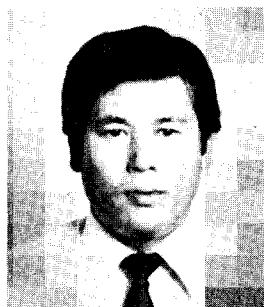


금속분말 제조기술의 현황과 전망



정형식

(소재성형실장)

'70 서울대학교 공과대학 금속공학과 졸업
'77 미국 Drexel대학교 금속공학과 졸업(박사)
'78-'80 미국 Pfizer Inc., 선임연구원
'80-'85 미국 United Technologies,
선임연구원
'85-現 한국기계연구소 책임연구원



김용진
(소재성형실 연구원)

'83.2 경북대학교 금속공학과 졸업
'85.2 경북대학교 대학원 금속공학과 졸업
'87-現 한국기계연구소 연구원

I. 서론

金屬粉末의 제조기술은 기원전 3000년경 이집트인이 공구류 제작을 위해 還元鐵粉을 제조하면서 시작되었으나 현대적인 의미에서 분말제조기술은 1900년대 Coolidge¹⁾에 의해 텅스텐(W) 분말의 제조 및 그 용융기술이 개발되면서 시작되었으며 1930년대 Carbonyl법에 의해 철분말의 대량생산기술이 개발,²⁾ 용융됨으로써 분말야금산업의 급속한 발전을 가져왔다.

지금까지의 금속분말제조능력은 자동차 및 각종 기계부품소재로 사용되는 철계와 동계분말을 위주로 AI 등 범용 소재분말에 국한되어 성장하였으나 최근 산업발전과 함께 분말수요가 크게 증가됨과 더불어 종래 단순한 기능의 분말 뿐아니라 고기능성 특수합금분말의 수요도 점점 증가되는 추세이다. 또한 기존에 제조되고 있는 철계 및 비철분말의 제조에 있어서도 壓縮度, 清淨度 등의 분말특성향상과 함께 각종 새로운 분말을 개발하여 분말제품시장의 다양화에 주력하고 있다.

금속분말제조에 있어서 주로 고려되어야 할 요소로서는 분말특성, 용융성 및 경제성으로 이들 요소의 상호관계에 의해 지금까지 많은 종류의 분말제조방법이 개발되었는데 제조방법에 따라 금속분말의 특성차이가 크다. 따라서 분말제조시 제조된 분말의 용도에 따라 적절한 분말제조방법을 선택하여야 한다.

본 현황보고서에는 현재 개발된 금속분말의 제조방법 및 그 특성을 살펴보고 선진국에서의 금속분말생산 및 개발현황 그리고 국내 기술수

준과 앞으로의 기술개발전략에 대해 다루고자 한다.

II. 금속분말의 제조방법 및 특성

금속분말제조방법중 현재 상용 사용되고 있는 방법으로 화학반응에 의한 還元法, 热分解法과 전기분해에 의한 電解法, 기계적 분쇄법 그리고 분무매체를 이용하여 금속분말을 제조하는 噴霧法(Atomization法) 등이 있다. 표1은 각종 금속분말 제조에 적용되고 있는 분말제조방법을 나타낸다.

1. 還元法

철광석이나 금속화합물을 분쇄한 후 수거, 일산화탄소, 수소, 암모니아분해가스 등 환원성 가스를 이용, 환원하여 금속분말을 제조하는 방법

으로 Fe, Cu, Mo 분말등의 제조에 사용하는 방법이다. 특히 철분말제조에 있어서는 1940년대 스웨덴의 Höganäs에서 이 공정이 개발된 후 지금까지 전세계 철분말 생산량의 약 40~50%가 이방법에 의해 제조되고 있다.

이 방법에 의해 제조된 분말은 원료광석(혹은 화합물)의 청정도, 입도 및 입도분포에 따라 최종 생성분말의 특성이 결정되는 단점이 있다. 그림1은 대표적인 Höganäs의 환원철 분말 제조공정을 나타낸다.

2. 热分解法

이 방법으로서 공업적으로 실용화되어 사용되고 있는 것은 Carbonyl법이며 Carbonyl철과 Carbonyl Ni이 제조되고 있다. 이 방법은 Fe 혹은 Ni과 CO를 반응시켜 액체의 철 Carbonyl[Fe(CO)₅], 혹은 Ni

표.1) 각종 금속분말제조에 사용되고 있는 분말제조 방법

금 속 분 말	제 조 공 정
Aluminum	Gas Atomization, Air Atomization, 분쇄법
Beryllium	분쇄법, 전해법, 석출법
Cobalt	환원법, 전해법, Air Atomization, Water Atomization
Copper	전해법, Water Atomization, 환원법, 석출법
Cu-Alloy	Water Atomization, 분쇄법
Iron	환원법, 분쇄법, Water Atomization, Carbonyl, Centrifugal Atomization, Gas Atomization, 전해법
Steel 및 합금분말	Water Atomization, Gas Atomization
Nickel	Carbonyl, 전해법, 환원법, Water Atomization, Gas Atomization
Uranium	환원법, Hydride-dehydrid
귀금속	Air Atomization, 전해법, 환원법
Reactive Metal(Ti, Zr)	환원법, Centrifugal Atomization, 석출법
Refractory Metal(W, Mo, Re, Ta, Hf)	환원법, 석출법, Centrifugal Atomization
Superalloys	Gas Atomization, Centrifugal Atomization

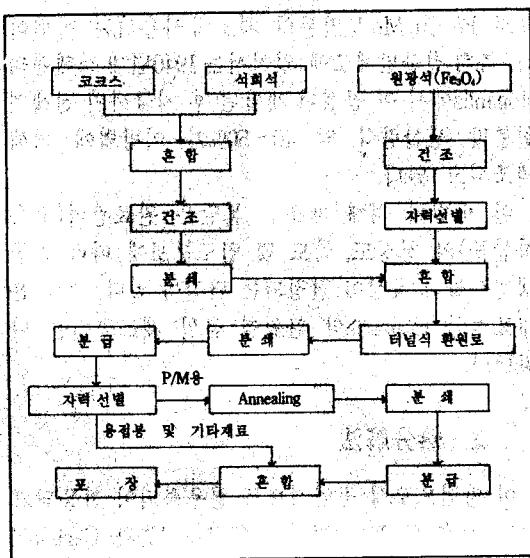


그림.1) Höganäs Process의 공정도³⁾

Carbonyl[Ni(CO)₄]를 만들고 이 액체를 가열하면 증기분해되어 금속분말을 얻게된다.

