

### 粉体の化学(9)微振動圧縮

KAWAKITA, Kimio / TSUTSUMI, Yuhbun / 津々見, 雄文 / 川北, 公夫

---

(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)

3

(開始ページ / Start Page)

49

(終了ページ / End Page)

52

(発行年 / Year)

1966-03

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00004270>

# 粉体の化学

## 第9報 微振動圧縮

教授 川北公夫, 助教授 津々見雄文

### Chemistry of Powders

#### [IX] Vibrating Compression of Powder

Kimio KAWAKITA, *Professor*

Yuhbun TSUTSUMI, *Assistant Professor*

#### 1. まえがき

粉体に振動を与える研究は主として化学工学のうえから粉体の輸送, 供給, 粉碎あるいは熱交換の操作などに関連して行なわれたもので, 振動機械の研究が多くなされていて粉体そのものの充てん体積の変化をくわしく調べた報告は殆んど見当らない. 僅かに山形等<sup>1)</sup>が二, 三の粉体について行なった研究がある程度で, 微振動による粉体の圧縮現象を表現しうるような実験式は未だ提出されていない.

筆者等は種々の粉体について微振動を与えた場合の振動時間と容積変化との間にはどのような関係があるかを主として調べるための実験を行なった.

#### 2. 実験方法

微振動圧縮の装置は第7報図1左に示したのものを使ったが, 振動数 50 サイクル/秒, 振幅 0.5 mm で垂直方向と水平方向の振動を行なった. 試料のとり方は前報(第8報)のタッピング圧縮の場合と同様に, 乾燥粉体 100 cm<sup>3</sup> 近くをガラスシリンダーにロートを使って一定高さから注ぎ入れ, そのときの体積をもって初期容積とした. 実験はすべて5回くり返して行ないその平均値をとった.

#### 3. 実験結果

図1は微振動圧縮を行なった場合の振動時間と空隙率変化の状況を示す. 縦軸に空隙率  $n$ , 横軸に振動時間  $t$  をとった. また実線は垂直方向の振動で, 点線は水平方向の振動を示す. No. 1: 雲母, No. 3: 石英のいずれも微粉は前報のタッピング圧縮の場合にも大きく彎曲した形で空隙率減少を示す第1のタイプのもので, 振動の場合にも全く同様な大きく彎曲した減少の形を示し

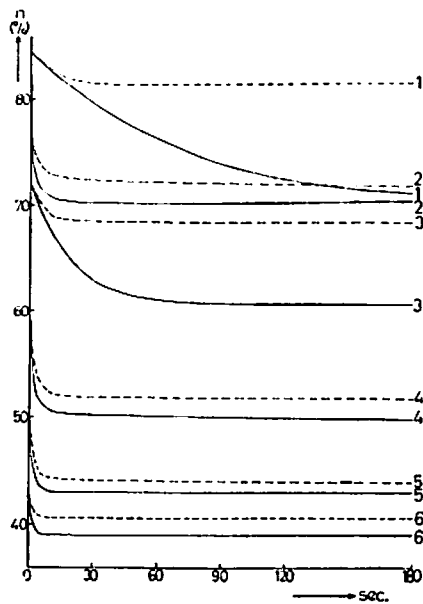


図 1. 振動時間と空隙率との関係

ている。No. 2: 電解銅粉, No. 4: 亜鉛粉, No. 5: 豊浦砂, No. 6: ガラス球粉はいずれもタッピング圧縮の場合に第2のタイプの粉体であり, 初期に空隙を減少して後はほとんど変わらないものであって, 振動の場合でも同様な現象を示している。

