On the Ideal Detonation Velocity and Time of Reaction of Some Industrial Explosives

By Nobuji Yamaga and Hirowo Fukuda

The detonation velocity of the ideal plane wave and the time of reaction of some industrial explosive have been calculated by applying the experimental data to the Jones' nozzle theory and the Eyring's curved front theory at the explosion front.

The results calculated are are as follows:

Equation	by Jones' equation			by Eyring's equation		
Explosives	Carlit Kuro-brand	Ammonium explosive Type I	Carlit Tokukaba-brand	Carlit Kurobrand	Ammonium explosive Type I	Carlit Tokukabe brand
Detonation Velocity (Ideal) (m/sec)	5155	4995	5095	4660	4540	4640
Time of Reaction (sec)	1.62×10^{-6}	1.81×10^{-6}	1.63×10^{-6}	0.63×10^{-6}	0.72×10^{-6}	0.63×10^{-6}
Length of the Reaction zone (cm)	0.83	1.41	0.83	0.29	0.33	0.29

In cartridges of small diameter, gelatinous dynamites show no stational detonation, and the ideal velocity of detonation and the length of the reaction zone could not be calculated.

(The Nihon Carlit Co., Ltd.)

高速度活動写眞機による爆焔の研究

(昭和 27 年 12 月 20 日受理)

第 1 報　各種爆薬の臼砲による爆焔の研究

大　川　禎　三

(旭化成延岡工場)

1. ま え が き

高速度活動写眞機を用いて，臼砲による各種爆薬の爆焔の発生状況を撮影した。ここでは，得られた写眞のみを掲載し，爆焔の噴出速度，燃焼速度等の数値は次報に譲る。

2. 高速度活動写眞機

使用した高速度活動写眞機は顯原式 16 ミリ撮影機りであり，それの概要は次の通りである。

(1)　形状寸法並に性能

写眞 1 に示すようなもので，高さ 31 cm，横 28 cm 巾 19 cm，重量 27 kg の小型のものである。撮影速度は最高 1 万齢秒である。内部にストロボ式タイムマーカーが設置され，フィルムの端部に速さが記録されるようになつている。又，撮影機の上面に速度指示計があり，之によつて外部より，フィルム速度を知ることが出来る。

(2)　構　造

内部構造は第 1 図に略示した通りであり，8 角形のプリズムがシャッターの役割を演じている。フィルム

(3)　作　動

撮影機の裏面(写眞 2)には，フィルムを好動さすクラッチがある。運転は手動式又は電動機による両方の軸がある。普通は手動によつている。歯車の数段の増速により容易に 6000 齢程度に達する。実際使用する

は高速回転するスプロケットにより，下方の暗箱中へ急速に移行される。

場合は写眞3の如く，鉄骨上に取り付け，振動することのなきよう設置し，電気的リレー等を用いて，フィルムの始動と，撮影すべき現象とを同調させて撮影する。

3. 実験方法

弾道振子用の臼砲（外径55cm，長さ75cm，腔の直径5.5cm，深さ5.5cm）を使用し，込物なしで6号雷管を使用し，正位置にて，A.C.100Vで起爆した。

撮影は第2図に示す如き要領にて，臼砲より10mの距離に高速度活動写眞機及び望遠レンズを附したライカカメラを置き，夜間実験を行つた。

高速度撮影に使用したフィルムは，16ミリさくらUS反転フィルムであり，撮影速度は4500～5500齣であつた。

4. 試　料

用いた爆薬の種類及び重量は次の9種である。

（1）TNT(50g，起爆を確実ならしめるため，6号雷管の周囲に予捏薬5gをつけた)，（2）黒色小粒薬(50g)，（3）予捏薬（$N/G+5\%C/C$, 100g），（4）桜ダイナマイト(100g)，（5）新桐ダイナマイト（100g），（6）白梅ダイナマイト(100g)，（7）硝安ダイナマイト(100g)，（8）硝安爆薬(100g)，（9）LD硝安ダイナマイト(100g)。

5. 実験結果並に考察

望遠レンズを附したライカカメラによる静止写眞を写眞4に示した。写眞中のスケールは1目盛が10cmである。高速度撮影にて得られた結果はNo.1～10に亘つて示した。

