

방위산업에서의 분말야금

백 운 형

국방과학연구소

Powder Metallurgy in Defense Industry

Woon-Hyung Baek

Agency for Defense Development, Taejon 305-600, Korea

(Received February 22, 1994)

방위산업에 사용되는 분말야금 부품은 제품 특성상 일반 상용 제품에 비해 훨씬 많은 특별한 사항을 요구받게 된다. 예를 들면 완전한 치밀화, 까다로운 공차, 극한 상황에서도 견딜 수 있는 열적, 기계적 성질 등이 그것이다. 병기는 병사들이 치할 수 있는 가능한 모든 극한 상황에서도 완벽하게 그 성능이 발휘되어야 하기 때문에 이러한 까다로운 요구 조건은 피할 수 없게 된다.

일반적으로 분말야금법으로 생산되는 제품들은 병기에 그 부품이 적용될 때는 일반제품에 비해 사용에 제약을 받는다. 왜냐하면 이들 분말야금으로 제조된 제품들에는 기공이 남아 있어 가격보다는 성능이 더 우선적으로 고려되는 병기에는 적합치 않기 때문이다. 그러나 병기에서도 일반 상용 제품과 마찬가지로 분말야금만의 잇점을 살린 응용처가 없는 것은 아니다. 즉, 대량생산이 요구되는 비핵심부품, 재료비가 비싸 재료의 손실을 줄일 필요가 있는 부품, 가공비 절감이 가능한 복잡한 형상의 부품, 또는 분말야금법이 아니면 제조가 불가능한 텅스텐 등 난용성 재료 부품 등 그 응용처는 의외로 많이 있다.

본 기고에서는 현 무기체제에서 사용되고 있는 부품중 분말야금법으로 제조된 대표적인 부품 몇 가지를 살펴 보고자 한다.

1. 운동에너지탄의 관통자

분말야금법으로 생산되는 병기중 가장 대표적인 것으로 꼽을 수 있는 것은 운동에너지탄의 관통자 뭉치이다. 그림 1에서 보는 바와 같이 관통자 뭉치는

표적을 관통시키기 위한 관통자와 관통자의 안정된 비행을 위한 날개, 그리고 sabot와 rotating band로 구성되어 있다. Rotating band는 발사시 탄의 회전을 억제하여 탄의 안정된 비행을 돕고 또한 포강 안에서 가스 누출을 방지하여 탄의 비행 속도를 높이는 역할을 하고 있다. 관통자는 대포의 약실 안에서 추진제의 연소에 의해 얻어진 가속으로 인해 발사되며 이때 얻어진 운동에너지는 표적에 충돌시 열에너지와 마찰에너지로 전환되면서 표적을 관통하게 된다. 따라서 관통자 재료는 발사시와 충돌시에 받는 강한 충격에도 견딜 수 있는 높은 강도와 충격에너지가 요구된다.

한편 운동에너지가 크면 클수록 더 두꺼운 장갑을 관통할 수 있게 된다. 그것은 운동에너지는 물질의 무게와 비행속도의 제곱에 비례하므로 주어진 설계 하에서 관통자의 무게는 무거울수록 더 유리하게 된다. 이와 같은 요구특성에 부합될 수 있는 재료로는 텅스텐 합금 또는 감손 우라늄 합금 등이 있다. 감손 우라늄 합금은 텅스텐 합금보다 밀도가 높고 기계적 성질이 우수하여 미국에서 사용되고 있으나 환경오염과 내부식성이 약해 저장성에 문제가 있어 미국을 제외한 다른 나라들은 사용하고 있지 않다. 그러나 미국의 경우도 방사능 오염에 대한 환경단체들의 저항이 거세지고 걸프전 참전 병사들중 감손 우라늄으로 제조한 탄의 취급을 꺼려하는 분위기가 있기 때문에 가능하면 텅스텐 합금으로 대체하려고 많은 연구를 하고 있는 중이다.

텅스텐의 용점은 3410°C로 매우 높아서 보통의 야금법으로 제조하기가 불가능하다. 텅스텐 분말을

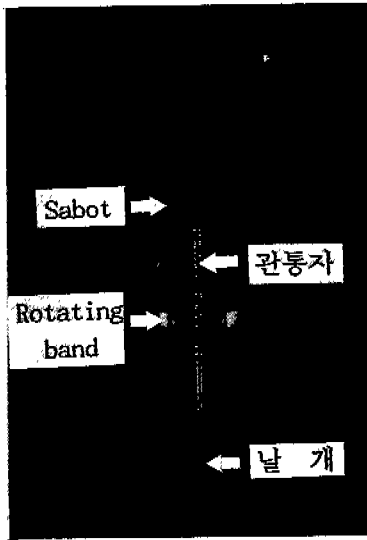


Fig. 1. Cross-section of kinetic energy penetrator.

사용한 분말야금법을 이용하더라도 원하는 형상의 고밀도 합금을 제조하기는 매우 어렵다. 그러나 소량의 Ni, Fe 또는 Co를 첨가하여 1500°C 전후에서 액상소결하면 완전 치밀화가 가능하고 약 17~18 g/cm³의 높은 밀도와 함께 약 100 kg/mm²의 인장강도, 20%의 양호한 연신율을 얻을 수 있다. 또한 기계 가공성과 내부식성도 우수하여 운동에너지탄의 관통자로의 사용에 아주 적합하며 이외에도 항공기의 균형지대, Gyroscope의 추, 방사선 차단장치, 진동감쇠 장치, 골프채 등의 여러 분야에 널리 이용되고 있다. 최근에는 전자부품의 heat sink 재료로도 각광을 받고 있어 군사용 재료의 민수 분야 응용에 좋은 예가 되고 있다.

