

# 建設作業騒音予測のための音源データベース構築

## Database of Sound Power Level for Construction Noise Prediction

桂 充宏\*<sup>1</sup>  
Mitsuhiro Katsura

### 要旨

本研究では、日本音響学会による建設工事騒音予測モデル「ASJ CN-Model 2002」（以下、ASJ モデル）の発表を受け、現場実測データに基づく音源データベース構築並びに ASJ モデル提案による等価騒音レベル(L<sub>Aeq</sub>)から騒音規制法に規定されている各種評価量を推定するための変換補正值ΔL に関する検討を実施し、以下の結果が得られた。

- (1)本実測による掘削作業の発生騒音パワーレベル算定値は、ASJ モデル提案の騒音源データとほぼ同等であった。
- (2)ブレイカ作業の間欠かつ不規則な発生騒音のパワーレベルは、実効音響パワーレベルとして算定可能である。
- (3)掘削作業騒音は、騒音規制法の L<sub>A5</sub> 評価量に関して、ASJ モデル提案の変換補正值ΔL によって妥当な評価が行える。また、解体作業騒音は、ASJ モデルに提案されていないが、同様に L<sub>A5</sub> 評価量において妥当な評価を行うことが可能である。この場合、掘削・解体作業ともに変換補正值ΔL として約 5dB が妥当な数値である。
- (4)L<sub>Aeq</sub> から騒音規制法に基づく評価量への変換に、「間欠不規則衝撃騒音」に対応した変換モデルが必要である。

キーワード：建設作業騒音 騒音規制法 変換補正值ΔL 間欠不規則衝撃

## 1. はじめに

日本音響学会から ASJ CN-Model 2002<sup>1)</sup> (以下、ASJ モデル) が発表されたことを受けて、建設騒音の等価騒音レベル (L<sub>Aeq</sub>) での予測に対応するため、現場計測データに基づく音源データベースの構築に関する検討、並びに L<sub>Aeq</sub> から騒音規制法に規定される各種評価量を推定するための変換補正值ΔL に関する検討を実施した。

本報告では、これらの検討を行うために各建設工事現場で実施した騒音レベル等の調査結果に関する概要、その調査結果に基づく騒音源の種類毎のパワーレベル算定結果、さらに実測 L<sub>Aeq</sub> から騒音規制法に基づく評価量への変換補正值ΔL を求め、ASJ モデルに提案されているΔL との比較検証を行った結果について記す。

## 2. 現場調査方法

調査対象とした建設工事種別は、建設作業騒音の影響について予測ニーズの高い「掘削工事 (杭工事含む)」と「解体工事」とした。調査方法は、ASJ モデルを参考に検討を行い、表 1 に示すように「対象」・「環境」・「機器」・「記録方法」・「データ整理方法」などについて仕様を決定した。

表 1 調査解析の仕様 (一部を抜粋)

大項目	細項目	詳細
1. 対象	1.1 予測モデル	ユニットでの測定を原則とし、可能な状況下では機械単体での測定も行う。
	1.2 工事種類	地盤掘削(基礎・杭工事を含む)、建物解体工事を主体とする。
2. 環境	2.1 測定場所	原則としてビルの谷間、高低差のある窪地、音の反射を受ける場所を避けるものとするが、現場条件により回避できないときには測定する場合もありうる。この場合(原則条件から外れる)はその状況・条件を記録しておく。
	2.2 距離減衰	ユニットは点音源と見なせる最小ユニットとする。原則として音源中心 <sup>注)</sup> から騒音源領域の最大寸法の1.5、3、6倍の位置を基本とする。条件からはずれるときは最低2点は測定できる現場を選ぶ。測定は同時測定とする。

⋮

## 3. 調査結果

### 3.1 計測対象

機械単体の騒音源としては、バックホウ (6 事例)・ブレイカ (6 事例)・圧砕機 (4 事例)・コア抜き機付バックホウ (4 事例) を収集した。ユニットの騒音源としては、掘

\*1 技術研究所 建築技術研究部門

削工（3事例）、場所打杭工（10事例）、構造物取り壊し工（4事例）の騒音データを収集した。調査結果は騒音源毎に表2に示す項目について纏め、データシート化を行った。

