

## 獵用雷管

(昭和23年11月6日受理)

又木武一・松浦 崇

(帝國火工品製造株式会社)

## I 緒言

獵用雷管は撃針の打撃で確實に發火して、發射薬を完全に燃焼させる重要な役割を演ずるもので獵用裝彈の生命である。故に優秀な裝彈は必ず優秀な雷管を使用している。然し我が國では從來此の方面の關心が非常に薄かつた爲に少しも改良進歩が行はれないで明治時代より現在に至る迄村田雷管だけしかない様な状態であつたが、最近優秀な「はやぶさ」及 Silver 雷管が新製される様になつたので、次に各國で使用している各種雷管の諸元を比較研究して將來の参考に供すると共に、特に雷管の感度に就て根本的な研究を行い性能の改善を計つた。

## II 雷管の諸元

雷管は次の5種類に分割される。例

- 1 雷管だけのもの 村田
- 2 雷管に發火金を付したもの  
ELEY, Western, Federal Monark
- 3 雷管内に發火金を絞め込んだもの S. B.,  
「はやぶさ」
- 4 雷管、發火金、雷管室一體のもの  
Walsrode, Winchester, Silver

表 1

| 種 類 | 村 田    | SILVER | ELEY  | WALS-RODE | WES-TERN | WINCH-ESTER | FEDERAL MONARK |
|-----|--------|--------|-------|-----------|----------|-------------|----------------|
| 雷管體 | 材 質 mm | 銅      | 眞 鍮   | 銅         | 眞 鍮      | 眞 鍮         | 銅              |
|     | 高 さ mm | 2.5    | 6.7   | 5.0       | 6.7      | 3.8         | 5.0            |
|     | 直 徑 mm | 6.4    | 5.6   | 5.0       | 5.6      | 5.3         | 3.7            |
|     | 内 厚 mm | 0.4    | 0.45  | 0.2       | 0.5      | 0.4         | 0.35           |
| 爆 粉 | 壓搾面形状  | 凸 面    | 凹 面   | 平 面       | 凹 面      | 平 面         | 平 面            |
|     | 薬 量 g  | 0.024  | 0.040 | 0.032     | 0.064    | 0.047       | 0.031          |

## (b) 爆粉

爆粉は總て雷汞、鹽素酸加里、及三硫化錫の三成分配合で其の組成は大略次の通りである。

雷汞 35~40%, 鹽素酸加里 35~45%, 三硫化錫 25~30%, 雷汞量が特に少いものとして Mauser は 10% である。一般に雷汞が多い程、又三硫化錫が多い程鋭感で、特に ELEY は硝子粉を混入して鋭感にして

## 5 雷管室が發火金の役をなすもの Herstal

## (a) 雷管體

大部分のものは銅製であるが上述の(d)に属するものは鈎部で撃針の衝擊力を支へる爲に特に材料強度の大きい眞鍮を使用している。然し成型する爲に歪力を受けた眞鍮は水銀によつて破損する傾向があるので水銀化合物の雷汞を混合物とする爆粉を直接壓搾する場合には眞鍮は必ず銅又はニッケルの鍍金を施した後使用しなければならぬ。Walsrode は銅鍍金, Silver 及 Western はニッケル鍍金を施してある。

次に雷管體底部の内厚は薄い程鋭感であるが撃針の衝擊に耐える必要があるのでそれには一定の限度がある。各種雷管に就て調査した處表1に示す様に普通 0.35~0.50 mm の範圍にあるが、ELEY だけは特に薄く 0.2 mm しかない。尚 Walsrode は 0.15 mm の雷管體と 0.35 mm の雷管室の和で 0.5 mm となつてゐる。雷管體の高さは平均 5 mm であるが村田雷管は特に低く 2.6 mm しかないので後噴を起し易い。直徑は平均 5 mm であるが後噴を防止する點から考へて雷管體は高さ 5 mm 以上、直徑は 4 mm 以内が適當の様に思はれる。

雷管體は總て薄板からプレスで折り曲げて多量生産されている。

いる。

爆粉量は表1に示す様に普通 0.03~0.05 g で村田は特に少く 0.024 g である。爆粉は多い程發射薬の燃焼は規則的となるから村田雷管は 0.03 g 程度に増加する必要がある。爆粉量の多いのは Walsrode 及 Federal Monark で 0.06 g 使用して居る。

次に爆粉の裝填方法は大部分が粉末の儘雷管體に直



接壓して居るが Federal Monark だけは流し込みの爆粉を使用している。撃針表面は ELEY, Winchester, 及 Western は平面, Walsrode, Silver は凹面で、村田雷管のみは爆粉量が少い爲爆粉を中心に集める關係上凸面に壓して居る結果中心爆粉の壓搾壓力が低下する爲不發を起し易い傾向がある。尙撃針面には薄く赤色、又は青色の紙で蓋をして防湿を行うが ELEY の雷管には全然紙蓋を使用せずにセラック溶液を塗布しただけのものがある。爆粉の薬高は 0.9~3.3 mm と大差がある。實際裝彈として組立てられた場合には發火金の先端が爆粉内に深く喰込む爲發火金の先端と雷管底部との距離は非常に小さくなつて實際には 0.4~0.8 mm の範圍になる。之は小さい程鋭感となる。村田雷管には一定の發火金が使用されないので一般に不發が多い傾向にある。

