

討23

快削鋼の冷間鍛造への適用

住友金属工業(株) 本社

大野 鉄

小倉製鉄所

竹内 正幸

中央技術研究所

須藤 忠三

相原 賢治

高橋 渉

1. 緒言

近年、冷鍛技術の普及により冷鍛と切削を組合せた加工法が採用される機会が増加している。当然、冷鍛性と切削性を兼備した材料が要求されるが、現在の冷鍛用鋼や快削鋼の成分や製造法からみても両特性の完全な両立は困難である。しかし、そこまで望まなくても現実の冷鍛切削組合せ加工では、通常の冷鍛用鋼や快削鋼が多く用いられている実状からみて、それらに若干の切削性、冷鍛性を付与することができればその適用拡大に大きな寄与が期待される。すなわち、切削性のすぐれた冷鍛用鋼、冷鍛性のすぐれた快削鋼という二つの材料系列が考えられ、用途に応じて選択されることになる。ところで、切削性と冷鍛性は一方を改善すれば他方は多少は劣化が避けられないので、材料の特性を的確に把握し適切に加工する技術もきわめて重要であるが、従来このような観点からの研究は少なかつた。本報では上記の二つの材料系の例を提示し、特に冷鍛性を中心にその使用上の特性を検討する。

2. 低炭Pb添加鋼の諸特性

冷鍛用鋼の切削性については、組織、冷間加工、介在物等の影響が検討されているが⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾より一層の切削性向上には若干の快削成分が必要となる。ここでは低炭Pb添加鋼に注目し、その特性を検討した。

2.1 供試材

表1に示す、10C+Pb, 20C+Pb材を基本とし一般のS+Pb快削鋼を比較材とした。

2.2 試験方法

供試材は現場試作材を実験室的に2次加工を行ない、実験に供した。図1に加工工程を示す。熱処理条件、スキンプス条件を変えて影響を調査した。

この線材を、確性試験のほか機械プレスによる各種冷鍛性並びに切削性(旋削・穴あけ)の試験に供した。

2.3 実験結果

2.3.1 機械的性質

快削鋼系の冷鍛性の最大の問題点はその延性の低さにある。したがって、機械的性質として特に絞り値が重要である。図2は鋼種別に示したものであるが、20C系でみられるようにPb添加による悪影響は認められない。10C系ではむしろPb添加鋼の方が良いが、これはC, Siが低いためであるとしても、Pbの悪影響の小さいことも示している。S添加鋼と対比してみれば両者の相違は明らかである。なお、快削鋼12L14はスキンプスによる劣化が大きい傾向がある。

一方、熱処理の影響を図3, 表2に示す。20C系では球状化焼鈍(SA)が有効であるが、10C系では熱処理に

表1 供試材の成分

種類	鋼種	C	Si	Mn	P	S	Pb
供試鋼	S10C	0.11	0.21	0.50	0.023	0.020	—
	S10C-Pb	0.09	0.04	0.33	0.008	0.015	0.15
	S20C	0.21	0.24	0.52	0.019	0.016	—
	S20C-Pb	0.18	0.27	0.50	0.016	0.023	0.19
比較快削鋼	S16SL	0.16	0.29	0.91	0.028	0.073	0.20
	Q12L14	0.08	0.009	1.01	0.076	0.290	0.23

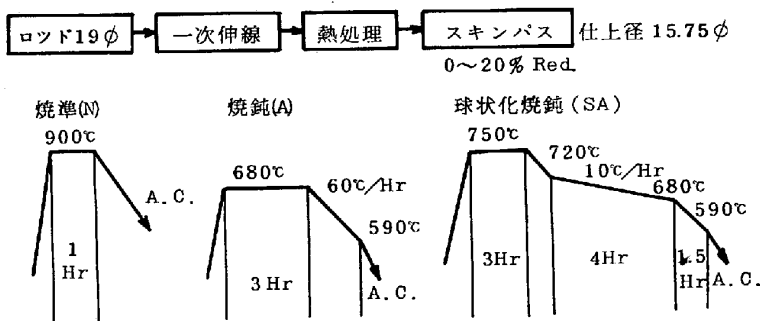


図1 供試材の加工工程

よる差は少なくなり、コストの高い球状化处理は特に必要がない。これは炭化物の量が減少するためと考えられる。

2.3.2 冷鍛性

1) 据込性 塑性加工学会標準による切欠付拘束試験を行った結果を図4に示す。(段階負荷)

