

床衝撃音性能予測計算ソフト「拡散度法」の使用法

— 簡易説明書 —

集合住宅において上階から響く足音などの床衝撃音問題は、マンション暮らしのQOL（生活の質）を決定する最も大きな要素といってもよいかもしれません。性能の悪いマンションに入居すれば、日常的に上階からの音に悩まされるだけでなく、下階からの頻繁な苦情に苛まれることもあります。トラブルに巻き込まれた時の精神的な負担は計りしれませんが、それだけではなく、時には凄惨な殺傷事件に巻き込まれることさえあるのです。

このような状況を考えれば、マンションの建築設計において床衝撃音性能をしっかりと把握できることが不可欠です。そのための一つとして、建物の床衝撃音性能を予測計算するという方法があります。その代表的方法であり、最も精度が良いのが「拡散度法」です。ここでは、この床衝撃音性能予測計算ソフト「拡散度法」の使用法について具体的な手順を解説します。これを読んで頂ければ、誰でも簡単にマンションの床衝撃音性能を把握することができるようになります。ただし、この方法はあくまで性能推定法ですから、性能値を保証するものではありません。

性能予測には「拡散度法（純ラーメン構造対応版）」のエクセルシートを用いますが、これは騒音問題総合研究所のホームページ

<https://nh-noiselabo.com/>

から、誰でも無料でダウンロードできます。ダウンロードしましたら、マクロを使えるようにしてご利用ください。

また、「拡散度法（純ラーメン構造対応版）」の解析理論等を含めた詳細な解説書は、Amazonにて下記の書を販売していますので、興味のある方はご利用ください。

「拡散度法による床衝撃音予測計算法（最新版）」ペーパーバック版
(Amazonにて販売、B5、188頁、1980円（税込）)

1. 床衝撃音性能予測計算ソフト「拡散度法」の計算シート

下図が、床衝撃音性能の予測計算に用いるエクセルシート（1枚のみ）です。この上半分のところの入力データ欄に幾つかの数値を入力すれば、たちどころに床衝撃音性能が表示されます。大変に簡単ですが、この拡散度法は日本建築学会賞（2008年度）を受賞した方法ですから、予測精度は十分に確保されていますし、純ラーメン構造やチューブ構造など様々な構造にも幅広く適用できる優れた方法です。それでは、この計算シートの使い方を説明していきましょう。

<新・拡散度法（純ラーメン構造対応版）>

物件名		example	
<入力データ：純ラーメン=1, 他=0 純ラーメン構造指定 1 >			
動的ヤング率(E _d (N/m ²))	2.90E+10	単位体積重量(γ _v (N/m ³))	2400
(x方向)		(y方向)	
スラブ厚(h _s (m))	6.400 × 5.940	ボアゾン比	0.16
* 純ラーメン構造の場合は大梁芯+寸法、それ以外は梁芯寸法を入手		板厚(h _m (m))	250
拘束条件	0.3 (単純支持、両端固定)	減算定数	0.03
* 純ラーメン構造の場合は注3、それ以外は注3を参照			
梁寸法(a)(m)	5.54 × 3.52	天井高さ(h _c (m))	2.40
大梁・梁巾(b ₁ (m))	0.920	大梁・梁せい(b ₂ (mm))	850
* 純ラーメン構造以外の場合はこの行の天板関連データは入力不要		階数フリー条件	1
階数		* 片側のフリーは1、両側フリーは2	
加振点数	5		
(x方向)		(y方向)	
加振点位置1(a)(m)	1.39	1.95	小梁・梁せい(m) 0 0.000 0 0.000
加振点位置2(a)(m)	1.39	1.95	小梁・梁せい(m) 0 0.000 0 0.000
加振点位置3(a)(m)	2.77	1.30	小梁・梁せい(m) 0 0.000 0 0.000
加振点位置4(a)(m)	1.39	0.65	小梁・梁せい(m) 0 0.000 0 0.000
加振点位置5(a)(m)	1.39	0.65	小梁・梁せい(m) 0 0.000 0 0.000

