

第5章 建築物床版の固体音問題への 解析手法の適用

第2章での振動解析手法、第3章での床版振動の周辺要因の評価、および第4章の音響放射解析手法の理論解析を総合して、具体的な固体音問題への適用を行った結果について示す。ここでは主に、固体音の代表的問題である重量床衝撃音の解析を取り扱っている。床衝撃音の基本的な解析の流れは、すでに幾つかの文献¹⁾に明示されており、当解析でもほぼ同様であるといえるが、要素としての個々の解析手法や計算の細部の道筋に各々特徴があると言える。

本章では、まず最初に当研究での床衝撃音解析の計算フローの詳細と解析条件の設定について示す。このフローに基づく解析手法により各種条件の床版について解析を行い、各々実測結果との比較検討を実施し、精度検討と当方法の実用性の検証を行っている。主な解析検討対象は以下の通りである。

- ① 基本的解析例として、重量床衝撃時の裸スラブの振動加速度レベルの解析。
- ② 浮床構造の重量床衝撃音に関する床版の振動低減効果の解析。
- ③ 実際の重量床衝撃音性能の解析。これは間仕切壁など内装が施された状態の各居室毎の床衝撃音の解析であり、衝撃点および測定点の数、機器の動特性の補正など、JISの測定法に完全に則った解析内容であり、解析条件に関しても完全な予測計算としている。解析対象スラブは、小梁のない大型床版、壁式構造の平板スラブ、通常の小梁付床版の3種類であり、比較例としてインピーダンス法による計算結果も示している。

当解析方法は、第2章で示したように床衝撃音のみならず建築物床版の固体音問題一般、または床版の各種振動問題への適用が可能である。たとえば、設備機器による固体音問題や、機器の防振架台と床版の連成振動、歩行走行による床の振動、精密機械の微細振動問題、振動解析による剛性評価などである。これらの個々の精度検討は行っていないが、これは単に加振力の相違やモデル構成の問題にすぎないため、床衝撃音に関する検討結果により十分に検証されていると考えて良い。

5.1 重量床衝撃音解析への適用

5.1.1 衝撃問題と定常問題

パーセバルの定理²⁾により、波形の2乗積分値はパワー(スペクトル)の合成値に等しい。

$$\int_{-\infty}^{\infty} x(t)^2 dt = \int_{-\infty}^{\infty} X(i2\pi f)^2 df \quad (5.1)$$

これを、離散スペクトルについて示せば、

$$\frac{1}{N} \sum_{m=0}^{N-1} x_m^2 = |c_0|^2 + 2 \sum_{k=1}^{N/2-1} |c_k|^2 + |c_{N/2}|^2 \quad (5.2)$$

c_k ; 複素フーリエ係数

x_m ; 時間波形サンプル値

となる。また、オクターブバンド通過の波形のT秒間の2乗平均値に関しては、

$$\frac{1}{T} \sum_{m=0}^{N-1} x_{f,m}^2 \Delta t = 2 \sum_{k=1}^{N/2-1} (|c_k| g(f))^2 \quad (5.3)$$

$x_{f,m}$; オクターブバンド通過波形のサンプル値

$g(f)$; オクターブバンドのフィルター遮断特性

となる。したがって、オクターブバンドスペクトルによる周波数応答の結果のエネルギー合成値は、おなじパワースペクトルを有するオクターブバンドノイズによる応答の2乗平均値と等しくなる。また、定常ランダム応答と衝撃応答の関係に関しても、これらは位相の相違に基づくものであるから、パワースペクトルが同じであれば、両方法の2乗平均値の結果は当然等しくなる。振動解析、音響放射解析において、これらの関係を利用して効果的な解析を行うことができる。例えば、線型系の応答では、多数点の衝撃応答の平均も、入力をノイズ化し、その位相を相互に無相関とすれば、多数点の応答の結果を一度に解析することもできる。これらの関係を考慮して、ここでの重量床衝撃音の解析では次に示す方法を採用している。

5.1.2 解析方法の流れ

重量床衝撃音の評価は、当然のことながら周波数領域に関して行われる。しかし、時間領域と周波数領域は、フーリエ変換に代表されるように相互変換の関係にあり、したがって、加振源による床版の振動解析から、下室への音響放射にいたる一連の解析の流れには、幾つかの道筋が考えられるが、ここでは、図-5.1に示す方法を採用している。これ以外にも解析の組み合わせは存在するが、当研究では振動応答解析が時刻歴応答解析を採用していることから、この方法が一番合理的と考えられる。主な手順は以下の通りである。

<方法>

各オクターブバンド毎に解析する方法である。そのため事前に加振力のオクターブバンド波形を作

成しておく。

- ・重量床衝撃力の時間波形をフーリエ変換し、得られたフーリエスペクトルにオクターブバンドのフィルターを掛け、さらに位相のみをランダム化する。これを逆フーリエ変換し、加振力のオクターブバンドランダム波形を作成する。
- ・オクターブバンドランダム波形を入力として、床版の振動解析を行い、床版各部の振動加速度オクターブバンド波形を求める。
- ・床版各部のオクターブバンド振動加速度波形をフーリエ変換し、加速度スペクトルを求める。
- ・床版各部の振動加速度スペクトルから、下室への音響放射解析により室内音圧スペクトルを算出する。
- ・音圧スペクトルから合成してオクターブバンドレベルを算出する。
- ・以上の操作を各オクターブバンド毎に繰り返す。

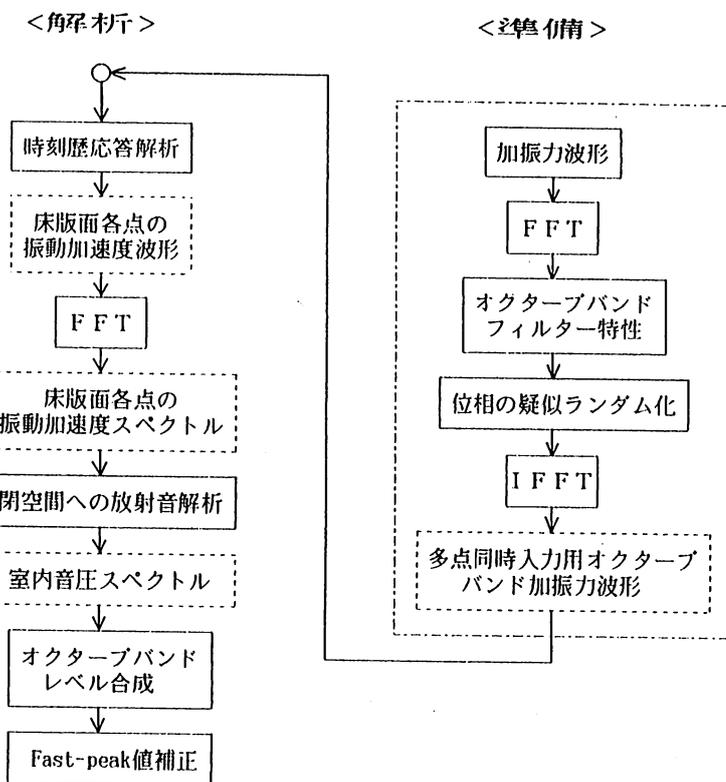


図-5.1 重量床衝撃音解析の流れ

加振力の入力に関し、一般的な振動解析では波形をそのまま入力する方法がとられているが、これに対して当方法を採用しているのは、以下の理由による。

- 1) オクターブバンド毎の計算が独立に行えることから、低周波数域から高周波数域まで等価に扱える。例えば、加振力波形をそのまま入力して解析する場合には、解析の時間ピッチは最も高い周波数によって決められる。これは、高周波数域では相対的に粗い精度の解析を行い、低周波数域では細かい精度の解析を行うことに相当する。当方法では、全く等価な精度で解析が行えることになる。
- 2) 解析結果に大きな影響を与える減衰項の扱いが、各バンド毎に自由に設定できる。当研究の応答解析ではレイリーダンピングを用いているが、これは一定の周波数特性を持っているため、高周波数域まで自由に減衰を設定することができない。オクターブバンド計算の場合には、バンド内の減衰のみの特性を考えればよいから、レイリーダンピングで十分な適用が可能となる。仮に加振力波形をそのまま入力する場合には、実際の減衰定数の値と解析の値が異なってしまうため、あとでその分の補正が必要になる。しかし、振動の解析結果は補正が可能でも、その結果を用いた音響放射

の解析では補正が不可能であるため、実際上この方法は用いることができない。

3) 加振力時間波形をオクターブバンドノイズに変換して解析することから、JISの測定方法の5点衝撃の結果も、ノイズの位相関係は無相関にしておけば、一度の解析で処理できる。

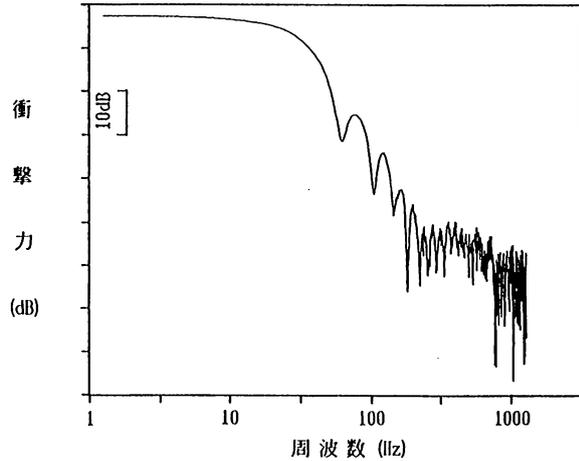
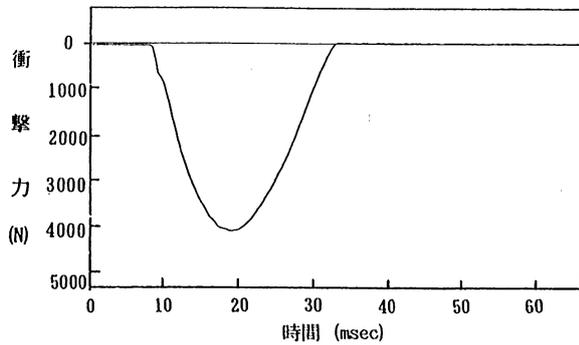


図-5.2 重量床衝撃力波形とそのスペクトル例

5.1.3 解析用加振力の作成

実測に用いた重量床衝撃力の測定波形とそのスペクトルの例を図-5.2に示した。。この加振力スペクトルからオクターブバンドの加振力実効値を算出した結果を表-5.2(a)~(c)に示した。(a)は加振力検出装置(東大・生研)を用いて測定した波形の分析結果、(b)と(c)はJIS規格のタイヤに加速度ピックアップを接着して衝撃力の反作用力を測定した結果である。250Hzでとくに大きな差が生じており、これらの結果をを考慮して、解析用のオクターブバンド衝撃力実効値は表-5.1の値を採用した。なお、このときのサンプリング時間ピッチは $\Delta t=0.3906$ (msec)、サンプリング数は $N=2048$ であり、算出式は、式(5.4)の通りであり、この値はパーセバルの定理より加振力の1秒間の2乗平均値にあたる。

$$F_{rms} = 10 \log \left[\frac{2}{\Delta f} \sum_k (|c_k| g(f))^2 \right] \quad (5.4)$$

c_k : 複素フーリエ係数、 Δf : スペクトル間隔
 $g(f)$: バンドフィルターの遮断特性

表-5.1 解析に用いた加振力実効値

内容	中心周波数 (Hz)				
	31.5	63	125	250	500
F_{rms} (dB)	46	36	25	16	11

解析用の加振力オクターブバンドノイズ波形作成のためのサンプリング諸元は表-5.3に示した。サンプリング数は $N=1024$ であり、これが解析時の時間ステップ数になる。したがって、各バンド毎に計算時間は異なるが、計算ステップ数はすべて等しい。これらの条件で加振力波形をサンプリングし、そのスペクトルの振幅に関してオクターブバンドのフィルター遮断特性を考慮し、位相をジェニングスの方法でランダム化して、逆FFTによりオクターブバンド波形を再構成したものを図-5.3に示した。重量床衝撃による床振動のおよび音響放射の解析においては、図-5.3の波形の2乗平均値を表-

表-5.2(a) 重量床衝撃源のオクターブバンド加振力特性
(東大生研・加振力測定器による測定波形)

波形番号 内容	中心周波数 (Hz)					
	16	31.5	63	125	250	500
W12-1.SEQ	46.86	46.25	37.31	24.67	10.16	10.43
W12-2.SEQ	46.64	45.45	35.29	24.68	11.34	10.52
W12-3.SEQ	46.69	45.91	36.54	24.81	10.88	9.96
W12-4.SEQ	46.76	45.83	36.16	24.98	10.84	11.16
W12-5.SEQ	46.68	45.54	35.39	24.01	11.24	10.78
平均值 (dB)	46.73	45.80	36.14	24.63	10.89	10.57
標準偏差 (dB)	0.077	0.29	0.75	0.33	0.41	0.40

表-5.2(b) 重量床衝撃源のオクターブバンド加振力特性
(タイヤ衝撃反作用力のp.u.測定・剛床への落下時)

波形番号 内容	中心周波数 (Hz)					
	16	31.5	63	125	250	500
CB-1.SEQ	46.89	46.86	39.58	27.67	22.18	14.83
CB-2.SEQ	46.96	46.89	39.52	27.46	21.95	14.93
CB-3.SEQ	47.15	47.07	39.63	28.09	21.87	11.89
CB-4.SEQ	46.97	46.90	39.50	28.02	21.96	15.56
CB-5.SEQ	46.98	46.91	39.54	27.91	21.19	14.46
平均值 (dB)	46.99	46.93	39.55	27.83	21.83	14.33
標準偏差 (dB)	0.09	0.07	0.05	0.23	0.34	1.27

表-5.2(c) 重量床衝撃源のオクターブバンド加振力特性
(タイヤ衝撃反作用力のp.u.測定・普通床への落下時)

波形番号 内容	中心周波数 (Hz)					
	16	31.5	63	125	250	500
CB-6.SEQ	46.97	46.86	39.37	28.14	22.04	15.37
CB-7.SEQ	46.97	46.91	39.53	28.01	21.72	14.99
CB-8.SEQ	47.10	47.01	39.57	27.94	20.16	11.73
CB-9.SEQ	47.13	47.06	39.64	28.69	21.41	11.90
CB-10.SEQ	47.04	46.95	39.51	27.65	21.39	14.73
平均值 (dB)	47.04	46.96	39.52	28.09	21.34	13.74
標準偏差 (dB)	0.07	0.07	0.09	0.34	0.64	1.59

表-5.3 オクターブバンド加振力波形作成のためのサンプリング諸元

波形周波数 (Hz)	サブリング数	時間ビッチ (msec)	サブリング時間 (sec)	スペクトルビッチ (Hz)	バンド内スペクトル本数	周期分割
31.5	1024	1.953	2.0	0.5	45	16.2
63	〃	0.7813	0.8	1.25	36	20.3
125	〃	0.3906	0.4	2.5	36	20.5
250	〃	0.1953	0.2	5.0	36	20.5
500	〃	0.07813	0.08	12.5	28	25.6

