

자동차용 강판의 소둔방법에 따른 성형성의 변화에 관한 연구

A Study on the Formability of Automobile Panel on the Heat Treatment Method

김 순 경(동의공전 자동차과) · 이 승 수 (동아대 대학원) · 전 언 찬 (동아대 기계공학과)
Soon-Kyung Kim(Dong-eui Tech. Jr. College) · Seung-Soo Lee(Graduate School, Dong-A Univ) · Eon-Chan Jeon(Dong-A Univ)

Abstract

The formability of an automobile body panel is very important. So, we performed an annealing condition change for the development of annealing condition with temperature, atmospheric gas and the annealing cycle. Formability was changed under the influenced of the mechanical properties of steel sheet for the automobile body panel. Therefore, it is important in the BAF(Batch annealing furnace) annealing process. Because mechanical properties were decided on the heat treatment method of the coil. So, we tested the development of mechanical properties according to the heat treatment method at the annealing furnace using the Ax atmospheric gas and the HN_x atmospheric gas. As a result of several investigations, we confirmed the following characteristics ; mechanical properties change under the influence of the annealing cycle and atmospheric gas.

Key Words : mechanical properties of steel sheet(강판의 기계적 성질), cold rolled steel sheet (냉연강판), BAF(Batch annealing furnace), atmospheric gas(분위기 가스)

1. 서 론

자동차에도 부분적으로 플라스틱과 같은 수지 계통의 재료가 많이 대체 사용되고 있으나, 아직도 강판이 가장 많이 사용되고 있다. 특히 강판 제품 중에서도 자동차용으로 많이 사용되는 박판은 냉연강판으로 사용되는 경우와 내식성을 향상시키기 위한 도금 강판이 주로 사용되는데 외장재는 주로 냉연강판이 사용되고 내장재의 경우는 도금강판이 많이 사용되고 있다. 그러나 플라스틱과 같은 수지류는 외국에서는 차체에도 많이 사용되고 있지만 국내에서는 아직도 범퍼 등과 같이 특수한 부분에만 주로 사용되고 있다.

자동차용 강판의 가공성을 나타내는 기계적 성질을 개선시키기 위하여 많은 연구가 다양하게 진행되고 있다. 이와 같이 냉연 강판의 가공성을 향상시키기 위한 소둔처리 방법으로는 소품종 대량생산에 적합한 연속 소둔과 다품종 소량생산에 주로 사용되는 BAF에 의한 Batch소둔으로 분류된다.¹⁻²⁾

본 연구에서는 최근 가장 효율적으로 사용되고 있는 Ax 분위기가스를 사용하는 H₂ BAF와 HN_x분위기 가스를 사용하고 있는 HN_x BAF에서 처리된 강판의 기계적 성질을 비교하되, 분위기 가스의 특성과 변화에 따른 강판의 기계적성질의 변화를 제품별, 두께별로 조사하였다.

2. 이론적 배경

분위기 가스의 주요 성분인 수소와 질소의 성질을 비교해 보면 수소가 질소보다 7배정도 열전도성이 우수하다. 본 실험에 사용된 Ax가스는 수소가 4%이고 질소가 96%인 HN_x가스 보다 75%의 수소와 25%의 질소로 구성되어 있어 전열효과가 매우 높다.

그러므로 수소와 질소 가스 속에서의 축방향과 반경방향에 대한 전열량의 비는 수소는 1 : 0.55 이며 질소가스는 1 : 0.16 정도가 되므로 축방향과 반경방향의 열전달율의 비율에서 수소가스가 매우 우수함을 알 수 있다.

2. 실험 장치 및 방법

2.1 실험 재료

본 실험에 사용한 냉연강판은 SAE 1008 이며, 그 화학적 성분은 Table 1에 나타난 바와 같다.

