

(496) 炭素鋼及びMo鋼のクリープ破断強さの要因解析

金属材料技術研究所 横井 信、門馬義雄、宮崎昭光
馬場栄次、村田 保、松崎志子

1. 緒言 著者らは、炭素鋼のクリープ破断強さは微量のMo量に強く依存していることを報告した¹⁾。本報は、NRIMクリープデータシート(CDS)に発表したデータに、その後、新たに破断した長時間データを加え、1万及び10万時間破断強さを推定し、クリープ破断強さのバラッキの要因を探るため変数選択型回帰分析を試みたものである。

2. 供試材と解析方法 供試材は、STB42、SB49、60キロ級高張力鋼、SBV2及びSTBA12の計5鋼種55ヒートである(表1)。破断データを整理し、 10^4 h強さは実測値(内挿値)を、 10^5 h強さは時間・温度パラメータと目視法で推定したが、最長5~8万時間が得られているヒートについては目視法の値を使用した。解析には、化学成分(11元素)、機械的性質(室温及び評価した温度の0.2%耐力、引張強さ、伸び及び絞り、並びに室温の硬さ)、及びオーステナイト結晶粒度の計21個の因子を取上げ説明変数とした。なお、製鋼、圧延、及び熱処理は、組織などの因子と共にクリープ破断強度に影響を及ぼすものと考えられるが、現状では定量化のむずかしさから、解析因子に加えなかった。供試材5鋼種に共通する試験温度450℃と500℃の 10^4 h及び 10^5 hの破断強さを目的変数として、線型回帰模型に対して変数選択法(分散比: $F_{in}=F_{out}=2.5$)を適用した。

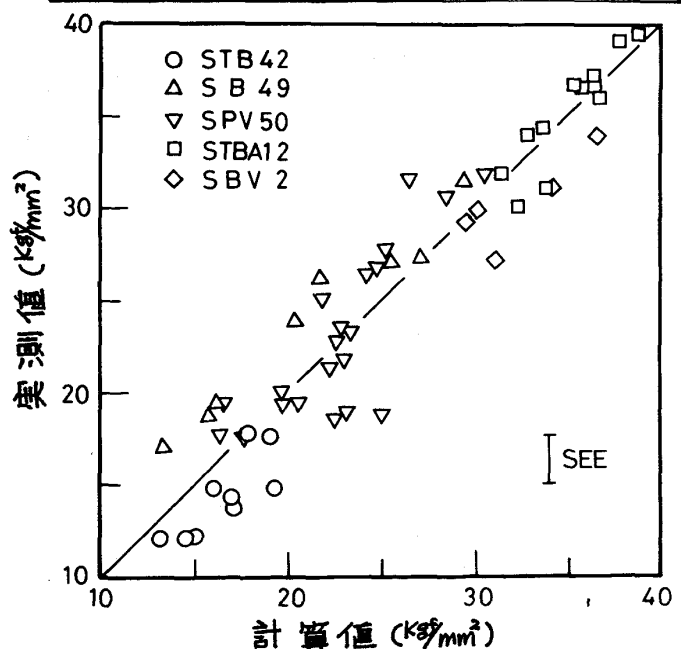
3. 結果 選択された説明変数(要因)を表2に示す。この中で500℃、 10^5 h強さを除き、MoとP量がそれぞれ正負の寄与となっている。また短時間強さに対しては室温の硬さが負で、当該温度での引張強さが正で効いているが、長時間強さの説明変数に延性を示すパラメータがとり込まれていることは興味深い。図1は450℃、 10^4 h強さに対する実測値と計算値の比較を示す。炭素鋼管(STB42)に対しては全般的にやや過大評価されている。低炭素鋼から $1/2$ Mo鋼まで一つの母集団とみなせばこの程度のバラッキ幅はやむえなないと考えられる。さらに精度のよい推定を行うため、今回の解析法で除外した因子の定量化を考慮する必要があると思われる。文献1) 横井(鉄と鋼 64(1978), S-864

表1. 供試材

NRIM CDS No.	材 料	型 状	ヒート数	試験温度(℃)
7A	STB42	管	9	400, 450, 500
17	SB49	板	8	400, 450, 500
25	60キロ級高張力鋼	板	21	400, 450, 500, 550
8A	STBA12	管	12	450, 500, 550
18	SBV2	板	5	450, 500, 550

表2. 変数選択法による線型回帰分析の結果
()内は回帰係数の符号を示す。

目的変数	450℃	500℃
10^4 h 破断強さ	P量(-), Mo量(+), Al量(+) 室温の硬さ(-) 450℃引張強さ(+)	P量(-), Mo量(+) 室温の硬さ(-) 500℃引張強さ(+)
10^5 h 破断強さ	P量(-), Mo量(+) 450℃引張試験の絞り(+)	S量(+) 室温の0.2%耐力(-)と伸び(+) 500℃の引張強さ(+))と伸び(-)

図1. 450℃ 10^4 h破断強さの実測値と計算値の比較