に接する空気の水蒸気分圧の差  $P - P_a$  は乾燥速度の原動力となるもので重要なものである。

### 1. 湿物質の水蒸気分圧

(1) 不溶性物質の水蒸気分圧 前述の様に  $P$  は乾燥すべき不溶性物質の温度 ( $\theta$ ) に於ける水の蒸気分圧 ( $P$ ) に相当する。55~90°C に於ける水の蒸気分圧 (水銀柱 mm で示す) と各温度との関係を最小自乗法に依り求めると

$$\begin{aligned} P &= 0.00119 \theta^3 - 0.05671 \theta^2 + 0.69061 \theta \\ &+ 54.530 \quad \dots\dots\dots (5) \end{aligned}$$

### (2) 可溶性物質の水蒸気分圧

$P$  は乾燥すべき可溶性物質の温度に於ける其の物質の飽和水溶液の呈する水蒸気分圧に相当する。煤業用原料に於て可溶性物質の代表的なものは食塩及硝安であるから、之等の関係式を述べる。

第 1 表

地名 区分	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
札幌	温度(°C)	-6.3	-5.4	-1.5	5.2	10.5	14.9	19.3	21.0	16.4	9.9	3.2	-3.1
	相対湿度(%)	82	80	77	77	82	87	88	87	83	78	78	79
	水蒸気圧(m.m)	-	-	3.2	5.1	7.8	10.9	14.8	16.2	11.6	7.1	4.5	-
東京	温度(°C)	3.0	3.7	7.0	12.6	16.8	20.6	24.4	25.8	22.1	16.2	10.7	5.4
	相対湿度(%)	63	62	66	72	76	80	82	81	82	79	74	67
	水蒸気圧(m.m)	3.6	3.7	5.0	7.9	10.9	14.5	18.8	20.2	16.4	10.9	7.1	4.5
下関	温度(°C)	5.3	5.2	8.1	12.9	17.0	20.8	24.9	26.5	22.9	17.7	12.7	8.1
	相対湿度(%)	68	69	70	74	77	83	84	80	79	74	72	69
	水蒸気圧(m.m)	4.5	4.6	5.7	8.3	11.2	15.3	19.8	20.8	16.5	11.2	7.9	5.6
鹿児島	温度(°C)	6.9	7.4	10.7	15.3	18.9	22.4	26.3	26.8	24.2	18.9	13.7	8.9
	相対湿度(%)	73	72	73	76	78	83	82	80	79	75	75	75
	水蒸気圧(m.m)	5.4	5.6	7.0	9.9	12.8	16.9	21.0	21.1	17.9	12.3	8.8	6.4

(イ) 食塩 50~100°Cに於ける食塩の飽和水溶液の水蒸気分圧(P)と各温度(θ)との関係式を最小自乗法に依り求めると

$$P=0.1613\theta^2-14.4704\theta+394.0417 \dots\dots(6)$$

(ロ) 硝安 20~90°Cに於ける硝安の飽和水溶液の水蒸気分圧(P)と温度(θ)との関係式を同様に求めると

$$P=0.000005\theta^3+0.02048\theta^2-0.40304\theta+11.6607 \dots\dots(7)$$

## 2. 大気の水蒸気分圧

乾燥は通常物質を加熱して其の自由水分を自然揮散させる場合、加熱した乾燥空気を送つて行く場合及其の両者を混用した場合の三つに区別される。何れにしても乾燥すべき物質の周辺に存在する空気の水蒸気分圧は乾燥速度に相当の影響を及ぼすものである。空気

は常圧の下では加熱しても其の水蒸気分圧は一定であるから、大気の水蒸気分圧は通常直接乾燥に影響を及ぼすものである。次に本邦代表地名に於ける毎月の水蒸気分圧(昭和24年理科年表に依る)及水蒸気分圧を示す。

第1表より下関地方に於ける大気の水蒸気分圧は冬期は49耗(12月及2月)、春期は10.1耗(3月、4月、5月及6月)、夏期は20.3耗(7月及8月)、秋期は11.5耗(9月、10月及11月)である。従つて夏期と冬期との差は約15耗、夏期と秋期又は春期との差は9~10耗であることが分る。

