

栃洞鉱におけるスラリー爆薬の導入について

南 光 宣 和

スラリー爆薬の安全性、および発破作業の合理化や、ダイナマイトの価格上昇等に対する将来のコストダウンを指向して、スラリー爆薬の導入を計画した。

昭和49年9月から約1年間にわたって、爆力、感度、後ガス等の基礎試験、および現場操業試験を実施した。

その結果、爆力は、杉ダイナマイトに比較し、約20%劣るが、感度は鈍く、特に穿孔ビットによる残留爆薬くり当てに対する安全性は、ダイナマイトは勿論、AN-FO爆薬と比較しても、きわめて高く、後ガスについても、非常に良好であることが確認できた。また、現場操業試験結果では、若干爆薬使用量の増加が懸念されるが、その他の面では、何ら支障のないことが判明したので、51年1月より、親ダイナマイトを除く全部のダイナマイトを、スラリー爆薬に切り替えた。

現在、切り替え後約1年経過したが、当初予想した通り、若干の爆薬原単位増がみられるが、実操業面では、全く問題なく順調に推移している。

1. 緒言

小口径用雷管起爆スラリー爆薬は、欧米ではすでにかなりの実績が示されているが、わが国では、昭和49年頃から火薬メーカーがIRECO, Dupont等から技術導入を行い試験製造を開始、翌年から販売されている非常に新しい爆薬である。したがって、現用ダイナマイトに比べ爆力は若干劣るが、製造工程上、また、使用取扱きわめて安全性が高いにもかかわらず、その使用実績は皆無といってよい。

そこで、栃洞鉱では、残留爆薬くり当て暴発や、後ガスに対する安全性、および、発破作業の合理化やダイナマイト価格上昇等に対する将来のコストダウンを指向して、スラリー爆薬の実用化のための諸試験を昭和49年9月から約1年間にわたって実施した後、ダイナマイトに替わり全面的採用に踏み切った。その結果、現在ダイナマイトは親ダイのみとなり、スラリー爆薬導入以前の約68%がスラリー爆薬に切替わり、若干爆薬原単位は増加したが、発破作業の安全性が著しく向上した。

本稿では、これら基礎試験の概要と、導入後の使用実績の解析および今後の課題について述べる。なお、

基礎試験については、日本油脂株との共同研究によるものが多い。

2. 基礎試験

スラリー爆薬は、一般にダイナマイトに比し鈍感で安全性が高いが、爆力が若干劣るといわれている。果してこれら諸性能が現場の実操業においてどの程度の影響を及ぼすものかを知るために、以下に述べるごとく爆力、感度、後ガス試験および実操業における掘進試験を行った。

2.1 焼切試験

栃洞鉱において従来より行っている爆力判定試験法で、岩質の均質な個所で、抗道壁面に直角に空孔と装薬孔との壁面間隔を例えば8cm, 10cm, 12cm, 14cmにとり、各孔長を1.5mとして平行穿孔し、装薬孔に600gの試験爆薬を装薬発破する。この時の空孔への影響度をあらかじめ決めた判定基準値13段階（空孔が全部圧壊され、装薬孔が2倍以上に拡大された状態を6点、空孔が全然影響をうけない状態を0点とし、その間を空孔、装薬孔の状態に応じ0.5点きざみに13段階に採点する）で採点し、各薬種間の爆力検定を行った。

結果を表1に示す。

この結果を解析すると、

(1) スラリー爆薬間では、薬種間に爆力の有意差は

昭和52年4月2日受理
三井金属鉱業(株) 神岡鉱業所 栃洞鉱
〒505-11 岐阜県守志郡神岡町栃洞

表1 旋切試験結果

孔間隔 cm	杉ダイ ナマイ ト	スラリー爆薬				記 事
		A	B	C	D	
8	5.5	5.0	4.5	4.8	5.0	試験回数各2回の平均値
10	5.3	4.0	5.0	3.8	3.2	各3回
12	5.2	4.7	4.8	3.5	1.3	〃 〃 〃
14	4.7	2.7	2.2	3.2	1.7	〃 〃 〃
合計	20.7	16.4	16.5	15.3	11.2	
爆力比	100.	79.	80.	74.	54.	

