한국소음진동공학회 2014년 춘계학술대회논문집, pp. 575~576

주조된 Cu/Al 클래드 보의 동특성 해석

Dynamic Behavior of Duo-casted Cu/Al Clad Beams

이상필†·손인수*·김대원*·배동수**·정선호**·강유진**·
이상목***·이종섭***·김용배***·이근안***

Lee Sang-Pill, Son In-Soo, Kim Dae-Won, Bae Dong-Su, Jeong Sun-Ho, Kang Yoo-Jin, Lee Sangmok, Lee Jong-Sup, Kim Youg-Bae and Lee Geun-Ahn

1. 서 론

일반적으로 클래드 재료는 기계적 특성이 서로 다른 2개 이상의 금속을 접합시켜서 각 금속의 장점만을 활용할 수 있도록 만든 기능성 재료이다. 클래드 재료의 사용용도는 열교환기, 자동차 용품 및 주방 용품 등에 널리 사용되어 지고 있다. 하지만, 서로 다른 기계적 특성을 갖는 재료의 접합은 매우 힘들며, 최근 사용하는 접합방법에는 폭발 용접, 롤링, 그리고 압출 등의 방법을 사용하고 있다. 이 연구에서는 Cu합금과 Al합금을 주조방법으로 접합하여 접합면의 계면 특성 및 기계적 특성을 관찰하고자 한다. 이 연구에서는 압출된 Cu/Al 클래드 재료의 경도 특성 분포를 시험하였으며, 특히 클래드 재료를 열처리한 경우 열처리 시간과 경도특성의 상관관계를 분석하였다. 또한 Cu/Al 클래드 재료를 이용하여 제작한 보의 고유진동수 변화에 대하여 연구하였다.

2. 재료 및 실험

Cu/Al 클래드 재료의 주조는 중국 다이렌 공대에서 duo-casting방법을 사용하여 제조하였으며 제조에 대한 개략도는 Fig. 1과 같다. 이 방법은 고특성 발현 하이브리드 소재를 제조하는 기술로써 전자기를 활용하여 계면 온도 및 응고층 두께 제어가 가능하도록 개발되었으며, 고주파 전자기장으로 표면 품질을 향상할 수 있는 기법이다.

클래드 재료의 경도는 누프 경도기를 사용하여 측정하였으며, 열처리 시간에 따른 경도 변화를 조사하였다. 또한 Cu/Al 클래드 보의 고유진동수 변화는 상용 유한요소해석 프로그램인 ANSYS를 이용하여 3차 모드 고유진동수까지 구하였다. 고유진동수 변화는 향후 각기 다른 제조방법 의하여 제작되어지는 클래드 재료의 두 금속간의 결합계면의 특성에 따른 진동특성을 분석하기 위한 기초연구라 할 수 있다.

3. 결과 및 고찰

이 연구에서는 듀오 캐스팅 방법으로 주조한 Cu/Al 클래드 재료를 이용하여 시편을 제작하였으며, 제조한 클래드 재료의 특성을 파악하기 위하여 경도 및 진동해석을 수행하였다. 특히 경도시험에서는 열처리 시간에 따른 경도의 변화를 살펴보았다. Fig. 2는 클래드 재료의 형상 및 시편의 모양을 보

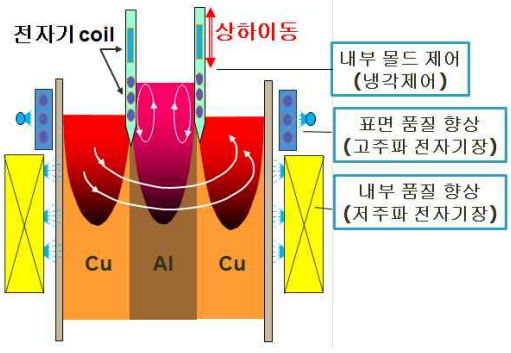

Fig. 1 Duo-casting equipment

† 교신저자; 정회원, 동의대학교 기계공학과
E-mail : isson92@deu.ac.kr
Tel : 051-890-2239, Fax : 051-890-2232
* 동의대학교 기계공학과
** 동의대학교 신소재공학과
*** 한국생산기술연구원

