

## J06

粉体層内挿入棒の引抜きによる層崩壊挙動を  
用いた付着特性評価

(岡山大工)○横山 達也・(岡山大院自)(正)押谷 潤・(正)後藤 邦彰・(正)吉田 幹生\*

## 1. 緒 言

粉体は固体でありながら流動性を有するため、食品や化粧品など様々な分野のプロセス中において使用されている。しかし、粉体は粒径が小さくなると付着性が増加するため、プロセス中の管内で閉塞などのトラブルが発生している。これを解決するためには、粉体の付着特性をあらかじめ把握し、それに基づいたプロセス設計が必要である。付着特性の評価法については一面せん断試験などが古くから行われているが、粉体層を形成しやすく、容器内壁からの影響を受けにくくするために10g程度の粉体を要することが多い。しかし、高価な粉体、多量採取困難な粉体、有害な粉体においてはより少量の粉体での評価が求められており、粉体層のせん断方法を変更することで実現可能ではないかと考えた。そこで本研究では、金属棒を差し込んだ少量の粉体層を形成し、そこから棒を引き抜く際の力を測定することで付着特性の評価を試みた。粉体層高さ、充填率や棒の侵入深さが棒を引き抜く力に及ぼす影響を検討した。

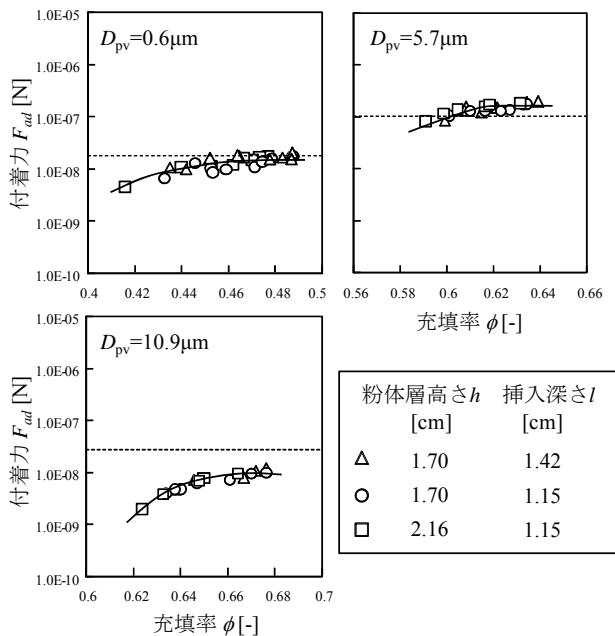
## 2. 実験方法

本実験では粒径の異なる3種類のシリカ粒子(体積基準中位径  $D_{pv}=0.6, 5.7, 10.9\mu\text{m}$ 、個数基準中位径  $D_{pn}=0.4, 2.5, 0.7\mu\text{m}$ )を用いた。まず、底部に3mmの穴が開いた内径13mmの円筒容器を用意し、その底部にろ紙を貼りつけた。直径1.2mmの金属棒を容器底部の穴に通るようにろ紙を貫通しながら所定の深さまで挿入した。この容器にあらかじめ秤量した1.1-3.6gのシリカ粒子を投入し、手動で加圧して金属棒を差し込んだ粉体層を形成した。このときの充填率 $\phi$ は粉体層高さから算出した。その後、金属棒に触れないようにろ紙を切り取り、金属棒をロボシリンダーで引き抜いた。この際、ロボシリンダーは10mm/sの一定速度で稼働させた。引き抜く際にかかった荷重はロードセルで測定し、PCに記録した。実験は粉体層高さ  $h=1.26, 1.70, 2.16\text{cm}$ 、棒の挿入深さ  $l=0.88, 1.06, 1.15, 1.42\text{cm}$ の条件下で行った。また、粒子1接触点あたりの付着力  $F_{ad}$ は以下のRumpfの式より算出した。ここで、 $\tau$ は荷重 [Pa]、 $k_n$ は配位数[-]である。

$$F_{ad} = \frac{\tau \pi D_{pn}^2}{\phi k_n} \quad (\text{Rumpfの式})$$

## 3. 結果と考察

$D_{pv}=10.9\mu\text{m}$ のシリカ粒子において  $h, l$  を変化させて検討を行ったところ、 $h \geq 1.70\text{cm}, l \geq 1.15\text{cm}$  では測定結果が安定することが明らかとなった。これは、これらの  $h, l$  の範囲では、棒が安定に挿入できたためだと考えられる。Fig.1 に  $h \geq 1.70\text{cm}, l \geq 1.15\text{cm}$  の条件で測定した各  $D_{pv}$  での  $\phi$  に対する  $F_{ad}$  を示す。なお点線は van der Waals 力の計算値(Hamaker 定数  $A=1.60 \times 10^{-19}\text{J}$ )を示す。いずれの  $D_{pv}$ においても、 $\phi$  の増加に伴い緩やかに増加し、ほぼ一定値に漸近していることがわかる。これは、 $\phi$  が比較的小さいときは粉体層の充填構造が完全に均一ではなく粉体層の弱い部分から崩壊したのに対し、 $\phi$  の増加に伴い充填構造がより均一に近づいたためだと考えられる。また、いずれの  $D_{pv}$  でも  $F_{ad}$  の漸近値と計算値はほぼ一致する結果となった。ただ、 $D_{pv}=10.9\mu\text{m}$  の場合にわずかに差がみられるのは、計算値では均一粒径と仮定しているのに対して、 $D_{pv}$  と  $D_{pn}$  の差が大きく粒径分布が広いためだと考えられる。以上の結果より、本装置を用いることにより 1.1-3.6g 程度の少量の粉体で付着力の評価がほぼ可能であることが明らかとなった。

Fig.1 充填率  $\phi$  に対する付着力  $F_{ad}$ 

\*TEL: 086-251-8085, E-mail: myoshida(at)cc.okayama-u.ac.jp