

## 泡による爆発音の消音(I)

### 紙雷管の爆発音の泡による消音効果

和田有司\*, 小出浩平\*\*, 田村昌三\*, 小林直太\*\*

國川明輝\*\*\*, 大橋正満\*\*\*, 吉田忠雄\*

低騒音発破の消音剤として泡に注目し, 紙雷管を用いてその消音効果を測定した。

今回の実験では泡を入れる消音筒として亜鉛引鉄板製円筒を用いたので, その円筒による効果を調べると, 1重で用いた時で10~15dB, 2重にして用いた時で20~30dBの爆発騒音の低減がみられた。

次に, 2重の筒の間に泡を充填すると, 泡が無い時より10~20dBの爆発騒音の低減がみられた。この効果は10~20cmの泡の厚さによってはあまり変化がなかった。また, 泡の種類による消音効果に大きな差はなかったが, 界面活性剤泡よりタンパク泡, 低発泡倍率の泡より高発泡倍率の泡の方がやや消音効果が大きかった。

#### 1. はじめに

爆発に当たって発生する爆発騒音は発破作業や爆発実験を社会的に受け入れ難くしている1つの原因である。近年, 都市再開発が話題となっているが, 都市での構造物の解体発破を社会的に受け入れ易いものとするために, 低騒音発破法の開発が重要である。

筆者らは発破に伴う爆発音の抑制のために砂被覆が有効であることを示した<sup>1)2)3)4)</sup>。砂は有効ではあるがかなり高価である。また, 建物解体発破に当たっては砂だけで全ての発破を消音することはできない。

ここでは, 新しい消音剤として泡に着目し, その消音効果を紙雷管の爆発音を利用して測定した。紙雷管は爆風を殆ど発生しないので, 音だけの抑制効果を調べるのに適している。

#### 2. 実験

##### 2.1 試料

発音源としては鏡枝用紙雷管(ラジエ工業製, 発音剤約0.05g含有, 成分:74%塩素酸カリウム, 8

%赤燐, 18%硫黄及び少量の糊)及び玩具用紙雷管(通称平玉, 大谷煙火製造所製, 発音剤約0.01g含有)を用いた。

発泡剤としては合成界面活性剤泡消火剤であるノーマフォームエース及びタンパク泡消火剤を3%に水で希釈して用いた。用いた泡の発泡倍率は実験直前に一定容積のものを秤量して測定した。

##### 2.2 装置

実験は能美防災工業薬製工場に併設された研究所内の泡実験場で行った。

発音機は化学実験用スタンド, クランプ, 電磁石, 落球, 2個のベアリングローラ(通称円筒コロ)からなっている。

紙雷管を12mmφ×12mm高さの円筒コロの間に挟み, その上に10cmの高さから535gの鋼球を電磁石のスイッチを切って落下させ, その打撃で爆発させた。

防音材用として3つの厚さ0.6mmの亜鉛引鉄板製円筒及び蓋を用意した。筒Aは600mmI. D.×1100mmH, 筒Bは800mmI. D.×1200mmH, 筒Cは1000mmI. D.×1300mmHである。爆発装置及び消音筒をFig. 1に示した。

##### 2.3 騒音計測

爆発騒音の測定にはインパルス精密騒音計(リオン製, NA-61)を用いた。測定は爆発点から3.75m, 7.5m, 15m及び30mの4つの地点で, 騒音計の目視によって行った。測定特性はA-ファーストである。

