

(530) γ 系ステンレス鋼の固溶Nと低サイクル疲労に関するXANES解析

東京大学 大学院 ○近藤伸彦

工学部 柴田浩司、小田克郎、藤田庫造、藤田利夫

学生 岡部忠久 高エネ研 野村昌治

1. 緒言 C, Nを添加するとオーステナイト鋼の強度が上昇するが、CよりNの方が強化作用が大きいことなど強化機構に未だ不明の点が多い。また、C, Nで強化されたオーステナイト鋼は低サイクル疲労による軟化が認められ、その傾向はC添加鋼よりN添加鋼の方が、高Mn鋼よりステンレス鋼の方が大きい¹⁾。これらの現象は溶体化処理状態で侵入型固溶原子と置換型固溶原子との結合体 (IS結合体) が生じていると考え、定性的にうまく説明することができる¹⁾。しかし、今日までこうした結合体の存在を示す直接的な証拠は得られていない。一方、近年、放射光の利用で急速に進歩したXANES²⁾は吸収原子近傍の電子構造、結合状態についての知見を与えてくれる。本研究では、XANESからIS結合体の存在を確認することを最終目的として、N量の異なる鋼のXANESに及ぼすN添加と繰返し変形の影響を調べた。

2. 実験方法 供試鋼は高純度原料を用いて真空溶解炉で溶製し、熱間鍛造、圧延で板材とした。化学成分をTable 1に示す。

1573K、1hあるいは1.5h保持、水冷の溶体化処理の後、板材を平行部長10mm、直径8mmの丸棒試験片に加工してインストロン型試験機で疲労試験を行った。XANESの試料(薄膜)は溶体化処理材と疲労材から切り出し、約100 μ mまで機械研磨した後、5%しゅう酸水溶液で20~40 μ mに電解研磨して得た。XANESの観察は高エネ研のフotonファクトリー、ビームライン7Cで放射光を用いて行った。

steels	C	Si	Mn	Al	Cr	Ni	N
A	0.006	0.037	0.006	0.073	20.1	14.9	<0.002
B	0.008	0.11	0.031	0.052	20.3	15.3	0.18

P:0.007, S:0.003

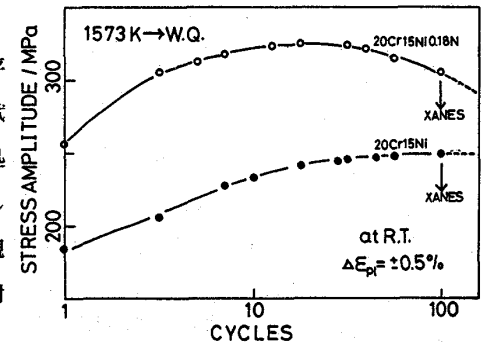


Fig.1 Stress amplitude response of steels A and B for constant plastic strain amplitude tests at room temperature.

3. 実験結果 (1) 繰返し変形により、N添加のB鋼は硬化の後、大きな軟化を示す。Fig.1にXANESを観察した試験片の疲労挙動を示す。(2) 疲労前のCrのK吸収端中のショルダーピークは、A鋼とB鋼とで形状が異なる。Nを添加したB鋼の方がピークが不明瞭となりCr原子周辺のN原子の存在と対応する (Fig.2 a, b)。(3) A鋼では、疲労後のショルダーピークの形状が疲労前と同様であり、加工によるピークへの影響は小さい (Fig.2 a, c)。(4) 疲労後のN添加B鋼ではショルダーピーク形状がN無添加のA鋼に近づく (Fig.2 a, c, d)、これはCr原子周辺のN原子が繰返し変形により減少することを示すものと考えられる。

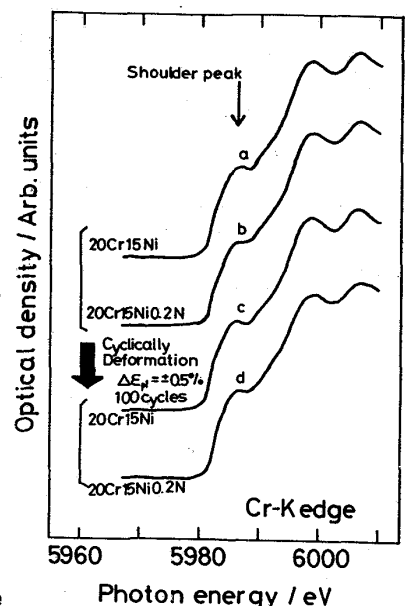
4. 結言 詳細な解析は現在進行中であるが、XANESにより置換型固溶原子近傍の侵入型原子の存在を観察できることが明らかになった。

1) K. Shibata: Fatigue at Low Temperatures, ASTM STP 857 (1985),

Philadelphia, P. 31.

2) X-ray Absorption Near Edge Structure

(P. A. Lee: Rev. Mod. Phys. 53 (1981), P. 769.)

Fig.2 Cr-K absorption spectra of the steels nondeformed and cyclically deformed (100 cycles, $\pm 0.5\%$).