

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.

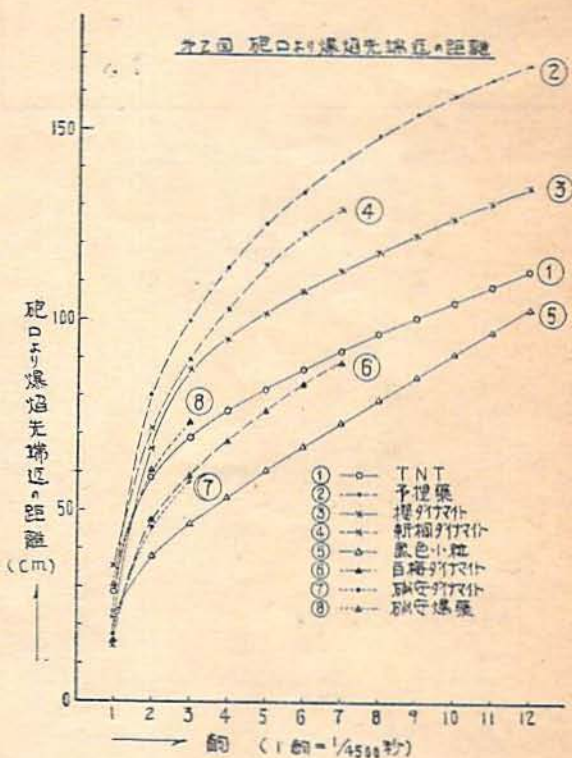
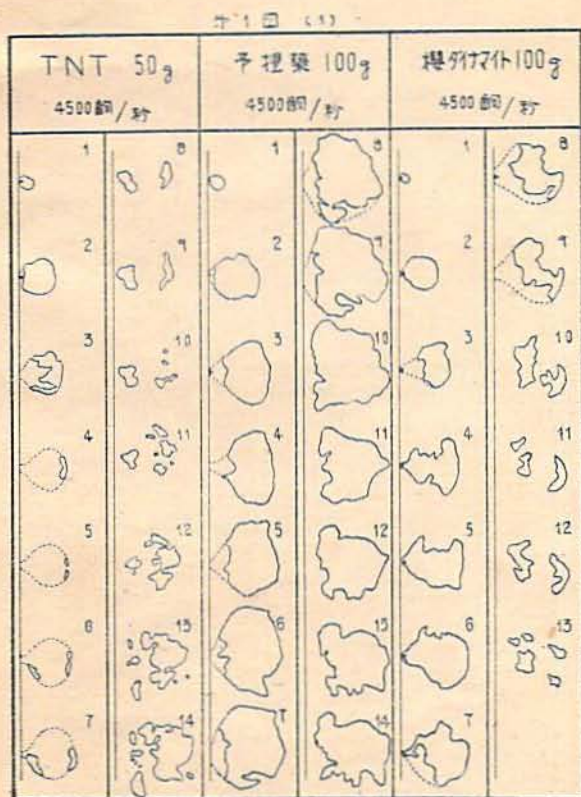
(Asahi Chemical Industry Co., LTD. Nobeoka Factory)

第2報 各種爆薬の臼砲による爆焰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焰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焰の砲口よりの噴出速度、進行速度を報告する。

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箇所に○印をつけた。なお、第1図に高速度撮影により撮られた爆焰の形



2. 計算方法及びその結果

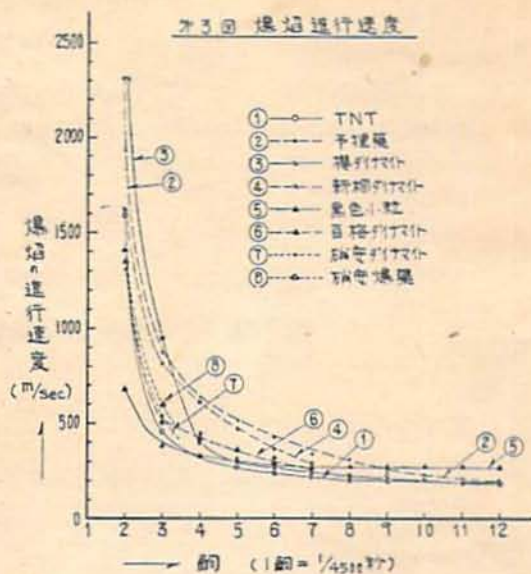
第1報に報じた高速度撮影写真の各箇所に就いて、砲口より爆焰先端迄の距離、爆焰の面積を測り、それら