이 방법에 의해 제조된 분말은 비교적 순도가 높고(99.5% 정도), 입자의 크기가 작고 무정형, 등근형 혹은 사슬형의 입형을 가진다. Cu, Au, Ag, Pt등의 금속도 Carbonyl법에 의해 제조할 수 있지만 고에너지가 요구되므로 이 방법을 적용시키는데는 어려움이 있다.

3. 電解法

전해질 용액으로 부터 음극판에 금속분말을 전해석출시키는 방법으로 석출방법에 따라 水溶液電解析出法과 熔融鹽電解析出法으로 나눌 수 있다. 전자의 방법으로 제조되는 분말은 Cu, Ag, Pb, Zn, Cd 등이 있으며 후자에 의한 것은 Ti, Zr, Th, Nb, Mo, B, U, Ta 등이 있다.

제조된 분말의 형상은 일반적으로 침상이며 고순도의 분말이지만 성형성이 좋지 못해 분말야 금용으로는 적당하지 못하다.

4. 機械的 粉碎法

기계적 분쇄법에 의한 금속분말제조법은 오래전부터 사용되어 왔으며 현재도 광범위하게 사용

되고 있다.

이 방법에 의한 금속분말제조의 잇점은 비교적 설비비가 저렴하고 조작이 간단하며 多種의 금속분을 혼합하여 금속합금분말의 제조가 가능하고 분쇄비용이 적다는 것 등이 있으나 제조된 분말의 입도가 조대하고 분쇄과정에서 불순물의 혼입 및 산화로 인해 순도가 저하된다는 단점이 있다. 그럼 2는 분쇄장치의 종류에 따른 분쇄능력은 나타내고 있는데 일반적으로 많이 사용되고 있는 Jaw Crusher나 Ball Mill 등의 분쇄능은 상당히 뒤떨어지거나 최근 Vibratory Mill 혹은 High Energy Ball Mill등 강력한 분쇄기의 개발로 특수합금분말제조분야에 점차 확대 사용되고 있다.

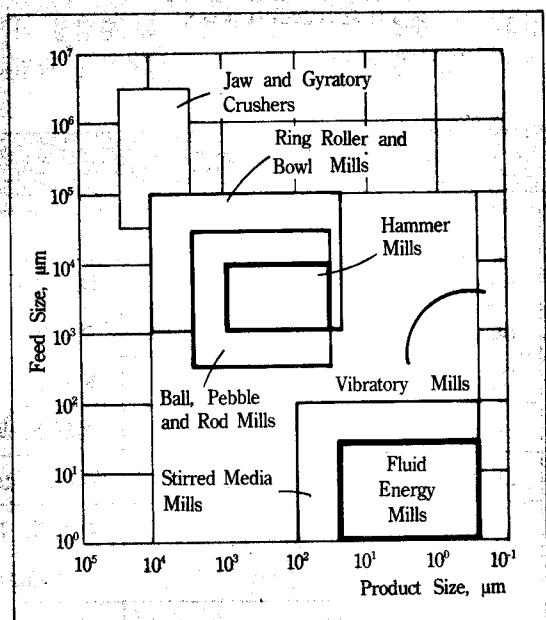


그림.2) 금속분말 분쇄장치에 따른 분쇄능³⁾

5. 噴霧法(Atomization法)

분무법은 금속 Scrap 혹은 모재를 용융시킨 후 물 혹은 가스 등으로 분무시켜 금속분말을 제조하는 방법으로 초기에는 Al, Cu등 저용점 금속 분말제조에 응용되었으나 1960년대 부터 철계분말에도 응용됨에 따라 질적인 면에서나 양적인

면에서 급속히 성장 발전하였으며 현재 철분말 생산량의 50%이상, Cu, Al등 비철분말 및 각종 특수강분말(Stainless 분말, 공구강 분말등) 등이 이 방법에 의해 제조되고 있다.

분무법의 장점은 각종 Scrap을 원료로 사용하기 때문에 원료구입이 쉽고 용탕의 성분제어가 가능하여 필요한 성분 및 합금분말을 제조할 수 있으며, 분말의 입도, 형상 및 입도분포 등의 분말특성제어가 가능하다.

현재 공업적으로 사용되고 있는 분무법으로 고압, 고속의 물 분사에 의해 분말을 제조하는 Water Atomization법과 Gas분사에 의한 Gas Atomization법, 진공중에 분사하는 Vacuum Atomization법, 회전하는 Disc의 원심력을 이용, 분말을 제조하는 Centrifugal Atomization법, 고속회전 Roll을 이용한 Twin Roll Atomization등이 있다. 이중 가장 일반적으로 사용하는 방법은 Water Atomization법과 Gas Atomization법이지만 최근 각종 급냉분말개발과 관련 Centrifugal Atomization법, Twin Roll Atomization법등에 의한 초미분 흑은 초급냉 분말개발이 활발히 진행되고 있다.

가. Water Atomization법^{4,5)}

철계 및 비철분말을 제조하는 가장 일반적인 방법으로 Tundish Nozzle을 통해서 나온 용탕줄기가 고압의 물분사체에 의해 충격을 받으면 용탕이 분산되면서 응고되어 금속분말이 제조된다. 그림 3은 Water Atomization의 개략도를 나타낸다.

Water Atomization 공정은 고압의 물분사를 만들기 위해 많은 에너지가 필요하며, 에너지 효율은 전공정에 대해 약4%이하로 매우 저조하지만 값싸고 공급이 용이한 물을 분사매체로 사용하므로 저합금 및 고합금강, Stainless Steel분말, Ag, Al, Au, Co, Cu, Mn, Pb, Si, Sn, Zn등 철 및 비철분말제조에 널리 응용되고 있다.