##### 2.4 実験手順

昭和63年3月8日受理

\*東京大学工学部反応化学科  
〒113 東京都文京区本郷 7-3-1  
TEL 03-812-2111

\*\*中央大学理工学部精密機械工学科  
〒112 東京都文京区春日 1-13-27  
TEL 03-813-4171

\*\*\*能美防災工業(株)研究所  
〒360-02 埼玉県大里郡妻沼町大字妻沼 5058  
TEL 0485-88-1531

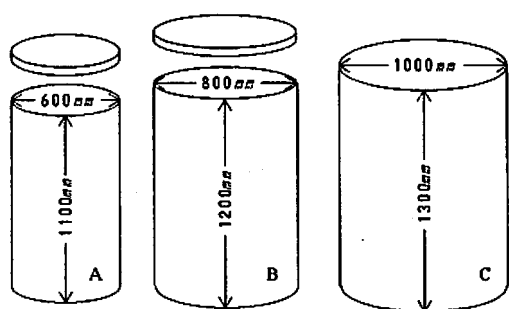
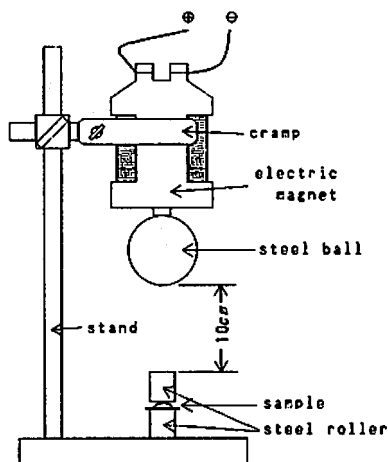


Fig. 1 Experimental set-up for explosion and steel sheet tubes.

- (1) 発音機の台上の円筒コロの間に紙雷管を狭む。
- (2) 発音機の電磁石のスイッチを入れ、535 gの鋼球を電磁石に取り付ける。
- (3) 2つの亜鉛引鉄板製円筒を発音機のまわりに同心円状にかぶせ、内側の筒に蓋をする。
- (4) 2つの円筒の間に泡を充填し、外側の筒に蓋をする。
- (5) 騒音計をA-ファーストの状態に、適切な目盛り範囲にセットする。
- (6) 秒読み後、電磁石のスイッチを切り、落球を落下させ、紙雷管を爆発させる。
- (7) 騒音計の最大値の読みを記録する。
- (8) 簡易な装置で実験を行ったため、実際に紙雷管が爆発したかどうかを、内側の円筒の蓋を外した時に煙の発生の有無を確認する。
- (9) 外側の円筒を外し、泡を水洗し、次の実験に備える。

### 3. 結果と考察

#### 3.1 実験結果

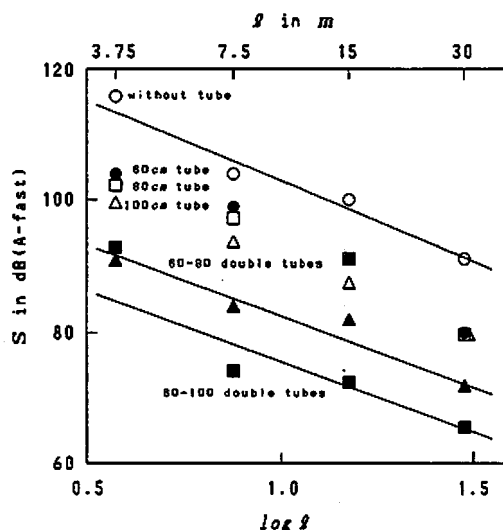


Fig. 2 Plot of noise level ( $S$ ) vs. logarithm of distance ( $l$ ) from explosion site. Effect of steel sheet tubes.

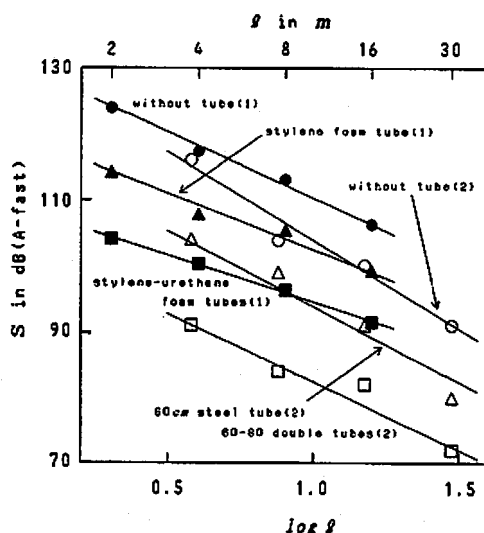


Fig. 3 Plot of  $S$  vs.  $\log l$  for explosion of sporting paper cap. Effect of foamed polymer and double steel tubes.

- (1): between buildings
- (2): on the open ground

実験結果をTable 1に記した。

#### 3.2 円筒の消音効果

亜鉛引鉄板製円筒をかぶせた時とかぶせない時の競技用紙雷管の騒音レベル( $S$ )を爆発点から距離( $l$ )の対数に対してプロットしたのがFig. 2である。60~100 cmの円筒をかぶせることにより競技用紙雷管の爆発騒音は10~15dB低下する。また、僅かではあるが直

Table 1 Results of explosion experiments for reduction of noise.

