

669.14: 669.15-194: 620.175.251.2: 539.4.019.1

(203) 熱間絞り試験による鋼の変形抵抗の評価

山陽特殊製鋼(株) ○永井正夫 田中義和
山口 晃

1. 緒言

熱間加工条件未知の鋼乃至合金を加工する場合、温度と共に変形抵抗を評価する必要がある。高温における強度(σ)、温度(T)、および歪速度($\dot{\epsilon}$)の関係を表わす公式については種々試みが行なわれているが、最近では Sellars らが次の関係を提出している。

$$\dot{\epsilon} = A_0 \{ \sinh(\alpha\sigma) \}^n \exp(-Q/RT) \quad (1)$$

これは高応力側においては、次の指数関係式になる。

$$\dot{\epsilon} = A \exp(\beta\sigma) \exp(-Q/RT) \quad (2)$$

α について解くと

$$\alpha = \frac{1}{\beta} \left(\ln \dot{\epsilon} + \frac{Q}{RT} - \ln A \right) \quad (2')$$

ここで A_0 , A , α , β は常数, Q は活性化エネルギーである。本報告では変形抵抗に主眼をおき、種々材料についての熱間絞り試験結果を(2)式により整理し、式中の常数を決定し、簡単に考察した。

2. 試験方法および結果

絞り試片の平行部寸法は $10^{\phi} \times 30^L$ で絞り回転速度を 102, 218, 366, 786 rpm の4段階に変え、試験温度は 900 ~ 1250°C の間を 50°C きざみに実施した。次に得られたトルク(T_g)から試片最外面の応力と歪速度を(3), (4)式により求めた。

$$\alpha = \frac{3\sqrt{3}}{2\pi r_0^3} T_g + \frac{1}{3\beta} \quad (3) \quad \dot{\epsilon} = \frac{r_0 \dot{\theta}}{\sqrt{3}} \quad (4)$$

$\dot{\theta}$ は角速度, r_0 は試片半径である。ここで β は $\log \dot{\epsilon} - T_g$ 図の勾配, Q は $1/T - \ln \dot{\epsilon}$ 図の勾配から容易に求められる。以上の方法で(2)式中の常数を求めた結果を表1に示した。

表1 供試材と(2)式中の常数值

grade	$\log A$ (A: sec ⁻¹)	β (kg/mm ²) ⁻¹	Q (Kcal/mol)	grade	$\log A$ (A: sec ⁻¹)	β (kg/mm ²) ⁻¹	Q (Kcal/mol)
Fe	9.0	0.70	67.6	SUH 3	6.6	0.24	48.2
Ni	10.0	0.45	73.9	SUH 4	3.5	0.29	30.6
S12C	10.0	0.60	74.6	SKD 61	12.1	0.43	87.5
SCr 21	10.1	0.56	74.2	SKD 11	11.7	0.30	83.6
SCM 21	9.5	0.45	68.5	304	12.2	0.40	90.0
SCr 4	8.8	0.44	63.6	316	11.5	0.41	86.9
SCM 4	8.9	0.41	63.2	NCF 2	14.45	0.40	107.9
SUJ 2	10.0	0.45	69.0	NCF 1	11.6	0.33	88.3
M 50	10.1	0.27	71.8	X10CrAl 24	6.0	0.35	41.1

3. 結言

α に対して、 $1/\beta$ は歪速度依存性, Q/β は温度依存性を表わす指数と考えられるが両者共に合金元素量とかなり密接な相関を有する。更に SCM 21 の β , Q は S12C よりも SUJ 2 に近く, 304, 316, NCF 2 において、大略 β の一致をみたことは興味深い。これらの常数を(2)式に適用し、ある熱間加工において、適切な加工温度および歪速度を導入することにより変形抵抗を推定することができる。また簡便的に(2)式の常数を決定するには、最低レベルの試験温度ならびに絞り回転速度を選定して、熱間絞り試験を行えばよいことがわかる。

文献 1) C.M. Sellars, W.J. McG. Tegart: Mem. Sci. Rev. Met., 1966, 63, 73/~ 746