TNTは分解ガスが臼砲外にて，空気と第2次燃焼を行つているのが明瞭に認められる。これはTNTは酸素バランスが⊖(−0.740g/g)であるからである。

産業用爆薬は通常，酸素バランスは⊕になるよう配合されているのでTNTの如き明瞭な第2次燃焼を示さないが，新桐ダイナマイトの爆焔写眞をみると，第1齣～第4齣と第5齣以後との爆焔の性質が異なつたものであることが写眞より明瞭であり，第5齣以後は爆発分解ガスが臼砲外で燃焼したものである。このように成分の配合の上では酸素バランスは⊕であるが臼砲外での第2次的燃焼がみられる。

なお，これらの実験結果よりの考察の詳細は次報に譲る。

6. 電磁オッシログラフによる測定との比較

光電管を用いて電磁オッシログラフにより，爆焔の持続時間，光度等の測定をも併せて行つているが，当工場の石本氏（2）の得た結果の一部を第3,4,5図に示した。図のA,Bの時間を測定すると第1表の通りである。

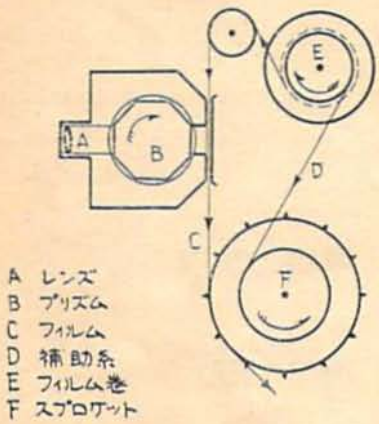
第1表　爆焔の持続時間

	爆焔部分	A	B
薬種	TNT	2.1ms	50ms
	桜ダイナマイト	0.6	14.3
	新桐ダイナマイト	0.8	0.2

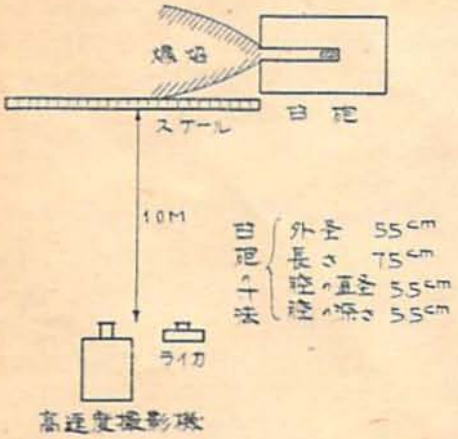
（註）薬量は100g，15mの距離で測定す。

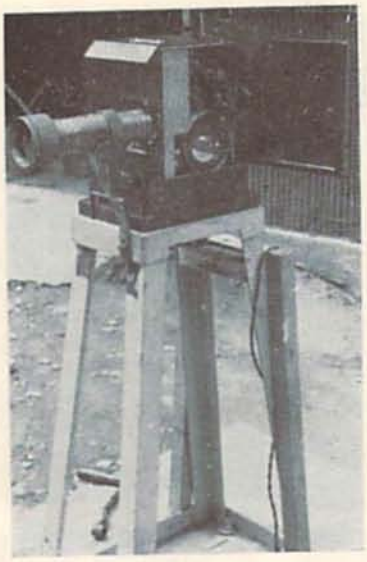
第1図

高速度撮影機内部構造

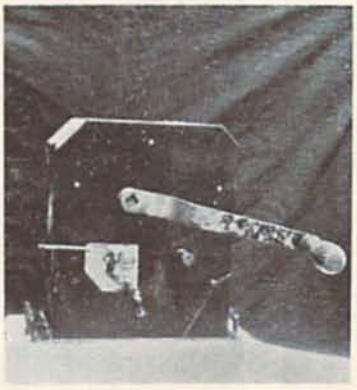


第2図　爆焔撮影要領図

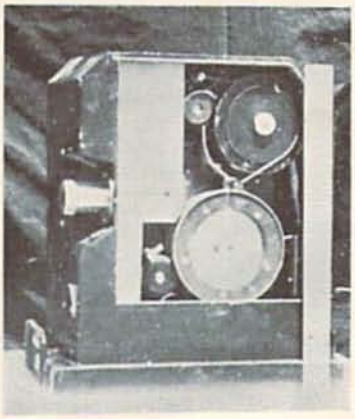




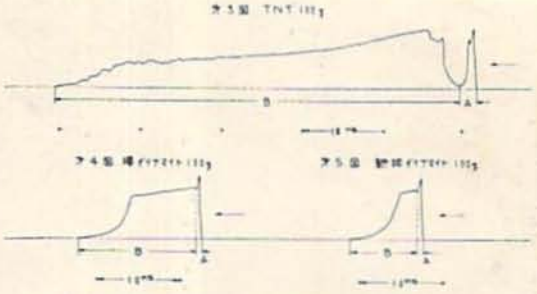
写眞　1



写眞　2



写眞　3



TNT に就いては，A とBの部分の区別が明瞭であり，高速度写眞にも表われているが，桜，新桐ダイナマイトでは A,B の区分が左程明瞭でない。

新桐ダイナマイトに就いて高速度写眞と比較すると，写眞の第1齣～第3齣まで位の爆焔が第5図のAの部分に相当するものであろう。桜ダイナマイトも略同様である。

7. 総　括

（1）16 ミリ高速度活動写機を使用して，各種爆薬の白砲による爆焔発生の状況を，毎秒 4500～5500 齣の速度で撮影した。

（2）TNT の如き酸素バランスの㊀ものは，明らかに第2次燃焼がみられるが，新桐ダイナマイトの如く酸素バランスは㊂に配合されているものでも，白砲外で第2次的燃焼をしているのがみられる。

（3）光電管を使用した電磁オッシログラフによる測定結果との比較を試みた。

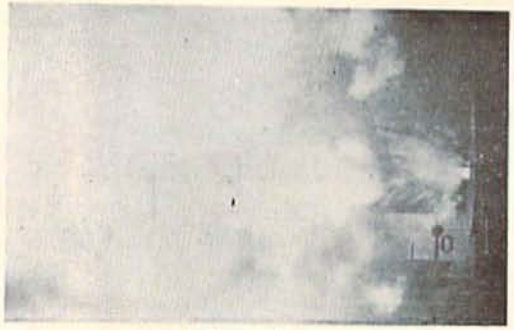
終りに本実験は花田犬一君の絶大なる盡力によるものであり，衷心より感謝の意を表する。また，高速度機に就いて，平素御指導を賜わる福原満三先生に感謝する。