(c) 發火金

普通發火金は厚味 0.5 mm 以上の眞鍮を加工して製作するがその形状及強度は感度に著しい影響を與える。現在の發火金を分類すると次の四種類となる。

- (イ) 特に厚い板を發火金の形状に打抜いたもの
- (ロ) 板を折り曲げて頭部は尖鋭にして底部は全圓周をなすもの
- (ハ) 板を折り曲げて頭部は尖鋭だが底部は 2~4 本の足となつて居るもの
- (ニ) 雷管室を折り曲げて尖鋭にして發火金の作用を兼ねるもの

(イ) は Western, Federal Monark, Winchester 等の發火金に見られる板型の發火金で厚味 1.3~1.8 mm もある眞鍮板を發火金の形状に打抜いて先端は圖 1(a) に見る様に尖鋭な角を附して發火を確實にする。構造簡單で多量生産が出来、尙その上に強度が大なる爲に發射の衝撃によつて發火金が變形する事なく發火が確實であるが板状であるため雷管に入れた場合倒れ易く不安定である。圖 1(b) に示す S 字型發火金は板状發火金に足を附して安定を良くしたものである。

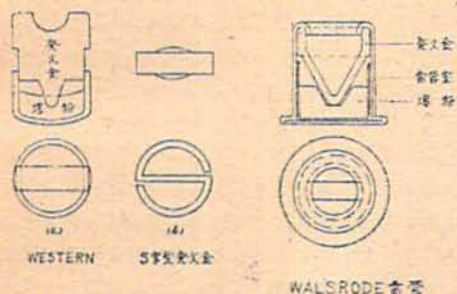


圖 1

(ロ) は Walsrode, ELEY, Silver の發火金に見られる様に厚味 0.5 mm の眞鍮板をプレスで 2~3 工程を経て壓搾成型し、先端は尖鋭にすると同時に底部は

充分に折り合せて全圓周にして強度を大にする事によつて撃針の衝撃で變形しない様に工夫してある。この發火金は強度及發火感度共に完全に近くて現用雷管中性能最高であるが製作は最も困難である。(圖 2 参照)

(ハ) は圖 3 に示す S. B. 雷管又は村田雷管に使用される市販の發火金の様に厚味 0.5~1.0 mm の眞鍮板を一回のプレス工程で壓搾成型したもので高さ

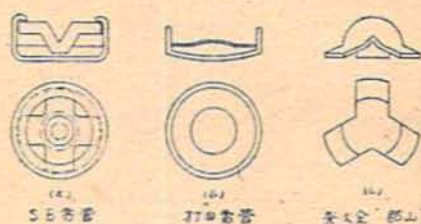


圖 3

も低くて 2.0~2.5 mm。先端は突出しているが足は 2~4 本で強さが弱く衝撃で變形する傾向がある。村田雷管に不發が多いのは其の使用する發火金にも原因する。

(ニ) は圖 4 に示す Herstal の様に雷管室を折り曲げて發火金とし、傾斜面に孔を設けて爆發瓦斯の流通孔とする。發火金として強度不十分な上薬莖は數回使用する事が出来ない。



圖 4

III 雷管の感度

獵用雷管の必要條件は取扱安全な事と銃の撃針による衝撃で確實に發火する事である。雷管の感度の試験方法としては落錘感度試験法を採用した。即ち臺の上に雷管と發火金を倒立させて之に重量 620 g の先端に長さ 2 mm, 直徑 2 mm の撃針を持つ落錘を落し各落高で 20 發宛試験し各落高の發火率を求めた。その結果落高と發火率の關係は前に發表した「起爆薬の感度」で求めた理論式と良く一致して感度特數 S は 2 となつた。依て以下發火率 50% の落高即ち臨界爆點で感度を比較する事にした。

(a) 雷管體に依る影響

雷管が發射の衝撃を受けた場合に受ける底面の變形量を計算して見る。今雷管體の半徑を  $r$ , 底部肉厚を  $D$  とし、底面中央に  $P$  なる力を底面に直角に受けたとする。底板のヤング係数を  $E$ , ポアソン比を  $\mu$  とすれば底面中心に於ける撓み  $\delta$  は次式で表はされる。



$$u = \frac{3(m^2-1)r^2}{16 E m^2 D^3 \pi} \times P \dots\dots\dots (1)$$

但し發火率 50% 即ち臨界爆點  $a$  に於て雷管に加ふる力は「起爆薬の感度」で報告した様に次の式で示される。

$$P = (\sqrt{2} M g^2 a^3 / u)^2 \dots\dots\dots (2)$$

但し  $M$  は落錐の重量,  $g$  は重力,  $S$  は感度特数で雷管の發火試験では  $S=2$  であるから之を (2) に代入して (1) と (2) から  $P$  を消去すると

$$u = \left( \frac{3(m^2-1)M^2 g^2}{8 \pi E m^2} \right)^{1/2} \times \frac{a}{D^2} \dots\dots\dots (3)$$

