

# 기계적 합금화된 Ag계 삼입금속을 이용한 WC초경입자/탄소강의 브레이징 접합부 특성평가에 관한 연구

Brazing Characteristics of WC/C-steel using Ag system filler Alloys  
Made by Mechanical alloying Method

노기식, 김광수  
순천향 대학교

## 1. 서론

브레이징 접합은 모재, 삼입금속, 플럭스(Flux)등 크게 3가지로 구성이 되는데 이중 삼입금속의 역할은 접합현상에 있어서 가장 중요한 위치를 차지한다. 삼입금속은 젖음 특성이 우수하여야 하고, 적당한 유동성과 접합 온도에서의 증발현상이 적고, 기계적 특성이 우수해야하는 조건이 요구되고 있다. 이러한 요구조건을 만족시키면서 접합모재를 손쉽게 접합시키기 위해 삼입금속은 Rod, 박판(thin foil), 분말(powder), Paste, Tape등의 다양한 형태로 생산되어 지고 있다. 하지만 다양한 삼입금속의 형태에도 불구하고 모재 및 접합매체의 형상, 열원전달 등에 따라 사용되어지는 형태는 제한을 받게 된다. 예를 들어 접합부를 구성하는 모재나 피접합물의 형상이 불규칙하고, 동시에 다수의 피접합물을 모재에 접합해야 하는 경우에는 우선적으로 Paste 타입이나 분말형태의 삼입금속을 사용하는 것이 효과적이다. 그러나 현재 국내에는 Paste형의 삼입금은 모두 수입에 의존하고 있는 실정이며, 또한 분말형태의 삼입금은 일부 국내에서 제조하지만 비교적 고가이고, 만들어내는 종류에 많은 제한이 있는 것으로 나타났다.

본 연구에서는 대면적 모재에 약 2.0~2.8mm 크기를 갖는 작고 불규칙한 초경입자(Particles)를 다량으로 동시에 접합시키기 위하여 분말 형태의 삼입금속이 필요로 하게 되었다. 따라서 이러한 분말 형태의 삼입금속을 제조하기 위하여 기계적 합금화 방법을 이용하였다. 삼입금속 성분은 Ag-Cu-Zn 계를 기본으로 하여 두 종류를 제조하였고, 이렇게 제조된 삼입금속 분말은 현재 상업적으로 사용되어지고 있는 유사 성분의 두 종류 삼입금속 분말과 특성을 비교 분석 하였다. 비교 분석 방법은 삼입금속 분말의 젖음성 및 퍼짐성을 측정하였고, 미세조직등을 조사하였다. 또한 삼입금속의 기계적 특성을 조사하기 위하여 경도, 전단강도등을 조사하였다. 이렇게 해서 선정된 우수한 조건의 삼입금속을 이용하여 탄소강에 분쇄된 WC계 초경입자를 접합하여 접합부 특성을 관찰하였다.

## 2. 실험 방법

Table1은 기계적 합금화법으로 브레이징 합금을 제조하기 위하여 사용된 원료금속 분말의 종류와 그 화학성분을 나타내고 있다. 그 성분은 은납계(BAg) 삼입금속 성분을 기본으로 하였고, 원료 금속 분말은 99.95% 이상의 순도를 갖는 것을 구입하였으며, 그 입도의 크기는 대략 300~340 mesh(37~44 $\mu$ m) 범위를 사용하였다. 또한 브레이징에 사용되는 플럭스도 은납계용 플럭스 성분을 바탕으로 크립타입으로 자체 제조하여 사용하였다. Table2는 불밀에 의한 기계적 합금화 공정 조건을 나타내고 있으며, 불밀시의 매개체로는 직경 7mm인 지르코니아 볼을 사용하였다. 합금화 조건으로는 다른 조건은 동일한 상태에서 단지 불밀을 24, 48, 72 시간으로 실시하여 적정의 합금화 조건을 선정하여 삼입금속의 접합특성을 평가하고자 하였다. 한편 접합특성에 직접적으로 영향을 미치는 브레이징 삼입금속만의 특성을 알아보기 위하여 브레이징 젖음성 및 퍼짐성, 경도, 강도, 그리고 브레이징 접합부의 특성을 조사하였다. Fig.1은 젖음성과 퍼짐성 측정을 위한 시험편의 모식도를 나타내고 있다.

