

자기적 특성을 이용한 2.25Cr-1Mo 강의 열화도 평가

한남대학교

한국표준과학연구원

두산중공업(주) 기술연구원

김정민*, 손대락

남승훈

김동진, 김정태

Degradation Evaluation of 2.25Cr-1Mo Steel Using Magnetic Properties Changes

Hannam University

J. M. KIM*, DERAC SON

Korea Research Institute of Standards and Science S. H. NAHM

Doosan Heavy Industries & Construction D. J. KIM, J. T. KIM

1. 서 론

고온에서 장시간 사용된 재료는 재질의 열화현상으로 인하여 재료의 인성이나 물성이 저하되고 재료의 수명이 한계를 가지게 된다. 이러한 열화되는 물리적, 기계적 특성 변화는 파괴적 또는 비파괴적 방법에 의해 측정이 가능하다. 비파괴적 방법은 대상기기의 평가부위가 한정된다는 단점이 있으나 실제 사용기기를 훼손하지 않고 재료의 상태를 파악할 수 있는 장점이 있기 때문에 파괴적 방법에 비하여 효율적이다. 재료의 인성이나 물성의 저하를 평가하는 여러 가지 비파괴적 방법들이 있지만 장시간 사용에 따른 열화정도를 판별할 수 있는 정량적인 비파괴적 방법은 아직까지 큰 성과를 얻지 못하고 있다. 고온에서 사용되는 설비들은 그 특성상 재료의 미세적인 변화에서부터 거시적 결함에 이르기까지 많은 요인들에 의하여 열화정도를 판별할 수 있기 때문에 사용조건이나 환경에 따라 각기 별도의 평가방법이 응용되어야 한다.[1-5]

본 연구에서는, 고압 반응기장치에 주로 사용되는 2.25Cr-1Mo강에 대하여 열화시간이 각기 다른 시험편을 준비하여, 열화시간에 따른 열화도를 이 재료의 자기적 특성을 측정하여 평가해 보았다. DC B-H loop tracer를 자체 제작하여 재료의 B-H loop를 그려서 그로부터 H_c 와 B_{max} 를 측정하였다. 이 H_c 와 B_{max} 의 변화로부터 2.25Cr-1Mo 강의 열화도를 추정해 보았다.

2. 실험방법

본 연구에 사용된 시료는 전기로에서 산화정련을 하고, ASEA-SKF 2차 정련로에서 환원정련한 용강을 진공 유적 탈가스법으로 제조한 220톤 주괴를 내경 2,300 mm × 외경 3,120 mm × 길이 4,250 mm × 두께 400 mm의 단판으로 단조한 후 채취하였다. SA336F22소재의 ASME 규격 및 연구시편의 화학성분을 Table 1에 나타내었다. 단판의 열처리는 단조상태에서 ASME Sec. II SA336F22A 조건에 따라 수행하였고 430℃~515℃에서 등온 열처리를 실시하였고 열처리 조건은 Table 2와 같다.[6]

자기특성 측정용 시험편으로는 폭 10 mm, 길이 25 mm, 두께 1 mm인 시험편을 사용하였다. B-H loop를 측정하기 위한 장치의 개략도는 Fig.1에 주어져 있다. 측정장치는 시편에 자화력을 인가하기 위한 파형합성기와 Power Amp., 자기장을 측정하기 위한 셉트 (10 Ω), 그리고 자속밀도를 측정하기 위한 Fluxmeter로 구성된다. 요크는 극박규소강판을 사용하여 C-C 커트 코어를 만든 후, 포머에 자속밀도 측정을 위한 이차 코일은 380회 권선한 후 자기장 인가하기 위한 1차 코일을 148회 권선하여 사용하였다. 측정장치의 제어는 PC로 하였고 데이터는 ASCII 파일로 저장하였다.

3. 실험결과 및 고찰

430℃, 482℃, 515℃의 온도에서 각기 다른 시간동안 열처리된 9가지 종류의 시험편에 대해서 자체 제작한 DC B-H loop tracer를 이용하여 보자력 H_c 와 자속밀도 B_{max} 를 측정하였다. 열처리 시간에 따른 H_c , B_{max} 를 Fig.2에 나타내었다. 그림에서 보듯이 열처리 시간이 10,000 시간 근처에서 데이터들이 급격한 변화가 일어나는 것을 알 수 있다. 이것은 재료의 미세조직의 상변화나 탄화물의 성분변화에 의해 일어나는 것으로 생각되며 추후 미세조직 관찰과 탄화물 성분을 분석해 보아야 할 것으로 사료된다. 또한 열처리 시간이 10,000 시간이후에는 H_c , B_{max} 가 일정한 경향을 가지고 변화하는 형태를 보이고 있다.