落錐重量が一定で雷管の材質が一定の場合には括弧内は一定で之を  $k$  と置けば

$$u = \frac{k}{D^2} \dots\dots\dots (4)$$

単位時間内の雷管底面に於ける撓み量が一定値  $\bar{u}$  に達して雷管は發火するから

$$D = k \frac{r^{3/2}}{\bar{u}} \cdot a \dots\dots\dots (5)$$

$k \frac{r^{3/2}}{\bar{u}}$  は同一種の雷管體では一定で  $a$  と  $D$  は正比例する。即ち臨界爆點と雷管の底部肉厚とは正比例する。

次に實驗は村田雷管を使用し単に底部の肉厚を 0.15, 0.25, 0.35 mm の三種類に変化して落錐感度試験を行つた處落錐の落高と爆發率の關係は「起爆薬の感度」で前に報告した式に良く合致して  $S$  の値は總て 2 となつた。之から臨界爆點を求めると次の表の様に底部肉厚と臨界爆點は正比例する事が實證された。

|           |      |      |      |
|-----------|------|------|------|
| 底部肉厚 (mm) | 0.15 | 0.25 | 0.35 |
| 臨界爆點 (mm) | 40   | 48   | 57   |

更に組立てた場合雷管内部の底面と發火金先端との距離即ち爆粉の厚味は上と同様の理論で臨界爆點に比例する筈であるから、村田雷管に高さ 2.0 mm, 底部全周囲の山型發火金を組立て、その距離を 0.25, 0.55, 0.85 mm の 3 種類に就て落錐感度試験を行つて次表の臨界爆點を得た。

|           |      |      |      |
|-----------|------|------|------|
| 距離 (mm)   | 0.25 | 0.55 | 0.85 |
| 臨界爆點 (mm) | 36   | 43   | 50   |

即ち豫想した様に距離と臨界爆點は正比例する事が解り (5) 式に一致した。言ひ換へると打針の衝擊力を吸収する事が少く程鋭感となる。以上の實驗で雷管は肉厚の薄く程鋭感となるが餘り薄くなると底面が突き破られる心配がある。之は擊針の形状に大いに關係するから尖鋭な程破損の傾向が大きくなる。

#### (b) 發火金に依る影響

發火金の必要條件は其の先端が鋭くて衝擊で爆粉が發火し易く衝擊によつて變形しない事である。今村田雷管に表 2 に示す 6 種類の發火金を使用して落錐感度試験を行つた處、落高と爆發率との關係は理論式に良く一致し  $S=2$  であつた。之から臨界爆點を求めると

表 2 の最下段の値を得る。發火金の形状で非常に差があつてラッキータイムが最鈍感で S 字型發火金が最鋭感に表はれている。S 字型發火金が鋭感に現はれるのはその形状によると共に、衝擊に対する變形が少い點にも原因すると思はれる。變形が無いのは小銃彈薬包の藥莢の如く發火金が作りつけになつてゐるものであるが紙藥莢には此の眞似は困難で Herstal の様になるとかへつて弱くなる。

| 種 類         | ラッキー<br>タイム | 山<br>型 | 山<br>型 | 三<br>重 | 萬<br>年 | S<br>字<br>型 |     |
|-------------|-------------|--------|--------|--------|--------|-------------|-----|
| 發<br>火<br>金 | 高さ(耗)       | 2.3    | 2.6    | 2.5    | 2.4    | 2.6         | 2.6 |
|             | 肉厚(耗)       | 0.5    | 0.6    | 0.5    | 0.7    | 0.9         | 0.5 |
|             | 先端形状        | 鈍      | 球形     | 鈍      | 尖鋭     | 尖鋭          | 尖鋭  |
|             | 足 數         | 三本     | 三本     | 全周囲    | 三本     | 四本          | 全周囲 |
| 壓縮率         | 1           | 1/1.5  | 1/3    | 1/3.5  | 1/7    | 1/1,000     |     |
| 臨界爆點(耗)     | 67          | 56     | 47     | 43     | 37     | 30          |     |

次に發火金と雷管との關係は村田, ELEY, Western 等の様に別々のものと S. B. 「はやぶさ」 Walsrode, Silver 等の様に絞めて一體としたものがある。今兩者を比較する爲同一形状の山型發火金を使用し他は總て同一條件で、村田雷管と「はやぶさ」雷管で落錐感度試験を行つた處臨界爆點は前者が 47 mm, 後者が 36 mm となり「はやぶさ」雷管の方が著しく鋭感である。之は發火金を固定した事に原因する。依て雷管と發火金は一體の方が取扱も簡單になり、また鋭感にもなるから有利である。

