

## 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

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\*\*\*\*

鉄筋コンクリート構造物の露出鉄筋のモデルで砂中爆発法を用いた発破切断を試みた。切断には鉄筋と同径のコンポジションB及びC4からなる円柱形成型爆薬を使用し、発破騒音の距離による減衰、薬量による効果を調べた。その結果、550g程度の爆薬を用いて16本の露出鉄筋のモデルを一度に発破切断する場合でも40cmの砂被覆を行えば、砂被覆を行わないでその1/16程度の薬量での発破切断を行うときよりもはるかに発破騒音を小さくすることができることがわかった。

また、騒音に関する知見の他に、実験後の鉄筋の状況から鉄筋切断の機構についていくつかの知見が得られた。

#### 1. はじめに

近年我が国において都市再開発が重要課題となり、火薬類を用いた都市内での建築物の解体が具体的問題となっている。筆者らは、爆薬による鉄板切断<sup>1)</sup>、H型鋼入りコンクリートブロックの破砕<sup>2)</sup>及び爆薬による鉄棒切断における川砂の防音効果<sup>3)</sup>について検討してきた。

ここでは、鉄筋コンクリート製の柱のモデルのコンクリート部分を発破<sup>4)</sup>して露出させた鉄筋を成型爆薬を用いて爆発切断する際の川砂の防音効果について検討した結果を報告する。

#### 2. 実験

##### 2.1 試料

用いた爆薬はコンポジションB円柱形成型爆薬(RDX 55.2%, TNT 40%, ポリイソブチレン1.2%, ワックス3.6%, 内径22mm, 高さ22mm, 薬量12g,

ライナー:銅製, 厚さ0.2mm, 断面角90°, ポリカーボネートチューブ(8120-04)入り), コンポジションC4(RDX 91%, ポリイソブチレン2.1%, モーターオイル1.6%, ジセバケート5.3%;可塑性), ペントライト(PETN 50%, TNT 50%, 1g, 6mmφ×20mm)及びPBX(30mmφ×30mm, 塩ビ管入り50g)である。雷管は8号電気雷管(DDNP 0.2g, ペントライト0.6g)を用いた。

切断供試体は鉄筋コンクリート柱(800×800×2,400mm, 22mmφ鉄筋16本, 9mmφ帯筋, 4mmφダイアゴナル筋入りのもの)で、日本建築学会建築工事標準基準仕様書「JASSJ鉄筋コンクリート工事」に準拠して作られたものを、発破によってコンクリートだけを破砕し、残った16本の鉄筋である。写真をFig.1(a)に示した。

##### 2.2 発破手順

主なる発破作業は以下のような手順で行った。

コンポジションB成型爆薬に同じ太さのポリカーボネート管をつなぎ、これにコンポジションC4をつめ、このコンポジションC4内にペントライト伝爆薬を埋め込む、この上に8号電気雷管をガムテープで取り付ける。この雷管付成型爆薬を鉄筋に包装用粘着テープで取り付ける。この様子をFig.2に示した。この上に川砂を30cm又は40cmの厚さに被覆し、通電して起爆した。

##### 2.3 計測

発破の様子はビデオカメラで記録した。発破前後の様子はスチールカメラで記録した。発破騒音は10m, 20m, 30m及び60mの位置に置いた騒音計(リオン製、

昭和63年2月22日受理

\*全国火薬類保安協会

〒102 東京都千代田区九段北 1-12-4

TEL 03-264-8751

\*\*日本工機(株)白河製造所

〒961 福島県西白河郡西郷村長坂土生 2-1

TEL 0248-22-3111

\*\*\*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

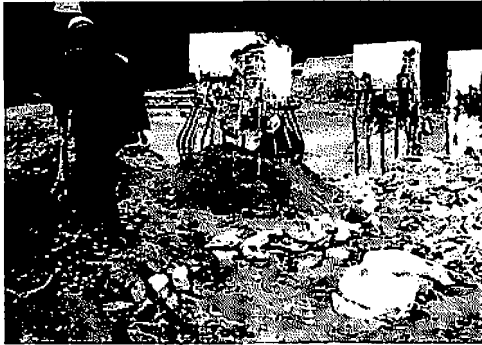
TEL 03-813-4171



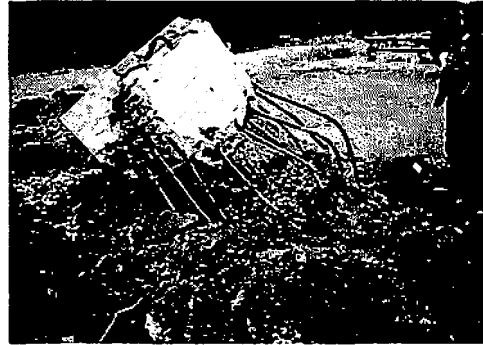
(a) Before charging.



