

金属硝油爆薬組成実験

許

填*

まえがき

産業火薬界の技術革命をもたらした硝油爆薬 (ANFO) の出現は、先出国で普及して以来十四星霜、その間長足の発展をした。

米国で使用し始めてから不遇9年目の1964年、爆薬使用量約75万のうち70%以上が ANFO で席卷した。人気の ANFO も解決できない問題点が現われて来た。先づ、ANFO の比重が0.8~0.9であつて、水より軽い為、水孔に使用すると浮いて困る。硝安は水に対して耐水性がないので、水孔では爆発しにくくなる。ANFO は従来の爆薬に比して比重が小さいが水が入ると比重が大となり、したがつて猛度も大となる。この理由で ANFO と、主成分である硝安に水と可燃物を加え、ゲル状にした。Slurry と称する露天専用の新種爆薬を出現したのである。

韓国における ANFO の実用化を見ると、1964年6月、ソウル市外始興鉸山で商工部および鉸業会の主催の下で施行した最初の ANFO 性能公開実験が最初である。政府では1966年11月10日、銃砲火薬類固東法施行令を改正し、続いて1968年1月16日に同法施行規則改正となり、満2年目の1968年12月9日、内務、

商工両長官の共同告示により、産業界の宿願である ANFO 実用化が法的結実を見たのである。

1967年8月、単一企業体である韓国火薬会社は、国産 ANFO 試作品を商品化し、単一品に限り1箱当り1,700 ウオンとして日本の2倍、米国の4倍の価格で市販されている。

1968年2月、筆者は ANFO に、Al, Mg ないし FeSi 等の金属を配合し、より強力で安価簡便な爆薬としての組成実験を行なつた。本論は新種爆薬としての金属を含む硝油爆薬系の性能に関する実験報告である。

1. ANFO の性能基礎実験

1-1 実験試料の規格

1° 粉状硝安

製造会社：三菱化成工業株式会社
等級：工業用
外観：白色粉状
含有水分：0.24%
吸油率：9.04 g/100g
粒度：

メッシュ	+35	35~42	42~48	48~60	60~80	80~100	~100
%	3.195	2.18	12.91	11.58	58.27	5.33	8.76

2° 粒状硝安

製造会社：住友化学株式会社
等級：工業用

外観：白色粒状
含有水分：0.15%
粒度

メッシュ	+6	6~7	7~9	9~12	12~14	14~16	16~24	24~35	~35
%	0	0.15	8.65	30.15	55.33	3.05	1.87	0.73	0.06

3° プリル硝安

製造会社：住友化学株式会社
等級：工業用
外観：白色多孔質球状

含有水分：0.23%
仮比重：0.88
吸油率：8.87g/100gr
粒度：

昭和44年6月24日受理

* 東海産薬技術研究所 大韓民国 ソウル

メッシュ	+6	6~7	7~9	9~12	12~14	14~16	16~24	24~35	~35
%	0	0.121	12.41	25.57	42.95	3.305	3.87	5.45	6.09

4° 使用燃料油

製造会社：大韓石油会社
 種類：市販軽油
 外観：透明
 比重：0.83/15°C
 セタン価：55
 Distillation：90%，357°C
 End point：385°C
 引火点：66°C
 流動点：-17°C
 粘度：~sec 43
 残留炭素：10%，0.18
 硫黄%：<1.0

5° 着色剤

油溶性赤色着色剤 (C₁AH₂ON₄O₄)

6° プースター等

膠質ダイナマイト，8号電気雷管，6号電気雷管，(製造会社：韓国火薬会社)

