

吊し爆発によるメタン着火に就て

(昭和32年7月1日 受理)

大 川 禎 三

(旭化成工業延岡工場)

1. 緒 言

爆発の爆発によるメタン・空気混合ガスの点火の主な因子としては、①火焰、②生成ガスの残余反応、③灼熱粒子、④衝撃波等があげられている¹⁾。

本報では円筒形鉄製容器内で、吊し爆発方式での各種炭鉱用爆薬によるメタン空気混合ガスの着火の状況を毎秒 5000 駒程度の高速度撮影をして得られた写真より、着火が主として如何なる因子によるものであるかを考察した結果に就て報告する。

2. 実験方法

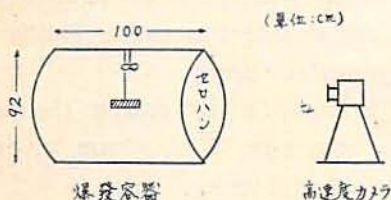


図1 実験装置

2.1 装 置

図1に示したように直径92cm、長さ100cm、厚さ10mmの鉄製容器の中央に爆薬を吊し、容器の一端は透明セロハン紙で閉め、爆発によるメタン着火の状況を福原式16mm高速度カメラで毎秒5000駒程度で撮影した。

容器には攪拌用ファンがあり、メタンガス濃度は9.0%附近に調節した。メタンは千葉県大多喜のボンベ入りのものを使用した。

2.2 爆 薬

(1) 使用した爆薬は白梅ダイナマイト、硝安爆薬、L・D 硝安ダイナマイト及び日油製二号特硝安ダイナマイトである。薬量は予備実験により、この装置での着火限界薬量を求めてその附近の薬量及び更に多量のものに就ても実験した。

(2) 使用爆薬の形状は球状或いは棒状で、被覆は夫々の包装紙で行った。棒状のものは径32mmの普

通の紙筒入りである。

(3) 棒状のものの吊し方向は垂直に吊した場合と薬の長軸と容器の長軸とを一致せしめて水平に吊した場合がある。これらはその都度記入した。

3. 実験結果

1) 白梅ダイナマイト

この装置では白梅40gでは不着火、50g以上で着火する。50g(球状)、60g(棒状)、75g(棒状)、90g棒状での着火状況を撮影した。それらの内50g(球状、4500駒/秒)及び60g(棒状、4500駒/秒)の着火状況を写真に示した。

