

K.S.T.スラブにおける重量床衝撃音レベル予測手法に関する実験的検討 Experimental Study for the Prediction of Heavy Floor Impact Sound Level on K.S.T. Slab

鹿倉潤二*

Junji Shikakura

集合住宅の購入者にとって、床衝撃音遮断性能に対する関心は非常に高い。平成12年「住宅の品質確保促進等に関する法律」が施行され、その関心はさらに高まる傾向にある。

また、床衝撃音でも特に重量床衝撃音については、仕上げ材の種類・性能には関係なく、スラブ自身のもつ性能により決まると言われている。

そこで、本稿では既報¹⁾のK.S.T.(クリモト・システム・トラス)スラブの床衝撃音遮断性能をインピーダンスの観点から検討し、インピーダンス法予測計算に応用することを目的とする。

Purchasers of collective housing are taking an increasing interest in floor impact sound insulation of their houses. Their interest tends to increase more and more, since "Housing Quality Assurance Act" was enforced in 2000.

Especially, it is said that the heavy floor impact sound insulation depends on not the property or kind of finish method, but the slab's own ability.

So, this paper describe the examination of the floor impact sound insulation property of K.S.T. (Kurimoto System Truss, we reported before) from the result of impedance measurement and the application of it to calculate the predicted value in the Impedance method.

1. はじめに

既報¹⁾のK.S.T.スラブについて、従来工法である中空スラブとインピーダンスの観点から床衝撃音遮断性能を比較し、インピーダンス法予測計算を行う際どのように考慮すべきか検討することを目的とする。また、中空スラブのボイド部(以下、ワインディングパイプ)は、重量床衝撃音に対して影響がないものとされているが、K.S.T.スラブは中空スラブとはワインディングパイプの形状が異なるため、中空部の影響もあわせて検討する。

2. インピーダンス法予測計算について

重量床衝撃音予測法については、実用的計算法としてインピーダンス法²⁾が一般的である。インピーダンス法重量床衝撃音レベル予測計算フローを図1に示す。

また、この手法の適用範囲はスラブ面積がおおよそ30m²以下と制限されている。そのため、中空スラブのような大型スラブでは、拡張適用できるような修正方法がすでに提案されている³⁾。この修正方法では、主に以下の2項目について実験的に検証し基準化している。

- 1) 端部拘束によるインピーダンスレベル上昇量
(以下、端部上昇量)
- 2) 共振によるインピーダンスレベル低減量
(以下、共振による低減量)