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った爆焰の面積である。

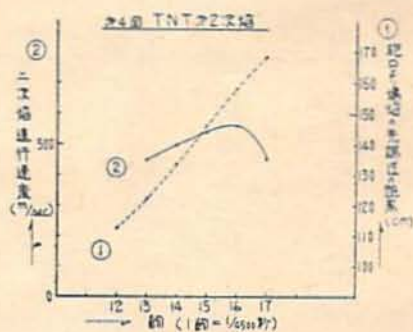
才1回(2)

| 新相炸仗付 100g 4500部/秒 | | 黑色小粒 50g 4500部/秒 | | 白糖炸仗付 100g 4500部/秒 | | 硝安炸仗付 100g 4500部/秒 | |
|--------------------------|----|------------------------|----|--------------------------|---|--------------------------|---|
| 1 | 8 | 1 | 8 | 1 | 1 | | |
| 2 | 7 | 2 | 7 | 2 | 2 | | |
| 3 | 10 | 3 | 10 | 3 | 3 | | |
| 4 | 11 | 4 | 11 | 4 | 4 | 硝安爆薬 100g 4500部/秒 | 1 |
| 5 | 12 | 5 | 12 | 5 | 5 | | 2 |
| 6 | 13 | 6 | 13 | 6 | 6 | | 3 |
| 7 | | 7 | 14 | 7 | 7 | | 0 |



第1表-(1)-1 TNT (50g)

| 距離 | 爆口より距離 (cm) | 次砲との差 (cm) | 爆焰の進行速度 (m/sec) | 爆面積積 (cm) | の有無 |
|----|-------------|------------|-----------------|-------------------|------------------|
| 1 | 23.5 | | | 3.8×10^2 | ○ |
| 2 | 59.0 | 35.5 | 1500 | 27.7 | ○ |
| 3 | 69.0 | 10.0 | 450 | 40.0 | 以下は不完全燃焼煙に覆われて不明 |
| 4 | 76.0 | 7.0 | 420 | 47.1 | |
| 5 | 82.0 | 6.0 | 270 | | |
| 6 | 87.5 | 5.5 | 250 | | |
| 7 | 92.5 | 5.0 | 230 | | |
| 8 | 97.0 | 4.5 | 200 | | |
| 9 | 101.5 | 4.5 | 200 | | |
| 10 | 105.0 | 4.5 | 200 | | |
| 11 | 109.5 | 4.5 | 200 | | |
| 12 | 113.5 | 4.0 | 180 | | |



第1表-(1)-2 TNT 第2次砲 (50g)

| 距離 | 爆口より距離 (cm) | 次砲との差 (cm) | 爆焰の進行速度 (m/sec) |
|----|-------------|------------|-----------------|
| 12 | 113.0 | | |
| 13 | 123.0 | 10.0 | 450 |
| 14 | 134.0 | 11.0 | 500 |
| 15 | 146.0 | 12.0 | 540 |
| 16 | 158.5 | 12.5 | 560 |
| 17 | 168.0 | 10.0 | 450 |

第1表-(2)- 黒色小粒火薬 (50g)

| 筒 | 砲口より 爆焰を 撮影する 距離 (cm) | 大筒と の差 (cm) | 爆焰 速度 (m/sec) | 爆行 速度 (m/sec) | 爆面 積 (cm ²) | 砲口に ける光 の有無 |
|----|-----------------------------------|-------------------|---------------------|---------------------|-------------------------------|---|
| 1 | 23.0 | | | | 2.0×10 ² | ○ |
| 2 | 38.0 | 15.0 | 680 | | 10.4 | 黒 色 の 火 が 見 は ら れ る 相 当 長 が い 砲 口 間 燃 焼 の 強 さ の 光 輝 は 出 し な い |
| 3 | 46.5 | 8.5 | 380 | | 16.9 | |
| 4 | 54.0 | 7.5 | 340 | | 23.6 | |
| 5 | 61.0 | 7.0 | 320 | | 29.4 | |
| 6 | 67.5 | 6.5 | 290 | | 33.9 | |
| 7 | 73.5 | 6.0 | 270 | | 41.2 | |
| 8 | 79.5 | 6.0 | 270 | | 44.0 | |
| 9 | 85.5 | 6.0 | 270 | | 46.3 | |
| 10 | 91.5 | 6.0 | 270 | | 49.5 | |
| 11 | 97.5 | 6.0 | 270 | | 55.0 | |
| 12 | 103.5 | 6.0 | 270 | | 58.6 | |

