

## 爆薬猛度の実験的研究

## 第Ⅱ報 爆薬による液体内の衝撃波速度

(昭和30年6月15日受理)

桜井 武 尚

日本油脂株式会社武豊工場

## I 緒 言

或る物質を衝撃した場合に発生する応力波の型は先づ衝撃速度に支配される。衝撃速度がある臨界値以下であれば、媒体内の歪は衝撃速度に比例し、弾性的な粗密波が発生する。然し、爆薬で衝撃した場合は、はるかにこの臨界速度以上の衝撃速度であり、爆源近くでは弾性波理論では処理し切れない衝撃波等の領域が存在する。先に固体と粉体について、この伝播速度に関して行つて来たが、ここでは更に数種の液体についての結果を報告する。

但し、この方法は、TNTで鉄を衝撃した時の応力波を正規粗密波として定めた爆源近傍の鉛内の伝播速度を基準にして行つている。従つて今、この方法の基礎となつている事柄の実験を行ひつつあるので、間もなくこの点に関する明確な概念が明かとなり、その結果を用いた補正が行われることとならう。

## II 実験方法

実験方法は前報<sup>1)</sup>と全く異なる所はなく、ただ、鉛柱の一端に径40mmのブリキ管を所要の深さまで挿入し、気密にして液体注入後、テープで封じて試料とする。

用いた液体は、水、エチルアルコール、メチルアルコール、グリセリン、グリコール、発煙硫酸、水銀の七種である。爆薬は前報に引つづき、TNT( $\Delta 0.95g/cc$ ) 300g ボール紙被ふくのものである。]

## III 実験結果

前報にならぬ、これらの液体を一端に連続せしめた鉛柱の両端から、種々の衝撃時間差  $T$  で衝撃した時、鉛柱内に生じた亀裂位置  $Z$  は次のようになる。

表1 各種液体の実験結果

$a$ : 測定液体の長さmm  $T$ : 衝撃時間差, 正は鉛側が おそく衝撃さる  $\times 10^{-6}sec$ ,  $b$ : 鉛柱の長さmm  
 $Z$ : 試料と鉛の境界面から測つた亀裂位置mm