Table 1 Chemical compositions of specimen(wt.%)

Material	C	Si	Mn	Al	Cu
SAE 1008	0.050	0.009	0.250	0.010	0.010
SAE 1006	0.035	0.005	0.200	0.008	0.004

실험 재료로 사용된 냉연 강판은 냉간 압연 가공시에 자동 두께장치와 형상제어 장치를 사용하여 강판의 평탄도와 두께를 정밀하게 제어한 후 전해 탈지를 한 코일이며, Size는 냉연 강판의 대표적인 두께 1.0 mm, 폭 1,219 mm 인 코일을 사용하였으며 단중은 22톤을 기준으로 하였다.

2.2 실험 장치

본 실험장치의 전열과정은 복사와 대류에 의하여 인너카바에서 코일로 열이 전달되며 코일자체에서는 전도와 대류에 의하여 전열이 이루어진다. 대류에 의하여 약 70~80%의 열전달이 이루어지며 나머지가 복사에 의하여 전열이 되므로 대류가 매우 중요하므로 열전달은 분위기 가스의 종류에 따라 크게 변하게 된다.³⁻⁴⁾

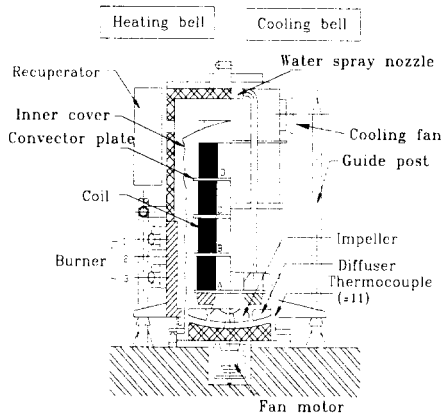


Fig. 1 Schematic diagram of annealer

소둔 처리로의 구성은 Fig. 1에서 보는 바와 같고, 가열장치인 로와 화염이 강판에 직접 닿지 못하게 차단시켜 주는 인너카바가 있으며, 이와 같은 장치의 받침대 역할과 분위기 가스의 흐름을 원활하게 해주기 위한 Base와 Fan으로 구성되어 있다.

2.3 실험 방법

전해청정 공정에서 권취된 코일을 3-4단으로 인너카바 내부에 적입(積入)한 후, 가열과 냉각이 이루어지므로 각 코일의 부위별 온도분포가 시간에 따라 다양한 형태로 변화되어 정확한 온도관리가 매우 어렵다.

본 연구에서는 분위기 가스의 성분이 다른 소둔로에서 서로 다른 사이클을 사용하여 소둔처리를 하여 기계적성질의 대표적인 값인 인장강도와 경도, 그리고 연신율을 비교하여 기계적 성질을 개선하면서 소둔 사이클을 가장 단축 시킬 수 있는 방법을 찾고자 하였다.

3. 실험 결과 및 고찰

3.1 소둔 사이클 비교

냉연 강판의 소둔 시간을 조사해 본 결과, 분위기 가스가 Ax가스인 경우는 Fig. 2에서와 같이 가열과 냉각시간이 각각 25시간 정도 소요되어 전체 사이클은 50시간 정도가 소요되었다.⁵⁾

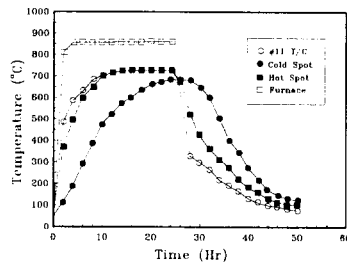


Fig. 2 Relation between annealing cycle time and temperature in the H₂ BAF.

이와 같은 결과를 살펴보면 가열에서는 수소가 질소에 비하여 열전달계수가 크고 유량이 많기 때문에 전열량이 많아져 소둔 처리시간이 감소되며, Fig. 3과 같이 냉각에서는 공냉방식인 HN_x BAF보다 수

냉식인 H₂ BAF가 빠르게 냉각되기 때문이다.³⁻⁴⁾ 그리고 Ax가스의 열전달율이 크기 때문에 가열과 냉각이 빠르다고 생각된다

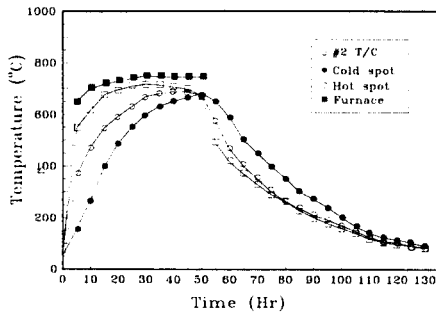


Fig. 3 Relation between annealing cycle time and temperature in the HNx BAF.

