

# 선체 외곡판 냉간 성형 시스템 개발

## Development of Cold Roll Forming System for Ship Hull Plates

\*이돈진, 이찬행, 심도식, 이광호, 임채묵, 한명수, 고명석<sup>1</sup>

\*#D. J. Lee(pmac@dsme.co.kr), C. H. Lee, D. S. Shim, K. H. Lee, C. M. Lim, M. S. Han, M. S. Ko<sup>1</sup>,

<sup>1</sup> 대우조선해양(주) 산업기술연구소

Key words : Cold Roll Forming, Incremental Forming, Ship Hull Plates,

### 1. 서론

선체의 외판은 크게 평판, 단순 곡판, 이중 곡판으로 나뉠 수 있으며, 평판은 선체의 옆면에, 이중곡판은 선수 및 선미 부에 위치하고 있으며, 이들 곡판을 단순 곡판들이 연결해 주어 전체적으로 부드러운 곡면을 이루도록 하고 있다.

선체의 외판은 네스팅된 원판을 절단하여 평판을 만들고, 이들 평판을 1 차 냉간 롤 성형을 하여 실린더 형상의 단순 곡판을 만든다. 이중 곡판은 단순 곡판 혹은 평판에 가스 토치를 사용하여 고온으로 가열 후 급속하게 냉각시킴으로써 재료 내부의 수축을 발생시켜 곡면을 형성하는 방법(선상 가열법 또는 삼각 가열법)에 의해 제작하고 있다. 그러나 가열/수축에 의한 열간 가공법은 소음과 화염 등에 의한 작업자 보건의 위협 및 생산성의 한계 등의 문제가 있어서 이를 자동화하기 위한 많은 연구가 진행되고 있으며 어느 정도의 성과도 이루어졌다. 또한, 최근에는 점진적 성형(Incremental Forming)의 원리를 이용하여 선체 외판의 이중 곡면을 자동으로 제작하기 위한 점진적 롤 성형 공정(Incremental Roll Forming Process)이 제안되었으며<sup>1,2</sup>, 당사에서는 이를 이용하여 대형 선박 외판의 이중 곡면을 제작할 수 있는 냉간 롤 성형시스템을 개발하였고, 이에 대한 연구 결과를 소개하고자 한다.

### 2. 점진적 롤 성형공정의 기본 원리

점진적 성형 공정의 기본 원리와 유연적

특징을 바탕으로 이중 곡률을 가지는 금속 판재를 성형하기 위한 방법으로 점진적 롤 성형 공정이 제안되었다. Fig. 1 은 점진적 롤 성형 공정의 개략도로, 공정의 핵심이 되는 롤 셋(roll set)을 나타내고 있다. 롤 셋은 금속 판재에 굽힘 변형을 발생시키는 성형 도구로 그림과 같이 두 쌍의 하부 받침롤(support roll)과 한 개의 상부 구동롤(motor-driven roll)로 구성되어 있다. 상부롤은 모터에 의해 구동되면서 고정된 축을 기준으로 회전이 가능하게 설계되어 있어 상부롤이 금속 판재를 누르고 있는 상태에서 회전하게 되면 판재와의 접촉 부분에서 발생하는 마찰에 의해 재료를 이송하게 된다. 이 때, 각각의 하부롤은 자유롭게 회전하기 때문에 상부롤의 회전에 의해 이송되는 재료의 움직임을 도울 수 있다. 이와 같이 구성이 간단한 롤 셋을 이용하여 금속 판재에 국부적인 굽힘 변형을 두 방향으로 동시에 발생시키고 이를 판재의 전 영역에 걸쳐 연속적으로 발생시킴으로써 이중 곡률을 갖는 판재를 성형할 수 있게 된다<sup>2</sup>.

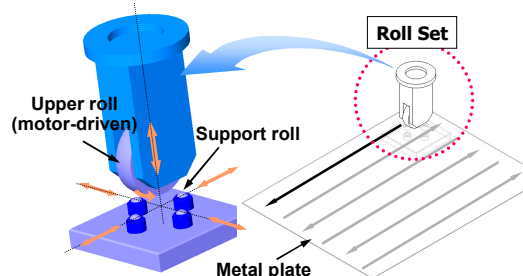


Fig. 1 Schematic diagram of the incremental forming process using a roll set

### 3. 롤 성형장치의시스템 구성

점진적 롤 성형공정의 기본 원리를 이용하여 곡면성형이 가능함을 선행연구를 통하여 확인하였고, 이를 이용하여 대형 선체의 외곡판을 제작하기 위한 롤 성형 시스템을 개발하였다. Fig2 는 개발된 롤 성형 시스템을 보여준다.

개발된 성형 시스템은 28mm 두께의 선박용 고장력 강판까지 성형이 가능한 최대 수직 하중 30ton 용량의 상부 서보 프레스(servo-press) 및 구동롤과 하부 롤들로 구성되어 있다. 또한 하부의 받침롤 구성은 점진적 롤 성형 공정의 기본 성형 원리를 만족시킬 수 있는 자유도를 가지도록 설계되었다.



Fig. 2 Developed roll forming system

### 4. 성형실험 및 결과

개발된 점진적 롤 성형 시스템을 이용하여 성형실험을 진행하였고, 그 결과물을 이용하여 당사에서 실제 건조중인 호선에 적용하였다. 성형에 사용된 곡면은 선체를 구성하고 있는 외곡판들 중, 현재 개발된 성형 장치의 사양과 곡면 형상을 고려하여 선정하였다. 선정된 곡면은 폭 1700mm, 길이 2500mm, 두께 20mm 의 비틀린 오목곡면(twisted concave)이며, 선체 설계 프로그램인 TRIBON 으로부터 생성된 선체곡면의 3 차원 점 좌표를 이용하여 성형 정보 생성 프로그램을 통해 실제 성형 정보를 계산하고, 계산된 성형 정보를 이용하여 상/하부 및 구동롤을 실시간으로

제어하여 곡면 성형을 실시하였다. 성형된 곡판의 정도는 실제 가공 현장에서 일반적으로 사용되고 있는 목형을 사용하여 측정되었다. 성형 곡판과 목형의 수직 방향 오차는 대략 2.5mm 였으며 이러한 가공 정도는 성형 정보에 대한 이론적 예측값의 정확도와 성형 경로 설계 방법에 의해 크게 영향을 받게 되는데, 이는 향후 실험 데이터의 확보를 통해 개선될 수 있을 것으로 판단된다. Fig. 3 은 냉간 롤 성형 시스템에 의해 성형된 곡판이 선체 블록의 대조 공정에서 조립 완료된 모습을 보여주고 있다.



Fig. 3 Block assembly of formed plate

### 5. 결론

본 연구에서는 점진적 냉간 롤 성형을 위한 시스템을 개발하고 이를 이용하여 실 선체의 외곡판을 대상으로 그 유용성을 평가하였으며, 그 결과 실제 적용이 가능함을 보여주었다. 향후, 개발된 시스템의 현장 적용을 통해 한국 조선산업의 경쟁력 향상에 일조를 한 것으로 생각된다.

### 참고문헌

1. 이돈진, 정성욱, 이현호, 이광호, 김상준, 노종화, 한명수, 한중만, 손영식, "후판 3 차원 이중 곡면용 냉간 성형 시스템 개발," 제어자동화시스템 학회 심포지엄, 180-183, 2008
2. 심도식, 양동열, 이돈진, 한명수, "선체 외곡판 제작을 위한 롤 성형 공정 개발," 한국정밀공학회 춘계학술대회, 517-521, 2010.