#### (c) 爆粉に依る影響

雷管用の爆粉は殆ど雷汞、鹽素酸加里、及三硫化錫の三味混合物であるが配合の割合で感度は非常に變化し凡そ次の關係がある。

- (イ) 雷汞多い程鋭感
- (ロ) 鹽素酸加里多い程鈍感
- (ハ) 三成分配合中最鋭感な配合は

雷汞 60% 鹽素酸加里 10%, 三硫化錫 30%

爆粉の壓縮壓力は大きい品、雷管取扱中漏洩が少く且發火感度も鋭放になるから外國製品は極めて強く壓縮してある。特に中心の感度を高め且組立てる時發火金が爆粉内に喰込んで削れるのを防ぐ爲に中心を特に凹ませてあるが村田雷管は反對に凸であるのは感度の點から不利である。

又爆粉の壓縮面は錫箔若しくは紙製の蓋をして防濕及爆粉の崩れを防止している。外國品は殆ど紙であるが村田雷管は厚味 0.05 mm の薄い錫箔を使用しその裏面に厚くセラックを塗布しているので厚味は 0.25 mm 近くなり且セラックが軟いので擊針の衝擊力を吸収する結果村田雷管の感度が非常に鈍感となる。次に蓋の材質による影響を調査する爲次の三種類を選び同一山型發火金と村田雷管で感度試験を行つた處次の結果を



得た。

| 蓋の種類     | 錫箔(セラック塗布) | 錫箔+洋紙 | 洋紙 |
|----------|------------|-------|----|
| 臨界爆点(mm) | 47         | 44    | 41 |

即ち蓋の種類によつて感度は著しく変化し、紙蓋が良く、セラックを塗布した錫箔は不良な事が實證された。

#### IV 結 論

- (イ) 各属装弾の無用雷管に就て比較研究を行つた結果、Walsrode 型雷管が最優秀で村田雷管が最不良である。
- (ロ) 雷管體の材料は主に銅製であるが、真鍮製のものも銅又はニッケル鍍金を施すべきである。
- (ハ) 雷管體の底部肉厚は 0.30~0.35 mm が普通である。
- (ニ) 爆粉は殆ど雷汞、三酸化錫、及鹽素酸加里の三昧配合で重量は 0.03~0.05 g である。

(ホ) 發火金は形状により4種類に分類されるが Walsrode 型のものが最良である。

(ヘ) 雷管の感度向上に對して研究實驗を行ひ次の結果を得た。

- (a) 雷管體の底部肉厚は薄い程鋭感
- (b) 雷管組立時發火金先端と雷管體内部底面との距離即ち薬高小なる程鋭感
- (c) 發火金は先端形状が尖鋭で強度の大きい程鋭感
- (d) 發火金は「はやぶさ」雷管の如く雷管體に固定したものが固定せぬ村田雷管式のものより鋭感
- (e) 爆粉の壓搾壓力の大きい程鋭感
- (f) 雷管爆粉面の蓋の種類が感度に影響する事が判明した。現在村田雷管に使用して居るセラックを塗布した錫箔は鈍感であるから紙蓋にかへる必要がある。

## 資 料

### シュミット式グリセリン連続硝化法に就て

(昭和 24 年 6 月 25 日 受理)

明 石 善 作

(旭化成工業株式会社)

#### 摘 要

先年我社に於て實施せるシュミット式グリセリン連続硝化装置の運轉經過並に爆發の原因及び結果に就て検討を試みた。

#### I 緒 論

歐米に於てはシュミット法もその後長足の進歩を遂げて居ること、想像されるが、本論文の内容は 1932 年當時のものであり諸種の事情に依り發表し得なかつたものを此度會社の許諾を得て當時の實施經過並に爆發原因調査結果を此處に報告するものである。

ニトログリセリン製造に關し所謂シュミット法は確かに従來の常識を遙かに越えた劃期的な大發命であると云ふことが出来る。その特色價值等の概略に就ては下記論文等に發表せられ居る處なれば此處では省略す

る。

#### 文 献

- Schmid 氏: Zeitschrift für das gesamte Schiess- und Sprengstoffwesen No. 7, No. 8, 1927.
- Neubner 氏: No. 2, 1928.
- Von Feilitzen 氏: No. 10, 1928.
- Stettbacher 氏: No. 6, 1929.
- 〃: Chemiker Zeitung No. 1, 1929.
- 〃: Schiess- und Sprengstoff 1933.
- 1927 年創始者 Arnold Schmid 博士に依り始めてその可能性が發表せられ翌 1928 年瑞西 Brig に建設