1-2 硝安油剤混合比試験

混合比は94.5：5.5，94.6，93.5：6.5の3種で，硝安と着色剤で着色された油剤を混合機，もしくはボールを用いないボールミルに入れて混合製造した。混合

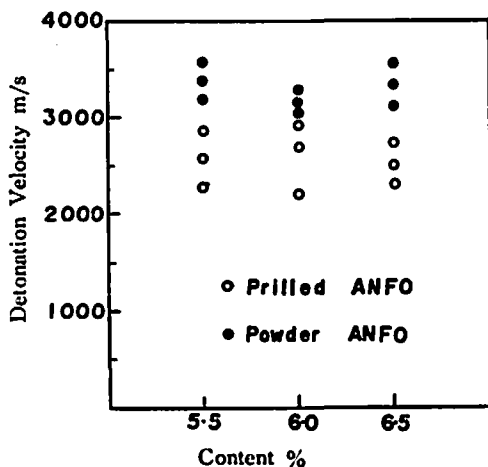


図1 爆速と油分の関係

時間は約30分間で，粉状硝安はやや時間を長くした。

最適の混合比はそれぞれの爆速で比較する。爆速測定はドートリッシュ爆速試験法で行なつた。

測定結果を図1，表1に示す。爆速は粉状硝安がプリル硝安より大きい硝安油剤配合比としては，粉状では94：6，94.5：5.55，93.5：6.5の順序で爆速を増

表1 配合比と爆速

硝安種類	配合比	薬量 (g)		装填比重	爆速 (m/sec)	
		ANFO	プースター			
粉状硝安	94.5：5.5	218	30	1.03	3,340	
	94：6	218	30	1.03	3,190	
	93.5：6.5	218	30	1.03	3,430	
粒状硝安	94：6	205	30	0.98	不爆	
		145	90	0.98	1,570	
粉状混合品 (1:1)	94：1	260	30	1.23	不爆	
		230	60	1.23	"	
		200	90	1.23	"	
プリル 状硝安	ウエルナー型 混和機で混合	94.5：5.5	208	30	0.99	2,870
		94：6	208	30	0.17	3,040
		93.5：6.5	208	30	0.99	2,910
	ボールを用いない ボールミルで 混合	94.5：5.5	190	30	0.92	2,420
		94：6	190	30	0.92	2,410
		93.5：6.5	190	30	0.92	2,460

1) プースターとしては国産膠質ダイナマイトを使用した。

し、ブリル状では94：6の配合比が一日良い結果をあらわしている。

〔多くの外国（大韓国外）の実験では94：6が最適であるといわれている〕

3) 雷管起爆試験

1~2)と同じ方法で混合した試料を爆速用鋼管と同一な太さのパイプ内に装填する。下の残余部分に実験に必要な個数の6号雷管を装填して、その中、一個の

6号電気雷管を使用して爆発させる。爆破後鋼管の破片を回収して破壊状態を見て完爆の成否を判断する。完爆に要した6号雷管の個数をもつて感度の測定を目安とした。完爆成否の判断基準は、鋼管の末端まで完全に破壊する時は完爆、末端まで完全に破壊しない時は半爆、あるいは不爆とした。爆速試験にも現わされたように、粒状硝安は雷管起爆感度試験にも鈍感で、ほとんどが不爆で粒状硝安94：6の配合比の時6号雷

表2 配合比と起爆感度

硝安種類	配合比	6号雷管個数																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
粉状硝安	94.5：5.5																								
	94：6																								
	93.5：6.5																								
ブリル状硝安	ウエルナー型混合機による混合	94.5：5.5																							
		94：6																							
		93.5：6.5																							
	ボールを用いないボールミルで混合	94：6																							
		94：6																							
		93.5：6.5																							

注：完爆範囲

管21個で半爆の事例があつた外、全部不爆であつた。

これは、粒状硝安の吸曲度に原因があると思われるので、以後は粒状硝安の実験は除外した。粉状硝安の雷管起爆感度は、6号雷管6~7個で、ブリルに比べ鈍感なものである。しかし、爆速が大きいのので発破効果面ではブリルより良好な結果が得られる。ブリル硝安は総べての配合比に対して6号雷管1個でも完爆の結果をあらわしている。故に爆轟に対しては、非常に鋭感であるので実際同上鉱山で使われる時、ブースターの量が節約でき得る利点がある。

4. 衝撃感度試験

試料には粉状硝安とブリル状硝安の二種を用いた。3~4時間前に混合して、デシケーターの中に入れておいたのち、鋲筒で約0.1gづつ包装して使用する。

試験器具としては、落錘感度試験器を使用した。錘の重さは10kgで鋼柱は12.7φ×12.5m/mの大きさで、ショアー硬度65以上である。

サンプルの爆音ないし爆煙によつて爆発成否が判断した。各1回づつの実験結果を表3に示す。

ANFOでは粉状硝安は、ブリル状より鋭敏であるが、硝安爆薬に比べるとはるかに鈍感であることがわ

表3 衝撃感度

落高 (cm)	粉状	ブリル状	硝爆	ピクリン酸
6				0/10
7				1/10
8				1/10
15			0/10	
20			1/10	
30			8/10	
60	0/10	0/10		
65	2/10	1/10		
70	3/10	1/10		

