

低騒音タイル用素地の開発

竹内繁樹^{*1}、福永均^{*2}

Development of Low Noise Tile Body

Shigeki TAKEUCHI^{*1} and Hitoshi FUKUNAGA^{*2}

Tokoname Ceramic Research Center, AITEC^{*1*2}

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発生する固体衝撃音を低減させるような多孔化素地の開発を行なった。

タイル原料に SiC を添加し、1000～1320 で焼成した。これらをタイル素地単味の焼成体とショア硬さ及び固体衝撃音（落球試験）について比較した。その結果、SiC 添加素地のショア硬さはほぼ素地のかさ比重に対応して変化することと、固体衝撃音がタイル素地単味よりも約 4dB 低減することが確認できた。

1. はじめに

快適な居住空間への要求が高まり、その音環境や温熱環境の性能向上が高いレベルで求められるようになってきている。音環境については、集合住宅での生活騒音に関する住民間のトラブルが発生しやすくなっている¹⁾。例えば、共用部分の廊下、玄関ホールなどでの歩行音が騒音として問題となる場合がある²⁾。一方、公共空間においても、例えば駅コンコースでは利用者の歩行音が騒音源となっていることが報告されている³⁾。このような空間では建材として陶磁器製タイルが使用される場合が多いことから、靴底がタイルと衝突するとき発生する固体衝撃音を低減させることが、騒音の発生源対策として有効と考えられる。

そこで、本研究では、この固体衝撃音を低減させる低騒音タイルの開発を目指して、気孔形成剤添加による多孔化素地の開発とその反発特性や固体衝撃音の評価を行った。

2. 実験方法

2.1 気孔形成剤の添加によるタイル素地の多孔化

タイル原料として、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選定した。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（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 #3000(平均粒径 4 μm) 及び 6000(平均粒径 2 μm) の 2 種類を選定し、その添加量は 0.5% とした⁴⁾。

タイル原料への SiC の添加はウェットパンミルにより行った。タイル原料 3kg（含水率 22%）に対して SiC を

乾燥重量基準で外割り 0.5% 添加し、混練時間は 30 分とした。混練物を油圧プレスにより 5MPa で成形し、65 × 45mm 厚さ約 25mm の試験体を作製した。また、比較のためタイル素地単味の原料も同様にウェットパンミルで混練後プレス成形した。これらの試験体を風乾後 120 で乾燥し、昇温速度 100 /h で 1000～1320 の焼成温度でそれぞれ 1 時間保持して焼成した。

得られた焼成体のかさ比重、焼成収縮率、曲げ強さ、耐摩耗性を調べた。

2.2 多孔化素地の反発硬さ

多孔化素地の反発硬さについてショア硬度計を用いて調べた。ショア硬さは、試験体の 30 箇所を測定しその平均値を求めた。

2.3 多孔化素地の固体衝撃音

多孔化素地の固体衝撃音を測定するために、**図 1** に示

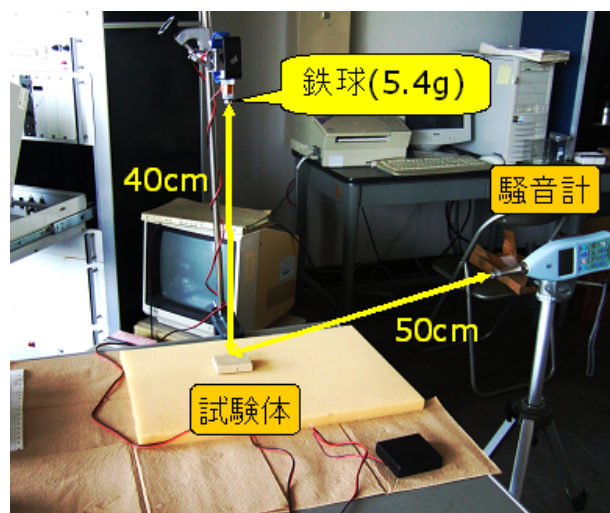


図 1 落球試験によるタイルの固体衝撃音測定

^{*1} 常滑窯業技術センター 開発技術室 ^{*2} 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）

すような鉄球を用いた落球試験を行った。重量 5.4g の鉄球を、試験体表面から 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た。

試験体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、鉄球がほぼ試験体の中央に落下するように位置を調整した。

衝突時に発生する衝撃音は、試験体中央から 50cm の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）で表 1 の条件で音圧レベル(Lp)を測定した。