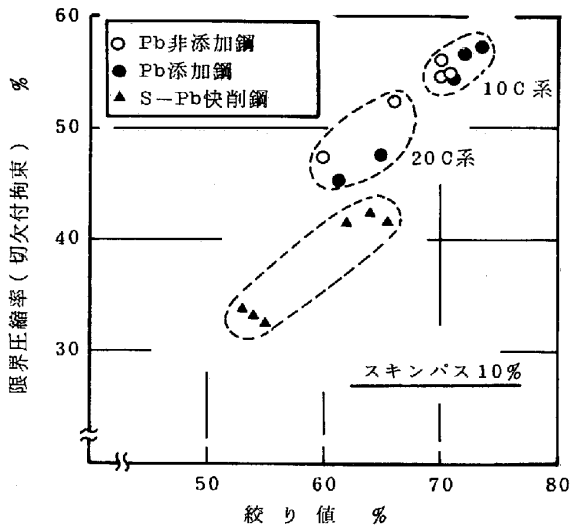


図4 絞り値と境界圧縮率

全般に絞りとの相関が強いが、同一絞りに対して通常快削鋼の据込性のレベルは相対的にかなり低い。Pb添加鋼では非添加鋼との差は小さく、特に低炭素鋼ではほとんど差がないことがわかる。

2) 押出性 多段押出加工では、しばしば内部割れを生じる⁽⁴⁾。その試験として各段減面率10%で多段繰返押出を行ない、割れ発生までの回数を調査した。結果を図5に示す。Pb添加による劣化は実験範囲内ではほとんど認められない。Sを多量に含む12L14材では、押出性は大きく低下する。この材料では熱処理の違いによつて、絞りはほとんど同じ(表2)にもかかわらず、押出性がかなり変化することもみられる。これは著者がすでに報告したように、押出性は炭化物形態に強く影響されることが一因と考えられる。

3) 前後方押出性 前後方押出加工は、カップ状部品を作るために多用される加工法である。この場合、押出ストロークが増加し底厚が薄くなると側面に割れが生じるので、図6

のように底厚と壁厚の比が加工性の指標となる。

結果を図7に示す。

Pb添加によつて若干劣化しているが、通常の快削鋼に比較すればかなり良好である。一般に前後方

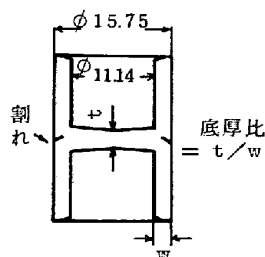


図6 前後方押出加工

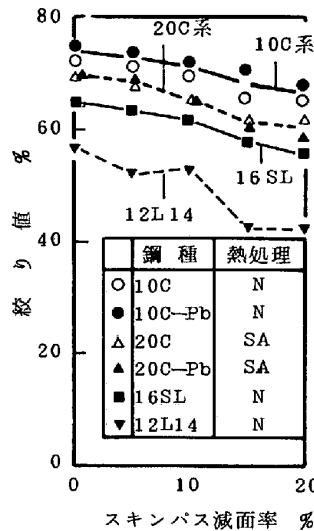


図2 鋼種別絞り値

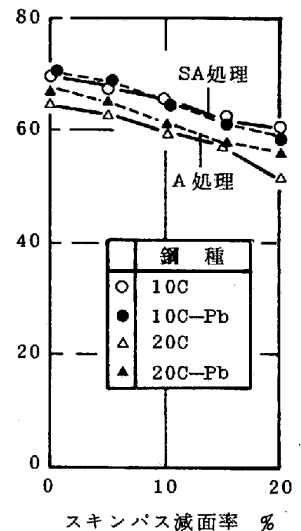


図3 熱処理別絞り値

表2 熱処理別絞り値 (10C系)

