

(137) 電算機による鋼の焼入応力の計算

70137

石川島播磨重工業 技術研究所 利岡 靖雄
工博 雑賀喜規 工博 深川宗光

1. 目的：著者は鋼の質量効果の研究において、鋼の大きさと冷却速度、冷却速度と焼入レ硬さおよび焼入レ硬さと焼もどし後の強度・靱性の関係をすでに明かにした¹⁾。その結果鋼の強靱性の上から油焼入レよりも水焼入レがすぐれていることは言うまでもない。水焼入レにおいては焼ワレを発生しないことが必要であり、実体の疲労強さを知る上において、調質後の残留応力の傾向を知ることも必要である。この2つの目的から、焼入レ過程に発生する内部応力を求め、水焼入レによる質量効果の低下と残留応力の利用により調質鋼の強度向上を計ろうとする。

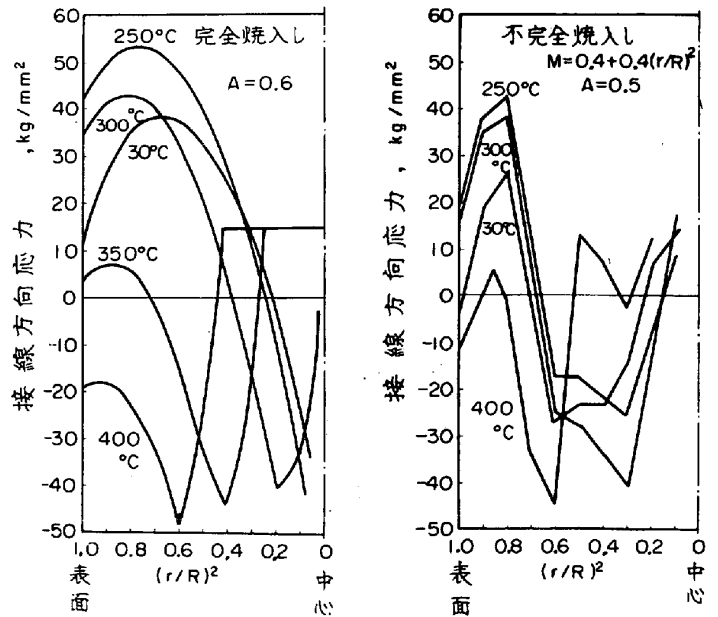
2. 計算方法：焼入レ物体には熱歪と変態歪が生じ内部応力を発生する。弾性計算を行えば明かなごとく部分的に弾性限を越える応力を発生する位置があり、弾性、塑性を区別する必要がある。そこで任意の位置に弾塑性境界を仮定し、境界に発生する剪断力の値が素材剪断強さの変化に等しいことから微分的弾塑性境界を求める。完全焼入のごとく1相に焼入れる場合はこの境界が弾塑性境界である。不完全焼入レにおいては先に変態した相の内部応力が残っているのので、発生する剪断力の積分値が素材の弾性剪断強さを越えるか否かによつて塑性域の分布を求める。この後、弾性域、塑性域およびその相互作用に基いて変態開始から任意の温度まで応力計算を行う。なお、計算には次の近似もしくは仮定を用い、計算結果のチェックはV.H.Bulerの実測結果を参考とした²⁾。

- 2-1 焼入レ中の過渡的温度分布 $T_n = (1-a \cdot n^2) T_c$ T_n : 位置 n の温度、 n : r/R
 a : 寸法と冷却方法からきまる定数 T_c : 中心温度
- 2-2 焼入変態の進行 $\epsilon = \Delta \epsilon \{ 1 - (T - T_F)^2 / (T_s - T_F)^2 \}$ ϵ : 任意の温度までの変態量
 $\Delta \epsilon$: 全変態量 T_s : 変態開始温度 T_F : 変態終了温度
- 2-3 降伏条件 $\alpha \sigma_e - \alpha \sigma_T = \alpha Y$ (MISESの条件) αY : 剪断弾性限の微分量
- 2-4 剪断弾性限応力 オーステナイトでゼロ、変態開始後は変態量に比例する。

3. 計算結果：次のデータによる計算結果を図に示す。用紙の都合により接線方向応力だけをのせた。

M_s 点 300°C 、 M_f 点 250°C 、* $\Delta \epsilon_M 50 \times 10^{-4}$ 、 $Z_M 60 \text{ Kg/mm}^2$ 、 $B_s 500^\circ\text{C}$ 、 $B_f 450^\circ\text{C}$ 、* $\Delta \epsilon_B 40 \times 10^{-4}$ 、 $Z_B 40 \text{ Kg/mm}^2$ $\alpha 14 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 、焼入温度 850°C 。

* 2-2 の近似は実際は指数的となる。指数では演算が困難なので変態終了点をずらした。



温度低下にともなう内部応力の変化、図中の温度は中心温度

1) 利岡他：鉄と鋼 Vol.54(1968) No4 P416
2) V.H.Buler 他：Archivfur das Eisenhüttenwesen 40(1969) No.5. P.411