<参考値：固有振動数、等価寸法係率は純ラーメン構造の時のみ表示。固有振動数(s), (c)は参考表示>

固有振動数(hz)	39.6	固有振動数(s)(hz)	*	固有振動数(c)(hz)	*
等価寸法係率	1.00	高げげ数長(m/s)	5.03	ソングソング数(hz)	72
* 固有振動数(s)は単純支持、(c)は両端固定 * 固有振動数(hz)は固有振動数の値					

<計算結果>

中心周波数 (Hz)	床衝撃音レベル (dB)
31.5	75.7
63	76.5
125	58.6
250	46.5
500	35.9
1K	28.7
2K	20.2
4K	12.9
騒音レベル (dB)	51.6

L数	53	L等級	55	決定周波数 (Hz)	63
----	----	-----	----	------------	----

作成：八戸工科大学・構本研究室（騒音問題総合研究所改訂）

2. 入力データの入力方法と留意点

計算シート上段の項目から順に、データ入力方法および留意点等について説明します。

1) 純ラーメン構造の指定

・ 計算対象の建物が、通常のRC構造か、それとも純ラーメン構造なのかを指定します。通常のRC構造の場合は0、純ラーメン構造の場合は1を入力します。この指定により、下の入力箇所が若干変わります。

物件名	example		
<入力データ：純ラーメン=1、他=0 純ラーメン構造指定 <input type="text" value="1"/> >			
動的ヤング率 (N/m ²)	<input type="text" value="2.90E+10"/>	単位体積重量 (kg/m ³)	<input type="text" value="2400"/>
(x方向)		(y方向)	
スラブ寸法 (m)	<input type="text" value="6.400"/>	×	<input type="text" value="5.940"/>
* 純ラーメン構造の場合は大梁芯々寸法、それ以外は壁芯寸法を入力			
拘束条件	<input type="text" value="0.3"/>	(単純支持0、周辺固定1)	
* 純ラーメン構造の場合は0.3、それ以外は0.8を推奨			
室寸法 (m)	<input type="text" value="5.54"/>	×	<input type="text" value="3.52"/>
ポアソン比	<input type="text" value="0.16"/>		
板厚 (mm)	<input type="text" value="250"/>		
減衰定数	<input type="text" value="0.03"/>		
天井高さ (m)	<input type="text" value="2.40"/>		

2) 物理定数の入力

物件名	example		
<入力データ：純ラーメン=1、他=0 純ラーメン構造指定 <input type="text" value="1"/> >			
動的ヤング率 (N/m ²)	<input type="text" value="2.90E+10"/>	単位体積重量 (kg/m ³)	<input type="text" value="2400"/>
(x方向)		(y方向)	
スラブ寸法 (m)	<input type="text" value="6.400"/>	×	<input type="text" value="5.940"/>
* 純ラーメン構造の場合は大梁芯々寸法、それ以外は壁芯寸法を入力			
拘束条件	<input type="text" value="0.3"/>	(単純支持0、周辺固定1)	
* 純ラーメン構造の場合は0.3、それ以外は0.8を推奨			
室寸法 (m)	<input type="text" value="5.54"/>	×	<input type="text" value="3.52"/>
ポアソン比	<input type="text" value="0.16"/>		
板厚 (mm)	<input type="text" value="250"/>		
減衰定数	<input type="text" value="0.03"/>		
天井高さ (m)	<input type="text" value="2.40"/>		

・ RC造床スラブに関する物理定数として、ヤング率、単位体積重量、ポアソン比を、表示されている単位に合わせて入力します。ヤング率は浮動小数点法で入力の方が便利ですが、通常の数値入力でも問題はありません。

