

Super HRC システム - 超々高層 R C 住宅の開発 大型スラブの床衝撃音特性



松岡 明彦*1

渡邊 秀夫*1
山内 崇*1
井上 勝夫*2

概 要

東雲計画の建物は、5 スパンのスラブが無梁構造となっており、これまでの床衝撃音レベルの予測法が適用し難い構造となっている。そこで、床衝撃音遮断性能を確認するために、3 スパン分の実物大モデルを建設して床衝撃音遮断性能の測定を行った。

その結果、次のことが明らかとなった。

- 1) 大型スラブでも、駆動点インピーダンスと床衝撃音レベルとの対応はよい
- 2) 大型スラブでも、適正な剛性を確保すれば床衝撃音は不利にならない
- 3) 今回採用のスラブリブ構造は、均質単板スラブに近いインピーダンス特性になる
- 4) 段差部は梁と同様の拘束性があり、床衝撃音遮断性能の面からみて有利要因となる

DEVELOPMENT OF “*Super HRC SYSTEM*” CHARACTERISTICS ON FLOOR IMPACT SOUND OF LARGE SCALE SLAB

Akihiko MATSUOKA*1
Hideo WATANABE*1
Takashi YAMAUCHI*1
Katsuo INOUE*2

The structure of Shinonome Project is designed five spans without beams, so it is difficult to apply the calculation method by impedance which is generally used until now to this structure. We constructed three spans full-scale model and measured the characteristics of insulation of floor impact sound.

The following measure results were obtained:

- 1) Even large scale slab, there is correspondence between impedance and floor impact sound level.
- 2) Even large scale slab, insulation of floor impact sound is not disadvantage, if slab is held proper rigid condition.
- 3) The characteristics of slab with rib structure are similar to those of homogeneous slab.
- 4) The part of step is possessed of high rigid as beam, so it becomes advantageous element for insulation of floor impact sound.

*1 技術研究所 *2 日本大学理工学部

*1 Technical Research Institute *2 College of Science and Technology, Nihon Univ.

Super HRCシステム-超々高層RC住宅の開発

大型スラブの床衝撃音特性

松岡 明彦*1
 渡辺 秀夫*1
 山内 崇*1
 井上 勝夫*2

1. はじめに

最近の集合住宅では、平面計画の自由性が重視され、無梁構造が計画されることが多くなっている。その結果、1スパン内では無梁として、ボイドスラブやアンボンドスラブなどの大型スラブが採用されるようになってきている¹⁾。

本東雲計画では、1スパン内だけではなく5スパンが無梁であり、集合住宅で不満度の指摘率が高い床衝撃音に対して、現在一般に用いられているインピーダンスによる床衝撃音レベルの予測法²⁾を適用し難い構造が採用されている。

そこで、品質確保の面から事前に床衝撃音レベルを確認する必要があると考え、実物大モデルを建設して床衝撃音遮断特性の測定を行ったので、その結果について報告する。

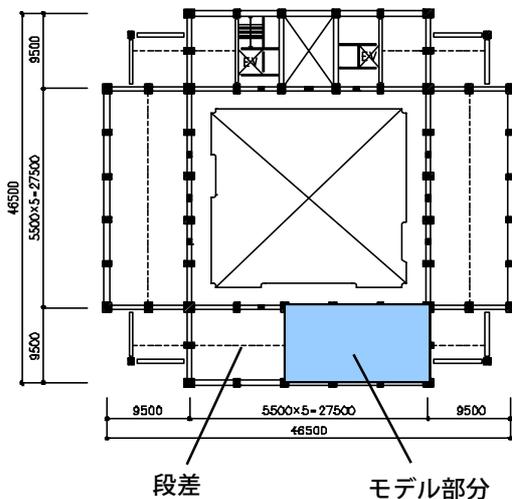


図-1 計画建物のと実大モデル部分

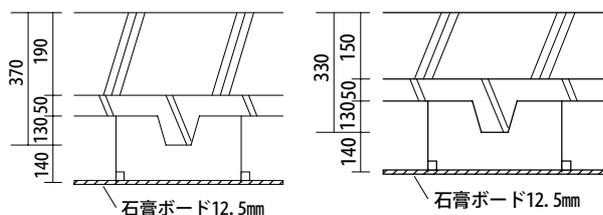


図-2 スラブ断面と天井

2. 実大モデルの概要

実物大モデルは、計画建物5スパンのうち、図-1に示す3スパン分のスラブ(17,230×9,420)を構築した。スラブは、リブを有する合成床用プレストレストPCa板(幅2,450mm)で、スラブ中央部に段差がある構造となっている。