분말형상도 구형에서 완전한 불규칙형까지 형상조절이 가능하고 평균입도도 50μm이하에서 200 μm이상까지 다양하게 제조할 수 있다. 그러나 Ti, Superalloy등 산소친화력이 크고 반응성이 큰 금속분말제조에는 Water Atomization법이 바람직하지

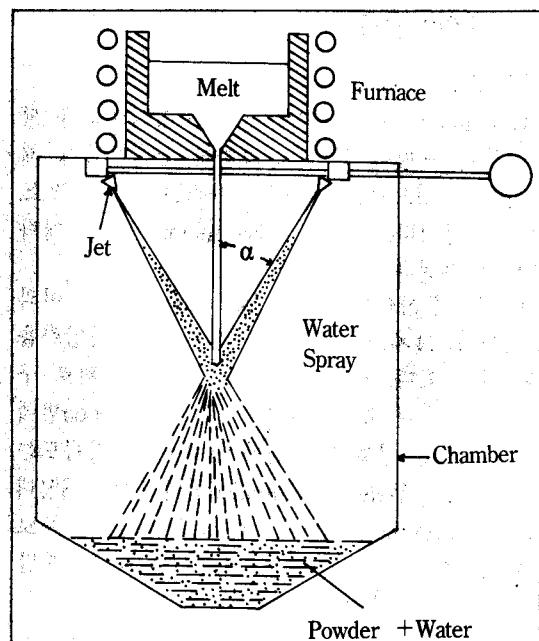


그림.3) Water Atomization의 개략도

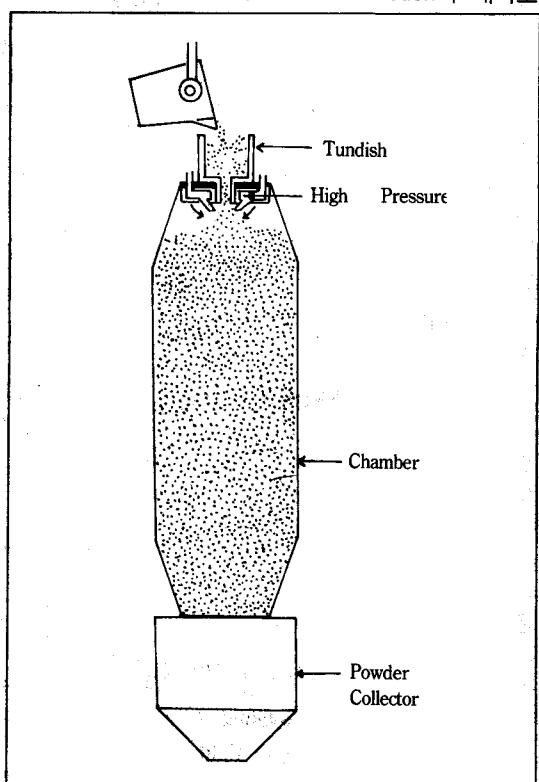


그림.4) Gas Atomization의 개략도

않은 단점이 있다.

나. Gas Atomization법^{6,7)}

Gas Atomization은 용탕줄기가 고압의 Gas Jet와 충돌하여 용탕이 분산, 응고하여 금속분말이 제조되는 공정으로, 사용되는 가스는 공기, 질소, 아르곤 등이다. 그림4는 Gas Atomization의 개략도를 나타낸다.

Gas의 분사속도는 50m/sec~150m/sec 사이의 범위에서 14×10^5 Pa~ 42×10^5 Pa의 분사압력을 사용하고 있다. 제조된 분말의 형상은 대체로 구형에 가까우며 표면산화가 Water Atomization법에 의해 제조된 분말보다 심하지 않다. 냉각속도는 일반적으로 Water Atomization법이 10^3 K/S인 데 비해 Gas Atomization법은 10^2 K/S 정도이며 주로 산화성향이 큰 Ti, Al, Superalloy등 특수합금분말

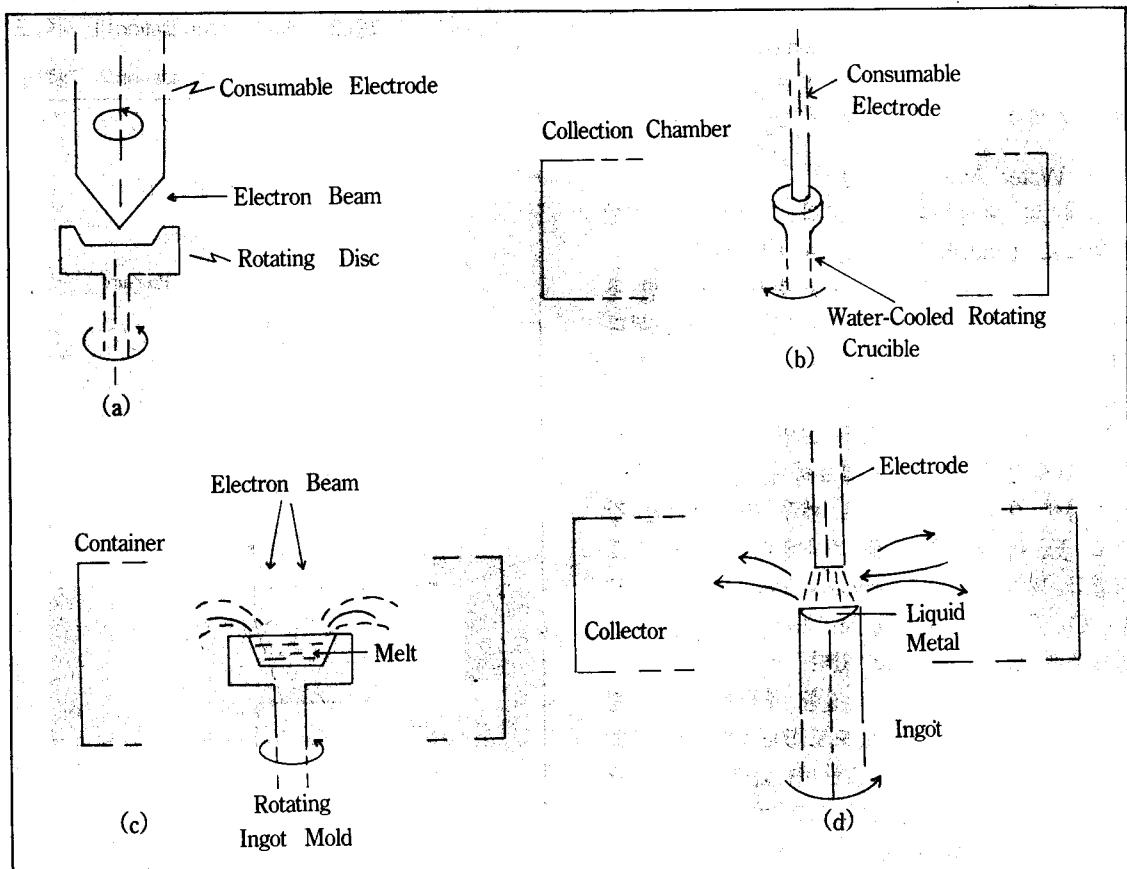
제조에 활용되고 있으며 전체 공정의 에너지 효율도 3% 이하로 매우 낮고 고가의 분사가스를 사용할 경우 그 제조비용도 높다.

