'83－S 1209

(481) 継目無鋼管熱処理後サイザー圧延荷重式およびトルク式

川崎製鉄 ㈱ 技術研究所 ○山本健一，今江敏夫，冨樫房夫
知多製造所 増田敏一

1. 緒言　継目無鋼管熱処理後サイザー圧延において，圧延荷重，トルクを精度良く予測することは，製品の寸法精度の向上，所望の造管可能範囲を達成するためのミル定格荷重，主モーター容量の決定の点から考えて重要である。筆者らは，外圧のみ働く場合の厚肉円筒の式に，圧延入出側における材料の弾性変形を考慮した形で，簡単かつ精度良い圧延荷重式およびトルク式を作成したので，報告する。

2. 計算方法　外圧P_1が働く場合，厚肉円筒に発生する円周方向応力σ_θおよび半径方向応力σ_rは，次式で表わされる。軸方向応力σ_zは0とする。（Fig.1参照）

$$\left.\begin{array}{l}\sigma_\theta = -r_b^2\cdot(1+r_a^2/r^2)/(r_b^2-r_a^2)\times P_1 \\ \sigma_r = -r_b^2\cdot(1-r_a^2/r^2)/(r_b^2-r_a^2)\times P_1\end{array}\right\} \quad \cdots\cdots(1)$$

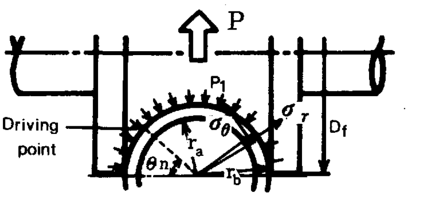

Fig.1 Stresses on cross-section of the pipe under rolling.

本計算においては，管の最外面（$r=r_b$）の相当応力が降伏応力に達した時，材料が降伏すると仮定する（Misesの降伏条件が成立）。この時，変形抵抗をσ_yとすると，外圧P_1は，次式で与えられる。

$$P_1=(r_b^2-r_a^2)/\sqrt{r_b^4+3r_a^4}\times\sigma_y \quad \cdots\cdots(2)$$

(1)圧延荷重式：熱処理後サイザー圧延における各スタンドの圧下は0.1～1.0％と軽圧下であるため，通常の熱間圧延と比較して，圧延荷重に及ぼす弾性変形の影響が顕著になってくる。ロールバイト内での圧延圧力分布を，Fig2に示すように，圧延出側における材料の弾性回復を考慮した形で与える。以上より，熱処理サイザー圧延荷重Pは，次式で計算される。（Fig.2参照）

$$P=P_1\cdot(\tfrac{1}{2}Ld_1+Ld_2+\tfrac{1}{2}Ld_3)\cdot D_o \quad \cdots\cdots(3)$$

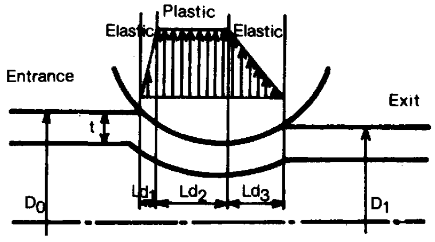

Fig.2 Distribution of rolling force in sizer rolling after quench & temper

(2)圧延トルク式：圧延トルクGを，ロールと材料の摩擦力によるトルクG_fとロール面圧によるトルクG_pの和で与える。各スタンドでのドライビングポイント（ロール周速と材料速度が等しくなる点）θn（Fig.1参照）は，実測結果より，ほぼ$\pi/4$に等しい値をとるから，G_fは，次式で与えられる。（μ：摩擦係数）

$$G_f=4\left\{\int_0^{\pi/4}\mu\cdot P_1\cdot r_b(D_f/2-r_b\sin\theta)\,d\theta-\int_{\pi/4}^{\pi/2}\mu\cdot P_1\cdot r_b(D_f/2-r_b\sin\theta)\,d\theta\right\}\cdot(\tfrac{1}{2}Ld_1+Ld_2+Ld_3) \quad \cdots\cdots(4)$$

G_pについて，トルクアーム係数を½と仮定すると，$G_p=P_1\cdot D_o\{Ld_1(Ld_1/2+Ld_2)+Ld_2^2-Ld_3^2/2\}$ ……(5)

となる。したがって，(4),(5)より熱処理後サイザー圧延トルクGは，次式で計算される。

$$G=\{(\sqrt{2}-1)\cdot\mu\cdot D_o+Ld_1(Ld_1/2+Ld_2)+Ld_2^2-Ld_3^2/2\}\cdot P_1\cdot D_o \quad \cdots\cdots(6)$$

3. 計算および圧延結果　Fig.3に圧延荷重，Fig.4にモーター消費電力について，実測値と予測計算値の比較を示す。同図より，(2),(3),(6)式により，圧延荷重およびトルクが精度良く計算されることが明らかである。

4. 結言　継目無鋼管熱処理後サイザー圧延における，簡単で精度良い荷重式およびトルク式を得た。

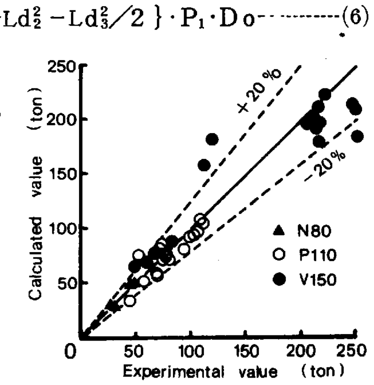

Fig.3 Comparison of load

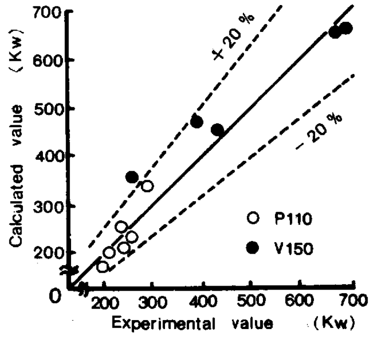

Fig.4 Comparison of motor power consumption