

報 文

工業爆薬の密閉下の猛度に関する実験的研究

(昭和27年7月4日受理)

桜井 武 尚・武井 岩 雄

(日本油脂武豊工場)

I 緒 言

爆薬の猛度と言う概念は中々つかみにくい。それはもののこわし方、こわされ方という時間的な要素を持つ考えが爆薬の方から物体の方から入ってくるからだろう。

猛度の正しい判定には、単に圧縮値や、破壊効果に関する数値のみでなく、出来るならば変形して行く速度的研究又は実験後その物体の形状の変化をも吟味する事が大切ではあるまいか。

又なるべく実際に近い様な実験をするには、開放下の実験もさる事ながら、穿孔内、又は鉄管内の如き密閉下の実験も必要であろうし、大量の爆薬を使つてみる事が望ましい。

猛度についての一つの手さぐりの意味で次の様な方法で実験を行つてみた。

II 実験方法

内径42mmの鉄管に長さ14cm、径3.8cmの鉛柱を鉄管の中央に装填する。この時内部で鉛柱が動かつかない様にボール紙で鉛柱をしつかり巻いて入れる。

次でその両側に爆薬300gづつ装填し、6号雷管付齊発用導爆線で点爆する。その時図1の様に両側の爆薬の爆速も測定する事が出来る。

爆発後の有様は図1のようになる。但し鉛柱は図の様に丁度うましくは残つて居らず、附近に転つて居る。

齊発の具合は又別に鉛柱の両端に近く鉄管に孔をあけておき、そこに導爆線をさし込んでドートリツシ法の要領で左右の時間的ずれを見出す事が出来る。約6000m/sの導爆線を用いて鉛板上1~10mmのずれを残すから、その時間的ずれは 10^{-6} ~ 10^{-7} sec程度である。従つてどちらか早い方がおそい方を殉爆させその

ために結果が狂うという心配は先づないだろう。おくれた方が殉爆しようと思う時すでに爆轟波はおしよせて居る筈である。

III 実験結果

1. 各種爆薬について実験した鉛柱の様相はスケッチのようになる。爆速、圧縮量、Hessの猛度測定結果をまとめて表1にする。

表 1

薬 種	爆速 m/s	ヘス 猛度 mm	密閉内 圧縮量 mm	鉛減量 g	Δ
桜ダイナマイト	5021	16.9	95	365	1.52
松	6451	26.0	99	812	1.54
特洞	5784	23.5	96	915	1.45
新洞	5737	18.4	94	515	1.46
白梅	3885	15.0	86	337	1.55
1号竹	6210	16.5	88	410	1.49
2号竹	5971	15.6	81	355	1.49
3号竹	4880	14.6	71	75	1.49
1特雷安	3259	8.9	44	2	0.98
硫安	2238	8.9	46	15	0.98
桂	4728	14.1	56	64	0.99
特カバカーリツ	4055	14.8	45	45	1.05
緑	2746	10.1	38	8	0.97
紫	4442	17.7	68	130	1.08
T.N.T	5971	12.8	52	15	0.95
ヘキソゲン	6527	22.2	67	89	0.95
ピクリン酸	4774	19.0	64	30	0.95

原鉛量 1780

2. 鉛柱の変形について

鉛柱のこわれ方は一様でなくかなり複雑なものである。かかる形を分類する事はそれが偶発的な本質的な



図 2 膠質ダイナマイトによる鉛柱破壊形状

される様である。

今圧縮量の大小に応じてこれらの形を分けて見ると表2の様になる。端面の変化は圧縮量大なるものほど(1)に近づき、又側軸については中央が太いものは一番弱く、中央がむしろ細いものは圧縮量大なるものに起る事が分る(不明なものは切断して確かめた)。食塩を多量に有するものに白梅ダイナマイトは案外に強い猛度の様である。

圧縮量大なるものは中央がむしろ細いばかりか場合に依つては、その中央に割れ目が入って鉛柱はまさに中央から左右に2分されんとしているものすらある。又切断してみると外部からは見えなくても中央に割目