5.1の値に設定して解析を行えば良い。この結果により、床振動または放射音圧の1秒間の2乗平均値が求められる。

5.1.4 減衰定数の設定

応答解析における減衰定数の設定は極めて重要である。当方法における減衰定数の設定は次の通りとした。対象とするオクターブバンドの上下の遮断周波数で減衰定数の値を設定し、これにより2.4.3章の式(2.78)より係数 α 、 β の値を決定する。この時、上下遮断周波数での減衰定数の値を等しくとれば、帯域内での減衰定数の値はほぼ一定になる。減衰定数1%の値に対する各オクターブバンドの係数一覧を表-5.4に示した。この時の中心周波数での値は0.94%となり、周波数特性は図-5.4の通りである。

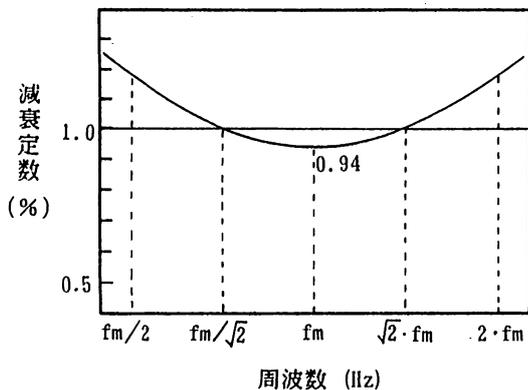


図-5.4 減衰定数の周波数特性

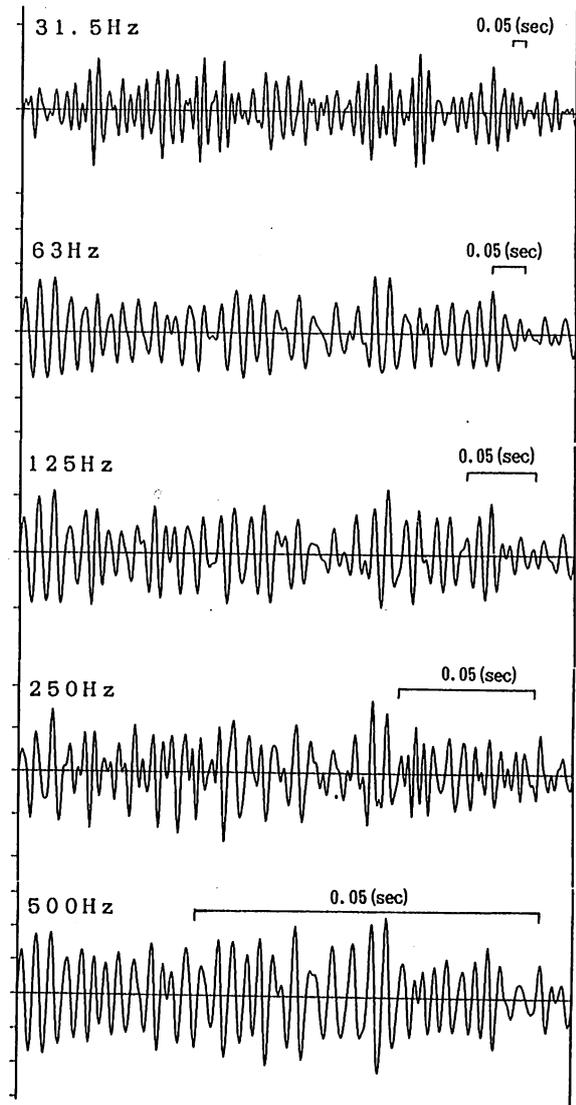


図-5.3 作成した解析用オクターブバンド加振力波形の例

表—5.4 減衰定数と係数 α 、 β との対応

減衰定数	係数	中心周波数 (Hz)				
		31.5	63	125	250	500
1%	α	1.866	3.732	7.405	14.810	29.619
	β	4.764×10^{-5}	2.382×10^{-5}	1.200×10^{-5}	6.002×10^{-6}	3.001×10^{-6}
	$h(\%)^*$	0.94				

(注) * は中心周波数での計算値を示す。
n%の時は、各係数をn倍すれば良い。

5.1.5 FAST-PEAK値とR.M.S値の対応について

J I S規定では、重量床衝撃音レベルとして騒音計の動特性FASTのPEAK値を目視した値を採用することとなっている。このFAST-PEAK値の算出は、基本的には得られた衝撃音波形にFASTの動特性を畳み込めば良い。しかし、当方法では得られる結果が実効値 (R.M.S) であることから、畳込みの方法はとれない。しかし、実際上はこの両者の差の標準的な値を事前に求めておき、これで補正すれば充分と考えられ、建築学会提案の方法³⁾では、この値を8dBとしている。実際の居室での比較を行なった結果では表—5.5となる。これは5.4章の図—5.20に示す集合住宅の居室に関する結果である。これらの結果を考慮して、当研究での計算ではこの値を全周波数とも一律4dBとしている。

5.1.6 応答解析時の θ の値

応答解析のウイルソンの θ 法における θ の設定値の影響を調べた結果を表—5.6に示した。これは、5.2.1章の建物Cの63Hz帯域の計算結果であるが、この値の影響は殆ど見られず、1.4以上の値であれば問題ないといえる。

表—5.6 応答解析における
ウイルソンの θ 法の θ の影響

63Hz帯域 の応答値	θ の 値		
	1.0	1.4	2.0
最大値	オーバーフロー	78.4	78.2
版面平均		70.4	70.4

5.1.7 衝撃力の多点一括入力時の結果

単位: dB

J I S規定では、衝撃点を室の対角線上に5点ないしは3点設定して測定を実施することとなっている。当方法では、オクターブバンドノイズを加振力として用いているために、これら5点または3点の計算結果を、一回の計算で得ることができる。この方法は以下の通りである。

加振力であるオクターブバンドノイズの各スペクトルにおける位相を相互にランダムにした波形を5波または3波を作成しておき、これらを同時一括入力として解析する。相互に相関のないノイズ n 個が線型系に作用した場合、その応答結果は \sqrt{n} 倍となるから、この一括多点入力によってえられた解析結果から、

$$L = L_a - 20 \log \sqrt{n} \quad (\text{dB}) \quad (5.5)$$

L ; n 点の平均応答結果 (dB)

L_a ; 一括入力時の応答結果 (dB)

とすれば、多点個別入力の平均値が得られることになる。

内 容		オクターブバンド中心周波数 (Hz)				
		31.5	63	125	250	500
T-1	P-1	4	4	3	4	3
	P-2	4	5	4	5	3
	P-3	5	4	4	4	3
	P-4	4	4	4	4	4
	P-5	3	4	4	4	3
	Ave.	4	4	4	4	3
T-2	P-1	4	6	4	6	3
	P-2	5	5	4	5	5
	P-3	5	5	5	5	6
	P-4	5	6	4	5	4
	P-5	5	6	4	6	4
	Ave.	5	6	4	5	4
T-3	P-1	4	4	4	4	3
	P-2	4	5	4	4	5
	P-3	5	4	4	4	5
	P-4	4	5	4	4	3
	P-5	4	6	4	3	4
	Ave.	4	5	4	4	4
Average (dB)		4	5	4	4	4

洋室の場合

内 容		オクターブバンド中心周波数 (Hz)				
		31.5	63	125	250	500
T-1	P-1	4	3	4	4	3
	P-2	5	3	5	3	3
	P-3	4	4	4	4	4
	P-4	3	2	3	3	1
	P-5	5	3	4	4	3
	Ave.	4	3	4	4	3
T-2	P-1	4	3	4	3	2
	P-2	5	3	4	3	2
	P-3	5	4	4	4	2
	P-4	4	4	2	2	3
	P-5	4	3	4	3	2
	Ave.	4	3	4	3	2
T-3	P-1	5	3	3	2	-1
	P-2	5	1	4	3	2
	P-3	5	4	5	2	-1
	P-4	4	2	2	1	1
	P-5	3	3	4	1	2
	Ave.	4	3	4	3	2
Average (dB)		4	3	4	3	2

居間の場合

内 容		オクターブバンド中心周波数 (Hz)				
		31.5	63	125	250	500
T-1	P-1	4	4	5	3	4
	P-2	3	5	5	4	-
	P-3	4	5	5	3	4
	P-4	3	2	4	4	1
	P-5	5	3	4	4	3
	Ave.	4	4	5	4	3
T-2	P-1	3	4	4	3	0
	P-2	4	5	4	4	1
	P-3	4	5	4	3	2
	P-4	3	4	3	3	0
	P-5	3	4	4	3	1
	Ave.	3	4	4	3	1
T-3	P-1	3	4	4	4	3
	P-2	3	4	4	3	4
	P-3	3	4	4	4	4
	P-4	3	3	2	3	2
	P-5	3	4	4	4	4
	Ave.	3	4	4	4	3
Average (dB)		3	4	4	4	2

和室の場合

表-5.5 重量床衝撃音実測例におけるFAST-PEAK値とR. M. S. 値の対応

これらの方法の検証結果を以下に示す。作成した相互にランダム化した5波の例を図-5.5に示した。これは31.5Hzの例であるが、相互に位相が異なっている様子が示されている。これら各波形間の位相関係を定量的に把握するため、式(5.6)により相関係数(ρ)を計算した例を表-5.7に示した。部分的にやや大きな値も見られるが、ほぼ十分な結果となっている。

$$\rho = \frac{\sum x_i y_i}{\sqrt{\sum x_i^2 \sum y_i^2}} \quad (5.6)$$

表-5.7 オクターブバンド加振力波形間の相関係数

	波形1	波形2	波形3	波形4	波形5
波形1	1.000	-0.028	0.030	-0.020	-0.012
波形2		1.000	0.170	-0.061	-0.200
波形3			1.000	-0.144	-0.082
波形4				1.000	0.084
波形5					1.000
31.5Hzバンド波形					
	波形1	波形2	波形3	波形4	波形5
波形1	1.000	-0.017	0.030	-0.004	-0.011
波形2		1.000	0.086	-0.171	0.182
波形3			1.000	-0.065	0.304
波形4				1.000	-0.170
波形5					1.000
63Hzバンド波形					

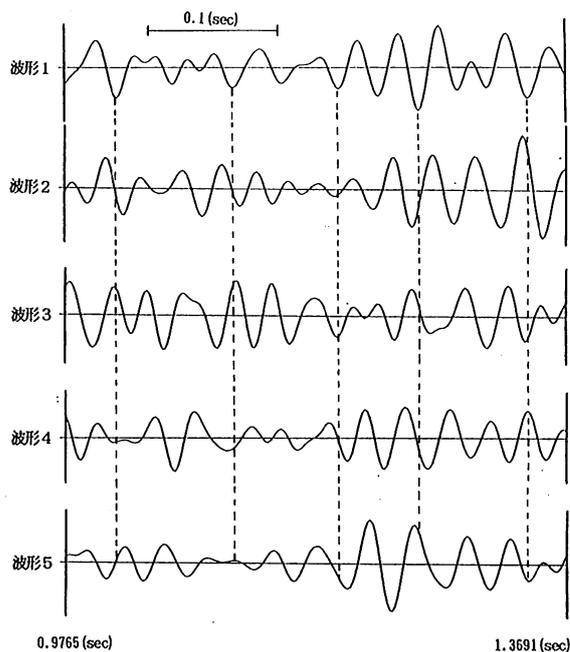


図-5.5 オクターブバンド加振力の位相関係

検討用の解析モデルを5.4章の図-5.21の洋室とした場合の計算結果の比較を、表-5.8に示した。個別に計算して平均値を求めた結果と、一括多点入力による計算結果の差は、振動および音圧の両方に関して1dB未満となっており、式(5.5)の成立が検証されている。

表-5.8 加振力の個別点入力解析結果と一括多点入力解析結果との比較

内 容		個別点衝撃入力時(衝撃点番号)					平均値	一括多点 衝撃時*
		(1) 41	(2) 81	(3) 113	(4) 45	(5) 117		
3 点 衝 撃 時	平均加速度レベル [r.m.s] (dB)	53.6	71.6	76.4	-	-	72.9	72.0
	室内平均音圧 [r.m.s] (dB)	40.4	59.4	63.8	-	-	60.4	60.0
5 点 衝 撃 時	平均加速度レベル [r.m.s] (dB)	53.6	71.6	76.4	60.5	66.9	71.1	70.7
	室内平均音圧 [r.m.s] (dB)	40.4	59.4	63.8	48.4	54.9	58.6	58.4

* (解析結果) - 20log√n [dB]

5.2 RC床版の床衝撃振動解析結果と実測結果の比較

床衝撃音解析の基本的検討として、5.1章で示した方法による床衝撃振動の解析例を示し、振動応答解析手法の精度を検討する。ここでは、オクターブバンド加振力による床版の応答加速度レベルの解析結果と実測結果の比較を行った。解析対象とした床構造は、2章で固有値解析結果と実測結果の比較を行った小梁付床版である。解析はすべてEWS（エンジニアリング・ワークステーション、SU N・SPARK10）を用いて実行した。

5.2.1 重量床衝撃時の床版加速度レベルの解析結果と実測結果の比較

小梁付床版の解析例として、2.7.2章に固有値解析結果を示している建物Cに関する結果を示す。実測現場の条件は、床版は裸スラブ、下室は内装なしのコンクリート躯体状態であり、この時の床版振動の減衰定数、下室の平均吸音率の実測結果は表—5.9の通りである。この結果に基づく解析条件は、表—5.10に示した。

表—5.9 実測建物の床版減衰定数および下室平均吸音率

解析条件	中心周波数 (Hz)				
	31.5	63	125	250	500
床版減衰定数 (%)	2.5	3.3	4.2	2.3	1.1
下室平均吸音率	0.053	0.035	0.029	0.031	0.036

表—5.10 解析条件一覧

解析条件		中心周波数 (Hz)				
		31.5	63	125	250	500
時間ピッチ (msec)		1.953	0.7813	0.3906	0.1953	0.07813
加振力レベル (dB)		46	36	25	16	11
床版	α	4.667	12.307	31.104	34.067	32.584
	減衰 β	1.191×10^{-4}	7.862×10^{-5}	5.041×10^{-5}	1.380×10^{-5}	3.30×10^{-6}
下室	γ	0.0066	0.044	0.036	0.039	0.045
吸音	σ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

オクターブバンド加振力を入力して解析を実行したときの床版面での加速度振幅実効値分布を図—5.6に示した。実測結果との比較において、

- 1) 31.5Hz, 63Hzの周波数帯域では、加速度振幅およびその分布形とも良く一致している。これは、先の固有値解析の結果での一致度の高さからも当然の結果と言える。
- 2) 125Hz以上の周波数帯域では若干の誤差を生じているが、全体的な傾向および値はほぼ妥当な結果となっている。125Hz, 250Hzでは、加速度レベルの分布形がかなり異なっているが、これは加振力