せられた出力毎時100疋の試験装置に依り立置せられるや數年ならずして急速なる發展を示すに至つた。

建設場所 毎時出力 運轉開始年月日  
 瑞典 Gyttop 600 疋 1930年6月

同装置は本格的に建設された最初のものにして、其の主要は

硝化機：鐵製容量75立冷却表面積12平方米

分離器：角型鐵槽内部に波型鐵板を裝置し最初冷却設備を有し後撤去された。

洗滌塔：内徑220 耗高さ1.5米2基

同装置は舊來の硝化工場を改造し豫洗滌迄を連續法にて行ひ、その後は從來の洗滌工場に送り換水洗滌を行ふ如くされたものである。

次で

白耳義 クーバル ウンドシエ 100 疋 1931年11月  
 獨逸 クグノーゼ アーゲー 100 疋 1932年1月  
 伊太利 コンスエキスプロシビ 500 疋 1932年5月  
 日本 延岡工場 750 疋 1932年5月  
 埃太利 スプレングストフアーゲー

300 疋 1932年9月

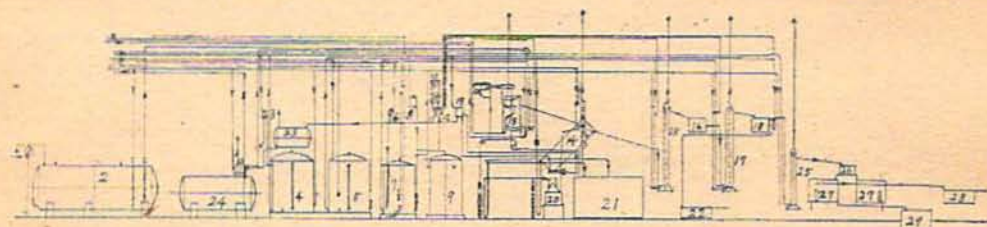
尙次々と建設を見んとしつゝある時1932年6月28日  
 延岡工場に於ける爆發に引續き翌1933年10月24日

には瑞典 Gyttop の同装置が爆發を起し、1時に同法に對する批難と再検討の必要が叫ばれるに至り、その發展を中斷せる形となつた。然し乍ら此の兩度の爆發原因に就て詳細検討するに同法の根本に關する程の缺陷は何等見出し得ない。寧ろ連續法の持つ本來の優秀性は今後大いに研究活用せらる可きであることを確信する。

## II わが社に設備せる装置の概要

作業系統は圖1の如し。

1. 混酸濃過器：ステンレス製容器中に集繞の筒を入れる。
2. 混酸貯槽：硝化一日分を入れる。その他の原料貯槽も同様一定壓力に調整せる恒壓空氣槽に不可逆弁を以て連絡し作業中一定壓力に保持する。
3. 洗滌水濾過器：
4. 洗滌用水貯槽：混酸槽同様一定壓力に保持すると共にフロートバルブに依つて自動的に給水せしむる。
5. アンモニヤ水貯槽：同上
6. グリセリン濃過器：
7. グリセリン貯槽：容量3.5噸なるが實際使用可能



圖

の部分は約3噸、底部に加熱用蒸氣蛇管を有し蒸氣管にはアルカ式蒸氣制御装置を有し自動的に加温せしむる。

8. 自動空氣壓力調整装置：
9. 恒壓空氣貯槽：容量約3立方米槽内は自動調整器に依り正確に水銀柱660耗に保つ。
10. マノメーター：(水銀壓力計盤)一定壓力に保たれたる各原料液は浸漬管に依りそれぞれの装置に導かる、その中間にオリフイス・メーターを取付け、各分岐壓力管により硝子管水銀壓力計に連絡し液液管内の全壓と流動壓を實測により規定し、各バルブに依つて流量を規定する。
11. 12. 分岐壓力管及同管内空氣排除装置：
13. 硝化機：V<sub>2</sub>A 鋼製、容量120立冷却表面積8.5平方米、震運轉數毎分350回、震直射面積200平方圓、震正射面積と容器平面積の比1/14、プロペラーのボッチ190耗、ヒッチ比1.03、グリセリン注入器は攪拌用電動機の電源と同じくする電磁石の作

用に依り自動的に開閉を制限せらる。且つ迴轉軸には fly-wheel を附し電動機不時の停止後も一定時間攪拌を繼續する。

14. 分離器：胴體は鑄鐵製上部は V<sub>2</sub>A 鋼製、容器上部分離層迄(第一段非常排出量)約90立、以下全容1,150立、内部には多數の波型鐵板を有す。廢酸の通過時間は約1時間20分。
15. 豫洗滌塔：硝子圓筒製内徑160 耗高さ1.7米、内部は多數の有孔隔板を以て仕切る。注加水量150cc 毎秒、通過時間約3.5分なり。
16. 中間分離槽：木製迷路式内部は有孔隔板を以て仕切らる。容量約400立。
17. アンモニヤ水洗滌塔：硝子圓筒製内徑270 耗高さ2.8米内部構造は15に同じ。注加水量毎秒150cc 通過時間は約5分なり。
18. 中間分離槽：木製迷路式内部構造16に同じ。分離せる N/G は噴水筒により洗滌工場に送る。
19. 加水器：V<sub>2</sub>A 鋼製中央部に分離器よりの廢酸澱



