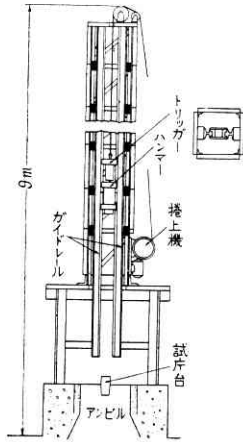


# 金属材料の变形抵抗 (純 銅)

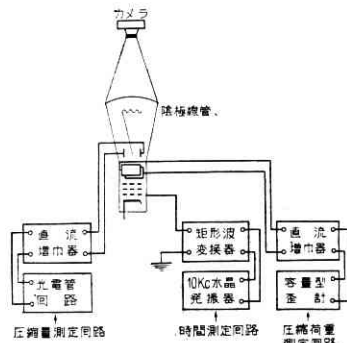
Studies on the Resistance to Plastic Deformation of Metals  
(Pure Copper)

橋 爪 伸

圧延、鍛造、引抜等の熱間塑性加工の基礎資料を提供する目的で、金属材料の变形抵抗と加工度、加工温度、加工速度等の加工条件との関係について研究を行ってきたが、今回は純銅について行った実験の要点を速報する。



第 1 図



第 2 図

**実験方法** 実験に使用した試験機は、さきに製作した落下ハンマ型の衝撃圧縮試験機(1)である。大体の構造は第1図に示す通りであり、全長約9m、ハンマの最高落下高は約8m、アンビルの重量は約3.5tonである。ハンマは最高50kg.までであるが、今回の実験には26.8kg.のものを使用した。

測定は圧縮荷重、圧縮量、時間について行った。測定装置の主要部配置は第2図に示す通りである。圧縮荷重の測定には容量型歪計を使用し、圧縮量は光電管を利用して測定した。これらの諸量は直流増幅を行った後、陰極線オシログラフに投入し35mmカメラで記録した。なお時間測定は10kc水晶発振器を利用し、オシログラフの輝度変調に

より測定した。

実験は試験温度を常温(12~15°C)、200、400、600°Cとし、各温度においてハンマ落下高さを1、2.5、4、5.5、7mの5種にえらび、加工速度を変えて行った。

実験に使用した試験片材料は純度99.9%以上の電気銅で、26mm角まで熱間圧延を行い、その後600°Cで30分間焼鈍し、空冷後試片を削り出した。試験片は直径20mm、長さ30mmの円筒形で、硬度はヴィッカーズ $H_v=34$ (荷重200g)であり、常温における塑性変形曲線は第4図にslow curveとして示してある。この曲線は材料試験機を使用して低速(3mm/min)で圧縮試験を行って求めたものである。

ハンマと試片との接触面の減摩剤としてコロイド状黒鉛(oildag)を使用した。また600°Cの実験では、加熱中試片の表面の酸化が甚しいため、酸化防止の目的で

粉末ガラスを試片の全面に塗布して加熱した。使用した粉末ガラスの成分は、 $PbO$  80%、 $B_2O_3$  20% (重量比)である。

**実験結果** 圧縮試験において最も問題となるのは、試片の両端面における摩擦の影響である。端面摩擦により試片にbarrelingが生ずることはさけられず、このため誤差を生ずることがある。したがって本研究では加工条件の影響を求めるのに先立って、barrelingによる誤差の程度を検討することにした。

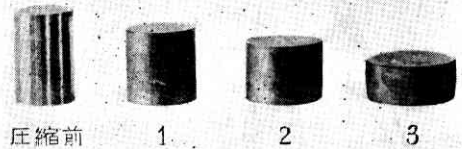


写真 1

写真1は600°Cで実験を行った試験片の1例である。試験温度が高くなるにつれて減摩剤の酸化が増加し、減摩能が低下し、barrelingの程度は甚しくなる。したがって600°C以下の温度における実験では、barrelingの程度はもっと小さい。

写真において左端は圧縮前試験片、1、2、3はハンマ落下高をそれぞれ1、2.5、7mにして圧縮した試験片である。写真にみられる通り試片のbarrelingの程度は小さく、減摩能が優秀であることを示している。barrelingの程度を判定するため、実験後試片の最大直径と長さを測定し、最大直径から求めた最大断面積と、実験前後の試片の体積が変化しないものとして、試片の長さから計算した断面積との比を第1表を示した。表から明らか

第 1 表

試 片		1	2	3
試験後試片	長 さ	mm 23.72	18.92	12.82
	最大直径	mm 22.62	25.45	31.55
	最大断面積	mm <sup>2</sup> 401.6	508.4	781.4
有 効 歪	%	23.5	45.1	85.0
理論断面積	mm <sup>2</sup>	397.3	498.1	735.2
最大理論断面積比	%	101.1	102.1	106.3