スラブの断面を図-2に示す。スラブ厚さは、トッピン



(1) 中央スパン間仕切

(2) 段差スラブ



(3) スラブリブ

(4) スラブ段差部



(5) 天井(スラブ厚370mm)

(6) 天井(スラブ厚330mm)

図-3 実大モデル

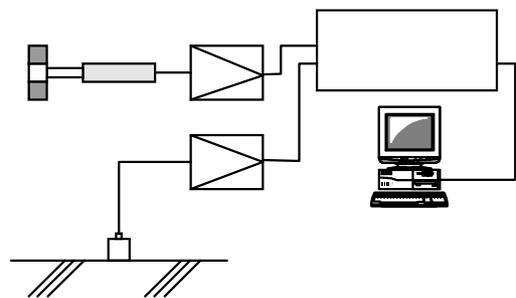


図-4 インピーダンス測定ブロックダイアグラム

*1 技術研究所 *2 日本大学理工学部

当実大モデルは3スパンとしたが、実際の建物では、さらに2スパン増加するため、長辺方向の固有振動数がより低周波数域から入ってくるため、インピーダンスの共振による低下量はさらに押さえらるものと推測される。衝撃インピーダンスレベルの測定値が370mmスラブで124dB、330mmスラブで121dBであり、その差が3dB程度

となっている。また、63Hz帯域以下におけるスラブの平均的駆動点インピーダンスレベルは、衝撃インピーダンスレベルと比較して370mmスラブは-3dB程度、330mmスラブは-5dB程度であるため、両スラブのインピーダンスレベルの差は5dB程度とみることができる。