鋼	処理	N	A	SA
S10C		69.7	69.8	69.2
S10-Pb		71.8	70.7	73.5
C12L14		53.4	54.0	54.6

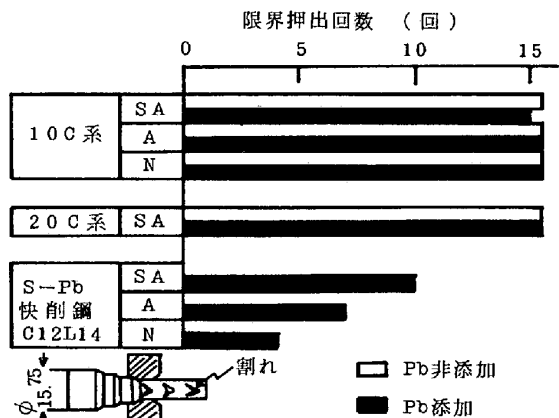


図5 多段押出加工性

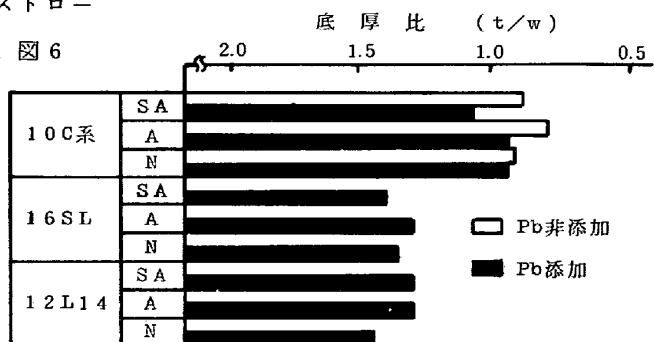


図7 前後方押出加工性

押しでは底厚比が1前後が設計上の限界とされており、この意味でもPb添加鋼は実用上差しつかえない程度の加工性を有していると言える。

4) ボルト加工 快削鋼をボルトに加工することは稀れであるが、冷鍛性の一般的レベルをみる意味でM16のチーズに加工し、加工性を調査した。六角トリミングボルトと六角アセットボルトを加工したが、加工度の厳しい

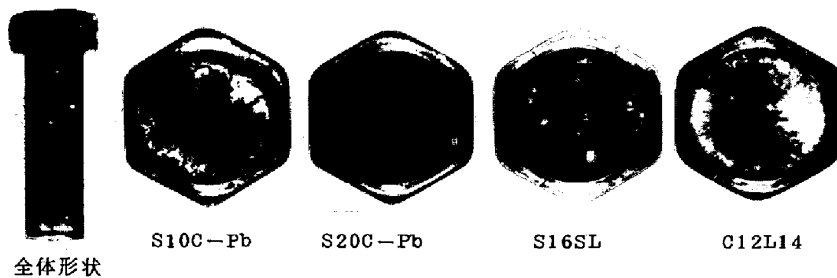


図8 アセットボルト割れ発生状況

はシャー面に大きな変形を受けるので比較的割れやすいが、Pb添加鋼は特に問題なく、かなりの加工に耐えると言える。

2.3.3 切削性

切削性を評価する方法として、切削抵抗・仕上面粗度・切粉性状等があり、総合的に判定する必要があるが、本報告では、焼鈍(A)材を用いて旋削試験を行ない、切削抵抗を調査した。

