

특별강연-1 세라믹 층상시스템에서 휨응력을 억제하기 위한 구조설계 연구

Structural Design for Suppressing Flexural Stress in Layered Ceramic System

이기성

국민대학교 기계자동차공학부 기계설계 전공

기계/바이오/에너지 시스템의 핵심부품으로 사용되는 구조세라믹스, 생체 세라믹스, 에너지 세라믹스에 있어서 휨응력은 부품의 수명을 결정하는 매우 중요한 인자로 작용한다. 이러한 휨 응력은 특히 세라믹/세라믹 뿐만 아니라, 세라믹/금속, 세라믹/폴리머 등 층간 단성계수 차이가 큰 재료들로 구성된 층상형의 부품이 제조될 경우 억제해야만 하는 주요한 요소이다. 이는 세라믹스 소재가 포함된 층상형 시스템의 경우 반복적인 집중하중 하에서, 휨응력에 기인한 시스템의 파손이 갑자기 일어날 수 있기 때문이다. 본 연구에서는 베어링/인공치아/멤브레인 시스템에서의 시스템적 파괴현상을 이해하고 적절한 구조설계의 중요한 인자를 제공함으로써 궁극적으로 손상저항성(damage tolerance)이 우수하고 수명이 향상된 층상재료 및 시스템에 관한 연구결과를 발표하고자 한다. 보다 구체적으로는 파손의 원인인 휨응력에 의한 균열의 전파 혹은 균열의 개시 자체를 방지하도록 재료의 특성(탄성계수, 강도, 인성, 경도)과 기하학적 변수(층 두께, 접촉하중의 반경)들과 함께 임계하중(critical load)간의 관계를 제시하여, 일정하중 하에서의 층상재료의 특성차가 야기하는 파괴현상을 이해하고 이를 방지하기 위한 적절한 코팅층의 두께 범위를 제안하고자 한다. 또한 멤브레인 시스템에서 기체의 투과에 기인한 격자변위의 응력변화를 소개하고 이를 억제하기 위해 도입한 층상형 시스템에 대하여 소개하고자 한다.

특별강연-2 철강산업 부산물 및 폐기물의 재활용 기술

Recycle Technology of Byproducts and Wastes from Iron and Steelmaking Process

권오성, H.W. Gudenau

Institute of Ferrous Metallurgy, RWTH-Aachen, Germany

모든 분야에서 발생하는 부산물 및 폐기물은 그 자체가 원료 물질을 포함하고 에너지를 함유하고 있기 때문에 환경문제와 더불어 제품의 생산원가등 경제적 측면에도 직접 영향을 미치게 된다. 철강산업은 그 제조공정의 특성상 다량의 자원과 에너지를 사용하며, 제선, 제강, 압연, 표면처리 등의 생산공정을 거치면서 다양한 종류의 부산물이 발생되고 그 양은 철강생산량의 약 60%에 이른다. 철강 부산물은 쇳물을 생산할 때 철을 분리하고 남은 암석성분의 광물상으로 이루어진 슬래그(고로슬래그, 제강슬래그)가 발생량의 약 3/4를 차지하며, 배기가스 집진공정에서 배출되는 더스트/슬러지와 화성부산물, 산화철, 폐내화물 등이 나머지를 구성하고 있다. 이러한 철강 부산물은 일반적으로 유용한 물질을 함유하고 있는 경우가 많고 우수한 품질의 자원으로서 활용도가 크기 때문에 환경, 자원보전의 관점에서 체계적이고 구체적인 recycling 기술을 확립하는 것이 중요하다. 따라서 현재 진행되어지고 있는 철강산업 부산물 및 폐기물의 처리 및 자원화 기술의 국내외 연구 개발 동향에 대해 알아봄으로써, 환경오염 등의 문제를 방지함은 물론 관련분야의 기술적 향상 및 기업 경쟁력 향상에 도움이 될 것으로 판단된다.

특별강연-3 방전플라즈마 소결법을 이용한 난소결성 및 기능성 세라믹스 제조 및 미세구조 최적화

Fabrication and Microstructural Optimization of Poor-Sinterable and Functional Ceramics Using a Spark Plasma Sintering Process

권경훈, 심광보

한양대학교 세라믹공학과 세라믹공정연구센터

최근 산업의 급속한 발달에 따라 기존 재료의 기능성 향상과 더불어 새로운 고 기능성을 갖는 신 재료의 개발에 대한 요구가 점점 커지고 있다. 21세기 핵심 기술로서 나노 기술의 중요성이 부각되면서 점점 더 정밀 한 미세구조 제어가 필요 되어지고 있으며, 이에 따른 새로운 소결 공정 기술 개발이 요구되어 있다. 본 연구에서는 저온에서 매우 빠른 소결이 가능하고 공정 변수 조절을 통해 미세구조의 정밀한 제어가 가능한 방전 플라즈마 소결법(SPS, Spark Plasma Sintering)을 난소결성 공융결합 재료 및 기능성 산화물 재료의 제조에 적용하여 TEM 등의 전자현미경을 이용하여 소결 거동과 미세구조를 분석하고 각 재료에 요구되어 지는 특성을 평가하였다. 난소결성 공융 결합 재료의 소결에 있어서 방전 플라즈마 소결법의 적용은 낮은 온도에서 고밀도의 미세하고 균일한 미세구조를 갖는 소결체를 제조할 수 있었으며 기존의 전통적인 소결법으로는 불가능 하였던 물질의 적용도 가능하였다. 또한 기능성 산화물 재료의 소결에 있어서는 기존에 소결이 갖는 장시간 공정의 문제점을 해결하여 비정상 입성장을 막고 균일한 미세구조 형성이 가능하여 재료의 특성을 향상시킬 수 있었다. 방전 플라즈마의 우수한 소결 특성을 이용하여 미세구조를 정밀하게 제어함으로써 기존 재료의 물성을 향상시킬 수 있을 뿐만 아니라, 기존의 소결법으로는 불가능한 부분의 소결에 적용함으로써 새로운 특성을 가지는 고기능성 재료의 개발에 적용할 수 있으리라 기대된다.

특별강연-4 연성/취성 적층복합재료의 균열진전거동 해석

Numerical Analysis on Crack Propagation Behavior in Ductile/Brittle Layered Composites

박영조, Manabu Enoki*

한국기계연구원 세라믹재료그룹, *동경대학교 재료공학과

For the materials design bringing into the best performance of ductile/brittle layered materials, the factors controlling fracture mode were investigated by numerical analysis. A new method, which can deal with dynamic crack propagation, was developed to predict crack nucleation toughness (KN) and crack propagation resistance (R-curve). An in-situ cracking phenomenon was demonstrated successfully by embedded cracking element in the brittle layer. Calculated critical thickness ratio, $(t_m/t_c)_{cri}$, for the transition from single cracking to multiple cracking showed good agreement with the reported experimental values. Work-hardening in ductile layer plays dominant role for multiple cracking, and residual compressive stress in brittle layer contributes to enhanced resistance for crack propagation. With minimized assumptions and an ability to consider residual stress, the proposed method is expected to be useful in analyzing the crack propagation behavior in composite materials.