

## 고분자 분산제를 포함한 유기용매 속에서 Ni 및 Alloy 625 나노분말의 분산 안정성

### (Dispersion stability of Ni and Alloy 625 nanoparticles in organic solvents with a polymeric dispersant)

한국원자력연구소 원자력나노소재융합팀 이은희\*, 이민구, 이창규

#### 1. 서론

분산이 잘 된 Ni 및 Alloy 625 나노분말 현탁액은 촉매 나 전기영동 시험 등 여러 응용분야에 사용된다. 그러나 안정한 나노분말 현탁액을 제조하기는 쉽지가 않다. 왜냐하면 높은 밀도와 크기 때문이다. 이 논문에서는 여러 가지 유기용매 속에서 고분자 분산제를 사용하여 Ni 및 Alloy 625 나노분말을 분산시켜 그 분산 안정성을 살펴보았다. 여러 가지 용매들에 의한 영향을 파악하기 위해 응집 혹은 침전하는 경향 측정, 육안 관찰 그리고 제타 퍼텐셜을 측정하여 분산 안정성을 평가하였다.

#### 2. 실험방법

Ni 및 Alloy 625 나노분말은 levitation-gas condensation (LGC) 방법으로 제조하였다.<sup>1)</sup> TEM 과 X-ray diffraction을 사용하여 특성을 평가하였는데 Ni 및 Alloy 625 나노입자의 크기는 10 과 40 nm 범위에 있었다. 고분자 분산제는 Hypermer KD-2 (Uniquema, UK)를 사용하였으며 유기용매는 에탄올 (ethanol), 2-프로판올 (2-propanol) 그리고 자이렌 (xylene)을 사용하였다. Ni 및 Alloy 625 나노분말 현탁액은 다음과 같이 제조하였다. 먼저 100 ml 유기용매에 1 wt%의 Hypermer KD-2를 넣고 충분히 교반하였다. 그 다음에 0.01 wt%의 Ni 이나 Alloy 625 나노분말을 넣고 1 시간 동안 초음파 하였다. 모든 시료들은 회석하지 않고 그 자체 농도 그대로 측정 용기에 sampling 하여 프랑스 Formulaction 사의 Turbiscan LAb을 사용하여 25 °C에서 2 일 동안 3 시간 간격으로 분산특성을 측정하였다. 그리고 제타 퍼텐셜도 측정하였다.

#### 3. 결과 및 고찰

그림 1 (a)은 Turbiscan LAb 장비를 사용하여 여러 가지 용매 속에서 Ni 나노분말 현탁액의 시간에 따른 분산특성을 정량화한 그래프이다. 입자들의 응집도와 평균  $\Delta T$  (mean delta transmission) 값이 비례하기 때문에 평균  $\Delta T$  값이 증가 할수록 입자들의 응집도도 증가하게 된다.<sup>2)</sup> Xylene을 사용한 현탁액은 매우 빠른 평균  $\Delta T$  값의 증가를 보이다가 20 시간 후부터는 변화를 보이지 않았다. 이것은 Ni 나노입자들이 빠르게 응집되어 입자의 크기가 변하고 있음을 나타내며 20 시간 이전에 침전이 일어났음을 보여준다. 육안으로 관찰한 결과 1 일 이내 Ni 나노분말들이 모두 침전하였다. Ethanol 과 2-propanol을 사용한 현탁액들은 평균  $\Delta T$  값의 변화가 크지 않으나 2-propanol을 사용한 현탁액은 지속적인 평균  $\Delta T$  값의 증가를 보이고 있다. 따라서 Ni 나노입자들의 응집현상이 느리게 지속적으로 일어나고 있음을 나타내며 이러한 현상은 육안으로 관찰한 결과와도 일치하였다. 2-Propanol을 사용한 현탁액은 15 일 이후 침전하였으나 ethanol을 사용한 현탁액은 지속적인 분산 안정성을 보이고 있다. 그림 1 (b)은 여러 가지 용매 속에서 Alloy 625 나노분말 현탁액의 시간에 따른 분산특성을 정량화한 그래프이다. Xylene을 사용한 현탁액은 빠른 평균  $\Delta T$  값의 증가를 나타내고 있으며 이 현탁액속