1) 旋削合成力と硬度

S20CとS20C-Pb材を焼鈍(A)後減面率0~20%のスキンプスを行ない、硬度を5水準設定し、切削速度50m/分、90m/分での切削抵抗

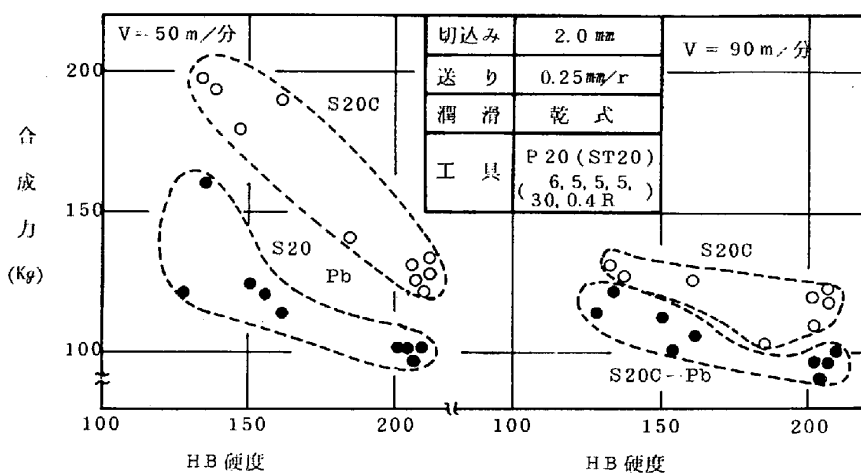


図9 20C系の硬度と切削抵抗

を測定した結果を図9に示す。図9中に切削条件も合わせて示す。HB硬度が200前後までの切削抵抗はどちらの旋削速度でも、硬度が高い程小さくなっている。つまりスキンプス量が大きくなる程切削抵抗は小さい。これは伸線による冷間加工の影響と思われる。

Pb添加による切削抵抗の低下は大きく、特に低速で顕著である。

2) ボルト頭部の旋削抵抗と旋削速度

S10C, S10C-Pb, S20C, S20C-Pb, S16SL,及びC12L14材を焼鈍(A)後、減面率10%のスキンプスを行ない、そして六角ボルト用チーズに加工し、ボルト頭部を切削速度50~250 m/分で旋削した結果を図10に示す。切削抵抗は鋼種によらず、旋削速度が増す程小さくなる。特にS20Cでは旋削速度の増加とともに顕著に低下する。

切削抵抗は、S20C, S10C, S20C-Pb, S16SL, S10C-Pb, C12L14の順に小さくなり、被削性元素の添加、C量の総合的效果によると言える。強度の据込み加工を施こされた部分も、伸線された部分と同様に、Pb添加による旋削抵抗の低下は大きく、特に150m/分以下の低速切削での効果が大きい。

又、C値の高い材料の方がPb添加による、切削抵抗の低下の効果が大きいように思われる。

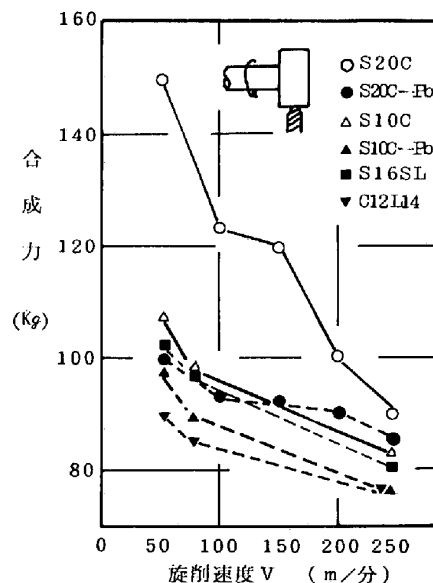


図10 ボルト頭部の切削抵抗

3. 快削鋼の冷鍛性の向上

快削鋼には多くの種類があるが、ここでは低炭素快削鋼として冷鍛にしばしば用いられるC12L14を選び、その成分並びに2次加工条件と冷鍛性の関係を検討した。

表3 供試材の成分

№	C	Si	Mn	P	S	Pb	N ₂
I	0.07	0.007	1.04	0.06	0.280	0.22	0.0035
II	0.08	0.013	1.13	0.07	0.300	0.22	0.0095
III	0.10	0.009	1.08	0.06	0.320	0.23	0.0025

3.1 供試材

表3に示す。SとN₂の量を変えた実炉溶製材である。ロッド径は13φである。

3.2 実験方法

2次加工工程を図11に示す。特に熱処理条件の影響について重点的に検討した。スキンパス後、一般的な確性試験のほか、冷鍛性として拘束据込試験を行なった。

3.3 実験結果

図12、図13に冷鍛性の結果を示す。成分の影響がかなり明確に認められ、Sは当然としてもNの影響も非常に大きい。これは冷鍛試験を機械プレスで高速で行なったため、温度上昇による時効の効果による。ただしNを減らすと切削性が多少劣化すると言われている。

