

1995년 북미의 분말야금

“Advanced Materials & Processes” 1995년 8월호에 게재된 “Powder Metallurgy in 1995(Donald G. White, Metal Powder Industries Federation, Princeton, N.J.)”를 번역, 편집한 글임

(호서대학교 재료공학과 김정석 교수, 편집위원)

지난 3년간 북미의 분말야금 산업은 원료, 공정, 장비 등의 면에서 이례적으로 큰 성장을 이루었다. 북미에서 금속분말은 93년 대비 선적량에서 연간 18% 증가하였고, 철분은 최초로 338,000톤을 넘어 93년 대비 17.4%, 동과 합금분말은 3%의 증가를 기록하였다. 본 고에서는 철분말과 그 공정 및 응용, 기타 분말야금 관련 신소재, 장비 개발 및 표준화 개발 등의 분야에서 추진되고 있는 기술적 진척 사항들을 고찰하였다.

1. 철과 합금분말(IRON AND STEEL)

철분말 제조회사들은 고기능성 응용분야에 적합한 새로운 제품과 제조공정의 개발에 주력하고 있다. 그 예로 온간 프레스기술(warm press)은 한 단계의 성형공정으로 철계 분말야금 제품의 항복강도, 연신율, 충격인성, 피로특성 등 여러 기계적 특성을 향상시킬 수 있는 방법이다. 스텐레스 분말제조회사는 내식성의 향상에 노력하고 있다. 자동차의 배기가스 부품은 스텐레스 분말의 응용분야에 있어서 새로 대두되는 유망한 분야가 될 것이다.

자동차 경량화의 일환으로 자동차의 엔진, 트랜스미션, 에어백 등의 분야에 P/M부품의 응용이 증가되고 있다. GM, Ford 및 Chrysler사는 북미 뿐만 아니라 전세계에 걸쳐 베어링 캡(bearing cap)이나 분말단조(P/F) connecting rod 등의 부품을 구매하고 있다. 이런 추세는 20세기말까지 지속될 것으로 보인다. American Metal Market에서 승용차에 사용되는 재료에 관해 조사한 통계에 의하면 미국 3대 자동차메이커의 P/M부품은 1977년의 7kg/대에서 12kg/대로 증가하였다. Ford사에 의하면 자사의

P/M부품 사용량은 1989년의 9.2kg에서 94년에 17kg으로 증가하였고, 2000년까지는 23kg이 될 것으로 기대한다. 이러한 증가는 트랜스미션 부분에서의 기여가 큰 부증을 차지한다. GM사는 V-8엔진에 Zenith Sintered Products Inc.의 철계 베어링 캡을 채택하였다. Zenith사는 1993년 이후 V-6엔진용으로 12백만개의 베어링 캡을 생산하여 왔다. Chrysler나 Ford도 소결 베어링 캡을 도입할 예정이다. American Metal Markets에 의하면 Chrysler의 경우 1997년부터 새로운 2.7 liter V-8엔진에 P/M부품을 사용할 것으로 전망하고 있다. 이 경우 P/M 캡은 1997년 한해에만 약 1백만kg에 해당하는 주물품을 대체할 것이다. 또한 Ford는 Vulcan 엔진이라 알려진 3 liter V-6용 베어링 캡을 개발중에 있는 것으로 알려져 있다.

분말단조(Powder forged) 컨넥팅 로드(connecting rod)의 사용도 계속 증가 추세에 있다. Ford사의 경우 1.9-, 2.0 liter(V-4), 2.5 liter(V-6), 4.6 liter(V-8) 엔진에 이 제품을 사용하고 있다. 또한 분말단조 로드(P/F rod)는 1996년 유럽에서 만들어질 3.0 liter V-6엔진과 시그마(Sigma) 엔진에 사용되어 질 예정이다. Ford사에서 선보일 “새세대 트럭”의 V-8, 10엔진에도 P/F컨넥팅 로드와 금속분말을 이용한 챔사프트 lobe를 채용할 예정이다. GM사는 올해 4.6, 5.7 liter(V-8) 엔진에 P/F로드를 채용하고 있고, V-6에도 확대할 전망이다. P/F로드는 1995년형 Corvette LT1 V-8 300마력 엔진 뿐만 아니라. Chrysler의 2.0, 2.4 liter 엔진에도 사용되고 있다. 미국의 3대 자동차메이커의 제품에는 P/F 컨로드가 주물과 기존 단조로드를 대체해 나가고 있다. 1994년 컨로드의 생산과 관련하여서 약 18,000톤의 철분말이 소요된

것으로 추정된다.

