

中空フルプレキャストスラブのインピーダンスおよび床衝撃音特性

山内 崇^{*1}松岡 明彦^{*1}
須藤 隆幸^{*2}

概 要

近年、集合住宅における床衝撃音遮断性能に対する要求がますます高まる中、超高層の集合住宅が盛んに建設されている。これらの多くは工期短縮や省力化の点から、プレキャスト部材の採用が一般的に行われている。

本報では、曲げ鋼板を用いた中空フルPCaスラブの断面仕様を変化させて、実現場でのインピーダンス特性とスラブ素面の床衝撃音レベルの測定を行った結果と、実際に超高層RC造集合住宅に採用した中空フルPCaスラブのインピーダンス特性およびスラブ素面の床衝撃音測定事例について報告する。

Impedance Characteristics and Floor Impact Sound Level on Full-precast Void Slab

Takashi YAMAUCHI^{*1}
Akihiko MATSUOKA^{*1}
Takayuki SUDO^{*2}

While the floor impact sound insulation performance requirement in a housing increases in recent years, the super high-rised housing is built briskly. As for these many, generally, adoption of a precast unit is performed from a point of shortening of the time necessary for completion or laborsaving.

In this paper, the impedance characteristic and the floor impact sound level in the real field while changing the cross-sectional specification of full-precasted void slab using the bending sheet steel, and the case of the impedance characteristic and the floor impact sound level on the full-precasted void slab adopted as RC super high-rised housing is reported.

^{*1} 戸田建設(株) 技術研究所 ^{*2} (株)旭ダンケ 技術部

^{*1} Technical Research Institute, Toda Corp. ^{*2} Technical Department, Asahidanke Co., Ltd.

中空フルプレキャストスラブのインピーダンスおよび床衝撃音特性

山内 崇^{*1}
 松岡 明彦^{*1}
 須藤 隆幸^{*2}

1. はじめに

近年、集合住宅における床衝撃音遮断性能に対する要求がますます高まる中、超高層の集合住宅が盛んに建設されている。これらの多くは工期短縮や省力化の点から、プレキャスト（以下、PCaとする）部材の採用が一般的に行われている。

本報では、曲げ鋼板を用いた中空PCaスラブの断面仕様を変化させて、実現場でのインピーダンス特性とスラブ素面の床衝撃音レベルの測定を行った結果と、実際に超高層RC造集合住宅に採用した中空フルPCaスラ