また第1のタイプの粉体は水平方向の振動と垂直方向との両者の差が大きく開いているのに対し, 第2のタイプは水平, 垂直両方向の振動における空隙率減少の差が小さい。

#### 4. 振動の結果を表現する実験式

上記の実験結果から推察できることは, タッピング圧縮の現象を表わす実験式がそのまま振動圧縮にも使えるのではないかということである。ただしタッピング圧縮の際のタッピング回数は振動時間によっておきかえておく必要がある。事実, Nutting 式 (1) においては

$$\varepsilon = \psi^{-1} t^{\alpha} f^{\beta} \quad (1)$$

$t$  を一定として  $\varepsilon$  と  $f$  との関係を表わすのも,  $f$  を一定として  $\varepsilon$  と  $t$  との関係を表わすのも同一の表現になる筈である。微振動圧縮において応力  $f$  は一定とみなしうるから前報 (第8報) 表2の圧力  $P$  の代りに振動時間  $t$  とおいたものは少くとも Nutting 式に関しては同様の表現で差支えない。

前述したようにタッピング圧縮と微振動圧縮は同じような現象を示すので, タッピング圧縮の場合に行なったように, 前報の表2における各種実験式の圧力  $P$  の代りに振動時間  $t$  でおきかえた式をもって実験値の適用性をみることにした。

タッピング圧縮の場合と同様に各種の式に実測値を適用し, 最小自乗法で計算した値と実測値を比較してみると表1のようになる。結果は第1のタイプは (A) タイプの式とくに川北の式に最もよく適合し, 第2のタイプは (B) 型の式とくに Nutting の式に最もよく適合することが示されタッピング圧縮の場合と全く同じ結果である。

#### 5. 微振動における粉体粒子の移動

図2は微振動を与えた際の粉体粒子がどのような移動をしているかを調べるために, 縞もようを作って振動してみたものである。比較のためにタッピング圧縮を行なった場合も一緒に示した。結果はいずれの場合も表面に近い部分の粒子が大きく移動し, 底に近い部分の粒子はほとんど沈下するだけであることがわかる。図の (a) は沈降炭酸石灰で第1のタイプの実例であり,

表 1. 各種圧縮式への適用

| Vibration (vertical, 50 c/s, ampli. 0.5 mm) |                     |                      |       |          |         |         |        |
|---|---------------------|----------------------|-------|----------|---------|---------|--------|
| Time : t<br>(sec)                           | Porosity<br>$n(\%)$ | Observed<br>$-dn/dt$ | Athy  | Kawakita | Nutting | Balshin | Jones  |
| (MICA)                                      |                     |                      |       |          |         |         |        |
| 0   | 84.43               | 0.892                | 0.484 | 0.535    | 0.896   | 0.895   | 0.895  |
| 5   | 83.41               | 0.761                | 0.478 | 0.522    | 0.003   | 0.002   | 0.002  |
| 10  | 82.53               | 0.641                | 0.473 | 0.511    | 0.002   | 0.001   | 0.001  |
| 20  | 81.04               | 0.571                | 0.465 | 0.493    | 0.001   | 0.000   | 0.000  |
| 30  | 79.79               | 0.512                | 0.457 | 0.478    | 0.001   | 0.000   | 0.000  |
| 50  | 77.20               | 0.455                | 0.443 | 0.447    | 0.000   | 0.000   | 0.000  |
| 80  | 74.58               | 0.267                | 0.428 | 0.418    | 0.000   | 0.000   | 0.000  |
| 120   | 72.62               | 0.178                | 0.416 | 0.396    | 0.000   | 0.000   | 0.000  |
| 180   | 70.87               | 0.024                | 0.406 | 0.377    | 0.000   | 0.000   | 0.000  |
| (SAND)                                      |                     |                      |       |          |         |         |        |
| 0   | 49.49               | 10.260               | 1.475 | 1.813    | 10.280  | 10.270  | 10.268 |
| 5   | 43.18               | 6.130                | 1.287 | 1.380    | 0.033   | 0.016   | 0.014  |
| 10  | 43.00               | 0.370                | 1.282 | 1.369    | 0.018   | 0.008   | 0.007  |
| 20  | 42.96               | 0.000                | 1.283 | 1.366    | 0.010   | 0.004   | 0.003  |
| 30  | 42.94               | 0.000                | 1.280 | 1.365    | 0.007   | 0.003   | 0.002  |
| 50  | 42.90               | 0.000                | 1.279 | 1.362    | 0.004   | 0.002   | 0.001  |
| 80  | 42.96               | 0.000                | 1.281 | 1.367    | 0.003   | 0.001   | 0.001  |
| 120   | 42.94               | 0.000                | 1.280 | 1.365    | 0.002   | 0.001   | 0.001  |
| 180   | 42.97               | 0.000                | 1.281 | 1.367    | 0.001   | 0.000   | 0.000  |