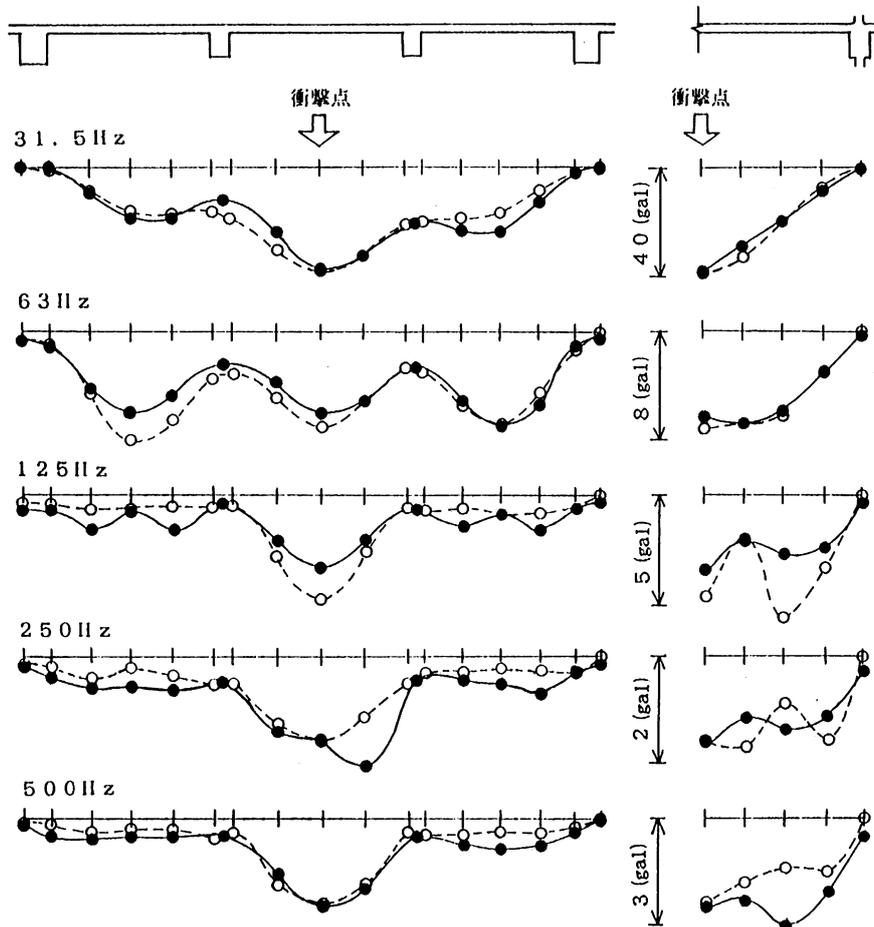


図-5.6 オクターブバンド加速度振幅分布の解析値と実測値の比較

[—●— 実測値, ---○--- 解析値]

スペクトルの持つピーク・ディップの特性が、これらのモードを励起する周波数にたまたま良く一致したためと考えられる。これは、この周波数帯域がモード振動領域に属し、拡散振動領域とは見なせないことを表しているといえる。なお、250Hzの実測の分布形がやや不自然であり、測定あるいは分析に誤差の混入した可能性が高いが、原因が特定出来なかったこと、および結果に大きな影響がないことから、そのまま扱っている。

- 3) 500Hzの結果は、短辺方向の分布は若干の誤差を生じているが、長辺方向の分布形は良く一致している。この周波数帯域では、ほぼ拡散振動領域に属すと考えられる。拡散振動領域では、個々の固有モードの影響は小さくなることから、周波数のわずかなずれは殆ど結果に影響を与えなくなり、比較的解析精度を確保しやすくなると言える。

以上の解析結果と実測結果の比較をデシベル表示したものが図-5.7である。衝撃点での比較ではやや誤差

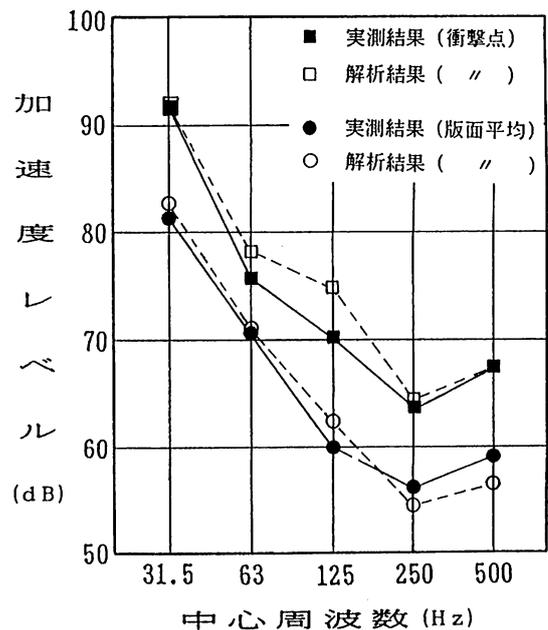


図-5.7 床版加速度レベルの解析値と実測値との比較

の大きい周波数帯域もみられるが、版面平均した結果は良く一致している。この床構造は小梁が2本付いた振動的にかなり複雑な構造であると言えるが、重量床衝撃音などの床版の固体音解析を行うに十分な音響域振動の解析精度が得られており、当解析手法の妥当性と解析精度を検証した結果となっている。

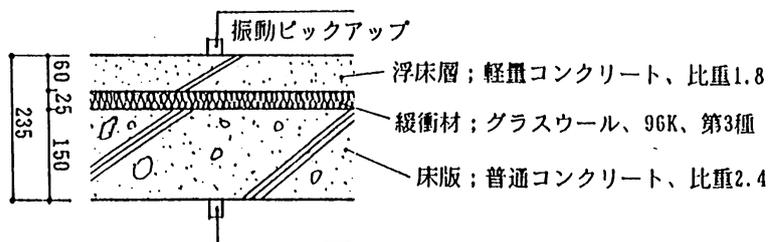
5.3 浮床構造による振動低減効果の実測結果と解析結果の比較

浮床構造の振動低減効果解析方法の検証として、実測床構造での測定結果と解析結果の比較を行った。まずはじめに、浮床構造の音響域振動実測結果について示し、床構造の主な特徴を明らかにした。次に、この床構造を対象とした重量床衝撃時の振動解析を行い、結果の比較検討を行った。

5.3.1 浮床構造による音響域振動低減効果の実測例

実際の建築物に関して浮床構造の音響域振動低減効果の実測例を示す。低減効果の算出は、床版のみの躯体時の測定結果と、浮床施工後の測定結果の差より算出している。また、浮床部分、床版部分のモード分析、減衰の検討も行っている。

測定床構造、および住戸平面を図—5.9、5.10に示した。浮床の構造は、図—5.8に示すように、緩衝材にグラスウール⑦25（96K、第3種）とし、浮床層は軽量コンクリート⑦60としている。測定を実施した室は、図—5.9に示す居間部分（床A）と洋室部分（床B）の2ケースである。



図—5.8 浮床構造の断面構成

(a) 衝撃時の波形、スペクトルおよび固有モード

図—5.11 (a), (b) に、重量床衝撃源による衝撃時の加速度スペクトルを示した。スペクトルの結果に見られるように、床A、Bともに明確な傾向が現れている。躯体時の床版のスペクトルは、浮床施工後には振動数、スペクトル形ともに変化し、浮床層のそれらと殆ど一致する形となる。すなわち浮床施工後には、浮床層の振動が卓越し、それが床版に伝わり床版の振動特性が決定される。床版は、浮床の応答周波数特性で加振される形になり、床版独自の振動特性は殆ど見られなくなる。したがって、観測される卓越周波数に関する固有モードも、すべて浮床のモードが卓越することになる。これらは図—5.12のモード分析結果に示されており、浮床のモードには変化が見られるが、床版の振動モードは殆ど変化しない結果となっている。

(b) 振動加速度レベル分布と浮床の振動低減効果

浮床施工前後の床版の加速度レベル（版面平均値）を図—5.14 (a), (b) に示した。浮床の振動低減効果は、これらの浮床施工前後の床版加速度レベルの差より算出している。低減効果の実測結果は解析結果との比較の項に示している。床Aの場合は31.5Hz～63Hzの帯域で若干効果が小さくなっているが、床Bは比較的良好な特性となっている。図—5.13 (a), (b) は浮床層のオクターブバンド加速度振幅の実効値分布を示したものであるが、かなり波動的またはモード的な挙動が見られ、拡散振動あるいは質点系の扱いでは問題があると言える。

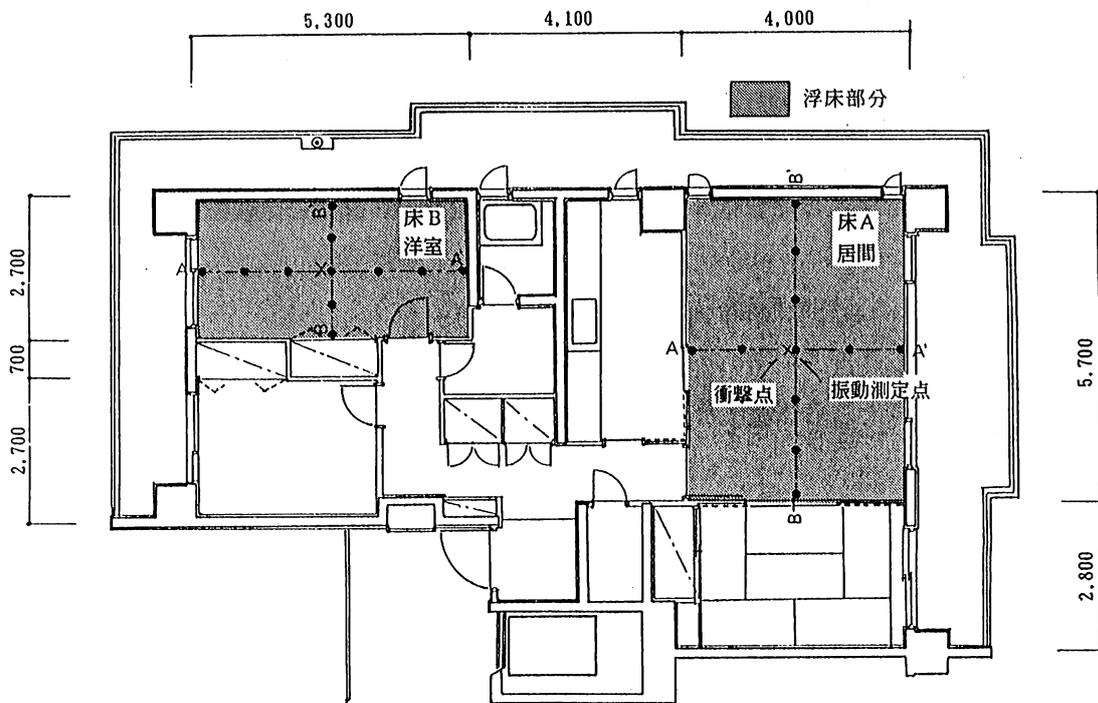


図-5.9 実測建物の平面図

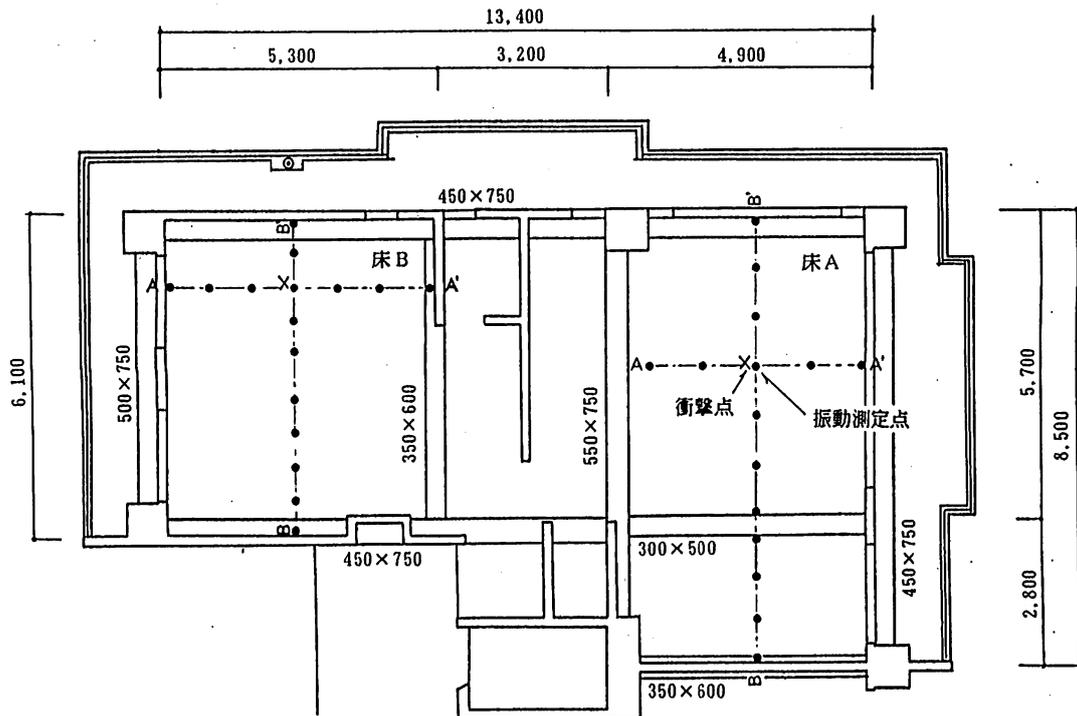


図-5.10 実測建物の床伏図

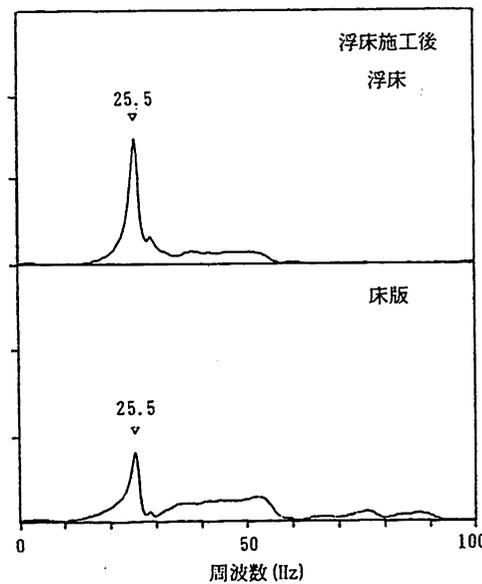
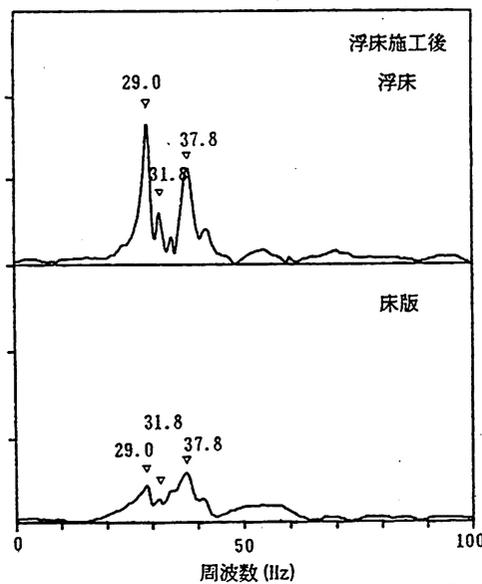
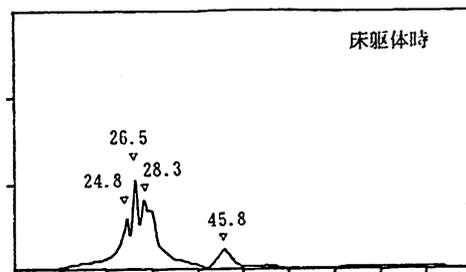
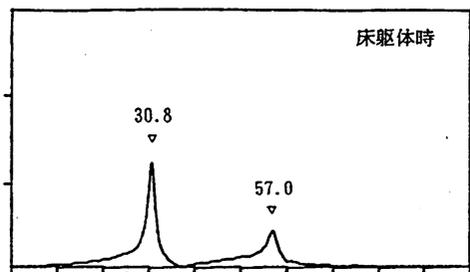