ブのインピーダンス特性およびスラブ素面の床衝撃音測定事例について報告する。

2. インピーダンス・床衝撃音性能比較実験

2.1 実験の概要

測定スラブは、図-1に示す集合住宅の1スパンを試験対象スラブとした。

表-1に測定対象スラブの断面仕様を示す。No.1のスラブは軽量化、高剛性化を図るため、折板状に曲げ加

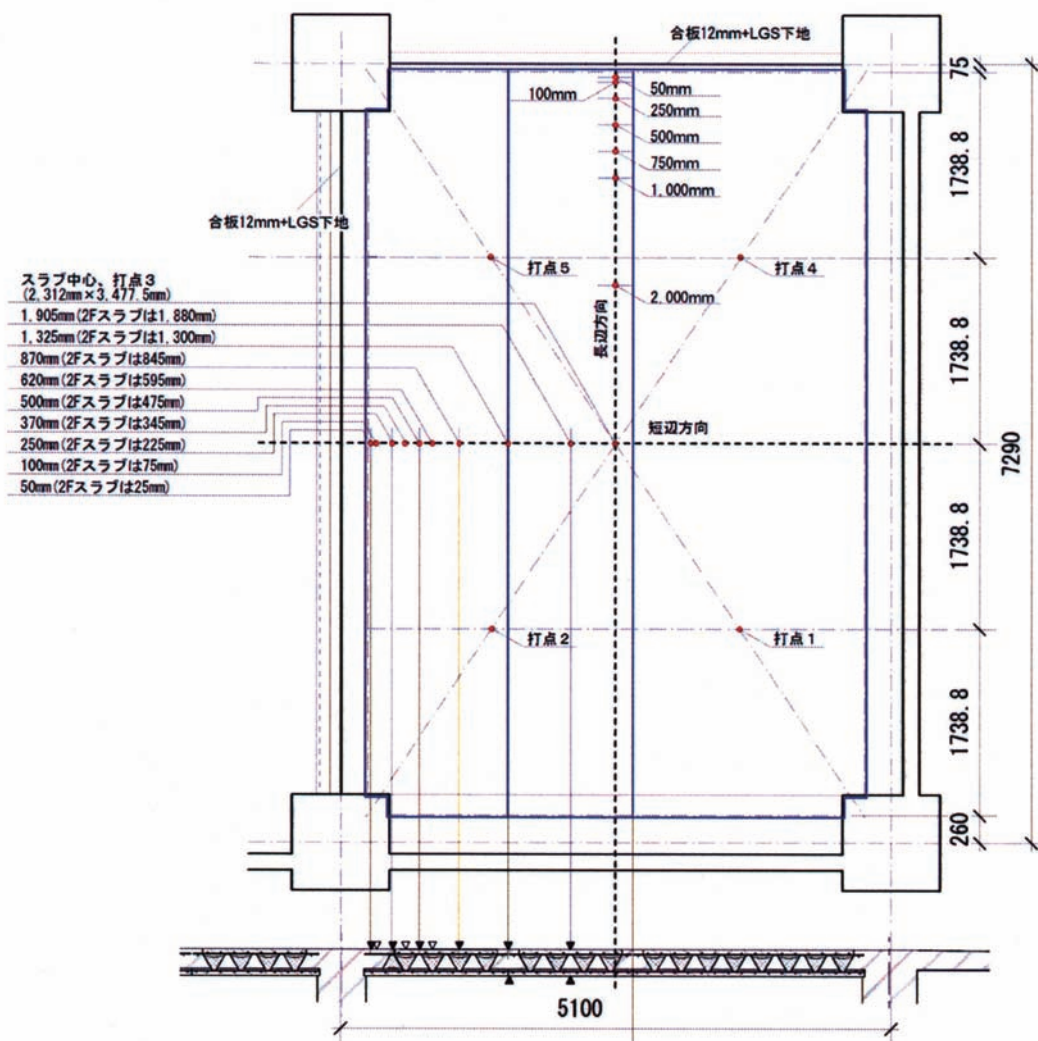


図-1 測定対象室平面図および測定点（●：駆動点インピーダンス測定点）

*1 戸田建設（株） 技術研究所

*2 （株）旭ダンケ 技術部

工した溶融亜鉛メッキ鋼板とその上下の鉄筋コンクリートにて構成されており、曲げ鋼板の谷部にはビーズ法ポリスチレンフォームを充填させた仕様である。No.2は、No.1の上部のコンクリートを15mm、下部のコンクリートを5mm厚くした仕様である。No.3は、No.1の曲げ鋼板の谷部をコンクリートで充填させた仕様である。No.4は、No.1の曲げ鋼板の厚さを0.8mmから1.2mmに厚くした仕様である。

測定項目は、図-1の測定点における駆動点インピー

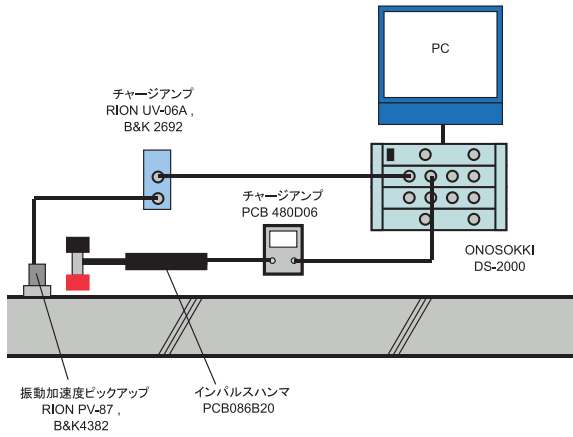


図-2 インピーダンス測定ブロックダイアグラム

ダンスと、打点1～5をハンガマシンおよびタッピングマシンで衝撃加振したときの直下階室内（仮間仕切り施工、天井ボード未施工）における床衝撃音レベルとした。インピーダンス測定ブロックダイアグラムを図-2に示す。

2.2 インピーダンス測定結果

各スラブのスラブ中央における全時間応答駆動点インピーダンス測定結果を図-3に、インピーダンス端部上昇量については、短辺方向を図-4、長辺方向を図-5に示す。

No.1のタイプでは、衝撃時間内応答インピーダンスレベルが117dBと、250mmスラブとしてはやや小さい値となっており、中空部のボイドの影響が大きくあらわれている。谷部にコンクリートを充填したNo.3は、他の仕様に比べて衝撃インピーダンスレベルが大きくなっており、スラブ全体の剛性が大きく改善されていることがわかる。

