

향후 10년간 성형기술의 발전



류 병 환
한국화학연구원
bhryu@knct.re.kr

인류의 역사에 있어서 세라믹은 인간과 밀접한 관계를 맺으며 발전하여 왔으며 이는 앞으로도 IT, BT, NT, ET 등의 첨단 분야를 통하여 우리 생활에 더욱 가까이 다가올 것으로 기대된다. 최근 세라믹스는 경박단소의 형태를 지향하는 전자세라믹스에서 산업용으로 사용되는 대형 구조세라믹스에 이르기까지 여러 형태 및 크기의 부품들이 개발되고 있으며 이는 결국 세라믹 슬러리의 특성 제어를 통한 다양한 성형기술에 의해 이루어지고 있다.

최근 들어 더욱 직접도가 높고 정교한 회로를 통하여 구현되고 있는 첨단 전자부품의 개발이 가능하기 위해서는 나노 입자 크기의 세라믹 분말을 이용한 정교한 입자의 분산제어 및 고농도화가 필요하다. 나노미터 크기의 입자를 사용할 경우에 분산을 위해 입자표면에 존재하는 고분자나 전하의 흡착층(δ ; 대략 10~20 nm 이하)은 본래의 분산입자의 분율(Φ)에 비하여 입자의 유효체적($\Phi_{\text{eff}} = \Phi(1+\delta/a)^3$)을 크게 하며, 입자 크기(a)가 작아질수록 입자분율에 비하여 유효체적의 비율이 급속히 커져 고농도화는 더욱 어려워지므로 나노 입자의 고농도화를 위해서는 유효체적을 줄이는 연구는 지속적으로 거듭될 것이다.

한편 전자부품 산업을 비롯한 모든 제조공정에 있어서 환경친화성이 강조되는 현 시점에서 슬러리 제조를 위하여 환경 파괴적인 유기용매계를 대신하여 물을 사용하고 싶지만, 아직 수계 공정의 특성이 유기용매계의 특성에 비하여 만족치 못하므로, 당분간 유기용매계를 사용

하게 될 것이다. 그러나, 물과 유기용매의 혼용계 및 환경친화적 수계로의 점진적 전환이 이루어질 것으로 예상되며 이러한 변화가 가능하기 위해서는 전환시점에서의 분산용매에 사용 가능한 고분자의 합성기술이 필요하다. 물과 혼용용매계의 경우, 슬러리 중 세라믹 입자의 계면과 성형조제인 유기물 그리고 분산매의 관계를 고려하여, 세라믹 입자의 표면특성과 분산용매와 유기물의 상용성을 조절하면 입자표면의 고분자의 흡착 유무를 결정하게 되고, 흡착하고 남은 free polymer 역시 분산 메카니즘에 큰 영향을 미치게 되며, 또한 free polymer의 구조제어에 의하여 세라믹 미세구조의 in situ 제어를 기대할 수 있다.

성형 메카니즘을 보면, 고전적으로는 분산계의 용매제거에 의한 고화방법이 있으며, 최근 분산계의 겔화에 의한 고화방법이 연구의 대상이다. 예를 들어, 열분해성 물질 등을 사용하여 분산계의 평형을 일순간 깨어서 입자간 직접응집을 유도한 무기물입자 겔화에 의한 고화방법과 분산계에 모노머나 고분자를 첨가하여 일순간 분산계의 입자 사이에 유기물 겔화를 유도하는 고화방법 등이 차세대 성형의 대상으로 대형 구조세라믹 제조의 불꽃을 당길 것으로 본다.

끝으로, 가정이지만 특정주파수대를 사용하여 세라믹 분산계의 겔화를 유도할 수 있다면, 가까운 미래에 손가락으로 딱! 하는 소리하나에 성형이 완료될 수 있기를 기대해 본다.

Development of Advanced Forming Tech in Near Future, Beyong-Hwan Ryu, Korea Research Institute of Chemical Technology