出し来り頂點に注水する。

20. 豫備洗滌塔: 木製鉛張空気攪拌装置を備え洗滌塔休止後の分離 N/G の回収或は急進に分離 N/G の押上げを要する場合等に使用する。
21. 非常用水槽: 硝化機及分離器全内容の約 10 倍容量且つ非常用コック開栓と同時に壓縮空気栓と共に水栓を開き溢流分は沈澱槽に至る。
22. 洗滌水沈澱槽:
23. 廢酸中間槽: 通常はそのまま廢酸槽 (24) に流下するも廢酸が貯槽に充滿するに至れば、之を脱硝工場に送液する間分離器よりの廢酸を此の槽に貯える。
24. 廢酸槽:
25. 後洗滌塔: 硝子圓筒製内徑 180 耗高さ 1.7 米。
26. 分配槽:
27. 貯槽: 木製鉛張り内容積 3 立方米。
28. 廢水洗滌槽:
29. N/G 濾過槽:

### III 運轉経過

昭和 7 年 5 月 31 日出力毎時 750 疋の割合にて製造を開始した。グリセリン注入量 74.3 cc, 混酸 312 cc/秒, フライン水温度零下 15°C, グリセリン温度 40°C 而して硝化機は 10°C より注入開始後 26~27°C にて作業継続 1 時間にして中止した。

硝化温度を斯くの如き高温にて完結せしめたる後容量大なる分離促進槽に入れ、逐次外気温に依る冷却に依つて分離を二重に促進せしむると云ふことが、Schmid 氏の設計であつたかと今日に及んで想像して居る次第なるが、當時建設指導に派遣された R. Freg 氏始め関係者の多くは、此の硝化温度を異常なものと考え、第 2 回以降グリセリン注入量を毎時 600 疋の割合に減じ、且つフライン水温度を更に低め、極力その低下を計つた。そのためならんか分離器の機能設計の如く働かず硝化量との均衡はしばしば遅れ勝であつた。次に洗滌上りの N/G の乳濁に問題があり、何晝夜放置しても、又流砂層槽を通過せしめても解消せず少からず閉口させられたが、之も洗滌塔を幾分低めることに依つて簡単に改善出来た管であつた。

第一回の試運轉後或は Schmid 氏の設計と逆の努力を重ね等して、6 月 20, 22, 23, 24, 27, 28 日各 1~1.5 時間宛の製造を行ひ、此の間總運轉時間 8 時間 40 分、グリセリン使用量 2,835 疋、N/G 出来高 5,520 疋、而して 28 日の第一回作業に引續き行ひたる第二回目の作業開始後間もなく爆発した。

6 月 28 日約一噸の N/G を製造すべく午後 2 時 40 分開始した。然し開始後 50 分の時グリセリン槽に尙 500 疋の原料ありながら浸漬管の關係にて流出止りた

る爲一旦作業を中止し新たに約 300 疋のグリセリンの補給を行ひ一時間の後再び作業を開始した。(グリセリンの補給も勿論連続的になされる可きであつたが、作業不馴れのためと、少量製造にはその必要も無かりしため上述の如くして居た。) その間に前回硝化分の N/G は硝化機分離器とも全部洗滌塔へ送附し、洗滌塔も亦作業を終り唯中間分離器のみ引續き作業を継続せしむるため少量の N/G を残留せしめた。

約一時間の後再びグリセリンの注入を開始した。硝化機温度は第二回以降同機 10 分にて 23.5°C に達し略一定にあり、開始後 25 分の時分離器より第一洗滌塔への流下、引續き第二洗滌塔への流下を開始した。之は前回の硝化中止の時中分離器に約半量の N/G を残留せしめたため第一塔開始後直ちに第二塔への流下を必要とした。

斯る時硝化温度急に降り始め、次で上昇、數分後には 28°C に達したる爲直ちにグリセリンの注入を中止し、次で混酸の供給を止め、約 4 分にして内容温度 15°C に至りたる時フライン水を閉め攪拌を停めた。之は作業停止の時は硝化機内に残る N/G を全部分離せしめ分離器へ置換せしむるため、特に警戒の要なければ當然の作業順序であつた。

然るに此の間に分離器温度徐々に上昇硝化機の處置を終りたる頃は 24~25°C を示し明らかに赤煙の發生が認められた。依つて分離 N/G を急進に豫備洗滌塔へ移す可く各コックを調節した然し全部の N/G を豫備洗滌塔へ移すには溢出に制限あり相當の時間を要する筈である。斯くする間に温度は益々上昇、遂に 35°C にて自備安全装置 (分離上部排出栓) 働きて作業員は急進に室を出た。而して最後の一工員は未だ隧道内にある時爆発せるものにて、安全装置作働の數秒後であつた。