表2 調査項目と整理内容

項目	内容
計測概要	作業内容・計測担当者・計測日時・計測システム・計測位置・他
音源情報	A.P値・オクターブバンドレベル・周波数特性図・距離減衰・音響パワーレベル推定値・結果へのコメント
ASJモデルでの変換	サンプリング間隔別の各種評価量・騒音レベル分布
騒音レベル変動確認	レベルログ出力の添付

### 3.2 周波数特性

作業によって発生する音圧レベルの周波数特性は、重機の組み合わせや作業内容によって異なる傾向を示した。図1(a)に示すように、主にバックホウ単体による掘削・均し作業では、63Hz帯域が卓越したエンジン音を主体とする特性となっている。解体作業においては、図1(b)に示すように機械からの発生音以外に鉄筋やコンクリート等の作業対象物から発生したと考えられる周波数成分が複合した特性となっている。

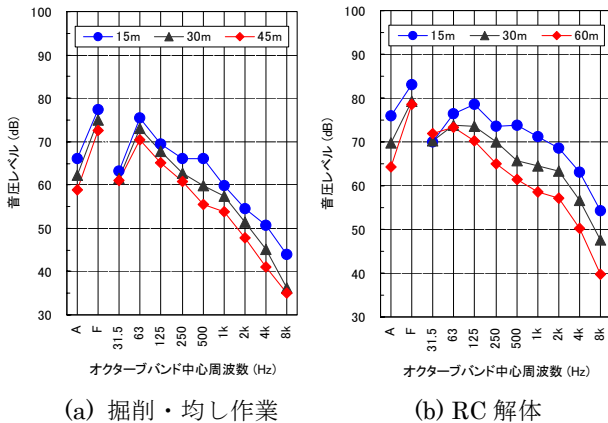


図1 周波数分析結果の一例

### 3.3 サンプリング間隔による影響

本研究の目的は、現場計測結果に基づき騒音源の音響パワーレベルを推定すること、及び  $L_{Aeq}$  から騒音規制法に基づく各種評価量 ( $L_x$ ) への変換補正値  $\Delta L$  を検討することである。そのためには騒音レベルの時間変動とレベル分布形状から、対象とした騒音の状態を適切に判断する必要がある。サンプリング間隔の検討が重要になる。 $L_x$  に関しては、ASJモデルに解析方法が規定されているため、ここで

は  $L_{Aeq}$  について、サンプリング間隔を 10ms・100ms・1s・5s とした場合のレベルを求め、望ましいサンプリング間隔を確認した。サンプリング間隔の違いによるレベル分布の一例を図2に示す。また、これによる  $L_{Aeq}$  の算出結果を表3に示す。図2を見ると100ms以下で安定したレベル分布の得られていることが判る。また、表3からも100ms以下で安定した結果を得ている。分析器の時定数がFastであることを考えても100msのサンプリングで十分であるため、これ以降の解析は100ms間隔で行うこととした。