## IV 各 論

### 1. 不溶性物質

不溶性物質に属する木粉、澱粉、綿糸等の乾燥前後の水分は大體次表の通りである。

第 2 表

名 称	乾燥前水分 (%)	乾燥後水分 (%)	乾燥温度 (°C)
木 粉	13~20(14.9~25.0)	2(2.0)	60~80
澱 粉	10~17(11.1~20.5)	3(3.1)	60~80
綿 糸	7~8(7.5~8.7)	2~3(2.0~3.1)	60~70

備 考 (イ) ( ) 内は含水率で示したものである。

(ロ) 乾燥温度は乾燥すべき物質の温度を示す。之は乾燥室又は乾燥空気の温度に乾燥の進行に伴い漸次接近する。

上記の物質は初めの水分が比較的少く乾燥開始後短時間に減率乾燥に達する様である。例えば木粉の場合に於ては 図2 の通りである。

即ち 13% の水分を含有するものが2%に達する迄に120分を要する。此の内10分間が恒率乾燥である。

乾燥条件に依り限界水分は変化するが、前記の様な物質の通常の乾燥に於ては乾燥時間に影響を及ぼすものは、減率乾燥時間と考えて良い様である。従つて以下減率乾燥の場合のみを考える。

55~90°Cに於ける水蒸気分圧の飽和圧と温度との関

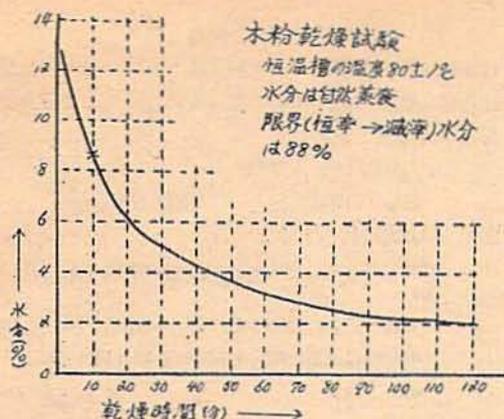


図 2

係式(5)を(2)に代入すると

$$\frac{dv}{dt} = ku(0.00119\theta^3 - 0.05671\theta + 0.69061\theta + 54.530 - P_a) \dots\dots\dots (8)$$

之が減率乾燥の場合に於ける木粉等の不溶性物質の乾燥速度式である。

(5)を(4)に代入すると

$$\frac{\Delta v}{v} = \frac{\Delta u}{u} + \frac{0.00357\theta^2 - 0.11342\theta + 0.69061}{P - P_a} \cdot \Delta\theta$$

第 3 表

名 称	乾燥前水分 (%)	乾燥後水分 (%)	乾燥温度 (°C)
食 塩	2~5(2.0~5.3)	0.1~0.5(0.1~0.5)	70~100
硝 安	0.2~0.9(0.2~0.9)	0.05~0.1(0.05~0.1)	60~80

備 考 (イ) ( ) 内は含水率で表わしたものを。

(ロ) 乾燥温度は乾燥すべき物質の温度を示す。

(1) 食塩 食塩(工業用粉砕塩)の80°C(恒温槽)に於ける限界含水率は約.9%であるから、通常の乾燥に於ては前記の乾燥前水分では直ちに減率乾燥に入ると見ても差支えない。食塩の50~100°C間に於ける乾燥速度式は(6)式を(2)式に代入すれば得られる。即ち

$$\frac{dv}{dt} = ku(0.16126\theta^2 - 14.4704\theta + 394.0417 - P_a) \dots\dots (9)$$

但し、之は純食塩の場合の乾燥速度式であるが、実際の工業用食塩は不純物を含有する関係上、水蒸気分圧が低下するから乾燥速度も減少するものと考えられる又(4)式及(6)式より

$$\frac{\Delta v}{v} = \frac{\Delta u}{u} + \frac{0.3225\theta - 14.4704}{P - P_a} \cdot \Delta\theta - \frac{\Delta P_a}{P - P_a}$$

