

— 経常研究 —

貯水機能を持つ屋上床タイル製造技術の開発

陶磁器科 矢野鉄也・小林孝幸・山口英次

要 約

本研究は、県内未利用原料の熔融スラグ利用による屋上床タイル製造技術の確立、及び開発タイルによる屋上温度抑制効果を目的とした。このため、前年度に行ったタイル製造についての基礎試験を踏まえ、1・タイル製造技術の開発 2・タイルの性能試験 3・貯水タイルの開発について検討を行った。その結果、原料は汚泥熔融スラグ、成形焼成助剤は珪酸ソーダ13%、粒度は粗粒と細粒を除く中粒0.7～1.4mmであることが解った。混合方法は混練機、成形方法は油圧プレス成形機150kg/cm²、焼成温度は1,050℃が最適の製造条件であることが解った。また、温度抑制効果については、最大温度差、13℃で、研究目標の温度差5℃については、8時間継続することが確認された。

キーワード：タイル、熔融スラグ、プレス成形

1. はじめに

緑地が少ない都市部では、雨水は直ぐ排水されるため、昼間の太陽エネルギーによるコンクリートへの蓄熱、そして夜間の放熱による温度上昇現象（ヒートアイランド現象）が社会問題となっている。そのため、本研究では建物屋上のコンクリート床面における、気化熱による温度上昇緩和を目的とした「貯水機能を持つ屋上床タイル製造技術の開発」を行った。まず、主原料には県内で未利用の熔融スラグを検討した。非可塑性である熔融スラグを原料としているため、スラグの種類、スラグ粒度、調整、成形方法、焼成方法等、製造の適正条件を解明する試験を実施した。次に試験体（インターロッキングブロック）を使用した性能試験や温度抑制緩和効果試験を実施した。また、貯水機能を持つタイルの試作を行った。

2. 実験方法

2.1 タイル製造技術の検討

原料については、県内の焼却灰熔融スラグと下水汚泥熔融スラグを使用した。原料の粉碎については、粗粒の割合が多くみられた焼却灰熔融スラグについて、ロールクラッシャー粉碎（1mm間隔）を実施

した。熔融スラグ原料は、十分に天日乾燥した後粒度を揃えるため、微粒0～0.7mm、中粒0.7mm～1.4mm、粗粒1.4mm～2.8mmに分級した。

主原料である熔融スラグ自体に可塑性が全くないため、成形助剤には、珪酸ソーダを、焼結助剤には、ガラス粉を用いてタイルを作製した。製造工程を図1に示す。まず、混練機に熔融スラグ、ガラス粉、珪酸ソーダの順に投入・表面にベタつきが無くなるまで十分混練した。次に、混練済みの熔融スラグをインターロッキングブロック金型（253mm×126mm×30mm）に入れ、150kg/cm²の圧力でプレス成形した。焼成は、焼成温度を950℃、1,000℃、1,050℃に設定し電気炉で酸化焼成した。

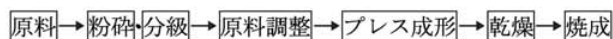


図1 製造工程

2.2 タイル性能試験

試作したタイルについて寸法精度、曲げ強度、浸透性などの試験を実施した。

また、試作タイル及び同サイズのコンクリートタイルについて、温度上昇緩和効果の比較試験を行っ

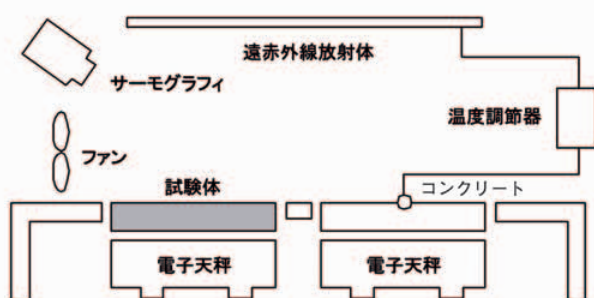


図2 実験装置

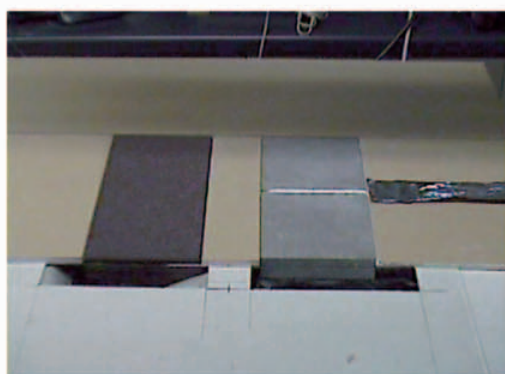


図3 開発品とコンクリートの評価試験

た(図2, 図3)。試験では、飽水状態から乾燥状態になるまで重量・温度の経時変化を測定した。

試験条件は、湿度40%、室温30℃、風速1.8m/sとし、遠赤外線放射体及び温度調節器を用いた模擬日照により加熱を行った。

2.3 貯水タイルの開発

成形・焼成したW300mm×D300mm×H35mmの凹型のタイル2枚を用いて、中空構造の貯水タイルを試作した。

3. 結果及び考察

3.1 タイル製造技術の開発

タイルの主原料については、熔融スラグのタイル表面に白化現象(硫酸ナトリウム)が発生することが確認された。そのため、殆どその現象が確認されなかった汚泥熔融スラグを主原料とした。また、焼成助剤として有効と考えていたガラス粉は、変形や膨張傾向があることが確認されたため、ガラス粉は使用せず焼結助剤としての役目を果たす珪酸ソーダを使用した。珪酸ソーダは、成形及び焼結助剤として使用した。その結果、可塑性の無い熔融スラグにおいて珪酸ソーダを使用することで、成形から焼成

