

軽量保水性建材の開発

星 幸二^{*1}、加藤勝正^{*1}、安井克幸^{*1}

Development of Light Water Retention Ceramics

Koji HOSHI, Katsumasa KATO and Katsuyuki YASUI

Tokoname Ceramic Research Center, AITEC^{*1}

都市部のヒートアイランド化対策建材として、ALC 不良品の粉砕時に発生する微粉スラッジに長石粉砕スラッジを添加し、ビル屋上施工用軽量保水建材を開発した。この建材は長石スラッジを内割 20wt%、有機系廃棄物を外割 5% 添加し、プレス成形で 1000℃ 焼成することにより得られ、かさ密度 0.98、吸水率 55% で、平均細孔径 0.32 μm の多孔体である。8 月の炎天下のビル屋上で、24 時間吸水させた試料を用い保水性の評価をした結果、コンクリート煉瓦に較べて最大 14.4℃ の表面温度低下が見られ、水の蒸発潜熱による冷却効果を確認できた。

1. はじめに

前報¹⁾では、真夏の都市部でのヒートアイランド現象を緩和するための公園歩道用煉瓦の開発を報告した。本報では、ビル屋上やベランダに施工できる軽量化したセラミック保水建材の開発を検討した。軽量化の目標はかさ密度が1を下回ることとした。地面からの水の補給がない施工現場を想定し、曲げ強さには重きを置かず、吸水率が大きな素材の開発を重点に検討した。

2. 実験方法

2.1 使用原料

ALC不良品の粉砕時に発生する微粉(0.8mm under 以下ALCスラッジと呼ぶ)を主原料に用いた。分析値を表1に示す。構成鉱物はトバモライトである。ALC 粒子をつなぐ溶融成分として、長石のボールミル粉砕時に排出する上澄みスラッジを用いた。分析値を表1に示す。構成鉱物は - 石英、正長石、曹長石、雲母で、平均粒子径は0.8 μmであった。

表1 原料の化学組成

| | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | TiO ₂ | CaO | MgO | Na ₂ O | K ₂ O | Ig. loss |
|------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------|------|------|-------------------|------------------|----------|
| ALC粉 | 54.9 | 2.70 | 1.51 | 0.10 | 25.4 | 0.33 | 0.79 | 0.35 | 14.1 |
| 廃長石 | 66.6 | 17.6 | 1.75 | 0.09 | 0.97 | 0.20 | 2.80 | 6.54 | 3.25 |

2.2 調合、成形、焼成試験

2.2.1 プレス成形

乾式プレス用に調合試験を行った。ALCスラッジに長石スラッジを内割20~80%、有機バインダーを外割0.5%添加し、混合した後、水を外割10%加えて60mm角の金型で厚みが約12mmになるようにプレス圧20MPaで成形した。

成形体を110℃で乾燥した後、電気炉で昇温速度60℃/h、最高温度は1000、1025、1050℃の3段階で2時間保持で焼成し、炉内で自然冷却した。

2.2.2 押出成形

乾式プレスで良好な調合を用い、押出成形用坯土の調製を行った。有機バインダーは外割2%添加した。これを口型寸法33×15mmで押出成形した。焼成は乾式プレス品と同様に行った。

2.2.3 試作

良好な調合を用い、100×100×30mmのサイズでプレス成形した。焼成は電気炉で昇温速度60℃/h、最高温度1000℃で2時間保持した。

2.3 物性評価

2.3.1 試験体の評価

焼成体の吸水率は、24時間自然吸水、かさ密度はアルキメデス法で測定した。曲げ強さはスパン50mm、降下速度2mm/minで3点曲げ法により行った。

2.3.2 試作品の評価試験

試作品の焼成体の耐凍害性はJIS A 5209 7.12により、熱伝導率は非定常熱線法により、透水性はJIS A 1218「定水位透水試験方法」により評価した。細孔径分布は水銀圧入法により行った。降雨時の吸水の目安として、試作品を用いて水の浸漬直後から10秒毎の自然吸水率を90秒間求めた。

