

친환경 고주파 유도 선상가열 기반 후판 곡률 성형 기술 Eco-friendly Technology for Precision Forming of Thick Plate Based on High Frequency Induction Line Heating

*이광석¹

*K. S. Lee (ksl1784@kims.re.kr)¹

¹한국기계연구원 부설 재료연구소 변형제어연구실

Key words : high frequency induction heating, line heating, hot working

1. 서론

본 연구에서는 재료연구소 변형제어연구실에서 자체 개발한 고주파 유도 열원 적용 친환경 고속 선상 가열 장치(Fig. 1)를 적용, 20 mm 두께를 갖는 후판 열유기 곡률 형성시 열원의 3차원 위치 및 입열량에 따른 판재 표면 및 두께 방향의 변형량 예측 해석 및 실험 연구를 병행하여 제작된 장치의 유효성을 검증하고자 하였다.

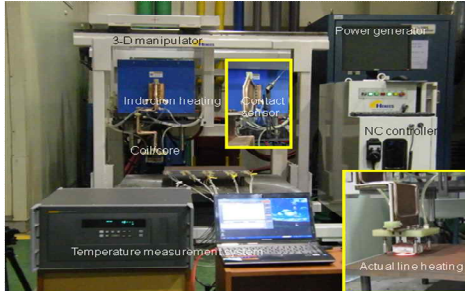


Fig. 1 Schematics of the high frequency induction-induced line heating apparatus in KIMS.

2. 실험 방법

멀티패스 선상 가열을 통한 판재의 최종 타겟 형상 및 조건은 Fig. 2 와 같다. 오목한 형태의 concave 형상은 첫 번째와 두 번째 선상 가열이 피성형 판재의 같은 표면에서 수행되는 반면 saddle 형상의 경우는 첫 번째와 두 번째 선상 가열이 반대쪽 면에 수행된다. 첫 번째 input power 는 40 kW 로 고정한 채 두 번째 input power 를 30, 40 및 50 kW 로 변화시키면서 첫 번째는 X 축을 따라, 두 번째는 Y 축을 따

라 선상 가열을 임의로 수행한 뒤, 최종 변형량 및 곡률을 도출하고자 하였다.

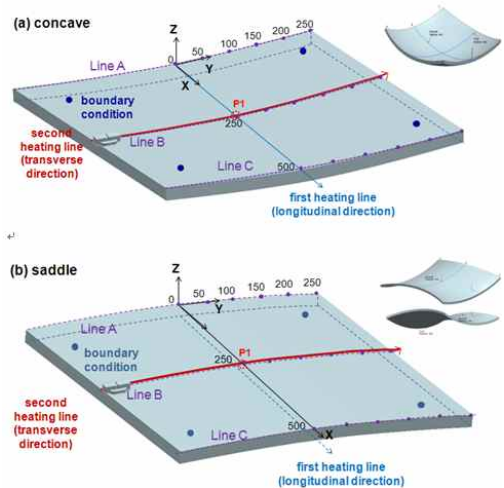


Fig. 2 The targeted multi-curvature shapes of thick SS400 plate (concave and saddle types).

3. 결과 및 고찰

이차 가열 이후 concave 및 saddle 형상에 대한 수직 변형량 변화 분포 해석 결과는 Fig. 3 및 4 와 같다. 예를 들어 40 kW 파워 인가 후 800 초 경과 이후를 보면, concave 의 경우 이차 가열선에서 가장 먼 판재의 양 끝단에서는 초기 위치 대비 약 0.68 mm 의 위치 상승이, 판재 중간 가열선 위치에서는 절대값 기준으로 최대 -3.07 mm 의 위치 하강이 예측되었다. Saddle 의 경우에는 이차 가열선 위치에서는 0.77 mm 위치상승이, 가열선에서 가장 먼 판재 양 끝단에서는

절대값 기준으로 -3.04 mm 위치 하강이 예측되었다. 즉, concave 및 saddle 의 판재 중심부 기준으로 대략 3.7 mm, 3.8 mm 의 영구 변형량이 발생함을 알 수 있었다.