3/10とは10回試験中3回の爆発を意味する

かる。雷管起爆感度においては、ブリル状が粉状より鋭敏であるが、衝撃感度にては、ブリル状が粉状より鈍感であるのは雷管と落錘では起爆機構が異なるからであろう。

発火点はブリル状は385°C、粉状は410°Cであるために、ブリルは熱に対する鋭敏性を持っているので雷管の熱的要素に強く感受することも考えられる。

5. 発火点試験

発火点の測定方法には定速加熱法と定温加熱法の二つがある。定速加熱法は、試料をある一定の温度にて漸次加熱して発火した時の温度を測定するもので、定温加熱法とは、一定の温度より加熱して発火するまでの時間を測定するものである。

クルップ式発火点試験器を使用して定温加熱法により測定した。すなわち、試料を 0.1g 秤量して試験器に投入し、2秒以内に発火する温度を測定した。ANFO は 2秒をすぎると発煙にとどまり、発火しないので、2秒以内の発火温度のみ測定し、比較のため硝安爆薬を同じ方法で測定した。

10回測定値の平均値を表 4 に示す。

表 4 発火点測定表

試料粉状	発火点 (°C)		備 考	
	A (1.5 ~ 2 sec)	B (4 ~ 5 sec)	日 付	温 度
粉 状	410	—	11月1日	18°C
ブリル状	385	—	10月18日	19°C
硝 爆	280	275	10月18日	19°C

ANFO は、硝爆に比べて発火点が高い。粉状 ANFO は、ブリル状 ANFO より高い。

このことは、前述の落錘感度が粉状 ANFO よりも鈍感なブリル ANFO が、雷管に対しては、より敏感なのは雷管の熱的要素を強く感受するためとも思われる。

6. 摩擦感度試験

デシケーター中の配合比 94 : 6 の粉状と、ブリル状 ANFO と硝爆を 0.05g づつ秤量して試料とした。試

表 5 摩 擦 感 度 表

分類 試料	摩擦 荷重 (kg)	局部的発煙反応		無反応	備 考
		摩擦直後	摩擦 8 ~ 10 sec 後		
粉 状 ANFO	36	6			室温 19°C
	10.8		4	2	"
	9.6			6	"
ブリル状 ANFO	36	6			室温 19°C
	11.2		2	4	"
	9.6			6	"
硝 爆	36	6			室温 19°C
	12.8		4	2	"
	11.2			6	"

各 6 回実験し該当欄に数字を表わした

験器として Bam 標準摩擦感度試験器を使用し、0.05g の試料を摩擦板の上におき、レバー上の錘により所望の荷重を加えた後、電気で作動させ、その時の板上の反応を観察する。発煙、発火、弱爆音、強爆音で区別し調査した。その結果を表 5 に示す。

試験器具の最大摩擦荷重の 36kg でも発火弱爆音、または、強爆音は無く、3種の試料全部発煙反応としてしか測定できなかった。

7. 耐火感度の試験

発火点試験は熱に対する試験であり、耐火感度は火炎に対する着火感度の試験である。故に、発火点がひくいからといってかならずしも着火が困難であるとはかぎらないのである。この火炎に対する感度を調査するために、国際的な耐火感度試験法および、吉田正氏等が考案したトーチランプ法の二つの方法に依り試験した。

①硝子試験管内に試料 3g を投入した後、15cm の長さに導火線を切り、試料に少し入るようにして導火線を設置した後、導火線に点火する。硝安爆薬、粉状 ANFO、ブリル状 ANFO に対して各 5 回実験したが、全部着火しなかつた。

②トーチランプ法配合比 94 : 6 の粉状とブリル状 ANFO 100g をコンクリート面上に平たく置き、その上にトーチランプの火炎をあててみたが、両者共、熔融分解の現象は起こるが、発火はしなかつた。その後、約 20g の試料を紙につつんで紙を燃焼させたらブリル状 ANFO は紙と共に漸進的に燃焼し、紙の燃焼が終わると共に、その燃焼も同じく終わってしまった。粉状 ANFO はブリル状より不良であり、硝爆は紙と共に完全燃焼した。

