

### 粉体の化学(5)粉体の錠剤圧縮実験

TSUTSUMI, Yuhbun / KAWAKITA, Kimio / IKEDA, Chihiro /  
津々見, 雄文 / 川北, 公夫 / 池田, 千尋 / YAGHI, Hiroyuki  
/ 八木, 啓之

---

(出版者 / Publisher)

法政大学工学部

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

Bulletin of the Faculty of Engineering, Hosei University / 法政大学工学部  
研究集報

(巻 / Volume)

2

(開始ページ / Start Page)

41

(終了ページ / End Page)

46

(発行年 / Year)

1965-05

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00004279>

# 粉体の化学

## 第5報 粉体の錠剤圧縮実験

教授 川北公夫, 助教授 津々見雄文  
助手 池田千尋, 助手 八木啓之

### Chemistry of Powders

#### [V] Tablet Compression of Powder

Kimio Kawakita, *Professor*  
Yuhbun Tsutsumi, *Assistant Professor*  
Chihiro Ikeda, *Assistant*  
Hiroyuki Yaghi, *Assistant*

#### 1. まえがき

前報<sup>1)</sup>において, これまで発表されたいろいろの圧縮式が, 空隙率と圧力との関係をどのように表現しているかを検討し, その結果, 低圧から高圧にいたる全加圧領域において合理的に使うことができるのは Athy の式と川北の式であることを報告した.

Athy の式と川北の式はそれぞれに特徴があるが, 著者等は種々の乾燥粉体について錠剤圧縮の実験を行ない, これらの式がいかなる粉体の場合にそれぞれ適用しうるかを調べた.

#### 2. 実験方法

##### [A] 試料

試料としては金属粉体, ガラス粉体, 食品粉体および種々の薬品粉体について約 30 種類を使用した. 特に金属粉体とガラス粉体については球形の粒子からなるものと, 不規則な形の粒子からなる粉体とを区別して使用した. それぞれの粉体は日本標準規格篩により篩分けし, できるだけ粒径の揃ったものを試料とした. 試料はあらかじめデシケータ中に保存し乾燥させたものを使った.

##### [B] 粉体の加圧方法

第1図に示すような鋼鉄製肉厚円筒内に, その高さの約半分程度に乾燥粉体を充てんし, 上部から加圧する. ピストンロッドの直径約 1cm. 充てんした粉体の初期体積はロッドを静かに乗せたときの (約  $40 \text{ g/cm}^2$  の加重に相当する) 体積をもってした. 加えた圧力は上部のダイヤルゲージで読み, その際の体積変化は傍の読取顕微鏡で測定した. 最高加圧は  $3 \text{ ton/cm}^2$  まで行なった.

### 3. 実験結果

#### [A] 種々の粉体の圧縮

川北の式は次のとおりである。

$$\frac{P}{C} = \frac{1}{ab} + \frac{1}{a}P$$

従って実験値を適用したうえで、 $P/C$  と  $P$  について plot し、その点を結んだものが直線であれば川北の式によく合うといえる。種々の粉体について圧縮実験の結果を川北の式に適用したものが第2図である。この図では比較的容積変化の激しい  $500 \text{ kg/cm}^2$  までを示したが、 $3 \text{ ton/cm}^2$  までの加圧結果はそのまま直線状に延長したものになる。