(c) Blasting. Most of the energy was absorbed with sand.



(b) After charging. The charges were covered with sand 40cm thickness.



(d) After the blasting. 16 steel rods were all cut.

Fig. 1 Blasting cut of reinforcing rods with use of sand.

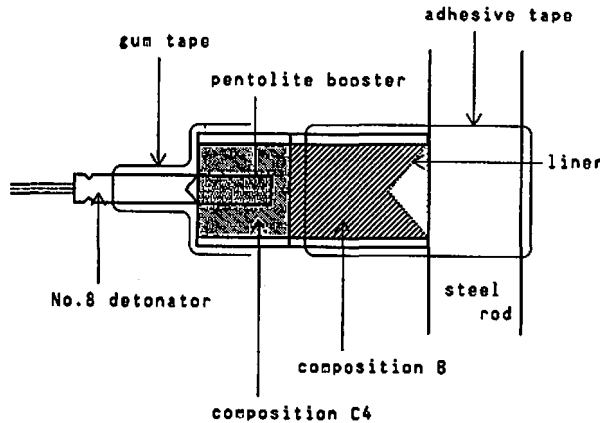


Fig. 2 Sample assembly.

NA-17及び 61) を用いデータレコーダに記録し, Aファースト特性に換算して表示した。

### 3. 結果と考察

#### 3.1 実験結果

実験結果を Table 1 に記した。

#### 3.2 16本の鉄筋同時切断の騒音

16本の鉄筋(22mmφ)同時切断の発破の様子は Fig. 1(a)~(d)に示した。この時の騒音の大きさを距離の関数として Fig. 3 に示した。同じ図に1本の鉄筋切断を砂被覆をしないで行った時(薬量34g)及び30cm被覆の時(薬量53g)の騒音レベルを示した。

砂を40cmかぶせることによって16倍の薬量を用いて

Table 1 Results of blastings.

Run	Rod no. *	Wight of explosives [ g ]				Cut, penetrate or dent	Thickness of sand[cm]	Noise level(A)[dB]			Note
		Comp.B	Comp.C4	Pentolite	others			20 m	30 m	60 m	
1	D-2	12		1		dented	30	81	77	69	air space behind the rod
2	D-3	12		1		dented	30	---	76	66	
3-1	D-4	24	5	1		cut	30	---	80.5	74	
3-2	D-12	12		1		penetrated	30				stand off 10mm no initiation
4-1	D-7	12	10	1		---	30	---	---	---	
4-2	D-15	12	20	1		cut	30				stand off 5mm stand off 15mm
5-1	D-7	12	10	1		dented	30	94	85	77	
5-2	D-1	12	15	1		cut	30				
6-1	D-9	12	15	1		penetrated	30	91	85.5	77	
6-2	D-14	12	15	1		penetrated	30				
7-1	D-5				PBX 50 V=8100m/s Tetryl 2	dented	30	92	85.5	78	
7-2	D-15	12		1		dented	30				shaped charge without Cu liner
8-1	D-2		20	1		cut	30	---	92	84	non shaped charge
8-2	D-3		20	1		cut	30				non shaped charge
8-3	D-9		20	1		no	30				non shaped charge
9-1	D-5	12	20	1		cut	40	---	---	83	no initiation
9-2	D-6	12	20	1		cut	40				
9-3	D-7	12	20	1		cut	40				
9-4	D-8	12	20	1		---	40				
9-5	D-9	12	20	1		cut	40				
9-6	D-10	12	20	1		cut	40				
9-7	D-11	12	20	1		cut	40				
9-8	D-12	12	20	1		cut	40				
9-9	D-13	12	20	1		cut	40				
9-10	D-16	12	20	1		---	40				
10-1	D-8	12	20	1		---	30	90.5	82	74	no initiation
10-2	D-16	12	20	1		---	30				imperfect initiation
11-1	D-8	12	20	1		cut	30	92	86	79	non shaped charge
11-2	D-16		30	1		cut	30				
12-1~	C-1~	12	20	1		all cut	40	101.5	97	87	non shaped charge, external charge
12-16	C-16										
13	D base				D 100 Egel 200	no damage to concrete block	40	---	89	76.5	
14-1	D upper block	12	20	1		small dent to the rod	40	103	101	92	internal charge
14-2	"	12	20	1		"	40				internal charge
14-3	"	12	20	1		"	40				internal charge
14-4	"	12	20	1		"	40				internal charge
15	E-13 lower	12	20	1		cut	0	122	119	111.5	
16	E-13 upper	12	20	1		cut	0	127	120	114	

\*: A-E; pillar number, 1-16; rod number.