以上の結果として、試料自体だけでは発火点以内の温度にては着火燃焼が起きなく、若干の炭素の点火によつて多少は燃焼する。

8. 経時変化試験

この実験では硝油混合後の経過日数と燃速との関係を求めた。

燃速測定にはドートリッシュ法を用いた。試料は一時に 94 : 6 に混合し、ポリエチレン包装で防湿貯蔵し、3 ~ 4 時間 2 日、4、7、9、11、16、23、30 日経過後測定した。この時装填比重は全部一定で粉状 ANFO は、1.0、ブリル状 ANFO は 0.915 である。

3 回測定値の平均値を表 6、Fig. 2 に示す。

図 2 で現わされるように、粉状 ANFO、ブリル状 ANFO 共に混合後 30 日間は燃速に大きな変化は無いが、粉状 ANFO は 7 日後に最大燃速が現われブリル状 ANFO は 4 日後と 11 日後に高燃速の頂点を示して

表6 経時変化と爆速

経口時 試料	爆速 m/sec								
	3~4hr	2日	4日	7日	9日	11日	16日	23日	30日
プリル状 ANFO	2,360	2,590	2,630	2,420	2,540	2,640	2,410	2,380	2,440
粉状 ANFO	3,240	3,230	3,390	3,550	3,490	3,280	3,250	3,140	3,170

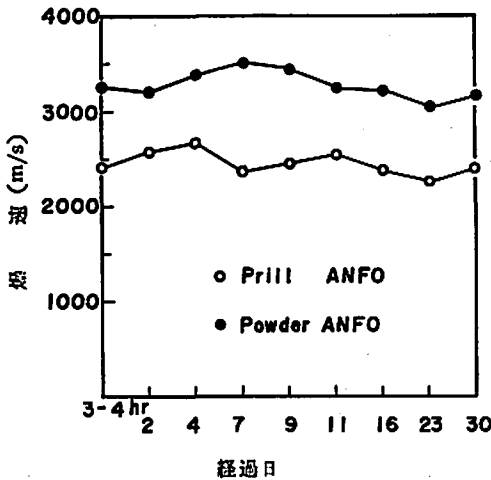


図2 経過日と爆速の経時変化

いる。

経時変化は季節的の温度の影響を受けることと考えられるが、本試験は10月25日より、11月24日まで、満30日間比較的乾燥時期に行なった。

9. 装填比重試験

装填比重の変化が爆速にどの程度の影響をあたえるかを94:6の混合試料を用いて測定した。ANFOを鋼管に所望の装填比重になるように秤量充填し、ドートリッシュ法で爆速を測定した。プリル状 ANFO はローダーの装填および手装の両方法を行ない、プースターとしては国産のゼラチンダイナマイト 30g を使用した。3回の測定値の平均値を表7に示す。

表7 装填比重と爆速

試料種類	装填比重	爆速 (m/sec)	備考
粉状 ANFO	0.95	3,260	手装填
	1.03	3,180	〃
プリル状 ANFO (Ball Mill 混合)	0.9	2,340	ローダー装填
	0.92	2,670	手装填
	0.95	2,630	〃

粉状 ANFO は比重が0.95の時に1.07の時よりも爆速の大きな結果を現わしたが、プリル状 ANFO では比重が0.92より0.95の方が大きな爆速を示した。

10. 起爆伝爆性試験

紙筒による起爆伝爆試験ではプースターの量を薬量の50%としても起爆しなかつたので、径42mm、厚さ3mmで長さ25cm、50cm、100cm、200cmの4種のガス管を使用して測定した。このガス管の一端にゴム栓をつけた後に試料を装填して、他の端にコルクの栓をしてプースターを入れ、爆発させ管の破片を見て完爆と半爆かを決定する。

この結果を表8に示す。

雷管起爆試験の結果ではプリル状 ANFO が粉状に比べ起爆感度が大きく、表8で示すように6号雷管1個で十分に完爆できる。この伝爆性は実際に鉱山で穿孔発破の時重要な役割をする。またプリル状 ANFO はプースターの量が節約できる利点がある。

粉状 ANFO はプリル状よりはプースター量を多く要したが伝爆性は良好であつた。

11. 臨界薬径試験

内径 36.4m/m、28m/m、22m/m、17m/m の4種のガス管を使用して硝油を混合率94:6の試料につき測定した。ガス管の一端にゴム栓をし、試料を装填し、膠質ダイナマイトと6号電気雷管を他端に装置し、コルク栓をして爆発させたあとガス管の破片で完爆成否を測定する。本試験によつて臨界径が17mmであることを認めた。

