

バイオポリマーを用いた未焼成レンガの強度特性に関する基礎的研究

Key words : biopolymer, bio bricks, xanthan gum

愛媛大学大学院 学生会員 ○山本 英奈
愛媛大学大学院 正会員 木下 尚樹
愛媛大学大学院 正会員 安原 英明

1. はじめに

レンガは建築材料として多くの国で利用されている¹⁾。しかし、レンガ産業は温室効果ガス排出源かつ都市部の大気汚染の最大の原因となっている。途上国ではレンガ焼成に使用される石炭から排出されるガス(NO_x 、 SO_x)や粉塵は深刻な大気汚染や農地汚染・農地減少などの環境問題を引き起こしていると言われ、住民の健康への影響が懸念されている²⁾。そこで本研究では温室効果ガスの抑制の解決策の一つとしてバイオポリマーを用いた未焼成レンガを提案する。通常のレンガは焼成時に二酸化炭素を空气中に排出することで地球の温暖化現象を増長し地球環境を害するため、焼成過程の無い未焼成レンガで二酸化炭素の排出抑制を目指す。

2. 試験概要

本試験では、東北珪砂 6 号と笠岡粘土にカゼインナトリウム、キサンタンガム、キトサン、グアーガムの 4 種類のバイオポリマーを添加し、供試体を作製する。カゼインナトリウムは牛乳などに含まれるタンパク質の一種、キサンタンガムはトウモロコシなどのデンプンを細菌により発酵させ作られる多糖類、キトサンはカニやエビの甲羅が原料である多糖類、グアーガムはグアー豆の子葉部から得られる水溶性の天然多糖類である。供試体の各配合を表 1 に示す。今回の室内配合試験では脱型の際にキサンタンガム以外の供試体は破壊し、強度試験を実施できなかったため、以降の実験で使用するバイオポリマーはキサンタンガムのみとする。

作製した供試体の強度特性を評価するため、一軸圧縮試験を実施する。また、供試体の表面観察を行い、強度メカニズムについて考察するため微視構造観察を行う。さらに熱照射試験を行うことで熱特性評価を行う。

表 1 供試体配合表

供試体名	珪砂 6 号 [g]	水 [ml]	各バイオポリマー [g]
カゼイン Na	300	50	3
キサンタンガム	300	50	3
キトサン	300	50	3
グアーガム	300	50	3

表 2 キサンタンガム供試体配合表

珪砂 6 号 [g]	水 [ml]	キサンタンガム [g]	笠岡粘土 [g]
300	50	3	45
300	50	3	60
300	50	3	75
300	50	3	90
300	50	—	60

3. 一軸圧縮試験結果

一軸圧縮試験で使用する供試体は、東北珪砂 6 号とキサンタンガムに笠岡粘土を加えたものとした。珪砂 6 号のみでは表面が荒くなってしまうため、笠岡粘土を配合することで質感をレンガに近づけることが目的である。粘土の配合は珪砂 6 号に対し 15 %、20 %、25 %、30 %とした。また、キサンタンガムを添加していない場合の強度も測定するため、東北珪砂 6 号に対し、笠岡粘土を 20 %配合したものも作製した。供試体の配合を表 2 に示す。

笠岡粘土を硅砂 6 号に対し 15 %加えた供試体の一軸圧縮強さは 2.36 MPa, 20 %では 2.69 MPa, 25 %では 2.69 MPa, 30 %では 2.12 MPa となった。また, キサンタンガム供試体と比較するためキサンタンガムを添加しない供試体を作製し, 配合は硅砂 6 号に対し, 笠岡粘土を 20 %とした。この供試体の一軸圧縮強さは 1.21 MPa となり, キサンタンガムを配合している供試体の強度は 2 倍以上高くなることが確認できた。一軸圧縮試験結果を図 1 に示す。

