

集合住宅における「インピーダンス法による重量床衝撃音遮断性能予測計算法」を改訂

有限会社音研（代表取締役 石川義治 本社：埼玉県八潮市）は、信州大学名誉教授山下恭弘監修のもと株式会社熊谷組（取締役社長 大田弘 本社：東京都新宿区）、有限会社泰成電機工業（代表取締役社長 片桐佑介 本社：長野県駒ヶ根市）、フジモリ産業株式会社（代表取締役社長 山根光 本社：東京都品川区）、野原産業株式会社（代表取締役社長 野原数生 本社：東京都新宿区）、万協株式会社（代表取締役社長 清水雅弘 本社：東京都品川区）と共同で集合住宅における床衝撃音レベル予測計算法を改訂しました。さらに、設計者が実務で使用できるように「インピーダンス法による重量床衝撃音遮断性能予測計算シート」を改訂しました。

背景

集合住宅を設計する段階で、音環境、特に床衝撃音遮断性能の検討は必須項目の一つになっています。床衝撃音遮断性能の予測計算法としてはインピーダンス法を用いた予測計算法が提案されています。この方法は、エクセルなどの表計算ソフトがあれば計算でき、実務に広く利用されています。

2006年2月に「インピーダンス法による床衝撃音レベル予測計算法」の解説書と表計算ソフトで簡単に床衝撃音レベルを予測できる予測計算シートを公開しました。この解説書および予測計算シートは1998年に大脇・山下らによって提案された大型スラブを対象としたインピーダンス法（以下、大脇・山下式）を基に作成されました。

一方で、国際規格であるISO規格との整合を考慮して2000年にJIS A 1418「建物の床衝撃音遮断性能の測定方法」などの関連規格が改正されました。そこで改正されたJISにあわせて実建物の測定データを収集し、予測計算法の見直しを行いました。

このような背景に基づき「インピーダンス法による床衝撃音レベル予測計算法」および予測計算シートを改訂しました。

概要

改訂した「インピーダンス法による床衝撃音レベル予測計算法」（以下、大脇・山下式 2012）は、シリーズ「建築の音環境入門※No. 33～No. 41」で解説を行っています。改訂した予測計算法は従来の方法に比べ予測精度が向上しています。図1、2のグラフからわかるように63Hz帯域、125Hz帯域ともに大脇・山下式に比べ予測精度が向上しており、+5dB（床衝撃音レベル等級1ランク）以下の範囲に95%程度含まれています。また、従来の予測計算法に比べ、詳細に躯体条件などを入力できるようになったため、スラブ厚さと梁せいの比や、柱の影響、垂れ壁の影響などについても考慮して検討することが可能となりました。