다. Centrifugal Atomization법⁸⁾

Centrifugal Atomization은 용탕줄기를 회전하는 Disc에 분사시키면 원심력에 의해 용탕이 뛰어 나가면서 응고되고, 분말수거통에서 냉각시켜 분말을 제조하는 공정이다. 최근까지 회전판의 부식, 산화, Creep등이 발생, 저 용점금속 분말제조에만 응용되어 왔으나, Ceramic 재료의 개발로 Ti, Ni, Superalloy 분말제조도 가능하게 되었다. 그림5는 대표적인 Centrifugal Atomization 법을 나타낸 것이다.

제조된 분말의 형상은 구형에서부터 판상형 까지 여러 형상으로 제조할 수 있으나 분말입도는

그림.5) Centrifugal Atomization의 개략도



200 μm 이상으로 비교적 크다. 현재 헬륨가스등을 이용, 냉각 속도를 빠르게 하여 분말 입도를 작게 하는 연구가 진행되고 있다.

Rotating Electrode Process(REP)도 Centrifugal Atomization의 한 방법으로 전극봉형상의 재료를 초당 약 250 회전시키면서 한쪽 끝을 전기 Arc나 Plasma Arc 또는 Electron Beam에 의해 소량씩 용해시키면 회전 원심력에 의해 Droplet 상태로 용융금속이 떨어져 나가고, 이 용융금속방울은 Chamber 내벽에 닿기전에 보호성분위기 가스로 채워진 Chamber 내에서 응고하여 금속분말이 된다. 이 공정은 고순도 저산소 함유의 Ti 및 Superalloy 분말제조를 위해 개발되었으며 분말 형상은 구형이고 표면상태는 매우 깨끗하다. 분말입도는 평균 200 μm , 입도분포는 50~400 μm 범위를 가지며 약 75%의 분말수율을 가진다. 그림6은 REP 공정의 개략도를 나타낸다.

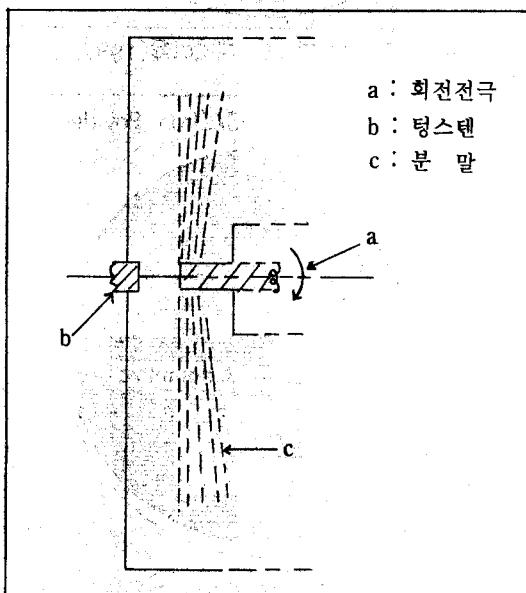


그림.6) REP 공정의 개략도

라. Vacuum Atomization법⁹⁾

고압하에 가스를 과포화시킨 용탕이 순간적으로 진공분위기에 노출될 때 용탕내의 Gas가 부피팽창, 배출되는 현상을 제어하여 용탕의 분산이 일어나게 하는 공정이다. Ni, Cu, Al, Fe 합금 분말제조에

사용되며 분말 형상은 구형이며 다른 Atomization 공정보다 매우 고순도의 분말을 얻을 수 있다. 그림7은 Vacuum Atomization의 개략도를 나타낸다.

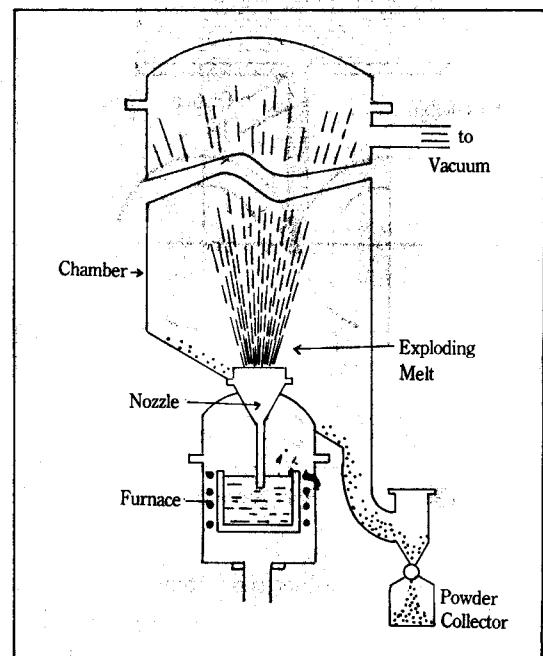


그림.7) Vacuum Atomization의 개략도

마. Ultrasonic Atomization법

Swedish Kohlswa Process 라고도 불리며 그 원리는 Gas Atomization과 비슷하지만 Shock Wave Tube를 이용하여 60,000~120,000의 진동수를 가진 고속의 Pulse Gas를 용탕줄기와 충돌시켜 분말을 제조하기 때문에 Gas Atomization에 의해 제조된 분말보다 입도분포가 미세하고 좁은 범위 내에서 제조된다. 분말의 냉각속도도 초당 10⁴~10⁶ K/S의 범위를 가진다. 현재까지는 저 용접금속에만 적용되어 왔지만 최근에는 Superalloy등 특수분말제조에 적용되고 있다.

