

- 2 相当スラブ厚（重量床衝撃音）の測定・評価方法に関する研究 Study on the measurement and the evaluation of substantial thickness of various concrete slabs from a viewpoint of impact sound insulation of floor

（研究期間 平成14～16年度）

環境研究グループ
Dept. of Environmental Engineering

福島寛和
Hirokazu Fukusima

平光厚雄
Atsuo Hiramitsu

Synopsis - In this research, we studied substantial thickness of various concrete slabs from a viewpoint of impact sound insulation of floor. Especially, the substantial thickness of void slab was investigated applying Stephen P. Timoshenko's theory on thin plate. Additionally, the substantial thickness of wooden floor structure was examined.

【研究目的及び経過】

住宅品質確保促進法の住宅性能表示制度の評価・表示項目のうち、「8.音環境に関すること」において、「相当スラブ厚（重量床衝撃音）（以下『相当スラブ厚』と呼ぶ）」という評価・表示項目が規定されている。本項目は、重量床衝撃音の遮断性能の観点から鑑みて、当該の床構造を均質な普通コンクリートのスラブの厚さに換算した場合の値（単位:cm）を求め、それを評価・表示する項目である。従来、建築音響の実務的研究分野では、Stephen P. Timoshenkoの薄い均質板における曲げ応力理論を基に、「無限板仮定の駆動点インピーダンス（当該の床の断面構造が無限に広がっていると仮定した場合の駆動点インピーダンス）」という物理量を介在させて、スラブの等価的な厚さ、すなわち相当スラブ厚を算定する方法が多用されてきており、住宅品質確保促進法の評価方法基準に関する告示（国土交通省告示第1347号）に提示されている算定式も、この理論や物理量に基づく換算式である。実際に、一回の打設により施工されるような現場打ちコンクリートに関しては、上記の物理量を用いて床衝撃音レベル（dB）まで算出した結果と、実際の床衝撃音レベルの実測結果が、ほぼ一致することが報告されてきている。評価方法基準に相当スラブの算定式が示されている理由の一つには、現場打ちの軽量コンクリートスラブや、デッキプレートスラブ等に適用できるようにすることにある。一方、近年、コンクリート系構造の集合住宅の建設においては、「複合スラブ（ハーフPC版の上部に現場打ちコンクリートを流し込んだ床スラブ）」が多用されており、このような複層構造的なコンクリートスラブに対して、適用可能か否か、また適用できるとしてその範囲（断面仕様の範囲）などが明確になっていない。

そこで本研究は、中高層の集合住宅で多用されている複合スラブを調査し、それらの相当スラブ厚（等価厚さ）が評価方法基準に示されている算定式に適用できる

か否か、また、適用可能な場合でもその適用範囲をある程度明確にすることを主眼に実施されてきた。

また、コンクリートスラブに比して複雑な組構造となる木造などの相当スラブ厚についても検討を実施したが、本報ではこの内容については省略する。

【研究内容】

まず、文献調査とゼネコンの技術研究所を中心としたアンケート調査・ヒアリング調査を実施して、研究対象とする複合スラブの種類を絞り込んだ。続いて、研究対象となる複合スラブを用いた集合住宅の建設現場を多数利用してもらい、スラブの曲げ振動に関する衝撃時間内応答インピーダンスを計測した。具体的には、この（機械）インピーダンスは、スラブ中央付近に振動速度計測器を設置して、その近傍を、衝撃力が計測できる質量5kg程度のハンマーで打撃加振し、

（ハンマーの衝撃力の計測値）dt

÷ （ハンマー近傍の振動速度の計測値）dt

を計算して求められる。ここで、「 \int 」は、ハンマーの衝撃開始時間から終了時間における各物理量（振動速度、加振力）の積分を表す。スラブを薄い均質板と仮定でき、かつ、衝撃時間内に計測されるスラブの振動速度に、スラブ端部からの反射波の影響が無ければ（すなわち、スラブ端部で反射してくる曲げ振動が打撃点に到達する前にハンマーの衝撃が終了していれば）、理論上、計測される衝撃時間内応答インピーダンス値は、前述した無限板仮定の駆動点インピーダンスの値と同一となる。この理論を基にして、研究対象とした複合スラブの、評価方法基準に提示されている相当スラブ厚の算定式への適用方法、特に複合スラブの断面二次モーメントの算出方法（例えば、強軸断面で計算可能か否か等の問題）について詳細な検討を実施した。並行して、今後開発される新たなコンクリートスラブ構法に対応できるように、駆動点の衝撃時間内応答インピーダンスの測定方法についても検討を行った。