$\theta = 80^\circ\text{C}$  とすれば上式は

$$\frac{1}{P - P_a} \cdot \Delta P_a$$

$\theta = 60^\circ\text{C}$  とすれば

$$\frac{\Delta v}{v} = \frac{\Delta u}{u} + \frac{6.74}{149 - P_a} \cdot \Delta\theta - \frac{1}{149 - P_a} \cdot \Delta P_a$$

$\theta = 70^\circ\text{C}$  とすれば

$$\frac{\Delta v}{v} = \frac{\Delta u}{u} + \frac{10.24}{283 - P_a} \cdot \Delta\theta - \frac{1}{283 - P_a} \cdot \Delta P_a$$

$\theta = 80^\circ\text{C}$  とすれば

$$\frac{\Delta v}{v} = \frac{\Delta u}{u} + \frac{14.46}{356 - P_a} \cdot \Delta\theta - \frac{1}{356 - P_a} \cdot \Delta P_a$$

即ち温度の上昇に伴い、乾燥速度に対する温度変化の影響は、空気中の水蒸気分圧の変化に依る影響よりも次第に大となること分る。

夏期と冬期の大気の水蒸気分圧が15.4耗(下関地方)の場合は乾燥温度を70°Cとし、其の他の条件を同一だとすると夏期に於ては冬期より乾燥温度を15°C高くすれば、冬期と同程度の乾燥速度を与えること分る。

## 2. 可溶性物質

爆薬原料で可溶性物質に属する主要なもの即ち、食塩及硝安の乾燥前後に於ける水分は、大体次表の通りである。

$$\frac{\Delta v}{v} = \frac{\Delta u}{u} + \frac{11.3312}{268 - P_a} \cdot \Delta\theta - \frac{1}{268 - P_a} \cdot \Delta P_a$$

$\theta = 90^\circ\text{C}$  とすれば

$$\frac{\Delta v}{v} = \frac{\Delta u}{u} + \frac{14.5564}{398 - P_a} \cdot \Delta\theta - \frac{1}{398 - P_a} \cdot \Delta P_a$$

即ち温度の上昇に伴い、温度変化の方が空中の水蒸気分圧の変化よりも乾燥速度により大なる影響を与えること分る。不溶性物質の場合と同様に夏期と冬期との水蒸気圧差を15.4耗とする場合は乾燥温度を80°Cとし、其の他の条件を同一だとすると夏期に於ては冬期より乾燥温度を1.4°C高めれば冬期と同程度の乾燥速度を与えること分る。但し之は純粋な食塩の場合であるから、工業塩の場合は此の温度差は更に高める必要がある。

(2) 硝安 硝安は其れ自体吸湿性が大で爆薬

工場に於ける乾燥作業の内、最も困難なる作業に属するが通常の爆薬の約 6.7 割を占めるもので、之が乾燥作業の巧拙は爆薬類の生産コスト及品質に多大の影響を与えるものである。従つて硝安の乾燥に関しては詳細に述べて見たいと思ふ。

(イ) 乾燥速度式 乾燥前の水分が極めて少いから、初めから減率乾燥であると見做して差支えない。硝安の 20~90°C に於ける乾燥速度式は(7)式を乾燥式(2)式へ代入すると得られる。即ち

$$\frac{dw}{dt} = k u (0.000005 \theta^3 + 0.02048 \theta^2 - 0.40304 \theta + 11.6607 - P_a) \dots\dots\dots(10)$$

又(4)式及(7)式より

$$\frac{\Delta v}{v} = \frac{\Delta u}{u} + \frac{0.00002 \theta^2 + 0.04096 \theta - 0.40304}{P - P_a} \cdot \Delta \theta - \frac{\Delta P_a}{P - P_a}$$

$\theta = 60^\circ\text{C}$  とすれば

$$\frac{\Delta v}{v} = \frac{\Delta u}{u} + \frac{2.1}{62.3 - P_a} \cdot \Delta \theta - \frac{1}{62.3 - P_a} \cdot \Delta P_a$$

