

医薬品・化粧品原料のせん断試験による
力学的特性評価に関する研究Evaluation of Mechanical Properties for Pharmaceutical
and Cosmetic Powders by Shear Tester福井 美奈*
Mina Fukui

1. はじめに

本研究は、医薬品・化粧品分野において、応力条件下での測定が可能な下部セル直動型定容積せん断試験装置による測定・評価を行い、得られた粉体物性の特性について理解を深めることを目的とした。

2. 主な研究成果

2.1 オイル添加化粧品粉体の客観的感触特性評価

粉体の感触特性は定容積せん断試験による物性値と相関があることが明らかにされている。使用感の異なる2種のオイル、ジメチコンとスクワランをそれぞれセリサイトと混合したオイル添加化粧品粉体を対象とし、感触の違いを定容積せん断試験により定量的に検出することを目指した。その結果、定容積せん断試験により得られる物性値の中でも、「柔らかさ」を表す応力緩和率、「しっとり感」を表すせん断付着力、「すべり性」を表す垂直応力 10 kPa 以下の内部摩擦係数、また、粉体動摩擦係数において、ジメチコンとスクワラン間で違いが検出された。「しっとり感」を表すもう一つの指標である破壊包絡線 (PYL) の曲線度では、オイル間の違いが見られなかったが、粉体層の状態がペンデュラー域からファニキュラー域へ移行するあたりで PYL の形状に明らかな変化が見られた。以上より、定容積せん断試験によって、湿潤粉体の感触評価が可能であることが示された。

2.2 結晶セルロースの粉体物性におよぼす粒子形状の影響

形状や粒子径分布の異なるグレードが多く開発されている結晶セルロースに着目し、その粒子形状、粒子径分

布と定容積せん断試験による物性値との関係を検討した。その結果、結晶セルロースの各グレードにおいて特徴的な摩擦特性や付着特性を示すせん断パラメーターを得ることができた。また、相対圧縮率は安息角と相関があることがわかった。PYL の形状にもグレードによって違いが確認され (Fig. 1)、PYL の上に凸となる様子を数値化した指標として APC (ratio of upward convex area of PYL curve) を定義した。APC はせん断付着力との相関が確認され、付着性を表すことが示唆された。さらに、各サンプルの粒子径分布や粒子形状の形状パラメーターとせん断パラメーターの関係性を明らかにすることを目指し、部分的最小二乗回帰 (PLS 回帰) 分析により解析を行った。相対圧縮率は線形度をはじめとした粒子形状の影響を大きく受けていた。応力伝達率は、表面特徴量の影響が大きいと示された。また、応力緩和率は精度のよい予測式が算出されたが、粒子形状パラメーター個々との相関はなく、これらが複合的に関与していると考えられる。APC においては、今回用いた粒子形状パラメーターに加え、応力を付加したかさ密度の影響を受けているということがわかった。

3. 今後の展望

本研究にて定義した APC をはじめ、PYL の形状についての知見を得ることで、圧縮特性の理解が進み、錠剤硬度の制御や打錠障害の低減などへの応用が期待される。また、PLS 回帰分析により得られた予測式については、適用範囲を広げて精度を向上させることで、実処方粒子形状から流動性や錠剤成形性を予測可能となれば、製剤設計の発展に寄与できると考える。

4. 謝辞

本研究を遂行するにあたり、終始丁寧なご指導ならびにご鞭撻を賜りました岐阜薬科大学 田原耕平教授に心より感謝申し上げます。

2025 年 3 月 31 日受付

株式会社ナノシード

(〒451-0042 愛知県名古屋市中区那古野 2-14-1 なごのキャンパス 3 階 8 号室)

Nano Seeds Corporation

(Nagono Campus 3F, 2-14-1 Nagono, Nishi-ku, Nagoya, Aichi 451-0042, Japan)