（昭和 27 年4月 27 日工業火薬協会総会にて発表）

文　献

（1）福原満三：応用物理 10，110（昭 16）
（2）石本成：本誌投稿予定

写真4　白砲による各種爆薬の爆焔

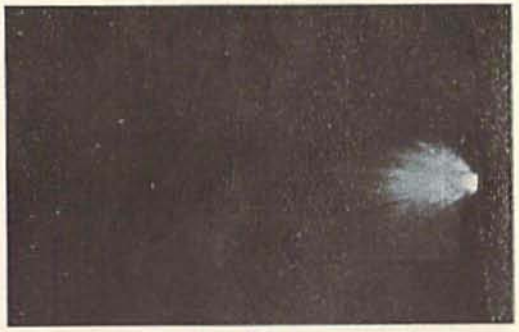

TNT　50g

桜ダイナマイト 100g

硝安ダイナマイト 100g

黒色小粒 50g

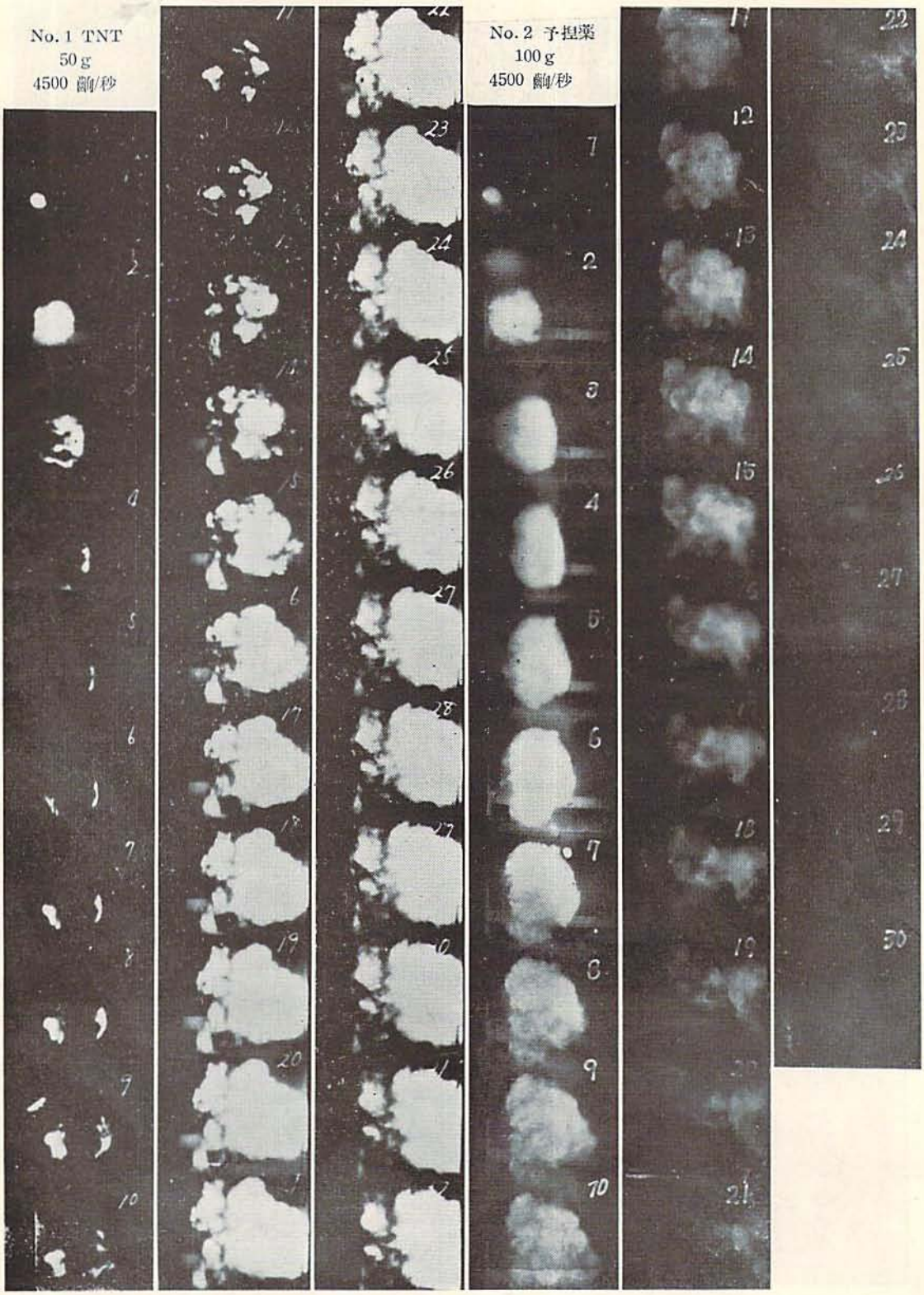
新桐ダイナマイト 100g

