

# ケイ酸塩およびホウ酸塩を含む新規セラミックボールによる 親水性イオンコーティングの技術開発

高村巧、菅原智明、谷口元\*

## Development of the hydrophilic ion-coating technology by the novel ceramic balls including silicates and borates

Takumi Takamura, Tomoaki Sugawara, Hajime Taniguchi\*

### 要 旨

車両や建設用重機の汚れを水洗で洗浄可能な親水性コーティングのために、配合と焼成温度の最適化によりケイ酸塩とホウ酸塩を含む新規なセラミックボールの作製をした。新規セラミックボールを用いたコーティング水はICP-MSでケイ素とホウ素の濃度が高い機能水であり、電子顕微鏡とオージェ電子分光装置でナノサイズのコーティングがされていることを確認した。

自家用・作業用車両や建設機械まで、水洗するだけで防汚のための塗装表面の親水化等の効果を有する安価でメンテナンスが容易な新型セラミックボールを開発する。汚れ防止のためのセラミクスボールに水道水の流水を通して、ナノサイズのイオンを含む機能性水による親水性コーティングを行うことを目的とする<sup>1)</sup>。

構成は自発分極を有する電気石と呼ばれるトルマリンの微細粉を含む新規なセラミクスの開発し、イオン活性化水による多孔質のセラミクスを微細に削り取る方法を採用した。多孔質のセラミクスは水ガラス、硼砂を含み造粒・焼成することにより得られた<sup>2)</sup>。

機能性水の評価は、ICP-MSの高感度元素分析装置により行った。コーティング膜の評価は微視的には電子顕微鏡(SEM)、オージェ電子分光装置で行い、巨視的には水の接触角測定で行った。耐久性試験は実際のコーティングの効果の目視にて評価した<sup>3)</sup>。

主成分の粘土や構成を変えて種々のセラミクスを合成した中で、焼成温度を低く抑え(500～

700℃)、写真に示すような適度な強度と多孔性をバランスよく満たしたものが得られた(図1)。中長期に渡りケイ酸塩とホウ酸塩を高濃度に含む処理水の供給を実用可能なレベルまできた<sup>2)</sup>。ICP-MSによる微量な珪素や硼素に関してナノの微粒子を含むイオン水の解析を行った(表1)。ケイ素、ホウ素が数ppm～数十ppmオーダーと高く、さらに一部粘土に起因する鉄系の重金属も観察され、目的のナノイオンの溶出は達成された。目視による耐久性は高く、ケイ酸塩の供給も数ppmオーダーで1ヶ月以上供給可能であった。

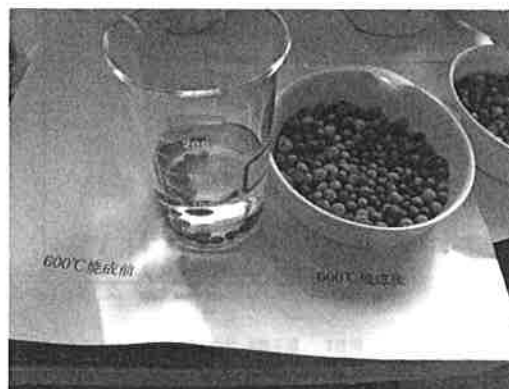


図1 焼成後の外観と水中での溶出挙動

\*PAS (ピーエーエス)

責任著者連絡先 (Takumi Takamura) : takamura@techakodate.or.jp

表 1 ICP-MS 定性元素分析結果

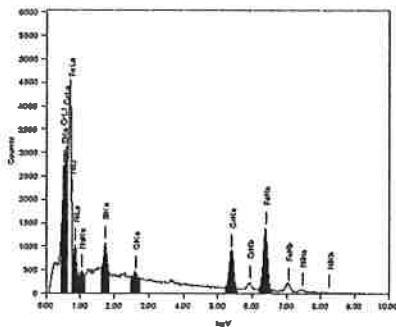
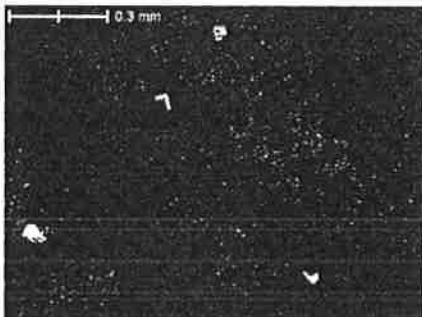
半定量値	検出元素
多量 (1000ppb 以上)	Na, Mg
中量 (1000~50ppb)	Si, K
少量 (50~1ppb)	B, Ca, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Br, Sr, I, Ba
微量 (1~0.1ppb)	Li, Al, V, Rb, Pb

ステンレス基板に対するコーティングでは、オージェ電子によってケイ酸の膜厚測定に本セラミックスのコーティングの効果が詳細に解析できた(表2、図2)。電子顕微鏡 (SEM) では微細な構造の他にミクロンオーダーの微粒子が多少観察された。EDS では軽元素はシリカの酸素とケイ素が観察された。重金属は基板の元素であると思われる。