## (1) 水

$a$ 30	$b$ 140
$T$	$Z$
-3.23	57
-4.70	53
-24.0	31
-29.3	22
-31.1	19

## (5) グリコール

$a$ 30	$b$ 110
$T$	$Z$
-0.89	45
-8.34	33
-18.5	22
-26.8	11

## (2) 水

$a$ 80	$b$ 100
$T$	$Z$
18.5	33
12.0	25
4.70	17
0.88	11

## (6) グリセリン

$a$ 30	$b$ 110
$T$	$Z$
2.66	48
-4.81	41
-5.00	39
-17.4	26
-19.8	22

## (3) エチルアルコール

$a$ 30	$b$ 110
$T$	$Z$
-1.20	44
-15.0	25
-25.1	10

## (7) 水銀

$a$ 30	$b$ 110
$T$	$Z$
0.87	37
-1.45	34
-11.3	22
-15.6	17

## (4) メチルアルコール

$a$ 30	$b$ 110
$T$	$Z$
-11.3	28
-17.6	21
-18.3	21

## (8) 発煙硫酸

$a$ 30	$b$ 110
$T$	$Z$
-33.5	N
22.6	16

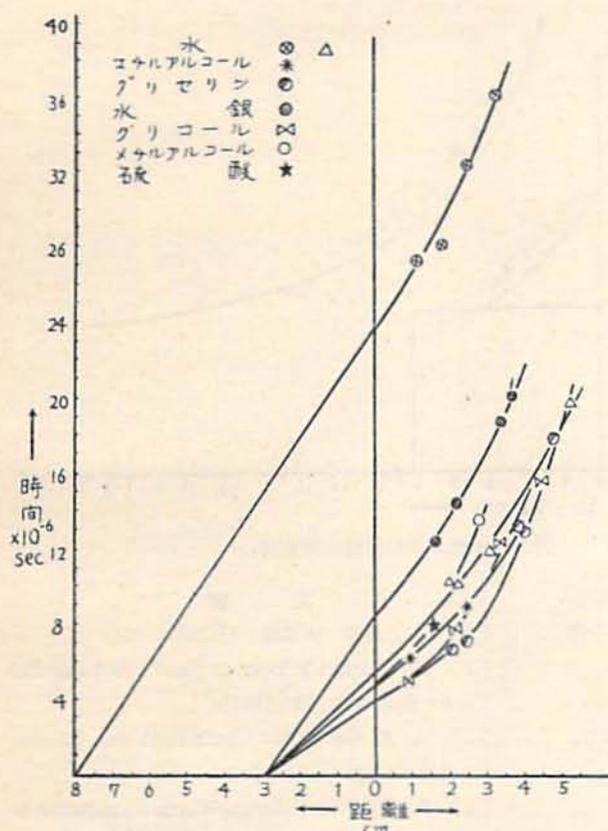


図1 種々の液体内の波の時間～距離曲線

これらの実験値を前報の作図法によつて、波の時間～距離グラフに目盛れば図1となる。この図は簡単のために、右側の鉛柱端面は略してある。

#### IV 種々の液体内の衝撃波速度

図1の  $T \sim Z$  曲線を試料と鉛との境界線まで外挿し、その点と原点との傾斜から  $T \cdot NT'$  が与えた衝撃波速度が得られる。

表2  $T \cdot NT' (\Delta = 0.95 \text{ g/cc}) 300 \text{ g}$  が与えた各種液体内の衝撃波速度

媒質	比重 g/cc	衝撃波速度 m/s	距離 cm
水	1.0	5,000~5,500	3.0
水	1.0	3,400	8.0
エチルアルコール	0.79	5,500~6,000	3.0
メチルアルコール	0.79	5,500~6,000	3.0
グリセリン	1.26	7,500~8,000	3.0
グリコール	1.11	7,500~8,000	3.0
発煙硫酸	1.84	5,000~6,000	3.0
水銀	13.5	3,500~3,800	3.0

表2の中で、最も高速なものはグリセリン、及びグリコールである。次でアルコール類が位するが、いずれも低分子のものの方が鉛に入射してからの減衰は速かであることは興味深い。

このような波の伝播速度は、波頭圧力下の物質の応力～歪関係と比重によつて定まるが、実験に先立ち液体であることの力学的性状の共通性から、液体内の伝播速度は比重によつて殆ど一義的に定まるかとも予想したが、結果はこのような考えを裏切つている。然し、水銀の様なものになれば、矢張り高比重の影響は無視し得ないようである。

一方、P. W. BRIDGMAN は興味ある高压実験を行つており、液体の粘度は圧力と共に上昇し、液体が十分高い圧力にさらされる時は凝結して圧縮性に乏しい固体の様になり、同じ液体の中でも複雑な構造のものほどこの効果は大きいことを示している。例えば、水銀は12,000気圧では30%粘度は上昇するが、水は同条件で2.7倍、更に鉱物油においては10倍から100万倍になることを見出している。<sup>2)</sup> この結果は確かにこの実験結果と附合するかにみえる。

然し、純実験的に高压を作るには、せいぜい、30,000気圧位までであり、これに比べて爆発下の圧力ははるかに高く、更に現象は瞬間的であるから、BRIDGMAN の実験結果を直接利用し得るかどうかは未だ疑問である。けれども、それは我々に一つの光を投げかけていることには間違いないことであろう。

又、A. A. GRIFFITH<sup>3)</sup> は、軟化点にあるきわめて細いガラスの糸は冷却条件における強度よりも大であることを示し、液体のきわめて細い線は極度に高張力を持つことが知られている。これなども見方によつては、液体は適当な条件のもとではかなりの抵抗を示し、強い固体のような物質と見なす事が出来る一例と思われる。

発煙硫酸は特にブツキ製の容器を作つて行つた。然し、万一、これが容器からまれる時は危険であるから二発の実験に止めておいた。発煙硫酸は、大むね水とアルコールとの中間の速度と見られる。