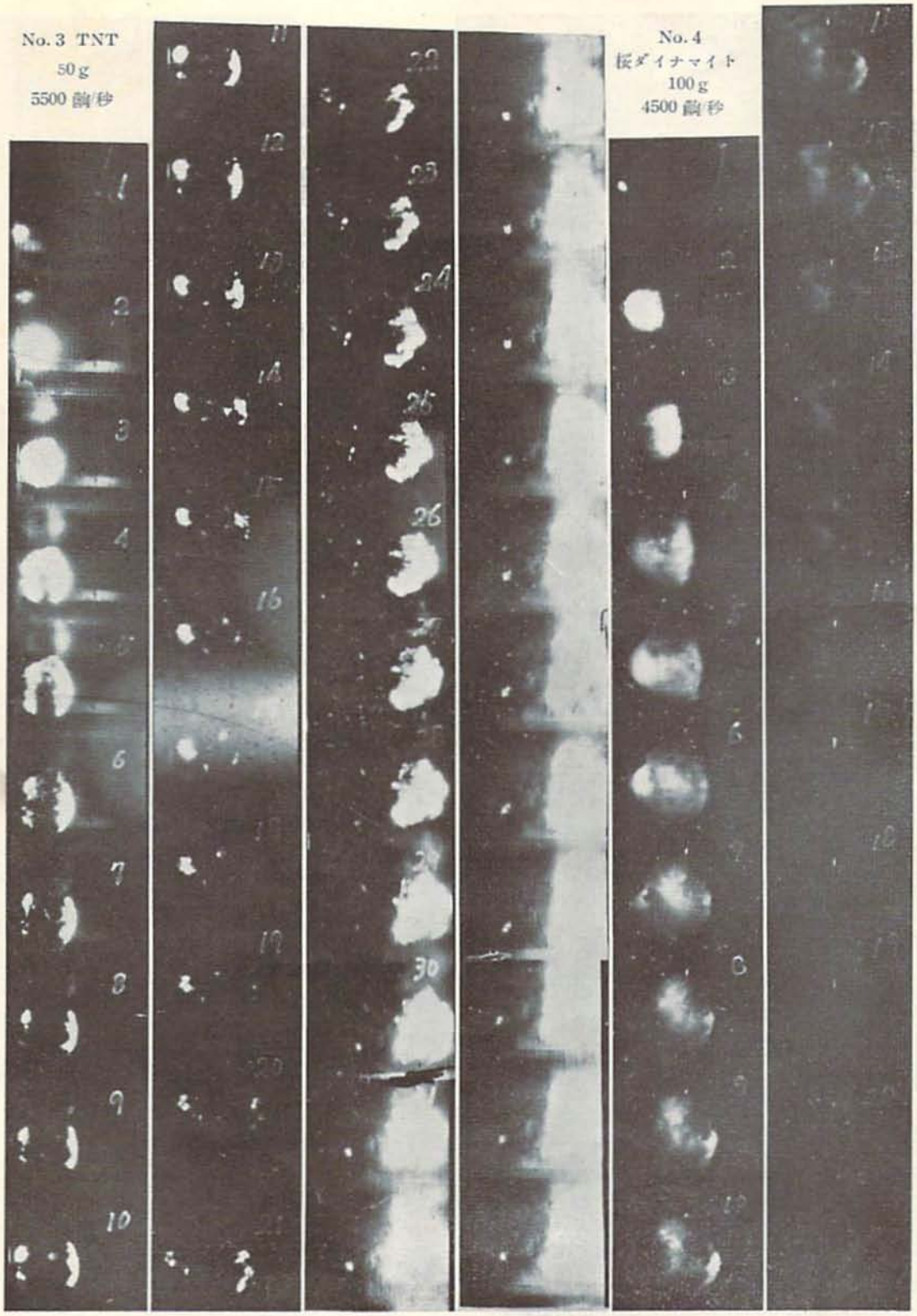

硝安爆薬 100g

予担薬 100g

白梅ダイナマイト 100g

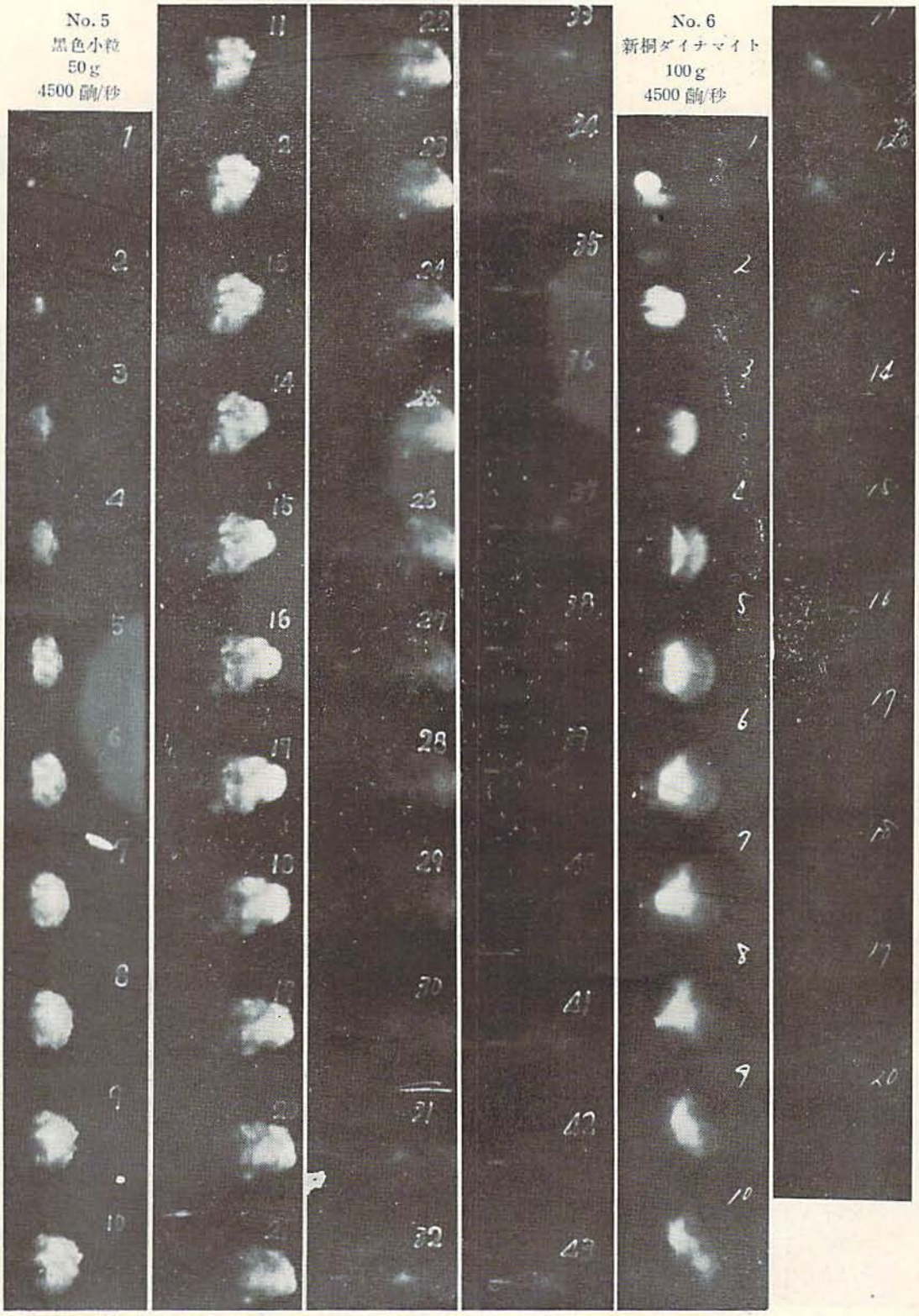
LD硝安ダイナマイト 100g


No. 1 TNT
50 g
4500 齣/秒
No. 2 予担薬
100 g
4500 齣/秒


No. 3 TNT
50 g
5500 m/秒
No. 4
桜ダイナマイト