비. Twin Roll Atomization법

순전히 기계적인 방법의 Atomization법으로 용융금속을 작은 Droplet으로 만드는 공정으로 그림8과 같이 서로 반대방향으로 고속회전하는 Roll사이에서 용탕줄기를 분무하여 금속분말을 제조하는 방법이다.

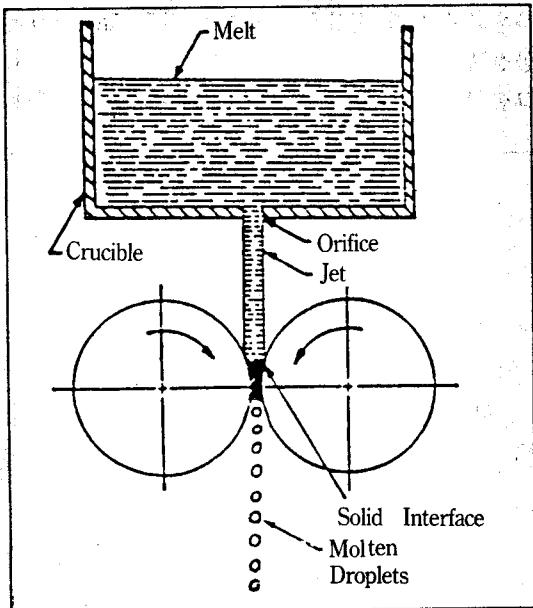


그림.8) Twin Roll Atomization 법의 개략도

이외에도 Vibrating Electrode Atomization, Duwez Gun Technique 등이 분말제조에 사용되고 있다.

이상 분무법의 종류 및 특성에 대해 조사해 보았다. 현재 일부 반응성 및 폭발성이 큰 금속을 제외한 대부분의 금속분말이 분무법에 의해 제조되고 있으며(표1참조) 각종 금屬 및 비정질분말제조에 관한 연구도 활발히 추진되고 있다. 그러나 Atomization법에 의한 분말제조도 Cooling Rate등의 한계로 인해 분말입도가 $10\mu\text{m}$ 이하의 미분말을 제조하기는 어려움이 있다.

III. 선진국의 기술동향

1. 금속분말 제조현황 및 응용분야

금속분말이 공업적으로 사용된 후 그 수요 및 생산능력면에서 급속한 성장을 이룩하였다. 특히 자동차 및 전자산업의 발전과 함께 그 수요는 더욱 더 증가하였다. 전체 금속분말수요중 철계분말이 차지하는 비중이 85%이상으로 대부분을 차지하고 동계분말이 12%, 기타 약3% 정도이며(그림9) 철계분말의 70%이상이 자동차 부품제조용 원료로

사용되므로(그림10) 자동차산업의 발달과 분말제조산업의 발달은 아주 밀접한 관계가 있다. 동 및 그 합금분말수요의 45% 이상이 Self Lubricating Bearing에 그리고 약 40%정도는 각종 건물의 장식구 또는 기타 부품으로 사용된다.(그림11)

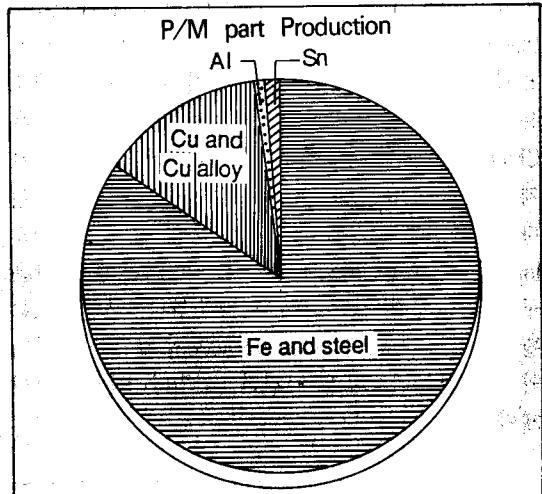


그림.9) 각종 금속분말의 제조비율(1987, USA)

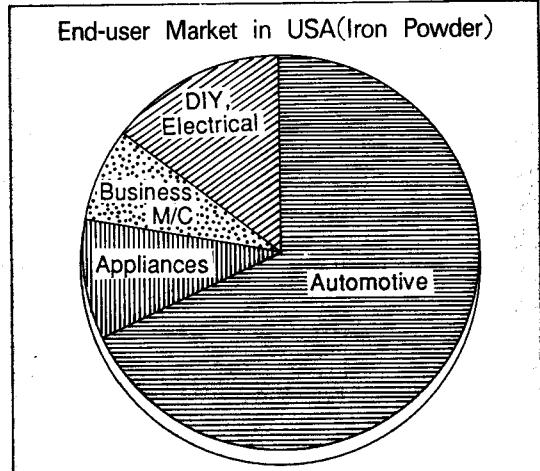


그림.10) 철계분말의 응용분야(1987)

최근 몇년간 미국과 일본에서의 철계 및 동계 분말의 제조현황을 그림12와 그림13에 나타내고 있는데, 1988년 미국의 경우 철계합금분말의 제조는 자동차산업의 호황으로 1987년 보다 9%, 동계합금분말의 경우 18%이상 성장하였고 일본의

