

(293) 19-9DL鋼及び12Cr-Mo-W-V鋼のリラクセーション曲線における屈曲

金属材料技術研究所 田中千秋, 大場敏夫

1. 緒言 19-9DL鋼及び12Cr-Mo-W-V鋼(以後12Cr鋼という)高温ボルト材について約1万時間までの応力リラクセーション特性を明らかにしたが^{1,2)}, リラクセーション曲線(残留応力-対数時間曲線)において, 高温・長時間側で曲線が屈曲し, リラクセーション強さが急減することを指摘した。そこで, この屈曲の原因について検討を行ったので報告する。

2. 方法 先に求めた19-9DL鋼(0.32C, 18.87Cr, 9.04Ni, 1.42Mo, 1.33W, 0.38Nb, 0.20Ti)と12Cr鋼(0.23C, 11.78Cr, 0.76Ni, 1.02Mo, 1.03W, 0.27V)のリラクセーション曲線^{1,2)}は, 高温・長時間側で下に屈曲していた(19-9DL鋼は激しい屈曲, 12Cr鋼は緩慢な屈曲)。その原因を明らかにするために, 全含量が0.20%の場合について, 19-9DL鋼は550°, 600°, 650°, 700°C及び12Cr鋼は500°, 550°, 600°Cにおいて, 1万時間の途中で中止する追加試験を行った。そして, 中止後の試験片について, 組織観察, 電解残渣のX線回折及び化学分析等を行い検討を加えた。

3. 結果 電解抽出の結果, 残渣量/溶解量と時間との関係において, 12Cr鋼ではこの比が時間や温度にはほとんど依存しなかったが, 19-9DL鋼ではこの比が高温・長時間側で増加していた。このことは組織観察でも明らかで, 19-9DL鋼では屈曲後炭化物($M_{23}C_6$)が増加し, 粗大に凝集していた。なお, 19-9DL鋼では屈曲以後, の相が析出していることが同定された。12Cr鋼における残渣中のMo, W, V量/全含有量は時間及び温度にほとんど依存しなかったが, 19-9DL鋼では, 残渣中のMo, W量/全含有量は図1に示すように時間及び温度に依存し, 高温・長時間側で増加していた。この図の各曲線の挙動はリラクセーション曲線の挙動と似ている。このように, 19-9DL鋼においては高温・長時間の試験による時効によってWやMoが $M_{23}C_6$ や δ 相の一部として析出促進され, $M_{23}C_6$ などが粗大に凝集した結果, 析出強化となり, かつて固溶強化元素としてのWやMoの固溶量が減少し, リラクセーション強さが低下したと考えれば, リラクセーション曲線の挙動を説明できる。12Cr鋼では上記の説明が通用できない。図2にInsol N/Total Nと時間との関係を示す。12Cr鋼では高温・長時間側でこの比が増加しており, 定性的にリラクセーション曲線の傾向と合っている。19-9DL鋼では, 素材のときにほとんどInsol Nとほぼ等しく時間及び温度に無関係である。したがって, 12Cr鋼の場合は, 微量なNの挙動とリラクセーション曲線の挙動とは関連があるものと思われる。

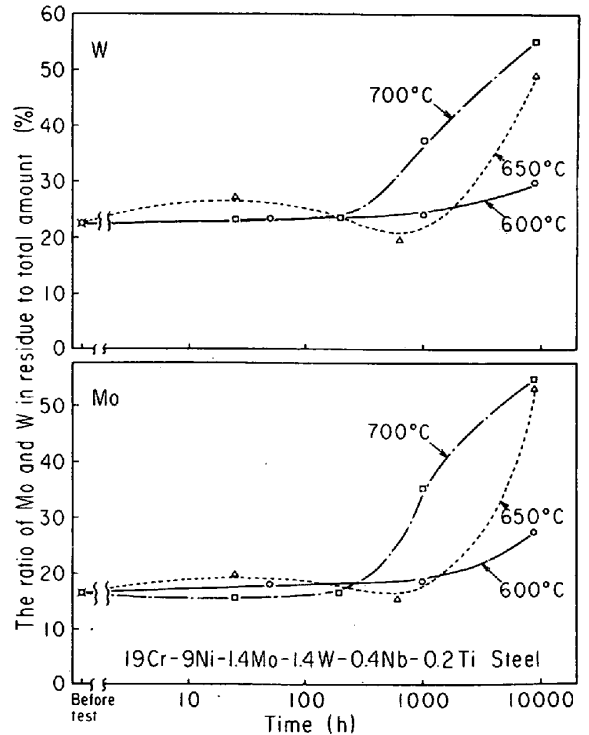


図1 電解残渣中のMo, W量の全含有量に対する比の時間変化(19-9DL鋼)

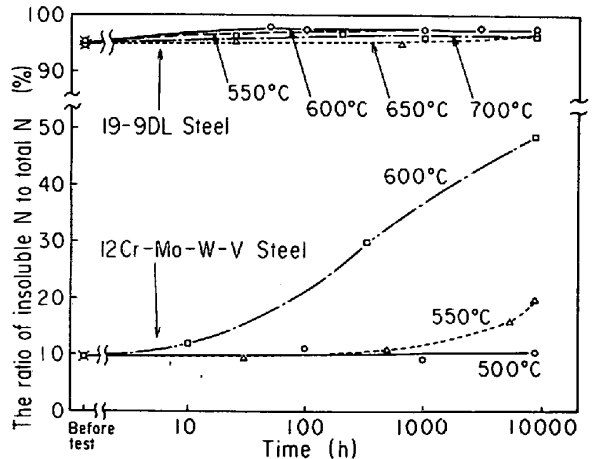


図2 Total Nに対するInsol Nの比の時間変化(19-9DL鋼; Total N≒0.0203%; 12Cr鋼; Total N≒0.0205%)

文献 1) 田中大場; 鉄と鋼, 61, 4(1975), 5225
2) 田中大場; 鉄と鋼, 61, 12(1975), 5618