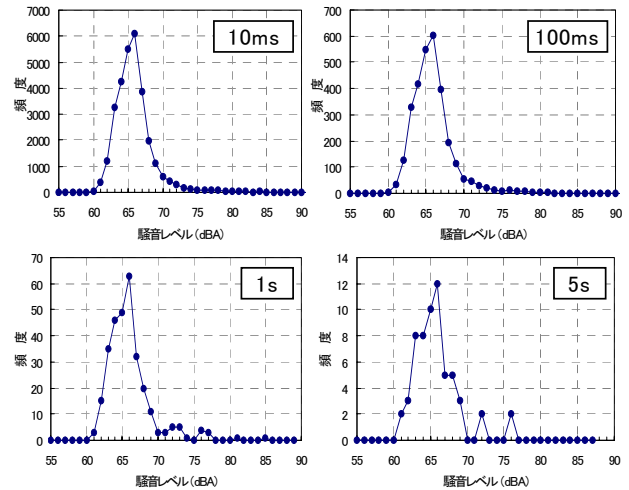


図2 サンプリング間隔の違いによる騒音レベル分布の一例（コンクリート小割作業）

表3 サンプリング間隔による  $L_{Aeq}$  の差異

	10ms	100ms	1s	5s
データ数	30,000	3,000	300	60
$L_{Aeq}$	69.4	69.4	69.8	73.3

### 3.4 騒音レベルの分布形状

ASJモデルでは、「不規則変動騒音」・「準定常衝撃騒音」・「不規則衝撃騒音」についてレベル分布モデル（それぞれ正規分布・矩形分布・直角三角形分布）と、 $L_{Aeq}$  から騒音規制法に規定される各種評価指標への変換式が示されている<sup>2)</sup>。本調査により得られたレベル分布が、どのような形状であったかを確認するため、結果の一例を図3に示す。ここで、(a)は圧砕機4台、(b)は圧砕機1台、(c)はバックホウによる掘削とダンプへの土砂積み込み、(d)はバックホウ1台の掘削である。この結果を見ると、(a)と(c)の条件(ユニット)では、ほぼ正規分布と見なせる結果が得られている。一方、(b)と(d)の条件(重機単体)では、ピークが二つ見られるレベル分布でありASJモデルに示されない状態である。このような騒音源からは、重機本体と作業対象やアタッチメントから発生する2種類の騒音が寄与している

と考えられる。また、単体作業のために作業状態によっては、一時的にレベルが低下することも考えられる。今のところ、このようなモデルに対する定義は、ASJモデルにおいてなされていない。現場では、(b)や(d)の条件での作業も行われているので、予測計算においては取り扱いに注意すべきであり、今後の検討課題であると考ええる。

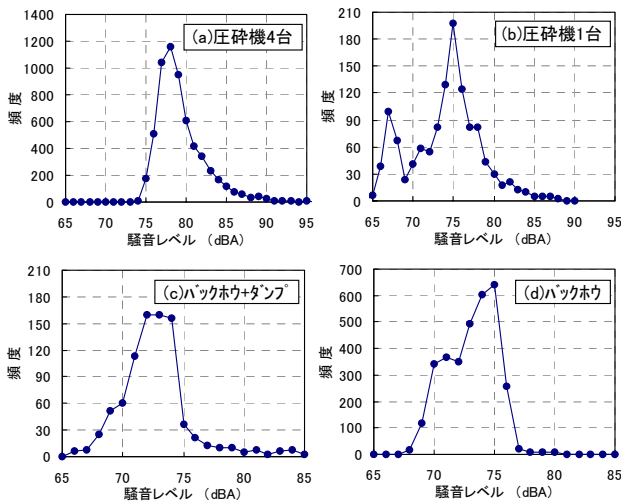


図3 同一工種におけるレベル分布の比較

#### 4. 騒音源からの距離減衰

実測データは、騒音源から測定位置までの間に最も遮蔽物及び反射物などの障害物がなく、暗騒音の影響を受けにくい1測線を設定して計測している。しかし、特に市街地における実測データでは、障害物の影響や騒音源から遠方の測定点で暗騒音の影響などを受けてしまう。

実測値から求めた2点間のレベル差と点音源を仮定して求めた距離減衰の計算値との比較を図4に示す。

遠方の測定点で暗騒音の影響を受ける場合、実測値より計算値が大きくなる。一方、騒音源が地中にある場合、遠方の測定点では音源が見通せなくなり、実測値より計算値が小さくなる。今回の測定データには、両方のケースが含まれているが、ほぼ±3 dBの範囲内に収まっていた。

この結果より、本報告での騒音源のパワーレベル（実効音響パワーレベル）算定には、最も測定時の周辺状況の影響を受けていないと考えられる騒音源に最も近い測定点の結果を用いることにした。

#### 5. 騒音源のパワーレベル算定

騒音源を地上面にある点音源と仮定し、周辺に障害物や

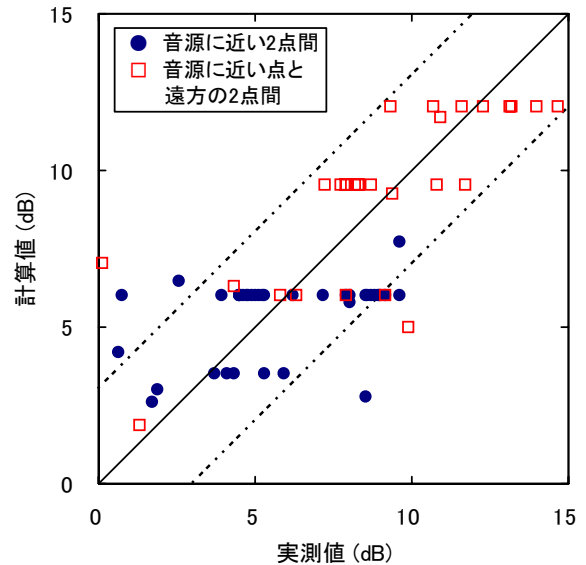


図4 2点間の音圧レベル差  
(A 特性音圧レベル)