図-5.11 (a) 重量床衝撃源による衝撃時のスペクトル (床A)

図-5.11 (b) 重量床衝撃源による衝撃時のスペクトル (床B)

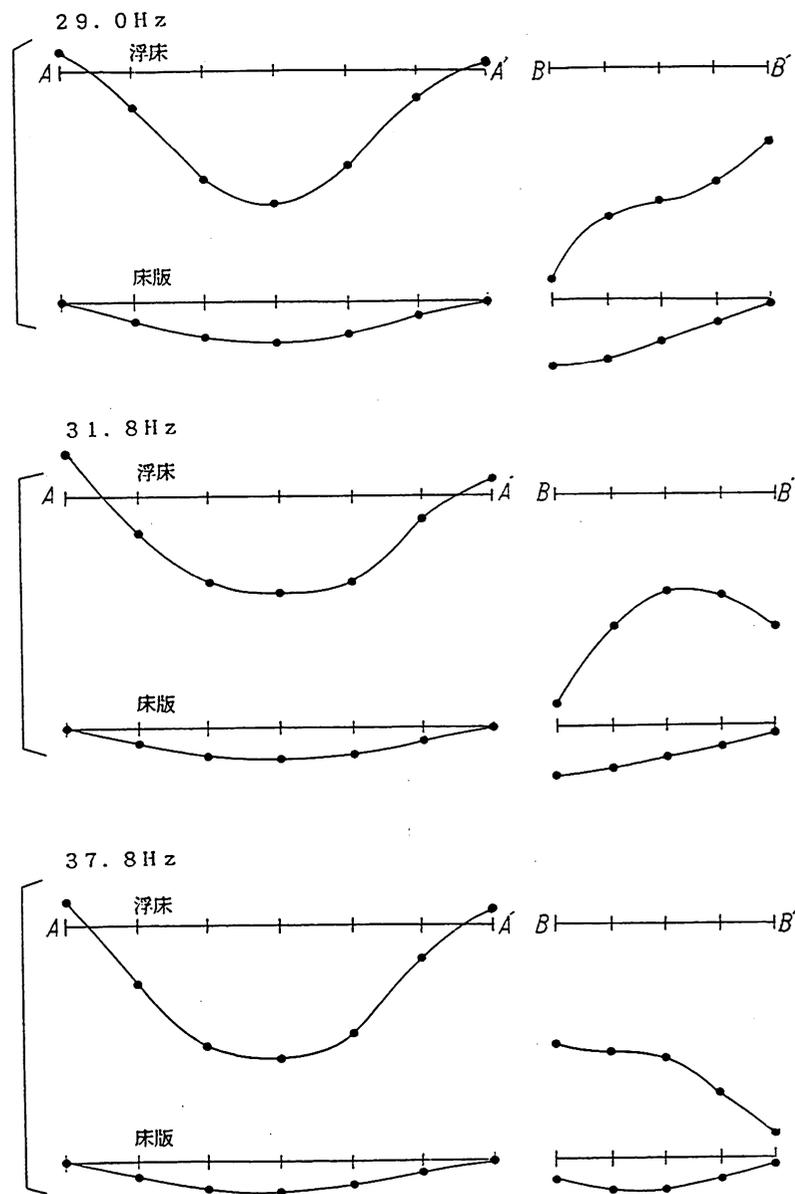


図-5.12 固有振動モードの分析結果 (床B)

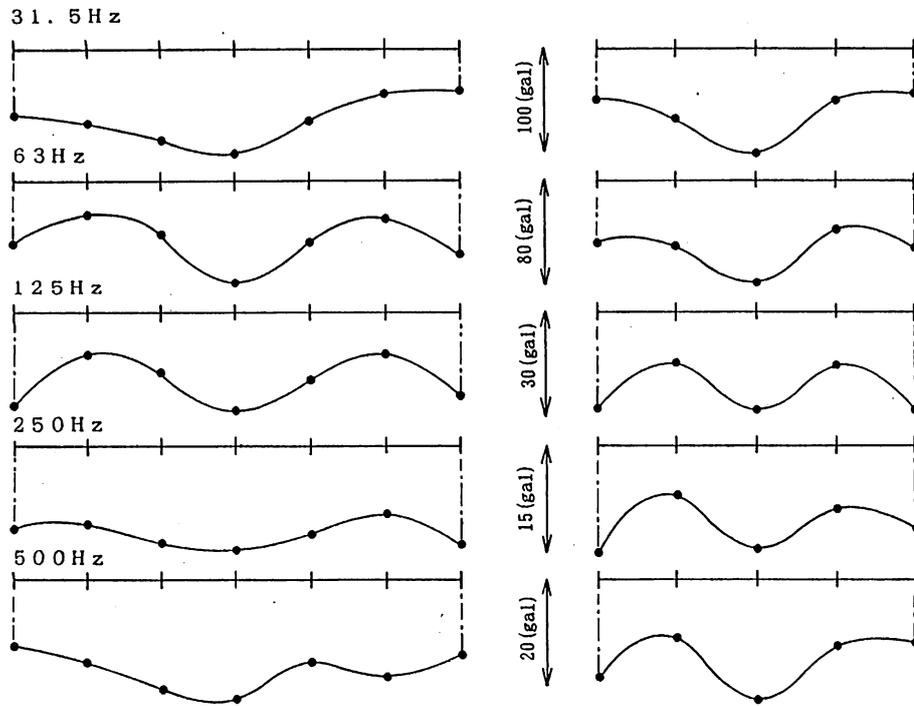


図-5.13(a) 浮床層の振動加速度振幅分布 (床A)

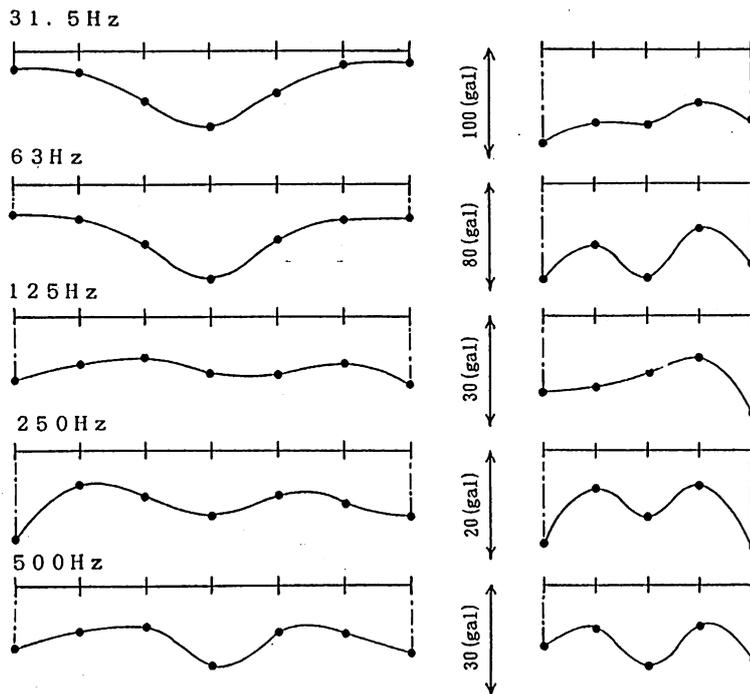


図-5.13(b) 浮床層の振動加速度振幅分布 (床B)

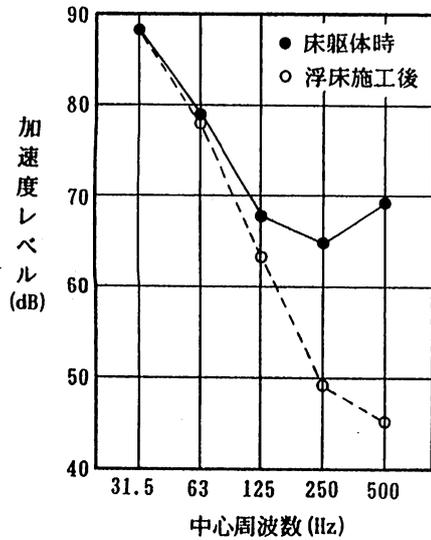


図-5.14 (a) 浮床施工前後の床版加速度レベル (床A)

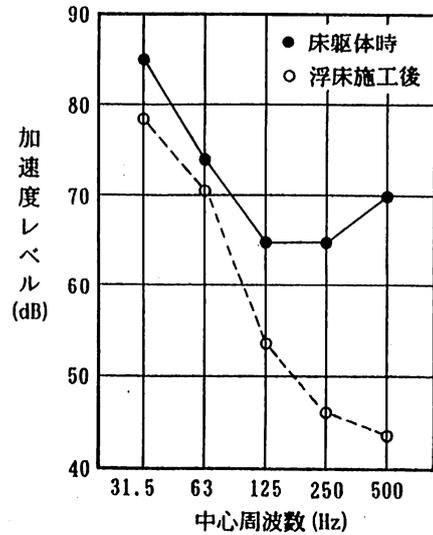


図-5.14 (b) 浮床施工前後の床版加速度レベル (床B)

(c) 振動減衰

図-5.15に浮床施工後の床版および浮床層の減衰定数分析結果を示した。床版に関しては、ほぼ2~3%の値であり、通常の床版と変わりはない。一方、浮床層の場合には、125Hz以上では2%前後であるが、31.5、63Hzではかなり大きな値を示している。測定例が少ないため確定的なことは言えないが、低周波数域では浮床構造としての共振系の特性が現れ、高周波数域では材料的な損失の特性が現れるものと考えられる。

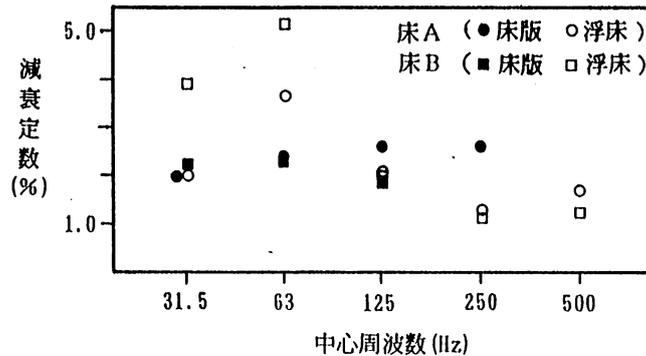


図-5.15 浮床構造の減衰定数分析結果

5.3.2 浮床の解析結果

解析プログラムによる解析結果と実測結果の比較を示す。解析モデルは、上記実測例の床版A、Bの2例である。各々の要素分割を図-5.17 (a), (b)に示した。床版の条件は、実際の床構造をそのままモデル化すると複雑になるので、これを簡略化して取り扱っている。浮床用グラスウールの物性は表-5.11の通りであり、緩衝材のバネ定数の算出は2.8章に示したように以下の式により求めた。

$$k_c = k_{oc} + k_a = k_{oc} + \frac{1.4 \times 10^5}{h_c} \quad [\text{N/m}^3] \quad (5.7)$$

k_{oc} ; 緩衝材のバネ定数 $[\text{N/m}^3]$

k_a ; 空気層のバネ定数 [N/m³]

h_c ; 緩衝層の厚み [m]

より、

$$k_c = 6 \times 10^6 + \frac{1.4 \times 10^5}{0.025} = 1.16 \times 10^7 \text{ [N/m}^3\text{]} = 1.8 \times 10^6 \text{ [kg/m}^3\text{]} \quad (5.8)$$

節点に取り付いたバネとしては、 α を節点の負担面積として、

$$k = \alpha k_c \text{ [kg/m]}$$

となる。その他の解析条件は、表-5.12となる。重量床衝撃の解析方法、加振力波形の作成等は5.1章に同じであり、オクターブバンドノイズ入力による解析を行っている。

解析結果を図-5.16(a), (b)に示した。床Aの解析結果は、加速度レベルの低減量およびその周波数特性とも実測結果と極めて良く一致している。一方、床Bの結果ではやや誤差が生じている。実測結果では、床Aより良好な振動低減効果が現れているにもかかわらず、解析結果では床Aとあまり変わらない結果となっている。これらの誤差の原因は不明であるが、この例では下部の床版の条件を、実際の条件に比べかなり簡略化して扱っているために、その影響が現れているものとも考えられる。

以上の結果より、浮床に対する当解析方法の適用の妥当性が基本的に確認されたと言えるが、解析精度を高めるためには、実際の床構造をできる限り忠実に解析モデル化することが必要であると言える。また、そのためには浮床の各条件の変化が、振動低減効果にどのように影響するかを明らかにしておくことが重要である。

表-5.11 浮床用グラスウールのバネ定数と損失係数

種類	単位面積当り動的バネ定数	損失係数
グラスウール ⑦25	1種	1.5×10^6 (N/m ³)
	2種	3×10^6 (//)
	3種	6×10^6 (//)
		0.1~0.4

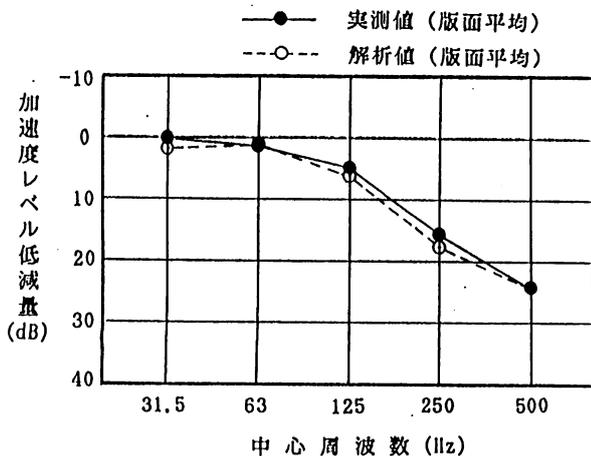


図-5.16(a) 浮床構造の振動低減効果の実測値と解析値の比較 (床A)