また、各仕様における1次固有振動数は、32Hz～38Hz程度と安定した結果が得られた。

図-4、図-5のインピーダンス端部上昇量をみると、長辺、短辺ともNo.3が最も上昇量が小さくなっている。これは、中空部をコンクリートで充填することに

表-1 測定スラブの断面仕様

スラブ仕様	No.1	No.2	No.3	No.4
施工フロア	3階	2階	4階	5階
床断面				
スラブ厚	250 mm	270 mm	250 mm	250 mm
曲げ鋼板厚	0.8 mm	0.8 mm	0.8 mm	1.2 mm

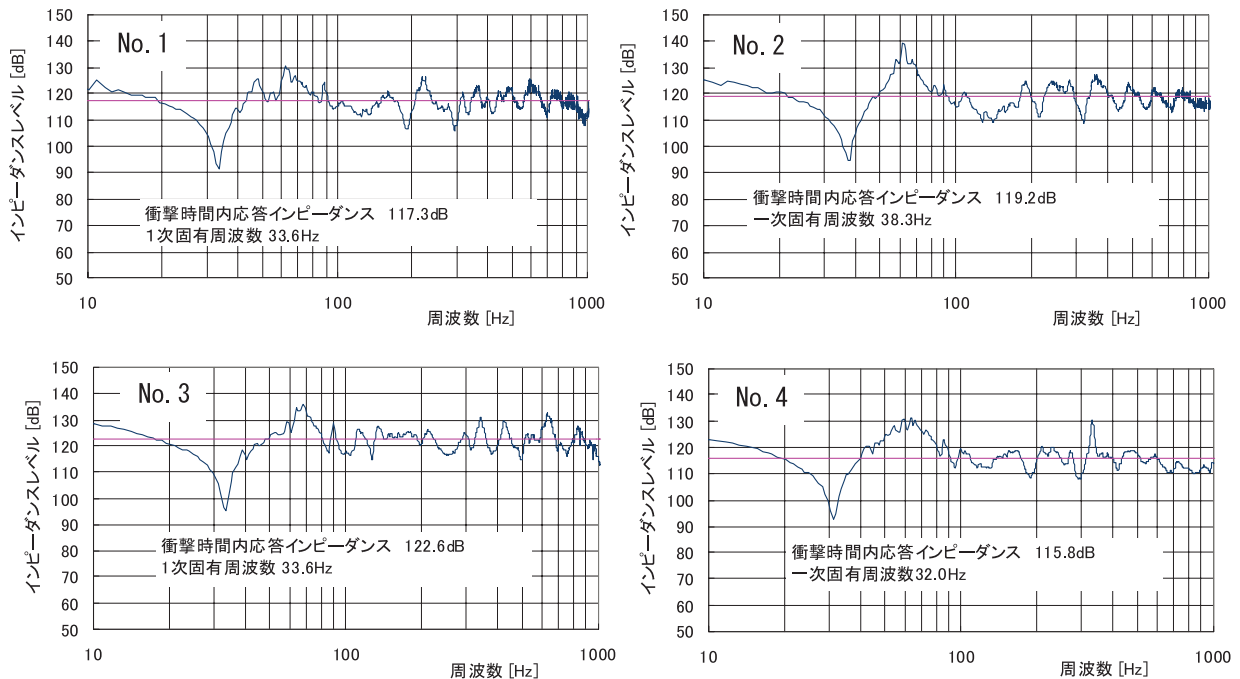


図-3 スラブ中央のインピーダンス特性

(— : 全時間応答インピーダンス、— : 衝撃時間内応答インピーダンス)

よってスラブの剛性が増加し、端部の拘束力は各スラブ共通のため、みかけ上、上昇量が低下したためである。No.2 もそれに次いで剛性増加の影響がみられる。No.4 は、長辺方向は曲げ鋼板の厚さを増すことによる剛性増加の影響がみられるが、短辺方向に関しては剛性増加の影響はみられず、むしろ、若干ではあるがNo.1 より上昇量が大きくなっている。これは、1方向ポイドスラブのため、主方向と直交方向で剛性に偏りが生じたためと考えられる。