表 1 騒音計の測定条件

項目	測定条件
動特性	FAST
周波数重み特性	FLAT 特性

3. 実験結果及び考察

3.1 多孔化素地の特性

タイル素地単味及び SiC 添加素地(#3000、#6000)のかさ比重の測定結果を図 2 に示す。タイル素地単味は、かさ比重は焼成温度が高くなるに従い大きくなるが、焼成温度が 1240 を超えると bloating(膨れ)を示した。これは、焼結の進行により素地中に生成する液相が残留気孔などのガスにより膨張したためと考えられる⁵⁾。これに対して、SiC 添加素地は 1140 を超えるとタイル素地単味よりかさ比重は小さくなった。また、SiC の粒度が細かい#6000 を添加した素地は#3000 添加素地に比べ、よりかさ比重が小さくなった。焼成収縮率の測定結果を図 3 に示す。タイル素地単味は 1200 以上では焼成収縮率はほぼ変化しなくなり、1280 を超えると焼成収縮率が減少した。これに対して、SiC 添加素地は 1180 以上でタイル素地単味に対して焼成収縮率が小さく（焼成体の焼き上がり寸法が大きくなった）。

かさ比重、焼成収縮率のデータから、SiC 添加素地は #3000、#6000 のいずれも 1180 ~ 1200 焼成において、熱間発泡が発生していることがわかった。

図 4 に各焼成体の曲げ強さ（JIS A5209 に基づくタイルの幅 1cm あたりの曲げ強さ）を示す。すべての焼成体の曲げ強さは、JIS の規格値（床タイル：120N/cm）以上であった。

図 5 に各焼成体の摩耗減量（JIS A5209：落砂法）を示す。すべての焼成体の摩耗減量は JIS の規格値 0.1g 以下であった。

なお、SiC 添加素地の 1240、1320 焼成体は、試験体中央が部分的に大きく膨張して試験体の形状を保てなかったため、図 2、3、4、5 のグラフからデータを省略した。