【研究結果】

図1は、検討対象とした複合スラブの断面図の一例であり、図2は、図1の断面構造に用いられたハーフPC版の鳥瞰図である。このような断面の複合スラブについて、衝撃時間内応答インピーダンスの測定を、実際の集合住宅の建設現場において多数実施した。並行して、当該断面構造の複合スラブの無限版仮定のインピーダンス値を、単位幅あたりの断面二次モーメントと使用されたコンクリートのヤング率から算定した。

図3は、横軸を計算結果、縦軸を測定結果としてまとめたものである。1つの点が、1スラブの計算結果・測定結果である。なお、両軸とも、「1 N・s/m」を「0 dB」とした対数軸表示になっていることに注意されたい。図3において、45°の斜め線の近傍に検討結果が集中していれば、図1の複合スラブは、前述の評価方法基準に示されている算定式が適用可能であると判断できることになる。また、この斜め線より上側の結果は、計算結果より測定結果が上回っているため、消費者サイドから見て安全側の結果と言えるが、逆に下回っている点は危険側の結果となる。本断面構造の事例については、ほぼ45°の斜め線の近傍に結果が集中しているものの、若干下回っているものがあるため、それらの要因を検討した。その結果に加えて、実際の施工状況なども勘案し、この類の複合スラブについて、評価方法基準に規定されている相当スラブ厚（等価厚さ）を求める算定式に適用可能な仕様の要件を、最終的に検討している。

本研究では、中高層の集合住宅で多用されているこの他の複合スラブについても、同様な測定・計算、並びに検討を実施してきた。

【参考文献】

- 1) 床衝撃音に対する合成床版の断面性能： 福島寛和、井上勝夫(日大理工)、日本音響学会平成14年秋季発表会論文集、pp.879～880、2002年9月
- 2) 合成床スラブの振動特性と性能表示制度： 福島寛和、井上勝夫(日大理工)、日本音響学会建築音響研究会資料AA2002-29、pp.1～6、2002年10月
- 3) 評価方法基準に規定されている“一体として振動する床構造”について： 福島寛和、井上勝夫(日大理工)、石井秀明(国交省住宅局)、日本音響学会平成15年春季発表会論文集、pp.1031～1032、2003年3月
- 4) 評価方法基準の“一体として振動する床構造”に該当する合成スラブの仕様の基準(案)について： 福島寛和、井上勝夫(日大理工)、石井秀明(国交省住宅局)、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.39～40、2003年9月

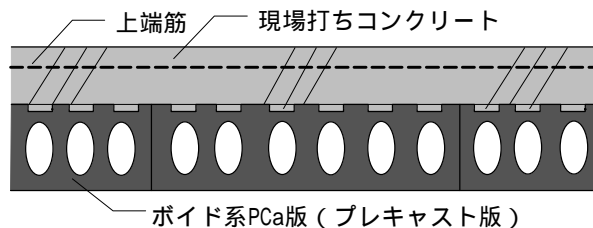


図1 複合スラブの一例

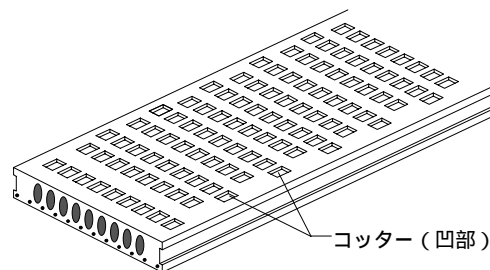


図2 図1のプレキャスト版 (ボイド系 Pca 版) の例

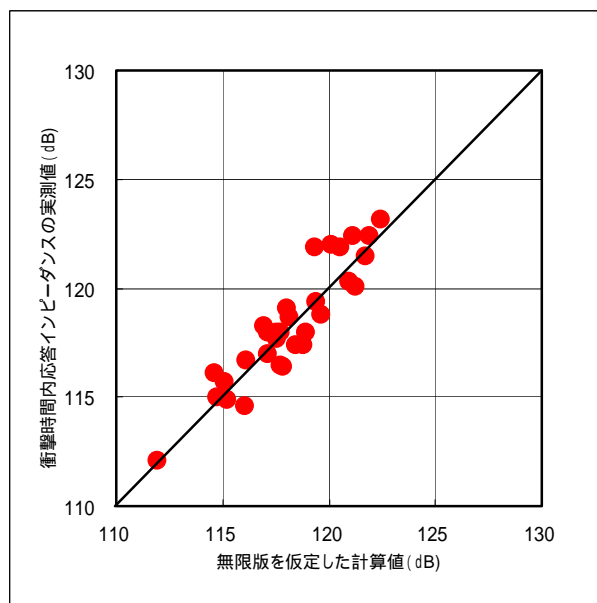


図3 図1の断面を有する実際の集合住宅の、衝撃時間内応答インピーダンスの測定結果と、無限版仮定のインピーダンスの計算結果との比較事例