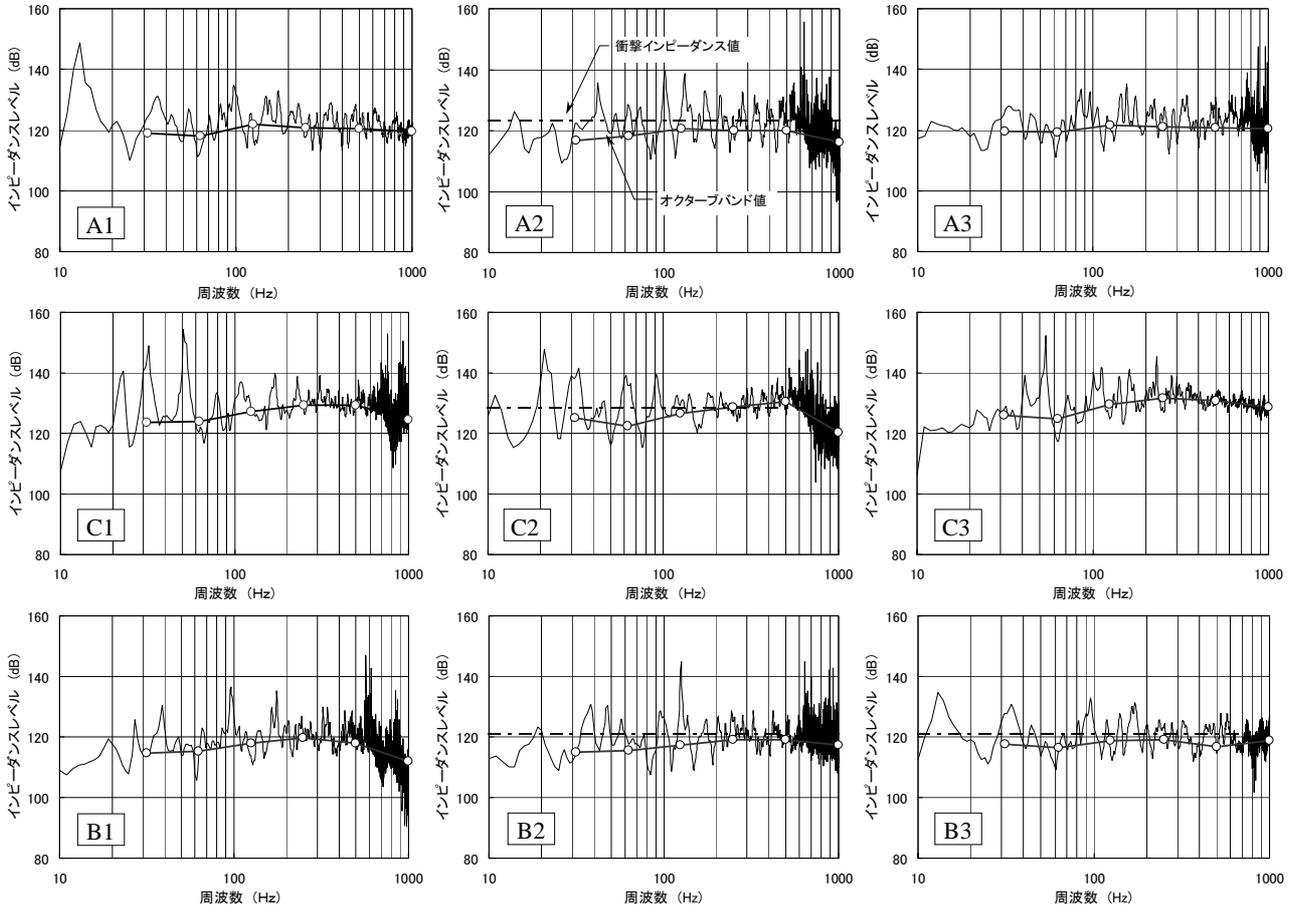


図-7 スラブ全体の駆動点インピーダンス測定結果

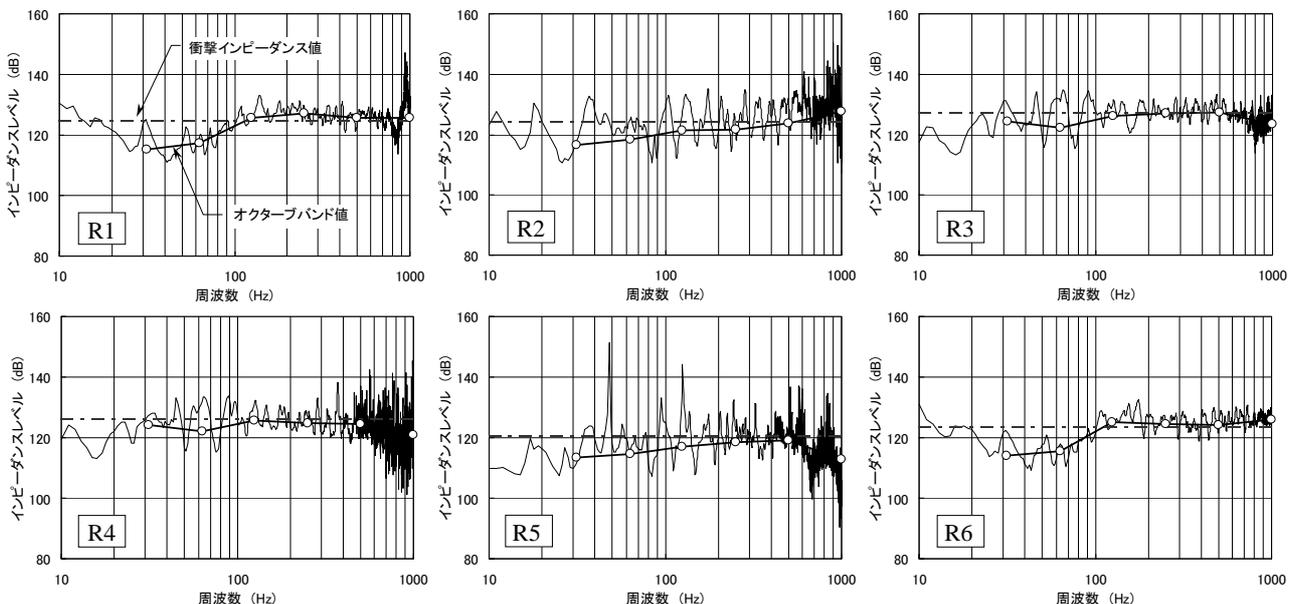


図-8 R方向における駆動点インピーダンス測定結果

なお、中央スパンのスラブと両端部スパンのスラブの駆動点インピーダンスレベルにはほとんど差がなく、振動面からみたスパンの差はないと考えられる。

図-8に、梁および段差の拘束力をみるために測定したR方向におけるインピーダンス測定結果を示す。これによると、それぞれのスラブ中央R2、R5に比べて、梁近傍のR1、R6の方が、駆動点インピーダンスレベルが若干大きく梁の拘束力が認められる。また、R1、R6と比較してR3、R4の駆動点インピーダンスレベルの方が大きくなっており、段差部分のスラブ拘束力が梁より大きいことがわかる。