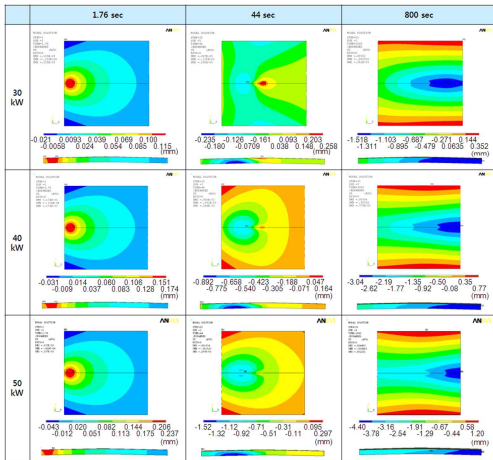


Fig. 3 Numerically simulated vertical deformation distribution of concave type.

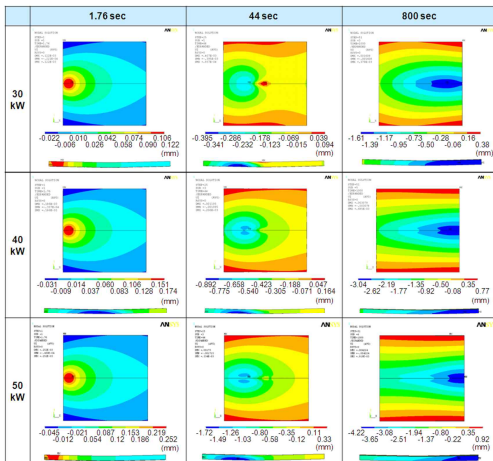


Fig. 4 Numerically simulated vertical deformation distribution of saddle type.

실제 고주파 유도 선상 가열 유기 곡가공 실험을 진행한 뒤 앞에 서술한 해석 결과와의 비교를 위하여, Fig. 5 와 같이 두 차례의 선상 가열을 수행한 뒤, 판재 형상에 따라 세 곳의 대표적인 위치, 즉 판재 중앙 및 선단을 따라 실제 변형량을 측정한 결과는 Fig. 6 과 같다. 파워 인가 후 초기 단계를 지나게 되면,

형상과 관계 없이 판재 중앙 및 후단, 즉 line B 및 C 에서는 해석과 실측과의 오차가 1 mm 미만으로 줄어들었다. 이를 바탕으로 후판 열유기 성형 공정의 곡률 정확도까지 계산/실측 비교가 가능하였다.

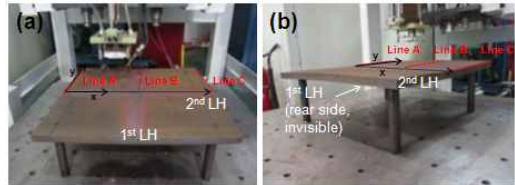


Fig. 5 Photographs of doubly curved (a) concave and (b) saddle-type SS400 plates

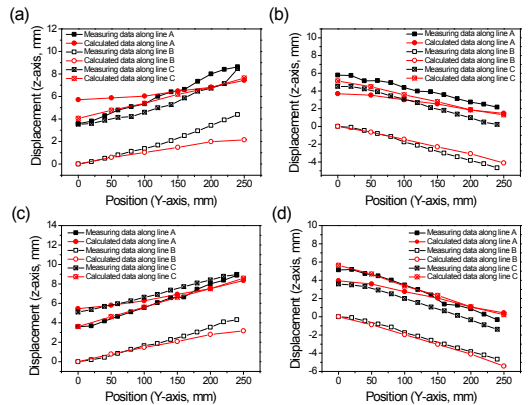


Fig. 6 Variations of vertical displacement measured from doubly curved plates as a function of various top-surface positions overlapped onto numerically calculated counterparts with different shape and input power; (a) concave, 40 kW, (b) saddle, 40 kW, (c) concave, 50 kW and (d) saddle, 50 kW.

4. 결론

본 연구에서는 SS400 후판의 고주파 유도 선상가열 이중 곡률 성형 공정에서 30~50 kW 열원을 적용하여 두 가지 이중 곡률 형상 (concave, saddle)의 변형량을 실제 선상 가열 성형 실험을 통해 측정된 뒤 해석 결과와 비교, KIMS 변형제어연구실의 고주파 유도 곡가공 장치의 유효성을 오차 1mm 이내로 확보하였다.

후기

본 연구는 2012 년 재료연구소 기본사업의 지원으로 수행된 결과로 이에 감사 드립니다.