소재성형실

분말재료 관련연구와 정밀성형 기술연구

목 차

주요 연구분야

1. 금속 분말 제조기술 분야
2. 분말 성형 분야
3. 정밀 성형기술 분야
4. 고온 초전도체 선재 제조기술 분야

정 형 식·임 태 홍
한국기계연구소 소재성형실

주요 연구분야

소재 성형실의 연구는 분말재료 관련 연구와 정밀 성형 기술개발을 중점적으로 수행하고 있으며 고온 초전도체의 선재 제조 기술분야도 국책과제로 수행중이다. 이중 분말재료 분야는 고기능성 특수 합금 분말 및 급냉, 미세 분말 제조를 위한 금속분말 제조 기술 분야와 분말상의 원료를 원하는 형태로 성형한 다음 소결등 후공정을 거쳐 특수용도소재나 고특성 부품등을 개발하고자 하는 분말성형 분야로 나뉘어져 진행되고 있다. 정밀 성형 기술 분야에서는 단조등에 의한 부품의 Net Shaping기술 개발에 대한 연구가 진행중이다. 한편, 최근 전 세계적인 관심의 대상이 되고 있는 고온초전도체의 실용화를 위한 기초연구로서 선재 제조 기술 개발을 위한 연구가 병행되고 있다.

이와같은 연구들은 궁극적으로 부가가치가 큰 고기능·고품질 및 고정밀도를 가진 제품을 높은 생산성으로 제품화하는 선진화된 제조기술 개발과 이를 이용한 신소재 및 부품의 개발을 목표로 한다.

지금까지 당실에서는 수분사업에 의한 고합금재의 분말화 기술을 개발하였으며 다품종 소량소비형인 기능성 소재의 판재화 기술에 적합한 분말압연 기술을 개발하였다. 또한 정밀 성형으로 Gear 및 VTR Head Drum, 항공기 동체부품, Tripod Slide Housing등을 개발하여 산업체에 성공적으로 기술을 이전 기업화를 하였다.

현재는 고속도 공구강 분말 제조 기술개발, 고밀도화 기술개발, 분말압연에 의한 Fe-Si 및 Fe-Ni계 연자성 판재제조 기술개발, 정밀 단조에 의한 Gear 및 항공기 부품 개발과 고온 초전도체 선재

제조 기술 개발에 관한 연구를 수행 중이다. 한편 다가오는 2000년대의 기술 선진화를 위하여 기능성 소재의 개발과 제조 기술 및 정밀 성형 기술의 고도화를 위해 학계 및 산업계와 긴밀한 협조 관계를 유지하면서 일본 동북대 등과의 국제공동연구를 확대해 나갈 계획이다.

소재 성형실 연구분야의 연구내용을 간략히 소개하면 다음과 같다.

1. 금속분말 제조기술 분야

지금까지의 금속분말 제조능력은 자동차 및 각종 기계부품소재로 사용되는 철계 및 동계분말을 위주로 Al 등 범용소재 분말에 국한되어 성장하였으나 최근 산업발전과 함께 종래 단순 기능의 분말뿐 아니라 고기능성 특수합금분말의 수요도 점점 증가되는 추세이다. 특히 국내에서는 70년대 중반 Cu 등 비철금속분말 제조기술이 개발되면서 Cu, Al, Sn, Mg 및 W, WC등의 금속분말이 현재 생산중에 있지만 철계 및 고합금분말, Ti등의 특수합금 분말개발에 대한 연구는 매우 미흡한 실정이다. 이는 상용 철분말의 경우 한정된 국내 수요 및 경제성에 있어 외국분말과 비교 상대적으로 크게 열세이기 때문이다. 이를 극복하기 위해 Stainless, 공구강분말, 각종 전자재료분말, Ti 등 특수합금 분말제조등으로 그 연구 영역을 확대시켜야 하나 국내의 경우 고합금 분말제조공정에 대한 기술 축적이 전무한 상태이기 때문에 매우 어려운 실정에 있다.

본 연구실에서는 고합금 및 특수합금 분말제조 기술개발을 위해 지난 3년간 분말제조의 기본장비인 Water Atomizer의 자체 설계, 제작에 이어 선철을 이용 분사변수 실험 및 공정개발에 대한 연구, 순철분말의 제조공정개발로 기본기술을 축적하였으며 응용개발로 전자재료용으로 다량 사용되는 Fe-Ni합금분말개발을 완료하였고 현재 고속도 공구강 분말 제조기술 개발 및 고밀도화 기술에 관한 연구를 수행하고 있다. Al, Ti, Superalloy 분말등의 반응성 혹은 특수 합금분말의 제조기술개발을 위해 Gas Atomizer를 설계 제작중에 있다.