2. 첨단분말소재 (Advanced Particulate Materials)

MPIF(Metal Powder Industries Federation) 산하의 Metal Powder Technology Association내에 첨단분말소재협의회(Advanced Particulated Materials Council)가 조직되는 등 첨단 분말소재에 대한 관심이 증대되고있다. 이 분야에는 금속, 금속간 화합물, 세메트, 복합재료, HIP/CIP, nanoscale재료, 플라즈마 프로세스, 알루미늄아이드 등 광범위한 내용을 포괄하는 것으로 기존의 방법으로는 얻을 수 없는 고유한 특성과 기능을 얻을 수 있다. 구체적인 예로는 다음과 같다. 감마 티타늄 알루미늄아이드(gamma titanium aluminide)의 경우에는 미공군 F-14엔진에 HIP제품, 주물품 및 가공품(wrought) 등 여러 제조 방법으로 만들어진 부품을 실장테스트하고 있다. 다른 한편의 프로그램에서는 GE와 Pratt & Whitney사의 터빈엔진의 팬 블레이드(fan blade)나 팬 프레임(fan frame) strut에 티타늄합금 복합재료를 사용할 예정이다. 감마 티타늄 알루미늄아이드는 금속간 화합물 중에서 가장 먼저 상용화가 될 수 있는 재료가 될 것이다. 이 재료가 상용화될 수 있는 가능성이 높은 것으로 예측되고 있는 분야로는 저·고압 콤프레셔 블레이드, stator, 노즐, 자동차 터보차저 로타, 배기밸브 등이다. GE Air 항공기 엔진, GM에서는 감마 티타늄 알루미늄아이드로 만든 실제 여러 엔진부품과 배기밸브에 대해 성능 테스트를 하고 있다. Phillips Petroleum에서는 실리콘 나이트라이드/실리콘 카바이드 기술을 개발하여 상업화를 계획하고 있다. 이 재료의 저압 소결기술은 저투자와 자동 소결공정을 가능케 하고 있다. 이 회사는 특수 자동차 재료, 공업용부품에의 응용을 목표로 하고 있다. 나노스케일(nanoscale)의 금속 및 세라믹분말은 실험실적으로 제조가 되고 있다. 나노입자기술은 고강도, 내열엔진부품, 가스나 액체의 분리막(separation membrane), 고감도 가스센서, 고효율 열교환기, 고내마모성 절삭공구 등이 유망한 응용분야이다. 금속기지 복합재료나 금속간 화합물은 복미를 비롯한 여러 나라에서의 연구개발이 진행되어지고 있어, 분말야금 분야의 영역을 넓힐 기회를 제공하고

있다. 나노스케일의 미세 입자분말은 일반적으로 금속이나 화합물의 가스용촉법에 의해 제조된다. 나노상(nanophase) 재료 중에서 금속보다는 세라믹이 엔진부품, 베어링, 절삭공구, 봉착 등의 분야 중에서 상업화가 먼저 이루어질 것으로 예측된다.

3. 설비의 개선

설비 공급업체도 설비의 개선을 통해 P/M기술을 높이는데 기여하고 있다. 질소는 부품 제조업체에서 endothermic 가스, 분해 암모니아가스, 수소보다 널리 쓰이고 있다. 가격과 편이성 때문에 점차 P/M 공장에서 직접 제조하여 사용하는 경향이다. 한편, 자동화 푸셔 소결로는 고온소결을 이용해 기계적 성질을 향상시키는데 있어서 중요한 역할을 할 것이다. 소결로와 성형 프레스의 적절한 선정과 제어가 중요한 것으로 인식되어 있다. 향후 시장에서 경쟁력을 갖기 위해서는 장치의 전산 자동화가 필수적이다. 성형프레스 공급업체는 고온소결이나 온간성형(Warm Pressing) 등과 같은 방법을 통해 밀도를 향상시키기 위해 분말·금형제조업체 및 소비자와 협력하여 일하고있다. 그러나 일부 전문가들은 새로운 성형법과 re-pressing법이 개발되어 고온소결에 대한 관심이 감소되고 있다고 말한다. 지난 수년간 고온등압성형(HIP)을 이용한 고속도 공구강 빌렛(billet)를 생산하는 분야도 빠른 성장을 해왔다. HIP는 스퍼터링 타겟이나 드릴링기의 밸브부품 제조에도 응용되고 있다. 최근 한 회사는 HIP에 의해 3,900 kg 크기의 P/M 니켈기합금 625로된 해수펌프의 펌프케이스를 선정한 바 있다.

4. 표준화 작업 및 MPIF의 역할

표준화는 지난 4주간 P/M산업계에서 꾸준히 진행시켜 오고 있다 특히 MPIF는 연방정부가 Concurrent Technologies Corp.과 Center for P/M Technology를 통해 지원한 1단계 테스트(Phase I Testing) 결과를 바탕으로 MPIF의 "Standard 35, Structural Materials"에 대한 확대 개편작업을 해온 결과, 1994년에 개정판 "Standard 35"가 출판되었다. 이에 대한 추가적인 테스트 자료가 준비되어 있고, 이것이 완료됨으로써 "Standard 35"는 완벽한 P/M

표준지침서가 될 것이다. 피로시험과 기계가공성에 관한 2단계 테스트(Phase II Testing)이 현재 진행 중이다. 연방정부로부터의 지원은 금년 회계년도를 마지막으로 지원이 중단된다. 마지막 남은 2단계 작업을 완료하는데 필요한 추가적인 지원은 P/M 산업협회에 의해 지원여부가 결정될 것으로 보인다.

다.

MPIF는 지난 수년 동안 P/M산업의 발전을 위해 광고, customer 교육, 자료, 생산 방향, 표준화, 연구, 기술정보 수집 등 여러 방향에서 활발히 활동하고 있다. 일보 MPIF분회는 외국기업에도 회원참여를 개방하고 있다.