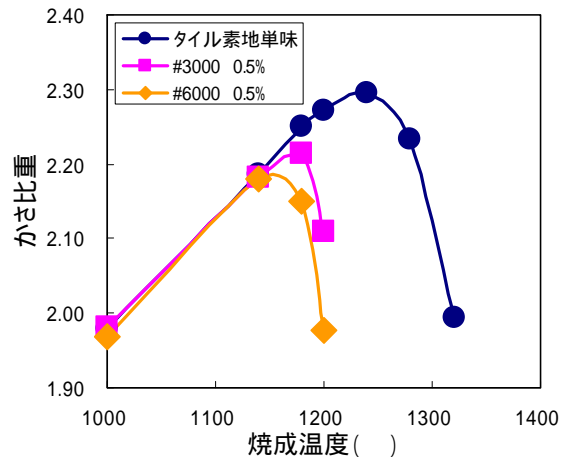


図 2 焼成温度によるかさ比重の変化

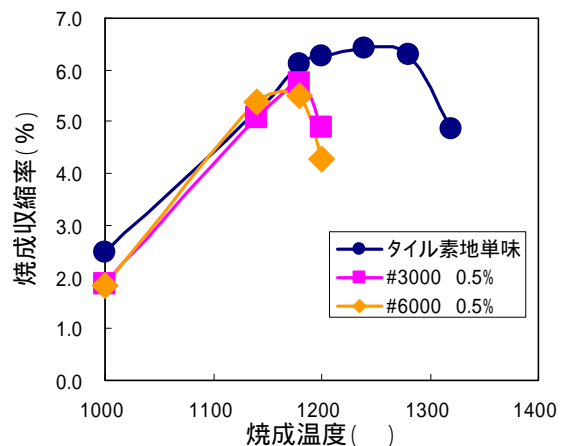


図 3 焼成温度による焼成収縮率の変化

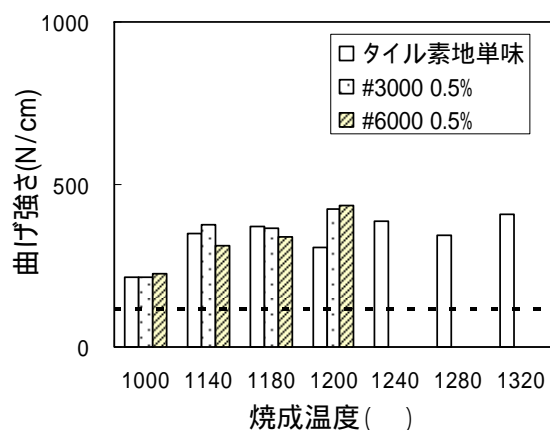


図 4 多孔化素地の曲げ強さ（破線は規格値 120N/cm）

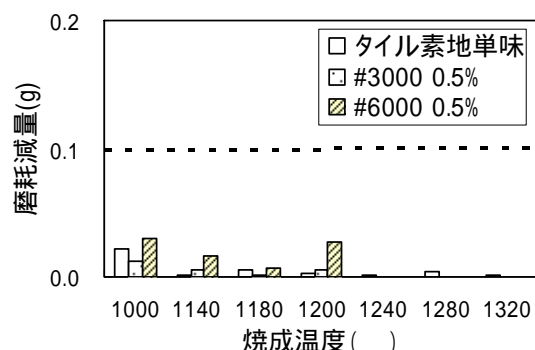


図 5 多孔化素地の耐摩耗性（破線は規格値 0.1g）

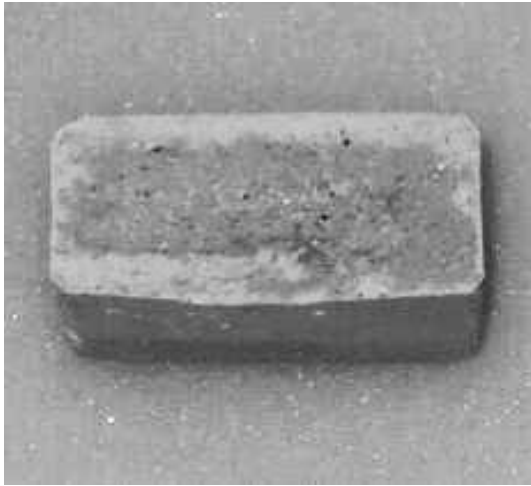


図6 SiC添加素地(#6000)1200 焼成体の破断面

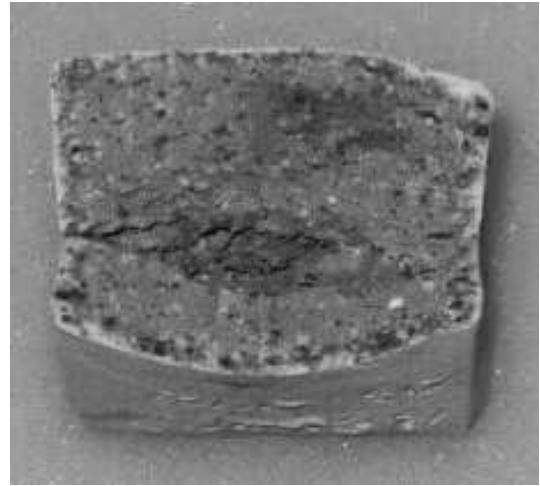


図7 異常膨張したSiC添加素地(#6000)1320 焼成体の破断面

SiC 添加素地の焼成性状は、#3000、#6000 とともに、1200 までは熱間発泡による試験体の極端な変形は見られなかった(図6)。しかし、1200 を超えると試験体中央部分が大きく膨らむ異常膨張を示した。その破断面を観察すると、層状の剥離を起こした部分が大きく膨らんでいた(図7)。これは、SiC の酸化により発生したガスが、焼結により緻密化した素地中に閉じ込められ、素地組織の弱い部分で剥離を起こして膨張したためと考えられる。このことから、多孔化素地を実用化して大型タイルを製造するとき、ガスの抜けが悪い製品中央部分で同様の異常膨張が起きることが懸念される。

3.2 多孔化素地の反発硬さ

タイル素地単味、SiC 添加素地のショア硬さの測定結果を図8に示す。タイル素地単味では焼成温度が高くなるに従い、ショア硬さは高くなり1240 を超える温度では低下する傾向を示した。これはかさ比重の変化とほぼ同様の傾向を示していることから、焼結の進行により素地がち密化し、反発硬さが高くなったと考えられる。SiC 添加素地も1140 を超えるとショア硬さが低下し、かさ比重の変化にほぼ対応している。

なお、SiC 添加素地の1240、1320 焼成体は、試験体全体で過剰な発泡が発生していたため、ショア硬さ試験機のハンマーを落下させたときに、打点部分の素地が陥没して反発が起きず測定不可能だった。

3.3 多孔化素地の固体衝撃音

固体衝撃音の測定は、騒音計の測定機能を任意の時間中の最大・最小音圧を演算するように設定して、落球が衝突するときに発生する最大音圧で評価を行った。それぞれの試験体で5回測定を行い、その最大音圧の平均値を求めた(図9)。

