

(650) 低温割れの重要因子である熱因子・硬度と冷却時間、化学組成の関係

九州工業大学 材料工学科 ○寺崎 俊夫
大阪大学工学部 溶接工学科 佐藤 邦彦

1. 緒言

鋼の低温割れの3大因子として ①水素濃度 ②靱性値(低温割れ抵抗値) ③応力 が示され、これらの3大因子と低温割れの関係を取り扱った報告が多く示されている。著者らは従来の考え方をさらに一歩進め、水素濃度としては溶接熱サイクルを受けた後の水素濃度が低温割れと密接な関係があること、従来用いられていた P_{CM} 値による低温割れ予測よりも熱影響部の最高硬度を用いた予測式の方がバラツキが少ないことを示した。本報告では溶接施工条件の情報(冷却時間、化学組成)より熱サイクル後の水素濃度を決定する熱因子ならびに低温割れ抵抗値を代表する熱影響部の最高硬度(以後 H_V と書く)を予測する式を説明する。

2. 計算方法および実験

熱因子、硬度に影響を与える変数はわかっているが、関数形が明らかでない。このような場合には熱因子、硬度を応答変数とし、影響を与える変数を独立変数として重回帰分析を行えば、相関の強い変数が導かれる。著者らは M.A. Efroymson により考案された *stagewise regression procedure* を用いて、相関の強い変数を順番に選択する重回帰分析を行った。

熱因子の実験結果を得るために入熱、板厚、予熱温度を変化させて、117個の熱サイクルを求めた。次に、Johnson and Hill の水素の拡散定数 D を用いて、熱因子を熱サイクル曲線より求めた。熱因子としては溶接金属が 500°C から 100°C まで冷却するまでの値 $(\Sigma D \Delta t)_{100}$ を計算した。

3. 計算結果

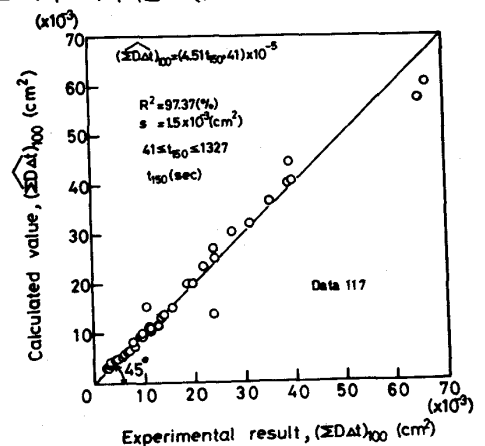
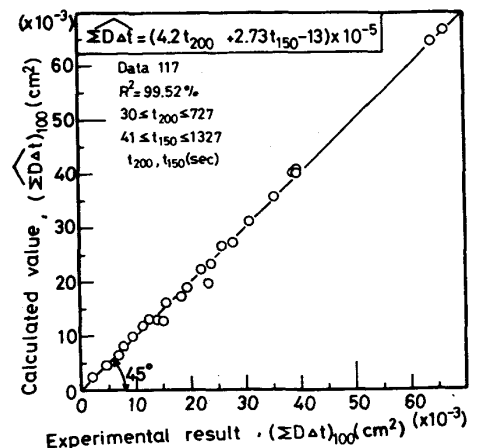
応答関数として $(\Sigma D \Delta t)_{100}$ を取り、独立変数として冷却時間 t_{500} , t_{400} , t_{300} , t_{200} , t_{150} , t_{100} (t_0 : 凝固温度から 0°C まで冷却するのに要した時間) を取って、重回帰した結果 最初に t_{500} が選択された。 t_{500} を用いて予測した値 $(\Sigma D \Delta t)_{100}$ と実験値の関係を図1(a)に示す。(最もハズレ点約30点のみプロットしている) t_{500} の回帰式で97%の実験値が説明されることがわかった。一方、従来用いられていた冷却時間 t_{100} を用いると図1(b)の結果が得られ、 t_{100} の回帰式で88%の実験値が説明されることがわかった。図1より t_{100} よりも t_{500} の回帰式がすぐれていることがわかる。同様の手法を硬度 H_V の予測に適用した結果 次式が得られた。

$$\begin{aligned} t_{800 \sim 500} \leq T_M & \quad \hat{H}_V = 812C + 293 \\ t_{800 \sim 500} > T_M & \quad \hat{H}_V = (992C - 230Pr + 250) \exp\left\{-\frac{3t_{800 \sim 500}}{(3/10)^{Pr}}\right\} \\ & \quad + 188Pr + 80 \end{aligned}$$

ただし $t_{800 \sim 500}$: ボンド部が 800°C から 500°C に冷却する時間
 $\log T_M = 2.5Pr - 1.21$

$$Pr = C + Mn/3 + Ni/8 + Cr/12 + Mo/2 + Cu/5$$

C, Mn, Ni, Cr, Mo, Cu の単位は wt%

図1(a) t_{500} を用いた予測値と実験値図1(b) t_{100} を用いた予測値と実験値