$\theta = 70^\circ\text{C}$  とすれば

$$\frac{\Delta v}{v} = \frac{\Delta u}{u} + \frac{2.5}{85.5 - P_a} \cdot \Delta \theta - \frac{1}{85.5 - P_a} \cdot \Delta P_a$$

$\theta = 80^\circ\text{C}$  とすれば

$$\frac{\Delta v}{v} = \frac{\Delta u}{u} + \frac{3.0}{113.1 - P_a} \cdot \Delta \theta - \frac{1}{113.1 - P_a} \cdot \Delta P_a$$

即ち温度の上昇に伴い、温度変化の方が空中の水蒸気分圧の変化よりも乾燥速度に稍大なる影響を与えることが分る。然し此の關係は前記の不溶性物質の場合に比較すると其の程度が少である。食塩の場合と同様に夏期と冬期の水蒸気圧差を 15.4 耗とする場合は乾燥温度を 70°C とし、其の他の條件を同一だと仮定すると夏期に於ては、冬期より乾燥温度を約 6°C 程度高めれば冬期と同程度の乾燥速度を与えることが分る。但し之は純硝安の場合であるから、工業用硝安の場合、此の温度差を稍高める必要があるものと考えられる。

以上より硝安は他の物質に比し外気の水蒸気圧の影響を受けることが大であることが分る。

(ロ) 乾燥速度実験式 (10)式に於て  $u = u_0 - w$  とする。但し  $u_0$  は乾燥すべき物質の乾燥前の自由水分量、 $w$  は或瞬間迄に揮散した水分量とする。

$$\frac{dw}{dt} = k(u_0 - w)(0.000005 \theta^3 + 0.02048 \theta^2 - 0.40304 \theta + 11.6607 - P_a) dt \dots\dots\dots(11)$$

$\theta = f(t)$  で表はせば上式は積分し得る。

日本化薬厚狭作業所の 250 疋仕込エッチランナーに於ける硝安乾燥の際の硝安の温度を時間に対してとり之を最小自乗法で求めると

$$\theta = 0.0024 t^2 + 2.074 t + 26$$

但し  $t$  は時間(分)、 $\theta$  は温度(°C)

之を(11)式に代入すると

$$\frac{dw}{dt} = k(u_0 - w)(-5.3823 \times 10^{-11} t^6 + 1.4690 \times 10^{-9} t^5 + 8.8383 \times 10^{-8} t^4 - 1.8108 \times 10^{-7} t^3 + 6.9371 \times 10^{-6} t^2 + 1.3500 t + 15.1140 - P_a)$$

$$\frac{dw}{u_0 - w} = k(\dots\dots\dots) dt$$

之を積分すると

$$- \ln(u_0 - w) = k(-7.6890 \times 10^{-12} t^7 + 2.4483 \times 10^{-10} t^6 + 1.7677 \times 10^{-9} t^5 - 4.5269 \times 10^{-8} t^4 + 2.3124 \times 10^{-7} t^3 + 6.7500 \times 10^{-6} t^2 + 15.1140 t - P_a t) + C$$

$t=0$  のときは  $w=0$  であるから  $C = - \ln u_0$ 、之を代入し常用対数に直すと

$$- \log \frac{u_0 - w}{u_0} = 0.4343 k(\dots\dots\dots) \dots\dots(12)$$

自由含水率 0.5% の硝安 250 疋(乾量)をエッチランナーで自由含水率 0.05% 迄乾燥するに要した時間は 40 分であつた。此の時の外気の水蒸気分圧は  $P_a = 17.4$  耗 (22.3°C, 86.1%)

$$u_0 = 250 \times 0.005 = 1.250 \text{ kg}$$

$$w = 1.250 - 250 \times 0.0005 = 1.125 \text{ kg}, t = 40$$

以上を(12)式に代入すると

$$0.4343 k - 6.6695 \times 10^{-4}$$

従つて(12)式は

$$- \log \left(1 - \frac{w}{u_0}\right) = 6.6695 \times 10^{-4} (-7.6890 \times 10^{-12} t^7 + 2.4483 \times 10^{-10} t^6 + 1.7677 \times 10^{-9} t^5 - 4.5269 \times 10^{-8} t^4 + 2.3124 \times 10^{-7} t^3 + 6.7500 \times 10^{-6} t^2 + 15.1140 t - P_a t) \dots\dots\dots(13)$$

