

to the heat losses sustained by the ignition system during the heat process.

In the sensitivity measured for mercury fulminate, diazodinitrophenol, lead thiocyanate-potassium chlorate, lead trinitroresorsin, and tetracene, their order (from higher to lower) is: tetracene, diazodinitrophenol, lead thiocyanate-potassium chlorate, lead trinitroresorsin, mercury fulminate.

This order is different from the order of sensitivity measured by uniform application of heat.

The primary explosives like as lead trinitroresorsin which is chain molecules structure is initiated easily by the instantaneous application of high energy. On the other hand, mercury fulminate and diazodinitrophenol which is mono molecule crystals show the same excitation by the different application of heat.

(* Research Laboratory for Ashahi Chem. Ind. Co. Ltd., and Department of Chemistry, Institute of Technology, Kyushu.)

爆 発 音 の 遮 蔽

名 和 小 太 郎*

1. 序 論

爆薬が自由面上またはその近傍にあるとき、その爆発によるエネルギーは、弾性波として以外に、空中音として、周囲に伝播する。その空中音は爆源近辺の人体や構造物に各種の損傷をあたえる可能性をもつ。したがって、爆発音の制御は、すぐれて実践的な課題となる。

2. 空中衝撃波

この報告で問題とするものは、爆発音であるが、ここで、簡単に衝撃波にふれておく、このため、波頭圧 p についてかんがえている。いま、

$$s = (\rho - \rho_0) / \rho_0$$

なる量を密度 ρ (添字 -0 は波面前の状態をしめす) に対して定義すると、 s が大きい時に、

$$p/p_0 = (1+s)^{\gamma} \quad (1)$$

なる関係がある。ただし、 γ は比熱比である。これが衝撃波の場合である。

次に、 $s \ll 1$ とすれば、式 (1) は、

$$p/p_0 = 1 + \gamma s \quad (2)$$

となる。これが音波の場合である。

さて、爆源にちかい場合、または、装薬量が大きい

場合には、 s は相当に大きく、式 (1) が、成立する。

しかし、そうでない場合には、 s は小さく、式 (2) が成立する。Los Alamos Scientific Laboratory¹⁾ によれば、式 (2) の適用範囲は、 $p \leq 180\text{db}$ である ($0\text{db} = 2 \times 10^{-4} \text{ dyne/cm}^2$ である)。一方、Brode²⁾ の計算結果によれば、音圧が 180db になる点は、 $1,000 \text{ kg}$ の球状 TNT の空中爆発から 33m の距離においてである。ここで、相似則を利用すれば、音圧が 180db になる臨界的な距離は、表 1 のようになる。

表 1

薬 量	臨 界 距 離
1,000 kg	33 m
100	15
10	7.5
1	3.3

したがって、通常の発破作業においては、衝撃波をとくに問題とすることはない。

3. 理論的考察

Cox et al.³⁾ および Cook⁴⁾ などによれば、爆発音は、その時の気象状態により、さまざまに変化しつつ伝播する。したがって、爆発音を制御する場合には、特に、これを爆源近傍において実施する必要がある。

爆発音の遮蔽については、覆土によるものが、もつ

昭和39年3月31日受理

* 旭化成工業技術研究所 東京都板橋区

とも効果的かつ経済的であることが知られている。以下、覆土の遮音を一重壁の遮音と仮定し、音響理論であつかってみよう。いま、この壁に対する入射波 (i)、反射波 (r)、透過波 (t) に関して、次の条件が成立するものとしよう。

