

建築関連製品 中空スラブエ法

本製品の担当窓口 建材事業部

概要



中空スラブ工法は、早稲田大学名誉教授の故松井源吾先生が考案され、昭和37年に日本で初めて採用頂きました。以来、弊社と共に採用実績を積み重ねてまいりました。

キーワード 製品ジャンル 建築 構造

特長

実績が多い

キーワード 顧客課題 小梁が無い 設計の自由度 遮音性能

用途

ボイドスラブ

マンションなど建築物のスラブ

キーワード 製品用途 ボイドスラブ スラブ マンション 学校 個人邸 事務所 体育館

詳細

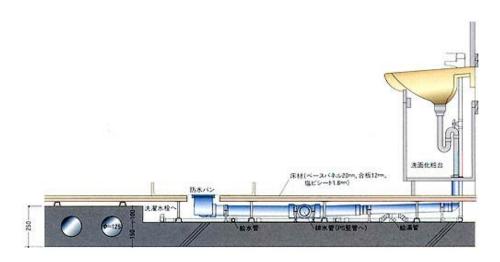
機能

バリアフリーへの対応

水回り等の設備配管、玄関レベルの調整など、目的に応じてスラブに欠き込みを設ける事が出来ます。下階天井面が平らなままでの納まりも可能な為、意匠プランにも制約を受けず設計が可能です。

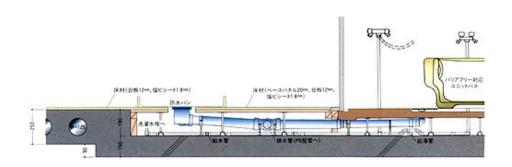
洗面、水回り断面参考図

中空スラブ形状	厚さ250mm、段差100mm
床 組	水回り150mm置き床、その他 50mm置き床
配管勾配	1/50



UB·洗面、水回り断面参考図

中空スラブ形状	厚さ250mm、段差190mm
床組	水回り190mm置き床、その他 直床 パリアフリー対応ユニットバス 床仕上げ高さ195mm以上
配管勾配	1/50



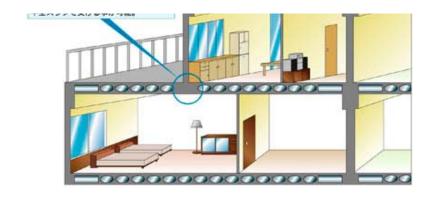
マンションへの対応

遮音性能の高さやスラブ欠き込みの自由性等、集合住宅に求められる諸要素に対応可能です。また、ワイドスパン、インナーバルコニー等、各構造形式にも一枚スラブとして自由な空間に対応します。

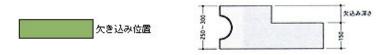
セットバックプランでの梁なし受けが可能図

上階のセットバック部分の外壁を受ける個所に梁型を出さずに中空スラブで受けることが可能です。 小梁が無い事から将来のリフォームに際し、自由な変更が可能です。

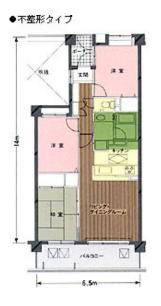




各構造形式と欠き込みへの対応例

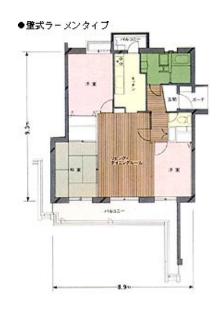










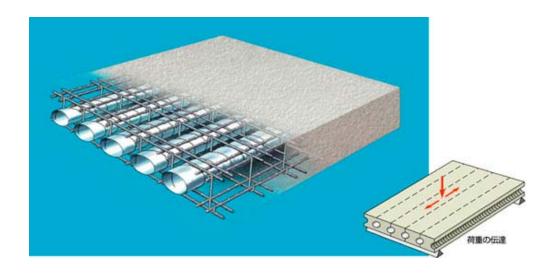


仕様

構造

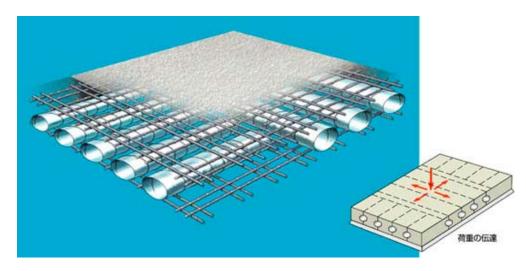
一方向中空スラブ

一方向中空スラブとは、ワインディング・パイプを一方向に配置した中空スラブであり、荷重は主としてパイプに平行な方向に流れる事により、数多く敷き並べられた「I型断面の集合体」と考えられます。対辺を支持された中空スラブや片持ちの中空スラブに適用されます。