図で示されたように種々の粉体を圧縮した結果は、川北の式

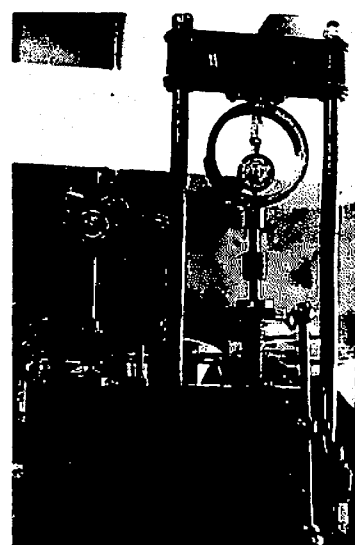


Fig. 1.  
Apparatus for Compaction  
Measurement

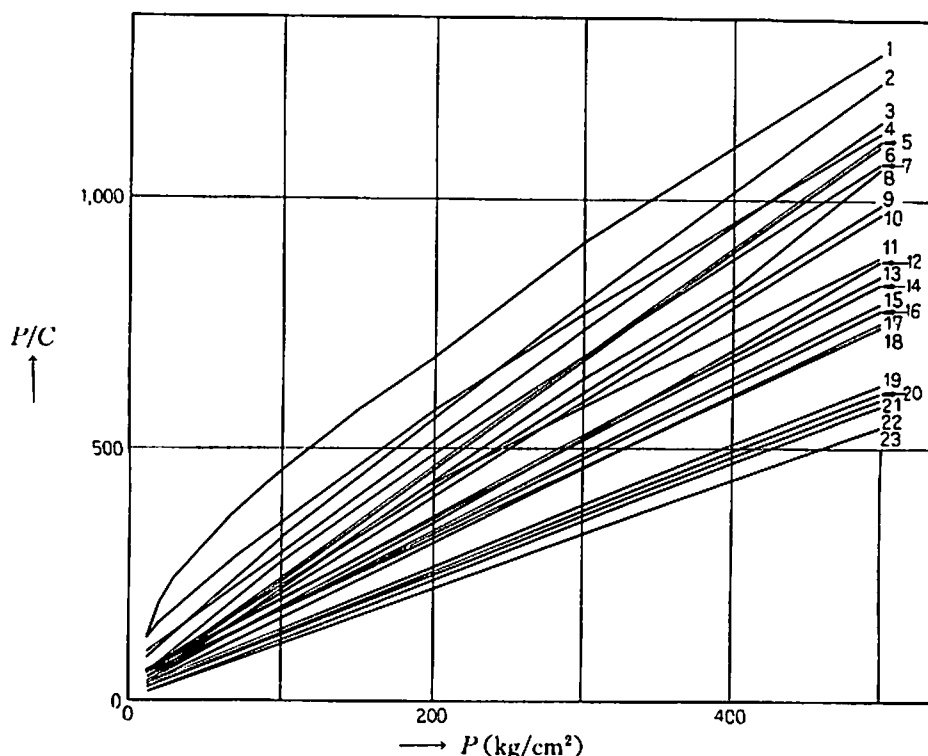


Fig. 2. Compaction of Various kinds of powder

- |                              |                         |                         |
|------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1 Borax                      | 8 Lemon powder          | 16 $C_{10}H_8$          |
| 2 Glutamic acid              | 9 Aspirin               | 17 $CaCO_3$             |
| 3 Boric acid                 | 10 $NaHCO_3$            | 18 Talc                 |
| 4 Borax                      | 11 Japanese acid clay   | 19 Synthetic detergent  |
| 5 Sugar                      | 12 Stearic acid         | 20 Snow brand skim milk |
| 6 Lactose                    | 13 $TiO_2$              | 21 Meiji Instant coffee |
| 7 Tripoly phosphoric acid-Na | 14 $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ | 22 ZnO                  |
|                              | 15 Sulphur              | 23 Colloidal silica     |

でよく表現されることがわかる。ただし No. 1 の硼砂はやや曲った線を示すが、これは粒径  $0.2\sim 0.3\text{ mm}$  の比較的大きな粒状のものであり、後述するガラスや砂の場合に幾分近い性質をもつためであると考えられる。その他の粉体はいずれも不規則な形の粒子からなる「ふわふわ」もしくは「さらさら」した粉体であって、その粒子の粒径も比較的小さい。

### [B] ガラス粉体の圧縮

ガラス粉体についての圧縮結果を川北の式に適用したものが第3図である。No. 1, 2, 3 は球形の粒子よりなる粉体で、それぞれに粒径が異なる。この場合には直線が得られず川北の式に合うとはいえない。No. 4 は同じ球形のものを上下からピストンで加圧した場合で、かなり川北の式に合う結果がえられた。また No. 5, 6 は砕いたガラス粉体であり、この場合にはよく川北の式を適用できる。