まで大きな変形や膨張も無く、良好に製造できることが分かった。製造条件としては、中粒(0.7mm~1.4mm)の汚泥熔融スラグに成形焼成助剤として珪酸ソーダを内割りで13%添加して、混練機で混合し、油圧プレス成形機にて150kg/cm²でプレス成形したものを焼成温度1,050℃で焼成するのが最適であった。

3.2 タイル性能試験

タイルの性能試験では、製造技術開発で得られた最適製造条件によりインターロッキングブロックを試作して性能試験を実施した。その結果、焼成収縮+1.6%、重量1.8kg、曲げ強度5.2MPa、浸透性では1分で7cm、5分で8cm吸い上げた。吸水率は12.6%であった。耐凍害試験ではJISに基づき-20℃の10サイクルで割れは無いことが分かった。また、温度抑制効果についての試験結果では、最大温度差13℃となり、研究目標の温度差5℃については、8時間継続することを確認した(図4, 図5, 図6)。

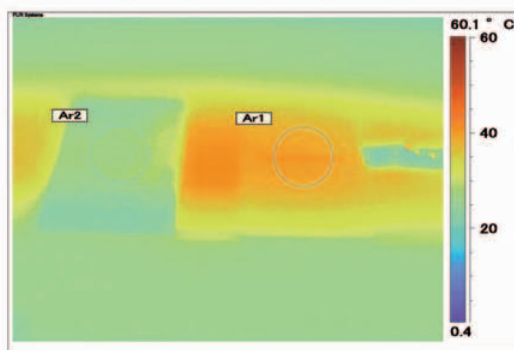


図4 試験体の熱画像
(左：開発品 右：コンクリート)

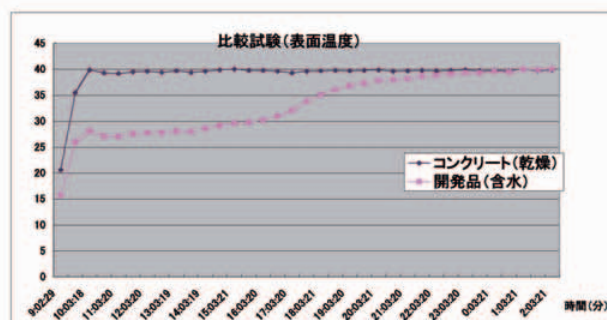


図5 表面温度比較

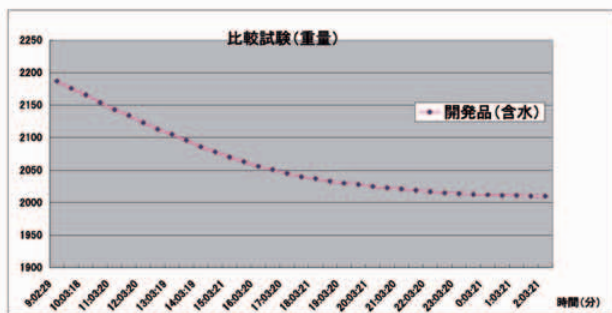


図6 開発品重量の減少推移

3.3 貯水タイルの開発

貯水タイルについては、タイルの最適製造条件により中空構造の貯水タイルの試作を行った（図7）。タイルの構造は、2枚の凹型のタイルを成形・焼成することで、中間部に貯水層を設け、上部の4穴やスラグから取水するものとした。防水処理は、無機材料処理が不十分だったため樹脂塗布で処理した。重量は8.2kgあり、単位面積当たりに換算すると91kg/m²である。保水量は2.6ℓ/枚で同じく28.9ℓ/m²である。湿潤状態では、119.9kg/m²という結果がでた。建築基準法による屋上荷重制限130kg/m²の範囲内であることが解った。

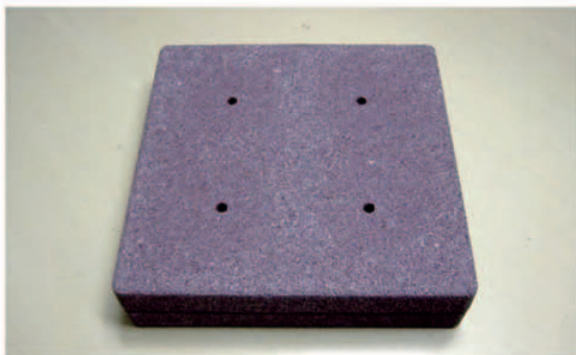


図7 貯水タイル

4. ま と め

非可塑性原料を主原料とした熔融スラグによるタイル製造試験の結果から、成形助剤及び焼成助剤として珪酸ソーダが適していることが分かった。また、さらにプレス成型時の成型品の強度を高め保形性を高めるためには、炭酸ガスを注入することが効果的であることが予備試験により確認できた。温度抑制効果についてのインターロッキングを試験体とする試験結果では、最大温度差が13℃。研究目標の温度差5℃については、8時間継続することが確認できた。今後は、さらに30cm角貯水タイルを用いた建物屋上での表面温度抑制効果、汚れ・耐久性等の実証試験による確認が必要である。