AN-FO 発破に関する基礎研究(第2報)*

—最近のプリル状硝安について—

正 会 員 下 村 弥 太 郎**

正 会 員 山 口 梅 太 郎***

Fundamental Studies on AN-FO Blasting (2nd Report)

—On AN-FO blasting using the recently improved prilled AN—

Yataro SHIMOMURA and Umetaro YAMAGUCHI

Prilled ammonium nitrate manufactured in this country has been applicable for AN-FO blasting. This paper is the second report of fundamental studies on AN-FO blasting using the recently improved prilled AN. The studies were consisted of experimental AN-FO blasting tests in a mine for measurements of the cap-sensitivity and the detonation velocity and laboratory tests of loading AN-FO to bore-holes by an ejector type AN-FO bore-hole charger.

AN-FO tested was more cap-sensitive in comparison with the AN-FO reported in the first report. Two bound No. 6 blasting caps had a possibility to ignite 94 : 6 AN-FO charge in a sealed steel stub. Detonation velocities of AN-FO measured by Dautovich method were from 2,000m/s to 3,000m/s.

By compressed air jet loading, AN prills were crushed and filled in a bore-hole at high density, 0.85—1.0, to the density of original AN-FO, 0.81.

The diameter and the length of loading hose, namely hose resistance, is very much effective on the loading speed of the compressed air loading system of AN-FO. The diameter of borehole is a major affecting factor for the state of AN-FO loaded in a bore-hole such as the density. While, the loading air pressure and the distance between the top of loading hose and the face of charge in a bore-hole are minor factors for the state.

Loading techniques of AN-FO by compressed air system is rather experimental and should be established by practical operation in each mine.

は じ め に

37年9月号の日本鉱業会誌の論文¹⁾、38年6月に日本鉱業協会を経て発表した実験報告²⁾など、AN-FO 発破に関する基礎研究を行なつてきている。

AN-FO 用の硝安は、混合された燃料油を長く保持し、適当な装填密度が得られるものでなくてはならない。AN-FO 発破の長所の1つである現地混合の可能性も硝安の性質が大きく影響する³⁾。従来わが国で作られていた粒状硝安は外国(アメリカ、カナダ)製品のような多孔質のプリル状硝安⁴⁾でなく、比較的堅硬なものであつて、これをベースとして燃料油を標準の6%混合した場合でも、十分な吸収がなされず滲出して来る有様で

あつた。そのためわが国の爆薬メーカーも、ごく最近まで、従来の粒状硝安に粉状硝安を混ぜたもの(大体50 : 50)に燃料油を混合した粉粒混合AN-FOを販売していた状況であつた。

他方わが国の硝安メーカーではAN-FOに適した多孔質プリルの研究を行なつてきており、現在では、かつて発表した試験に使用されたものにくらべて数段進歩したものが作られていて、最近の市販AN-FOもほとんどこれらプリル硝安のみを使用している。このような状況のもとで、筆者らは現在入手し得るプリル硝安を使用したAN-FOについて基礎的な性能試験を行なうと共に、AN-FO 混合剤の特長の1つである圧気装填に関する試験を行なつた。

実験に使用した硝安プリルは主としてS社製のもので、M社製のものについても一部の試験を行なつた。またN爆薬会社の粉粒混合AN-FOも一部の試験に使用した。使用した硝安、AN-FO及び軽油の性質を第1表に示した。

* 昭和39年10月24日受理、昭和39年度春季研究発表講演会において講演

** 工博 東京大学工学部教授 資源開発工学科

*** 工博 東京大学工学部助教授 資源開発工学科

a) 直径1~2mmの多孔質球形の硝安で、従来爆薬に使用される結晶質緻密な粒状の硝安とは異なる。高いプリル塔により製造される。

第1表 実験に使用した硝安と燃料油

硝 安	見掛比重 (バルク)	粒 度 分 布 (%)						備 考
		6mesh	8	10	14	20	マイナス	
		3.327	2.362	1.651	1.168	0.833	-	
S 社 プリル	0.810	tr.	11.9	60.3	13.6	14.2	-	100.0
M 社 プリル	0.698	-	-	2.9	69.0	24.7	3.5	100.1
N 社 粉粒混合*	約 1	-	0.24	20.5	26.4	3.43	49.5	100.1