この結果と先に示したA列、B列、C列の結果から、重

量床衝撃音遮断性能の面からみると、63Hz帯域でのスラブ端部拘束としての効果は5～10dB程度と考えられる。

スラブリブの有効性を確認するためにリブ上のR列とリブ間のD列におけるインピーダンスレベルを測定した結果のうち、スラブ中央点における比較を、370mmスラブについて図-9、330mmスラブについて図-10に示す。重量床衝撃音で特に対象とする低音域の周波数範囲では両者に大きな違いはみられず、トッピングコンクリートが比較的厚いため、両スラブとも曲げ変形に対して均質単板とみなせる特性を示している。

図-11に、Y方向、Z方向におけるインピーダンス測定結果を示す。これによると、端部のY2、Z2にいく

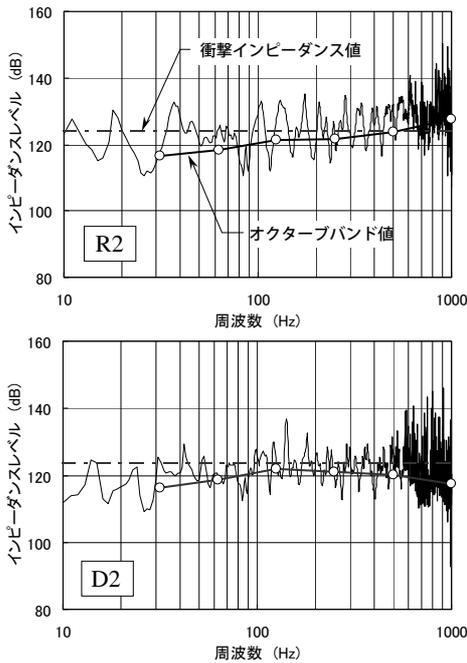


図-9 370mmスラブのリブ上・リブ間 駆動点インピーダンス測定結果

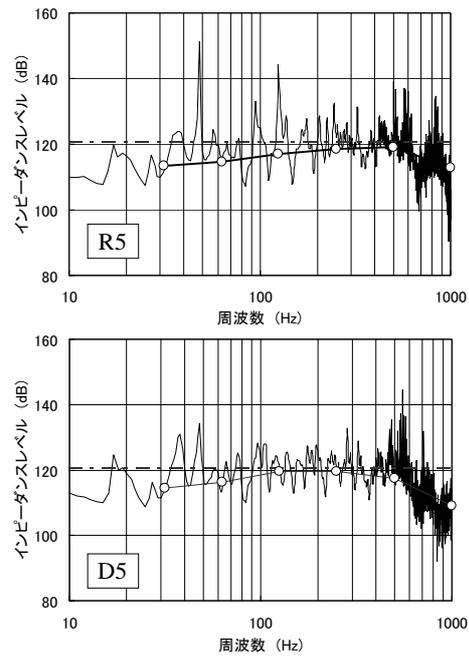


図-10 330mmスラブのリブ上・リブ間 駆動点インピーダンス測定結果

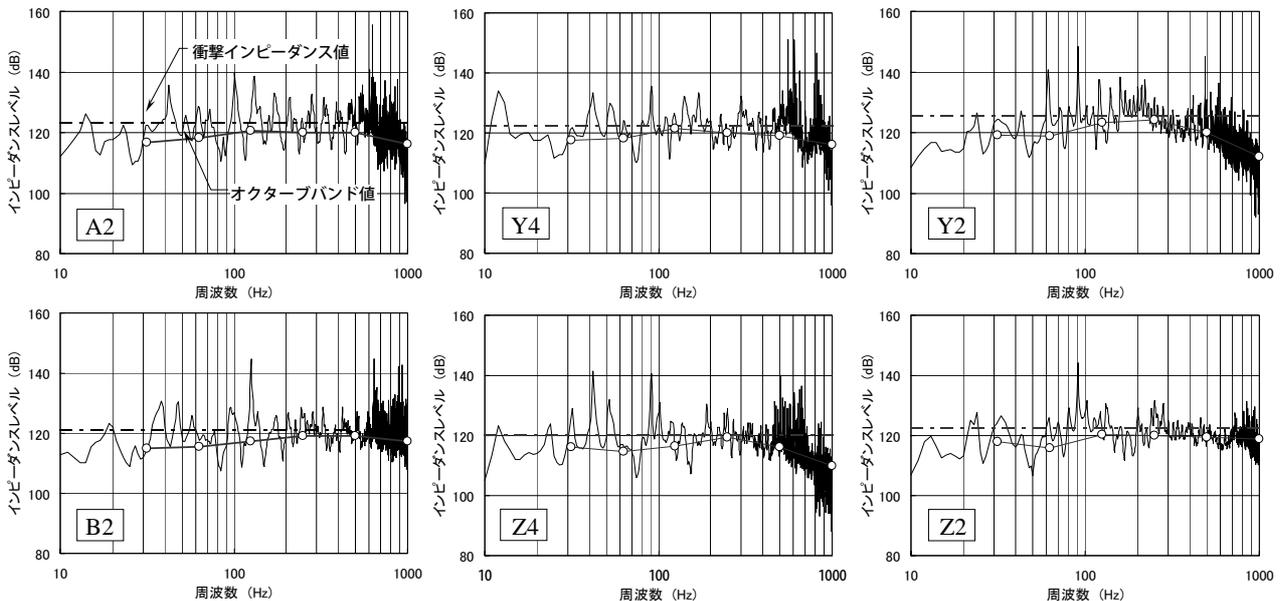


図-11 Y方向、Z方向における駆動点インピーダンス測定結果

にしたがいインピーダンスレベルが上昇していることがわかる。

これらの測定結果に基づき、A 2、B 2を基準にしたときのY方向、Z方向の衝撃インピーダンスの端部上昇量計算結果を、スラブ端部からの距離(x)と衝撃源の衝撃周波数でのスラブの曲げ波の波長(λb)との比を横軸にとって図-12、図-13に示す。両スラブともあまり大きな上昇は認められず、スラブ端部のごく近傍においてのみ2~3dB程度の効果が期待できる程度である。これは、在来の均質単板スラブの場合が15dB程度になるのに比べて極めて小さい値であり、今回採用したリブ構造のスラブの剛性が大きいことの証左ともなっている。

4.2 天井施工前の床衝撃音レベル