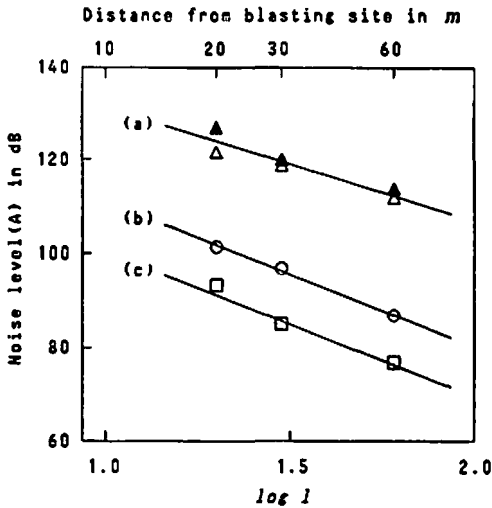


Fig. 3 Plot of noise level(A) vs. logarithm of distance from blasting site.  
 (a) 34g without sand  
 (b) 544g with 40cm sand  
 (c) 53g with 30cm sand

も砂を用いない場合より騒音をずっと低くおさえることができる。騒音の距離減衰率は砂被覆がある時は8 dB/2倍距離であるが、砂被覆がない時は6.5 dB/2倍距離であった。砂被覆の場合は音波が上方に向かっているためと思われる。

東京都公害防止条例施行規則<sup>5)</sup>によれば指定建設作業の騒音勧告基準は火薬を使用して建築物その他の工作物を解体破壊する作業については、音量は指定建設作業の場所の敷地の境界線から30mの地点における測

定値で85dBとなっている。敷地境界線まで発破地点からある程度の距離があり、又、遮閉物等による減音効果もあるので、550gレベルの発破であれば、40cmの砂厚でこの基準をクリアーできる。

### 3.3 砂被覆発破の薬量効果

40cmの厚さに砂被覆した発破における騒音に対する薬量効果をFig. 4(d)に示した。

砂厚20cm及び30cmレベルでの騒音に対する薬量効果はそれぞれFig. 4 (a)及び(b)のようになった。

### 3.4 その他の知見

#### 3.4.1 鉄筋切断の機構

本実験では円柱形成型爆薬を用いて鉄筋の切断を行った。次のような現象が観察された。

(1) 一定量以下の薬量では鉄筋は切断されず凹みができるだけである。

(2) 一定量(29g)以上の薬量では鉄筋は切断される。その断面は成型装薬ライナー材が破断面に付着している状況から、ノイマンジェットによる貫通孔とその付近にかかった力による引きちぎられた跡の2つからなっていることがわかる。

(3) 一定量以下の薬量の発破で凹みのできた鉄筋は20g程度の非成型爆薬の張付け発破で切断される。これは凹みのできた時に爆発の圧力で鋼が変質していることを示している。

(4) 成型爆薬と鉄筋の間にスタンドオフを設けると切断せずに貫通孔ができる。この孔に20gの張付け発破を行っても切断は起こらない。スタンドオフを置いて貫通孔をつくる時には周囲の鋼は変質していない。

(5) 鉄筋コンクリートに32mmφの削孔をして、鉄筋

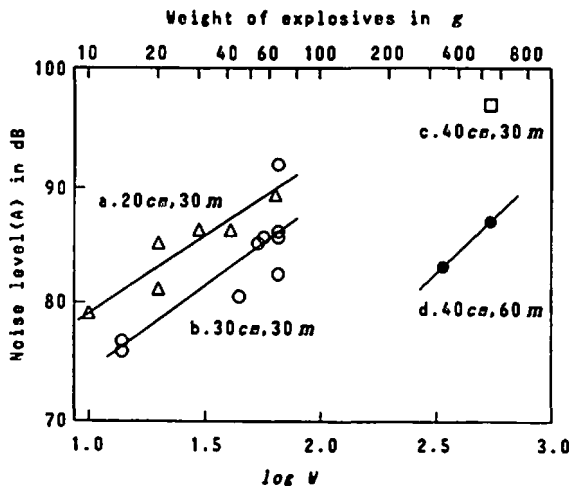


Fig. 4 Plot of noise level(A) vs. logarithm of weight of explosives for blasting with sand coverage.