反射物がないものとして騒音源のパワーレベルを算定する。算定式は、式(1)による。

$$PWL = SPL_r + 20 \log_{10} r + 8 \quad (dB) \quad \cdots(1)$$

ここで、 $PWL$ ：騒音源のパワーレベル (dB)

$SPL_r$ ：騒音源から距離  $r$  (m) 離れた位置における音圧レベル (dB)

騒音源のパワーレベル算定結果を、図5及び図6に示す。ここに示した実測値平均は、計測ごとの算定結果のエネルギー平均値とした。図中には、参考としてASJモデルに記載されている騒音源データを「ASJ資料」の項に示す。

この結果をみると、バックホウ及び掘削工・土砂掘削では、ASJモデルに対し1 dB~2 dB大きな値となる。

場所打杭工・オールケーシングでは、約4 dB小さな結果となっているが、個々のデータをみると約109 dBAのグループと約103 dBAのグループに分かれているのが判る。前者のグループは、ASJモデルとほぼ同じ値になるのに対し、後者のグループは、約6 dB小さい。機械のメーカー、種類及び作業内容などによって発生音が異なると考えられるので、予測計算の際には、どのグループのデータを使うべきか検討する必要がある。

ブレーカ（大型）では、大小さまざまなコンクリートの塊に対する作業が混在しており、間欠的に発生する衝撃騒音が不規則に変動していたため、実効音響パワーレベルで算定している。なお、j, k, lの3事例は、防音シート囲いがある場合のデータであったため、実測値平均には含まれていない。圧砕機及び構造物取り壊し工・構造物取り壊しでは、ASJモデルにないデータを揃えることができた。

