

岩石爆破に於ける爆薬の作用

爆力展開の間接的推測

(昭和26年11月20日受理)

山本祐徳・竹内不二雄・佐々木 勝

(東京大学工学部火薬学教室)

摘 要

穿孔に装填する爆薬包を撚鈍した鋼棒にくしざしにして用い、爆破後に鋼棒の硬さをしらべる。硬さの分布は爆薬量の分布に対応するものではあるまいかと想われる結果を得た。

I 緒 言

われわれは別の実験で、爆薬包に撚鈍した鋼棒を挿入または添付して爆発せしめたとき、鋼棒は変形するだけでなく著しく硬化するが、全体の重量の減少は極めて僅かなことを知った。鋼棒の硬化が爆圧によるとすれば、かかる方法で爆破における爆薬の爆発様相の推測がつかぬだろうか。かような考のもとに本実験に手を染めた。

この実験は昭和25年9月別子鉱山ではじめて試みる機会を得たが、その後日立・清越・生野の諸鉱山の好意により実施することができた。しかし鋼棒の硬さの

測定方法の検討が未だ充分でないから、結論的成果には到達していない。ここには昭和26年3月、日立鉱山で行つて頂いた結果の一部についての成果を報告する。

II 爆 破 実 験

日立鉱山本山坑上65M探鉱坑道の側壁に、その面にはほぼ垂直に深さ約1mの穿孔をうがち、これに爆薬包に鋼棒をくしざしにしたものを装てんする。この岩石はかたいがさくい角閃片岩である。爆破後に岩のこわれかたをしらべ、鋼棒を拾い出す。

試験番号	孔深 m	薬種 g	薬量 cm	薬長	Δ	雷管	孔尻長 cm	亀 裂
1	1.10	A	750	65	0.93	正	62 (50)	かなり多い
3	1.00	A	750	65	0.93	逆	75 (70)	すくない
4	1.10	B	750	65	0.93	正	40 (25)	極めて多い
7	1.20	C	562.5	65	0.7	正	60 (50)	あまり多くない
9	0.95	D	450	60	0.61	正	70 (60)	あまり多くない

試験番号3には尻管すなわち最も奥の薬包に雷管をとりつけたが、他は何れも正位置(口元の雷管)で点爆した。何れも工業雷管には導火線で点火した。坑道の側壁に垂直にうがつた穿孔での一自由面爆破であるから、孔底までロート孔に開くことなく、何れの場合にも孔尻部が残った。岩石には岩目があるのでずりには著しく大きな岩塊は生じなかつた。

爆破の利き工合は必ずしも孔尻の大きさのみからは判断されぬ。しかし残った孔尻部の撚鈍の程度、並にこの部分に認められる細かい亀裂は、爆力判定の好資料である。その大体は上に記したとおりである。試験番号7及び9の爆破結果はあまり利いていないようであるが、これらは故意に薬量を減らしたのである。或程度の薬長を与えるために粉状爆薬を用いたと

いう以外に意味はない。なお込物は孔口35~55cmに充分しつかりと施しておいたので、何れの場合にも空吹きなどはなく、仕事効果は充分に発揮されたと観察した。

III 鋼棒の硬さの測定

火薬類の感度試験用落錘試験機のかなしきの上に鋼棒を横たえ、これに図1のように錐の刃を立て、錐の後端に落錘をおとすと鋼棒上に刃形が刻印される。一定重量の錘を使い、落高も変えぬならば、鋼棒に残された刻印の長さはその硬さの平方根に逆比例する。撚鈍した鋼棒(その硬さを H_0 とする)にある双形の錐を立て、5kgの錘を15cmから落したときの刻印の長さを l_0 とし、この鋼棒を爆破の効果にさらした後の硬

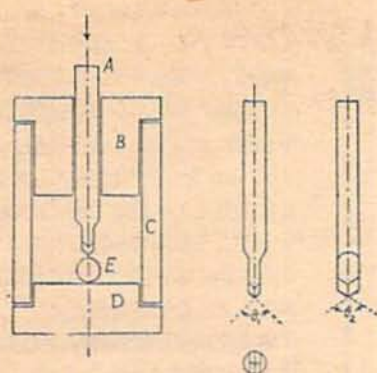


図 1

さを H , 刻印の長さを l とすると,
 $l_0 - l = K (H_0^{-2} - H^{-2})$
 となる。この $l_0 - l$ を硬さの目盛とする。

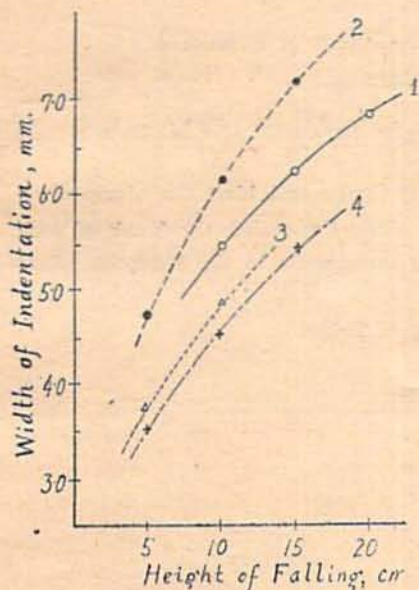


図 2

錐の刃形としては図 1 にあげた $45^\circ \times 90^\circ$ のもののほかに $90^\circ \times 120^\circ$ のものも試みた。前者を a とし後者を b と各づけ、焼鈍鋼棒について 5 kg の槌を落高を変えておとしたときの刻印長をしらべると図 2 のようになった。また落高を 15 cm に一定して槌の重量を 5 kg と 2.5 kg で試みると図 3 の結果を得た。刻印長は a すなわち角の鋭いものよりも鈍い b の方が大きく出ている。ただし実験誤差はこの場合 b の方が大きいので、ここには錐 a について行うことにした。そして 5 kg, 15 cm で平均 $l_0 = 6.17$ mm を得た。

