

An Experimental Method of Power of Detonators

By K. Sakamoto

The pressure of explosion of a detonator can be measured if it is detonated in water which is completely enclosed. The water transmits the pressure without damping so it can be measured by the compression of the copper cylinder. The principle is similar to the pressure-bomb for measuring the pressure of propellants. Experimental results show that fairly good values can be obtained.

殉爆に関する実験的研究 (第二報)

主として衝撃波の作用に就て

(昭和26年8月1日受理)

渡辺定五・佐藤雄宣

(日本油脂武豊工場)

1. 緒言

従来殉爆の作用因子としては一般的に衝撃波、高温ガス、固体投射物が考えられている。第一報に於ては主として固体投射物の作用について種々観察を試み、亦殉爆の三因子の共同作用という今日迄の一般的概念に若干の批判を試みた。本報告に於ては誘起薬包から生じられる衝撃波が主動的作用をなすものと考えられる二、三の現象について実験結果のみを述べる。

2. 参考実験

E. Burlot¹⁾によれば薬包間機物の圧縮係数の差によって殉爆距離は変化するとした。

中間体	殉爆距離	媒体の圧縮係数
空気	25 cm	< 3000
水 (10°C)	3	50
粘土	2	-
砂	1	0
銅鉄	1	0.6

その他南坊氏²⁾等の実験があるがいづれも統一された結果を示していない。

3. 薬包紙の影響

感心薬の端面の薬包紙の有無によって殉爆は大なる影響を受ける。新桐ダイナマイトの爆轟性については

(1) 第一報に記述しある如きパラフィンの固体投射物によつては殉爆距離はあまり変化しない。

(2) 落錠試験法による種々の研究(後述)から新桐ダイナマイトは熱的因子による感度が大きいである。

(3) 端面の包装紙の存在はむしろ殉爆の作用因子を弱めるにも拘らず大なる殉爆距離を示す。

以上の点から薬包紙と薬面との間に介在する空気の影響について観察してみる事にする。

表 2

	第二薬包 端面露出	端面薬 包紙
新桐ダイナマイト	12 cm	22 cm
機ダイナマイト	20 cm	25 cm

4. キャップテスト

ボール紙(厚さ0.7 m/m)で内径34~35 m/m、高さ2 cmのキャップをつくりこれを第二薬包の先端に附着させる。

表 3 第一薬包端面露出

	第二薬包 端面露出	第二薬包 端面露出 キャップ附	第二薬包 端面露出 薬包紙 キャップ附
硝安ダイナマイト	4~8	14~16	3~6 cm
新桐ダイナマイト	7~12	20~25	-
機ダイナマイト	20	26	-
ヘキソゲン	30	25	-

尙水中殉爆(水深:水面と試料との距離60 cm)と

空中殉爆とを比較すればその方法によつてはこれ迄の概念とは異なつた成績を示すことが分る。

表 4

薬 種	水中殉爆	空中殉爆
ピクリン酸 (Δ :1.5)	2	3~4 cm
ピクリン酸 (Δ :1.03)	9	9
機ダイナマイト (Δ :1.52)	100	35
新桐ダイナマイト (Δ :1.47)	26 (33)	21
硝安ダイナマイト (Δ :0.98)	8.0 (19)	11

() 内数値はキャップテスト法による値である。

これ迄一般に水中殉爆は空中殉爆に比して低い値を示して来たが、これは薬包を防湿するため薬包紙を取除いてパラフィン付けするか、或いは薬包紙と薬との間に存する空気を極度に排除して、パラフィン付けをしたため、薬包紙に包まれる空気状態が空中殉爆の場合と異なつておるのが一つの原因である。

又本方法を単一爆薬（ヘキソゲン、ピクリン酸）に用いる時は混合爆薬の場合と相反する結果を示す。即ちキャップを附する時はむしろ殉爆距離は低下し、且つ爆発限界距離附近では第二薬包は燃焼することが多い。

衝撃波の衝撃力を減衰せしめて圍繞気体を高温にしてこれを薬面に接触せしめれば単一爆薬は爆発せずに燃焼に終る事を示している。即ち混合爆薬と単一爆薬とでは爆発生起の過程が異なるかの如き現象を示す。

薬包に種々の細工をほどこす事によつても、又単一爆薬と混合爆薬とでは爆速の変化を異にするが、これらの問題については未だ実験が不十分であるから、断定的な考え方は許されないとする。

土中殉爆が空中殉爆に比して極度に小さな値を示すのは衝撃波の傳達性が、媒体によつて異なるからである。即ちダイナマイトが爆発して生じたエネルギーの幾%が衝撃波として圍繞物に傳わるかは媒体によつて異なるのであるが、又一方爆発エネルギーが殉爆方向にその幾%が衝撃波として傳わるかは条件差に左右されるものである。図1はその一例を示す。