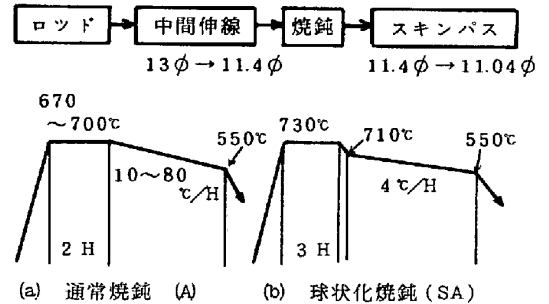


図11 供試材の2次加工工程

焼鈍条件としては、フェライト域の焼鈍では高温加熱、徐冷のパターンが若干有利である。冷鍛用鋼でよく用いられる球状化焼鈍は適切なフェライト域焼鈍と同程度であり、目立つた効果はない。これは中間伸線があるため、特に2相域加熱でなくても炭化物の球状化が

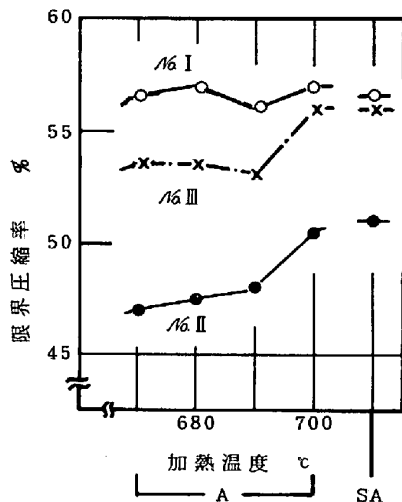


図12 冷鍛性におよぼす熱処理条件の影響

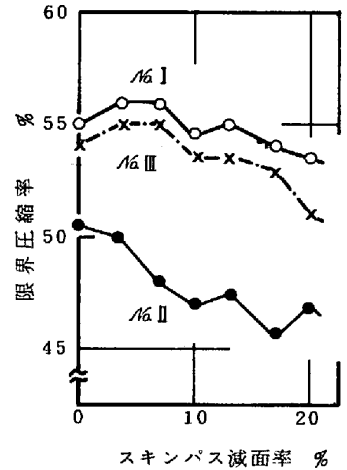
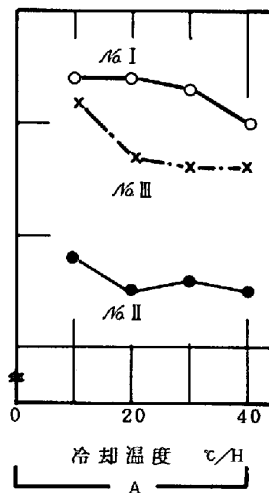


図13 スキンパスの効果

可能で、かつ低炭素鋼のため炭化物の量自体が少ないことによる。

図13はスキンパス伸線の効果を示したものであるが、一般に冷鍛用鋼では減面率10~20%で限界圧縮率が極大になることが多いのに対し、本供試材では極大値は10%以下にあり、特に冷鍛性の低い№II材では0%のところがある。すなわちこの場合はスキンパス減面率は通常より低くするのが良い。

4. 結言

冷鍛性と切削性は材質的には本質的に相容れない要素である以上、用途に応じて両特性のバランスを図つた材料並びにその材料の特性に応じた適切な使用の両面から検討し、ノウハウの蓄積を進めることが重要である。本報告はその一つの試みであるが、この種の研究はあまり成されておらず今後の検討課題と考える。

文献 (1) 山本, 熊谷: 鉄と鋼, 59, (1973), 1, P 100~111
 (2) 阿部山, 木村, 中村: 電気製鋼, 51, (1980), 3, P 188~194
 (3) 赤瀬, 赤沢, 権藤: 鉄と鋼, 66, 11, (1980), 9, S1262
 (4) 高橋, 須藤: 第31回塑加連講演会 (1980) 212