3. 2 기계적 성질 비교

자동차 차체의 부품 제작은 대부분 성형가공에 의하여 이루어지므로 강판의 경도, 인장강도 그리고 연신율이 매우 중요하다.

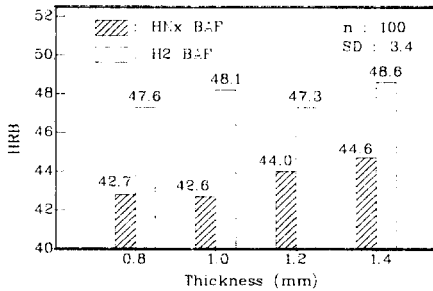


Fig. 4 Relation between thickness and hardness

Fig. 4는 HNx BAF와 H₂ BAF에서 열처리한 강판의 경도를 나타낸 것으로 Ax 분위기 가스속에서 급속하게 처리된 강판의 경도가 전 두께에 걸쳐서 높게 나타났다. 이와 같은 현상은 재결정이 이루어지면서 팬케이크 형태의 조직이 형성되지 않고 충분히 결정이 성장되지 않아 미세한 조직의 형태가 잔존하기 때문이라고 판단된다.

Fig. 5에서는 강판의 인장강도를 나타낸 것으로 여기서도 경도와 마찬가지로 H₂ BAF에서 소둔 처리된 강판의 인장강도가 전반적으로 높게 나타났다.

따라서 성형성에 직접적인 영향을 미치는 연신율은 Fig. 6에서 보는바와 같이 반대로 떨어진다. 연신율이 클수록 성형이 쉬운 장점이 있지만, 반대로 항복점 연신이 발생되어 Stretcher-strain 현상이 발생된다.

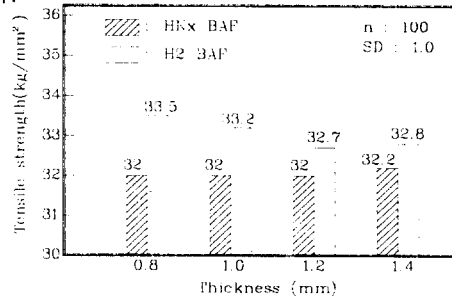


Fig. 5 Relation between thickness and tensile strength

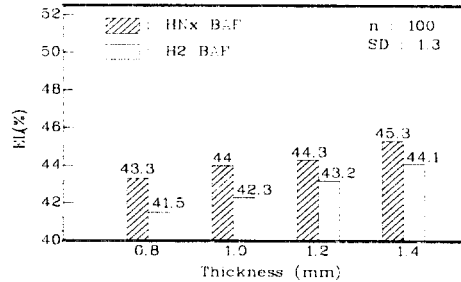


Fig. 6 Relation between thickness and elongation

연신율이 작으면 성형시에 강판 표면에 균열이 발생되어 성형가공이 되지 않는 것은 결정의 완전한 성장이 이루어지지 않았기 때문인 것으로 추정된다. 따라서 BAF에서는 무엇보다도 저온점의 변화를 충분히 파악하여 열처리에 완전한 결정 성장이 이루어지게 하여야 한다.

3. 3 기계적 성질의 분포

Fig. 7은 동일한 두께의 강판을 수차례 같은 방법으로 열처리하여 경도의 분포를 나타낸 것이다. HNx의 경우는 경도(HRB)의 분포가 39에서 43범위 내에 가장 많지만 H₂의 경우는 47~51사이가 가장 많은 점유율을 나타낸다.