・ ヤング率の値は、ここで示しているように動的ヤング率を用います。動的ヤング率は、下記のように通常の静的ヤング率の1.3倍程度の値となります。普通コンクリートの場合の動的ヤング率は、 2.9×10^{10} (N/m²) 程度の値となります。

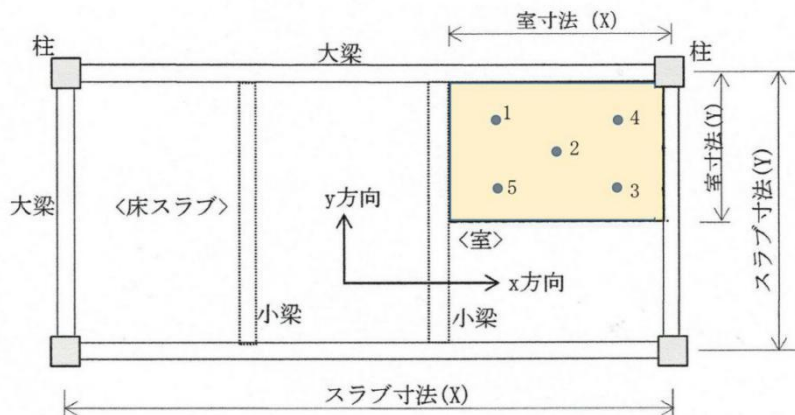
$$\text{動的ヤング率 (動弾性係数)} = 1.3 \times \text{静的ヤング率 (静弾性係数)}$$

- 単位体積重量は、普通コンクリートの場合には 2300～2400 (kg/m³)、ポアソン比は 0.16 (1/6)が標準値です。ここで注意が必要ですが、上記はあくまで床スラブが密実なスラブの場合であり、ボイドスラブ (中空スラブ) の場合には、これを密実スラブに換算した時の単位体積重量の値を入力する必要があります。具体的な数値は後述します。またポアソン比は同じで構いません。

3) 床スラブに関する条件の入力

物件名	example		
<入力データ：純ラーメン=1、他=0 純ラーメン構造指定 1 >			
動的ヤング率 (N/m ²)	2.90E+10	単位体積重量 (kg/m ³)	2400
		ポアソン比	0.16
(x方向)		(y方向)	
スラブ寸法 (m)	6.400 ×	5.940	板厚 (mm)
* 純ラーメン構造の場合は大梁芯々寸法、それ以外は壁芯寸法を入力			
拘束条件	0.3	(単純支持0、周辺固定1)	減衰定数
* 純ラーメン構造の場合は0.3、それ以外は0.8を推奨			
室寸法 (m)	5.54 ×	3.52	天井高さ (m)
			2.40

- スラブ寸法は、下図に示すように、小梁等で区切られた部分などではなく、柱や大梁で囲まれたスラブ全体の寸法を入力します。寸法の取り方は、純ラーメン構造の場合は大梁芯々寸法、それ以外の通常のRC構造の場合はRC壁部分の芯々寸法を入力します。x方向、y方向は、全体を通して統一しておいて下さい。

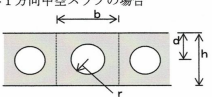


- 板厚に関して、床スラブが通常の密実スラブの場合には、そのままの値を入力して下さい。ただし、ボイドスラブの場合には、単位体積重量、および板厚に

関しては、密実な均質スラブに換算した値を入力する必要があります。換算に関しては、拡散度法のエクセルシート内に下記のような換算用シートが用意されていますので、それをご利用ください。

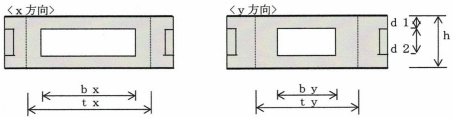
<ボイドスラブ換算用シート>

1) 丸形1方向中空スラブの場合



入力条件			
b (mm)	280	d (mm)	125
h (mm)	250	r (mm)	63
換算前の板厚 (mm)	250	単位体積重量 (kg/m ³)	2300
換算後の板厚 (mm)	247	単位体積重量 (kg/m ³)	1872

