

## SUS/AL/SUS 판재의 cladding 시 변형상태 고찰

김종국\* · 지광구\*\* · 허무영\*

### Study on the strain state during cladding of SUS/AL/SUS sheets

J. K. Kim, K. K. Jee, M.Y. Huh

#### Abstract

Strain states of clad sheets consisted of AL3003 and SUS430 were studied by FEM simulation. Main simulation parameters include roll size, reduction, material properties, material temperature, and friction between roll and material (or friction between materials). To investigate the effect of friction on the evolution of strain states, the friction coefficient between roll and material (or friction coefficients between materials) was varied. Components of strain rate, strain were compared according to the variation of friction coefficients. And strain states during cladding were compared with those induced by simple rolling process.

**Key Words** : Strain state, Strain rate, Strain, Cladding, Rolling, SUS, AL3003, FEM, DEFORM, Friction coefficient

#### 1. 서론

클래드재는 서로 다른 물성을 갖는 재료를 기계적으로 접합시켜 서로 다른 재료의 장점을 이용하는 기능성 복합재이다. 클래드재는 구성재료에 따라 군용, 산업용, 가정용에 이르기까지 매우 다양한 용도로 활용되고 있으며 계속 확대되어 이용될 전망이다. 클래드재의 제조는 폭발용접, 전기저항용접, 압연 등 매우 다양하다. 이중 압연에 의한 클래드재의 제조는 제조가격이 저렴하고 연속적인 작업을 수행할 수 있는 장점이 있어 강성재료와 연성재료의 클래딩에 응용하고자 하는 노력이 지속되어 왔다.

본 연구는 STS/AL/STS clad 판재의 미세조직과 집합조직에 대한 후속 연구로 수행되었다. 주요

분석대상은 클래딩시의 마찰계수 변화에 따른 AL3003 에서의 변형을 및 변형 상태의 변화이다.

#### 2. 모사 및 분석 방법

본 연구에서는 SUS304 재 사이에 AL3003 재를 샌드위치 모양으로 압연하여 클래딩하는 과정을 2 차원적으로 모사하였다. 모사 모형으로는 유한요소법(FEM) 모형인 DEFORM 7.2 를 이용하였다.

클래딩시의 공정변수로는 압연 롤 크기, 압연량, 재료 특성, 온도, 마찰계수 등이 있다. 클래딩시의 압연롤 크기는 470mm 였으며, 압연량은 30%, 클래딩 온도는 350℃ 였다. 마찰이 AL3003 의 변형을 및 변형상태에 어떠한 영향을 미치는가를 알아보기 위하여 압연 롤과 SUS 의 마찰계수 및 SUS 와 AL3003 의 마찰계수를 0.05, 0.15, 0.25, 0.35 로 각각 변화시켜가며 모사를 하였다. 또한 동일한

AL3003 판재를 클래딩이 아닌 일반적인 압연을 행하였을 경우를 모사하여 변형률 및 변형상태를 클래딩시와 비교하였다.

### 3. 모사 결과 및 토의

먼저 SUS 와 AL3003 의 마찰계수를 0.25 로 고정시키고 압연 롤과 SUS 의 마찰계수를 변화시켰을 경우의 변형률 상태는 그림 1 (a), (b) 및 그림 2 (a), (b)와 같다. 먼저  $\dot{\epsilon}_{11}$  은 마찰계수가 0.05 일 경우 중간층에서 가장 높은 값을 나타내나 마찰계수가 0.35 일 경우는 표면층에서 가장 높은 값을 나타내었다.  $\dot{\epsilon}_{13}$  의 경우 판재의 표면층에서 가장 높은 값을 나타내며 중앙층으로 갈수록 급격히 감소하였다. 그러나 Strain 양의 변화는 거의 없었다.