ない。

- (2) 杉ダイナマイトとスラリー爆薬 C, D との間に 95% の信頼限界で有意差あり。
- (3) 採点値合計では、スラリー爆薬の爆力は杉ダイナマイトに比べ、スラリー爆薬 D を除き70~80% の間にあると考えられる。

2.2 感度試験

現場における発破災害には、退避遅れ、飛石、取扱不良、静電気や洩えい電流、穿孔ビットによる残留爆薬くり当て等によるものがあるが、実作業では、これらのうち、残留爆薬くり当てによるものが最も防ぎ難く、しかも重大災害につながるケースがほとんどである。そこで、残留爆薬くり当てに対する安全性を確認するために以下の試験を行った。

2.2.1 残留爆薬くり当て試験

あらかじめ岩盤に穿孔してある装薬孔に爆薬を装薬しておいて、F-7 さく岩機をスタンド支持、ビットを装薬孔にセットし、遠隔操作によりこの爆薬にビットをくり当てる方法で、図1に示すごとく、同径法、リーミング法、貫通法の3通りの方法で行った。なお、この場合いずれもさく岩機への注水は行っていない。また、大型さく岩機による残留爆薬くり当てに対する安全性を確認するために、KH-80 ドリフターによる試験も行った。

結果を表2に示す。

図1 くりあて試験

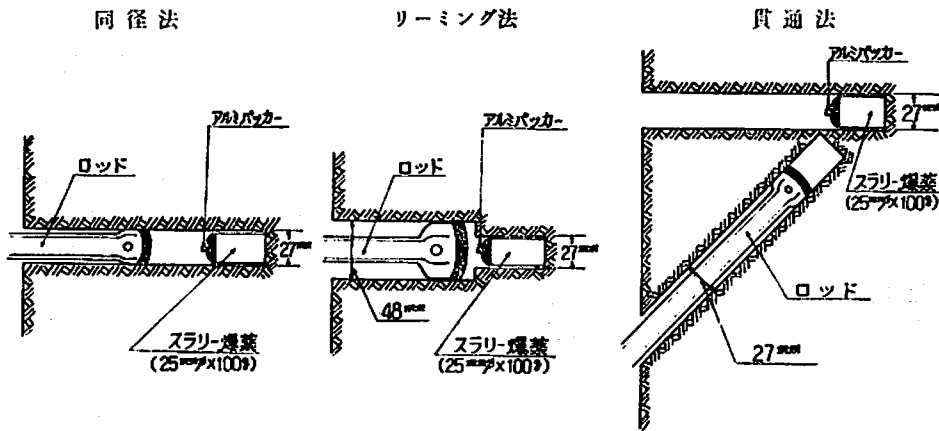


表2 残留爆薬くり当て試験結果

薬種別	方法別			計	記 事
	同径法	リーミング法	貫通法		
スラリー爆薬 ※1	※2 0/938	※2 0/502	※3 0/391	0/1831	F-7 さく岩機による 薬量 100g/回
杉ダイナマイト	4/60	22/60	—	26/120	F-7 さく岩機による 薬量 40g/回
スラリー爆薬A	0/80	—	—	0/80	KH-80 さく岩機による 薬量 125g/回
AN-FO	0/100	—	—	0/100	KH-80 さく岩機による 薬量 50g/回

※1 スラリー爆薬 A を主とするが、スラリー爆薬 B, C, D を各 0/60 (同径法) を含む。

※2 岩粉入りスラリー 0/21 を含む

※3 岩粉入りスラリー 0/23 を含む

この結果をみると、

- (1) スラリー爆薬は 0/1911 と非常に安全である。
- (2) AN-FO 爆薬は今回の試験では、KH-80 さく岩機、同径法で 0/100 であるが、以前の試験¹⁾では F-7 さく岩機、リーミング法で 5/150 の割合で発煙しており、また AN-FO 爆薬くり当て災害の事例が過去に日本で 2 例ほどあると聞いているので非常に微妙なところにある。

ことが分った。なお KH-80 によるスラリー爆薬、AN-FO のリーミング法による試験を現在行っている。

2.2.2 銃撃感度試験

日本油脂(株)で行ったもので、鋼製平弾頭 (10mmφ × 10mm) を銃口より 40cm 離れた鉄パイプ (35mmφ) に装填された試験爆薬 50g に撃ち込み、爆否をみる方法で、平均弾速は、あらかじめ発射薬量と平均弾速 (銃口と銃口から 20cm の点との平均速度) との相関関係を求めておき、発射薬量のコントロールにより所定の弾速が得られるようになっている。

結果を表 3 に示す。

この結果

- (1) 杉ダイナマイトは、200m/s 附近で爆発する。
- (2) AN-FO は、400m/s 附近で分解する。
- (3) スラリー爆薬は、450~500m/s 附近で爆発する。

したがって、先の残留爆薬くり当て試験結果および

さく岩機のピストンエネルギー 計算値から類推すると、穿孔ビットくり当てエネルギーは、上記銃撃感度試験における弾速 200~400m/s にあると考えられる。

2.2.3 落植感度試験

日本油脂(株)で行ったもので、結果を表 4 に示す。スラリー爆薬の感度は、AN-FO 爆薬に比しても相当鈍感である。

2.2.4 孔中殉爆試験

スラリー爆薬は、上述したように鈍感で、砂上殉爆も 1~2 とダイナマイトに比べかなり低く、殉爆不良による爆轟中断が懸念されるので、孔中での殉爆状態を把握するために試験を行った。