2) 硝安爆薬

70g(球状、5000駒/秒)での着火状況を写真に示した。

3) 日油製二号特硝安ダイナマイト

224g(棒状112g×2本、横に抱かせたもの、容器の長軸と薬軸とを一致せしめて水平懸垂、4750駒/秒)の着火状況を写真に示した。

4) LD 硝安ダイナマイト

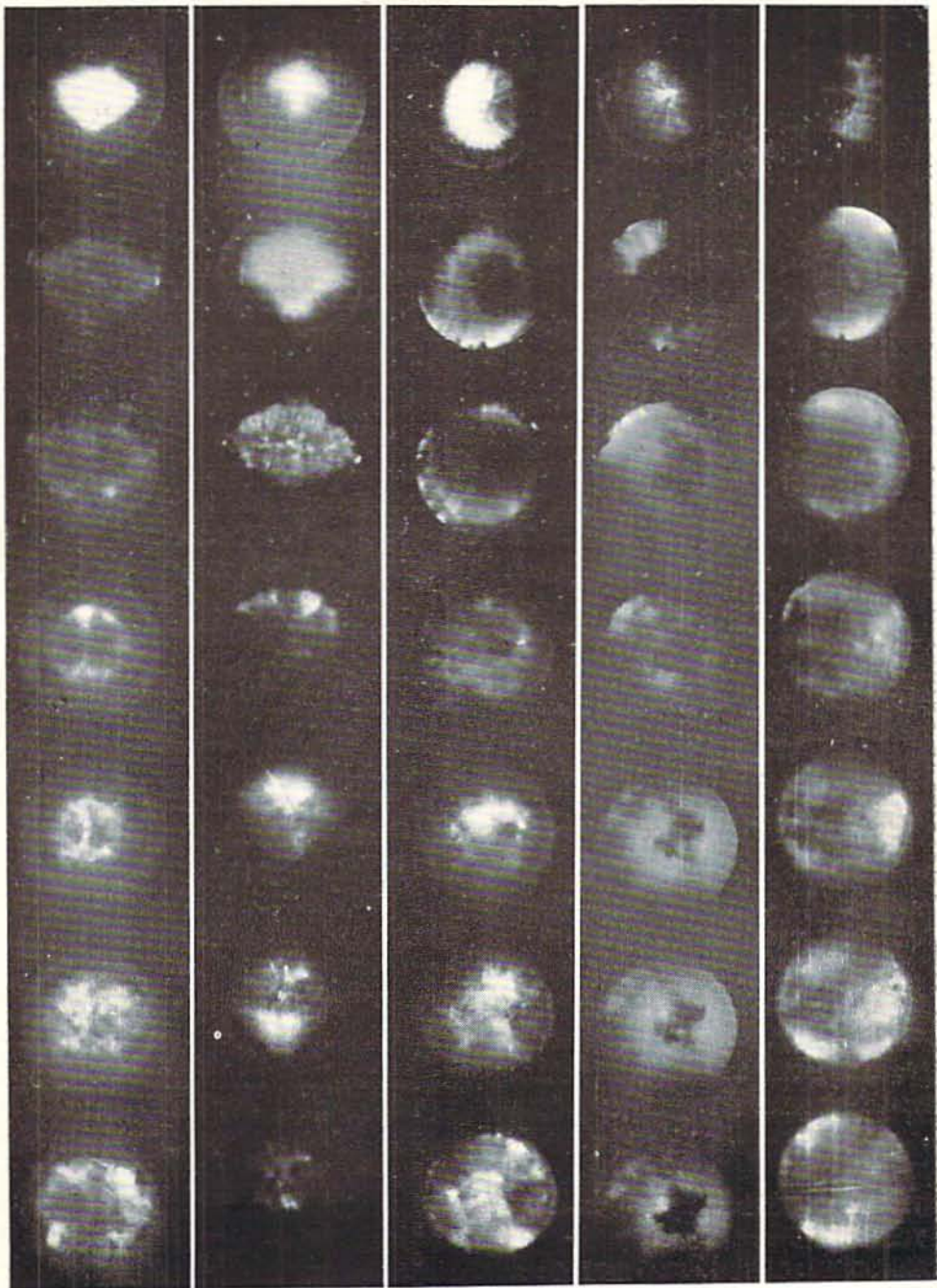
160g(棒状80g×2本、横に抱かせたもの、容器の長軸と薬軸とを一致せしめて水平懸垂、5200駒/秒)の着火状況を写真に示した。

4. 実験結果の考察

このような円筒容器での吊し爆発での点火の因子としては図2に示すように、(1)火焰或いは灼熱粒子、(2)器壁における反射衝撃波、(3)反射集中衝撃波、(4)爆轟生成ガスの膨脹によるメタン・空気混合ガスの断熱圧縮、(5)棒状装薬では図示するようなポケット部分での火焰、衝撃波の干渉、(6)その他これらの諸因子の相互作用が考えられる。

この実験で得られた結果では主としてどのような因子で着火が起つているのであろうか。以下写真の着火の状況より考察することとする。勿論この写真では衝撃反面は不明で、着火というもフィルムに感光せる焰より判定せるものである。

白梅ダイナマイト 50g (球状)	白梅ダイナマイト 60g (棒状・垂直)	硝安爆薬 70g (球状)	二号特硝ダイ 112g×2 (水平・棒状)	LD 硝ダイ 80g×2 (水平・棒状)
-------------------------	----------------------------	---------------------	-----------------------------	----------------------------