天井施工前の裸スラブの重量床衝撃音レベル測定結果を図-14に示す。これによると、L数で370mmスラブは50、330mmスラブは55の性能が得られている。この両者の差は、受音室の寸法比の違いなどの影響もあるため、単にインピーダンスレベルの差だけではないが、前述したように、衝撃インピーダンスのレベル差が3dB程度、それぞれのスラブの共振によるインピーダンス低下量のレベル差が2 dB程度、合わせて5dBであることから、スラブのインピーダンス特性の差にほぼ対応した値になっているといえる。

段差部の効果を見るために、衝撃点別の床衝撃音レベルを図-15、図-16に示す。これらによると、370mmスラブ、330mmスラブとも、スラブ周辺の梁に近い衝撃点①、②より段差部に近い衝撃点④、⑤を加振したときの床衝撃音レベルが小さな値になっている。衝撃点①を基準にしたときの各衝撃点との床衝撃音レベル相対差を図-17、図-18に示す。63Hzで2~4dB小さな値になっているが、これは、駆動点インピーダンスの測定結果に対応しており、段差部が床衝撃音の面からみて有効に作用していることが確認できる。

4.3 天井施工後の床衝撃音レベル

天井施工後の重量床衝撃音レベル測定結果のうち、A室、C室について図-19、B室、D室、E室について図-20に示す。

L数でみると、A室は54、C室は57となり、天井施工前に比べてA室で4、B室で2低下している。この性能の低下は、天井裏空気層(270mm)の弾性と天井板の質量による共振周波数が約40Hz、野縁間隔303mmで取り付けた天井板の共振周波数が約90Hzになることから、これらの共振の影響が63Hzにあらわれたためと考えられる。また、B室はA室に比べてL数で1、D室、E室ではC室に比べてL数でそれぞれ4、3小さな値になっているが、この変化量は、床の放射面積の比にほぼ対応した値となっている。

天井施工前後の軽量床衝撃音レベルの測定結果のうち、A室、C室について図-21、B室、D室、E室について図-22に示す。B室、D室、E室の値が、A室、C室に比べてL数で3~4大きな値になっている。これは、受音室の