この試験では、27mmφ の孔中で薬包間に一定の距離をとり、薬包間空間の条件を変えて行った。薬量は、双方を 100g とした。結果を表 5 に示す。

殉爆度は、杉ダイナマイトがもちろん良いが、スラリー爆薬でも杉ダイナマイトに近い値をもつものもあり、また鈍感なものもあるが、いずれにしても操業に支障のないことが確認できた。

2.3 発破後ガス試験

各爆薬 200g を密閉室 (6m × 1.75m × 1.2m = 12.6 m³) で爆発させ、5 分後、10 分後の 2 回ドレーゲル検知器で CO および NO_x ガスを測定した。試験回数は、AN-FO 爆薬 (1 回) 以外は、5 回とした。結果を表 6 に示す。

表 3 銃撃感度試験結果

薬種別	弾速度 m/sec												ビットくりあての爆否
	190	210	230	250	300	350	400	460	505	550	580		
スラリー爆薬 A							×××	×××	××○	×○×	×○×	×	
スラリー爆薬 A'							×××	×××	×○×	×○○	○○○	×	
スラリー爆薬 A ※ 岩粉外割 10%							×××	×××	×××	×××	×××	×	
スラリー爆薬 A' ※ 岩粉外割 10%							×××	×○×	×○○	×○×	×○○	×	
杉ダイナマイト	×××	×○×	○○○									○	
2号楯ダイナマイト		×××	×××	○×○	○○○							○	
AN-FO 爆薬								△△△				△	

註 ※ 岩粉は、桐洞鉱、片麻岩、空地を使用 表中、○は爆発、△は分解、×は不爆

表 4 落植感度試験結果

薬種	スラリー爆薬 A	スラリー爆薬 A'	スラリー爆薬 A 岩粉入	スラリー爆薬 A' 岩粉入	AN-FO 爆薬	杉ダイナマイト	2号楯ダイナマイト
判	5 kg, 3 m の高さで不爆。	同左	同左	5 kg, 3 m の高さで不爆。	5 kg, 1.5 m で分解。	5 kg, 26~28 cm で完爆。	同左
定	20 kg, 1.7 m で不爆。			20 kg, 1.7 m で分解。			

表5 孔中殉爆試験結果

方法別	薬種 距離	杉 ダイナ マイト	スラリー 爆薬 A	スラリー 爆薬 B	スラリー 爆薬 C	スラリー 爆薬 D	記 事
薬間を空間	100cm	○○○	×××	×××	○○○	○××	25mm×200g を半分に切断し、 パッカーを向き合せる。
	80		○○○	○○		××○ ○○○	
	60			○○○			
薬間に水を入れる	60	○○○					下向孔を利用し、25mm×200g を半分孔底に入れ、水を充填にす る。
	40		××○	×○	○××	×××	
	30		×× ××○	×○○ ○○○	○○○	×××	
	20		○○×	○○○		○○×	
薬間に砂を入れる	50		×××				25mm×200g を半分に切断して 孔に入れ、バラ砂をタンピングす る。
	30			○××		××○	
	20		×××	○××		×○×	
	10		××	××	○××	×××	
	5		×××	○○×	○○○	○○×	
薬間に砂タンバを入れる	45	××○					25mm×200g を半分に切断して 孔に入れ、砂タンバを入れる。
	40				○××		
	30	○○×			○○×		
	25			○○○			
	20		×××	○○×		××○	
	15	○○○			○○○		
	10		○○○	○○○		○○○	
	5		○○○	○○○	○○○	○○○	

表6 発破あとガス測定結果

単位 p.p.m

ガス別 時間別	CO		NO _x	
	5分後	10分後	5分後	10分後
杉ダイナマイト	211	205	41	38
スラリー爆薬A	48	56	39	47
スラリー爆薬B	180	187	30	30
AN-FO爆薬	270	230	80	60

スラリー爆薬は、薬種によって成分が異なるが、杉ダイナマイトや AN-FO 爆薬に比し CO+NO_x の有毒ガス成分が低いことが確かめられた。

2.4 現場操業試験

以上の諸試験の結果はほぼ操業においても支障のない

ことが確認できたので、現場操業における坑道掘進現場において、現用杉ダイナマイトとメーカー別スラリー爆薬との比較試験を行った。

また、全面的にダイナマイトを使用している小口径レグ掘進の爆薬をスラリー爆薬に切替える場合の最適薬径を見出すために、ビット径と薬径との関係についても検討した。

2.4.1 メーカー別スラリー爆薬による全断面掘進試験

試験条件

加背 約 4m(幅)×3m(高さ)

