

# 17. 音響インテンシティ法を用いた建設機械の騒音測定 ～油圧ブレーカの作業騒音の適用～

建設省土木研究所：杉山 篤・葉師寺伸夫  
梶田 洋規・\*竹田 英之

## 1. まえがき

社会基盤の基礎となっている構造物を時代の動きに合わせより向上させてゆくことは、社会に対する務めであると言える。このことから、再編成されるべき土木構造物、建築構造物の解体や補修が必要とされる舗装道路の打換えに、油圧ブレーカを使用する場合が多々ある。油圧ブレーカを含めた削岩機を使用する作業は、特定建設作業の一つに取り上げられており、作業を行う場合は発生する騒音・振動に対して一定の規制を受ける場合がある。建設騒音の苦情の実態によると、削岩機を使用する作業は、他の特定建設作業と比較しても多くの苦情が寄せられている。このような状況から、現在、解体工事や打換工事をを行うのに、油圧を用いた圧砕機などの低騒音の建設機械が開発され、作業に活躍している。しかしながら、作業効率あるいは作業可能対象範囲（例えば、油圧圧砕機は、刃に挟める対象物でなければ取り壊すことは不可能である）を考えると、油圧ブレーカを使用することが必要である作業状態も多く存在し、今後も無くなることはないと思われる。このような状況において、建設工事の騒音苦情を低減するためにも、油圧ブレーカの騒音を低減する必要性があり、平成2年度は本研究の初年度として、油圧ブレーカの騒音発生状況、発生箇所などを把握するために、騒音測定、音響インテンシティ法による調査を実施した。

## 2. 研究目的

本研究の目的は、打撃による衝撃的騒音を発生する機構を持つ油圧ブレーカの騒音の発生機構を明らかにし、騒音を低減する方法について検討を行い、低騒音型油圧ブレーカの確立を図ることである。

## 3. 測定方法

### 3.1 油圧ブレーカの実状と測定対象油圧ブレーカ規格

油圧ブレーカの低騒音化を実現するためには、騒音の発生状況を明らかにする必要がある。油圧ブレーカは、現在手持ち式の小型のものからミニショベルに取り付けるもの、油圧ショベルに取り付ける大型のものまで、数多くの種類がある。本研究では、油圧ショベル搭載型の油圧ブレーカを研究対象とした。その理由としては、構造物の解体、道路の打換えなどで主に使用され需要が多いこと、その一方、騒音の苦情が多く、騒音対策の必要性及び重要性が高いからである。研究対象機械の規格は、需要が多い0.25m<sup>3</sup>クラスの油圧ショベルに搭載したタイプとした。

### 3.2 油圧ブレーカの構造

一般的な油圧ブレーカの構造を図-1に示す。本体は上側から、バックヘッド、シリンダ、フロントヘッドの3部品から形成されており、4本のスルーボルトにより締結されている。バックヘッド内部には窒素ガスが充填されており、蓄圧されたガスエネルギーは打撃エネルギーとして変換される。シリンダ内部には打撃ピストンが組み込まれており、このピストンが毎分数百回の往復運動を繰り返し、フロント

ヘッドで保持されているチゼルを打撃する。打撃機構としては、小型でも大型でも油圧ブレーカは殆ど同じ機構である。

### 3.3 測定条件

油圧ブレーカ騒音の発生状況を把握するため、作業状態における騒音発生状況を把握する必要がある。作業状態における騒音発生は色々な場合が考えられるが、一般的なコンクリート構造物を解体する場合を想定し、この状態を実験場で実現するため、コンクリート版を破砕対象物として選定した。寸法は1.8m×0.9m×厚0.4m、配合は210-8-25鉄筋φ16を10cmメッシュで中心に層状に入れ、20cm地中に埋めて、コンクリート版からの2次的振動による騒音の発生を極力防止した。

### 3.4 周囲騒音測定

油圧ブレーカ作業時における周囲騒音レベルの測定は、(社)日本建設機械化協会規格の「建設機械の騒音レベル測定方法」に則り、7m、15m地点の4方向の高さ1.5mの位置において精密騒音計で測定した。動特性はFASTとし、1/3オクターブバンド分析を合わせて行った。打撃状態は、チゼルが地面に対してほぼ垂直になるように設定し、油圧ショベルのスロットルは、高・中・低の3種類で行った。また、チゼルの形状はポイントチゼルやフラットチゼルなどがあるが、予備実験の結果より打撃の安定性と一般的に用いられるポイントチゼルを基本とした。

### 3.5 音響インテンシティ法による計測

油圧ブレーカの騒音対策を行うために、騒音源を調査する必要がある。そのため、自動車産業、建築騒音の分野などで騒音源特定などのため近年よく使用されている音響インテンシティ法を用いた。音響インテンシティ法の特徴は、音源近傍における音の放射性状が直接ベクトル量として得られ、音源探査に有効な方法でことである。音響インテンシティとは、「音場中のある点において、音波の進行方向に垂直な単位面積を単位時間に通過する音響エネルギー」で、単位記号は  $[W/m^2]$  で表される。