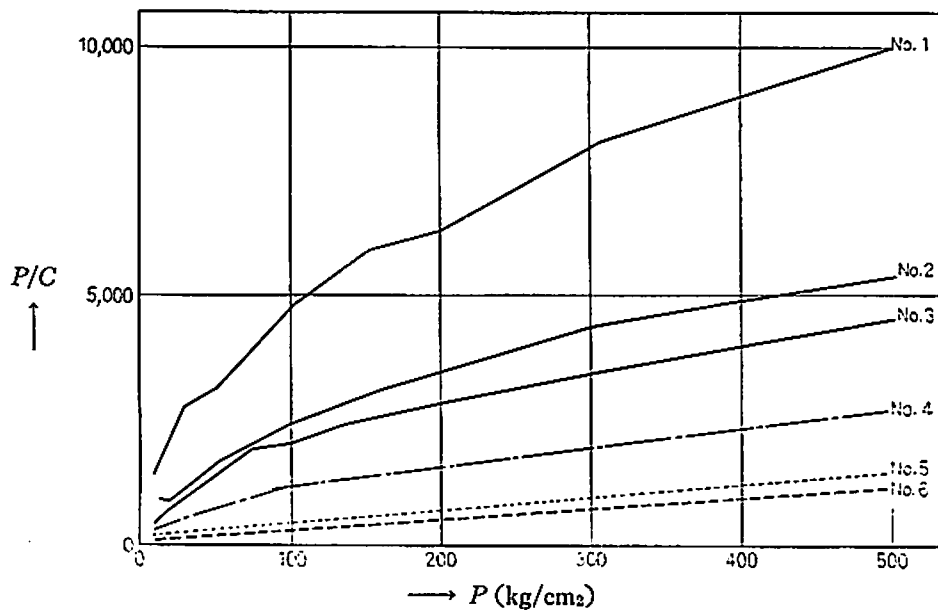


Fig. 3. Glass powder

- No. 1: (297-350  $\mu$ )
- No. 2: (Smaller than 44  $\mu$ )
- No. 3: (77-88  $\mu$ )
- No. 4: Pressed by upper & under rods. (105-125  $\mu$ )
- No. 5: (210-297  $\mu$ )
- No. 6: (105-149  $\mu$ )

---

No. 1~4: Spherical powder  
 No. 5, 6: Non spherical powder

### [C] 金属粉体の圧縮

金属粉体についての結果を川北の式に適用したものが第4図である。No. 1, 2 は砲金の球状粉体, No. 3, 4 は銅の球状粉体。いずれも川北の式に合うとはいえない。No. 5 は銅の球粉をピストン上下から加圧した場合で、やや川北の式に合うといえる。No. 6, 7 は鉄と銅の不規則な形の粒子からなる粉体の場合で、いずれも川北の式によく合うといえる。

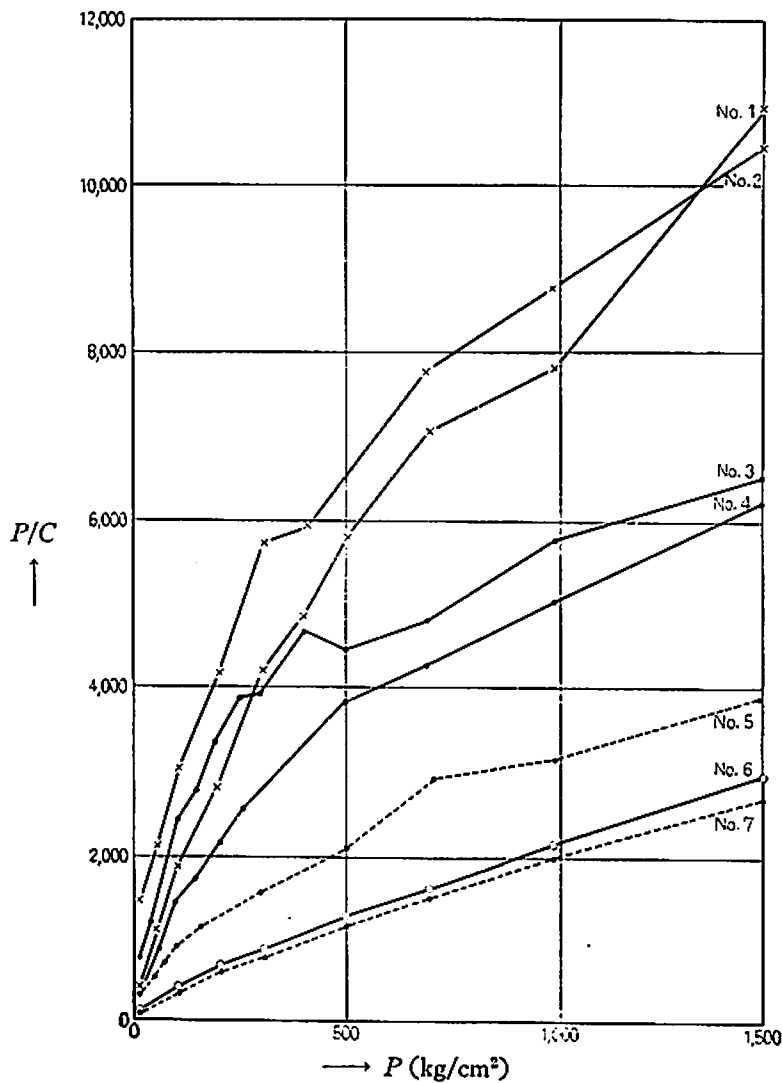


Fig. 4. Metal powder

- No. 1: Gun metal (Smaller than  $44 \mu$ )  
 No. 2: Gun metal ( $137-149 \mu$ )  
 No. 3: Copper ( $149-177 \mu$ )  
 No. 4: Copper (Smaller than  $44 \mu$ )  
 No. 5: Copper: Pressed by upper & under rods. ( $77-88 \mu$ )  
 No. 6: Iron (Smaller than  $44 \mu$ )  
 No. 7: Copper (Smaller than  $44 \mu$ )