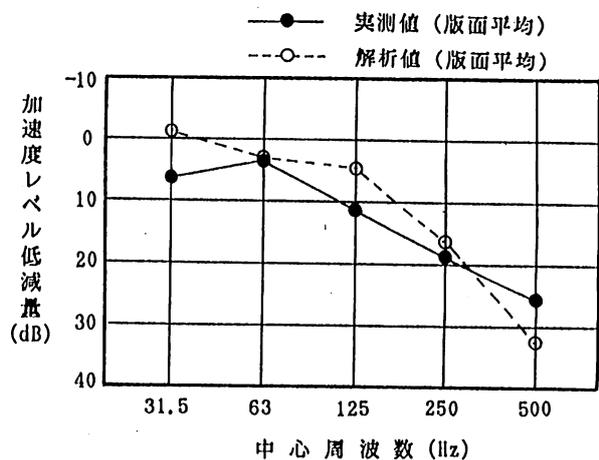
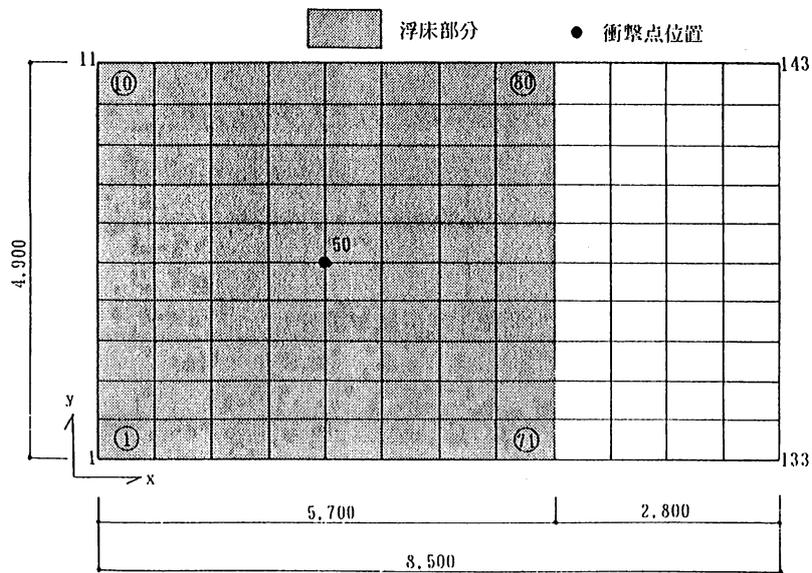


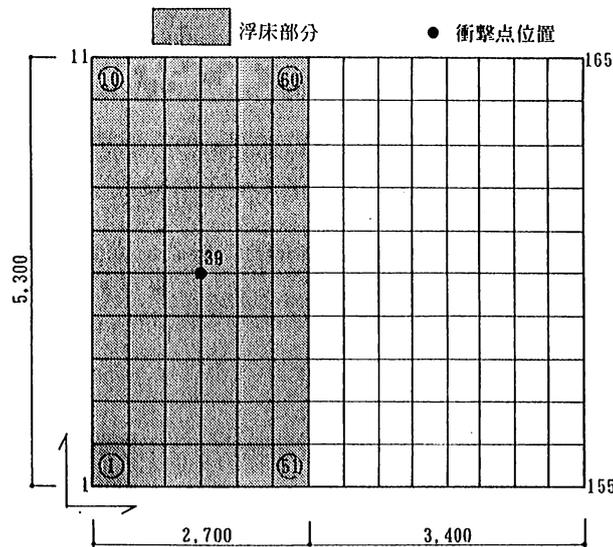
図-5.16(b) 浮床構造の振動低減効果の実測値と解析値の比較 (床B)

表—5.12 解析時の減衰定数の設定と係数 α 、 β の値

内 容	中心周波数 (Hz)					
	31.5	63	125	250	500	
床版	h (%)	0.025				
	α	4.667	9.324	18.51	37.03	74.05
	$\beta (\times 10^{-5})$	11.19	5.956	3.001	1.500	0.750
緩衝層	h (%)	0.10				
	$\gamma (\times 10^{-4})$	10.11	5.053	2.546	1.273	6.366



図—5.17 (a) 解析モデルと要素分割 (床A)



図—5.17 (b) 解析モデルと要素分割 (床B)

5.4 各種床構造の重量床衝撃音解析結果と実測結果の比較

重量床衝撃音の実際のシミュレーション検討として、各種床構造への適用例を示し、精度の検討、適用上の留意点の抽出などを検討した。ここでは、下室の内装が施された居室単位の床衝撃音性能を対象としている。解析においては、床振動解析の境界条件をこれまでに得られた知見をもとに設定し、間仕切壁の配置を考慮し、下室の吸音条件も当研究で得られた平均音響アドミッタンスデータを用いている。すなわち、JIS規定床衝撃音の完全な予測計算として解析を行い、計算体系全体の精度を検討している。解析対象は、種々の床構造を各々代表するものとして、以下の3種の床構造とした。

イ) 小梁のない大型床版（アンボンド工法）

ここでは、当研究方法での解析結果とあわせ、建築学会で提案されている実用的予測計算方法による計算結果を求め、当研究との精度、適用性の比較を行っている。

ロ) 平板スラブ（壁式構造）

床構造としては最もシンプルな構造である壁式構造の床スラブを解析している。

ハ) 小梁付床版

一般的な大梁や小梁を有するRCラーメン構造の床スラブを解析している。

5.4.1 小梁なし大型床版の重量床衝撃音性能と解析結果の比較

(1) 測定建物、測定室の条件

測定を実施した建物は、図-5.18に示すRC造13階建の集合住宅である。床構造は、アンボンド工法を用いることにより小梁をなくした大型床版となっており、これは平面計画の自由性の確保と階高の低減を目的としたものであり、最近よく見られる構造である。この建物住戸のうち、スパンと床版厚の関係を考慮して、図-5.18内にしめす5つの住戸を選定した。また測定住戸のフロアーは、同一平面を持つ3階部分と11階部分の2フロアーとし、これにより構造上や施工上のバラツキ、あるいは細部の条件の変化の影響ををチェックした。測定室は各住戸の居間、和室、洋室の3室とし、総計で30室の測定を行っている。

各測定室の条件一覧を表-5.13に示した。また各住戸の平面と、測定を実施した室内での衝撃点の配置を図-5.19にまとめて示した。床版の桁行き方向の寸法は約12m、スパン方向は5種類（6.1, 6.5, 7.5, 8.3, 9.0m）の寸法であり、版厚は180, 200, 220mmの3種類となっている。なお、D-3, D-11号およびE-3, E-11号では、防火区画の関係で、室内の間仕切壁の一部が通常の木軸壁にかわり耐火間仕切壁（軽鉄下地、石膏ボード12mm×2両面張）となっている。床衝撃音の測定は、JISA1418に準拠しており、衝撃点は3点、受音点は下室での5点としている。

(2) 当研究方法による解析結果

実測例C-3号、C-11号に関する解析を行った。解析建物の平面と有限要素法の解析モデルを図-5.20、図-5.21に示した。解析を行った室は、洋室、和室、および居間の3室である。解析条件は以下の

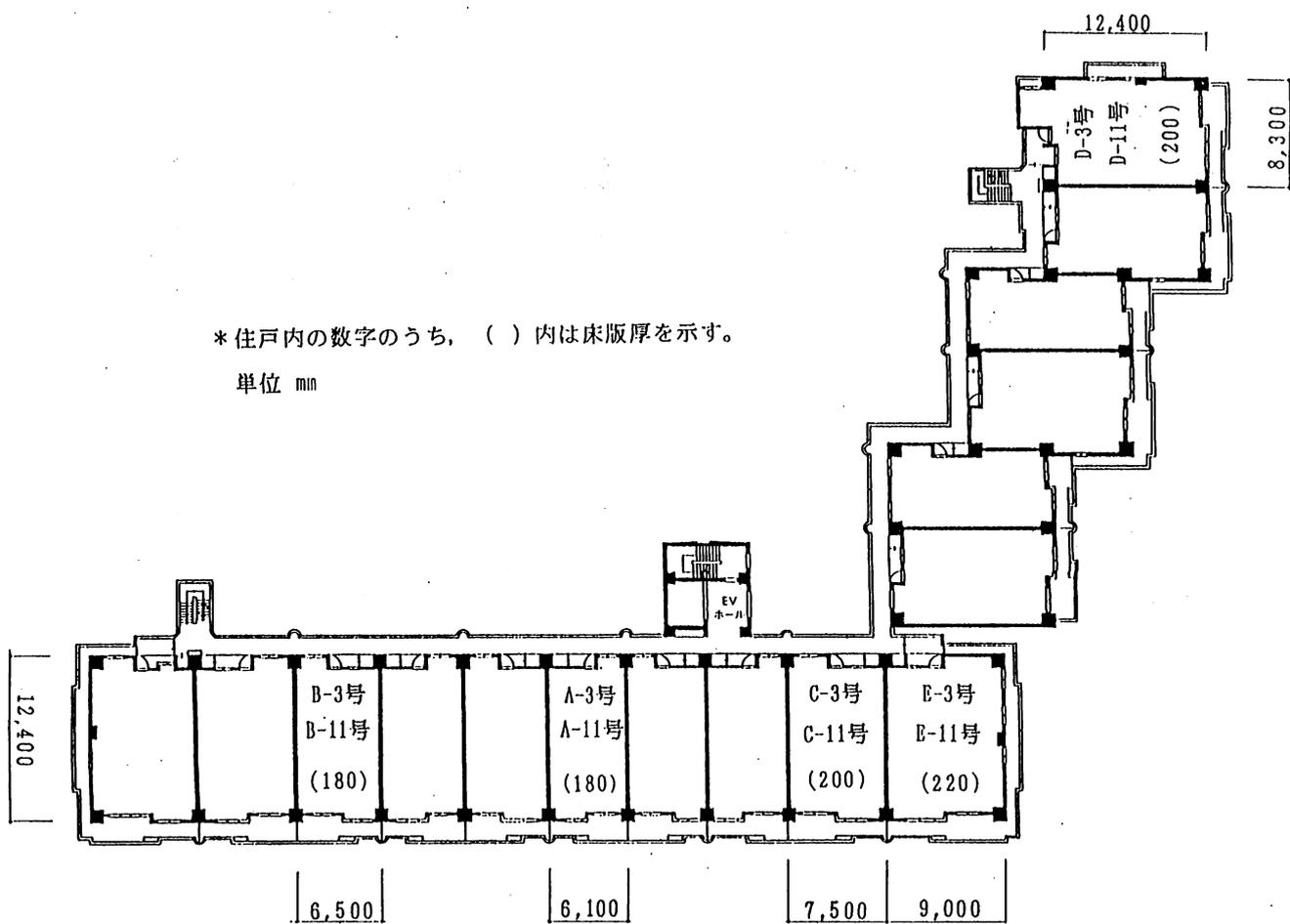
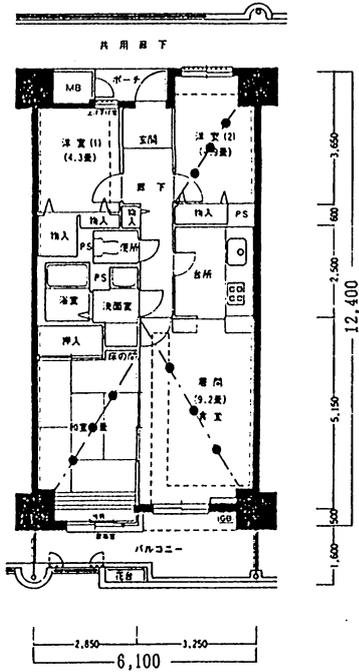


図-5.18 実測検討建物の概要と測定実施住戸

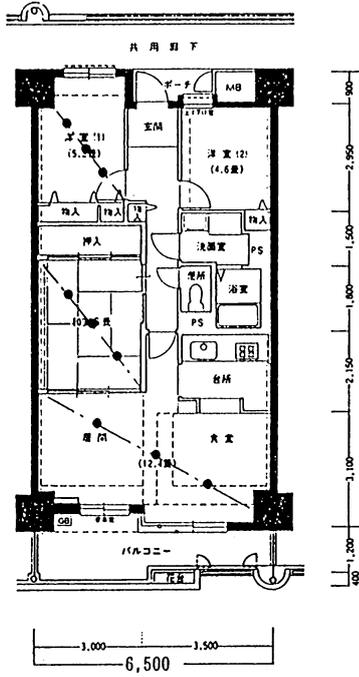
表-5.13 実測住戸および測定室の条件一覧

階	測定住戸	スパン (m)	床版厚 (mm)	床面積 (m ²)	室用途	室面積	備考
3F	A-3号	6.1	180	75.6	居間	10.2畳	
11F	A-11号				和室	6畳	
		6.5	180	80.6	居間	12.2畳	
11F	B-11号				和室	6畳	
		7.5	200	93.0	居間	9.9畳	
11F	C-11号				和室	6畳	
		8.3	200	102.9	居間	12.6畳	一部耐火 間仕切壁あり (洋室部分)
11F	D-11号				和室	8畳	
		9.0	220	111.6	居間	14.4畳	一部耐火 間仕切壁あり (和室一部)
11F	E-11号				和室	8畳	

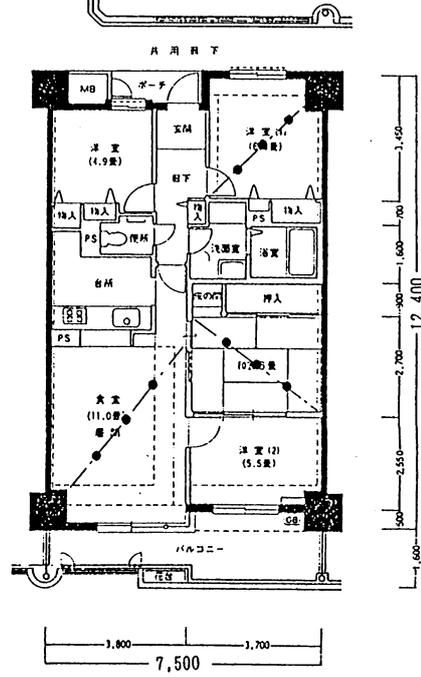
A-3号 A-11号



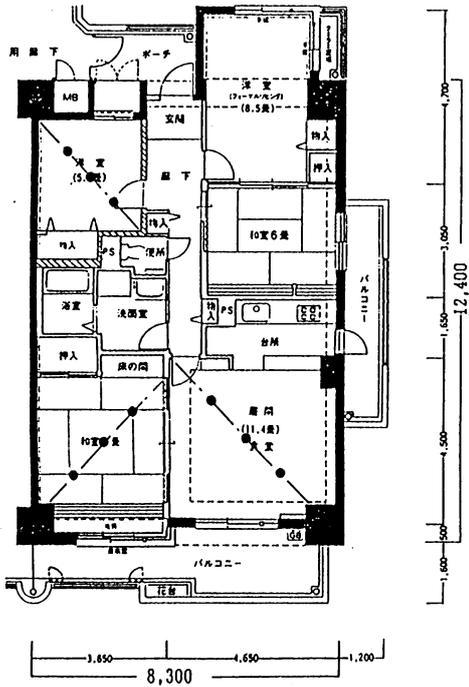
B-3号 B-11号



C-3号 C-11号



D-3号 D-11号



E-3号 E-11号

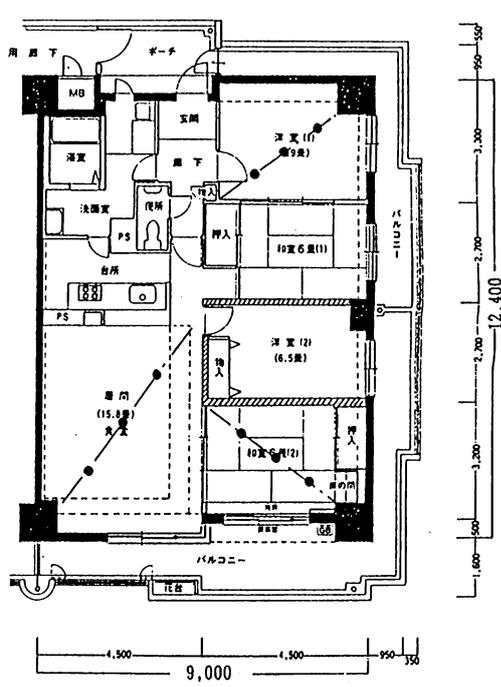


図-5.19 測定住戸平面と測定室の衝撃点配置

通りであり、これらは当研究でのこれまでの検討結果をもとに評価設定したものである。

(a) 材料定数

ヤング率; 3.09×10^9 (kg/m²), 単位体積重量; 2400 (kg/m³), ポアソン比; 0.16

(b) 境界条件

y 方向; 節点番号1~409, 17~425完全固定

x 方向; 節点番号1~17, 409~425単純支持、

内壁 ; 節点番号19~29, 400~407たわみのみ固定、回転自由

(c) 間仕切壁

図—5.21の通り配置。バネ定数; 単位長さ当たり 2×10^6 (kg/m)。

(d) 床版減衰定数

全周波数帯域とも $h=2.5\%$ 。

(e) 下室平均比音響アドミッタンス

4.5.1章、図—4.19より以下の式とする。(各周波数の代表値は表—5.14となる)