(1) 運動方程式として、圧力 p と粒子速度 u に対して、

$$p_i + p_r - p_t = zu \quad (3)$$

が成立する。ここで、 z は機械インピーダンスである。

(2) 連続条件として、

$$p_i - p_r = p_t = \rho c u / \cos \theta \quad (4)$$

が成立する。ただし、 ρ は空気の密度、 c は空気中の音速、 θ は入射角である。

ここで、遮音の尺度として、伝播損 ΔS なる量を導入しよう。これは、

$$\Delta S = 10 \log_{10} (p_i/p_t)^2 \quad (5)$$

で定義されるものである。ここで、

$$\left. \begin{aligned} (p_i/p_t)^2 &= 2 \int_0^{\pi/2} (p_i/p_t)^2 \cos \theta \sin \theta \, d\theta \\ (p_i/p_t)^2 &= 2\rho c / (2\rho c + z \cos \theta) \end{aligned} \right\} (5')$$

である。この第2式は、式(3)、式(4)からもとめた。一方、 z は、一般に、

$$z = r + j(\omega m - 1/\omega C) \quad (6)$$

であてえられる。ただし、 m は質量、 r は機械抵抗、 $1/C$ はステイフネスであり、いずれも単位面積あたりの値である。また、 ω は角振動数、 J は $\sqrt{-1}$ である。いま、材料は土壌であるから、 $1/C=0$ とみることができる。式(5)、式(6)により、

$$\left. \begin{aligned} \Delta S &\approx 10 \log_{10} \alpha + 10 \log_{10} [\log \{(2\alpha + \beta + 2\gamma)/(\beta + 2\gamma)\}] \\ \alpha &= (r^2 + \omega^2 m^2)/4\rho^2 c^2 \\ \beta &= r/\rho c \\ \gamma &= 1 - \beta^2/4\alpha^2 \end{aligned} \right\} (7)$$

となる。ここで、式(7)においてその主要部は第1項となる。すなわち、

$$\Delta S \approx 10 \log_{10} \{(r^2 + \omega^2 m^2)/4\rho^2 c^2\} \quad (7')$$

となる。

4. 実験

覆土による遮音の効果をたしかめるために、62年12月に、大分市の旭化成坂之市工場において、実験がおこなわれた。

実験は、一方向に平坦であるが、これに直角方向にU字状の地形をもつ、谷状の区域で実施された。爆破点、測定点とも谷の中心軸上におかれ、双方の間の距離は160mとされた。

測定器には、ピックアップおよび増巾器に、日本電子測器製のSL-5型騒音計を使用した。記録器には、三栄測器製の500B型電磁オツシログラフを使用した。なお、騒音計の特性はC特性(25~8,000 c/s.にて平坦)をもちいた。電磁オツシログラフのガルバノメーターには、H-1,000型(固有振動数1,000 c/s.)をもちいた。

