

I. 緒言 熱間変形抵抗は圧縮、引張および中空捻り試験によって、温度、歪および歪速度の関数として精密に求められるが、本報では熱間変形能も同時に調べることができる中実捻り試験に注目し、高合金の熱間押出時の変形抵抗との相関を明らかにした。

II. 実験方法および解析法 12種の低合金鋼、18-8ステンレス鋼およびNi基合金を選び熱間押出および捻り試験を実施した。表1に実験条件を示す。捻り試験には10φの中実試験片を用い、両端抱束式捻り試験の最大トルクから変形抵抗を求めた。これらの値を Sellars らが提案した次式により整理し、各定数を求めた。

表1. 熱間加工条件

条 件	捻り	熱 押
加熱温度(℃)	800~1300	1140~1240
平均歪速度(sec ⁻¹)	0.44, 5.56	6~20
平均 歪	0.12~0.29	1.87~3.09

$$\dot{\epsilon} = A (\sinh \alpha \sigma)^n \exp(-Q/RT), \text{ または高応力側で,}$$

$\ln \dot{\epsilon} = \ln A' + n \alpha \sigma - Q/RT$ 。ここで、 $\dot{\epsilon}$, σ , T はそれぞれ歪速度、応力、温度(°K)であり、 A , A' , n , α , Q , R は定数である。これらの定数を使って熱間押出条件下での変形抵抗を求め計算値とした。

一方、熱間押出においては、実用的な安定部の力量 P から Sachs の式を用いて変形抵抗を算出した。 $P = S_0 \cdot \sigma \ln \delta \exp \{ 4fL / (D_0 - d) \}$ 。ここで S_0 , L , D_0 , d はそれぞれコンテナ内の鋼片断面積、鋼片長さ、コンテナ径、マンドレル径であり、 δ は押出比である。 f は壁面摩擦係数であり、 $f = 0.02$ とした。

表2. 熱間変形抵抗の Sellars 定数

鋼 種	$\ln A$ (sec ⁻¹)	n	α (mm/kg)	Q (kcal/mol)	$\ln A'$ sec ⁻¹	$1/n\alpha$	$Q/n\alpha$
STBA24	30.98	3.24	0.188	93	-	1.64	152
SUS304	36.39	5.53	0.088	103.1	-	2.04	211
HK40	-	-	-	130.2	38.72	1.92	249
インコ800	26.37	2.95	0.108	78.9	-	3.13	247
インコ600	30.87	4.03	0.061	85.9	-	4.17	358
ハステロイX	-	-	-	119.0	35.20	2.94	350
インコ617	-	-	-	167.8	50.87	2.94	494
SSS410	-	-	-	170.2	50.08	3.01	513

III. 実験結果 (1) 高合金の熱間変形抵抗は実験した範囲で Sellars の式で整理できる。

表2に各合金の Sellars 定数を示す。ハステロイX等の変形抵抗が高い合金は Sellars 式の高応力側の近似式、すなわち、 $\sigma - \ln \dot{\epsilon}$ プロットだけで十分な直線性を示すので、 n および α を分離して求めることができなかつた。表中 $1/n\alpha$ および $Q/n\alpha$ はそれぞれ歪速度および温度依存性を示す定数であるが、高合金ほどこれらの値は大きくなる。

(2) 図1には熱押変形抵抗の計算値と実測値の関係を示す。92%の相関係数が求められ、中実捻り試験によっても精度よく熱間押出の変形抵抗を予測できると言える。

(3) 変形抵抗の計算値と実測値の間には若干の差が認められる。この問題については変形中の温度および変形抵抗に及ぼす歪の影響等について検討する必要がある。

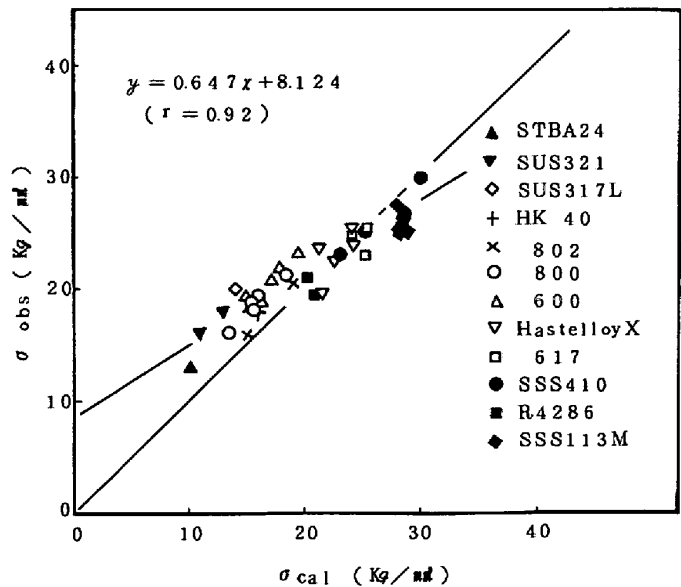


図1 熱押変形抵抗の計算値と実測値