

乾燥時に生成するひび割れパターンの研究

日大生産工 ○山田 啓人 日大生産工 野々村 真規子
山口芸術短期大 櫻井 建成

1 まえがき

水と粉を混ぜて作ったペーストを乾燥させると、干上がった田んぼなどで見られるような亀裂パターンが生成される。

中原氏は、炭酸カルシウム粉末を使用し、ペーストに振動を加えることで、乾燥時の亀裂のパターンに影響が出ることを発見した¹⁾。ペーストは振動の方向を「記憶」していることが判明し、そのことから層状やらせん状などの亀裂パターンを制御および設計することが可能だとしている。

N. Lecocq氏とN. Vandewalle氏は複数の湿っている天然粘土物質を用いて、乾燥時に60 Wの電球の光を当てたものと、当てないもので比較する乾燥実験を行った²⁾。その結果から乾燥速度が速いほど、より多くの亀裂が現れることを発見した。そして、最終的な亀裂の幅は亀裂の現れる順番と関係しており、広範囲の亀裂が最初に現れることも発見した。

本報告では、水とコーンスターチを混ぜたペーストの乾燥速度を制御するために恒温恒湿室を使用した。温度によるペースト乾燥速度の違いや、水とコーンスターチの混ぜる比率などの違いによって、乾燥時にできるひび割れの個数にどのような影響を与えるかの実験について報告する。

2 実験方法および測定方法

本実験では、半径42.5mm深さ19.0mmのガラスシャーレAと半径42.5mm深さ41.0mmのガラス製のシャーレBの二種類のシャーレを用いて実験を行った。実験方法を以下に示す。

シャーレに水を入れた後にコーンスターチを入れる。そのシャーレをなるべく振動させないようにゆっくりとシェーカーの上に乗せた。シェーカーが1分間に130回転するように設定し、スイッチを入れ、3分間混ぜた。混ぜ終わったらスイッチを切り、なるべく振動させないようにシェーカーからおろす。すべてのシャーレを混ぜ終わったら、並べて乾燥させ、乾燥していくまでの過程をカメラで撮影する。撮影の間

隔は5分毎に1枚撮影し、900枚まで撮影した。本実験で使用したシェーカーはDLABのSK-O180-Eを用い、カメラはCanon製のEOS kiss X9iを用いた。

ひび割れの測定は、撮影した写真を切り取りカウントした。また、本実験では、Fig. 1の赤く囲った部分のようにひび割れで囲まれている小領域を一つのセルとして、そのセルをカウントする。

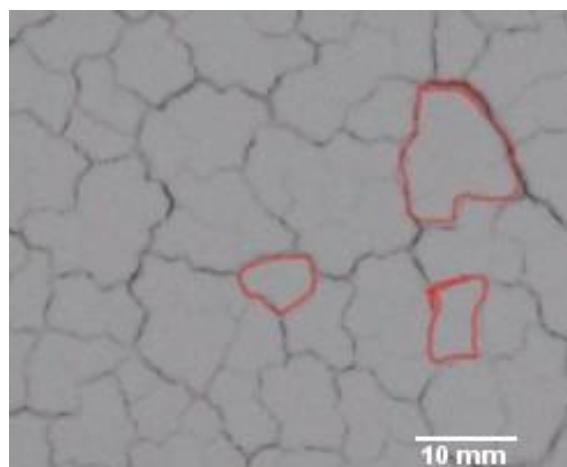


Figure 1 セルの定義

3 実験結果と考察

3-1 乾燥時間による違い

シャーレAとシャーレBの23℃、26℃での乾燥時間の違いをFig. 2に示す。

この実験結果から、どちらのシャーレも気温が高くなると、乾燥時間が短くなっているが、シャーレの違いによる乾燥時間の差があるが、これは同じガラス製のシャーレでも深さに違いがあるためだと考えられる。

