

研究論文

低騒音タイルの製品化研究

竹内繁樹*¹、深澤正芳*²、星 幸二*³

Fabrication of Low Noise Tiles and Their Acoustic Characteristics

Shigeki TAKEUCHI*¹, Masayoshi FUKAZAWA*² and Koji HOSHI*³Tokoname Ceramic Research Center, AITEC*^{1*2*3}

集合住宅の共用部分や駅コンコースなどでの歩行による騒音を低減させるタイルの開発を目指して、昨年度に開発した炭化ケイ素を添加した熱間発泡素地を用いて、二丁掛けタイルの試作及び評価を行った。試作したタイルについて落球試験により固体衝撃音の測定を行ったところ、タイル素地単味に比べ固体衝撃音が約 3dB 低減することが確認できた。また、コンクリート板上にモルタル及び弾性接着剤により施工して、落球試験による固体衝撃音の比較及び音響解析を行った。

1. はじめに

集合住宅の共用部分や駅コンコースなどでの歩行による騒音を低減させる床タイルの開発を目指して、靴底がタイルと衝突するときに発生する固体衝撃音を低減させる低騒音タイルの開発を行った。

そこで、本研究は前年度開発した熱間発泡素地¹⁾を用いてタイルを試作し、その固体衝撃音の評価を行った。

2. 実験方法

2.1 タイルの試作

タイル原料には、常滑地区のタイルメーカーが使用しているせつ器質タイル用原料を用いた。また、熱間発泡により気孔を形成する添加剤として炭化ケイ素(大洋ランダム株式会社製、NISSO RUNDUM NC(以下 SiC))を用いた。タイル素地が 1180~1200℃で密化することから、SiC は 1200℃付近で十分な酸化が起きる #6000(平均粒径 2 μ m)のものを用いた。

タイル原料への SiC の添加・混練はウェットパンミルを用いた。タイル原料 6kg(含水率 21%)に対して SiC を乾燥質量基準で外割り 0.5%添加し、その後 60 分間混練した。成形には幅 65mm、長さ 227mm、厚さ約 15mm の二丁掛けタイル用金型を用い 5MPa の圧力で成形した。また、比較するために、タイル素地単味品も同様の工程で成形した。これらを風乾後 120℃で乾燥し、昇温速度 100℃/h で 1140~1240℃の焼成温度でそれぞれ 1 時間保持して焼成した。得られた焼成体の焼成性状とかさ比重を調べた。

2.2 試作タイルの固体衝撃音測定

2.2.1 試作タイル単体の固体衝撃音測定

試作タイル単体の固体衝撃音の測定には図 1 に示すような落球試験装置を用いた。質量 5.4g の鉄球を、タイル表面から 40cm の高さに電磁石で保持し、測定時にその電源を切ることにより鉄球を落下させ衝突時の固体衝撃音を測定した。

タイルは自由振動に近い状態となるようにウレタンフォームの上に置き、鉄球がタイルの中央に落下するように位置を調整して行った。

衝突時に発生する衝撃音は、タイル中央から 50cm 離れた位置に設置した騒音計(リオン株式会社製普通騒音計、NL-20)により、音圧レベル(L_p)及び騒音レベル(L_A)を測定した。その測定条件を表 1 に示す。



図 1 落球試験によるタイルの固体衝撃音測定装置

*1 常滑窯業技術センター 開発技術室(現常滑窯業技術センター 三河窯業試験場)

*2 常滑窯業技術センター 開発技術室 *3 常滑窯業技術センター 開発技術室(現常滑窯業技術センター長)

表1 落球試験の測定条件

項目	条件
鉄球の重量	5.4g
落下高さ	40cm
測定距離	50cm
フィルター	平坦特性、A特性
測定値	5回の平均値

2.2.2 施工状態での試作タイルの固体衝撃音測定

施工状態での固体衝撃音を評価するために、図2に示す、幅30cm、長さ30cm、厚さ6cmのコンクリート板上に、試作タイルをモルタルまたは弾性接着剤（JIS A5548規格品）で貼り付け落球試験を行った。