Fig. 8에서는 Fig. 7과 마찬가지로 방법으로 인장강

도의 분포를 나타내었다. 여기서는 BAF의 종류에 관계없이 분포가 거의 일정함을 알 수 있다. 따라서 인장강도의 경우는 분위기 가스의 변화에 대한 변화가 거의 없으므로 소둔 사이클의 수정이 크게 필요치 않는 것으로 판단된다. 특히 온도의 차가 크고 압력차가 클수록 전열량이 많고 압력효율도 높아 대류의 효과가 높다. 따라서 Fig. 1과 같이 고온에서는 반경향향의 전열량이 점점 증가된다.⁹⁾

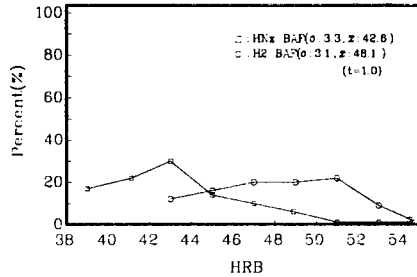


Fig. 7 Relation between thickness and hardness

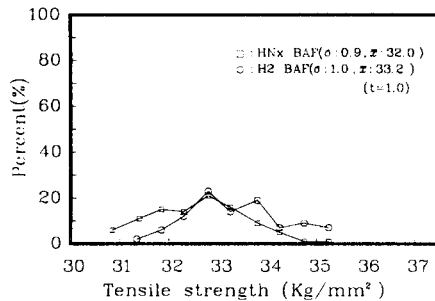


Fig. 8 Relation between thickness and tensile strength

성형성에 가장 큰 영향을 미치는 연신율은 재결정에서 성장된 결정의 크기와 가장 관계가 깊다. Fig. 9에서는 이와 같이 매우 중요한 연신율의 변화를 나타내었다. Fig. 9에서 HNx의 경우는 정규 분포에 가깝지만 H₂에 비하여 광범위하게 산재해 있어 연신율의 변화가 큰 것으로 나타나 균일한 결정 성장이 이루어지지 않은 것으로 생각된다. 따라서 수소의 성분이 작아 확산계수가 작고 열전달율이 낮은 HNx는 여러 가지 요인에 의하여 균일한 열전달이 이루어지지 않고 부분적으로 또는 반복시 마다 불균

일하게 가열이 되어 반복성과 연속성에서 뛰떨어지는 것으로 생각된다.

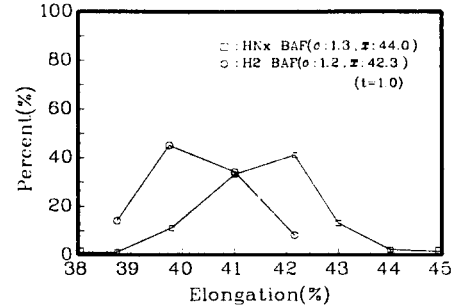


Fig. 14 Relation between thickness and elongation

4. 결 론

실험을 통하여 사이클에 따른 기계적 성질의 변화를 비교 연구한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

소둔처리에서 분위기 가스의 성분중 수소성분을 4%에서 75%로 증가시킨 H₂ BAF의 생산성이 2배 이상 향상되었다. 그리고 BAF의 종류별로 기계적 성질을 비교해보면 H₂의 경우 재결정이 완벽하게 이루어지지 않아 인장강도와 경도는 우수하다. 그러나 연신율은 분포가 일정하게 분포되어 있으나 HNx BAF 보다 열세임을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

1. Mizikar, R. A., and Bresky, N.P.; Improved Quality and Productivity from Batch Annealing, American Iron and Steel Institute Regional Technical Meeting, Nov. 9, pp.125-127, 1972
2. Perrin, A. R., Guthrie, R., and Stonehill, B.; The Process Technology of Batch Annealing, Iron and Steel Maker, Oct., p28, 1988
3. Heribert L.; The HICON/H2 bell Annealer of 1989, Iron and Steel Engineer, March, p.43, 1990
4. Heribert L.; Annealing Cold Rolled Strip in Hi-Con./H2 Bell Annealer, Iron and Steel Engineer, vol 4, p.46, 1988
5. Rao.T.R.S, Barth.G.J, Miller.J.R ; Computer Model Prediction of Heating, Soaking and Cooling Times in Batch Coil Annealing, Iron and Steel Engineer, Semp., pp.22-31, 1983