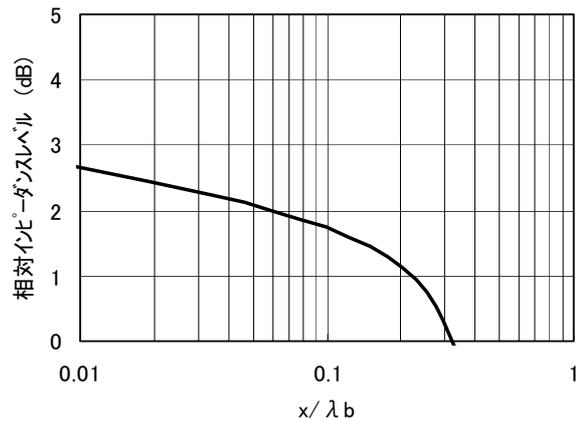


図-12 Y方向端部インピーダンス上昇量測定結果

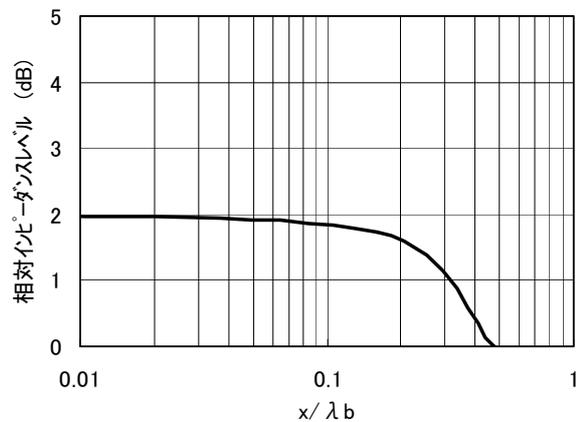


図-13 Z方向端部インピーダンス上昇量測定結果

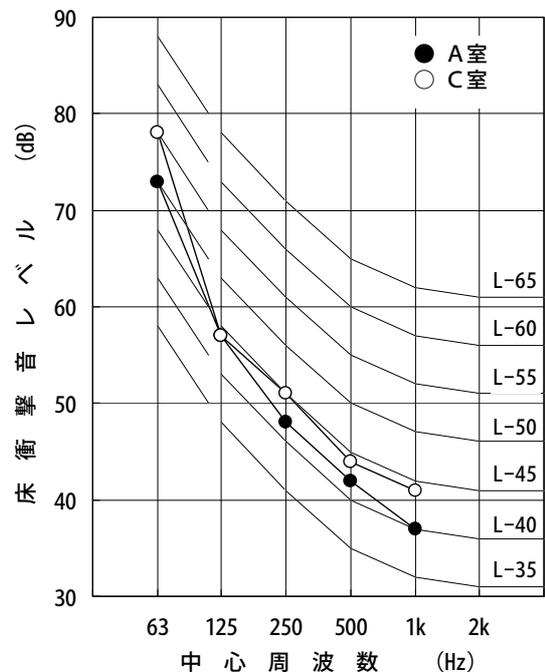


図-14 A、C室重量床衝撃音レベル測定結果

吸音力の違いのほか、床面積に対する壁面積の割合が大きくなる分、壁からの放射音の寄与度が大きくなるためと推測される。

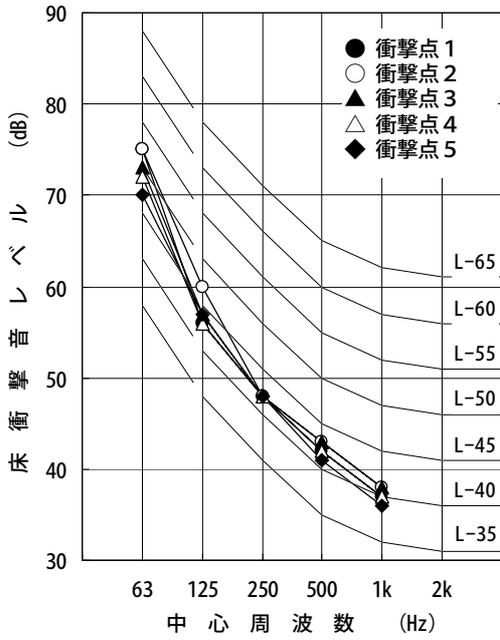


図-15 A室衝撃点別重量床衝撃音レベル測定結果

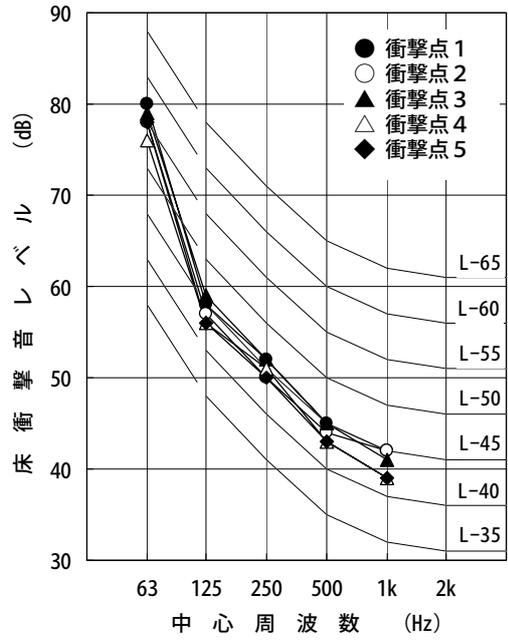


図-16 C室衝撃点別重量床衝撃音レベル測定結果

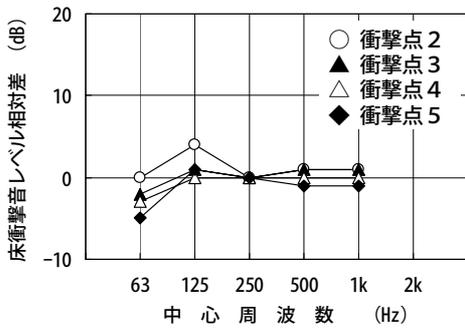


図-17 A室衝撃点①を基準としたときの床衝撃音レベル相対差

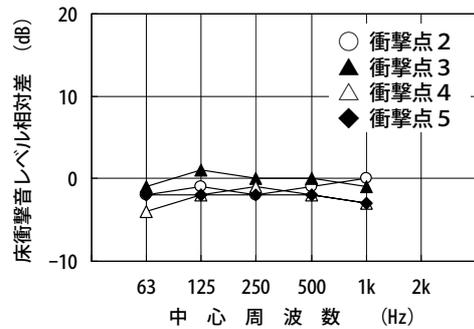