* 粉：粒：油＝47：47：6 のものから軽油分を蒸発させて測定

3号軽油（日本石油）：比重（15℃）0.8180，流動点 50℃ 流出 247℃，95% 流出 308℃

爆破実験には、日鉄鉱業八基鉱業所の坑内及び坑外の廃滓ダムを使用させていただいた。装填試験その他の測定は東京大学資源開発工学科（当時鉱山学科）の実験室で行なわれた。

なお、本試験は38年度文部省試験科学研究費により行なわれた。

1. 性 能 試 験

試験の主要部分は 35mm 内径の JIS 規格 32A ガス管を用いた鉄管内雷管起爆感度試験と鉄管爆速の測定（ドートリッシュ法）で、これら試験に対する AN, FO 混合比の影響、水分の影響などが試験され、また現場におけるアノローダ装填機による装填の使用上の問題点が検討された。粉粒混合 AN-FO を用いた根切り発破（サブ・レベルの下透し発破）、坑道掘進発破も試験的に行なわれた。

1.1 雷管感度試験

長さ 50cm の鉄管（両端ネジ蓋）に AN-FO を手で装填し、ドートリッシュ法による爆速試験も合わせて、雷管感度試験を行なった。結果は第2表、第1図の通りであるが、一昨年夏実験当時、同一条件で完爆のために6号雷管10数本を必要としたのにくらべ、格段に高い雷管感度が得られた³⁾。実験回数は少ないが混合比 94：6 の場合に最も高い感度が得られたのは、粉または粒状の硝安を用いた他の研究者の研究結果に比して興味深い⁴⁾。なお、この感度が鉄管内の感度で密閉強度は良く、開放状態でないことを書き添えておく必要があろう。

雷管本数 AN/FO	2本	3	5	10
92/8	●	△	○	○
94/6	○	○	○	○
96/4	△	○	○	○
98/2	●	●	△	○

○ 完 爆
△ 不完 爆
● 起爆せず

第1図 雷管感度の判定

b) 雷管の装着は次のように行なった。脚線のついた6号電気雷管を中心に、導火線用の6号雷管を必要本数だけ添わせて、ビニール・テープで束ねて AN-FO の中に沈める。脚線を鉄管の蓋に明けた小孔を通して外へ導いておく。

1.2 爆速試験

50cm の長さの鉄管とより長い鉄管に AN-FO を充填して、やはりドートリッシュ法によって爆速の測定を行なった。起爆には、6号電管の本数を変えたり、プライマーとして新桐ダイナマイトを使ったりした。結果は第3表に示した通りで、この場合でも混合比 94：6 のものが最も高い爆速を示した。プリル硝安を使用したもの

第2表 雷管感度試験結果

AN/FO	雷管本数	平均爆速 m/sec	判 定	AN/FO	雷管本数	平均爆速 m/sec	判 定
92/8	10本	1,898	完爆	96/4	10	2,080	完爆
	5	1,940	完爆		5	2,080	完爆
	3	1,790*	不完爆		3	1,987	不完爆
	2	-	起爆せず		2	1,880*	不完爆
94/6	15	2,060**	完爆	98/2	10	1,873	完爆
	10	1,955	完爆		5	1,583	不完爆
	5	2,140	完爆		3	-	起爆せず
	3	2,030	完爆		2	-	起爆せず
	2	2,010**	完爆				

平均爆速は2回の爆破の平均、雷管は6号雷管。

不完爆の判定は、爆速値と鉄管の破壊の不十分なことから行なった。

* 1回の爆破例から得た値、他の1回の測定値は起爆されないためあるいは鉛板上に爆痕が記録されなかったため測定不能。

** 1回の爆破例から得た値。

第3表 鉄管爆速試験結果

(1) 標準混合比 (AN：FO＝94：6) の場合、鉄管長さ50cm

使用硝安	装 填 比 重	雷 管 本 数	爆 速
プリル A	0.832	10本	m/sec
	0.895	5	1,770
	0.832	3	1,730
	0.873	2	1,720
プリル B	0.895	10	2,980
	0.769	5	3,040
	0.769	3	2,980
	0.790	2	2,960
粉 粒 混 合	1.100	5	2,780
	1.100	3	2,540