本式より或水分を有する原料硝安を乾燥するに要する時間を計算し得る。但し本式の適用は次の場合のみに限られる。

(a) 乾燥機はエッチランナーで加熱に伴う薬温の上昇は外界の條件の如何に拘わらず、一定の曲線(前述)をたどるものと仮定する。

(b) 水分含有量が多くなると粘りの現象を起し、乾燥時間を異常に長引かすから水分含有量(此の場合は自由水分含水率)を 1.5% (経験的数値)以下とする。

乾燥実測値を(13)式より求めた計算値と比較すれば第 4 表の通りである。

第 4 表

区分	硝安自由含水率(%)		外 気 条 件			乾燥時間(分)		記 事
	乾燥前	乾燥後	温度(°C)	湿度(%)	蒸気圧(mm)	実測値	計算値	
A	1.3	0.05	22.3	87	17.7	50	49	
B	1.0	0.05	32.0	68	24.3	60	52	
C	0.9	0.05	27.4	75	20.4	50	48	最近1箇年間に於ける 夏期最湿期の乾燥条件
D	0.2	0.05	5.6	72	4.9	25	25	
E	0.1	0.05	7.5	68	5.0	15	17	最近1箇年間に於ける 冬期最乾期の乾燥条件

備考 硝安の仕込量はどれも250g

即ち実測値と計算値が大體一致している。硝安の水分及外気の水蒸気分圧の乾燥時間に及ぼす影響を明白にする為C及Dに於て硝安の水分を最湿期の値とし、空中の水蒸気分圧を最乾期のものとした場合及硝安の水分を最乾期のものとして水蒸気分圧を最湿期のものとした場合の乾燥時間を同様にして計算すると次表の様である。

区分	乾燥前自由含水率(%)	外気水蒸気分圧(mm)	乾燥時間計算値(分)
C'	0.9	4.9	39
D'	0.2	20.4	33

備考 乾燥後の自由含水率は0.05%とする。

従つて前記 C, D の結果と併せ考えると、夏期最湿期の乾燥時間は冬期最乾期の約2倍である。

此の内 水分差のみに依るもの 1.45倍(48-33)  
 空中の水蒸気分圧差のみに依るもの 1.32倍(33-25)

即ち夏期の水分を冬期の水分と等しくすれば、乾燥時間は冬期の1.32倍となり、相当短縮(34%)したことになる。

更に最近3箇年間に於ける最悪及最良条件下の乾燥時間を計算すると次の様になる。此の場合最悪の条件では、水分が1.5%、水蒸気分圧31.84耗(30°C, 100%)にして最良の状態では水分0.1%、水蒸気分圧3.76耗(7°C, 50%)であつた。

硝安乾燥前の自由含水率(%)	外気水蒸気分圧(耗)	乾燥時間(分)
1.5	31.84 (3.76)	67 (43)
0.1	3.76 (31.84)	16 (29)

備考 1. 乾燥後の自由含水率は0.05%とする。  
 2. ( )内は含水率を一定にして水蒸気分圧のみを変化させた場合の數値を示す。即ち夏期最湿の条件下の乾燥時間は