図-18 C室衝撃点①を基準としたときの床衝撃音レベル相対差

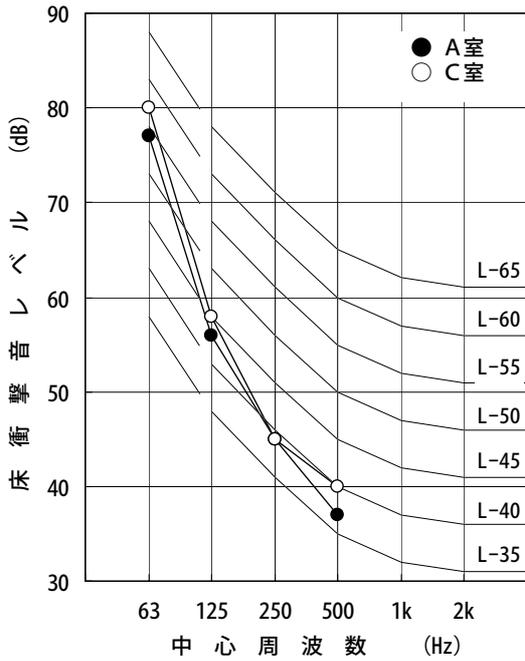


図-19 天井施工後A, C室重量床衝撃音レベル測定結果

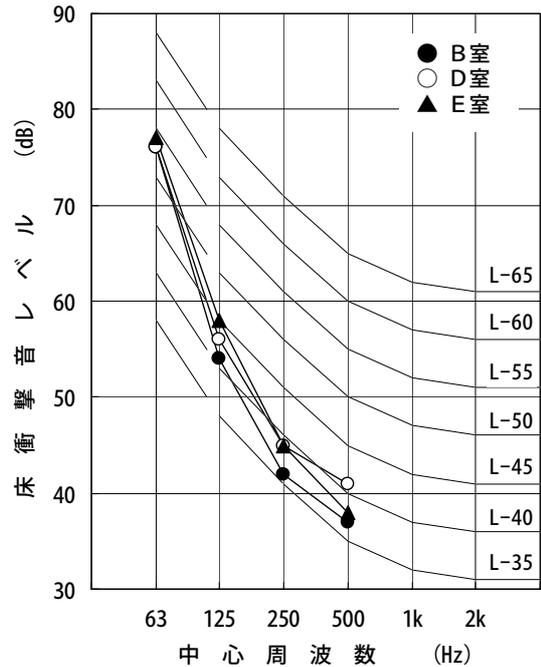


図-20 天井施工後B, D, E室重量床衝撃音レベル測定結果

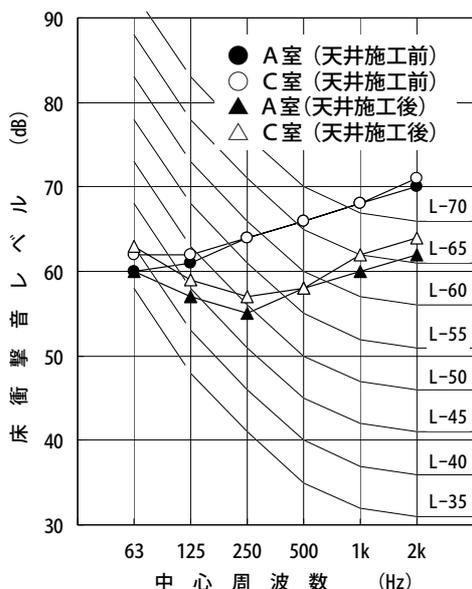


図-21 天井施工前後A、C室
軽量床衝撃音レベル測定結果

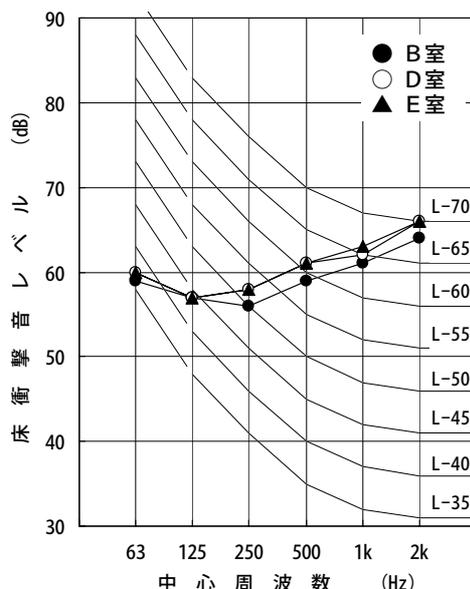


図-22 天井施工後B、D、E室
軽量床衝撃音レベル測定結果

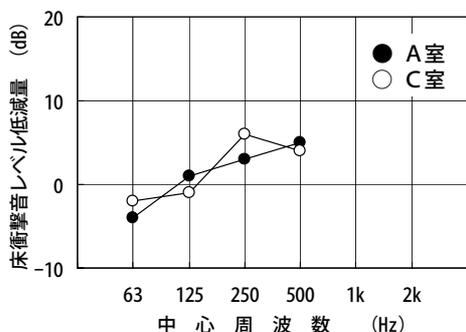


図-23 天井によるA、C室重量床衝撃音レベル低減量

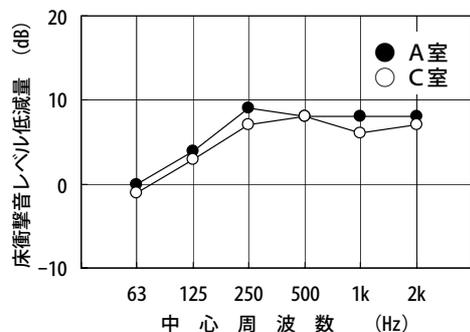


図-24 天井によるA、C室軽量床衝撃音レベル低減量