爆薬装薬にくしぎしにした鋼棒には、予め 5 cm 間隔に目印をつけておいた。鋼棒は部分的に伸びたところ

と縮んだところを示すが、全体としてはかなり伸びている。これがどんな効果によるかはここには触れないことにする。各 5 cm の目印間隔内で測った硬さの変化は図 4 に示すとおりである。

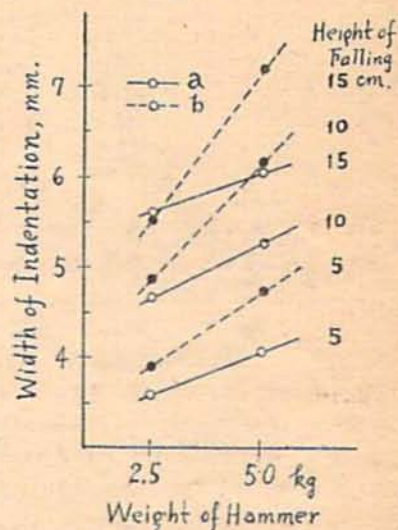


図 3

IV 実験結果の考察

爆破の成果が殊更に差異の現れるように試みたので結果は次のように要約される。

1. 孔尻長は爆破後の残孔に物指をさし込んで測った長さであるが、これの短いほど爆破がよく利いている。しかし孔深から孔尻長を引いた長さの部分だけ破壊されたのではない。孔尻の孔底は最初の孔底と同一でなく、常にいくらか深くえぐられている。基準から測って孔深の残部を求めるとカッパ内の数値が得られた。その結果は明らかに爆薬の効果を反映している。

2. 孔尻長が短いほど爆薬の効果が大きいとすると、その順位は試験番号で 4, 1, 7, 9, 3 となる。孔尻のまわりの亀裂の出来具合もおおむねこれに準じている。もとより装填比重は何れも異常に小にとられているから、爆薬の猛度は或程度こぼされている。それにもかかわらず薬種 B の試験番号 4 と薬種 A の 1 とはかなりきいている。他方逆雷管を用いた試験番号 3 の効果が意想外に小であつた。

3. 鋼棒の硬さ(図 4)の変化を見ると、1 及び 4—殊に 4—では孔の深部に最も硬い所が現れている。之に対して尻管の 3 では丁度反対になっている。之等の爆薬では雷管から敏感距離の間は爆速が漸増するが、それに鋼棒の硬さも対応するのかもしれない。また爆薬の爆発がこの最高硬度を得たあたりに進んだときに、岩石の破壊が起るのかもしれない。何れの場合もロート

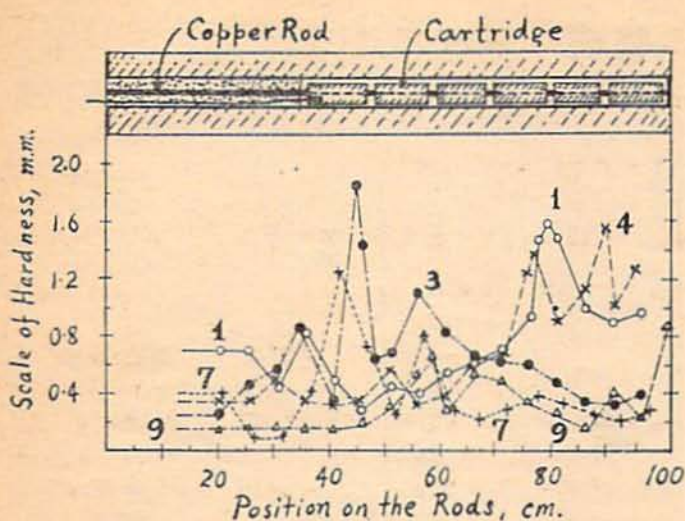


図 4

Indirect Inference of Developing The Effect of Explosive During The Rock Blasting.

By Sukenori Yamamoto, Fujio Takeuchi and Masaru Sasaki.

We insert an annealed copper rod into the blasting charge and blast the charge in a bore hole. The rod is hardened by the effect of explosive. Comparing the break of rock and the hardness of rod, we suppose the hardening corresponds to the disruptive effect of explosive.

(Laboratory of Explosives, University of Tokyo.)

孔の底あたりに相当する所で最も硬くなっている。また爆速値の低いC,D両薬種での実験では一装填比重も低いが一銅棒の硬化が少く、破壊は専ら仕事効果によつてゐる様に想われる。

4. 銅棒を爆破孔に装入して硬さの変化を見ると、爆破の際の猛度分布ともいうようなものが知られるのではなからうか。本実験によつておぼろげながらかような知見を得た。

本実験研究は昭和25年度文部省試験研究費に仰ぐところがあつた。当局並に主任研究員青山秀三郎先生に厚く御礼を申述べらる。