의 Alloy 625 나노분말들도 2 일 이내 모두 침전하였다. 2-Propanol을 사용한 현탁액의 평균  $\Delta T$  값이 ethanol을 사용한 경우보다 크게 나타났다. 나노입자들의 응집 현상이 계속적으로 서서히 일어나고 있음을 나타내며 이러한 결과들은 육안으로 관찰한 결과들과 일치하였다. Ethanol 과 2-propanol을 사용한 현탁액들은 모두 30 일 이상 분산 안정성을 보였으나 2-propanol인 경우에는 Alloy 625 나노분말들이 모두 침전하였다. Ni 과 Alloy 625 나노분말들은 극성용매인 ethanol 과 2-propanol을 사용한 경우, 분산 안정성을 보였으나 비극성 용매인 xylene을 사용한 경우에는 나노입자들이 응집하여 침전하는 현상을 보였다. Ethanol 용매 속에서 Ni 과 Alloy 625 나노분말을 사용한 현탁액들은 비슷한 분산 안정성을 보였으며 육안 관찰로도 구별할 수 없었다. 따라서 제타 퍼텐셜을 측정하여 보았다. Ethanol 용매 속에서 Ni 나노입자들의 제타 퍼텐셜 값은 약 - 50 mV 이었으며 Alloy 625 나노분말들은 약 - 40 mV 이었다. Ethanol 용매 속에서 고분자 분산제를 포함한 Ni 및 Alloy 625 나노분말들의 현탁액들은 분산제의 높은 분자량과 화학적인 구조에 의한 입체 안정성 때문에 분산 안정성을 보이는 것 같다.

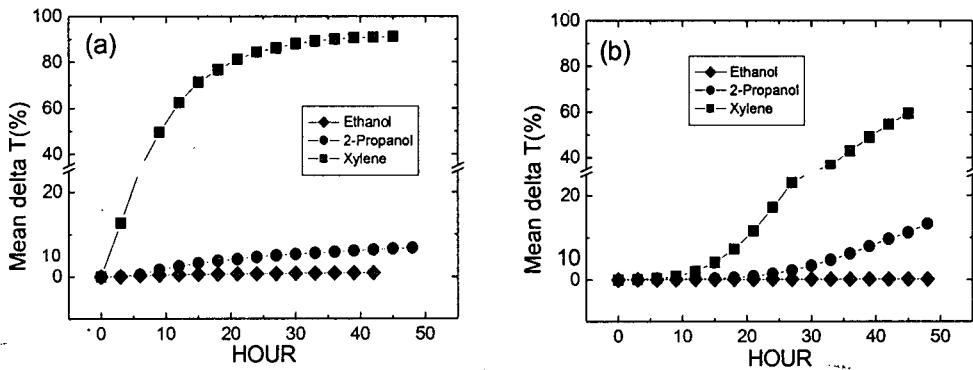


Fig. 1. The effect of the solvents on the dispersion stability of (a) Ni nanoparticles and (b) Alloy 625 nanoparticles.

#### 4. 결론

고분자 분산제 Hypermer KD-2를 포함한 Ni 과 Alloy 625 나노분말들의 현탁액을 ethanol, 2-propanol 그리고 xylene 용매를 사용하여 제조하였다. 그 특성을 평가한 결과 ethanol 과 2-propanol 용매 속에서는 분산 안정성을 보였으나 xylene을 사용한 경우에는 나노입자들이 응집하여 침전하였다. Ethanol 용매 속에서 Ni 나노입자들의 제타 퍼텐셜 값은 Alloy 625 나노입자들 보다 더 높았다.

#### 참고문헌

- 1)A.Y. Yermakov, M.A. Uimin, A.A. Mysik and T. Goto: Mater. Sci. Forum Vol. 386-388 (2002) 455.
- 2)Formulaction, France, user guide (2005).