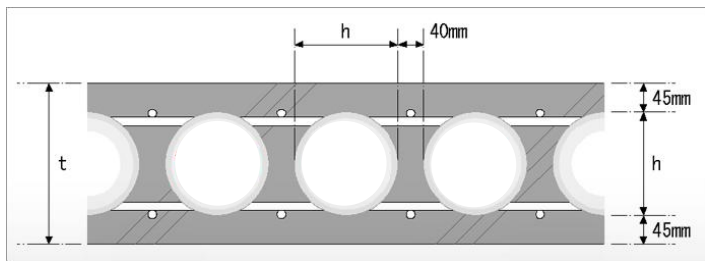
2) 2方向中空スラブの場合 (ボイドスラブ、ハーフPCなど)



入力条件			
t_x (mm)	1350	t_y (mm)	580
b_x (mm)	1200	b_y (mm)	430
		h (mm)	250
		d1 (mm)	60
		d2 (mm)	120
換算前の板厚 (mm)	250	単位体積重量 (kg/m ³)	2400
換算後の板厚 (mm)	244	単位体積重量 (kg/m ³)	1684

作成：八戸工業大学・機本研究室

上記シート以外のボイドスラブに関しては、ボイドスラブのメーカーカタログなどに記載されている値を参照し、ご利用下さい。例えば、下図に示す球形ボイドスラブの場合には、下表のとおりとなります。他の種類のボイドスラブも似たような数値となりますので、多少の誤差は生じますが、この数値を流用しても構いません。



(株昭和テクノフォームのホームページより引用)

ボイドスラブ厚(mm)	225	250	275	300	325	350
換算スラブ厚(mm)	222	246	269	292	315	338
換算単位体積重量(kg/m ³)	1896	1840	1792	1751	1715	1684

この表を見てもらえば分かるように、換算後のスラブ厚はその変化が僅かですが、換算後の単位体積重量は密実スラブの場合の2400(kg/m³)とは大きく異なりますので注意が必要です。

- ・ 減衰定数の値は、RC造床スラブの場合は0.03(3%)程度の値となります。この値は周波数によらずほぼ一定となるので、ここでは単一数値の入力となっています。この値はボイドスラブの場合でも、純ラーメン構造の場合でも同じです。
- ・ 拘束条件は、単純支持の場合を0、周辺固定の場合を1として、0~1の値を入力します。通常のRC造ラーメン構造の場合には0.8程度、壁式構造の場合には0.2程度を目安とします。また、純ラーメン構造の場合は拘束が弱いため0.3とします。

4) 室寸法の入力

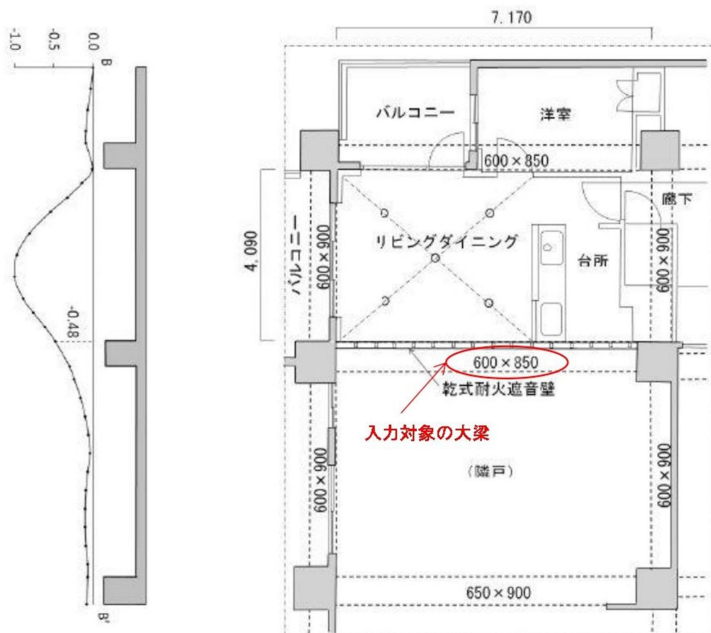
物件名	example				
<入力データ：純ラーメン=1、他=0 純ラーメン構造指定 1 >					
動的ヤング率(N/m ²)	2.90E+10	単位体積重量(kg/m ³)	2400	ポアソン比	0.16
(x方向)		(y方向)		板厚(mm)	250
スラブ寸法(m)	6.400 ×	5.940	* 純ラーメン構造の場合は大梁芯々寸法、それ以外は壁芯寸法を入力		
拘束条件	0.3	(単純支持0、周辺固定1)		減衰定数	0.03
* 純ラーメン構造の場合は0.3、それ以外は0.8を推奨					
室寸法(m)	5.54 ×	3.52	天井高さ(m)	2.40	