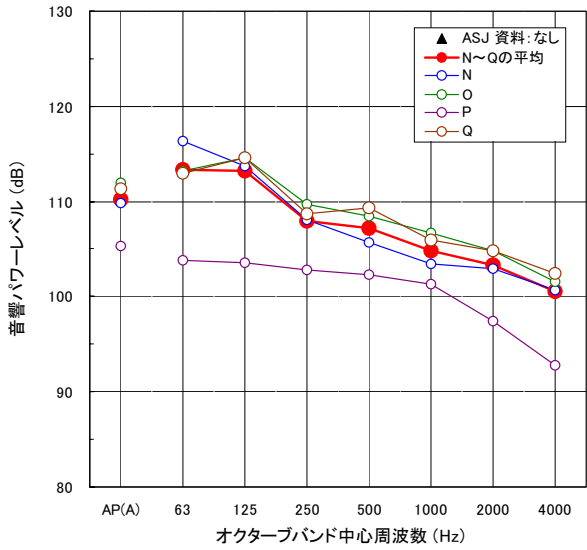
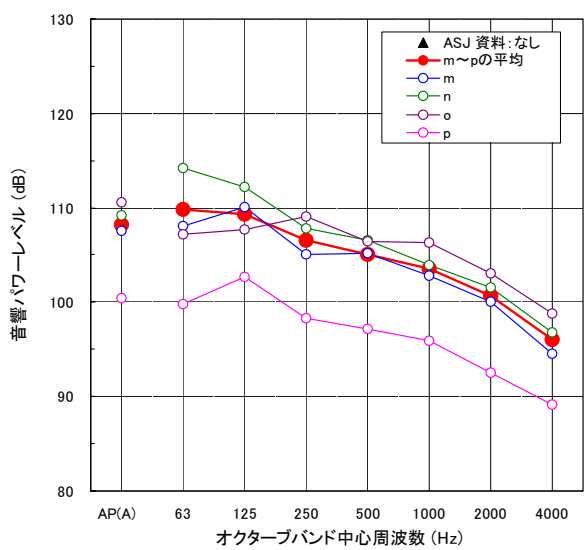
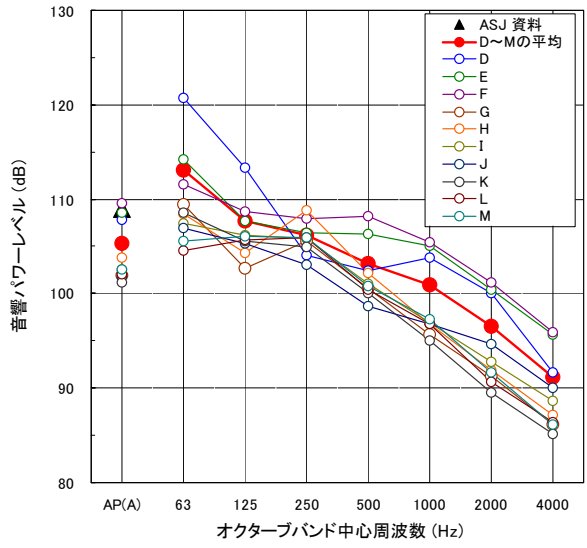
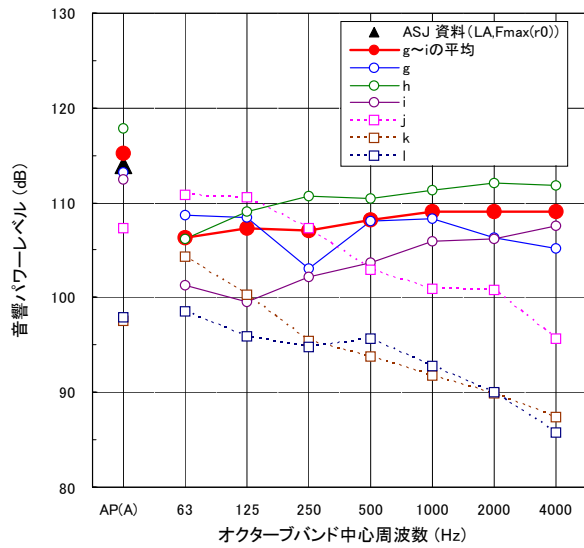
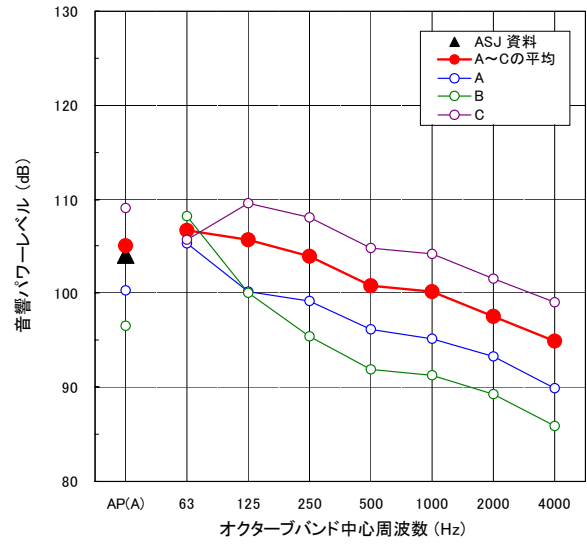
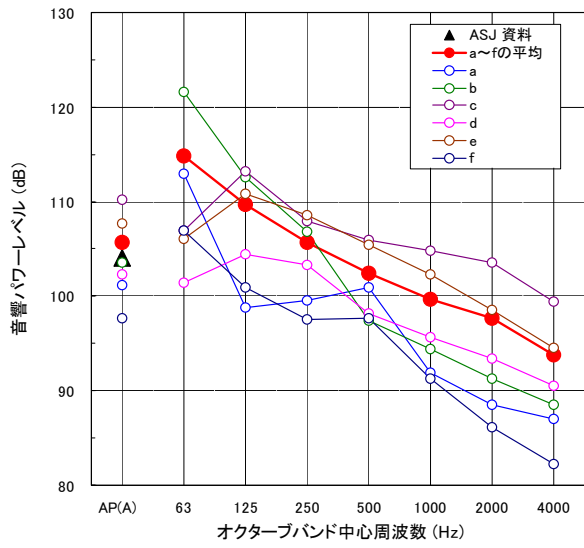


図5 機械単体の騒音源データ  
(実効音響パワーレベル)

図6 ユニットの騒音源データ  
(実効音響パワーレベル)