尚、水内の衝撃波速度減衰図は図2に示す。この図の上の曲線は R. H. COLE の著書<sup>4)</sup> にある直径1インチの PETN, TNT 等重鉛造薬についての写真的

な実験結果である。いづれも曲線は上に凹に急速に減衰し、両曲線のすそは1,500~2,000m/s に近づいている。筆者の実験結果は爆薬の威力から見て下に位するのは当然であろう。

### V 総 括

水、アルコール、グロセリン、水銀、硫酸等の液体について、TNT( $\Delta 0.95g/cc$  300g)の爆発衝撃による衝撃波速度を測定した。

この内では、グロセリン、グロコールが最高で、アルコールがそれにつき、

水銀は最も低速である。水銀の低速性は、これらの液体の中では最も簡単な構造と高い比重をもつためと考えられる。

又、水内の速度減衰曲線を他の実験と比較したが、その他の液体についての測定例は今の所見当っていない。

絶えず温情を以て指導、鞭撻される村田勉博士、並びに東京大学理学部平田森三教授、同工学部足田強教授に感謝する。

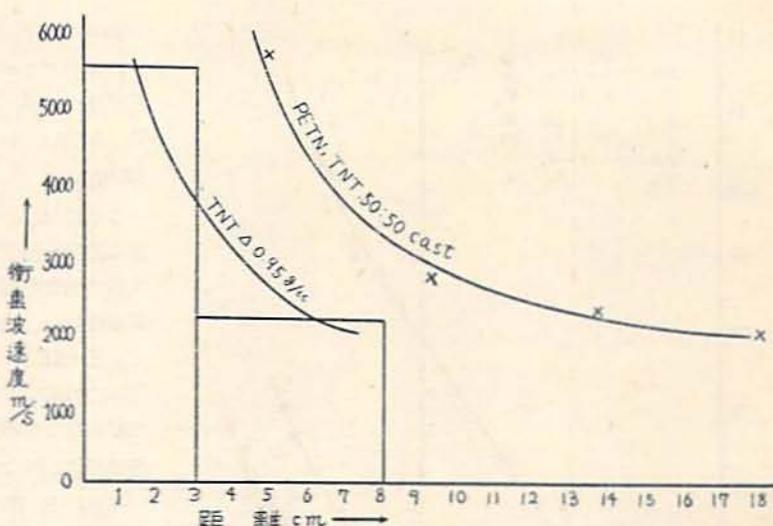


図2 水内の衝撃波速度減衰図

### 文 献

- (1) 板井武尙, 大協誌 15 257 (1954)
- (2) A. NADAI: THEORY OF FLOW AND FRACTURE OF SOLIDS p. 32 (1950)
- (3) A. A. GRIFFITH: Trans Roy. Soc. London ser A. 221 163 (1921)
- (4) R. H. COLE: UNDER-WATER EXPLOSIONS p. 219 (1948)(PRINCETON)

## 電気雷管に関する研究 (第4報)

### 漏洩電流ある場合の電気発破について

(昭和30年7月18日受理)

木 下 四 郎

(日本化薬株式会社折尾作業所火工品研究課)

### 緒 言

電気雷管に関する研究の第3報<sup>1)</sup>で電気雷管の奇発理論電気発破器の設計基礎式各種結線法による場合の電気発破等について述べたがここに漏洩電流ある場合の電気発破について述べる。

電気雷管を用い水の多い場所で発破を行うと屢々不発残留を生ずることがある。この原因は発破回路の絶

縁抵抗が低下し漏洩電流を生ずるためであるとされている。

然し石山氏<sup>2)</sup>は電気発破に於ける集電不発の発生は回路の発振によるもので漏洩電流の影響ではないという見解を発表されたが山田氏、黒場氏<sup>3)</sup>は之に対して理論的並びに実験的に反論された。又山田氏等は昭和30年火薬協会春季講演会にて脚線間の静電容量が不発の原因の一つであるとの研究成果を発表されたがこ