2.3 床衝撃音測定結果

図-6 に重量床衝撃音レベル測定結果を示す。全時間応答駆動点インピーダンスレベル測定結果と同様の傾向を示し、No.3 の仕様が63Hz帯域で他の仕様より4dB程度小さくなっている。No.2 は125Hz帯域以上の周波数で床衝撃音レベルが小さくなる結果が得られた。

どの仕様も125Hz帯域で床衝撃音レベルがやや持ち上がる傾向を示している。

図-7 に軽量床衝撃音レベル測定結果を示す。こちらも重量床衝撃音レベルと同じ傾向を示しており、No.3 のコンクリートを充填した仕様が全体的に小さくなって

いる。

3. 超高層集合住宅での測定事例

超高層RC造集合住宅に採用した曲げ鋼板を用いた中空フルPCaスラブのインピーダンスおよび床衝撃音の測定を行った結果について報告する。

3.1 測定の概要

測定は図-8に示すような超高層集合住宅の2スパンを対象スラブとした。図-9に測定対象スラブの断面詳細図を示す。基本的には、前述の現場実験でのNo.3の仕様に該当するが、曲げ鋼板の厚さが1.0mmとなっている。

インピーダンスの測定点および測定ラインを図-8に示す。Line 1、Line 2、Line A、Line B、Line Cについては測定ライン上の駆動点インピーダンス測定結果から端部上昇量を算出した。

床衝撃音測定は図-8のスラブ素面S1～S5、S1'～S5'をバングマシンおよびタッピングマシンで衝撃加振したときの直下のLDおよび洋室における床衝撃音レベルを測定した。受音室の①～⑤は測定位置で、図中