二方向中空スラブ

二方向中空スラブとは、ワインディング・パイプを相直交する二方向(場合によっては多方向)に配置した中空スラブであり、荷重は多方向に流れます。全体が1枚の「版」と考えられている点で、一方向中空スラブの梁的なものと大きく異なります。周辺を梁や壁で支持される二方向スラブでは、一般的に、一方向中空スラブより経済性にすぐれ、振動に対しても有利です。



性能

ボイドラーメンエ法

ボイドラーメンは中空スラブ(床)と壁でラーメンを構成しているため柱、大梁がなく新しい集合住宅のスタイルとして注目を浴びております。

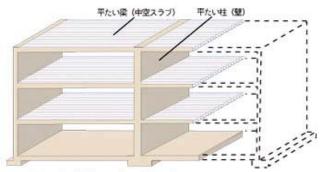
※ボイドラーメンエ法は確認審査機関により本工法の取扱いが異なるため採用条件等、詳細につきましては、別途、弊社へご相談下さい。

ボイドラーメンエ法の特徴

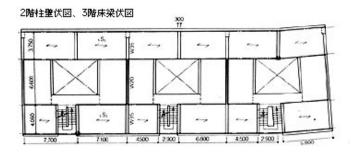
- 1.スラブ、壁が厚い為、遮音性が高い
- 2. ラーメン方向に構造壁がない為、ハイサッシ等の採用が可能で採光、風通しに優れている。
- 3. 住戸内に構造壁がない為、将来のリフォームにも制約を受けない
- 4. 大梁がない為、階高を低くできる。

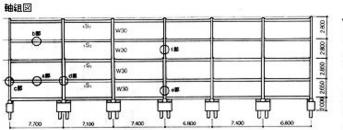
中庭型中層ボイドラーメン設計例

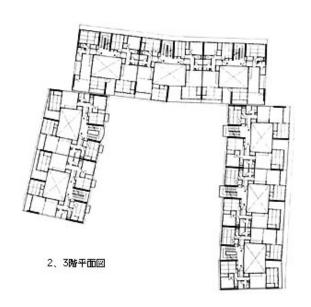
スパン中央に吹き抜けを設ける事により各部屋に窓を大きく設け採光性を確保した上水回り部分のスラブ厚を薄くしパリアフリー対応とした。

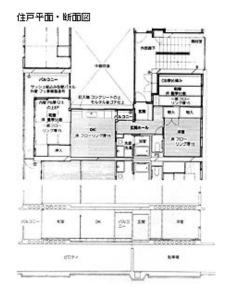


平たい梁(中空スラブ)と平たい柱のラーメン









その他

中空マットスラブエ法

中空マットスラブ工法とは、大きな荷重に耐える中空スラブを、軟弱地盤上の基礎に応用したもので、杭が省略できます。(地盤状況、建物形状による。)また、二重スラブの基礎の性能を、一枚の必要厚さ(600~1200mm程度)のスラブにすることで、構造耐力を確保し、構造的に必要度の低い中央部に、ワインディングパイプで孔をあけることにより、自重を軽減した、スラブ剛性の高い基礎です。

※中空マットスラブ工法の採用条件等、詳細につきましては、別途、ご相談下さい。

中空マットスラブの特徴

- 堀方が浅く、総堀出来るため工期の短縮が可能
- 型枠は外周のみで埋め戻しが不要
- 支持層が深く杭がコスト高になる場合、杭をなくし接地圧で支持することも可能
- 隣接地でも土留めの必要がない