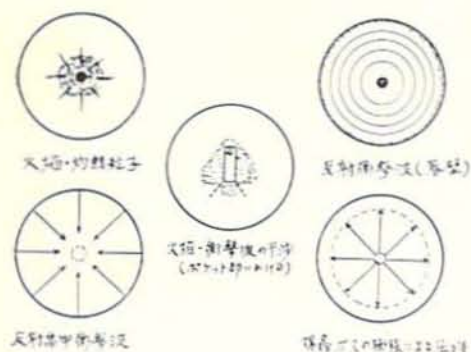


図2 吊し爆発による着火源

4.1 白梅ダイナマイト

(1) 80g (球状)

この場合は着火は器壁より10~15cm内方であり、着火火焔は恰も車の輪の如く中空輪状を呈していることが写真の第3~4 駒からよく分る。これよりすればこの場合の着火は爆轟による直接の火焔或は衝撃波によるものでなく、器壁より反射せる衝撃波が主なる点火因子であると考えられる。(反射衝撃波と残存する火焔との協同効果もあるかも知れぬ。) 何となれば、若し爆轟による直接の火焔によるものであれば、中空のリング状には着火しないであろうから。

また別に行つたこの爆薬の吊し爆発の際の衝撃波の速度測定の見解より、この写真での着火位置は概ね反射衝撃波の到達距離に等しいことが推定された。

なほこのようなリング状の着火状況は繰返しの実験でも略同様であつた。

(2) 60g (棒状・垂直懸吊)

この場合は棒状装薬であるため火焔の形は写真でみるように羽を伸ばした鳥の形である。着火は第3~4 駒でみられるように上半分の器壁の附近でおこり、焔は上部より下方に移動しているのが見られる。

(3) 75g, 90g (棒状・垂直懸吊)

これらの場合は写真は示してないが両者とも爆発時の火焔の形は羽を伸ばした鳥状であり、この羽の部分が大きくなって、左右の器壁に達したところで着火し、その部分から焔は中央及び下方に移動しているのがみられる。

4.2 (硝安爆薬)

70g (球状) の着火状況をみるに写真の第2~3 駒でみるように着火は器壁でおこつている。

前圧力着火の検討: 容器内のメタン・空気混合ガスが爆轟生成ガスの膨脹により断熱圧縮されたときそれによつて発火するであろうか。写真にみるようにこの

場合の生成ガスは球状に膨脹しているの容器を半径46cmの球とみなし、この中に充滿せる20°Cのメタン・空気混合ガスが断熱圧縮を受けるとして計算する。膨脹せる爆轟生成ガスの体積としては写真の第2 駒目の球状に拉がった火焔の直径を測定して算出した値を用い、 $\gamma = C_p/C_v = 1.36$ として気体の断熱変化の式より圧力、温度を計算すると $p = 1.5$ 気圧、 $t = 54^\circ\text{C}$ となりこれでは発火しそふもない。

4.3 日油製二号特硝安ダイナマイト

棒状 112g × 2 本での着火も写真よりみるように器壁附近で着火しており、中央部は暗黒である。

4.4 LD硝安ダイナマイト

棒状 80g × 2 本も器壁附近で着火している。

以上のようにこの実験では器壁及びその附近における着火がみられる。これらは衝撃波の器壁における反射の際の発火(硝安爆薬、二号特硝ダイ、LD硝ダイ)及び反射せる衝撃波或はそれと残存せる火焔との協同作用による発火(白梅ダイナマイト 50g)によるものであろう。

古く Payman²⁾等はシュリーレン法による気体爆発の実験において、衝撃波が器壁に衝突して反射する時に、ここに火焔とは独立に発火をおこすこと及びこのような反射の直後のみならず反射衝撃波が後からくる火焔と出合ふ附近においても亦、発火をおこすことを報告している。また Shepherd³⁾はその「衝撃圧による混合ガスの着火の実験」においてメタン・酸素混合ガスは 5kg/cm² の程度でも発火しうることを報じている。

次に日野・初見¹⁾、村田・友石²⁾の吊し爆発によるメタン着火の一連の実験値より夫々の実験における着火限界薬量 (W)、それらの爆薬の火薬の力 (f)、及び爆速 (D) より $W \cdot f$ 及び $W \cdot D^2$ を計算すると表1の如くなる。(試料の組成は夫々異なる)