Table 1 Chemical composition of 2.25Cr-1Mo steel (wt,%)

	C	Si	Mn	P
ASME Spec.	0.15Max	Max	0.30/0.60	0.15Max
Product analysis	0.135	0.22	0.49	0.007
	S	Cr	Mo	V
ASME Spec.	0.15Max	2.00/2.50	0.90/1.10	-
Product analysis	0.003	2.24	0.98	0.02

Table 2 Isothermal heat treatment condition

Heat treatment temperature (°C)	Heat treatment time (h)	H_c (A/cm)	B_{max} (T)
430 °C	12,000	6.044	1.6229
	20,000	6.6248	1.4195
	30,000	7.3675	1.3560
482 °C	3,000	7.6345	1.3502
	10,000	6.8809	1.5223
	30,000	7.6254	1.3776
515 °C	1,000	6.7413	1.4146
	10,000	7.8987	1.4425
	22,000	8.0274	1.3875

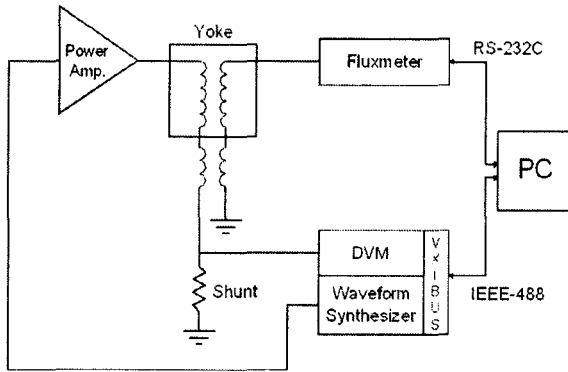


Fig. 1. Schematic diagram of the constructed DC B-H loop tracer

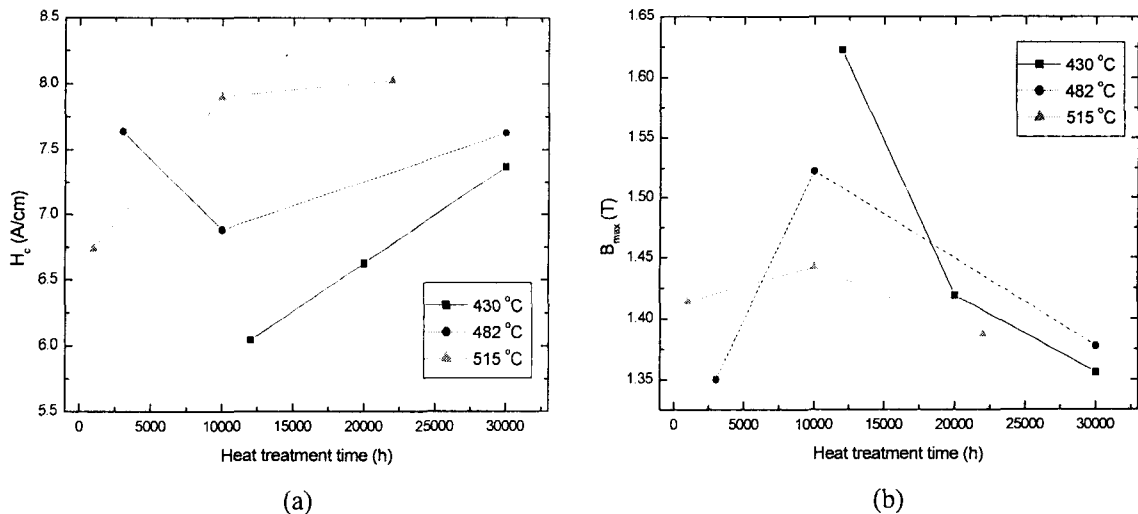


Fig. 2. Variation of H_c , B_{max} depending on the heat treatment time for 2.25Cr-1Mo steel

4. 참고문헌

- [1] ASME Boiler and Pressure Vessel Committee : ASME Sec. II Part A: Boiler and Pressure Vessel Code, ASME, 449(1992).
- [2] 남승훈, 유광민, 류제천, “전기비저항을 이용한 금속합금 열화도 평가기술”, 비파괴검사학회지, Vol. 21, No. 5, pp. 532-541, (2001).
- [3] 유권상, 김용일, 남승훈, 유광민, 조육, 손대락, “가역 투자율 측정에 의한 1Cr-1Mo-0.25V 강의 열화도 평가”, 비파괴검사학회지, Vol. 20, No.5, pp.445-450, (2000).
- [4] 유권상, 남승훈, 김용일, 유광민, 손대락, “보자력을 이용한 1Cr-1Mo-0.25V강 인공시효재의 열화도 평가”, 비파괴검사학회지, Vol. 19, No.4, pp.288-293, (1999).
- [5] 공병욱, 김정태, 김동진, 김병훈, 치병하, “2.25Cr-1Mo 강의 템퍼 취화에 미치는 장시간 등온시효의 효과”, 대한금속학회지, Vol. 37, No.3 (1999).
- [6] ASME Boiler and Pressure Vessel Committee : ASME Sec. II Part A : Boiler and Pressure Vessel Code, ASME, 449(1992).