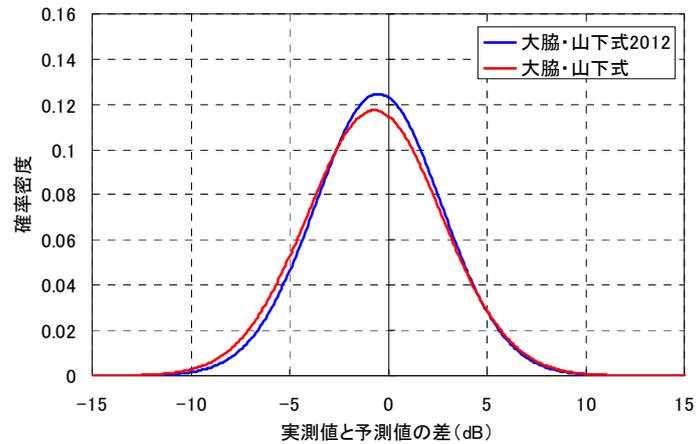


図1 予測値と実測値の差の確率密度分布（63Hz 帯域）

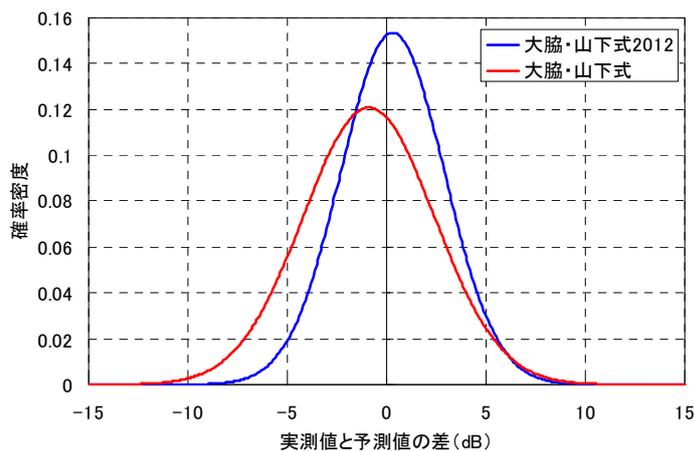


図2 予測値と実測値の確率密度分布（125Hz 帯域）

※ シリーズ 建築の音入門：信州大学名誉教授山下恭弘監修のもと、建築の音環境を判りやすく理解できる小冊子として月1回程度発行しています。

参考：2008年11月21日プレスリリース「集合住宅に関する音環境の手引書「シリーズ 建築の音環境入門」を発売！」

http://www.kumagaigumi.co.jp/press/2008/pr_081120_1.html

改訂した予測計算シートは、業務ソフトのデファクトスタンダードとなっているマイクロソフト社製表計算ソフトウェア「Microsoft Excel」上で動作します※。誰でも簡単に床衝撃音レベルを予測計算できるようにインターネットのウェブサイトから自由にダウンロードできるようにしました。この予測計算シートは、予測に必要な基本的な計算条件を

入力すると設計性能を満足できるスラブ厚さや床衝撃音レベルを得ることができます。予測計算の結果は、グラフ化され、そのまま報告書に添付して使用できるようにしています。以下に予測計算シートの入力画面と出力画面を示します。

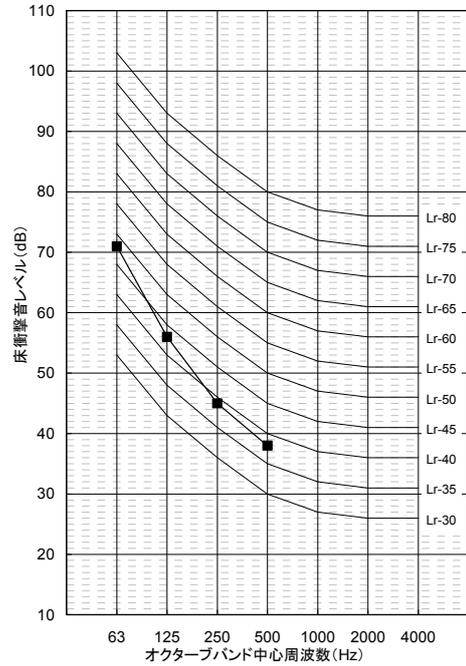
※ Microsoft Windows XP 上の Microsoft Excel2000/2003, Windows Vista 上の Microsoft Excel2007 および Windows 7 上の Microsoft Excel2010 で動作確認しております。