岩質 片麻岩、赤地

電気雷管 D.S 電気雷管または M.S 電気雷管

使用爆薬と発破回数

現用杉ダイナマイト 薬径 25mmφ×100g/本

8 発破

表7 メーカー別スラリー爆薬による全断面掘進結果

爆薬種類	項目	穿孔本数および穿孔長				爆薬使用量 kg/発破	効 果						杉ダイナマイトを100としたときの単位当り爆薬使用比率	記 事	
		大口径		小口径			進行長 m	進行率 %	起爆量 m ³	単位当り爆薬使用量		m ³ 当り			m ³ 当り
		75mmφ		35mmφ						kg/m ³	kg/m				
		本	m/本	本	m/本										
杉ダイナマイト		2	1.86	39.8	1.94	29.7	1.64	84.5	18.1	1.64	18.1	100	100	試験回数8回の平均	
スラリー爆薬A		2	1.92	40.4	2.02	39.5	1.65	81.7	18.2	2.17	23.9	132	132	〃	
〃 B		2	1.92	40.6	1.96	39.7	1.51	77.0	16.8	2.36	26.3	144	145	〃	
〃 C		2	1.92	41.8	1.97	42.0	1.50	76.1	17.1	2.46	28.0	150	155	試験回数4回の平均	
〃 D		2	1.80	39.8	1.94	36.8	1.35	69.6	15.4	2.39	27.3	146	151	〃	

スラリー爆薬A 薬径 25mmφ×200g/本

8発破

スラリー爆薬B 薬径 25mmφ×200g/本

8発破

スラリー爆薬C 薬径 25mmφ×200g/本

4発破

スラリー爆薬D 薬径 25mmφ×200g/本

4発破

試験結果を表7に示す。

- (1) 進行率、起爆量においては、杉ダイナマイトに比しスラリー爆薬は、0~20%程度悪くなっている。
- (2) しかし、単位当り爆薬使用量においては、スラリー爆薬は杉ダイナマイトに比し30~50%も多

くなっている。

これは、先の焼切試験結果と考えあわせると、スラリー爆薬の場合若干過装薬気味になった結果と思われる。

2.4.2 レッグ掘進の最適ビット径と薬径の選定

小加背(2.2m×2.2m)レッグ掘進では、ビット径27mmφ(19mmφロッド1.7m)薬径22mmφの杉ダイナマイトを使用していたが、一般的に爆薬の薬径が小さくなると爆力が低下するので、スラリー爆薬での適性な穿孔径(または爆薬径を決定するため、薬径と爆速との関係試験を日本油脂(株)に依頼した。

この結果、図2をみると、薬径が25mmφ以下になると急激に爆速が低下することが判ったので、薬径を25mmφ未満にすることは不利と考え、スラリー

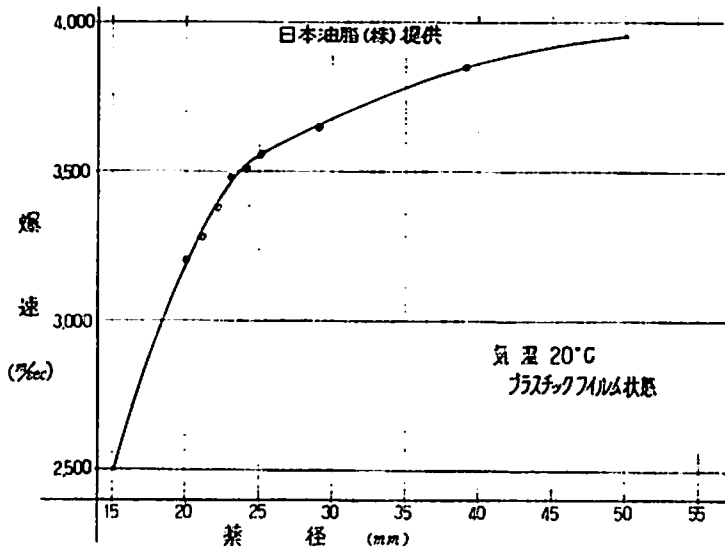


図2 スラリー爆薬Aの爆速—薬径関係図

表8 ビット径別ライフと穿孔速度

項目	ビット径別	平均値			解析結果
		27mm (A)	29mm (B)	B/A	
ロッドライフ		70.7m	100.6m	1.42	10%で有意差あり
ビットライフ		25.1m	27.2m	1.08	有意差なし
穿孔速度	天盤グループ	77.8cm/min	71.0cm/min	0.91	〃
	払いグループ	85.5 〃	78.6 〃	0.92	〃
	床面グループ	85.8 〃	79.7 〃	0.93	〃

表9 小加背全断面掘進試験結果

項目	ビット径 m.m 薬径 m.m 単位	27	27	29	記事
		25	24	25	
装薬孔穿孔本数(平均)	本	35.7	35.7	32.7	1%で有意差有り
穿孔速度(平均)	cm/min	80.2	79.3	75.8	有意差無し
薬量(実績平均)	kg/m	22.3	24.8	22.3	5%で有意差有り
装薬孔穿孔時間	分	65.6	66.3	63.9	有意差無し
総穿孔時間	分	117	113	112	有意差無し
装薬時間	分	43.5	43.0	38.0	5%で有意差有り
穿孔+装薬時間	分	165.5	156.0	150.0	
平均進行率	%	82.0	75.6	80.0	有意差無し
単位当り薬量	kg/㎡	6.6	7.4	6.6	5%で有意差有り