適した建物

倉庫、工場、郊外型店舗、パチンコ店、駐車場(比較的低層の建物)

適した土地

田園、埋め立て地、河川敷、住宅密集地

施工写真







設備配管の施工

住宅の品質確保に関する法律(品確法)

住宅の品質確保に関する法律

2000年4月、「住宅の品質確保の促進等に関する法律」として、住宅品質の確保、欠陥住宅やシックハウス症候群など増えつづける住宅に関するトラブルをへらし、消費者のが安心して住宅を取得できる場の形成と住宅に関する紛争の迅速な対応を念頭に入れた形で施行されました。

品確法は次の3つの法律が柱となっています。

• 10年間の瑕疵担保責任

新築住宅において(1年未満)基本構造部分の瑕疵担保責任を10年間義務付ける。

• 住宅性能表示基準

住宅の性能に関する評価に共通のルールを作ることにより、消費者による比較が行える。

紛争処理機関の整備

裁判で内紛争処理体制を整備し、迅速な解決を行える。

住宅性能表示基準

全ての住宅で性能表示はしなくても良い

住宅性能表示はすべての住宅に義務づけられるものではありません。 住宅取得者(消費者)または供給者は住宅性能表示制度を利用するかどうか、選択することができます。

対象となる住宅の性能

住宅性能表示において評価される住宅の性能は以下の9項目です。

(1)構造の安定に関すること

- (2)火災時の安定に関すること
- (3)劣化の軽減に関すること
- (4)維持管理への配慮に関すること
- (5)温熱環境に関すること
- (6)空気環境に関すること
- (7)光・視環境に関すること
- (8)音環境に関すること
- (9)高齢者への配慮に関すること
- ※「(8)音環境に関すること」は選択項目になっています。

「音環境に関する事項」の位置付け

指定住宅性能評価機関に住宅性能評価を申請する場合、必ず評価を求める事項(必須項目)と求めなくてもよい事項(選択項目)があります。

音環境に関する事項は選択項目とされています。

これは、騒音の遮断性能に関し、立地場所や構造方法によるニーズの違いが大きいことや、一般的なマンション等に用いられるRC造以外は仕様による簡便な評価基準を設定することが現在の科学的知見からは困難であり、構造種別による評価方法の差異が生じてしまうこと等を考慮しているからです。

出典<住宅性能表示制度、評価方法基準技術解説>

品確法が施行されて

「住宅の品質確保促進等に関する法律」が2000年に施行されました。

「住宅品質確保促進等に関する法律」(以下、品確法)が2000年に施行されました。品確法の中の「瑕疵担保」は瑕疵が見つからなければ必要ありませんし、「紛争処理機関」については紛争が起きなければ用がありません。そのため、この2項目は品確法が施行された効果として、すぐには実感できないと思います。

しかし、これから家を買おうという住宅取得者にとっては、「住宅性能表示」というのは非常に役立つ制度になるのではないでしょうか? 実際、戸建て、共同住宅のどちらの場合も「住宅性能表示」を行うか検討される物件が多くなってきました。

	性格	使う時期	費用
瑕疵担保	義務(10年) 20年までの延長は任意	基本構造部分に瑕疵が見つかったとき	0円
紛争処理	任意 (ただし性能表示住宅に限る)	表示された性能が達成されていない時	1万円
住宅性能表示	任意	住宅を建てる前、もしくは建てる時	10万円位

「住宅性能表示基準」では、構造の安定性や火災時の安全性などの9項目の評価があります。そのなかの「音環境に関する事」は評価をうけるかどうか選択できる項目になるのですが、「せっかくそういう項目があるのだから評価しておこう」と考える人が多いと思います。 特に今日の集合住宅における入居後のクレームとしては音に関することが非常に多くなってきています。

そのため、法律で音の遮断性能を保証してもらえるのなら、住宅取得者のみならず住宅供給者側にとっても安心の材料となるのではないでしょうか。

音環境への取り組み

「住宅性能表示基準ー音環境に関する事」への取り組み

「音環境に関する事」のなかで、クリモト中空スラブと密接に関わってくるのは「重量床衝撃音遮断対策」です。その中には「重量床衝撃音対策等級」と「相当スラブ厚」の2種類の評価方法があります。