① 物件情報の入力																	
予測対象建物		(仮称) ●●計画新築工事 実施設計															
音源室		■タイプ LD															
受音室		■タイプ LD															
② 床スラブ条件の入力																	
1)スラブ断面構造種別 <input type="text" value="6"/> ⇒ 6																	
1.均質単板スラブ(RCスラブ) 2.矩形中空合成スラブ(エスレンポイドスラブ・カイザーポイドスラブなど) 3.穴あきPC板合成スラブ(スパンクリートなど) 4.ハーフPCa合成スラブ(PCa板+現場まし打ちポイドなし) 5.円形中空スラブ(円形ポイド+すべて現場打ち) 6.波型中空合成スラブ 7.波型中空スラブ																	
2)断面寸法値の入力			3)密度			4)ヤング率											
h	85	mm	単層の場合の密度			単層の場合のヤング率											
hh	175	mm	2300 kg/m ³			2.40E+10 N/m ²											
hC	100	mm	二層の場合の密度			二層の場合のヤング率											
B	400	mm	上層	2300	kg/m ³	上層	2.40E+10 N/m ²										
BB	150	mm	下層	2300	kg/m ³	下層	2.40E+10 N/m ²										
③ スラブ寸法の入力																	
x方向寸法	8,690	mm	スラブ面積		計算方式												
y方向寸法	6,460	mm	56.1 m ²		大型スラブ式 (大脇・山下式2012)												
④ 加振点位置の入力(梁からの距離)																	
加振点	X方向				Y方向				梁等種別選択に注意!!								
	距離(mm)	種別	梁せい	比	距離(mm)	種別	梁せい	比									
S1	913	4	700	2.7	2,681	3			3.大梁 (梁下に開口部なし)								
S2	913	4	700	2.7	1,044	3			4.大梁 (梁下に開口部あり)								
S3	1,725	4	700	2.7	1,988	3			5.小梁								
S4	2,538	4	700	2.7	2,931	3			6.アウトフレーム工法の外壁部								
S5	2,538	4	700	2.7	894	3			7.スラブ段差								
判定	OK								8.柱								
9.垂壁																	
梁種別選択時の注意:居室の対象壁面の1/2以上が開口部の場合、“4.大梁(梁下に開口部あり)”を選択する。																	
⑤ 有効放射面積の入力																	
有効放射面積を計算して入力(m ²)					有効放射面積の計算で除かれるスラブ端部からの距離(m)												
63Hz	6.98				X方向												
125Hz	8.53				a	b	c	d	e	f	g	h					
250Hz	9.74				63Hz	—	—	0.930	0.930	0.979	1.567	1.322	0.783				
500Hz	10.64				125Hz	—	—	0.660	0.660	0.695	1.112	0.938	0.556				
a.大梁(小型スラブ式) b.小梁(小型スラブ式) c.梁(梁下に開口部なし) d.梁(スラブ厚と梁せいの比が2.5未満) e.梁(スラブ厚と梁せいの比が2.5以上3.5未満) f.梁(スラブ厚と梁せいの比が3.5以上) g.アウトフレーム工法の外壁部 h.垂壁					250Hz	—	—	0.467	0.467	0.492	0.786	0.664	0.393				
					500Hz	—	—	0.330	0.330	0.348	0.556	0.469	0.278				
					Y方向					a	b	c	d	e	f	g	h
					63Hz	—	—	0.930	0.930	0.979	1.567	1.322	0.783				
125Hz	—	—	0.660	0.660	0.695	1.112	0.938	0.556									
250Hz	—	—	0.467	0.467	0.492	0.786	0.664	0.393									
500Hz	—	—	0.330	0.330	0.348	0.556	0.469	0.278									
有効放射面積算出時の注意:梁せいが決まっていない場合には「e.梁(スラブ厚と梁せいの比が2.5以上3.5未満)」を選択する。																	
⑥ 受音室条件の入力																	
受音室の種類		1		受音室床面積		受音室周長		受音室天井高									
1.LD(フローリング仕上げ)		14.35		m ²		15.27		m									
2.和室(畳仕上げ)																	
3.洋室(フローリング仕上げ)																	
4.洋室(カーペット仕上げ)																	
5.小型スラブ式(a=0.2)																	
吸音率																	
		63Hz		125Hz		250Hz		500Hz		1kHz		2kHz					
		0.08		0.09		0.09		0.08		0.07		0.07					
スラブ面積25m ² 未満の場合は、受音室の種類を“5”を入力する。25m ² をこえる場合は1~4から選択する。																	

図3 入力シート

予測対象居室情報						
予測対象建物名	:(仮称) ●●計画新築工事 実施設計					
予測対象居室(音源室)	: ■タイプ LD					
予測対象居室(受音室)	: ■タイプ LD					
床スラブ断面構造	: 波型中空合成スラブ					
床スラブ厚さ	: 260 mm	受音室床面積	: 14.4 m ²			
(等価スラブ厚さ)	: 258 mm	受音室表面積	: 65.4 m ²			
床スラブ寸法	x方向 8,690 mm	受音室天井高	: 2,400 mm			
	y方向 6,460 mm	受音室種類	: LD(フローリング仕上げ)			
		受音室平均吸音率				
スラブ面積	: 56.1 m ²	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz 2kHz
1次固有振動数	: 21.9 Hz 16Hz帯域	0.08	0.09	0.09	0.08	0.07 0.07