29mmφ 25mmφ スラリー爆薬 A 200g/本
6発破

爆薬の薬径は 25mmφ に決定した。しかし、ビット径 27mmφ では、薬径 25mmφ のスラリー爆薬の装薬が困難となったので、ビット径を 27mmφ から 29mmφ にゲージアップすることとした。

そこで、ビット径を 29mmφ にゲージアップした場合、穿孔速度の低下、ビット、ロッド・ライフの低下、装薬時間や発破効果の変化が想定されるので、これらについて比較試験を行った。

結果を表 8、9 に示す。

試験条件

加背 2.2m (幅)×2.2m (高さ)

岩質 壱地

ビット径と薬径の組合せと試験回数

27mmφ 25mmφ スラリー爆薬 A 200g/本
6発破

27mmφ 24mmφ スラリー爆薬 A 200g/本
6発破

その結果

- (1) ビット径を 29mmφ にしても、ビットライフ、ロッドライフ共良くなる傾向がある。
- (2) 穿孔速度は、約 5% 低下するが、孔数が減となるため総穿孔時間はほとんど変わらず、穿孔時間+装薬時間では、約 4% 短くなる。
- (3) 進行率は、27mmφ ビット径×24mmφ 薬径に比し、29mmφ ビット径×25mmφ 薬径は約 6% 良くなる。

ことがわかり、穿孔時間、装薬時間と、進行率、単位当り薬量などの起爆効果を総合すると、ビット径 29mmφ×25mmφ 薬径のスラリー爆薬の組合せが最良であることが判明した。そこで、切上り掘進を含め 19mmφ ロッドのビット径を 27mmφ から 29mmφ に切り替え、全面的にスラリー爆薬を使用することに踏み切った。

3. スラリー爆薬導入実績と課題

昭和49年9月にスラリー爆薬の基礎試験を開始して以来、試験結果をみながら一部操業化を行い、約1年後の昭和51年1月より親ダイナマイトを除くダイナマイトを全面的にスラリー爆薬に切替えた。

3.1 スラリー爆薬の使用状況

3.1.1 小口径スラリー爆薬 (25mmφ×390mm L, 200g/本)

ビット径 29mmφ (レッグ掘進, 追切および切上り, 19mmφ ロッド) と 32mmφ (中型ジャンボ掘進および追切, 22mmφ ロッド) による穿孔発破に使用している。

このスラリー爆薬は、込棒により穿孔内に押し込むが、このとき、包材が破れ薬長は 70~80% に圧縮される。したがって、切上り等上向孔への装薬にも落下

することはない。

3.1.2 大口径スラリー爆薬 (40mmφ×390mm L, 500g/本, 50mmφ×230mm L, 500g/本)

ビット径 45mmφ の大型ジャンボ掘進, 追切作業やビット径 60mmφ 以上の長孔探鉱には、全面的に AN-FO 爆薬を使用しているが、ジャンボ掘進における AN-FO 爆薬の使用しにくい水孔および踏前孔には、40mmφ のスラリー爆薬を、また、50mmφ スラリー爆薬は、長孔探鉱用として湧水孔や排水の困難な下向孔および発破抵抗の大きい箇所等に使用している。

3.2 スラリー爆薬の使用実績

スラリー爆薬導入前後の使用実績、爆薬種別使用比率を表10および図3に示す。

スラリー爆薬への切替えにより、予想されたとおり

表10 期別火薬類使用実績表

期別 種別	下/49		上/50		下/50		上/51		下/51 上3ヵ月	
	使用量(kg)	比率(%)	使用量(kg)	比率(%)	使用量(kg)	比率(%)	使用量(kg)	比率(%)	使用量(kg)	比率(%)
杉ダイナマイト	136,821.600	43.9	134,718.050	37.2	89,113.120	20.6	63,023.510	14.0	29,023.000	12.0
SBダイナマイト	903.500	0.3	2,260.250	0.6	2,311.875	0.5	3,923.125	0.9	2,836.000	1.2
スラリ-	1,056.900	0.4	17,738.500	4.9	91,243.800	21.1	113,708.600	25.2	63,122.000	26.0
AN-FO	172,626.000	55.4	207,047.500	57.3	250,705.000	57.8	270,335.000	59.9	147,453.000	60.8
合計	311,408.000	100.0	361,764.310	100.0	433,373.795	100.0	450,990.235	100.0	242,434.000	100.0
産出鉱量(t)	653,539		637,671		671,518		701,395		383,790	
原単位(g/t)	476		567		645		643		632	