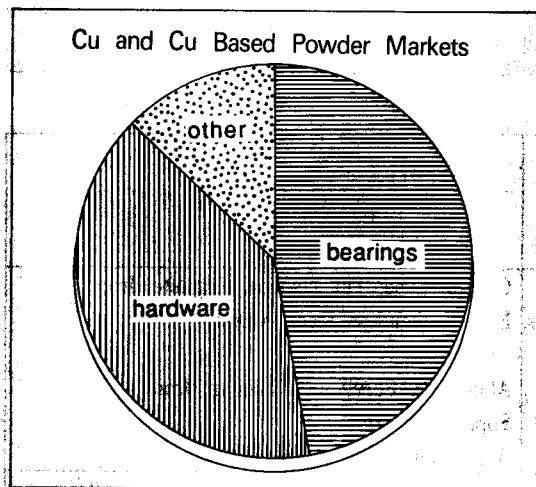


그림.11) 동계분말의 응용분야(1987)

경우도 철계분말의 경우 10%, 동계분말의 경우 27%이상 성장하였다. 앞으로도 산업의 발달과 응용분야의 확대 및 새로운 분말의 개발로 매년 10%이상의 수요증가가 예상된다.

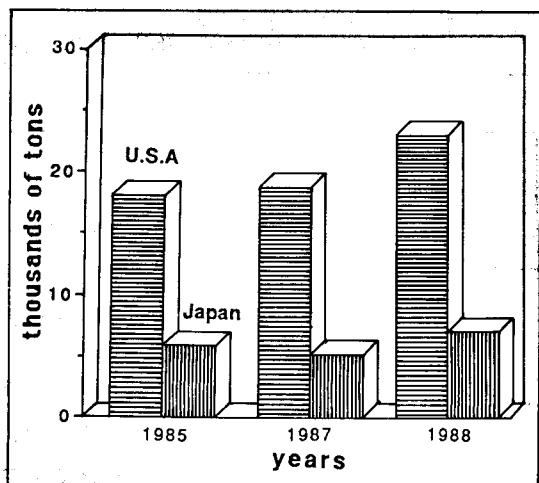


그림.13) 동계분말의 제조현황

문제점은 기존 생산되고 있는 분말의 품질향상이다. 철계분말의 경우 지금까지 생산량의 대부분이 순철분말에 국한되었기 때문에 부분적으로 생산능력이 포화상태가 되어 수요창출을 위해 보다 고품질, 고성능의 분말개발 및 고합금 Prealloyed Powder, 공구강분말, Stainless분말등 특수분말제조에 관한 공정개발이 절실히 요구된다.

Hoeganaes, Quebec, Kobe, SCM 등의 분말제조회사에서는 초청정분말 및 고밀도, 고강도 분말개발에 주력하여 Green Strength 7.14g/cm^2 이상의 철분말 개발 및 기존 Stainless보다 내식성이 100배이상인 Stainless 분말개발, 내피로 및 내충격성이 강한 분말개발등 꾸준한 연구개발을 하고 있다.

경량고강도합금분말의 개발에도 연구가 활발히 진행되고 있는데 주로 Al계 및 Ti계 합금분말제조 및 응용에 관한 연구가 주연구대상이다. 이들 분말은 급냉웅고법 및 기계적합금법(Mechanical Alloying), Gas Atomization 등에 의해 제조되며 Al 합금의 경우 고내식성합금인 Al-Zn-Mg, 내열성 합금인 Al-Fe-X, Al-Li합금개발에 주력하고 있으며 Ti합금의 경우 항공기용 Ti-6Al-4V과 Ti-6Al-2Sn-X등의 합금분말개발 및 응용에 관한 연구를 하고 있다.

초미분제조에 관한 연구도 많은 연구실에서 수행되고 있다. 초미분의 제조는 Atomization법 및 증발법, 석출법 Plasma법, 가수분해법(加水分解法)

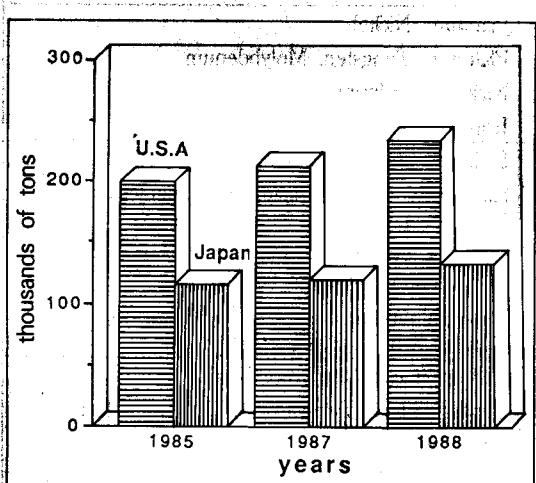


그림.12) 철계분말의 제조현황

표2는 각종 금속분말의 주요 응용분야를 나타낸것으로 거의 모든 산업분야에 응용되고 있음을 알 수 있다.

