

혼합 및 합금고속도강 소결체의 치밀화에 미치는 구성성분의 역할
(Role of Alloying Components on Densification of Mixed and
Prealloyed High Speed Steel Powder Compacts)

성화대학교 임 태 환 *
동경대학 생산기술연구소 林 宏 爾

1. 서론 : 저자는 지금까지 평균입도가 5~15 μ m의 사출성형용 Cu系, Fe系, Ni系 미분에 대하여 소결에 의한 치밀화특성을 조사하였다. Fe의 경우¹⁾를 예로들면 소결체의 완전치밀화 여부는 소결체 내부에 잔류하는 불순물 탄소 또는 소결분위기의 H₂ gas에 의해 환원 생성되는 CO 또는 H₂O gas의 고립 기공내의 평형압(P_{co}, PH₂O)과 기공수축의 구동력인 표면응력의 대소관계에 의하여 설명할수있다는 것을 명확하게 하였다.

여기서 종래의 고속도강 소결체(액상 또는 고상소결)의 연구논문^{2,3)}에 의하면 소결체는 94~96%에서 포화되지않고 완전치밀화한 연구논문이 있으나 고속도강 소결체의 치밀화에 대하여 구성성분의 역할을 조사한 연구논문은 지금까지 없으므로, 본 연구에서는 Fe-C-Cr-Mo-W-V系에 의하여 구성된 혼합 고속도강 소결체의 치밀화거동에 미치는 구성성분의 역할과 각종조성의 고속도강 합금분(粗粉과 微粉)의 치밀화 특성을 조사하였다.

2. 실험방법 : 원료분말로는 Fe(입도:5.3 μ m), 탄소(입도:0.04 μ m)및 Co, Fe-62mass%Cr, Cr₂C₃, Mo, W, Fe-51mass%V, VC(입도는 각각1.40, -44, 2.10, 1.34, 2.04, -44, 1.60 μ m)을 사용하여 만든 혼합분과 합금분을 사용하여 화학조성을 표 1.에 나타내었다. 필요에 의하여 H2, H4 합금분과 같은 조성의 혼합분 및 H4, H2, H5 합금분에 Fe미분을 첨가한 혼합분을 사용하였다. 성형은 금형을 사용하여 성형밀도가 54~57%, 84%의 성형체를 만들었다. 소결온도(Ts)는 1403~1573K 사이에서 변화시켜 소결시간은 일반적으로 7.2ks로 하였다. 얻어진 소결체에 대하여 소결체의 상대밀도(Ds)의 측정, 조직관찰, 산소, 탄소분석, DTA분석등을 하였다.

3. 결과 및 고찰 : 먼저, Fe-4mass%Cr, Fe-3.2mass%Mo, Fe-3.5mass%W과 여기에 2.0mass%C을 첨가한 소결체의 치밀화는 불완전하였고(Ds=91~94%), Fe-7mass%V과 상기의 Fe, -Cr, -Mo, -W에 7mass%V을 첨가한 소결체는 완전치밀화하는 것을 확인하였다. 여기서, Fe-2mass%C-4mass%Cr-3.2mass%Mo-3.5mass%W 소결체의 Ds에 미치는 V첨가량의 영향은 그림 1.에 나타낸것과 같이 1523~1573K온도범위에서 V첨가량이 0~1mass% 및 5~7mass% 소결체는 완전치밀화하였다. 그중, V이 0~1mass%에서 완전치밀화한것은 조직관찰을 한 결과 액상이 생성된것으로 판단하였다. 그러나, 2~7mass%V첨가의 결과는 CO gas압의 점으로부터 관찰하였다. 먼저 구성성분의 Fe, Cr, Mo, W, V산화물의 ΔG_r° (1503K)는 각각 -331, -487, -237, -349, -636kJ/mol. O₂이고, 탄화물의 ΔG_r° (1503K)는 각각 1.9, -56, -29, -46, -91kJ/mol. C이므로 V는 구성원소중 열역학적으로 가장 안정한 것을 알수가 있다. 그러므로 5~7mass%V을 첨가하면 안정한 탄화물 또는 산화물을 형성하기 때문에 P_{co}가 낮아져서 완전치밀화한것으로 생각하였다.

합금고속도강분(粗粉)의 Ds에 미치는 Ts에 있어서, 소결체의 Ds는 일정한도이상이면 급상승해 100%로 되었다. 이것은 조직관찰한 결과 액상이 출현한것으로 생각하였다. 여기서, 액상을 출현시키지 않고, 완전치밀한 소결체가 얻어질까를 검토하였다.

H2, H4분말에 대하여, Ds에 미치는 합금분과 동일한 조성의 혼합분첨가의 영향을 조사해 그림2.에 나타내었다. 먼저 Dg=54%의 경우 H4 소결체는 첨가원소량이 40mass%에서 완전치밀화하였다. Dg=84%의 경우, H2, H4 소결체는 첨가원소량이 20~30mass%에서 완전치밀화하였다.

4. 결론 : 합금분 및 혼합분의 경우 Pco는 낮고 치밀화에는 나쁜영향을 미치지 않으나, 합금분은 粗粉이므로 소결성이 나쁘기 때문에 완전치밀화하지 않았고, 미분을 첨가한것은 소결성이 좋기 때문에 완전치밀화한것으로 판단하였다.

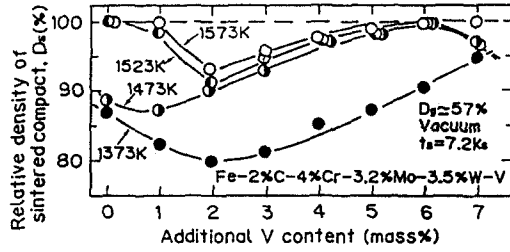


Fig. 1 Effect of additional V powder content on relative density(Ds) of high speed steel(H.S.S.) sintered compact.

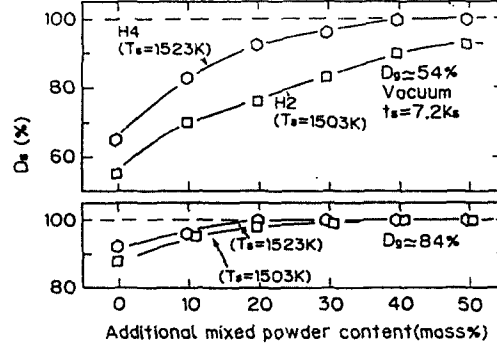


Fig. 2 Effects of contents of H2, H4 mixed fine powder and Dg on Ds of H2, H4 pre-alloyed compacts.

Table 1 Chemical compositions of H.S.S. pre-alloyed powders.

Pre-alloyed powder		(mass%)							TiN
		Fe	Co	C	Cr	Mo	W	V	
H1	○	73.63	7.87	1.24	3.90	9.79	1.60	1.19	—
H2	□	79.14	0.56	1.33	3.97	5.57	5.78	3.07	—
H3	△	71.76	8.22	1.35	3.99	5.13	6.25	2.67	—
H4	○	70.65	5.02	1.78	4.09	0.40	12.48	4.88	—
H5	▽	62.03	9.40	2.86	4.01	3.45	9.38	8.31	—
H6	×	53.41	8.46	3.05	4.05	3.23	9.76	7.54	10.0

5. 참고문헌:

- 1) T.W.Lim, K.Hayashi : Advanced in P/M, 4 (1991) 173
- 2) 山田 和俊, 上月 秀徳 : 粉體および粉末冶金 38 (1991) 1
- 3) 中村 秀樹 : 粉末冶金技術講座, (1987) 28