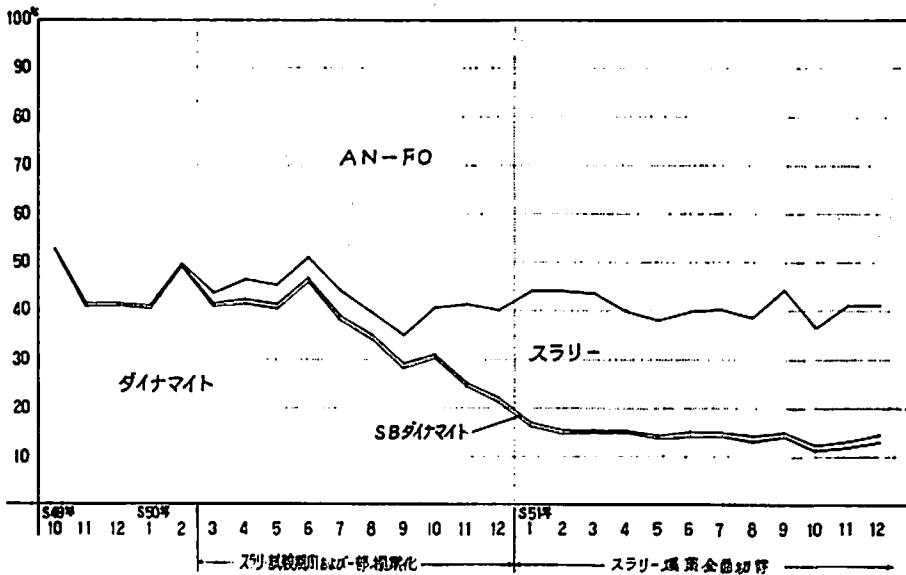


図3 種類別爆薬使用比率

若干の爆薬原単位の増加がみられた。(下/49は、探開抗量が他期に比し少いので原単位が下っている。)

そこで、スラリー爆薬への切替え対象となった作業のうち、主要作業種であるレッグ掘進、タイヤジャンボ掘進、切上りおよび対象外であるモービルジャンボ掘進について、切替え前後それぞれ約1年間の爆薬類原単位実績推移を調査すると、図4の如くである。

この結果によると、爆薬については、レッグ掘進23%、タイヤジャンボ掘進20%、切上り30%、それぞれ切替え前に比べ増加、モービルジャンボ掘進は11%の減となっている。一方雷管は、レッグ掘進7%減、タイヤジャンボ掘進3%増、切上り3%減、モービルジャンボ掘進11%増となっている。これは

- (1) スラリー爆薬の爆力が杉ダイナマイトよりも劣る。(基礎試験では、約20%劣る。)
 - (2) 薬包1本当りの薬量が杉ダイナマイト22mmφ×80g/本から、25mmφ×200g/本と多くなっている。過装薬となっている。
 - (3) 穿孔配置がスラリー爆薬に対し適合していない。?
- 等が考えられるが、いずれにしても爆力差をも考慮

すれば、ほぼ妥当な結果といえる。

3.3 スラリー爆薬導入後の課題

しかし、安全面だけでなく、さらに経済性を追究していくためには、

- (1) スラリー爆薬の爆力を向上させる手段の検討
- (2) 装填密度を上げ発破効果を上げる方法の検討
- (3) スラリー爆薬に適した穿孔配置の検討
- (4) 装薬長の調整による過装薬の防止
- (5) 作業者に対する穿孔技術(岩質に応じた適正な穿孔配置、穿孔長の選択)教育の徹底。

等が必要である。

そこで、これ等に対処するため、起爆方式別および装填密度の変化に対する爆速の変化の調査、穿孔配置特に心抜き穿孔配置の検討を行った。

3.3.1 起爆方式別孔内爆速

最適の親ダイナマイトを選択するため、起爆薬の強弱、薬量の多少、デカップリング係数の大小による爆速の変化を、岩盤に穿孔された実際の穿孔内において測定した。計測法は、いずれも抵抗線法¹⁾による。