• 重量床衝擊音対策等級

この評価方法では、結果が等級5~1の5段階で表示されます。それぞれの等級には音の大きさがどれくらいになるという水準が設けられています。そのため、一般消費者にとって比較的理解しやすいものとなるでしょう。ただし、住戸の間取りが解らなくては評価できません。

相当スラブ厚

この評価方法では、相当スラブ厚が何cm以上になるかという表示の仕方で5段階の評価となります。しかし、その結果は前項の「重量床衝撃音対策等級」とはリンクしない為、音の大きさがどれくらいになるかはわかりません。しかし、住戸の間取りが解らなくても振動の伝わりにくさについてはある程度評価する事ができます。

これだけを見ると「重量床衝撃音対策等級」のほうが、圧倒的に優れた評価方法のように感じますが、問題点もあります。 それは、「重量床衝撃音対策等級」で評価できる工法が、典型的なRC造、SRC造に限定され床スラブの構造も均質単板スラブ(普通スラブ) とボイドスラブ(中空スラブなど)に限定されてしまいます。しかも、評価できる居室の大きさに制限があります。つまり、RC造、SRC造以外の 工法や大きな居室は評価できない部屋(等級1)となっていしまいます。この評価方法の決定された経緯を考えてみますと限られた実験デー タからのものですので、止むをえない一面もあります。ただし性能表示の中でも一番困難な音環境での表示を法制化したことについては敬意を表しています。

	評価に必要な情報	評価できる範囲	結果の表記
重量床衝撃音対策等級	・住戸の間取り ・スラブの断面 ・仕上げ材の詳細	・典型的なRC、SRC造 ただし居室の大きさに制限あり	・等級5~1 音の大きさと対応する
相当スラブ厚	・スラブの断面・仕上げ材の詳細	・殆どのRC、SRC造 ・一部の木造	・相当スラブ厚 〇〇cm以上 振動の伝わりにくさと対応する

この様に「住宅性能表示基準は完璧だ」とは言い難い部分があります。そのため弊社では、現場や実験室での測定を行い特別評価方法認定を取得する事により、住宅の性能を正しく評価できるように取り組んでいます。

中空スラブでクリモトが初めて住宅性能表示における重量床衝撃音対策等級で等級5の特別評価方法認定を取得いたしました。

今回取得した特別評価方法について

1. 特別評価方法認定内容

表-1 特別評価方法の内容

特別評価方法の名称	リブ付き軽量鋼管を用いたボイドスラブによる界床に応じて評価する 方法	
評価されるべき性能表示事項	8-1 重量床衝撃音対策	
特別評価方法に代えられる 評価方法基準	評価方法基準8-1(3)イ(1)(5等級) 評価方法基準8-1(3)イ(2)(4等級)	

特别評価方法認定費

86481111

2. 特別評価方法認定の適用範囲

表 -2は、特別評価方法の適用範囲を簡単にまとめたものです。詳しい内容は弊社までお問い合わせください。また、今回取得した範囲を表 -3に示します。

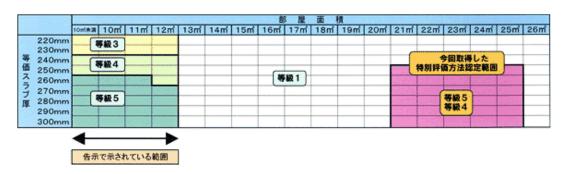
問い合わせ

特別評価方法認定書

表-2 特別評価方法適用範囲

項目	申請対象の構造方法	
構造形式	ラーメン構造の鉄筋コンクリート造住宅	
端部拘束条件	1辺拘束 但し、測定対象受音室及び下室受音室の非拘束辺の内、1辺には垂れ壁及び帳壁が設け られている。	
受音室の面積	20.3~26.3m ²	
床仕上げ構造	等級5	評価方法基準 第5の8-1(3)ロ"dに揚げる床仕上げ構造(床仕上げ構造の重量 床衝撃音レベル低減量 △L=0のもの)
	等級4	評価方法基準 第5の8-1(3)ロ"eに揚げる床仕上げ構造(等級5で示されている 以外の床仕上げ構造)
床構造	等価厚さ249mm以上(スラブ厚さD275以上)の鉄筋コンクリート造のボイドスラブ(中空部の形状は、円形又は楕円形でも可)	
天井の構造	二重天井(空気層88~140mmの木製下地、あるいは鋼製下地による石膏ボード張り天井)	