- ・ 室寸法および天井高さは、下階の計算対象室の寸法を入力します。寸法は、内々寸法とします。

5) 大梁条件の入力（純ラーメン構造の場合のみ）

室寸法 (m)	5.54	×	3.52	天井高さ (m)	2.40
大梁・梁巾 (m)	0.920	大梁・梁せい (mm)	850	端部フリー条件	1
* 純ラーメン構造以外の場合はこの行の大梁関連データは入力不要			* 片側のみフリーは 1、両側フリーは 2		
加振点数	5				
	(x 方向)	(y 方向)		(x 方向)	(y 方向)
加振点位置 1 (m)	1.39	1.95	小梁・梁せい (m)	0	0.000

・一番上の構造指定の入力欄で、純ラーメン構造の 1 を入力した場合は、この欄で大梁の条件を入力します。下図に示すように、純ラーメン構造の場合には、大梁の下に RC 壁がないため、床衝撃時に大梁も振動します。その振動する大梁の条件を入力します。下図では、上側の大梁には一部 RC 壁があるため、振動するのは下側の大梁であり、この大梁の梁幅と梁せいを入力します。このように、片側だけの大梁が振動する場合は「片側フリー」として右のカラムに 1 を入れます。両方の大梁ともに振動する場合には「両側フリー」として 2 を入れます。入力対象となるのは長辺の大梁だけであり、短辺の大梁は関係ありません。