2.4 保水性評価

2.4.1 真夏のビル屋上での評価試験

三河窯業試験場の本館屋上にALC板を15cmの高さに設置し、試作品と比較対照品として同サイズのコンクリー

*1 常滑窯業技術センター 三河窯業試験場

ト煉瓦を板上に置いた。試料は24時間自然吸水させたものを用いた。晴天が続いた平成15年8月19日～21日までの3日間、毎日9時～17時まで1時間毎に表面温度と含水率を測定した。

2.4.2 秋季のビル屋上での評価試験

秋になってから2.4.1と同様に試料を設置し、表面温度を平成15年10月7日から昼夜連続で4日間自動測定した。試料は乾燥状態のものを用いた。

3. 実験結果及び考察

3.1 調合、成形、焼成試験結果

3.1.1 プレス成形

かさ密度の変化を図1に、吸水率の変化を図2に、曲げ強さの変化を図3に示す。長石スラッジ添加量が増し、焼成温度が高くなると焼結が進み、かさ密度は大きくなり、吸水率は下がり、曲げ強さは高くなった。強度は求められないので密度が低く、吸水率が高い調合を選択した。ALCスラッジに長石スラッジを内割20%添加した調合で、さらに軽量化するために籾殻粉砕品を外割5%添加

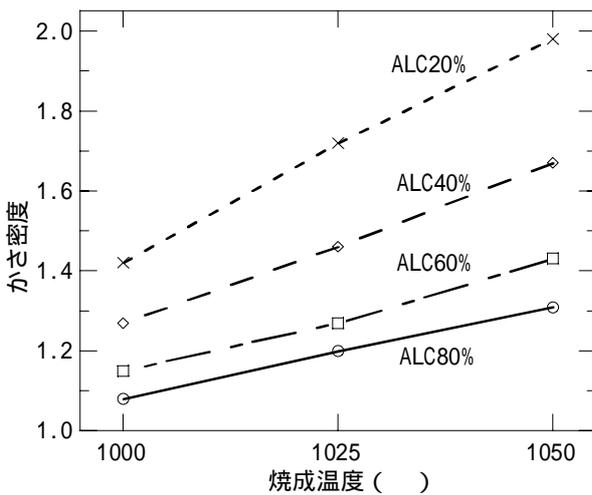


図1 かさ密度の変化

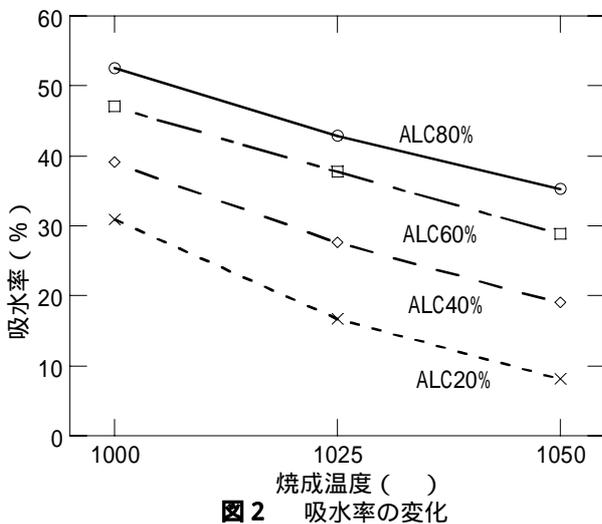


図2 吸水率の変化

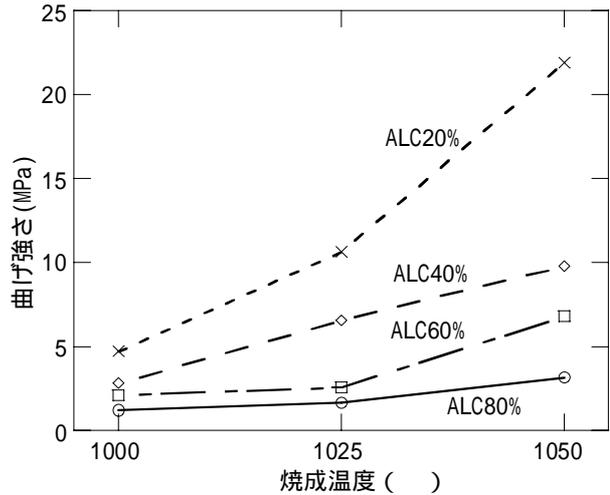


図3 曲げ強さの変化

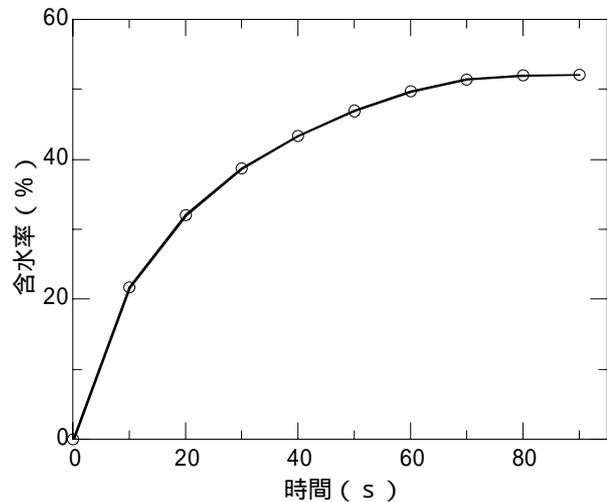


図4 試作品の吸水速度

したところ、かさ密度は0.98と1を下回る軽量化が可能となったため、この調合で試作を行った。

3.1.2 押出成形

