

黄銅棒材の温間せん断による切口面の改善

Improvement of Billet Quality by Warm Cropping of Brass Bar

中川 威雄*・鈴木 清**・大川 陽康***

Takeo NAKAGAWA, Kiyoshi SUZUKI and Kiyoyasu OHKAWA

1. はじめに

各種鋼棒材からの鍛造用素材取りは、多くの場合せん断加工によっているのに対し、非鉄金属棒材ではほとんどの場合旋削切断や回転鋸刃切断によって行われている。これは、非鉄金属では一般的に被削性が良好であるため生産性もかなり高く、カッタ寿命もそれ程短くないことに加えて、プレスせん断では所望の精度を得にくい等の理由によるものであるが、切口さえ改善できれば、歩留りや生産性で有利なプレスせん断の採用が望ましいのは言うまでもない。

本研究は、通常のせん断加工では良好な切口が得にくいとされている快削性をもたせた熱間鍛造用黄銅棒材を種々の条件下でせん断加工し、良好な鍛造用素材を得ようとするものである。特にせん断条件のうち、カッタ形式とせん断温度の影響について詳細な検討を行い、100～300℃という比較的低温の温間加熱せん断で製品の切口精度を大幅に改善できることを明らかにした。

2. 実験装置および供試棒材

せん断用被加工材は、熱間押し出されたφ40mmの熱間鍛造用黄銅棒材で、これを長さ50mmに100トンクランクプレスを用いてせん断した。供試黄銅棒材の成分および機械的性質を表1に示す。実験には特に断わらない限り鍛造用快削黄銅棒材(A材)を使用した。材質の影響を調査するため鍛造用普通黄銅棒材(B材, BsBFD2)も用いた。カッタ形式は移動刃、固定刃とも丸穴ゆるみ保持式を採用したが、一部半丸移動カッタも用いた。せん断クリアランスC1は0.5mm, 1.0mm,

2.0mm、棒材とカッタ内径との隙間Cldはそれぞれ0.3, 0.6, 1.0mmとした。カッタ内径はφ40.0mm一定としたが、加熱せん断の場合も、各温度で所定の隙間Cldになるようあらかじめ棒材直径を切削により細くした。加熱は電気炉を用い、指示温度に45分間保持した後、せん断した。炉から出した後、せん断開始までの所用時間は6秒以内であった。

3. 室温下でのせん断試験結果

加熱せん断試験に先だち、室温下での黄銅棒材のせん断特性を調べた。

3.1 せん断クリアランスの影響 せん断切口面性状に影響を与える因子の一つとして最も重要なのがクリアランスである。ここではまず、せん断クリアランスが切口面に及ぼす影響について調べた。その結果を図1に示す。このときのカッタ内径と素材径との隙間Cldは良好な切口面が得られるよう直径の差で0.3mmと比較的小さい状態とした。このクリアランスの範囲では、図2にその拡大図を示す如く波状の微小凹凸が切口面中央部に見られるほか、うねり状の凹凸も生じ、鍛造用素材として使用することはかなり難しいと判断された。この波状

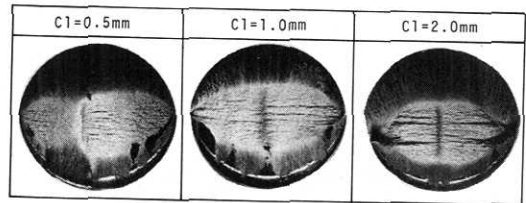


図1 切口面性状に及ぼすせん断クリアランスの影響 (丸穴カッタ, Cld = 0.3mm, Cut off side)

表1 供試黄銅棒材の成分と機械的性質

種類	成分 (%)					機械的性質 (JIS 4号試験片使用)			
	Cu	Zn	Pb	Fe	Sn	引張り強さ (kg/mm ²)	硬 度 (H _R B)	伸び (%)	絞り (%)
鍛造用快削黄銅棒: A	58.14	Bal	2.60	0.20	0.24	43.3	中心 49.5 外周 52.5	28.6	27.5
鍛造用普通黄銅棒: B	59.10	Bal.	1.77	0.13	0.16	43.8	中心 52 外周 52	36.7	33.0