冬期最良の条件下の乾燥時間の約4倍にして此の内、硝安の水分差によるものが2.31倍(67-29)、空中の水蒸気分圧によるものが1.81倍(29-16)である。

## V 総 括

1. 爆薬用原料の乾燥速度一般式を恒率乾燥と減率乾燥の二様式に分けて求めた。
2. 爆薬工場に於ける乾燥材料の乾燥前の含有水分は比較的少く、特に可溶性物質にあつては乾燥初めより減率段階に入り、不溶性物質にあつては、最初は恒率乾燥に属するものもあるが此の時期は比較的短く大部分は減率乾燥の過程にあることを推定した。
3. 爆薬用原料の含有水分、乾燥温度及空気中の水蒸気分圧のみを変化し、他の要素を一定とした場合の減率乾燥速度式を可溶性物質と不溶性物質に分けて求め一般に可溶性物質特に硝安は空気中の水蒸気分圧に影響され易いことを明かにした。
4. エッチランナーに依る硝安の乾燥速度式を求め、之に依る計算値は実測値と可成り良く一致した。又硝安は其の含有水分と大気の水蒸気分圧の差に依り、夏期は冬期に比し乾燥し難いものであるが、之等の關係を定量的に明かにした。

本文記載の実験を担当された千綿滋万、宇多利昭一の両氏に深甚なる謝意を表する。

× × ×

## 文 献

- 1) 工化, 昭和8年, 1561頁  
化学工業 484頁
- 2) J. S. C. I. 39, 101, 1920
- 3) 工化, 昭和5年, 668頁
- 4) Critical table 3, 370
- 5) 同上 3, 362

## A Consideration on Drying of Raw Materials of Industrial Explosives.

By Ken Yamasue

General equations of drying velocity of raw materials are described in the cases of constant-rate and falling-rate-drying.

When the content of moisture before drying is small, the time of drying depends mainly upon the falling-rate-drying.

The velocity of falling-rate-drying of soluble and insoluble materials are formulated as a function of moisture content, temperature of drying as well as humidity of air; in particular the drying of soluble matter as ammonium nitrate is found to be largely affected by the humidity of air.

The velocity of drying of ammonium nitrate in edge-runner is theoretically computed and compared with the observed value with fairly good coincidence.

The reason why the drying of ammonium nitrate in summer is more difficult than in winter is also explained. (Nippon Kayaku Co., Ltd. Asa Factory)

## バーンカット発破の応用力学的解析 (バーンカットに関する2~3の知見 その2)

(昭和26年11月15日受理)

山家 信次・浅野 友一

(日本カーリット株式会社) (群馬大学工学部)

§1 岩石のバーンカット発破にて装薬孔に起る爆発圧によつてその附近にある空孔附近に及ぼす引張、圧縮及剪断応力の分布状況並びにこれらの主応力の方向を求めバーンカットに於ける岩石破壊の状況を考察するため弾性力学的に解析を試みた。

§2 本問題を二次元応力問題としてとりあつかい、近似解を求める。

図1に於て半径  $r_1$ ,  $r_2$  なる二つの円の中心を夫々  $O_1$ ,  $O_2$  ( $O_2$ : 空孔,  $O_1$ : 装薬孔) とし,  $l$  をその中心距離とする。円  $O_1$  が爆圧  $p$  にさらされた場合  $O_2$  円の近傍にある任意の点  $P$  に生ずる応力を近似的に求めよう。ここに  $P$  点の位置は極座標に依り  $PO_1=R$ ,  $\angle PO_1O_2=\theta$  で指定することとする。解析の方針として  $O_2$  円の半径  $r_2$  が中心距離  $l$  に比較して小さいと仮定する。又  $O_2$  円の影響はその近傍にのみ止まり、あまり遠くには及ばないと考える。(これは解析の結

果からも明らかにされる。) 以上二つの仮定の下に先ず  $O_1$  円のみが存在し,  $O_2$  円が存在しない場合の応力

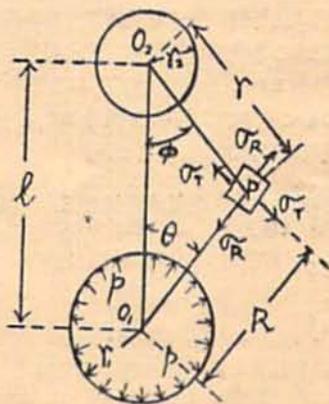


図 1