(特 種 ダイナマイト 32% 硝 1125g)					
	10 cm		3		6
	7		7		7

図 1

以上の結果から明らかな様に水中殉爆、土中殉爆、空中殉爆の値はその方法によつて種々な値を示し得るも

ので、今日迄の様な概念的なものでは個々の実験成績は統一され得ない事明らかである。その他中間媒体が気体であつても空気の場合と炭酸ガスの場合とでは、その比熱の相異によつて異なる値を示しボール紙筒内の新桐ダイナマイトの殉爆が前者の45 cm に対し後者の55 cm である。

5. 写真的研究 (その一)

ダイナマイトを爆発させ木片で受ける(図2)と、A部に巾 d の光輝が映像される。この光輝は大體三段階の明るさを示す。(図3)

即ち c 部が最も明るく a 部は光輝の区分に明細を多少かくものである。光輝の発生因子が生成ガスのみによるものか衝撃波が附随しているか判断となし得ないが、 c 部の巾は村田博士の衝撃波の巾に対応した値を示す。

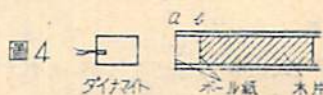
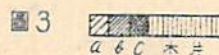
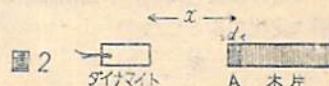
今硝安ダイナマイトを用い x を変化させた時 d が如何に変化するかを示す。

木片を移動し難い様に固定した時と然らざる時とはダイナマイトの薬端からA迄の最大距離が x の値と同一でない。この現象は第一報に記述した如く殉爆の第二薬包を固定し移動しにくくした場合と、然らざる場合とで殉爆の値が異なる結果を示す傾向に似ていて興味深い。

表 5

x	固定する時		固定しない時	
	d	Aの位置	d	Aの位置
8 cm	7.2 m/m	8 cm	6.4 m/m	9.9 cm
10	6.1	10	4.2	16.9
13	2.7	13	-	-
20	1.3	20	-	-

次にキャップテストに対応した実験(図4)の一例を示す。



2, 3, 4 図

(a, b の間隔: 1 cm)
(薬端から a 迄の距離: 18 cm)
 a 部の光輝巾 2.8 m/m
 b 部の光輝巾 5.6 m/m

数多くの実験から新桐ダイナマイト（紙筒爆速 3200 ~ 3500 m/s）硝安ダイナマイトではその爆轟速度よりは薬包の側面から噴出するガス流速の方が大である事が確かめられている。a, b 部の光輝がこれら側面からの噴出ガスに影響されているか否か判然としないので $b > a$ の値を示す事に対して間違いない考案は下し得ない憾みがあるが、キャップテスト法による殉爆の向上と対応する様な値を示している。しかし写真研究は本研究では粗雑なものでこれから結論は導かれない。（図 5）

c 部に強い光輝をみるこの光輝発生因子と殉爆の誘起因子とは時間的に同調するものとすれば、これが作用してから第二薬包が爆発する迄の時間（殉爆おくれ）

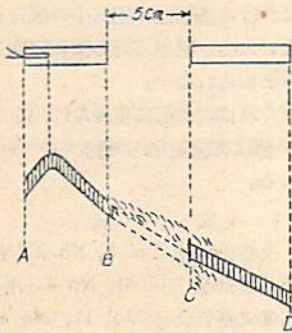


図 5
（硝安ダイナマイト）
フィルム回転速度
60~80 m/sec.

は 10^{-6} sec のオーダーである。

一方落錘試験からダイナマイトの分解に必要な活性化エネルギーを概算し、今日公表されている衝撃波の理論から、ダイナマイトの分解に必要な衝撃波の作用時間を概算すれば 10^{-6} sec. のオーダーとなり実験値に近い値を示す。

併しながらダイナマイトの爆轟によつて生じられる衝撃波の速度は、未だ信すべき値が見られないから以上の実験結果に直ちに結論は与えられないが、薬包間の中間に存する粗止物が却つて殉爆距離を向上せしめるという事は固体投射物、高温ガスの直接的作用によるものでなく、圧縮波或いは生成ガスを含めた高速流体の間接的作用によつて殉爆が引き起こされるものと考えてよからう。以上の考察に確証を与えるためには更に理論的な究明が必要である。

6. ハードル法（H法）

以上述べて来た実験は殉爆の作用因子に対する理論的考察を下すに必要なオリヂンを得るに役立つが、本項にのべる現象はまだ充分説明つかぬもので、大方の御教授を得られれば幸である。