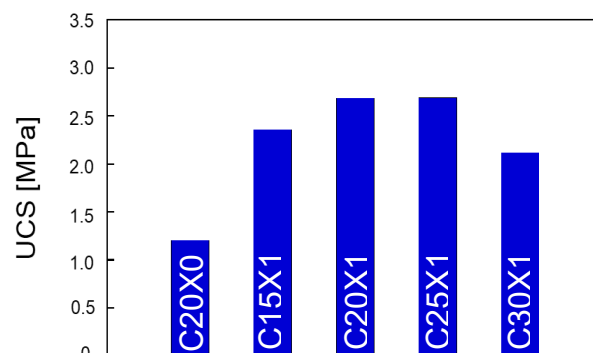


図 1 一軸圧縮強度

4. 微視構造観察結果

東北硅砂 6 号にキサンタンガムを加えた供試体および硅砂 6 号の SEM 画像を図 2 に示す。キサンタンガム供試体の SEM 画像から硅砂 6 号の周りを覆っている生成物が確認できる。これに対し, 硅砂 6 号の画像からはこのような生成物は確認できなかった。これらの生成物は固化反応を起こし, 間隙中に結晶が複雑に絡み合うことで土粒子間隙を減少させ, 強度発現に寄与していると考えられる。

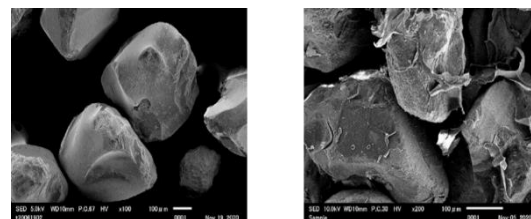


図 2 SEM を用いた構造観察

(左：硅砂 6 号

右：キサンタンガムを添加した硅砂 6 号)

5. 熱照射試験結果

ランプ照射試験ではハロゲンランプを使用し, 加熱面以外を発泡スチロールで断熱しながら, 照射電力は 150 W, 照射時間は 180 分で試験を行った。ランプ照射試験の結果を図 3 に示す。180 分後の温度の差はキサンタンガム供試体と比較供試体で約 20 °C あり, キサンタンガムを添加することで供試体は断熱性を有することが確認できた。

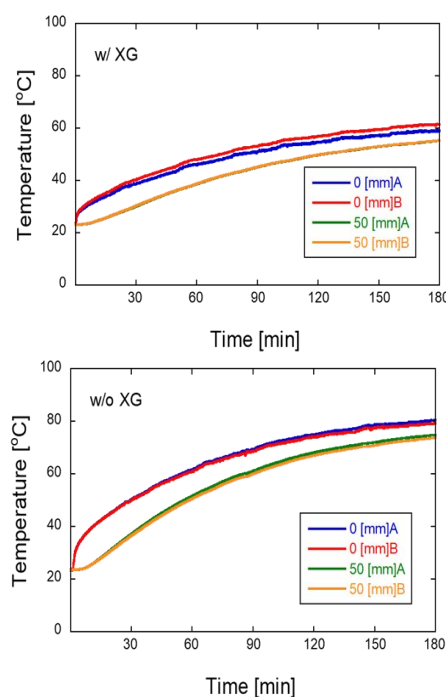


図 3 熱照射試験結果

6. おわりに

強度特性評価ではキサンタンガムの有無によって強度に 2 倍以上の差が確認され, 微視構造観察では強度発現に関係すると考えられる析出物の確認ができた。熱特性評価ではキサンタンガム供試体は比較供試体に比べると熱伝導性が低いことが確認できた。以上のことからバイオポリマーを用いた未焼成レンガの有用性が期待される。今後はキサンタンガムのみならず他のバイオポリマーの有用性についても評価することが課題である。

参考文献

- 1) 長崎翼：東南アジア地域のレンガ造住居壁面の繊維補強シート面材による変形抵抗性の改善, 工学院大学建築学部卒業論文梗概集, 2017.
- 2) 独立行政法人 国際協力機構 (JICA) 亀井製陶株式会社 株式会社アルセド：バングラデシュ国 無焼成固化技術を使ったレンガ 事業準備調査 (BOP ビジネス連携促進) 報告書, 2014.