そこで本稿においても、K.S.T.スラブにおいて上記2項目の測定を行い、中空スラブでの実測値または基準値と比較し、K.S.T.スラブでの修正方法を検討する。

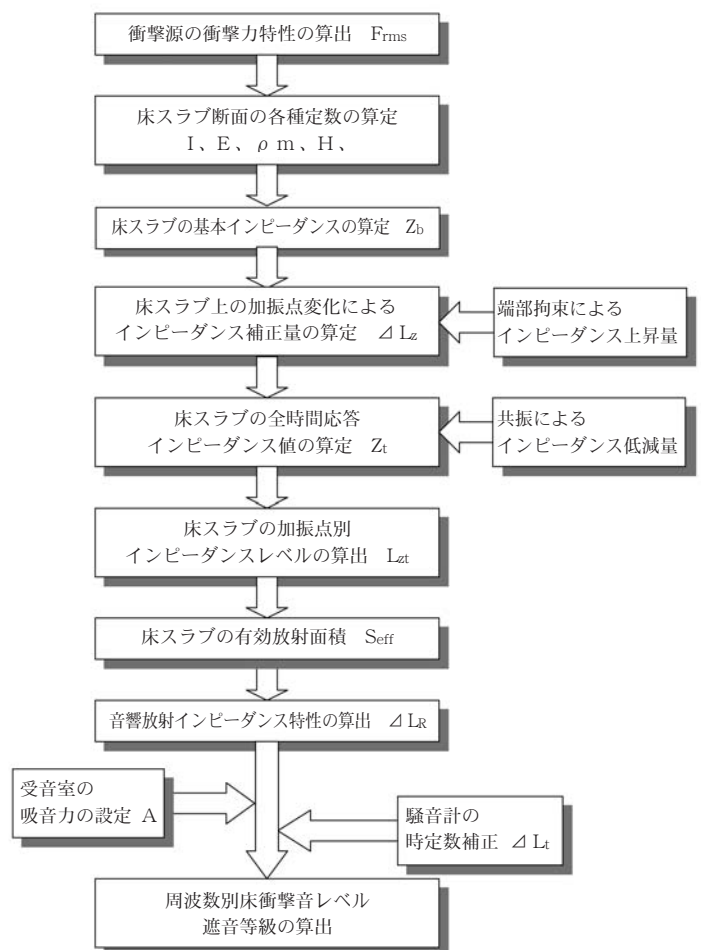


図1 予測計算フロー
Fig. 1 Prediction Flow

* 建材事業部 技術開発部

3. 測定概要

3.1 測定対象スラブ

測定対象スラブを図2に示す。測定対象スラブは、K.S.T.スラブ総厚さ300mm、ワインディングパイプ径220×171mm、スラブ寸法8,000×8,000mmのスラブで、内装工事前のコンクリート素面状態で測定を行った。

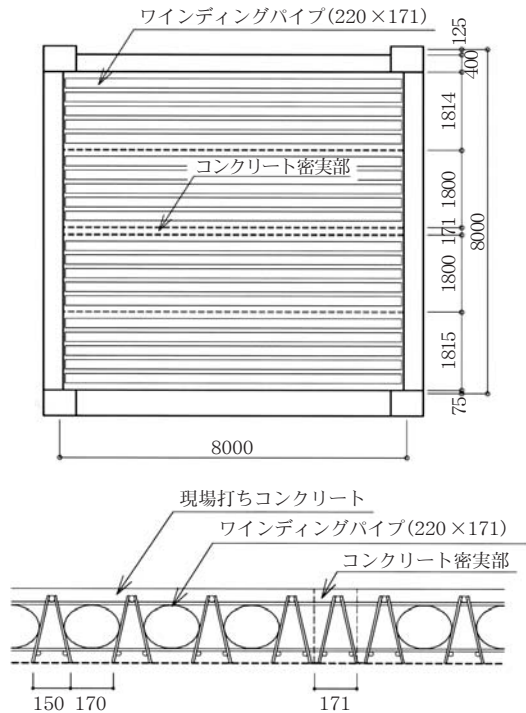


図2 測定対象スラブ平面・断面図
Fig. 2 Test Slab

3.2 測定項目

1) 衝撃インピーダンスレベル

衝撃インピーダンスレベルは、衝撃時間内応答を対象として、衝撃力と速度応答の比の常用対数の20倍で示される。

通常、衝撃インピーダンスレベルは、無限大版のインピーダンスレベルと一致し、周波数に関係なく同一の値として取り扱われる。

2) 全時間応答インピーダンスレベル

全時間応答インピーダンスレベルは、応答波形が暗振動以下に低減される時間(通常1～2秒)を対象に衝撃力と速度応答の比の常用対数の20倍で示される。

通常、全時間応答インピーダンスレベルは、周波数ごとに算出されるため、無限大版のインピーダンスレベル(衝撃インピーダンスレベル)と差を取ることで共振の影響を見ることができる。

3.3 測定方法

3.3.1 端部上昇量

測定点は、スラブ端部からワインディングパイプと平行な方向(以下、X方向)およびワインディングパイプと直行方向(以下、Y方向)に、50、100、200、400、800、

1,600および2,400mm(P1～P7)の計7点とする(図3)。

測定は、インパルスハンマ(衝撃周波数200Hz)で加振したときの衝撃力と加振点近傍における振動速度応答とし、その値を用いて衝撃インピーダンスレベルを算出する。ブロックダイアグラムを図4に示す。