* 東京大学生産技術研究所 複合材料技術センター 第2部
** // 第2部
*** 日本工業大学

研 究 速 報

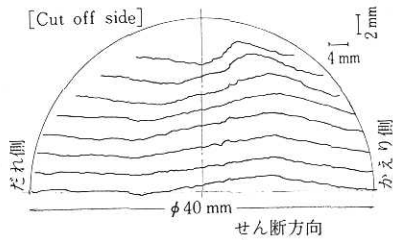


図2 せん断切口面の波状凹凸 (丸穴カッタ, Cl=1 mm, Cld=0.3mm)

の微小凹凸は、クリアランスが大きくなるほど顕著となったが、同時に切口の面粗さも増大した。

3.2 カッタ形状の影響 次にカッタ形状を変えその影響を調べた。ここでは切口面の改善に有効と思われる丸穴と半丸の側面溝付カッタ¹⁾ (溝半径: 70R, Clmax = 2.94mm, Clmin = 0mm)を使用した。半丸慣用カッタの場合には、丸穴カッタでみられた波状の微小凹凸は消滅しているが、切口面の粗さは増大し、両側面にはかなり大きなひげ状のかえりが生じた。(図3) また、切口面のうねりや傾きも大きく、全体として丸穴カッタの場合よりも切口面は悪化した。半丸カッタで側面溝付のものでは、切口面の性状はかなり良好となっているが、Remainder側に大きなタンク状のかえりを生じた。一方、側面溝付丸穴カッタの場合には、慣用カッタに比べて波状の微小凹凸は減少しているのに加えて、階段も生じないため、これまでのせん断条件のうちでは最も良好な切口が得られている。したがって切口面の粗さやうねり、傾きが多少気になるものの、なんとか鍛造用素材として使用できると考えられる。

3.3 被加工材質の影響 被加工材質がせん断製品に及ぼす影響を明らかにするため、普通黄銅棒B材をせん断して快削用A材との比較を行った。図4にB材せん断時のクリアランスの影響を示す。Cl=0.5mmではCut

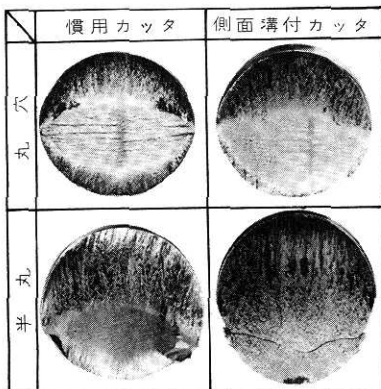


図3 カッタ形状の影響 (Remainder, Cld=0.3mm, 慣用カッタ: Cl=1.0mm, 側面溝付カッタ: Cl=3.2mm)

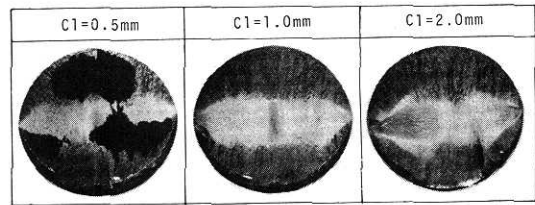


図4 被加工材質の影響: B材のせん断に於けるクリアランスの影響 (丸穴カッタ, Cld=0.3mm, Cut off side)

off 側に2次シェービング面が生じるが、A材に見られたような波状の微小凹凸は生じていない。Cl=1.0mmの場合には、破断面の粗さは幾分大きい特別な大きな欠陥はなく、この条件下でせん断すれば鍛造用素材として十分使用できる。この結果からも明らかなように、ほぼ同強度のA・B両材材料間で切口面性状にかなりの差が生じている。これは材料の分析結果から推察しても明らかなようにA材で被削性を向上させるために添加された鉛の含有量の差によるものと思われる。