100 g
4500 m/秒

No. 5
黒色小粒
50 g
4500 齣/秒

No. 6
新桐ダイナマイト
100 g
4500 齣/秒



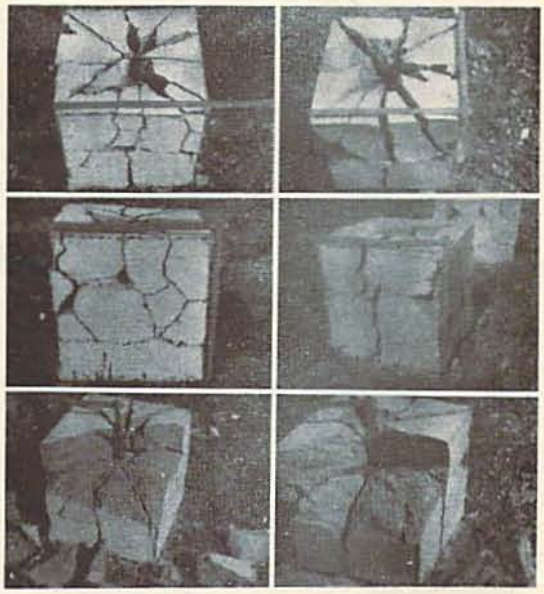
No. 7
白梅ダイナマイト
100 g
4500 齣/秒

No. 8
硝安ダイナマイト
100 g
4500 齣/秒

No. 10
LD硝安ダイナマイト
100 g
4500 齣/秒

No. 9
硝安爆薬
100 g
4500 齣/秒

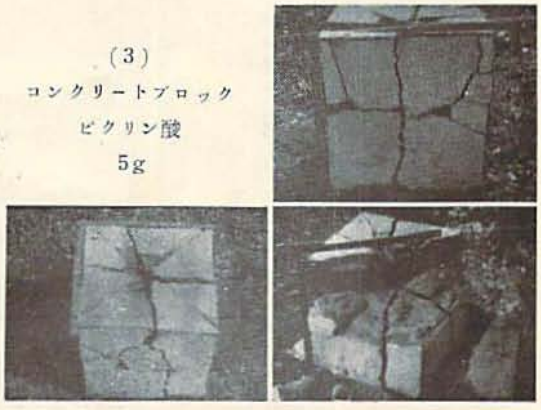
破壊状況



(1)
コンクリートブロック
新桐ダイナマイト
5g

(2)
コンクリートブロック
LD硝安ダイナマイト
5g

(3)
コンクリートブロック
ピクリン酸
5g



Study of the Muzzle Flashes of Explosives by means of High Speed Cinematographic Camera (I)