第1表-(3) 予報薬 (N/G95-C/G5) (100g)

| 筒 | 砲口より 爆焰を 撮影する 距離 (cm) | 大筒と の差 (cm) | 爆焰 速度 (m/sec) | 爆行 速度 (m/sec) | 爆面 積 (cm ²) | 砲口に ける光 の有無 |
|----|-----------------------------------|-------------------|---------------------|---------------------|-------------------------------|-------------------|
| 1 | 29.0 | | | | 5.8×10 ² | ○ |
| 2 | 80.5 | 51.5 | 2320 | | 50.0 | ○ |
| 3 | 100.0 | 19.5 | 880 | | 83.6 | ○ |
| 4 | 114.0 | 14.0 | 630 | | 96.0 | |
| 5 | 125.5 | 11.5 | 520 | | 105.5 | |
| 6 | 134.5 | 9.5 | 430 | | 116.4 | |
| 7 | 142.0 | 7.5 | 340 | | 117.4 | |
| 8 | 149.0 | 7.0 | 320 | | 129.3 | |
| 9 | 154.5 | 5.5 | 250 | | 135.6 | |
| 10 | 159.5 | 5.0 | 230 | | 139.8 | |
| 11 | 164.0 | 4.5 | 200 | | 141.5 | |
| 12 | 168.0 | 4.0 | 180 | | | |

第1表-(4) 桜ダイナマイト (100g)

| 筒 | 砲口より 爆焰を 撮影する 距離 (cm) | 大筒と の差 (cm) | 爆焰 速度 (m/sec) | 爆行 速度 (m/sec) | 爆面 積 (cm ²) | 砲口に ける光 の有無 |
|----|-----------------------------------|-------------------|---------------------|---------------------|-------------------------------|-------------------|
| 1 | 14.5 | | | | 1.7×10 ² | ○ |
| 2 | 66.0 | 51.5 | 2300 | | 29.0 | ○ |
| 3 | 87.0 | 21.0 | 950 | | 45.7 | ○ |
| 4 | 95.5 | 8.5 | 380 | | 71.5 | ○ |
| 5 | 102.0 | 6.5 | 290 | | 78.0 | ○ |
| 6 | 108.0 | 6.0 | 270 | | 78.5 | ○ |
| 7 | 113.5 | 5.5 | 250 | | 87.7 | ○ |
| 8 | 118.5 | 5.0 | 230 | | 88.5 | ○ |
| 9 | 123.0 | 4.5 | 200 | | 74.5 | |
| 10 | 127.5 | 4.5 | 200 | | 72.9 | |
| 11 | 131.5 | 4.0 | 180 | | 67.7 | |
| 12 | 135.5 | 4.0 | 180 | | 64.5 | |

第1表-(5) 新樹ダイナマイト (100g)

| 筒 | 砲口より 爆焰を 撮影する 距離 (cm) | 大筒と の差 (cm) | 爆焰 速度 (m/sec) | 爆行 速度 (m/sec) | 爆面 積 (cm ²) | 砲口に ける光 の有無 |
|---|-----------------------------------|-------------------|---------------------|---------------------|-------------------------------|-------------------|
| 1 | 35.5 | | | | 8.7×10 ² | ○ |
| 2 | 71.5 | 36.0 | 1620 | | 33.3 | ○ |
| 3 | 89.5 | 18.0 | 810 | | 51.5 | ○ |
| 4 | 103.0 | 13.5 | 610 | | 58.5 | ○ |
| 5 | 113.5 | 10.5 | 470 | | 67.3 | ○ |
| 6 | 122.0 | 8.5 | 380 | | 72.3 | ○ |
| 7 | 128.5 | 6.5 | 290 | | 69.7 | ○ |