4. 加熱せん断試験結果

4.1 加熱せん断の効果 室温下のせん断でも側面溝付丸穴カッタを用いることにより、ある程度満足できる鍛造用素材が得られているが、切口面の直角度や平坦度の点で多少の問題が残った。そこで黄銅材にも青熱ぜい性に似た現象が認められることを利用し、鋼棒材のせん断で著しい効果が認められた加熱せん断^{2,3)}を適用してみた。せん断条件はこれまでの結果から良好と思われる丸穴カッタ, Cl=1mm, Cld=0.3mmを採用した。せん断温度は、室温から800℃迄各100℃間隔とし切口面に及ぼす影響を調べた。その結果を図5に示すが、せん断温度が上昇するにつれ、切口面の凹凸やうねりは減少し、100~300℃では良好な切口面を呈した。100℃で加熱せん断した場合の切口面の表面性状を図6に示す。200℃の加熱せん断では最良のせん断切口面が得られたが、この条件下でも Cut off 側の切口面凸部が固定刃によって若干シェービングされた。これは、せん断クリアランスを大きくすれば消滅できる。また、せん断温度が高過ぎる場合には切口はかえって悪化し、400~500℃では図7にみられるように、き裂が切口面と直角方向に入り込んだり、せん断切刃以外の円筒側面からも発生している。600~800℃では延性が回復増大するため、停留き裂を伴ったうろこ状の切口面を呈した。100~300℃での切口の改善に延性の低下⁴⁾が寄与していることは、図8に示したように、この温度域ではだれが低下していることから明らかであるが、400~500℃にみられるような極端な脆性化は極低温で軟鋼棒材をせん断したときのように、切口をかえって悪化させた。図9に、加熱せん断におけ

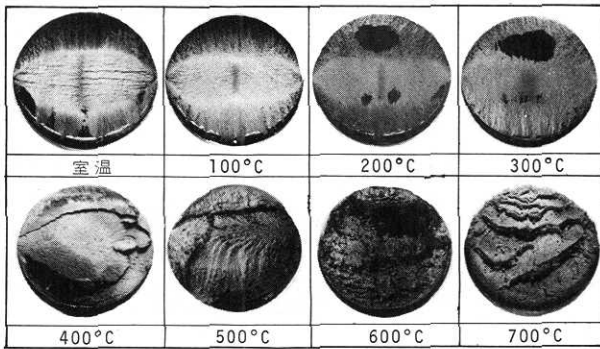


図5 切口面性状に及ぼすせん断温度の影響 (丸穴カッタ, Cl=1mm, Cld=0.3mm, Cut off side)

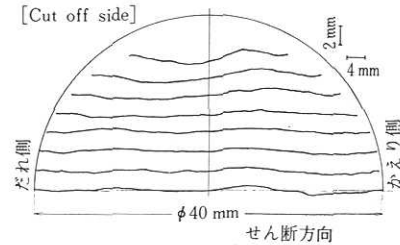


図6 100℃の加熱せん断による切口面粗さ (丸穴カッタ, Cl=1mm, Cld=0.3mm)

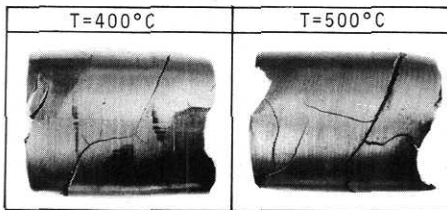


図7 加熱せん断でみられた脆性破壊 (丸穴カッタ, Cl=1mm, Cld=0.3mm)