・コグククス; $\gamma = 3.188 \times 10^{-3} f^{0.3314}$

・サセブククス; フローリングの時 $\sigma = -1.423 f^{-0.652}$

カーペットの時 $\sigma = -0.949 f^{-0.652}$

表—5.14 解析時の下室の比音響アドミッタンス条件

内 容	中心周波数 (Hz)						
	31.5	63	125	250	500	1000	
コグククス (γ)	0.010	0.013	0.016	0.020	0.025	0.031	
サセブククス (σ)	フローリング	-0.150	-0.096	-0.061	-0.039	-0.025	-0.016
	カーペット・畳	-0.100	-0.064	-0.041	-0.026	-0.017	-0.011

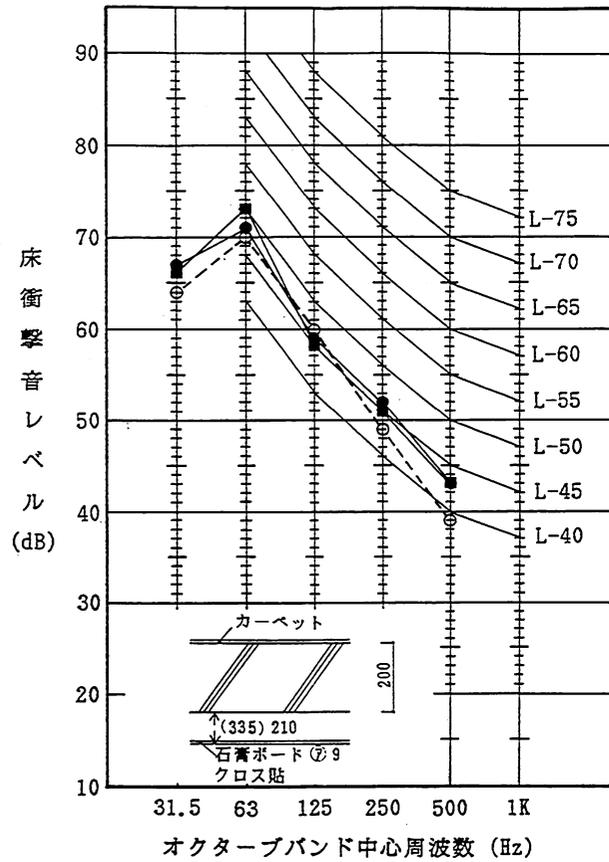
(f) 重量床衝撃源の加振力は5.1.3章の通りである。

(g) 衝撃点位置は実測と同じ3点であり、図—5.21に示された節点としている。

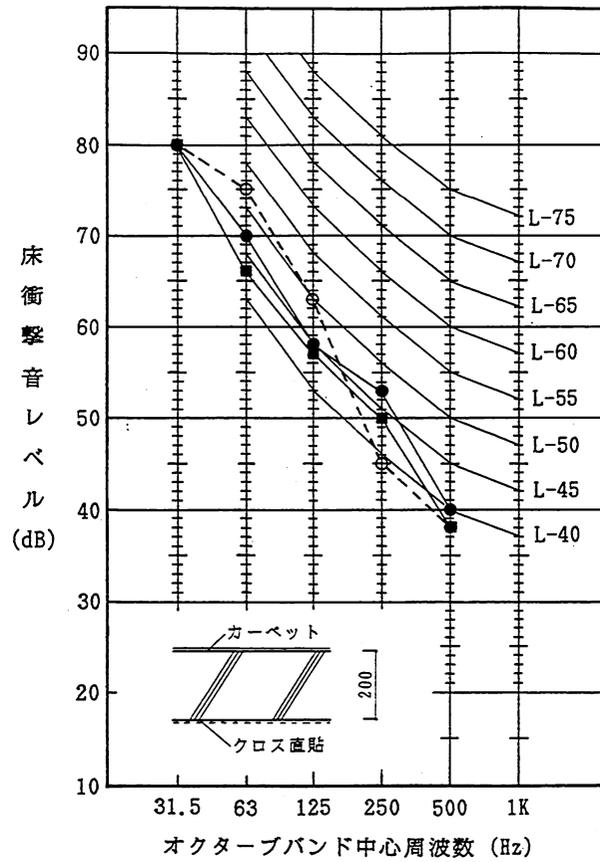
(h) 解析結果のr.m.s.値からFast peak値への換算は5.1.5章の通りであり、各オクターブバンドとも+4dBとする。

以上の条件で解析を行った結果を図—5.22 (a)~(c)に示した。図—5.22 (a)の洋室の結果では、実測と解析はよく一致している。(b)の居間の結果では、63Hz、125Hzの解析結果がやや大きくなっている。

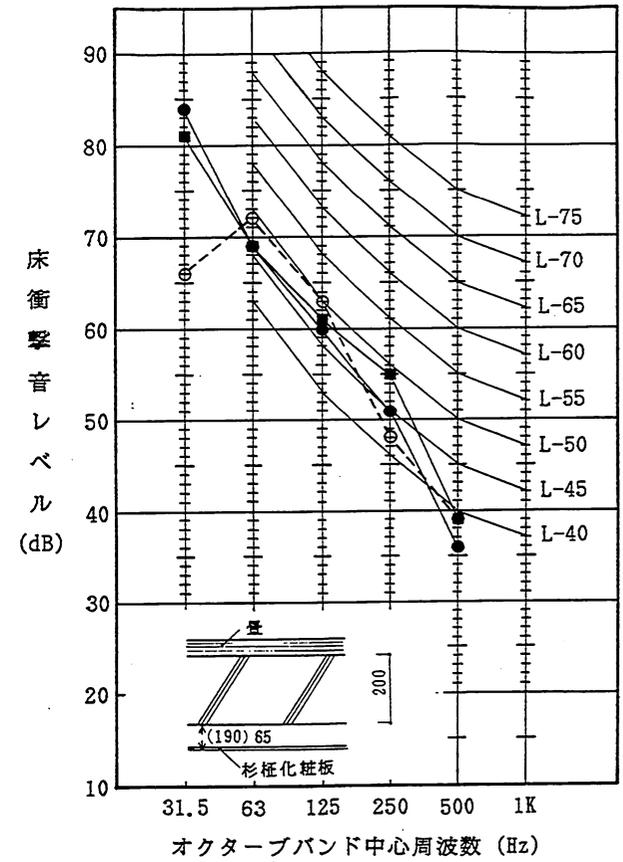
これは、解析モデルの誤差も多少含まれるが、居間と台所の部屋の区切りが明確でない点や、吸音条件の設定の差が主な原因と考えられる。参考までに、図—5.23は、床の内装工事前の施工中に居間と和室(測定階は異なる)の測定を行った結果であるが、この場合には良く一致した結果となっている。したがって、この誤差は実測結果の多少のバラツキと、解析条件の誤差(吸音力の設定など)が重なって現れたものと考えられる。和室の結果もほぼ妥当な結果となっているが、31.5Hzの結果だけが大きく異なっている。これは、襖の音響的条件が部屋の区切りとして不十分なため、解析との差を



(a) 洋室



(b) 居間



(c) 和室

図—5.22 重量床衝撃音の解析結果と実測結果の比較

[—●—, —■— 実測結果 (●は3F, ■は11Fでの測定結果、間取りは同一), ---○---解析結果]

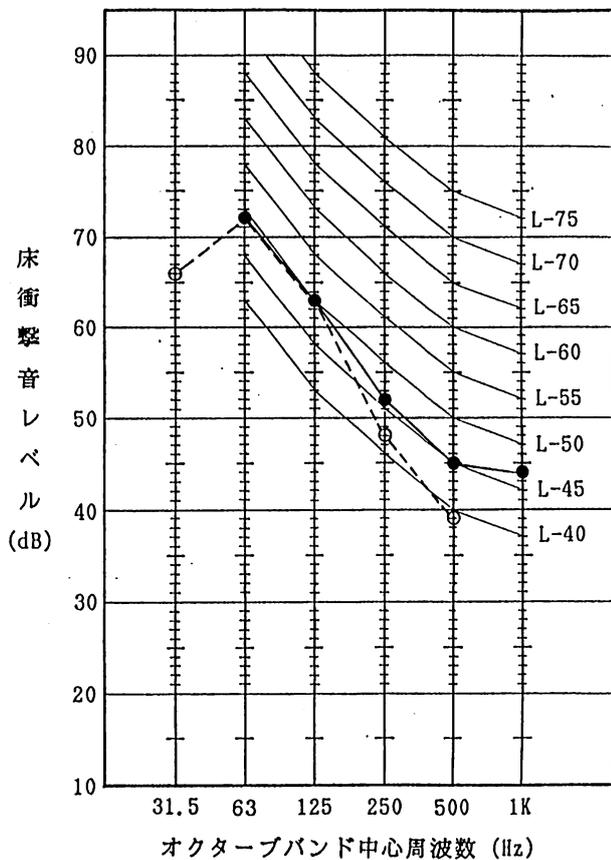
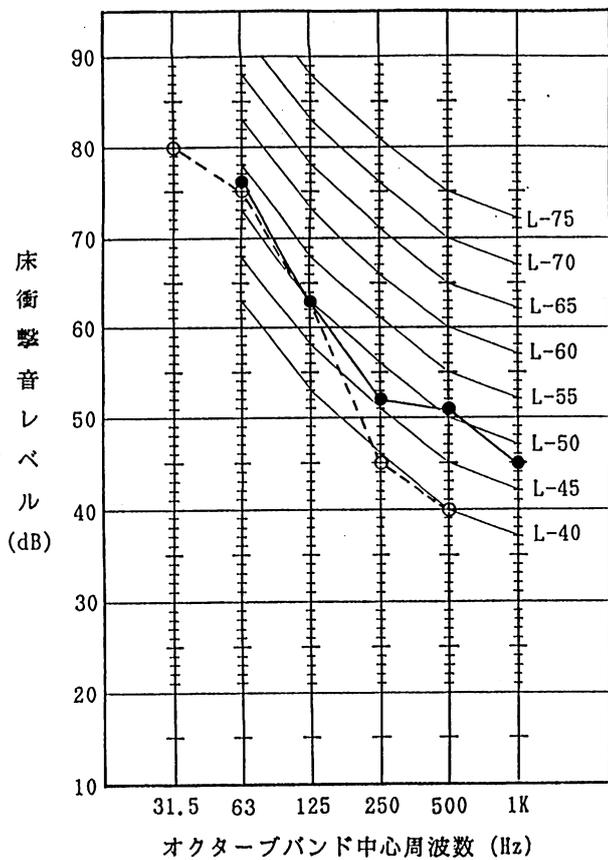


図-5.23 施工中の実測値と解析結果の比較 [参考]

生じたものと考えられる。

[—●— 実測結果, ---○--- 解析結果]

以上の結果より、当然のことながら多少の誤差はあるが、当解析手法により十分な重量床衝撃音のシミュレーションが可能であることが示されたと言える。

(3) 建築学会提案計算法による計算結果

重量床衝撃音の予測評価方法としては、日本建築学会より「インピーダンス法に基づく実用的予測手法」³⁾が示されている。この文献には、一般的な床スラブの他、この章で扱っているアンボンドスラブ、あるいはボイドスラブなどの床版に関する実測値と計算値の比較が示されている。また、オーソライズされた研究報告ではないが、このインピーダンス法による床衝撃音予測方法を、アンボンド工法大型スラブに精度良く適用するための補正方法⁴⁾も報告されている。この章では、当研究における解析方法との比較の意味で、このインピーダンス法を用いて当建物の予測計算を行い、その精度と適用範囲の確認を行っている。

計算の主な条件は以下の通りである。

- 1) 計算方法 (a) として、建築学会提案の方法を用いた計算を行う。
- 2) 計算方法 (b) として、方法 (a) を大型スラブ用に補正した方法⁴⁾を用いた計算を行う。
- 3) 計算のための衝撃点の配置は、実測条件と同じ条件の3点としている。
- 4) 下室の吸音条件は、この文献の方法を参照して平均吸音率 $\alpha=0.02$ とする。(実際の平均吸音率

は、低周波数域でこの値よりかなり小さい)

以上の条件により、測定を実施した15ケースについて計算を実施し、実測結果と比較したものを表-5.24にまとめて示した。表示はL等級を用いており、実測と計算の差をカッコ内の記号で示している。また図-5.24には、実測結果と計算結果の周波数特性の比較例として、当研究方法の解析対象とした室と同じC-3、C-11号の居間、和室、洋室の結果を示した。