表 1

資料 No.	$W \cdot f \times 10^{-2}$		$W \cdot D^2 \times 10^{-6}$	
	日野・初見	村田・友石	日野・初見	村田・友石
1	2.1	7.1	4.1	3.6
2	2.8	7.0	5.4	3.2
3	2.8	6.6	4.3	3.9
4	3.0	3.7	4.8	3.2
5	3.4	2.1	6.2	3.9
6	3.2	1.9	5.9	2.9
7	-	2.8	4.9	3.1
8	2.3	-	-	-

これよりみると日野・初見の実験では $W \cdot f$ は略一定値を与え、村田・友石の実験では $W \cdot D^2$ が略一定値を与える。然し両者の実験を通覧すると吊し爆発方式では $W \cdot D^2$ の方は夫々の実験において夫々略一定値を与えると見做してよいであろう。

5. 結 語

著者のこの実験では容器の直径は一定であり、直径の異つた容器での実験を行っていないのは、遺憾であるが、これらの実験の結果及び文献等の考察から著者は「吊し爆発方式によるメタン着火では衝撃波の強さ（爆薬の猛度）は支配的な因子の一である」と考える。

6. 総 括

(1) 一端をセロハンで閉じた直径92cm、長さ100cmの鉄製円筒容器の中央に夫々白梅ダイナマイト、硝安爆薬、二号特硝安ダイナマイト、LD 硝安ダイナマイトの適当量を吊して、その爆発によるメタン・空気混合ガス着火の状況を毎秒5000齣程度で高速度撮影を行い、主として如何なる因子で着火しているかを考察した。

(2) 白梅ダイナマイト50gでの着火は器壁より稍内方の場所で中空輪状に着火しており、これは器壁より反射する衝撃波によるか或はこれと残存火焰との協同作用によるものと考えられる。

(3) 硝安爆薬、二号特硝ダイ、LD 硝ダイは夫々器壁で着火している。これらは器壁における反射衝撃波によるものと考えられる。

(4) 爆轟生成ガスの膨脹によるメタン・空気混合ガスの断熱圧縮による静圧力着火機構に就ては、硝安爆薬による着火実験の結果に就て写真より爆轟ガスの体積を求めて計算した。得られた圧力・温度の値よりしては圧縮による着火は考えられなかつた。

(5) これらの実験結果及び文献より考察して、吊し爆発方式でのメタン着火では衝撃波の強さ——爆薬の猛度——が支配的な因子の一であることが認められた。

付記：本文の内容は昭和29年4月25日に工業火薬協会研究発表会で発表した。本実験に協力された花田、松田の両君に感謝する。

文 献

- 1) 鮎延襄：火兵学会誌 30, 228 (昭11)
- 2) 後藤康平：物理化学の進歩 13, 211 (昭14) に綜説あり。
- 3) W. C. F. Shepherd; Third Symposium on combustion, flame and explosion phenomena p. 301 (1949)
- 4) 日野・初見：工火協誌 14, 163 (昭28)
- 5) 村田・友石：工火協誌 14, 38 (昭28)

Ignition of the Mixture of Methane and Air by Explosion of suspended Explosive.

by Teizō Ōkawa

Ignition of a mixture of methane and air by an explosion of suspended coalmine explosives are photographed by a high speed camera of about 5000 frames per second, and the mechanism of ignition is discussed. Dimensions of the explosion vessel are 92cm in diameter, 100cm in length and 10mm in thickness. Following results are obtained.

1. Ignition of the gas by the explosion of 50g Permitted Ammon Gelatin (Shirume) occurs in a ring form, 10-15cm

inside from the wall. This ignition may be caused by the reflected shock wave or the interaction between the reflected shock wave and the residual flame.

2. By the explosive such as Permitted Powdery Ammon dynamite (Shōdai), Permitted Powdery Ammon Explosive (Shōbaku), ignitions occur at the wall. These ignition may be caused by the reflected shock waves.

(Nobeoka Factory, Asahi Chem. Ind. Co., LTD. Japan)