のところまで孔をあけ、これに34gの成型爆薬を装填して発破しても切断、貫通はなく、又、生成した凹みもかなり小さい。

以上の現象を説明できる鉄筋の切断機構は次のようなものである。

成型爆薬のスタンドオフ無しの場合では十分な薬量があれば、ノイマンジェットにより貫通孔ができる。同時にノイマンジェット孔周辺部にも強い衝撃が加わり、材質を弱体化する。ノイマンジェット孔近くに比較的広範囲に強い力が加わり、弱体化した部分を引きちぎる。したがって鉄筋コンクリート内でしっかり固定された鉄筋はこの方法では切断できない。

#### 3.4.2 所要火薬量

本研究は鉄筋切断の最適化を目的としたものではない。しかし、実験の進行上、発破切断における薬量依存性を調べた。

薬量が14g、24gでは不切断で、29g及び34gでは切断された。したがって、安全率をみてそれ以後34gで切断実験を行った。前回の実験では薬量21gで20mmφの鉄棒が切断された。これは単位切断面積当たり6.7g/cm<sup>2</sup>である。これに対して今回の実験では7.6g/cm<sup>2</sup>ではじめて切断ができた。前回の実験では爆薬の接した鉄棒の反対側に空間を設けたが、今回の実験ではその空間の効果は殆ど見られなかった。

前回の実験では鉄棒は殆ど固定されていなかった。今回の実験では鉄筋は両側で固定されていた。これが単位切断面積の鋼棒の切断に必要な薬量の多くなった1つの原因と考えられる。

#### 3.4.3 爆薬の完爆性

今回の実験では、34回の起爆実験中3回の不爆と1

回の不爆が起きた。成型爆薬として有用な高爆速爆薬は特に溶填又は可塑性薬として使うときに起爆感度が鈍いものが多い。本格的な使用にあたってはあらかじめ起爆感度と起爆方法を調査し、信頼性のある起爆法を確立しておく必要がある。

#### 謝 辞

実験に御協力いただいた日本工機㈱の皆様及び成型爆薬ライナーの御世話をいただいた日本化薬㈱吉田信生氏に感謝致します。

#### 文 献

- 1) 斉藤照光, 小林直太, 黒川孝一, 田村昌三, 松永猛裕, 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, 中村聡磯, 吉田信生, 松永猛裕, 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) T. Saito, N. Kobayashi, T. Yoshida, "BLASTING DEMOLITION OF MODEL REINFORCED CONCRETE PILLARS", Proceedings of The Second International Rilem Symposium on Demolition and Reuse of Concrete and Masonry (1988)
- 5) 「東京都環境保全関係条例集」, ぎょうせい(1984)

## Property and Application of Undersand Explosion ( V )

### Less Noisy Blasting of Naked Rods from Reinforced Concrete Structures

by Terumitsu SAITO\*, Kaoru FUTASE\*\*, Eishi KURODA\*\*  
Yuji WADA\*\*\*, Kouhei KOIDE\*\*\*\*, Minoru HAYASHI\*\*  
Naota KOBAYASHI\*\*\*\* and Tadao YOSHIDA\*\*\*

Naked rods of 22mm diameter were cut by less noisy blasting using sand coverage. Cylindrical shaped charges of same diameter with rods to be cut and containing 34g Composition B and C4 were used. The sand coverage was found quite effective for reducing the blast noise. The relationships of the noise with distance from the blasting site and weight of explosives were examined.

(\*Corporate Juridical Person Japan Explosive Safety Association, 1-12-4 Kudankita, Chiyoda-Ku, Tokyo 102, Japan.

\*\*Shirakawa Plant, Nippon Koki Co., Ltd., Nishigoh-mura, Nishishirakawa-gun, Fukushima 961, Japan.

\*\*\*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.)

#### ニュース

##### Dyno は5600万クローネの利益を発表

Dyno Industrier は1989年第14半期に5600万クローネの利益を発表した。これは去年の同期に比して200万クローネの増である。年間総売上高は1.4兆クローネに対し10%増加した。この利益は外国にある会社では増加し、ノルウェー国内においては減少した。Dynoは最近西独のプラスチック会社 Elba

tainerを買収した。この会社は西独フランス、スペイン、イタリー、英国に工場を持ち年間2億5000万クローネの売上高で従業員400人を使いプラスチックガソリンタンクを主として製造している。購入金額は発表されていない

(出典1989年4月28日 Afterposten)

(木村 真)