2.3 タイルの固体衝撃音の音響解析

タイルの固体衝撃音の基本的な性質について調べるため、タイル素地単味で、長さが異なる3種類のタイルを作製した。その外観を図3に示す。長さは、最も短いタイル（40mm：以下L）を基準に、3倍（以下3L）、及び5倍（以下5L）とした。長さ以外の寸法は、試作タイルの焼成品と同じく、幅59mm、厚さ14mmとした。また、固体衝撃音も表1に示す条件により測定した。騒音計からの出力をPCへ取り込み、音響測定分析システム（吉正電子株式会社製RAL2）を用いて1/3オクターブバンド分析を行った。また、試作タイルを用いて、タイル単体及び施工状態（モルタル貼り、接着剤貼り）での固体衝撃音の音響解析を行った。

3. 実験結果及び考察

3.1 タイルの試作

各焼成温度におけるかさ比重を図4に示す。図から明らかなように、素地単味タイルと異なり、試作タイルは1180℃以上で急激にかさ比重が低下しており、熱間発泡が起こったものと考えられる。なお、1240℃焼成では、膨張により著しい変形が発生したため、実用上1200℃が焼成温度の上限であると考えられる。

3.2 試作タイルの固体衝撃音測定

3.2.1 試作タイル単体の固体衝撃音測定

タイル単体で落球試験による固体衝撃音の測定を行った結果を図5に示す。タイル素地単味に比べ、試作タイルは1200℃焼成品において2.9dBの音圧レベルの低下が確認できた。なお、試験は通常の室内で行ったが、暗騒音（バックグラウンドノイズ）は音圧レベル、騒音レベルともに測定値より10dB以上低い値であったことから、本研究ではその影響は無視した²⁾。

3.2.2 施工状態の固体衝撃音測定

施工した状態での試作タイルの固体衝撃音の測定結



図2 コンクリート板上にモルタル貼りした試作タイル

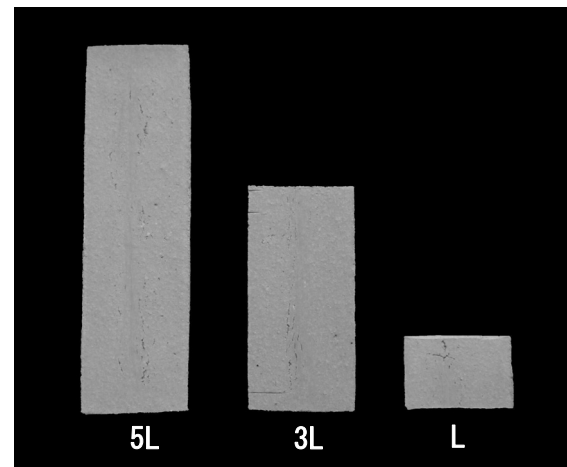


図3 長さの異なるタイル
(タイル素地単味 1200℃焼成)