実際には鉱山の最小薬径は25mmであるが、本実験により17mmの小径発破にも使用可能なることが確認された。

12. 発破後ガス測定試験

坑内で発破後通風させず、5分後15分後のガス濃度を測定した。測定には、大韓石炭公社保険管理室で北川式検知管を使用した。この結果を表10に示す。

表10のように有害ガス発生量は硝安爆薬よりも少く、人体に対する影響は微小である。

表 8 起 爆 伝 爆 性 試 験

試料種類	管 長 (cm)	プ ー ス タ ー							備 考	
		膠質ダイナマイト (g)				テトリール (g)				6号電 気雷管
		20	22	25	28	13	15	18		1個
ブリル状 ANFO	25								○	装填比重 0.95
	25								○	
	25								○	
	25								○	
	50								○	
	50								○	
	50								○	
	50								○	
	100								○	
	100								○	
	100								○	
	100								○	
	200								○	
粉状 ANFO	25	△				△				装填比重1.00プースターの百分率 25cm 長の膠質ダイナマイト 50 cm 長膠質ダイナマイト 3.6% ベトリル2.9% 装填比重1.00プースターの百分率 100 cm 長膠質ダイナマイト長20% 200cm 長膠質ダイナマイト, 0.93%テトリル0.67%
	25		○				○			
	25		○							
	25		○							
	25		○							
	50	△				△				
	50		○				△			
	50		○				○			
	50		○							
	50		○							
	100	△						○		
	100	△						○		
	100	△						○		
	100	○						○		
	100		△							
	100		△							
	100		○							
	100		○							
	100			△						
	100			○						
200			○				○			
200			○				○			
200							○			
200							○			

○ 完 爆
△ 半 爆

表 9 臨 界 薬 径

試料種類	薬 径 (mm)	管内厚 (mm)	ブ ー ス タ ー										装 填 ANFO 量 (g)	備 考			
			膠質ダイナマイト (g)									6号電 気雷管					
			1	2	3	5	10	13	15	18	1 個						
装 填 ANFO	36.4	2.8												○	454		
	36.4	2.8												○			
	36.4	2.8												○			
	36.4	2.8												○			
	28	2.8												○	265		
	28	2.8												○			
	28	2.8												○			
	28	2.8												○			
	22	2.4												○	166		
	22	2.4												○			
	22	2.4												○			
	22	2.4												○			
	17	2.1												○	99		
	17	2.1												△			
	17	2.1												△			
	17	2.1												△			
	17	2.1		△											98		
	17	2.1			○										97		
	17	2.1			○										96		
	36.4	2.8									△					465	
	36.4	2.8									△					463	
	36.4	2.8									△						
	36.4	2.8									○						
	36.4	2.8									○						
36.4	2.8										○				460		
28	2.8				△									475			
28	2.8				△									473			
28	2.8				○												
28	2.8				○												
22	2.4				△												
22	2.4				○									170			
22	2.4				○												
22	2.4				○												
17	2.1								△						102		
17	2.1								○						101		
17	2.1								△								
17	2.1									○					99		

○ 完 爆
△ 半 爆

表 10 後 ガ ス

ガス種類	発 破 前	発 破 後	
		5 分	15分
CO ₂	0.05%	0.4%	0.3 %
CO	—	痕 跡	0.0005%
NO ₂	—	—	0.0007%
NO	—	—	—

13. 岩石発破試験

本試験は雙竜洋灰 CO, 露天採掘場にて粉状 ANFO

表 11 ANFO 岩石発破試験結果

	薬 種	孔 数	孔 径 (mm)	孔 長 (cm)	priming booster	delay booster	抵抗線 (m)	孔間隔 (m)	薬 量 (g)	トン当薬量 (g)
大 孔	ANFO	3	80	830	膠質ダイナマイト 1 個	膠質ダイナマイト 5 個	3	4	26,000	84.1
小 孔	硝 薬	23	40	480	—	—	1.5	1.5	1,800	76.3
	ANFO	10	40	480	膠質ダイナマイト 1 個	—	1.5	1.5	1,900	76.3