A室、C室の天井による床衝撃音レベル低減量（天井施工前後の床衝撃音レベルの相対差）のうち、重量衝撃音について図-23、軽量衝撃音について図-24に示す。63Hz帯域では重量衝撃音で2～4dBのマイナス効果、軽量衝撃音も低減効果はみられず、前述した共振の影響が重量衝撃音だけではなく軽量衝撃音にもあらわれていることがわかる。天井による低減効果は、重量衝撃音で250Hz帯域以上、軽量衝撃音で125Hz帯域以上の周波数であらわれはじめる特性となっている。

5. おわりに

リブ付き大型スラブの床衝撃音レベル特性について明らかにした。このような特殊なスラブ構造でも、インピーダンスと床衝撃音レベルとの対応はよく、通常のスラブ構造と同じように取り扱ってよいことが確認された。また、大型スラブでも適正な剛性を確保すれば床衝撃音は不利にならないこと、今回採用のリブ構造では均質板に近い特性になること、段差部は梁と同様の拘束性があること等が確認された。

今後、スラブ330mmに計画される居室の乾式二重床の床衝撃音遮断性能の特性について検討を行う予定である。

【参考文献】

- 1) 古賀、涌井、田野
「チューブコア形式による集合住宅の重量床衝撃音遮断性能」日本建築学会大会学術講演会梗概集(1999.9)
- 2) 木村、井上
「床衝撃音と床スラブの振動特性に関する実験的研究」日本建築学会論文報告集 第332号 昭和58年10月