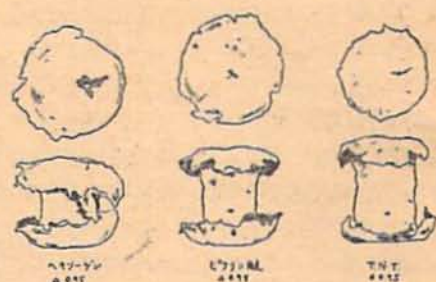


図 4

鉛柱の形状

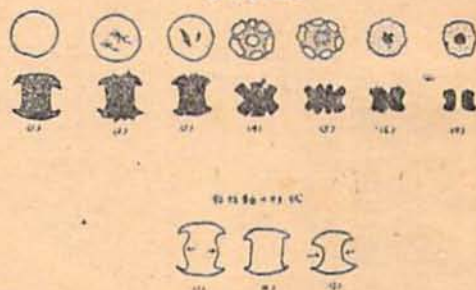


図 5 圧縮面と側軸の形状分類

が入っているものもある。これは恐らく衝撃波の反射の結果引き起される張力にもとづくものであろう。そして此の効果が弱い場合にはむしろ静的な力の効果のために我々が通常に物を圧縮する時の様な中央がふくれた樽状の形状となるのだろう。猛度の考察に当つてこの点はかなりの興味を呼ぶものである。

又この様な点の差をはつきり見出すためには一つの物体を正反対の方向から同一條件で叩く方法は良い様である。

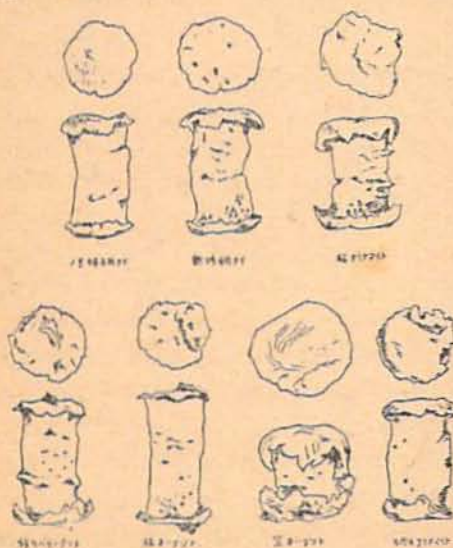


図 3 粉状爆薬による鉛柱破壊状況

3. Hess の猛度との関係 (図 6b)

今 Hess の猛度とこの実験とを图示すれば、膠質系爆薬と粉状系爆薬と明かに大別して考えられ、それらを大まかに囲んだ領域の中に各爆薬の形態に応じて一本づつの染色体の様に分布している。Hess 猛度はブリキ管を用い薬 50g、2 ケの鉛柱の上に厚さ 20mm 鉄板を置く通常の方法である。

4. 爆速との関係 (図 6a)

同様に爆速との関係を示す、爆速は左右両方の平均をとった。尚、粉状系爆薬として桂、硝安ダイナマイト、又単一爆薬系として、T.N.T.、ピクリン酸、ヘキソゲン等をまとめて図示してある、従つて之は同一の薬種に依るグラフでは無い事は注意を要する。図の点を線で結ばず、或る面積を持った様なみづ形に囲いたのはこの意図にもとづいた。

5. 圧縮量と鉛柱の減量の関係

鉛柱の減量は爆薬に依つて吹き飛ばされた鉛の量を意味する。これは何かの調子で一片の鉛が飛るかどうかがかなりのばらつきがあるのは当然であるが圧縮量との関係を求めてみればそれでも大体の傾向は見出す事が出来曲線は上に凹である。