그 다음으로 롤과 SUS 의 마찰계수를 0.25 로 고정시키고 SUS 와 AL3003 의 마찰계수를 변화시켰을 경우의 변형률 상태를 그림 3 (a), (b) 및 그림 4 (a), (b)에 나타내었다.  $\dot{\epsilon}_{11}$  은 마찰계수가 0.05 로 낮았을 경우 중앙층에서 가장 높고 표면층에서 가장 낮았으나 마찰계수가 0.35 정도로 증가하였을 경우 표면층이 가장 높고 중앙층이 가장 낮았다.  $\dot{\epsilon}_{13}$  의 경우 일반적으로 표면층에서 가장 높은 값을 가지며 중앙층에서 가장 낮은 값을 갖는다. 마찰계수의 증가에 따라 전층에서  $\dot{\epsilon}_{13}$  가 증가하였다. SUS 와 AL3003 판재의 마찰계수를 변화 시켰을 경우의 변형 성분별 strain 변화를 그림 5 에 나타내었다.

동일 AL3003 판재를 일반적인 압연 공정으로 모사하였을 경우의 변형률은 그림 6 (a), (b) 및 그림 7 (a), (b)와 같다. 변형시간은 클래딩시의 1/3 수준으로 짧아졌다. 이는 클래딩시 중간에 위치한 SUS 가 압연 롤의 하중을 받아 AL3003 에 전달하는 과정에서 가상적으로 롤의 크기가 커지는 것과도 같은 효과를 발휘한 것으로 나타났다. 두께 0.5mm 의 SUS 와 3.6mm 의 AL3003 판재를 샌드위치식으로 클래딩시 AL3003 에 가해지는 가상적 롤의 크기는 1645mm 인 것으로 분석되었다. 일반적인 압연 공정에 의하여 압연을 모사하였을 경우 클래딩시와 비교시 변형률은 짧은 시간내에서 매우 높은 값을 가지는 것이 특징이다. 일반적일 압연공정에 의하여 AL3003 판재를 압연하였을 경우의 성분별 strain 을 그림 8.에 나타내었다.

성분별 변형량을 클래딩시와 일반압연시와 비교

해보면  $\dot{\epsilon}_{11}$  은 마찰계수 증가에 따라 클래딩시에는 감소하는 반면 일반적인 압연시에는 증가하였다.  $\dot{\epsilon}_{13}$  의 경우에는 클래딩시 및 일반압연시 거의 같은 값을 나타내었으며 마찰계수 증가에 따라 급격히 증가하였다. Roll/SUS 와 AL3003 판재간의 마찰계수 증가에 따른 Strain 은 클래딩시나 단순 압연시 모두 증가하였으나, Strain 양은 클래딩시가 일반 압연시보다 약간 큰 것으로 분석되었다.

### 4. 결론

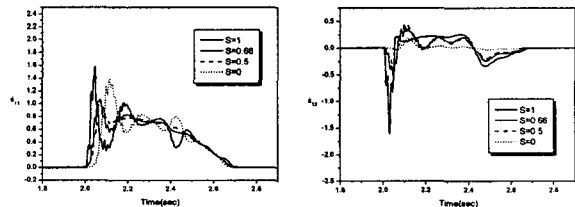
이상에서 본 연구를 통해 SUS/AL3003/SUS 판재의 클래딩시 마찰계수에 따른 AL3003 판재의 변형률 및 변형량 거동을 고찰해 보았다. 또한 클래딩시와 일반 압연시의 변형률 거동을 비교 분석해 봄으로써 클래딩시의 변형률 특성을 파악할 수 있었다.

### 5. 후기

본 연구는 21C 프론티어 차세대 소재성형 기술 개발 사업단(PS006-2-00-01 과제)의 지원으로 수행되었습니다.