表 6

	普通殉爆	H 法
もみじダイナマイト	5	20 cm
新桐ダイナマイト	6	13

二薬包を貫く中心線を中心に、ボール紙に孔をあける。

表 7

普通殉爆	H 法 (孔の径)			
	0	5 m/m	12 m/m	26 m/m
5 cm	14	13	12	5

尙材質、ボール紙の大きさには余り関係しない。以上の実験はキャップテストの延長と考えられ、亦 H 法とキャップテストを比較する時、その値は殆んど同

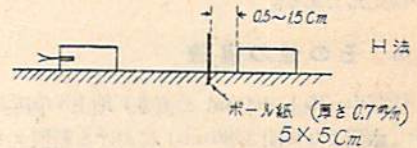


図 6

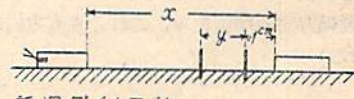


図 7 新桐ダイナマイト

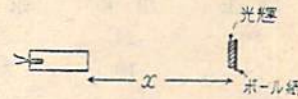


図 8

6, 7, 8 図

一である。今ついたてを上図 7 の如く 2 ケ用うれば現象は複雑となる。

表 8

x \ y	15	13	10 cm
1 cm	×××	×××	○○
2	×××	××	○○
3	×××	○○	○
4	×××	-	○○
5	××	-	○○○
6	○○○	-	○○○
7	○○○	-	○○
8	××	-	○○○
9	××	○○○	-
10	×	-	-
11	○○○	○○	-
12	-	-	-
13	○○○	-	-

7. 写真研究 (その二)

x	5	10	15	20 cm
光輝巾	1.6	1.8	2.9	2.5 m/m
(図8参照)				
x	1	5	10	13 cm
aの光輝	2.0	1.5	2.9	3.5 m/m
bの光輝	2.6	1.6	1.1	0 \times
cの光輝	0	0	0	0 \times

光輝は主として高温ガスによつて発生するものである。従つて写真の結果は前項6の殉爆に見られる種々の現象とは対応性を示しておらない。即ち写真研究(その一)から得た結果から定説的な考察を下し得ないゆえんである。

8. その他の実験

空气中(地上100cmの高さ)地上(半円孔)及水中(水面よりの深さ80cm)における新桐ダイナマイトの殉爆を比較すれば次の如し。

(薬柱縦軸方向の殉爆を x , これと垂直方向の殉爆を y とする)

	表 9		
	地上	空中	水中
x	30	24	35 cm
y	-	10	35
爆速	3390	3600	4200 m/s

9. 総括

1. 新桐系ダイナマイトは Δ , 薬柱内の龜裂薬包間接物の差異によつてその爆轟性は大いに变化するから

爆轟傳達の機構が明確にされなければ、殉爆の機構も実験的には容易に把握されない。

2. 水中, 土中, 殉爆の差異を現象的に云々する場合はその試料の調整に深い関心を寄せなければならない。即ち爆発エネルギーはその幾%が衝撃波の形に変化するかは外的条件に大きく左右されるものであり, 発生した衝撃波のエネルギーの中幾割が第二薬包の誘爆エネルギーに消費されるかはその傳播の媒体, 感応薬包の状態に左右されるものであるから試料調整は見過観得ない因子である。

3. キャップテスト, ハードル法によつて二, 三の興味ある実験を試みたが“二重ついたて”のある場合にみられる現象はその発生因子が不明である。

4. 水中における衝撃波は空気中の場合と異なり方向性を有しないため, 縦軸方向と横軸方向とは殉爆の値に差はみとめられない。

5. 殉爆おくれは現象的に重要な作用をもつものであるが, その値は実験範囲内で約 10^{-5} secのオーダーと考えられる。

文 献

- 1) Burlot, 火薬協会誌 Vol. 2, No. 2 (昭16), 153
- 2) 南坊, 火兵学会誌 Vol. 31, No. 1 (昭12), 28
- 3) 村田, 工業火薬協会誌 Vol. 11, No. 4 (昭26), 224
- 4) 村田, 同上誌 p. 227 によれば衝撃傳達係数 ϵ は次の如くである。

$$\epsilon = 1.05 \times 10^{-5} \frac{2\rho_0}{\gamma-1} (D^2 - a^2)$$

但し ρ_0 は媒体の密度, a は媒体の音速, D は爆薬の爆速

Experimental Research on Sympathetic Detonation (II)

By T. Watanabe & Y. Sato

It has been generally understood that the shock wave, gases or projected particles of high temperature were the active factors of sympathetic detonation.

In our first report, we tried to observe the action of particles, and to comment on the common action of these three factors in sympathetic detonation, which have been usually received as ordinary conception.

In this report, some further experimental results were given with the result that the shock wave generated from the primer might be the most essential factor.

(Nihon Oil and Fats Co., Ltd, Taketoyo Factory)