爆薬には粉状ダイナマイト(爆速5,000 m/s, 比エネルギー9,300 l/kg/cm²)を使用した。旭化成製のものである。

爆破にあたつては、約半数のものが土のうで遮蔽された。

測定記録の例を図1にしめす。実験条件および実験結果を図2にしめす。

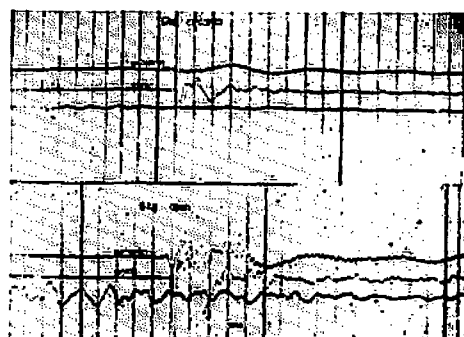


図1 記録例

上 覆土あり
下 覆土なし

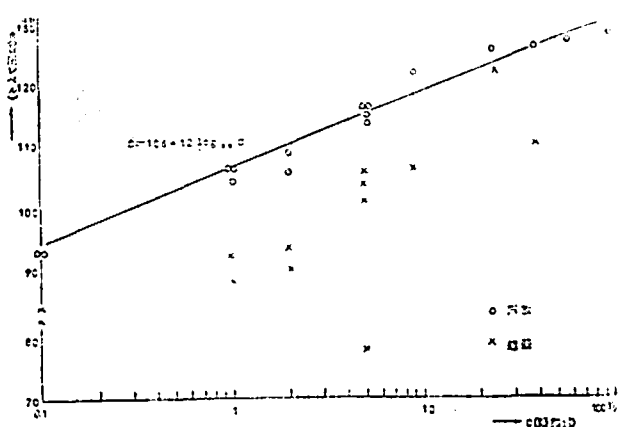


図2 爆薬量と音圧

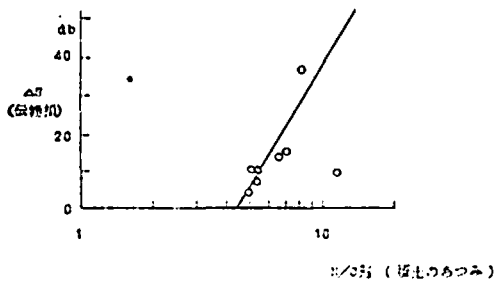


図 3 覆土による遮音効果

5. 覆土による遮音効果

図 2 における遮音の効果を整理すると図 3 のようになる。ただし、ここでの音圧レベル値は、同一条件のものがいくつかある場合には、その平均値とした。ここで図 3 は次の計算でえられた。

$$\Delta S = S - S_c$$

$$\sigma = \log_{10}(N/C^{2/3})$$

ただし、 S は開放条件における音圧レベル、 S_c は遮蔽条件における音圧レベル、 N は土のう数、 C は爆薬量である。この計算値は図 3 のように半対数方眼紙上に略々直線で近似できる。(1 点だけばらついた点のあるのは、 $C=0.1 \text{ kg}$ に対するものである。これは爆薬量が小さすぎて、条件が他とことなつたためとおもわれる)。

この直線を最小自乗法で近似すると、

$$\Delta S = -69.1 + 108 \log_{10}(N/C^{2/3}) \quad (8)$$

なる関係がえられる。この式において、第 2 項の真数部分についてみると、 N が遮音材の質量の次元をもち、 $C^{2/3}$ が爆薬の表面積すなわち遮音材の面積をもつことから、 $N/C^{2/3}$ が遮音材に関して $[ML^{-2}]$ の次元をもつことがわかる。一方、3 にしめた理論的

考察によれば、 ΔS の主要事項については、式 (7') のように、

$$(r^2 + \omega^2 + m^2)/4\rho c^2$$

となるから、その遮音材に関する次元は、 $[ML^{-2}]$ となる。したがって、実験的にえられた式 (8) は、函数型としては、理論的に予測したものに近い結果をしめているといえよう。ただし、 ΔS を $[ML^{-2}]$ なる次元をもつ変数 μ で表現すると、実験的結果では理論より μ にかかる巾数が多い。これは理論において、音響的考察のみでは不十分であることをしめす。

土のうによる遮音効果については、Cook⁴⁾ が、有効性を実験的に主張しているが、単に現象の記載にとどまり、一般的な法則性を抽出するにいたっていない。ほかに、Kringel⁵⁾ など⁶⁾ も土のうによる遮音をのべているが、これは簡単な示唆にとどまっている。また、Windex⁷⁾ は、土のうによる遮音効果は、結果に大きなばらつきをとまうと実験的に主張しているが、遮音それ自体にはふれていない。したがって、定量的結果をしめたものとしては、式 (8) が、そのはじめてのものとかんがえられる。