(2) 鉄管長さ 137.5cm, 新桐ダイナマイト112.5g で起爆させた場合

使用硝安	AN/FO	装 填 比 重	爆速 (m/sec) ; 口元から測定起点 までの距離 (cm)				
			25	50	75	100	125
プリル A	92/8	0.985	2,040	1,720	1,680	*	*
	94/6	0.960	2,180	2,100	2,000	*	1,900
	96/4	0.958	1,570	2,000	2,000	2,000	1,860
	98/2	0.950	2,000	*	1,940	*	1,910
プリル B	94/6	0.840	2,950	3,080	3,100	3,100	?
粉粒混合	94/6	1.120	3,220	2,800	2,960	2,840	2,800

* 鉛板からスチール・アウト ? 爆痕不詳

と、粉粒混合硝安を使用したものとの比較では、両者の間に差が見られなかった。長い鉄管を使用した場合に、先の論文に発表した爆速値が起爆点に比較的近いところで一度低下する、という現象⁵⁾ははつきり見られなかった。爆速値がプライマーの種類によつて変るという現象⁵⁾も、これだけでははつきりしないが第3表(1)及び(2)を比較した場合、新桐ダイナマイトによつて起爆した場合、雷管のみで起爆した場合より爆速値が高い傾向は見られる。完爆さえすれば、爆速値はあまり差がないのではなからうか。

1.3 水分の影響

硝安：燃料油混合比 94：6 のものに、AN-FO 全量に対する百分比で、2, 4, 6, 8% の水を加えて混合し、その爆速値から水分の影響を測定した。水分が6%を超すと、混合されたAN-FOはかなり湿った感じとなり、8% の場合には水分が吸収され切れず浸出してくる位であつたが、いずれも6号雷管10本で完爆した。爆速値はむしろ水分4%付近で最高を示し、ある程度の水分は使用上差支えないことが判つた⁵⁾。なお、爆破は水分を混合して10数分後に行なわれた。(第2図)

1.4 実際発破での使用

N社製粉粒混合AN-FOをアノローダを使用して実際のボア・ホールに装填し、新桐ダイナマイトの225g薬包をプライマーとして実際の爆破を行なつた。サブ・レベルの下透し(根切り)発破では、ボア・ホール径が大きく密装填で過装薬となつたが、従来の新桐ダイナマイト使用の場合と同様に爆破が行なわれ、坑道(2×2.5m)の全断面の発破でも、従来のダイナマイト使用の場合と同じ装薬量で、1.2mの掘進長を全く同じに掘進した。

1.5 使用上の問題点

以上の実験を通してAN-FO発破の実用化の上で、いくつか問題になりそうな事実を経験した。その1つはア

第2図 爆速に対する水分の影響
(水分0%の点は第2表のAN/FO=94/6、雷管10本の値をとつた)

- c) AN-FOをよく攪拌しながら少しずつ散水して加える。霧吹きで加えることも試みたが、時間がかかり過ぎて適当でない。
d) ホースの長さは4m、ホースの内径は15.7mmであつた。
e) 塩化ビニール・パイプを下に向けて側面を軽く叩くと、装填されたブリルは取出せる。パイプ径が小さい場合は全量をふるい分けし、大きいものについては約1kgをとりふるい分けした。

ノローダによる装填についてである。今回使用したブリル状硝安は燃料油の吸収が非常に良く、8%混合の場合でもブリルの流動性(free running)はほとんど変りなく⁴⁾、水分を更に6%, 8%加えてはじめて、湿った感じになってくる。それで、ブリルを使用してアノローダで装填する場合は極めてスムーズに装填することができた。これに反し粉粒混合のAN-FOでは、アノローダによる装填は吸込口がつまり、また、ポリエチレン・パイプの途中に停滞するなど、非常にやりにくかつた。

2. ブリル状硝安の破碎性と圧縮 空気によるAN-FOの装填

八釜鉱山における爆破実験に引続いて、実用上の問題点の1つであるAN-FOの圧縮空気による装填(Jet-loading)について、ブリルの粉砕状況や装填比重などを測定する実験を行なつた。