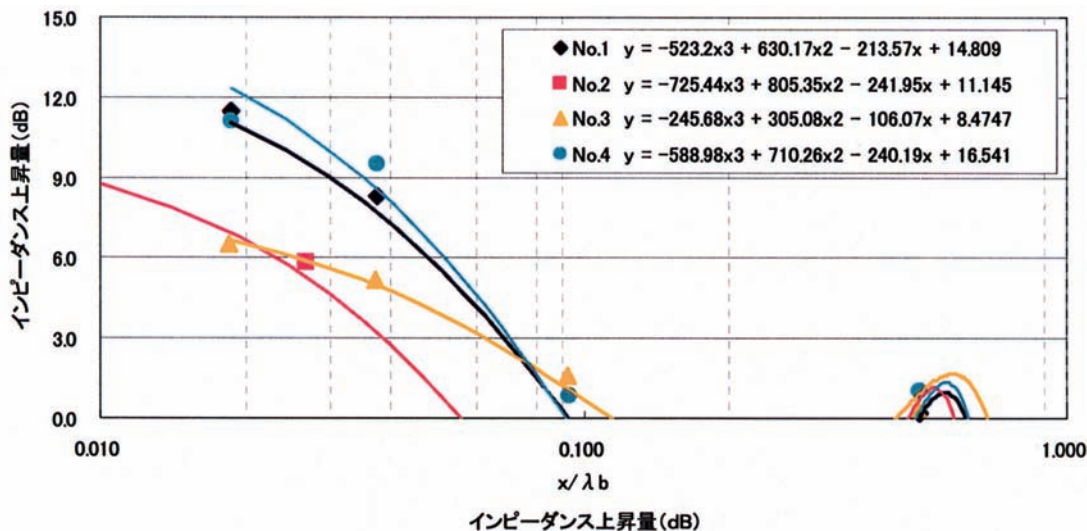


図-4 短辺方向インピーダンス端部上昇量

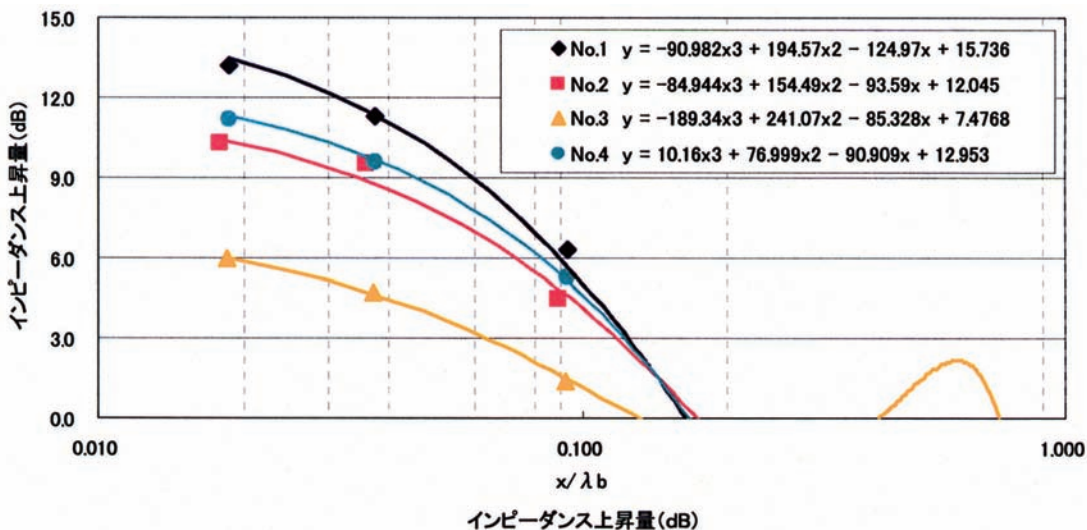


図-5 長辺方向インピーダンス端部上昇量

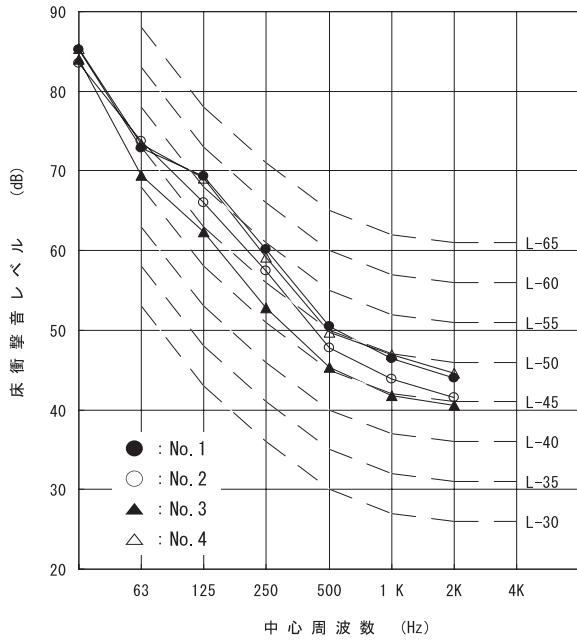


図-6 重量床衝撃音測定結果

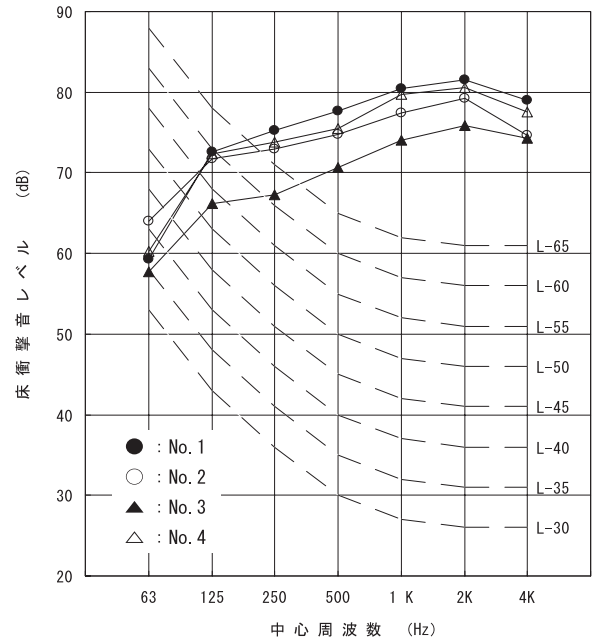


図-7 軽量床衝撃音測定結果

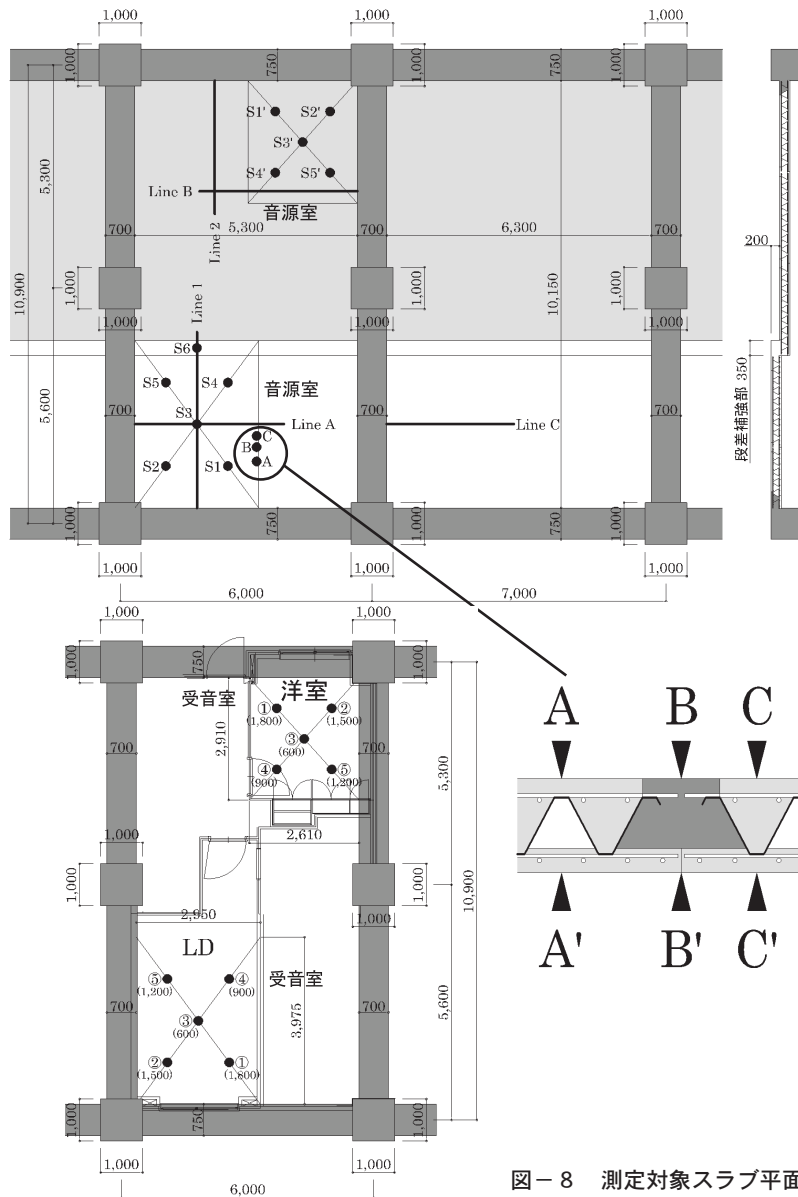


図-8 測定対象スラブ平面および測定点図

の()内はマイクロホンの高さをあらわしている。受音室は乾式間仕切り、内装天井、乾式二重床が施工されている。

3.2 スラブ断面の一体性