結 論

1. 硝油混合比

爆速試験と雷管起爆感度試験の結果より混合比は粉状にて 93.5 : 6.5 プリル状では 94 : 6 の比率が最適である。

2. 起爆感度

プリル状は粉状に比較して鋭敏になり、雷管 (6号) 1 個で起爆が可能であるため実用上鉱山ではブースターの節約ができる。

3. 衝撃感度

この感度は起爆感度と同一傾向であるべきであるのに、粉状はプリル状より鋭敏である。起爆感度と相反する結果が生ずるのは、雷管あるいは落槌に対する感度は起爆の機構が異なるためであろう。

4. 発火感度

プリル状が粉状よりも鋭敏であるが、硝安爆薬にくらべると多少鈍感である。

5. 耐火感度

粉状もプリルも鈍感で、炭素を供給すると少しばかり燃焼した。

6. 製造後の経過日時の影響

製造後 1 カ月まではたいした変化はない。大体 10 日間前後のものが最もよい効果を示すように思われる。

7. 伝爆轟

伝爆轟性は起爆感度が高いプリル状が常に良好である。粉状もブースター量が薬量の 1% の時には 2 m の

の石灰石に対する発破効果を測定したものである。硝油混合比を 94 : 6 になるように木箱内で手混合した。

穿孔径は 80m/m と 40m/m 二種とし、硝安爆薬と ANFO を比較するため、孔径 40m/m の中で、10 孔には ANFO を装填し、23 孔には硝安爆薬を同量装填した。起爆用ブースターとしては薬長の中間に位置するようにし、80m/m 径孔にはディレーブースターとしては膠質ダイナマイト (112.5g) 5 個を装置した。

硝安爆薬も ANFO も同一な結果を現わした。

伝爆距離を示す。

8. 後 ガ ス

後ガスは大体人体に無害な範囲内であり、完全発破の時には一酸化炭素は発生しない。

9. 発破効果

破砕効果では硝安爆薬と同一 (96 g/ton) 結果を表わす。

2. 金属硝油爆薬の性能基礎実験

鋭感性硝安爆薬または ANFO に軽金属細粒を添加することによって、耐静電気性を付与する。爆薬が飛躍的に改良発展しつつある。本節では韓国の実情に適合し、硝油爆薬の特徴を生かした安全で威力が増大な ANFO 系の金属硝油爆薬について論ずる。産業爆薬界だけに局限されるだけでなく、軍需爆薬産業の一部においてもその威力が強大なために、爆弾、砲弾、機雷等に相当量活用される可能性がある。

そして将来先進国のように、金属入 ANFO が大量現場で混合製造されることが可能になり、採鉱費節減の曙光を見出すことに期待できる。

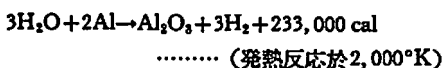
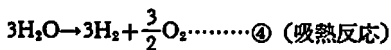
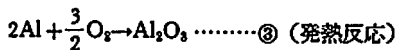
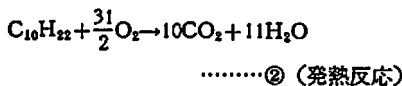
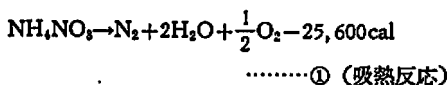
1) 組成の限界

硝油爆剤に混合することによって威力を増進させ得る。金属は、Al, Fe-Si, Mg, Zn, Fe 等である。

2) 金属硝油爆薬の理論的考察

爆薬の威力を支配する要因は、爆発の時のガス発生量、爆発温度、爆発速度にあると考えられるから、硝油爆薬に Al のような金属成分を混合することによつ

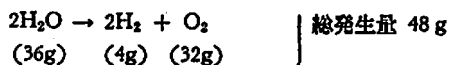
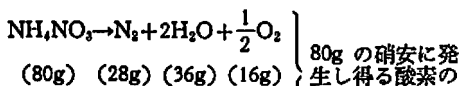
て、次のような化学反応が考えられ、爆力の増大を期待することができる。



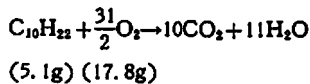
硝油爆薬においては、主として①、②の反応が起こされるとして、基本組成 (94 : 6) においては、発生酸素 : 必要酸素は 16 : 17.6 で計算上若干の酸素不足を来たすが、高温にて④の反応が同時におこり、不足量の酸素が補充されるとも考えられる。