2.1 ブリル状硝安の破碎性

AN-FOを圧縮空気でJet-loadingした場合に、どのような装填密度が得られるかは、硝安のブリルがどのように破碎され装填されるかということにかかっている。そこで、AN-FOの装填試験に先立つて、硝安ブリルに落槌を落して破碎し、その強度を求める試験や、燃料油を加えていない単独のブリル硝安をボア・ホールにJet-loadingして、その破碎粒度を求める試験を行なつた。

2.1.1 落槌試験による硝安ブリルの強度：第3(a)図のような方法で、1.629gの落槌を5mmごとに高さを変えてブリルの上へ落とし、落槌のそれぞれの落下高さごとに、破碎したブリルの粒子数を積算グラフにプロットする(第3(b)図)。試験を40個のブリルについて行なつたので、破碎した粒子の数が半分の20個になる落槌の落下高さと重量からそのエネルギーを求め、ブリルの平均破碎エネルギーとした。その値は

$$E = mg h = 1.629 \times 2.05 \text{ g} \cdot \text{cm}$$

この試験は、落槌の大きさも試験すべきブリルの数も、厳密な計画の下で定めたものではなく、落槌を落下

第3(a)図 落槌試験

第3(b)図 落槌試験による硝安ブリルの強度

第4図 AN-FO 装填試験

高さを変えて繰返してプリルの上に落しているの、衝撃の繰返しによる破碎の問題も入っている等、極めて便宜的なものである。しかし、プリルの強度を標準的に定めることは、破碎によるAN-FOの爆発効果と、貯蔵・運搬等の点からは破碎しない方が良いという矛盾した性質を定める上で重要なことである。そこで、この試験のような方法、あるいは、袋または容器に入れて振動を与えて破碎する試験などをプリルの強度試験として提案したい。

2.1.2 空気装填機により装填されたプリル状硝安の粒度分布：実験室において、透明硬質の塩化ビニール・パイプ、長さ2mのものを木製の台枠の上に設置して、これをボア・ホールと見做し、三菱金属鋳造社製のアノローダ（商品名ベスト・チャージャー）を使用して、硝安プリル及びAN-FOの装填試験を行なった（第4図）。

内径38mmのボア・ホールに長さ4m、内径17.7mm、外径26.2mmの装填ホースでプリル硝安を装填し、装填比重を求めてから後取出し^①、タイラーの標準ふるいでふるい分けし粒度分布を求めた。空気圧力を4kg/cm²とし、装填ホースの先端と硝安の充填面との距離を20、30、40、50cm及び60cmに保ちながら装填した。装填長さは約1mであつた。

粒度分布のグラフは第5図である。装填前のS社の硝安は主として直径2mm前後のプリルからなり、M社のものは1.5mm前後のものからなっているが、破碎されたものでは連続的な粒度分布を示していることが知られ

第5図 硝安の粒度分布

第4表 硝安の平均粒度（50%粒度）

種 類	S 社 プリル	M 社 プリル	粉粒 混合	S 社 プ リ ル				M社プリル	
L*	装填前	装填前	装填前	20cm	30	40	50	50	60
平 均 度	mm 2.04	1.31	0.93	0.53	0.57	0.61	0.65	0.64	0.68

* ホース先端から装填面までの距離（cm）

る。積算量の50%に当る粒子のサイズを50%粒度と呼んで、装填されたものの平均粒度としたが、ホース先端と装填面までの距離が小さくなると、破碎の度合いが幾分大きくなることが知られる（第4表）。いずれも、装填され破碎されたものの粒度は、粉粒混合AN-FOの粒度よりも細かい。

2.2 AN-FOの装填試験

混合比94:6のAN-FOを作り、上述の装置（塩化ビニール・パイプのボア・ホール）に装填し、装填比重、単位時間当り装填量、損失量（装填の際に、ボア・ホールの外へ噴き出してしまう量）、空気消費量等について測定を行なった。変化させた条件は、ボア・ホールの直径——塩ビ管の内径32.5、38、45、50.5mmのものを使用——、装填空気圧力、装填ホースの先端とAN-FO装填面までの距離等である。装填に使用した装填ホースは内径17.7mmであるが、内径15.7mmのものも一部の試験に用いられた。ボア・ホールとしての塩ビ管は水平に置かれたが、ボア・ホールの傾斜の影響を調べるために、30°、60°、90°の傾斜をつけた試験もわずかであるが行なった。なお、装填ホースの長さも、AN-FOの装填には、大きな影響を及ぼすものと思われるが、今回