## 6. ASJ モデル提案の変換補正值 $\Delta L$

ASJ モデルにおいて、各種建設作業ユニットの騒音源データとして提案されている等価騒音レベル ( $L_{Aeq}$ ) から騒音規制法に基づく各種評価量を推定するための変換補正值  $\Delta L$  は、ユニットを点音源と見なせる位置で、工事 1 サイクル中に騒音が最も大きくなる時間帯の測定結果に基づき求められている。しかし、実際の騒音評価にあたっては、工事 1 サイクルを通じ、各作業工程に対応した評価が必要と考えられる。本研究では、この点を考慮した騒音調査を行い、その実測結果に基づく変換補正值  $\Delta L$  を求めた。

図 7 に(a)掘削作業、(b)解体作業に関する  $\Delta L$  の最小値、算術平均値、最大値の算出結果を示す。実測調査データ数は、(a)掘削作業 ( $L_{A5}$  ; 19 件,  $L_{A,Fmax,5}$  ; 8 件)、(b)解体作業 ( $L_{A5}$  ; 22 件,  $L_{A,Fmax,5}$  ; 11 件) である。なお、 $L_{A5}$  と  $L_{A,Fmax,5}$  の解析件数が異なるのは、 $L_{A5}$  評価を行ったデータに対し、不規則衝撃騒音とも見なせるデータに関してのみ  $L_{A,Fmax,5}$  の解析を行ったことに因る。

図 7(a)より掘削作業の  $L_{A5}$  における実測  $\Delta L$  は、約 4 dB (算術平均) であり、ASJ モデル提案  $\Delta L$  (約 5 dB 前後) とほぼ同等の結果であった。一方、 $L_{A,Fmax,5}$  では、実測  $\Delta L$  が約 10 dB (算術平均)、そして、 $\Delta L$  の変動幅が、 $L_{A5}$  に比べて大きい傾向を示している。この結果は、掘削作業の評価量として  $L_{A5}$  が妥当であることを示唆していると推察される。

次に、図 7(b)より構造物の解体作業に対する  $\Delta L$  は、 $L_{A5}$  における実測  $\Delta L$  が約 5 dB (算術平均) に対し、 $L_{A,Fmax,5}$  での実測  $\Delta L$  は約 9 dB (算術平均) となっている。そして、 $L_{A,Fmax,5}$  における  $\Delta L$  の変動幅は、掘削作業の場合と同様、 $L_{A5}$  における  $\Delta L$  に比べて大きい。ASJ モデルでは解体作業に関する  $\Delta L$  の提案はないが、本報告では、この結果より解体作業の評価量として  $L_{A5}$  が妥当であると判断し、その変換補正值  $\Delta L$  として約 5 dB を提案する。

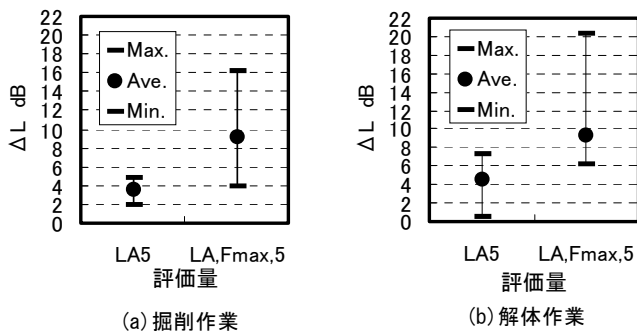


図 7  $\Delta L$  算出結果

## 7. 騒音規制法の評価量への変換モデル

ASJ モデルでは、等価騒音レベル ( $L_{Aeq}$ ) から変換される騒音規制法に基づく評価量として、「不規則変動騒音」、「準定常衝撃騒音」、「不規則衝撃騒音」に関する提案が行われており、これに対応した予測モデルが示されている<sup>2)</sup>。本報告では、建設作業騒音予測データとして必須と考えられる掘削作業と解体作業について  $L_{A5}$  と  $L_{A,Fmax,5}$  を対象に、ASJ モデルに基づく推定値による  $\Delta L$  と実測値による  $\Delta L$  との乖離を求めることで、これらの建設作業騒音の評価として妥当と考えられる騒音規制法に基づく評価量の提案を行う。表 4、表 5 に本調査における掘削作業並びに解体作業について、 $L_{A5}$  及び  $L_{A,Fmax,5}$  に関する  $\Delta L$  の推定値と実測値との乖離の算出結果を示す。