앞으로의 연구방향은 Water, Gas Atomizer에 의한 각종 특수합금분말개발과 함께 Mechanical Alloying법에 의한 고강도 합금분말개발, 고압분사에 의한 초미분제조기술개발등으로 그 연구 영역을 확대, 발전시킬 계획이다.

2. 분말성형 분야

분말성형 분야에서는 분말상의 원료를 원하는 형태로 성형한 다음 소결 등 후공정을 거쳐 최종 제품을 생산하기 위한 기술개발을 목적으로 하고 있으며 분말압연 공정 및 압축성형, 분무성형 공정개발을 목표로 하고 있다.

이중 최근 중점적으로 연구하여 상업화를 위한 단계까지 기술을 축적한 분말압연 공정에 대해 소개하면 다음과 같다.

분말압연은 금속 및 비금속분말을 회전하는 롤사이에 공급하여 판재를 성형한 후, 최종 판재의 요구 특성에 따라 소결 및 재압연 등의 과정을 거쳐 원하는 특성의 판재를 생산하는 공정이다. 분말압연 공정은 기존의 용해, 주조, 열연 및 냉연에 의한 판재 생산기술에 비해 합금성분 조절이 용이하고 공정이 간단하며 분말의 직접적인 압연에 의해 얇은 판재가 성형되므로 적은 가공공정수로 박판재의 생산이 가능하여 특수합금판재의 개발 및 생산에 적합하다.

선진국에서는 순금속 판재나 다종 소량의 합금판재 생산에 응용하고 있으며 다층복합판재 및 다공질 판재 생산에 이용하고 있다. 한편 연성이 있는 순금속 분말을 혼합하고 분말압연 성형한 후 균질화하는 방법으로 가공이 힘든 합금판재를 생산하기 위한 연구가 활발하다.

본 실에서는 분말압연 분야에 관한 연구를 위하여 실험용 소형 분말 압연기의 설계 및 제작을 하였으며 후공정을 위한 소결 및 균질화 로를 구비하였다. 또한 1990년 상반기에 실험실용 재압연 설비를 갖춤으로써 분말제조 분야와 함께 판재생산을 위한 전 공정 개발을 동시에 수행할 수 있는 설비를 갖추게 된다.

지금까지 국가특정 연구로써 '분말압연에 의한 판재생산기술'과 '분말압연에 의한 전자재료 개발'을 4년간에 걸쳐 연구 수행하였다. 그 결과 용해, 주조재와 동일한 특성의 Fe-42Ni 저열팽창 특성 합금판재 생산기술을 확립하여 시제품을 제작하였으며 JIS 규격을 만족하는 Permalloy판재 제조 기술을 개발하였다. 현재는 한국전력공사의 수탁과제로서 '분말압연에 의한 Fe-Si 무방향성 자심재료 개발'에 관한 연구를 수행중이다. 본 연구의 소재인 고규소강은 취성이 강하여 일반적인 열, 냉간 압연으로 박판화가 불가능하므로 분말압연의 장점을 이용하여 박판화 제조기술을 개발하고자 한다.

한편 지금까지의 연구 성과를 토대로 분말압연 공정의 상업화를 위해 2~3개 업체와 협의 중이며 본 공정을 이용한 기능성 다층 판재개발을 위한 연구를 확대해 나갈 계획이다. 아울러 분말화된 금속용융입자를 비산중에 급속응고시켜 원하는 형태로 성형하는 공정인 분무성형공정 개발을 위한 연구도 추진해 나갈 계획이며 분말기술과 정밀단조기술의 결합기술인 분말단조기술개발도 병행할 예정이다.

3. 정밀 성형기술 분야

정밀 성형 기술은 부가가치가 높은 부품이나 최종 제품을 금형을 이용하여 제조 가공하는 기술 개발을 목적으로 하고 있으며, 기존 소재의 부가가치를 높이고 완제품의 경쟁력을 갖추기 위해서 또한 신소재의 개발 및 응용을 뒷받침하기 위한 필수적 기술이다.

주요 연구 실적으로는 냉간 단조에 의한 Gear의 제조기술 개발, 알루미늄 합금의 냉간 단조를 통한 VTR Head Drum의 개발, Rubber Pad Forming에 의한 F16 항공기 동체 부품 개발과 냉간 단조로서는 대형이며 고정밀도로 난이도가 가장 높은 전륜 구동차용 등속 죠인트 부품중 Tripod Slide Housing을 개발하였다. 현재 진행중인 연구는 항공기용 고강도 합금의 성형성 실험 연구와 항공기 Disk 단조등을 수행 중에 있다.

앞으로의 연구 계획은 대형화, 고 정도화를 목표로 자동차 부품으로는 정밀 단조에 의한 Gear의 제조 기술 개발과 정밀 단조의 최대 수요 분야인 항공기 부품 개발을 위하여 고도의 형 설계 및 제작 기술 개발과 단조 설비의 고 정도화, 윤활처리 기술, 열처리 기술의 개선 등을 조화있게 개발하여 정밀 성형품 개발을 위한 총합적 기술의 진보를 꾀할 예정이다.