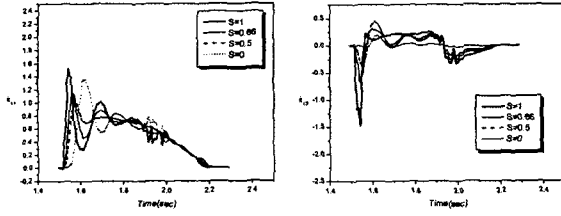
### 참고문헌

- (1) 김종국, 지광구, 허무영, STS/AL/STS clad 판재의 미세조직과 집합조직, 추계학술대회논문집, 한국소성가공학회, 2002, pp131-134



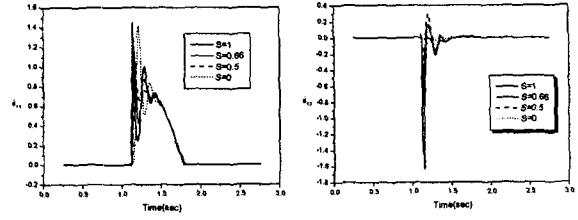
(a)  $\dot{\epsilon}_{11}$  (b)  $\dot{\epsilon}_{13}$   
 그림 1. 압연 롤 및 SUS 의 마찰계수가 0.05 일 경

우의 변형률

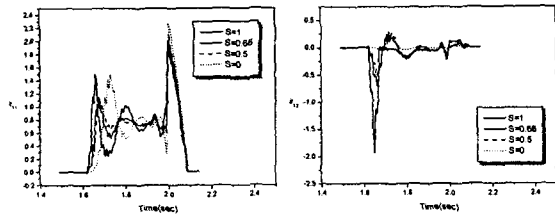


(a)  $\dot{\epsilon}_{11}$  (b)  $\dot{\epsilon}_{13}$   
 그림 2. 압연 롤 및 SUS의 마찰계수가 0.35 일 경우의 변형률

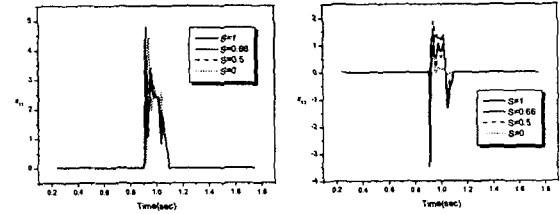
변형 성분별 strain 변화



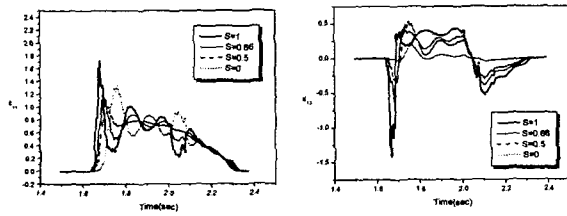
(a)  $\dot{\epsilon}_{11}$  (b)  $\dot{\epsilon}_{13}$   
 그림 6. 압연 롤 및 AL3003의 마찰계수가 0.05 일 경우의 변형률



(a)  $\dot{\epsilon}_{11}$  (b)  $\dot{\epsilon}_{13}$   
 그림 3. SUS 및 AL3003의 마찰계수가 0.05 일 경우의 변형률



(a)  $\dot{\epsilon}_{11}$  (b)  $\dot{\epsilon}_{13}$   
 그림 7. 압연 롤 및 AL3003의 마찰계수가 0.35 일 경우의 변형률



(a)  $\dot{\epsilon}_{11}$  (b)  $\dot{\epsilon}_{13}$   
 그림 3. SUS 및 AL3003의 마찰계수가 0.35 일 경우의 변형률

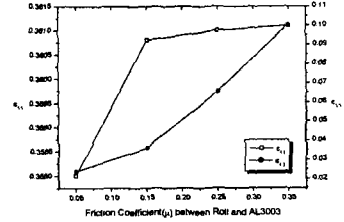


그림 8. 롤과 AL3003 마찰계수 증가에 따른 변형 성분별 strain 변화

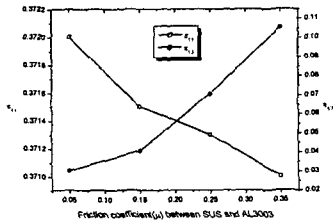


그림 5. SUS와 AL3003 마찰계수 증가에 따른