## 3. 실험결과 및 고찰

Fig.2는 삼입금속의 젖음각 측정을 위해 절단된 시편의 단면 형상을 보여주고 있다. BS-2와 BK-2

의 경우가 흠 벽면과 이루는 각이 작은 것을 보여주고 있다. 이것들은 삽입금속내에 소량의 Cd를 포함하고 있는데, 일반적으로 삽입금속내의 Cd 함유는 삽입금속의 유동성을 향상시켜 젖음성과 퍼짐성을 향상시키는 것으로 알려져 있다. Fig.3은 각 삽입금속에 대해 측정된 각도를 나타내고 있다.

Fig.4는 각각의 삽입금속의 미세조직을 나타내고 있다. EDX 성분분석 결과 흰색으로 나타나는 부분은 Cu가 많이 함유되어 있는 Cu-rich 초정영역, 검은색 부분은 Ag-rich인 공정조직을 나타냈다. BS-1와 BK-1의 경우 다른 삽입금속보다 초정 결정립이 매우 크고, 넓게 분포되어 있다.

Fig.5는 삽입금속으로 접합된 접합부의 측정된 경도값을 나타내고 있다. 그림에서 나타낸 것과 같이 기계적합금화에 의해 자체적으로 제조된 삽입금속이 상업용에 거의 유사한 값으로 나타났다. 크기순으로는 BS-1, BK-1, BK-2, BS-2의 순으로 나타났으며, 측정된 BS-1과 BK-1의 삽입금속에 대한 경도값은 각각 132, 129(Hv)이었다.

Fig.6은 탄소강 모재를 이용하여 삽입금속의 전단강도를 측정된 결과를 나타내고 있다. 측정된 강도값의 크기는 경도에서와 마찬가지로 BS-1, BK-1, BK-2, BS-2의 순서로 나타났다. 측정된 BS-1과 BK-1의 삽입금속에 대한 강도값은 각각  $2.29 \times 10^2$ ,  $2.22 \times 10^2$  (MPa)를 나타냈다. 다른 삽입금속에 비해 BS-1과 BK-1이 큰 경도와 강도값을 나타내었는데, 미세조직을 관찰한 결과에 의하면 Cu-rich을 이루는 초정영역이 두 조건의 삽입금속에서 넓게 분포된 것에 기인하는 것으로 사료된다.

#### 4.결론

기계적 합금화에 의해 제조된 삽입금속의 특성을 조사하였고, 그 삽입금속을 이용한 탄소강/WC 초경입자 접합 실험에 대한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

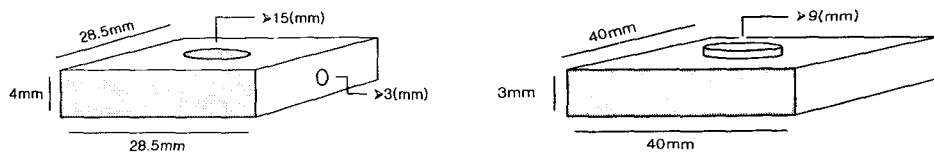
- (1) 삽입금속의 미세조직은 Cu-rich인 초정영역과 Ag-rich인 공정 영역으로 구분되었으며, BS-1, BK-1의 경우 초정영역이 넓고, 그 결정립이 크게 나타났다.
- (2) 각 삽입금속의 경도 및 강도 측정 결과 BS-1, BK-1, BK-2, BS-2의 순으로 나타났으며, BS-1의 경도 및 강도 측정값은 각각 132(Hv),  $2.29 \times 10^2$ (MPa)을 나타냈다.
- (3) 삽입금속내에 Cd가 함유된 BS-2, BK-2의 경우가 젖음각 측정시 작은 값을 나타냈다.