表一3 特認を取得した範囲



中空スラブにおける品確法等価厚さの計算方法

品確法等価厚さの計算方法

品確法等価厚さは以下の式により計算する。ただし、単板スラブの等価スラブ厚は当該スラブ厚

$h_1 = (2m \cdot \sum (E_i \cdot I_i) \times 10^{-13})^{?}$

この式において、h1,m,Eiおよびliはそれぞれ次の数値を表わすものとする。

h1: 品確法等価厚さ (m)

m: 床構造の面密度 (kg/m²)

 E_i : 床構造に使用される各部位のヤング率 (N/m^2)

I: 床構造に使用される各部位の断面の幅1m当たりの断面2次モーメント (m^4/m)

とする。

▼参考

〇 丸形		
中空スラブ厚	品確法等価スラブ厚さ	
225mm	212mm	× †
250mm	232mm	
275mm	251mm	
300mm	270mm	
325mm	288mm	
350mm	306mm	

※左記の表における等価スラブ厚の算出には、 ヤング率 2.4×10¹⁰ N/㎡ コンクリート密度 2400 kg/m³を用いている。

○オーバル形		
中空スラブ厚	品確法等価スラブ厚さ	
225mm	207mm	
250mm	233mm	
275mm	253mm	
300mm	272mm	

重量床衝擊音予測計算法

中空スラブの重量床衝撃音予測としての計算法はインピーダンス法を採用しています。

インピーダンス法とは

バングマシンと同等の衝撃力が加わったときの床スラブの振動の具合を数値化し、L値がどのようになるか計算しようというものです。 JISに規定する重量衝撃源でコンクリート床スラブを加振したときの、スラブの駆動点インピーダンスを考慮することで下室における床衝撃音レベルを計算し、実用的に予測することができます。(※1)

インピーダンスとは

インピーダンスとは"抵抗"のことです。この場合はスラブの振動に対する抵抗ということで、振動のしにくさを計算しているということになります。

インピーダンス特性

インピーダンス法による予測計算に使うスラブのインピーダンス特性は多数の実大モデルを基に導かれています。

基本インピーダンスレベル

無限大のスラブに衝撃力が加わったときのスラブの振動しにくさを表した値です。

スラブの曲げ剛性、面密度などを考慮し算出します。これは等価スラブ厚さとして表現し、どんなスラブでも計算方法は同じです。

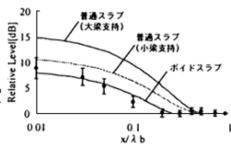
加振点別インピーダンスレベル上昇量

実際のスラブは無限大ということはなく梁に拘束されています。梁の近傍では駆動点イン ピーダンスは増大します。

柱や梁に対する拘束条件は中空スラブの実測データから計算式を導いています。

グラフは在来工法のスラブと中空スラブとの比較です。スラブ端部でもインピーダンスがあまり上昇していないのは、中空スラブのインピーダンスがもともとかなり大きいことを表しています。

衝撃インピーダンスレベル上昇重基準化の検討



共振によるインピーダンスレベル補正量

衝撃力がスラブに加わると、スラブは梁などスラブに比べて動かないものを支点にして振動します。

ちょうどぴんと這った糸をはじくのと同じように振動を起こします。この振動は弦の長さに関係する特定周波数において共振を起こし、インピーダンスは低下します。

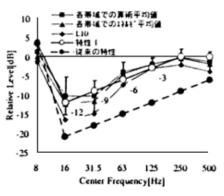
補正量はスラブのスパンやアスペクト比、スラブ工法によってさまざまですので、物件により10dBほど隔たりがあります。