第6図 装填可能最小距離

第7図 装填比重

第8図 損失量と装填面までの距離 (L)

の実験では、4m で一定であった。

2・2・1 装填ホースの先端と装填面までの距離：装填ホースの先端をAN-FOの装填面に近づけ過ぎると、噴出する空気（及びプリル）によってAN-FOの装填面が崩され、AN-FOはボア・ホールの外へ吹き出されて装填できなくなる。第6図は、AN-FOが装填できる最小距離を空気圧力について求めたものであるが、この場合では最小距離は2kg/cm²のとき20cmで、空気圧力の上昇と共に、わずかではあるが大きくなる。空気圧力を一定にして(4kg/cm²)、装填ホースの先端から装填面までの距離を変えて装填されたAN-FOの比重を測定した結果を第7図に示したが、直径50.5mmのボア・ホールに対するものを除くと、装填面までの距離の比重に対する影響は見られない。

装填面までの最小距離はボア・ホールの径に影響される。第7図の場合でも、ボア・ホール径32.5mmの場合は、装填面までの距離10cmが装填可能であり、内径38, 45mmに対しては20cm、内径50.5mmに対しては30cmが最小距離であった。

AN-FOをボア・ホールに装填する場合、空気と共にボアホールの外へ噴き出して、ボア・ホールの中に装填されず失われる量を損失量としたが、装填ホースを装填面に近付け過ぎると損失量は大きくなる傾向にある。損失量の中には、AN-FOの細かく破碎されたものが、粉霧状となつて飛散して失われるものも含まれる。第8図は損失量と装填面からの距離の関係を求めたものである

第9図 損失量と空気圧力

第10図 装填比重

第11図
装填比重と
ボア・ホール
の直径

が、損失量の測定は、装填されたAN-FOの量を秤量し、装填前のAN-FOの量との差を求めて行なっている。精度は非常に低い、したがって、この測定の結果は、単に傾向を示しているに過ぎないと言つて良い。(第9図)。

2・2・2 ボア・ホールの直径の影響：実験回数等に制限されて、実験は空気圧力4kg/cm²あるいは装填ホースを先端から装填面までの距離40cmのものが多く行なわれた。その結果から、装填比重、単位時間当り装填量、損失量等、いずれも装填されるボア・ホールの直径が影響しているように思われる。装填面までの最小距離もそうであったが、装填比重についてもボア・ホールの径の影響が見られる。

装填比重はボア・ホールの径が小さいほど大きくなる。ことが第10図、第11図より明らかである。

第12図 単位時間当り装填量

第13図
単位時間当り装
填量とボアホー
ルの直径

2.2.3 装填ホースの直径の影響：装填ホースは内径 17.7mm, 外径 26.2mm のものが大部分の実験に使用されたが、内径 15.7mm, 外径 21.8mm のものも一部の実験に使用された。使用ホースの直径の影響が顕著に現れたのは単位時間当り装填量についてで、第12図に明らかなように、内径 17.7mm のホースによる単位時間当り装填量は、内径 15.7mm のものの 2 倍の値を示している。ただ、ホース径 17.7mm の場合、ボア・ホール径 32.5mm に対する装填量は、それより大きい直径のボア・ホールに対してはつきりと小さな値を示した。この場合のホース外径とボア・ホール内径との差、すなわちクリアランスは、半径で 7.4mm ある。しかし、第 13 図からは、装填ホースとボア・ホールのクリアランスとの間にある関係を求めることはできなかった。空気圧力の影響も 3kg/cm^2 以上ならばほとんど見られない。 2kg/cm^2 の場合に多少装填量が小さくなっている。