端部上昇量は、梁または壁の影響を受けないスラブ中央付近の衝撃インピーダンスレベルとそれぞれの測定点での衝撃インピーダンスレベルの差で表される。

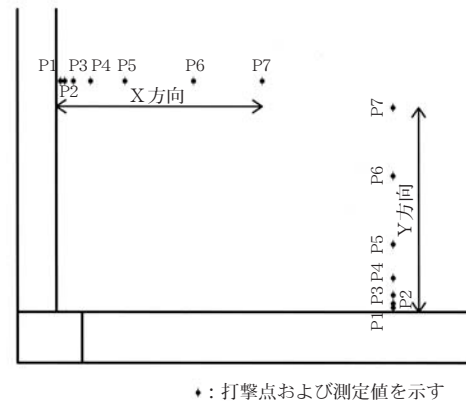


図3 測定点詳細図(端部上昇量)
Fig. 3 Measurement Point

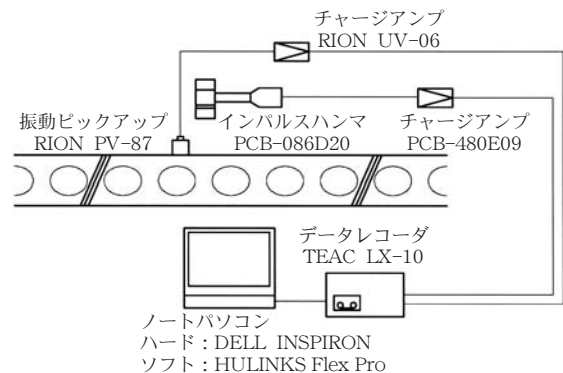


図4 ブロックダイアグラム
Fig. 4 Block Diagram

3.3.2 共振による低減量

測定点は、梁または壁の影響を受けないスラブ中央付近の任意の6点とする。

測定は、インパルスハンマ(衝撃周波数200Hz)で加振したときの衝撃力と加振点近傍における振動速度応答とし、その値を用いて全時間応答インピーダンスレベルを算出する。ブロックダイアグラムを図4に示す。

共振による低減量は、それぞれの測定点での衝撃インピーダンスレベルと全時間応答インピーダンスレベルの差で表される。

3.3.3 中空部の影響

測定点は、梁または壁の影響を受けないスラブ中央付近のコンクリート密実部と、ワインディングパイプ上の2点とする(図5)。加振源は実際の重量床衝撃音の試験で用いるバングマシン(衝撃周波数25Hz)とする。

測定は、バングマシンにより加振したときの衝撃力と

論文・報告

加振点近傍における振動速度応答とし、その値を用いて全時間応答インピーダンスレベルを算出する。このとき、バングマシンの衝撃力はバングマシンの加速度を測定し、有効質量を乗じて求めるものとする。ブロックダイアグラムを図6に示す。

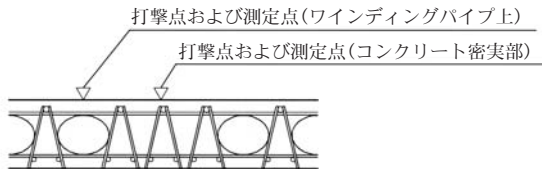


図5 測定点詳細図(中空部の影響)
Fig. 5 Measurement Point

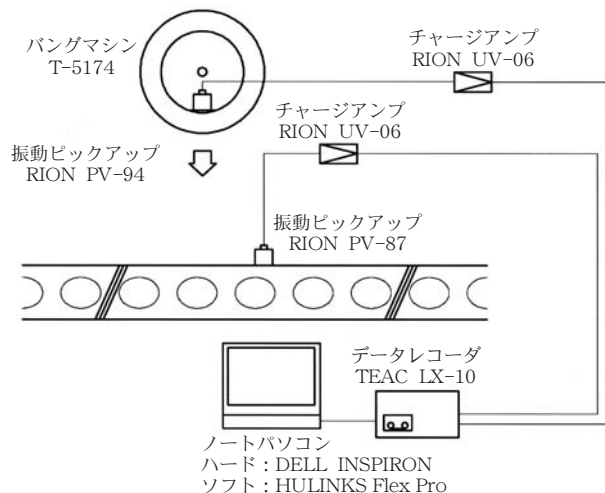


図6 ブロックダイアグラム
Fig. 6 Block Diagram

4. 測定結果

4.1 端部上昇量

X方向およびY方向の結果および中空スラブでの実測値を図7に示す。ここで、X軸は、インパルスハンマの衝撃周波数200Hzでの曲げ波の波長とスラブ端部から測定点までの距離の比で表すものとする。