床スラブにPCa部材を採用する場合、薄肉PCa部材上に現場で配筋作業を行った後、コンクリートを打ち込む合成床板がほとんどであり、床衝撃音遮断性能の性能表示制度を導入するにあたっては、断面の一体性が問われる。そこで、本スラブはフルPCa床スラブであるが、製作工程上、合成床板であるため、断面の一体性の検討を試みた。

図-8に示すように、断面図構成の異なるA(中空部)、B(床板接合部)、C(コンクリート充填部)の3点と、それに対応するスラブ下面のA'、B'、C'の全時間応答インピーダンスをそれぞれ比較したものを図-10、図-11、図-12に示す。いずれの結果も重量床

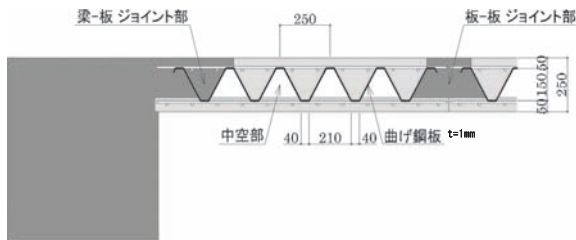


図-9 スラブ断面詳細図

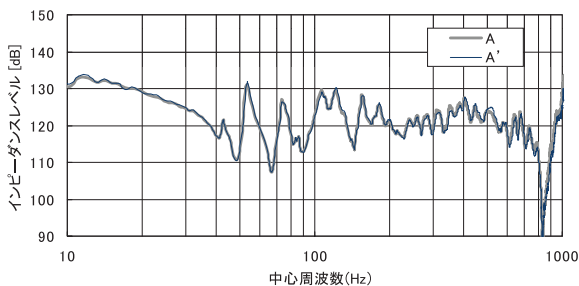


図-10 インピーダンス特性比較 (A, A')