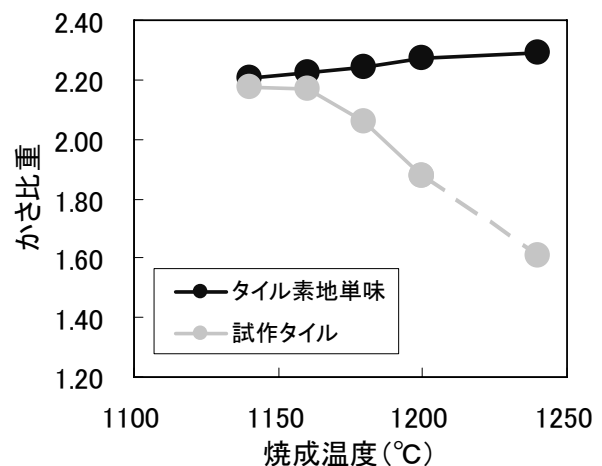


図4 焼成温度によるかさ比重の変化

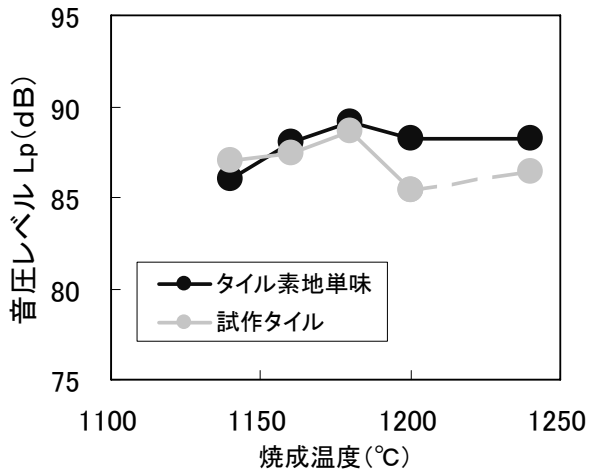


図5 試作タイル単体の固体衝撃音

果を表2に示す。試作タイルはタイル素地単味に比べ音圧レベルで0.9dB、騒音レベルで1.5dBの低下が認められた。また、モルタル貼りと接着剤貼りを比較すると、接着剤貼りでの固体衝撃音の方が低くなるのがわかった。特に、試作タイルにおける施工方法での差は顕著で音圧レベルで2.4dB、騒音レベルで2.7dB接着剤貼りでの低騒音化が認められた。このことから、さらに制振性の高い接着剤と試作タイルを組み合わせることにより、さらに低騒音化を図ることが可能と考えられる。

3.3 タイルの固体衝撃音の音響解析

長さの異なるタイルの固体衝撃音を1/3オクターブバンド分析した結果を図6、図7、図8に示す。5Lの固体衝撃音周波数は1.6kHz、3Lの固体衝撃音周波数は5kHzに変化した。しかし、Lは他の長さのタイルの固体衝撃音のように強いピークは存在しなかった。一般に棒状の物体の基本振動数は、その長さの2乗に逆比例する³⁾とされている。そこで、測定した5L及び3Lの固体衝撃音の周波数から、Lの周波数を推定したところ、約40kHzとなり可聴範囲を超えることがわかった。したがって、Lの1/3オクターブバンド分析において強いピークが見られなかったのは、固体衝撃音の周波数が分析範囲を超えているためと考えられる。

試作タイルのタイル単体の状態での固体衝撃音を1/3オクターブバンド分析した結果を図9に示す。また、モルタル貼り施工した状態の結果を図10、接着剤貼り施工した状態の結果を図11に示す。タイル単体の固体衝撃音の周波数が2kHzであったのに対して、モルタル貼りの場合は3.15kHz、接着剤貼りの場合は2.5kHzであった。この結果からタイルの固体衝撃音周波数は拘束条件などにより変化することがわかった。

また、単体の状態では固体衝撃音の音圧レベルが他の

周波数に比べ極めて高いのに対して、施工状態では他の周波数との差が小さくなり、接着剤貼りではその傾向が顕著であった。このことは、図5及び表2に示した結果ともよく一致している。

表2 施工状態での固体衝撃音(1200°C焼成体)

試料名		モルタル貼り	接着剤貼り
試作タイル	Lp	70.4dB	68.0dB
	LA	70.2dB	67.5dB
タイル素地単味	Lp	71.3dB	70.3dB
	LA	71.7dB	70.1dB

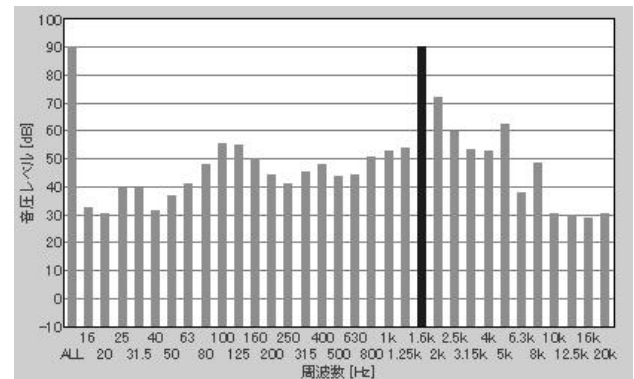


図6 固体衝撃音の1/3オクターブバンド分析(5L)

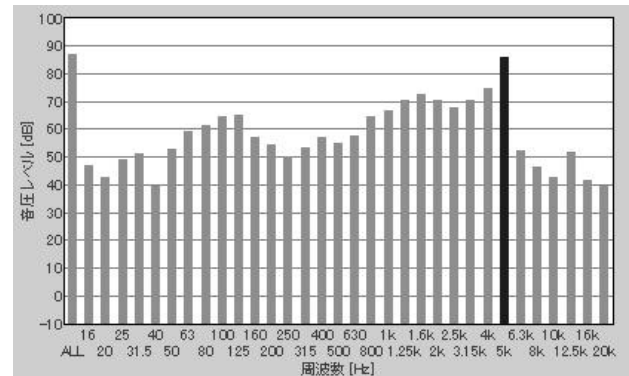


図7 固体衝撃音の1/3オクターブバンド分析(3L)