- 大梁の梁巾の単位は(m)で、梁せいは(mm)で入力する形となっているので注意が必要です。

- 一番上の構造指定の入力欄で、通常のRC構造の0を入力した場合には、この大梁条件、端部フリー条件は計算には使われないので入力は不要です。

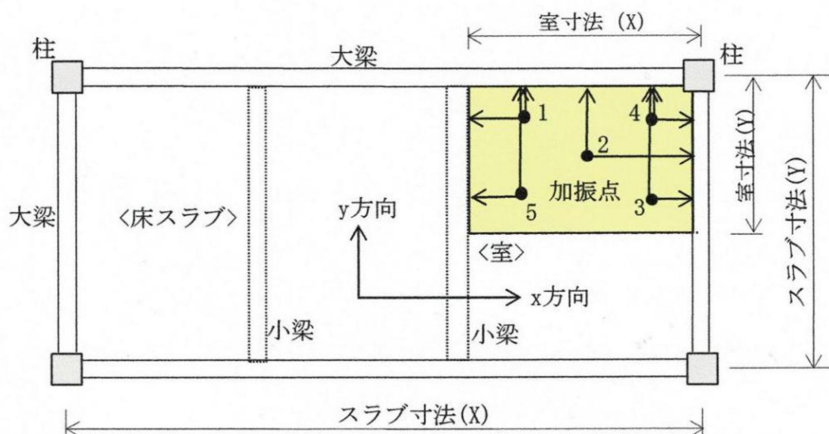
6) 加振点の入力

加振点数	3						
	(x方向)	(y方向)		(x方向)		(y方向)	
加振点位置 1 (m)	1.20	0.92	小梁・梁せい(m)	1	0.500	0	0.000
加振点位置 2 (m)	2.40	1.84	小梁・梁せい(m)	0	0.000	0	0.000
加振点位置 3 (m)	1.10	2.78	小梁・梁せい(m)	0	0.000	0	0.000
加振点位置 4 (m)	0.00	0.00	小梁・梁せい(m)	0	0.000	0	0.000
加振点位置 5 (m)	0.00	0.00	小梁・梁せい(m)	0	0.000	0	0.000

- まず加振点の数を入力します。加振点数は1～5までで、加振点に合わせて重量床衝撃音レベルの平均値が計算されます。

- これは大事な点ですが、入力しない加振点位置のカラムには、0.0000001などの十分に0に近い数値を入力する必要があります。この時に0をそのまま入力すると計算エラーとなってしまいますのでご注意ください。

- 各加振点の加振位置を入力方法は以下の図の通りです。加振位置の入力は、



加振点からスラブ端部または小梁端部までの距離を、距離の近い方向を選んで入力します。ここでの距離は、壁心までではなく、大梁や壁の端部までの実際の距離とします。

7) 小梁の条件の入力

加振点数	3						
	(x方向)	(y方向)	(x方向)		(y方向)		
加振点位置 1 (m)	1.20	0.92	小梁・梁せい(m)	1	0.500	0	0.000
加振点位置 2 (m)	2.40	1.84	小梁・梁せい(m)	0	0.000	0	0.000
加振点位置 3 (m)	1.10	2.78	小梁・梁せい(m)	0	0.000	0	0.000
加振点位置 4 (m)	0.00	0.00	小梁・梁せい(m)	0	0.000	0	0.000
加振点位置 5 (m)	0.00	0.00	小梁・梁せい(m)	0	0.000	0	0.000

- 加振点位置での入力が小梁までの距離の場合には、小梁の条件を入力する必要があります。x方向の距離の場合には、x方向の最初のコラムに1を入れ、小梁でない場合は0とします。

- 最初のコラムを1とした場合には、その後のコラムに小梁の梁せいの大きさ（この例では0.5m）を入力します。y方向も小梁の場合には、同様に输入します。x方向、y方向は、床スラブの寸法入力時の方向と対応させておく必要があります。

- 純ラーメン構造の場合で、大梁の条件の入力対象とした大梁については、変位があるため、これを小梁とみなして条件入力を行います。入力方法は、上記の通常の小梁の場合と同じです。ただし、入力するのは大梁の梁せいだけであり、梁巾は無視します。