ALCスラッジに長石スラッジ内割20%を添加した調合で有機バインダーを外割2%添加し、押出成形した。可塑性がほとんどない原料を使用しているため、成形性は有機バインダーに依存している。バインダーを外割2%添加しても押出能は充分でなく、また成形できても乾燥切れを起こしやすかった。有機バインダー添加が高コストとなり、プレス成形に比べて優位性は見出せなかった。

3.2 試作品の建材物性

試作品の物性を表2に示す。かさ密度は1より低く、吸水率は50%を超えた。耐凍害性は弱く4回で亀裂が発生したが、使用を想定しているのは東京都東の大都市部であるので特に大きな問題とならないと思われる。

試作品の90秒間の吸水速度を図4に示す。試作品は約1分で吸水は終わり、良好な吸水特性を示し、雨水をすばやく保水することが可能である。試作品の細孔分布を図

表2 試作品の物性

| 項目 | プレス成形品 |
|------|---------------------------|
| かさ密度 | 0.98 |
| 吸水率 | 55.0 % |
| 耐凍害性 | 4回終了後亀裂発生 |
| 透水係数 | 2.4×10^{-5} cm/s |
| 熱伝導率 | 0.29 W/mK |

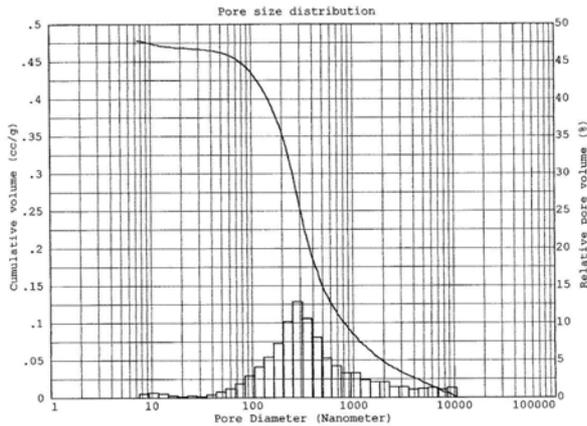


図5 試作品の細孔分布

5に示す。平均細孔径は $0.32 \mu\text{m}$ と細くなっているが、これより大きな径のところにALC粒子の粒間が形成する空隙が分布している。これが吸水速度を大きくしていると考えられる。

3.3 保水性評価

3.3.1 夏季の評価試験結果

平成15年8月19日～21日の3日間の試作品とコンクリート煉瓦の表面温度を図6に示す。コンクリート煉瓦の表面温度は陽が高くなるにつれて急上昇し、最高温度は午後2時に47.0 となった。夕方になると温度は急降下した。このパターンを3日間ともほぼ同じに繰り返した。

