

## K01

## ガラス粒子・平板間付着力に及ぼす両者の接触状態の影響

(同志社大工)○(学)若林沙枝・(学)中島俊哉・(正)土屋活美・森康維\*

## 緒言

化学工業プロセスにおいて水溶液中での粒子の分散、凝集状態を知ることが重要とされている。これらの現象を理解するには、粒子・平板間あるいは粒子・粒子間の相互作用力を知る必要がある。特にガラスやシリカ表面では溶液 pH 条件で粒子表面上の親水基が 3 次元的に結合し、ゲル層が形成され付着力に影響を及ぼすと報告されている[1]。そこで本研究では水中での球形粒子と平板基板間の表面接触状態に注目し付着力に及ぼす影響について検討した。

## 実験方法

直径約 5.0  $\mu\text{m}$  の球形で無孔のガラス粒子を、エポキシ樹脂を用いてカンチレバーの先端に取り付け、80  $^{\circ}\text{C}$  で 30 分間加熱乾燥させた。その後純水でよくすすぎコロイドプローブとした。AFM (Nano Wizard, JPK Instrument) にコロイドプローブを取り付け、液セルに純水を入れコロイドプローブを浸漬した。浸漬時間が 5 分あるいは 10 分となったときに付着力測定を開始し、それ以降は 5 分間隔で測定を行った。接触力 30 nN、接触時間 10 s 一定で測定を行った。また液セルに純水を入れ、15 分間コロイドプローブを基板に 30 nN の接触力で接触(contact)あるいは離れた状態(separate)で放置し、その後 30 nN の接触力で付着力を測定した。さらに、5 mM NaCl 水溶液 (pH=8.23) でも測定を行った。基板にはマイカ平板を使用した。

## 実験結果および考察

まず浸漬時間が付着力に及ぼす影響を Fig. 1 に示す。浸漬時間が 10 分の場合の付着力は 5 分の場合の約 1/4 程度である。この理由としてガラス表面上にゲル層が形成し、ゲル層による近距離反発力が生じたためと考えられる。また、フォースカーブからもファンデルワールス力の影響が小さくなっていることがわかったため、ゲル層の存在が示唆される。さらに 5 分の場合では時間が経過しても、付着力は減少することなく一定値を示しているため、純水中でのガラス粒子の付着力は浸漬時間の影響だけでなく最初に行われる表面接触にも影響されると考えられる。

粒子・基板両者の表面接触状態が付着力に及ぼす影響を Fig. 2 に示す。NaCl 水溶液中でコロイドプローブを接触した状態で 15 分間放置した後の付着力は接触時間によらず一定で、値も小さい。ゲル層は水溶液がアルカリのときに形成されやすくなるため[2]、この結果はゲル層によるものと考えられる。また水溶液中での付着力は接触時間とともに増加すると報告されている[3]。粒子と基板を接触(contact)あるいは離れた状態(separate)によらず、接触時間を増すと付着力は上昇する傾向が見られる。しかし、contact 状態は separate 状態よりも付着力の接触時間依存性は大きい。さらに

separate 状態での付着力の大きさは NaCl 水溶液の付着力の値と比べても同じ程度に小さいといえることから 15 分放置するとゲル層が形成したと考えられる。一方、同じ時間浸漬させていても接触した状態で放置した場合、付着力は接触時間とともに増加しており、その値は浸漬した結果と比べ約 4 倍大きい。純水中の separate 状態や NaCl 溶液中での contact 状態のフォースカーブはゲル層の存在を示しており、その結果として付着力はほとんど存在しないほど小さくなっている。それに対して純水中の contact 状態ではゲル層の影響が見られず接触時間を増加すると付着力は大きくなる。

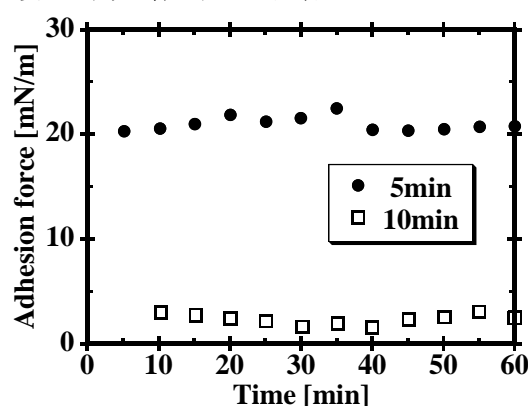


Fig. 1 Difference of adhesion force of between glass particle and mica plate in pure water by various soaking times.

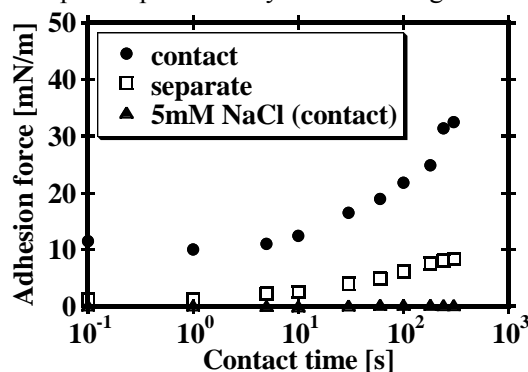


Fig. 2 Show the various adhesion force of surface contact or separate between glass and mica in pure water and 5mM NaCl solution (pH=8.23).

## 結言

ガラス粒子表面にゲルが形成する程の時間、水溶液中に浸漬させてもガラス粒子が基板に接触しているとゲル形成は抑制される。

## 参考文献

- [1] J. Israelachvili, et al., *J. Colloid Inter. Sci.*, **165**, 367-385 (1994)
- [2] E. Taran, et al., *J. Colloid Inter. Sci.*, **297**, 199-203 (2006)
- [3] I. Vakarelski, et al., *J. Colloid Inter. Sci.*, **227**, 111-118 (2000)

E-mail: ymori@doshisha.ac.jp