表 4  $\Delta L$  の推定値と実測値の乖離 (掘削)

No.	機械名・ユニット名 (機械単体:単, ユニット:ユ)	$\Delta L$ の推定値と実測値の乖離 [推定値-実測値] dB		ASJモデル提案 レベル変動パターン	
		$L_{A5}$	$L_{A,Fmax,5}$		
1	バックホウ	単	-0.1	1.1	変動(又は衝撃)
2	バックホウ	単	-0.4	-1.2	変動(又は衝撃)
3	バックホウ	単	-1.0	-0.5	衝撃
4	バックホウ	単	0.6	-2.0	変動(又は衝撃)
5	バックホウ	単	0.0	0.6	変動(又は衝撃)
6	土砂掘削	ユ	0.8	1.1	衝撃
7	土砂掘削	ユ	0.4	-11.7	該当なし(間欠)
8	土砂掘削	ユ	-0.2	-1.9	変動(又は衝撃)
9	土砂掘削	ユ	0.9		変動
10	オールケーシング	ユ	-0.1		変動
11	オールケーシング	ユ	-0.1		変動
12	オールケーシング	ユ	1.5		変動
13	オールケーシング	ユ	0.1		変動
14	オールケーシング	ユ	0.9		変動
15	オールケーシング	ユ	-0.4		変動
16	オールケーシング	ユ	-0.5		変動
17	オールケーシング	ユ	-0.3		変動
18	オールケーシング	ユ	-0.7		変動
19	オールケーシング	ユ	-0.2		変動

備考「変動」:不規則変動騒音、「衝撃」:不規則衝撃騒音、「間欠」:間欠不規則衝撃騒音

表 5  $\Delta L$  の推定値と実測値の乖離 (解体)

No.	機械名・ユニット名 (機械単体:単, ユニット:ユ)	$\Delta L$ の推定値と実測値の乖離 [推定値-実測値] dB		ASJモデル提案 レベル変動パターン	
		$L_{A5}$	$L_{A,Fmax,5}$		
1	バックホウ	単	-0.2	-2.0	変動(又は衝撃)
2	ブレーカ	単	1.2	1.5	変動(又は衝撃)
3	ブレーカ	単	-2.2	1.9	該当なし(間欠)
4	ブレーカ	単	-5.5	4.8	該当なし(間欠)
5	ブレーカ	単	-0.1		変動
6	ブレーカ	単	0.5		変動
7	ブレーカ	単	1.3		変動
8	圧砕機	単	-0.4	1.8	変動(又は衝撃)
9	圧砕機	単	-0.6	0.3	衝撃
10	圧砕機	単	3.3	-8.8	該当なし(間欠)
11	圧砕機	単	-0.7	-0.2	衝撃
12	コア抜き機付きバックホウ	単	-0.4		変動
13	コア抜き機付きバックホウ	単	-1.1		変動
14	コア抜き機付きバックホウ	単	-0.9		変動
15	コア抜き機付きバックホウ	単	-0.9		変動
16	構造物取り壊し	ユ	0.7	-0.6	変動(又は衝撃)
17	構造物取り壊し	ユ	0.0	-1.3	変動(又は衝撃)
18	構造物取り壊し	ユ	-0.3	2.8	変動(又は衝撃)
19	構造物取り壊し	ユ	0.1		変動
20	構造物取り壊し	ユ	-0.3		変動
21	構造物取り壊し	ユ	-0.2		変動
22	構造物取り壊し	ユ	0.2		変動

備考「変動」:不規則変動騒音、「衝撃」:不規則衝撃騒音、「間欠」:間欠不規則衝撃騒音

表 4、表 5 を見ると、表 4 の No.7 や表 5 の No.3,4,10 など、 $\Delta L$  の推定値と実測値の乖離が 2dB 以上となっている事例が見られる。この原因は、ASJ モデル提案に該当しないレベル変動パターンによる建設作業騒音であるためと考えられる。そのレベル変動パターン代表例を図 8 に示す。