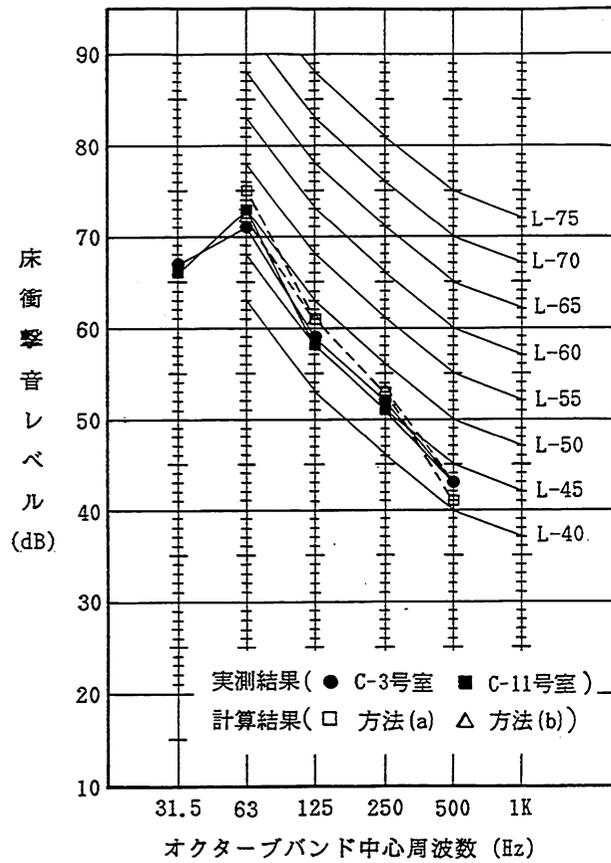
表-5.15の実測と計算の比較例をみると、明確な特徴があることに気がつく。すなわち、洋室での計算値だけが実測結果と一致し、それ以外の室は殆ど一致せず、とくに居間での誤差は大きく、L等級で3ランクの差を生じているものもある。洋室の場合のように、2方向に壁または大梁のような大きな拘束が有り、この拘束の影響が計算上大きく表れる場合には結果が比較的一致するが、拘束が一方のみとなる場合や、室の大きさが大きくなるなど、拘束の影響が小さい場合には実測結果とかけ離れた計算結果となる。この誤差の主な原因は、床のインピーダンスの評価が適正でないことによるものである。すなわち、当研究方法の途中結果として得られるの振動解析の結果をみると、居間の場合も洋室の場合も振動応答値にはあまり差はないが、インピーダンス法ではこの差が大きく表れてしまっている。この結果は、この方法が帰納的アプローチの方法であるため、一つの条件では一致しても、必ずしも他の条件での一致を保証するものではないことを示している。

方法(a)と方法(b)を較べると、方法(b)に若干の精度の向上が見られるが、やはり誤差はかなり大きい。また、予測精度に上記した系統的なバラツキが見られることは問題であり、実測の室の吸音率を用いた場合や和室の床仕上げの影響を考慮すると、この誤差がより大きくなることになる。また、この方法で示している衝撃力のオクターブバンド実効値は、当研究で用いている値よりかなり小さめに設定されており、この差を含めると誤差はさらに大きくなる。これは、安全側の設計と言うより、過

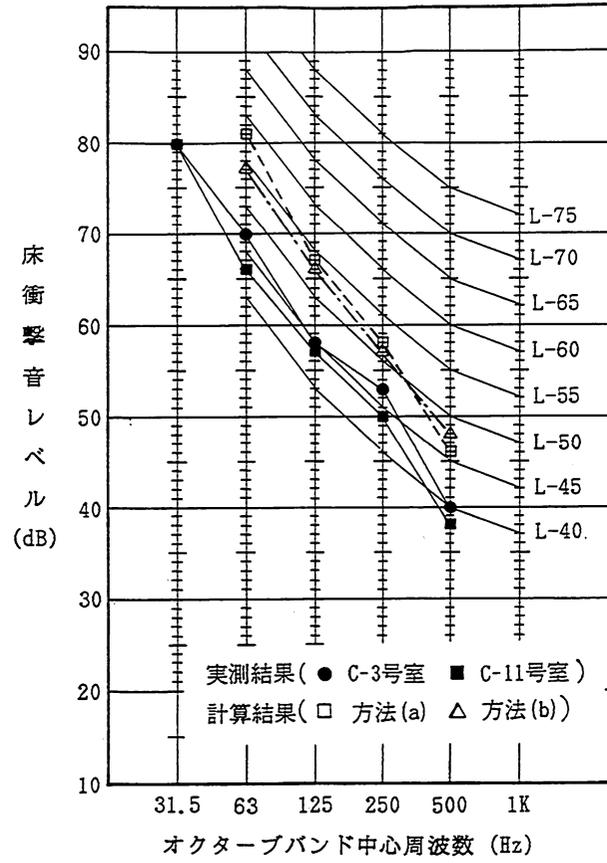
表-5.15 建築学会提案法による解析結果と実測結果の比較一覧

測定住戸	スパン (m)	床版厚 (mm)	室用途	実測結果		計算結果	
				3F住戸	11F住戸	方法a	方法b
A-3号 ----- A-11号	6.1	180	居間 和室 洋室	L-50	L-50	L-60(xx)	L-55(x)
L-50				L-50	L-55(x)	L-55(x)	
L-50				L-45	L-50(O)	L-50(O)	
B-3号 ----- B-11号	6.5	180	居間 和室 洋室	L-45	L-45	L-55(xx)	L-55(xx)
L-50				L-50	L-60(xx)	L-55(x)	
L-50				L-50	L-50(O)	L-50(O)	
C-3号 ----- C-11号	7.5	200	居間 和室 洋室	L-45	L-45	L-60(xxx)	L-55(xx)
L-45				L-50	L-60(xx)	L-55(x)	
L-50				L-50	L-50(O)	L-50(O)	
D-3号 ----- D-11号	8.3	200	居間 和室 洋室	L-50	L-50	L-60(xx)	L-55(x)
L-50				L-50	L-55(x)	L-55(x)	
L-55				L-50	L-50(O)	L-50(O)	
E-3号 ----- E-11号	9.0	220	居間 和室 洋室	L-45	L-45	L-60(xxx)	L-55(xx)
L-45				L-50	L-55(x)	L-50(O)	
-				L-45	L-55(xx)	L-50(x)	

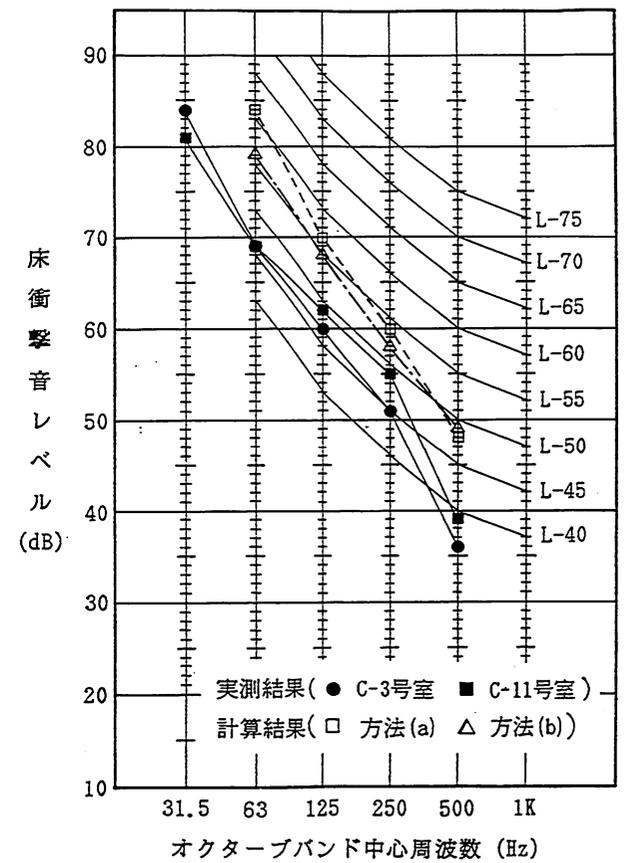
(O): L等級が一致、 (x): L等級で1ランクの差
 (xx): // 2ランクの差
 (xxx): // 3ランクの差



(a) 洋室



(b) 居間



(c) 和室

図-5.24 建築学会提案法による解析結果と実測結果の比較

剩設計に近いものとなる危惧があり、この方法の適用には留意が必要であると言える。とくに重量床衝撃音性能は、後から対策を施すことが困難な項目であり、また費用もかなり大きなものとなる項目であることから、適用範囲の明確化と予測精度の確保はとくに重要である。シミュレーション検討あるいは予測計算は、実測結果の蓄積のないものに対して必要性が生じてくるものであるため、適用範囲が不明確な場合には、結果の信頼性にも疑問が生じてくることになる。

5.4.2 平板スラブ（壁式構造）の解析結果

壁式ラーメン構造の集合住宅での重量床衝撃音の実測結果と解析結果の比較を示す。実測建物の床伏図および衝撃および受音点の平面図を図-5.26に、有限要素法の解析モデルを図-5.27に示した。解析対象室は食堂であり、床はフローリング貼りとなっている。その他解析条件は5.4.1章に示した内容と同じである。ここでの衝撃点数は5点となっているが、解析では、各々位相をランダム化した5本の衝撃力を同時に作用させて、一度の解析により平均衝撃音レベルを求めている。この床構造では床の途中までRCの壁が存在しているが、インピーダンス法ではこのような構造の取扱いが困難である。これに比べ有限要素法では、この構造を境界条件としてそのまま解析に組み込むことが可能であり、適用性の広さと解析条件の明解さの点で有利であることがわかる。

重量床衝撃音の解析結果と実測結果の比較は図-5.25に示した。すべての周波数に関して良く一致しており、十分な結果と言える。

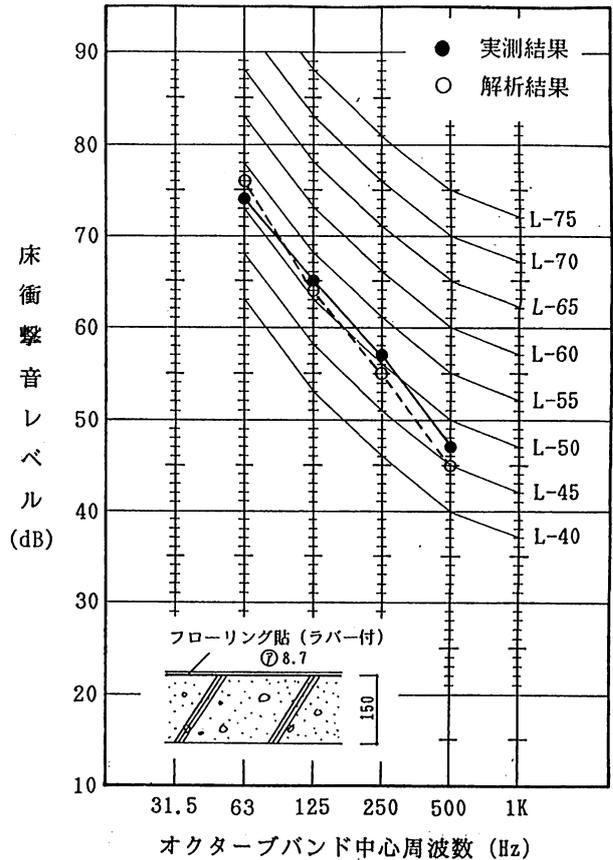


図-5.25 解析結果と実測結果の比較

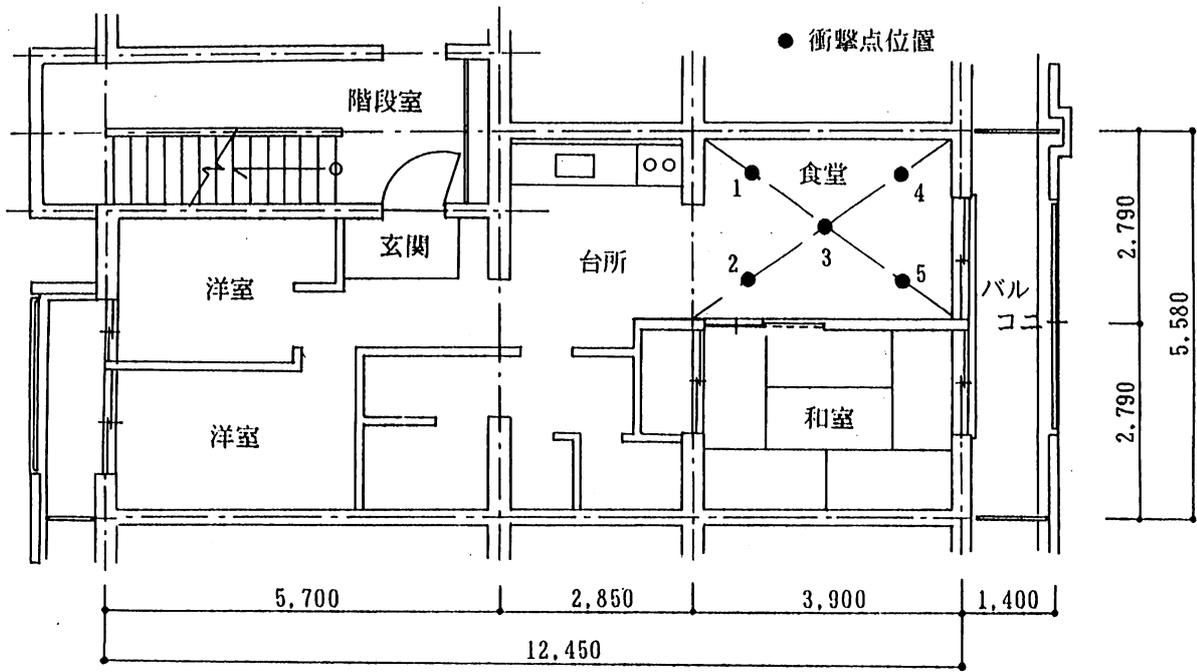


図-5.26 実測建物の平面と衝撃点の配置

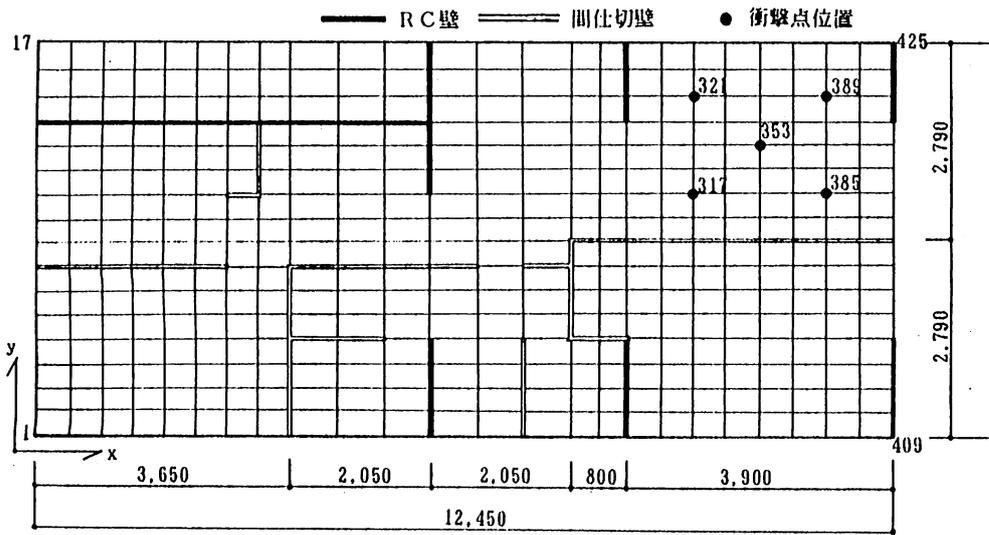


図-5.27 有限要素法の解析モデル

5.4.3 小梁付床版の解析結果と実測結果の比較

小梁付床版の音響域振動解析の精度に関しては、5.2章に示した床版の加速度振幅分布の実測値と解析値の比較により既に検証されているといえる。ここでは、その他の2例について、重量床衝撃音の解析例を示した。