by Teizo Okawa

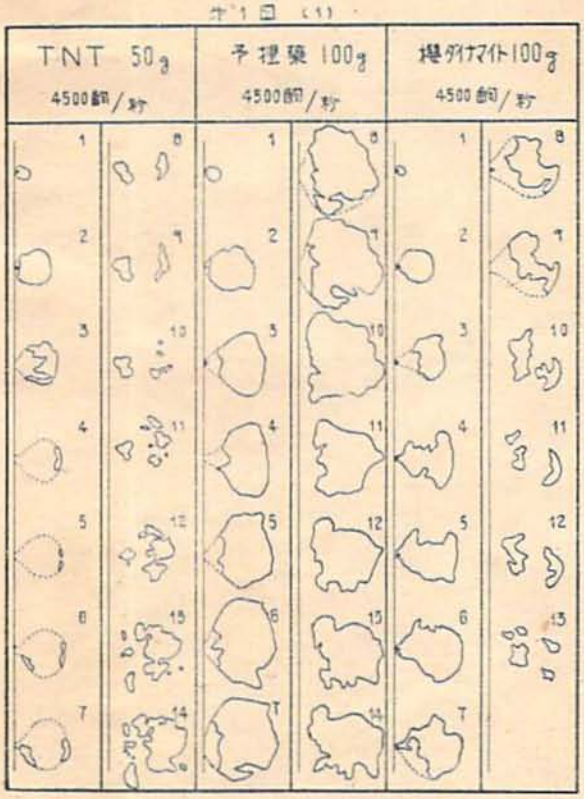
The muzzle flashes of TNT, black powder, gelatine dynamites, and ammonium dynamites expelled from the muzzle of the mortar were photographed by means of a 16 mm high speed cinematographic camera in the speed of 4500~5000 frames per second. These photographs were reported.

(Asahi Chemical Industry Co., LTD. Nobeoka Factory)

第2報　各種爆薬の臼砲による爆焔の噴出及び進行速度

1. はしがき

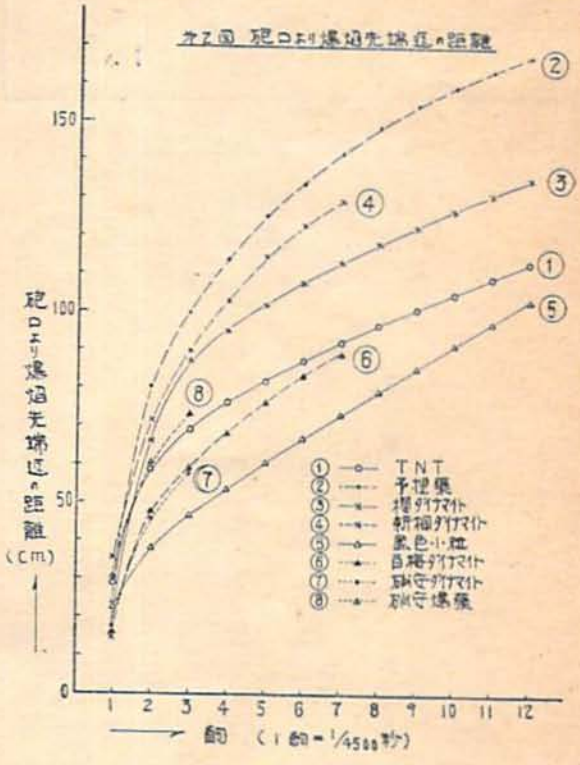
第1報に各種爆薬の臼砲による爆焔の高速度撮影写真を報告したが，本報ではこれらの画面より算出した爆焔の砲口よりの噴出速度，進行速度を報告する。



2. 計算方法及びその結果

第1報に掲じた高速度撮影写真の各齣に就いて，砲口より爆焔先端迄の距離，爆焔の面積を測り，それらの値より噴出速度，進行速度を算出した。これらの結果は第1表(1)~(8)及び第2図第~5図に示した。また，第1表中には爆轟ガスの噴出による発光とみられる砲口における光輝の認められる齣に○印をつけた。

なお，第1図に高速度撮影により撮られた爆焔の形



状の変化を前報の写真より複写して載せた。

第2表は第1報の静止写真より測つた爆焔の面積である。