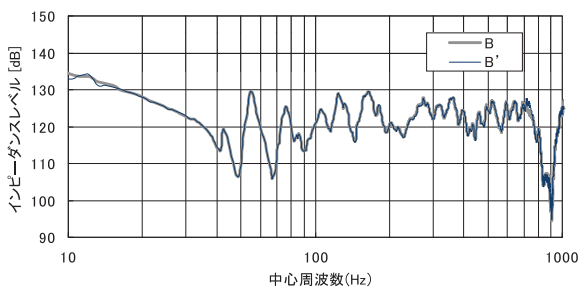


図-11 インピーダンス特性比較 (B, B')

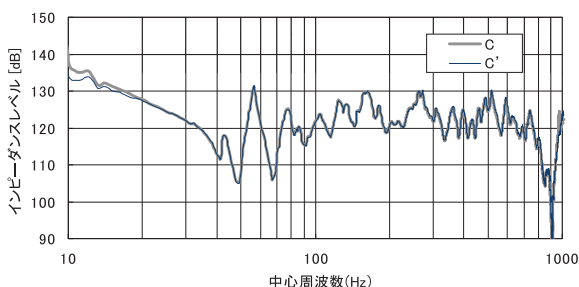


図-12 インピーダンス特性比較 (C, C')

衝撃音測定対象周波数である500Hz帯域までは、断面構成の違いによるインピーダンスに対する影響は認められない。このことより、インピーダンスの評価上は全断面がすべて有効に作用しており、音響的にも全断面を一体化した床構造として扱うことができると考えられる。

3.3 等価厚さ

スラブ全断面を普通コンクリート(密度 ρ :2300 kg/m³、ヤング係数 E : 2.4×10^{10} N/m²)として計算した基本インピーダンスレベルおよび等価厚さと、図-13のスラブ中央付近の衝撃時間内応答インピーダンス実測値とそれから求めた等価厚さを比較したものを表-2に示す。計算値に対して実測値がインピーダンスレベルで2.6dB大きい結果となっている。スラブ等価厚さでは40mm大きいことになり、実際のスラブ厚250mmを上回るものとなっている。これらの結果は、曲げ鋼板がスラブ剛性に寄与しているためと考えられる。

3.4 インピーダンス端部上昇量

Line 1、Line 2、Line A、Line B、Line Cについてのインピーダンス端部上昇量を均質単板¹⁾、中空スラブ¹⁾、穴あきPC板合成床¹⁾の上昇量とあわせて図-14に示す。これを見ると、Line 2が他に比べて上昇量が若干大きくなっているものの、全Lineともほぼ同程度のインピーダンス上昇特性となっている。本スラブのような1方向ボイドスラブは主方向と直交方向で剛性に偏りが生じる場合があるが、本スラブにおいてはインピーダンスの評価上は音響的には剛性の偏りはないとい

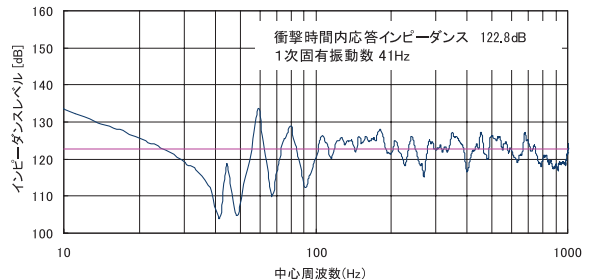


図-13 スラブ中央インピーダンス特性

表-2 等価厚さ比較

	インピーダンスレベル (dB)	断面2次モーメント (m ⁴)	等価厚さ (mm)
計算値	120.2	1.22×10^{-3}	244
実測値	122.8	1.90×10^{-3}	284

