

## 성형 윤활 방법에 따른 철계 소결체의 치밀화 특성 (Densification Characteristics of Sintered Ferrous Compact Lubricated by Various Methods)

선문대학교 임태환\*  
대동브레이크(주) 문병기, 김홍규, 강철

### 1. 서론

현재, Fe-Cu-C계 분말을 적용하여 생산하고 있는 소결품 중에 고성능 기기에 사용되는 소결품은 일반적인 소결기계 부품에 비하여 소결체의 밀도를 향상시키지 않으면 국제 경쟁력에 대응 할 수 없다. 즉 소결체의 밀도가 높은 고성능 부품을 제조하여, 완성품 제조업체가 요구하는 기계적 성질을 만족시키지 않으면 안된다.

일반적인 금형 성형법에 있어 분말에 첨가되는 윤활제는 금형과 분말간의 정마찰을 감소시켜 성형체의 밀도편차를 방지하는 역할을 한다. 첨가된 윤활제는 소결체의 기공이 고립하기 전에 CO 및 H<sub>2</sub>O 등의 가스로서 제거되나, 가스가 소결 중에 완전히 제거되지 않고 소결체의 고립된 기공에 잔류할 경우에는 소결체의 치밀화를 억제시킨다. 그리고, 윤활제를 가스로서 전부 제거한다 하더라도 윤활제가 있던 자리는 기공으로 잔류하므로 소결체의 치밀화(밀도 향상)를 저해시킨다.

따라서 본 연구에서는 새로운 윤활방식을 채택하여 소결체의 밀도를 향상시키고자 한다. 채택한 윤활방식은 윤활제를 분말과 혼합하여 성형하지 않고, 윤활제를 성형용 금형벽에 직접 분무하여 금형과 분말간의 마찰력을 감소시켜 성형체를 제작하는 것이다. 이러한 방식의 윤활법(die wall lubricant spray법)을 채택하면 소결시 윤활제가 증발함으로써 발생하는 가스의 영향을 제거할 수 있고, 분말과 윤활제를 혼합하여 성형하지 않으므로 윤활제 첨가량만큼의 소결체의 밀도 상승이 기대되나, die wall lubricant로는 어떠한 윤활제가 사용되고 있는지 전혀 알 수가 없다. 그러므로, 첫 번째로 성형성이 양호한 금형 분사방식의 윤활제를 선정하고, 두 번째로는 금형 분사방식으로 제조한 성형체 특성(성형체의 밀도, 성형성 등) 및 소결체의 물리·화학적 특성(밀도, 산소·탄소량, 경도, 인장강도 등)을 종래법(분말+윤활제 혼합)으로 제조한 성형체 및 소결체와 비교 분석하므로써 고성능(고밀도)의 소결 합금강을 제조하고자 한다.

### 2. 실험방법

원료분으로는 분말의 화학조성이 각각 다른 A, B 2종류의 철계 조분 분말을 사용하였다(표 1). A, B분말에서 AM, BM분말은 윤활제를 분말에 첨가한 혼합분말이고, AD, BD분말은 윤활제 무첨가 혼합분말이다. 각각의 분말은 금형을 이용하여 성형압력을 3~8ton/cm<sup>2</sup>까지 변화시켜 성형체를 작성하였다. 여기서 AD, BD분말은 Silica계통의 die wall lubricant를 금형 벽에 분사하는 방법을 이용하여 성형체를 제작하였다. 소결은 ENDO변성가스 분위기하 1130°C에서 생산용 mesh belt로를 이용하여 하였다. 얻어진 소결체에 대하여는 소결체의 밀도측정, 조직관찰, 산소·탄소량 측정, 경도측정, 인장강도 시험 등을 실시하여 윤활제 첨가 방식에 따른 소결체의 특성을 비교 검토하였다.

Table1. Chemical composition(mass%) of Ferrous powders

		Pre-alloy	Pre-alloy	Fe	Cu	C	Lubricant	Silica (spray)
		A	B					
A Powder	AM (added Lubricant)	49.41	-	49.41	0.40	0.79	0.90	-
	AD (Die wall Lubricant)	49.41	-	49.41	0.40	0.79	-	spray
B Powder	BM (added Lubricant)	-	99.70	-	-	0.30	0.90	-
	BD (Die wall Lubricant)	-	99.70	-	-	0.30	-	spray

### 3. 결과

금형 분사방식으로 제조한 성형체 특성(성형체의 밀도, 성형성 등) 및 소결체의 물리·화학적 특성(밀도, 산소·탄소량, 경도, 인장강도 등)을 종래법(분말+윤활제 혼합)으로 제조한 성형체 및 소결체와 비교 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다. 본 실험에서 분사형 윤활제(die wall lubricant)로는 여러 종을 사용하여 성형성 실험을 실시하였으나, Silica계통이 가장 우수한 윤활 특성을 나타내었으므로 Silica계통에 국한하여 나타낸다.

1. A분말에 대하여 윤활제 첨가 방식에 따른 각 성형체의 밀도에 미치는 성형압력의 영향을 조사한 결과, 3ton의 성형압력에서는 윤활제를 분말에 첨가한 AM성형체의 밀도가 die wall lubricant를 사용한 AD성형체의 밀도에 비하여 0.3(밀도비:3.7%)정도 높게 나타났으나, 5ton이상의 성형압력에서는 성형체의 밀도값은 역전하여 성형압력이 상승함에 AD성형체의 밀도가 AM성형체의 밀도에 비하여 높게 나타났다. 7ton의 성형압력에서 AM성형체의 밀도는 6.9g/cm<sup>3</sup>(밀도비: 85.7%)로 나타났고, AD성형체의 밀도는 7.2g/cm<sup>3</sup>(밀도비: 89.5%)로 나타났다. B분말의 경우는 어느 경우에 있어서나 BD성형체의 밀도가 BM성형체의 밀도 보다 높게 나타났다. 7ton의 성형압력에서 보면 BM성형체의 밀도는 7.0g/cm<sup>3</sup>(밀도비: 88.7%)로 나타났고, BD성형체의 밀도는 7.2g/cm<sup>3</sup>(밀도비: 91%)로 나타났다.
2. A소결체(AM, AD) 및 B소결체(BM, BD)의 밀도에 미치는 성형압력의 영향을 조사한 결과, 소결체의 밀도와 성형체의 밀도와의 차는 0.1~0.2정도의 차이밖에 없었다.
3. A(AM, AD)소결체 및 B소결체(BM, BD)에 대하여 조직관찰한 결과, 어느 경우에 있어서나 소결체의 밀도와 상응한 기공이 잔류하고 있었고, 소결체의 결정립 크기는 분말 입자의 크기와 거의 동일하게 되어 입자 성장되어 있지 않은 것을 알 수 있었다.
4. 소결체의 경도값을 7ton의 성형압력으로 제작한 소결체에서 보면, AM, AD소결체에서는 각각 75, 74로 나타났고, BM, BD소결체에서는 각각 88, 92로 나타났다.
5. 소결체의 인장강도 값을 7ton의 성형압력으로 제작한 소결체에서 보면 AM, AD소결체에서는 각각 740, 790MPa로 나타났고, BM, BD소결체에서는 각각 660, 790MPa로 나타났다.