

小形超遠心機を用いた遠心分離法による粉体付着力の測定

CS-FNXシリーズ小形超遠心機 / S110AT形アングルロータ / NS-C200付着力測定装置

粉体を原料とする製品を製造する業界において、粉体の物理的物性、なかでも粉体の付着力を把握し、正しく評価することは、適切な製品設計を行う上で重要です。その代表的な例であるトナーの付着力測定は、定量性と再現性が高いという理由から「遠心分離法」が第一選択的に汎用されています^{(1),(2),(3)}。「遠心分離法」とは、数水準の段階的な遠心加速度下において、平面上に散布した粒子が分離する遠心力を付着力として利用するものです^{(4),(5)}。近年、トナーの粒子径が小さくなり、それに伴い付着力が強くなってきています。その原因として帯電、ファンデルワールス力の影響が考えられますが、特に帯電したトナーは、汎用の遠心分離機では遠心加速度が不足し、付着力が測定できない事例が多くありました。

本報では、最大遠心加速度 691,000xg が得られる超遠心機による「遠心分離法」を用い、非常に付着力が強いトナー粒子の付着力測定を行い、その結果について報告します。

内容

1. 試料

市販品トナー(A社製、ブラック)

2. 実験条件

遠心機: CS150FNX 形小形超遠心機

ロータ: S110AT 形アングルロータ

アダプタ: T-AL アダプタ (粒子付着面の材質はアクリル)

遠心加速度: 10,000xg、16,000xg、32,000xg、64,000xg、128,000xg、256,000xg、512,000xg の7水準

遠心時間: 5分

温度: 25°C

付着力測定装置: NS-C200 型(テレセントリックレンズ、画像解析システム等で構成: ナノサイズ社製)



3. 付着力測定方法

- ①トナーを基板表面に散布し、トナーの初期付着状態を画像で記録する
- ②所定の遠心加速度で5分間遠心分離を行う
- ③基板に残留したトナーの状態を画像で記録する
- ④遠心前の付着トナーの投影面積(または個数)と遠心後の残留したトナーの投影面積(または個数)の比較により、トナーの残留率を算出する
- ⑤トナー付着力を算出する
基板に対するトナーの付着力を、粒子に作用する遠心力が上回った瞬間にトナーの分離が発生する。その際に作用する力(分離力)は、次式より算出する。

$$F(N) = (\pi/6) \cdot \rho \cdot d^3 \cdot r \cdot (2\pi N/60)^2$$

ρ : 粒子密度(kg/m³) d : 粒子径(m) r : 回転半径(m) N : 回転速度(rpm)

⑥平均付着力を算出する

投影面積による方法は遠心分離後のトナー残留率を横軸に、各回転数におけるトナーに作用する分離力を縦軸にプロットし、その近似曲線から残留率が50%となる平均付着力 F_{50} を算出する(図1)。この方法では、平均粒子径を計算に用いることで測定が簡素化され、数多くのサンプルをすばやく解析できる。

4. 結果

平均付着力 $F_{50} = 98\text{nN}$ (投影面積による)と算出されました。以上より、超遠心機による「遠心分離法」を用いることで、従来法では測定適応外であったトナー母体や劣化トナー、帯電付着しているトナー粒子などの付着力測定が困難な粒子の測定が可能になると考えられます。

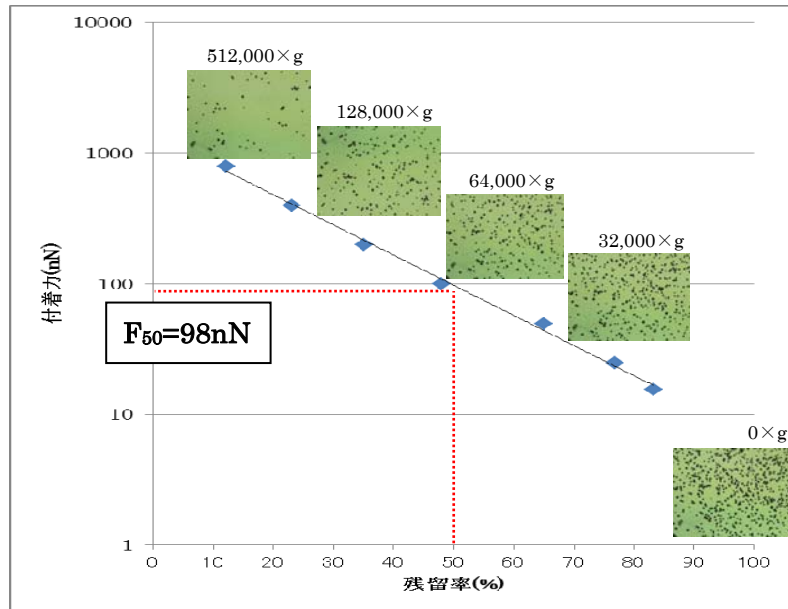


図 1. 付着力とトナー残留率の関係

- 参考文献： (1)竹内学 他、粉体に関する討論会 講演論文集 31、P59 (1993)
 (2)飯村治雄、トナーの付着力研究、リコーテクニカルレポート 26、P34 (2000)
 (3)ケミカルトナー、日本画像学会編、東京電機大学出版 P177 (2008)
 (4)神保元二、The Society of Materials Science, Japan 材料、16、P291 (1967)
 (5)浅川貞雄 他、The Society of Materials Science, Japan 材料、16、P358 (1967)

* 本データは株式会社ナノシーズの協力によるものです。

遠心力付着力測定システム

Hitachi Koki

Nano Seeds
Nano Seeds Corporation



CS-FNX



S110AT



T-AL アダプタ / 専用ホルダ



NS-C200

本資料に関するお問い合わせは日立工機(株)のホームページ
[\(http://www.hitachi-koki.co.jp/contact/\)](http://www.hitachi-koki.co.jp/contact/) からお願い致します。

首都圏地区 (甲信越を含む)	〒105-0011 東京都港区芝公園 1-8-12	03-5733-0202
北海道地区	〒004-0053 札幌市厚別区厚別中央三条 1-2-20	011-896-1748
中部地区	〒451-0051 名古屋市西区則武新町 1-32-16	052-533-0522
関西地区 (中国・四国・京都を含む)	〒663-8243 西宮市津門大筒町 10-20	0798-23-4125
九州地区	〒813-0062 福岡市東区松島 4-8-5	092-622-4025