硝油爆薬においては、アルミニウムのような金属の燃焼のためには多量の酸素不足が考えられるがアルミニウムの燃焼による大発熱量のために爆発温度が上昇し、④の反応が促進され、酸素の供給が充分に充当でき得るものと考えられる。硝油爆薬に比較して金属硝油爆薬の性能がわずかに優秀なる成績を示している。

このような観点から、金属硝油爆薬としてアルミニウムの含有量の最大量を計算すると、次のようである。

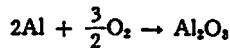


硝油爆薬の基本組成 (94 : 6) にて硝安 80g に混合される燃料油は 5.1g、これ等を完全燃焼させるに必要な酸素量は 17.6g で



燃料油を燃焼させたのち、酸素の残量で酸化のできるアルミニウムの量は 17.1g である。

$$48 - 17.8 = 30.8 \text{ g}$$



$$(34.2\text{g}) \quad (30.2\text{g})$$

故に 80g の硝安に混合する燃料油を 5.1g とする時、アルミニウムの混合最大量は 34.2g と考えられる。この時全体組成比は

$$\text{NH}_4\text{NO}_3 : \text{燃料油} : \text{アルミニウム} \\ = 80 : 5.1 : 34.2$$

で、金属硝油爆薬 (ANFO+Al) 中の Al の最大理論混合量は 25.6% である。

3) 威力試験

実験としては鉛鉤拡大値、坑道掘進発破実験の二つの方法をゼラチンダイナマイト硝爆 Al-スラリー等を比較した。

次の表 11 のように金属硝油爆薬は膠質ダイナマイトに比較して、拡大値は小さいが、硝安爆薬および ANFO に比較すれば、はるかに大きな値を示し、アルミニウム混入により威力を増大することが証明される。

外国にて新しく登場し、実用化段階にあるアルミニ

表 11 鉛 鉤 拡 大 実 験 値 於 : 京 仁 鉄 鉤 研 究 室

実験番号	日時	気候	金属入アンフォ			原孔容積 (e. c)	発 破 後 積 容	鉛鉤拡大値 (e. c)	国産硝爆 %	国産膠質ダイナマイト
			アルミニウム %	アンフォ %	水分 %					
1	'68 2/ 7	晴				61	401	340		100
2	2/ 7	"	8	92		60	340	280		
3	2/ 9	"	4	96		60	260	200		
4	2/10	"	12	88		61	345	274		
5	2/16	"	10	90		61	347	286		
6	2/16	"		100		59	258	199		
7	2/17	"	10	90		60	330	270		
8	2/17	"	10	80	10	60	260	200		
9	2/21	曇				60	395	335		100
10	2/22	"				59	279	220	100	
11	2/22	晴		100		60	260	200		
12	2/24	"				61	311	250		
13	2/24	"	10	80	10	61		失敗		
14	2/26	"	12	88		60	360	300		
15	2/26	"	15	85		61	370	309		
16	2/28	"	17	83		60	369	309		
17*	2/28	"	20	80		61	370	309		

* 金属として Fe-Si を用いた

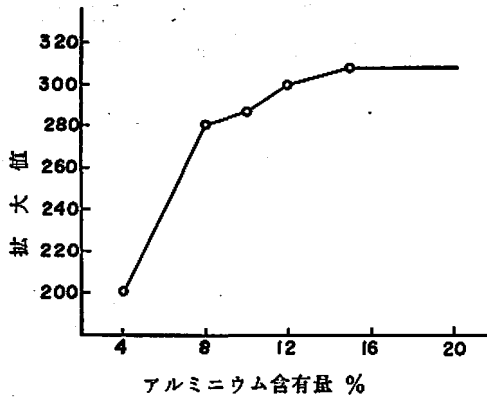


図3 金属硝油爆薬のトラウズル試験結果

ウムスラーが硝安爆薬に比べ別に特別な利点をもたらし得なかつたのは、化学的成分比よりは物理的混合

状態に多くの影響があるものと考えられる。すなわち、製造過程において硝安添加方法と硝安の粒度調整等の研究により、外国実験にて発表された硝安爆薬に比べて、3倍以上の威力がある金属 ANFO 爆薬が製造できると考えられる。金属硝油爆薬実験結果において Al 含有量15%, 17%また20%のものは、同一威力を示している。