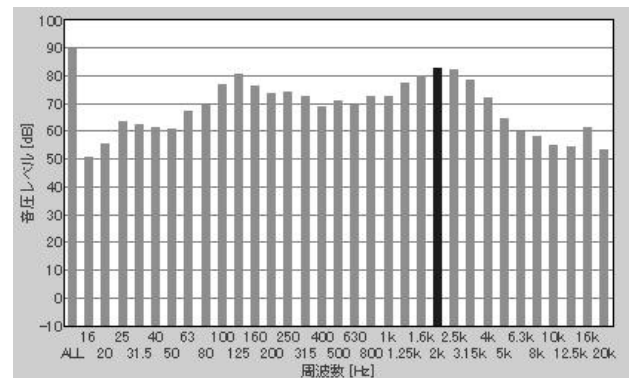


図8 固体衝撃音の1/3オクターブバンド分析(L)

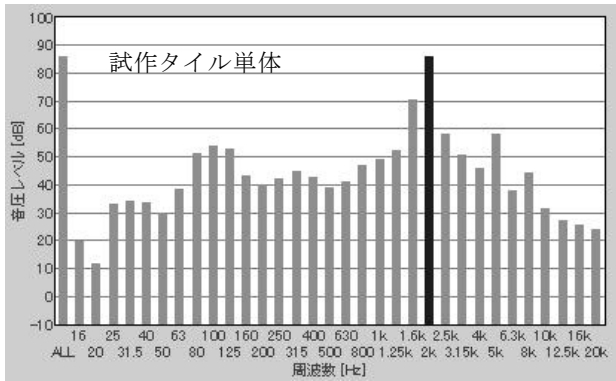


図9 試作タイルの固体衝撃音
1/3 オクターブバンド分析

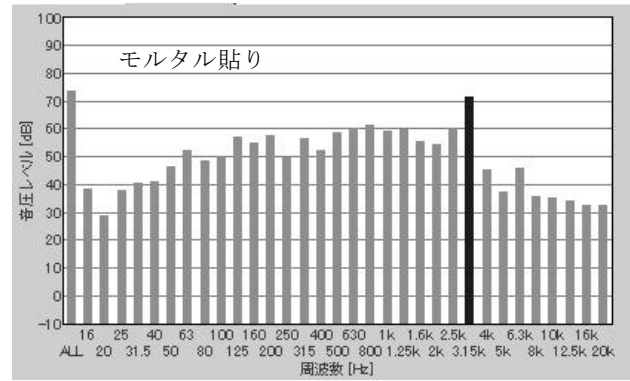


図10 モルタル貼り施工状態の固体衝撃音
1/3 オクターブバンド分析

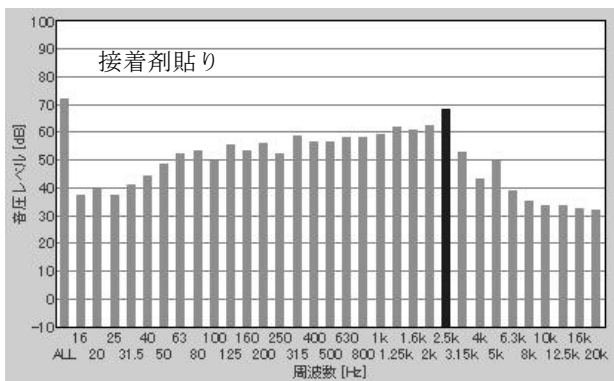


図11 接着剤貼り施工状態の固体衝撃音
1/3 オクターブバンド分析

4. 結び

本研究の結果をまとめると、以下のとおりである。

- (1) 熱間発泡を用いた試作タイルの固体衝撃音は、タイル

単体の状態ではタイル素地単味品に比べて音圧レベルで 2.9dB 低下することがわかった。

- (2) 施工したタイルの固体衝撃音は、モルタル貼りに比べ接着剤貼りの方が低くなり、特に試作タイルではその差が顕著で音圧レベルで 2.4dB、騒音レベルで 2.7dB の低騒音化が認められた。
- (3) 固体衝撃音を音響解析した結果、タイルの拘束条件により固体衝撃音の周波数が変化することがわかった。

文献

- 1) 竹内繁樹，福永均：愛知県産業技術研究所研究報告，7，62（2008）
- 2) 久野和宏，野呂雄一編著：騒音の測定と評価／dB と L_{Aeq} ，P43（2006）技報堂出版
- 3) 日本機械学会編：機械実用便覧，P80（1990）丸善