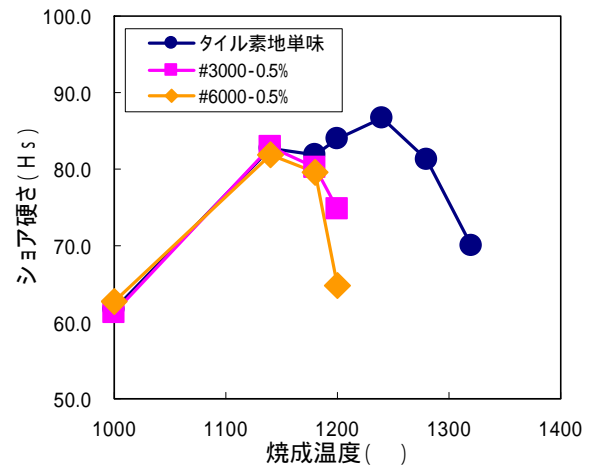


図8 多孔化素地のショア硬さ

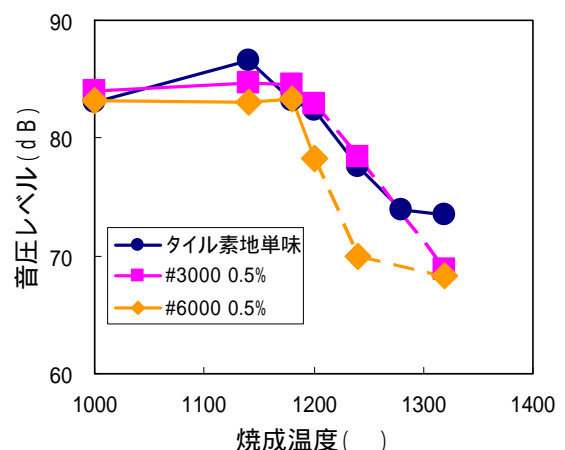


図9 落球試験による固体衝撃音の測定 (破線は1240、1320 焼成体の参考データ)

タイル素地単味では、1140 焼成体で固体衝撃音が最大となり焼成温度が高くなるに従い低下した。SiC 添加

素地（#3000、#6000）は、1000～1180 焼成体でほぼ固体衝撃音が変化しなかった。1200 では、#3000 が固体衝撃音の低下はわずかであるのに対して、#6000 では明らかな低下が見られた。熱間発泡が発生している SiC 添加素地の 1180、1200 焼成体とタイル素地単味を比較すると、#3000 ではほとんど差が見られなかったが、#6000 では 1200 で、約 4dB の固体衝撃音の低下が認められた。

なお、SiC 添加素地の 1240、1320 焼成体は試験体中央部分が大きく膨らんでいたため、固体衝撃音の測定データは参考値とした。

また、試験は通常の室内で行ったため、その暗騒音（バックグラウンドノイズ）を落球試験を行う前に測定した。測定時間 1 分間での暗騒音は、最大音圧 62dB、最小音圧 40～50dB であった。測定したほとんどの固体衝撃音は暗騒音の最大音圧より 10dB 以上高い値であったことから、本研究では暗騒音の影響は無視した⁶⁾。

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)気孔形成剤添加によるタイル素地の多孔化を図るために、タイル原料に 2 種類の粒度（#3000、#6000）

の SiC を添加して焼成実験を行った。これらの焼成体のかさ比重、焼成収縮率をタイル素地単味と比較したところ、1180 以上で焼成したものは熱間発泡が発生していることがわかった。

(2)タイル素地単味、SiC 添加素地のショア硬さは、焼成温度に対して、かさ比重とほぼ同様の変化を示すことがわかった。

(3)熱間発泡が発生している SiC 添加素地の 1180、1200 焼成体とタイル素地単味を比較すると、#3000 ではほとんど差が見られなかったが、#6000 では 1200 で、約 4dB の固体衝撃音の低下が認められた。

文献

- 1) 井上勝夫：建築技術，(674)，88-91(2006)
- 2) 稲留康一：建築技術，(674)，142-147(2006)
- 3) 青木俊之：第 18 回鉄道総研講演会講演要旨集，47-54(2005)
- 4) 山崎達夫，山口知宏，伊藤政巳：愛知県常滑窯業技術センター報告，20，1 (1993)
- 5) 高嶋廣夫：実践陶磁器の科学，P41(1996)内田老鶴園
- 6) 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