---

No. 1~5: Spherical powder

No. 6, 7: Non spherical powder

#### [D] 実験結果の Athy 式への適用

川北の式によく合わなかった粉体を Athy の式に適用したものが第5図である。図の横軸は圧力  $P$  で、縦軸に空隙率  $p_0$  の対数をとった。従って図で直線がえられれば Athy の式に合致することができる。

図中の No. 5, 6, 7 (点線) は川北の式によく合う粉体を、比較のために Athy の式に適用してみたものであって、要するに川北の式によく合う粉体は Athy の式には合わないということが

できる。他のナンバーの粉体は川北の式に合わないものであって、これらはいずれも加圧の極く初期の部分を除いては、ほぼ直線状に得られているので Athy の式にかなりよく合うといふことができる。

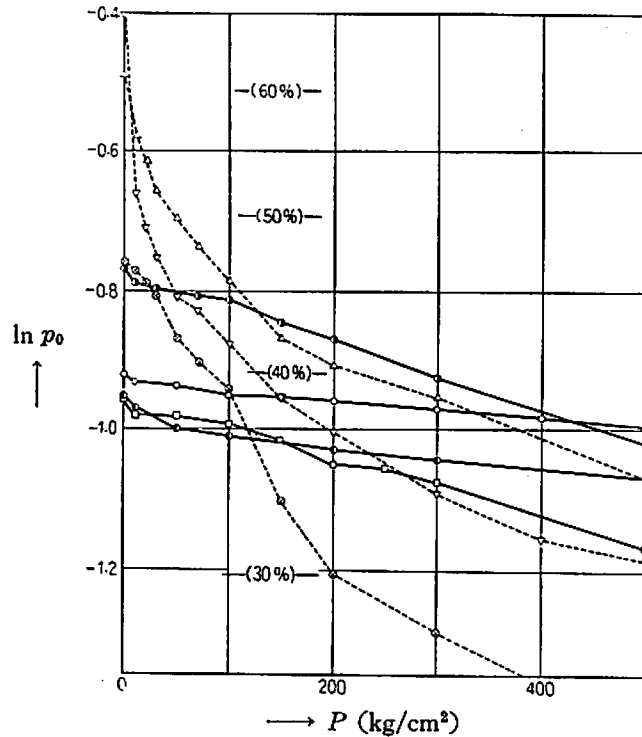


Fig. 5. Athy's Equation ( $p_0=c_1 \cdot \exp(-c_2 P)$ )

No. 1: Spherical glass (230~297 $\mu$ )	No. 1 ○
No. 2: Sand (210-297 $\mu$ )	No. 2 ⊙
No. 3: Spherical Gun-metal (210-250 $\mu$ )	No. 3 ⊖
No. 4: Spherical copper (210~250 $\mu$ )	No. 4 □
No. 5: Non-spherical glass (77-105 $\mu$ )	No. 5 △
No. 6: NaHCO <sub>3</sub> (Smaller than 44 $\mu$ )	No. 6 ▽
No. 7: Non-spherical glass (590-840 $\mu$ )	No. 7 ⊗

なお図中にカッコで示した数字は空隙率をパーセントで表わしたものである。これから判断すると、川北の式に合う粉体は初期の空隙率が40%程度以上あって、加圧による空隙率の変化が大きく、Athyの式に合う粉体は初期の空隙率が40%前後であり、しかも加圧による空隙率の変化が比較的小さいといふことができる。

#### 4. む す び

種々の乾燥粉体について錠剤圧縮の実験を行なった。その結果は、金属、ガラスおよび砂のような堅い粒子の球状に近いものからなる粉体は、初期の空隙率が40%前後であり、加圧による空隙率の変化が比較的小さい。このような粉体の圧縮はAthyの式で比較的良好に表わされる。

一方、球形でない粒子からなる粉体は、初期の空隙率が40%程度以上あり、加圧による空隙

率の変化が大きい。このような粉体の圧縮は川北の式でよく表わされる。

最後に、この研究に際して実験装置の一部を土木教室からお借りした。またデータの解析は計算センターをわずらわせた。厚く感謝の意を表する。

#### 文 献

- 1) 川北公夫, 他: 粉体の化学, 第4報