中空スラブでは予測計算のため多数の物件を測定し最も妥当な値を採用しています。

グラフは共振によるインピーダンスレベル補正量を基準化したものです。白丸が中空スラブ、黒丸が在来スラブです。

中空スラブは剛性が高いためスラブ周辺部材へのエネルギー逸数が多くなり共振が起こりにくいことをあらわしています。ただ、共振が起こるといかに中空スラブといえども著しく性能は低下するので、安全側を見て補正量を決めています。

インピーダンスレベル特性基準化検討



床衝撃音レベルの計算方法

床衝撃音レベルを算出するのには複雑な計算をします。 以下の項目が条件となります。

- ●バングマシン(重量衝撃源)の衝撃力 月 2ms
- ●スラブのインピーダンス特性(各点ごとに算出) Z_{bT}
- ●床スラブの有効放射面積の算定^パeff
- ●音響放射係数 &
- ●受音室の吸音力 A
- ■騒音計の時定数 △C

これらの結果より得られた数値を元に以下の計算式により重量床衝撃音レベルを算出します。

$$L_{H_{\mathrm{nf}}} = 10\log_{10}\!\left(\frac{F_{\mathrm{mms}}^{2}}{Z_{\mathrm{pr}}^{2}}\bullet\rho_{0}\bullet C_{0}\bullet S_{\mathrm{eff}}\bullet k\,\frac{4}{A}\right) + 120 + \Delta C$$

※1 建物の遮音設計資料:日本建築学会編,技報堂出版

予測計算と実測値の比較

床衝撃音レベルにおける各周波数毎のデータの取扱い

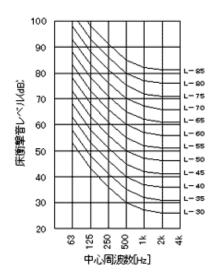
床衝撃音の評価はJISA1419-2に「建築物及び建築部材の遮音性能の評価方法-第2部:床衝撃音遮断性能」のなかで規定されています。 JIS1419-2中の建築物の床衝撃音遮断性能の等級曲線による評価(付属書1)に、どのようにして床衝撃音遮断性能を評価するかという方 法が記述されています。求め方の説明を抜粋しますと、以下の通りです。

5. 床衝撃音遮断性能の等級の求め方

標準軽量衝撃源による測定の場合には、中心周波数125Hz, 250Hz, 500Hz, 1000Hz及び2000Hz、標準重量衝撃源による測定の場合には、中心周波数63Hz, 125Hz, 250Hz及び500Hzのオクターブバンドにおける測定値を付属書1図1にプロットし、その値がすべての周波数帯域においてある基準曲線を下回るとき、その最小の基準曲線につけられた数値によって遮音等級を表すものとする。ただし、各周波数帯域において、測定結果が等級曲線の値より最大2dBまで上回ることを許容する。

床衝撃音レベルは各周波数バンド毎に決められた数値を上回らない最小の値をいいます。

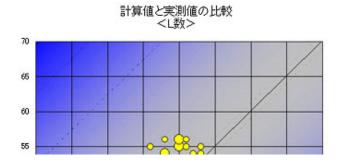
もちろん、実測において特定周波数がピークとなっていましても、最も不利な数値によって評価 されますので特定周波数に対しての心配はないかと思います。

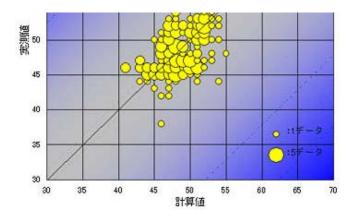


付属書1図1 床衝撃音遮断性能の 周波数特性と等級(等級曲線)

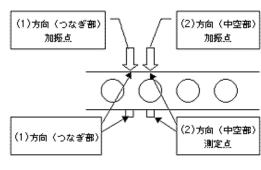
弊社で測定いたしました物件の部屋毎の実測値と部屋毎のインピーダンス法で計算した計算値との比較をまとめましたので以下に表しました。

■その他の条件 スラブや部屋の寸法は図面から取っています。





スラブ振動に対する中空部の影響について



■測定方法

左図および図-1に示す、(1)方向および(2)方向それぞれにおいて、加振点をインパルスハンマで加振しました。その時の上下面応答を対象に振動測定を行いました。(図-2)