一方、試作品の表面温度は1日目は陽が上がってきても温度の上昇が小さく、最高温度は午後1時に32.6 であった。コンクリートに比べて最高で14.4 の温度差があった。夕方になるとその温度差は少なくなった。さらに2日目も陽が昇っても温度上昇は抑えられているが、1日目よりは温度は高くなった。3日目にはさらに温度上昇が大きくなってきているが、コンクリート煉瓦よりは温度は低かった。このように試作品は日を追って最高温度が高くなり、保水効果が低下していくのがわかる。

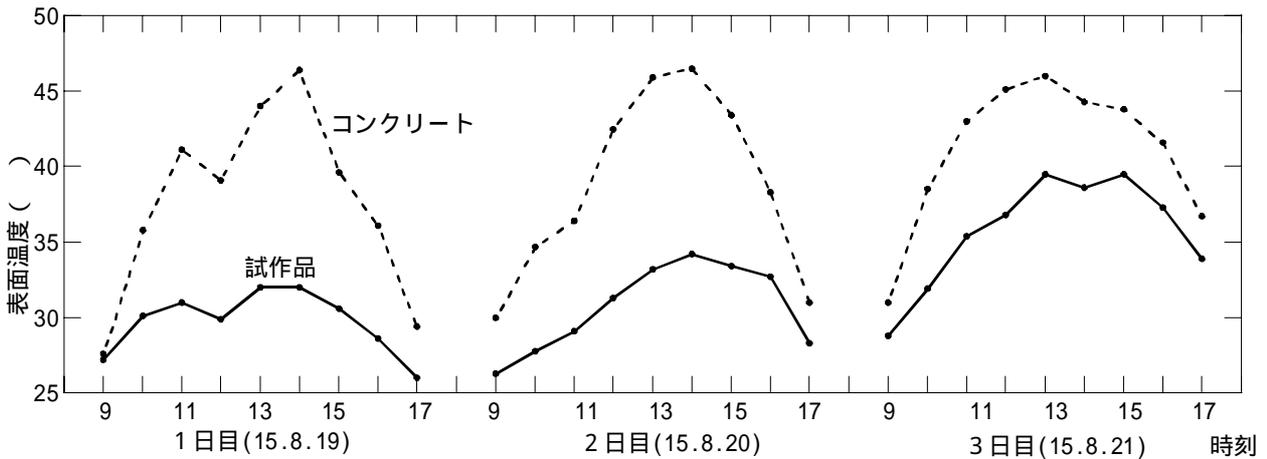


図6 表面温度の変化(夏季)