2. 선진국의 연구개발동향

선진 분말제조회사가 가장 시급히 해결해야될

표 2) 각종 금속분말의 주요 응용분야³⁾

Field	Application	
Aerospace	Brake Linings Filters for Fuel, Hydraulic Fluids, Air Hardware Jet Engine Component Rocket Fuels	Copper, Lead, Tin, Ni-alloy, Graphite, Iron Bronze, Stainless Steel, Nickel Aluminum, Beryllium, Titanium, Iron Superalloys Aluminum
	Air Conditioners	Iron, Steel
	Body Solder Brushings, Bearings Contacts Filters	Copper, Aluminum, Lead Alloys, Copper, Lead, Tin, Iron, Aluminum, Bronze Tungsten, Silver Stainless Steel, Bronze
	Fuel Pump Parts, Transmission Parts Brake Band, Linings Valve Inserts	Iron, Copper, Tool Steel Copper, Iron, Lead, Tin, Brass Tool Steels, Stainless Steel
Catalysts	Gasoline Synthesis Hydrogenation Raney Catalyst General Chemical Catalysts	Platinum, Nickel Platinum, Tungsten, Molybdenum Nickel, Aluminum Iron, Copper
	Corrosion-resisting Paints Decorative Paints	Stainless Steel, Aluminum, Zinc, Lead Aluminum, Brass, Bronze, Zinc, Stainless Steel, Copper
	Hard Facing	Cobalt Alloys, Nickel Alloys, Tungsten, Molybdenum, Stainless Steel
	Spray Coating	Iron, Aluminum, Zinc, Tin, Nickel Alloys, Copper, Bronze, Stainless Steel, Silver
Electrical and Electronic	Batteries Contacts	Nickel, Zinc, Silver, Iron, Lead Copper, Silver, Tungsten, Molybdenum, Iron, Tin, Platinum Alloys
	Computer	Iron, Molypermalloy
	Printed Circuits	Copper, Silver, Palladium, Gold
Joining	Brazing	Copper, Nickel, Silver, Cobalt, Brass, Gold, Aluminum etc
	Resistance Welding Electrodes	Tungsten, Copper, Silver, Molybdenum
Magnetic	Clutches	Stainless Steel, Iron
	Permanent Magnets	Iron, Nickel, Cobalt, Aluminum, Barium, Ferrite
	Soft Magnetic Parts	Iron, Nickel-iron, Silicon-iron
Sheet and Strip	Alloy	Cobalt, Iron, Nickel, Aluminum,
	Glass Sealing	Iron, Cobalt, Nickel Alloy

등을 이용, 제조한다. Atomization법에 의해 제조된 초미분의 평균입도는 10~20 μm 으로 Metal Injection Molding 및 Surface Coating용, Superalloy 분말, 각종 축전지등에 사용되며 특히 최근 몇년간 Metal Injection Molding법에 의한 P/M부품 제조량이 급격히 증가하면서 원료분말의 수요도 크게 증가하고 있다. 이외 증발법, 석출법등에 의해 제조된 초미분은 자기기록매체, 전극, 분산강화제, 촉매, 저온소결소재, 내열용소재, Filter, 기타 생체부분등에 광범위하게 응용될 수 있다.

급속냉각법(Rapid Solidification Technology)에 의한 분말제조는 종래의 Ingot이나 주조에서 불가능한 조성, 상 및 미세조직등을 얻을 수 있어 새로운 금속소재개발이 가능하기 때문에 선진각국에서는 막대한 연구비 투자로 활발히 추진되고 있다. 급속냉각법의 장점인 매우 미세한 응고조직과 Grain, 균일한 조직 및 미세한 석출물의 균일분포 등으로 인해 Al, Ti계 항공재료, Ni합금의 Superalloy, Fe계 합금의 고합금강, 공구강등의 특수합금개발에 응용되고 있다.

IV. 국내기술 개발현황

1. 금속분말제조 현황

국내 금속분말제조는 1970년 중반부터 시작되었으며 현재 W 및 WC 분말 Cu, Sn, Mg, Al 등의 비철분말이 생산되고 있다. 표5는 국내 주요 금속분말제조업체 및 생산능력을 나타낸 것이다.

철계분말의 경우 아직 국내에서 생산되지 않으며 전량 스웨덴이나 일본에서 수입, 사용되고

있다. 최근 자동차 및 전자산업의 급속한 발전과 더불어 국내 분말수요도 급격히 증가할 것으로 예상된다.

2. 기술개발현황

Cu등 비철금속 분말제조 기술은 70년대 중반 개발되어 현재 생산중에 있지만 철계 및 고합금 분말, Ti등의 특수합금 분말개발에 관한 연구는

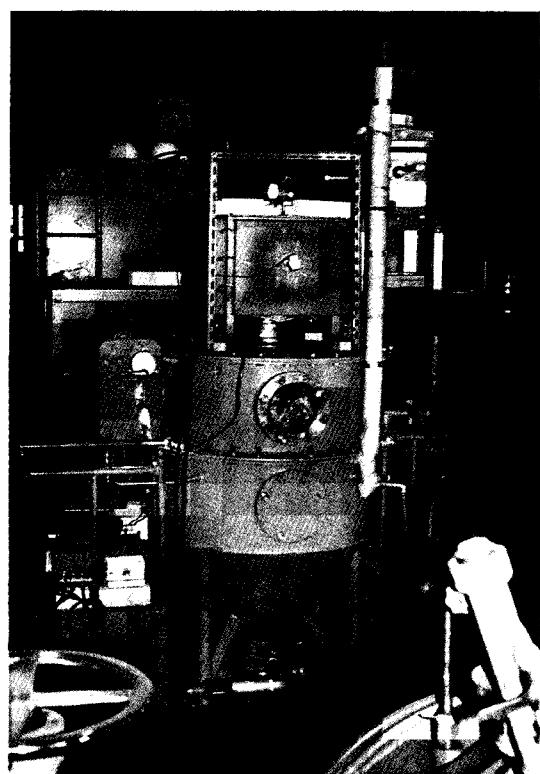
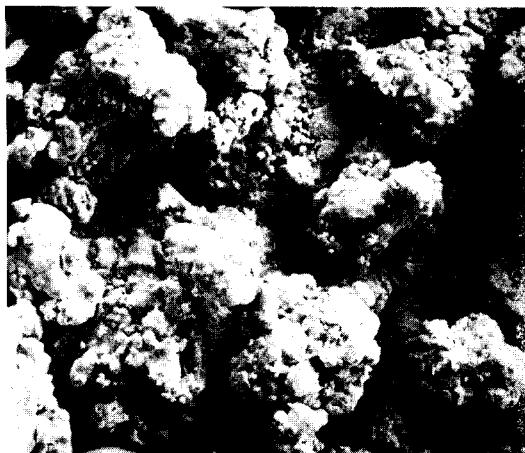


사진.1) 실험실용 Water Atomizer

표.5) 국내 금속 분말 제조 현황

분말명	제조회사	생산능력(ton/년)	생산량(tons)	
			1983	1987
비철분말	한국비철분말(주)	6,100	300	1,450
W	대한중석(주)	1,400	476	1,117
WC	대한중석(주)	900	431	846