中空部の影響は、スラブ上下面の振動速度応答から算出した駆動点インピーダンス特性により検討します。

■結果

中空スラブにおいては、1500Hz帯域付近までスラブ上下面においてインピーダンスの顕著な変化は見られませんでした。

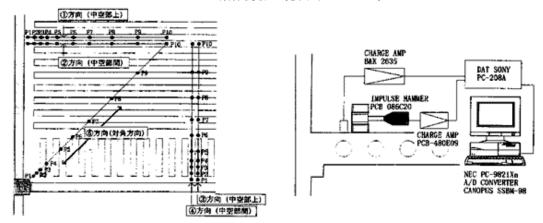


図 -1 測定点の取り方(例)

図-2 ブロックダイヤグラム

(参考)

井上、木村、豊田、『ボイドスラブを対象とした重量床衝撃音レベル計算法の検討』 日本建築学会大会学術講演梗概集、1998年9月

3.4 中空部の影響について

図3のスラブ上下面の振動速度応答から算出した駆動点インビーダンス特性を図4に示す。 なお、本項目の検討は中空部の形状が大きく関与することが予想される為に矩形中央部を有する場合と比較して示した。これをみると、円形中空部を有するボイドスラブは1500Hz付近までスラブ上下面においてインビーダンスの顕著な変化がみられないのに対し、矩形中空部を有するボイドスラブでは500~900Hz付近で顕著なインビーダンスの低下が生じている。これは中空部の上下における薄い床板部分の共振によるものと考えられる。

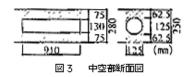
そこで薄い床板部分に生じる曲げ波長(λ b)をつなぎ部の間隔とし、一次元的に考え、(4)式により共振周波数(fr)を算定してみると600Hz前後と算定される。このことから矩形中空部を有するボイドスラブの、500Hz~900Hz帯域におけるインピーダンスの低下は、ボイド部の部分共振によ

る影響と推測され、高域で加振力の大きい軽量床衝撃音に対しては影響 が大きくなると考えられる。

$$f_r = \frac{\pi C h}{\sqrt{3} \lambda b^2} \tag{4}$$

ここで、Cr: 縦波伝搬速度(m/s),h:スラブ厚(m)

また、その増幅効果は、図 4(b)から、帯域でみても $10 \sim 15$ d B 発生することが予想され、矩形中空層を有するボイドスラブの場合は注意を要する。



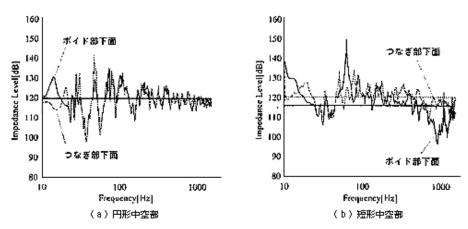


図 4 中空部におけるインピーダンス特性

計算を依頼するには

FAX専用受付用紙(PDF形式)を出力し必要事項を記入の上、FAXにて送付してください。

1. 品確法等価厚さの計算を依頼

- 丸形中空スラブFAX受付用紙は<u>こちら(pdf/14KB)からどうぞ。</u>
- * オーバル形中空スラブFAX受付用紙は<u>こちら(pdf/14KB)からどうぞ。</u>

2. 重量床衝撃音予測計算を依頼

- 重量床衝撃音予測計算記入例は<u>こちら(pdf/38KB)</u>からどうぞ。
- 重量床衝撃音予測計算FAX受付用紙は<u>こちら(pdf/14KB)からどう</u>ぞ。

詳細な計算が必要な場合、別途お問い合わせください。

※ご依頼件数が多い場合には、ご依頼順に処理していきますので、お待ち下さい。

使用上の注意)

• ダウンロード作業は、ご使用者の責任で行って下さい。

- 当サイトでの計算結果は、最低限のデータにて予測計算を行っておりますので、あくまでも目安としてご使用下さい。また計算結果を悪意に販売、譲渡、流用、改竄しないで下さい。
- 当サイトのご利用に生じる損害は一切負いかねますので御了承下さい。



本ページの所管部署 建材事業部

Copyright © 2014-2019 KURIMOTO, LTD. All rights reserved.