K.S.T.スラブでの実測値はXおよびY方向いずれも、中空スラブでの実測値のばらつきの範囲に収まっている。

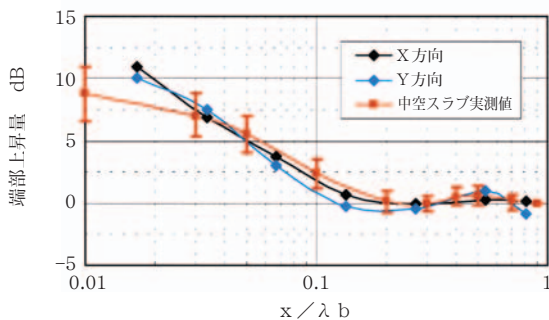


図7 測定結果(端部上昇量)
Fig. 7 Relative Impedance Level

4.2 共振による低減量

スラブ中央付近 (梁および壁の影響を受けない任意の6点) での測定結果および中空スラブでの基準値を図8

に示す。

K.S.T.スラブ実測値の125Hz帯域以下では、ばらつきは大きい中空スラブの基準値に比べ小さくなる傾向がある。

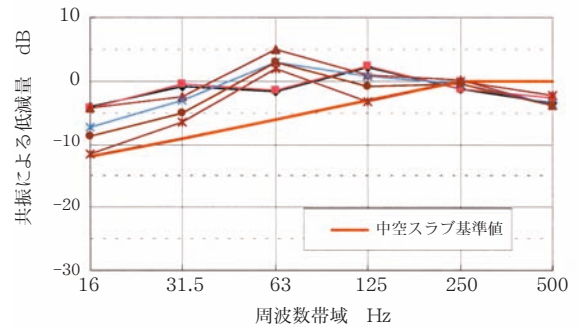


図8 測定結果(共振による低減量)
Fig. 8 Relative Impedance Level

4.3 中空部の影響

コンクリート密実部およびワインディングパイプ上の全時間応答インピーダンスレベルを図9および10に示す。図9においては、バングマシンの衝撃力特性上有効な16~500Hz帯域を示す。

コンクリート密実部およびワインディングパイプ上の測定値は、1/1 Oct バンドではほぼ等しい値を示している。

また、図10に示すスペクトルのグラフより1次固有振動数は22.4Hzとなっている。これは通常のコンクリートスラブの1次固有振動数計算値(21.7Hz)とほぼ対応している。そのため、1次固有振動数の算出については通常の算定方法で問題ないものと考えられる。

