

강도 및 잔류응력이 선상가열시의 변형에 미치는 영향

(Effect of strength and residual stress on deformation during line heating)

안 병식, 최 기영 (현대 중공업 (주), 산업 기술 연구소)

1. 서 론

선상 가열에 의한 강판의 곡가공은 주로 조선소에서 사용되고 있는 공작법이며 선체외판의 곡가공과 용접에 의한 변형의 교정 등에 사용되고 있다. 그러나 이러한 선상 가열 작업은 작업자의 경험적 판단에 의존하는 경우가 많아 성형 곡률의 정도 관리에 문제점을 가지고 있으며 또한 기술 축적의 미비로 작업 능률의 향상에 큰 장애가 되고 있다. 또한 근래의 고장력 강판의 선체 적용이 차츰 증가하는 추세에 있어 고장력강을 선상 작업에 의해 곡가공 하는 경우도 있으며 용접성이 우수한 TMCP 강의 적용 범위 확산에 따라 TMCP 강재를 선상 가열하는 경우도 예측이 되고 있다.

따라서 본 보고에서는 이러한 고장력강과 자체에 큰 잔류 응력이 남아있는 TMCP 강재의 선상 가열시의 변형량을 비교재와 대비하여 추후 작업시의 기본적인 data 로써 활용하고자 한다.

2. 시 험 방 법

본 시험에 사용된 강재는 TMCP DH40 과 Mild steel 의 2가지 grade 였으며 선상 가열시의 잔류 응력의 영향을 살펴보기 위해 TMCP DH40 과 Mild steel 을 각각 550 °C 에서 1hr/lin. 동안 잔류 응력 제거 처리를 하였으며 stress relieving 전후의 강판의 잔류응력을 측정하여 잔류응력의 제거 여부를 확인하였다. 따라서 본 시험에는 TMCP DH40 (As-received, Heat-treated) 과 Mild steel (As-received, Heat-treated) 의 총 4개의 강판이 사용되었다.

가열부위의 온도를 측정하기 위해 가열 강판의 이면에 직경 5mm의 hole 을 표면 2mm 까지 drill 로 파고 여기에 Chromel-Alumel (K type) 열전대를 spot 용접하여 고정하였다.

선상 가열은 가열 강판을 flat 하게 놓고 가열 torch 를 자동 carriage 에 부착하여 자동으로 이동하게 했으며 가열 온도는 carriage 의 이동 속도를 조절하여 정확하게 맞추었다.

변형량의 측정은 가열 강판의 표면에 가열선 으로부터 75 x 100 (mm) 가 되는 point 마다 marking 을 한후 일반적으로 널리 사용이 되고 있는 3점 지지법을 사용하여 marking point 에서의 초기 변형량을 측정해 놓고 가열이 끝난 후에 다시 각 point 를 돌정반에 3점 지지대로 고정한후 0.01mm 까지 측정이 가능한 gauge 를 사용하여 측정하였다. 이 때 가열은 총 3회 까지 실시 하였다.

3. 시험 결과 및 결론

각 plate 를 1회, 2회 그리고 3회 가열하였을때 가열강판 중앙부에서 가열선으로부터 0, 75 그리고 150mm 떨어진 지점들에서의 변형량은 Fig. 1 에 나타나 있다.

그리고 Mild steel (As-received) 과 DH40 (As-received) 의 변형량은 Fig. 2 에 DH40 (As-received) 와 DH40 (Heat-treated) 의 변형량은 Fig. 3 에 나타나 있다.

Figure 에서 알수 있듯이 재료의 강도가 증가하면 변형량은 재료의 강성에 의해 감소됨을 보이고 있으며 가열 횟수가 증가함에 따라 1회 가열당 변형량은 차츰 감소를 하고있다.

잔류응력의 영향으로는 Fig. 3 에서 보여주는 바와 같이 압축응력을 가지고 있는 As-received 강재보다 응력 제거처리를 한 Heat-treated 강재가 더 큰 변형을 발생시키고 있다.

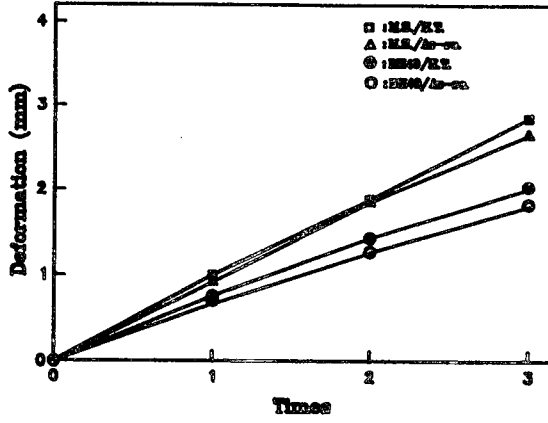


Fig. 1. 가열 횟수에 따른 변형량

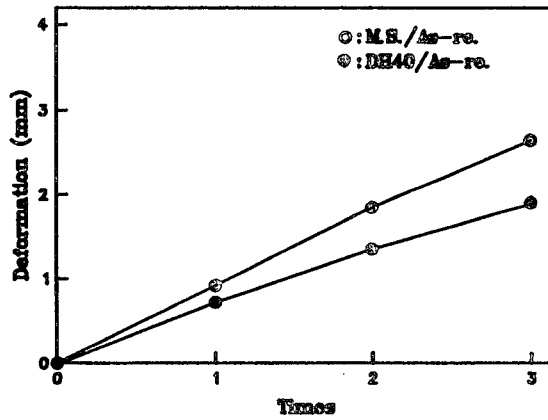


Fig. 2. 가열 횟수에 따른 변형량 (M.S. & DH40)

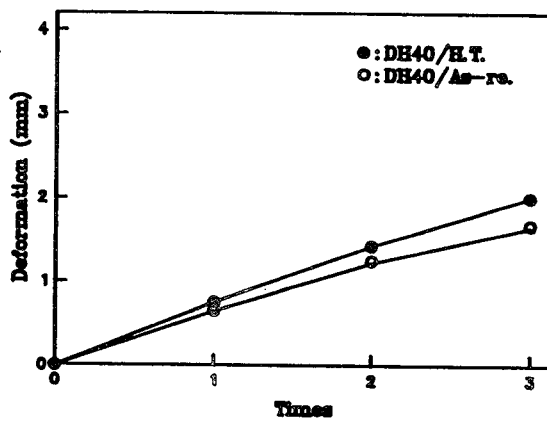


Fig. 3. 가열 횟수에 따른 변형량 (DH40)