

669.15-194.56: 621.772-973: 620.178.37: 621.642 -973: 669.14.018.41
(474) 極低温におけるオーステナイト系ステンレス鋼

の引張および疲労特性について

日新製鋼 周南製鋼所 ○向井考慈 広津貞雄

星野和夫 藤岡外喜夫

1. 緒言 近年、LNG関連機器などの極低温用材としてオーステナイト(γ)系ステンレス鋼が使用されている。しかし、本系鋼では極低温で歪誘起マルテンサイト(α')変態を生じ易く、機械的性質は複雑で、また不明な点も多い。既に演者らはSUS304の極低温疲労特性を常温疲労と対比して報告してきたが、さらに、本報では γ 安定度の異なる各種ステンレス鋼を用いて、 γ 安定度、 α' 相、あるいはNの添加などが極低温での引張、疲労強度におよぼす効果を検討したのでその結果を報告する。

2. 供試材および実験方法 供試材は γ 安定度の異なるSUS301, 304, 310S、ならびにNを添加したType 304N, 304LN, 316LNなどの鋼種で、板厚は1.5mmである。引張試験は室温から-162℃の温度範囲で、耐力、引張強さの測定を行なった。疲労試験は温度を室温、-162℃の2水準で平滑試片、中央切欠試片に片振り引張応力(繰返し速度:18Hz)を加え、平滑疲労寿命、切欠疲労寿命、亀裂伝播特性を調べた。また、試験後には走査電顕による破面観察、磁気測定による α' 量の測定などを行なった。

3. 実験結果 1) 低温における引張特性を図1に示す。SUS301, 304は引張強さは優れるが、耐力は低温で増加しない。これは低温で γ 相が不安定となり α' 変態にともなう剪断変形により低応力で降伏するためと考えられる。そこで、Nを添加することで γ 相の安定化と固溶強化を図ると低温での耐力増加に著しい効果が認められた。2) 疲労過程に生成する α' 相は応力繰返しの初期に大部分が形成され、 α' 相による強化は平滑疲労寿命を増加させる。一方、Nによる固溶強化も引張強度と同様に平滑疲労寿命を改善できる。また、平滑疲労強度は図2に示すように引張強さの上昇に対応して高くなる。

しかし、 α' 変態量の多いSUS301, 304は引張強さの高い割に疲労強度が低い。これは α' 相の寄与率が引張強度と疲労強度で異なっていることによる。3) 切欠疲労強度(亀裂の伝播)は平滑疲労強度とは異なった特性を示した。すなわち、図3に示すように γ 相の不安定なSUS304は γ 相の安定なSUS310Sに比べ切欠疲労寿命が低下しており、亀裂先端に形成される α' 相が亀裂の伝播を速めることが考えられる。また、Nの添加は室温では切欠疲労寿命を増加させるが、-162℃では低応力側で寿命が著しく短くなり、N添加による極低温での強度上昇効果と切欠疲労強度の関係は明瞭でない。このような現象について組織変化、破面形態、亀裂伝播速度から検討を試みた。

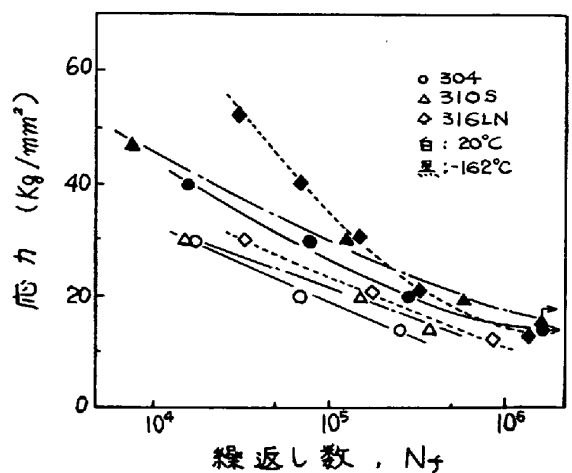
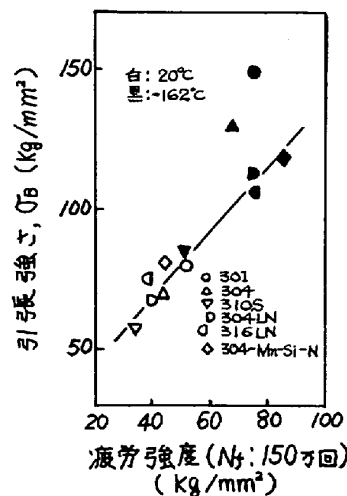
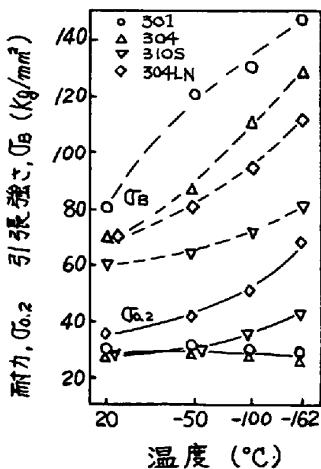


図1. 低温引張特性

図2. 疲労強度と引張強度の対応

図3. 切欠疲労強度

参考文献: 1) 神余, 向井; 鉄と鋼, 62(1976)11, S-625