は、カッタ内径と棒材の隙間：Cldはある程度大きい方が望ましいが、具体的にどの程度の隙間まで許容されるか調査した。その結果を図10に示す。室温でのせん断ではCldが大きくなると素材両側面にクラックの合会不一致による階段が顕著に現れた。一方、良好なせん断切口面が得られた200℃の加熱せん断においては、Cldが0.3mmで切口面に生じたシェーピング面は、Cldが0.6, 1.0mmと大きい場合には現れず、かえって良好な切口面を呈したことから、鍛造用黄銅棒材を温間域（100～300℃）でせん断する場合にはCldをかなり大きくとって差支えないことが明らかとなった。

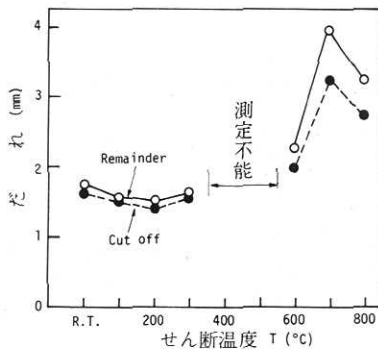


図8 せん断温度とだれの関係

4.3 加熱せん断における半丸慣用カッタの影響 次に、せん断装置及びせん断工程のより一層の簡略化をはかるため、良好な切口が得られる200℃の加熱せん断で半丸慣用カッタの使用の適否を調べた。図11にその結果を示す。丸穴カッタに比べると、Cut off側の直角度がせん断時に働く曲げのため若干大きくなっているが、切口面性状はほとんど遜色なく、半丸移動カッタが十分使用出来ることを裏づけている。

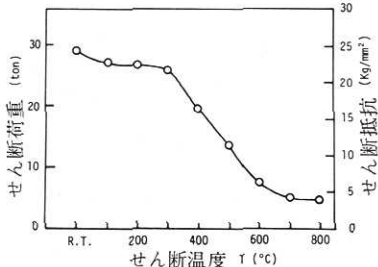


図9 せん断温度とせん断抵抗の関係

4.4 加熱せん断におけるストップの影響 図12にストップの影響を示したように、室温ではストップを用いないと切口はより悪化しているが、200℃の加熱せん断ではCut off側のシェーピング面も生ぜずストップの有無にかかわらず良好な切口面が得られた。

るせん断抵抗の測定結果を示すように、400℃以降で急激な荷重の低下が認められた。

4.5 加熱せん断におけるせん断長さの影響 図13に1/Dが切口面性状に及ぼす影響を示す。室温せん断では切口の良否は別としても、1/D=1.0が限度であるが、200℃の加熱せん断では切口面は若干悪化するものの1/D=0.75までせん断が可能である。さらに1/D=0.5では切口面の傾きは大きくなるが、ストップを強固にするなどの工夫をすれば、切断は可能となろう。

4.2 加熱せん断におけるカッタ内径と棒材の隙間の影響 素材の製造及び棒材のせん断型への供給に関して

4.6 加熱せん断における被加工材質の影響 室温下で比較的良好な切口が得られたB材についても加熱せん

研究速報

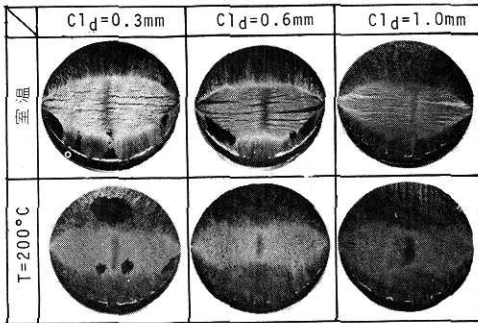


図10 カッタと棒材との隙間の影響 (丸穴カッタ, $Cl=1.0mm$, Cut off side)

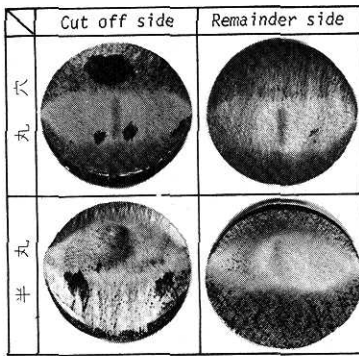


図11 200°Cの加熱せん断におけるカッタ形状の影響 ($Cl=1.0mm$, $Cl_d=0.3mm$)

