ナノ粒子コーティング方法の検討と粉末付着防止効果の評価

Study on nanoparticle coating method and evaluation of the effect on the prevention of powder adhesion

*尾見 昂洋[1]，瀬川 智臣[1]，川口 浩一[1]，石井 克典[1]，都倉 諒磨[2]，佐藤根 大士[2]，鈴木 道隆[2]
[1]日本原子力研究開発機構，[2]兵庫県立大学

グローブボックスにおける核燃料物質の滞留や外部被ばく線量の低減等を目的とし，グローブボックス構成材へのナノ粒子コーティングによる粉末付着防止に係る技術開発を進めている．アクリル，ポリカーボネートおよびステンレスへのナノ粒子コーティングの方法と粉末付着防止効果に係る測定・評価結果について報告する．

キーワード：ナノ粒子コーティング，アクリル，ポリカーボネート，ステンレス，粉末付着防止効果

1. 緒言

MOX 燃料製造工程において，グローブボックス内の構成材に核燃料物質が付着することによる滞留や外部被ばく線量の増加，パネルの視認性低下が課題となっている．既往の研究において，グローブボックス構成材への微細加工やナノ粒子コーティングが粉末付着防止に有効であることを明らかにした[1]．そこで本研究では,グローブボックス構成材へのナノ粒子コーティング方法およびナノ粒子の濃度をパラメータとした粉末付着試験結果について測定・評価を実施した．

2. 実験方法

粒子径約 20 nm の親水性シリカナノ粒子(スノーテックス C，日産化学製)をイオン交換水に分散してナノ粒子濃度 0.1～1.0mass%のコーティング剤を調製した．アクリル，ポリカーボネート，ステンレス(SUS304)の各材料の試験片表面をエタノールで洗浄後，塗布，スプレー，浸漬の各方法によりナノ粒子コーティングを施し，乾燥後の表面状態を観察した．次に，コーティング剤をスプレーしてナノ粒子コーティングしたアクリル試験片の表面粗さを AFM により測定した．さらに，粒子径約 5.5 μm のアルミナ粉末を表面全体に均一に吹きつけ，静かに反転し試験片に付着していない粒子を除去し，光学顕微鏡により表面に付着した粒子を観察し，画像を二値化処理し,評価範囲に対する粒子部分の面積割合として被覆率を算出した．

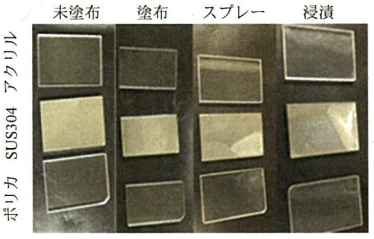

Fig. 1. コーティング表面

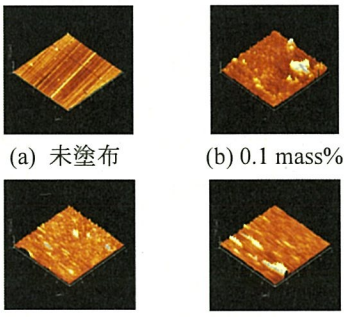

Fig. 2. AFM による測定結果

3. 測定結果および考察

各試験片へのコーティング結果を Fig. 1 に示す．塗布，スプレー，浸漬ともに良好な塗布性が得られた．グローブボックス内においてコーティングを行う上でスプレー方式は作業性が良く，最も適応性が高いコーティング方法であると考えられるため，スプレー方式を選定した．

AFM によるアクリル試験片の表面粗さ測定結果を Fig. 2 に示す．未塗布においては，研磨痕が観察されるのに対し，ナノ粒子コーティングした表面では，研磨痕は観察されず，ナノ粒子による凸部が散在する表面構造が確認された．0.1 mass%および 1.0 mass%においては，少数の大きな凸部が偏在する一方，0.5 mass%においては，比較的小さな凸部が測定領域全体に一様に分布していることを確認した．

各試験片におけるコーティング剤中のナノ粒子濃度に対するアルミナ粉末の表面被覆率を Fig. 3 に示す．未処理表面における被覆率は 20～40%であるのに対し，コーティング面においては，被覆率が 5%以下に低下し，ナノ粒子コーティングを行うことにより，粉末付着防止効果が得られることを確認した．また，濃度 0.5 mass%のコーティング剤による処理面では，最も被覆率が低くなっており，濃度を最適化することにより高い付着防止効果が得られることが明らかになった．

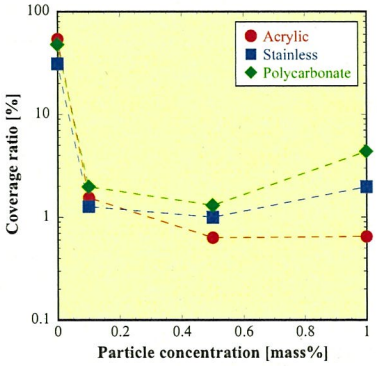

Fig. 3. ナノ粒子濃度に対するアルミナ粉末の表面被覆率

4. 結論

グローブボックス構成材に対し，ナノ粒子コーティングを施すことにより，粉末付着防止効果が得られることが示唆された．本手法は，グローブボックスや MOX 粉末を取扱う設備等における核燃料物質の滞留や外部被ばく線量の低減，パネルや除染作業時のゴーグル等への粉塵付着低減による視認性向上に有効と考えられる．

参考文献

[1] 瀬川智臣他，“微細加工およびナノ粒子コーティングによる粉末付着防止技術開発”，日本原子力学会 2020 年春の年会，1A13

*Koyo Omi[1],Tomoomi Segawa[1], Koichi Kawaguchi[1], Katsunori Ishii[1], Ryoma Tokura[2], Hiroshi Satone[2] and Michitaka Suzuki[2]
[1]Japan Atomic Energy Agency, [2]University of Hyogo