Run	cap*	diameter [mm]		foam** type	magnifi- cation	noise level [dB(A-fast)]			
		inner tube	outer tube			3.75 m	7.5 m	15 m	30 m
1	SPC	no	no	no		116	104	100	91
2	TPC	no	no	no		103	91	86	73
3	SPC	60	no	no		104	99	91	80
4	TPC	60	no	no		89	82	77	65
5	SPC	80	no	no		102	97	91	80
6	TPC	80	no	no		87	80	76	63
7	SPC	100	no	no		100	94	88	80
8	TPC	100	no	no		78	72	70	60
9	SPC	60	80	no		91	84	82	72
10	TPC	60	80	no		75	70	67	58
11	SPC	60	100	no		92	74	72	65
12	SPC	60	80	SL	13.9	77	75	71	60
13	SPC	60	100	SL	13.9	74	67	64	55
14	SPC	60	80	SM	227	79	69	68	60
15	SPC	60	100	SM	227	75	66		52
16	SPC	60	80	SH	611	70	64	65	57
17	SPC	60	100	SH	611	71	62	61	55
18	SPC	60	80	PL	7.4		67	62	54
19	SPC	60	100	PL	7.4	<55	56	56	47

\*SPC : Sporting paper cap, TPC : Toy paper cap.

\*\*S : Surfactant, P : Protein.

L : Low magnification, M : Medium magnification, H : High magnification.

径の大きい円筒の方が騒音の消音効果は大きい。

円筒を2重にすると、60cmと80cmの円筒の組合せでは約20dBの騒音が低減される。60cmと100cmの円筒の組合せでは約30dBの低減がみられる。2重筒をかぶせることにより爆発騒音は大きく低減される。

### 3.3 発泡ポリマー円筒との比較

筆者らの一部は先に落球式打撃感度試験機の騒音を防止するために発泡ポリマー円筒の使用を試みた<sup>5)</sup>。この時の実験結果と本実験との比較がFig. 3である。前回の実験は東京大学工学部の建物に囲まれた空間で行われ、今回の実験は周囲に建物のない広い空間で行われた。その結果、前回の実験では建物による騒音の反射の影響を受けて騒音の距離減衰率は小さい。

以上の点を考慮しても発泡スチレン筒(内径60cm, 厚さ5cm)による消音効果と垂鉛引鉄板筒(内径60cm, 厚さ0.6cm)による消音効果は同等であることがわかった。

### 3.4 泡による消音効果

泡による消音効果を示すlog l に対するSのプロットをFig. 4及びFig. 5に示した。内径60cmと80cmの2重筒の間に4種の泡を入れた実験結果(Fig. 4)から、

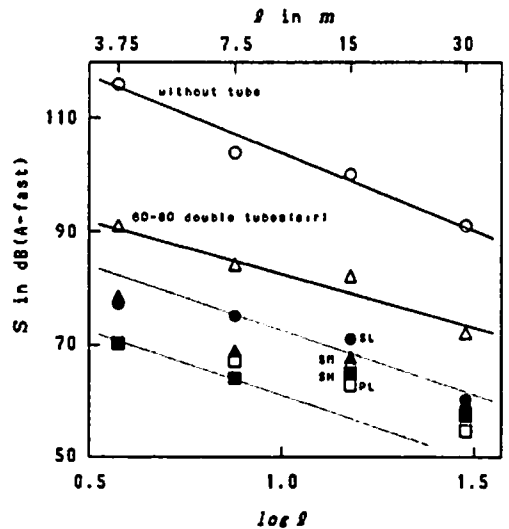


Fig. 4 Plot of S vs. log l for explosion using water foams between 60-80 double steel tubes as silencers.