表 2 ステンレス基板表面の EDS による定性元素分析結果

強度	検出元素
強	O
中	Si, Cr, Fe
弱	Na, Cl, Ni

EDS分析結果 (No. 2)



元素	(keV)	質量%	誤差%	原子数%	化合物	質量%	カチオン数	K
O	0.525	1.96	0.04	6.33				11.0490
Na	1.041	0.56	0.07	1.25				1.2333
Si	1.739	1.52	0.05	2.80				5.4239
Cl	2.621	0.53	0.05	0.78				2.3722
Cr	5.411	17.29	0.27	17.20				75.0815
Fe	6.398	62.08	0.53	57.47				255.1696
Mn	0.851	16.09	0.36	14.17				24.2378
合計		100.00		100.00				

図 2 ステンレス基板表面の EDS による定性元素分析結果

次にオージェ電子分光では、アルゴンスパッターによるデプス分析ではナノの微粒子の存在と吸着構造が知られた。酸化ケイ素では1分間で約 10 nm の厚さをエッチングできることが知られている。10 nm 前後の膜厚を示すことからナノイオンの吸着が知られた (図3(a)、図 3(b))。

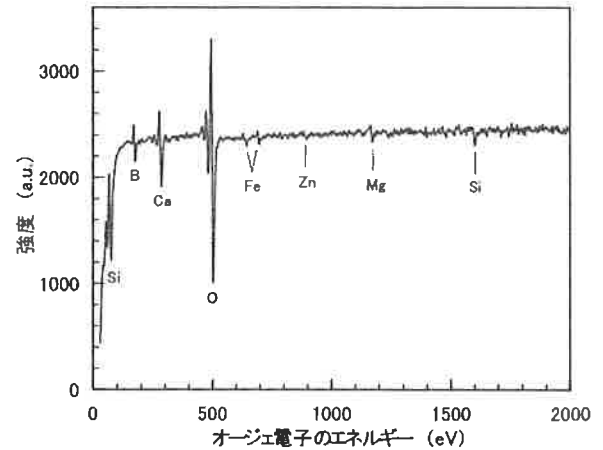


図 3(a) オージェ電子分光分析結果 (表面)

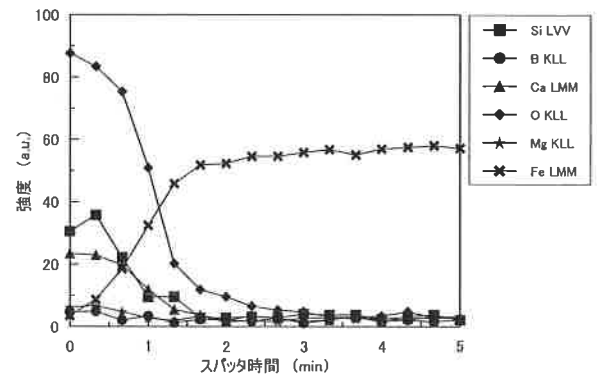


図 3(b) オージェ電子分光分析結果 (深さ方向)

マクロな評価では、塗装面へのコーティングは表面の濡れ性が低く丁寧な洗浄が必要である。水の接触角測定に関して、光学的平滑性を高めるためガラス基板を使用した。新型セラミックボールを使用した親水性コーティング膜は、水の接触角測定により、接触角5度以下の超に近い親水性を示した(図4)。これにより、目標を達成する新型セラミックボールが開発できた。

#### 参考文献

- 1) 作花済夫:ゾルーゲル法の科学、アグネ承風社、東京
- 2) 吉田明利:無機機能性ゾル、化学と工業、45、914-915(1992)
- 3) 高村巧、下野功、菅原智明、谷口陽一郎:北海道立工業技術センター研究報告、第10号(2008)、p82-84

#### 謝 辞

この研究に当たり、共同で開発を進めました(株)システムブレイン神田社長、親水性評価に関して貴重なアドバイスをいただいた(地独)北海道総合研究機構工業試験場、斎藤隆之さんに感謝いたします。

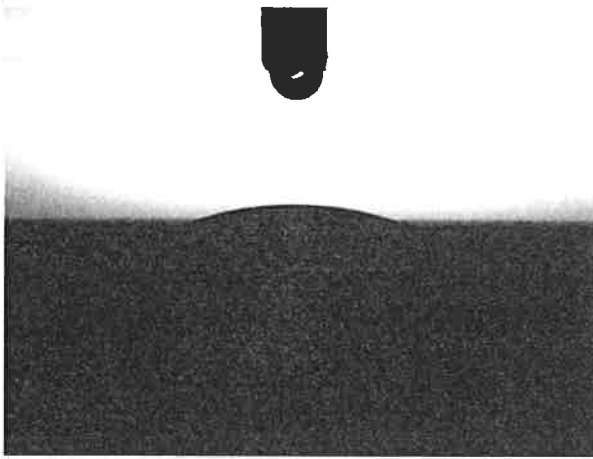


図4 親水性が高まったステンレス基板の水の接触角測定状態