

# 압출된 Al 3003/Al 4004 클래드 보의 진동특성

## Vibration Characteristics of Excluded Al 3003/Al 4004 Clad Beams

손인수† · 이상필\* · 이진경\* · 배동수\*\* · 이상목\*\*\* · 이종섭\*\*\* ·

김용배\*\*\* · 이근안\*\*\*

Son In-Soo, Lee Sang-Pill, Lee Jin-Kyung, Bae Dong-Su, 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 적절한 방법으로 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.<sup>(1-3)</sup> 이 연구에서는 내식성과 연성이 우수한 Al 3003합금과 강도 및 경도가 높은 Al 4004합금의 클래드 재료를 사용하였다. 이 클래드 재료는 먼저 Duo-casting방법으로 제조하고 난 후 압출방법을 이용하여 시편을 완성하였다. 이 연구에서는 압출된 Al 3003/Al 4004 클래드 재의 압출과정에서의 경도 특성 분포를 시험하였으며, 클래드 보의 고유진동수 변화에 대하여 연구하였다. 특히, 두 재료의 두께 변화가 클래드 보의 고유진동수 변화에 미치는 영향에 대하여 연구하고 고찰하였다.

### 2. 재료 및 실험

Al 3003/Al 4004 클래드 재료의 주조는 중국 다이렌 공대에서 duo-casting방법을 사용하여 제조하

였다. 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 제조를 위한 주조 조건을 살펴보면 다음과 같다. 먼저, 주조 속도는 55mm/min, Al 3003합금과 Al 4004 합금의 pouring 온도는 각각 993K와 903K로 하였다. 압출조건은 Table 1과 같다. Figs. 1, 2는 압출 장비 및 듀오 캐스팅 방법에 의하여 제조된 클래드 재 및 압출에 의한 제작된 클래드 재료의 모양 및 치수를 나타내었다.

클래드 재료의 경도는 로크웰 경도기를 사용하여 측정하였으며, 압출 상태에서의 경도 분포를 조사하였다. 또한 클래드 보의 고유진동수 변화는 상용 유한요소해석 프로그램인 ANSYS를 이용하여 3차 모드 고유진동수까지 구하였다.

Table 1 Hydro co-extrusion conditions

Extrusion Temp. [K]	Extrusion ratio	Half die angle[deg]
423	5	45

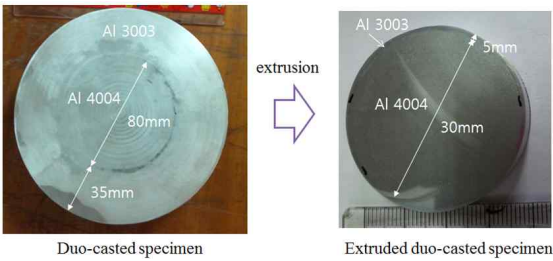


Fig. 1 Hydro co-extrusion equipment

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

\* 동의대학교 기계공학과  
\*\* 동의대학교 신소재공학과

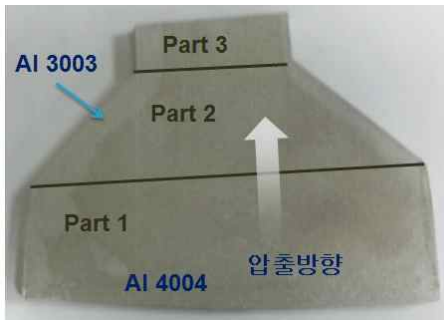
\*\*\* 한국생산기술연구원



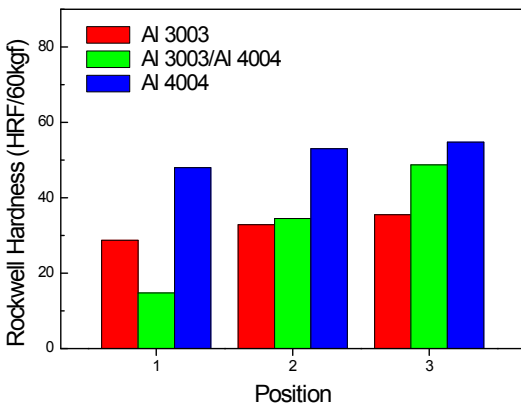
**Fig. 2** Dimension and shape of Al 3003/Al 4004 clad materials.

### 3. 결과 및 고찰

이 연구에서는 듀오 캐스팅 방법으로 주조한 Al 3003/Al 4004 클래드 재료를 압출하여 제조한 클래드 재료의 특성을 파악하기 위한 1차적 시도로서 경도 및 진동해석을 수행하였다. 특히 경도시험에서는 압출시 경도의 분포를 파악하기 위하여 압출전과 압출 후 경도측정을 시행하였다.



**Fig. 3** Test positions of Al 3003/Al 4004 clad materials for Rockwell hardness test.



**Fig. 4** Results of Rockwell hardness test.

**Table 2** Natural frequencies of clad beams[Hz].

Type	1st.	2nd.	3rd.
Al	85.02	526.4	1446.7
Al clad	84.16	523.1	1431.4
Cu/Al clad	78.97	472.78	1285.6

Fig. 3은 경도분포를 파악하기 위하여 측정한 재료의 위치를 나타낸 것이다. 재료의 안쪽부분은 Al 4004부분이며 바깥쪽이 Al 3003 부분이다. 시험은 크게 3부분(압출전, 후, 그리고 압출진행 부분)에 대하여 측정을 시행하였다. Fig. 4는 경도 시험결과를 나타내었다. 전반적으로 압출 전후에 관계없이 Al 3003부분이 Al 4004부분에 비하여 낮은 경도값을 나타내었으며, 압출후의 경도값이 더 크다는 것을 알 수 있다.

Table 2는 클래드 보의 고유진동수 변화를 3차모드까지 유한요소해석을 이용하여 구한 값을 도시하였다. 단일 알루미늄 보에 비하여 클래드 강의 고유진동수는 미소하나마 약간 작은 값을 나타내었다. 고유진동수 값의 변화가 작은 것은 바깥쪽 부분인 Al 3003부분의 두께가 매우 얇기 때문인 것으로 판단된다.

### 4. 결 론

이 연구에서는 내식성이 우수한 Al 3003 합금을 외측에, 강도가 높은 Al 4004합금을 내측에 위치하도록 듀오 캐스팅 방법으로 주조한 클래드 재료를 압출하여 제조한 클래드 강의 경도분포 및 진동해석을 수행하였다. 압출 전후의 경도분포는 압출후의 경도가 큰 값을 나타내었으며 Al 3003부분은 Al 4004부분에 비하여 낮은 경도값을 나타내었다. 또한 단일 재료의 고유진동수에 비하여 클래드 보의 고유진동수가 낮은 경향을 나타내었으며, Al 클래드 보에 비하여 Cu/Al 클래드 보의 고유진동수가 더 낮은 값을 나타내었다.

### 후 기

본 연구는 지식경제부 소재원천기술개발사업의 연구비 지원으로 수행되었기에 이에 감사드립니다.