6. 爆薬量と音圧の関係

ここで、参考のため、爆薬量と音圧との関係について、4 の実験でえた結果を、しめしておく。

図 2 から、開放の場合の音圧レベルに対しては、

$$S = 106 + 12 \log_{10} C \quad (9)$$

かえられる。ただし、 C は kg でしめすものとする。式 (9) を音圧 p でしめすと

$$p = 40C^{0.60} \quad (9')$$

となる。この結果を、これ迄の諸報告と比較すると、

$$p \propto C^a$$

として、表 2 のようになる。われわれの結果は表 2 の大部分の結果と一致する。

表 2

報 告 書	α	C
Chemisch-Technischen Reichsanstalt ⁸⁾	0.507	36 ~ 960 kg
Windex ⁷⁾	0.59	?
Explosive Research Group ⁴⁾	0.2 ~ 1.0	4.5 ~ 9,500
東京工業試験所 ⁹⁾	0.64 ~ 0.73	750 ~ 3,000
防衛庁研究本部 ¹⁰⁾	0.81	750 ~ 3,000
" 施設学校 ¹⁰⁾	0.69 ~ 0.70	2 ~ 7
" 築城本部 ¹⁰⁾	0.62	250 ~ 752
本 論 文	0.60	0.1 ~ 100

7. 結 論

- (1) 爆発音の覆土による伝播損は、理論的、実験的に単位面積あたりの覆土によって決定される。
- (2) 爆発音の音圧は、実験的に、爆薬量の2/3乗に比例する。

謝 辞

本論文は、東大工学部の西村源太郎教授、正田強教授、下村弥太郎教授、東大震研の河角広教授、吉山良一教授に閲読をたまわりました。ここに感謝します。また、実験に際しては、旭化成坂ノ市工場の滝沢雄氏に大きな援助をうけました。ここに感謝の意を表します。

文 献

- 1) Los Alamos Scientific Laboratory: The Effects of Atomic Weapons, U. S. Govern-

ment, (1950).

- 2) Brode, H. L.: Journ. Appl. Phys., 26, 766, (1955).
- 3) Cox, E. F., Plagg, H. L. & Reed, J. W.: Bull. Am. Meteorol. Soc., 35, 95, (1954).
- 4) Cook, M. A.: The Science of High Explosives, Reinhold, (1958).
- 5) Kringel, J. R.: Min. Congr., Apr.-1960, 51, (1960).
- 6) Anon.: Coal Age, Nov.-1961, 72, (1961).
- 7) Windes, S. L.: U. S. Bureau Mines, Rep. Invest. [3622], (1942); [3708], (1943).
- 8) 山家信次: 火兵誌, 31, 583, (1938) に引用。
- 9) 須藤秀治: 工火誌, 23, 161, (1962).
- 10) 防衛庁技術本部: 防技報, 9211-8, (1961).

Sonic Boom from Blasting

by Kotaro Nawa*

The investigation deals with a theoretical and experimental treatment concerned with the reduction of sonic boom from blasting.

The results are as follows:

- 1) The effect of dirt cover in damping the sonic boom is determined as

$$\Delta S = -A + B \log_{10} \mu,$$

where ΔS is the transmission loss, μ is the thickness of the dirt cover and A, B are constants. The acoustical theory

also conforms the relation.

- 2) The relation between the overpressure of the sonic boom and the charge weight is given as

$$p = KC^{0.60},$$

where p is the overpressure, C is the charge weight and K is a constant.

(*Technical Laboratory, Asahi Chemical Industry Company, Ltd.)

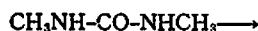
モノメチル尿素のニトロ化生成物について

椎 野 和 夫・生 沼 仙 三*

1. 緒 言

アルキル尿素類のニトロ化については、これまでにいくつかの報告があるが、いずれもモノニトロ誘導体を得たに止まり、ジニトロ化合物は生成しないものと考えられていたようである。しかし既報¹⁾のように、

著者らは、これまでニトロ誘導体の知られていなかったジアルキル尿素のうち、対称ジメチル尿素を硝酸と無水酢酸でニトロ化することによって、かなり良い収率でジニトロ化合物を得た。



この物質は、爆力も大きく、火薬として興味あるもの

昭和39年7月10日受理

* 東京工業試験所第7部 神奈川県平塚市新宿