結果を表11に示す。

その結果

- (1) 親ダイナマイトに用いる爆薬の爆力、爆薬量の相違によるスラリー爆薬の爆速値の変化は、ほと

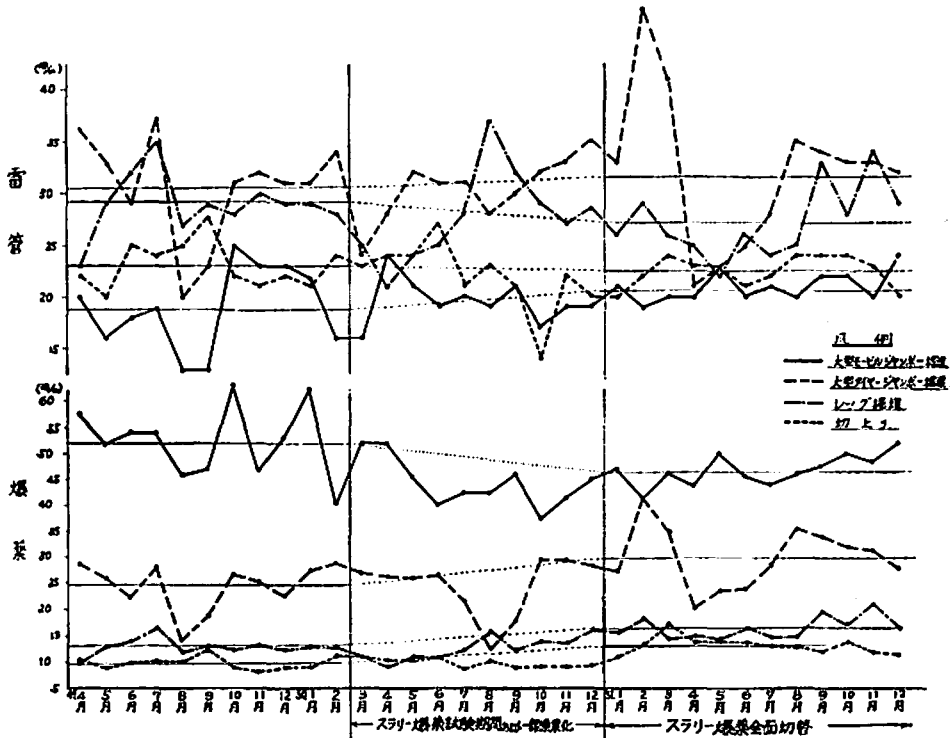


図4 爆薬類原単位実績推移表

表 11 起爆薬の種類によるスラリー爆薬の性能変化
(起爆方式と爆速との関係)

爆 薬	デカップリング係数	親 ダ イ	爆 速	記 事
スラリー I	1.28 32/25 ※1	雷 管	3,860 ± 160	
		杉 50 g	3,960 ± 200	
		杉 100 g	3,890 ± 190	
		海1 ※3 50 g	3,940 ± 150	
		海1 100 g	3,940 ± 210	
	1.80 45/25	雷 管	3,950 ± 170	
		杉	3,210 ± 500	※2
	1.00 45/45	雷 管	4,580 ± 200	
スラリー II	1.21 32/26.5	雷 管	3,560 ± 120	
		杉 100 g	3,650 ± 150	
		海1 100 g	3,720 ± 210	
スラリー III	1.28 32/25	雷 管	3,520 ± 130	
スラリー III	1.28 32/25	雷 管	3,480 ± 140	
		杉 100 g	3,730 ± 120	
		海1 100 g	3,440 ± 60	
	1.80 45/25	杉 100 g	2,860 ± 390	※2
杉 ダ イ	1.28 32/25	雷 管	5,030 ± 180	
AN-FO	1.00 50mmφ 鉄 管	杉 50 g	3,840 ± 140	装填密度 0.94g/cc
		杉 100 g	4,010 ± 150	
	1.00 42mmφ 鉄 管	杉 100 g	3,580 ± 70	
		海1 100 g	3,710 ± 100	

注 ※1 孔径/薬径

※2 チャンネル効果のためバラツキが大きい。

※3 海底爆破用高比重ダイナマイト。仮比重 1.6~1.65 爆速 7,000m/s

んどない。

- (2) デカップリング係数1.28以下の場合、スラリー爆薬にはチャンネル効果は認められない。
- (3) 密装填を行うと爆速が向上する。
- (4) AN-FO 爆薬は、孔径が大きいほど、親ダイナマイトの爆力が大きいほど、また、爆薬量が多いほど爆速が向上する。

ことが判明した。

3.3.2 標準穿孔配置

スラリー爆薬の特性に合った穿孔配置（特に心抜きパターン）を追究するため、現在心抜きパターンを中心に試験を行っているが、まだ満足する結果を得てい

ないので、本稿では、現在掘削機で採用しているレッグ掘進の標準穿孔配置を紹介するにとどめる。

4. 結 論

雷管起爆スラリー爆薬が国内で製造されるようになって以来、実用化への各種試験を行い、

- (1) スラリー爆薬は、ダイナマイトはもちろんAN-FO 爆薬に比べてもきわめて鈍感であり、特に穿孔ビットによる残留爆薬くり当てに対しては、ダイナマイトに比べはるかに安全性の高いことが確認できた。
- (2) 発破後ガスについてもダイナマイトに比べ良好で、実作業上安全性の高いことが判明した。