2.2.4 ボア・ホールの傾斜の影響：ボア・ホールの傾斜の影響を調べるために、塩化ビニール管を 30° , 60° , 90° の傾斜で上向きに設置して AN-FO を下から上へ向けて装填する実験を行なった。ボア・ホールの直径は 32.5, 38, 45mm で、ホース内径は 17.7mm であった。

実験の結果から見ると、装填された AN-FO についてみると、傾斜の影響はほとんどみられず、ボア・ホールが水平の場合と同じであるということができた。ただし、これは装填されたものについてであつて、ボア・ホールの傾斜の影響は、特にボア・ホールの直径が大きくなると AN-FO の装填が困難になる、という形で現れる。これをまとめると第 5 表になる。この場合の試験空気圧力 P は $2\sim 6\text{kg/cm}^2$ 、装填ホース先端と装填面までの距離 L は $20\sim 100\text{cm}$ であった。

この表から判断すると、ボア・ホールの角度が大きくなると、AN-FO に重力が作用するので、これに対抗できる強さで AN-FO がボア・ホールに装填される。すなわち傾斜が大きくなる程押し付けて装填される必要があ

第 5 表 ボア・ホール（ビニール管）の傾斜の影響

傾斜角	30°	60°	90°
直径			
32.5mm	可 能	可 能	可 能
38	可 能	可 能	$P=2\sim 3\text{kg/cm}^2$ で不可能、 $P>4\text{kg/cm}^2$, $L>40\text{cm}$ で可能
45	$P=2\sim 6\text{kg/cm}^2$, $L=20\text{cm}$ で不可能、 $L=40\text{cm}$ 以上なら可能	$P=2\text{kg/cm}^2$ では可能、 $P=4\text{kg/cm}^2$ のとき $L=80\sim 100\text{cm}$ で可能	不 可 能

る。しかし、他方で、装填面が崩されないようにする必要もある。このバランスがとれないと装填が不可能になることが考えられる。傾斜孔の直径が大きくなるほど、このバランスはとりにくいことが知られる。

実際の岩石のボア・ホールに対しては、ボア・ホール内面の平滑の度合、水分の影響などから、傾斜による装填の難易の問題は、上の結果とは異なつたものになると思われる。

2.2.5 空気消費量：以上の全実験を通じて装填の際の空気消費量の測定を行なつたが、測定器の容量が大き過ぎて測定の精度は低かつた。測定の精度の関係もあるが、空気圧力に対する空気消費量が、空気圧力 2kg/cm^2 で消費量約 $1.1\text{m}^3/\text{min}$ 、空気圧力が 3kg/cm^2 から 6kg/cm^2 に上昇すると、消費量が $1.4\text{m}^3/\text{min}$ から $1.7\text{m}^3/\text{min}$ に増加する傾向が見られた外は、はつきりした傾向が見られなかつた。装填ホースの直径の違いに対しても、消費空気量に差が見られなかつた。

2.3 装填試験のまとめ

実験回数限度などから、考えられる全ての条件について広い実験が行なえなかつたうらみがあるが、次のような結果を得ることができた。

1. 装填比重は、装填されるボア・ホールの径が小さいほど大きくなる。
2. 装填ホースの先端と装填面までの距離は、空気圧力が低いほど、ボア・ホールの径が小さいほど小さくすることができる。そして、わずかではあるが、この距離が小さいことほど、破砕度の破砕度は大きくなる。
3. 装填ホースの先端と装填面までの距離が小さい程、ボア・ホールの口から吹き出されて失なわれる AN-FO の量は多くなる。
4. 単位時間当りの装填量は、装填ホースの径に決定的に支配される。このことは、ホースの径が小さい場合、長さが長い場合、すなわちホースの抵抗が大きい場合に装填が不可能になるという、現場での実際の使用経験とも関連がある。恐らく装填ホースの長さも、これに関連すると考えられるが、今回は実験できなかった。
5. 上向き孔の場合、特にボア・ホールの直径が大きい場合には、空気圧力の大きさと装填ホースの先と装填面までの距離を、うまくバランスさせて装填する必要があ