音場のある特定方向  $\alpha$  への音の強さ  $I_\alpha$  は

$$I_\alpha = \frac{1}{T} \int_0^T p V_\alpha dt \quad [W/m^2]$$

ここで  $T$  : 1周期の整数倍または1周期に対して十分長い時間(sec)

$p$  : 音圧の瞬時値(Pa)

$V_\alpha$  : 粒子速度の瞬時値の  $\alpha$  方向成分(m/s)

で定義される。

本研究では、近接した2個のマイクロホンから得られた音圧と、その差分から近似的に得られる粒子速度との積の時間平均として求める方法(2マイクロホン法)を用いた。音響インテンシティ法は、従来定常的な音源に対して用いられてきた測定法であるが、本実験では衝撃的な音が連続して発生している

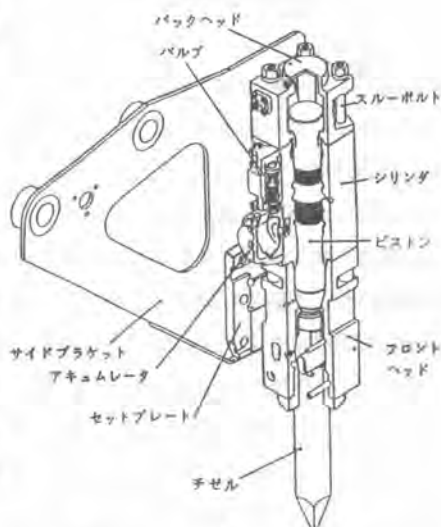


図-1 油圧ブレーカの構造

ため、分析器のフレーム時間（1回のFFT演算のためにデータを取り込む時間）を短く採り、1回の打撃における演算結果を周波数領域で多数回平均することにより、インテンシティレベルを求めた。図-2に測定点を示す。

#### 4. 研究結果

##### 4.1 周囲騒音測定結果

打撃音の発生状況の波形を図-3に示す。この波形は、衝撃的打撃が連続的に発生していることを示している。周囲騒音測定結果を表-1に示す。打撃数と騒音レベルの関係を整理すると図-4の様になり、打撃数による騒音レベルの変化は、300bpm~540bpmの間では打撃中は余り変化がみられず、7m地点で95dB(A)、15m地点で88dB(A)程度である。1/3オクターブバンド周波数分析結果を図-5に示す。右前7m地点での高スロットル、中スロットルを比較すると、傾向としては顕著な差は見られなかつた。

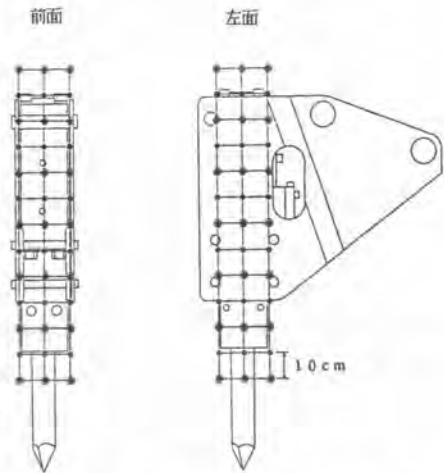


図-2 音響インテンシティ測定点

表-1 騒音レベル測定結果

			7 m					15 m					
打撃条件	音速	打撃bpm	右前	左前	右後	左後	平均	右前	左前	右後	左後	平均	
100% (100%)	-	-	87	84	75	73	72	63	59	68	68	66	
(20%)	-	280	89	88	90	88	89	81	80	83	82	82	
40% (40%)	低	初期	310	95	94	95	94	95	87	87	88	86	87
	進行中	360	96	94	95	95	95	88	88	88	86	88	
	中	初期	320	93	92	93	92	93	86	87	87	86	87
	進行中	460	94	93	94	93	94	87	88	89	88	88	
	破砕後	420	91	89	90	89	90	83	83	82	83	83	
高	初期	540	95	96	96	97	96	88	89	89	89	89	
	進行中	430	94	94	94	96	95	87	87	87	88	87	
70% (70%)	中	初期	470	93	94	94	94	94	86	88	89	88	88
	進行中	480	93	93	93	93	93	86	87	87	87	87	