관통자 재료는 과거 3~4년 전까지만 해도 90 W-10(Ni, Fe)합금계가 주로 사용되었으나 93 W-7(Ni, Fe)합금계가 관통자 재료로는 더 적합하다는 연구 보고에 따라 점차로 이 합금계로 바뀌고 있는 추세이다. 한편 관통자의 날개는 그림 1에서 보는 바와 같이 그 형상이 복잡하여 기계 절삭 가공으로 제작하여 왔다. 그러나 기계가공 공수가 너무 많아 다른 제조공정을 모색하던 중 최근에는 금속 분말사출 성형법이 개발되어 응용되고 있다. 다만, 대구경 전차탄의 경우, 날개의 형상이 너무 커서 debinding이 어렵기 때문에 현재는 소구경 운동에너지탄에만 적용되고 있다. 텅스텐 중합금 재료의 연구는 국방과

학연구소를 중심으로 한국과학기술원 및 (주)풍산 등에서 매우 활발하며 각종 국제 학술회의에서 우수한 논문을 많이 발표하고 있다.

2. 철계 재료 부품

분말야금법으로 만드는 철계 병기 부품은 크게 탄약과 소구경 화기 부품 두 가지로 나눌 수 있다. 탄약 부품으로서 대표적인 것은 그림 1에 나타낸 대포용 날개 안정탄의 rotating band를 들 수 있다. Rotating band는 처음에는 동계 합금으로 만들었으나 세계 제2차 대전 중 동외 부족 현상이 생기자 철계 합금으로 대체되었다. Rotating band외의 탄약 부품으로서 이용되는 철계 부품은 탄피, 산탄, 박격포탄 몸통 등이 있다. 이들은 규격에 맞는 기계적, 물리적 성질을 확보하기 위해 종래의 분말야금 성형법과 단조를 병행하여 제조하고 있다. 소구경 화기부품으로는 기관총용 연발자가 있으며 최근에는 곡사포용 주퇴기도 고온 등압 성형법에 의해 제조가 가능함이 입증되었으나 아직은 생산이 되고 있지 않다. 철계 분말야금 부품이 소화기용 부품으로 채택되기 위해서는 밀도, 표면마감질, 칫수 공차 등의 품질이 기존의 공법에 의해 제조된 것보다 우수해야만 한다. 최근 사회환경 변화에 따라 작업환경이 열악한 주조는 될 수 있는 한 피하는 추세이기 때문에 현시점이 많은 양의 소구경 화기 부품들을 분말야금법으로 대체할 수 있는 좋은 기회라 하겠다. 한편 소총, 기관총 등 소구경 화기 부품들은 크기가 작고 복잡하며, 요구 수량이 많아 금속 분말사출 성형에 의해 제조가 시도 되고 있다.

3. 비철계 재료 부품

비철계 재료를 사용하여 분말야금법으로 만든 병기 부품은 수를 헤아릴 수 없을 만큼 많겠지만 그 중에서도 티타늄 합금과 베릴륨 합금은 재료의 특성상 미사일 등 정밀 병기와 우주항공 분야에 응용할 수 있는 좋은 재료라고 하겠다. 티타늄은 밀도가 4.5 g/cm³로 가벼우면서도 강도와 내식성이 우수하며 베릴륨 합금은 밀도가 티타늄의 1/2 이하이면서도 강성과 강도가 매우 우수하여 항공기, 미사일의 항법장치, 우주선의 구조물, 로타, stator, 브레이크 부품

등에 널리 쓰인다. 이들 재료의 특성이 이와 같이 우수하기 때문에 재료비가 매우 비싸 재료의 유용성을 높일 수 있는 분말야금법이 타 제조법에 비해 유리하게 된다. 실례로 항공기나 미사일 부품에 사용되는 티타늄 합금의 경우 실제품 1kg을 만드는데 필요한 재료 무게를 나타내는 'buy-to-fly ratio'가 분말야금법의 경우 3대 1로 기존의 타 제조법의 15대 1을 무려 5배나 줄일 수 있기 때문에 그만큼 재료비 절감 효과를 가져온다. 또한 분말야금으로 만든 제품의 경우 기계 절삭성이 매우 우수하여 이미 가공 공수가 줄어들어 절감된 제품의 기계가공비를 더욱

줄여 주는 효과가 있다.

이상에서 살펴본 바와같이 방위산업에서 분말야금은 의외로 많은 곳에 적용할 수 있는 가능성이 있으며 실제로 미국을 비롯한 방위산업 선진국들은 항공기나, 미사일 및 우주선 등과 같은 첨단 분야에도 분말야금법을 이용한 부품을 사용하고 있다. 그러나 우리나라에서는 군용차의 gear 등에 일부 이용되고 있을 뿐 그 실적이 미미한 실정이다. 앞으로 국방 과학연구소, 분말야금학회, 분말야금 업체 등이 대화 통로를 만들고 병기에 분말야금의 잇점을 살리려는 노력이 성숙되길 기대해 본다.