作業開始より爆発に至る迄の硝化機並に分離器の温

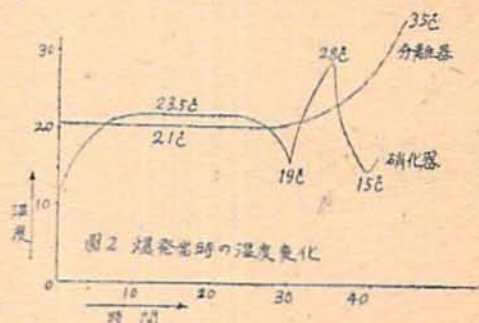


圖 2

度變化は附圖の通りである。

爆発は分離器上部非常用栓より安全水槽へ流下しつゝあつた N/G より發したものと想定された。分離器温度がいよいよ上昇した時、硝化機内にも赤煙の發生



するを認められ、温度は 15°C より 18°C 附近に昇つて居た、而して硝化機表面に分離して居た N/G 3~5 疋が爆発した事は確認されたが、之は先ず分離器が爆発し殉爆したものと同様と認められた。同様に第1第2中間分離器内にあつた N/G 約 150 疋も殉爆した。洗滌塔は二基とも作業中であつたが爆発してない事が認められた。分離器にあつた N/G は約 100 疋と考えられるが、非常水槽に流下しつゝ大部分は爆発したものと考えられる。而して爆発した N/G 總量は約 250 疋と想定された。

硝化工場建物及機械設備は殆んど全滅した。硝化機の支柱(鉄筋コンクリート柱幅1米厚30種)は硝化機上面の所で二つに折れ鉄筋に依り保たれて居た。分離器及中間分離器の階下に相當するアンモニア水槽・貯水槽並に同床面は完全に破壊されたが、反対側にあつたグリセリン貯槽及空気槽は位置を変えたのみであつた。硝化機モーター及びスイッチのオイルボックス等の破片が爆発中心との關係にて相當距離に飛散したことは注意を要する。爆発跡より分離器下部及硝化機の非常用栓が閉鎖のまま完全なる状態で発見された。廢酸室は建物は全壊したが貯槽は其の儘であつた。洗滌工場への流下樋には未だ N/G が通じてなかつた。廊下は兩建物の中央に設けた鉄筋コンクリート橋立(幅2米厚さ25種)迄は大破したが橋立より先は略満足であつた。唯橋立の樋の通る孔よりの風壓が洗滌工場内に至り扉及窓の部を破壊した。此の時洗滌工場内には約一噸の N/G があつたが異状なかつた。硝化工場と洗滌工場の土臺の中央にあつた廢水沈殿所は半壊した。其の他の建物は窓硝子部破損の程度であつた。

#### IV 爆発原因の検討

延岡工場爆発の翌年瑞典 Gyttop の同装置爆発の原因が硝北機のブライン水洩れに歸せられた爲一部専門家の間に Schmid 法の多管式構造に疑念を抱く傾もあるが必ずしも當らない。

第2の疑いは、前日グリセリン槽の加熱蒸氣管のドレーン抜きよりグリセリン洩れ出せりとの疑いあり、直ちに試料を採つて分析した結果は特に異状を認められず、爆発後採取せる試料は 2.5% の水を含んで居た。

偖て、マンメーターの精度に就て考察するに、ノズルの流量式

$$Q = \frac{d^2 \pi}{4} \cdot \sqrt{2gh} \cdot k$$

Q……流量

d……管内徑

h……壓頭

g……重力の加速度

k……收縮摩擦因数

グリセリン注入管のノズル間を支配する常壓は水銀柱 368 耗であつたから、上式より原壓 4% の増加は即ちマンメーターにて 14.7 耗の増加を來し流量にて 2% 増加となり、又流量にて 2% の増加は通路断面にて 1% の擴大に相當する關係を知り得る。

而して原料グリセリン液に就き暫らく粘度係数の變化を考慮外に置けば ( $t = \text{constant}$ ) 極めて敏感にして、又原料送液管内の故障、例えばメーター以前に於ける管の閉塞等には水銀面は直ちに降下すべく、メーター以後に於ける閉塞ならば水銀面は直ちに上昇する。而してグリセリンの場合單に温度差に依る粘度差に依り生ずべき流量の誤差は 40°C 附近に於ては殆んど無視し得べく(圖3)、之等の場合同測量装置は極めて優秀なることを置し得る。

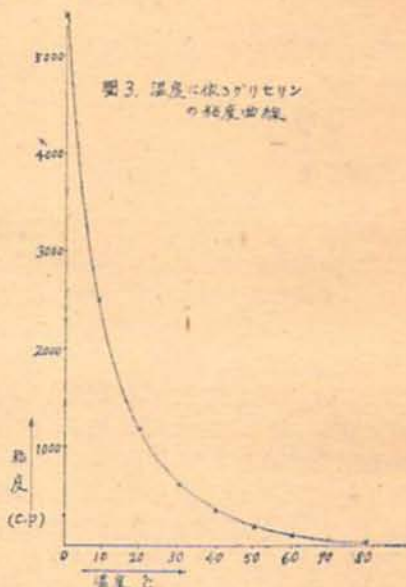


圖 3

然るに若しグリセリンの純度例えば含水分に差異を生じた如き場合には附圖4にて明らかなる如く其の粘度の差異はいちじるしく、従つて上式より Q と h との關係は全然異なつた關係に入り、此の場合の水銀柱の高さの昇降を以ては豫定流量の増減の目安とはなし得ない。