\*騒音レベルは、打撃毎の最大値の平均で示す。

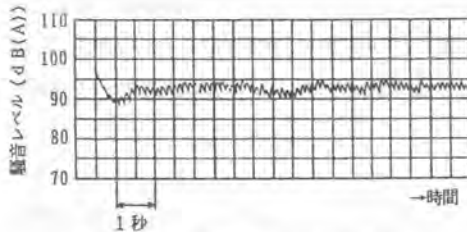


図-3 騒音レベルの記録波形

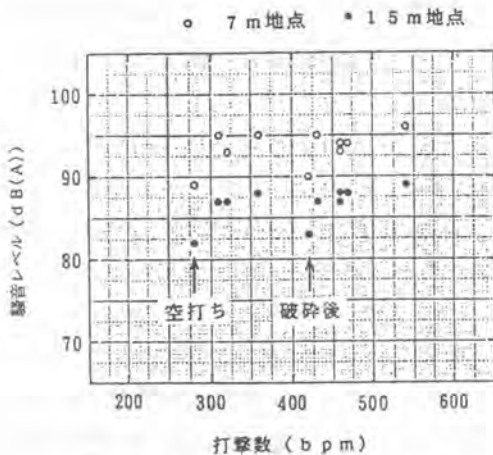


図-4 打撃数と騒音レベルの関係

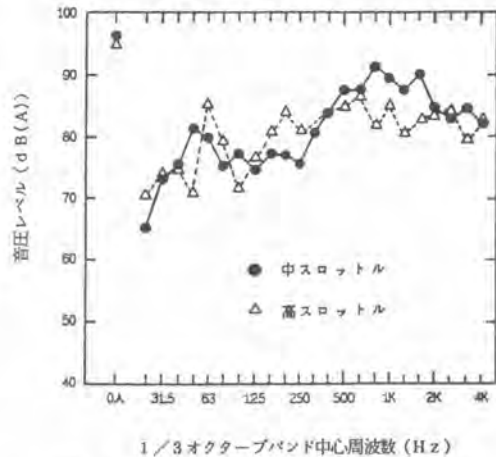


図-5 周波数分析結果 (ノイト、7m右前)

以上のことから、騒音低減のためには主に1/3 オクターブバンド中心周波数で 800Hz以上の周波数域の騒音低減が必要と思われる。

#### 4.2 音響インテンシティ測定結果

音響インテンシティ法による測定結果を検討する。全帯域における音の強さを表すコンタ図を図-6に示す。傾向としては、ブレーカ内部でチゼルが打撃されている辺り、窓の辺り、チゼル部分を中心に、側面ブラケット部のブレーカ本体の全体から音が放射されていることがわかる。このことの確認のため、騒音源をブレーカ本体とチゼル部分に分けてそれぞれグラスウール（厚さ約25mm、密度約 32kg/m<sup>3</sup>）と遮音シート（軟質ゴム、厚さ約1mm）で覆い、騒音を測定した。表-2にその結果を示す。これより、チゼルのみを覆った場合では0～2dB(A)

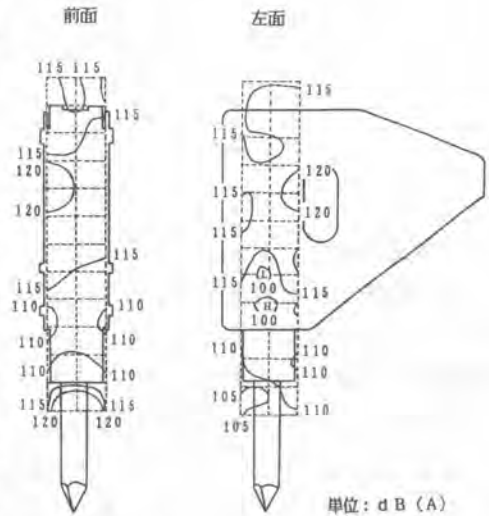


図-6 音響インテンシティ測定結果

程度、本体を覆った場合には4～5 dB(A)程度、全体覆うと6～7 dB(A)の低減になる。本体部は面積が広いことなどからブレーカ全体から、放射した騒音が周囲に伝播しているといえる。このことから、部分的な対策による騒音の低減化は困難であると思われ、総合的な対策が必要であることがわかる。

表-2 遮音シートによる対策効果(対策なしを基準とした減音量)

単位: dB(A)

スロットル	対策部分		7 m	1.5 m	5.0m (地上150cm)	5.0m (地上90cm)
	本体	チゼル	平均	平均	平均	平均
低	×	×	—	—	—	—
	×	○	2	1	1	4
	○	×	4	4	4	1
	○	○	6	8	5	4
中	×	×	—	—	—	—
	×	○	0	0	0	1
	○	×	5	5	4	3
	○	○	7	8	7	7
高	○	×	5	5	8	6
	○	○	6	6	10	8

\*高スロットルは、中スロットルの対策なしを基準にした。

#### 5. 今後の研究課題

今後の課題としては、

- (1) 衝撃振動の伝播による騒音発生への対策の検討
- (2) 必要とされる強度を確保しながら、騒音を低減するための材料、新素材の適用
- (3) 構造面からの騒音低減方法の検討

などがあり、本年度の調査結果を基に総合的な検討を行い、油圧ブレーカの騒音対策に関する研究開発を行っていく予定である。