(a) 순철분말



(b) Fe-42Ni 분말

사진.2) KIMM에서 제조된 순철 및 Fe-Ni합금 분말

매우 미흡한 실정에 있다. 최근 2~3년사이에 한 국기계연구소(KIMM) 및 2~3개 대학에서 철재 및 고합금분말제조에 관한 연구를 수행하고 있다. 현재 상용 철분말의 국내수요는 한정되어 있고 또한 경제성에 있어 외국 분말과 비교 상대적으로 크게 열세이기 때문에 Stainless, 공구강분말, 전자재료분말, Ti등 특수합금 분말제조등으로 그 연구영역을 확대시켜야 하나 국내 고합금 분말 제조 기술에 대한 기술축적이 전무한 상태이기

때문에 매우 어려운 실정에 있다. 한국기계연구소(KIMM)에서는 지난 2년간 실험실용 Water Atomizer의 자체설계 및 제작에 이어 순철 및 선철을 이용 Atomization변수실험을 행하였으며 현재는 전자재료 분말인 Fe-Ni합금분말 제조에 관한 연구를 수행 중에 있다. 사진 1은 제작된 Water Atomizer의 사진을 나타낸다.

사진 2는 KIMM에서 제조된 순철 및 전자재료용 Fe-Ni분말의 형상을 나타낸 것으로 입도분포 및 평균입도, 분말형상, 성분제어 등의 분말특성제어 및 품질개선, 신금속분말개발 등의 연구에 주력하고 있다.

앞으로의 연구방향은 전자재료용 Fe-Ni합금분말개발에 이어 공구강분말의 개발(HSS 분말) 및 응용에 관한 연구, 금냉분말법에 의한 Al, Ti, Super-alloy등의 개발, 고압분사에 의한 초미분제조, Mechanical Alloying법에 의한 고강도합금분말개발 등으로 그 연구 영역을 확대, 발전시킬 계획이다.

V. 결 론

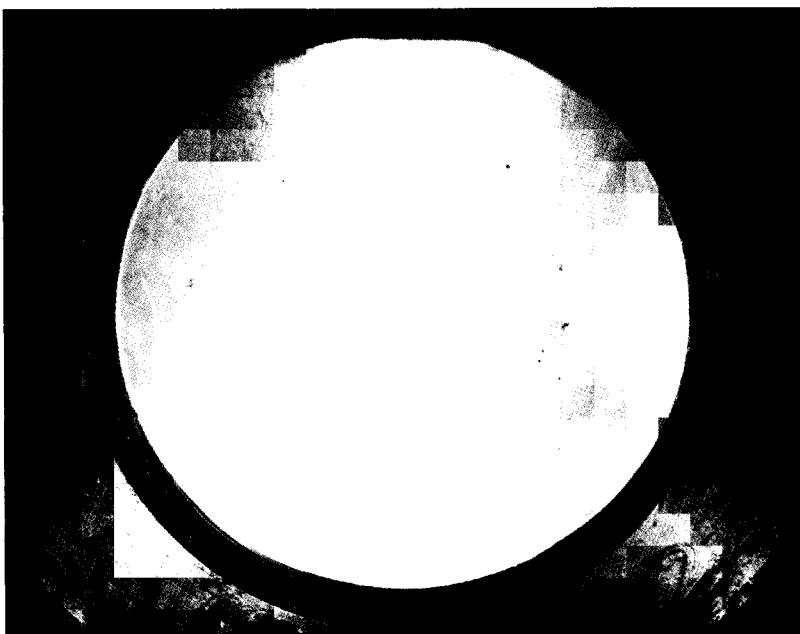
지금까지 금속분말의 제조방법 및 제조현황, 선진국의 개발현황 및 국내제조, 개발현황에 대해 알아 보았다.

국내 금속분말제조에 대한 연구가 선진국의 연구추세에 비해 매우 미흡한 수준에 머무르고 있으며 그 기술수준도 매우 취약하다. 최근 산업의 고도화에 따라 신소재개발에 대한 중요성이 점차 증가되고, 선진각국에서는 연구개발 및 실용화에 막대한 투자를 하고 있다.

새로운 분말제조기술은 신소재개발과 직접 관련된 분야이기 때문에 선진 기술보유국에서는 기술이전을 엄격히 통제하고 있는 실정이다. 따라서 앞으로 급격히 증가될 것으로 예상되는 금속분말제조기술에 대한 연구개발은 각종 분말의 국내 생산체제를 확립토록 하는 목적이외에 현재 수입에 의존하고 있는 여러 특수합금 중간재의 국내개발 및 자급화에 기여하고 새로운 합금분말의 개발 및 응용으로 선진각국의 각종 기술보호로부터 탈피, 분말소재 수급의 독립성을 가질 수 있을 것으로 판단된다.

[참고문헌]

- 1) W.D. Coolidge, U.S. Patents, 963, 872
- 2) S.I. Hulten, "Five Decade of Iron Powder Production" Int. P/M & P/T Vol. 7, No. 2, 1981.
- 3) Metals Handbook, Vol. 7, 9th Ed. ASM
- 4) S. Kar, M.J. Shahani, "Small-scale Production of Water Atomized Metal Powders" PMAI Annual Tech. Conference, Feb., 1980.
- 5) J.J. Dunkley, "The Production of Metal Powders by Water Atomization" Powd. Met. Int., Vol. 10, No. 1, 1978.
- 6) S. Small and T.J. Bruce, "The Comparison of Water and Inert Gas Atomization Powders" Int. J. P/M, No. 3, 1968.
- 7) John.A. Tallmadge, "Powder Production by Gas and Water Atomization of Liquid Metal" P/M Processing, 1978
- 8) A. Lawly, "An Overview of Powder Atomization Process and Fundamentals" Int. J. P/M and P/T. Vol. 13, No. 3, 1977
- 9) 정형식, 김용진, MOST 보고서 No. BSM105-1107.C



Water Atomization에 의한
분밀제조공정