

一般に強度が高くなると切欠靱性は低下し、その相関係数はかなり大きい。とはいえ、靱性が強度に一義的に支配されているならば、より強靱な鋼を見出すことは不可能である。しかしながら、靱性は同強度レベルでも、鋼の製造方法、化学成分、熱処理条件、その他の因子に支配されていることが、多数報告されている。ところで因子の水準が変れば、当然これら両特性値の変化に密着するが、強度変化にともなう靱性の変化も無視できない。

A.H. Priestと M.J. May¹⁾は、各焼もどし温度で、低合金鋼の破壊靱性、0.2%降伏強さにおよぼす化学成分の影響を求めためL16直交表にわりつけ、破壊靱性値と0.2%降伏強さの各単回帰直線の回帰係数を補正係数として、分散分析で有意になった化学成分の降伏強さへの平均効果を、破壊靱性値への平均効果に付加して最適予想成分を求めた。この解析では強度変化にともなう靱性の変化を考慮しているが、二三の疑問点がある。1: 強度と靱性値がそれぞれ同じでも、焼もどし温度が異れば、異なる補正係数を用いること。2: 強度も靱性値も他因子と必ずしも直交していないから、単回帰係数は過大、または過少に評価する恐れがある。3: 高温焼もどしの場合、欠測値をうまく説明できない。

以上の点を考慮して、焼もどし温度で層別せずに強度と線型結合した後に回帰分析した方がより妥当な係数が求まる。それ故に、破壊靱性値を従属変数とし、強度を独立変数に組入れて線型モデルを考えると、

$$f(KIC) = f(\sigma_u) + f(d) \quad (1) \quad \text{ここで } f(d) \text{ は化学成分, その他の因子の関数}$$

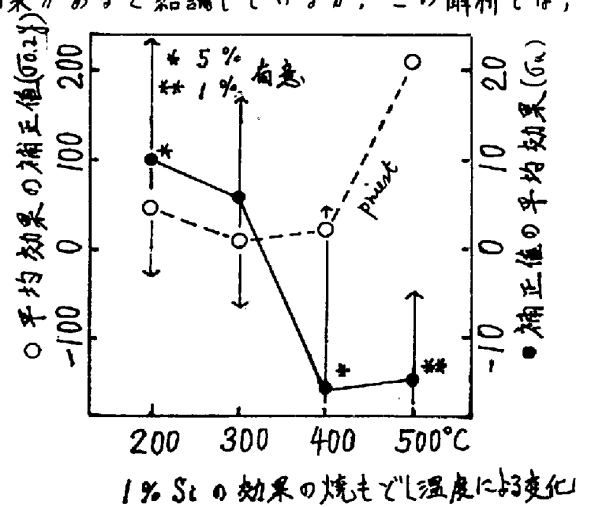
Priestのデータを用いて、変数増減法による重回帰分析を行なうと、 $f(\sigma_u)$ は2次関数であらわされる。焼もどし温度別にKICと σ_u の重心を求めこの点を通る曲線を直交多項式から求めると、

$$f(KIC)_{\sigma_u} = f(\sigma_u) = 0.02625(\sigma_u - 218)^2 + 221 \quad (2)$$

(2)式の係数と(1)式で求めた $f(\sigma_u)$ の回帰係数とはほぼ一致した。

(1)式に(2)式を代入して得た残差をパラメータとして、分散分析を行なった。Siの効果はPriestの結果と併せて図に示す。Priestの結果は、Siは高温焼もどしでも効果があると結論しているが、この解析では、負の効果しかなく、低Si(0.1%)の方が靱性をあげる。低温焼もどしでは一致した。Mn, Moは低温側で効果があり、V, Crは高温側で効果がある点ではPriestと一致した。(1)式のモデルで重回帰分析を行なった結果は上の解析結果とはほぼ一致し、Si, Mn, Crと焼もどし温度との交互作用効果が見られる。

そこで低温側で有効な元素を増加し、200°Cで焼もどして、KIC, σ_u を求め、解析した結果では、Mnは15%、Moは1%添加した方がより靱性をあげ、Cは0.01%当り、約 10 kg/mm^2 程度下げる事があった。



1) A.H. Priest and M.J. May Fracture toughness of light-strength material ISI publication 120(1970)P.95
 2) 奥野 忠一, 外 多変量解析法(日科技連)