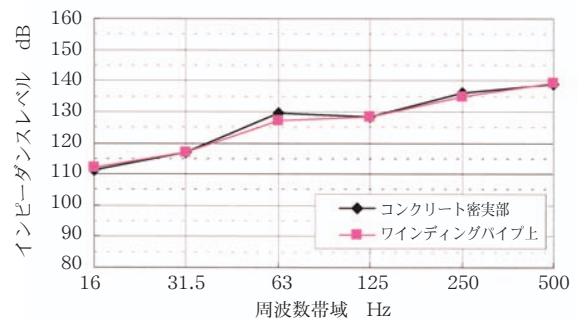


図9 測定結果(中空部の影響)
Fig. 9 Impedance Level

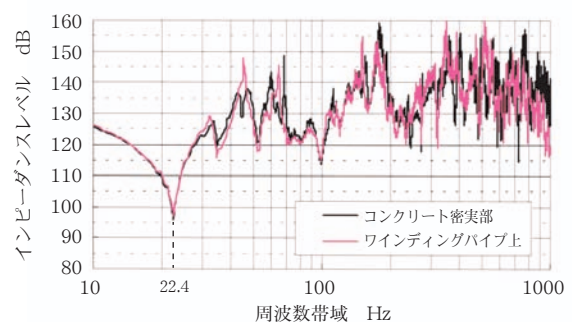


図10 測定結果(中空部の影響)
Fig. 10 Impedance Level

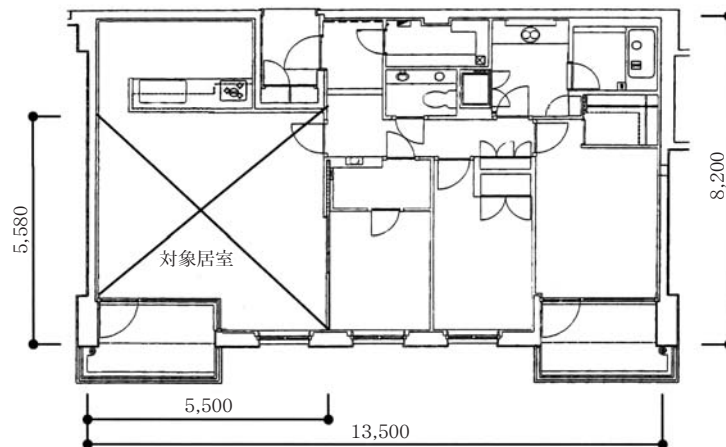


図11 測定対象居室平面図
Fig. 11 Test Room

5. 重量床衝撃音レベル予測計算方法の検討

K.S.T.スラブ(厚さ300mm)を用いた集合住宅(図11)で行った重量床衝撃音実測値および、中空スラブの修正方法³⁾を用いて計算した重量床衝撃音予測計算値を図12に示す。

重量床衝撃音の測定対象である63~500Hz帯域において実測値は計算値に比べ1~4 dB小さくなる傾向となった。これは、端部上昇量はK.S.T.スラブと中空スラブではほぼ等しいが、共振による低減量が小さくなったことが影響しているものと考えられる。

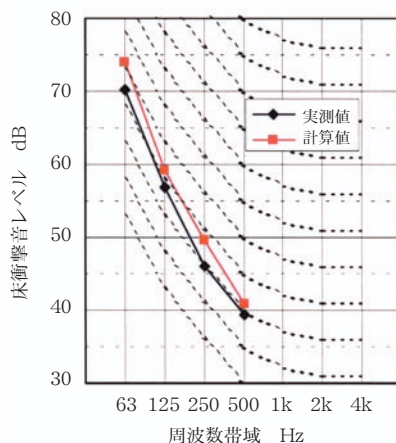


図12 測定結果(重量床衝撃音レベル)
Fig. 12 Heavy Floor Impact Sound Level

6. 結論

1) 端部上昇量

ワインディングパイプと平行・直行方向いずれも中空スラブの端部上昇量とほぼ同様の傾向を示した。

2) 共振による低減量

中空スラブの基準値に比べ共振による低減量はほとんどの周波数帯域で小さくなる傾向にあり、重量床衝撃音遮断性能上有利になった。

3) 中空部の影響

コンクリート密実部とワインディングパイプ上には有

意な差は認められなかったもので、K.S.T.スラブにおいても中空スラブと同様に、ワインディングパイプは重量床衝撃音に対しては影響しないものと考えられる。

4) 予測計算への適用

以上の結果より、K.S.T.スラブの重量床衝撃音予測は、中空スラブの修正方法を用いてインピーダンス法予測計算で予測するのが安全側にもなり適当である。

5) 今後の展開

今後は、さまざまな大きさ・厚さのK.S.T.スラブでもインピーダンス特性の実測を行い、予測計算の精度を上げていく。

参考文献

- 1) 池田、木野井、柴部、藤井：K.S.T.トラスおよびK.S.T.スラブの性能、クリモト技報No.46(2002.3)、pp.44-55
- 2) 日本建築学会編：建物の遮音設計資料、技報堂出版株式会社(1988.8)、PP.120-140
- 3) 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(1998.9)、pp.187-190

執筆者

鹿倉潤二

Junji Shikakura

平成11年入社

建築音響関係の研究・開発に従事

一級建築士

環境計量士(騒音・振動関係)