ある。

6. 空気消費量については空気消費量が、空気圧力の増加と共に増大するという他の、はつきりした傾向がつかめなかった。

ボア・ホールに装填ホースでAN-FOを装填する場合に見られるいろいろの現象は、ホースの先端と装薬との間、ホースとボア・ホールとの間の空間に生ずる空気の流れの問題となり、この空気の流れによつて運動するAN-FO プリルの行動——移動、破碎、付着、吹き出し、等——が関係する。したがつて、この問題は非常に複雑で、実際に使用すべきホースの径、長さ、空気圧力、装填のテクニック等は、実験的に定められる性質であるように思われる。

おわりに

最近のプリル状硝安を使用したAN-FOに関して、その性能と圧縮空気による装填の2つの基礎的な問題を研究した。AN-FO については、筆者等もその啓発に微力をつくしてきたが⁶⁾、ようやくその良さが認められてきたと思われる。今後は、ひとりAN-FOのみでなく、こうした新技術の長所を活かし、発展させていく態勢を築

くよう努力しなくてはならない。

本研究に當つて、現場実験に多大の御協力を賜つた日鉄鉱業、西脇三樹雄鉱山部長、塚越正勝八茎鉱業所長はじめ八茎鉱業所の各位、並びにプリル状硝安の供給に御骨折りいただいた住友化学工業、三菱化成工業の各位に、深甚なる謝意を表する。

併せて、東京大学工学部資源開発工学科(当時鉱山学科)学生、斎藤真人君、下村重孝君、同岩石工学実験室(当時採鉱学実験室)の宮崎道雄君、森田道明君の協力を感謝する。

参考文献

- 1) 下村弥太郎：AN-FO 発破に関する基礎研究，日本鉱業会誌，昭和37年9月号，640～648頁
- 2) 日本鉱業協会，石灰石鉱業協会：AN-FO の鉱山における発破試験，昭和38年3月31日
- 3) 山口梅太郎：アメリカ・カナダにおけるAN-FO 混合剤について，日本鉱業会誌，昭和39年6月号，517～520頁
- 4) 日本産業火薬会硝油爆薬委員会：硝油爆薬の性能について，昭和38年5月
工業技術院：AN-FO 爆薬に関する試験結果，昭和38年11月
- 5) Norman M. Junk：Research on Primers for Blasting Agents, Mining Congress Jnl., April 1964, pp. 98～101
- 6) 下村弥太郎：AN-FO 爆剤とその発破法，トンネル工学シリーズ2・最近のトンネル工学，土木学会，昭和39年8月，99～115頁

石炭の粉化防止装置

チップラーで炭車を空ける際に、石炭の粉化を防ぐ装置が英国 Rhymney Engineering Co. Ltd. により製作された。この装置は構造が簡単で 360° 回転チップラーに容易にとりつけることができる。石炭は炭車の外へは投げ出されず、だんだんにチップラッシュートに沿つて徐々に降下するようになっている。

この装置は粉化防止板の役をする丈夫なピボットを備えたピボット・バケットから成つており、これがチップラー本体の一方の側に取付けられている(図-1)。

粉化防止板は全長にわたつて適当に補強してあり、自由端は櫛状になっている。この板は 150mmφ 車輪で弾性的に支持されているが、この

車輪はローラ・ベアリングと丈夫な合成ゴムの踏面をもっているので寿命も長く運転時の騒音も少ない。

チップラーが回転を始めると石炭は粉化防止板と炭車の間に形成されるポケット中にこぼれ落ち、自由落下することはない(図-2)。回転につれて車輪はカーブしたシュート面に沿つて動くが、石炭の大部分は依然粉化防止板に支えられている。しかし粉炭はこの板の櫛状端の隙間から下に落ち、チップラーの下の方のフィーダーやコンベヤ上にあらかじめクッションを形成する(図-3)。

チップラーの回転が進むにつれて、粉化防止板は石炭を徐々にシュートの方に下していく。この下降作用は板がチップラッシュート面と約 90° になるまで行なわれる。この点以上に回転が進むと、板の端がシュート面から離れ、石炭がシュート面に沿つてすべり落ちる(図-4)。この粉化防止板はチップラーが回転を完了する以前に、ガイド装置により正常の引込んだ位置にもどる(図-1)。(広部良輔)

("Anti-breakage Device" Colliery Engineering, May 1964, 194 より)