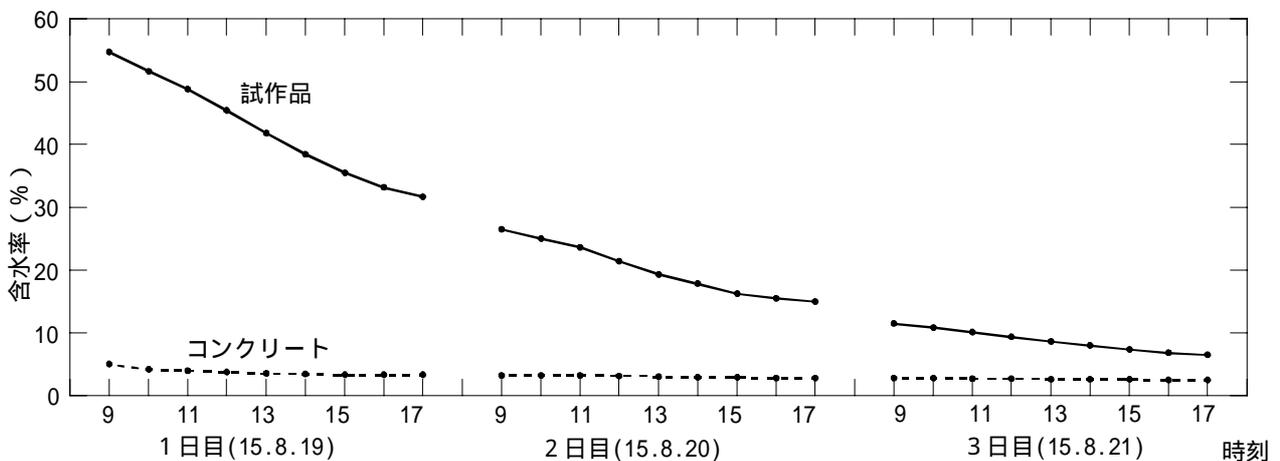


図7 含水率の変化

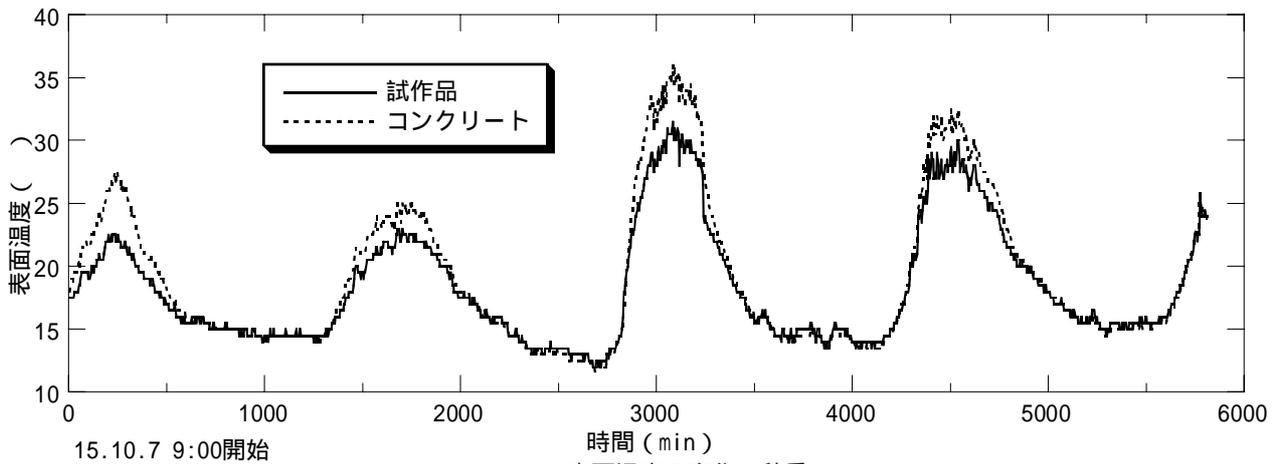


図8 表面温度の変化(秋季)

この原因として試作品の含水率の低下がある。3日間の試料の含水率の変化を図7に示す。試作品の含水率は大きく低下し、1日で約27%の水分放出が見られた。この水の蒸発潜熱で試作品が冷やされ、コンクリート煉瓦に比べて温度上昇が抑えられたものである。2日目、3日目と徐々に温度が上昇していくのは、含水率が低下し、放散量が抑えられ、冷却効果が低下していく結果である。試作品を煉瓦サイズに換算すると保水効果が十分に持続するのは約5日間と見積もられる。

3.3.2 秋季の評価試験結果

平成15年10月7日朝9時から4日間の試作品とコンクリート煉瓦の表面温度の変化を図8に示す。夏とは違い炎天下ではないが、コンクリート煉瓦の表面温度は35°Cを超えることがあった。乾燥状態の試料で評価したが、毎日の最高気温を記録する午後2時頃に試作品の表面温度はコンクリートに比べて5°C程度の低下が見られた。これは日射吸収率がコンクリートが試作品より高いためと考えられる。

4. 結び

- (1)ALC粉砕スラッジに長石粉砕スラッジを内割20%を添加し、プレス成形で1000°C焼成することによりかさ密度1.1、吸水率52.6%の軽量多孔体が得られた。
- (2)さらに有機廃棄物を添加することにより、かさ密度0.98と1を下回る軽量化が可能となった。
- (3)試作品の吸水速度は60秒で飽水し、すばやく雨水を吸水できることが判明した。
- (4)飽水試料を用いての夏のビル屋上での炎天下での評価では、コンクリート煉瓦に較べて最高で14.4°Cの蒸発潜熱による温度低下を確認した。

文献

- 1)星,加藤,久野:愛知県産業技術研究所研究報告,2,80(2003)