第1表-(6) 白梅ダイナマイト (100g)

| 筒 | 砲口より 爆焰を 撮影する 距離 (cm) | 大筒と の差 (cm) | 爆焰 速度 (m/sec) | 爆行 速度 (m/sec) | 爆面 積 (cm ²) | 砲口に ける光 の有無 |
|---|-----------------------------------|-------------------|---------------------|---------------------|-------------------------------|-------------------|
| 1 | 16.0 | | | | 4.6×10 ² | ○ |
| 2 | 47.5 | 31.5 | 1420 | | 16.2 | |
| 3 | 59.0 | 11.5 | 520 | | 23.4 | |
| 4 | 68.5 | 9.5 | 430 | | 28.7 | |
| 5 | 76.5 | 8.0 | 360 | | 37.1 | |
| 6 | 83.5 | 7.0 | 320 | | 41.6 | |
| 7 | 89.5 | 6.0 | 270 | | | |

第1表-(7) 硝安ダイナマイト (100g)

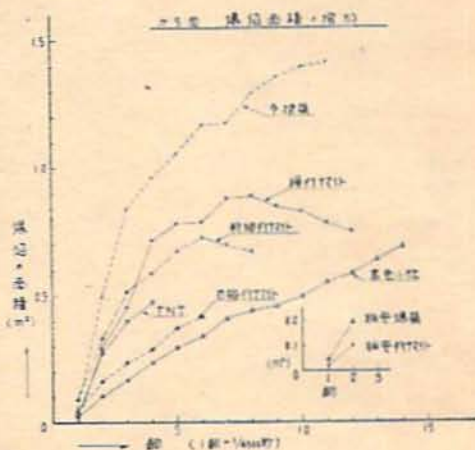
| 砲 | 砲口より 砲薬先端 の距離 (cm) | 次 の 差 (cm) | 爆 行 速 度 (m/sec) | 爆 面 積 (cm ²) | 砲 口 に 於 ける 光 輝 の有 無 |
|---|-----------------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------------|---|
| 1 | 17.0 | 29.0 | 1300 | 2.2×10^2 | ○ |
| 2 | 46.0 | 12.0 | 540 | 10.3 | |
| 3 | 58.0 | | | | |

第1表-(8) 硝安爆薬 (100g)

| 砲 | 砲口より 砲薬先端 の距離 (cm) | 次 の 差 (cm) | 爆 行 速 度 (m/sec) | 爆 面 積 (cm ²) | 砲 口 に 於 ける 光 輝 の有 無 |
|---|-----------------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------------|---|
| 1 | 30.5 | | | 4.4×10^2 | ○ |
| 2 | 60.5 | 30.0 | 1350 | 18.9 | |
| 3 | 73.5 | 13.0 | 590 | | |

第2表 各種爆薬の爆面面積 (静止写真)

| 爆 薬 | 薬量(g) | 面積(cm ²) |
|----------|-------|----------------------|
| TNT | 50 | 307.5×10^2 |
| 黒色小粒 | 50 | 334.4 |
| 桜ダイナマイト | 100 | 169.4 |
| 新樹ダイナマイト | 100 | 167.7 |
| 白梅ダイナマイト | 100 | 62.0 |
| 硝安ダイナマイト | 100 | 19.2 |
| 硝安爆薬 | 100 | 19.5 |



3. 総 括

(1) 爆轟ガスは 2300~1300m/sec の高速度にて砲口より噴出するが、急激に(1ミリ秒以内)に速度は減少し、その進行速度は 500~300 m/sec に低下する。TNTの第2次爆の進行速度は最大 560 m/sec 附近である。

(2) 砲口よりの噴出速度は、爆速の異なるもの程大きい。

(3) 爆轟ガスの噴出持続時間は案外に長く、例えば桜ダイナマイト、新樹ダイナマイトでは、第1報の高速度写真で8駒(1.8ミリ秒)附近まで砲口に光輝が認められる。

Study of the Muzzle Flashes of Explosives by means of High Speed Cinematographic Camera (II) by Teizo Okawa

Jetting velocities of the exploded gases of TNT, black powder, gelatine dynamites, ammonium explosives from the muzzle were determined by the high speed photographs in the previous report.

Exploded gases jetted out of the muzzle at the speed 2300~1300 m/sec and dropped rapidly (within 1 milli-second) to 500~300 m/sec.

Velocities of these samples were almost parallel to its detonation velocity.

The maximum propagation velocity of the second flame of TNT was 560 m/sec.

The glow at the muzzle due to the jetting of exploded gases continued for rather long time, e. g., in case of Sakura and Shingiri-dynamite (gelatine dynamites), observed for 1.8 millisecond (eight frames in the photographs).

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