* 連絡先 fukui@nanoseeds.co.jp

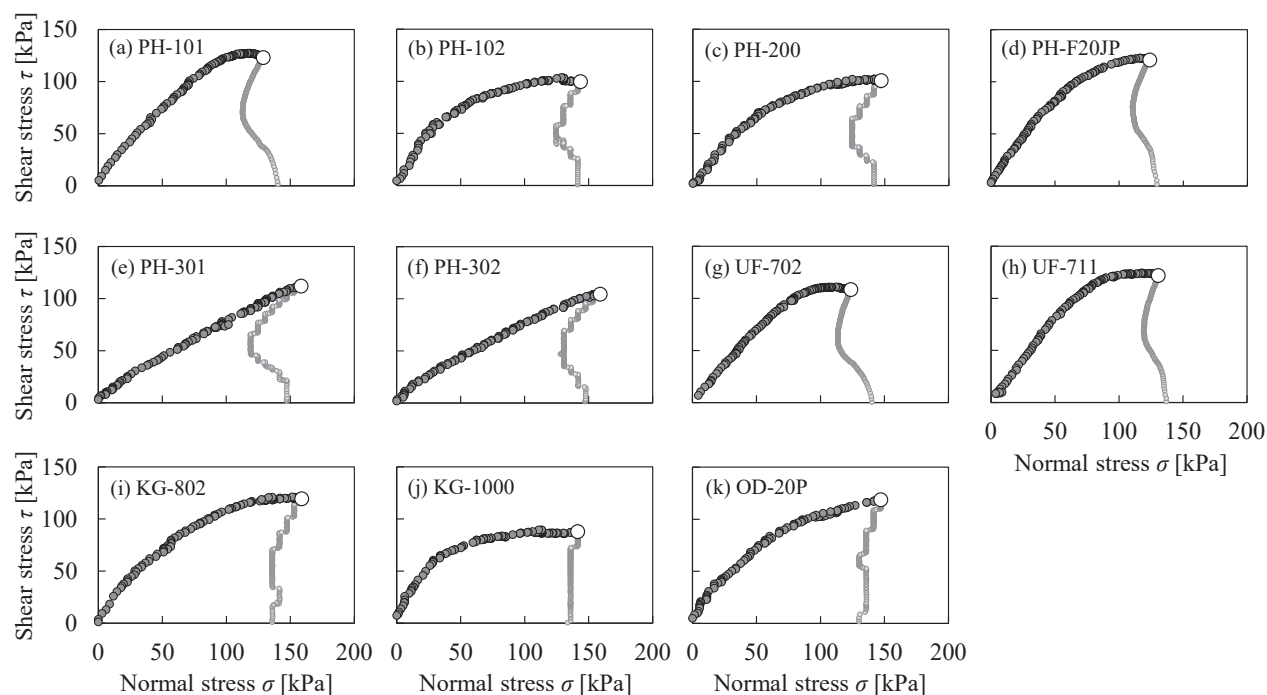


Fig. 1 Yield locus of each microcrystalline cellulose sample, measured using a constant-volume shear tester. The open circle represents the critical state point. The curve on the high-stress side is the consolidated yield locus (CYL), shown in gray, while the curve on the low-stress side is the powder yield locus (PYL), shown in black[2].

文献リスト

- [1] M. Fukui, Y. Shimada, K. Tahara, Objective texture evaluation of cosmetic sericite powders mixed with oil using constant-volume shear cell tester, *Adv. Powder Technol.* 35 (2024) 104539.
- [2] M. Fukui, Y. Shimada, K. Tahara, Analysis of powder properties of pharmaceutical excipients using a constant-volume shear tester, *Chem. Pharm. Bull.* 72 (2024) 1024–1033.

(学位取得は 2025 年 3 月, 岐阜薬科大学)



〈著者紹介〉

2012 年 3 月名古屋大学大学院 生命農学研究科 応用分子生命科学専攻 博士前期課程修了。2020 年 5 月株式会社ナノシーズにて就業。せん断力測定, 粒子圧壊力測定, 遠心法付着力測定などの粉体物性測定に従事。2025 年 3 月岐阜薬科大学大学院 薬学研究科 薬科学専攻 博士後期課程修了。学位: 博士 (薬科学) 専門: 粉体物性評価