本報告では、間欠かつ不規則なレベル変動パターンであることから、これを「間欠不規則衝撃騒音」と定義する。

この建設作業騒音は、通常観測されるレベル変動に比べ、衝撃音の発生する時間間隔が比較的長いタイプのものである。しかし、この種の建設作業の中には、衝撃音の発生時間間隔が密な状態となる場合もあり、騒音変動パターンは、現場作業条件や重機オペレータの操作の影響などを大きく受けると考えられる。

従って、今後の建設作業騒音予測においては、騒音レベル変動パターンモデルの選定に関し、十分な注意が必要であり、この種の間欠的な騒音発生を示す建設作業に対応した予測モデルの構築も必要と考えられる。

また、表 4、表 5 より掘削及び解体作業共に  $L_{A5}$  では、 $\Delta L$  の推定値と実測値の乖離幅が概ね 1 dB の範囲内に留まっており、 $L_{A,Fmax,5}$  では、 $L_{A5}$  に比べ乖離の大きくなる傾向が見られる。この結果から今回調査対象とした建設作業騒音は、そのレベル変動パターンから全般的に「不規則変動騒音」と見なすことができると考えられる。

## 8. まとめ

今回の検討より、ASJ モデルに記載されている騒音源では、本調査結果に基づく騒音源のパワーレベル算定において同等の結果が得られたこと、また実際のブレーカ作業音は実効音響パワーレベルで算定可能であること、さらに圧

碎機及び構造物取り壊しについては、ASJ モデルにないデータが収集できたことを示した。そして、変換補正值  $\Delta L$  による等価騒音レベル ( $L_{Aeq}$ ) から騒音規制法に基づく評価量への変換モデルに関しては、 $L_{A5}$  であれば、実測との乖離を概ね 1dB の範囲内に留めた評価が可能であることが確認された。しかし、 $L_{A5}$  による騒音評価が、現場の建設作業騒音の実状を反映した評価量として妥当でない場合もあるため、今後、さらに詳細な騒音規制法の評価量への変換モデルの検討が必要と考えられる。

なお、本報告は、建設会社 6 社（鴻池組、銭高組、東洋建設、飛鳥建設、長谷工コーポレーション、ピーエス三菱）による共同研究の成果<sup>3,4,5)</sup>の一部である。

### <参考文献>

- 1) 日本音響学会建設工事騒音予測調査研究委員会：建設工事騒音の予測モデル“ASJ CN-Model 2002”，日本音響学会誌 58 巻 11 号，pp.711-731，2002.11
- 2) 三宅，高木：建設工事騒音予測モデル ASJ CN-Model 2002 の提案 - その 4  $L_{Aeq}$  から各種評価量への変換方法，日本音響学会講演論文集，pp.723-726，2002.9
- 3) 小林，他：建設騒音の等価騒音レベルでの予測に関する調査研究（その 1）建設作業騒音の現場調査の実施について，日本音響学会講演論文集，pp.929-930，2005.9
- 4) 山本，他：建設騒音の等価騒音レベルでの予測に関する調査研究（その 2）予測に用いる音源データについて，日本音響学会講演論文集，pp.931-932，2005.9
- 5) 桂，他：建設騒音の等価騒音レベルでの予測に関する調査研究（その 3）騒音規制法に基づく評価量  $\Delta L$  について，日本音響学会講演論文集，pp.933-934，2005.9

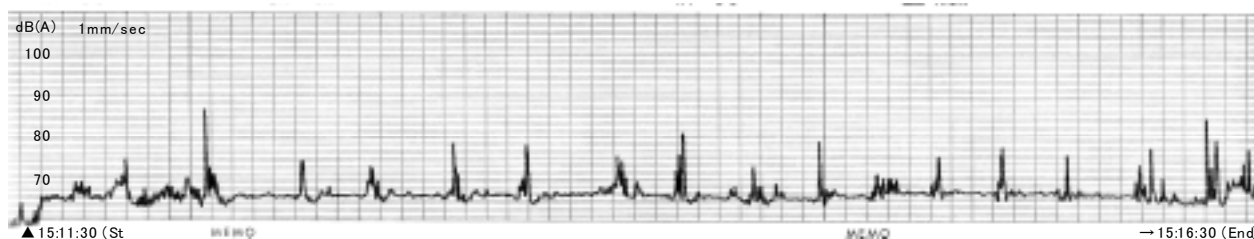


図 8 間欠不規則衝撃騒音のレベル変動事例（掘削：No.7）