以上の入力の後、シート画面の中央右にある**【計算実行】**をクリックすると、床衝撃音レベルが自動的に計算され、結果が画面に表示されます。

3. <参考値>について

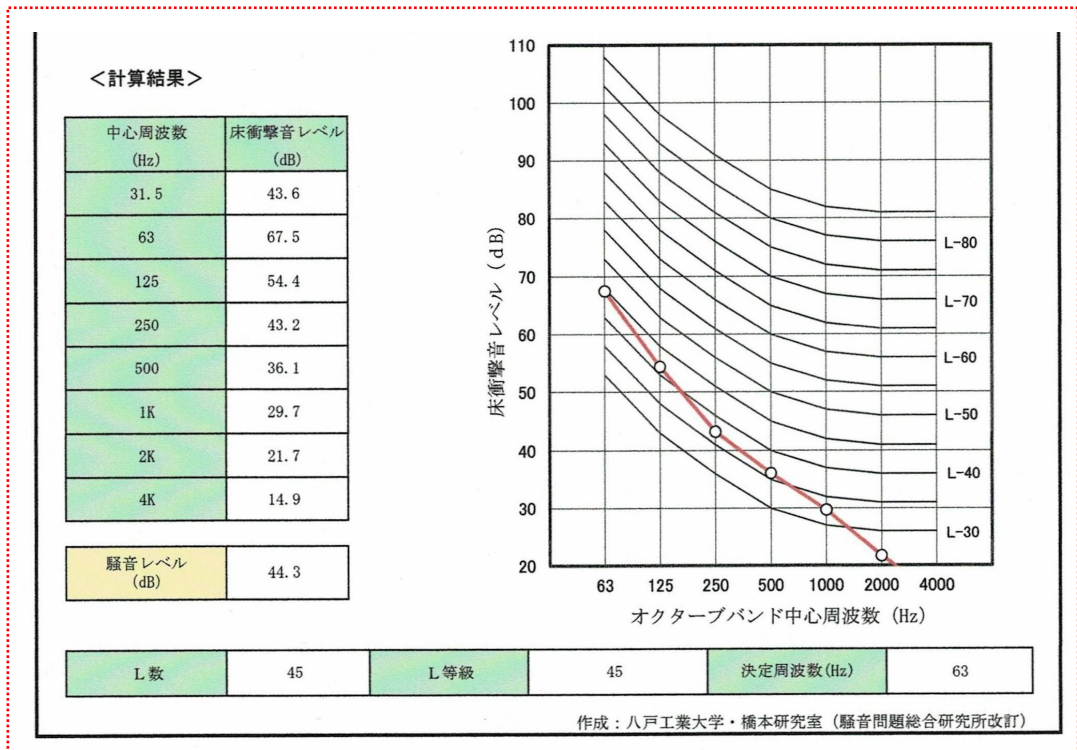
<参考値> : 固有振動数、等価寸法倍率は純ラーメン構造の時のみ表示。固有振動数(s), (c)は参考表示。

固有振動数(Hz)	*	固有振動数(s)(Hz)	16.2	固有振動数(c)(Hz)	30.9
等価寸法倍率	*	曲げ波波長(m/s)	5.34	コインシデンス周波数(Hz)	64

* 固有振動数の(s)は単純支持、(c)は周辺固定
* 周波数63Hzの場合

- ・ 計算を実行すると、計算シートでは、データ入力から得られる関連指標として、参考までに<参考値>を出力しています。これらは計算結果には直接関係ありません。
- ・ 参考値の出力は、通常のRC構造と純ラーメン構造では異なり、上記は通常のRC構造の場合の出力です。床スラブの固有振動数や曲げ波の波長などが出力されます。
- ・ 純ラーメン構造の場合には、最初の欄の固有振動数と等価寸法倍率の値が表示されます。これらの意味の詳細については、「拡散度法」の詳細解説書(1ページ目に記載)を参照して下さい。

4. <計算結果>について



- 計算結果は、各周波数での平均床衝撃音レベル、騒音レベル換算値、およびL数とL等級、決定周波数が出力されます。決定周波数は、低い周波数を優先して1つだけ表示されます。

- 床衝撃音レベル計算結果は、周波数特性が分かるように自動的に図化されて表示されます。

以上が、床衝撃音予測計算ソフト「拡散度法（純ラーメン構造対応版）」の使用方法です。非常に簡単に使用ができることがご理解いただけたことと思います。今回の内容をしっかりマスターして頂いて、良好なマンション性能確保のためにご利用ください。建築技術者の方も、日頃の設計業務において適正な性能を確保できるよう、大いにご利用頂ければと思います。

もし、今回の内容に関して不明な点があれば、遠慮なくメールにて弊所まで問い合わせして下さい。マンションでの騒音トラブルをなくすため、出来る限りの協力を致したいと考えております。

騒音問題総合研究所 : noiselabo@snow.plala.or.jp

騒音問題総合研究所・代表
工学博士、八戸工業大学名誉教授
橋本典久