6. 特に新開ダイナマイト、及び T.N.T. についてのより数多くの実験

この様な方法で一先づ色々の爆薬について一通り実験してみた結果は以上の様なものであつたが、この値が各種の爆薬についてどの程度の妥当性と真実性を持つているか、それについて考えられる二つのことがある。

i) 実験手段や実験条件 (例えば薬量とか点爆方法等の意) は別として、実験進行上の目に見えない不手ぎわや避けられぬ事 (例えば鉛の物性が少し異つて居たり) がどの程度の差を示すものか。

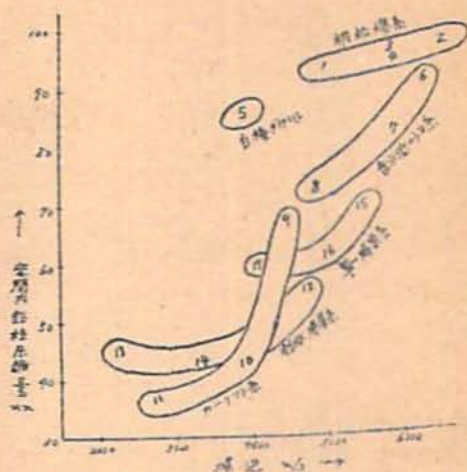


図 6 (b) 圧縮量と爆速の関係

- | | |
|-------------|----------------|
| 1 桜ダイナマイト | 2 松ダイナマイト |
| 3 特開ダイナマイト | 4 新開ダイナマイト |
| 5 白梅ダイナマイト | 6 1号竹ダイナマイト |
| 7 2号竹ダイナマイト | 8 3号竹ダイナマイト |
| 9 紫カーリット | 10 樟カーリット |
| 11 緑カーリット | 12 桂カーリット |
| 13 硝安ダイナマイト | 14 1号特硝安ダイナマイト |
| 15 ヘキソゲン | 16 T. N. T. |
| 17 ピクリン酸 | |

ii) 爆薬の性質に依つては、定常の爆発状態に達する具合の差異は、若し無意識に実験していればかなりの差を示す筈である事。

それで特に膠質ダイナマイトの代表として新開ダイナマイトを、又粉状単一爆薬の例として T.N.T. をとり、同一薬、同一比重について数多く行つて、上記の二つの事がらを吟味してみた。実験値は表3の通りである。この形状のスケッチを全部のせる事ははなざつであるから、前の形状の分類をそのまま用いて表現した。両者について爆速と圧縮量の関係を求めれば表3の如くなる。

新開ダイナマイトは (300g) では T.N.T. に比べかなり爆速はばらつき未だ一定した値を示していない。その結果、爆速と圧縮量の関係が推察出来る位である。T.N.T. ではかなり一致して居り、圧縮量～爆速図上新開は輪状に分布するが、T.N.T. はこちんま

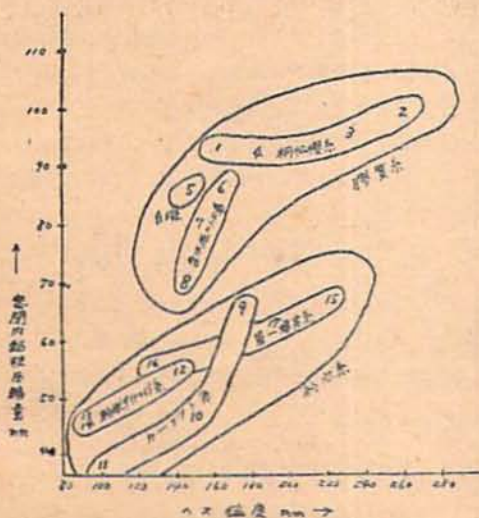


図 6 (a) 圧縮量とHess 猛度との関係

表3 実験結果のばらつき吟味

薬 種	爆速m/s		平均 m/s	圧縮量 mm	形 状	
	左	右			端 面	側軸
新開ダイナ マイト(前出)	6062		5737	94	(4)	(3)
	5412				(4)	
	6456		6456	93	(5)	(3)
	6456				(5)	
"	4500		4313	88	(5)~(6)	(3)
	4125				(4)	
	4640		5290	93	(5)	(3)
	5640				(5)	
T. N. T. △ 0.95	4125		4125	58	(1)	(2)
	4125				(2)	
	3873		4225	59	(2)	(1)
	4577				(2)~(3)	
"	4443		4563	63	(3)	(2)
	4684				(3)	
	4443		4209	63	(3)	(2)
	3975				(3)	
"	4721		4702	62	(3)	(3)
	4684				(3)	
	4316		4316	61	(2)	(2)
	4316				(3)	
"	4577		4650	62	(3)	(3)
	4721				(3)	