Study of crack pattern generated during drying

Keito YAMADA, Makiko NONOMURA, and Tatsunari SAKURAI

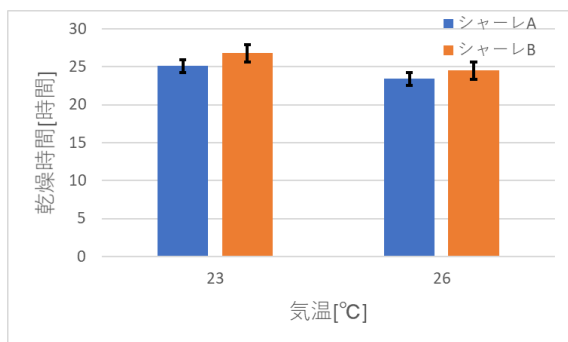


Figure 2 各温度に対する乾燥時間

3-2 気温による違い

各気温でのシャーレAとシャーレBのセルの個数をFig. 3, Fig. 4に示す。

この実験結果から、どちらのシャーレも気温が上がるほどひび割れの数が減っていることが分かる。これは、乾燥するまでの時間が短くなっているためであるといえる。しかし、この結果は既存研究と比較すると、乾燥速度が速いと亀裂が多くなることと違っていることが分かる。これは、実験に使用している材質の違いによるものだと考えられる。

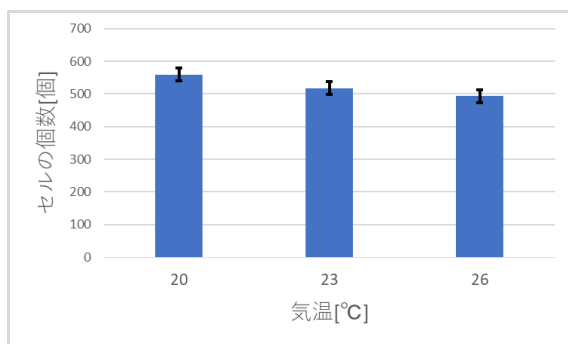


Figure 3 各気温のシャーレAのセルの個数

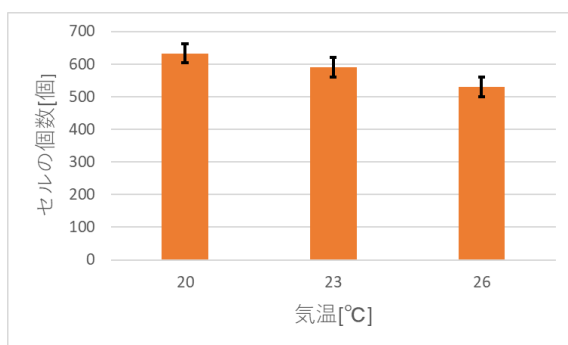


Figure 4 各気温のシャーレBのセルの個数

3-3 水とコーンスターチの比率による違い

気温を 26°C, コーンスターチの量を 4g に固定し、水の量を調節し、比率を変化させた

ときのセルの個数を Fig. 5 に示す。

この実験結果から、水の量を増やすとセルの個数が減っていることが分かる。しかしながら、水 16g の時だけ、セルの個数が増えているため、水 14g, コーンスターチ 4g の比率を境にセルの個数が変わってくる可能性があると考えられる。

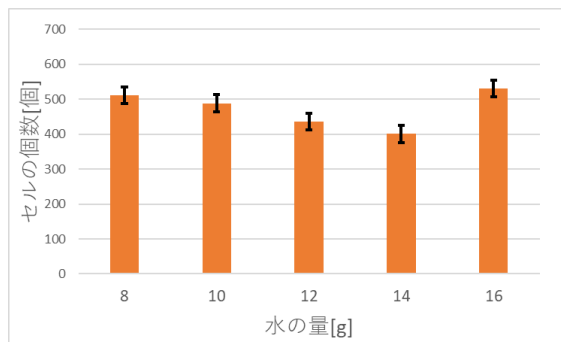


Figure 5 各水の量によるシャーレBのセルの数

4 まとめ

今までの実験結果から、セルの個数というのは、気温、乾燥するまでの時間、水の量などによって変化することが分かった。しかし、実験に使用する材質や、そのほかの条件を変えてもセルの個数は変わる可能性があると考えられるため、これからも実験を行いたいと思う。また、今回の実験結果のデータは母数が少ないものもあるため、同じ条件で実験し、より正確な結果を求められるようにしたいと思う。

「参考文献」

- 1) A. Nakahara and Y. Matsuo,
“Transition in the pattern of cracks
resulting from memory effects in paste”,
Phys. Rev. E 74, 045102(R) (2006)
- 2) N. Lecocq and N. Vandewalle,
“Experimental study of cracking
induced by desiccation in 1-dimensional
systems”, Eur. Phys. J. E 8, 445-452
(2002)