筆者はその後 Poiseuille 管内壓損失式

$$\Delta p = \frac{32 \mu l}{g d^2} u \quad \text{と}$$

$$\text{レーノルズ數 } Re = \frac{u \rho d}{\mu}$$

より粘度變化に依る壓損失と平均流速とより  $\Delta p$  の値を算出し、結果は靜壓 5~6%、水銀面にして約 20 耗の低下であることを知り得た。(實測と併せ求めた。)

以上述べた通り斯る流壓計に於ては



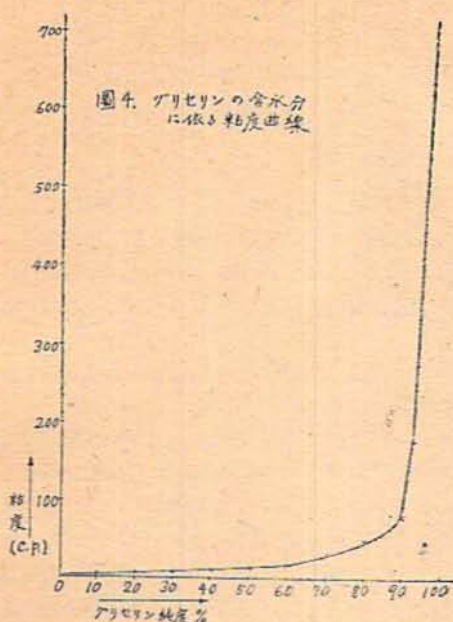


図4. グリセリンの含水量に依る粘度曲線

図 4

- (1) 常圧の減少即ち原圧の減少或は断面積の縮小例えば管の一次的閉塞又は調節弁の戻り等に依る水銀面の降下と、
- (2) 液體粘度減少に伴う  $\Delta p$  の減少と之に依る流速の増加とより生ずる水銀面降下と、前者は流量の減少であり、後者は反對に流量の増加の二つの場合が起り得る。

以上要するに斯る程度の分解現象は N/G 製造中往々有り得べき種類のものであり、唯その際之を大事に至らしむるか否かは、作業員の處置よろしきを得るや否やは勿論乍ら、更に装置の構造適切なるや否やに歸せらるゝ處が多い。連続法の性質上硝化機に發生した分解も直ちに分離器に移行することは當然である。加之酸性 N/G を比較的長時間静置するのであるから氣温湿度その他の原因に依る種々の分解も考慮される。此の場合何よりも先ず攪拌、次で冷却が最も有效なる鎮靜策である事は論を待たない。然るにそのいづれを

も用意してなかつたと言うことは最大の失敗であつたと思ふ。又自働安全装置が働いたにも拘らず N/G の流出終らない内に爆發したことは、その自働作動温度  $35^{\circ}\text{C}$  の高過ぎたと共に排出口徑の狭少ということが言われるが、寧ろ温度計の位置が不適當であつたことが指適される。即ち發熱の中心部と考えられる酸との接觸面より遙かに高い位置に一本あるのみにて、同温度計が  $30\sim 35^{\circ}\text{C}$  を示した時には分解中心部は恐らく遙かに高温にあつたのである。而して假に  $70\sim 80^{\circ}\text{C}$  にあつたとしてもそれが攪拌状態にあつたとすれば爆發までには相當の時間を經過し全部完全に水槽に流下し終つたであらう。又上部の分離した N/G から排出せしめるといふことは高温にある分離 N/G に急激な衝撃を與える結果となり、之が爆發を誘發する一因をなしたと考えることも出来る。

## V 結 論

N/G 今後の需要がどれ程増大するか問題であるが、勞力資材の節約と云ふ點から見ても連続法が遙かに有利である事は多言を要しない。勿論作業の安全性と云う面から見ても優れた處は多々數えられるが、ナナン式よりも劣ると考えられる點は見當らない。但し上記の諸點に就ては再検討の必要があると考えられる。

- (1) グリセリン並に混酸の流量規整に就ては凡ゆる trouble に備える必要があること。
- (2) 分離器構造は更に改善の要があること。延岡工場設置の構造を用ふるにしても、少くとも温度計は最も發熱し易い N/G の上面及び酸との境界面の二ヶ所に設くる必要がある。
- (3) 原料の異なるに従ひ洗滌効果の同一ならざるはしばしばあることである。従つて最後は矢張り調節し得る如くするが便利である。

創始者 A. Schmid 博士は 27 歳にして N/G 連続製法の研究を完成し數ヶ所の工場建設を指導し、その後航空機の研究に従事中 1932 年墜死を遂げられた。時に若冠 33 歳であつた由である。