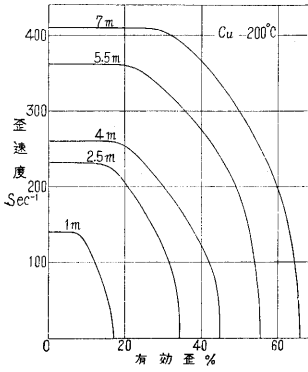
試験前試片 Cu 20φ×30mm

圧縮応力を補正せず、直ちに变形抵抗としても誤差は僅少であると思われる。

同一条件については少なくとも3個の試片を圧縮したが、これらの圧縮応力、歪速度はよく一致するので、平均値を求め、加工度、加工温度、加工速度の影響を検討した。

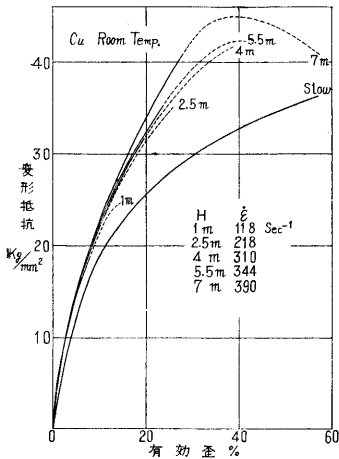
第3図は実験で求めた歪速度—歪曲線の1例である。

研究速報



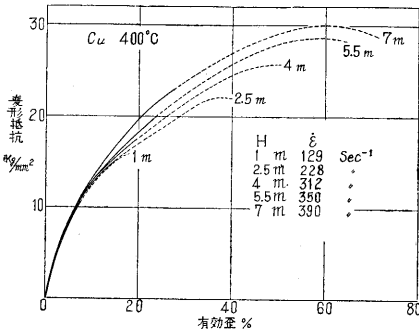
第 3 図

図は 200°C の場合であるが、試験温度が相違しても傾向は同じである。図にみられる通り、歪速度は圧縮初期においてはほぼ一定の期間がある。したがってこの間は一定歪速度の圧縮試験ということができ、あとで歪速度、試験温度の影響を検討する場合には、この間の値を使用した。



第 4 図

第 4, 5 図は各試験温度において、ハンマの落下高を変えて求めた変形抵抗—有効歪曲線である。曲線の実線部分は前記の一定歪速度部分であり、破線部分は歪速度が低下しつつある部分である。同一試験温度においては、ハンマ落下高が高いほど変形抵抗値は高くなっている。



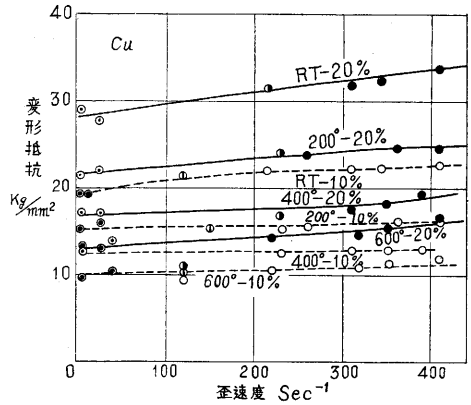
第 5 図

なお圧縮の後期で曲線が低下するが、これは歪速度の低下と圧縮エネルギーが熱に変化し試片の温度が上昇したためと思われる。試片の温度上昇はハンマの全エネルギーが熱に変化し、試片に吸収されたと仮定して計算すると第 2 表に示す値になる。

第 6 図は以上の図から求めた有効歪 10, 20% における変形抵抗—歪速度曲線である。図中の ●, ○, ① は筆者が実験で求めた変形抵抗値で、●, ○ は一定歪速度部分から求めた値であ

第 2 表 上昇温度 °C

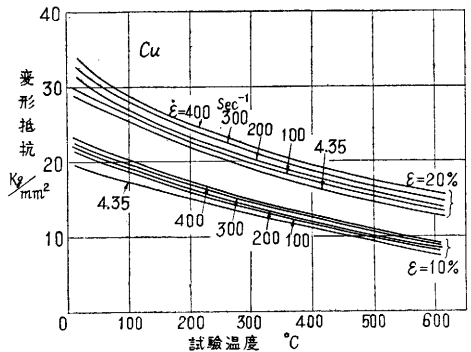
Temp.	R. T	200°C	400°C	600°C
H. F				
1 m	8.1	7.8	6.8	5.0
2.5 m	20.3	19.5	17.0	12.5
4 m	32.5	31.2	27.2	20.0
5.5 m	45.0	43.0	37.4	27.5
7 m	57.0	54.5	47.6	35.0



第 6 図

るが、●, ○ は歪速度が低下しつつある部分から求めた値であるため信頼性が少なく、参考のため記入した。◎ は J. F. Alder, V. A. Phillips<sup>(2)</sup> が Cam Plastometer<sup>(3)</sup> を使用して純銅材について試験温度常温~900°C において、歪速度 39.1 sec<sup>-1</sup> まで一定歪速度の実験を行って得た値であり、slow curve で比較した結果、本実験の電気銅材とほとんど等しい材料であったため引用した。図で明らかなように、いずれの場合にも歪速度が増加すると変形抵抗が増大する傾向を示しているが、有効歪 20% の場合の方が 10% の場合よりも著しい。

第 7 図は変形抵抗—試験温度曲線であり、試験温度の影響を示している。実験の場合ハンマの落下高にも多少



第 7 図

の相違があり、また落下時に初速をあたえたと思われる場合もあり、同じ落下高で実験を行った場合にも、各試験温度で歪速度は多少相違した。このため試験温度の影響を直接比較することができないので、第 6 図の曲線から歪速度 100, 200, 300, 400 sec<sup>-1</sup> の場合の各試験温度における変形抵抗値を求め図を画いた。なお図中の歪速度 4.35 sec<sup>-1</sup> の曲線は前記 Alder, Phillips の実験によるものである。図から変形抵抗は温度の上昇と共に著しく低下する傾向が見られる。

以上の研究は昭和 32 年度科学研究費により、当所鈴木研究室において行ったものである。(1958. 6. 6)

文献

- (1) 橋爪, 機械の研究 昭和 33 年 1 月
- (2) J. F. Alder, V. A. Phillips, Jour. Inst. Metals, Nov., 1954
- (3) E. Orowan, BISRA Report MW/F/22/50, 1950