重量床衝撃音レベル予測結果					
		63Hz	125Hz	250Hz	500Hz
衝撃レベル 20log(Frms)		40.0	22.0	11.5	5.5
基本インピーダンスレベル Lz		121.1	121.1	121.1	121.1
加振点別インピーダンスレベル上昇量	S1	3.1	1.3	0.0	0.0
	S2	5.4	1.8	0.0	0.0
	S3	0.1	0.0	0.0	0.0
	S4	0.0	0.0	0.0	0.0
	S5	3.3	1.3	0.0	0.0
共振によるインピーダンスレベル補正量		0	0	0	0
加振点別床スラブのインピーダンスレベル	S1	124.2	122.5	121.1	121.1
	S2	126.5	122.9	121.1	121.1
	S3	121.2	121.1	121.1	121.1
	S4	121.1	121.1	121.1	121.1
	S5	124.4	122.4	121.1	121.1
床スラブ内の振動減衰補正量		-1.7	-2.9	-4.8	-6.8
有効放射面積 Seff		7.0	8.5	9.7	10.6
10log(Seff)		8.4	9.3	9.9	10.3
音響放射係数レベル 10log(k)		-2.2	-0.3	0.0	0.0
下室(受音室)の吸音力 A(m ²)		5.0	6.1	6.1	5.4
10log(A)		7.0	7.8	7.8	7.3
サウンドレベルメータの動特性補正量		5.2	5.2	5.2	5.2
床衝撃音レベルの算出	S1	70.5	55.0	44.9	37.8
	S2	68.2	54.6	44.9	37.8
	S3	73.5	56.4	44.9	37.8
	S4	73.6	56.4	44.9	37.8
	S5	70.3	55.1	44.9	37.8
平均床衝撃音レベル		71	56	45	38
L数		48			



※室内の平均吸音率は、計算対象スラブのスラブ面積が25㎡以下の場合は0.2、25㎡未満の場合は竣工時の実測値の平均値とします。
 ※計算値は、実測値に対して+5dB以下の範囲におおよそ95%分布します。
 ※計算はスラブ素面加振時を想定しており、天井や床仕上げ材による影響は定量化しにくいため、考慮していません。
 ※この予測結果は、品確法による評価ではありません。
 ※梁せいが不明な場合は「スラブ厚と梁せいの比が2.5~3.5の場合」の式を採用して計算しています。

本予測結果は以下の文献を参考に行っています。

黒木他:インピーダンス法による重量床衝撃音レベル予測計算法に関する実験的検討—駆動点インピーダンスに関する検討—
 , 日本騒音制御工学会研究発表会講演論文集, pp.21-24, 2011.9

図4 出力シート

今後の展開

今後、集合住宅の床衝撃音レベルの予測検討を行う際の重要なツールとして位置づけ、デベロッパーや設計事務所などに対して積極的に提案していく予定です。さらに、床衝撃音レベルの予測に本計算手法を用いた方から忌憚りの無い評価・意見をいただき、より使いやすく精度の高い予測計算法に仕上げていくように今後も継続的に検討していく予定です。なお、床衝撃音の予測計算シートは下記のウェブサイトのどこからも同じ形式でダウンロードできます。

株式会社熊谷組

<http://www.kumagaigumi.co.jp/>

有限会社泰成電機工業

<http://www.bankyo.co.jp/>

フジモリ産業株式会社

<http://www.fujimori.co.jp/>

有限会社音研

<http://www.otoken.co.jp/>

[本リリースに関するお問い合わせ先]

株式会社 熊谷組 広報室

室長:手島 眞之

担当:石賀 慎一郎 (電話 03-3235-8155)

[技術に関するお問い合わせ先]

株式会社 熊谷組 技術研究所

副所長(兼)都市・居住環境研究部 部長:大脇 雅直

担当:黒木 拓 (電話 03-3235-8724)

有限会社 泰成電機工業

常務取締役:堀内 一治

担当:石丸 岳史 (電話 0265-83-1138)

フジモリ産業株式会社

取締役建材事業部長:浜口 浩孝

担当:西野 嘉一 (電話 03-5789-2381)

野原産業株式会社

建材営業本部副本部長:今井 力

担当:小林 秀樹 (電話 03-3355-4809)

万協株式会社

営業2部 部長:鴫田 文男

担当:北洞 武志 (電話 03-5424-0707)

有限会社 音研

代表取締役:石川 義治

担当:杉木 陽次 (電話 03-6279-7294)