2重筒の間の10cmの厚さの空間に泡を入れると10~20dBの騒音が低下することがわかる。

60cm-100cmの2重筒を使った場合の泡の消音効

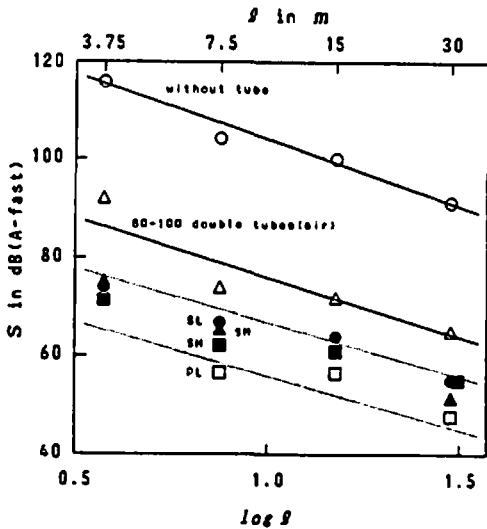


Fig. 5 Plot of  $S$  vs.  $\log l$  for explosion using water foams between 60-100 double steel tubes as silencers.

果は同じく10~20dBであった。泡の厚さの増加による付加的な消音効果はみられなかった。これは本質的な現象か、あるいは他に音が漏れる部分があり、それが効いているのかは今のところわからない。

泡の種類による消音効果の違いはそれほど大きくはなく順序の逆転も見られるが、平均的には下のようであった。

PL (タンパク, 低発泡)

> SH (界面活性剤, 高発泡)

> SM (界面活性剤, 中発泡)

> SL (界面活性剤, 低発泡)

### 謝 辞

本実験でお世話になった能美防災工業株式会社木十三氏、片倉員郎氏及び実験に協力していただいた同社研究所の方々に感謝します。

### 文 献

- 1) 斉藤照光, 小林直太, 黒川孝一, 田村昌三, 松永匡裕, 吉田忠雄, 「砂中爆発法の性質と応用(II), 爆薬による鉄板切断における川砂の防音効果」, 火薬と保安, 19, 21(1987)
- 2) 斉藤照光, 小林直太, 黒川孝一, 田崎陽治, 川村実, 和田有司, 吉田忠雄, 「砂中爆発法の性質と応用(III), 爆薬によるH型鋼入りコンクリートブロック破砕における川砂の防音効果」, 火薬と保安投稿中
- 3) 斉藤照光, 小林直太, 和田有司, 橋爪 清, 中村聡敏, 吉田信生, 松永匡裕, 吉田忠雄, 「砂中爆発法の性質と応用(IV), 爆薬による鉄棒切断における川砂の防音効果」, 火薬と保安投稿中
- 4) 斉藤照光, 二瀬 薫, 黒田英司, 和田有司, 小出浩平, 林 実, 小林直太, 吉田忠雄, 「砂中爆発法の性質と応用(V), 鉄筋コンクリート構造物の露出鉄筋の低騒音発破」, 工業火薬投稿中
- 5) 金子良昭, 和田有司, 劉 榮海, 田村昌三, 吉田忠雄, 「落球打撃感度試験における消音筒の効果」, 工業火薬投稿中

## Reduction of Blasting Noise by Foam ( I )

### Reduction of Explosion Noise of Paper Caps by Foam

by Yuji WADA\*, Kouhei KOIDE\*\*, Masamitsu TAMURA\*  
Naota KOBAYASHI\*\*, Akiteru KUNIKAWA\*\*\*  
Masamitsu OHASHI\*\*\* and Tadao YOSHIDA\*

It was expected that aqueous foams may be used as noise reducer for blastings, and reductions of explosion noise of paper caps were measured. In experiments, steel sheet tubes were used as holders of foams. At first, reductions of explosion noise were found to be 10-15dB with a steel sheet tube, and to be 20-30dB with double steel sheet tubes without foams.

Next, foams were filled between the double steel sheet tubes and reductions of explosion noise with the foams were found to be 10-20dB. The effect of the thickness of foam layer were not so clear in the range of 10-20cm. The effect of foam type was examined and it was found that surfactant foam was less effective than protein foam and the foam of larger magnification was more effective than the smaller one, though the differences were not remarkable.

(\*Department of Reaction Chemistry, Faculty of Engineering, The University of Tokyo, 7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113, Japan

\*\*Faculty of Science and Engineering, University of Chuo, 1-13-27 Kasuga, Bunkyo-ku, Tokyo 112, Japan

\*\*\*Nohmi Bosai Kogyo Co., Ltd., 5058 Menuma, Menuma-machi, Ohsato-gun, Saitama 360-02, Japan)