Table 1. Chemical compositions of Filler metals powder

	AWS-type	Ag	Cu	Zn	Cd	Sn	Ni
BS-1	BAG-20	30.0	38.0	32.0			
BS-2	BAG-2a	30.0	27.0	23.0	20.0		
BK-1	BAG-28	40.0	30.0	28.0		2.0	
BK-2	BAG-3	50.0	15.5	16.5	16.0		2.0

Table 2. Mechanical alloying conditions

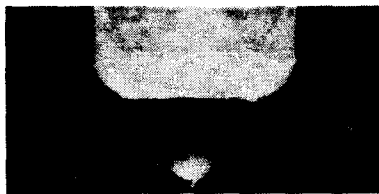
Milling Receptible	Glass Vessel (Ø60mm)
Milling media	Zirconia ball (Ø7mm)
Revolution Speed	100rpm
Milling Time	48h
Powder/ball weight	1 : 2



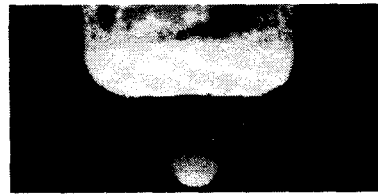
(a) wettability specimen

(b) spreadability specimen

Fig. 1 Shape of wetting and spreading test Specimen



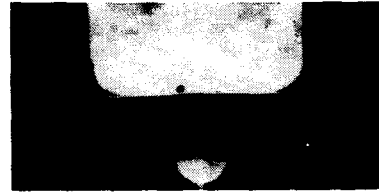
(a)BS-1



(b)BS-2



(c)BK-1



(d)BK-2

Fig. 2 Cross-section of specimens for wetting angle test

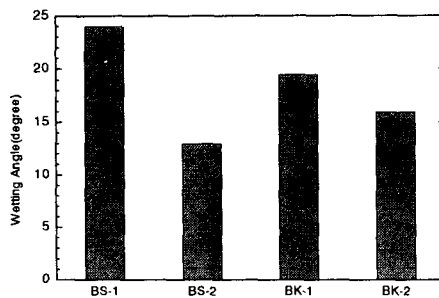
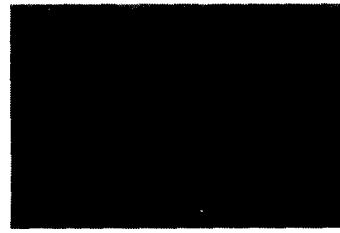


Fig. 3 Wetting angle of filler metals



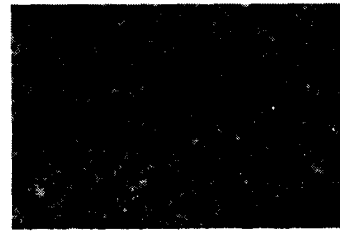
(a) BS-1



(b) BS-2



(a) BK-1



(b) BK-2

Fig. 4 Microstructure of filler metals

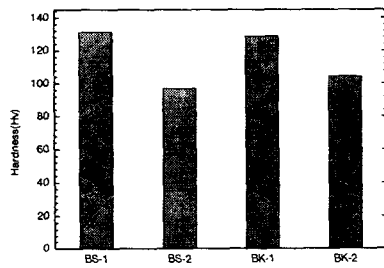


Fig. 5 Hardness test of filler metals

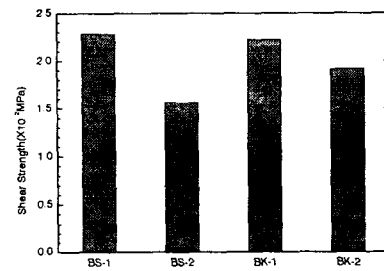


Fig. 6 Tensile test of filler metals