最初の解析例の床構造および平面図を図-5.29(a), (b)に、その解析モデルを図-5.30に示した。床形状はエレベーターホールの壁のためはかなり変形した形となっており、さらに小梁がT字形に配置された複雑な構造となっている。この例の解析結果と実測結果の比較を図-5.28に示した。63Hz、125Hzの結果は良く一致している。125Hz、250Hzでは多少解析結果が小さくなっているが、全体的にはL等級も一致し、ほぼ十分な結果が得られていると言える。

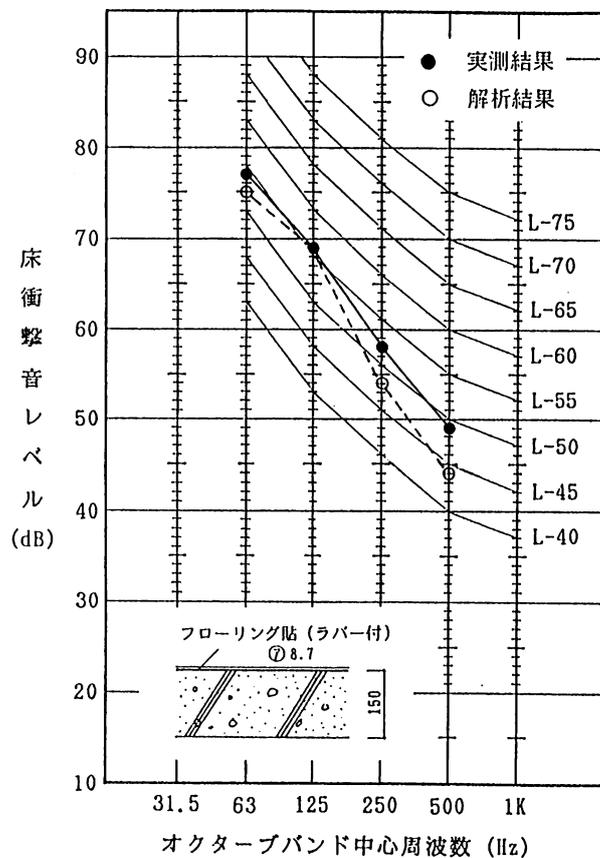
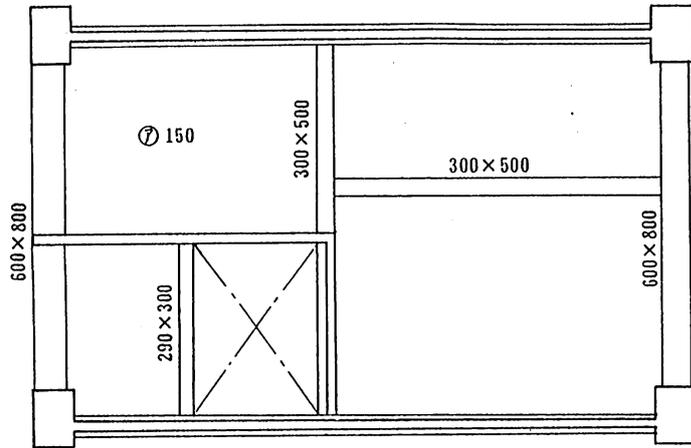
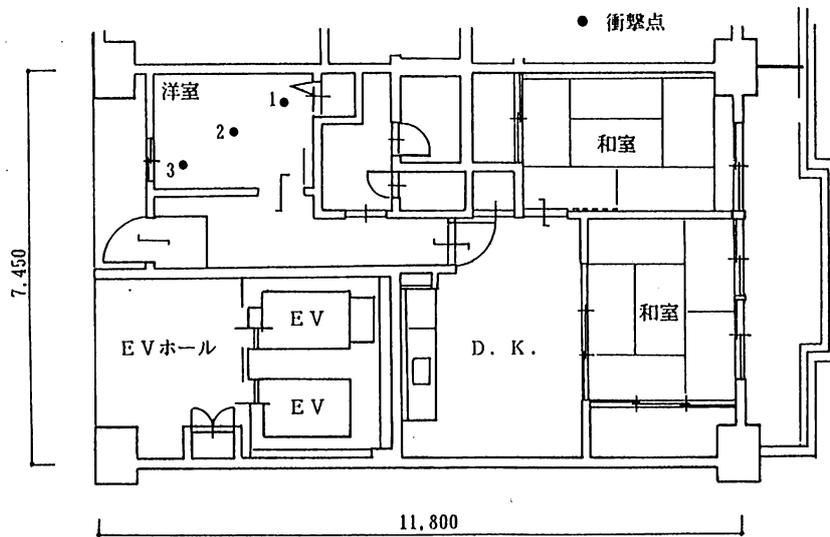


図-5.28 解析結果と実測結果の比較



(a) 床構造伏図



(b) 平面図

図-5.29 実測建物の概要と衝撃点の配置

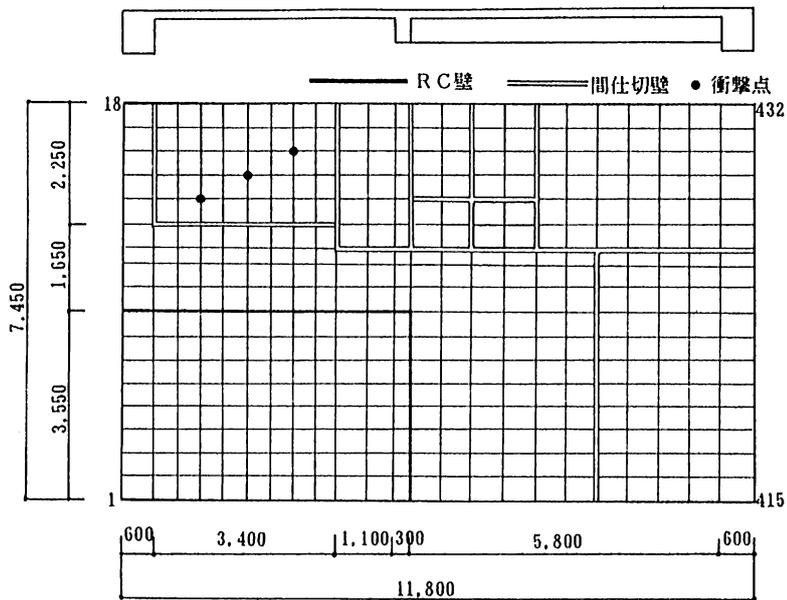


図-5.30 有限要素法解析モデル

図-5.32 (a), (b), (c) に示した建物での解析結果と実測結果の比較を図-5.31に示した。この例では、31.5Hzと125Hzでは解析値と実測値が良く一致しているが、それ以外ではかなりの誤差を生じている。誤差の細部の原因はわからないが、この建物では、天井懐が約 1mとかなり大きく、部屋の両側に造り付けの家具が天井まで設けられていること、下室にはベッドなどの家具が置かれているなどの条件があり、実測面の特殊性も多少含まれているものと考えられる。

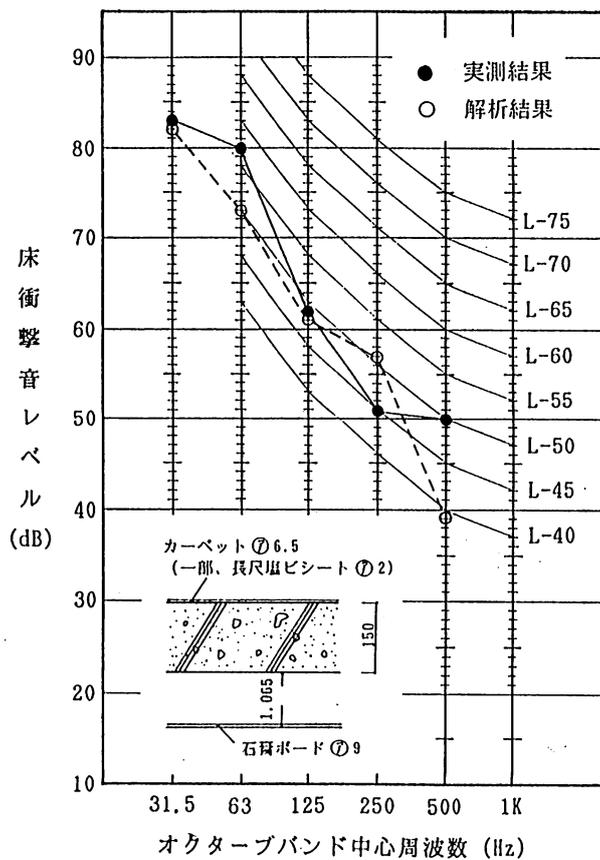
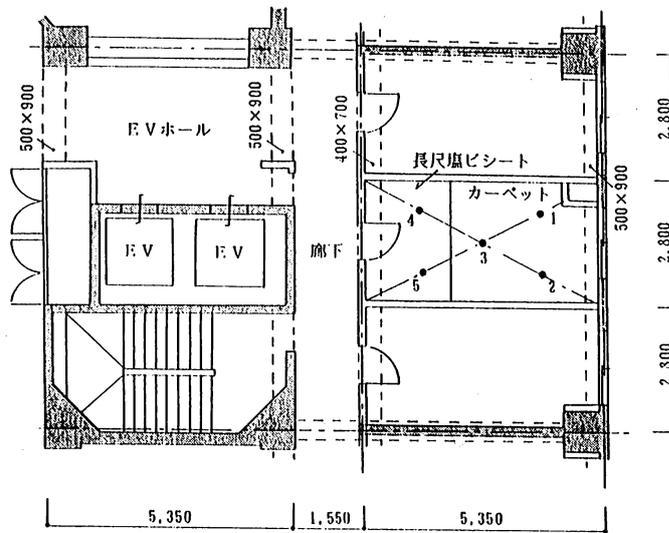
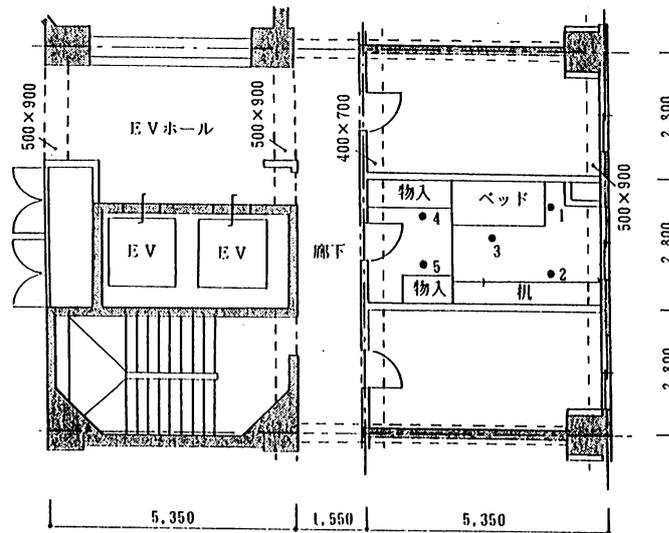


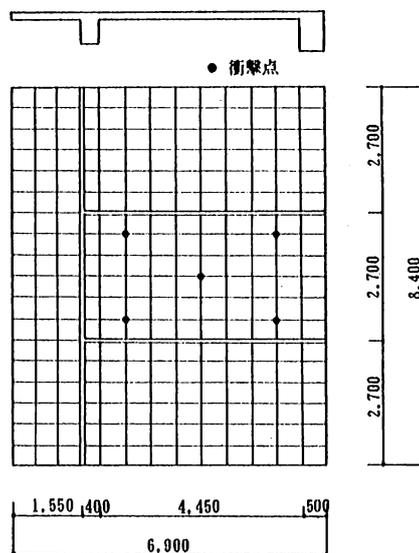
図-5.31 解析結果と実測結果の比較



(a) 上階の衝撃点配置



(b) 下室の受音点配置



(c) 解析モデル

図-5.32 実測建物の概要と解析モデル

5.4.4 まとめ

第2～4章で構成した解析手法の具体的な適用例として、重量床衝撃音の解析を行った。ここでは、JIS規定の測定方法に則った解析を行っており、それに用いる各種条件の設定方法、設定値について詳述するとともに、小梁のない大型床版、壁式構造の平板スラブ、一般的なRC構造の小梁付床版など、各々特徴のある床構造に関して重量床衝撃音の解析結果と実測結果の比較を行った。検討例は決して多いとは言えず、また解析モデルと実物に多少条件的な差のあるものもあるが、いずれの床構造についてもほぼ妥当な結果が得られており、当研究で示した方法がシミュレーション手法として十分実用可能であること、また他の方法に較べて精度、適用性の面で有利であることが検証されたといえる。ただし個々の解析条件に関しては、以下に示すような更に検討を要する点が残されており、これらの解明が進めば一段と精度の向上が期待できる。

- 1) 解析に用いた諸定数、とくに間仕切壁のバネ定数やr. m. s. 値からFast-peak値への変換、比音響アドミッタンスの設定値などでは、その算出根拠としている実測の範囲がかなり限定的なものであるため、それ以外の種々の条件下でのデータの蓄積が必要である。
- 2) 間仕切壁のバネ定数に関しては、この値は間仕切壁と床版の影響が複合された値であることから、床版の構造的条件や上下階の間取りの相違などにより変化することが考えられる。これらの影響の程度を明確にしておくことが必要である。
- 3) また、当研究で取り扱った木軸下地のボード壁以外にも、耐火間仕切壁などのデータが当然必要である。集合住宅の場合にも多く用いられ、とくにホテルや寮などでは耐火間仕切壁が主となるため、この種のデータがないと検討が困難となる。また、耐火間仕切壁の場合には、通常の木軸ボード壁より剛性が高いため、床振動に及ぼす影響も大きくなることが考えられ、これらのデータ蓄積は必須である。
- 4) r. m. s. 値とFast-peak値の対応に関しては、基本的には床衝撃音波形に動特性Fastの時定数(0.125秒)を畳み込めばよいが、当方法では実効値計算を行っているためこれが出来ない。そのため、この両者の差を事前に算出しておき、その値を用いて補正しているが、この値が種々の条件下でどの程度のバラツキを持つかを明確にしておく必要がある。これには、実測的アプローチのほか、床版と下室の減衰性状から数値計算的に検討する方法も考えられる。

以上の他、細部では不明確な点が多く残されてはいるが、当章の検討例に類するような床構造を対象とすれば、十分に実用的利用が可能であり、とくにシミュレーション的な利用の場合には、相対比較となるためかなりの高精度で検討が可能である。

床版境界条件の設定をはじめ、種々の解析条件の設定方法は、通常かなりの工学的判断を要するものであるが、ここでは一般的な利用を前提として、これらの設定方法を一律にマニュアル化することを想定している。したがって、物件によっては、多少解析条件を変更したほうが実測結果との対応が良くなる場合もあると考えられるが、ここで示したような解析条件・設定方法を用いれば、高度な工学的判断なしにほぼ十分な予測解析が行えることから、実用的なメリットは大きいと考えられる。