大口径 2本 (48^{mm})
 小口径 34本 (29^{mm}) 注 装薬孔の数字は、DS管の段数

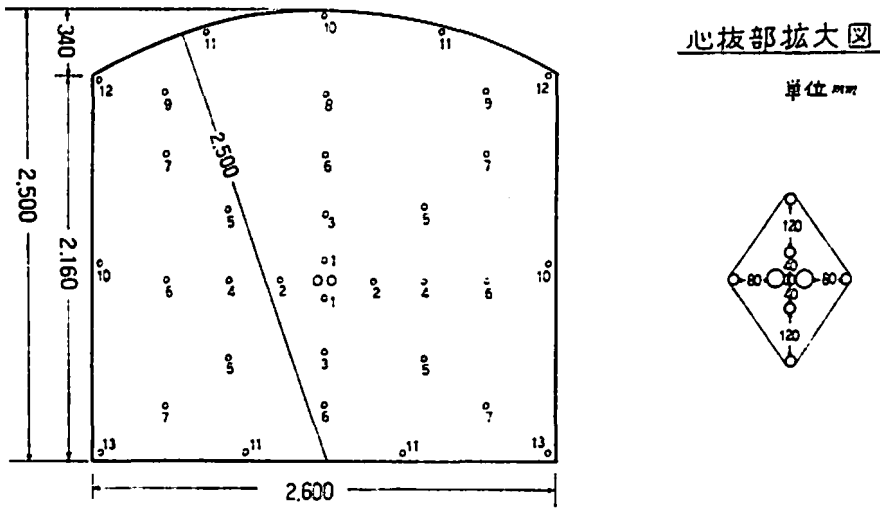


図5 レッグ掘進標準穿孔配置図 (加背 2.6m X 2.5m)

(3) ダイナマイトに比べ爆力が若干劣り、単位当り薬量の増加が懸念されるが、その割合は、経済的に対応できる範囲であると予測される。

との結論が得られ、実用化できるものと断定できたので、将来のコストダウンへの布石をも考慮し、ダイナマイトを全面的にスラリー爆薬へ切替えることとした。ほぼ全面的に切替わってから約1年間経過したが、その結果、

- (1) 残留爆薬くり当てに対する安全性が著るしく向上したが基礎試験で予測したよりも若干爆薬原単位が増加している。
- (2) 親ダイにスラリー爆薬を使用すると、雷管装着がダイナマイトに比べやり難いし、装薬中に雷管が移動したりして、不発の原因になり易いと想定される。

程度の問題があるだけで、現在願調に操業が行われている。

したがって、今後の課題としては、

- (1) 爆薬原単位を減少させるために、スラリー爆薬

に適合した穿孔パターンの確立。

- (2) 発破効果を向上するために、吹米ではすでに行われているスラリー爆薬の特性を生かした密装填を行う方法の確立。
- (3) 雷管装着、装薬時等に安全で作業性のよい親ダイ専用爆薬の開発。
- (4) スラリー爆薬の特性を生かし、低価格のスムーズプラスチック用スラリー爆薬の開発。
- (5) スラリー爆薬の性能向上。

等である。

最後に、一連の試験および操業化への過程におけるいろいろの問題に対し、常に暖かいご理解の上、ご指導、ご協力を賜った社内外の関係各位、特に、日本油脂(株)中野雅可氏に感謝の意を表する。

文 献

- 1) 荒木忠：47年度全国鉱山・製煉所保安(安全)担当者会議講演集, 103 (1972)
- 2) 伊藤一郎ほか：工業火薬協会誌 vol.32, No.1. 34~46 (1971)

On the Introduction of "Slurry Explosives" at Tohibora Mine.

by Nobukazu Nanko

Consideration was given to introduce "Slurry Explosives", giving attention to its high safety quality, persuing rationalization of blasting operation, and expecting its character to make it possible to bring about "cost down" to explosives, to cover supposed price rise of dynamite in future.

Fundamental examinations on blasting force, sensitivity and condition of after-gas, with operation test at mining spot, were performed for about a year beginning in September 1974. The results were excellent as follows;

- (a) blasting force; about 20% inferior to Sugi Dynamite
- (b) sensitivity; less sensitive than Sugi Dynamite
- (c) safety quality; very high for the impact of drill bit to residual unexploded slurry explosives, compared to AN-FO Explosives, not to mention to dynamite
- (d) condition of after-gas; very fine

The operation test at the mining spot proved Slurry Explosives have no problem for ordinary use except for slight increase of consumption of explosives.

Thus, since January 1976, Slurry Explosives have been adopted instead of dynamite but for "dynamite with blasting cap". The result for this one year's operation with the Slurry Explosives is quite satisfactory in operating respects as expected in the original introductory consideration, although slight increase has been seen actually of the "Explosive Consumption".

(Tohibora Mine, Kamioka Mine & Smelter Mitsui Mining & Smelting Co., Ltd. Kamioka-cho, Yoshiki-gun, Gifu-ken 506-11, Japan)