

オーステナイト系ステンレス鋼の熱疲労特性におよぼす  
冷間加工および保持効果

日新製鋼 周南製鐵所

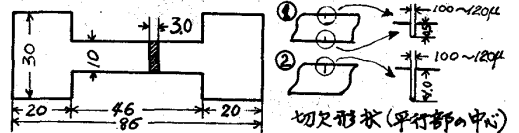
○田中照夫 飯泉省三  
星野和夫

1. 緒言: 最近, オーステナイト系ステンレス鋼は耐熱用鋼として多く使用されているが, 繰り返し加熱冷却を受ける条件下で使用されることが多く熱疲労特性が問題になる。自動車の排ガス浄化処理装置および温風暖房器などの用途では, 薄板で冷間加工されたまま使用されるため, 熱疲労特性におよぼす冷間加工の影響および加工時に生成される切欠の影響を知っておく必要がある。本研究では, これらの影響および温度保持効果を各種オーステナイト系ステンレス鋼について調査した。

2. 実験方法: 供試材は表1に化学組成を示す7種鋼種を使用した。試験機は直接通電式完全拘束型熱疲労試験機を使用した。試験は, 図1に示すような板厚3mmの平板試験片を用い, 加熱および冷却速度を約15°C/秒とした200-700°Cの三角波および台形波(700°Cで60秒保持)の熱サイクルを与えた。切欠は放電加工機により作成した。冷間加工の影響は10, 30, 50%の冷間左延を行ない, 鋼種による静的再結晶特性との関連について一歩調査した。試験後, 光顕による組織観察および硬さ測定を行った。

表1. 供試材の化学成分(重量%)

| 鋼種         | C     | Si   | Mn   | Ni    | Cr    | その他                  |
|------------|-------|------|------|-------|-------|----------------------|
| SUS 304    | 0.06  | 0.54 | 1.11 | 8.76  | 18.40 | —                    |
| Type 304LN | 0.012 | 0.61 | 1.18 | 10.21 | 18.41 | N: 0.12              |
| SUS 321    | 0.035 | 0.73 | 1.13 | 10.06 | 18.07 | Ti: 0.61             |
| R 1        | 0.051 | 3.32 | 0.82 | 12.86 | 19.18 | Nb: 0.12             |
| SUS 310S   | 0.06  | 0.55 | 1.64 | 19.76 | 25.86 | —                    |
| SUS 316    | 0.055 | 0.65 | 1.70 | 11.45 | 17.18 | Mo: 2.24<br>Cu: 0.29 |
| Type 316LN | 0.012 | 0.59 | 1.70 | 13.52 | 17.11 | N: 0.18<br>Mo: 2.74  |



3. 実験結果: 1)三角波で試験した場合には, 一般に図2に示したように素材に比し, 冷間加工を増すほど熱疲労寿命は増加する傾向を示した。このことから, 200-700°C熱疲労の場合には高温短時間引張強度がかなり大きく熱疲労寿命に影響するものと思われる。SUS 304では冷間加工の影響が最も小さく寿命の増加は軽微であった。一方, SUS 316では最も大きく影響を受け, 50% R.D. 材の寿命の増加は特に顕著であった。このことは, SUS 304とSUS 316の600, 700°Cにおける低温再結晶特性の差異により説明できるように思われる。つまり, SUS 304ではSUS 316に比しかなり再結晶しやすいことから, SUS 304では熱疲労試験の極く初期に冷間加工の影響が除去され, 素材に比してもあまり寿命の増加が認められない。一方, SUS 316では回復, 再結晶しにくいことより素材に比し冷間加工の効果が大きく, 寿命が増加したものと思われる。ただし, いずれの場合にも試験後の組織は再結晶しているように思われる。なお, 上限温度での保持効果については, 冷間加工材においては, 保持した場合, 寿命が低下していた。

これは, 保持中に回復, 再結晶が促進されることによる高温引張強度の低下および炭化物,  $\sigma$ 相などの析出による高温延性の低下に起因しているものと思われる。しかし, 素材においては一般に保持した場合, 寿命は増加する傾向を示した。

2)熱疲労におよぼす切欠効果を図3に示したが, 一般に, 平滑材>両側0.5mm切欠材>片側1.0mm切欠材の順に寿命は低下し, 切欠感受性はType 304LNで最も大きく, R1で最も小さい結果を示した。

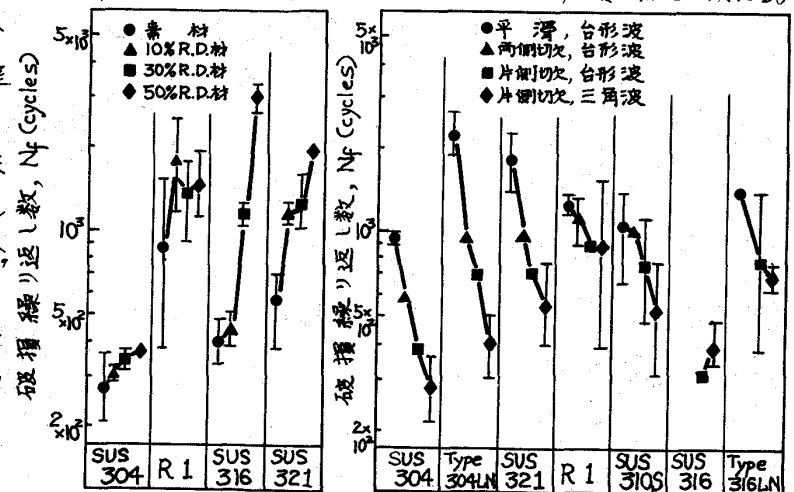


図2. 冷間加工の影響(片側切欠, 三角波) 図3. 切欠および保持効果(素材)