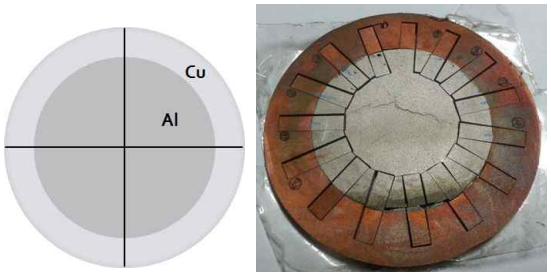

Fig. 2 Shape of Cu/Al clad materials

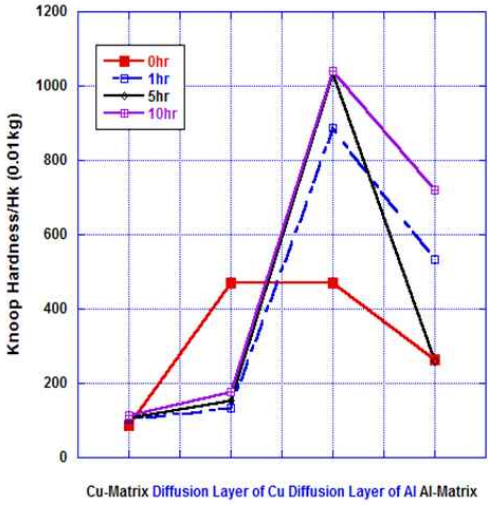

Fig. 3 Results of Knoop hardness test according to the heat treatment time.

여주고 있다. 클래드 재료는 원형으로 주조되었으며 내부에는 알루미늄 외부에는 구리로 구성되어져 있다. 시편은 사각 모양으로 채취하였으며 그 크기는 가로 40mm, 세로 4mm, 그리고 두께는 4mm이다.

Fig. 3과 Table 1은 열처리 시간에 따른 경도변화를 도시한 것이다. 가로축은 좌측으로부터 차례로 Cu 부분, Cu 확산층, Al 확산층, 그리고 Al 부분을 나타낸 것이고 세로축은 누프 경도값을 나타낸 것이다. 열처리 시간은 각각 0, 1, 5, 그리고 10시간으로 하였다. Cu확산층의 경우 열처리 시간과 경도값은 서로 비례적인 경향을 보이지만 열처리를 하지 않은 경우 매우 큰 경도값을 나타냄을 알 수 있다. Cu 부분에서는 열처리 시간에 관계없이 거의 동일한 경도값을 보이고 있으며 Cu 확산층에서 열처리 시간이 0인 경우 최대 경도 값을 나타내었으며, Al 확산층에서는 최소 경도 값을 보인다.

Table 1 Results of Knoop hardness test.

Time (hr)	Cu-Matrix	Diffusion layer of Cu	Diffusion layer of Al	Al-Matrix
0	85.42	469.26		262.4
1	102.96	134.42	887.34	534.74
5	107.54	154.42	1033.34	260.98
10	114.92	176.74	1039.10	718.52

Table 2 Natural frequencies of clad beams[Hz].

Type	1st.	2nd.	3rd.
Al Fixed	1212.2	9,383.6	11,444
Cu Fixed	2409.2	18,379	18,389

Table 2는 Cu/Al 클래드 보의 고유진동수 변화를 3차 모드까지 유한요소해석을 이용하여 구한 값을 도시하였다. 경계조건은 각각 Al 부분이 고정인 외팔보와 Cu 부분이 고정된 외팔보인 경우에 대하여 고유진동수 해석을 수행하였다. 전반적으로 Cu부분을 고정한 외팔보인 경우 고유진동수는 더 높은 값을 보이며, 거의 2배 이상의 고유진동수 증가를 나타내었다.

4. 결 론

이 연구에서는 Cu 합금을 외측에 Al 합금을 내측에 위치하도록 듀오 캐스팅 방법으로 주조한 클래드 재료를 열처리 시간에 따른 경도변화 및 진동해석을 수행하였다. 열처리 시간에 관계없이 Cu-matrix 부분이 Al-matrix부분보다 높은 경도를 나타내었으며 Al 확산층 부분이 가장 높은 경도 값을 나타내었다. 전반적으로 열처리 시간이 증가할수록 경도는 점점 증가하는 경향을 보이며, Cu확산층은 열처리 하지 않은 경우 최대 경도 값을 나타낸다. 클래드 보의 고유진동수는 Cu부분을 고정한 경우에 Al부분을 고정한 경우에 비하여 거의 2배 이상 고유진동수가 증가함을 알 수 있다.

후 기

본 연구는 지식경제부 소재원친기술개발사업의 연구비 지원으로 수행되었기에 이에 감사드립니다.