りとまとまつた領域に入つて居る。

同一爆薬、同一爆速の実験では大体一致した結果を示す様である。

Ⅱ 実験結果の整理

1. 方法・内径42ミリの鉄管に鉛柱 (3.8×14cm) を封じ、片側 300g の爆薬で両側から同一条件で発火させる。発火には導火線を用いる。
2. 発火の時間的ずれは 10⁻⁶sec 程度である。
3. 各種工業爆薬及び三種の単一爆薬について実験し圧縮後の鉛柱の形状を端面について七態、側軸について三態に分類してみた。
4. きこの状に広がった端面のふちには弱い爆薬では鉛管のすりきびがつく。然し強いものでは全くつかない。いづれも側軸径は鉄管以上の径となるもきびはつかない。鉄管は鉛が圧縮されるよりも早く破壊され始める様である。
5. 特に側軸は中央がかえつて細く、鉛を左右に2分せんとする割れ目が入る事もある。爆薬の動的効果はこんな処に現れている。

6. ヘスの強度との関係はすべての爆薬について一義的に定められない。膠質系爆薬と粉状系爆薬とは明かに差が認められる。

7. 爆速との関係も欠張り爆薬の種類が異れば各々異つた態に位置するが、ここでは同じ粉状ダイナマイト系の内に桂や又食塩を多量に含む硝安ダイナマイト等を大ざつぱにまとめてあるからその点の考慮は必要である。将来同一薬種例えば T. N. T. 等について真の爆速、比重との関係を求めてみるつもりである。

8. 飛び散つた鉛の量はばらつくのは当然であるがそれでも圧縮量と一連の関係がある様である。

9. T. N. T. について同一条件でより数多くの実験すれば爆速、圧縮量、その形状等大体合つて居る。

10. 新開ダイナマイトは T. N. T. にくらべかなり爆速はばらつき爆速と圧縮量の関係が推察出来る位である。但し薬量は300gである。

11. 端面の七つの形状分類は大体に言つて(1)~(3)は弱い爆薬である。然し個々の形の発生に関する知見と出現率は明かではない。鉛柱軸の三つの形状分類は決して偶発的なものでなく爆薬の動的効果を端的に物語るものと思う。

Ⅴ あとがき

以上は鉛で行つた実験であり、又今後もしばらくの間鉛で行つてもよい。然し鉛が強度測定用材料としてふさわしいかどうかは吟味する余地があるかも知れない。鉛でもうまく使えば爆薬の動的効果は現し得ると思ふが、鉛よりは銅、鉄の方が強度の判定にふさわしいと直感するのは私だけであらうか。之は全く同一の実験を銅や鉄その他考えられる多くの物質について行つて見て始めてはつきりするだろう。

尚以上はすべて爆薬の軸方向に対する実験であつたが、この装置を2本組合せた形にして、同時に側方向の力も吟味出来る事を後記しておく。

此の小実験は山本健徳先生の研究(本誌 12 巻 26)を範とした。

On Brisance of Explosives

By Takehisa Sakurai and Iwao Takei

Kast and Hess have established the methods of measuring Brisance, but there remains many problems in their methods.

Hess, and Kast's methods are in open condition and they fail to catch the effect of flow of explosion products.

The author tried to research the state of deformation of a lead column struck from the both sides by cartridges of explosives in the closed state.

We find special results in the lead column which are deformed by two shock waves from both sides according to their strength, for they collide together at the middle of the column.

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