4) 結 論

1) 金属硝油爆薬として94:6重量比の硝油爆薬と、アルミニウムあるいは珪素鉄を92:8~80:20の割合で混合試験をした。その結果は85:15が最適比率と判定された。

2) 鉛錘拡大量は金属硝油爆薬では309ccで、韓国産硝安爆薬の220ccより大で、韓国産膠質ダイナマイトの335~340ccにくらべ大差はなく、威力は大きいことが判明した。

表12 爆薬と金属硝油爆薬との性能効果対比

爆薬種類	韓国産爆薬 G. Dynamite Ni Explosive	硝油爆薬 (ANFO)	金属硝油爆薬 Metallized ANFO	Al-Slurry (Slurry Blasting Agent)
主成分	G. D グリセリン NAE 硝 酸 硝安 77.5% DNN 70%	ANFO (94:6)	ANFO, Al, Fe Mg (90:10)	AN/TNT Al 20% up AN/TNT TNT 15~40% AN/P/Al/H ₂ O sp 15~30% AN/Al/H ₂ O AN/Fuel/H ₂ O H ₂ O 20~25%
価 格	2.4 (4,000) c/s 1.8 (3,000) c/s	1 (1,700) c/s	1.3 (2,200) c/s	1.3~2.4 (2,200~4,000) c/s
取扱、運搬	危 険	安 全	安 全	極 め て 安 全
貯 蔵	変質、凍結、憂慮	変質、凍結 憂慮、稀薄、 経時変化有	左同	変質、凍結、憂慮なく経時変化稀薄なれど、諸性能低下の憂慮がある (2カ月内)
威 力	337 (1.68) 235 (1.17)	200 (1)	278 (1.39)	210 (1.05) U. S. A. の発表は3以上
製 造	製造工場	簡便で現場製造が可能	左同	製造工場
保 安	鋭感剤があり危険	雷管にて起爆不可なる程度に鈍感である	左同	左同きわめて鈍感
不発処理	発破しなくてはならない	注水可	左同	左同
後 ガ ス	可	可	可	不良
装 填 ガ ス 便 宜 度	薬包装紙に限る(坑内)	共用(坑内外)	左同	薬包不要、機械、装填可
用 途	水孔使用可 NAE } 水孔使用困難 G. D. }	(露天採石) 水孔使用困難	左同	露天専用、上向孔不可、亀裂孔使用、穿孔口径50%以上に限る

3) 金属硝油爆薬用の金属は、粉末または粒としてアルミニウムおよび珪素鉄は何れも性能は同一である。

4. 参考資料

(ANFO 関連 外国特許)

1) 日本国特許公報による公告1961年~6199号の鋭感性硝安と可燃物よりなる爆薬の内容は(出願旭化成工業)見掛比重0.7以下の多岐状鋭感性硝安を主成分としてこれに木粉、重油、澱粉、珪素鉄、Al粉等可燃物の一種または一種以上を混じている。鋭感剤を含有していない爆薬として換算すれば上記の鋭感性硝安が起爆剤なしに爆発ができて得ることを意味している。

2) CanadaのCanadium Industries Limitedにて出願された1966年~31480爆薬組成物の内容は硝酸ア

ンモニヤ油質燃料に適當成分として軽金属細粒を組成とした爆薬として静電気耐性を付与する添加剤としてタロトリメチル、アンモニウムクロライト、長鏈マルキルビルチニム塩、ポリオキシエチレンノニル、ワエノルまたは長鏈脂肪酸のポリオキセチレン、ソルビダン、モノエステル等よりなる静電気荷電の発生に対する耐性用爆薬組成物である。

あとがき

本論文は国語を異にする研究者の日本語論文である。文中に冗長、重複の箇所が見出されたのでその点を須藤が訂正した。しかし内容については少しの補正も加えてはいない。文章に不明な所があるとすれば須藤の責任である。(須藤秀治記)

On ANFO Explosives Containing Metal Power

by Kyo Ten

The strength of ANFO explosives containing aluminum or ferrosilicone was studied.

As the experimental results it was found the explosive mixtures of which composition was 85% ANFO (94% NH_4NO_3 + 6% fuel) and 15% aluminum or ferrosilicone was most suitable for the use as explosives.

The results of Trauzl test showed that the strength of the explosives of the above composition was superior than the ammonium nitrate explosives (Korean made) and almost comparable to the gelatine dynamite.

(Tokai Industrial and Technical Institute, Soul, Korea)