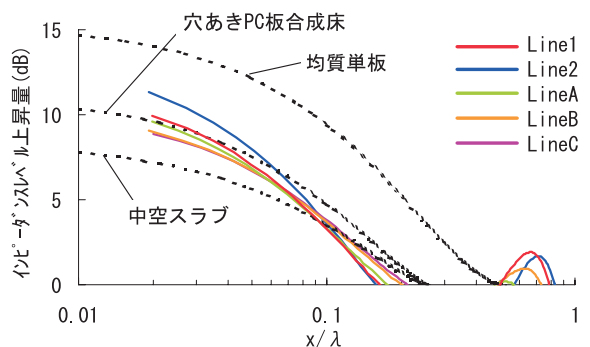


図-14 インピーダンス端部上昇量

える。また、本測定結果と各種床板のインピーダンス上昇量を比較すると、端部拘束の影響範囲こそ小さいが、穴あきPC板合成床と近似した特性となっている。

3.5 床衝撃音測定結果

重量床衝撃音測定結果を図-15に、軽量床衝撃音測定結果は均質単板スラブ(200mm厚の平均値)²⁾と矩形ポイドスラブ(等価厚230~280mmの平均N=30)²⁾の素面の測定結果とあわせて図-16に示す。なお、図中の()内はL数を表している。重量床衝撃音のL数はLDで50、洋室で52となり、素面の性能としては一般的なものといえる。軽量床衝撃音は、受音室に仕上げ天井が施工されているため絶対値は小さくなっているが、均質単板、矩形ポイドと比較すると、LD、洋室とも2K、4KHz帯域で増幅がみられ、矩形ポイドの高音域での増幅傾向に比較的近い傾向といえる。本スラブは矩形ポイドスラブほどポイド上部の薄肉部が多くないため、ポイド下部の薄肉部からの放射音の影響が考えられる。

4. むすび

曲げ鋼板を用いたフルPCaスラブのインピーダンスおよび床衝撃音測定結果について検討を行った。今後、この種のスラブの特性を詳細に把握するため、更なるデータの蓄積と検討を行う予定である。

【参考文献】

- 1) 井上：インピーダンス法による重量床衝撃音の計算法、音響技術、No.122、pp.24~29、2003年6月
- 2) 穴あきPC板合成床音響性能研究委員会：穴あきPC板合成床の床衝撃音遮断性能検討委員会・報告書、2002年3月

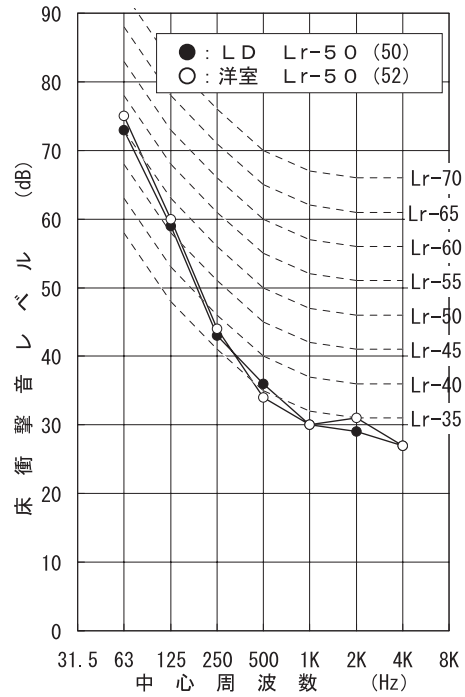


図-15 重量床衝撃音測定結果

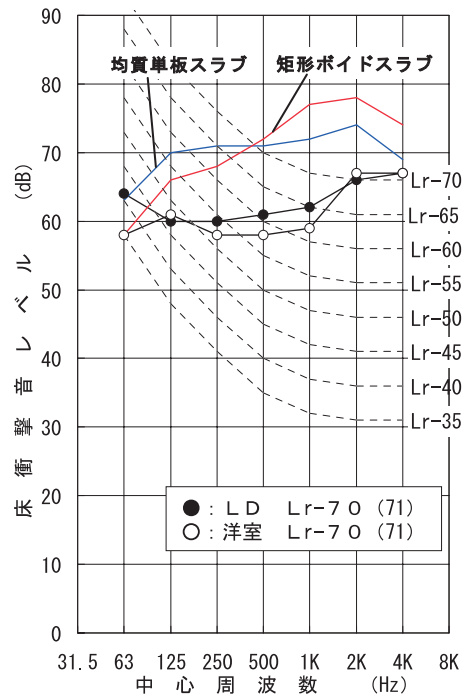


図-16 軽量床衝撃音測定結果