(b) の豊浦砂は第2のタイプの例である。第2のタイプは第1のタイプに比べて体積変化が少ないことがわかる。なおこのような粒子の移動現象は試料層の高さを変えても同様である。

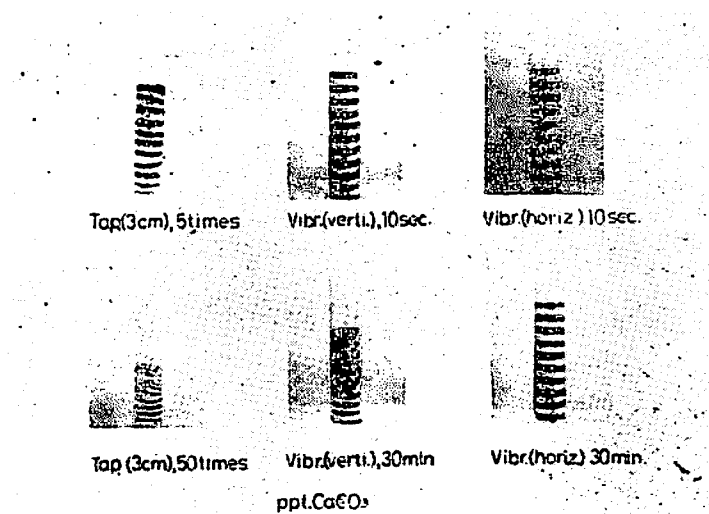
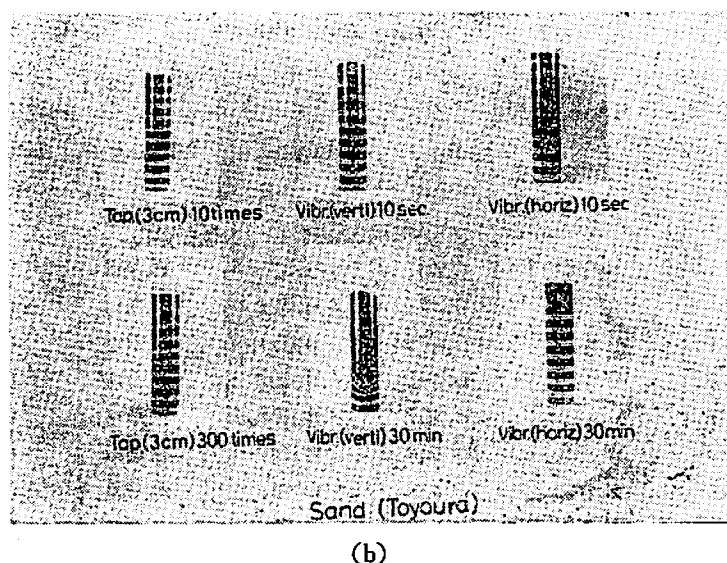


図 2. (a)



(b)  
図 2. タッピングや振動における粒子の移動

## 6. 結 論

粉体の微振動圧縮を行なった結果は、われわれが行なった条件ではタッピング圧縮と全く同様な傾向を示した。なおわれわれの振動条件はほぼ 2.5 G の加速度を与えたことになるが、これが 1 G の加速度でいど以下ではほとんど粉体に影響を与えることができなかった。振動数や振幅を変えた条件のもとでの圧縮現象についても今後研究したいと考えている。いずれにしても粉体の容積変化に対する時間的な影響をくわしく調べることは、粉体の圧縮をレオロジー的に考察するうえに役立つであろう。

終りに、データの整理は計算センターの御厄介になり、またこの実験におけるデータは本多英男君の測定によるものであることを記して深く感謝の意を表す。

## 文 献

- 1) 山形吉男, 鈴木繁幸, 手島精一: 化学工学協会第 30 年会講演要旨集, 237 (1965).