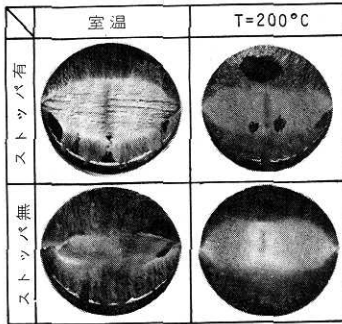


図12 ストップ有無の影響 (丸穴カッタ, $Cl=1mm$, $Cl_d=0.3mm$, Cut off side)

断を行って見たところ、程度の差はあるもののA材と同様の加熱効果が認められた。(図14)

5. おわりに

鍛造用黄銅棒材を種々の条件でせん断し、切口面への影響を調査し、室温せん断では側面溝付丸穴カッタが有効であること、また、100~300°C程度の比較的低温の加熱が切口面の改善に効果的であり、この条件下では半丸移動カッタの採用など、比較的簡便なせん断条件下でも満足なせん断製品が得られることを明らかにした。本

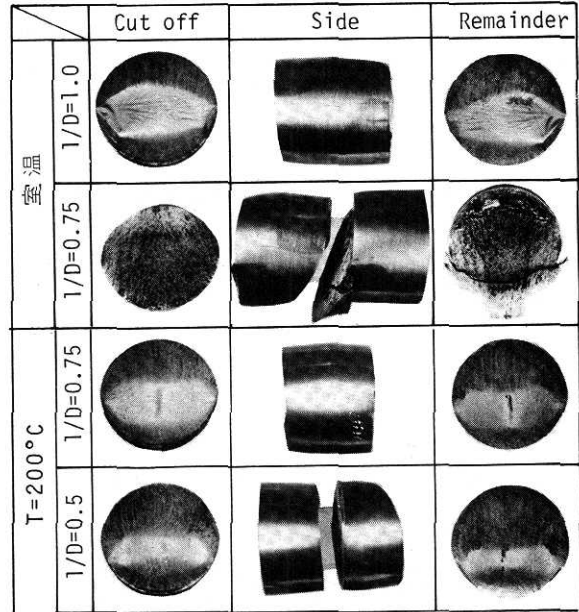


図13 せん断長さ l/D の影響 (丸穴カッタ, $Cl=1mm$, $Cl_d=0.3mm$)

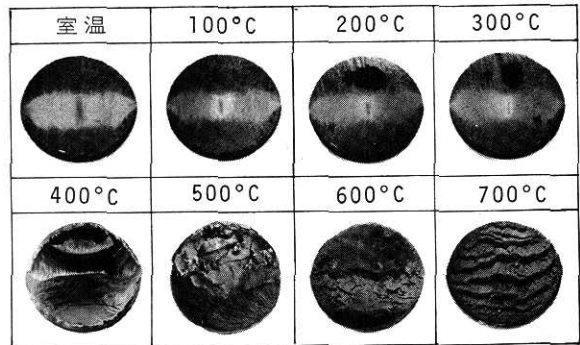


図14 普通鍛造用黄銅棒 (B材) の加熱せん断 (丸穴カッタ, $Cl=1mm$, $Cl_d=0.3mm$, Cut off side)

研究を遂行するに際し、種々のご助言とご援助を戴いた(株)紀長伸銅所に厚くお礼申し上げます。

(1978年11月7日受理)

参考文献

- 1) 工藤, 田村: 塑性と加工, Vol. 6, No. 50 (1965-3), p.165
- 2) 石原, 楠, 大西, 鈴木: 精機学会春季シンポジウム (1964) p.131
- 3) 町田, 中川, 鈴木: 昭和51年度塑性加工春季講演会講演論文集 (1976) p.323
- 4) 宮川, 篠原: 伸銅技術研究会誌, Vol. 1, No. 10 (1971), 113