그러므로 고가 소재의 사용 증대에 따른 소재 절감과 생산 규모 및 체계의 대형화에 이바지하고 제품의 측면으로는 경량화와 고품질화를 유도하며 항공 부품 산업 및 신소재 개발에 따른 새로운 성형 기술을 산업계에 제공하며 학계와의 긴밀한 협조를 통하여 선진국 수준에 조속히 도달할 수 있는 결과를 가져올 것으로 기대된다.

4. 고온 초전도체 선재 제조기술 분야

초전도 현상이란 임계온도 이하에서 전기 저항이 0이 되고 반자성을 띄는 것을 의미하며, 1987년 액체질소 온도 이상의 임계 온도를 갖는 산화물계 고온 초전도체의 발달로 국내외에서 활발한 연구가 진행중에 있으나 실용화를 위해서는 많은 어려움이 있다. 그 중에서도 특히 산화물 자체의 취성 및 이방성에 의한 제조공정상의 난점과 함께 실용화를 위해서는 $10^5 A/cm^2$이상의 높은 Jc 값이 요구되어진다. 고온초전도체 연구는 Chu교수에 의해 YBaCuO계 초전도체의 발견이래 고온초전도 물질에 대한 기초물성 및 합성 뿐만 아니라 초전도체의 가공과 응용에 대해서도 많은 연구가 진행되고 있다. 초전도체의 임계전류 밀도를 높이기 위한 연구에서는 단결정이나 박막의 경우 $10^6 A/cm^2$이상의 Jc값이 이미 보고되고 있고, Melt Texturing Process나 Peritectic변태를 이용한 경우 bulk재의 경우에도 10^4order 이상의 값을 얻었었고, 이를 실용화하기 위한 선재나 판재, 박막을 만들기 위하여는 RSP, 압출, 압연 등의 분말법과 CVD, PVD등의 방법이 많이 시도되고 있다.

이에 본 연구에서는 초전도의 실용화에 필요한

선재, 판재로의 가공에 중점을 두고 200ton 성형 press와 분말 압연기를 사용하여 Ag피복 초전도체의 냉·열간 압연에 의한 선재 제조 및 Ag나 Ag_2O를 첨가한 YBCO 초전도체의 분말압연 및 열간 재압연에 의한 Ag-YBCO복합 판재 제조공정연구에 주력하여 YBCO의 선재 및 판재제작과 함께 성형성 및 YBCO초전도체의 집합조직 형성거동과 Ag 및 Ag_2O의 첨가효과에 대해서 규명하였으며 현재 250ton 열간 압출 장치를 이용한 Ag피복 YBCO 및 Bi계 초전도 선재 및 리본의 제조에 주력하고 있고, 향후 Multi Core Wire나 Coil제조로 초전도 자석의 제작을 예정하고 있다.

초전도 선재 및 리본의 제조와 함께 초전도 선재의 임계 전류 밀도를 증가시키는 데에 역점을 두고 있으며, 향후 이러한 고임계 전류밀도 초전도 선재 제조 기술을 이용하여 Multi Core Wire의 제작이나, 초전도 자석을 개발하여, 고온초전도체의 실용화를 위한 연구에 주력할 예정이다.

◎ 토론토 산업제품 및 용접장비 박람회
〈TIPS/The Industrial Production Show/Canadian Welding Show〉

1) 개최기간(주기) : '90. 10. 9~12(격년)
2) 개최국(도시, 전시장명) : 카나다(토론토, Coliseum Complex Exhibition Place)
3) 전시면적 : 110,000 S/F
4) 전시품내용 : 공작기계, CAD/CAM, 로보트, 용접장비 기타 기계류 및 장비 전반
5) 성격 및 현황 : (후원)Fabricating & Manufacturing Assn,
American Metal Stamping Assn.
6) 주 최 : Industrial Trade & Consumer Shows Inc., 20 Butterick Road, Toronto, Ontaria, M8W 3Z8, Tel : 416/2527791, Tlx : 416/2529848

◎ 에센 과학기술 박람회
〈KOMMTECH/European Congress Fair for Technical Automation〉

1) 개최기간(주기) : '90. 6
2) 개최국(도시, 전시장명) : 서독(에센, Messegelande)
3) 전시면적 : 32,293 S/F
4) 전시품내용 : CIM, CAD/CAM, 자동화장비, 로보트, 센서장비, 사무실통신장비
5) 성격 및 현황 : 학술회의와 동시 개최
첨단과학분야 정보 소개
6) 주 최 : ONLINE GmbH, Kongresse und Messen fur Technische Kommunikation, Postfach 100866, 5620 Velbert 1, Tel : 02051/23071, Tlx : 8597500, Fax : 02051/21993